

한국 메모리 및 시스템 반도체의 글로벌 경쟁력 분석

정형곤 세계지역연구1센터 선임연구위원 (hgjeong@kiep.go.kr, Tel: 044-414-1127)

차 례

1. 서론
2. 2024년 반도체 산업의 수출입 동향
3. 한국의 메모리 반도체 경쟁력 비교
4. 한국의 시스템 반도체 경쟁력 비교
5. 결론 및 정책적 시사점

주요 내용

- ▶ 치열한 글로벌 경쟁환경 속에서 한국의 반도체 산업은 기술·시장·공급망 측면에서 구조적 도전에 직면
 - 한국의 메모리 반도체 산업 경쟁력은 2018년을 정점으로 하락 중이며(그림 3과 그림 4 참고), 대중 수출 비중도 2018년 45.7%에서 2024년 31.7%로 감소
 - 글로벌 톱 10 반도체 기업들의 메모리 반도체 특허를 살펴볼 때 우리 기업들은 양적으로는 우위에 있는 반면 질적 측면에서 마이크론, 샌디스크 등 미국기업으로부터 기술적 우위를 위협당하는 상황(그림 6과 그림 7 참고)
 - 시스템 반도체 역시 우리 기업들의 특허 양은 많으나 애플, 퀄컴과 같은 글로벌 기업 대비 특허의 혁신 성과 영향력은 미흡(그림 11과 그림 12 참고)
- ▶ 반도체 산업은 국제적으로 미국 중심의 고급 반도체(AI, HPC) 공급망과 중국 중심의 범용 반도체 공급망으로 재편되고 있는데, 우리나라의 경우 기존의 중국 중심 공급망이 지정학적 리스크에 노출된 상황에서 미국, 일본과의 산업 내 분업은 상대적으로 미흡
 - 2024년 상품별 대중 수출 비중은 메모리 31%, 시스템 34%, 광개별소자 29%이고, 수입 비중은 메모리 72%, 시스템 9%, 광개별소자 26% 등으로 한·중 간 반도체 무역은 여전히 상호 공급망 연계성이 높은 상황
 - 반면 2024년 대미 수출 비중은 메모리 9.6%(DRAM은 22%), 시스템 2.8%, 광개별소자 17%이고, 수입 비중은 메모리 0.4%, 시스템 7%, 광개별소자 2.6%로 매우 미미하며, 한국은 메모리 수출이 주종이고 미국으로부터 시스템 반도체를 수입
 - 대일 수출 비중은 메모리 0.6%, 시스템 0.6%, 광개별소자 5.5%이고, 수입 비중은 메모리 0.2%, 시스템 14.6%, 광개별소자 34%로, 일본은 메모리 반도체 분야에서 한국과는 분리된 독자적인 공급망을 구축한 반면, 한국은 전력 반도체 등 시스템 반도체를 일본에 의존하는 구조

- ▶ 미국 중심의 고급 반도체(AI, HPC 등) 공급망 재편과 글로벌 수요에 대응하기 위해 미국과의 협력을 강화하되, 설계 및 기술협력을 중심으로 미국 내 반도체 생태계와의 동기화를 중점 추진할 필요
 - 미국의 팹리스 중심 구조, 한국의 파운드리, 메모리 중심 구조 특성을 연결하는 글로벌 공동 생산체계 구축이 필요하며, 이를 위해 미국 내 팹리스와 IP 공유, 플랫폼 개발, 공동 검증체계 구축이 요구
 - 한국의 강점인 메모리 기술(HBM, CXL, DRAM)을 AI 연산과 결합한 형태로 차별화하고 AI, HPC 시장에서 수요가 급증하는 HBM3/HBM4, 고대역폭 인터페이스 기술 등을 중심으로 미국과 기술 동맹 강화
 - 미국 내 투자는 AI/HPC 특화 테스트 라인, 설계 지원센터, 패키징 R&D 허브와 같은 소규모 전략 거점 투자를 활성화하여 시장을 테스트한 후 점진적 투자 확대 모색
 - 중장기적으로 시스템 반도체 분야의 글로벌 경쟁력 확보를 위한 전략적 투자 확대(특히 질 제고, IP 포트폴리오 강화, 디자인 하우스 생태계 조성 등)와 NVIDIA, AMD, Intel 등 미국 팹리스 및 IP 업체와의 공동 개발, 라이선스, 설계협업을 통해 기술 의존을 협력 관계로 전환할 필요

1. 서론

■ 한국은 글로벌 메모리 반도체 시장에서 절대 강자로서 자리를 지켜왔으나, 최근 한국 반도체 산업 전반에 대해 위기감이 고조되고 있음.

- 이러한 위기설의 원인은 한국 메모리 및 시스템 반도체의 경쟁력 약화, 중국 반도체 기업의 부상, 미국의 대중제재, 미국을 비롯한 유럽, 일본 등 선진국의 자국 반도체 산업 육성 정책 등임.

■ 중국 반도체 산업의 빠른 기술 진보와 미국의 반도체 제조 역량 강화 정책은 우리 반도체 업계에 위협 요인이 되고 있으며 우리 반도체 산업 위상에 대한 우려를 낳고 있음.

- DRAM은 중국 CXMT(ChangXin Memory Technologies)가 16nm급 DDR5 DRAM을 양산하고 있고, 이는 우리 기업들이 2020년도부터 양산했던 DDR5보다 성능이 조금 더 뛰어난 것으로 알려짐.

- 중국 YMTC(Yangtze Memory Technologies)는 2025년 1월 세계 최초로 294단 NAND 플래시를 개발해 양산하고 있고, 이는 삼성전자(286단), SK하이닉스(321단)와 비교할 때 대등한 기술력을 확보한 상태임.

- HBM(고대역폭 메모리)은 현재 삼성전자와 SK하이닉스가 절대적인 시장 우위를 점하고 있으나, Micron을 비롯한 미국기업들이 고급 특허 기술과 정부 정책 지원을 기반으로 우리 기업의 기술 수준을 위협하고 있음. 또한 중국 역시 HBM 기술 개발에 집중하고 있어 조만간 경쟁에 가세할 것으로 예상.

- 시스템 반도체 산업에서는 중국기업들의 빠른 기술 발전으로 인해 한국기업들이 시장 점유율을 유지하는 데 어려움을 겪고 있으며, 동시에 AI 및 고성능 컴퓨팅(HPC) 등 첨단 반도체 분야에서는 미국기업들이 기술력과 강력한 정책 지원을 바탕으로 경쟁우위를 확보하면서 한국기업들은 이중의 도전에 직면함.

■ 본고는 이러한 상황을 배경으로, 최근 한국 메모리 및 시스템 반도체 산업의 수출입 구조와 경쟁력을 분석함으로써 우리 반도체 산업이 직면한 구조적 문제를 진단하고 향후 대응 과제와 정책적 방향에 대해 논의하고자 함.

- 본 연구는 반도체 산업의 수출입 및 공급망 구조를 분석하기 위해 2018년부터 2024년까지의 관세청 통계와 UNcomtrade 통계를 이용

- 무역특화지수(TSI), 대칭적현시비교우위(RSCA)지수, Grubel-Lloyd 지수, 무역집중도(IT), 기술영향력지수 추이를 함께 분석함으로써 개별 메모리 반도체 산업의 글로벌 경쟁력뿐만 아니라 특정 국가와의 협력 관계 변화, 산업 내 무역구조의 변화, 경쟁 구도 등을 파악하고자 함.

- 동 분석을 통해 한국이 어느 국가와 공급망이 통합되어 가고, 어느 국가와 약화되고 있는지를 통찰할 수 있음.

- 이번 분석에서 도출된 시사점들은 향후 한국 반도체 산업 전략 수립에 있어 중요한 참고자료가 될 것이며, 특히 기업들에게는 글로벌 공급망 재편 속에서 한국 반도체 산업의 지속 성장을 위한 방향성을 제시해 줄 것으로 기대함.

2. 2024년 반도체 산업의 수출입 동향

가. 한국의 반도체 수출입 동향

- 2024년 우리나라의 반도체 산업¹⁾ 총수출액은 1,803억 2,900만 달러, 수입은 1,206억 2,400만 달러로, 597억 600만 달러의 흑자를 달성했으며, 이는 2019년 이후 최대 수출 및 무역수지 흑자 기록임.
- 2024년 우리나라 반도체 산업의 수출은 전년대비 23.3% 증가했고 이는 같은 기간 우리나라 전체 수출 증가율 3.2%를 큰 폭으로 상회함.
- 반도체 산업이 우리나라 전체 수출에서 차지하는 비중 역시 26.4%로 2019년 이후 최대치를 기록함.
- 반도체 산업 중 무역수지 흑자를 기록하는 분야는 메모리 반도체(640억 9,600만 달러)와 시스템 반도체(76억 1,600만 달러)이며, 장비를 비롯해 재료 및 부분품 등은 적자를 기록함.
- 무역적자가 가장 큰 분야는 반도체 제조장비 분야로 2024년에 88억 5,100만 달러의 무역적자를 기록했고 그다음으로 재료 및 부분품이 11억 4,700만 달러, 광개별소자가 11억 500만 달러, 그리고 실리콘 웨이퍼가 9억 400만 달러의 적자를 기록했음.
- 이는 한국의 반도체 산업이 제조에 특화되어 있으며 제조를 위한 재료 및 부분품을 비롯해 제조 장비를 주로 미국과 일본 등 선진국에 의존하고 있기 때문임.

표 1. 반도체 산업 수출입 동향(2024년)

(단위: 백만 달러)

분류		수출	수입	합계	무역수지
반도체	광개별소자	3,658	4,763	8,421	-1,105
	메모리 반도체	88,289	24,192	112,481	64,096
	시스템 반도체	48,264	40,648	88,913	7,616
반도체 제조장비		11,993	20,844	32,836	-8,851
실리콘 웨이퍼		1,709	2,613	4,321	-904
재료 및 부분품		26,417	27,564	53,981	-1,147
합계		180,329	120,624	300,953	59,706

주: 본 반도체 분류는 반도체 산업 전체를 포함하여 MTI 분류기준 보다 포괄적임.

자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 작성.

나. 메모리 반도체 수출입 동향

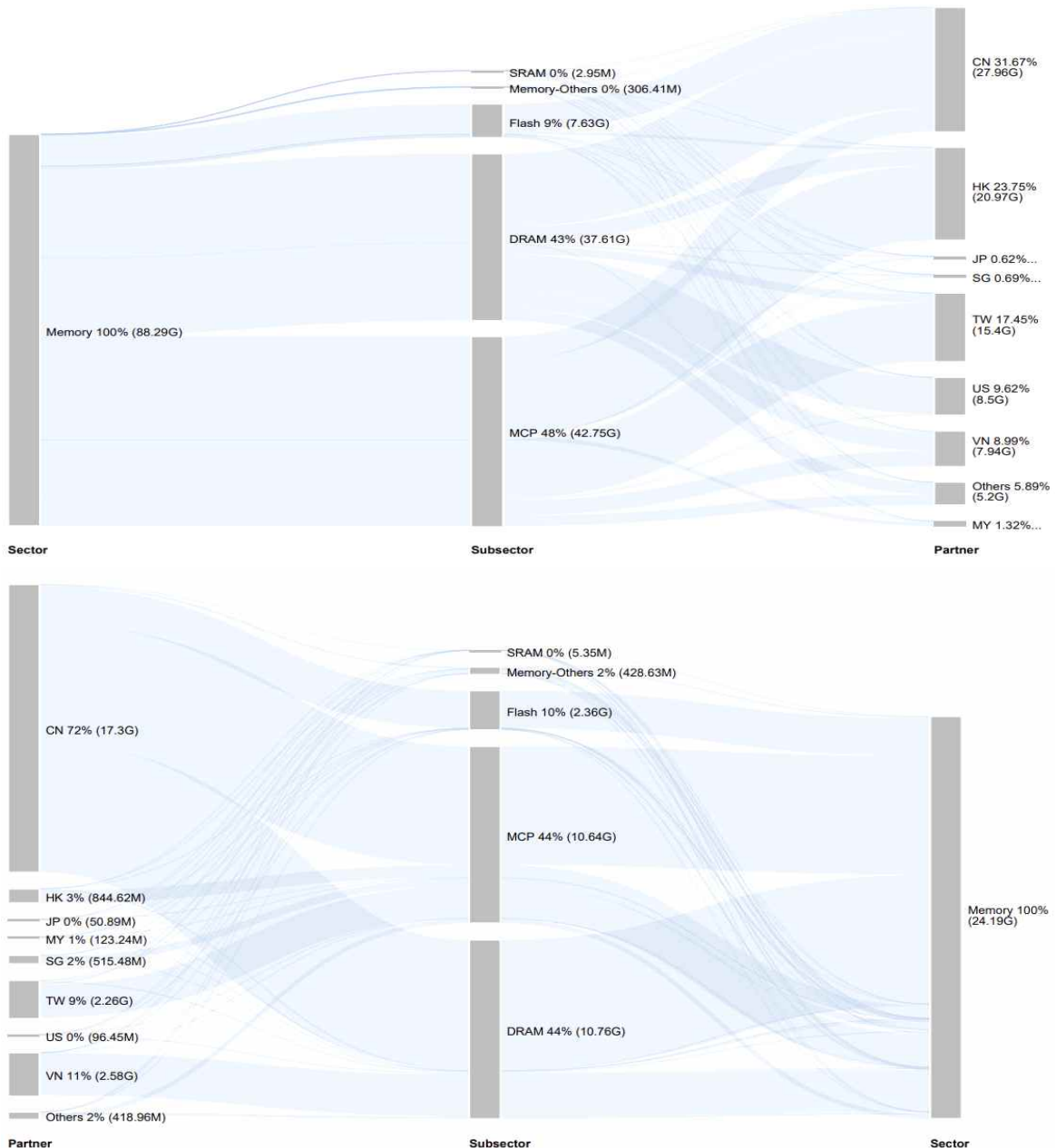
- 한국의 메모리 반도체 수출입을 살펴보면 중국과 홍콩을 비롯한 8개 지역이 전체 메모리 반도체 수출의 94.1%를, 수입은 98.0%를 차지하며 소수 국가에 수출입 시장이 집중되어 있음.

1) 본 연구에서 반도체 산업 통계는 반도체(① 메모리 반도체, ② 시스템 반도체, ③ 광개별소자)와 더불어 반도체 제조장비, 실리콘웨이퍼, 재료 및 부분품을 포함함.

- 2024년 한국 메모리 반도체 수출액은 882.9억 달러를 기록했고 수입은 241.9억 달러를 기록
- 2024년 메모리 반도체 수출 시장에서 가장 큰 비중을 차지하는 국가는 중국으로 31.7%(279.6억 달러)를 수출했고 그다음으로 홍콩에 23.8%(209.7억 달러)를 수출함.
- 대만은 3위로 17.5%(154억 달러)를 차지했고, 4위 미국으로의 수출은 9.6%(85억 달러)를 기록했으며, 5위 베트남으로의 수출은 9.0%(79.4억 달러)를 차지함.
- 2024년 한국의 메모리 반도체 수입은 중국 비중이 71.5%(173억 달러)로 압도적으로 높으며, 그다음으로 베트남이 10.7%(25.8억 달러), 대만은 9.3%(22.6억 달러)를 차지함.

그림 1. 메모리 반도체 수출입 동향(2024년)

(단위: 10억 달러, %)



자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

■ 한국의 메모리 반도체 수출에서 가장 큰 비중을 차지하는 분야는 MCP(Multi-Chip Package)²⁾로 2024년 기준으로 48.4%(427.5억 달러)를 차지하고, 수입은 44.0%(106.4억 달러)를 기록함(그림 1).

- MCP의 최대 수출지역은 홍콩으로 39.4%(168.2억 달러)를 차지하며, 2위는 대만으로 31.0%(132.6억 달러)를 차지함.
- 대만에서의 MCP 수출은 전년도 18억 달러에서 크게 증가했으며 이는 MCP로도 분류되는 HBM의 대만에 대한 수출이 크게 증가했기 때문임.
- MCP 3위 수출대상국은 중국으로 2024년 52.3억 달러를 수출해 미국의 대중제재가 본격화되기 전인 2022년 95.4억 달러에 비해 크게 감소했고, 4위는 베트남으로 34.4억 달러를 기록함.
- 2024년 한국의 MCP 수입은 중국 본토가 67.1% (71.4억 달러)로 절대적인 비중을 차지하고, 2위는 대만으로 18.7%(19.9억 달러)를 차지했으며, 그다음으로 홍콩이 7.1%(7.5억 달러)를 차지함.

■ DRAM³⁾은 한국의 대표적 반도체 수출품목으로 메모리 반도체 수출 중에서 가장 큰 비중을 차지했으나 2024년 이후 MCP에 이어 둘째로 큰 비중을 차지함.

- 이러한 변화는 2024년 HBM 수출 급증에 따른 것으로, HBM이 DRAM 기반이지만 3D 스택 구조와 인터포저 연결 방식으로 인해 MCP로 분류되기 때문임.
- 2024년 한국의 DRAM 수출에서는 중국이 43.9%(165.2억 달러)로 1위를 차지하고, 2위는 미국으로 21.9%(82.3억 달러), 3위는 베트남으로 10.8%(40.5억 달러)를 차지하고 있음.
- 한국의 중국으로의 DRAM 수출 비중은 2018년 62.9%(288.4억 달러)에서 지속적으로 감소하고 있으며, 이는 반도체 제조 역량 강화를 위한 중국정부의 지원과 자국산 우선 활용 정책의 결과로 보임.
- 한국의 DRAM 수입은 중국 본토로부터 72.2%(77.8억 달러), 베트남으로부터 23.6%(25.4억 달러)를 수입해 오고 있어 이 두 국가가 전체 수입의 95.8%를 차지함.
- 그밖에 대만과 미국으로부터 0.8%를 의존하고 있는데 상대적으로 매우 미미한 비중임.

■ Flash 메모리⁴⁾가 한국의 메모리 반도체의 수출과 수입에서 차지하는 비중은 각각 9.0%와 10%이며 수출입 모두 대중 의존도가 높음.

- 2024년 Flash 메모리의 대중 수출 비중은 81.2%(61.9억 달러)로 매우 큰 비중을 차지하고, 2위는 홍콩으로 8.5%(6.4억 달러)를 차지하며 3위 대만은 3.8%(2.9억 달러)를 기록함.
- 한국은 플래시 메모리를 중국으로부터 80.3%(11.6억 달러), 대만으로부터 7.9%(1.9억 달러)를 수입함.

2) MCP(Micro Controller Unit)는 모바일 기기에서 고용량, 고성능의 낸드플래시와 모바일 DRAM을 동시에 지원하기 위한 칩으로 여러 개의 메모리칩을 하나의 패키지에 통합한 형태임. DRAM과 플래시 메모리를 하나의 패키지에 넣어서 공간을 절약하고 성능을 높일 수 있으며 전력 소모도 줄일 수 있음. 스마트폰 같은 작은 기기에서 특히 유용하게 사용됨.

3) DRAM(Dynamic Random-Access Memory)은 데이터를 일시적으로 저장하는 휘발성 메모리로, 대용량 데이터를 일시적으로 저장하기 적합해서 컴퓨터나 기타 디지털 전자 장치에서 주 메모리로 사용됨. 전원 공급이 중단되면 데이터가 소실됨. 빠른 속도와 높은 저장 용량이 장점임.

4) Flash Memory는 전원이 꺼져도 데이터를 유지할 수 있는 비휘발성 메모리임. 플래시 메모리에는 NAND 플래시와 NOR 플래시가 있으며 NAND 플래시는 대용량 데이터 저장에 적합하고, NOR 플래시는 빠른 읽기 속도가 필요할 때 사용됨. USB 드라이브, SSD, 스마트폰 등 다양한 기기에 사용되고 있음.

- 메모리 반도체에서 SRAM⁵⁾과 기타 메모리 반도체⁶⁾로 분류된 품목의 수출입 규모는 미미함(그림 1 참고).
 - 2024년 SRAM의 수출은 295만 달러, 수입은 535만 달러를 기록했으며 그 비중은 미미함.
 - 메모리 반도체 기타는 3.1억 달러를 수출했고, 수입은 4.3억 달러를 기록함.

다. 시스템 반도체 수출입 동향

- 한국의 시스템 반도체 수출입을 살펴보면 중국과 베트남을 비롯한 8개 지역이 전체 시스템 반도체 수출의 91.6%를 차지하며 수입에서는 대만과 일본을 비롯한 8개 국가들이 94.6%를 차지함.(그림 2)
 - 2024년 한국 시스템 반도체 수출액은 482.6억 달러를 기록했고 수입액은 406.5억 달러를 기록
 - 2024년 시스템 반도체 수출 시장에서 가장 큰 비중을 차지하는 국가는 중국으로 34.1%(164.5억 달러)를 수출했고 그다음으로 베트남으로 19.0%(91.5억 달러)를 수출함.
 - 대만은 3위로 12.6%(60.8억 달러)를 차지했고, 4위 홍콩으로의 수출은 10.3%(49.9억 달러)를 기록했으며, 5위 싱가포르로의 수출은 7.2%(34.7억 달러)를 차지함.
 - 2024년 한국의 시스템 반도체 수입은 대만 비중이 50.5%(205.3억 달러)로 압도적으로 높으며, 그다음으로 일본이 14.6%(59.5억 달러), 3위는 중국으로 8.5%(34.7억 달러)를 차지함.
- 한국의 시스템 반도체 수출에서 가장 큰 비중을 차지하는 분야는 프로세서와 컨트롤러⁷⁾로 2024년 기준으로 상위 8개 국가로의 수출이 49.2%(237.3억 달러)를 차지하고, 수입은 68.1%(276.6억 달러)를 기록함.
 - 프로세서와 컨트롤러의 최대 수출지역은 중국으로 42.4%(111.6억 달러)를 차지하며, 2위는 베트남으로 14.0%(37.5억 달러)를 차지함.
 - 프로세서와 컨트롤러 3위 수출대상국은 싱가포르로 2024년 12.1%(31.9억 달러)를 기록했고, 4위는 대만으로 8.6%(21.5억 달러)를 기록함.
 - 2024년 한국의 프로세서와 컨트롤러 수입은 대만이 57.7%(168.9억 달러)로 절대적인 비중을 차지하고, 2위는 일본으로 15.7%(45.9억 달러)를 차지했으며, 그다음으로 미국이 7.5%(21.8억 달러)를 차지함.

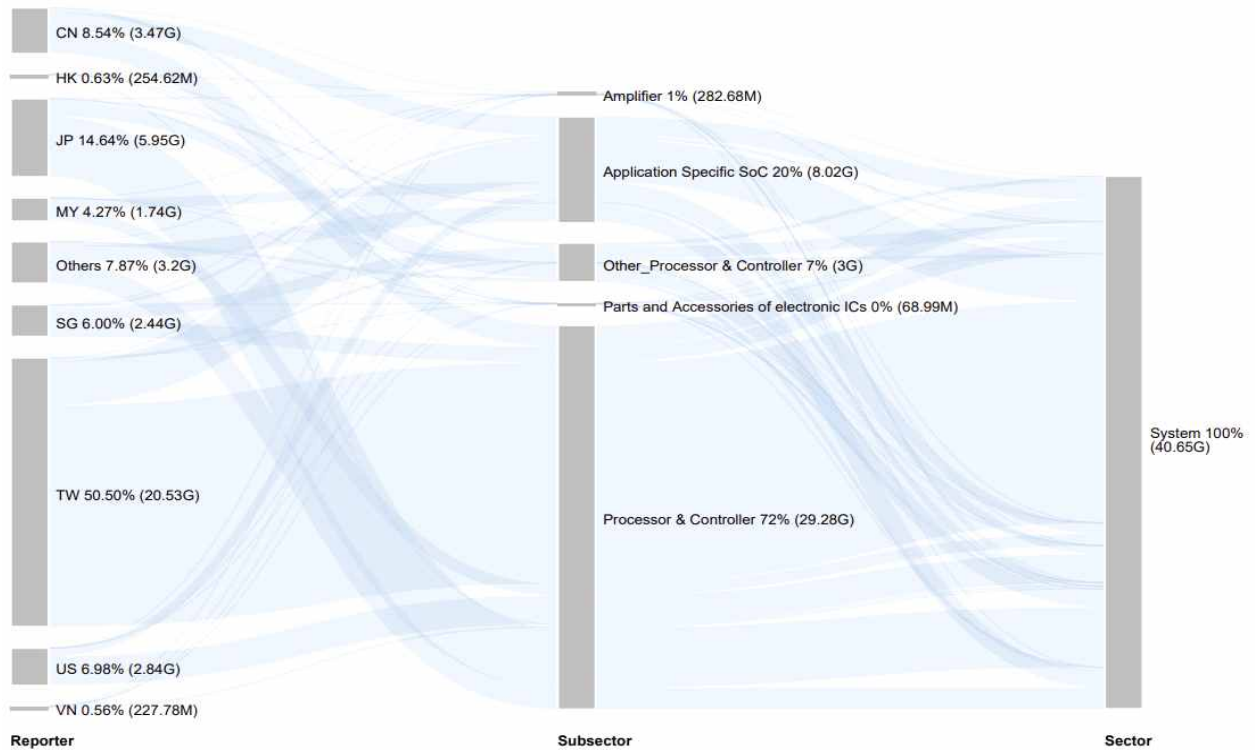
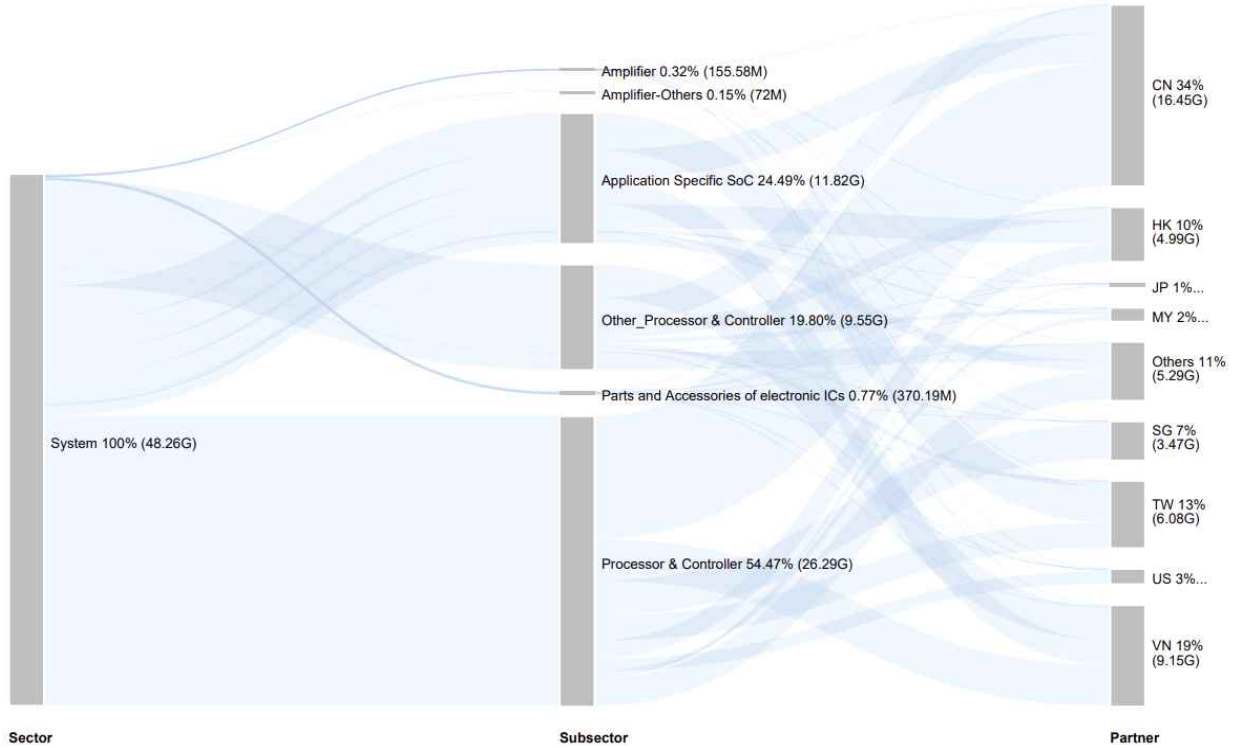
5) SRAM (Static Random-Access Memory)은 DRAM과 달리 리프레시가 필요 없는 휘발성 메모리임. 데이터가 유지되는 동안 전원 공급만 유지하면 되며 빠른 접근 속도가 필요할 때 사용되는데, 대표적으로 CPU의 캐시 메모리가 있음. 가격이 비싸고 저장 용량도 상대적으로 적지만, 속도가 매우 빠름.

6) 기타 메모리 반도체는 다양한 특수 목적으로 사용되는 메모리들임. 예를 들어 EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)이 여기에 해당됨. EEPROM은 소량의 데이터를 저장하며, 전원이 꺼진 후에도 데이터를 유지하고, 사용자가 전기적으로 데이터를 지우고 다시 쓸 수 있음.

7) 프로세서와 컨트롤러는 CPU(Central Processing Unit), MCU(Micro Controller Unit), DSP(Digital Signal Processor)등을 포함하며 하이브리드 집적회로, 복합구조칩 집적회로 등을 포함하고 프로세서와 컨트롤러 등이 해당됨.

그림 2. 시스템 반도체 수출입 동향(2024년)

(단위: 10억 달러, %)



자료: 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 작성.

- 특수 시스템 반도체⁸⁾는 프로세서와 컨트롤러 다음으로 중요한 수출입 품목으로 상위 8개국으로의 수출이 22.4%(108.2억 달러)를 차지하며, 수입은 16.7%(67.8억 달러)를 기록함(그림 2).
 - 특수 시스템 반도체의 최대 수출국은 대만으로 28.2%(33.3억 달러)를 차지하며 2위는 중국으로 23.0%(27.2억 달러)를 차지했고 3위 베트남은 18.8%(22.2억 달러)를 차지함.
 - 동 품목의 수입은 대만 비중이 41.3%(33.2억 달러)로 압도적으로 높고, 2위인 중국의 비중은 17.9%(14.3억 달러), 3위 말레이시아는 9.5%(7.6억 달러), 4위 미국은 7.9%(6.3억 달러)를 차지함.
- Amplifier(증폭기)와 집적회로 부품(패키징 및 인터커넥션을 위한 부품 등)은 앞서 언급한 두 분야보다는 한국의 수출입에서 차지하는 비중이 미미함.
 - Analog IC와 IC 부품 수출입 비중은 모두 1% 미만으로 매우 미미한 비중을 차지함.

3. 한국의 메모리 반도체 경쟁력 비교

가. TSI⁹⁾와 RSCA¹⁰⁾ 지수 비교

- [한국 메모리 반도체 경쟁력 하락] 한국의 메모리 반도체 경쟁력 데이터 포인트는 우측상단(1구간: 경쟁력 우위 구간)에 주로 위치하고 있으나 최근 하락세 관찰
 - [그림 3]에서 보는 바와 같이 한국은 제1사분면(TSI > 0, RSCA > 0)에 위치, 글로벌 메모리 시장을 장악하면서 글로벌 경쟁력이 가장 높게 나타나고 있음.
 - 그러나 대칭적 현시 비교우위 지수(RSCA)와 무역특화지수(TSI) 모두 하락하면서 경쟁력이 악화되고 있음
 - TSI가 하락하면서 한국 메모리 반도체가 더 이상 압도적인 무역 우위를 유지하지 못하고 있음을 시사함.
 - 한국의 지표 상승 폭이 둔화되거나 정체된 반면, 중국의 지표는 지속적으로 상승하여 한국의 경쟁력을 위협하고 있음.

8) Application Specific SoC는 모노리식(Monolithic) 집적회로, 복합구조칩 집적회로, 복합부품 집적회로(MCOs), HS code상에서 85235이하로 분류된 전자집적회로를 갖춘 것과 그 부분품, 기타(프록시미터 카드(proximity card)와 태그로 한정되는 품목) 등을 포함함. 기타 프로세서와 컨트롤러로도 분류함.

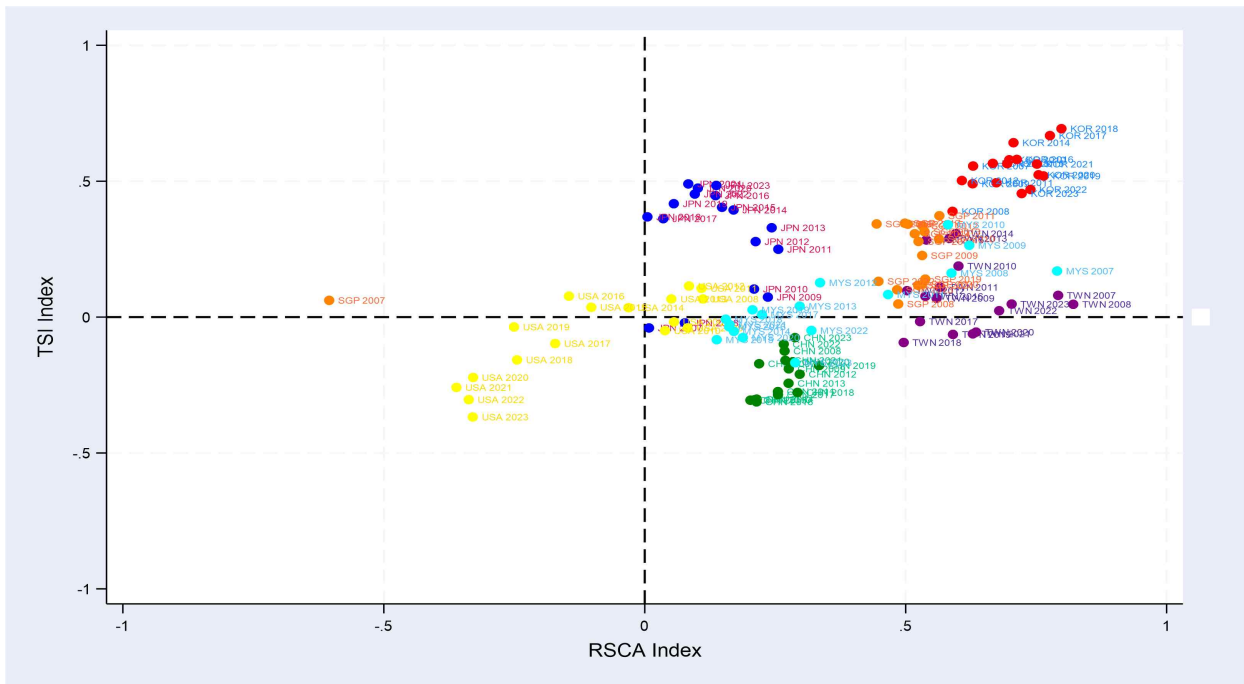
9) 무역특화지수(TSI: Trade Specialization Index)는 국가가 특정 제품의 순수출국인지 수입국인지를 나타내는 무역수지에 초점을 두고 무역패턴을 분석하여 정책입안자와 기업이 국가의 전문화와 국제무역에서 특정 제품에 대한 의존도를 이해하는 데 사용됨. 이는 수출에 있어서 상대적 비교우위를 파악할 수 있는 지표로 수출이 수입보다 많은 품목은 경쟁력이 있다는 가정에 근거함. 무역특화지수를 5개 그룹으로 나누어 경쟁력 매우 강함($0.5 \leq TSI \leq 1.0$), 경쟁력 강함($0.0 \leq TSI \leq 0.5$), 경쟁력 중립적($TSI = 0.0$), 경쟁력 약함($-0.5 \leq TSI \leq 0.0$), 경쟁력 매우 약함($-1.0 \leq TSI \leq -0.5$)으로 분류하여 해석할 수 있음.

10) 일반적으로 경쟁력 분석을 위해서 현시비교우위지수(RCA)를 사용하는데, 이 지수가 1 이상일 때 상대적으로 비교우위가 있고 1 미만이면 비교열위에 있다고 해석함. 그러나 RCA값이 1 이상인 경우 그 값이 매우 크게 나타날 수 있고 비교 열위의 경우 0과 1 사이 값으로 나타나 매우 비대칭적인 문제가 발생할 수 있음. 따라서 본 연구에서는 이를 보완하기 위해서 지수값이 -1에서 1사이의 값을 가질 수 있도록 보정한 RSCA(Revealed Symmetric Comparative Advantage Index) 지수를 이용하여 분석함.

■ 중국의 점진적 경쟁력 강화로 한국 메모리 반도체 우위 위협

- 중국(CHN)의 데이터 포인트가 우측 상단으로 이동하는 패턴을 보이며, 이는 중국의 메모리 반도체 자급화 및 글로벌 시장 점유율 증가를 반영함.
- 특히 한국의 RSCA 값이 일정 구간에서 정체되거나 하락하는 반면, 중국의 RSCA 값은 점진적으로 상승하고 있어 한국이 중국과의 경쟁에서 비교우위를 점점 상실할 가능성을 시사함.
- 한국은 여전히 DRAM 및 NAND 메모리에서 시장 점유율이 크지만, 중국의 장기적인 반도체 자립 전략과 미국의 대중 기술 제재가 한국 메모리 반도체 수출에 영향을 미칠 가능성이 높아지고 있음.

그림 3. 주요 국가와의 메모리 반도체 경쟁력 변화 비교(2007~23년)



주: 메모리 반도체의 국가간 경쟁력을 평가하기 위해서 본 연구에서는 TSI와 RSCA 지수를 4사분면에 그림. X축은 RSCA 지수를 나타내고 Y축은 TSI 지수를 나타냄. 그림에서 사분면 내 국가 위치는 그 국가의 경쟁력을 나타내며, 오른쪽 우측 1사분면 (RSCA > 0, TSI > 0)은 무역 흑자와 비교 우위를 모두 누리며 높은 경쟁력을 가진 구역임. 왼쪽 위 2사분면 (RSCA < 0, TSI > 0)은 무역 흑자이지만 비교 열위를 나타내며, 비교 우위가 없음에도 불구하고 해당 국가가 수출에 강함을 시사. 하단 왼쪽 3사분면(RSCA < 0, TSI < 0)은 무역 적자와 비교 열위로 낮은 경쟁력을 나타냄. 하단 오른쪽 4사분면(RSCA > 0, TSI < 0)은 비교 우위가 있으나 무역 적자를 나타내며, 이는 산업의 잠재력을 나타내지만 무역 균형을 달성하는 데 어려움이 있음.

자료: UN Comtrade 통계를 이용하여 저자 작성.

■ 대만, 미국 및 일본과의 기술 협력을 통한 반도체 공급망 내 입지 강화

- 대만(TWN)은 TSMC를 중심으로 한 첨단 반도체 제조 기술 및 패키징 분야 경쟁력을 유지하고 있으며, RSCA 및 TSI 지수가 상대적으로 안정적으로 유지됨.
- 한국이 메모리 반도체에서도 대만과의 격차를 유지하려면 차세대 반도체 기술 확보가 필수적임.
 - 대만은 범용 DRAM보다는 산업용 및 특수 DRAM, NOR Flash 등 특정 메모리 반도체 시장에서 경쟁력을 갖추고 있으며, 미국 마이크론 및 일본 키옥시아와 긴밀한 협력을 유지하며 기술 이전 및 협력 생산 중임.

■ 메모리 반도체를 구성하고 있는 DRAM, MCP, Flash 등 높은 경쟁력 유지 속 하락세 지속

- 한국은 DRAM, MCP, Flash 메모리 모두에서 제1사분면 (TSC > 0, RSCA > 0)에 위치하며 세계 최고 수준의 경쟁력을 보이고 있으나, [부록 그림 3](MCP), [부록 그림 4](DRAM)에서 나타나듯 경쟁력은 지속적으로 하락하고 있으며, 2023년에는 2018년 이후 최저 수준에 도달함.
- DRAM, MCP, Flash 메모리 등 세부 품목의 경쟁력 변화 비교는 [부록 그림 3], [부록 그림 4] 참고

나. Grubel-Lloyd(GL) 지수¹¹⁾ 비교

■ DRAM의 산업 내 교역은 중국과는 심화되었고, 미국, 일본, 대만과는 일방적인 수출 구조로 고착됨.

- GL 지수 추이 분석 결과, 2018~23년 기간에 한국은 중국과의 DRAM 산업 내 교역만이 활발하며, 다른 주요국들과는 미미한 수준에 그침(그림 4 참고).
- DRAM 산업에서 한국의 일본 및 미국과의 GL 지수는 사실상 0에 가까워, 한국의 일방적인 수출 구조가 지속되고 양방향 교역이 거의 이루어지지 않음.
- 반면 중국은 다른 국가들과 비교해 월등히 높은 GL 지수를 보이며, 2018년 0.48 수준에서 시작해 2023년에는 0.81까지 상승함.
- 이는 SK하이닉스의 우시(無錫) 공장 등 한국기업의 중국 내 생산분 일부가 역수입되거나, 중국의 메모리 생산 증가로 인해 양방향 교역이 확대된 결과로 해석됨.
- 일본은 한국 메모리 반도체 수출에서 차지하는 비중이 작고, 산업 내 연계성도 낮아짐.
- 일본의 GL 지수가 지속적으로 하락하고 한국과의 메모리 교역 비중도 축소되고 있는 점은 양국 간 공급망 연계가 약화되고 일본에 진출한 Micron이 생산을 늘리면서 별도의 공급망이 구축되고 있기 때문임.

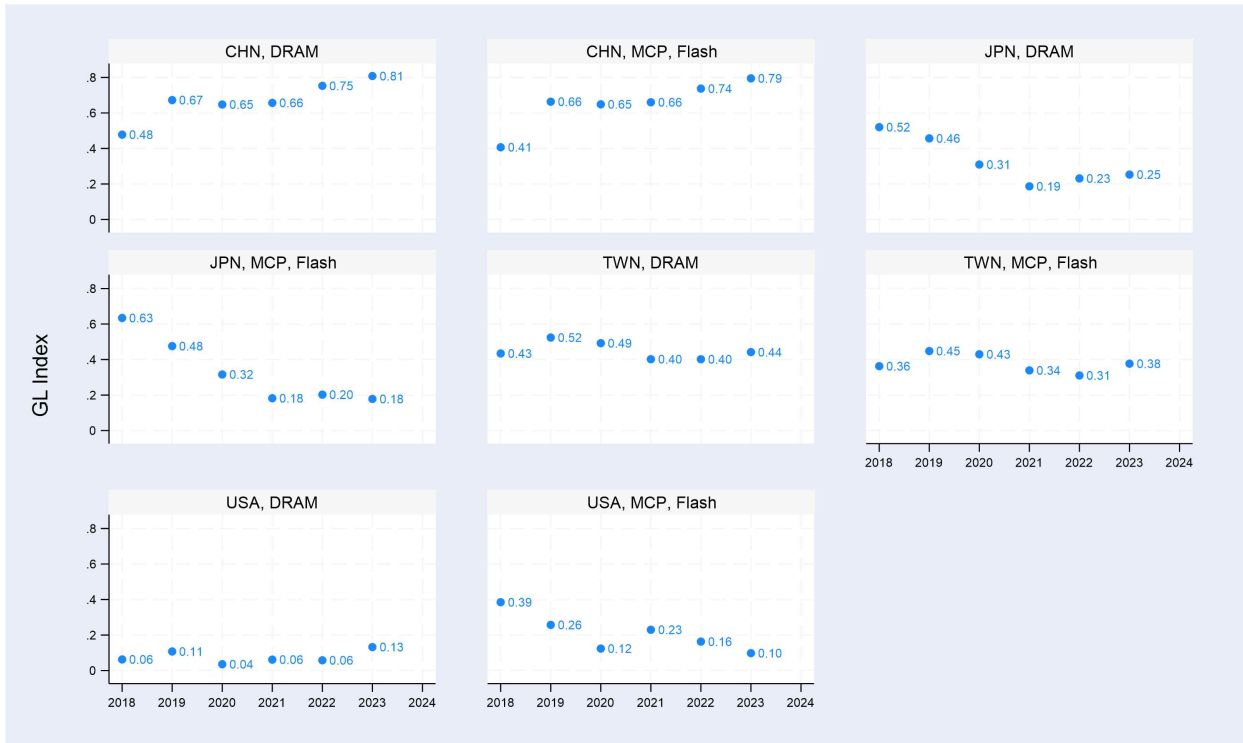
■ 한국과 미국·일본 간 MCP 및 Flash 메모리 분야의 GL 지수는 낮은 수준을 유지하고 있으며, 이는 미국과 일본이 한국산 제품을 수입하는 일방향 교역 구조임을 나타냄. 반대로 한국의 수입은 제한적임(그림 4 참고).

- MCP 분야에서 한국과 중국 간의 GL 지수는 지속적으로 상승하고 있으며, MCP·Flash 메모리를 포함한 GL 지수는 2018년 0.41에서 2023년 0.79까지 증가함.
- 이는 중국에서 조립·패키징된 MCP가 한국으로 역수입되거나, 한국이 중국산 MCP를 직접 수입하는 구조로 전환되고 있기 때문으로 분석됨.
- 예를 들어 스마트폰용 eMCP 등의 후공정 조립을 중국에서 수행하고 완제품을 한국이 들여오는 경우 등이 해당됨.
- 일본에는 글로벌 NAND Flash 생산업체인 키옥시아(Kioxia)가 존재하지만, 한일 간 교역은 매우 제한적이며, 2018년 이래로 GL 지수가 하락하는 것으로 보아 양국 간 해당 분야의 산업 내 무역도 감소하고 있음.

11) GL(Grubel-Lloyd) 지수는 한 품목에 대한 산업 내 무역(IIT: Intra-Industry Trade) 수준을 나타내며, 수출입이 얼마나 균형 있게 이루어지는지를 0~1 사이의 값으로 표현함. 0이면 해당 품목의 양방향 무역이 전혀 없고 한쪽 방향(수출 혹은 수입)으로만 무역이 이루어진다는 의미이며, 1이면 동일 품목에 대한 수출과 수입이 완전히 균형을 이루어 산업 내 무역만 이루어지는 경우를 뜻함. GL 지수는 그 값이 높을수록 해당 국가가 상당한 양을 교역함으로써 산업 내 무역 비중이 높음을 의미하며, GL 지수가 낮을수록 일방적으로 종속성(대부분 수입 또는 대부분 수출)이 강함을 의미함.

- 미국의 마이크론(Micron) 역시 NAND Flash를 생산하고 있으나 대부분 싱가포르 등 해외공장에서 제조 되기 때문에 한국과의 직접적인 교역은 매우 제한적이며, 그 결과 한·미 간 GL 지수는 “0”에 가까움.

그림 4. 한국과 주요 국가 간의 DRAM과 MCP·Flash GL 지수 변화 비교(2018~23년)



자료: UN Comtrade 통계를 이용하여 저자 작성.

다. 무역결합도(IT: Intensity of Trade) 지수¹²⁾ 비교

■ 한국은 메모리 반도체 분야에서 중국과 매우 높은 무역 결합도를 보임(그림 5).

- 한국과 중국 간 수출입결합도는 1을 크게 초과해 세계 평균을 상회하는 강한 상호 의존성을 나타냄.
- DRAM 분야에서 대중 수출결합도는 1.56 수준으로 거의 변동이 없으나, 수입결합도는 1.62에서 1.82로 상승하고 있어 한·중 간 DRAM 무역 구조에 점진적인 변화가 일어나고 있음.
- 이는 한국과 중국 간 DRAM 무역이 일방향 수출에서 상호 교역으로 변화하고 있으며, 중국 반도체 산업의 발전에 따라 한국의 대중 수입 의존도가 점차 확대되어감을 의미

12) 무역결합도 지수(IT Index)는 수출결합도와 수입결합도로 나뉨. 수출결합도는 특정국의 총수출에서 상대국에 대한 수출이 차지하는 비중을 세계총수입에서 상대국의 수입이 차지하는 비중으로 나눈 것임. 특정국의 총수출에서 상대국의 수출이 차지하는 비중과 세계총수입에서 상대국의 수입이 차지하는 비중이 같으면 1로 나타나고 그보다 크면 1보다 큰 수로 나타남. 이는 특정국의 상대국에 대한 수출의존도가 상대국의 세계수입에 대한 의존도보다 크다는 것을 의미. 1보다 작으면 세계총수입에서 대한 상대국 수입의 의존도보다 특정국의 상대국에 대한 수출 의존도가 더 작다는 것을 의미함. 수출 또는 수입 의존도 과잉 여부를 진단할 수 있으며, 결합도가 높으면 무역 충격에 매우 취약함을 의미. 이 지표는 무역구조의 비대칭성이나 특정국 집중 여부를 확인하는 데 필수적이며, 무역정책, 공급망 안정성 분석, FTA 효과 평가 등에서 사용됨.

- MCP의 수출결합도가 1.20에서 1.41로 상승한 것은 MCP 수요 증가에 따른 결과이며, 동시에 중국 내 스마트폰 및 서버 시장 확대에 따른 수요 증가도 영향을 준 것으로 보임.
- MCP의 수입결합도는 2018년 3.22에서 2023년 2.92로 소폭 하락하였으나 여전히 매우 높은 수준임.

■ 일본의 경우 수출입 무역결합도 지수가 1 이하의 낮은 수준에 머물러, 무역 연결성이 약함.

- 일본은 전통적으로 한국 메모리의 수입 비중이 크지 않고(자국 내 Micron Japan 등 생산 또는 다른 공급선 활용), 한국 또한 일본으로의 메모리 수출이 제한적이어서 상호 무역 비중이 낮은 편임.

그림 5. 주요 국가간 DRAM과 MCP·Flash·SRAM 무역결합도 지수 변화 비교(2018~23년)



자료: UN Comtrade 통계를 이용하여 저자 작성.

■ 대만과의 무역결합도 또한 낮게 나타나는데, 이는 대만이 메모리보다는 파운드리 등 시스템 반도체 분야에 특화되어 있어 메모리 교역량 자체가 크지 않기 때문

- 2020년대 후반 들어 대만과의 무역결합도가 다소 증가하는 양상이 포착되는데, 이는 AI 시대를 맞아 TSMC 등 대만 기업들이 HBM 등 한국산 메모리를 대량 확보하기 시작하면서 나타난 변화로 해석할 수 있음.
- 예를 들어 2022~23년 AI 가속기용 고대역폭 메모리(HBM) 칩이 삼성전자와 SK하이닉스로부터 대만의 패키징 업체로 대거 공급되면서, 한국의 대만에 대한 메모리 수출이 증가하여 무역결합도 지수가 소폭 상승한 것으로 보임.

■ 미국과의 무역결합도는 중국에 비해 상당히 낮지만, 일본·대만에 비해서는 높음.

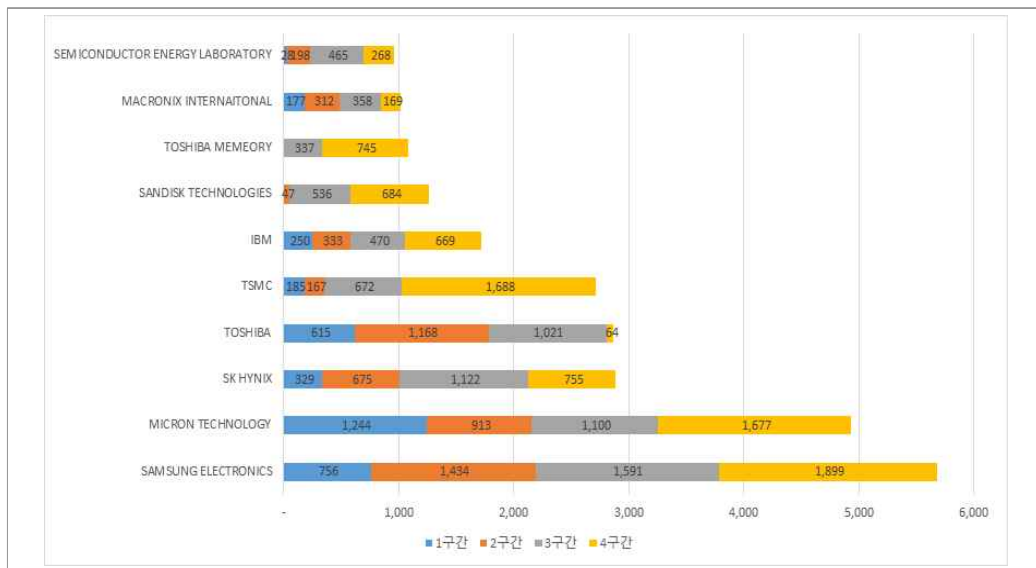
- 미국은 반도체 수요가 큰 나라이지만 자국 기업들이 완제품이나 부품 형태로 조달하는 경우가 많고 자국 메모리 업체인 마이크론을 통해서도 공급하기 때문에 한국과 미국 간 무역결합도는 중국만큼 높지 않음.

라. 기술력 지수(Technology Strength Index) 분석

■ [그림 6]은 지난 20년간 글로벌 톱 10 기업들의 메모리 반도체 특허 등록 현황으로 삼성전자(5,680건), SK하이닉스(2,881건), 마이크론(4,934건)의 특허 등록이 활발하며, 글로벌 메모리 반도체 산업에서 한국과 미국 기업의 주도적 역할이 뚜렷함.

- 삼성전자, 마이크론, SK하이닉스는 2004~08년(1구간)부터 꾸준한 증가세를 유지하며, 특히 2014년 이후(3구간~4구간) 급격히 증가함.

그림 6. 글로벌 톱 10 기업들의 메모리 반도체 특허 등록 현황



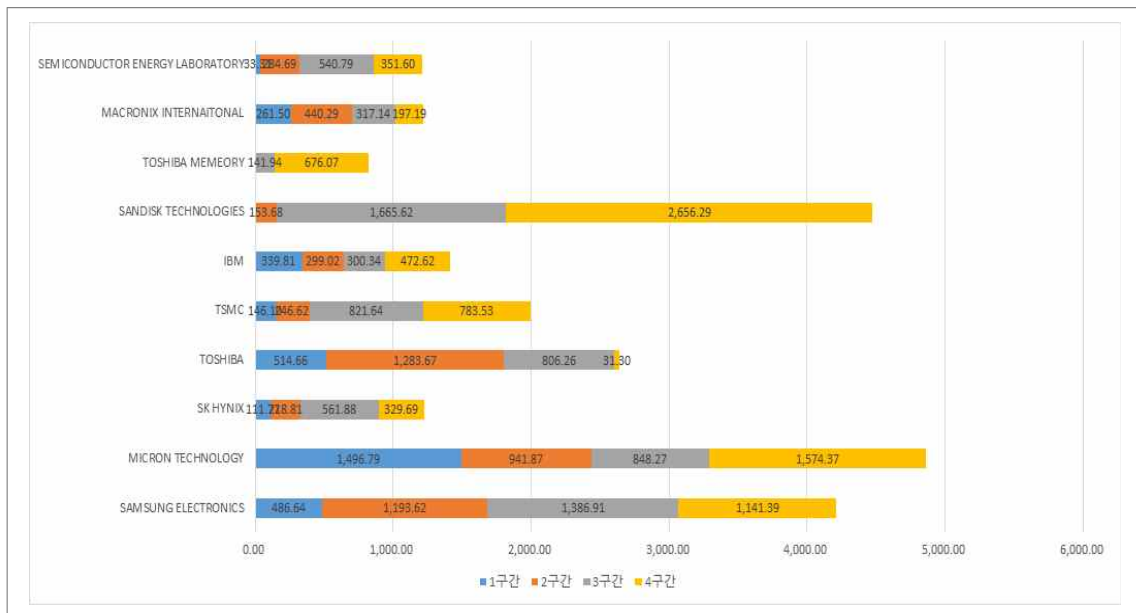
주 1구간: 2004~08년, 2구간: 2009~13년, 3구간: 2014~18년, 4구간: 2019~23년

자료: 한국특허기술진흥원 검색 데이터베이스(kiwee db) 자료를 이용하여 계산.

- SK하이닉스는 2004~08년(1구간)과 비교해 2019~23년(4구간)에 특허 출원이 대폭 증가했으며, 이는 한국 메모리 반도체 산업이 단순 제조에서 고도화된 기술 경쟁력을 확보하고 있음을 의미함.
- TSMC는 파운드리 중심 기업임에도 불구하고 메모리 반도체 관련 특허 출원이 꾸준히 증가하고 있어 향후 메모리 반도체 시장 내 역할 확대 가능성이 있음.
- IBM, 샌디스크, 도시바 메모리 등 일본 및 미국 기업들도 특허 활동을 유지하고 있으나, 일부 기업(도시바 메모리, IBM)의 경우 최근 특허 출원 증가 속도가 둔화됨.

- 글로벌 톱 10 기업의 메모리 반도체 기술영향력 지수(TSI)¹³⁾ 평가에서는 삼성전자, 마이크론, SK하이닉스의 기술영향력 지수가 가장 높은 수준을 유지하며, 글로벌 메모리 반도체 시장에서 기술 주도권을 확보하고 있음.
- 삼성전자는 1구간(2004~08년)부터 4구간(2019~23년)까지 지속적인 기술영향력 증가를 보여주며 여전히 높은 수준을 유지하고 있음.
- 그러나 최근 마이크론(Micron Technology)의 기술영향력 지수가 삼성전자와 비슷하거나 더 높은 수준임.
 - 이는 한국과 미국 기업들이 메모리 반도체 기술에서 선도적 위치를 강화하는 반면, 일본 기업들은 점진적으로 경쟁력을 잃어가는 상황을 반영함.
- 특히 샌디스크(SanDisk)의 기술영향력 지수가 4구간(2019~23년)에서 급상승하여 가장 높은 기술영향력 (TSI)을 기록하고 있음.
 - 이는 삼성전자가 NAND 시장에서 강력한 경쟁을 맞이할 가능성이 크며, 샌디스크가 차세대 NAND 기술(예: QLC NAND, 3D NAND)에서 시장을 선도하게 될 가능성을 시사함.
- 삼성전자는 여전히 기술영향력 지수가 높은 기업 중 하나지만, 경쟁사들로부터 시장 지배력이 위협받고 있어 기술 우위를 유지하기 위한 전략적 대응이 필요하며, 특히 HBM(High Bandwidth Memory), AI 반도체, 고성능 DRAM 등의 첨단 기술 확보가 필수적임.

그림 7. 글로벌 톱 10 기업의 메모리 반도체 기술영향력 지수(TSI) 평가



자료: 한국특허기술진흥원 검색 데이터베이스(kiwee db) 자료를 이용하여 저자 계산.

13) 기술영향력 지수(TSI: Technology Strength Index)는 특허의 양과 그 영향을 모두 결합하는 지수로 특정 기술 분야의 특허 수에 특허영향지수 (PII 등)를 곱하여 계산함. 특허영향지수(PII)는 특허의 질적인 측면에 초점이 맞추어져 있고, 전체 특허의 평균피인용수 대비 A국 특허의 평균피인용수 즉, 다른 특허에서 얼마나 자주 인용되는지 분석하여 특허의 영향 또는 영향력을 측정함. 높은 PII는 특허가 후속 기술 개발에 상당한 영향을 미쳤음을 의미.

4. 한국의 시스템 반도체 경쟁력 비교

가. TSI와 RSCA 지수 비교

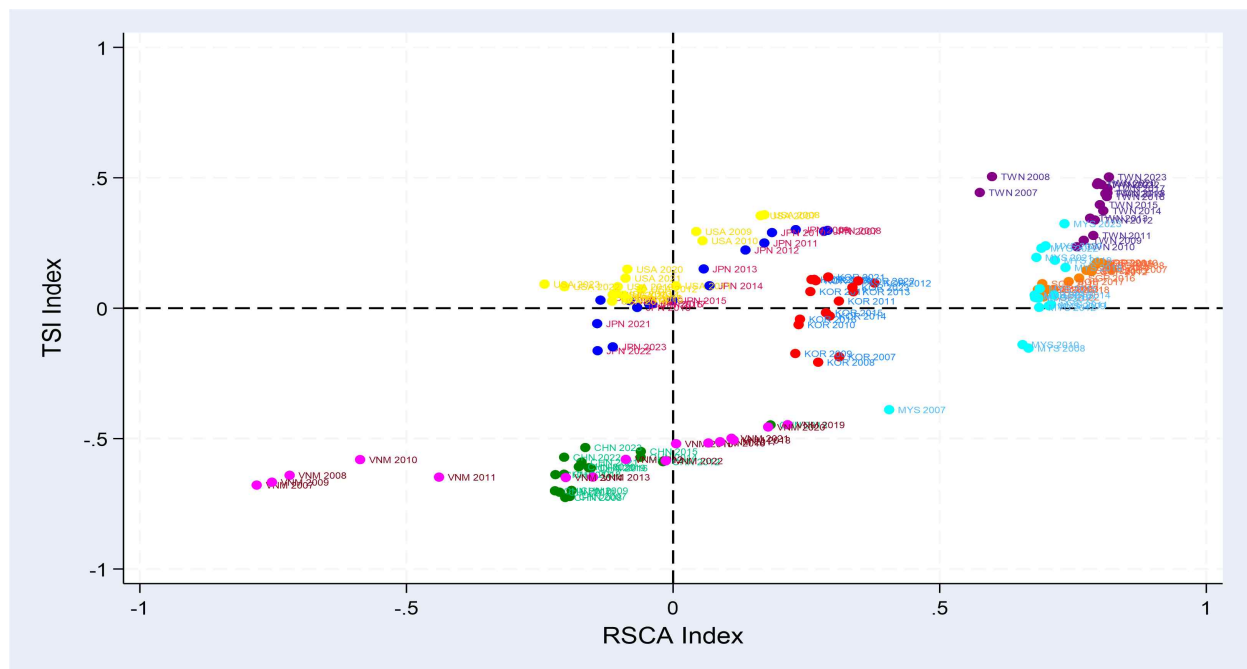
■ 한국 시스템 반도체 경쟁력 둔화

- [그림 8]에서 확인되듯, 한국의 시스템 반도체는 경쟁력 우위 구간($TSI > 0$, $RSCA > 0$)에 위치하며 일정 수준의 경쟁력을 유지하고 있으나, 글로벌 선도국인 대만과의 격차는 오히려 확대되고 있는 추세임.
- RSCA 지수상 한국은 상대적 비교우위를 유지하고 있지만, 대만-미국과 비교하면 상승세가 둔화되거나 정체되어 경쟁력 격차가 점차 벌어지고 있음.
- TSI값도 최근 정체 또는 상승 둔화 추세가 나타나 한국이 글로벌 시스템 반도체 수출시장에서 상당한 도전에 직면해 있음을 의미함.

■ 대만의 지속적인 경쟁력 유지 및 미국의 경쟁력 약화

- 대만은 시스템 반도체 파운드리(반도체 위탁생산) 시장에서 TSMC를 중심으로 경쟁력을 더욱 강화하고 있으며, RSCA 및 TSI 지수가 매우 높은 수준을 유지하고 있음.
- 미국(USA)은 설계(IP) 중심의 경쟁력을 비교적 유지하고 있으나 RSCA와 TSI 지수가 2000년대에 들어 지속적으로 하락함.

그림 8. 주요 국가간 시스템 반도체 경쟁력 변화 비교(2007~23년)



주: 반도체의 국가간 경쟁력을 평가하기 위해서 본 연구에서는 TSI와 RSCA 지수를 4사분면에 그림. X축은 RSCA 지수를 나타내고 Y축은 TSI 지수를 나타냄. 그림에서 사분면 내 국가 위치는 그 국가의 경쟁력을 나타내며, 오른쪽 우측 1사분면 ($RSCA > 0$, $TSI > 0$)은 무역 흑자와 비교 우위를 모두 누리며 높은 경쟁력을 가진 구역임. 왼쪽 위 2사분면 ($RSCA < 0$, $TSI > 0$)은 무역 흑자이지만 비교 열위를 나타내며, 비교 우위가 없음에도 불구하고 해당 국가가 수출에 강함을 시사. 하단 왼쪽 3사분면($RSCA < 0$, $TSI < 0$)은 무역 적자와 비교 열위로 낮은 경쟁력을 나타냄. 하단 오른쪽 4사분면($RSCA > 0$, $TSI < 0$)은 비교 우위가 있으나 무역 적자를 나타내며, 이는 산업의 잠재력을 나타내지만 무역 균형을 달성하는 데 어려움이 있음.

자료: UN Comtrade 통계를 이용하여 저자 작성.

■ 중국의 시스템 반도체는 여전히 미흡한 수준이나 경쟁력 향상 중

- 반면 중국(CHN)은 3사분면(TSI < 0, RSCA < 0)에 위치하여 시스템 반도체 분야 경쟁력이 여전히 취약하지만 TSI 값과 RSCA 값이 최근 몇 년간 지속적으로 증가하는 경향을 보이며 경쟁력이 개선되고 있음.
- 중국의 RSCA 값 상승은 자국의 반도체 설계·제조 역량이 확대되고 있음을 반영하며, 레거시 칩 시장에서 한국의 점유율이 점차 줄어들 가능성을 시사함.
 - 중국은 SMIC, Hua Hong Semiconductor 등 자국 내 파운드리 기업을 적극적으로 육성하고 있으며, 미국의 반도체 제재에도 불구하고 반도체의 자체 생산 비중을 지속적으로 확대해나가고 있음.

■ 시스템 반도체를 구성하고 있는 프로세서와 컨트롤러,¹⁴⁾ 프로세서와 컨트롤러 기타,¹⁵⁾ 특수 시스템 반도체, Amplifier, IC 관련 부품 분야에 있어서 한국의 경쟁력은 상이하게 나타남.

- 프로세서와 컨트롤러 분야에서 한국은 대만과 비슷하거나 다소 우위에 있으며, 특히 기타 프로세서와 컨트롤러 세부 분야에서는 경쟁력이 점차 개선되는 추세로, 분석 기간 중 다수의 지표가 1사분면에 위치해 상대적 경쟁우위를 나타냄(부록 그림 7).
- 한국의 특수 시스템 반도체는 과거에 주로 3사분면에 위치해 경쟁력이 매우 낮았으나, 최근 2사분면으로 이동하며 개선되는 양상을 보이고 있음. 다만 여전히 전반적인 경쟁력은 취약한 상태임(부록 그림 8 참고).
- 특수 시스템 반도체는 대만이 글로벌 시장을 주도하는 품목으로, 대만의 TSI와 RSCA 지수는 우상향하고 있으며, 경쟁력이 지속적으로 강화되고 있는 모습은 한국과 뚜렷한 대조를 이룸(부록 그림 8).
- 시스템 반도체 생산을 위한 부품 산업은 분석 기간 전체에 걸쳐 2사분면(TSI > 0, RSCA < 0)에 위치하고 있어 비교열위에 머물고 있으나, 일부 수출에 특화된 분야로 경쟁력 향상 필요(부록 그림 9)
- 한국의 Amplifier는 전통적으로 경쟁력이 약해 3사분면(TSI < 0, RSCA < 0)에 위치해 있었으나, 최근에는 같은 영역 내에서 점진적인 개선 추세를 보이고 있음(부록 그림 10).

나. Grubel-Lloyd(GL) 지수 비교

■ 산업 내 무역(IIТ)을 측정하는 Grubel-Lloyd(GL) 지수를 살펴보면 한국의 시스템 반도체 무역에서 2018~23년 동안 산업 내 무역이 강화된 것으로 나타남.

- 일부 시스템 반도체 하위 부문에서 주요국과의 상호 교역이 증가하면서 공급망 연계가 강화되고 있으나, 이는 전 부문에 공통적으로 나타나는 현상은 아님.

14) 프로세서와 컨트롤러 등 포함. Processor & Controller는 크게 세 가지 범주로 나눌 수 있음. 첫째, 고성능 프로세서(CPU, GPU, AI 칩) → 미국(인텔, AMD, NVIDIA) 중심, 한국(삼성, SK), 대만(일부 MediaTek, TSMC), 둘째, 모바일 AP(스마트폰·태블릿 프로세서) → 대만(MediaTek), 한국(삼성 Exynos), 셋째, 컨트롤러·MCU (산업용·자동차용 컨트롤러 칩) → 일본(르네사스), 유럽(인피니온, STMicro), 미국(TI, NXP) 중심.

15) 프로세서와 컨트롤러 기타.

■ 프로세서와 컨트롤러 분야는 분석 기간에 산업 내 무역이 강화됨.

- 프로세서와 컨트롤러의 경우 전반적으로 GL 지수 수준이 낮으며, 주요국간 차별화된 경향이 나타남.
- 중국과의 GL 지수는 0.34에서 0.38 구간에 정체되어 있으며 한국이 중국에게 일방적 공급자 역할을 함 (2024년 기준 한국의 프로세서와 컨트롤러 대중 수출은 111.6억 달러, 수입은 16.3억 달러를 기록함)¹⁶⁾.
- 미국의 GL 지수는 2018년 0.51을 기록, 비교적 높은 수준에서 2023년 0.36으로 소폭 하락하는 추세임.
 - 한국은 2024년에 프로세서와 컨트롤러를 미국에 11.4억 달러를 수출하고 21.8억 달러를 수입함.
 - 한국은 미국과의 프로세서와 컨트롤러 무역에서 주목할 만한 양방향 활동을 보여줌.
- 대만의 GL 지수는 2018년에 0.52에서 2023년에 0.36으로 소폭 하락하는 추세임.
 - 한국은 대만으로부터 2024년 기준으로 프로세서와 컨트롤러 품목에 대해서 22.5억 달러를 수출하고 수입은 168.9억 달러를 기록, 대만이 한국에 대해서 공급자로서의 지위를 확고히 하고 있음.
 - 한국은 로직 칩(대만의 파운드리에서 제조)을 수입하는 동시에 일부 프로세서와 컨트롤러 제품을 대만에 수출함.
 - 대만은 모바일 AP(Application Processor) 및 저전력 프로세서, ASIC¹⁷⁾ 및 AI 반도체, 파운드리에서 강점을 가지고 있으나 고성능 CPU 및 서버용 프로세서, 자동차·산업용 MCU 및 컨트롤러 분야에서는 경쟁력이 약함.
 - 한국은 삼성전자가 IDM(종합 반도체 기업) 구조를 가지고 있어 설계·제조·패키징을 함께 운영하지만, 대만은 TSMC 중심의 파운드리 산업 구조로 팹리스(설계 전문) 기업과 협력하는 방식이 주류임.
 - 따라서 파운드리 중심의 산업구조로 인해 대만이 특정 시스템 반도체 분야에서 취약한 분야를 한국의 기업들이 보완하는 역할을 하고 있음.
- 일본과의 프로세서와 컨트롤러 분야 GL지수는 2018년 0.25에서 2022년 0.17로 하락했다가, 2023년에 0.27로 회복했으며 일본은 여전히 한국에 대한 일방적 공급자 역할을 수행 중임(2024년 한국의 일본으로의 수출은 1.7억 달러이고 수입은 45.9억 달러임).
 - 일본의 경우 프로세서와 컨트롤러 GL 지수는 낮고 상당히 평평하게 유지되었는데, 이는 한국이 주로 일본에서 특수 디지털 칩을 수입 하고 일본으로의 수출이 많지 않음을 반영함.
 - 일본 기업들은 산업용 및 자동차용 반도체에서 강력한 경쟁력을 보유하고 있음.
 - 대표적으로 Renesas Electronics는 자동차 및 산업용 MCU 분야에서 글로벌 1위 수준의 시장 점유율을 갖고 있고, Toshiba와 Rohm 역시 전력 반도체(Power IC)와 산업용 컨트롤러 칩에서 강한 입지를 가지고 있음.
 - 반면 한국은 AP(Application Processor, 모바일 SoC)에서는 강하지만, 산업용 및 자동차용 프로세서 시장에서는 경쟁력이 낮아 일본 제품을 수입하는 비중이 높음.
 - 일본의 반도체 기업들은 설계와 제조가 긴밀하게 협력하는 구조를 가지고 있으며, 특히 TSMC와 협업이 활발해 TSMC가 일본에 반도체 공장을 설립하면서 일본의 프로세서 및 컨트롤러 칩 제조 역량이 강화되고 있음.

■ Amplifier는 전기 신호를 증폭하는 아날로그 반도체로, 센서 신호 처리, 전력 증폭, 정밀 제어 등에 활용되며 자동차, 의료, 통신 기기에 필수적으로 사용되는 핵심 부품으로 GL 지수가 전반적으로 낮게 나타남.

16) 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 계산.

17) Application Specific Integrated Circuit Controller.

- Amplifier 부문에서 한국과 미국 간 GL 지수는 각각 2018년 0.44 수준에서 2022년에는 0.83까지 상승하며 양방향 교역이 크게 증가하고 있음.
 - 2024년 한국의 미국에 대한 증폭기(Amplifier) 수출은 1,493만 달러이고 수입은 9,927만 달러를 기록함.
- Amplifier 부문에서 한국과 일본 간 GL 지수 역시 2018년 0.26, 2022년에는 0.99로 급격히 상승하여 산업 내 무역 구조가 근본적으로 변화하고 있음을 보여줌.
 - 2024년 한국의 일본에 대한 증폭기(Amplifier) 수출은 80만 3,400달러이고 수입은 1,597만 달러를 기록함.¹⁸⁾
- 한국은 전반적으로 Amplifier 부문이 취약해 대부분 국가와 일방향 무역(수입) 구조를 보이고 있음.
- 반면 중국 및 대만과의 GL 지수는 2022년 각각 0.14, 0.01 수준으로 매우 낮으며, 과거 대비 하락세를 보여 여전히 한국이 수입에 편중된 무역 구조가 지속되고 있음.
 - 한국의 Amplifier 대중 수출은 2024년 691만 달러를 기록했고 수입은 8,329만 달러를 기록하면서 한국은 중국에게도 Amplifier를 일방적으로 수입해 오는 구조를 가지고 있음.
 - 특히 한국-대만 간 아날로그 IC GL 지수는 매우 낮아 거의 산업 내 무역 부재 수준임
 - 이는 한국과 대만 모두 아날로그 분야에서 상호 교역이 적었음을 뜻하며, 실제로 대만의 아날로그 반도체 산업은 크지 않고, 한국 역시 아날로그 전문기업이 부족하여 해당 칩들을 주로 미국과 일본에서 수입하기 때문
 - 한국의 대만으로의 Amplifier 수출은 2024년 기준 143.9만 달러이고 수입은 6,000만 달러를 기록함.

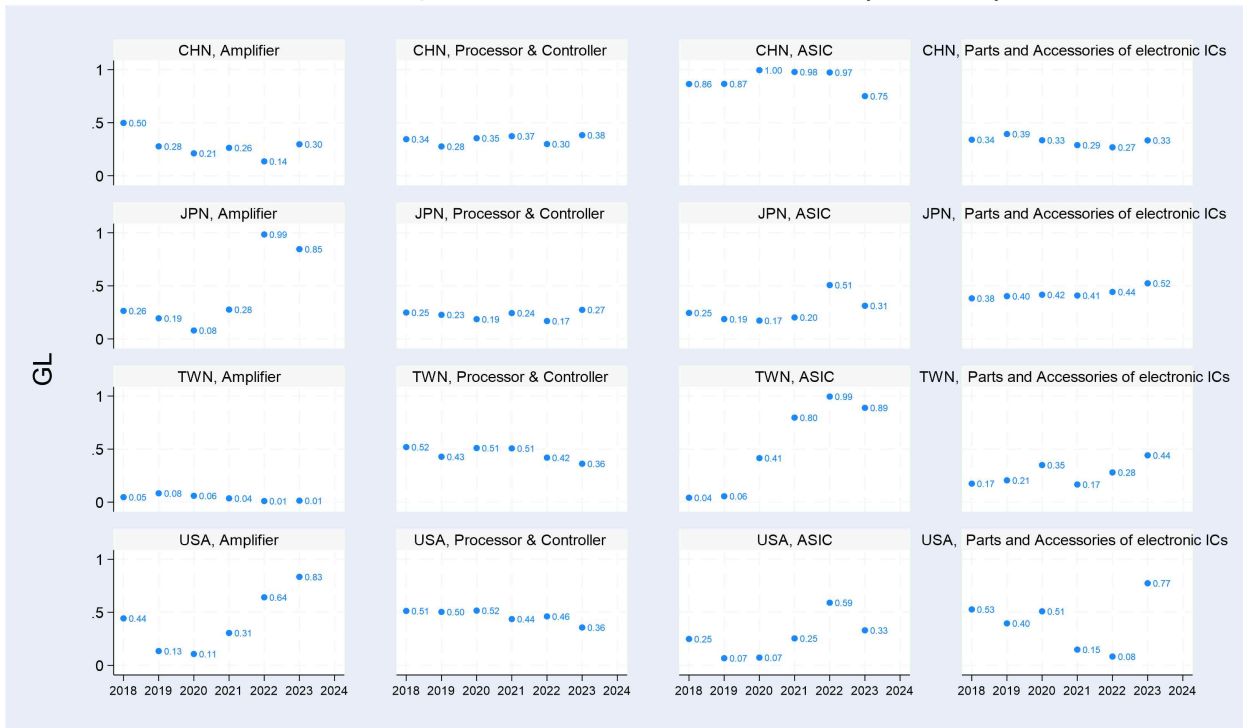
■ 특수 시스템반도체(Application Specific SoC)는 특정 용도의 주문형 반도체(ASIC) 등 특수 목적 칩을 의미하며 국가별 GL 지수 편차가 가장 크게 나타남.

- 특수 시스템 반도체 부문은 대부분 국가에서 GL 지수가 상승하는 양상을 보이며, 한국과 주요국 간 산업 내 상호 교역이 전반적으로 확대되고 있음.
- 중국은 2018년 0.86에서 2022년 0.97로 상승하며 높은 수준을 유지하고 있고, 양국이 특수 용도 칩 분야에서 활발히 상호 교역했음을 의미함. 단 2023년에는 0.75로 하락함.
 - 2024년 한국의 대중국 특수용도 시스템 반도체의 수출액은 27.2억 달러, 수입은 14.3억 달러를 기록함.
- 대만의 경우 2018년 0.04에서 2022년 0.99로 급등하여 극적인 교역 구조 변화를 보이고 있고, 이는 최근 AI 반도체 관련 수요 증가로 인해 첨단 반도체 공정의 상호 분업과 교역이 확대되었기 때문임.
 - 2018년 한국의 대만에 대한 특수용도 시스템 반도체 수출은 3,845만 달러였으나 2024년에는 33.3억 달러로 증가했고 수입의 경우 18.3억 달러에서 33.2억 달러로 증가함.
 - 한국은 대만으로부터 특수 시스템 반도체를 수입하여 국내에서 활용했으며 대만으로의 수출은 거의 없는 일방적 무역 구조였으나, AI 반도체 수요 증가, 고성능 컴퓨팅(HPC), 차량용 반도체 등 특수 용도 시장 확대에 따라, 한국이 수입뿐만 아니라 역으로 대만에 고부가가치 제품을 수출하면서 상호 무역이 폭발적으로 증가.
 - 한국이 대만에서 특정 칩셋/부품을 수입한 뒤, 후공정 가공, 모듈화, 시스템 통합 등을 거쳐 다시 대만 등지로 수출하는 구조가 형성됨.

18) 관세청 무역 통계를 기반으로 저자 계산.

- 미국과 일본의 GL 값은 2022년에 각각 0.59, 0.51 수준으로 상승하여 상호 교역 확대 경향이 뚜렷하게 나타났으나 2023년에는 다시 하락함.
- 동 분야에서 한국은 미국과 일본으로부터 여전히 상당량을 수입에 의존하고 있으나 양방향으로의 교역이 완만히 상승하는 추세임.

그림 9. 주요 국가간 시스템 반도체 GL 지수 변화 비교(2018~23년)



자료: UN Comtrade 통계를 이용하여 저자 작성.

■ IC 제조 부품 분야는 반도체 패키징 관련 부품 등도 포함하는 범주로, 이 부문은 일본과 미국에 대한 의존이 높아 한쪽 방향으로의 교역구조가 여전함.

- IC 제조 부품은 전체적으로 GL 지수가 낮거나 감소하는 추세에 있음.
- 중국과는 0.34에서 0.27로 낮아졌다가 2023년에는 다시 0.33으로 복원되었으나, 한국의 대중 수출 중심의 구조가 지속되고 있음.
- 미국과는 0.53에서 0.08로 급감해 한국의 대미 수입 중심 교역구조로 변화했다가 2023년에 0.77로 급격히 증가해 쌍방향 무역으로 전환됨.
 - 미국과의 GL지수가 최근 들어 개선되고 있으나 여전히 미국에서 한국으로의 일방향적 교역 구조를 유지하고 있음.
- 일본은 0.38에서 0.52로 상승하여 일부 상호 교역 확대 조짐이 있으나, 이 분야에서 일본과의 교역은 한국이 일방적으로 일본으로부터의 수입에 의존하는 구조임.
- 대만과의 IC 부품 관련 GL 지수는 0.44로 상대적으로 낮았는데, 대만 역시 동 분야의 산업이 취약하고 주로 해외에 의존하고 있어 한국과의 상호 교역이 적었던 것으로 해석됨.
 - IC 부품 분야에서는 한국이 대만으로 수출하는 일방적인 교역구조에서 다소 개선되는 추세가 나타남.

다. 무역결합도(IT: Intensity of Trade) 지수 비교

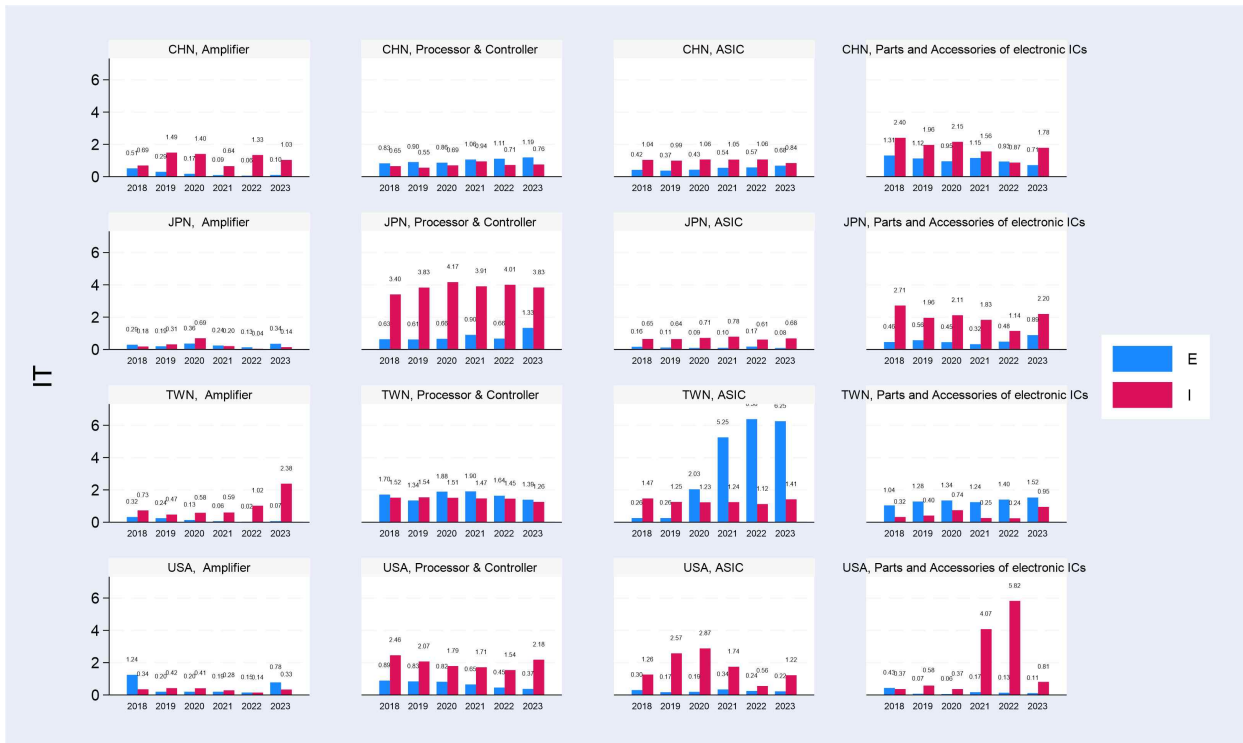
■ [그림 10]은 2018년부터 2023년까지 한국과 주요국 간 무역결합도 추이를 보여주는 것으로 한국의 시스템 반도체 무역은 국가별로 품목 특화가 뚜렷하게 나타남.

- 한국은 중국과 대만과의 교역에서 전반적으로 균형 잡힌 양방향 구조를 유지하고 있으며, 특히 대만은 거의 모든 시스템 반도체 품목에서 전략적 상호의존성을 나타내고 있음.
- 일본은 프로세서와 컨트롤러 부문에서의 수출입 결합도가 높아, 해당 품목 중심의 단일화된 교역 구조를 보임.
- 반면 미국은 최근 IC 부품 부문에서의 수출입 결합도가 급증하고 있으며, 이는 양국 간 후공정 분야에서의 협력 확대 및 공급망 통합이 빠르게 진전되고 있음을 의미함.
- Amplifier는 전반적으로 모든 국가에서 결합도가 낮아, 아직 전략적 핵심 품목으로 보기는 어려움.

■ 한국의 시스템 반도체 산업에 있어서 중국과의 무역결합도는 매우 낮으나, 모든 품목에서 수출처로서 중요성이 지속됨.

- Amplifier 분야 수출결합도는 2018년 0.5에서 2023년 0.1까지 꾸준히 감소하고 있으며, 이는 중국이 자국 생산을 확대했거나 대체 수입처를 확보했을 가능성을 시사함.
 - 반면 수입결합도는 2018년 0.7에서 2023년 1.0으로 큰 변화가 없는바, 한국의 중국산 Amplifier에 대한 의존도가 유지되고 있는 상태임.
 - 한국은 이 분야에서 자체 공급 역량이 약하고 수출 경쟁력도 점차 약화되는 구조이며, 중국의 경쟁력이 강화될 경우 수입 의존 리스크가 심화될 가능성도 존재
- 프로세서와 컨트롤러 분야의 한국의 대중국 수출 결합도는 2018년 0.8에서 2023년 1.2로 증가함.
 - 이는 중국의 디지털 산업 성장에 따른 한국산 프로세서와 컨트롤러 수요가 급증하고 이는 중국내 전자 제품, 스마트폰, AI 관련 산업의 수요 증가에 따른 것으로 해석됨.
 - 수입결합도는 같은 기간 동안 0.7에서 0.8로 상승했으며, 수출결합도에 비해서는 낮지만 일정 수준의 상호의존 구조가 형성됨.
- 특수 시스템 반도체의 수출 결합도가 0.4에서 0.7로 증가했고 이는 한국의 특수용도 시스템 반도체 제품이 중국 내에서 활용도가 증가하고 있음을 의미.
 - 수입결합도는 2022년까지 1.0에서 1.1 수준에서 안정적으로 유지되고 있으나 현재 중국의 반도체 기술 발전 속도로 볼 때 향후 중국산 저가형, 보완형 제품 수입이 더 증가할 가능성이 있음.
- IC 부품 분야 수출결합도가 2018년 1.3에서 2023년 0.7로 하락해 한국이 중국에 IC 부품을 공급하는 구조이나, 점차 중국 내 생산 역량 강화 및 자국 생산량 증가에 따라 수출결합도가 감소할 것으로 해석
- 반면 수입결합도는 2018년 매우 높은 2.4에서 2022년 0.9까지 감소했다가 2023년 1.8로 회복
 - 분석 기간 중국으로부터의 수입이 감소하는 추세였으나 최근 들어 다시 비용 효율 중심의 분업 구조로 복귀

그림 10. 주요 국가간 시스템 반도체 IT 지수 변화 비교(2018~23년)



자료: UN Comtrade 통계를 이용하여 저자 작성.

■ 일본과는 프로세서와 컨트롤러와 IC 부품 분야에서 무역결합도가 높게 나타나고 다른 분야에서는 결합도가 미미함.

- 프로세서와 컨트롤러 수출결합도 지수는 전체 분석 기간에 “1” 미만으로 상대적으로 높지 않았으나 2023년에 들어 1.3으로 상승, 한국의 프로세서와 컨트롤러 제품의 일본 내 수요 증가
 - 반면 수입결합도는 전체 기간에 매우 높은 수준을 유지(3.4~4.2), 일본이 한국의 프로세서와 컨트롤러 주요 공급국으로서의 위상을 지속적으로 유지함.
- 특수 시스템 반도체의 수출결합도는 매우 낮은 수준(0.1~0.2)으로 한국 특수 시스템 반도체의 일본 시장에서의 확장성은 매우 제한적임.
 - 반면 수입결합도는 0.6~0.8 수준으로 유지되며 일본은 고정밀 산업용 시스템 반도체 분야에서 강세를 보임.
 - 한국은 일본산 의존이 지속되고 있으며 일본의 기술 우위에 입각한 고정밀 특수 시스템 반도체 수입 지속
- Amplifier 분야의 대일 무역량은 미미한 수준이며, 수출결합도 역시 낮은 수준(0.1~0.4)이 지속되고 있음. 일본이 동 제품의 기술과 품질 측면에서 자국 산업에 비해 한국 제품을 상대적으로 덜 수용
 - 반면 수입결합도는 0.2에서 0.7까지 상승한 바 있으나 2023년에 다시 0.1로 복귀
- IC 부품 분야에서 한국의 대일 수출결합도는 0.3~0.9 사이로 다소 상승 추세에 있으나 상대적으로 높은 수입결합도와 큰 차이가 있어, 한국은 여전히 일본의 IC 부품 산업에 의존적인 상황임.

■ 대만과는 프로세서와 컨트롤러, 특수 시스템 반도체 분야에서의 수출입 결합도가 높으며 상호 보완적 무역구조 형성

- 프로세서와 컨트롤러 분야에서 대만에 대한 수출결합도는 높은 수준(1.3~1.9) 유지
 - 동 품목에 있어서 대만에 대한 수입결합도는 전체 기간에 걸쳐 1.3에서 1.5 수준의 안정적 고결합도 유지
 - 대만 Fabless 및 파운드리 생산품에 대한 한국의 수요 지속
 - 동 분야에 있어서 한국과 대만은 상호 보완적 무역구조를 형성하며, 반도체 공급망은 수직적 또는 기능별 분업체계로 해석
- 특수 시스템 반도체의 수출 결합도는 0.3에서 6.3으로 상승하면서 한국의 특수 시스템 반도체가 대만 공급망에서 중요한 역할을 수행
 - 특히 2021~23년은 대만 전자산업(특히 파운드리·후공정)에서 한국산 시스템 반도체의 필요성이 확대된 시기
 - 수입결합도 역시 2018년부터 꾸준히 1.1~1.5 수준을 유지하며, 한국의 고부가가치 산업 또는 파운드리 보완 목적의 안정적 수입 구조 유지
 - 무역결합도가 2020년부터 한국과 대만 양방향 모두 보완관계로 전환, 이는 양국의 특화된 시스템 반도체 기능 간 상호 보완성 강화를 의미
- Amplifier 분야에서 대만에 대한 수출결합도는 전 기간 매우 낮은 수준(0.0~0.3) 유지, 대만 시장에서 한국산 Amplifier의 존재감이 거의 없는 상태
 - 수입결합도는 2018~21년까지 낮은 수준(0.5~0.7)을 유지하다가, 2022년부터 급상승하여 2023년에는 2.4로 높은 수입결합도를 보임.
 - 이는 대만산 Amplifier에 대한 한국의 수입 의존도가 최근 빠르게 증가함을 의미하며 대만의 특정 Amplifier(예: 전력 제어칩, 아날로그-디지털 변환칩 등)가 국내 공급망에서 지위가 강화됨을 의미
- IC 부품의 대만에 대한 수출결합도는 지속적으로 1.0 이상을 유지하며 최근 2022~23년에는 1.4~1.5 수준의 결합도를 보여, 대만 공급망에서 한국 IC 부품의 역할이 강화됨.
 - 수입결합도는 전반적으로 낮은 수준이며 2023년에 1.0으로 다소 상승하였으나 한국이 후공정 체계(삼성, 하나마이크론 등)에 기반을 두고 있어 대만산 수입은 제한적임.

■ 한국은 대미 시스템 반도체 수출 경쟁력 회복이 필요하고, 기술협력과 정책 연계 병행 전략 모색이 요구됨.

- 프로세서와 컨트롤러 분야에서 한국의 대미 수출결합도는 0.9에서 0.4까지 하락, 한국의 대미 수출경쟁력이 약해짐.
 - 수입결합도는 1.5~2.5로, 이는 미국산 고성능 프로세서와 컨트롤러 중심의 공급망이 고착화되고 있음을 의미
- 특수 시스템 반도체의 대미 수출결합도 역시 낮은 수준으로 미국시장에서 한국 특수 시스템 반도체의 기술 인증 또는 채택률에 한계가 있음을 의미
 - 수입결합도가 일시 낮아지기도 했으나 전반적으로 미국산 제품의 기술 신뢰성 및 제품 성능 측면에서 미국산 제품의 수입이 다시 강제로 전환됨.
- 일방적 수입 구조에서 벗어나기 위해 미국 기술에 대한 전략적 협력 및 기술 교류 활성화 필요

- 공동 R&D, 기술공유 프레임워크 필요, Fabless-Foundry 또는 System Partner 연계 방식의 전략적 기술 동맹 고려

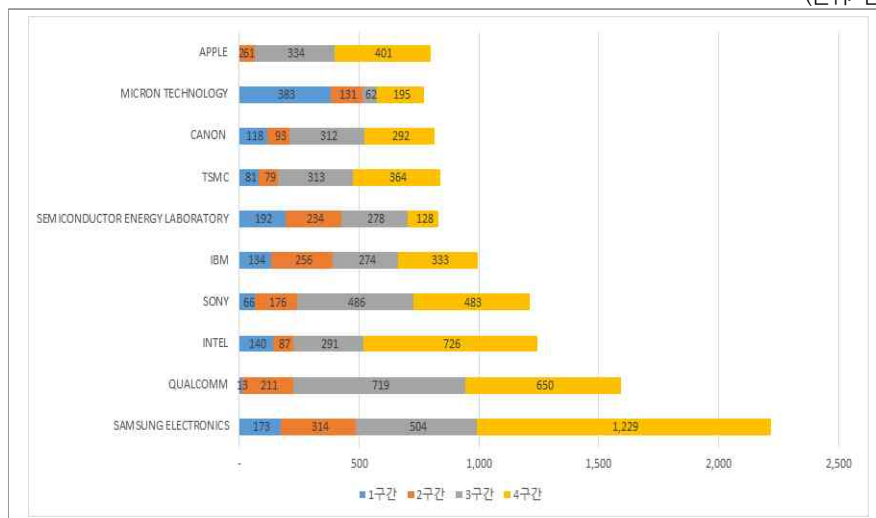
라. 기술력 지수(TSI: Technology Strength Index) 분석

■ [그림 11]은 지난 20년간 글로벌 톱 10 기업들의 시스템 반도체 특허 등록 현황을 구간별로 살펴본 것으로 글로벌 톱 10 기업들 중에서 삼성전자가 가장 많은(2,220개) 특허 출원을 기록하고 있음.

- 삼성전자의 특허 출원량은 특히 4구간(2019~23년)에서 급증, 1구간(2004~08년)과 비교하면 특허 출원량이 6배 이상 증가함.
- 이는 삼성전자가 시스템 반도체 시장에서 경쟁력을 강화하고자 하는 전략적 변화를 반영하며, 메모리 반도체 중심에서 시스템 반도체로 포트폴리오를 확장하는 삼성전자의 움직임과 일치하는 것으로 파운드리(반도체 위탁생산) 및 AI 반도체 등에서의 성장 가능성을 시사함.
- 퀄컴 역시 특허 출원량이 꾸준히 증가하고 있으며, 3구간과 4구간에서 큰 폭으로 증가함.
- 이는 퀄컴이 5G, AI 반도체, 고성능 프로세서(AP) 분야에서 기술 혁신을 지속하고 있음을 반영하며, 특히 모바일 반도체 및 IoT 칩셋에서의 강점을 유지하려는 전략과 일치함.

그림 11. 글로벌 톱 10 기업들의 시스템 반도체 특허 등록 현황

(단위: 건)



주: 1구간: 2004~08년, 2구간: 2009~13년, 3구간: 2014~18년, 4구간: 2019~23년
 자료: 한국특허기술진흥원 검색 데이터베이스(kiwee db) 자료를 이용하여 자차 계산.

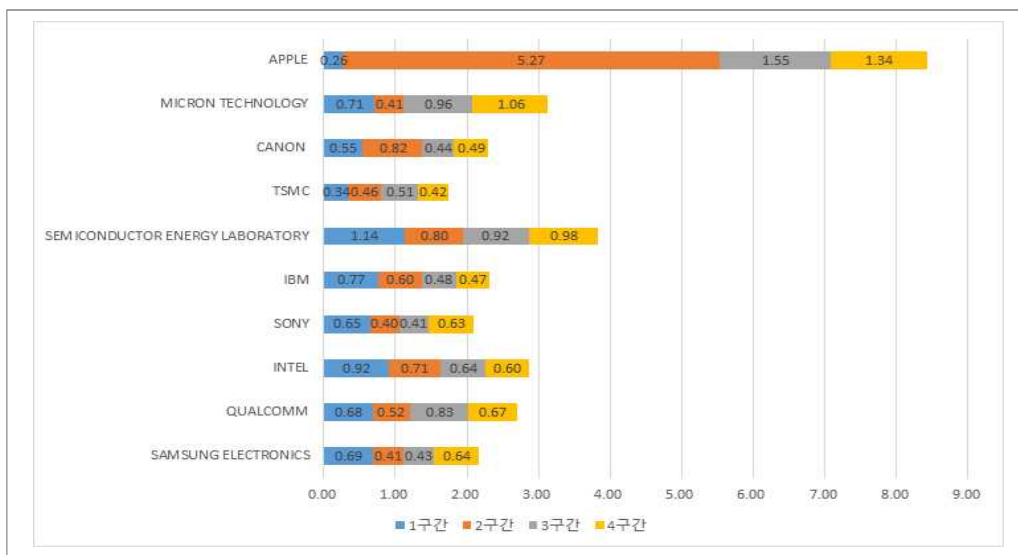
- 인텔의 특허 출원량은 증가하는 경향을 보이지만, 삼성전자와 비교했을 때 증가 폭이 크지 않음.
- 이는 시스템 반도체 전체 영역으로 확장하려는 인텔의 움직임을 볼 때 기술 진보가 상대적으로 더딘 것을 시사하며, 향후 특허 출원량 증가 여부가 주목할 만한 요소임.

- 애플의 특허 출원량은 4구간(2019~23년)에서 증가했지만, 삼성전자 및 퀄컴에 비해 상대적으로 낮은 수준을 유지하고 있으며, 이는 애플이 직접 반도체 생산보다는 독자적인 반도체 설계(Apple Silicon) 및 최적화에 집중하고 있음을 의미함.

■ 삼성전자의 시스템 반도체 기술영향력 지수는 0.69(1구간) → 0.41(2구간) → 0.43(3구간) → 0.64(4구간)로, 정체됨.

- 삼성전자가 시스템 반도체 시장에서 높은 특허 출원량을 기록하고 있음에도 불구하고, 질적 영향력이 애플이나 마이크론만큼 높지 않음을 시사함.
 - 삼성전자는 특허의 양적 성장보다는 핵심 기술 특허 확보 및 연구개발(R&D) 효율성을 높이는 전략이 필요함.
- 애플은 2구간(2009~13년)에서 기술영향력 지수가 급격히 증가(5.27)하면서 시스템 반도체 분야 기술영향력에서 압도적인 지위를 획득함.
 - 3구간(2014~18년)과 4구간(2019~23년)에서도 비교적 높은 수준을 유지하지만, 기술영향력 지수는 점진적으로 하락하는 추세임.

그림 12. 글로벌 톱 10 기업의 시스템 반도체 기술영향력 지수(TSI) 평가



자료: 한국특허기술진흥원 검색 데이터베이스(kiwee db) 자료를 이용하여 저자 계산.

- 마이크론의 기술영향력 지수는 비교적 꾸준히 증가(0.71 → 0.96 → 1.06)하며, 메모리 반도체뿐만 아니라 시스템 반도체 기술 개발에도 적극적으로 나서고 있음을 보여줌.
 - 이는 AI 반도체 및 고성능 컴퓨팅(HPC)용 메모리 솔루션(HBM)에서 경쟁력을 확대하려는 전략과 일치함.
- TSMC는 시스템 반도체 생산(파운드리)에서 강점을 보이는 기업이지만, 기술영향력 지수는 상대적으로 낮은 수준에서 안정적 유지(0.36 → 0.46 → 0.51 → 0.42)됨.

- 이는 TSMC가 직접적인 반도체 설계보다는 제조 및 공정기술에 집중하는 기업이므로, 기술영향력 지수가 높게 나오기 어려운 구조임을 반영

5. 결론 및 정책적 시사점

가. 메모리 반도체 산업: 경쟁력 변화 및 시사점

- 메모리 반도체 산업은 소수 국가에 생산이 집중되어 있고, 한국은 일부 공급망이 통합된 중국에 대해서만 산업 내 무역이 관찰되고 대부분 국가 간에는 수직적 분업 구조(일방향 무역)를 이루고 있음.
 - 2018년 이후 중국과의 GL 지수는 지속적으로 증가하면서 양방향 교역으로 확대되고 있고, 이는 중국 메모리 반도체 산업 생산능력 증가와 함께 그에 따른 교역구조 변화를 반영함.
 - 이는 단기적으로 한-중 간 교역구조의 밀착을 초래하여 부품 및 완제품의 상호의존성이 확대되는 효과를 가져올 수 있으나, 장기적으로는 한국의 수출시장 점유율 저하 요인으로 작용할 가능성이 있어 연계성이 심화되는 분야를 중심으로 기술 경쟁력 제고로 대응할 필요가 있음.
 - 반면 일본과의 교역이 다소 약화되고 있으며 미국과 대만과의 관계는 현상 유지 또는 미미한 상승 추세임.
- 한국 메모리 반도체 산업 경쟁력(RSCA, TSI) 하락은 기술 경쟁력 약화를 시사하며, 이에 따라 첨단 기술 확보를 위한 전략적 연구개발(R&D) 투자가 필수적으로 요구됨.
 - 한국의 메모리 반도체 경쟁력(RSCA, TSI)이 점차 정체되거나 하락하는 경향을 보이는 반면, 중국은 RSCA 및 TSI 지수가 상승하며 글로벌 메모리 반도체 시장에서 점유율을 확대하고 있음.
 - 한국은 DRAM, MCP, NAND 플래시 메모리 시장에서 글로벌 선도국으로 자리매김하고 있으나, 중국의 메모리 반도체 자급화 정책 추진과 글로벌 시장 내 경쟁 심화로 인해 구조적 도전에 직면해 있음.
 - 삼성전자와 SK하이닉스는 높은 기술영향력을 유지하고 있으나, 기술영향력 지표에서 마이크론과의 격차는 거의 사라졌고, 샌디스크의 기술영향력이 급격히 상승함에 따라 경쟁이 심화되고 있음.
 - 미국기업(마이크론, 샌디스크)이 기술영향력에서 우위를 점하는 구간이 많아지고 있으므로, 한국 기업들은 특히 출원 및 차세대 기술 확보에 적극적으로 대응해야 함.
 - 특히 HBM(High Bandwidth Memory), AI 반도체, 고성능 DRAM 등의 첨단 기술 확보를 위한 선제적 연구개발(R&D) 투자 확대가 필요함.
 - 기술력을 보유한 미국기업들에 대한 미 행정부의 정책 지원 역시 우리 기업들에 큰 도전 요인이 될 것임.

나. 시스템 반도체 산업: 경쟁력 변화 및 시사점

■ 경쟁력 지수(RSCA, TSI) 및 시스템 반도체 분야 기술영향력 지수 분석 결과, 한국의 시스템 반도체 경쟁력이 전반적으로 둔화되고 있음.

- 한국의 RSCA 및 TSI 지표는 일부 하락하거나 정체되는 양상을 보이고 있으며, 대만과 미국의 경쟁력이 강화되거나 지속적으로 유지되는 가운데 한국의 시장 점유율은 뚜렷한 성장을 보이지 못하고 있음.
- 삼성전자는 시스템 반도체 관련 특허 출원량에서 압도적인 우위를 보이고 있으나, 애플, 퀄컴, 마이크론 등에 비해 혁신성과 파급력이 큰 특허 확보에는 한계를 보임.
 - 삼성전자의 기술 개발과 고부가가치 특허(예: AI 반도체, 3nm 이하 미세공정, 차세대 트랜지스터 구조) 및 제조공정 기술력 확보가 시급함.
 - 애플은 시스템 반도체 분야에서 가장 강력한 기술영향력을 보유하며, 마이크론과 퀄컴도 꾸준히 영향력을 유지하고 있어 미국기업들과의 협력을 통한 기술 혁신 노력 필요

■ 한국의 강점(첨단 제조, 로직으로 확장되는 메모리 전문성)을 활용하고 기술 격차를 해소함으로써 반도체 산업의 경쟁력을 강화해야 함.

- 교역량은 많지 않으나 아날로그 IC와 같이 특정 국가에서 대부분의 물량을 수입하는 공급망상의 취약성이 드러남에 따라 동 분야에 경쟁력을 가진 주요 파트너와 동맹을 강화하여 공급망 회복력 확보 필요
 - 전략적 의존도(특히 아날로그, 전력 칩에서 일본과 미국에 대한)를 줄이기 위해 국내 아날로그/혼합 신호 반도체 R&D 지원 확대 및 기업 육성 필요

■ 미국, 일본, 대만과의 파트너십 강화는 전략적 자산으로 작용하며, 반도체 산업 내 상호 투자를 기반으로 한 역내 무역 확대가 필요함.

- 대만과의 산업 내 무역이 확대되는 가운데, 프로세서와 컨트롤러, 특수 시스템 반도체 분야에서 한국의 수출 결합도가 급등하며, 대만 공급망 내 한국의 역할이 강화되고 있어 상호 이익 구조가 형성되고 있음.
 - 패키징 기술 합작 투자, 교차 라이선스 계약 또는 차세대 제조의 협력적 R&D가 포함될 수 있으며, 한국과 대만의 강점을 결합한 상호협력 강화 필요
- 미국과의 무역결합도와 GL 지수가 증가하는 것은 무역과 통합을 더욱 촉진할 수 있는 윈윈 전략임.
 - 한국은 미국 주도의 이니셔티브(안전한 칩 공급망 및 표준)에 동참하고 미국 반도체 투자를 한국으로 유치함으로써 이를 활용할 수 있음.
 - 미국의 협력 제언과 제후에 참여하면 한국이 시장과 기술을 확보하는 동시에 제조 역량을 공유할 수 있음.

다. 정부 정책에 대한 시사점: 공급망 안정성과 글로벌 협력 전략

- 데이터에 기반한 분석 결과, 한국 메모리 및 시스템 반도체 무역구조의 강점과 취약점이 명확히 드러남.
 - 한국과 중국 간 메모리 및 시스템 반도체 산업 내 교역은 증가하면서 더 밀접한 교역 관계로 발전한 반면, 미국·일본 등 우방국과는 전략적으로 중요하나 교역구조상 취약한 연결고리를 가지고 있음.
 - 따라서 단기적으로는 중국 중심의 현 공급망을 안정적으로 관리하면서 중장기적으로는 우방국과의 기술 협력을 강화하는 두 트랙 전략이 필요함.
 - 아울러 공급망 회복력 제고를 위해 국내 생산기반 강화와 핵심 소재·장비 국산화 노력을 적극 지원해야 함.

- GL 지수와 무역결합도 분석이 보여주듯, 한국 메모리 산업은 중국에 대한 쏠림 현상이 크고 다변화가 미흡한 상태임.
 - 중국과의 산업 내 무역이 증가하는 현 추세를 고려하여, 한국은 중국과의 공동생산 및 협력 채널을 유지하면서 중국으로의 수출 감소 시나리오에 대한 대비 등 상시적인 헷지 전략을 모색해야 함.
 - 중국과의 산업 내 무역 지수(GL 지수)가 높은 분야는 중국 반도체 기술의 경쟁력 향상을 시사하는바, 우리 기업들의 첨단 기술력 확보에 심혈을 기울여야 함.
 - 지정학적 요인으로 인한 수요 변동이나 정책 변화에 따른 리스크가 커질 수 있으므로 시장 다변화 및 제품 다변화 전략이 중요하며, 제품 포트폴리오를 확대하여 특정 품목에 대한 교역 쏠림을 완화해야 함.

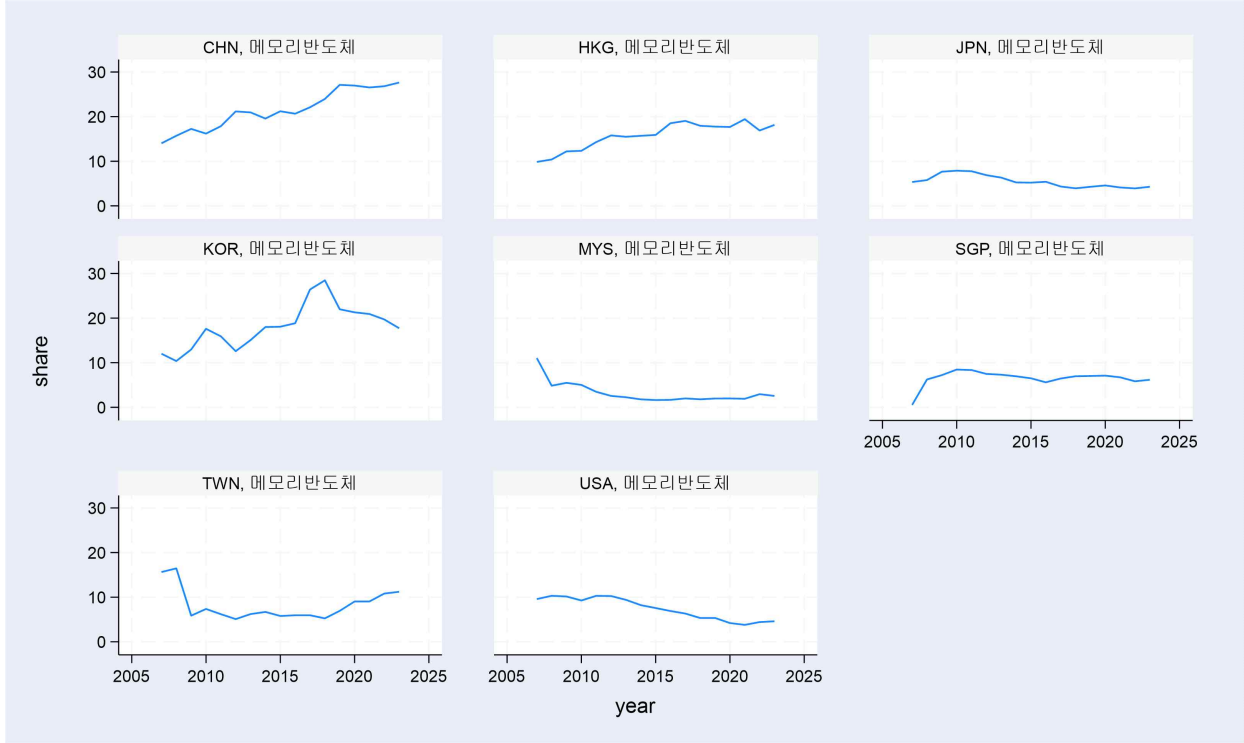
- 미국과 일본, 대만은 한국과 메모리 및 시스템 반도체 산업에서 산업 내 분업관계는 약하지만, 지정학적 측면에서 중요한 파트너이므로 협력 강화 필요.
 - GL 지수로 보면 한국과 이 국가들 간 산업 내 무역은 매우 저조해 현재는 전략적 분업이 이루어지고 있지 않지만, 안보 및 공급망 안정 차원에서 공동 협력의 필요성이 대두되고 있음.
 - 한국은 메모리 및 시스템 반도체 제조 강국으로서 공급망 구조에서 핵심적 역할을 수행하므로, 미·일·대만과의 기술 협력, 표준화, 공동투자 등을 통해 신규 시장 기회를 적극 발굴할 필요가 있음.

- 고급 반도체(AI, HPC 등) 수요에 대응하기 위해 미국과의 협력을 강화하되 설계 및 기술협력 중심의 생태계 동기화를 추진해야 함.
 - 미국은 팹리스 중심 구조, 한국은 파운드리, 메모리 중심이라는 구조를 연결시키는 글로벌 공동 생산체계 구축이 필요하며, 이를 위해 미국 내 팹리스와 IP 공유, 플랫폼 개발, 공동 검증체계를 구축해야 함.
 - 한국의 강점인 메모리 기술(HBM, CXL, DRAM)을 AI 연산과 결합한 형태로 차별화하고 AI, HPC 시장에서 수요가 급증하는 HBM3/HBM4, 고대역폭 인터페이스 기술 등을 중심으로 미국과 기술 동맹 강화
 - 미국 내 투자는 AI/HPC 특화 테스트 라인, 설계 지원센터, 패키징 R&D 허브와 같은 소규모 전략 거점 투자를 통해 시장을 테스트한 후 점진적 투자 확대 모색

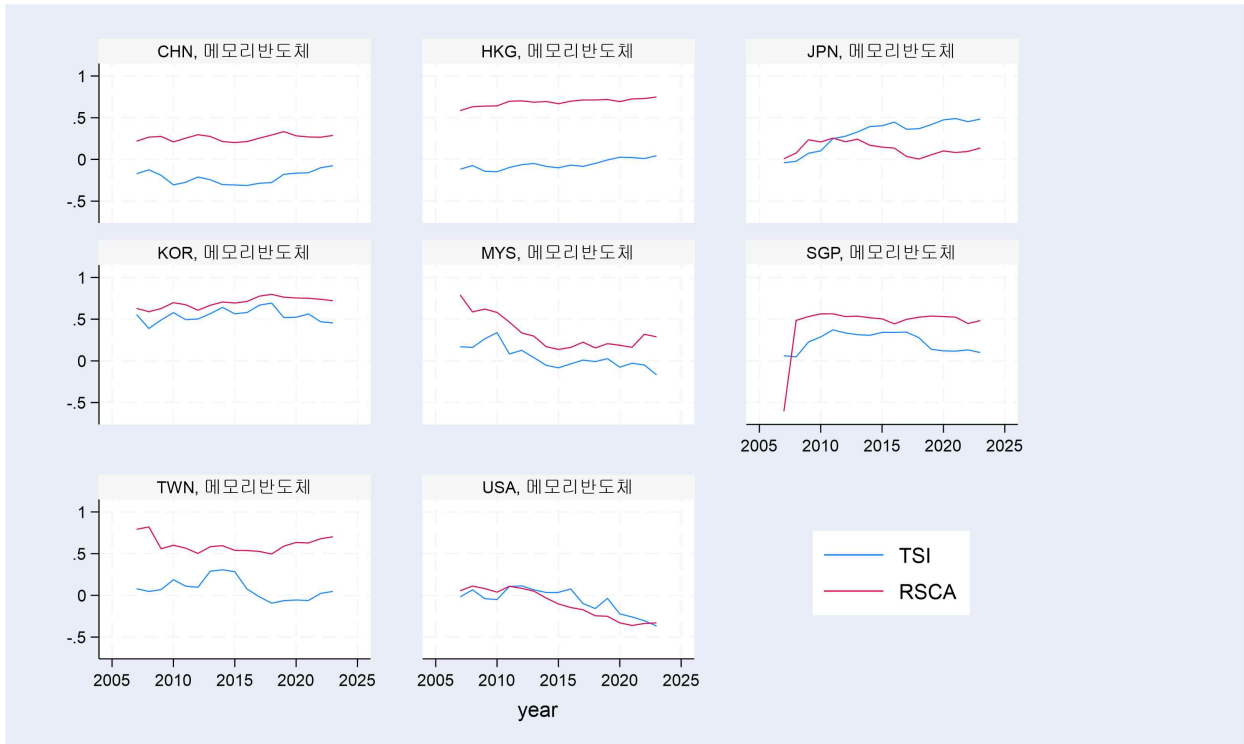
- 중장기적으로 시스템 반도체 분야의 글로벌 경쟁력 확보를 위한 전략적 투자 확대(특히 질 제고, IP 포트폴리오 강화, 디자인 하우스 생태계 조성 등)와 NVIDIA, AMD, Intel 등 미국 팹리스 및 IP 업체와의 공동 개발, 라이선스, 설계 협업을 통해 기술 의존을 협력 관계로 전환
- 한·미 정부 간 협력을 통해 한·미 공동 팹리스 육성 프로그램을 지원하고 이를 통해 기술 협력, 설계 연계, 시험 생산, 고객 확보, 생태계 내 신뢰 축적의 순환 고리를 만들어야 함.
- 기술 파트너십, 소규모 전략 거점, 차별화된 기술 포지션, 글로벌 팹리스 연계로 나아가야 우리 기업들이 장기적으로 미국 공급망 내에서 필수 불가결한 존재가 될 수 있음. **KIEP**

부록 그림 1. 메모리 반도체 수출시장 점유율 변화

(단위: %)

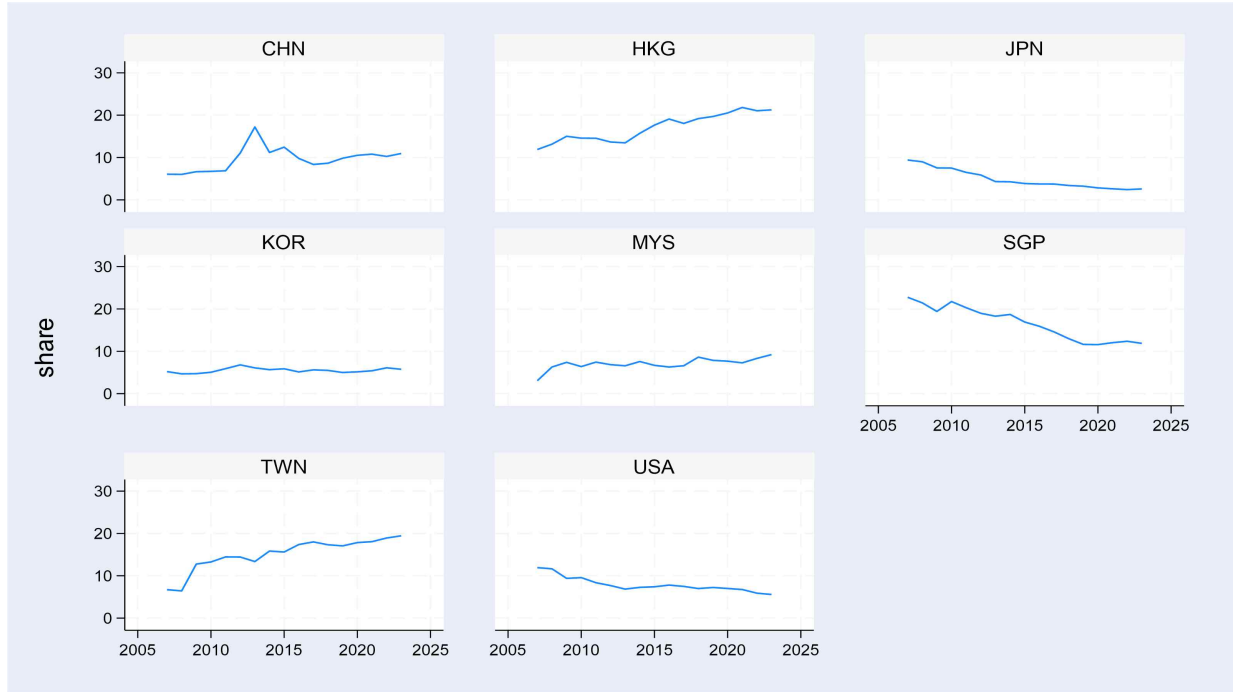


부록 그림 2. 메모리 반도체 TSI, RSCA 지수 변화

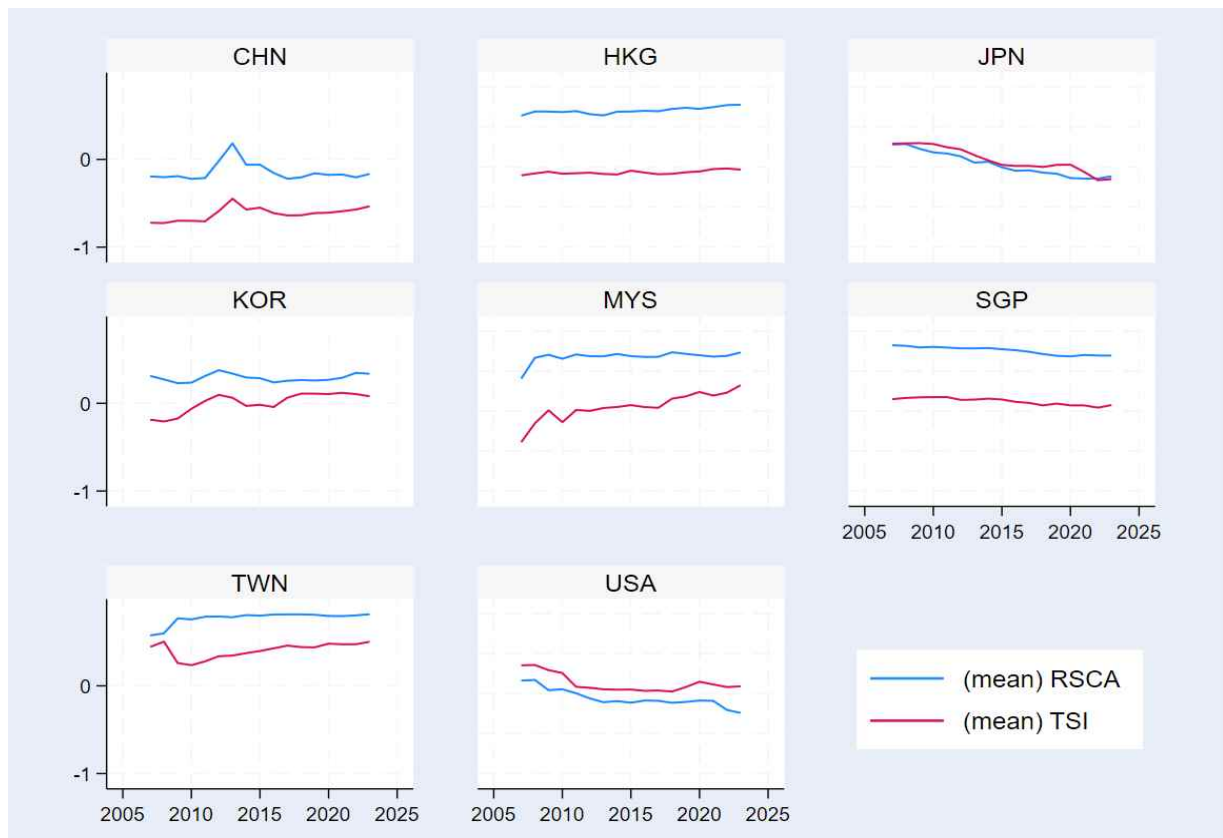


부록 그림 5. 시스템 반도체 수출시장 점유율 변화

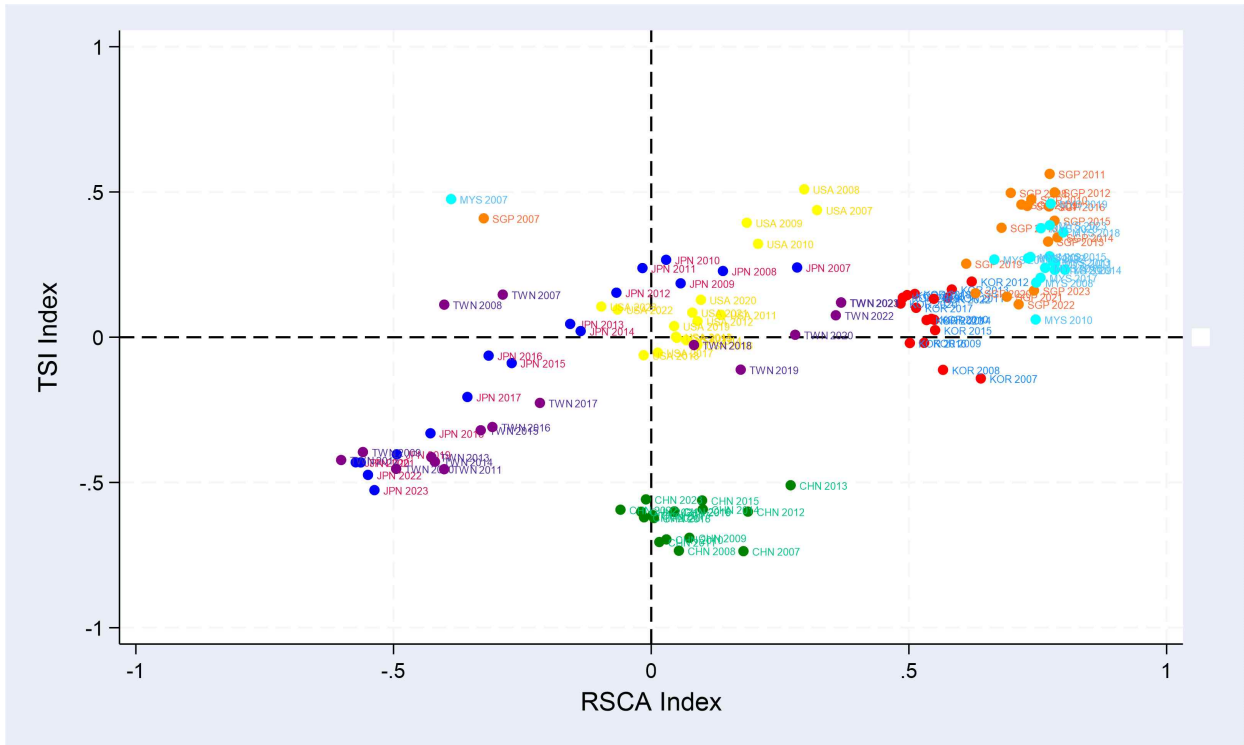
(단위: %)



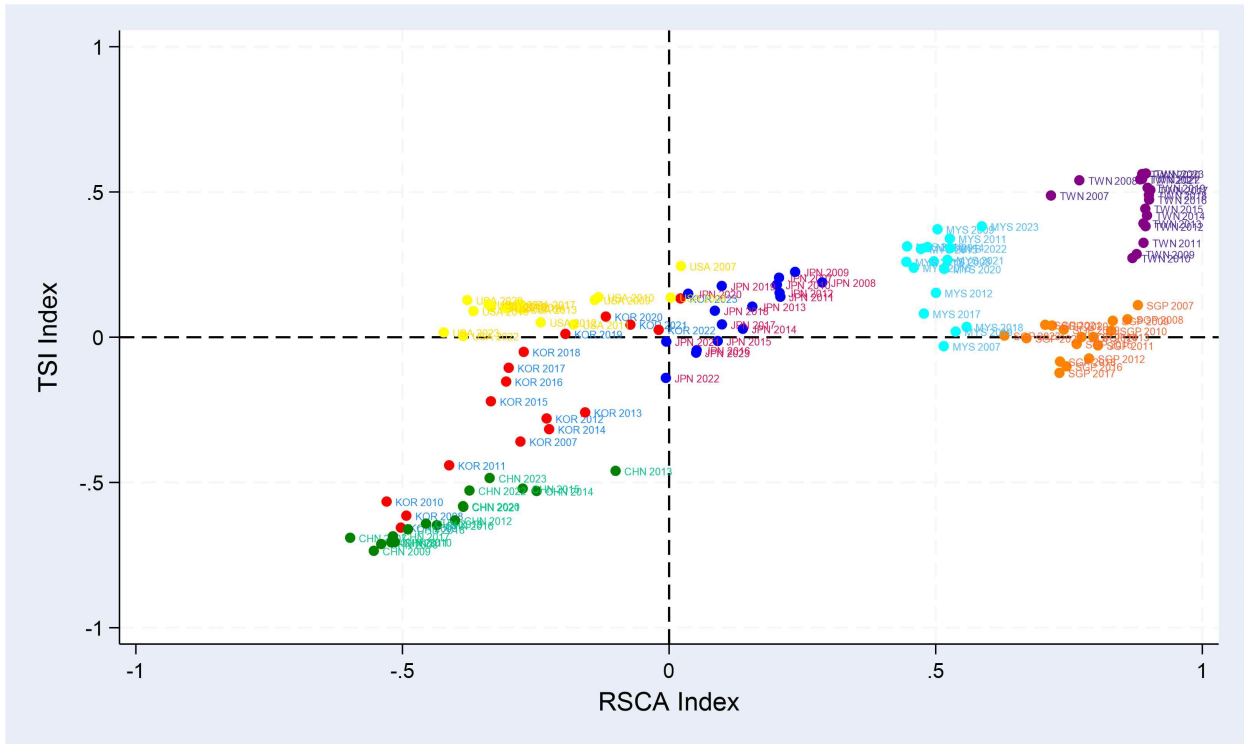
부록 그림 6. 시스템 반도체 TSI, RSCA 지수 변화



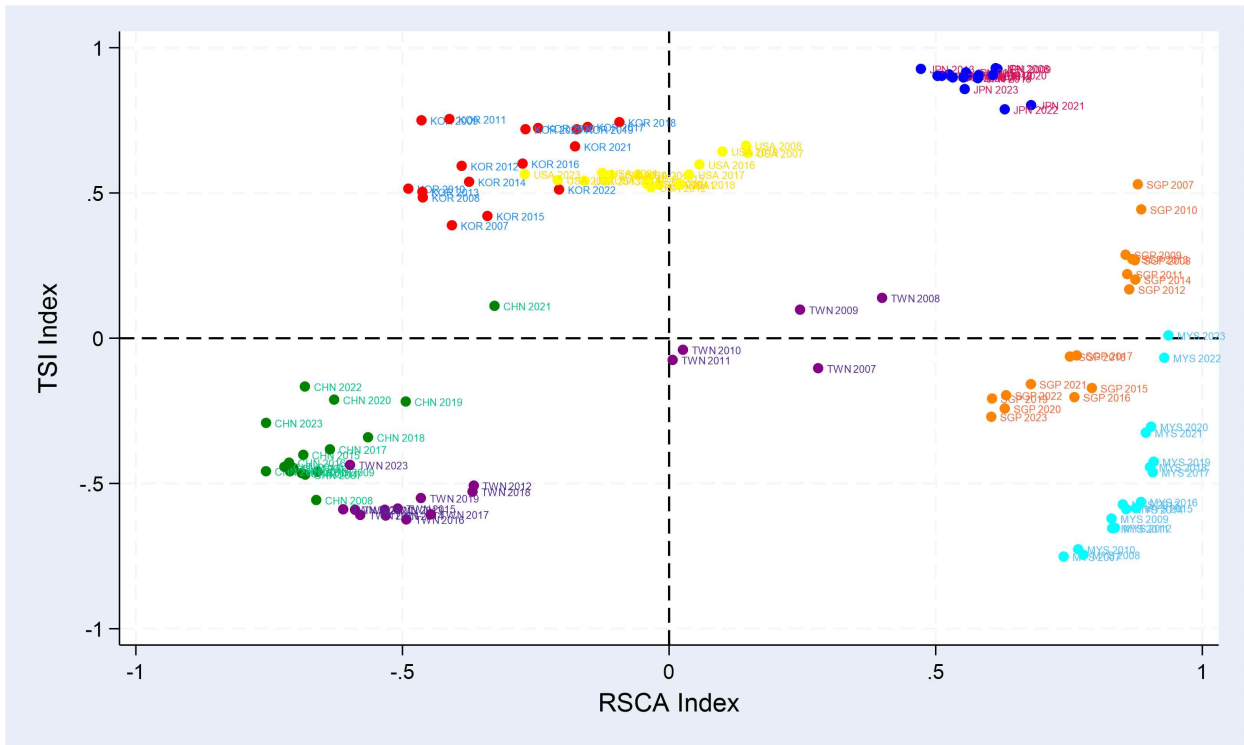
부록 그림 7. 프로세서와 컨트롤러 경쟁력 변화 비교



부록 그림 8. 특수 시스템 반도체 경쟁력 변화 비교



부록 그림 9. Parts and Accessories of electronic ICs 경쟁력 변화 비교



부록 그림 10. Amplifier 경쟁력 변화 비교

