

2022년도
ICT 기술수준조사 및
기술경쟁력분석
보고서



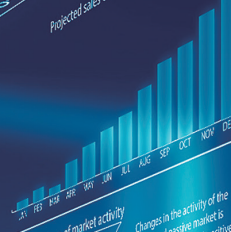
정보통신기획평가원

Contents

Part 1	분석 개요	5
	1. 추진 목적	6
	2. 기술수준평가 개요	6
	3. 평가 방법	9
Part 2	ICT 기술수준	15
	1. 총괄	16
	2. 기술 분야별 기술수준	22
Part 3	논문 특허 경쟁력	211
	1. 총괄	212
	2. 기술 분야별 논문·특허 경쟁력	217
Part 4	부록	289
	1. 기술분류표	290
	2. 기술분야별 FGD 참여 전문가 위원	299
	3. 온라인 설문조사 결과	305

		TYO division				FRT division			
GHT	254	550	254	154	213	154	825	415	154
BOM	550	320	154	144	364	651	954	125	174
TAC	241	450	650	145	874	152	125	174	174
ITG	254	124	145	124	124	241	141	141	141
WAG	155	155	155	155	155	155	155	155	155
HT									

Projected sales of main products in 2013



Changes in the activity of the active and passive market is uncertain. Established positive trends in various market segments.



2022년도 ICT 기술수준조사 및 기술경쟁력분석 보고서

Institute of Information & Communications Technology Planning & Evaluation

2022년도 ICT 기술수준조사 및 기술경쟁력분석 보고서

Institute of Information &
Communications Technology Planning &
Evaluation



Part



분석 개요

1. 추진 목적
2. 기술수준평가 개요
3. 평가 방법

1 추진 목적

- ▶ ICT 기술수준조사 및 논문·특허 경쟁력 분석을 통해 ICT 산업의 現발전수준 등을 조사·분석하여 ICT R&D 정책수립 등에 반영

2 기술수준평가 개요

- ▶ 논문·특허 경쟁력 분석과 온라인 설문조사를 기반으로 전문가 정성평가를 실시하여 종합적인 결과 (상대수준, 격차기간, 기술변화추이 등) 도출
 - 논문·특허 경쟁력분석 → 온라인설문(하위기술 기준) → 전문가 심층평가(기술수준 및 기술격차, 기술별 가중치 등 검토) → 계량화 → 결과(상대수준, 격차, 논문특허 경쟁력, 기술변화추이)

2022년 ICT 기술수준평가 개요

평가대상	경쟁력 분석	온라인 설문	전문가 평가	평가계량화	결과
18대 중점분야 이동통신 네트워크, 전파위성, 사물인터넷, 클라우드, 컴퓨팅시스템, SW, 자율주행자동차, 인공지능, 데이터, 방송미디어, 디지털콘텐츠, 스마트디바이스, 지능형반도체, 양자정보통신, 차세대보안, 블록체인, ICT융합	지표 검증 ↓ 논문 정보분석 논문 활동도, 영향력 등 특허 정보분석 특허 활동도, 영향력, 시장력 등	온라인 설문조사 (대규모 전문가 설문)	전문가 심층토론 FGD 평가(2회) 분야별 전문가 10명 내외 구성 (총 182여명)	점수제 모형 Gordon 모형	기술수준 및 기술경쟁력 상대수준(%) 기술격차(년) 논문, 특허 경쟁력 변화 추이 (상승, 하락, 유지)

- 평가대상**
 - 대상국은 5개국(한국/미국/중국/유럽/일본) 기준
 - 18개 중점 분야에 대해 74개 기술 및 하위 289개 기술을 대상으로 분석
- 경쟁력분석**
 - 논문/특허 DB 구축 및 경쟁력(활동도·영향력·시장력) 분석
- 기술수준조사**
 - (온라인설문) 소분류별 기술수준 등급 및 기술발전 추세
 - (전문가 평가) 기술동향 집단 토론 및 경쟁력분석 토대로 기술수준·기술격차 평가 및 가중치 결정
- 평가계량화**
 - (계량화) 전문가 심층평가를 토대로 Gordon모형을 적용하여 기술수준 및 기술격차 계량화
* Gordon모형 적용 예시 : 소분류 “콘텐츠” 기술수준 = ∑ 세분류x가중치
- 결과**
 - (결과) 국가별/기술별 상대수준(%) 및 격차기간(년) 결정, 논문·특허 경쟁력 분석 결과, 국가별 기술변화 추이, 정책적 제언 등 도출

➤ 추진방법

- 대규모 온라인 설문조사와 전문가 정성평가를 상호 보완하여 기술수준조사를 추진하고, 논문·특허 경쟁력분석을 병행 실시하여 기술수준조사의 신뢰성 향상

* 온라인 설문조사 : 전문가풀 등을 대상으로 대규모 전문가 의견수렴

** 전문가 정성평가 : 전문가 심층 분석 토론(FGD) 방식으로 기술수준 및 기술격차 등 도출

*** 논문·특허 경쟁력분석 : 논문·특허 빅데이터 기반 기술경쟁력 계량분석

2016~2022년 조사 방법 비교

2016년	2017년	2018년	2019년
온라인 설문조사	전문가 심층평가	· 온라인 설문 · 전문가 심층평가	· 온라인 설문 · 전문가 심층평가 · 데이터(논문/특허) 기반 경쟁력조사
2020년	2021년	2022년	
· 온라인 설문 · 전문가 평가 · 데이터(논문/특허) 기반 경쟁력조사	· 온라인 설문 · 전문가 심층 평가 및 토론 · 데이터(논문/특허) 기반 경쟁력조사	· 온라인 설문 · 전문가 심층 평가 · 전문가에 의한 전략 토론 · 데이터(논문/특허) 기반 경쟁력조사	

- 논문·특허 데이터 기반의 기술경쟁력 분석 결과를 종합한 FGD 평가로 기술수준을 평가하되, 대규모 전문가 집단 대상 기술수준 현황 및 기술발전 추세에 대한 의견수렴을 병행하여 기술수준 조사의 신뢰성을 향상

2022년 조사 방법의 특징

구분	기존 추진방법	2022년 추진방법
기술수준조사 방법	· 전문가에 의한 직관적 심층평가(FGD)를 통한 상대적 기술수준 및 기술격차의 정량적 평가	· 전문가에 의한 직관적 기술수준 및 기술격차의 정량적 평가와 더불어 한국의 내외부 요인 분석에 의한 기술수준 향상과 격차 해소 방안 토론
논문·특허조사 방법	· 18대 중점분야 및 74개 기술 조사 기반	· 18대 중점분야 및 74개 기술, 하위 289개 기술 조사 기반 · 경쟁력 측정과 더불어 문헌동향 정보제공

▶ 평가 대상

- 한국, 미국, 일본, 중국, 유럽(독일, 프랑스, 영국, 스위스, 이탈리아 등)에 대해 18대 중점분야를 대상으로 74개 기술, 289개 하위 기술

▶ 추진 경과

- 한국, 미국, 일본, 중국, 유럽(독일, 프랑스, 영국, 스위스, 이탈리아 등)에 대해 18대 중점분야를 대상으로 74개 기술, 289개 하위 기술
- (기술경쟁력분석) 기술별 특허·논문 분석(4~5월)
 - * 특허 : 특허활동도(특허출원건수), 특허시장력(패밀리특허수), 특허영향력(피인용 특허수)
 - * 논문 : 논문활동도(절대적 논문건수), 논문영향력(피인용건수)
- (온라인설문) 대규모 전문가를 대상으로 조사(4~5월, 5주간)
 - * 289개 하위기술 기준 2,197건 응답 완료
- (전문가 심층평가) 기술수준 및 격차 논의, 도출 근거 및 기술동향 토론, 정책제언 제시 등 토론(5~6월)
- (확정) 전문가 심층평가 등을 고려하여 시사점 도출 및 결과 확정(7~10월)
 - * [참고] (전문가구성) 18대 중점분야별 74개 기술기준으로 2명씩 전문가 섭외하여 18대 중점분야당 10명 내외로 구성, 총 182명 참여 (자세한 명단은 별첨 참조)

3 평가 방법

▶ 기술수준조사

- 온라인 설문조사
 - ICT 기술분야별 전문가 대상 소분류 기술별 기술수준 등급 및 동향에 대한 온라인 설문조사 실시

온라인 설문조사 개요

구분	내용																		
조사대상	IITP 기획 및 평가 전문가 등 분야별 CP실 및 평가팀 추천전문가 과거 ICT 분야 기술수준 설문에 응답자 등																		
조사 기간	과업 전체 수행기간 및 FGD 운영계획 등을 고려하여 조사기간을 설정 조사기간 : 2023. 4. 27(목) ~ 5. 31(수) (5주)																		
조사 내용	조사 범위 : 한국, 미국, 중국, 유럽, 일본 5개국 조사 단위 : 289개 소분류 기술 조사 내용 ① 기술수준 등급 : 국가별 상대적 수준 4단계 등급 구분 <table> <tr> <th>기술수준 등급</th><th>개념 및 정의</th></tr> <tr> <td>● 세계 최고 수준</td><td>세계 최고 수준의 기술 보유(원천기술 보유력, 시장 장악력 등)</td></tr> <tr> <td>○ 앞선 수준</td><td>세계 최고국은 아니지만 해당 기술 분야를 선도하며, 타 국가 대비 앞선 수준</td></tr> <tr> <td>△ 중간(보통) 수준</td><td>선도국에 비해 상대적으로 낮은 수준의 기술을 보유하며, 선진 기술의 모방 또는 개량 가능</td></tr> <tr> <td>× 뒤떨어진 수준</td><td>보편적 기술보다 뒤떨어진 기술을 보유하며, 기술적 이해도가 낮고, 기술의 단순 도입 가능</td></tr> </table> ② 기술수준 동향 : 현재 기술수준의 경향성 <table> <tr> <th>기술수준 동향</th><th>개념 및 정의</th></tr> <tr> <td>↗ 상승</td><td>적극적 투자 및 연구개발을 통해 타 국가에 비해 기술수준이 상승 추세</td></tr> <tr> <td>→ 현상유지</td><td>일반적인 투자 및 연구개발로 타 국가에 비해 기술수준이 변동없이 유지</td></tr> <tr> <td>↘ 하락</td><td>투자 및 연구개발이 부진하여 타 국가에 비해 기술수준이 하락 추세</td></tr> </table> ③ 기술수준 변화 양상 및 강점 분야 등	기술수준 등급	개념 및 정의	● 세계 최고 수준	세계 최고 수준의 기술 보유(원천기술 보유력, 시장 장악력 등)	○ 앞선 수준	세계 최고국은 아니지만 해당 기술 분야를 선도하며, 타 국가 대비 앞선 수준	△ 중간(보통) 수준	선도국에 비해 상대적으로 낮은 수준의 기술을 보유하며, 선진 기술의 모방 또는 개량 가능	× 뒤떨어진 수준	보편적 기술보다 뒤떨어진 기술을 보유하며, 기술적 이해도가 낮고, 기술의 단순 도입 가능	기술수준 동향	개념 및 정의	↗ 상승	적극적 투자 및 연구개발을 통해 타 국가에 비해 기술수준이 상승 추세	→ 현상유지	일반적인 투자 및 연구개발로 타 국가에 비해 기술수준이 변동없이 유지	↘ 하락	투자 및 연구개발이 부진하여 타 국가에 비해 기술수준이 하락 추세
기술수준 등급	개념 및 정의																		
● 세계 최고 수준	세계 최고 수준의 기술 보유(원천기술 보유력, 시장 장악력 등)																		
○ 앞선 수준	세계 최고국은 아니지만 해당 기술 분야를 선도하며, 타 국가 대비 앞선 수준																		
△ 중간(보통) 수준	선도국에 비해 상대적으로 낮은 수준의 기술을 보유하며, 선진 기술의 모방 또는 개량 가능																		
× 뒤떨어진 수준	보편적 기술보다 뒤떨어진 기술을 보유하며, 기술적 이해도가 낮고, 기술의 단순 도입 가능																		
기술수준 동향	개념 및 정의																		
↗ 상승	적극적 투자 및 연구개발을 통해 타 국가에 비해 기술수준이 상승 추세																		
→ 현상유지	일반적인 투자 및 연구개발로 타 국가에 비해 기술수준이 변동없이 유지																		
↘ 하락	투자 및 연구개발이 부진하여 타 국가에 비해 기술수준이 하락 추세																		

- 전문가 심층평가(FGD)

- 전문가 심층평가(FGD) 개요 : 조사주제와 관련된 전문가 그룹을 구성한 뒤, 이들을 대상으로 진행하는 집단면접을 통해 결론 도출하는 조사방법으로 통상 6명~12명의 전문가로 그룹을 구성. 보다 다양하고 심층적인 정보를 수집
- 전문가 구성 : 각 기술 분야별 중분류 기준으로 각 2명이상 국내 최고전문가 섭외, 최종적으로 18대 중점분야별 약 10여명 내외로 구성
- 온라인 설문조사 결과 등을 참고하여 분과별 전문가가 심층토론 후 최종 합의에 의해 결과 도출
- 평가 내용 : 기술별 세계 최고기술보유국, 국가별 세계 최고기술 보유국 대비 상대적 기술수준 및 기술격차, 기술별 중요도 등을 평가

전문가 심층평가(FGD) 주요 내용

구분	내용	
기술수준 및 격차	기술개발 단계별(기초·응용·사업화) 세계 최고기술 보유국 판단 각 국별 기술개발 단계별(기초·응용·사업화) 세계 최고기술 보유국 대비 기술수준(%) 및 기술 격차(년) 평가	
	상대적 기술수준	개념 및 정의
	100	세계 최고수준
	90~99	최고산업기술국과 동등한 수준
	80~89	최고산업기술국에 근접한 수준
	70~79	최고산업기술국보다 다소 뒤쳐진 수준
	60~69	최고산업기술국보다 낮은 수준
	59이하	최고산업기술국보다 아주 낮은 수준
각 국가별 기술수준(%)과 기술격차(년) 평가 근거		
기술 중요도	상위기술(중분류, 대분류)이 적절한 기능을 수행하게 하는데 있어 해당 기술이 차지하는 중요성 (비중)	
종합 토론 및 정책 제언	국가별 최근 기술수준의 상승 / 하락 / 유지의 사유 기술수준평가에 대한 정성적인 근거를 객관적인 자료를 통해 제시 최근 기술동향 및 이슈, 주요국별 발전 현황 등에 대한 종합적 토론 각 분야별 한국의 기술수준 향상과 기술격차 해소를 위한 전문가 제언 등	

- 기술수준평가 방법론 : 2차에 걸친 전문가 심층토론을 통해 기술수준, 격차, 기술 중요도를 도출하고 그에 대한 도출근거, 발전 현황 및 정책 제언 등 정성의견 제시

전문가 심층평가(FGD) 단계별 평가 내용

구분	주요내용
1차 FGD	- 경쟁력분석 및 온라인설문 기반 소분류 기술별 기술수준(%)·격차(년) 및 중요도 등의 가안 도출 - 기술별 기초, 응용, 사업화의 3단계 기술수준을 각각 평가하도록 하여 해당 기술의 전반적인 기술발전 수준을 반영 '21년도 기술수준조사 자료에 근거하여 '22년도 기준 기술수준 및 격차 수치 조정, 가중치 결정에 따른 전년대비 결과 비교
2차 FGD	- 기술수준 및 기술격차에 대한 평가 근거·기술 동향 및 이슈, 국가별 발전 현황, 정책 제언 등 정성의견 제시 - 기술수준평가에 대한 정성적인 근거를 객관적인 관련 자료를 통해 제시하고, 최종적으로 기준년도에서의 기술수준 및 격차 이격 정도에 대한 분석결과 제안

▶ 평가계량화

- 소분류 기술수준 및 격차 평가결과를 토대로 Gordon의 정량화 모형(Scoring Model) 적용하여 대·중분류 및 산업전체의 기술수준 산출

Gordon의 정량화 모형(Scoring Model)

- Gordon의 정량화 모형(Scoring Model)
 - 주어진 개별 지표들을 복합화된 하나의 지표로 나타내는 방법으로, 상위 특성이 여러(하위) 특성의 조합으로 구성될 경우에 적용

$$M_i = 100 \frac{C_i}{C^*} \left[K_1 \frac{X_{1i}}{X_{1'}} + K_2 \frac{X_{2i}}{X_{2'}} + \dots + K_N \frac{X_{Ni}}{X_{N'}} \right]$$

M_i (i 번째 제품의 기술수준), C (상수값, 보통1),

N (모형에 포함된 요인 수), K_N (N 번째 제품의 가중치),

$X_{N'}$ (N 번째 요인의 기준값), X_N (N 번째 요인의 비교대상 값).

▶ 경쟁력분석

- 논문경쟁력 분석
 - (분석 범위) 게재일 기준 최근 2012~2022년 기간의 ICT 분야 SCI 논문

논문경쟁력 분석 범위

구분	내용
기술	18대 대분류, 74개 중분류, 289개 소분류
국가	5개국(한국, 미국, 일본, 중국, 유럽)
기간	게재일 기준 최근 11년(2012. 1. 1 ~ 2022. 12. 31)
평가항목	논문경쟁력, 논문활동도, 논문영향력
활용 DB	Web of Science DB

- (분석 방법론) 기술별 논문 빅데이터 구축 및 경쟁력 분석

논문경쟁력 분석 방법론

평가항목	평가내용								
논문 활동도	전체 게재 논문 중 특정 국가 및 특정 기술의 비중을 측정하는 지표로서, 논문활동도가 높을수록 양적수준이 높음을 의미 $\text{논문활동도}_{ij} = A_{ij} / \sum_{j=1}^{nt} A_{ij} \quad A_{ij} \text{는 } i \text{ 기술에 대한 } j \text{ 국가의 논문 수, } nt \text{는 전체 국가 논문 수}$ ▶ (특정국가의 특정기술 전체 논문수 ÷ 전체 국가의 특정기술 논문수)								
논문 영향력	특정 국가의 해당 기술분야에서 논문 당 피인용 횟수를 측정하는 지표로서, 논문영향력이 높을수록 질적수준이 높음을 의미 $\text{논문영향력}_{ij} = \frac{CA_{ij} / A_{ij}}{\sum_{j=1}^{nt} CA_{ij} / \sum_{j=1}^{nt} A_{ij}} \quad \begin{array}{l} CA_{ij} \text{는 } i \text{ 기술에 대한 } j \text{ 국가의 논문 피인용수} \\ A_{ij} \text{는 } i \text{ 기술에 대한 } j \text{ 국가의 논문수, } nt \text{는 전체 국가 수} \end{array}$ ▶ (특정국가 및 특정기술 논문의 피인용 수 ÷ 특정국가 및 특정기술 논문 건수) ÷ (전체 논문의 피인용 수 ÷ 전체 논문 건수)								
논문 경쟁력	각 국가의 논문활동도, 논문영향력을 표준화하고, 가중치를 적용하여 해당 기술분야 논문의 양적·질적 수준을 종합한 지수 산출 <table><tr><th>구분</th><th>논문활동도</th><th>논문영향력</th><th>합계</th></tr><tr><td>가중치</td><td>0.206</td><td>0.794</td><td>1.0</td></tr></table> * 산출근거 : ICT 기술전문가 의견수렴 결과	구분	논문활동도	논문영향력	합계	가중치	0.206	0.794	1.0
구분	논문활동도	논문영향력	합계						
가중치	0.206	0.794	1.0						

• 특허경쟁력 분석

- (분석 범위) 출원일 기준 최근 2012~2022년 기간의 ICT 분야 특허

특허경쟁력 분석 범위

구분	내용
기술	18대 대분류, 74개 중분류, 289개 소분류
국가	5개국(한국, 미국, 일본, 중국, 유럽)
기간	출원일 기준 최근 11년(2012. 1. 1 ~ 2022. 12. 31)
평가항목	특허경쟁력, 특허활동도, 특허영향력, 특허시장력
활용 DB	WINTELIPS DB

- (분석 방법론) 기술별 특허 빅데이터 구축 및 경쟁력 분석

특허경쟁력 분석 방법론

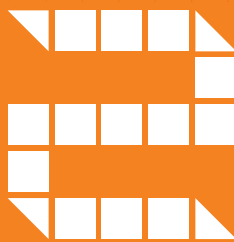
평가항목	평가내용										
특허 활동도	전체 출원 특허 중 특정 국가 및 특정 기술의 비중을 측정하는 지표로서, 특허활동도가 높을수록 양적 수준이 높음을 의미 $\text{특허활동도}_{ij} = T_{ij} / \sum_{j=1}^{nt} T_{ij}$ T_{ij} 는 i 기술에 대한 j 국가의 특허출원 수, nt 는 전체 국가 특허출원수 ▶ (특정국가의 특정기술 전체 특허출원수 ÷ 전체 국가의 특정기술 특허출원수)										
특허 영향력	특정 국가의 해당 기술분야에서 등록된 특허 중 특허당 피인용 횟수를 측정하는 지표로서, 특허영향력이 높을수록 질적수준이 높음을 의미 $\text{특허영향력}_{ij} = \frac{CP_{ij} / P_{ij}}{\sum_{j=1}^{nt} CP_{ij} / \sum_{j=1}^{nt} P_{ij}}$ P_{ij} 는 i 기술에 대한 j 국가의 특허등록건수 CP_{ij} 는 i 기술에 대한 j 국가의 피인용 특허수 ▶ (특정국가 및 특정기술 특허의 피인용 수 ÷ 특정국가 및 특정기술 특허 건수) ÷ (전체 특허의 피인용 수 ÷ 전체 특허 건수)										
특허 시장력	특정 국가의 해당 기술분야에서 출원된 특허 중 패밀리국가수가 차지하는 비중을 측정하는 지표로서, 특허시장력이 높을수록 해외출원 국가가 많고 시장확보력이 높음을 의미 $\text{특허시장력}_{ij} = \frac{FP_{ij} / P_{ij}}{\sum_{j=1}^{nt} FP_{ij} / \sum_{j=1}^{nt} P_{ij}}$ FP_{ij} 는 i 기술에 대한 j 국가 출원특허의 패밀리국가수 P_{ij} 는 i 기술에 대한 j 국가의 특허출원건수 ▶ (특정국가 및 특정기술의 패밀리국가수 합계 ÷ 특정국가 및 특정기술의 출원 수) ÷ (전체 패밀리국가수 합계 ÷ 전체 출원 수)										
특허 경쟁력	각 국가의 특허활동도, 특허영향력, 특허시장력을 표준화하고, 가중치를 적용하여 해당 기술분야 특허의 양적·질적 수준을 종합한 지수 산출 <table><tr><th>구분</th><th>특허활동도</th><th>특허영향력</th><th>특허시장력</th><th>합계</th></tr><tr><td>가중치</td><td>0.146</td><td>0.362</td><td>0.492</td><td>1.0</td></tr></table> * 산출근거 : ICT 기술전문가 의견수렴 결과	구분	특허활동도	특허영향력	특허시장력	합계	가중치	0.146	0.362	0.492	1.0
구분	특허활동도	특허영향력	특허시장력	합계							
가중치	0.146	0.362	0.492	1.0							

2022년도 ICT 기술수준조사 및 기술경쟁력분석 보고서

Institute of Information &
Communications Technology Planning &
Evaluation



Part



ICT 기술수준

1. 총괄
2. 기술 분야별 기술수준

1



총괄

1

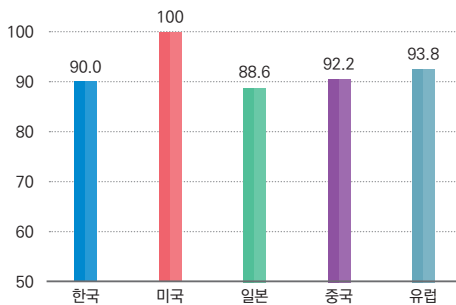
2022년 ICT 기술수준조사

- ICT 기술 분야의 평균 기술수준 평가결과 세계최고 기술국은 미국으로 평가
 - 미국 > 유럽 > 중국 > 한국 > 일본
 - 최고기술품 미국 대비 상대적 한국의 ICT 평균 기술수준은 90.0으로 4위
 - 최고기술품 미국 대비 상대적 한국 ICT 평균 기술격차 1.0년으로 4위

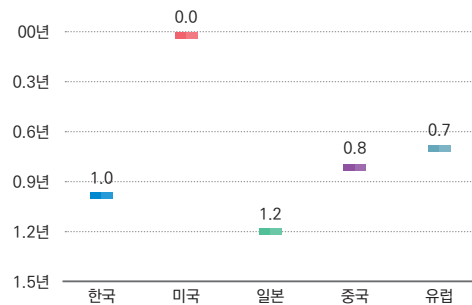
2022년 ICT 기술 평균 기술수준 및 기술격차

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
기술수준	90.0	100	88.6	92.2	93.8
기술격차	1.0	0.0	1.2	0.8	0.7

[상대수준] (최고수준 : 100)



[상대격차] (최고수준 : 0년)



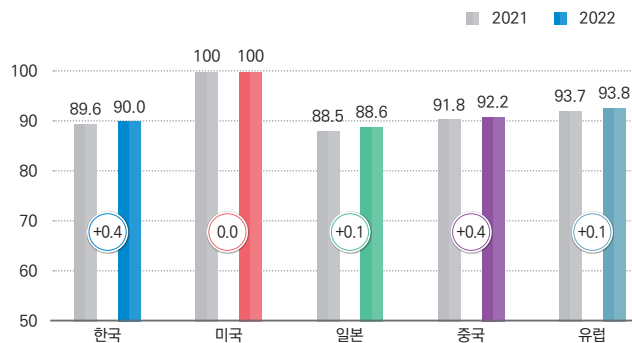
▶ ICT 기술 분야의 평균 기술수준의 전년대비 변화 평가결과, 한국은 0.4% 증가

- 한국의 기술수준은 2021년 89.6에서 90.0으로 0.4% 상승하였으며, 기술격차는 전년대비 0.1년 격차해소
- 한국의 기술수준 순위는 2019년 5위에서 상승한 4위를 계속 유지

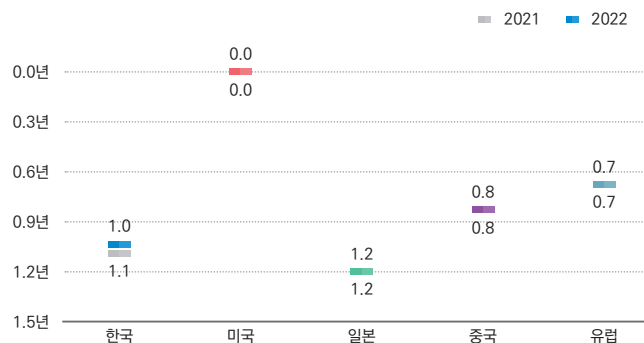
2022년 ICT 기술 평균 기술수준 및 기술격차 변화

구분	한국		미국		일본		중국		유럽	
	상대 수준	상대 격차	상대 수준	상대 격차	상대 수준	상대 격차	상대 수준	상대 격차	상대 수준	상대 격차
2020년	89.6	1.1	100	0.0	88.5	1.2	91.8	0.8	93.7	0.7
2021년	90.0	1.0	100	0.0	88.6	1.2	92.2	0.8	93.8	0.7
증감	0.4	-0.1	-	-	0.1	-	0.4	-	0.1	-

[상대수준 변화] (최고수준 : 100)



[상대격차 변화] (최고수준 : 0년)



2022년 ICT 18대 중점분야 기술수준 및 기술격차

중점분야	상대 기술수준 (최고수준 : 100%)					상대 기술격차 (최고수준 : 0년)				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
ICT 평균	90.0	100	88.6	92.2	93.8	1.0	0.0	1.2	0.8	0.7
01. 이동통신	97.5	100	94.7	98.5	97.4	0.3	0.0	0.7	0.1	0.4
02. 네트워크	89.2	100	89.8	93.9	95.1	1.2	0.0	1.1	0.7	0.6
03. 전파·위성	86.4	100	89.4	90.0	94.5	1.3	0.0	1.1	1.0	0.5
04. 사물인터넷	93.8	100	89.6	92.5	95.1	0.6	0.0	0.9	0.8	0.5
05. SW	91.1	100	88.2	91.3	92.1	1.0	0.0	1.3	0.9	0.8
06. 클라우드	89.5	100	86.0	90.8	90.5	1.1	0.0	1.5	0.9	1.0
07. 컴퓨팅시스템	87.5	100	88.7	90.7	89.5	1.3	0.0	1.1	0.8	1.0
08. 자율주행자동차	89.4	100	89.7	95.4	98.3	1.0	0.0	0.9	0.6	0.3
09. 인공지능	88.9	100	86.2	92.5	92.4	1.3	0.0	1.5	0.9	1.0
10. 빅데이터	89.2	100	79.9	92.9	87.7	1.0	0.0	2.5	0.8	1.2
11. 방송 미디어	94.9	100	92.5	91.5	96.5	0.5	0.0	0.7	0.9	0.4
12. 디지털 콘텐츠	88.3	100	87.7	88.9	91.5	1.1	0.0	1.3	1.0	0.9
13. 스마트 디바이스	89.4	100	89.0	89.6	94.3	1.0	0.0	1.2	0.9	0.7
14. 지능형 반도체	90.7	100	85.8	92.3	89.9	0.8	0.0	1.4	0.7	1.1
15. 양자정보통신	87.4	99.6	92.3	99.1	100	1.5	0.1	0.8	0.2	0.0
16. 차세대보안	89.1	100	86.8	92.1	95.6	0.9	0.0	1.1	0.7	0.5
17. 블록체인	87.1	100	86.3	89.6	91.2	1.4	0.0	1.5	1.2	1.0
18. ICT 융합	90.2	100	91.1	86.8	97.3	0.9	0.0	0.8	1.3	0.3

2 2022년 기술수준 주요 변화

② 국가별 기술수준 변화

- (미국) 18대 대분류 중 ‘양자정보통신’ 1개 부문을 제외하고 17개 중점분야에서 모두 2021년과 동일하게 미국이 최고기술국 계속 유지
- (유럽) ‘양자정보통신’ 분야는 최고기술국으로 평가되었으며, 11개 분야에서 기술수준이 상승하며 ICT 평균 2위 순위 유지

유럽 기술수준 변화 중점분야

상승 분야 (11개)	이동통신, 네트워크, 전파·위성, 클라우드, 컴퓨팅시스템, 자율주행자동차, 빅데이터, 방송 미디어, 디지털 콘텐츠, 스마트 디바이스, 차세대보안
하락 분야 (4개)	사물인터넷, 인공지능, 지능형 반도체, 블록체인

- (중국) ICT 12개 분야에서 기술수준 상승하며 유럽을 추격 중

중국 기술수준 변화 중점분야

상승 분야 (12개)	네트워크, 전파·위성, 사물인터넷, SW, 클라우드, 컴퓨팅시스템, 자율주행자동차, 방송 미디어, 디지털 콘텐츠, 스마트 디바이스, 양자정보통신, ICT 융합
하락 분야 (4개)	이동통신, 인공지능, 차세대보안, 블록체인

- (한국) ICT 14개 분야에서 기술수준 상승. 특히 빅데이터, 자율주행자동차 중심으로 기술수준 크게 상승

한국 기술수준 변화 중점분야

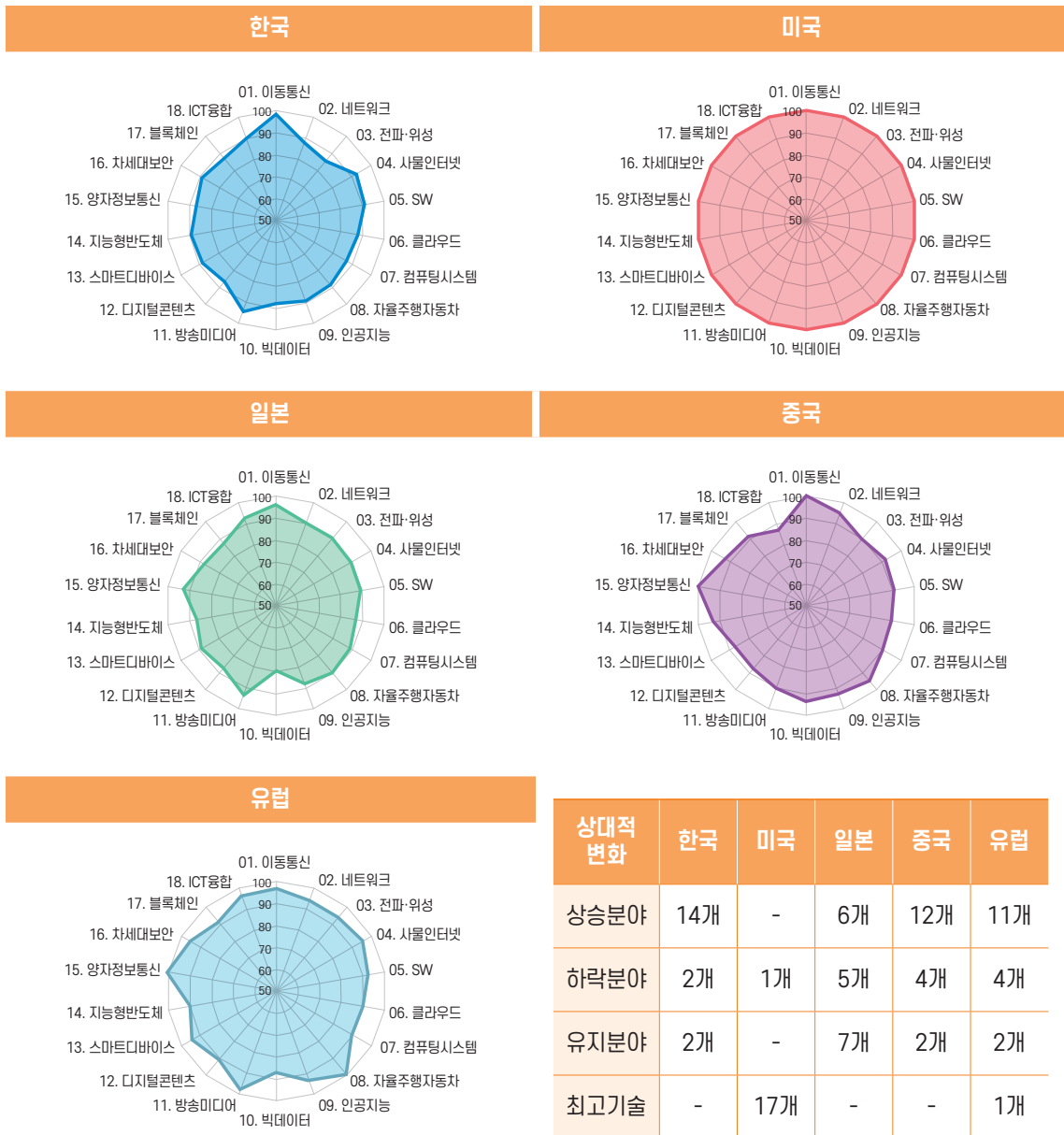
상승 분야 (14개)	전파·위성, 사물인터넷, SW, 클라우드, 컴퓨팅시스템, 자율주행자동차, 빅데이터, 방송 미디어, 디지털 콘텐츠, 스마트 디바이스, 지능형 반도체, 양자정보통신, 블록체인, ICT 융합
하락 분야 (2개)	이동통신, 인공지능

- (일본) ICT 기술 전반에 걸쳐 해외 글로벌 기업에 대한 의존도가 높아지며, 기술수준이 정체되어 있는 가운데 5개 분야 하락 및 6개 분야에서 기술수준 상승

일본 기술수준 변화 중점분야

상승 분야 (6개)	네트워크, 전파·위성, 자율주행자동차, 디지털 콘텐츠, 스마트 디바이스, 양자정보통신
하락 분야 (5개)	이동통신, 클라우드, 인공지능, 차세대보안, ICT 융합

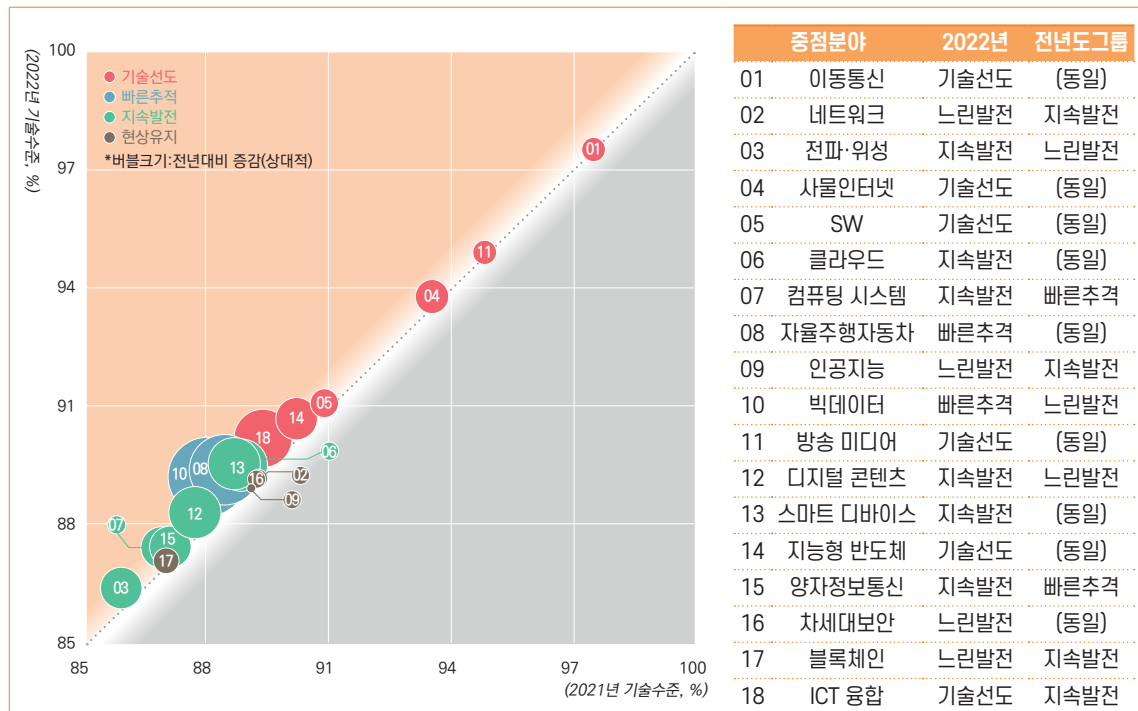
2022년 ICT 18대 중점분야 기술수준 변화



❶ 한국의 기술수준 변화

- ICT 18대 중점분야 중 한국의 기술수준 상승과 기술격차 감소로 빠르게 미국을 추격하고 있는 분야는 08. 자율주행자동차, 10. 빅데이터 2개 분야
- 한국의 기술수준이 90%이상으로 최고기술 동등수준을 유지하고 있는 분야는 01. 이동통신, 04. 사물인터넷, 05. SW, 11. 방송 미디어, 14. 지능형 반도체, 18. ICT 융합 6개 분야
- 기술수준이 한국 수준변화 평균 0.40이상 1.0미만 정도로 지속 발전하고 있는 분야는 03. 전파·위성, 06. 클라우드, 07. 컴퓨팅시스템, 12. 디지털 콘텐츠, 13. 스마트 디바이스, 15. 양자정보통신 6개 분야

2021년 대비 2022년 기술수준 변화



그룹	내용	18대 중점분야
기술선도	최고기술국 대비 상대적 기술수준 90점 이상	이동통신, 사물인터넷, SW, 방송 미디어, 지능형 반도체, ICT 융합
빠른추격	2021년 대비 2022년 기술수준 1.0점 이상 증가	자율주행자동차, 빅데이터
지속발전	2021년 대비 2022년 기술수준 0.4점* 이상 1.0점 미만 증가	전파·위성, 클라우드, 컴퓨팅시스템, 디지털 콘텐츠, 스마트 디바이스, 양자정보통신
느린발전	2021년 대비 2022년 기술수준 1.0점 미만 증가	네트워크, 인공지능, 차세대보안, 블록체인

* 한국의 ICT 기술수준 평균 상승 : 0.4%

2

기술 분야별 기술수준

1 이동통신

총평

- 미국은 Altistar vRAN 솔루션이 Rakuten Mobile에 도입되어 대규모 상용화 진행되는 등 기지국통신 SW 중심으로 수준 향상되며 계속 최고기술국 유지
- 한국은 삼성전자의 스마트싱스 기반 초연결 전송기술 및 광대역/대용량 칩셋 공개 등 무선전송 기술수준 향상으로 기술을 선도하고 있으나, 단말 기술/시장에서 Apple, Qualcomm 등의 높은 경쟁력과 한국의 서비스 사업화 확대 미흡으로 기술수준 정체

이동통신 기술수준 및 기술격차

기술수준	미국(100%) > 중국(98.5%) > 한국(97.5%) > 유럽(97.4%) > 일본(94.7%)
기술격차	최고기술국(미국)과 최하기술국(일본) 격차 : 기술수준(5.3%), 기술격차(0.7년)

22

구분	상대수준(100%)															기술격차(0년)				
	한국			미국			일본			중국			유럽			한국	미국	일본	중국	유럽
	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화					
무선전송	95.2	98.7	98.5	100	99.8	99.8	90.9	91.7	91.9	97.7	100	100	96.4	97.2	99.3	0.4	0.0	0.8	0.1	0.3
통신시스템	95.5	96.7	97.2	99.0	96.7	96.0	95.9	94.9	95.3	98.3	99.4	98.6	100	100	100	0.8	0.7	0.9	0.2	0.0
이동통신단말	95.7	97.2	96.9	100	100	100	92.1	93.1	93.2	95.6	96.7	96.7	93.8	92.9	92.4	0.4	0.0	1.1	0.5	1.0
통신서비스	95.0	97.9	98.1	100	100	100	95.1	95.6	96.2	97.0	99.4	99.0	98.1	97.7	97.8	0.5	0.0	0.6	0.2	0.3
특수목적통신	95.2	96.5	97.5	100	100	100	95.0	94.3	95.5	96.2	97.2	97.2	96.7	95.9	95.5	0.7	0.0	1.0	0.6	0.8
합계 (가중평균)	95.6	98.3	98.5	100	100	100	94.0	94.9	95.4	97.1	99.4	99.2	97.1	97.5	97.7					

종합	2022	97.5	100	94.7	98.5	97.4	0.3	0.0	0.7	0.1	0.4
	2021	97.8	100	94.9	98.7	97.3	0.3	0.0	0.7	0.1	0.4

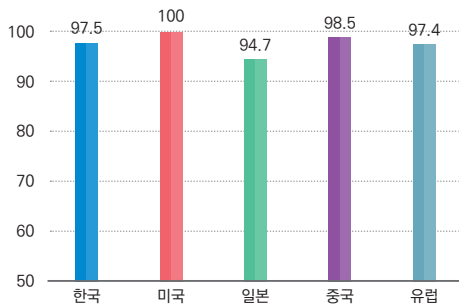
④ 기술수준조사 결과

- 이동통신 분야의 세계최고 기술국(미국 : 100%, 0년) 대비 상대적 기술수준 및 기술격차
 - 한국의 이동통신 기술수준은 97.5%, 기술격차는 0.3년으로 조사
 - 세계 최고기술 보유국인 미국과의 기술격차는 중국 0.1년, 한국 0.3년, 유럽 0.4년, 일본 0.7년의 기술격차를 보이고 있음

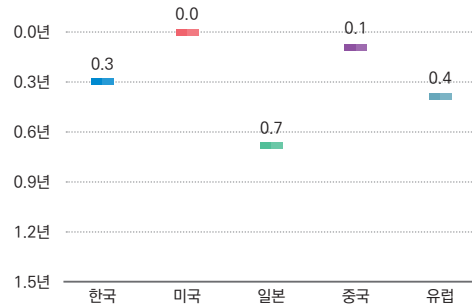
이동통신 기술수준 및 기술격차

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



구분	한국		미국		일본		중국		유럽	
	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
이동통신	97.5	0.3	100	0.0	94.7	0.7	98.5	0.1	97.4	0.4

- 이동통신 분야 기술수준은 미국이 전년대비 최고 기술국을 유지하고 있으며, 한국·일본·중국은 소폭 감소, 유럽은 증가
 - (한국 기술수준) 전년대비 -0.3pt 감소, 3위 유지
 - (일본 기술수준) 전년대비 -0.2pt 감소, 5위 유지
 - (중국 기술수준) 전년대비 -0.2pt 감소, 2위 유지
 - (유럽 기술수준) 전년대비 +0.1pt 증가, 4위 유지

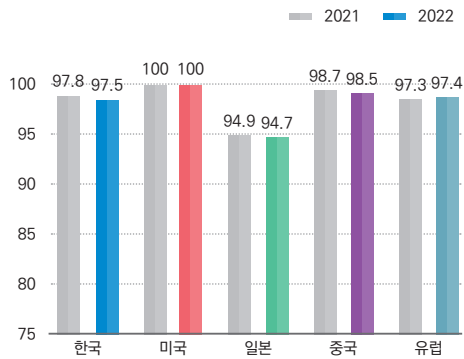
이동통신 기술수준 및 기술격차 증감

구분	년도	한국		미국		일본		중국		유럽	
		상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
이동통신	'19년	97.8	0.3	100	0.0	94.4	0.8	99.2	0.1	96.9	0.4
	'20년	97.8	0.3	100	0.0	94.5	0.8	98.8	0.1	97.1	0.4
	'21년	97.8	0.3	100	0.0	94.9	0.7	98.7	0.1	97.3	0.4
	'22년	97.5	0.3	100	0.0	94.7	0.7	98.5	0.1	97.4	0.4
전년대비 증감		-0.3	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.0	-0.2	0.0	0.1	0.0

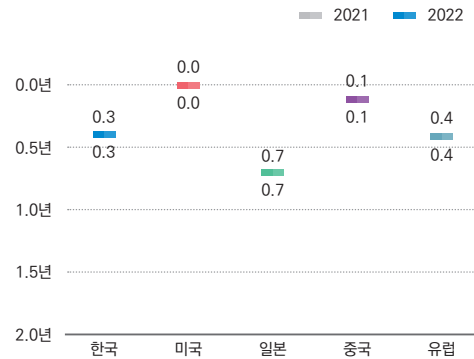
이동통신 '21년 대비 '22년 기술수준 및 기술격차 변화

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



④ 기술수준평가 도출 근거

대분류	중분류	배경
이동통신	무선전송	▶ 삼성전자의 스마트싱스 기술 시현, 광대역/대용량 칩셋, UWB 상용화와 5G/6G에 대한 지속적인 지원으로 개발이 활발하여 기술수준 소폭 상승 ▶ 미국의 주요 이동통신사인 Verizon, AT&T, T-Mobile USA를 중심으로 무선전송 기술에 대한 R&D와 정부지원이 활발해 1위 기술국 유지 ▶ 일본은 Beyond 5G 추진 전략과 차세대 통신 및 네트워크 추진 및 민관 협의체 B5GPC 구성 등의 활동을 통해 기술수준 소폭 상승 ▶ 중국의 Huawei는 MWC2023에서 5G를 기반으로 하는 10개의 새로운 에너지 효율적인 고성능 무선 네트워크 제품 및 솔루션을 제시하며 기술수준 소폭 상승에 영향을 미침 ▶ 유럽은 5G/6G에서 유럽 산업 리더십 조장과 EU의 그린 및 디지털 전환 가속화 추진으로 기술수준 상승
	이동통신 시스템	▶ 5G 스몰셀 해외 공급 본격화 되고 있으나 국내 이동통신 네트워크 도입 정체 및 5G FR2 반납과 SA 모드 지연으로 인해 기술 수준 소폭 감소 ▶ 미국은 Open RAN 서비스 확대, CBRS 상용화로 Parallel wireless, Mavenir 등 벤더 중심의 기지국 시스템 사업화가 활발하며, 기지국 가상화, Open RAN, 클라우드 기반 SW 솔루션 구축을 진행 ▶ 일본의 NEC, Fujitsu 중심의 Open RAN, 특화망 사업 확대, Open RAN, local 5G 영향으로 전통적 이동통신 시스템 회사들의 역량 강화 노력 ▶ 중국은 미중 관계의 악화로 인해 중국 업체들의 반도체 수급에 제약이 있어, 중국 업체의 기지국 모듈 개발 이슈가 발생하며 기술 수준 하락 ▶ Ericsson, Nokia 등 최근 530~600MHz의 초광대역 지원 기지국 기반 64TRX 기반 광대역 (400MHz 이상 지원) 장비가 상용화 되고 있으며, 3~5CC의 캐리어 집성 (CA) 기술을 상용화 하는 등 최고 기술 국가 선두
	이동통신 단말	▶ 삼성전자는 2023년 1분기 기준으로 5G 스마트단말에서 세계 1위의 출하량을 달성하고 Exynos RF 5500 개발 등을 통해 단말용 RF 기술을 점진적으로 강화하고 있고 최근 위성 및 UWB 센싱 솔루션 개발을 추진하며 기술 수준 2위 국가를 유지 ▶ 미국은 Qualcomm의 모듈 시장 지배력과 단말 SW의 모듈 HW와의 세트화 경향을 반영하여 세계 최고의 모듈 기술력을 보유하고 있으며 최고 기술국 평가 ▶ 일본은 부품 소자 기술력을 바탕으로 모듈 패키징 분야의 전통적인 기술력 보유하고 있으나, 최근 단말 제조사 및 모듈 제조사의 in-house 모듈 추진으로 시장 기술력 확보는 정체 ▶ 중국은 미국의 제재로 인해 하이실리콘 등이 개발하던 5G 스마트폰용 모듈 등의 개발이 답보 상태이나 5G 단말에서의 RF/안테나 부품 자립화 수준을 높이고 있는 상황으로 기술 수준은 변화 없음 ▶ 유럽은 5G 융복합 사업 선도를 통해 단말 모듈 기술력을 강화 중이나 전반적인 단말 모듈 시장에 대한 기술력이 약세로 4위 수준으로 평가
	이동통신 서비스	▶ 시험 플랫폼 분야, 모바일 엣지 클라우드 분야에서 R&D과제, 시범사업 등을 통해 기초 기술이 성장 중이나 사업화에서 보수적인 현상을 반영하여 기술 수준이 소폭 하락함 ▶ 미국은 Keysight 중심으로 High End 계측기 공급 중이며, 여전히 최고기술국 유지 중 ▶ 일본은 Anritsu가 5G 초기 계측 장비 시장을 주도했으나, 최근 들어 유럽, 미국에 추격당하는 중 ▶ 중국은 시험 플랫폼, 모바일 엣지클라우드 분야에 대한 자체 계측 설비 개발과 자국 내 시스템, 서비스에 적용하고 있으나 해외 시장으로의 성과는 미비하여 기술수준은 변화 없음 ▶ 유럽은 독일 기업인 Rhode & Schwartz가 다양한 범위의 계측기로 세계시장을 주도. 영국 최초의 5세대(5G) 이동통신 오픈랜 사이트가 삼성전자 가상화 기지국(vRAN) 장비를 통해 상용화됨

대분류	중분류	배경
이동통신	특수목적 이동통신	▶ 2021년부터 6G 후보 대역 기반 3차원 공간 네트워킹/무선전송/천음속 이동지원 공중 이동체 통신 기술개발, UAM 시범사업 도시 확대, 2026~2027년 통신 3사와 실증사업을 위한 컨소시엄 구성 등 기술 개발 추진 ▶ 미국은 AT&T를 통해 FirstNet 망을 상용화하였으며, 2024년 UAM 서비스 예정을 앞두고 미국 업체들은 수직이착륙기(eVTOL) 이착륙용 수직공항(vertiport) 및 UAM 네트워크 구축 추진 중 ▶ 일본 해운사 Mitsui O.S.K. Lines이 2022년 1월 세계 최초로 컨테이너선의 자율 운항에 성공하여 연안항로용 컨테이너선 미카게를 통해 후쿠이현 쓰루가항을 출항해 돗토리현 사카이항까지 298km의 뱃길을 무인 운항, 정박까지 배가 스스로 수행하는 기술을 발표하였으나, 전체적인 기술 수준은 큰 변화 없음 ▶ 중국 샤오핑은 스마트 전기 플라잉카 '보이저 X2'를 개발하여 2022년 유럽에서 시험 비행에 나서는 등 중국이 UAM 상용화를 선도적으로 추진 ▶ 유럽은 2024년을 목표로 인구 밀집 지역에서 UAM 상업용 운항을 추진 중이며, 독일 Volocopter는 유럽항공안전청(EASA)으로부터 최초로 에어택시 승인을 받고 한국 시장 진출도 선언(2022년 5월)
총 평		▶ 미국은 이동통신시스템 외 무선전송, 이동통신 단말/서비스, 특수목적 이동통신에서 모두 최고 기술국을 유지중이며, 이동통신시스템은 전년 대비 상승하는 등 꾸준한 성장 추세 ▶ 한국은 주파수 반납, 오픈랜 시장 확대 둔화 등으로 인한 기술 수준 성장 정체 ▶ 일본은 해외 기업의 자국 기업 인수 이후, 전통적인 선도 기업의 성장 둔화와 단말, 모뎀 제조사의 인하우스 모듈 추진 등으로 인한 기술 수준 하락 ▶ 중국은 전 세계에서 5G 사용자 수가 가장 많으며, 독자 OS 개발과 저가 단말 중심의 자국 모뎀, RF기술을 꾸준히 개발하고 있으나, 미국의 장기적인 제재로 인해 시장점유율이 확대 한계로 인한 기술수준 하락 ▶ 유럽은 이동통신시스템에서 최고 기술국에 위치하며 기술 수준 성장세로 평가

② 주요국 기술 동향 및 발전 현황

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ 삼성전자의 스마트싱스 기반 초연결 기술 시현(CES 2023), 광대역/대용량 칩셋 기술 공개(MWC 2023) UWB 상용화 ▶ 삼성전자는 Exynos RF 5500 개발 등을 통해 RF/안테나 기술력 점진적으로 강화하고 있고 최근 위성 및 UWB 센싱 솔루션 개발을 추진하고 있으나, 여전히 미국이 Qualcomm을 비롯하여 Qorvo, Broadcom, Skyworks 등이 5G 단말 RFFEM 시장에서 세계 최고의 기술경쟁력을 보유 ▶ 삼성전자는 지속적인 모뎀 개발을 추진 중이나 스마트폰 제품 적용 비중은 줄어들고 있는 반면 웨어러블 기기 연동, 위성 통신, UWB 측위 솔루션 등의 기술력 강화 추진 중 ▶ Ericsson-LG, RAN 자동화 플랫폼, 지능형 셀 세이핑 기술, 에너지 절감형 멀티 안테나 운용 기술 등 에너지 저감 기술을 발표 (2023년 6월) ▶ LG, 삼성SDS, 네이버 등 5G 특화망 솔루션 사업자에서 국내 5G 기지국 솔루션을 중심으로 Private Network 솔루션의 시범 구축 및 POC를 진행 중 ▶ 5G 기지국 SW, Open RAN SW 등이 이음 5G 및 해외 5G Private Network 용 상용화 도입 중 ▶ 5G 사용자 증가와 인발당 커버리지 확대에 따른 엑스홀 및 릴레이 솔루션 도입이 진행되고 있음 ▶ 5G FR1(3.5GHz)을 이용한 이동통신 네트워크 전국망 구축 위주로 진행되어 mmWave 이상 대역, Massive MIMO, Beamforming 안테나 관련 소재/부품 등 국내 기술 상용화, 활성화 둔화 ▶ 2021년부터 6G 후보 대역 기반 3차원 공간 네트워킹/무선전송/천음속 이동지원 공중 이동체 통신 기술개발을 시작으로 비지상 이동통신 서비스 선점의 R&D 역량 강화 ▶ 정부, UAM 시범사업 비수도권 2~3개 도시로 확대하고 2026~2027년 통신 3사와 실증사업을 위한 컨소시엄 구성해 시장 선점 경쟁력 강화 ▶ ETRI, 2022년부터 mmWave 기반 군용 자가 이동 네트워크 시스템 기술개발 ▶ ETRI, 2021년부터 6G 후보 대역 기반 3차원 공간 천음속 이동 지원, 공중 이동체 통신 기술개발 ▶ 2018년 PS-LTE 구축사업이 착수되어 세계최초 상용화했고 2025년까지 구축 및 운영비를 포함 조단위 예산으로 KT/SKT와 장비 제조업체가 협력해 지속적 발전 도모(2018년~2025년) ▶ 공중 이동체 통신 분야에서 ETRI, 6G 후보 대역 기반 3차원 공간 네트워킹/무선전송 공중 이동체 통신 기술개발 시작(2021년~) ▶ 공중 이동체 통신 분야에서 현재 저고도에서 1km 내외만 비행 가능한 드론을, 비가시권인 최대 20km 까지 가능하도록 저주파수(433MHz) 대역에 기반한 드론용 통신기술 개발사업(2021~2025) 추진 ▶ 세계 최고 수준의 선박건조 기술력을 보유하고 있으나, 항해·통신장비 분야는 수입에 의존. 선장들이 항해·통신장비 선택 시 신기술이 적용된 장비보다 선박 탑재 실적이 풍부한 통신장비와 항해 중 장비 고장에 대해 안정성이 검증된 장비(일본의 JRC, FURUNO, 유럽의 SALIER 등)를 선호 ▶ 정부는 2022년 7월 차세대 재난안전통신망 도입 추진 계획을 발표하였으며, 차세대 이동통신(5G, 6G 등) 도입과 AI, IoT 등 4차 산업 기술 기반 지능형 서비스를 지원할 수 있는 공통 플랫폼을 개발·확대해 나갈 예정 ▶ 스마트단말의 RFFEM의 경우 국내의 중소기업인 와이팜이 국내 시장에서 10% 정도의 시장점유율 차지하고 있으나, 미국의 Qualcomm, 퀴보, 스카이웍스 등이 시장의 대부분을 차지하고 있음. ▶ 안테나 모듈 및 RU 업체가 삼성전자 등과의 협력을 유지하고 있으며, 미국 및 일본 사업자에 공급을 위해 다수의 프로젝트 진행 중 ▶ 한국의 5G 전국망, 단독 모드 도입, 특화망 도입 등으로 망 설계, 운용 분야의 경쟁력 강화 ▶ 5G 스마트폰형 모뎀 분야에서는 세계 3위의 시장점유율을 확보하고 있으나, 발열 및 속도 품질에서 미국의 Qualcomm 대비 열위 ▶ 현재 5G NSA(Option 3) 위주의 상용망이며, SA(Option 2)가 KT에서 2021년에 상용화 하였고, SKT는 삼성전자와 협력구조로 2023년 SA Option 4 상용화를 추진중 ▶ 현재 저고도에서 1km 내외만 비행 가능한 드론을, 비가시권인 최대 20km까지 가능하도록 저주파수(433MHz) 대역에 기반한 드론용 통신기술 개발사업(2021~2025) 추진	하락

국가	기술 수준 발전 현황	경향
미국	▶ Amazon과 Tesla는 2029년까지 수천여 개 저궤도 위성을 발사하는 등 글로벌 위성 인터넷 서비스 경쟁력을 지속적으로 유지 중 ▶ Altinstar의 vRAN 솔루션이 Rakuten Mobile에 도입되어 대규모 상용화 진행 ▶ 미국 Analog Device, Skyworks, Qorvo 등 기존 RF 업체의 강세가 유지하며 세계 시장의 40% 이상 점유 ▶ 기지국통신SW에 있어 미국, 일본을 중심으로 오픈랜 기반 장비 도입을 위한 PoC가 활발함. 미국의 Mavenior, Altinstar, 일본의 Rakuten, Fujitsu 등이 오픈랜에 적극적 ▶ 기지국 운용관리에 있어 미국 Qualcomm은 Edgewise Suite라는 클라우드 기반 무선 네트워크 운용 솔루션 출시 ▶ 스마트단말과 모뎀, RFIC, RFFEM 전 분야에서 세계 최고의 경쟁력을 확보 ▶ Qualcomm은 WiFi 6E WiFi 7 블루투스를 위한 RF Frontend 모듈 발표(2022년) ▶ Amazon은 2029년까지 3천여 개 저궤도 위성을 발사, 글로벌 위성 인터넷 서비스 추진 중 ▶ Amazon(AWS), MS(Azure) 등의 Cloud Service 사업자의 이동 통신 시장 진출로 미국, 일본의 기지국 시스템 벤더 사업 기회 확대 ▶ ComSenTer(Center for Converged TeraHertz Communications and Sensing)는 THz 통신 및 센싱 통합 기술 연구 진행 중 ▶ RF 부품의 경우 미국 Analog Device, Skyworks, Qorvo 기존 RF 업체의 강세가 유지되고 있음. 이동통신 시스템의 기지국 장비들에 사용되는 핵심 소자인 gan HEMT 소자 기술에 있어서 미국과 일본이 세계 최고의 기술을 가지고 있고 약 40% 정도의 시장점유율을 유지함 ▶ 미국은 Altinstar, Radisys, Parallel Wireless 등 vRAN을 기반으로 한 기지국 시스템 개발이 활발함. 다만, 3GPP Release-16/17 등 5G의 새로운 기능들이 추가되면서 기존 업체 대비 신규 업체들의 영향력은 제한적일 것으로 예상됨 ▶ 기존의 매크로 기지국과 메이저 업체 독점의 하드웨어와 소프트웨어에 의존하는 것이 아닌 Open RAN, Multi-Vendor, vRAN 등의 SW 중심의 기지국 솔루션 및 Cloud 기반 통신망 운용관리 솔루션을 사용하는 방향으로 진행 중 ▶ 모뎀과 RFIC의 경우 Qualcomm의 기술 및 시장 경쟁력이 더 높아진 가운데, RFFEM 분야에서는 기존의 코보, 스카이웍스가 시장의 Key Player였으나 Qualcomm이 일본의 TDK를 인수하여 단말용 RFFEM 시장까지 점유율을 높이는 중 ▶ 5G의 상용화가 다양한 주파수 대역으로 진행되는 상태임. O-RAN 기반 Cloud 기반 vRAN 기술 적용이 확대되고 있는 추세 ▶ 스타링크는 2022년 5월 미국, 유럽, 캐나다, 호주, 남미 지역 등 전 세계 32개국에서 위성 인터넷 서비스를 사용할 수 있다고 발표 ▶ 미국의 Qualcomm은 5G 핵심고부가가치 제품인 모뎀 및 RFIC 분야에서 세계 최고의 기술력을 바탕으로 50% 이상의 시장점유율을 확보하고 있으며, 최근에는 일본의 TDK의 수동소자 및 필터 부문을 인수합병하여, RF FEM 시장에서도 시장점유율을 높이고 있음 ▶ RF FEM 분야에서는 미국의 쿼보, 스카이웍스, Broadcom 등이 전통의 기술강자 였으나 최근 Qualcomm이 앞선 RF 기술에 더하여 일본의 수동소자 기술을 흡수하여, 세계 1위의 점유율을 차지함	최고
일본	▶ 전통적으로 수동소자 및 패키징 등 소재 기반 RF FEM 및 필터, 5G 부품 필터류와 캐패시터 등의 수동소자 등에서 우수한 기술력 보유 ▶ 4G에서 무라타 등이 앞선 필터 및 수동소자 기술을 바탕으로 고부가 핵심 부품인 RF FEM 분야에서 30% 내외의 시장점유율을 확보했으나, 최근 Qualcomm이 일본의 TDK의 수동소자 부품을 인수합병하여, RF FEM의 강자로 떠올라, 무라타 등의 일본 기업의 시장점유율이 하락 ▶ 5G의 투자가 적극적으로 발생하지 않아서 기술이 정체되어 있으나, 특화망 정책을 적극적으로 추진하여 다수의 기업이 특화망 분야 기술을 축적함 ▶ Rakuten에서 Altinstar의 vRAN 등의 Multi-Vendor, Open Interface, 가상화, Heterogeneous 구조의 5G 네트워크의 상용화 및 운용이 진행 중	하락

국가	기술 수준 발전 현황	경향
일본	▶ 로컬 5G 주파수를 활용하는 B2B, Private 네트워크용 솔루션의 도입이 일부 진행되고 있으며 일본 내 솔루션 또는 한국, 중국, 대만, 미국 등의 5G 네트워크 솔루션을 업체에 따라 도입 또는 도입 검토하고 있는 상황 ▶ 일본의 무라타 등의 우수한 필터 및 수동소자 기술을 바탕으로 세계 2위의 RFFEM 기술 수준을 확보하고 있으나, 최근 미국 Qualcomm이 일본의 TDK를 인수하여 시장점유율을 높이면서 일본 기업들이 RFFEM 시장에서 열위로 돌아섬 ▶ 스마트폰 이외의 자동차, IoT 분야 등에 일본의 르네사스 등의 기업들이 RF 및 아날로그 제품 경쟁력을 유지 ▶ 전통적으로 RF/안테나 분야의 뛰어난 기술 및 사업 경쟁력을 갖고 있으나, 최근 약화되고 있으며, 통신 사업자 OEM 중심의 사업 구조로 인해 이동통신 단말 전반의 기술 수준은 취약한 상황 ▶ Local 5G 등 새로운 시장을 NEC, FUJITSU 등 자국 업체의 경쟁력 회복 계기로 삼으려고 함	하락
중국	▶ 중국은 자체 거대 스마트폰 단말 시장과 5G 융복합 산업의 민관 추진 활성화로 인해 다양한 form factor 적용 단말 모듈 기술력을 강화중 ▶ 중국은 미국의 제재로 인해 기존 Huawei의 자회사인 하이실리콘 등이 개발하던 5G 스마트폰용 모뎀 등의 개발이 답보 상태에 머물고 있지만, 독자적인 OS 개발 및 저가단말을 중심으로 자국의 모뎀 및 RF 기술을 꾸준히 개발하고 있음 ▶ 칭와대 연구팀 W 대역(75~110 GHz)에서 OAM 방식 적용 1km 거리 1 TB/s 전송 성공(2022년 2월) ▶ ZTE, TSN 기반 종단 간 확정 지연 보장 5G 솔루션 발표(2021년 9월) ▶ 팬데믹, 국제 정세 등의 문제로 영향력이 상대적으로 감소하였으며, 유럽의 5G 투자 정체로 영향력이 제한적임 ▶ 샤오미, 비보, 오포 등의 기업이 자국 내수시장 중심으로 스마트폰 기술경쟁력을 유지하고 있으며, 스마트폰용 핵심 부품인 모뎀의 경우 자국의 Unisoc 등이 5G NR용 모뎀을 개발하여 자국의 스마트폰에 공급 중이나 전반적으로 미국 제재로 인하여 시장 진입이 힘겨운 상황 ▶ 최근 이동통신 스마트폰 및 융복합 통신 모듈 단말에 있어 지속적인 기술 역량 강화 및 사업 확대 진행 중 ▶ 스마트홈, 원격의료, 스마트시티, V2X 등 다양한 분야에 5G 기반 서비스 제공되고 확대되는 추세	하락
유럽	▶ (핀란드) Nokia는 산업용 5G를 강화를 위한 NDAC, MWC 등의 솔루션을 출시하였으며, Private 5G open lab을 열어 산업용 5G 업체와의 협력을 강화 ▶ (EU) 자체 기지국 모뎀을 사용하는 Ericsson, Nokia 등 주장비 업체의 기지국 시스템 안정화 및 시장 확대 ▶ (네덜란드/독일) NXP, 인피니언 등은 RF 및 안테나 쪽에 세계 최고의 기술력을 보유하고 있으나, 스마트단말 보다는 전장이나 CPE 등 특화 단말 쪽에 부품 공급에 주력 ▶ (EU) 통신 융복합 단말 향 모뎀을 중심으로 관련 SW 일부 분야의 기초/응용 기술력 선도하나 아직 본격적 시장 활성화가 이루어지지 않는 상황에서 사업화 기술 확보로 이어지지 않고 있음 ▶ (EU) 5G 융복합 사업 선도를 통해 단말 모듈 기술력을 강화 중이나 전반적인 단말 모듈 시장에 대한 기술력은 취약 ▶ (EU/독일) 2024년을 목표로 인구 밀집 지역에서 UAM 상업용 운항을 추진 중이며, 독일 Volocopter는 유럽항공안전청(EASA)으로부터 최초로 에어택시 승인을 받고 한국 시장 진출 선언(2022년 5월) ▶ (영국) OneWeb은 보잉과 협력하여 저궤도 인공위성 기반의 기내 인터넷 서비스 테스트를 성공적으로 수행(2022년 6월) ▶ (스웨덴/핀란드) Ericsson/Nokia의 기존 기지국 시스템의 경쟁력은 유지되고 있으며, Huawei와의 기술 격차는 줄어들고 있음. 64T64R 및 400MHz의 광대역을 지원하는 차세대 기지국이 출시되고 있으며, 저전력 기지국 기술도 공개 중 ▶ (핀란드) 핀란드는 6G Genesis 라는 프로그램을 통해 차세대 통신 기술 강화에 노력 ▶ (독일) 3.7-3.8GHz 특화망에 적용하여 다양한 특화망을 위한 네트워크 기지국 운용 기술을 확보 중	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
유럽	▶ (네덜란드) 네덜란드의 NXP 등은 자동차나 IoT 등의 단말에서 모뎀 및 RFIC 분야에서 세계 최고의 기술경쟁력 보유 ▶ (독일) 독일의 인피니언 등도 RF 및 안테나에 세계적인 기술경쟁력을 보유하고 있으나 자동차, IoT 특화단말 등에 부품을 공급 ▶ (독일/네덜란드) 자율주행/V2X 및 스마트 팩토리(IIoT) 통신 융복합 단말 기술 분야에서 NXP(모뎀)을 비롯해 보쉬, 컨티넨탈, 지멘스 등이 빠른 사업 선도를 매개로 뛰어난 기술 경쟁력 확보 ▶ (영국) O-RAN 기반, 가상화 기지국 (vRAN : vRAN)이 확대되는 추세 ▶ STM(스위스), 노르딕세미(노르웨이) 등의 업체들은 블루투스, IoT 등의 RF 및 모뎀 분야에서 세계 최고의 경쟁력 보유 ▶ 글로벌 사업자 (Vodafone, Orange, Telefonica, TIM, DT) 중심으로 단계적으로 서비스 확대	상승
기타	▶ 대만 미디어텍은 지속적인 중저가 폰의 모뎀 시장을 중심으로 모뎀 개발 경쟁력을 지속 강화 중이나, 중국 내 Huawei(Hi-Silicon)은 미중 갈등 상황에서 모뎀 개발 동력을 상실 ▶ 대만의 미디어텍은 모뎀 시장을 기반으로 저전력 솔루션을 비롯한 단말 솔루션 분야의 기술력 강화를 지속 추진 중	-

❖ 한국의 기술수준 향상을 위한 정책제언

주요 전략 제언

- ❖ 차세대 이동통신 응용서비스 분야의 혁신적 발전 가능성을 높일 국가적 산업 경쟁력 배양
 - 향후 도래할 6G 이동통신의 큰 특징은 통신과 결합된 센싱(Integrated Sensing and Communication, ISAC) 기술개발이므로 이와 관련된 정부주도 대형과제가 요구됨
 - Open RAN 산업 생태계 조성 및 국내 특화망 솔루션 공급망 시장 강화가 필요
 - 단기 특화망 전략과 6G를 타겟으로 하는 장기 사업자 진출 전략 필요
 - 특화망에 대해 바우처 제도 도입 검토 필요
- ❖ 클라우드 및 컴퓨팅 기술 발전에 따라 통신 분야의 전통적인 HW 중심 R&D에서 클라우드 기반 SW로의 패러다임 변화에 따른 대응 필요
 - 국내 클라우드 사업자 중심의 이동통신 네트워크 기능의 클라우드 내 구현(예, 코어 네트워크의 NF나 기지국 CU를 네이버 클라우드에서 서비스)
 - 필수적으로 클라우드 사업자와 RF, 안테나, DU 업체들 간의 생태계 조성이 가능하도록 광범위한 컨소시엄 형태 필요(예, RF, 안테나, SW, DU 등 각 분야별로 복수 개의 국내 중소, 중견 기업의 참여를 통한 생태계 조성 지원. 코어 네트워크의 경우 NF별로 전문 SW업체, 관리 SW 전문 기업, 가상화 플랫폼 기업 등의 협업이 가능.)
- ❖ 차세대 이동통신 부품 등 요소기술 R&D가 선행된 차세대 이동통신 사업추진 필요 (일관성/방향성 있고 시기적으로 적절한 목표를 가진 R&D 정책)
 - 모뎀, 기지국 SW, RF 소자, 계측기 등 요소 기술은 차세대 이동통신 사업화가 본격화되기 전에 개발이 이루어져야 산업계에서 상용 솔루션이 신속하게 검토 및 도입될 수 있음(5G 산업화 시작 시점에 요소기술 R&D가 시작되어 상대적으로 개발이 빠르게 진행된 해외 부품 및 솔루션 도입이 불가피)
 - 5G 부품, 솔루션 기술보유 업체가 지속적이고 안정적으로 6G 사업으로 연결될 수 있는 정책적 지원 필요

2 네트워크

▶ 총평

- 미국은 Cisco AI Network Analytics, Cisco Thousand Eyes/OpenTelemetry, Juniper Networks Mist AI and Cloud 등 네트워크 지능화 및 최적화, 자동 모니터링 및 관리 시장을 선도하고 있으며, Red Hat의 Kubernetes(쿠버네티스) 플랫폼을 바탕 5G 코어 솔루션을 출시하는 등 산업계의 활발한 기술개발로 최고기술국 지속 유지
- 한국은 이음5G 정책을 통한 28GHz 사업자 선정에 따라 통신·플랫폼의 활발한 R&D가 진행되며 동일 대역의 5G 네트워크 성장 가능성이 기대됨. 다만, 선도 국가·기업의 빠른 발전 속도에 의하여 전년과 동일한 기술 수준 유지

네트워크 기술수준 및 기술격차

기술수준	미국(100%) > 유럽(95.1%) > 중국(93.9%) > 일본(89.8%) > 한국(89.2%)
기술격차	최고기술국(미국)과 최하기술국(한국) 격차 : 기술수준(10.8%), 기술격차(1.2년)

구분	상대수준(100%)															기술격차(0년)				
	한국			미국			일본			중국			유럽			한국	미국	일본	중국	유럽
	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화					
광 네트워크	84.0	86.5	86.3	100	100	100	90.0	85.1	85.1	95.0	92.5	93.5	92.8	90.8	95.0	1.3	0.0	1.2	0.5	0.6
패킷 네트워크	90.5	91.9	91.0	100	100	100	90.8	90.8	90.1	95.0	95.3	93.3	95.2	96.1	95.2	1.0	0.0	1.4	0.6	0.5
모바일 코어 네트워크	92.0	95.0	96.5	100	100	100	92.3	92.7	95.9	94.3	95.3	97.9	96.0	99.1	100	0.7	0.0	0.8	0.5	0.2
네트워크 서비스 및 제어/관리	87.9	93.0	91.5	100	100	100	82.2	84.6	84.4	93.8	95.3	89.2	92.3	93.1	92.6	1.1	0.0	1.9	0.9	1.0
네트워크 부품/모듈	84.4	85.5	85.5	100	100	100	98.5	93.8	93.0	91.7	93.0	96.5	98.0	97.0	95.0	1.5	0.0	0.6	0.9	0.4
합계 (가중평균)	87.6	90.2	89.8	100	100	100	90.7	89.4	89.4	93.8	94.3	93.7	94.9	95.2	95.1					

종합	2022	89.2	100	89.8	93.9	95.1	1.2	0.0	1.1	0.7	0.6
	2021	89.2	100	88.8	93.5	94.5	1.2	0.0	1.2	0.8	0.7

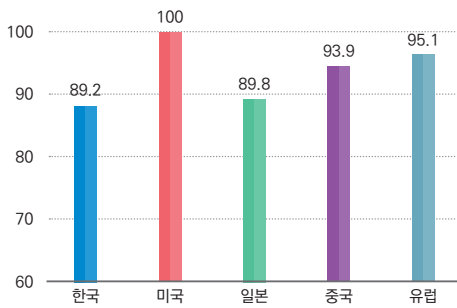
기술허준조사 결과

- 네트워크 분야 의 세계최고 기술국(미국 : 100%, 0년) 대비 상대적 기술수준 및 기술격차
 - 한국의 네트워크 기술수준은 89.2%, 기술격차는 1.2년으로 조사
 - 세계 최고기술 보유국인 미국과의 기술격차는 유럽 0.6년, 중국 0.7년, 일본 1.1년, 한국 1.2년의 기술격차를 보이고 있음

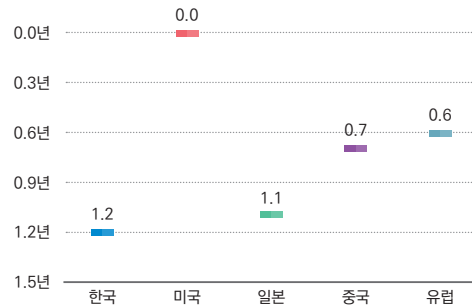
네트워크 기술수준 및 기술격차

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



32

구분	한국		미국		일본		중국		유럽	
	상대수준	기술격차	상대수준	기술격차	상대수준	기술격차	상대수준	기술격차	상대수준	기술격차
네트워크	89.2	1.2	100	0.0	89.8	1.1	93.9	0.7	95.1	0.6

- 네트워크 분야 기술수준은 미국이 전년대비 동일하게 최고 기술국을 유지하고 있으며, 일본·중국·유럽은 증가, 한국은 유지
 - (한국 기술수준) 전년대비 유지, 4위에서 5위로 하락
 - (일본 기술수준) 전년대비 +1.0pt 증가, 5위에서 4위로 상승
 - (중국 기술수준) 전년대비 +0.4pt 증가, 3위 유지
 - (유럽 기술수준) 전년대비 +0.6pt 증가, 2위 유지

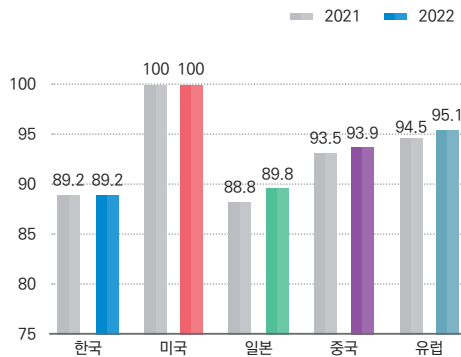
네트워크 기술수준 및 기술격차 증감

구분	년도	한국		미국		일본		중국		유럽	
		상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
네트워크	'19년	86.4	1.5	100	0.0	89.7	1.2	94.1	0.7	93.7	0.7
	'20년	88.0	1.3	100	0.0	89.1	1.2	93.9	0.7	94.2	0.7
	'21년	89.2	1.2	100	0.0	88.8	1.2	93.5	0.8	94.5	0.7
	'22년	89.2	1.2	100	0.0	89.8	1.1	93.9	0.7	95.1	0.6
전년대비 증감		0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	-0.1	0.4	-0.1	0.6	-0.1

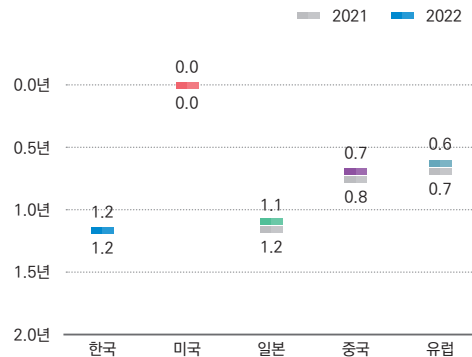
네트워크 '21년 대비 '22년 기술수준 및 기술격차 변화

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



기술수준평가 도출 근거

대분류	중분류	배 경
네트워크	광 네트워크	▶ 한국은 HFR의 2023년 Private 5G 특화망 솔루션 my5GTM 소개와 자람테크놀로지 XGSPON스택의 일본 5G Rakuten망 상용화 성공, ETRI의 100Gb/s 및 신호 2km 이상 전송 Si 포토닉스 개발 등, 사업화와 기초연구 단계의 개발 성과에 의한 기술수준 소폭 상승 ▶ 미국의 Ciena는 ROADMs 구축을 위해 1,000km 전송 거리에서 에너지 효율성이 뛰어난 800G 플러그형 WaveLogic 6 기술공개, Adtran의 XGS-PON용 ONT, Optical Zono의 RF over Fiber 솔루션 및 안테나 기반 CDL 발표 등 광 기반 네트워크 기술 개발 성과에 의한 최고 기술국 유지 ▶ 일본전신산화(NTT), IOWN (Innovative Optical and Wireless Network) 시연을 위해 Fujitsu는 1FINITY Ultra Optical Systems를 제공하며 광기술 중심으로 고속 대용량 통신, 네트워크를 개발 중 ▶ 중국의 Nanjing High-tech Labs은 360~430 GHz의 Terahertz 대역에서 실시간 100/200 Gb/s 무선 전송 통신시스템을 시연 ▶ 유럽은 2023년 6월부터 4년간 42.8만 유로를 투입하여 미래 광무선 네트워크 설계를 진행하는 DETERMINE (Designing Future Optical Wireless Communication Networks) 프로젝트를 시작함
	패킷 네트워크	▶ 한국은 통신 사업자와 응용 서비스 제공자 중심으로 사용자 특화된 서비스를 제공하기 위하여 기능분산화, 유무선 액세스 융합, 초정밀 QoS 확보, 서비스의 다양성수용, AI 내재화를 통한 지능화 자동화를 네트워크의 미래 발전 방향으로 보고 활발한 논의 및 연구가 진행 중 ▶ 미국은 Cisco, Juniper Networks 등 네트워크 기업과 Google, MS, Amazon 등 클라우드 서비스 기업들이 네트워크 지능화, AI 기반 네트워크 자동화, 유무선 통합, 네트워크 및 서비스 슬라이싱 등 대부분의 네트워크 시장을 선도하고 있으며 Broadcom과 Qualcomm은 5G PON, WiFi7SOC 등 칩셋 개발을 진행 및 시제품을 출시하는 등 세계최고 수준을 유지 ▶ 일본의 Renesas Electronics는 산업용 이더넷 over TSN 지원 MCU, TSN IP 코어 및 스위치 칩셋을 개발하였고, Fujitsu는 협력사 장비(HFR TSN 스위치)를 포함하는 저지연 5G 전달망 솔루션 출시 및 공급과 미중 분쟁 반사 이익 및 5G X-haul 장비 수주 등으로 인해 기술 수준 상승 ▶ 중국은 Huawei, ZTE, China Mobile 등은 5G 코어와 TSN, DetNet 메커니즘을 통해 네트워크 종단 간 확정적 지연을 제공하는 자체(proprietary) 솔루션 발표. 활발한 기술 개발 및 국제 표준화에도 불구하고 미중 분쟁 지속으로 기술 수준 하락 ▶ 유럽의 TTTech, NXP 등은 TSN 칩셋을, Nokia, Ericsson, Siemens 등은 산업용 TSN 스위치를 출시 및 공급. 스마트 공장, 항공기 등 다양한 TSN 응용 분야 국제표준화, 시험/검증 및 유무선 연동 종단 간 지연과 안정성 보장 프로젝트추진과 대규모 민간 연합 프로젝트 Hera-X를 통해 6G 연구를 통해 네트워크 서비스 및 제어/관리 기술을 지속 발전
	모바일 코어 네트워크	▶ 한국은 특화망용 주파수 할당과 더불어 정부의 '이음 5G' 기반의 5G 융합 서비스를 다양한 산업 군에 적용중이며, 엔텔스는 통신사와 5G 신규 네트워크 기능, MEC 협력 개발, 이루온의 KG와 5G특화망 장비 개발, 지엔텔과 뉴젠스의 Ericsson LG와 특화망 솔루션 개발 등 산업계 간 공동 개발이 활발히 이뤄지며 기술수준 상승 ▶ 미국은 이동통신 사업자들과 Amazon의 AWS를 통한 5G 코어 네트워크의 클라우드화를 선도하고 있으며, RedHat과 같은 전통적인 소프트웨어 회사에서도 쿠버네티스 플랫폼을 바탕으로 한 5G 코어 솔루션을 출시하는 등 세계 최고 기술수준 유지

대분류	중분류	배 경
네트워크	모바일 코어 네트워크	▶ 일본 Rakuten은 네트워크 구축에 SW 비중을 높여 오픈랜을 최초로 상용 적용하고, 모바일망 구축비용을 대폭 절감하여 저가의 5G 서비스를 제공 ▶ 중국은 5G B2C 시장의 상용화 집중으로 인해 상대적으로 모바일 코어 네트워크의 응용 분야 기술수준 감소 ▶ 유럽은 Ericsson, Nokia 등을 중심으로 축적된 모바일 코어 네트워크 기술을 바탕으로 표준화 및 최신 기술을 선도하면서 기술수준 상승
	네트워크 서비스 및 제어관리	▶ 한국은 5GNW를 통한 고품질의 서비스를 효율적으로 제공하기 위하여 제조사별 사업자별 시험/검증 기술 향상에 노력하였으며 자동화된 시험 검증 기술 등을 개발하고 현장에 적용하고 있고, 네트워크 서비스 및 제어/관리 기술은 기간 통신사업자와 플랫폼사업자를 중심으로 응용서비스를 통한 적용 및 최적화 등을 통하여 지속적으로 발전하는 중 ▶ 미국은 Cisco AI Network Analytics, Cisco ThousandEyes/OpenTelemetry, Juniper Networks Mist AI and Cloud 등 세계적 선도기업의 연구 개발 및 상용제품을 통하여 네트워크 지능화 및 최적화, 자동 모니터링 및 관리 시장을 선도하고 있음 ▶ 일본은 DoCoMo는 Nokia의 트랜스포트 네트워크 슬라이싱 기술을 자사 5G모바일 서비스에 적용, Fujitsu 등의 대표 기업이 네트워크 자동화 및 최적화 솔루션을 제공하고 있으며, KDDI 등의 통신 사업자 기술 적용 사례 확보 ▶ 중국의 대표적인 통신 및 네트워크 사업자, 핵심 장비 제공 업체인 Huawei를 중심으로 최신 원천 기술 확보 노력 및 적용을 하고자 하고 있으며, 저비용으로 다양한 장비 제공 및 슬라이딩 기술 솔루션을 확보함으로써 가격 경쟁력을 확보 ▶ 유럽의 Ericsson은 5G RAN Slicing solution을 통해서 E2E 네트워크 슬라이싱 지원 및 자원 관리 효율화 서비스 제공 중(2022)이며 안드로이드 사용자들이 사용자 요청에 따른 (on-demand) 네트워크 슬라이싱이 가능한 솔루션 제공하며 기술 수준 상승에 영향을 미침
	네트워크 부품/모듈	▶ 한국은 5G F/H, indoor 커버리지 확대, Cable modem RF overlay 등 RoF 광범위하게 적용 내 mmwave와 같은 차세대 기술 발전이 미약하고, Multi-cloud 환경 기술은 SW infra로 적용 초기 단계이며 VLC, LiFi 기술의 일부 연구소에서 연구는 이뤄졌으나 사업화 진행은 전무함에 따른 기술 발전 속도 정체에 의한 수준 하락 ▶ 미국은 Coherent optics 등 클라우드 인프라 기술의 빠른 발전이 기초, 응용, 사업화 관점에서 발전추세이며 Qualcomm, AMD 등 칩셋 제조사 중심으로 5G Modem, WiFi, ethernet switch 등 네트워크 IC소자의 개발을 주도적으로 추진하고 있음. 기업의 인수합병을 통해 시장 점유율 지속 확장 ▶ 일본은 5G 특화망 활성화 정책을 기반으로 운영 체계 등 SW 개발 추진. Sumitomo, Mitsubishi 등이 전통적인 InP 기반의 광부품 시장에서 강세 ▶ 중국은 미국의 대중 제재로 인하여, Huawei, ZTE 등이 주도하던 기술 집약분야 및 핵심 분야에서는 정체되어 있지만, 규모의 경제를 앞세워 여전히 사업화 분야에서 강세를 보임 ▶ 유럽은 Horizon 2020을 통해 EU 전역의 컨소시움 기반의 기술개발 활동이 활발함. 광 부품/모듈 분야에서도 설계, 칩 제조, 모듈 패키징 및 시험평가 등을 지역 및 기관별 협력을 통해 경쟁력 확보 중
총 평		▶ 미국은 수십 테라급으로 확장한 대용량 POTN/PTN 장비 기술력을 바탕으로 최고 기술국 유지 ▶ 한국은 5G 및 6G 이동통신 기술을 위한 광소자/부품/모듈 기술의 개발이 지속 이루어지고 있고, 네트워크 장비도 5G 특화망 중심으로 장비 개발이 진행되고 있음. 기술적 수준은 전년대비 유사한 수준을 유지 ▶ 일본은 산업용 네트워크 분야 기술 개발 및 국제 표준화 수행 등으로 전년대비 기술 수준 상승 ▶ 중국은 장비 업체를 중심으로 네트워크 슬라이싱 기술을 지속 발전시키고 있으나, 미중분쟁으로 해외 진출 위축에 의한 기술수준 소폭 상승 ▶ 유럽은 다양한 TSN 응용 분야 국제표준화, 시험/검증 및 유무선 연동 종단간 지연과 안정성 보장 프로젝트추진 등으로 인해 기술 수준 상승

② 주요국 기술 동향 및 발전 현황

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ "ETRI-KT 네트워크 지능화를 위한 인공지능 해커톤"등의 행사를 통하여 일반인 또는 관련 연구자들의 관심을 높이기 위한 노력을 진행 중 ▶ 5G 및 6G 이동통신용 고속 데이터 전송을 위한 광소자 및 부품 개발이 활발히 진행되고 있으며, 프론트홀 100G, 200G 전송을 위한 소자/부품/모듈의 연구가 추진됨 ▶ 5G 및 6G용 mmWave 신호의 전송을 위한 수십 GHz 대역의 RoF 기술이 계속 개발 추진됨 ▶ 5G 비면허 대역(NR-U) 네트워크 및 SW 기술 개발이 추진됨 ▶ 5G 이동통신 및 5G특화망 프론트홀 및 무선구간 솔루션을 위한 네트워크 SW기술과 FPGA 기반의 신호처리 기술 개발이 추진됨 ▶ 5G 이동통신 프론트홀 및 무선구간 네트워크 공용화를 위한 O-RAN 기반의 S/W 기술 개발이 추진됨 ▶ 6G 이동통신 기술의 선행 확보를 위한 프론트홀 및 네트워크 기반 기술의 연구가 추진됨 ▶ ETRI는 SKT, KT, 코위버, 우리넷 등과 공동으로 버티컬 산업 적용을 위한 5G 코어와 TSN 연동을 기반으로 하는 5G-TSN 스위치 기술, 6G 초실감/고정밀 서비스 제공을 위한 초저지연·고정밀 네트워크 핵심기술 개발 중 ▶ ETRI는 크기를 축소하여 100Gb/s 빛신호를 2km 이상 전송 가능한 실리콘 포토닉스 기술개발 성공 ▶ ETRI에서 RoF 전송이 가능한 LD칩 기술이 개발되고 국내 중소기업에서 이를 기반으로 한 부품 및 모듈 기술 개발 추진 ▶ HFR은 MWC2023에서 Private 5G 솔루션으로 my5GTM을 소개 ▶ HFR은 RoE/TSN 지원 5G 플렉서블 X-haul 스위치 장비군 출시 및 사업자에 공급. ETRI는 SKT, KT, 코위버, 우리넷 등과 공동으로 5G 코어와 TSN 연동 기반 버티컬 산업 적용을 위한 5G-TSN 스위치 기술, 6G 초실감/고정밀 서비스 제공을 위한 초저지연·고정밀 네트워크 핵심기술 개발 및 국제표준화로 수준 유지 ▶ HFR은 인빌딩 시스템에 적용이 가능한 DAS 제품 포트폴리오를 제공 ▶ KT는 KOREN의 네트워크 발생 데이터를 활용할 수 있는 KOREN 데이터 레이크 포털 사이트 구축하여 네트워크 지능형/자동화 연구를 위한 기반 마련 ▶ KT는 Nokia와 5G 네트워크 무선 구간 클라우드 전환 시연 및 상용망 적용 기술 노력중 ▶ LG유플러스와 코위버는 PQC(양자내성암호) 기술이 적용된 ROADMs를 통해 해킹이 불가능한 보안환경 제공 ▶ Multi-cloud 환경에 대한 기술이 발전하고 있으나, 국내는 SW infra로 적용 초기 단계임 ▶ SKT와 Ericsson은 기지국 지능화를 위한 인공지능 기반 무선망 적용 기술 적용하여 지능화 솔루션 적용하고 있음. ▶ 국내 5G F/H, indoor 커버리지 확대, Cable modem RF overlay 등 RoF 광범위하게 적용 중이나, mmwave 등 차세대 기술 미 추진 ▶ 국내 HFR 및 쉘리드에서는 100G 광소자를 활용한 프론트홀 광전송장비의 상용화 개발이 활발히 진행됨 ▶ 국내 HFR 및 쉘리드에서는 25G 광소자를 활용한 프론트홀 광전송장비의 개발 및 상용화가 진행 ▶ 국내의 경우, VLC, LiFi 기술의 일부 연구소에서 연구는 이뤄졌으나 사업화 진행은 전무함. ▶ 네트워크 서비스 및 제어/관리 기술은 기간 통신사업자와 플랫폼사업자를 중심으로 응용서비스를 통한 적용 및 최적화 등을 통하여 지속적으로 발전하는 중임. ▶ 모바일 코어 네트워크 사용자 평면 기술의 경우 소프트웨어 기반의 구현과 시스템/하드웨어 최적화/성능 고도화가 모두 중요한 분야로 네트워크 소프트웨어 및 시스템 분야에서 우수 인력을 확보하고 있는 미국/유럽의 기술 수준이 높은 상태임 ▶ 모바일 코어 네트워크 액세스 제어 기술의 경우 소프트웨어 기반으로 표준화된 규격을 구현하는 형태로 발전해 나가고 있으므로 소프트웨어 역량의 중요성이 강화되고 있음. 한편으로는 각국 간의 기술 수준 차이가 점진적으로 줄어드는 경향을 띄고 있음	유지

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ 엔텔스에서는 5G의 신규 네트워크 기능(Network Function)과 MEC 기술을 통신사와 협력하여 개발중임 ▶ 이루온에서 5G 특화망 관리/운용을 위한 장비를 KG와 공동개발함 ▶ 인터넷 분야 광기술은 동등 수준이나, 이 분야 시장은 현상유지 수준인 반면, 글로벌 데이터센터 분야는 빠르게 시장 성장 중으로, 한국의 기술 상승이 요구됨 ▶ 자람테크놀로지는 XGSPON 스택을 NOKIA와 ODM 공급계약 체결, 일본 5G 사업자 Rakuten 망에 적용되어 상용화 성공하고, 호환성 시험 및 시범 서비스 진행 중 ▶ 지엔텔, 뉴젠스는 Ericsson엘지와 함께 5G 특화망 솔루션을 개발중임 ▶ 코위버, 우리넷 등은 1.2/1.8/2.4테라급 POTN 장비(UTRANS, OPN) 출시 및 공급. DetNet/양자암호통신 지원 16테라급 POTN 장비 개발 중으로 기술 수준 유지 ▶ 코위버, 우리넷 등은 1.2/1.8/2.4테라급 POTN 장비(UTRANS, OPN 시리즈)를 출시하고 공급중이며, 이 장비를 기반으로 용량을 확대하고 부가 기능(DetNet/양자암호통신 등)을 지원하는 16테라급 POTN 장비를 상용화 개발 중 ▶ 통신 사업자와 응용 서비스 제공자 중심으로 사용자 특화된 서비스를 제공하기 위하여 기능분산화, 유무선 액세스 융합, 초정밀 QoS 확보, 서비스의 다양성수용, AI 내재화를 통한 지능화 자동화를 네트워크의 미래 발전 방향으로 보고 활발한 논의 및 연구가 진행 중 ▶ 트리즈 네트워크는 지능형 관제관리 및 장애분석 서비스 등을 제공하는 스타트업으로 서비스 제공하고 있음. ▶ 포인투테크놀로지는 전력소비를 줄 있는 네트워크 인터커넥트 제품으로 400Gbps 전송속도의 'E 튜브', 5G/6G 네트워크용 '레인지 익스텐더' 등 시연 ▶ 한국은 5G NW 장비의 효율적인 투자를 통하여 네트워크 가상화 기술의 발전이 있었으나 통신사업자 등의 28GHz 주파수 반납등의 이유로 네트워크슬라이싱 기술에 대한 발전은 미비하였음. ▶ 한국은 5G NW를 통한 고품질의 서비스를 효율적으로 제공하기 위하여 제조사별 사업자별로 시험/검증 기술 향상에 노력하였으며 자동화된 시험 검증 기술 등을 개발하고 현장에 적용하고 있음 ▶ 한국은 국가 R&D사업을 중심으로 네트워크 구조 혁신에 해한 논의가 시작됨 ▶ 한국은 국내 장비 제조사인 다산네트웍스, 유비쿼스, 에치에프알 등이 차세대 OLT, ip 기반 5G용 프로트홀/미드홀 장비 상용화 및 통신사업자에 공급 진행. ▶ 한국은 통신사업자를 통하여 5G NW 구축을 완료하고 통화품질 향상 및 NW 자원의 자동 할당 등을 위한 다양한 기술에 집중하였으며 관련 기술의 발전이 있었음	유지
미국	▶ Adtran는 SDX 630시리즈로 XGS-PON용 ONT(Optical Network Terminals)를 발표 ▶ AI 기반의 네트워크 자동화/지능화, 초광대역 접속기술의 실현, 지상 네트워크뿐만 아니라 우주/공중/해상 등을 포함하는 전 지구적 3D 입체통신의 실현을 위한 논의 및 연구가 진행 중. 사용자 관점에서는 인간 중심의 물리세계와 가상세계의 융합, 홀로그래픽 통신, 신뢰에 기반한 개인의 안전과 프라이버시 보장 등을 추구해야하는 가치로 설정하고 기존 통신 및 클라우드 업체뿐 아니라 Snowflake같은 데이터 분석과 연구를 진행하는 기업들과 함께 진행 ▶ Arista Networks는 2022년 말 800G 대역폭을 지원하는 High-End Box를 포함하여 8개의 새로운 Data center 스위치 발표 ▶ AT&T 중심으로 ORAN, 패킷 프론트홀, 특화망의 추진 등 인도어 기술의 지속 개발 추진 및 상용화 진행 중 ▶ Benu Networks은 Intel과 공동으로 100 Tbps of throughput을 갖는 virtualized, cloud-native broadband network gateway(BNG)를 시연 ▶ Calix, Adtran 장비 업체의 경우 d-OLT 형태의 제품개발 및 상업화 진행 ▶ CAST, SoC-e 등은 TSN IP 코어를, Broadcom, 마벨, 마이크로세미 등은 TSN 칩셋을, Intel 등은 TSN 네트워크 인터페이스 카드(NIC)를, Cisco, 벨덴, NI 등은 산업용 TSN 스위치를, 인피네라는 독립형 또는 POTN 탑재 가능한 TSN 유닛을 출시 및 공급. 선도적 기술 개발과 국제표준화 수행 ▶ Ciena는 MCP(Manage, Control, Plan)애플리케이션을 개발, 하나의 플랫폼을 통하여 소프트웨어적으로 네트워크를 관리 및 제어할 수 있는 솔루션을 제공하고 있음.	최고

국가	기술 수준 발전 현황	경향
미국	▶ Ciena는 ROADM구축을 위해 최대 초당 1.6Tb 단일 반송파 지원, 초장거리 링크에서는 초당 800Gb 용량, 1000km 전송 거리에서 에너지 효율성이 뛰어난 800G 플러그형 기능을 제공하는 WaveLogic 6 기술공개 ▶ Cisco AI Network Analytics, Cisco ThousandEyes/OpenTelemetry, Juniper Networks Mist AI and Cloud 등 세계적 선도기업의 연구 개발 및 상용제품을 통하여 네트워크 지능화 및 최적화, 자동 모니터링 및 관리 시장을 선도 ▶ DetNet/SR 기반 대규모 확정적 네트워킹(deterministic networking)을 포함한 신기술 국제표준화 및 연구개발 주도 중 ▶ Finisar, Xilinx, Altera Corporation 등 칩셋 회사 중심으로 100G, 400G 차세대 소자의 개발이 활발히 추진되고 있어 유무선 분야의 소자기술을 선도 ▶ II-VI는 data center interconnect(DCI) 적용을 위한 QSFP pluggable 400ZR/ZR+ 출시 ▶ NIST(국가 표준 연구소)가 ICN 기술의 하나인 NDN에 대한 산학연 협력 Consortium을 운영하고 있으며, UCLA 등 대학을 중심으로 기반 기술 및 응용 기술(국방 등)에 대한 지속적인 연구를 진행 중 ▶ Optical Zono Corp은 RF over Fiber솔루션 및 안테나 기반 CDL(Common Data Link)를 제공 ▶ RDOF 사업을 통해 전국 단위 액세스 망 고도화를 추진 중이며, 그 중심의 유선 네트워크를 이용한 BBA 서비스 향상과 mmWave를 이용한 무선 BBA 네트워크 고도화가 진행되는 중 ▶ Redhat과 같은 전통적인 소프트웨어 회사에서도 쿠버네티스 플랫폼을 바탕으로 한 5G 코어 솔루션을 출시한 상태임 ▶ 미국은 DARPA 국방 프로젝트를 통하여 위성안테나, 군사용 광케이블 기술 등에서 압도적 기술우위를 유지 중이며, 이를 민수용으로 일부 전환 중임 ▶ 미국의 Verizon, AT&T 일본의 Rakuten 등 서비스 사업자 및 Altistar 등 해외 업체에 장비 공급 및 협업을 통한 기술 교류를 통한 서비스 및 기술격차 해소. ▶ Cisco, Juniper Networks 등 네트워크 기업과 Google, MS, Amazon 등 클라우드 서비스 기업들이 네트워크 지능화, AI 기반 네트워크 자동화, 유무선 통합, 네트워크 및 서비스 슬라이싱 등 대부분의 네트워크 시장을 선도하고 있으며 Broadcom과 Qualcomm은 50G PON, WiFi7SOC 등 칩셋 개발을 진행 및 시제품을 출시하는 등 세계최고 수준을 유지 ▶ Ciena는 15, 38.4테라급(5430, 6500), 인피네라는 7, 4.8/12테라급(mTera, DTN-X), 4.6테라급 TSN 지원(XTM) POTN 장비 출시 및 공급. 다양한 제품군을 통해 기술 선도 ▶ infinera는 단독형(Stand-alone) 장비로 개발하거나 POTN 장비에 라인카드 형태로 탑재 가능한 TSN 유닛을 출시	최고
일본	▶ 5G 특화망 활성화 정책을 기반으로 운영 체계 등 SW 개발 추진 중 ▶ DoCoMo는 Nokia의 트랜스포트 네트워크 슬라이싱 기술을 자사 5G모바일 서비스에 적용 ▶ Fujitsu 등의 대표 기업이 네트워크 자동화 및 최적화 솔루션을 제공하고 있으며, KDDI 등의 통신 사업자 등이 이를 적용 중 ▶ Fujitsu는 NTT를 중심으로 Innovative Optical and Wireless Network (IOWN)을 시연하는 데에 1FINITY Ultra Optical Systems를 제공한다고 발표 ▶ Mitsubishi는 PD에 spatial laser acquisition 기능을 겸비한 광 수신기 세계 최초 prototype 시연 ▶ Shimadzu Corp.sms underwater optical wireless communication modem (MC100)를 발표 ▶ 네트워크 시험/검증 기술의 자동화로 미국과의 기술 수준 격차는 감소 중 ▶ Rakuten은 ORAN 기반의 5G 네트워크를 구축하여 상용 서비스 제공 시작. 대부분 장비 및 SW를 자국이 아닌 Cisco, Nokia, DZS, Altistar 등 외국의 협력사들을 활용 ▶ Renesas Electronics는 산업용 이더넷 over TSN 지원 MCU, TSN IP 코어 및 스위치 칩셋 등을, Fujitsu는 협력사 장비(HFR TSN 스위치)를 포함하는 저지연 5G 전달망 솔루션 출시 및 공급. 산업용 네트워크 분야에 한정된 기술 개발 및 국제 표준화 수행 등으로 수준 유지	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
일본	▶ 자국 내 기술 경쟁력 강화를 위한 일본 업체와 장비 및 기술 개발을 진행하는 것보다는 외국 장비 제조사 등과 협업을 진행하여 비용 절감에 집중하는 경향이 있고 이러한 추세는 앞으로도 지속될 것으로 예상 ▶ 최근 몇 년간은 네트워크 부품/모듈 등에서 두드러진 성과가 없음. 전통적으로 광집적회로소자/부품/모듈 분야에서는 여전히 강세를 보임 ▶ Fujitsu, Mitsubishi 등 네트워크 대표기업들이 네트워크 자동화 및 최적화 솔루션을 제공하고 있으며 SoftBank, Rakuten, KDDI 등 통신 사업자가 이를 적용하기 위해 시도. 표준화 및 기술규격 연구 외 개발/제조분야는 해외 의존의 형태를 보임. 일본 내 전력 문제 등 인프라 문제로 공격적인 유/무선 네트워크 확충에 어려움을 겪고 있어 기 설치된 장비의 소모전력 이내에서 증설을 검토하는 등 기반 인프라가 네트워크 발전에 걸림 요소로 작용함. ▶ Fujitsu는 1.6/2.4테라급(Flashwave 9500) POTN 이후 후속 제품 출시 없음. 미중 분쟁 반사 이익 및 5G X-haul 장비 수주 등으로 인해 기술 수준 상승 ▶ Fujitsu는 한국 HFR 제품 파트너십을 통해 5G 프론트홀을 위한 TSN 지원 패킷 장비를 포함하는 스마트 xHaul 솔루션을 Verizon에 공급 계약 체결	상승
중국	▶ Nanjing High-tech Labs은 360~430 GHz의 Terahertz 대역에서 실시간 100/200 Gb/s 무선 전송 통신시스템을 시연 ▶ ZTE 5G Common Core network slicing solution (ZTE)이 5G 네트워크의 슬라이싱 기술 개발 및 서비스 제공함. "Network as a Cloud Service" 형태로 발전 방향을 제시, 클라우드 기반으로 간단하며 지능적인 IP 네트워크 관리 방안을 제시함. ▶ 미국과 무역 분쟁 후 기술 분쟁까지 거치며 중국내 기술 기업의 해외 진출이 상당 부분 위축 ▶ 장비 제조사를 중심으로 슬라이싱 기술을 지속 발전시키고 있으나 한국, 일본, 유럽 등의 미국에 대한 기술 추격으로 상대적으로 기술 경쟁력이 저하됨 ▶ 중국의 대표적인 통신 및 네트워크 사업자, 핵심 장비 제공 업체인 Huawei를 중심으로 최신 원천 기술 확보 노력 및 적용을 하고자 하고 있으며, 저비용으로 다양한 장비 제공 및 솔루션을 확보함으로써 가격 경쟁력을 확보하고 있음 ▶ Huawei, ZTE 등 통신 기업이 네트워크 지능화, AI, 클라우드 기술 등 미국 및 유럽과 대응하기 위해 표준 기술 규격을 중국 내 업체 중심으로 진행 함. Huawei, ZTE, Fiberhome, 차세대 50G PON 칩셋 및 시스템 개발을 착수함. 미국과의 무역분쟁으로 해외진출이 상당히 위축되어 있어 향후 서비스 응용 및 국제 표준화 등에서 열위에 놓일 것으로 예상됨. ▶ Huawei, ZTE, 차이나 모바일 등은 5G 코어와 TSN, DetNet 메커니즘을 통해 네트워크 종단간 확정적 지연을 제공하는 자체(proprietary) 솔루션 발표. 활발한 기술 개발 및 국제 표준화에도 불구하고 미중 분쟁 지속 ▶ Huawei, ZTE, 차이나 모바일 등은 TSN/DetNet 분야 해외 전문가 영입으로 국제표준화 영향력 증대. FlexE 기반 초저지연 메트로 전달망(MTN) 및 DetNet 기반 확정적 네트워킹 기술에 대한 국제표준화 추진 중 ▶ Huawei는 12.8테라급(OSN 9800), ZTE는 9.2/14.4/28.8테라급(ZXONE 9700) POTN 장비 출시 및 공급 ▶ Huawei는 5G Network Slicing Self-Management 백서를 발간하여 슬라이싱 기술의 지속적 개발을 추진 중임 ▶ Huawei는 5G Network Slicing Self-Management 백서를 발간하여 슬라이싱 기술의 지속적 개발을 추진 중임. ZTE 5G Common Core network slicing solution (ZTE)이 5G 네트워크의 슬라이싱 기술 개발 및 서비스 제공 ▶ Huawei는 Flex PON을 제안하여 기존의 Legacy PON 을 포함한 10G PON 및 25G PON 까지 지원이 가능한 SmartAX 시리즈의 제품을 출시하여 무역 분쟁에 따른 위축된 시장과 기술 경쟁 위기 극복을 꾀함	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
유럽	▶ (스웨덴) Ericsson은 5G RAN Slicing solution을 통해서 E2E 네트워크 슬라이싱 지원 및 자원 관리 효율화 서비스 제공 중(2022)이며 안드로이드 사용자들이 사용자 요청에 따른(on-deman) 네트워크 슬라이싱이 가능한 솔루션 제공(2023) ▶ (스웨덴) Ericsson은 미국 텍사스에 지속가능한 5G 사이트 구축을 통하여 ESG를 고려한 기업의 지속 성장 가능성에 대한 책임 가치를 강조 ▶ (영국) Univ. of Glasgow는 Nokia와 UK altnet CityFibre와의 파트너십 기반으로 5G testbed 구현 ▶ (영국) 정부 지원하에 Vodafone은 영국 최초의 특화망으로 Centrica(2020.8)과 포드(영국) 자동차 공장에 5G MPN(Mobile Private Network) 구축('21.6) 하는 등 5G 모바일 코어 기술 영향 ▶ (프랑스) Cailabs 사는 FSO 시스템에서 대기 외란에 대응하기 위해 수신부에 사용할 수 있는 Multi-Plane Light Conversion(MPLC) 기반 spatial mode demultiplexer 개발 ▶ (핀란드) Nokia는 세계 최초 5G Edge Slicing solution을 실제 상용 네트워크에 적용(2022)하였으며, 안드로이드 사용자들이 사용자 요청에 따른(on-deman) 네트워크 슬라이싱이 가능한 솔루션 제공(2023) ▶ (핀란드) Nokia는 차세대 Broad band 시장 및 6G 시장에서 경쟁력 확보와 시장 선점을 목표로 Quillion Chip 을 출시하고 이를 기반으로 10g/25g PON을 지원하는 Lightspan 시리즈 제품을 출시함. 이를 통해 6G 의 access/ edge 구간의 저지연, 생존성, 에너지 절감 등 유/무선 통합에 대비 시장 선도를 꾀함. ▶ (핀란드) Nokia의 Network Services Platform(NSP) 기반으로 SDN 컨트롤 및 최적화, 네트워크 관리 및 데이터 분석 등의 서비스를 제공하며 Nuage Networks은 기업형 네트워크 자원의 최적화 및 효율적 관리 솔루션을 제공함 ▶ (핀란드, 스웨덴) Ericsson, Nokia 등의 장비 제조사를 중심으로 네트워크 서비스 및 제어/관리 기술을 지속 발전시키고 있으며, 해당 원천기술 및 표준/특허 등도 확보 중 ▶ 2023년 6월부터 4년간 42.8만 유로를 투입하여 미래 광 무선 네트워크 설계를 진행하는 DETERMINE (Designing Future Optical Wireless Communication Networks) 프로젝트를 시작 ▶ Eindhoven Univ. of Technplogy(네덜란드) 연구그룹은 sectorization 기법을 활용하여 indoor optical wireless communication system 성능을 향상시키는 방안 제시 ▶ Eindhoven University of Technology 연구그룹은 Sectorization기법을 활용하여 Indoor Optical Wireless Communication System 성능 향상 방안 제시 ▶ TTTech, NXP 등은 TSN 칩셋을, Nokia, Ericsson, 지멘스 등은 산업용 TSN 스위치를 출시 및 공급. 스마트 공장, 항공기 등 다양한 TSN 응용 분야 국제표준화, 시험/검증 및 유무선 연동 종단간 지연과 안정성 보장 프로젝트추진 등으로 인해 기술 수준 상승 ▶ Nokia 주도의 유럽은 6G 민간합자 프로젝트인 Hera-X를 통해 지속 가능성(Sustainability), 사회적 포용성(Inclusiveness), 신뢰(Trustworthiness) 등을 네트워크의 미래 핵심 가치로 정의하고 세부 서비스 시나리오를 상정 연구 중 ▶ Nokia, Ericsson 등 업체를 중심으로 대규모 민간 연합 프로젝트 Hera-X를 통해 6G 연구를 진행 중이며 네트워크 서비스 및 제어/관리 기술을 지속 발전시키고 있음. Nokia는 Fiber for Everything 전략을 통해 스마트시티, 기업 및 가정의 브로드밴드, industry 4.0 및 5G를 통합을 제안함. 유선 액세스 분야에서는 단일 파장 100G PON 시스템 시연을 완료함 ▶ Nokia는 16/24/48테라급(1830 PSS), Ericsson은 3.2테라급(SPO 1400) POTN 장비 출시 및 공급. 미중 분쟁 반사 이익 및 5G X-haul 장비 수주 등으로 기술 수준 상승 ▶ 미래 광 무선 네트워크 설계를 진행하는 Determine (Designing Future Optical Wireless Communication Networks)프로젝트 시작 ▶ Ericsson, Orange, IUVO, B&R, SAL, KTH 등 산학연 컨소시엄은 종단간 확정적 지연과 안정성을 보장하는 6G 네트워크 기술을 개발하기 위한 Deterministic 6G 프로젝트를 추진 중	상승

② 한국의 기술수준 향상을 위한 정책제언

주요 전략 제언

- ◆ 모바일/엑세스 분야 네트워크 우수 적용 사례 기반의 글로벌 시장 경쟁력 확보 필요
 - 차세대 6G 기술에 내재화 될 AI 알고리즘 경량화, 자동화의 중요도가 대두됨에 따라 이를 기반으로 유무선 핵심 부품 및 장비 개발
 - 6G 통신 네트워크/소자/부품/장비 기술 개발, AI 산업분야 (AI 네트워크) 국가 경쟁력을 갖추기 위한 광 네트워크 기술 R&D 전략 수립
 - 해외 선도 기업 Nokia의 사례를 벤치마킹하여 기술을 구체적으로 구현한 SOC를 활용하여 산업 내 적용할 수 있도록 R&D 수행
 - 무선 엑세스 네트워크 (RAN)과 모바일 코어 네트워크가 융합되는 추세를 고려하여 "RAN-Core 네트워크 아키텍처 설계 및 핵심 기술 개발" 사업 진행
 - 차세대 PON 기술인 25G/50G PON 연구개발/사업화를 통해 차세대 통신 서비스의 전달망에 대한 경쟁력을 확보하고 6G 도입 시 유/무선 통합 대비
- ◆ 정부 주도의 산학연계를 아우르는 그랜드컨소시엄 구성으로 체계적인 지원 수행
 - 네트워크 산업은 대형 통신사에 의하여 주도되고 있기 때문에 적용 기술 및 생성 데이터에 대한 폐쇄성이 상대적으로 높으므로 요소 기술 단위 플레이어에 대한 인센티브 부여를 통한 기초 연구력 강화와 공공 데이터 및 인프라 구축이 필요함
 - 6G 기술은 단기간 내에 완성하기 어려운 특성을 보완하기 위하여 정부 주도의 컨트롤 타워를 구축하여 산업적 영향력을 극대화시킬 수 있는 산-학-연 교류 프로그램, 포럼, 공동연구과제 등을 확대
- ◆ 선택과 집중전략을 통하여 특정분야의 규모를 확보하고 이를 바탕으로 선형적인 분야 확대전략 수립
 - 광범위한 네트워크 분야에 대한 분산 투자는 국가적인 산업/정책적 목표달성에 한계를 지남
 - 네트워크 산업의 기술개발, 시장창출 등의 선순환 생태계를 위해서는 국내의 소자 부품, 시스템, 장비 및 사업자의 협업 구조의 산업 발전이 필요함
 - 모바일/엑세스 분야의 경우, 위와 같은 구조를 기반으로 국내 시장 규모를 창출하였고, 글로벌 시장 진출 역량을 확보하였기 때문에 발전 과정을 벤치마킹한 사업화 응용이 용이할 것으로 사료됨
 - 국내 기업 간 기술적 이슈 등의 협업 구조 구성이 어렵다면, 해외 업체와의 글로벌 컨소시엄 구성을 통해서라도 국내 생태계 구축과 해외 시장 진출 가능성 육성 등 궁극적인 산업정책의 실효성 발현이 가능함

3 전파·위성

▶ 총평

- 미국은 Space X의 라우팅 기술 및 ISL 기능을 갖는 저궤도 통신위성 탑재체 분야의 우수한 기술력과 지구 전역에 대한 서비스 제공에 따른 최고기술국 지속 유지
- 한국은 상호 간섭 문제 해결에 대한 이슈와 5G/6G 기술 집중에 따른 후방산업화 우려가 존재하나, 무선 충전에 대한 지속적인 니즈 확대에 따라 국가적 차원의 표준화, 민간 차원의 활발한 연구 확대가 이루어지고 있어 기술수준 상승

전파·위성 기술수준 및 기술격차

기술수준	미국(100%) > 유럽(94.5%) > 중국(90%) > 일본(89.4%) > 한국(86.4%)
기술격차	최고기술국(미국)과 최하기술국(한국) 격차 : 기술수준(13.6%), 기술격차(1.3년)

구분	상대수준(100%)															기술격차(0년)				
	한국			미국			일본			중국			유럽			한국	미국	일본	중국	유럽
	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화					
전파자원·환경	84.2	85.3	84.3	100	100	100	87.5	86.5	85.1	83.5	84.8	87.1	95.1	94.7	96.1	1.5	0.0	1.2	1.4	0.4
전파기반	84.1	86.3	87.3	100	100	100	91.5	91.3	91.2	91.5	92.6	93.3	93.6	93.7	92.5	1.4	0.0	0.9	0.8	0.7
전파에너지	85.7	89.2	90.9	100	100	100	90.9	89.4	90.8	85.2	88.1	91.3	91.7	90.9	92.5	1.0	0.0	0.9	1.2	0.8
전파융합	87.0	88.4	87.6	100	100	100	91.5	90.8	90.7	89.6	89.8	90.4	97.2	98.2	97.9	1.5	0.0	1.1	1.2	0.3
위성·무인기	85.4	86.4	86.3	100	100	100	87.9	88.1	88.6	92.5	93.4	93.9	93.5	94.0	95.3	1.2	0.0	0.9	0.6	0.5
합계 (가중평균)	85.2	87.0	87.1	100	100	100	89.7	89.1	89.2	88.7	90.0	91.3	94.2	94.3	94.9					

종합	2022	86.4	100	89.4	90.0	94.5	1.3	0.0	1.1	1.0	0.5
	2021	85.9	100	89.1	89.6	94.1	1.4	0.0	1.0	1.0	0.5

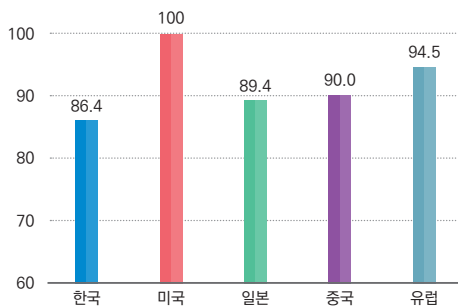
④ 기술수준조사 결과

- 전파·위성 분야의 분야의 세계최고 기술국(미국 : 100%, 0년) 대비 상대적 기술수준 및 기술격차
 - 한국의 전파·위성 기술수준은 86.4%, 기술격차는 1.3년으로 조사
 - 세계 최고기술 보유국인 미국과의 기술격차는 유럽 0.5년, 중국 1년, 일본 1.1년, 한국 1.3년의 기술격차를 보이고 있음

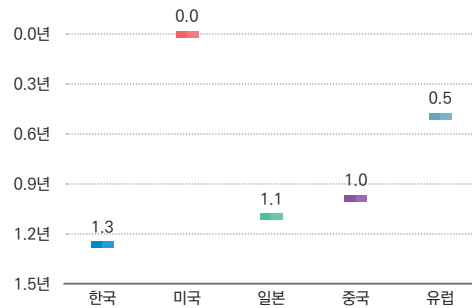
전파·위성 기술수준 및 기술격차

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



구분	한국		미국		일본		중국		유럽	
	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
전파·위성	86.4	1.3	100	0.0	89.4	1.1	90.0	1.0	94.5	0.5

- 전파·위성 분야 기술수준은 미국이 전년대비 동일하게 최고 기술국을 유지하고 있으며, 한국·일본·중국·유럽 모두 증가
 - (한국 기술수준) 전년대비 +0.5pt 증가, 5위 유지
 - (일본 기술수준) 전년대비 +0.3pt 증가, 4위 유지
 - (중국 기술수준) 전년대비 +0.4pt 증가, 3위 유지
 - (유럽 기술수준) 전년대비 +0.4pt 증가, 2위 유지

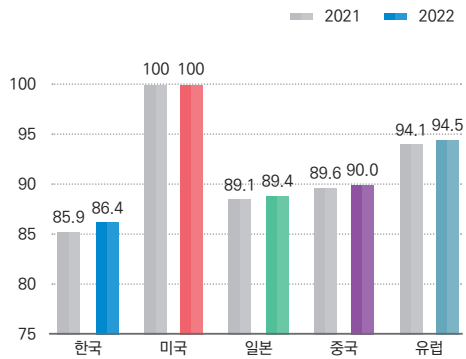
전파·위성 기술수준 및 기술격차 증감

구분	년도	한국		미국		일본		중국		유럽	
		상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
전파·위성	'19년	84.5	1.5	100	0.0	89.1	1.0	88.4	1.1	93.7	0.6
	'20년	85.4	1.4	100	0.0	89.1	1.0	89.0	1.0	94.0	0.5
	'21년	85.9	1.4	100	0.0	89.1	1.0	89.6	1.0	94.1	0.5
	'22년	86.4	1.3	100	0.0	89.4	1.1	90.0	1.0	94.5	0.5
전년대비 증감		0.5	-0.1	0.0	0.0	0.3	0.1	0.4	0.0	0.4	0.0

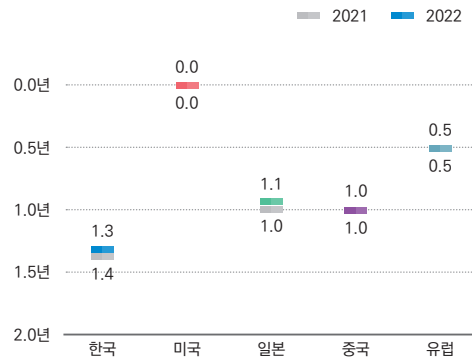
전파·위성 '21년 대비 '22년 기술수준 및 기술격차 변화

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



기술수준평가 도출 근거

대분류	중분류	배경
전파·위성	전파자원·환경	▶ 한국은 서울특별시와 과학기술정보통신부 국립전파연구원, 교통, 통신, 에너지 등 국민 안전에 영향을 미치는 EMP 공동 대응을 위한 업무협약을 체결(2023년 2월) 하는 등 정책적 지원에 따른 기술수준 소폭 상승 ▶ 미국은 5G 중대역 주파수 추가 확보를 위한 공동사용 확대를 추진하고 있으며, 인체안전성을 화두로 WHO, ICNIPR 중심 인체 보호기준에 대한 연구, ETS-Lindgren에서 10GHz 이상 전파 인체노출량 평가 기술에 대한 연구를 수행하는 등 최고 기술국을 유지하고 있음 ▶ 일본의 NTT, Tokyo Keiki 등에서는 EMP 방호용 필터 등을 자체 개발하고 있으며, 방위성 등에 납품을 추진을 성과로 하여 기술 수준이 상승함 ▶ 중국은 전국적인 5G 기술 도입을 촉진하기 위해 5G 구축 최적화 장비 및 전파 품질 감시 장비 도입 진행 ▶ 유럽은 Vodafone, Orange 등 유럽 통신사를 중심으로 5G 등 신규 무선서비스에 대한 전파 인체영향 관련 측정방법 및 장비 개발을 성과로 하여 기술 수준이 상승함
	전파기반	▶ 한국은 발사체 누리호 발사 및 위성 통신 성공에 따라 관련 위성통신부품분야 한국의 기술수준을 인정받는 계기가 됨 (2023.05.25) ▶ 미국의 ADI는 5G/6G, 군용 위성배열안테나에 적용 가능한 최고 18GHz까지 커버하는 Direct Sampling 방식 RFIC인 Apollo MxFE 제품군 출시를 출시하며 최고 기술국 수준을 유지 ▶ 일본은 Renesas Electronics는 5G/위성 통신용 빔포밍IC에 대한 제품 출시가 꾸준히 이뤄지고 있고, SiC 기반의 차량용 반도체를 중심으로 시장 점유율이 상승하고 있으나 5G 기술 정체로 인한 따른 기술 수준 소폭 상승 ▶ 중국의 Huawei는 5.5G/6G를 대비한 ELAA mMIMO 제품인 metaAAU를 이미 상용화 함. IBW 800MHz의 광대역 AAS 제품은 물론 SDIF 방식으로 초저손실 안테나 기술 확보 완료함에 따른 기술수준 상승 ▶ 유럽의 Nokia Bell Lab은 6G 프로토타입 무선 장비를 사용하여 물체 및 사람 움직임을 감지하는 Radar로 작동시키는 라이브 데모를 시연, R&S는 THz 대역(158GHz/300GHz)에서 Indoor 및 Outdoor Urban 전파 환경에서 채널 사운딩을 측정하여 ITU에 보고하는 등의 성과를 기반으로 기술 수준 상승
	전파 에너지	▶ 한국은 전력반도체 개발 및 고출력 RF 신호원 연구가 시작되었으며, 과학기술정보통신부는 '전파응용설비 허가가 필요하지 아니한 전파응용설비 유형' 고시를 개정, 이동수단용 무선충전기를 허가가 불필요한 전파응용설비에 포함 계획 발표와 전기차 차세대 무선충전 규제자유특구 신규 사업 런칭으로 국내 실증사업이 수행(경북TP) 되는 등을 근거로 기술 수준 큰 폭으로 상승 ▶ 미국은 캘리포니아공대 연구진이 고도 550km 상공에 띄운 우주태양광발전 시연기 중 하나인 무선 전력 전송 장치 '메이플'을 발표 ▶ 일본은 2021년 '우주 태양광 발전 1GW 프로젝트'를 발표했으며, 2030년까지 1GW 규모의 우주 태양광 발전소를 건설 할 계획하고 있으나 기술수준 변화는 미미함 ▶ 중국의 전기차 기술과 자율주행 기술이 융합을 해 자동차 산업계가 재편되고 있는 분위기에서 레이더 제품 개발과 같은 신기술 사업화 진행을 근거로 하여 기술 수준 상승 ▶ 유럽은 미국 다음으로 전파에너지 분야 기술력을 보유하고 있으며, 전년 대비 큰 변화 없음

대분류	중분류	배 경
전파·위성	전파융합	▶ 한국의 레이더 기술은 최근 의료용&헬스케어용 생체신호 센싱, 낙상 및 긴급상황 모니터링 생활레이더, 차량 운전자 보조시스템(ADAS: Advanced Driver Assistance System) 및 자율주행 요소 기술 등을 통해 관련 산업이 급격히 확장되는 추세로 산업체-대학 연계 R&D 활동도 시도가 활발 ▶ 미국은 MIT에서 멀티채널 구조에 기반한 대역폭이 대폭 향상된 FMCW 레이더를 개발하는 등 혁신적인 개념을 도입한 기술적 혁신이 지속적으로 이루어지며 최고 기술국을 유지중 ▶ 일본의 Honda는 mmwave 레이더 기술을 접목한 자율주행기술 Honda Sensing 360를 발표, 라이더 없이 광학 카메라 영상과 레이더의 융합 기술을 선보였으나, 기초와 응용 분야의 약진으로 기술수준 소폭 하락 ▶ 중국은 일본 다음으로 전파융합 분야 기술력을 보유하고 있으며, 종합 순위 4위로 전년 대비 기술 수준, 순위에서 큰 변화가 없음 ▶ 유럽은 전파융합 분야 관련 독일에서 서브 테라헤르츠 대역의 레이더 기술 응용 R&D와 사업화 시도가 연계되어 시도하는 사례가 보고되며 종합 순위 2위 국가를 유지
	위성·무인기	▶ 한국은 과기정통부 주도의 2023년 하반기 국가주도 6G 위성 개발 기획 재추진을 통해 기술수준 상승 ▶ 미국은 Space X는 라우팅 기능 및 ISL 기능을 갖는 저궤도 통신위성탑재체 개발 분야를 중심으로 저궤도 위성관제체, 저궤도 위성군 사업화 분야에서 가장 앞선 기술을 보유함에 따른 최고 기술국 유지 ▶ 일본은 세계적인 단말 제작사를 보유하고 있으나 위성탑재체 등 신기술 분야에서 정체되고 있음에도, 소프트뱅크의 OneWeb의 저궤도(LEO) 위성이 제공하는 서비스의 최대 195Mb/s 데이터 속도 발표 등에 따른 성장 기대감에 따라 기술 수준 소폭 상승 ▶ 중국은 민간 기업이 기술 혁신과 제조 능력 확대에 박차를 가하고 있지만 중국판 스타링크 구축 작업은 국가 주도로 이루어질 것이며 관련 기업들은 국유 위성 공급업체로 활동할 예정 ▶ 유럽의 OneWeb은 2023년 기준 궤도 내 확보중인 634개 위성에 대하여 전 세계적으로 서비스를 제공할 예정이며 고객에게 더 많은 유연성과 용량을 제공할 수 있는 2세대 위성시스템 계획을 공개 함에 따라 시장 내 기대감에 따른 기술 수준 상승
총 평		▶ 미국은 ADI, Space X와 캘리포니아 공대, MIT 등 산학이 모두 활발하게 전파·위성 분야 기술을 주도하면서 최고기술국 유지 ▶ 한국은 과기정통부와 지자체의 기술 지원과 누리호 발사 및 위성 통신 성공 등에 의하여 기술수준 상승 ▶ 일본은 위성 탑재체, 5G 기술 개발 정체에 따른 기술수준 발전 미미 ▶ 중국은 저손실 안테나 기술 확보, 레이더 신기술 사업화 등 상용화 수준의 기술 발전 단계에 따른 기술 수준 상승 ▶ 유럽은 미국의 스타링크에 대응하기 위해 유럽 자체 초고속인터넷용 자율형 다중궤도 군집위성 시스템 개발 계획을 수립하는 등 미국을 추격하기 위한 연구 개발이 활발함

② 주요국 기술 동향 및 발전 현황

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ 4D레이다에 인공지능 딥러닝을 응용하여 주변인지 기술로 확장하는 레이다+인공지능 융합 기술 개발 트렌드가 보고됨 ▶ AI 기반 전파감시기술 개발 등 전파감시 분야에 연구 개발이 꾸준히 수행되고 있으며, 전파를 이용한 드론 등 무인기 탐지기술에 대한 요구가 있음 ▶ ISC는 직접도금법이 적용된 5G 안테나용 FCCL과 5G 시스템 반도체 특성 측정을 위한 PIN타입의 테스트 소켓을 개발 완료하여 사업화를 진행하고 있음. ▶ KT, SK텔레콤 등의 통신사에서 5G 커버리지를 늘리기 위한 RIS기술 개발을 진행하고 기술 시연을 하고 있음 ▶ LG전자는 독일 프라운호퍼 연구소와 공동으로 THz 대역에서 세계최고 수준인 15dBm 출력의 PA를 활용하여 실외에서 320m까지 전송하는 데 성공 ▶ RFHIC는 기존 RF통신 분야 GaN 고출력소자부품을 반도체장비분야 신규시장으로 확장하고 있음 ▶ SKT는 화학소재 기업인 동우화인켐과 함께 투명안테나와 RIS 기술 개발에 성공했다고 발표 ▶ Starlink가 올해 5월 한국자회사를 통해 기간통신사업자 등록을 완료하였고, 2023년 하반기 서비스를 제공할 계획임 ▶ 경북TP, 전기차 차세대 무선충전 규제자유특구 신규사업 런칭으로 국내 실증사업이 수행됨 ▶ 고출력 전자파 위협으로부터 주요시설 및 시스템을 보호하기 위한 연구 개발이 국내외에서 일부 진행되고 있으나 다른 분야 대비 미비한 정도임. ▶ 과기정통부, 5G 전자파 간섭에 따른 스크린도어 오동작 방지 조치를 위한 전자파적합성 기준 강화 추진(2022년 10월) ▶ 과기정통부, 5G 주파수 (3.4~3.42 GHz 대역) 추가 할당 추진(2022년 6월) ▶ 과기정통부, 디지털서비스 안정성 강화 방안 수립(2023년 3월): 디지털서비스의 대응력 및 복원력 제고를 위하여, '복구 핵심 기능' 다중화 및 중요도에 따른 '서비스 분산 체계' 구축 ▶ 과기정통부, 통신 시장 경쟁 촉진 정책방안 수립(2023년 3월): 28GHz 대역 신규사업자 주파수 할당 방안을 마련하고 신규사업자 선정 예정 ▶ 국내 전력반도체 개발 및 고출력 RF 신호원 연구가 시작되어 기술력이 재고될 것으로 보임 ▶ 국내에 본부를 둔 글로벌 위성통신안테나/단말회사는 OneWeb망 사업자들에게 3가지 모델의 OneWeb용 파라볼라 안테나를 사용하는 사용자 단말을 공급하고 있음. 또한 평판패널 ESA 제품의 프로토타입 개발을 통해 시연을 했으며, 2023년 말 기업용 High-end ESA 단말을 양산, 글로벌 시장에 공급할 예정임. 또한 국내에서 저궤도/중궤도 위성용 게이트웨이 안테나를 독자 개발하고 있음. 국내에서는 Starlink와 OneWeb이 저궤도 위성통신 서비스를 하기 위하여 준비 중임. ▶ 국내외적으로 제한된 주파수의 효율적 관리를 위해 지속적인 스펙트럼 공학분야 연구 개발과 다양한 주파수 관리 정책 등이 추진되고 있음 ▶ 국방 레이다, 자동차 사업화 상승 요소 있음. 생활레이다(응용, 사업화) 지속적인 확대 분위기 ▶ 국방, SAR 영상 응용/사업화 지속적인 이슈 있음. 드론 환경 감시용 전파 분광 영상 기술 등의 응용 R&D 및 사업화 움직임이 보고 됨. THz 보안, 생물 의료분야 응용 시도 활발 ▶ 뇌의학분야 활용목적의 고해상도 MRI 영상기술을 위한 마이크로파 대역의 RF코일, 미세신호 센싱 장치 연구 및 개발 시도가 보고되고 있음 ▶ 두산전자는 PCB CCL 신소재 개발에 성공하면서, 이를 활용한 5G용 Network Board 및 안테나 모듈 사업에 진출 ▶ 삼성전자는 2025년부터 8인치 GaN 파운드리 서비스 시작 예정, 6G 선행기술 확보를 위해 5nm RF 공정도 개발하여 2025년 상반기 양산 계획 ▶ 삼성전자의 차세대 6G 통신 집중연구개발을 통해 관련 전파부품 및 안테나 기술 수준의 꾸준한 향상 ▶ 성균관대, POSTECH, 고려대, KETI 등에서 서브테라헤르츠 대역 레이더 칩셋 개발	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ 스마트폰/웨어러블기기의 무선충전기의 응용 및 사업화에서 중국과 경쟁하고 있으며 실제 제품에도 적용되고 있음 ▶ 시지트로닉스는 한국나노기술원과 함께 GaN 6인치 웨이퍼 제조에 성공, 에피 성장을 비롯한 소자 공정까지 국산화 가능한 기술력 확보 ▶ 에이스테크는 5G MMU용 안테나가 통합된 2세대 기지국 안테나 개발을 진행하고 있으며, C-밴드 5G 기지국 필터를 미국 통신장비사에 납품하였음. ▶ 웨이비스는 5G 및 군용 레이다에 적용 가능한 X-/Ku-band 주파수를 커버하는 GaN 0.2μ 공정 개발 중 ▶ 저궤도 위성통신에 대해서는 민과 군 모두 중요성을 인식하여 중요한 개발 핵심 기술 확보를 위해 정부출연연구소와 국내업체에서 주요기술을 개발하고 있음 ▶ 전력반도체 국산화 확대 및 전력전자와 RF 전력증폭기 기술의 경쟁력이 높아지고 있음 ▶ 전력반도체 기술 확보 및 현대차의 전기차 수출 확대, 미중갈등 등으로 자동차와 밀접한 무선충전 기술의 국내 수준이 높아지고 있음 ▶ 전파의 활용이 많아짐에 따라 제한된 주파수의 효율적 사용이 중요한 쟁점이 되면서 대부분의 기술선진국에서는 주파수 이용 효율화를 위한 주파수 공동사용에 관한 관심과 기술개발, 그리고 다양한 정책 등이 추진되고 있음 ▶ 정부 주도의 R&D 연구지원 흐름이 지속적으로 이루어지고 있고, 헬스케어 분야에서 다양한 응용/사업화 움직임이 활발하나, 아직 활성화 초기 단계로 시장 규모는 작음(다품종 소규모 군집 시장이 전체 시장을 이루는 특성이 있음) ▶ 차량 전방, 후방, 코너의 다수의 레이더 센싱데이터를 통합해 전체 인식 이미지를 만드는 기술 ▶ 최근의 시장보고에서는 자동차 센서의 연평균 시장 성장률은 19% 정도 이지만, 이미징레이더 시장이 124% 상승할 것으로 예상하고 있음 ▶ 한국 특유의 의료실비보험 제도와 다양한 의료기기 기술 프로그램 등에 의해 의료시장 및 의료기기 산업에 긍정적인 효과로 ICT 융합 응용 의료기술의 사업화가 꾸준히 지속 동력이 되고 있음 최근 세계 최고 수준을 목표로 하는 제품 개발이 활발함 최근 국내에서는 전자기파 기반으로 생체 신호 감지, 비채혈식 혈당 측정 등의 전파 센싱기술이 의료사물인터넷(IoMT: internet of medical thing) 요소 기술로 활용되는 디지털 헬스케어 기기들이 개발되고 있음 ▶ 주요사회기반시설(국방, 발전시설 등)에 대한 EMP 방호능력 시험을 진행 중. (전자파기기 보호) ▶ 5G 무선서비스에 대한 인체영향 평가 방법 등에 관한 연구와 동물·세포 실험과 다양한 역학 연구를 수행하고 있음 ▶ GK3 통신위성 사업을 통해 위성 라우팅 기능을 갖는 통신 탑재체를 개발하고 있음 ▶ SBAS 위성을 도입하여 항공기 안전을 위한 정밀항법 시스템을 구축하였으며, 2단계로 GK3 프로젝트를 통해 독자 SBAS 위성 개발을 진행중에 있음. 또한 독자 위성항법 시스템인 KPS 위성 사업을 착수하였음 ▶ 국토부에서 도심항공교통관제(K-UAM)를 위한 기초연구를 진행하였으며, 본격 사업 착수 예정임. ▶ 무선서비스와 인접 기기 간 상호 간섭 문제 해결을 위해 다양한 전자파적합성 시험방법에 관한 연구와 표준화가 진행 ▶ 인텔리안 테크놀로지(주) 등을 중심으로 해상용 위성단말 위주의 사업화가 활발하게 진행 중이며, ETRI에서 재생중계기를 이용할 수 있는 중심국 개발이 진행 중임 ▶ 정지궤도 위성인 ksat을 이용하여 위성통신방송 서비스를 제공하고 있으며, 기술 개발을 통해 동남아/아프리카 지역에 진출하고 있음 ▶ 주파수 이용 효율성 향상을 위한 민군 주파수 공동사용 등 관련 연구가 일부 수행 중임 ▶ 초고령사회 진입의 사회적 흐름에 기인해 실버의료산업 시장이 급격하게 확대되고 있으며, 노인전문병원, 요양병원을 중심으로 의료기기 산업 규모가 성장하고 있음 ▶ ETRI에서는 2023년 3월 MWC에서 5G 오픈랜 기술과, 5G 스몰셀 SW 기술 등을 통해 주파수 공동사용을 통한 데이터 전송속도 향상 기술을 발표함.	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ KAIST에서는 AI(인공지능) 기술을 이용한 전파품질감시 시스템을 세계 최초로 연구개발 진행 중 ▶ 과기정통부는 전자파 안전 종합대책을 발표하고, 5G 융복합 시스템 등의 전자파 측정을 통해 생활 전자파에 대한 인체보호 기준 충족 여부를 제공하고, 불충족 시 서비스를 제한하는 조치를 시행할 예정. ▶ 과기정통부에서는 전기차 충전용 주파수(85kHz)에 대해 인체보호기준을 지키고, 다른 전파와 혼간섭이 일어나지 않는 조건에서 무선 충전기 전파응용설비 허가를 단계적으로 면제하기로 하고, 관련 고시 개정을 진행 중 ▶ 옴니LPS, 스페이스앤비, 리플렉스 등에서는 EMP 방호용 고분자 파우더 및 이를 이용한 필름, 방호판 등을 개발하여 활용을 진행중에 있음 ▶ 이동통신 3사는 5G 28GHz 대역의 사용을 모두 반납하고, 특화망인 이음5G의 활용을 높이고 있으며, 이를 통해 특화망에서의 스펙트럼 이용 분석, 간섭영향 평가 등을 수행하고 있음 ▶ 헬스케어 및 의료응용을 위한 뇌파 기초/응용 연구 움직임이 보고됨 ▶ 현대모비스는 미국 스타트업기업 젠다와 함께 레벨4 수준의 자율주행을 위한 요소기술로 이미징레이더 기술을 개발하고 있음	상승
미국	▶ WHO, ICNIPR를 중심으로 인체보호기준에 대한 연구가 꾸준히 진행 중이며, 미국, 유럽, 일본, 그리고 한국에서 꾸준히 참여 중임 ▶ WPC(Wireless Power Consortium)에서는 주방에서 사용 중인 가전기기용 중출력(최대 2.2kW) 무선충전 기술인 Ki 표준의 도입이 가시화되고 있으며, 이에 따라 사용주파수인 13.56MHz, 50~60kHz 대역에 대한 주파수 도입 기준 마련이 준비되고 있음. ▶ 미국 ETS-Lindgren, 독일 NARDA, 스위스 SPEAG 등에서 10GHz 이상 주파수대역 전자파 인체노출량 평가기술에 관한 연구 수행 ▶ 미국 의회는 공공용으로 사용 중인 중대역 주파수를 5G에 공급(경매)할 수 있도록 하는 주파수혁신법안의 논의를 지속하고 있으며, 중국과 인도에서도 관련 논의가 진행 중 ▶ 미국, 유럽 및 일본을 중심으로 새로운 전파환경을 고려하여 전자파적합성 확보를 위한 불요 전자파 허용기준에 재설정 및 다양한 내성 시험방법에 대한 논의가 진행 중 ▶ 미국은 5G 중대역 주파수를 추가로 확보하기 위해 공동사용 확대 (3.1~3.45 GHz 대역: 공공용 및 이동통신용, 3.55~3.65 GHz: 시민광대역무선서비스(CBRS) 및 이동통신용) ▶ 3M은 5G에 적용 가능한 Array Antenna용 Coating, mmWave 흡수체, PIMD 저감 키트, 투명안테나용 전도성 필름 제품군 출시 ▶ ADI는 최근 5G/6G는 물론 군용 위상배열안테나에 적용 가능한 최고 18GHz까지 커버하는 Direct Sampling 방식 RFIC인 Apollo MxFE 제품군 출시 ▶ ADI사는 4채널 Full-duplex를 지원하는 Ku대역 위성통신 빔포머 ADMV4680을 출시함. ▶ Keysight는 THz(285GHz)에서 혼 안테나와 렌즈를 사용하여 6G OTA 데모를 시연함. 또한 7~24GHz 대역에서 mMIMO & new Waveform 계측 기술을 지속 연구 중. ▶ Qualcomm은 5G mMIMO 대비 훨씬 많은 안테나 수를 이용하여 광역 커버리지 가능한 Upper Midband Giga-MIMO 안테나 기술 제안함. ▶ RF GaN 시장의 성장 속에 Qorvo, Wolfspeed의 사업은 순항 중이나, 중국의 갈륨 수출 통제에 따른 대응책 고심 중 ▶ 미국 대학연구소들은 THz 대역 6G 원천연구를 하고 있으나, ADI, Broadcom 등 유수 기업들은 Upper midband(7~15GHz) 대역의 Beamforming RFIC 개발에 더 집중하고 있음 ▶ 미 캘리포니아공대 연구진이 고도 550km 상공에 띄운 우주태양광발전 시연기 중 하나인 무선 전력 전송 장치 ‘메이플’ 홍보, 칼텍 (2023년 6월 5일) ▶ MIT에서 멀티채널 구조에 기반한 대역폭이 대폭 향상된 FMCW 레이더를 개발하는 등 혁신적인 개념을 도입한 기술적 혁신이 지속적으로 이루어지고 있음	최고

국가	기술 수준 발전 현황	경향
미국	▶ Google CAR로 유명한 자율주행차 개발 업체인 Waymo와 Intel의 자회사 Mobileye는 자율주행 핵심적인 인지센서로 4D레이다를 선정하고 선제적으로 개발을 시도하고 있음 ▶ 2023년 1월 여섯 번째 GPS III 위성을 발사하여 GPS 위성시스템을 강화하였음 (2세대 GPS에 비해 정확도 2배 높아짐) ▶ SpaceX, Amazon에서는 자체적으로 위성배열 사용자 단말을 자체 개발하고 있고, OneWeb에서는 파라볼라 안테나 모델 및 위성배열 안테나 모델 사용자 단말을 우리나라 및 유럽/미국 업체를 통해 개발, 공급하고 있음. Intelsat은 새로운 MEO 시스템을 개발하기 위하여 RFP를 제시하고 있으며, Mangata는 MEO 시스템 개발을 준비하고 있음. ▶ SpaceX는 2024년 서비스 개시를 목표로 기존 LTE 휴대용 단말이 직접 LEO에 접속하여 서비스를 받는 위성 네트워크를 개발 중 ▶ SpaceX의 Starlink는 인터넷 서비스를 지상에서 시작하였고 항공기, 해상에서의 인터넷 서비스 사업에 진출하기 위해 노력하고 있음. 우리나라에도 법인을 설립하여 서비스사업에 진출하고자 하고 있음. ▶ 미국 FCC, Starlink 2세대 위성시스템 허가(2022년 12월) 2세대 위성은 강력한 위성배열 안테나와 백홀용 E 대역을 추가하였음. 이전 위성에 비해 최대 4배 용량을 제공할 수 있음 ▶ 미국 및 유럽 등에서는 저궤도 위성군을 이용하는 PNT (Positioning, Navigation and Timing) 서비스 기술을 개발, 소형위성에 탑재하여 기술을 시험하거나 준비 중에 있음. ▶ 미국 및 유럽 위성 및 부품 제조업체들은 저궤도 위성용 멀티빔 위성배열안테나를 개발 ▶ 미국은 GPS 위성항법 시스템을 정밀화 하기위한 GPS III 항법위성을 운용중에 있음 ▶ ADI사는 위성 통신배열안테나용 chip을 양산 중임 ▶ Space X는 라우팅 기능 및 ISL 기능을 갖는 저궤도 통신위성탑재체 개발 분야에서 가장 앞선 기술을 보유하고 있음 ▶ Space X에서 저궤도 위성군을 이용하여 지구 전역에 대한 사용 인터넷 서비스를 제공하고 있음. ▶ Amazon Kuiper는 올해 5월 사용자 단말용 위성배열안테나를 공개하면서 2024년 위성 발사를 통한 서비스 계획을 제시하고 있음. ▶ Amazon의 카이퍼는 2024년 상반기 위성을 발사하고 초기 상용 시험 실시해야하기 때문에 2023년 후반부터 위성을 대량 생산할 계획임. 2026년까지 3,236개의 위성 중 절반이 배치예정(규제 의무 이행 예정) ▶ 저궤도 위성관제의 경우 저궤도 위성군 사업이 앞선 미국이 가장 앞선 기술을 보유하고 있음	최고
일본	▶ 일본의 NTT, Tokyo Keiki 등에서는 EMP 방호용 필터 등을 자체 개발하고 있으며, 방위성 등에 납품을 추진 중. ▶ AGC는 Docomo와 공동으로 유리창에 붙이는 sub-6GHz 대역의 투명 필름 안테나를 개발 ▶ Anritsu는 O-RU평가를 위한 O-RAN 테스트 플랫폼과 O-DU 에뮬레이터 솔루션을 출시함. ▶ Anritsu는 덴마크 Aalborg 대학교 6G 공동 연구로서 mmWave & THz 대역의 채널 사운딩 연구 ▶ NTT Docomo는 미국 Metawave 및 일본 AGC와 공동으로 실내에서 6G 신호를 Dynamic Redirection 하는 Metasurface Reflector 기술 연구 중 ▶ Renesas사는 5G/위성 통신용 빔포밍IC에 대한 제품 출시가 꾸준히 이뤄지고 있고, SiC 기반의 차량용 반도체를 중심으로 시장 점유율이 상승하고 있음. ▶ Sumitomo Electric은 세계 최초 GaN HEMT 개발업체이자 글로벌 기지국 시장 점유율 1위로서, 차세대 6G용 GaN HEMT 개발 중 ▶ 5G 안테나 기술에서도 뒤쳐진 걸 만회하려고, 6G에 대비한 안테나 소재 연구에 집중 ▶ 2021년 '우주 태양광 발전 1GW 프로젝트'를 발표했으며, 2030년까지 1GW 규모의 우주 태양광 발전소를 건설할 계획	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
일본	▶ Honda는 mmwave 레이더 기술을 접목한 자율주행기술 Honda Sensing 360를 발표, 라이더 없이 광학 카메라 영상과 레이더의 융합 기술을 선보임 ▶ 스바루의 ADAS 기술 브랜드 Eyesight는 차세대 기술로 고밀도 집적 밀리미터파 레이더 구현함 ▶ 일본 국가 우주 정책위원회가 QZSS 운영에 사용되는 위성을 4기에서 11기로 늘리는 계획을 발표하였음 (미국에 기반을 둔 위성에 의존하지 않고 독자적으로 운용할 수 있음) ▶ 일본 Softbank는 OneWeb의 저궤도(LEO) 위성이 제공하는 서비스가 최대 195Mb/s의 다운로드 데이터 속도를 제공할 것이라고 발표하였음 (2023년 6월) ▶ 일본 유럽 미국 중국 등도 자국의 위성을 이용하여 위성 통신방송 서비스를 제공하고 있음. ▶ 일본도 독자 지역항법 시스템 사업(QZSS)을 진행하고 있음 ▶ 세계적인 단말 제작사를 보유하고 있으나, 신기술 분야에서는 정체되고 있음 ▶ 최근 들어 위성탑재체 개발이 정체되고 있음	상승
중국	▶ Huawei 주도로 SiC 기반의 GaN 공정 개발 중이나 성과 발표는 미진함 ▶ Huawei는 5.5G/6G를 대비한 ELAA mMIMO 제품인 metaAAU를 이미 상용화 함. IBW 800MHz의 광대역 AAS 제품은 물론 SDIF 방식으로 초저손실 안테나 기술 확보 완료 ▶ Huawei는 중국 내 RF Filter 공급사들과 함께 마그네슘 적용 Filter 신뢰성 확보 ▶ mMIMO 안테나의 성능 개선 및 무게 절감을 위하여 플라스틱 사출 소재에 전도성 도금을 하는 PEP 공정 기술 활성화 ▶ ZTE는 6G 핵심기술로서 RIS를 활용한 기지국 프로토타입 테스트 완료 ▶ 중국 Xiaomi는 홍미노트12를 통해 210W 초고속 충전 지원을 선보였으며, 4300mAh 배터리 충전 시 9분이 소요되는 수준임 ▶ 2020년 '우주 태양광 발전 100GW 프로젝트'를 발표했으며, 2050년까지 100GW 규모의 우주 태양광 발전소를 건설할 계획 ▶ MICROBRAIN, HASCO 등의 중국 기업이 미국 독일 수입 위주의 레이더 기술을 높은 수준의 자체 기술로 개발하여 밀리미터파 레이더를 생산해 중국완성차업체에 공급하고 있음 ▶ 높은 수준의 테라헤르츠 레이더-통신 융합 기반 기술 보고가 되었음 ▶ 중국의 전기차 및 자율주행차의 요소인 레이더 모듈 부품은 신뢰성있는 독일 미국 등의 업체에서 수입하여 자동차를 양산하였으나, 최근에는 중국 정부 전폭적인 지원을 바탕으로 자체기술개발되어 중국 내 생산공장에 공급되고 있음 ▶ 칭화대에서 서브테라헤르츠 대역 통신-레이더 통합 칩셋 개발 ▶ 2023년 5월 정지궤도 베이두 위성 발사 (56번째 위성으로 Beidou-3 위성 백업 역할) ▶ 2023년 최근 몇 년 동안 소형위성 제조 능력을 크게 늘려 연간 수백기 위성을 생산할 수 있는 기업이 있음 ▶ 중국도 저궤도 위성군에 의한 위성인터넷 시스템을 구축하기 위하여 시험위성을 발사, 서비스 준비를 하고 있음. ▶ 글로벌 위성항법 시스템(베이두)을 구축하여 활용 중이며, 기술 upgrade 관련 진행 내용은 보고된 바 없음 ▶ 단순 중계 기능을 갖는 위성탑재체 위주의 개발이 진행되고 있음. 정부 주도 및 민간의 Galax&Space사에서 저궤도 위성군을 위한 탑재체 개발을 추진 중에 있음 ▶ 첨단 chip을 이용하는 분야 기술 확보에 어려움을 겪고 있으나, 반사판 위주의 단말 시장 진출 속도가 있음 ▶ 현재 민간기업이 기술 혁신과 제조 능력 확대에 박차를 가하고 있지만 중국판 스타링크 구축 작업은 국가 주도로 이루어질 것이며 관련 기업들은 국유 위성 공급업체로 활동할 예정	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
유럽	▶ (EU) 2022년에 ‘우주 태양광 발전 200GW 프로젝트’를 발표했으며, 2050년까지 200GW 규모의 우주 태양광 발전소 계획 ▶ (EU) 유럽연합은 IRIS²라는 다중궤도 LEO 위성군 시스템 개발을 시작하고 있음. 이 시스템은 유럽 내의 우주통신 인프라를 구축하기 위한 사업으로 오픈 생태계를 지향하고 상호호환성을 육성하며, 3GPP의 5G NTN 표준을 적용하고자 함. 고려하고 있는 대역은 Ka 및 Q/V 대역임. ▶ (EU) 유럽우주청(ESA)는 위성 레이저 통신 분야의 새로운 시장에 진입할 수 있도록 ARTES4 프로그램내에서 ScyLight 과제를 실시하고 있으며, 과제를 통해 높은 수준의 레이저 통신 주요 요소를 개발하고 작업 계획에 정의된 기술개발을 시작하고 있음(2023년 2월) ▶ (EU) 유럽은 ESA를 중심으로 위성라우팅 기능을 갖는 멀티빔 위성탑재체 개발을 지속적으로 추진 중임. 최근 들어 저궤도 위성과 정지궤도 위성을 ISL을 통해 병합하는 IRIS 위성 탑재체 개발 중임 ▶ (EU) 유럽은 기존의 갈릴레오 위성항법 시스템 Upgrade 사업을 추진중에 있음 ▶ (EU) 현재 634개의 위성이 궤도에 있는 OneWeb은 올해 전 세계적으로 서비스를 제공할 예정 ▶ (네덜란드) NXP는 최근 패키지 혁신 기술로 5G 3.3~3.8GHz 대역 Top-cooling GaN PA Module 제품 발표 ▶ (독일) R&S는 THz 대역(158GHz/300GHz)에서 Indoor 및 Outdoor Urban 전파 환경에서 채널 사운딩을 측정하여 ITU에 보고 ▶ (독일) Ruhr 대학, Ulm 대학 IHP, Fraunhofer 등에서 밀리미터파/서브테라헤르츠 레이더 칩셋 개발 및 기업체와의 밀접한 협력을 통해 상용제품 적용 활발히 진행 ▶ (독일) 서브 테라헤르츠 대역의 레이더 기술 응용 R&D와 사업화 시도가 연계되어 시도하는 사례가 보고 ▶ (독일) 테라헤르츠 대역에서 레이더(SAR) 기술을 접목한 영상 시스템 기초 기술 개발이 보고되고 있음 ▶ (벨기에) IMEC을 중심으로 밀리미터파/서브테라헤르츠 레이더 칩셋 기술 개발 활발 ▶ (스웨덴) Ericsson은 경량/소형/저전력 mMIMO AAS의 기반 기술로서 안테나 기술에 집중, 특히 경량/소형화가 어려운 FDD mMIMO AAS는 안테나 인접 소자간 간섭, PIMD 저감을 핵심기술로 연구하고 있음. ▶ (영국) 2세대 OneWeb 개발을 위해 디지털 재생 처리, 다중빔 위상배열 안테나, 디지털 빔 형성 및 빔 호핑 기술을 시연할 JoeySat을 발사하였음. (2023.05) ▶ (영국) Oneweb 등 저궤도 위성군 탑재체 분야 기술 발달로 관제 분야 기술도 병행해서 발달하고 있음 ▶ (영국) OneWeb에서는 Gen2 기술시험 위성인 Joeysat를 발사하여 멀티빔 위상배열안테나 기술 및 위성간 링크(ISL)를 시험하고 있음. ▶ (영국) OneWeb에서는 파라볼라 안테나 모델 및 위상배열 안테나 모델 사용자 단말을 우리나라 및 유럽/미국 업체를 통해 개발, 공급하고 있음. ▶ (영국) OneWeb은 고객에게 더 많은 유연성과 용량을 제공할 수 있는 2세대 위성시스템 계획을 공개하였음. 2025년 또는 2026년 처음 위성이 발사가 시작될 것이라고 공개함 ▶ (영국) OneWeb은 올해 5월까지 634개의 Gen1 위성을 모두 발사함으로써 글로벌 네트워크 구축을 완료하였고, 현재 고위도 지방에 대한 인터넷 서비스를 제공하고 있음. 또한 해상에서의 인터넷 서비스를 시범 제공하고 있으며, 금년 말 전 세계 지역에 대한 서비스 제공을 목표로 준비하고 있음 ▶ (영국) OneWeb은 올해 5월까지 634개의 Gen1 위성을 모두 발사함으로써 글로벌 네트워크 구축을 완료하였고, 현재 고위도 지방에 이어 6월부터 위도 25도 이상 지역에 대한 인터넷 서비스를 제공하고 있음. 또한 해상에서의 인터넷 서비스를 시범 제공하고 있으며, 금년 말 전 세계 지역에 대한 서비스 제공을 목표로 준비하고 있음. ▶ (핀란드) Nokia Bell Lab은 6G 프로토타입 무선 장비를 사용하여 물체 및 사람 움직임을 감지하는 Radar로 작동시키는 라이브 데모를 시연함.(안테나)	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
유럽	▶ JoeySat은 ESA의 Sunrise Partership 프로그램으로 3,200만 파운드의 보조금으로 개발되었음 (약 530억 원 수준) ▶ Vodafone(영국), Orange(프랑스) 등 유럽 통신사를 중심으로 5G 등 신규 무선서비스에 대한 전자파 인체영향 관련 측정방법 및 장비 개발 ▶ 유럽의 Satixfy는 저궤도 위성 증가에 따라 위성단말 소형화를 위한 모뎀 chip 개발 및 성능 Upgrade를 진행 있음 (위성 단말/중심국) ▶ 유럽의 SES는 중궤도(MEO) 위성인 O3b mPOWER 위성 2기를 발사, 현재 대용량 위성통신서비스를 시험하고 있음. (위성 통신방송서비스)	상승

▶ 한국의 기술수준 향상을 위한 정책제언

주요 전략 제언

- ◆ 국제 기준에 맞춘 전파법 개정 및 신규 기술 개발에 대한 선도적 지원
 - 전파자원 분야의 특성상 정부의 정책에 기반 하여 관리되고 있으므로 핵심기술개발, 표준화 대응 등의 지원이 지속적으로 필요
 - 단기적으로는 주기적인 전파환경 측정 및 분석에 관한 내용을 전파 진흥 기본 계획 등 정부 정책에 반영하는 전략이 요구
 - 시장 수요가 제한적인 전자파 측정장비 등에 대한 정책적 지원(국산화)으로 관련 기술 내재화 및 새로운 전파수요 대응 강화
 - 소재 부품 중공 의존도 저감을 위한 베트남, 인도 등의 산업 인프라 네트워크 강화와 전파 기반 소재, 가공, 금형, 도금/도장 등의 뿌리기술 보유 기업 국내 수직 계열화 정부 지원
- ◆ 타 산업과 융합 연구 시 인체 보호를 위한 전파자원 관리, 보호 기술 기준 연구 중요
 - 6G 이동통신·우주태양광발전·차량용 무선충전·자율주행자동차·UAM/PAV 등에 대응하는 Ki 등 새로운 전파환경에 맞는 기기 및 인체보호 기준설정 및 주파수 할당 등의 연구 수행
- ◆ 지속적으로 증가하는 전파사용량에 대한 솔루션 구축
 - 사용되는 주파수대역이 확대되고 제한된 공간 내에서 전파 이용이 많아짐에 따라 전자파 역기능(기기 및 인체 영향)에 대한 평가 및 대책 기술개발
 - 밀리미터파/서브테라헤르츠 레이더/센싱 칩 개발 및 산업체와의 연계를 통한 상용 응용 적용 가속 필요
 - Upper Midband(7~15GHz) 대역에서 주파수 대역을 3등분 정도로 하여 Massive MIMO AAS를 구성하는 기반 기술로서의 안테나, 전력증폭기, 필터, 합체 방열 기술 개발

4 사물인터넷

▶ 총평

- 미국은 Amazon AWS IoT, MS Azure IoT 등 글로벌 기업 제품이 기술과 시장을 주도하고 있어 최고기술국 유지
- 한국은 통신사별 IoT 전용망(LoRa, NB-IoT 등)의 조기 구축과 삼성전자·LG전자 등 경쟁력 높은 IoT 연계 제품화 역량 및 지능형 반도체 분야의 높은 경쟁력 등으로 기술 선도국 유지

사물인터넷 기술수준 및 기술격차

기술수준	미국(100%) > 유럽(95.1%) > 한국(93.8%) > 중국(92.5%) > 일본(89.6%)
기술격차	최고기술국(미국)과 최하기술국(일본) 격차 : 기술수준(10.4%), 기술격차(0.9년)

구분	상대수준(100%)															기술격차(0년)				
	한국			미국			일본			중국			유럽			한국	미국	일본	중국	유럽
	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화					
IoT플랫폼	91.0	93.2	92.6	100	100	100	90.0	92.0	92.2	90.5	93.0	93.4	93.0	94.1	94.1	0.7	0.0	0.9	0.7	0.6
IoT디바이스	91.4	94.1	93.7	100	100	100	89.0	90.3	90.3	88.1	91.5	91.5	94.1	94.4	94.4	0.7	0.0	1.1	1.0	0.6
IoT 서비스	94.0	98.8	98.8	100	100	100	91.0	92.4	92.4	93.5	98.8	98.8	95.2	98.8	97.9	0.4	0.0	0.8	0.5	0.3
IoT네트워킹	92.5	96.3	96.3	100	100	100	81.8	85.5	86.5	90.8	92.8	94.3	97.3	97.3	97.3	0.6	0.0	0.9	0.5	0.3
합계 (가중평균)	91.9	94.9	94.6	100	100	100	88.2	90.3	90.5	90.3	93.4	93.8	94.5	95.5	95.4					

종합	2022	93.8	100	89.6	92.5	95.1	0.6	0.0	0.9	0.8	0.5
	2021	93.5	100	89.6	91.2	95.5	0.6	0.0	1.1	0.9	0.4

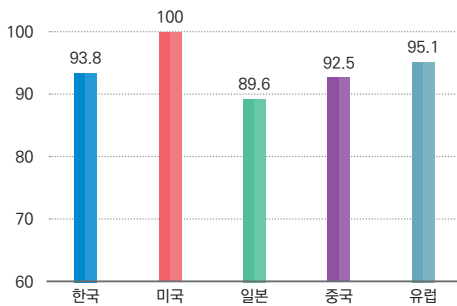
④ 기술수준조사 결과

- 사물인터넷 분야의 세계최고 기술국(미국 : 100%, 0년) 대비 상대적 기술수준 및 기술격차
 - 한국의 사물인터넷 기술수준은 93.8%, 기술격차는 0.6년으로 조사
 - 세계 최고기술 보유국인 미국과의 기술격차는 유럽 0.5년, 한국 0.6년, 중국 0.8년, 일본 0.9년의 기술격차를 보이고 있음

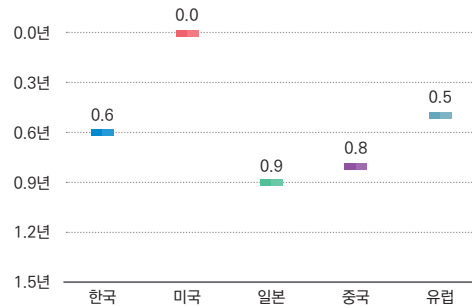
사물인터넷 기술수준 및 기술격차

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



구분	한국		미국		일본		중국		유럽	
	상대수준	기술격차	상대수준	기술격차	상대수준	기술격차	상대수준	기술격차	상대수준	기술격차
사물인터넷	93.8	0.6	100	0.0	89.6	0.9	92.5	0.8	95.1	0.5

- 사물인터넷 분야 기술수준은 미국이 전년대비 동일하게 최고 기술국을 유지하고 있으며, 한국·중국 증가, 일본 유지, 유럽 감소
 - (한국 기술수준) 전년대비 +0.3pt 증가, 3위 유지
 - (일본 기술수준) 전년대비 유지, 5위 유지
 - (중국 기술수준) 전년대비 +1.3pt 증가, 4위 유지
 - (유럽 기술수준) 전년대비 -0.4pt 감소, 2위 유지

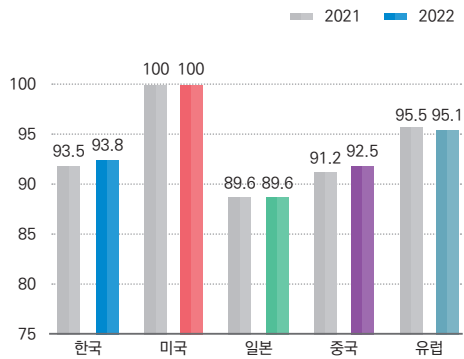
사물인터넷 기술수준 및 기술격차 증감

구분	년도	한국		미국		일본		중국		유럽	
		상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
사물 인터넷	'19년	92.3	0.7	100	0.0	86.1	1.3	88.7	1.0	94.8	0.5
	'20년	92.5	0.7	100	0.0	88.7	1.1	91.1	0.9	95.3	0.5
	'21년	93.5	0.6	100	0.0	89.6	1.1	91.2	0.9	95.5	0.4
	'22년	93.8	0.6	100	0.0	89.6	0.9	92.5	0.8	95.1	0.5
전년대비 증감		0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	1.3	-0.1	-0.4	0.1

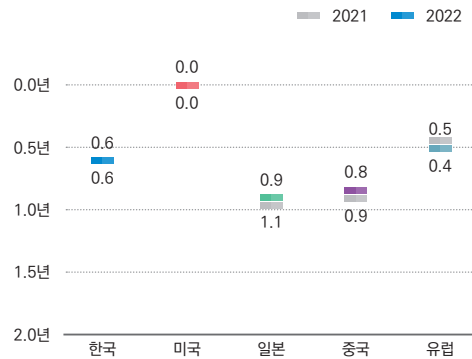
사물인터넷 '21년 대비 '22년 기술수준 및 기술격차 변화

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



④ 기술수준평가 도출 근거

대분류	중분류	배 경
사물 인터넷	IoT 플랫폼	▶ 한국 과기정통부는 2023년부터 대한민국 디지털 전략을 수립하고 디지털 인재양성 및 초격차 인공지능 기술 확보를 위한 R&D 지원 및 연구개발에 투자 및 지원을 하고 있으며, 인공지능 학습용 사물인터넷 데이터 확보 및 공유 관련 연구 개발을 지속적으로 수행에 따라 기술 수준 상승 ▶ 미국은 Amazon, Google, GE 등 다양한 기업들이 IoT 디바이스에서 수행가능한 인공지능 알고리즘 및 기술에 대한 원천 기술을 보유하고 개발하여 지속적으로 선도를 하며 세계 최고 기술수준 유지 ▶ 일본은 IoT 플랫폼이 가상 공간과 현실 공간을 연결하는 기술로 발전함에 따라, AR/VR 등의 플랫폼과 콘텐츠 기술을 보유한 일본 기업들의 다양한 활동에 따른 기술수준 유지 ▶ 중국은 Alibaba, Tencent 등의 플랫폼 기업을 중심으로 IoT 플랫폼 기반의 데이터 공유 유통 체계를 마련하고 '알리'와 같은 서비스를 해외로 확대함에 따라 기술수준 큰 폭 상승 ▶ 유럽은 GAIA-X 프로젝트와 같이 유럽 단일 스페이스 구축을 통해 데이터 거래의 투명성, 데이터 주권 확보 등에 대한 연구개발 및 상용화, 활성화를 주도하며 기술수준 상승
	IoT 디바이스	▶ 한국은 ETRI의 과기부 '자율형IoT 핵심 기술 개발(2022년~2026) 사업 진행, 디바이스간 자율협업 관련 IoT와 AI 기술분야 논문 상 기초 원천 SW 성능 세계 최고 수준으로 향상 등을 근거로 큰 폭으로 기술 수준 상승 ▶ 미국은 NVIDIA를 중심으로 지능 및 자율형 IoT 디바이스 최고 기술국 유지 ▶ 일본은 TSMC의 일본진출을 기반으로 일본 츠쿠바에 TSMC연구소, 일본 요코하마 기반의 삼성전자 첨단 후 공정 연구소등의 해외 기업을 유치하면서, 차세대 지능반도체의 설계 컨소시움 및 공정장비 컨소시움이 일본 산업자원부를 기반으로 조성되며 산업 발전의 기대감에 의한 기술 수준 상승 ▶ 중국은 미국 Chip법을 기반으로 중국의 해외반도체 투자가 축소되면서, 전반적으로 신규투자가 위축에 따라 기술 수준 소폭 하락 ▶ 유럽은 미국 다음으로 IoT 디바이스 분야 기술력을 보유하고 있으며, 전년대비 큰 변화 없음
	IoT 서비스	▶ 한국은 2023년 '지능형 IoT 적용 및 확산' 사업으로 스마트홈 분야에 국제 표준인 Matter 기반 실증을 추진하고 있으며, 삼성, LG 전자, 현대 에이치티, 코맥스 및 건설회사와 협업을 통해 스마트홈 서비스 기술 고도화 진행에 따른 기술수준 상승 ▶ 미국은 Google, Amazon, MS 등 클라우드 기반 AIoT 서비스 솔루션 제공 확산에 집중중이며, 대규모 언어모델 기술 경쟁력 기반으로 모빌리티/홈/디지털 케어 분야의 산업 확산 가속화 하며 최고 기술국 유지 ▶ 일본 스마트 공장, 자율주행 등의 분야에 사물인터넷 경쟁력 강화를 위한 투자가 되고 있으나 기술 수준은 작년과 동일함 ▶ 중국은 수도 및 가스 계량기, 화재 감지기, 전기자전거 도난 방지 등 4개 분야의 1천만 대 이상에 NB-IoT를 연결 하고 있으며, 스마트 제조·스마트 교통·스마트 공공사업 등 3대 영역에도 NB-IoT 응용 분야가 확대 됨에 따라 기술 수준 상승 ▶ 유럽은 산업, 제조, 헬스케어, 에너지, 운송 분야를 중심으로 IoT 서비스에 대한 투자가 증대되고 있으나 기술수준은 작년과 비슷한 수준

대분류	중분류	배 경
사물 인터넷	IoT 네트워킹	▶ 한국은 IoT 네트워킹을 위한 기술력을 보유하고 있으며, 응용 기술 발전을 위해 다수의 IoT 기기들을 안전하게 운영관리하기 위한 고신뢰 IoT 네트워크 기술에 대한 선제적인 연구개발이 요구됨 ▶ 미국은 셀룰러 IoT 모듈은 Qualcomm이 42%의 점유율로 시장을 주도하며, 4G, 5G 솔루션들에 대한 IoT 칩셋을 확장함에 따라 최고 기술국 유지 ▶ 일본은 5G 기술 발전 둔화와 더불어 IoT 네트워킹 분야 관련 기술 수준이 하락함 ▶ 중국은 IoT 네트워크를 지능화하기 위한 인공지능 기술은 선도국가 수준이며 Hisilicon, Simplnano, Unisoc 등 LPWA 및 WLAN 관련 칩셋 제조사들의 성장이 두드러짐에 따른 큰 폭 기술수준 상승 ▶ 유럽은 전년 대비 뚜렷한 성과가 나타나지 않아 기술 수준 하락으로 평가
총 평		▶ 한국은 전년대비 IoT 디바이스의 기술 수준이 타 기술 대비 크게 상승함 ▶ 미국은 Amazon, Google, Qualcomm, NVIDIA 등 글로벌 선도 기업에 의한 최고 기술국을 꾸준히 유지하는 추세를 보임 ▶ 일본은 대만의 TSMC의 진출을 통한 국내 연구소의 해외 기업 유치를 통한 기술협력 발전 목표가 두드러지지만 기술 수준은 유지 상태 ▶ 중국은 사물인터넷 네트워크, 생활(가스, 수도, 화재탐지 등) 내 사물인터넷 확산 등 기술 발전을 위한 국가 주도의 노력이 두드러지며 칩셋 제조사의 성장과 더불어 기술 수준 상승 ▶ 유럽은 IoT 네트워킹 분야에서 전년 대비 뚜렷한 성과가 나타나지 않아 기술 수준 하락으로 평가

② 주요국 기술 동향 및 발전 현황

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ 2023년 ‘지능형 IoT 적용 및 확산’ 사업으로 스마트홈 분야에 국제 표준인 Matter 기반 실증을 추진하고 있으며, 삼성, LG 전자, 현대에이치티, 코맥스 및 건설회사와 협업을 통해 스마트홈 서비스 기술 고도화 진행 ▶ 5G 인프라 확대 및 AI 기술 적용 급증에 따라, 자율주행, 스마트시티 및 스마트 홈 분야를 중심으로 AI 모델, 위치, 영상, 공간정보, 콘텐츠 매쉬업을 위한 네트워크 및 서비스 기술개발이 증대되고 있음 ▶ AI 모델 학습용 데이터 구축 사업을 통해 다양한 도메인에서 수집된 사물인터넷 데이터, 이미지, 영상데이터 구축이 증가하고 있어, 이를 활용하기 위한 데이터 처리 및 모델링 기술 기반을 확보하고 있음. ▶ AI가 탑재되어 사람의 개입없이 IoT 기기들 간의 연결이 빈번하게 생성, 변경, 해제될 수 있도록 지원하는 자율형 IoT 네트워크 기술 등에 대한 선행 기술 확보 및 표준 선점 등 필요 ▶ BLE AOA / UWB 기술 접목 확산 ▶ IoT, 디지털트윈/메타버스, AI 플랫폼등 다양하고 많은 플랫폼 개발 및 적용을 통한 기술수준 증대에도 서비스 연동에 있어서의 상호운용성 확보 미흡 ▶ 과기부 지원을 통해 지속적으로 지능/자율 IoT 플랫폼 기술 개발을 주도 ▶ 과기정통부는 2020년부터 추진한 데이터 댐 사업 등을 통해 AI 개발 및 빅데이터 분석을 위한 데이터 수집 사업을 추진하였고 사업을 통해 수집된 AI 학습용 데이터 381종에 대하여 통합 플랫폼인 AI-HUB를 통해 개방/보급하고 있음 ▶ 과기정통부는 2023년부터 대한민국 디지털 전략을 수립하고 디지털 인재양성 및 초격차 인공지능 기술 확보를 위한 R&D 지원 및 연구개발에 투자를 집중하고 있음 ▶ 과기정통부의 지원을 통해 인공지능 학습용 사물인터넷 데이터 확보 및 공유 관련 연구 개발을 지속적으로 수행 ▶ 국제 표준에서 인공지능 데이터 관리를 위한 IoT 플랫폼 고도화 기술 선도 ▶ 국토부에서는 디지털 트윈국도를 목표로 교통, 환경 등 시범사업지를 선정하고, 실증 사업을 수행하고 있으나, 디지털 트윈 IoT 플랫폼 핵심 및 원천 기술에 대한 연구개발은 부족한 상황 ▶ 기존 IoT 플랫폼 기술에 대한 추가적인 연구 개발이 선도적으로 진행되지 못한 상황에서, 상용화 등도 내수 위주로 진행되어 기술 수준이 저하됨 ▶ 다수의 IoT 기기들을 안전하게 운영관리하기 위한 고신뢰 IoT 네트워크 기술에 대한 선제적인 연구개발이 요구됨 ▶ 데이터/관제 플랫폼 분야는 한국이 전통적으로 우위를 보이고 있는 부분임 ▶ 디바이스 반도체는 미국, 유럽산을 사용하고, 생산과 조립은 중국에 의존하고 있으나, 응용 및 사업화는 스마트시티 등의 분야에 활발히 사용하고 있음. 특히 세계적 수준의 AI반도체 개발, 그리고 집단협업 지능 자율형IoT R&D 사업 추진을 통해 미래의 먹거리가 될 자율형IoT 기술 분야 선도 가능. 이를 위해 자율형IoT 기술에 대한 투자 확대 필요 ▶ 물류, 건설, 의료분야 이동 자산 소형화 증가 ▶ 물류센터를 운영하는 쿠팡, CJ 대한통운, 삼성전자로지텍 등을 중심으로 지능형 플랫폼을 개발 및 사업화하여 적용하고 있음 ▶ 산업 안전관리 분야 지능화 기술 접목 증가 ▶ 삼성전자의 IoT 기반 첨단 센서, 칩러(냉각장비) 등을 도입해 생산비용을 낮추는 방안 모색. 현재 생산공정에도 AI, IoT 기술이 부분 적용되고 있으며 점점 확대 ▶ 삼성전자, LG전자, SK텔레콤, LG 유플러스, KT 등의 가전기업 및 통신업계를 중심으로 가전과 스마트 홈 디바이스에 IoT 기술을 접목한 플랫폼을 기반으로 서비스를 제공하고 있음 ▶ 센서 및 액추에이터를 이용한 산업안전분야의 발전이 크게 향상되고 있음. 특히 안전과 련된 지능화 분야가 IOT 네트워크와 각종 센서정보를 이용해 자율화로 빠르게 성장하고 있으며 관련 분야에 유관 산업의 수요와 도입이 지속적으로 이루어 지고 있음.	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ 스마트시티 등 다양한 도메인에서 수집되는 사물인터넷 데이터에 대한 실질적인 공유 및 상용화 사례가 아직은 부족한 상황 ▶ 에스원의 AI 알고리즘을 적용 CCTV 영상 자동 분석 솔루션, 중대재해 예방 솔루션, 차세대 통합 출입관리 솔루션 등 AI, 생체인식, IoT, 빅데이터 등 기술을 활용한 새로운 서비스 제공 ▶ 온디바이스/엣지 IoT 플랫폼을 다양한 도메인에 적용하고 실증하는 분야에 있어 활발한 연구개발이 이루어지고 있으나, 원천 기술 부분은 취약한 상황임 ▶ 중대재해법 시행에 따라, 다양한 산업현장에서 5G 특화망을 통한 산업재해 예방을 위한 AIoT 기술 개발 및 적용 증대 ▶ 차세대지능형반도체 사업단을 주관으로 3D 반도체등의 반도체설계 및 소자, 그리고 공정장비분야에 신규 프로젝트들이 Launch ▶ 코로나시기 이후, 개인 건강관리를 위한 헬스데이터 수집 및 분석 기술 개발, 디지털 치료제 개발을 위한 R&D 개발 과제가 증대되고 있음 ▶ 한국은 건설, 재난, 에너지 부문 뿐 만 아니라 농업 부문에서의 기술 발전을 위하여 IoT, AI, 로봇, 디지털 트윈 기술 적용 및 원천기술 개발을 2020년부터 과기정통부와 농림축산식품부 공동의 다부처 사업으로 추진하고 있음 ▶ 홈 내에서의 초연결성기반 강화/확대중, AI모델 다양화 및 클라우드 기반 거대화, 산업간 이중 융합서비스 증대, 메타버스 및 디지털트윈 서비스 실증 증대 ▶ 홈 네트워킹 분야의 센서 및 액추에팅 기술 증가	상승
미국	▶ AI, 빅데이터, 로봇등이 활용되는 ‘유통 4.0’세대 도래에 따라, 월마트 등 유통, 소비시장에 AI 기능, 로봇기능, 챗봇기능 확산중이며, AmazonGo등 비전/비전 엣지AIoT를 기반으로 하는 무인점포/물류창고 산업 혁신중 ▶ Apple, Google, Metta 등에서 디지털 트윈을 넘어서는 가상 세계(메타버스)로의 IoT 플랫폼 기술을 확장하고 있음 ▶ ChatGPT등 생성형 AI기술의 발전으로, 지능화 서비스를 위한 데이터 전처리, 학습데이터 구축, AI 모델 개발을 위한 데이터 모델링 기술 수요가 증대되고 있음. 또한 기존 시맨틱웹 기술, 생성형 AI 기술 발전으로 개인화되고 지능화된 웹 3.0 서비스 기술개발이 증가함. ▶ GE 등 기업이 전통적으로 디지털 트윈 IoT 기술을 선도하고 있으며 우수사례 지속적으로 발굴 중 ▶ GE(General Electric)는 General Electric(GE)의 자회사로 의료영상·정보, 진단, 환자모니터링 시스템, 신약 개발 및 생약 제조기술, 의료 성과개선·솔루션 서비스 등 다양한 분야에서 미국 내 스마트의료 시장을 뒷받침하고 있음. ▶ GE, Qualcomm, Honeywell 등 글로벌 기업들의 주도하에 진행되는 미국 내 스마트의료 시장에 대한 기술 및 서비스가 제공 또한 큰 몫을 하고 있음 ▶ IoT 네트워크를 지능화하기 위한 인공지능 기술은 미국 다음으로 중국이 앞서고 있음. 미국의 NVIDIA, Intel 등이 AI칩 시장을 주도하고 있음 ▶ LoRaWAN 네트워크 자율형 제품 증가 ▶ LTE CAT M1 지능/자율 네트워크 용도로 확대 ▶ NB-IOT서비스는 감소하고 있으며 LTE CAT M1의 광대역 서비스가 크게 증가하고 있으며 LoRA는 꾸준히 적용되고 있음. 특히 센서 종단 장치와 근거리 통신을 광역으로 연결하는 지능형 서비스가 증가하여 종단 센서 단말기와 게이트웨이 수요 증가. ▶ TI 오토모티브 UWB 반도체 개발 ▶ Google, Amazon, MS등 클라우드기반 AIoT 서비스 솔루션 제공 확산에 집중중이며, 대규모 언어모델 기술 경쟁력 기반으로 모빌리티/홈/디지털터 분야 산업 확산 가속화중 ▶ 디지털 헬스에 있어 스마트병원 성장은 미국을 선도로, 유럽이 그 뒤를 잇고 있음. 이를 위한 사물인터넷 기술로 환자 모니터링, 위치추적, 영상정보 처리 등의 기술 수준이 높음 ▶ 메타와 같이 스마트홈의 다양한 디바이스를 연동하기 위한 시장 선도	최고

국가	기술 수준 발전 현황	경향
미국	▶ 미국에서의 디지털 헬스 시장 급성장에 따라, 디지털 헬스 기기 보급 확대, 다양한 건강 및 의료데이터활용 증대, 개인정보 보호 강화, 디지털 치료제의 상용화 증대 등 건강관련 빅데이터 활용을 리드하고 있음 ▶ 미국은 NVIDIA를 중심으로 지능/자율형 IoT 디바이스 최고 기술 보유 ▶ 셀룰러 IoT 모듈은 미국의 Qualcomm이 42%의 점유율로 시장을 주도하며, 4G, 5G 솔루션들에 대한 IoT 칩셋을 확장하고 있음. 삼성전자, Analog Devices Inc, Intel 등이 경쟁 중임 ▶ Amazon, Google, GE 등 다양한 기업들이 IoT 디바이스에서 수행 가능한 인공지능 알고리즘 및 기술에 대한 원천 기술을 보유하고 개발하여 지속적으로 선도를 하고 있음 ▶ 유럽과 미국은 전통적인 사물인터넷 기술 강대국으로 다양한 분야에 기술력과 서비스 사업화를 지속적으로 확대하고 있다. 특히 러시아-우크라이나 전쟁과 관련하여 에너지 IoT 분야의 수요 증대와 관리 기술 채택이 증가함 ▶ 인공지능 관련 핵심 기술을 보유하고 선도하고 있으며, IoT 디바이스에 이식 가능한 온디바이스 알고리즘 등의 원천 기술 보유 ▶ 장기 사용 목적에 의한 탈 소형화 제품 관심과 전체적인 기술 선도 광대역망 IoT 실험 증가 ▶ 전통적으로 디바이스에 탑재하는 반도체뿐 아니라, AI 반도체까지 미국은 세계를 주도	최고
일본	▶ IoT 플랫폼이 가상 공간과 현실 공간을 연결하는 기술로 발전함에 따라, AR/VR 등의 플랫폼과 콘텐츠 기술을 보유한 일본 기업들의 다양한 활동 증가 ▶ TSMC의 일본진출을 기반으로 일본 츠쿠바에 TSMC연구소, 일본 요코하마 기반의 삼성전자 첨단후공정연구소등의 해외 기업을 유치하면서, 차세대 지능형반도체의 설계 컨소시엄 및 공정장비 컨소시엄이 일본 산업자원부를 기반으로 조성 ▶ WiFi UWB 자율 디바이스 기술 관심 증가 ▶ 국토교통성 플라토(PLATEAU)와 스마트 컨스트럭션 프로젝트를 통해 디지털 트윈 IoT 플랫폼의 활용이 확산 중 ▶ 기존 산업 인프라에 IoT 접목이 어려운 갈라파고스 현상이 줄어들고 있으며 내수시장 활성화로 UWB 기술에 많은 관심과 접목이 이루어 지고 있음. 로봇 분야와의 연계 ▶ Mitsubishi, Fujitsu, Hitachi, Softbank 등 다양한 제조 및 SW 중심 기업의 약진으로 기존 세계적으로 강점을 가지는 스마트팩토리, 디지털트윈 등 기존 IoT 적용에 대한 확대를 통해 미국 등 선진국과 경쟁할 수 있는 체계 구축 중 ▶ Mitsubishi전기의 e-Factory 사업에서 FANUC의 Edge Heavy 사업을 통해 온디바이스/엣지 IoT 플랫폼의 활용이 확산 중 ▶ Softbank Robotics 등에서 로봇 기반의 자율 IoT 플랫폼의 활용이 확산 중 ▶ 스마트 공장, 자율주행 등의 분야에 IoT 경쟁력 유지를 위한 투자 증대 ▶ 에너지 하베스팅 등 센서와 접목한 소형기술 지속적 관심 ▶ 에너지, 보안, 자동차, 유통분야에 IoT 기술 활용성 증대 ▶ 엔터테인먼트 및 의료분야에 VR/AR/MR 적용 시장 확대 중 ▶ 인더스트리 분야 기업들의 IoT 플랫폼 기술 현장 적용 중 ▶ 인력 부족으로 인해 제조와 건설, 유통을 중심으로 디지털 트윈이 도입 중 ▶ 일본 Mitsubishi Electric은 전력설비 점검 및 유지 보수를 위하여 AR 기술을 사용하는 유지 보수 지원 기술 개발 ▶ Hitachi 제작소는 MS와 기술 제휴 및 연계를 통해 자사의 사물인터넷 플랫폼인 '루마나'와 MS의 Azure를 연계하여 AR/VR 기반의 원격 제어 및 관리 시스템을 개발하고 현장에 적용하여 사업화하였음. ▶ Hitachi 제작소와 통신기업 NTT, 도쿄전력의 자회사인 도쿄전력 파워그리드, 오쓰른 등 일본 100대 기업들이 IoT 데이터 유통 시스템 망을 구축하여 확산 중	유지

국가	기술 수준 발전 현황	경향
중국	▶ AI 기술의 도입 관련하여 많은 투자를 진행하고 기업의 참여도가 높음 ▶ IoT 기술이 의료, 교육 등에 대규모로 활용되면서 새로운 비즈니스 시장을 구축 중 ▶ NB-IoT 기반 액추에이팅 기술 확산 ▶ 감염 환자 추적, 감염경로 모니터링, 의료 영상 처리, 로봇 등 코로나 시기, 감염 및 환자 대응을 위해 IoT, AI 기반 서비스 특화 중 ▶ 공공 주도 내수형 NB-IoT 반도체 개발 ▶ 교육훈련 분야 적용 사례가 많으며 Tencent, BoE 등이 IoT와 AR/VR를 융합한 서비스 제공 중 ▶ 다양한 IoT 서비스 수요 증대로 인한 시장의 빠른 성장성 전망에도 불구하고, 보완취약성, 기기 표준화 미흡, 통신인프라 부족은 문제로 인식되고 있음. 특히 기업별 보유데이터 중심의 활용에 머물러 있고 더딘 공공데이터 개방, 데이터 유통의 제약으로 도메인 데이터 모델링 기술 수준 향상이 더디다고 판단됨 ▶ 도시 인프라, 의료, 제조, 교통 등 다양한 분야에 5G, IoT, AI 활용 증대 ▶ 드론, 자율주행 등의 분야에서 실제 상용화 IoT 플랫폼을 활용한 서비스를 선보이는 등 활발한 플랫폼 기술 연구개발 수행 중 ▶ 미국 Chip법을 기반으로 중국의 해외반도체 투자가 축소되면서, 전반적으로 신규투자가 위축 ▶ 미중 경제분쟁으로 인한 성장을 둔화에도 불구하고 제조, 스마트시티, 교통, 에너지, 농업, 의료, 건설분야에 있어 사물인터넷 서비스의 지속적 수요 증가와, 다양한 사물인터넷 하드웨어 생산을 기반으로한 서비스 제공 증대 ▶ Baidu, Alibaba, 텡센, Huawei, 샤오미, 하이얼, 메이디 등 주요 IT 기업과 가전제품 생산 기업이 스마트홈을 중심으로 IoT 및 AI 스피커 등 기술의 보급 추진으로 응용, 제품 R&D 시장 주도 ▶ 스마트홈 등 내수시장의 실생활 수요에 적합한 기술 개발 및 실적용 중 ▶ 스마트홈 산업 발전 전략에 따라, 스마트홈 표준화, 산업간 협력 지원 정책을 펼치고 있으며, ▶ 스마트홈시장 성장에 따라 스마트 홈용 카메라, 조명, 도어락 기기 활용이 증대되고 있음 ▶ Alibaba, Tencent 등의 플랫폼 기업을 중심으로 IoT 플랫폼 기반의 소셜커머스, SNS 등 다양한 분야의 서비스 및 비즈니스를 추진하고 데이터의 공유 유통 체계를 마련하는 등 내수 시장 기반의 사업화가 활발하게 추진 중이며, 이를 통해 해외 시장으로 점차 서비스 영역 확대 중 ▶ Alibaba는 스마트시티 시범 단지 조성, 모바일 결제, 안면인식 결제, 교통량과 돌발 상황을 고려해 신호체계를 조정하는 도시 내외 교통 시스템을 향저우에 구축 ▶ 저지연 IoT 네트워크를 대표하는 5G IoT 분야의 대표적인 사업자는 China Mobile(중국), AT&T(미국), Verizon(미국) 등 ▶ 전 세계의 디바이스의 생산과 조립은 대부분 중국에서 이루어 짐. ▶ 중국 CCTV 시장은 연평균 15% 고성장 시장이 전개되며, 지능형 기술이 디지털 트윈 기반 자율 IoT 플랫폼 접목 확대되는 추세 ▶ 중국 국가발전개혁위원회는 2020년 제조 분야의 디지털 전환과 디지털 트윈 기반 제조 산업 생태계 조성에 집중하고 촉진하는 계획 발표 및 추진 중 ▶ 중국 전역에 NB-IoT를 IoT 광역망으로 사용하고 있으며 LTE CAT망을 거의 사용하지 않음. BLE LoRA 기술보다 WiFi 기반 서비스로 지능화 및 자율 네트워킹에 접목. ▶ 중국은 '디지털 차이나' 건설을 촉구하는 미래 디지털 성장 계획 발표. 5G, 사물인터넷, 데이터 센터, 슈퍼컴퓨팅 기술 개발에 속도를 내기로 하고, 2025년까지 디지털화에서 상당한 진전을 이루고 2035년까지는 세계 최고 수준에 도달하겠다는 목표 제시. ▶ 중국은 수도계량기, 가스계량기, 화재감지기, 전기자전거 도난 방지 등 4개 분야의 1천만 대 이상에 NB-IoT를 연결 하고 있으며, 스마트 제조·스마트 교통·스마트 공공사업 등 3대 영역에도 NB-IoT 응용 분야가 확대중임 ▶ 중국의 Hisilicon, Simplnano, Unisoc 등 LPWA 및 WLAN 관련 칩셋 제조사들의 성장이 두드러짐 ▶ 코로나 대유행으로 인해 자율주행차량, 공장, 소비 현장에서 로봇 및 AI 기반 데이터 처리기술 급증	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
중국	▶ 투자증대에도 선진국에 비해 수준은 낮으나, Ant Group, Tencent 등 핀테크 기업들이 ESG 달성을 위해 ICT-IoT 활용 사례 증대중 ▶ Huawei등을 중심으로 장비, 네트워크와 관련하여 ESG 및 그린에너지 시장을 위한 IoT 기술투자 증대	상승
유럽	▶ (네덜란드) 와게닝겐 대학을 중심으로 디지털 트윈 기반 스마트 팜 인프라 구현 및 데이터 연계형 시스템 개발을 추진하고 있으며 KUBO, PRIVA 등의 기업과 함께 추진 중에 있음을 발표함 ▶ GAIA-X 프로젝트와 같이 유럽 단일 스페이스 구축을 통해 데이터 거래의 투명성, 데이터 주권 확보 등에 대한 연구개발 및 상용화, 활성화를 주도하고 있음. ▶ GDPR (유럽의 개인정보보호법령) 등을 통해 데이터의 공유 및 유통에서 발생할 수 있는 개인정보 침해에 대한 명확한 규정을 정하고 적용. ▶ oneM2M 사물인터넷 표준 및 ETSI MEC (엣지 컴퓨팅) 과 같은 국제 표준을 통한 엣지 IoT 플랫폼 기술을 선도하고 있음 ▶ 에너지, 환경 등 특화된 도메인으로의 IoT 플랫폼 고도화를 적극적으로 진행 중 ▶ 엣지 IoT 플랫폼 기술을 통한 분산 데이터 처리 및 Federated 머신러닝 등에 대한 활발한 연구개발을 수행 ▶ 전통적으로 디지털트윈 관련 플랫폼 기술에 강점을 보여왔으며, 독일의 Siemens, 프랑스의 Dassault 등이 성공적인 사례를 지속적으로 선보이고 있음 ▶ 지리적으로 여러 국가들이 인접해 있고, 동일 경제권으로 묶여 있어, IoT 플랫폼에서 수집되는 데이터에 대한 유통 등에 강점을 보이고 있음. ▶ 지속적으로 oneM2M 표준에 기반한 IoT 플랫폼 기술 선도 ▶ IoT 반도체에 대한 투자와 반도체 M&A를 공격적으로 하고 있으며 RF MCU 및 센서 MEMS를 통합화 하여 제공하는 서비스용 부품 개발 및 영업 중점을 둠 ▶ LPWAN 기반 센서네트워크 기술 증가 ▶ LPWAN 초 장거리 서비스를 위한 메쉬화 기술 증가 ▶ ST마이크로 등이 전략적으로 시스템반도체 해외 투자에 적극적으로 앞장서고 있다 ▶ 독일, 오스트리아, 영국, 핀란드 등에서 스마트시티의 확산과 따라 디바이스의 사업화 부분 증가 ▶ 센서와 액추에이팅을 통합한 기술 발전 ▶ 주파주 대역별 상호 연결 IOT 반도체 개발 증가 ▶ 유럽과 미국은 전통적인 사물인터넷 기술 강대국으로 다양한 분야에 기술력과 서비스 사업화를 지속적으로 확대하고 있다. 특히 러시아-우크라이나 전쟁과 관련하여 에너지 IoT 분야의 수요 증대와 관리 기술 채택이 증가함 ▶ 독일 가정의 10%(10가구 중 1가구)가 지능형 온도 조절기, 전기 계량기, 조명과 같은 스마트 에너지 관리 시스템을 설치하여 에너지를 절약하고 있다고 함 ▶ 유럽은 산업, 제조, 헬스케어, 에너지, 운송 분야를 중심으로 IoT 서비스에 대한 투자가 증대	하락

④ 한국의 기술수준 향상을 위한 정책제언

주요 전략 제언

- ◆ 산업 자율화 확산을 위한 AIoT기반 자율운영기술(AI-IoT-OT) 기술 확보
 - 산업현장의 지능화, 자동화 수준에서 자율화 단계로 발전 정체를 해소하기 위해 복잡하고 긴급을 요하는 의사결정 하에서 최적화된 AIoT 솔루션의 도입 및 활용을 위한 제도 및 체계 정립 필요
 - IoT 기기, 데이터, 서비스에 대한 신뢰성 관리 니즈에 따른 AI 기반의 대규모 IoT 기기 및 데이터에 대한 모니터링 제어 관리 자동화 기술 고도화와 신뢰 분석, 관리 및 검증 기술 개발 지원
 - IoT 플랫폼/서비스의 클라우드화, AI 기반 IoT 데이터의 분석/활용 서비스 분야(AIoT), MEC 기반의 IoT 인프라/서비스 등에 대한 R&D 지원 등
- ◆ 한국의 인프라 강점을 활용한 스마트시티 등 국가적 서비스 구축사업과 성공모델 발굴에 초점 필요
 - 스마트시티 구축 사업은 사물인터넷 기술의 활용을 확산할 수 있는 국가적 사업으로써, 우수한 이동통신 인프라와 사물인터넷 기술을 적극 활용 가능
 - 국토부의 스마트시티 국가전략 R&D사업, 스마트시티 국가시범도시 사업, 스마트시티 챌린지사업 등 대규모의 스마트시티 실증 사업 등 추진 중인 시범사업을 활용한 사물인터넷 적용 기술 개발
 - 우수한 국가적 공공데이터 수집 및 활용 역량이 스마트시티 내 사물인터넷과 연계될 수 있는 표준화, 상호운용성 등 기반 마련이 요구됨
 - 국내외 재난안전 관련 예측, 모니터링 및 대응 등에 사물인터넷을 활용한 서비스에 대한 관심이 높아짐에 따른 원활한 서비스 공급을 위한 데이터 허브 구축 필요
- ◆ 임베디드 시스템·통신 네트워크·클라우드 등 다자간 분야의 융합형 인재 발굴 시급
 - SW, HW 이해 능력, 적용 산업분야의 전문지식, 데이터 분석 능력 등 IoT 관련 종합 직무 능력을 갖출 수 있도록 체계적인 융합 인력 양성 시스템 필요
 - AI, 클라우드(SaaS) 분야와 동반 성장이 필요한 영역으로서 해당 분야의 산학연 연계 네트워크 환경 조성을 통한 협업 인프라 구축 중요

5 SW

총평

- 미국은 IBM, Qualcomm 등 시스템 SW 연구개발 예산 확대뿐만 아니라 Amazon, MS, Google 등을 중심으로 클라우드 기반의 개발용 SW를 주도하며 최고기술국 유지
- 한국은 물리/가상컴퓨팅 SW, 스토리지 SW 분야에서 기업 투자와 오픈소스를 활용한 기초연구 진행으로 기술 선도국 유지

SW 기술수준 및 기술격차

기술수준	미국(100%) > 유럽(92.1%) > 중국(91.3%) > 한국(91.1%) > 일본(88.2%)
기술격차	최고기술국(미국)과 최하기술국(일본) 격차 : 기술수준(11.8%), 기술격차(1.3년)

구분	상대수준(100%)															기술격차(0년)				
	한국			미국			일본			중국			유럽			한국	미국	일본	중국	유럽
	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화					
시스템SW	89.4	91.5	92.9	100	100	100	86.7	87.3	88.3	90.1	91.4	93.3	91.1	91.2	90.8	1.0	0.0	1.4	0.9	1.1
개발용SW	88.5	89.1	89.7	100	100	100	85.3	86.7	87.2	88.1	89.4	90.6	93.2	93.2	91.9	1.1	0.0	1.3	1.0	0.6
응용SW	90.8	94.2	93.5	100	100	100	90.0	91.7	91.5	91.4	93.6	93.6	93.0	92.6	93.2	0.8	0.0	1.1	0.7	0.6
합계 (가중평균)	89.6	91.6	92.1	100	100	100	87.3	88.4	88.9	89.9	91.5	92.6	92.3	92.2	91.9					

종합	2022	91.1	100	88.2	91.3	92.1	1.0	0.0	1.3	0.9	0.8
	2021	90.9	100	88.2	90.8	92.1	1.0	0.0	1.3	1.0	0.8

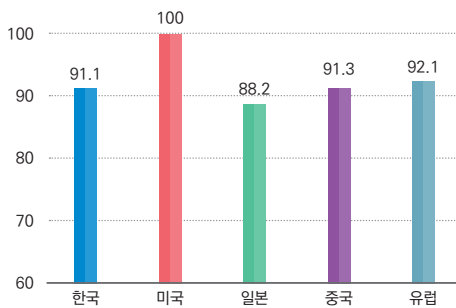
기술헌준조사 결과

- SW 분야의 세계최고 기술국(미국 : 100%, 0년) 대비 상대적 기술수준 및 기술격차
 - 한국의 SW 기술수준은 91.1%, 기술격차는 1년으로 조사
 - 세계 최고기술 보유국인 미국과의 기술격차는 유럽 0.8년, 중국 0.9년, 한국 1년, 일본 1.3년의 기술격차를 보이고 있음

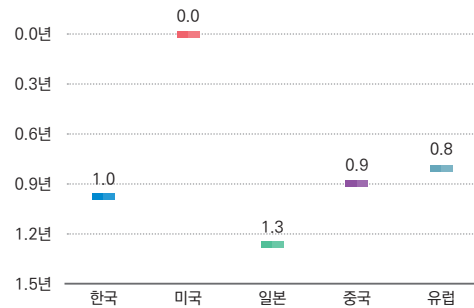
SW 기술수준 및 기술격차

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



구분	한국		미국		일본		중국		유럽	
	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
SW	91.1	1.0	100	0.0	88.2	1.3	91.3	0.9	92.1	0.8

- SW 분야 기술수준은 미국이 전년대비 동일하게 최고 기술국을 유지하고 있으며, 한국·중국 증가, 일본·유럽 유지
 - (한국 기술수준) 전년대비 +0.2pt 증가, 3위에서 4위로 하락
 - (일본 기술수준) 전년대비 유지, 5위 유지
 - (중국 기술수준) 전년대비 +0.5pt 증가, 4위에서 3위로 상승
 - (유럽 기술수준) 전년대비 유지, 2위 유지

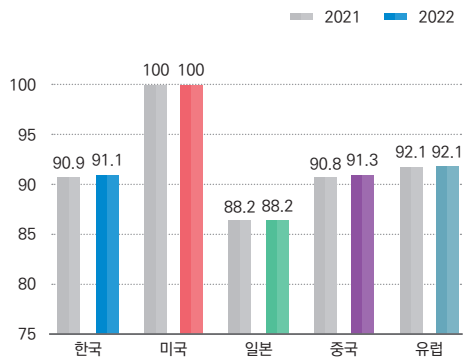
SW 기술수준 및 기술격차 증감

구분	년도	한국		미국		일본		중국		유럽	
		상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
SW	'19년	89.2	1.2	100	0.0	87.7	1.4	88.8	1.4	92.2	0.8
	'20년	90.7	1.0	100	0.0	88.3	1.3	90.4	1.0	92.0	0.8
	'21년	90.9	1.0	100	0.0	88.2	1.3	90.8	1.0	92.1	0.8
	'22년	91.1	1.0	100	0.0	88.2	1.3	91.3	0.9	92.1	0.8
전년대비 증감		0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	-0.1	0.0	0.0

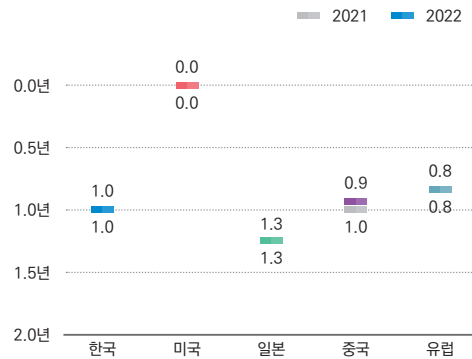
SW '21년 대비 '22년 기술수준 및 기술격차 변화

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



② 기술수준평가 도출 근거

대분류	중분류	배경
SW	시스템 SW	▶ 한국은 표준화된 방식으로 통합 관리하는 오케스트로 CMP의 보유와 물리/가상컴퓨팅 SW분야에서 학, 연계에서 성과를 내고 있어 기술수준 소폭 상승 ▶ 미국은 VMware, IBM Cloud Orchestrator, Flexera Rightscale, Apache Cloud Stack, BMC cloud life cycle 등 우수한 클라우드 관리 소프트웨어 기술을 기반으로 최고 기술국 유지 ▶ 일본은 Fugaku 슈퍼 컴퓨팅 파워와 CaaS 기술을 다 영역에 응용하고 있지만, 디지털 전환 정책에서 SW 관련 분야는 슈퍼컴퓨터만 한정되고 타 분야는 발전이 정체됨에 따라 기술 수준 변동 없음 ▶ 중국은 미중 대립에도 디지털 경쟁력 강화를 위해 17개 중점 프로젝트에서 '핵심 SW 연구'와 '컴퓨터 SW와 HW 융합 최적화' 등을 지속 추진하며 독자적인 SW기술 생태계 구축을 지속 추진하여 기술 수준 상승 ▶ 유럽은 EC 중심의 지속적인 투자로 기초연구와 기술수준은 지속적으로 유지하고 있으나, 국가 별 파편화된 시장 규모로 사업화는 미진하여 기술 수준 변동 없음
	개발용 SW	▶ 네이버, 삼성SDS, 카카오 등 응용 코어 기술을 기반으로 클라우드 기반의 SaaS, PaaS가 배포되고 있으나 Amazon, Google, MS 등 글로벌 기업의 수준이 높고 국내에서 해외 솔루션 활용 사례가 많아 기술 수준은 소폭 상승 ▶ 미국은 디지털 전환, 로우코드/노코드을 위한 플랫폼의 최고 기술 수준을 유지하며 전년도와 동일 ▶ 일본은 개발용 SW 분야 관련 뚜렷한 성과가 없어 전년도와 수준 동일 ▶ 중국은 자체적인 모바일 플랫폼의 발전이 뚜렷하며 CEC의 Dameng, Taiji Computer의 King-base, HUAWEI의 GaussDB 등 미국의 Oracle이 장악하고 있던 글로벌 시장 내 점유율 확대로 기술 수준 상승 ▶ 유럽은 디지털 전환을 위한 플랫폼의 사업화가 이뤄지고 있지만 뚜렷한 성과가 나타나지 않아 전년도에서 변화 없음
	응용 SW	▶ 한국의 기업과 고객 관계의 중요 역할을 하는 CRM SW 사용량은 전 세계에서 평균 이하 수준으로 낮지만, 인공지능, IoT, 메타버스 등 ICT 분야 지속 연구에 따라 기술 수준은 전년도와 동일하게 유지 ▶ 미국은 첨단 제조업의 DX 혁신과 경쟁력 확보를 위해 제조 新기술개발 및 이전, 인력 교육훈련, 재고 공급망 역량 등 총 3개의 목표를 설정하고 관련 교육 훈련 프로그램들을 지속적으로 추진하면서 최고 기술국 유지 ▶ 일본은 아날로그 중심의 행정체계를 개선하기 위하여 디지털청 중심의 행정 개혁을 추진하고 있으며, 고령화 문제를 극복하기 위한 제조 스마트화에 대한 높은 관심으로 기술 수준 소폭 상승 ▶ 중국은 스마트 제조 발전 5개년 계획을 통하여 다양한 투자 및 자금 조달 시스템을 구축하여 2025년까지 제조업의 산업구조를 첨단 디지털 경제 위주로 전환하기 위하여 당·정부 중심의 강력한 리더십을 발휘하고 있음 ▶ 유럽은 디지털 전환 시스템이 설계될 수 있도록 클라우드 기반의 AI 분석도구(AI as a Service)를 제공하는 인더스트리 4.0의 성과가 사회경제 전반의 구조적 변화와 삶의 질 개선으로 이어지도록 스마트제조 표준 선점을 위한 노력 강화하고 있음

대분류	중분류	배 경
총 평		▶ 미국은 최고 수준의 클라우드 관리 SW 기술력을 기반으로 제조업의 DX혁신 디지털 전환을 활발히 하며 타 국가 대비 빠른 속도로 발전하고 있음 ▶ 한국은 오케스트라의 CMP, 네이버, 삼성SDS 기업에서 물리/가상컴퓨팅SW 서비스, SaaS, PaaS 서비스 배포 등의 성과로 기술 수준이 작년 대비 상승 ▶ 일본은 슈퍼 컴퓨터에 한정된 SW 기술 발전과 아날로그 행정 체계 개선을 위한 노력 대비 미비한 성과로 인하여 기술 수준 유지 ▶ 중국은 미중 분쟁에도 불구하고 스마트제조발전 5개년 계획을 통한 정부의 개발 의지와 CEC, Taiji Computer, Huawei 등 민간 기업의 서비스 배포 등 독자적인 SW기술 생태계 구축을 통해 기술 수준 상승 ▶ 유럽은 디지털 전환을 위해 EC 중심의 기초연구, 투자 대비 사업 성과가 미진하여 작년과 동일한 기술 수준 유지

④ 주요국 기술 동향 및 발전 현황

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ AI, 비대면 바우처 사업 등 선제적 정책적 지원으로 중소기업에 디지털 트랜스포메이션 촉진 ▶ DBMS 분야에서 알티베이스는 클라우드에 최적화된 고안정성, 고성능 인메모리 DBMS를 글로벌 경쟁력을 갖추 ▶ SK하이닉스는 플라이옵스 기업에 투자를 통해 차세대 스토리지 시스템 경쟁력 확보 노력 지속 ▶ SW품질 및 생명주기 관련 기술은 자동차, 항공 등 안전성과 밀접한 관련 분야에서 안전성 품질을 위한 기술 개발에 대해 전년도와 유사하게 진행 중임. 외산 솔루션을 기반으로 DevOps를 활용하여 SW 생명주기를 진행하고 있음 ▶ 개인정보보호법, 신용정보법, 정보통신망법 등 데이터 3법 및 SW 산업진흥법이 개정되고, 공인인증서의 독점 지위를 폐지하는 전자서명법 개정안도 통과하여, 민간 기업에서는 수집된 다양한 데이터를 효과적으로 활용할 수 있는 방안 마련과 역량 확보에 집중하고 있으며, 과거 IT 조직 중심의 데이터 관리 및 활용에서 비즈니스 조직이 스스로 데이터를 다룰 수 있는 역량을 확보하는데 집중하는 추세 ▶ 네이버, 삼성SDS 등 클라우드 기반의 SaaS, PaaS 제품 및 서비스를 개발하고 활용하고 있음. 다만, 글로벌 기업 Amazon, Google, MS 등의 솔루션을 활용하는 사례가 더 많음. 카카오, 네이버 등 응용 코어 기술을 근간으로 플랫폼화 하여 배포한 사례가 있으나, 국내 수준이며 글로벌 수준은 아니며, 인공지능 기술이 나왔다고 하나 아직 글로벌 수준은 아님 ▶ 데이터 산업진흥 및 이용촉진에 관한 기본법을 (약칭: 데이터산업법, 시행 2022년 04월 20일) 근간으로 NIA, 한국데이터산업진흥원 등에서 공공데이터, 학습데이터를 확보하기 위한 사업을 추진하고 있음에 따라 데이터 정제 및 라벨링을 위한 데이터 정제 및 라벨링 자동화 SW 개발 진행 중임 ▶ 로우코드/노코드 플랫폼은 특화된 응용 중심으로 국내 산업체에 실제 적용 사례가 증가 중 ▶ 삼성전자, LG전자, SK, 카카오, 네이버, 쿠팡, toss, 야놀자, 당근마켓, 등의 국내 빅테크 기업과 제조 대기업의 ICT 개발 영향으로 관련 산업들이 활성화됨. 특히 마이헬스케어 지원으로 헬스케어 사업화가 활성화됨 ▶ 삼성전자는 차세대 스토리지 개발에 주력하기 위해 메모리 리서치 센터 구축뿐만 아니라 미국의 스토리지 전문 업체와 기술 협력을 추진 ▶ 삼성전자의 SmartSSD 스토리지로 메모리 중심 컴퓨팅 실현과 전력소비를 줄여 탄소저감에 기여 ▶ 삼성전자의 SmartThing와 같이 가전제품을 중심으로 한 IoT 생태계를 구축하고 확산 ▶ 세계적인 디지털 경쟁력을 갖추고 있음에도 불구하고, 디지털 경제의 활용역량을 보여주는 클라우드 컴퓨팅 사용 비중, CRM 소프트웨어 사용 비중 등에서 대기업의 클라우드 컴퓨팅 사용 비중은 46.5%로 조사대상 20개국 가운데 최하위, 중소기업은 이보다 낮은 24.5%로 조사대상 20개국 중 19위로 우리나라 기업은 평균 이하를 기록 ▶ 시스템 및 애플리케이션 간의 통합과 자동화를 위한 RPA 등 업무 프로세스를 효율적으로 관리하고, 작업을 자동화하며, 다양한 시스템 및 애플리케이션 간의 데이터 흐름을 조정하는 솔루션을 개발하고 활용하고 있음 ▶ 시스템SW 영역의 단위/요소 기술 연구/개발은 지속되고 있으나, 클라우드 등 통합 플랫폼을 위한 연구/개발은 상대적으로 느린 속도로 성장하고 있음 ▶ 오픈소스를 활용하여 기술격차를 점차적으로 줄여가고 있으며, 대학 등은 시스템SW 분야에 우수논문 게재횟수를 유지 ▶ 이기종 멀티 클라우드 환경을 하나의 클라우드 플랫폼에서 관리하는 'Tab-Cloudit' 제품 보유 ▶ 인공지능 분야에서 활용되는 외산 Python 등을 활용하여 개발을 수행하면서, 버전 관리로 외산 Git을 활용하고 있음. 오픈 소스 활성을 위한 생태계를 유지 관리하고 있음. 프로그래밍 언어 및 개발지원 SW 분야 등 국내 학계의 수준이 전년도와 유사하게 진행되고 있음	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ 전체적으로 산업이 발전됨에 따라서 분산 시스템 및 클라우드 기반의 서비스 관리와 통합이 기본적이며, 한국에서도 다양한 산업에서의 관리 시스템이 클라우드 기반으로 구축되어 가고 있음. ▶ 점차적으로 선진국 ICT 제품을 모방 제조하는 수준을 넘어 새로운 SW, AI 등의 기술 연구에 박차를 가하고 있으나, 각종 글로벌 조사에 따르면 여전히 10위권 안팎의 기술 수준에 머무르고 있으나 초거대 AI 시범사업 등 AI 기술 역량 고도화를 추진 중 ▶ 팬데믹 시대에서 엔데믹 시대로 전환되었지만 재택근무를 희망하는 인구의 증가로 화상회의 및 원격협업이 가능한 스마트워크 지원 SW 수요가 줄어들지 않고 있음. 전 산업의 디지털 전환의 가속화로 AI 활용 응용은 지속적인 확대 발전 중. 스마트시티 등 국가 거대 정책적 투자에 힘입어 디지털트윈 시장 확대 전망. 그러나 엔진은 전체 외산으로 경쟁력 확보 위해서 글로벌 기업과의 전략적 제휴 활발 ▶ 한국은 물리/가상컴퓨팅SW, 스토리지SW 분야에서 오픈소스를 활용한 기초연구와 기업 투자를 통해 응용개발과 사업화를 지속적 추진으로 기술수준을 유지 ▶ 한국의 오픈스트로 CMP는 다양한 종류의 클라우드 인프라SW를 표준화 된 방식으로 통합관리하고, 대한민국 전자정부 클라우드 플랫폼의 표준 아키텍처를 기반으로 하는 멀티 클라우드 통합관리 플랫폼(CMP)을 제공함 ▶ 한국의 이노그리드 TabCloudit은 이러한 이기종 멀티 클라우드 환경을 하나의 클라우드 플랫폼에서 관리하여 업무의 신속성과 효율성을 제공하는 멀티 클라우드 관리 솔루션을 제공함	상승
미국	▶ 2020년 국가 AI이니셔티브법을 제정해 미국이 AI 글로벌 선두국가가 되기 위해 범정부 지원과 노력하고 있으며 산업의 촉진보다 관련기업의 데이터 스튜어드십(data stewardship) 마련 및 강화에 대한 정책 논의가 더욱 활발한 상황 단 교육·국방·안전 부문의 공공 서비스 및 연구에 한해서는 XR 기술의 활용을 촉진하는 정책적 논의 활발 ▶ AI, ICT 중심의 글로벌 경쟁우위 확보를 목표로 하며, 디지털 전환과 기술패권경쟁 대응을 연계하여 자국 산업 보호 및 산업구조 혁신을 추진 ▶ DUP, IPU 등 새로운 가속기 하드웨어들의 발전과 함께 가속기 지원을 위한 시스템SW 기술을 주도 ▶ MS를 중심으로 저탄소 클라우드 운영 기술 등이 지속적으로 연구되고 있음 ▶ SSD 기술의 단점을 보완한 Zoned Namespace (ZNS) SSD 기술을 Western Digital 기업 등이 주도 ▶ Western Digital, NetApp, EMC, DataCore 등 글로벌 기업들을 보유하고 사업화를 지속 ▶ 국력, 경제력, 기술 주도국으로써 모든 응용 SW 분야의 사람·사물, 실상·가상 혼합의 XR-Metaverse, 인간·인공·인터넷-지능을 결합한 X-DigitalTwin 웨어러블 등 ICT 디바이스 Fabless 설계 최첨단 기술력을 소유 ▶ 기존 SW 개발 관리에서 데이터 관리, AI 및 SW를 통합적으로 개발하고 관리할 수 있는 MLOps 플랫폼의 중요성이 높아지고 있어 관련 기술 개발 중 ▶ Red Hat Enterprise Linux(RHEL) 배포판과 호환성이 있는 커뮤니티 버전의 운영체제인 CentOS 지원을 중단하였지만, Rocky Enterprise 소프트웨어 재단을 설립하여 Rock Linux 커뮤니티 버전을 계속 지원 ▶ Linux 커널 개발 기여에 Top20 기여에 절반이상을 차지하고, 높은 비율로 기여하고 있음 ▶ Linux Foundation에서 Linux Kernel Maintainer Summit 지속 운영으로 기술 주도권을 지속 유지 ▶ 머신러닝을 시스템SW에 적용(ML for system)과 머신러닝을 위한 시스템SW 기술 연구(system for ML)의 연구를 Google, MIT 등에서 추진 ▶ 미국은 VMware, IBM Cloud Orchestrator, Flexera Rightscale, Apache CloudStack, BMC 클라우드 라이프 사이클 관리 등 최고의 클라우드 관리 소프트웨어를 제공 ▶ 미국의 2022년 ICT 연구개발 예산은 77억 7,700만 달러로 전년도 집행액 대비 8.4% 증가했으며, 인공지능(1.54억달러)과 시스템SW 기술을 다루는 고성능 컴퓨팅 인프라(1.19억달러)가 가장 높음 ▶ 빅데이터 응용 등을 위한 초대용량 메모리 환경을 위한 CXL 기술 등이 Intel 컨소시엄을 중심으로 빠르게 발전하고 있음	최고

국가	기술 수준 발전 현황	경향
미국	▶ 세계적으로 대표적인 오픈소스인 Zabbix, Nagios core, Ganglia 등 오픈소스를 주도 ▶ 시스템 SW 분야의 우수학회(예, ACM SOSP, USENIX OSDI, ATC 등)와 오픈소스 프로젝트를 주도하며 기초연구분야에 선두 유지 ▶ Intel 옴테인 영구메모리, FPGA 가속기, SmartNIC 등 새로운 하드웨어를 기반한 시스템 SW 연구, 응용개발을 대학, Google, MSR 등이 주도 ▶ 첨단 제조업의 DX 혁신과 경쟁력을 위해서는 인력확보를 위해 신제조 기술개발 및 이전, 제조 인력 교육훈련 및 연결, 제고 공급망 역량 등 총 3개의 목표를 설정하고 관련 교육 훈련 프로그램들을 지속적으로 추진하면서 최고 기술국 유지 ▶ 협업 솔루션 시장의 경우 글로벌 IT 기업들이 원격근무, 협업 도구, 웹컨퍼런싱 솔루션 시장을 주도. MS와 Apple은 PC시장의 OS용 오피스에 대한 높은 장악력을 기반으로 클라우드 기반의 협업 솔루션을 제공하고 있으며, 온라인 기업인 Google도 기존 클라우드 기반 서비스(Drive, Docs, Sheets, Slides)를 연계하며 기업용 협업 솔루션 제공	최고
일본	▶ 기존에 이어져오던 모노조쿠리 시스템(숙련된 기술자가 정교한 제품을 만들어내는, 장인 정신에 기반하는 일본 제조업의 특징)을 스마트화 하고 디지털 기술을 결합하는 중소기업 디지털 전환의 단계별 접근 동향 ▶ 시스템 SW 분야의 연구개발은 슈퍼컴퓨터 개발에 초점을 두어 해당 분야는 미국, 중국과 대등한 수준을 유지하고 있음 ▶ ‘후가쿠(Fugaku)’ 슈퍼컴퓨터의 컴퓨팅 파워와 소프트웨어를 클라우드 서비스로 사용할 수 있도록 CaaS(Computing as a Service) 기술 개발하며, 양자 시뮬레이터 개발, 금융 서비스, 재해 시뮬레이션 등에 활용 ▶ 시스템SW 분야에서는 오픈소스 기술을 활용하여 제품, 사업화하는 기술개발 수준 현황 ▶ 아날로그 중심의 행정체계를 개선하기 위하여 디지털청 중심의 행정 개혁을 추진하고 있으며, 저출산 및 고령화 문제를 극복하기 위한 제조 스마트화에 높은 관심 ▶ 오픈소스 기반 응용개발, 사업화 기술수준으로 전환되었으며, 오픈소스에 기술 기여도는 점차적으로 정체 ▶ 인공지능, IoT, 양자, 우주시스템, 반도체 등 위주의 디지털 전환 정책에서 SW 관련 분야는 슈퍼컴퓨터만 있으며 이외 SW 분야는 기술수준 정체 ▶ 자동차 운영체제 분야(Automotive Grade Linux)는 지속적인 활동을 추진 ▶ Hitachi는 인공지능 기능을 탑재한 소프트웨어정의 스토리지 솔루션을 제공	유지
중국	▶ ‘스마트 제조 발전 5개년 계획’ 기반 아래에서 다양한 투자 및 자금 조달 시스템을 구축하여 2025년까지 일정 규모 이상의 제조기업 및 핵심 산업 기업들의 기초적 디지털 전환 실현을 통해 단계별 디지털화, 네트워크화를 지원 ▶ Dameng, King-base, GaussDB 등 다양한 중국 데이터베이스 소프트웨어가 Oracle 등이 장악하고 있던 시장을 빠르게 대체 ▶ Linux 커널 개발 기여도 순위 Top-20에 Huawei, Alibaba가 상위권에 위치 ▶ 미국의 제재에도 불구하고 다양한 애플리케이션 플랫폼의 출시 및 발전이 이루어지고 있으며 글로벌 사용자수도 상당히 많아 관련 소프트웨어 발전이 많이 이루어졌다고 판단 ▶ 미중 대립이 격화되는 가운데 중국은 디지털 경쟁력 강화를 위해 17개 중점 프로젝트에서 ‘핵심 SW 연구’와 ‘컴퓨터 SW와 HW 융합 최적화’ 등을 지속 추진 ▶ 산업용 소프트웨어 중 대표적인 응용인 오토캐드(AutoCAD)를 대체할 중국 기술이지만 사용 편리성 등에 다소 확산이 미진 ▶ 시스템SW 분야 Top-tier급 연구 성과가 자국 내 기업을 지원을 기반으로 학계에서 매우 빠른 속도로 증가하고 있음 ▶ Alibaba, Tencent, Huawei 등에서 꾸준한 관련 소프트웨어 개발을 하고 있어 소프트웨어 개발 수준이 높아졌다고 판단됨	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
중국	▶ 오픈소스 프로젝트 육성, 오픈소스 거버넌스 개선 등 오픈소스 생태계 육성과 오픈소스 단지 건설 추진되며 오피스 응용 분야에서도 중국 WPS 오피스가 대부분의 시장을 장악 ▶ 제조업 중심의 산업구조를 첨단 디지털 경제 위주로 전환하기 위하여 당·정부 중심의 강력한 리더십을 발휘하고 있음 ▶ 중국 시스템 SW 산업은 미국정부의 Huawei에 이어 허가 없이 미국 기술을 얻지 못하는 “거래 제한명단” 발표 이후 중국 기업들은 시스템 SW 기술 종속성 탈피 및 원천기술 확보와 오픈소스기반의 시스템 SW 확보를 통한 원천기술을 활발하게 확보하고 있어 기술력이 매우 가파르게 상승 ▶ 중국은 미중 갈등으로 시작한 운영체제 등 기술 확보로부터 DBMS, 응용SW 분야까지 자체 개발과 생태계 구축을 추진 ▶ 중국의 첫 데스크톱 운영체제 개발자용 플랫폼인 ‘Openkylin’이 2023년 정식으로 발표 ▶ 첨단기술의 자립과 함께 디지털 인프라 투자를 강화하면서 디지털 시장수요를 확대해 독자적으로 기술을 확보하고 자체 기술생태계를 육성하여 거대한 첨단기술 시장을 수립하는 이른바 ‘AI 굴기’ 전략을 지속적으로 추진 중, 사회주의의 특성상 중국 정부가 주도하는 가운데, AI R&D를 추진하고, 관련된 인력을 집중적으로 양성 ▶ 핵심 SW 개발로는 운영체제, SW개발도구, CAD/CAE, 전자설계 자동화 SW, 산업용 제어 SW를 중점 추진 ▶ Huawei, Sugon, Inspur 등 중국 국내기업이 잇따라 시장 점유율을 확대 ▶ Huawei의 GaussDB 등은 병렬 프로세싱을 지원하는 엔터프라이즈급 분산 데이터베이스를 개발하여 상용화	상승
유럽	▶ (EU) 2030년까지 유럽 디지털 혁신의 비전과 방안을 제시한 디지털 비전 2030 전략은 인력양성, 인프라, 산업, 정부에 걸친 정책목표를 제시 ▶ (EU) ICT 전문가들은 증가 수준이지만, 국가별 격차가 있고 목표수준(전체고용의 10%)에는 아직 격차가 존재 ▶ (EU) 국가 간 디지털 기술의 격차, 중소기업의 디지털 혁신 격차를 보이는 상황 ▶ (EU) 세계 상위 인용 과학논문의 21%를 배출하는 등 연구 개발 강국 ▶ (EU) 유럽 내 기업의 70% 이상이 디지털화의 장애물로 디지털 기술 전문 인력을 부족을 호소 ▶ (EU) 유럽은 EU 중심의 지속적인 투자로 기초연구와 기술수준은 지속적으로 유지하고 있으나, 국가별 파편화된 시장 규모로 사업화는 미진 ▶ (EU) 인구로는 전 세계 6%에 불과하지만 글로벌 연구개발(R&D) 투자의 18%를 투자 ▶ (EU) 회원국의 디지털 전환을 위한 공통의 아젠다 발굴에 주력하고 있으며, 특히 윤리적 규범과 지속가능성에 중점을 두고 협력 프로그램 추진 ▶ (네덜란드) 디지털 전환 화두의 확산을 계기로 디지털 선도국가 부상을 위한 범정부 차원의 전략을 선제적으로 제시하였으며, 혁신적 스타트업 및 스케일업 지원에 중점 ▶ (독일) Linutronix 기업은 Linux 커널 개발 기여 Top-20에 포함 ▶ (독일) 인더스트리 4.0의 성과가 사회경제 전반의 구조적 변화와 삶의 질 개선으로 이어지도록 논의의 범위를 확장하고 있으며, 스마트제조 표준 선점을 위한 노력 강화 ▶ (프랑스) BayLibre 기업은 리눅스 커널 개발 기여 Top-20에 포함 ▶ AI 기반 응용프로그램을 적용할 수 있도록 지원하여 기업 맞춤형으로 디지털 전환 시스템이 설계될 수 있도록 하고, 클라우드 기반의 AI 분석도구(AI as a Service)를 제공하는 인더스트리 4.0에서 인간중심, 지속가능성 및 탄력성의 세 가지 핵심요소를 통해 정의되는 인더스트리 5.0 추진 ▶ 미국과 중국의 AI시스템 의존이 높은 유럽 기업들이 지속적인 비용 상승으로 위기를 맞을 수 있다는 분석에 따라 디지털 전환기의 정책적 논의 대부분이 데이터 주권(Data Sovereignty)의 확보와 유럽 권역 내 디지털 산업 경쟁력 강화에 집중되어 있음	유지

❖ 한국의 기술수준 향상을 위한 정책제언

주요 전략 제언

- ❖ SW 전 분야는 오픈소스로 발전하고 있어, 오픈소스를 활용하는 국가에서 기여하는 국가로 변모하기 위한 글로벌 협업 및 ICT 융합 R&D 방식 추진
 - 디지털 신기술 분야인 인공지능·클라우드·블록체인·AI반도체 등 R&D 추진 시 오픈소스 활성화에 필수적으로 추진 필요(오픈소스 국내 생태계 개선 및 분야·기술 간 융합화 된 SW개발 추진 필요)
 - 오픈소스 기반 SW 개발연구 인력 강화를 위해 해외 오픈소스 프로젝트에 활약하는 전문 연구자 육성
- ❖ 스토리지 제품에 대한 경쟁력을 가지고 있으나, 상대적으로 스토리지 SW 기술이 부족한 AI컴퓨팅 데이터센터 SW 개발로 경쟁력 향상 필요
 - 빅데이터 응용 PM, CXL 등 초대용량 메모리 및 스토리지 관리/지원 기술 개발
 - 가속기, 영구메모리, 고속 CXL 연결망 등 신규 하드웨어 기반 컴퓨팅 시스템SW 개발 추진
- ❖ 프트웨어 공급망 관리를 위한 SBOM(Software Bill of Material) 국제표준 제도 도입 및 SW 수출 기업에 대한 SBOM 실증사업 지원
 - 선진화된 산업의 SW 선진화 프랙티스 및 사례를 타 산업의 SW 공유 통한 타 산업 SW 개발 촉진 생태계 구축을 위한 지원 방안 마련
 - 컴파일러, 개발 자동화 도구와 같은 상대적 비매출 부문에 해당하는 SW 개발 인프라 분야에 대한 산업 공동 개발 추진 위한 생태계 구축(MLOps 등)

6 클라우드

총평

- 미국은 Amazon, Google, MS를 중심으로 개별 서비스의 고도화 및 신규 서비스들이 지속 확장 중이며, 특히, Amazon의 타이탄(Titan) 기반 베드록(Bedrock) 공개 등 새로운 서비스 제공을 위한 기술개발이 매우 활발하여 최고기술 유지
- 한국은 정부의 멀티클라우드 서비스 플랫폼 개발 등 지속적인 활성화 정책과 다양한 MSP 기업의 사업화, 공공 클라우드 시장 확대, 국제표준 인준 등으로 기술수준 지속 발전 중

클라우드 기술수준 및 기술격차

기술수준	미국(100%) > 중국(90.8%) > 유럽(90.5%) > 한국(89.5%) > 일본(86%)
기술격차	최고기술품(미국)과 최하기술품(일본) 격차 : 기술수준(14%), 기술격차(1.5년)

구분	상대수준(100%)															기술격차(0년)					
	한국			미국			일본			중국			유럽			한국	미국	일본	중국	유럽	
	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화						
클라우드 응용 및 서비스	88.3	89.8	89.7	100	100	100	85.0	86.2	86.0	88.0	91.0	90.8	91.5	89.0	86.0	1.1	0.0	1.5	0.9	1.2	
클라우드 자원 관리	89.8	90.2	89.0	100	100	100	86.6	86.2	86.2	91.7	91.6	91.6	93.3	91.8	91.4	1.1	0.0	1.5	1.0	0.9	
합계 (가중평균)	89.1	90.0	89.4	100	100	100	85.8	86.2	86.1	89.9	91.3	91.2	92.4	90.4	88.7						
종합	2022	89.5			100			86.0			90.8			90.5			1.1	0.0	1.5	0.9	1.0
	2021	88.8			100			86.3			90.2			90.2			1.2	0.0	1.5	1.0	1.0

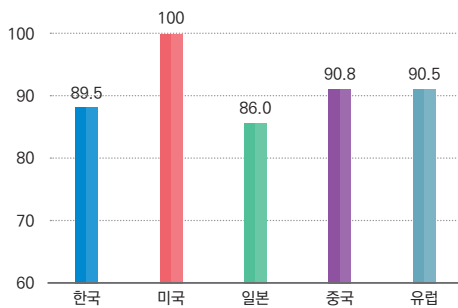
기술훈준조사 결과

- 클라우드 분야의 세계최고 기술국(미국 : 100%, 0년) 대비 상대적 기술수준 및 기술격차
 - 한국의 클라우드 기술수준은 89.5%, 기술격차는 1.1년으로 조사
 - 세계 최고기술 보유국인 미국과의 기술격차는 중국 0.9년, 유럽 1년, 한국 1.1년, 일본 1.5년의 기술격차를 보이고 있음

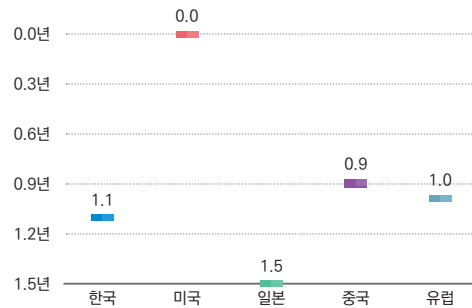
클라우드 기술수준 및 기술격차

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



구분	한국		미국		일본		중국		유럽	
	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
클라우드	89.5	1.1	100	0.0	86.0	1.5	90.8	0.9	90.5	1.0

- 클라우드 분야 기술수준은 미국이 전년대비 최고 기술국을 유지하고 있으며, 한국·중국·유럽 증가, 일본 감소
 - (한국 기술수준) 전년대비 +0.7pt 증가, 4위 유지
 - (일본 기술수준) 전년대비 -0.3pt 감소, 5위 유지
 - (중국 기술수준) 전년대비 +0.6pt 증가, 2위 유지
 - (유럽 기술수준) 전년대비 +0.3pt 증가, 공동 2위에서 3위로 하락

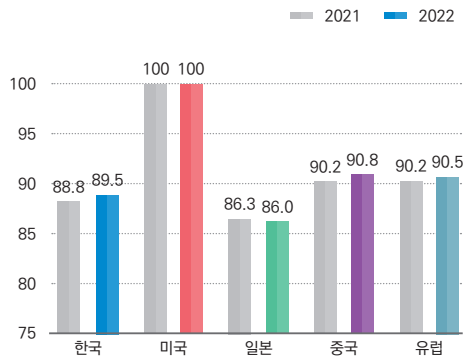
클라우드 기술수준 및 기술격차 증감

구분	년도	한국		미국		일본		중국		유럽	
		상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
클라우드	'19년	86.5	1.5	100	0.0	85.8	1.5	87.4	1.3	89.8	1.0
	'20년	87.8	1.3	100	0.0	86.1	1.5	88.8	1.2	89.7	1.0
	'21년	88.8	1.2	100	0.0	86.3	1.5	90.2	1.0	90.2	1.0
	'22년	89.5	1.1	100	0.0	86.0	1.5	90.8	0.9	90.5	1.0
전년대비 증감		0.7	-0.1	0.0	0.0	-0.3	0.0	0.6	-0.1	0.3	0.0

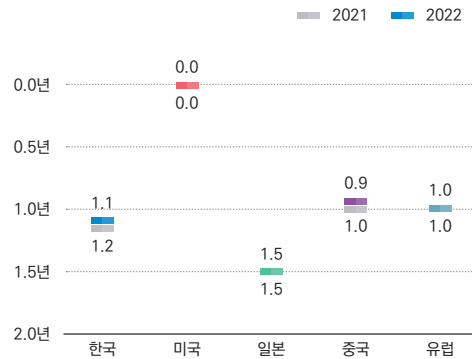
클라우드 '21년 대비 '22년 기술수준 및 기술격차 변화

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



④ 기술수준평가 도출 근거

대분류	중분류	배 경
클라우드	클라우드 응용 및 서비스	▶ 한국은 클라우드 네이티브 컴퓨팅 필요성에 의한 마이크로서비스 아키텍처, 컨테이너, DevOps 기술 성장과 네이버 ‘하이퍼클로버X’의 AI 생태계 구축에 따른 기술 수준 상승 ▶ 미국의 MS 오픈AI 연합, Google은 거대언어모델에 기반한 생성형AI 기술 및 시장을 선도하고 있으며, Amazon, Meta 등 생성형 AI 기반 애플리케이션 생태계 선점을 위해 투자를 확대하며 최고 기술국 위치 ▶ 일본은 미국, 중국 CSP의 클라우드를 도입하여 IDC 환경에서 하이브리드 클라우드 환경으로 발전하고 있으나 자체 기술은 정체 상태 ▶ 중국은 Alibaba, Tencent, Huawei 등 퍼블릭 클라우드를 중심으로 내수 시장의 규모의 경제를 활용하여 IaaS, PaaS 시장의 고속 성장과 SaaS 발전에 따른 기술 수준 상승 ▶ 유럽은 모빌리티, 의료, 공공서비스, 에너지 등의 분야에서 차세대 유럽 데이터 생태계 구축을 위해 클라우드 및 시스템 간 상호 운용성 강화에 따라 기술 수준 소폭 상승
	클라우드 자원 관리	▶ 한국은 Cloud-Barista 멀티 클라우드 서비스 플랫폼 국책 과제를 통하여 기초, 응용 기술 개발 지속과 MSP 기업 중심의 사업화, ITU-T를 통한 국제 표준 인증 등으로 기술 수준 상승 ▶ 미국은 Amazon, MS, Flexera, Morpheus Data 등 많은 클라우드 관리 플랫폼 공급 기업들이 멀티 및 분산 클라우드로의 확장을 지원하며 최고 기술국을 유지 ▶ 일본 클라우드 자원 관리 분야에서 미국, 중국 CSP에 대한 의존도가 높고 자체 기술력의 개발 속도가 정체되어 기술 수준이 정체 상태 ▶ 중국은 고속, 대용량, 넓은 지역을 커버할 수 있는 데이터센터를 구축하였으며 멀티/분산 클라우드 환경에 빅데이터와 인공지능 기술을 적용하여 데이터 처리, 분석에 활용하는 등 활발한 기술 개발에 따른 수준 상승 ▶ 유럽은 클라우드 컴퓨팅 분야에서 광범위한 협업과 연구를 진행하고 있으며, 멀티 클라우드 및 분산 클라우드 기술에 대한 수요가 증가하고 있음
총 평		▶ 미국은 Amazon, MS, Google 등 글로벌 선도기업을 중심으로 클라우드 기술 및 시장 전 분야에서 선도적 지위를 유지 ▶ 한국은 전년대비 기술 수준이 타국가 대비 가장 크게 상승하였으나 중국과의 차이는 미미한 수준. Cloud-Barista 국책 연구개발 과제를 통한 기초 연구와 네이버, MSP 기업의 활발한 사업화로 인하여 기술 수준 상승 ▶ 일본은 클라우드 기술 개발보다는 글로벌 CSP, 중국 CSP의 클라우드를 도입 활용하는 상태 ▶ 중국은 내수 시장력을 바탕으로 빅데이터, 인공지능에 활용하여 응용 영역을 확대 하는 등 아시아 시장 확대 및 글로벌 선도 기업들을 추격 중으로 빠르게 기술수준이 상승하고 있음 ▶ 유럽은 소버린 클라우드 파트너인 글로벌 선도기업과의 기술 협력을 통해 서비스를 제공함에 따라 기술 수준 소폭 상승

② 주요국 기술 동향 및 발전 현황

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ 2019년부터 국책과제로 진행한 멀티클라우드 서비스 플랫폼(가칭:Cloud-Barista)개발을 시작으로 멀티클라우드의 기초를 확립하였고, 지속적으로 멀티클라우드 응용기술을 개발 중이며, 주로 MSP 기업(메가존클라우드, 베스핀글로벌, 이노그리드, 스트라토 등)을 통해 사업화를 진행 중이며, 정부의 지원과 기업들의 노력에 힘입어 멀티/분산 클라우드 기술 수준을 지속적으로 발전시키고는. 특히나 ITU-T를 통해 멀티클라우드 분야에서 국제 표준을 인준 받음 ▶ AWS, MS Azure 등 글로벌 CSP 사의 국내 시장 점유가 금융, 자동차 등 핵심 산업군을 중심으로 급속히 증가하고 있고, 글로벌 CSP 사의 사업 팽창에 따른 데이터 센터 수요 외에 홍콩의 정치적 불안, 싱가포르의 부지 부족 등으로 아시아권의 데이터 센터 수요가 한국으로 급속히 몰려 데이터 센터 시장은 과도할 정도로 급성장하고 있고 Equinix, Digital Realty에 이어 Digital Edge 등의 글로벌 데이터 센터 업체들이 한국 시장으로 진입 중 ▶ ETRI, KT, SKT, 카카오, 엔터플라즈, 네이버 클라우드, 메가존클라우드, 이노그리드, 나무기술, 베스핀글로벌 등이 멀티 클라우드 플랫폼 개발을 하고 있는 중 ▶ LG CNS는 음성인식, 텍스트 분석, 자연어처리, 음성합성 등의 AI 기술을 이용하여 보이스봇, 챗봇, 답변추천, 개인화 마케팅 서비스 등을 제공하는 AI 클라우드 컨택센터(AICC)를 구독형 서비스로 제공 ▶ NHN 클라우드는 고객 커뮤니케이션에 필요한 모든 채널을 클라우드 환경에서 제공하는 통합 메시지 솔루션인 NHN Notification을 지속적으로 고도화하여 NHN 클라우드의 특화 클라우드 솔루션으로 제공하고 있으며, NHN의 직접적인 서비스 제공 노하우를 기반으로 게임, 금융, 쇼핑 등 각 분야에 특화된 솔루션과 플랫폼을 버티컬로 맞춤 제공 ▶ SK C&C는 멀티·하이브리드 클라우드 환경에서 마이크로 서비스 개발 및 운영에 필요한 아키텍처(MSA) 설계 지원 및 개발소스 제공, 컨테이너 기술 등의 클라우드 네이티브 시스템 개발을 지원하는 애플리케이션 현대화 플랫폼 서비스 제공 ▶ SK텔레콤은 클라우드 엣지 기술을 적용하여 스마트 시티, 자율주행, 인공지능 등 다양한 분야에서 사업을 진행 중 ▶ 공공 중심의 클라우드 전환 사업 등에서 네이버, NHN, KT 등 주요 CSP 사업자 중심으로 활발한 사업화를 추진하고 있으나, Lift&Shift 수준의 인프라 서비스(IaaS) 위주로 활용하는 수준 ▶ 국내 대형 CSP 업체의 지속적인 투자 확대를 통한 XaaS 기술 R&D 강화 및 생태계 확대 ▶ 국내 초거대 AI 파운데이션 모델 개발 노력에 따른 성과 가시화 및 그에 따른 다양한 초거대 AI 기반 특화 서비스 출시 기대 ▶ 국내 클라우드 기술은 클라우드 인프라 서비스 중심으로 기술 격차를 상당히 좁혔으나, 클라우드 응용 서비스는 다소 미흡한 실정 ▶ 국책연구개발과제를 통해 ETRI를 주관으로 클라우드 엣지 기술개발이 추진되고 있으며, 이를 활용한 융합 서비스(스마트 에너지, 유연의료 등) 개발이 추진 중 ▶ 네이버 클라우드 플랫폼은 공개 클라우드 및 하이브리드 클라우드 서비스를 제공하고 있으며, 컨테이너 기반의 서비스인 Naver Container Registry와 관련 도구들도 제공 ▶ 네이버클라우드는 EU 클라우드 얼라이언스 가입을 추진 중에 있으며 소비러 클라우드 전략을 통해 유럽 및 글로벌 시장 진출 준비 중 ▶ 네이버클라우드는 초거대 AI인 ‘하이퍼클로버X’로 맞춤형 AI 모델 및 생성형 AI 생태계 구축을 추진 중이며, 이에 따라 SaaS의 형태로, AI 기능 내재화 또는 연동 지원 ▶ 단일/하이브리드 클라우드 기술의 발전을 위해 산업과 학계가 긴밀하게 협력하고 있으며, 응용 분야에서 다양한 기술적 도전과 혁신을 추진. 앞으로 더욱 향상된 단일/하이브리드 클라우드 기술 수준을 위해 노력할 것으로 기대. ▶ 데이터 통합과 이동성: 한국의 기술 기업들은 단일/하이브리드 클라우드 환경에서의 데이터 통합과 이동성을 강화하기 위한 기술을 개발중. 데이터의 원활한 이동과 공유를 지원하는 기술적 도구와 플랫폼이 개발되고 있으며, 클라우드 간의 데이터 이동 및 통합에 대한 기술 수준이 높아지고 있음	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ 단일/하이브리드 클라우드 환경에서의 데이터 보안과 컴플라이언스 요구 사항은 매우 중요. 한국은 데이터 보호 및 컴플라이언스를 위한 보안 기술과 규정 준수를 위한 기술적 도구를 개발하고 적용하는데 주력하고 있음 ▶ 어플리케이션 현대화를 위한 클라우드 네이티브 컴퓨팅 필요성의 지속적인 확대에 따른 마이크로 서비스아키텍처, 컨테이너, DevOps, CI/CD, 쿠버네티스 기반 운영, 서버리스 컴퓨팅 등의 관련 시장 확대 및 기술 수준 상승 ▶ 정부의 국책연구개발과제(Cloud-Barista)를 통한 기초 및 응용분야 기술개발이 활발하게 이루어지고 있으며, 정부의 디지털플랫폼정부 정책(DPG 허브)에 의해 MSP 기업을 중심으로 응용 및 사업화 투자 증가 (메가존클라우드, 베스핀글로벌, 이노그리드, 스트라토 등) ▶ 카카오는 카카오 클라우드를 통해 클라우드 인프라와 관련된 서비스를 개발하여 자사의 데이터 센터를 기반으로 고성능 가상 머신, 스토리지, 데이터베이스, 보안 및 네트워크 서비스를 제공 ▶ 카카오엔터프라이즈는 하나 이상의 데이터센터에 워크로드를 배치해, 하나의 가용영역에서 문제가 생겨도 서비스에 미치는 영향을 최소화 해주는 글로벌 수준의 멀티 가용영역(AZ) 서비스를 제공 ▶ 클라우드 기초기술은 글로벌 선도기업에 비해 미흡한 상태이나, 응용 및 서비스 분야에서 글로벌 선도기업을 벤치마킹하여 서비스 제공 영역 확대 및 기술 향상 ▶ 클라우드 서비스 제공 업체인 Naver Cloud Platform, Kakao i Cloud, SK C&C 등은 안정적이고 고성능의 단일 클라우드 서비스를 제공하며, 다양한 산업 분야에서 활용되고 있으나, 기초연구 부분에서는 전 년도와 같은 수준으로 유지됨 ▶ 클라우드 응용 및 서비스는 금융 회사 등 대기업 중심으로 디지털 전환을 시도하면서 대부분 글로벌 CSP 위주로 클라우드 네이티브 기반의 다양한 클라우드 응용 서비스를 활용하고 있음 ▶ 하이브리드 클라우드 기술: 한국의 기업들은 하이브리드 클라우드 환경에서의 기술적 도전과 혁신을 추구하고 있음. 기존의 온프레미스 시스템과 클라우드 리소스를 유연하게 통합하여 최적의 리소스 활용과 비용 효율성을 달성하기 위한 기술적 연구와 개발이 진행되고 있으며, 금융 및 엔터프라이즈 기업이 우선적으로 프로젝트를 진행 하고 있음	상승
미국	▶ Amazon, Microsoft, Google 등 글로벌 기업들이 유연하고 확장 가능한 클라우드 컴퓨팅 서비스를 제공하고 있음 - Amazon의 Amazon EC2, Amazon S3, Amazon RDS 등 - MS의 Azure Virtual Machines, Azure Blob Storage, Azure SQL Database 등 - Google의 Google Compute Engine, Google Cloud Storage, Google Cloud SQL 등 ▶ Amazon, Microsoft, Google 등 글로벌 선도기업을 중심으로 클라우드 기술, 시장 전 분야에서 지속적인 선도적 위치를 점하고 있으며, 특히 초거대 AI 시장에서 독보적인 기술력을 바탕으로 관련 시장 및 생태계를 이끌고 있어 선도적 지위 유지 ▶ Amazon은 거대언어모델(LLM)인 ‘타이탄(Titan)’과 이를 기반으로 한 클라우드 서비스 ‘베드록(Bedrock)’ 공개. 베드록을 사용하는 고객들은 Amazon의 타이탄 외에도 여러 업체의 생성형 AI를 선택하여 기업들이 생성형 AI 서비스를 기획, 개발, 운영할 수 있도록 지원 ▶ Amazon은 기업들이 AWS, 온프레미스, 서드파티 소스에 저장된 데이터를 카탈로그화, 검색, 공유, 관리할 수 있도록 하는 새 데이터 관리 서비스 ‘AWS 데이터존(AWS DataZone)’, 파트너와의 데이터 협업을 지원하는 ‘AWS 클린 룸(AWS Clean Rooms)’ 공개 및 서버리스 데이터 통합 서비스 ‘AWS 글루(AWS Glue)’를 업데이트하여 애널리틱스 및 데이터 관리 강화. ▶ Amazon은 여러 ERP 시스템을 쓰는 대기업이 공급업체, 재고, 물류, 기타 공급망 관련 구성요소에 대한 통합 뷰를 얻을 수 있도록 머신러닝을 통합한 공급망 관리 어플리케이션인 ‘AWS 서플라이 체인(AWS Supply Chain)’ 및 대규모 공간, 군중 시뮬레이션 구축, 운영, 실행을 지원하는 클라우드 서비스인 ‘심스페이스 위버(AWS SimSpace Weaver)’ 출시	최고

국가	기술 수준 발전 현황	경향
미국	▶ Google은 데이터 과학자와 AI 개발자가 인공지능(AI) 애플리케이션을 더 쉽게 통합하고 모델의 배포 및 유지 관리를 가속화 할 수 있는 관리형 머신러닝(ML) 플랫폼인 '버텍스 AI(Vertex AI)'에 '모델 가든(Model Garden)'과 '생성 AI 스튜디오(Generative AI Studio)'를 추가하여 생성형 AI를 지원해 텍스트와 이미지 생성이 가능한 새로운 기반 모델(foundation model)을 제공하며, 향후 오디오 및 비디오까지 생성 범위가 확대될 계획이며, 모델 검색, 프롬프트 생성 및 수정, 자체 데이터 기반 미세 조정 등 다양한 신기술을 기반으로 어플리케이션 배포 지원 ▶ Microsoft-오픈AI 연합과 Google은 거대언어모델에 기반한 생성형AI 기술 및 시장을 선도하고, 다양한 서비스를 공개하고 있으며, Amazon, Meta 등 다른 빅테크 업체들도 관련 시장에 참여하고 있음. 미국의 글로벌 업체들은 생성형 AI 기반 애플리케이션 생태계 선점을 위해 투자를 확대 중 ▶ Microsoft는 Azure 클라우드 플랫폼을 통해 클라우드 엣지 솔루션(Azure IoT Edge)을 제공 ▶ Microsoft는 거대언어모델을 사용한 AI 비서 코파일럿(Copilot)을 업무 생산성 도구에 적용하고, 윈도우, Edge, Azure 등의 플랫폼으로 확산 예정이며, 오픈AI 챗GPT나 GPT-4 같은 거대언어모델들을 텍스트나 이미지 등 자체 보유한 데이터와 결합해 내부 데이터에 대한 기업 자체의 코파일럿 제품을 개발할 수 있는 애저 AI 스튜디오(Azure AI Studio)를 제공 ▶ 클라우드 응용 및 서비스를 위한 전 기술 분야의 성숙도가 매우 높은 상태이며 실질적인 표준을 제시하고 있는 상태임 ▶ 클라우드 컴퓨팅 분야에서 선두 주자로 멀티 클라우드 및 분산 클라우드 솔루션에 대한 연구와 개발이 활발	최고
일본	▶ 글로벌 측면의 이슈를 만들어가지 못하고 있고, 글로벌 사업자들이 주요 서비스 공급자가 되었기에 자체 보유 기술의 발전은 정체된 상황 ▶ 클라우드 기술 개발보다는 글로벌 CSP, Alibaba 등 중국 CSP의 클라우드를 도입 활용하는 상태 ▶ 일본의 클라우드 시장은 글로벌 기업의 시장 점유율이 높은 상태이며, 글로벌 클라우드 업체와의 경쟁 심화로 인해 퍼블릭 클라우드 시장보다는 공공 및 프라이빗 클라우드 시장에 역량을 집중 ▶ Fujitsu는 대기업 및 공공기관 대상으로 고객을 확대시키고 있으며, 자체 기술로 시장 대응을 하던 기존의 방법을 벗어나 MS Azure와의 연계를 강화함 ▶ NTT는 글로벌 기업과의 경쟁력 약화에 따라 법인용 퍼블릭 클라우드 사업을 종료하고 개인용 클라우드 사업에 집중 ▶ 일본은 KDDI 등 통신사와 클라우드 기업을 중심으로 멀티/분산 클라우드, IoT엣지 클라우드 기술 개발 추진 중 ▶ Amazon, MS, Google의 시장점유율이 확대되는 추세에서 Fujitsu 등을 중심으로 멀티/분산 클라우드 플랫폼을 구축하는 중	하락
중국	▶ Alibaba 클라우드는 Alibaba Group의 클라우드 컴퓨팅 부문으로, 대규모 분산 컴퓨팅 리소스를 제공 - Elastic Compute Service(ECS), Object Storage Service(OSS), Alibaba Cloud Database(RDS) 등 - Tencent 클라우드는 주로 자사를 대상으로 클라우드 컴퓨팅 서비스를 제공 : Tencent Cloud Virtual Machine (CVM), Tencent Cloud Object Storage (COS), TencentDB 등 ▶ Alibaba클라우드는 Alibaba DAMO Academy에서 연구 개발해 온 300개 이상의 AI 모델을 오픈소스로 제공하는 MaaS(서비스형 모델, Model-as-a-Service) 플랫폼 '모델스코프(ModelScope)'를 출시. 모델스코프 플랫폼은 컴퓨터비전, 자연어 처리(MLP), 오디오 등 다양한 분야에 적용될 수 있으며, 약 150개 이상의 SOTA(State-of-the-Art) AI 모델을 제공하고, AI 모델을 테스트 및 결과확인, 파인튜닝을 수행 할 수 있음 ▶ Alibaba, Tencent 등 기업들의 활발한 기초 및 응용 연구 개발이 추진되고 있으며, 한국과 함께 국제 표준화 기구*에서 표준기술개발을 주도	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
중국	▶ Alibaba, Tencent, Huawei가 세계시장 점유율 4~5위를 유지하며, 인프라 클라우드 시장에서 글로벌 클라우드와 내수 시장에서 급성장하고 있으며, 상대적으로 둔한 성장이지만 다양한 응용 및 서비스 개발에서 성장하고 있음 ▶ Alibaba 클라우드는 대규모언어모델(LLM) ‘통이치엔원’을 AI 기반 미팅 어시스턴트 ‘팅우’에 적용하여 멀티미디어 콘텐츠를 높은 정확성과 효율성으로 이해하고 분석할 수 있도록 지원하며, 디지털 협업 업무 공간인 ‘딩톡’과 사물인터넷(IoT) 지원 스마트홈 가전을 제공하는 ‘딩돌 지니’에도 적용 예정 ▶ Huawei는 내수 시장의 점유율 확대에 따른 공격적인 확장 정책을 진행 중. 국제정치적 변수에 따라 아태지역을 중심으로 클라우드 인프라 및 생태계를 넓히고 있음. 원스톱 리치 미디어 메시징용 KooMessage와 디지털 트윈 클라우드 지도용 KooMap aPaaS 서비스 및 데이터 거버넌스 생산 라인인 DataArt 및 디지털 휴먼 서비스, AI 애플리케이션 개발 프레임워크 ModelBox 등의 신규 서비스 출시 ▶ Tencent는 클라우드 엣지 기술 활용하여 스마트 시티 서비스를 개발하여 도시 교통, 환경 모니터링, 보안 등 다양한 영역에 활용 ▶ 고속 및 대용량의 데이터센터를 구축하여 멀티/분산 클라우드 기술의 발전을 지원중. 넓은 지역에 분산된 데이터센터 네트워크를 구축하여 안정적인 고속 데이터 처리와 전송을 가능케 하고 있음. 또한 빅데이터와 인공지능 기술을 멀티/분산 클라우드 환경에 적용하여 데이터 처리, 분석, 인공지능 서비스 등에 활용중. 이를 통해 중국은 다양한 산업 분야에서 혁신적인 서비스와 응용을 개발중 ▶ 관리 및 운영 툴: 중국의 기업들은 단일/하이브리드 클라우드 환경에서의 관리 및 운영을 효율적으로 수행할 수 있는 도구와 플랫폼을 개발하고 있음. 자동화된 운영 및 관리 툴, 모니터링 시스템 등이 개발되어 클라우드 환경의 효율적인 운영을 지원하고 있음 ▶ 단일/하이브리드 클라우드 기술의 발전을 위해 산업과 학계가 긴밀하게 협력하고 있으며, 높은 수준의 기술을 지속적으로 발전 ▶ 민간 합동의 대규모 투자를 통해 외국 기술에 대한 의존도를 줄이고 클라우드 기술을 내재화하는 목표를 설정하고 있고, 디지털 전환의 가속화에 따른 클라우드 시장의 급격한 확대를 통한 클라우드 관련 기술 성장 추세 ▶ Baidu는 중국 검색시장의 강자로 중국판 챗GPT인 어니봇을 출시하여 검색에 통합하는 등 MS와 유사한 방식으로 서비스를 진행할 것으로 예상되며, Baidu의 주력 분야인 모빌리티 분야에 어니봇을 적용해 차량 내 음성비서 서비스를 강화할 계획. 글로벌테크 업체의 초거대AI 기술에는 많이 부족해 보이거나 폐쇄적인 중국내 시장을 바탕으로 기술 및 사업 영역을 확대할 것으로 예상 ▶ 중국 정부는 클라우드 컴퓨팅 및 관련 기술의 발전을 적극적으로 지원. 클라우드 관련 정책의 도입과 연구 개발 지원 프로그램 등을 통해 중국의 멀티/분산 클라우드 기술 수준을 높이고 있음. 그러나 사업화 입장에서는 지역별 네트워크 및 데이터 센터가 분리된 한계를 보유 ▶ 중국은 Alibaba 클라우드, Tencent 클라우드, Huawei 클라우드 등 퍼블릭 클라우드를 중심으로 내수 시장의 규모의 경제를 활용하여 IaaS, PaaS 시장의 고속 성장과 SaaS에서의 안정적인 성장을 진행 중 ▶ 하이브리드 클라우드 기술: 중국의 기업들은 하이브리드 클라우드 환경에서의 기술적 도전과 혁신을 추구하고 있음. 기존의 온프레미스 시스템과 클라우드 리소스를 효율적으로 통합하고 관리하기 위한 기술 개발과 연구가 정부 지원하에 진행되고 있음	상승
유럽	▶ (독일) 도이치텔레콤의 자회사인 독일 최대 IT 서비스 기업인 T-시스템즈는 ‘소버린 독일 클라우드’ 파트너인 Google과 전략적인 협력을 확대하여 공공, 의료, 자동차 산업 및 대중교통 등의 핵심산업에 대한 엔드투엔드 솔루션 협력 ▶ (프랑스) Orange, Capgemini가 설립하는 Bleu 클라우드는 프랑스 국가사이버보안국(ANSSI)이 신뢰할 수 있는 클라우드 사업자에게 제공하는 SecNumCloud 인증을 진행 중이며, Microsoft사와의 기술협력으로 Microsoft Azure 서비스와 Microsoft 365 서비스를 2024년부터 제공할 예정이며 Bleu 플랫폼은 Microsoft와 단절된 프랑스 영토내의 지리적으로 분산된 데이터 센터를 사용	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
유럽	▶ (프랑스) Dassault Systemes은 유럽 소버린 클라우드(European Sovereign Cloud)를 위한 연합 구성을 발표. 이 연합은 Dassault Systemes의 아웃스케일(Outscale)을 비롯해 방크 데 테리토리스(Banque des Territoires), 라포스테 그룹의 디지털 자회사인 도카포스테(Docaposte), 부이그 텔레콤(Bouygues Telecom)과의 합작으로 이루어짐 ▶ Amazon, Microsoft, Google 등의 글로벌 클라우드 서비스 제공업체의 시장 점유율이 지속적으로 상승 중이며, 유럽 현지 업체는 IaaS 위주의 서비스를 제공함에 따라 플랫폼 서비스는 주로 글로벌 업체와의 협력을 통해 제공 ▶ Linux 등 클라우드의 운영 기반이 되는 시스템 SW 분야, 오픈소스 커뮤니티 활동 등을 통해 원천 기술, 오픈소스 기술에서 안정적인 기술 기반을 보유 ▶ Oracle Cloud도 유럽 내에서 멀티 클라우드 솔루션을 제공하고 있으며, 데이터 보안 및 규정 준수에 중점을 두고 있음 ▶ 멀티/분산 클라우드를 대상으로 클라우드 응용의 배포/운용 플랫폼을 제공하는 Jelastick 등의 기업들은 공개 SW와의 연계, 협력을 확장하며 글로벌 진출 제고 ▶ 미국 기업들이 퍼블릭 클라우드 시장을 주도하고 있지만, 유럽에서도 각 분야에서 경쟁력을 갖춘 SaaS 기업이 나타나고 있음. 유럽은 소버린 클라우드 전략으로 디지털 주권과 데이터 보호를 위해 유럽 클라우드 얼라이언스를 창설한 후, 클라우드 기술 표준 수립과 공공 서비스 중심으로 생태계 구축을 추진 중 ▶ 유럽 클라우드 기업의 퍼블릭 클라우드 시장 영향력은 여전히 낮은 상태이며, 미국의 글로벌 선도기업의 시장 점유가 높아지고 있으며, 협력이 확대되고 있음. 유럽 클라우드 경쟁력확보를 위한 여러 가지 프로그램이 진행중이나 현재 가시적인 성과는 나타나고 있지 않음 ▶ 유럽 클라우드 얼라이언스를 통해 미국 기업에 장악된 클라우드 시장을 되찾기 위해 노력 중이며 유럽의 데이터 주권 강화 움직임에 따라 글로벌 선도기업과 현지 업체의 협력을 통해 소버린 클라우드 구축이 진행 중이나, 현재는 데이터 통제권만 도입국이 행사하는 형태임 ▶ 클라우드 컴퓨팅 분야에서 광범위한 협업과 연구를 진행하고 있으며, 멀티 클라우드 및 분산 클라우드 기술에 대한 수요가 증가하고 있음	상승

❖ 한국의 기술수준 향상을 위한 정책제언

주요 전략 제언

❖ 클라우드 오픈소스 기술지원 및 오픈소스 유지관리 사업 지원 필요

- 오픈소스 기반으로 클라우드를 구축할 경우 복잡하고, 높은 수준의 전문성이 필요하기 때문에 관련 기술과 역량을 충분히 내재화하지 못하면 고객이 오픈소스를 활용해 클라우드를 전환하는데 어려움
- 국내외 모두 공공 클라우드 서비스에 대한 투자 및 확산이 가속화되고 있으나, 한국의 주요 클라우드 서비스는 공공 클라우드의 경쟁력과 직결되는 개방형API의 제공 범위 및 안정성 미흡. 글로벌과 격차를 감소할 수 있는 정책적 지원 방안 필요

❖ CSAP 규제완화로 도입된 등급제로 발생할 수 있는 문제점의 제도 개선 및 운영

- CSAP(클라우드보안인증제도)는 민간 기업이 공공 클라우드 시장에 진입하고자 할 경우 이 인증을 반드시 획득하도록 하고 있음. 최근 CSAP완화와 논리적 망분리 허용하는 형태로 개편되고 있으며, 클라우드 기반 데이터 보호 제도 강화 필요
- 클라우드 산업 관련 규정/인증체계는 기존 단일/하이브리드 환경을 대상으로 하고 있기에 차기 클라우드 환경으로 인식되고 있는 멀티 클라우드 환경 측면에서 재검토를 통한 일부 보완 및 개선이 필요
 - 글로벌 업체의 공공시장 참여 확대 및 국내기업 역차별 우려 해소 및 등급에 대한 데이터 보호 및 안전성에 대한 검토
 - SaaS 전문기업의 공공부분 진출확대의 가능성 증대의 긍정적 요소 모니터링

❖ 클라우드 전문 인력 양성 프로그램 확산 프로그램 설계

- 클라우드 기술 관련 전문 인력은 시스템 엔지니어, MSA 등 특정 분야에 치중되어 있어 다양한 전문가 (컨설턴트, 아키텍터, 솔루션 개발자, PaaS 기반 SaaS 개발자 등) 확대 및 중/고급 인력 양성 필요
- 정부의 지속적인 SaaS 활성화 정책 및 지원이 이루어지고 있으나, SaaS 생태계 내 기업들은 기술력 및 고급인력 확보 미흡
- 교육 및 연구 분야에서 제약 없이 사용할 수 있는 국가 차원의 클라우드 인프라 구축 및 서비스 제공을 통해 인력양성 및 인프라 조성 측면에서 시너지 창출 효과 기대

7 컴퓨팅 시스템

▶ 총평

- 미국은 세계 최고수준의 HPC/병렬컴퓨팅 시스템을 보유한 오크리지국립연구소(ORNL)와 Intel의 B2B, B2C 대상 AI컴퓨팅 기술 지속 개발 발표에 따른 최고 기술국 지속 유지
- 한국은 삼성전자의 슈퍼컴퓨터 기술 및 사피온, 리벨리온, 퓨리오사AI 등 경쟁력 높은 중소기업의 사업화 성과와 연구기관들의 원천기술 개발 등으로 기술수준 지속 발전 중

컴퓨팅 시스템 기술수준 및 기술격차

기술수준	미국(100%) > 중국(90.7%) > 유럽(89.5%) > 일본(88.7%) > 한국(87.5%)
기술격차	최고기술국(미국)과 최하기술국(한국) 격차 : 기술수준(12.5%), 기술격차(1.3년)

구분	상대수준(100%)															기술격차(0년)				
	한국			미국			일본			중국			유럽			한국	미국	일본	중국	유럽
	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화					
차세대 컴퓨팅	89.6	86.8	87.6	100	100	100	90.8	88.6	89.0	91.4	91.6	91.6	94.2	89.4	88.4	1.2	0.0	1.0	0.6	0.9
기반 컴퓨팅	86.0	87.2	87.0	100	100	100	87.4	87.7	87.1	87.7	89.1	91.3	87.8	87.8	87.8	1.5	0.0	1.4	1.2	1.3
합계 (가중평균)	88.2	87.0	87.4	100	100	100	89.4	88.2	88.2	89.9	90.6	91.5	91.6	88.8	88.2					

종합	2022	87.5	100	88.7	90.7	89.5	1.3	0.0	1.1	0.8	1.0
	2021	87.1	100	88.7	90.2	89.3	1.3	0.0	1.1	0.9	1.1

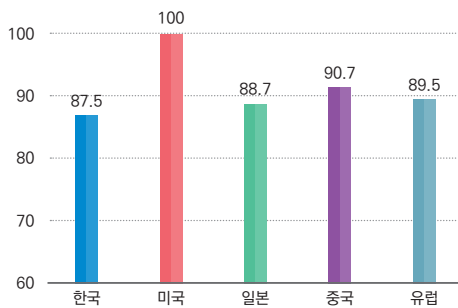
② 기술수준조사 결과

- 컴퓨팅시스템 분야의 세계최고 기술국(미국 : 100%, 0년) 대비 상대적 기술수준 및 기술격차
 - 한국의 컴퓨팅시스템 기술수준은 87.5%, 기술격차는 1.3년으로 조사
 - 세계 최고기술 보유국인 미국과의 기술격차는 중국 0.8년, 유럽 1년, 일본 1.1년, 한국 1.3년의 기술격차를 보이고 있음

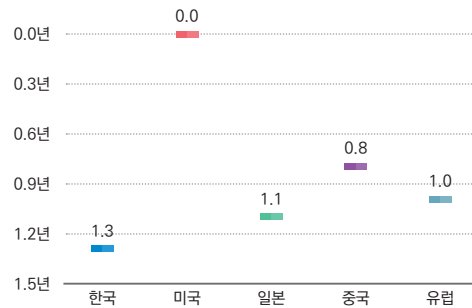
컴퓨팅시스템 기술수준 및 기술격차

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



구분	한국		미국		일본		중국		유럽	
	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
컴퓨팅시스템	87.5	1.3	100	0.0	88.7	1.1	90.7	0.8	89.5	1.0

- 컴퓨팅시스템 분야 기술수준은 미국이 전년대비 최고 기술국을 유지하고 있으며, 한국·중국·유럽 증가, 일본 유지
 - (한국 기술수준) 전년대비 +0.4pt 증가, 5위 유지
 - (일본 기술수준) 전년대비 유지, 4위 유지
 - (중국 기술수준) 전년대비 +0.5pt 증가, 2위 유지
 - (유럽 기술수준) 전년대비 +0.2pt 증가, 3위 유지

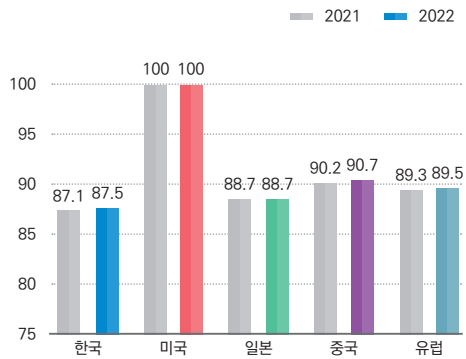
컴퓨팅시스템 기술수준 및 기술격차 증감

구분	년도	한국		미국		일본		중국		유럽	
		상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
컴퓨팅 시스템	'19년	83.5	1.5	100	0.0	88.5	1.1	89.1	1.0	88.2	1.2
	'20년	85.6	1.4	100	0.0	88.3	1.1	90.0	0.9	88.7	1.1
	'21년	87.1	1.3	100	0.0	88.7	1.1	90.2	0.9	89.3	1.1
	'22년	87.5	1.3	100	0.0	88.7	1.1	90.7	0.8	89.5	1.0
전년대비 증감		0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	-0.1	0.2	-0.1

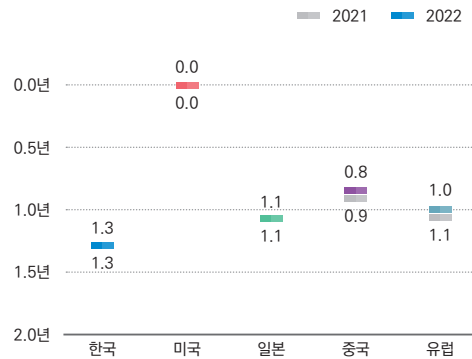
컴퓨팅시스템 '21년 대비 '22년 기술수준 및 기술격차 변화

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



기술헌준평가 도출 근거

대분류	중분류	배 경
컴퓨팅 시스템	차세대 컴퓨팅	▶ 한국의 삼성전자의 AMD GPU 내 인공지능 및 HPC 적용으로 기존 성능 2배 GPU 개발, 차세대 D램 CXL 2.0 세계 최초 개발의 성과와 퓨리오사AI, 사피온 등 AI반도체 펌리스 기업의 사업 성과에 의한 기술 수준 상승 ▶ 미국은 NVIDIA, Intel 중심의 세계 기술 선도와 AMD 알베오 V70 AI 가속기는 AI 추론에서 최고 수준의 성능을 제공 등 뉴로 AI 컴퓨팅 분야의 최고 기술국 유지 ▶ 일본은 RIKEN 국립연구소의 Fugaku HPC/병렬컴퓨팅 시스템이 Top500에서 전년도와 같은 2위에 유지하며 ICT 기술 수준 동일 ▶ 중국은 세계 10위권 이내의 성능을 갖는 Sunway TaihuLight와 Tianhe-2A HPC/병렬컴퓨팅 시스템이 운영되고 있으며 대만과 함께 슈퍼마이크로, 인스퍼, 기가바이트 등 세계 서버시장의 70% 이상의 제품을 공급하며 점점 높아지는 시장 점유율에 따른 기술 수준 상승 ▶ 유럽 최초의 엑사플롭스 슈퍼컴퓨터로써 Jupiter(독일) 슈퍼컴퓨터 구축이 진행 중이며, 2024년 초에 운영 예정으로 기술 수준 소폭 상승
	기반 컴퓨팅	▶ 한국은 2022년 말부터 2024년까지 대구 정부종합데이터센터 구축 사업을 추진하고 있으며, KTNF의 코어리지, 고성능 GPU 서버 KH591S2 등의 발표로 인한 기술 수준 상승 ▶ 미국은 Marvell, Super Micro Computer, BM 3사 주도의 서버, 스토리지 시스템 기술 개발에 따른 최고 기술국 동일 ▶ 일본은 ARM 기술을 기반으로 고성능 서버 기술을 개발하고 있지만 작년과 동일하게 기술 수준에서 유의미한 변화 없음 ▶ 중국은 세계 서버 70% 이상의 제품 공급에 대한 시장장악력과 차이나유니콤 스마트 컴퓨팅 센터 1기를 통해 룡산 공업단지에 위치한 전국 통합 컴퓨팅 파워 네트워크 국가 허브 노드인 '동수서산(東數西算 · 중국 동부 지역의 데이터를 서부 지역에 가져와 처리)' 프로젝트의 전략적 거점으로 활약 기대 등으로 기술 수준 상승 ▶ 유럽은 프랑스의 ATOS에서 탄소 효율성이 높은 하이브리드 서버 Bull Sequena SH, EXR, EXD의 3가지 새로운 모델을 발표하며 사업화 부문에서 기술 수준 상승
총 평		▶ 미국은 글로벌 기업 NVIDIA, Intel, Marvell, Super Micro Computer, BM 등을 중심으로 고성능 인공지능 가속기, 스토리지 시스템 기술 개발에 의한 최고 기술국 유지 ▶ 한국은 삼성전자 주도의 차세대 D램 세계 최초 개발, KTNF의 신기술 발표 등에 의해 기술 수준 상승 ▶ 일본의 슈퍼컴퓨터 후가쿠가 미국의 슈퍼컴퓨터 프론티어에 이어 전년도와 동일한 세계 2위이며 HPC/병렬 컴퓨팅 분야 강점은 가지고 있으나 기초, 응용, 사업화 영역에서 뚜렷한 성과가 미비하여 기술 수준 정체 ▶ 중국은 차세대 컴퓨팅 시스템 서버 시장의 70% 이상의 시장 점유율을 통해 지속적인 발전중 ▶ 유럽은 슈퍼 컴퓨터 구축을 위한 엑사플롭스 사업이 진행중이며, 산업계의 유의미한 성과에 의한 기술 수준 상승

⑤ 주요국 기술 동향 및 발전 현황

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ 2023년 6월 기준 Top500 HPC 순위에서 세계 20위(SSC-21/삼성전자), 세계 37, 38위인 기상청 Guru/Maru, 세계 47위(Titan/SK텔레콤) 등 HPC/병렬컴퓨팅 구축과 활용 확대 ▶ 2022년 말부터 2024년까지 총 850억원 규모의 대구 정부통합데이터센터 구축사업 추진 ▶ 2023년 4월에 개최된 '나라장터 엑스포 2023'에서, 유니와이드는 3세대 Intel 제온 스케일러블 프로세서를 탑재한 표준 서버 RD228H와 고성능 컴퓨팅 및 클라우드 서비스의 원활한 운영을 위한 GPU서버인 RD228H, 케이티엔에프는 자체 기술력으로 개발한 국산 x86 서버 'KR580S2', 쓰리에스코어는 차세대 AMD EPYC CPU가 탑재된 고성능 GPU 서버를 소개 했음. 공공조달을 통해 국내 중소 컴퓨팅 장비 기업의 활성화를 꾀하고 있음 ▶ 2023년 6월에 KTNF는 서버 통합브랜드명 '코어리지'를 발표와 해당 브랜드명이 적용된 자체 기술력으로 개발된 4세대 Intel 제온 스케일러블 프로세서를 탑재한 표준서버 KR580S3 및 GPU 서버 KH590S3를 선보이고 고성능 분야 공략 추진 ▶ KISTI는 2024년 상반기 슈퍼컴퓨터 6호기 활용을 위한 신규 HPC 시스템 구축을 추진 ▶ KTNF가 한국과학기술정보연구원(KISTI)과 협력해 슈퍼컴퓨터 하드웨어 핵심 기술을 일부 접목한 고성능 GPU 서버 'KH591S2'를 국산화 출시 ▶ KTNF를 중심으로 "에지 서버, GPU 서버, 보안 서버, x86 서버, ODM 서버 등 국산 개발 제품화 진행중이며 x86서버, 보안서버 중심으로 GPU 서버로 사업화 확대 중. 기술측면에서는 엣지서버와 엣지게이트웨이 분야로 기술 개발 확대 중 ▶ KT는 세계 58위 성능(14.4PFlops)을 갖는 KT DGX SuperPOD HPC 시스템(제조사 NVIDIA)을 2022년에 구축·운영 ▶ SK텔레콤은 2023년에 세계 47위 성능(16.39PFlops)을 갖춘 AMD EPYC 프로세서와 NVIDIA A100으로 구성(제조사 HPE)된 Titan HPC/병렬컴퓨팅 시스템을 운영 ▶ 국내 CSP(클라우드 서비스 제공업체)를 중심으로 전산자원 확대를 위한 IDC 신규 확충이 진행중이며, AWS, MS 등 글로벌 기업의 경우 아시아 시장 공략을 위한 거점으로 국내 IDC 임대 및 직접 건립을 계획 ▶ 글루시스가 HPE 하드웨어에 글루시스의 NAS 솔루션을 탑재한 파일 스토리지 솔루션 'AnyStor H' 시리즈를 출시 ▶ 기존의 국가 및 대기업 및 기관 중심의 HPC 및 병렬 컴퓨팅 기술 구축 및 도입 분야가 기업 단위 소규모의 HPC 시스템 구축을 위한 장비 도입 및 구축 진행 중 ▶ 데이터 스토리지 인프라 솔루션 분야의 씨게이트와 선도적인 NAS(Network Attached Storage) 공급업체인 큐백은 'NAB 2023 컨퍼런스'에서 엣지-클라우드 엔터프라이즈 스토리지 솔루션의 통합 제품군을 함께 발표 ▶ 데이터빈, 원방테크 기업에서 에너지절감 기술을 위한 이머징쿨링(침지냉각) 기술 개발 추진 ▶ 라닉스는 2023년 6월에 5G-NR-V2X 통신 모뎀 기술개발 및 상용화 로드맵을 발표 ▶ 리벨리온은 2023년 초에 데이터센터용 시컴퓨팅 장비인 ATOM을 출시하여, KT클라우드에 적용할 예정 ▶ 망고부스트 범용 DPU 기술을 적용한 MBDP-1 제품을 출시하며 데이터 중심 컴퓨팅에 필요한 디바이스 성능 가속화 기술에 대한 세계 시장 경쟁력을 보유할 것으로 보임 ▶ 사파온은 데이터센터의 추론용 시컴퓨팅 장치인 X220을 개발하여 2022년에 NHN 데이터센터 인프라에 적용하였고, 2023년 하반기 4배 이상 성능이 뛰어난 X330 출시할 계획 ▶ 삼성전자는 2022년 세계 최초로 CXL 1.1 기반 CXL D램 개발 이후, 2023년에 CXL 2.0 지원 128GB D램(PCIe 5.0 지원, 35GB/s 대역폭)을 개발하여 차세대 컴퓨팅 기술의 상용화를 선도 ▶ 삼성전자는 업계 최초 CXL 2.0 메모리를 개발하여 차세대 메모리 기술 상용화를 앞당기며 차세대 데이터 중심 컴퓨팅 기술을 견인함	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ 세계 20위(SSC-21/삼성전자), 세계 37~38위인 기상청 Guru/Maru, 세계 47위(Titan/SK텔레콤) 등 HPC 시스템 구축이 확대 ▶ 카이스트의 정명수 교수는 Panmnnesia을 설립하여 DirectCXL 기술을 기반한 메모리 확장 모듈을 개발하고 CXL 메모리 개성을 통한 AI 추천모델을 5배 빠르게 처리할 수 있는 기술을 세계 최초 제시 ▶ 퓨리오사시는 NVIDIA GPU와 경쟁 가능한 데이터센터 서버의 추론 성능을 극대화하는 NPU인 워보이를 개발 ▶ 한국은 AI반도체 펌리스 기업들(사피온/리벨리온/퓨리오사AI)에서 차세대 AI컴퓨팅 기술 고도화가 진행되고 있고, 삼성전자는 AI시대를 이끌 차세대 D램인 CXL2.0 D램 메모리를 세계 최초로 개발 (2023년 05월)	상승
미국	▶ 2023년 기준, 추가로 2대의 엑사플롭스 슈퍼컴퓨터가 추가 운영될 것으로 예정. Aurora(아르곤 국립연구소) 슈퍼컴퓨터는 약 2 엑사플롭스 이상의 성능을 목표로 하고, El Capitan(로렌스 리버모어 국립연구소) 슈퍼컴퓨터는 2 엑사플롭스 성능으로 2023년 가동 예정 ▶ AMD 알베오 V70 AI 가속기는 AI 추론에서 최고 수준의 성능을 제공하고, AMD Instinct MI300 가속기는 데이터센터 APU로 AMD CDNA 3 GPU, Zen4 CPU, HBM 칩셋을 결합한 3D 칩렛 디자인을 적용하여 저전력 AI 학습 성능을 지원 ▶ BM은 2023년 3월 스토리지 포트폴리오를 데이터와 AI를 위한 스토리지, 하이브리드 클라우드를 위한 스토리지, 데이터 회복탄력성을 위한 스토리지 등 3가지 라인업으로 재정립 수요에 맞춤형된 제품 및 솔루션을 제시 ▶ El Capitan 슈퍼컴퓨터는 Cray EX Shasta 아키텍처 기반으로 AMD Zen AMD64 CPU와 AMD Instinct MI300 가속 컴퓨팅 장치(APU)를 사용 ▶ Intel은 2023년에 PCIe 5.0-CXL을 지원하는 R-타일 내장 Agilex7 FPGA를 출시하여 기존 제품 대비 2배 빠른 PCIe 5.0 대역폭과 포트당 4배 높은 CXL 대역폭 등 타 제품 대비 높은 성능을 보임 ▶ Intel은 AI 기능을 대규모 데이터센터가 아닌 사용자 기기에서 구현하는 차세대 프로세서 메테오레이크 (Meteor Lake) 개발 현황 발표 (2023년 05월) ▶ Marvell(미국)은 엣지 서버 및 5G/6G 시장에 대응 가능한 ARM 기반 OCTEON 및 ARMADA 플랫폼 등의 DPU를 지속적으로 출시하고 있음 ▶ Memverge사는 2023년에 국제 슈퍼컴퓨팅 컨퍼런스(ISC)에서, 네트워크 IO와 데이터 복사를 제거하여 분산 애플리케이션의 성능을 향상하는 프로젝트 Gismo(Global IO-free Shared Memory Object)를 발표 ▶ NGD사를 중심으로 연산스토리지 글로벌 표준(SNIA) 및 제품을 개발 중에 있으며, 최근에 NEWPORT NVME 연산스토리지 플랫폼 개발 ▶ NVIDIA는 A100 GPU 대비 5배의 성능이 개선된 데이터센터 규모의 AI컴퓨팅 시스템인 H100 제품을 통해 세계 최고 AI컴퓨팅 기술을 선도 ▶ Super Micro Computer는 2022년 하반기 최신 클라우드, AI/ML, HPC, HCI, 엔터프라이즈 애플리케이션을 위한 4세대 AMD EPYC 프로세서 기반 그랜드트윈, 클라우드DC, 하이퍼, 4U/8U GPU 서버 등 제품을 발표 ▶ 미국 NVIDIA(H100)/Intel(Meteor Lake)/AMD(Instinct MI300)는 데이터센터와 사용자 단말에서 AI 연산 성능을 개선한 AI컴퓨팅 기술 출시 및 계획을 발표 ▶ 미국 오크리지 국립연구소의 프론티어 시스템이 2023년 6월 기준 세계 1위 HPC/병렬컴퓨팅 시스템이며, 엑사플롭스 성능을 가진 유일한 시스템 ▶ 미국은 프론티어 슈퍼컴퓨터로 엑사플롭스 성능을 구축했으나, 5~10배 더 강력한 HPC 시스템을 2025년~2030년에 구축 계획 수립 ▶ 프론티어는 1.102 Linpack 엑사플롭스 컴퓨팅 성능으로 측정되나 향후 2 엑사플롭스 성능에 도달할 것으로 예상	최고

국가	기술 수준 발전 현황	경향
일본	▶ 리켄(RIKEN) 국립연구소의 후가쿠(Fugaku) HPC/병렬컴퓨팅 시스템이 Top500에서 전년도와 동일한 수준(2위)을 유지 ▶ 일본 문무과학성 지원으로 차세대 슈퍼컴퓨터 'Fugaku NEXT'에 대한 타당성 조사가 Riken 국립연구소 컨소시움을 통해 2022년에 시작 ▶ 복수의 Fugaku NEXT 시스템 연구가 추진되고 있으며, Riken 주도 시스템 연구팀은 기존 범용 프로세서를 중심으로 차세대 매니코어 프로세서 개발 가능성을 검토하고, 고베대학 주도 시스템 연구팀에서는 많은 코어 프로세서 중심의 AI 아키텍처 개발을 연구 ▶ 기반컴퓨팅 분야의 경우 Fujitsu PRIMEHPC FX1000 20개 Rack에 Fujitsu Arm 기반 48코어 "A64FX" CPU가 적용된 7680개 노드와 NVIDIA A100 GPU가 적용된 Fujitsu PRIMERGY GX2570 서버로 구성된 Fujitsu HPC/AI 슈퍼컴퓨터 ▶ 일본을 대표하는 7개 전기·소재 기업(Fujitsu와 NEC, 아이오코어, Fujitsu 오픈컬 컴포넌트, 교세라, 키옥시아, 일본 제온)이 '저전력 데이터 센터'를 위한 서버 기술 개발을 위해 공동 프로젝트를 추진. 각 기업들은 '28년까지 각각 사업 영역에서 신기술을 확보할 계획이며, 현재와 비교해 데이터 센터 소비전력을 최대 40% 줄이는 게 목표 ▶ '후(後)공정 3D와 프로세스 기술 개발 프로젝트'를 통해 고성능컴퓨팅(HPC)이나 엣지(Edge) 컴퓨팅용 3D 패키징 기술, 패키징 기판이나 접합재료와 같은 공통 기반기술을 개발하여 국내에 없는 첨단 로직 반도체의 후공정 기술을 확립 ▶ 일본은 우주시스템, 지리공간정보, SINET, HPC를 포함하는 차세대 컴퓨팅 기술 개발 진행 중	유지
중국	▶ 중국과 대만은 SuperMicro, Inspur, Giga Byte 등 다양한 서버 제조사들을 보유하며 세계 서버시장의 70% 이상의 제품을 공급하며 시장 장악력이 높아지고 있고 Intel 5세대 및 ARM 서버 등 다양한 분야에 기술 집약도와 시장 점유율이 향상 되고 있음 ▶ 2023년 6월 기준, Top500 리스트에서 세계 10위권 이내의 성능을 갖는 Sunway TaihuLight와 Tianhe-2A HPC/병렬컴퓨팅 시스템이 지속 운영 ▶ Tianhe-3 시스템이 중국에서 두 번째 엑사플롭스 슈퍼컴퓨터이고, 최고 성능이 1.3엑사플롭스로 확인되며, Tianjin Phytium Information Technology 개발한 ARM 아키텍처 기반 FeiTeng 프로세서와 Matrix 2000+ 가속기를 사용 ▶ Top500 리스트에서 세계 10위권 이내의 성능을 갖는 2종 (Sunway TaihuLight, Tianhe-2A) HPC/병렬컴퓨팅 시스템 운영 ▶ 기반컴퓨팅 분야의 경우 Huawei를 중심으로 서버, 스토리지시스템, IDC 인프라 기술 전반에 걸쳐 사업화 기술로 개발을 추진 중에 있으나, 미국 제재로 Huawei 등 사업화 부분에 영향을 받아 국가적으로 대체 방안 모색 중 ▶ '쌍탄(雙碳·탄소 배출 정점 및 탄소중립)' 목표에 따라 컴퓨팅 에너지 소비를 줄이고 '녹색 컴퓨팅'을 추진 ▶ 차이나유니콤 스마트 컴퓨팅 센터 1기를 통해 구이안(貴安)신구 룡산(龍山) 공업단지에 위치한 전국 통합 컴퓨팅 파워 네트워크 국가(구이저우) 허브 노드는 '동수서산(東數西算·중국 동부 지역의 데이터를 서부 지역에 가져와 처리)' 프로젝트의 전략적 거점으로 활약할 것으로 기대 ▶ 타이후라이트 후속인 오션라이트(Oceanlite)는 알파 아키텍처 기반의 썬웨이 프로세서를 사용하고, 1.05 엑사플롭스 성능을 확보한 것이라는 여론 다수	상승
유럽	▶ (독일) 유럽 최초의 엑사플롭스 슈퍼컴퓨터로써 Jupiter 슈퍼컴퓨터 구축이 진행 중이며, 2024년 초에 운영 예정 ▶ (영국) GRAPHCORE사는 AI 처리성능을 확장할 수 있는 BOW IPU(intelligent processing unit) 프로세서를 사용한 Bow Pod 시스템을 개발하여 보급. Bow Pod 256 시스템은 FP32 기준으로 22.4 PFlops 성능과 FP16 기준으로는 약 90PFlops 성능을 확보	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
유럽	▶ (프랑스) ATOS는 최근 Bull Sequena SH: 탄소 효율성이 높은 하이브리드서버, Bull Sequena EXR & EXD: Edge 의 3가지 새로운 서버 모델을 발표 국내 시장에도 진출 ▶ EuroHPC 사업으로, 2023년까지 총 8종의 슈퍼컴퓨터 시스템들(LUMI/핀란드, LEONARDO/이탈리아, Vega/슬로베니아, MeluXina/독셈부르크, Discoverer/불가리아, Karolina/체코, MareNostrum5/스페인, Deucalion/포르투갈)이 구축·운영 ▶ 기반컴퓨팅 분야에서 슈나이더 일렉트릭은 엣지 컴퓨팅을 위한 마이크로 데이터 센터 기술과 신재생 에너지, 저탄소 데이터 센터 운영을 위한 데이터 센터 운영 프레임워크 기술 발표 ▶ 세계 3위(LUMI/핀란드), 세계 4위(Leonardo/이탈리아) 성능의 HPC/병렬컴퓨팅 시스템을 구축·운영	상승

❖ 한국의 기술수준 향상을 위한 정책제언

주요 전략 제언

- ❖ 초거대 데이터 처리에 최적화된 PIM, CXL 등 차세대 요소기술을 적용한 엑사스케일 초고성능컴퓨팅 시스템 연구와 인프라 구축 추진
 - CXL 기반 메모리 중심 AI/클라우드 컴퓨팅을 위한 메모리 접근 기반 고속 파일시스템 기술과 DPU를 활용한 스토리지 연산 가속 SW 기술로 AI 연산 가속기술 이외의 스토리지 분야 기술 확보
 - 국내 메모리 반도체뿐만 아니라 비메모리 반도체에서 개발하는 부품을 적용하기 위한 하드웨어 시스템 플랫폼 개발이 필요
 - 예를 들어 새로운 PIM, NPU 등을 개발하더라도 이를 적용하기 위한 시스템화 기술 및 인프라가 부족함. Intel의 경우 새로운 CPU를 개발하면 이를 사용하기 위한 참조 메인보드 플랫폼을 제공하고 각 서버 개발사·제조사를 통해 자체 서버를 개발
- ❖ AI 핵심 초고성능컴퓨팅 인프라의 공동 활용 체계 지원을 통한 활용과 전문 HPC 인력 양성 확대
 - 국내 시스템 플랫폼 관련 하드웨어, 소프트웨어 관련하여 대학교, 민간교육기관이 부족하여 기업 차원에서는 개발 인력이 부족
 - 하드웨어 플랫폼 선도국인 대만에 비해서 인건비가 상당히 높아 영세한 국내 기업이 투자하기에는 어려우므로 산학연 인프라 공동 활용 체계 및 정부 지원을 통한 인력 양성 필요
 - 차세대 컴퓨팅 HW 장비(CXL 인터커넥터, xPU 디바이스 등) 통합 인프라 및 기술 교육 사업을 통한 연구자 양성
 - FPGA / 임베디드 리눅스 커널 및 시스템 기술 개발 및 연구자 확대를 위한 고교 및 대학 학과 강화
- ❖ 컴퓨팅 및 스토리지 통합 아키텍처 수립을 통한 기술사업화 연계 시범사업 운영
 - 모범 사례로서 미국 아르곤 국립연구소의 auroa 엑사플롭스 컴퓨팅 구축을 위해 연구자와 기업 및 수요자가 스토리지를 포함한 전체 시스템을 R&D에서 상용 서비스까지 아우르는 전주기 프로젝트
 - 한국 환경에 적합한 차세대컴퓨팅 연구개발 성과의 적용·확산을 위해 공공분야(사회문제해결형) 수요를 창출하고, 시스템화를 목표로 한 연구개발 전 과정에서 산·학·연 밀접한 협업 추진

8 자율주행자동차

▶ 총평

- 미국은 Tesla의 시내 자율주행용 FSD의 양산차 적용(2022년)과 Qualcomm의 이스라엘 Autotalks (오토톡스) 인수(2023년)로 인한 C-V2X 모듈 및 RF칩의 단독 생산 이슈 등에 따른 최고기술국 지속 유지
- 한국은 자율주행 인공지능 및 S/W 영역과 기초기술은 선도국에 비해 뒤쳐지고 있으나, 범부처 R&D사업 및 국토부, 지자체의 실증사업 고도화와 현대차의 레벨3 상용화 기대 등 따른 기술수준 향상

자율주행자동차 기술수준 및 기술격차

기술수준	미국(100%) > 유럽(98.3%) > 중국(95.4%) > 일본(89.7%) > 한국(89.4%)
기술격차	최고기술국(미국)과 최하기술국(한국) 격차 : 기술수준(10.6%), 기술격차(1년)

구분	상대수준(100%)															기술격차(0년)				
	한국			미국			일본			중국			유럽			한국	미국	일본	중국	유럽
	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화					
자율주행 요소기술	87.6	88.6	89.1	100	100	99.8	86.5	86.5	87.7	94.4	96.0	97.6	98.9	99.2	100	1.2	0.0	1.4	0.4	0.2
자율주행 플랫폼 및 서비스	88.3	92.3	90.0	100	100	100	90.8	92.8	93.7	92.2	94.9	96.7	96.6	97.6	97.1	1.0	0.0	0.9	0.7	0.4
합계 (가중평균)	88.0	90.5	89.7	100	100	100	88.7	89.7	90.8	93.3	95.5	97.3	97.8	98.4	98.7					

종합	2022	89.4	100	89.7	95.4	98.3	1.0	0.0	0.9	0.6	0.3
	2021	88.4	100	89.4	95.2	98.2	1.2	0.0	1.1	0.6	0.3

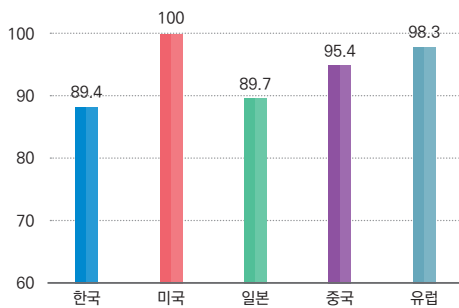
기술훈준조사 결과

- 자율주행자동차 분야의 세계최고 기술국(미국 : 100%, 0년) 대비 상대적 기술수준 및 기술격차
 - 한국의 자율주행자동차 기술수준은 89.4%, 기술격차는 1년으로 조사
 - 세계 최고기술 보유국인 미국과의 기술격차는 유럽 0.3년, 중국 0.6년, 일본 0.9년, 한국 1년의 기술격차를 보이고 있음

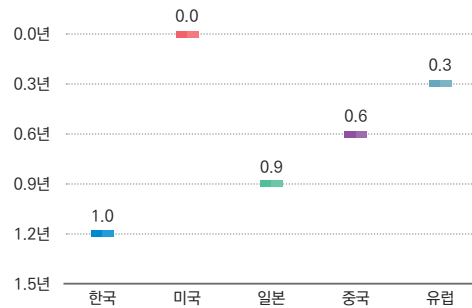
자율주행자동차 기술수준 및 기술격차

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



구분	한국		미국		일본		중국		유럽	
	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
자율주행자동차	89.4	1.0	100	0.0	89.7	0.9	95.4	0.6	98.3	0.3

- 자율주행자동차 분야 기술수준은 미국이 전년과 동일하게 최고 기술국을 유지하고 있으며, 한국·일본·중국·유럽 모두 증가
 - (한국 기술수준) 전년대비 +1.0pt 증가, 5위 유지
 - (일본 기술수준) 전년대비 +0.3pt 증가, 4위 유지
 - (중국 기술수준) 전년대비 +0.2pt 증가, 3위 유지
 - (유럽 기술수준) 전년대비 +0.1pt 증가, 2위 유지

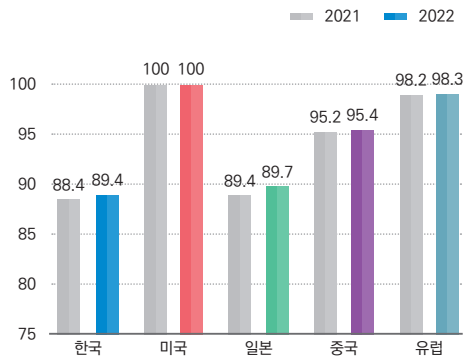
자율주행자동차 기술수준 및 기술격차 증감

구분	년도	한국		미국		일본		중국		유럽	
		상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
자율주행 자동차	'19년	85.4	1.4	100	0.0	87.6	1.2	91.9	0.6	99.1	0.1
	'20년	86.8	1.2	100	0.0	89.0	1.1	94.5	0.5	98.2	0.2
	'21년	88.4	1.2	100	0.0	89.4	1.1	95.2	0.6	98.2	0.3
	'22년	89.4	1.0	100	0.0	89.7	0.9	95.4	0.6	98.3	0.3
전년대비 증감		1.0	-0.2	0.0	0.0	0.3	-0.2	0.2	0.0	0.1	0.0

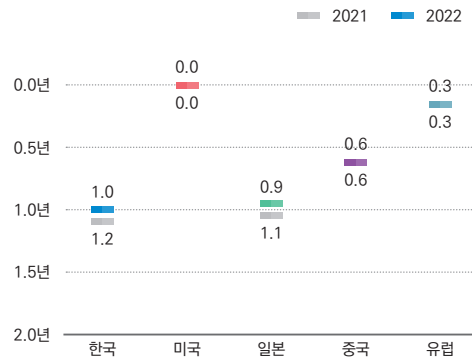
자율주행자동차 '21년 대비 '22년 기술수준 및 기술격차 변화

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



④ 기술수준평가 도출 근거

대분류	중분류	배 경
자율주행 자동차	자율주행 요소기술	▶ 한국은 2023년부터 대구 자율주행 시험도로 5G-NR-V2X 테스트베드 구축과 오토 노머스에이투지의 이동, 물류 통합형 자율주행 모빌리티 서비스 시작 등 기관과 기업의 자율주행 인지, 판단, 제어 기술고도화에 따른 기술 수준 향상 견인 ▶ 미국의 Waymo(Google), Cruze(GM)는 샌프란시스코에서 무인 유료 로봇택시 서비스를 시행하며 레벨4 수준에 근접하여 최고 기술국으로 평가되나, 인지, 판단의 오류로 잦은 사고가 발생하여 정부는 Tele-operation 기술 개발을 권고 ▶ 일본은 무인자동차 서비스를 허용하는 제도를 시행하며 5G를 이용한 인공지능 기반의 원격 관제/제어 시스템 개발 경쟁 가속화하며 기술 수준 상승 ▶ 중국은 LTE-V2X 통신 기반의 자율주행 서비스 실증을 10여개 이상의 도시에서 활발하게 진행하고 있으며, China NCAP 2025에서 V2X 통신 단말기를 장착한 차량에 가산점수를 주는 계획을 발표 ▶ 유럽은 C-ROADS 프로젝트를 통해 ITS-G5와 LTE/5G 융합 하이브리드 V2X 기반 자율주행 서비스 실증이 활발하게 진행되고 있으며, 일부 국가의 도로에 LTE-V2X가 적용
	자율주행 플랫폼 및 서비스	▶ 한국의 현대차 그룹은 2025년까지 모든 차종을 SDV로 전환하여 통합 제어기에 최적화된 커넥티드 운영체제 'ccOS(Connected Car Operating System)'를 고도화할 계획을 발표하고 스타트업과 지자체의 시범운행지구, 규제 샌드박스 연계 실증사업 운영을 통해 기술수준 상승 ▶ 미국의 Tesla는 북미지역에 시판한 양산차를 대상으로 라이다, 레이더를 제거한 FSD 베타버전을 배포하고 주행데이터를 대규모로 확보하여 문제를 개선하는 방식으로 사업화 개발을 진행 중이며, 샌프란시스코 주거지역 및 교통체증이 발생하는 시내에서 운전자개입이 일당 1~2회 수준 이하로 발생하는 등 GM Cruze, Waymo와 비교하여 앞서 있는 기술력과 세계 최초의 자율주행차 양산 능력을 기반으로 최고 기술국으로 평가 ▶ 일본은 Toyota, Honda 등 전통적인 완성차 업체는 고속도로 전용 저속 자율주행 레벨3을 출시하여 양산차에 적용하였으나 운전자의 전방주시가 필수적이라 기존 ADAS (레벨 2) 대비 기술 혁신은 정체 수준 ▶ 중국은 2023년 Baidu의 Apollo 로봇 택시 운행허가를 제한적으로 획득하며 시범서비스 지역을 확대하고 있으며, Xpeng motors는 Xmart OS를 통해 자동차에 내장된 SW를 무선으로 수정, 추가, 삭제하는 업데이트인 OTA(Over the Air) 운영 체제를 개발 및 가공 중 ▶ 유럽의 자율주행 셔틀을 주도해 왔던 프랑스 EasyMile, Navya 등 초기의 자율 주행 스타트업은 사업화 지연으로 실증사업 확산 및 투자 유치 둔화
총 평		▶ 미국은 레벨4 수준에 근접한 무인 택시 시행, 양산차 대상 FSD 베타 버전 배포 등 타 경쟁사 대비 빠른 기술 선도를 통하여 최고 기술국을 지속 유지 ▶ 한국은 타 국가 대비 기술 수준이 가장 크게 상승하였으며, 특히, 자율주행 요소기술 수준이 상대적으로 크게 상승 ▶ 일본은 인공지능 기반 자율주행 기술 개발과 레벨3 수준의 소량 상용화 등을 통해 기술 수준 상승 ▶ 중국은 LTE-V2X 기반 실증 사업 운영, Baide의 Apollo 택시 운행을 통해 기술 수준 상승 ▶ 유럽은 미국 다음의 최고 기술국가로서 ITS-G5, LTE/5G 융합 V2X의 활발한 실증 등이 이뤄지고 있으나 스타트업의 사업화 둔화 등으로 기술 수준 소폭 상승

② 주요국 기술 동향 및 발전 현황

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ 2023년 내에 V2X 통신방식을 결정하기 위해 LTE-V2X와 5.9GHz DSRC 통신의 성능비교 시험이 진행되고 있으며, 5G-NR-V2X 통신 기술개발을 위한 대형 프로젝트가 2022년부터 2025년까지 진행되고 있음. 2023년부터 대구의 자율주행 시험도로에 5G-NR-V2X 테스트베드 구축을 시작으로 2024년에 대전, 세종 등의 실험도로에 테스트베드를 구축 계획 ▶ CES2023에서 현대 아이오닉5 로보 택시에 운전자를 대신해 차량과 탑승자 간 자유로운 소통을 돕기 위한 '휴먼 머신 인터페이스(HMI)' 기술을 선보임 ▶ LG이노텍 데이터전송속도 4배 빨라진(다운로드 속도 150Mbps) 2세대 '5G-V2X 통신모듈' 개발 ▶ LG전자, 국제 공인 시험인증기관인 TUV Rheinland 차량 사이버보안 관리체계(CSMS) 인증 획득 ▶ LG전자, 해외 OEM 적용을 목적으로 5G-NR-V2X 통신을 지원하는 CCU 개발을 활발히 진행 중 ▶ 국내 5G V2X, V2N 통신을 이용한 원격제어 시연 수준 기술 확보 ▶ 국내 악천후 환경을 재현하기 위한 가상환경 재현시설을 한국건설기술연구원, 자동차안전연구원 등에서 구축 운영하고 있으며 다양한 기상환경에서의 자율주행 인지 테스트를 위해 활용 중 ▶ 국내 자율주행 관련 정책에 따른 자율주행시험운행지구가 확대되면서 자율주행 요소기술을 검증하는 발판을 마련. 2022년 7개 지구에서의 자율주행 서비스 제공자의 요소기술 수준은 대부분 레벨 3단계로 평가 ▶ 국내 자율주행 스타트업 '오토노머스에이투지(a2z)'는 자체 생산 공장을 설립해 레벨 4 자율주행차 2종을 2027년까지 양산하고 미국, 싱가포르 등 글로벌 시장에 진출해 실증사업 진행 예정이며, 글로벌 자율주행 기술 리더보드에서 13위를 차지 (2023년) ▶ 국내 자율주행차 실용화를 위해 V2X 데이터 표준을 중점 추진 계획 발표 ▶ 라닉스는 2023년 6월에 5G-NR-V2X 통신 모뎀 기술개발 및 상용화 로드맵을 발표 ▶ 생산기술연구원은 무인 저속 특장차 규제자유특구인 광주광역시에 무인 저속 특장차의 안전하고 효율적인 실증을 위한 원격제어기반 무인 자율주행 통합 관제 센터를 구축하여 운영중 ▶ 아이티 텔레콤, 차량 단말기 세계 최초로 Omni Air 컨소시엄의 C-V2X (Cellular Vehicle- to-Everything) 국제 인증 획득 ▶ 에티포스, '5G-NR-V2X 사이드링크' 모뎀 플랫폼 개발을 완료하고 CES 2023에서 공개 ▶ 에티포스, 3GPP rel. 16 규격을 만족하는 5G-NR-V2X Sidelink 모뎀을 개발하여 통신 모듈을 개발하였으며, 연구개발용으로 학교, 연구원 등에 판매 시작 ▶ 오토노머스에이투지, 토르드라이브, 라이드플렉스, 소넷 등 자율주행 스타트업 중심으로 중앙정부 및 지자체 지원으로 자율주행 실증사업을 지속적으로 진행 중이나, 대부분 체험형으로 운영하고 있기 때문에 안전성 검증에 필요한 실질 운행데이터 축적은 어려운 상황 ▶ 자율주행 기업/기관의 정부 R&D 및 자체 기술 고도화를 통한 국내 자율주행 인지/판단/제어 기술 수준 향상 견인 및 상용화 추진 ▶ 자율주행 실증은 안전을 이유로 트래픽이 한산한 지역과 도로구간을 대상으로 단발성 시민 체험 이벤트가 진행되고 있음. 주행안전성 검증을 위한 주행 데이터 축적을 목표로 실증 운영 중 ▶ 자율주행 인공지능 학습을 위하여 지속적인 국내 실제 환경 학습 데이터를 구축하고 있으며 과거 영상기반의 데이터 위주에서 라이다 센서 데이터 및 센서 융합을 위한 영상-라이다, 라이다-레이더, 카메라-레이더 등의 다중/다중 센서 학습데이터를 지속적으로 구축 단계 (NIA 데이터 댐 사업(2022년)), 자율주행기술개발혁신사업(2022년, 다부처 예타) ▶ 자율주행시험운행지구 일부 지구에서는 C-TIS 인프라를 구축하여 실시간 V2X 통신 자율주행차량과의 협력주행을 추진하고 있지만, 인프라의 인지 성능, 통신의 성능으로 인해 제대로 된 인프라 협력주행 진행 부진 ▶ 주행환경 인식/판단, 주행제어 기술은 한정된 ODD 내 비정형환경 제외, 악천후 환경 제외 등)에서의 기본 주행 가능 수준	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ 과기정통부와 국토부, 와이파이 방식의 웨이브(WAVE)와 LTE-V2X 통신방식에 대해 시범사업 추진과 오토노머스이에투지의 대구 내 이동과 물류서비스를 통합한 새로운 자율주행 모빌리티 서비스 시작 ▶ 한국의 중소기업인 알티스트의 차량 운영체제와 팝콘사는 오토사 어댑티브플랫폼을 개발하며 현대차그룹과 협업 중 ▶ 한국자동차연구원이 총괄하는 자동차산업기술개발-스마트카 사업에서 자율자동차 내부의 가변형 HMI(휴먼 머신 인터페이스) 기술 2022년~2025년 까지 개발 진행 ▶ 한국전자기술연구원이 레벨 4 이상 자율주행을 위한 '초고속 V2X 저지연 안전 연결 기술개발' 과제를 통해 V2X 통신 기반 자율주행 기술개발이 활발하게 진행 중 ▶ 현대모비스는 이스라엘 스타트업 Ottopia와 함께 자율주행 원격운영(RMA) 플랫폼 개발을 위해 자율주행 통합 전자제어장치를, Ottopia는 자율주행 전용 프로그램을 개발하여 통합 ▶ 현대차그룹, 2025년까지 모든 차종 SDV로 전환하기로 했으며, 통합 제어기에 최적화된 고사양의 커넥티드 카 운영체제 'ccOS(Connected Car Operating System)'를 지속 고도화 할 계획	상승
미국	▶ Aptiv와 현대차가 투자한 Motional은 아이오닉5를 기반으로 Driveless자율주행 시스템을 통합하여 로스앤젤레스에서 상용 로보택시 서비스를 개발 준비중 ▶ FCC가 2023년 3월에 하만의 LTE-V2X 통신 시스템에 대한 인증 면제를 허용하여 본격적인 서비스 실용화가 가능할 것으로 전망 ▶ Tesla는 고속도로 전용 레벨3 수준의 오토파일럿에 이어, 시내에서 자율주행하는 FSD를 2022년부터 양산차에 본격 적용하여 미국, 캐나다 북미 지역 수십만명의 일반운전자에게 배포하여 1.5 억마일의 이상의 실도로 운행데이터를 확보하는 등 자율주행 레벨3 사업화에 필요한 운행데이터를 빠르게 확보 중 ▶ Tesla는 북미지역에 시판한 양산차를 대상으로 라이다, 레이다를 제거한 FSD 베타버전을 배포하고 주행데이터를 대규모로 확보하여 문제를 개선하는 방식으로 사업화 개발을 진행중이며, 샌프란시스코 주거지역 및 교통체증이 발생하는 시내에서 운전자개입이 일당 1~2회 수준 이하로 발생하는 등 GM Cruze, Waymo 등 선도 기업에 비해서도 앞서 있는 기술력과 세계 최초의 자율주행차 양산 능력을 확보 ▶ 샌프란시스코 주거지역 등 시내에 비해 트래픽의 한산한 지역의 심야시간대를 대상으로 레벨 4 로보택시 서비스를 운영했던 GM Cruze, Waymo는 최근 시내지역을 대상으로 서비스 지역을 확대하는 등 사업화에 진척중. Waymo(Google)는 악천후 환경에서의 인공지능 학습을 위한 데이터 셋을 마지막 업데이트 하여 최신회를 유지하는 등, 악천후 환경에 강인한 자율주행 인지/판단 기술 고도화 중 ▶ 미국은 레벨4 기술 수준에 근접했지만, 여전히 무인 자율차의 기술적 한계로 인해 잦은 사고가 발생하고 있으며, 무인 자율차의 테스트 및 서비스를 위해 원격에서 모니터링, 원격지원, 원격제어 등의 기술(Tele-operation)을 갖추도록 권고 ▶ 미국 각 주별 무인자율차 서비스를 허용하는 제도를 시행 중에 있으며, 무인자율차 로보택시 유료 서비스가 확대되고 있는 추세(2022년 샌프란시스코 등 추가 됨, 샌프란시스코에서 GM 크루즈, Waymo 등 로보택시 운행 허가) ▶ 미국은 원격에서 지원(Waymo, Zoox)하는 기술 위주, 중국(weride 등)은 원격 제어하는 기술 위주로 발전 ▶ 자율주행 플랫폼은 가장 최신 기술을 보유한 Tesla와 전통적인 오토사 강자인 Vector를 제외한 거의 대부분의 기업들이 SOAFEE를 통해 공동으로 개발 진행 ▶ 코로나 및 고된 작업환경으로 인한 트럭 운전자 구인난으로 자율주행 트럭이 유망한 자율주행서비스 사업 분야로 부각되어 있으며, Aurora는 델러스-휴스턴을 운행하는 자율주행 트럭 실험을 통해 운행데이터를 수집 중 ▶ Qualcomm, 2023년 5월 이스라엘의 Autotalks를 인수하여 LTE-V2X, 5G-NR-V2X 등 C-V2X 모델 및 RF 칩의 독점 가능성 확대	최고

국가	기술 수준 발전 현황	경향
일본	▶ 일본 정부, 2023년까지 5.9GHz 대역을 이용하는 V2X 통신 기반 자율주행 정책 발표 계획 ▶ Honda 등 내연차 기업이 전용도로 환경에서 40~50km이하 차속에서 자율주행이 가능한 수준의 ADAS 시스템을 소수의 양산차에 적용 시도 단계 ▶ Toyota, Honda 등 전통적인 완성차 업체는 고속도로 전용 저속 자율주행 레벨3를 출시하여 양산차에 적용하였으나 운전자의 전방주시가 필수적이라 기존 ADAS (레벨2) 대비 기술 혁신은 부족 ▶ 무인 자율차 서비스를 허용하는 제도를 시행하며 5G를 이용한 인공지능 기반의 원격 관제/제어 시스템 개발 경쟁 가속화 ▶ 상용 출시된 레벨3 완성차(일본, 유럽)는 고속도로에서의 정체상황 지원, 잦은 운전자 전환 발생으로 소비자의 만족도가 하락하는 추세 ▶ 일본은 무인자율주행을 위한 5G를 이용한 인공지능 기반의 원격 관제/제어 시스템 개발 경쟁 가속화	상승
중국	▶ Baidu는 2023년 초 중국 베이징 당국으로부터 아폴로(Apollo) 로보택시 운행허가를 획득, 2021년 1월 로보택시 시험 주행을 시작한 이래 빠른 속도로 시범서비스 지역을 확대하고 있으나 일반시민 대상 광범위한 체험확산은 제한적 ▶ LTE-V2X 통신 기반의 자율주행 서비스 실증을 10여개 이상의 도시에서 활발하게 진행하고 있으며, China NCAP 2025에서 V2X 통신 단말기를 장착한 차량에 가산점을 주는 계획을 발표 ▶ Tesla와 같은 고정밀 맵을 사용하지 않는 자율주행 기술을 중국 DeepRoute가 선보임 ▶ 로보택시용으로 개조된 차량으로 운전자 운전석 탑승 하에 교차로 등지에서 V2I 와 연계하여 자율주행 서비스를 베이징의 일부 구역에서 실증 수준으로 시범서비스하고 있으며, 가까운 시일 내에 양산차 적용 및 서비스 지역 확대에 대한 구체적인 계획은 미공개 ▶ 자율주행차량의 주행범위 확대를 위해 V2X통신을 이용한 인프라 인지를 자율주행차량과의 실시간 공유를 통한 협력주행 개발 가속화 ▶ 중국 DeepRoute는 Tesla와 같은 고정밀 맵을 사용하지 않는 자율주행 기술 발표 ▶ 중국은 Baidu의 Apollo를 확장하고 있으며 이를 적용한 RT6를 출시했고 로보택시에 활용할 것으로 보이며, Xiaopeng Motors는 Xmart OS를 통해 OTA가 가능한 cockpit, infotainment를 위한 운영체제 개발	상승
유럽	▶ (독일) MAN, Mobileye와 협력하여 2030년까지 자율주행 기술 탑재 무인 시내버스 모델 양산 계획 하에 개발 추진 ▶ (독일) Volkswagen은 2025년에 Level 4자율주행 기술을 개발 완료하여 MOIA 서비스에 적용 예정 ▶ (독일) Volkswagen이 'vw.OS', 다임러가 'MB.OS'라는 차량 탑재 기반 소프트웨어를 2024년 차량 적용 목표로 개발 중 ▶ (스웨덴) 볼보는 2022년 1월 중앙 집중형 자율주행 소프트웨어 플랫폼인 라이드 파일럿 공개 ▶ (프랑스) 전기 자율주행차 스타트업인 EasyMile(EasyMile)은 레벨 4 자율주행 셔틀인 EZ10을 이용하여 2022년 9월부터 프랑스 공공도로를 주행 할 예정 ▶ C-ROADS 프로젝트를 통해 ITS-G5와 LTE/5G 융합 하이브리드 V2X 기반 자율주행 서비스 실증이 활발하게 진행되고 있으며, 일부 국가의 도로에 LTE-V2X가 적용되어 있는 상황 ▶ Mercedes 등 전통적인 완성차 업체는 고속도로 전용 저속 자율주행 레벨3를 출시하여 양산차에 적용하였으나 운전자의 전방주시가 필수적이라 기존 ADAS (레벨2) 대비 기술 혁신은 부족한 수준 ▶ 상용 출시된 레벨3 완성차가 고속도로에서의 정체상황 지원, 잦은 운전자 전환 발생으로 소비자의 만족도가 하락하는 추세 ▶ 유럽도 중국과 유사하게 Euro-NCAP 2025에서 V2X 통신 단말을 장착한 차량에 안전 가산점을 주는 정책을 발표하였으며, 많은 OEM이 LG전자의 LTE-V2X 통신 모듈을 활용하여 CCU(Communication Control Unit)를 개발 중 ▶ 자율주행 셔틀을 주도해 왔던 프랑스 EasyMile, Navya 등 초기의 자율주행스타트업은 사업화 지연으로 실증사업 확산 및 투자 유치 난항	상승

④ 한국의 기술수준 향상을 위한 정책제언

주요 전략 제언

- ◆ 다양한 규모의 기업 육성과 시장 자생력 강화를 위한 제도 개선 및 규제 완화
 - 국내 자율주행 산업은 일부 완성차 대기업, 정부재정에 의존도가 높아 중소 규모의 플레이어 소수이며 시장 자생력 강화를 위한 규제개선, 공공 조달 활성화 등 수요 조성 중심의 정책 필요
 - 중소 스타트업의 개발 기술을 적용할 수 있는 공용 자율차 플랫폼, 공용 테스트 베드 환경 조성
 - 자율주행상용화촉진법에 의한 시범운행지구 운영 이후 도출된 제약요소(노선유형, 대상지역범위) 분석을 통한 솔루션 도출
 - 혁신적인 모빌리티 서비스 및 기술 발전을 위한 네거티브 규제 중심의 지역별 특화형 규제 프리존 적용 등
- ◆ 자율주행 완성차 내 적용되는 통신, 인공지능 분야의 요소기술 육성 확대 및 국제적 협력 필요
 - 해외 기업의 M&A를 통한 칩셋 공급 독점과 선도기업의 레벨3 이상 사업화에 대응하기 위한 요소 기술 사업화 기관에 대한 적극 지원 방안 마련
 - 3GPP rel. 14, 15, 16, 17, 18을 지원하는 LTE-V2X / 5G-NR-V2X Sidelink 모뎀, RF 칩 및 통신 시스템 등
 - 국내의 5G-NR-V2X 통신 기술을 기반으로 해외 연구원, 전장기업, OEM 등과의 국제 공동연구를 통해 대규모 서비스 실도로 실증
- ◆ 인구소멸지역 대상 지속가능한 교통서비스 제공 등 리빙랩 방식의 목표 설정을 통한 사업화 성공 가능성 제고
 - 일부 규모 지역에 규제를 완화하기보다 교통 인프라의 활성화가 필요한 지역 전체 적용 리빙랩 환경 조성을 통한 사업화 성공 가능성 향상
 - 대상자의 안전, 편의 및 자율주행서비스의 종류, 아키텍처, 프로토콜 등에 대한 니즈를 우선 수립하고 필요한 요소 기술을 개발하는 Top-Down 방식 프로젝트 운영

9 인공지능

▶ 총평

- 미국은 세계 인공지능 유니콘 기업 중 절대 다수를 차지하고 있으며, 중국과의 기술패권 경쟁의 핵심 요소로 인식하며 미국 중심의 글로벌 인공지능 생태계 구축을 위한 정책을 추진하는 등 최고 기술국 유지
- 한국 및 중국, 유럽, 일본도 상당한 투자가 이루어지고 있으나, 미국은 Google, Open AI 등 파급력 높은 초거대 AI 기술의 사업화 측면에서 최근 괄목할 만한 성과를 보여주며 후발 국가들과의 기술격차를 벌리며 더욱 앞서나가고 있음

인공지능 기술수준 및 기술격차

기술수준	미국(100%) > 중국(92.5%) > 유럽(92.4%) > 한국(88.9%) > 일본(86.2%)
기술격차	최고기술국(미국)과 최하기술국(일본) 격차 : 기술수준(13.8%), 기술격차(1.5년)

구분	상대수준(100%)															기술격차(0년)				
	한국			미국			일본			중국			유럽			한국	미국	일본	중국	유럽
	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화					
학습지능	89.2	90.0	87.2	100	100	100	87.0	86.2	84.2	95.0	94.2	94.2	93.6	95.6	91.6	1.3	0.0	1.7	0.9	1.0
단일지능	85.4	90.0	89.7	100	100	100	83.1	82.6	82.3	95.0	96.5	96.5	93.8	87.0	84.2	1.5	0.0	2.0	0.3	1.6
복합지능	89.1	90.2	89.0	100	100	100	86.5	90.2	92.7	86.5	87.8	88.5	99.5	94.5	90.0	1.0	0.0	0.9	1.3	0.5
합계 (가중평균)	88.0	90.1	88.6	100	100	100	85.7	86.5	86.6	92.0	92.7	92.9	95.7	92.6	88.8					

종합	2022	88.9	100	86.2	92.5	92.4	1.3	0.0	1.5	0.9	1.0
	2021	89.1	100	86.9	93.3	92.9	1.3	0.0	1.5	0.8	1.0

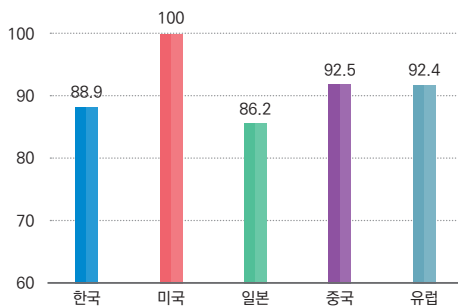
기술훈준조사 결과

- 인공지능 분야의 세계최고 기술국(미국 : 100%, 0년) 대비 상대적 기술수준 및 기술격차
 - 한국의 인공지능 기술수준은 88.9%, 기술격차는 1.3년으로 조사
 - 세계 최고기술 보유국인 미국과의 기술격차는 중국 0.9년, 유럽 1년, 한국 1.3년, 일본 1.5년의 기술격차를 보이고 있음

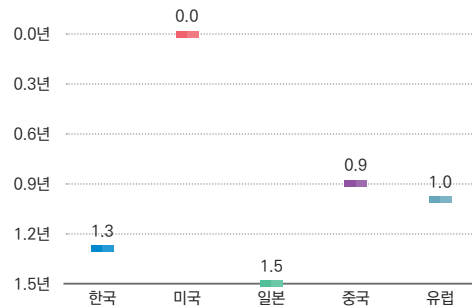
인공지능 기술수준 및 기술격차

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



구분	한국		미국		일본		중국		유럽	
	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
인공지능	88.9	1.3	100	0.0	86.2	1.5	92.5	0.9	92.4	1.0

- 인공지능 분야 기술수준은 미국이 전년대비 최고 기술국을 유지하고 있으며, 한국·일본·중국·유럽 모두 감소
 - (한국 기술수준) 전년대비 -0.2pt 감소, 4위 유지
 - (일본 기술수준) 전년대비 -0.7pt 감소, 5위 유지
 - (중국 기술수준) 전년대비 -0.8pt 감소, 2위 유지
 - (유럽 기술수준) 전년대비 -0.5pt 감소, 3위 유지

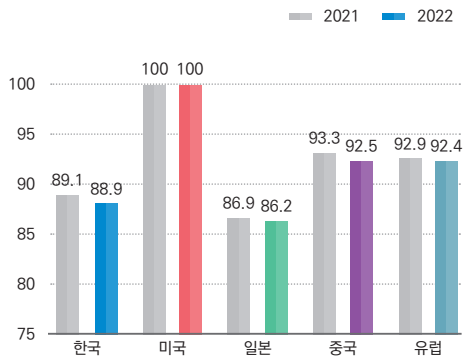
인공지능 기술수준 및 기술격차 증감

구분	년도	한국		미국		일본		중국		유럽	
		상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
인공지능	'19년	87.4	1.5	100	0.0	88.2	1.4	91.8	1.0	91.8	1.0
	'20년	87.8	1.4	100	0.0	87.8	1.4	92.7	0.9	92.0	1.0
	'21년	89.1	1.3	100	0.0	86.9	1.5	93.3	0.8	92.9	1.0
	'22년	88.9	1.3	100	0.0	86.2	1.5	92.5	0.9	92.4	1.0
전년대비 증감		-0.2	0.0	0.0	0.0	-0.7	0.0	-0.8	0.1	-0.5	0.0

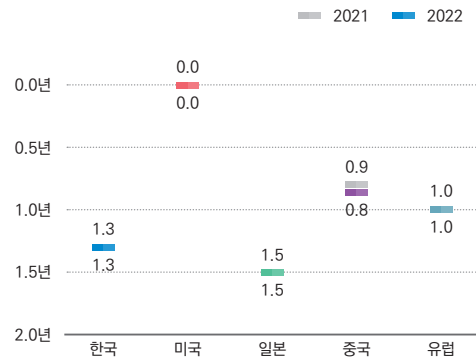
인공지능 '21년 대비 '22년 기술수준 및 기술격차 변화

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



④ 기술수준평가 도출 근거

대분류	중분류	배 경
인공 지능	학습지능	▶ 한국은 추론/지식표현 분야에서 초거대AI의 트렌드에 맞춰 인지도를 높이고는 있으나, 실질적인 기술적 진보나 응용사업화에서 구체적인 성과를 보이고 있지 못하며 기술 수준 정체 ▶ 미국은 파운데이션 모델 기반 다양한 분야의 서비스 접목과 OpenAI Market place, 챗GPT를 포함한 초거대AI의 성공을 통해 최고기술국 유지 ▶ 일본은 논문이나 특허의 출원은 꾸준하지만, 최신 AI분야 기술과 사업화 성과가 없어 기술수준 변동 없음 ▶ 중국의 AI 논문 수는 지속적으로 증가하고 있지만, 실질적인 응용, 사업화 분야의 성과 발표는 더디어 기술 수준 하락 ▶ 유럽은 EU Digital Markets Act를 통해 학습데이터에 대한 개인정보보호, 저작권 이슈에 대한 제도와 법적장치 마련에 앞장서고 있으나, 이는 응용, 사업화 영역에서 일부 제한적 요소로 발현될 수 있는 가능성에 따라 정량적 기술수준의 하락에 영향
	단일지능	▶ 한국은 네이버, 카카오브레인 등 국내 대기업 중심으로 생성형 인공지능 기술개발을 추진하고 있으나 선도국에 비하여 뚜렷한 성과 사례가 두드러지지 않아 기술수준이 정체 상태로 평가됨 ▶ 미국은 OpenAI의 ChatGPT, Dall·E-2 등을 통해 세계 최고 수준의 생성형 AI 기술의 활용이 활발하게 이루어지며 세계 최고 기술 수준을 유지 ▶ 일본은 대학을 중심으로 LLM 관련 응용, 사업화 연구 사례가 보고되고 있으나 전문 인력 부족의 한계로 전년 대비 축소된 성과가 보고됨에 따라 기술수준 하락 ▶ 중국은 Alibaba에서 영상 생성형 시각지능 모델 통이완시안을 출시하였으나, 베타서비스이며 그 외 성과가 나타나지 않아 기술 수준 하락 ▶ 유럽은 초거대AI 모델 경쟁 가속화에 따라 자본, 규모의 경쟁이 심화되고 있으며 미국, 중국에 비해 규모가 작은 유럽 시장은 불리한 입지에 놓이며 기술 수준이 하락
	복합지능	▶ 한국은 AI아바타, 건축, 리테일 등 타 산업에 생성형 인공지능을 접목하여 응용 연구가 활발히 일어남에 따라 기술 수준 상승 ▶ 미국은 ChatGPT 기반으로 뇌파 분석을 통해 실시간 언어 번역 기술을 개발 하여 인공지능의 메디컬 영역의 융합과 성과로 인해 최고 기술국으로 평가 ▶ 일본의 오사카대 연구팀은 OpenAI(미국)의 StableDiffusion 기반으로 인간이 본 그림을 뇌파 정보를 통해 재생성하는 AI 개발 ▶ 중국은 복합지능 분야 연구에 대한 기술 수준이 작년과 변동 없음 ▶ 유럽의 라드바우드 대학 연구팀은 AI 기술을 활용해 시각적 자극을 받은 뇌를 fMRI 스캔, 뇌파를 사진 이미지로 변환하는 기술 개발
총 평		▶ 미국은 OpenAI의 GPT-3 같은 대규모 언어모델 개발과 Google의 초거대 AI 모델 개발 등을 통해 최고기술국 유지 ▶ 한국은 네이버, 카카오, LG 등 다수의 기업과 학계와의 공동연구를 통해 인공지능 분야 기술역량 강화 중으로 기술수준 상승 ▶ 일본은 작년 대비 뚜렷한 기술/제품 활동 및 성과가 없어 기술수준 하락 ▶ 중국은 주요 국가 중 가장 기술 수준이 크게 하락하였으며, 논문 수 증가 대비 사업화 실적 미진으로 인하여 기술수준 하락 ▶ 유럽은 자체 기술력 강화를 위한 노력이 이뤄지고 있으나, 글로벌 시장의 미국 독점 공고화와 EU Digital Markets Act 등으로 인하여 기술 수준 하락

② 주요국 기술 동향 및 발전 현황

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ GS리테일은 ChatGPT를 활용해 개발한 상품을 출시 (아숙업 레몬스파클 하이볼) ▶ KAIST, LLM 모델의 전 방위적 활용에 따른 문화적 지식과 지능 탑재에 대한 연구개발 진행 ▶ KT-KAIST 인공지능 공동연구센터가 2022년 6월에 개소하여 '지니 브레인(Genie Brain): 사람의 뇌처럼 생각하는 AI', 인간의 감정 등을 인식하고 사고하는 '멀티모달 AI' 등 기술 개발 착수 ▶ KT는 초거대 AI를 통해 대화와 상담이 가능한 AI 서비스 '믿음'을 개발 중 ▶ K-멜로디는 인공지능 신약개발을 위한 연합학습 플랫폼으로 22개 제약기업을 포함한 다수의 AI 기업이 참여 ▶ LG AI 연구원은 뉴욕패션위크에서 세계 최초로 AI 휴먼과 인간의 디자인 협력 사례로 금상을 수상 ▶ LG 엑스원은 한국어, 영어 및 이미지 생성 초거대 AI를 개발하고 있으며 교육, 금융 등 LG 그룹 외부 서비스와 접목 목표 발표 ▶ LG유플러스는 업스테이지와 함께 고객의 감정에 맞춰 콘텐츠를 추천하는 AI 기반 콘텐츠 검색 기술 개발 착수 ▶ SKT 는 대화형 AI 에이닷을 통해 음원, OTT 등 SK 서비스와 접목을 추진 중 ▶ SKT는 GPT-3 및 감정 분석 기술을 바탕으로 개발된 성장형 AI 서비스 '에이닷' 공개 (2022년 06월) ▶ 건축 분야에서 AI를 활용한 작업 자동화 사례가 발표되고 있으며 대표적으로 건축설계플랫폼 '빌드잇', 현대엔지니어링의 '공정 배관 계장도 자동인식' 시스템 등 ▶ 네이버 서치GPT, 대화형 AI기술에 기반한 생태계의 형성: 여러 기업들이 ChatGPT 등 대화형 AI를 활용한 다양한 부가 서비스들을 발표 ▶ 네이버는 새로운 초거대 AI 언어모델인 '하이퍼클로바X'를 내달 공개하여, 스타트업에 먼저 제공함으로써 생태계 조성에 노력 ▶ 네이버는 한국어 특화 생성 AI 하이퍼클로바X를 검색, 쇼핑 등 네이버 전체 서비스에 적용 예정 ▶ 네이버클라우드 AI랩, AI Safety 가이드라인 마련을 위해 AI 윤리 모범답안 데이터셋 오픈소스를 깃허브에 공개하며 언어모델의 윤리성 강화 ▶ 메타버스, 가상현실, 광고, 업무 자동화 등을 배경으로 지능형 에이전트를 활용하고자 하는 움직임이 활발한 것으로 보이며 국내 기업은 아바타에 생성형 인공지능을 접목하여 상용화를 시도 중이나 원천 기술의 확보 보다는 응용에 초점 ▶ 변화하는 규칙 및 상황을 이해하고 최적의 대응 방법을 찾는 Open World AI, 새로운 문제를 해결하는 자기 주도 인공지능, 실세계의 문제에 적용 가능한 Meta학습 기술 등의 연구가 국내에서 시작 ▶ 사용자 취향, 감정, 개성을 고려한 개인화 인공지능 제품과 서비스의 꾸준히 발표 추세 ▶ 삼성전자는 2023년 내부용 대규모 언어모델 개발에 착수하였으며 7월말 개발 완료를 목표로 한. SW 개발, 문서 요약 및 번역 등 내부 업무 도우미 AI로 우선 적용 예정 ▶ 상황이나 감정의 이해를 영상과 음성 등의 정보를 통해 인식하는 수준에서 보다 깊은 이해까지 가능하도록 하는 연구가 진행되고 있음. 또한 뇌파 인지를 통한 음성 생성과 같은 뉴로텍 기술이 연구되고 있으며 사람의 생각을 이해하여 표현하는 관련 연구 진행 중 ▶ 서울대 박재홍 교수 연구팀은 사용자 작업을 대신 수행하는 시각지능 기반 아바타 로봇 '도깨비'개발 ▶ 성균관대학교 김태일 교수 연구팀은 뇌파를 측정하여 AI의 의사결정 성능을 향상시키는 시스템 (BACLoS) 개발 ▶ 앙트러리얼리티는 한국전자통신연구원 (ETRI)와 함께 K-pop 팬덤을 위해 3D공연자 캐릭터를 생성하고 사용자와 실시간 소통하는 초실감 AI 아바타 기술 개발중 ▶ 업스테이지는 문서 사진을 기반으로 내용을 이해하여 질문에 답변하는 서비스인 AskUp(아숙업)을 발표하였으며, 이미지 생성 모델인 Upsketch를 기반으로 한 이미지 생성 기능을 추가 공개	하락

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ 주어진 상황, 언어 등을 기반으로 행동을 생성하는 연구 등이 진행 중이며 관련 연구는 소셜 지능의 일부로 유용하게 활용될 수 있음. 사람과 유사하거나 사람을 보다 잘 이해하여 교감할 수 있는 인공지능에 대한 연구 진행 ▶ 카카오는 한국어 특화 생성 AI인 코GPT와 이미지 생성 AI인 칼로를 개발 추진 중 ▶ 카카오브레인, 네이버 등 국내 ICT 기업들은 독자적인 생성형 인공지능 기술을 개발 추진하고 있으나, 도전적인 기술보다는 안전성을 중시하고 사업화에 중점 ▶ 한국은 머신러닝 AI학회에서 지속적으로 영향력을 높여가고 있고, 의료분야에서 루닛이 유니콘으로 성장하는 등 응용과 사업화에서도 스타트업을 중심으로 활발히 영향력 확대 ▶ 한국은 추론/지식표현 분야에서 초거대AI의 트렌드에 맞춰 발빠르게 인지도를 높이고는 있으나, 실질적인 기술적 진보나 응용사업화에서 구체적인 성과 발표는 정체 ▶ 핵심 요소 기술에 대한 경쟁력은 다소 상향하여, 글로벌 인지도는 높은 것으로 보임. 특히 국내 학위자의 해외 취업이 늘면서 전체적인 기술 수준은 향상	하락
미국	▶ AI 조사기업 Zeta Alpha에 따르면, 파인튜닝 TOP 100 AI 논문의 양 및 파인튜닝에서 미국이 꾸준히 높은 우위를 점하고 있으며, 그 다음으로 중국과 영국 순임. 기관을 기준으로 보면 학교보다는 기업이, 특히 Google과 Meta, Microsoft가 높은 영향력 두각 ▶ Google은 최근 초거대 모델 PaLM 등을 공개하여 언어지능(Generative 모델) 성능 향상에 앞장서고 있으며, 이를 통한 클라우드 컴퓨팅 환경에서 AWS, Microsoft와도 클라우드 환경 기술 우위를 위한 전략을 구사 중 ▶ JPMorgan은 ChatGPT 기반으로 Fed 연설의 감성을 추론하고 향후 시그널을 감지하는 모델 개발 ▶ LLM 등 파운데이션 모델 기반 다양한 분야 서비스 접목으로 OpenAI Market place 독점 가속화 ▶ META, LM 등 초거대규모 모델 이용 추론을 위한 첫 in-house accelerator 발표 ▶ Meta는 거대 언어모델 '라마 2'를 오픈소스로 공개하겠다고 발표. 기업과 개인은 개인적, 상업적 용도로 라마 2를 무료로 이용할 수 있으며 라마1보다 40% 더 많은 데이터를 학습시켜 저작권 침해 없는 온라인 데이터만 추가함 (2023년 07월) ▶ OpenAI를 중심으로 최고 성능의 파운데이션 모델을 중심으로 Dall·E-2 등 전 세계 최고 성능의 비전 관련 생성형 AI 기술의 활용이 활발하게 이루어지고 있으며, 대표적으로 Meta의 오디오-비주얼 멀티모달 기술로 SOTA가 있음 (2023년) ▶ OpenAI의 ChatGPT로 대형 언어모델 시장에서 오픈소스 출시를 시작으로, Microsoft의 Bing, Google의 Bard 등 LLM 기반 대화형 서비스가 활발히 출시 ▶ OpenAI의 GPT-3.5 기반의 AI챗봇 ChatGPT는 2022년 11월 출시되어 5일만에 100만, 40일만에 1000만, 2달 만에 월간 사용자 1억 달성하며 역대 최단 기록을 세우고 유료 버전으로 성공적 안착. Microsoft Bing 검색엔진, Google의 PaLM2 기반의 AI챗봇 바드에서 활용 중 ▶ OpenAI의 GPT-4 기반으로 개선한 ChatGPT는 멀티모달(이미지 등) 처리 기능 추가 (2023년) ▶ Owllet은 아이의 울음소리를 분석하여 진성울음 여부를 판별하는 AI 서비스 개발 ▶ Stability AI에서 오픈라이선스로 배포한 text-to-image 인공지능 모델 Stable Diffusion는 2023년 8월 정식 오픈소스로 공개되었으며, 이미지 생성 AI에서 기술적으로 선도하고 있다는 평가로 동영상, 언어 생성 모델에서도 계속해서 성과를 발표 ▶ 가수 Grimes는 본인의 목소리로 음악을 만드는 AI 서비스 Elf.Tech를 발표함. 유저는 본 서비스로 음원 출시 시, Grimes에게 저작권의 50%를 지불 필요 ▶ 거대언어모델을 중심으로 대규모 투자가 필요한 분야에서 글로벌 기업들의 성장이 뛰어남, 특히, 대학과 협력을 통해 기업이 플랫폼을 만들고 대학이 요소 기술을 개발하는 형상으로 진행되어 자본력과 기술력이 동반된 지속 성장을 이루는 중 ▶ 글로벌 AI 전문가 주도로 foundation model의 잠재적 사회적 위험성에 대해 안전한 활용과 개발을 위한 규율 가이드라인 'Frontier AI Model' 발표, 산업계 자율규제, 외부 중립기관, 정부 참여의 필요성 등을 고려한 최소한의 규제 스탠다드 제시	최고

국가	기술 수준 발전 현황	경향
미국	▶ 미국은 머신러닝의 원천기술을 주도하고 있는 Google, Meta, OpenAI 등 기업이 지속적으로 AI 분야의 기초와 응용 및 사업화를 선도 ▶ 미국은 초거대AI 기술의 응용과 사업화면에서 괄목할만한 성과를 보여 추론/지식표현 기술의 선도적인 역할 공고화 ▶ 미국의 Neuralink는 인간과 컴퓨터를 연결하는 뇌·컴퓨터 인터페이스기술 (BCI)을 기반으로 사람의 생각을 언어나 그림으로 표현하는 기술이 활발히 연구 진행 ▶ 미술 AI Midjourney, 미국 콜로라도 주립박람회 국제미술대회 디지털 아트부문에서 ‘스페이스 오페라 극장’이라는 작품으로 화가들을 꺾고 1위 수상 ▶ 스탠포드 AI Index report 2023에 따르면, 멀티모달과 초거대 AI와 같은 고부가가치 산업에 대해서는 미국이 여전히 세계 최고 수준으로 우위 ▶ 인공지능 학습데이터 관련 개인정보보호 이슈, 인공지능 생성결과물에 대한 할루시네이션 문제, 저작권 이슈 등에 대해 구체적인 제도, 법적 장치 마련이 화두 ▶ 인공지능의 인간수준의 지식학습과 지능모사를 위한 인공지능 원천기술 개발도 활발. (Yann LeCun 이 발표한 Image-based joint-Embedding predictive architecture (I-JEPA) 등) ▶ 인공지능의 지능/지식수준에 대한 공통된 객관적, 정량적 평가 기준 마련 주도 ▶ 초거대 모델, 양자 컴퓨팅, XAI 등 도전적인 연구를 주도하면서, 민간 위주로 다양한 응용 서비스 (자율주행차, 드론, 로봇, 스마트팜, 신약개발, 바이오 등)에 집중함으로써 기술과 응용을 동시에 생태계를 구축 단계 ▶ 캘리포니아주립 샌프란시스코 대학교(UCSF) 연구팀은 목 발성 근육 마비 환자가 말할 때 뇌파를 분석해 실시간으로 문장을 컴퓨터 화면에 띄워주는 기술 개발 ▶ 텍사스 오스틴대의 메타버스/AR/VR을 위한 음향 합성 인공지능 모델 공개 ▶ 텍사스대 연구팀은 fMRI와 ChatGPT를 활용하여 뇌파의 변화를 언어로 번역하는데 성공 (2023.05.)	최고
일본	▶ 대학을 중심으로 새로운 도전을 시작하고 있으나 연구 인력이 절대적으로 부족하여, 제한된 영역에서 성과를 발휘하고 있음. 대학을 중심으로 새로운 연구의 발표가 증가 추세 ▶ 소니, 후지필름 등 디지털 기기(플레이스테이션5, 디지털 카메라 등)에 적용된 물체 및 사람 인식 관련 시각 지능의 실용화 완성도가 향상되는 추세 ▶ 언어지능 영역에서 LLM 관련 응용, 사업화 연구, 사례 관련 학계와 산업계에 보고되고 있는 사례가 전년도보다 감소 되어가는 추세 ▶ 오사카대 연구팀은 StableDiffusion 기반으로 인간이 본 그림을 뇌파 정보를 통해 재생성하는 AI 개발 ▶ 일본 정부가 통합 이노베이션 전략 추진 회의에서 ‘AI 전략 2022’ 채택 ▶ 일본은 논문이나 특허의 수에 있어서는 꾸준하지만, 최신 AI분야에서의 기술과 사업화면에서 주목할 만한 성과를 내지 못하고 있음 ▶ 일본은 디지털 사회에 대응한 차세대 인프라 및 데이터, AI 활용기술 정비 및 연구개발 중 ▶ 일본은 인공지능 분야에서 글로벌 경쟁력을 확보하기 위해 기술개발 및 산업화부터 사회 전반으로의 인공지능 활용·확산을 정책적으로 추진 ▶ 청각지능 기초연구와 관련하여 2018년에 발표된 ESPnet을 지속적으로 고도화하는 연구 활동들이 활발하게 발표됨 ▶ 학습지능, 단일지능 등의 단일 특정 원천기술 개발 성과가 두드러지지는 못하나, 로봇 등의 복합지능 개발에는 두각을 나타내며, 다양한 소비자용 서비스 로봇 시장 활성화를 주도 ▶ 한국지식재산연구원 발표한 세계지식재산기구 AI 특허 출원 보고서에 따르면, AI 분야 특허 패밀리 (출원 후 등록 전이거나 등록된 특허) 순위에서 일본 도시바와 NEC가 ‘TOP5’에 포함	하락

국가	기술 수준 발전 현황	경향
중국	▶ 2023년 3월 중국의 Baidu는 ERNIE Bot 3.0 모델을 선보이며, 매개변수 2,600억 개로 ChatGPT 보다 많은 데이터를 활용하고 있는 수준. 문자, 그림, 동영상을 이해하고 생성하는 모델을 제공 ▶ 2023년 7월 Alibaba는 영상 생성형 인공지능 모델로 '통이완시양'의 베타서비스 출시. 통이완시양 서비스 이전에 영상, 자연어, 오디오를 포함한 ModelScope를 오픈소스로 공개한 사례 보유 ▶ Baidu의 Ernie등 LLM의 국제경쟁력을 유지하기 위한 연구 노력들이 계속되고 있으며, 무엇보다 미국, 유럽의 주요 LLM관련 연구진속에 중국유학생들이 다수 포진 ▶ 미·중 갈등으로 글로벌 진출에 어려움을 가지고 있는 중국은 자국을 중심으로 기술의 독자화를 추진하고 있으며, 미국과 중국을 중심으로 하는 인공지능 블록 경제를 추구하고 있음 ▶ 새로운 기술에 대해서는 빠르게 수용하고 중국식 버전을 만들어 보급하고 있음. 특히 중국 기업들의 경쟁력이 확보되면서 독자적 노선을 추진 ▶ 중국 베이징인공지능연구소는 우다오 2.0 개발을 통해 미국 chatGPT 보다 10배 많은 매개변수를 사용하는 거대 모델을 개발하였고, 4.9TB의 텍스트와 이미지를 학습 ▶ 중국 인공지능 산업 기술의 폭과 깊이는 전반적으로 선도적인 수준이며, 일부 첨단 기술은 이미 자율성 프로세스를 완료. 그 중에서도 컴퓨터 시각 인식, 음성 인식, 자연 언어 처리 등 세 가지 기술 알고리즘에서 모두 세계 1위와 세계 최고수준을 갱신하며 알고리즘의 우위를 입증 ▶ 중국 인공지능 산업은 스마트 드라이빙, 컴퓨터 시각 인식 분야에서 가장 선도적이고, 스마트 의료, 스마트 칩, 로봇 분야의 투자 잠재력이 가장 높음 ▶ 중국 정부는 2030년까지 세계 1위의 인공지능 강국이 된다는 목표를 세우고 연도별 지원 계획을 추진 중 (AI를 2035년까지 완성할 7대 첨단 과학기술의 첫 번째로 제시함) ▶ 중국 정부는 안면인식 기술 등을 적극적으로 받아들여 각종 보안 프로그램에 활용 ▶ 중국은 논문 수에 있어서는 지속적으로 영향력을 높여나가고 있으나, 실질적인 응용이나 사업 화면에서는 아직 미국을 위협할 수준엔 미도달 단계 ▶ 허페이 국가과학센터는 뇌파, 표정, 피부전기반응 등 생체신호를 기반으로 공산당 사상 충성도 측정하는 AI 공개 (2022년 07월)	하락
유럽	▶ (덴마크) 코펜하겐대 엘로디 브리퍼 교수 연구진이 '인공지능으로 돼지의 소리를 분석해 감정 상태를 92% 정확도로 읽어내는 기술' 개발 ▶ (독일) EU Digital Markets Act (EU에서 지난해 통과된 디지털 시장법)를 통해 무분별한 인공지능 기반 서비스 규제와 사회적 안전망(가이드라인·법·제도) 마련 활발 ▶ (독일) Industry 4.0(제조 지능화 등)의 전략적 방향을 일부 수정 (클라우드 환경 : 인공지능 알고리즘, 보안, 컴퓨팅 효율화, 서버 등을 정부에서 주도하는 것은 현실적으로 어렵다는 판단). AI가 실질적인 도움을 줄 수 있기 위해서는 general AI 적인 측면에서 보다 현장에 맞는 AI 적용의 필요성을 체감하면서 응용 관점에서 좀 더 현실적이고 구체적인 전략을 수립하고 있는 상황 ▶ (독일) 뮌헨대학교에서 발표한 Stable Diffusion이 OpenAI의 Dall-E-2의 기초가 되어 이미지 생성형 AI 전반에 영향력 발휘 ▶ (스위스) 인공지능 학습데이터 관련 개인정보보호 이슈, 인공지능 생성결과물에 대한 할루시네이션 문제, 저작권 이슈 등에 대해 구체적인 제도, 법적 장치 마련 ▶ (영국) 현재 인공지능 기술개발의 협소한 범위를 확장하여 동물, 인간 등 지적활동이 가능한 생명체의 근원적인 지식학습 모방을 위한 대규모 brain 연구 등을 꾸준히, 활발히 진행 ▶ 라트비아 대학 연구팀은 AI 기술을 활용해 시각적 자극을 받은 뇌를 fMRI 스캔, 뇌파를 사진 이미지로 바꾸는 기술을 개발 ▶ 언어적, 준언어적, 비언어적 인식과 융합을 통한 사용자의 행동 이해, 인터랙션의 생성, 감정 이해, 상황 이해 등이 활발하게 연구 중 ▶ 핀란드의 Silo AI, 프랑스 슈퍼컴을 사용하는 Big Science의 BLOOM 등 미국 주도의 LLM 리서치에서 벗어나 유럽권 언어지능에 대한 독립적인 연구 추진	하락

④ 한국의 기술수준 향상을 위한 정책제언

주요 전략 제언

- ◆ 특정 분야에 특화된 인공지능의 응용성을 고도화하는 R&D 필요
 - 기술개발 초기 단계인 신뢰 가능한 인공지능 및 의료, 사이버보안 등 국제 경쟁력 있는 특정 분야에서 특화된 기술개발 추진
 - 거대 모델을 응용하기에는 현실적으로 어려움이 많이 있어, 모델 사이즈를 현실에 맞게 최소화 하면서 성능은 거대모델 수준으로 만들 수 있는 연구도 중요
- ◆ 글로벌 선도기업의 인공지능 기술추격을 위한 전문적인 인력양성 우선
 - 한국의 인공지능 경쟁력이 될 응용서비스 개발 관점에서 엔진·클라우드·테스트·AI SW·데이터·플랫폼 등에 대한 전반적인 이해도가 있는 전문 인력 양성이 시급
- ◆ 인공지능 기술개발 및 활용의 성장을 저해하지 않으면서도 기술의 발전으로 인한 위험을 감소시킬 수 있는 방향의 규제 마련
 - 인공지능 규제에 관한 프레임워크가 부재한 국내의 경우, 규제가 어떠한 형태를 띠는것이 인공지능의 순기능을 극대화하고 역기능을 최소화할 수 있는지에 대한 연구자 및 정책결정자들 간의 논의가 시급
- ◆ 선도국가 및 글로벌 기업에 뒤지지 않으려면 기업을 넘어 국가적 대응이 필요
 - 초거대 AI가 글로벌 IT 분야의 패러다임 전환 기점으로 혁신적인 삶의 변화를 가져올 것으로 기대하지만 거시경제의 불확실성으로 비용 효율화 중심의 국내 기업 자본력만으로는 초거대 AI 분야에서 글로벌 빅테크 기업과의 경쟁은 한계가 있음
 - 초거대 인공지능 개발은 엄청난 양의 데이터를 빠른 속도로 학습해야 하는 만큼 컴퓨팅 인프라, 다양한 데이터, 전문 인력 양성 등에 막대한 비용이 요구됨
 - 생성형 AI 구동 인프라에만 수천억 원이 기본으로 투입돼야 하는 것으로 추정되며, Google과 Meta 등도 이 같은 컴퓨팅 인프라 구축에 최소 수천억원 이상 투자(AI 모델 1회 업데이트에 약 1천억원 이상 비용 예상)

10 빅데이터

총평

- 미국은 Google, Amazon, MS 등 빅테크 기업들의 서비스 연계가 활발하며 최고기술국 유지
- 한국은 정부 주도의 사업으로 산업 생태계 조성이 이루어지고 있으며, 빅데이터 솔루션의 활용처가 다양한 산업으로 확산되는 등 적극적인 지원과 수요자의 접근 가능성 향상에 따라 빠르게 기술수준 향상

빅데이터 기술수준 및 기술격차

기술수준	미국(100%) > 중국(92.9%) > 한국(89.2%) > 유럽(87.7%) > 일본(79.9%)
기술격차	최고기술국(미국)과 최하기술국(일본) 격차 : 기술수준(20.1%), 기술격차(2.5년)

구분	상대수준(100%)															기술격차(0년)				
	한국			미국			일본			중국			유럽			한국	미국	일본	중국	유럽
	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화					
빅데이터 처리·유통	90.5	90.0	87.5	100	100	100	80.0	80.0	75.0	95.0	97.5	96.0	90.0	88.0	85.5	0.9	0.0	2.9	0.4	1.1
빅데이터 분석·활용	86.0	90.2	90.6	100	100	100	83.0	80.8	81.8	85.0	90.2	91.6	87.4	86.8	88.2	1.2	0.0	2.3	1.2	1.3
합계 (가중평균)	88.5	90.1	88.9	100	100	100	81.4	80.4	78.1	90.5	94.2	94.0	88.8	87.5	86.7					

종합	2022	89.2	100	79.9	92.9	87.7	1.0	0.0	2.5	0.8	1.2
	2021	88.0	100	79.9	92.9	86.8	1.1	0.0	2.7	0.8	1.2

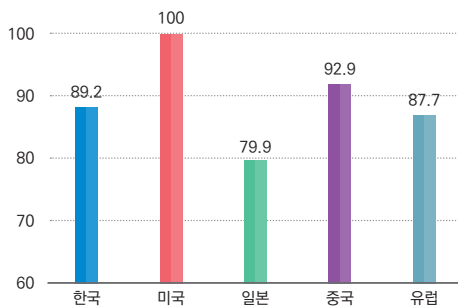
② 기술수준조사 결과

- 빅데이터 분야의 세계최고 기술국(미국 : 100%, 0년) 대비 상대적 기술수준 및 기술격차
 - 한국의 빅데이터 기술수준은 89.2%, 기술격차는 1년으로 조사
 - 세계 최고기술 보유국인 미국과의 기술격차는 중국 0.8년, 한국 1년, 유럽 1.2년, 일본 2.5년의 기술격차를 보이고 있음

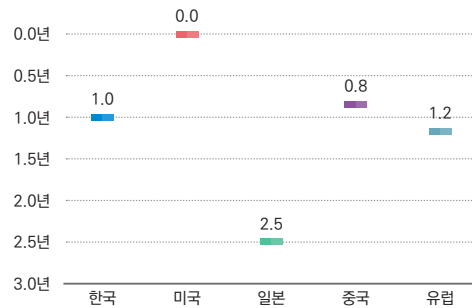
빅데이터 기술수준 및 기술격차

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



구분	한국		미국		일본		중국		유럽	
	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
빅데이터	89.2	1.0	100	0.0	79.9	2.5	92.9	0.8	87.7	1.2

- 빅데이터 분야 기술수준은 미국이 전년대비 최고 기술국을 유지하고 있으며, 한국·유럽 증가, 일본·중국 유지
 - (한국 기술수준) 전년대비 +1.2pt 증가, 3위 유지
 - (일본 기술수준) 전년대비 유지, 5위 유지
 - (중국 기술수준) 전년대비 유지, 2위 유지
 - (유럽 기술수준) 전년대비 +0.9pt 증가, 4위 유지

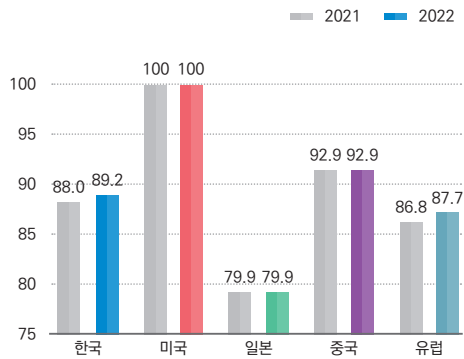
빅데이터 기술수준 및 기술격차 증감

구분	년도	한국		미국		일본		중국		유럽	
		상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
빅데이터	'19년	87.6	1.2	100	0.0	80.4	2.6	94.6	0.5	86.0	1.3
	'20년	87.8	1.2	100	0.0	79.8	2.7	93.8	0.7	86.1	1.3
	'21년	88.0	1.1	100	0.0	79.9	2.7	92.9	0.8	86.8	1.2
	'22년	89.2	1.0	100	0.0	79.9	2.5	92.9	0.8	87.7	1.2
전년대비 증감		1.2	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.9	0.0

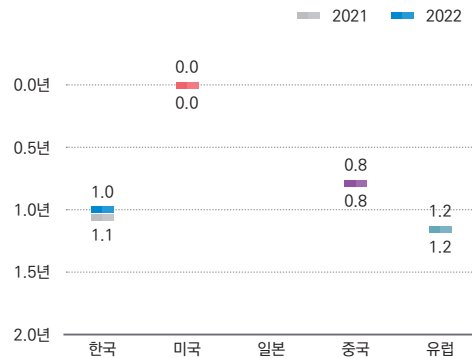
빅데이터 '21년 대비 '22년 기술수준 및 기술격차 변화

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



④ 기술수준평가 도출 근거

대분류	중분류	배 경
빅데이터	빅데이터 처리·유통	▶ 한국의 ‘데이터 댐’ 지원 사업은 국내 데이터 산업과 인공지능 생태계 조성에 기여하며 관련 시장의 중장기적인 성장 동력으로 작용하여 기술 수준 상승 ▶ 미국의 타 국가 대비 시장 경제 중심의 산업 성장을 정책적 기조로 삼아서 정책 및 규제가 최소화되어 빅데이터 시장 성장에 영향을 미치며 기술수준 최고 국가로 평가 ▶ 일본은 데이터 유통과 거래 기반 구축에 초점을 맞추어 경제, 사법, 정보통신, 과학기술 등 분야별 수만 개의 데이터 세트를 등재하고 관련 메타데이터의 다운로드 기능을 제공 중 ▶ 중국은 ‘14차 5개년 빅데이터 산업발전 계획’을 중심으로 정부 주도의 강력한 하향식 데이터 산업 육성하며 최고 기술국을 추격 중 ▶ 유럽은 역내 데이터 단일 시장 구축 및 데이터산업 육성을 목표로 한 ‘유럽 데이터 전략 (European Data Strategy)’을 발표하며 기술 수준 상승
	빅데이터 분석·활용	▶ 한국의 빅데이터 분석 기술은 한국의 디지털 전환을 가속화하고, 다양한 분야에서 혁신을 이끄는 데 영향을 미치며 기술 수준 상승 ▶ 미국은 실시간 분석, Azure Data Explorer 와 같은 실시간 스트리밍 솔루션을 활용한 이미지, 동영상 분석 기술을 선도 ▶ 일본은 국가 전체가 폐쇄적 분위기로 정보 데이터를 디지털화하는 부분에 보수성을 띄고 있어 기술수준 정체이나 Toyota, Rakuten에서 일부 분석 기술을 통해 은행, 고객 데이터 분석을 수행 ▶ 중국은 정치적 이유로 자국 내 Alibaba를 비롯한 빅테크 기업을 제재하고 있으며, 미국의 견제로 인해 기술발전 속도에 제한 ▶ 유럽은 개인정보보호 강화를 통한 데이터 주권을 확보하여 미국의 메이저 업체를 견제하고 있으며 공공데이터 등의 개방성이 높아 경쟁력 보유
총 평		▶ 미국은 Microsoft, Red Hat 서비스를 통해 플랫폼 간 데이터 처리, 분석 분야의 최고 수준 기술력을 보유하고 있으며 정부의 규제 최소화로 인해 산업화 발전이 가속화 ▶ 한국은 빅데이터 연구를 미국, 중국에 이어 많이 발표하고 있으며, 정부의 데이터댐 지원 사업 등 인공지능 생태계 조성 활성화 ▶ 일본은 데이터 유통과 거래 기반으로 메타데이터를 구축하고 있으나 디지털 전환에 보수성을 띄고 있어 기술수준 변화 없음 ▶ 중국은 정치적 이유로 자국 내 빅테크 기업을 제재하고 있으며, 미국의 제재로 인해 기술발전 속도가 제한되어 기술수준 변화 없음 ▶ 유럽은 빅데이터의 수집, 유통에 있어 지속 발전 중이며, 개인정보보호 강화를 통한 데이터 주권 확보 등 기술력이 증가하고 있어 기술수준 소폭 상승

② 주요국 기술 동향 및 발전 현황

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ 4차 산업혁명 시대의 핵심인 인공지능, 사물인터넷, 빅데이터 분석, 클라우드 기술을 기반으로 한 '디지털 헬스케어' 산업이 빠르게 성장 ▶ ETRI는 SODAS, SODAS+ 개방형 데이터 허브, 데이터 공개/유통 플랫폼을 독자 개발하여 공공 및 기업에 적용 시도 중 ▶ 공공부문을 중심으로 빅데이터를 활용한 의사결정 지원 플랫폼에 시각화를 구현 중 ▶ 국내 데이터산업 시장의 2021년 확정치는 전년 대비 14.5% 성장한 22조9000억 원이며, 2022년 예상치는 25조1000억 원으로 최근 3년간 연평균 성장률 11.9%를 기록하며 꾸준히 성장 ▶ 국내 데이터산업이 최근 3년간 연평균 성장률 11.9%를 기록하며 꾸준히 성장하고 있고, 정부의 '데이터 댐' 지원 사업 강력 추진, 데이터 3법 정비 등 산업이 신속히 성장할 수 있는 인프라가 정비되고 있는 점과 인공지능과 빅데이터의 결합에 특화된 전문기업들이 지속적으로 등장 ▶ 인력에 있어서 양적 공급 기반보다는 질적 공급기반 마련이 빅데이터 전문 기업 등장의 지속여부에 열쇠 역할을 할 것으로 보임. 특히, 문제해결력을 갖춘 고급인력을 배출하기 위한 기업과 대학 간의 직접교류 폭을 확대가 필요 ▶ 빅데이터 분석 기술은 한국의 디지털 전환을 가속화하고, 다양한 분야에서 혁신을 이끌고 있음. 앞으로도 빅데이터 분석 기술은 더욱 발전하여 한국의 경제 성장과 사회 발전에 기여할 것으로 기대. 국내에서는 코로나 팬데믹으로 인한 시장 변동성에 대응하기 위해 다양한 디지털 혁신이 가속화되면서, 빅데이터 및 분석 시장 확대 및 전반적으로 성장세 ▶ 전문화된 그룹이나 전문가에 의한 분석 위주로 진행되었다면 현재는 로우코드, 노코드 플랫폼의 등장 및 데이터 시각화 분석 도구와 솔루션들이 출시되면서 누구나 쉽게 데이터를 분석할 수 있는 환경이 마련되어 기술의 보편화, 분석 인력이 증가 ▶ 빅데이터 솔루션의 활용도가 이전부터 높았던 금융 산업이나 공공 분야와는 달리 다소 제한적이었던 제조 또는 유통 산업에서도 고객 접점에서 다양한 고객 데이터를 확보하려는 니즈 증가 ▶ 정부의 '데이터 댐' 지원 사업은 국내 데이터 산업과 인공지능 생태계 조성에 기여하며 관련 시장의 중장기적인 성장 동력으로 작용 ▶ 한국에서 디지털 전환이 가속화되면서 빅데이터 분석 기술도 빠르게 발전하며 2022년에는 특히 빅데이터 산업을 육성하기 위해 정부 차원의 정책을 추진하고 있고, 산업을 통해 미래 신성장 동력을 확보하고, 경제 발전을 견인할 것으로 기대	상승
미국	▶ Amazon, Google, Microsoft는 데이터 기반 소프트웨어 신제품을 다수 발표하였음. 대표적으로 Amazon은 자동체 데이터 수집 변환을 위한 플릿와이즈, Google은 관리형 AI 플랫폼인 버텍스AI, Microsoft는 온프레미스와 클라우드를 통합하는 데이터 거버넌스 솔루션인 애저퍼뷰를 출시 ▶ Databrix, Salesforce, HP 등 데이터 플랫폼/솔루션 기업들이 데이터 스토어, 데이터 관리 등 여러 기업들을 M&A 하며 사업 영역 확대 중 ▶ Red Hat® Insights는 예측 분석과 처방 분석(predictive analytics)을 조합하여 물리적 환경뿐만 아니라 가상, 컨테이너, 프라이빗/퍼블릭 클라우드 환경 전반에 대해 단계별 문제 해결 가이드를 제공 ▶ 미국은 Microsoft, Google 등 거대 IT 기업이 이미 글로벌 데이터 시장에서 우위를 점하고 있으며, 시장 경제 중심의 산업 성장을 정책적 기조로 삼고 있기에 정책 및 규제는 최소화 ▶ 미국의 빅데이터 정책 핵심은 개방, 자유, 오픈 데이터 정책이 핵심으로, 데이터 관련 법 시행으로 국가데이터 서비스(NDS)와 국립과학재단(NSF)의 빅데이터 지역 혁신 허브(Big Data Regional Innovation Hubs)를 활용해 데이터 저장 네트워크 통합망을 구축한 후 대학, 일반까지 확대 중 ▶ 실시간 분석. Azure Data Explorer 와 같은 실시간 스트리밍 솔루션을 활용한 이미지, 동영상 분석을 주로 함. 확장성 있는 일련의 엔드투엔드 스트리밍 파이프라인을 연결하여 사용자가 즉각적으로 인사이트를 확보할 수 있도록 플랫폼 간 데이터를 저장, 처리 및 분석 ▶ 음식점자들도 미국 최대 지역 리뷰 사이트 '옐프(YELP)'에서 데이터를 수집할 수 있음. 무료로 이용할 수 있는 온라인 도구가 많아져 직접 텍스트 마이닝도 가능	최고

국가	기술 수준 발전 현황	경향
일본	▶ Dokomo는 모빌리티 데이터와 지체체의 오픈 데이터를 이용하는 스마트 모빌리티 프로젝트를 진행 ▶ GREE, Tokio Marine Nichido, Sakura Internets 등의 기업은 위성 데이터를 활용해 자연재해 대비 불법 쓰레기 투기 적발 농업용지 조사 등 환경·행정과 관련된 업무를 보조 중 ▶ Hitachi solutions가 데이터베이스에 등록된 생산계획·실적 등을 바탕으로 제조 공정 및 생산 상황을 그래프로 시각화해주는 시스템인 제조 현장 설계 지원 시스템을 개발 ▶ 국가 전체가 폐쇄적 분위기로 정보 데이터를 디지털화하는 부분이 느리고, 정부에서 데이터센터 유치를 위한 촉진책을 논의하고 있으나 실제 진행 더딤 ▶ 디지털청은 관련기관과 함께 '교육 데이터 활용 로드맵'을 발표. 해당 로드맵은 향후 교육 데이터의 연계·활용을 위한 준비를 진행하고, 학습자가 학습이력을 활용하여 평생 스스로 데이터를 축적·활용할 수 있도록 디지털화 목표를 제시 ▶ 일본 유통 및 소매 기업을 중심으로 한 하쿠호도(Hakuhodo) 그룹 9사가 소매 데이터를 기반으로 온라인 오프라인 영역에서 소비자에게 새로운 쇼핑 경험을 제공하는 쇼퍼 마케팅 이니셔티브 조직을 발족 ▶ 일본의 자동차 제조업체인 Toyota는 빅데이터 분석 기술을 사용하여 자동차의 운행 데이터를 분석하고, 자동차의 성능을 향상시키고 있음. 소매업체인 Rakuten은 빅데이터 분석 기술을 사용하여 고객의 구매 데이터를 분석하고, 고객에게 맞춤형 추천을 제공	유지
중국	▶ '14차 5개년 계획' 및 '35년 비전 목표 강령'에서 빅데이터 발전의 중요성을 강조했으며, 데이터 요소 시장화 배치를 국가급 전략으로 격상하여 디지털 경제 발전, 현대화 거버넌스 체계 완비를 위한 기능을 최적화한다는 목표 설정 - 정부 주도의 강력한 하향식 데이터 산업 육성을 진행 중으로, 최근에는 데이터에 대한 정부의 통제를 강화하는 내용의 '데이터보안법'이 시행 - 정부 중심의 데이터 산업을 육성하고 관리하려는 움직임은 앞으로도 계속될 것으로 전망 ▶ Alibaba, Tencent, Huawei 중심으로 빅데이터, 클라우드 제품이 출시되고 있음. Alibaba는 Cloud Graph Database GDB V3를 출시하였고, Tencent와 Huawei 역시 빅데이터 플랫폼, 클라우드의 경량화, 통합 서비스를 지속 중 ▶ IDC2022, 2023 자료에 따르면, 빅데이터 및 분석 도구 시장은 중국(15.2%), 미국(12.4%), 한국(11.1%), 유럽(4.9%)의 순으로 성장세가 나타남. ▶ 베이징, 텐진, 허베이 중심의 장진지 수도권 지역에 전략적 국가급 빅데이터 시범단지를 구축 예정이며, 시범단지 데이터량은 2025년 전 세계의 약 1/3을 차지할 전망 ▶ 상하이와 항저우를 중심으로 하는 창장삼각주 지역은 스마트시티와 공공관리 빅데이터의 응용 기반으로 하는 기업 유치에 주력 중 ▶ 안후이성 허페이시는 '국가과학중심 인공지능연구원'이 만든 'AI 기반 사상 교육 프로그램'과 관련된 논란이 있을 정도로 사상 교육을 받는 사람의 표정, 뇌파, 피부전기반응 같은 생물학적 특징을 AI가 포착해 분석함. 교육에 집중하는지와 교육 내용에 공감하고 이해한 정도를 AI가 측정하고 평가 ▶ 중국의 전자상거래 업체인 Alibaba는 빅데이터 분석 기술을 사용하여 고객의 구매 데이터를 분석하고, 고객에게 맞춤형 추천을 제공. ICBC 은행은 빅데이터 분석 기술을 사용하여 사기 거래를 탐지하고, 고객의 신용도를 평가	유지
유럽	▶ (EU) 2022년 2월 유럽연합 집행위원회(European Commission)는 데이터 공유 활성화와 데이터 보호를 위한 규정을 명시하기 위해 "데이터법(DataAct)(초안)"을 발표하고, "디지털 시장법(The Digital Markets Act)" 도입에 합의하며 데이터 활용 및 규제를 동시에 포함한 법을 수립 중 ▶ (EU) 유럽 내 많은 소프트웨어 기업이 데이터 관련 신제품을 출시함. 대표적으로, 지멘스는 데이터 기반 의사 결정 솔루션인 엑셀레이터, SAP은 ERP 데이터 수집/분석을 위한 Concur Experience Optimizer 등을 출시 ▶ (네덜란드) 네덜란드는 정부가 데이터를 더 효과적으로 사용해 사회 문제를 해결하고 데이터 사용의 리스크를 대비할 수 있도록 하는 "정부 간 데이터 전략(Intergovernmental Data Strategy)"을 발표 ▶ (싱가포르) Myinfo를 통해 공공기관에 저장된 개인 데이터를 동의 기반으로 온라인 거래 진행 중	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
유럽	▶(영국) 교통과 지리 공간 부문의 공공데이터 공개 등을 통해 공기 질 개선, 교통체증 해결, 국가 보건의료서비스 진단시스템 개발, 기업 생산성 증가 등 여러 문제 해결에 핵심적 역할 수행 ▶(영국) 영국의 데이터 시장은 2025년 418억 파운드, 2030년 461억 파운드, 2035년까지 512억 파운드의 가치로 성장할 것으로 전망 ▶(핀란드) 핀란드는 칸타(Kanta) 시스템을 통해 모든 의료 데이터의 디지털화와 동의 기반 공개를 추진 중 ▶유럽 Siemens는 개방형 디지털 비즈니스 플랫폼 ‘디지털 엑셀러레이터’를 출시하고 이터의 관점에서는 CT, MRI, 초음파, 엑스레이, 기타 검사에서 생성되는 데이터 활용 기반을 확보하였으며, Amazon, NVIDIA, MS 등과 전략적 파트너십을 통해 기존 헬스케어 분야는 물론, 빌딩, 제조 등 다양한 분야로 시장을 확장 ▶유럽은 빅데이터 분석 기술을 사용하여 교통량을 예측하고, 교통 체증을 해소에 활용. 또한, 빅데이터 분석 기술을 사용하여 범죄를 예방하고, 재난을 관리하는데 활용 ▶유럽은 역내 데이터 단일 시장 구축 및 데이터산업 육성을 목표로 한 ‘유럽 데이터 전략(European Data Strategy)’을 발표하고, 데이터 활용을 위한 거버넌스 프레임워크 형성, 데이터 인프라 강화, 개인의 역량 강화와 중소기업에 대한 투자, 산업별 데이터 공간 구축 등 4가지 중점 내용을 추진하고 있다. 특히, ‘데이터거버넌스법(DGA, Data Governance Act)’과 ‘데이터법(Data Act)’을 발표/승인하고 유럽연합 국가 간 데이터 상호 운용성 촉진, 데이터 보유자와 데이터 수신자 간의 스마트 계약 표준 설정 등을 진행	상승

▶ 한국의 기술수준 향상을 위한 정책제언

주요 전략 제언

- ◆ 개인정보보호를 필두로 하는 빅데이터 산업 발전 및 규제 방안 마련
 - 디지털 전환이 가속화되면서 빅데이터 분석 기술도 빠르게 발전하며 산업 육성을 위해 정부 차원의 정책이 추진되고 있으나, 규제도 강력해짐에 따라 산업발전을 저해
 - 강력한 개인정보보호 규제에 의한 기업의 성장 발전 저하는 고질적인 문제로 대두되고 있으며, 이를 해소하기 위한 데이터 패브릭, 마이데이터를 활용한 지원 방안 수립이 필요
 - ChatGPT와 Generative AI 트렌드를 이용·수용하면서 개인정보 보호, 데이터 부족, 데이터 활용 제한을 극복 할 수 있는 합성 데이터 활용 전략 추진 필요
- ◆ 국내 빅데이터 산업 육성을 위하여 실효성 있는 다 영역의 인재 육성 방안 수립
 - 국내 기업의 글로벌 시장 경쟁력 확보를 위하여 학부 차원의 데이터사이언스, AI 관련 학과에 대한 확대를 기조로 산업 내에서 핵심 인력으로 작용하는 석박사 이상 전문 인력으로서의 연계가 중요
 - 로우코드, 노코드 플랫폼의 등장에 따라 사용자의 자유로운 빅데이터 접근이 가능한 현황을 반영하여 빅데이터 콘테스트 개최로 진입과 성장의 허들이 없는 데이터 인력 양성 추구
- ◆ 빅데이터 수집 및 활용 확대를 위한 주변국들과의 글로벌 협력이 요구됨
 - 국내는 데이터 수집과 활용에서 한계가 있는 바, 유럽연합 사례와 같이 아세안 등 제3국 국가와의 협력을 통해서 데이터를 수집하고 활용하려는 노력이 필요하며, 이는 빅데이터 산업의 저변을 확대할 수 있을 것임

11 방송·미디어

▶ 총평

- 미국은 AR/VR/XR 디바이스 산업을 주도하고 있어, 이와 연계된 차세대 방송 기술의 융합 기술 등을 선도. 또한, Netflix, Amazon Prime, Disney+ 등 OTT서비스 플랫폼 글로벌 시장을 장악하고 있고, IBM, Google, MS 등이 클라우드 플랫폼과 AI기술 기반 영상 메타데이터 추출, 자동 편집 등 기술개발 지속하며 최고기술국 유지
- 한국은 ATSC3.0 표준화 이후 데이터 전송용량 증가 및 5G 기반 융합 전송기술 등 미디어 전송 기술개발 활발. 또한, 버추얼 프로덕션 스튜디오 건립의 증가로 방송 미디어 편집 기술 향상 등으로 계속 3위를 유지하며 기술 선도

방송·미디어 기술수준 및 기술격차

기술수준	미국(100%) > 유럽(96.5%) > 한국(94.9%) > 일본(92.5%) > 중국(91.5%)
기술격차	최고기술국(미국)과 최하기술국(중국) 격차 : 기술수준(8.5%), 기술격차(0.9년)

구분	상대수준(100%)															기술격차(0년)				
	한국			미국			일본			중국			유럽			한국	미국	일본	중국	유럽
	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화					
방송 미디어 서비스	96.3	96.6	96.4	100	100	100	95.5	96.0	96.1	92.3	91.5	91.9	97.9	96.9	97.3	0.4	0.0	0.5	0.9	0.3
미디어 부호화	91.6	95.0	97.0	100	100	100	87.2	87.4	86.2	85.1	88.1	95.7	96.9	97.2	92.9	0.5	0.0	1.1	1.0	0.4
미디어 품질·신뢰	93.0	96.2	97.2	100	100	100	93.2	90.6	90.4	96.8	92.0	92.0	98.2	95.0	95.0	0.5	0.0	0.9	0.7	0.4
방송·미디어 플랫폼	93.1	94.5	93.2	100	100	100	96.3	95.7	94.2	91.0	91.8	91.3	97.4	97.1	96.6	0.6	0.0	0.5	0.9	0.3
합계 (가중평균)	93.5	95.5	95.8	100	100	100	93.1	92.6	91.9	90.8	90.8	92.8	97.5	96.7	95.5					

종합	2022	94.9	100	92.5	91.5	96.5	0.5	0.0	0.7	0.9	0.4
	2021	94.8	100	92.5	90.7	96.3	0.5	0.0	0.7	0.9	0.4

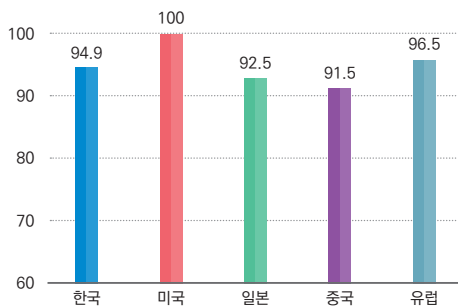
④ 기술수준조사 결과

- 방송·미디어 분야의 세계최고 기술국(미국 : 100%, 0년) 대비 상대적 기술수준 및 기술격차
 - 한국의 방송 미디어 기술수준은 94.9%, 기술격차는 0.5년으로 조사
 - 세계 최고기술 보유국인 미국과의 기술격차는 유럽 0.4년, 한국 0.5년, 일본 0.7년, 중국 0.9년의 기술격차를 보이고 있음

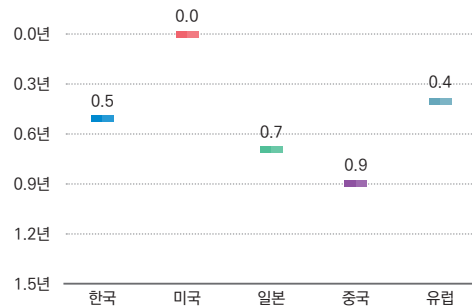
방송·미디어 기술수준 및 기술격차

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



구분	한국		미국		일본		중국		유럽	
	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
방송·미디어	94.9	0.5	100	0.0	92.5	0.7	91.5	0.9	96.5	0.4

- 방송·미디어 분야 기술수준은 미국이 전년과 동일하게 최고 기술국을 유지하고 있으며, 한국·중국·유럽 증가, 일본 유지
 - (한국 기술수준) 전년대비 +0.1pt 증가, 3위 유지
 - (일본 기술수준) 전년대비 유지, 4위 유지
 - (중국 기술수준) 전년대비 +0.8pt 증가, 5위 유지
 - (유럽 기술수준) 전년대비 +0.2pt 증가, 2위 유지

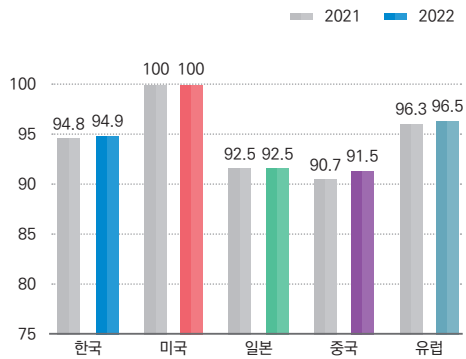
방송·미디어 기술수준 및 기술격차 증감

구분	년도	한국		미국		일본		중국		유럽	
		상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
방송·미디어	'19년	93.5	0.7	100	0.0	92.8	0.8	89.1	1.1	96.2	0.4
	'20년	94.1	0.5	100	0.0	93.2	0.7	90.0	1.0	96.6	0.3
	'21년	94.8	0.5	100	0.0	92.5	0.7	90.7	0.9	96.3	0.4
	'22년	94.9	0.5	100	0.0	92.5	0.7	91.5	0.9	96.5	0.4
전년대비 증감		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.2	0.0

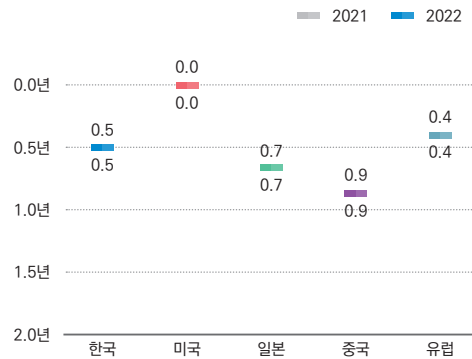
방송·미디어 '21년 대비 '22년 기술수준 및 기술격차 변화

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



④ 기술수준평가 도출 근거

대분류	중분류	배 경
방송·미디어	방송 미디어 서비스	▶ 한국의 KBS는 2023년 7월 전주, 청주에 ATSC3.0 본 방송을 시작으로 ETRI와 공동으로 ATSC3.0 UHD 송수신 기술, 수신칩 등 방송 핵심 기술을 개발중이나 공영 방송 축소 가능성에 의한 우려 등으로 기술수준은 전년도와 동일 ▶ 미국의 OTT 플랫폼 (Netflix, Disney+)의 고품질 콘텐츠 서비스 확대, 4K-UHD & HDR 지원 확대에 의한 최고 기술국 수준 유지 ▶ 일본은 Super Hi-Vision(8K) 기술 개발 및 BS 위성을 통한 서비스를 지속하고 있으며 NHK의 Hybridcast 상용화에 의한 기술 수준 상승 ▶ 중국은 CBN을 중심으로 China Telecom, Huawei, ZTE 등과 함께 5G-NR 기반 Rel-17 5G Broadcast(5MBS) 개발에 적극적 ▶ 유럽은 5G-MAG을 중심으로 5G-Broadcast 기술 개발 및 표준화 작업, 검증을 위한 시뮬레이터 구현 및 오픈소스 공개 등이 진행 중이나 사업화 성과 정체에 따른 기술 수준 하락
	미디어 부호화	▶ 한국은 삼성, LG의 스마트TV 보급 확대에 기반한 FAST 채널 글로벌 점유율 확대에 의해 기술 수준 상승 ▶ 미국은 MPEG 비디오 부호화 분야에서 지속적으로 강세를 유지하고 있으며, Intel, Qualcomm, InterDigital 등의 활동이 활발하게 지속됨에 따라 최고 기술국 위치 ▶ 일본은 학계 및 산업체의 연구 활동이 매우 축소되어 미디어 부호화 분야 타 국가 대비 기술 수준이 가장 많이 감소 ▶ 중국은 오디오 부호화의 발전이 축소되는 추세이나 영상부호화, 콘텐츠 식별추적 분야의 국제 표준화 참여를 통한 원천기술 보유 등 발전이 이뤄짐에 따라 기술 수준 상승 ▶ 유럽은 영상 부호화 분야에서 DVB-I 등 국제 표준화 활동을 유지하고 있으나, 사업화 발전은 더디어 기술 수준 변화 없음
	미디어 품질·신뢰	▶ 한국은 불법 콘텐츠 유통 근절을 위한 제도 강화가 이뤄지고 있으나, 자극적인 콘텐츠에 대한 안정성에 대한 규정은 미비하여 기술 수준 정체 상태 ▶ 미국은 ATSC 3.0 서비스 지역 확대를 통해 SD에서 HD로의 다채널의 고품질화를 지속 추진하며 콘텐츠 품질 향상 중 ▶ 일본은 과거 애니메이션에 의한 광과민성 쇼크 이슈 발생 이후 기술을 선도적으로 개발해왔으며, 최근 Sony의 VR 멀미 방지 기술 특허 발표 등에 의한 기술 수준 향상 ▶ 중국은 콘텐츠 유해성 측정 부문에서 TikTok과 같은 글로벌 사업자들이 국제 수준의 가이드라인을 준수하려는 활동을 기반으로 다양한 서비스 활성화를 통해 기술수준 상승 ▶ 유럽은 DSA(Digital Services Act, 디지털 서비스 법)를 통해 2024년부터 Amazon, Apple, Meta 등 플랫폼 기업들에 아동 성 확대, 혐오·차별 발언, 허위 정보 등 유해 콘텐츠에 대한 처리 절차 마련 및 의무화 시행 예정
	방송·미디어 플랫폼	▶ 한국의 KBS에서 ATSC 3.0 기반의 이동방송 서비스를 실시하고 있으며 ETRI 및 관련 업체에서 차량 수신 이동방송 송수신 기술 개발을 진행 중 ▶ 미국 방송사들을 중심으로 ATSC3.0 서비스를 위한 미디어 접근제어 DRM 표준화 및 인증시스템(A3SA)을 구축하면서 여전히 최고기술국 유지 ▶ 일본의 NHK를 중심으로 8K 전송을 위한 채널 본딩, 멀티 폴라리티 원천 기술 개발이 활발히 진행됨에 따른 기술 수준 소폭 상승 ▶ 중국은 미디어 접근 제어를 위해 특정 콘텐츠 차단 기술 개발을 지속적으로 진행하여 기술 수준 상승 ▶ 프랑스의 France TV, Televisions은 2020년 글로벌 OTT에 대응하기 위해 민영방송사 M6, TF1와 민관합작 스트리밍 서비스 ‘살토(Salto)’를 론칭 했으나 홀드백 규제에 의한 콘텐츠 수급 난항, 글로벌 스트리밍 사업자의 강제로 인해 협력 사업 포기

대분류	중분류	배 경
총 평		▶ 미국은 Netflix, Youtube, Facebook, Disney+ 등 글로벌 서비스를 기반으로 최고기술국 유지 ▶ 한국은 ATSC 3.0 방송 시작과 불법 콘텐츠 근절 제도 강화를 통해 기술 수준 소폭 상승 ▶ 일본은 미디어 서비스 분야에서 NHK의 Hybridcast 상용화, 8K 전송용 채널 본딩 등 원천 기술의 발전이 있었으나 이 외의 발전이 두드러지지 않아 기술 수준 정체 ▶ 중국은 5개 주요 국가 중 기술 수준 상승이 가장 높았으며, CBN을 중심으로 민관협력의 5G-NR 기반 기술에 적극적이므로 기술 수준 상승 ▶ 유럽은 5G-MAG, France TV 에서 응용, 사업화분야에 대해 활동적이나 홀드백 규제 등으로 인하여 기술 수준 정체

② 주요국 기술 동향 및 발전 현황

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ 2023년 SBS 통합 AI 플랫폼 개발, MBC 사내벤처 딥딥대학 딥러닝 적용 자료화면 검색기술 개발, KB라이프 신인배우 윤여정 광고 등 방송 미디어 분야에 인공지능 본격 도입 ▶ ATSC3.0 표준화 이후 ETRI를 중심으로 데이터 전송 용량 증가를 위한 유선·무선 미디어 전송 기술 개발 진행 중 ▶ ATSC3.0/5G 기반 융합 전송 기술 및 데이터 융합망 미디어 전송 기술 개발 진행 중 ▶ ETRI 사회소외계층 대상 재난방송 기술 개발 중(아바타 수어 등), ATSC 3.0 지자체 단위 재난 시스템 표준화 재개정 ▶ ETRI 주관으로 4개의 수신안테나를 지원하는 ‘ATSC 3.0 차량용 수신칩 개발(2023.04~)’ 국책과제 진행 중 ▶ ETRI, 세계 최대 방송장비 전시회 NAB2023(미국 라스베이거스)에서 역호환성을 지원하는 MIM 기반 8K 전송기술 시연 ▶ ETRI는 KBS와 공동으로 ‘ATSC3.0-5G Broadcast 연동 기술(2020년 04월~2023년 12월)’, ‘ATSC 3.0 이중편파 MIMO와 채널 본딩을 결합한 8K UHD 송수신 기술(2022.04~2026.12.)’ 국책 과제를 수행하면서 방송 핵심 기술 개발 중이며, KBS경기 감악산 실험국을 통해 대 출력 필드테스트 진행 중 ▶ IPTV 사업자가 케이블 방송 사업자를 합병 후 케이블망에서 IPTV 송출 기술과 셋탑 사용 목적 기술 개발 진행 중 ▶ KBS는 ‘UHD 혁신 서비스’를 통해, 이동 직접 수신용 다채널(CH.9-2, FHD 품질), IBB 표준 기반 양방향 서비스 TIVIVA를 통해 긴급 재난방송, 지역뉴스 모아보기, 생활정보(날씨 및 미세먼지, 실종아동찾기), 보이는 라디오 등 시범 서비스를 지속 운영 중 (2021년 07월~) ▶ KBS는 ATSC 3.0 직접수신 음영지역 내에서 통신망을 통해 시청 중인 콘텐츠를 끊김 없이 볼 수 있는 ‘이어도’ 기술을 연구개발 중이며, 연내 9-2 채널에 적용 예정 ▶ KBS에서 ATSC 3.0 기반의 이동방송 서비스를 실시하고 있으며 ETRI 및 관련 업체에서 차량 수신 이동방송 송수신 기술 개발을 진행 중 ▶ KBS에서는 세로 화면 비를 제공하는 단말을 위한 AI 콘텐츠 제작 서비스인 ‘Vvertigo’ 제공 중이고, KETI에서는 기존 가로 화면 비 콘텐츠를 스마트폰의 가로세로 방향에 적응적으로 콘텐츠를 변환하여 제공하는 AI기반 콘텐츠 화면 비 변환 기술 개발 중 (2021년 04월~) ▶ MPEG 표준을 중심으로 하는 미디어 부호화 전반적인 분야에서 적극적인 표준화 활동을 통해 대부분의 표준에서 90~95%의 기술수준 유지 ▶ 고품질방송 서비스를 위해 4K-UHD 본방송 지역 연차 별 확대 추진 ▶ CG-VFX 기술 기업들은 축적해온 다양한 디지털 에셋을 바탕으로 자체 스튜디오 설립 및 인수, 드라마, 영화, 게임, 광고 등 다양한 콘텐츠 제작 역량 확보 및 3D 렌더링용 게임엔진 자체 플러그인을 개발 중 ▶ 삼성, LG의 스마트TV 보급 확대에 기반 한 FAST 채널 글로벌 점유율 확대 ▶ 국내 버추얼 프로덕션 스튜디오 건립은 2020년부터 2021년 사이 급증했으며 2023년까지 전국에 40개 소 이상의 버추얼 프로덕션 스튜디오 건립 추진 중 ▶ 디지털/마루이엔지, Cast.era 컨소시움 등이 ATSC 3.0 송출장비(Headend) 가상화 솔루션을 개발하였고, 미방포럼을 통해 상호 연동성 확보를 위한 표준화 진행 중 (ATSC PT-8 대응) ▶ 방송통신 융합서비스 분야에서 IBB 서비스 확산 지연으로 산업 발전에 부정적 효과 ▶ 삼성과 Qualcomm의 XR기기가 2023년 말 출시를 앞두고 있음. 애플의 비전프로와 경쟁 전망 ▶ 삼성전자, LG전자는 각각 FAST 채널(삼성TV플러스, LG-PLUS) 서비스를 확대하고 있음. 특히, 특화 콘텐츠를 유치하여 해당 서비스를 통해 단말 자체 판매 촉진은 물론, 운영 수익을 거두고 있음 ▶ 이동방송 서비스의 DMB는 2023년 기준 현상 유지되며 KBS 이동방송 채널은 2개에서 1개로 축소 ▶ 지상파 UHD 상용 방송과 지상파 UHD 방송망을 사용한 재난 서비스 진행	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ 지상파 UHD 활성화를 위한 정책방안에 따라, KBS는 2023년 7월 전주, 청주지역에 ATSC 3.0 본방송을 시작하였고, 2024년 1/4분기에 춘천, 창원지역 개국 예정 ▶ 콘텐츠 유해성 측정 기술 개발을 위한 기관, 기업의 활동 활발 ▶ 콘텐츠 유해성 측정 부문에서 불법콘텐츠 유통 근절을 위한 법제도를 강화 중 ▶ 콘텐츠 품질 평가를 위한 콘텐츠가 인체에 미치는 자극 인지, 안정성에 대한 규정이나 관련 기술 개발 전무 ▶ 콘텐츠 품질 향상을 위해서 삼성, LG, ETRI, KETI, KAIST 등 에서 연구를 진행하고 있으나, 실제 산업으로의 응용과 산업화 반영 진행 속도 더딤 ▶ 콘텐츠·미디어 분석, 미디어 소비 분석 부문에서 한국 콘텐츠의 글로벌 영향력은 확대되고 있으나, 웹이브, 티빙 등 OTT 서비스는 정체 상태이기 때문에 관련 기술의 개발 및 확산 또한 정체 ▶ 트위그팜, 팀벨 등에서는 국내 OTT산업경쟁력강화를 위해, K-콘텐츠의 원활한 해외 수출을 위한 AI 기반 자막 자동번역, 다국어 자동 더빙 기술 개발 중 (2022년 04월~) ▶ 한국은 디지털 오감 부호화 관련 연구를 통해 기초 기술을 확보했으나 최근에 관련 연구 활동에 큰 진전 미비 ▶ 한국은 영상 부호화 분야에서 적극적인 표준화 활동을 통해 대부분의 표준에서 90 ~ 95%의 기술수준을 유지하고 있으며 원천기술 분야에서 지속적으로 기술수준이 향상 ▶ 한국은 지속적인 연구를 진행 중이나 유선·무선 미디어 전송 기술에 대하여 미국의 Google 등의 선진 기술에 비해 기술 격차가 있음	상승
미국	▶ 2019년 11월부터 방영된 Disney의 스타워즈 시리즈 만달로리안 촬영에 버추얼 프로덕션이 활용되면서 방송미디어 기술 발전의 본격적인 활성화 ▶ 2023년 기준, 200여개의 XR 스테이지 및 버추얼 프로덕션 스튜디오를 보유하고 있으며 향후 2~3년 정도의 스튜디오 예약이 모두 되어 있을 정도로 관심도가 높음 ▶ Apple의 VisionPro, Meta의 Quest3 등 차세대 가상현실(XR) 디바이스 발표를 통해 관련 미디어 분야의 경쟁구도 강화와 서비스 활성화 전망 (2023.06.) ▶ 2023년 말까지 ATSC 3.0 (NextGen TV) 서비스 권역을 미국 가정의 75% 수준까지 향상 계획 ▶ AI 및 VR 시장을 중심으로 Apple, Facebook, Microsoft 등에서 다양한 디지털 오감 부호화에 대한 기초 기술의 개발 진행 ▶ ATSC 3.0 서비스 지역 확대를 통해 SD에서 HD로의 다채널의 고품질화를 지속 추진하며 콘텐츠 품질 향상 중 ▶ FAST(Free Ad-supported Streaming TV) 플랫폼으로 대표되는 Pluto TV(광고 지원 스트리밍 TV), Tubi(광고 지원 스트리밍 서비스), Peacock(OTT)등 의 급성장 ▶ Meta, Apple 등 글로벌 빅테크 사업자들을 중심으로 XR 관련 산업을 주도하고 있으며, 콘텐츠 품질 및 시각 피로를 줄이기 위한 연구개발 주도 ▶ MPEG 비디오 부호화 분야에서 지속적으로 강세를 유지하고 있으며, Intel, Qualcomm, InterDigital 등의 활동이 활발하게 지속 ▶ Netflix는 정확한 비디오 요약 및 하이라이트 감지 등을 검출하기 위해, 멀티모달(비디오, 오디오, 텍스트, 시간정보 등)을 활용한 머신러닝 기반 비디오 콘텐츠 씬 검출 기술 개발 중 ▶ OTT 플랫폼(Netflix, Disney+) 고품질 콘텐츠 서비스 확대, 4K-UHD & HDR 지원 확대 ▶ RAPAs는 미국 공영방송네트워크 APTS, PMVG 등과 MOU를 맺고, 국내 송출장비 제조 기업들과 공동으로 해외 실험국 구축 및 시스템 구축 협력을 진행 중 (2023.04.) ▶ SBG 및 Paerl TV 등 미국의 주요 방송사들은 데이터 서비스를 위한 Ddaas, RUN3TV 등의 플랫폼 규격 발표 및 구현 단계 ▶ SBG와 PearlTV를 중심으로 ATSC 3.0 전환이 이루어지고 있으며 2023년 상반기 전체 4,000여개 스테이션 중 150 개가 ATSC 3.0으로 전환 진행됨. 향후 5~10년 사이에 700~800개 스테이션이 ATSC 3.0으로 전환 예정	최고

국가	기술 수준 발전 현황	경향
미국	▶ Sinclair Broadcast-SKT-현대차그룹은 공동으로 미국 Washington D.C. 지역에서 ATSC 3.0 차량 이동 수신 필드테스트를 실시하였고(2022년 12월), CES2023에는 30개 채널까지 서비스할 수 있는 ATSC 3.0 디지털라디오 시연을 실시 ▶ Sinclair Broadcast와 Onemedia3.0은 NAB2023에서 개선된 재난경보를 제공하고 브로드캐스트앱(Broadcasting App) 뿐만 아니라, 데이터캐스팅을 제공하는 ATSC 3.0 코어 네트워크 플랫폼을 시연 (2023.04) ▶ 미국 방송사들을 중심으로 ATSC3.0 서비스를 위한 미디어 접근제어 DRM 표준화 및 인증시스템(A3SA)을 구축 ▶ 미국은 AR/VR/XR 기기 산업 주도하며 콘텐츠 품질 평가를 위한 기준 마련을 위한 활동을 지속 중 ▶ 미국은 콘텐츠 품질 향상, 콘텐츠·미디어 분석, 미디어 소비 분석 분야에서 Netflix, Youtube, Facebook, Disney+ 등 글로벌 서비스를 기반으로 세계 최고 수준의 기술력 보유 ▶ 미국은 콘텐츠·미디어 포맷 분야에서 절대적 우세를 보이고 있으며 각 국가 별로 큰 변화는 없음 ▶ 미디어 지능화 기술 개발을 위해 AI 기반의 기초기술 및 응용 연구를 활발히 진행 중 ▶ 미디어 소비 분석을 위해 Nielsen 등 시청률 조사, 콘텐츠 개별 타겟 광고 등을 위한 기술 개발 및 적용 활발히 진행 ▶ 방송 미디어 편집을 위해 버추얼 프로덕션 활용이 급격한 증가세를 보이고 있으면 세계 버추얼 프로덕션 시장 규모는 2027년까지 39억 5천만 달러로 연평균 15.8% 성장할 것으로 전망 ▶ 아동인터넷보호법(CIPA)에 따라 인터넷 접속 차단, 필터링 등의 기술적 조치를 의무화하고 있으며, Microsoft, Meta, Youtube, Instagram 등 사업자들도 유해물 차단을 위한 자체적인 노력 지속 ▶ 유선·무선 미디어 전송 분야에서 ATSC3.0 전환을 위해 방송사 단위의 기반 환경 구축을 빠르게 진행 중 ▶ 적극적인 표준화 활동을 통해 대부분의 표준에서 90 ~ 95%의 기술수준을 유지하고 있으며 영상 부호화 원천기술 분야에서 지속적으로 기술 수준이 향상 ▶ 캐나다 CRC는 미국 Sinclair Broadcast, 스페인 UPV/EHU 대학, 한국 ETRI, 중국 상하이교통대학 등과 공동으로 Inter-Tower Communication Network (ITCN) 기술 개발을 주도하고 있으며, 결과물을 ATSC IT-5 및 ITU-R WG6A를 통해 표준화 작업 중	최고
일본	▶ NHK STRL은 몰입형 미디어, 유니버설 서비스, 프런티어 과학이라는 세 가지 연구 분야를 중심으로 한 'Future Vision 2030-2040' 계획을 수립 및 발표 (2021년 04월) ▶ NHK는 8k 전송을 위한 채널 분당 및 멀티 풀라리티 기술 등의 기술 개발을 활발히 진행 중 ▶ NHK를 중심으로 유선·무선 미디어 8k 전송을 위한 원천 기술 개발이 활발히 진행 중 ▶ NHK에서는 Advanced ISDB-T 기술 개발 및 표준화를 주도하고 있으며, 브라질 TV3.0 물리계층 후보 표준으로 채택되었음. 관련 결과물은 NHK Open House 2023에서 시연 ▶ Sony는 VR 헤드셋에 부착된 장치로 머리에 진동을 가해 VR 멀미를 최소화할 수 있는 VR 멀미 방지기술 특허 기술 보유 ▶ Super Hi-Vision(8K) 기술을 활용하여 자국 내 주요 유적을 초고해상도로 촬영하는 8K Cultural Project를 수행 중 ▶ 영상 부호화 원천 기술 개발에 해당 하는 국제표준화 활동 정체 ▶ 일본은 가상화 송출장비 관련 R&D 활성화를 위해 ST.2110과 NMOS 기반 소프트웨어 구조정설 구축 기술 개발 중 ▶ 일본은 고품질방송 운용을 위하여 Super Hi-Vision 기술 개발 및 BS위성을 통한 서비스 지속 ▶ 일본은 과거 애니메이션에 의한 아동의 광과민성 쇼크의 사회적 이슈 발생 이후 콘텐츠 품질 평가 기술을 선도적으로 주도 ▶ 일본은 오디오 분야에서 관련 기기의 쇠퇴와 함께 전반적으로 영향력이 감소 추세 ▶ 일본은 전통적으로 방송사를 중심으로 한 자국 콘텐츠 소비가 활발한 상황임. 글로벌 수준의 OTT 서비스가 없어서 다른 국가에 비해 두드러진 기술 발전을 확인하기 어려움	유지

국가	기술 수준 발전 현황	경향
중국	▶ AI 학습용 데이터 규모 확대를 지속하며 콘텐츠 품질 향상을 위한 노력을 지속중 ▶ Baidu는 Baidu AI Cloud를 통해 수화 번역 및 실시간 통역을 위한 디지털 아바타를 생성할 수 있는 AI 기반 수화 플랫폼을 출시 (2022.04.) ▶ CBN(중국광파전시네트워크집단)을 중심으로 5G-NR 기반 Rel-17 5G Broadcast (5MBS) 기술 개발에 적극적임. 중국 내 주요 제조사(China Telecom, Huawei, ZTE, Ericsson, Nokia)들과 협력해서 베이징 CCTV 타워, 상하이 동방명주 타워, 난징 TV 타워에서 고출력 필드테스트를 진행 중 ▶ CBN은 유럽철도연합(UIC), 에어버스, Huawei 등과 공동으로 3GPP 기고서를 제출하는 등 Mission Critical 5MBS 기술 공동 대응 중 ▶ ICT 기술 접목형 방송 미디어 기기의 독자적인 제작을 지속하고 있으며 콘텐츠 품질 평가를 위한 관련 가이드라인 마련 노력 ▶ OTT 산업이 국내외로 활성화 되어 있으며, 정부 주도로 산학연 협력을 통한 콘텐츠 품질 향상을 위한 초고화질 미디어 산업의 주도권을 확보하기 위한 노력이 지속되고 있음 ▶ XR 관련 산업 육성을 위한 중국 정부의 적극적 투자로 XR 기기 관련 산업에서 미국과의 경쟁 구도 형성되어 있어 관련 기술 수준이 상승하고 있음 ▶ 미디어 접근제어를 위해 특정 콘텐츠 차단 기술 개발을 지속적으로 진행하여 분야 별로 높은 수준의 기술을 보유하고 있음 ▶ 산업기술정보부, 중국미디어그룹 주관으로 광저우시에서 열린 WUVIC 2023 전시회를 통해, 광저우 8K-UHD 실험방송 직접수신 시연. '초고화질 산업 진흥 방식' 정책 방안의 핵심인 8K-UHD를 전략산업 전반 전반의 혁신의 도구로 활용 중 ▶ 유럽, 한국 등 규제 강화로 Tiktok 등 글로벌 사업자들의 콘텐츠 유해성 측정을 위한 자체적인 노력이 강화되고 있음. 다만 중국 정부차원의 선정적·폭력적 콘텐츠에 대한 단속을 시행하고 있으나 콘텐츠 유해성의 범위가 정치적인 부분도 많이 포함되는 경향이 개선되지 않고 있음 ▶ 인공지능 및 안전인식 분야에서 지속적인 연구가 진행되고 있으며 이를 미디어 지능화에 활용한 사업화가 국가적인 차원에서 이루어지고 있음 ▶ 중국 및 미국 소재 중국 기업을 통한 영상 부호화 국제표준화에 활발히 참여하여 원천 기술 보유 증가 추세 ▶ 중국은 고품질방송 서비스를 위해 8K 산업을 국가 전략 산업으로 지정하고, 카메라, 중계차 등 자체 장비 개발 ▶ 중국이라는 거대한 OTT 시장을 기반으로 아시아권에서 영향력을 확대하고 있음. 거대한 시장을 기반으로 한 대규모 데이터 활용을 통해 관련 기술력이 빠르게 향상되고 있음 ▶ 칭화대학은 3GPP Rel-18 이후 채택을 목표로 전송 계층 요소 기술 개발 중 (예시: Spatially Coupled LDPC, Non-orthogonal Multiplexing) ▶ 콘텐츠 유해성 측정 부문에서 TikTok과 같은 글로벌 사업자들이 국제 수준의 가이드라인을 준수하려는 노력을 지속	상승
	▶ (EU) 5G-MAG을 중심으로 5G-Broadcast 기술 개발 및 표준화 작업, 검증을 위한 시뮬레이터구현 후 오픈소스 공개 등이 진행 중 ▶ (프랑스) France TV(공영방송)는 2023년 9월 대도시 중심으로 지상파 UHD 방송 서비스 시작 계획 발표 (2023.04.) ▶ DSA(Digital Services Act, 디지털 서비스 법)를 통해 2024년부터 Amazon, Apple, Meta 등 플랫폼 기업들에 아동 성 학대, 혐오·차별 발언, 허위 정보 등 유해 콘텐츠에 대한 처리 절차 마련 및 의무화 시행 예정 ▶ DVB에서는 DVB-I 표준화가 마무리 단계이며, 현재는 5G-Broadcast 연동을 위한 표준 작업이 진행 중임. 이탈리아 MediaSat, 스페인 RTVE&UPM, 아일랜드 RTE, 이란 IRIB에서 실험방송을 추진하기 위한 시스템 구축 중 ▶ IP기반 차세대 방송 규격인 DVB-I 표준을 진행 중이나 관련 서비스는 진행 속도가 느림	

국가	기술 수준 발전 현황	경향
유럽	▶ 미디어 접근제어와 관련하여 전통적으로 미국 및 유럽이 관련 시장을 장악하고 있으며 지역 별로 자국 기업이 부분적으로 로컬 시장을 점유 ▶ 유럽 표준인 HBBTV 방식의 서비스가 보편화 되어 있고, 최근에는 DVB-I 표준을 기반으로 시청자와 양방향 소통을 기반으로 한 미디어 서비스 활성화 ▶ 유럽은 영상 부호화 분야에서 DVB-I 등 국제 표준화 활동을 유지하고 있으나, 사업화 발전은 다소 약함 ▶ 유럽은 유해 콘텐츠 규제를 위한 법제도는 특화되어 있으나, 자체적인 기술 개발 속도는 더디며 대부분 미국의 기술을 활용 ▶ 융합망 미디어 전송과 관련하여 DVB-I 표준화 진행	상승
기타	▶ (인도) ATSC 3.0 표준 채택을 위한 실험방송을 진행 중이며 차세대 방송 기술 표준으로 ATSC 3.0을 고려 ▶ (인도) 모바일 방송을 위해 ATSC 3.0 과 5g broadcast 표준을 비교 검토하고 있으며 Saankhya Labs 가 수신칩, 송출 장비 등을 개발 진행 중 ▶ (브라질) 차세대 지상파 방송을 위해 ATSC 3.0 과 ISDB-T 표준을 검토하고 있으며 2024년 결정 예정	-

❖ 한국의 기술수준 향상을 위한 정책제언

주요 전략 제언

❖ 차세대 방송 미디어 분야는 인공지능과 버추얼 스튜디오 기술이 핵심

- 기존의 2D AV 복부화 원천 기술의 선도성을 유지하며, 메타버스로 대변되는 3차원 미디어에 대한 국제표준 활동을 기반으로 원천 기술에 대한 사업 발굴 필요
- 인공지능 기반의 미디어 부호화가 새로운 표준화의 흐름. 개발을 주도하기 위한 기술개발에 주력
 - 향후 Post-VVC 표준화를 대비하는 방식(인공지능 기반 비디오 부호화 기술, 신호처리 기반 비디오 부호화 기술) 연구, 실감미디어(포인트클라우드 부호화, 3DoF+, 6DoF), 인공지능 기반 부호화, 기계를 위한 부호화 등
- 인공지능, 딥러닝 등 기술 적용을 통해 기존의 방송제작 환경을 보다 효율적이고 생산적으로 변화시킬 수 있는 AI기반 제작 시스템 관련 분야의 연구개발 필요
 - 인공지능 활용 방송 미디어 제작 및 유통 프로세스 개선과 새로운 유형의 방송 콘텐츠 제작 기술 발굴 등
 - 인공지능 기반 부호화, 실감미디어분야 부호화는 기존의 신호처리 기반 부호화 구조와 근본적으로 다르기 때문에 새로운 구조를 연구할 수 있는 고급인력 양성 필요

❖ 다양한 플랫폼에서의 미디어 소비가 급격하게 확대되는 시장변화에 대응하는 R&D 추진 필요

- 글로벌 OTT 경쟁이 치열한 상황에서 콘텐츠 제작·편집 시간과 제작비를 절감할 수 있는 R&D: 미디어 제작 워크플로우 효율화, 버추얼 프로덕션 제작 등
- 방송과 통신의 융합 환경을 고려한 미디어 서비스 R&D: 지상파와 5G 망이 연동된 상호작용형 미디어 서비스, 지상파 콘텐츠의 OTT서비스를 위한 기술 등
- 미디어 부호화 부상기술에 대한 R&D: 향후 Post-VVC 표준화를 대비하는 방식(인공지능 기반 비디오 부호화 기술, 신호처리 기반 비디오 부호화 기술) 연구, 실감미디어(포인트클라우드 부호화, 3DoF+, 6DoF), 인공지능 기반 부호화, 기계를 위한 부호화 등
- 차세대 고품질 방송을 위한 R&D: 지상파·케이블·위성 등 8K/16K 기술 확산을 위한 핵심 전송 기술, 클라우드·인공지능을 활용한 편집 및 제작 기술, 8K·XR·LF·CGH 등 개발에 대한 중장기 로드맵 정책연구

12 디지털콘텐츠

▶ 총평

- 미국은 동영상 플랫폼(Youtube) 뿐만 아니라, 3D플랫폼(Vision Pro, Oculus, Hololens 등), 대규모 언어모델(ChatGPT)과의 연동 서비스, 인공지능·클라우드 인프라(MS, NVIDIA, Amazon) 등 우위를 통해 최고기술국 유지
- 한국은 통신 3사 및 클라우드 서비스 기업과 OTT 사업자 기반으로 사업화가 활성화되어 있으며, 산업계의 디바이스 중심 기술발전과 연구계의 기초 기술발전 성과에 의한 기술수준 지속발전

디지털콘텐츠 기술수준 및 기술격차

기술수준	미국(100%) > 유럽(91.5%) > 중국(88.9%) > 한국(88.3%) > 일본(87.7%)
기술격차	최고기술국(미국)과 최하기술국(일본) 격차 : 기술수준(12.3%), 기술격차(1.3년)

구분	상대수준(100%)															기술격차(0년)				
	한국			미국			일본			중국			유럽			한국	미국	일본	중국	유럽
	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화					
콘텐츠 생성	89.3	87.3	88.0	100	100	100	92.0	86.0	87.0	88.9	88.5	86.0	96.6	89.0	90.5	1.1	0.0	1.0	1.2	0.8
콘텐츠 가시화	88.5	88.8	87.2	100	100	100	91.0	89.6	87.0	86.3	84.4	85.3	92.4	92.1	89.1	1.1	0.0	1.0	1.4	0.8
콘텐츠 인터랙션	87.2	87.2	87.2	100	100	100	88.1	87.1	87.1	89.0	88.9	89.4	96.5	90.0	90.0	1.3	0.0	1.2	1.1	0.9
콘텐츠 플랫폼	88.3	89.6	90.6	100	100	100	85.1	85.1	87.6	92.5	92.5	95.0	92.5	88.8	90.0	1.0	0.0	1.4	0.7	0.9
합계 (가중평균)	88.3	88.2	88.3	100	100	100	89.1	87.0	87.2	89.2	88.6	88.9	94.5	90.0	89.9					

종합	2022	88.3	100	87.7	88.9	91.5	1.1	0.0	1.3	1.0	0.9
	2021	87.7	100	87.1	88.5	90.9	1.2	0.0	1.3	1.1	0.9

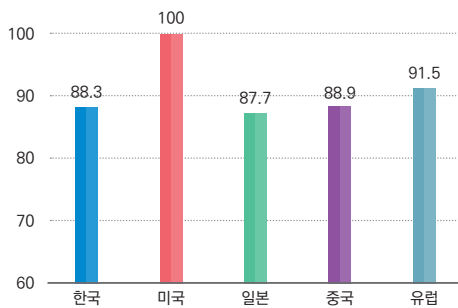
② 기술수준조사 결과

- 디지털콘텐츠 분야의 세계최고 기술국(미국 : 100%, 0년) 대비 상대적 기술수준 및 기술격차
 - 한국의 디지털 콘텐츠 기술수준은 88.3%, 기술격차는 1.1년으로 조사
 - 세계 최고기술 보유국인 미국과의 기술격차는 유럽 0.9년, 중국 1년, 한국 1.1년, 일본 1.3년의 기술격차를 보이고 있음

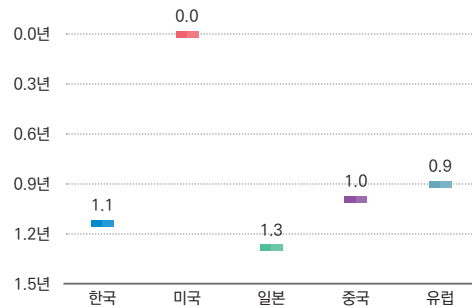
디지털콘텐츠 기술수준 및 기술격차

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



구분	한국		미국		일본		중국		유럽	
	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
디지털콘텐츠	88.3	1.1	100	0.0	87.7	1.3	88.9	1.0	91.5	0.9

- 디지털 콘텐츠 분야 기술수준은 미국이 전년대비 동일하게 최고 기술국을 유지하고 있으며, 한국·일본·중국·유럽 모두 증가
 - (한국 기술수준) 전년대비 +0.6pt 증가, 4위 유지
 - (일본 기술수준) 전년대비 +0.6pt 증가, 5위 유지
 - (중국 기술수준) 전년대비 +0.4pt 증가, 3위 유지
 - (유럽 기술수준) 전년대비 +0.6pt 증가, 2위 유지

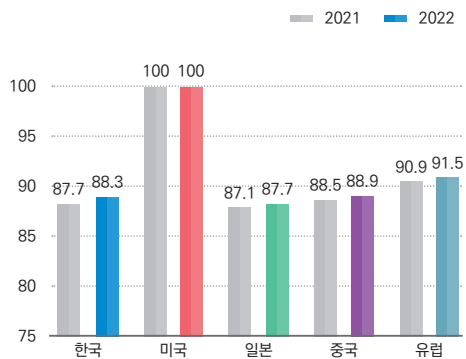
디지털콘텐츠 기술수준 및 기술격차 증감

구분	년도	한국		미국		일본		중국		유럽	
		상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
디지털 콘텐츠	'19년	85.5	1.4	100	0.0	86.9	1.3	86.2	1.3	90.3	1.0
	'20년	86.8	1.3	100	0.0	87.0	1.3	87.6	1.2	90.2	1.0
	'21년	87.7	1.2	100	0.0	87.1	1.3	88.5	1.1	90.9	0.9
	'22년	88.3	1.1	100	0.0	87.7	1.3	88.9	1.0	91.5	0.9
전년대비 증감		0.6	-0.1	0.0	0.0	0.6	0.0	0.4	-0.1	0.6	0.0

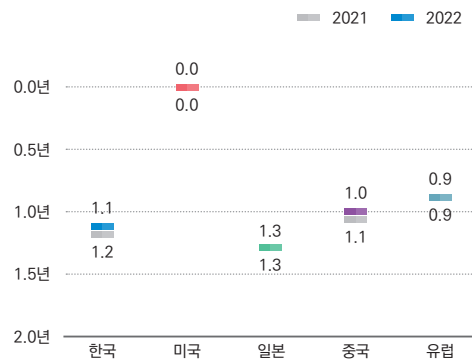
디지털콘텐츠 '21년 대비 '22년 기술수준 및 기술격차 변화

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



▶ 기술수준평가 도출 근거

대분류	중분류	배 경
디지털 콘텐츠	콘텐츠 생성	▶ 한국은 삼성의 MR글래스 출시에 의한 미국 대응 가능성과 클로버추얼패션의 EpicGames와의 지분 공유 등으로 인해 기초, 사업화 분야의 기술 수준 상승 ▶ 미국은 NVIDIA, Google, OpenAI, Apple 등 글로벌 기업 중심으로 콘텐츠 생성 관련 최고기술을 보유 ▶ 일본의 콘텐츠 생성 기술은 기초, 응용 부분에서 한국을 소폭 앞서고 있지만 기술 수준은 전년도와 동일 ▶ 중국의 실감오디오 생성복원 기술은 Diffsound에서 문장에서 음향을 생성하는 diffusion 모델을 사용하여 개발하는 응용 분야 발전으로 기술 수준 소폭 상승 ▶ 유럽은 콘텐츠 생성 원천 기술 개발 정체에 의한 기술 수준 하락
	콘텐츠 가시화	▶ 한국은 SI기술의 발전과 연계하여 massive big data를 시각화하는 연구와 데이터·정보 가시화 기술개발이 활발히 진행되며 기술 수준 상승 ▶ 미국은 전통적인 글로벌 기업의 기술 선도와 함께 표준 그래픽스 라이브러리를 이용하여 건축, 토목, 의료분야에 많은 시각화 응용 SW 기술을 갖춘 Omegarender, United-BIM 기업 등의 성장으로 최고 기술국 유지 ▶ 일본은 애니메이션 산업에서 경쟁력이 과거에 비해 줄어들었으며, 최근 건물의 실내외를 시각 표현 가시화하는 기술에서 많은 발전을 통해 관련 기업들이 성장하였으나 기술 수준은 전년도와 동일 ▶ 중국의 시각 표현 가시화 기술은 미국에 비해서 정체되었으나, 전반적인 산업의 활력이 높아서 게임, 웹서비스, VFX, 건축 등 다양한 어플리케이션 내 적용 & 활성화 추세이지만, 실감 오디오 가시화 기술은 해외 의존도가 높아 기술 수준의 변화 없음 ▶ 유럽은 시각 표현 가시화 R&D를 위해 기존의 3D 그래픽스 기술을 AR, XR등 기술과 연계/확장하는 산업이 활발하여 기술 수준 소폭 상승
	콘텐츠 인터랙션	▶ 한국은 디지털 트윈의 개념 확장으로 인한 그래픽스 객체 기반 인터랙션 관련 실공간과 가상공간 객체의 동질성에 대한 연구 증가에 의한 기술 수준 상승 ▶ 미국은 Meta는 사용자들의 자연스러운 제스처나 동작을 통해 가상세계와 인터페이스하는 인터랙션 기술을 XR 디바이스에 적용하여 공간 상호작용 기술 선도하며 최고 기술국 유지 ▶ 일본의 Sony는 햅틱 피드백, 시선 트래킹, 3D 오디오, 적응형 트리거 기술 등이 적용된 플레이스테이션용 VR 헤드셋 'PSVR2'를 발표하여 휴먼 인터랙션 분야 기술 개발 추진하며 기술 수준 상승에 영향을 미침 ▶ 중국의 TCL은 AR글래스 'Ray NeX2'를 발표하며 기술 수준 소폭 상승 ▶ 유럽의 기술 수준은 전년도와 비교하여 기초, 응용, 사업화 부문에서 변화 없음
	콘텐츠 플랫폼	▶ 한국은 2023년 KT를 중심으로 약 30여 개 사 클라우드 워킹그룹 운영을 통해 클라우드 콘텐츠 플랫폼을 구축하고 있으며 국내 클라우드 서비스 모델을 제안/검증 활동을 통해 기술 수준 소폭 상승 ▶ 미국은 동영상(Youtube) 플랫폼뿐만 아니라, 새로운 3D 플랫폼(Vision Pro, Oculus, Hololens 등), 대규모 언어모델(ChatGPT)과의 연동 서비스, 인공지능, 클라우드 인프라(Microsoft, NVIDIA, Amazon)등의 우위를 통해 글로벌 1위를 유지 ▶ 일본 내 최다 영상 콘텐츠를 서비스하는 로컬 OTT U-NEXT와 지상파 TBS와 TV도쿄가 운영하는 Paravi가 2023년 경영을 통합을 일제로 하여, 전략적인 인수합병, 합작회사 설립, 오리지널 콘텐츠 제작 투자, 서비스 폐지가 활발히 일어났는데 일본 내 OTT 시장의 경쟁 격화에 의한 재편 구도가 본격적으로 시작됨에 따른 시장 기대감을 반영하여 기술 수준 상승

대분류	중분류	배 경
디지털 콘텐츠	콘텐츠 플랫폼	▶ 중국은 Baidu, Alibaba, Tencent 등 대형 콘텐츠 플랫폼의 규모경제가 플랫폼 기술에 반영되며 기술 수준 상승 ▶ 유럽은 유럽에서 제작된 콘텐츠를 최소 30% 이상 의무 규정화함으로써, 글로벌 콘텐츠 플랫폼 기업들이 협업, 공유를 위한 노력을 하도록 유도하고 있으며, 콘텐츠 플랫폼 기초 연구 개발이 활발
총 평		▶ 미국은 NVIDIA, Google, Apple 등 전통적인 선도 기업의 ICT 시장 견인과 더불어 건축, 의료, 토목과 같은 타 산업과의 디지털 콘텐츠 기술 응용 활성화에 따라 최고 기술국 유지 ▶ 한국은 디지털콘텐츠와 인공지능, 디지털트윈 등 기술 융합을 통해 데이터, 정보 가시화 기술 개발이 활발히 진행되며 전년 대비 기술 수준 상승 ▶ 일본은 OTT와 지상파 방송의 인수합병, 합작회사 설립 등 산업 구조 다변화 및 시장 재편 구도 본격화로 인한 기술 수준 상승 ▶ 중국은 Baidu, Alibaba, Tencent가 중심이 되어 선진국 기술을 추격하고 있으며, 중앙정부의 강력한 정책 추진과 투자로 인해 기술수준 상승 ▶ 유럽은 글로벌 빅테크 기업들의 제품 개발 시 원천기술을 제공하고 있으며, 유럽 국가들 간의 협력연구를 진행하고 있어 기술수준 상승

▶ 주요국 기술 동향 및 발전 현황

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ 2023년 KT를 중심으로 약 30여 개 회사 합작의 클라우드 워킹그룹을 운영을 통해 클라우드 콘텐츠 플랫폼을 구축하고 있으며 국내 클라우드 서비스 모델을 제안/검증하고 있음 ▶ AI기술의 발전과 연계하여 massive big data를 시각화하는 연구와 데이터·정보 가치화 기술개발이 활발히 진행 ▶ CES 2022에서 AR 기업 (주)레티널이 혁신상을 수상하고 모빌테크는 AI 및 3D 공간정보 기술 기반 디지털 트윈 도시 솔루션 출시 중 ▶ ChatGPT 등 생성형 AI 기술을 활용한 디지털 휴먼과의 인터랙션 기술이 새로운 인터페이스로 공개 시작 ▶ ETRI는 Egocentric 상호 작용 기술과 후각 센싱/발향 기술 등 오감 상호작용 기술을 연구 개발 중 ▶ ETRI를 중심으로 후각과 미각을 재현하는 R&D를 진행 중이며, 중소기업 에서는 대표적으로 답센트에서 빅데이터 융합 후각 응용 제품 개발 중 ▶ ETRI에서 플렌옵틱/라이트필드 영상 관련 공간 영상 생성 복원 기술 연구 진행 중 ▶ KIST에서는 이미지에서 3차원 아바타를 생성하는 기술을 개발하고 후속 연구로 문장에서 3차원 모델 및 애니메이션을 생성하는 그래픽 모델링 연구를 진행 중 ▶ LetinAR은 시야각, 해상도, 렌즈크기 성능이 향상된 신형 AR글래스 ‘KEPLAR’를 CES 2023에 전시하여 ICT 기반 인터랙션 디바이스를 출품 ▶ Mondrian AI에서는 WebGL 기반으로 공간정보를 시각화하는 기술을 개발 ▶ NFT 기술의 등장으로 콘텐츠의 유통에 희소성과 가치를 증가시켰으나, 아직 국내에서는 가상화폐에 대한 규제 등으로 인해 아직 NFT 기반 콘텐츠 유통 플랫폼 시장 및 기술개발은 미국 및 유럽에 비해 다소 미비한 형태 ▶ Object-oriented audio기술 등 실감 오디오 효과를 위한 기술 등을 활발히 연구 중 ▶ OTT 플랫폼, 메타버스 플랫폼과 연계한 1인 크리에이터 협업 체계 구축을 위한 정책 발표 및 지원으로 생태계 구축중이며, 블록체인, NFT 등의 등장으로 콘텐츠의 제작, 개발, 유통과정에서 소셜 미디어, 소셜 커머스 등과 결합하여 가상세계를 구축하고, 미술 작품 등 문화적인 관점에서 활발하게 협업 체계 구축 중 ▶ 티빙, 웨이브, 네이버 제페토, SM의 디어블 버블 등 다양한 콘텐츠 유통 플랫폼을 통한 플레이어 활성화 ▶ VP기반의 XR 스튜디오를 통해 무대 및 스튜디오 제작 현장에서 가상과 현실을 증강하여 PD/스텝/배우와 관객들까지도 모두 함께 몰입된 경험과 촬영 환경을 제공 ▶ 개방형 콘텐츠 플랫폼인 MEDIUM, 콘텐츠 제작 비즈니스를 위한 BUFFER, 콘텐츠 기획과 템플릿 제작을 위한 NOTION, 시각화 및 디자인 도구인 CANVA 등 콘텐츠 마다 다양한 콘텐츠에 따라 다양한 콘텐츠 제작 플랫폼이 개발되고 있음. 국내에서도 솔투룩스의 가상 인간 제작 플랫폼인 ‘플루닛스튜디오’ 등도 개발되었으나, 아직 국내 기술 수준은 미국 등 선진국 수준에 다소 뒤쳐진 상황 ▶ 디지털 트윈의 개념 확장으로 인한 그래픽스 객체 기반 인터랙션 관련 실공간과 가상공간 객체의 동질성에 대한 연구 증가 ▶ 디지털 휴먼에 모션캡처 기술을 활용하여 다양한 버추얼 휴먼과 버추얼 아바타들이 등장하고 있으며 모델, 광고 시장 뿐아니라 아이돌 데뷔, 문화 복원 등의 사업화에 활용 ▶ 메타버스, 디지털 트윈 등의 개념의 확장으로 공간상호작용을 위한 실공간과 가상공간의 연동에 관련된 연구 개발 사례 증가 ▶ 모바일 콘텐츠의 유통 플랫폼은 물론이고, OTT, 메타버스, 블록체인 기반의 콘텐츠 유통 플랫폼이 다양해지고 있으나, 아직 국내에서는 가상화폐에 대한 규제 등으로 인해 NFT 기반 콘텐츠 유통 플랫폼 시장 및 기술개발은 미국 및 유럽에 비해 다소 미비한 상태 ▶ 미국에 대응하기 위한 삼성의 MR 글래스 출시에 힘입어 관련 시장이 다시 성장할 것으로 기대되며 콘텐츠 생성, 가치화, 인터랙션 전 분야에서 기술 발전이 촉진될 것으로 전망	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ 비햅틱스는 자체 개발 뉴로모픽 알고리즘으로 12개 모터의 진동을 조절해 사실적인 공간 상호작용 감각을 구현하는 무선 햅틱 장갑 TackGlove를 CES 2023에 출품 ▶ 실 가상 정합 기술을 활용하여 버추얼 아바타와 모션캡처 시스템을 활용한 다양한 시도 중, 가상현실 및 증강현실 가시화 콘텐츠를 제작 ▶ 실감 오디오 재현, 가시화 기술을 단독으로 연구하는 하는 기업이나 연구소 보다 방송, 통신, 웹서비스등과 연계하여 R&D하는 기관이 증가하는 추세 ▶ 영화 등 디지털 콘텐츠의 제작에 필요한 기술을 위주로 시각화 기술이 발전. VP(Virtual Production)를 활용한 InCamera VFX기술을 활용한 다양한 사례 도출, AI VP영화 출시, 전 세계적으로 VP를 활용한 광고, 영화, Show등을 촬영하는 사례가 급증 ▶ 인공지능 기술과 시각화 기술을 결합한 AI visualization 분야에 연구개발이 집중 ▶ 일상적인 환경에서의 ICT 기반 인터랙션 기반 햅틱 디바이스의 개발과 실용적인 사용을 위한 시도들이 증가 ▶ 카카오브레인의 칼로 2.0 서비스는 약 3억장 규모의 텍스트-이미지 데이터셋을 학습, 높은 언어 이해력을 기반으로 완성도 높은 그림을 3초 만에 생성 가능 ▶ 카카오의 콘텐츠 사업 매출은 스토리(카카오톡·카카오페이지·픽코마 등), 게임(카카오게임 등)·뮤직(멜론 등)·미디어(카카오TV 등) 등을 통해 점점 증가하고 있음. 2020년 1분기 약 4,300억 원에서 2022년 3분기 약 8,800억원으로 성장. 2022년 3분기 누적 기준 전체 매출의 47.4% 수준 ▶ 콘텐츠 생성 분야에서 ETRI는 AI 기반의 초현실감 디지털 휴먼 동영상 생성 기술, Nerf 기반의 고품질 광역 공간 복원 기술, 실시간 대규모 가상 공연 기술 등 메타버스 관련 기술을 연구 중 ▶ 클라우드 측면에서 볼 때, 한국의 데이터 생산량은 점점 더 증가하는 추세이며 Amazon, Microsoft 등 글로벌 클라우드 기업들의 데이터 센터가 한국 내 위치 함. 삼성 SDS, 네이버, NHN. 카카오, KT, SKT, LGUPLUS 등 통신사업자 등이 클라우드 콘텐츠 플랫폼을 구축하고 시기술 기반으로 다양한 서비스와 응용을 개발하고 있으나, 미국 등 선진국에 비해 시장 점유율도 낮고 기술력도 낮은 편임 ▶ 클로버추얼패션은 EpicGames와 함께 디지털패션의 미래를 위한 투자를 진행하며 각 회사의 일정 지분을 소유하기로 함 ▶ 포항공대 최승문 교수, 한국과학기술교육대학교의 김상연 교수팀 등이 햅틱 관련 연구를 세계적인 수준으로 진행하고 있으며 김상연 교수팀에서는 VRST2022에서 최우수 대모상을 수상함. 2022년 한국 햅틱스 학회 발족 및 관련 연구자들이 오감생성 관련 연구 진행 중 ▶ 후각 전문기업 (주)딤센트는 AI, 빅데이터 등과 융합한 개인화된 향기 서비스(FOD), 공간 맞춤형 향기 솔루션(FaaS), 후각 자극 기반 인지행동 치료법을 결합한 후각 자극 융복합 디지털 치료제를 출시	상승
미국	▶ 2023년 여름에 공개된 Apple의 비전 프로와 하반기에 출시될 Meta의 퀘스트3, 삼성의 MR 글래스 출시로 콘텐츠 생성, 가시화, 인터랙션 전 분야에서 기술 발전이 촉진될 것으로 전망 ▶ AR/VR용 HMD/smart glass들이 소개되면서 실감 오디오 재현·가시화를 고도화하기 위한 personal immersive audio에 대한 기술 개발이 활발 ▶ Epic Games의 언리얼 엔진은 고퀄리티의 리얼타임 3D 렌더링으로 실사수준의 객체와 물리 기반 인터랙션을 제공하여 메타버스, 게임 등 개발 툴 시장 선도 ▶ Holoxica, Lyncee Tec, Protohologram 등 홀로그램 기술을 의료, 과학적 가시화 등에 적용하는 기술과 제품을 개발하는 업체들이 활발히 활동하고 원천 기술 연구가 매우 활발하며 학계에서도 저변이 매우 넓음 ▶ Meta는 사용자들의 자연스러운 제스처나 동작을 통해 가상세계와 인터페이스 하는 인터랙션 기술을 XR 디바이스에 적용하여 공간 상호작용 기술 선도 ▶ Microsoft는 혼합현실 플랫폼인 Mesh를 개발하여 2차원, 3차원 아바타를 활용해 영상회의를 할 수 있는 Mesh for Meams 제품을 출시. 업무용 협업도구인 캔버스 제품 Loop를 새롭게 공개 ▶ OpenBCI, 심장, 피부, 근육, 눈, 뇌의 상태로 심리/감정을 파악하고 사용자 반응과 연계한 AR/VR 경험을 지원하는 HW/SW플랫폼 'Galea'를 CES 2023 전시	최고

국가	기술 수준 발전 현황	경향
미국	▶ Unity, Unreal 등 표준 graphics engine에 visualization 기능들이 강화되고 다양한 시각 표현 가시화 shader 탑재 ▶ Unity는 자사의 에디터에 접목하여 활용이 가능한 AI 기반 개발 프로그램을 공개하였으며, AI 캐릭터에 대화 능력을 부여하는 콘바이, 자연어를 사용해 3D 물질에 질감을 붙여넣는 폴리하이브, AI 음성을 생성하는 LMNT 등이 있음 ▶ WebRTC 기반 원격 협업, 1인 크리에이터, 참여자간 협업을 통한 수익배분 고려한 공유 및 구독경제 플랫폼으로 생태계 구축 중 ▶ 국가 종합 과학기술 전략 입법 “반도체와 과학법”내 10대 핵심 기술 영역에 몰입형 기술(Immersive Technology) 포함 (2022년 08월) ▶ 그래픽모델링 분야의 문장 생성 관련하여 Google의 DreamFusion은 문장에서 3차원 객체를 인공지능 생성하는 기술이 대중화 되어 있고, Meta가 발표한 MAV3D는 문장에서 시간축까지 고려한 4D video를 생성 수준까지 발표 ▶ 동영상(Youtube) 플랫폼뿐만 아니라, 새로운 3D 플랫폼(Vision Pro, Oculus, Hololens 등), 대규모 언어모델(ChatGPT)과의 연동 서비스, 인공지능, 클라우드 인프라(MS, NVIDIA,, Amazon)등의 우위를 통해 글로벌 1위를 유지 ▶ 미국은 Warner Bros 등에서 고품질 영화 제작을 위한 실감 오디오 재현·가시화 기술들이 연구 개발 중 ▶ 미국의 넷츠튜디오(NantStudios)는 2021년 2월 캘리포니아 엘 세군도(EI Segundo)에서 2만 8,000 제곱미터가 넘는 부지에 최첨단 LED ICVFX(In-Camera VisualEffects) 사운드스테이지 3를 갖춘 버추얼 프로덕션 스튜디오 개소, ICVFX 무대 및 버추얼 프로덕션 분야에 새로운 표준을 주도 ▶ 블록체인, NFT 등의 등장으로 콘텐츠의 제작, 개발, 유통과정에서 소셜 미디어, 소셜 커머스 등과 결합하여 가상세계를 구축하고, 이를 통한 타인과의 콘텐츠 제작, 유통, 교육 등 전반적인 실시간 협업·공유를 통한 콘텐츠 플랫폼으로 확장 중 ▶ 블록체인, 메타버스, NFT 등의 급속한 시장의 확장으로 대형 콘텐츠 플랫폼, 통신사 주도의 플랫폼과 디지털 트윈 그래픽 기반의 실제 서비스가 추진 중 ▶ 시각화 서비스를 지원할 수 있는 open platform에 대한 연구와 투자 지원 활성화 ▶ 영상획득처리 분야에서 NVIDIA에서 AI Workflows에서 multi camera tracking 기능 등을 제공 ▶ 전통적인 모니터 위주의 디스플레이에서 mobile/personal 디스플레이를 위한 시각화 기술 연구가 많이 진행됨. 특히 HMD/smart glass용 경량 시각화 기술의 연구가 활발 ▶ 인공지능을 이용한 3차원 그래픽 모델 생성 부분에 급속한 발전 진행 단계. OpenAI의 Point-E와 같은 시스템들에서는 문장을 3차원 모델로 변형하거나 이미지에서 3차원 모델을 추출 등 ▶ 콘텐츠 플랫폼 시장의 생존전략 타계를 위한 차세대 콘텐츠 서비스(스포츠, 광고 등 융합화) 및 미디어 디바이스 접근성 강화로 협업 플랫폼의 지능화 추세 ▶ 표준 그래픽스 라이브러리를 이용하여 건축, 토목, 의료분야에 많은 시각화 응용 SW개발 업체들이 성장하였고 대표적으로 omegarender, United-BIM 등이 있음	최고
일본	▶ Epson, Sony 등 기존 시각화 장비 생산 업체들이 꾸준히 신제품을 출시하고 있어 사업화 측면 기술 수준 유지 ▶ Sony는 기존 PSVR1 대비 해상도가 4배 향상된 OLED(2000x2040), 햅틱 피드백, 시선 트래킹, 3D 오디오, 적응형 트리거 기술 등이 적용된 플레이스테이션용 VR 헤드셋 ‘PSVR2’를 발표하여 휴먼 인터랙션 분야 기술 개발 추진 ▶ Sony는 실감 오디오 재현·가시화 기술을 통해 360 realistic audi 기술 개발 발표, 360도 구형 음장에 개별 사운드를 동적으로 배치 및 제어하고 청취자가 주변의 사운드에 몰입 할 수 있음 ▶ 기초 이론연구에서 가지고 있는 잠재력은 여전히 유지되고 있으나 대학 등에서 육성된 인력들을 수용할 만한 충분한 산업역량이 아직 회복되지 않는 중	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
일본	▶ 소니는 디지털콘텐츠 산업 내 수직계열 구조를 형성하며, 플레이스테이션 스토어(게임), 애니맥스(방송) 등의 콘텐츠 유통플랫폼을 통해 자사 콘텐츠의 글로벌 소비를 확대, 특히 PSVR을 기반으로 한 콘솔형 VR 콘텐츠 유통 시장을 선점함 ▶ 애니메이션등 분야에서 보여주던 경쟁력인 과거에 비해 많이 줄어들었으며, 최근 건물의 실내외를 시각 표현 가시화하는 기술에서 많은 발전을 통해 관련 기업들이 성장함 ▶ 오감·생체 신호 인식 이용 복지향상 기술 개발(경제산업성), 오감 전송 기술 개발(우정성), 인간 감각계측 응용 기술 개발(통신산업성)을 추진 중 ▶ 일본 닌텐도는 실시간 Super-resolution 기술을 게임기에도 적용하는 등 산업분야에서도 최신 AI 기술이 적극 활용 중 ▶ 전통적인 digital audio 기술 강국으로 기반기술이 매우 탄탄함. 최근에는 전반적인 산업불황, 반도체 공급의 부족으로 인해 신기술 개발, 신제품 개발이 원활하지 못함 ▶ 콘텐츠의 유통규모는 네트워크 유통, 패키지 유통, 방송유통, 극장/전용공간 유통 순으로 형성되고, AI학습, 로봇, AR콘텐츠, AI 눈 플랫폼이 활발히 연구 중 ▶ 한때 콘텐츠 선두주자였던 주요 기업들의 경쟁력이 국가의 경기 침체 영향 등으로 그 영향력이 적어진 상태이지만, 소니, 닌텐도 등 콘텐츠 관련 기업과 기술들이 경쟁력을 유지 중 ▶ 홀로그램 전문기업 Holotech는 홀로그램을 촬영할 수 있는 카메라 앱, 전송용 클라우드, 체험을 위한 메타버스(플랫폼) 툴을 개발하여 포토리얼한 실사 3D를 가시화	상승
중국	▶ Baidu, Alibaba, Tencent 등 대형 콘텐츠 플랫폼의 규모경제가 플랫폼 기술에 반영 ▶ TCL은 내비게이션, 실시간 다국어 자동번역 등 다양한 기능을 제공하고 최대 1,000니트 밝기의 양안 풀컬러 Micro-LED를 적용한 AR글래스 'Ray NeX2'를 발표 ▶ 가상현실과 산업의 응용 및 통합 개발을 위한 실행 계획 발표를 통해 HW, SW, 콘텐츠 전 분야에 걸쳐 생태계 조성을 위한 지원계획 수립 (2022년~2026년) ▶ 미국에 버금갈만한 수준으로 기술개발에 대한 투자를 많이 진행하고 있으며 특히 인력 pool이 매우 커져서 연구 및 기술개발의 역량이 상당히 높은 편 ▶ 빅데이터 수집, 저장, 가공 등에 국가적 차원의 연구가 진행 중. 이에 부수적으로 데이터 가시화 및 정보 가시화에 대한 연구가 활발하게 진행 중 ▶ 생성형 AI 기술을 활용한 콘텐츠 생성 기술 개발이 활발히 이루어지며, AI 기술에 강점을 보임 ▶ 시각 표현 가시화 기초기술 측면에서는 미국에 비해서 뒤처지지만 전반적인 산업의 활력이 높아져 게임, 웹서비스, VFX, 건축 등 다양한 application 활성화 추세 ▶ 실감 오디오 재현·가시화는 해외 기술에 많이 의존하며 자체적인 연구개발이 활발한 편은 아님 ▶ 실감 오디오 생성복원 기술은 Diffsound에서 문장에서 음향을 생성하는 diffusion 모델을 사용하여 개발 ▶ Alibaba Clouds, 빅데이터 분석과 딥러닝 기반으로 10년 전부터 중국과 아시아태평양 지역에서 클라우드 및 데이터 인텔리전스 개발, 서비스 생태계 플랫폼 확장 중 ▶ 인터넷 감시 기관인 국가인터넷판공실(CAC)이 생성 AI 모델을 출시하기 전에 라이선스를 취득하도록 강제하는 제도를 마련 진행 중 ▶ 중국은 직접 투자 방식 홀로그램(4W hologram) 분야에서 성과를 내고 있는 등 홀로그램 연구 및 상품 개발에 집중 투자 중 ▶ BAT(Baidu, Alibaba, Tencent)가 중심이 되어 인공지능 기반기술을 개발하고 대규모 벤처캐피탈 투자를 받은 스타트업들이 생태계를 형성하여 휴먼 인식 기반의 인터랙션 기술을 사업화 중 ▶ 중국의 CCTV 카메라 기업을 중심으로 얼굴인식, 행위인지, 객체 추적 등의 연구가 진행되고 있으며, 특히 얼굴인식 분야에서는 경쟁력 있는 기술 확보 ▶ Tencent의 SNS 플랫폼은 게임, 온라인 광고, 클라우드, 핀테크에 이르기까지 메타버스 시장 확대를 위한 ICT 전 분야의 강점을 가진 글로벌 기업으로 도약 중 ▶ 해외에서 활동하던 인력들이 복귀하여 인력양성 생태계가 공고해지며 기존 산업으로의 유입이 활발하여 인적 인프라 측면에 강점을 지님	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
유럽	▶ (네덜란드) SenseGlove사는 최대 20N의 힘을 전달하고 물체의 질감과 모양 촉감, 저항까지 느낄 수 있는 무선형 글로브 SenseGlove Nova를 공개 ▶ (뉴질랜드) Weta Digital에서 언리얼 엔진 기반의 리얼타임 헤어&퍼 개발로 프리비즈부터 최종 픽셀까지 영화제작 과정에서 실시간 리얼타임 기술이 활용 중 ▶ (영국) Stage Fifty는 템스 밸리의 위너시 트라이앵글에 위치한 촬영장에 6개의 사운드스테이지를 갖춘 프로덕션 스튜디오를 2021년 11월 개장했고 이동식 모듈을 활용하여 360도 촬영이 가능 ▶ (영국) 영국은 4대 디지털 핵심 기술로 XR을 지정하고, 지역 클러스터 지원 등을 통해 실감 기술과 타산업과의 시너지 창출을 통한 XR 산업 발전을 추진. 특히 innovate UK는 "The Immersive Economy in the UK" 보고서를 통해 XR 기술을 활용하여 산업, 사회, 문화적 가치를 창출하는 실감 경제(Immersive Economy) 개념을 제시 ▶ (프랑스) Actronika는 20개의 음성코일을 탑재하여 사용자 움직임을 실시간 추적하고 진동을 구현하는 VR용 햅틱 조끼 'Skinetic'을 발표 ▶ 2028년까지 유럽에서 visualization 및 3D rendering SW시장이 USD 2.314M 까지 성장할 것으로 전망 ▶ EU R&D 지원 프로그램인 '호라이즌 유럽'을 통해 XR, AI 등 디지털 신기술 활용 연구 지원 (Horizon Europe, 2021~2027년) ▶ 시각 표현 가시화 R&D를 위해 기존의 3D 그래픽스 기술을 AR, XR등 기술과 연계/확장하는 산업이 활발 ▶ 전통적인 오디오 전문 기업 (Bang and olufsen, Kaiser Acoustics 등)에서 실감 오디오 재현을 위한 기초기술 연구가 활발히 진행	상승

④ 한국의 기술수준 향상을 위한 정책제언

주요 전략 제언

- ◆ 콘텐츠 생성, 가시화 분야의 AI 접목 R&D 기획 및 정부 지원 확대
 - 전통적인 디지털 콘텐츠 분야에서 확장하여 초거대 AI(Chat GPT, LLMs)를 융합하여 인공지능에 기반 하여 영상, 음성을 융합한 초거대 멀티모달 인터랙션 기술에 대한 시장 관심도 증대
 - 콘텐츠 주제의 한계가 없는 장점을 기반으로 고령화에 대응하기 위한 생체 인터페이스, 디지털 트윈 등 사회, 문화, 경제 분야에서 실가상 연계 기술에 대한 개발과 적용을 선도하는 기관에 대한 투자 지원 등 필요
- ◆ 기초 기술에 대한 기반 산업 육성을 통한 장기적 관점의 전략 수립
 - 정부에서 육성하는 다수의 R&D과제는 사업화 중심의 응용 연구 개발에 집중되어 있음. 이는, 외국에서 개발된 기초 기술을 도입하여 활용하거나 오픈소스에 의존하는 결과를 야기하고 있으며 단기적으로는 빠른 사업화 가능성에 대한 성과를 이룰 수 있으나 장기적 관점에서는 기초 기술의 미비는 큰 위험 요소로 발현될 가능성이 높음
 - 이에 대한 솔루션으로서 단기적으로 가시적인 성과가 나타나지 않더라도 기초/기반기술 연구에 더 많은 투자를 하고 기 개발된 기초기술을 활용하고 확산 할 수 있는 응용연구에 투자가 필요함
- ◆ 글로벌 기술 고도화 추세에 따른 고급 인력 양성 방안 마련
 - 콘텐츠 생성이 기존 인력으로 하는 방식에서 Generative AI 등을 활용하여 자동화하는 경향으로 가고 있으나 영세 기업, 교육기관에서는 비용의 한계로 인해 원활한 활용, 구매가 어려움. 정부에서 기존의 지원 사업의 틀을 벗어나 고성능 서버의 사용권 제공 및 관련 교육 프로그램의 제공이 필요하며 관련된 고급 전문 기술 인력의 양성이 요구됨
- ◆ 크리에이터의 콘텐츠 유통, 보상 등을 위한 규제 혁신 법안 마련
 - LLM과 생성형 AI를 통하여 쉬운 접근 가능성으로 인해 누구나 저작물 생성이 용이해짐에 따라 디지털 콘텐츠 제작/유통 등의 서비스에 저작권 이슈 전망됨
 - 생성형 AI 활용을 위해 사용된 데이터들에 대한 저작권 소송이 다수 진행되고 있어 국내 연구개발 결과물에 대한 영향을 분석하고 선별된 데이터 확보가 필요

13 스마트 디바이스

▶ 총평

- 미국은 빅테크 기업들에 의한 웨어러블 디바이스 기술의 고도화 및 AM Forward 정책에 의한 3D 프린팅 산업 활성화와 글로벌 반도체 기업들의 지능형 엣지 기술 적용 확대 등으로 최고 기술국 유지
- 한국의 웨어러블 디바이스는 서비스 콘텐츠 기술개발에 치중되어 기술수준이 정체하고 있으며, 3D프린팅 분야는 해외 제품 의존도가 매우 높으나 응용서비스 부문에서 격차를 소폭 해소 중이며, 지능형 엣지 디바이스는 LG전자와 삼성전자의 사업화 확장과 자율주행차 적용 연구개발 등으로 스마트 디바이스 기술분야는 지속발전

스마트 디바이스 기술수준 및 기술격차

기술수준	미국(100%) > 유럽(94.3%) > 중국(89.6%) > 한국(89.4%) > 일본(89%)
기술격차	최고기술국(미국)과 최하기술국(일본) 격차 : 기술수준(11%), 기술격차(1.2년)

구분	상대수준(100%)															기술격차(0년)				
	한국			미국			일본			중국			유럽			한국	미국	일본	중국	유럽
	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화					
웨어러블 디바이스	87.4	90.7	89.9	100	100	100	90.8	89.1	87.5	86.5	89.5	89.4	94.2	93.8	92.9	0.9	0.0	1.0	1.1	0.7
3D프린팅	87.7	88.9	87.4	100	100	100	88.2	87.9	88.0	84.6	89.5	90.4	98.6	99.6	99.6	1.4	0.0	1.3	1.2	0.3
지능형 엣지 디바이스	89.4	91.3	91.6	100	100	100	90.4	89.3	89.4	89.3	92.4	94.0	92.0	90.4	90.0	1.0	0.0	1.1	0.8	0.9
합계 (가중평균)	88.2	90.4	89.7	100	100	100	89.9	88.8	88.3	86.9	90.5	91.3	94.8	94.4	93.9					

종합	2022	89.4	100	89.0	89.6	94.3	1.0	0.0	1.2	0.9	0.7
	2021	88.8	100	88.8	88.6	94.2	1.1	0.0	1.1	1.1	0.7

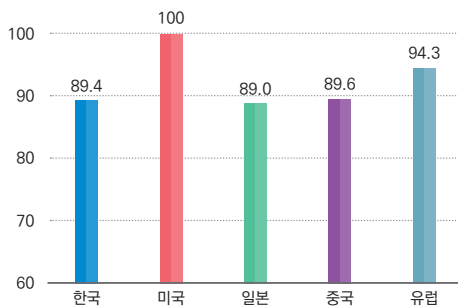
④ 기술수준조사 결과

- 스마트 디바이스 분야의 세계최고 기술국(미국 : 100%, 0년) 대비 상대적 기술수준 및 기술격차
 - 한국의 스마트 디바이스 기술수준은 89.4%, 기술격차는 1년으로 조사
 - 세계 최고기술 보유국인 미국과의 기술격차는 유럽 0.7년, 중국 0.9년, 한국 1년, 일본 1.2년의 기술격차를 보이고 있음

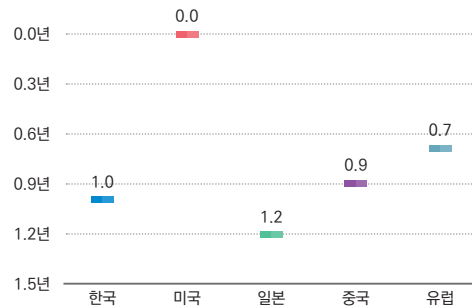
스마트 디바이스 기술수준 및 기술격차

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



구분	한국		미국		일본		중국		유럽	
	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
스마트 디바이스	89.4	1.0	100	0.0	89.0	1.2	89.6	0.9	94.3	0.7

- 스마트 디바이스 분야 기술수준은 미국이 전년과 동일하게 최고 기술국을 유지하고 있으며, 한국·일본·중국·유럽 모두 증가
 - (한국 기술수준) 전년대비 +0.6pt 증가, 공동 3위에서 4위로 하락
 - (일본 기술수준) 전년대비 +0.2pt 증가, 공동 3위에서 5위로 하락
 - (중국 기술수준) 전년대비 +1.0pt 증가, 5위에서 3위로 상승
 - (유럽 기술수준) 전년대비 +0.1pt 증가, 2위 유지

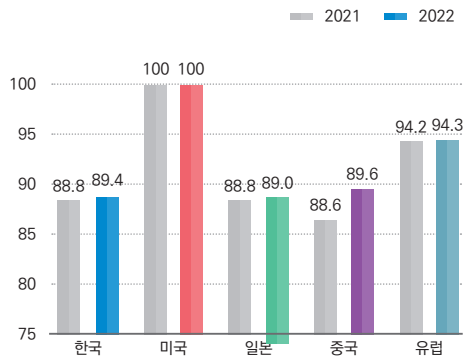
스마트 디바이스 기술수준 및 기술격차 증감

구분	년도	한국		미국		일본		중국		유럽	
		상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
스마트 디바이스	'19년	86.2	1.3	100	0.0	89.6	0.9	85.7	1.4	93.6	0.6
	'20년	87.5	1.2	100	0.0	88.5	1.1	87.5	1.2	93.2	0.6
	'21년	88.8	1.1	100	0.0	88.8	1.1	88.6	1.1	94.2	0.7
	'22년	89.4	1.0	100	0.0	89.0	1.2	89.6	0.9	94.3	0.7
전년대비 증감		0.6	-0.1	0.0	0.0	0.2	0.1	1.0	-0.2	0.1	0.0

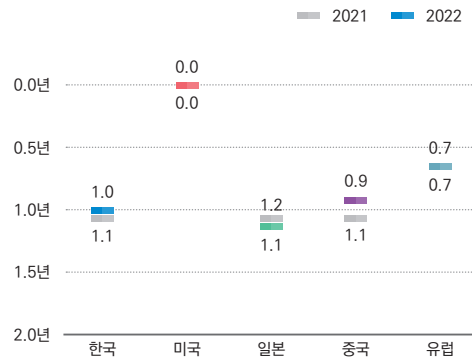
스마트 디바이스 '21년 대비 '22년 기술수준 및 기술격차 변화

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



▶ 기술수준평가 도출 근거

대분류	중분류	배경
스마트 디바이스	웨어러블 디바이스	▶ 한국의 웨어러블 컴퓨팅 디바이스 시장은 한국 디바이스-전용 OS 개발 부재와 헬스케어 센싱 고난도기술 정체로 국내시장 기술 수준은 정체 상태 ▶ 미국은 Apple, Microsoft, Google을 중심으로 AI 기반의 스마트 디바이스 관련 기술력 향상과 적극적 투자로 진입장벽을 한층 더 높이는 초격차 기술 선도 전략을 강화하며 최고 기술국 유지 ▶ 일본은 매년 도쿄에서 Wearable Expo를 개최하여 AR&VR 글래스, 스마트시계, 건강관리장치, 스마트슈즈 등 기술과 시장 확대를 위한 노력을 지속하고 있으나 기술 수준은 전년도와 변화 없음 ▶ 중국은 여전히 세계 최대 웨어러블 소비자 시장으로 스마트워치, 피트니스 트래커, 무선 이어폰, 스마트안경, 웨어러블 로봇 분야에서 성장 지속하고, 최근 몇 년 동안 중국 웨어러블 기기 생산량은 전 세계의 30% 이상을 차지하며 주요 5개 국가 중 가장 높은 수치로 기술 수준 상승 ▶ 유럽은 2025년 BCI 시스템의 일반 가전 적용을 목표로 BNCI Horizon2020에서 집중 연구를 추진중이나 기술 수준의 변동은 없음
	3D 프린팅	▶ 한국은 우주 분야에서 발사체 연구에 활용성 커지고 있고 반도체 산업에서 장비 부품에 대한 응용사례 검토 중이어서 대폭적인 응용서비스 확대 ▶ 미국은 새로운 방식의 장비/소재 기술들이 지속적으로 개발되고 있으며, 기술 선도 기업들의 적극적 투자로 진입장벽을 높이고 있음. 여전히 최고기술국 유지 ▶ 일본은 3D프린팅 기술을 활용한 제조업의 경쟁력 제고를 위해 3D프린팅 기반의 제품 디자인, 설계, 출력물 평가 등을 진행하는 Kansai 3D실용화 프로젝트 추진하며 사업화 부문의 기술 수준 상승 ▶ 중국은 ‘중국 제조 2025’를 통해 정부 주도형 자국 장비 기반 제조업, 의료, 국방, 건축 사업화를 확장하는 전략을 시행하고 있으며 Shining 3D, UnionTech 등 세계적으로 기술 경쟁력이 있는 장비 회사를 기반으로 내수 시장을 중심으로 지속적 시장 확대가 진행되고 있어 기술 수준 상승 ▶ 유럽은 세계 금속 3D프린터 1위 기업인 EOS, 2위의 Concept Laser, 3위의 SLM Solutions 보유로 금속 장비에 대한 주도형 기술 체계를 확보하고 있으며 이를 바탕으로 자동차, 항공, 우주, 의료, 조선 등 다양한 분야에서 유럽 시장 전반의 사업화를 확대하고 있어 기술 수준이 상승
	지능형 엣지 디바이스	▶ 한국은 스마트홈 기기 호환을 위한 개방형 통신 프로토콜 규격을 개발, 표준화하는 CSA에서 정의한 스마트홈 연결 표준 매터(Matter)를 활용하여 대기업 위주로 가전기기를 꾸준히 개발하고 있기 때문에 기술 수준 상승 ▶ 미국은 Microsoft, Google 등 IT 기업을 중심으로 AI 기반의 스마트 디바이스 관련 기술력 향상과 적극적 투자로 진입장벽을 한층 더 높이는 초격차 기술선도전략을 강화하며 최고기술국 유지 ▶ 일본은 인공지능 산업에서 지능형 제조·로봇 부문에서 Edge 인공지능 분야의 기업, 투자가 1/4를 차지 할 정도로 강점이 있으나 상대국가와 비교하여 거대·고난이도 인공지능 관련, 성과가 미진하여 기술 수준은 정체 상태 ▶ 중국은 상대 국가 중 가장 높은 수치의 기술 수준이 상승하였으며 Xiaomi AIoT 생태계를 구축하여 지능형 디바이스 칩셋부터 광범위의 AI Edge 제품 개발을 통해 매우 빠른 속도로 기술 역량을 축적하고 있음 ▶ 유럽은 2022년 2월 반도체법안(Chips Act)을 발의하고 반도체이니셔티브(Chips for Europe Initiative)를 채택하여 지능형 반도체 시장에 대응하였으나 기술수준의 큰 변화는 없음

대분류	중분류	배 경
총 평		▶ 미국은 글로벌 AI 빅3 기업들은 대규모 OpenAI 기술투자를 통해 인공지능반지능(AGI) 기술들(Microsoft-ChatGPT, Google-Bard)을 개발하여 스마트디바이스에 점차 적용함으로써 최고 기술국의 위치를 유지할 전망 ▶ 한국은 발전, 자동차 등 대기업 중심으로 응용사례 확대 중이며, 반도체 산업에서 장비 부품에 대한 스마트 디바이스 응용사례를 검토 중으로 대폭적인 응용서비스 확대 전망 ▶ 일본은 3D 프린팅 소재 기초 기술에 대한 강점이 있고 지능형 제조, 로봇분야의 Edge AI 기술 집중도가 높으며 사업화 확대에 집중하는 양상 ▶ 중국은 정부 주도형 사업화 기술을 추구하는 '중국 제조 2025' 전략을 통해 SW, AI 기술에 공격적 투자를 진행하여 기술 수준이 빠르게 상승하는 추세 ▶ 유럽은 독일에서 장비 핵심기술을 보유하고 있고, 의료, 건축, 자동차 부품, 항공기 부품 등 다양한 산업분야 응용이 증가하면서 기술수준 소폭 상승

② 주요국 기술 동향 및 발전 현황

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ AI-생체공학 분석 응용기술 분야가 연구개발 중이나, 생체신호 분석기술의 표준화 및 무료화/개방화 활동은 활발하지 않음 ▶ 삼성은 CES 2023에서 엑시노스 W920 프로세서(5nm EUV(극자외선) 공정으로 고성능/저전력화 제공) 및 엑시노스 RF 6550(28nm 공정으로 WiFi, Bluetooth, GNSS 통합화 제공)을 전시 ▶ SK바이오팜은 CES2023에서 뇌전증 환자들을 위한 웨어러블 디바이스 '제로 글래스™', '제로 와이어드™' 등 5종을 전시 ▶ 미국의 AI 강화전략에 따라 우선적으로 글로벌 AI 칩과 상호호환이 가능하도록 유연한 국산 AI칩 (Furiosa社)을 개발한 후, 미국 AIoT SW를 삼성 스마트디바이스에 상호호환 탑재할 수 있도록 하는 시장가격경쟁력과 기술호환성 전략 구사 ▶ 삼성, 현대, LG 중심의 웨어러블 신제품 출시가 예정되어 있으나 최근 투자가 위축된 양상 ▶ 삼성은 갤럭시 워치3까지 Tizen OS를 사용했으나 갤럭시 워치4부터 Wear OS Powered by Samsung 운영체제를 채택 ▶ 삼성전자는 웨어러블 로봇 '젬스킵' 국내시장 출시에 앞서 특허권 확보 절차를 진행 ▶ 에이티센스는 2022년 10월 미국 FDA 인증을 받은 웨어러블 심전도패치인 '에이티패치'를 사용하여 등산객 대상 부정맥 발생률 및 위험을 평가하는 임상시험 진행 ▶ 웨어러블 컴퓨팅 디바이스 시장은 한국 디바이스-전용 OS 개발 부재로 자국 산업 부흥 속도 더딤 ▶ 의공학건강보조 디바이스는 헬스측정 센싱 고난도기술 정체로 국내시장 느리게 발전/정체 중 ▶ 인간이 생각하는 몸체환경신호(생체신호, 표정, 음성문맥/음향, 오감 등) 관련 멀티 모달 기술 개발 진행. 단, 긍정 혹은 부정 해석의 감성인지까지 범위 개발은 진행되지 않음 ▶ 중소벤처기업을 중심으로 혁신제품 개발과 사업화, 해외시장 진출을 위한 노력이 꾸준히 이어지고 있음 ▶ 초지능화-CPS/디지털트윈 미래 기술 고도화를 위한 뇌파, B5G 기술을 통한 디바이스와 컴퓨팅 및 AI 관련 통신 실감서비스 연계 연구 비활성화 ▶ 팜리스 스타트업 FuriosaAI는 삼성과 협업하여 14nm 노드의 AI 반도체칩을 개발하여 미국 AI-관련 반도체설계기술을 추격하는 추세임. 향후 본 제품을 기반으로 삼성 스마트디바이스에 적용 연구 중 ▶ 환경/생체/생각 단위 별 전용 웨어러블 의료생체공학용 헬스케어기기 중심 연구개발 되어 BCI/BMI/뉴로포토닉스 관련 연구 성과 미비 ▶ 그래피社 같은 치과용 소재 기업이 해외 판매를 확대하고 있어 3D프린팅 소재 사업화 기술이 확대 양상 ▶ 기존 중소기업 위주에서 벗어나 조선, 중공업, 우주, 자동차 분야 대기업 위주로 수요가 창출되고 있어 사업화 기술에 큰 진보 이룸. 특히 국내 주도산업인 반도체에서도 수요가 일어나는 양상 ▶ 기존 플라스틱 장비 위주에서 헥시바社 PBF 금속 장비 출시, 에이엠솔루션즈의 레이저 와이어 DED 금속 장비 출시 등 산업용 장비 시장으로 응용 기술 진보 ▶ 대건테크, 화천기공, 인스텍, 캐리마, 헥시바, 등 금속 및 광조형(SLA) 방식 중심으로 장비기술 수준이 지속 상승 중으로 3D 프린팅 기술수준 상승 ▶ 대우조선해양은 3D프린팅 기술로 복합 플라스틱 소재 모형 선박 제작 ▶ 레진(그래피(한국)), 세라믹(AON(한국), 3D컨트롤즈(한국)), 금속 파우더(코스글로벌, 이엠엘) 관련 제조사 사업 활성화 ▶ 링크솔루션은 2m급 SLA 대형 프린터를 개발하여 자동차 부품 제작에 적용하고 있으며, 경화 레이저 층별 열누적 경향성, UV레이저 조사방향에 대한 열누적 경향성, 열누적으로 인한 제작물의 물성치 변화 특성 등을 분석하여 적층공정 최적화 진행 ▶ 인스텍은 금속 3D프린팅 기술을 이용하여 F-15K에 탑재된 F110 JET Engine의 고압터빈 덮개 (Shroud Support) 재생에 연간 10여개 적용	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ 제3차 3D프린팅산업 진흥 기본계획(2023~2025) 수립을 통해 3D프린팅 SW 및 응용서비스 산업육성 지속 ▶ 한국은 발전, 자동차 등 대기업 중심으로 응용사례 확대 중이며, 우주 분야에서 발사체 연구에 활용성 커지고 있음. 특히 최근 한국 선도 분야인 반도체 산업에서 장비 부품에 대한 응용사례 검토 중이어서 대폭적인 응용서비스 확대가 예상됨 ▶ 모바일용 제품에서부터 차량용 인포테인먼트 시스템(IVI), 첨단 운전자 보조시스템(ADAS)의 개발에 다수의 중소기업 및 대기업이 활발히 기술 개발 중 ▶ 가정, 건물 내에서 사용하는 각종 전자기기를 컨트롤 할수 있는 메터(Matter)를 사용하여 다양한 가전제품을 하나의 지능형 엣지 디바이스로 제어할 수 있는 기술을 개발 중 ▶ 지능형 엣지 디바이스를 위한 인공지능 시스템 온 칩(SoC) 개발이 활발하게 진행되고 있음 ▶ LG전자와 삼성전자등 대기업 위주로 로봇청소기, 세탁기, 냉장고등 가전제품에 AI 서비스를 적용하여 개발 & 제품 판매중 ▶ 삼성전자는 2030년까지 NPU 글로벌 1위를 목표로 '온 디바이스 AI(On-Device-AI)'를 개발 중 ▶ 테슬라칩스는 SK그룹의 AI반도체 자회사인 사피온과 함께 ADAS용 SoC를 개발 중 ▶ 세미파이버는 Atom기반의 SoC 플랫폼 기반 AI 반도체를 개발 ▶ LG전자와 삼성전자는 로봇청소기, 세탁기, 냉장고등 가전제품에 AI 서비스를 적용하여 출시 ▶ 모바일용 제품에서부터 차량용 인포테인먼트 시스템(IVI), 첨단 운전자 보조시스템(ADAS)의 개발에 다수의 중소기업 및 대기업이 활발히 기술 개발 중	상승
미국	▶ AI+Neuro+Science 초지능화/초감각화 시대에 인간중심의 몸체 신호 (예: 언어문맥, 음(감)성분석, 얼굴표정, 오감추적 등) 해석을 통해 의도와 감정을 판단하여 도덕적 정서에 맞게 올바르게 인도하는 '감성윤리(Ethical) 휴먼증강 웨어러블 기기' 발전 전망 ▶ AM Forward 정책을 통해 기업 간 협력을 통해 제조현장에 3D프린팅 기술을 적용하여 미국 제조업 회복 및 공급망 개선 추진 ▶ Apple, Microsoft, Google 등 IT 기업을 중심으로 AI 기반의 스마트 디바이스 관련 기술력 향상과 적극적 투자로 진입장벽을 한층 더 높이는 초격차 기술 선도 전략 강화 ▶ Apple은 7년 이상의 개발기간을 거쳐 VisionPro 스마트안경을 출시. 비록 늦게 출발하였지만, 보다 더 구체적이고 혁신적인 웨어러블 디바이스 기능(예: See-thru가 아닌 See-inside 목표방향, 기존 게이밍/콘텐츠 결합을 통한 시너지 확장, 인공지능 디바이스촬영 AudioPods과 사실적인 Head-Related Transfer Function 제어 등)를 갖고 출시 ▶ Apple은 VisionPro 스마트안경에 12개 초소형카메라, 5개 센서, 6개 마이크와 2300만개 픽셀 (4K) 디스플레이 2개, Apple-제작 M2/R1을 내장한 TSMC-칩 장착, Spatial Computing을 목표로 하는 VisionOS/Vision알고리즘 개발 장착, 오감 중 3가지(눈동자시선, 손동작, 목소리인식) 인지 및 Optic ID 기반 홍채인식 UI/UX 제공, Unity 게임과 (축구선수 메시 관련) Disney Killer-콘텐츠를 묶는 상품화 전략 채택 ▶ DED 3D프린팅 장비업체인 Optomec는 사업 포트폴리오 확장을 위하여 에너지, 항공분야의 가스터빈 부품 수리용 3D프린팅 업체인 Huffman를 인수하여 기술 확장 ▶ Geomagic의 OQTON는 3D프린팅 공정데이터 활용 플랫폼 서비스 제공 ▶ Honeywell은 인체공학적인 CW45 팔뚝-부착형 모바일컴퓨터를 출시하여 물류창고/DC, 소매, 제조창고 등 작업자의 움직임 편리성을 제공 ▶ Intel Movius™ 비전 프로세싱 유닛(VPU)은 저전력의 빠른 성능을 제공하여 컴퓨터 비전 및 AI 워크로드를 지원할 수 있는 기술을 보유 ▶ Matterport는 프랑스의 가상현실 개발 기업 Retail VR과의 제휴를 발표 (2022.01.) ▶ Meta, Apple, Google은 증강현실/가상현실/혼합현실 헤드셋과 안경 등 다양한 제품을 개발하여 출시	최고

국가	기술 수준 발전 현황	경향
미국	▶ Meta는 네덜란드의 3D 스마트 안경 제조업체인 Luxexcel을 인수 (2022년 12월) ▶ MS 사는 Qualcomm사와 함께 애저 IoT 엣지를 구동하는 ‘비전 AI 개발자 키트’를 발표(2018년) - 카메라 기반의 IoT 솔루션 개발에 주요 하드웨어 및 소프트웨어를 포함. 카메라는 머신러닝, 스트림 분석, Cognitive 서비스 및 Azure 서비스를 클라우드로부터 다운로드 디바이스 단에서 운영 ▶ nVidia는 대만으로부터 2.2억 달러의 투자를 받아서 AI R&D 센터 설립 ▶ nVidia의 경우 AI Edge 프로세서 시장의 점유율이 80%이상 보유하며 영향력 확장 상태 ▶ Relativity Space는 3D프린팅으로 제작한 우주 발사체(로켓)에 대한 발사 시험에 성공함- 미국 동부 현지시각 2023년 3월 22일 오후 11시 25분에 Relativity Space의 테란1 로켓이 발사 성공 ▶ SENVOL은 산업용 3D프린팅 장비, 소재, 출력물성 데이터 구축 및 분석 정보를 제공하고 있으며, 구축된 DB를 활용하여 맞춤형 응용 SW(공정데이터 활용 API, 장비/소재/공정 데이터 머신러닝 SW 등) 기술개발 지원 ▶ UX 글로벌 측면에서 자연어음성 및 다양한 형태의 모션 인식, 챗봇과의 통합, 일상제품(예: 스마트의류, 가상현실헤드셋 등)과의 통합, AR/XR과의 통합, Micro-Interaction (미세 감지), 인지데이터 시각화 등이 강화될 전망 ▶ Wrist-wear 디바이스와 Eyewear & Headwear 시장에서 지속적인 투자와 성장이 이어지고 있음 (Wearable Technology Market Share & Trends Report, 2030, Grand View Research) ▶ 美 국방부(DoD)는 M1 Abrams 전차부품 정비 및 M911 마모 스판들을 3D프린팅 기술로 정비하여 기존대비 비용은 1/10, 보급시간은 1/5 수준으로 단축 ▶ 글로벌 AI 빅3기업들(MS, Google)은 대규모 OpenAI 기술투자를 통해 (반복적인 자료 수집/정리와 오류검토 등을 자동화할 수 있고 자연어에 가까운 대형언어모델에 기반을 둔) 인공지능반지능(AGI) 기술들(MS-ChatGPT, Google-Bard)을 개발하여 스마트디바이스에 점차 적용 ▶ Microsoft, Google 등 IT 기업을 중심으로 AI 기반의 스마트 디바이스 관련 기술력 향상과 적극적 투자로 진입장벽을 한층 더 높이는 초격차기술선도전략 강화 ▶ 미국은 새로운 방식의 장비/소재 기술들이 지속적으로 개발되고 있으며, 기술 선도 기업들의 적극적 투자로 진입장벽을 높이고 있음. 여전히 최고기술국 유지 ▶ 미국의 NVIDIA는 지능형 Edge 디바이스뿐만 아니라, 금융, 통신등 거대 시스템에도 적용이 가능한 기술을 가지고 있으며, 지속적으로 기술 개발 고도화 진행 ▶ 생각·의도·감정을 나타내는 뇌파 기반의 다양한 생체신호들을 종합적으로 멀티모달-센싱 수집·분석·변환하여 스마트 이미징 웨어러블 인터페이스를 통해 자신이 생각하는 AR/XR 가상객체 콘텐츠를 생성·제어할 뿐만 아니라 이에 접속된 실상객체마저도 정합관계 분석을 통해 접속·제어할 수 있는 ‘뇌파(의도) 휴먼증강 사물제어 실감서비스’ 제공 ▶ Qualcomm은 보안 클라우드 서비스에 자동으로 연결되어 셀룰러를 지원하는 ‘애자 스피어 인증칩’을 개발 중 - 칩셋은 AI를 엣지에서 가능하게 하는 구조로 Qualcomm의 비전 Intel리전스 300(Qualcomm® Vision Intelligence 300) 플랫폼을 갖춘 애저 IoT 용 ‘비전 AI 개발 키트(Vision AI Developer Kit)’를 통해 Microsoft사와 협력 추진 중 ▶ Tesla의 자율주행 하드웨어 및 소프트웨어가 세계 최고 수준이며, 자체 Edge AI 하드웨어와 소프트웨어를 바탕으로 Edge기반 완전자율주행의 상용화 진행 ▶ 패션과 기능의 경계가 흐려지고, 첨단 장치들이 통합되는 추세 속에서 Smart Watch에서 Fitness Tracker (예: 스마트팔창, 안구 마사지기, Atom 사운드 기반의 음질 향상 보청기 등)으로 발전 중	최고
일본	▶ 3D프린팅 기술을 활용한 제조업의 경쟁력 제고를 위해 3D프린팅 기반의 제품 디자인, 설계, 출력물 평가 등을 진행하는 Kansai 3D실용화 프로젝트 추진 ▶ MITSUBISHI HEAVY INDUSTRY는 실시간 레이저 용융풀 모니터링 데이터를 기반으로 공정을 제어하여 다층으로 금속분말을 쌓아 올리는 적층 공정 중에 지속적인 레이저 빔 조사로 인한 발생하는 균열, 기공, 형상왜곡 등의 결함을 실시간으로 적층면 평가, 보정 기능 확보	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
일본	▶ NTT DoCoMo는 엣지 컴퓨팅 서비스인 SDPF Edge(스마트 데이터 플랫폼 엣지)를 통해 스마트 디바이스와 xAI의 활용을 촉진하고 제조 산업, 공공인프라 등에 적용 중 ▶ 게임 산업의 성장에 따라 AR & VR 시장이 급성장을 보이고 있음 ▶ 난삭재 정밀가공 기술로 항공기 엔진 터빈 플레이트를 양산하는 AeroEdge는 3D프린팅 기술 도입시 고려해야 할 성능, 비용, 생산량, 리드타임 등 여러 조건을 확인하여 3D프린팅 기술만이 가능한 수요를 현장에서 파악하여 5축 가공기 샤프트에 O링을 장착하여 작업을 효율화할 수 있는 스프링 구조를 갖춘 링 형태의 지그 개발 ▶ Nikon, 세계 금속 프린팅 3위 업체인 SLM Solutions 인수로 일본에서 3D프린팅 사업과 확대가 가속화를 보이고 있음 ▶ Sodick, Mazak, DMG MORI, FANUC 등 일본 3D프린팅 장비 대부분이 공작기계와 로봇 기술 장점을 바탕으로 한 하이브리드 장비에 집중되어 있어, 3D프린팅 응용분야가 한정되어 있음 ▶ 일본 엣지 AI 산업은 지능형 제조/로봇 부문에서 강점을 가지고 있음. 또한 스마트 라이프 부문은 2021년부터 2030년까지 24.73%의 성장 전망 ▶ 일본은 물리학, 재료학, 화공계열 기반의 소·부·장 강점을 가짐에 따라 유·무기 재료 등을 이용하여 수nm~수백nm 두께의 초박막 차세대 나노 구조에 도전 중이며, 최근에 일본의 초 고령화 진척에 따라 솔로 일상생활 환경에 맞는 일상생활 보조용 웨어러블 제품들을 출시 중 ▶ 일본의 경우 3D 프린팅 장비나 소재 분야에서 최근 신기술 소개 사례가 많이 없었으나, 정부 지원 등 제조업계의 3D 프린팅 기술 도입을 위한 다양한 노력이 지속되는 중 ▶ 전체 AI 산업중 지능형 제조/로봇 부문에서 엣지 AI 분야가 1/4 이상을 차지하고 있을 정도로 지능형 제조/로봇 기술에 강점 보유 ▶ Quantum Operation은 바늘로 찔러 피를 뽑지 않아도 혈중 포도당 수치를 측정하는 시계 형태의 '웨어러블 글루코미터' 공개 ▶ 현재 일본 제조업 현장에서 3D 설계의 보급률이 낮아 3D 제조기술의 도입은 더딘 상황. 그러나 고령화 문제 등 제조업의 프로세스 변혁 필요성의 부각에 따라 3D프린팅 기술 활용 촉진을 위한 정부 주도 칸사이 3D실용화 프로젝트 추진 중	상승
중국	▶ 중국은 여전히 세계 최대 웨어러블 소비자 시장으로 스마트워치, 피트니스 트래커, 무선 이어폰, 스마트안경, 웨어러블 로봇 분야에서 성장 지속하고, 최근 몇 년 동안 중국 웨어러블 기기 생산량은 전 세계의 30% 이상을 차지 ▶ Xiaomi, Huawei, Amazfit을 중심으로 피트니스, 헬스/수면 모니터링 등이 가능한 스마트워치를 출시하고 있으며, VR 헤드셋 시장에서 약진 중 ▶ Huawei는 자체 개발한 운영체제인鸿蒙(Harmony OS)을 도입하여 스마트워치, 노트북, 자동차 등을 연결하는 플랫폼으로 활용 ▶ MedprinRegenerative, 3D프린팅 기술로 개발한 경뇌막 제품 '예막'은 국가식품의약품감독관리총국 및 미국 FDA의 승인을 받아 현재 환자 뇌막수술에 적용 ▶ 중국 상용 항공기 유한공사(COMAC)에서 제조 중인 중국의 첫 중대형 민간 항공기 C919는 3D 프린팅 기술을 활용하여 티타늄 합금 부품으로 제작하여 무게 감량에 성공 ▶ 중국은 생산 효율성과 품질 향상이 이루어지고 항공, 자동차, 선박 제조, 금형, 건축, 의료 등 다양한 분야에서 활용이 증가하고 있어 기술수준 상승 ▶ 중국은 정부 주도형 사업화 기술을 추구하는 전략, "중국 제조 2025"를 통해, 중국 장비 기반 제조업, 의료, 국방, 건축까지 전 분야에서 사업화를 확장하고 있음 ▶ 중국은 Shining 3D, UnionTech 등 세계적으로도 기술 경쟁력 있는 장비 회사가 다수 포진하고 있으며 내수 시장을 중심으로 지속적으로 시장 확대 중임 ▶ 중국의 3D프린팅 관련 기술특허는 베이징, 산시, 상해 등 3개 지역에 집중되어 있으며, 주요 연구 범위는 바이오, 플라스틱 성형, 금속분말 성형, 데이터 처리 등	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
중국	▶ 내부시장을 기반으로 얼굴인식, 음성인식, 검색등의 다양한 방면의 AI 기술을 지능형 엣지 디바이스 및 응용서비스에 적용 중 ▶ IoT 시장에서 Xiaomi 생태계를 구축하며, IoT를 넘어 인공지능의 연구 및 개발을 통해 AIoT 산업 분야를 구축 중 ▶ 중국은 지능형 디바이스 칩셋부터 광범위의 AI Edge 제품을 개발하고 있으며, 매우 빠른 속도로 기술 역량을 축적 중 ▶ 인공지능 소프트웨어 기업인 SenseTime는 Nanyang 기술 대학, 상하이교통대학, 저장 대학 등의 Edge AI 관련 기초 기술 개발도 활발히 진행 중 ▶ DJI는 고성능 인공지능 영상 분석 기술을 산업용 드론에 적용하여 지형감지 및 성장 모니터링 등 지능형 농업 솔루션을 제공 중	상승
유럽	▶ (네덜란드) AM-flow, 품질검사, 분류 및 출고관리 등 3D프린팅 후처리 이후 단계 공정의 자동화(기보유한 3D프린팅 장비와 데이터 연계 및 출력물 자동 이송기술 제공 등)를 위한 공정관리 솔루션 제공 ▶ (독일) 3Yourmind, 적층공정(설계-제조-후처리)은 물론 주문과 작업지시관리(PLM), 생산자원관리(ERP) 등 3D프린팅 전주기 데이터에 대한 실시간 통합제어 솔루션 제공 ▶ (독일) DMG MORI. 동축 레이저 용융폴 온도 모니터링 기능을 활용하여 단순 부품수리 기술을 벗어나서 정밀부품을 제작할 수 있는 기술로 발전 ▶ (독일) EOS, Connect라는 플랫폼을 개발하여 센서 데이터, 산소농도, 온도 등에 대한 상태를 실시간으로 모니터링하고 데이터 이력을 관리하여 3D프린팅 기술을 첨단 부품제조 기술로 활용 ▶ (독일) German Bionic, 엑소 스켈레톤(외골격) 스마트 웨어러블 디바이스인 '크레이 엑스(Cray-X)' 개발 ▶ (독일) 기업과 연구소 공동으로 3D프린팅 기술을 활용하여 차량용 부품 제조 등 차세대 디지털 생산설비 개발을 진행하는 POLYLINE Project 추진 ▶ (독일) 셀프건강관리 트렌드 지속에 따라 웨어러블 시장 급성장 중 ▶ (벨기에) Materialise, Co-AM 등 3D프린팅 공정데이터 활용 플랫폼 서비스 출시 ▶ 금속 장비 기술을 바탕으로 자동차, 항공, 우주, 의료, 조선 등 다양한 분야에서 유럽 시장 전반으로 사업화를 확대하고 있음 ▶ 독일에서 장비 핵심기술을 보유하고 있고, 의료, 건축, 자동차 부품, 항공기 부품 등 다양한 산업분야 응용이 증가하면서 기술수준 상승 ▶ 유럽연합(EU)은 2022년 2월 유럽반도체법안(Chips Act)을 발의, '유럽반도체이니셔티브(Chips for Europe Initiative)'를 채택하여 지능형 반도체 시장에 대응 ▶ 유럽은 BCI 시스템이 2020년 의료기기 시장에서 2025년 가전제품 등 일상생활에 사용되도록 추진 목표와 일정을 두고 있으며, 근본적으로 두피에서 측정하는 뇌파의 신뢰성 및 잡음에 대한 강인성이 해당 신호를 이용한 뇌휴먼인터페이스 기술개발에 가장 중요한 문제이므로 BNCI Horizon-2020에서 집중적으로 연구 추진 중 ▶ 유럽은 독일에서 장비 핵심기술을 보유하고 있고, 의료, 건축, 자동차 부품, 항공기 부품 등 다양한 산업분야 응용이 증가하면서 기술수준 상승 ▶ 유럽은 세계 금속 1위 EOS 장비를 비롯하여, 미국 GE에 인수된 금속 2위 Concept Laser, 일본 니콘에 인수된 금속 3위 SLM Solutions를 보유하고 있었기 때문에, 금속 장비 주도형 기술 체계를 갖고 있음 ▶ 유럽은 헬스케어, 웰니스와 관련된 수면 트래킹, 스마트의류, 산업현장을 위한 제품 등에 강점을 보이고 있음	상승

④ 한국의 기술수준 향상을 위한 정책제언

• 웨어러블 디바이스

주요 전략 제언

- ◆ 중장기적인 발전을 위해서는 BCI-BMI-뉴로포토닉스, AI-생체 등 (의)공학 디지털분석 및 기기 내 On-device Intelligence 알고리즘의 FW/HW화 등 첨단 분야 발전 목표 설정이 필요
- ◆ 메타버스 웨어러블 기기들간의 서비스 동기화 오케스트레이션 강화를 위한 서비스 플랫폼 개발 및 EEG/원적외선 센싱 강인성 기반의 생각뇌파 오감표현의 디지털화 등 혁신적 개발 추진 필요
- ◆ 건강정보를 개인이 쉽게 측정하고 관리할 수 있는 기기에 대한 수요를 반영하여, 헬스케어 서비스 연계를 위한 소형화 저전력화 관련 각종 웨어러블 기기개발 필요

• 3D프린팅

주요 전략 제언

- ◆ 3D프린팅의 지능화 & 고도화 & 대형화 연구방향 전략
 - (지능화) 3D프린팅 공정 데이터 활용을 위한 기술개발 - 3D프린팅 기술을 활용하는 제조업의 디지털화·지능화를 위하여 3D프린팅 제조 데이터의 형식과 구조를 분석하여 효율적인 데이터 관리 및 활용을 지원하는 3D프린팅 디지털 전환 플랫폼 기술개발
 - (고도화) 서포트-프리(Support-free) 기술 - 후가공 없는 원스텝 출력 기술(서포트-프리 지능화 SW) 개발 및 이를 통한 공정 정밀화 및 첨단산업분야 부품 제작 기술개발
 - (대형화) 산업용 로봇과의 연계를 통한 대형부품·제품 제작공정 자동화 기술개발(예. 미국 Relativity Space는 3D 프린팅 기술 활용하여 2개월 만에 로켓 제작(기존 로켓 부품 수의 100분의 1 수준), Stratasys는 로봇을 활용하여 자동화 생산라인 구축(Formnext, 2022))

• 지능형 엣지 디바이스

주요 전략 제언

- ◆ AI 반도체 관련 원천 기술을 확보하는 것은 물론 설계전문기업(팹리스)이나 글로벌 ICT 기업과의 협력 체계를 구축으로 글로벌 가치사슬 활용 필요
- ◆ 모든 산업분야의 데이터 및 엣지 디자이에 적용이 가능한 R&D 지원이 필요(다양한 상용제품에 적용이 가능한 지능형 AIoT 관련 R&D 확대)

14 지능형 반도체

▶ 총평

- 미국은 챗GPT, 초거대AI의 발전에 의한 NVIDIA의 시장 점유율 확대와 Intel의 지능형 데이터 통신 기술의 발전 등 전통적인 선도 기업의 투자에 의해 최고 기술국 유지
- 한국은 메모리 반도체 글로벌 기업 보유로 지능형 메모리 아키텍처, PIM 기술의 선도적 역할을 수행하고 있으며, 지능형 반도체를 중심으로 설계 스타트업·디자인하우스의 성장 추세로 3위 계속 유지

지능형 반도체 기술수준 및 기술격차

기술수준	미국(100%) > 중국(92.3%) > 한국(90.7%) > 유럽(89.9%) > 일본(85.8%)
기술격차	최고기술국(미국)과 최하기술국(일본) 격차 : 기술수준(14.2%), 기술격차(1.4년)

구분	상대수준(100%)															기술격차(0년)				
	한국			미국			일본			중국			유럽			한국	미국	일본	중국	유럽
	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화					
지능형 프로세서	87.2	88.5	87.6	100	100	100	82.8	79.5	76.6	91.1	87.7	86.5	88.2	87.0	83.7	1.3	0.0	1.9	1.2	1.6
지능형 시스템	89.9	91.8	90.8	100	100	100	88.6	87.3	84.6	90.0	91.9	91.6	91.4	90.8	90.5	1.0	0.0	1.3	0.8	0.9
지능형시스템 소프트웨어	87.7	91.0	93.4	100	100	100	82.7	85.0	82.6	89.4	93.3	94.3	90.6	92.3	88.3	0.9	0.0	1.4	0.7	1.0
지능형 소자 및 공정	91.9	92.2	93.7	100	100	100	90.4	90.8	90.5	94.4	96.4	97.6	91.9	90.2	90.8	0.7	0.0	1.0	0.3	0.8
합계 (가중평균)	89.5	91.1	91.6	100	100	100	86.8	86.3	84.4	91.4	92.7	92.9	90.8	90.2	88.8					

종합	2022	90.7	100	85.8	92.3	89.9	0.8	0.0	1.4	0.7	1.1
	2021	90.2	100	85.8	92.3	90.2	0.9	0.0	1.3	0.7	0.9

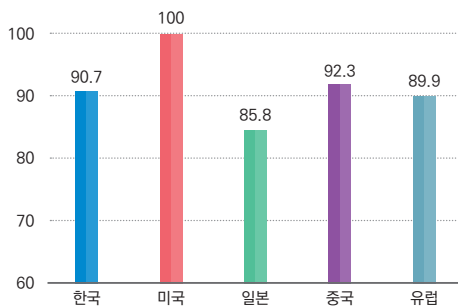
④ 기술수준조사 결과

- 지능형 반도체 분야의 세계최고 기술국(미국 : 100%, 0년) 대비 상대적 기술수준 및 기술격차
 - 한국의 지능형 반도체 기술수준은 90.7%, 기술격차는 0.8년으로 조사
 - 세계 최고기술 보유국인 미국과의 기술격차는 중국 0.7년, 한국 0.8년, 유럽 1.1년, 일본 1.4년의 기술격차를 보이고 있음

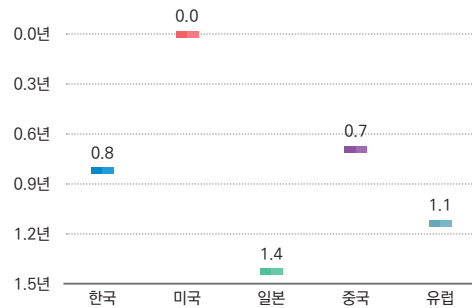
지능형 반도체 기술수준 및 기술격차

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



150

구분	한국		미국		일본		중국		유럽	
	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
지능형 반도체	90.7	0.8	100	0.0	85.8	1.4	92.3	0.7	89.9	1.1

- 지능형 반도체 분야 기술수준은 미국이 전년대비 최고 기술국을 유지하고 있으며, 한국 증가, 일본·중국 유지, 유럽 감소
 - (한국 기술수준) 전년대비 +0.5pt 증가, 3위 유지
 - (일본 기술수준) 전년대비 유지, 5위 유지
 - (중국 기술수준) 전년대비 유지, 2위 유지
 - (유럽 기술수준) 전년대비 -0.3pt 감소, 공동 3위에서 4위로 하락

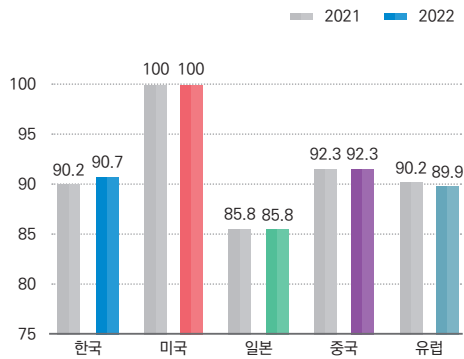
지능형 반도체 기술수준 및 기술격차 증감

구분	년도	한국		미국		일본		중국		유럽	
		상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
지능형 반도체	'19년	87.9	1.1	100	0.0	87.1	1.3	92.2	0.7	88.5	1.1
	'20년	89.2	1.1	100	0.0	85.9	1.3	92.5	0.7	89.3	1.0
	'21년	90.2	0.9	100	0.0	85.8	1.3	92.3	0.7	90.2	0.9
	'22년	90.7	0.8	100	0.0	85.8	1.4	92.3	0.7	89.9	1.1
전년대비 증감		0.5	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.3	0.2

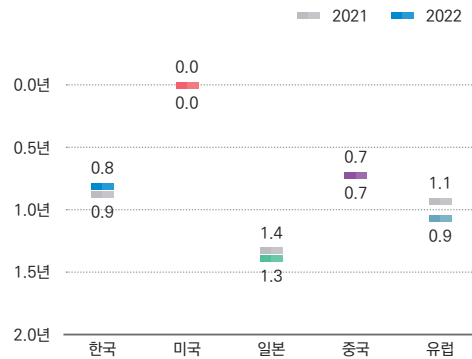
지능형 반도체 '21년 대비 '22년 기술수준 및 기술격차 변화

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



기술수준평가 도출 근거

대분류	중분류	배경
지능형 반도체	지능형 프로세서	▶ 한국은 딥엑스, 모빌린트 등의 NPU 기업에서 칩 확보, 다중 병렬 프로세서에 대한 서버용 지능형 프로세서 기술 개발 추진으로 인해 기술 수준 소폭 상승 ▶ 초거대 AI 모델의 복잡도 급증에 따라서 NPU의 성능과 함께 밴드width의 향상이 절대적으로 필요한 상황에서 미국 NVIDIA의 mmlink, mvswitch 등 솔루션에 대응할 수 있는 기술 부재하여 주도권이 더욱 강화 되는 추세 ▶ 일본 반도체 기업 렉트로닉의 R-Car 제품이 자율주행차를 위해 개발되고 있으나 성능이 미진하며, 경기 침체로 인해 기술수준 소폭 하락 ▶ 중국은 저가 NPU 시장의 점유율이 높은 편이지만, 미중 간 갈등으로 고성능 NPU 개발의 난항을 겪고 있기 때문에 응용 분야의 기술이 하락함 ▶ 유럽의 GraphCore는 3D 웨이퍼 온 웨이퍼 기술을 적용하여 2배의 온칩 메모리 집적 및 대역폭을 확보하는 기술을 개발하여 기술 수준 소폭 상승
	지능형 시스템	▶ 한국은 삼성전자의 초거대 AI를 위한 첨단 메모리 기술 HBM-PIM과 CXL(Computer eXpress Link) 기반의 PNM(Processing Near Memory) 발표, SK하이닉스 8Gbps 전송 속도 제공의 5세대급 HBM3E 메모리 발표 등 대기업의 사업화 견인에 따른 기술 수준 상승 ▶ 미국은 챗GPT, 초거대AI의 발전에 의한 NVIDIA의 시장 점유율 확대와 INTEL의 지능형 데이터 통신 기술의 PCI-SIG 개발, PCIe 7.0 버전3 공개, Aciado의 AX200, 3000 TCU 발표 등 전통적인 선도 기업의 투자에 의해 지속 발전하며 기술수준 1위 순위를 유지 ▶ 일본은 상대 국가에 비하여 가시적인 성과가 두드러지지 않아 상대 비교를 통하여 기술 수준이 하락 ▶ 중국은 수요처에 맞춰 자유롭게 확장 가능한 칩렛 기술을 기반으로 한 인공지능 반도체 개발을 활발히 수행하며 기술 수준 상승 ▶ 유럽의 독일 Infineon은 Guard32 하드웨어 보안 아키텍처를 포함하는 28nm TEGRION 보안 컨트롤러 패밀리를 발표
	지능형 시스템 소프트웨어	▶ 한국은 세계 최초 정부 전용 초거대 AI 도입 정책 플랫폼 운영과 KT의 AI 플랫폼 서비스, 이동통신 3사의 AI비서 서비스 플랫폼 운영을 통해 지능형 반도체 SW분야에서 가장 높은 기술 수준 상승 ▶ 미국은 Google이 다양한 인공지능(AI) 프레임워크에서 모두 사용가능한 딥러닝 모델 최적화 컴파일러 프로젝트인 '오픈XLA'를 오픈소스로 공유하며 기술 최고 국가를 유지 ▶ 일본은 전반적인 기술개발 활동이 저조해 기술 수준의 변동 없음 ▶ 중국은 영상/이미지/음성의 생성형 AI기반의 콘텐츠 제작 관련 스타트업이 많이 생겨나는 추세로 산업 생태계 구축에 따른 기술 수준 상승 ▶ 유럽은 2021년 강점을 보였던 PIM, AI 반도체 개발 기업의 상용화 불투명성과 정부의 'AI 규제법'을 도입하기 위한 움직임 등에 의한 산업 둔화의 영향으로 작년 대비 기술 수준이 하향됨
	지능형 소자 및 공정	▶ 한국은 KAIST의 D램 내부 AI연산 수행, 연산 아날로그 PIM, UNIST의 인공 시냅스 소자 개발 등 학계의 연구 성과와 삼성의 생산성, 소비전력 20%이상 향상된 16Gb D램 양산 착수, SK하이닉스의 12단 적층 HBM3 24GB 패키지 개발 성공 등 활발한 R&D와 사업화를 사유로 기술수준 상승 ▶ 미국은 Intel, IBM 등을 중심으로 로직-메모리 시스템 기술을 지속적으로 개발, 유지하고 있으며 현재 세계 최고 기술 보유

대분류	중분류	배 경
지능형 반도체	지능형 소자 및 공정	▶ 일본은 해외 기업과 활발한 협업 (Rapidus의 미래 최첨단 반도체, TSMC의 12~28nm 범용반도체 (12~28nm), Renesas Electronics의 40nm 이상 구형반도체 R&D를 위해 미국, 유럽, 인도와 개발 계획 발표)과 IBM, IMEC로부터 2nm급 반도체 관련 기술에 대한 지원으로 기술 수준 상승 ▶ 중국은 칩렛과 차세대반도체 중심으로 지속적인 개발 진행 중이며 후 공정 1위 기업인 JCET가 4nm 칩렛 양산 시작. 차세대 전력반도체로 GaN과 SiC 기반 반도체 기술에 지속적 투자하고 있으나 타 국가의 발전 속도 대비 상대적인 수준 평가에 의한 기술 수준 하락 ▶ 유럽 네덜란드의 ASML은 1.4나노 이하 반도체 공정을 위한 다중 패터닝용 5세대 장비를 개발하여 공정 장비 업계 영향력을 확장함에 따른 기술 수준 상승
총 평		▶ 미국은 Amazon, Intel, Apple, AMD 등 산업체 주도의 기술력을 바탕으로 최고기술국 유지 ▶ 한국은 초거대 AI를 통한 정부 전용 도입 정책 플랫폼 운영, 삼성전자의 첨단 메모리 기술 HBM-PIM과 CXL 기반의 PNM 발표 등의 성과를 통해 기술 수준 상승 ▶ 일본은 상대 국가에 비하여 전반적인 기술 개발 활동이 저조해 기술 수준이 정체 ▶ 중국은 칩렛과 차세대 반도체 분야 양산을 시작하였으나 미국 무역 분쟁에 의한 고성능 NPU 개발 정체로 인해 기술 수준 변동 없음 ▶ 유럽은 AI 규제법 도입과 2021년 강점을 보였던 PIM, AI 반도체 SW의 상용화가 불투명해지며 전반적인 기술 수준이 하락

② 주요국 기술 동향 및 발전 현황

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ CES2023에서 퀴트테크놀로지스는 AI 글쓰기 연습 솔루션인 '퀴트트레이닝'으로 올해 CES 혁신상을 수상 등 여러 사업화가 가능한 응용 기술을 시연 ▶ ETRI는 2.5D/3D 첨단 패키지 기반 칩렛 PIM 프로세서 기술 개발을 하고 있으나, 이를 위한 정부차원에서 통합 기술 및 첨단 패키지를 위한 후공정 기술 개발도 필요하다는 평가 ▶ KAIST, D램 메모리셀 내부에서 직접 인공지능(AI) 연산을 수행, 연산성능과 전력효율을 높인 아날로그 PIM(Process in Memory) 개발 ▶ KAIST, 극저온에서 동작하는 초저전력 반도체 소자 개발로 대형 양자 컴퓨터 핵심소자로 적용 가능 ▶ KAIST, 모놀리식 3차원 집적기술(M3D) 적용 극저온에서 동작하는 초저전력 반도체 소자와 회로 기술개발 ▶ KAIST는 일반적인 2진법이 아닌 3진법을 적용한 차세대 반도체 기술 개발에 성공 ▶ KT그룹이 AI 인프라 소프트웨어 전문 기업인 '모레'에 150억원 투자를 단행. KT는 외산 GPU 의존도를 극복함과 동시에 중장기 AI 역량을 확보하고 국가 AI 경쟁력을 강화하기 위해 모레, 리벨리온과 협력을 진행 (2023년 07월) ▶ KT는 다양한 디바이스와 앱에서 AI를 사용할 수 있는 플랫폼을 개발하여 서비스 제공 중임 ▶ SEC는 2018년 HBM 2개를 탑재한 I-Cube2, 2021년 HBM 4개를 탑재한 I-Cube4, 2021년 이중 기판을 활용하여 HBM 6개 이상 탑재 가능한 H-Cube 개발을 발표 ▶ SK Hynix는 2021년 10월 819GB/s 대역폭을 지원하는 HBM3 제품개발을 발표하였고 모듈당 16GB와 24GB 용량으로 제품출시 예정이며, 삼성전자는 2019년 3월 8-다이를 적용하여 모듈당 16GB 용량과 410GB/s 대역폭을 지원하는 HBM2E 제품을 발표하였고, 2023년 HBM3 제품출시 예정. 마이크론은 16GB 용량과 410GB/s 대역폭의 HBM2E 제품을 개발하였으며 HBM3 표준화에도 참여 ▶ SK하이닉스, 14nm D램 수율 90% 수준으로 DDR5 시장 내 입지 공고화 ▶ SK하이닉스, 4D 낸드플래시 238단 양산으로 생산효율 34%, 전송속도 50% 향상 ▶ SK하이닉스, HBM3 양산 시작에 이어 기존 대비 용량을 50% 높인 12단 적층 HBM3 24GB 패키지 제품 개발에 성공함. 어드밴스드 MR-MUF와 TSV 기술을 적용하여 기존대비 40% 얇은 D램 단품칩 12개를 수직으로 쌓아, 기존 16GB HBM3 대비 50% 향상된 메모리 용량을 확보에 성공 (2022년 06월) ▶ SK하이닉스, 세계 최초 12단 적층 HBM3 개발하며 최고 24GB 까지 성공 ▶ SK하이닉스는 편당 8Gbps 전송속도를 제공하는 5세대 급 HBM 메모리인 HBM3E 발표 (2023년) ▶ UNIST, 2차원 반도체 소재를 이용한 뇌의 동작으로 모사할 수 있는 이중 플로팅 게이트 기반 인공 시냅스 소자 개발 ▶ 경희대학교, 뉴로모픽에 응용 가능한 산화물 반도체 TFT소자 개발 ▶ 국산 AI 반도체를 데이터센터에 적용하기 위한 소프트웨어(SW) 예타사업을 추진 (2023년 06월) ▶ 권위 있는 ISSCC (International Solid-State Circuits Conference) 2023 학회에서 AMD의 CEO인 리사 수 (Lisa Su)는 삼성전자와 PIM 기술 협업 개발하고 있음을 언급. 목표는 기존 메모리 전력 소모량 85% 감축 (2023년) ▶ 네이버의 경우 최신 인공지능을 기반으로 AI 서비스를 구축할 수 있는 인공지능 플랫폼을 제공 중이며, 자사의 클라우드 서비스 및 숙박, 쇼핑 등 여러 서비스에 AI기술 적용 중임 ▶ 뉴로모픽 프로세서 기술은 아직까지 상용화 수준에 도달하기에는 명확한 발전현황이 보이지는 않지만 기초연구 분야에서는 일부 진전이 있음 ▶ 더 많은 HBM과 다중 다이 집적을 통한 고성능 반도체 구현을 위해, 대면적 인터포저 제작 공정개발 연구가 진행되고 있고, 실리콘 인터포저의 경우 2021년 포토 레티클 3배 크기의 2500mm²의 대면적 인터포저가 발표 ▶ 사파온은 국내 최초로 대화형 AI '챗GPT(ChatGPT)'의 원천기술인 '트랜스포머(Transformer)'를 가속하여 트랜스포머 계열 중 현재 가장 범용으로 활용되고 있는 버트(BERT) 기반의 자연어처리(NLP) 애플리케이션을 선보임	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ 사파온은 데이터 센터용 AI 반도체(X220)를 개발하고 상용화에 성공하였으며, 자동차, 보안, 미디어 등 다양한 분야로 상용 서비스를 확장 ▶ 삼성은 Xilinx와 협력하여 Computational SSD 제품인 SmartSSD 제품을 선보여 인공지능 빅데이터 처리를 위한 시스템 및 소프트웨어 플랫폼까지 일괄 제공함 ▶ 삼성전자 파운드리, 연평균 >15%의 성장률을 기록하며, 연매출 200억 달러를 최초로 돌파하였으나, 중국의 TSMC의 강세로 인해 파운드리 시장 점유율은 오히려 2.5% 소폭 감소 ▶ 삼성전자, 12나노급 공정으로 16Gb DDR D램 양산 시작, 5세대 10나노급 공정으로, D램 미세공정 경쟁에서 기술경쟁력을 확고히 함. 생산성 20%향상, 소비전력 23% 개선, 소비 전력 개선으로 데이터센터/인공지능/차세대컴퓨팅 등의 전력 운영 효율을 높일 수 있을 것으로 기대 (2023년 05월) ▶ 삼성전자, AI GPU용 HBM3, 2.5D 패키지 개발 ▶ 삼성전자, 낸드플래시 236단 제품 양산, SK하이닉스 238단 제품 양산 중 ▶ 삼성전자, 세계최초 3nm GAA 공정이 적용된 제품 양산 시작 ▶ 삼성전자, 세계최초 GDDR7 D램 개발 전력소비 20% 절감 제품 개발 ▶ 삼성전자, 시스템반도체(로직)도 트랜지스터 수직으로 쌓는 3D 적층 기술 개발 ▶ 삼성전자는 3세대 10나노급(1z) 공정을 기반으로 한 16Gb 24Gbps GDDR6 D램 개발 (2022년) ▶ 삼성전자는 CXL 2.0을 지원하는 128GB CXL DRAM을 개발하여, PCIe 5.0 (8레인) 35GB/s 대역폭을 지원하도록 개발함. 인공지능 등 고속 데이터 처리가 필요한 데이터센터, 서버, 칩셋 등 글로벌 기업들과 협력하여 CXL 생태계를 확장해 나가고자 함 (2023년) ▶ 삼성전자는 SSD에 연산 기능을 더한 2세대 스마트 SSD 발표 (2022년) ▶ 삼성전자는 업계 최초로 PAM3 기술을 적용한 32Gbps GDDR7 (GPU용 그래픽 DRAM) 개발 (2023년) ▶ 삼성전자는 초거대 AI를 위한 첨단 메모리 기술인 HBM-PIM과 CXL (Compute eXpress Link) 기반의 PNM (Processing Near Memory) 솔루션 발표 (2022년) ▶ 세계 최대 전자·IT 전시회 ‘CES 2023’에서 SK하이닉스는 현존 최고 성능의 HBM3와 더불어 메모리에 연산 기능을 더한 PIM 기술이 적용된 ‘GDDR6-AiM’ 등을 선보임 ▶ 이동통신 3개사를 중심으로 AI비서 서비스 플랫폼을 다양화하고 지속 확장 중임 ▶ 인터포저 데이터 전송 속도 향상을 위해 배선급속 추수 확대 및 배선저항 감소 등의 고성능 배선제작기술을 연구 중 ▶ 인터포저 전원잡음억제를 위해 커패시터 등의 수동소자를 통한 전원안정화 기술을 연구 중 ▶ 저전력 소자 및 공정기술 관련하여 기존 제품보다 전력을 33% 낮은 차량용 메모리반도체 UFS3.1 제품화 ▶ 정부 전용 초거대 인공지능(AI)을 세계 최초로 도입해 행정 품질을 획기적으로 높이기 위한 정책적 플랫폼을 기획 중임 ▶ 포스코DX의 공장 자동화 및 지능화 물류 설비제어시스템인 포스마스터(PosMaster-PLC)에 답엑스의 AI 반도체 기술을 탑재 (2023년 04월) ▶ 퓨리오사AI, 사파온테크놀로지, 리벨리온 3사가 서버용 지능형 프로세서 관련 기술 개발을 적극 추진하고는 있으나 아직 사업적인 실적 향상이 크게 이루어지지 않는 상황 ▶ 한국의 엠티용 NPU는 서버시장과는 달리 특정분야의 솔루션을 확보한 경우 사업화가 가능한 구조로 최근 국내 NPU기업인 답엑스와 모빌린트 등 기업들의 칩 확보 및 사업화 진행중 ▶ 한국재료연구원은 리튬이온 박막화를 기반으로 고집적도에 높은 신뢰성을 가진 차세대 뉴로모픽 반도체 소자 개발	상승
미국	▶ AMD MI250은 더 많은 패키지 내 메모리용량 및 메모리통신대역폭을 확보하기 위해 HBM을 집적하고 단일 Die의 연산성능 한계를 극복하기 위해 칩렛 기술을 적용중. 이를 위해서는 인터포저 기반 2.5D 패키지 기술은 대면적 로직다이의 수율 문제를 해결하기 위해 고안된 기술이었으나, 지금은 멀티 다이와 HBM 집적을 통한 패키지 수준 고성능 반도체 제작기술로 활용중 ▶ AMD Processor는 GPT-3와 같은 거대 인공지능경망 연산 및 학습에 필요한 폭발적인 파라미터 수에 대하여 데이터 이동의 오버헤드를 줄여 효율적인 연산을 수행하기 위해서는 대용량의 온칩 메모리를 포함하는 NPU 구조. 이를 위해 V-Cache를 Advanced Package을 통해 집적 진행.	최고

국가	기술 수준 발전 현황	경향
미국	▶ Axiado, 사이버 보안과 랜섬 공격에 대응하기 위해 AX2000 및 3000 TCU (Trusted Control/Compute Unit)를 발표. 이 칩은 세계 최초의 시그니처 기반 보안 프로세서로 하드웨어 보안 기능을 통해 네트워크 스위치, 데이터센터, 5G네트워크에 적용함으로써 보안 수준을 향상시킬 수 있다고 함 ▶ EDA 및 반도체 IP 분야에서 선두그룹(2~3위)에 속하는 미국의 Cadence사는 메모리 지적 재산권의 강자의 Rambus사로부터 메모리 PHY 및 SerDes 사업을 인수하기로 최종 합의함에 따라 자사의 IP 분야 경쟁력을 제고 ▶ Google, 다양한 인공지능(AI) 프레임워크에서 모두 사용가능한 딥러닝 모델 최적화 컴파일러 프로젝트인 '오픈XLA'를 오픈소스로 공유 (2023.03.) ▶ Intel CPU·GPU·FPGA 등을 통합 지원하는 원API(oneAPI) 2023을 공개/ 원API 2023은 최신 컴파일러, 라이브러리, 분석 및 포팅 도구, 최적화된 인공지능 및 머신러닝 프레임워크를 포함 (2022년 12월) ▶ Intel 리본렛(GAA)과 파워비아 도입으로 2025년까지 18A(1.8nm)공정 양산 목표로 진행 중 ▶ Intel 웨이퍼 후면서 전력공급(파워비아)을 하는 공정개발로 2nm 공정 반도체에 적용 예정 ▶ Intel, 250억 달러 투자 이스라엘 내 반도체 공장 건설 예정, 46억 달러 투자하여 폴란드 반도체 공장 건설 예정 ▶ Intel, IBM 등을 중심으로 로직-메모리 시스템 기술을 지속적으로 개발, 유지하고 있으며 현재 세계 최고의 기술을 유지 ▶ Intel, 내년 2나노 파운드리 공정 도입 예상됨. 이 경우, 한국 및 중국의 파운드리 마켓 영향력이 감소할 것으로 예상 ▶ Intel, 차세대 시스템반도체 파운드리 공정인 2나노, 1.8나노 기술개발 완료 ▶ Intel은 HBM을 포함한 멀티칩을 실리콘 브리지를 이용하여 집적할 수 있는 EMIB(Embedded Multi-die Interconnect Bridge) 기술을 발표 ▶ IRA 반도체법 앞세워 414조원 투자 유치 (삼성전자, Micron Technology, Intel, TSMC, Texas Instruments등 주요 반도체 업체들이 미국에 공장 짓을 예정) ▶ Micron Technology 8단 24GB 성능의 HBM3 Gen2 개발 ▶ Micron Technology 세계 첫 232단 낸드플래시가 들어간 SSD 출시 및 양산 ▶ NVIDIA 미국의 드론 제조업체 스카이드ิโอ(Skydio)에 투자하며, 영상 기반 항법에 필요한 인공지능 반도체를 공급하는 등 End Product에 최적화 된 다양한 인터페이스 및 가속 기능을 내장한 지능형 반도체 시스템으로서 역량을 확대하고 있음 (2023.06.) ▶ PCIe 표준 규격을 주관하는 PCI-SIG가 차세대 규격인 PCIe 7.0 초안 (version 0.3)을 공개함. PCIe는 확장형 컴퓨터버스 표준으로 출발하여 현재 GPU, 스토리지, 네트워크, 확장형 메모리 인터페이스의 대표주자로 각광받고 있음 ▶ PyTorch, 고속 컴파일러 파이토치2.0 공개 (2022년 12월) ▶ Qualcomm, RB6 Platform을 출시하여, 로봇, 드론 등에 활용할 수 있도록 자사의 Hexagon AI 엔진과 더불어 7개의 카메라 동시 입력을 지원하는 Multi-channel ISP 등을 내장하는 등 지능형 반도체의 확산을 위한 플랫폼 레벨 IP를 개발하고 있음 (2022년) ▶ Rambus, 컨트롤러와 PHY가 결합되어 PCIe 6.0과 CXL 3.0을 지원하는 인터페이스 서브시스템 IP를 발표 ▶ SemiFive, 인공지능향 SoC 플랫폼 중 하나인 AI SoC Inference 플랫폼 발표 ▶ Synopsys, 데이터센터에 적용될 PCIe 6.0 인터페이스 프로토콜을 위한 보안 및 컨트롤러 IP 발표 ▶ 미국의 NPU 업체인 Gryfalcon의 영업 중단 이후, 이스라엘의 Hailo의 딥러닝 뉴럴넷 코어 NPU 활용 범위 확대 ▶ 스토리지 네트워킹 기술 표준을 선도하는 비영리기관인 SNIA (Storage Networking Industry Association)은 Computational Storage Architecture and Programming Model v1.0 발표함으로써 산업계의 지능형 저장매체 통합 아키텍처 개발을 촉진 ▶ 업계최초 '후면 전력 공급'인 파워비아 기술 개발로 전압강하 30%개선, 칩 클럭속도 6%향상	최고

국가	기술 수준 발전 현황	경향
미국	▶ 챗GPT의 영향으로 NVIDIA의 주도권이 더욱 강해진 상황으로 흘러가는 추세 ▶ 초거대 AI 모델의 복잡도 급증에 따라서 NPU의 성능과 함께 밴드width의 향상이 절대적으로 필요한 상황인데 아직 NVIDIA의 mmlink, mvswitch 등 솔루션에 대응할 수 있는 기술 부재 ▶ 초당 32조회 연산하는 M2 울트라 개발 5나노 공정 적용 ▶ 컴퓨트 익스프레스 링크(Compute Express Link™, 약칭 'CXL™') 기술 발전에 주력하는 산업표준기구 CXL 컨소시엄이 CXL 3.0 규격을 발표함. CXL 3.0 규격은 첨단 스위칭 및 패브릭 기능, 효율적인 P2P 통신, 여러 컴퓨팅 도메인 간의 세분된 자원 공유를 통해 확장성을 높이고 시스템 수준 흐름을 최적화해 최신 데이터센터에서의 인공지능 컴퓨팅이 요구하는 집약적인 작업부하를 지원할 수 있도록 함. 이를 통해 이기종 아키텍처 인터페이스 발전을 촉진할 것으로 기대	최고
일본	▶ 2021년 이후 반도체 기술 개발 계획을 재가동하고 있으나 대외적으로 가시적인 성과는 거의 없음 ▶ 일본의 전통적인 로봇 분야 SW와 슈퍼컴퓨터 분야에서 선도적인 위치를 차지하고 있으나, 인력 확보의 어려움으로 인해 기술 하향세를 보이는 중 ▶ SW 기술 개발에 투자가 미비하여 기초 원천 기술력이 다소 하락 중 ▶ KIOXIA, Western Digital 공동으로 218단 낸드플래시 공동 개발, 연내 양산 계획 ▶ Rapidus, 美IBM으로부터 2nm 반도체 기반 기술을, 벨기에 반도체 연구개발 기관인 IMEC으로 2nm급 반도체 제조기술에 필수적인 극자외선(EUV) 노광기술 지원 받음 ▶ Tokoy Tech, BBCube 3D 스택 아키텍처 개발로 처리장치와 메모리의 3차원 통합 기술을 개발하여 최첨단 메모리 기술보다 더 높은 데이터 대역폭을 달성하는 동시에 비트 액세스에 필요한 에너지를 최소화. DDR5의 30배, HBM2E의 4배에 달하는 대역폭을 제공하면서 에너지 효율도 대폭 개선될 것으로 기대 ▶ TSMC(대만), Rapidus(일본) 삼성전자(한국), Micron(미국) 등 다국적 기업이 반도체 관련 공장을 신설하고 있음 ▶ 미래 최첨단 반도체 (2025년 2nm이하) Rapidus, 범용반도체 (12~28nm) TSMC, 구형반도체 (40nm이상) Renesas Electronics 등을 위해 미, 유럽, 인도와 초밀착하여 개발 진행 예정 ▶ 일본정부는 자율주행과 인공지능(AI) 등 개발에 필수적인 첨단반도체 제조기술 개발에 투자	유지
중국	▶ Baidu, AI 이미지 생성 플랫폼 '웬신 이지'를 딥러닝 프레임워크인 패들패들 서비스로 개발 출시 ▶ Horizon Robotics(地平线), 2023년 400TOPS급의 7nm 인공지능 반도체 Journey 6를 발표, 인공지능 가속기 뿐만 아니라 SLAM 등 자율주행 분야에 필요한 고성능 비전 알고리즘 가속기 IP를 포함하여 개발함으로써 AI 연산 능력 단독이 아닌 연관 기술 가속 능력을 함께 강조하고 있음. 또한, 자율주행 분야에 필요한 다양한 센서 (ToF, RGB) 가속을 지원하는 구성 요소를 함께 확보하여 2022년 6월 개발 보드 '라이징썬 X3 파이'를 출시하는 등 인공지능 반도체의 활용을 위한 주변 기술 개발에 적극적으로 투자 중 ▶ Huawei, 14nm 공정용 EDA 개발 성공 첨단 반도체 공정 견제로 칩렛으로 돌파 시도 ▶ Tencent, Meituan 공동창업자 출신 왕후이원, 소거우의 왕샤오찬 CE등도 AI 챗봇 개발 중 ▶ YMTC의 232단 TCL 3D 낸드플래시 개발 및 Wafer Bonding 기술 개발 ▶ ZHEPU AI와 칭화 KEG 실험실은 중국어-영어 대형 언어 모델인 '챗GLM-6B'와 '챗GLM2-6B'를 학술 연구에 완전히 공개할 것이며 자신들의 허가를 받은 후에는 기업도 무료 사용 가능함을 발표 (2023년 07월) ▶ 딥러닝 뉴럴넷 코어 기술과 관련하여 고가의 고성능 NPU가 아닌 저가의 NPU의 경우 중국제품의 비중이 높은 편 ▶ 미국반도체에 의존하지 않는 AI 개발 진행을 위해 Baidu, Huawei, Alibaba 등 구형반도체 기술 고도화 ▶ 미중 갈등에 따른 중국의 기술 자립 노력의 결과물로 Powerstar CPU, MUSA GPU, UOS 자체 OS를 개발 완료하고 이를 통합한 PC를 보급 중	유지

국가	기술 수준 발전 현황	경향
중국	▶ 미중간의 갈등으로 중국에서 고성능 NPU 개발에는 어려움을 겪고 있는 것으로 평가 ▶ 반도체 설계회사 Loongson Technology, 7nm 첨단 반도체 공정 평가 진행 ▶ 수요처에 맞춰 자유롭게 확장 가능한 칩렛 기술을 기반으로 한 인공지능 반도체 개발을 활발히 수행하고 있으며, 2023년도 초 대표적인 반도체 IP 설계 회사인 베리실리콘(VeriSilicon)은 AI 설계 회사인 블루오션 스마트 시스템(Blue Ocean Smart System)에 칩렛 기반 IP를 대거 공급하여 12nm 칩렛 칩인 블루핀(BlueFin)과 블루다니오(BlueDanio)를 공급하고 있음 ▶ Baidu, AI 챗봇 ‘어니봇’을 공개하여 컴파일러 및 프로그래밍 모델 기술 선진화 ▶ Alibaba, AI 챗봇 ‘통이 천원’을 일부 기업고객에 제한적으로 공개한 데 이어 이날 ‘클라우드 서밋’에서 일부 기능을 추가 공개. 최근 이를 토대로 영상/이미지/음성의 생성형 AI기반의 콘텐츠 제작에 있어서 많은 스타트업기업이 생겨나고 있음 ▶ 중국 통신사 China Mobile은 자사 ‘지우텐’ AI 빅모델 오픈 협력 생태계를 공개하면서 36개 파트너가 참여했다고 공개 (2023년 07월) ▶ 중국 팹리스 기업 Loongson Technology(龍芯中科)와 Biren Technology(壁仞科技)도 고속의 칩렛 인터페이스 기반 GPGPU 칩을 개발하여 고성능 인공지능 반도체 개발에 박차를 가하고 있음 ▶ 중국에서는 거의 모든 국민이 이른바 ‘슈퍼 앱’인 ‘위챗’의 경우 문자 송신부터 병원 진료 예약, 세금 신고에 이르기까지 거의 모든 용도로 사용되는 앱과 도시중심의 대규모 CCTV설치 인프라를 통해 중국의 개인정보보호가 상대적으로 느슨한 점을 강점으로 AI를 위한 대규모 데이터 가공 및 수집 환경이 우수 ▶ 차세대 전력반도체 (SiC, GaN)에 대한 지원을 확대하고 경쟁력 확대를 추진하고 있음 ▶ 최근 중국 최대 AI 분야 스타트업인 SenseTime은 AI 챗봇 ‘센스챗’을 발표하는 등 영상/이미지/음성의 생성형 AI기반의 콘텐츠 제작에 있어서 많은 스타트업 기업이 생겨나고 있음 ▶ 칩렛과 차세대반도체 중심으로 지속적인 개발 진행 중, 후공정 1위 기업인 JCET가 4nm 칩렛 양산시작, 차세대는 전력반도체로 GaN과 SiC 기반의 반도체 기술력을 지속적으로 성장	유지
유럽	▶ (네덜란드) ASML, 1.4나노 이하 반도체 공정을 위한 다중패터닝용 5세대 패터닝 장비(High-NA EUV)를 개발하여 공정 장비 업계의 영향력을 더욱 확고히 할 것으로 전망 ▶ (독일) Infineon, Guard32 하드웨어 보안 아키텍처를 포함하는 28nm TEGRION 보안 컨트롤러 패밀리를 발표 (2023.07.) ▶ (독일) 반도체 제조부문 강화 위해 TSMC, Intel 등 반도체 제조사에 28조원 지원 계획 ▶ (독일) Infineon, 2023년 50억 유로(약 7조원) 투자로 2026년 이후 전력반도체 및 아날로그 반도체 생산 계획 ▶ (영국) 10억 파운드 반도체 투자 지원하는 반도체지원법 발표 ▶ (영국) CPU 코어 IP의 지배적 기업인 Arm은 5세대 Immortalis-G720 GPU를 포함해, Cortex-X4, Cortex-A720, Cortex-A520 코어를 통합하는 플랫폼 기술인 TCS(Total Compute Solution) 2023을 발표함. (2023년 05월) ▶ (유럽) GraphCore의 Bow는 다이 내에 대부분의 면적을 온칩 메모리 집적 기술에 집중하여 단일 다이에 900MB의 SRAM을 집적하고 있고, 이를 통해 47.5TB/s의 온칩 메모리 대역폭을 확보. 3D 웨이퍼 온 웨이퍼 기술을 적용하여 2배의 온칩 메모리 집적 및 대역폭을 확보 ▶ (프랑스) 반도체 공장 설립에 4조원 투입하여 5년 만에 최대 지원 ▶ ‘AI 규제법’을 도입하기 위한 움직임을 보이는 등 기술 발전보다는 규제에 초점을 맞추고 있어 혁신적 AI 기술 발전의 한계를 보이고 있음 ▶ 2021년도 강점을 보였던 PIM, AI 반도체 SW 개발 업체들(UPMEM, Graphcore 등)의 상용화가 불투명해져 전반적인 수준이 하향되었음 ▶ EU 62조원 투자 반도체법 확정 2030년까지 점유율 20% 목표로 진행 ▶ Infineon Technologies AG는 28nm 보안 컨트롤러 포트폴리오에 새로운 TEGRION 보안 컨트롤러 제품군을 도입했으며, 향상된 장치 성능을 위해 새로운 Integrity Guard 32 보안 아키텍처와 고급 Arm v8-M 명령어 세트를 통합	하락

④ 한국의 기술수준 향상을 위한 정책제언

주요 전략 제언

◆ 인공지능 기반의 SW 및 시스템 솔루션 연계 대형화 과제 운영

- 고속 인터페이스, 비전 처리 가속 IP 등 주변 기술 확보 개발과 더불어 칩 개발 및 관련 컴파일러 소프트웨어 SDK 등 많은 비용과 시간이 요구되는 영역에 정부R&D 투자 필요
- 현재 첨단 패키지 및 PIM의 요소기술에 대한 연구는 다수 발표되었으나, 거대 인공지능경망을 위한 융합형 고성능 PIM 프로세서 개발은 미비하므로 미래 산업 육성을 위한 관련 R&D 과제 운영 필요
 - 초미세 공정 기술의 천문학적 비용 상승으로 인해 최근 부각되는 칩렛 기반 기술 강화
 - 성능, 발열 및 에너지 효율성을 제고할 광 인터페이스(Co-packaged optics 포함) 개발
 - 차세대 비휘발성 메모리 기반 시스템 아키텍처 기술개발
 - 반도체 소부장 생태계 육성을 위한 300mm 웨이퍼 기반 미니팹 조성

◆ 지능형 반도체는 중장기적이고 지속적인 R&D 및 인력양성, 인프라 구축, 공급망 관리 지원 필요

- 시스템반도체 산업 집중 육성을 위해 후공정 분야 연구개발 지속적으로 지원이 필요하며, 지능형·전력 반도체 등 유망기술 선제확보를 통한 반도체 초격차 유지 필요
- 경쟁국 대비 고급 인력 한계 극복을 위해 인공지능 컴파일러·시스템SW 분야 산학연 인력 양성 필요
- 최근 반도체의 통합 추세에 따라 반도체 단품 단일 제품화에 성공은 매우 어려우며, 반도체 구동 임베디드 SW 및 서비스 제공 플랫폼의 인프라 구축에 대한 지원이 요구됨

15 양자정보통신

▶ 총평

- 양자정보통신 분야는 유럽이 최고기술국을 유지하고 있으며, 다음으로 미국이 최고기술 동등 수준의 기술수준을 보유. 특히 유럽, 미국, 중국 간에 기술수준 및 기술격차의 차이가 크지 않은 상황
- 한국 양자 컴퓨팅 분야는 IBM, Google, MS, Alibaba 등 글로벌 대기업의 막대한 투자로 기술격차가 여전히 큰 반면, 양자통신 및 센싱 공백기술 영역에서 기술적 성과가 나타나고 있음

양자정보통신 기술수준 및 기술격차

기술수준		유럽(100%) > 미국(99.6%) > 중국(99.1%) > 일본(92.3%) > 한국(87.4%)																			
기술격차		최고기술품(유럽)과 최하기술국(한국) 격차 : 기술수준(12.6%), 기술격차(1.5년)																			
구분	상대수준(100%)															기술격차(0년)					
	한국			미국			일본			중국			유럽			한국	미국	일본	중국	유럽	
	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화						
양자통신	82.8	88.5	91.1	96.2	96.1	94.4	91.1	93.7	90.5	99.5	99.5	100	100	100	99.1	1.5	0.3	0.9	0.0	0.0	
양자계측/이미징	89.1	88.9	87.8	97.0	98.2	97.5	92.8	88.9	89.9	96.0	96.2	91.1	100	100	100	1.7	0.1	0.9	0.4	0.0	
양자컴퓨팅	86.3	81.8	72.4	100	100	100	90.8	89.3	84.9	95.5	96.1	95.6	94.5	93.5	91.9	2.2	0.0	1.1	0.5	0.7	
합계(가중평균)	87.1	88.3	86.9	99.2	99.8	99.8	93.0	92.7	91.2	98.9	99.4	98.8	100	100	100						
종합	2022	87.4			99.6			92.3			99.1			100			1.5	0.1	0.8	0.2	0.0
	2021	86.9			99.8			91.9			98.9			100			1.6	0.0	0.7	0.1	0.0

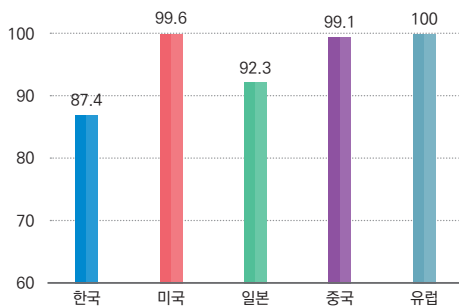
④ 기술수준조사 결과

- 양자정보통신 분야의 세계최고 기술국(유럽 : 100%, 0년) 대비 상대적 기술수준 및 기술격차
 - 한국의 양자정보통신 기술수준은 87.4%, 기술격차는 1.5년으로 조사
 - 세계 최고기술 보유국인 유럽과의 기술격차는 미국 0.1년, 중국 0.2년, 일본 0.8년, 한국 1.5년의 기술격차를 보이고 있음

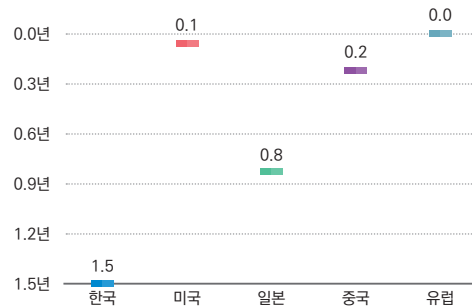
양자정보통신 기술수준 및 기술격차

세계 최고수준 기술 보유국 : 유럽

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



구분	한국		미국		일본		중국		유럽	
	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
양자정보통신	87.4	1.5	99.6	0.1	92.3	0.8	99.1	0.2	100	0.0

- 양자정보통신 분야 기술수준은 유럽이 전년대비 최고 기술국을 유지하고 있으며, 한국·일본·중국 증가, 미국 감소
 - (한국 기술수준) 전년대비 +0.5pt 증가, 5위 유지
 - (미국 기술수준) 전년대비 -0.2pt 감소, 2위 유지
 - (일본 기술수준) 전년대비 +0.4pt 증가, 4위 유지
 - (중국 기술수준) 전년대비 +0.2pt 증가, 3위 유지

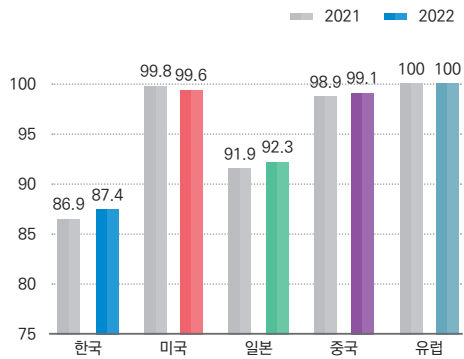
양자정보통신 기술수준 및 기술격차 증감

구분	년도	한국		미국		일본		중국		유럽	
		상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
양자정보통신	'19년	81.3	2.0	99.0	0.1	90.4	0.8	93.2	0.5	100	0.0
	'20년	85.2	1.6	99.7	0.0	91.9	0.7	99.0	0.1	100	0.0
	'21년	86.9	1.6	99.8	0.0	91.9	0.7	98.9	0.1	100	0.0
	'22년	87.4	1.5	99.6	0.1	92.3	0.8	99.1	0.2	100	0.0
전년대비 증감		0.5	-0.1	-0.2	0.1	0.4	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0

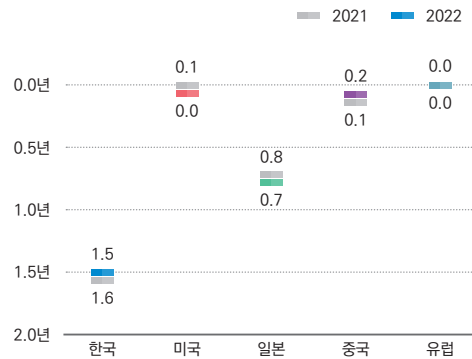
양자정보통신 '21년 대비 '22년 기술수준 및 기술격차 변화

세계 최고수준 기술 보유국 : 유럽

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



기술수준평가 도출 근거

대분류	중분류	배 경
양자 정보통신	양자통신	▶ 한국은 양자암호 네트워크 보안성 강화가 가능한 양자인터넷 핵심 원천기술 개발사업 착수로 원천, 응용 기술에 대한 지속성을 유지하며 기술 수준 상승 ▶ 미국은 PQC 중심 보안체계 강화로 양자암호에 대한 상대적 적극성은 전반적으로 저하됨에 따라 기술 수준 하락 ▶ 일본은 양자네트워크 학계 중심으로 아키텍처, 프로토콜 등 연구논문과 IRTF 표준화 활동 강화를 통해 기술수준 소폭 상승 ▶ 중국은 100km 구간 양자 직접 통신 성공과 함께 얽힘 기반 위성 양자전송 실험 지속 중이며 기술 수준은 전년도와 동일하게 최고 기술국을 유지 ▶ 유럽은 안전한 양자 통신 인프라 구축을 위한 EuroQCI 프로젝트로 2028년까지 지상망과 위성망 구축 목표 설정을 통해 기술 수준이 상승하였으며 중국과 동일하게 최고 기술국으로 평가
	양자계측/ 이미징	▶ 한국은 정부주도로 인력양성 등을 포함하는 인프라 구축 사업이 추진되고 있어 기술수준 소폭 상승 ▶ 미국은 기존 개발된 높은 수준의 양자 센싱 기술을 바탕으로 다양한 연구 분야에 양자 센싱 기술을 도입하는 연구들이 진행되며 기술 수준 동일 ▶ 일본은 다양한 양자 기술에 적용될 수 있는 양자 검출기 기술을 보유하고 있으며, 기 보유 기술의 응용 연구 지속적으로 진행 중으로 수준 상승 ▶ 중국은 최고기술국 유럽의 기술력 향상으로 인해 기술 수준이 소폭 벌어졌었으나, 지속적 투자와 인프라를 통해 빠른 발전이 이루어지며 추격하는 추세 ▶ 유럽은 높은 기술력을 바탕으로 대규모 연구 프로젝트가 진행되고 있으며, 기술의 성숙화로 사업화가 진행되어 최고 기술국을 유지
	양자 컴퓨팅	▶ 한국은 2큐비트 양자 컴퓨터 개발 착수와 한국형 50큐비트 급 양자컴퓨팅 인프라 구축, 양자 컴퓨터, 네트워크 핵심 요소인 양자 메모리 기술 개발 사업 착수 기술수준 상승 ▶ 미국은 433개 초전도 큐비트를 2022년 발표하며 물리적 양자비트 기술을 선도 하고 있으며 최고기술국을 유지 ▶ 일본은 50 큐비트, NEC와 협업개발, Riken의 60 초전도 큐비트 칩 개발 발표를 통해 기술 수준 상승 ▶ 중국은 Huawei 양자 SW 개발, Origin Quantum은 양자컴퓨터 OS를 포함한 모든 stack 개발로 사업화가 활발하여 기술 수준 상승 ▶ 유럽은 프랑스의 PASQAL 양자시뮬레이터 개발하여 슈퍼컴과 연동 수행, 사업화 계획 발표를 통해 기술 수준 소폭 상승
총 평		▶ 유럽은 양자정보통신 원천·응용 기술을 바탕으로 전년대와 동일하게 최고기술국 유지하고 있고 전년대 대비하여 양자통신 분야에서 중국과 동일 순위였으나 격차를 추격하여 동 분야에 대해서도 최고 기술국으로 평가 ▶ 한국은 정부 지원을 통해 기술개발이 진행되면서 빠르게 추격 중이나, 여전히 최고기술국과의 기술격차가 큼 ▶ 미국은 양자컴퓨팅 기술 관련 최고기술력을 가지고 있으며, 양자통신 관련 국가 연구개발을 통해 전반적인 기술수준 소폭 상승 ▶ 일본은 전년대 대비하여 양자통신, 양자컴퓨팅 분야의 기술수준이 상승함 ▶ 중국은 다양한 연구 활동들을 통해 관련 기술의 성숙도 향상으로 인한 기술 수준 상승

② 주요국 기술 동향 및 발전 현황

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ 2022년부터 2026년까지 양자 인터넷의 핵심 요소인 양자 메모리 기술 개발 과제와 유선 및 무선 양자 인터넷 핵심 원천기술 개발 사업 시작 ▶ 2qubit 양자 컴퓨터 개발 착수와 한국형 50큐비트 급 양자컴퓨팅 인프라 구축, 양자 컴퓨터, 네트워크 핵심 요소인 양자 메모리 기술 개발 사업 착수 (2022년) ▶ ETRI, KAIST는 광양자 큐비트 관련 개발 추세에 맞추어서 실리콘포토닉스기반 광양자 큐비트 기술 개발 착수 ▶ KAIST는 20~100여개의 중성원자 어레이 가능한 양자시뮬레이터 개발 ▶ KAIST는 물리적 양자비트 50큐비트 급 초전도 큐비트 개발 2년차로 진행 중 ▶ KIST는 NV 센터 큐비트 기반 양자 컴퓨팅 기술 개발 중 ▶ KIST에서 시뮬레이터 아닌 방법론적 연구. KAIST에서 리드버그 원자 트랩 기반 개발 ▶ 과기부 지원으로 양자SW관련 과제 7개 정도가 추가로 시작되어 국내 중소벤처 기업이 양자소프트웨어 및 알고리즘 개발에 참여 (2023년) ▶ 국내는 양자 소프트웨어 벤처기업 등장, 대학 등에서 알고리즘 연구 수행 ▶ 대기업(LG전자, 현대차 등) 및 벤처기업(KQC, 큐노바 등)의 양자SW기업들이 생겨나고 있음 ▶ 물리적 양자비트 50개 초전도 큐비트 개발 착수 ▶ 양자네트워크 기술과 관련하여 2030년 100km 거리 3노드 시험망 구현 기획 단계 ▶ 양자암호 네트워크 보안성 강화 가능한 양자인터넷 핵심 원천기술 개발사업 착수로 원천 및 응용기술에 대한 지속성을 유지하고 있으나, 전년 대비 제한적 사업 기회로 일부 하락 요소 존재 ▶ 양자인터넷 핵심 원천기술 개발사업 착수로 양자 메모리, 양자 중계기 등의 일부 요소기술 개발 추진 ▶ 양자통신 인프라 시범 구축 사업 종료되었으며 향후 추가 인프라 추가 구축 사업 계획 진행 (2023) ▶ 연세대가 IBM 127큐비트 양자컴퓨터 도입 중이고, KQC는 양자SW 개발 중인데, 3년 후 IBM 433 큐비트 양자컴퓨터를 도입할 예정 ▶ 쿼텀코리아 2023에서 대한민국 양자과학기술 전략보고회 발표하여 양자컴퓨팅, 양자통신, 양자 센싱 중장기적 목표 기술 개발 계획 (2023.06.) ▶ 표준연, 성균관대의 초전도 50큐비트 급 양자 컴퓨팅 기술 개발 착수로 초전도 분야 기술 개발 가속화 ▶ 한국은 양자컴퓨팅 연구 인프라 구축 사업 착수, 양자 소프트웨어 벤처기업 등장, 대기업이 양자 소프트웨어 개발 지원은 고무적이며 국내 연세대, KQC에서 상용 양자컴퓨터 도입하여 양자 소프트웨어 개발 계획 수립 등 ▶ 현대자동차, LG전자, 포스코 등 대기업의 양자SW분야 진출	상승
미국	▶ Argonne National Lab에서 기존 89마일보다 증가된 124마일의 Quantum Network 테스트베드 구축 계획 진행 (2022) ▶ CalTech는 Amazon Braket을 통하여 양자 컴퓨터 서비스를 제공하고 Microsoft 및 Google에서도 access 서비스 중 ▶ IBM 및 IonQ의 양자컴퓨터를 사용한 시뮬레이션 진행 ▶ IBM 초전도 큐비트 에러저감 기술 발표 등을 통하여 큐비트 성능 향상. 그러나, 저감기술의 효용성에 대해서는 학문적으로 논란의 소지는 있음 ▶ IBM, Microsoft, Google 등 전통적으로 SW 기업들이 양자SW 툴까지 개발하고 Github에 공개하고 있음 ▶ IBM, 2022년 433 초전도 큐비트 개발에 이어 올해는 1,000여개 큐비트 개발 발표 예상 ▶ IBM, 초전도 양자컴퓨팅 서비스를 클라우드로 제공(IBM Q) 하고, 새로운 모듈식 아키텍처와 네트워킹에 대한 양자 컴퓨터 실용화 로드맵 발표	하락

국가	기술 수준 발전 현황	경향
미국	▶ Intel, 6월 반도체 양자점 12 큐비트인 Tunnel Falls을 발표 ▶ Rigetti Computing, Full-stack 양자컴퓨팅 업체를 지향하며 2026년까지의 4,000 큐비트 로드맵을 발표하였으나, 최근 개발 일정을 수정 · 발표 (2022.05.) ▶ Google, 초전도 큐비트를 29년 백만 개까지, IBM은 25년까지 4,000개 달성을 각각 선언함. IonQ도 2028년까지 이온 트랩 큐비트 1,024개를 선언하는 등 큐비트 개수 증가를 위한 기술 개발과 성능 향상을 위한 새로운 양자 소자 및 에러 정정 기술 개발 착수 중 ▶ 논리양자비트는 미국을 제외하고는 활발히 연구되고 있지 않음 ▶ 논리적 양자비트 기술과 관련하여 다양한 방법을 동원한 에러정정 기술 연구 중 ▶ QuEra, 256개, 유럽 PASQAL은 200개 중성원자트랩 가능한 양자시뮬레이터 개발 ▶ 미국 국립표준기술연구소(NIST)는 거대 연구 그룹을 형성하여 이광자시계 및 광주파수 합성 칩 등 원자분광 시스템의 칩스 케일 소형화 연구를 수행 ▶ 미국은 433개 초전도 큐비트 2022년 발표하며 물리적 양자비트 기술 선도 ▶ IBM, 2023년 1,000 큐비트의 양자컴퓨터 개발 계획. 미국 외 북미 캐나다에서 D-wave 기업 강세 ▶ 미국은 PQC 중심 보안체계 강화로 양자암호에 대한 상대적 적극성은 전반적으로 저하 ▶ 미국은 시카고 지역에서 양자 네트워크 테스트 베드 구축 사업 시작 (2022) ▶ 미국이 IBM, Google, Amazon, MS 등이 양자컴퓨터 개발과 클라우드 서비스 제공으로 기술선도 유지함과 동시에 격차를 벌리고 있음 ▶ 양자 네트워크 시험망 구축 후 표준화, 성능 개선, 프로토콜 개발 등에서 기술 선도 중 ▶ 양자통신 기술 중 양자 센싱에 적용 가능한 기술을 토대로 군사용 초정밀 양자 검출 기술의 응용을 적극 시도하고 있음 - 미 공군에서는 적용 가능한 양자 센싱 기술을 이용한 장거리 위성통신 방식에 대한 연구 개발을 적극 추진 중임 ▶ 유럽과 미국은 양자 전송 프로토콜에 대한 연구논문 다수 발표로 전송성능 향상에 지속적인 기여 ▶ Intel, QuTech과 공동으로 반도체 양자점 방식을 지속 연구하여 양산 가능성을 확인하고, SW를 포함한 Full-stack 접근 방식을 연구 ▶ 최근 초전도 기반 고정밀 광자측정 장치가 보편화 되고 있는 실정이며 미국 쪽 연구개발 중 대규모 양자 프로세서에 정밀측정 장치가 추가적으로 삽입되어 기반 기술의 적용이 이루어지고 있음	하락
일본	▶ 2022년 일본 60여 개의 초전도 큐비트 개발완료 ▶ Fujitsu 등 오래전부터 시뮬레이터 개발에 앞서 있었으나 답보적인 반면 최근 미국, 중국이 양자 컴퓨터를 개발하면서 용이한 시뮬레이터 개발에서도 우위성이 미약 추세 ▶ Riken은 60 초전도 큐비트 칩 개발 발표 ▶ 국가정보통신기술연구소(NICT)에서는 NEC, Mitsubishi 및 NTT 등이 참여하여 국가시험망(JGN)을 기반으로 실용 수준의 QKD 기술과 네트워크 응용 기술을 개발 중 ▶ 양자 기술 연구·지원 거점을 도호쿠대, 오키나와 과학기술대학원 등 4곳에 마련 ▶ 양자 미래사회 비전에 따르면 일본산 양자컴퓨터 1호기를 2023년 3월까지 개발할 계획 ▶ 양자 시뮬레이션을 초기부터 개발해왔고 양자 시뮬레이터 과제 진행 중 ▶ 양자 어닐러를 중심으로 양자알고리즘 개발에 집중하고 있음 ▶ 양자네트워크 학계 중심으로 아키텍처, 프로토콜 등 연구논문과 IRTF 표준화 활동 강화 중 ▶ 양자전송 기술과 관련하여 양자신호 전송품질 강화에 활용 가능한 IOWN 인프라 실현 선언 ▶ 일본은 50qubit 개발, NEC와 협업개발 ▶ 일본은 Quantum Internet Task Force 출범 후 양자통신 투자를 진행하고 있으며, 양자 메모리 등 원천 기술 연구가 진행 중 (2019년)	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
일본	▶ 일본은 민간기업 중심 글로벌 양자암호 시장 참여 강화 중 ▶ Fujitsu에서 36 큐비트 양자컴퓨터 시뮬레이터 개발 ▶ Fujitsu와 일본 이화학연구소가 공동 개발한 양자컴퓨터 '23년 일반 기업에 상용화 예정 (2022년)	상승
중국	▶ 2022년 중국 60여개 초전도 큐비트 개발완료 ▶ Guodun Quantum 사는 176개 초전도큐비트 양자컴퓨터 서비스 시작 ▶ HUAWEI 등 양자 SW 개발, 오리진퀀텀은 양자컴퓨터 OS를 포함한 모든 stack 개발 ▶ Origin Quantum, Tensent, Alibaba 등이 양자 SW 개발 중 ▶ Origin Quantum, 양자컴퓨터용 전 SW스택을 개발 ▶ Qudoun, USTC, 176큐비트 초전도 양자컴퓨터 발표 (2023.06.) ▶ USTC는 Zuchongzhi 라는 176큐비트 양자컴퓨터 발표하고 QunatumCTek사를 통해 글로벌 사용자에게 오픈 ▶ 유선 장거리 양자암호통신 기술인 TF(Twin-Field)-QKD 기술로 800km 이상 양자 신호 전송 가능함을 보고 (2022) ▶ 중국 OriginQuantum은 22 qubit 상용컴퓨터 서비스 개발 ▶ 중국 정부가 대규모 투자하여 허페이시에 국가 양자연구소 개설 후 양자 통신, 양자 센싱, 양자 컴퓨팅의 양자정보 기술 전 분야에서 세계 주도권 기술 확보 노력 ▶ 중국 쪽 반도체 기반 양자광원 및 계측 기술이 발전하고 있어 양자센싱 관련 꾸준한 기반 기술의 발전이 이루어지고 있음 ▶ 중국과학기술대(USTC)는 광양자 컴퓨팅 프로토타입의 프로그래밍 연산 능력을 강화한 113개 광자 (photon) 144패턴으로 구성된 양자컴퓨팅 '주장 2호' 공개 ▶ 중국도 북미 최고 기업 추격 수준으로 66qubit 양자 컴퓨터 초전도 칩 개발 ▶ 중국은 100km 구간 양자직접통신 성공과 함께 얽힘 기반 위성 양자전송 실험 지속 중 ▶ 중국은 중궤도 위성 기반 양자암호 개발 중	상승
유럽	▶ (네덜란드) 초전도 20큐비트 개발 및 칩 공급 중 ▶ (독일) 양자 컴퓨터 개발에 수 조원을 투자하였고 캐나다의 디웨이브(D-wave)가 개발한 양자 컴퓨터를 유럽 최초의 상업적 양자 컴퓨터로 가동하여, 유럽 기업에 상용화 ▶ (독일) 울리히 연구소를 중심으로 초전도 기반 독자적인 양자 컴퓨터의 개발을 추진 중 ▶ (스페인) 바르셀로나슈퍼컴퓨터센터에서 스펀오프한 Qilimanjaro사는 양자어닐러 제작 중 ▶ (영국) Oxford Instrument와 함께 Rigetti의 초전도 양자 컴퓨터를 도입하고 관련 SW 개발을 추진 중 ▶ (영국) 양자 컴퓨팅 기술 개발을 전담할 NQCC를 설립하고 본격 연구 시작 ▶ (영국) 양자점 큐비트 관련 벤처 기업(Quantum Motion) 및 포토닉스 기반 벤처(ORCA) 설립 및 성과 창출 중 ▶ (오스트리아) Quantum Brilliance는 NV센터 5큐비트 양자컴퓨터 시제품 출시 ▶ (오스트리아) 이온 트랩 양자 컴퓨팅 벤처 AQT가 설립되어 이온 트랩 큐비트의 성능 향상 추진 ▶ (프랑스) PASQAL도 양자시뮬레이터 개발하여 슈퍼컴과 연동 수행, 사업화 계획 ▶ (프랑스) Pasqal사는 200개 중성원자에 의한 시뮬레이터 개발 중이며, 개발 완료 시 프랑스와 독일의 슈퍼컴퓨터와 연결을 추진 중 ▶ (핀란드) IQM 사는 20개 초전도 큐비트 칩 및 관련 양자SW 스택 개발로 양자컴퓨터 시스템화 완료 ▶ (핀란드) IQM은 자체개발한 20여개 초전도 큐비트 개발 완료 ▶ (핀란드) VTT와 IQM은 네덜란드로부터 초전도 5큐비트 칩을 도입하여 양자 컴퓨팅 시스템 개발 완료 및 20큐비트 급으로 확장 중	최고

국가	기술 수준 발전 현황	경향
유럽	▶ 2018년부터 시작된 10년짜리 1.3조 원 규모의 플래그십 과제는 1단계 기초연구를 끝내고 2단계 진행을 앞두고 있는 상황에서 EuroQCI, EuroSIM, EuroHPC 등의 새로운 과제를 만들고 투자를 확대함 ▶ ETH의 초전도 17큐비트를 사용한 양자컴퓨터 시스템 개발 중 ▶ EU 차원에서 안전한 양자 통신 인프라 구축을 위한 EuroQCI 프로젝트로 2028년까지 지상망과 위성망 구축 목표로 진행 ▶ EuroHPC는 독일을 비롯한 유럽의 각국에 슈퍼컴퓨터를 개발 보급하는 과제로 그중에서 양자 시뮬레이터를 개발 ▶ Toshiba Research 유럽에서 광집적회합 기반 1U 크기의 양자통신 양자채널 송신부 시스템 기술 보고 및 키속도 증가 계획 발표 (2021년~2023년) ▶ 독일, 스위스 등 공동, 네덜란드는 20여개 정도 초전도큐비트 개발 ▶ 양자 네트워크 시험망 구축 후 표준화, 성능 개선, 프로토콜 개발 등에서 기술 선도 중 ▶ 유럽 연합에서 2018년부터 10년간 10억 유로 지원하는 Quantum Flagship 프로젝트를 진행하고 있으며, 유럽 산학연 협력하여 양자 생태계 활성화를 위한 Quantum Internet Alliance 진행 ▶ 유럽과 미국은 양자 전송 프로토콜에 대한 연구논문 다수 발표로 전송성능 향상에 지속적인 기여 ▶ 유럽은 2024년 저궤도 위성 기반 양자암호 서비스 개시에 착수 ▶ 유럽은 독일을 선도로 초전도 qubit 개발, 네덜란드의 20qubit 개발, PASQAL도 응용분야 주도적이나 기술선두의 미국의 두각으로 기술수준 격차 벌어짐	최고
기타	▶ (캐나다) Xanadu는 PennyLane이라는 시뮬레이션 툴 개발 완료 ▶ (호주) Quantum Brilliance는 NV다이아몬드 양자컴퓨터를 출시한 데에 이어 소프트웨어 개발킷인 Qristal을 발표 ▶ (호주) 반도체 양자점 큐비트 개발 중 ▶ (기타) 큐비트 숫자로서 국가의 서열이 매겨지고 있음. 100개를 넘긴 큐비트 수라면 1st tier라고 할 수 있으며 미국, 중국이 속해 있고, 50여개 큐비트 수는 2nd tier로써 일본이 속하고, 20여개는 3rd tier로써 스위스, 네덜란드가 해당 ▶ 이온트랩 양자컴퓨터는 큐비트 숫자를 늘리는 데 어려움을 겪고 있어서 다른 방향(양자메모리, 양자시뮬레이터 등)을 모색 가능 ▶ 광양자컴퓨터의 가능성이 부상하고 있어서 미국의 PsiQuantum, 캐나다의 Xanadu 및 영국의 3개 벤처 등이 개발 중 ▶ 캐나다, 미국에서는 학, 연 중심으로 논리 게이트 연구, 일반적으로 물리적 양자 게이트와 연계하여 개발 중 ▶ 진보된 양자 광원 및 양자 검출기 기술의 적용으로 양자이미징 기술은 동반 상승하고 있으나 실질적 관련 적용 기술의 보편화는 더디게 이루어지고 있는 것으로 보임. 장거리 양자통신 기술이 더욱 성숙된 시점에 관련 기술의 양자 이미징의 응용에 적용될 가능성이 커 미래 응용 분야로의 가능성은 계속적으로 언급 중 ▶ 단광자 생성기, 단광자 검출기 관련하여 미국 및 타 국가에서 개발된 양자기술을 적극적으로 수용하는 움직임이 두드러짐. 관련 양자기술을 확보하고 있는 선진국들을 중심으로 (영국, 독일, 스위스, 프랑스, 네덜란드, 스페인 등) 기반기술 고도화에 매우 적극적이며 장기적 관점에서 미 개발 기술을 창의적인 방식으로 개발하는 연구를 지속	-

④ 한국의 기술수준 향상을 위한 정책제언

주요 전략 제언

- ◆ 해외 의존도 저하를 위한 소재 부품, 기반 기술에 대한 기술경쟁력 강화
 - 기술개발에 사용되는 소재, 부품의 해외 의존도가 매우 높은 기술로써, 미·중 기술패권 경쟁 등 글로벌 무역 이슈에 따른 높은 민감도는 사업화의 불안정성을 야기할 수 있음
 - 장기적으로 전방산업을 공고히 하기 위해서는, 현재 후방산업에 대한 적극적인 투자와 기반 구축이 요구됨
 - 양자 품질 소부장에 대한 공급망 보호 혹은 국내 생산이 가능하도록 인프라, 기술 지원이 요구됨
 - 광학 트위저 기술, 큐비트 제어 칩 기술, 큐비트 제어용 케이블링 기술, 큐비트 제어용 초소형 고주파 커넥터 기술, 양자소자 칩 패키징 기술, 광자수 계수기 등
 - 해외 기술 선도국의 산업 육성 방식에서 벤치마킹하여 우수한 기술을 보유한 대학, 연구소의 스피노프를 장려하는 등의 정책을 고려한 국내 반영이 가능할 것으로 사료됨
- ◆ 양자 기술 기업에 대한 제도적 지원 장치 마련
 - 고 난이도 기술을 바탕으로 한 양자기술 유관 산업과 유사 기술을 이용한 관련회사의 제안에 대한 선별적 지원이 이루어 질 수 있는 제도적 장치의 마련이 필요
 - 예를 들어, 출연연 연구자의 기술기업 창업 제한에 대한 법적 완화, 기존 기업의 양자분야 전환 또는 참여 유도를 위한 '양자기업인증' 제도를 통한 세제 혜택, 양자기술특별법 등의 다양한 지원 장치 제언

16 차세대 보안

▶ 총평

- 미국은 사이버안보국(CISA)과 국립표준기술연구소(NIST) 등 국가기관이 표준설정을 주도하고 있으며, 국가 사이버보안 개선에 대한 행정명령(E014028) 및 정부 주요 기반 시설의 사이버 플랫폼 전장화 대응 체계 구축 등으로 최고 기술국 유지
- 한국은 스마트팩토리, 스마트시티, 헬스케어, 자동차/선박 사이버보안 등 융합보안 기술적용 사례 증가로 기술수준 유지하는 수준이나, 미국의 제로트러스트 전략과 클라우드 기반 보안 기술력 향상 등으로 한국은 여전히 시스템·디바이스 보안 분야에서 선도국과 차이가 큼

차세대 보안 기술수준 및 기술격차

기술수준	미국(100%) > 유럽(95.6%) > 중국(92.1%) > 한국(89.1%) > 일본(86.8%)
기술격차	최고기술국(미국)과 최하기술국(일본) 격차 : 기술수준(13.2%), 기술격차(1.1년)

구분		상대수준(100%)															기술격차(0년)				
		한국			미국			일본			중국			유럽			한국	미국	일본	중국	유럽
		기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화					
공통기반 보안		86.6	89.4	92.0	100	100	100	80.8	82.0	81.0	88.0	91.3	94.1	93.7	92.6	93.5	0.9	0.0	1.8	0.8	0.7
시스템· 디바이스 보안		84.2	83.5	85.1	100	100	100	83.1	83.8	82.8	88.3	89.6	90.9	93.0	92.6	93.3	1.2	0.0	1.3	1.0	0.9
네트워크 및 응용서비스 보안		89.4	94.0	91.9	100	100	100	87.4	92.3	88.6	96.0	95.8	93.5	95.3	99.9	95.1	0.8	0.0	1.0	0.5	0.4
물리 보안		90.7	92.2	93.3	100	100	98.7	94.4	92.7	92.7	94.7	97.8	100	94.7	94.3	94.9	0.8	0.0	0.6	0.3	0.5
융합 보안		88.0	87.2	87.2	99.8	99.6	100	88.2	85.6	86.0	85.5	86.0	87.6	100	100	100	0.9	0.1	1.0	1.1	0.0
합계 (가중평균)		87.8	89.4	90.2	100	100	100	86.8	87.4	86.5	90.5	92.2	93.5	95.3	96.0	95.7					
종합	2022	89.1			100			86.8			92.1			95.6			0.9	0.0	1.1	0.7	0.5
	2021	89.1			100			87.1			92.3			95.5			0.9	0.0	1.1	0.7	0.5

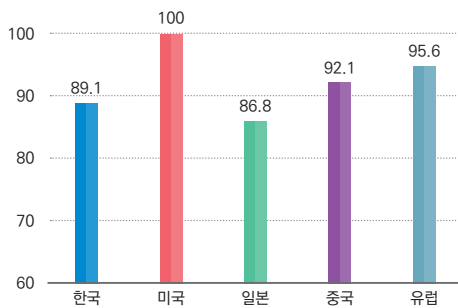
기술훈준조사 결과

- 차세대 보안 분야의 세계최고 기술국(미국 : 100%, 0년) 대비 상대적 기술수준 및 기술격차
 - 한국의 차세대보안 기술수준은 89.1%, 기술격차는 0.9년으로 조사
 - 세계 최고기술 보유국인 미국과의 기술격차는 유럽 0.5년, 중국 0.7년, 한국 0.9년, 일본 1.1년의 기술격차를 보이고 있음

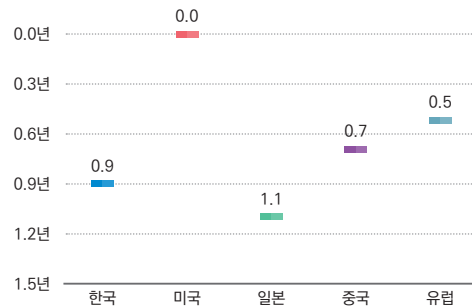
차세대 보안 기술수준 및 기술격차

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



구분	한국		미국		일본		중국		유럽	
	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
차세대 보안	89.1	0.9	100	0.0	86.8	1.1	92.1	0.7	95.6	0.5

- 차세대보안 분야 기술수준은 유럽이 전년대비 동일하게 최고 기술국을 유지하고 있으며, 유럽 증가, 한국 유지, 일본·중국 감소
 - (한국 기술수준) 전년대비 유지, 4위 유지
 - (일본 기술수준) 전년대비 -0.3pt 감소, 5위 유지
 - (중국 기술수준) 전년대비 -0.2pt 감소, 3위 유지
 - (유럽 기술수준) 전년대비 +0.1pt 증가, 2위 유지

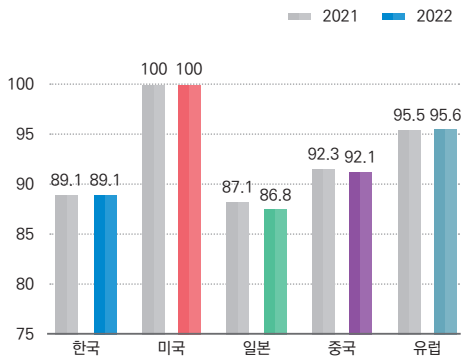
차세대 보안 기술수준 및 기술격차 증감

구분	년도	한국		미국		일본		중국		유럽	
		상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
차세대 보안	'19년	87.7	1.0	100	0.0	87.0	1.2	91.6	0.6	95.6	0.4
	'20년	88.4	1.0	100	0.0	87.0	1.2	91.6	0.6	95.4	0.5
	'21년	89.1	0.9	100	0.0	87.1	1.1	92.3	0.7	95.5	0.5
	'22년	89.1	0.9	100	0.0	86.8	1.1	92.1	0.7	95.6	0.5
전년대비 증감		0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	0.0	-0.2	0.0	0.1	0.0

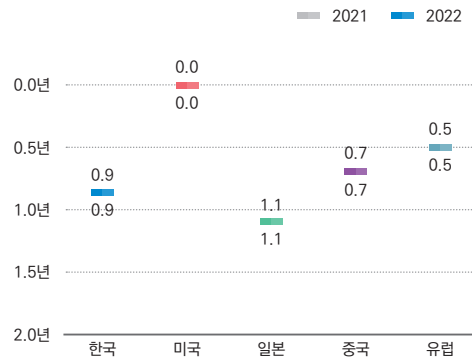
차세대 보안 '21년 대비 '22년 기술수준 및 기술격차 변화

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



④ 기술수준평가 도출 근거

대분류	중분류	배 경
차세대 보안	공통기반 보안	▶ 한국은 개발된 암호원천기술을 다양한 ICT 보안에 적용하기 위한 ICT와 협업 난항으로 인한 응용 기술 분야의 기술 수준 정체 ▶ 미국은 양자 암호 분야 중 양자키분배 기술은 상용망 적용 중이며, 양자내성암호 기술은 미국 국립표준기술연구소(NIST)에서 국제 표준 알고리즘으로 선정되는 등 여전히 최고기술국 유지 ▶ 일본은 NTT 등 기업을 중심으로 신규 암호원천기술 연구 및 적용 연구가 활발하여 기술 수준 상승 ▶ 중국은 암호기술에 대하여 자국사용을 원칙으로 개발하고 있으나, 현재 수준의 원천 기술과 예년 대비 발전 정도를 기준으로 기술 수준 하락 ▶ 유럽은 양자내성암호, 동형암호, 다자간 연산 등의 신규 암호기술 개발 및 적용이 활발하여 기술 수준 상승
	시스템· 디바이스 보안	▶ 한국은 제로트러스트 및 Cloud를 위한 관련 보안 장비 및 국제 표준에 대한 활성화 부족의 이슈로 기술 수준 정체 ▶ 미국 바이든 정부의 사이버 보안에 대한 투자 증가, 사이버 보안 강화 정책 발효 등을 통해 여전히 최고기술국 유지 ▶ 일본은 사이버보안 통합 지식·인재 육성 인프라 구축(CYNEX)과 Itochu Techno Solutions 에서 Microsoft 서비스 Azure 기반 보안 위협 결과 통지 시스템을 개발하고 있으나, 상대 국가의 비해 가시적 성과가 두드러지지 않아 기술 수준 하락 ▶ 중국은 전년 대비 기초, 응용, 사업화 분야의 기술 개발과 산업적 성과가 나타나 기술 수준이 상승함 ▶ 유럽은 핵심 자산, 시스템 인프라 자원에 기존 경계 중심의 보안에서 조직의 보안 최대 임계치를 미리 파악하여 복원력 강화하는 기술을 개발하는 등 기술 수준 상승
	네트워크 및 응용서비스 보안	▶ 한국은 디지털 전환을 위한 AI, 클라우드, 융합보안 등 신기술 기반 보안 산업 육성, 클라우드로 전환에 따른 클라우드 전용 보안 기술 발전 기대효과로 인한 기술 수준 상승 ▶ 미국은 백악관 행정명령(E014028, 21.5)에 따라 클라우드 전환, 제로트러스트 구조를 모든 국가 공공기관 적용에 따라 최고기술국 유지 ▶ 일본은 네트워크 및 응용서비스 보안 기술 관련 뚜렷한 성과가 없기 때문에 기술수준 변화 없음 ▶ 중국은 대표 추진 사업인 5G 기지, 빅데이터 센터, 인공지능(AI), 스마트시티 건설 등 다양한 IoT 분야의 산업들이 성장함과 동시에 해당 산업들을 안전하게 지켜주는 유무선 네트워크 보안 산업 역시 상승 전망 ▶ 유럽은 랜섬웨어 공격 증가로 인해 이를 방어할 수 있는 네트워크 보안 투자가 증가하면서 기술수준 소폭 향상
	물리보안	▶ 한국은 바이오인식 기반 출입통제 기술에 대한 생체인식 기술과 QR, RFID, 모바일출입카드 등 다양한 사용자 인증 기술을 접목하여, 무인점포, 스마트빌딩과 같은 서비스 도메인 확장 및 사업화 활성화에 의한 기술 수준 상승 ▶ 미국은 Apple, Google, Microsoft는 패스워드 없는 인증인 패스키 기술을 적극 도입하고 있어, 생체, 행위 인증 등 기술 개발 및 사업화가 촉진되며 최고기술국 유지 ▶ 일본은 Hitachi, Fujitsu, NEC는 정맥인식, 얼굴인식, 홍채인식 등의 분야에서 AI 원천기술을 보유하고 있지만 최근 기술 발전, 사업화 성과가 미비하여 기술 수준 변동 없음 ▶ 중국은 CCTV 기술 및 산업에 대한 국가적인 지원과 높은 시장 점유율을 기반으로 응용 및 사업화 영역에서 높은 수준의 기술력을 보유하고 있으나 전년 대비 기술 수준 변동 없음 ▶ 유럽은 AXIS의 영상 및 메타 데이터 기술 강화 등의 기술이 개발 되었으나 기술 수준에서는 전년 대비 변동 없음

대분류	중분류	배경
차세대 보안	융합보안	▶ 한국은 정보통신망법 내 정보통신망 연결기기 정의와 과기부 선정 5개 분야 보안리빙랩 구축, 산업 별 정보 보안 요구 사항, 시험, 인증, 보안 모델 정리 배포 등 R&D 분야에서 산업 분야 별 보안 기술 개발 수요를 발굴하여 적극 지원하여 기술 수준 상승 ▶ 미국은 에너지시스템에 대한 사이버 위협을 자동으로 인지하고 대응하는 기술에 대한 투자와 AI, 빅데이터를 활용한 개인정보보호 연구를 예산 반영하는 등의 정책적 노력에 의하여 기술 수준 상승 ▶ 일본은 스마트시티의 에너지 관리 시스템 등에 보안 적용, 스마트시티에서 슈퍼시티로 개념 확장 기술 개발이 이루어지고 있어 기술수준 소폭 상승 ▶ 중국은 항저우 등의 스마트시티 구축 후 ‘공업 및 정보화 분야의 데이터 안전 관리 방법’ 공포를 통한 데이터 안전 등 보안 적용 확대에 의한 기술 수준 상승 ▶ 유럽은 개인정보 보호에 대한 엄격한 규제와 보안의 관심도 증가에 따라 요구 충족을 위한 연구 개발이 확대 중이며 융합 보안 분야의 최고 기술국으로 평가
총 평		▶ 미국은 정부의 집중투자과 높은 기술력을 바탕으로 종합적으로 최고기술국을 유지 하였으며, 전년대 동일하게 융합보안 분야에서는 유럽에 뒤처지는 것으로 나타남 ▶ 한국은 융합보안, 물리보안, 네트워크 및 응용서비스 기술에서 기술 수준이 상승하였으나 종합적인 평가에서는 예년과 동일한 수준으로 나타남 ▶ 일본은 시스템 디바이스 보안 기술에서 전년 대비 큰 폭 으로 하락했으며, 공통기반 기술 분야에서 상승하여 정량 점수 상승에 의해 소폭 하락 한 것으로 나타남 ▶ 중국은 공통보안 분야에서 기술 수준이 하락 하였으나 시스템 디바이스 보안과 네트워크 및 응용서비스 분야의 소폭 상승이 나타남 ▶ 유럽은 인프라 기술을 바탕으로 정보 보안 기술력을 보유하고 있으며, 네트워크 공격을 대비한 보안 투자가 증가하면서 기술수준 소폭 상승

② 주요국 기술 동향 및 발전 현황

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ 과학기술정보통신부와 KISA도 2023년 초부터 연구반을 구성하여 보안모델과 가이드 마련 필요성을 제시한 바 있으며, 이를 구체화하고 능동적으로 대응하기 위해 ‘제로트러스트·공급망 보안 포럼’을 발족 ▶ 국가 공공기관 클라우드 도입, 구름OS 개발, 제로트러스트 개념 기술화 등을 통한 클라우드 보안 기술 수준 성장 ▶ 국내 양자 기술 중 최초로 상용화가 이루어진 양자 암호 통신 서비스(KT, SKB)와 양자 내성 암호 서비스(LGU+)의 성과를 공유하고 양자 중력 센서 실증 추진 사례를 정부에서 발표 (2022.07.) ▶ 디지털 전환을 위한 AI, 클라우드, 융합보안 등 신기술 기반 보안 산업 육성, 클라우드로 전환에 따른 클라우드 전용 보안 기술 발전 기대 ▶ 바이오인식 기반 출입통제 기술은 안면, 홍채, 지·정맥 인식 기술과 QR, RFID, 모바일출입카드 등 다양한 사용자 인증 기술을 접목하여, 무인점포, 스마트빌딩과 같은 서비스 도메인 확장, 서비스 고도화 및 사업화 기술 수준의 상승 ▶ 보안검색 기술은 국내에서도 영상 기반 신체 검색기 개발을 위한 과제가 진행된 적이 있고, 요소 기술인 부품 기술 개발을 위한 과제들이 일부 진행된 바가 있어 기술 개발의 역량과 인프라를 일부 확보 중 ▶ 부산, 세종 등 스마트시티 구축 시 적용할 수 있는 보안모델을 개발하여 스마트시티 인프라, 플랫폼 SW, 디바이스, 서비스 각 영역의 보안요구사항을 도출 ▶ 블록체인 기반 분산신원증명기술(DID)을 이용한 모바일 디지털 신분증 기술 및 서비스 추진(모바일 디지털 운전면허증, 모바일 공무원증, 모바일 주민등록증 등) ▶ 스마트시티를 기반으로 차량, 교통, CCTV, UAM 등의 레거시 서비스와 새로운 개념의 서비스와 연동되기 위한 보안 기술의 연구가 초기 단계 ▶ 아이리노테크의 지능형 지속공격(APT) 솔루션 등 다양한 국내 보안 기업들이 가상머신 동적분석, 리얼머신 동적분석, 리버스엔지니어링 기법, URL 콘텐츠 심층분석, EndPoint APT, Anti Ransomware 등의 기능을 보유한 고도화된 다양한 통합보안 솔루션들을 제22회 세계 보안 엑스포 & 제11회 전자정부 정보보호 솔루션 페어에 전시 ▶ 얼굴인식 기술 등에 대해 국내독자 기술 확보가 추진되었고, NIST 등 국외 기관/학회 등을 통해 성능 검증 ▶ 영상 보안 분야를 핵심 역량으로 보유한 IoT 솔루션 공급업체인 하이크비전 등 최근 물리 보안 시장은 인공지능(AI), 기계 인식, 사물인터넷(IoT)과 같은 최첨단 기술의 진화에 따라 개방적인 에코시스템, AIoT를 통한 연결 확대, 24시간 영상처리 기술, 지속가능성, 제로 트러스트 등 2023년 보안 업계의 다양한 트렌드 확대 예상 ▶ 이그루시큐리티 등 Log4Shell, Spring4Shell, Text4Shell 등 권한 탈취형 원격 명령 실행 취약점의 발표로 인해 취약점 체이닝(Vulnerability Chaining)으로 인한 오픈소스 보안 위협의 심각성을 인지하게 되면서 오픈소스 생태계에서는 자정작용을 위한 다양한 논의들과 기술 개발 중 ▶ 자동차 보안은 현재 차량의 ECU 및 내/외부 통신보안 중심에서 클라우드/AI 기반의 지능형 위협 예측분석 기술, 도로/교통 인프라 등 기반 시설 연계 보안 기술, 자율주행 등의 서비스 과정에서 사고/오동작 원인 분석 등의 기술로 발전 예상 ▶ 자동차 사이버보안 가이드라인 제정(2020년 12월), 이후 각 자동차 제조사의 사이버보안 기술 적용 확대, AI를 이용한 차량용 침입탐지 시스템 등 개발 ▶ 최근 의료기관 랜섬웨어 피해가 증가하고 있으나, 이에 대응하기 위한 기술은 해외 솔루션 중심임 (Armis, Medigate, Paloalto networks, CyberMDX 등). ETRI 등에서 이에 대응하기 위한 기술 개발 및 의료기관 실증이 진행 중 ▶ 최근 지자체 CCTV 통합관제센터, 국가 기반 시설(공항, 발전소 등)에서의 지능형 CCTV 적용이 꾸준히 확대되고 있고, 기술 수준도 단순 선별 관제를 넘어 스스로 분석, 판단, 예측, 대응하는 수준까지 확대 중	유지

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ 쿼텍은 특정 프로토콜을 악용하는 사이버 보안 위협으로부터 자동차와 IoT 장비를 보호할 수 있는 펜테스트 및 피징 통합 솔루션 ‘펜저(Penzzer)’를 국내에 공급 계약을 통해 공격의 범위가 점차 확장되고 있는 자동차, IoT 및 의료 분야의 취약점 관리는 물론이고 국제표준 준수 지원을 토대로 선제적인 보안 강화를 지원 ▶ 파이오링크는 체크포인트 차세대 방화벽 퀀텀 스파크 시리즈를 티프론트 통합관리시스템과 연동하고, 자사 보안스위치, 보안AP와 함께 모니터링 가능한 통합보안솔루션을 출시 ▶ 한국선급에서 2021년에 해상 사이버 보안 시스템 지침을 발표하고, 선급검사, 회사 사이버 보안 시스템 적합성, 선박 사이버 보안 시스템 적합성 검사 등을 수행하며, 사이버 보안 관리 시스템을 갖춘 회사, 선박 및 항구를 대상으로 해상 사이버 보안 인증을 수행. 일본, 중국 등 조선사를 보유한 국가들도 이에 대응 중 ▶ 한국은 헬스케어 분야의 디지털 변환에 관심을 두어 의료정보보안을 포함한 종합솔루션 연구개발에 역점을 두고 있음	유지
미국	▶ 2022년 3월 미 바이든 대통령은 중요 인프라 기업에 대해 사이버 사건을 보고할 법적 의무를 부과하는 ‘2022년 미국 사이버 보안 강화법’에 서명 ▶ 6G는 국가안보와 경제전반의 핵심인프라로 선언하고 6G 표준 선점 착수 ▶ Apple, Google, Microsoft는 패스워드 없는 인증인 패스키 기술을 적극 도입하고 있어, 생체, 행위 인증 등 기술 개발 및 사업화 촉진 ▶ Gartner는 국립표준기술연구소(NIST)의 SP 800-61 2차 개정판에 설명된 프로세스를 일부 변형하여 디지털 포렌식 및 사고 대응(DFIR, Digital Forensics and Incident Response) 리테이너 서비스 등 사이버 보안 사고 대응 역량 강화를 강조 ▶ IBM은 브라데스코 은행(Banco Bradesco) 재무 데이터에 동형암호 기술 적용 및 검증 ▶ IEEE802를 통한 지속적인 무선랜 기술과 보안 기술 발달 ▶ Microsoft는 2022년 러시아의 우크라이나 침공으로 시작된 전면전 중 사이버 공격을 통해 데이터 유출 및 시스템 파괴 등 정부 주요 기반 시설의 네트워크 장악 등에 대한 사이버 플랫폼이 전장화 대응 체계 구축 ▶ RSAC 2023에서 미국을 중심으로 한 보안 선진국에서는 클라우드 기반의 보안 서비스가 기본이고, XDR 솔루션에 주안점을 두고 있는 것을 확인 ▶ 경제 관련 업무를 하는 미국 정부의 행정기관 상무부(United States Department of Commerce)는 Public Wifi Supply Chain Innovation 이라는 프로그램을 통하여 1억불 규모의 과제 공모 ▶ 고도화된 랜섬웨어 공격에 대비하여 2022년 Cobalt Strike로 인한 피해가 증가에 대비하여 Cobalt Strike 크랙 또는 악성 버전 34개를 포함한 165개의 YARA룰을 배포 ▶ 다양한 인증 방법과 생체 인증 적용 기업 증가 (MS: Authenticator 앱과 Windows Hello, 보안 키 또는 전화나 이메일로 전송된 인증 코드 인증, eBay: 자체 FIDO 운영을 통한 생체인증 지원, Apple: FaceID 또는 Touch ID 기반 기기 인증 적용) ▶ 동형암호 원천기술은 Microsoft와 IBM, 매사추세츠공과대학교(MIT) 주도로 추진 중 ▶ 미국 국립표준기술연구소(NIST)는 2024년까지 양자내성암호 표준화 추진 중 ▶ 미국의 연방통신위원회(FCC)는 미국 내 Hikvision, Zhejiang Dahua Technology, Hytera 등 중국기업이 생산한 화상 감시 장비에 대한 판매금지 규정 수립 추진 ▶ 미중 패권 갈등으로 바이든 정부의 사이버 보안에 대한 투자 증가. 또한, 우크라이나 전쟁으로 인해 러시아의 시스템 공격에 대응하기 위한 보안 산업 투자 확대 ▶ 민간의 고품질·첨단 서비스 기반 공공서비스 혁신에 주력하며, 높은 보안을 요구하는 기관(국방부, CIA 등)에서도 보안규정에 따라 민간 서비스 이용 ▶ 바이든 정부는 국가 사이버보안 개선에 대한 행정명령(EO14028, 21.5)을 발표하면서 제로트러스트 아키텍처를美연방정부에서 구현하도록 요구하고, 연방기관에 SW내장 제품을 납품할 경우 SBOM* 제출을 의무화 함	최고

* SBOM(Software Bill of Materials), SW의 구성요소를 식별하기 위한 명세서

국가	기술 수준 발전 현황	경향
미국	▶ 백악관 행정명령(EO14028, 21.5)에 따라 클라우드 전환, 제로트러스트 구조를 모든 국가 공공기관 적용에 따라 기초/응용/사업의 모든 수준이 상승 추세 ▶ 보안검색기술은 밀리미터파 기반 전신 영상 스캐너 등이 일부 공항에서 사용되기 시작했으며, 보안검색 시스템으로 채택되어 도입이 점차 확대 중 ▶ 사회 인프라에 대한 ICT화를 넘어서 위성, UAM, 6G, 양자기술 등의 발전을 위한 많은 투자가 민간을 중심으로 진행되고 있으며, 스마트시티 보안 산업 주도 ▶ 수십 종류의 보안 솔루션들을 관리해야 하는 보안 담당자들의 어려움을 개선하기 위해 통합 보안 솔루션 중심으로 시장 재편 ▶ 스마트컨택트와 같은 가상자산 SW에 대한 보안성 검증 시장 확대중이며 대표적으로 Wormhome, 미화 1천만 불의 버그 바운티 보상금 지급 사례 ▶ 에너지시스템에 대한 사이버 위협을 자동으로 인지하고 대응하는 기술과 도구 개발 투자 단행(600억 원), AI·빅데이터를 활용한 개인정보보호 AI 연구 등에 예산 반영 ▶ 최근 5G/6G 보안에 대한 비약적 투자가 이뤄지고 있으며 NSF는 "Securely Operating Through 5G Infrastructure"라는 프로그램에서 2년 간 16팀에 1200만 불의 과제 선정 ▶ 클라우드 전환에 따라 가상머신(VM) 뿐만 아니라 컨테이너를 포함하는 새로운 환경에 보안 기능 제공이 필요하게 되어 글로벌하게 CWPP (Cloud Workload Protection Platform)라는 솔루션 등장 (트렌드마이크로, Broadcom, 맥아피 등)하고 CSPM(Cloud Security Posture Management), CIEM(Cloud Infrastructure Entitlement Management)을 통합한 새로운 범주의 보안 플랫폼인 'CNAPP(Cloud-Native Application Protection Platform)'로 발전 ▶ 헬스케어 의료. 보안 측면에서 국가별 동향은 미국은 다수의 글로벌 기업 기술력을 이용한 지속적 발전을 선도 ▶ 활발한 M&A를 통한 보안 기업의 대형화가 진행되고 있으며 Norton, Avast, Avira 등 7개의 백신 회사들이 통합하여 Gen Digital 출범	최고
일본	▶ 2022년 4월 개정된 일본의 '개인정보보호법'에서는 지속해서 확대되는 사이버 리스크에 대응하기 위해 6개월 미만의 단기적인 개인정보를 취급하는 기업도 법률의 대상에 포함하는 등 개인정보를 취급하는 사업자의 책임을 더욱 무겁게 함 ▶ Itochu Techno-Solutions Corporation, 보안관제 센터에서 위협 결과를 통지하는 내용의 작성을 위한 위협 정보 수집과 요약, 초동 대응 내용, 피해 발생 사전 방지대책, 통지 내용의 문장 작성·교정 등 다양한 작업을 MS의 생성형 AI 서비스인 'Azure OpenAI Service'를 활용하는 서비스를 개발 시작 ▶ LAC는 일본 최대 규모의 네트워크 보안 감시 센터를 운영 중 ▶ NEC는 클라우드 기반 서비스인 NEC Cloud IaaS에 대해 미국국립표준기술연구소(NIST)의 보안 표준인 NIST SP800-171 대응 완료 ▶ NTT 등 기업을 중심으로 신규 암호원천기술 연구 및 적용 연구가 활발함 ▶ SECOM은 보안 데이터 센터를 기반으로 365일 유인 감시, 피해 발생 시에는 현지에서 초동 대응 및 복구 지원 제공 ▶ Toshiba, NEC 양자키 분배 장치 개발 중 ▶ 규슈대학에서 날숨소리로 인증하는 무자각 인지기술 개발 ▶ 다면적인 보안 환경을 EC 사업자에게 제공하기 위해 정보 유출의 원인 중 하나인 부정 접속을 감지하는 '오모션(O-MOTION)'이 최근 일본의 대형 EC플랫폼 운영업체 'w2 솔루션(w2 Solution)'과 연계 가능한 보안 서비스를 시작 ▶ 사이버보안 통합 지식·인재육성기반(CYNEX)을 2022년부터 시험 운용하고, 한층 더 고도화. 일본의 사이버 보안 제품, 서비스 해외의존도를 낮추고 사이버 공격 정보에 대한 수집과 분석 강화 ▶ 사회 전반의 교통, 통신 등의 기본 인프라에 대한 ICT화가 충분하지 못하며, 이를 극복하기 위한 스마트시티 정보보안 기술 및 산업계의 발전이 느림	하락

국가	기술 수준 발전 현황	경향
일본	▶ 산업계 관계자들을 중심으로 민간 기관의 주도 하에 IoT 보안 관련 가이드라인 개발, IoT 기기 시험·검증 등을 수행하고 있음 ▶ 스마트시티의 에너지 관리 시스템 등에 보안 적용, 스마트시티에서 슈퍼시티로 개념 확장 중 ▶ 일본 개인정보보호법 개정과 관공서 퍼블릭 클라우드 서비스 활용 촉진 일환으로 미국의 FedRAMP (Federal Risk and Authorization Management Program)와 유사한 프로그램 추진 ▶ 일본 기업의 70%가 클라우드를 사용하고 있으며 외산 클라우드 의존도를 낮추고 자체 클라우드 역량을 강화하기 위하여 2021년 디지털청을 창설, EDR 확대 및 SaaS 증가에 따라 웹 콘텐츠 보안 규모 증가 ▶ 일본은 의료정보기술 분야 선진화 기술을 다수 보유하고 있으며 이에 대한 응용 속도는 상대적으로 저조한 경향을 보임 ▶ 일본의 디지털화는 한국 및 중국에 비하여 매우 느린 상황이나, 올림픽을 기점으로 표적형 사이버 공격에 대한 대책 등의 요구가 증가하였고, 이로 인해 취약점 및 악성코드 대응 부문에 관한 기술 수준 및 시장 성장 중 ▶ 전파의 유효 이용을 위한 IoT 멀웨어의 무해화·무기능화 기술에 관한 연구개발 추진	하락
중국	▶ 2023년 중국정부는 ‘디지털 중국’ 추진 전략으로 △디지털 인프라 강화 △디지털 전환 촉진 △핵심 기술 국산화 △사이버 보안 강화 △국내외 거버넌스 기반 강화 등 2035년까지의 여러 규칙 발표. 특히 5G, 인공지능, 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅, 산업인터넷 관련 투자 및 확장에 동반한 사이버보안 발전 기대 ▶ 2025년까지 디지털 경제 핵심 산업을 GDP의 10%까지 끌어올린다는 ‘제14차 5개년 계획 (2021~2025)’을 발표하고, 디지털 전환을 위한 7가지 핵심 분야 중 하나로 클라우드 컴퓨팅을 선정하며 적극 확산 중 ▶ CCTV 기술 및 산업에 대한 국가적인 지원과 높은 시장 점유율을 기반으로 응용 및 사업화 영역에서 최고 수준의 기술력을 유지하고 있으며, 개인정보에 둔감한 사회 환경이 기술 발전적인 측면에서는 긍정적인 요소로 작용 ▶ Sensetime(중국/홍콩) NIST에서 진행한 얼굴인식 테스트 세계 1위, 생체 인식과 AI 기술을 이용한 차량 적용 기술 개발 중 ▶ 국가 차원의 대규모 스마트시티를 추진하면서 데이터를 확보하였고, 코로나-19 이후 우한시에 시범사업을 도입하면서 스마트시티 보안을 강화 중 ▶ 네트워크 안전등급 보호 제도 시행과 더불어 데이터 안전법의 시행으로 데이터의 이동을 통제함과 동시에 망의 안전을 중시함 ▶ 디지털 헬스케어 분야에 사회자본 및 민간 자본의 막대한 유입에 따른 해외 기술 기업들의 진출이 확대 중 ▶ 베이징에서 약 7600km 떨어진 오스트리아 빈까지 QKD 기반으로 암호화된 사진 파일을 전송하는 데 성공하는 등 QKD 분야에서 세계 선두 ▶ 암호기술은 자국사용을 원칙으로 개발하고 있으며, 원천기술 수준이 높지는 않음 ▶ 양자통신암호 방면 하드웨어 관련 특허 보유량에서 Huawei가 일본 도시바에 이어 세계 2위를, 베이징 우전 대학은 4위, 양자통신암호 소프트웨어 부문에선 1~5위 모두 중국이 차지 ▶ 인터넷 규제당국이 생성형 AI(generative AI)에 대한 규제 초안을 발표로 AI의 위험에 대한 합리적인 제한이면서 동시에 기술 산업에 대한 공격적인 개입 시사 (2023.04.) ▶ 중국 16개 부처가 공동으로 데이터보안산업 규모 1,500억 위안(약 27조 원) 돌파 등의 목표를 담은 육성안 발표 (2023.01.) ▶ 중국 정부의 대표 추진 사업인 5G 기지, 빅데이터 센터, 인공지능(AI), 스마트시티 건설 등 다양한 IoT 분야의 산업들이 성장함과 동시에 해당 산업들을 안전하게 지켜주는 유무선 네트워크 보안산업 역시 지속적으로 상승할 것으로 예측	하락

국가	기술 수준 발전 현황	경향
중국	▶ 클라우드 시장이 연평균 40% 성장하고 있으며 자국 클라우드 기업인 Alibaba, Huawei, Tencent, Baidu가 80% 이상 차지, 국외 솔루션에 의존적인 한/일/유럽에 비해 클라우드 보안에 대한 기술성숙도가 높을 것으로 보임 ▶ 항저우 등의 스마트시티 구축 후 ‘공업 및 정보화 분야의 데이터 안전 관리 방법’ 공포를 통한 데이터 안전 등 보안 적용 확대	하락
유럽	▶ (독일) BOSCH, 기존 폐쇄형인 영상보안시스템에 대해 개방성과 개발 용의성 확보가 가능한 개방형 영상보안시스템 서비스가 본격화되는 시점으로, 보쉬 등을 중심으로 OSSA 기반의 개방형 생태계 및 마켓플레이스의 도입이 본격 준비됨 ▶ (스웨덴) AXIS는 CCTV 카메라에서 생성되는 영상 데이터의 진본을 입증하기 위한 기술을 카메라에 내장하여 제품을 공급하고 있으며, 이는 개방형 환경기반 영상보안생태계를 대비한 기술적 대응으로 판단 ▶ (스웨덴) 영상보안 분야에서 감시기능과 함께 AI 분석을 기반으로 실행 가능한 통찰력을 제공하여 현장에서 즉각적인 조치사항 결정을 지원하는 솔루션이 요구되며, AXIS는 영상 및 메타데이터의 생성, 분류, 분석, 검색 등의 기술 강화를 통한 지능형 솔루션 기술 확산 노력 ▶ (영국) CCTV 감시 등 중국의 스마트시티 기술을 보안상 이유로 영국 지방자치단체가 사용하지 못하도록 규제 ▶ 2021년 10월, 새로운 사이버 보안 요구사항이 발표되어, 2022년 2월에 발효되었으며, 30개월의 유예기간을 거쳐, 2024년 8월 1일부터 적용할 예정 ▶ 2022년 9월 EC는 유럽에서 판매하는 모든 스마트폰·태블릿의 OS(운영체제) 업데이트를 최소 3년, 보안 업데이트는 최소 5년 이상 제공해야 한다고 명시 ▶ EIDAS 표준을 중심으로 Trust 서비스 인정과 이를 바탕으로 역내 국가 간의 원활한 상호 개인정보, 인증 연동을 제공 ▶ ESSI 표준을 중심으로 DID 서비스 실용화 추진 ▶ EU 전체의 사이버보안 인증 체제를 마련해서 IoT, ICT(정보통신기술)제품 및 서비스의 사이버보안을 활성화하는 것이 목적으로 하고 있음 ▶ EU 집행위원회는 사이버 복원력 법안(CYber Resilience Act)를 제안하여 보안 및 감시 등을 포함한 모든 부분의 하드웨어 및 소프트웨어 제조사에게 제품의 출시 시 취약성을 줄여 제품의 사이버 보안을 보장할 것으로 요구 ▶ EU에는 각 나라별로 다양한 보안인증 제도가 있었으나 유럽시장의 분열과 장벽에 대한 위험을 막기 위해 EU 공통의 사이버보안 인증 프레임워크가 필요하다고 판단되어 EU 사이버보안법 제정 ▶ Rhode & Schwarz 등이 THz 파 또는 밀리미터파를 활용하는 신체 투과 이미징을 통한 보안검색 기술 제품을 독일 일부 공항에 적용 중 ▶ Sequestim은 거리형(standoff) 투시 이미징 제품으로, 약 4K의 저온에서 동작하는 패시브 방식의 350GHz 대역 카메라를 개발, 1cm 해상도의 이미지를 3~5초 스캔 시간에 획득하는 검색 시스템 시제를 영국 Cardiff 공항에서 시험 운영 중 ▶ UNECE WP29에서 사이버보안 국제기준 채택 ▶ 각 나라별로 다양한 보안인증 제도가 있었으나 유럽시장의 분열과 장벽에 대한 위험을 막기 위해 EU 공통의 사이버보안 인증 프레임워크가 필요하다고 판단되어 EU 사이버보안법이 제정 ▶ 국제해사기구(IMO)는 2021년 해양 사이버 위험관리 지침 발표. ISO는 IMO와의 연계를 통해 선상 및 육상의 통신을 위한 구조 및 데이터 인터페이스 표준을 제정. 이후, 해양사이버 보안 작업반을 신설하여 보안요구사항 및 기술표준을 제정 ▶ 디지털 서비스 전문계약제도 운영 및 마켓 제공을 통해 공공 부문 클라우드 유통·활용을 촉진하고, ‘Public Cloud First’ 정책 추진 ▶ 미국 NIST의 양자내성 공모사업에 선정된 다수의 암호가 유럽 개발 알고리즘임 ▶ 양자내성암호, 동형암호, 다자간 연산 등의 신규 암호기술 개발 및 적용이 활발	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
유럽	▶ 유럽 공통의 digital identity wallet을 통한 온 오프라인 인증 및 e-identity 관리를 제도화하고 추진하여, 관련 기술 개발 및 사업화가 촉진되고 있음 ▶ 유럽은 EU 사이버보안청이 정보보호지침(NIS) 적용됨에 따라 기반시설 사이버 방어 능력 강화 추진 등 최고 수준 유지, 23년 사이버 보안 R&D 예산은 감소 ▶ 유럽은 양자플래그십 프로젝트 추진과 EU 차원의 개발 로드맵을 제시와 함께, 각 국별 특색에 맞는 정책을 개별 발표하여 경쟁적으로 연구역량을 고도화 중 ▶ 유럽의 경우 개인정보 보호에 대한 엄격한 규제와 보안의 관심도 증가에 따라 요구 충족을 위한 연구 개발이 확대 중 ▶ 자동차 보안 세계 최고 기업인 escrypt가 자동차 보안의 거의 모든 분야를 망라하는 기술력을 보유하고 다양한 솔루션을 통한 시장점유율을 확대하면서 전반적인 기술/사업화 수준 상승 견인 중 ▶ 핵심 자산, 시스템 인프라 자원에 기존 경계 중심의 보안에서 조직의 보안 최대 임계치를 미리 파악하여 복원력 강화	상승

▶ 한국의 기술수준 향상을 위한 정책제언

주요 전략 제언

◆ 선도국과의 협력을 통한 R&D 협력 체계 구축 및 사업화 추진

- 국내 보안시장 규모의 한계로 인하여 진출 시장 다각화를 위해 각 산업 분야의 글로벌 리딩 기업과 연계하여 보안 R&D 개발 및 적용이 필요
- 다양한 우수 암호기술 확보 속도가 정체되어 암호시장은 새로운 글로벌 기업들에게 침해될 위협 존재
- 후발 국가로서 산업분야별 글로벌 리딩 기업을 선점한 해외 보안기업과의 경쟁에서 어려움 존재
- 국내 ICT 기반 기술의 우수한 기술력과 인프라를 갖춘 기업이 다수 존재 하고 있으며, 보안으로의 응용에 있어 해외 기업과의 협력 체계 구축을 통한 국내 시장 확대, 진출 해외 시장 다양화 등의 전략이 유효

◆ 개인정보보안 이슈와 신기술 트렌드에 부합되는 법 제도 마련 및 생태계 구축

- 물리보안 영역은 영상, 생체정보 등 개인의 민감한 정보의 취득 및 활용이 요구되는 분야로서, 일부 긴급 및 재난상황, 순수 연구 목적에서의 개인정보의 활용이 가능하나, 기술 수준의 상승, 산업 경쟁력의 확보 측면에서 보다 적극적인 연구/개발 목적의 데이터 취득/활용에 대한 규제 완화가 필요
- 산업분야별 정보보안을 위해 주무부처별 관리하는 법제도에 보안 관련 내용을 포함하고, 관련 산업 표준에도 보안 관련 내용이 필수적으로 반영될 수 있도록 관리 필요
- 데이터보안에서는 신규 기술 들이 개발되고 있고, 필요한 분야 들이 증가하고 있어, 이를 수용하기 위한 제도의 지속적 확대 필요

17 블록체인

총평

- 미국은 다양한 합의 알고리즘의 연구가 MIT 등 대학과 민간에서 이루어지고 있으며, 전 세계에서 가장 활발한 메인넷 개발 국가. 특히, 세계최대 금융 및 IT 시장으로써 블록체인 관련 비즈니스 투자규모가 지속 증가하며 최고 기술국 유지
- 한국은 ETRI 등 정부R&D 및 민간사업으로 대규모 트랜잭션 고속처리 및 분석기술 개발 등 사례 증가와 산업융합 기술 적용이 활발하나, 미국의 블록체인 네트워크 기술의 비약적인 발전 등으로 현상유지 수준

블록체인 기술수준 및 기술격차

기술수준	미국(100%) > 유럽(91.2%) > 중국(89.6%) > 한국(87.1%) > 일본(86.3%)
기술격차	최고기술국(미국)과 최하기술국(일본) 격차 : 기술수준(13.7%), 기술격차(1.5년)

구분		상대수준(100%)															기술격차(0년)				
		한국			미국			일본			중국			유럽			한국	미국	일본	중국	유럽
		기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화					
공통기반		89.9	90.1	90.9	100	100	100	88.7	89.6	90.7	90.3	93.1	93.2	91.2	94.2	94.2	1.1	0.0	1.2	1.0	0.8
시스템· 디바이스 보안		83.0	83.4	85.6	100	100	100	82.5	82.5	82.5	87.0	89.0	89.0	94.3	94.8	94.3	1.8	0.0	1.9	1.7	1.1
네트워크 및 응용서비스 보안		84.7	86.1	85.7	100	100	100	85.8	85.5	85.3	88.5	89.4	89.9	90.4	90.3	90.4	1.7	0.0	1.5	1.2	1.0
물리 보안		83.4	85.5	85.5	100	100	100	83.4	84.4	84.8	83.2	86.4	86.2	85.0	86.2	87.2	1.5	0.0	1.6	1.4	1.3
융합 보안		88.9	92.4	92.0	100	100	100	89.3	89.6	90.9	91.8	93.0	93.2	91.2	91.2	91.5	1.0	0.0	1.1	0.8	0.9
합계 (가중평균)		85.9	87.4	87.9	100	100	100	85.9	86.3	86.8	88.2	90.2	90.3	90.5	91.4	91.6					
종합	2022	87.1			100			86.3			89.6			91.2			1.4	0.0	1.5	1.2	1.0
	2021	87.0			100			86.3			89.8			91.3			1.4	0.0	1.5	1.2	1.0

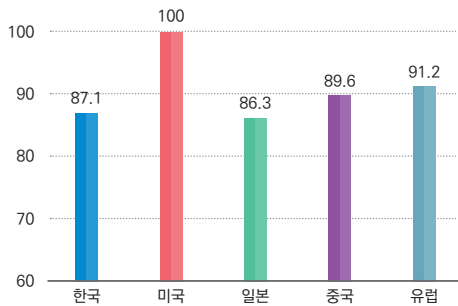
④ 기술수준조사 결과

- 블록체인 분야의 세계최고 기술국(미국 : 100%, 0년) 대비 상대적 기술수준 및 기술격차
 - 한국의 블록체인 기술수준은 87.1%, 기술격차는 1.4년으로 조사
 - 세계 최고기술 보유국인 미국과의 기술격차는 유럽 1.0년, 중국 1.2년, 한국 1.4년, 일본 1.5년의 기술격차를 보이고 있음

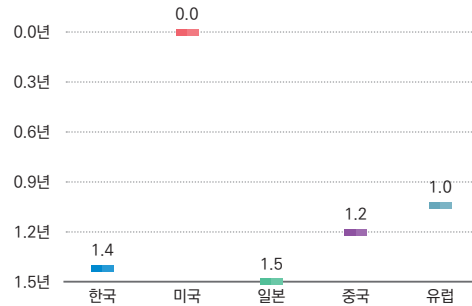
블록체인 기술수준 및 기술격차

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



구분	한국		미국		일본		중국		유럽	
	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
블록체인	87.1	1.4	100	0.0	86.3	1.5	89.6	1.2	91.2	1.0

- 블록체인 분야 기술수준은 유럽이 전년대비 동일하게 최고 기술국을 유지하고 있으며, 한국 증가, 일본 유지, 중국·유럽 감소
 - (한국 기술수준) 전년대비 +0.1pt 증가, 4위 유지
 - (일본 기술수준) 전년대비 유지, 5위 유지
 - (중국 기술수준) 전년대비 -0.2pt 감소, 3위 유지
 - (유럽 기술수준) 전년대비 -0.1pt 감소, 2위 유지

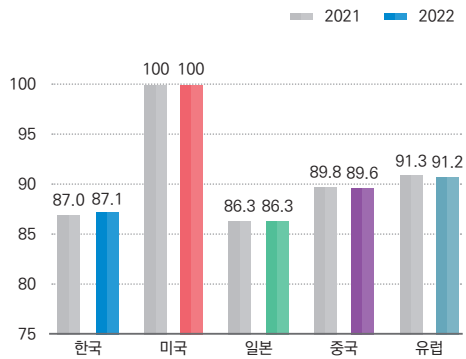
블록체인 기술수준 및 기술격차 증감

구분	년도	한국		미국		일본		중국		유럽	
		상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
블록체인	'19년	83.4	1.9	100	0.0	85.7	1.6	89.0	1.4	91.1	1.1
	'20년	85.6	1.6	100	0.0	85.9	1.5	89.7	1.3	91.3	1.1
	'21년	87.0	1.4	100	0.0	86.3	1.5	89.8	1.2	91.3	1.0
	'22년	87.1	1.4	100	0.0	86.3	1.5	89.6	1.2	91.2	1.0
전년대비 증감		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.0	-0.1	0.0

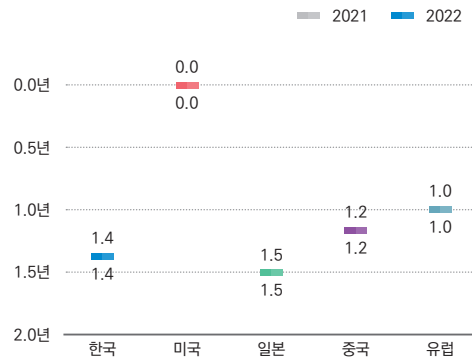
블록체인 '21년 대비 '22년 기술수준 및 기술격차 변화

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



② 기술수준평가 도출 근거

대분류	중분류	배경
블록체인	분산장부 기술	▶ 한국은 ETRI에서 자체 개발한 합의 원천 기술을 확보하여 블록체인의 보안성, 확장성을 다수 검증하였고 3국 특허 등록, SCI-J 논문 게재 수 증가 등을 통해 기술 수준 상승 ▶ 미국은 Intel, IBM 등 국제적 기업들의 연구개발이 활발, 다양한 합의 알고리즘의 연구가 민간에서 R&D 중으로 최고기술국 유지 ▶ 일본은 게임분야 적용 중심으로 기업들이 오아시스 플랫폼을 규제 솔루션으로 활용하는 추세이나 기술 수준 변동 없음 ▶ 중국은 BSN 추진, 2022년 베이징 올림픽에서 DCEP (Digital Currency Electronic Payment) 홍보와 본격 상용화 등의 이슈가 있으나 기술 수준은 변동 없음 ▶ 유럽은 다양한 영역에서 블록체인 사업을 지원하기 위한 투자와 기술 확보에 집중하고 있으나 기술 수준은 변동 없음
	블록체인 데이터 기술	▶ 한국은 시중 은행에서 CBDC 파일럿 구축에서 사이드 체인에 대한 테스트를 수행하고 있으나, 글로벌 사이드체인을 주도하고 있는 폴리곤의 성장 대비 실증이 저조하여 기술수준은 변동 없음 ▶ 미국은 차세대 암호기술인 동형암호 기술 개발을 주도하며, 매년 성과가 나타나고 있어 최고기술국 유지 ▶ 일본은 블록체인 데이터 기술 관련 보수적인 발전을 보이며 최근 뚜렷한 성과가 발현되지 않아 기술 수준 변동 없음 ▶ 중국은 모든 암호화폐 거래와 사업에 제재를 가하면서 블록체인 데이터 사업이 위축 추세 지속에 따라 기술수준 변동 없음 ▶ 유럽은 트랜잭션의 프라이버시를 향상시키는 SDK (Software Development Kit)를 개발하여 기술수준 소폭 상승
	블록체인 시스템 기술	▶ 한국은 최근 타 분야 대비 블록체인 분야 신규 R&D 사업에 대한 지원이 약화되고, 후추 신규 사업에 대한 규모 축소 전망에 따른 기술 수준 정체 ▶ 미국은 이더리움 2.0 등을 통하여 샤딩, 리소스 관리, 가상머신 성능 개선 등으로 블록체인 시스템 기술 선도 중 ▶ 일본은 블록체인 시스템 기술 관련 뚜렷한 성과가 없어 기술수준 감소 ▶ 중국은 상하이 지방정부의 지원을 받아 콘플렉스 퍼블릭 블록체인 프로젝트를 통해 홍콩달러 기반의 스테이블 코인 인프라 구축을 목표로 하고 있으나 최고 기술국 대비 발전 수준이 미비하여 기술 수준 하락 ▶ 유럽은 공공 부문 블록체인 인프라인 BSI를 27개국이 연합하여 구축 중에 있으며, 국가 차원에서 블록체인 기술 및 서비스를 지속적으로 개발 중이나 최고 기술국 대비 발전 수준이 미비하여 기술 수준 하락
	블록체인 연동기술	▶ 한국은 분산 신원 원장 접근 위한 여러 분산 식별자 해석기를 등록 및 관리하고 제공하기 위한 확장 통합 해석기 프레임워크에 대한 국내 표준 재정하며 기술수준 상승 ▶ 미국은 Oracle 기술로 선두에 있는 Chainlink는 Automation 및 Dynamic NFT를 지원하면서 이종 네트워크 간의 데이터 연동 또는 블록체인 외부와 블록체인 서비스를 연동하는 분야에 격차를 넓히며 최고 기술국 유지 ▶ 일본은 MUFG 은행에서 스테이블 코인에 대한 블록체인 상호 운용성 실험 완료하고 경제통상산업부(METI)가 상호 운영이 가능한 데이터 인프라 스트럭처(IDIs)를 위한 이니셔티브에 대해 'Oranos Ecosystem'라 명명하며 기술 수준 상승 ▶ 중국은 블록체인 서비스 네트워크(BSN)라는 표준 블록체인 환경과 구축기술 준비 중이나 전년도와 비교하여 기술수준 변동 없음 ▶ 유럽은 22개국이 공공서비스를 위한 유럽연합 블록체인 파트너십을 발족하여 EC 29 개국의 주력 프로젝트(EBSI)를 통해 범유럽 블록체인 표준과 플랫폼 개발 중에 있으나 기술 수준 측면에서는 변동 없음

대분류	중분류	배 경
블록체인	블록체인 서비스 기술	▶ 한국은 ETRI 등 R&D 공공과제 및 민간사업으로 대규모 트랜잭션 고속처리 및 분석기술 개발과 응용사례 증가로 기술수준 상승 ▶ 미국은 이더리움 등 메인넷 업그레이드, 레이어2 확산으로 대규모 고속트랜잭션 처리, 분석, 관리기술 선도하며 최고 기술국 유지 ▶ 일본은 정보통신산업협회(JISA)에서는 트랜잭션 패턴분석, 거래유입경로 분석, 트랜잭션 데이터 시각화, 트랜잭션 분석 알고리즘 개발 등을 연구 진행하며 기술 수준 상승 ▶ 중국은 국가주도 글로벌 블록체인 인프라(BSN)를 기반으로 상호 운용성 및 표준화 강화를 통한 공공-민간 연계 확장성 확보 중으로 기술 수준 상승 ▶ 유럽은 공공주도 유럽 전 지역 대상 블록체인 인프라 구축(EBSI)을 통해 블록체인 간, 블록체인-기존 시스템 간 상호 운용성 확보 및 표준화 활동 강화하며 기술 수준 상승
총 평		▶ 미국은 블록체인 관련 NFT, 메타버스 서비스가 활성화되어 있으며 관련 시스템 관리 기술 수준이 높고 이더리움 2.0 등을 통해 블록체인 시스템 기술 선도 중 ▶ 한국은 전년대비 기술 수준이 상승하였으며, 특히, 블록체인 서비스 기술의 수준이 타 기술 대비 크게 상승함 ▶ 일본은 분산장부, 데이터, 시스템 기술이 보수적으로 발전 중이고 상대적으로 연동, 서비스 기술은 발전 추세이나 거시적 기준으로 기술수준 변동 없음 ▶ 중국은 정부 주도의 BSN 블록체인 환경 구축과 지방 정부의 협업으로 사업이 진행 중이나 전년도 대비 뚜렷한 성과가 미비하여 기술 수준 정체 ▶ 유럽은 전년 대비 기술 수준이 소폭 하락하였으나 최고 기술국 미국에 이은 기술 선도국의 위치를 유지하고 있음

② 주요국 기술 동향 및 발전 현황

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ 한국은행 CBDC 모의실험에서 클레이튼 플랫폼에서 고성능 합의(PoS(노드선정) + iBFT(합의)) 기술 적용 : 3노드 약 4,000 TPS, 응용 적용 시 약 2,000 TPS수준 (2021) ▶ 2023년부터 Scalability 문제 해결을 위한 Multi-shard 기반 합의기술 개발 중 ▶ DSRV는 All that node서비스를 출시하고 현재 20여개 이상의 블록체인 RPC노드들을 관리 중 ▶ ETRI PoN(Proof of Nonce) 합의 알고리즘을 이더리움 플랫폼에 적용하여 국내 업체((주)리드포인트) 물류 서비스 중 ▶ ETRI 합의 알고리즘(PoN+BADA)을 개발, 기술이전을 통하여 이더리움 기반 공공기관 적용 및 서비스 제공 중 ▶ ETRI, 메타 데이터 기반 On-chain 데이터 저장기술 확보 ▶ ETRI에서 제안한 PoN 블록체인은 30노드 기준 7,500TPS 트랜잭션 처리 성능과 1초의 블록 생성 시간을 보임 ▶ ETRI에서는 자신과 동등한 역할을 하는 여러 노드를 활용하여 트랜잭션 검증을 진행하는 이레이저 코드(Erasur Code) 기반 고확장 트랜잭션 분산 저장, 고속 처리 기술을 개발 중 ▶ ZKP(Zerknowledge proof) 기술 활용하여 투표시스템에 적용하여 프라이버시 보호기술 발전에 기여 ▶ 고려대에서 '스마트컨트랙트'의 보안 취약점을 자동으로 검출하는 스마트리스트(SmartTest)개발, SOOHO에서 스마트컨트랙트 취약점 탐지기술 톨로 제공하나 정형명세 기반 아님 (2021.09) ▶ 공공영역에서 ITP, KISA, NIPA의 블록체인 시범사업 및 기술개발 사업의 규모와 적용분야가 확대되었으며, 행정안전부, 질병청 등 부처에서 대국민을 대상으로 한 블록체인 기반 DID 서비스 제공 중 ▶ 과학기술정보통신부, 2022년 블록체인 산업 고도화 기술개발 사업(이중 블록체인 시스템 간 표준 오퍼레이션을 통한 서비스 데이터 융합·상호 운용 기술 개발)을 통해 2025년까지 다양한 이중 시스템 서비스 간 상호 운용을 위한 표준 오퍼레이션 기반 서비스 데이터 융합과 상호 운용 기술 개발을 추진 중 ▶ 국가주도의 DID 기반 신원/자격 인증 사업 활성화 노력으로 공무원증 → 운전면허증 → 국가유공자증 → 주민증(예정)의 적용, 질병관리청 COOV 시스템을 빠르게 구축 후 실제 생활에 적용하는 사례 구축을 통해 Global에서 관심을 받고 있음 ▶ 민간 기업 DID 기반의 신원 자격 인증등 빠르게 도입을 통해 민간기업의 생태계 확장이 진행중. LG '띠닷', SKT 'INITIAL', 메타디움 등 ▶ 민간영역에서는 NFT를 활용한 게임, 디지털 아트 전시 등 융합 서비스가 다수 출시되어 저변이 확대되고 있으며 클레이튼, 람다256 등 퍼블릭 블록체인을 기반으로 한 분산앱 서비스 제공 사례 확대 중 ▶ 분산 신원 원장 접근 위한 여러 분산 식별자 해석기를 등록 및 관리하고 제공하기 위한 확장 통합 해석기 프레임워크에 대한 국내 표준 재정 (2023년 06월) ▶ 블로코, 아르그라는 하이브리드 블록체인 플랫폼을 개발한 블록체인 스타트업으로 기존의 블록체인 기술에서 발생하는 확장성과 비용 문제점을 해결하면서, 기업체계 내에서 블록체인을 적용 가능하도록 설계. STO 토큰 발행 SaaS '실버마인' 무료 테스트 프로모션하여 2022년 예약결제원 STO사업 수행 노하우 기반 제품 제공. 다양한 이중 블록체인 플랫폼 간 상호 연동성 특장점 보유 (2023년) ▶ 블록체인 메타 관련하여, 2022년 ETRI 단일 샤드기반 탈중앙 합의체 구성기술 (DCC) 개발 : 30노드 7,500 TPS 이상. 2023년 멀티샤드 기반 성능 향상 구현 중 ▶ 블록체인 메타 관련하여, 2022년 고려대 스마트 컨트랙트 정형명세 모델 및 자동 검증기 개발	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ 블록체인의 탈 중앙성과 확장성을 모두 달성하기 위하여 두 개 이상의 합의 알고리즘을 함께 사용하는 추세, 합의를 위한 탈중앙화 된 합의체를 선정(탈 중앙성 중심 합의), 합의체 간 고성능 합의 수행(확장성 중심 합의) - 확장성 중심 합의 : 주로 PoS, DPoS 등을 활용하여 고정된 소수노드를 합의체로 선정하고 선정된 합의체 간 BFT 계열 합의 추진 - 탈중앙성 중심 합의 : VRF와 같은 함수를 활용하여 참여 노드 중 일부를 뽑아 합의체로 선정하고, 선정된 합의체 간 BFT 계열 합의 추진 - 근거 : 여러 개의 합의 알고리즘으로 구성된 플랫폼 예시 : 클라이트=PoS + iBFT, ,ETRI=PoN + BADA 등 ▶ 사당, SIDECHAIN, LAYER2에 대한 GLOBAL 의 다양한 시도가 있음. 국내는 한국은행 CBDC PILOT 구축에서 SIDE CHAIN에 대한 테스트 등 시도. 일부 시중은행 CBDC 대응 PILOT 구축에서 SIDECHAIN을 테스트 적용함. 글로벌에서 SIDECHAIN의 대표인 Polygon의 성장으로 볼 때 국내는 LAYER2에 대한 사당 기술에 대한 실증은 다소 부족한 현황 ▶ 실험 환경, 언어 기술에서는 취약하나, Solidity 기반 스마트 컨트랙트 코드 보안 기술에서는 우수하고 국내 블록체인 예타 1단계(~2022년) 기술개발 완료 ▶ 아이콘루프, ICON은 블록체인 간 상호운용성과 다양한 백본을 제공하는 블록체인 운영체제로 개발자들이 필요한 블록체인 자원과 기능을 쉽게 사용할 수 있는 친화적인 개발 환경을 제공하고 메인넷 구축 돕는 파라메타 출시 (2022년) ▶ 오지스(Ozys)는 자체개발 블록체인 간 상호운영기술 IBC(Inter Blockchain Communication)을 활용한 오로빗체인이 카카오의 계열사 그라운드X와 연동 중 ▶ 온라인투표, 전자공증, 웹3신원증명이나 블록체인 기술기반 토권증권(ST) 수용으로 부동산, 금 등 실물자산과 영화, 음악 등 콘텐츠의 디지털 자산의 조각투자 확산 가능 ▶ 이기종 블록체인 연동기술 연구개발 착수 (2023년~) ▶ 익명성 관련한 기술의 PILOT 적용등의 실험도 진행중이며, 지크립토(Zkrypto)는 한국은행 CBDC 모의실험에서 익명성 테스트 적용등 익명성강화에 필요한 국내 기술의 향상 등을 인정 받아 CES 2023에서 '최고혁신상' 수상 ▶ 정부 주도 사업을 통해 저사양 디바이스에도 적용 가능한 블록체인 플랫폼 개발 중. 월렛, 키 권한 관리 디바이스 및 SW 업체가 현상 유지 중 ▶ 정부 주도 사업을 통해 최적 경로 네트워크 기술이 적용된 하이브리드 P2P 블록체인 기반 베타 서비스를 개시 ▶ 한국은행에서 CBDC 도입 시 중점강조하고 있는 현금과 같은 익명성 기능에 대해 중요시하고 있고 이에 대한 기술검증에 노력 중 ▶ 한국정보통신기술협회(TTA)에서 NFT, STO 등 블록체인 플랫폼, 분산 앱에 성능, 보안성, 장애내성, 상호운용성의 신뢰성 검증 지원 사업 실시	상승
미국	▶ Aptos와 Sui 등 차세대 레이어 1 유니콘 사업체들이 등장하면서 Validator 생태계, 개발 도구, 마켓플레이스 등의 통합적인 시스템 구축 고도화 ▶ Chainalysis는 거래소, VASP(가상 자산 서비스 제공 업체)와 같은 회사에 암호 화폐와 탈중앙화 금융 프로토콜을 모니터링할 수 있는 실시간 트랜잭션 모니터링 기술을 제공 ▶ Coinbase, 2023년 이더리움 L2 기술인 Base 체인을 발표. Base Chain위에서 동작하는 지갑 기술과 이를 SaaS 형태로 제공하는 Cloud 제품도 함께 출시. 이는 다른 L2체인과의 상호 운영성 제공뿐만 아니라 거래소와 지갑을 연동하여 현실세계와 블록체인 세계도 연동하려는 계획으로 볼 수 있음 ▶ Defi, NFT 등 Web3 서비스의 컨트랙트 보안감사 및 침투시험을 제공하는 전문기업이 등장하여 서비스 상용화 사례가 증가하고 있으며, 대규모 VC 투자금을 확보하여 사업 확대 중	최고

국가	기술 수준 발전 현황	경향
미국	▶ Hyperledger는 리눅스 재단에서 시작하여 전 세계 기업들이 공동으로 참여하고 있는 산업 적용 스마트 컨트랙트로 오픈소스로 블록체인 프로젝트를 개발하고 있으며 Intel, IBM 등 미국 기업들 참여하여 주도 중 ▶ JP Morgan Chase, 개발한 Quorum은 기업에서 사용 가능한 블록체인 운영체제. Quorum은 금융 및 증권 분야에서 활용되며, 개인 정보와 거래 기록의 보안, 스마트 컨트랙트의 유효성 여부 등을 확인하기 위한 투명성을 제공 ▶ Near Protocol, 2023년 3월 블록체인 OS를 발표함. 대부분의 EVM체인을 지원하고 dApp들을 한 곳에서 개발 & 경험 할 수 있음 ▶ Oracle 기술로 선두에 있는 Chainlink는 Automation 및 Dynamic NFT를 지원하면서 이종 네트워크 간의 데이터 연동 또는 블록체인 외부와 블록체인 서비스를 연동하는 분야에 격차를 넓히고 있음 ▶ Polkadot, 확장 가능한 이종 멀티체인 기술 보유. 릴레이체인을 중심으로 수많은 파라체인들이 독립적으로 운영되어, 상호 운영(xcmp 프로토콜) 및 확장성 문제 해결 ▶ Security-Enhanced Linux를 기반으로 방위고등연구계획국(DARPA), 블록체인 기업들과의 협력으로 블록체인 OS를 개발하여 록히드마틴과 보잉 등의 무인기 통신체계에 탑재되어 현재 시험 운용 중 ▶ Tezos, 스마트 컨트랙트 및 데앱(분산 애플리케이션) 개발과 배포를 지원하는 블록인 운영체제. 주요 특징 중 하나는 사용자에게 의한 업그레이드 가능성이며, 블록체인 에코시스템의 보안과 확장성 향상에 기여 ▶ 국립표준기술연구소(NIST)는 블록체인 시스템의 성능과 보안을 평가하고 표준개발과 운영지침을 제공하여 블록체인 신뢰성 향상 수행, Hyperledger는 기업용 블록체인 솔루션으로 블록체인 프레임워크 오픈소스 개발, 성능과 안정성을 평가하고, 스마트컨트랙트의 적합성과 보안 검증을 수행 ▶ 레이어 1 프로토콜의 활성화 및 Scaling 솔루션을 고려한 네트워크 기술이 비약적으로 발전 ▶ 미국 IPFS는 분산 저장 네트워킹 프로토콜인 libp2p 모듈 개발 및 개선을 통한 네트워킹 기술 선도 ▶ 미국의 무인기 관련 통신 파트의 보안성 강화를 위해, 실시간 신호암호화와 송신/수신자/데이터 종류 등의 정보 처리에 부하를 감소하기 위한 전용 처리 칩과 네트워크 칩을 개발하여 시험 운용 중 ▶ 바이든 정부에서 '디지털 자산의 책임 있는 발전을 보장하기 위한 행정명령'에 서명하였으나, FTX 사태 이후 2023년 1월에는 '암호화폐 리스크를 완화하기 위한 행정부 로드맵' 발표를 통해 규제 강화 분위기로 전환 (2022.03.) ▶ 분산원장 데이터 처리 기술 관련하여 IPFS 등 분산저장기술 기 확보 ▶ 스마트 컨트랙트 관련하여 Consensys에서 Mythril 툴 제공, Manticore라는 동적 스마트컨트랙트 분석 툴 개발, ChainSecurity 온라인 취약점 패턴을 이용하여 안전성 검증 ▶ 이더리움 등 메인넷 업그레이드, 레이어2 확산으로 대규모 고속트랜잭션 처리, 분석, 관리기술 선도 ▶ 이더리움과 같은 민간재단과 벤처 투자사 글로벌 기업이 주도, 미국 보스턴 연방준비은행과 MIT의 디지털 통화 이니셔티브가 공동으로 중앙은행 디지털 통화(CBDC)의 장점과 기술적 타당성을 분석하는 연구 프로젝트 첫 단계를 마무리 (2022.02.04.) ▶ 퍼블릭 블록체인과 프라이빗 블록체인을 바탕으로 JP Morgan, BOA 등 은행 및 금융업계와 NFT, Web3, 게임, 물류, 의료, IoT, 부동산 등 다양한 분야에서 산업융합을 리딩 ▶ 합의 기술 관련하여 PoS 기반 이더리움 2.0 완료하였으며, 합의/실행 계층을 분리하여 클라이언트로 릴리스. 합의/실행 계층 분리하여 합의 속도 및 전력낭비 문제 해결 추세 ▶ 합의 기술 발전 방향 블록체인의 탈중앙성과 확장성을 모두 달성하기 위하여 솔라나 PoS+ PoH, 알고랜드 VRF + BA 등 두 개 이상의 합의 알고리즘을 함께 사용	최고
일본	▶ 2021년 발족한 디지털청은 Web3.0 연구회를 2022년도부터 운영하여 정부 차원의 기술 개발지원 방안 등 정책 기획 ▶ MUFG은행에서 스테이블코인에 대한 블록체인 상호운용성 실험 완료 (2023년 04월)	유지

국가	기술 수준 발전 현황	경향
일본	▶ Soramitsu, 일본의 블록체인 스타트업인 Soramitsu는 글로벌 기업들과 협력하여 다양한 프로젝트를 진행하고 있으며 특히, 하이퍼레저 프로젝트 중 하나인 이로하(Iroha)를 개발 ▶ trusted web은 블록체인 기반의 Web3가 주요한 기술로서 실증 시범사업을 추진(13개) 및 결과 공개 이후, 2023년도 신규 사업을 공모 ▶ 게이오대학은 비트코인 네트워크에서 각 노드의 독립성을 유지하면서 저장 용량을 줄이기 위해 Chord 방식의 DHT(Distributed Hash Table)를 이용한 저장 부하 분산 방식인 Karakasa 기술을 개발 ▶ 게임분야 적용 중심으로 기업들이 오아시스 플랫폼을 규제 솔루션으로 활용하는 추세이며 27개 검증노드, 7개 라이브 ▶ 경제산업성에서 Web3.0 백서를 승인하여, NFT, 암호화폐, 탈중앙 자율조직(DAO)에 이르기까지 분산화된 네트워크 위에 새로운 가치를 창출하고자 시도하고, 전일본항공(ANA)의 NFT 발행, 일본 SBI의 기관투자자 대상 커스터디서비스 런칭, 일본중앙은행(BOJ)의 CBDC 파일럿 2단계 진행 추진 ▶ 경제통상산업부(METI)가 상호운영가능한 데이터 인프라스트럭처(IDIs)를 위한 이니셔티브에 대해 "Oranos Ecosystem" 명명 (2023.04.) ▶ 도쿄도립대학은 블록체인 네트워크에서 모든 참여 노드를 순수 P2P 네트워크의 마이너 노드와 트리 구조를 갖는 DHT 네트워크의 데이터 노드로 분리하여 데이터를 분산 저장하는 DHT Clustering 기술을 개발 ▶ 민간 금융기관, 개발사가 참여한 스테이블 코인을 활용한 이종 블록체인 연계 기술개발 및 실증 시범 사업 활발 ▶ 웹3.0 관련 담당 부서와 업무를 일체적으로 총괄하여 일관성 있는 정책 추진을 위해 경제산업성에 '웹3.0 정책추진실' 발족 (2022.07.) ▶ 일본 정보통신산업협회(JISA)에서는 트랜잭션 패턴분석, 거래유입경로 분석, 트랜잭션 데이터 시각화, 트랜잭션 분석 알고리즘 개발 등을 연구 진행 ▶ 일본 정부는 '미래사회 Society 5.0'의 실현을 위한 핵심기술로 블록체인에 주목하고 있으며, 경제산업성은 블록체인 활용 사업에 대한 보조금 제도를 운용 중 ▶ 일본 정부는 2022년도부터 총리실 산하 디지털 시장경쟁본부 내에 「trusted web 추진협의회」를 만들고 'trusted web 백서' 공개 ▶ 일본은 보험산업 데이터와 디지털 기술을 활용한 디지털 전환(Digital Transformation: DX)이 가속화되면서, 일본의 대형 보험 회사를 중심으로 디지털 전환의 근간이 되는 블록체인(Block Chain)에 대한 기술 개발 진행 중 ▶ 일본정보통신산업협회(JISA)에서 블록체인 표준화, 평가, 인증 등 기술에 대한 신뢰성 검증 가이드라인 마련 후 품질 평가 진행, 일본표준협회(JISC)에서는 블록체인 상호운영성과 안정성 관련 표준화 진행, 금융서비스정보기술연구원(FISC)는 금융분야 블록체인 신뢰성과 안정성 평가 연구 ▶ 자유테크놀로지스의 Japen Open Chain은 Proof of Authority(PoA) 컨센서스 알고리즘에 의해 저전력 및 환경에 미치는 영향이 극히 적은 블록체인의 운용의 장점과 1,000TPS를 넘는 속도를 제시	유지
중국	▶ 2022년 BSN-DDC(Distributed Digital Certificate)라는 프로젝트를 통해 NFT 플랫폼을 출시하고, BSN-DDC에서 사용 가능한 10개의 퍼블릭 블록체인을 통해 운영. 해당 NFT 플랫폼은 국영 박물관, 국제 예술 작품 교환 센터 등 다양한 파트너십을 통해 진행. ▶ BSN의 글로벌 스파르탄 네트워크인 논-크립토 퍼블릭 체인으로 암호화폐 없는 이더리움, 코스모스, 폴리곤 엡티 버전 지원하고, 홍콩기업들과 연계하여 해외 확장 시도 ▶ DCEP(Digital Currency Electronic Payment)는 중국의 중앙은행인 인민은행에서 디지털 형태로 발행한 법정화폐로 베이징 동계 올림픽을 기점으로 본격 상용화, 올림픽 개막 이후 사용량이 매일 약 3,500억 원 규모로 활발히 사용 중 ▶ Linux의 중국향 개량형인 '은하기린'을 개발하여 국가 기관과 보안 관련 기관 및 국방 기기 등에 도입하여 사용 중	하락

국가	기술 수준 발전 현황	경향
중국	▶ NEO, 중국에서 개발된 블록체인 기반 운영체제로, 스마트 컨트랙트와 디지털 자산 관리 기능을 통합하여 중앙 집중화 문제를 해결을 목적으로 설계. NEO의 플랫폼은 높은 처리량, 확장성, 안정성을 제공하며, 다양한 언어로 스마트 컨트랙트 개발을 지원 ▶ Tencent, Weibo, Huawei 등 중국의 주요 기업들이 함께 개발한 FISCOBCOS는 금융 분야 및 기타 산업 환경에 적합한 허가형 블록체인 프레임워크. 거래 처리량이 높고, 병렬 처리와 데이터 공유 기능을 활용해 높은 보안성과 확장성을 제공 ▶ VeChain, 중국 기반의 블록체인 종합 솔루션을 제공하는 플랫폼으로, 최적화된 비즈니스 응용, 회사 간 협력, 정보 교환을 통한 가치 창출을 목표로 개발. VeChain은 기업 환경에서 필요로 하는 유통 및 공급망 관리, 생산 품질 관리 등 관련 문제를 해결하는데 도움을 주는 기술 ▶ 국가 블록체인 기술혁신센터를 설립하여 기술혁신 지원, 산업생태계 구축, 표준화와 정책지원, 국제협력을 수행하고 있으며, 중국의 디지털 위안화(e-CNY)는 2022년 8월 기준 누적거래액 약 20조원, 15개 시·성 시범지역에서 560개 가맹점에서 사용 확산 중 ▶ 국가주도 글로벌 블록체인 인프라(BSN)를 기반으로 상호운용성 및 표준화 강화를 통한 공공-민간 연계 확장성 확보 중 ▶ 블록체인 서비스 네트워크(BSN)를 통한 상호 운용성 및 이종 블록체인 연동 지원 추진. 스파르탄 프로젝트를 이더리움 등 6개 퍼블릭 블록체인 연계하여 확장 중 ▶ 상하이 지방정부의 지원을 받아 콘플렉스라는 퍼블릭 블록체인 프로젝트를 통해 홍콩달러 기반의 스테이블 코인 인프라 구축을 목표로 하고 있음 ▶ 인민은행 주도의 중앙은행디지털화폐(CBDC) 개발 및 적용 효과로는 자국 내 위안화 사용 확대. 2022년 2월 기준 디지털 위안화(e-CNY)의 이용액은 10조 원을 돌파 ▶ 정부가 암호 화폐의 바탕인 블록체인과 관련된 플랫폼 ‘BSN(Blockchain-based Service Network)’을 만들고, 중국 BSN은 120여 개의 퍼블릭 시티 노드를 운영 중이며 현재 크고 작은 기업과 정부가 사용 ▶ 정부기관 혹은 군사용 통신기기의 보안을 위하여 통신 단말기 및 군용 핸드폰 등에 실시간 신호 암호화 및 블록체인화를 위한 전용 칩과 모바일 디바이스 연구를 시작 ▶ 중국 정부의 ‘블록체인 서비스 네트워크(BSN)’ 추진으로 기존 글로벌 분산원장 기술 그대로 활용 수준 ▶ 중국 표준화협회(CSA)는 블록체인 기술의 신뢰성 검증 표준을 제정하고, 전자정보산업연구원(CCID)은 블록체인 기술의 안전성, 성능, 신뢰성 평가하고 검증 실시 ▶ 중국과학원은 블록체인에서 연속되는 블록들을 가상의 그룹으로 묶고, 그룹 단위로 노드에 분산 저장하여, 각 노드가 일부 블록 데이터만을 저장하게 하는 방식으로 노드의 저장 부담을 줄이는 온체인 블록체인 저장 확장 모델인 VBG(Virtual Block Group) 기술을 개발 ▶ 퍼블릭 블록체인 프로젝트 콘플렉스 네트워크(CFX), 자체 개발 크로스체인 솔루션 셔틀플로우(ShuttleFlow)의 버전 업그레이드 진행으로 바이낸스 스마트체인(BSC), 후오비 에코체인(Heco), 오케이엑스 체인(OKEx Chain)에 대한 양방향 상호 운용성 제공 추진	하락
유럽	▶ (독일) IOTA, IoT를 위한 새로운 블록체인 기술인 ‘태글’ 기술을 이용한 IOTA를 개발. 이 기술은 스케일이 크고 많은 거래가 발생하는 사물인터넷 경제에 적합한 솔루션을 제공 ▶ (독일) 블록체인으로 디지털 혁신을 이루는 목표로 국가 차원에서 블록체인 기술 및 서비스를 지속적으로 개발 중이며 관련 시스템 기술도 발전 중 ▶ (스위스) Ethereum, 스위스에 기반을 둔 이더리움 재단은 스마트 컨트랙트를 중심으로 한 블록체인 플랫폼인 이더리움을 개발. 이더리움은 다양한 분야에서 사용되는 분산 애플리케이션(dApps)을 개발할 수 있게 지원 ▶ (영국) Crypto Hub로서 지위를 유지하기 위해서 ‘상세한 규제 프레임워크’를 생성, 암호 화폐를 사용한 비즈니스를 운영할 수 있도록 기술 개발 중 ▶ (조지아) 조지아 은행 감찰국에서는 암호 화폐 시장을 통제하기 위해서 입법화를 빠르게 준비하고 있음. 조지아는 큰 나라는 아니지만 전체 비트코인 마이닝의 1%를 차지	하락

국가	기술 수준 발전 현황	경향
유럽	▶ (프랑스) ConsenSys, 이더리움의 공동 창립자인 조셉 루빈이 설립한 프랑스 기반 회사 콘센시스는 이더리움 에코시스템을 결합하여 기업용, 개인용, 개발자용 솔루션을 제공 ▶ (프랑스) VeChain, 물류, 공급망 관리, 생산 품질 등에 블록체인 기술을 적용하여 데이터의 안전성과 투명성을 높이며, 효율적인 공급망 관리를 제공 ▶ EU는 범유럽 블록체인 기반 인프라에 대한 투자를 포함하여, 10년 디지털 정책 프로그램인 Path to the Digital Decade를 승인. 10년 디지털 정책 프로그램은 데이터 인프라 개선, 광범위한 고성능 컴퓨팅, 5G 인터넷, 블록체인 및 웹3.0 솔루션 투자 등 EU의 디지털화를 목표로 하고 있음 ▶ Polkadot, Cross-chain Message Passing Protocol(XCMP) 기반 파라체인 간 상호 운용성 지원 (현재 최대 100개의 파라체인이 릴레이 체인에 연결 지원) ▶ 공공주도 유럽 전지역대상 블록체인 인프라 구축(EBSI)을 통해 블록체인 간, 블록체인-기존 시스템 간 상호운용성 확보 및 표준화 활동 강화 ▶ 유럽연합 집행위원회는 교육 및 전문 자격증명을 검증하는데 블록체인 기술 도입 추진 ▶ 유럽연합 회원국 공동 출자기관인 유럽투자은행은 프라이빗 블록체인에서 1억유로 디지털 채권 발행하여 참여자와 거래 및 사용내역 공유나 추적 불가하고, 금리 스와프 모델 적용 ▶ 유럽위원회에서 블록체인 기술 진흥을 위한 ISO TC307, ETSI ISG PDL, CEN-CENELEC JTC19 및 IEEE를 통해 상호 운용성 및 표준화 추진 ▶ 유럽표준화기관(CEN)은블록체인신뢰성과보안을검증하는표준을개발하고,유럽전자통신표준화기구(ETSI)는 보안과 프라이버시 검증, 상호운용성 평가, 스마트 컨트랙트 감사와 표준화 개발 수행 ▶ 코스모스 Hub라는 메인 체인 주변에 Zone이라는 독립적인 체인들이 연결된 형태로 inter blockchain communication protocol(IBC) 기반 상호 운용성 지원 ▶ 탈중앙화 API 솔루션 및 블록체인 인프라 미들웨어 프로토콜 포켓네트워크(POKT), 2022년 말까지 100개의 블록체인 네트워크 연동 지원 추진	하락
기타	▶ (러시아) Waves, 러시아 기반의 블록체인 운영체제로 대중화된 사용을 목표로 디지털 자산 발행, 자동 상거래 관리, 디앱 개발을 간편하게 할 수 있는 기술을 제공 ▶ (캐나다) AION, 여러 블록체인 네트워크 간 상호 운용성을 향상시키는 블록체인 운영체제. 블록체인 간 정보 전송, 스마트 컨트랙트 실행, 가상 머신 기반 오퍼레이션과 같은 기능을 제공 ▶ (캐나다) IBC (inter blockchain communication) 및 Cross Chain 메시징 인프라 기술을 개발하는 LayerZero가 자사의 이기종간 통신 프로토콜 기술을 이용하여 Cross chain bridge 기술에 대한 제시 ▶ (싱가포르) Zilliqa, 고처리량 블록체인 운영체제로 샤딩을 활용해 기존 블록체인의 확장성 문제를 해결하고자함. 대규모 인프라, 금융 서비스, 게임 등 다양한 분야에서 활용이 가능한 기술을 제공 ▶ (UAE) 스마트 도시를 구현하기 위한 목표를 가지고 있으며, 이를 위해 블록체인 기술을 다양한 분야에 적용. 특히, 공공 서비스 및 부문에서의 블록체인 기반 솔루션 개발에 집중 ▶ (인도) 금융 송금, 부동산, 사물인터넷 등 다양한 산업을 타겟으로 한 블록체인 기술 적용. 블록체인 기술을 통해 실제로 현지 사회의 문제 해결을 추진하려는 움직임	-

④ 한국의 기술수준 향상을 위한 정책제언

주요 전략 제언

◆ 웹3.0 기반 블록체인 기술의 산업 분야 응용 핵심기술 R&D 추진

- 블록체인이 웹3.0의 인프라 역할을 하며, 특히 분산 신원인증 기술, 디지털 에셋에 대한 소유권 인증, 디지털 에셋의 생성 및 활용에 대한 보상을 효과적으로 제공할 수 있으므로, 차세대 웹을 위한 블록체인 기반 신원관리 기술, 차세대 웹을 위한 디지털 자산 관리 및 보상 기술 개발 과제에 대한 투자 필요
 - 과거 원천 기술에 집중 투자한 결과, 메인넷, 합의 알고리즘, 프라이버시와 같은 기술 기반이 마련된 상태로 사료되며, 서비스 대중화를 위한 방향 설정 필요

◆ 이종/블록체인 연계를 위한 시험 검증 규격 마련

- 이종 블록체인 상호운영 연계와 안전성 확보를 위한 참여자, 데이터, 네트워크, 및 인프라 에 대한 보안규격 및 보안등급 제정
- 이종 블록체인 기반 분산ID 활성화를 위해 EU의 eIDAS에 상응하는 분산ID Ecosystem에 비견되는 제도 제정

18 ICT 융합

▶ 총평

- 미국은 글로벌 기업을 중심으로 대부분의 ICT 융합 분야 기술을 선도하며 최고기술국 유지
- 한국은 교육ICT, 환경ICT, 국방ICT, 스마트시티, 공공안전/재난예방ICT 등 중심으로 전반적 기술수준이 상승하며 기술선도

ICT 융합 기술수준 및 기술격차

기술수준	미국(100%) > 유럽(97.3%) > 일본(91.1%) > 한국(90.2%) > 중국(86.8%)

기술격차	최고기술국(미국)과 최하기술국(중국) 격차 : 기술수준(13.2%), 기술격차(1.3년)

구분	상대수준(100%)															기술격차(0년)				
	한국			미국			일본			중국			유럽			한국	미국	일본	중국	유럽
	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화					
농축수산업ICT	89.8	90.1	89.8	99.9	99.4	99.7	90.2	89.6	90.0	79.5	80.5	81.0	100	100	100	0.8	0.1	0.8	1.6	0.0
헬스케어ICT	84.7	86.0	84.3	100	100	100	89.0	87.3	86.0	83.0	84.6	87.0	94.0	93.6	94.0	1.5	0.0	1.2	1.6	0.7
환경ICT	96.2	98.3	97.2	100	100	100	96.0	96.5	96.7	83.8	88.0	88.3	98.1	99.5	99.9	0.4	0.0	0.6	1.7	0.2
스마트시티	90.2	93.0	94.3	100	100	100	92.8	93.1	93.8	88.3	92.6	93.2	97.1	96.7	96.7	0.7	0.0	0.5	0.8	0.2
교통ICT	91.3	93.9	94.3	100	100	100	92.9	93.0	93.7	86.0	88.1	89.6	95.5	97.2	99.2	0.5	0.0	0.5	1.0	0.2
교육ICT	93.1	94.2	94.7	100	99.1	100	88.5	88.0	87.1	90.7	93.3	95.6	98.1	100	99.1	0.7	0.0	1.4	1.0	0.1
공공안전/재난예방ICT	86.0	90.6	91.1	100	100	100	92.1	91.3	90.3	89.2	90.9	92.4	92.7	93.0	93.0	0.9	0.0	0.7	0.8	0.5
국방ICT	87.0	86.4	84.5	100	100	100	86.9	87.5	85.3	91.2	91.1	91.0	94.1	92.8	93.4	2.3	0.0	2.1	1.4	1.0
복지ICT	88.0	93.0	92.0	96.0	96.0	95.0	85.0	85.0	91.9	83.0	75.8	70.0	100	100	100	1.2	0.6	1.5	2.0	0.0
에너지ICT	90.1	89.0	84.8	96.4	96.0	94.4	93.0	91.0	90.6	86.0	83.4	81.4	100	100	100	1.0	0.3	0.6	1.3	0.0
제조ICT	77.0	90.1	88.8	100	100	100	88.3	93.2	90.8	73.5	86.1	84.1	91.3	97.3	96.7	1.9	0.0	1.5	2.5	0.7
산업응용ICT	92.1	91.5	90.9	100	100	100	91.3	91.9	92.9	89.0	89.5	91.4	96.8	97.7	98.9	0.8	0.0	0.7	1.0	0.2
기타 ICT융합	81.0	83.0	81.0	100	100	100	89.0	89.0	89.0	81.0	84.0	84.0	91.0	89.0	91.0	1.7	0.0	1.1	1.5	1.0
합계 (가중평균)	88.7	91.3	90.5	100	100	100	90.9	91.1	91.3	85.4	87.4	87.5	96.7	97.4	97.9					

종합	2022	90.2	100	91.1	86.8	97.3	0.9	0.0	0.8	1.3	0.3
	2021	89.4	100	91.4	86.3	97.3	1.0	0.0	0.8	1.3	0.3

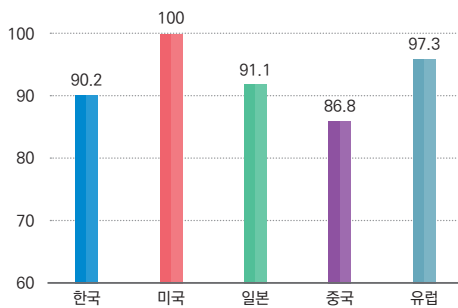
④ 기술수준조사 결과

- ICT융합 분야의 세계최고 기술국(미국 : 100%, 0년) 대비 상대적 기술수준 및 기술격차
 - 한국의 ICT 융합 기술수준은 90.2%, 기술격차는 0.9년으로 조사
 - 세계 최고기술 보유국인 미국과의 기술격차는 유럽 0.3년, 일본 0.8년, 한국 0.9년, 중국 1.3년의 기술격차를 보이고 있음

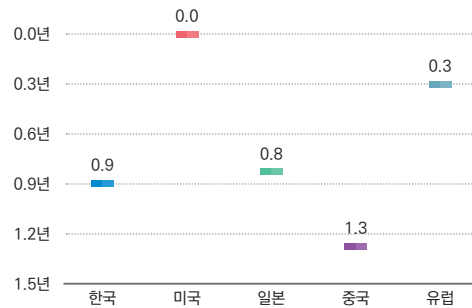
ICT융합 기술수준 및 기술격차

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



구분	한국		미국		일본		중국		유럽	
	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
ICT융합	90.2	0.9	100	0.0	91.1	0.8	86.8	1.3	97.3	0.3

- ICT 융합 분야 기술수준은 유럽이 전년대비 최고 기술국을 유지하고 있으며, 한국·일본 증가, 유럽 유지, 일본 감소
 - (한국 기술수준) 전년대비 +0.8pt 증가, 4위 유지
 - (일본 기술수준) 전년대비 -0.3pt 감소, 3위 유지
 - (중국 기술수준) 전년대비 +0.5pt 증가, 5위 유지
 - (유럽 기술수준) 전년대비 유지, 2위 유지

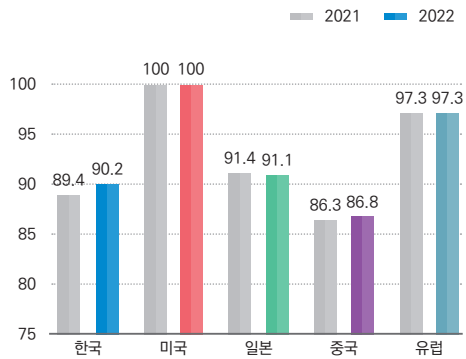
ICT융합 기술수준 및 기술격차 증감

구분	년도	한국		미국		일본		중국		유럽	
		상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
ICT융합	'19년	87.0	1.3	100	0.0	91.4	0.9	85.2	1.4	96.8	0.3
	'20년	88.3	1.2	100	0.0	91.1	0.9	85.8	1.4	96.4	0.4
	'21년	89.4	1.0	100	0.0	91.4	0.8	86.3	1.3	97.3	0.3
	'22년	90.2	0.9	100	0.0	91.1	0.8	86.8	1.3	97.3	0.3
전년대비 증감		0.8	-0.1	0.0	0.0	-0.3	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0

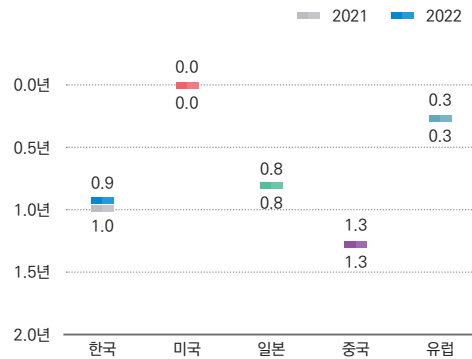
ICT융합 '21년 대비 '22년 기술수준 및 기술격차 변화

세계 최고수준 기술 보유국 : 미국

상대수준 (최고수준 : 100%)



기술격차 (최고수준 : 0년)



② 기술수준평가 도출 근거

중분류	소분류	배 경
ICT 융합	농축수산 ICT	▶ 한국은 지능정보 서비스 플랫폼 기술과 유통 및 거래 기술에 대하여 발전 추세이나 지능형 정밀 센서 및 제어 기술 고도화를 위한 현장 센서 유지 등의 열악한 환경 이슈에 대한 보완이 요구되어 기술 수준 소폭 상승 ▶ 미국은 현장 적용 기술에 대한 원천 기술 수준은 높지만, 대규모 생산 시스템 완성도 측면에서 유럽 대비 발전 속도가 더딤 ▶ 일본은 소수 분야에 집중 연구하여 광범위한 분야에 대한 진행이 더딤. 최근 수산양식분야에 ICT 기술을 적용하여 세계 최대 규모의 연어 양식장을 건립하는 등에 노력이 있으나, 상위 이유로 기술 발전 수준은 하락 ▶ 중국은 다양한 육종기술을 이용한 신품종에 대한 연구개발이 진행되고 있으나 중장기적인 산업화 전략이 다소 부족하여 기술 수준 하락 ▶ 노르웨이는 양식을 위한 핵심요소 기술(사료, 품종개량, 백신개발 등) 뿐 아니라 친환경 양식 산업을 위한 배출 수 관리 기술, 오염관리 기술 및 시스템과 법제도 전반이 잘 갖춰져 있어 기술 수준 상승
	헬스케어 ICT	▶ 한국은 인공지능 기반 진단, 치료기기 개발이 활발하고 루닛, 에임메드 등에서의 상용화 성과로 인해 기술 수준 상승 ▶ 미국은 병원에서 Amazon의 클라우드 기술을 적극 도입중이고, 디지털 치료제 개발이 활발하여 최근 FDA 승인을 획득한 국가 중 상위 순위에 있는 등 최고 기술국을 유지 ▶ 일본은 오므론에서 헬스케어 제품을 출시하고 있지만 상대적 기술수준은 소폭 하락 ▶ 중국은 의료 인프라가 개선되고 있고, Ping An Good Doctor, We Doctor, JD Health, Ali Healthcare 등 IT 기업 중심으로 비대면 원격의료, 의약품 배송, 공익진료 플랫폼 서비스 활성화되며 기술 수준 상승 ▶ 유럽은 디지털 치료제, 전자약 등 신의료 기술 개발이 활발하며 프랑스 Voluntis의 2형 당뇨병 치료 앱 ‘인솔리아’가 미국의 FDA 승인을 받고, 독일 디지털 헬스 케어법(DVG) 제정으로 디지털치료제 산업 발전에 우호적 환경을 조성하는 등 높은 기술수준 유지
	환경 ICT	▶ 한국은 탄소중립을 위한 빅데이터 플랫폼 및 M&S (Modeling & Simulation), CPS 개념의 ICT 융합 솔루션 개발과 적용을 활발하게 추진하며 기술 수준 상승 ▶ 미국의 GE, Emerson 등의 글로벌 기업이 온실가스 배출 모니터링(EMS) 시장에 주도적으로 참여하는 등 환경 ICT 분야 최고기술국 유지 ▶ 일본의 TOSHIBA는 전기 발전 및 전송/배포의 탄소 이력을 개선하기 위한 전력망 운영, 통신과 관련된 기술 통합 시스템을 개발하여 기술수준 상승 ▶ 중국은 지능형 자원순환 융합 기술을 필두로 전반적인 환경 ICT 기술 수준이 상승함 ▶ 유럽은 환경재난 대응 융합 플랫폼 기술에서 높은 상승을 보였으며 지능형 거주 지역 생활환경 서비스 융합 기술과 지능형 자원순환 융합 기술 분야에서 최고 기술수준 유지
	스마트 시티	▶ 한국은 스마트시티 통합플랫폼과 데이터허브를 연동하기 위한 구상이 진행되고 있으며, 다양한 도시 복합 데이터 연계를 위한 플랫폼 기술 개발을 통한 기술수준 상승 ▶ 미국은 주요 핵심 플랫폼 기업을 중심으로 개방형 스마트시티 서비스 플랫폼을 제공하고 있으며, 도시의 3차원 모델과 데이터 연동을 위한 기반 기술을 투자를 지속하며 최고기술국 유지 ▶ 일본은 수도권과 지방 격차를 줄이고 소멸 위기의 지방 도시를 지원하기 위한 스마트시티 인프라 구축에 대한 투자를 확대하며 기술 수준 상승

중분류	소분류	배 경
ICT 융합	스마트 시티	▶ 중국은 2021년 스마트시티 5개년 계획이 공표되면서 베이징, 상하이, 항저우, 장쑤성, 산둥 등 많은 도시에서 디지털화 전략 목표를 설정함. 기존의 대도시 중심에서 지방 도시로의 실용화를 위해 2025년을 목표로 디지털트윈 스마트시티 계획을 제시하며 기술 수준 상승 ▶ 유럽은 EU 2021년 CINEA를 설립해 도시에서 시민들의 삶의 질 향상을 위해 ICT 기반의 스마트하고 포용적인 해결책을 마련 높은 기술수준 유지
	교통 ICT	▶ 한국은 전국 도로에 디지털 도로 인프라를 구축하는 모빌리티 혁신로드맵을 2022년 9월에 발표하고 2030년 전국 인프라 구축완료 목표로 꾸준히 기술개발이 이루어지고 있어 기술수준 상승 ▶ 미국은 공유모빌리티 등장과 함께 교통 플랫폼 사업화가 활발하게 이루어져 사업화의 강점과 기초 기술수준의 강점으로 최고기술국 유지 ▶ 일본의 경우 기술의 진보와 함께 기초분야 기술수준은 소폭 상승 하였으나, 응용, 사업화 기술수준은 특이사항이 없으므로 기술수준 변동 없음 ▶ 중국은 기초기술 수준은 크게 변동이 없는 반면 빠른 기술 추격으로 인하여 응용, 사업화 기술수준이 상승하였으며, ITS 서비스, 고속도로 전자통행료 지불 시스템, 고속도로 관리 시스템 등을 구축하여 기술수준 상승 ▶ 유럽 18개국이 참여한 유럽의 C-ITS 공동 구축 사업은 6000km에 걸쳐 1차 C-Road를 구축해 정보 통신 호환성 및 서비스 검증 단계이며, 현재 C-Road2 사업이 오스트리아, 독일, 이탈리아를 중심으로 진행 중으로 교통 커넥션 기술 분야 최고 수준 유지
	교육 ICT	▶ 한국의 교육부는 2023년 디지털교육기획관을 신설하여 4세대 지능형 NEIS (National Education Information System, 나이스), AI 디지털 교과서 등 교육 혁신을 시도하며 기술 수준 상승 ▶ 북미 지역은 에듀테크 글로벌 시장에서 38.2%로 높은 점유율을 차지하고, 최근 학사 업무 자동화를 위한 AI 기술 활용이 증가하는 추세에 따라 최고 기술국 유지 ▶ 일본은 2019년 내각부 통합혁신전략추진협의회(Cabinet Office, Integrated Innovation Strategy Promotion Council)의 주도로 국가 차원의 AI 전략을 발표하였으나 이후 뚜렷한 기술 발전 성과가 미비하여 기술 수준 하락 ▶ 중국은 교육 방법, 교육정보화 기반 시설의 구축, 기술규격 등에 대해 '2023년 중국 스마트캠퍼스 산업 시장흐름 조사 및 향후 5년간 투자 전망 보고서(2022-2029)'를 통해 관련 정책을 잇달아 발표하며 정부의 해당 분야의 높은 관심도와 지원 견인에 따른 기술 수준 상승 ▶ 독일은 디지털 교육 강화를 위해 디지털 교육 이니셔티브를 발표하고 국가 교육 플랫폼을 구축하며 기술 수준 상승
	공공안전/재난예방 ICT	▶ 한국은 KISA를 중심으로 물리보안시스템의 인증체계 고도화가 추진 중이며, 드론 등을 통한 실종자 인식 기술의 검증을 위한 데이터 구축 및 성능 인식 체계 설계를 추진하며 기술수준 상승 ▶ 미국은 전사적-범위-시스템(Enterprise-wide-Systems)과 다수의 관리 SW 중심의 국가 안전 관리 정보시스템의 확보/운영 등 전체 영역에서 최고 기술력 유지 ▶ 일본은 AI, 빅데이터 기반 기술과 연계하여 재난재해 대응기술 고도화 개발을 추진하여 전년도와 동일한 기술 수준 유지 ▶ 중국은 지능형 CCTV, 생체인식 기술/제품을 기반으로 국가적인 사회안전시스템 구축과 연계한 첨단 치안 기술력 강화 노력을 통해 전년도와 동일한 기술 수준 유지 ▶ 독일은 CCTV를 통해 수집한 인적 데이터를 학습하는 인공지능을 개발하여 행인의 외모, 걸음걸이를 분석하여 범죄를 예방하는 지능형 데이터 처리/예측/예방 기술 개발을 통해 높은 기술 수준을 유지

중분류	소분류	배경
ICT 융합	복지 ICT	▶ 한국은 배리어프리를 위한 기술개발과 독거노인·장애인 응급안전안심서비스 등과 같은 프로젝트를 통해 비대면/디지털 전환을 활용한 맞춤형 복지 기술개발을 진행 중으로 기술수준 상승 ▶ 미국은 ICT 원천 기술을 기반으로 다양한 융합 ICT 기술을 연계한 지원 플랫폼 기술을 선보이고 있으며, 복지 분야에서도 디지털 치료제를 포함한 취약계층 지원을 위한 새로운 기술들을 선보이고 있고, FDA를 통한 인허가 과정 간소화 등 응용과 사업화를 위한 전반적인 기술수준 상승 ▶ 일본과 중국은 복지 ICT 관련 전년 대비 변화 없음 ▶ 유럽은 국가적 차원에서 복지기술 개발과 복지 서비스 디지털 전환을 지원하고 있으며, 이를 통한 사회서비스 전반의 디지털화를 추진하고 있어 최고기술국 유지
	에너지 ICT	▶ 한국 정부는 에너지의 효율적 관리를 위한 EMS의 중요성을 인식하고 스마트팩토리화 관련한 공장 EMS지원을 2030년까지 약 500배 이상 확대할 계획을 발표하였으며 기술수준은 전년도와 동일한 수준을 유지 ▶ 미국 백악관은 미 연방정부와 거래하는 계약자에게 비영리 기구 탄소정보공개프로젝트(CDP)를 통해 환경 데이터를 공개하고 과학기반 탈탄소 목표를 설정하게 요구하며 에너지 관리 방안을 강화하는 추세이며, 에너지 데이터 수집 기술에 관하여 최고 기술국이나 다른 분야에 대해서는 최고 기술국인 유럽을 추격하는 현황 ▶ 일본은 저탄소화를 통한 수소 환원제철 등 혁신 기술 확립을 목표로 페로코크스를 활용한 기술을 개발중이며 상용 고로에서의 실증을 거쳐 2025년 이후 상용화 전망으로 기술 수준은 3위로 평가 ▶ 중국은 CO₂를 활용한 폴리카보네이트의 생산량을 늘리 등 온실가스 감축기술 개발을 목표로 운영되는 추세이나 타 국가 대비 상대 비교로 인해 가장 낮은 기술 수준 국가로 평가 ▶ 유럽은 필두로 전 세계는 그린수소 산업을 위한 ICT 인프라를 구축하고 있으며, 탈 탄소 혁신기술의 조기 개발을 위한 R&D 지원을 강화하고 관련 제도 및 인프라 구축을 위한 다양한 지원제도 구축을 통해 최고 기술 국가로 평가
	제조 ICT	▶ 한국은 WEF과 McKinsey에서 제조업 ICT 기술 적용 평가에 의한 미래 선도 공장 선정하는 '등대공장'에 대하여 2019년 포스코 선정. 철강 산업에서 생산성과 품질 향상을 위한 공장 디지털화, 용광로 상태 결정 변수의 빅데이터화 등의 제조ICT 기술이 업그레이드되고 있는 추세이며 기술수준은 작년과 동일한 수준을 유지 ▶ 미국은 제조 新기술 개발, 생산 인력 향상, 국내 제조 공급망 역량 확대 3가지를 목표로 첨단제조 정책전략 로드맵을 수립해 이행하며 최고 기술국을 유지 ▶ 일본은 2016년부터 일본 부활 전략을 세워 첨단 제조업에 투자하고 과거 포기했던 반도체 생산을 위해 조 단위 보조금을 제공하며 대만 TSMC를 유치 ▶ 중국은 선진국 대비 제조 서비스 기술 수준이 낮고 공급기업 역량이 미흡하지만 정부 주도의 기술개발 투자와 인력수급 등으로 빠르게 발전 중이나 기술 수준 정량 평가에서 가장 낮은 순위로 평가 ▶ 유럽은 정부 주도의 인더스트리 4.0 정책을 발전시켜 가면서 막대한 R&D 투자를 통해 글로벌 첨단 제조 서비스 활동을 선도 중으로 기술수준은 2위로 평가
	산업응용 ICT	▶ 한국은 스포츠산업의 디지털전환을 통해 전통적인 취미, 훈련 용품에서 센서, IoT, 빅데이터 등 ICT 기반으로 고부가가치 융복합산업화에 의해 기술수준 4위로 평가 ▶ 미국의 Amazon을 중심으로 물류/유통 분야에서 IoT를 도입하고 있으며, 배송 디지털화를 위한 KIVA, PRIME NOW, PrimeAir와 음성 및 이미지 인식 기반의 주문장치인 Dash, Echo 등 운영을 통해 최고 기술국 유지

중분류	소분류	배 경
ICT 융합	산업응용 ICT	▶ 일본은 VR/AR을 이용한 패션쇼, 문양이 변하는 스마트 패션 등 섬유/패션 ICT 응용 기술을 기반으로 기술수준 3위 평가 ▶ 중국은 VR/AR을 이용한 고급 명품 판매, QR 코드와 블록체인을 이용한 물류/유통 활성화 등을 통해 기술수준 5위 평가 ▶ 유럽은 유럽연합에서 공동으로 가상현실과 증강현실 기반 산업 육성 중이며 프라운호퍼, 노키아 등을 중심으로 응용산업이 연결되고 있어 미국에 이은 기술수준 2위 국가로 평가
총 평		▶ 미국은 복지/에너지 ICT 기술을 제외한 ICT 융합 분야 기술을 선도하고 있으며 전년대비 농축수산업CT 순위가 낮아졌으나 종합적으로 최고기술국 유지 ▶ 한국은 공공안전&재난예방 ICT 기술을 제외하고는 일본과 유사한 수준의 기술 수준을 유지하고 있으며 다수 분야에서 중국을 앞서는 현황으로 나타남 ▶ 일본은 교육ICT 외에 3~4위권 수준으로 한국과 유사한 수준이며 작년 대비 정량적으로 소폭 상승함 ▶ 중국은 주요 국가 중 가장 높은 기술 수준 상승을 보였으며 타 분야 대비 교육, 공공안전&재난예방 분야에서 상대적으로 높은 것으로 나타남 ▶ 유럽은 복지/에너지 ICT 기술 관련 최고기술국이며, 전년도와 차이점은 농축수산 분야에서 미국을 추격하여 최고 기술국으로 평가되었음. 그 외 기술에서 기술 수준이 상승 및 유지되며 전반적인 기술수준 상승

② 주요국 기술 동향 및 발전 현황

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ 인공지능 구현을 위하여 가장 중요한 부분은 빅데이터 구축인데, 농축수산 현장에서의 열악한 환경으로 인하여 센서 유지관리 및 내구성 문제가 해결 필요 ▶ 서비스 플랫폼에 있어서, 선진국 대비 높은 투자와 기술수준에 도달하여 있으며, 다양한 분야에서 플랫폼들이 구축되어 가고 있음. 하지만, 내수 시장의 규모의 특성 때문에, 수출 촉진 없이는 산업 생태계 발전은 제한적인 상황 ▶ 생산기반에 대한 R&D 투자보다는 작지만, 최근에 물류, 유통, 거래 등에 대한 ICT 투자와 발전은 빠르게 진행되고 있음. 하지만, 기초와 응용에 비해서, 사업화 발전은 빠르게 진행되고 있지 않은 것으로 판단됨. 단, 사업화 등에 있어서, 작은 국내 시장의 특성 때문에, 수출 촉진 없이는 국내 산업 생태계 발전은 제한적일 수밖에 없음 ▶ 복합통신 및 ICT 융합 관련 기술 표준화에 대해서는 많은 관심과 투자에 비해서 진행은 매우 낮은 편임. 시장을 선점하고 있는 기업들과 후발 기업들 간의 상충된 이해관계 등이 큰 걸림돌로 작용하고 있음. 하지만, 기초와 응용에 비해서, 사업화 발전은 빠르게 진행되고 있지 않은 것으로 판단됨. 단, 사업화 등에 있어서, 작은 국내 시장의 특성 때문에, 수출 촉진 없이는 국내 산업 생태계 발전은 제한적일 수밖에 없음 ▶ AI 진단/치료 기기 개발이 활발하고, 최근 상용화 성과로 이어지고 있음. 예를 들어, 루닛의 AI 영상진단기기 '루닛스코프' 2021년 미국 FDA 승인 후 판매 등 해외 진출 성과. 에임메드가 불면증 디지털치료제로 최초 KFDA 승인받는 등, 디지털치료제, 전자약 분야 신규 시장 확장을 위한 연구가 활발함 ▶ 이오프로우는 연속혈당측정 기술 기반 웨어러블 지동 인슐린주입이 가능한 '이오퍼치' 출시로 (FDA 승인 2023년 예정), 메드트로닉이 약 1조로 인수함 ▶ 헬스 서비스 플랫폼인 삼성헬스는 혈당측정, 혈압측정, 심박수, 체중, 체온계, 액티비티 트래커 기능을 제공하고 블루스타, 농 코치 등 65개의 앱에서 삼성헬스 지원 중 ▶ 최근 전사회적인 탄소중립 이행, 이를 위한 혁신기술(2030년 전후 상용화 예상) 개발 및 적용과정의 일환으로, 개별 산업 및 사업장의 경영적 측면과 함께 환경적 측면 지속가능성의 획기적 제고, 즉 양가치 측면의 '최적화' 운영을 위한 디지털트윈 또는 사이버물리시스템(CPS) 개발, 적용 활발하게 추진 중; 과거 정부 주도의 '스마트화' 사업에서 본격 디지털 전환보다는 통합 DB 구축에 그쳤으나, 이 과정에서 고해상도 데이터의 수집, 빅데이터화 성과를 도출한 것으로 나타나고 있으며, 최근에는 이러한 기술적 기반을 활용, 지능형 알고리즘의 단계적 적용으로 ICT 융합 개념의 기술의 개발, 사업화 활발 ▶ 온실가스의 배출에 대한 1차적인(물리적인) 저감, 방지를 위한 기술 적용 이를 해당 산업의 최적화 운용에 포함, 운용하기 위한 ICT 융합 형태는 물론, 사업장 및 운용 프로세스 자체의 최적화를 통한 운용의 효율성 제고, 이를 통한 온실가스 저감을 도모하는 작업 활발하게 추진 중 ▶ 최근 개별 부처 및 과기부, 지자체와 매칭 등의 차원에서 추진 중인 '스마트시티' 사업은 미시/거시 환경 조건의 분석, 개선을 위한 지능형 알고리즘을 기반으로 도시의 산업 및 거주민의 생활의 지속가능성을 위한 최적화에 초점을 두고 있음; 거주 지역은 물론, 산업현장 등에 대한 고해상도 데이터의 수집, 이를 활용하는 고해상도 솔루션을 서비스에 활용하여, 매우 높아진 수준의 민간의 수요에 부응하고 있음 ▶ 과기부는 2023년, 한국형 탄소중립 100대 핵심기술을 선정, 발표하였으며, '자원순환 기술'은 신재생 에너지 기반의 제로 에너지 건물 운용 기술과 함께 '신격차'기술, 즉 전 세계적으로 기술 개발 초기 단계에 있어, 추후 신시장 창출 및 선점이 가능한 기술로 분류; 해당 분야의 분류기술과 이미 선도기술군을 형성하고 있는 스마트시티, 스마트 팩토리 기술을 융합하는 개념의 시스템 및 플랫폼을 개발, 구축하는 고도화, 지능화, 이를 위한 기초, 응용 기술 개발 활발하게 추진 중 ▶ 미세먼지 및 이로 인한 대기질 저하를 법적 개념에서 환경 재난의 범주에 포함한 바 있으며, 전사회적인 탄소중립, 이를 위한 빅데이터 플랫폼 및 M&S(Modeling & Simulation), CPS 개념의 ICT 융합 솔루션 개발, 적용 활발하게 추진 중	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ 밀리미터파 대역을 활용한 광대역 초고속 5G망 인프라 구축과 활용 서비스 개발이 미국, 일본 등에서 꾸준히 진행되고 있음. 하지만 국내에서는 사업화 적용의 어려움으로 현재 주요 통신사들이 5G 밀리미터파 대역 활용을 포기하고 있어 인프라 구축이 정체된 상황임 ▶ 국내에서는 NB-IoT, LTE-M 등 저전력 장거리 통신망과 엣지컴퓨팅을 활용한 "스마트시티 인프라 AIoT 핵심기술개발" 사업을 통해 서비스 Use Case를 실증하고 IoT 자가망 구축을 진행하고 있음 ▶ 국내에서도 스마트시티 통합플랫폼과 데이터허브를 연동하기 위한 구상이 진행되고 있으며, 다양한 도시 복합 데이터 연계에 위한 플랫폼 기술을 개발 중임 ▶ 삼성전자와 LG전자 중심의 글로벌 가전 연합 HCA(Home Connectivity Alliance) 출범으로 홈 내 사용자 니즈와 활용도가 높은 가전의 네트워크 연결성을 확보하여 빠른 사업화 적용을 목표로 하고 있음 ▶ 2023년 CES에서 삼성전자 및 LG전자는 Matter와 HCA 기반의 제품들을 대표 아이টে으로 전면 내세웠고, 향후 스마트홈 기술의 상용화를 개방형 생태계로 만들어가는 전략을 진행 중임 ▶ 국내 LG CNS, KT, SK C&C 등의 대기업에서 자체 스마트시티 서비스 플랫폼을 개발하고, 디지털트윈 기술 융합을 시도하여 가상화를 통해 혁신적인 서비스 고도화를 추진하고 있음 ▶ 한국의 경우, 디지털트윈의 개념을 교통플랫폼에 적용하려는 시도가 기초기술 차원에서 활발히 이루어져 기초분야에 대한 기술수준은 약간 상승하였으며, 응용기술 수준도 소폭 상승 ▶ 한국은 정부, 지자체를 중심으로 교통관리, 주차관리 등 교통 플랫폼 기술은 꾸준히 보급되고 있어, 사업화 기술 수준은 소폭 상승 ▶ 한국은 전국 도로에 디지털 도로 인프라를 구축하는 모빌리티 혁신로드맵을 22년 9월에 발표하고 2030년 전국 인프라 구축완료 목표로 꾸준히 기술개발이 이루어지고 있어 기술수준 상승 ▶ 한국은 각 지자체별로 ITS시스템 고도화와 유지관리를 꾸준히 진행하여 기술수준 소폭 상승 ▶ 한국은 정부주도 하에 자율주행 예타사업을 진행하고 있어 기초기술 수준은 꾸준히 성장하고 있으나 가시적인 사업화 서비스는 아직 제공하지 못하고 있음 ▶ 카카오모빌리티와 현대자동차는 자율주행 모빌리티 서비스 실증 협력과 상용화를 위한 업무협약을 체결하고, 2022년 11월에 서울 강남에서 자율주행 시범 서비스 선보여 기술수준 소폭 상승 ▶ SK텔레콤은 영상통화 서비스 '미더스'를 기반으로 한 양방향 원격수업 서비스 개발 (2021년) ▶ LG CNS는 인공지능 영어교육서비스 'AI 튜터'와 'AI 토익 스피킹' 개발 (2021년) ▶ 네이버는 웹 기반 영상 수업 플랫폼 '웨일 스페이스' 개발 (2021년) ▶ 교육부는 2020년 3월 AI 교육 종합 방안을 발표. 관계부처 합동으로 2020년 11월 인공지능시대 교육정책방향과 핵심과제: 대한민국의 미래 교육이 나아가야 할 길을 발표. 2023년 교육부는 디지털교육기획관을 신설하여 4세대 지능형 NEIS(National Education Information System, 나이스), AI 디지털교과서 등 교육 혁신 시도. ▶ 개인 맞춤형 치안 및 재난 대응 플랫폼 기술과 관련하여 「재난안전데이터 공유 플랫폼」1단계 완료 (행정안전부) ▶ 딥페이크 분석시스템을 개발 「사이버범죄수사 포털」에서 경찰관이 사이버범죄수사에 활용 개발 (KAIST) ▶ CCTV로 배회, 침입, 쓰러짐, 싸움, 유기, 방화, 마케팅 등을 분석하는 프레임워크 개발(과학기술연합대학원대학교(UST)) ▶ 과기부는 충청권 4개 지자체와 함께 '인공지능·메타버스 기반 재난안전관리체계 강화사업'의 추진을 통해 지역별로 특화된 재난안전 예측/관리시스템을 구축하고 지역간 재난안전관리 협업 강화를 추진 ▶ '안전신문고' 서비스에 대해 지능화를 기반으로 보다 효율적인 데이터 처리/분석/관리를 위한 고도화 사업 추진이 예정 ▶ 행안부는 재난안전데이터 공유 플랫폼 사업 1단계를 완료하여 2023년 3월부터 누리집을 통해 해당 데이터를 실시간 개방 ▶ KISA를 중심으로 물리보안시스템의 인증체계 고도화가 추진중이며, (드론 등을 통한) 실종자 인식 기술의 검증을 위한 데이터 구축 및 성능 인식 체계 마련이 추진 중	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
한국	▶ ‘안전신문고’ 서비스에 대해 지능화를 기반으로 보다 효율적인 데이터 처리/분석/관리를 위한 고도화 사업 추진 예정 ▶ 관계부처합동으로 “제1차 고독사 예방 기본계획(2023~2027)”을 발표하였으며, 총총하고 두터운 약자복지 확대를 위해 새로운 복지 수요에 대한 적극적 대응체계 마련을 구상하고 있으며, 고독사 예방과 관리 체계 구축을 위한 체계적인 협업 시스템 구축을 계획함 (2023.05.17.) ▶ 클라우드 산업 발전전략의 일환으로 클라우드 플래그십 프로젝트를 통해 핵심 산업분야인 비대면 복지 등의 SaaS 개발·전환을 지원하는 형태의 우선 과제를 도출하고, 기술개발을 진행 중 ▶ 지역사회 통합 돌봄 선도 사업 및 이동형 병원과 같은 각 지역 내 의료와 취약계층을 지원하기 위한 연계 체계 구축을 위한 민간자원과 지자체 간 협력이 진행 중 ▶ 한국은 2023년 1차 정보통신기술개발 신규과제를 통해, ICT융합 디지털포용기술개발사업을 진행하여, 생활자립을 위한 고령자 대상 기술과 청각장애인 대상 기술, 배리어프리를 위한 인터페이스 기술 개발과 같은 디지털 소외계층의 일상생활이 지속되고 확장될 수 있는 ICT 기술 개발이 진행 중으로 전반적 응용기술과 사업화 기술 수준 상승 ▶ 한국은 배리어프리를 위한 기술개발과 독거노인·장애인 응급안전안심서비스 등과 같은 프로젝트를 통해 비대면/디지털 전환을 활용한 맞춤형 복지 기술개발을 진행 중으로 기술수준 상승 ▶ 한전 KDN에서는 에너지 ICT 플랫폼 전문기업으로 거듭나기 위해 플랫폼, 데이터 등과 관련된 핵심 솔루션 확보에 집중 ▶ 파란에너지는 제주도 마이크로그리드 실증에서 P2P 에너지 거래 실증을 진행 ▶ 현대자동차는 2030년까지 수소전기차 연간 생산량을 50만대로 높이는 것을 목표로 하고 수소 전기차 기반 ICT 기술 개발에 집중 ▶ 한국의 경우 디바이스 제조업의 쇠퇴로 장비의 직접 제작이 빈약해지고, 중국이나 대만의 ODM 생산이 많아져, 새로운 프로토콜이나, 환경적응이 느려지고 있으며, 5G 통신비 및 시장진입 어려움의 이슈로 새로운 단말도 서비스가 힘든 상황 ▶ 한국의 경우 디바이스 제조업의 쇠퇴로 장비의 직접 제작이 빈약해지고, 이로 인해 응용서비스의 개발이 뒤처지고 있다. 미터링의 경우 일부 제조사들의 독점으로 실제 데이터를 활용한 응용서비스 및 사업화에 어려움이 있음 ▶ 2017년 스마트 제조혁신 비전 2025 ‘발표와 중소기업 스마트 제조혁신 전략’ 발표와 함께 기술 고도화 추진이 진행 중이며, 5G, CPS/디지털트윈, AI 및 제조 데이터를 활용한 스마트 제조 관련 기술 개발이 활발하게 진행 중 ▶ 산업용 ICT 융합은 주로 한국이 강점으로 가지고 있는 디스플레이와 스마트폰 제조와 연계한 VR/AR 및 3D 디지털 사이니지 관련 하드웨어 부품 개발이 지속적으로 발전 중 ▶ 블루채인과 무선 NFC QR코드 라벨을 이용한 위변조 방지 기술이 개발됨 ▶ 가상현실과 증강현실 기반 레저-스포츠 소프트웨어, 콘텐츠 개발기업 수 증가 ▶ 스마트공장 3만개 스마트공장 보급 확산 사업에 힘입어 국내 중소, 중견기업에 다양한 공정에 제조 응용 및 서비스가 구축됨 ▶ VR/AR을 이용한 패션쇼, 발열과 방열을 제어하는 스마트 재킷 개발 등 패션 ICT 개발 중	상승
미국	▶ 농축수산 지능형 정밀 센서 및 제어 기술 관련하여 노지농업에 있어서는 미국이 제일 발전한 것으로 판단 ▶ 미국과 유럽이 농축수산CT관련하여 지능정보 서비스 플랫폼 구축, 물류/유통/거래 기술구축, 복합 통신 및 ICT 융합 기술 구축에서 선도하며 시장을 형성중 ▶ 미국은 국가양식법(National Aquaculture Act of 1980)에 따라 양식산업을 지원하고 있고 약 3천 개소의 양어장 중 약 360개의 양어장에 순환여과양식시스템(RAS)이 보급되어 있음. 양식을 위한 필수 기반기술인 수산생물의 기초생리, 사료생산, 유전육종, 질병, 진단 기술 뿐 아니라, 순환여과양식시스템 등 스마트양식기술을 선도하고 있음. 미국은 산업 적용 가능성이 높은 현장 기술 경쟁력이 높아 빠른 속도의 기술발전이 예상됨. 다만, 원천기술 수준은 매우 높으나 상용화 사업화 측면에서는 노르웨이 등 유럽 국가에 뒤처져 있으며, 대규모 생산시스템을 갖추고 있지 않음	최고

국가	기술 수준 발전 현황	경향
미국	▶ 디지털 치료제, 전자약 등 신 의료기술이 개발이 활발히 이루어지고 있으며, 이미 20여 종이 넘는 디지털 치료제/전자약이 FDA 승인을 획득하였으며 이 중 대부분이 미국 기업 제품 ▶ Pfizer, IBM Watson은 AI로 알츠하이머 예측 기술 개발 ▶ 병원에서 Amazon의 클라우드 기술을 적극 도입 중 ▶ DEEP MIND는 AI 플랫폼인 알파폴드에서 단백질 구조 예측 우수 성능을 보고하여, 신약개발 비용과 기간 단축에 활용 예정 ▶ APPLE은 기존 애플워치를 통해 호흡수, 심박수 측정 기능, 수면 시간 측정, 마음 챙기기 앱, 청결하게 손 씻기, 생리주기 추적 등 다양한 기능 제공해 오고 있고, iOS17과 워치 OS10에서 정신건강기능(감정 기록, 우울, 불안 평가), 근시위험도 제시, AI 코칭서비스, MR 헤드셋을 통한 명상 피트니스 등 추가 건강기능을 출시예정 ▶ 환경 분야 원천기술 보유 국가로 해당 시장 자체를 선도하고 있으며, 최근에는 글로벌 대기업의 주도로 ICT 융합 신시장 주도 ▶ GE는 Conectiv Mid-Merit LLC의 새로운 친환경 발전 설비에 연속 배출 모니터링 시스템(CEMS)과 데이터 획득 및 처리 시스템(DAHS)을 제공 중 ▶ 스마트홈 생태계 확장을 위해서 Connectivity Standards Alliance(CSA)를 통한 관련 표준 기술 개발과 제정 진행 중 ▶ 미국, 유럽은 주요 핵심 플랫폼 기업을 중심으로 개방형 스마트시티 서비스 플랫폼을 제공하고 있으며, 도시의 3차원 모델과 데이터 연동을 위한 기반 기술을 투자하고 있음 ▶ 2015년에 시작된 스마트시티 이니셔티브 정책을 통해 교통혼잡해소, 지속가능성, 경제성장 촉진, 다양한 공공서비스 제공, 기후변화와 재난에 대한 대응 등 도시 문제를 해결하는 방안에 대한 정책을 현재까지 추진하고 있음 ▶ 미국의 국립재생에너지연구소(NREL)는 수천 개의 건물에 대한 시뮬레이션과 소비자 적응 모델을 통해 2045년까지 100% 재생 가능한 도시를 구축하는 방안을 연구하여 비용 절감을 목표로 함 ▶ Google, Amazon 등의 플랫폼 기술 기업 중심으로 설립된 CSA(Connectivity Standards Alliance)는 스마트홈 플랫폼 구분 없이 연동할 수 있는 홈 IoT 표준 Matter를 발표함 ▶ GM은 전기차 투자 확대를 통해 2025년까지 신규 전기자동차 30종을 출시할 것이라고 발표 ▶ 미국은 공유모빌리티(우버 등) 등장과 함께 교통 플랫폼 사업화가 활발하게 이루어졌으며 기초 기술수준의 강점으로 최고기술국 유지 ▶ 미국은 교통 커넥션 분야 기초 기술수준은 최고이나 방대한 영토와 제한적인 통신 인프라로 인하여 응용기술, 사업화기술 수준은 유럽에 비해 다소 제한적 ▶ 자율 교통 기술 분야는 Google, TESLA의 꾸준한 투자와 함께 미국은 기술분야 최고 수준을 유지하고 있음 ▶ 인공지능 기반 학습 서비스 플랫폼 개발 확산(Quizlet, Kidaptive, KidSense, Querium 등) ▶ XR 기술을 교육에 활용하기 위한 시도 확산(Niantic Labs 등) ▶ 글로벌 에듀테크 시장에서 북미 지역이 38.2%로 가장 큰 매출 점유율을 차지(2021년), 2020년부터 2027년사이의 북미 지역 에듀테크 분야 연평균 성장률을 18.1%로 예상 ▶ ‘코세라’는 200여개 대학과 54개 기업을 중심으로 콘텐츠 개발 중임 ▶ 교과목 채점, 피드백 제공 등 학사 업무 자동화를 위한 AI 기술 활용 증가하는 추세이며, ‘에듀테크 사무국’은 ‘State Educational Technology Directors Association (SETDA)’, ‘InnovateEDU’, ‘Learning Forward’, ‘Project Tomorrow’와 같은 조직과 함께 2024년 NETP를 준비하고 있음 ▶ 전사적범위시스템(Enterprise-wide-Systems)과 다수의 관리 SW 중심의 국가안전관리 정보 시스템의 확보/운영 등 전주기/전영역에서의 최고 기술력 유지 ▶ Microsoft는 Cloud for US Government를 통해, 미국 연방, 주, 지방 또는 기관이 다양한 공공부문에서 클라우드 기반 ICT 기술이 적용될 수 있는 기술을 선보임 ▶ 미국은 공공안전/재난상황 센서 데이터 수집 기술과 관련하여 4족보행 로봇을 순찰 현장 및 폭발물 확인 등 현장 시범 운용 중	최고

국가	기술 수준 발전 현황	경향
미국	▶ 미국은 Google, Microsoft, Amazon 등의 글로벌 기업들의 ICT 원천 기술을 기반으로 다양한 융합 ICT 기술을 연계한 서비스들을 선보이고 있으며, 복지 분야에서도 다양한 신기술들을 선보이는 중 ▶ Google, AWS 등의 글로벌 ICT 기업을 중심으로 인공지능 알고리즘을 기반으로 취약계층을 필터링하거나, 소외계층을 지원하기 위한 플랫폼 제공 형태의 데이터 분석 플랫폼 관련 기술 고도화 중 ▶ 미국은 ICT 원천 기술을 기반으로 다양한 융합 ICT 기술을 연계한 지원 플랫폼 기술을 선보이고 있으며, 복지 분야에서도 디지털 치료제를 포함한 취약계층 지원을 위한 새로운 기술들을 선보이고 있고, FDA를 통한 인허가 과정 간소화 등 응용과 사업화를 위한 전반적인 기술수준 상승 ▶ 미국은 ICT 원천 기술을 기반으로 다양한 융합 ICT 기술을 연계한 서비스들을 선보이고 있으며, "Software Pre-Cert Pilot Program"을 통한 디지털 치료의 신기술의 적용과 사업화를 위한 신기술이 확장되고 있는 형태로, 이를 취약계층에 적용한 복지 분야에서도 기술수준 상승 ▶ 미국 스타트업 LO3 에너지는 뉴욕에 주택용 ESS 사업 및 블록체인 기반 P2P 에너지 거래 사업 등 에너지 프로슈머 사업을 진행 ▶ Analog Devices, Microchip Technology 등 세계 최고 수준의 기업들을 중심으로 스마트센서 시장을 주도 ▶ 3D 프린팅, 웨어러블 디바이스, 머신비전 등 산업용 ICT 디바이스의 특정 분야에서는 최고기술 수준을 보유 ▶ ROCKWELL은 CISCO와 협력해 이더넷/IP를 기반으로 한 산업용 통합 네트워크 모델을 개발하고 TSN(Time Sensitive Network)와 이에 기반한 무선 네트워크 개발로 확대 추진 ▶ AT&T, CISCO, GE, IBM, INTEL 등 기업으로 구성된 산업 인터넷 컨소시엄(IIC)을 중심으로 지능형 제조 서비스의 실증 보급 확산을 추진 ▶ 가상현실과 증강현실 기반 하드웨어 및 소프트웨어 기술(Google ARCore, Apple ARKIT 5 등) 선도, 특히 스포츠 분야에서 다양한 콘텐츠가 개발되는 중 ▶ VR/AR 기반의 온라인 판매 활성화, 자동 주행 로봇과 드론을 이용한 물류/유통 활성화	최고
일본	▶ 일본은 전통적인 양식 선도국으로 양식생물 기초생리 연구에 대한 투자 및 기반 조성을 위한 정책 지원이 충실하며, 이는 증양식 기술 개발 속도 가속화에 기여. 일본의 증양식 기술은 역사가 깊고 오랜 기술력이 축적되어 있으나 한 분야 연구에 집중하는 경향이 있어 현대화되고 광범위한 분야에 대한 연구는 미흡. 최근 수산양식분야에 ICT 기술을 적용하는 시도가 이루어지고 있고 글로벌 양식기업인 퓨어살몬(Pure Salmon)사는 일본에 세계최대규모의 연어 양식장을 건립하는 등 노력이 진행되고 있음 ▶ 오묘한 헬스케어 중심으로 손목형 정밀 혈압계와 건강관리 플랫폼 시장 형성 ▶ 일본은 국토교통성이 주축이 되어 3D 도시모델 기반의 개방형 데이터 플랫폼을 구축하고, 활용 모델 개발과 데이터를 공유하기 위한 프로젝트를 운영하고 있음 ▶ 국토교통성의 도시정책과가 주축이 되어 3D 도시모델 기반의 오픈데이터 플랫폼을 구축하고, 활용모델을 개발·공유하기 위한 프로젝트 플라토(Project PLATEAU)를 추진하고 있음 ▶ 도시의 지속가능성, 인간 중심 도시, 커뮤니티 디자인 등을 중심으로 3D 도시모델 기반의 스마트시티 서비스 추진 ▶ 수도권과 지방 격차를 줄이고 소멸 위기의 지방 도시를 지원하기 위한 스마트시티 인프라 구축 투자 확대 ▶ 온라인 학습 플랫폼을 활용한 사고 중심 교육으로 교육 방침 변화(로이로 노트, Classi 등) ▶ 학생의 학습 상황에 따라 맞춤형 커리큘럼 제공하는 AI 학습 서비스 등장(atama+ 등) ▶ 일본은 내각부 통합혁신전략추진협의회(Cabinet Office, Integrated Innovation Strategy Promotion Council)의 주도로 국가 차원의 AI 전략을 발표 (2019) ▶ 일본은 지진 및 자연재해의 예측 즉각 대응 등을 위주로 기술 개발 및 기반 구축 등이 활발하게 이루어지고 있으며, 최근 이를 활용한 정보기술 및 유무선 네트워크 융합 기술 개발 활발 ▶ 홍수해석/수리/수문/생태 등 복합 재난 현상의 해석을 위한 Common MP를 개발하여 재난 데이터 통합 플랫폼 등에 활용	하락

국가	기술 수준 발전 현황	경향
일본	▶ NTT 도코모 선진기술연구소를 중심으로 빅데이터를 활용한 모바일 기반 지진 및 재난 대비 시뮬레이션 기술 확보 ▶ 일본은 내각관방에 고독, 고립 대책 담당 부서를 설치(2021년 02월)하고 실태 파악, 공동체 공간 조성, 복지·의료·고용 등 분야별 대책과 연계한 지역 안정망 구축을 위한 계획을 발표 ▶ TOSHIBA는 전기 발전 및 전송 또는 배포의 탄소 이력을 개선하기 위한 전력 망 운영, 통신, 정보기술과 관련된 기술 통합 시스템 개발 ▶ 간사이전력, 도교전력, 아즈빌, NEC, ENERES, SB에너지, KAWSONE 등 7개 컨소시엄을 중심으로 일본 경제 산업성의 VPP 실증 사업을 진행 ▶ 제조로봇 기술 강국으로 FANUC, YASKAWA, KAWASAKI, MITSUBISHI 등으로 한 산업용 로봇 분야와 CNC 등 제어시스템을 비롯한 전통적인 제조 ICT 디바이스 분야에서 강점을 보유 ▶ MITSUBISHI, OMRON, 일본전선공업 등 기업을 중심으로 고속 고정밀 제어에 기반을 둔 산업용 유선 네트워크에 전통적으로 강점을 보유 ▶ VR/AR을 중심으로 산업 ICT 분야에서 일본이 가지고 있는 자체적인 부품/소재 제조 기술을 기반으로 하여 여러 섬으로 이루어진 일본 고유의 특성에 적합한 자체 시장을 중심으로 기술 발전 중 ▶ 레저/스포츠 ICT 응용 기술에서 게임 위주로 하드웨어, 소프트웨어 및 콘텐츠 기술이 개발 중 (Microsoft's HoloLens, J Sports 등) ▶ 섬유/패션 ICT 응용 기술에서 VR/AR을 이용한 패션쇼/세일(Magical Mirror, Virtual Mirror 등), 주변 온도 및 환경에 따라 색깔-문양이 변하는 스마트 패션을 선보임 ▶ 물류/유통 ICT 응용 기술에서 물류유통에 필요한 다양한 ICT 장비 제조 및 배달 기술(Hitachi Transport System 등)을 선보임	하락
중국	▶ 중국은 다양한 양식품종 개발(종자생산 기술, 품종개발 기술 등) 측면에서는 기술 우위를 점하고 있고 양식 생산량 및 소비량이 세계 최고 수준임. 다양한 육종기술을 이용한 신품종에 대한 연구개발이 진행되고 있으나 중장기적인 산업화 전략이 다소 부족함. 해상스마트 양식의 연구개발은 아직 시작단계로 해상 양식의 기계화, 지능화, 정보화 시설의 기술수준이 상대적으로 낮고, 심해 가두리 등을 포함하는 현존 양식시설에 응용되는 생산방식이 노동력에 의존하는 전통 방식인 한계가 있음. 양식환경 및 법제도의 정비/관리가 미흡함. 그러나 선진국의 기술 흡수 속도가 매우 빠르고 최근 세계적인 양식기술기업들이 중국시장으로 진출하여 기술력의 저변을 확대하고 있음 ▶ Huawei 등 IT 기업 중심으로 생체 정보 모니터링 스마트 워치를 출시하여 매년 성능이 개선된 제품 출시 중 ▶ Huawei 워치는 운동시간, 수면시간, 혈중 산소포화도, 스트레스 모니터링 등의 기능이 제공되고 정확도가 향상되는 중 ▶ ChinaUnicom, ChinaTelecom, Ali Health 등 IT 기업 중심으로 비대면 원격진료, 공익 진료 플랫폼 서비스 활성화 ▶ 중국은 의료 인프라가 개선되고 있고 Ping An Good Doctor, We Doctor, JD Health, Ali Health 등 IT 기업 중심으로 비대면 원격의료, 의약품 배송, 공익진료 플랫폼 서비스 활성화 중. 2021년 기준 헬스케어 영역 유니콘 기업 수가 74개 ▶ 중국은 자국 기업(Ping'an, Alibaba, Tencent, Huawei 등)을 중심으로 5G, CCTV, 데이터 서버 등의 사회 관리 인프라 구축의 공격적인 투자를 통해 중국식 스마트시티 추진 ▶ IT 특구인 선천시는 IoT와 생활 인프라가 밀접하게 연결된 최첨단 기술 적용 시범단지, 우한시는 5G 테스트베드 및 커넥티드카 분야 인큐베이션 투자 시범단지 등 도시별 특성에 맞는 구체적인 스마트시티 구축 투자 중 ▶ 2021년 스마트시티 5개년 계획이 공표되면서 베이징, 상하이, 항저우, 장쑤성, 산둥 등 많은 도시에서 디지털화 전략 목표를 설정함. 기존의 대도시 중심에서 지방 도시로의 실용화를 위해 2025년을 목표로 디지털트윈 스마트시티 계획을 제시하고 있음 ▶ 중국의 숭안신구는 지방 도시 발전을 이끄는 모델로서 새로운 도시로 건설하고 있음. 기존의 도시의 스마트시티화가 아닌 처음부터 새로 모든 시스템을 구축하여 최첨단 IT 기술을 적용하고 있음	상승

국가	기술 수준 발전 현황	경향
중국	▶ 중국은 올림픽, 월드 엑스포, 아시안 게임 등을 계기로 ITS 서비스, 고속도로 ETC(전자통행료 지불 시스템), 고속도로 관리 시스템 등을 구축 ▶ 중국은 기초기술 수준은 크게 변동이 없는 반면 빠른 기술 추격으로 인하여 응용, 사업화 기술수준이 상승하였으며, ITS 서비스, 고속도로 전자통행료 지불 시스템, 고속도로 관리 시스템 등을 구축하여 기술수준 상승 ▶ 중국은 2022년 7월 핸들을 뺄 수 있는 자율주행 택시를 공개하면서 자율주행차 개발 경쟁에서 테슬라를 앞서나간다는 평을 받으며 가파르게 기술 추격을 하고 있음 ▶ 로봇 키트를 활용한 교육 서비스나 제품 활용 확산(UBTECH, CANBOT, ROOBO 등) ▶ 중국 교육부는 ‘중국 교육 현대화2035(中国教育现代化2035)’를 통하여 중국 교육부의 중장기 교육계획을 발표 (2019년) ▶ 교육부는 새로운 교육 기반 건설 추진에 대한 지도 의견을 발표하고, 18개의 스마트 교육 시범구역을 지정하여 시를 비롯한 신기술을 활용한 교육 모델을 적용 (2021년) ▶ 교육 방법, 교육정보화 기반 시설의 구축, 기술규격 등에 대해 ‘2023년 중국 스마트캠퍼스 산업 시장흐름 조사 및 향후 5년간 투자 전망 보고서(2022-2029)’를 통해 관련 정책을 잇달아 발표 ▶ 객체인식, 얼굴인식 등 지능형 CCTV 기반의 영상 보안 시스템 기술이 세계 최고 수준에 이르고 있으며, 이를 기반으로 이중 물리보안 시스템과의 연동을 통한 지능형 사회 안전체계 구축 ▶ Huawei는 최적의 에너지 효율 및 성능을 제공하는 세계 최초 기가그린사이트를 공개 ▶ 2021년 14차 5개년 계획 발표와 ‘중국 제조 2025’ 1단계 후반기 돌입으로 중국 산업 디지털화를 추진하며 중국 자체 기술개발 및 산업구조 고도화 추진 ▶ 산업용 유선네트워크 기술은 보유하고 있지 않으나 Huawei를 중심으로 5G 기술 개발에 적극적이며 유럽의 글로벌 기업들과의 협력을 통한 산업용 무선 네트워크 개발 추진 ▶ 레저/스포츠 ICT 응용 기술은 게임 중심의 콘텐츠 개발 방향으로 기술이 발전하고 있으며, 외국의 하드웨어와 소프트웨어를 활용하는 중 ▶ 섬유/패션 ICT 응용 기술은 해외 명품의 판매를 위해 해외 기업들의 기술을 이용한 VR/AR 판매 기술이 활성화됨	상승
유럽	▶ 농축수산 지능형 정밀 센서 및 제어 기술 관련하여 축산, 원예 등 시설농업에 있어서는 유럽이 가장 앞서 있는 것으로 판단 ▶ (노르웨이) 사료, 품종개량, 백신개발 기술과 같은 양식을 위한 핵심요소 기술 뿐 아니라 친환경 양식산업 영위를 위한 배출수 관리기술 개발 등 양식 산업 전반에 걸쳐 실질적인 오염관리를 위한 기술개발이 활발하며 법제도와 시스템이 잘 갖추어져 있음 ▶ (독일) 2022년 기준 디지털 치료제 승인 제품이 20여 개, 이 중에서 치료 효과를 인정받아 급여 자격을 획득한 제품은 5개(Velibra 등) ▶ (독일) 디지털헬스케어법(DVG)을 제정하여, 디지털치료제 임시수가 신설, 독일 식약처(BfArM)의 절차를 완료한 디지털 치료기기의 특징과 성능에 대한 포괄적인 정보를 제공하는 웹 포털인 DiGA를 운영하는 등 디지털 치료제 산업의 발전에 우호적인 환경 조성 ▶ (프랑스) 디지털 치료제, 전자약 등 신의료기술 개발이 활발(볼룬티스의 2형 당뇨병 치료 앱 ‘인술리아’ 미국 FDA 승인) ▶ (스페인) ‘국가 에너지/기후 변환 통합계획(PNIEC)’을 통해 2030년까지 도시 내 에너지 효율화 및 온실가스 배출 최소화를 위한 탄소중립 기반 스마트시티 인프라 구축 진행 ▶ (독일) BEEGY는 태양광, ESS 패키지와 상호 간 거래 가능한 P2P 커뮤니티(BEEGY Pool) 서비스 제공 ▶ (스페인) ArcelorMittal은 2025년까지 스페인 히혼에 위치한 Asturias 제철소에 연간 230만 톤 규모의 수소 직접 환원 제철 생산 설비와 연간 110만 톤 규모의 신규 하이브리드 전기를 설치할 계획 ▶ EU 2014년부터 약 800억 유로의 예산으로 EU의 글로벌 경쟁력을 강화하고자 Horizon 2020 (Horizon Europe)이라는 스마트시티 연구혁신 프로그램을 추진 중	유지

국가	기술 수준 발전 현황	경향
유럽	▶ EU 스마트시티를 위한 데이터 인프라로서 디지털 트윈의 클라우드, 센서 데이터 및 고급 분석 기능을 이용해 공공 부문 의사결정을 보다 민주적이고 효과적으로 돕기 위해 DUET(Digital Urban European Twins) 프로젝트 추진 ▶ EU 2021년 CINEA(European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency)를 설립해 도시에서 시민들의 삶의 질 향상을 위해 ICT 기반의 스마트하고 포용적인 해결책을 마련하고 있음. 비엔나, 리옹, 뮌헨을 시범도시로 선정하여 선정, 데이터 기반 스마트시티를 위한 Smarter Together 프로젝트를 진행 중 ▶ (스페인) 매년 스마트 시티 엑스포 월드 콩그레스(Smart City ExpWorld Congress)를 개최하고 있고 다양한 스마트시티 프로젝트는 전세계의 벤치마크가 되고 있음 ▶ (스페인) 바르셀로나는 슈퍼블록 정책을 통해 사물인터넷과 디지털화를 통해 수집된 각종 도시 데이터를 MareNostrum 슈퍼컴퓨터로 분석하여 결과를 예측함에 따라 다양한 문제를 해결하기 위해 노력하고 있음. 그 결과 2015년 이래 7년 동안 도시의 대기오염을 31%나 줄임 ▶ (핀란드) 헬싱키, 에스포, 탐페레 등을 중심으로 테스트베드를 활용해 실증을 할 수 있는 기회를 제공하는 스마트시티 정책인 “6 Aika(6 city strategy)”를 추진 ▶ (핀란드) 헬싱키는 항구의 노후 지역인 칼라사타마 지역의 재개발을 통해 디지털트윈 기반의 스마트시티 프로젝트를 진행 중 ▶ (네덜란드) 청정에너지 도시 건설을 위한 City-Zen 프로젝트, 주변 사물인터넷과 결합하여 다양한 정보를 제공하기 위한 iBeacon Mile 프로젝트, 기존 네비게이션 앱에 스쿨존/취약한 인프라/교통 정체/환경오염 등의 정보를 추가함으로써 도시의 문제를 개선하기 위한 Code the Streets 프로젝트 등 진행 중 ▶ (EU) 유럽의 C-ITS 공동 구축 사업은 18개국, 6000km에 걸쳐 1차 C-Road를 구축해 정보통신 호환성 및 서비스 검증 단계이며, 현재 C-Road2 사업이 오스트리아, 독일, 이탈리아를 중심으로 진행 중 ▶ (독일) Siemens Mobility ITS는 글로벌 ITS 서비스 실증사업에 활발히 참여 ▶ (핀란드) ‘웜’ 서비스는 1천 100만 유로(약 151억 원)의 투자를 추가로 유치, 누적 투자 유치 금액을 7천 500만 유로(약 1천31억 원)까지 늘려 MaaS 기술 응용에 따른 사업화 진행 ▶ 유럽연합은 자율 교통 기술 관련하여 국제공동연구를 통하여 기초기술, 응용기술 수준은 성장하고 있으나 아직 가시화가 된 서비스는 제공하지 못함 ▶ (프랑스) Gamification 방식의 교육, 코딩 교육에 대한 서비스 플랫폼 증가(Powerz, Hachette Livre 등) ▶ (독일) 인공지능 기반 학습 분석 서비스 플랫폼 증가 ▶ (독일) 디지털 교육 활성화를 위해 디지털 교육 이니셔티브 발표(2021년)하고 국가 교육 플랫폼 구축 ▶ (독일)미리 수집된 인적 데이터를 학습한 후 CCTV를 통해 대상자의 얼굴이나 걸음걸이 등을 분석하여 범죄를 예측 ▶ (핀란드) 핀란드 사회 보건부는 “eHealth and eSocial Strategy 2020”을 발표해 데이터 관리 개선과 전자서비스 강화를 목표로 선정한 바 있으며, 복지모델로는 e-Welfare를 표방함 ▶ (덴마크) 덴마크는 공공복지 기술 기금(Public Welfare Technology Fund)을 조성하여, 국가적 차원에서 복지기술 개발과 복지서비스 디지털 전환을 지원하고 있으며, 이를 통한 사회서비스 전반의 디지털화를 추진 중 ▶ (독일) 디지털 진료법(2019년), 프랑스의 헬스청을 통한 AI사용 의료기기 비용상한 가이드라인(2020년), 디지털 치료제 제조업체 비용환급 조건(2022년) 등을 통한 의료기술을 폭넓게 확대할 수 있는 복지기술 개발과 복지 서비스 디지털 전환을 지원하고 있으며, 이를 위한 정책 형성을 지속적으로 추진하고 있어 최고기술국 유지 ▶ (영국) 스타트업 기업인 XRA에서 청각 장애인을 위한 오디오 텍스트 전환 소프트웨어를 개발하여 환경에 시범적용(2022년 08월)을 진행하는 등 사회적 서비스로서 디지털화를 추진하고 있어 최고기술국 유지 ▶ (독일) 2011년 시작된 인더스트리 4.0 전략을 시작으로 최근에는 인더스트리 5.0 전략까지 논의하는 등 정부 차원의 꾸준한 투자와 노력으로 제조 ICT 분야의 기술적 우위를 유지	유지

국가	기술 수준 발전 현황	경향
유럽	▶ (독일) SIEMENS, BOSCH, REXROTH 등 세계적 기업들이 산업용 센서, 제어시스템 기술을 확보하고 있고 KUKA 등 산업용 로봇 역시 세계 수준에 있는 등 제조 ICT 디바이스 전반에서 글로벌 경쟁력을 보유 ▶ (EU) Horizon EU 육성으로 유럽을 동, 서, 남, 북으로 나누어 프라운호퍼, 노키아 외 5대 중심 연구소 및 기업을 중심으로 VR/AR을 스포츠/레저/게임/문화/관광/물류/판매에 254개의 회사를 지원하는 기술들을 발전시키는 중 ▶ (영국) 유통/물류/패션/스포츠 등의 경쟁력을 높일 수 있는 초저가 유연 프로세서를 세계 최초로 PragmatlC에서 개발	유지

◆ 한국의 기술수준 향상을 위한 정책제언

• 농축수산ICT

주요 전략 제언

- ◆ 농축수산 산업규모에서 선도국 대비 상당히 열위에 있는 한국은, 소규모 현장에 쉽게 도입 가능한 저가형 인공지능 기술 등이 적용될 수 있는 한국 실정 맞춤 보급형 R&D 추진 필요

• 헬스케어ICT

주요 전략 제언

- ◆ 급증하고 있는 의료 데이터와 의료지식의 효과적인 활용을 위해 인공지능 기술의 중요성이 높아지고 있음. 이에 대한 R&D와 동시에 진입장벽 해결을 위한 규제 개선 및 제도 마련 필요
- ◆ 시장형성 초기단계에 있는 인공지능 의료기기, 디지털치료기기, 전자약 품목에 대한 적극적인 투자 필요

• 환경ICT

주요 전략 제언

- ◆ 자체적인 탄소중립 대응 솔루션 도입이 어려운 중소기업들이 쉽게 활용 할 수 있는 대표 산업 분야에서 ICT 기반 탄소중립 솔루션 마련을 공공 R&D 영역에서 담당할 필요가 있음

• 스마트시티

주요 전략 제언

- ◆ 통신망, IoT 연결, 데이터 허브, 가상화, 블록체인, 도시 서비스 등 다 계층 플랫폼 기술의 융합을 위한 R&D 추진 및 도시간 데이터 공유와 데이터 활용의 제도적 뒷받침 마련 필요

- 교통ICT

주요 전략 제언

- ◇ 기존 운전자와 교통 관리자 중심의 기술개발 보다 교통약자의 보행 및 대중교통 이용 시 안전 문제 해결에 우선하는 R&D 방향설정이 요구됨

- 교육ICT

주요 전략 제언

- ◇ 교육 분야에 ICT 신기술 적용을 위한 R&D 투자가 시설 위주로 집중되는 경향이 있음. 산업전반에 균형 있는 투자 전략 필요
- ◇ 현재의 학습 능력 향상 중심의 교육ICT 개발에서 나아가, 디지털 교육 플랫폼 활용 및 관리 인력 양성과 교사의 행정업무 경감 플랫폼, 수업설계 및 학생지도 등을 위한 ICT 신기술 활용 개발 추진 필요

- 공공안전/재난예방ICT

주요 전략 제언

- ◇ 산업현장의 재난/안전 사고에 대응하기 위한 데이터 분석/관리 및 안전 서비스 연계 등이 포함된 통합적인 안전 시스템 기술개발과 '산업현장 안전 확보를 위한 지능형 안전관리시스템 실증' 사업 추진 필요
- ◇ 재난안전 영상 데이터의 효율적인 접근·확인·분석을 위한 공공 관제시스템의 표준기반 연동 체계 마련이 요구됨. 이를 위한 'CCTV 관제시스템의 표준 기반 지능·데이터 상호연동 체계 구축 및 중·대규모 통합 연동 실증' 사업 추진 필요

- 국방ICT

주요 전략 제언

- ◇ 국방 빅데이터 & 인공지능
 - 국방데이터 생산시스템, 관리시스템, 저장시스템을 구분하는 데이터 카탈로그(W3C 표준 DCAT 또는 Google Schema.org 등과 같은) 구축
 - 국방 데이터 부족 한계를 극복하기 위한 소량의 국방 데이터 학습 기술 및 민간 데이터 활용 Domain Adaption 기술개발과 지능형 군사 작전 지원을 위한 생성형 AI 기술 개발 및 통합 플랫폼 구축
- ◇ 국방 네트워크
 - 국방 5G 기반 전술통신 및 지휘통신체계를 위해 생존성과 보안성이 강화된 국방 5G 네트워크 및 보안체계 기술개발
 - 비지상 국방 네트워크 구현을 위해 기술개발 초기부터 보안이 내재화된 저궤도 국방 위성통신 기술개발
- ◇ 국방 메타버스 및 디지털트윈
 - 메타버스 기반 실전적 교육·훈련을 위해서는 전장 3D 환경을 보안 이슈에 제약받지 않고 빠르고 용이하게 구축할 수 있는 '센서 융합 3D 공간 구축 및 실시간 3D 전장 가시화 기술' 개발 필요
- ◇ 국방 사이버보안
 - 유무인복합체(MUM-T) 기술이 군 적용 확산이 예상됨에 따라 MUM-T 사이버보안 기술개발이 요구됨
 - 현존 사이버보안 기술 간 연계·통합을 위한 국방 통합보안 오케스트레이션 기술과 드론, 로봇 등 무인이동체 간 피아식별 및 데이터 소거 기술도 요구됨

• 복지ICT

주요 전략 제언

- ◆ 디지털 격차 해소와 배리어프리 위한 디지털 전환 환경에 대응하는 맞춤형 복지 기술개발
- ◆ 의료사각지역 해소를 위한 ICT기반 의료지원 인프라 구축 기술개발

• 에너지ICT

주요 전략 제언

- ◆ 현재 내수시장 한계와 글로벌 시장규모 및 전망을 고려하여, 신재생에너지를 효율적으로 관리하기 위한 솔루션 소프트웨어 기술개발에 중점을 둔 정책 추진

• 제조ICT

주요 전략 제언

- ◆ 국내 스마트공장 경쟁력을 강화하기 위한 공급 솔루션-SI 등 산업 생태계 조성 및 미래에 변화하는 제조환경을 선도할 유망 서비스 기술 발굴

• 산업응용ICT

주요 전략 제언

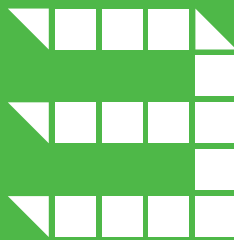
- ◆ 물류 관리·배송 등 효율성 개선을 위한 스마트 물류 뿐만 아니라, 물류 시설안전관리 등 사회문제해결을 위한 ICT R&D 추진 필요
- ◆ 레저/스포츠·섬유/패션·물류/유통·문화/관광 각 산업응용 분야별 소비자 중심의 비즈니스 모델 발굴과 연계하는 R&D 추진 필요

2022년도 ICT 기술수준조사 및 기술경쟁력분석 보고서

Institute of Information &
Communications Technology Planning &
Evaluation



Part



논문·특허 경쟁력

1. 총괄
2. 기술 분야별 논문·특허 경쟁력

1

◆ 총괄

1 2022년 ICT 논문·특허 경쟁력

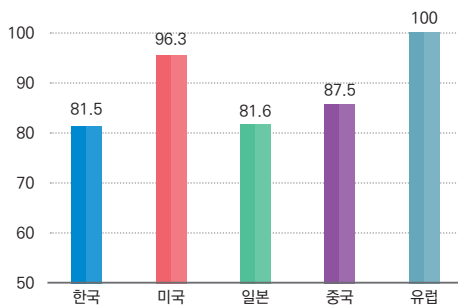
▶ ICT 분야의 논문·특허 경쟁력 평가결과, 논문경쟁력은 유럽, 특허경쟁력은 미국이 가장 높은 기술경쟁력을 보유

- (논문경쟁력) 유럽 > 미국 > 중국 > 일본 > 한국
- 최고기술국 유럽 대비 상대적 한국의 ICT 평균 논문경쟁력은 81.5로 5위
- (특허경쟁력) 미국 > 유럽 > 일본 > 한국 > 중국
- 최고기술국 미국 대비 상대적 한국의 ICT 평균 특허경쟁력은 84.5으로 4위

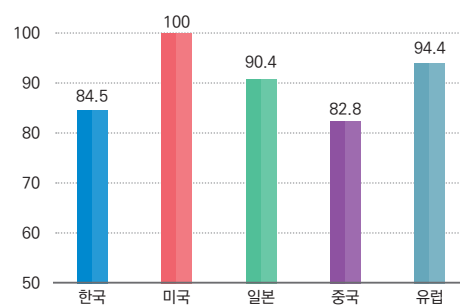
2022년 ICT 기술 평균 논문·특허 경쟁력

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
논문경쟁력	81.5	96.3	81.6	87.5	100
특허경쟁력	84.5	100	90.4	82.8	94.4

[논문경쟁력] (최고수준 : 100)



[특허경쟁력] (최고수준 : 100)

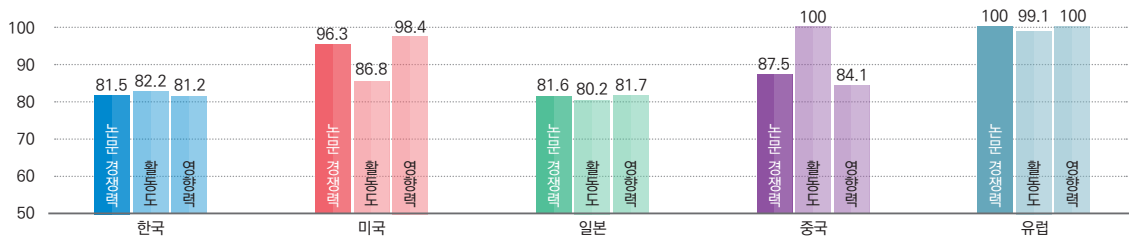


- ▶ ICT 분야의 논문경쟁력 평가결과 중국의 논문활동도가 가장 우수하나 영향력에서 유럽이 앞서며, 종합적인 논문경쟁력 평가에서 유럽이 1위

- (논문경쟁력) 유럽 > 미국 > 중국 > 일본 > 한국
- 논문활동도 : 중국 > 유럽 > 미국 > 한국 > 일본
- 논문영향력 : 유럽 > 미국 > 중국 > 일본 > 한국

2022년 ICT 기술 평균 논문경쟁력

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
논문경쟁력	81.5	96.3	81.6	87.5	100
논문활동도	82.2	86.8	80.2	100	99.1
논문영향력	81.2	98.4	81.7	84.1	100

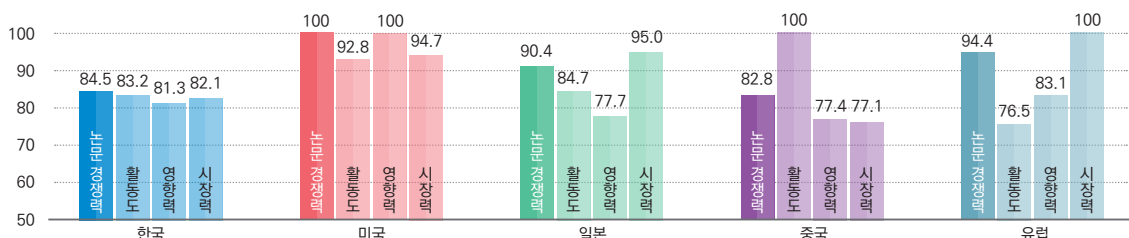


- ▶ ICT 분야의 특허경쟁력 평가결과 특허활동도는 중국, 특허영향력은 미국, 특허시장력은 유럽이 앞서고 있으며 종합적인 특허경쟁력은 미국이 가장 높음

- (특허경쟁력) 미국 > 유럽 > 일본 > 한국 > 중국
- 특허활동도 : 중국 > 미국 > 일본 > 한국 > 유럽
- 특허영향력 : 미국 > 유럽 > 한국 > 일본 > 중국
- 특허시장력 : 유럽 > 일본 > 미국 > 한국 > 중국

2022년 ICT 기술 평균 특허경쟁력

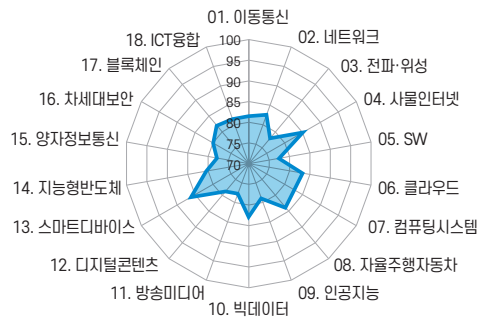
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
특허경쟁력	84.5	100	90.4	82.8	94.4
특허활동도	83.2	92.8	84.7	100	76.5
특허영향력	81.3	100	77.7	77.4	83.1
특허시장력	82.1	94.7	95.0	77.1	100



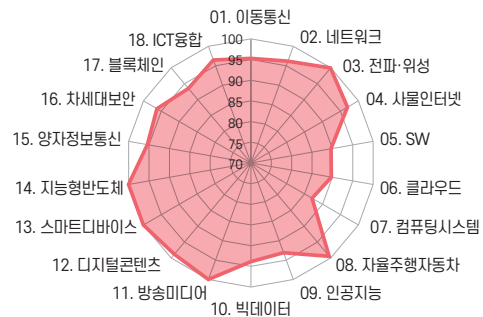
- ▶ ICT 18대 중점분야별 논문경쟁력 평가결과, 유럽이 이동통신, 네트워크, 사물인터넷, SW, 클라우드, 컴퓨팅시스템, 자율주행자동차, 인공지능, 빅데이터, 디지털 콘텐츠, 양자정보통신, 차세대보안, 블록체인, ICT 융합 14개 분야에서 가장 높은 논문경쟁력을 보유

2022년 ICT 18대 중점분야 논문경쟁력

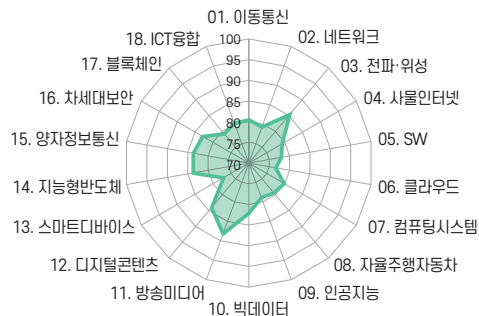
한국



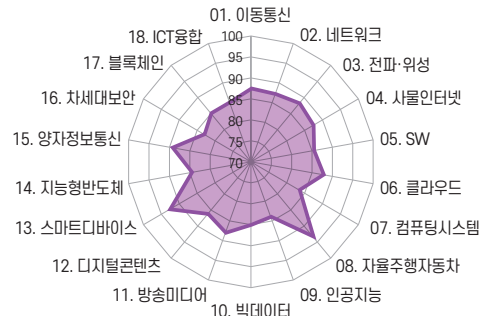
미국



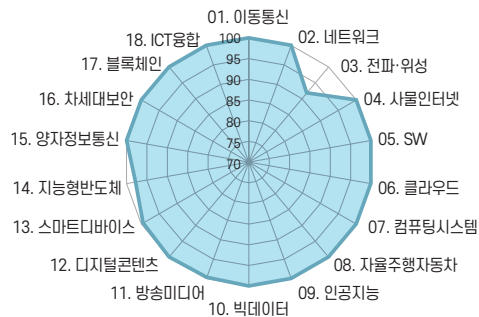
일본



중국



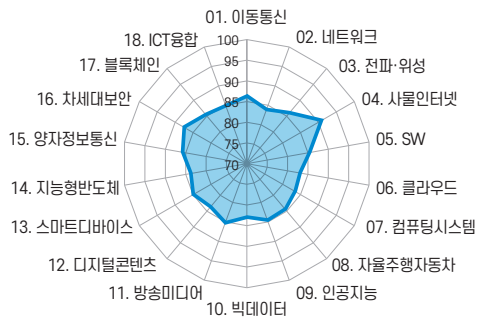
유럽



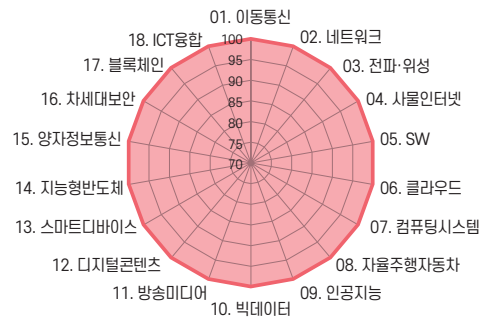
- ▶ ICT 18대 중점분야별 특허경쟁력은 미국이 모두 최고 기술경쟁력 국가로 나타났으며, 한국은 사물인터넷 및 차세대보안 일본은 사물인터넷 및 클라우드, 중국과 유럽은 블록체인이 각 국가 내에서 가장 높은 특허경쟁력으로 평가됨

2022년 ICT 18대 중점분야 특허경쟁력

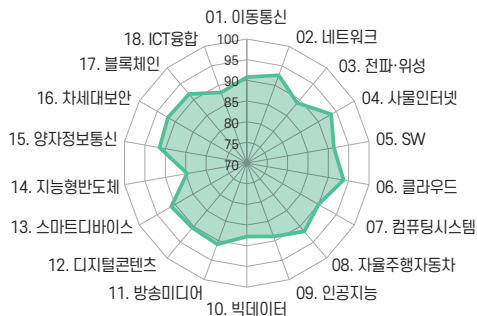
한국



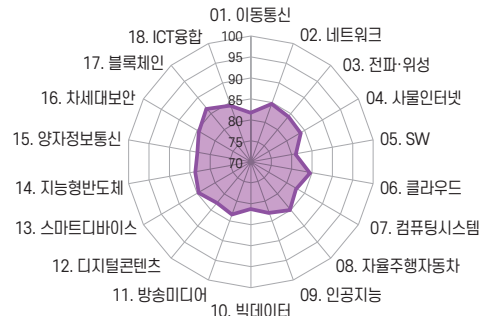
미국



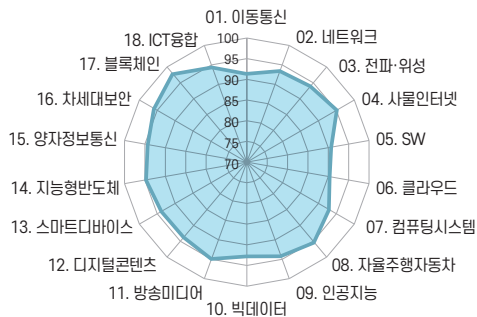
일본



중국



유럽



2022년 ICT 18대 중점분야 기술경쟁력 상세

중점분야	논문경쟁력 (최고수준 : 100%)					특허경쟁력 (최고수준 : 100%)				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
ICT 평균	81.5	96.3	81.6	87.5	100	84.5	100	90.4	82.8	94.4
01. 이동통신	81.4	95.3	80.5	87.6	100	86.2	100	90.7	81.9	91.4
02. 네트워크	82.5	96.2	79.4	87.3	100	83.8	100	92.5	84.9	93.5
03. 전파·위성	78.0	100	85.4	88.3	91.8	85.9	100	88.9	84.3	94.0
04. 사물인터넷	85.0	97.0	79.3	87.5	100	90.7	100	93.5	84.0	95.2
05. SW	77.4	89.7	78.0	85.5	100	85.3	100	91.3	81.1	90.8
06. 클라우드	83.1	89.8	76.6	87.9	100	83.0	100	93.7	84.6	90.4
07. 컴퓨팅시스템	82.6	87.1	79.9	83.6	100	83.4	100	90.0	82.7	93.0
08. 자율주행자동차	83.7	99.5	79.4	93.5	100	84.4	100	91.6	84.8	95.3
09. 인공지능	78.8	93.1	78.9	84.1	100	84.6	100	88.9	82.8	94.1
10. 빅데이터	82.7	93.9	82.1	85.2	100	83.0	100	87.8	81.1	92.7
11. 방송·미디어	77.6	100	88.2	88.2	99.7	85.3	100	90.9	83.2	94.8
12. 디지털 콘텐츠	78.6	98.8	84.1	86.4	100	83.7	100	90.5	82.6	93.6
13. 스마트 디바이스	85.9	100	77.1	92.9	99.5	85.0	100	91.1	84.5	93.7
14. 지능형 반도체	80.3	100	83.7	84.7	97.8	83.8	100	84.7	83.6	94.6
15. 양자정보통신	77.7	95.4	83.7	89.5	100	85.8	100	91.4	83.1	94.2
16. 차세대보안	79.8	96.2	83.0	83.2	100	87.5	100	92.0	84.5	95.8
17. 블록체인	81.9	93.5	79.3	85.2	100	85.4	100	91.7	86.7	97.8
18. ICT 융합	81.4	96.5	80.4	85.2	100	84.8	100	88.1	84.5	94.4

2

◇ 기술 분야별 논문·특허 경쟁력

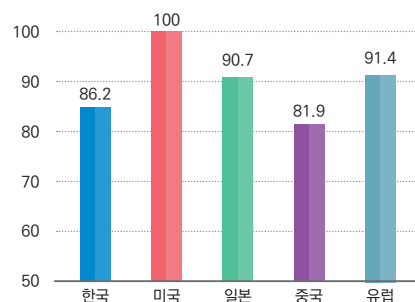
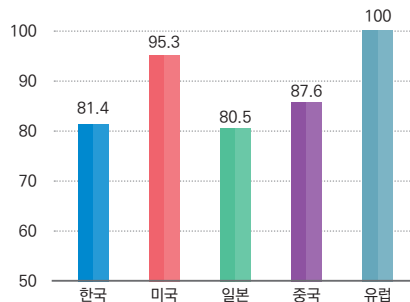
1 이동통신

▶ 종합

- 이동통신 분야의 기술경쟁력 평가 결과, 논문경쟁력은 유럽이 가장 높게 평가되었으며, 특허 경쟁력은 미국이 최고기술 보유국으로 평가
- 논문경쟁력의 논문활동도는 중국이 우세, 논문영향력은 유럽이 최고기술국
 - (한국의 논문경쟁력) 한국은 이동통신 분야 논문경쟁력 4위. 논문활동도 측면에서 미국과 유사한 수준으로 평가되었으나, 논문영향력 측면에서 열위
 - (한국의 논문경쟁력 강세 영역) 이동통신 단말 1개 기술 논문활동도 3위
- 특허경쟁력 세부 평가결과, 특허활동도는 중국이 우세하나 특허영향력은 미국, 특허시장력은 일본이 우위
 - (한국의 특허경쟁력) 한국은 이동통신 분야 특허경쟁력 4위. 특허활동도 3위 및 특허시장력 4위에 위치하고 있으나, 특허영향력은 2위
 - (한국의 특허경쟁력 강세 영역) 이동통신 단말 특허활동도 2위, 무선전송, 특수목적이동통신 특허영향력 2위

이동통신 분야 기술경쟁력

논문경쟁력	유럽 > 미국 > 중국 > 한국 > 일본	
특허경쟁력	미국 > 유럽 > 일본 > 한국 > 중국	
구분	논문경쟁력	특허경쟁력
최고기술보유국	유럽(100)	미국(100)
한국기술경쟁력	81.4	86.2

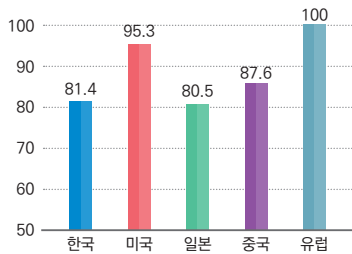
국가별
기술수준

▶ 논문경쟁력

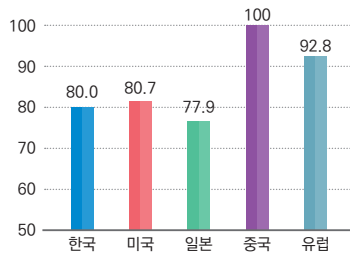
- 이동통신 분야 한국의 논문경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 81.4로 4위
 - (논문활동도) [1위]중국, [2위]유럽, [3위]미국, [4위]한국, [5위]일본
 - (논문영향력) [1위]유럽, [2위]미국, [3위]중국, [4위]한국, [5위]일본

이동통신 논문경쟁력

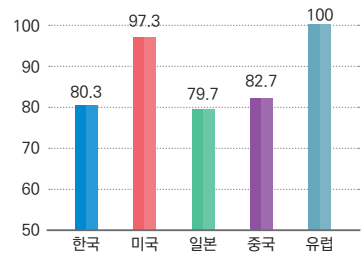
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
논문경쟁력	81.4	95.3	80.5	87.6	100
논문활동도	80.0	80.7	77.9	100	92.8
논문영향력	80.3	97.3	79.7	82.7	100



[논문경쟁력]



[논문활동도]

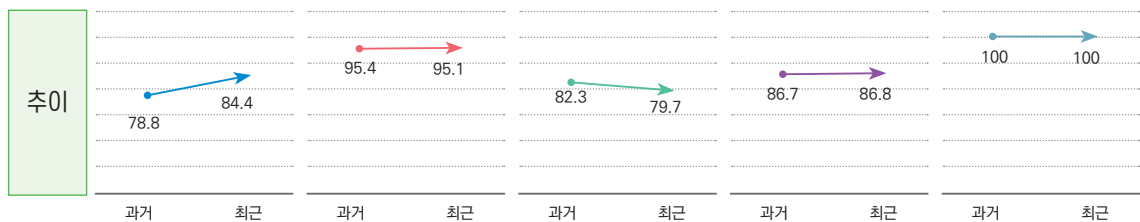


[논문영향력]

- 이동통신 분야 논문경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 유럽이 계속 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 논문경쟁력 증가) 한국, 중국은 과거구간 대비 최근구간 증가 추이를 보이며 미국, 일본은 감소 추이가 나타남

이동통신 논문경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	81.4	95.3	80.5	87.6	100
과거	78.8	95.4	82.3	86.7	100
최근	84.4	95.1	79.7	86.8	100



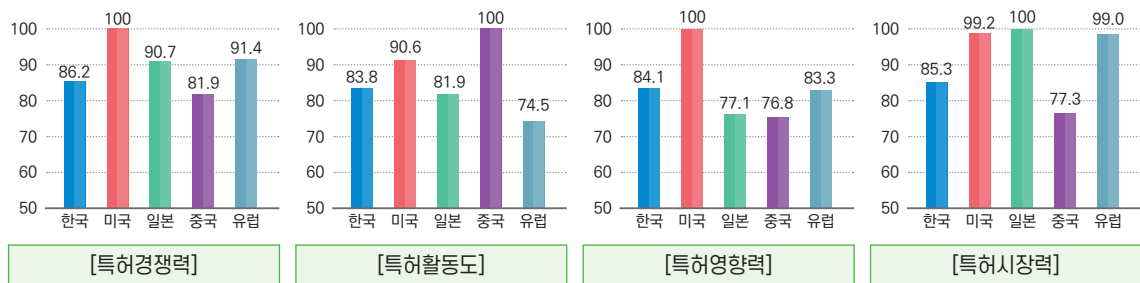
※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 특허경쟁력

- 이동통신 분야 한국의 특허경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 86.2로 4위
 - (특허활동도) [1위]중국, [2위]미국, [3위]한국, [4위]일본, [5위]유럽
 - (특허영향력) [1위]미국, [2위]한국, [3위]유럽, [4위]일본, [5위]중국
 - (특허시장력) [1위]일본, [2위]미국, [3위]유럽, [4위]한국, [5위]중국

이동통신 특허경쟁력

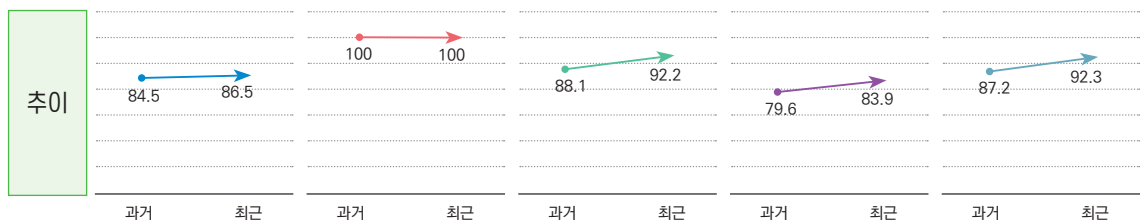
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
특허경쟁력	86.2	100	90.7	81.9	91.4
특허활동도	83.8	90.6	81.9	100	74.5
특허영향력	84.1	100	77.1	76.8	83.3
특허시장력	85.3	99.2	100	77.3	99.0



- 이동통신 분야 특허경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 미국이 계속 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 특허경쟁력 증가) 모든 국가가 과거 대비 최근구간 증가 추이를 보임

이동통신 특허경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	85.7	100	90.2	81.3	90.4
과거	84.5	100	88.1	79.6	87.2
최근	86.5	100	92.2	83.9	92.3



※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 논문 기술경쟁력 상세

이동통신 논문 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	논문경쟁력					논문활동도					논문영향력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
이동통신	81.4	95.3	80.5	87.6	100	80.0	80.7	77.9	100	92.8	80.3	97.3	79.7	82.7	100
무선전송	81.7	92.1	82.7	83.7	100	78.7	80.3	77.2	100	88.7	80.1	92.5	81.7	77.0	100
이동통신시스템	81.6	96.8	81.5	88.5	100	79.9	80.2	77.8	100	91.9	80.3	99.1	80.8	83.7	100
이동통신 단말	80.6	95.4	81.1	88.1	100	80.8	80.6	77.9	100	93.7	79.2	97.7	80.6	83.6	100
이동통신 서비스	79.6	91.4	80.5	86.4	100	79.5	80.0	77.7	100	91.0	77.8	92.2	79.4	80.9	100
특수목적 이동통신	81.4	92.9	79.6	86.4	100	79.7	80.6	77.6	100	91.9	80.1	94.2	78.5	81.0	100

▶ 특허 기술경쟁력 상세

이동통신 특허 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	특허경쟁력					특허활동도					특허영향력					특허시장력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
이동통신	86.2	100	90.7	81.9	91.4	83.8	90.6	81.9	100	74.5	84.1	100	77.1	76.8	83.3	85.3	99.2	100	77.3	99.0
무선전송	88.6	100	90.3	80.7	89.1	82.4	93.4	86.8	100	74.7	91.0	100	77.5	77.7	83.5	87.0	100	98.9	75.6	95.7
이동통신시스템	86.1	100	89.8	81.2	90.8	84.6	91.3	86.5	100	73.3	81.4	100	77.5	77.5	82.0	87.7	99.8	97.3	76.1	100
이동통신 단말	84.7	100	90.4	84.6	93.8	94.5	91.6	84.6	100	74.2	80.4	100	78.4	77.0	82.9	78.1	94.3	93.6	78.6	100
이동통신 서비스	84.7	100	91.5	83.2	93.6	81.9	89.9	80.3	100	75.7	82.2	100	77.7	76.6	85.7	82.7	97.5	100	78.5	99.6
특수목적 이동통신	86.9	100	91.8	83.4	92.7	82.3	86.8	78.4	100	76.0	83.8	100	77.0	77.4	82.0	84.3	96.7	100	76.9	98.8

2 네트워크

▶ 종합

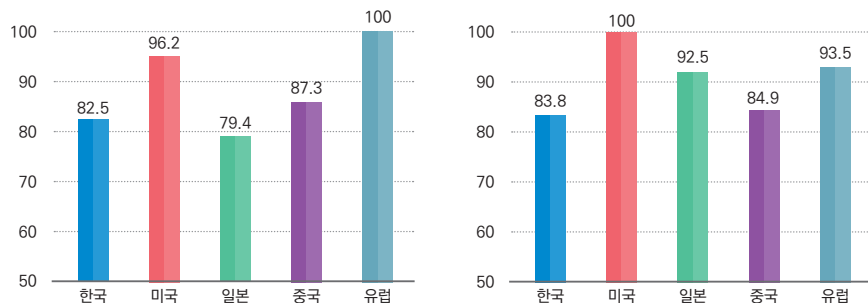
- 네트워크 분야의 기술경쟁력 평가 결과, 논문경쟁력은 유럽이 가장 높게 평가되었으며, 특허 경쟁력은 미국이 최고기술 보유국으로 평가
- 논문경쟁력의 논문활동도는 중국이 우세, 논문영향력은 유럽이 최고기술국
 - (한국의 논문경쟁력) 한국은 네트워크 분야 논문경쟁력 4위. 논문활동도 측면에서 미국과 유사한 수준으로 평가되었으나, 논문영향력 측면에서 열위
 - (한국의 논문경쟁력 강세 영역) 패킷 네트워크, 네트워크 서비스 2개 기술 논문영향력 3위
- 특허경쟁력 세부 평가결과, 특허활동도는 중국이 우세, 특허영향력은 미국, 특허시장력은 유럽이 우위
 - (한국의 특허경쟁력) 한국은 네트워크 분야 특허경쟁력 5위. 특허활동도 4위 및 특허시장력 4위에 위치하고 있으나, 특허영향력은 3위
 - (한국의 특허경쟁력 강세 영역) 모바일 코어 네트워크 특허활동도 1위 및 특허영향력 3위, 광 네트워크, 네트워크 서비스, 네트워크 부품/모듈 3개 기술 특허영향력 3위

네트워크 분야 기술경쟁력

논문경쟁력	유럽 > 미국 > 중국 > 한국 > 일본
특허경쟁력	미국 > 유럽 > 일본 > 중국 > 한국

구분	논문경쟁력	특허경쟁력
최고기술보유국	유럽(100)	미국(100)
한국기술경쟁력	82.5	83.8

국가별
기술수준

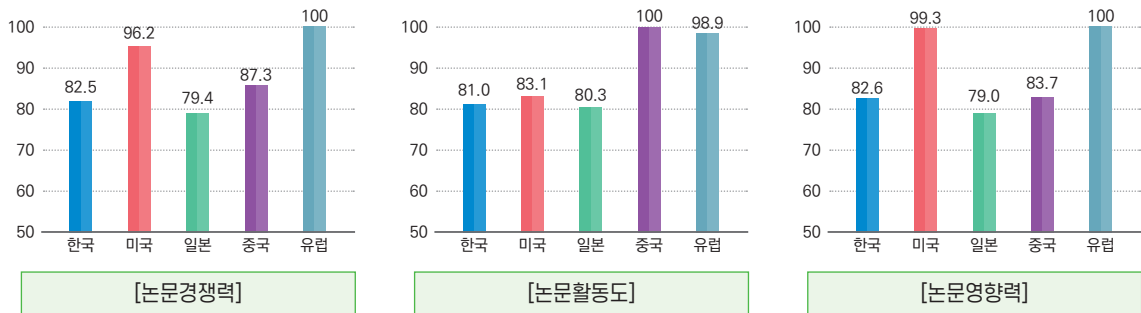


▶ 논문경쟁력

- 네트워크 분야 한국의 논문경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 82.5로 4위
 - (논문활동도) [1위]중국, [2위]유럽, [3위]미국, [4위]한국, [5위]일본
 - (논문영향력) [1위]유럽, [2위]미국, [3위]중국, [4위]한국, [5위]일본

네트워크 논문경쟁력

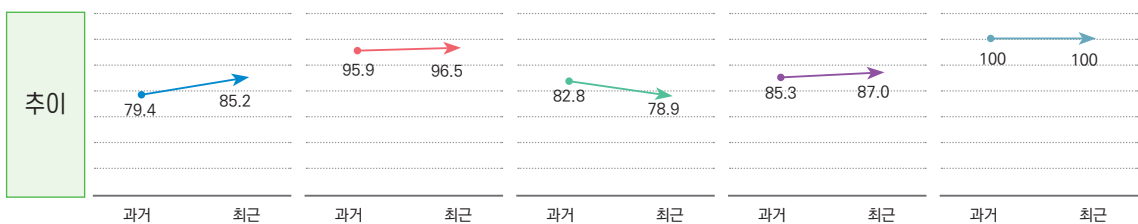
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
논문경쟁력	82.5	96.2	79.4	87.3	100
논문활동도	81.0	83.1	80.3	100	98.9
논문영향력	82.6	99.3	79.0	83.7	100



- 네트워크 분야 논문경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 유럽이 계속 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 논문경쟁력 증가) 일본을 제외한 모든 국가가 과거구간 대비 최근구간 증가 추이를 보이고 있음

네트워크 논문경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	82.5	96.2	79.4	87.3	100
과거	79.4	95.9	82.8	85.3	100
최근	85.2	96.5	78.9	87.0	100



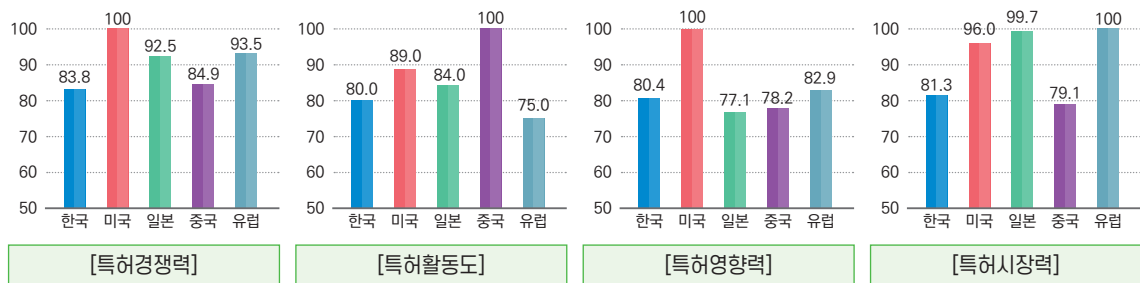
※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 특허경쟁력

- 네트워크 분야 한국의 특허경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 83.8로 5위
 - (특허활동도) [1위]중국, [2위]미국, [3위]일본, [4위]한국, [5위]유럽
 - (특허영향력) [1위]미국, [2위]유럽, [3위]한국, [4위]중국, [5위]일본
 - (특허시장력) [1위]유럽, [2위]일본, [3위]미국, [4위]한국, [5위]중국

네트워크 특허경쟁력

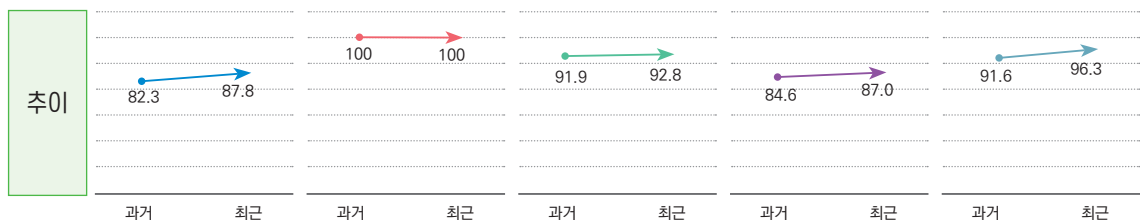
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
특허경쟁력	83.8	100	92.5	84.9	93.5
특허활동도	80.0	89.0	84.0	100	75.0
특허영향력	80.4	100	77.1	78.2	82.9
특허시장력	81.3	96.0	99.7	79.1	100



- 네트워크 분야 특허경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 미국이 계속 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 특허경쟁력 증가) 모든 국가가 과거 대비 최근구간 증가 추이를 보이고 있음

네트워크 특허경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	83.8	100	92.5	84.9	93.5
과거	82.3	100	91.9	84.6	91.6
최근	87.8	100	92.8	87.0	96.3



※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 논문 기술경쟁력 상세

네트워크 논문 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	논문경쟁력					논문활동도					논문영향력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
네트워크	82.5	96.2	79.4	87.3	100	81.0	83.1	80.3	100	98.9	82.6	99.3	79.0	83.7	100
광 네트워크	79.0	100	87.1	89.4	99.8	78.9	83.3	81.3	97.8	100	75.6	100	84.8	83.3	95.4
패킷 네트워크	85.1	100	80.3	86.3	96.0	80.9	83.1	81.2	99.7	100	82.4	100	76.6	79.1	90.8
모바일 코어 네트워크	78.1	92.8	81.0	86.9	100	82.1	83.1	80.3	99.8	100	77.1	95.3	81.2	83.5	100
네트워크 서비스 및 제어/관리	86.3	100	81.1	87.9	100	81.7	82.0	80.0	100	98.4	83.5	100	77.7	80.7	95.8
네트워크 부품/모듈	77.1	93.0	83.6	85.0	100	80.0	83.0	79.8	97.3	100	76.4	95.6	84.6	81.8	100

▶ 특허 기술경쟁력 상세

네트워크 특허 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	특허경쟁력					특허활동도					특허영향력					특허시장력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
네트워크	83.8	100	92.5	84.9	93.5	80.0	89.0	84.0	100	75.0	80.4	100	77.1	78.2	82.9	81.3	96.0	99.7	79.1	100
광 네트워크	81.1	100	87.8	83.6	91.0	78.1	87.0	81.5	100	76.6	79.6	100	78.5	78.2	80.7	80.0	100	93.1	79.4	99.3
패킷 네트워크	83.8	100	91.3	87.2	96.6	77.9	84.1	82.5	100	76.3	78.9	100	77.5	79.2	82.2	77.7	91.0	91.5	77.4	100
모바일 코어 네트워크	85.9	100	91.5	83.5	92.7	100	91.5	87.8	98.8	74.9	80.7	100	77.5	77.5	83.4	81.0	97.3	98.1	79.0	100
네트워크 서비스 및 제어/관리	84.9	100	94.0	85.3	92.6	78.8	88.8	85.2	100	75.4	81.5	100	76.2	78.8	82.9	80.4	93.0	100	76.9	95.3
네트워크 부품/모듈	84.6	100	94.3	85.6	95.7	80.6	94.4	86.8	100	76.0	81.0	100	76.8	78.3	87.6	80.1	91.7	100	78.2	97.9

3 전파·위성

▶ 종합

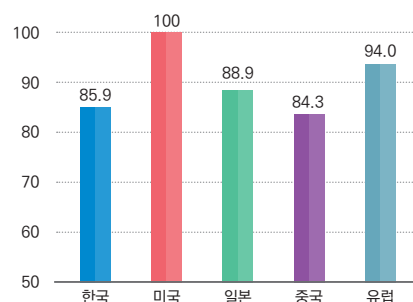
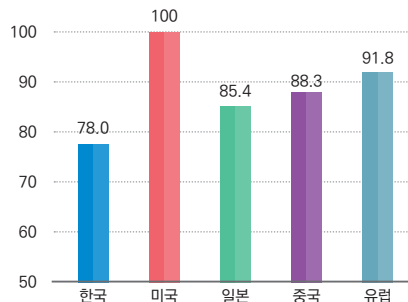
- 전파·위성 분야의 기술경쟁력 평가 결과, 논문경쟁력, 특허경쟁력 모두 미국이 최고기술 보유국으로 평가
- 논문경쟁력의 논문활동도는 중국이 우세, 논문영향력은 미국이 최고기술국
 - (한국의 논문경쟁력) 한국은 전파·위성 분야 논문경쟁력 5위. 논문활동도 및 논문영향력 동일 수준 평가
 - (한국의 논문경쟁력 강세 영역) 전파자원·환경, 전파기반, 전파융합 논문영향력 4위로 중국 대비 우위 평가
- 특허경쟁력 세부 평가결과, 특허활동도는 중국이 우세하나 특허영향력은 미국, 특허시장력은 유럽이 우위
 - (한국의 특허경쟁력) 한국은 전파·위성 분야 특허경쟁력 4위. 특허활동도 3위 및 특허시장력 4위에 위치하고 있으나, 특허영향력은 2위
 - (한국의 특허경쟁력 강세 영역) 전파에너지, 전파융합, 위성·무인기 특허활동도 2위 및 상위 3개 분야와 전파기반 기술의 특허영향력 2위

전파·위성 분야 기술경쟁력

논문경쟁력	미국 > 유럽 > 중국 > 일본 > 한국
특허경쟁력	미국 > 유럽 > 일본 > 한국 > 중국

구분	논문경쟁력	특허경쟁력
최고기술보유국	미국(100)	미국(100)
한국기술경쟁력	78.0	85.9

국가별 기술수준

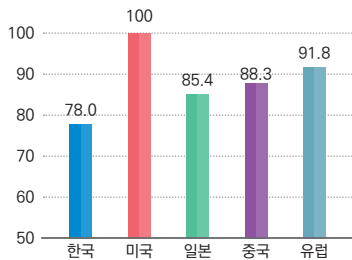


▶ 논문경쟁력

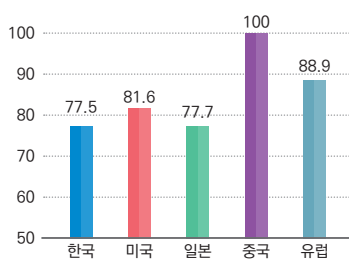
- 전파·위성 분야 한국의 논문경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 78.0으로 5위
 - (논문활동도) [1위]중국, [2위]유럽, [3위]미국, [4위]일본, [5위]한국
 - (논문영향력) [1위]미국, [2위]유럽, [3위]일본, [4위]중국, [5위]한국

전파·위성 논문경쟁력

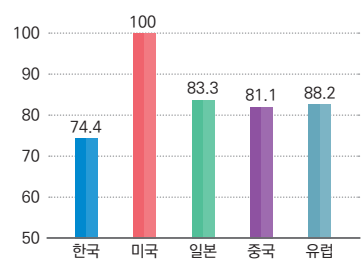
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
논문경쟁력	78.0	100	85.4	88.3	91.8
논문활동도	77.5	81.6	77.7	100	88.9
논문영향력	74.4	100	83.3	81.1	88.2



[논문경쟁력]



[논문활동도]

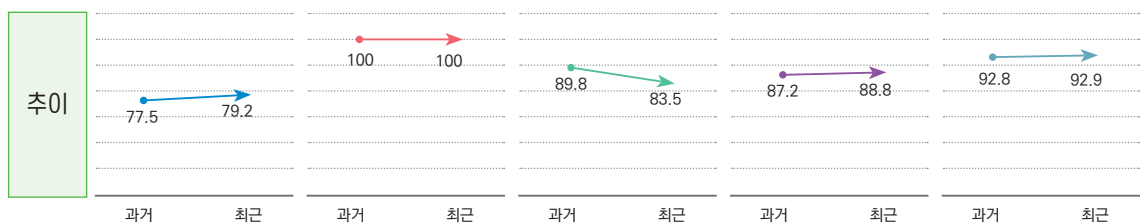


[논문영향력]

- 전파·위성 분야 논문경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 미국이 계속 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 논문경쟁력 증가) 일본을 제외한모든 국가가 과거구간 대비 최근구간 증가 추이를 보이고 있음

전파·위성 논문경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	78.0	100	85.4	88.3	91.8
과거	77.5	100	89.8	87.2	92.8
최근	79.2	100	83.5	88.8	92.9



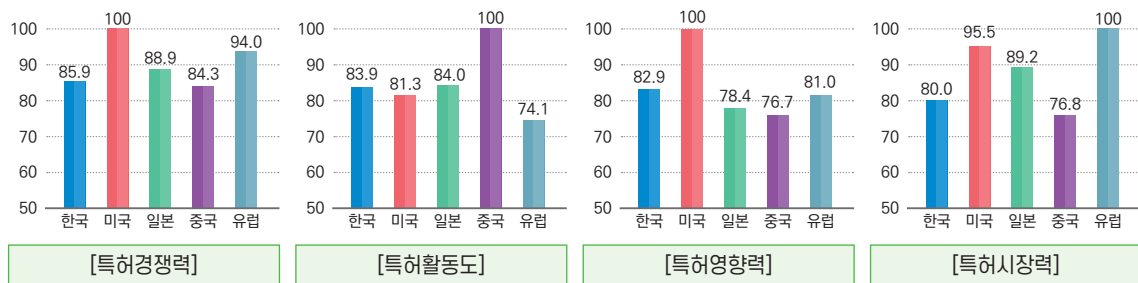
※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 특허경쟁력

- 전파·위성 분야 한국의 특허경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 85.9로 4위
 - (특허활동도) [1위]중국, [2위]일본, [3위]한국, [4위]미국, [5위]유럽
 - (특허영향력) [1위]미국, [2위]한국, [3위]유럽, [4위]일본, [5위]중국
 - (특허시장력) [1위]유럽, [2위]미국, [3위]일본, [4위]한국, [5위]중국

전파·위성 특허경쟁력

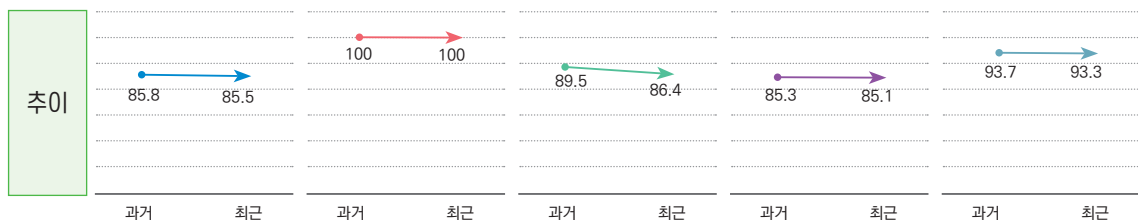
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
특허경쟁력	85.9	100	88.9	84.3	94.0
특허활동도	83.9	81.3	84.0	100	74.1
특허영향력	82.9	100	78.4	76.7	81.0
특허시장력	80.0	95.5	89.2	76.8	100



- 전파·위성 분야 특허경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 미국이 계속 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 특허경쟁력 증가) 모든 국가가 과거 대비 최근구간 감소 추이를 보이고 있음

전파·위성 특허경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	85.9	100	88.9	84.3	94.0
과거	85.8	100	89.5	85.3	93.7
최근	85.5	100	86.4	85.1	93.3



※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 논문 기술경쟁력 상세

전파·위성 논문 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	논문경쟁력					논문활동도					논문영향력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
전파·위성	78.0	100	85.4	88.3	91.8	77.5	81.6	77.7	100	88.9	74.4	100	83.3	81.1	88.2
전파자원·환경	82.5	100	78.7	96.2	89.8	77.2	80.9	77.6	100	85.4	79.8	100	75.1	90.5	86.5
전파기반	81.7	100	80.4	95.9	86.7	78.0	79.3	77.9	100	84.0	78.3	100	76.7	89.7	82.8
전파에너지	77.6	100	90.4	85.9	91.4	77.4	87.4	81.5	100	97.9	75.1	100	89.7	79.4	86.7
전파융합	81.6	100	79.2	91.4	94.7	76.9	83.2	78.0	100	90.3	79.3	100	76.0	85.2	91.7
위성·무인기	79.5	100	85.1	87.1	93.5	78.4	81.0	77.3	100	89.4	75.9	100	82.9	79.4	90.0

▶ 특허 기술경쟁력 상세

전파·위성 특허 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	특허경쟁력					특허활동도					특허영향력					특허시장력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
전파·위성	85.9	100	88.9	84.3	94.0	83.9	81.3	84.0	100	74.1	82.9	100	78.4	76.7	81.0	80.0	95.5	89.2	76.8	100
전파자원·환경	85.3	100	89.0	85.0	95.2	82.2	80.2	85.0	100	74.9	80.9	100	78.5	76.9	82.0	79.6	94.3	87.6	76.6	100
전파기반	86.6	100	90.8	84.3	93.7	90.0	79.9	95.8	100	77.1	82.5	100	79.8	76.7	79.3	80.2	96.2	88.5	77.0	100
전파에너지	86.6	100	89.7	83.7	92.8	86.8	85.2	82.0	100	73.6	83.4	100	80.4	76.6	78.7	80.6	94.9	90.3	76.2	100
전파융합	86.4	100	88.4	84.9	93.0	85.3	81.0	85.3	100	74.0	84.3	100	78.0	78.2	78.9	79.9	96.0	88.5	77.2	100
위성·무인기	89.0	100	88.3	85.0	97.2	83.3	82.6	79.2	100	75.5	94.1	100	77.4	78.8	91.3	79.6	96.9	91.8	78.0	100

4 사물인터넷

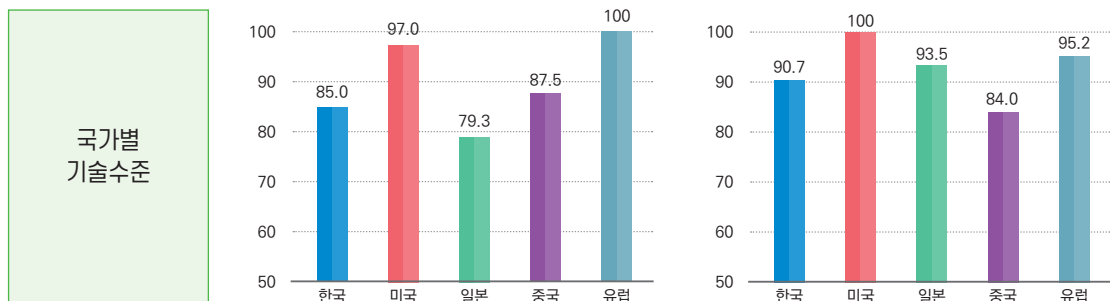
▶ 종합

- 사물인터넷 분야의 기술경쟁력 평가 결과, 논문경쟁력은 유럽이 가장 높게 평가되었으며, 특허 경쟁력은 미국이 최고기술 보유국으로 평가
- 논문경쟁력의 논문활동도는 중국이 우세, 논문영향력은 유럽이 최고기술국
 - (한국의 논문경쟁력) 한국은 사물인터넷 분야 논문경쟁력 4위. 논문활동도, 논문영향력 측면에서 미국에 열위
 - (한국의 논문경쟁력 강세 영역) IoT플랫폼 논문영향력 3위, IoT네트워킹 논문영향력 2위
- 특허경쟁력 세부 평가결과, 특허활동도는 중국이 우세하나 특허영향력은 미국, 특허시장력은 일본이 우위
 - (한국의 특허경쟁력) 한국은 사물인터넷 분야 특허경쟁력 4위. 특허활동도 2위 및 특허시장력 4위에 위치하고 있으나, 특허영향력은 3위
 - (한국의 특허경쟁력 강세 영역) IoT플랫폼, IoT디바이스, IoT서비스 특허활동도 2위

사물인터넷 분야 기술경쟁력

논문경쟁력	유럽 > 미국 > 중국 > 한국 > 일본
특허경쟁력	미국 > 유럽 > 일본 > 한국 > 중국

구분	논문경쟁력	특허경쟁력
최고기술보유국	유럽(100)	미국(100)
한국기술경쟁력	85.0	90.7

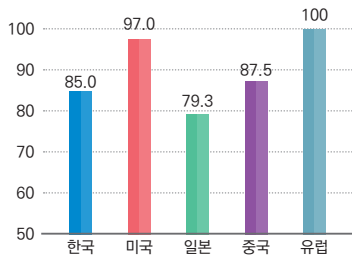


▶ 논문경쟁력

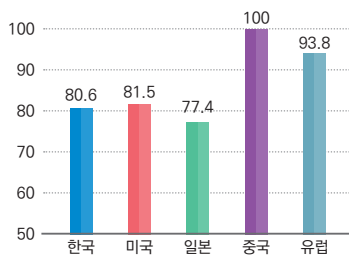
- 사물인터넷 분야 한국의 논문경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 85로 4위
 - (논문활동도) [1위]중국, [2위]유럽, [3위]미국, [4위]한국, [5위]일본
 - (논문영향력) [1위]유럽, [2위]미국, [3위]한국, [4위]중국, [5위]일본

사물인터넷 논문경쟁력

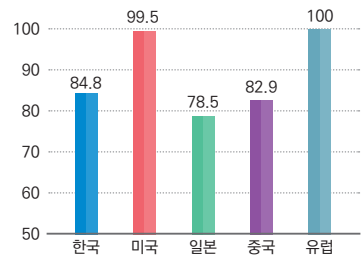
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
논문경쟁력	85.0	97.0	79.3	87.5	100
논문활동도	80.6	81.5	77.4	100	93.8
논문영향력	84.8	99.5	78.5	82.9	100



[논문경쟁력]



[논문활동도]

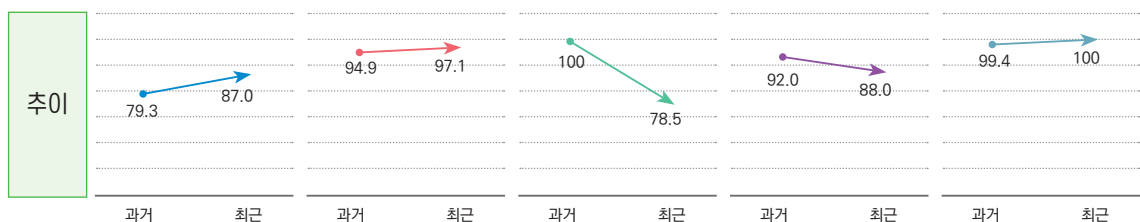


[논문영향력]

- 사물인터넷 분야 논문경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 유럽이며, 과거 최고 기술국은 일본이었으나 최근 감소 추세를 보임
 - (과거대비 최근구간 논문경쟁력 증가) 일본, 중국을 제외한 국가는 과거구간 대비 최근구간 증가 추이를 보이고 있음

사물인터넷 논문경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	85.0	97.0	79.3	87.5	100
과거	79.3	94.9	100	92.0	99.4
최근	87.0	97.1	78.5	88.0	100



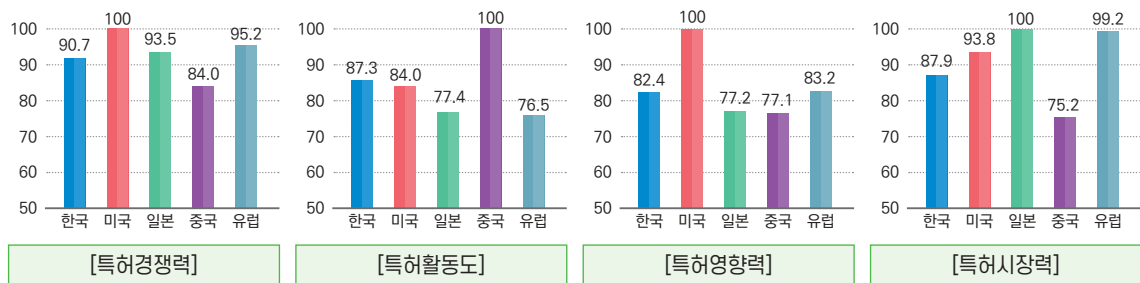
※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 특허경쟁력

- 사물인터넷 분야 한국의 특허경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 90.7로 4위
 - (특허활동도) [1위]중국, [2위]한국, [3위]미국, [4위]일본, [5위]유럽
 - (특허영향력) [1위]미국, [2위]유럽, [3위]한국, [4위]일본, [5위]중국
 - (특허시장력) [1위]일본, [2위]유럽, [3위]미국, [4위]한국, [5위]중국

사물인터넷 특허경쟁력

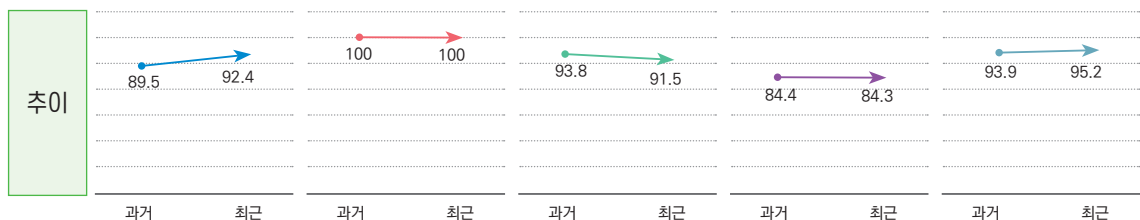
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
특허경쟁력	90.7	100	93.5	84.0	95.2
특허활동도	87.3	84.0	77.4	100	76.5
특허영향력	82.4	100	77.2	77.1	83.2
특허시장력	87.9	93.8	100	75.2	99.2



- 사물인터넷 분야 특허경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 미국이 계속 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 특허경쟁력 증가) 일본, 중국을 제외한 국가는 과거 대비 최근구간 증가 추이를 보이고 있음

사물인터넷 특허경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	90.7	100	93.5	84.0	95.2
과거	89.5	100	93.8	84.4	93.9
최근	92.4	100	91.5	84.3	95.2



※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 논문 기술경쟁력 상세

사물인터넷 논문 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	논문경쟁력					논문활동도					논문영향력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
사물인터넷	85.0	97.0	79.3	87.5	100	80.6	81.5	77.4	100	93.8	84.8	99.5	78.5	82.9	100
IoT플랫폼	86.2	99.5	82.4	86.0	100	81.6	81.8	78.2	100	96.1	83.9	100	80.1	78.8	96.9
IoT디바이스	80.7	96.2	80.0	88.9	100	83.6	84.1	78.7	99.9	100	80.0	99.4	80.3	86.0	100
IoT 서비스	82.6	97.0	81.2	86.9	100	80.9	81.5	78.0	100	94.9	82.0	99.8	80.9	82.4	100
IoT네트워킹	97.7	98.2	80.0	89.0	100	79.8	81.0	77.2	100	91.7	99.8	100	78.6	83.8	99.5

▶ 특허 기술경쟁력 상세

사물인터넷 특허 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	특허경쟁력					특허활동도					특허영향력					특허시장력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
사물인터넷	90.7	100	93.5	84.0	95.2	87.3	84.0	77.4	100	76.5	82.4	100	77.2	77.1	83.2	87.9	93.8	100	75.2	99.2
IoT플랫폼	93.6	100	95.6	85.7	97.0	89.8	84.2	77.8	100	76.7	82.7	100	77.1	77.1	83.4	88.5	89.5	100	74.7	98.3
IoT디바이스	92.3	100	92.7	82.9	92.9	97.0	86.6	80.1	100	78.0	82.4	100	77.2	77.8	81.3	90.4	95.5	100	74.5	98.0
IoT 서비스	92.3	100	96.2	85.8	95.2	91.2	86.6	78.4	100	76.3	81.5	100	77.4	77.6	82.2	86.0	88.1	100	74.0	95.2
IoT네트워킹	90.5	100	94.4	84.9	95.8	87.4	87.7	79.2	100	75.0	82.0	100	77.2	77.3	83.1	86.5	91.4	100	75.6	99.5

5

SW

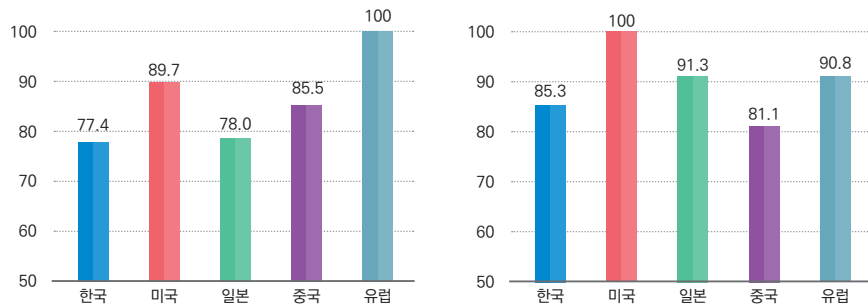
▶ 종합

- SW 분야의 기술경쟁력 평가 결과, 논문경쟁력은 유럽이 가장 높게 평가되었으며, 특허경쟁력은 미국이 최고기술 보유국으로 평가
- 논문경쟁력의 논문활동도, 논문영향력은 유럽이 최고기술국
 - (한국의 논문경쟁력) 한국은 SW 분야 논문경쟁력 5위. 논문활동도 측면에서 미국과 유사한 수준으로 평가되었으나, 논문영향력 측면에서 열위
 - (한국의 논문경쟁력 강세 영역) 응용SW 1개 분야 논문활동도 3위
- 특허경쟁력 세부 평가결과, 특허활동도, 특허영향력에서 미국이 최고기술국 평가
 - (한국의 특허경쟁력) 한국은 SW 분야 특허경쟁력 4위. 특허활동도, 특허시장력 4위에 위치하고 있으나, 특허영향력은 2위로 우위 평가
 - (한국의 특허경쟁력 강세 영역) 응용SW 1개 분야 특허영향력 2위

SW 분야 기술경쟁력

논문경쟁력	유럽 > 미국 > 중국 > 일본 > 한국
특허경쟁력	미국 > 일본 > 유럽 > 한국 > 중국

구분	논문경쟁력	특허경쟁력
최고기술보유국	유럽(100)	미국(100)
한국기술경쟁력	77.4	85.3

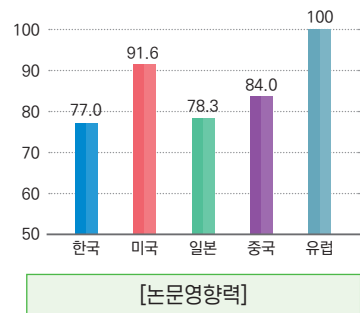
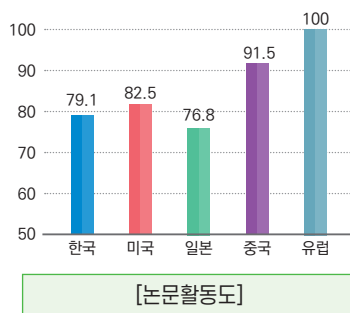
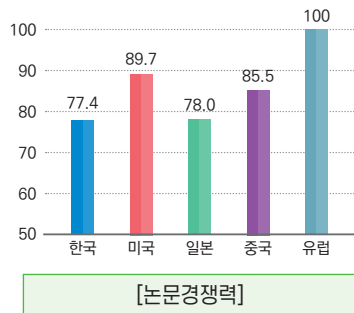
국가별
기술수준

▶ 논문경쟁력

- SW 분야 한국의 논문경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 77.4로 5위
 - (논문활동도) [1위]유럽, [2위]중국, [3위]미국, [4위]한국, [5위]일본
 - (논문영향력) [1위]유럽, [2위]미국, [3위]중국, [4위]일본, [5위]한국

SW 논문경쟁력

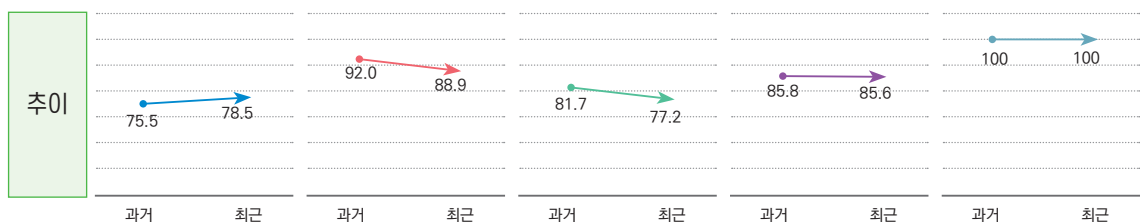
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
논문경쟁력	77.4	89.7	78.0	85.5	100
논문활동도	79.1	82.5	76.8	91.5	100
논문영향력	77.0	91.6	78.3	84.0	100



- SW 분야 논문경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 유럽이 계속 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 논문경쟁력 증가) 미국, 일본은 과거 대비 감소폭이 크고 한국, 중국은 증가함

SW 논문경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	77.4	89.7	78.0	85.5	100
과거	75.5	92.0	81.7	85.8	100
최근	78.5	88.9	77.2	85.6	100



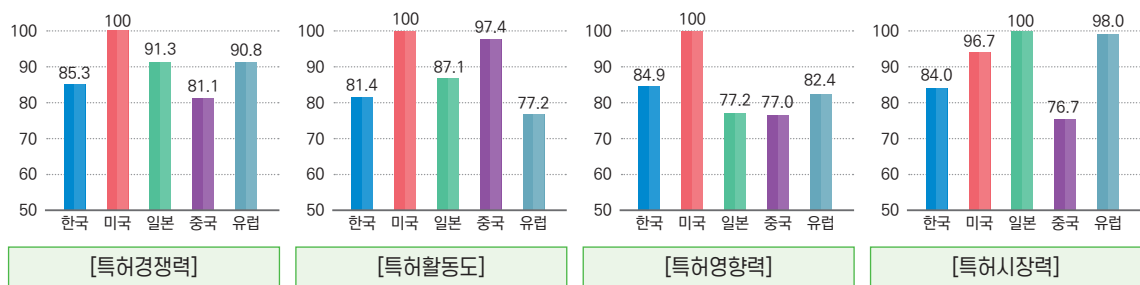
※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 특허경쟁력

- SW 분야 한국의 특허경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 85.3로 4위
 - (특허활동도) [1위]미국, [2위]중국, [3위]일본, [4위]한국, [5위]유럽
 - (특허영향력) [1위]미국, [2위]한국, [3위]유럽, [4위]일본, [5위]중국
 - (특허시장력) [1위]일본, [2위]유럽, [3위]미국, [4위]한국, [5위]중국

SW 특허경쟁력

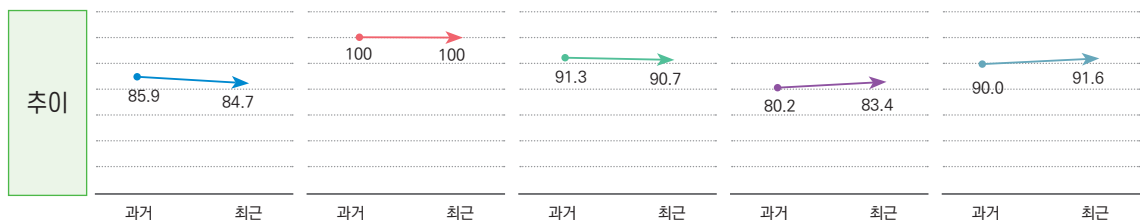
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
특허경쟁력	85.3	100	91.3	81.1	90.8
특허활동도	81.4	100	87.1	97.4	77.2
특허영향력	84.9	100	77.2	77.0	82.4
특허시장력	84.0	96.7	100	76.7	98.0



- SW 분야 특허경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 미국이 계속 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 특허경쟁력 증가) 중국, 유럽을 제외한 국가에서 소폭 감소하였음

SW 특허경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	85.3	100	91.3	81.1	90.8
과거	85.9	100	91.3	80.2	90.0
최근	84.7	100	90.7	83.4	91.6



※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 논문 기술경쟁력 상세

SW 논문 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	논문경쟁력					논문활동도					논문영향력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
SW	77.4	89.7	78.0	85.5	100	79.1	82.5	76.8	91.5	100	77.0	91.6	78.3	84.0	100
시스템SW	78.5	88.4	77.6	84.7	100	80.6	85.3	78.4	97.6	100	77.9	89.2	77.4	81.4	100
개발용SW	76.1	83.7	80.8	81.1	100	77.6	82.4	77.1	88.9	100	75.7	84.1	81.7	79.1	100
응용SW	80.1	96.0	79.7	87.9	100	81.9	79.9	75.5	88.3	100	79.5	100	80.6	87.6	99.8

▶ 특허 기술경쟁력 상세

SW 특허 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	특허경쟁력					특허활동도					특허영향력					특허시장력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
SW	85.3	100	91.3	81.1	90.8	81.4	100	87.1	97.4	77.2	84.9	100	77.2	77.0	82.4	84.0	96.7	100	76.7	98.0
시스템SW	81.2	100	91.4	81.8	91.4	78.4	100	83.6	89.9	76.4	79.7	100	77.6	78.0	85.1	79.8	95.8	100	78.8	96.7
개발용SW	84.3	100	92.8	83.6	91.9	81.7	97.4	83.9	100	77.9	81.9	100	77.3	77.4	82.2	80.7	93.4	100	77.2	96.4
응용SW	88.9	100	88.7	78.2	87.1	85.4	96.9	100	92.6	74.9	92.1	100	78.8	77.8	81.7	86.8	100	91.8	73.5	93.9

6 클라우드

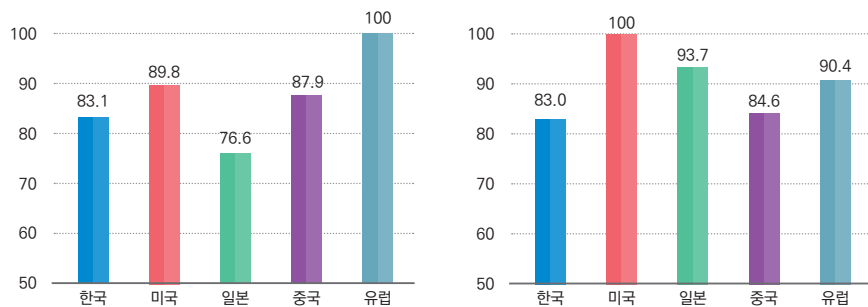
▶ 종합

- 클라우드 분야의 기술경쟁력 평가 결과, 논문경쟁력은 유럽이 가장 높게 평가되었으며, 특허 경쟁력은 미국이 최고기술 보유국으로 평가
- 논문경쟁력의 논문활동도는 중국이 우세, 논문영향력은 유럽이 최고기술국
 - (한국의 논문경쟁력) 한국은 클라우드 분야 논문경쟁력, 논문활동도, 논문영향력에서 4위
 - (한국의 논문경쟁력 강세 영역) 클라우드 응용 및 서비스 논문영향력 2위
- 특허경쟁력 세부 평가결과, 특허활동도와 특허영향력은 미국이 최고기술국이나 특허시장력은 일본이 우위
 - (한국의 특허경쟁력) 한국은 클라우드 분야 특허경쟁력 5위. 특허영향력 3위 및 특허활동도 4위에 위치
 - (한국의 특허경쟁력 강세 영역) 클라우드 응용 및 서비스 특허활동도, 특허영향력 3위

클라우드 분야 기술경쟁력

논문경쟁력	유럽 > 미국 > 중국 > 한국 > 일본
특허경쟁력	미국 > 일본 > 유럽 > 중국 > 한국

구분	논문경쟁력	특허경쟁력
최고기술보유국	유럽(100)	미국(100)
한국기술경쟁력	83.1	83.0

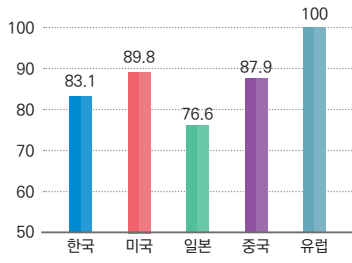
국가별
기술수준

▶ 논문경쟁력

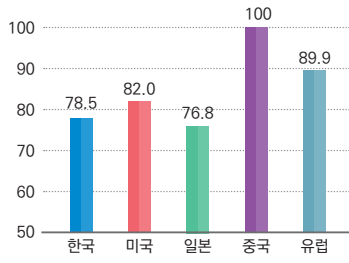
- 클라우드 분야 한국의 논문경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 83.1로 4위
 - (논문활동도) [1위]중국, [2위]유럽, [3위]미국, [4위]한국, [5위]일본
 - (논문영향력) [1위]유럽, [2위]미국, [3위]중국, [4위]한국, [5위]일본

클라우드 논문경쟁력

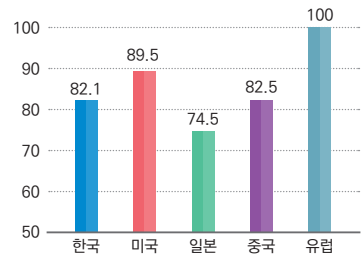
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
논문경쟁력	83.1	89.8	76.6	87.9	100
논문활동도	78.5	82.0	76.8	100	89.9
논문영향력	82.1	89.5	74.5	82.5	100



[논문경쟁력]



[논문활동도]

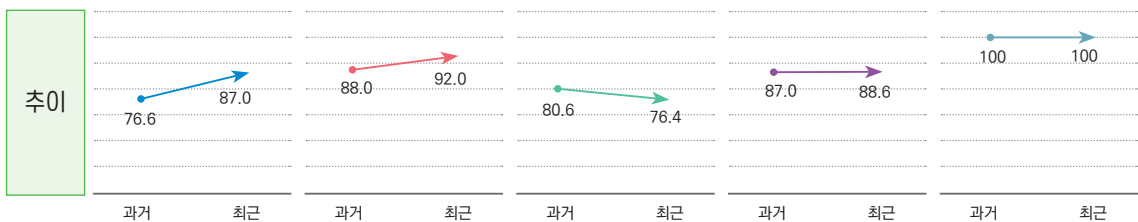


[논문영향력]

- 클라우드 분야 논문경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 유럽이 계속 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 논문경쟁력 증가) 일본을 제외한 모든 국가가 과거구간 대비 최근구간 증가 추이를 보이고 있음

클라우드 논문경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	83.1	89.8	76.6	87.9	100
과거	76.6	88.0	80.6	87.0	100
최근	87.0	92.0	76.4	88.6	100



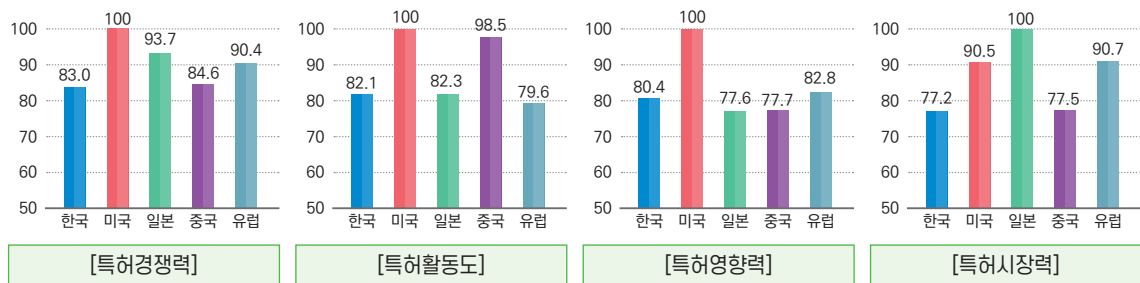
※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 특허경쟁력

- 클라우드 분야 한국의 특허경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 83로 5위
 - (특허활동도) [1위]미국, [2위]중국, [3위]일본, [4위]한국, [5위]유럽
 - (특허영향력) [1위]미국, [2위]유럽, [3위]한국, [4위]중국, [5위]일본
 - (특허시장력) [1위]일본, [2위]유럽, [3위]미국, [4위]중국, [5위]한국

클라우드 특허경쟁력

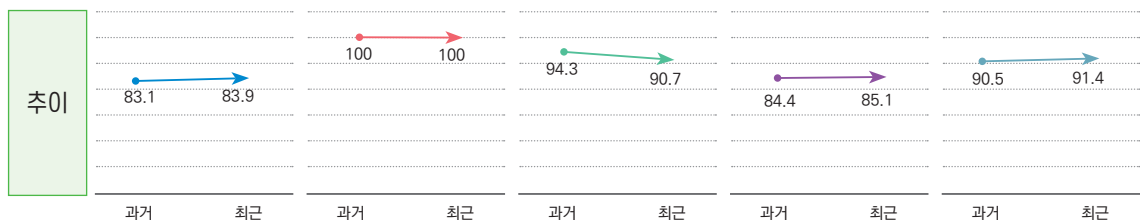
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
특허경쟁력	83.0	100	93.7	84.6	90.4
특허활동도	82.1	100	82.3	98.5	79.6
특허영향력	80.4	100	77.6	77.7	82.8
특허시장력	77.2	90.5	100	77.5	90.7



- 클라우드 분야 특허경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 미국이 계속 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 특허경쟁력 증가) 일본을 제외한 모든 국가가 과거 대비 최근구간 증가 추이를 보이고 있으며, 한국이 상대적으로 증가폭 낮음

클라우드 특허경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	83.0	100	93.7	84.6	90.4
과거	83.1	100	94.3	84.4	90.5
최근	83.9	100	90.7	85.1	91.4



※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 논문 기술경쟁력 상세

클라우드 논문 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	논문경쟁력					논문활동도					논문영향력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
클라우드	83.1	89.8	76.6	87.9	100	78.5	82.0	76.8	100	89.9	82.1	89.5	74.5	82.5	100
클라우드 응용 및 서비스	90.8	90.1	74.9	91.9	100	79.1	82.7	76.8	100	91.6	91.9	90.0	72.8	87.8	100
클라우드 자원 관리	86.3	93.2	78.6	85.4	100	78.2	81.5	77.0	100	88.9	85.9	93.6	76.8	79.2	100

▶ 특허 기술경쟁력 상세

클라우드 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	특허경쟁력					특허활동도					특허영향력					특허시장력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
클라우드	83.0	100	93.7	84.6	90.4	82.1	100	82.3	98.5	79.6	80.4	100	77.6	77.7	82.8	77.2	90.5	100	77.5	90.7
클라우드 응용 및 서비스	83.9	100	94.8	85.1	90.3	83.5	100	82.0	99.0	79.4	79.8	100	78.0	77.8	82.5	77.4	88.5	100	76.6	88.9
클라우드 자원 관리	82.4	100	93.2	84.0	90.3	80.0	100	81.1	93.2	77.9	80.7	100	77.5	77.8	82.4	76.9	91.0	100	78.3	91.7

7 컴퓨팅시스템

▶ 종합

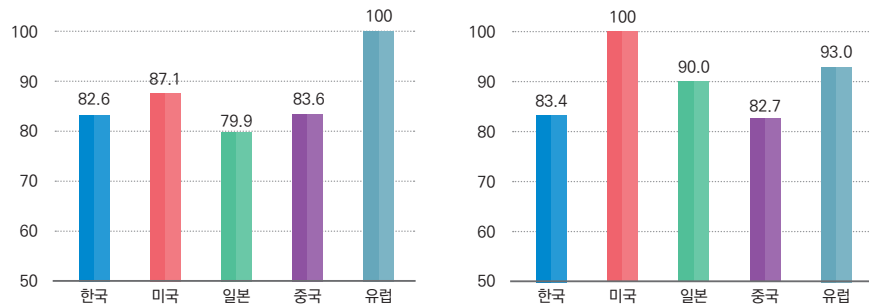
- 컴퓨팅시스템 분야의 기술경쟁력 평가 결과, 논문경쟁력은 유럽이 가장 높게 평가되었으며, 특허 경쟁력은 미국이 최고기술 보유국으로 평가
- 논문경쟁력의 논문활동도는 중국이 우세, 논문영향력은 유럽이 최고기술국
 - (한국의 논문경쟁력) 한국은 컴퓨팅시스템 분야 논문경쟁력 4위. 논문활동도 측면에서 미국과 유사한 수준으로 평가되었으나, 논문영향력 측면에서 열위
 - (한국의 논문경쟁력 강세 영역) 기반컴퓨팅 논문영향력 2위로 최고기술국 유럽 다음 순위로 평가
- 특허경쟁력 세부 평가결과, 특허활동도, 특허영향력은 미국이 우세하나 특허시장력은 유럽이 우위
 - (한국의 특허경쟁력) 한국은 컴퓨팅시스템 분야 특허경쟁력 4위 및 특허활동도, 특허영향력, 특허시장력 모두 4위
 - (한국의 특허경쟁력 강세 영역) 차세대컴퓨팅 특허활동도 3위로 일본, 유럽 대비 우위 평가

컴퓨팅시스템 분야 기술경쟁력

논문경쟁력	유럽 > 미국 > 중국 > 한국 > 일본
특허경쟁력	미국 > 유럽 > 일본 > 한국 > 중국

구분	논문경쟁력	특허경쟁력
최고기술보유국	유럽(100)	미국(100)
한국기술경쟁력	82.6	83.4

국가별 기술수준

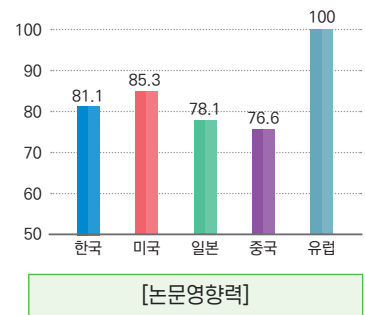
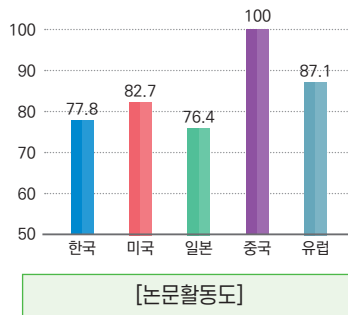
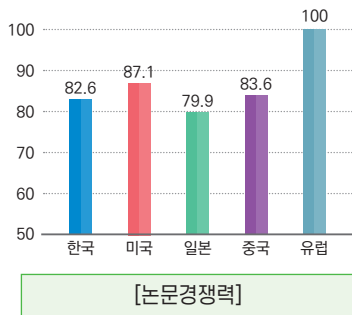


▶ 논문경쟁력

- 컴퓨팅시스템 분야 한국의 논문경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 82.6로 4위
 - (논문활동도) [1위]중국, [2위]유럽, [3위]미국, [4위]한국, [5위]일본
 - (논문영향력) [1위]유럽, [2위]미국, [3위]한국, [4위]일본, [5위]중국

컴퓨팅시스템 논문경쟁력

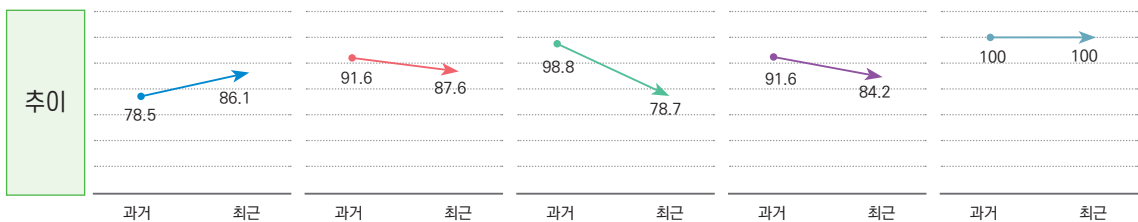
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
논문경쟁력	82.6	87.1	79.9	83.6	100
논문활동도	77.8	82.7	76.4	100	87.1
논문영향력	81.1	85.3	78.1	76.6	100



- 컴퓨팅시스템 분야 논문경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 유럽이 계속 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 논문경쟁력 증가) 최고 기술국 유럽을 제외한 모든 국가에서 다른 기술 대비 큰 감소폭을 보임

컴퓨팅시스템 논문경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	82.6	87.1	79.9	83.6	100
과거	78.5	91.6	98.8	91.6	100
최근	86.1	87.6	78.7	84.2	100



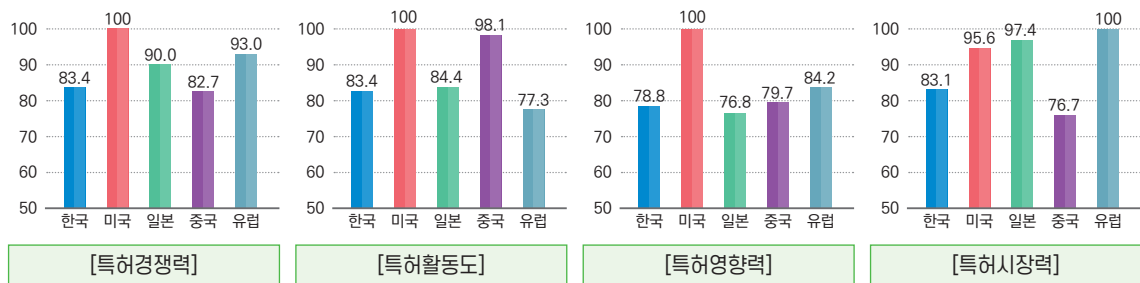
※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 특허경쟁력

- 컴퓨팅시스템 분야 한국의 특허경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 83.4로 4위
 - (특허활동도) [1위]미국, [2위]중국, [3위]일본, [4위]한국, [5위]유럽
 - (특허영향력) [1위]미국, [2위]유럽, [3위]중국, [4위]한국, [5위]일본
 - (특허시장력) [1위]유럽, [2위]일본, [3위]미국, [4위]한국, [5위]중국

컴퓨팅시스템 특허경쟁력

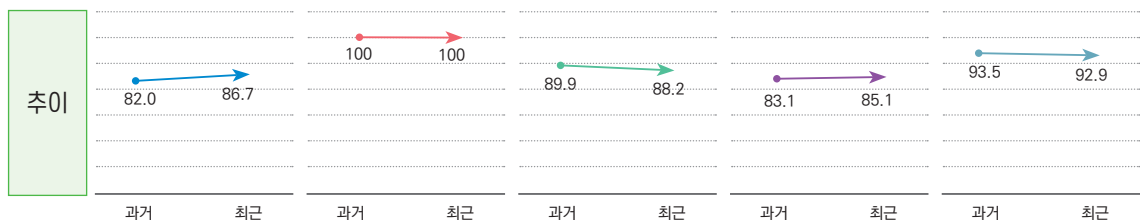
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
특허경쟁력	83.4	100	90.0	82.7	93.0
특허활동도	83.4	100	84.4	98.1	77.3
특허영향력	78.8	100	76.8	79.7	84.2
특허시장력	83.1	95.6	97.4	76.7	100



- 컴퓨팅시스템 분야 특허경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 미국이 계속 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 특허경쟁력 증가) 한국, 중국은 과거 대비 최근구간 증가 추이를 보이고 있으며, 한국이 상대적으로 증가폭 큼

컴퓨팅시스템 특허경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	83.4	100	90.0	82.7	93.0
과거	82.0	100	89.9	83.1	93.5
최근	86.7	100	88.2	85.1	92.9



※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 논문 기술경쟁력 상세

컴퓨팅 시스템 논문 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	논문경쟁력					논문활동도					논문영향력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
컴퓨팅시스템	82.6	87.1	79.9	83.6	100	77.8	82.7	76.4	100	87.1	81.1	85.3	78.1	76.6	100
차세대 컴퓨팅	80.7	86.6	81.7	82.9	100	78.2	83.9	76.2	100	89.1	79.1	84.8	80.8	76.1	100
기반 컴퓨팅	90.1	87.4	77.8	86.5	100	77.6	82.0	76.7	100	85.5	89.9	85.5	75.1	79.8	100

▶ 특허 기술경쟁력 상세

컴퓨팅 시스템 특허 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	특허경쟁력					특허활동도					특허영향력					특허시장력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
컴퓨팅시스템	83.4	100	90.0	82.7	93.0	83.4	100	84.4	98.1	77.3	78.8	100	76.8	79.7	84.2	83.1	95.6	97.4	76.7	100
차세대 컴퓨팅	82.7	100	90.3	81.9	89.8	82.7	100	81.6	93.4	76.1	79.0	100	76.6	80.5	82.4	82.7	96.7	100	76.9	96.4
기반 컴퓨팅	84.6	100	89.7	84.3	96.4	83.2	99.2	85.6	100	77.7	78.8	100	77.1	79.5	86.2	80.9	90.4	91.4	74.9	100

8 자율주행자동차

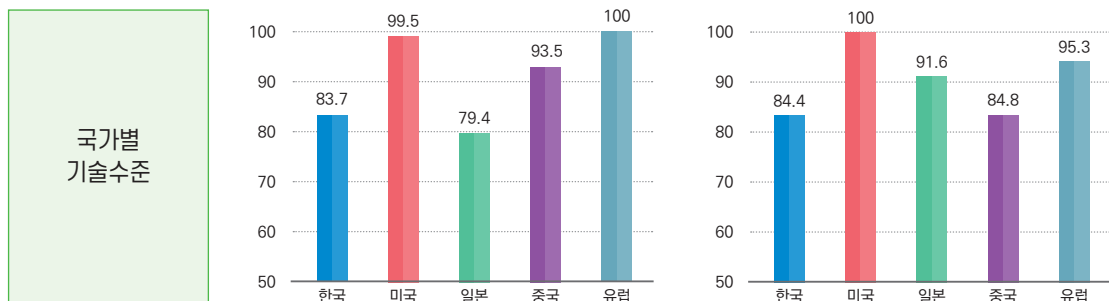
▶ 종합

- 자율주행자동차 분야의 기술경쟁력 평가 결과, 논문경쟁력은 유럽이 가장 높게 평가되었으며, 특허경쟁력은 미국이 최고기술 보유국으로 평가
- 논문경쟁력의 논문활동도는 중국이 우세, 논문영향력은 미국이 최고기술국
 - (한국의 논문경쟁력) 한국은 자율주행자동차 분야 논문경쟁력 4위. 논문활동도, 논문영향력 4위
 - (한국의 논문경쟁력 강세 영역) 자율주행 요소기술, 자율주행 플랫폼 및 서비스의 논문활동도, 논문영향력 4위로 일본 대비 우위 평가
- 특허경쟁력 세부 평가결과, 특허활동도는 중국이 우세하나 특허영향력은 미국, 특허시장력은 유럽이 우위
 - (한국의 특허경쟁력) 한국은 자율주행자동차 분야 특허경쟁력 5위. 특허활동도와 특허시장력 4위이나 특허영향력은 3위
 - (한국의 특허경쟁력 강세 영역) 자율주행 요소기술, 자율주행 플랫폼 및 서비스 특허영향력 3위

자율주행자동차 분야 기술경쟁력

논문경쟁력	유럽 > 미국 > 중국 > 한국 > 일본
특허경쟁력	미국 > 유럽 > 일본 > 중국 > 한국

구분	논문경쟁력	특허경쟁력
최고기술보유국	유럽(100)	미국(100)
한국기술경쟁력	83.7	84.4

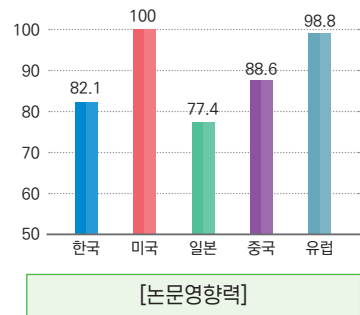
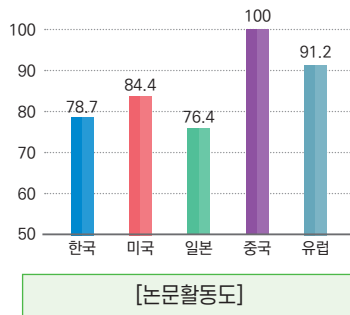
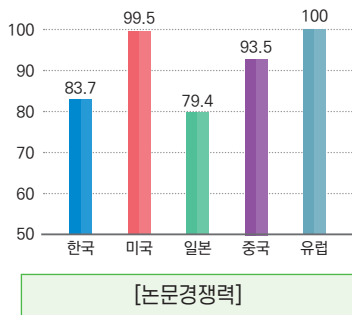


▶ 논문경쟁력

- 자율주행자동차 분야 한국의 논문경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 83.7로 4위
 - (논문활동도) [1위]중국, [2위]유럽, [3위]미국, [4위]한국, [5위]일본
 - (논문영향력) [1위]미국, [2위]유럽, [3위]중국, [4위]한국, [5위]일본

자율주행자동차 논문경쟁력

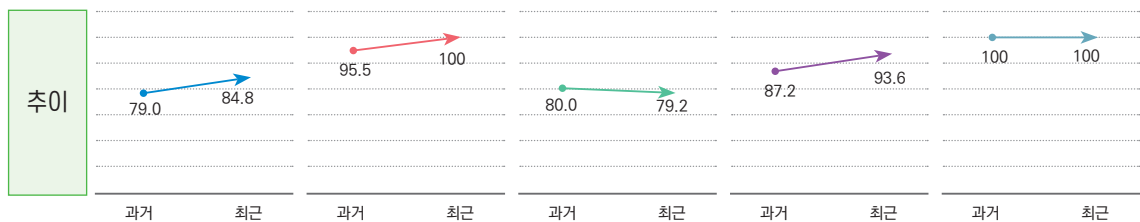
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
논문경쟁력	83.7	99.5	79.4	93.5	100
논문활동도	78.7	84.4	76.4	100	91.2
논문영향력	82.1	100	77.4	88.6	98.8



- 자율주행자동차 분야 논문경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 유럽과 미국에서 유사한 수준으로 나타남
 - (과거대비 최근구간 논문경쟁력 증가) 한국, 미국, 중국에서 증가되었으며 다른 기술 대비 증가폭이 큼

자율주행자동차 논문경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	83.7	99.5	79.4	93.5	100
과거	79.0	95.5	80.0	87.2	100
최근	84.8	100	79.2	93.6	99.9



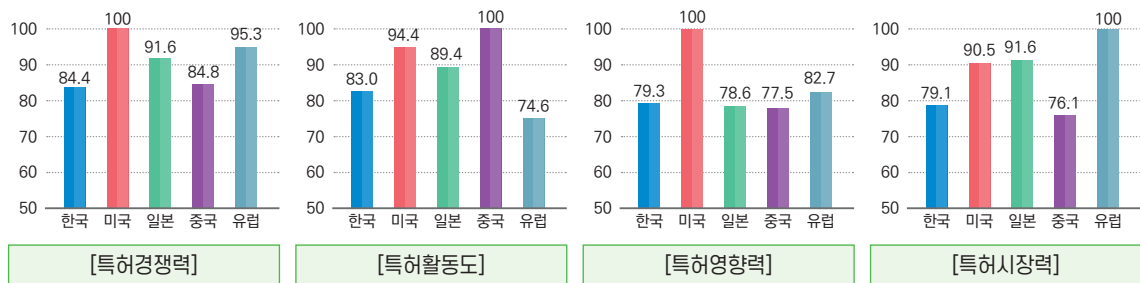
※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 특허경쟁력

- 자율주행자동차 분야 한국의 특허경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 84.4로 5위
 - (특허활동도) [1위]중국, [2위]미국, [3위]일본, [4위]한국, [5위]유럽
 - (특허영향력) [1위]미국, [2위]유럽, [3위]한국, [4위]일본, [5위]중국
 - (특허시장력) [1위]유럽, [2위]일본, [3위]미국, [4위]한국, [5위]중국

자율주행자동차 특허경쟁력

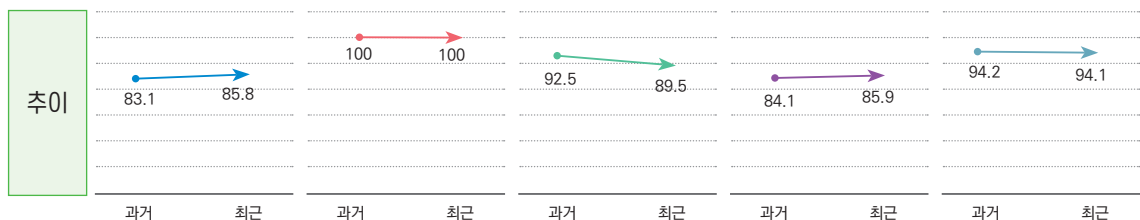
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
특허경쟁력	84.4	100	91.6	84.8	95.3
특허활동도	83.0	94.4	89.4	100	74.6
특허영향력	79.3	100	78.6	77.5	82.7
특허시장력	79.1	90.5	91.6	76.1	100



- 자율주행자동차 분야 특허경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 미국이 계속 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 특허경쟁력 증가) 한국, 중국에서 과거 대비 최근구간 증가 추이를 보이고 있음

자율주행자동차 특허경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	84.4	100	91.6	84.8	95.3
과거	83.1	100	92.5	84.1	94.2
최근	85.8	100	89.5	85.9	94.1



※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 논문 기술경쟁력 상세

자율주행자동차 논문 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	논문경쟁력					논문활동도					논문영향력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
자율주행자동차	83.7	99.5	79.4	93.5	100	78.7	84.4	76.4	100	91.2	82.1	100	77.4	88.6	98.8
자율주행 요소기술	84.4	99.7	79.3	94.0	100	78.7	83.5	76.3	100	90.5	82.5	100	76.9	88.7	98.5
자율주행 플랫폼 및 서비스	83.5	100	78.9	90.9	99.2	79.4	88.6	77.0	100	95.0	82.1	100	77.0	85.8	97.3

▶ 특허 기술경쟁력 상세

자율주행자동차 특허 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	특허경쟁력					특허활동도					특허영향력					특허시장력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
자율주행자동차	84.4	100	91.6	84.8	95.3	83.0	94.4	89.4	100	74.6	79.3	100	78.6	77.5	82.7	79.1	90.5	91.6	76.1	100
자율주행 요소기술	83.6	100	90.9	83.3	94.1	87.7	100	93.1	99.8	75.4	78.9	100	78.8	77.5	83.7	79.5	92.3	92.1	76.3	100
자율주행플랫폼 및 서비스	85.2	100	92.3	86.0	96.9	79.3	92.6	83.4	100	76.9	80.2	100	78.0	77.5	82.6	78.9	88.5	92.8	76.4	100

9 인공지능

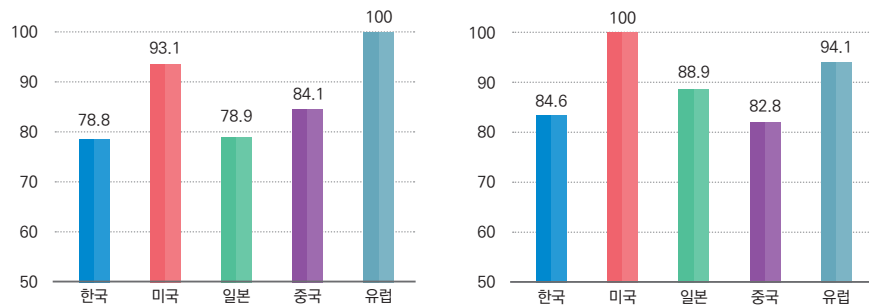
▶ 종합

- 인공지능 분야의 기술경쟁력 평가 결과, 논문경쟁력은 유럽이 가장 높게 평가되었으며, 특허 경쟁력은 미국이 최고기술 보유국으로 평가
- 논문경쟁력의 논문활동도와 논문영향력 모두 유럽이 우세
 - (한국의 논문경쟁력) 한국은 인공지능 분야 논문경쟁력 5위. 논문활동도 4위, 논문영향력 5위
 - (한국의 논문경쟁력 강세 영역) 학습지능, 단일지능, 복합지능 논문활동도 및 논문영향력 모두 4위
- 특허경쟁력 세부 평가결과, 특허영향력은 미국, 특허시장력은 유럽이 우세하나 특허활동도는 중국이 최고기술국
 - (한국의 특허경쟁력) 한국은 인공지능 분야 특허경쟁력 4위. 특허활동도와 특허시장력 4위에 위치하고 있으나, 특허영향력은 3위
 - (한국의 특허경쟁력 강세 영역) 학습지능 특허활동도 2위로 최고기술국 미국 다음 순위로 평가

인공지능 분야 기술경쟁력

논문경쟁력	유럽 > 미국 > 중국 > 일본 > 한국
특허경쟁력	미국 > 유럽 > 일본 > 한국 > 중국

구분	논문경쟁력	특허경쟁력
최고기술보유국	유럽(100)	미국(100)
한국기술경쟁력	78.8	84.6

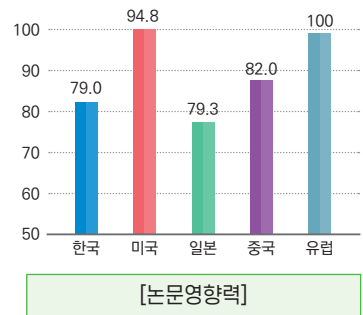
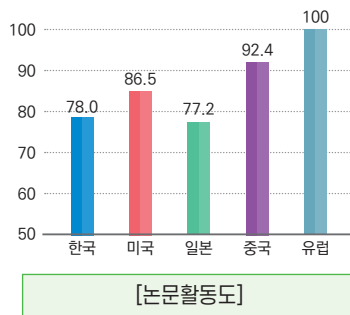
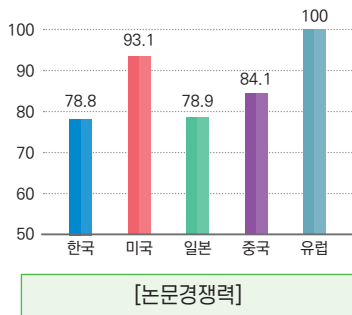
국가별
기술수준

▶ 논문경쟁력

- 인공지능 분야 한국의 논문경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 78.8로 5위
 - (논문활동도) [1위]유럽, [2위]중국, [3위]미국, [4위]한국, [5위]일본
 - (논문영향력) [1위]유럽, [2위]미국, [3위]중국, [4위]일본, [5위]한국

인공지능 논문경쟁력

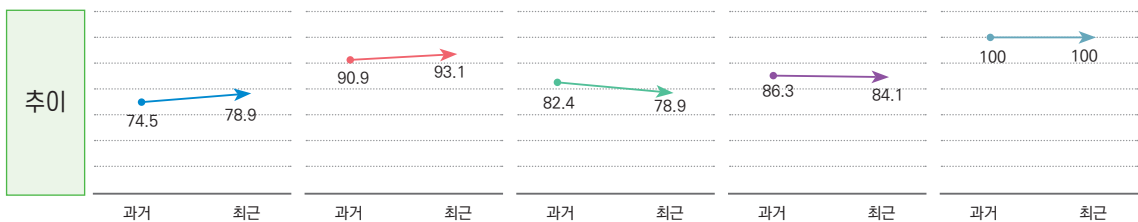
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
논문경쟁력	78.8	93.1	78.9	84.1	100
논문활동도	78.0	86.5	77.2	92.4	100
논문영향력	79.0	94.8	79.3	82.0	100



- 인공지능 분야 논문경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 유럽이 계속 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 논문경쟁력 증가) 일본을 제외한 국가가 과거구간 대비 최근구간 증가 추이를 보이고 있음

인공지능 논문경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	78.8	93.1	78.9	84.1	100
과거	74.5	90.9	82.4	86.3	100
최근	78.9	93.1	78.9	84.1	100



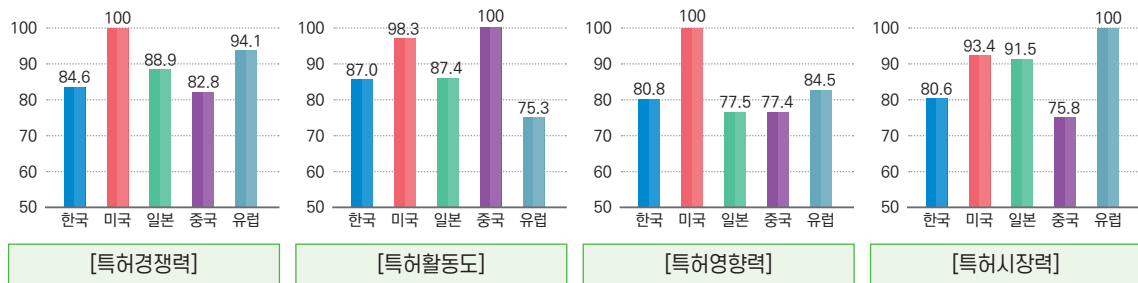
※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 특허경쟁력

- 인공지능 분야 한국의 특허경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 84.6로 4위
 - (특허활동도) [1위]중국, [2위]미국, [3위]일본, [4위]한국, [5위]유럽
 - (특허영향력) [1위]미국, [2위]유럽, [3위]한국, [4위]일본, [5위]중국
 - (특허시장력) [1위]유럽, [2위]미국, [3위]일본, [4위]한국, [5위]중국

인공지능 특허경쟁력

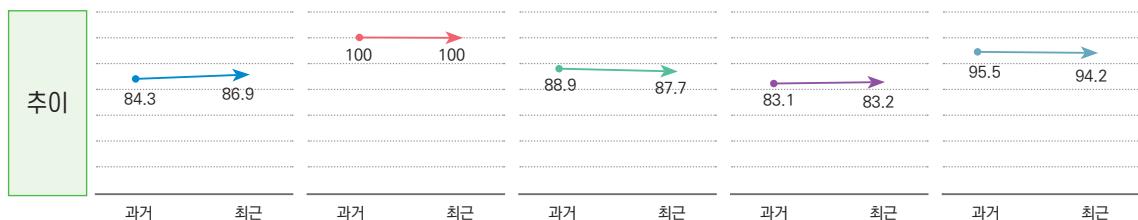
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
특허경쟁력	84.6	100	88.9	82.8	94.1
특허활동도	87.0	98.3	87.4	100	75.3
특허영향력	80.8	100	77.5	77.4	84.5
특허시장력	80.6	93.4	91.5	75.8	100



- 인공지능 분야 특허경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 미국이 계속 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 특허경쟁력 증가) 한국, 중국에서 과거 대비 최근구간 증가 추이를 보이고 있으며, 한국이 상대적으로 증가폭이 큼

인공지능 특허경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	84.6	100	88.9	82.8	94.1
과거	84.3	100	88.9	83.1	95.5
최근	86.9	100	87.7	83.2	94.2



※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 논문 기술경쟁력 상세

인공지능 논문 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	논문경쟁력					논문활동도					논문영향력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
인공지능	78.8	93.1	78.9	84.1	100	78.0	86.5	77.2	92.4	100	79.0	94.8	79.3	82.0	100
학습지능	79.7	92.4	76.4	86.2	100	76.9	85.7	76.9	88.3	100	80.4	94.2	76.3	85.6	100
단일지능	78.8	94.1	78.5	87.3	100	79.4	89.7	78.0	96.7	100	78.7	95.3	78.6	84.8	100
복합지능	79.0	92.6	81.3	80.8	100	77.6	85.8	76.8	90.6	100	79.4	94.4	82.5	78.3	100

▶ 특허 기술경쟁력 상세

인공지능 특허 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	특허경쟁력					특허활동도					특허영향력					특허시장력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
인공지능	84.6	100	88.9	82.8	94.1	87.0	98.3	87.4	100	75.3	80.8	100	77.5	77.4	84.5	80.6	93.4	91.5	75.8	100
학습지능	81.9	100	88.7	79.7	89.2	84.4	100	82.7	83.3	73.8	81.3	100	77.1	78.0	82.0	81.5	100	99.1	79.8	99.1
단일지능	86.6	100	89.0	84.2	97.3	88.2	94.8	95.0	100	73.9	81.2	100	77.3	77.8	88.3	80.3	90.3	85.8	74.8	100
복합지능	85.2	100	90.6	83.8	94.6	85.5	91.9	80.5	100	75.2	80.6	100	78.0	77.0	83.6	80.8	93.4	94.8	76.5	100

10 빅데이터

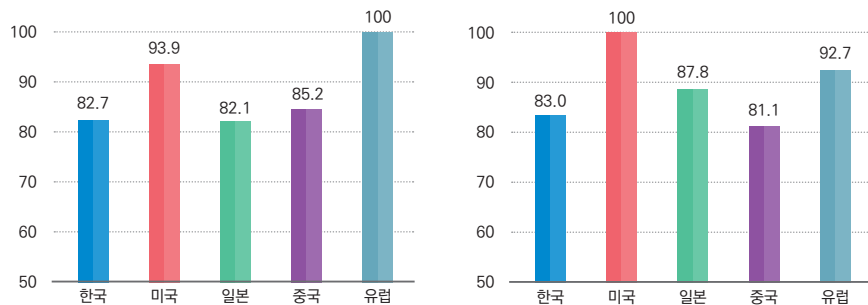
▶ 종합

- 빅데이터 분야의 기술경쟁력 평가 결과, 논문경쟁력은 유럽이 가장 높게 평가되었으며, 특허 경쟁력은 미국이 최고기술 보유국으로 평가
- 논문경쟁력의 논문활동도는 중국이 우세, 논문영향력은 유럽이 최고기술국
 - (한국의 논문경쟁력) 한국은 빅데이터 분야 논문경쟁력 4위. 논문활동도 측면에서 4위이나 논문영향력은 3위로 일본, 중국 대비 우위
 - (한국의 논문경쟁력 강세 영역) 빅데이터 처리·유통 논문영향력 3위
- 특허경쟁력 세부 평가결과, 특허활동도, 특허영향력 미국이 우세하나 특허시장력은 유럽이 우위
 - (한국의 특허경쟁력) 한국은 빅데이터 분야 특허경쟁력, 특허활동도, 특허시장력 4위. 특허영향력은 3위
 - (한국의 특허경쟁력 강세 영역) 빅데이터 처리·유통, 빅데이터 분석·활용 특허영향력 3위

빅데이터 분야 기술경쟁력

논문경쟁력	유럽 > 미국 > 중국 > 한국 > 일본
특허경쟁력	미국 > 유럽 > 일본 > 한국 > 중국

구분	논문경쟁력	특허경쟁력
최고기술보유국	유럽(100)	미국(100)
한국기술경쟁력	82.7	83.0

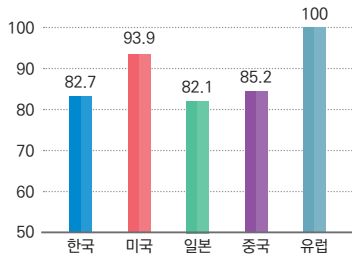
국가별
기술수준

▶ 논문경쟁력

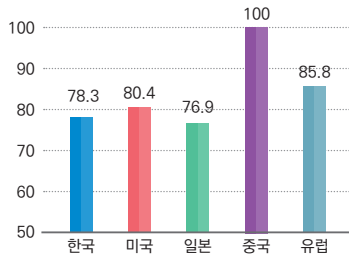
- 빅데이터 분야 한국의 논문경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 82.7로 4위
 - (논문활동도) [1위]중국, [2위]유럽, [3위]미국, [4위]한국, [5위]일본
 - (논문영향력) [1위]유럽, [2위]미국, [3위]한국, [4위]일본, [5위]중국

빅데이터 논문경쟁력

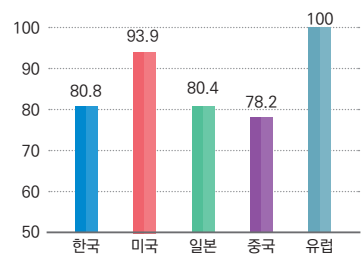
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
논문경쟁력	82.7	93.9	82.1	85.2	100
논문활동도	78.3	80.4	76.9	100	85.8
논문영향력	80.8	93.9	80.4	78.2	100



[논문경쟁력]



[논문활동도]

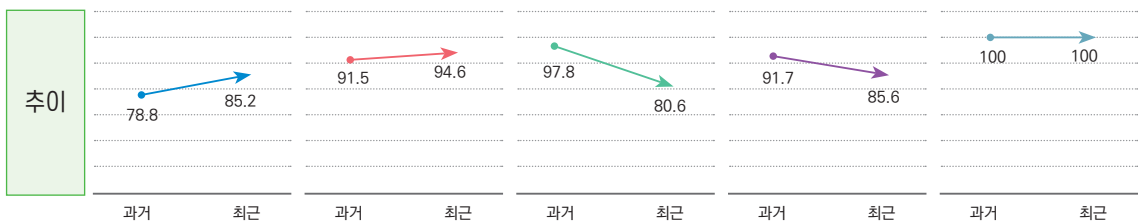


[논문영향력]

- 빅데이터 분야 논문경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 유럽이 계속 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 논문경쟁력 증가) 한국, 미국은 과거구간 대비 최근구간 증가 추이를 보이고 있음

빅데이터 논문경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	82.7	93.9	82.1	85.2	100
과거	78.8	91.5	97.8	91.7	100
최근	85.2	94.6	80.6	85.6	100



※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 특허경쟁력

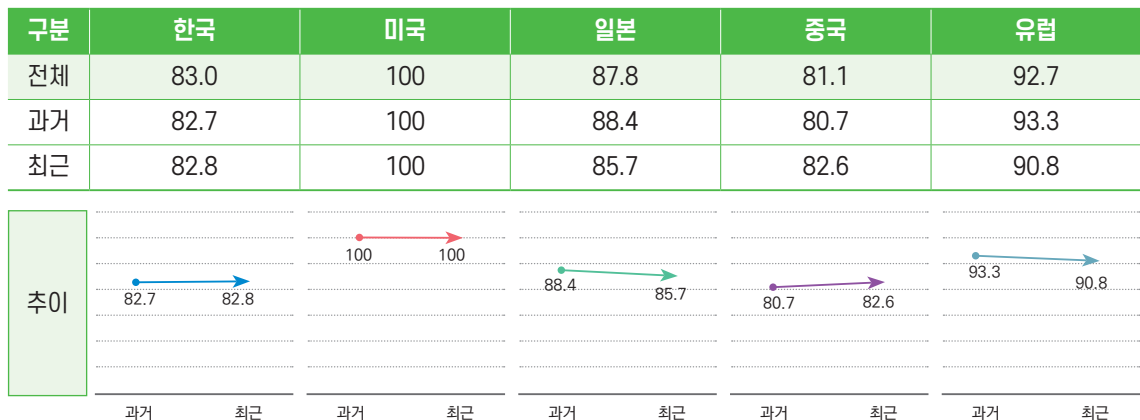
- 빅데이터 분야 한국의 특허경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 83로 4위
 - (특허활동도) [1위]미국, [2위]중국, [3위]일본, [4위]한국, [5위]유럽
 - (특허영향력) [1위]미국, [2위]유럽, [3위]한국, [4위]일본, [5위]중국
 - (특허시장력) [1위]유럽, [2위]미국, [3위]일본, [4위]한국, [5위]중국

빅데이터 특허경쟁력



- 빅데이터 분야 특허경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 미국이 계속 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 특허경쟁력 증가) 유럽을 제외한 모든 국가가 과거 대비 최근구간 증가 추이를 보이고 있음

빅데이터 특허경쟁력 추이



※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 논문 기술경쟁력 상세

빅데이터 논문 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	논문경쟁력					논문활동도					논문영향력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
빅데이터	82.7	93.9	82.1	85.2	100	78.3	80.4	76.9	100	85.8	80.8	93.9	80.4	78.2	100
빅데이터 처리·유통	85.8	96.1	80.4	86.4	100	78.2	80.7	76.9	100	86.7	84.8	96.8	78.5	79.9	100
빅데이터 분석·활용	81.6	92.3	84.5	83.8	100	78.3	80.4	76.9	100	85.8	79.4	92.0	83.4	76.5	100

▶ 특허 기술경쟁력 상세

빅데이터 특허 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	특허경쟁력					특허활동도					특허영향력					특허시장력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
빅데이터	83.0	100	87.8	81.1	92.7	84.1	100	87.0	99.1	76.8	81.8	100	78.0	76.5	86.2	81.5	97.6	93.1	77.2	100
빅데이터 처리·유통	83.1	100	87.0	81.2	92.4	84.8	99.3	91.0	100	76.1	81.7	100	78.5	76.1	85.0	81.2	97.2	89.5	76.9	100
빅데이터 분석·활용	83.2	100	89.5	81.5	93.0	83.2	100	82.7	97.1	77.5	82.0	100	77.3	77.2	87.3	82.5	98.1	98.8	78.5	100

11 방송·미디어

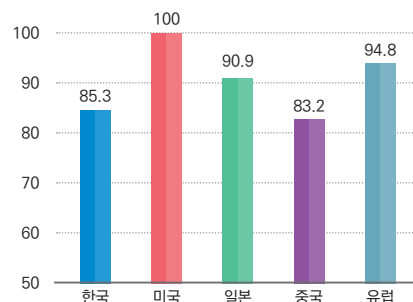
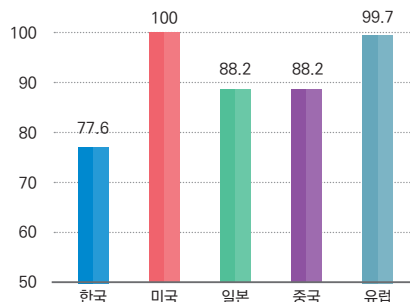
▶ 종합

- 방송·미디어 분야의 기술경쟁력 평가 결과, 논문경쟁력과 특허경쟁력 모두 미국이 최고기술 보유국으로 평가
- 논문경쟁력의 논문활동도는 유럽이 우세, 논문영향력은 미국이 최고기술국
 - (한국의 논문경쟁력) 한국은 방송·미디어 분야 논문경쟁력 5위. 논문활동도 측면에서 미국과 유사한 수준으로 평가되었으나, 논문영향력 측면에서 열위
 - (한국의 논문경쟁력 강세 영역) 논문활동도 측면에서 모든 기술 분야에 대해 4위로 일본 대비 우위
- 특허경쟁력 세부 평가결과, 특허활동도와 특허영향력은 미국이 우세하나 특허시장력은 유럽이 우세
 - (한국의 특허경쟁력) 한국은 방송·미디어 분야 특허경쟁력 4위. 특허활동도 및 특허시장력 4위에 위치하고 있으나, 특허영향력은 3위
 - (한국의 특허경쟁력 강세 영역) 특허영향력 측면에서 모든 기술 분야에 대해 3위로 일본, 중국 대비 우세

방송·미디어 분야 기술경쟁력

논문경쟁력	미국 > 유럽 > 일본 = 중국 > 한국	
특허경쟁력	미국 > 유럽 > 일본 > 한국 > 중국	

구분	논문경쟁력	특허경쟁력
최고기술보유국	유럽(100)	미국(100)
한국기술경쟁력	77.6	85.3

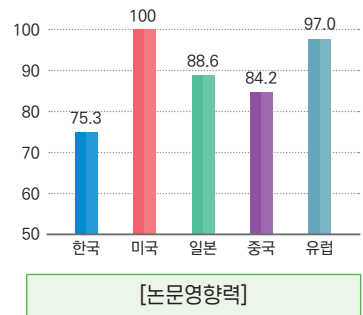
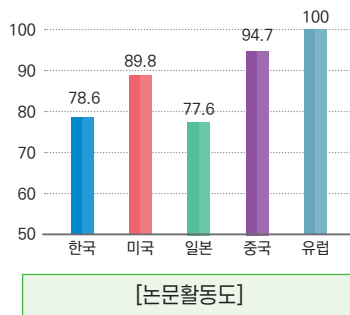
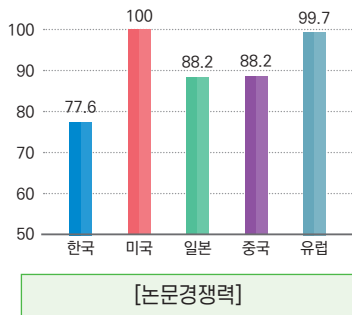
국가별
기술수준

▶ 논문경쟁력

- 방송·미디어 분야 한국의 논문경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 77.6로 5위
 - (논문활동도) [1위]유럽, [2위]중국, [3위]미국, [4위]한국, [5위]일본
 - (논문영향력) [1위]미국, [2위]유럽, [3위]일본, [4위]중국, [5위]한국

방송·미디어 논문경쟁력

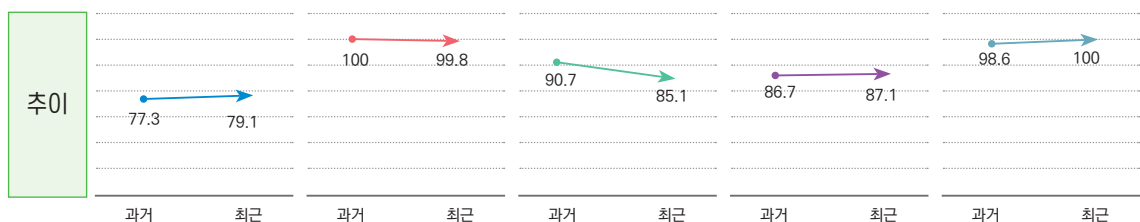
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
논문경쟁력	77.6	100	88.2	88.2	99.7
논문활동도	78.6	89.8	77.6	94.7	100
논문영향력	75.3	100	88.6	84.2	97.0



- 방송·미디어 분야 논문경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 미국과 유럽이 유사한 수준으로 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 논문경쟁력 증가) 일본, 미국을 제외한 국가는 소폭 상승 폭을 보임

방송·미디어 논문경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	77.6	100	88.2	88.2	99.7
과거	77.3	100	90.7	86.7	98.6
최근	79.1	99.8	85.1	87.1	100



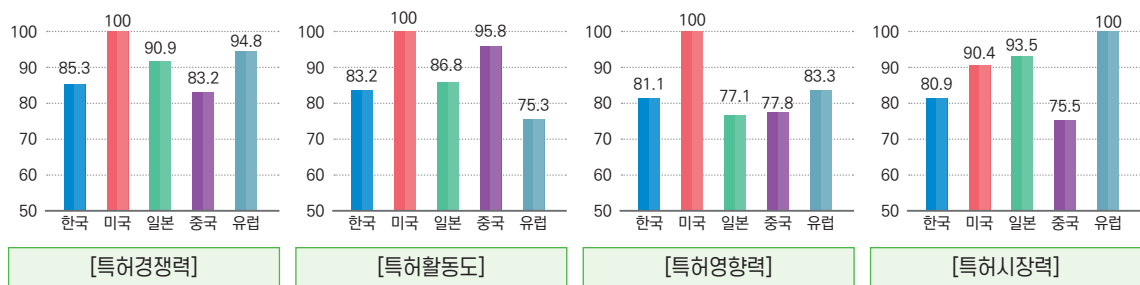
※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 특허경쟁력

- 방송·미디어 분야 한국의 특허경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 85.3로 4위
 - (특허활동도) [1위]미국, [2위]중국, [3위]일본, [4위]한국, [5위]유럽
 - (특허영향력) [1위]미국, [2위]유럽, [3위]한국, [4위]중국, [5위]일본
 - (특허시장력) [1위]유럽, [2위]일본, [3위]미국, [4위]한국, [5위]중국

방송·미디어 특허경쟁력

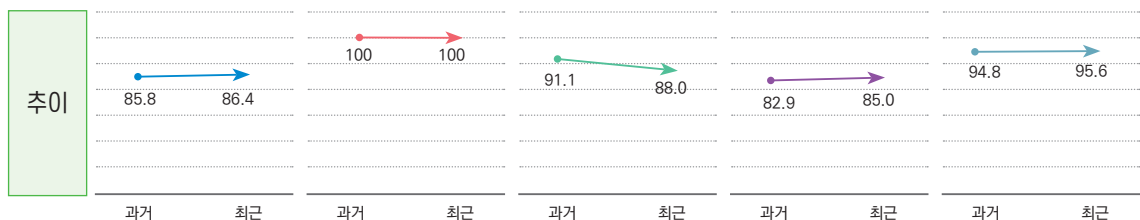
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
특허경쟁력	85.3	100	90.9	83.2	94.8
특허활동도	83.2	100	86.8	95.8	75.3
특허영향력	81.1	100	77.1	77.8	83.3
특허시장력	80.9	90.4	93.5	75.5	100



- 방송·미디어 분야 특허경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 미국이 계속 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 특허경쟁력 증가) 일본을 제외한 국가가 과거 대비 최근구간 증가 추이를 보이고 있음

방송·미디어 특허경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	85.3	100	90.9	83.2	94.8
과거	85.8	100	91.1	82.9	94.8
최근	86.4	100	88.0	85.0	95.6



※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 논문 기술경쟁력 상세

방송·미디어 논문 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	논문경쟁력					논문활동도					논문영향력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
방송·미디어	77.6	100	88.2	88.2	99.7	78.6	89.8	77.6	94.7	100	75.3	100	88.6	84.2	97.0
방송·미디어 서비스	77.3	100	93.1	91.0	99.9	78.9	88.1	77.7	95.4	100	74.5	100	94.2	87.0	96.8
미디어 부호화	77.0	97.6	88.4	88.1	100	79.4	90.6	79.0	100	98.3	76.0	99.0	90.5	84.6	100
미디어 품질·신뢰	79.8	100	79.3	87.6	97.2	77.8	90.4	76.7	89.1	100	78.3	100	78.0	85.0	94.1
방송·미디어 플랫폼	80.9	98.6	80.9	90.4	100	80.9	86.1	78.2	100	98.2	79.4	100	80.1	86.2	98.6

▶ 특허 기술경쟁력 상세

방송·미디어 특허 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	특허경쟁력					특허활동도					특허영향력					특허시장력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
방송·미디어	85.3	100	90.9	83.2	94.8	83.2	100	86.8	95.8	75.3	81.1	100	77.1	77.8	83.3	80.9	90.4	93.5	75.5	100
방송·미디어 서비스	87.2	100	93.7	82.8	94.2	85.5	100	85.9	94.7	74.3	82.0	100	77.2	77.1	84.7	84.1	91.4	100	76.3	99.0
미디어 부호화	86.2	100	90.3	83.5	95.4	82.7	100	92.3	95.5	75.4	81.2	100	76.8	78.3	82.4	81.1	88.6	89.3	74.2	100
미디어 품질·신뢰	84.2	100	89.8	85.1	95.9	82.2	94.6	88.2	100	75.1	80.9	100	76.8	78.1	84.6	78.1	90.8	90.1	76.7	100
방송·미디어 플랫폼	83.7	100	92.0	81.9	92.4	82.5	100	80.6	90.6	75.5	79.9	100	78.0	77.5	83.4	81.8	93.9	100	77.6	98.4

12 디지털 콘텐츠

▶ 종합

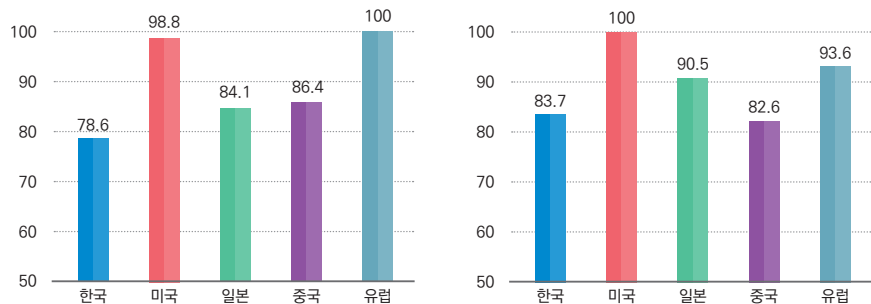
- 디지털 콘텐츠 분야의 기술경쟁력 평가 결과, 논문경쟁력은 유럽이 가장 높게 평가되었으며, 특허경쟁력은 미국이 최고기술 보유국으로 평가
- 논문경쟁력의 논문활동도는 유럽이 우세, 논문영향력은 미국이 최고기술국
 - (한국의 논문경쟁력) 한국은 디지털 콘텐츠 분야 논문경쟁력 5위. 세부적으로 논문활동도와 논문영향력 5위로 평가
 - (한국의 논문경쟁력 강세 영역) 콘텐츠 플랫폼 1개 기술분야에 대해 4위
- 특허경쟁력 세부 평가결과, 특허활동도는 중국이 우세하나 특허영향력은 미국, 특허시장력은 유럽이 우위
 - (한국의 특허경쟁력) 한국은 디지털 콘텐츠 분야 특허경쟁력 4위. 특허활동도 및 특허시장력 4위에 위치하고 있으나, 특허영향력은 3위
 - (한국의 특허경쟁력 강세 영역) 디지털 콘텐츠 전 세부 분야에 대해 특허영향력 3위로 일본, 중국 대비 우세

디지털 콘텐츠 분야 기술경쟁력

논문경쟁력	유럽 > 미국 > 중국 > 일본 > 한국
특허경쟁력	미국 > 유럽 > 일본 > 한국 > 중국

구분	논문경쟁력	특허경쟁력
최고기술보유국	유럽(100)	미국(100)
한국기술경쟁력	78.6	83.7

국가별 기술수준

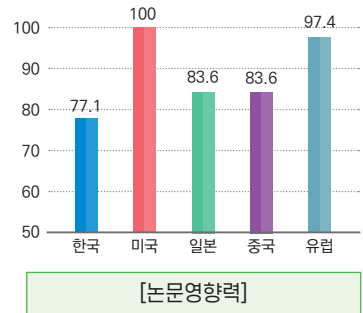
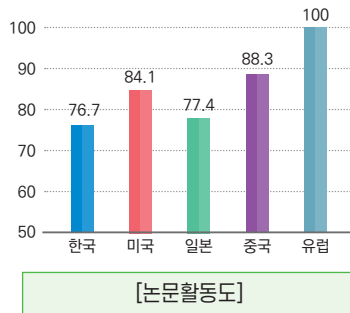
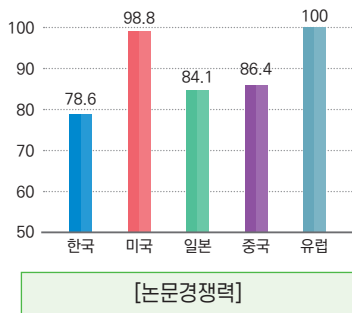


▶ 논문경쟁력

- 디지털 콘텐츠 분야 한국의 논문경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 78.6로 5위
 - (논문활동도) [1위]유럽, [2위]중국, [3위]미국, [4위]일본, [5위]한국
 - (논문영향력) [1위]미국, [2위]유럽, [3위]일본/중국, [5위] 한국

디지털 콘텐츠 논문경쟁력

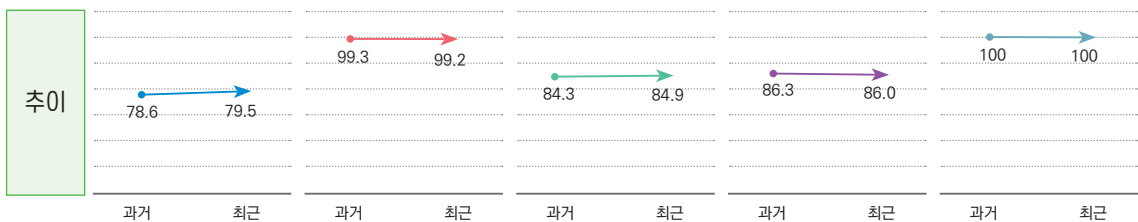
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
논문경쟁력	78.6	98.8	84.1	86.4	100
논문활동도	76.7	84.1	77.4	88.3	100
논문영향력	77.1	100	83.6	83.6	97.4



- 디지털 콘텐츠 분야 논문경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 유럽이 계속 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 논문경쟁력 증가) 한국, 일본은 과거 대비 최근 구간 증가 추이를 보이고 있으며, 한국이 상대적으로 증가폭 큼

디지털 콘텐츠 논문경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	78.6	98.8	84.1	86.4	100
과거	78.6	99.3	84.3	86.3	100
최근	79.5	99.2	84.9	86.0	100



※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 특허경쟁력

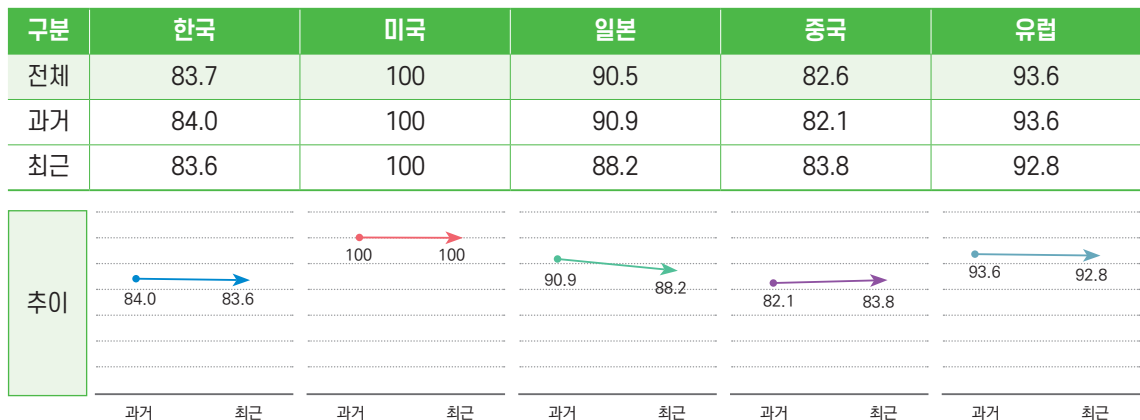
- 디지털 콘텐츠 분야 한국의 특허경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 83.7로 4위
 - (특허활동도) [1위]중국, [2위]일본, [3위]미국, [4위]한국, [5위]유럽
 - (특허영향력) [1위]미국, [2위]유럽, [3위]한국, [4위]일본, [5위]중국
 - (특허시장력) [1위]유럽, [2위]미국, [3위]일본, [4위]한국, [5위]중국

디지털 콘텐츠 특허경쟁력



- 디지털 콘텐츠 분야 특허경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 미국이 계속 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 특허경쟁력 증가) 중국을 제외한 모든 국가가 과거 대비 최근구간 감소 추이를 보이고 있음

디지털 콘텐츠 특허경쟁력 추이



※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 논문 기술경쟁력 상세

디지털 콘텐츠 논문 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	논문경쟁력					논문활동도					논문영향력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
디지털 콘텐츠	78.6	98.8	84.1	86.4	100	76.7	84.1	77.4	88.3	100	77.1	100	83.6	83.6	97.4
콘텐츠 생성	78.8	98.7	94.4	84.5	100	76.7	84.3	77.1	84.5	100	77.4	100	96.5	82.4	97.5
콘텐츠 가시화	78.6	96.5	79.7	90.9	100	75.8	84.7	78.0	86.1	100	79.3	99.5	80.1	92.1	100
콘텐츠 인터랙션	80.5	100	84.7	84.4	99.1	77.0	84.4	77.5	89.9	100	78.1	100	83.2	79.5	94.8
콘텐츠 플랫폼	79.2	97.7	82.3	89.1	100	80.0	83.8	79.1	97.1	100	77.9	100	82.0	85.8	98.6

▶ 특허 기술경쟁력 상세

디지털 콘텐츠 특허 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	특허경쟁력					특허활동도					특허영향력					특허시장력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
디지털 콘텐츠	83.7	100	90.5	82.6	93.6	84.3	98.0	98.3	100	77.2	80.3	100	77.9	77.4	83.6	80.7	94.3	91.8	76.0	100
콘텐츠 생성	83.8	100	90.7	82.7	93.7	83.6	98.7	96.9	100	77.3	80.0	100	77.9	77.6	83.0	80.9	93.6	92.1	75.8	100
콘텐츠 가시화	83.4	100	90.8	80.3	92.5	79.0	100	85.3	91.5	76.1	80.8	100	78.3	76.6	84.7	83.8	96.6	98.5	77.0	100
콘텐츠 인터랙션	83.1	100	91.3	83.1	92.2	82.2	94.3	87.2	100	75.1	80.4	100	77.9	77.4	82.8	81.7	97.2	98.2	78.5	100
콘텐츠 플랫폼	84.4	100	91.6	82.8	95.9	81.4	84.4	100	85.9	73.9	80.3	100	77.9	77.2	84.5	78.9	93.4	88.9	76.7	100

13 스마트 디바이스

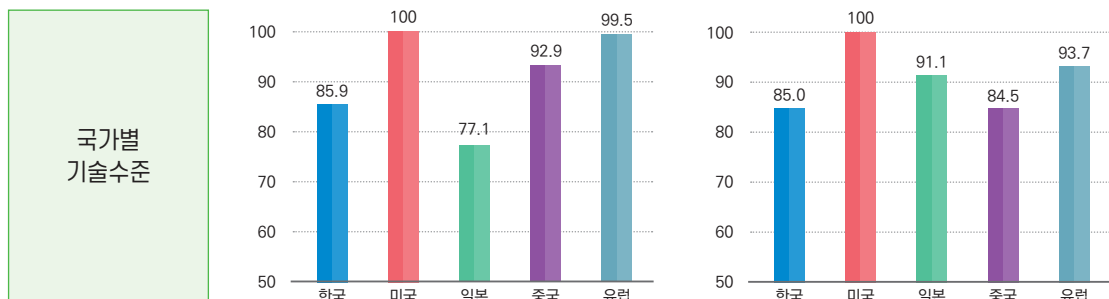
▶ 종합

- 스마트 디바이스 분야의 기술경쟁력 평가 결과, 논문경쟁력과 특허경쟁력에서 미국이 최고기술 보유국으로 평가
- 논문경쟁력의 논문활동도는 유럽이 우세, 논문영향력은 미국이 최고기술국
 - (한국의 논문경쟁력) 한국은 스마트 디바이스 분야 논문경쟁력, 논문활동도, 논문영향력 모두 4위
 - (한국의 논문경쟁력 강세 영역) 스마트 디바이스 전 세부 분야에 대해 논문활동도 4위
- 특허경쟁력 세부 평가결과, 특허활동도는 중국이 우세하나 특허영향력은 미국, 특허시장력은 유럽이 최고기술 보유국으로 평가
 - (한국의 특허경쟁력) 한국은 스마트 디바이스 분야 특허경쟁력 4위, 특허활동도 3위 및 특허영향력은 2위
 - (한국의 특허경쟁력 강세 영역) 웨어러블 디바이스, 3D프린팅 2개 분야에 대해 특허영향력 2위

스마트 디바이스 분야 기술경쟁력

논문경쟁력	미국 > 유럽 > 중국 > 한국 > 일본
특허경쟁력	미국 > 유럽 > 일본 > 한국 > 중국

구분	논문경쟁력	특허경쟁력
최고기술보유국	유럽(100)	미국(100)
한국기술경쟁력	85.9	85.0

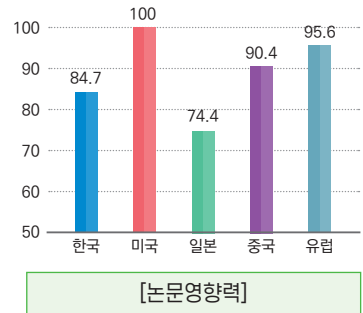
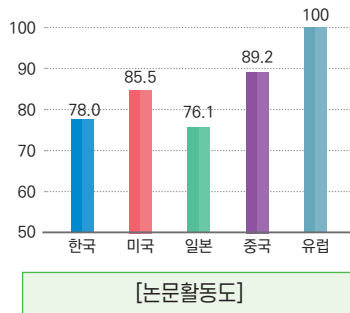
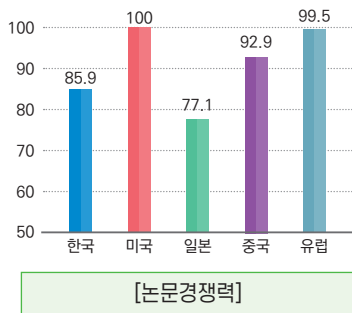


▶ 논문경쟁력

- 스마트 디바이스 분야 한국의 논문경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 85.9로 4위
 - (논문활동도) [1위]유럽, [2위]중국, [3위]미국, [4위]한국, [5위]일본
 - (논문영향력) [1위]미국, [2위]유럽, [3위]중국, [4위]한국, [5위]일본

스마트 디바이스 논문경쟁력

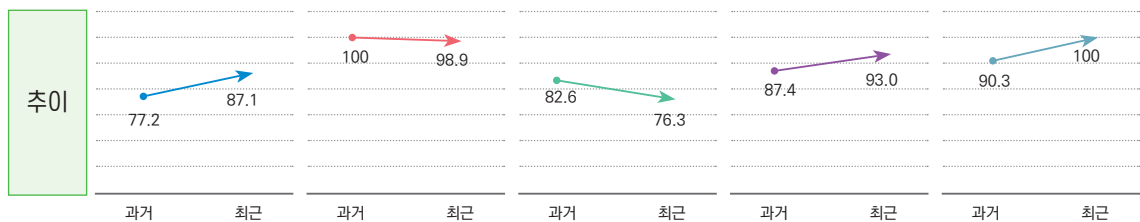
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
논문경쟁력	85.9	100	77.1	92.9	99.5
논문활동도	78.0	85.5	76.1	89.2	100
논문영향력	84.7	100	74.4	90.4	95.6



- 스마트 디바이스 분야 논문경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 미국과 유럽이 유사한 수준을 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 논문경쟁력 증가) 한국, 중국이 과거구간 대비 최근구간 증가 추이를 보이고 있음

스마트 디바이스 논문경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	85.9	100	77.1	92.9	99.5
과거	77.2	100	82.6	87.4	90.3
최근	87.1	98.9	76.3	93.0	100



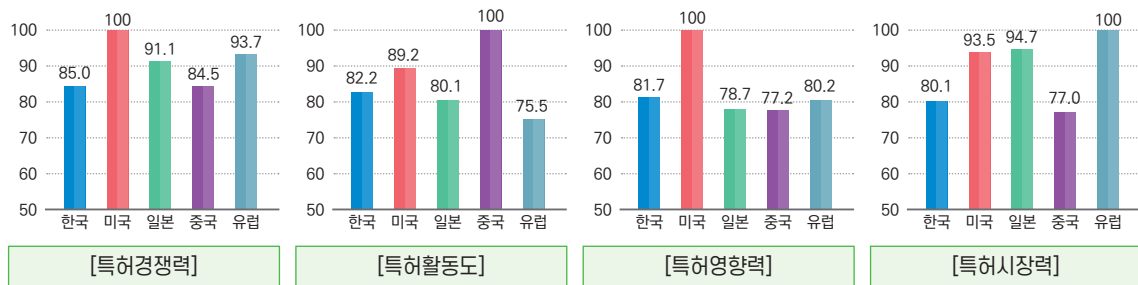
※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 특허경쟁력

- 스마트 디바이스 분야 한국의 특허경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 85로 4위
 - (특허활동도) [1위]중국, [2위]미국, [3위]한국, [4위]일본, [5위]유럽
 - (특허영향력) [1위]미국, [2위]한국, [3위]유럽, [4위]일본, [5위]중국
 - (특허시장력) [1위]유럽, [2위]일본, [3위]미국, [4위]한국, [5위]중국

스마트 디바이스 특허경쟁력

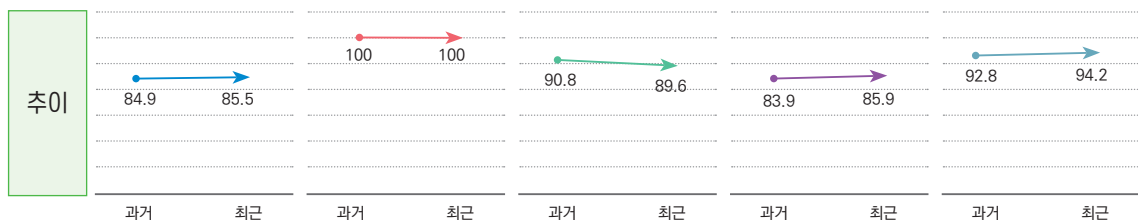
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
특허경쟁력	85.0	100	91.1	84.5	93.7
특허활동도	82.2	89.2	80.1	100	75.5
특허영향력	81.7	100	78.7	77.2	80.2
특허시장력	80.1	93.5	94.7	77.0	100



- 스마트 디바이스 분야 특허경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 미국이 계속 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 특허경쟁력 증가) 일본을 제외한 모든 국가가 과거 대비 최근구간 증가 추이를 보이고 있음

스마트 디바이스 특허경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	85.0	100	91.1	84.5	93.7
과거	84.9	100	90.8	83.9	92.8
최근	85.5	100	89.6	85.9	94.2



※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 논문 기술경쟁력 상세

스마트 디바이스 논문 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	논문경쟁력					논문활동도					논문영향력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
스마트 디바이스	85.9	100	77.1	92.9	99.5	78.0	85.5	76.1	89.2	100	84.7	100	74.4	90.4	95.6
웨어러블 디바이스	89.6	99.6	76.3	96.2	100	78.5	87.5	75.6	88.8	100	90.0	100	74.3	95.4	97.2
3D프린팅	77.3	100	85.1	93.4	98.1	77.8	85.3	75.9	85.3	100	74.2	100	84.3	92.0	93.9
지능형 엣지 디바이스	81.1	96.8	78.7	88.9	100	79.0	84.5	78.1	94.9	100	81.6	100	78.8	87.4	100

▶ 특허 기술경쟁력 상세

스마트 디바이스 특허 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	특허경쟁력					특허활동도					특허영향력					특허시장력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
스마트 디바이스	85.0	100	91.1	84.5	93.7	82.2	89.2	80.1	100	75.5	81.7	100	78.7	77.2	80.2	80.1	93.5	94.7	77.0	100
웨어러블 디바이스	85.5	100	90.4	83.2	92.5	89.5	91.5	83.5	100	73.6	82.2	100	78.7	76.6	80.9	80.7	95.4	94.7	77.2	100
3D프린팅	84.7	100	92.1	85.3	93.8	80.2	86.9	79.2	100	76.4	81.4	100	79.0	77.7	79.4	80.0	93.8	96.3	77.9	100
지능형 엣지 디바이스	84.4	100	90.2	84.7	95.9	78.9	91.1	79.7	100	78.5	78.1	100	78.9	78.4	82.4	80.9	91.1	91.2	75.0	100

14 지능형 반도체

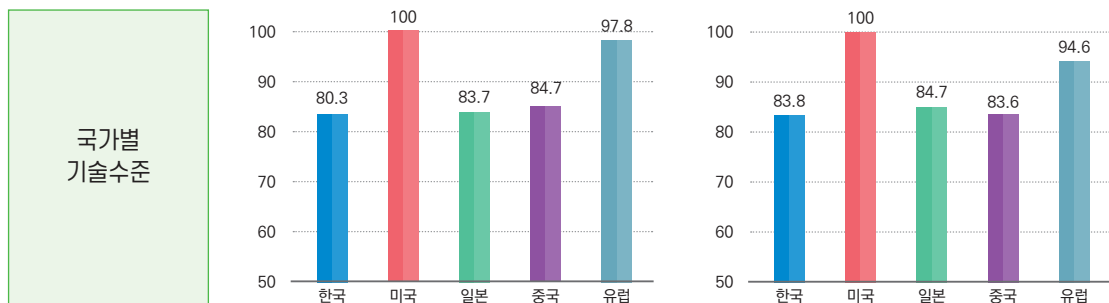
▶ 종합

- 지능형 반도체 분야의 기술경쟁력 평가 결과, 논문경쟁력과 특허경쟁력 모두 미국이 최고기술 보유국으로 평가
- 논문경쟁력의 논문활동도는 유럽이 우세, 논문영향력은 미국이 최고기술국
 - (한국의 논문경쟁력) 한국은 지능형 반도체 분야 논문경쟁력 5위. 논문활동도 4위, 논문영향력 5위
 - (한국의 논문경쟁력 강세 영역) 지능형시스템 소프트웨어 1개 분야 논문영향력 3위
- 특허경쟁력 세부 평가결과, 특허활동도는 중국이 우세하나 특허영향력은 미국, 특허시장력은 유럽이 우위
 - (한국의 특허경쟁력) 한국은 지능형 반도체 분야 특허경쟁력 4위. 특허활동도 및 특허시장력 4위에 위치하고 있으나, 특허영향력은 3위
 - (한국의 특허경쟁력 강세 영역) 지능형 프로세서, 지능형 시스템, 지능형시스템 소프트웨어, 지능형 소자 및 공정 기술의 특허영향력 3위

지능형 반도체 분야 기술경쟁력

논문경쟁력	미국 > 유럽 > 중국 > 일본 > 한국
특허경쟁력	미국 > 유럽 > 일본 > 한국 > 중국

구분	논문경쟁력	특허경쟁력
최고기술보유국	유럽(100)	미국(100)
한국기술경쟁력	80.3	83.8

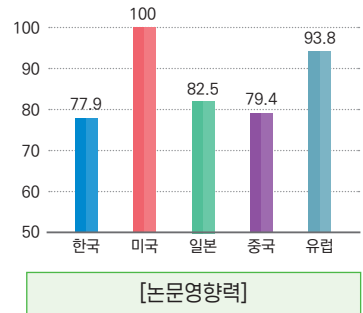
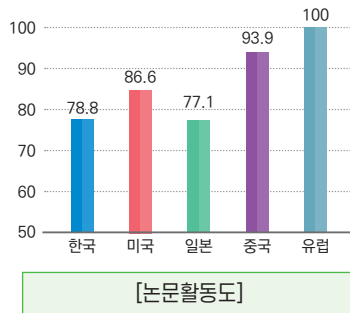
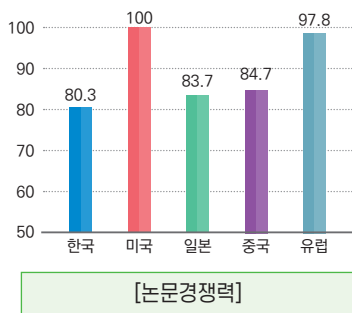


▶ 논문경쟁력

- 지능형 반도체 분야 한국의 논문경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 80.3로 5위
 - (논문활동도) [1위]유럽, [2위]중국, [3위]미국, [4위]한국, [5위]일본
 - (논문영향력) [1위]미국, [2위]유럽, [3위]일본, [4위]중국, [5위]한국

지능형 반도체 논문경쟁력

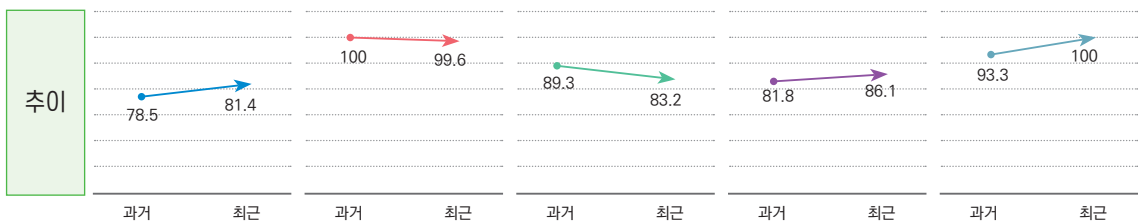
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
논문경쟁력	80.3	100	83.7	84.7	97.8
논문활동도	78.8	86.6	77.1	93.9	100
논문영향력	77.9	100	82.5	79.4	93.8



- 지능형 반도체 분야 논문경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 미국과 유럽이 유사한 수준을 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 논문경쟁력 증가) 일본을 제외한 모든 국가가 과거구간 대비 최근구간 증가 추이를 보이고 있음

지능형 반도체 논문경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	80.3	100	83.7	84.7	97.8
과거	78.5	100	89.3	81.8	93.3
최근	81.4	99.6	83.2	86.1	100



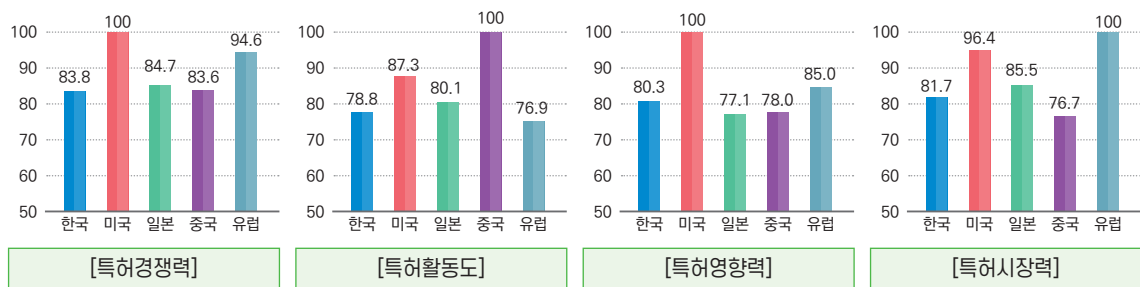
※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 특허경쟁력

- 지능형 반도체 분야 한국의 특허경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 83.8로 4위
 - (특허활동도) [1위]중국, [2위]미국, [3위]일본, [4위]한국, [5위]유럽
 - (특허영향력) [1위]미국, [2위]유럽, [3위]한국, [4위]중국, [5위]일본
 - (특허시장력) [1위]유럽, [2위]미국, [3위]일본, [4위]한국, [5위]중국

지능형 반도체 특허경쟁력

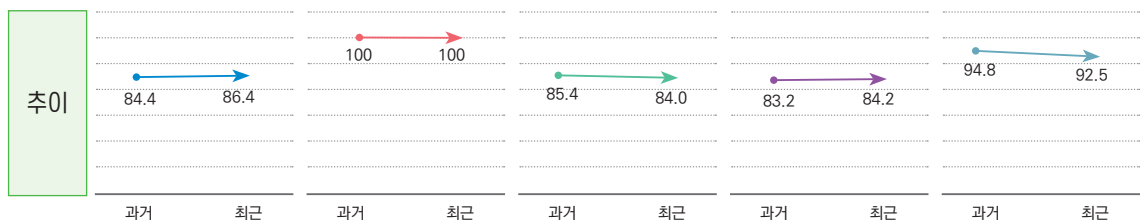
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
특허경쟁력	83.8	100	84.7	83.6	94.6
특허활동도	78.8	87.3	80.1	100	76.9
특허영향력	80.3	100	77.1	78.0	85.0
특허시장력	81.7	96.4	85.5	76.7	100



- 지능형 반도체 분야 특허경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 미국이 계속 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 특허경쟁력 증가) 한국, 중국은 과거 대비 최근구간 증가 추이를 보이고 있음

지능형 반도체 특허경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	83.8	100	84.7	83.6	94.6
과거	84.4	100	85.4	83.2	94.8
최근	86.4	100	84.0	84.2	92.5



※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 논문 기술경쟁력 상세

지능형 반도체 논문 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	논문경쟁력					논문활동도					논문영향력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
지능형 반도체	80.3	100	83.7	84.7	97.8	78.8	86.6	77.1	93.9	100	77.9	100	82.5	79.4	93.8
지능형 프로세서	76.5	100	87.2	88.2	94.7	78.9	87.1	76.9	93.8	100	73.3	100	86.9	83.8	90.2
지능형 시스템	79.1	100	84.0	86.1	98.7	78.5	86.8	76.1	91.0	100	76.6	100	83.2	81.9	95.0
지능형시스템 소프트웨어	92.5	98.9	77.1	88.9	100	78.0	85.2	77.3	92.4	100	93.9	100	75.1	85.8	97.5
지능형 소자 및 공정	84.0	99.0	79.4	88.7	100	80.7	86.6	77.8	100	97.4	83.0	100	78.0	83.8	98.4

▶ 특허 기술경쟁력 상세

지능형 반도체 특허 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	특허경쟁력					특허활동도					특허영향력					특허시장력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
지능형 반도체	83.8	100	84.7	83.6	94.6	78.8	87.3	80.1	100	76.9	80.3	100	77.1	78.0	85.0	81.7	96.4	85.5	76.7	100
지능형 프로세서	83.5	100	84.7	83.0	94.2	79.2	90.4	80.6	100	77.3	79.8	100	77.2	78.2	85.2	82.2	96.6	86.2	76.3	100
지능형 시스템	83.0	100	83.8	82.9	94.1	81.1	94.2	80.3	100	78.3	80.1	100	77.3	78.1	86.0	81.4	96.6	85.3	77.1	100
지능형시스템 소프트웨어	82.2	100	82.2	81.7	94.5	79.4	100	82.5	94.9	78.6	81.3	100	76.8	79.9	91.4	82.4	98.5	84.8	77.9	100
지능형 소자 및 공정	82.7	100	84.4	82.0	94.3	81.2	100	81.9	98.4	80.5	80.2	100	77.4	77.8	86.2	81.1	95.3	86.3	76.3	100

15 양자정보통신

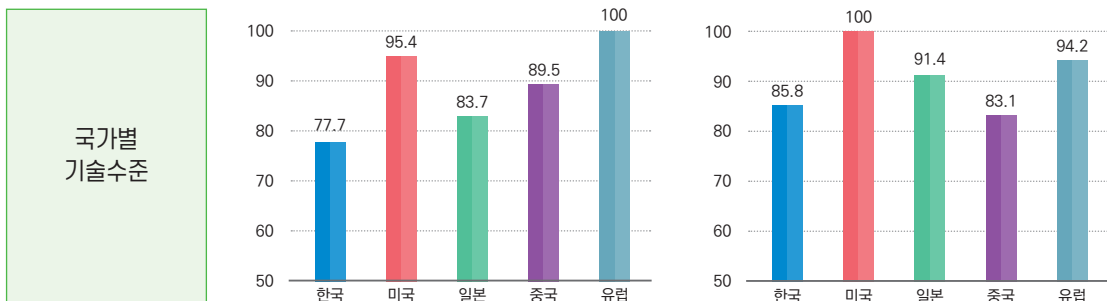
▶ 종합

- 양자정보통신 분야의 기술경쟁력 평가 결과, 논문경쟁력은 유럽이 가장 높게 평가되었으며, 특허 경쟁력은 미국이 최고기술 보유국으로 평가
- 논문경쟁력의 논문활동도는 중국이 우세, 논문영향력은 유럽이 최고기술국
 - (한국의 논문경쟁력) 한국은 양자정보통신 분야 논문경쟁력 5위. 논문활동도 4위, 논문영향력 5위
 - (한국의 논문경쟁력 강세 영역) 양자통신, 양자계측/이미징, 양자컴퓨팅 논문활동도 4위
- 특허경쟁력 세부 평가결과, 특허활동도는 중국이 우세하나 특허영향력은 미국, 특허시장력은 유럽이 우위
 - (한국의 특허경쟁력) 한국은 양자정보통신 분야 특허경쟁력 4위. 특허활동도 및 특허시장력 4위에 위치하고 있으나, 특허영향력은 2위
 - (한국의 특허경쟁력 강세 영역) 양자통신 특허영향력 2위, 양자계측/이미징 및 양자컴퓨팅 특허영향력 3위

양자정보통신 분야 기술경쟁력

논문경쟁력	유럽 > 미국 > 중국 > 일본 > 한국
특허경쟁력	미국 > 유럽 > 일본 > 한국 > 중국

구분	논문경쟁력	특허경쟁력
최고기술보유국	유럽(100)	미국(100)
한국기술경쟁력	77.7	85.8

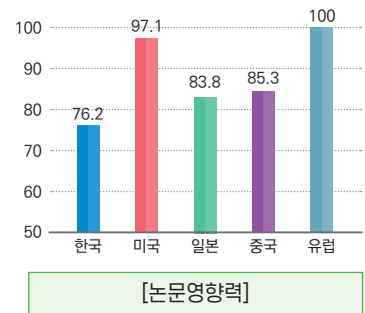
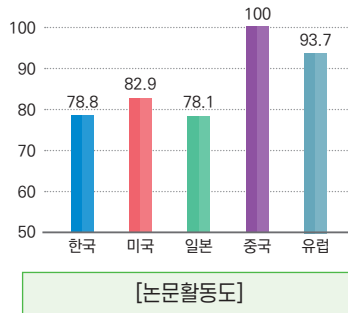
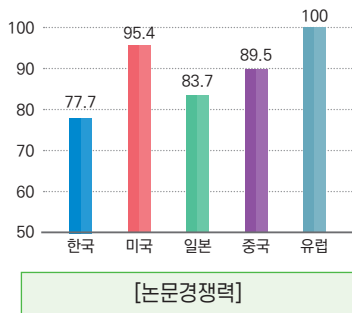


▶ 논문경쟁력

- 양자정보통신 분야 한국의 논문경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 77.7로 5위
- (논문활동도) [1위]중국, [2위]유럽, [3위]미국, [4위]한국, [5위]일본
- (논문영향력) [1위]유럽, [2위]미국, [3위]중국, [4위]일본, [5위]한국

양자정보통신 논문경쟁력

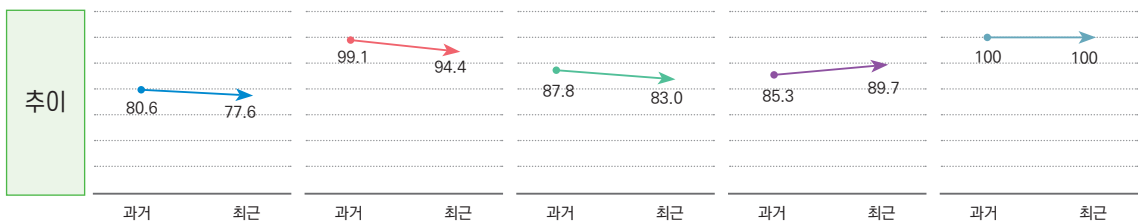
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
논문경쟁력	77.7	95.4	83.7	89.5	100
논문활동도	78.8	82.9	78.1	100	93.7
논문영향력	76.2	97.1	83.8	85.3	100



- 양자정보통신 분야 논문경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 유럽이 계속 유지하고 있음
- (과거대비 최근구간 논문경쟁력 증가) 중국을 제외한 모든 국가가 과거구간 대비 최근구간 감소 추이를 보이고 있음

양자정보통신 논문경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	77.7	95.4	83.7	89.5	100
과거	80.6	99.1	87.8	85.3	100
최근	77.6	94.4	83.0	89.7	100



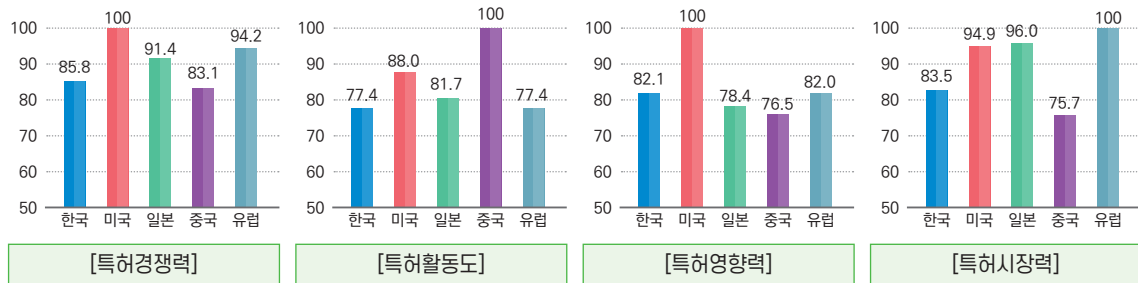
※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 특허경쟁력

- 양자정보통신 분야 한국의 특허경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 85.8로 4위
 - (특허활동도) [1위]중국, [2위]미국, [3위]일본, [5위]한국, 유럽
 - (특허영향력) [1위]미국, [2위]한국, [3위]유럽, [4위]일본, [5위]중국
 - (특허시장력) [1위]유럽, [2위]일본, [3위]미국, [4위]한국, [5위]중국

양자정보통신 특허경쟁력

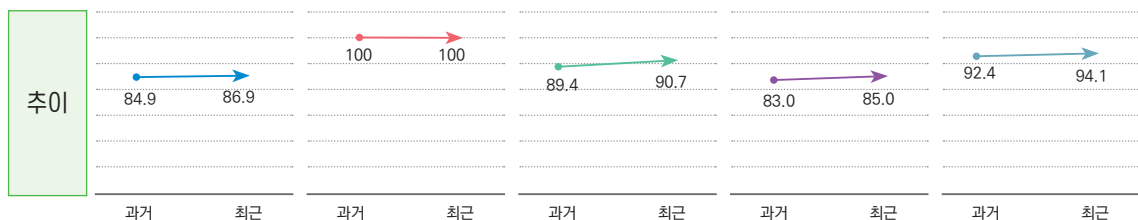
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
특허경쟁력	85.8	100	91.4	83.1	94.2
특허활동도	77.4	88.0	81.7	100	77.4
특허영향력	82.1	100	78.4	76.5	82.0
특허시장력	83.5	94.9	96.0	75.7	100



- 양자정보통신 분야 특허경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 미국이 계속 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 특허경쟁력 증가) 모든 국가가 과거 대비 최근구간 증가 추이를 보이고 있음

양자정보통신 특허경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	85.8	100	91.4	83.1	94.2
과거	84.9	100	89.4	83.0	92.4
최근	86.9	100	90.7	85.0	94.1



※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 논문 기술경쟁력 상세

양자정보통신 논문 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	논문경쟁력					논문활동도					논문영향력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
양자정보통신	77.7	95.4	83.7	89.5	100	78.8	82.9	78.1	100	93.7	76.2	97.1	83.8	85.3	100
양자통신	77.6	92.9	81.4	90.3	100	78.4	82.6	77.8	100	92.3	75.8	93.7	80.7	86.0	100
양자계측 /이미징	77.2	95.8	87.7	88.0	100	78.9	83.9	78.5	100	95.0	75.8	97.7	89.0	83.7	100
양자컴퓨팅	79.2	91.9	80.9	85.8	100	79.0	81.9	78.1	100	93.0	77.8	92.8	80.2	80.6	100

▶ 특허 기술경쟁력 상세

양자정보통신 특허 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	특허경쟁력					특허활동도					특허영향력					특허시장력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
양자정보통신	85.8	100	91.4	83.1	94.2	77.4	88.0	81.7	100	77.4	82.1	100	78.4	76.5	82.0	83.5	94.9	96.0	75.7	100
양자통신	85.2	100	90.0	82.7	93.0	77.9	88.3	80.6	100	77.7	85.6	100	78.6	75.9	82.0	81.9	97.4	95.8	77.5	100
양자계측 /이미징	85.7	100	92.7	83.7	94.8	77.7	88.6	81.4	100	77.4	80.8	100	78.7	76.6	82.6	83.5	93.9	97.6	76.1	100
양자컴퓨팅	84.5	100	91.0	83.5	93.8	77.6	91.1	82.3	100	78.1	80.3	100	78.9	77.5	80.5	82.3	93.9	94.5	75.7	100

16 차세대보안

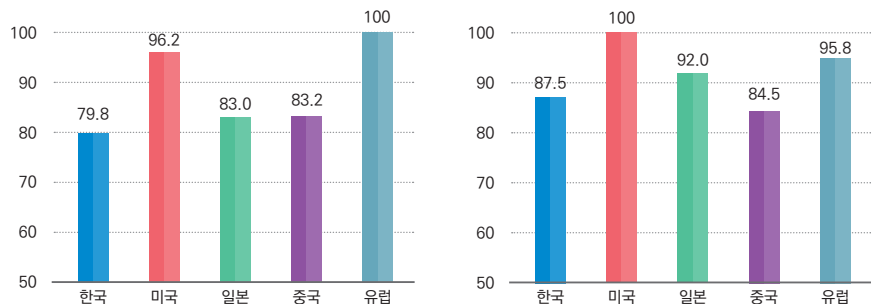
▶ 종합

- 차세대보안 분야의 기술경쟁력 평가 결과, 논문경쟁력은 유럽이 가장 높게 평가되었으며, 특허 경쟁력은 미국이 최고기술 보유국으로 평가
- 논문경쟁력의 논문활동도 및 논문영향력은 유럽이 최고기술국
 - (한국의 논문경쟁력) 한국은 차세대보안 분야 논문경쟁력 5위. 논문활동도 측면에서 미국과 유사한 수준으로 평가되었으나, 논문영향력 측면에서 열위
 - (한국의 논문경쟁력 강세 영역) 시스템·디바이스 보안, 네트워크 및 응용서비스 보안 논문영향력 3위로 평가
- 특허경쟁력 세부 평가결과, 특허활동도는 중국이 우세하나 특허영향력은 미국, 특허시장력은 유럽이 우위
 - (한국의 특허경쟁력) 한국은 차세대보안 분야 특허경쟁력 4위. 특허활동도 및 특허영향력 3위에 위치
 - (한국의 특허경쟁력 강세 영역) 물리 보안, 융합 보안 2개 기술에 대한 특허영향력 2위

차세대보안 분야 기술경쟁력

논문경쟁력	유럽 > 미국 > 중국 > 일본 > 한국
특허경쟁력	미국 > 유럽 > 일본 > 한국 > 중국

구분	논문경쟁력	특허경쟁력
최고기술보유국	유럽(100)	미국(100)
한국기술경쟁력	79.8	87.5

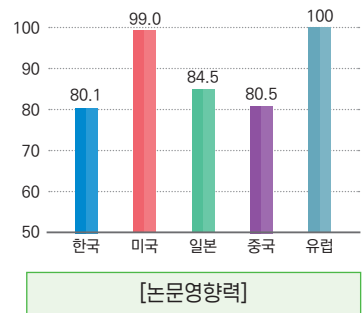
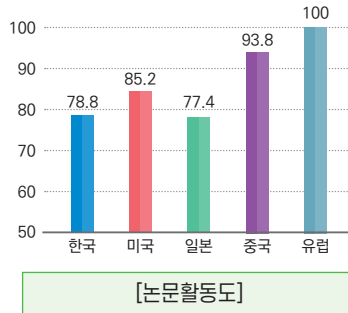
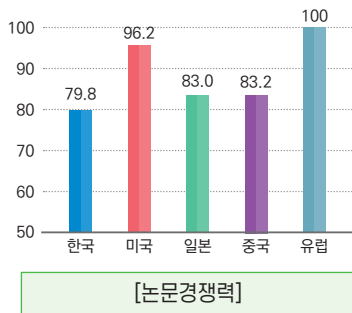
국가별
기술수준

▶ 논문경쟁력

- 차세대보안 분야 한국의 논문경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 79.8로 5위
- (논문활동도) [1위]유럽, [2위]중국, [3위]미국, [4위]한국, [5위]일본
- (논문영향력) [1위]유럽, [2위]미국, [3위]일본, [4위]중국, [5위]한국

차세대보안 논문경쟁력

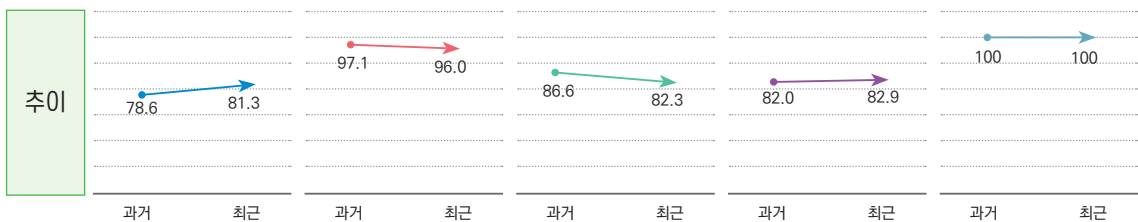
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
논문경쟁력	79.8	96.2	83.0	83.2	100
논문활동도	78.8	85.2	77.4	93.8	100
논문영향력	80.1	99.0	84.5	80.5	100



- 차세대보안 분야 논문경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 유럽이 계속 유지하고 있음
- (과거대비 최근구간 논문경쟁력 증가) 한국, 중국은 과거구간 대비 최근구간 증가 추이를 보이고 있음

차세대보안 논문경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	79.8	96.2	83.0	83.2	100
과거	78.6	97.1	86.6	82.0	100
최근	81.3	96.0	82.3	82.9	100



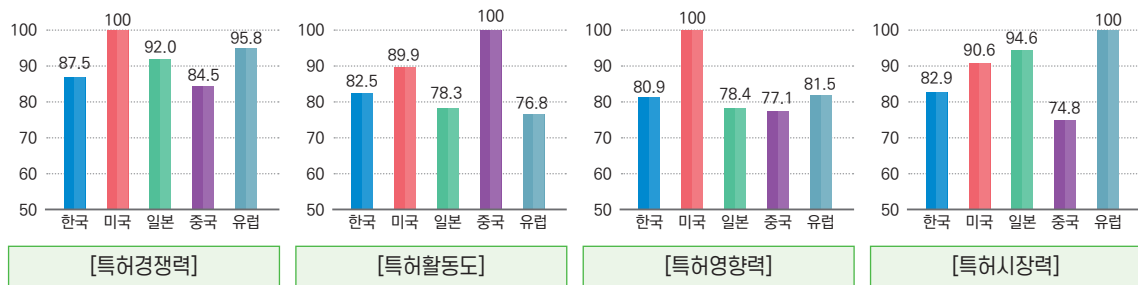
※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 특허경쟁력

- 차세대보안 분야 한국의 특허경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 87.5로 4위
 - (특허활동도) [1위]중국, [2위]미국, [3위]한국, [4위]일본, [5위]유럽
 - (특허영향력) [1위]미국, [2위]유럽, [3위]한국, [4위]일본, [5위]중국
 - (특허시장력) [1위]유럽, [2위]일본, [3위]미국, [4위]한국, [5위]중국

차세대보안 특허경쟁력

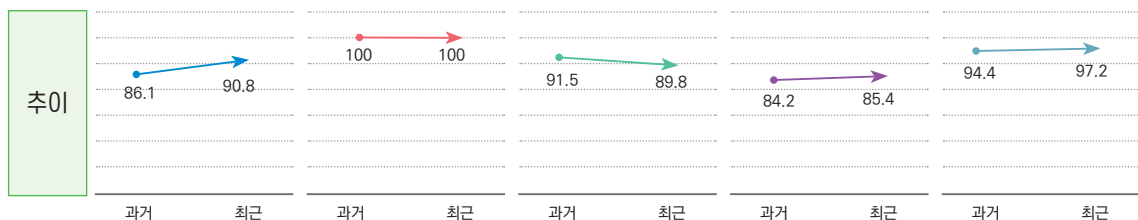
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
특허경쟁력	87.5	100	92.0	84.5	95.8
특허활동도	82.5	89.9	78.3	100	76.8
특허영향력	80.9	100	78.4	77.1	81.5
특허시장력	82.9	90.6	94.6	74.8	100



- 차세대보안 분야 특허경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 미국이 계속 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 특허경쟁력 증가) 일본을 제외한 모든 국가가 과거 대비 최근구간 감소 추이를 보이고 있음

차세대보안 특허경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	87.5	100	92.0	84.5	95.8
과거	86.1	100	91.5	84.2	94.4
최근	90.8	100	89.8	85.4	97.2



※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 논문 기술경쟁력 상세

차세대 보안 논문 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	논문경쟁력					논문활동도					논문영향력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
차세대보안	79.8	96.2	83.0	83.2	100	78.8	85.2	77.4	93.8	100	80.1	99.0	84.5	80.5	100
공통기반	81.7	100	84.4	83.0	97.6	78.2	83.7	77.0	91.1	100	79.1	100	82.8	77.4	92.8
시스템· 디바이스 보안	82.7	97.9	81.6	84.1	100	80.1	86.7	77.9	97.0	100	82.7	100	81.9	80.1	99.2
네트워크 및 응용서비스 보안	82.5	90.4	78.5	84.2	100	79.1	83.2	76.8	100	92.0	81.7	90.4	77.3	78.4	100
물리 보안	80.2	97.4	79.6	87.2	100	77.6	83.9	76.7	88.7	100	80.2	100	79.6	86.0	99.1
융합 보안	79.9	95.6	91.9	81.1	100	77.7	84.5	76.4	88.7	100	80.5	98.5	95.9	79.1	100

▶ 특허 기술경쟁력 상세

차세대 보안 특허 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	특허경쟁력					특허활동도					특허영향력					특허시장력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
차세대보안	87.5	100	92.0	84.5	95.8	82.5	89.9	78.3	100	76.8	80.9	100	78.4	77.1	81.5	82.9	90.6	94.6	74.8	100
공통기반	85.6	100	92.0	85.1	96.4	83.1	92.1	78.4	100	77.4	80.2	100	78.6	76.9	83.5	80.1	90.4	94.9	76.5	100
시스템· 디바이스 보안	90.8	100	93.9	84.3	96.4	81.7	88.9	78.0	100	77.1	81.9	100	77.9	76.7	83.1	88.7	90.9	98.8	74.8	100
네트워크 및 응용서비스 보안	84.6	100	91.3	84.9	94.7	82.2	92.4	78.3	100	78.2	80.8	100	77.9	77.6	81.6	79.9	92.6	96.2	77.6	100
물리 보안	85.8	100	88.8	84.6	93.3	82.6	85.3	81.5	100	74.2	82.9	100	79.0	77.7	78.7	79.9	93.9	88.9	76.2	100
융합 보안	91.0	100	93.0	84.2	95.3	90.2	91.3	78.4	100	76.6	81.0	100	79.0	77.3	80.2	87.2	90.1	96.1	74.0	100

17 블록체인

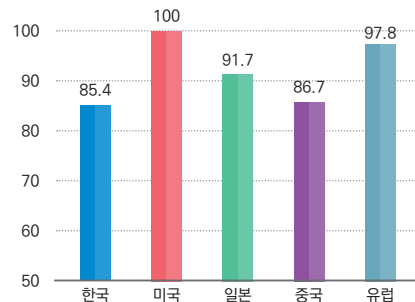
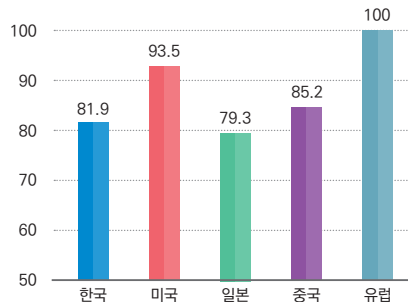
▶ 종합

- 블록체인 분야의 기술경쟁력 평가 결과, 논문경쟁력은 유럽이 가장 높게 평가되었으며, 특허경쟁력은 미국이 최고기술 보유국으로 평가
- 논문경쟁력의 논문활동도는 중국이 우세, 논문영향력은 유럽이 최고기술국
 - (한국의 논문경쟁력) 한국은 블록체인 분야 논문경쟁력 4위. 논문활동도 4위 및 논문영향력 3위로 미국과 유사하거나 열위 수준
 - (한국의 논문경쟁력 강세 영역) 분산장부 기술, 블록체인 시스템 기술, 블록체인 연동 기술, 블록체인 서비스 기술의 논문영향력 3위
- 특허경쟁력 세부 평가결과, 특허활동도는 중국이 우세하나 특허영향력은 미국, 특허시장력은 유럽이 우위
 - (한국의 특허경쟁력) 한국은 블록체인 분야 특허경쟁력 5위. 특허활동도 및 특허영향력 3위에 위치
 - (한국의 특허경쟁력 강세 영역) 블록체인 시스템 기술의 특허활동도 2위로 중국 다음 수준으로 평가

블록체인 분야 기술경쟁력

논문경쟁력	유럽 > 미국 > 중국 > 한국 > 일본
특허경쟁력	미국 > 유럽 > 일본 > 중국 > 한국

구분	논문경쟁력	특허경쟁력
최고기술보유국	유럽(100)	미국(100)
한국기술경쟁력	81.9	85.4

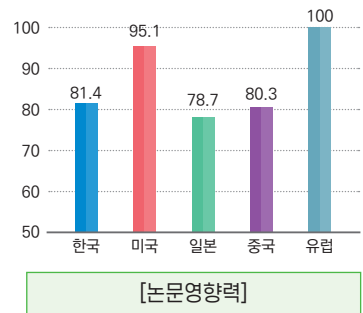
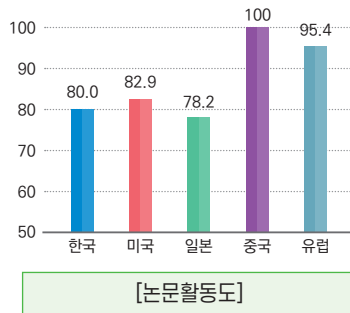
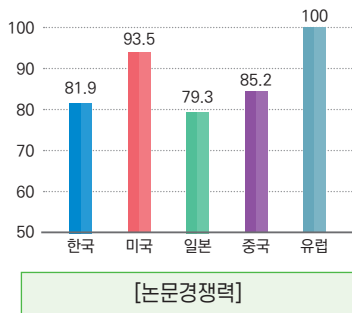
국가별
기술수준

▶ 논문경쟁력

- 블록체인 분야 한국의 논문경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 81.9로 4위
 - (논문활동도) [1위]중국, [2위]유럽, [3위]미국, [4위]한국, [5위]일본
 - (논문영향력) [1위]유럽, [2위]미국, [3위]한국, [4위]중국, [5위]일본

블록체인 논문경쟁력

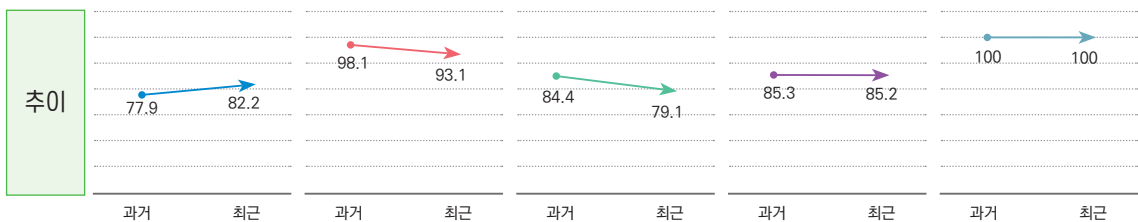
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
논문경쟁력	81.9	93.5	79.3	85.2	100
논문활동도	80.0	82.9	78.2	100	95.4
논문영향력	81.4	95.1	78.7	80.3	100



- 블록체인 분야 논문경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 유럽이 계속 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 논문경쟁력 증가) 한국을 제외한 모든 국가가 과거구간 대비 최근구간 감소 추이를 보이고 있으며, 한국의 증가폭이 상대적으로 큼

블록체인 논문경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	81.9	93.5	79.3	85.2	100
과거	77.9	98.1	84.4	85.3	100
최근	82.2	93.1	79.1	85.2	100



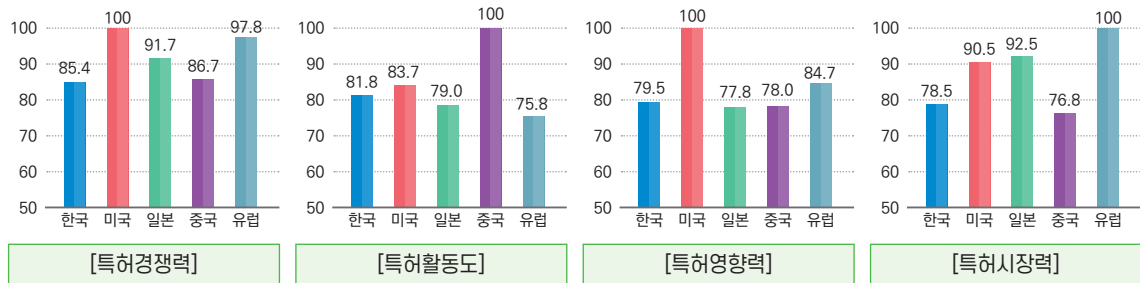
※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 특허경쟁력

- 블록체인 분야 한국의 특허경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 85.4로 5위
 - (특허활동도) [1위]중국, [2위]미국, [3위]한국, [4위]일본, [5위]유럽
 - (특허영향력) [1위]미국, [2위]유럽, [3위]한국, [4위]중국, [5위]일본
 - (특허시장력) [1위]유럽, [2위]일본, [3위]미국, [4위]한국, [5위]중국

블록체인 특허경쟁력

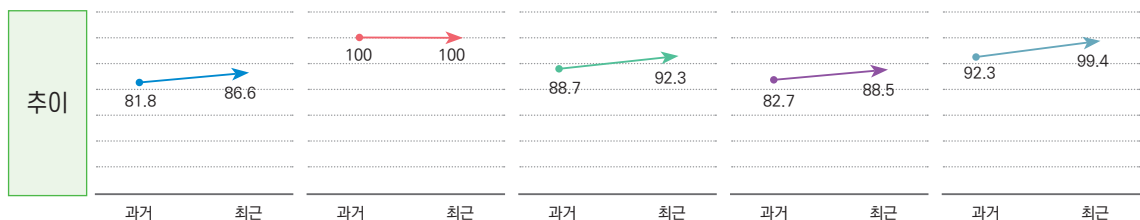
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
특허경쟁력	85.4	100	91.7	86.7	97.8
특허활동도	81.8	83.7	79.0	100	75.8
특허영향력	79.5	100	77.8	78.0	84.7
특허시장력	78.5	90.5	92.5	76.8	100



- 블록체인 분야 특허경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 미국이 계속 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 특허경쟁력 증가) 모든 국가가 과거 대비 최근구간 증가 추이를 보이고 있음

블록체인 특허경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	85.4	100	91.7	86.7	97.8
과거	81.8	100	88.7	82.7	92.3
최근	86.6	100	92.3	88.5	99.4



※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 논문 기술경쟁력 상세

블록체인 논문 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	논문경쟁력					논문활동도					논문영향력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
블록체인	81.9	93.5	79.3	85.2	100	80.0	82.9	78.2	100	95.4	81.4	95.1	78.7	80.3	100
분산장부 기술	80.8	92.1	77.5	82.9	100	78.3	81.8	76.7	88.5	100	81.4	94.8	77.7	81.4	100
블록체인 데이터 기술	81.8	94.9	83.9	84.4	100	79.7	80.6	76.9	100	90.3	80.3	96.2	83.6	78.2	100
블록체인 시스템 기술	82.3	93.4	79.5	85.8	100	79.4	81.5	77.1	100	91.6	81.3	94.5	78.4	80.2	100
블록체인 연동 기술	84.6	95.5	79.2	85.4	100	79.7	83.2	78.4	100	95.4	84.9	97.5	78.4	80.6	100
블록체인 서비스 기술	85.9	94.2	77.3	87.6	100	78.9	81.9	77.5	100	91.8	85.9	95.4	75.6	82.5	100

▶ 특허 기술경쟁력 상세

블록체인 특허 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	특허경쟁력					특허활동도					특허영향력					특허시장력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
블록체인	85.4	100	91.7	86.7	97.8	81.8	83.7	79.0	100	75.8	79.5	100	77.8	78.0	84.7	78.5	90.5	92.5	76.8	100
분산장부 기술	86.9	100	94.6	86.4	95.5	98.1	94.5	93.2	100	74.3	79.7	100	76.8	78.9	84.1	79.5	90.9	98.0	78.7	100
블록체인 데이터 기술	84.0	100	92.4	84.7	94.8	91.8	100	85.1	99.0	75.8	78.9	100	77.9	78.6	87.1	80.0	93.6	99.3	79.5	100
블록체인 시스템 기술	86.6	100	92.1	87.4	98.2	85.8	79.1	80.7	100	76.1	79.8	100	77.7	77.9	83.6	78.2	90.5	91.6	76.9	100
블록체인 연동 기술	87.1	100	96.0	88.0	96.9	87.5	89.0	78.2	100	75.9	79.8	100	77.3	78.5	87.4	78.8	87.6	100	77.6	95.0
블록체인 서비스 기술	86.1	100	94.6	87.6	97.1	83.5	85.8	77.5	100	76.3	79.7	100	77.4	78.2	84.5	80.2	91.1	100	79.3	99.8

18 ICT 융합

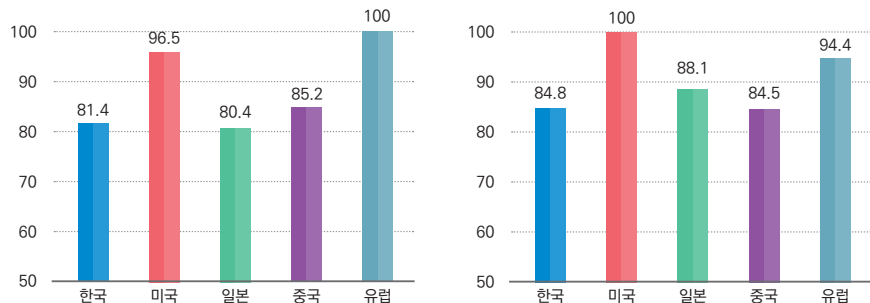
▶ 종합

- ICT융합 분야의 기술경쟁력 평가 결과, 논문경쟁력은 유럽이 가장 높게 평가되었으며, 특허경쟁력은 미국이 최고기술 보유국으로 평가
- 논문경쟁력의 논문활동도는 유럽이 우세, 논문영향력은 미국이 최고기술국
 - (한국의 논문경쟁력) 한국은 ICT융합 분야 논문경쟁력 4위. 논문활동도 측면에서 3위로 미국보다 우위로 평가되었으나, 논문영향력 측면에서 열위
 - (한국의 논문경쟁력 강세 영역) 헬스케어ICT, 환경ICT, 교육ICT, 공공안전/재난예방ICT 총 4개 기술에 대해 논문활동도 2위 평가
- 특허경쟁력 세부 평가결과, 특허활동도는 중국이 우세하나 특허영향력은 미국, 특허시장력은 유럽이 우위
 - (한국의 특허경쟁력) 한국은 ICT융합 분야 특허경쟁력 4위. 특허활동도 및 특허시장력 4위에 위치하고 있으나, 특허영향력은 3위
 - (한국의 특허경쟁력 강세 영역) 교육ICT, 에너지ICT의 특허활동도 2위 및 농축수산업ICT, 헬스케어ICT, 환경ICT, 스마트시티ICT, 공공안전/재난예방ICT, 복지ICT, 에너지ICT의 특허영향력 2위

ICT 융합 분야 기술경쟁력

논문경쟁력	유럽 > 미국 > 중국 > 한국 > 일본
특허경쟁력	미국 > 유럽 > 일본 > 한국 > 중국

구분	논문경쟁력	특허경쟁력
최고기술보유국	유럽(100)	미국(100)
한국기술경쟁력	81.4	84.8

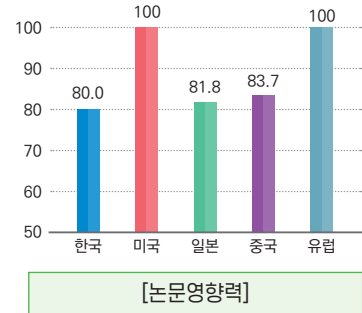
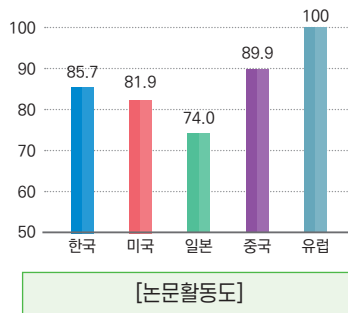
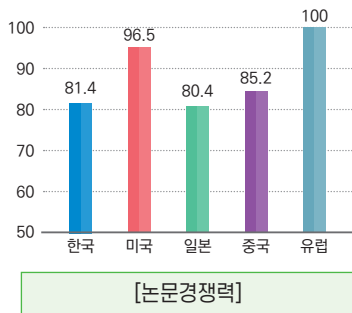
국가별
기술수준

▶ 논문경쟁력

- ICT 융합 분야 한국의 논문경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 81.4로 4위
 - (논문활동도) [1위]유럽, [2위]중국, [3위]한국, [4위]미국, [5위]일본
 - (논문영향력) [1위]미국, [2위]유럽, [3위]중국, [4위]일본, [5위]한국

ICT 융합 논문경쟁력

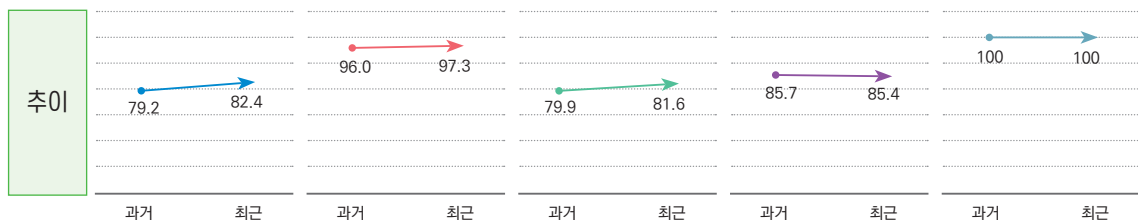
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
논문경쟁력	81.4	96.5	80.4	85.2	100
논문활동도	85.7	81.9	74.0	89.9	100
논문영향력	80.0	100	81.8	83.7	99.7



- ICT융합 분야 논문경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 유럽이 계속 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 논문경쟁력 증가) 중국을 제외한 모든 국가가 과거구간 대비 최근구간 증가 추이를 보이고 있음

ICT 융합 논문경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	81.4	96.5	80.4	85.2	100
과거	79.2	96.0	79.9	85.7	100
최근	82.4	97.3	81.6	85.4	100



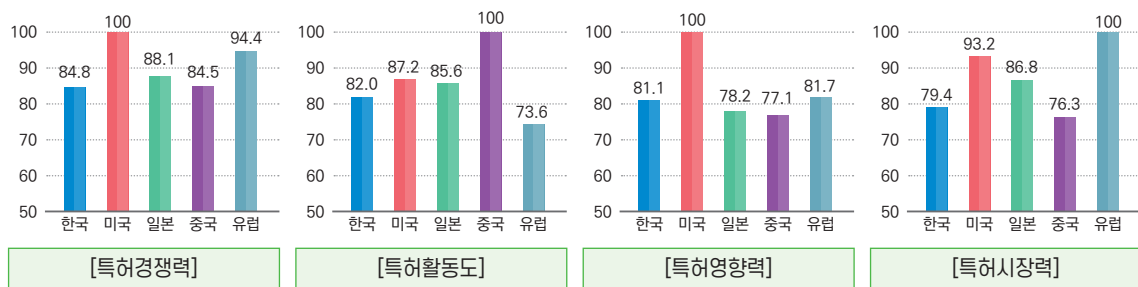
※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 특허경쟁력

- ICT 융합 분야 한국의 특허경쟁력은 최고기술국(100%) 대비 84.8로 4위
 - (특허활동도) [1위]중국, [2위]미국, [3위]일본, [4위]한국, [5위]유럽
 - (특허영향력) [1위]미국, [2위]유럽, [3위]한국, [4위]일본, [5위]중국
 - (특허시장력) [1위]유럽, [2위]미국, [3위]일본, [4위]한국, [5위]중국

ICT 융합 특허경쟁력

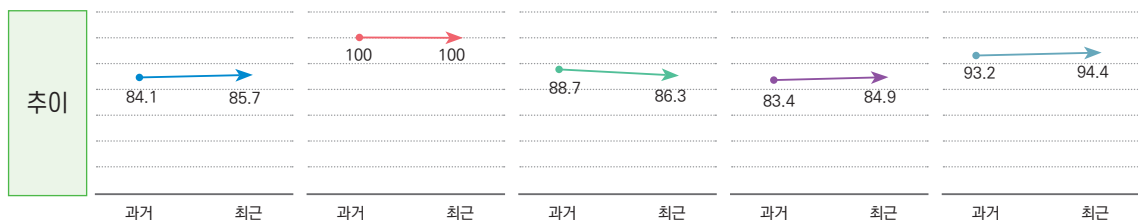
구분	한국	미국	일본	중국	유럽
특허경쟁력	84.8	100	88.1	84.5	94.4
특허활동도	82.0	87.2	85.6	100	73.6
특허영향력	81.1	100	78.2	77.1	81.7
특허시장력	79.4	93.2	86.8	76.3	100



- ICT융합 분야 특허경쟁력은 과거구간 대비 최근구간 최고기술국은 미국이 계속 유지하고 있음
 - (과거대비 최근구간 특허경쟁력 증가) 일본을 제외한 모든 국가가 과거 대비 최근구간 증가 추이를 보이고 있음

ICT 융합 특허경쟁력 추이

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
전체	84.8	100	88.1	84.5	94.4
과거	84.1	100	88.7	83.4	93.2
최근	85.7	100	86.3	84.9	94.4



※ 전체(2012~2022년), 과거(2013년~2017년, 5개년), 최근(2018년~2022년, 5개년)

▶ 논문 기술경쟁력 상세

ICT 융합 논문 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	논문경쟁력					논문활동도					논문영향력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
블록체인	81.4	96.5	80.4	85.2	100	85.7	81.9	74.0	89.9	100	80.0	100	81.8	83.7	99.7
농축수산ICT	82.1	93.3	77.7	85.1	100	86.7	82.7	75.5	95.7	100	80.9	96.0	78.3	82.3	100
헬스케어ICT	83.8	93.0	77.1	83.2	100	97.8	87.6	75.3	85.7	100	80.2	94.4	77.6	82.6	100
환경ICT	81.0	96.5	81.6	91.9	100	90.8	78.4	76.2	85.6	100	77.4	100	82.0	92.4	98.7
스마트시티	85.7	99.8	79.9	87.5	100	81.8	78.2	76.6	88.0	100	82.1	100	76.5	82.7	94.6
교통ICT	84.9	99.0	78.2	91.1	100	86.7	86.4	74.8	100	96.8	82.4	100	77.3	86.7	98.5
교육ICT	80.7	100	85.6	83.7	97.0	83.6	80.9	74.4	83.4	100	75.9	100	84.3	79.6	91.4
공공안전/ 재난예방ICT	81.4	93.3	78.5	82.9	100	88.0	83.0	73.3	87.6	100	79.7	96.0	79.8	81.7	100
국방ICT	77.1	93.4	89.3	85.4	100	83.6	89.2	75.6	97.2	100	75.4	94.5	92.8	82.3	100
복지ICT	77.9	96.0	86.3	96.6	100	82.3	85.2	76.1	78.2	100	75.7	97.5	87.7	100	98.6
에너지ICT	82.4	97.6	83.1	88.2	100	93.5	82.0	78.0	100	99.6	78.1	100	83.0	83.6	98.4
제조ICT	83.6	100	84.0	83.6	94.5	88.0	78.7	75.9	90.7	100	77.8	100	81.4	77.1	87.9
산업융합ICT	81.6	100	80.6	85.2	94.7	78.8	81.8	76.9	90.2	100	78.5	100	77.8	79.9	88.9
기타ICT융합	94.1	100	77.4	89.0	98.0	78.6	80.5	76.7	83.2	100	93.4	100	73.7	86.0	92.5

▶ 특허 기술경쟁력 상세

ICT 융합 특허 기술경쟁력 결과 상세

중점분야 및 기술	특허경쟁력					특허활동도					특허영향력					특허시장력				
	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽	한국	미국	일본	중국	유럽
블록체인	84.8	100	88.1	84.5	94.4	82.0	87.2	85.6	100	73.6	81.1	100	78.2	77.1	81.7	79.4	93.2	86.8	76.3	100
농축수산ICT	85.5	100	88.9	83.4	94.1	83.5	83.4	87.0	100	73.5	86.0	100	79.4	74.8	84.7	79.2	97.3	89.7	78.5	100
헬스케어ICT	86.0	100	91.1	85.1	95.0	78.9	85.1	86.3	100	75.1	83.8	100	77.8	77.2	80.7	79.3	92.4	91.3	76.3	100
환경ICT	85.3	100	89.1	85.3	94.8	83.1	83.1	90.9	100	74.3	81.9	100	78.8	76.7	80.8	78.5	93.3	85.8	77.2	100
스마트시티	86.3	100	89.0	84.4	95.2	82.5	81.4	90.7	100	75.2	82.4	100	78.1	76.6	82.2	80.6	94.3	86.6	76.0	100
교통ICT	84.4	100	90.8	83.2	94.0	83.6	88.8	98.3	100	76.2	81.4	100	78.2	76.6	83.1	80.4	95.6	90.8	76.7	100
교육ICT	87.7	100	88.2	83.8	93.9	93.1	86.4	89.4	100	73.3	80.4	100	78.6	77.5	80.9	82.4	93.8	85.9	75.0	100
공공안전/ 재난예방ICT	85.3	100	87.2	85.1	94.9	80.0	86.4	91.1	100	75.1	83.2	100	78.0	76.6	81.6	79.0	92.9	83.1	77.4	100
국방ICT	84.2	100	84.1	83.6	94.5	85.7	99.2	80.9	100	79.3	79.5	100	78.0	77.9	82.8	80.4	92.1	82.6	76.2	100
복지ICT	86.1	100	89.3	83.9	94.9	88.5	91.2	100	97.1	74.1	83.1	100	78.1	76.2	82.8	78.6	92.1	84.9	76.8	100
에너지ICT	85.7	100	89.8	85.6	96.0	82.4	80.8	80.2	100	75.7	81.4	100	79.1	76.4	81.4	78.4	92.4	88.6	76.7	100
제조ICT	84.0	100	89.1	83.8	93.4	80.3	87.1	84.5	100	74.4	82.0	100	77.6	77.2	82.3	80.0	96.1	92.0	77.4	100
산업융합ICT	86.0	100	90.5	85.1	96.5	82.2	86.6	90.8	100	74.0	82.0	100	79.1	75.7	83.0	78.4	90.3	86.4	76.0	100
기타ICT융합	84.8	100	86.0	84.1	94.9	86.6	93.7	79.4	100	76.5	80.9	100	78.6	76.7	82.6	78.8	92.0	84.9	76.5	100

Part



참고자료

1. 기술분류표
2. 기술분야별 FGD 참여 외부
전문가 위원
3. 온라인 설문조사 결과

1 ICT 기술분류표

전략부문	대분류	중분류	소분류
통신·전파	이동통신	무선전송	광대역/대용량 전송기술
			초연결 전송기술
			저지연/고신뢰 전송기술
			차세대 무선랜
			근접통신
		이동통신시스템	기지국 RF/ 안테나
			기지국 모뎀
			기지국 통신 SW
			기지국 시스템
			기지국 운용관리
			엑스홀 및 릴레이
		이동통신 단말	단말 RF/안테나
			단말 모뎀
			단말 통신 SW
			단말 모듈
		이동통신서비스	통신 서비스 및 플랫폼 기술
			시험 플랫폼
			모바일 엣지클라우드
		특수목적 이동통신	공중 이동체 통신
			선박 통신
			군 통신
			초고속 이동체 통신
			PS-LTE
	네트워크	광 네트워크	광 전달 네트워크 기술
			광 액세스 네트워크 기술
			인도어 광 네트워크 기술
			데이터센터 광 네트워크 기술
			무선 광 통신 및 응용 기술
		패킷 네트워크	엑세스/에지 네트워크 기술
			패킷/패킷·광 전달 네트워크 기술
			고신뢰/저지연 네트워크 기술

전략부문	대분류	중분류	소분류
통신·전파	네트워크	패킷 네트워크	미래 네트워크 구조 혁신 기술
		모바일 코어 네트워크	모바일 코어 네트워크 액세스 제어 기술
			모바일 코어 네트워크 사용자 평면 기술
			유·무선 액세스 및 응용 네트워크 인터워킹 기술
			모바일-응용 서비스 연동 기술
			소형 모바일 코어 시스템 기술
		네트워크 서비스 및 제어/관리	네트워크 컴퓨팅 융합 기술
			프로그래머블 네트워크 기술
			네트워크 자동화/최적화/지능화 기술
			네트워크 가상화/슬라이싱 기술
			네트워크 시험/검증 기술
		네트워크 부품/모듈	네트워크 운영체제 및 SW 모듈
			네트워크 ASIC/DSP/IC 부품
			광 집적회로 소자/부품/모듈
			실리콘 포토닉스 소자/부품/모듈
			RoF 및 기타 광소자/부품/모듈
			무선 광 통신 소자/부품/모듈
	전파·위성	전파자원·환경	스펙트럼공학
			주파수 공동사용
			전자파기기 보호
			전자파 인체보호
			전파품질감시/방향 탐지
		전파기반	안테나
			전파부품
			전파신소재
			전파 계측/분석/해석
		전파에너지	소출력 무선전력전송
			중·대출력 무선전력전송
			에너지 하베스팅
			고출력 전자파 신호원
			플라즈마
		전파융합	전파의료
			전파영상

전략부문	대분류	중분류	소분류
통신·전파	전파·위성	전파융합	레이다/센싱
			뇌파/자기장
			초음파/적외선/가시광선
		위성·무인기	위성 통신방송서비스
			위성 탑재체
			위성 단말/중심국
			위성 관제
			위성 항법
			무인기 및 서비스
	사물인터넷	IoT플랫폼	데이터/관제 IoT 플랫폼 기술
			지능/자율 IoT 플랫폼 기술
			온디바이스/엣지 IoT 플랫폼 기술
			공유·유통 IoT 플랫폼 기술
			디지털 트윈 IoT 플랫폼 기술
		IoT디바이스	IoT 센싱 및 액추에이팅 기술
			IoT 부품 및 반도체 기술
			초소형 IoT 디바이스 기술
			지능/자율형 IoT 디바이스 기술
		IoT 서비스	매쉬업 IoT 서비스 기술
			도메인 데이터 모델링 기술
			서비스 도메인 특화 기술
		IoT네트워킹	저전력/근거리 IoT 네트워크 기술
			고신뢰/저지연 IoT 네트워크 기술
			저전력/광역 IoT 네트워크 기술
			지능형/자율형 IoT 네트워크 기술
SW·클라우드	SW	시스템SW	물리/가상 컴퓨팅 SW
			스토리지 SW
			시스템/서비스 관리 SW
		개발용SW	애플리케이션 플랫폼
			프로그래밍 언어 및 개발지원 SW
			데이터 관리 SW
			SW 품질 및 생명주기 SW
			통합/오케스트레이션 SW

전략부문	대분류	중분류	소분류
SW·클라우드	SW	응용SW	디지털산업 지원 SW
			ICT 디바이스 응용 SW
	클라우드	클라우드 응용 및 서비스	클라우드 응용 개발 및 실행
			클라우드 *aaS 플랫폼
		클라우드 자원 관리	멀티/분산 클라우드
			클라우드 엣지
			단일/하이브리드 클라우드
	컴퓨팅시스템	차세대 컴퓨팅	HPC/병렬 컴퓨팅 기술
			뉴로/AI 컴퓨팅
			데이터 중심 컴퓨팅
		기반 컴퓨팅	서버 시스템
			스토리지 시스템
			IDC 인프라
	자율주행자동차	자율주행 요소기술	주행환경 인식/판단
			주행제어
			차량 통신/보안
			차량 휴먼인터페이스
		자율주행 플랫폼 및 서비스	자율주행 플랫폼
			자율주행서비스
인공지능 · 데이터	인공지능	학습지능	머신러닝
			추론/지식표현
		단일지능	언어지능
			시각지능
			청각지능
		복합지능	행동/소셜지능
			상황/감정이해
			지능형 에이전트
			범용 인공지능
	빅데이터	빅데이터 처리·유통	빅데이터 수집·유통기술
			빅데이터 저장/처리/관리 기술
		빅데이터 분석·활용	빅데이터 분석/예측 기술
			빅데이터 활용·시각화
방송·콘텐츠	방송 미디어	방송 미디어 서비스	고품질방송 서비스

전략부문	대분류	중분류	소분류
방송·콘텐츠	방송 미디어	방송 미디어 서비스	이동방송 서비스
			복지·재난방송 서비스
			방송통신 융합서비스
			인터넷 미디어 서비스
		미디어 부호화	영상 부호화
			오디오 부호화
			디지털 오감 부호화
			콘텐츠·미디어 포맷
			콘텐츠 식별·추적
		미디어 품질·신뢰	콘텐츠 품질 평가
			콘텐츠 품질 향상
			콘텐츠·미디어 분석
			미디어 소비 분석
			콘텐츠 유해성 측정
		방송·미디어 플랫폼	유선·무선 미디어 전송
			융합망 미디어 전송
			방송 미디어 편집
			미디어 접근제어
			미디어 지능화
	디지털 콘텐츠	콘텐츠 생성	그래픽 모델링
			영상 획득·처리
			공간 영상 생성·복원
			실감 오디오 생성·복원
			홀로그램 생성·복원
			오감 생성
		콘텐츠 가시화	시각 표현 가시화
			실감 오디오 재현·가시화
			홀로그램 가시화
			오감 표현·가시화
			데이터·정보 가시화
			과학 기반 시뮬레이션 가시화
			ICT 기반 가시화 디바이스
		콘텐츠 인터랙션	그래픽스 객체 기반 인터랙션

전략부문	대분류	중분류	소분류
방송·콘텐츠	디지털 콘텐츠	콘텐츠 인터랙션	XR 인터랙션(R interaction technology)
			휴먼 인터랙션
			생체 기반 인터랙션
			공간 상호작용
			ICT 기반 인터랙션 디바이스
		콘텐츠 플랫폼	콘텐츠 유통 플랫폼
			콘텐츠 협업·공유 플랫폼
			클라우드 콘텐츠 플랫폼
			콘텐츠 제작·개발 플랫폼
	스마트 디바이스	웨어러블 디바이스	웨어러블 하드웨어
			웨어러블 소프트웨어
			웨어러블 UI/UX
			웨어러블 응용서비스
		3D프린팅	3D프린팅 장비
			3D프린팅 소재
			3D프린팅 SW 및 응용서비스
		지능형 엷지 디바이스	지능형 엷지 디바이스 하드웨어
			지능형 엷지 디바이스 소프트웨어
			지능형 엷지 디바이스 응용서비스
디바이스·양자	지능형 반도체	지능형 프로세서	다중 병렬 프로세서
			딥러닝 뉴럴넷 코어
			재구성형 뉴럴넷 코어
			뉴로모픽 프로세서 코어
		지능형 시스템	지능형 메모리 아키텍처
			지능형 데이터 통신 기술
			프로세서-메모리 통합 PIM 기술
			시스템 안전성 설계 기술
			시스템 보안 설계 기술
			고속 메모리 인터페이스, 시스템 IP
			SoC 플랫폼 기술
		지능형시스템 소프트웨어	컴파일러 및 프로그래밍 모델
			프로그래밍 개발 환경
			시스템 SW

전략부문	대분류	중분류	소분류
디바이스·양자	지능형 반도체	지능형 소자 및 공정	지능화 소자 및 공정기술
			저전력 소자 및 공정기술
			고신뢰 소자 및 공정기술
	양자정보통신	양자통신	양자암호
			양자전송
			양자네트워크
		양자계측/이미징	양자측정
			양자센싱
			양자이미징
		양자컴퓨팅	양자시뮬레이터
			물리적 양자비트
			논리적 양자비트
			양자 소프트웨어 및 알고리즘
차세대보안	차세대보안	공통기반 보안	암호기술
			인증/인가기술
			데이터 보안
			인공지능 보안
		시스템·디바이스 보안	보안취약점 분석/대응
			악성코드 분석/대응
			시스템 보안
			디지털 포렌식
			디바이스 보안
		네트워크 및 응용서비스 보안	유선네트워크 보안
			무선네트워크 보안
			클라우드·엣지 보안
			위협분석 및 보안관제
			응용서비스 보안
		물리 보안	휴먼/바이오인식
			CCTV감시/관제
			보안검색 및 무인전자경비
		융합 보안	스마트시티 보안
			산업운영기술보안
			자동차 및 이동체 보안

전략부문	대분류	중분류	소분류
차세대보안	차세대보안	융합 보안	헬스케어·의료 보안
			선박·해양·항공 보안
블록체인	블록체인	분산장부 기술	합의 기술
			스마트 컨트랙트 기술
			프라이버시 보호기술
		블록체인 데이터 기술	분산원장 데이터 처리 기술
		블록체인 시스템 기술	블록체인 네트워크 기술
			블록체인 OS 기술
			블록체인 디바이스 기술
			블록체인 시스템 관리 기술
			블록체인 시스템 구축 기술
		블록체인 연동 기술	블록체인 상호 운영 기술
			이종 블록체인 연계기술
		블록체인 서비스 기술	트랜잭션 분석 기술
			산업융합 기술
			신뢰성 검증기술
ICT 융합	ICT 융합	농축수산ICT	농축수산 지능형 정밀 센서 및 제어 기술
			농축수산 지능정보 서비스 플랫폼 기술
			농축수산 유통 및 거래 기술
			농축수산 복합통신 및 ICT 융합표준 기술
		헬스케어ICT	바이오 센싱 기술
			헬스케어 서비스 플랫폼 기술
			헬스케어 진단/치료 시스템 기술
		환경ICT	지능형 온실가스 저감 융합 기술
			지능형 거주지역 생활환경 서비스 융합 기술
			지능형 자원순환 융합 기술
			환경재난 대응 융합 플랫폼 기술
		스마트시티	스마트홈 기술
			스마트시티 인프라 기술
			스마트시티 서비스 플랫폼 기술
		교통ICT	교통 플랫폼 기술
			교통 커넥션 기술
			자율 교통 기술

전략부문	대분류	중분류	소분류
ICT 융합	ICT 융합	교육ICT	교육 응용 플랫폼 기술
			교육 응용 인터페이스 기술
			교육용 톨킷 기술
		공공안전/재난예방ICT	공공안전/재난상황 센서 데이터 수집 기술
			지능형 데이터 처리/예측/예방 기술
			개인 맞춤형 치안 및 재난 대응 플랫폼
		국방ICT	국방 빅데이터
			국방 네트워크
			국방 인공지능
			국방 사이버보안
			국방 메타버스 및 디지털 트윈
			국방 응용 서비스
		복지ICT	소외·취약계층 지원 플랫폼 기술
			복지기반 개인 맞춤형 응용 기술
		에너지ICT	에너지 데이터 수집 기술
			에너지 빅데이터 플랫폼 기술
			지능형 에너지 자원 분석/관리/거래 기술
			지능형 에너지 산업 응용 서비스 기술
		제조ICT	산업용 ICT 디바이스 기술
			산업용 네트워크 기술
			산업용 ICT 플랫폼 기술
			지능형 제조 서비스
		산업응용ICT	레저/스포츠 ICT 응용 기술
			섬유/패션 ICT 응용 기술
			물류/유통 ICT 응용 기술
			문화/관광 ICT 응용 기술
		기타ICT융합	기타 ICT 융합

2 기술분야별 FGD 참여 전문가 위원

번호	대분류	소속	직위	성명
1	이동통신	KAIST	교수	강준혁
		KETI	팀장	김기진
		단국대학교	교수	박동주
		(주)서틴스플로어	대표	송영일
		KETI	센터장	안광호
		노키아코리아	상무	육영수
		서울대학교	교수	이재학
		단국대학교	교수	이현우
		ETRI	책임	장갑석
		LG전자	연구위원	정재훈
		이노와이어리스	연구위원	지승환
2	네트워크	ETRI	책임	강대규
		ETRI	책임	권오균
		서울시립대학교	교수	김철한
		(주)우리넷	이사	박성혁
		이화여자대학교	교수	박형곤
		KT융합기술원	수석	박형진
		고려대학교	교수	백상헌
		LG유플러스	책임	엄준열
		에치에프알	부문장	조범근
		다산네트웍스	수석부장	지수청
3	전파위성	ETRI	책임	권종화
		(주)케이엠더블유	연구소장	문영찬
		광운대학교	교수	신현철
		ETRI	책임	엄만석
		ETRI	연구위원	염인복
		(주)리플렉스	대표	윤동기
		ETRI	PL	이광재
		고려대학교	교수	이재성
		서강대학교	교수	이행선
		인텔리안 테크놀로지스	박사	이호진

번호	대분류	소속	직위	성명
3	전파위성	국민대학교	교수	장병준
		ETRI	실장	조인귀
		KETI	책임	최세환
4	사물인터넷	강남대학교	교수	김구성
		다쏘시스템코리아	이사	김은광
		사물인터넷협회	본부장	박원근
		비이인터랙티브	대표	박재훈
		ETRI	실장	박찬원
		세종대학교	교수	송재승
		전남대학교	교수	염태원
		(주)한기술	이사	이상민
		(주)아이브랩	이사	이준욱
5	SW	(주)드림이즈	대표	박복남
		상명대학교	교수	서광규
		성균관대학교	교수	염영익
		더존비즈온	차장	이영석
		ETRI	센터장	임채덕
		플레이스비(주)	이사	장상규
		ETRI	책임	정성인
		ETRI	실장	조창식
6	클라우드	한림대학교	교수	강동재
		소프트온넷	상무	구원본
		ETRI	실장	김덕환
		인하대학교	교수	김의직
		메가존클라우드	상무	김형두
		(주)이노그리드	상무	이성호
		스트라토(주)	상무	조성완
7	컴퓨팅 시스템	ETRI	본부장	김강호
		(주)글루시스	연구소장	김경표
		ETRI	본부장	김영균
		KETI	팀장	김영환
		경북대학교	교수	남덕윤
		(주)에프에이리눅스	이사	박문식

번호	대분류	소속	직위	성명
7	컴퓨팅 시스템	KETI	책임	전기만
		(주)케이티엔에프	이사	홍영찬
8	자율주행자동차	ETRI	실장	민경욱
		(주)알티스트	대표	손동환
		ETRI	책임	손주찬
		KETI	센터장	임기택
		KETI	본부장	임태범
		경북대학교	교수	한동석
9	인공지능	한양대학교	교수	강상기
		성균관대학교	교수	강석호
		중앙대학교	교수	김은지
		한국해양과학기술원	책임	김진아
		(주)아크릴	대표	박외진
		서울과학기술대학교	교수	박종열
		ETRI	소장	이윤근
		ETRI	책임	장민수
		KETI	수석	정혜동
		연세대학교	교수	조성배
10	빅데이터	건국대학교	교수	김두현
		강원대학교	교수	문양세
		(주)마음에이아이	전무	손병희
		ETRI	실장	원희선
		동덕여자대학교	교수	전희주
		ETRI	박사	정문영
11	방송·미디어	경희대학교	교수	김규현
		(주)로와시스	이사	김용석
		KETI	센터장	김제우
		서울과학기술대학교	교수	박구만
		SBS	차장	장진영
		KBS	팀장	전성호
		ETRI	책임	조용성
12	디지털 콘텐츠	(주)에어코드	소장	홍석구
		한양대학교	교수	박종일

번호	대분류	소속	직위	성명
12	디지털 콘텐츠	(주)루트엠엔씨	부사장CTO	송채훈
		인하대학교	교수	신병석
		ETRI	실장	유원영
		KETI	센터장	이경택
		ETRI	실장	이기석
		ETRI	책임	이재호
		ETRI	본부장	정일권
		(주)팬브릿지	이사	최병국
		송실대학교	교수	홍지만
		KIST	책임	황재인
13	스마트 디바이스	3DFIA	사무국장	강승철
		경북대학교	교수	김동현
		KETI	책임	박세호
		KETI	수석	신화선
		(주)유즈브레인넷	대표	원유석
		ETRI	책임	이준경
		(주)씨로마인드로보틱스	CSO	정선태
		ETRI	책임	정현태
		스마트기술진흥협회	사무국장	지성태
14	지능형 반도체	(주)네오와인	연구소장	강신석
		답엑스	부사장	김정욱
		코리아스펙트랄프로덕츠	부사장	박근오
		(주)유엑스팩토리	대표이사	박준영
		한양대학교	교수	오세용
		엠데이터싱크	이사	정보선
		ETRI	책임	한진호
		성균관대학교	교수	한태희
		KETI	센터장	황태호
15	양자정보통신	세종대학교	교수	김아정
		KT	팀장	김형수
		한림대학교	교수	박성수
		서강대학교	교수	손원민
		KIST	책임	송진동

번호	대분류	소속	직위	성명
15	양자정보통신	ETRI	실장	윤천주
16	차세대보안	아민시스	상무	구자진
		국가보안기술연구소	책임	권대성
		삼육보건대학교	교수	김경목
		건국대학교	교수	김기천
		KAIST	교수	김용대
		ETRI	책임	김정태
		충남대학교	교수	류재철
		KETI	센터장	박성주
		세종대학교	교수	신동규
		국가보안기술연구소	책임	윤한준
		KISA	센터장	이용필
		송실대학교	교수	최대선
		ETRI	책임	김기영
17	블록체인	(주)커먼컴퓨터	대표	김민현
		KT	센터장	김종철
		KISA	팀장	민경식
		(주)케이포시큐리티	대표	박경철
		ETRI	책임	박종대
		(주)아이오투러스트	대표	백상수
		LG CNS	총괄	윤창득
		ETRI	실장	이현진
		호서대학교	교수	장관종
		KIST	선임연구원	강민구
18	ICT 융합	세종대학교	교수	강지원
		KETI	단장	권기원
		KETI	팀장	김영한
		한국한의학연구원	책임	김재욱
		KETI	책임	김정호
		SageTech	부사장	김현수
		KETI	책임	김현우
		ETRI	책임	박종근
		ETRI	실장	박창준

번호	대분류	소속	직위	성명
18	ICT 융합	ETRI	책임	방준성
		한국해양수산개발원	부연구위원	안용성
		ETRI	실장	윤대섭
		국가보안기술연구소	실장	이상욱
		서울대학교	교수	이인복
		치안정책연구소	경정	장광호
		울산대학교	부교수	조동식
		KISTI	센터장	황윤영
	기타 (디지털트윈)	포항공과대학교	교수	김덕영
		ETRI	책임	김용운
		성균관대학교	교수	노상도
		ETRI	실장	손지연
		한국수자원공사	부장	심명근
		포스코DX	팀장	양원모
		ETRI	책임	유상근
		ETRI	책임	이은서
		KAIST	교수	장영재
		디지털트윈포럼	국장	지성태

3 온라인 설문조사 결과

▶ 온라인 설문조사 개요

- 조사 단위 : 289개 소분류기술별 조사
- 조사 방법 : 온라인 설문 플랫폼
- 조사 내용 : 국가별 기술수준 등급, 기술수준 동향 등 조사
- 조사 기간 : 2023. 4. 27 ~ 2023. 5. 31 (약 1개월)
- 총 응답건수 : 2,197건

▶ 온라인 설문조사 기준 국가별 기술수준 비교 (대분류 기준)

구분	한국	미국	일본	중국	유럽
이동통신	앞선수준	세계최고	중간수준	앞선수준	앞선수준
네트워크	앞선수준	세계최고	중간수준	앞선수준	앞선수준
전파위성	중간수준	세계최고	중간수준	앞선수준	앞선수준
사물인터넷	앞선수준	세계최고	중간수준	중간수준	앞선수준
SW	앞선수준	세계최고	중간수준	앞선수준	앞선수준
클라우드	중간수준	세계최고	중간수준	앞선수준	앞선수준
컴퓨팅 시스템	중간수준	세계최고	중간수준	앞선수준	앞선수준
자율주행자동차	앞선수준	세계최고	중간수준	중간수준	앞선수준
인공지능	중간수준	세계최고	중간수준	앞선수준	앞선수준
빅데이터	앞선수준	세계최고	중간수준	앞선수준	앞선수준
방송·미디어	앞선수준	세계최고	중간수준	중간수준	앞선수준
디지털 콘텐츠	앞선수준	세계최고	중간수준	중간수준	앞선수준
스마트 디바이스	앞선수준	세계최고	중간수준	중간수준	앞선수준
지능형 반도체	앞선수준	세계최고	중간수준	중간수준	앞선수준
양자정보통신	중간수준	세계최고	중간수준	앞선수준	세계최고
차세대보안	앞선수준	세계최고	중간수준	중간수준	앞선수준
블록체인	중간수준	세계최고	중간수준	앞선수준	앞선수준
ICT 융합	앞선수준	세계최고	중간수준	중간수준	앞선수준

▶ 온라인 설문조사 응답결과

• ICT 기술 종합

ICT 기술 종합	기술수준 순위					기술수준 등급				기술수준 동향		
	1위	2위	3위	4위	5위	세계 최고	앞선 수준	중간 수준	뒤떨 어진	상승	유지	하락
한국	3.7%	11.8%	29.6%	34.4%	20.5%	13.5%	42.2%	35.8%	8.4%	44.4%	50.3%	5.3%
미국	87.9%	8.8%	2.1%	0.5%	0.6%	87.3%	10.5%	1.9%	0.2%	72.3%	27.2%	0.6%
일본	1.2%	7.8%	29.5%	28.8%	32.6%	11.5%	35.4%	39.5%	13.6%	22.9%	62.9%	14.2%
중국	2.5%	22.0%	20.0%	20.0%	35.5%	16.8%	36.3%	35.1%	11.8%	51.9%	42.7%	5.4%
유럽	6.8%	51.2%	22.7%	13.4%	6.0%	26.5%	51.3%	19.4%	2.7%	41.6%	55.5%	2.9%

• 중점분야별

이동통신	기술수준 순위					기술수준 등급				기술수준 동향		
	1위	2위	3위	4위	5위	세계 최고	앞선 수준	중간 수준	뒤떨 어진	상승	유지	하락
한국	8.3%	18.8%	32.3%	33.3%	7.3%	28.8%	49.7%	18.1%	3.5%	100.0%	34.0%	59.7%
미국	68.8%	17.7%	8.3%	2.1%	3.1%	67.0%	26.4%	5.2%	1.4%	100.0%	53.8%	45.1%
일본	1.0%	5.2%	5.2%	25.0%	63.5%	6.3%	37.5%	41.8%	14.4%	100.0%	12.8%	66.3%
중국	12.5%	29.2%	36.5%	10.4%	11.5%	38.5%	39.9%	17.0%	4.5%	100.0%	51.0%	44.4%
유럽	13.5%	33.3%	17.7%	26.0%	9.4%	27.4%	42.0%	22.9%	7.6%	100.0%	25.7%	67.0%

네트워크	기술수준 순위					기술수준 등급				기술수준 동향		
	1위	2위	3위	4위	5위	세계 최고	앞선 수준	중간 수준	뒤떨 어진	상승	유지	하락
한국	4.8%	27.0%	23.8%	20.6%	23.8%	24.9%	40.7%	25.9%	8.5%	100.0%	38.6%	52.9%
미국	90.5%	6.3%	0.0%	1.6%	1.6%	86.8%	12.2%	1.1%	0.0%	100.0%	64.0%	34.4%
일본	1.6%	11.1%	28.6%	22.2%	36.5%	6.1%	37.6%	41.9%	14.5%	100.0%	15.3%	65.6%
중국	3.2%	23.8%	27.0%	19.0%	27.0%	24.3%	33.9%	29.6%	12.2%	100.0%	48.1%	45.5%
유럽	0.0%	33.3%	27.0%	28.6%	11.1%	12.7%	59.3%	22.8%	5.3%	100.0%	23.8%	72.0%

전파·위성	기술수준 순위					기술수준 등급				기술수준 동향		
	1위	2위	3위	4위	5위	세계 최고	앞선 수준	중간 수준	뒤떨어진	상승	유지	하락
한국	1.0%	2.9%	14.4%	20.2%	61.5%	8.0%	33.0%	36.2%	22.8%	100.0%	30.8%	52.2%
미국	95.2%	3.8%	1.0%	0.0%	0.0%	92.6%	6.4%	0.6%	0.3%	100.0%	61.5%	38.1%
일본	2.9%	9.6%	46.2%	29.8%	11.5%	14.5%	34.2%	38.2%	13.2%	100.0%	22.1%	71.5%
중국	2.9%	8.7%	30.8%	40.4%	17.3%	15.1%	39.7%	33.7%	11.5%	100.0%	49.7%	47.1%
유럽	6.7%	74.0%	10.6%	5.8%	2.9%	36.9%	52.6%	9.9%	0.6%	100.0%	43.3%	55.4%

사물 인터넷	기술수준 순위					기술수준 등급				기술수준 동향		
	1위	2위	3위	4위	5위	세계 최고	앞선 수준	중간 수준	뒤떨어진	상승	유지	하락
한국	4.1%	27.0%	36.5%	23.0%	9.5%	17.1%	52.7%	28.8%	1.4%	100.0%	53.2%	43.7%
미국	87.8%	8.1%	4.1%	0.0%	0.0%	84.7%	12.2%	2.7%	0.5%	100.0%	65.8%	33.3%
일본	1.4%	6.8%	17.6%	27.0%	47.3%	5.5%	37.8%	42.2%	14.5%	100.0%	23.9%	60.8%
중국	2.7%	13.5%	16.2%	33.8%	33.8%	14.4%	34.7%	45.9%	5.0%	100.0%	58.1%	40.1%
유럽	6.8%	51.4%	24.3%	13.5%	4.1%	25.7%	53.6%	18.0%	2.7%	100.0%	42.3%	57.2%

SW	기술수준 순위					기술수준 등급				기술수준 동향		
	1위	2위	3위	4위	5위	세계 최고	앞선 수준	중간 수준	뒤떨어진	상승	유지	하락
한국	2.1%	16.4%	34.3%	26.4%	20.7%	11.2%	48.8%	31.0%	9.0%	100.0%	41.2%	52.4%
미국	96.4%	2.9%	0.7%	0.0%	0.0%	91.4%	6.9%	1.2%	0.5%	100.0%	75.2%	24.0%
일본	0.0%	10.7%	20.0%	32.9%	36.4%	12.6%	35.0%	39.0%	13.5%	100.0%	14.3%	71.7%
중국	1.4%	20.0%	22.9%	24.3%	31.4%	16.0%	38.1%	34.5%	11.4%	100.0%	56.7%	39.3%
유럽	1.4%	57.1%	20.7%	12.1%	8.6%	21.4%	54.5%	20.2%	3.8%	100.0%	37.6%	57.6%

클라우드	기술수준 순위					기술수준 등급				기술수준 동향		
	1위	2위	3위	4위	5위	세계 최고	앞선 수준	중간 수준	뒤떨어진	상승	유지	하락
한국	1.7%	10.3%	43.1%	41.4%	3.4%	6.9%	39.7%	48.3%	5.2%	100.0%	38.5%	59.8%
미국	98.3%	1.7%	0.0%	0.0%	0.0%	96.6%	2.3%	1.1%	0.0%	100.0%	79.9%	20.1%
일본	0.0%	1.7%	3.4%	17.2%	77.6%	0.8%	39.7%	44.3%	15.3%	100.0%	7.5%	71.3%
중국	0.0%	56.9%	22.4%	8.6%	12.1%	20.7%	50.6%	24.1%	4.6%	100.0%	57.5%	40.2%
유럽	0.0%	37.9%	34.5%	24.1%	3.4%	9.2%	52.9%	35.1%	2.9%	100.0%	21.8%	76.4%

컴퓨팅 시스템	기술수준 순위					기술수준 등급				기술수준 동향		
	1위	2위	3위	4위	5위	세계 최고	앞선 수준	중간 수준	뒤떨 어진	상승	유지	하락
한국	3.3%	10.0%	20.0%	20.0%	46.7%	6.7%	37.8%	40.0%	15.6%	100.0%	43.3%	52.2%
미국	96.7%	3.3%	0.0%	0.0%	0.0%	91.1%	8.9%	0.0%	0.0%	100.0%	75.6%	24.4%
일본	0.0%	10.0%	36.7%	30.0%	23.3%	9.7%	36.1%	40.3%	13.9%	100.0%	16.7%	67.8%
중국	0.0%	23.3%	20.0%	33.3%	23.3%	15.6%	42.2%	30.0%	12.2%	100.0%	62.2%	30.0%
유럽	0.0%	63.3%	20.0%	16.7%	0.0%	25.6%	44.4%	30.0%	0.0%	100.0%	35.6%	55.6%

자율주행 자동차	기술수준 순위					기술수준 등급				기술수준 동향		
	1위	2위	3위	4위	5위	세계 최고	앞선 수준	중간 수준	뒤떨 어진	상승	유지	하락
한국	0.0%	8.2%	34.3%	39.6%	17.9%	10.2%	42.0%	39.8%	8.0%	100.0%	54.0%	41.5%
미국	95.5%	3.0%	1.5%	0.0%	0.0%	92.3%	6.0%	1.7%	0.0%	100.0%	80.3%	19.2%
일본	0.7%	6.0%	28.4%	29.9%	35.1%	17.2%	33.1%	36.9%	12.7%	100.0%	27.6%	60.7%
중국	3.0%	18.7%	21.6%	17.9%	38.8%	16.2%	32.3%	33.3%	18.2%	100.0%	47.5%	44.5%
유럽	3.0%	62.7%	25.4%	6.7%	2.2%	24.9%	58.2%	16.4%	0.5%	100.0%	46.3%	52.7%

인공지능	기술수준 순위					기술수준 등급				기술수준 동향		
	1위	2위	3위	4위	5위	세계 최고	앞선 수준	중간 수준	뒤떨 어진	상승	유지	하락
한국	1.5%	5.6%	19.1%	44.6%	29.2%	5.0%	35.6%	48.3%	11.1%	100.0%	47.9%	47.6%
미국	96.3%	1.9%	1.1%	0.0%	0.7%	95.0%	4.6%	0.4%	0.0%	100.0%	84.1%	15.7%
일본	0.0%	5.6%	19.9%	30.7%	43.8%	12.6%	35.0%	39.0%	13.5%	100.0%	28.1%	52.2%
중국	1.9%	53.2%	20.6%	12.0%	12.4%	23.1%	51.8%	20.3%	4.7%	100.0%	68.4%	28.3%
유럽	1.1%	35.6%	44.6%	11.2%	7.5%	16.2%	53.7%	27.7%	2.4%	100.0%	42.7%	54.1%

빅데이터	기술수준 순위					기술수준 등급				기술수준 동향		
	1위	2위	3위	4위	5위	세계 최고	앞선 수준	중간 수준	뒤떨 어진	상승	유지	하락
한국	1.8%	10.0%	34.5%	42.7%	10.9%	10.0%	50.0%	35.8%	4.2%	100.0%	46.4%	52.4%
미국	92.7%	7.3%	0.0%	0.0%	0.0%	95.8%	3.6%	0.3%	0.3%	100.0%	80.0%	18.8%
일본	0.9%	1.8%	14.5%	22.7%	60.0%	8.5%	36.6%	40.8%	14.1%	100.0%	17.3%	61.5%
중국	4.5%	41.8%	19.1%	13.6%	20.9%	23.0%	41.8%	28.2%	7.0%	100.0%	53.0%	42.4%
유럽	3.6%	43.6%	30.0%	18.2%	4.5%	16.7%	59.4%	21.5%	2.4%	100.0%	40.0%	58.5%

방송 미디어	기술수준 순위					기술수준 등급				기술수준 동향		
	1위	2위	3위	4위	5위	세계 최고	앞선 수준	중간 수준	뒤떨 어진	상승	유지	하락
한국	19.4%	25.4%	40.3%	7.5%	7.5%	40.8%	49.8%	7.0%	2.5%	100.0%	50.2%	47.3%
미국	62.7%	31.3%	6.0%	0.0%	0.0%	74.1%	22.4%	3.5%	0.0%	100.0%	55.7%	43.8%
일본	11.9%	11.9%	25.4%	41.8%	9.0%	17.5%	33.0%	36.8%	12.7%	100.0%	20.4%	73.1%
중국	0.0%	0.0%	6.0%	19.4%	74.6%	8.0%	36.8%	48.3%	7.0%	100.0%	29.9%	63.7%
유럽	6.0%	35.8%	19.4%	29.9%	9.0%	33.3%	44.3%	21.4%	1.0%	100.0%	22.9%	74.6%

디지털 콘텐츠	기술수준 순위					기술수준 등급				기술수준 동향		
	1위	2위	3위	4위	5위	세계 최고	앞선 수준	중간 수준	뒤떨 어진	상승	유지	하락
한국	3.2%	16.7%	35.3%	26.9%	17.9%	16.2%	47.2%	31.4%	5.1%	100.0%	46.4%	47.2%
미국	96.8%	3.2%	0.0%	0.0%	0.0%	95.1%	4.3%	0.4%	0.2%	100.0%	86.8%	13.2%
일본	0.0%	15.4%	36.5%	27.6%	20.5%	21.7%	31.3%	34.9%	12.0%	100.0%	22.9%	65.0%
중국	0.0%	12.8%	21.8%	23.1%	42.3%	12.6%	34.6%	36.1%	16.7%	100.0%	50.0%	42.1%
유럽	0.0%	53.8%	14.7%	18.6%	12.8%	16.9%	52.6%	26.3%	4.3%	100.0%	31.2%	65.4%

스마트 디바이스	기술수준 순위					기술수준 등급				기술수준 동향		
	1위	2위	3위	4위	5위	세계 최고	앞선 수준	중간 수준	뒤떨 어진	상승	유지	하락
한국	5.9%	11.8%	31.4%	27.5%	23.5%	9.2%	42.5%	36.6%	11.8%	100.0%	36.6%	58.8%
미국	84.3%	13.7%	0.0%	2.0%	0.0%	85.6%	11.8%	2.6%	0.0%	100.0%	65.4%	34.6%
일본	2.0%	2.0%	25.5%	35.3%	35.3%	7.1%	37.1%	41.4%	14.3%	100.0%	17.0%	68.0%
중국	2.0%	13.7%	29.4%	27.5%	27.5%	11.1%	32.0%	47.1%	9.8%	100.0%	49.7%	39.9%
유럽	9.8%	56.9%	15.7%	5.9%	11.8%	25.5%	46.4%	22.2%	5.9%	100.0%	42.5%	53.6%

지능형 반도체	기술수준 순위					기술수준 등급				기술수준 동향		
	1위	2위	3위	4위	5위	세계 최고	앞선 수준	중간 수준	뒤떨 어진	상승	유지	하락
한국	8.5%	25.4%	42.3%	22.5%	1.4%	18.8%	41.3%	36.6%	3.3%	100.0%	39.4%	58.2%
미국	91.5%	8.5%	0.0%	0.0%	0.0%	82.2%	13.1%	4.7%	0.0%	100.0%	68.1%	30.5%
일본	0.0%	11.3%	11.3%	26.8%	50.7%	4.8%	38.1%	42.5%	14.7%	100.0%	8.5%	58.7%
중국	0.0%	25.4%	21.1%	23.9%	29.6%	10.8%	31.0%	42.7%	15.5%	100.0%	48.8%	41.3%
유럽	0.0%	35.2%	26.8%	23.9%	14.1%	5.2%	46.5%	40.4%	8.0%	100.0%	24.4%	63.4%

양자정보 통신	기술수준 순위					기술수준 등급				기술수준 동향		
	1위	2위	3위	4위	5위	세계 최고	앞선 수준	중간 수준	뒤떨 어진	상승	유지	하락
한국	1.7%	0.0%	1.7%	13.3%	83.3%	3.3%	11.7%	47.8%	37.2%	100.0%	36.7%	50.6%
미국	76.7%	11.7%	8.3%	1.7%	1.7%	83.3%	14.4%	1.7%	0.6%	100.0%	63.9%	35.6%
일본	0.0%	3.3%	21.7%	65.0%	10.0%	6.7%	37.3%	41.6%	14.4%	100.0%	39.4%	58.3%
중국	15.0%	35.0%	40.0%	8.3%	1.7%	40.0%	48.9%	10.6%	0.6%	100.0%	62.8%	35.6%
유럽	26.7%	30.0%	38.3%	5.0%	0.0%	47.2%	37.8%	15.0%	0.0%	100.0%	56.1%	43.3%

차세대 보안	기술수준 순위					기술수준 등급				기술수준 동향		
	1위	2위	3위	4위	5위	세계 최고	앞선 수준	중간 수준	뒤떨 어진	상승	유지	하락
한국	3.4%	12.0%	48.7%	25.6%	10.3%	9.4%	47.3%	39.3%	4.0%	100.0%	44.2%	51.6%
미국	93.2%	6.0%	0.9%	0.0%	0.0%	93.2%	6.6%	0.3%	0.0%	100.0%	69.2%	30.8%
일본	0.0%	4.3%	23.9%	34.2%	37.6%	4.7%	38.1%	42.5%	14.7%	100.0%	15.1%	70.7%
중국	2.6%	8.5%	21.4%	24.8%	42.7%	9.1%	27.1%	52.1%	11.7%	100.0%	52.1%	41.3%
유럽	2.6%	67.5%	18.8%	10.3%	0.9%	20.5%	61.0%	16.5%	2.0%	100.0%	42.7%	55.8%

블록체인	기술수준 순위					기술수준 등급				기술수준 동향		
	1위	2위	3위	4위	5위	세계 최고	앞선 수준	중간 수준	뒤떨 어진	상승	유지	하락
한국	8.7%	17.4%	17.4%	34.8%	21.7%	20.3%	17.4%	53.6%	8.7%	100.0%	23.2%	50.7%
미국	91.3%	8.7%	0.0%	0.0%	0.0%	81.2%	14.5%	4.3%	0.0%	100.0%	76.8%	23.2%
일본	0.0%	0.0%	13.0%	26.1%	60.9%	0.0%	40.0%	44.6%	15.4%	100.0%	0.0%	66.7%
중국	0.0%	13.0%	47.8%	30.4%	8.7%	13.0%	46.4%	24.6%	15.9%	100.0%	33.3%	50.7%
유럽	0.0%	60.9%	21.7%	8.7%	8.7%	24.6%	46.4%	17.4%	11.6%	100.0%	42.0%	53.6%

ICT 융합	기술수준 순위					기술수준 등급				기술수준 동향		
	1위	2위	3위	4위	5위	세계 최고	앞선 수준	중간 수준	뒤떨 어진	상승	유지	하락
한국	3.2%	10.1%	28.2%	46.2%	12.3%	15.1%	45.9%	33.0%	6.0%	100.0%	49.9%	46.6%
미국	79.8%	13.8%	3.9%	1.3%	1.3%	80.3%	16.3%	3.2%	0.3%	100.0%	68.4%	31.1%
일본	1.9%	9.7%	48.8%	24.3%	15.3%	20.7%	31.7%	35.4%	12.2%	100.0%	31.5%	59.1%
중국	0.9%	9.5%	9.5%	17.6%	62.6%	10.5%	27.2%	44.9%	17.4%	100.0%	45.4%	48.7%
유럽	15.3%	57.4%	13.1%	9.2%	4.9%	37.8%	48.8%	11.3%	2.0%	100.0%	52.5%	45.6%

2022년도 ICT 기술수준조사 및 기술경쟁력분석 보고서 참여연구진

정보통신기획평가원 기술기획팀 팀장 황 호 선

정보통신기획평가원 기술기획팀 수석 정 대 경

정보통신기획평가원 기술기획팀 수석 장 윤 림

정보통신기획평가원 기술기획팀 책임 김 태 동

2022년도 ICT 기술수준조사 및 기술경쟁력분석 보고서

발행인·발행처	정보통신기획평가원
원 장	홍진배
총괄 책임자	정보통신기획평가원 기술기획팀장 황호선 042-612-8610, wireless@iitp.kr
주요 문의처	정보통신기획평가원 기술기획팀 정대경 042-612-8612, long108@iitp.kr
디자인·인쇄	디자인에스

※ 이 책은 정보통신기획평가원에서 발행한 책자로 저작권법에 따라 보호를 받는 저작물입니다.

※ 무단전재와 무단복제를 금하며, 이 책의 내용의 전부 또는 일부를 인용하려면 반드시 저작권의 서면동의를 받아야 합니다.

