

인공지능 반도체 국가투자전략 연구 : 기술·정책·투자·시장·산업 분석

원용숙·홍수지

본 보고서는 ETRI 기술정책연구본부 주요사업인 “국가 지능화 기술정책 및 표준화 연구”를 통해 작성된 결과물입니다.





목차



핵심 요약	1
I. 인공지능 반도체 국가투자전략 연구 필요성	11
1. 인공지능 반도체 중요성	12
2. 인공지능 반도체 국가투자전략 연구 필요성	13
II. 인공지능 반도체 개요 및 기술 동향	14
1. 인공지능 반도체 개요	15
2. 인공지능 반도체 기술 동향	20
3. 인공지능 반도체 성능 및 진화 방향	27
4. 주요국 인공지능 반도체 기술 수준	29
III. 인공지능 반도체 정책 및 투자 동향	31
1. 주요국 인공지능 반도체 정책 동향	32
2. 한국 인공지능 반도체 정책 동향	43
3. 인공지능 반도체 투자 동향	46
IV. 인공지능 반도체 시장 동향	47
1. 세계 인공지능 반도체 시장 동향	48
2. 한국 인공지능 반도체 시장 동향	54
V. 인공지능 반도체 산업 동향	57
1. 인공지능 반도체 산업 생태계	58
2. 인공지능 반도체 주요기업 동향	59
VI. 인공지능 반도체 전문가 진단	74
1. 최우선 투자 유망기술 「인공지능 반도체」	75
2. 인공지능 반도체 전문가 「핵심 키워드」	77
3. SWOT 분석 기반 인공지능 반도체 상황 진단	80
VII. 인공지능 반도체 이슈 및 시사점	81
1. 인공지능 반도체 주요 이슈	82
2. 인공지능 반도체 이슈별 시사점	86
참고문헌	87



[표 2-1] 기관별 인공지능 반도체 정의	15
[표 2-2] 인공지능 반도체 구분	17
[표 2-3] 주요 연구기관별 인공지능 반도체 범위	18
[표 2-4] 주요 인공지능 반도체별 성능 비교	27
[표 2-5] 인공지능 반도체 기술 수준 및 기술격차	29
[표 3-1] 인공지능 반도체 관련 주요국 정책	33
[표 3-2] 인공지능 반도체 관련 각국 투자 동향	46
[표 4-1] 주요 시장조사 기관 인공지능 반도체 시장 전망	48
[표 4-2] 반도체 분야별 세계시장 비교	49
[표 4-3] 인공지능 반도체 시장 변화 추이	53
[표 4-4] 한국 ICT 및 반도체 산업 수출 현황	56
[표 5-1] 미국 인공지능 반도체 주요 생산·공급 기업	59
[표 5-2] 중국 인공지능 반도체 주요 생산·공급 기업	61
[표 5-3] 한국 인공지능 반도체 주요 생산·공급 기업	62
[표 5-4] 데이터센터용 인공지능 반도체 기업	64
[표 5-5] 엣지 디바이스용 인공지능 반도체 기업	65
[표 5-6] 플랫폼·서비스 관련 인공지능 반도체 기업	67
[표 5-7] 모바일·자율주행·디지털가전 관련 인공지능 반도체 기업	71
[표 6-1] ICT 주요기술 유망성 평가항목	75
[표 6-2] ICT 주요기술 유망성 평가결과	76
[표 6-3] 인공지능 반도체 범위에 대한 전문가 의견	77
[표 6-4] 인공지능 반도체 중점 투자 분야에 대한 전문가 의견	78
[표 6-5] 인공지능 반도체 관련 정부 지원 필요 분야에 대한 전문가 의견	78
[표 6-6] 인공지능 반도체 SWOT 분석 결과	80
[표 7-1] 인공지능 반도체 주요 이슈별 시사점	86

그림목차



[그림 2-1] 반도체 기술분류 체계와 인공지능 반도체	17
[그림 2-2] 심층신경망과 스파이킹 신경망 구현방식 비교	20
[그림 2-3] 인공지능 반도체 Hype Cycle, 2022	28
[그림 2-4] 주요국 특허 신청 동향	30
[그림 3-1] 한국 인공지능 반도체 정책 동향	43
[그림 4-1] 한국 인공지능 산업 분야별 3개년도 매출액	55
[그림 4-2] 한국 메모리 반도체 및 시스템반도체 증가 추이	56
[그림 5-1] 인공지능 반도체 생태계 구조	58

핵심 요약



인공지능 반도체 국가투자전략 연구 필요성

- 반도체 산업은 PC와 모바일 등 새로운 기기가 등장할 때마다 성장을 거듭, 저장 용량 확대와 빠른 연산속도를 요구하며 고성능 반도체에 대한 수요가 꾸준히 증가
- 인공지능 반도체는 인공지능을 효율적으로 구현하기 위한 필수기술로, 인공지능 발전에 따라 동반 성장하며 미래 반도체 시장의 주도권 확보를 위한 핵심기술로 부상
- 디지털 전환 국가연구개발 중장기 투자전략(2022)에서 기술적 파급효과, 사회·경제적 파급효과, 기술개발의 시급성, 정책적 부합성에 대한 평가를 진행한 결과 인공지능 반도체는 가장 높은 점수를 획득, 국가투자 최우선 순위로 선정된 바 있음
- 인공지능 반도체 분야 경쟁력 확보 및 국가투자전략 수립을 위한 후속연구가 필요하며, 본 연구는 인공지능 반도체 분야 기술, 정책, 투자, 시장, 산업 동향 분석과 전문가 의견수렴을 토대로 국가연구개발 투자전략 수립을 위한 주요 이슈와 시사점을 도출하고자 함



인공지능 반도체 개요 및 기술 동향

- 인공지능 반도체는 기술의 구현방식과 활용 범위에 따라 다양한 개념이 존재하지만, 공통적으로 “인공지능에 필요한 데이터 연산을 효율적으로 처리하는 반도체”로 정의
- 인공지능 반도체는 심층신경망 기반의 GPU, ASIC, FPGA와 스파이킹 신경망 기반의 NPU, 뉴로모픽이 대표적
 - GPU(Graphical Processing Unit)는 대규모 데이터 연산성능이 우수해 인공지능에 가장 폭넓게 사용되고 있으나 비용과 전력 측면에서 비효율적, 병렬처리를 유지하면서 인공지능 전용 FPGA나 ASIC 형태로 진화하고 있음
 - FPGA(Field Programmable Gate Arrays)는 제조 후 내부 재프로그래밍이 가능한 반도체로 다양한 응용프로그램 및 오픈소스를 통해 FPGA 채택 빠르게 증가, 높은 초기 개발비용과 연산성능 향상이 해결해야 할 당면 과제



- ASIC(Application Specific Integrated Circuits)는 원하는 기능 수행을 위해 특별히 맞춤 제작한 주문형 반도체로 빠른 속도와 높은 에너지 효율이 가장 큰 특징, 대용량의 복잡한 데이터 세트를 효율적이고 안정적으로 분석
- NPU(Neural Processing Unit)는 사람 뇌의 신경망(Neural Network)을 모방한 병렬처리 장치로 기존 반도체 대비 컴퓨팅 및 애플리케이션 구현에 탁월, 인간 뇌 수준의 정보 처리와 인식을 할 수 있는 뉴로모픽 프로세서 기술까지 발전할 전망
- 뉴로모픽 반도체(Neuromorphic Chips)는 인간의 뇌를 모방한 인공지능 전용 반도체로 미래 인공지능 시장 주도권 확보를 위한 핵심기술로 평가되지만, 아직 개발 초기 단계로 설계 및 구현을 위해 상당한 기술적 노력과 시간이 필요
- 인공지능 반도체 성능은 얼마나 많은 양의 데이터를 “낮은 전력”과 “빠른 속도”로 “동시 계산”하여 “추론”할 수 있는가에 따라 결정, 각 프로세서 사이의 연결 구조가 중요하며 대역폭과 지연시간에 따라 크기와 성능이 달라짐
- 인공지능 반도체 기술성숙도는 GPU, FPGA, ASIC, 뉴로모픽 순, 효율성 측면에서는 ASIC, FPGA, GPU 순, 사용자 정의에서는 FPGA, ASIC 순, 정확도는 GPU, FPGA, ASIC 순
- 인공지능 반도체 분야 기술력은 미국(100%) > 중국(92.5%) > 유럽(89.3%) > 한국(89.2%) > 일본(85.9%) 순으로 중국, 유럽, 한국은 기술력이 상승한 반면, 일본은 하락 국면
- 미국은 세계 최고 수준이지만 중국이 국가 주도의 공세적 정책과 대규모 투자로 기술력 계속 상승, 한국은 메모리 반도체 경쟁력과 인공지능 기술 강점을 기반으로 인공지능 반도체 기술력 전년 대비 크게 상승
- 인공지능 반도체 관련 특허는 미국과 중국이 세계 특허 신청을 양분, 한국은 전체 특허 3위지만 뉴로모픽 분야에서 2위 차지, 향후 경쟁력 관련 긍정적 신호로 해석할 수 있음



주요국 인공지능 반도체 정책 동향

- 주요국은 인공지능 반도체를 명시한 별도의 정책을 마련하고 있지 않으며, 이에 본 연구에서는 주요국의 반도체 및 인공지능 정책에서 인공지능 반도체 관련 정책을 살펴봄

표 인공지능 반도체 관련 주요국 정책

국가		주요정책	정책특징
미국		- 반도체 지원법('22.8) - 반도체 촉진법('22.8)	- 자국 반도체 생산시설 보조금 지원 및 첨단 시설·장비 투자 세액 공제 - 비반도체 기업이 직접 자사의 인공지능 반도체를 개발하도록 지원 - 미 정부의 지원을 받은 반도체 기업은 향후 10년간 중국 내 반도체 생산장비 증설 제한
중국		- 반도체 굴기('15~) - 중국제조 2025('15~)	- 인공지능 반도체 국산화 지원 - 해외 반도체 기업의 중국 기업 이전을 추진 - 중국 정부가 전략적 과학기술 분야로 반도체 분야 지정
일본		- 반도체·디지털산업전략('18.6) - 반도체 전략('21.6)	- 민·관 합동으로 반도체 산업의 경쟁력을 강화하고 공급망 안정화 논의 - 인공지능 반도체의 설계 개발을 지원
대만		- AI Edge 반도체 제조공정 및 칩 시스템 연구개발 특별 계획('18.6) - 웅스트롬 세대 반도체 계획('20.9)	- 인공지능 반도체 인재를 육성하고 산업의 신기술 개발을 위한 예산투입 - 국가 반도체 연구기관을 설립하여 R&D 지원
유럽	EU	2030 디지털 컴퍼스('21.3) - 유럽반도체법('22.2)	- 유럽의 반도체 기술 설계능력을 강화 - 역내 생산역량 강화 및 반도체 생태계 성장 지원
	영국	The semiconductor industry in the UK(Report)('22.11)	반도체 산업을 위한 비즈니스 성장 지원 등 연구·개발을 위한 투자 확대
	프랑스	France 2030('21.10)	반도체 자립화를 위해 EU와 공조해 자국 및 역내 반도체 산업을 위한 투자 계획 구체화
	독일	인공지능 전략(Artificial Intelligence Strategy)('18.11)	인공지능 경쟁력을 좌우하는 고성능 미래 반도체 기술력 확보에 주력
한국		- 인공지능 반도체 산업 발전전략('20.10) - 인공지능 반도체 산업성장 지원 대책('22.6)	- 공급망 구축 및 R&D 투자 세액 공제 - K-반도체 벨트 조성을 통한 공급망 안정화

- (미국) 인공지능 반도체가 경제 산업에 영향을 미치고 더 나아가 군사·외교·안보에까지 영향을 미치는 중요한 분야로 간주, 미국은 마·중 간 기술패권 환경에서 인공지능 반도체의 대중 수출을 금지하고 파트너국을 통해 중국을 압박
- (중국) 국가 주요 첨단 산업으로 인공지능 반도체의 중요성을 강조, 미국의 제재가 강화되면서 수입 의존성이 높았던 인공지능 반도체 '자주화'를 위해 ICT 기업과 스타트업을 중심으로 지원

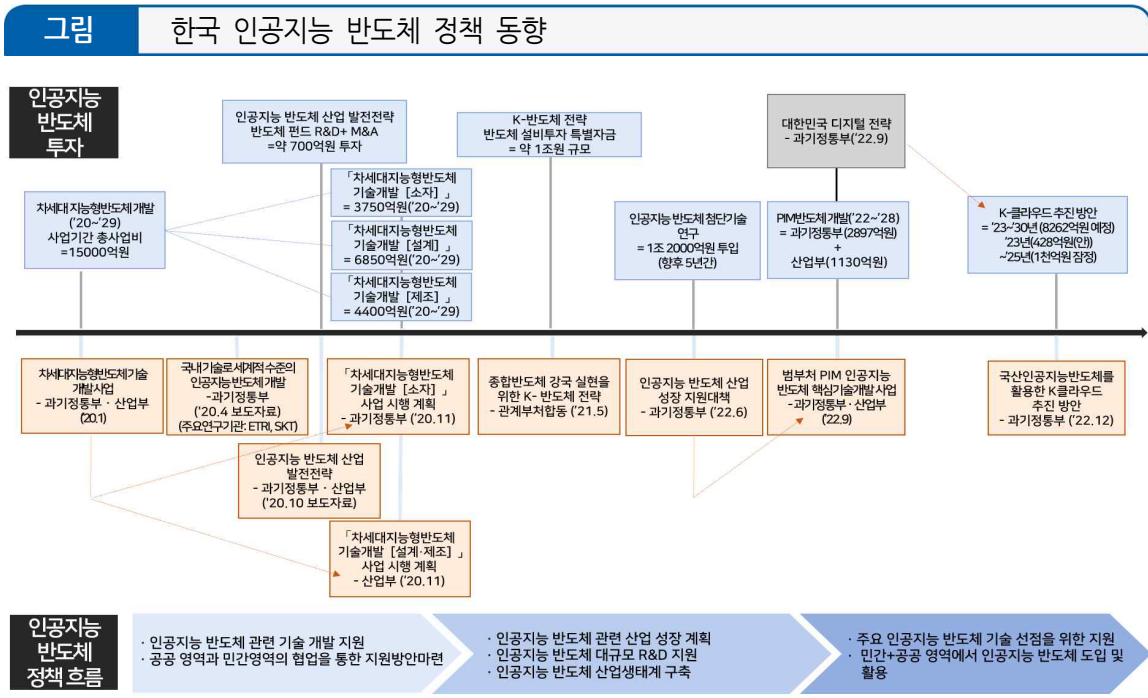


- (일본) 반도체 경쟁력을 회복하고, 세계시장에서 관련 산업을 주도하기 위한 전략을 발표, 특히 인공지능 반도체 분야에서 국제사회에서 도태되는 것을 우려하여 해외 반도체 기업 연구센터와 생산공장의 자국 유치에 적극적
- (대만) 인공지능 엣지의 핵심기술을 개발하여 인공지능 반도체 시장성장을 이끌고 있으며, 인공지능 반도체 칩을 6대 미래 핵심기술로 지정하는 등 인공지능 반도체 자주화를 위한 정부 지원 확대
- (유럽) 반도체 공급 측면에서 대외 의존도가 높은 편이며, 주요국 대비 뒤처져 있는 생산 역량 제고를 위해 반도체 설계능력을 강화하고 연구센터 네트워크를 형성, 반도체 지원 펀드를 통해 해당 기업의 자금 조달



한국 인공지능 반도체 정책 및 투자 동향

- 한국은 기존의 메모리 반도체 산업에서 인공지능 반도체 중심으로 이동, 특히 인공지능 반도체 선도국가 도약을 위해 국내 생태계 활성화 지원



- 한국은 인공지능 반도체의 경쟁력 확보를 위해 과기정통부와 산업부 합동으로 국가연구 개발 사업을 본격적으로 추진('20.1)하여, 메모리 중심의 불균형적인 산업 구조를 개선
- 기업과 출연연이 합작하여 국내 기술로 세계적 수준의 데이터센터용 인공지능 반도체를 개발, 기술의 자립을 위한 시발점 마련

- 국가 차원 전략 수립을 위해 ‘인공지능 반도체 산업 발전전략’을 수립(‘20.10)하여, 인공지능 반도체 육성을 위한 투자 본격화
- 정부는 반도체의 공급망을 보완하고, 안정적인 제조 환경의 확립을 위해 ‘K-반도체 전략-관계부처합동’ 수립(‘21.5)
- 과기정통부는 국가 디지털 전략의 일환으로 인공지능 반도체 활용을 위한 ‘K-클라우드 방안’을 추진(‘22.12)
- 글로벌 주요국은 자국 반도체 산업의 경쟁력 제고 및 반도체 제조 강화를 목적으로 반도체 분야 투자를 확대

표 인공지능 반도체 관련 각국 투자 동향

국가	관련 정책	주요 내용	관련 예산
미국	- 반도체 지원법(‘22.8) - 반도체 촉진법(‘22.8)	- 반도체 설비 확충 및 핵심기술 개발에 투자 - 반도체 관련 인력양성 - 미국 내 안정적인 반도체 역량 확보를 위해 R&D 예산 및 산업 보조금 편성	390억달러 (약 51조 원) 132억 달러 (약 17조 원) 527억 달러 (약 69조 원)
중국	- 반도체 굴기(‘15~) - 중국제조 2025(‘15~)	- 반도체 자급 달성 - 지역 반도체 펀드 조성 - R&D 및 이니셔티브에 자금 지원	1조위안 (170조원) 1,500 달러(~25)
일본	이노베이션 추진산업(‘18)	인공지능 반도체 칩 생산을 위한 투자 착수	8.0억 엔
대만	문샷반도체 플랜(‘18)	차세대반도체 관련 핵심인재 및 기술을 육성하여 반도체 산업 제고를 위한 투자	40억 달러
유럽	EU	5mm 이하 반도체 제조 및 전세계 반도체 생산량의 20% 생산을 목표 - EU 25개국의 R&D 세액 공제	200억~350억 달러(~30)
	영국	영국 British Business Bank가 관리하는 프로그램으로 민간 투자자와 함께 공동 투자로 R&D 지원 제공	3억 7,500만 파운드
	프랑스	프랑스 미래 주요 육성 산업 중 반도체를 선정	약 60억 유로 (전체 프로그램 20% 해당)
	독일	무역투자청(GTAI) 반도체 투자 발표문(‘22)	140억 유로
한국		인공지능 반도체 산업 성장 지원(‘20)	1조 965억 원 (~30)
		인공지능 반도체 실증 지원사업(‘22)	125억 원(전년 대비 84억 원 증액)



인공지능 반도체 시장 동향

- 시장조사 기관별로 인공지능 반도체 시장의 점유율과 성장률에 대한 전망은 다소 상이하나, 지속적인 시장 성장세를 이어갈 것이라는 예상은 공통적
- 메모리 시장 침체와 반도체 수요 둔화에 따른 반도체 시장의 저성장 추세를 고려할 때, 인공지능 반도체는 반도체 분야 미래 고부가가치 시장으로 평가됨

분야	시장점유(2021년)	시장전망(2026)	CAGR	특징
반도체	594.9	782.0	5.6%	역성장 가능성 시사
메모리 반도체	165.7	242.6	7.9%	수요 둔화 시장 침체
비메모리 반도체	429.2	540.2	4.7%	자동차산업 성장 주도
인공지능 반도체	34.77	86.07	19.8%	안정적 성장요인 보유

- 현재 점유율 높은 CPU와 GPU는 인공지능에 최적화된 반도체가 등장하며 성장률 둔화, ASIC는 주목할만한 시장성장률을 보이는 고성장 시장
- 미래가치가 높다고 평가되는 NPU는 기술력과 상용화 난제로 시장성장 전망은 다소 낮은 편
- 자동화와 엣지 컴퓨팅 수요 증가로 엣지 시장은 더 크게 성장할 것이라는 낙관적 전망이 우세한 가운데 자율주행차 산업과 기술발전에 따라 자동차-운송 시장 확대될 것

시장분할	현재 높은 점유 시장	미래 성장 시장
구현 방식	CPU, GPU CPU와 GPU는 가장 오랫동안 광범위하게 사용되었으나, 경쟁력 있는 소프트웨어 지원과 포괄적인 생태계를 통해 ASIC가 대체할 것으로 기대	ASIC
사용 환경	엣지 추론용 비중 높은 가운데, 자동화와 데이터 중심성 심화로 엣지에 활용되는 추론용 반도체 시장은 더욱 커질 전망	엣지
애플리케이션	자연어 처리 자동화에 대한 수요 증가로 자연어 처리가 가장 큰 수익 창출 향후 다양한 산업에서 로봇 수요 확대로 로봇공학 시장이 더 크게 성장할 것으로 예측	로봇공학
산업	금융부문 자율주행차 기술발전 및 산업확대에 따른 자동차 및 운송 산업에서 활용이 커질 것 엣지 디바이스 환경에서의 인공지능 반도체 시장 확대 전망과 동일한 관점	자동차 및 운송

인공지능 반도체 산업 동향

- 인공지능 반도체 강국인 미국과 중국, 그리고 한국 기업의 산업 생태계를 분석
 - 인공지능 반도체 산업 생태계는 인공지능 반도체를 생산하는 “공급 기업”을 기반으로 구현방식에 따라 “데이터센터용”과 “엣지 디바이스용”으로 나누고, 응용분야는 “플랫폼 서비스, 모바일, 자율주행, 디지털가전, 유망서비스 접목”으로 살펴봄

표		인공지능 반도체 생태계 구조(수정된 그림으로 변경)					
공급			구현방식		응용분야		
반도체			데이터센터용		플랫폼·서비스		
Large Vender	미국	엔비디아	기업명	개발제품	구글	TPU	
		인텔	엔비디아	A100 GPU	알리바바	알라NPU	
		AMD	인텔	STRATIX 10, 너바나 NNP	모바일		
	중국	퀄컴	알리바바	이티엔710	애플	M1	
		화웨이	화웨이	어센트 910	삼성전자	엑시노스	
	한국	바이두	사피온	X330, X340 등	자율주행		
Start up	미국	삼성전자	엣지 디바이스용		테슬라	D1	
		SK하이닉스			텔레칩스	콕핏	
		자일링스	기업명	개발제품	디지털가전		
	중국	Mythic	자일링스	버설AI 엣지	구글	엣지 TPU	
		Samba Nova Systems	퀄컴	스냅드래곤	LG전자	LG뉴럴엔진	
		하이실리콘	쿤룬신커지	쿤룬	유망서비스 접목		
	한국	캠브리콘	캠브리콘	Siyuan 220	IBM	Watson	
		호라이즌 로보틱스	딥엑스	딥엑스 시리즈 (DX-H1, DX-M1 등)	마이크로소프트	HPU	
		사피온			리벨리온	ATOM	
		퓨리오사 AI					
		리벨리온					

- (공급 기업) 미국, 중국, 한국의 인공지능 반도체 기업을 대상으로 CPU, GPU, FPGA, ASIC·ASSP, 뉴로모픽 생산 및 계획에 대한 현황을 살펴봄
 - (미국) 엔비디아, 인텔, AMD, 퀄컴 등 기존의 반도체 기업 중심으로 인공지능 반도체 생태계를 형성, 특히 대기업의 스타트업 매각과 M&A가 활발하게 진행 중
 - (중국) 화웨이와 바이두를 중심으로 인공지능 반도체 관련 제품 연구·개발이 활발하게 진행되고 있으며, 주요 스타트업의 성장이 두드러지게 나타남
 - (한국) 스타트업이 인공지능 반도체 기술개발·제품 상용화 등에서 눈에 띄는 행보를 보이고 있으나, 세계시장에서 인지도 부족으로 인한 어려움이 존재



- (구현방식) 주요 기업들은 데이터센터용 인공지능 반도체를 자체 개발하는 것에서 더 나아가 자사의 계열사를 분리하거나 스타트업과 활발한 연구개발을 통해 인공지능 반도체 시장 활성화
 - (데이터센터용) 컴퓨팅·스토리지에 활용되는 인공지능 반도체로는 구글이 자체개발한 인공지능 반도체인 TPU, 엔비디아가 개발한 인공지능 반도체인 GPGPU, Grapcore가 개발한 IPU 등이 해당
 - (엣지 디바이스용) 연산성능 향상과 소형화, 가격 하락으로 모바일을 비롯한 엣지 컴퓨팅이 확산되며 활용 분야 확대, 자일링스의 버설AI 엣지, 퀄컴의 스냅드래곤, 모비디우스의 미디어드X, 바이두의 쿨론 등이 해당
- (응용분야) 주요 빅테크 기업들은 인공지능 반도체를 자사 제품에 최적화된 제품으로 자체 제작하고 있으며, 주요 응용 분야는 플랫폼·서비스, 모바일, 자율주행, 디지털 가전을 비롯해 헬스케어, 메타버스 챗GPT 등 유망서비스와의 접목이 확대되고 있음
 - (플랫폼·서비스) 기존에는 일부 기업이 반도체 생산과 공급을 진행했으나, 반도체 생태계가 확장되면서 기존의 플랫폼·서비스 기업들이 자사 용도에 맞는 자체 인공지능 반도체 칩을 생산
 - (모바일) 모바일 분야는 특히 고성능 저전력이 강조되고 있으며 중간사양 모델에도 인공지능 반도체가 탑재되면서, 대만의 미디어텍과 미국의 퀄컴이 모바일 시장을 양분
 - (자율주행) 대량의 데이터 분석을 통해 경로 계획 결정을 내리고 추진하는 저지연성, 즉시성 중심의 고성능 반도체가 필요하며 자율주행 분야는 ASIC를 가장 많이 사용, 고성능 반도체를 확보하는 것이 자율주행 분야 경쟁력의 척도
 - (디지털가전) 디지털가전에 활용되는 인공지능 반도체는 주로 엣지 단위에서 이루어지는 인공지능 추론에 적합, 로봇청소기·TV·지능형 CCTV·인공지능 스피커 등 다양한 인공지능 디지털 가전 및 서비스에 적용
 - (유망서비스 접목 : 헬스케어) 헬스케어 목적의 디바이스와 제품에 부합하는 초소형, 저전력, 고성능, 지능 신호처리를 위한 전용 인공지능 반도체 수요는 더욱 확대될 전망
 - (유망서비스 접목 : 메타버스) 주요 인공지능 반도체 기업들은 메타버스 기업들과 업무 협약을 맺어 메타버스를 구현을 위한 인공지능 반도체 연구개발 진행
 - (유망서비스 접목 : 챗GPT) 데이터 학습과 빠른 연산을 위해 인공지능에 특화된 전용 반도체 필요, 챗GPT 열풍 속 인공지능 반도체 수요는 폭증할 것으로 전망

인공지능 반도체 전문가 진단 결과

- 인공지능 반도체 분야 산·학·연 전문가 의견수렴 결과, 인공지능 반도체 경쟁력 확보를 위해 가장 주력해야 할 분야로 「NPU」 선정, 정부의 집중 지원과 육성 등 정책적 투자를 통한 세계시장 선점을 강조
- 정부 정책 및 투자 정합성에 대해 긍정적이나 인공지능 반도체와의 연관성이 부족한 분야에 대한 투자와 지원을 구분할 필요성 제기
- 최우선 정책 지원 분야로 전문인력 부족 문제 해결을 위한 기술인력 및 교육연수 확대 등 「인력양성」을 꼽았으며, 세계시장 진출과 경쟁력 확보를 위한 유망시장으로 다수 전문가가 「자율주행차」를 선정
- SWOT 분석 결과 주목할만한 특징은 ◁ (강점) 유망시장으로 지목된 자동차, 가전, 모바일 분야 세계 수준 기업 보유 ◁ (약점) 심각한 수준의 인공지능 반도체 전문인력난 ◁ (기회) 기술경쟁력이 뛰어난 팹리스 기업 등장 ◁ (위협) 막대한 자금력과 기술력을 보유한 중국 기업 부상

표 인공지능 반도체 SWOT 분석 결과

강점 (Strengths)	약점 (Weaknesses)
● 세계 1위 생산력과 경쟁력을 갖춘 메모리 반도체 기술 ● 세계 최고 수준 파운드리 분야 반도체 제조·공정 ● 글로벌 경쟁력을 갖춘 자동차, 생활가전, 모바일 기업 보유 ● 세계 최고 수준의 유무선 네트워크 인프라 구축	● 인공지능 반도체 핵심설계 전문인력 부족 ● 중소기업·스타트업의 열악한 개발환경 ● 원천기술 확보와 설계 역량 부족에 따른 해외 선도 기업 의존도 심화 ● 기술개발·제품생산·유통을 통해 성능을 개선하는 선순환 구조 미흡 ● 국내 기업의 낮은 인지도
기회 (Opportunities)	위협 (Threats)
● 뚜렷한 승자독식이 부재한 개발초기단계의 NPU 시장 ● 5G 서비스, 자율주행차, 헬스케어, 로봇 등 보급 확대에 따른 침체된 반도체 수요 반등 ● 퓨리오사AI, 리벨리온, 딥엑스 등 기술경쟁력이 뛰어난 스타트업 등장, 팹리스 관련 경쟁력 상승 ● 통신(SK), 가전(삼성) 분야 국내 기업의 인공지능 반도체 투자 확대 ● 미·중 갈등에 따른 중국 성장세 둔화	● 정부 차원 선제적 투자와 지원을 토대로 기술력을 갖춘 중국 기업의 부상 ● 팹리스 개발과 검증을 위한 팹비용과 IP 도입 비용 상승으로 높아진 상용화 진입 장벽 ● 글로벌 빅테크 기업의 기술개발 투자 확대 ● 미·중 반도체 디커플링으로 주요국의 자국 중심 반도체 보호장벽 강화



- 인공지능 반도체 분야 국가연구개발 투자전략 수립에 필요한 기술, 정책, 투자, 시장, 산업 동향 분석과 전문가 의견수렴 결과를 토대로 주목해야 할 인공지능 반도체 주요 이슈와 시사점을 도출

표 인공지능 반도체 분야 정책 및 투자전략을 위한 주요 이슈 및 시사점

분야	인공지능 반도체 주요 이슈	시사점
기술	● GPU 지배력 넘어설 것이라는 전망 속 ASIC를 주목 ● 기술적 한계에도 뉴로모픽 기대감 고조 ● 초고속·고성능을 넘어 저전력·초경량화가 기술력의 관건	메모리 반도체 경쟁력 기반 기술선도 ● 메모리 기술력 기반의 글로벌 기술선도 관점에서 PIM 분야 중장기 투자전략 전개 ● 경쟁력 확보를 위한 민·관의 투자와 협력적 파트너십 필요
정책	● 주요국은 자국 기업 보호·육성과 자주화 기조 심화 ● 경쟁력 강화를 위한 국가 차원 대규모 재정 투입 ● 한국은 메모리 반도체와 시스템반도체 접목 기술에 대한 정책투자 강화	주요국 자주화 기조 전략적 대응 ● 주요국의 자국 중심 자주화 정책과 국제 정세 변화를 빠르게 파악하며 시의성 있는 대응 ● 미국의 중국 규제 관련 전략적 포지셔닝 견지
시장	● 반도체 시장 침체 속 인공지능 반도체는 고성장 시장 ● 엣지용 인공지능 반도체 채택 빠르게 확산 ● 미래가치 높은 NPU, 기술력과 상용화 난제로 시장성장 기대는 낮은 편	NPU 시장 선점을 위한 공세적 진출 ● 뚜렷한 강자 부재한 엣지 NPU 시장·기술 선점을 위한 공세적인 퍼스트무버 전략과 도전적 연구를 위한 자금확대 필요 ● 향후 성장 전망이 높은 ASIC, 엣지, 로봇 공학, 자동차 부문 선제적 R&D 투자
산업	● 글로벌 빅테크 기업 자사 전용 인공지능 반도체 개발에 적극적 ● 국내 기업 팹리스 경쟁력 상승 ● 전문설계인력 부족 현상 해결은 공통 현안	국내 자립 생태계 구축 ● 초기 개발비용을 줄이는 제도적 지원과 글로벌 리더 기업 발굴을 위한 정부의 적극적 개입 ● 인공지능 반도체 전문인력 수급 정책 및 프로그램 마련과 기술/사업 간 장벽 해소를 위한 과감한 정책과 투자 필요



인공지능 반도체 국가투자전략 연구 필요성

1. 인공지능 반도체 중요성
2. 인공지능 반도체 국가투자전략 연구 필요성





I 인공지능 반도체 국가투자전략 연구 필요성

1 인공지능 반도체 중요성

- 반도체 산업은 PC와 모바일 등 새로운 기기가 등장할 때마다 성장을 거듭, 저장 용량 확대와 빠른 연산속도를 요구하며 고성능 반도체에 대한 수요가 꾸준히 증가
 - 기존 반도체의 대규모 연산 프로세서는 CPU와 GPU가 담당해 왔으나, 범용성이 높은 대신 연산속도는 낮고 전력소모는 높은 문제에 직면
 - 초고속저전력의 대용량 데이터 처리 기능을 갖춘 인공지능 전용 반도체 필요성 대두
- 인공지능 반도체는 인공지능을 효율적으로 구현하기 위한 필수기술로, 인공지능 발전에 따라 동반 성장
 - 인공지능 반도체는 인공지능 서비스 구현에 필요한 최첨단 인공지능 알고리즘 개발과 배포에 활용
 - 인공지능 서비스가 지속적인 성능 향상을 요구함으로써 전력 소모량은 계속 증가할 것이므로, 에너지 효율적인 반도체 소자 기술이 중요
- 인공지능 기반 산업과 적용 분야 확대로 인공지능 반도체 수요 및 기술 중요성 증대
 - 서버, 디바이스, 자동차, 산업 IoT 등 다양한 분야에 인공지능을 지원하는 가속기 탑재, 인공지능 기술과 융합하며 새로운 시장을 창출할 것으로 기대
 - 인공지능 처리 과정에서 추론 단계의 역할이 중요해지며 엣지 컴퓨팅과 이를 지원하는 인공지능 반도체가 더욱 강조되는 추세
- 인공지능 반도체는 미래 반도체 시장의 주도권 확보를 위한 핵심기술로 부상
 - 반도체 성장률이 둔화하는 상황에서 인공지능 반도체는 미래 반도체 시장 주도권을 좌우할 성장 동력으로 작용할 전망
 - 인공지능 반도체는 반도체 부문의 향후 10년 성장주기를 주도할 촉매제라는 기대감 상승

2 인공지능 반도체 국가투자전략 연구 필요성

- 인공지능 반도체는 인공지능과 데이터 생태계 혁신의 핵심이며, 미래 반도체 시장의 주도권 확보를 위한 필수기술로 인식
 - 미·중 반도체 패권주의가 강화되고, 기존 반도체 분야 강자 외 글로벌 빅테크 기업들이 투자와 인수합병을 통해 인공지능 반도체 개발에 열중
 - 인공지능 반도체 기술혁신과 시장 선점을 위한 국가 정책 및 투자전략 수립이 시급
- 디지털 전환 국가연구개발 중장기 투자전략에서 최우선 투자 분야 선정
 - ETRI 기술전략연구센터는 2021년 국가연구개발 중장기 투자전략 수립을 위해 ICT 분야 산·학·연 종사자 2000여 명을 대상으로 유망기술 중 투자 우선순위를 선정하는 설문 평가 진행한 바 있음
 - 기술적 파급효과, 사회·경제적 파급효과, 기술개발의 시급성, 정책적 부합성에 대한 평가를 진행한 결과 인공지능 반도체는 가장 높은 점수를 획득, 국가투자 최우선순위로 선정됨
- 인공지능 반도체 분야 경쟁력 확보 및 국가투자전략 수립을 위한 후속연구 필요
 - 국가투자전략 우선순위 선정 관련 후속연구로서, 인공지능 반도체 국가투자전략 마련을 위한 기술·정책·시장·산업 분석연구가 필요함
 - 인공지능 반도체 기술·정책·시장·산업생태계 분석을 통해 주요 이슈를 도출하고, 인공지능 반도체 관련 산·학·연 전문가 자문과 현장 의견수렴 결과를 본 보고서에 반영하여 국가투자전략수립을 위한 주요 이슈 및 시사점을 마련하고자 함



인공지능 반도체 개요 및 기술 동향

1. 인공지능 반도체 개요
2. 인공지능 반도체 기술 동향
3. 인공지능 반도체 성능 및 진화 방향
4. 주요국 인공지능 반도체 기술 수준



II 인공지능 반도체 개요 및 기술 동향

1 인공지능 반도체 개요

가. 인공지능 반도체 개념

- 인공지능 반도체는 인공지능 생태계의 기초가 되는 가장 핵심적인 부품으로, 인공지능 서비스의 기반인 컴퓨팅의 성능과 경쟁력을 좌우하는 핵심 하드웨어임¹⁾
- 인공지능 반도체의 작동 방식은 반도체 프로세서 내부에 인공지능 알고리즘을 구현하는 것으로, 대량의 데이터 동시 처리를 통해 연산 효율성과 속도 향상으로 비용 효율성 달성
 - 인공지능 반도체는 데이터를 프로그램에 따라 순차적으로 처리하는 기존 반도체와 달리, 훨씬 더 많은 수를 동시에 빠르게 계산하고 추론하는 병렬데이터 집약적 처리방식이 적합
 - ※ 병렬컴퓨팅 능력이 인공지능의 성능을 결정하는 핵심 요건으로 부상
- 인공지능 반도체는 기술 구현방식과 활용 범위에 따라 다양한 개념이 존재하지만, 공통적으로 “인공지능에 필요한 데이터 연산을 효율적으로 처리하는 반도체”로 정의할 수 있음

표 2-1 기관별 인공지능 반도체 정의

구 분	내 용
관계부처합동(2020)	학습·추론 등 인공지능 서비스 구현에 필요한 대규모 연산을 높은 성능, 높은 전력효율로 실행하는 반도체
KISTEP(2019)	인공지능 구현을 위해 요구되는 데이터 연산을 효율적으로 처리하는 반도체
IITP(2022)	인공지능 알고리즘 연산(학습, 추론)을 보조하는 전용 반도체
Gartner(2022)	인공지능에 사용되는 심층신경망(DNN) 처리에 최적화된 반도체 소자
ETRI	데이터 연산의 성능, 비용, 전력 소모 등을 최적화하여 인공지능 용도로 특화된 시스템반도체

※ 출처: 각 기관 자료 참조, 저자 정리

1) KISDI(2019), 인공지능발전에 따른 인공지능반도체의 등장과 반도체 생태계 변화에 관한 연구



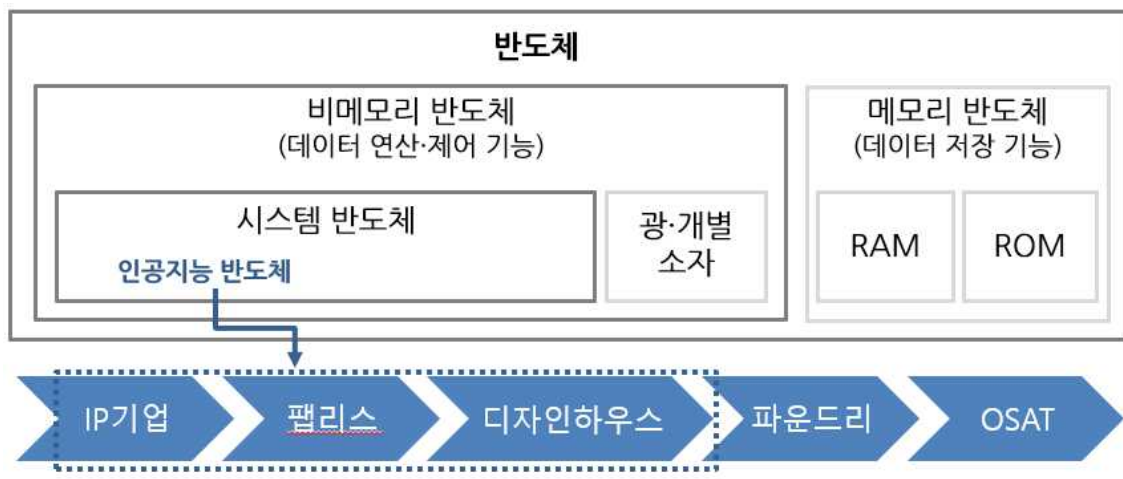
나. 인공지능 반도체 구분

- 인공지능 반도체는 비메모리 반도체로 인공지능 정보 처리 기능에 특화된 시스템 반도체의 일종
 - (반도체) 반도체는 데이터를 저장하는 ‘메모리 반도체’와 데이터를 연산·제어·처리하는 ‘비메모리 반도체’로 구분
 - * 메모리 반도체는 정보의 처리방식에 따라 RAM(휘발성)과 ROM(비휘발성)으로 구분
 - * 비메모리 반도체는 시스템반도체와 각각의 회로를 구성하는 광·개별 소자로 구분
 - (시스템반도체) 비메모리 반도체와 유사 개념²⁾으로 쓰이기도 하지만 비메모리 반도체 중 데이터 관리, 연산·제어 등 정보 처리 기능에 더욱 특화된 반도체로, 인공지능 반도체는 시스템반도체에 해당
- 인공지능 반도체는 반도체 산업 분업체계 내 반도체 설계 분야 성능 향상을 위한 역할을 주로 수행하며, IP기업, 팹리스(Fabless), 디자인하우스에 기술 제공
 - (반도체 제조공정) 반도체 산업은 분업체계에 따라 < 반도체 설계 관련 지식재산권을 취득·관리하는 ‘IP’, < 반도체 설계 전문 ‘팹리스’, < 설계-제조 가교 ‘디자인하우스’, < 반도체 위탁생산 ‘파운드리(Foundry)’, < 반도체 조립-테스트 OSAT(Outsourced Semiconductor Assembly and Test), < 설계-제조·패키지-테스트 등 모든 생산과정을 수행하는 ‘종합반도체(IDM, Integrated Device Manufacturer)’ 기업으로 구분
 - IP 기업은 인공지능 반도체를 비롯한 표준 반도체 설계 자산(IP)을 제공하며, 인공지능 처리기능이 주로 시스템반도체에 내장된 통합형 IP 코어를 제공
 - ※ 제품의 수명주기가 짧은 비메모리 반도체 시장에서 IP 기술개발 중요성 증가 추세
 - 디자인하우스는 인공지능 반도체와 직접적 관련성은 적으나 인공지능 반도체를 구현할 수 있는 새로운 설계 방법론과 툴을 팹리스와 파운드리에 제공
 - 인공지능 반도체 기술은 인공지능 반도체를 설계하는 팹리스와 가장 높은 연관성
- 한편 글로벌 빅테크 기업들은 직접 인공지능 반도체를 개발하고, 메모리 반도체 생산 전문 종합반도체 기업도 인공지능 반도체 기술개발에 적극 동참
 - 메모리 반도체의 수요처인 데이터센터를 보유하고 있는 구글, MS, 아마존 등 대형 인터넷 기업들이 직접 인공지능 반도체 개발에 착수

2) 채명식(2021), 시스템반도체

- 삼성, TSMC, SK 등 대표적 종합반도체 기업들은 기존 반도체 분야 기술 및 시장 경쟁력을 사수하기 위해 인공지능 반도체 기술개발에 적극적
- 반도체 기술분류 체계에서 인공지능 반도체와 반도체 산업과의 연관도는 [그림 2-1]과 같음

그림 2-1 반도체 기술분류 체계와 인공지능 반도체



※ 출처: 저자 작성

- 인공지능 반도체는 활용 목적, 사용환경, 설계 방식, 알고리즘 방식에 따라 [표 2-2]와 같이 다양한 형태로 구분

표 2-2 인공지능 반도체 구분

구분	내용	특징
활용 목적	학습용(Learning)	딥러닝 등 기계학습의 특정 작업을 수행하기 위해 방대한 데이터를 통해 반복적으로 지식을 학습
	추론용(Inference)	학습을 거친 최적의 모델을 통해 외부 명령을 받거나 상황을 인식하면 학습한 내용을 토대로 가장 적합한 결과를 도출
사용환경	데이터센터 서버용	대규모 연산 처리 성능을 위해 인공지능 반도체를 서버에 장착하여 활용
	엣지 디바이스용	클라우드 연결 최소화하고 디바이스 자체에서 인공지능 연산 수행
설계 방식 ³⁾	단독형(discrete)	인공지능과 관련된 고도의 병렬 프로그램 알고리즘을 수행할 목적으로 디자인
	일체형(integrated)	인공지능 처리기능을 통합하여 주요 프로세서 기능을 보완
알고리즘	심층신경망	생물학적 뇌의 작동 방식을 모방
	스파이킹 신경망	동물의 신경망 정보 처리 방식을 모방

※ 출처: 저자 작성

3) Gartner(2022), Forecast: AI Semiconductors, Worldwide, 2020-2026



다. 인공지능 반도체 범위

- 인공지능을 구현하는 가속 프로세서 방식에 따라 일반적으로 < CPU, < GPU, < ASIC(ASSP), < FPGA, < NPU, < 뉴로모픽 등으로 구분
- 인공지능 반도체에 해당하는 가속기의 기술범위는 연구기관과 시장전망기관별로 기술에 대한 관점 및 정의에 따라 다르며, 크게 4가지 관점으로 구분
 - CPU 등 기존 반도체를 진화형 인공지능 반도체로 분류, CPU부터 인공지능 반도체로 보는 관점⁴⁾
 - GPU를 1세대 인공지능 반도체로 정의, GPU부터 인공지능 반도체로 보는 관점⁵⁾
 - CPU, GPU와 같은 범용 반도체는 일반 반도체로 정의, FPGA부터 인공지능 반도체로 보는 관점⁶⁾
 - 생물학적 뇌를 모방한 NPU를 인공지능 반도체라는 관점⁷⁾
- 인공지능 반도체 관련 산·학·연 전문가 대상으로 인공지능 반도체 범위에 대한 의견을 수렴한 결과*, CPU에 대한 견해차가 있었으나 모든 가속기가 인공지능 반도체 기술 범위에 해당한다는 의견을 제출
 - * 인공지능 반도체 산·학·연 전문가 20명 대상 인공지능 반도체 범위에 대한 견해를 요청, GPU, NPU, 뉴로모픽은 거의 모든 전문가가 인공지능 반도체 기술에 해당한다고 응답
 - 주요 연구기관별 인공지능 반도체 범위에 대한 관점은 [표 2-3]과 같음

표 2-3 주요 연구기관별 인공지능 반도체 범위

내 용	CPU	GPU	FPGA	ASIC	NPU	뉴로모픽	기타
알고리즘		DNN 기반			SNN 기반		
ETRI(2020)							
KISTEP(2019)							
관계부처합동(2020)							PIM ⁸⁾
KISDI(2019)							
AI 반도체 전문가 의견(2022)	6/20명	19/20명	10/20명	13/20명	20/20명	19/20명	

※ 출처: 각 기관 자료를 참고하여 저자 작성

- 4) ETRI(최민석 외, 2020)는 CPU, GPU, FPGA를 기존 반도체 진화형 인공지능 반도체로 분류
- 5) KISTEP(나영식 외, 2019)을 비롯한 Tractica와 Gartner는 CPU를 인공지능 반도체 시장에서 제외
- 6) 정부(관계부처합동, 2020)는 인공지능 반도체 산업 발전전략에서 CPU와 GPU를 기존 반도체로 분류, PIM을 인공지능 반도체에 포함
- 7) 인공지능 서비스 구현에 특화된 NPU만을 인공지능 반도체로 한정
- 8) Processing In Memory로 정보의 입·출력·저장기능 수행한 메모리에서 연산이 이루어지는 것을 의미

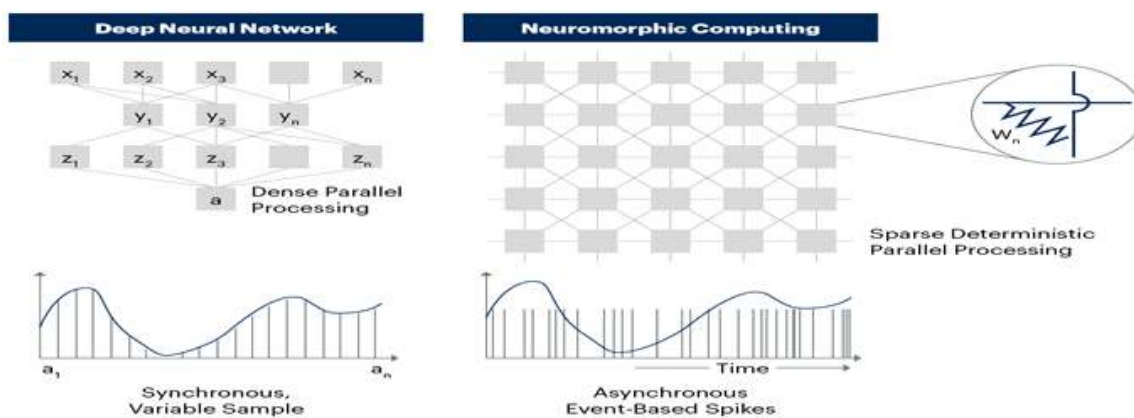
- 현재의 인공지능 반도체 개발이 CPU를 비롯한 GPU, FPGA, ASIC 등 기존 시스템 반도체를 기반으로 진행 중
- 본 연구에서는 인공지능 반도체 개발 현황 및 전문가 의견을 반영하여 앞서 언급된 모든 가속기를 인공지능 반도체 범위에 포함함
 - 다만, 범용 반도체 성격이 강한 CPU를 제외하고, GPU, ASIC, FPGA, NPU, 뉴로모픽을 중심으로 인공지능 반도체 동향을 소개하고자 함



2 인공지능 반도체 기술 동향

- 인공지능 반도체는 인공 신경망(ANN, Artificial Neural Network)의 일종인 심층 신경망(DNN, Deep Neural Network) 기반의 GPU, ASIC, FPGA와 스파이킹 신경망(SNN, Spiking Neural Network) 기반의 NPU, 뉴로모픽이 대표적
 - GPU, ASIC, FPGA는 병렬데이터 집약적 처리기술을 이용하는 DNN 실행에 사용
 - NPU, 뉴로모픽은 기존 시스템반도체와 달리 생물학적 뇌를 모델링하는 SNN 방식에 사용
- 범용목적이 강한 CPU(Central Processing Unit)는 제어장치와 연산 기능에 집중한 반도체로 데이터를 순차적으로 직렬처리
 - 컴퓨팅 성능과 가격 경쟁력을 갖췄으나 인공지능이 요구하는 대규모 연산에는 비효율적이라는 평가, 고성능 반도체에서의 영향력 감소
- DNN은 입력과 출력 사이 여러 개의 계층으로 이루어졌으며, 생물학적 뇌의 작동 시뮬레이션을 생성
 - 고도의 병렬처리 구조는 인공지능 알고리즘에 사용되며, 알고리즘 설계 시 고성능 벡터 매트릭스 수학연산을 활용하여 입력데이터를 분석하고 단일 데이터 집합에 대해 여러 계층으로 처리
- SNN은 동물의 신경망 정보 처리 방식을 모방한 것으로, 스파이킹이 정보의 단위가 되어 일정 기간 작은 전기신호들이 모이면 하나의 큰 스파이크를 형성해서 출력
 - DNN 대비 인간의 뇌와 좀 더 가까운 알고리즘으로, 대규모 멀티칩 구성으로 확장할 때 상당히 낮은 전력 구현할 수 있는 비동기 방식 기반으로 설계

그림 2-2 심층신경망과 스파이킹 신경망 구현방식 비교



※ 출처: Gartner(2021a)

가. GPU(Graphical Processing Unit)

- GPU(Graphical Processing Unit)는 동시 계산 요구량이 많은 그래픽 영상 처리를 위해 고안된 병렬처리 기반 반도체로, 대규모 데이터 연산능력이 우수해 인공지능에 가장 폭넓게 사용
 - 신생 반도체 팹리스 기업이었던 엔비디아는 멀티미디어 콘텐츠 지원을 위해 수천 개 이상의 코어를 연결하는 병렬컴퓨팅 기술을 선보이며 GPU라는 신규 영역을 개척
 - 현재 엔비디아 GPU가 인공지능 가속기 시장의 약 97%에 이르는 점유율 차지*, AMD의 CDNA⁹⁾ 기반 GPU와 인텔의 Xe-HPC가 엔비디아의 독주를 막기 위해 노력 중
 - * 2020년 기준 V100 대비 20배 성능의 GPU A100을 공개¹⁰⁾하는 등 인공지능 최적화 모델을 계속 개발, 아마존 웹 서비스(AWS), 마이크로소프트 애저, 구글 클라우드, 알리바바 등 글로벌 4대 클라우드 데이터센터의 97.4%가 엔비디아 GPU를 인공지능 가속기로 사용
- GPU는 현재의 고도화된 인공지능 기술 구현에 가장 크게 기여했으나, 인공지능 연산목적의 프로세서가 아니므로 비용, 전력 측면에서 비효율성* 발생
 - * DNN 알고리즘은 중간 처리 상태를 저장하며 데이터를 외부 메모리에 지속해서 전송, GPU의 병렬연산으로 발생한 열을 냉각을 위한 시스템 추가로 비용과 전력 소모량이 증가
 - GPU는 개인 컴퓨터 응용프로그램에 필요한 복잡한 시각적 요소를 제공하기 위해 설계되어 일반적으로 많은 수의 부동소수점 수학 단위를 구현, GPU를 활용하여 DNN 기반 애플리케이션을 실행
 - 다중코어를 갖춘 병렬컴퓨팅 성능 강화와 비용 효율성 개선을 위해 CPU와 GPU 아키텍처를 결합하는 이기종 결합 방식 채택
- GPU가 부과하는 문제를 해결하고 DNN 기반 애플리케이션의 증가와 다양한 수요를 맞추기 위해 병렬처리 특성은 유지하면서 인공지능 전용으로 만들어진 FPGA나 ASIC 형태로 진화
 - 고전력, 고비용 구조에도 GPU는 데이터센터 서버용 인공지능 반도체에서 가장 중요한 역할을 하고 있지만, DNN 기반 애플리케이션이 엣지 디바이스, 앤드 포인트 장치에 더 많이 배포됨에 따라 GPU가 더 최적의 솔루션이 될 수 없다는 판단
 - GPU와 같은 병렬방식을 수행하면서도 적은 양의 에너지를 사용하는 주문형 반도체 ASIC, FPGA에 주목

9) Compute DNA로 GPU 컴퓨팅을 위한 오픈 소프트웨어 플랫폼에 기초해 AMD가 제작한 아키텍처

10) <https://engineering-ladder.tistory.com/97>



나. FPGA(Field Programmable Gate Arrays)

- FPGA(Field Programmable Gate Arrays)는 제조 후 내부 재프로그래밍이 가능한 반도체로 GPU의 비효율성을 대체하는 대표적 솔루션
 - FPGA 등장 당시(1980년대) 다른 반도체보다 낮은 성능으로 활용이 제한적이었으나, 인공지능과 디바이스 기술이 부상하며 FPGA 기반 인공지능 프로세서 개발 증가
 - 활용 목적에 따른 설계 변경으로 유연성이 높고, 병렬연산 외 기본 연산성능을 향상하는 설계가 가능해 학습뿐만 아니라 추론의 영역까지 확장할 수 있다는 것이 장점
 - ※ FPGA의 재프로그래밍 특성이 빠르게 진화하는 인공지능 환경에 적합하여 방산·우주산업 등 첨단기술이 필요한 분야에서 널리 채택, 용도에 맞게 알고리즘 테스트 후 시장에 출시하며 빠르게 확장
 - 데이터센터 고주파 거래(HFT), 하이퍼 스케일 검색, 비디오 분석 및 DNA 시퀀싱 등 대량 데이터에 일관된 처리 작업이 필요한 다양한 사례에 널리 사용
- 다양한 응용프로그램 및 오픈소스를 통해 FPGA 채택 빠르게 증가
 - 국내에서는 FPGA용 Open CL(Open Computing Language) 프로그래밍 환경을 세계 최초로 개발, FPGA 구현을 위한 기술과 시간을 줄여 FPGA 활용 확대
 - 주요 클라우드 서비스 공급자*는 FPGA 하드웨어에 더 쉽게 액세스할 수 있도록 하는 FPGA 기반 인스턴스 제공
 - * MS사는 검색 분석 및 네트워크에 FPGA를 활용하고 Illumina의 FPGA 기반 DRAGEN Bio-IT 플랫폼은 고성능 게놈 시퀀싱 워크플로우를 지원, 국내에서는 네이버가 클라우드 서비스 사업자 중 유일하게 FPGA를 적용한 고성능 서버를 제공
 - 소프트웨어를 사용하여 FPGA를 구성할 수 있는 라이브러리 및 도구 세트로 FPGA를 프로그래밍하는 문제를 해결하기 위해 노력 중
- FPGA 시장의 90% 이상은 인텔과 AMD가 차지, 국내 기업 중에서는 SKT가 적극적
 - FPGA 시장은 인수합병을 통해 기술과 시장을 확보한 인텔과 AMD가 90%의 점유율을 차지, 국내에서는 SKT*와 네이버의 인공지능 시스템에 FPGA를 도입
 - * SKT는 FPGA를 이용해 인공지능 가속기 '사피온 X220' 개발(2020) 후, 사피온 시리즈 계속 출시
- 높은 초기 개발비와 높은 가격 때문에 대량생산에 부적합하므로 시장에서는 FPGA 설계 후 ASIC로 대량생산하는 방식을 채택
- FPGA는 빠르게 발전하는 각종 인공지능 알고리즘을 적시에 지원하기 쉽지만, 복잡해지는 인공지능 수준에 적합한 연산성능 향상이 주요 과제

다. ASIC(Application Specific Integrated Circuits)

- ASIC(Application Specific Integrated Circuits)는 원하는 기능 수행을 위해 특별히 맞춤 제작한 주문형 반도체로, 빠른 속도와 높은 에너지 효율이 가장 큰 특징
 - 범용 CPU의 GPU 기반 솔루션보다 성능 및 전력 효율성이 우수한 것이 장점
 - 완성 후 수정이 어려워 설계 단계의 철저한 검증으로 초기 비용*이 많이 들고, 전문화 기반의 소량생산이 상용화의 난제로 작용
 - * ASIC 지원을 위한 전용 소프트웨어 도구 및 워크플로우 소요 비용
- 비디오 분석, 개체 감지 및 분류, 이미지 인식, 자연어 처리, 추천 시스템을 지원하는 비디오·이미지·오디오 스트리밍과 같은 대용량의 복잡한 데이터 세트를 효율적으로 분석
 - 정교한 로컬 자동화 의사 결정이 가능하고 향상된 사용자 경험을 제공할 수 있는 엣지 컴퓨터 및 엔드포인트 장치에 적용
- 데이터센터 배포용으로 설계된 고성능 ASIC는 대량의 고성능 병렬 수학연산에 효과적, 주로 글로벌 IT 기업에서 개발¹¹⁾
 - 구글이 인공지능 플랫폼 TensorFlow의 최적 연산을 위해 개발한 1세대 TPU(Tensor Processing Unit)가 대표적 ASIC
 - 알파고에도 사용되었다고 알려진 TPU는 특정 조건에서 GPU 대비 10배 이상의 연산 처리속도를 보이면서, 후속 연구가 진행 중
 - 인텔은 첫 스트럭처드 ASIC 제품군인 'eASIC N5X'를 공개(2020년), ASIC 기반으로 한 최신 IPU 발표⁽²¹⁾
 - 페이스북은 인공지능 반도체 개발조직을 설립('19.04)하고 인공지능 프로그램 지원을 위한 자체 SoC(System on Chip), ASIC 개발에 착수
- 자동차에 쓰이는 MCU(Micro Controller Unit) 등 대부분 반도체는 ASIC 형태로 공급, 높은 성능보다는 안정적인 정확한 연산이 필요한 분야에서 주목¹²⁾
- ASIC를 표준화하여 범용목적으로 제작한 ASSP(Application Specific Standard Product)가 다양한 곳에서 활용

11) ASIC Chip 제작을 위해 기존 반도체회사의 기술력과 기술인력이 한 곳에 집중해야 하므로 애플 등 글로벌 IT 기업이 반도체 개발을 시작할 수 있었음

12) 메트로서울(2023), 반도체 맞춤형 시대, ASIC·FPGA 뜬다



라. NPU(Neural Processing Unit)

- NPU(Neural Processing Unit)는 사람 뇌의 신경망(Neural Network)을 모방한 병렬처리 장치로, 기계학습 알고리즘 실행에 필요한 모든 제어 및 산술 논리를 구현하는 인공지능에 최적화된 특수회로
 - 높은 효율성과 대량생산을 통한 가격 경쟁력 확보가 장점으로, 가격과 크기 전력효율이 중요한 엣지나 게이트웨이에서 주로 채택
- 심층신경망을 사용하는 딥러닝에서 복잡한 행렬 곱셈 연산을 수행하며, 기존 반도체 대비 컴퓨팅 및 애플리케이션 구현에 탁월
 - 데이터 기반 병렬컴퓨팅 아키텍처로 대용량 멀티미디어 데이터 처리에 능숙
- 스마트폰 애플리케이션 기업들은 서버, 스마트폰, 이동체, 엣지 등 분야별 성능과 전력 요구사항에 최적화한 독자적인 NPU 적용 반도체 출시
 - 구글은 NPU 분야 선도적 위치, 1세대 TPU(ASIC 방식) 출시 이후 추론·학습을 위한 105(HP16)/400(BF16)급 서버용 NPU 칩 TPU3('18), TPU4('21) 출시
 - 퀄컴은 세계 최초 스파이크 신호형태와 시냅스 연결방식의 제로스 개발, 자사 스마트폰에 적용('13년) 후 NPU가 탑재된 스냅드래곤 시리즈 발표
 - 애플은 자체개발한 A11 바이오닉 이후 현재 A14 바이오닉과 16코어 뉴럴엔진 등 발표
 - 화웨이는 세계 최초로 NPU를 휴대폰에 적용, 삼성은 '엑시노스 2100 AP'을 자사 제품에 탑재
 - Brain Chip은 KAIDA TM의 최신 기능 개발('22), 엣지에서 초저전력 머신러닝 지원을 위해 초소형으로 설계
- 신경망의 추론 및 학습 시간을 단축하고 메모리 사용량과 에너지 소모량을 감소하기 위한 에너지 효율적 저장밀도 연산 연구 진행
 - 신경망 연구가 서비스 수준으로 이어지는 고초속저비용 학습 반도체 구현을 위해 신경망 경량화가 중요
 - 고대역폭 데이터 전송기술, 메모리와 연산기술의 효율적인 구조 기술, 저전력 연산을 위한 전력 제어 기술연구¹³⁾ 진행 중
- NPU는 기술을 발전시켜 인간 뇌 수준의 정보 처리와 인식을 할 수 있는 뉴로모픽 프로세서 기술까지 발전할 것으로 전망¹⁴⁾
 - 개발 초기 단계에 있으나 수백 테라급 NPU가 가까운 미래 주류가 될 것이라는 전망 우세

13) 김혜지 외(2022), NPU 반도체를 위한 저장밀도 데이터 타입 개발 동향

14) e4dsnews(2022), AI 반도체 "미래 IT 산업 판도 바꾼다."

마. Neuromorphic Chips

- 뉴로모픽 반도체(Neuromorphic Chips)는 인간의 뇌를 모방하여 칩 안에 여러 개의 코어가 병렬로 구성된 인공지능 전용 반도체
 - 기존 반도체와 완전히 다른 스파이킹 신경망 실행모델을 구현, 인간의 뇌신경을 닮아 뉴로모픽(Neuromorphic)으로 명명
 - 컴퓨터의 설계 원리인 ‘폰 노이만(Von Neumann)¹⁵⁾’ 방식은 정보 처리 과정에서 시스템 규모의 증가, 설계 및 개발의 어려움, 높은 에너지 소모 등의 목 현상을 해소하는 방안으로 非 폰 노이만 방식의 뉴로모픽을 주목
 - 연산 처리·저장·통신 기능을 융합한 가장 진화한 반도체 기술로 처리요소가 단순하지만 상호 연결성이 높은 것이 특징, 기술성숙도와 범용성이 낮은 것이 단점
 - ※ 인간 뇌의 신경망을 모방해 만든 인공지능 반도체라고 하여 NPU(Neural Processing Unit)라고도 부르며, 인간의 뇌처럼 스스로 정보를 학습하고 처리하며, 한꺼번에 동시다발적 연산이 가능
- 뉴로모픽 반도체는 시냅스를 시뮬레이션하기 위해 상호 연결된 수십만 개 뉴런으로 구성
 - 1,000억 개의 뉴런을 가진 인간의 뇌와 비교되나, 제한된 수의 뉴런으로도 효과적인 인공지능 기반 설계 구현 가능
 - 데이터가 시간에 따라 달라지는 ‘스파이크’로 노드 간 전송되는 처리기술로 모든 노드의 출력은 네트워크의 다른 모든 노드에서 사용할 수 있으며, 입력데이터 세트가 네트워크에 제공된 후 고정된 시간에 출력 데이터를 사용할 수 있음
- 데이터 저장 장치와 컴퓨팅 장치를 하나로 통합하여 데이터 처리를 크게 줄이고, 컴퓨팅 병렬성과 에너지 효율성을 크게 향상
 - 소프트웨어 기반의 답러닝을 하드웨어인 반도체집적회로 기술로 구현하려는 접근법으로 전통적인 디지털 설계 기술과 아날로그 혼합 신호 설계로 이루어짐
 - 정보를 사건 단위로 받아들여 시각과 청각, 후각 등 다양한 패턴의 수많은 데이터를 동시다발적으로 신속하게 처리할 수 있어 고효율, 고성능의 정보 처리가 가능
- 뉴로모픽은 개체 및 패턴 인식 고성능으로 엣지 및 디바이스에 더욱 적합한 대체 솔루션, 에너지 효율이 높아 IoT 센서의 인공지능 신호처리나 대량 영상 입력데이터 처리와 같은 응용 분야에 유용

15) 컴퓨터 구조 설계이론에 근간을 두고, 컴퓨터 설계 시 CPU와 주 기억장치, 입출력장치의 3요소가 적용되는 방식으로 최적의 효율성으로 컴퓨터 시스템 설계의 표준으로 인식



- 많은 패턴 인식 작업에 적합하고 매우 작은 데이터 세트를 사용하여 시스템을 훈련할 수 있으며, 네트워크 사용을 줄여 현장 학습 지원이 가능하다는 것이 장점
- 엣지 및 엔드포인트의 이미지·비디오·데이터·텍스트·신호 분석 애플리케이션에 적합하며, 특히 사이버 보안 분야에서의 활용성 높음
- 하지만 가중치가 고정돼 있어 지속적인 학습이 필요한 응용 분야 사용이 어렵고, 구조적 한계로 여러 개의 칩을 동시에 연결하는 병행적 활용은 제한될 것이라는 평가에 따라 엣지 컴퓨팅 분야에 한정될 것으로 전망도 있음
- 현재 뉴로모픽 연구의 대부분은 생물학적 뇌 작동을 모델링하는 대규모 솔루션에 주력하는 한편, 간단한 인공지능에 초저전력 솔루션 적용을 위한 설계 기술 활용에 초점
 - 저전력 뉴로모픽 컴퓨팅 설계의 비동기 특성은 최소한의 전력을 소비하면서 매우 큰 모델을 처리하도록 쉽게 확장할 수 있도록 인공지능 시스템 설계
 - 현재 개발 중인 뉴로모픽 기술은 매우 낮은 전력에서 DNN 및 신호를 분석하는데 최고의 성능을 제공하고 있으며, 기존 DNN 기반 모델을 뉴로모픽 하드웨어에서 실행할 수 있는 형식으로 변환하는 작업도 진행 중
- 뉴로모픽이 미래 인공지능 시장 주도권 확보를 위한 핵심 전제조건이라는 인식이 높아지는 가운데 기존 반도체 부품업체인 인텔과 퀄컴이 뉴로모픽 연구에 적극적이며, 국내에서는 삼성전자, SK 하이닉스 등이 뉴로모픽 연구 진행 중
 - 인텔은 '20년 자사 뉴로모픽 반도체 로이히(Loihi) 760개를 붙여 생쥐 수준 후각 갖춘 포호스키 스프링스 공개하며 가장 앞서가는 중, 국내는 삼성과 SK가 개발에 속도¹⁶⁾
- 뉴로모픽은 아직 개발 초기 단계로 설계 및 구현을 위해 상당한 기술적 노력과 시간이 필요하지만, Gartner(2022)에 따르면 향후 5년 내 뉴로모픽 아키텍처 실행이 가능해 지고 향후 10년 동안 크게 발전할 것으로 전망
 - 뉴로모픽 기술은 인공지능 시스템에 기반한 혁신적 정보 처리 과정을 넘어서 사람처럼 후각이나 촉각 기능을 인지하는 수준으로 진화할 전망

16) 조선일보(2022), 연산·저장 한번에... 뇌 닮은 '뉴로모픽 반도체' 시대 온다

3 인공지능 반도체 성능 및 진화 방향

가. 인공지능 반도체 특징 및 성능 비교

- 인공지능 반도체 성능은 얼마나 많은 양의 데이터를 “낮은 전력”과 “빠른 속도”로 “동시 계산”하여 “추론”할 수 있는가에 따라 결정
- 인공지능은 빅데이터를 실시간으로 수집·분석·저장해야 하기 때문에 반도체의 처리 용량과 대역폭(Bandwidth), 연산 처리속도, 저전력소모 측면에서 획기적인 성능 향상을 요구
 - 인공지능 반도체의 크기와 성능은 대역폭과 지연시간 바탕으로 결정, 이러한 성능 확장성(Scalability)을 효율적으로 제공하기 위해서는 각 프로세서 사이의 연결 구조가 중요
- 인공지능 반도체 가속기별 최근 발표된 대표제품을 토대로 작성한 성능지표 현황은 [표 2-4]와 같음

표 2-4 주요 인공지능 반도체별 성능 비교

성능지표	①CPU	②GPU	③ASIC	④FPGA	⑤NPU
연산속도	5.8GHz	67TFLOPS (FP32)	45TFLOPS (bf16)	37TFLOPS (FP16)	275TFLOPS (bf16)
최대전력 소비	253W	700W	280W	450W	192W
메모리	128GB	80GB	16GB	12.5GB	400GB
대역폭	89.6 GB/s	3TB/s	600GB/s	1TB/S 이상	1200GB/s
확장성	1S Only	900GB/s		112GB/s	6TB/S

※ 출처: 각사의 사이트 및 자료를 기반으로 저자 작성

- ① 인텔 13세대 코어 프로세서(2022.9)¹⁷⁾
- ② 엔비디아 H100 FP16(2022)¹⁸⁾
- ③ 구글 TPU 2.0(2017)¹⁹⁾
- ④ 인텔 Agilex M 시리즈 FPGA(2022)²⁰⁾
- ⑤ 구글 TPU 4.0(2021.05)²¹⁾

17) <https://ark.intel.com/content/www/kr/ko/ark/products/230496/intel-core-i913900k-processor-36m-cache-up-to-5-80-ghz.html>

18) <https://www.nvidia.com/ko-kr/data-center/h100/>

19) <https://cloud.google.com/tpu/docs/system-architecture-tpu-vm?hl=ko>

20) <https://www.intel.co.kr/content/www/kr/ko/products/details/fpga/agilex/m-series.html>

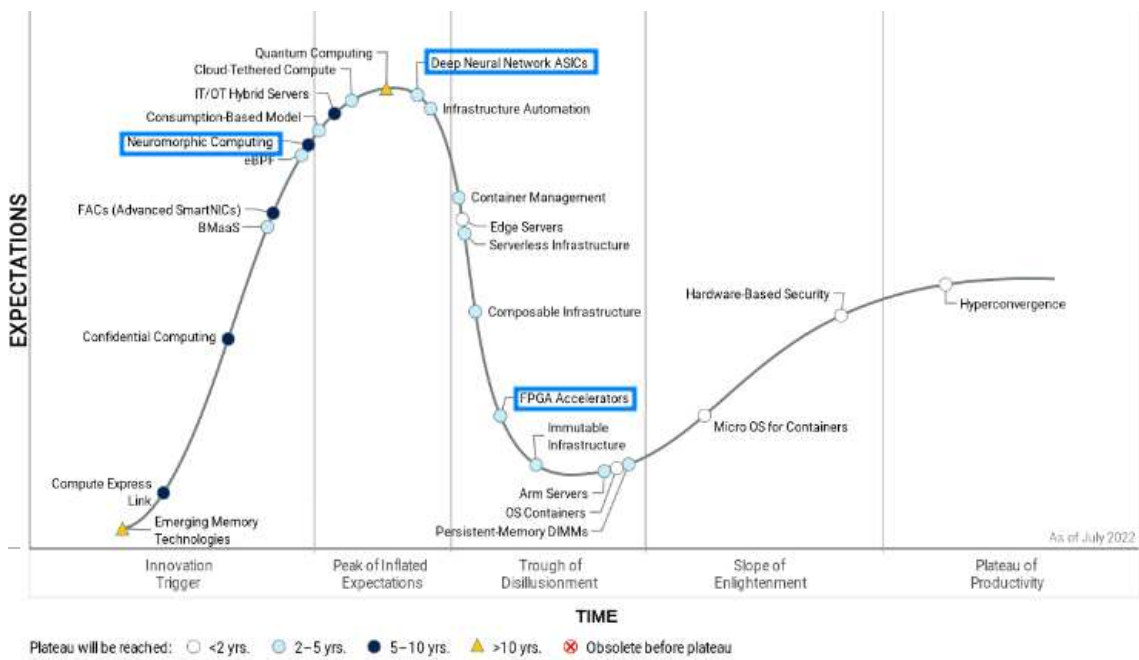
21) <https://cloud.google.com/blog/ko/products/compute/google-unveils-worlds-largest-publicly-available-ml-cluster>



나. 인공지능 반도체 진화 방향

- 인공지능 반도체 기술의 성숙도는 GPU, FPGA, ASIC, 뉴로모픽 순으로, 2022년 현재 GPU 기술은 이미 시장의 주류로 자리 잡아 성과를 거두고 있으며, 그 뒤를 FPGA, ASIC, 뉴로모픽 하드웨어가 따르고 있음

그림 2-3 인공지능 반도체 Hype Cycle, 2022



출처 : Gartner(2022b), Hype Cycle for Compute, 2022

- 효율성 측면에서는 ASIC, FPGA, GPU 순, 사용자 정의 측면에서는 FPGA, ASIC 순, 정확도는 GPU, FPGA, ASIC 순
 - 인공지능 반도체 시장에서는 인공지능 알고리즘을 효과적으로 처리하는 GPU 점유율이 가장 높으나, 시장에서는 ASIC나 FPGA를 기반으로 각종 애플리케이션에 특화된 맞춤형 인공지능 반도체를 주목
- 정확도 측면에서는 일반 반도체가 인공지능 반도체보다 높으나, 효율성과 사용자 정의 측면에서 연산성능이 높은 인공지능 반도체로 진화
 - 인간 뇌 신경망 구조와 작동 원리를 모방한 뉴로모픽은 차세대 인공지능 반도체로 각광

4 주요국 인공지능 반도체 기술 수준

가. 주요국 기술 수준

- 인공지능 반도체 분야 기술력은 미국(100%) > 중국(92.5%) > 유럽(89.3%) > 한국(89.2%) > 일본(85.9%) 순으로 중국, 유럽, 한국은 기술력이 상승한 반면, 일본은 하락 국면
 - 한국은 지능형 시스템 분야에서의 주목할만한 성장으로 전년 대비 기술 수준이 타 주요국보다 가장 크게 높아지고 중국도 지능형 시스템 기술 수준이 상승했으나 일본은 전년 대비 크게 하락

표 2-5 인공지능 반도체 기술 수준 및 기술격차

구분	년도	미국	한국		일본		중국		유럽	
		상대수준	상대수준	기술격차(년)	상대수준	기술격차(년)	상대수준	기술격차(년)	상대수준	기술격차(년)
지능형 반도체	'17년	100	80.9	1.5	82.2	1.7	88.9	0.9	84.3	1.2
	'18년	100	84.0	1.4	88.0	1.3	88.8	0.9	89.3	0.8
	'19년	100	87.9	1.1	87.1	1.3	92.2	0.7	88.5	1.1
	'20년	100	89.2	1.1	85.9	1.3	92.5	0.7	89.3	1.0
	증감	0	1.3	0	-1.2	0	0.3	0	0.8	-0.1

※ 출처: 정보통신기획평가원(2022a), 2020 ICT 기술수준조사 및 기술경쟁력 보고서

- 미국은 인공지능 반도체 분야 기술력에서 세계 최고 수준
 - 엔비디아, 인텔, 퀄컴 등 전통적 반도체 기업의 지속적 기술개발과 구글, MS, IBM 등 글로벌 ICT 기업의 투자 확대를 기반으로 높은 수준의 뉴로모픽 기술력을 보유하며 최고 기술 수준국의 지위를 상당 기간 유지할 것으로 전망됨
- 중국은 국가 주도의 공세적 정책 지원과 대규모 투자에 힘입어 인공지능 반도체 기술 수준 계속 상승 중이며, 현재 세계 2위 지위에 도달
 - 주요국 대비 반도체 기술 수준은 낮은 편이나 국가 주도 반도체 산업에 대한 투자와 인력양성을 통해 잠재적 영향력 보유
- 반도체 분야에서 강한 면모를 가진 유럽은 인공지능 반도체 분야 기술력도 계속 상승 중이나 첨단 반도체 산업 역량은 부족하다는 평가
 - 지능형 시스템 소프트웨어와 지능형 시스템 분야 기술 수준은 계속 향상 중

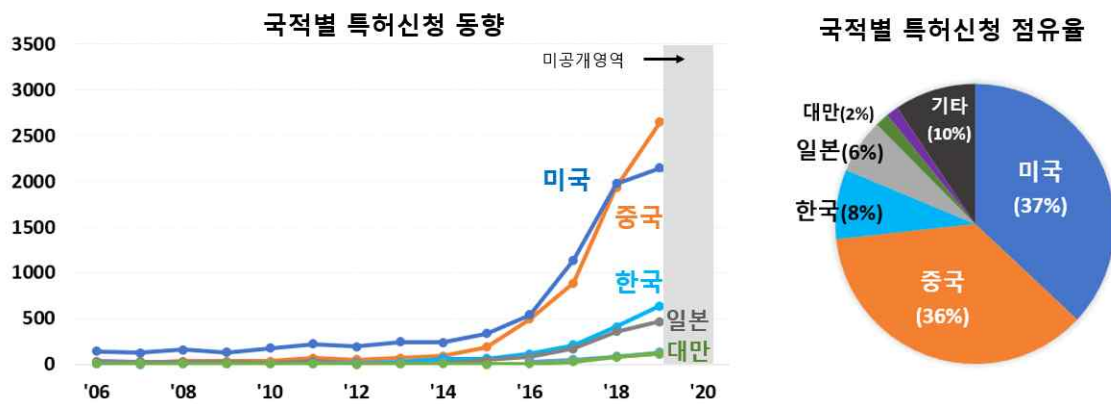


- 전통적 반도체 강국인 일본은 반도체 분야 산업과 기술력이 전반적으로 하락하며, 현재는 주요국 중 인공지능 반도체 최하위 기술 수준에 랭킹
 - 전반적으로 반도체 산업의 침체기에 있으며, 특히 첨단 기술력이 요구되는 인공지능 반도체 프로세서 분야에서 주요국 대비 열세
- 한국은 미국과 중국에 이어 유럽과 비슷한 수준의 기술력 보유, 메모리 반도체 경쟁력과 인공지능 기술 강점을 기반으로 인공지능 반도체 기술력 전년 대비 대폭 상승
 - 메모리 반도체 중심 생태계를 극복하는 것이 직면 과제이나, 미국과의 기술격차가 매년 순차적으로 감소 중
 - 인공지능 반도체 분야 핵심 기술인 지능형 프로세서 부문 기술 수준 향상은 고무적

나. 특허 현황

- 미국과 중국이 전 세계 특허 신청을 양분하고 있으며, 한국은 3위에 랭킹
 - 핵심기술 중심 특허는 미국이 압도적 1위, 특허 신청량은 중국이 세계 1위
 - ※ 중국은 양적 지표 우위에 있으나 자국 중심의 출원이라는 한계가 있으며, 질적 지표는 미국이 여전히 경쟁우위를 점하고 있음
 - 한국은 인공지능 반도체 차세대 신기술인 뉴로모픽 분야에서 2위 차지, 향후 뉴로모픽 기술경쟁력 관련 긍정적 신호로 해석할 수 있음
 - ※ 뉴로모픽의 등록 특허는 2010년부터 등장하고 2017년을 기점으로 크게 증가
 - 주요국 특허 신청 동향은 [그림 2-4]와 같음

그림 2-4 주요국 특허 신청 동향



※ 출처: 특허청(2022), 보도자료



인공지능 반도체 정책 및 투자 동향

1. 주요국 인공지능 반도체 정책 동향
2. 한국 인공지능 반도체 정책 동향
3. 인공지능 반도체 투자 동향





III 인공지능 반도체 정책 및 투자 동향

1 주요국 인공지능 반도체 정책 동향

- 주요국은 인공지능 반도체를 명시한 별도의 정책을 마련하고 있으며, 이에 본 연구에서는 주요국의 반도체 및 인공지능 정책에서 인공지능 반도체 관련 정책을 살펴 보았음
- 인공지능 반도체와 관련하여 글로벌 주요국(◁ 미국, ▷ 중국, ▷ 일본, ▷ 대만 ▷ 유럽 : EU, 영국, 프랑스, 독일)과 한국의 정부 정책 동향을 살펴보고자 함
 - (미국) 미국은 인공지능 반도체를 경제 산업에 영향을 미치고 더 나아가 군사·외교·안보에 까지 영향을 미치는 중요한 분야로 인식, 마·중 간 기술패권 환경에서 미국은 인공지능 반도체의 대중 수출을 금지하고 파트너국을 통해 중국을 압박
 - (중국) 국가 주요 첨단 산업으로 인공지능 반도체의 중요성을 강조, 미국의 제재가 강화 되면서 수입 의존성이 높았던 인공지능 반도체 ‘자주화’를 위해 ICT 기업과 스타트업을 중심으로 지원
 - (일본) 반도체 경쟁력을 회복하고, 세계시장에서 관련 산업을 주도하기 위한 전략을 발표, 특히 인공지능 반도체 분야에서 국제사회에서 도태되는 것을 우려하여 해외 반도체 기업 연구센터와 생산공장의 자국 유치에 적극적
 - (대만) 엠티용 인공지능 핵심기술을 개발하여 인공지능 반도체 시장성장을 이끌고 있으며, 인공지능 반도체 칩을 6대 미래 핵심기술로 지정하는 등 인공지능 반도체 자주화를 위한 정부 지원 확대
 - (유럽) 반도체 공급 면에서 대외 의존도가 높은 편이며, 주요국 대비 뒤처져 있는 생산 역량 제고를 위해 반도체 설계능력을 강화하고 연구센터 네트워크를 형성, 반도체 지원 펀드를 통해 해당 기업의 자금 조달
- 미국이 CHIP4*동맹 계획을 발표하면서, 반도체 관련 마·중 기술패권이 더욱 심화 될 것으로 예상
 - * 2022년 미국의 주도 하에 결성될 예정으로 알려진 반도체 4국 (미국, 대한민국, 일본, 대만) 협력 체제
 - 미국은 인공지능 기술개발에 활용도가 높은 엔비디아의 고성능 칩에 대한 수출허가제를 시행하여, 중국의 인공지능 반도체 기술개발에 영향을 미침
 - 현재 중국은 미국의 수출규제를 타개하기 위해 인공지능 반도체의 자급화를 위해 노력

표 3-1 인공지능 반도체 관련 주요국 정책

국가		주요정책	정책특징
미국		- 반도체 지원법('22.8) - 반도체 촉진법('22.8)	- 자국 반도체 생산시설 보조금 지원 및 첨단 시설·장비 투자 세액 공제 - 비반도체 기업이 직접 자사의 인공지능 반도체를 개발하도록 지원 - 미 정부의 지원을 받은 반도체 기업은 향후 10년간 중국 내 반도체 생산장비 증설 제한
중국		- 반도체 굴기('15~) - 중국제조 2025('15~)	- 인공지능 반도체 국산화 지원 - 해외 반도체 기업의 중국 기업 이전을 추진 - 중국 정부가 전략적 과학기술 분야로 반도체 분야 지정
일본		- 반도체·디지털산업전략('18.6) - 반도체 전략('21.6)	- 민·관 합동으로 반도체 산업의 경쟁력을 강화하고 공급망 안정화 논의 - 인공지능 반도체의 설계 개발을 지원
대만		- AI Edge 반도체 제조공정 및 칩 시스템 연구개발 특별 계획('18.6) - 웅스트롬 세대 반도체 계획('20.9)	- 인공지능 반도체 인재를 육성하고 산업의 신기술 개발을 위한 예산투입 - 국가 반도체 연구기관을 설립하여 R&D 지원
유럽	EU	2030 디지털 컴퍼스('21.3) - 유럽반도체법('22.2)	- 유럽의 반도체 기술 설계능력을 강화 - 역내 생산역량 강화 및 반도체 생태계 성장 지원
	영국	The semiconductor industry in the UK(Report)('22.11)	반도체 산업을 위한 비즈니스 성장 지원 등 연구·개발을 위한 투자 확대
	프랑스	France 2030('21.10)	반도체 자립화를 위해 EU와 공조해 자국 및 역내 반도체 산업을 위한 투자 계획 구체화
	독일	인공지능 전략(Artificial Intelligence Strategy)('18.11)	인공지능 경쟁력을 좌우하는 고성능 미래 반도체 기술력 확보에 주력
한국		- 인공지능 반도체 산업 발전전략('20.10) - 인공지능 반도체 산업 성장 지원 대책('22.6)	- 공급망 구축 및 R&D 투자 세액 공제 - K-반도체 벨트 조성을 통한 공급망 안정화

- 주요국은 인공지능 반도체 분야 기술 역량 증진을 통해 산업 경쟁력 우위를 확보하고 안정적 공급과 자주화를 위한 정부의 정책적 지원과 투자를 강화



가. 미국

- 미국은 바이든 정부 출범('21) 이후, '기술패권 경쟁에서 승리'를 위한 정책을 제시, 특히 인공지능 반도체를 통해 아시아에 집중된 반도체 공급망 구조를 미국 중심으로 재편 시도
- 미국은 중국을 견제하기 위해 종합 반도체 지원법('22.8)을 제정하여 인공지능 반도체의 주요 제품에 대한 수출을 제한
 - 자국 안보를 목적으로 산업안보국(Bureau of Industry and Security)에서 작성한 상거래통제 목록(Commerce Control List)을 통해 특정 국가를 대상으로 첨단기술 품목 수출 제한
 - ※ 중국 견제가 핵심으로, 미국 반도체 기업이 중국 내부에 반도체 시설을 신설 및 증설하지 못하도록 금지
 - 인공지능 기술에 활용이 높은 엔비디아와 AMD 제품에 대한 수출허가제 시행²²⁾
 - 미국 주요 반도체 기업들이 향후 10년 간 중국을 포함한 타 주요국 내 반도체 제조 시설 확대와 장비도입 등을 금지하는 조치 시행
 - 국방부는 국방·정보보안 등에 활용할 수 있는 반도체 생산 확대를 위해 민간기업과 파트너십 진행
- 동맹국인 한국·일본·대만과 협력을 통해 반도체 공급망 재편 시도
 - 중국의 인공지능 산업을 방해하기 위한 미국의 반도체 관련 수출허가제 조치가 미국 내 반도체 산업에 악영향을 끼칠 수 있다는 우려가 제기됨에 따라, 중국을 효과적으로 규제하기 위해 한국·대만·일본을 통해 관련 제품에 수출을 차단하는 방식 요구
- 반도체 촉진법('22.8)으로 반도체 제조시설 건설 등을 지원하고 인재양성 분야에 집중 지원
 - 반도체 지원법의 일환으로 국가 반도체기술센터 설립('22.8), 반도체 후공정 프로그램 및 첨단 반도체 소재·표준 R&D를 지원
 - 트럼프 행정부와 달리 바이든 행정부는 인공지능 반도체를 비롯한 주요 산업 분야의 전공자 취업을 확대
- 미국은 일찍이 인공지능 반도체의 기초 및 원천기술 개발을 위해 산·학·연 중심의 프로젝트 진행
 - 방위고등연구계획국을 중심으로 뉴로모픽 반도체 개발을 위해 프로젝트를 시작('08)하였으며, 대학·연구기관과 IBM이 참여하여 뉴로모픽 반도체 상용화 연구 중

22) 서울경제(2022), 미국 AI 반도체 수출 제한, 중국 자율 주행 기술에 타격 미칠 것

- 미국은 이미 확보된 반도체 인프라를 이용하여 인공지능 반도체 분야에서도 선두를 유지하기 위해 준비
- 제조 및 연구개발 분야에 직접적인 투자를 지원하고, 관련 동맹국과 협력 관계를 강화하여 자국에 유리한 인공지능 반도체 공급망 구축
- 미국은 인공지능 반도체를 단순히 기술·경제적 역할뿐만 아니라 외교·안보·군사 분야에서 매우 중요한 요인으로 간주하여 반도체 기술패권 경쟁에서 중국을 견제하는 정책을 더욱 강력히 전개

나. 중국

- 중국은 반도체의 대외 의존도를 줄이기 위해 반도체 관련 산업의 자주화 추진 내용을 담고 있는 반도체 굴기를 추진²³⁾, 중국 ICT 기업을 중심으로 인공지능 반도체를 독자 개발하고, 관련 스타트업을 지원
 - 중국 정부는 10년간 첨단 산업 육성을 위해 반도체 산업에 집중 지원할 것을 선언
 - 인공지능 기술의 글로벌 주도권 확보를 위한 인공지능 개발계획에서 인공지능 반도체 기술 개발계획을 공시
 - 그동안 반도체를 생산하지 않았던 인터넷 및 ICT 기업들이 인공지능 반도체 양산을 시작하여 중국만의 인공지능 반도체 생태계를 구축*
- * 샤오미는 인공지능 반도체 연구개발을 위해 난징다위반도체를 설립, 알리바바는 자체 AI-NPU를 연구개발 중, 화웨이 또한 인공지능 반도체 어센드 910, 쿤핑 920을 출시²³⁾
- 중국의 국산 인공지능반도체 산업 육성정책에 따라 대학 및 연구소에서도 사업화를 적극적으로 지원하면서 인공지능 반도체 스타트업에 대한 투자 증가*
 - * 중국의 인공지능 반도체 스타트업은 엠티 디바이스용 인공지능 반도체를 중심으로 개발하고 있으며, 특히 ASIC/ASSP 형태 위주로 진행²⁴⁾
 - 인공지능 반도체 기술력 확보가 견고해질 경우 반도체 칩 개발에 소요되는 시간과 비용 등의 주기적 한계에 영향받지 않고 언제든지 새로운 모델 출시 가능할 것으로 기대
 - 중국 ICT 기업이나 각 기업이 자사의 SW에 최적화된 기술을 구현할 수 있게 되면서 인공지능 생태계 강화

23) 신화망(2020), “新基建”报告：未来三年人工智能场景落地将在各行业展开

24) 연구개발특구진흥재단(2021), AI 반도체, 유망시장 Issue Report



- 그러나 중국은 코로나 19로 인한 재정 부담으로 반도체 자립에 대한 정부 지원을 중단하는 방안을 현재 검토 중(23.1)²⁵⁾
 - 중국의 반도체 굴기가 크게 결실을 보지 못했으며, 뇌물 등 중국 내 부정부패와 미국과 기술패권 상황을 악화시켰다는 평가 제기, 반도체 굴기를 통한 반도체 산업 지원 대비 성과는 미미하다는 판단
 - 중국은 현재 코로나 19 방역 비용 등으로 재정적 적자 상황에 직면해 있어 기존 반도체 정책과 비슷한 수준의 대규모 예산투입이 쉽지 않으리라는 전망
 - 따라서 전혀 다른 양상의 반도체 정책을 수립하거나 기존 반도체 정책을 대폭 수정할 것으로 예상
 - 중국 정부는 제조업이 국가 경제를 이끄는 주력 산업으로 지정하고, 제조 분야에 글로벌 시장 경쟁력을 확보하기 위해 중국 제조 2025를 발표(15)
 - '45년까지 총 3단계에 걸쳐 시행, 각 10년 단위로 산업구조 고도화 계획
 - 10대 중점 분야 중 차세대 정보기술 분야에서 반도체를 핵심기술로 지정
 - 중국은 인공지능 반도체 분야에서 '인재양성'을 가장 핵심 요인으로 보고 중국 내 인공지능 반도체 인재를 유치하기 위한 정책 실행(17)
 - 중국의 인공지능 반도체 인재양성 분야의 정책은 크게 국내 인재양성과 해외 인재 유치로 구분
 - 국내에서는 베이징 대학 등 전국 대학의 주요 거점 대학을 위주로 반도체 학과를 신설, 반도체 공정 관련 학과를 1급으로 지정, 반도체 인재양성 시스템을 실무에 맞게 개선
 - 국외에서는 학위를 취득한 내국인들의 자국 복귀를 유도하고, 외국 국적의 우수인력을 유치
- 중국은 국가안보, 국가 주요 첨단 산업으로서 인공지능 반도체의 중요성을 강조하고, 특히 디지털 경제를 이끄는 주요 핵심 산업으로 지정
 - 미국의 중국 견제가 고조되는 가운데, 중국은 인공지능 반도체의 자주화를 위해 ICT 기업 및 스타트업에 대한 지원을 강화하며 인공지능 반도체 개발과 상용화를 위해 노력
 - 그러나 반도체 산업 정부 지원 대비 성과가 미미하다는 평가 제기되고 있어 기존 정책의 대폭 수정 가능성 대두

25) 연합뉴스(2023), "中, 코로나 타격에 '반도체 굴기' 대규모 정부지원 중단 검토"

다. 일본

- 일본은 인공지능 반도체 개발 거점을 설치⁽¹⁷⁾, R&D에 필요한 환경을 완비하고 관련 설비 등을 무상으로 제공
 - 우위를 점유했던 반도체 분야 경쟁력 하락을 우려하여 인공지능 반도체 개발을 신속하게 진행
 - 정부 주도로 인공지능 반도체 거점을 설치하고, 3년 내 인공지능용 반도체 개발을 완성하는 것을 목표로 대기업 및 출연연구소와 협력하여 인공지능 반도체 개발과 상용화를 지원
- 일본의 IoT 사회 도래로 증가하는 데이터양의 고효율·신속처리를 위해 인공지능 반도체 개발 추진⁽¹⁷⁾
 - 신에너지·산업기술개발기부(NEDO)를 통해 고효율·고성능의 인공지능 반도체와 양자 계산 시스템을 융합한 기술을 개발하여 산업에 적용가능하도록 지원
 - 인공지능 반도체 개발을 위한 “이노베이션 추진사업⁽¹⁸⁾”을 수행, 약 80억 엔 투자
- 반도체·디지털 산업 전략^(18.6)²⁶⁾ 통해 인공지능 반도체 기술개발 가속화
 - 산업기술종합연구소(이하 ‘산총연’)를 통해 인공지능 반도체 칩을 개발하고 관련 주요기술 설계를 위한 개발 플랫폼 구축
 - 인공지능 칩의 핵심기술 개발을 지원하기 위해 첨단 고성능재료개발 관련 사업에 투자
- 민관 협력을 통해 첨단 반도체 양산 체제를 구축하는 등 일본 반도체 산업 경쟁력 강화를 위한 반도체 전략 수립^(21.6)²⁷⁾
 - 5G, 자율주행차, 스마트 공장 등 산업용 인공지능 반도체 개발을 위한 파운드리 정비 등을 지원하는 등 차세대반도체 제조 기술개발에 투자
 - 디지털·그린 투자 등의 시장 확대를 기회로 포스트·Beyond 5G, 시스템이나 그린 혁신을 위한 인공지능 반도체 설계 개발을 강화
 - 산총연을 중심으로 첨단 반도체 제조를 위한 장치 및 소재, 해외 첨단 파운드리를 위한 컨소시엄을 설립하여 파일럿 라인 구축

26) 経済産業省(2018), 半導体・デジタル産業戦略

27) 経済産業省(2021), 半導体戦略



- 일본 경제산업성은 인공지능 반도체 분야에서 스타트업 및 중견, 중소기업의 우수기술 상용화를 위한 지원을 확대하고 관련된 신규 비즈니스 생태계 창출을 위해 투자
 - 일본은 다른 나라들과의 협력을 통해 반도체 공급망을 강화하고, 이를 위해 적극적으로 해외 기업 유치
 - 일본은 개발부터 생산까지 자체적으로 진행하는 ‘자전주의’ 함정을 경험한 이후 동맹의 중요성 인식, 인공지능 반도체 분야에서 주요국과의 협력을 강화
 - 기술유출에 대한 우려에도 불구하고 TSMC의 R&D 센터 및 생산공장을 유치하는 등 해외 파운드리 기업 유치에 적극적
 - 일본은 미국과의 협력을 통해 반도체 핵심 공급망 역할을 할 것으로 기대²⁸⁾
- 일본은 산업에서 인공지능 반도체 분야에 중요성을 인식하여 한국의 산업부에 해당하는 경제산업성에서 적극적으로 인공지능 반도체 관련된 투자를 진행
 - 일본은 미국 등 동맹국과의 협력을 기반으로 자국의 반도체 공급망을 강화한다는 정책 기조 아래, 약점으로 평가되는 파운드리 분야 해외 기업을 적극적으로 유치하며 반도체 산업 부활에 주력

라. 대만

- 대만은 인공지능 반도체에서 생산 분야를 바탕으로 우위를 유지하기 위한 프로젝트를 진행하며 관련 투자 증가^{(18.6)*}
 - * AI 반도체 제조공정 및 칩 시스템 R&D 프로젝트(약칭: semiconductor moonshot project)를 발표
 - 대만은 '22년을 인공지능 반도체 산업에서 가장 중요한 타임라인으로 인식하고 이에 맞춰 중장기 계획을 발표, 스마트 기기 등을 위한 인공지능 반도체를 개발하고 대량 생산하기까지 최대 5년 정도 시간이 필요할 것으로 예상
 - 인공지능 관련 반도체 연구개발에 집중하여 관련 6대* 유망기술을 선정하고, 반도체 우수 인재 육성을 통해 글로벌 경쟁력 제고
 - * 6대 기술: 센서 관련 소자전지회로, 차세대 메모리 설계, 인공지능 칩 및 인지 컴퓨팅, 사물인터넷, 자율주행차 및 AR, VR 관련 소자전지회로·시스템, 반도체 제조공정 관련 기술
 - 프로젝트 연장선으로 국가 연구기관인 대만반도체연구센터를 출범하여 반도체 소자 제조공정 등을 종합적으로 연구개발

28) 연합뉴스(2022), 일본정부 “미국과 차세대반도체 개발 협력 중”

- 프로젝트의 핵심은 TSMC와 대만 장비 업체 ECSC, 대만국립대학교가 수행한 인공지능 칩 개발과 양상을 위한 협업²⁹⁾
- 대만은 공급망 측면에서 재료 등을 대부분 수입에 의존하고 있어 각국의 반도체 자주화 움직임이 위협으로 작용함에 따라 경쟁력 강화 전략을 추진 중
 - 웡스트롬* 반도체계획을 바탕으로 차세대반도체 관련 정책을 제시('20.9)
 - * 웡스트롬은 나노미터의 차세대반도체를 지칭, 1웡스트롬은 0.1 나노미터를 의미
 - 대만은 중장기 계획으로 첨단 로직 반도체* 생산을 선도하고 있으며 글로벌 반도체 위탁생산 우위를 점유
 - * 로직 반도체는 연산 기능 수행 반도체로 CPU, GPU 등을 포함³⁰⁾
- 인공지능 반도체 개발 및 혁신적 인공지능 기술과 서비스 창출을 위해 미국과 협력을 더욱 심화
 - 대만의 인공지능 칩 연맹과 미국 UCLA대학과 제휴, “이종 통합 선진 패키징에 관한 협력 각서”를 체결('21)하여 대만-미국 간 인공지능 칩의 상호보완을 강화
 - 인공지능 반도체의 설계-제조-포장 영역에서 대만의 첨단 반도체 생산 능력과 미국의 고성능 컴퓨팅이 결합하여 최고 성능의 인공지능 반도체 칩 개발
- 대만의 파운드리 업체 TSMC는 중국의 인공지능 반도체 위탁생산을 중단
 - TSMC는 미국의 대중국 수출규제를 준수하기 위해 중국 인공지능 반도체 업체인 비런 테크놀로지의 위탁생산 중단을 발표('22.10)

- 장비·소재 등의 해외 의존도가 높았던 만큼 안정적 공급망 확보를 위해 ‘자주화’를 주요 정책으로 제시
- 미국 규제 준수를 위해 중국 기업의 인공지능 반도체 위탁생산을 중단하고 미국의 반도체 장비 업체를 자국 내 허가하는 등 미국과 긴밀하게 공조

29) KPOST(2018), 대만, 1400억 뽁짓돈 반도체 ‘문샷’ 계획 시동...TSMC 3nm 2022년 양산

30) 한국산업기술진흥원(2021), 미·중 대립 속 대만의 반도체 공급망 강화 움직임



마. 유럽

□ EU

- 유럽은 '2030 디지털 컴퍼스' 발표를 통해 인공지능 등 차세대반도체 생산을 높이고, 성장 기반 강화를 위한 협력 진행('21.3)
 - 최첨단 반도체 생산량은 전세계 생산량의 20%('20년 기준 2배)까지 달성하고, '30년까지 2나노미터 반도체 생산이 전략적 목표
 - 한-EU 공동 R&D 협력을 도모하여 인공지능 반도체 등 차세대반도체의 기술경쟁력을 확보를 통해 동반 성장기반을 강화('21)
 - EU는 회원국들과 함께 차세대반도체 시장 상황을 모니터링하고 네트워크를 구축하여 관련 정보를 공유
 - 반도체 관련 주요국과의 협력을 통해 균형 잡힌 파트너십을 구축, 수출 통제 관련 정보 공유 및 국제 표준화 작업에 대한 협력 강화
- EU 집행위는 유럽반도체법을 발표('22.2), EU 반도체 산업 경쟁력 강화 방안 제안
 - 단기적으로는 반도체 수급 문제를 예측하고 유럽 회원국 협력 강화, 중장기적으로는 반도체 생태계를 강화하기 위한 반도체 산업 성장 지원
- 공급망 안정을 위해 기금을 조성하고 위원회를 설립하여 공급망 관련 위기 발생 시, 동반 대응 추진
 - 유럽 반도체위원회를 설립('22)하여 반도체 관련 공급망 위험을 평가하고 위기 감지 시 조기 관리 시스템을 수립, 반도체 밸류체인 전 과정을 EU 차원에서 인증 체계 마련
 - 인공지능 반도체를 비롯한 차세대반도체 관련 생산설비 확충을 지원하고, 반도체 관련 위기 발생 시 주문 우선순위를 지정하고 공동 구매 추진
- 재정적 지원을 강화하기 위한 EU 반도체 기금을 설립('22)하고, 기업 대상 금융지원
 - 중소기업 및 스타트업을 대상으로 펀드를 조성하여 주식 연계 형태의 금융지원
 - 반도체 설계 및 생산장비 등 제조 분야에 최대 50% 지원
- 뉴로모픽 등의 연구개발을 위한 파일럿 라인을 구축하여 지원
 - 즉각적인 피드백과 설계-개발-생산 전 과정에서 발생하는 시간 및 비용을 절약

□ 영국

- 영국 내부에서 반도체 산업에 대해 간과했다는 목소리가 존재, 영국 의회는 미래 반도체 공급을 위한 지원 확대 주장('22)
 - 영국 하원은 영국 반도체 산업을 위한 보고서(The semiconductor industry in the UK)('22.11)를 통해 영국 정부의 반도체 정책 비판
- 영국은 인공지능 반도체의 스타트업 자금 조달을 통해 관련 기술개발 지원
 - 인공지능 특화 반도체 칩 제조 스타트업의 설립 단계부터 Series A단계 까지 지원
- 영국 정부의 혁신 기관인 Innovate UK는 반도체 대기업과 중소기업이 협력하여 새로운 기술을 개발하고 산업성장을 가속화 할 수 있도록 Compound Semiconductor Applications Catapult 설립('20)
 - 영국 정부는 CSA Catapult를 통해 반도체 R&D 가속화에 필요한 자금을 지원, 5년 동안 약 16억 파운드에 달하는 자금을 지원
 - Innovate UK를 통해 기업 보조금과 대출을 제공
- 영국 BBB(British Business Bank)*는 반도체 제조 산업에 필요한 자본 투자와 보조금을 직접 지원
 - * 중소기업 및 스타트업의 효율적 금융지원을 위한 목적으로 설립('14)
 - 은행이 직접 투자하는 The Future Fund를 통해 3억 7,500만 파운드의 프로그램 진행

□ 프랑스

- 프랑스는 다른 유럽 국가와 비교하여 PIM에 대한 투자를 지원하며, PIM의 상용화 사례가 나타남('20)
 - 프랑스는 PIM 반도체의 글로벌 강국으로 투자를 가속화, 특히 PIM 선두주자 UPMEM과 그 외 관련 스타트업을 지원
 - 공격적이고 지속적인 투자를 통해 인공지능 종합 반도체 강국으로 도약
- 대통령이 인공지능에 대한 적극 투자를 촉구하면서 인공지능 반도체에 대한 관심증가
 - 독일에 이어 주요 해외 반도체 기업들의 생산기지를 구축('22)하고, 한국, 일본 등 주요국과의 반도체 핵심 분야의 협력을 확대



- 프랑스를 대표할 차세대 산업 육성 전략을 통해 반도체 산업육성을 위한 France 2030 발표('21.10)
 - 반도체 산업을 프랑스 미래 산업으로 지정하고 France 2030 전체 예산의 20%인 약 60억 유로를 투자
 - 반도체 생산설비 건설 등은 EU와 협력, 관련 투자를 통해 반도체 생산의 자립화 추진

□ 독일

- 독일은 인공지능 전략(Artificial Intelligence Strategy)에서 미래 인공지능 활용을 위해 인공지능 반도체 및 관련 인프라 기술력 확보 강조('18.11)
 - 독일은 모든 분야로 확장된 인공지능 활용을 위해, 관련 인프라 기술개발을 주장, 특히 반도체를 포함한 관련 기술 분야의 연구개발을 지원³¹⁾
- 독일은 연정 합의문 발표('21.11), 독일은 첨단기술 유지를 위해 관련 산업 투자를 강화하여 경쟁력을 확보하고자 함
 - 독일을 반도체 산업의 글로벌 기지로 구축하고, 핵심 기술확보와 경쟁력 강화를 위해 반도체 전체 가치사슬에 재정적 지원³²⁾

- EU는 회원국과의 인공지능 반도체 공급망 관련 협력을 도모하며 동반 성장을 강조
- 영국은 인공지능 반도체 산업육성에 대한 투자를 확대, 특히 스타트업을 중심으로 자금을 지원
- 독일은 다른 유럽 국가와 비교하여 반도체 관련 인프라 및 기술력을 확보하고 있어 이를 인공지능 반도체 분야로 확장, 해외 주요기업 유치 등을 통해 유럽 내 인공지능 반도체 중심역할 수행
- 프랑스는 독일 다음으로 반도체 생산기지를 구축하고 주요국과의 협력을 통해 반도체 산업을 지원, 특히 PIM 관련 스타트업에 대한 투자를 확대

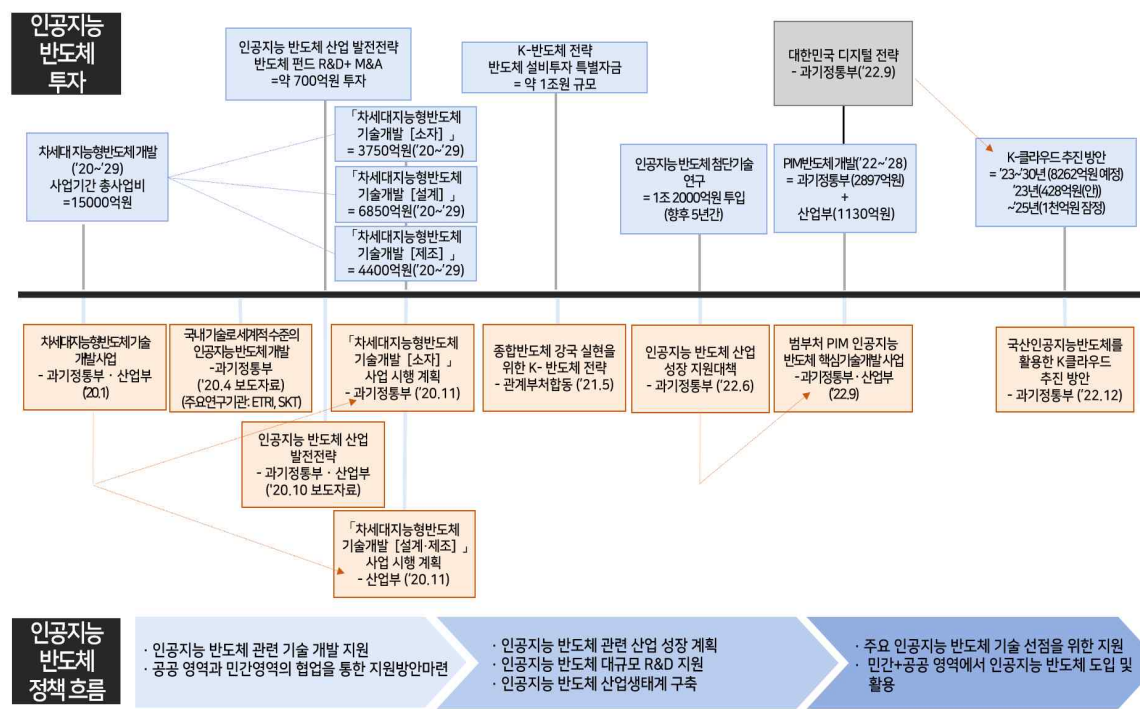
31) Bundesregierung (2018), Strategie Künstliche Intelligenz

32) 한국산업기술진흥원(2021), 독일 솔츠 정부의 산업기술혁신 정책방향

2 한국 인공지능 반도체 정책 동향

- 한국은 기존의 메모리 반도체 산업에서 인공지능 반도체 중심으로 이동, 특히 인공지능 반도체 선도국가 도약을 위해 생태계 활성화를 지원
 - 인공지능 반도체 정책 및 투자 관련 연관도는 [그림 3-1]과 같음

그림 3-1 한국 인공지능 반도체 정책 동향



※ 출처: 각 기관 자료를 참고하여 저자 작성

- 한국은 인공지능 반도체의 경쟁력 확보를 위해 과기정통부와 산업부 합동의 국가연구 개발 사업을 본격적으로 추진('20.1)하여, 메모리 중심의 불균형적인 산업 구조를 개선
 - 차세대반도체 사업에 소자, 설계, 장비, 공정 등 기술개발을 위해 약 1조 원 이상을 투자
 - (과기정통부) 과기정통부는 세계 최고 수준의 연산성과 고효율을 갖는 인공지능 반도체 기술을 개발하고 시장 선도, 기존의 소자 한계를 극복하고 초저전력, 고성능의 새로운 소자 개발을 위한 R&D 지원
 - (산업부) 산업부는 자동차, 첨단 가전, 의료·바이오, 에너지, 첨단로봇 등 5대 전략 산업의 수요와 연계하여 시장에서 필요한 반도체 기술을 개발, 반도체의 제조 경쟁력의 핵심인 미세 공정을 위한 장비 및 부품 기술개발을 지원



- 기업과 출연연이 합작하여 국내 기술로 세계적 수준의 데이터센터용 인공지능 반도체를 개발, 기술의 자립을 위한 시발점 마련(20.4)³³⁾
 - 과기정통부 주관으로 기업과 출연연이 합작하여 인공지능 반도체의 기술개발 추진, 공동연구를 통해 데이터센터 등을 위한 NPU 기반의 인공지능 반도체를 개발
 - ETRI와 SK는 인공지능 응용 서비스를 제공하는 클라우드 데이터센터, 고성능 서버에 활용이 가능한 인공지능 반도체를 국내 최초로 개발
- 국가 차원 전략 수립을 위해 ‘인공지능 반도체 산업 발전전략(20.10)’을 수립하여, 인공지능 반도체 육성을 위한 투자 본격화
 - 혁신적 NPU 설계 기술, 미래 新소자, 초미세공정 기술 독자적 개발, 차세대 인공지능 반도체인 뉴로모픽 세계 최초 개발 목표 사업 추진
 - 메모리 반도체 기반 신개념 PIM 반도체 개발
 - 대규모 공공인프라에 인공지능 반도체 선제적 도입 및 확산으로 초기시장 수요 창출 견인
 - 민관 공동투자 협력, 선도대학 육성, 수요연계 실증, 고급두뇌 양성 추진
- 과기정통부는 미래 반도체의 핵심 원천기술 개발을 위한 「차세대지능형반도체 기술 개발 [소자]」 사업 계획을 발표(20.11)하여 인공지능 반도체 관련 핵심기술 조기 확보를 위한 투자를 강화
 - 인공지능 반도체 신소자 핵심 원천기술 확보 및 직접 기술개발을 위해 사업단을 출범
 - 사업단과 연구재단이 공동으로 진행하여 연구 계획을 보완·관리하고 성과 창출 가속화를 위해 전문기관 간 협업 및 연계를 강화
 - 인공지능 반도체 관련 R&D 분야, 특히 신소자 기술개발과 집적 및 검증 기술에 투자
- 정부는 반도체의 공급망을 보완하고, 안정적인 제조 환경의 확립을 위해 ‘K-반도체 전략’을 수립(21.5)
 - 고성능·저전력 NPU의 기술력을 확보하고, 각 기술 간의 융합을 통해 차세대 인공지능 반도체 개발 지원
 - 수요와 공급 기업의 협력을 강화하기 위해 인공지능 반도체 등 시스템반도체를 대상으로 수요연계형 R&D 지원을 추진
 - 반도체 R&D 및 시설투자 촉진을 위한 세제지원 강화, 금융지원 프로그램 확대, 반도체

33) 과기정통부 보도자료(2020a), ‘국내 기술로 세계적 수준의 인공지능 반도체 개발’ 발표

- 설비 신속 구축을 위한 규제 합리화 등을 진행
- 정부와 기업이 함께 R&D 민관 합동 인력 양성 진행, 학부·석사·박사 학과를 개설하여 고급인력 양성이 반도체 역량 강화로 이어지는 선순환 생태계 구축
 - 과기정통부는 ‘인공지능 반도체 산업 성장 지원대책’을 통해 국산 인공지능 반도체 상용화에 대한 투자 및 산업생태계 지원(22.6)
 - NPU 관련 세계 최고 수준의 기술력 확보를 위한 R&D 프로젝트가 국산 AI 반도체 상용화로 연결되도록 지원 강화
 - 인공지능 반도체의 대표적 대규모 수요처인 데이터센터를 국산 인공지능 반도체(NPU)를 기반으로 구축하고 AI 제품·서비스 개발에 활용(23)
 - 인공지능 반도체 대학원을 신설하여(23) 석·박사 단위 인재를 양성하고, 인공지능 반도체 연합 전공을 개설(23), ITRC³⁴⁾를 확대하여 인력양성 강화
 - 과기정통부는 대한민국 디지털 전략의 일환으로, 인공지능 반도체 활용을 위한 ‘K-클라우드 방안’을 추진(22.12)³⁵⁾
 - 초고속저전력의 국산 인공지능 반도체를 개발하기 위해 기존 인공지능 반도체 사업을 종합하여 ‘23~’30년까지 대규모 투자 이행 방안을 마련
 - 국산 인공지능 반도체를 데이터센터에 적용하기 위한 소프트웨어 예타사업을 추진, 인터넷 기반 자원 공유에 적용하기 위한 기술을 개발
 - 국산 NPU 데이터센터 구축 사업과 기존 인공지능 및 인터넷 기반 자원 공유 서비스개발 사업을 연계하여 투자 진행
 - K-클라우드 얼라이언스를 구성하여 민·관 협업 과제를 발굴, 또한 인공지능 반도체 대학원을 통해 고급 인재를 양성
 - PIM 고도화를 위한 허브 역할을 강화하고 산·학·연의 협업을 강조
- 한국은 기존의 메모리 중심의 반도체 산업을 인공지능 반도체 중심으로 개편하고, 이를 위한 연구개발 지원
 - 기업과 정부가 협업하여 세계적 수준의 데이터센터용 인공지능 반도체를 개발, 기술의 자립을 위한 환경 조성 진행
 - 인공지능 반도체 산업을 육성하고, 관련 R&D 지원정책을 통해 인공지능 반도체 상용화 강화

34) ITRC-대학정보통신연구센터협의회

35) 과기정통부 보도자료(2022i), 「국산 인공지능반도체를 활용한 K-클라우드 추진방안」 발표



3 인공지능 반도체 투자 동향

- 글로벌 주요국은 자국 반도체 산업의 경쟁력 제고 및 반도체 제조 강화를 목적으로 반도체 분야에 대한 대규모 투자 단행

표 3-2 인공지능 반도체 관련 각국 투자 동향

국가		관련 정책	주요 내용	관련 예산
미국		- 반도체 지원법('22.8) - 반도체 촉진법('22.8)	- 반도체 설비 확충 및 핵심기술 개발에 투자 - 반도체 관련 인력양성 - 미국 내 안정적인 반도체 역량 확보를 위해 R&D 예산 및 산업 보조금 편성	390억 달러 (약 51조 원) 132억 달러 (약 17조 원) 527억달러 (약 69조 원)
중국		- 반도체 굴기('15~) - 중국제조 2025('15~)	- 반도체 자급 달성 - 지역 반도체 펀드 조성 - R&D 및 이니셔티브에 자금 지원	1조위안 (170조 원) 1,500 달러(~25)
일본		이노베이션 추진산업('18)	인공지능 반도체 칩 생산을 위한 투자 착수	8.0억 엔
대만		문샷반도체 플랜('18)	차세대반도체 관련 핵심인재 및 기술을 육성하여 반도체 산업 제고를 위한 투자	40억 달러
유럽	EU	2030 디지털 컴퍼스('21.10)	5mm 이하 반도체 제조 및 전세계 반도체 생산량의 20% 생산을 목표 - EU 25개국의 R&D 세액 공제	200억~350억 달러(~30)
	영국	The Future Fund('21)	영국 British Business Bank가 관리하는 프로그램으로 민간 투자자와 함께 공동 투자로 R&D 지원 제공	3억 7,500만 파운드
	프랑스	France 2030('21.10)	프랑스 미래 주요 육성 산업 중 반도체를 선정	약 60억 유로 (전체 프로그램 20% 해당)
	독일	무역투자청(GTAI) 반도체 투자 발표문('22)	반도체 자립과 해외 주요 반도체 기업 유치를 위한 투자	140억 유로
한국		인공지능 반도체 산업 성장 지원('20)	K-반도체 벨트 조성	1조 965억 원 (~30)
		인공지능 반도체 실증 지원사업('22)	인공지능 반도체의 수요처인 데이터 센터를 국산 인공지능 반도체 기반으로 구축	125억 원(전년 대비 84억 원 증액)

IV

인공지능 반도체 시장 동향

1. 세계 인공지능 반도체 시장 동향
2. 한국 인공지능 반도체 시장 동향





IV 인공지능 반도체 시장 동향

1 세계 인공지능 반도체 시장 동향

가. 세계시장 현황 및 전망

- 시장조사 기관별로 인공지능 반도체 시장의 점유율과 성장률에 대한 전망은 다소 상이하나, 지속적인 시장 성장세를 이어갈 것이라는 예상은 공통적
 - Gartner('22. 04)에 따르면, 인공지능 반도체 세계시장 매출은 '21년 347.7억 달러에서 '26년 860.7억 달러로 확대, 연평균 성장률(CAGR) 19.8%에 이를 것으로 전망
 - Allied Market Research('22. 11)는 2021년 111.5억 달러에서 2026년 555.1억 달러로 확대, 연평균 36.8%의 높은 성장률을 제시
 - Statista('21)는 2021년 시장 매출은 109억 달러로 다소 보수적으로 분석했으나, '26년 709억 달러에 달하며 45.4%의 거대 고성장을 예측

표 4-1 주요 시장조사 기관 인공지능 반도체 시장 전망

(단위: USD billion)

구분	2021	2022	2023	2024	2025	2026	CAGR(%)
Gartner	34.77	44.44	55.31	66.66	76.04	86.07	19.8
Allied Market Research	11.15	15.43	21.32	29.38	40.42	55.51	36.8
Statista	10.9	15.7	22.8	33.1	48.2	70.9	45.4

※ 출처: Gartner(2022c), Allied Market Research(2022a), Statista(2021)

- 메모리 시장 침체와 반도체 수요 둔화에 따른 반도체 시장의 저성장 추세를 고려할 때, 인공지능 반도체는 반도체 분야 미래 고부가가치 시장으로 평가됨
 - 스마트폰과 PC 수요의 추가 약세와 메모리 시장 여건의 악화에 따라 반도체 매출은 하락세를 나타냄
 - '22년 전 세계 반도체 매출은 전년 대비 1.1% 증가한 6,017억 달러 규모, 메모리 반도체 10% 감소했지만 비메모리 반도체는 5.4% 증가³⁶⁾

36) Gartner(2022c), Market Share Analysis: Semiconductors, Worldwide, Preliminary 2022

- Gartner는 반도체 시장 약세 지속 시 '23년 반도체 시장의 역성장 가능성 시사*

* Gartner는 '22년 반도체 매출 증가율 전망치를 13.6%(22.04) → 7.4%(22. 07) → 4.0%(22. 11)로 계속 하향 조정하여 발표³⁷⁾

표 4-2 반도체 분야별 세계시장 비교

(단위: USD billion)

분야	시장점유(2021년)	시장전망(2026)	CAGR	특징
반도체	594.9	782.0	5.6%	역성장 가능성 시사
메모리 반도체	165.7	242.6	7.9%	수요 둔화 시장 침체
비메모리 반도체	429.2	540.2	4.7%	자동차산업 성장 주도
인공지능 반도체	34.77	86.07	19.8%	안정적 성장요인 보유

출처 : Gartner(2022c)

- 인공지능 반도체 시장 전망치는 인공지능과 유사 수준의 성장률로 시장 잠재력 보유
 - 인공지능 시장은 높은 시장 점유율을 기반으로 안정적인 고성장이 예상되는 분야
 - ※ 인공지능 세계시장 CAGR('21-'26), BCC Research 39.8%, Grand View Research 42%, MarketsandMarkets 39.7%³⁸⁾
- 인공지능 반도체 시장 점유율은 약 5.8%로 낮은 비중을 차지하고 있지만, 향후 11% 수준으로 확대될 전망
 - Statista('21)는 인공지능 반도체가 향후 시스템반도체 전체시장 내 비중 1/3 수준으로 확대될 것이라고 전망
- 인공지능 반도체 연구개발 예산 증가, 로봇 활용 산업 확대, 첨단 제품 도입은 시장의 성장을 촉진할 것으로 예상
 - 높은 연구비용과 전문연구인력 부족은 인공지능 반도체 시장성장 저해요인으로 작용

- 반도체 수요감소에 따른 반도체 시장 약세에도 불구하고 인공지능 반도체 분야는 높은 성장이 예상되는 고성장 시장
- 인공지능 반도체 시장은 인공지능의 약진과 함께 지속적으로 성장할 전망
- 연구개발 예산 확대 및 인공지능 융합 산업확대는 인공지능 반도체 시장성장의 촉진 요인

37) Gartner(2022c), Market Share Analysis: Semiconductors, Worldwide, Preliminary 2022

38) 심진보 외(2022), 인공지능 분야 기술, 정책, 투자, 시장 생태계 분석 보고서



나. 인공지능 반도체 주요 시장 분석

□ 유형별 인공지능 반도체 시장

- 인공지능 반도체 유형별 시장 분석은 CPU부터 NPU까지 시장규모와 전망치를 제시하고 있어 구현방식별 시장 규모 및 전망 비교가 가능한 Allied Market Research의 발표 보고서('22. 11)를 활용
 - Allied Market Research 보고서가 국내외 주요 보고서에서 인용하고 있는 Gartner와 인공지능 반도체 시장 전망치가 차이를 나타내고 있으나, Statista 등 시장전망조사기관과 유사 수준 전망치를 제시
- Allied Market Research에 따르면 세계 인공지능 반도체 시장은 '21년 111.5억 달러에서 '31년 2,636억 달러로 확대 전망, 예측기간 연평균 성장률은 37.1%로 예측
- 유형별 인공지능 반도체 시장에서는 현재 점유율이 가장 높은 CPU와 GPU의 비중이 점차 줄고 ASIC와 FPGA 시장이 확대 경향을 보임
 - 모든 세부시장에서 현재 미국의 시장 점유율이 가장 높으나, 전반적으로 미국의 시장 지배력이 다소 약해지고 캐나다의 선전과 중국의 성장이 주목되는 지점
- CPU 시장은 '21년 42.4억 달러로 평가되었으며 '31년에는 925.1억 달러에 도달하여 CAGR('22-'31)은 36%에 이를 것으로 예상
 - CPU는 범용 컴퓨팅 목적으로 설계되어 가장 오랫동안 광범위하게 사용된 반도체로, 가장 큰 시장 점유율 차지
 - CPU 시장은 인공지능에 최적화된 반도체가 속속 등장하며 성장률은 둔화세를 나타내고 있으나, GPU 및 FPGA 등과 통합을 통해 새로운 시장 기회를 창출
- GPU 시장은 '21년 25.3억 달러에서 예측기간 동안 CAGR 36.9%로 '31년 591.2억 달러에 이를 전망, CPU 및 GPU 비중은 '21년에 약 60.7%로 상당한 시장 점유율을 차지
 - 지역별 GPU 시장은 북미가 미국의 시장 점유율(18.5%) 기반의 가장 높은 수익 기여자로 CAGR('22-'31)은 33.3%, 아시아태평양 지역은 예측기간 40.7%의 고성장이 예상되는 시장
 - 국가별로는 미국이 '21년 시장점유율 18.5%로 선두에 있으며, 캐나다(10.6%), 중국(8.7%)순으로 평가되나, '31년 GPU 시장은 미국(11.2%), 캐나다(11.1%), 중국(9.3%)순으로 캐나다와 중국이 미국을 바짝 추격할 것으로 전망

- ASIC와 FPGA는 예측기간 동안 각각 39.5%와 38%의 고성장이 예상되며, 특히 ASIC는 시장 점유율과 높은 성장률로 주목할만한 시장의 성장을 견인
 - ASIC와 FPGA 시장은 각각 '21년 21.2억 달러와 13.6억 달러에서 '31년 599.9억 달러와 346.1억 달러까지 확대될 것으로 전망
 - 지역별 ASIC 시장은 북미와 유럽이 각각 34.1%, 28.1%의 시장을 점유, 아시아태평양과 라틴아메리카 지역은 43.5%와 40.5%의 상당한 CAGR을 기록
 - FPGA는 가전제품과 자동차, 스마트폰 등 다양한 디바이스에 필수적인 애플리케이션 분야가 시장성장을 주도, 국가별로는 미국이 압도적인 시장 우위(20%)를 점하고 있으나, 중국이 향후 10년 이내 미국과 대등한 수준의 고성장이 예상됨
- NPU는 Gartner를 비롯하여 다수 시장조사기관이 가까운 미래 주류가 될 것으로 예상하고 있으나, 초기 단계의 뉴로모픽 기술력과 상용화 난제로 현재 시장 점유율은 낮은 상황
 - NPU의 근간인 뉴럴 프로세서 시장은 2021년 1억 6,200만 달러로 평가되었으며 2031년까지 4,830만 달러에 도달, 예측기간 CAGR은 18.1%로 낮은 수준³⁹⁾

□ 사용환경별 인공지능 반도체 시장

- 인공지능 반도체는 사용환경에 따라 엣지와 클라우드 방식으로 구분, '21년 현재 엣지와 클라우드의 시장 비중은 약 6:4 수준이며, 2031년에 약 7:3으로 격차가 더욱 커질 전망
- 엣지 처리는 네트워크 엣지 데이터 소스에서 데이터수집과 추세 분석이 가능하며, '21년 현재 엣지 시장은 68.9억 달러로 평가되고 '31년 약 1,890억 달러에 달할 것으로 전망
 - 실감기술과 기계 학습, 산업용 스마트 로봇의 채택 등을 포함한 다양한 주요 트렌드가 엣지 시장의 성장을 주도, 대기 시간 감소, 데이터 관리 및 연결 비용 절감, 이동성 향상 등의 장점을 보유한 엣지 시장은 여전히 매력적
- 클라우드 처리는 클라우드에서 인터넷을 통해 저장·처리·관리·네트워킹·인텔리전스·분석 등을 처리하는 프로세스로, '21년 42.6억 달러로 평가되며 CAGR 33%로 '31년까지 745.5억 달러 규모의 성장이 예상됨
 - 유연성과 확장성이 크고 용이한 액세스, 비용 최소화가 장점으로, 빅데이터 분석과 하이브리드 클라우드 및 프라이빗 클라우드 사용의 확산, 주문형 비디오 등이 시장 성장을 주도하는 주요 동인

39) Allied Market Research(2022b), NEURAL PROCESSOR MARKET



□ 애플리케이션별 인공지능 반도체 시장

- 인공지능 반도체를 적용하는 애플리케이션 시장은 현재 자연어 처리 부문이 가장 큰 시장이지만, 향후 로봇 부문이 고성장할 것으로 예측
 - 자연어 처리 부문은 시장 점유율 28.6%로 가장 높은 수익을 나타내고 있으며 '21년 31.9억 달러에서 CAGR('21~'31) 33.6%로 '31년 586.5억 달러에 이를 것으로 예상, 챗GPT 활성화로 자연어 처리 부문 더욱 주목
 - 로봇공학 부문은 '21년 29.7억 달러, 시장점유율 28.6%로 현재 자연어 처리에 이어 두 번째 큰 시장이지만 CAGR('21~'31) 44.1%의 상당한 고성장 시장으로 전망
 - 컴퓨터 비전 부문 역시 39.1%의 높은 CAGR('21~'31), '21년 29.7억 달러 시장규모로 최근까지 제한된 용량에서만 작동했지만 데이터 양의 폭발적 증가로 시장성장을 견인, '21년 29.7억 달러 시장규모
 - 네트워크 보안의 '21년 시장규모는 7.3억 달러 수준이며, 데이터 정보보호와 사이버 위협에 대응하며 CAGR('21~'31) 37.1%로 시장을 확대 중, 잘 설계된 네트워크 보안 솔루션은 간접비를 줄이고 데이터 침해와 기타 보안에 유용

□ 산업별 인공지능 반도체 시장

- 산업별로 현재 금융부문이 가장 큰 시장이며, 향후 헬스케어와 자동차 및 운송부문 산업이 크게 성장할 것으로 전망됨
 - 헬스케어 산업은 점유율 19.1%로 가장 큰 시장이며 로봇 수술과 같은 기술발전과 함께 성장했으며, 인공지능 반도체 기반의 센서 의료기가 진단장치·웨어러블 등을 통해 의료비 절감과 과학적 예방이 가능
 - 금융산업은 현재 시장 점유율 18.8%로 인공지능 자동화 시스템, 가상 개인비서, 위기 관리를 위한 식별, 탐지 기능 확대로 계속 성장해 왔으나, CAGR('21~'31) 26.7%로 향후 시장성장은 둔화할 전망
 - 자동차 및 운송 산업은 CAGR('21~'31)이 40.8%에 달하며, 자율주행차를 기반으로 시장에서 가장 높은 성장이 예상되는 부문
 - 한편, 구글, 메타, 아마존, IBM 등 빅테크 기업들이 효과적인 광고 및 마케팅 전략을 위해 인공지능 채택률을 확대하며 미디어 광고 부문은 CAGR('21~'31) 38.4%의 시장성장이 예상됨

□ 인공지능 반도체 시장 변화 추이

- 세계 인공지능 반도체 시장의 현재 점유율과 성장률에 기반한 인공지능 반도체 시장의 변화 추이는 [표 4-3]과 같음

표 4-3 인공지능 반도체 시장 변화 추이

시장분할	현재 높은 점유 시장	미래 성장 시장
구현 방식	CPU, GPU CPU와 GPU는 가장 오랫동안 광범위하게 사용되었으나, 경쟁력 있는 소프트웨어 지원과 포괄적인 생태계를 통해 ASIC가 대체할 것으로 기대	ASIC
사용 환경	엣지 추론용 비중 높은 가운데, 자동화와 데이터 중심성 심화로 엣지에 활용되는 추론용 반도체 시장은 더욱 커질 전망	엣지
애플리케이션	자연어 처리 자동화에 대한 수요 증가로 자연어 처리가 가장 큰 수익 창출 향후 다양한 산업에서 로봇 수요 확대로 로봇공학 시장이 더 크게 성장할 것으로 예측	로봇공학
산업	금융부문 자율주행차 기술발전 및 산업확대에 따른 자동차 및 운송 산업에서 활용이 커질 것 엣지 디바이스 환경에서의 인공지능 반도체 시장 확대 전망과 동일한 관점	자동차 및 운송

- 유형별 인공지능 반도체 시장은 CPU와 GPU 시장 점유율이 높지만, 인공지능에 최적화된 반도체가 속속 등장하며 성장률 둔화
- ASIC와 FPGA의 고성장이 예측되는 가운데, 특히 ASIC는 주목할만한 시장성장률을 나타냄
- NPU는 미래가치가 가장 높은 것으로 평가되는 시장이지만, 기술력과 상용화 난제로 시장성장 전망은 낮은 편
- 자동화와 엣지 컴퓨팅 수요 증가로 엣지 시장은 더 크게 성장할 것이라는 낙관적 전망 우세
- 자율주행차 기술발전과 산업확대에 따라 자동차 및 운송부문 시장 확대 전망



2 한국 인공지능 반도체 시장 동향

- 한국의 반도체의 세계시장 점유율은 메모리반도체 시장진출에 힘입어 18.4%지만 시스템반도체 점유율은 2.9% 불과('20년 기준)⁴⁰⁾, 지난 10년간 비슷한 수준의 점유율을 유지하며 정체
- 인공지능 반도체 시장은 시스템반도체의 1/3 규모로 평가됨에 따라, 한국의 인공지능 반도체 시장 점유율은 약 1%대로 추정
 - 글로벌 인공지능 반도체 시장은 높은 성장이 예상되는 거대 성장시장이지만, 국내 기업의 진출 및 점유율은 낮은 상황
 - 국내 인공지능 반도체의 세계시장 비중은 매우 미미하며, '26년 10%대 진입이 정부 목표치
- '21년 인공지능 산업 실태조사⁴¹⁾에 따르면, 전체 모집단 1,365개 기업 중 인공지능 하드웨어 기업은 19개사로 인공지능 연산·처리를 위한 부품·장치 등의 인공지능 반도체가 주력 사업 분야로 나타남
 - 인공지능 반도체 기업의 현재 대표적 응용 산업 분야는 제조(54.9%), 정보통신(39.9%), 도·소매(15.8%) 순
 - 향후 3년간 유망 분야로는 보건·사회복지(20.4%), 정보통신(16.5%), 금융/보험(15.5%), 공공·국방·사회·행정(11.5%), 교육(10.1%), 전문과학기술(8.9%), 도·소매(3.5%) 순
 - 인공지능 매출이 발생한 기업체 983개사의 3년('19년~'21년) 동안 매출액 총액은 5.4조 원으로 3년 평균 증가율은 19.9%이며, 이 가운데 인공지능 반도체 기업의 3년 매출 총액은 860억 원이며 연평균 증가율은 43.3%로 인공지능 사업 분야 중 가장 높게 나타남
 - ※ 인공지능 SW 33.7%, 인공지능 응용 SW 20.3%, 인공지능 구축 및 서비스 16.8%
 - 인공지능 R&D를 위한 향후 컴퓨팅 인프라 형태는 클라우드 기반 22.5%, 자체 구축 77.5%로 나타남
 - ※ 인공지능 소프트웨어 분야는 52.6% vs 47.4%, 인공지능 서비스 70.8% vs 29.2%로 상이한 결과 도출

40)한국반도체산업협회(2021), '반도체 투자 전쟁', Silicon Times 2021. 06. 07. KISTI R&I Report: 반도체 과학·기술·산업 분석 재인용

41)소프트웨어정책연구소(2022), 2021 인공지능산업 실태조사

그림 4-1 국내 인공지능 산업 분야별 3개년도 매출액

(단위: 백만원, %)



※ 출처: 인공지능산업 실태조사(2022)

- 2022년 ICT 수출입 실적은 세계 경기 침체 및 부품 수요 둔화의 영향으로 성장률이 주춤했으나 역대 최대 실적을 경신하며 선전, 반도체 산업은 우리나라 ICT 수출 비중의 절반이 넘는 약 56%를 차지

표 4-4 한국 ICT 및 반도체 산업 수출 현황

(단위: 억 달러)

구분	2020	2021	2022
ICT 산업	1,835.1(△3.8)	2,276.1(△24.0)	2,333.2(△2.5)
반도체 산업	1,002.5(△5.3)	1,287.0(△28.3)	1,308.6(△1.6)
메모리 반도체 산업	639.3(△1.5)	824.3(△28.9)	737.5(▽10.5)
시스템반도체 산업	302.6(△17.8)	397.5(△31.4)	506.7(△27.5)

출처 : 과학기술정보통신부(2023), KOSIS 참조, 저자 재정리

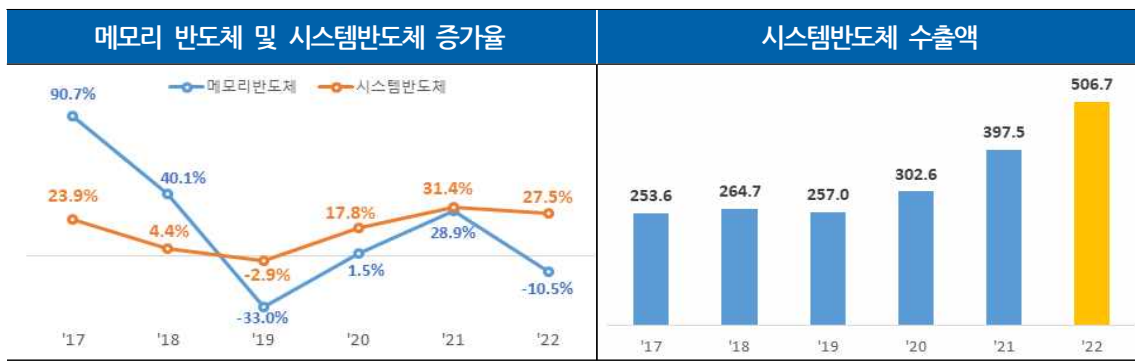
- 전체 반도체 산업 수출은 증가세, 주력 분야인 메모리 반도체에서 고전 중이나, 그동안 기술력 약세로 평가된 시스템반도체 분야 선전은 고무적
 - 반도체 산업은 메모리 반도체 부진에도 전년 대비 1.7% 증가한 역대 최고 실적 달성
 - * 반도체 수출(억 달러) : (‘20) 1,002.5(↑5.3) → (‘21) 1,287.0(↑28.3) → (‘22) 1,308.6(↑1.6)



- 국내 주력 산업인 메모리 반도체 부문 수출액은 전년 대비 10.5% 감소
 - * 메모리 반도체 수출(억 달러, %) : ('20) 639.3(1.5↑) → ('21) 824.3(28.9↑) → ('22) 737.5(↓10.5)
- 인공지능 반도체를 포함한 시스템반도체 분야에서 역대 가장 높은 수출 실적 경신
 - * 시스템반도체 수출(억 달러, %) : ('20) 302.6(17.8↑) → ('21) 397.5(31.4↑) → ('22) 506.7(27.5↑)

그림 4-2 한국 메모리 반도체 및 시스템반도체 증가 추이

(단위: 억 달러)



출처 : 과학기술정보통신부 보도자료(2023)

- '23년 메모리 반도체 시장은 급격한 수요감소와 가격 하락, 공급과잉 등으로 역성장이 예상되며, 시스템반도체 시장은 인공지능, 5G, IoT, 자율주행차 등의 수요 확대에 성장세 계속될 전망

- 한국의 인공지능 반도체 세계시장 점유율은 약 1%대로 추정, 국내 기업의 진출 및 점유율은 낮은 상황
- 한국 인공지능 하드웨어 기업은 인공지능 연산처리를 위한 부품·장치 등의 인공지능 반도체가 주력 사업 분야
- 세계 경기침체 및 부품 수요 둔화의 영향으로 주력 분야인 메모리 반도체에서 고전하고 있으나 시스템반도체 분야 선전은 고무적



인공지능 반도체 산업 동향

1. 인공지능 반도체 산업 생태계
2. 인공지능 반도체 주요기업 동향





V 인공지능 반도체 산업 동향

1 인공지능 반도체 산업 생태계

- 인공지능 반도체 강국인 미국과 중국, 그리고 한국 기업의 산업 생태계를 분석
 - 인공지능 반도체 산업 생태계는 인공지능 반도체를 생산하는 “공급 기업”을 기반으로 구현방식에 따라 “데이터센터용”과 “엣지 디바이스용”으로 나누고, 응용분야는 “플랫폼 서비스, 모바일, 자율주행, 디지털가전, 유망서비스 접목”으로 살펴봄
 - 인공지능 반도체 산업 생태계 구조는 [그림 5-1]과 같음

그림 5-1 인공지능 반도체 생태계 구조

공급			구현방식		응용분야	
반도체			데이터센터용		플랫폼·서비스	
Large Vender	미국	엔비디아	기업명	개발제품	구글	TPU
		인텔	엔비디아	A100 GPU	알리바바	알라NPU
		AMD	인텔	STRATIX 10, 너바나 NNP	모바일	
	중국	퀄컴	알리바바	이티엔710	애플	M1
		화웨이	화웨이	어센트 910	삼성전자	엑시노스
	한국	바이두	사피온	X330, X340 등	자율주행	
Start up	미국	삼성전자	엣지 디바이스용		테슬라	D1
		SK하이닉스	기업명	개발제품	텔레칩스	콕핏
		자일링스	자일링스	버설AI 엣지	디지털가전	
	중국	Mythic	퀄컴	스냅드래곤	구글	엣지 TPU
		Samba Nova Systems	쿤룬신커저	쿤룬	LG전자	LG뉴럴엔진
		하이실리콘	캠브리콘	Siyuan 220	유망서비스 접목	
	한국	캠브리콘	캠브리콘	딥엑스 시리즈 (DX-H1, DX-M1 등)	IBM	Watson
		호라이즌 로보틱스	딥엑스		마이크로소프트	HPU
		사피온			리벨리온	ATOM

※ 출처: 자료를 참고하여 저자 작성

2 인공지능 반도체 주요기업 동향

가. 주요 인공지능 반도체 기업

- 미국, 중국, 한국의 인공지능 반도체 기업을 대기업과 스타트업으로 나누어, 해당 기업의 CPU, GPU, FPGA, ASIC·ASSP, 뉴로모픽 생산 및 계획*을 살펴봄

* 생산 중 = ○, 관련 사업에 연구 개발 및 인재 채용 계획 중 = △, 생산 및 계획 예정 없음 = X

- (미국) 엔비디아, 인텔, AMD, 퀄컴 등 기존의 반도체 기업 중심으로 인공지능 반도체 생태계 확대, 특히 대기업의 스타트업 인수 등 M&A가 활발하게 진행 중

표 5-1 미국 인공지능 반도체 주요 생산·공급 기업

국가	기업	주요기업	유형				
			CPU	GPU	FPGA	ASIC/ASSP	뉴로모픽
미국	대기업	엔비디아	○	○	○	○	X
		인텔	○	○	○	○	○
		AMD	○	○	○	X	X
		퀄컴	○	○	X	○	○
	스타트업	자일링스 ⁴²⁾	X	X	○	○	△
		Mythic ⁴³⁾	○	X	X	○	△
		Cerebras ⁴⁴⁾	△	X	X	X	X
		EdgeQ ⁴⁵⁾	○	X	X	○	X
		Kneron ⁴⁶⁾	○	X	△	○	X
		Achronix ⁴⁷⁾	X	X	○	X	X

※ 출처: 각 기관 자료를 참고하여 저자 작성

42) 팹리스 반도체 기업이며 FPGA의 가장 큰 개발업체로 2022년 AMD에 인수

43) 엣지를 위한 효율적인 인공지능 반도체 제조 및 공급

44) 딥러닝 가속화를 위한 인공지능 반도체 생산 기업

45) 5G와 인공지능이 결합된 소프트웨어 맞춤형 플랫폼 개발회사로 인공지능 칩을 제조

46) 퀄컴이 투자한 차세대 인공지능 칩 제조업체

47) FPGA 칩 제조업체로 기존 FPGA의 병목현상을 제거하고 ASIC 수준의 성능을 제공



- (엔비디아) 기존 반도체 시장에서 점유율이 높았던 엔비디아는 CPU와 GPU 시장을 인텔과 과점 중이며 인공지능 반도체 초기시장을 선점, 특히 메타버스, 인공지능 서비스 등 미래 산업을 좌우할만한 가시적 성과를 내고 있음
- (인텔) 인텔은 엔비디아가 선점하고 있는 인공지능 반도체 시장에 대응하기 위해 인텔 자회사 하바나랩스가 개발한 인공지능 반도체를 시장에 공개, 인공지능 학습 성능이 크게 향상되어 현존하는 클라우드 반도체 중 높은 성능을 제공
- (AMD) 미국의 팹리스 업체 AMD는 이번 '23년 CES를 통해 미래 인공지능 산업을 위한 고성능 인공지능 엔진을 통합한 라이젠 7040을 공개, 인공지능 연산을 초당 최대 12조 개 연산할 수 있는 칩으로 4나노 공정으로 생산
- (퀄컴) 데이터센터에 유용한 인공지능 반도체 사업에 진출, 스마트폰 분야에서 축적된 기술과 경험을 토대로 저전력·고성능의 칩을 양산, 퀄컴의 시장 진입으로 인공지능 반도체 시장이 더욱 치열할 것으로 예상
- (자일링스) AMD에 매각된 기업으로 세계 FPGA 시장에서 50% 이상 점유, 특히 인공지능 연산, 데이터센터, 통신, 방위 등 다양한 분야에 이용되며, 현재 인공지능 엣지 컴퓨팅 시장에 진입
- (Mythic) 인공지능 반도체의 팹리스 스타트업으로 소형 팩터에서 고성능을 지원, 아날로그 메모리 내 연산 기능을 확장하는 인공지능 칩과 소프트웨어 플랫폼을 공급하는 인공지능 칩 설계
- (Cerebras) 인공지능 전용 칩 개발기업으로, 대규모 인공지능 모델 개발을 위한 칩을 개발, 전체 코어 수 856만 개로 GPU로 비교하였을 때 고성능 칩
- (EdgeQ) 5G와 인공지능 컴퓨팅을 위한 칩을 생산하는 기업으로 SoC 시장을 선도
- (Kneron) 온디바이스 인공지능 추론 가속화를 위한 칩과 인공지능 소프트웨어 솔루션을 개발하는 기업으로 알리바바, 폭스콘 등 주요 IT 기업들로부터 대규모 투자 유치
- (Achronix) 미국의 팹리스 회사로 FPGA 기술을 사용하여 딥러닝, 엣지 IoT 프로세서를 개발

- (중국) 화웨이와 바이두를 중심으로 인공지능 반도체 관련 제품개발이 활발하게 진행되고 있으며, 특히 주요 스타트업의 성장이 두드러짐

표 5-2 중국 인공지능 반도체 주요 생산·공급 기업

국가	기업	주요기업	유형				
			CPU	GPU	FPGA	ASIC/ASSP	뉴로모픽
중국	대기업	화웨이	○	○	○	○	△
		바이두	○	○	○	○	△
	스타트업	하이실리콘 ⁴⁸⁾	○	○	X	○	X
		캠브리콘 ⁴⁹⁾	X	X	X	○	X
		호라이즌로보틱스 ⁵⁰⁾	○	X	X	○	X
		비트메인 ⁵¹⁾	X	X	X	○	X

※ 출처: 각 기관 자료를 참고하여 저자 작성

- (화웨이) 자회사 성장에 투자하고 있으며 자회사를 통해 인공지능 반도체 기술개발 진행 중
- (바이두) 직접 생산보다는 관련 스타트업에 대한 대규모 투자를 통해 인공지능 반도체 시장에서 두각을 나타냄
- (하이실리콘) 화웨이의 자회사로 인공지능 반도체 관련 연구개발 활발, 현지가 아닌 네덜란드에 본사를 두고 캐나다, 러시아, 벨기에 등 해외 중심으로 운영
- (캠브리콘) 중국 인공지능 반도체 분야의 주요 유니콘 기업으로, 중국 정부와 중국 자본의 전폭적인 지원을 받고 있는 기업⁵²⁾
- (호라이즌로보틱스) 자동차용 인공지능 반도체 설계업체로, 중국 내 핵심 기술개발에 대한 수요가 높아짐에 따라 호라이즌로보틱스는 인공지능, 반도체 등 첨단 기술 개발 선두 기업으로 평가⁵³⁾
- (비트메인) 세계 최대 가상화폐 채굴기 생산기업이나 반도체 연구개발 기업으로 변신, 가상화폐 알고리즘 풀이에 최적화 된 ASIC 반도체 칩을 생산

48) 화웨이의 자회사로 모바일 애플리케이션이나 네트워크 반도체 설계회사

49) 인공지능 반도체 유니콘 기업으로 스마트폰 등에 장착하는 딥러닝과 신경망 전용 칩 세계 최초 상용화

50) 임베디드 인공지능 핵심기술 및 시스템급 솔루션 제공사로 인공지능 칩과 맞춤형 소프트웨어 개발

51) 비트코인 채굴용 ASIC 칩을 설계

52) 한국일보(2022), 메이드 인 차이나 알파고를 막아라... 칼 뽑은 미국

53) KIPPOST(2022), 中 AI 팹리스 호라이즌, 최대 2억달러 투자 유치 계획



- (한국) 스타트업이 인공지능 반도체 기술개발·제품 상용화 등에서 눈에 띄는 행보를 보이고 있지만, 세계시장에서 인지도 부족으로 인한 어려움이 존재

표 5-3 한국 인공지능 반도체 주요 생산·공급 기업

국가	기업	주요기업	유형				
			CPU	GPU	FPGA	ASIC/ASSP	뉴로모픽
한국	대기업	삼성전자	○	○	○	△	△
		SK하이닉스	△	○	△	○	△
		DB하이텍	X	X	△	X	X
		한화테크윈	○	○	○	X	X
	스타트업	사피온	X	○	○	○	△
		네페스	○	○	△	X	○
		퓨리오사AI	X	X	○	△	X
		딥엑스	X	X	△	△	X
		리벨리온	X	X	X	○	X

※ 출처: 각 기관 자료를 참고하여 저자 작성

- (삼성전자) 인공지능 반도체 핵심 기술인 NPU 사업 육성을 위해 관련 인력 규모를 10배 이상 확대하고 NPU 기술 개발과 시장 선도를 위한 계획을 수립 중
- (SK하이닉스) CPU 출시가 지연되고 있으나 FPGA에 대한 검증은 맞춘 상태, 특히 뉴로모픽은 미국 스탠퍼드 대학과 공동 연구협약을 맺고 관련 연구 시작 단계
- (DB하이텍) FPGA 제품 출시는 아직 없지만, 관련 분야 연구자 채용이 진행 중
- (한화테크윈) 인공지능 전용 반도체 분야에 대한 투자를 진행하며, 반도체를 그룹의 미래 사업으로 육성 중, CPU · GPU · FPGA 각 분야에 대한 관련 인재 채용을 진행 중
- (사피온) SKT에서 분사한 인공지능 반도체 특화 기업으로 특히 삼성전자, 하이닉스 등 국내 메모리 업체 간 협력을 통해 뉴로모픽 반도체 기술개발 진행
- (네페스) 네페스는 '17년 저전력의 뉴로모픽 칩을 상용화함
- (퓨리오사AI) 인공지능 반도체 팹리스 전문 스타트업으로 카카오엔터프라이즈와 함께 연구개발 중이며, 퓨리오사가 자체 개발한 인공지능 반도체가 엔비디아보다 높은 성능을 보여 주목을 받음

- (딥엑스) 자체 개발을 통해 NPU를 개발하여 객체 인식 및 개체 분할 등 인공지능 알고리즘 연산 처리를 지원하고, 인공지능 연산 최적화 기술 및 SoC 구현을 위한 R&D를 진행
- (리벨리온) 인공지능 반도체 팹리스 기업으로 인텔의 추론용 반도체보다 우월한 성능을 보이며 금융에 특화된 반도체 개발
- 그 외 주요국의 생산·공급을 살펴보면 대만의 TSMC가 압도적 인지도로 빠르게 시장을 선점할 것으로 예상
 - (대만) TSMC는 세계 1위의 파운드리 기업으로 인공지능 반도체 위탁생산을 중심으로 진행, '23년부터 인텔이 주문한 CPU를 생산할 계획이며 뉴로모픽도 파운드리 최초 공정 착수
 - (네덜란드) Innatera Nanosystems는 나노 기술회사이자 네덜란드 Delft University of Technology의 자회사로 센서 엣지를 위한 차세대 뉴로모픽 반도체를 개발, 이에 대한 상용화 준비

- 미국은 엔비디아, 인텔, AMD 등 이미 반도체 리더인 기업을 통해 인공지능 반도체 시장을 선점하고 있으며, 이들이 주요 스타트업과 활발한 M&A와 대규모 투자 등을 진행하며 인공지능 반도체 생태계를 확장
- 중국은 화웨이가 자회사를 통해 활발하게 시장을 견인하고 있으며, 주요 스타트업이 활발한 기술개발을 통해 자립을 준비
- 한국은 사피온, 리벨리온, 퓨리오사AI 등 주요 스타트업이 두각을 나타내고 있으나, 세계 시장에서 브랜드 인지도가 낮아 어려움이 존재

나. 구현방식

□ 데이터센터

- 주요국 기업들이 데이터센터용 인공지능 반도체를 자체 개발하는 것에서 더 나아가 자사의 계열사를 분리하거나 스타트업과 활발한 R&D를 통해 인공지능 반도체 시장 활성화
- 데이터 처리용 컴퓨팅·스토리지에 활용되는 인공지능 반도체로는 구글이 자체개발한 인공지능 반도체인 TPU(Tensor Processing Unit), 엔비디아가 개발한 인공지능 반도체인 GPGPU(General-Purpose computing on Graphics Processing Unit), 그래프코어가 개발한 IPU(Intelligence Processing Unit) 등이 해당



표 5-4 데이터센터용 인공지능 반도체 기업

국가	주요기업	주요내용
미국	엔비디아	• A100 GPU
	인텔	• STRATIX 10, 너바나 NNP
	구글	• TPU 2
	누비아	• 피닉스
	AMD	• 에픽
중국	쿤룬신커지	• 쿤룬
	알리바바	• 이티엔710
	텐센트	• 산링
	화웨이	• 어센트 910
한국	사피온	• SKT에서 분사 이후 X220의 업그레이드 버전 X330, X340, X350 등 출시
	넥셀	• 셀(XELL)
	퓨리오사AI	• 워보아(카카오엔터프라이즈에 도입)

※ 출처: 각 기관 자료를 참고하여 저자 작성

- (엔비디아) 엔비디아는 인공지능과 HPC(High-performance Computing)의 융합을 위해 V100을 제작하여 역대 데이터센터 GPU 중 가장 고성능의 아키텍처를 탑재
- (인텔) 하이엔드 FPGA인 STRATIX 10은 네트워크 기능, 5G 통신, 데이터센터 분야에 사용, 너바나 NNP는 인텔의 첫 ASIC 제품으로 바이두와 페이스북의 요구에 맞게 개발
- (구글) TPU2는 GPU와 CPU가 가진 병목현상을 제품으로 구글 데이터센터에서 사용
- (누비아) 기존의 데이터 프로세스보다 전력면에서 효율적이며, 소형 장치를 위한 강력한 칩을 통해 많은 전력이 필요한 데이터센터 서버에 적용할 칩 설계, '21년 누비아를 인수한 퀄컴은 데이터센터 시장에 도전
- (AMD) 메타, MS 등 데이터센터 서버용 인공지능 칩을 공급, AMD가 설계 TSMC 5나노 공정 제조
- (쿤룬신커지) 바이두에서 분사한 쿤룬신커지는 데이터센터 등 모든 곳에 사용 가능한 인공지능 연산용 ASIC '쿤룬(Kunlun)' 공개, '21년 7나노미터(nm · 10억분의 1미터) 2세대 쿤룬 칩 생산 돌입

- (알리바바) 서버용 인공지능 반도체 이티엔 710을 새 서버에 탑재하여 클라우드 컴퓨팅 사업을 강화, 아마존과 같은 주요 ICT 기업과 경쟁
- (텐센트) 정부의 게임 시장 규제에 의한 클라우드 컴퓨팅 사업으로 집중하고, 미국 반도체 의존에 독립하기 위해 텐센트는 클라우드 데이터센터용 수안링을 개발
- (화웨이) 그동안 자사의 스마트폰 제조용 반도체 설계·생산에 초점을 맞춰왔으나, 이번 어센트 910을 통해 반도체 부분의 전략에 전환을 시도
- (사피온) SKT 분사 이후 X330, X340, X350을 출시하여 상용화를 준비 중, 기존X220이 데이터센터 전용이라면 X330, X340, X350은 데이터센터 활용에 집중하면서도 미디어, 스마트팩토리 등으로 사용처를 확대하기 위해 제품 크기 및 구조에 차이를 둘 것으로 예상
- (넥셀) 국내 업체 가운데 최초 NPU 기반의 셀을 개발, 전력 소모량과 연산성능이 엔비디아, 테슬라와 구글 TPU보다 높음
- (퓨리오사AI) 데이터센터와 엔터프라이즈 서버에 인공지능 성능을 극대화할 수 있는 워보이를 개발, 삼성전자 파운드리를 통해 칩 양산 시작, 카카오엔터프라이즈에 탑재

□ 엣지 디바이스

- 엣지 디바이스용 인공지능 반도체는 글로벌 인공지능 반도체 시장에서 가장 많이 쓰이며, 디바이스 자체에서 인공지능 연산을 진행
 - 인공지능 반도체 등장으로 연산성능 향상과 소형화, 가격 하락이 촉진되며 모바일을 비롯한 엣지 컴퓨팅 확산

표 5-5 엣지 디바이스용 인공지능 반도체 기업

국가	주요기업	주요내용
미국	자일링스	• 버설AI 엣지
	퀄컴	• 스냅드래곤
	모비디우스(인텔자회사)	• 미리어드X
중국	쿤룬산치	• 쿤룬
	하이실리콘	• 어센트 910
	캠브리콘	• Siyuan 220
한국	딥엑스	• 딥엑스 시리즈(DX-H1, DX-M1 등)

※ 출처: 각 기관 자료를 참고하여 저자 작성



- (자일링스) ‘버설 AI 엣지’ 시리즈를 출시, 엣지 컴퓨팅에 최적화되어 있는 인공지능 반도체로, 기존 인공지능 엔진 아키텍처에 비해 4배의 머신러닝 컴퓨팅 제공
- (퀄컴) 스냅드래곤은 기존 성능보다 CPU 성능은 45% 이상, GPU 성능은 20% 이상으로 속도가 개선된 것으로 확인, 초당 2기가 픽셀을 처리할 수 있는 성능
- (모비디우스) 인텔의 자회사로 저전력, 고성능의 인공지능 반도체 미리어드X를 개발, 스마트 카메라, 드론, 증강현실까지 다양한 장치에 내장된 칩으로, 업계 최초로 Neural Compute Engine이 내장되어 고성능 딥러닝 추론이 가능
- (쿤룬신커지) 쿤룬은 삼성전자의 14나노 공정, I-Cube* 패키징 기술을 이용한 제품으로, 기존 전력 대비 50% 이상 향상되어 엣지와 클라우드 모든 분야에 사용 가능
 - * I-Cube은 실리콘 인터포저 위에 CPU, GPU 등의 로직과 HBM을 배치해 하나의 반도체처럼 동작하도록 하는 삼성전자의 이중 패키지 기술⁵⁴⁾
- (하이실리콘) 화웨이의 반도체 자회사인 하이실리콘이 개발한 어센드는 세계에서 가장 강력하고 훈련 속도가 빠른 인공지능 칩으로 연산력은 타사에 2배 정도이며, CPU 50개와 같은 속도로 진행
- (캠브리콘) 스마트폰과 드론 및 웨어러블 기계에 사용되는 Cambricon-1A에 이어서, 엣지 컴퓨팅 칩인 Siyuan 220을 개발
- (딥엑스) NPU 기반의 딥엑스 시리즈는 인공지능 하드웨어와 소프트웨어 동시 최적화, 딥엑스 시리즈는 삼성전자 파운드리 5나노 공정으로 '23년 1분기 출시 예정

다. 응용분야

- 주요 빅테크 기업들은 자사 제품에 최적화된 제품으로 인공지능 반도체를 자체 제작하고 있으며, 주요 응용 분야는 플랫폼·서비스, 모바일, 자율주행, 디지털가전을 비롯해 헬스케어, 메타버스, 현재 이슈가 되고 있는 챗GPT 등 유망기술과 접목 확대

□ 플랫폼 서비스

- 이전에 반도체 생산은 극 일부분의 기업에서 생산 및 공급을 진행하였으나, 반도체 생태계가 확장되면서 기존의 플랫폼 서비스 기업들이 자사 용도에 맞는 자체 인공지능 반도체 칩을 생산

54) 삼성전자뉴스룸(2021), 삼성전자, 차세대 반도체 패키지 기술 ‘I-Cube4’ 개발

표 5-6 플랫폼·서비스 관련 인공지능 반도체 기업

국가	주요기업	주요내용
미국	구글	• TPU
	아마존	• 그레비톤3
	메타	• 오쿨러스를 위한 자체 반도체 설계
중국	쿤룬신커지	• 쿤룬 1세대에 이어 연산 능력이 3배 높은 2세대 쿤룬 생산
	알리바바	• 알라-NPU
	텐센트	• 지샤오, 창하이
한국	카카오엔터프라이즈	• 퓨리오사AI와 MOU 체결·자사
	네이버	• 삼성전자와 협력하여 인공지능 반도체 연구개발
	SKT	• SK 인공지능 서비스 누구 고객센터와 SK 실더스 영상분석 활용
	LG유플러스	• 국내외 반도체 기업과 협력·제휴
	KT	• 국내 팹리스 스타트업과 협업을 통해 GPU 기술의 국산화 추진 • KT 그룹의 인프라 및 서비스, 스타트업 모레(MOREH) 구동 소프트웨어, 리벨리온 반도체 역량을 융합하여 GPU 팜을 설정

※ 출처: 각 기관 자료를 참고하여 저자 작성

- (구글) 구글의 번역, 사진, 검색 서비스 등 인공지능 기능이 요구되는 모든 서비스를 효율적으로 처리하기 위해 TPU를 개발, 현재 구글 외 많은 기업이 인공지능 관련 예측에 활용
- (아마존) EC2(Elastic Compute Cloud)를 출시하여 네트워크 환경 및 ML 추론을 개선하기 위해 자체 제작한 그레비톤을 사용, 아마존 클라우드 서비스의 성능 개선을 위한 목적으로 활용
- (메타) 현재 퀄컴의 칩을 사용하고 있으나 오쿨러스를 위한 전용 칩을 개발 중, 자사의 인공지능 반도체를 사용하면 하드웨어와 소프트웨어 모두 효율적으로 구현될 것으로 예상
- (쿤룬신커지) 쿤룬은 바이두가 공개한 첫 인공지능 반도체로 바이두 검색 엔진 및 클라우드 컴퓨팅, 스마트 카 등에 이용
- (알리바바) 중국 반도체 설계 기업 C-스카이 마이크로시스템 인수를 시작으로 인공지능 반도체를 개발, 특히 이미지 및 영상 식별, 클라우드 컴퓨팅 등에 사용되는 인공지능 관련 문제 해결 분야에 활용 예정



- (텐센트) 자체 설계 반도체 3가지(이미지, 영상 처리에 초점을 맞춘 인공지능 반도체 지샤오, 영상 트랜스 위한 창하이, 네트워크 인터페이스 컨트롤러 완링)를 개발하여 텐센트 게임 및 클라우드 서비스에 활용
- (카카오엔터프라이즈) 퓨리오사AI와 MOU를 체결하여 산업별로 특화된 인공지능 반도체 활용 방안을 모색, 인공지능 플랫폼을 고도화하고 인공지능 서비스에 필요한 신기술 공동 개발
- (네이버) 삼성전자와 협력하여 AI 반도체 솔루션을 개발, AI 서비스 기업과 실제 사용자의 수요를 반영한 반도체 관련 연구 진행
- (SKT) 통신사 중 가장 먼저 인공지능 반도체 시장에 뛰어들어 자체 제작한 제품을 SKT 인공지능 서비스 '누구'와 자사 고객센터에 활용 중이며, SK 보안회사인 SK 실더스에서 영상분석에 활용
- (LG유플러스) 국내외 주요 반도체 기업과 협력 및 제휴를 통해 경쟁력을 확보
- (KT) 인공지능 반도체 소프트웨어와 하드웨어 각 파트너들과 투자를 통해 협력체계 구축, 특히 팹리스 기업 리벨리온과 차세대반도체 설계 및 검증 등을 진행하고 인공지능 반도체 사업의 컨트롤 타워 역할 수행

□ 모바일

- (모바일) 모바일 인공지능 반도체 분야에서는 고성능·저전력이 중요, 특히 중간사양 모델에도 인공지능 반도체가 탑재되면서 반도체 가격 문제도 이슈로 떠오르고 있음
- (애플)은 자사가 직접 설계하고 TSMC가 10나노 공정으로 제조하여 64비트의 SoC 칩으로 아이폰 8부터 탑재하기 시작
- (구글) 반도체 독립 선언을 한 구글은 스마트폰 칩을 자체 생산 중, 특히 스마트폰 두뇌인 AP 성능 극대화를 위해 개발된 칩인 구글 텐서는 인공지능의 데이터 분석과 딥러닝에 쓰이는 차세대 주요 칩으로 주목
- (퀄컴) 안드로이드 스마트폰에 탑재될 AP 프로세서 스냅드래곤8 2세대를 공개, 일부 응용프로그램에 한계가 있었던 인공지능을 스마트폰 전반으로 확산
- (화웨이) 기린 990 5G를 공개, 기린 990은 5G 통합칩으로 화웨이의 스마트폰인 메이트 30에 탑재
- (오포) 중국 스마트폰 브랜드는 오포는 자체 모바일 칩인 Oppo M1을 출시, 모바일용 NPU 제품인 마리실리콘 X는 스마트폰에서 이미지, 영상 등의 성능을 높이는 역할

- (샤오미) 서지는 샤오미가 자체 제작하는 칩으로 자사 폴더블 스마트폰에 탑재
- (LG전자) 음성·영상 제어 등의 제품 기능 향상에 초점을 맞춘 LG8111을 개발, 자사 가전제품에 탑재하여 고성능 고객 경험 제공 예정
- (삼성전자) 엑시노스는 삼성전자에서 제조하는 애플리케이션 칩으로, 그동안 자사의 스마트폰인 갤럭시 제품에 탑재
- (네페스) NM500은 뉴로모픽 반도체로 국내 최초 인공지능 반도체를 상용화, 데이터양에 상관없이 일정 대량 연산 처리가 가능

□ 자율주행

- (자율주행) 대량의 데이터 분석을 통해 경로 계획 결정을 내리고 추진하는 저지연성, 즉시성 중심의 고성능 반도체가 필요하며, 고성능 반도체를 확보하는 것이 자율주행 분야 경쟁력의 척도
 - 자율주행 기술의 발달로 더 높은 수준의 자율성을 요구*하면서 반도체는 무어의 법칙 둔화에도 불구하고 자율주행 산업을 주도할 것으로 예상
 - * 컴퓨팅 성능은 100 TOPS 미만에서 수천 TOPS로 급증하며, 성능 향상에 따른 전력 소비가 필요
- 자율주행 분야는 ASIC를 가장 많이 사용하고 있으며, 엔비디아, 인텔 등 전통적인 반도체 업체 외에도 구글, 퀄컴, 테슬라와 같은 다양한 분야의 기업들이 ASIC 반도체를 자체 개발
 - (엔비디아) 자율주행차용 인공지능 반도체 Xavier 개발하고 볼보, 벤츠 등과 자율주행 프로그램 개발에 협력, 최근 ‘엔비디아 드라이브 AGX 오린(Nvidia Drive AGX Orin) 플랫폼’을 개발하여 오는 ’24년부터 상용화 계획
 - (테슬라) 엔비디아 반도체를 사용하던 테슬라는 ’19년 자체개발한 FSD(Full Self Driving) 반도체를 자사 모델의 자율주행에 적용, 테슬라가 개발한 D1칩은 아키텍처와 패키지 모든 것을 테슬라 내부에서 개발
 - (인텔) 2.5/24 TOPs의 연산성능을 갖는 인텔의 EyeQ4/5 SoC는 BMW, 볼보, 닛산, 아우디, 폭스바겐 등 약 30여 개 자동차-전장 관련 회사에 납품
 - (Hailo) ’19년에 Hailo-8 ASIC 출시, ASIC의 분산 컴퓨팅/제어/메모리 블록에 매핑하여 3와트 전력으로 26 TOPS의 전력 효율성 달성



- (쿤룬신커지) 쿤룬2는 자율주행 전장을 위해 설계한 것으로 중국 주요 도시에서 대중적 자율주행 상용화가 목표
- (로보센스) 라이다는 레벨 3 자율주행을 지원, 자율주행 트럭을 통해 상용화 시작
- (호라이즌로보틱스) 중국 스마트카용 인공지능 칩 개발사로 자율주행 레벨4를 지원하는 새로운 자율주행칩 저니 5를 공개, 현재 칩을 양산 중
- (현대모비스) 자동차 두뇌에 해당하는 ECU(Electronic Control Unit)⁵⁵⁾에 인공지능 반도체 CPU를 탑재하여 고성능 연산이 작동하는 인공지능 반도체 연구
- (텔레칩스) 자율주행을 위한 첨단 운전자 보조시스템용 반도체 콕핏 개발, 자율주행 레벨 2.5~3 수준의 자율주행 기술을 지원
- (넥스트칩) 팹리스 업체 넥스트칩은 첨단 운전자지원시스템 반도체 아파치5 양산 준비 완료, 아파치 5는 영상신호처리 장치와 ADAS⁵⁶⁾ 알고리즘, CPU를 시스템온칩으로 구현⁵⁷⁾

□ 디지털가전

- (디지털가전) 디지털가전에 활용되는 인공지능 반도체는 주로 엣지 단위에서 이루어지는 인공지능 추론에 적합
- 음성인식, 공간인지, 보안 등의 기능이 중요하며, 로봇청소기·TV·지능형 CCTV, 인공지능 스피커 등 다양한 인공지능 디지털 가전 및 서비스에 적용
 - (인텔) SoC 전문 업체인 모비디우스를 인수, 삼성전자의 인공지능 로봇청소기 제트봇에 인텔의 모비디우스를 탑재하여 전세계 최초의 로봇 청소기로, 자율 주행 능력이 개선
 - (구글) 사물인터넷 기기에 특화된 인공지능 전용 칩인 엣지 TPU를 개발, 클라우드 중앙 서버를 거치지 않고 바로 기기에서 데이터를 분석 및 처리
 - (아마존) 자체 개발한 머신러닝 추론용 인공지능 반도체 인퍼런시아를 알렉사 시스템에 적용
 - (샤오미) 인공지능 반도체 영역에서 기술을 보유하고 있는 스타트업에 투자, AIoT(AI+IoT) 제품의 성능을 강화할 수 있는 인공지능 반도체 기술개발 중
 - (삼성전자) IoT에 최적화된 반도체 개발 중

55) 자동차전자제어장치-ECU(Electronic Control Unit)

56) 첨단 운전자 지원 시스템-ADAS(Advanced Driver Assistance Systems)은 운전에 도움을 주는 시스템으로, 운전자의 피로를 감소시키거나 안전한 운전을 도와주는 시스템

57) THEELEC(2021), 넥스트칩, AI 기반 ADAS칩 '아파치5' 양산준비 완료

- (LG전자) 독자 개발한 엘지 뉴럴엔진을 통해 인공지능 딥러닝 알고리즘 처리 능력을 개선한 로봇청소기 출시, LG 8111은 AIoT를 구현하기 위한 SoC로, LG씽큐 제품에 내장

표 5-7 모바일·자율주행·디지털가전 관련 인공지능 반도체 기업

종류	국가	주요기업	주요내용
모바일	미국	애플	• APPLE A11, A14 바이오닉(Bionic), M1
		구글	• 픽셀 가상 코어 텐서
		퀄컴	• 스냅드래곤8 2세대
	중국	화웨이	• 기린 990
		오포	• Oppo M1, 마리실리콘 X
		샤오미	• 서지
	한국	LG전자	• LG 8111
		삼성전자	• 엑시노스
		네페스	• NM500
자율주행	미국	엔비디아	• Xavier
		테슬라	• D1
		인텔	• EyeQ4/5
		Hailo	• Hailo-8 ASIC
	중국	쿤룬신커지	• 쿤룬2
		로보센스	• 자율주행 레벨3단계 이상에 필요한 라이다를 생산
		호라이즌로보틱스	• 저니 5(Journey 5)
	한국	현대모비스	• 자동차 두뇌에 해당하는 ECU에 인공지능 반도체 CPU를 포함시키는 연구 진행
		텔레칩스	• 콕핏
		넥스트칩	• 아파치5
디지털가전	미국	인텔	• 모비디우스
		구글	• 엣지 TPU ⁵⁸⁾
		아마존	• 인퍼런시아
	중국	샤오미	• AIoT 생태계 강화를 위해 관련 스타트업에 투자
	한국	삼성전자	• IoT 반도체 개발 중
		LG전자	• 뉴럴엔진, LG8111

※ 출처: 각 기관 자료를 참고하여 저자 작성



□ 유망서비스 분야와 접목 확대

- (헬스케어) 헬스케어 목적의 디바이스와 제품에 부합하는 초소형, 저전력, 고성능, 지능 신호처리를 위한 전용 인공지능 반도체 수요는 더욱 확대될 전망
 - 주요 질병에 대한 진단과 치료, 예후 등에 대한 대용량 데이터를 확보 및 분석하여 서비스를 헬스케어에 인공지능 반도체 활용 확산⁵⁹⁾, 인공지능 반도체 기반 시스템과 장치를 사용해 위험분석·영상진단·신약개발·웨어러블 등을 쉽게 제어하고 운영
 - 더 작은 저렴한 의료기기에 대한 수요와 여러 의료 기능의 통합 추이에 따라 부문별 반도체의 의료용 시장성장이 예상되지만, 기술적 요구조건이 높고 개발 이후 제품화, 임상, 인허가 등 시장 진입까지 장애 요소가 많아 민간이 부담하는 리스크 많은 분야
 - (IBM Watson) 의사 결정 지원을 제공하고 임상 워크플로를 개선하기 위한 엄청난 양의 환자 데이터를 분석
 - (Cognitive Cloud) 만성 질환을 앓고 있는 환자에게 통찰력을 제공하는 도구 개발
 - (구글) 음성인식 도구 및 AI를 개발하여 EHR(Electronic Health Record)⁶⁰⁾ 워크플로를 간소화하고 임상 문서화 프로세스를 개선할 수 있는 인재를 모집하기 시작
 - (삼성전자) 다양한 생체신호를 수집하고 처리하는 기능을 하나의 반도체 칩에 통합한 '바이오 프로세서(S3FBP5A)'를 '15년 12월 양산하여 '16년 상반기부터 피트니스와 헬스케어 기기에 탑재⁶¹⁾
 - (뷰노사) 세계 AI 반도체 시장을 선점하고 있는 미국의 반도체 회사인 엔비디아 GPU를 기반으로 다양한 질병 진단을 돕는 인공지능 제품 개발
- (메타버스) 주요 인공지능 반도체 기업들은 메타버스 기업들과 업무협약을 맺어 메타버스 구현을 위한 인공지능 반도체 연구개발을 진행하고 있음
 - (마이크로소프트) ASIC 기반의 현실세계와 증강현실에 대한 데이터를 통합 처리하는 프로세서 HPU(Holographic Processing Unit) 개발하여 자사 홀로렌즈에 탑재
 - (엔비디아) 독일 지멘스의 비즈니스 플랫폼 엑셀러레이터에 엔비디아 GPU가 탑재되어 메타버스 시장을 공략 중

58) 한국일보(2018), 이인종 "단추에도 AI칩 탑재... 주변 모든 정보 실시간 공유"

59) 한국산업기술평가관리원(2018), 바이오헬스케어용 반도체 기술 및 시장 동향

60) EHR(Electronic Health Record)은 전자의무기록시스템인 EMR(Electronic Medical Record) 방식에서 더 나아가 병원 단위로 의료 데이터를 공유하는 시스템

61) Medical Times(2021), '루닛, 인텔과 협력 통해 CPU 기반 소프트웨어 개발'

- (리벨리온) 메타버스 콘텐츠 제작기업인 비브스튜디오스와 함께 업무협약을 맺어 소프트웨어와 하드웨어를 공동 개발해 처리속도, 정확도 등 메타버스를 위한 생성형 인공지능 반도체를 개발⁶²⁾
 - (챗GPT) 데이터 학습과 빠른 연산이 필요한 챗GPT는 인공지능에 특화된 전용 반도체가 중요, 챗GPT 돌풍으로 향후 인공지능 반도체 수요가 폭증 전망
 - 기존의 사용하고 있는 GPU는 병목현상 등 여러 가지 문제가 발생하면서 이에 메모리 반도체에 연산장치를 심는 인공지능 반도체에 대한 필요성이 제기
 - (리벨리온) 자연어 처리 인공지능반도체 기술을 기반으로 한국 최초 챗GPT 서비스 지원 반도체 ATOM 출시('22.2)
 - (삼성전자-네이버) 네이버와 함께 인공지능 반도체를 개발 중, 삼성전자가 인공지능 반도체 하드웨어를 개발, 네이버가 인공지능 반도체 전용 솔루션을 개발
 - (SK하이닉스) 챗GPT로 인공지능의 일반화와 상용화 관점에서 영향이 클 것으로 예상됨에 따라 이에 맞는 인공지능 반도체를 개발
- 인공지능 반도체 생산이 데이터센터용에서 엡지 디바이스용으로 이동하는 추세로, 특히 한국의 주요 스타트업은 엡지 디바이스용 생산에 주력
 - 주요 빅테크 기업들이 자사 제품 용도에 맞는 인공지능 반도체를 직접 생산하기 시작하면서 한국 기업들의 포지셔닝이 중요함

62) 머니투데이(2022), 비브스튜디오스·리벨리온 맞손... 생성형 AI 반도체로 메타버스 혁신



인공지능 반도체 전문가 진단

1. 최우선 투자 유망기술로 「인공지능 반도체」 선정
2. 「인공지능 반도체」 전문가 핵심 키워드
3. SWOT 분석 기반 인공지능 반도체 상황 진단



VI 인공지능 반도체 전문가 진단

1 ICT 산·학·연 전문가, 최우선 투자 유망기술로 「인공지능 반도체」 선정

- ETRI 기술전략연구센터는 2021년 ‘국가연구개발 중장기 투자전략’ 수립의 일환으로 ICT 분야 전문가를 대상으로 유망기술 설문조사를 수행하여, ICT 분야 유망기술에 대한 국가투자 우선순위를 선정
 - 설문대상 : ICT 분야 산·학·연 종사자 2,015명(응답자 115명)
 - 평가방법 : 유망기술 제안서 접수, 평가위원회 선별을 통해 선정된 ICT 분야 29개 유망기술에 대하여 4개 항목, 7점 리커트 척도로 우선순위를 평가
 - ICT 주요기술 유망성 평가항목은 [표 6-1]과 같음

표 6-1 ICT 주요기술 유망성 평가항목

내용	설명
기술적 파급효과	연구개발 선도, 기술격차 축소, 기술 경쟁력 확보 등 기술적 파급효과가 큰 기술인가?
사회·경제적 파급효과	연구개발을 통해 사회/경제적 공익 확산효과 및 신속한 제품화 실현, 신산업 창출, 시장 선점, 고용창출 및 국가 공공의 이익 발생효과를 예상할 수 있는 기술인가?
기술개발의 시급성	국가적으로 기술경쟁력 확보가 필요하거나, 중요 현안 관련 분야이거나, 국제사회 일원으로서 의무이행이 필요한 사업 등에 해당되어 신속한 기술개발이 필요한가?
정책적 부합성	기존 국가 정책 추진 방향에 부합하며, 향후에도 국가 주도의 전략적 연구개발 사업으로 적합한가?

※ 출처: 심진보 외(2022)

- 상기 조사 결과, 인공지능 반도체는 가장 높은 점수를 획득하며 국가 투자가 필요한 최우선 분야로 선정
 - 인공지능 반도체는 29개 유망기술 중 기술적 파급효과, 경제적 파급효과, 기술의 시급성, 정책적 부합성에서 가장 높은 점수를 받았고, 사회·경제적 파급효과는 ‘자율주행차’에 이어 2위에 선정
 - 인공지능 반도체는 기술적 파급효과에서 6.44로 다른 평가항목 대비 가장 높은 점수를 획득하였으며, 산업계는 모든 평가지표에서 가장 긍정적으로 평가한 반면, 학술계에서는 5위를 차지해 상대적 격차를 나타냄



※ < 연구계는 메타버스, 인공지능 반도체 순 < 학술계는 자율주행차, 블록체인, 초증강현실 디바이스, 메타버스, 인공지능 반도체 순

- ICT 주요기술에 대한 유망성 평가결과는 [표 6-2]와 같음

표 6-2 ICT 주요기술 유망성 평가결과

순위	기술명	기술적 파급효과	경제적 파급효과	기술의 시급성	정책적 부합성	합계	평균 (5.37)
1	AI 반도체	6.44	6.38	6.32	6.27	25.41	6.35
2	자율주행차	5.90	6.45	6.29	6.25	24.89	6.22
3	디지털트윈	6.29	6.20	6.17	5.96	24.62	6.16
4	6G	6.28	6.13	5.82	5.97	24.20	6.05
5	범용인공지능	6.40	6.25	5.32	6.04	24.01	6.00
6	Hyper Scale 컴퓨팅	6.09	6.10	5.95	5.86	24.00	6.00
7	자율형 IoT	5.95	6.24	5.91	5.79	23.89	5.97
8	무선전력전송	5.85	5.80	5.84	5.72	23.21	5.80
9	스몰데이터 인텔리전스	5.85	5.77	5.54	5.62	22.78	5.70
10	엣지컴퓨팅	5.96	5.67	5.46	5.47	22.56	5.64
11	양자컴퓨팅 및 양자저항암호	5.99	5.80	4.83	5.74	22.36	5.59
12	휴먼증강	5.69	5.46	5.13	5.99	22.27	5.57
13	초증강현실 디바이스	6.00	5.50	5.37	5.33	22.20	5.55
14	BCI(뇌-컴퓨터 인터페이스)	6.24	5.06	4.82	5.71	21.83	5.46
15	메타버스	5.82	6.23	5.04	4.71	21.80	5.45
16	드론	6.00	5.28	5.13	5.12	21.53	5.38
17	확장현실(XR)	5.29	5.35	5.32	5.21	21.17	5.29
18	플렉서블 디바이스	5.76	5.17	4.70	5.52	21.15	5.29
19	차세대 부품	5.60	5.24	5.13	5.06	21.03	5.26
20	기타 자율이동체	5.33	5.11	5.13	4.96	20.53	5.13
21	차세대 소재	5.83	5.79	4.43	4.40	20.45	5.11
22	HRI(Human-Robot Interaction)	5.30	5.05	4.82	4.55	19.72	4.93
23	분산 클라우드	5.23	4.94	4.57	4.27	19.01	4.75
24	위성인터넷	5.37	4.75	4.42	4.29	18.83	4.71
25	딥페이크 대응기술	4.65	4.58	4.57	4.57	18.37	4.59
26	동형암호	4.51	4.44	4.49	4.50	17.94	4.49
27	차분 프라이버시	4.52	4.41	4.37	4.50	17.80	4.45
28	블록체인	4.42	4.47	4.33	4.34	17.56	4.39
29	홀로그램	4.67	4.60	4.15	3.90	17.32	4.33



※ 출처: 심진보 외(2022)

2 인공지능 반도체 전문가 '핵심 키워드'는 'NPU'와 '전문인력난 해소'

- 본 연구에서는 '인공지능 반도체 국가투자전략' 연구를 위해 인공지능 반도체 분야 전문가를 대상으로 정부의 정책·투자와 유망기술·시장 등에 대한 의견을 수렴('22년)
 - 설문대상 : 인공지능 반도체 분야 산·학·연 종사자 68명(응답자 20명)
 - 설문내용 : 국가투자 우선순위로 선정된 "인공지능 반도체" ▷ 기술 범위, ▷ 정부 정책 적합성, ▷ 정부 투자 부합성, ▷ 집중 투자 분야, ▷ 정책 지원 분야, ▷ 유망 응용 시장, ▷ 애로사항 및 정책 건의
- (기술 범위) 인공지능 반도체의 기술 범위에 대한 관점이 다양한 가운데, 대부분의 가속기가 인공지능 반도체 기술 범위에 해당한다고 응답
 - 데이터센터 서버용 NPU, 데이터센터 서버용 GPU, 엣지 디바이스용 뉴모로픽, 엣지 디바이스용 NPU, 엣지 디바이스용 FPGA는 거의 모든 응답자가 인공지능 반도체에 해당한다고 답변

표 6-3 인공지능 반도체 범위에 대한 전문가 의견

구분	CPU	GPU	NPU	FPGA	ASIC	뉴모로픽	기타
데이터센터 서버용	6	18	20	10	13	12	1
엣지 디바이스용	7	8	17	17	16	18	1

- (정부 정책 적합성) 정부의 인공지능 반도체 관련 주요정책 방향의 지원에 대한 적절성 평가에서는 대체로 긍정적 평가
 - 세계적 추세에 걸맞는 NPU 정책 확대와 기업 주도의 NPU 투자전략을 통한 상용화 추진
 - 정부 정책 수립 시 산업계 등 다양한 주체의 참여 유도
- (정부 투자 부합성) 정부의 투자 방향 및 규모에 대해서는 긍정적 평가가 높았으나, 지원 분야에서 인공지능 반도체와 직접적 연관성 부족한 영역과의 구분 필요성 제기
 - 인공지능 반도체와 직접적 연관성이 부족한 분야와의 영역 구분과 투자 개선
 - 세계적 추세와 달리 메모리 중심의 인공지능 반도체 정책과 지원 비중 조절
 - 인공지능 반도체 초격차 기술력을 확보를 위한 선진국과의 공동 연구개발



- (집중 투자 분야) 인공지능 반도체 분야 중 집중 투자가 필요한 분야(복수응답)로 가장 많은 응답자가 NPU를 꼽았으며, 다음으로 ASIC, 뉴로모픽 순
 - NPU 시장 선점을 위한 정부의 집중 육성과 투자 강조
 - 엣지와 서버의 각 영역별 특성을 고려한 차별화된 지원 요구

표 6-4 인공지능 반도체 중점 투자 분야에 대한 전문가 의견

구분	CPU	GPU	NPU	FPGA	ASIC	뉴모로픽	기타
데이터센터 서버용	1		15		9	5	1
엣지 디바이스용		1	16		5	7	

- (정책 지원 분야) 정부의 정책 지원이 가장 필요한 분야는 < 기술인력 및 교육연수 확대·지원(인력양성, 교육연수프로그램 지원 등), < 글로벌 시장 진출 지원, < 기술 개발의 사업화·이전 지원 순
 - 한국의 반도체 산업에서 가장 취약한 요소로 평가되는 ‘인공지능 반도체 분야 전문가 및 기술인력 부족’ 문제 해결 차원 인력양성의 시급성을 선택한 것으로 해석됨

표 6-5 인공지능 반도체 관련 정부 지원 필요 분야에 대한 전문가 의견

순위	정부 지원 필요 분야
1	기술인력 및 교육연수 확대, 지원(인력양성, 교육연수프로그램 지원 등)
2	글로벌 시장 진출 지원
3	기술개발의 사업화/이전 지원
4	산·학·연 지역 연계 협력 지원
5	정부 연구개발자금 확대 지원(국가연구개발사업 참여, 보조금 지원 등)
6	정부기술지원 및 지도(기술정보 제공, 특허전략 기술개발애로사항 지원 등)
7	기술개발 조세 지원(기업 생산시설 및 연구개발 투자에 대한 세제지원, 세액 공제/감면 등)

- (유망시장) 국내 기업의 인공지능 반도체 시장 진출과 점유율이 낮은 상황에서 글로벌 경쟁력 확보를 위한 유망시장으로 다수의 전문가들은 ‘자율주행차’ 분야를 꼽았으며, 디지털 생활가전과 로봇, CCTV 등의 보안 시장을 유망 분야로 제시
 - 금융산업 등 인공지능 반도체 세계시장에서 이미 상당한 수익을 내는 기존 시장진출을 시도하기보다, 향후 성장 잠재력과 국내 기업 경쟁력이 담보된 자동차, 디지털 생활가전 분야에 주력할 필요가 있음을 강조

- (애로사항) 산학연 전문가 공통적으로 인공지능 반도체 현장의 가장 큰 고충은 전문 인력 확보난이며, 공정비용 상승에 따른 팹리스 칩 개발 및 검증 어려움을 호소
 - 전문인력 부족은 인공지능 반도체 분야 전 세계적 문제이긴 하나, 특히 국내 스타트업과 중소기업들의 인력난은 심각한 수준으로 개발역량 확보를 위한 정부의 전문가 양성 정책 및 투자가 시급한 상황
 - 팹 비용과 IP 도입 비용 급격한 상승으로 팹리스의 칩 개발과 검증에 어려움을 겪는 중
- 상기 전문가 의견수렴 결과, 인공지능 반도체 경쟁력 확보를 위해 가장 주력해야 할 분야는 NPU였으며, 정부의 집중 지원과 육성 등 정책적 투자를 통한 세계시장 선점을 강조
 - 다수의 전문가는 GPU를 대신할 인공지능 반도체로 NPU를 꼽았으며, NPU에 대한 정부 지원정책의 체계화 필요성 언급



3 SWOT 분석 기반 인공지능 반도체 상황 진단

- 인공지능 반도체 분야 전문가 자문 및 동향연구를 기반으로 SWOT 분석 결과

표 6-6 인공지능 반도체 SWOT 분석 결과

강점 (Strengths)		약점 (Weaknesses)	
● 세계 1위 생산력과 경쟁력을 갖춘 메모리 반도체 기술 ● 세계 최고 수준 파운드리 분야 반도체 제조·공정 ● 글로벌 경쟁력을 갖춘 자동차, 생활가전, 모바일 기업 보유 ● 세계 최고 수준의 유무선 네트워크 인프라 구축		● 인공지능 반도체 핵심설계 전문인력 부족 ● 중소기업·스타트업의 열악한 개발환경 ● 원천기술 확보와 설계 역량 부족에 따른 해외 선도기업 의존도 심화 ● 기술개발·제품생산·유통을 통해 성능을 개선하는 선순환 구조 미흡 ● 국내 기업의 낮은 인지도	
기회 (Opportunities)		위협 (Threats)	
● 뚜렷한 승자독식이 부재한 개발초기단계의 NPU 시장 ● 5G 서비스, 자율주행차, 헬스케어, 로봇 등 보급 확대에 따른 침체된 반도체 수요 반등 ● 퓨리오사AI, 리벨리온, 딥엑스 등 기술경쟁력이 뛰어난 스타트업 등장, 팹리스 관련 경쟁력 상승 ● 통신(SK), 가전(삼성) 분야 국내 기업의 인공지능 반도체 투자 확대 ● 미·중 갈등에 따른 중국 성장세 둔화		● 정부 차원 선제적 투자와 지원을 토대로 기술력을 갖춘 중국 기업의 부상 ● 팹리스 개발과 검증을 위한 팹비용과 IP 도입 비용 상승으로 높아진 상용화 진입 장벽 ● 글로벌 빅테크 기업의 기술개발 투자 확대 ● 미·중 반도체 디커플링으로 주요국의 자국 중심 반도체 보호장벽 강화	

- 인공지능 반도체 분야 산·학·연 전문가 의견수렴 결과, 인공지능 반도체 경쟁력 확보를 위해 가장 주력해야 할 분야로 NPU 선정, 정부의 집중 지원과 육성 등 정책적 투자를 통한 세계시장 선점을 강조
- 정부 정책 및 투자 적합성에 대해 긍정적이나 인공지능 반도체와 연관성이 부족한 분야에 대한 지원을 구분할 필요성이 있음
- 최우선 정책 지원 분야로 전문인력 부족 문제 해결을 위한 기술인력 및 교육연수 확대 등 인력양성을 꼽았으며, 세계시장 진출과 경쟁력 확보를 위한 유망시장으로 다수 전문가가 자율주행차를 선정
- SWOT 분석 결과 주목할만한 특징은 ◁ (강점) 유망시장으로 지목된 자동차, 가전, 모바일 분야 세계 수준 기업 보유 ▷ (약점) 심각한 수준의 인공지능 반도체 전문인력 부족 ▷ (기회) 기술경쟁력이 뛰어난 팹리스 기업 등장 ▷ (위협) 막대한 자금력과 기술력을 보유한 중국 기업 부상



인공지능 반도체 이슈 및 시사점

1. 인공지능 반도체 주요 이슈
2. 인공지능 반도체 이슈별 시사점





VII 인공지능 반도체 이슈 및 시사점

1 인공지능 반도체 주요 이슈

- 본 연구는 인공지능 반도체 분야 국가연구개발 투자전략 수립에 필요한 기술, 정책, 투자, 시장, 산업 동향 분석과 전문가 의견수렴을 토대로 다음과 같이 주목해야 할 인공지능 반도체 주요 이슈를 도출

가. 기술 이슈

□ GPU 지배력 넘어설 것이라는 전망 속 주문형 반도체 ASIC 주목

- 주문형 반도체 ASIC는 경쟁력 있는 소프트웨어 지원과 포괄적 생태계를 통해 GPU를 넘어설 것이라는 전망 우세
- 자율주행자동차 분야 자체 맞춤형 ASIC 채택률이 증가하는 등 범용 하드웨어에서 효율성을 위한 도메인별 대안으로 전환되는 추세
- 반도체 주류로 자리 잡기 위해 호환성과 연결성 문제 해결이 필요 하지만, 특정 수요를 반영한 인공지능 반도체 요구 증가하면서 ASIC 채택률은 더욱 커질 것으로 기대

□ 기술적 한계에도 뉴로모픽, NPU에 대한 기대감 고조

- 저전력 고성능 NPU는 급격하게 늘어나는 데이터를 빠르게 처리할 수 있는 대안으로 부상
- 병목 문제 해결을 위해 기존 시스템반도체와 다른 접근 방식인 생물학적 뇌를 모델링하여 활용함으로써 높은 집적도가 강점인 뉴로모픽에 대한 기대감 상승
- 인공지능 반도체를 개발 중인 주요기업은 뉴로모픽 기술적 한계와 상용화의 어려움에도 미래 고성능 시장으로 뉴로모픽을 주목하며 연구개발 및 투자를 확대하고 있음

□ 초고속고성능을 넘어 저전력·초경량화가 관건이 될 것

- 기존 서버 중심 인공지능 서비스 한계 극복을 위해 경량의 인공지능 반도체 기술개발로 엣지 디바이스 응용 분야 확대와 효율성을 극대화하는 추세

- 크기가 커질수록 속도가 느려지고 비용이 커짐에 따라 인공지능 반도체 경량화를 통한 비용 효율화와 경제적 인공지능 서비스 추구
- 반도체 기술은 초고속·대용량 연산 기능을 고도화 방향으로 진화해왔으나, 인공지능 반도체는 저전력·초경량화 기반의 고성능 반도체 개발이 핵심 관건이 될 전망

나. 정책 이슈

□ 주요국은 자국 기업 보호·육성 자주화 정책 기조 심화

- 주요국은 자국 반도체 공급망을 효율성 중심에서 안정성·회복력 위주로 재편하고, 주요국 간 경쟁은 더욱 치열해질 것으로 전망
- 미국은 자국 내 반도체 공급망 구축을, 중국은 반도체 자급화를, EU, 대만, 일본 등은 자국 반도체 산업 진흥을 목표로 다양한 정책을 추진
- 반도체 시장 불황이 계속되는 가운데, 자국 반도체 산업의 보호와 위기로부터의 회복력에 초점을 둔 정책 기조를 더욱 강화하는 추세

□ 글로벌 주요국은 국가 차원 대규모 재정을 투입

- 글로벌 주요국은 자국 반도체 산업의 경쟁력 제고 및 반도체 제조 강화를 목적으로 반도체 분야에 대한 대규모 투자 단행
- 미국은 자국 내 반도체 공급망 구축을 정책 우선순위로 삼고, 미국 중심 반도체기술개발 투자를 확대
- 중국은 반도체 자급화를 최우선 목표로 ICT 기업 및 스타트업에 대한 대규모 국가 투자를 기반으로 인공지능 반도체 개발과 상용화에 주력

□ 한국은 메모리 반도체와 시스템반도체를 접목하는 PIM에 정책적 투자 강화

- 한국은 메모리 반도체 경쟁력을 기반으로 메모리 반도체에 인공지능 기능을 구현하는 PIM에 정책적 지원과 투자 집중하는 경향
- 메모리 반도체 불황 속에도 삼성, SK 하이닉스 등 국내 반도체 기업도 PIM을 주목, 시장 선점을 위한 개발 경쟁에 동참



- In-Memory 컴퓨팅에 기반한 PIM 기술이 폰 노이만 구조의 병목 현상을 우회하는 효과적인 솔루션 제공 가능성을 주목

다. 시장 이슈

□ 반도체 시장 약세에도 불구하고, 인공지능 반도체 분야는 고성장 시장

- 메모리 시장 침체와 반도체 수요 둔화에 따라 반도체 시장은 상당기간 고전할 것으로 예상됨
- 인공지능 반도체는 인공지능 시장의 약진과 함께 지속해서 성장할 전망
- 인공지능 융합 산업 확대와 기술개발을 위한 재정지원 확대는 인공지능 반도체 시장 성장의 촉진 요인

□ 엣지용 인공지능 반도체로 무게중심 빠르게 이동

- 엣지 단위 인공지능 채택 속도가 빠르게 증가하며 디바이스 인공지능 처리에 최적화된 반도체 설계가 계속 등장
- 데이터의 폭발적 증가와 복잡성은 정교한 분석을 요구하는 심층신경망 기반 인공지능 기술을 배포하려면 엣지 컴퓨팅 및 엔드 포인트 장치 필요⁶³⁾
- 초거대 인공지능 출현과 알고리즘의 발달로 추론의 역할 점차 중대, 추론의 신속한 응답에 최적의 환경을 갖춘 엣지용 인공지능 반도체 수요 더욱 증가할 것으로 예상

□ NPU는 미래가치 높게 평가되지만, 기술력과 상용화 난제로 시장성장 전망은 낮은 편

- NPU는 다수 시장조사기관이 가까운 장래에 주류가 될 것으로 예상
- 인공지능 반도체 전문가 그룹도 NPU는 미래성장 가치가 가장 높은 시장으로 평가
- 하지만 초기 단계의 뉴로모픽 기술개발과 소요기간 등 상용화 난제로 시장의 성장 전망치는 다소 낮은 편

63) Gartner(2020), Emerging Technologies: Critical Insights on AI Semiconductors for Endpoint and Edge Computing

라. 산업 분야

□ 글로벌 빅테크 기업 자사 전용 인공지능 반도체 개발에 적극적

- 반도체 비주력 글로벌 빅테크 기업들은 반도체 역량의 외부 의존도를 낮추고 자사 서비스에 최적화된 인공지능 반도체 자체 개발에 적극적
- 자사 전용 인공지능 반도체 확보를 통해 플랫폼을 고도화하는 한편, 절대강자가 없는 시스템반도체 시장 선점을 위해 인공지능 반도체를 중심으로 빠르게 진화 중
- 기존 글로벌 대기업 뿐만 아니라 높은 설계 역량을 갖춘 인공지능 반도체 스타트업 등장, 기존 반도체 기업들을 뛰어넘는 혁신적인 기술확보에 도전 중⁶⁴⁾

□ 팹리스 분야 국내 기업 경쟁력 상승

- 과거 한국의 팹리스 산업 경쟁력이 낮았으나, 글로벌 인공지능 반도체 기업의 기술을 뛰어넘는 국내 스타트업 등장하며 팹리스 경쟁력 높아지고 있음
- 삼성전자를 비롯해 퓨리오사AI 등 뛰어난 기술력을 보유한 한국 기업 기술개발 활발, 국내 인공지능 스타트업에 대한 세계적 기업의 투자 확대
- 팹리스 수요를 충당할 수 있는 파운드리 부재는 해결해야 할 과제

□ 인공지능 반도체 전문설계인력 부족은 공통 현안

- 인공지능 반도체 전문설계인력의 부족 문제는 전세계적 공통 현안
- 국내 팹리스 관련 경쟁력 상승하고 있으나, 스타트업 중소기업의 인력난은 특별히 심각한 상황
- 설계 및 최첨단 반도체 제조 등 공정비용의 증가에 따른 중소기업의 재정난에 직면

64) KEIT PR issue report(2020), 경량 인공지능 반도체의 발전 전망



2 인공지능 반도체 이슈별 시사점

- 앞서 살펴본 인공지능 반도체 분야 정책 및 투자전략을 위한 주요 이슈별 시사점은 [표7-1]과 같음

표 7-1 인공지능 반도체 주요 이슈별 시사점

분야	인공지능 반도체 주요 이슈	시사점
기술	- GPU 지배력 넘어설 것이라는 전망 속 ASIC를 주목 - 기술적 한계에도 뉴로모픽 기대감 고조 - 초고속·고성능을 넘어 저전력·초경량화가 기술력의 관건	메모리 반도체 경쟁력 기반 기술선도 - 메모리 기술력 기반의 글로벌 기술선도 관점에서 PIM 분야 중장기 투자전략 전개 - 경쟁력 확보를 위한 민·관의 투자와 협력적 파트너십 필요
정책	- 주요국은 자국 기업 보호·육성과 자주화 기조 심화 - 경쟁력 강화를 위한 국가 차원 대규모 재정 투입 - 한국은 메모리 반도체와 시스템반도체 접목 기술에 대한 정책투자 강화	주요국 자주화 기조 전략적 대응 - 주요국의 자국 중심 자주화 정책과 국제 정세 변화를 빠르게 파악하며 시의성 있는 대응 - 미국의 중국 규제 관련 전략적 포지셔닝 견지
시장	- 반도체 시장 침체 속 인공지능 반도체는 고성장 시장 - 엣지용 인공지능 반도체 채택 빠르게 확산 - 미래가치 높은 NPU, 기술력과 상용화 난제로 시장성장 기대는 다소 낮은 편	NPU 시장 선점을 위한 공세적 진출 - 뚜렷한 강자 부재한 엣지 NPU 시장·기술 선점을 위한 공세적인 퍼스트무버 전략과 도전적 연구를 위한 자금확대 필요 - 향후 성장 전망이 높은 ASIC, 엣지, 로봇 공학, 자동차 부문 선제적 R&D 투자
산업	- 글로벌 빅테크 기업 자사 전용 인공지능 반도체 개발에 적극적 - 국내 기업 팹리스 경쟁력 상승 - 전문설계인력 부족 현상 해결은 공통 현안	국내 자립 생태계 구축 - 초기 개발비용을 줄일 수 있는 제도적 지원과 글로벌 리더 기업 발굴을 위한 정부의 적극적 개입 - 인공지능 반도체 전문인력 수급 정책 및 프로그램 마련과 기술/사업 간 장벽 해소를 위한 과감한 정책과 투자 필요



참고문헌

◆ 국내자료

- 강상구(2019), 반도체산업 주요현안 및 경쟁력 강화방안, 이슈분석 제765호, 산업은행 미래 전략연구소.
- 경희권(2022), 미국 ‘반도체 과학법’의 정책적 시사점, 산업경제이슈 제141호, 산업연구원.
- 과학기술정보통신부(2020a), 국내 기술로 세계적 수준의 인공지능 반도체 개발, 보도자료, 2020.4.8.
- 과학기술정보통신부(2020b), 국내 인공지능(AI) 반도체 설계 역량을 총 결집해, 인공지능(AI) 반도체 1등 국가에 나선다, 보도자료, 2020.4.24.
- 과학기술정보통신부(2020c), 「차세대지능형반도체기술개발(소자)」사업 2021년도 시행계획, 2020.11.11.
- 과학기술정보통신부(2022a), 2022년 AI반도체 실증지원 사업 공모 안내서, 2022.3.2.
- 과학기술정보통신부(2022b), 과기정통부, 「인공지능(AI) 반도체 산업 성장 지원대책」 발표, 보도자료, 2022.6.27.
- 과학기술정보통신부(2022c), 인공지능반도체 산업 성장 지원대책, 2022.6.27.
- 과학기술정보통신부(2022d), 과기정통부, 기술패권경쟁 시대 초격차 전략기술 확보와 국가 디지털 혁신에 집중, 보도자료, 2022.8.31.
- 과학기술정보통신부(2022e), 과기정통부, 공공분야에 국산 인공지능반도체 적용 협조 요청 -중앙·지방정책협의회에 안건 상정-, 보도자료, 2022.9.3.
- 과학기술정보통신부(2022f), 뉴욕구상을 실현하는 디지털 대한민국의 청사진 나왔다, 보도자료, 2022.9.27.
- 과학기술정보통신부(2022g), 범부처 PIM인공지능반도체 사업단 출범, 보도자료, 2022.9.30.



- 과학기술정보통신부(2022h), 인공지능반도체 규모확대 연결망 발대식 및 간담회 개최 - 국내 인공지능반도체 초기 수요 창출을 위한 수요자·공급자·연구자 간 협의체 마련-, 보도자료, 2022.9.30.
- 과학기술정보통신부(2022i), 과기정통부, 「국산 인공지능반도체를 활용한 케이(K)-클라우드 추진방안」 발표, 보도자료, 2022.12.12.
- 과학기술정보통신부(2023), '22년 정보통신기술(ICT) 수출, 역대 최대 실적 달성, 보도자료, 2023.01.12.
- 과학기술정보통신부·한국과학기술기획평가원(2018), 차세대 성장동력, AI 반도체 동향과 시사점, 과학기술&ICT 정책·기술 동향 No 116.
- 관계부처합동(2020a), 「인공지능 강국」 실현을 위한 인공지능 반도체 산업 발전전략 - 시스템반도체 비전과 전략 2.0 -, 2020.10.12.
- 관계부처합동(2020b), 차세대지능형 반도체 1등 국가 도약을 위한 드림팀 출범, 보도자료, 2020.9.11.
- 관계부처합동(2021), 종합 반도체 강국 실현을 위한 K-반도체 전략, 2021.5.13.
- 김규판(2021), 일본의 반도체전략 특징과 시사점, 오늘의 세계경제 Vol. 21, No.13, 대외경제정책연구원.
- 김규판·이형근·이보람·이정은·손원주(2020), 일본의 '사회적 과제 해결형' 4차 산업혁명에 관한 연구, 연구보고서 20-12. 대외경제정책연구원.
- 김용균·최세중(2022), 미국 「반도체와 과학법」의 주요 내용과 영향, 나보포커스 제50호, 국회예산정책처.
- 김혁중(2022), 미국의 대중국 AI 반도체 수출규제 영향과 시사점, 세계경제 포커스, Vol 5 No. 31, 대외경제정책연구원.
- 김혜자·한진호·권영수(2022), NPU 반도체를 위한 저정밀도 데이터 타입 개발 동향, 전자통신동향분석 37권 제1호 2022년 2월, 한국전자통신연구원.
- 나영식·조재혁(2019), 인공지능(반도체), KISTEP 기술동향브리프 2019-01호, 한국과학기술기획평가원.

- 대한무역투자진흥공사(2022), 유럽반도체법 주요 내용 및 영향, Global Market Report 22-009.
- 박소희(2022), 인공지능 반도체 현황 및 주요국 정책, 2022 주간 글로벌 ICT 동향& 이슈 리포트, 정보통신산업진흥원.
- 박영준(2020), AI 반도체 시장 동향 및 우리나라 경쟁력 분석, 기술정책 트렌드 2020-12, 한국전자통신연구원.
- 박정희(2021), 독일슐츠정부의 산업기술혁신 정책방향, 산업기술정책브리프 2021-13, 한국 산업기술진흥원.
- 백서인·김단비(2017), 중국의 디지털 전환 동향과 시사점, 동향과 이슈 제42호, 과학기술 정책연구원.
- 산업동향연구소(2021), 인공지능반도체 및 시스템반도체 기술개발 동향 및 시장전망, 산업 동향연구소.
- 산업통상자원부(2021), 종합 반도체 강국 실현을 위한 「K-반도체 전략」 수립, 보도자료, 2021.05.12.
- 서행아·김태운·김유신·유나영·김다은·이도형(2019), 2019년과학기술&ICT정책·기술동향분석, 한국과학기술기획평가원.
- 소프트웨어정책연구소(2022), 2021 인공지능산업 실태조사.
- 심진보·원용숙·홍아름·홍수지·고순주(2022), 인공지능 국가투자전략 수립을 위한 기술·정책·투자·시장·생태계 분석, ETRI 기술정책 인사이트 2022-01, 한국전자통신연구원.
- 연구개발특구진흥재단(2021), AI 반도체, 유망시장 Issue Report.
- 오광일·김성은·배영환·박경환·권영수(2020), 인공지능 뉴로모픽 반도체 기술 동향, 전자통신 동향분석 35권 제3호 2020년 6월, 한국전자통신연구원.
- 오윤미(2021), 대만 반도체 전략의 주요 내용 전망, 세계경제 포커스 Vol. 4 No 47, 대외 경제정책연구원.
- 오윤환 외(2021), 중국의 스마트제조혁신 정책 분석: 주요 현황과 시사점, 과학기술정책연구원.



- 오테현(2021), EU 반도체 전략의 주요 내용과 평가, 세계경제 포커스 Vol. 4 No.42, 대외경제정책연구원.
- 원동규·임종연·여운동·심진우(2022), 반도체 과학·기술·산업 분석, KISTI R&I Report, 한국과학기술정보연구원.
- 유종태(2018), 일본의 연구개발 동향, KISTEP 기술동향브리프 2018-08, 한국과학기술기획평가원.
- 유지혜(2019), 영국의 스타트업 생태계와 BBB의 역할, 이슈분석 제765호, 산업은행미래전략연구소.
- 윤여준·강구상·김종혁·임지운·권혁주(2021), 바이든 행정부의 4대 핵심 품목 공급망 검토 결과 및 시사점, 세계경제 포커스 Vol.4 No.41, 대외경제정책연구원.
- 이미혜(2022), 2023년 반도체산업 수출 전망, 2022 이슈보고서, VOL.2022-이슈-28(2022. 12), 한국수출입은행.
- 이은영(2019), 중국의 반도체 굴기 추진과 향후 전망, 산업분석 제3호, 산업은행 미래전략연구소.
- 이정재(2022), 국내외 환경변화에 따른 과학기술혁신 총괄기능 강화 방향, KISTEP Issue Paper 제 322호, 한국과학기술기획평가원.
- 이현진·윤형준(2022), 유럽 반도체 법안의 주요 내용 및 전망, 세계경제 포커스 Vol.5 No.8, 대외경제정책연구원.
- 이효정·류승희(2022), 글로벌 반도체 산업 전망 2022, 삼정회계법인.
- 전보희(2021), 중국 인공지능(AI) 산업 동향과 시사점: 중국의 AI 굴기(崛起)와 성공전략, trade focus 2021sus 23호, 한국무역협회.
- 전자산업 인적자원개발위원회(2019), 반도체 산업 현황과 인력양성 방향, 전자산업 인적자원개발위원회 이슈리포트 2019년 1/4분기.
- 정보통신기획평가원(2020), ICT R&D 기술로드맵 2025 보고서.
- 정보통신기획평가원(2021), ICT Brief+, ICT Brief 2021-36.
- 정보통신기획평가원(2022a), 2020 ICT 기술수준조사 및 기술경쟁력 보고서.

- 정보통신기획평가원(2022b), K-인공지능반도체, 미래를 말하다, 보도자료, 2022.7.6.
- 정보통신기획평가원(2022c), 인공지능 반도체 특집호, ICT Brief 2022-05.
- 정보통신기획평가원(2022d), 지능형 반도체 산업동향 및 시사점, 과학기술&ICT 정책·기술 동향 No.215.2022.6.3.
- 정보통신산업진흥원(2022), 품목별 ICT 시장동향 AI 반도체, 글로벌ICT포털, 2022.7.22.
- 정보통신정책연구원(2019), 인공지능 발전에 따른 인공지능반도체의 등장과 생태계 변화에 관한 연구, 방송통신정책연구 2019-0-01510.
- 정형곤·윤여준·연원호·김서희·주대영(2021), 미중 반도체 패권 경쟁과 글로벌 공급망 재편, 대외경제정책연구원 연구보고서 21-28.
- 중소기업청(2018), 중소기업 기술로드맵 2019-2021(지능형 반도체).
- 중소벤처기업부(2022), 중기부, 삼성전자와 손잡고 대·중소 상생협력 약속 이행 첫 사례로 혁신 반도체 설계 전문기업[팹리스] 지원 -‘반도체 설계 전문기업[팹리스] 도전잇기 [팹리스] 대회’ 개최-, 보도자료, 2022.7.27.
- 중소벤처기업부·중소기업기술정보진흥원(2021), 중소기업 전략기술로드맵 2021-2023 시스템 반도체.
- 채명식(2021), 시스템반도체, KISTEP 브리프 01. 한국과학기술기획평가원.
- 최도연(2018), 반도체/장비 HBM이 바꿀 DRAM 미래, 데일리 뉴스, 신한금융투자.
- 최민석·한진호(2020), 인공지능 프로세서 반도체 기술 및 표준화 동향, Special_Report, 한국전자통신연구원.
- 최새술(2017), 인공지능 반도체 산업동향 및 이슈 분석, ETRI Insight Report 2-17-37, 한국전자통신연구원.
- 최석원(2019), 인공지능산업생태계 현황과 발전전략 -가속성장 인프라 중심-, 이슈리포트 2019-32호, 정보통신산업진흥원.
- 최재호(2022), AI 반도체 동향 및 시사점. 이슈브리프, 산업은행 미래전략연구소.
- 특허청(2022), 우리나라 인공지능 반도체 기술, 특허로 저력 확인, 보도자료, 2022.3.22.



한국과학기술기획평가원(2019), 2020년도 예비타당성조사 보고서 차세대 지능형반도체 기술개발사업,

한국과학기술기획평가원(2021), 2020년도 예비타당성조사 보고서 PIM 인공지능반도체 핵심기술 개발사업.

한국과학기술기획평가원·정보통신기획평가원(2022), 과학기술&ICT 정책·기술 동향, No 215.

한국반도체산업협회(2021), ‘반도체 투자전쟁’, Silicon Times 2021. 06. 07. KISTI R&I Report: 반도체 과학·기술·산업 분석 재인용.

한국산업기술진흥원(2019), 독일의 포괄적인 AI 생태계 조성 전략, 산업기술정책 브리프 2019-04.

한국산업기술진흥원(2021), 독일 솔츠 정부의 산업기술혁신 정책방향, 산업기술정책 브리프, 2021-13호.

한국산업기술진흥원(2021), 미·중 대립 속 대만의 반도체 공급망 강화 움직임, 산업기술 동향 위치 2021-13호.

한국산업기술평가관리원(2018), 바이오헬스케어용 반도체 기술 및 시장 동향, Issue Report 2018-10월호, 한국산업기술평가관리원.

한국정보화진흥원(2018), 미 국방연구원 AI캠페인 ‘차세대 인공지능(AI NEXT)’ (Artificial Intelligence Next by DARPA), Special Report 2018-18.

◆ 해외자료

Allied Market Research(2022a), ARTIFICIAL INTELLIGENCE CHIP MARKET, Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2022-2031.

Allied Market Research(2022b), NEURAL PROCESSOR MARKET, Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2022-2031.

BCC Research(2022), Global Artificial Intelligence (AI) Market: Investments vs Potential, February 2022.

- EUROPEAN COMMISSION(2022), A Chips Act for Europe, COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT, November 2022.
- FROST SULLIVAN(2020), Growth Opportunities for Memory, Power, and Artificial Intelligence (AI) Semiconductors in 5G, Forecast to 2025, April 2020.
- Gartner(2019), Forecast: AI Neural Network Processing Semiconductor Revenue, World wide, February 2019.
- Gartner(2021a), Emerging Technologies: Neuromorphic Computing Impacts Artificial Intelligence Solutions.
- Gartner(2021b), Emerging Technologies: Venture Capital Growth Insights for AI Semiconductors, October 2021.
- Gartner(2022a), Forecast: AI Semiconductors, Worldwide, 2020–2026, May 2022.
- Gartner(2022b), Hype Cycle for Compute, 2022
- Gartner(2022c), Market Share Analysis: Semiconductors, Worldwide, Preliminary 2022.
- House of Commons Business, Energy and Industrial Strategy Committee(2022), The semiconductor industry in the UK, Fifth Report of Session 2022–23.
- IDC(2022), Worldwide Consumer Endpoint AI Semiconductor Market Shares, 2021: Gaming and Smart Home Applications Drive Growth, June 2022.
- Imagination In partnership with GG(2022), The future of the UK's semiconductor strategy.
- Jeff Chromczak·Mark Wheeler·Charles Chiasson·Dana How·Martin Langhammer·Tim Vanderhoek·Grace Zgheib·Ilya Ganusov(2022), Architectural Enhancements in Intel® Agilex™ FPGAs, FPGA '20, February 23–25, 2020, Seaside, CA, USA.
- McKinsey & Company(2021), Scaling AI in the sector that enables it: Lessons for semiconductor–device makers, April 2021.
- Minister for the Cabinet Office and Paymaster General UK(2016), Government Transformation Strategy.



Saif M. Khan · Alexander Mann(2020), AI Chips: What They Are and Why They Matter, An AI Chips Reference, CSET, April 2020.

Saif M. Khan·Alexander Mann(2020), AI Chips: What They Are and Why They Matter, CEST, APRIL 2020.

Statista(2021), AI chips.

經濟産業省(2018), 半導体・デジタル産業戦略, 2018年6月.

經濟産業省(2021), 半導体戦略(概略), 2021年6月.

經濟産業省 産業技術環境局(2021), 産業技術環境政策の動向, 令和3年6月29日.

Bundesregierung (2018), Strategie Künstliche Intelligenz, 2018.

◆ 신문기사

AI타임스(2021.03.19.), 자일링스, TSMC 16nm InFO 공정으로 AIoT용 칩 개발,

<http://www.aitimes.com/news/articleView.html?idxno=137436>

AI타임스(2021.08.21.), 바이두, 2세대 쿨런 인공지능 칩과 오픈소스 AI 플랫폼 바이두 브레인 7.0 발표,

<https://www.aitimes.kr/news/articleView.html?idxno=22209>

AI타임스(2021.08.26.), "HP 모바일 워크스테이션, 원격근무 환경 AI 개발에 유리",

<http://www.aitimes.com/news/articleView.html?idxno=140299>

AI타임스(2022.05.25.), MS, 윈도우에서 ARM 기반 AI CPU 지원 프로젝트 발표,

<http://www.aitimes.com/news/articleView.html?idxno=144797>

CWN(2022.09.04.), [IFA 2022] 화웨이, 최신 스마트폰 '노바 10 시리즈' 2종 공개..."구글 없어도 이상 無",

<https://www.codingworldnews.com/news/articleView.html?idxno=12204>

- DATANET (2022.10.06.), 오픈엣지테크놀로지, 'SEDEX 2022'서 새로운 NPU IP 데모 공개,
<https://www.datanet.co.kr/news/articleView.html?idxno=177103>
- ELEC4(2021.05.20.) Arm, 에코시스템에 세미파이브 합류 '최적화 커스텀 SoC' 설계 가속화,
<https://elec4.co.kr/article/articleView.asp?idx=27575>
- ELEC4(2022.08.08.), 인공지능 반도체 지속적인 투자와 인력 양성에 달렸다,
<https://www.elec4.co.kr/article/articleview.asp?idx=30489>
- e4dsnews(2022.04.19), AI 반도체 "미래 IT 산업 판도 바꾼다,
https://www.e4ds.com/sub_view.asp?ch=2&t=0&idx=14622
- GTT KOREA(2022.10.05.), 국산 AI 반도체에 최적화된 AI 모델 자동 생성 솔루션 51% 성능↑,
<https://www.gttkorea.com/news/articleView.html?idxno=2759>
- ITBizNew(2020.04.28.), [특 with 스타트업 퓨리오사AI(Furiosa AI)는 어떻게 유니콘을 꿈꾸고 있나?],
<http://www.itbiznews.com/news/articleView.html?idxno=16111>
- Kipex(2020.08.19.), "OPPO, 칩 관련 회사 추가 설립",
https://m.kipex.org/m/knowledge/insights_view.php?seq=79
- KIPOST(2018.07.02.), 대만, 1400억 뭉치돈 반도체 '문샷' 계획 시동...TSMC 3nm 2022년 양산,
<https://www.kipost.net/news/articleView.html?idxno=650>
- KIPOST(2022.08.22.), 中 AI 팹리스 호라이즌, 최대 2억달러 투자 유치 계획, <https://www.kipost.net/news/articleView.html?idxno=302553>
- Medicaltimes(2019.02.19.), 뉴로모픽 기술 이용 AI 반도체 개발기술 세미나,
<https://www.medicaltimes.com/Main/News/NewsView.html?ID=1124488>
- Medicaltimes(2021.08.19.), 루닛, 인텔과 협력 통해 CPU 기반 소프트웨어 개발,
<https://www.medicaltimes.com/Main/News/NewsView.html?ID=1142392>
- THEELEC(2020.12.22.), 아마존·MS·구글 "데이터센터 칩 자체 개발",
<https://www.thelec.kr/news/articleView.html?idxno=9737>



THEELEC(2022.06.09.), SK하이닉스, 'HBM3' 양산 및 엔비디아에 공급,

<https://www.thelec.kr/news/articleView.html?idxno=17141>

THEELEC(2022.10.11.), 넥스트칩, ADAS용 칩 아파치6 내년 초 시제품 내놓는다,

<https://www.thelec.kr/news/articleView.html?idxno=18315>

THEELEC(2022.11.11.), SK하이닉스, AI 연산기능 갖춘 차세대 이미지센서 개발한다,

<https://www.thelec.kr/news/articleView.html?idxno=18693>

WikiChip Fuse(2021.07.10.), A Look At The ET-SoC-1, Esperanto's Massively Multi-Core RISC-V Approach To AI,

<https://fuse.wikichip.org/news/4911/a-look-at-the-et-soc-1-esperantos-massively-multi-core-risc-v-approach-to-ai/>

ZDNET Korea(2022.06.14.), LG전자, 'AI 반도체' 독자 개발 집중...차세대 칩 내년 출시,

<https://zdnet.co.kr/view/?no=20220614172846>

ZDNET Korea(2022.08.18.), 테슬라는 슈퍼컴 강자..."GPU 기준 세계 7위",

<https://zdnet.co.kr/view/?no=20220818145605>

뉴스투데이(2022.03.31.), "네패스, PCB 없이 패키징 가능한 SiP 기술력 보유",

<https://www.news2day.co.kr/article/20220331500199>

뉴스프리존(2022.02.06.), '챗GPT' 프자 삼성·하이닉스 등 반도체 업계 동반 주목,

<https://www.newsfreezone.co.kr/news/articleView.html?idxno=442708>

뉴스핌(2018.05.17.), 세계 최대 채굴기 업체 비트메인, AI반도체 '다크호스' 부상,

<https://www.newspim.com/news/view/20180518000228>

동아일보(2019.02.08.), 엔비디아, 구글 이어 아마존까지 뛰어든 AI 가속기.. 인공지능 시대 이끈다,

<https://www.donga.com/news/It/article/all/20190208/94025716/1>

디지털데일리(2021.05.20.), ARM-세미파이브, SoC 설계 협업,

http://m.ddaily.co.kr/m/m_article/?no=214567

머니투데이(2022.11.7.), 비브스튜디오스·리벨리온 맞손... 생성형 AI 반도체로 메타버스 혁신,

<https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2022110710531776048>

메트로서울(2023.02.06.), 반도체도 맞춤형 시대, ASIC·FPGA 뜬다,

<https://www.metroseoul.co.kr/article/20210823500301>

서울경제(2022.09.06.), 미국 AI 반도체 수출 제한, 중국 자율 주행 기술에 타격 미칠 것,

<https://www.sedaily.com/NewsView/26AYVJNS7Z>

신화망(2020.03.26.), 새로운 인프라" 보고서: 인공 지능 시나리오의 구현은 향후 3년 동안 다양한 산업에서 시작(新基建"报告: 未来三年人工智能场景落地将在各行业展开),

http://news.china.com.cn/live/2020-04/10/content_781499.htm

아시아경제(2019.05.03.), 아이에이 "시스템 반도체 핵심기술로 자율주행 반도체 선도할 것",

<https://www.asiae.co.kr/article/2019050315131808171>

아주경제(2023.02.21.), 중국 '반도체굴기' 칭화유니 1500억위안 자금 조달 배경은?,

<https://www.ajunews.com/view/20170329070541671>

연합뉴스(2022.05.10.), "대만 TSMC, 1.4나노 반도체 연구개발 추진",

<https://www.yna.co.kr/view/AKR20220510118100089>

연합뉴스(2022.07.12.), 반도체 자립 향해 뛰는 유럽...독일 정부 19조원 투자지원,

<https://www.yna.co.kr/view/AKR20220712004100082>

연합뉴스(2022.11.15.), 일본정부 "미국과 차세대 반도체 개발 협력 중",

<https://www.kita.net/cmmrcInfo/cmmrcNews/cmmrcNews/cmmrcNewsDetail.do?pageIndex=1&siteid=1&nIndex=%2071580>

연합뉴스(2023.1.4.), "中, 코로나 타격에 '반도체 굴기' 대규모 정부지원 중단 검토",

<https://www.yna.co.kr/view/AKR20230104118100009>



이데일리(2022.07.24.), "CCTV가 알아서 범인 찾아주는 시대 열린다",

<https://www.edaily.co.kr/news/read?newsId=01722006632397800&mediaCodeNo=257>

이데일리(2022.08.31.), 가온칩스, 텔레칩스와 59억원 주문형반도체 설계개발 계약,

<https://www.edaily.co.kr/news/read?newsId=02397686632432896&mediaCodeNo=257&OutLnkChk=Y>

인포스탁데일리(2022.11.09.), [특파원 리포트] 엔비디아(NVDA.O), 중국 시장 전용 '칩' 출시,

<https://www.infostockdaily.co.kr/news/articleView.html?idxno=183666>

전자신문(2016.10.24.), 아이폰7, 미스터리 칩 장착...용도는?,

<https://www.etnews.com/20161024000344>

전자신문(2021.01.21.), 화웨이 자회사 하이실리콘, 美 제재에도 해외 인재 영입 지속,

<https://www.etnews.com/20210121000207>

전자신문(2021.12.15.), 삼성, IBM 차세대 CPU 5나노 공정으로 만든다,

<https://www.etnews.com/20211215000139>

전자신문(2022.06.14.), LG전자, SoC·MCU 공개... 'AI 반도체' 각축전,

<https://www.etnews.com/20220614000199>

전자신문(2022.11.16.), 사피온 "차세대 메모리 'CIM' 인공 두뇌로 연산 강화",

<https://m.etnews.com/20221116000305?SNS=00004>

조선비즈(2022.10.26.), SK하이닉스 “내년 DDR5 본격화 ... CPU 출시 지연됐지만 그만큼 대기 수요 많아”,

<https://biz.chosun.com/it-science/ict/2022/10/26/PYSPEEO62RC4BGGJQLVLOASRGI/>

조선비즈(2023.02.05.), 챗GPT 열풍에 삼성·하이닉스 들쭉...연산 가능한 'AI 반도체' 개발 속도,

<https://biz.chosun.com/it-science/ict/2023/02/05/GOSZQK4ZWFCXJKDHEZUWWMIIFI/>

중소기업신문(2022.07.26.), KT·네이버는 왜 반도체 스타트업에 투자할까,

<https://www.smedaily.co.kr/news/articleView.html?idxno=234352>

한국일보(2018.07.29.), 이인종 "단추에도 AI칩 탑재... 주변 모든 정보 실시간 공유",

<https://www.hankyung.com/it/article/2018072904701>

한국경제(2022.01.01.), CPU서 뉴로모픽까지 AI반도체의 무한진화,

<https://www.hankyung.com/economy/article/2021123177931>

한국일보(2022.12.27.), '메이드 인 차이나' 알파고를 막아라... 칼 뽑은 미국

<http://www.koreatimes.com/article/20221226/1446510>

한국경제(2023.02.20.), 현대모비스, 올해 전기차 부품 해외수주 1조 넘긴다,

<https://www.wowtv.co.kr/NewsCenter/News/Read?articleId=A202302200114&t=NNv>

◆ 웹사이트

Achronix 홈페이지, <https://www.achronix.com/>

Cerebras 홈페이지, <https://www.cerebras.net/>

EdgeQ 홈페이지, <https://www.edgeq.io/>

Google 홈페이지, <https://cloud.google.com/>

Groq 홈페이지, <https://groq.com/>

Intel 홈페이지, <https://www.intel.co.kr/>

Kneron 홈페이지, <https://www.kneron.com/>

KOSIS 국가통계포털 <https://kosis.kr/index/index.do>

LG전자 소셜 매거진 <https://live.lge.co.kr/2211-it-lg8111/>

Mythic 홈페이지, <https://mythic.ai/>

Nvidia 홈페이지, <https://www.nvidia.com/>

OECD Artificial Intelligence Policy Observatory. <https://oecd.ai>



Samba Nova Systems 홈페이지, <https://sambanova.ai/>

XILINK 홈페이지, <https://www.xilinx.com/>

SK 하이닉스 뉴스룸, <https://news.skhynix.co.kr/post/various-applications-of-ai-technology>

삼성전자 뉴스룸, <https://han.gl/Lcrce>



저자소개

원용숙 ETRI 지능화융합연구소 기술정책연구본부 기술전략연구센터 책임연구원
e-mail: wys@etri.re.kr Tel. 042-860-5153

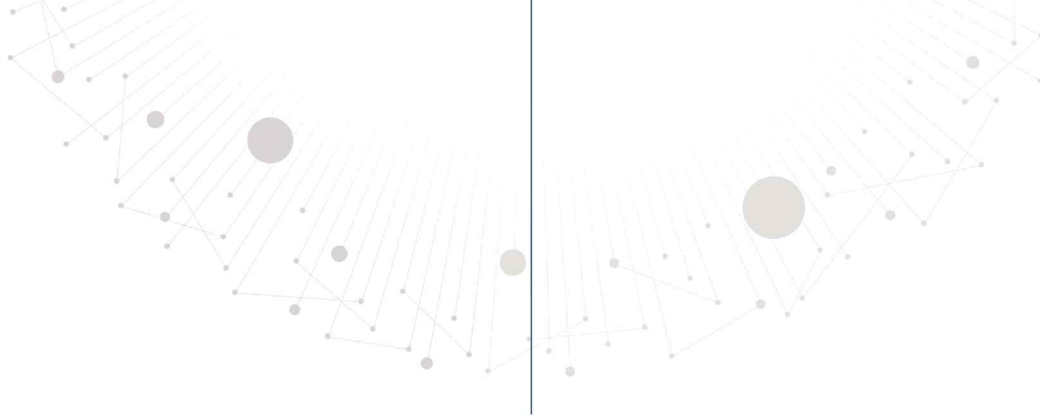
홍수지 ETRI 지능화융합연구소 기술정책연구본부 기술전략연구센터 박사후연구원
e-mail: sjhong0924@etri.re.kr Tel. 042-860-3965

기술정책연구본부 기술정책 인사이드

발행인 이 지 형

발행처 한국전자통신연구원 지능화융합연구소 기술정책연구본부

발행일 2022년 12월 31일



www.etri.re.kr

본 저작물은 공공누리 제4유형:

출처표시+상업적이용금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.



ETRI Electronics and Telecommunications
Research Institute

34129 대전광역시 유성구 가정로 218
TEL.(042) 860-6114 FAX.(042) 860-6504

