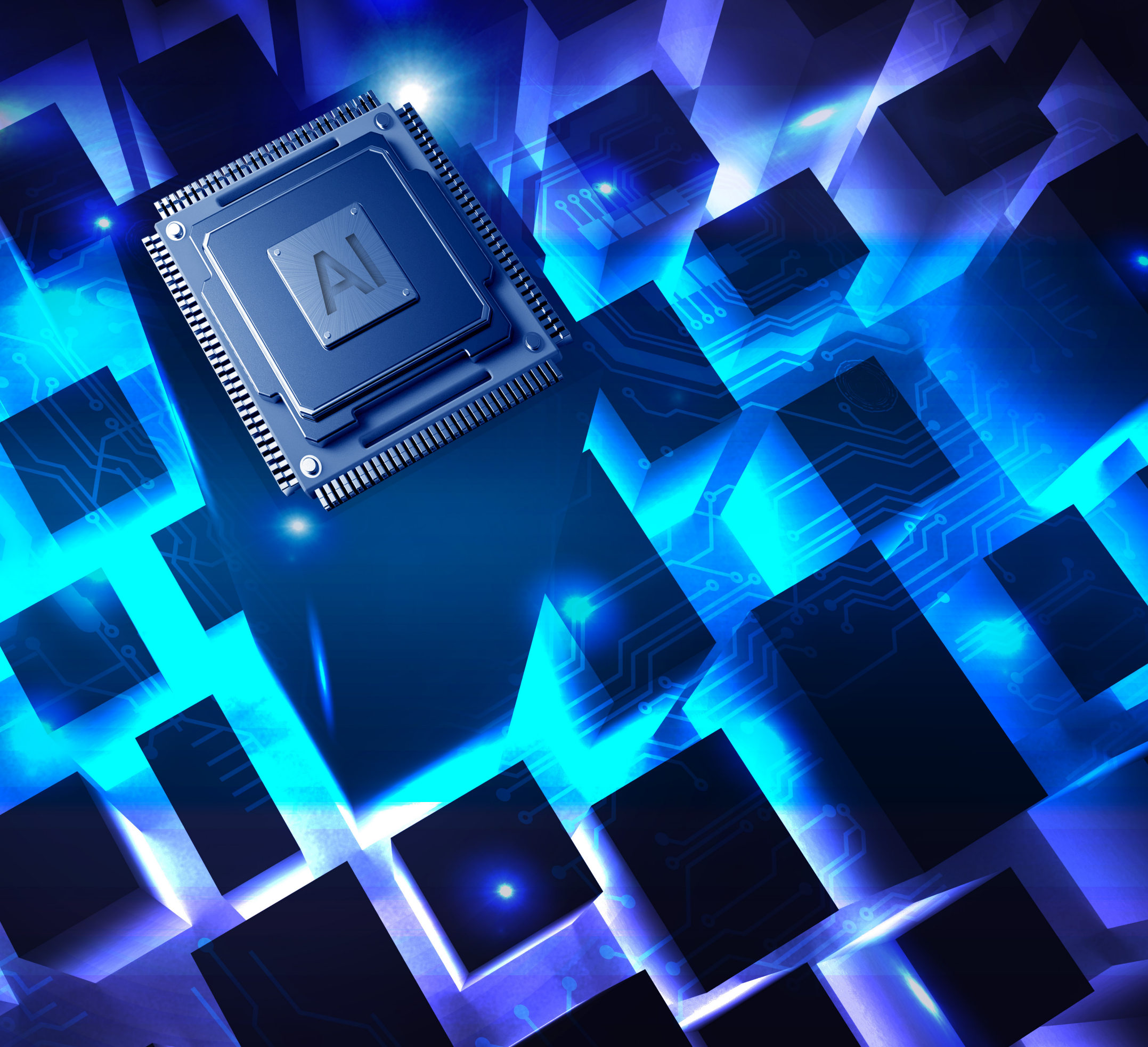


인공지능 반도체 산업발전을 위한 정책제언

인공지능 반도체 산업발전을 위한 정책제언

2022. 8.



Contents

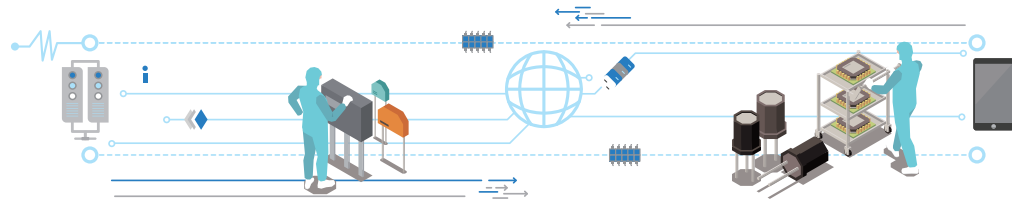
I. 요약	· 04
II. 인공지능 반도체 정의 및 전망	· 06
III. 국내외 정책 동향 및 시사점	· 08
IV. 국내외 기술 동향 및 시사점	· 10
V. 국내외 시장 전망 및 시사점	· 12
VI. 우리나라 인공지능 반도체 산업 SWOT 분석 및 정책제언	· 14
1. 차세대 인공지능 반도체 특화 전략 수립	· 16
2. 인공지능 반도체 산업생태계 고도화	· 19
3. 차세대 전문인력 육성	· 23

- ✓ 메타버스·바이오 등 주 산업에서 AI 활용이 확산됨에 따라, AI의 핵심두뇌인 인공지능 반도체가 비메모리 반도체의 중심 축으로 부상

* 비메모리(시스템) 반도체 내 시장비중이 8.0%(’20) → 31.3%(’30)로 성장 전망(정부, ’20.10)

국내 100대 AI 스타트업은 법률·리테일·HR 등 17개 산업에서 AI를 활용 중* → 향후 AI를 사용하는 기업 대부분이 AI반도체 적용 전망**

* Korea AI Startup 100(2021), “AI 스타트업 기업정보” ** 한국경제(2021), “가상공간서 AI가 인테리어”...



- ✓ 주요국은 인공지능 반도체 시장선점을 통한 글로벌 주도권 확보를 위해 관련 기술개발, 로드맵 수립, 인프라 구축 등을 지원 중(IITP, ’21.7)

* (미국) 차세대 인공지능 R&D 계획을 통해 뉴로모픽 등의 기술개발 착수(’18.9)
(유럽) 유럽 프로세서 이니셔티브(EPI)를 통해 AI반도체 개발 로드맵 수립(’18.12)
(일본) 중소기업 등에 설계환경 제공을 위한 AI반도체 설계거점 센터 구축(’19.10)

- ✓ 우리 정부도 퍼스트무버로의 도약과 산업 경쟁력 조기 확보를 위해 “인공지능 반도체 산업 발전전략(’20.10)” 수립을 필두로, 기술·인력·생태계 지원을 본격화*

* (기술) NPU(200TFLOPS급), 뉴로모픽(1PFLOPS급) 개발 등에 약 1.4조 원 투자(’29, 정부(’22.6))
(인력) 연구 특성화 대학원 등을 통해 고급인력 7,000명 양성(’27, 정부(’22.6))
(생태계) 스타트업~중견기업 대상 스타트업리프를 5~8개 내외로 선정, 설계부터 생산·판로개척까지 기업활동의 전주기 지원(’22~, 정부(’22.7))

- ✓ 최근 정부는 인공지능 반도체를 국정과제(’22.5)*에 포함, “인공지능 반도체 산업 성장 지원 대책(’22.6)**” 등을 발표하며, 기업의 경쟁력 강화를 지원 중(연합뉴스(’22.4) 등)

* “디지털 경제 패권국가 실현(국정과제 77)” 내 인공지능 반도체 육성 과제 포함

** 팹리스 대상 대학·연구소의 원천기술 이전, 신규 IP 개발·활용 등 상용화 R&D 지원, 창업 초기 기업의 엑셀러레이터 연계 등의 대책 포함

- ✓ 한편, 민간에서는 사피온·퓨리오사AI 등 주요 팹리스가 상용화 제품을 개발, 클라우드/초거대 인공지능 등에 활용 추진 중

* 사피온(X220) → NHN(클라우드), 퓨리오사AI(워보이) → 카카오(초거대AI·메타버스) 등

- ✓ 그러나 ①뉴로모픽 등 차세대 반도체 기술의 중장기 마스터 플랜 미흡, ②설계(팹리스 등)~후공정(패키징 등)의 가치사슬 내 생존·성장 기반이 취약한 생태계, ③연구분야별·유형별·난이도별 인력 불균형 등이 현안으로 남아 있어, 국내 추진 현황에 적합한 특화 전략이 필요

- ① 뉴로모픽 반도체의 경우, 소형화·고전력·고효율의 장점을 모두 갖춰, 다양한 분야에서 향후 응용될 전망이나 구체적인 개발전략과 과제 간 연계전략이 부족
- ② 유망 팹리스는 정책지원 등에 힘입어 글로벌 기업으로 성장이 가능하나, 신생 기업의 지속적인 진입과 성장은 미흡해 생태계 양극화 현상이 발생 중
- ③ 인공지능 반도체의 연구분야별(소자·설계·공정/장비 등), 유형별(NPU·뉴로모픽·PIM 등), 난이도별(테크니션~R&D인력) 균형 있는 인력육성에 애로

- ✓ 본 연구는 ①정책, 시장 등 인공지능 반도체 관련 문헌조사, ②R&D 전문가 자문, ③반도체 공학회를 통한 의견수렴을 기반으로, 기술·생태계·인력 관점에서 국내외 인공지능 반도체 동향을 분석하고, 우리나라의 현황을 진단함. 이를 토대로 국내 인공지능 반도체 산업에 대한 SWOT 분석을 실시하고, 산업발전을 위한 정책제언을 도출

정책제언 1

차세대 인공지능 반도체 특화 전략 수립

- 뉴로모픽·PIM 등 차세대 인공지능 반도체 개발 로드맵 및 목표 달성 전략 수립
- 차세대지능형반도체사업·PIM 사업 등 대형 R&D 사업의 세부 연구 성과 연계·활용을 통한 시너지 강화
- 타겟팅 이어달리기 기술개발이 가능한 Push(과학→산업) & Pull(산업→과학) 전략 수립 및 협력 R&D 수행

정책제언 2

인공지능 반도체 산업생태계 고도화

- AI반도체 관련 기업의 성장단계별(창업기·성장기·성숙기) 맞춤형 기업 지원
- UAM·자율운행 선박 등 미래 수요 발굴 및 개발 단계부터 미래 수요 기업과 협력하는 시장선점 전략 마련
- 대형 사업(예타 등)의 소자·설계·공정 분야 사업성과와 연계, 시험·검증 단계부터 양산까지 기술 상용화 전주기 지원

정책제언 3

차세대 전문인력 육성

- 기업·대학·공공연립 특화된 전문성을 활용, 산·학·연 공동으로 인재를 육성하는 교육동맹(E-Alliance) 체제 구축 및 운영
- 반도체 아카데미 내 공공연의 역할을 신설, 인력양성의 주요 축으로 활용
- AI반도체의 유형별·단계별 커리큘럼 특성화
- 반도체 기업의 실무인력 외 차세대 R&D, 테크니션 등 기술 난이도별 균형 있는 인재육성

✓ (정의) 학습·추론 등 AI서비스 구현에 필요한 대규모 연산을 고성능, 低전력으로 실행하는 반도체¹⁾

- (범위) GPU에서 진화한 NPU, 뉴로모픽 뿐만 아니라 기억(메모리)·연산(프로세서) 기능을 통합한 PIM (Processing-In-Memory) 기술 등 포괄
- (핵심요소) ①저전력 신소자를 기반으로 ②고집적·AI최적화 설계를 통해 ③원자 수준의 미세공정화가 중요¹⁾

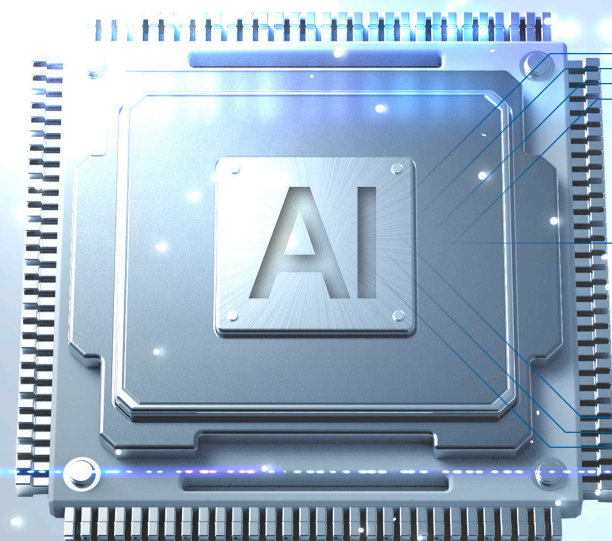
1) 관계부처 합동('20.10), "인공지능 반도체 산업 발전전략(시스템반도체 비전과 전략 2.0)"

✓ (전망) 인공지능·데이터 생태계, 자율주행·메타버스·바이오헬스 등 미래 국가 경쟁력 확보의 필수 요소

- 서버·클라우드 등 후방산업부터 가전·모바일·자동차 등 전방산업까지 산업 전반을 견인하는 요소 기술로 성장 전망



글로벌 시장형성 초기로, “시장선점” + “주도권 확보”가 중요



✓ 주요국 정책 동향²⁾

- (미국) 방위고등연구계획국(DARPA)을 통해 AI 시스템을 위한 소형·고대역·고효율 나노광자 기술 개발 착수('18.9~)
- (유럽) Horizon 2020 프로그램을 통해 뉴로모픽 컴퓨팅 기술·HW개발과 함께, 고성능·저전력 프로세스 로드맵 수립·이행 중('18.12~)
- (대만) 세계 최고 반도체 공정 인프라를 인공지능 반도체 영역으로 확장, TSMC를 필두로 글로벌 인공지능 반도체 생산기지 역할 공고화 중
- (일본) 산업기술종합연구소(NEDO) 중심 고효율·고속처리 AI칩 차세대 컴퓨팅 기술 R&D 추진과 함께, 인공지능 반도체 설계거점 센터 운영('18~)
- (중국) 주요기업 AI 기술혁신으로 시장 확대와 함께 정부 육성지원 중

인공지능 반도체 시장 선점을 위한 주요국 정책지원 및 투자경쟁 지속



✓ 국내 정책 동향과 시사점

- 정부도 세계 최고 AI기술의 축적과 산업적 활용을 위해, 인공지능 반도체 전략, 종합 반도체 전략 등을 통해 인공지능 반도체 육성 추진
- 「인공지능 반도체 산업 발전전략('20.10)」을 필두로, 기술·인력·생태계 등 지원 본격화*
 - * NPU·PIM 기술 등에 1.4조 원 투자(~'29), 특성화 대학 등을 통한 고급인력 7,000명 육성(~'27), 스타트업~중견기업 대상 스타트업스('22~) 선정 등을 추진 중
- 최근 인공지능 반도체를 국정과제('22.5)*에 포함, 「인공지능 반도체 산업 성장 지원대책('22.6)」 등을 발표하며, 기업의 경쟁력 강화 등을 지원 중
 - * “디지털 경제 패권국가 실현(국정과제 77)” 내 인공지능 반도체 육성 과제 포함

2) IITP('21.7), “인공지능 반도체, 미래성장동력을 넘어 국가안보의 핵심기술로 부상”

3) 과학기술정보통신부('18.2), “제4차 과학기술기본계획(2018~2022)”

4) 과학기술정보통신부·과학기술정책연구원·한국과학기술원('20.10), “대한민국 과학기술 미래전략 2045”

5) 제20대 대통령직인수위원회('22.5), “윤석열정부 110대 국정과제”

6) 관계부처 합동('22.7) “반도체 초강대국 달성전략”

7) 관계부처 합동('20.10), “인공지능 반도체 산업 발전전략(시스템반도체 비전과 전략 2.0)”

8) 관계부처 합동('21.5), “종합 반도체 강국 실현을 위한 K-반도체 전략”

9) 과학기술정보통신부('22.6), “인공지능 반도체 산업 성장 지원대책”

국정과제 및 과학기술 정책 주요 내용	시사점
제4차 과학기술 기본계획³⁾ ('18.2) - 반도체 등 첨단기술 산업 분야 국가경쟁력 강화 및 성장동력화 추진 - 상기 성장동력 산업화를 위한 패키지형 지원 강화	- 반도체를 국가 성장동력으로 지속적 인식 - R&D 단계 이후, 표준·인증, 특허, 실증, 금융, 세제 등 종합적 산업화 정책지원 기조 마련
대한민국 과학기술 미래전략 2045⁴⁾ ('20.10) - 금융거래·심사, 자율주행, 의료 등 산업과 사회 각 분야에서 인공지능과 인류의 유기적 관계 강조 - 인공지능의 지적 능력 향상을 위해 인공지능 반도체 등 HW 고도화 필요(단기: NPU·PIM, 장기: 양자 등)	- 미래수요→AI 기술→AI 구현용 HW (인공지능 반도체 등) 도출로 미래 수요로부터 인공지능 반도체 필요성 제시 - 인류의 삶을 근본적으로 변화시킬 범용기술로서 AI를 주목, 인공지능 반도체를 필수 요소기술로 포함
정부 110대 국정과제⁵⁾ ('22.5) [미래전략산업 초격차 확보(국정과제 24)] - 반도체, 배터리, 디스플레이 등 전략산업 생태계·R&D·국제협력 등 종합 지원 - 반도체 특성화 대학 지정, 계약학과, 산학연계 프로그램 등 인재 양성 생태계 구축 [디지털 경제 패권국가 실현(국정과제 77)] - 초일류 인공지능 국가를 목표로 최고 수준의 인공지능 기술 확보 - 상기 목표달성을 위해 인공지능의 핵심 두뇌인 인공지능 반도체 육성 추진	- 제4차 과학기술 기본계획의 기조에 따라 기술개발 뿐 아니라, 실증·세제·시장조성 등 생태계 육성을 위한 패키지형 종합 지원 기조 유지 - 대학과 기업을 중심으로 인공지능 반도체 인력양성 생태계 강화 예상 - 세계 최고 수준의 인공지능 기술 확보를 위해 세계 최고 수준의 인공지능 반도체 육성 병행 예정 - 인공지능 반도체 육성 결과의 시기술·제품·서비스와 연계·활용 중요
반도체 초강대국 달성전략⁶⁾ ('22.7) - 글로벌 공급망 내 핵심 생산기지 위상 확립 및 반도체 산업 혁신 선도국 도약을 통해 반도체 초강대국 달성 ①기업투자 총력 지원, ②민관이 합심한 인력양성, ③시스템반도체 선도기술 확보, ④견고한 소부장 생태계 구축 추진	- 공급망과 경제안보 관점에서 반도체의 중요성에 주목, 인공지능 반도체 관련 정책 역시 지속적인 강화 - 시스템반도체의 핵심 기술로 인공지능 반도체 R&D를 강화하는 동시에 관련 인력·생태계 육성

인공지능 반도체 관련 정책 주요 내용	시사점
인공지능 반도체 산업 발전전략⁷⁾ ('20.10) - 퍼스트무버형 혁신기술·인재 육성을 위해 ①세계 최고 기술력 도전, ②기술·사업화 장벽 해소, ③차세대 전문인재 양성 추진 - 혁신성장형 산업 생태계 조성을 위해 ①민간·공공 수요 마중물 창출, ②연대·협력의 밸류체인 구축, ③기업 성장 인프라 강화 추진	- 인공지능 반도체에 특화된 최초의 정책으로 선도국 대비 정책수립 시점은 1~2년 늦으나, 기술·인력·생태계 측면에서 체계적 정부지원 착수 - 특히 수요-공급 연계, 설계역량 지원 등을 통해 선도 팹리스 등의 신속한 성장과 제품출시 등의 결과로 이어져 생태계 조기 활성화에 기여
K-반도체 전략⁸⁾ ('21.5) 2030년 세계 최고의 반도체 공급망 구축을 위해 ①K-반도체 벨트 조성, ②인프라 지원 확대, ③반도체 성장기반 강화, ④반도체 위기대응력 제고 추진 - 인공지능 반도체 관련, ①팹리스 설계지원 강화, ②특화 대학(원) 육성, ③기술개발·수요연계 실증 포함	- 글로벌 반도체 공급망 위기대응과 신성장동력으로서 반도체 산업 육성을 위한 클러스터 조성, 인프라 지원 등 반도체 종합전략 수립 - 인공지능 반도체 산업 발전전략 내 일부 내용 재반영으로 정책 이행 의지 재확인
인공지능 반도체 산업 성장 지원대책⁹⁾ ('22.6) 인공지능 반도체 시장선점 및 강국 도약을 위해 ①초격차 기술력 확보, ②초기 시장수요 창출, ③산·학·연 협력 생태계 조성, ④전문인력 양성 추진	산·학·연 오피니언 리더의 인공지능 반도체 최고위 전략대화 신설을 통한 신속한 정책수요 반영 채널 공식화 및 산·학·연 협력 생태계 강화

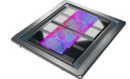
✓ (AI SW기술) 인공지능 반도체 중 서버 중심 서비스를 위한 SW 기술로 NPU, GPU 등이 대표적인 사례

- 해외 선도기업 중심으로 상용화 단계 진입, 성능과 전력효율은 향상되었으나, 기업간 기술격차는 크지 않은 상황

* 인공지능 반도체는 데이터 응용·서버 운영에 필수적으로 현재 엔비디아·구글·테슬라·마이크로소프트·아마존 등 글로벌 기업은 대규모 투자를 진행 중¹⁰⁾

* 국내 기업도 사피온사 X220 출시('20.11) 후 퓨리오사AI, 리벨리온 등에서 상용화(예정)

- 국내기업은 이미지 분류 속도나 자연어 인식과 처리 등에서 ①특화된 성능에 차별화, ②생태계 다양성·지속가능성 측면 고도화 요구

구분	기업 및 제품 특징	목적 및 제품형태
해외기업	• (NVIDIA) 데이터센터, 영상처리, 서버 기반 자연어처리 등 분야 글로벌 리더로 시장 既先점 * (H100) 120TFPLS/700W 성능으로 기존 자사 A100 대비 30배 빠른 반도체 출시 예정('22. 3Q)	데이터센터 (학습+추론) 〈H100〉  * (출처) NVIDIA
	• (Intel) Habana Labs를 인수('19), 학습/추론용 인공지능 반도체를 개발하고, 자사 데이터 센터 제품과 연계 * (Gaudi2) NVIDIA A100 대비 2배 높은 자연어처리 학습 성능을 가진 학습용 제품 출시('22.5)	데이터센터 컴퓨터비전 등 (학습) 〈Gaudi2〉  * (출처) Intel(Habana)
	• (AMD) CDNA2 방식 고유 GPU 구조를 탑재한 MI250 시리즈 AI가속기 출시('21.11) * (MI250) 383TFLOPS/500~600W 성능으로 NVIDIA A100 대비 약 2.4배 빠른 OpenMM 벤치마크 기록	데이터센터 (학습) 〈MI250〉  * (출처) AMD
국내기업	• (사피온) '17년에 설립, SK하이닉스, SKT 등 SK ICT 연합이 설립한 인공지능 반도체 전문 기업 * (X220) 6.7KFPS/60W 수준의 첫 AI칩 출시('20.11), SK 텔레콤의 자체 데이터센터에 적용 중	데이터센터 (추론) 〈X220〉  * (출처) SKTelecom
	• (퓨리오사AI) '17년 설립, 고성능 인공지능 반도체에 필요한 HW /SW를 설계·개발 중 * (Warboy) A100 대비 약 4배 수준의 전력 대비 성능(64TOPS /40~ 60W)을 기록, 출시 예정('22.4Q)	데이터센터 컴퓨터비전 등 (추론) 〈Warboy〉  * (출처) 퓨리오사AI
	• (리벨리온) '20년 설립, 금융거래 특화칩 '아이온(ASIC)' 출시 예정 ('22. 下), 데이터센터용 '아톰' 개발 중 * (ION) 인텔 Goya 대비 30% 이상 빠르고, 전력효율이 2배 이상으로 JP모건 등과 구매협의 중	금융거래 등 (추론) 〈ION〉  * (출처) 리벨리온

* 과기부, KISTEP, IITP('22.6.), "과학기술&ICT 정책·기술 동향", 각 사 홈페이지 등 참고

10) IITP('21.7), "인공지능 반도체, 미래성장동력을 넘어 국가안보의 핵심기술로 부상"

✓ (AI HW기술) 현재 활발히 기술개발이 진행 중인 영역이며, 소형화·고전력효율·고성능의 장점으로 뉴로모픽 등 On-chip HW 기술은 향후 의료, 제조, 미래차 등 다양한 응용 분야에 적용 전망

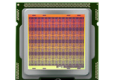
- 뉴로모픽 칩은 현재 정형화된 학습방법이 부재한 상황에서 인간의 뇌와 유사한 학습방법은 일부 적용해 상용화 가능성을 확인하는 단계

* IBM(TrueNorth), 인텔(Loihi) 등이 개발했으나, 상용화까지 많은 기간 소요 전망

** 국내는 KETI 중심 학습방법·신경망 구조 원천연구가 진행 중으로 헬스케어, 건물 모니터링 등 응용 분야에서 활용 가능성 확보

- ①응용분야별 특화된 칩 개발과 ②개발전략 구체화 필요

* AI HW 기술은 다품종 소량생산에 적합, 중소·중견기업의 특화칩 개발 지원 필요

구분	기업 및 제품 특징	제품형태
해외기업	• (IBM) 방위고등연구계획국(DARPA) 주도 인공지능 프로젝트에 참여해, 인간 신경망을 모방한 TrueNorth 개발 성공('14.8) * (TrueNorth) 54억개 트랜지스터를 내장한 4,096개의 프로세서로 구성, 기존 마이크로프로세서 대비 1/10,000 전력 소모 • (Intel) 인간의 지도를 통한 학습 대신, 실시간 유입정보를 스스로 학습하는 뉴로모픽 반도체 Loihi 개발('17) * (Loihi) 128개의 코어 내 13만 개의 뉴런과 1억 3,000만 개의 시냅스로 구성, 집적도는 14nm 수준	〈TrueNorth〉  * (출처) IBM 〈Loihi〉  * (출처) Intel

* KISTEP(2019) 기술동향브리프, "인공지능(반도체)", 각 사 홈페이지 참고

✓ (범용 인공지능 반도체) 메모리 내 AI에 필요한 연산기능을 융합, 메모리에서 병렬 연산이 가능한 기술로, PIM(Processor-In-Memory)이 대표 사례

- 해외에서는 Graphcore·Upmem 등이 서버용 PIM 솔루션을 사업화 중이며, 국내의 경우 삼성·SK하이닉스가 최근 제품 개발 완료¹¹⁾

- 메모리로서 동작시킬 수 있는 SW 기술이 핵심으로, ①중소·중견기업의 SW 기술개발 지원과 ②R&D 성과간 연계·활용 필요

✓ (학습 DB 확보·처리) 인공지능 반도체·시스템을 위한 다양한 분야·조건인 학습 DB를 생성~처리하는 기술로, DB 해석·라벨링 등을 위해 응용분야별 전문가의 도움이 필요

- 자사 DB를 갖춘 선도기업(구글 등)에 기술이 종속, R&D 투자 중요

✓ (응용분야별 검증기술) 학습된 인공지능 반도체를 실환경에서 시험·검증하는 기술 및 인프라로, 현재 관련 기술과 인프라가 부재한 상황

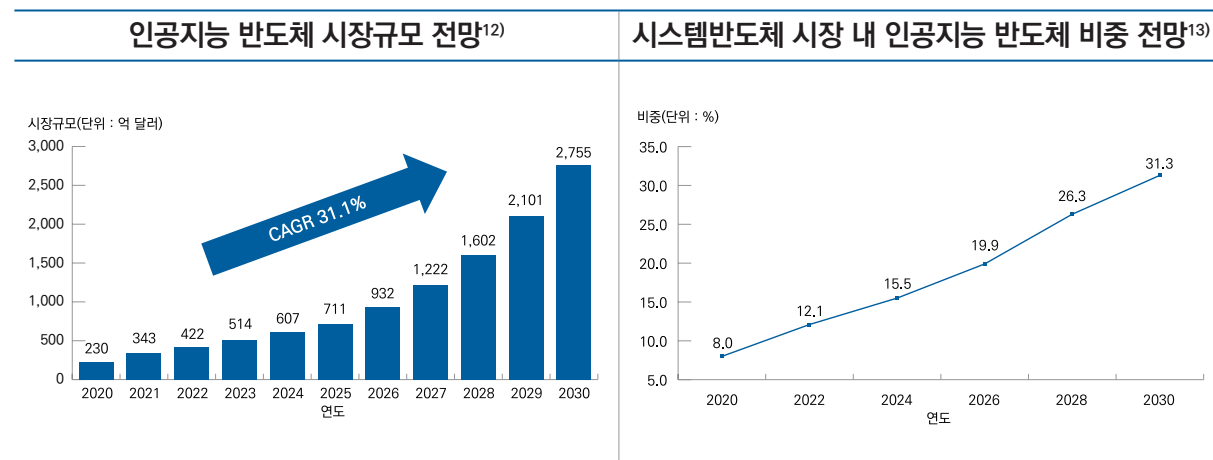
- 산업별 특화된 검증시스템·절차의 규격화와 관련 R&D 강화 필요

11) ZDNet('22.6.14), "삼성·SK하이닉스, 저장·연산 동시 처리 PIM 앞다퉈 선보여"

- ✓ 인공지능 반도체 시장은 422억 달러('22)에서 711억 달러('25) 규모로 향후 3년간 68.5% 성장할 것으로 전망

■ 시스템반도체 전체 시장 내 인공지능 반도체 비중 역시 12.1%('22)에서 31.3%('30)로 성장 → 향후 시스템반도체의 약 1/3 차지 예상

인공지능 반도체 “시장규모”와 시스템반도체 내 “시장비중” 모두 지속 확대 전망

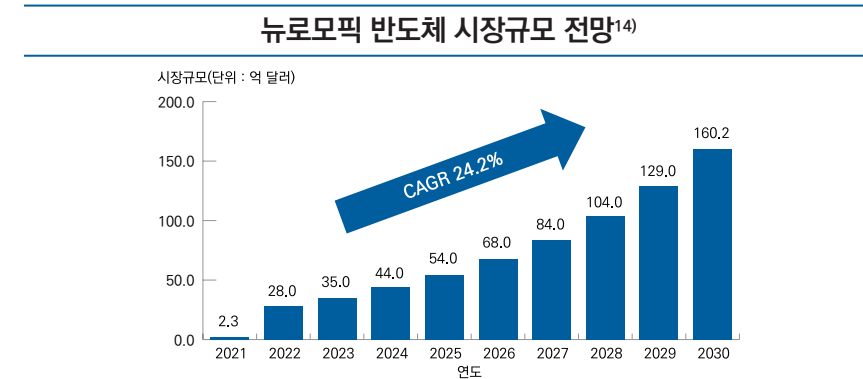


12) Gartner(2021; 과기부·KISTEP·IITP, 2022에서 재인용)를 KETI 재구성 * '26~'30년 수치는 '19~'25 연평균성장률 기반 추정

13) 관계부처 합동('20.10), “인공지능 반도체 산업 발전전략(시스템반도체 비전과 전략 2.0)”

- ✓ 현재 저전력·고효율 ASIC 중심 시장이 성장 중이며, 향후 뉴로모픽 기술 상용화에 따라 관련 시장 역시 성장 예상

* (뉴로모픽 반도체 시장) 28억 달러('22) → 160억 달러('30)로 5.7배 성장 전망



- 현재 데이터센터 등 서버에 활용되는 학습용 비중이 높지만, 향후 자동차, 스마트폰 등 디바이스에 탑재되는 추론용 비중 확대 전망¹⁵⁾

- 국내는 정책지원에 힘입어 팹리스-수요기업간 연계가 활성화 중이나, 향후 “해외” + “미래” 시장(UAM, 자율선박 등) 선점 노력 강화 필요

* (퓨리오사AI-카카오) 교통·금융·물류·의료 등 AI서비스 모델 창출 협력 중¹⁶⁾

(사피온-CAST.ERA) X220 칩을 TV방송 장비에 공급, AI기반 고해상도 전환에 활용¹⁷⁾

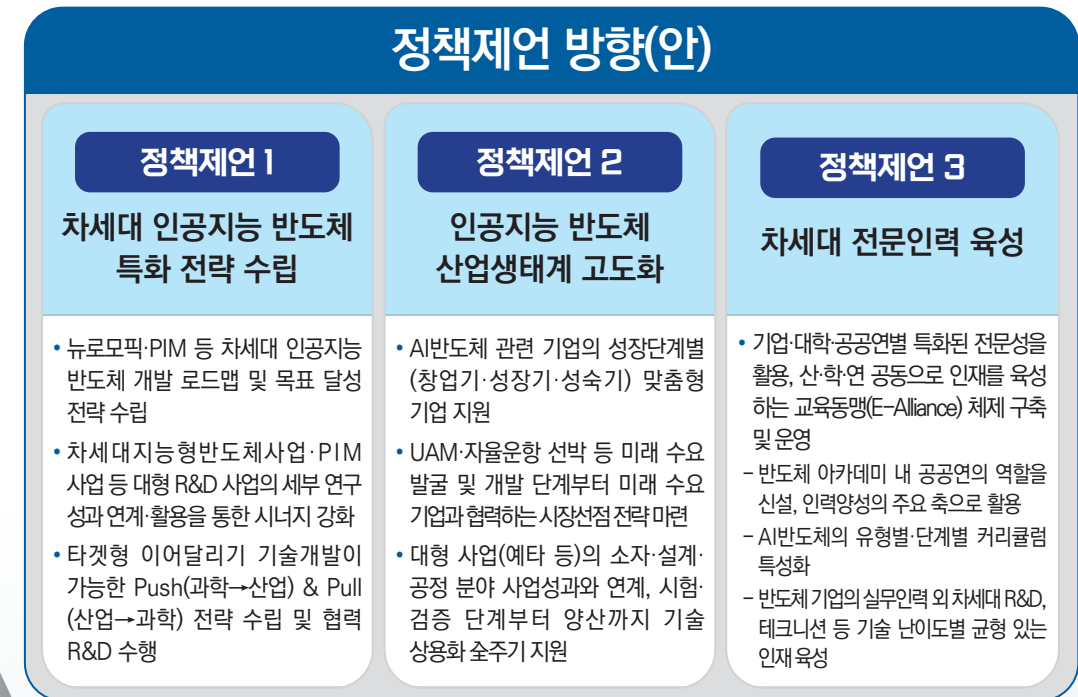
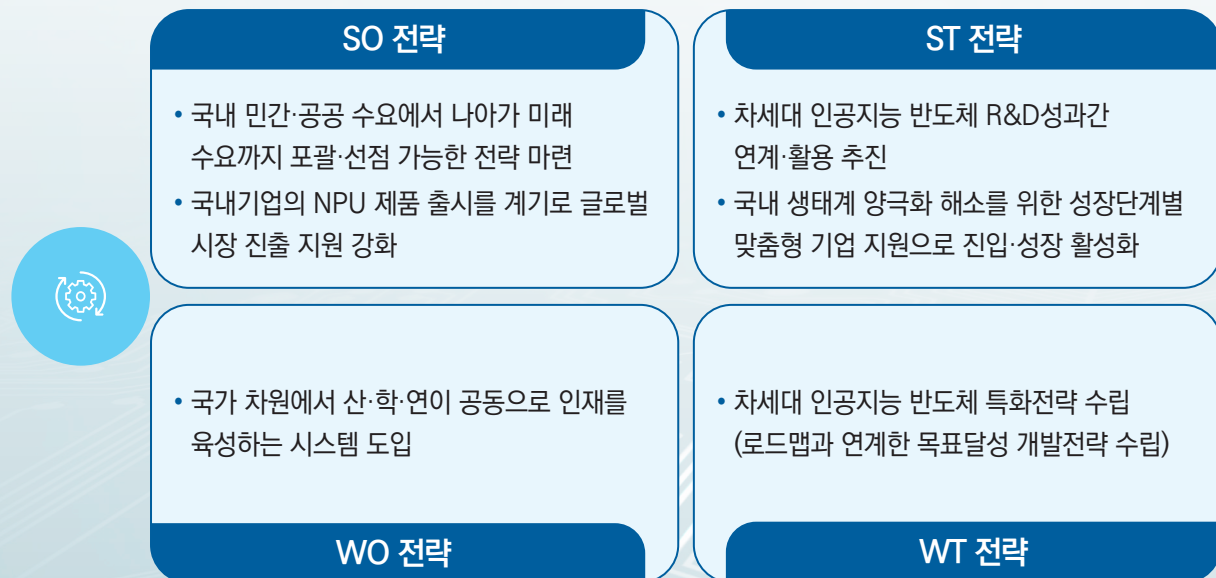
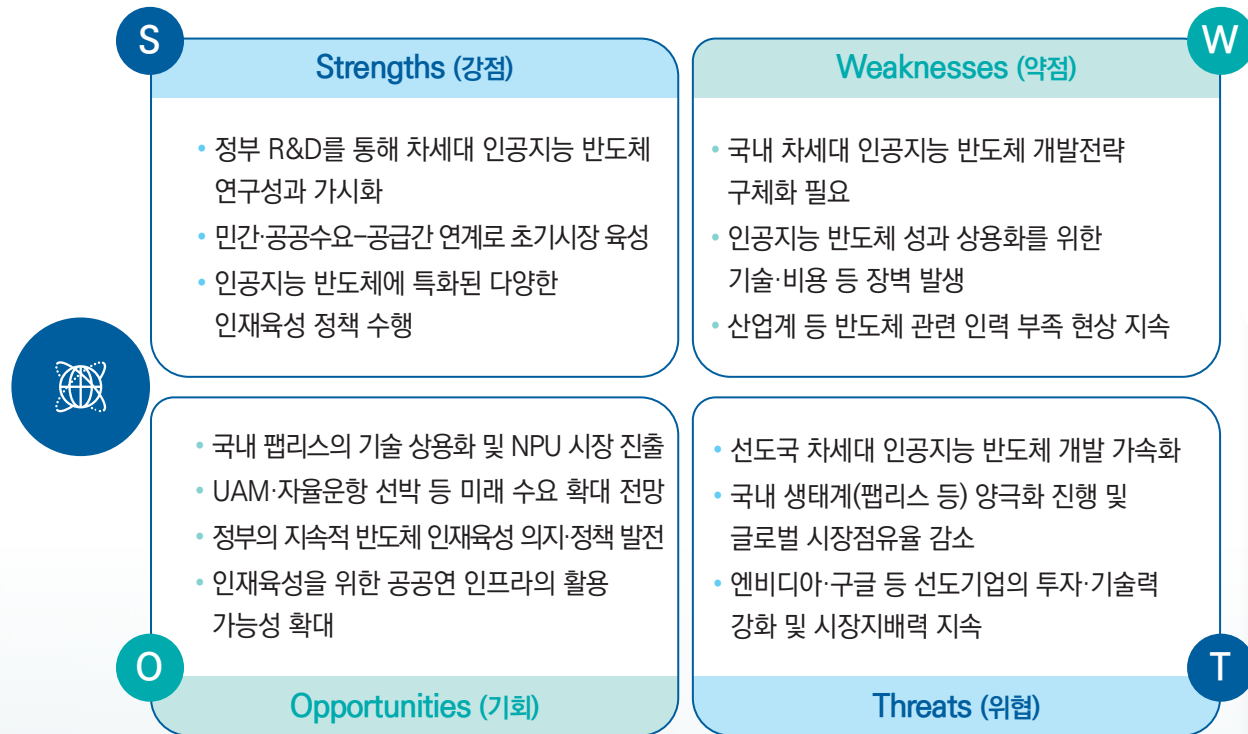
14) Research and Market(2021; 오철, 2022에서 재인용)을 KETI 재구성 * '28~'30년은 '21~'27 연평균성장률 기반 추정

15) 과기부·KISTEP·IITP('22.6), “과학기술&ICT 정책·기술 동향”

16) 이타임스('22.3.10), “퓨리오사AI, 카카오엔터프라이즈 손잡고 메타버스·초거대AI 구축한다”

17) 코딩월드뉴스('22.4.28), “사피온, 캐스트닷에라와 협력해 AI 반도체 'X220' 적용... 美 디지털 방송 시장 공략”





1 차세대 인공지능 반도체 특화 전략 수립

1 차세대 인공지능 반도체 개발전략 및 로드맵 수립

- ✓ 정부는 '20년 10월, '29년까지 세계 최고 기술 달성을 목표로, 뉴로모픽·PIM 등 차세대 인공지능 반도체 개발전략을 발표¹⁸⁾

* (예) 혁신적 NPU 독자 기술 확보(~'24), 뉴로모픽 등 초격차 기술 확보(~'29)

- ▣ 이와 관련, 중장기 정부 R&D의 일환으로 추진된 차세대지능형반도체사업 예타 결과에서는 ①대규모 R&D 사업 성공을 위한 체계적인 목표달성 전략에 대한 필요성 및 ②경쟁국 등의 환경변화에 대한 대응방안 마련이 요구됨을 지적¹⁸⁾

- ✓ 따라서, 대내외 환경변화에 따른 유연한 실행·피드백이 가능한 개발전략/로드맵 수립이 필요

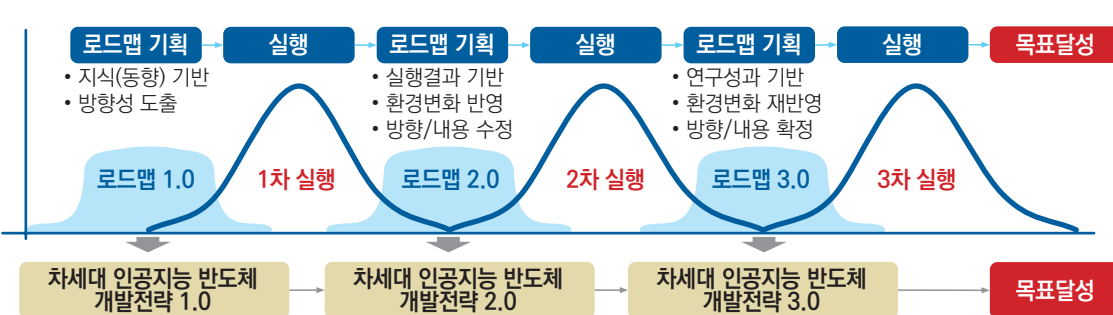
- ▣ 사업현황* 및 장애요인 분석, 선도국 동향을 기반으로, 유연한 목표·사업내용 수정계획 등을 포함한 개발 방향 조정 및 점진적 로드맵 수립

* (특허현황) 한국은 인공지능 반도체 특허건수 세계 3위이나, 핵심기술 보유비중 및 특허 인용 영향력 모두 경쟁국 대비 하위권 수준¹⁹⁾

◎ 로드맵·전략의 유연한 진화를 위한 Rolling Plan 수립 및 실행

- ▣ (1.0) 동향·의견수렴 등 지식 기반 1차 로드맵·전략 수립 → (2.0) 사업현황·환경변화 반영 및 보정 → (3.0) 목표달성을 위한 최종 전략 확정 및 이행

차세대 인공지능 반도체 개발전략 및 로드맵 수립(예시)



18) 관계부처 합동('20.10), "인공지능 반도체 산업 발전전략(시스템반도체 비전과 전략 2.0)"

19) 동아일보('22.2.24), "한국 Si반도체 특허 알고보면 '속빈 강정'...KAIST-클래리베이트, 첫 대규모 분석"

2 R&D 성과 연계·활용을 통한 목표달성 및 시너지 강화

- ✓ 차세대지능형반도체사업*은 올해 착수 3년차로, 1차년도('20) 착수 사업들의 종료 시기가 도래함에 따라 R&D 성과 도출이 시작됨

* (개요) 산업부·과기부 공동으로 차세대 지능형 반도체 핵심기술 확보를 목표로 소자·설계·공정·장비 분야 기술을 개발(1조 96억 원 규모/'20~'29)

** (성과) 정부는 차량용 반도체, 초저전력 엣지용 딥러닝 프로세서 기술, 자동광학 검사 장비 등 차세대지능형 반도체사업의 주요 성과 공개²⁰⁾

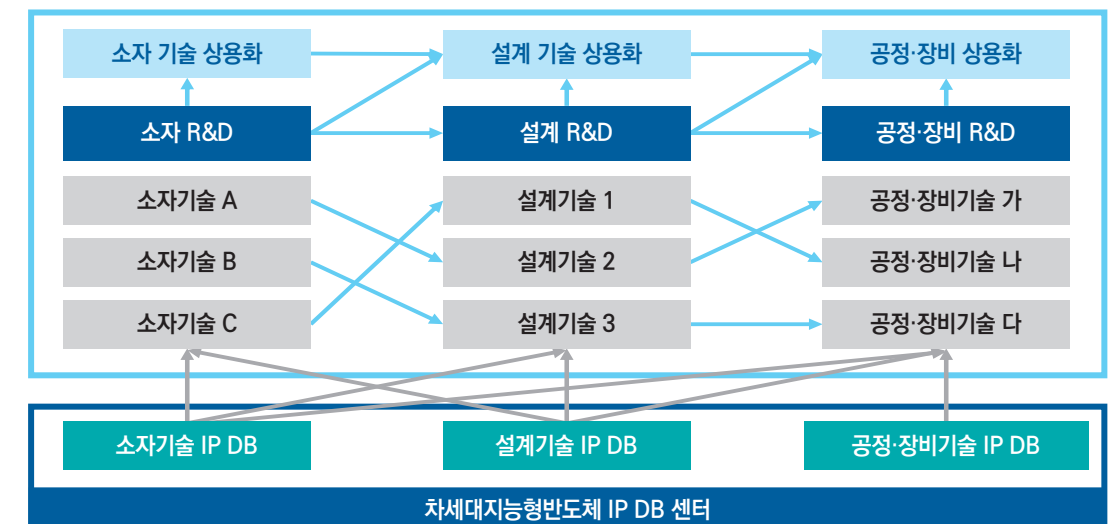
- ▣ 동 사업의 예타조사시, 전문가들은 사업에서 도출된 R&D 성과를 유기적으로 연계, 활용할 필요성이 있다고 지적²¹⁾

- ✓ 따라서, 본 연구는 상기 사업에서 도출된 소자 - 설계 - 공정·장비의 세부 성과들을 연계해 활용하는 전략을 수립할 것을 제안

◎ ①기술분야별 과제 DB화 + 기술분야별 IP DB 센터 구축 → ②유관 기술 매핑 → ③사업 성과·상용화 기술간 연계 전략 도출

- ▣ (IP DB 센터) 연구결과 중 인공지능 반도체 설계 등에 활용 가능한 IP(DDR 컨트롤러, NPU 등) DB 센터 구축 → 他사업 활용을 통한 결과물 확산·상용화 기간 단축

차세대지능형반도체사업 성과 연계·활용 전략(안)



20) 관계부처 합동('21.11), "BIG3 산업별 중점 추진과제"

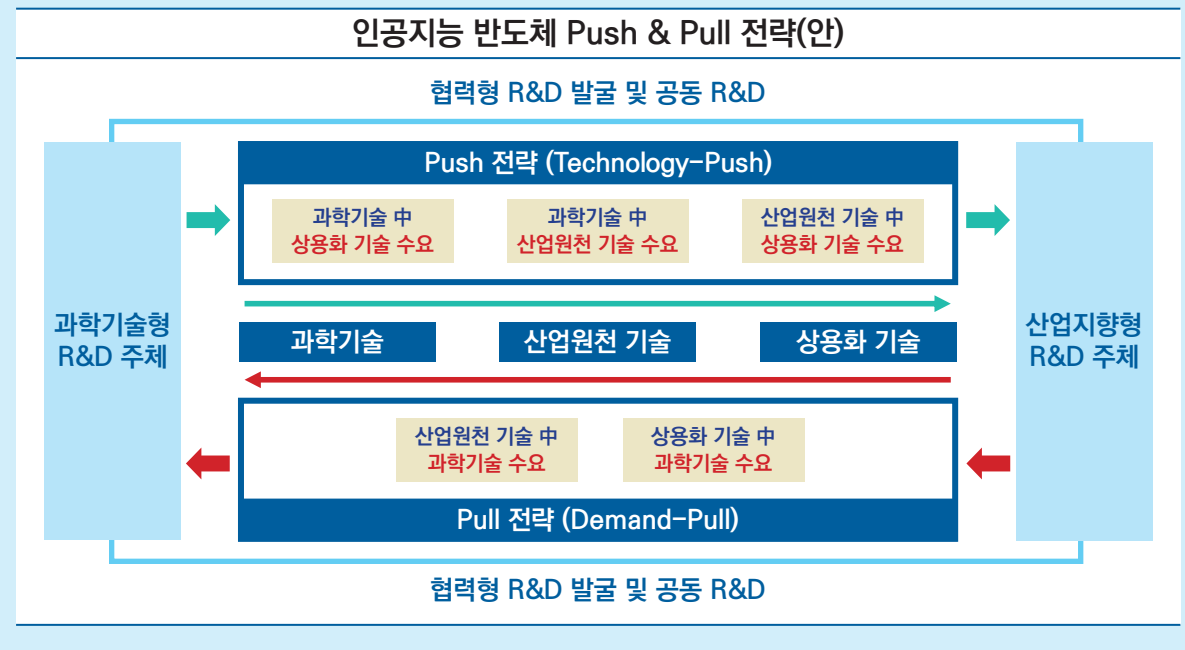
21) KISTEP('19.6), "차세대지능형반도체 기술개발사업 예비타당성조사 보고서"

3 부처 간 특성을 고려한 이어달리기형 R&D 전략 수립

- ✓ 차세대지능형반도체사업 및 PIM 반도체 개발사업 등 다부처 R&D 사업의 경우, 과학 기술과 산업원천기술 및 상용화 기술개발을 목표로 진행 중
 - ▣ 사업단을 통해 각 부처 사업을 통합 관리하고 있으나, ①과학기술, ②산업원천 기술, ③상용화 기술이 각각 병렬형으로 운영되어 기술 연계에 한계
- ✓ 본 연구는 이와 관련, 타겟형 이어달리기 기술개발이 가능한 전문 데이터 센터를 구축 하고, 이를 기반으로 과학기술 - 산업원천 기술 - 상용화 기술의 연계성을 높일 수 있는 Push(과학→산업) & Pull(산업→과학) 전략을 제안
 - ▣ 이를 통해, 상용화 적용을 검토한 원천기술과 상용화 과정에서 해결이 필요한 산업 원천기술의 수요를 파악해 협력형 R&D 발굴/추진

◎ ①산업지향형·과학기술형 과제 DB화(전문 데이터 센터) ②DB 활용, “산업계 → 과학기술계” 및 “과학기술계 → 산업계” 기술수요 발굴, ③타겟형 이어달리기 R&D 수요 발굴 및 협력 전략 수립

- ▣ (Push 전략) ①과학기술 중 산업원천·상용화 기술수요, ②산업원천 기술 중 상용화 기술수요 → 산업지향형 R&D 주체와 공동 R&D 수행
- ▣ (Pull 전략) 산업원천·상용화 기술 중 과학기술 수요 → 과학기술형 R&D 주체와 공동 R&D 수행



2 인공지능 반도체 산업생태계 고도화

1 지속가능한 생태계를 위한 성장단계별 기업지원

- ✓ 정부는 「인공지능 반도체 산업 발전전략(20.10)」 등을 통해, 딥엑스, 오픈엠티테크놀로지 등 국내 인공지능 반도체 관련 기업을 육성·지원 중

* (예) (팹리스) 딥엑스社 - 초저전력 엠티용 딥러닝 프로세서 기술개발 지원(20~)²²⁾
 (IP회사) 오픈엠티社 - 자율주행 인공지능 반도체 IP플랫폼 확보 지원(22~)²³⁾
 (장비·공정) 이에스티社 - 반도체 공정 내 플라즈마 부품 국산화 지원(20~)²⁴⁾

- ✓ 그러나 중국의 팹리스가 1,698개(18) → 2,810개(21)로 성장하는 동안, 국내 팹리스는 150여 개(18) → 120여 개(21)로 감소하는 등 팹리스를 포함한 생태계 전반은 여전히 취약한 것으로 드러남^{25) 26)}

* '11년부터 '20년까지 국내 상위 팹리스 10개社 중 LX세미콘(1위, 385%)을 제외한 9개社의 매출액 성장률은 76%로 글로벌 팹리스 매출액 성장률(125%)의 60% 수준^{27) 28)}

- ✓ 지속가능한 생태계 조성을 위해 ①창업 활성화 및 스타트업 지원과 ②기술/상용화 지원을 통한 제품 사업화 기반조성, ③글로벌 시장 진출을 위한 수출/마케팅 지원 등 맞춤형 지원*을 통해 생태계 고도화

* 시스템반도체설계지원센터를 통해 맞춤형 지원 중이나, 성숙기 단계로 갈수록 정보제공·컨설팅 등 간접지원 성격이 강해 성장 단계별 지원 전략 특화 필요



22) 헬로디디(20.4), “‘무주공산’ AI 반도체 시장, 韓 드림팀 선점 나선다”
 23) 서울경제(22.4), “오픈엠티, 자율주행 인공지능 반도체 개발 나선다... 과기부 국책과제 선정”
 24) 관계부처 합동(21.11), “BIG3 산업별 중점 추진과제”
 25) 한국경제(19.4), “중의 ‘비메모리 굴기’... 팹리스 스타트업에 수천억 뭉치듯 몰려”
 26) 조선경제(22.6), “美 첨단장비 제재에도... 급성장 반도체 기업 20곳중 19곳이 중국”
 27) 시사오늘(21.12), “반도체도 양극화... 죽어가는 팹리스 vs 훨훨 나는 삼성·SK”
 28) 전자공시시스템(22.8), “LX세미콘 사업보고서(2012.12)”, “LX세미콘 사업보고서(2021.12)”

◎ 기업의 성장단계별 맞춤형 지원으로 생태계 다양성·지속가능성 확보

- AI Chip·FPGA·IP Provider·Dataset 등 다양한 분야의 “창업~성숙” 단계 기업들을 대상으로 지속적인 성장 환경 조성
- (창업기) 기술성·시장성을 갖춘 스타트업 대상 One-Stop 창업지원 패키지 운영 (성장기) 시스템반도체상용화지원센터를 통한 기술·상용화 지원과 수요 연계 강화 (성숙기) 범부처 수출지원 프로그램과 연계한 통합 수출지원 플랫폼 구축·지원

인공지능 반도체 기업 성장단계별 맞춤형 지원(안)

창업기 창업기반 지원	성장기 기술·상용화 지원	성숙기 글로벌화 지원
- R&D·금융·세제 연계 - 기술성·시장성 향상 - 입주공간 및 시설 - 설계 및 검증환경 - 세미나·교육·컨설팅	- 시제품 제작 - 신뢰성 등 시험평가 - 첨단 검증 인프라 - IP 상용화 및 활용 - 민간·공공 수요 연계	- 해외 수요 분석·공유 - 수요기업 코디네이팅 - 해외 공동거점(공간 등) - 수출 보증 및 마케팅 - 기업공개

* 단계별 지원사항을 중심으로 중점 지원하되, 기업의 지원수요·상황에 따라 유연하게 운영



2 미래 수요를 고려한 수요-공급 연계 고도화

- 정부는 시스템반도체 융합얼라이언스 2.0을 구성해 ①산업 맞춤형 수요발굴, ②틈새수요 발굴, 보급형 NPU 개발·적용, ③수요기업-팹리스 공동 R&D 등을 진행 중²⁹⁾

- 산업별 특성에 특화된 인공지능 반도체는 설계~양산까지 통상 3~5년이 소요됨을 감안할 때, 미래 산업수요*에 적합한 반도체 개발/공급을 추진해 시장 선점 필요

* (예) ①현재 GPU를 이용하지만, 낮은 전력/성능비로 인해 향후 인공지능 반도체로 대체가 필요한 산업, ②미래에 인공지능 반도체 사용이 예상되는 新산업(UAM 등)

** (리벨리온社) 금융거래 시스템의 GPU 사용으로 인한 전력·성능의 비효율성에 착안, 금융 전용 인공지능 반도체 아이온을 개발 완료해('21), 고객사 실증 예정³⁰⁾

- 본 연구는 인공지능 반도체 개발 단계부터 미래 수요기업과 협력해, 공동 R&D기획 등을 지원하는 「시스템반도체 융합얼라이언스 3.0」로 확대 개편을 제안

* (2.0) “현재” 수요 중심 “6개 산업” 분야에 한정(자동차·IoT가전·바이오·에너지·로봇·서버)
(3.0) “현재+미래” 수요 중심 “쏠 산업” 분야 확대 운영

◎ 기존 「시스템반도체 융합얼라이언스 온라인 R&BD 플랫폼*」을 활용, “On-demand” 전략 → “Discover & Preoccupy” 전략으로 고도화

* 한국반도체산업협회 내 6대 주력산업의 수요기업과 공급기업, 연구(공공)기관 등의 “수요발굴 → 기술기획 → R&D 공동협력” 플랫폼(한국반도체산업협회, '21)

- (On-demand) 수요발생 시 대응 → (Discover & Preoccupy) 수요 개척해 선점
- 수요기업의 요청에 앞서 ①미래 산업수요* 발굴, ②국내외 수요규모, 스펙 등 先조사, ③R&BD 플랫폼 수요 Pool에 포함, ④매칭 등 연계

* (예) 자율운항 선박(아비커스 등), UAM(Joby Aviation 등), 금융(JP 모건 등)

시스템반도체 융합얼라이언스 3.0 확대 개편(안)



* 수요산업별 주관기관은 기존과 동일하게 공공연을 지정, 기술설명·과제발굴 등 지원

** 기존 2.0의 정보제공(기업·제품·기술 등), 금융지원 등의 역할 유지

29) 관계부처 합동('20.10), “인공지능 반도체 산업 발전전략(시스템반도체 비전과 전략 2.0)”

30) 한국경제('21.12.6), “세계 최고속 ‘AI 반도체’ 개발... 2년차 리벨리온, 인텔 꺾었다”

3 대형 예타사업과 연계한 상용화 지원 강화

✓ 일제로 차세대지능형반도체사업('20~'29)에서 도출되는 소자·설계·공정·장비 등 개발 성과는 향후 상용화로 연계될 전망

* (지능형반도체) 인공지능 서비스를 위한 1PFLOPS, 1mW급 지능형반도체 설계, 소자기술 및 응용 분야와 연계한 상용화 기술개발을 목표로 설정(KISTEP, '19.6)

** (차세대반도체) 국내 5대 주력산업과 연계한 시스템 반도체 설계 원천·상용화 기술, 차세대 반도체 소재·공정·장비·부품 개발을 목표로 설정(KISTEP, '19.6)

▶ 다만, 대다수의 중소기업/스타트업 등은 상용화에 필요한 전문장비·인력 확보 및 신뢰성 평가, 성능 검증, IP화 추진에 애로를 호소

* 인공지능 반도체 기업은 성공사례 창출을 위해 테스트베드·인프라 구축 필요성을 언급³¹⁾

✓ 퓨리오사AI(워보이, '22. 下), 딥엑스(DX-L2, '22. 下) 등은 NPU 제품을 출시 예정으로 선도 팹리스들은 기술개발 단계를 넘어 상용화 단계 진입 중

✓ 따라서, 본 연구는 ①국가 공용 핵심장비를 구축, ②산·학·연의 신뢰성 평가·IP화 등 시험·검증 서비스를 제공하고, ③메타버스 기반 개념검증 등 기업의 양산을 지원하는 상용화 지원 거점 구축을 제안

* 「K-반도체 전략('21.5)」 내 시스템반도체 상용화 지원센터 등과 연계

◎ 대형 예타사업의 소자·설계·공정 등의 분야에서 도출된 다양한 사업성과와 연계, 인공지능 반도체 관련 산·학·연의 시험·검증~양산 단계의 기술 상용화를 지원

시스템반도체 상용화 지원센터(안)

차세대지능형반도체사업(예) 사업성과 ²⁰⁾	시스템반도체 상용화 지원센터				
- 소자 분야(예: 고집적 뉴로모픽 반도체 기술²¹⁾) - 설계 분야(예: 차량용 NPU²²⁾) - 공정 분야(예: 반도체 공정 내 플라즈마 부품²³⁾) - 장비 분야(예: 반도체 오류 검출장비²⁴⁾)	<table> <tr> <th>시험·검증 지원</th><th>양산 지원</th></tr> <tr> <td> - AI 학습·검증 - 첨단 검증 장비 - 모듈 신뢰성 평가 - 양산성 평가 - 검증결과 컨설팅 </td><td> - 메타버스 기반 개념검증* - 양산 전략 수립 - 양산CAPA 확보 </td></tr> </table>	시험·검증 지원	양산 지원	- AI 학습·검증 - 첨단 검증 장비 - 모듈 신뢰성 평가 - 양산성 평가 - 검증결과 컨설팅	- 메타버스 기반 개념검증* - 양산 전략 수립 - 양산CAPA 확보
시험·검증 지원	양산 지원				
- AI 학습·검증 - 첨단 검증 장비 - 모듈 신뢰성 평가 - 양산성 평가 - 검증결과 컨설팅	- 메타버스 기반 개념검증* - 양산 전략 수립 - 양산CAPA 확보				

* 실공정·장비 구축 전 메타버스 환경에서 가상으로 구축 및 시뮬레이션 결과 기반 컨설팅 지원

31) 과학기술정보통신부 보도자료('22.5), "이종호 장관 첫 현장 행보, 인공지능 반도체 기업 방문"

32) 관계부처 합동('21.11), "BIG3 산업별 중점 추진과제"

33) 뉴런과 시냅스 특성을 모방한 소자 개발과 8인치 웨이퍼 상에 동시집적 가능한 뉴로모픽 반도체 기술(KAIST, '21)

34) 28nm 공정을 이용해 차량 통신용 반도체(VCP Model)과 상황예측형 NPU((주)텔레칩스, '21)

35) 10um 이하 미세 분말 코팅 부품인 Electrostatic Chuck 시작품((주)이에스티, '21)

36) 중성자에 의한 반도체 오작동(소프트에러)을 검출하는 평가시스템((주)큐알티·(주)유니테스트, '21)

3 차세대 전문인력 육성

1 공공연을 활용한 반도체 교육동맹(E-Alliance) 구축 및 유형별·개발 단계별·전문성 수준별 세분화 교육 실시

✓ 국내 반도체 전문인력 육성은 반도체 대기업과 연계를 통해 대학과 기업을 중심 축으로 진행 중

* 정부는 인공지능 반도체에 특화된 융합전문인력양성 전공, ITRC(대학ICT연구센터) 설립을 통해 석·박사급 전문인력 양성 중³⁷⁾

** 국내 반도체 기업과 연계한 대학 내 계약학과를 운영, 기업 현장 실무교육 등 "산·학 연계형 교육모델" 형성 중³⁷⁾

▶ 그러나, 관련 교수진들은 ①현재 대학 교육과정의 영역을 벗어나는 분야에 대한 맞춤형 교육에 한계, ②기술 난이도별 균형 있는 인력육성에 애로, ③대학 내 자원과 교수진 부족 등을 문제로 지적

① 차세대 반도체 R&D(소자 외) 관련, 현장에 즉시 투입이 가능한 역량을 갖춘 인력 육성에 한계

* (예) 대만은 정부지원으로 대학(CIC)과 기업(TSCM)이 협력, 최신 설계 Tool/SW를 통해 반도체 칩 제작(KETI, '22.6)

② 반도체 대기업 내에서도 고급 전문성을 갖춘 개발인력 뿐 아니라 현장 실무 및 자사 시스템의 계열사 협업·교육을 위한 인력까지 상·중·하 인력이 모두 필요(A사 시스템반도체 임원 인터뷰, KETI('22.6))

③ 반도체 인력양성을 위한 정원확대 관련, 대학은 공간·장비 부족(첨단 실습장비 포함), 교수진 부족, 반도체 설계 등에 필요한 최신 SW 지원 등을 인력육성의 제약조건으로 지목(반도체 인력양성 관련 대학 애로사항 조사, KETI('22.6))

〈참고〉반도체 인력양성 관련 대학 애로사항 조사* (국내 반도체 관련 학과 교수진 22명 응답, KETI('22.6))

구 분	애로사항
실습장비·SW	- 정원 확대에 따른 실습 기자재 및 장비, SW 부족 * 특히, 현재 대학은 소규모, 저가의 장비/SW 위주로 구축되어, 현업 수준의 실습에 애로 / 취업인력을 기업이 재교육하는 경우 빈번
공간(교육·실습)	정원 확대에 따른 분반 증가로 실험·실습·강의실 부족
교수진	- 대학(원)생의 정원확대와 연계한 교수진 부족 현상 심화 * 특히, SoC, 아날로그/Mixed 환경 등 고난도 설계를 위한 교수진 확보에 애로
전문분야	- 최신 기술 등 학과정원, 수강인원이 적은 세부 교과목 및 강의 유지에 애로 - 설계, 소자·공정 등 분야별 특화된 전문성 부재로 현업에서 추가 교육이 필요

* 반도체공학회 협조

37) 관계부처 합동('21.5), "종합 반도체 강국 실현을 위한 K-반도체 전략"

✓ 따라서, 본 연구는 기업, 대학 중심 반도체 인력양성 정책을 “산·학·연 교육동맹(E-Alliance)” 형태로 확대/개편해 연계, 교육할 것을 제안

* 예) “반도체 아카데미” 내 공공연의 역할을 신설, 교육동맹의 주요 축으로 활용하고 대학·연구소의 고경력 퇴직인력을 활용

■ 인공지능 반도체 유형별(NPU·뉴로모픽·PIM 등)·단계별(소자·설계·공정/장비 등) 커리큘럼을 특성화해, 산·학·연 전문 분야에 맞게 연계/육성

* 뉴로모픽, PIM 등 차세대 인공지능 반도체 응용/개발 연구는 공공연이 강점 보유

구분	NPU	뉴로모픽	PIM
소자	NPU·소자	뉴로모픽·소자	PIM·소자
설계	NPU·설계	뉴로모픽·설계	PIM·설계
공정/장비	NPU·공정/장비	뉴로모픽·공정/장비	PIM·공정/장비

■ 반도체 기업의 실무인력(난이도 중) 외에도, 차세대 R&D 인력(상), 협력사 기술지원 등을 위한 테크니션(하) 등 전문성·난이도에 따라 산·학·연이 역할분담

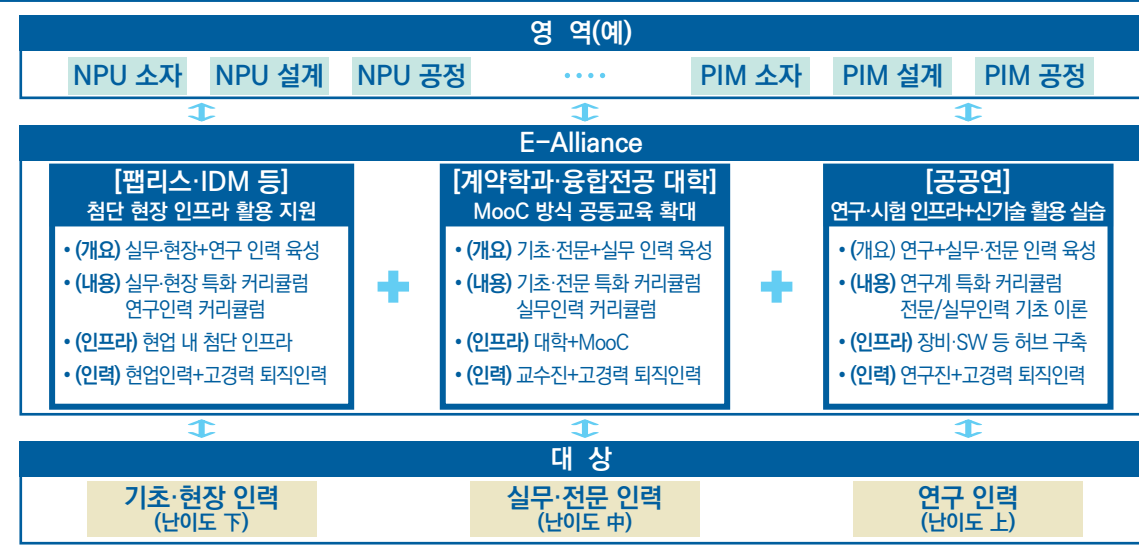
* 공정, 장비, 중간재 등 벤더와 협업하는 테크니션 인력 역시 육성 필요

◎ 기업, 대학, 공공연 고유 임무를 강화*하는 동시에 부족한 점을 상호 보완**하는 산·학·연 역할분담 + 공동 육성 시스템(E-Alliance) 도입

* (주체별 강점) 첨단 인프라(산) + 교육 인프라(학) + R&D경험·신기술 응용(연)

** (주체별 한계) 일제로, 학계는 부족한 실험·실습 공간, 기자재, SW, 연구분야별 특화된 전문성 등에 애로 호소 → 반도체 아카데미” 내 공공연 참여로 대학과 기업의 인력육성 워크로드를 분산

인공지능 반도체 산·학·연 교육동맹(E-Alliance) 체제(안)



한국전자기술연구원(KETI) 소개

○ 한국전자기술연구원은 전자 및 관련부품 산업의 기술혁신에 필요한 연구개발 수행과 중소기업의 첨단 전자기술 개발을 지원함으로써 전자산업의 국제경쟁력 제고에 기여하기 위한 목적으로 1991년 8월 설립된 전문생산기술연구소입니다.

○ 한국전자기술연구원은 ‘Unframed Perspective’라는 비전 하에 디지털 전환, 공급망 변화, 탄소중립 등에 대응한 핵심기술 개발과 애로기술 지원 등 우리나라 전자·IT 산업경쟁력 강화 및 기업지원에 앞장 서고 있습니다.

○ 자세한 정보는 공식 홈페이지(www.keti.re.kr)에서 확인가능합니다.

본 보고서는 한국전자기술연구원의 공식 입장이 아님을 밝힙니다.

KETI Issue Report

인공지능 반도체 산업 발전을 위한 정책제언

발행처 _ 한국전자기술연구원(KETI)

발행일 _ 2022. 8. 22.

발행인 _ 신희동 KETI 원장

작 성 _ 이규복 KETI 선임연구본부장

이영진 KETI 기술정책실장

정호진 KETI 기술정책실 선임연구원

자 문 _ 김동순 KETI 반도체·디스플레이연구본부장

황태호 KETI SoC플랫폼연구센터장

이성호 KETI 융합신호SoC연구센터장

협 조 _ 사단법인 반도체공학회

문의처 _ 한국전자기술연구원 기술정책실

(031-789-7121, hjjung@keti.re.kr)

디자인 _ 나모PLUS