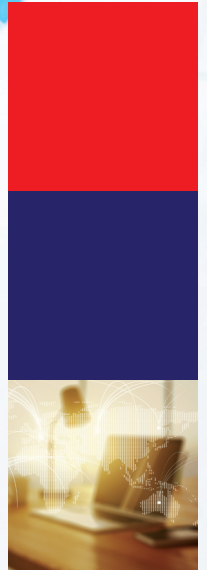




연구보고서 25-13



일본의 반도체 공급망구조 변화와 한국에 대한 시사점

김규판
김혁중
이형근
이보람

일본의 반도체 공급망 구조 변화와 한국에 대한 시사점

김규판 · 김혁중 · 이형근 · 이보람

연구보고서 25-13

일본의 반도체 공급망 구조 변화와 한국에 대한 시사점

인 쇄 2025년 12월 24일
발 행 2025년 12월 30일
발행인 이시옥
발행처 대외경제정책연구원
주 소 30147 세종특별자치시 시청대로 370
세종국책연구단지 경제정책동
전 화 044) 414-1179
팩 스 044) 414-1144
인쇄처 일지사(02-503-6971)

©2025 대외경제정책연구원

정가 10,000원
ISBN 978-89-322-1943-1 94320
978-89-322-1072-8(세트)

대외경제정책연구원은 'ESG 경영' 방침에 따라
친환경 용지를 사용합니다.



국문요약

2020년대 들어 일본정부는 미국 바이든 행정부의 대중(對中) 수출규제 등에 따른 지정학적 리스크 대응 차원과 산업정책 관점에서 반도체 공급망 강화 시책을 본격화하고 있다. 2021년 5월 제정된 「경제안전보장추진법」상 공급망 강화 시책, 2021년 6월 발표한 「반도체 · 디지털산업 전략」(2023년 6월 개정), 그리고 2024년 11월의 「AI · 반도체산업 기반강화 프레임」은 일본의 반도체 공급망 구조에 일대 혁신을 초래할 정부정책으로 기대를 모으고 있다.

본 연구에서는 일본정부의 반도체산업 부활 전략에 주목하면서, 먼저 일본의 반도체산업 경쟁력을 제품 및 제조공정별 세계시장 점유율 기준으로 평가하여 한일 간 반도체 생태계의 협력 · 보완 영역을 도출하고자 하였다. 둘째, 일본의 반도체 전략 중에서 차세대 반도체 프로젝트(Rapidus/LSTC 설립, 반도체 제조공정별 R&D 지원, AI 반도체 개발)에 주목하여 한일 간 산업협력의 지평을 넓힐 수 있는 영역을 도출하는 데 연구초점을 맞추었다. 셋째, 일본의 반도체 공급망 구조를 외부의존도 관점에서 분석하여 한일 정부의 반도체 공급망 안정화 협력 공간을 발견하였다. 마지막으로 한일 간 반도체 산업협력의 현주소(무역 · 투자 관계, 첨단 반도체 분야에서의 협력 현황)를 짚어봄으로써 향후 한일 산업협력의 방향성을 가늠해 보고, 특히 한국에 진출한 일본계 반도체 기업의 경영활동과 성과를 계량 분석하여 우리 정부의 일본자본 유치 정책에 대한 시사점을 제공하고자 하였다.

분석 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 일본의 반도체산업 경쟁력을 분석한 결과 반도체 설계 · 제조 분야에서 이렇다 할 팽리스와 파운드리가 부재한 가운데, 주요 반도체 제품(메모리반도체, 전력반도체, CMOS 이미지센서, MCU)과

반도체 제조장치(열처리장치, 코터·디벨로퍼, 세정장치, 마스크 검사장치, CD-SEM), 그리고 반도체 재료시장에서 경쟁력을 확보하고 있음을 확인하였다. 특히 반도체 재료의 경우 실리콘웨이퍼, 포토레지스트, 고순도 세정액, CMP 슬러리, 절연막재료, 타깃재, 에칭가스과 같은 전공정 재료뿐만 아니라 패키지기판 재료, 다이싱재료, 본딩재료, 봉지재 등 후공정 재료시장에서 일본계 기업이 석권하고 있다. 둘째, 일본의 반도체 부활 전략 중 본 연구에서 가장 관심을 기울인 분야는 차세대 반도체 프로젝트(Rapidus, 차세대 반도체 제조기술 개발)와 AI 반도체 개발이다. 특히 일본의 반도체산업 부활 전략은 Rapidus의 성공 여부가 열쇠를 쥐고 있다고 해도 과언이 아닌데, 현재 Rapidus가 직면한 과제로 자금 조달 문제, 2나노급 반도체 양산 문제, 고객확보 문제, 인재확보 문제 등을 지적하였다. 셋째, 일본정부가 반도체 전략을 수립하기 전후 기간인 2018~24년을 대상으로 일본 반도체산업의 투입 구조 분석과 반도체 수입(輸入) 구조 분석을 통해 일본의 반도체 공급망 구조 변화를 분석한 결과, 반도체산업 중 집적회로 분야뿐만 아니라 반도체 재료와 원료 분야에서도 외부의존도가 높다는 점, 다만 반도체의 중간 투입재 중 연마제, 산업 플라스틱 제품, 유리가공제품 등 일부 재료(소재) 품목에서는 외부의존도가 낮을 뿐 아니라 국산화율이 매우 높다는 점을 확인하였다. 일본의 반도체 수입 구조에서는 반도체 완제품의 대대만 의존도가 매우 높다는 점, 실리콘카바이드(중국, 89%), 인산·폴리인산(중국, 90%), 형석(중국, 73%), 불화수소(중국, 97%), 황린(베트남, 99%)과 같은 일부 반도체 원료의 경우 특정국에 대한 수입 의존도가 매우 높다는 점을 확인하였다. 넷째, 한일 간 반도체 산업협력은 한국의 대일본 수입과 일본의 대한국 직접투자를

중심으로 살펴보았다. 먼저 한국의 대일본 반도체 수입에서는 2019년 일본의 수출규제의 영향이 크지 않았으며, 양국 반도체 기업 간 상호의존성이 지속되고 있음을 확인하였다. 일본계 기업의 대한국 직접투자에서는 2010년대 이후 화학공업과 전기·전자 부문에 대한 투자액이 전체 제조업의 60.0%를 차지할 정도로 그간 한국정부의 외국인 직접투자 유치 전략이 일본의 자본과 기술을 유치하는 데 유효하였음을 확인하였다. 또한 일본 국내에 주요 고객이 존재하지 않는 일본계 화학기업들이 한국 내에 부품·소재 공장 설립을 확대하고 있음도 확인하였다. 다만 한국에 진출한 일본계 반도체 소재·부품·장비 기업 43곳을 대상으로 한 통계·계량 분석에서는 일본의 대한국 직접투자에 다음과 같은 특징과 한계가 있음을 확인하였다. 첫째, 투자분야는 반도체 재료와 제조 장치에 집중되고 있으며, 기술 협력은 대체적으로 한국의 대기업이 자사의 생산능력과 일본의 기술을 결합하는 방식으로 이루어지고 있다. 둘째, 2020년부터 2023년까지 한국 내 일본계 반도체 기업의 매출은 연평균 20% 수준, 고용 종업원 수도 유사하게 13.8~17% 증가한 반면 유형자산과 무형자산은 통계적으로 유의한 변화가 없었다. 셋째, 일본계 반도체 기업의 한국 내 경제적 활동이 한국 반도체 기업의 경영 성과(매출)에 긍정적 영향을 미쳤다. 본 연구에서는 위와 같은 분석 결과를 토대로 한일 반도체 협력 분야로서 일본 내에서의 후 공정 패키지 기술 공동개발과 AI 반도체 분야 협력 두 가지를 제시하였다.



국문요약 3

제1장 서론 17

 1. 연구 배경 18

 2. 연구 목적 및 구성 21

 3. 선행연구 검토 및 본 연구의 차별성 24

제2장 일본 반도체산업의 경쟁력 29

 1. 일본 반도체산업의 성장과 쇠락 30

 가. 초LSI기술연구조합 30

 나. 미·일 반도체 무역마찰과 반도체협정 31

 2. 일본의 반도체 세계시장 점유율 33

 가. 주요 반도체 제품 36

 나. 반도체 제조장치 45

 다. 반도체 재료 49

 3. 소결 62

 가. 요약 62

 나. 정책적 시사점 66

제3장 일본의 반도체 전략 추진 현황과 과제 69

 1. 기본전략 70

 2. 반도체 제조기반 확충 74

 가. 일본의 국내 반도체 제조업체 및 입지 74

 나. 정부지원 체계 79

3. 차세대 반도체 프로젝트	85
가. Rapidus	85
나. 차세대 반도체 제조기술 개발(R&D)	90
다. AI 반도체	96
4. 인재육성 · 인프라 지원	99
5. 소결: 평가와 전망	102
가. 일본정부의 반도체 지원체계	102
나. 일본 반도체산업의 자국 내 생산 동향	107
다. 과제: Rapidus의 성패	108
제4장 일본의 반도체 공급망 구조 변화 분석	113
1. 분석 배경 및 방법론	114
2. 일본 반도체산업의 투입 구조 변화	116
가. 집적회로	116
나. 반도체소자	118
다. 웨이퍼	120
3. 일본 반도체산업의 수입 구조 변화	121
가. 비메모리 반도체	124
나. 메모리 반도체	126
다. 반도체소자	127
라. 반도체 제조장치	129
마. 반도체 재료(소재)	131
바. 반도체 원료(원재료)	139
4. 소결	145

가. 요약	145
나. 정책적 시사점	148
제5장 한일 간 반도체 산업협력 현황	151
1. 반도체 산업협력	152
가. 한국의 대일본 반도체 수입	152
나. 일본의 대한국 반도체 직접투자	154
다. 한일 기업 간 R&D 협력: 후공정 패키지 기술 공동개발	158
라. AI 반도체 분야 협력	161
2. 일본 반도체 관련 기업의 대한국 공급망 연계와 기업 성과	164
가. 한국 내 주요 일본 반도체 기업 현황	165
나. 한국 내 일본기업의 경영 성과 분석	177
다. 분석 결과	188
3. 소결: 요약 및 시사점	201
가. 한국의 대일본 반도체 수입	201
나. 일본의 대한국 반도체 직접투자	204
다. 한일 기업 간 후공정 패키지 기술 공동개발	209
라. AI 반도체 분야 협력	210
제6장 결론 및 시사점	213
1. 일본 반도체산업의 경쟁력	214
가. 요약 및 평가	214
나. 정책적 시사점	216
2. 일본의 반도체 부흥 전략	218

가. 요약	218
나. 평가	222
3. 일본의 반도체 공급망 구조	224
가. 요약	224
나. 정책적 시사점	227
4. 한일 간 반도체 산업협력	229
가. 한국 내 반도체 생태계 발전을 위한 한일 간 협력	229
나. 일본 내에서의 한일 간 반도체 산업협력	234
참고문헌	236
Executive Summary	251



표 차례

표 2-1.	세계 주요 반도체 제조업체	36
표 2-2.	세계 10대 DRAM 제조업체(1990~2015년)	39
표 2-3.	전공정 반도체 제조장치의 세계 상위 20대 기업 (2024년 매출액 기준)	46
표 3-1.	「5G 촉진법」에 의거한 첨단 반도체 일본 내 생산기반 정비기금 사업 현황	81
표 3-2.	반도체 관련 경제안전보장기금 보조금 사업자 승인 현황 (2025년 7월 기준)	83
표 3-3.	일본의 전략분야 국내생산촉진 세제 개요: 반도체	85
표 3-4.	일본의 후공정 관련 기술개발 프로젝트(1): 고성능 컴퓨팅용 첨단반도체 패키징 기술	93
표 3-5.	일본의 후공정 관련 기술개발 프로젝트(2): 엣지 컴퓨팅용 패키징 기술	93
표 3-6.	일본의 후공정 관련 기술개발 프로젝트(3): 패키지 공통기반기술	94
표 3-7.	일본의 후공정 관련 기술개발 프로젝트(4): Rapidus의 후공정 기술개발	95
표 3-8.	일본의 후공정 관련 기술개발 프로젝트(5): 후공정 자동화·표준화	96
표 3-9.	일본의 차세대 반도체 설계 개발 프로젝트 현황(1)	98
표 3-10.	일본의 차세대 반도체 설계 개발 프로젝트 현황(2)	99
표 3-11.	일본정부의 반도체 기반시설 지원 현황	101
표 3-12.	일본의 반도체 지원제도	103

표 4-1.	집적회로 생산 내 제품별 투입계수 및 수입 비중 (2015년, 2020년)	117
표 4-2.	반도체소자 생산의 투입제품별 투입계수 및 수입 비중 (2015년, 2020년)	119
표 4-3.	기타 전자부품 산업 내 제품별 투입계수 및 수입 비중 (2015년, 2020년)	120
표 4-4.	국가별 일본의 반도체산업 수입 비중 추이	122
표 4-5.	비메모리 반도체 관련 품목	124
표 4-6.	일본의 프로세서·컨트롤러 수입액 및 제1수입국 의존도 변화	125
표 4-7.	일본의 시스템반도체(아날로그, 기타 집적회로) 수입액 및 제1수입국 의존도 변화	126
표 4-8.	메모리반도체 관련 품목	126
표 4-9.	일본의 메모리반도체 수입액 및 제1수입국 의존도 변화	127
표 4-10.	반도체소자 관련 품목	128
표 4-11.	일본의 반도체소자 수입액 및 제1수입국 의존도 변화	128
표 4-12.	반도체 제조장치 관련 품목	129
표 4-13.	일본의 반도체 제조장치 수입액 및 제1수입국 의존도 변화	130
표 4-14.	웨이퍼 제조 관련 품목	131
표 4-15.	일본의 반도체 웨이퍼 및 관련 원료 수입액 및 제1수입국 의존도 변화	134
표 4-16.	마스크 공정 관련 품목	135
표 4-17.	일본의 마스크 공정 관련 품목 수입액 및 제1수입국 의존도 변화	135
표 4-18.	노광 공정 관련 품목	136

표 4-19. 일본의 노광 공정 관련 품목 수입액 및 제1수입국 의존도 변화	136
표 4-20. CMP 공정 관련 품목	137
표 4-21. 일본의 CMP 공정 관련 품목 수입액 및 제1수입국 의존도 변화	137
표 4-22. 금속제품 관련 품목	138
표 4-23. 일본의 반도체 투입 금속제품 수입액 및 제1수입국 의존도 변화	139
표 4-24. 반도체 재료 관련 원료 품목(1)	140
표 4-25. 일본의 반도체 재료 관련 원료 수입액 및 제1수입국 의존도 변화(1)	142
표 4-26. 반도체 재료 관련 원료 품목(2)	142
표 4-27. 일본의 반도체 재료 관련 원료 수입액 및 제1수입국 의존도 변화(2)	144
표 4-28. 일본 반도체 투입 구조 분석 결과	147
표 4-29. 일본의 특정국에 대한 수입 의존도가 70% 이상인 반도체 품목	148
표 5-1. 일본 반도체 제조업의 대한국 직접투자 추이	156
표 5-2. 일본계 기업의 한국 내 R&D 동향	157
표 5-3. 일본의 주요 AI 반도체 관련 기업	162
표 5-4. 일본기업 진출 방식 및 분야별 매출 비중	166
표 5-5. 한국에 진출한 일본계 반도체 설비 및 소재 관련 기업	172
표 5-6. 한국에 진출한 일본계 반도체 장비 및 부품 관련 기업	175
표 5-7. 분석 개요	177
표 5-8. 기초통계(일본의 대한국 수출규제, 미국의 대중국 수출통제 분석 관련)	183

표 5-9. 기초통계(일본기업과 한국기업 간 관계 관련)	185
표 5-10. 한국 내 일본기업의 활동과 수입 간 대체관계 분석에 사용되는 품목 범위	187
표 5-11. 기초통계(일본기업의 한국 내 활동과 한국의 대일본 수입 간 대체 관계)	187
표 5-12. 연구질문 ㉔에 대한 분석 결과: 매출과 유형자산	189
표 5-13. 연구질문 ㉔에 대한 분석 결과: 무형자산과 종업원 수	192
표 5-14. 연구질문 ㉕에 대한 분석 결과: 매출과 유형자산	194
표 5-15. 연구질문 ㉕에 대한 분석 결과: 무형자산과 종업원 수	195
표 5-16. 연구질문 ㉕에 대한 분석 결과: 일본기업 경영 성과가 한국기업에 미치는 영향	198
표 5-17. 연구질문 ㉖에 대한 분석 결과: 일본기업의 한국 내 활동과 수입 간 관계	200
표 5-18. 반도체 품목별 대일본 수입 추이	202
표 6-1. 일본의 반도체 지원제도	219
표 6-2. 일본 반도체 투입 구조 분석 결과	225
표 6-3. 일본의 특정국에 대한 수입의존도가 70% 이상인 반도체 제품 및 원료(원재료)	226



그림 차례

그림 1-1. 일본의 반도체 공급망 구조: 제조공정	19
그림 1-2. 일본의 반도체 · 디지털 산업전략(2023년 6월)	21
그림 1-3. 연구 흐름도	22
그림 2-1. 세계 반도체 시장과 주요 플레이어(2019년)	34
그림 2-2. 주요국의 반도체 전체시장 내 매출액 점유율 추이	35
그림 2-3. 세계 주요 팹리스	37
그림 2-4. 세계 주요 파운드리	38
그림 2-5. 기업별 세계 DRAM 시장 점유율(2020~24년)	40
그림 2-6. 기업별 세계 NAND형 플래시 메모리 시장 점유율 (2020~24년)	41
그림 2-7. 기업별 세계 디스크리트 반도체 시장 점유율(2020~24년) ·	42
그림 2-8. 세계 지역별 주요 기업의 전력반도체 시장 점유율(2023년) ·	43
그림 2-9. 주요 기업별 CMOS 이미지센서 시장 점유율	44
그림 2-10. 일본계 MCU 제조업체의 세계시장 점유율 변화	45
그림 2-11. 반도체 전공정 작업공정과 제조장치	47
그림 2-12. 주요 기업별 반도체 제조장치 시장 점유율(2024년)	49
그림 2-13. 반도체 제조공정과 반도체 재료	50
그림 2-14. 일본계 실리콘웨이퍼 제조업체의 세계시장 점유율 변화 ···	51
그림 2-15. 일본계 포토레지스트 제조업체의 세계시장 점유율	53
그림 2-16. 일본계 절연막(Low-k) 제조업체의 세계시장 점유율	56
그림 2-17. 일본계 타깃재 제조업체의 세계시장 점유율	56
그림 2-18. 일본계 동장적층판 제조업체의 세계시장 점유율	59
그림 2-19. 일본 반도체의 세계시장 점유율 추이(1986~2024년)	63
그림 2-20. 일본계 기업의 반도체 전공정 관련 재료시장 점유율(2024년) ·	65

그림 2-21. 일본계 기업의 반도체 후공정 관련 재료시장 점유율(2024년) ..	66
그림 3-1. 일본 반도체 전략의 변화	71
그림 3-2. 일본의 반도체 · 디지털 산업전략(2023년 6월)	73
그림 3-3. 로직반도체 노드별 주요국의 생산능력 비율(2022년)	74
그림 3-4. 일본의 자국 내 주요 반도체 제조입지	75
그림 3-5. 일본의 차세대 반도체 기술기반 확보전략: GAA beyond 2nm	86
그림 3-6. LSTC의 Beyond 2나노 및 短TAT 반도체 제조기술 개발 이미지	89
그림 3-7. 포스트 5G 기금: 전공정 관련 기술개발 프로젝트	90
그림 3-8. 일본 반도체 관련 산업의 자국 내 생산 동향	108
그림 4-1. 일본의 반도체산업 공급망 구조	115
그림 4-2. 일본 반도체 공급망 수입 동향(2018~24년)	123
그림 5-1. 반도체 부문별 대일 수입액 추이	153
그림 5-2. 한국 내 일본 반도체기업의 사업 형태별 매출 비중	169
그림 5-3. 한국 내 일본 반도체기업의 본사 소재지별 분포	171
그림 5-4. 한국 내 일본 반도체기업의 매출 및 자산가치 추이	197
그림 5-5. 수출규제 이후 3대 품목의 대일본 수입의존도 추이	204
그림 6-1. 글로벌 반도체산업의 생태계 관점에서 한일 반도체 기업의 경쟁 우위 분야	217



글상자 차례

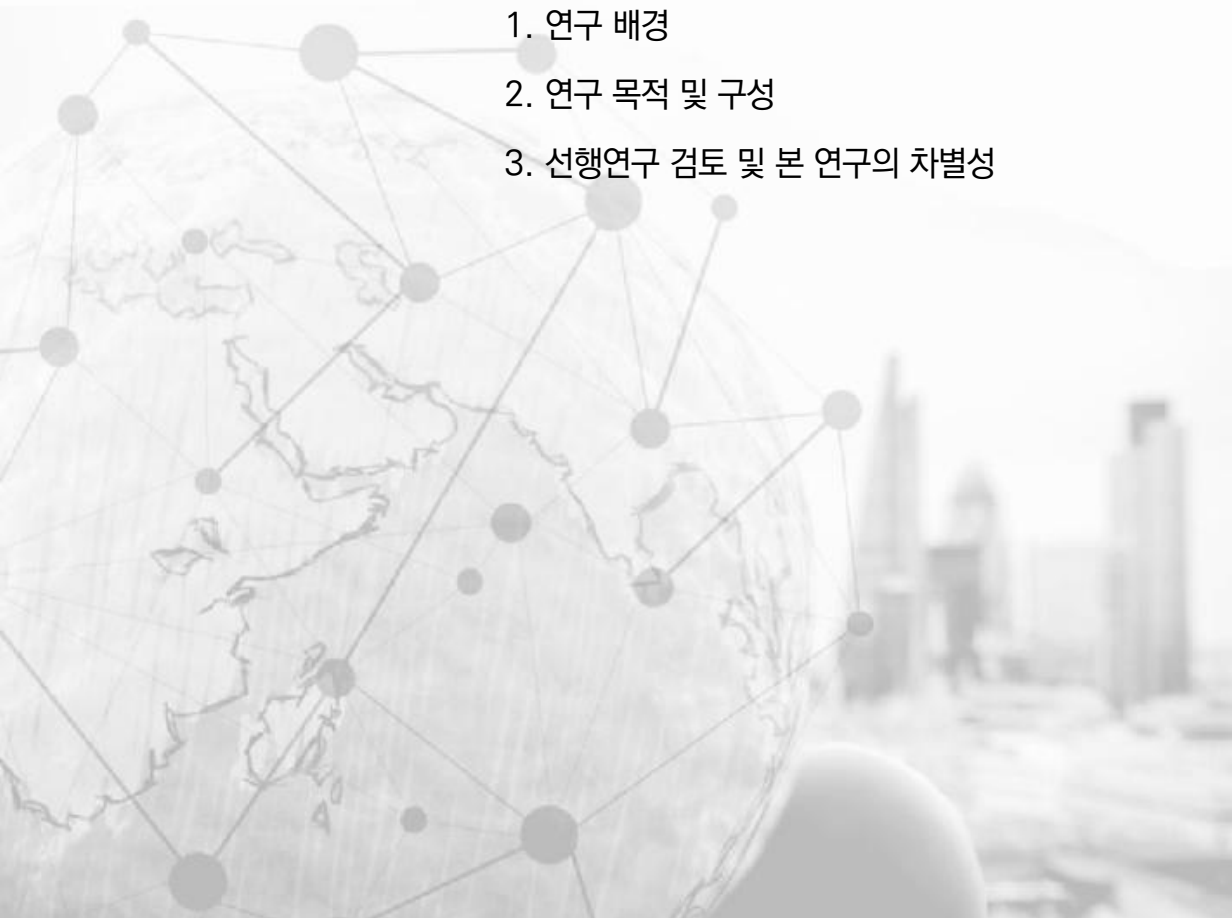
글상자 2-1. 일본 국부펀드(JIC)의 JSR 인수	52
글상자 3-1. 2000년대 초반 히노마루 파운드리(공동 팹) 설립 구상의 좌절	71
글상자 3-2. LSTC의 Beyond 2나노 및 短TAT 반도체 제조기술 개발 프로젝트	88

제1장



서론

1. 연구 배경
2. 연구 목적 및 구성
3. 선행연구 검토 및 본 연구의 차별성



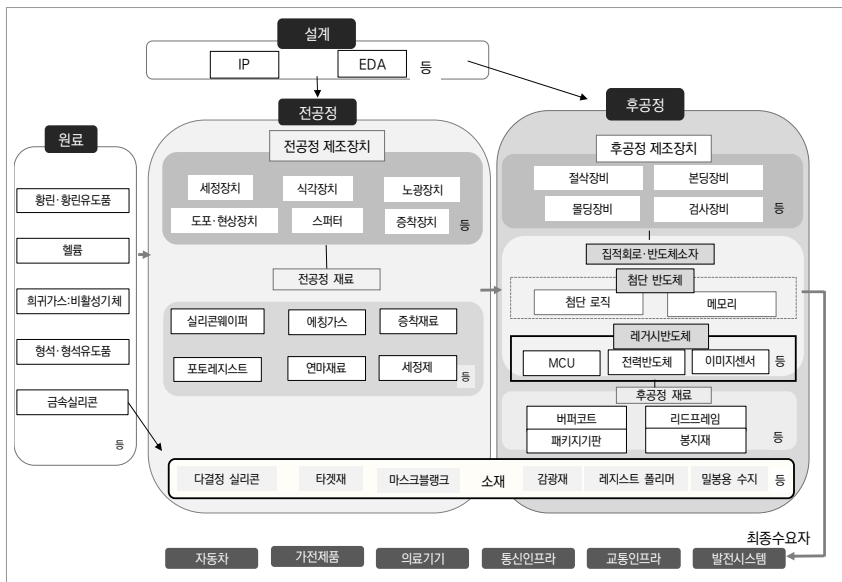
1. 연구 배경

일본정부가 경제안전보장 관점에서 반도체산업에 관심을 갖기 시작한 시점은 2021년 1월 미국 바이든 행정부 출범과 함께 미·중 경제의 디커플링 논쟁이 격화하고 미국의 중국 견제가 강화되었을 때이다. 당시 글로벌 반도체산업의 생태계는 설계·개발, 전공정 제조, 후공정 제조의 3단계 제조공정 중에서 설계·개발은 미국, 전공정 제조는 대만 TSMC, 그리고 후공정 제조는 동남아시아와 중국이 각각 주도하는 분업체계를 형성하고 있었는데, 일본정부는 미국 바이든 행정부의 대중(對中) 수출규제, CHIPS법 제정(2022년 8월) 등을 목도하면서 이를 중국, 대만 중심의 반도체 제조거점을 미국과 일본으로 이동시킬 수 있는 절호의 기회로 인식하였다. 나아가 일본정부는 자국 반도체산업의 부활을 경제안전보장 관점에서의 지정학적 리스크 대응 차원에 국한해 보지 않고, 반도체산업이야말로 산업 전반의 국제경쟁력을 제고하는 원동력이라는 '산업정책'의 관점을 취하기 시작하였다. 특히 일본 국내에 첨단 반도체 공장이 존재하지 않는 한, 일본이 국제경쟁력을 확보하고 있다고 자부하는 반도체 제조장치와 재료(소재) 산업마저 최첨단 기술개발 경쟁에서 낙오될 것이라는 위기의식이 정부 내에 팽배하였다.

당시 일본정부가 인식하였던 자국 반도체 공급망의 취약성은 [그림 1-1]의 반도체 제조공정에 비춰 다음과 같이 정리할 수 있다. 첫째, 전체적으로 일본의 반도체 수입 비율[수입/(내수+수출-수입)]은 2018년 기준 약 79%로 외부(대만, 중국, 미국) 의존도가 높고, 첨단 로직반도체의 제조설비가 부재한 가운데 2020년 기준 세계시장 점유율이 전력반도체 약 28%, 마이크로컨트롤러(MCU) 약 19%, 이미지센서 약 49%로 이른바 레거시반도체 영역에서만 1980년대 반도체 '왕국'의 명맥을 유지하고 있다. 만일 외부로부터 반도체 공급이 단절되면, 대체재가 없는 상황에서 일본의 반도체산업은 물론 자동차, 가전, 의료기기, 통신인프라, 교통인프라, 발전시스템 등 산업 전반의 일대 '혼란'은 불가피

하다는 인식이다. 둘째, 일본은 후공정을 중심으로 절삭장치, 몰딩장치, 검사장치 등의 분야에서 높은 경쟁력을 보유하고 있으나, 일부 노광장치, 식각장치, 증착장치 등은 여전히 외국에 의존하고 있어, 공급망 단절에 대비해야 한다는 인식이다. 셋째, 반도체 재료(소재)의 경우 실리콘웨이퍼나 첨단패키징에 사용되는 기판 등에서 일본이 경쟁력을 지니고 있다 할지라도, 향후 세계 반도체 수요가 크게 증가할 것으로 예상되고 최종수요자(고객)의 요구수준이 높아지고 있어 일본의 반도체 재료 업체로서는 대규모 투자 확대가 불가피한 상황이라는 인식이다. 넷째, 반도체 원료 중에서도 황린, 헬륨, 희귀가스, 형석 등은 석탄이나 가스 등 자원이 일본 국내에 매장되어 있지 않고 특정 지역에 편재하는 데다 국내에 정제설비가 없기 때문에 국내 수요의 대부분을 특정 지역으로부터의 수입으로 충당하고 있다. 이들 반도체 원료의 대체곤란성을 감안하면 일본정부로서는 공급망 단절에 대비해야 한다는 인식이다.

그림 1-1. 일본의 반도체 공급망 구조: 제조과정



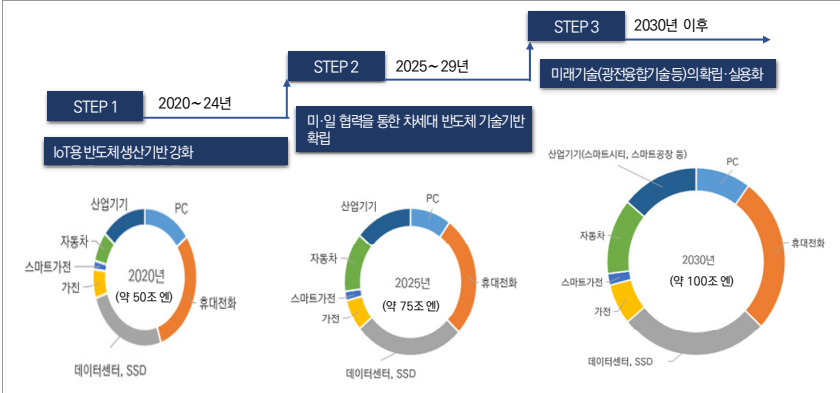
자료: 經濟産業省(2024. 2.), p. 13.

이와 같은 ‘위기의식’하에서 일본정부는 경제산업성을 중심으로 대대적인 반도체 공급망 강화 시책을 실시하고 있다. 2021년 5월 제정된 「경제안전보장 추진법」상 공급망강화 시책은 반도체를 ‘특정중요물자(국가전략물자)’로 지정하여 해당 기업의 설비투자에 정부보조금을 지급하는 정책이다.¹⁾ 국가전략물자 가운데 반도체에 특화된 반도체 부흥 전략은 2021년 6월 경제산업성이 발표한 「반도체·디지털산업 전략」에 구체화되었다. 경제산업성은 이 전략을 통해 첫째, 첨단반도체의 국내 제조기반을 확충하고, 둘째, 2나노 차세대반도체의 제조기반을 구축하며, 셋째, 광전융합 등 차세대 반도체기술 개발로 세계를 주도한다는 일본 반도체 왕국의 부활 시나리오를 제시하였다.

2023년 6월 경제산업성이 발표한 「반도체·디지털산업 전략」(개정판)은 [그림 1-2]에서 알 수 있듯이, 2030년 일본 국내 반도체 시장의 규모를 약 15조 엔, 즉 2020년(약 5조 엔) 대비 3배 확대한다는 목표하에, 3단계 반도체 전략을 제시하였다. 제1단계(STEP 1)는 2024년까지 IoT(Internet of Things, 사물인터넷)용 반도체 제조기반을 강화하는 것인데, TSMC 구마모토 공장을 포함한 기존 국내 레거시반도체 생산기반의 강화를 의미하고, 제2단계(STEP 2)는 2020년대 말까지 미·일 협력을 통해 차세대 반도체 기술기반을 확립하는 것인데, 이것은 첨단 로직반도체 파운드리외의 양산 개시를 의미한다. 2030년 이후의 제3단계 전략은 광전융합기술로 대표되는 반도체 미래기술의 상용화를 요체로 하고 있다.

1) 2022년 12월, 일본정부(내각부)는 반도체, 배터리, 클라우드 서비스, 영구자석, 공작기계·산업용 로봇, 항공기 부품 및 소재, 핵심광물, 액화천연가스, 선박부품, 항생제, 비료원료 등 11개 물자를 특정 중요물자로 지정하였고, 2024년 3월에는 첨단전자부품(콘덴서, 고주파필터)과 일부 중요광물(갈륨, 게르마늄, 우라늄)을 추가하였다.

그림 1-2. 일본의 반도체 · 디지털 산업전략(2023년 6월)



자료: 經濟産業省(2023. 6.), p. 85.

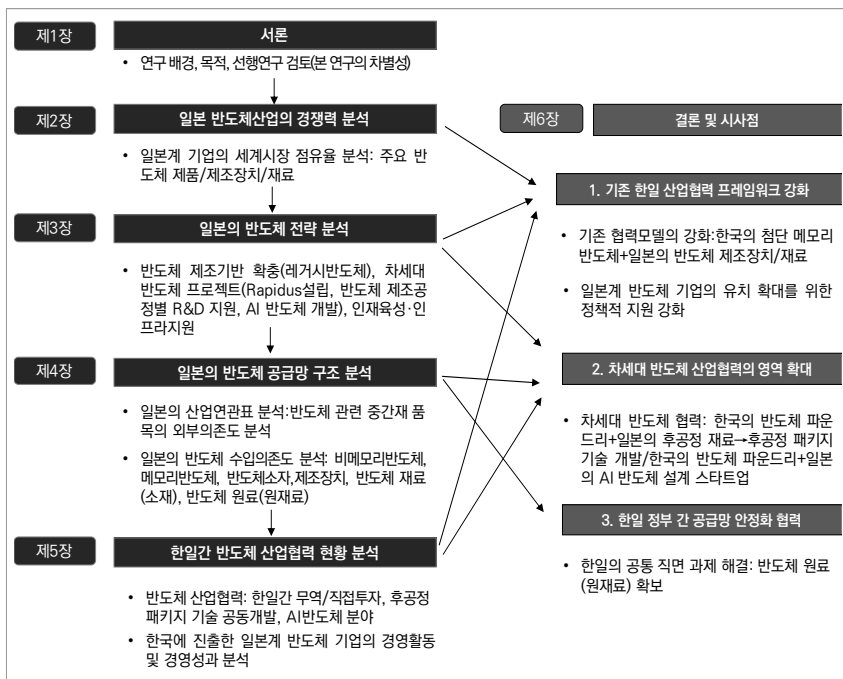
경제산업성은 2024년 11월 반도체전략 2025년판이라 할 수 있는 「AI · 반도체 산업기반 강화 프레임」이라는 정책을 발표하였다. 2030년까지 생성형 AI의 기반인 반도체산업에 대한 국내투자를 민관 합계 50조 엔으로 끌어올린다는 목표하에, 정부가 마중물로서 총 10조 엔(보조금 · 위탁비 6조 엔, 출자 · 채무보증 등 금융지원 4조 엔)의 공적지원을 약속하였다. 2024년 추경예산으로서 1조 6,000억 엔을 확보하였는데, 기금을 신설하지는 않고 기존 기금(‘포스트 5G 기금’, ‘첨단반도체기금’, ‘경제안전보장기금’)을 확충하되, AI 반도체에 대한 R&D, 설계 · 개발, 제조 지원을 강화한다는 방침이다.

2. 연구 목적 및 구성

본 연구는 전술한 일본정부의 반도체산업 부활 전략에 주목하면서, 먼저 일본의 반도체산업 경쟁력을 제품 및 제조공정별 세계시장 점유율 기준으로 평가하여 한일 간 반도체 생태계 관점에서 협력 · 보완 영역을 도출하는 것을 첫

번째 연구 목적으로 삼는다. 두 번째 연구 목적은 전술한 일본의 반도체 전략 중에서 차세대 반도체 프로젝트(Rapidus/LSTC 설립, 반도체 제조공정별 R&D 지원, AI 반도체 개발)에 주목하여 한일 간 산업협력의 지평을 넓힐 수 있는 영역을 도출하는 것이다. 셋째, 일본의 반도체 공급망 구조를 외부의존도 관점에서 분석하여 한일 정부의 반도체 공급망 안정화 협력 공간을 발견하는 것이 또 하나의 연구 목적이다. 마지막으로서는 한일 간 반도체 산업협력의 현주소(무역·투자 관계, 첨단 반도체 분야에서의 협력 현황)를 짚어봄으로써 향후 한일 산업협력의 방향성을 가늠해 보고, 특히 한국에 진출한 일본계 반도체 기업의 경영활동과 성과를 계량 분석하여 우리 정부의 일본자본 유치 정책에 대한 시사점을 제공하고자 한다.

그림 1-3. 연구 흐름도



자료: 저자 작성.

본 연구는 다음과 같이 구성되었다. 제2장(일본 반도체산업의 경쟁력)은 1절에서 1980년대 이후 일본 반도체산업의 성장과 쇠락 과정을 되짚어 보는 것에서 시작한다. 이어서 2절에서는 현재 일본 반도체산업의 경쟁력을 점검하는 의미에서 여전히 일본계 기업이 경쟁력을 확보하고 있다고 주지되는 주요 반도체 제품(NAND형 플래시 메모리 반도체, 전력반도체, CMOS 이미지센서, MCU)과 제조장치, 그리고 주요 반도체 재료(소재)를 중심으로 세계시장 점유율에 입각한 경쟁력 평가를 시도한다.

제3장(일본의 반도체 전략 추진 현황과 과제)은 경제산업성이 2021년 6월 공표한 「반도체전략」(2023년 6월 「반도체·디지털산업전략」으로 개정)을 중심으로 일본정부가 반도체산업의 부활을 도모하기 위해 어떠한 전략(정책·시책)을 구사하고 있는지, 현재 추진 현황은 어떠한지, 이 과정에서 제기되고 있는 과제는 무엇인지를 중점적으로 살펴본다. 이 장에서는 일본의 반도체 전략을 △ 반도체 제조기반 확충(러거시반도체 중심, 각종 정부보조금 사업과 세액공제제도)과 △ 차세대 반도체 프로젝트(Rapidus/LSTC 설립, 반도체 제조공정별 R&D 지원, AI 반도체 개발), △ 인재육성·인프라지원 중심으로 살펴본다.

제4장(일본의 반도체 공급망 구조변화 분석)에서는 일본 반도체산업의 공급망 리스크를 수입의존도(외부의존율) 관점에서 평가한다. 먼저 일본 산업연관표를 토대로 반도체 생산을 위한 주요 중간재 투입 품목을 살펴보고 투입 품목 내 외부의존율을 추정한다. 이어서 일본 재무성 수입(輸入) 데이터에 입각하여 주요 반도체 제품, 반도체 제조장치, 반도체 재료(소재), 반도체 원료(원재료) 순으로 일본의 특정국에 대한 수입의존도를 추정하여, 한국과 일본이 공동으로 협력할 수 있는 분야를 도출하는 데 활용하고자 한다.

제5장(한일 간 반도체 산업협력 현황)은 반도체 분야에서의 한일협력을 산업협력과 공급망 협력 관점에서 분석한다. 1절에서는 한일 간 반도체 산업협력 현황을 △ 한국의 대일(對日) 반도체 수입, △ 일본의 대한(對韓) 직접투자, △ 한일 기업 간 R&D 협력: 후공정 패키지 기술 공동개발, △ AI 반도체 분야 협력

순으로 점검한다. 2절에서는 기업 단위 분석을 통해 한국과 일본 간 반도체 공급망 협력 상황을 조망하도록 한다. 한국과 일본의 협력은 일본이 소재와 장비를 비롯한 반도체 공급망 상류에서 한국 내 제조여력을 뒷받침하는 형태로 이루어진다는 점에서, 한국에 진출한 일본기업들의 주력 분야, 합작투자 현황을 분석하고 개별 기업들의 투자, 수출, 생산을 비롯한 경영 성과를 살펴보도록 한다. 또한 일본기업들의 투자행태에서 엿보이는 한계를 분석하여 향후 한일 반도체 공급망 협력에 관한 시사점을 도출하도록 한다.

제6장은 결론으로서 지금까지의 연구 결과를 정리하고 이를 바탕으로 정책적 시사점을 제시한다.

3. 선행연구 검토 및 본 연구의 차별성

첫째, 일본 반도체산업에 대한 연구는 2019년 7월 일본의 대한(對韓) 수출규제를 계기로 한일 간 반도체산업의 상호의존성과 일본의 수출규제 조치의 경제적 영향을 중심으로 시작되었다. 전자에 관한 대표적 연구는 김양희(2021a, 2021b)를 들 수 있고, 후자에 관한 연구로서는 김규판 외(2024)를 들 수 있다. 김양희(2021a)는 일본의 수출규제에 대응한 한국의 ‘탈일본화’가 과연 지속가능한지를 검증하기 위한 분석틀을 제시한 다음, 한국이 일본 주도의 네트워크를 이탈하거나 재구축하는 데 신중을 기할 것을 주문하고 있다. 김양희(2021b)는 일본의 수출규제는 역설적으로 양국 간 반도체산업의 상호의존성을 더욱 공고히 하는 계기가 되었다고 평가하고 있다. 김규판 외(2024, pp. 62~77)는 일본의 수출규제가 반도체 규제대상 품목을 뛰어넘어 소위 소부장 산업 전반에 걸쳐 대일 의존도를 낮추고 한국정부의 ‘국산화’ 정책을 촉구하는 기제로 작용하였음을 지적하고 있다. 반면 김완중(2019)는 일본의 수출규제에 대한 반작용으로 한국의 일본제품에 대한 불매운동이 확산될 경우에는 양국의 GDP(부가가

치)에 미치는 영향이 심각해짐을 경고하였다. 김은영·서창배(2023)은 미국, 독일, 일본, 한국 등을 대상으로 반도체를 포함한 고위기술 소재부품산업의 경쟁력을 수출경쟁력 지표(무역특화지수, 현시비교우위)에 입각하여 평가하고 있다. 이에 비해 본 연구(제2장)는 반도체산업을 주요 반도체 제품, 제조장치, 재료(소재)로 세분화하고 각각의 분야에서 일본계 기업의 세계시장 점유율에 입각하여 일본 반도체산업의 경쟁력을 평가하고 있다는 점에서 독창적이라 할 수 있다.

둘째, 일본의 반도체 전략에 관한 국내 소개는 김규판(2021), 김양평(2024), KOTRA(2025)가 대표적인데, 이들 연구는 일본정부(경제산업성)가 2021년 6월 발표한 「반도체 전략」(2023년 6월 「반도체·디지털 산업전략」으로 개정)을 중심으로 일본정부의 반도체 관련 산업정책을 소개하고 있다. 특히 KOTRA(2025)는 일본정부가 반도체산업 부활을 위해 미국, 중국 못지않게 정부보조금 정책에 의존하고 있음을 확인하고, 한국의 경우 그 의존도가 일본에 비해 1/3 수준에 불과함을 지적하고 있다. 보고는 제3장에서 일본의 반도체 전략 중에서도 차세대 반도체 프로젝트(Rapidus/LSTC 설립, 반도체 제조공정별 R&D 지원, AI 반도체 개발)를 집중 분석함으로써 향후 한일 반도체 산업협력의 방향성을 모색하는 데 활용하고 있다는 점에서 타 연구와 차별적이다.

셋째, 반도체 공급망 구조에 관한 연구는 OECD(2019, 2025), 김혁중, 오종혁, 권혁주(2023), 정형곤 외(2024), 방호경(2024) 등 국내외적으로 다각도로 전개되고 있다. OECD(2019)는 반도체산업의 공급망(value chain) 개념을 정리하고, 공급망 각 단계에 해당되는 HS 6단위 품목을 선별해 Shota and Yoichiro(2024) 등 후속 연구에 기여를 하였다.²⁾ OECD(2025)는 OECD ICIO 데이터를 바탕으로 반도체산업이 상호연결된 자급적 구조를 가지고 있

2) Shota and Yoichiro(2024)는 OECD(2019)의 분류체계 및 OECD ICIO에 근거해 미중 분쟁 전후 글로벌 반도체 공급망 구조의 변화, 즉 중국의 대미 반도체 하류 품목 수출은 감소했지만, 임금 수준이 낮은 아세안으로의 반도체 상류 품목 수출은 확대되었음을 보였다.

다는 것을 제시한 한편, 총액무역 데이터를 바탕으로 반도체 상류 공급망이 일부 국가들에 집중되어 있어 공급망 취약성이 내재되어 있음을 보였다. 대외경제정책연구원의 정형곤 외(2024)는 반도체산업을 메모리, 시스템, 장비, 재료 등 6대 분야로 구분하고 한국, 일본 등 국가별로 대외의존도가 높은 품목을 선별하였고, 김혁중, 오종혁, 권혁주(2023)은 반도체산업 공급망을 장비, 소재, 파운드리, 메모리, 설계로 구분해 반도체 공급망 현황을 파악하고 미중 수출통제의 대한민국 경제적 영향을 분석하였다. 산업연구원의 경희권 외(2023)은 무역 및 기업 데이터를 활용해 한국 반도체산업의 공급망 리스크가 원료, 소재, 장비 순으로 높음을 보였다. 한국개발연구원의 방호경(2024)는 총액무역 데이터와 국제산업연관표를 이용해 한국의 반도체산업 공급망 중 정·제련 단계에서의 공급망 다변화가 필요함을 역설하였다. 본 연구(제4장)는 반도체 공급망 안정화 관점에서 일본의 총액무역 데이터와 일본 산업연관표를 활용, 일본 반도체 공급망 구조에 있어서 리스크가 높은 품목 또는 산업을 선별해 한국과의 협력 가능성을 점검하는 데 초점을 맞추고 있다는 점에서 선행연구와 차별적이라 할 수 있다.

넷째, 한일 간 반도체 산업협력에 관한 국내 연구는 이렇다 할 성과가 없고, 일본 측 연구로서 吉岡英美(2021)이 유일하다 할 수 있다. 吉岡英美(2021)은 반도체·평판디스플레이 등 IT산업에서 2000년대 중반 이후 일본기업의 대한(對韓) 직접투자가 증가한 요인으로서 한국 반도체기업(삼성전자, SK하이닉스)의 수요 확대, 한국기업과의 기술제휴 증가를 지적함으로써, 한일 반도체 산업협력의 현황을 파악하는 데 많은 기여를 하였다. 대신 본 연구(제5장 1절. 한일간 반도체 산업협력)는 반도체산업에 한정하여 한국의 대일(對日) 수입, 일본의 대한(對韓) 직접투자 현황을 분석하고, 특히 향후 한일 간 반도체 산업협력의 '유망분야'라 할 수 있는 후공정 패키지 기술 공동개발과 AI 반도체 분야 협력을 다루고 있는 점이 차별적이라고 할 수 있다.

한편 그간 한일 간 산업·공급망 협력에 관한 국내연구는 주로 무역과 투자

를 중심으로 전개되었는데, 산업연구원의 사공목, 최종일(2017)과 최정환(2024)는 2010년대 초반 한국에 진출한 일본계 기업의 경영성과를 비일본계 기업과 비교하거나 2019년 ‘한일 무역분쟁’의 영향을 추정하고 있는 점에서 본 연구(제5장 2절, 일본 반도체 관련 기업의 對韓 공급망 연계와 기업 성과)와 거의 유사한 문제의식을 갖고 있다고 할 수 있다. 다만 본 연구는 한국에 진출한 일본계 반도체 기업 43개를 대상으로 일본의 대한(對韓) 수출규제 이후 경영 활동 및 성과를 다각도로 분석하고 있는 점에서 차별적이면서 독창적이라 할 수 있다.

제2장



일본 반도체산업의 경쟁력

1. 일본 반도체산업의 성장과 쇠락
2. 일본의 반도체 세계시장 점유율
3. 소결



1. 일본 반도체산업의 성장과 쇠락³⁾

가. 초LSI기술연구조합

일본이 1980년대 ‘반도체왕국’을 건설할 수 있었던 원동력은 정부의 기술개발 지원과 시장보호 두 가지에 있다.⁴⁾ 1976년 3월 통상산업성은 차세대 컴퓨터용 반도체의 기술개발을 목적으로 ‘초LSI기술연구조합’이라는 일종의 관민펀드(약 700억 엔 규모: 정부 300억 엔, 기업 측 400억 엔 출자, 4년 시한)를 조성하였다. 당시 일본의 반도체 제조업체는 히타치제작소, 미쓰비시전기, 도시바와 같은 종합전자기업, 산요전기, 마쓰시타전기, 샤프, 소니와 같은 가전기업, NEC, 후지쯔, 오키전기와 같은 통신·컴퓨터기업, 일본전장, 세이코샤, 파이오니아, 립과 같은 전자부품기업으로 나뉘어 있었는데, 통상산업성의 코디네이션 능력이 첨단반도체기술을 공동개발하고 협력하는 데 주효하였다. 상기 ‘초LSI기술연구조합’은 일본의 5대 반도체 제조업체(NEC, 도시바, 히타치제작소, 후지쯔, 미쓰비시전기)가 주축이 되었고, 조성 1년 후인 1977년에는 연구성과로서 고속전자빔노광을 발표하였다. 또 캐논과 니콘이 축소촬영노광장치, 즉 광학스테퍼를 상용화하는 데 성공함으로써 노광장치(마스크 얼라이너)를 둘러싼 경쟁에서 일본이 미국을 추월하였다고 평가받고 있다. 무엇보다도 1976년 일본 국내의 집적회로(IC) 매출액이 1,649억 엔이었음을 감안하면, 초LSI 개발에 대한 700억 엔 규모의 기술개발 투자는 1990년대 이후 일본의 반도체제조업체로서는 상상도 할 수 없는 것이었다.

일본은 정부의 반도체 기술개발 지원과 민간기업 간 기술협력, 그리고 정부의 시장보호에 힘입어 1983년 반도체 제조업체 30개 사의 총 생산량이 전년대비 41% 증가한 1조 9,311억 엔을 기록하였고, 사실상 미국을 제치고 세계 1위

3) 이하 제1절은 백서인 외(2022, pp. 413~426)를 대폭 수정·보완하였다.

4) 大矢根聡(2002), pp. 57~66.

의 반도체 제조국가로 등극하였다. 1988년에는 일본 반도체의 세계시장 점유율이 40.2%로 증가하였고, 특히 1M DRAM의 세계시장 점유율은 90%에 달하였다. 당시 일본이 반도체 시장을 석권한 것은 대형컴퓨터와 통신기기에 사용되는 DRAM 메모리, 플래시 메모리가 경쟁사인 Intel과의 경쟁에서 승리했기 때문이다. 그러나 그 후 Intel이 DRAM 생산을 중지하고 PC용 마이크로프로세서를 생산하여 그 분야에서 세계를 석권하는 한편 삼성전자와 마이크론이 PC용 DRAM 생산을 본격화하면서 일본의 반도체 제조업체가 쇠락의 길을 걷기 시작했다고 할 수 있을 것이다.⁵⁾

나. 미·일 반도체 무역마찰과 반도체협정

1980년대 미국의 對日 통상압력은 일본산 반도체제품에 대한 덤핑제소, 수출제한, 일본시장 개방압력으로 시작되었고, 일본산 소프트웨어의 지식재산권 침해 주장까지 가세하였다.⁶⁾ 미·일 반도체협정은 1986년 8월 체결 이후 제1기(1986~91년), 제2기(1991~96년) 합계 10년에 걸쳐 효력을 발휘하였다. 미국은 이 협정을 통해 일본시장에서 외국산 반도체의 시장접근 확대와 일본기업의 미국 수출 시 덤핑방지를 요구하였다.

시장접근과 관련하여 일본정부는 자국에서의 외국산 반도체 판매를 지원하는 기관을 설립하기로 약속하였고, 덤핑방지와 관련해서는 일본정부가 자국기업의 미국 및 제3국 수출 반도체의 가격과 비용을 감시하고 일본기업은 정부의 데이터 제출 요구에 응해야 한다고 명시하였다. 단 1986년의 미·일 반도체협

5) 1983년경 NEC가 개발한 V30이라는 PC용 프로세서와 1984년 도쿄대학 사카무라켄(坂村健) 교수가 개발한 컴퓨터OS Tron이 모두 미국의 압력에 의해 상용화에 실패한 사례도 있다.

6) 1983년 일본 통상산업성은 미국 측의 주장을 수용하여 컴퓨터 프로그램의 저작권법을 제정하였으나, 그 이듬해 미국 IBM 부사장이 방일하여 도시바와 미쓰비시전기의 대형 전산기 프로그램 내용이 자사 제품의 모방이라고 항의하는가 하면 미국 내 일본인 기술자가 체포되는 사건도 발생하였다. 미국은 일본산 슈퍼컴퓨터를 덤핑제소하였고, 판정결과에 의거하여 1997년 NEC 제품을 미국시장에서 퇴출시키기도 하였다. 尾高煌之助(2011), p. 530.

정은 일본 내 외국산 반도체의 시장점유율에 관한 구체적인 수치목표와 일본기업의 제3국 반도체 수출에 대한 일본정부의 개입 문제를 둘러싸고 이견이 지속되었고, 협상 당사자 간 이면합의 존재가 드러난 등의 이유로 협정 이행이 상당기간 지연되었다.

이러한 와중에 1987년 당시 EC는 미일반도체협정이 세계 반도체 가격의 급등을 초래하였다는 이유로 GATT에 제소하였고, 협정문 중 제3국 반도체 수출에 관한 부분은 GATT 제11조 위반이라는 심사결과가 채택되었다. 이에 따라 미일반도체협정은 1991년 일부 수정된 채 연장되었지만, 정부 개입 대신 GATT와 같은 다자기구를 활용한다는 데 합의함으로써 미일반도체 분쟁은 종지부를 찍게 되었다.

일본의 반도체산업이 쇠퇴의 길로 들어선 시점은 1990년대인데, 한국, 대만 등지의 반도체기업과의 경쟁에서 일본기업의 존재감 약화가 두드러진 것은 2000년대 이후이다. 경제산업성은 그 이유로서 다음과 같은 5가지 사실을 거론하고 있다.⁷⁾

첫째, 일본정부와 산업계의 대미 외교력, 협상력의 약화다. 일본은 1980년대 들어 미국시장 DRAM 수출에 전력을 투구한 나머지 미국으로부터의 불공정 무역이라는 압력을 자초하였고, 그 결과 1986년 9월 전술한 미일반도체협정에 서명하였다. 그 후 일본은 반도체는 물론 제조업 전반에 대한 산업정책(industrial policy)을 포기하고 대신 글로벌화·신자유주의를 채택하였다. 그 와중에 일본기업들은 반도체산업의 조류가 대형컴퓨터 및 통신기기용 메모리(DRAM)에서 PC용 마이크로프로세서(CPU)로 전환하는 대세를 놓치게 되었다.

둘째, 반도체 설계와 제조의 수평분리 실패이다. 1990년대 후반 이후 로직의 설계·제조가 수직통합형에서 팹리스와 파운드리 수평분리형으로 변모하는 가운데, 일본 반도체 제조업체들은 반도체설계, 미세가공개발, 제조까지

7) 經濟産業省(2021. 6.), p. 8.

를 일괄 생산하는 IDM(Integrated Device Manufacturer) 사업 모델만 고수하는 바람에 모회사로부터 반도체 제조부문을 분할하거나 다른 기업과 통합하는 등의 사업재편에 실패하였다.

셋째, 디지털산업화의 지연이다. 21세기에 들어서면서 전 세계적으로 PC, 인터넷, 스마트폰, 데이터센터 등 디지털시장이 급속히 확대되었음에도 일본에서는 반도체의 고객인 디지털시장이 정체되거나 위축된 상태였다. 그 결과 반도체 제조업체는 국내설계체계가 빈약한 상태에서 첨단반도체를 해외 수입에 의존할 수밖에 없었다.

넷째, 일본 반도체기업들의 폐쇄적인 자기완결형 내제주의(自前主義)에 대한 집착이다. 1990년대 후반 이후 일본 반도체 제조업체들은 반도체 공급, 즉 설계·제조·장치·소재 분야에서는 물론 수요, 즉 디지털산업부문에서까지 유럽 Imec이나 미국 올버니와 같은 글로벌 오픈 이노베이션 시스템 혹은 국제협력체제를 구축하는 것을 등한시하였다.

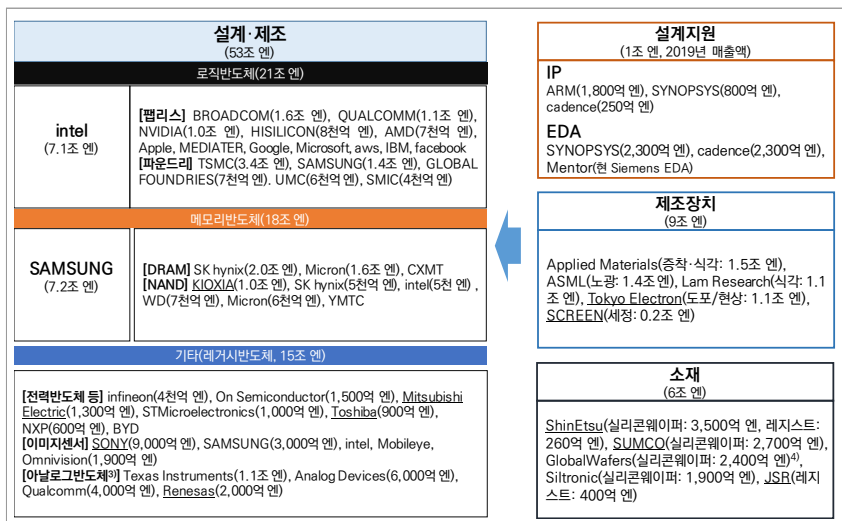
다섯째, 일본 반도체 제조업체의 투자부족과 한국·대만·중국의 국가적 육성이다. 일본기업들은 1990년대 버블경제 붕괴 후 과감한 투자실행이 불가능하였고 국내 반도체 시장이 축소될 수밖에 없었던 반면, 한국·대만·중국은 국가차원에서 국내기업의 과감한 연구개발과 설비투자를 전폭 지원하였다.

2. 일본의 반도체 세계시장 점유율

[그림 2-1]은 2021년 3월 경제산업성이 반도체·디지털산업전략 발표를 앞두고 전략검토검토회가 파악한 당시 세계 반도체 시장의 주요 플레이어를 보여주고 있다. 2019년 기준, 세계 반도체 시장에서 존재감이 드러나는 플레이어를 들자면 메모리 반도체 분야의 키옥시아(낸드형 플래시메모리), 레거시반도체 분야 중에서는 전력반도체 분야의 미쓰비시전기, 도시바, CMOS 이미지센

서 분야의 소니, 그리고 아날로그 반도체 분야에서는 르네사스 일렉트로닉스(MCU)가 일본 반도체산업의 명맥을 유지하고 있음을 알 수 있다. 한편 반도체 제조산업의 서포팅산업(supporting industry)에서는 제조장치의 경우 도쿄 일렉트론(도포·현상 장치)과 스크린(세정장치), 소재분야에서는 신에츠화학공업(실리콘웨이퍼), SUMCO(실리콘웨이퍼), JSR(포토레지스트)과 같은 강소 기업들이 일본의 반도체산업을 지탱하고 있다.

그림 2-1. 세계 반도체 시장과 주요 플레이어(2019년)



주: 1) () 안 수치는 2019년 세계전체 해당분야의 매출액.

2) 밑줄 표시는 일본기업을 의미.

자료: 半導体・デジタル産業戦略検討会議(2021. 3. 24.), p. 1.

일본 NEDO(신에너지산업기술종합개발기구)가 발표하고 있는 일본기업의 국제경쟁 포지션에 관한 시장조사 자료에 따르면 반도체(집적회로), 반도체 재료, 기관·재료, 반도체·부품 제조장치를 아우른 반도체 시장 전체에서 일본의 시장 점유율은 2018년을 기점으로 하락하는 것으로 나타난다(그림 2-2). 일본정부는 이를 미국, 중국의 반도체 공급망 강화 시책에 따른 일본의 상대적 ‘지위격하’로

받아들이고 있다. 다만 일본 NEDO 자료는 WSTS(World Semiconductor Trade Statistics)나 미국 반도체산업협회(SIA)가 공표하는 자료와 달리 수출액(shipment) 기준이 아닌 매출액 기준으로 시장점유율을 측정하고 있음에 유의할 필요가 있다. 일본이 상대적으로 경쟁우위에 있는 반도체 재료의 경우 무역데이터를 포착하기 어렵다는 점을 고려하면, NEDO 자료가 상대적으로 일본기업의 경쟁력을 과대평가하고 있을 수 있음에도 주의가 필요하다.

그림 2-2. 주요국의 반도체 전체시장 내 매출액 점유율 추이



주: 연도별 그래프 위의 수치는 세계 전체 매출액(단위: 억 엔)을 의미함.
 자료: NEDO(2021. 3.), NEDO(2022. 3.), NEDO(2023. 3.), NEDO(2024. 3.) 참고하여 작성.

이하에서는 세계 반도체 시장에서 일본기업의 존재감이 드러나는 분야⁸⁾로 지목되고 있는 반도체 제품과 반도체 제조장치(장비), 재료(소재) 분야를 중심으로 일본기업의 경쟁력(매출액 기준 세계시장 점유율) 현황을 살펴본다. 다만 반도체 제품 부분에서는 미국반도체산업협회(SIA)의 반도체 제품 분류를 준용하여,⁹⁾ 메모리반도체(NAND형 플래시 메모리), 디스크리트(전력반도체),¹⁰⁾ 광

8) 經濟産業省(2023. 6.), p. 20.
 9) SIA는 반도체 제품을 ① 로직, ② 메모리, ③ 아날로그, ④ MPU, ⑤ 광반도체(opto-semiconductor), ⑥ 디스크리트, ⑦ MCU, ⑧ 센서, ⑨ DSP로 분류하고 있다. SIA(2025), p. 9.

반도체(CMOS 이미지센서), MCU(마이크로컨트롤러)¹¹⁾ 등 4개 제품에 한정하여 살펴본다.

가. 주요 반도체 제품

1) 로직반도체: 팹리스·파운드리 부재

2024년 세계 반도체 수출액(shipments) 기준 시장규모는 6,305억 달러(전년 대비 19.7% 증가)였고, 시장점유율을 나라별로 보면 미국 50.4%, 한국 21.1%, EU 9.2%, 일본 8.2%, 대만 6.5%, 중국 4.5%로 나타났다.¹²⁾ 2024년 반도체 매출액(총 655억 9천만 달러) 기준, 세계 주요 반도체제조업체로서는 NVIDIA가 세계1위로 등극한 가운데, 상위 10위 중에 일본기업은 보이지 않는다(표 2-1). 2020년의 경우 키옥시아가 유일하게 12위에 랭크된 적이 있다.

표 2-1. 세계 주요 반도체 제조업체

(단위: %)

순위	2020년	점유율	2022년	점유율	2024년	점유율
1	Intel	16.1	삼성전자	11.3	NVIDIA	15.7
2	삼성전자	12.0	Intel	10.2	삼성전자	11.0
3	SK하이닉스	5.6	Qaulcomm	6.2	Intel	7.4
4	Micron Technology	4.7	SK하이닉스	5.7	SK하이닉스	6.9
5	Qaulcomm	4.1	Broadcom	4.5	Qaulcomm	5.1
6	Broadcom	3.8	Micron Technology	4.5	Broadcom	4.6
7	Texas Instruments	3.0	AMD	4.0	Micron Technology	4.3
8	NVIDIA	2.8	NVIDIA	3.5	AMD	3.7

10) 디스크리트 반도체(discrete semiconductor)는 다이오드, 트랜지스터, 전력반도체 등 단일 기능의 반도체 부품으로, 주로 전력관리, 신호정류, 전력변환 등에 사용된다.

11) MCU(Microcontroller Unit)는 중앙처리장치(CPU)와 메모리, 입출력 장치 등을 하나의 칩에 통합한 것으로서, 주로 전기기기와 시스템의 제어에 사용할 목적으로 개발된 작은 집적회로이자 컴퓨터라는 점에서 넓은 의미에서 로직 반도체에 속하지만, SIA는 별도의 제품으로 분류하고 있다.

12) SIA(2025), p. 3.

표 2-1. 계속

(단위: %)

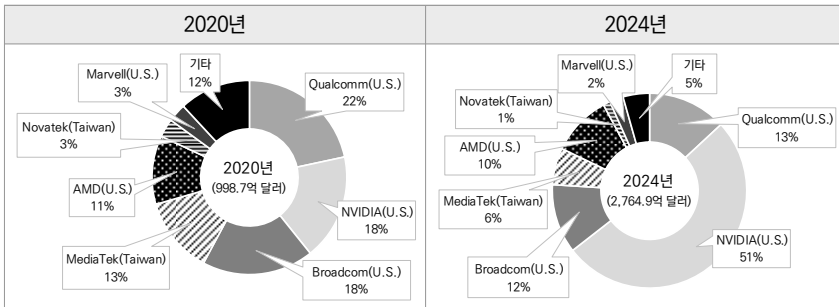
순위	2020년	점유율	2022년	점유율	2024년	점유율
9	Infinion Technologies	2.4	Texas Instruments	3.2	Apple	3.7
10	MediaTek	2.4	MediaTek	3.1	MediaTek	2.4

주: 각 연도 총 매출액은 2020년 422.3억 달러, 2022년 599.6억 달러, 2024년 655.9억 달러임.
 자료: 「2024年の半導体市場は21%成長 NVIDIAが初の首位に」(2025. 4. 11.)(검색일: 2025. 7. 14.) 재인용.

팹리스 분야에서는 2020년 이후 NVIDIA, Qualcomm, Broadcom, AMD 등 미국의 4개 사가 세계 집적회로(IC) 디자인 시장의 70% 이상(2024년에는 86.0%)을 과점하고 있는 가운데, 한국과 마찬가지로 일본 역시 세계 주요 팹리스 기업이 존재하지 않는 상태이다. 대만의 Media Tek, Novatek도 2020년에 비해 최근 시장점유율이 하락하고 있다(그림 2-3).

그림 2-3. 세계 주요 팹리스

(단위: 100만 달러, %)

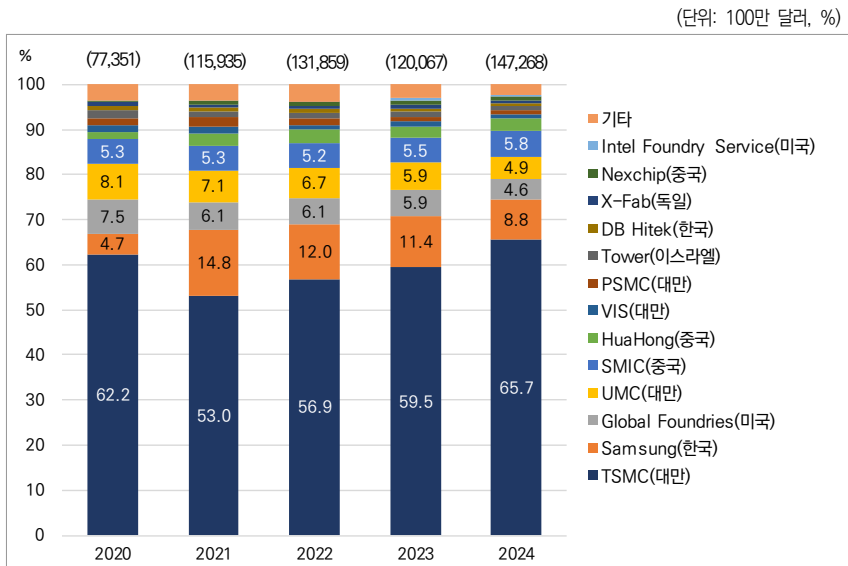


주: 기타에는 Realtek(대만), OmniVision-Will Semiconductor(중국), Xilinx(미국), Synaptics(미국), Cirrus Logic(미국), MPS(미국)가 포함되어 있음.
 자료: TREND FORCE(검색일: 2025. 7. 11.).

파운드리 분야에서는 2018년만 하더라도 2014년 12월 파운드리 사업에 진입한 후지쯔세미컨덕터가 세계 8위(시장점유율:2%)를 점하였으나 2020년 이후에는 자취를 감추었다. [그림 2-4]에 제시한 것처럼 2020년 이후 세계 반도체

체 파운드리 시장은 대만의 TSMC가 점유율 50% 이상을 확보한 채 주도하고 있고 여기에 삼성전자, Global Foundries(미국), UMC(대만), 그리고 SMIC(중국)가 가세하는 양상이 지속되고 있다.

그림 2-4. 세계 주요 파운드리



주: 각 연도 그래프 위의 수치는 세계 전체 매출액(단위: 100만 달러)을 의미함.
 자료: TREND FORCE(검색일: 2025. 7. 12.).

2) 메모리반도체: DRAM/NAND형 플래시메모리

일본 반도체산업 중에서도 반도체왕국의 형성에 일등공신 역할을 수행한 DRAM 분야에서 1990년 이후 상위 10대 메모리 반도체 업체의 순위 변화를 보면 일본 반도체산업의 쇠락 과정을 이해할 수 있다. [표 2-2]에 재인용하는 바와 같이, 1990년대에만 하더라도 도시바, NEC, 히타치, 후지쯔, 미쓰비시전기 등 소위 일본의 5대 반도체제조업체가 세계 10위권에 이름을 올리고 있었으나 2000년대 이후에는 자취를 감추기 시작하여 2010년에는 엘피다메모리

만 제3위의 자리를 지키고 있었다. 그나마 2013년 엘피다메모리가 미국 마이크론(Micron Electronics)에 인수·합병되고 나서부터 세계 DRAM 시장은 삼성전자, SK하이닉스, 마이크론의 1강 2중 체제로 재편되고 일본의 DRAM 제조업체의 국제적 위상은 거의 찾아보기 어려운 상태이다. 2020년 이후에는 SK하이닉스의 HBM(고대역폭 메모리) 선점으로 삼성전자, SK하이닉스, 마이크론의 2강 1중 체제로 변하고 있다(그림 2-5).¹³⁾

표 2-2. 세계 10대 DRAM 제조업체(1990~2015년)

순 위	1990년 (65.3억 달러)	1995년 (407.4억 달러)	2000년 (289.1억 달러)	2005년 (251.1억 달러)	2010년 (397.1억 달러)	2015년 (663.4억 달러)
1	도시바 (14.7%)	삼성전자 (16.2%)	Micron (20.7%)	삼성전자 (30.9%)	삼성전자 (30.7%)	삼성전자 (45.3%)
2	삼성전자 (12.9%)	NEC (11.3%)	삼성전자 (20.0%)	SK하이닉스 (16.4%)	SK하이닉스 (21.4%)	SK하이닉스 (27.7%)
3	NEC (11.6%)	히타치 (10.4%)	하이닉스 (15.5%)	Micron (15.3%)	엘피다메모리 (16.2%)	Micron (20.0%)
4	히타치 (9.5%)	현대 (9.7%)	엘피다 (10.8%)	Infineon (12.8%)	Micron (12.6%)	Nanya (3.0%)
5	TI (9.0%)	도시바 (8.5%)	Infineon (9.2%)	엘피다메모리 (7.1%)	Nanya (4.3%)	Winbond Electronics (1.3%)
6	후지쯔 (8.2%)	LG반도체 (8.4%)	도시바 (6.8%)	Nanya (6.0%)	PSMC (3.0%)	PSMC (0.8%)
7	미쓰비시전기 (7.1%)	TI (6.1%)	미쓰비시전기 (3.3%)	PSMC (4.9%)	ProMOS (1.5%)	Elite Semicon (0.6%)
8	오키전기 (4.7%)	Micron (6.0%)	Winbond Electronics (2.4%)	ProMOS (3.4%)	Winbond Electronics (1.3%)	ISSI (0.5%)

13) 경제산업성은 2021년 6월 빅데이터를 감내할 수 있는 고성능 MEC(Multi-access Edge Computing) 서버에는 메모리의 대용량화와 광대역화가 필수라고 보고, 포스트 5G 기금을 활용하여 KIOXIA의 광대역 대용량 플래시메모리 모듈 연구개발 프로젝트를 추진한 바 있다. 이 프로젝트는 데이지체인(daisy chain)기술, 프리페치(prefetch) 기술, 메모리 고속 인터페이스(IF) 기술, 고정밀설계기술을 활용한 광대역 대용량 플래시 메모리 모듈을 개발하는 프로젝트이다.

표 2-2. 계속

순위	1990년 (65.3억 달러)	1995년 (407.4억 달러)	2000년 (289.1억 달러)	2005년 (251.1억 달러)	2010년 (397.1억 달러)	2015년 (663.4억 달러)
9	Siemens (4.6%)	후지쯔 (5.4%)	Mosel Vitelic (2.3%)	Etron Tech (0.7%)	Etron Tech (0.6%)	Etron Tech (0.5%)
10	Motorola (4.5%)	미쓰비시전기 (5.0%)	PSMC (1.6%)	ISSI (0.6%)	Elite Semicon (0.5%)	Zentel Electronics (0.2%)

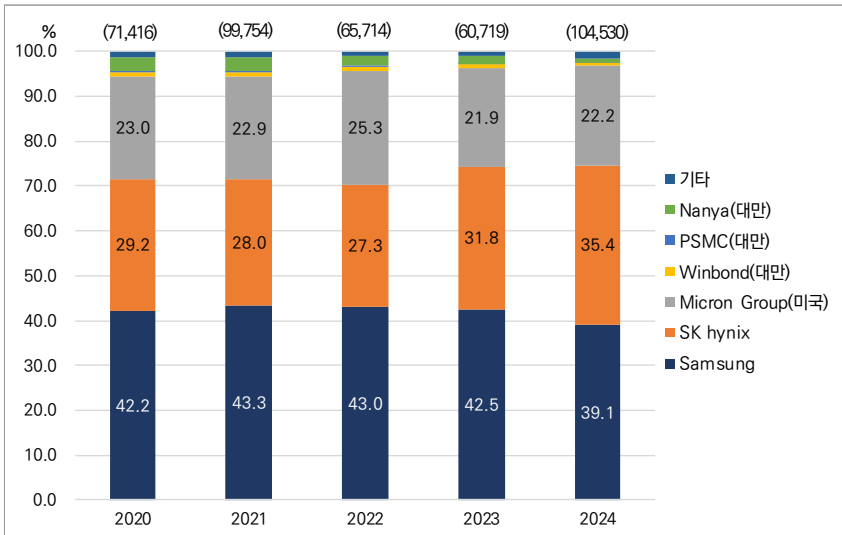
주: 1) 연도 밑의 수치는 매출액 기준의 세계 전체 DRAM 시장규모, () 안 수치는 시장점유율을 의미.

2) 음영표시는 일본기업을 의미.

자료: 機械振興協會 經濟研究所(2020. 4. 3.), p. 2 재인용.

그림 2-5. 기업별 세계 DRAM 시장 점유율(2020~24년)

(단위: 100만 달러, %)



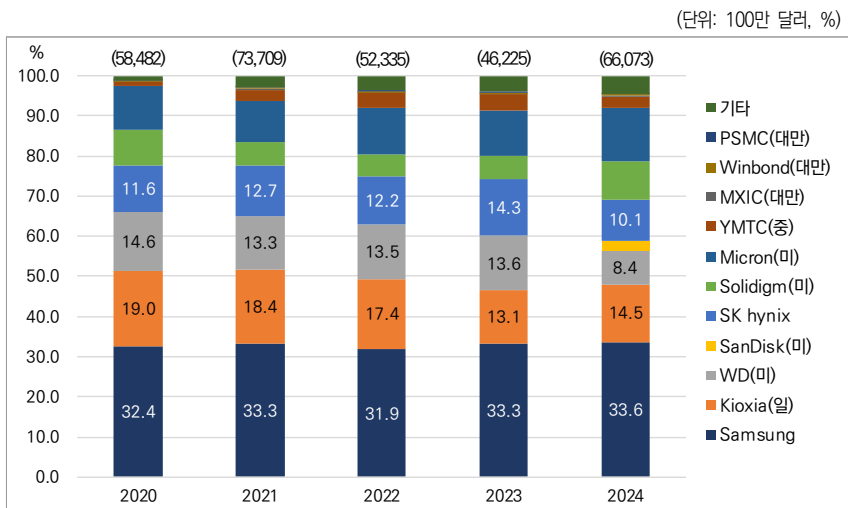
주: 각 연도 그래프 위의 수치는 세계 전체 매출액(단위: 100만 달러)을 의미함.

자료: TREND FORCE(검색일: 2025. 7. 20.).

NAND형 플래시 메모리 시장은 전통적으로 한국(삼성전자, SK하이닉스), 일본(키옥시아), 미국[인텔, 웨스턴디지털(WD), 마이크론]계 기업이 1강 2중 체제를 형성하였다. 2015년의 경우 한국계 기업의 시장점유율은 52.7%였고

그 뒤를 이어 일본계 기업과 미국계 기업이 각각 26.9%, 20.5%의 점유율을 확보하였다.¹⁴⁾ 그러나 2020년대에 들어서면서는 한국계 기업의 시장점유율이 40%대 중반으로 낮아지는 가운데,¹⁵⁾ 일본계 기업(키옥시아)의 점유율은 과거 20%대 중반대에서 10% 중반대로 낮아지며 DRAM 시장에 이어 NAND형 플래시 메모리 시장에서도 경쟁력을 상실하고 있는 것으로 나타난다(그림 2-6).

그림 2-6. 기업별 세계 NAND형 플래시 메모리 시장 점유율(2020~24년)



주: 각 연도 그래프 위의 수치는 세계 전체 매출액(단위: 100만 달러)을 의미함.
 자료: TREND FORCE(검색일: 2025. 7. 20.).

3) 전력반도체

2024년 세계 전력반도체 시장규모는 약 329.2억 달러로 추정되는 가운데,¹⁶⁾ 일본계 기업으로서는 텐소(5위), 룬(6위), 후지전기(8위), 미쓰비시전기

14) NEDO(2018. 3.), p. 1029.

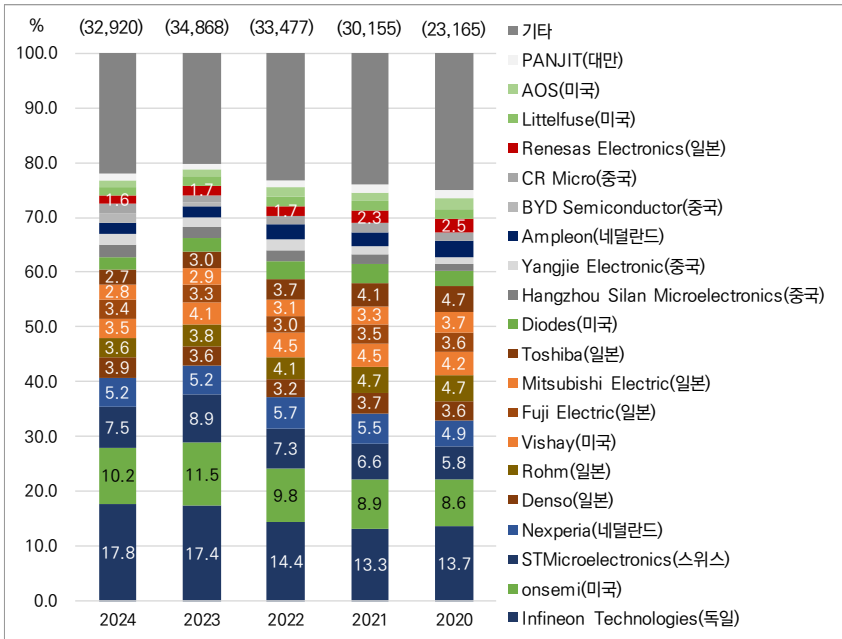
15) 2021년 SK하이닉스는 인텔의 NAND·SSD 사업부문을 인수하면서 솔리다임(Solidigm)을 미국 자회사로 설립하였다. [그림 2-6]에서 기업별이 아닌 국적별, 특히 한국계 기업의 시장점유율에 대한 해석은 주의가 필요하다.

16) 「東芝パワー半導体, 30年に世界シェア「2桁は絶対必要」- 子会社常務」(2024. 10. 29.)(검색일: 2025. 7. 20.).

(9위), 도시바(10위), 르네사스 일렉트로닉스(17위)가 독일 인피니언(1위)과 미국 온세미(2위), 스위스 STMicroelectronics(3위), 중국 Nexperia(4위)의 뒤를 이어 세계시장에서 존재감을 드러내고 있다.

그림 2-7. 기업별 세계 디스크리트 반도체 시장 점유율(2020~24년)

(단위: 100만 달러, %)



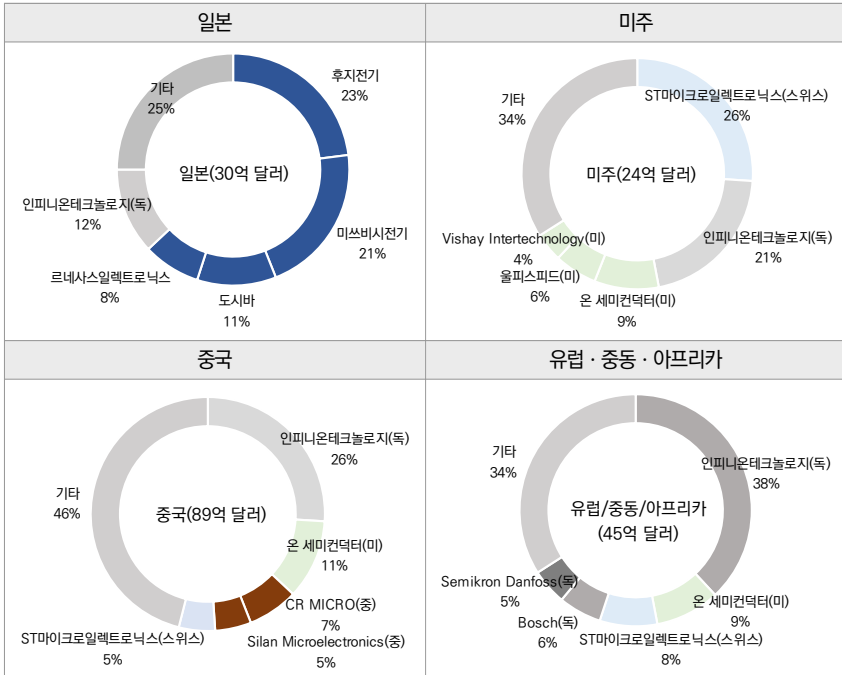
주: 각 연도 그래프 위의 수치는 세계 전체 매출액(단위: 100만 달러)을 의미함.
 자료: TREND FORCE(검색일: 2025. 7. 20.).

경제산업성은 전력반도체 시장이 과잉경쟁 양상이어서 사업재편이 필요하다는 인식이다.¹⁷⁾ SiC 전력반도체의 경우 소수의 대형 해외업체와 다수의 소형 일본업체 간 경쟁구조로 보고 있는데, 해외업체들은 정부지원하에서 수천억 엔 단위의 설비투자에 나서고 있는데 반해, 일본은 롬(Rohm), 도시바 디바이스 & 스토리지(도시바 D&S), 미쓰비시전기, 덴소, 히타치파워디바이스 등

17) 週刊エコノミスト(2024. 2. 13.).

다수의 기업이 과잉경쟁하고 있다는 것이다.18) [그림 2-8]에서 일본, 미주, 중국 등의 지역별/업체별 시장점유율을 보더라도 일본기업이 시장을 선점하고 있는 지역은 일본에 한정되고 있다.

그림 2-8. 세계 지역별 주요 기업의 전력반도체 시장 점유율(2023년)



주: 지역별 튜브 내 숫자는 전력반도체 시장규모를 나타냄.

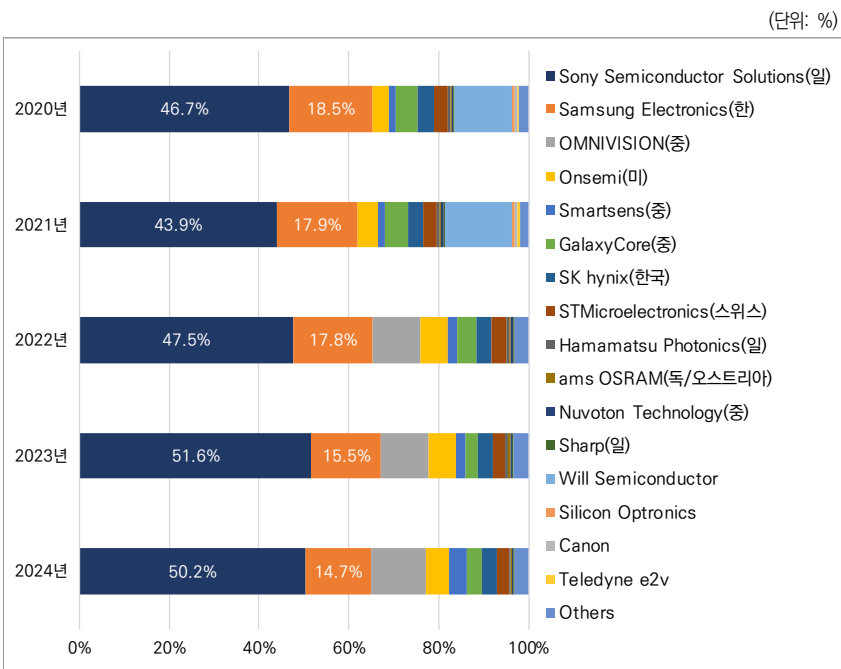
자료: 週刊エコノミスト(2024. 2. 13.), 「再編が必要な日経メーカー世界で戦える体制づくりを」, 재인용.

18) 2024년도 결산에서 12년 만의 적자를 계상한 롬은 SiC 전력반도체에 대한 투자계획을 당초 2027년도 말까지 7년간 5,100억 엔에서 4,700억~4,800억 엔으로 낮춘다는 계획이다. 2025년 11월부터 구마모토현에서 신공장 가동에 들어가는 미쓰비시전기와 2024년 12월 아오모리현에 신공장을 가동한 후지전기도 풀가동에는 시간이 걸릴 것으로 예상하고 있다. 르네사스 일렉트로닉스는 당초 2025년부터 야마나시현 고후공장에서는 실리콘, 군마현 다카사키공장에서는 SiC 전력반도체를 양산한다는 계획이었으나, 계획을 수정한다고 발표하였다. 중국의 전기차(EV) 시장을 겨냥하였지만 경쟁격화로 BYD 등 소수기업으로 시장이 압축될 것으로 보인 데다, BYD 등이 많은 부품을 내제화한다는 방침이어서 르네사스 일렉트로닉스로서는 중국 시장 진입이 어려워지는 분위기이다. 뉴스ウィッチ(2025. 2. 5.), 「量産見送り・合従連衡も視野に…パワー半導体に急ブレーキの背景事情」(검색일: 2025. 7. 20.).

4) 광반도체(CMOS 이미지센서)

광반도체로 분류되는 CMOS 이미지센서는 일본 소니 세미컨덕터가 비교적 오랜 기간 과반에 가까운 세계시장을 점유하고 있다. 세계시장 규모는 2020년 168.5억 달러에서 2024년에는 208.3억 달러까지 확대되었다.

그림 2-9. 주요 기업별 CMOS 이미지센서 시장 점유율



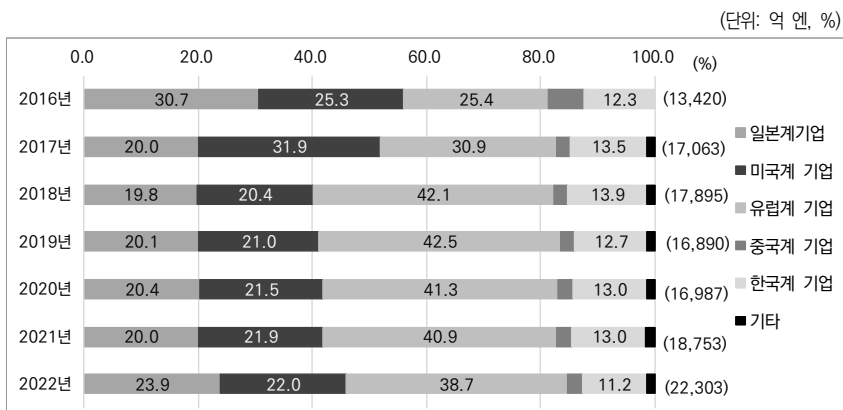
자료: dealab(2025. 4. 10.), 「CMOS·画像イメージセンサー業界の世界市場シェアの分析」(검색일: 2025. 7. 18.).

5) MCU(마이크로컨트롤러)

2024년 MCU(마이크로컨트롤러) 세계시장 규모는 약 224억 달러(2023년 280억 달러)로 추산된 가운데, 독일 인피니언이 전년도 17.8%에서 21.8%로 점유율을 높이면서 1위로 등극하였다. 자동차용 MCU에서도 독일 인피니언은

2023년 세계시장 점유율이 28.5%로 오르면서 1위를 차지하였고, 일본 르네사스(22.5%), 네덜란드 NXP(21.5%), 스위스 STMicroelectronics(10.6%), 미국 Microchip(7.6%)이 그 뒤를 이었다.¹⁹⁾ 상기 5대 기업은 과거부터 전통적으로 세계 MCU 시장을 지배하고 있는데, [그림 2-10]은 자료의 제약상 일본계 기업(르네사스 일렉트로닉스)의 시장점유율 변화에 초점을 맞춰 2016년부터 2022년까지의 국적별 점유율 추이를 보여주고 있다. 전반적으로 2010년대 후반의 20% 정도의 점유율을 꾸준히 유지하고 있음을 확인할 수 있다.

그림 2-10. 일본계 MCU 제조업체의 세계시장 점유율 변화



주: 각 연도 그래프 옆의 () 안 수치는 세계 전체 매출액(단위: 억 엔)을 의미함.
 자료: NEDO(2018. 3.) 및 NEDO(2024. 3.) 참고 작성.

나. 반도체 제조장치

[표 2-3]에서 알 수 있듯이, 2024년 세계 10대 반도체 제조장치 기업 가운데 일본기업으로서는 도쿄일렉트론(TEL, 4위), 스크린홀딩스(7위), 무라타제 작소(9위), 다이후쿠(10위) 등 4개 기업이 이름을 올리고 있다. 물론 6위 이하

19) 「世界マイコン市場ランキングで「史上初の1位」になったInfineon」(2025. 3. 17.) (검색일: 2025. 7. 20.).

의 기업과 5대 기업 간 매출액 규모 차이가 현저하지만, 일본계 반도체 제조장치 기업은 캐논(11위), 레이저텍(12위), 히타치하이테크(13위), 고쿠사이일렉트릭(14위), 에바라(17위), 디스코(21위), 도쿄정밀(22위) 등이 글로벌기업으로서 활약하고 있다.

표 2-3. 전공정 반도체 제조장치의 세계 상위 20대 기업(2024년 매출액 기준)

(단위: 100만 달러, %)

순위	기업명	2024년 매출액 (100만 달러)	2024년 시장점유율 (%)	2023년 순위
1	ASML(네)	23,550	21.1%	1
2	Applied Materials(미)	21,439	19.2%	2
3	Lam Research(미)	12,753	11.4%	3
4	Tokyo Electron(일)	12,651	11.3%	4
5	KLA(미)	8,529	7.6%	5
6	NAURA(중)	2,927	2.6%	8
7	SCREEN(일)	2,800	2.5%	7
8	ASM International(네)	2,581	2.3%	6
9	Murata Machinery(일)	1,445	1.3%	9
10	Daifuku(일)	1,263	1.1%	12
11	Canon(일)	1,245	1.1%	14
12	Lasertec(일)	1,241	1.1%	13
13	Hitachi High-Tech(일)	1,149	1.0%	11
14	Kokusai Electric(일)	1,118	1.0%	15
15	AMEC(중)	1,086	1.0%	19
16	SEMES(한)	963	0.9%	10
17	Ebara(일)	854	0.8%	17
18	Onto Innovation(미)	815	0.7%	20
19	Axcelis Technologies(미)	783	0.7%	16
20	ACM Research(미)	699	0.6%	24

자료: deallab(2025. 6. 25.), 「半導体製造装置業界の世界市場シェアの分析」(검색일: 2025. 7. 16.).

반도체 전공정에 한하여 10개 작업공정별 제조장치를 정리하면, [그림 2-11]과 같이 열처리장치, 증착장치, 코터·디벨로퍼(도포·경화장치), 노광장치, 식각장치, 세정장치, 이온주입장치, CMP장치, 스퍼터장치, 웨이퍼 검사장치로 요약할 수 있다.

그림 2-11. 반도체 전공정 작업공정과 제조장치

작업공정	제조장치명	종류	주요 제조기업
01 웨이퍼 표면의 산화	열처리장치	• Diffusion Furnace, Oxidation Furnace, Annealing Furnace, RTP(Rapid Thermal Processing), CVD(Chemical Vapor Deposition)	• TEL(도쿄일렉트론)(일) • KOKUSAI ELECTRIC(일) • 도요코화학(東洋化学)(일)
02 박막형성	증착(박막형성, 성장) 장치	• 도입하는 성장원리, 즉 ①증착법, ②이온플레이팅(IP), ③스퍼터링법, ④CVD법, ⑤ALD법에 따라 종류가 결정	• Applied Materials(AMAT, 미) • Lam Research(미) • TEL(도쿄일렉트론)(일)
03 포토레지스트 도포	Coater·Developer	• ①스핀 코터디벨로퍼, ②딥 코터디벨로퍼, ③스프레이 코터디벨로퍼, ④잉크젯 코터디벨로퍼	• TEL(도쿄일렉트론)(일) • SCREEN(일)
04 노광 현상	노광장치	• 광원/노광방식에 따라 ①KrF 스캐너/스테퍼, ②ArF 침액 스캐너, ③ArF 스캐너, ④EUV 노광장치 등 다양	• ASML(네) • Nikon(일) • Cannon(일)
05 식각(etching)	식각장치	• 습식 식각장치, 건식 식각장치	• Lam Research(미) • TEL(일) • Applied Materials(미)
06 레지스트 박리 세정	세정장치	• Single Bath형 Wet Station, 웨이퍼 세정방식→Batch형 /Single Wafer형으로 구분	• TEL(일) • SCREEN(일) • 시바우라 메카트로닉(일)
07 이온주입	이온주입장치	• 중전류 이온주입장치, 대전류 이온주입장치, 고에너지 이온주입장치	• Applied Materials(미) • 닛신이온기기(일) • 스피트도중기이온테크놀로지(일)
08 평탄화	CMP장치	• 연마방식→로타리방식, 벨트방식, 인덱스방식. 설치형태→탁상형, 거치형	• Applied Materials(미) • 에버라제직소(일)
09 전극형성	스퍼터링 장치	• 스퍼터링 기술→2극 스퍼터링, 마그네트론 스퍼터링, DC 스퍼터링, RF 스퍼터링, ECR 스퍼터링	• Applied Materials(미) • Ulvac(일)
10 웨이퍼 검사	웨이퍼검사장치	• 광학식 검사장치, 레이저식 검사장치, SEM(식) 검사장치	• TEL(일) • 도쿄정밀(일) • 일본미야코로닉스(일)

자료: SEMI 웹사이트, 「ひと目で分かる半導体業界MAP(2024年版)」(검색일: 2025. 7. 17.).

[그림 2-12]는 전술한 전공정 반도체 제조장치 중 열처리장치, 노광장치, 코터·디벨로퍼(도포·경화장치), 건식 식각장치, CVD 장치, 스퍼터장치, CMP 장치, 단일웨이퍼 세정장치, 배치식 세정장치, 웨이퍼 표면 검사장치, 패턴 검사장치, 마스크 검사장치, CD-SEM 등 13개 품목에 대한 2024년 기업별 시장 점유율을 정리한 것이다.

첫째, 각종 전공정 장치 시장은 유럽·미국·일본계 기업이 거의 독점하고 있는 가운데, 건식 식각장치의 NAURA(6%)와 AMEC(6%), PVD 장치의

NAURA(12%) 등 중국계 기업의 부상이 눈에 띈다. 전체적으로 2024년 이들 13개 전공정 제조장치 시장의 국별 점유율을 보면 미국 44.3%, 유럽 29.2%, 일본 21.7%, 중국 3.4%, 한국 1.4%이다. 일본의 경우 2012년까지만 하더라도 시장점유율이 35%대를 유지하였으나 그 후 20% 초반대로 하락한 상태이다.²⁰⁾

둘째, 13개 반도체 제조장치 중 세계시장 규모가 100억 달러를 넘는 것은 노광장치(244억 달러), 건식 식각장치(171억 달러), 웨이퍼표면 검사장치(143억 달러), CVD장치(115억 달러) 등 4개인데, 이들 4개 시장은 유럽·미국계 기업이 장악하고 있다. 즉 노광장치는 ASML(94.1%, 네덜란드), 건식 식각장치는 Lam Research와 Applied Materials(미국, 합계 58.9%), 웨이퍼표면 검사장치는 KLA와 Applied Materials(미국, 합계 69.5%), CVD 장치는 Applied Materials와 Lam Research(미국, 합계 62.3%)가 절반 이상의 점유율을 확보하고 있다.

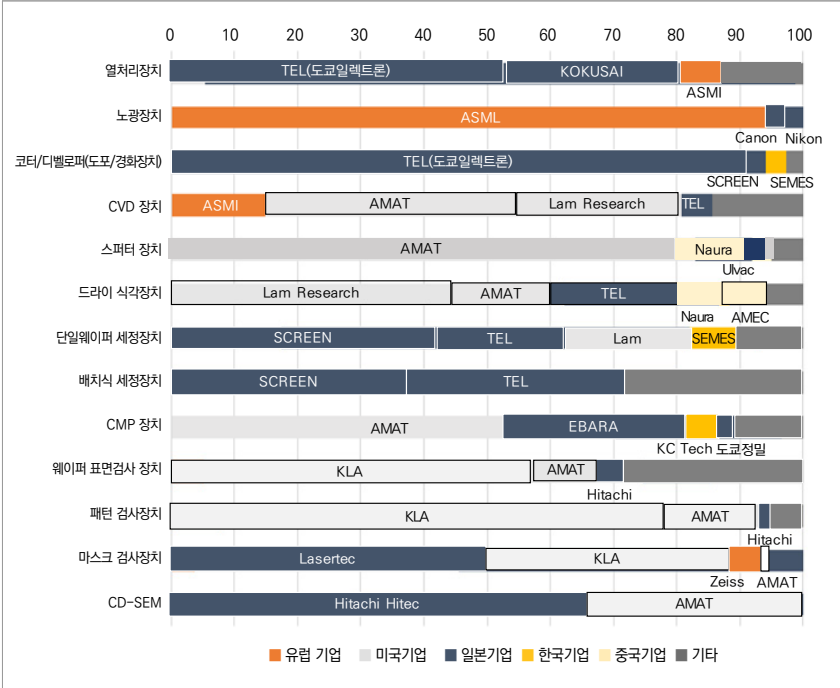
셋째, 일본은 코터·디벨로퍼(TEL, SCREEN) 94.5%, 종형확산로 등 열처리장치(TEL, KOKUSAI) 82.2%, 단일웨이퍼 세정장치(SCREEN, TEL) 63.5%, 배치식 세정장치(SCREEN, TEL) 73.5%, 마스크 검사장치(Laser Tech) 50%, CD-SEM(Hitachi Hitech) 65.5% 등 6개 품목에서 시장의 과반을 점하고 있다. 다만 이들 6개 품목의 시장 규모는 많게는 50억 달러, 대부분 20억~30억 달러로 작은 편에 속한다.

넷째, 한국계 기업은 SEMS가 코터·디벨로퍼, 건식 식각장치, 단일웨이퍼 세정장치에서, KC Tech이 CMP 장치분야에서 교두보를 확보한 상태이다.

20) 湯之上隆(2025. 8. 25., p. 3)는 이와 같은 일본계 기업의 시장 점유율 하락 현상이 상기 13개 반도체 제조장치 중 마스크 검사장치를 제외한 모든 품목에서 나타나고 있음을 지적한다. 특히 노광장치의 경우 1995년에는 NIKON(48.9%), CANON(28.7%) 등 일본계 기업이 77.6%(ASML 15.9%)로 시장을 독점하였으나 그 후 NIKON과 CANON의 점유율이 급락한 대신 ASML이 시장을 독점하게 되었다. ASML의 점유율은 2006년 60%를 돌파하였고 2021년부터는 95%대를 유지하고 있다. 첨단 노광장치인 극자외선(EUV) 노광장치는 ASML만 공급하고 있다(2024년 44대, 가격은 약 300억 엔/대). 2024년 시장 점유율은 ASML 94.1%, NIKON 2.5%, CANON 3.4%를 기록하였다.

그림 2-12. 주요 기업별 반도체 제조장치 시장 점유율(2024년)

(단위: %)



자료: 湯之上隆(2025. 8. 25.), p. 2.

다. 반도체 재료

반도체 제조공정을 마스크제조, 웨이퍼제조, 전공정, 후공정 등 4개의 대공정으로 나누는 다음, 각각의 단계에서 수행되는 제조공정에 사용되는 주요 반도체 재료를 정리하면 [그림 2-13]과 같다.

그림 2-13. 반도체 제조공정과 반도체 재료

대분류	공정	개요	반도체 재료명	
마스크 제조	1	마스크 블랭크 작성	석영기판 위에 금속막과 감광막을 코팅	마스크 블랭크
	2	포토마스크 작성	투명한 유리판 표면에 설계한 회로패턴을 형성	포토마스크
웨이퍼 제조	1	실리콘 잉곳 제조	다결정실리콘 고순도 실리콘잉곳을 제조	다결정 실리콘
	2	실리콘 잉곳 절단	실리콘잉곳을 Wire Saw로 얇게 슬라이스하여 웨이퍼를 만들.	실리콘웨이퍼
	3	웨이퍼 연마	실리콘웨이퍼 표면을 연마제와 연마패드로 매끄럽게 연마	-
전공정 (3~9 공정을 반복)	1	웨이퍼 표면의 산화	웨이퍼를 고온의 산소에 노출시켜 표면을 산화시킴.	산화성 가스
	2	증착(薄膜形成)	CVD/스퍼터링으로웨이퍼표면에다양한재료의박막을형성	CVD용 가스/스퍼터링타겟
	3	포토레지스트 도포	포토레지스트라는 감광제를 웨이퍼 표면에 균일하게 바름.	포토레지스트
	4	노광	포토마스크, 축소렌즈를 통해 빛을 투과시켜 회로패턴을 새김.	포토마스크/펠리클
	5	현상	현상액으로 불필요한 포토레지스트 부분을 제거	-
	6	식각(Etching)	포토레지스트에 의해 형성된 패턴을 따라 산화막·박막을 제거	식각용 가스/액체약품
	7	레지스트 박리·세정	남아있는 포토레지스트를 떼어내고 웨이퍼상의 불순물 제거	액체약품
	8	이온 주입	불순물이온을 주입하고 열처리를 통해 활성화	도전형(導電型) 불순물 가스
	9	평탄화	웨이퍼표면을 매끄럽게 연마·평탄화(CMP)	CMP 슬러리
	10	전극형성	전극배선용의 금속을 웨이퍼에 새겨넣음.	-
	11	웨이퍼검사	웨이퍼에 형성된 수백개의 칩에 대해 프로브로 電氣적 검사	-
후공정	1	다이싱(Dicing)	웨이퍼를 다이아몬드 블레이드로 절단하고 칩으로 분리	-
	2	와이어본딩(Wire Bonding)	리드프레임이라는 금속 틀에 칩을 고정시키고 금선으로 접속	-
	3	몰딩(Molding)	칩을 상체나 충격에서 보호하기 위해 수지로 패키징	봉지재(몰드수지)
	4	최종검사	異常이 없는지 시험을 반복하고 불량품 제거	-

자료: (けむさん化学情報センター 웹사이트(검색일: 2025. 7. 13.).

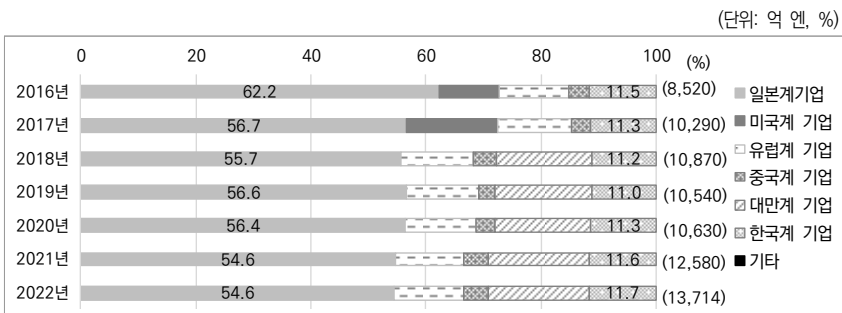
다만 이하에서는 富士經濟(2025)의 분류에 의거하여 반도체재료 시장을 전 공정 재료시장과 후공정 재료시장으로 대별한 다음, 각각에 해당하는 재료들을 대상으로 기업별 시장점유율을 살펴본다. 2024년 세계 전체 반도체재료 시장 규모는 479.9억 달러이고 이 중 전공정재료가 79.5%(381.5억 달러), 후공정 재료가 20.5%(98.5억 달러)를 차지하였다. 단일 반도체재료로서는 실리콘웨이퍼(126.0억 달러), 포토마스크(62.5억 달러), 본딩와이어(54.8억 달러), 고순도세정액(54.6억 달러), 포토레지스트(23.2억 달러), CMP 슬러리(19.3억 달러), 타깃재(14.3억 달러), 봉지재(13.8억 달러), 패키지기판용 동장적층판 재료(13.4억 달러), 펠리클(11.5억 달러), 에칭가스(10.8억 달러), CMP 패드(10.4억 달러) 등의 시장규모가 10억 달러를 넘어선 것으로 나타났다.

1) 전공정 재료시장

가) 실리콘웨이퍼

현재 실리콘웨이퍼 시장은 신에츠화학공업(일본), SUMCO(일본), Global Wafers(대만), SK siltron(한국), Siltronic(독일) 등 5개 기업이 과점하고 있다. 최근에는 Shanghai Xinsheng Semiconductor Technology, Zing Semiconductor, GRINM Semiconductor Materials, Xuzhou Xinjing Semiconductor Technology 등 중국기업이 가세하고 있다. 2022년 기준 세계 실리콘웨이퍼 시장(1조 3,714억 엔)에서 일본기업의 점유율은 54.6%로 서, 2016년 62.2%를 점한 이후에도 시장지배력을 유지하고 있다.

그림 2-14. 일본계 실리콘웨이퍼 제조업체의 세계시장 점유율 변화



주: 각 연도 그래프 옆의 () 안 수치는 세계 전체 매출액(단위: 억 엔)을 의미함.
 자료: NEDO(2018. 3.) 및 NEDO(2024. 3.) 참고 작성.

나) 포토마스크

포토마스크 시장은 크게 TSMC, 삼성전자, SK하이닉스, Intel, Micron Technology와 같은 칩 제조업체가 자체적으로 제조하는 내제시장(마스크 블랭크 제조업체로부터 직접 재료를 조달)과 외부에서 구매하는 외판시장으로 구분할 수 있다. 이 중 내제시장의 비중은 70% 정도이고 나머지 30% 정도를 외판시장이 차지하고 있다. 외판시장(2023년 2,584억 엔)에서는 테크센드 포토

마스크(뚝판인쇄 자회사, 2023년 39.0%), Photronics(미국, 33.0%), 대일본 인쇄(22.0%)가 3강으로 자리잡고 있고 여기에 HOYA, 일본필콘, 최근에는 Taiwan Mask(대만), Advance Reproductions(미국) 등이 가세하고 있다.²¹⁾

다) 포토레지스트

최근 포토레지스트 시장은 TOK(東京応化工業, 일본), JSR(일본), 신에츠화학공업(일본), Dupont Electronics & Imaging(미국), 스미토모화학(일본), FFEM(후지필름 일렉트로닉스 머티리얼즈, 일본), 동진쎄미켐 등이 주도하고 있다. 이 중 EUV 레지스트 제품을 판매하고 있는 기업은 TOK, JSR, FFEM 등이다. 최근에는 Merck(독일), 와이씨켐(한국), 금화석유화학(한국), Everlight Chemical(대만), Ruihong Electronic Chemical(일본제온과 마루베니의 합작기업, 일본), Kempur Microelectronics(중국) 등이 가세하였다. [글상자 2-1]은 2023년 6월 일본의 국부펀드 JIC(산업혁신투자기구)가 JSR에 대한 TOB(주식공개매수) 계획을 발표하면서 일본 내에서 일었던 일본 반도체 재료 시장의 과잉경쟁-정부에 의한 구조조정 논쟁을 정리하고 있다.

글상자 2-1. 일본 국부펀드(JIC)의 JSR 인수

- 2024년 3월 일본의 국부펀드 산업혁신투자기구(JIC)는 JSR을 약 1조 엔에 TOB(주식공개매수) 방식으로 매수. JSR은 TOB 후 2024년 6월 상장폐지를 거쳐 반도체 재료시장의 사업재편에서 주도권을 행사한다는 입장
- 경제산업성은 자국 반도체 재료기업의 기술력은 뛰어나지만 과당경쟁으로 인해 기업의 수익률이 낮다고 인식. JSR 인수를 계기로 사업재편이 필요하다는 입장
 - JSR, TOK, 신에츠화학, 스미토모화학, 후지필름 HD 등 일본계 5개 기업이 세계 포토레지스트 시장의 90%를 석권. 다만 시장규모가 약 3,000억 엔으로 그다지 크지 않다는 점이 문제
 - 일본이 세계시장을 석권하고 있는 포토레지스트 업계 사업재편의 필요성에 대해 JSR은 “일본이 계속해서 세계시장을 석권하기 위해서는 불황기에도 대규모 R&D 투자를 해야 할 필요가 있다. 그러나 미세화가 진전됨에 따라 투자 수익*이 불투명하게 되었고 인재, 자금 측면에서 투자를 효율화해야 한다”고 주장

21) けむきん化学情報センター 웹사이트(검색일: 2025. 7. 13.).

글상자 2-1. 계속

* 경제산업성은 반도체 제조장치 업계는 AMAT, ASML, TEL 등 5개 기업이 세계시장의 90%를 석권, 평균 영업이익률이 30% 수준인 반면, 일본의 재료업계는 10~15%에 불과하다는 점을 지적

- JSR의 최대 경쟁업체인 TOK는 일본의 반도체 소재업체 간 사업재편에 대해 외국을 자극하여 역효과가 우려된다고 반대 입장 표명

- 즉 JIC가 유일한 주주가 되는 JSR에 다른 소재업체가 통합될 경우, 중국과 한국의 고객기업을 자극할 우려가 있음을 지적*

* 2019년 일본의 對韓 수출규제로 한국이 불화수소의 내제화한 사례를 상기

- JSR과 다른 소재업체(예: TOK)가 통합하면, 해외 고객은 가격협상력과 리스크 헤지 관점에서 다른 소재업체로 조달선을 대체할 가능성도 배제할 수 없다고 주장
- 지금까지 일본의 반도체 소재업체가 경쟁력을 확보·유지한 가장 큰 원천은 업체 간 경쟁인데 정부의 사업재편을 통한 과점화는 기업들의 기술혁신 의지를 꺾는 최악의 선택이라고 비판 → “시장이 성장하고 기술이 계속 발전하고 있는 상황에서는 규모보다는 기술력이 중요”함을 강조

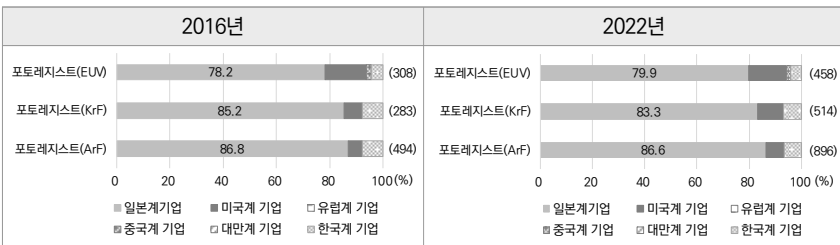
□ 2025년 2월 반도체 후공정 재료에 특화하고 있는 RESONAC(구 쇼와덴코)은 향후 JSR의 IPO를 염두에 두고 매수를 포함한 JSR과의 연계에 강한 의욕을 표시

- RESONAC은 이전부터 JSR과의 연계를 통해 일본 국내에서도 매출액 1조 엔을 넘는 순수 반도체 재료업체가 나와야 한다고 경산성의 주장을 대변
- JSR은 RESONAC이 보유하지 못하고 있는 포토레지스트에서 세계시장 점유율 1위를 유지하고 있어 일본에서 강자연합을 형성하면 미국 듀폰과 같은 해외기업에 정면 대항할 수 있다고 생각
- RESONAC은 전신인 쇼와덴코 시절에 쇼와덴코머티리얼이 반도체연마제(CMP 슬러리)에 경쟁력을 갖고 있었는데, 2020년 히타치카세이를 약 9,600억 엔에 매수하면서 후공정 반도체재료로 영역을 넓혔고, 현재는 반도체연마제(CMP 슬러리) 외에도 반도체 패키지기판용 동장적층판(銅張積層板), 감광성 절연재료(버퍼코팅재료/재배선재료), 드라이필름(드라이필름 레지스트), 절연점착 필름(다이본딩필름) 등 후공정 재료 분야에서 세계시장 점유율 1위인 제품을 5개 보유하고 있음

자료: 週刊東洋經濟(2023. 10. 7.) 및 村尾麻悠子(2022. 11. 10.).

그림 2-15. 일본계 포토레지스트 제조업체의 세계시장 점유율

(단위: 억 엔, %)



주: 각 연도 그래프 옆의 () 안 수치는 세계 전체 매출액(단위: 억 엔)을 의미함.

자료: NEDO(2018. 3.) 및 NEDO(2024. 3.) 참고 작성.

라) 고순도 세정액

고순도 세정액 시장은 일본계 기업이 시장 점유율을 대체적으로 50%를 넘기며 지배하고 있다.²²⁾ 주요 플레이어는 미쓰비시가스화학(과산화수소수, 안수 등: 일본), BASF(안수, 연산, 초산 등: 독일), 산토쿠화학(과산화수소수: 일본), 미쓰비시케미칼(염산 등: 일본), 간토화학(안수, 염산, 황산, 초산, 인산 등: 일본), 스미토모화학(과산화수소수, 안수, 황산 등: 일본), Suzhou Crystal Chemical(SCCC, 과산화수소수, 안수, 염산, 황산, 초산: 중국), KuangMing Enterprise(황산, 안수, 연산 등: 대만), 스텔라케미화(StellaChimifa, 불화수소산: 일본), 다이킨공업(불화수소산: 일본), 모리타화학(불화수소산: 일본), Sunlit Fluo & chemical(불화수소산: 대만), Rasa공업(인산: 일본), OCI Company(인산 등: 한국), 린화학공업(인산: 일본), ICL Group(인산: 이스라엘), 후지필름 일렉트로닉스 머티어리얼즈(황산, 과산화수소수 등: 일본), UBE(안수, 초산: 일본)이다.²³⁾ 고순도 세정액 가운데 고순도(‘Twelve Nine’) 불화수소산은 불화수소의 수용액으로서 습식식각(wet etching)이나 습식세정에 사용된다. 2019년 7년 일본이 한국에 대해 수출규제를 걸었던 3품목 중의 하나이고, 스텔라케미화(stella chimifa), 모리타화학, 다이킨 등 일본 3개 기업이 시장을 지배하고 있다.

마) CMP 슬러리/패드

현재 CMP 슬러리 시장을 주도하고 있는 기업은 Entegris(미국), FFEM(후지필름 일렉트로닉스 머티어리얼즈, 일본), RESONAC(구 쇼와덴코, 일본), FUJIMI(일본), Anji Micro(중국), Dupont/닛타·듀폰(미국)이다. 2023년 세계 CMP 슬러리 시장 규모(매출액)는 1,924억 엔인데, 이 중 31%를 Entegris가

22) ジュンツウネット21 웹사이트(검색일: 2025. 7. 16.).

23) 위의 자료.

차지하였고, 그 뒤를 후지필름(26%), FUJIMI(14%), RESONAC(13%), JSR(7%) 등이 잇고 있다.²⁴⁾

CMP 패드의 경우는 Dupont/닛타·듀폰, Entegris 등 미국계 기업이 시장을 주도하고 있으나 최근에는 Dinglong(중국), SK Enpulse(한국)이 약진하고 있고, 일본계로서는 Fujibo에히메가 존재한다.

바) 절연막 재료: High-k 재료/Low-k 재료²⁵⁾

High-k 재료시장의 주요 플레이어는 ADEKA(일본), Air Liquide(프랑스), 트리케미칼연구소/SK 트리캠²⁶⁾(일본), Entegris(미국)이다. 이외에도 고순도 화학연구소(일본), DNF(한국), Yoke Technology(중국), 한솔케미칼(한국), Wonik Materials North America(한국), 솔브레인(한국) 등도 시장에 참여하고 있다. High-k 재료의 용도는 캐퍼시터(capcitor, 전기를 축적하여 방전할 수 있는 축전장치)용과 게이트(gate, 반도체칩의 논리소자 혹은 논리소자 내부의 전극)용으로 나뉜다.

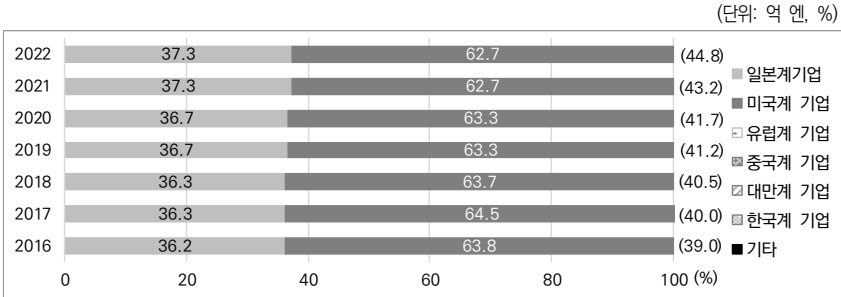
Low-k 재료시장은 미국계의 DuPont과 Versum Materials가 60%, 일본계의 센트럴유리와 트리케미칼연구소가 40% 정도의 점유율로 시장을 양분하고 있는 가운데, DNF(한국), 덕산테크피아(한국), Entegris도 시장에 진입한 상태이다.

24) けむさん化学情報センター 웹사이트(검색일: 2025. 7. 15.).

25) 절연막은 전극과 기판 사이를 전기적으로 절연하기 위한 층을 의미하는데, DRAM, 플래시메모리, 배선 등에 사용되고 있는 High-k 재료와 Low-k 재료가 대표적인 절연막 재료이다.

26) 2016년 한국의 SK 머티리얼즈와 일본의 트리케미칼연구소가 합작투자하여 설립하였으며, 2017년에는 3D 낸드 반도체의 주요 소재인 전구체(precursor) 공장을 한국 세종시에 건설하였다.

그림 2-16. 일본계 절연막(Low-k) 제조업체의 세계시장 점유율

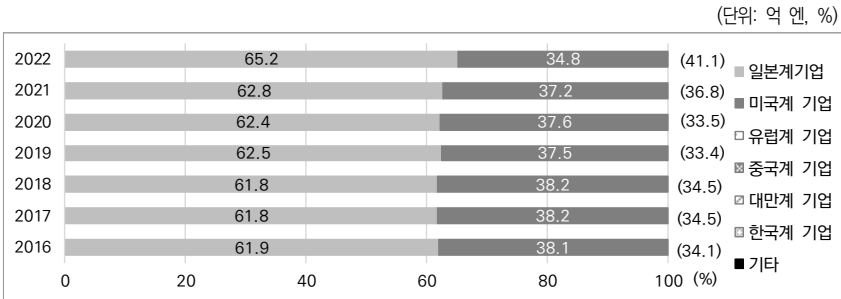


주: 각 연도 그래프 옆의 () 안 수치는 세계 전체 매출액(단위: 억 엔)을 의미함.
 자료: NEDO(2018. 3.) 및 NEDO(2024. 3.) 참고 작성.

사) 타깃재²⁷⁾

최근 반도체용 타깃재 시장은 중국의 KFMI(Konfoong Materials International)와 일본의 JX금속이 70~80%의 점유율을 차지하고 있는 가운데, 일본의 TOSOH와 미국의 Honeywell Electronic Materials, 독일의 Linde, 일본의 스미토모 화학과 ULVAC이 존재감을 유지하고 있다.

그림 2-17. 일본계 타깃재 제조업체의 세계시장 점유율



주: 각 연도 그래프 옆의 () 안 수치는 세계 전체 매출액(단위: 억 엔)을 의미함.
 자료: NEDO(2018. 3.) 및 NEDO(2024. 3.) 참고 작성.

27) 반도체 제조프로세스의 증착 공정 중 금속박막 형성 시에는 타깃재를 사용하는 스퍼터링법이 널리 사용된다. 스퍼터링 타깃재란 반도체의 배선형성에서 CVD(Chemical Vapor Deposition)로는 증착이 곤란한 프로세스에 대해 적용하는 스퍼터링(sputtering)이라는 증착기술에 사용되는 재료를 말한다. 타깃재의 주요 재료는 고체금속과 금속분말이다.

아) 펠리클²⁸⁾

현재 펠리클 시장에 진입하고 있는 기업은 일본의 미쓰이화학과 신에츠화학공업, 한국의 Fine Semitech, 그리고 미국의 Micro Lithography와 INKO Industrial 등이다. 미쓰이화학은 EUV, ArF, KrF, g선/i선 등 모든 제품을 라인업하고 있고 펠리클 시장 점유율이 세계에서 가장 높다. 신에츠화학은 ArF, KrF용의 고가제품에 주력하고 있다. 한국의 Fine Semitech은 주로 삼성전자에 ArF, KrF, g선/i선용 펠리클을 판매하고 있다. 미국계 Micro Lithography와 INKO Industrial은 ArF, KrF, g선/i선용 제품을 생산하고 있으나 비교적 중저가 제품이 주를 이루고 있다.

자) 에칭가스

반도체 제조에 사용되고 있는 에칭가스로는 PFC 에칭가스, HFC 에칭가스, 황화카보닐, 염소계 가스, 브로민화수소가 존재한다. 이 중 2024년의 경우 SiO막이나 SiN막의 식각에 널리 사용되고 있는 PFC 에칭가스(4불화탄소(CF₄), 옥타플루오로사이클부탄(C₄F₈), 헥사플루오로-1,3-부타디엔(C₄F₆))가 전체 에칭가스 시장의 66.8%(10.8억 달러)를 차지하고 있고, 그 뒤를 염소계 가스 14.5%(2.3억 달러), HFC 에칭가스 8.7%(1.4억 달러), 브로민화수소 6.0%(1억 달러), 황화카보닐 4.1%(0.7억 달러)가 있고 있다.

PFC 에칭가스 시장은 일본의 간토덴카공업, RESONAC, 다이킨공업 3사가 주도권을 쥐고 있는 가운데 독일의 Merck(CF₄, C₄F₆)와 한국의 후성(C₄F₆)이 일부 시장에 진입하고 있다. 특히 한국계 불소화학 제조업체는 삼성전자의 3D-NAND 제조에 필요한 PFC 에칭가스를 소위 내제화 전략에 따라 후성 외

28) 펠리클(pellicle)은 원래 박막 혹은 박피를 의미하나 반도체 분야에서는 포토마스크의 방진커버를 의미한다. 포토마스크를 이물질이나 먼지 등으로부터 보호함과 동시에 파티클이 있어도 웨이퍼 등의 노광부에 직접 결상(結像)하지 않도록 패턴결함을 막는 역할도 한다. 펠리클의 재료는 필름의 경우 불소수지계, 셀룰로스, 카본나노튜브(CNT) 등이 있고, 프레임의 경우는 알루미늄이다. 제조프로세스별로는 g선/i선, KrF, ArF, EUV용 펠리클로 나뉜다.

에도 원익머티리얼즈(C4F8), TEMC(C4F8, C4F6) 등의 기업이 제조하고 있다. HFC 에칭가스 시장의 경우도 일본의 간토텐카공업, RESONAC, 다이킨공업 3사가 주도권을 쥐고 있는 가운데 독일의 Merck, 한국의 후성에 이어 한국 메티슨특수가스(MGPK), SK 스페셜티, 중국의 Linggas 등이 시장에 진입한 상태이다. 황화카보닐 에칭가스 시장은 일본의 간토텐카공업과 닛폰산소가 시장을 석권하고 있고, 염소계 가스 시장의 경우는 일본의 RESONAC, ADEKA, UBE, TOAGOSEI(東亜合成)가 주도권을 쥐고 있는 가운데 한국의 한국메티슨특수가스(MGPK)와 백광산업(현 PKC), 독일의 Merck가 시장에 교두보를 확보한 상태이다. 마지막으로 브로민화수소 시장은 일본의 RESONAC, ADEKA, 에이치비아르, SK RESONAC(한일합작법인), 한국메티슨특수가스(MGPK), 독일의 Merck 등이 진입한 상태이다.

4) 후공정²⁹⁾ 재료

가) 반도체 패키지기판 재료

반도체 패키지기판의 재료로서는 동장적층판(CCL: Copper Clad Laminate), 빌드업필름(Build-up Film, 반도체 패키지기판의 층간 절연에 사용되는 필름 형태의 재료), 액상솔더레지스트(프린트기판의 솔더(solder, 半田) 장착 공정에 사용되는 액체의 솔더레지스트), 솔더레지스트필름(부품 실장 시 솔더가 불필요한 부분에 부착하는 것을 막는 필름), 버퍼코트재료, 재배선재료 등이다. 야노경제연구원(矢野經濟研究所)(2025. 5. 8.)에 따르면 2024년 반도체 패키지기판의 재료시장 규모는 동장적층판 2,224억 엔, 빌드업필름 542억 엔, 액상

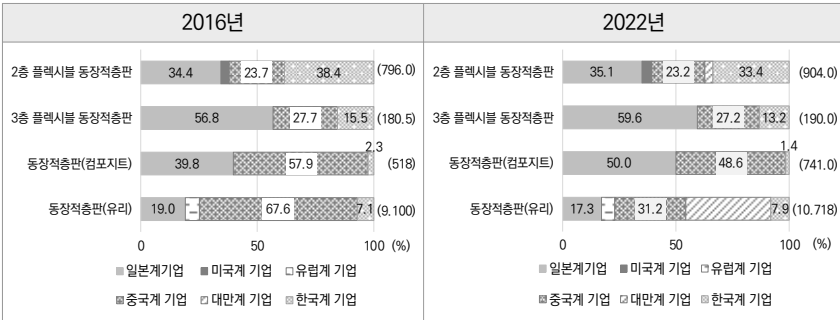
29) 일반적으로 반도체 제조의 후공정은 ① 다이싱(dicing): 웨이퍼를 블레이드로 절단하여 IC 칩을 하나씩 잘라내는 공정, ② 와이어본딩(wire bonding): 리드프레임과 IC 칩을 와이어로 묶는 공정, ③ 몰딩(molding): IC 칩을 먼지나 습기 등으로부터 보호하기 위해 반도체 봉지재(수지)를 패키징하는 공정, ④ 선별·검사: 칩마다 시험을 하여 불량품을 제거하는 공정으로 구성된다. MATSUO(2023. 6. 8.), 「半導体封止材とは? 役割や用途、品質管理について解説」(검색일: 2025. 7. 16.).

솔더레지스트 36억 엔, 솔더레지스트 필름 216억 엔, 버퍼코트재료 288억 엔, 재배선재료 674억 엔이다.³⁰⁾ 이하에서는 등장적층판재료와 버퍼코트재료를 중심으로 살펴본다.

등장적층판재료 시장 규모는 2024년 13.4억 달러였는데, 주요 기업은 미쓰비시가스화학(일본), RESONAC(구 쇼와덴코머티리얼즈), 두산전자(한국), 파나소닉 인더스트리(일본), LG화학(한국), 스미토모베이크라이트(일본) 등 한국과 일본 기업이 시장을 거의 독점하고 있는 가운데, 최근에는 Nan Ya Plastics, Shengyi Technology와 같은 중국계 기업이 시장에 진입하고 있다.

그림 2-18. 일본계 등장적층판 제조업체의 세계시장 점유율

(단위: 억 엔, %)



주: 각 연도 그래프 옆의 () 안 수치는 세계 전체 매출액(단위: 억 엔)을 의미함.
 자료: NEDO(2018. 3.) 및 NEDO(2024. 3.) 참고 작성.

버퍼코트막은 전공정에서 증착한 회로가 후공정 중에 훼손되는 것을 막기 위해 칩 위에 도포하는 표면보호재료인데, 봉지재에서 새어나오는 α선으로부터 반도체 소자를 보호하고 봉지재와 칩의 열팽창률 차이에 의한 크랙을 완화하는 역할을 한다. 재료로는 폴리이미드(PI)와 폴리벤즈옥사졸(PBO)이 사용된다. 버퍼코트막(재배선형성재료 포함) 시장규모는 2022년 기준 368억 엔이고

30) 矢野經濟研究所(2025. 5. 8.), 「半導体パッケージ基板材料世界市場に関する調査を実施(2025年)」 (검색일: 2025. 7. 16.).

일본계의 HD마이크로시스템즈, 스미토모베이크라이트, 도레이, 아사히카세이, 후지필름 일렉트로닉스 머티리얼즈가 시장을 100% 지배하고 있다.

나) 다이싱 재료

반도체 제조의 후공정의 다이싱은 백그라운드(wafer backgrinding, 전공정 후에 웨이퍼의 비회로형성면을 연마하여 얇게 하는 공정), 테이프마운트(앞 공정에서 사용한 백그라운드테이프를 벗겨내는 공정), 다이싱(wafer dicing), 픽업 공정으로 세분화된다. 이들 세부 공정에서 사용되는 주 재료는 백그라운드테이프와 다이싱테이프이다.³¹⁾

백그라운드테이프는 백그라운드 시 웨이퍼의 회로형성면에 붙여 칩을 보호하는 역할을 한다. 주요 플레이어는 일본계의 미쓰이화학토세로(三井化学東セロ), 린텍, 후루카와전기(古河電気工業), 닛토덴코(日東電工) 등 4개 사이고, 이들 기업이 시장(2024년 시장규모는 약 1.2억 달러)을 95% 이상 지배하고 있다. 다이싱테이프는 웨이퍼를 전용 커터로 칩 모양으로 잘라낼 때 칩이 흩어지지 않도록 웨이퍼를 고정하는 역할을 하고, 백그라운드테이프와는 달리 웨이퍼의 회로형성면뿐만 아니라 다이싱 프레임까지 덮어서 보호하기 때문에 사이즈가 더 크다. 주요 플레이어는 린텍, 닛토덴코, 후루카와전기, 덴카(Denka), 스미토모베이크라이트, Maxell 등 일본계 기업이고, 이들 기업이 시장(2024년 시장규모는 약 1.5억 달러)을 거의 석권하고 있다.

다) 본딩 재료

후공정의 본딩(bonding) 공정은 엄밀하게는 다이본딩과 와이어본딩을 합친 개념인데, 전자는 반도체 칩을 기판에 고정시키는 공정을 말하고 후자는 칩과 패키지의 리드프레임을 와이어로 접속하는 공정을 말한다. 재료 관련해서는

31) Maxell 웹사이트, 「半導体製造工程用テープ」(검색일: 2025. 7. 16.).

주로 다이본딩 공정에 사용되는 접착제가 주종을 이루는데, 접착제로는 에폭시 수지를 기반으로 하는 Ag 페이스트와 같은 다이본드 페이스트와 다이본딩 필름(혹은 Die Attach Film)이 대표적이다.³²⁾

본딩와이어 시장(2024년 시장규모 54.8억 달러)을 주도하고 있는 기업은 일본계의 다나카전자공업, 닛테츠마이크로메탈, 한국계의 MK Electron, 그리고 독일계의 Heraeus 등 4개 기업이다. 다이본딩 필름의 경우는 일본계의 RESONAC, 닛토덴코, 린텍이 시장을 거의 독점하다가 한국의 LG화학이 시장에 가세한 상태다. 다이본드 페이스트의 주요 제조업체는 독일계의 HENKEL 인데, 최근에는 일본계의 스미토모베이크라이트, RESONAC, 교세라 등의 약진이 두드러지고 있다.³³⁾

라) 봉지재

봉지재에 사용되는 재료는 열경화성 수지, 즉 에폭시 수지, 실리콘 수지, 폴리우레탄 수지 등이다. 세계 봉지재 시장에 참여하고 있는 주요 플레이어는 일본계의 스미토모베이크라이트, RESONAC, 파나소닉 인터스트리, 교세라, 신에츠화학공업, 중국계의 HHE(Hysol Huawei Electronics), CCSB(Chang Chun SB, Chang Chun Plastics와 일본 스미토모베이크라이트의 합작회사), HHCK(Jiangsu HHCK Advanced Materials)이다. 2023년 7월에는 한국의 KCC가 EMC(Epoxy Molding Compound) 제조에 들어갔다. 중국계 기업들은 주로 디스크리트 반도체용을 주종으로 생산하고, 한국계로서는 삼성 SDI가 삼성전자의 고기능품용 봉지재를 공급하고 있다. 전체시장에서는 중국계 기업의 부상과 함께 일본계 기업의 시장점유율이 위협받고 있는 것으로 보인다. 2024년 시장규모는 약 13.8억 달러였는데, 일본계 기업의 시장점유율은

32) ORUTEDIA 웹사이트, 「다이본딩에 관한 基礎知識まとめ」(검색일: 2025. 7. 16.).

33) 2022년 세계 다이본드 페이스트 시장규모는 107.6억 엔이고, 일본계 기업이 22%, 유럽계 기업이 78%를 점유하고 있다. NEDO(2024. 3.).

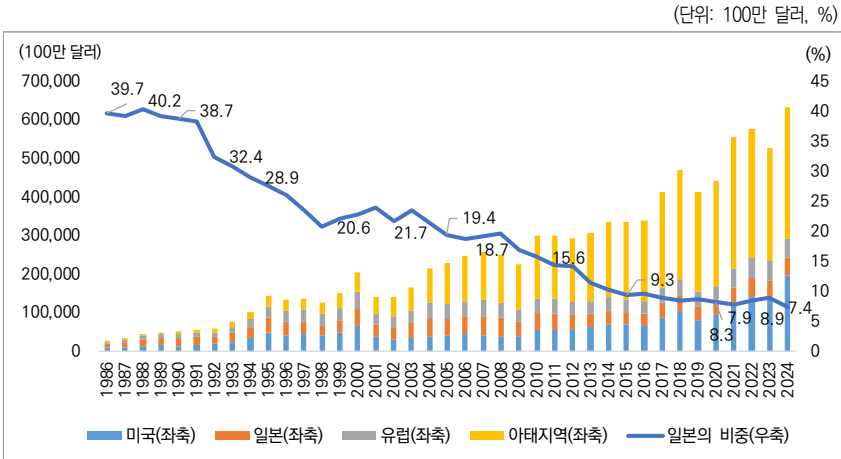
과거 70% 이상에서 58.2%로 낮아진 반면 중국계 기업의 점유율은 29.1%까지 약진하고 있다.

3. 소결

가. 요약

일본 반도체산업의 부흥은 1976년 정부지원하에 설립된 ‘초(超)LSI기술 연구조합’의 대규모집적회로(LSI) 분야 기술개발로 시작되었고, 그 후에는 메모리 분야(DRAM, 플래시)를 중심으로 전성기를 맞이하였다. [그림 2-19]에서 알 수 있듯이 1988년 반도체 제조장치와 재료분야를 제외한 반도체 관련 시장에서 일본계 기업의 세계시장 점유율은 40.2%로 사상 최고치를 기록하였다. 일본의 반도체산업이 쇠퇴의 길로 들어선 시점은 1980년대 미·일 반도체 무역마찰, 1986년 미·일 반도체협정을 거친 1990년대 이후로, 미국, 한국, 대만계 반도체기업과의 경쟁에서 일본기업의 존재감이 약화되기 시작하였다. 일본정부(경제산업성)는 그 이유로서 일본정부와 산업계의 대미(對美) 외교력 약화, 반도체 설계와 제조의 수평분리 실패(국내 파운드리 설립 실패), 디지털전환(DX) 지연에 따른 국내 고객의 부재(반도체산업의 전후방 산업 연관 효과 미약), 일본 반도체기업들의 폐쇄적인 자기완결형 내제주의 등을 거론하였다.

그림 2-19. 일본 반도체의 세계시장 점유율 추이(1986~2024년)



주: 해당 연도에서 기업의 반도체 관련 출하액 기준.
 자료: WSTS, *Historical Billings Report*(검색일: 2025. 7. 5.).

일본이 설계 분야의 팹리스는 물론 첨단 반도체 파운드리가 부재하다는 취약성을 노정하고 있는 가운데, 본문에서는 일본이 반도체산업의 경쟁력을 비교적 확보하고 있다고 평가받는 주요 반도체 제품(메모리반도체, 전력반도체, CMOS 이미지센서, MCU)과 반도체 제조장치, 그리고 반도체 재료시장을 중심으로 일본계 기업의 시장 점유율을 근거로 하여 일본 반도체산업의 경쟁력을 평가하였다. 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 일본의 반도체왕국 형성에 일등공신 역할을 수행한 DRAM 분야에서는 2013년 엘피다메모리의 파산을 계기로 세계 DRAM 시장이 삼성전자, SK하이닉스, 마이크론의 1강 2중 체제로 재편됨에 따라 일본 DRAM 제조업체의 국제적 위상은 거의 찾아보기 어려운 상태이다.

둘째, NAND형 플래시 메모리 시장에서는 전통적으로 한국(삼성전자, SK하이닉스), 일본(키옥시아), 미국(인텔, 웨스턴디지털(WD), 마이크론)계 기업이 1강 2중 체계를 형성하였으나, 2020년대 들어서는 일본계 기업(키옥시아)

의 점유율이 과거 20%대 중반대에서 10% 중반대로 낮아지는 등 DRAM 시장에 이어 NAND형 플래시 메모리 시장에서도 경쟁력을 상실하고 있는 것으로 나타난다.

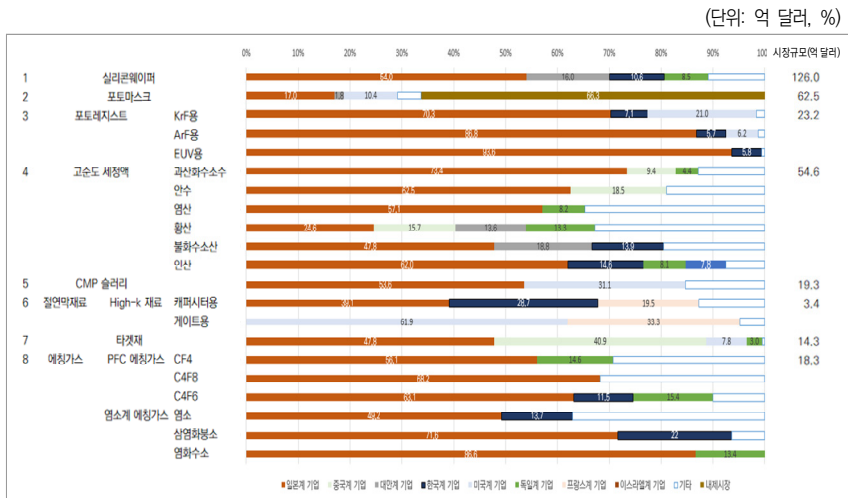
셋째, 2024년 세계 전력반도체 시장에서 일본계 기업으로서는 텐소(5위), 롬(6위), 후지전기(8위), 미쓰비시전기(9위), 도시바(10위), 르네사스 일렉트로닉스(17위)가 독일 인피니언(1위)과 미국 온세미(2위), 스위스 STMicroelectronics(3위), 중국 Nexperia(4위)의 뒤를 이어 세계시장에서 존재감을 드러내고 있다. 다만 SiC 전력반도체 분야에서 최근 일어난 롬(Rohm)의 투자 축소 계획, 르네사스 일렉트로닉스의 양산 계획 연기 등에서 유추할 수 있듯이, 전력반도체 분야에서도 일본계 기업의 고전이 이어지고 있다.

넷째, 일본이 레거시반도체 분야에서 거의 유일하게 경쟁력을 유지하고 있는 것은 CMOS 이미지센서와 MCU(마이크로컨트롤러)인데, 전자에서는 소니 세미컨덕터가 비교적 오랜 기간 50% 정도의 시장점유율을 유지하고 있고 후자에서는 르네사스 일렉트로닉스가 독일 인피니언에 이어 20% 초반대의 세계 2위의 시장점유율을 유지하고 있다.

다섯째, 반도체 제조장치 분야에서는 TEL(도쿄일렉트론, 4위), SCREEN(스크린홀딩스, 7위), 무라타제작소(9위), 다이후쿠(10위) 등 4개 기업이 세계 10대 반도체 제조장치에 이름을 올리고 있는 가운데, 열처리장치(TEL, KOKUSAI), 코터·디벨로퍼(TEL, SCREEN), 세정장치(SCREEN, TEL), 마스크 검사장치(Lasertec), CD-SEM(Hitachi Hitec) 등 5개 분야에서는 시장 점유율이 50%를 넘는 등 두각을 나타내고 있다. 다만 노광장치의 경우 1995년에는 NIKON(48.9%), CANON(28.7%) 등 일본계 기업이 시장을 독점하였으나 그 후에는 ASML에 자리를 내주었다. ASML의 점유율은 2006년 60%를 돌파하였고 2021년부터는 95%대를 유지하고 있다. 특히 첨단 노광장치인 극자외선(EUV) 노광장치의 경우 2024년 세계시장 점유율에서 ASML이 94.1%, NIKON이 2.5%, CANON이 3.4%를 차지하였다.

마지막으로 반도체 재료시장은 전공정 재료시장과 후공정 재료시장으로 나누어 일본계 기업의 시장점유율 관점에서 경쟁력을 평가하였다. 전공정 재료시장의 경우 실리콘웨이퍼(신에츠화학공업, SUMCO), 포토마스크³⁴(돗판인쇄, 대일본인쇄), 포토레지스트(KrF용, ArF용, EUV용: TOK, JSR, 신에츠화학공업, 스미토모화학), 고순도 세정액(과산화수소수, 안수, 염산, 황산, 불화수소산, 인산: 미쓰비시가스화학, 스미토모화학, 산토쿠화학, 미쓰비시케미컬, 간토화학, 스퀘라케미화, Rasa공업, 인화학공업, 다이킨공업, 모리타화학), CMP 슬러리(FFEM, RESONAC, Anji Micro, Fujimi), 절연막재료(High-k 재료: 캐퍼시터용 → ADEKA, 타깃재 → JX금속), 에칭가스(PFC 에칭가스: CF4, C4F8, C4F6, 염소계 에칭가스: 염소, 삼염화붕소, 염화수소. 간토펀카공업, RESONAC, 다이킨공업, UBE, TOGAGOSEI, ADEKA) 등의 분야에서 일본계 기업들이 시장을 거의 독과점하고 있음을 확인하였다.

그림 2-20. 일본계 기업의 반도체 전공정 관련 재료시장 점유율(2024년)

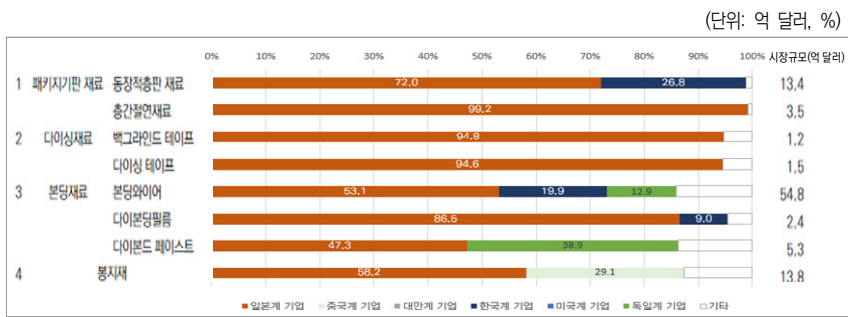


자료: 富士經濟(2025), 「2025年 半導体材料市場の現状と将来展望」.

34) TSMC, 삼성전자, SK하이닉스, Intel, Micron Technology와 같은 칩 제조업체가 자체적으로 제조하는 '내재시장' 비율이 66.3%이다.

후공정 재료시장에서도 일본계 기업의 강세를 확인할 수 있었는데, 패키징 기판 재료(동장적층판 재료 → 미쓰비시가스화학, RESONAC, 파나소닉 인더스트리, 스미토모베이크라이트. 층간절연재료 → 아지노모토 화인테크노, 세키시이화학), 다이싱재료(미쓰이화학토세로, 린텍, 후루카와전기, 닛토덴코, Maxell, 텐카, 스미토모베이크라이트), 본딩재료(다나카전자공업, 닛테츠마이크로메탈, RESONAC, 닛토덴코, 린텍, 스미토모베이크라이트, 교세라), 봉지재(스미토모베이크라이트, RESONAC, 파나소닉인더스트리, 교세라, 신에츠화학) 등 거의 모든 후공정 재료시장을 일본계 기업이 석권하고 있다.

그림 2-21. 일본계 기업의 반도체 후공정 관련 재료시장 점유율(2024년)



자료: 富士經濟(2025), 『2025年 半導体材料市場の現状と将来展望』.

나. 정책적 시사점

글로벌 반도체산업을 생태계 관점에서 보면, 한국은 파운드리(삼성전자)와 메모리 반도체(SK하이닉스, 삼성전자) 분야에서 경쟁력을 확보하고 있고 일본은 반도체 재료 분야에서 세계를 주도하는 경쟁력을 자랑하고 있다는 점에서 향후 한일 간 반도체 산업협력의 방향성을 다음과 같이 유추할 수 있다.

첫째, 현재 SK하이닉스와 삼성전자가 시장을 석권하고 있는 DRAM 메모리 분야에서³⁵⁾ AI(인공지능) 반도체 수요 급증과 HBM(고대역폭 메모리) 개발 및

양산화를 계기로 이들 한국계 메모리반도체 업체와 일본계 반도체 재료업체 간 협력이 이전의 공급망 협력 차원 이상으로 속도를 낼 것으로 보인다는 점에서, 향후 한일 간 반도체 산업협력은 후공정 패키지 기술개발을 중심으로 전개되리라 예측할 수 있다. 이 점에 대해서는 장을 바꾸어 본고 제5장(한일 간 반도체 산업협력 현황)에서 구체적으로 논의하기로 한다.

둘째, 한국정부의 소위 반도체를 비롯한 소부장 산업의 ‘내제화(혹은 국산화)’ 정책에 대한 평가이다. 2019년 8월 당시 산업통상자원부는 일본의 수출 규제에 대한 대응책으로 「소부장 경쟁력 강화방안」을 발표한 데 이어, 2020년 7월에는 「소부장 2.0 전략」을 발표함으로써 반도체를 중심으로 국내 소부장 산업의 내제화에 박차를 가하고 있다. 본문에서 살펴본 바와 같이 일본의 반도체 재료기업은 여전히 독보적인 시장경쟁력을 유지하고 있는데, 이는 반도체 제조장치와는 달리 재료는 한번 반도체 제조공정에 투입되면 수율을 좌우하는 변수가 되어 오랜 기간의 검증 데이터가 필요하기 때문이다. 따라서 이미 장기 데이터와 신뢰를 확보하고 있는 일본기업들이 만든 ‘진입장벽’을 극복하기 위해서는 장기간에 걸친 노력이 필요함을 의미한다. 그럼에도 불구하고 한국정부의 소부장 2.0 정책이 유효했던 것인지, 2020년 이후 반도체 재료시장에서 한국계 기업의 존재감이 드러나기 시작한 점에는 주목할 필요가 있다. 예를 들어 전공정 재료 분야에서는 SK실트론(실리콘웨이퍼), 동진쎄미컴(포토레지스트), 솔브레인(고순도 세정액 불화수소산), OCI Company(고순도 세정액 인산), SK 트리캠(캐퍼시터용 절연막재료), 후성(에칭가스 C4F6), MGPKA(에칭가스 염소 및 염화수소) 등이 각각의 시장에서 의미있는 점유율을 확보하였고, 후공정 재료 분야에서는 두산전자와 LG화학이 패키지기판 재료(동장적층판) 분야에서, 그리고 MK Electron과 LG화학은 각각 본딩재료(본딩와이어)와 다이본딩필름 분야에서 시장 교두보를 확보하고 있다. 한국 반도체 제조업체(삼성전

35) 2025년 2/4분기 세계 DRAM 시장점유율은 SK하이닉스 38.7%, 삼성전자 32.7%, 마이크론 22.0%이다(대만 시장조사회사 TrendForce).

자, SK하이닉스)와의 공급망 협력 관점에서, 한국정부로서는 일본계 재료업체와 신흥 한국계 재료업체 간 경쟁관계를 시장(market)에 맡기되 일본정부의 수출규제와 같은 경제적 강압에 대해서는 적극적인 정책 대응이 필요함을 시사한다. 이 점에 대해서도 제5장(한일 간 반도체 산업협력 현황)에서 구체적으로 논의하기로 한다.

제3장

K

일본의 반도체 전략 추진 현황과 과제

1. 기본전략
2. 반도체 제조기반 확충
3. 차세대 반도체 프로젝트
4. 인재육성 · 인프라 지원
5. 소결: 평가와 전망

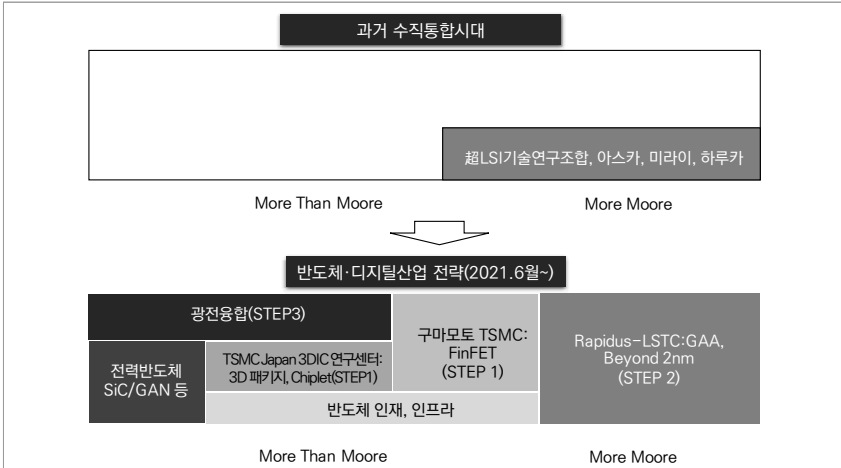
1. 기본전략

미·중 기술패권 경쟁 시기 일본정부의 반도체전략은 경제산업성이 2021년 6월 공표한 「반도체전략」을 근간으로 추진되고 있다.³⁶⁾ 당시의 「반도체전략」은 반도체산업의 국내 제조기반 확충과 경제안보·국제협력을 강조하고 있는데, 전자는 △ 첨단 반도체 제조기술의 공동개발과 파운드리 국내 유치(TSMC 유치), △ 디지털투자의 가속화와 첨단 로직반도체의 설계강화, △ 반도체 기술의 그린이노베이션(전력반도체, 광전융합 프로세서 개발), △ 레거시 반도체의 공급망강화, 후자는 초크포인트로서 반도체 장치·재료 산업의 경쟁력강화, 유지국과의 연계강화(국제공동연구·개발)로 구성되어 있다.

일본정부의 반도체전략은 과거 2000년 초반 경제산업성의 패착이었던 ‘히노마루(日の丸) 군단에 의한 순수 국산 파운드리 건설 전략’을 과감히 폐기하는 대신, 외국의 첨단 반도체 파운드리(TSMC)를 국내에 유치하고(STEP 1), 미국 IBM 등과의 협력을 바탕으로 국내에 첨단 파운드리를 건설하겠다는(STEP 2) 전략을 요체로 삼고 있다(그림 3-1). 참고로 [글상자 3-1]은 2000년대 초반 경제산업성이 소위 ‘히노마루 파운드리 설립 구상(공동 팹 구상)’을 입안·추진했음에도, 당시 일본 LSI(대규모 집적회로) 제조업체들 간 동상이몽으로 결국 무위로 돌아간 경위를 정리한 것이다.

36) 2021년 6월의 「반도체전략」에 대한 구체적 내용은 김규판(2021) 참고.

그림 3-1. 일본 반도체 전략의 변화



자료: 若林秀樹(2022. 10. 29.), p. 1.

글상자 3-1. 2000년대 초반 히노마루 파운드리(공동 펌) 설립 구상의 좌절

- 1999년 3월 일본의 반도체업계는 시스템 LSI(대규모집적회로, SoC: System on Chip)의 경쟁력을 되살리기 위해 SNCC(Semiconductor New Century Committee, 반도체신세기위원회)를 발족시켰고, 2001년부터는 경제산업성 주도의 반도체 제조기술 개발에 관한 산관학 협력 프로젝트*가 잇따라 출범
 - * 90~65nm 세대의 LSI 설계·제조기술을 개발하는 '아스카', 65~45nm 세대의 프로세스 기술 개발을 타깃으로 한 '반도체 MIRAI 프로젝트', 다품종소량생산에 대응한 새로운 제조시스템에 주력한 'HALCA 프로젝트'
 - 경제산업성은 적어도 국내 SoC 사업에 대해서는 기존의 수직통합형 사업 모델을 수평분업형으로 전환해야 한다는 발상에서 세계각지로부터 LSI 제조를 수탁하는 독립계 실리콘 파운드리(공동 펌) 설립 구상을 추진
 - 당시 일본의 LSI 제조업체들은 상기 산관학 프로젝트에 참여는 하였지만, 프로젝트를 통해 개발하는 요소기술에 대한 기대감이 낮아 자사의 양산라인에는 자사가 개발한 프로세스를 계속해서 채택하는가 하면, 처음부터 프로젝트의 유효성에 회의적인 나머지 일급 기술자를 파견하지 않았다는 지적도 제기됨
- 2002년 7월 경제산업성 주도로 ASPLA(Advanced SoC Platform, 첨단SoC기반 기술개발) 설립
 - ASPLA는 반도체 미세화 제조기술을 공동개발하여 각 사에 기술이전하는 것을 목적으로 전자정보 기술산업협회(JEITA) 소속 11개 사*가 합계 18억 5,000만 엔을 출자하여 설립
 - * 후지쯔, 히타치제작소, 마쓰시타전기산업, 미쓰비시전기, NEC 일렉트로닉스, 도시바, 오키전기공업, 롬, 산요전기, 샤프, 소니

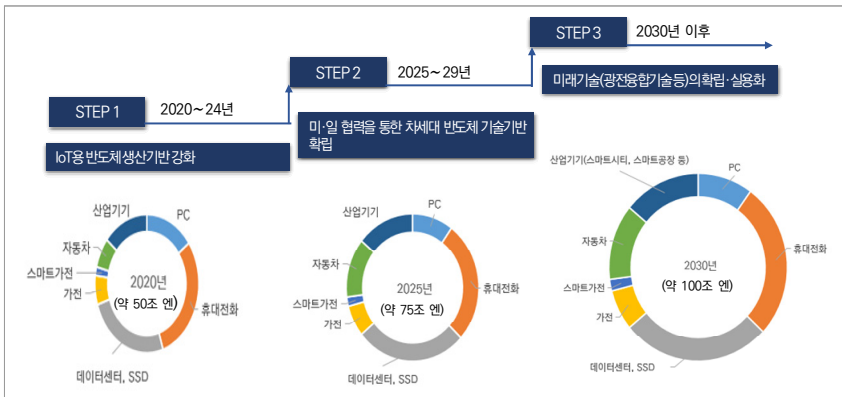
- 경제산업성은 당시 설계와 제조를 연계시키는 DFM(design for manufacturability) 기술에서 앞서 IBM과 자국의 LSI 제조업체 간 제휴가 활발하다는 점을 근거로 일본기업들의 DFM 노하우를 결집하고 설계 라이브러리나 프로세스를 표준화하면 파운드리 사업에서 세계를 주도할 수 있다고 확신
 - 경제산업성은 공동 팹 구상이 실현되면 90nm 세대 프로세스의 표준화를 통해 '아스카'나 'MIRAI'는 그에 필요한 요소기술을 개발하는 프로젝트로 가능할 것이고, 이들 요소기술을 ASPLA의 'Master·Fab(주공장)*'으로 이관하면 프로젝트 성과가 실용화로 연결될 것으로 기대
 - 경제산업성은 2002년 당시 히타치제작소의 100% 자회사였던 트레센티 테크놀로지(Trecenti Technologies)를 'Master·Fab'의 유력후보로 검토
 - 당시 트레센티 테크놀로지는 세계최초의 300mm 제조라인을 갖추고 있었고, 웨이퍼를 한 장씩 처리하는 매엽(枚葉)방식과 자동화시스템에 의해 제조 TAT(turn-around time)를 대폭 줄일 수 있다는 강점을 보유. 물론 트레센티 테크놀로지는 미세화기술 개발이 뒤처졌지만 ASPLA에서 표준화한 90나노세대의 프로세스를 도입하면 보완할 수 있을 것으로 기대
- 2003년 3월 AIST(산업기술종합연구소)가 ASPLA와 공동으로 첨단 SoC 공동연구센터 준공
- 사업목적은 NEC 사가미하라 사업소 부지에 90nm 노드의 300mm 웨이퍼제조라인을 구축하여 시스템LSI*에 적합한 표준프로세스를 개발함과 동시에 디자인 룰의 표준화, 표준프로세스에 의한 시스템 LSI의 시제품검증, 설계자산의 IP화 등을 통해 시스템 LSI 개발 플랫폼을 구축하는 것이었음
 - * 당시 첨단 SoC 제조능력을 갖춘 기업은 대만 TSMC, 미국 IBM, 싱가포르 Chartered Semiconductor 정도였음
 - 2004년 5월 ASPLA는 일반기업을 상대로 시제품 Wafer Shuttle Service(제조하청서비스)를 개시
- ASPLA가 가동에 들어간 2003년 LSI 상황이 급속히 회복할 기미를 보이자 많은 일본 LSI 제조업체들이 자사 공장의 생산설비 증강을 계획하고 Master-Fab 계획에 대해 총론찬성, 각론반대의 입장을 피력하기 시작하면서 경제산업성의 공동 팹 구상에 암운이 깔리기 시작
- 이때 이미 일부 LSI 제조업체는 90nm 세대의 기술개발을 개시한 상태였고, 2003년 LSI 시장호전을 계기로 후지쯔의 경우는 자사가 독자 개발한 90나노세대의 프로세스 기술을 사용한 LSI 설계·제조 서비스를 개시
 - 결국 2004년 6월 SNCC는 Master-Fab 계획을 공식 철회. 트레센티 테크놀로지는 르네사스 테크놀로지의 100% 자회사로 바뀌었으나 2005년 3월 흡수합병되면서 Master-Fab 구상은 완전 소멸

자료: 木村雅秀(2009. 3. 2.).

이러한 전략변화는 경제산업성이 2023년 6월 공표한 「반도체·디지털산업 전략」(개정판)에도 반영되었는데, [그림 3-2]에서 알 수 있듯이 일본정부는 2030년 국내 반도체 시장규모를 약 15조 엔, 즉 2020년의 약 5조 엔 대비 3배 확대한다는 목표하에 3단계 반도체 전략을 제시하였다. 제1단계(STEP 1)는 2024년까지 IoT(Internet of Things, 사물인터넷)용 반도체 제조기반을 강화

하는 것으로서 TSMC 구마모토 공장을 포함한 기존 국내 레거시반도체 생산기반의 강화를 의미하고, 제2단계(STEP 2)는 2020년대 말까지 미·일협력을 통해 차세대 반도체 기술기반을 확립하는 것으로서 첨단 로직반도체 파운드리(Rapidus)의 국내 가동을 의미한다. 2030년 이후의 제3단계 전략은 광전융합 기술로 대표되는 반도체 미래기술의 상용화를 요체로 하고 있다. 2023년 6월의 「반도체·디지털 산업전략」(개정판)은 이러한 일본 반도체산업 부활의 기본 전략을 바탕으로 한 일종의 각론으로서, 첨단로직반도체, 첨단메모리반도체, 산업용스페셜티반도체(전력반도체), 첨단패키지, 제조장치·부소재 분야 각각에 대한 3단계 전략을 제시함과 동시에, 인재육성이나 국제협력 분야에서의 기본방향도 제시하고 있다.

그림 3-2. 일본의 반도체·디지털 산업전략(2023년 6월)



자료: 經濟産業省(2023. 6.), p. 85.

이하에서는 일본 경제산업성의 2023년 6월 「반도체·디지털 산업전략」(개정판)과 그 이후 경제산업성이 공표하고 있는 각종 자료를 바탕으로, 일본의 반도체 전략을 △ 반도체 제조기반 확충(레거시반도체 중심)과 △ 차세대 반도체 프로젝트(Rapidus 설립, R&D 지원, AI 반도체 개발) 중심으로 살펴본다. 다

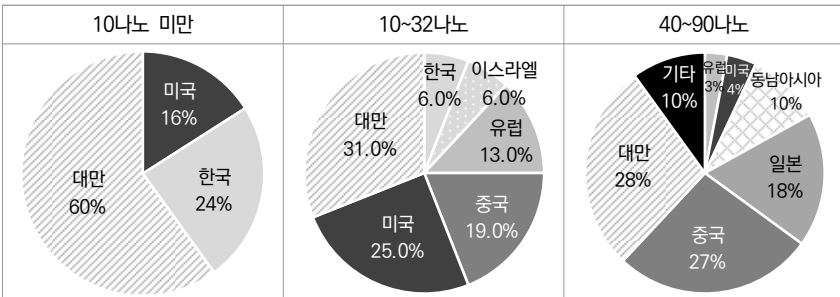
만 반도체 전략 가운데 인재육성, 인프라지원, 국제협력 부분은 별도의 절은 설정하지 않고 해당 부분에서 서술하기로 한다.

2. 반도체 제조기반 확충

가. 일본의 국내 반도체 제조업체 및 입지

일본의 대형 전기·전자 업체가 2000년대에 첨단반도체 제조에서 철수한 데다 2001년부터 경제산업성이 주도한 ‘히노마루 파운드리 설립(공동 펌) 구상’이 무위로 돌아서자 일본국내에서 생산할 수 있는 로직반도체 회로선폭은 40나노 이상의 소위 ‘레거시반도체’ 제조설비가 가장 첨단인 것이었다. [그림 3-3]은 2022년 1년 동안 제조된 로직집적회로(IC)를 기준으로 전공정 양산 공장을 대상으로 노드별 생산능력 비율을 국가별로 조사한 것인데, 최신 스마트폰이나 데이터센터, AI에 활용되는 9나노 이하의 최첨단 로직반도체는 대만, 미국, 한국, 아일랜드 4국에 집중되고 있고, 일본의 경우는 40~90나노에 한해서 18%의 생산능력을 보여주고 있다.

그림 3-3. 로직반도체 노드별 주요국의 생산능력 비율(2022년)

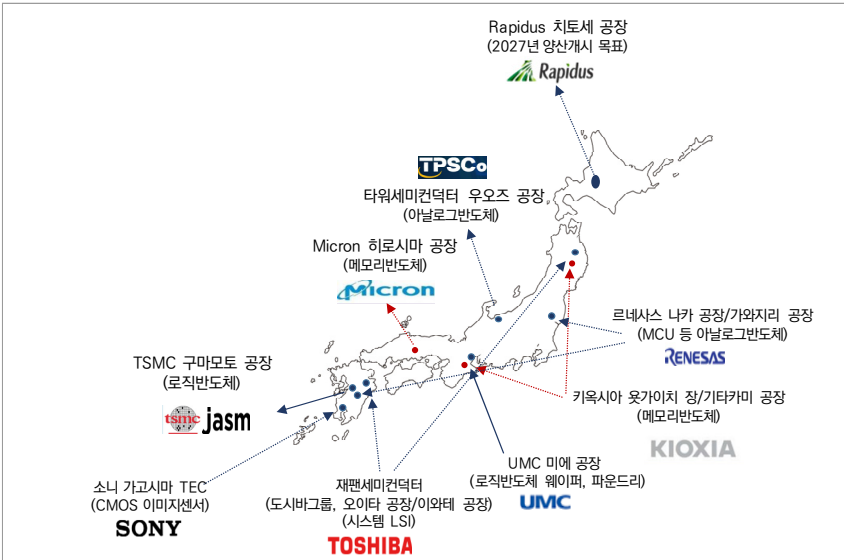


주: R&D나 파일럿 전용 제조라인의 반도체 공장은 제외.
 자료: 經濟産業省(2023. 6.), 『半導体・デジタル産業戦略』, p. 21.

[그림 3-4]는 일본의 국내 반도체 주요 제조거점을 보여준다. 먼저 주요 로직반도체 공장을 살펴보면, TSMC의 구마모토 공장, 르네사스 일렉트로닉스의 가와지리 공장과 나카 공장, 소니(SONY)의 규슈지역 TEC(테크놀로지센터), 재팬세미컨덕터(도시바그룹회사)의 오이타 공장과 이와테 공장, UMC의 미에 공장, 타워세미컨덕터의 우오즈 공장이 가동 중이다.

Rapidus는 2024년 12월 홋카이도 치토세시에 건설한 파일럿 라인(시험생 산라인, IIM-1)에 ASML NXE:3800E라는 양산대응 EUV 노광장치를 도입하였고, 2025년 4월에는 IIM-1의 가동에 들어갔으며, 7월에는 GAA 구조의 트랜지스터 시제품 제조에 성공하였다고 발표하였다. 2027년 하반기까지는 미국 알바니 IBM 연구개발거점으로부터 기술을 이전받아 첨단 로직반도체(GAA beyond 2nm)의 양산에 들어가고 파운드리로서 반도체 제조 수탁 사업에 진입한다는 계획이다.

그림 3-4. 일본의 자국 내 주요 반도체 제조입지



자료: 저자 작성.

TSMC의 구마모토 제1공장은 2022년 공장 건설을 시작하고 2024년 12월 양산에 들어갔다. TSMC 구마모토 공장의 운영회사 JASM의 주요 주주는 TSMC(86.5%), 소니그룹(6%), 텐소(5.5%), 도요타자동차(2%)인데, 소니그룹(CMOS 이미지센서)과 도요타자동차(차량반도체)의 국내 반도체 조달에 크게 기여할 것으로 보인다. TSMC 구마모토 제1공장은 22/28나노 노드와 12/16나노 노드의 제조공정을 도입하고 있는데, 자율주행차, 산업기기, 엣지컴퓨팅 등 다양한 용도에 적용될 것이라는 점에서 중요한 제조기술이다. 대만의 UMC, 미국의 GF(Global Foundries), 중국의 SMIC 등이 경쟁상대이다. 이 공장에서 이용하고 있는 미세화기술 가운데 중요한 것은 사진제판기술이나 리소그래피(lithography)를 응용한 포토리소그래피(photolithography) 공정이다. 이 공장에서 사용하고 있는 액침노광기는 노광기의 투영렌즈와 실리콘웨이퍼 사이에 초순수(超純水)를 채워서 노광하는 액침리소그래피기술을 적용한 것이다.³⁷⁾ TSMC의 구마모토 제2공장 설립 계획은 당초 2027년 하반기에서 2029년 상반기로 1년 정도 연기되었다. 제2공장 설립과 관련하여 TSMC는 2024년 2월 경제산업성으로부터 승인을 받아 전체 설비투자액 139억 달러의 절반 정도를 보조받고, 6/12나노 노드와 40나노 노드의 제조공정을 도입한다는 계획이다.³⁸⁾

르네사스 일렉트로닉스는 나가 공장(이바라키현)과 가와지리 공장(구마모토현)을 중심으로 MCU(마이크로컨트롤러), 시스템 LSI(SoC: System On Chip), 전력반도체, 아날로그 반도체 제조 사업에 집중하고 있다.³⁹⁾ 르네사스 일렉트

37) 「TSMC熊本、液浸露光機が支える」(2024. 8. 5.).

38) 구마모토 제2공장 설립 연기와 관련하여 TSMC는 미국 애리조나주에 총 650억 달러를 투입하여 3개의 첨단반도체 공장(제1공장은 4나노 프로세스 도입, 가동 중)을 설립하는 데 사업의 우선권을 두겠다는 점과, 공장에는 EUV 노광장치나 클린룸 제조장치 등의 원활한 수송이 중요한데, 현재 구마모토의 인프라 여건은 교통체증 문제로 이를 충족하지 못하고 있는 점을 들고 있다. Moomoo証券(2025. 7. 26.), 「TSMC熊本第2工場、2029年へ稼働延期：背景にアリゾナ優先の地政学とインフラ問題の二重奏」(검색일: 2025. 9. 22.).

39) 전력반도체 분야에서는 2021년 영국 Dialog-Semiconductor, 2024년 6월 미국 Transphorm을 인수하였고, 아날로그 반도체 분야에서는 2016년 미국 Intersil 인수를 시작으로 2018년 미국 IDT(Integrated Device Technology), 2021년에는 이스라엘 CelenoCommunications를 인수하였다.

로닉스의 로직반도체 사업은 히타치제작소, 미쓰비시전기, NEC에 뿌리를 두고 있다.⁴⁰⁾ 2003년 히타치제작소와 미쓰비시전기는 시스템 LSI 사업부문을 통합하여 르네사스 테크놀로지를 설립하였고, 이것이 2010년 4월 NEC 일렉트로닉스를 흡수하여 르네사스 일렉트로닉스(Renesas Electronics)로 재탄생하였다. 2009년 3월에는 히타치제작소와 대만 UMC가 합작 설립한 트레센티 테크놀로지(Trecenti Technologies)라는 파운드리를 인수하기도 하였다. 2013년 9월 르네사스는 경영위기를 극복하기 위해 산업혁신기구(현 INCJ) 등으로부터 재정지원을 받아 사실상 국유화되었으나, 2023년 11월 산업혁신기구가 르네사스 주식을 전량 매각하여 2024년 말 현재 텐소(4.17%), 도요타자동차(4.17%) 등 도요타그룹이 르네사스 일렉트로닉스의 최대 주주이다. 르네사스 일렉트로닉스는 나카 공장(이바라키현)과 가와지리 공장(구마모토현) 외에도 다카사키 공장(군마현), 니시쵸 공장(에히메현), 고후 공장(야마나시현)을 가동 중이다.

소니(SONY)는 가고시마 TEC(테크놀로지센터), 구마모토 TEC, 나가사키 TEC, 야마가타 TEC를 기반으로 적층형 CMOS 이미지센서 등의 설계·제조에 집중하고 있다. 소니가 CMOS 이미지센서 개발에 착수한 시점은 1996년 이고, 2000년에는 최초로 CMOS 이미지센서('IMX001')를 예능로봇 아이보(AIBO)에 탑재하는 등 제품화에 성공하였다. 그 후 소니의 CMOS 이미지센서 사업은 2007년 A/D변환회로 탑재, 2009년 후면조명형 CMOS 이미지센서(Back-illuminated sensor) 제품화, 2012년 적층형 CMOS 이미지센서 제품화, 2015년 Cu-Cu 접속 기술개발 등을 거치면서 CMOS 이미지센서 분야에서 세계 최고의 시장점유율을 고수하고 있다.⁴¹⁾

40) RENESAS 웹사이트(검색일: 2025. 9. 16.).

41) 2016년 4월 소니는 CMOS 이미지센서 사업의 호조에 힘입어 그룹 내 반도체사업의 분사화를 단행하였는데, 소니세미컨덕터를 소니세미컨덕터매뉴팩처링으로 개칭함과 동시에 기존 소니LSI디자인(SLSI)과 더불어 이들 두 기업을 소니세미컨덕터솔루션즈의 자회사로 편입하였다. 소니세미컨덕터솔루션즈(SSS 그룹, 당시 종업원 수는 3,300명)는 소니의 디바이스 솔루션 사업본부로부터 반도체 개발과 설계 부서도 승계하였다. SonySemiconductorSolutions Group 웹사이트, 「ソニーの半導体の歴史/沿革」(검색일: 2025. 9. 16.).

2017년 7월 설립된 도시바 디바이스&스토리지는 도시바 그룹 내에서 HDD(하드 디스크 드라이브), 스토리지, 시스템 LSI(대규모 집적회로) 등의 비메모리 사업(메모리 사업은 KIOXIA, 후술)을 담당하고 있다. 재팬세미컨덕터(Japan Semiconductor)는 도시바 디바이스&스토리지의 반도체사업부로서 이와테 공장과 오이타 공장 두 곳에서 시스템 LSI를 제조하고 있다. 도시바 디바이스&스토리지의 히메지 반도체공장, 카가 도시바일렉트로닉스 공장, 부젠 도시바일렉트로닉스 공장에서는 디스크리트 반도체 제품을 생산하고 있다.

UMC의 미에 공장은 300mm 반도체 웨이퍼를 제조하는 파운드리이다. 2019년 9월 대만 파운드리 UMC는 후지쯔 그룹회사인 미에후지쯔세미컨덕터(Mie Fujitsu Semiconductor)의 주식 100%를 취득한 후 사명을 USJC(United Semiconductor Japan)로 바꾸었다. 후지쯔는 2014년부터 기존 반도체 제조거점(미에공장, 아이즈와카마쓰 공장)을 대만 UMC와 미국 On Semiconductor에 매각하는 방식으로 로직반도체 개발 사업에서 철수하기 시작하였다. 2023년 1월에는 후지쯔가 후지쯔세미컨덕터를 흡수합병하는 방식으로 해산하였고, 2022년 9월 후지쯔세미컨덕터의 자회사인 후지쯔세미컨덕터 메모리솔루션을 매각함으로써 메모리 LSI 사업에서도 완전 철수하였다. 나아가 후지쯔는 2023년 12월 반도체 패키지의 개발·제조에 특화하였던 자회사 신코전기공업(新光電気工業)을 산업혁신투자기구(JIC)에 매각한다고 발표하였다. 2025년 6월에는 거의 유일하게 남아있던 전력반도체 사업에서도 철수하였는데, 후지쯔제너럴의 연결자회사인 후지쯔제너럴일렉트로닉스의 전력모듈 사업을 인도 LTSC(Technologies)에 매각한 것이다. 전력모듈사업의 생산거점(오이타 디바이스 테크놀로지) 확장을 발표한 지 1년 6개월 만의 매각초지였다.

2014년 4월 파나소닉은 이스라엘의 파운드리 타워세미컨덕터(Tower Semiconductor)와 합작회사 TSPCo(타워세미컨덕터 51%, 파나소닉 49%)를 설립하였다. TSPCo는 이스라엘 타워세미컨덕터가 최대주주이고, 아날로그 반도체(스마트폰, 자동차, 고성능 카메라에 사용되는 반도체)의 수탁제조를

전문으로 하는 파운드리이다. 공장은 호쿠리쿠지역인 도야마현 우오즈 공장과 다나미 공장 2곳이다. 2023년 8월에는 인텔이 근 1년간 추진해 온 타워세미컨덕터 인수를 포기한다고 발표하기도 하였다. 중국 규제당국으로부터의 합병 승인을 받지 못했을 것으로 추측되었다.

주요 메모리 반도체 공장으로는 키옥시아(구 도시바)의 윗가이치 공장과 기타카미 공장, Micron(구 엘피다)의 히로시마 공장을 들 수 있다. 2017년 4월 도시바의 NAND형 플래시메모리 사업부문을 분사화한 도시바메모리는 2019년 10월 키옥시아(Kioxia)로 사명을 변경하였다. 키옥시아의 주요 주주 구성을 보면, 2024년 8월 기준 도시바 41%, 베인캐피탈 56%, HOYA 3%이다. SK하이닉스는 베인캐피탈 컨소시엄에 2.7조 원을 출자한 상태이다. Micron의 히로시마 반도체공장의 모태는 2000년 NEC와 히타치제작소의 DRAM 사업부문이 통합하여 탄생한 엘피다메모리(당시 사명은 NEC 히타치메모리)이다. 엘피다는 2009년 산업활력법 적용 제1호, 즉 산업혁신기구로부터 공적자금 300억 엔(정부보증 용자 100억 엔)을 지원받았다. 그럼에도 2013년 2월 경영악화로 미국 마이크론(Micron Technology)에 인수·합병되었다.

나. 정부지원 체계

1) 5G 촉진법에 의거한 첨단 반도체 국내 생산기반 정비 기금 사업

경제산업성이 2022년 3월부터 실시하고 있는 ‘특정 반도체 생산시설 정비 계획’ 사업은 소위 「5G 촉진법」⁴²⁾⁴³⁾에 의거한 첨단 반도체의 국내 생산기반

42) 정식명칭은 「특정고도정보통신기술활용시스템의 개발공급 및 도입 촉진에 관한 법률」(特定高度情報通信技術活用システムの開発供給及び導入の促進に関する法律)이다.

43) 2021년 2월 TSMC가 후공정 3D 패키지 연구개발센터를 일본(쓰쿠바)에 설립한다고 발표한 데 이어, 같은 해 6월에는 구마모토현에 반도체 공장을 신설한다고 발표하자 일본정부는 첨단 반도체에 대한 정보조금 사업의 법적 근거가 부재함을 깨닫고 2022년 3월 「5G 촉진법」을 개정하였다. 2020년 6월 제정된 「5G 촉진법」은 5G 통신설비와 드론에 한정하여 세액공제 또는 특별감가상각의 세제혜택(「5G 투자촉진 세제」)을 부여하는 데 그쳤기 때문이다. 2022년 3월 「5G 촉진법」과 함께 NEDO법을

정비 기금 사업(정부보조금 사업)이자 사실상 반도체산업을 대상으로 한 첫 번째 공급망 강화 시책이다. 경제산업성은 NEDO에 2021년 추경예산 6,170억 엔을 시작으로 2022년도 추경예산 4,500억 엔, 2023년도 추경예산 6,322억 엔, 2024년도 추경예산 4,714억 엔 등 지금까지 총 2.2조 엔의 기금을 조성하였다. 「5G 촉진법」이 규정하고 있는 반도체 생산기반 정비 사업은 정부(경제산업성)가 기업의 첨단 반도체 신규 설비투자 계획을 요체로 한 ‘생산시설 정비 및 생산에 관한 계획’을 심사하는 절차를 거쳐, 이 계획의 실시에 필요한 자금에 대해 NEDO 신설 기금에서 보조금(설비투자액의 1/3, 단 TSMC는 1/2)을 지급하는 것이 핵심이다.⁴⁴⁾

「5G 촉진법」에 의거한 기금 사업의 지원대상 반도체는 로직반도체와 메모리반도체이다. 로직반도체 중에서도 Metal Pitch(하나의 배선 폭과 배선 간격의 합계)가 100나노 이하인 칩을 제조하되, 게이트절연막에 비유전율(relative permittivity)이 7을 초과하는 재료를 사용하고 FinFET 생산 기술을 보유하고 있는 기업을 지원대상으로 좁혔다. 메모리반도체의 경우는 메모리 셀 면적이 1,370nm² 이하이면서 EUV 노광 기술을 보유하고 있고 메모리 셀의 적층 수가 160 이상인 생산설비로 지원대상을 한정하였다. 지원대상 로직반도체 및 메모리반도체를 (새로) 생산하는 기업은 10년 이상 생산을 지속해야 하고 공급이 부족할 때에는 증산에 나서야 한다는 단서도 부과되었다.⁴⁵⁾ [표 3-1]은 2025년 9월 기준, 지금까지 경제산업성 장관으로부터 첨단반도체의 ‘생산시설 정비 및 생산에 관한 계획’을 승인받은 TSMC(JASM은 일본 내 합작투자기업명) 2건, KIOXIA-WD 2건, Micron 3건 등 총 9건의 투자계획을 정리한 것이다.

개정된 이유는 NEDO에 기금을 설치하여 정부 보조금 사업을 추진할 수 있도록 하기 위함이었다.

44) 経済産業省 웹사이트, 「特定高度情報通信技術活用システムの開発供給及び導入の促進に関する法律(特定半導体生産施設整備等関係)」(검색일: 2025. 7. 26.).

45) 위의 자료.

표 3-1. 「5G 촉진법」에 의거한 첨단 반도체 일본 내 생산기반 정비자금 사업 현황

사업자명	승인/출하개시 시기	주요제품/생산능력 ¹⁾	정부보조금(최대)/ 설비투자액 ²⁾
1 JASM (TSMC의 구마모토 제1공장)	2022년 6월/ 2024년 12월	로직반도체(22/28nm · 12/16nm)/5.5만 매/월	4,760억 엔/ 86억 달러
2 키옥시아, 웨스턴디지털 (미에현 옷카이치 공장)	2022년 7월/ 2023년 2월	3D 플래시메모리(제6세대 제품)/10.5만 매/월	929.3억 엔/ 2,788억 엔
3 마이크로일본법인 (히로시마 공장)	2022년 9월/ 2024년 3~5월	DRAM(1β세대)/ 4만 매/월	464.7억 엔/ 1,394억
4 마이크로일본법인 (히로시마 공장)	2023년 10월/ 2025년 12월~ 2026년 2월	DRAM(1γ세대). EUV를 도입하여 생산/4만 매/월	1,670억 엔/ 약 5,000억 엔
5 키옥시아, 웨스턴디지털 (미에현 옷카이치 공장, 이와테현 기타가미 공장)	2024년 2월/ 2025년 9월	3D 플래시메모리 (제8·9세대 제품)/ 8.5만 매/월	1,500억 엔/ 약 4,500억 엔
6 JASM (TSMC의 구마모토 제2공장)	2024년 2월/ 2027년 10~12월	로직반도체(6nm · 12nm · 40nm)/4.8만 매/월 ³⁾	7,320억 엔/ 122억 달러 ⁴⁾
7 마이크로일본법인 (히로시마 공장)	2025년 9월/	차세대 메모리반도체(생성형 Si나 고속이미지처리, 자율주행 등에 대응)	5,000억 엔/ 1조 5,000억 엔

주: 1) 12인치 환산임.

2) 조업에 필요한 지출경비는 제외.

3) 40nm는 정부보조금 대상에서 제외. 40nm 포함시 6.3만 매/월.

4) 40nm 포함시 139억 달러.

자료: 經濟産業省 웹사이트, 「認定特定半導体生産施設整備等計画」(검색일: 2025. 9. 20).

2) 레거시반도체(MCU, 전력반도체, 아날로그반도체)의 공급망강화 사업

경제산업성은 2021년도 추경예산 470억 엔을 편성하여 레거시반도체(전력 반도체, MCU, 아날로그반도체)에 대한 공급망강화 사업을 실시하였다.⁴⁶⁾ 당시 경제산업성은 MCU(마이크로컨트롤러) 부족사태가 전 세계적으로 100만 대를 넘는 자동차 감산을 초래하는 현상을 목도하면서 일본 국내 레거시반도체에 대한 투자촉진책이 필요하다고 판단하였다. 본 사업은 레거시반도체 제조업

46) 공식 사업명은 ‘공급망상 불가결성이 높은 반도체 생산설비의 탈탄소화·핵심사업비 보조금(サプライチェーン上不可欠性の高い半導体の生産設備の脱炭素化・刷新事業費補助金)’ 사업이다. 이하 經濟産業省(2023. 6.), p. 90 참고.

체의 제조설비 교체·증설에 필요한 사업비 중 1/3(보조상한액 150억 엔)을 정부가 보조하는 것으로서, 응모 36건 중 요건을 충족한 30건에 대해 정부보조를 실시하였다. 경제산업성은 국내 레거시반도체 81개 공장 중 27개 공장(약 33%)에 보조금 약 465억 엔을 지급하였다.

3) 경제안전보장추진법상 공급망강화 시책⁴⁷⁾

반도체 관련 경제안전보장추진법상 공급망강화 시책은 경제산업성이 주관하고 있다.⁴⁸⁾ 경제산업성은 2022년도 추경예산 3,686억 엔(2023년도 사업), 2023년도 추경예산 4,376억 엔(2024년도 사업)을 확보하여 NEDO에 조성한 다음, 레거시반도체, 반도체제조장치, 반도체 부품·소재, 반도체 원료 등 4개 분야를 대상으로, 공급확보계획을 승인받은 기업의 설비투자에 대해 최대 1/3을 보조하고 있다. 2025년에도 공모절차를 진행 중이다. 본 시책의 특징은 이미 「5G 촉진법」상 정부보조를 받고 있는 고성능 로직반도체와 메모리반도체를 제외한 레거시반도체(SiC 전력반도체, MCU, 아날로그반도체), 반도체제조장치, 반도체 부·소재를 지원대상으로 하되, 전력반도체의 국내 업체 간 과잉경쟁을 고려하여 다른 품목은 300억 엔 이상으로 설정한 설비투자 요건을 전력반도체 중에서도 SiC 전력반도체에 한해서는 2,000억 엔 이상으로 대폭 상향 설정하고 있는 점이다.

반도체 관련 공급망 강화지원 사업은 해당 민간사업자가 ‘안정공급확보 대책에 관한 계획(이하 공급확보계획)’을 작성하여 경제산업성 장관에 제출하여 승인을 받은 사업계획에 대해 정부보조금을 지급하는 수순으로 진행되고 있다.

47) 일본정부(내각부)는 「경제안전보장추진법」의 ‘중요물자의 공급망 확보’ 시책에 의거하여 2022년 12월 전략물자(特定重要物資)를 지정한 다음, 대상 물자를 제조하는 기업에 대해 정부보조금 사업(정부보조율: 1/3)을 추진 중이다. 2022년 12월 반도체, 배터리, 클라우드 서비스, 영구자석, 공작기계·산업용 로봇, 항공기 부품 및 소재, 핵심광물, 액화천연가스, 선박부품, 항공제, 비료원료 등 11개 물자를 공급망관리품목으로 지정하였고, 2024년 3월에는 첨단전자부품(콘덴서, 고주파 필터)과 일부 핵심광물(갈륨, 게르마늄, 우라늄)을 추가하였다. 전반적인 중요물자의 공급망 확보 시책에 대해서는 内閣府 웹사이트, 「經濟安全保障」(검색일: 2025. 5. 26.)와 김규관 외(2024. p. 101 이하) 참고.

48) 이하 經濟産業省(2025. 6. 6.) 참고.

[표 3-2]는 2025년 7월 기준, 반도체 관련 경제안전보장추진법상 공급망강화시책에서 공급확보계획을 승인받은 24건을 정리한 것이다. 분야별로 살펴보면, 첫째, 레거시반도체의 경우 르네사스 일렉트로닉스의 MCU 생산설비 증강(보조금 159억 엔)과 후지전기·덴소의 SiC 전력반도체 국내제조(보조금 705억 엔)가 눈에 띈다. 둘째, 반도체 제조장치 분야에서는 레거시반도체뿐만 아니라 첨단 반도체의 전공정과 후공정 패키지 공정에 필수적이라고 지적되는 i선과 KrF 노광장치의 국내제조를 캐논이 개시하고 있는 점이 확인되며, 셋째, 재료 분야에서는 이비덴의 고성능 패키지 기판(FC-BGA 기판) 관련 제조 공정 및 생산설비 고도화가 눈에 띈다. 마지막으로 원료분야에서는 소니 세미컨덕터 매니팩처링이 노광장치의 광원인 엑시머 레이저용 가스로 사용되는 네온의 리사이클 사업을 개시하였다.

표 3-2. 반도체 관련 경제안전보장기금 보조금 사업자 승인 현황(2025년 7월 기준)

분야	사업자	품목	공급개시일	보조금액/사업총액(억 엔)
레거시 반도체	르네사스 일렉트로닉스	MCU	2025년 3월	159/477
	ROHM, 도시바 D&S	SiC 전력반도체 Si 전력반도체	2026년 4월 2025년 3월	1,294/3,883
	후지전기, 덴소	SiC 전력반도체 SiC Epitaxial 웨이퍼 SiC 웨이퍼	2027년 5월 2027년 5월 2026년 9월	705/2,116
반도체 제조장치	캐논	노광장치	2026년 4월	111/333
반도체 부품· 소재	이비덴	FC-BGA 기판	2025년 9월	405/n.a.
	신코전기공업	FC-BGA 기판	2029년 7월	178/533
	RESONAC	SiC 웨이퍼	기판: 2027년 4월 에피택설: 2027년 5월	103/309
	스미토모덴코	SiC 웨이퍼	기판: 2027년 10월 에피택설: 2027년 10월	100/300
	SUMCO	실리콘웨이퍼	결정: 2029년 10월 웨이퍼: 2029년 10월	750/2,250

표 3-2. 계속

분야	사업자	품목	공급개시일	보조금액/사업총액(억 엔)
반도체 부품· 소재	카나데비아	랩핑플레이트(반도체 제조장치용 소재)	2027년 4월	9/27
	타키론CI, 타키론테크	수지플레이트(반도체 제조장치용 소재)	2027년 1월	14/44
	MCF(미쓰이· Chemours Fluoro)	수지(반도체 제조장치용 소재)	2028년 12월	80(최대)/미정
반도체 원료	FC-BGA 기판	네온(리사이클)	2026년 3월	3.7/11.2
	키옥시아	네온(리사이클)	2027년 3월	2.8/8.3
	고압가스공업	헬륨(리사이클)	-	0.7/n.a.
	스미토모상사	황린(리사이클)	-	52/n.a.
	이와타니산업, 이와타니가스	헬륨(비축)	-	10.5/n.a.
	JFE 스틸, 도쿄가스케미컬	희귀가스(생산)	-	188.7/n.a.
	다이요닛폰산소	희귀가스(생산)	2026년 4월	
	일본에어·리퀴드	희귀가스(생산)	-	
	라사공업	인산(리사이클)	2027년 4월	1.6/n.a.
	에어·워터, 일본헬륨	헬륨(비축)	-	9.2/n.a.
	동양합성공업	감광재·폴리머· 고순도용제(첨단 포토레지트 원료)	2027년 9월	70/211
	미쓰비시케미칼	합성석영가루	2028년 9월	37/111

자료: 経済産業省 웹사이트, 「経済安全保障推進法/半導体」(검색일: 2025. 7. 2.).

4) 전략분야 국내생산촉진 세제

지금까지 살펴본 반도체 관련 정부지원책은 정부보조금 사업인데 반해 경제산업성이 2025년 3월부터 실시하고 있는 ‘전략분야 국내생산촉진 세제’는 레거시반도체(MCU, 전력반도체, 아날로그반도체)의 생산·판매액을 기준으로 법인세를 공제해 주는 세액공제조치이다. 일본의 전략분야 국내생산촉진 세제의

대상 품목은 전기차(EV) 등·배터리, Green Steel(철강), Green Chemical(기초화학품), SAF(지속가능한항공연료), 반도체(MCU, 전력반도체, 아날로그반도체) 등 5개인데, [표 3-3]은 반도체 품목에 대한 세액공제 내용을 정리하고 있다. 세액공제조치 기간은 「산업경쟁력강화법」에 의거한 경제산업성 장관의 사업적응계획 승인 시점부터 10년간이다.

표 3-3. 일본의 전략분야 국내생산촉진 세제 개요: 반도체

대상물자	물자사양	단위당 공제액*	
반도체	MCU	28~45nm 상당	16,000엔/매
		45~65nm 상당	13,000엔/매
		65~90nm 상당	11,000엔/매
		90nm 이상	7,000엔/매
	아날로그반도체 (전력반도체 포함)	전력반도체(Si)	6,000엔/매
		전력반도체(SiC·GaN)	29,000엔/매
		이미지센서	18,000엔/매
		기타	4,000엔/매

주: * 후반연도에는 공제액을 단계적으로 인하함. 예. 8년째 75%, 9년째 50%, 10년째 25%.
 자료: 經濟産業省(2025. 5. 30.), pp. 46~47.

3. 차세대 반도체 프로젝트

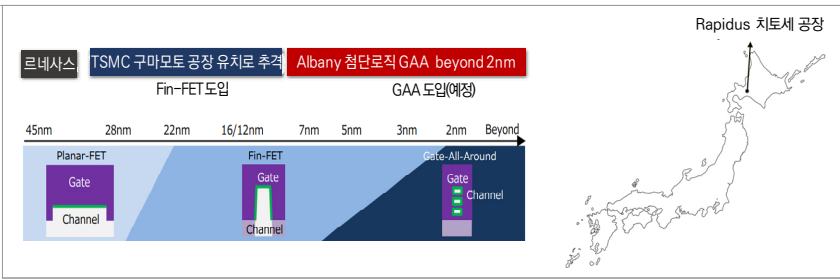
가. Rapidus

일본정부가 Rapidus 설립에 나선 시점은 2022년 7월 개최된 ‘미·일 경제 판 2+2 회의’로 거슬러 올라간다.⁴⁹⁾ 미·일 양국 정부는 미일반도체협력에 관한 기본원칙에 의거하여, 2022년도 중에 일본에 반도체 양산제조거점으로서 Rapidus(주) 및 차세대반도체제조기술개발센터(LSTC)를 설립하기로 합의하

49) 일본 내의 파운드리 설립을 둘러싼 미·일 협력은 김규판 외(2023), pp. 48~51 참고.

였다. 일본이 정부 주도로 Rapidus 설립에 나선 배경은 [그림 3-5]에서 알 수 있듯이, 2나노급 세대의 차세대 공정 기술(GAA beyond 2nm)에 입각한 첨단 로직반도체의 파운드리가 필요하기 때문이다. 2022년 8월 미국의 CHIPS 법 제정 이후 미국, 한국, 대만 등 반도체 종주국들 간에 차세대 반도체 개발 경쟁이 격화되고 있는 가운데, 일본정부로서는 이번이야말로 일본이 차세대 반도체에 진입할 수 있는 마지막 기회로 보고 있는 것이다.⁵⁰⁾

그림 3-5. 일본의 차세대 반도체 기술기반 확보전략: GAA beyond 2nm



자료: 經濟産業省(2024. 5.), p. 14.

일본정부는 과거 경험에 비춰 Rapidus 자력만으로는 첨단 로직반도체 생산이 어렵다고 보고 IBM, Imec 등 미국·유럽의 반도체 업체와의 기술협력을 전면 에 내세웠다. 2022년 12월 Rapidus는 IBM과 전략파트너십 계약을 체결하여 2나노세대의 GAA 테스트칩 라이선스를 취득하였고, 2023년 4월에는 미국 올버니 IBM 연구개발거점(Albany Nanotech Complex)에 150여 명의 엔지니어를 파견하여 기술협력을 추진하고 있다.⁵¹⁾ 2022년 12월 Rapidus는 벨기에

50) 반도체 글로벌 파운드리의 첨단 공정별 양산 일정을 보면 Intel(미국)은 2022년 4나노 공정, 2023년 3나노 공정, 2024년 20A(GAA 구조) 공정 및 18A 공정에서 양산에 들어갔고, TSMC(대만)의 경우는 2022년 3나노 공정, 2025년 2나노(GAA 구조) 공정, 삼성전자는 2022년 3나노(GAA 구조), 2025년 2나노 공정에서 각각 양산을 실시하였거나 계획 중이다. 독일은 Intel 반도체 공장을 유치하여 2027년부터 양산에 들어간다는 계획이다. 經濟産業省(2024. 5.), p. 14.

51) 2024년 12월 미국 샌프란시스코에서 개최된 IEDM(International Electron Device Meeting)에서 Rapidus는 IBM과 공동제작한 2나노 반도체(멀티 임계치 전압의 GAA 트랜지스터)를 공개하였다.

Imec과 협력각서(MOC)를 체결하여 기술자 파견, Imec의 일본 거점 설치, LSTC와의 파트너십 체결(EUV 노광장치를 이용한 반도체제조)에 합의하였다.

Rapidus의 미래 전망에서 가장 큰 관심은 과연 일본정부(경제산업성)가 나서서 첨단로직반도체 산업을 부흥시킬 수 있을지, 이때 어떻게 민간기업(자본)의 참여를 유도할 수 있을지에 모아지고 있다. 2025년 3월 기준 Rapidus의 자본금 규모는 73억 엔인데, 2024년 10월 기준 주주 등이 추가출자할 것으로 예상되는 1,000억 엔과 경제산업성의 기존 지원금 9,200억 엔을 합해도 2027년 양산 때까지 필요할 것으로 추정되는 5조 엔에는 아직 4조 엔 가까운 자금이 부족하다. 이에 경제산업성은 2025년 3월 법률개정을 통해 정부 출자 및 현물 출자, IPA(정보처리추진기구)를 통한 채무보증과 같은 재원확보책을 마련하였고, 이에 근거하여 2025년 하반기에 정부가 1,000억 엔을 출자할 것으로 보인다.

경제산업성은 2022년 12월 3,500억 엔의 예산을 투입하여 최첨단 반도체의 양산기술 연구개발 및 인재육성 거점으로서 LSTC⁵²⁾를 설립하였다. Rapidus를 비롯하여 AIST, 도쿄대학 등 국책연구기관과 주요 대학들이 대거 조합원으로 참여하고 있다. LSTC의 연구개발 거버넌스를 간단히 살펴보면, 연구개발정책 책임자위원회(위원장: 도쿄대학 소메야 다카오(染谷隆夫) 유기트랜지스터 랩 교수)가 연구개발 주제를 책정하고, 5개의 기술개발 부문⁵³⁾이 미국 NSTC를

Rapidus 입장에서의 2나노세대 GAA 반도체 기술개발 난점에 대해서는 久保田龍之介(2023. 2. 14.) 참고.

- 52) 기술연구조합 최첨단반도체기술센터(LSTC: Leading-edge Semiconductor Technology Center). 현 이사장은 전 TEL(도쿄일렉트론) 회장·사장인 히가시 테츠로(東哲郎). 설립당시 Rapidus, NIMS(물질·재료연구기구), AIST(산업종합기술연구소), RIKEN(이화학연구소), KEK(고에너지가속기연구기구), 도쿄대학, 도쿄공업대학(현 도쿄과학대학), 도호쿠대학, 쓰쿠바대학 등 8개 기관이 조합원으로 참여하였고, 그 후에는 오사카대학, 규슈대학, 나고야대학, 히로시마대학, 홋카이도대학, Softbank, KOSEN(국립고등전문학교기구), 후지쯔, NTT 커뮤니케이션즈(현 NTT 도쿄모비즈니스), 요코하마 국립대학, 와세다대학, 치토세과학기술대학, 게이오대학 등 13개 기관이 합세하여 2025년 7월 기준 총 22개 기관이 조합원으로 활동하고 있다. LSTC(기술연구조합 최첨단반도체기술센터) 홈페이지(검색일: 2025. 7. 23.) 참고.
- 53) 설계기술개발 부문, 디바이스기술개발 부문, 프로세스·장치기술개발 부문, 재료기술개발 부문, 3D 패키지기술개발 부문.

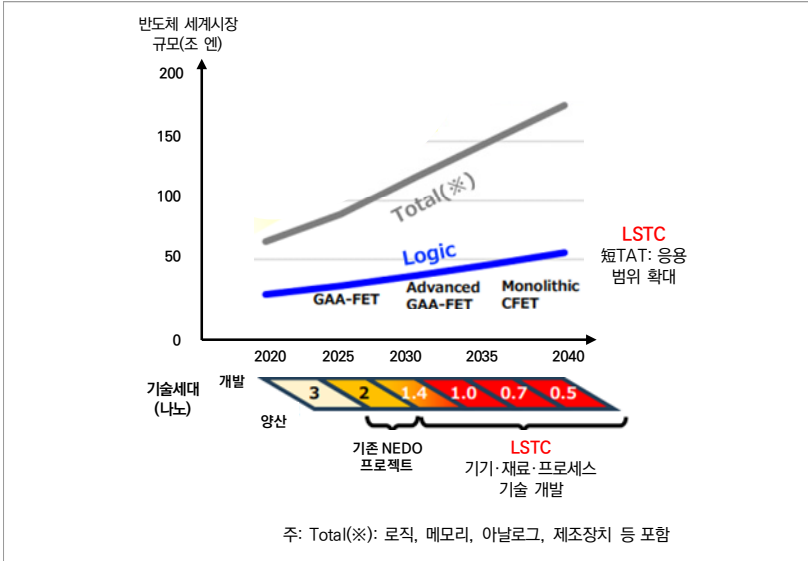
포함한 국내외 연구기관과의 협력하에 최첨단 반도체에 관한 연구개발을 실시하는 구조이다. 다만 LSTC는 어디까지나 2027년 후반으로 예정된 Rapibus의 양산개시 스케줄에 맞춰 기술개발 로드맵을 책정하고 있다. 예를 들어 설계 기술 분야에서는 최첨단 SoC 설계, 短TAT(turn-around time) 설계·검증기술, 칩렛 실장 관련 고밀도 I/F(인터페이스) 설계, 디바이스 분야에서는 첨단 GAA 구조기술, 고신뢰도의 이면배선 기술, CFET 등 2나노세대 기술, 프로세스 분야에서는 클린·그린 제조기술(고수율, 고에너지효율, 리사이클기술), 재료 분야에서는 차세대 반도체 MI(Material Informatics), 그리고 첨단패키지 분야에서는 첨단패키징기술 개발을 상정하고 있다.⁵⁴⁾ LSTC는 2024년 1월 경 제산업성의 포스트 5G 기금 지원을 받아 Beyond 2nm 및 短TAT 반도체 제조 기술 개발 프로젝트를 추진 중이다. 이에 대해서는 [글상자 3-2]에 상술하였다.

글상자 3-2. LSTC의 Beyond 2나노 및 短TAT 반도체 제조기술 개발 프로젝트

- 본 포스트 5G 기금 사업은 Rapibus의 2나노세대 이후의 고성능 반도체 양산을 위한 혁신적 기술로서 첨단 반도체 기기·재료·프로세스 관련 요소기술과 短TAT·클린 프로세스 관련 장치 기술을 개발하는 것임
 - LSTC는 상기 기술 개발을 통해 Rapibus의 반도체 고성능화, 반도체 제조기간의 단축, 제품의 조기 시장투입을 실현하여, 일본의 반도체제조 경쟁력강화 및 반도체 시장점유율 만회에 기여하고, 반도체의 진화에 의한 AI성능의 비약적 개선과 短TAT화로 보다 많은 사회적 니즈에 대응하여 사회적 과제 해결 및 DX화에도 기여할 것으로 기대
- 본 LSTC의 연구개발 항목은 ① 1나노 이하로 확장가능한 Beyond 2나노 기기·프로세스 요소기술 개발(고성능 GAA 및 CFET을 타깃으로 한 기기·재료·프로세스 기술의 개발), ② Beyond 2나노 반도체의 응용범위를 확대하기 위한 短TAT·클린 프로세스 장치기술개발(短TAT 제조의 병목을 해소하는 기술의 개발)로 구성. [그림 3-6]에서 각각 가로축과 세로축에 해당

54) 文部科学省(2024. 2. 2.), 「東氏説明資料」(검색일: 2025. 7. 23.), p. 4. 다만 LSTC는 2025년 7월 현재 2개의 연구개발 프로젝트를 추진 중이다. 하나는 본 절 글상자에 소개한 Beyond 2나노 및 短TAT 반도체 제조기술 개발 프로젝트이고 다른 하나는 2나노세대 반도체기술에 의한 엣지 AI반도체 액셀러레이터 개발 프로젝트이다. 후자는 본 절의 차세대 반도체 설계 개발(AI 반도체 등) 부분에서 상세히 다루고 있다.

그림 3-6. LSTC의 Beyond 2나노 및 短TAT 반도체 제조기술 개발 이미지



주: Total(※): 로직, 메모리, 아날로그, 제조장치 등 포함

자료: NEDO 웹사이트, 「ポスト5G情報通信システム基盤強化研究開発事業」(검색일: 2025. 7. 21.).

- 다만 본 연구개발 사업은 LSTC가 국내외 연구기관과 공동연구하거나 재위탁하는 사업임. 국제 협력 파트너는 프랑스 원자력청 산하 전자정보기술연구소(CEA-Leti)와 벨기에 Imec 두 곳이고, 국내 공동연구 기관은 요코하마국립대학, 신슈대, 전기통신대(電通大), 도요하시과기대(豊橋技科大). 시바우라공대, 도쿄도시대, 메이지대 등 7곳. 재위탁기관은 AMAT Japan, 키옥시아, Global Wafers Japan(대만), SUMCO, TAIYO NIPPON SANSO(太陽日酸), Preferred Networks, RION 등 7곳임
- Rapidus는 LSTC가 본 연구개발 사업(상기 연구개발 항목 ①)을 통해 개발하는 기술을 도입하여 차세대 로직반도체를 短TAT 양산한다는 계획이고, 연구개발 항목 ②를 통해 개발하는 기술은 다른 조합원(기기제조업체나 장치업체, 재료업체)에 이전할 계획

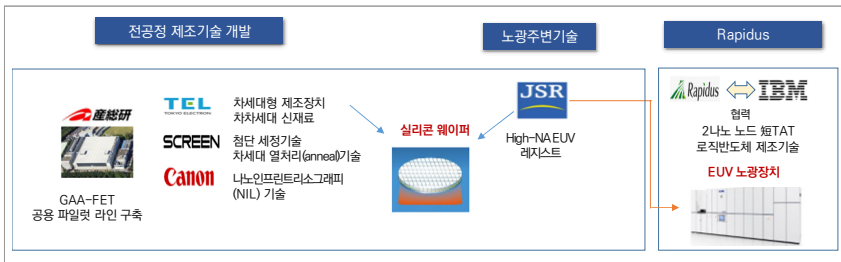
자료: NEDO 웹사이트, 「ポスト5G情報通信システム基盤強化研究開発事業」(검색일: 2025. 7. 21.).

나. 차세대 반도체 제조기술 개발(R&D)

1) 전공정 제조기술 개발

NEDO는 2021년 3월 5G 포스트 기금을 활용한 전공정 제조기술 개발 프로젝트로서 ① 첨단 반도체의 전공정기술(More Moore 기술) 개발: 첨단 3D 구조 로직반도체 기기의 제조·프로세스 기술개발, ② 노광주변기술 개발: EUV 노광장치용 차세대 포토레지스트 기술개발 등 두 개 프로젝트를 개시하였다.⁵⁵⁾

그림 3-7. 포스트 5G 기금: 전공정 관련 기술개발 프로젝트



자료: 經濟産業省(2023. 6.), p. 97.

첫 번째 프로젝트는 2나노세대 이후에 필요한 첨단 반도체 제조장치 및 프로세스 기술을 개발함과 동시에, AIST(산업기술종합연구소)에 GAA-FET(Gate-All-Around FET) 구조의 트랜지스터를 시험제작하는 공용 파일럿 라인을 구축하는 사업으로 구성되어 있다. 전자의 전공정 제조장치 및 프로세스 기술 개발은 도쿄일렉트론(TEL)의 차세대형 제조장치 및 신재료 개발, SCREEN의 첨단 세정기술, 차세대 열처리(anneal) 기술 개발, 그리고 캐논(Canon)의 나노인프린트 리소그래피(NIL) 기술개발로 구성되어 있고, 후자의 AIST에 의한 공용 파일럿 라인 구축과 평가검증과 공동연구 형태로 진행된다. AIST는 약 20대의

55) NEDO 웹사이트, 「ポスト5G情報通信システム基盤強化研究開発事業」(검색일: 2025. 7. 21.).

장치를 신규 도입하고 기존 수퍼 클린룸(SCR) 장치군을 활용하여 2나노 노드의 첨단 3D 로직반도체(GAA-FET의 나노시트구조)를 제작할 수 있는 플랫폼(파일럿 라인)을 정비한다. 이때 AIST는 플랫폼 구축과 공동이용 확대를 위해 첨단반도체제조기술 컨소시엄을 구성·운영한다.

두 번째 프로젝트는 JSR의 EUV 노광장치 차세대 포토레지스트 기술개발인데, High NA 노광기술⁵⁶⁾에 이용되는 포토레지스트에서 종래의 CAR⁵⁷⁾(화학 증폭형 레지스트) 대신 최첨단 반도체 프로세스(1.5나노 프로세스) 적용에 필요한 고감도화·결함저감 등의 조건을 충족하는 MOR(Metal Oxide Resist)⁵⁸⁾ 제품 기술을 개발한다. NEDO는 상기 전공정 제조기술 개발 프로젝트 성과를 Rapidus의 전공정 제조기술로 도입·활용한다는 계획이다.

2) 후공정 관련 개발

경제산업성은 포스트 5G 정보통신 시스템의 클라우드나 MEC(Multi-access Edge Computing) 서버와 같은 고성능 컴퓨팅과 엣지 컴퓨팅에서는 다양한 애플리케이션에 대응할 수 있는 로직반도체의 미세화·고성능화는 물론, 로직반도체와 주변장치(메모리, 센서, AI칩, RF 등)를 단일 패키지에 통합하는 2.xD, 3D⁵⁹⁾ 패키징 기술 개발이 중요하다고 지적하고 있다.⁶⁰⁾ 구체적으로는

-
- 56) 차세대 EUV 노광기술은 노광장치의 렌즈 성능을 고도화하여 보다 많은 빛을 모으는 기술로 요약할 수 있는데, High NA 노광기술은 렌즈의 개구수(NA: Numerical Aperture)를 현행 0.33에서 0.55로 높이고 렌즈의 해상도도 1.7배 향상시킴으로써 반도체회로의 집적도를 2.9배 높여 2나노 이하의 미세화를 구현하는 핵심 기술이다.
 - 57) CAR(Chemical Amplified Resist). 빛의 투영을 통해 발생하는 단순한 화학반응이 후속반응을 촉진하여 용해성이 변화함으로써 패턴형성이 가능하게 되는 레지스트 기술.
 - 58) MOR(Metal Oxide Resist). 금속산화물의 반응을 이용하여 노광부와 미노광부의 용해성을 변화시켜 패턴을 형성하는 레지스트.
 - 59) 패키지 플랫폼은 반도체 적층(chip stack) 방식에 따라 2D와 3D로 구분하는데, 전자는 기존의 MCM(Multi Chip Module) 방식처럼 두 개 이상의 칩을 수평으로 붙이는 방식이고, 후자는 수직으로 붙이는 방식이다. 3D 적층의 경우, 일반적으로 칩을 적층할 때 칩에 구멍을 뚫어서 전도성 재료인 금속 등으로 채워 수직으로 칩을 연결하는 TSV(Through Si Via. 실리콘 관통전극) 기술을 사용한다. 2.5D 패키징은 여러 개의 반도체 칩을 수평으로 붙여 단일 패키지에 통합하는 패키징 기술인데, 각각의 칩을 특별한 기판인 인터포저(interposer) 위에 배치한다는 점에서 2D, 3D와 차별적이다. 인터포저는 서로 다른 칩을 수도 없이 많은 통로로 이어주기 때문에 인터포저 위에 수평으로 놓인 칩들은 고

고성능 컴퓨팅용 패키징 기술개발, 엣지 컴퓨팅용 패키징 기술개발, 공통기반 기술개발, 2나노세대 반도체의 칩렛⁶¹⁾·패키징 설계·제조기술 개발, 후공정 자동화 기술개발 및 표준화 등 5개 영역에서 R&D 프로젝트를 가동중이다. 일본정부의 후공정 관련 기술개발에서 나타나는 특징은 일단 Rapidus의 첨단 패키지 기술개발⁶²⁾과 병행하여 자국의 재료·장치 기업의 경쟁력 강화를 위해 TSMC, 삼성전자와의 협력 프로젝트를 병행하고 있다는 점이다.⁶³⁾ 경제산업성이 후공정 관련 기술개발에서 자신감을 내비치고 있는 기업은 재료 영역에서는 RESONAC(구 쇼와덴코, 재료평가플랫폼 기술, 미세 범프(bump), 미세배선, 대형 평탄기판), 스미토모베이크라이트(봉지재, 감광재, 안테나용 수지), 부재·프로세스 영역에서는 이비덴(IBIDEN, IC패키지기판), 신코전기공업(기판, 미세배선·고정밀패키징), 소니세미컨덕터솔루션즈(좁은 피치의 직접접합), RaaS(저온 직접접합), 도레이(하이브리드 접합, 대형 칩 레이저 전사), 야마하(Chip-On-Wafer 직접접합)이다.⁶⁴⁾

성능을 낼 수 있는데, 마치 칩이 수직으로 붙은 것처럼 고속으로 작동한다. 즉 방식은 2D이지만 성능은 3D라는 점에서 2.5D라 부른다. SK hynix NEWSROOM(2023. 1. 3.), 「반도체 후공정 4편. 반도체 패키지의 종류」(검색일: 2025. 5. 16.).

60) 經濟産業省(2025. 3. 25.), p. 18.

61) 칩렛(chiplet)이란 지금까지 하나의 칩에 집적했던 대규모 회로를 복수의 작은 칩으로 쪼개 개별화(disintegrate)한 다음 인터포저라는 칩렛 간 연결 기판 위에 올려 대규모화하여 하나의 패키지로 수납하는 기술을 말한다. 즉 칩렛은 기존의 로직 칩을 기능(functional block)별로 쪼개고 각 칩들을 TSV로 연결하는 기술이다. SK hynix NEWSROOM(2023. 1. 3.), 「반도체 후공정 4편. 반도체 패키지의 종류」(검색일: 2025. 5. 16.).

62) Rapidus는 2024년 10월 홋카이도 치토세시의 세이코엠펜 사무소에 클린룸을 구축함과 동시에 반도체 후공정 연구개발 거점으로서 RCS(Rapidus Chiplet Solutions)를 개설하였다. RCS에서는 2나노세대 반도체의 칩렛 패키지 설계·제조 기술개발을 주제로 자동화를 포함한 칩렛패키지의 양산기술을 개발한다. 2025년 4월에는 제조장치를 도입하고 2026년 4월까지 기술개발을 완수한다는 목표다. RCS에는 FCBGA 프로세스, 실리콘(Si) 인터포저·프로세스, RDL 프로세스, 하이브리드 본딩프로세스에 대응한 파일럿 라인을 구축하여 장치의 자동화를 포함한 양산기술의 연구개발이 진행된다. 일본정부(경제산업성)는 2024년 4월 NEDO의 포스트5G 기금사업 중 '2나노세대 반도체의 칩렛 패키지 설계·제조 기술개발'에 R&D 자금을 535억 엔 지원한 데 이어, 2025년 3월에는 1,270억 엔을 추가 지원하였다. 2024년 6월에는 미국 IBM과 웨이퍼 프로세스(전공정)뿐만 아니라 칩렛기술(후공정) 협력 파트너십을 체결하였다. Rapidus의 후공정 연구개발은 LSTC, AIST, 도쿄대학, 독일 Fraunhofer, 싱가포르 A*STAR IME 등과 공동으로 이루어지고 있다. Rapidus(2024. 10. 3.) 「Rapidus, 最先端半導体(後工程)の研究開発機能をセイコーエプソン千歳事業所内に設置」(검색일: 2025. 7. 23.).

63) 經濟産業省(2024. 12. 23.), p. 34.

64) 經濟産業省(2023. 6.), p. 97.

[표 3-4]~[표 3-8]은 경제산업성이 NEDO의 ‘포스트 5G 기금’을 활용하여 시행 중인 후공정 관련 상기 5개 기술개발 영역에서의 R&D 프로젝트를 정리하고 있다.

표 3-4. 일본의 후공정 관련 기술개발 프로젝트(1): 고성능 컴퓨팅용 첨단반도체¹⁾ 패키징 기술

개발항목	3D IC 기술의 연구개발	고성능 대면적 3.xD 칩렛 기술의 연구개발
주관사업자	TSMC JAPAN 3DIC 연구개발센터	삼성재팬
채택시점/정부보조금	2021년 5월. 사업비 390억 엔 중 최대 절반(195억 엔) 보조	2023년 12월. 사업비 400억 엔 중 최대 절반(200억 엔) 보조
연구개발 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 기판패키징기술(on-substrate technologies)을 중심으로 새로운 가공기술, 기판재료, 접합프로세스, 신규 접합·계측기기 기술을 포함한 3D 패키징 기술을 개발하고, TSMC JAPAN 3DIC 연구개발센터가 AIST의 클린룸(SCR)에 구축하는 프로세스 라인에서 평가·검증 • 본 사업은 TSMC JAPAN 3DIC 연구개발센터가 일본의 재료·장치 업체 및 연구기관·대학과의 파트너십 관계하에서 실시²⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> • HPC/AI용 프로세스에 사용하는 칩렛 모듈의 고집적화와 칩 간 데이터전송 대역의 향상 등을 목표로 2.xD/3D를 포함한 3.xD 칩렛 기술을 개발 • 연구개발 항목은 ① 파인피치(fine pitch) Chip to Wafer 본딩기술 개발, ② 고기능 대면적 수지 인터포저 기술 개발, ③ 대면적 서브스트레이트의 미세 플립 칩 실장 기술 개발, ④ 전원특성향상기술(이종의 다수 칩 모듈에서도 안정된 전원을 공급하는 기술) 개발임

주: 1) 첨단반도체란 5나노 이후 세대를 말함.
 2) 반도체 재료업체로는 아사히카세이, 이비덴(IBIDEN), JSR, 쇼와덴코머티어리얼즈(현 RESONAC), 신에츠화학공업, 스미토모공업, 세키스이화학공업, TOK, 나가세산업, 닛토덴코, 일본전기유리(NEG), 후지필름, 미쓰이화학, 반도체 장치업체로는 키엔스(KEYENCE), 시바우라 메카트로닉스, 시마즈제작소, 쇼와덴코(현 RESONAC), 디스크(DISCO), 도레이 엔지니어링, 닛토덴코, 히타치하이테크, 그리고 대학·연구기관으로는 AIST(산업기술종합연구소), 첨단시스템기술 연구조합(RaaS), 도쿄대학이 TSMC Japan 3DIC 연구개발센터와 공동사업자 혹은 협력기업으로 참여.
 자료: NEDO 웹사이트, 「ポスト5G情報通信システム基盤強化研究開発事業」(검색일: 2025. 7. 21.).

표 3-5. 일본의 후공정 관련 기술개발 프로젝트(2): 엣지 컴퓨터용 패키징 기술

개발항목	다이렉트접합 3D 패키징 기술개발	3D 적층요소기술 연구개발
주관사업자	첨단시스템기술연구조합(RaaS)	SONY 세미컨덕터 솔루션즈
채택시점	2021년 5월	2021년 5월
연구개발 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 웨이퍼, 칩 레벨의 Cu-Cu 저온 하이브리드 다이렉트 접합 관련 기술 개발 • 연구개발 항목은 ① WoW(Wafer on Wafer) 접합기술 개발, ② CoW(Chip on Wafer) 접합기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 소니가 추진 중인 3D적층 기술의 프로세스 모듈 개발 가속화 • CMOS 이미지센서와 사이즈가 동일한 로직 칩과 사이즈가 다른 AI 로직, 메모리 칩을 3D적층하는 데 필요한 접합기술 개발

표 3-5. 계속

개발항목	다이렉트접합 3D 패키징 기술개발	3D 적층요소기술 연구개발
비고	<ul style="list-style-type: none"> RasS에는 AIST, SCREEN홀딩스, 다이킨공업, 후지필름, 파나소닉스마트팩토리 솔루션즈, 도쿄대학이 조합원으로 참여 	<ul style="list-style-type: none"> 소니세미컨덕터솔루션즈는 패키징기술과 이미지센서 분야에서 세계 최고 수준의 기술을 보유. 특히 각각의 적층면에 형성한 Cu접속단자를 이용하여 물리적인 적층과 전기적인 접속을 동시에 수행하는 Cu-Cu 접합기술을 세계최초로 실용화

자료: NEDO 웹사이트, 「ポスト5G情報通信システム基盤強化研究開発事業」(검색일: 2025. 7. 21.).

표 3-6. 일본의 후공정 관련 기술개발 프로젝트(3): 패키징 공통기반기술

개발항목	주관사업자	채택시점	연구개발내용
1 최첨단 패키징평가 플랫폼 구축	쇼와덴코머티리얼즈(현 RESONAC)	2021년 5월	<ul style="list-style-type: none"> 기판, 장치, 재료업체로 구성된 컨소시엄을 통해 평가플랫폼을 구축하고 차세대 반도체 패키지의 평가기술, 기판, 장치 및 재료를 개발
2 차세대 정보통신용 첨단 패키지 재료 개발	스미토모베이 크라이트	"	<ul style="list-style-type: none"> 3D패키징 밀도향상에 중요한 Wafer Level PKG용 봉지재, 안테나용 봉지재, 재배선용 감광재의 파인피치(fine pitch) 대응 기술 개발
3 차세대 반도체 패키지 개발	신코전기공업	2022년 5월	<ul style="list-style-type: none"> 실리콘 인터포저를 이용하지 않고 좁은 피치때도의 칩을 직접 실장하여 대면적 실장과 전원안정공급을 실현할 수 있는 반도체 패키지 개발
4 하이브리드 접합기술 개발	도레이 엔지니어링	"	<ul style="list-style-type: none"> 솔더*를 사용하지 않는 하이브리드 접합기술 개발 현행 W2W(Wafer to Wafer) 대신 웨이퍼에 칩을 하나하나 접합하는 D2W(Die to Wafer) 하이브리드 접합기술(접합용 본드) 개발
5 Chip on Wafer 다이렉트 접합 3D 적층 통합기술 개발	야마하 로보틱스 홀딩즈	"	<ul style="list-style-type: none"> 薄LSI칩 표면의 세정·전처리 후 비접촉 핸들링 요소기술 개발 CoW(Chip on Wafer) 다이렉트 접합시스템 기술 확립
6 첨단 반도체 실장을 위한 레이저 전사 기술 개발	도레이 엔지니어링	"	<ul style="list-style-type: none"> 마이크로LED의 초소형 칩 핸들링에 사용되는 레이저 사기술을 응용하여, 대형이면서 얇고 약한 칩의 핸들링을 높은 throughput(일정시간당 처리 능력 혹은 데이터전송량)으로 실현하는 기술 개발

주: * 솔더(solder, 땀납)란 금속 접합에 이용하는 주석 주성분의 합금을 말하고, 이 합금을 열로 용융하여 프린트기판에 전자부품을 고정하거나 금속끼리 접합하는 데 사용함.

자료: NEDO 웹사이트, 「ポスト5G情報通信システム基盤強化研究開発事業」(검색일: 2025. 7. 21.).

표 3-7. 일본의 후공정 관련 기술개발 프로젝트(4): Rapidus의 후공정 기술개발

개발항목	2나노세대 반도체의 칩렛·패키징 설계·제조기술 개발
주관사업자/ 공동사업자	Rapidus/Rapidus US, LLC, AIST, 도쿄대학
채택시점	2024년 4월(정부보조금: 535억 엔, 2025년 3월 1,270억 엔 추가)
연구개발 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 2나노세대 반도체의 최첨단 칩렛 패키지(2.xD, 3D) 설계·제조기술을 확립하기 위해 파일럿 라인을 국내에 구축하고, 양산·실용화를 염두에 두고 아래의 개발 항목을 실시 <ul style="list-style-type: none"> - ① 2나노세대 반도체를 포함한 3차원(2.xD, 3D) 패키징 제조기술 개발: <ul style="list-style-type: none"> i) 600mm² 패널에서의 유기절연막 RDL 인터포저¹⁾ 개발, ii) 3D패키징 기술 검증, iii) 양산화기술 검증 - ② 애플리케이션별로 최적화된 고효율·고성능 칩렛 패키지의 설계 및 테스트 기술 개발: i) 고객용 디자인키트(Assembly Design Kit) 구축, ii) KGD(Known Good Die) 선별테스트(웨이퍼 레벨/다이 레벨) 개발
비고	미국 IBM, 독일 Fraunhofer, 싱가포르 A*STAR IME와의 국제협력 사업 ²⁾

주: 1) RDL 인터포저(Redistribution Layer Interposer)란 실리콘 기판이 아닌 수지 기판 위에 배선을 재배분하기 위한 층(Redistribution Layer)을 형성하고, 그 위에 칩렛화된 다이(die)를 동일평면상에 나열하여 상호접속하는 인터포저 기술의 하나임.

2) 2024년 10월 Rapidus는 치토세시의 세이코엡스 사무소 내에 클린룸을 구축함과 동시에 반도체 후공정의 연구개발 거점으로서 RCS(Rapidus Chiplet Solutions)를 개설함.

자료: NEDO 웹사이트, 「ポスト5G情報通信システム基盤強化研究開発事業」(검색일: 2025. 7. 21.).

표 3-8. 일본의 후공정 관련 기술개발 프로젝트(5): 후공정 자동화·표준화

개발항목	반도체후공정 자동화·표준화의 개발·실증에 관한 연구개발
주관사업자	기술연구조합 SATAS*
채택시점/ 정부보조금	2024년 11월/연구개발 개시 이후 3년간 최대 200억 엔 지원
연구개발 내용	<ul style="list-style-type: none"> 반도체 제조공정 중에서도 사람에 대한 의존도가 높고 경제안전보장에 심대한 영향을 미치는 후공정 중 조립·검사에 주목하여 ① 완전자동화에 필요한 장치·시스템 간 표준 인터페이스(IF)를 개발하고, ② 프로토타입이나 상용모델에 대한 실장검증, ③ 파일럿라인 구축에 의한 실증을 실시 국내외 반도체 제조업체, OSAT(Outsourced Semiconductor Assembly and Test) 기업, 장치기업, 연구기관, 표준화단체 등이 협력하여 파일럿 라인인 주요 구성요소인 자동반송·보관시스템(AMHS: Automated Material Handling Systems), 캐리어(Carrier), 트레이(Tray), 패널(Panel), 로드포트(Load Port), 프론트엔드모듈(FEM: Front-End Module), 메인프레임(Mainframe), 조립·검사 셀(Assembly & Metrology Cell) 등을 개발

주: * 반도체후공정자동화·표준화기술연구조합(SATAS: Semiconductor Assembly Test Automation and Standardization Research Association). 2024년 4월 Intel, Omron, RESONAC, Daifuku, TDK, Sharp, 히라다기공, 무라타기계, 신에츠플리머, 심포니아테크놀로지, SEMI Japan, Fujii, 미쓰비시종합연구소, Mirai, 아미하발동기, 로체, 아이이전자(OSAT), 카겐테크, 인텔 일본지사, AIST가 조합원으로 참여·설립. SATAS 이사회는 이사장 인텔, 이사 SEMI Japan, 미쓰비시종합연구소로 구성.

자료: NEDO 웹사이트, 「ポスト5G情報通信システム基盤強化研究開発事業」(검색일: 2025. 7. 21.).

다. AI 반도체

경제산업성은 지금까지 첨단 반도체의 설계기술 개발은 범용 CPU와 GPU 상에서 소프트웨어에 의한 차별화가 주류였으나 향후에는 성능과 소비전력의 양립을 위해 용도별로 최적화된 전용 반도체와 전용 소프트웨어의 조합이 대세를 이룰 것으로 전망한다.⁶⁵⁾ 이러한 변화는 클라우드 쪽과 용도가 다양한 엣지 쪽에서 모두 현저할 것이나, 일본으로서는 상대적으로 경쟁력이 있는 엣지 쪽의 용도인 자동차, 로봇틱스 등 산업기기 등을 우선하여 차세대 반도체 설계기반을 구축할 것임을 시사한다.⁶⁶⁾

65) NEDO 웹사이트, 「ポスト5G情報通信システム基盤強化研究開発事業」(검색일: 2025. 7. 21.).

66) 経済産業省(2025. 3. 25.), p. 36.

한편 경제산업성은 최근 AI 활용의 급속한 확산을 배경으로 일본에서도 국내 AI 시스템 시장이 급성장할 것으로 전망하지만, AI 가속기의 성능개선에 비해 반도체 프로세서의 미세화 속도나 미세화에 따른 전력효율 개선은 더디다는 점에 주목하고, 이러한 상황에서는 AI기술이 사회기반·산업기반의 일부로 자리 잡고 계속해서 계산가능영역을 확대해 나가려면 초절전 및 고정밀 AI 계산기반기술 개발이 중요하다는 점을 강조한다.⁶⁷⁾ 구체적으로는 일본정부가 개발해야 할 AI 계산기반기술로서 초절전 AI 가속기, 해당 칩을 활용한 AI 서버 시스템과 제어 기술, 상용운용 요건을 충족하는 고밀도 데이터센터 기술과 제어 기술, 그리고 이들을 수직통합하는 초절전·고밀도 AI 계산기반과 최적 운용 기술을 열거하고 있다.

[표 3-9]는 경제산업성이 NEDO의 ‘포스트 5G 기금’을 활용하여 시행 중인 차세대 반도체설계기술 개발과 초절전·고정밀 AI 계산기반기술 개발 프로젝트에 관한 내용을 정리한 것이다. LSTC(일)와 미국 Tenstorrent 간 협력에 의한 엣지 AI 반도체기술 개발, 도요타·혼다·닛산 등 일본 자동차업체를 중심으로 결성된 기술연구조합 ASRA에 의한 자동차용 최첨단 SoC 기술개발, EdgeCortex에 의한 통신용 AI 반도체 개발, 그리고 Preferred Networks에 의한 계산자원용 AI 반도체(MN-core) 개발이 그것이다.⁶⁸⁾

67) 経済産業省(2025. 3. 25.), p. 18.

68) 포스트 5G 기금의 R&D 프로그램 가운데 포스트 5G 정보통신 시스템개발-(g2)초절전·고밀도 AI 계산기반의 연구개발에 해당한다.

표 3-9. 일본의 차세대 반도체 설계 개발 프로젝트 현황(1)

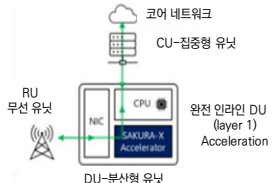
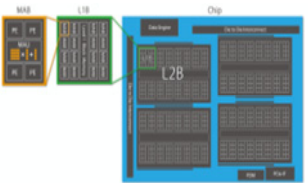
항목	2나노세대 반도체기술에 의한 엣지 AI 가속기 개발	자동차용 최첨단 SoC 기술개발
주관 사업자	LSTC/Tenstorrent	ASRA*
기간	2024년 1월부터 5년간	2024년 3월부터 5년간
연구개발 내용	<p>(4)소프트웨어 개발기반의 구축 메모리-IF칩, I/O-IF 칩</p>  <p>(2)액셀러레이터 칩 개발※ (3)CPU칩 개발※</p> <p>(1)통합 아키텍처 개발 ※Rapidus 2nm 칩</p> <ul style="list-style-type: none"> 2나노 이하의 차세대 반도체 설계기술로서 생성형 AI를 포함한 엣지 추론처리 전용의 엣지 AI 액셀러레이터 개발. ① 업계 표준에 대응한 AI 액셀러레이터의 통합 아키텍처 개발, ② 2나노 기술에 의한 액셀러레이터 칩 개발, ③ 2나노 기술을 이용한 엣지 AI에 최적화된 CPU 칩 개발, ④ 업계표준의 AI 프레임워크를 이용 가능한 소프트웨어 개발기반 구축 	 <p>차종·OEM과 무관한 공통 칩(범용 칩)</p> <p>메이스 연상 칩, 연산확장 칩, AI 칩, AI 확장 칩, interposer, 그래픽 확장 칩</p> <p>차종·OEM에 따라 경쟁력이 달라지는 칩(차별화 칩)</p> <ul style="list-style-type: none"> 자동차 제조업체로부터 ECU(Electronic Control Unit, 전자제어장치)·EDA(Electronic Design Automation, 전자설계자동화)·SoC(System on a Chip) 벤더에 이르기까지 수직연계의 공동연구를 통해 자동차의 지능화·전동화가 안고 있는 과제를 해결하는 칩렛(Chiplet)의 요소기술 확립⁶⁹⁾

주: * ASRA(자동차용 첨단SoC기술연구조합), 2023년 12월 설립. 조합원은 자동차제조업체로는 도요타, 혼다, 닛산, 스즈키, 스바루, 마쓰다, 전자부품 제조업체로는 덴소, 히타치 Astemo, 파나소닉, 그리고 반도체 제조업체로는 르네사스, 소시오 넥스트(Socionext), 미라이즈(MeRISE), 시놉시스(Synopsis), 케이던스(Cadence)가 참여.

자료: 經濟産業省(2025. 5. 30.), p. 54; NEDO 웹사이트, 「ポスト5G情報通信システム基盤強化研究開発事業」(검색일: 2025. 7. 21.).

69) 다양한 기능을 작은 면적 안에 집적하는 SoC의 장점의 이면에는 칩 자체의 면적이 커지면 비용이 급격히 상승하거나 수율이 떨어지는 단점이 있는데, 칩렛은 기존 칩에서 필요한 각각의 기능을 분리하여 작은 면적의 칩 조각(칩렛)을 따로 제조한 후, 후공정 기술을 통해 하나의 패키지로 만드는 방식이다.

표 3-10. 일본의 차세대 반도체 설계 개발 프로젝트 현황(2)

항목	칩렛을 활용한 통신용 AI 반도체 개발	계산자원용 AI 반도체(MN-core) 개발
주관 사업자	EdgeCortex	Preferred Networks (IIJ: 인터넷이니셔티브, 호쿠리쿠첨단과학기술대학원대학교 공동개발)
기간	2024년 11월부터 5년간	2023년 12월부터 5년간
연구개발 내용	 <ul style="list-style-type: none"> AI 처리와 RAN 액셀러레이션을 통합한 'SAKURA-X'라는 칩렛 기반의 아키텍처를 채택하여, 현행 AI-RAN 시스템이 안고 있는 고소비전력·고비용의 문제를 해결 EdgeCortex의 검증된 AI 프로세서 기술과 RAN 액셀러레이터 IP를 기반으로 성능최적화와 에너지 사용량 최소화를 실현 최종 시스템은 차세대 5GDM-L 가상 ORAN 환경에서 작동하고, 생성형 AI 애플리케이션과 저전력 분산형 유닛(DU) 액셀러레이션을 동일한 하드웨어에서 지원하여 최고수준의 전력효율과 인프라 비용 절감을 실현 	 <ul style="list-style-type: none"> AI 기술을 활용한 계산가능영역 확대를 실현하는 초고효율 AI 계산기반의 연구개발 정보통신 시스템의 일부로서 초고효율 AI 계산기반 확립을 위해, ① 높은 전력효율을 실현하는 차세대 AI 액셀러레이터·시스템 및 제어 기술의 연구개발, ② 대규모 상업용 서비스 고밀도 데이터 센터 기반 기술의 연구개발, ③ AI 계산기반의 공동이용 시 실제 AI워크로드의 효율화에 관한 연구

자료: 經濟産業省(2025. 5. 30.), p. 54; NEDO 웹사이트, 「ポスト5G情報通信システム基盤強化研究開発事業」(검색일: 2025. 7. 21.).

4. 인재육성 · 인프라 지원⁷⁰⁾

일본 전자정보기술산업협회(JEITA)는 자국의 9개 주요 반도체기업⁷¹⁾에서 향후 10년간 합계 4만 3,000명 정도의 반도체 인력이 추가로 필요하다고 추정

70) 經濟産業省(2025. 5. 30.), p. 64.

71) △ 키옥시아, △ 소니 세미컨덕터솔루션즈, △ 도시바 디바이스&스토리지, △ Nuvoton Technology Japan(구, 파나소닉 세미컨덕터솔루션즈, 2008년 대만 누보톤이 인수), △ 미쓰비시전기, △ 르네사스 일렉트로닉스, △ 롬, △ Micron Memory Japan.

하였다.⁷²⁾ 후술하는 바와 같이 일본 국내에서는 고등전문학교, 대학·연구기관, 지역 산관학연계(지역컨소시엄) 등을 중심으로 반도체 인재육성에 전력투구하고 있지만, 1980년대 이전부터 일본 반도체 제조의 일익을 담당하였던 숙련노동자들이 속속히 은퇴하는가 하면 저출산 영향으로 청년층의 반도체 인재 확보도 여의치 않고, 반도체 인재육성에는 교육기관 등에서의 일정기간의 교육이 요구된다는 점에서 현행 반도체 인재육성 프로그램만으로는 즉효성 있는 대응이 곤란한 상황이다.⁷³⁾

2021년 6월 반도체전략 발표 이후 일본정부의 반도체 인재육성 사업으로는 고등전문학교기구의 'KOSEN 차세대 육성 프로젝트',⁷⁴⁾ 문부과학성의 '반도체 인재육성 거점형성 사업',⁷⁵⁾ 도쿄대학과 LSTC의 반도체 인재육성 프로그램,⁷⁶⁾ 경제산업성 주도의 산관학 지역컨소시엄이 대표적이다.

경제산업성이 주도하고 있는 산관학 지역컨소시엄은 현재 △ 규슈반도체 인재육성 컨소시엄(산: JASM, SONY, SUMCO, TEL규슈, 학: 규슈대학, 구마모토대학, 사세보고등전문학교 등), △ 도호쿠 반도체·일렉트로닉스 디자인 컨소시엄(산: KIOXIA이와테, TEL미야기 등, 학: 도호쿠대학, 이치노세키고등전문학교 등), △ 주코 쿠지역 반도체관련산업 진흥협의회(산: MICRON 등, 학: 히로시마대학, 오카야마대학, 구레고등전문학교 등), △ 주부지역 반도체 인재

72) 経済産業省(2023. 6.), p. 99에서 재인용.

73) 河村佳萌(2025. 8. 29., p. 4)는 반도체 인재를 반도체 제조의 설계, 전공정, 후공정, 테스트공정 등 4개 반도체 제조프로세스에 종사하는 종업원으로 규정하고, 일본의 대기업과 중견기업을 대상으로 한 설문조사 결과 일본의 제조업에 속하는 전체 기업의 44.4%가 기술직·엔지니어 부족을 호소하고 있는 데 비해, 반도체기업이 속하는 전기기계 업종에서는 그 비율이 65%로 매우 높다는 점을 강조하고 있다.

74) 일본 고등전문학교기구(高等専門学校機構)는 이 프로젝트의 핵심 사업으로서 'COMPASS 5.0'을 추진 중인데, 이 사업은 반도체분야를 중점육성분야로 지정하고 거점학교 2개(구마모토 고등전문학교, 사세보 고등전문학교)와 프로젝트 거점학교 2개(구시로 고등전문학교, 아사히카와 고등전문학교), 실천학교 23개를 대상으로 주로 반도체 회로설계나 제조 분야의 인재육성을 도모하고 있다. 河村佳萌(2025. 8. 29.), p. 6.

75) 문부과학성은 2025년 8월 홋카이도대학, 도호쿠대학, 도쿄과학대학, 나고야대학, 오사카대학, 히로시마대학, 규슈공업대학, 구마모토대학·규슈대학을 거점대학으로 선정함. 文部科学省 웹사이트, 「成長分野を支える半導体人材の育成拠点の形成(enSET)」(검색일: 2025. 9. 21.).

76) 이에 대해서는 본장 소결에서 구체적으로 후술.

육성 연합협의회(산: KIOXIA 등, 학: 나고야대학, 기후고등전문학교 등), △ 홋카이도 반도체 인재육성 추진협의회(산: Rapidus 등, 학: 홋카이도대학, 아사히카와고등전문학교 등), △ 간토 반도체인재육성 연합회의(산: 르네사스 등, 학: 이바라키대학, 고야마고등전문학교 등) 등 지역컨소시엄이 구성, 운영되고 있다.77)

일본정부의 반도체 기반시설 지원은 내각부가 2023년도 추경예산으로 창설한 ‘지역산업구조전환 인프라정비 추진 교부금’에 의거하여 실시되었다.78) 2024년도 추경예산에서도 해당 교부금 사업을 이어갔고, 총 149.5억 엔의 예산을 확보·배분하였다. 지원대상 프로젝트는 내각부의 프로젝트 선정회의가 선정하고, 해당 광역자치단체(도도부현, 都道府県)가 반도체 인프라정비에 관한 실시계획을 작성하면 내각부가 이에 기초하여 예산배분계획을 책정하고 관련 행정기관(경제산업성, 국토교통부)을 통해 예산을 집행하는 방식으로 전개되었다. 구체적으로 보면, 내각부의 지역산업구조전환 인프라정비 추진 교부금 사업은 공업용수도정비사업(경제산업성), 하수도정비사업(국토교통성), 도로정비사업(국토교통성) 등 3가지 사업으로 나누어 진행되었다. [표 3-11]은 2023년 및 2024년 추경예산을 통해 배분이 결정된 사업들을 정리한 것이다.

표 3-11. 일본정부의 반도체 기반시설 지원 현황

(단위: 100만 엔)

		경제산업성		국토교통성		소계
		공업용수도 정비사업	하수도 정비사업	도로 정비사업		
홋카이도 (Rapidus, 치토세시)	2023년 추경예산	-	1,090	279	1,369	
	2024년 추경예산	-	1,379	1,420	2,799	
이와테현 (키옥시아, 기타카미시)	2023년 추경예산	540	760	-	1,300	
	2024년 추경예산	113	-	221	334	

77) 經濟産業省 関東經濟産業局(2025. 7. 11.), p. 3.

78) 内閣府地方創生推進事務局(2023. 11. 22.), p. 2.

표 3-11. 계속

(단위: 100만 엔)

		경제산업성		국토교통성		소계
		공업용수도 정비사업	하수도 정비사업	도로 정비사업		
히로시마현 (마이크론메모리, 동히로시마시)	2023년 추경예산	233	-	143	376	
	2024년 추경예산	410	-	264	674	
구마모토현 (TSMC, 기쿠요쵸)	2023년 추경예산	342	240	2,374	2,956	
	2024년 추경예산	252	290	4,601	5,143	
계		1,890	3,759	9,302	14,951	

자료: 内閣府 地方創生推進事務局 웹사이트, 「地域産業構造転換インフラ整備推進交付金」(검색일: 2025. 9. 21.).

5. 소결: 평가와 전망

가. 일본정부의 반도체 지원체계

일본정부(경제산업성)의 반도체 부활 전략은 2021년 6월 공표(2023년 6월 개정)된 「반도체·디지털산업전략」에 드러나듯, 반도체 국내 제조기반 확충, 차세대 반도체 프로젝트, 인재육성, 인프라지원 등 반도체 생태계 조성에 필요한 대부분의 조치를 포괄하고 있다. 지금까지 시행된 일본정부의 반도체 지원 제도는 크게 △ 정부보조금 지급(「5G 촉진법」에 의거한 첨단 로직반도체와 메모리반도체의 국내투자지원, 레거시반도체 공급망 강화사업, 「경제안전보장추진법」에 의거한 경제안전보장기금 사업), △ 세액공제(반도체 등 전략분야 국내생산축진 세제), △ 기반시설 확충(지역산업구조전환 인프라정비추진 교부금 사업), △ 반도체 인재육성 프로그램(고등전문학교기구의 'KOSEN 차세대육성 프로젝트', 문부과학성의 '반도체 인재육성 거점형성 사업', 도쿄대학과 LSTC의 반도체 인재육성 프로그램, 경제산업성 주도의 산관학 지역컨소시엄)

으로 대별할 수 있다. 일본정부의 반도체 지원제도를 다른 국가와 비교하는 것은 본고의 연구범위에서 벗어나지만, 지원제도만을 놓고 볼 때는 미국, 중국은 물론 한국에 비해 전혀 손색이 없는 것으로 평가할 수 있다. 다만 각종 제도의 지원 대상 범위를 보면, 첨단 로직반도체(단 Rapidus 지원은 별도)와 첨단 메모리반도체는 물론이고 레거시반도체(MCU, 전력반도체, 아날로그반도체), 반도체 제조장치, 재료·원료 업체까지 말 그대로 반도체 공급망 전체를 아우르고 있음을 확인할 수 있다. 이것은 일본정부(경제산업성)가 ‘경제안보-공급망 강화’라는 명분하에 과거 1960~70년대 일본 금융기관이 사용하였던 ‘호송선단(護送船団)’식 기업지원제도를 차용하고 있는 것으로 해석할 수 있는 부분이다. 후술하겠지만 최근 일본 반도체산업의 국내생산과 고용현황을 살펴보면, 일본정부 반도체 지원제도의 최대 수혜그룹은 반도체 제조장치에 국한되고, 레거시반도체 등 일부 산업에서는 오히려 구조조정 등 시장압력에 직면했다고 유추할 수 있다.

표 3-12. 일본의 반도체 지원제도

	보조금			세액공제	기반시설
제도명	첨단반도체의 국내 생산기반 정비기금 사업	레거시반도체 공급망강화 사업	경제안전보장 기금 사업	전략분야 국내생산 촉진세제	지역산업구조전환 인프라정비추진 교부금 사업
근거법	5G 촉진법	정부예산사업 (465억 엔)	경제안전보장 추진법	산업경쟁력강화법, 2024년도 세제개정대강	중앙정부의 광역자치단체에 대한 교부금
지원대상	첨단 로직반도체, 메모리 반도체(TSMC 구마모토 공장, 키옥시아·웨스턴디지털, 마이크론)	레거시반도체 (MCU, 전력반도체, 아날로그반도체), 국내 레거시 반도체 27개 공장 지원	레거시반도체(르네사스 일렉트로닉스 등 3건), 반도체 제조장치(캐논 1건), 반도체 부품·소재(이비덴 등 8건), 반도체 원료(FC-BGA 기판 등 12건)	반도체의 경우 레거시반도체 (MCU, 전력반도체, 아날로그반도체)에 국한	Rapidus, 키옥시아, 마이크론, TSMC의 반도체 공장 신설·증설에 대해 공업용수도정비, 하수도정비, 도로정비를 지원

표 3-12. 계속

정부보조 비율	보조금			세액공제	기반시설
	설비투자액의 최대 50% ¹⁾	설비투자액의 1/3 (보조상한액 150억 엔)	설비투자액의 최대 1/3 ²⁾		
정부보조 비율	설비투자액의 최대 50% ¹⁾	설비투자액의 1/3 (보조상한액 150억 엔)	설비투자액의 최대 1/3 ²⁾	-	지방교부금 제도
세액공제 기준	-	-	-	세액공제 대상품목의 생산·판매 개시 후 10년에 걸쳐 법인세액의 20% 이내 ³⁾	-
기반시설 지원	-	-	-	-	2023년도/2024년도 총 149.5억 엔의 예산 배정 ⁴⁾

주: 1) TSMC의 경우는 50%, 나머지는 1/3 수준. 첨단 로직반도체, 첨단 메모리반도체 분야에 국한.

2) 레거시반도체(전력반도체 포함), 제조장치, 소재·원료 분야에 국한.

3) 세액공제 대상 품목을 MCU(Micro-Control Unit)와 아날로그반도체(전력반도체 포함)에 국한. 즉 정부보조금에 의한 초기투자지원 대상 분야(첨단로직반도체, 첨단메모리반도체, 반도체 제조장치 및 소재·원료)는 세액공제 대상에서 제외.

4) 중앙정부(경제산업성, 국토교통성)가 예산을 책정한 다음, 해당 광역자치단체의 예산요구에 따라 배분.

자료: 저자 작성.

일본정부가 최대의 역점을 두고 있는 분야는 차세대 반도체 프로젝트(Rapidus, 제조기술 개발 R&D)와 AI 반도체 개발이다. 2022년 8월 도요타자동차 등 8개 기업이 총 73억 엔을 출자하여 설립한 Rapidus는 2나노세대의 첨단 반도체 제조를 목표로 하는 파운드리이다. Rapidus는 2024년 12월 홋카이도 치토세시에 건설한 파일럿 라인에 ASML의 EUV 노광장치를 도입한 데 이어, 2025년 7월에는 GAA 구조의 트랜지스터 시제품 제조에 성공하였다고 발표하였다. 2027년 하반기까지는 미국 올버니 IBM 연구개발거점으로부터 기술을 이전받아 첨단 로직반도체(GAA beyond 2nm)의 양산에 들어가고 반도체 제조 수탁 사업에 본격 진입한다는 계획이다.

일본정부가 Rapidus를 ‘국책회사’ 혹은 ‘국책프로젝트’로 호칭하는 데서 알 수 있듯이, 민간자본만으로는 첨단 반도체 파운드리의 운영이 어렵다고 판단하

고 적극적인 재정지원에 나서고 있을 뿐만 아니라, 과거 경험에 비춰 Rapidus 자력만으로는 첨단 로직반도체 생산이 어렵다고 보고 IBM, Imec 등 미국·유럽의 반도체업체와의 기술협력을 적극 추진하고 있다. 2022년 12월 Rapidus는 IBM과 전략파트너십 계약을 체결하여 2나노세대의 GAA 테스트칩 라이선스를 취득하였고, 2023년 4월에는 미국 올버니 IBM 연구개발거점(Albany Nanotech Complex)에 150여 명의 엔지니어를 파견하여 기술협력을 추진하고 있다. 2022년 12월 Rapidus는 벨기에 Imec과 협력각서(MOC)를 체결하여 기술자 파견, Imec의 일본 거점 설치, LSTC와의 파트너십 체결(EUV 노광장치를 이용한 반도체제조)에 합의하였다. 2022년 12월 기술연구조합형태로 설립된 LSTC는 Rapidus의 양산개시 스케줄에 맞춰 기술개발 로드맵을 책정하고 있다. 예를 들어 설계기술 분야에서는 최첨단 SoC 설계, 短TAT(turn-around time) 설계·검증기술, 칩렛 실장 관련 고밀도 I/F(인터페이스) 설계, 디바이스 분야에서는 첨단 GAA 구조기술, 고신뢰도의 이면배선 기술, CFET 등 2나노세대 기술, 프로세스 분야에서는 클린·그린 제조기술(고수율, 고에너지 효율, 리사이클기술), 재료분야에서는 차세대 반도체 MI(Material Informatics), 후공정 분야에서는 첨단 패키징기술 개발, 그리고 AI 반도체 분야에서는 엣지 AI 반도체 가속기(액셀러레이터) 개발을 상정하고 있다. Rapidus의 파운드리로서의 과제에 대해서는 본 절 후미의 “다. 과제: Rapidus의 성패”에서 상술하기로 한다.

일본정부의 차세대 반도체 프로젝트 중 제조기술 개발(R&D 프로그램)은 NEDO의 5G 포스트 기금을 활용한 전공정 제조기술과 후공정 제조기술 개발 프로젝트로 나누어 추진 중이다. 전자에서는 2021년 3월 △ 첨단 3D구조 로직반도체 기기의 제조·프로세스 기술개발과 △ 노광주변기술 개발: EUV 노광장치용 차세대 포토레지스트 기술개발 프로젝트가 대표적이다. 후자에서는 고성능 컴퓨팅용 패키징 기술 개발, 엣지 컴퓨팅용 패키징 기술개발, 공통기반 기술 개발, 2나노세대 반도체의 칩렛·패키징 설계·제조기술 개발, 후공정 자

동화 기술개발 및 표준화 등 5개 영역에서 R&D 프로젝트를 가동 중이다. 후공정 제조기술 개발과 관련하여 주목해야 할 점은 일본정부가 로직반도체와 주변장치(메모리, 센서, AI칩, RF 등)를 단일 패키지에 통합하는 2.xD, 3D 패키징 기술 개발이 중요하다고 보고, Rapidus의 첨단 패키지 기술개발과 병행하여 자국의 재료·장치 기업의 경쟁력 강화를 위해⁷⁹⁾ TSMC, 삼성전자와의 협력 프로젝트를 병행하고 있다는 점이다. 이 점은 향후 한일 간 반도체 산업협력에 새로운 지평을 제시하는 것으로서, 본고 제5장(한일 간 반도체 산업협력 현황)에서 다시 다루기로 한다.

마지막으로 AI 반도체 개발과 관련하여 일본정부는 AI 계산기반기술 개발이 중요하다고 보고, NEDO의 5G 포스트 기금을 활용하여 △ 초절전 AI 가속기(액셀러레이터 칩), △ 해당 칩을 활용한 AI 서버시스템과 제어기술, △ 고밀도 데이터센터 기술과 제어기술, 그리고 이들을 수직통합한 △ 초절전·고밀도 AI 계산기반과 최적 운용기술 개발에 나섰다. LSTC(일)와 미국 Tenstorrent 간 협력에 의한 엣지 AI 반도체 기술 개발, 도요타·혼다·닛산 등 일본 자동차업체를 중심으로 결성된 기술연구조합 ASRA에 의한 자동차용 최첨단 SoC 기술개발, EdgeCortex에 의한 통신용 AI 반도체 개발, 그리고 Preferred Networks에 의한 계산자원용 AI 반도체(MN-core) 개발이 그것이다. 이 점 역시 향후 한일 간 반도체 산업협력에 대한 새로운 방향을 제시하는 것으로서 본고 제5장(한일 간 반도체 산업협력 현황)에서 다시 다루기로 한다.

79) 경제산업성이 후공정 관련 기술개발에서 자신감을 내비치고 있는 기업은 재료 영역에서는 △ RESONAC(구 쇼와덴코, 재료평가플랫폼 기술, 미세 범프(bump), 미세배선, 대형 평탄기판), △ 스미토모베이크라이트(봉지재, 광광제, 안테나용 수지, 부재·프로세스 영역에서는 △ 이비덴(IBIDEN, IC패키지 기판), △ 신코전기공업(기판, 미세배선·고정밀패키징), △ 소니세미컨덕터솔루션즈(좁은 피치의 직접접합), △ RaaS(저온 직접접합), △ 도레이(하이브리드 접합, 대형 칩 레이저 전자), △ 야마하(Chip-On-Wafer 직접접합) 등이다.

나. 일본 반도체산업의 자국 내 생산 동향

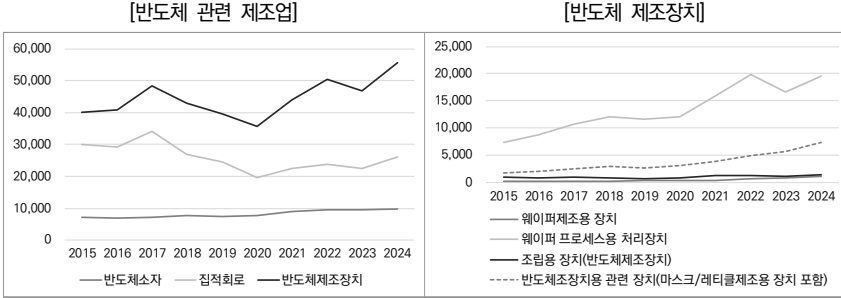
일본 반도체산업(반도체소자, 집적회로, 반도체제조장치)의 국내 생산 동향을 보면, [그림 3-8]에서 알 수 있듯이 일본정부가 경제안보 관점에서 반도체 산업에 대한 지원책을 강화하고 있는 것을 반영하며 2020년을 전환점으로 이후 생산량이 대폭 늘고 있음을 확인할 수 있다. 그중에서도 일본 국내 반도체 제조업지의 특성상 첨단 반도체 제품보다는 레거시반도체(MCU, IGBT, 발광다이오드, 레이저 다이오드, 모스형 메모리, 혼성집적회로)와 반도체 제조장치(웨이퍼 프로세스용 처리장치, 마스크·레티클 제조용 장치 등 반도체 제조장치용 관련장치)의 생산량 증가가 눈에 띈다.

2018년 기준, 일본 반도체산업(반도체소자, 집적회로, 반도체 제조장치)의 고용인력은 15.7만 명인데 이는 20년 전인 1998년의 23.3만 명에 비해 30% 이상 감소한 수치이다. 다만 반도체 제조장치 분야에서는 1998년 3.3만 명에서 2018년 6.4만 명으로 배가하였다. 2023년 전체 반도체산업의 고용인력 수는 19.4만 명으로 2018년 대비 총 3.7만 명 증가하였는데, 반도체 제조장치 분야가 6.4만 명에서 9.6만 명으로 증가함으로써 반도체산업의 고용증가를 견인하고 있음을 확인할 수 있다. 다만 반도체소자 분야는 3.1만 명에서 3.7만 명으로 증가하는데 그쳤고, 집적회로 제조업 분야는 오히려 6.2만 명에서 6.1만 명으로 감소하였다.⁸⁰⁾ 1998년 집적회로 분야의 고용인력이 15.6만 명이었음을 감안하면 레거시반도체에 대한 정부지원의 효과에 대해서는 재고의 여지가 큰 것으로 보인다.

80) 河村佳萌(2025. 8. 29.), p. 4.

그림 3-8. 일본 반도체 관련 산업의 자국 내 생산 동향

(단위: 억 엔)



자료: 經濟産業省, 「生産動態統計調査」.

다. 과제: Rapidus의 성패

일본정부가 표방하는 반도체산업의 부활은 Rapidus의 성공 여부가 열쇠를 쥐고 있다고 해도 과언이 아닌데, 현재 Rapidus가 직면하고 있는 과제는 자금 조달 문제, 2나노급 반도체의 양산 문제, 고객확보 문제, 인재확보 문제 등 다양하다.⁸¹⁾ 첫 번째 과제로 대두되고 있는 자금조달 문제는 결국 민간기업의 Rapidus에 대한 낮은 기대감에 기인한다. 일본정부(경제산업성)는 Rapidus에 ‘국책반도체’라는 수식어를 붙이는데, 이것은 일본정부가 첨단반도체 파운드리 Rapidus의 거버넌스를 주도하겠다는 것을 의미한다. 2022년 8월 설립 당시 Rapidus는 도요타자동차, 소프트뱅크, 소니그룹 등 8개 기업이 73억 엔을 출자하고 경제산업성도 약 3,000억 엔을 투자하는 민관일체의 대형 프로젝트 성격으로 시작하였다. 그러나 Rapidus의 양산 실현에는 5조 엔의 투자가 필요한 데 반해, 일본정부는 지금까지 정부 보조금을 포함해 2조 엔 정도만 확보한 상태이고 나머지 3억 엔의 자금을 확보해야 하는 과제에 직면하고 있다. 바꿔 말하면 민간기업들이 Rapidus에 대한 출자를 주저하고 있음을 반증하는

81) 본고가 제시하는 Rapidus의 직면 과제는 三浦夏乃(2025. 9. 9.)에서도 확인할 수 있다.

것인데, 일본의 반도체 관련 기업들은 Rapidus가 지금까지 기술개발과 고객 확보 측면에서 가시적인 성과를 거두지 못한 점, Rapidus가 양산하게 될 첨단 반도체 공급 전망이 불투명한 점에서, 예를 들어 2030년대에 Rapidus가 양산하게 될 자동차용 첨단반도체 수요가 자체 전망치에 미치지 못할 것이라는 회의론을 크게 제기하고 있다.⁸²⁾

둘째, 일본정부가 목표로 하고 있는 2027년 하반기 양산개시와 관련하여 제기되는 문제는 Rapidus가 첨단 반도체 파운드리 전략으로 내세우고 있는 短TAT⁸³⁾를 둘러싼 논쟁으로 귀결된다. 2000년대 초반 경제산업성이 주도한 히노마루 파운드리(공동 팹) 설립 구상의 주역이라 할 수 있는 Rapidus 사장 고이케 아쓰요시(小池淳義)⁸⁴⁾는 당시의 경험을 바탕으로 Rapidus의 短TAT 기술 확립을 통한 설계와 제조의 동시 최적화, 즉 DMCO(Design Manufacturing Co-Optimization)를 강조하고 있다.⁸⁵⁾

Rapidus는 이를 실현하기 위해 AI와 센서를 통해 제조공정에서 수집하는 빅데이터를 활용하여 설계의 효율화를 도모하는 MFD(Manufacturing For Design)라는 개념도 도입하고 있다. Rapidus는 웨이퍼를 한 장씩 낱장처리하면 배치(batch)식에 비해 100배 이상의 빅데이터를 수집할 수 있다고 주장한다. 이들 데이터를 설계 측에 피드백함으로써 MFD가 실현되고 PDK⁸⁶⁾에서의 프로세스 마진이나 설계 마진을 증대시킬 수 있다는 주장이다. 다시 말해 현재는 설계·웨이퍼제조·패키지의 수평분업이 대세지만, Rapidus는 중간 벽을 무너뜨려 설계·웨이퍼제조·패키지를 통합한 'RUMS(Rapid & Unified Manufacturing Service)'라는 새로운 형태로 운영하여 기존 반도체 제조사

82) 「ラピダス、株主に議決権。既存8社が追加出資で足並み」(2024. 10. 18.).

83) TAT: Turn Around Time, 제조공정의 일부 또는 전부를 처리하는데 드는 시간.

84) 히타찌제작소 출신. 2000년 대만 UMC와 트레센티 테크놀로지 합작설립. 본문 [글상자 4-1] 참고.

85) 당시 트레센티 테크놀로지는 세계최초의 300mm 제조라인을 갖추고 있었고, 웨이퍼를 한 장씩 처리하는 매엽(枚葉)방식과 자동화시스템에 의해 제조 TAT(turn-around time)를 대폭 줄일 수 있는 강점을 보유하고 있었다(글상자 4-1).

86) PDK(Process Design Kit)란 어떤 특정 반도체를 만들기 위해 설계데이터를 모아놓은 것을 말한다.

이클을 60% 단축하는 것을 목표로 내걸고 있다. 요컨대 Rapidus는 고객이 상품(반도체) 기획만 해준다면 Rapidus가 설계에서 전공정, 후공정 제조, 패키징까지를 일괄(end-to-end) 수탁한다는 전략이다.

이에 대해 반도체 애널리스트인 미나미카와 아키라(南川明)는 3나노 반도체의 개발에서 제조까지 2년 가까운 시간이 드는 점을 들어 Rapidus의 短TAT 전략을 높이 평가한다.⁸⁷⁾ 반면 이노우에 고키(井上弘基)는 과연 Rapidus의 短TAT 전략이 수익모델로 정착할 것인지 회의적이다.⁸⁸⁾ Rapidus는 TSMC와 같은 메가 파운드리와 경쟁, 경합하기보다는 이들 메가 파운드리의 ‘손길이 닿지 않는’ 소량생산의 영역에 집중한다는 전략을 누누이 강조하지만, 아직 이렇다 할 고객을 확보하지 못한 상태에서 Rapidus의 短TAT 전략과 소량생산이 과연 정합적일지 의문이라는 것이다.

이외에도 Rapidus가 계획대로 2027년 말까지 2나노 반도체 칩 양산에 성공하기 위한 기술적 과제로서 △ 2나노 공정의 제조기술 확립(GAA FET 도입), △ EUV 리소그래피의 도입과 안정적 운용, △ 해외 협력파트너(IBM, Imec)와의 기술협력·이전(기술이전에 관한 실무 지식, 지식재산권과 계약 관리, 국제적 연구개발과 속도조절), △ 국내공급망의 취약성(2나노 제조에는 100종류 이상의 고순도화학제품, 가스, 웨이퍼, 포토레지스트, 정밀장치 등이 필요한데, 국내 공급능력만으로 부족), △ 제조수율 제고(결함검출기술, 공정간 제어기술의 균등화, 웨이퍼의 실시간 모니터링 기술), △ 첨단 패키징·칩렛설계 개발 등을 제기하고 있다.

세 번째 과제는 첨단 반도체 설계 분야에서의 인재육성이다. 일본정부가 추진 중인 반도체전략이 정상 작동하기 위해서는 반도체산업, 그중에서도 최첨단 반도체의 설계 엔지니어 인력의 확보가 필수라는 점에서는 이론이 없다. 특히 일본에는 첨단반도체를 제조하는 기업이 존재하지 않다 보니 반도체

87) 「常識破り国策半導体ラピダス成功に必要なこと」(2023. 11. 23.), p. 4.

88) 井上弘基(2025. 3. 11.).

EDA(Electronic Design Automation) 분야의 생태계가 열악하고, 교육현장도 산업계와는 괴리된 이론 교육 중심이었다는 자성론이 대두되고 있다. Rapidus가 계획대로 2027년 중에 2나노 반도체 칩 양산개시에 성공한다 하더라도 반도체를 설계하고 제조할 수 있는 인재가 육성되지 않는 한 일본 반도체산업의 부활은 요원하다는 지적이다. Rapidus를 중심으로 도쿄대학 등 총 22개 대학·연구기관이 2022년 12월 기술연구조합 형태로 설립한 LSTC의 경우, 기술개발관리 본부 산하에 설치한 인재개발부문과 인재육성검토위원회 산하에 설치한 4개 워킹그룹⁸⁹⁾을 중심으로 반도체 인재육성에 주력하고 있다. 첨단반도체 인재육성과 관련해서는 최첨단 반도체의 설계·제조를 담당하는 글로벌 인재의 육성과 지역컨소시엄⁹⁰⁾의 연계에 방점을 두고 있다.⁹¹⁾ 이 중 일본정부의 기대감이 높은 것은 LSTC가 2024년 11월 NEDO의 「포스트5G 정보통신시스템 기반강화 연구개발 사업-인재육성」 자금을 활용하여 운용 중인 ‘최첨단 디지털 SoC 설계인재 육성 프로그램(ADIP: Advanced SoC Design Talent Incubation Program)’이다.⁹²⁾ 대학생과 대학원생을 대상으로 하는 이 프로그램(RISC-V 코스와 AI 액셀러레이터 코스)을 통해 양성되는 엔지니어 등을 Rapidus와 협업 중인 미국 반도체 설계 기업 Tensorrent USA에 OJT(On the Job Training) 연수 파견한다는 계획이다. 다만 2025년 9월 현재 경제산업성이 당초 강조한 NSTC⁹³⁾와의 협력 프로그램은 아직 가동되지 않고 있다.

89) 대학·지역·산업연계 WG, 설계인재WG, 신사업창출WG, 미래공동창조인재 WG.

90) 본문 참고.

91) 經濟産業省(2025. 5. 30.), p. 57.

92) ADIP 프로그램의 운용상황은 LSTC 웹사이트, 「AdiP」(검색일: 2025. 9. 21.)에서 확인할 수 있다.

93) 미국 국립반도체기술센터(National Semiconductor Technology Center). 2022년 8월 제정된 「반도체지원법(CHIPS Act)」에 의거하여 설립된 민간 연구개발 컨소시엄이다. 2024년 8월 우수인력센터(WCoE: Workforce Center of Excellence)가 출범했다.

제4장



일본의 반도체 공급망 구조 변화 분석

1. 분석 배경 및 방법론
2. 일본 반도체산업의 투입 구조 변화
3. 일본 반도체산업의 수입 구조 변화
4. 소결



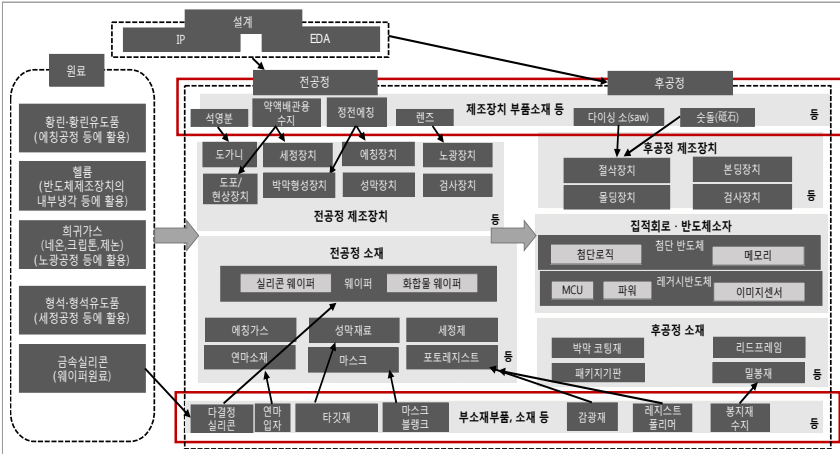
1. 분석 배경 및 방법론

일본은 AI 시대에 기간 산업이 되는 반도체산업 육성 차원에서 정부 주도로 대규모 지원, 국제협력, 첨단기술 개발 등의 정책을 추진하고 있다. 다만 글로벌 시장 점유율 측면에서 확인되듯 일본 반도체산업은 미국, 한국, 대만 등에 추월당한 상황이다. 국제 경쟁력을 회복하기 위해서는 산업·혁신 정책 측면에서 글로벌 경쟁 구도 심화, 전문 인력 부재, 정부 주도 첨단기술 투자에 따른 리스크 등을 극복해야 하며, 동시에 공급망 정책 측면에서 핵심 원자재의 높은 해외 의존도와 같은 공급망 취약성을 해소해야 하는 과제에 봉착해 있다.

[그림 4-1]을 통해 확인할 수 있는 일본의 반도체 공급망 구조에서 일본 정부가 가진 문제의식은 다음과 같다.⁹⁴⁾ 첫째, 희귀가스, 황린, 형석 등 일본에 매장되어 있지 않은 반도체 핵심 원료는 해외 의존도가 높아, 이들 자원의 공급이 중단될 리스크가 이미 현실적인 문제로 대두되고 있다. 여기에는 일본이 경쟁력을 가진 재료(소재), 반도체 제조장치의 성능을 좌우하는 원재료가 포함되어 있어 공급망 상류(upstream)를 중심으로 한 공급망 안정성 강화가 요구된다. 둘째, 일본은 반도체 재료(소재) 및 반도체 제조장치에 일정 정도 경쟁력을 확보하고 있으나, 일부 부품·재료(소재), 장치에 대해서는 수입 의존율이 높아 공급망 취약성이 내재되어 있다. 셋째, 일본은 레거시반도체와 같은 일부 완제품에서 경쟁력을 확보하고 있으나 일부는 해외 의존도가 높은 실정이다. 넷째, 글로벌 반도체 수요가 크게 증가하고 글로벌 경쟁 구도가 심화되는 점에서 일본이 현재 경쟁력을 확보하고 있는 품목일지라도 향후 경쟁력이 약화될 우려가 있다. 이러한 인식 아래 일본은 공급망 안정화 정책을 현재 공급 단절 리스크가 큰 품목에 한정하지 않고, 자국이 강점을 가진 분야까지 포괄적으로 추진하고 있다.

94) 經濟産業省(2025. 5. 16.).

그림 4-1. 일본의 반도체산업 공급망 구조



자료: 經濟産業省(2024. 2.), 「半導体に関する最近の政策動向について」, p. 13.

일본정부의 문제의식을 바탕으로 본 절에서는 일본의 반도체 공급망 구조 변화와 공급 단절 리스크를 분석함으로써 일본의 반도체 공급망 안정화 확보가 필요한 분야를 선별해 한일 반도체 공급망 협력에 대한 시사점을 도출하는 것을 목적으로 한다. 일본정부가 2021년 「경제안전보장추진법」상 반도체를 국가전략물자로 지정해 반도체 공급망 정책을 추진하기 시작했다는 점을 반영하여, 본 절은 2018년에서 2024년의 기간 동안 일본의 반도체 공급망 구조 변화를 살펴봄으로써 공급망 리스크 변화를 함께 살펴본다.

공급망 안정화 관점에서의 공급망 구조 분석은 반도체 생산에 투입되는 품목의 대체 가능성이 핵심일 것이다. 이에 수입품을 국산품으로 대체할 수 있는지를 점검할 목적으로 일본 산업연관표를 활용해 일본 반도체 생산의 투입구조 변화를 분석하였다. 구체적으로 2015년에서 2020년의 기간 동안 집적회로, 반도체소자, 웨이퍼 생산을 위한 중간재 투입 품목의 외부 의존율(수입/수입+국산)을 점검하였다. 다만 산업연관표의 산업 분류는 높은 수준으로 집계되어 있어, 세부 품목별로 노출된 공급 단절 리스크를 간과할 여지가 있다.

이에 추가적으로 일본의 수입통계를 활용해 수입 공급망 구조를 분석함으로써, 반도체 생산에 활용되는 주요 품목의 수입 규모와 특정 국가에 대한 의존도가 높은 품목을 점검해 일본이 공급망 안정성을 확보할 필요가 있는 품목을 확인하였다. 반도체 공급망은 일본정부 문헌(經濟産業省 2024)과 OECD(2019, 2025), 김혁중, 오종혁, 권혁주(2023)을 참고하여 최종재에 해당하는 집적회로·반도체소자(본문에서는 비메모리 반도체, 메모리 반도체, 반도체소자로 구분), 반도체 제조장치, 웨이퍼 및 관련 원재료, 원료·재료(소재)·부분품으로 구분하고 품목별 특정 국가에 대한 수입 의존율을 확인하였다. 다만 수입통계를 활용한 분석 또한 생산지가 편재되어 있고 공급망 상류에 해당되는 자원(원재료)을 특정하지 못하는 한계가 있다.⁹⁵⁾ 이는 富士經濟(2025) 등의 자료를 참고해 보완하고자 하였다.

2. 일본 반도체산업의 투입 구조 변화

가. 집적회로

[표 4-1]은 2020년과 2015년 집적회로 생산에 투입되는 주요 품목과 품목별 외부의존율(수입/(수입액+국내생산액))을 살펴본 것이다. 집적회로란 반도체 웨이퍼에 다이오드(Diode), 트랜지스터와 같은 여러 반도체소자를 하나의 칩에 집적한 전자부품을 일컫는다.⁹⁶⁾ 2020년 집적회로 생산에는 수입된 집적회로의 투입계수가 0.13으로 가장 높게 나타났으며,⁹⁷⁾ 그다음으로 웨이퍼를

95) 반도체 공급망에서의 대표적인 예로는 저순도 갈륨, 산화텅스텐을 들 수 있다. 해당 자원은 일본의 HS9 단위에서 다른 자원과 합쳐져 하나의 품목으로 다뤄지고 있다.

96) 2020년 산업별 국내생산표에 따르면 일본 집적회로의 국내 생산액 351.7조 엔 중 실장되지 않은 집적회로의 생산 비중이 53%를 차지하였으며, 그 다음으로 MPU(15%), 혼성집적회로(12%), 기타 메모리(10%) 순이었다.

97) 집적회로 생산에 사용되는 집적회로는 '전공정을 통해 가공된 웨이퍼·다이', 즉 실장(후공정)되지 않은 집적회로를 의미한다.

포함하는 기타 전자부품(0.079)과 기타 비철금속 지금(地金)(0.043) 순이다.

2020년 일본 집적회로 산업의 중간재 외부의존율은 34%(제조업 계: 48.3%)으로, 후술하는 반도체소자, 기타전자부품 대비 높은 것으로 확인되었다. 집적회로 생산에 투입되는 상위 10대 품목 중에서는 집적회로(외부의존율 100%) 외에도 전선·케이블(49%), 기타 비철금속 지금(29.5%), 탄소·흑연 제품(28%)에 대한 외부의존율이 높게 나타났다. 그 외에는 '기타 전기기계기구'의 외부의존율이 100%로 집계된 점이 주목된다.⁹⁸⁾

한편 집적회로 생산 투입재 중 공업용 플라스틱, 기타 비철금속 제품, 분말·금 제품, 전자회로, 공업용 도자기⁹⁹⁾는 국산화율이 90% 이상인 것으로 나타난다. 재료(소재) 강국으로서 일본의 경쟁력이 엿보이는 대목이다.

표 4-1. 집적회로 생산 내 제품별 투입계수 및 수입 비중(2015년, 2020년)

순 위	2015			2020		
	중간재	투입계수	외부 의존율	중간재	투입계수	외부 의존율
1	집적회로	0.144	100%	집적회로	0.130	100%
2	기타 전자부품	0.063	23.0%	기타 전자부품	0.079	15.0%
3	기타 비철금속 지금	0.041	27.8%	기타 비철금속 지금	0.043	29.5%
4	전자회로	0.034	14.7%	전자회로	0.036	9.8%
5	기타 전기기계기구	0.021	86.0%	탄소·흑연 제품	0.011	28.0%
6	탄소·흑연 제품	0.010	34.3%	공업용 플라스틱 제품	0.008	0.4%
7	공업용 플라스틱 제품	0.008	0.4%	전선·케이블	0.007	49.0%
8	전선·케이블	0.008	43.3%	기타 비철금속제품	0.007	0.0%
9	분말·금 제품	0.008	0.0%	분말·금 제품	0.006	0.0%
10	공업용 도자기	0.007	7.2%	공업용 도자기	0.006	8.6%
11	기타 비철금속제품	0.006	0.0%	기타 전기기계기구	0.005	100%
-	기타 무기화학공업제품	0.004	13.5%	기타 무기화학공업제품	0.004	13.0%

98) 기타 전기기계기구는 도입선, 태양전지모듈, 기타 미분류 전기기계기구가 포함된다. 일본 산업연관표의 기본산업 분류에는 반도체제조장치 산업(웨이퍼프로세스용 처리장치, 조립용 장비, 기타 반도체제조장치, 디스플레이제조장치 등)이 별도로 분류되어 있으나 집적회로 투입 산업에 포함되지 않았다.

99) 미세 세라믹 IC 기판 및 미세 세라믹 IC 패키지가 포함된다.

표 4-1. 계속

순 위	2015			2020		
	중간재	투입계수	외부 의존율	중간재	투입계수	외부 의존율
-	메탄유도품	0.004	46.7%	메탄유도품	0.004	37.8%
-	연마제	0.001	4.4%	연마제	0.001	4.4%
-	유리제가공소재	0.001	13.0%	유리제가공소재	0.001	9.5%
-	구리가공품(伸銅品)	0.003	33.6%	구리가공품(伸銅品)	0.003	35.7%
-	제조부문 계	0.403	52.4%	제조부문 계	0.369	48.3%
-	내생부문 계	0.575	37.4%	내생부문 계	0.536	34.0%

주: 1) 투입계수(생산자가격 기준)는 생산 1억 엔 당 해당 품목이 얼마나 투입되었는지를 의미함.

2) 천연가스, 액화석유가스, 가죽모피류는 미포함됨.

자료: 総務省, 「令和2年(2020年)産業連関表: 輸入表(基本分類)」(검색일: 2025. 6. 21.).

나. 반도체소자

일본 반도체소자 산업은 다이오드와 트랜지스터를 포함하는 디스크리트 반도체, 태양전지셀, 기타 반도체소자를 포함한다.¹⁰⁰⁾ 반도체소자 생산에는 웨이퍼·반도체 부품을 포함하는 기타 전자부품이 0.334로 가장 높은 투입계수를 보였으며, 그다음 전자회로(0.063), 기타 전기기계기구(0.029), 기타 비철 금속 지급(0.026) 순이었다.

2020년 반도체소자 생산에 투입된 제조업 상품의 외부의존율은 19%로, 기타 전자부품과 집적회로 투입 구조와 비교했을 때 국산화율이 높게 나타났다. 반도체소자 생산을 위한 상위 10대 품목 중에서는 기타 전기기계기구(99.1%)와 메탄 유도품(33.3%)이 비교적 높은 외부의존율을 보였다. 메탄유도품 외부 의존율 또한 37.9%로 비교적 높게 집계되었다. 메탄유도품에는 플루오린화 탄소 등이 포함되는데, 반도체 식각 및 세정공정에 활용되는 것으로 파악된

100) 2020년 산업별 국내생산표에 따르면 일본 반도체소자 산업의 국내 생산액은 74.2조 엔을 기록하였으며, 세부 산업별로는 발광다이오드(26%), IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor: 22%), 기타 광전변환소자(11%) 순으로 생산 비중이 높게 나타났다.

다.¹⁰¹) 또한 반도체 재료(소재)·원재료에 해당되는 기타 무기화학공업제품의 외부의존율은 약 28%로, 집적회로 생산에 투입되는 기타 무기화학공업제품(13%)보다 높은 외부의존도를 나타냈다. 한편 반도체소자 생산에 투입되는 전자회로, 기타 비철금속 지금, 플라스틱필름시트, 분말·금 제품의 국산화율은 90% 이상이었다.¹⁰²⁾

표 4-2. 반도체소자 생산의 투입제품별 투입계수 및 수입 비중(2015년, 2020년)

순위	2015			2020		
	중간재	투입계수	외부의존율	중간재	투입계수	외부의존율
1	기타 전자부품	0.312	23.0%	기타 전자부품	0.334	13.9%
2	기타 전기기계기구	0.090	86.0%	전자회로	0.063	8.7%
3	전자회로	0.054	14.7%	기타 전기기계기구	0.029	99.1%
4	기타 비철금속 지금	0.023	6.0%	기타 비철금속 지금	0.026	6.3%
5	탄소·흑연 제품	0.007	34.3%	탄소·흑연 제품	0.009	25.8%
6	기타 플라스틱 제품	0.007	16.8%	기타 플라스틱 제품	0.009	16.9%
7	인쇄·제판·제본	0.006	1.1%	기타 고무 제품	0.005	11.4%
8	기타 고무 제품	0.004	12.1%	메탄 유도품	0.004	33.3%
9	분말·금 제품	0.004	0.0%	분말·금 제품	0.004	0.0%
10	플라스틱필름시트	0.004	0.4%	플라스틱필름시트	0.004	0.0%
-	기타무기화학공업제품	0.0009	33.5%	기타무기화학제품	0.0009	28.6%
-	기타유기화학공업제품	0.002	26.9%	기타유기화학공업제품	0.002	25.0%
-	제조부문 계	0.522	32.3%	제조부문 계	0.488	19.0%
-	내생부문 계	0.650	26.4%	내생부문 계	0.659	14.8%

자료: 総務省, 「令和2年(2020年)産業連関表: 輸入表(基本分類)」(검색일: 2025. 6. 21.).

101) SK 머티리얼스 홈페이지(검색일: 2025. 10. 3.).

102) 2020년 한국 개별소자 생산에 투입되는 상품의 외부의존도를 살펴보면 기초무기화학합물이 90%, 기타 화학제품이 88%, 기타 비철금속 1차 제품이 97%로 높은 수준을 보였다.

다. 웨이퍼

반도체 웨이퍼 산업의 투입 구조는 산업연관표의 기타전자부품 산업의 투입 구조를 통해 확인할 수 있다. 일본은 웨이퍼와 집적회로·반도체소자 반도체 부품을 ‘기타 전자부품’으로 분류하고 있다.¹⁰³⁾ 기타 전자부품 생산에는 웨이퍼 생산원료인 금속실리콘을 포함하는 기타 비철금속 지금이 높은 투입계수를 보였는데, 외부의존율은 2015년 약 78%에서 2020년 약 81%로 확대되었다.

상위 10대 투입 품목 중에서는 집적회로(51%)와 기타 비철금속 제품(100%)이 높은 외부의존율을 보였다.¹⁰⁴⁾ 상위 10대 투입 품목은 아니지만 외부 의존율이 80%를 상회하는 품목으로는 반도체 소자, 구리가공품, 기타전기기계기구, 합성안료, 촉매 등이 포함된다. 전자회로, 공업용 도자기, 기타 금속제품, 분말·금 제품의 국산화율은 90% 이상을 기록했다.

표 4-3. 기타 전자부품 산업 내 제품별 투입계수 및 수입 비중(2015년, 2020년)

순위	2015			2020		
	중간재	투입계수	외부 의존율	중간재	투입계수	외부 의존율
1	기타 전자부품	0.152	23.0%	기타 전자부품	0.188	16.3%
2	전자회로	0.072	14.7%	전자회로	0.078	8.6%
3	집적회로	0.045	63.8%	집적회로	0.055	51.0%
4	공업용 도자기	0.037	8.6%	공업용 도자기	0.028	9.5%
5	전선 케이블	0.023	42.5%	기타 비철금속 지금	0.026	80.5%
6	기타 비철금속 지금	0.021	77.8%	전선 케이블	0.019	49.4%
7	분말, 금 제품	0.012	0.0%	기타 비철금속 제품	0.015	100%
8	알루미늄 압연 제품	0.011	0.0%	기타 금속제품	0.012	2.2%

103) 2020년 일본의 실리콘 웨이퍼 국내 생산액은 5,350억 엔으로 기타 전자부품의 국내 생산액(약 58.5조 엔)의 약 9.1%의 비중을 차지한다. 따라서 [표 4-1]에 나타난 외부의존율을 해석할 때 비반도체 산업용 전자부품이 포함되어 있음을 상기할 필요가 있다.

104) 기타 전자부품 생산 상위 10대 투입산업은 아니지만 반도체소자, 구리가공품(타깃재), 합성안료, 촉매 또한 높은 수입의존율을 기록했다.

표 4-3. 계속

순위	2015			2020		
	중간재	투입계수	외부 의존율	중간재	투입계수	외부 의존율
9	기타 비철금속 제품	0.011	88.1%	분말, 금 제품	0.011	0.0%
10	금속 프레스 제품	0.009	17.7%	알루미늄 압연 제품	0.008	39.6%
-	기타 전기기계기구	0.008	86.0%	반도체소자	0.005	80.5%
-	반도체소자	0.006	80.5%	구리가공품(伸銅品)	0.003	100%
-	구리가공품	0.005	88.1%	기타 전기기계기구	0.002	99.3%
-	기타 무기화학공업제품	0.005	26.7%	기타 무기화학공업제품	0.0004	26.9%
-	촉매	0.0004	85.1%	촉매	0.0006	90.9%
-	합성안료·유기원료	0.00002	67.1%	합성안료·유기원료	0.00002	100.0%
-	제조부문 계	0.497	28.5%	제조부문 계	0.519	26.5%
-	내생부문 계	0.640	22.8%	내생부문 계	0.665	21.2%

자료: 総務省, 「令和2年(2020年)産業連関表: 輸入表(基本分類)」(검색일: 2025. 6. 21.).

3. 일본 반도체산업의 수입 구조 변화

본 절은 반도체산업을 비메모리 반도체, 메모리 반도체(이상 ‘집적회로’ 산업), 반도체 소자(이상 ‘반도체 소자’ 산업), 반도체 제조장치, 반도체 재료(소재: 웨이퍼, 마스크, 포토레지스트, CMP, 타깃재), 반도체 원료로 구분해 일본의 공급망 단절 리스크를 분석한다.

일본의 반도체 공급망별 수입 추이를 살펴보기 전 2018년부터 2024년의 기간 동안 본 절의 연구 범위에 포함된 일본의 반도체산업 수입 추이를 살펴보면 다음과 같다. 일본의 반도체산업 수입액은 2018년 약 4.4조 엔(약 394억 달러)에서 2022년 6.7조 엔(약 510억 달러)까지 확대되었다. 최근 2년간 일본의 반도체산업 수입 규모는 2023년 6.5조 엔(464억 달러), 2024년 6.1조 엔(약 406억 달러)으로 감소세를 보였으나, 여전히 코로나19 발생 이전 수준을 상회하고 있다.

국가별로는 대만으로부터의 수입 비중이 2024년 약 37%로 가장 높았으며, 특히 코로나19를 기점으로 대만에 대한 수입 의존도가 확대된 것을 볼 수 있다(표 4-4). 특히 비메모리 반도체 수입에서 대만의 비중은 2018년 48.4%에서 2024년 57.7%로 증가하였고, 2024년 메모리 반도체의 수입 비중도 50.5%로 최대 수입국을 기록했다. 일본의 2위 반도체 수입국은 미국으로 특히 반도체 장비에서의 수입 비중이 25.4%로 높았으며, 시스템반도체(6.8%), 웨이퍼(23.2%), 재료 및 부품(25.9%)에서도 2위 수입국으로 자리매김했다. 일본의 3위 반도체산업 수입국은 중국이었다. 2024년 기준 반도체 세부 산업별 중국의 수입 비중이 가장 높았던 산업은 반도체소자(24.5%), 웨이퍼(24.5%), 재료 및 부품(28.3%)이었다. 한국은 일본의 반도체 4위 수입국으로 전체 약 8%의 수입 비중을 보였다. 메모리반도체에서는 2위 수입국(20.4%), 웨이퍼에서는 3위 수입국(16.1%)이었다.

표 4-4. 국가별 일본의 반도체산업 수입 비중 추이

구분		2018	2020	2022	2023	2024
반도체 산업	엔	4조 3,569억	3조 6,652억	6조 7,116억	6조 5,266억	6조 1,429억
	달러	394억	343억	510억	464억	406억
대만		29.9%	35.5%	39.6%	42.0%	37.2%
중국		14.1%	13.4%	12.8%	10.9%	12.0%
미국		20.4%	17.6%	13.5%	12.8%	12.4%
한국		8.9%	7.1%	8.1%	6.6%	7.8%

주: 반도체산업의 범위는 표 [4-5], [4-8], [4-10], [4-12], [4-14], [4-16], [4-18], [4-20], [4-22], [4-24], [4-26], [4-28] 및 부품(HS8541.90, HS8542.90)을 포함.

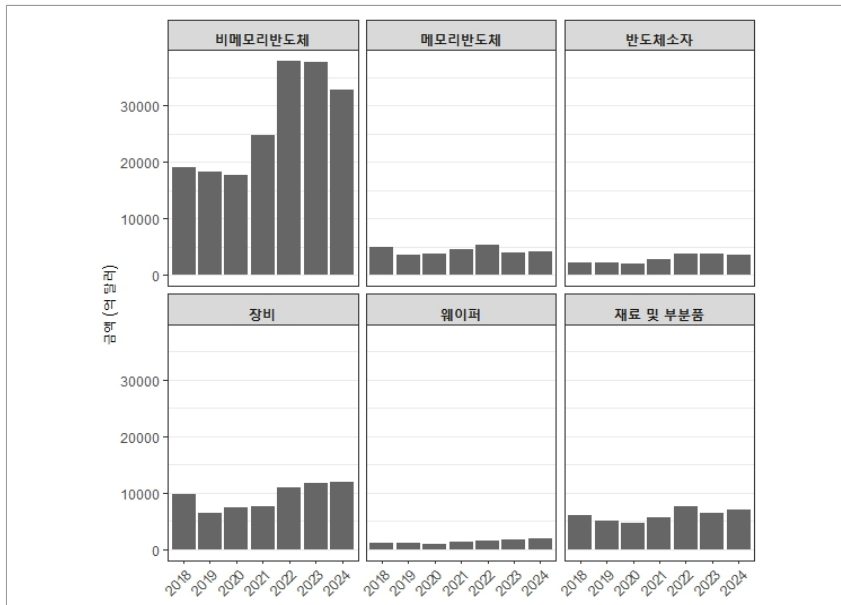
자료: 財務省, 「普通貿易統計」(검색일: 2025. 6. 21.); 엔/달러 환율은 BIS(검색일: 2025. 9. 17.).

[그림 4-2]는 일본의 반도체산업별 수입 동향을 보인 것이다. 일본의 반도체 산업 수입 중에서는 비메모리 반도체의 수입 규모가 가장 큰 비중을 차지하고 있는 것을 볼 수 있다. 2018~24년의 기간 동안 비메모리 반도체 수입액은 연

평균 3.8% 증가해 2024년 약 217억 달러를 기록하였다. 이는 전체 반도체 산업의 53%의 비중에 해당된다. 1절 산업연관표 투입 구조 분석에서 일본의 집적회로 생산에 수입 집적회로의 투입 비중이 매우 높은 것을 확인한 바 있다. 같은 기간 일본의 메모리 반도체 수입은 연평균 약 7.7% 감소해 2024년 약 28억 달러(전체 반도체산업의 7% 비중), 반도체소자 수입은 연평균 1.7% 증가해 2024년 약 23억 달러(6% 비중)를 기록했다. 일본의 반도체 제조장치 수입은 2018년 약 89억 달러에서 2022~23년 약 83억 달러 규모를 기록하다가, 2024년에는 약 79억 달러로 소폭 감소했다. 일본의 재료 및 부분품 수입은 2022년 약 58억 달러에서 2024년 약 46억 달러로 최근 2년간 소폭 감소한 것으로 확인되었다. 일본의 웨이퍼 수입은 2018~24년의 기간 동안 약 11억 달러에서 13억 달러로 확대된 것으로 확인되었다.

그림 4-2. 일본 반도체 공급망 수입 동향(2018~24년)

(단위: 억 달러)



자료: 財務省, 「普通貿易統計」(검색일: 2025. 6. 21.); 엔/달러 환율은 BIS(검색일: 2025. 9. 17.).

가. 비메모리 반도체

비메모리 반도체는 프로세서·컨트롤러(HS 8542.31 등), 아날로그, 기타 집적회로(HS 8542.39 등)를 포함하며 관련 품목은 [표 4-5]를 참고한다.¹⁰⁵⁾ 2024년 수입액 기준으로 프로세서·컨트롤러와 기타 집적회로의 수입 비중이 각각 48%, 49%를 차지한다.

표 4-5. 비메모리 반도체 관련 품목

제품명		HS코드	해당 산업
프로세서·컨트롤러:		8542.31	집적회로
프로세서·컨트롤러 비메모리	구현하지 않은 것	8542.31.010	
	하이브리드 IC	8542.31.020	
	기타	8542.31.039	
	MPU: 마이크로프로세서	8542.31.031	
	MCU: 마이크로컨트롤러	8542.31.032	
	DSP: 디지털신호장치	8542.31.033	
아날로그: 증폭기		8542.33	
기타 집적회로		8542.39	
기타 집적회로	구현하지 않은 것	8542.39.010	
	하이브리드 IC	8542.39.091	
	그외의 것	8542.39.099	
비휘발성반도체기억장치		8523.51	기록미디어
스마트카드		8523.52	-
스마트카드	프록시미티카드/태그	8523.52.010	기타플라스틱
	스마트카드: 기타 스마트카드	8523.52.090	기록미디어

자료: 김혁중, 오중혁, 권혁주(2023); 經濟産業省(2024. 2.); 관세법령정보포털, 「HS비교」(검색일: 2025. 9. 11.).

먼저 일본의 프로세서·컨트롤러 수입 구조를 살펴보면 대만으로부터의 수입 의존도가 2018년 52%에서 2024년 62%로 높아진 것을 알 수 있다. 특히

105) 한국은 스마트카드(HS: 8523.52)가 반도체산업(MTI: 831)에 포함되는데, 일본은 기타플라스틱제품 혹은 기록미디어로 분류한다. 일본 생산연관표상 집적회로 산업은 비메모리산업과 메모리산업을 포함한다.

구현되지 않은 프로세서·컨트롤러의 대만 수입 비중은 90%에 달한 것으로 나타났으며, 디지털신호처리장치(DSP)의 대만 수입 비중 또한 2024년 62%를 기록했다. 하이브리드 집적회로는 2024년 기준 미국(54%), 이스라엘(31%) 등 으로부터 주로 수입하는 것으로 확인되었다.

레거시반도체에 해당되는 MCU 수입 비중은 2024년 대만(약 51%), 말레이시아(약 11%), 한국(약 9%) 순이었다.

표 4-6. 일본의 프로세서·컨트롤러 수입액 및 제1수입국 의존도 변화

(단위: 100만 엔)

품목	수입액		제1수입국(수입비중)	
	2018	2024	2018	2024
프로세서·컨트롤러	766,008	1,523,760	대만(52%)	대만(62%)
- 구현되지 않은 것	260,476	696,708	대만(93%)	대만(90%)
- 하이브리드 IC	66,584	158,838	미국(64%)	미국(54%)
- MCU	96,877	280,329	대만(41%)	대만(51%)
- MPU	171,176	102,838	미국(40%) 대만(25%)	대만(45%)
- DSP	15,238	7,655	대만(56%)	대만(62%)

주: 1) 특정국에 대한 수입 비중이 70%를 상회하는 경우 음영표시함.

2) MPU(Micro Processor Unit)와 MCU(Micro Controller Unit), DSP(Digital signal processor).

자료: 財務省, 「普通貿易統計」(검색일: 2025. 6. 21.).

기타 집적회로 반도체 중 수입 규모가 가장 큰 품목은 하이브리드 집적회로를 제외한 패키지형 집적회로로, SoC 등을 포함한 기타 품목이었다. 2024년 기준 대만(45%)을 비롯해 태국(9%), 미국, 싱가포르(이상 7%), 한국, 말레이시아, 필리핀(이상 6%) 으로부터 주로 수입하고 있다. 구현하지 않은 기타 집적회로는 대만 수입 비중이 2024년 90%에 달했다. 이 품목에서 한국의 비중은 2018년 40%에서 2024년 1%로 급감했다.

표 4-7. 일본의 시스템반도체(아날로그, 기타 집적회로) 수입액 및 제1수입국 의존도 변화

(단위: 100만 엔)

품목	수입액		제1수입국(수입비중)	
	2018	2024	2018	2024
아날로그(증폭기)	37,591	54,096	미국(33%)	대만(39%)
기타 집적회로반도체	994,974	1,541,898	대만(48%)	대만(58%)
- 구현하지 않은 것	149,748	445,397	대만(42%) 한국(40%)	대만(90%)
- 기타, 기타	830,269	1,078,226	대만(50%)	대만(45%)
비휘발성 반도체 기억장치	101,721	134,804	대만(38%)	대만(27%)
스마트카드	15,146	25,327	중국(54%)	중국(51%)

주: 특정국에 대한 수입 비중이 70%를 상회하는 경우 음영표시함.
 자료: 財務省, 「普通貿易統計」(검색일: 2025. 6. 21.).

나. 메모리 반도체

메모리 반도체에 해당되는 제품과 HS코드는 [표 4-8]과 같다.

표 4-8. 메모리반도체 관련 품목

제품명		HS코드	해당 산업
DRAM모듈		8473.30.011	전자계산기본체
메모리		8542.32	집적회로
DRAM칩	- DRAM의 디지털 모노리식 집적회로 (패키지 안 된 것)	8542.32.011	
	- DRAM: 기타	8542.32.019	
NAND형 플래시메모리	- 플래시메모리(NAND형 메모리 포함)	8542.32.031	
	- 기타	8542.32.039	
읽기전용 (ROM)	- DRAM을 이용한 디지털 모노리식 집적회로 (패키지 된 것)	8542.32.021	
	- RAM, 기타	8542.32.029	
기타	- RAM, 기타	8542.32.090	

자료: 김혁중, 오종혁, 권혁주(2023); 經濟産業省(2024. 2.); 관세법령정보포털(검색일: 2025. 9. 11.).

일본의 메모리 반도체(DRAM모듈+메모리 반도체) 수입 현황을 살펴보면, 2018년 약 5천억 엔(약 40억 달러 규모)에서 2024년 약 4.3천억 엔(약 28억 달러 규모)으로 감소하였다. 일본의 메모리 반도체(HS8542.32) 3대 수입국은 2024년의 대만(57%), 한국(21%), 중국(12%)에서 분석기간 동안 큰 변화는 보이지 않았다. 다만 DRAM 패키지되지 않은 제품의 대만 의존도는 2018~24년의 기간 동안 70%에서 93%로 확대된 점이 특징적이다.

표 4-9. 일본의 메모리반도체 수입액 및 제1수입국 의존도 변화

(단위: 100만 엔)

품목	수입액		제1수입국(수입비중)	
	2018	2024	2018	2024
- DRAM모듈	84,344	69,547	중국(55%)	중국(31%)
메모리(HS8542.32)	416,154	355,836	대만(59%)	대만(57%)
- DRAM패키지안 된 것	20,217	10,323	대만(70%)	대만(93%)
- DRAM패키지 된 것	154,377	166,276	대만(58%)	대만(62%)
- 플래시메모리	111,415	43,191	대만(59%)	'대만(50%)

주: 특정국에 대한 수입 비중이 70%를 상회하는 경우 음영표시함.
 자료: 財務省, 「普通貿易統計」(검색일: 2025. 6. 21.).

다. 반도체소자

반도체소자는 다이오드, 트랜지스터, 사이리스터를 포함하는 전력반도체와 이미지센서를 포함하는 광반도체, 기타 반도체 디바이스, 센서로 구성된다. 반도체소자 품목에서의 공급망 리스크는 크지 않은 것으로 판단된다. 반도체소자 품목의 주요 수입국은 중국, 말레이시아, 태국, 대만 등이었으며, 모든 나라에 대한 의존도가 40% 이하로 제한적이였다.

표 4-10. 반도체소자 관련 품목

제품명	HS코드	해당산업
전력반도체: 다이오드	8541.10	반도체 소자
전력반도체: 트랜지스터	8541.21, 8541.29	
전력반도체: 사이리스터	8541.30	
광반도체(LED 디바이스)	HS17: 8541.40 HS22: 8541.41~49	
이미지센서: 발광 다이오드	HS17: 8541.40.010 HS22: 8541.41	
기타 LED: LED, 광전지 이외의 것	HS17: 8541.40.090 HS22: 8541.49	
기타 반도체 디바이스(반도체기반변환기, 기타)	HS17: 8541.50 HS22: 8541.51, 8541.59	
센서: 장착된 압전기 결정소자	8541.60	

주: 8541.40에는 태양광전지(8541.42, 8541.43, 8541.40.020)가 포함되나 본 연구범위에서는 제외했다.
 자료: 김혁중, 오중혁, 권혁주(2023); 經濟産業省(2024. 2.); 관세법령정보포털(검색일: 2025. 9. 11.).

표 4-11. 일본의 반도체소자 수입액 및 제1수입국 의존도 변화

(단위: 100만 엔)

품목	수입액		제1수입국(수입비중)	
	2018	2024	2018	2024
다이오드	44,110	63,430	중국(31%)	중국(27%)
트랜지스터(1W이하소실률)	27,138	34,263	태국(25%)	태국(37%)
트랜지스터(기타)	40,381	111,563	말레이시아(30%)	말레이시아(21%)
광반도체*	406,060	281,813	중국(58%)	중국(60%)
- 이미지센서	62,992	63,208	중국(32%)	중국(40%)
기타디바이스	9,725	4,582	중국(42%)	대만(29%)
센서	22,172	30,509	중국(32%)	중국(34%)

주: * 광반도체(HS8541.40)에는 태양광전지가 포함되어 있어 해석에 유의할 필요. 반도체 공급망 분석에 광전지는 미포함.
 자료: 財務省, 「普通貿易統計」(검색일: 2025. 6. 21.).

라. 반도체 제조장치

일본 정부는 반도체 제조장치에서 세정장치와 식각장치 등을 포함해 일정 부분 경쟁력을 확보하고 있으나 일부 장치, 소재부품에 대해 높은 외부 의존율을 보이고 있어 지속적인 공급망 안정화를 위한 지원이 필요한 것으로 평가하고 있다. 본 연구에서 살펴본 반도체 제조장치 관련 품목과 HS코드는 다음과 같다.

표 4-12. 반도체 제조장치 관련 품목

제품명	HS코드	해당 산업
보울, 웨이퍼 제조용 기계와 기기	8486.10	반도체제조장치
반도체디바이스, 집적회로 제조용 기계 및 기기	8486.20	반도체제조장치
이 장의 주 11(C)에 명시된 기계 및 장치(기타 기계)	8486.40	반도체제조장치
반도체 제조장치의 부품 액세서리	8486.90	반도체제조장치
전자유도, 유전손실에 의한 물질의 열처리를 위한 기타 장비	8514.40	기타산업용 전기기기
기타 렌즈	9002.90	광학기기렌즈
반도체 웨이퍼, 소자(IC포함) 측정용, 검사용	9030.82	전기계측기
- 캐리터 측정 테스터	9030.82.010	
- 캐리터 측정 테스터_기타	9030.82.090	
측정 장비의 부품 액세서리	9030.90	계측기기
반도체 웨이퍼 또는 장치(IC 포함)를 검사하거나 반도체 장치(IC 포함) 제조에 사용되는 포토마스크 또는 레티클 검사 목적의 것	9031.41	계측기기
기타 검사장비(박막측정)	9031.49	계측기기
검사장비의 부품 액세서리	9031.90	계측기기

자료: 김혁중, 오중혁, 권혁주(2023); 經濟産業省(2024. 2.); 관세법령정보포털(검색일: 2025. 9. 11.).

일본의 반도체 제조장치 3대 수입국은 2024년 기준 미국(25.4%), 싱가포르(14.9%), 독일(11.7%) 순이었다. 한국은 수입 비중 8.4%로 일본의 5위 수입국이었다. HS6 단위품목별 일본의 반도체 제조장비 수입 규모를 살펴보면 반도체

제조용 기계(HS8486.20), 제조장치의 부품 액세서리(HS 8486.90), 웨이퍼 제조시 검사용 장치(HS 9031.41) 순으로 수입된 것으로 확인된다. 다만 HS 6단위에서는 특정국에 대해 높은 의존도를 보인 품목을 특정할 수는 없었다. 다만 웨이퍼 제조용 기기의 경우 수입 규모는 제한적이거나 독일의 비중이 2022년 13%에서 2023년 49%, 2024년 70%로 급격히 높아진 것으로 확인되었다.

표 4-13. 일본의 반도체 제조장치 수입액 및 제1수입국 의존도 변화

(단위: 100만 엔)

품목	수입액		제1수입국(수입비중)	
	2018	2024	2018	2024
웨이퍼 제조용	10,564	23,023	싱가포르(63%)	독일(70%)
반도체소자/IC제조용	463,573	409,235	미국(53%)	네덜란드(29%) 미국(24%)
기타 기계	68,692	66,201	싱가포르(63%)	싱가포르(32%)
제조장치의 부품 액세서리	149,982	294,092	미국(37%) 한국(20%)	미국(32%) 한국(23%)
열처리 장비	2,588	1,586	중국(26%) 프랑스(26%)	미국(22%) 중국(18%)
기타 렌즈	11,725	17,785	중국(39%) 미국(20%)	중국(39%) 미국(20%)
웨이퍼, 소자 측정용	18,010	26,707	미국(32%) 말레이시아(25%)	말레이시아(43%) 미국(21%)
측정 장비의 부품	51,444	72,822	미국(45%) 말레이시아(15%)	미국(30%) 말레이시아(25%)
웨이퍼, 장치 검사	80,596	119,463	싱가포르(42%)	싱가포르(55%)
기타 검사장비	20,543	49,036	독일(29%) 미국(25%)	캐나다(35%) 독일(21%)
검사장비의 부품	103,986	116,029	중국(22%) 미국(20%)	미국(25%) 중국(20%)

주: 특정국에 대한 수입 비중이 70%를 상회하는 경우 음영표시함.

자료: 財務省, 「普通貿易統計」(검색일: 2025. 6. 21.).

마. 반도체 재료(소재)

1) 웨이퍼

반도체 웨이퍼는 집적회로를 만드는 토대가 되는 반도체 전공정의 핵심소재로 실리콘, 실리콘카바이드(SiC), 질화갈륨(GaN), 갈륨비소(GaAs)와 같은 물질로 이루어진다. 로직·메모리 반도체 생산에는 실리콘 웨이퍼가 가장 많이 활용되는데, 차세대 전력반도체 용도로는 실리콘카바이드(SiC), 질화갈륨(GaN) 등이 주목되고 있다. [표 4-14]는 [그림 4-1]을 통해 본 일본의 공급망 구조, 富士經濟(2025), OECD(2019), JOGMEC(2023) 등을 참고해 작성한 반도체 웨이퍼와 핵심 원료의 HS코드이다.¹⁰⁶⁾ JOGMEC이 발표한 Si 물질흐름도에 의하면, 일본은 금속실리콘(4N 이상)의 고순도화를 위해 트리클로로실란 정제를 거쳐 다결정실리콘(2804.61.200, 11N)을 생산하고 여기에 붕소, 인(황린)과 용해해 제조된 단결정실리콘(2804.61.100)를 슬라이스함으로써 실리콘 웨이퍼를 제조한다.¹⁰⁷⁾¹⁰⁸⁾

표 4-14. 웨이퍼 제조 관련 품목

공급망	제품명	HS코드	활용	해당 산업
소재	저순도 금속실리콘	2804.69	태양전지용, 금속실리콘	기타비철금속 지금
소재	고순도 금속실리콘	2804.61	웨이퍼 소재	기타비철금속 지금
	(금속실리콘_다결정)	2804.61.200		
	(금속실리콘_단결정)	2804.61.100		
소재	실리콘카바이드	2849.20	전력반도체웨이퍼소재	기타무기화학공업제품

106) 웨이퍼 제조 시 필요한 석영루츠보, 용해시 첨가하는 붕소, 인(황린)은 원료 파트에서 다루고자 한다.
 107) 이때 다결정실리콘과 달리 단결정실리콘은 국내생산량(10,462t)이 수입량(1,796t)을 크게 상회하는 것으로 확인되었다. JOGMEC(2023), 「鉱物資源マテリアルフロー 2021 32.ケイ素(Si)」.
 108) 이때 다결정실리콘은 반도체용과 태양전지용이 있는데, 출하비율은 반도체용이 약 10%로 제한적이다. 저순도 금속실리콘도 알루미늄 합금첨가제 등 반도체용 이외의 용도가 압도적으로 많다. 富士經濟(2025. 6.), 「2025年 半導体原材料サプライチェーンの現状と将来展望」, p. 19.

표 4-14. 계속

공급망	제품명	HS코드	활용	해당 산업
소재	괴, 가루, 스크랩 (갈룸 포함)	8112.92.990	GaN, GaAs 웨이퍼소재	기타비철금속 지금
소재	기타 (갈룸 포함)	8112.99.990	GaN, GaAs 웨이퍼소재	기타비철금속제품
반제품	실리콘 웨이퍼	3818.00.010	반도체 핵심소재	기타전자부품
반제품	기타 웨이퍼	3818.00.020	반도체 핵심소재	기타전자부품

주: 1) 금속실리콘(2804.61.200) 중 일부는 태양광용 소재로 활용되고 있어 반도체 공급망 분석 시 유의할 필요.

2) 저순도 금속실리콘의 경우 반도체 공급망 분석에 포함되지 않음.

자료: 富士經濟(2025); 관세법령정보포털(검색일: 2025. 9. 11.); JOGMEC(2023).

일본의 고순도, 저순도 금속실리콘 수입은 2018년 약 1,773억 엔에서 2024년 1,551억 엔으로 약 13% 감소한 한편 실리콘웨이퍼 수입은 같은 기간 1,217억 엔에서 1,936억 엔으로 확대된 것으로 나타났다.

금속실리콘 중에서는 고순도를 요구하는 실리콘웨이퍼의 품질을 결정짓는 다결정실리콘 수입이 2018년 889억 엔에서 2024년 752억 엔으로 감소했음에도 불구하고 가장 많았으며, 최대 수입국(미국)에 대한 수입의존도 또한 2024년 79%로 매우 높게 나타났다. 저순도 금속실리콘 수입액은 2018년 559억 엔에서 2024년 592억 엔으로 비슷한 규모를 보였다. 같은 기간 최대수입국인 중국에 대한 의존도는 88%에서 67%로 감소했고, 브라질, 노르웨이, 호주 등으로 수입 다변화가 이루어진 것으로 판단된다.

금속실리콘의 원료가 되는 규석은 지구 전역에 분포되어 있고, 동맹국인 미국에서 금속실리콘을 제조하고 있기 때문에 대중 의존도가 높기는 하지만 공급 단절 리스크는 높지 않은 것으로 평가된다.¹⁰⁹⁾ 다만 최근 1~2년 사이 중국이 범용품을 중심으로 기술력을 높이고 있어 중국 시장에서는 웨이퍼가 국산화될 것이라는 관측이 제기되고 있다.¹¹⁰⁾

109) 금속실리콘은 제조 시 전기가 많이 소요되기 때문에 중국, 중남미에서 조달되고 있다. 富士經濟(2025. 6.), p. 25.

실리콘웨이퍼에 이어 차세대 웨이퍼 소재로 각광받고 있는 것이 실리콘카바이드와 질화갈륨이다. EV 전력반도체용 웨이퍼 소재로 알려진 실리콘카바이드의 수입은 2018년 164억 엔에서 2024년 188억 엔으로 소폭 확대되었다. 다만 최대 수입국인 중국에 대한 의존도가 87% 이상으로 높다는 점이 주목된다. 실리콘카바이드의 원료가 되는 금속실리콘은 미국 등에서도 생산되고 있기 때문에 공급 중단 리스크는 높지 않은 것으로 평가된다.

갈륨은 GaN, GaAs 웨이퍼의 핵심 원료이다.¹¹¹⁾ 일본은 GaN, GaAs 웨이퍼 및 고순도 갈륨(6N 이상)은 국내산 조달이 가능하나 원재료인 저순도 갈륨(4N 이하)은 중국 생산 비율이 높아 공급망 리스크가 높은 것으로 평가된다. 전 세계 저순도 갈륨의 97%가 중국에서 제조되는 경쟁력을 활용해 중국은 2023년부터 갈륨 수출 관리를 강화하고 있으며, 고순도 갈륨의 주요 생산지인 일본은 중국의 저순도 갈륨을 우회 수입하고 있는 상황이다.¹¹²⁾

일본의 웨이퍼 수입은 2018년 1,214억 엔에서 2024년 1,936억 엔으로 증가세를 보였다. 2024년 전체 웨이퍼 수입의 약 70%의 비중이 실리콘웨이퍼였다. 실리콘웨이퍼와 기타 웨이퍼 모두 특정국에 대한 수입 의존도가 높지 않은 것으로 확인되었다.

참고로 글로벌 실리콘웨이퍼 시장은 일본의 신에츠화학공업과 SUMCO가 주도하고 있으며,¹¹³⁾ 2020년 일본의 국내 웨이퍼 생산액은 5,350억 엔을 기록하였다. 같은 해 웨이퍼(HS 3818.00) 수입액이 1,048억 엔이었음을 고려했을 때 일본의 반도체 웨이퍼 국산화율은 약 83.6%에 달하는 것으로 추정된다.

110) 富士經濟(2025. 6.), 「2025年 半導体原材料サプライチェーンの現状と将来展望」, p. 25.

111) 후지경제가 추산한 GaAs, GaN 웨이퍼의 세계 시장 규모는 실리콘 웨이퍼의 10%에 미치지 못하지만, 광전자공학(LED, LD 등), 고주파 통신부품(자동차 레이더 포함)과 연계해 향후 성장이 기대되고 있다. 富士經濟(2025. 6.), p. 31.

112) 나머지 약 3%는 러시아, 카자흐스탄, 일본 등에서 제조되고 있다. 갈륨은 알루미늄, 아연 제련 시 부산물로 얻어지는 물질로 중국 내 보그사이트(알루미늄 원금속) 광상이 갈륨 함유율이 높아 중국의 생산 비율이 높아지고 있다. 富士經濟(2025. 6.), p. 31.

113) 우리나라 실리콘웨이퍼(HS3818.00.1000) 수입의 일본에 대한 의존도는 2024년 42.6% 수준이었다.

표 4-15. 일본의 반도체 웨이퍼 및 관련 원료 수입액 및 제1수입국 의존도 변화

(단위: 100만 엔)

품목	수입액		제1수입국(수입비중)	
	2018	2024	2018	2024
저순도 금속실리콘	55,897	59,223	중국(88%)	중국(67%)
고순도 금속실리콘	121,421	95,892	미국(76%)	미국(67%)
- 다결정	88,882	75,213	미국(84%)	미국(79%)
- 단결정	32,539	20,680	미국(55%)	대만(44%)
실리콘카바이드	16,438	18,754	중국(87%)	중국(89%)
- 갈륨 등(8112.92)	3,827	7,356	중국(42%)	브라질(32%) 중국(30%)
- 갈륨 등(8112.99)	589	799	중국(49%) 미국(40%)	미국(58%) 중국(29%)
웨이퍼	121,745	193,618	대만(29%)	중국(25%)
- 실리콘웨이퍼	92,273	135,009	대만(24%)	중국(26%)
- 기타 웨이퍼	29,472	58,609	대만(45%)	미국(37%)

주: 특정국에 대한 수입 비중이 70%를 상회하는 경우 음영표시함.
 자료: 財務省, 「普通貿易統計」(검색일: 2025. 6. 21.).

2) 마스크

마스크 공정은 연마가공, 성막 기술, 블랭크마스크 생산 등에서 일본이 경쟁력을 갖추고 있어 현 시점에서 일본의 마스크 공급망 리스크는 높지 않은 것으로 평가된다.¹¹⁴⁾ 원재료가 되는 합성석영은 규소가 원료로 생산지가 편재되어 있지 않으며, 성막 재료인 산화크롬 등도 원료(크롬 광석) 포함 조달리스크가 낮은 것으로 평가된다. 2장 [그림 2-13]에서 언급했듯이 마스크 제조 공정은 블랭크마스크¹¹⁵⁾ 공정과 포토마스크 공정으로 구분된다. 일본에서는 블랭크 마스크용 기타 가공유리 수입액이 2024년 362억 엔으로 가장 컸는데, 특정국에 대한 의존도는 높지 않다.

114) 한국과 중국 기업은 미들, 로엔드 제품을 생산하고 있다. 富士經濟(2025. 6.), p. 75.

115) 블랭크마스크는 유리기판상에 금속막과 감광막을 코팅한 것을 지칭한다. 유리기판에 합석 석영유리를 사용한 것은 광 리소그래피용, 제로팽창 유리기판을 사용한 것은 EUV용이라 지칭한다. 富士經濟(2025. 6.), p. 31.

표 4-16. 마스크 공정 관련 품목

공급망	제품명	HS코드	해당 산업
마스크	반도체제조용감광필름(마스크제작재포함) - 플레이트(-.031), 기타 감광필름(-.090)	3701.30	사진감광재료
마스크	컬러사진용 감광재료	3701.91	사진감광재료
마스크	기타 컬러사진용 감광재료	3701.99	사진감광재료
마스크	포토마스크 현상하지 않은 것	3704.00	사진업
마스크	현상된 포토마스크	3705.00	인쇄제본
기타비금속: 석영	블랭크마스크용 플롯트 유리 - 두께 4mm이하	7005.29.010	판유리
기타비금속: 석영	블랭크마스크용 기타 가공유리	7006.00	판유리

자료: 김혁중, 오중혁, 권혁주(2023); 관세법령정보포털(검색일: 2025. 9. 11.).

표 4-17. 일본의 마스크 공정 관련 품목 수입액 및 제1수입국 의존도 변화

(단위: 100만 엔, %)

품목	수입액		제1수입국(수입비중)	
	2018	2024	2018	2024
- 감광필름 플레이트	5,292	3,310	프랑스(47%)	독일(45%)
- 감광필름_기타	1,500	616	미국(67%)	벨기에(48%)
컬러사진 감광재료	2	6	한국(73%)	미국(96%)
기타 컬러사진 감광재료	492	239	미국(35%) 한국(22%)	한국(47%)
미현상 포토마스크	4	367	미국(100%)	독일(98%)
현상된 포토마스크	9,456	16,224	미국(51%)	미국(77%)
- 블랭크마스크용 플롯트 유리	4,561	2,024	대만(61%)	중국(26%)
블랭크마스크용 기타 가공유리	47,093	36,230	베트남(20%) 한국(20%)	한국(22%)

주: 특정국에 대한 수입 비중이 70%를 상회하는 경우 음영표시함.

자료: 財務省, 「普通貿易統計」(검색일: 2025. 6. 21.).

3) 포토레지스트

포토레지스트는 2019년 일본의 대한민국 수출 규제 대상 품목 중 하나로 일본 기업이 경쟁력을 갖춘 품목이다. 포토레지스트는 노광선폭에 따라 g/i선(레거

시반도체용), KrF(메모리용), ArF(로직용), EUV(첨단 반도체용)로 구분되는데, g/i선과 KrF 포토레지스트는 한국기업도 경쟁력을 갖춘 것으로 평가된다.¹¹⁶⁾ 일본의 포토레지스트 공급망은 원재료(모노머, 레지스트폴리머)를 비롯해서 전체적으로 일본기업의 점유율이 높고, 소재가 되는 레지스트폴리머까지 국내 조달이 가능하며, [표 4-19]에 나타난 바와 같이 수입액 및 특정국에 대한 의존도를 살펴봐도 다른 공정 대비 공급망 리스크는 제한적이었다.

표 4-18. 노광 공정 관련 품목

공급망	제품명	HS코드	해당 산업
노광	웨이퍼코팅제	3208.20	안료
노광: 포토레지스트	포토레지스트: 감광성 플라스틱 수지용액	3707.90	사진감광재료
노광	현상제	2923.90	기타무기화학공업제품

주: 포토레지스트 관련 품목은 HS6단위에서 분석함.

자료: 김혁중, 오종혁, 권혁주(2023); 관세법령정보포털(검색일: 2025. 9. 11.).

표 4-19. 일본의 노광 공정 관련 품목 수입액 및 제1수입국 의존도 변화

(단위: 100만 엔, %)

품목	수입액		제1수입국(수입비중)	
	2018	2024	2018	2024
웨이퍼코팅제	6,117	5,917	중국(22%)	중국(28%)
포토레지스트	5,303	8,738	미국(46%)	미국(52%)
현상제	9,324	8,395	중국(52%)	중국(33%)

자료: 財務省, 「普通貿易統計」(검색일: 2025. 6. 21.).

4) CMP

일본의 CMP 관련 공급망은 CMP 슬러리와 원재료인 콜로이드 실리카, 세리아(CeO₂) 모두 일본 업체가 제조해 현 시점에서 공급망 리스크는 낮은 것

116) 富士經濟(2025. 6.), p. 59.

로 평가된다.¹¹⁷⁾ 실제 CMP 슬러리와 연마제의 수입 규모와 특정국 수입 의존도도 상대적으로 제한적인 것으로 나타났다(표 4-20). 다만 세리아 슬러리는 세륨 등 경희토류를 함유한 희토류 광석(예, 바스토네사이트)에서 추출, 제조되므로, 높은 중국 의존도와 용도의 특정성으로 인해 장차 공급 리스크가 높아질 잠재력이 있다.¹¹⁸⁾

표 4-20. CMP 공정 관련 품목

공급망	제품명	HS코드	해당 산업
CMP/슬러리	세척 페이스트	3405.40	미분류화학최종제품
CMP	연마제	6804.22	연마제

주: 연마제는 HS6단위에서 분석함.

자료: 김혁중, 오중혁, 권혁주(2023); 관세법령정보포털(검색일: 2025. 9. 11.).

표 4-21. 일본의 CMP 공정 관련 품목 수입액 및 제1수입국 의존도 변화

(단위: 100만 엔, %)

품목	수입액		제1수입국(수입비중)	
	2018	2024	2018	2024
세척 페이스트	4,012	4,205	미국(54%)	미국(46%)
연마제	6,631	7,137	싱가포르(48%)	싱가포르(45%)

자료: 財務省, 「普通貿易統計」(검색일: 2025. 6. 21.).

5) 타깃재

타깃재는 2장에서 언급된 바 있듯이 유형에 따라 AI계(AI-Alloy), Ti계, Cu계(Cu-Alloy), Ta계 등으로 구분된다. 타깃재뿐 아니라 반도체 소재에는 다양한 금속제품이 포함되는데, 앞 절에 집적회로 투입구조에서 집적회로 생산에 투입되는 구리가공품의 외부의존율이 35%대로 다른 중간재 대비 비교적 높은

117) 富士經濟(2025. 6.), p. 112.

118) 위의 자료.

것을 확인한 바 있다. 다만 구리는 세계 각지에 매장되어 생산되고 있기 때문에 공급 단절 리스크가 높다고 평가되는 자원은 아니다.¹¹⁹⁾ 구리가공품 중에서는 구리-주석 합금 코일 수입국 중 한국의 비중이 상대적으로 높은 것으로 확인되었다. 그 밖에 알루미늄, 탄탈륨, 티타늄 또한 특정국에 대해 50% 이상의 의존도를 보였다.

표 4-22. 금속제품 관련 품목

부품·소재	제품명	HS코드	해당 산업
금속제품	금	7108.13	기타비철금속 지금
금속제품	실버 타깃	7115.90	소형잡화류
금속제품	철강 안전핀(반도체 측정 및 검사용)	7319.40	소형잡화류
금속제품	정제된 구리 코일	7409.11	구리제품(伸銅品)
금속제품	정제된 구리_기타	7409.19	구리제품(伸銅品)
금속제품	구리-아연 합금 코일	7409.21	구리제품(伸銅品)
금속제품	구리-아연 합금(기타 형태)	7409.29	구리제품(伸銅品)
금속제품	구리-주석 합금 코일	7409.31	구리제품(伸銅品)
금속제품	구리-주석 합금(기타 형태)	7409.39	구리제품(伸銅品)
금속제품	구리-니켈기반 합금	7409.40	구리제품(伸銅品)
금속제품	기타 구리 합금	7409.90	구리제품(伸銅品)
금속제품	구리	7419.80	금속선제품
금속제품	알루미늄	7616.99	미분류금속제품
금속제품	탄탈륨 HS17: 8103.90 HS22: 탄탈륨타깃: 8103.91, 기타: 8103.99	8103.90	기타비철금속제품
금속제품	티타늄 - 티타늄_니오븀 합금 8108.90.010, 기타: -090	8108.90	기타비철금속제품

자료: 김혁중, 오종혁, 권혁주(2023); 관세법령정보포털(검색일: 2025. 9. 11.).

119) 富士經濟(2025. 6.), p. 112.

표 4-23. 일본의 반도체 투입 금속제품 수입액 및 제1수입국 의존도 변화

(단위: 100만 엔, %)

품목	수입액		제1수입국(수입비중)	
	2018	2024	2018	2024
기타금속	100,104	186,200	미국(31%)	중국(31%)
- 구리가공품	24,409	43,758	한국(47%)	중국(30%)
철강 안전핀	308	392	중국(59%)	중국(56%)
정제된 구리 코일	5,386	17,283	중국(62%)	중국(47%)
정제된 구리_기타	3,152	6,940	싱가포르(68%)	싱가포르(69%)
구리-아연 합금 코일	8,405	10,875	한국(88%)	한국(47%)
구리-아연 합금: 기타	142	290	한국(45%)	한국(46%)
구리-주석 합금 코일	4,481	2,676	중국(49%)	한국(81%)
구리-주석 합금 (기타)	6	7	독일(41%)	독일(39%)
구리-니켈기반 합금	857	4,347	한국(46%)	독일(61%)
기타 구리 합금	1,980	1,341	한국(34%)	중국(46%)
실버타깃	6,470	14,984	대만(30%)	미국(49%)
구리타깃		15,536		중국(53%)
알루미늄 타깃	38,445	58,693	중국(54%)	중국(54%)
탄탈륨 타깃	1,721	2,958	중국(38%)	카자흐스탄(56%)
티타늄	31,209	31,222	미국(87%)	미국(65%)

주: 특정국에 대한 수입 비중이 70%를 상회하는 경우 음영표시함.
 자료: 財務省, 「普通貿易統計」(검색일: 2025. 6. 21.).

바. 반도체 원료(원재료)

반도체 원료(원재료)에 대해 일본정부는 과도한 해외 의존으로 공급단절 리스크가 뚜렷하다고 판단하면서 그 구체적인 예시로 황린(폴리인산 포함), 희소가스, 헬륨가스, 형석(불화수소) 등을 든 바 있다.¹²⁰⁾ [표 4-24]는 일본정부가 공급망 리스크가 있다고 문제의식을 나타낸 품목들을 중심으로 정리한 것이다. 붕소와 황린은 반도체용 실리콘 웨이퍼의 전기적 특성을 높이기 위해 다결정 실리콘을 석영도가니에 용해시킬 때 사용하는 첨가물이다.

120) 經濟産業省(2024. 2.), 「半導体に関する最近の政策動向について」, p. 13.

표 4-24. 반도체 재료 관련 원료 품목(1)

제품명	HS코드	활용	해당 산업
헬륨가스	2804.29.100	반도체제조장치내부냉각	압축가스, 액화가스
희귀가스: 네온, 크립톤, 제논	2804.29.200	노광공정	압축가스, 액화가스
희귀가스: 붕소, 텔루르	2804.50.000	웨이퍼 제조공정	기타무기화학공업제품
황린	2804.70	식각공정 등	기타무기화학공업제품
황린유도품_인산, 폴리인산	2809.20	식각, 세정공정 등	기타무기화학공업제품
형석: 플루오르화칼륨 97% 이하	2529.21	세정공정 등	기타분류되지않는광물
형석: 플루오르화칼륨 97% 이상	2529.22	세정공정 등	기타분류되지않는광물
형석유도품: 불화수소	2811.11	세정공정 등	기타무기화학공업제품
육불화유황, 사불화구소, 삼불화질소	2812.90	장비세정, 식각공정	기타무기화학공업제품
삼불화염소, 삼염화붕소	2812.19	장비세정, 식각공정	기타무기화학공업제품
황산: 올레움	2807.00	세정공정 등	기타비철금속 지금
질산: 황산질산	2808.00	산화막 형성, 세정공정 등	기타비철금속제품
육불화텅스텐 포함	2826.19.090	전극재료 등	기타무기화학공업제품

자료: 김혁중, 오중혁, 권혁주(2023); 經濟産業省(2024. 2.); 관세법령정보포털(검색일: 2025. 9. 11.).

상기 품목 중 특히 황린과 황린유도품, 형석과 불화수소의 공급 단절 리스크가 높은 것으로 확인되었다. 황린은 인산의 원재료로서 반도체 용도로 쓰이기 위해서는 고순도화가 요구되는데, 이때 활용되는 산화제가 질산, 과산화수소 등이다. 황린은 현재 중국, 미국, 카자흐스탄, 베트남 4개국에서 대규모 양산되고 있는데, 중국과 미국산은 대부분 자국에서 소비되고 있다.¹²¹⁾ 이 때문에 동아시아 및 동남아시아 국가들은 대부분 베트남산 황린에 의존하고 있는 상황이며, 일본의 황린 수입에서 베트남의 비중은 2018년 94%에서 2024년 99%로 높아졌다. 인산의 경우 대중국 의존도가 90% 이상이나, 인산은 일본계 기업과 한일 합작회사인 Soulbrain RASA의 시장 점유율이 높아 원료 공급망이 안정적인 한 단절 리스크는 없는 것으로 판단된다.

육불화텅스텐은 반도체 공정에서 트랜지스터와 금속 배선을 제조하는 용도

121) 중국이 EV배터리 재료용으로 대량의 황린을 필요로 하게 되면서 해외용 황린 판매가격이 급등했기 때문이다.

로, 그리고 플래시 메모리(3D-NAND형)의 전극 재료로 활용된다. 육불화텅스텐 자체는 생산지 및 생산기술이 일본, 중국, 한국, 미국 등으로 분산되어 있어 공급 단절 리스크가 낮으나, 원료가 되는 불화수소, 형석,¹²²⁾ 산화텅스텐 등에 대한 중국 의존도가 높고, 특히 중국이 2025년부터 텅스텐을 수출규제 품목으로 지정한 이유로 공급 단절 리스크가 높게 평가된다. 일본은 무수불화수소¹²³⁾ 확보에 형석을 수입해 자체 제조하는 방식과 무수불화수소를 수입하는 방식을 병행하고 있는데, 이 품목들의 2024년 대중국 수입 의존도는 각각 73%(형석)와 97%(불화수소)였다. 한편 공급 단절 리스크는 낮으나 일본의 육불화텅스텐, 육불화유황 수입에서 한국의 비중은 2024년 각각 5%, 62%인 것으로 확인된다. 한국은 육불화텅스텐 제조를 위해 중국에서 텅스텐 산화물을 조달하고 있다. 즉 형석, 무수불화수소, 산화텅스텐의 조달 리스크 안정화 과제는 한국과 일본의 공통 과제인 것으로 판단된다.

희소가스 중 헬륨과 크립톤(식각), 네온(노광), 제논 등은 반도체의 노광 및 식각 공정에 필요한 물질이다. 일본은 헬륨가스의 경우 상위 2대 수입국인 미국, 카타르에 대한 수입 의존도가 100%에 육박하였다. 희소가스(네온, 크립톤, 크세논)는 중국 비중이 2018년 37%에서 2024년 62%로 빠른 속도로 확대된 것으로 나타났다. 특징적인 점은 한국 비중이 2023년 12%, 2024년 22%로 급증했다는 점이다. 웨이퍼 제조공정에 필요한 붕소·텔루르의 수입 의존도도 2024년 기준 2대 수입국인 독일, 미국의 비중이 79%에 이르렀다.

122) 반도체 제조에 필요한 고품위 형석은 중국과 베트남이 주산지이다.

123) 무수불화수소는 불화수소의 원료로, 물을 포함하지 않은 100% 불화수소산을 일컫는다. 불화수소산은 통산 50%로 희석한 제품을 가리킨다.

표 4-25. 일본의 반도체 재료 관련 원료 수입액 및 제1수입국 의존도 변화(1)

(단위: 100만 엔)

품목	수입액		제1수입국(수입비중)	
	2018	2024	2018	2024
헬륨가스	10,308	22,134	미국(60%)	미국(58%)
네온, 크립톤, 제논	1,792	6,315	중국(37%)	중국(62%)
붕소, 텔루르	520	546	독일(52%)	독일(41%)
황린	7,795	13,815	베트남(94%)	베트남(99%)
인산(황린유도품)	3,672	5,610	중국(99%)	중국(90%)
형석(97% 이하)	2,897	2,771	멕시코(52%)	중국(69%)
형석(97% 이상)	4,199	1,341	중국(72%)	중국(73%)
불화수소(형석유도품)	25,394	19,446	중국(100%)	중국(97%)
육불화텅스텐 포함	2,721	2,765	중국(49%)	중국(53%)
육불화유황, 사불화규소	4,295	7,210	한국(90%)	한국(62%)
삼염화붕소, 삼불화염소	2,760	1,835	중국(68%)	중국(34%)
황산: 올레움	37	331	대만(94%)	대만(79%)
질산: 황산질산	1,949	5,559	한국(100%)	한국(99%)

주: 특정국에 대한 수입 비중이 70%를 상회하는 경우 음영표시함.
 자료: 財務省, 「普通貿易統計」(검색일: 2025. 6. 21.).

[표 4-26]은 웨이퍼 제조에 쓰이는 석영분과 석영도가니 및 관련 원료,¹²⁴⁾ 그리고 기타 식별 가능한 반도체 원료 품목을 정리한 것이다.

표 4-26. 반도체 재료 관련 원료 품목(2)

제품명	HS코드	활용	해당 산업
이산화규소(실리카분말)	2811.22.000	석영분, 밀봉재	기타무기화학공업제품
내화성 세라믹제품(장치부품)	6903.10.000	증착(CVD) 장치부품	내화물
석영제품 제조용 유리막대	7002.20.000	석영제품 제조용	유리제기공소재
석영유리와 용융실리콘으로 만든 관	7002.31.000	웨이퍼 공정	유리제기공소재
석영도가니(웨이퍼제조 활용)	7020.00.000	웨이퍼 공정	분류되지 않는 유리제품
수지매스틱과 수지시멘트	3214.10.000	부품접합용	안료
과산화수소	2847.00	식각, CMP슬러리	기타무기화학공업제품

124) 비금속제품 중 블랭크마스크용 유리기공제는 마스크 파트에서 다루기로 한다.

표 4-26. 계속

제품명	HS코드	활용	해당 산업
무수암모니아	2814.10	세정 및 식각 등	화학염료
프로펜, 프로필렌	2901.22	고분자수지 원료	프로필렌
아세트산 노르말-부틸	2915.33	포토레지스트 제조	기타중간물
프로판-1, 프로판-2	2905.12	세정공정	기타중간물
스트리퍼	3814.00	포토레지스트 제거	안료
질산은	2843.21	-	기타무기화학공업제품
기타(기타 은 화합물)	2843.29	-	기타무기화학공업제품
금 화합물(금 청산칼륨 포함)	2843.30	-	기타무기화학공업제품

자료: 김혁중, 오중혁, 권혁주(2023); 經濟産業省(2024. 2.); 관세법령정보포털(검색일: 2025. 9. 11.).

웨이퍼 제조와 밀접한 관련이 있는 석영도가니 공급망을 살펴보면, 코로나 19 이후 중국으로부터의 수입 비중이 상대적으로 높아진 것으로 나타났다. 수입액 기준으로는 석영도가니 수입이 많았는데, 중국(62%) 다음으로 한국 수입 비중이 19%로 높은 것으로 확인되었다.¹²⁵⁾ 그다음으로는 이산화규소(실리카 분말)의 수입 규모가 컸는데, 중국 비중이 57%, 대만이 15% 순으로 중국 의존도가 높았다. 실리카분말은 중국 의존도가 높으나, 그 원료가 되는 규석의 편재성은 낮아 조달 위험은 적은 것으로 판단되고 있다.

[표 4-26]에 포함된 화학품 중에서는 프로펜/프로필렌 등의 품목에서 한국 의존도가 매우 높게 나타났다. 단 프로필렌은 봉지재, 패키징 등의 공정에서 중요한 원료로 사용되는데, 일본 밀봉재 관련 공급망은 생산지가 공급망 전반에 걸쳐 분산되어 있어 리스크가 낮은 것으로 평가되고 있다. 식각 공정 등에서 활용되는 아세트산 노르말-부틸, 스트리퍼는 중국에 대한 의존도가 높은 것으로 확인되었다.

125) 다만 앞서 투입구조 분석에서 밝혔듯이 일본의 산업용도자기 국산화율이 90% 이상임을 상기할 필요가 있다.

표 4-27. 일본의 반도체 재료 관련 원료 수입액 및 제1수입국 의존도 변화(2)

(단위: 100만 엔)

품목	수입액		제1수입국(수입비중)	
	2018	2024	2018	2024
이산화규소(실리카분말)	15,855	23,525	중국(49%) 대만(15%)	중국(57%) 대만(15%)
내화성 세라믹제품(장치부품)	245	114	미국(48%) 중국(32%)	중국(34%) 미국(24%)
석영제품 제조용 유리막대	4,558	1,062	미국(47%) 중국(38%)	중국(58%) 독일(17%)
석영유리/용융실리콘 제조 관	5,575	8,132	독일(48%) 중국(25%)	독일(49%) 중국(28%)
석영도가니(웨이퍼제조 활용)	22,395	40,097	중국(65%) 한국(14%)	중국(62%) 한국(19%)
수지매스틱과 수지시멘트	8,229	13,654	미국(56%) 독일(14%)	미국(42%) 이탈리아(13%)
과산화수소	1,071	1,558	한국(91%)	한국(86%)
무수암모니아	12,514	16,532	인니(64%)	인니(60%)
프로펜, 프로필렌	20,666	13,498	한국(98%)	한국(97%)
아세트산 노르말-부틸	1,008	1,776	중국(88%)	중국(91%)
프로판-1, 프로판-2	1,864	2,074	미국(36%) 남아프리카(21)	미국(28%) 남아프리카(27)
스트리퍼	5,912	7,501	중국(70%)	중국(79%)
질산은	0.8	11	폴란드(100%)	독일(51%) 대만(42%)
기타(기타 은 화합물)	203	173	슬로베니아(69%)	중국(47%) 이탈리아(29%)
금 화합물(금 청산칼륨 포함)	167	8	스위스(42%) 독일(40%)	중국(57%) 미국(37%)

주: 특정국에 대한 수입 비중이 70%를 상회하는 경우 음영표시함.

자료: 財務省, 「普通貿易統計」(검색일: 2025. 6. 21.).

4. 소결

가. 요약

일본정부가 공급망 안정성 측면에서 가지고 있는 자국 반도체 공급망에 대한 위기의식은 크게 세 가지로 요약된다. 첫째, 일본이 경쟁력을 가진 반도체 소재 및 제조장치 공급망의 상류에 해당되는 원재료는 일본 내에 생산시설이 구축되어 있지 않아 해외 의존도가 높고, 생산지도 편재되어 있어 공급 단절 리스크가 현실적인 문제로 대두되고 있다. 둘째, 일본이 반도체 공급망 중 소재 및 제조장치에 경쟁력을 확보하고 있으나, 일부 품목에 대해서는 수입 의존율이 높은 측면이 있다. 셋째, 일본은 레거시반도체 부문에서 경쟁력이 있으나 일부 반도체 제품에 대해서는 수입 의존도가 높다. 이러한 일본정부의 반도체 공급망에 대한 평가에 기초해, 1절에서는 일본이 반도체 전략을 수립하기 전후 기간인 2018~24년 기간 중의 일본 반도체 공급망의 구조 변화를 살펴봄으로써 한일 간 반도체 협력분야를 조망하는 데에 목적을 두었다.

먼저 반도체산업의 투입 구조 분석을 통해 일본 반도체 생산에 투입되는 중간재의 외부 의존율을 살펴봄으로써 일본 국산품 대체 가능성을 점검하였다. 분석 결과는 다음과 같이 요약된다. 첫째, 일본은 집적회로에 대한 외부의존도가 특히 높은 것으로 나타났다. 일본의 집적회로 생산을 위한 중간재 투입 품목의 외부의존율은 48.3%에 달했으며, 집적회로 및 웨이퍼(기타전자부품) 생산에 투입되는 집적회로의 외부의존율은 각각 100.0%, 51.0%로 확인되었다. 이는 일본 내 생산 과정에서 집적회로를 안정적으로 자급하지 못하고 있음을 보여준다. OECD(2025)의 국제산업연관표(ICIO) 분석에서도 반도체산업이 다른 산업에 비해 산업 내 무역이 활발하고, 여러 단계의 가공이 반복되는 순환적 생산 구조를 갖고 있음을 알 수 있다. 이를 감안하더라도 한국의 경우 집적회로

생산에 투입되는 집적회로의 외부의존율이 약 64%인 것으로 집계된다. 이는 일본이 한국보다 상대적으로 취약한 국내 집적회로 생산기반을 가진 것을 시사한다.

둘째, 일본은 반도체 소재·원재료에 해당되는 상품의 외부의존도가 높은 것으로 나타났다. 일본의 집적회로, 반도체소자, 웨이퍼(기타 전자부품) 생산에 투입되는 품목 중 공통적으로 높은 외부의존율을 보인 상품은 메탄유도품과 탄소·흑연제품이었다. 집적회로 생산 투입재 중에서는 기타 비철금속 지급(29.5%)이, 반도체소자 생산에서는 기타 무기화학공업제품(28.6%)이, 웨이퍼(기타전자부품) 생산에서는 기타 비철금속 제품(100%), 기타 비철금속 지급(80.5%), 무기화학공업제품(26.9%)이 높은 외부의존도를 보였다. 참고로 2020년 한국의 집적회로 생산의 상위 10대 투입품 중에서는 반도체 소재·원재료와 관련성이 높은 기타 비철금속 1차 제품(외부의존율: 78.4%), 기타 화학제품(77.6%), 기초무기화합물(98.8%)이 일본 대비 높은 외부 의존도를 보였다. 해당 산업은 양국 공통으로 공급망 안정화가 필요한 것으로 확인된다.

셋째, 일본은 반도체 생산 투입재 중 연마제, 산업 플라스틱 제품, 유리 가공 제품 등 일부 소재 상품에 대해서는 외부의존도가 낮은 것으로 나타났다. 집적회로 및 반도체소자 생산 투입재 중 기타 플라스틱 제품은 국산화율이 78% 이상이며, 연마제, 플라스틱필름·시트, 공업용 플라스틱 제품은 국산화율이 99%에 달했다. 이는 소재산업에 대한 일본의 경쟁력이 반영된 것으로 해석된다. 참고로 2020년 한국 집적회로 생산의 상위 10대 투입품 중 하나인 플라스틱 1차 제품의 외부의존율은 63%에 달했으며, 투입품 중 연마제의 외부의존율은 58%를 기록했다.

표 4-28. 일본 반도체 투입 구조 분석 결과

	집적회로		반도체소자		웨이퍼(기타전자부품)	
	투입산업	외부 의존율	투입산업	외부 의존율	투입산업	외부 의존율
계	제조업 소계	48.3%	제조업 소계	19.0%	제조업 소계	26.5%
Top3 투입 산업	집적회로	100.0%	기타전자부품	13.9%	기타전자부품	16.3%
	기타전자부품	15.0%	전자회로	8.7%	전자회로	8.6%
	기타 비철금속 지금	29.5%	기타전기기계기구	99.1%	집적회로	51.0%
Top3 수입 의존	기타전기기계기구	100.0%	전선·케이블	45.5%	기타비철금속제품	100.0%
	전선·케이블	49.0%	메탄유도품	33.3%	기타비철금속 지금	80.5%
	메탄유도품	37.8%	탄소·흑연제품	25.8%	반도체소자	80.5%
소재 원재료	기타무기화학공업	13.0%	기타무기화학공업	28.6%	기타무기화학공업	26.9%
	탄소·흑연제품	28.0%	기타 비철금속 지금	6.3%	탄소·흑연제품	26.7%

자료: 4장 분석결과를 토대로 저자 정리.

일본 반도체 수입 공급망 구조 분석 결과는 다음과 같이 요약된다. 첫째, 일본은 반도체 완제품 중 구현되지 않은 프로세서·컨트롤러, 구현되지 않은 기타 집적회로, 패키지지 않은 메모리에 대한 대만 수입의존도가 90% 이상인 것으로 나타났다. 이 중 구현되지 않은 기타 집적회로와 패키지지 않은 메모리는 대만 수입 비중이 2018년 각각 42%와 70%에서 2024년 90%와 93%로 확대되었다. 한편 같은 기간 일본의 대한민국 수입 비중은 구현되지 않은 기타 집적회로는 40%에서 3%로, 패키지지 않은 메모리는 25%에서 3%로 감소한 것으로 확인된다.

둘째, 일본은 반도체 완제품 외에도 반도체 원재료에 해당되는 일부 품목의 특정국에 대한 수입 의존도가 70% 이상으로 높게 나타났다. 본 연구의 분석 범위에서 특정국에 대한 의존도가 높은 상품은 실리콘카바이드(중국 89%), 인산(중국 90%), 형석(중국, 73%), 불화수소(중국 97%), 황린(베트남 99%) 등이다. 추가적으로 HS 코드와 특정 자원 간 미스매치로 인해 수입 데이터를 통해서 나타내지 않았지만, 富士經濟(2025)는 갈륨(GaN) 웨이퍼 공급망과 산화

텅스텐(육불화텅스텐 공급망)의 공급 단절 리스크에 대해 문제를 제기하고 있으며, CMP 슬러리의 원재료 중 하나인 세리아(희토류)는 추후 공급망 리스크가 높아질 가능성이 있는 자원으로 평가하였다.

표 4-29. 일본의 특정국에 대한 수입 의존도가 70% 이상인 반도체 품목

(단위: %, 10억 엔)

산업연관표상 산업	품목명	국가	2018년	2024년	
			비중	비중	수입액
집적회로	미구현 프로세서 · 컨트롤러	대만	93%	90%	696.7
	미구현 기타 집적회로	대만	42%	90%	445.4
	미패키지 DRAM	대만	70%	93%	10.3
반도체제조장치	웨이퍼 제조 장치	독일	12%	70%	23.0
기타무기화학공업제품	실리콘카바이드	중국	87%	89%	18.8
기타무기화학공업제품	황린	베트남	94%	99%	13.8
기타무기화학공업제품	인산, 폴리인산	중국	99%	90%	5.6
기타무기화학공업제품	불화수소	중국	100%	97%	19.4
기타무기화학공업제품	과산화수소	한국	91%	86%	1.6
기타 비철금속 지금	다결정 고순도 금속실리콘	미국	84%	79%	75.2
기타비철금속제품	질산(황산질산)	한국	100%	99%	5.6
기타 광물	형석: 플루오르화칼륨 97%이상	중국	72%	73%	1.3
프로필렌	프로펜, 프로필렌	한국	98%	97%	13.5
기타중간물	아세트산 노르말-부틸	중국	88%	91%	1.8
안료	스트리퍼	중국	70%	79%	7.5
구리제품	구리-주석 합금 코일	한국	39%	81%	2.7

주: 본문에서 수입액이 10억 엔 이상인면서 특정국으로부터의 수입 비중이 70% 이상인 품목을 선별함.
자료: 저자 정리.

나. 정책적 시사점

일본의 반도체 공급망 구조 변화를 분석한 결과, 일본은 공급망 안정화라는 공통 과제를 한국과 공유한다는 것, 그리고 양국 반도체산업이 상호 보완성에 기반하여 협력을 강화할 여지도 존재한다는 것이 파악되었다. 분석 결과를 바탕

으로 한 한일 반도체 협력에 관한 정책적 시사점은 다음과 같다.

첫째, 일본은 반도체 완제품 중 전공정 가공을 거친 집적회로 수입에서 대만에 대한 의존도가 높게 나타나는데, 한국정부로서는 한국의 반도체산업의 경쟁력을 살려 일본과의 산업협력을 강화할 필요가 있다. 특히 한국은 메모리 반도체 경쟁력과 HBM, 3D 패키징 등 차세대 AI 반도체 분야에서 글로벌 시장을 선도하고 있어 일본이 추진하는 공급망 다변화 전략과 높은 상호보완성을 지니고 있는 점에 주의할 필요가 있다. 일본은 생성형 AI 개발, AI 데이터센터 구축, AI 반도체 생산을 3대 축으로 하는 전략을 통해 ‘일본기업 주도의 AI 미니 생태계’를 조성하고 있으며, 이에 따라 반도체 수요가 빠르게 확대되고 있다.¹²⁶⁾ 일본 내 AI 인프라 구축 과정에서 한국기업의 참여를 확대하는 방향으로 협력 방안을 모색할 필요가 있다.

둘째, 일본은 연마제(CMP 슬러리), 포토레지스트 등 일부 반도체 소재 분야에서 높은 국산화율과 국제 경쟁력을 확보하고 있는 것으로 나타났다. 이는 일본의 축적된 기술적 우위와 생산 인프라에 기초한 성과다. 다만 최근에는 웨이퍼 반도체 시장을 중심으로 중국과 한국 기업의 기술력이 빠르게 향상되면서 일본의 일방적인 경쟁우위가 약화되고 있다는 지적이 제기된다(富士經濟 2025). 일례로 업계에 따르면, 일본과 중국 간 기술 격차는 실리콘 칩의 경우 불과 1~2년, 차세대 전력반도체로 주목받고 있는 실리콘카바이드 칩은 약 3년 수준으로 좁혀졌다는 평가이다.¹²⁷⁾ 특히 중국 기업들은 공급망 업스트림 국산화, 글로벌 공급망 참여 확대, 정부의 정책적 지원과 자국 수요에 기반한 규모의 경제, 저가 공세를 통해 차세대 반도체 분야에서 급격히 경쟁력을 높여가고 있다. 이러한 변화는 일본뿐 아니라 한국에도 잠재적 위협요인이 된다. 이러한 맥락에서 한일 양국은 상호보완적인 산업 구조, 즉 일본의 소부장 기술력과 한국의 대규모 생산 능력을 기반으로 기술 표준화, 공동 R&D 협력, 글로벌 공급망 연계

126) 「한국과 선 곳은 일본의 첨단기술 국산화」(2025. 3. 29.).

127) 「日 전력반도체 업계, 中 공세에 실적악화·위상 흔들」(2025. 8. 22.).

강화를 추진할 필요가 있다. 이를 통해 규모의 경제를 확보하고 비용 절감 효과를 창출함으로써 양국 기업의 글로벌 경쟁력을 높이는 시너지 효과를 도모할 수 있을 것으로 기대된다.

셋째, 일본은 한국과 마찬가지로 반도체 원재료 확보에 있어 공급망 안정화 과제에 직면해 있다. 일본은 실리콘카바이드, 폴리인산, 형석 및 불화수소는 중국에 대한 수입의존도가 높고, 황린은 베트남 의존도가 절대적이다. 한국 또한 2019년 일본의 대한(對韓) 수출규제 이후 불화수소 등 반도체 소재 국산화에 성과를 거두고 있기는 하지만 황린, 형석, 희소가스, 텅스텐 등 반도체 원재료를 중심으로 한 공급망 안정화 과제를 여전히 일본과 공유하고 있다.

최근 주요 자원 보유국에서 수출규제가 빈발하면서 일본 반도체산업의 안정적인 조달 기반에 대한 불확실성이 확대되고 있다. 일례로 베트남은 2025년 7월 8일 황린의 수출세율을 현재 5%에서 2026년부터 10%, 2027년부터 15%로 인상한다는 법령(Decree 199/2025/ND-CP)을 발표한 바 있다.¹²⁸⁾ 중국은 2025년 2월 4일부로 텅스텐 관련 품목에 대해 수출허가제를 적용하기 시작했으며, 형석은 24개 전략적 핵심 광물자원 중 하나로 지정하고 엄격하게 관리하고 있다.¹²⁹⁾ 이에 한국과 일본은 자원 부국의 자원 내셔널리즘에 공동 대응하는 차원에서 공급망 정보 공유, 원재료 조달 다변화, 비축 및 공동구매, 대체기술 또는 자원 재활용 분야에서의 협력을 증진할 필요가 있다.

128) "Latest update on preferential import tax: Many policies are beneficial for automobile businesses"(2025. 9. 7.).

129) "China announces export controls on items related to tungsten, tellurium, bismuth, molybdenum, indium"(2025. 2. 4.).

제5장



한일 간 반도체 산업협력 현황

1. 반도체 산업협력
2. 일본 반도체 관련 기업의 대한국 공급망
연계와 기업 성과
3. 소결: 요약 및 시사점

1. 반도체 산업협력

가. 한국의 대일본 반도체 수입

과거 10년간(2015~24년) 한국의 대일 반도체 수입은 2015년 및 2019년의 전 세계 경기불황과 반도체 업황 부진에도 불구하고 전반적으로 증가세(연평균 증가율 8.9%)가 지속되었다. 이는 2019년 일본의 수출규제 강화의 영향이 크지 않았고, 양국 반도체 기업 간 상호의존성¹³⁰⁾이 지속되고 있음을 시사한다. 2024년 현재 대일 반도체 수입액은 과거 최대 규모인 144억 9,800만 달러로, 전체 반도체 수입에서는 14.6%의 비중을 차지하고 있다. 또한 대일 반도체 수입 중에서 집적회로와 제조장치(장비)가 가장 많이 수입되고 있는데, 2024년 수입 비중이 각각 41.9%(60억 7,900만 달러), 36.1%(52억 4,000만 달러)로 나타났다.¹³¹⁾¹³²⁾

[그림 5-1]에서 보듯이 집적회로(IC)에서는 비메모리 반도체(시스템반도체)의 수입이 지속적으로 증가하고 있는데, 2016~20년 20억 달러 규모에서 2022~24년 50억 달러 규모로 크게 상승하였다. 2024년 비메모리 반도체의 수입액은 59억 4,100만 달러였는데, 그중 CPU 등의 프로세서와 컨트롤러 품목이 56억 9,600만 달러로 95.9%를 차지하였다. 메모리반도체의 경우는 2015년 6억 3,500만 달러에서 2024년 5,700만 달러로 격감하였다.

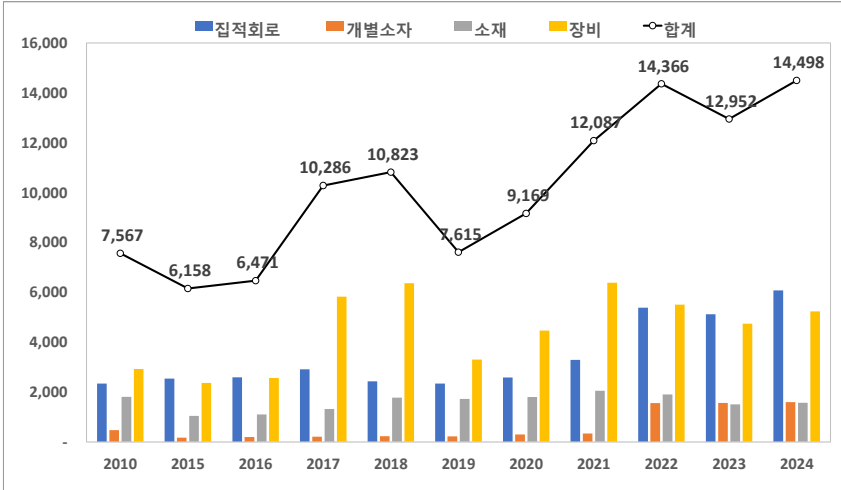
130) 吉岡(2021)는 2000~18년 기간 중 한국에서 반도체 생산과 설비 투자가 증가함에 따라 전체적으로 대일 수입 유발 구조가 지속되고 있는 것으로 해석하였다. 吉岡英美(2021), p. 38.

131) 반도체 관련 대일 수입 무역 통계에서 집적회로, 개별소자 반도체는 한국무역협회(KITA.NET)의 무역DB에서 MTI → HS코드 연계표에 따라 반도체 관련 HS코드 6단위로 추출했으며, 재료(소재) 및 제조장치(장비)는 HS코드 10단위(각각 48개 및 111개 품목)로 추출하였다. 이러한 반도체 수입 통계의 분류(HS코드 추출)는 김은영, 서창배(2021) 및 정형곤(2024)를 참고하였다.

132) 한국무역협회(KITA.NET), 「한국무역」(검색일: 2025. 7. 15.).

그림 5-1. 반도체 부문별 대일 수입액 추이

(단위: 백만 달러)



주: 집적회로는 비메모리 반도체(시스템반도체), 메모리 반도체, 집적회로 반도체 부품, 개별소자는 기타 개별소자 반도체(전하결합소자 등), 트랜지스터, 다이오드, 반도체 재료(소재)는 웨이퍼, 노광재료, 마스크, CMP, 화학품, 그리고 제조장치(장비)는 검사장치, 증착장치, 식각장치, 노광장치, 패키징장치가 각각 주종 수입품목임.

자료: 한국무역협회(KITA.NET)(검색일: 2025. 7. 15.).

개별소자 반도체의 대일 수입은 2022~24년에 16억 달러 내외의 규모가 지속되고 있다. 하위 분류에서는 기타 개별소자 반도체의 수입 규모가 2024년 14억 3,000만 달러로 가장 큰 것으로 나타났다. 그중에서도 반도체 센서인 전하결합소자의 수입액은 12억 5,200만 달러였는데,¹³³⁾ 이 품목의 전체 수입액이 12억 9,600만 달러인 점을 감안하면 대부분(96.6%)이 일본에서 수입되고 있음을 알 수 있다. 개별소자 부문의 전체 수입(47억 6,200만 달러) 대비 일본의 비중은 33.7%로, 반도체의 여타 부문과 비교해 대일 수입의존도가 가장 높

133) 2022년 HS코드 개정에 따라 전하결합소자(CCD: Charge-Coupled Device)의 HS코드 10단위는 이전 HS8541409030에서 HS8541493000로 변경되었다. CCD의 수입액이 이전의 HS8541409030 기준으로 2015년 5억 2,400만 달러, 2020년 10억 7,600만 달러, 2021년 12억 9,900만 달러 등으로 꾸준히 증가한 점을 감안하면, 개별소자 반도체 전체적으로도 소품의 증가세가 지속되고 있음을 알 수 있다. 한국무역협회(KITA.NET), 「통계가이드/한국품목코드/연도별HS변경이력」(검색일: 2025. 7. 15.).

게 나타났다.¹³⁴⁾

반도체 재료(소재)의 대일 수입은 2015년 10억 5,500만 달러에서 2021년 20억 5,900만 달러로 증가하였고, 그 후 하락세로 전환되어 2024년에는 15억 7,500만 달러를 기록하였다. 반도체 재료 중에서는 웨이퍼의 수입이 2024년 7억 6,800만 달러로 절반 정도(48.8%)를, 웨이퍼 코팅제, 감광액 등의 노광 재료가 3억 2,800만 달러로 20.8%를 차지하였다. 나머지는 반도체 전공정에 해당하는 노광공정의 웨이퍼, 감광액, 마스크 등과 증착과정의 슬러리(CMP)가 차지하고 있다.

반도체 제조장치(장비)의 대일 수입은 반도체산업의 불황기인 2015년 및 2019년을 제외하면 증가세를 보였으나, 2021년 63억 9,200만 달러로 정점을 기록한 이후 2022~24년에는 50억 달러 내외의 규모를 기록하였다. 제조장치 중에서는 검사장치가 2024년 13억 3,300만 달러로 제조장치 전체(52억 4,000만 달러)의 25.4%를 차지하였다. 증착장치와 식각장치는 각각 7억 8,500만 달러(15.0%), 7억 7,600만 달러(14.8%)로 검사장치 다음으로 많은 수입을 기록하였다.

나. 일본의 대한국 반도체 직접투자

일본의 대한국 직접투자는 1962~2024년 누적 실행액(도착) 기준으로 391억 3,267만 달러이며, 이는 전세계의 대한 직접투자액의 12.7%에 해당된다. 시기별로는 2000년대 106억 6,500만 달러(누적액의 27.3%), 2010년대 174억 7,100만 달러(44.6%), 2020년대 50억 8,100만 달러(13.0%)로 나타나, 2000년대 이후에 대부분(84.9%)의 투자가 이루어진 것으로 파악되었다. 산업별로는 전반적으로 제조업 투자가 많은 가운데, 전기·전자 63억 7,498만

134) 반도체 분야에서 전체 수입 대비 일본의 비중은 집적회로 9.1%, 개별소자 33.7%, 소재 30.5%, 장비 23.5%로 나타났다.

달러(누적액 기준, 제조업 중 30.4%), 화학공업 54억 7,764만 달러(26.1%) 순이었다.¹³⁵⁾ 한편 산업부의 「외국인투자통계」에서는 반도체제조업에 대한 외국인투자액을 제공하고 있는데, 우리나라에 대한 일본 반도체제조업의 직접투자는 누적액(도착) 기준으로 7억 달러를 약간 상회하고 있으며, 주로 2000년대(약 3억 달러)와 2010년대(약 2.5억 달러)에 많이 투자된 것으로 나타났다(표 5-1).¹³⁶⁾¹³⁷⁾ 2010년대 이후 일본의 대한(對韓) 직접투자에서 한 가지 특기할 점은 제조업 중에서도 화학공업과 전기·전자 부문에 대한 투자액이 전체의 60.0%를 차지하고 있는 점이다.¹³⁸⁾ 이것은 첫째, 2023년 우리 정부의 국가첨단전략 산업단지 지정¹³⁹⁾을 비롯한 외국인 직접투자 유치전략이 유효함을 시사하고,¹⁴⁰⁾ 둘째, 일본 국내에 주요 고객이 존재하지 않는 일본계 화학기업들이 삼성전자, SK하이닉스에 현지 납품하고자 한국 내에 부품·소재 공장 설립을 늘렸음을 의미한다.¹⁴¹⁾

135) 산업통상자원부, 「외국인투자통계」(검색일: 2025. 7. 30.).

136) 百本(2023)에 따르면, 한국에 대한 일본의 직접투자는 다섯 차례의 정점이 있었다. 첫 번째는 1972년 전후로 일본의 인건비 상승과 노동력 부족을 겪은 노동집약형 제조기업의 진출이 잇따랐다. 두 번째는 1980년대 후반으로, 1985년의 '플라자 합의' 후의 엔고를 계기로 삼은 제조기업과 1988년 서울 올림픽의 수요 획득을 겨냥한 호텔업의 진출이 증가하였다. 세 번째는 1990년대 말 아시아 외환위기에 따라 합작기업인 한국 기업의 구제를 목적으로 한 일본기업의 자본 취득이 집중되었다. 네 번째는 2000년대 중반으로, 액정 디스플레이를 중심으로 한국기업에 납품하기 위한 제조·판매 거점의 구축이 잇따랐다. 다섯 번째는 2010년대 전반으로, 반도체, 유기EL 디스플레이, 차량용 배터리 등 폭넓은 분야에서 제조·판매 거점을 구축하는 움직임이 보였다. 百本和弘(2023. 5. 30.), 「対韓直接投資は半導体、IT分野に集中 最近の日韓経済関係を振り返る(後編)」(검색일: 2025. 7. 15.).

137) 吉岡(2021)는 2000년대 중반 이후 일본기업은 반도체, 평판디스플레이 부문에서 주도적 수요자로 성장한 한국기업의 개발·생산활동의 속도에 대응하기 위해 한국에서의 현지생산에 착수하게 되었다고 분석하였다. 吉岡英美(2021), pp. 44~46.

138) 산업통상자원부, 「외국인투자통계」(검색일: 2025. 7. 30.).

139) 2023년 7월 산업통상자원부는 국내에 총 7개의 국가첨단전략산업 특화단지를 지정했는데, 이 중 반도체 분야에서는 용인·평택(세계 최대 반도체 클러스터 거점), 구미(웨이퍼·기판 등 핵심 소재 공급기지) 2곳이 지정되었다. 이외에 반도체 관련 소부장 특화단지로 경기 안성(장비), 부산(전력반도체)이 지정되었다. 산업통상자원부(2023. 7. 20.), 「7개 특화단지에 민간투자 총 614조 원 추진», pp. 7~8.

140) 현재 우리 정부는 글로벌 혁신 허브를 위한 외국인직접투자 유치 강화를 목표로, ① 전략적 유치활동 추진, ② 외국인투자 지원제도 강화, ③ 외국인투자환경 개선 등 세부 과제를 추진하고 있다. 특히 2024년에는 첨단산업 핵심기업의 투자유치 확대를 위해 현금지원 예산을 전년 대비 4배 증액(23년 500억 원 → '24년 2,000억 원)하였다.

141) 앞의 百本(2023)는 2019년 이후 일본기업의 대한 직접투자의 특징이 업종으로는 화학기업이 많고

표 5-1. 일본 반도체 제조업의 대한민국 직접투자 추이

(단위: 백만 달러)

구분	1962~ 1969	1970~ 1979	1980~ 1989	1990~ 1999	2000~ 2009	2010~ 2019	2020~ 2024	누적
반도체 제조업	0.4	16.3	35.6	47.5	296.4	249.1	63.1	708.3

자료: 산업통상자원부, 「외국인투자통계」 DB(검색일: 2025. 7. 30.).

한편 이미 진출해 있던 반도체 관련 일본계 기업이 한국에서 R&D 센터를 설립하는 사례가 증가하고 있다(표 5-2). 일본계 기업의 주요 연구개발(R&D) 분야는 반도체 재료 개발(ADEKA, 2023년 확장 이전), 고순도 전구체 개발(SK 트리켄, 2016년), 반도체용 특수가스 개발(칸토덴카화인프로드텍한국, 2017년), 차세대 반도체 재료 개발(이데미츠코산, 2023년), EUV 노광재료 개발(닛산화학, 2023년), 포토레지스트 개발(TOK첨단재료, 2024년), 차세대 반도체 재료 개발(스미토모화학, 2024년), 진공장치 개발(ULVAC, 2024년), 불량분석장치 개발(하마마츠 포토닉스, 2025년), 웨이퍼 검사장치 개발(호리바제작소, 2025년) 등 반도체 재료와 제조장치 분야에 집중되어 있다.

기업사례를 살펴보면, 스미토모화학은 1998년 동우화인켄을 설립하여(지분 100% 보유) 반도체 · 디스플레이용 소재를 제조 · 판매하고 있다. 이 회사는 2001년 평택중앙연구소(R&D센터)를 설립¹⁴²⁾한 데 이어 2024년 9월에는 고객의 수요 확대에 대응하고 반도체와 통신 관련 첨단기술 · 재료 등 차세대 재료 개발을 가속하기 위해 판교에 차세대연구개발센터를 신설하였다. 판교에 R&D 거점을 마련한 것은 반도체 클러스터가 구축되고 있는 용인에 가깝고, 서울 근교여서 우수 인력을 확보하기에 유리하다는 장점이 있기 때문이다.¹⁴³⁾ 아데카공업(ADEKA CORPORATION)은 1991년에 자회사인 아데카

제품 판매 대상은 한국 반도체 기업이 많은 점이라고 언급하였다. 즉 한국 반도체 기업의 수요 확대에 따라 현지에서 관련 제품을 생산하기 위해 한국에 생산거점을 신설 · 증설하였다고 지적하였다. 百本和弘(2023), 「對韓直接投資は半導体、IT分野に集中 最近の日韓經濟關係を振り返る(後編)」(검색일: 2025. 7. 15.).

142) 동우화인켄 홈페이지, 「회사개요 연혁」(검색일: 2025. 9. 10.).

코리아¹⁴⁴⁾를 전북 완주에 설립했으며, 2010년에 반도체용 전자재료 연구개발 센터를 수원에 설립한 후 2024년에 화성연구소로 확장 이전하였다. 아데카코리아는 새로운 R&D 센터의 설립 목적에 대해 ‘5G나 ICT의 발전, 데이터센터 확대에 따라 늘어나는 반도체 수요에 선제적으로 대응’하기 위해서라고 밝혔다.¹⁴⁵⁾ 현재는 일본 본사와 연계하여 최첨단 반도체용 소재인 ALD(원자층 증착) 및 CVD(화학기상증착) 개발, 검토 및 평가(성막 장치를 사용한 프로세스 검토 및 재료 평가), 측정 및 분석(나노미터 수준의 박막 분석을 위한 X선 장치 등을 사용한 분석)의 3대 분야 연구개발을 추진하고 있다. 이 회사는 주로 국내 반도체 기업에 식각 가스나 전구체 가스 등을 공급하고 있는데, 삼성전자가 사용하는 하프늄 전구체 물량 100%를 독점 공급하고 있다.

표 5-2. 일본계 기업의 한국 내 R&D 동향

기업명	발표시점	부문	내용
스미토모 화학	2024년 4월	재료개발	자회사 동우화인켐이 반도체용 고순도케미컬의 생산능력 강화를 위해 익산시에 공장용지를 취득. 고객의 수요 확대에 대응하고 반도체와 통신 관련 첨단기술·재료 등 차세대 재료 개발을 가속화하기 위해 판교에 연구개발센터를 신설
	2025년 5월		자회사 동우화인켐의 익산연구소에서 반도체용 케미컬제품의 품질 향상과 최첨단 제품의 개발 가속을 목적으로 첨단소재용 클린룸 신설과 프로세스검증라인 확충을 결정
ADEKA	2011년 4월	재료개발	한국 자회사 ADEKA KOREA 및 연구개발센터 설립 → 반도체 증착 재료 생산
	2023년 2월	R&D 센터 확충	ADEKA KOREA의 연구개발센터 아데카코리아연구개발센터를 수원 시에서 화성시(삼성전자의 반도체연구개발부문 소재지)로 확장 이전. 총 투자금액은 13억 엔, 연면적은 7배, 클린룸 면적은 2배 확장
후지필름	2023년 12월	R&D 센터 정비	경기도 평택 신공장 내에 반도체 재료의 연구개발 체제를 2024년 중에 정비한다고 발표

143) 「디스미토모화학, 판교 R&D 거점 이달 운영 개시」(2024. 9. 1.)(검색일: 2025. 9. 10.).

144) 최초 사명은 (주)한농아데카(자본금 60억 원)이며, 주식 지분은 아사히텐카 30%, 닛쇼이와이 10%, 동부그룹 60%(한농 35%, 한정화학 25%)였다. 2008년 현재의 사명인 아데카코리아로 개명하였다. 아데카코리아(주) 홈페이지, 「연혁」(검색일: 2025. 9. 10.).

145) 「삼성전자에 부품 독점공급 日 기업, 국내 R&D 센터 7배 확장」(2024. 5. 24.)(검색일: 2025. 9. 10.).

표 5-2. 계속

기업명	발표시점	부문	내용
닛산화학	2023년 11월	EUV 노광재료 개발	EUV 재료 개발 목적으로 NCK의 연구개발거점에 반도체 부문을 신설(4월 1일). EUV 재료 공급력 강화를 위해 NCK 당진공장을 신설(5월 15일 완공)

자료: 김규만(2023), pp. 42-43을 보임; 百本和弘(2023. 5. 30.), 「別表1: 日本企業の対韓直接投資事例(投資元企業が製造業, 2019年1月~2023年4月)」(검색일: 2025. 7. 15.); 연구진 일본 출장, JETRO 입수자료, 「半導体関連分野における最近の日本企業の韓国投資事例」(2025. 7. 27.-8. 1.).

다. 한일 기업 간 R&D 협력: 후공정 패키지 기술 공동개발

일본에서 현재 진행되고 있는 반도체 후공정 패키징 기술 개발은 Rapidus의 첨단 패키지 기술개발,¹⁴⁶⁾ 그리고 TSMC, 삼성전자 등 첨단 반도체 파운드리 의 일본계 반도체 장치·재료 기업과의 협력하에서 진행되는 첨단 패키지 기술 개발로 요약할 수 있다.¹⁴⁷⁾ 일본정부(경제산업성)는 2019년부터 실시 중인 「포스트 5G 정보통신 시스템 기반강화 연구개발 사업」을 통해 클라우드·MEC(Mobile Edge Computing) 서버 등 고성능 컴퓨팅이나 엣지 컴퓨팅 영역에서의 로직반도체 고성능화는 물론, 로직반도체와 메모리, 센서, AI 칩, RF(무선주파수) 등의 주변장치를 단일 패키지로 통합하는 2D 혹은 2.5D/3D 패키지 기술의 개발이 필요하다는 점을 강조하고 있다. 특히 일본이 가진 반도체 제조장치와 재료 분야의 경쟁력을 살려, 고성능 컴퓨팅용 패키지기술에서는 패키지기술의 대면적화와 신규 재료, 제조·공정 기술, 어셈블리·패키징 기술, 엣지 컴퓨팅용 패키지 기술에서는 소형·저 패키지 면적에서의 고성능화, 고기능화, 저소비전력화를 실현하는 제조·공정 기술의 개발을 강조하고 있다.¹⁴⁸⁾

2010년대 후반 이후 세계적으로 데이터센터에 사용되는 GPU 등 AI 반도체에 대한 수요가 증가함에 따라 연산능력 제고 차원에서 칩이나 패키지의

146) Rapidus의 후공정 패키지 기술개발 동향에 대해서는 본고 제3장 참고.

147) 経済産業省(2024. 12. 23.), p. 34.

148) 経済産業省(2025. 9. 22.), p. 32.

사이즈가 커지고 있는 가운데, 반도체 후공정 패키지 기술 트렌드로서는 칩렛(chiplet)과 함께 이종집적화(Heterogeneous Integration) 기술이 각광을 받고 있다.¹⁴⁹⁾ 첨단 반도체 파운드리 입장에서는 2023년 TSMC가 차세대 패키징 기술을 WLP(Wafer Level Package, 웨이퍼 레벨 패키지) 기술에서 PLP(Panel Level Package, 패널 레벨 패키지) 기술¹⁵⁰⁾로 전환하겠다는 방침을 밝힌 이후 삼성전자, 대만 ASE 등 파운드리는 물론이고 Rapidus도 PLP 기술 개발에 역량을 투입하고 있다.¹⁵¹⁾

삼성전자는 2023년 7월 컨소시엄 MDI Alliance 발족 이후 반도체 후공정 기술개발에 역점을 두고 있다.¹⁵²⁾ 일본 반도체 재료 및 제조장치 기업들과의 후공정 패키지 기술개발 협력 차원에서 2023년 말 가동에 들어간 요코하마 리프 미나토 미라이 R&D 센터¹⁵³⁾를 중심으로 HPC/AI용 프로세스에 사용하는 칩렛 모듈의 고집적화와 칩 간 데이터전송 대역의 향상 등을 목표로 2.xD/3D를

149) 칩렛이란 기존 칩에서 필요한 각각의 기능을 분리하여 작은 면적의 칩 조각(chiplet)으로 따로 제조한 후, 후공정 기술을 통해 하나의 패키지로 만드는 것을 말한다. 시스템을 하나의 큰 칩 안에서 만드는 것(SoC)이 아닌, 작은 칩들을 모아서 하나의 패키지로 만드는 것(SiP: System-in-Package)이다. 칩렛을 포함하여 로직, 메모리, 센서 등 다양한 종류의 칩을 하나의 패키지 내에 만드는 기술을 통칭하여 '이종집적화(Heterogeneous Integration)'라고 부른다. SK hynix NEWSROOM 웹사이트(2023. 11. 29.), 「반도체의 이해」 AI시대, 새로운 차원으로 가는 패키징 기술! 칩렛 그리고 3D SoC(7/7), (검색일: 2025. 9. 23.).

150) PLP 기술에 대해서는 TOK 웹사이트, 「ファンアウトパッケージングとは?」(검색일: 2025. 9. 23.) 참고.

151) 삼성전자와 TSMC 모두 AI 반도체의 패키지 기술로서 팬아웃-패널레벨패키지(FO-PLP) 기술을 차기 로드맵으로 확정한 점에서는 동일하나 패키지 기판(사각형의 패널) 재료에 대해서는 삼성전자는 플라스틱(오거닉), TSMC는 유리를 사용하는 방안이 유력시된다. 「'같은 패키징, 다른 패널'...삼성 vs TSMC, FO-PLP 승부」(2024. 12. 18.).

152) 삼성전자는 2023년 7월 후공정 기술개발을 위한 MDI Alliance(Multi-Die Integration Alliance) 설립을 발표하였다. MDI Alliance는 이종집적화 기술의 생태계를 구축하고 기술혁신을 주도하며, 특히 HPC(High Performance Computing, 고성능 컴퓨팅)나 자동차 등 개별 니즈에 부합하는 맞춤형 패키지 기술개발에 주력한다는 방침이다. 「삼성전자, 'MDI 얼라이언스' 출범...패키징 사업 강화 나선다」(2023. 7. 4.).

153) 삼성전자는 Rapidus가 위치하고 있는 홋카이도 지역이 아닌 요코하마에 R&D 센터를 개설한 이유에 대해, Rapidus는 2024년 10월 개설한 RCS(Rapidus Chiplet Solutions)를 거점으로 2나노세대 반도체의 칩렛 패키지 설계·제조 기술을 개발하고 있고 홋카이도에는 대학도 있지만, 전반적으로 반도체 인력수급 측면에서 도쿄에 인접한 요코하마에 비해 훨씬 열악하다고 보았기 때문이라고 밝혔다. 2025년 7월 삼성전자재팬 담당자 면담.

조합한 3.xD 칩렛 기술을 개발하고 있다.¹⁵⁴⁾ 구체적인 연구개발 항목은 ① 파인피치(fine pitch) ‘Chip to Wafer’ 본딩기술 개발, ② 고기능 대면적 수지 인터포저 기술 개발, ③ 대면적 서브스트레이트의 미세 플립 칩 실장기술 개발, ④ 전원특성향상기술(이종의 다수 칩 모듈에서도 안정된 전원을 공급하는 기술) 개발이다. 현재 기반, 재료, 공정, 분석·평가, 기술·보안 등의 분야에 80여 명의 연구인력을 채용하여 연구개발을 진행 중인데, 대부분의 인력을 일본 협력기업에서 채용하고 있다. 사업비는 2028년까지 총 350억~400억 엔이며, 이중 인프라 정비에 50억~100억 엔, 설비 확충에 100억~150억 엔, 운영비에 150억~200억 엔 투입을 계획하고 있다. 언론에 보도된 바와 같이 2023년 12월 사업비 400억 엔 중 최대 절반(200억 엔)을 일본정부(경제산업성)로부터 포스트 5G 기금을 통해 보조받고, 약 20억 엔은 지방정부로부터 보조를 받고 있다.¹⁵⁵⁾

SK하이닉스 역시 일본과의 반도체 협력 강화를 명시한 가운데, 2024년 5월에는 AI 반도체 등의 분야에서 일본과의 공급망 연계는 필수적임을 지적하고 새로운 반도체 연구개발과 관련하여 일본 내 R&D 시설 설립과 일본기업에 대한 투자를 검토하겠다고 밝힌 바 있다. 특히 2024년 9월 SK하이닉스가 이중집적화 기술을 적용한 HBM3E 메모리 양산을 개시함에 따라 일본의 후공정 패키지 관련 재료업체들과의 협력에 대한 관심도 높아지고 있다. SK하이닉스는 2024년 4월 청주 M15X 공장을 HBM 등 차세대 DRAM 생산기지로 결정한 데 이어 미국 인디애나주에 첨단 패키징 공장을 건설하여 2028년부터 차세대 HBM을 생산한다는 계획을 발표하였는데, 일본 현지 생산체제 구축과 관련해서도 기대감을 낳고 있는 상황이다. SK하이닉스는 전통적으로 일본 반도체 재료 기업과의 공급망 협력을 꾸준히 유지하고 있고, 특히 HBM 개발과정에서는 초

154) 삼성전자가 경제산업성(NEDO)의 ‘포스트 5G 기금’을 활용하여 추진 중인 후공정 관련 R&D 프로젝트(고성능 대면적 3.xD 칩렛 기술의 연구개발)에 대해서는 본고 제3장, [표 3-4] 참고.

155) 삼성전자는 경제산업성으로부터 포스트 5G 기금 보조금(200억 엔)을 받을 때, 요코하마 리브 미나토 미라이 R&D 랩에서의 연구개발 성과물(예: 특허권)에 대해 전적으로 삼성전자에 귀속되는 것으로 합의하였다. 신규로 개발된 기술을 한국으로 반입할 때에는 경제안전보장정책 틀 내에서 일본정부의 허가가 필요한데, 지금으로서는 문제가 없는 것으로 전해진다. 2025년 7월 삼성전자재팬 담당자 면담.

미세 TSV(실리콘관통전극) 적층 공정에 필수적인 언더필(Underfill)이라는 특수 에폭시 소재를 일본 나믹스(NAMICS)에 의존한 경험이 있는 만큼¹⁵⁶⁾ HBM을 중심으로 일본 반도체 재료기업과의 협력 강화가 기대되고 있다.¹⁵⁷⁾ 나아가 SK하이닉스는 협력업체 KIOXIA(키옥시아)와의 HBM 협력을 표방하고 있어 일본 국내에서의 HBM 생산에 대해서도 기대감을 낳고 있다.¹⁵⁸⁾

라. AI 반도체 분야 협력

2022년 ChatGPT 등장과 함께 AI의 대중화를 선도하고 있는 생성형 AI는 심층학습(deep learning)과 같은 고도의 AI 알고리즘을 사용하는데, AI 반도체는 복잡한 계산처리의 고속화, 데이터의 병렬처리, 저소비전력설계, 사용자 정의성(customizability)·확장성 등의 요건을 갖추어야 한다. 이러한 연유에서 현재 세계적으로 상용화되고 있는 AI반도체는 GPU, ASIC, NPU, FPGA 등 4종류로 압축되고 있다.¹⁵⁹⁾ 세계를 주도하는 AI 반도체 업체를 국적 기준으로 보면 미국은 NVIDIA, AMD, Intel, Broadcom, 한국은 삼성전자와 SK하이닉스, 대만은 TSMC, 중국은 화웨이와 알리바바, 그리고 이스라엘은 Hailo를 들 수 있다. 일본의 경우도 생성형 AI의 붐과 때를 맞춰 Rapidus, PFN

156) SK하이닉스는 나믹스로부터 HBM 생산에 긴요한 MR-MUF를 100% 공급받고 있는데, 공급사 이원화 차원에서 자회사인 에버텍 엔터프라이즈와 이 소재의 개발에 착수하였다. 「“나믹스 독점 깨지나” SK하이닉스·삼성전자, MR-MUF 소재 개발 돌입」(2023. 9. 20.)(검색일: 2025. 9. 10.).

157) SK하이닉스는 DRAM/HBM의 국내 제조과정에서 일본의 신에츠화학으로부터 실리콘 웨이퍼를 상당수 공급받고 있고, 포토레지스트의 경우는 대부분을 TOK(東京応化工業)로부터 공급받고 있으며, 절연재(EMC)는 JSR, 아사히카세이 등과 협업 중이다. 반도체 제조장비 분야에서는 월익 IPS(식각장치), PSK(세정장치), 한미반도체(본딩·검사장치) 등 국내 업체와의 협력이 늘어나고 있는데, 그라인딩·다이싱 장치는 일본 디스코(DISCO)에 의존하고 있다. 「완제품은 韓, 소재는 日… HBM 경쟁의 이면」(2025. 8. 31.)(검색일: 2025. 9. 10.).

158) 키옥시아는 SK하이닉스와 공동개발한 MRAM 기술에 대한 논문을 2024년 12월 샌프란시스코에서 개최된 미국전기전자학회(IEEE) 주관의 국제전자소자회의인 「IEDM 2024」에서 발표하였다. IEEE 홈페이지(검색일: 2025. 9. 10.).

159) ORUTEDIA, 「AI半導体メーカー徹底比較:生成AIを支える技術革新と市場動向」(검색일: 2025. 9. 15.).

(Preferred Networks), 후지쯔, LeapMind, EdgeCortex와 같은 AI 반도체 개발 업체에 대한 관심이 높아지고 있다(표 5-3).

표 5-3. 일본의 주요 AI 반도체 관련 기업

기업명	특징 · 제품	목표 · 계획
Rapidus	최첨단 로직반도체(2나노세대) 양산을 목표로 하는 국책기업	IBM과의 기술제휴를 바탕으로 AI용 반도체 개발 · 제조를 추진. 양산개시 목표 시점은 2027년 하반기
PFN	AI 추론용 프로세서 MN-Core L1000 등 AI 전용 칩을 설계 · 개발하는 독립계 기업	생성형 AI의 추론처리를 최대 10배 가속화 하여 2026년 제품 개시를 목표
후지쯔	차세대 Arm(영국의대표적인 반도체 설계기업) 베이스의 차세대 데이터센터용 프로세서인 FUJITSU-MONAKA* 등 AI · HPC용 프로세서를 개발. 2027년 출시 예정	슈퍼컴퓨터 ‘후가쿠(富岳)’에서 배양한 기술을 활용하여 AI 분야에서 활약하는 것이 목표
LeapMind	초저소비전력 AI 프로세서를 설계 · 개발하는 스타트업	엣지 AI 분야에서 응용, 제한된 전력으로 고성능 AI 처리를 가능하게 하는 기술개발
EdgeCortex	엣지 AI용 AI 프로세서를 설계 · 개발하는 스타트업	독자적 아키텍처에 의해 엣지 디바이스상에서 효율적인 AI 추론을 실현

주: * FUJITSU-MONAKA 개발 프로젝트는 2나노 프로세서를 채용한 Arm 베이스의 CPU로서 NEDO의 그린이노베이션 기금 사업으로 채택됨.

자료: ORUTEDIA, 「AI半導体メーカー徹底比較:生成AIを支える技術革新と市場動向」(검색일: 2025. 9. 15.).

Rapidus는 2024년 2월 AI 반도체 설계기업인 미국 Tenstorrent와 엣지 AI 액셀러레이터 개발에 합의(IP 취득)한 데 이어,¹⁶⁰⁾ 2024년 5월에는 미국 팸리스 스타트업 Esperanto Technologies와 저소비전력 AI 반도체 개발 · 제조에 관한 협력각서를 체결하였다.¹⁶¹⁾ 2024년 1월 Rapidus가 NEDO로부터 정부보조를 받아 LSTC와 Tenstorrent가 공동 개발에 들어간 ‘엣지 AI 반도체 칩 개발’ 프로젝트에 대해서는 본고 제4장의 [표 4-10]에 상술하고 있다.

일본을 대표하는 AI 스타트업 PFN은 미국 NVIDIA의 GPU에 대한 ‘대항마’로서 차세대 학습용 AI 반도체인 MN-Core 시리즈(독자적 ASIC) 개발에 주력

160) ANANDTECH(2024. 2. 28.) 참고.

161) Semiconportal(2024. 5. 17.), 「ラピダス, Esperantoとの提携でTSMCとの違いが明確に」(검색일: 2025. 7. 1.) 참고.

하고 있다.¹⁶²⁾ 2022년 12월 공개한 제2세대 심층학습용 프로세서(차세대 액셀러레이터) 'MN-Core 2'의 후속품을 2026년에 상용화한다는 목표다. 2014년 도요타와 화낙(FANUC)이 공동 설립한 PFN 그룹은 AI 칩 'MN-Core' 시리즈와 대규모언어모델(LLM) 'PLaMo(플라모)' 등 하드웨어, 소프트웨어를 수직통합하는 형태로 AI 개발을 주도하고 있다. PFN은 현행 GPU는 AI 모델의 개발 시에 수행하는 '학습'과 학습이 완료된 AI 모델을 작동하여 결과를 얻는 '추론'을 모두 수행하고 있으나, 추론 시에 메모리 밴드 폭이 장애가 되어 성능이 향상되지 못하는 과제를 안고 있다고 지적한다. PFN은 추론에 특화하면서 메모리 밴드 폭을 대폭 향상시킨 AI 칩 'MN-Core L1000'을 개발하여 이 과제를 해결한다는 계획이다. 이는 생성형 AI에 의한 추론처리를 기존 AI 칩보다 최대 10배 고속화한 칩으로, 2026년에는 공개한다는 계획이다.¹⁶³⁾

한국과 일본 간 AI 반도체 분야에서의 산업협력은 2024년 7월 삼성전자가 일본 PFN과 2나노 AI 칩 생산계약을 체결한 것 이외에는 특별한 움직임은 보이지 않고 있다. 삼성전자는 국내 디자인 솔루션 파트너(DSP)인 가온칩스와 협력하여 PFN의 AI 가속기 반도체(AI 처리 전용회로)를 2나노 공정 기반으로 양산하고, 2.5D 첨단 패키징 기술인 'I-Cube S'까지 제공하는 턴키 솔루션을 수주하였다고 밝혔다.¹⁶⁴⁾ 첨단 프로세스 기술에서 패키징 기술에 이르기까지 턴키형 파운드리 서비스를 제공하고 있는 삼성전자는 파운드리 사업의 고객에 대해 2025년부터 2나노세대 기술의 양산을 개시한다는 계획을 공표한 바 있다. 이는 트랜지스터의 전류가 흐르는 채널영역의 전방위를 게이트 전극으로 에워싸는 GAA(Gate All Around) 구조를 이용하는 프로세스 기술로서, 2022년 양산을 시작한 3나노세대 기술의 후속 기술이다. 첨단패키지 기술로

162) 「AI半導体でサムスンと組んだプリバド、技術力はTSMCに比肩」(2024. 8. 29.).

163) 「国産AIの逆襲:AIの勝負は半導体が決める,NVIDIAの次を狙うPreferred Networksの決意」(2025. 3. 17.), p. 2.

164) 「삼성전자, 2나노 AI 반도체 첫 수주...일본 PFN과 협력」(2024. 7. 9.); 「サムスンがプリファードの半導体を製造, 2nm世代と先端パッケージ活用」(2024. 7. 11.).

는 'Interposer-Cube S(I-Cube S)'라는 2.5D 패키지 기술을 PFN에 제공한다. 실리콘(Si)제의 인터포저(중간기판)를 사용하고 칩렛(반도체 칩)을 서로 고밀도의 신호선으로 접속하는 기술이다. PFN은 삼성전자의 대형 패키지를 활용한 이중집적화 기술을 이용하는 일본 최초의 고객 기업이 된다. PFN이 삼성전자에 제조·위탁한 것은 2023년 12월 PFN이 경제산업성(NEDO)의 R&D 지원을 받아 IJ, 호쿠리쿠첨단과학기술대학원대학과 공동개발하고 있는 계산자원용 AI 반도체 'MN-core'이다.¹⁶⁵⁾

2. 일본 반도체 관련 기업의 대한국 공급망 연계와 기업 성과

한국과 일본의 반도체 협력은 매우 오랜 역사를 갖는다. 1969년 설립된 한국도시바주식회사는 한국반도체(삼성반도체의 전신), 아남반도체와 함께 초기 한국 반도체산업을 이끌었던 기업 중 하나였다. 한국도시바주식회사는 이후 1974년 한국전자주식회사(Korea Electronics Co., Ltd.)로 사명이 변경되었으며, 1979년 10월 반도체 칩 생산을 개시하고, KEC로 한 차례 사명이 더 변경되었으며, 현재 전력반도체를 비롯한 비메모리칩을 생산하는 기업으로 건재하다. 한편 NEC는 삼성이 본격적으로 반도체산업에 진출하기 전 삼성전자와 삼성-NEC(삼성SDI의 전신)를 합작으로 설립해 진공관 및 브라운관 TV 생산을 시작하면서 한국 전자공업의 기틀을 닦은 바 있다. 한국 반도체 역사의 기념비적인 사건 중 하나였던 삼성의 64K 디램 개발(1983. 12.) 뒤에는 샤프로부터 기술 훈련을 받았던¹⁶⁶⁾ 삼성 직원들이 있었다.

이후에도 한국은 일본기업들과 밀접하게 연결되어 반도체산업을 일으켰다. 일본이 한국에 단행한 수출규제는 한국과 일본 간의 산업 협력 관계에 긴장을

165) 본고 제4장 [표 4-11] 참고.

166) 「30년 전 '삼성 반도체 과외교사' 일본 샤프, 독자기술만 고집하다 몰락」(2016. 2. 25.)(검색일: 2025. 7. 30.).

불러일으키는 사건이었지만, 동시에 두 국가가 얼마나 밀접하게 관련이 되어있었는지를 보여준 사건이었다. 그 예로 수출규제 단행 이후 JSR은 벨기에 Imec과의 합작투자를 활용해 한국 내 공급을 위한 대체 루트를 확보했으며, TOK는 인천 송도의 공장 생산능력을 두 배로 확장하였고,¹⁶⁷⁾ 스미토모화학도 일본 외 ArF 포토레지스트 생산시설을 한국에 최초로 설립하기로 결정한 바 있다.¹⁶⁸⁾ 수출규제라는 사건에도 불구하고 단기간에 한국과 일본 반도체산업의 절연이 이루어질 수는 없었다.

이렇듯 일본은 한국의 반도체산업 발전 초기 역사에서 매우 중요한 역할을 했으며, 이후에도 공급망에서 보완적 관계를 이루며 반도체산업 성장을 보조해 왔다. 본 절에서는 한국과 일본의 반도체 공급망 연계 현황과 성과를 알아보도록 한다. 먼저 한국 내 주요 일본 반도체 기업의 현황을 살펴보고, 이후 일본기업의 한국 내 경영 성과와 관련한 여러 심화 분석을 수행하도록 한다.

가. 한국 내 주요 일본 반도체 기업 현황

국내에서 활동하는 일본 반도체 기업으로 43개의 기업이 선별되었다. 해당 기업군을 선별하기 위해, 산업부에서 관리하는 외국인 투자기업 정보(2025년 7월 30일 기준)에서 출발해 반도체와 관련된 산업¹⁶⁹⁾에 종사하는 기업 중 대표 투자국가가 일본으로 분류된 기업을 추리고, 이들을 전수 조사해¹⁷⁰⁾ 반도체와 관련된 사업을 수행하고 있는지 확인했다. 이러한 일련의 과정을 거치고서도

167) 「수출규제 우회해 韓서 만들자」…日 반도체소재 기업 몰려온다(2021. 5. 3.)(검색일: 2025. 7. 30.).

168) 「탈일본'에 화들짝...1000억 들여 한국에 공장짓는 日 기업 [정영효의 일본산업 분석]」(2021. 9. 1.)(검색일: 2025. 7. 30.).

169) 표준산업분류 기준 △ 그 외 기타 분류 안 된 화학제품 제조업, △ 기타 기초 무기 화학물질 제조업, △ 기계 펌프 및 압축기 제조업, △ 반도체 제조용 기계 제조업, △ 전기용 기계·장비 및 관련 기자재 도매업, △ 메모리용 전자집적회로 제조업, △ 그 외 기타 전기장비 제조업, △ 그 외 기타 분류 안 된 비금속 광물제품 제조업, △ 그 외 기타 전자부품 제조업, △ 기타 광학 및 정밀 기기 소매업, △ 산업용 가스 제조업, △ 기계 및 장비 증개업, △ 기타 화학물질 및 화학제품 도매업, △ 기타 산업용 기계 및 장비 도매업, △ 기타 반도체소재 제조업의 15가지 산업을 조사했다. 이 외에도 외국인 투자기업 정보에 등록된 대표업종이 반도체라는 단어를 포함하면 분석 대상에 포함했다.

170) 기업별 홈페이지, 감사보고서의 주석 부분 등을 참고해 사업 영역을 확인하는 절차를 거쳤다.

본 보고서 전체에서 다루는 한국 내 주요 일본기업이 분석 대상에 포함되지 않았다면 수기로 기업 명단을 추가해 최대한 한국 내 일본 반도체기업에 대한 대표성을 확보하고자 했다. 다만 이러한 노력에도 불구하고 한국에서 활동 중인 모든 일본기업이 분석 대상에 포함된다고 할 수는 없다. 본 절은 공시자료를 획득할 수 있는 외감기업이나 주식시장(KOSPI 등) 상장사 등만 분석 대상으로 삼기 때문이다. 따라서 산업통상자원부의 외국인 투자기업 정보에 등장하는 기업이거나 그 외 중요한 일본 반도체기업이라도 공시자료를 등록하지 않는다면 본고의 분석에서 제외될 수 있다. 이하의 내용에서는 한국 내 주요 일본 반도체 기업 현황에 대해 분석하도록 한다.

1) 진출 방식과 분야

반도체 소재 분야에서 세계적인 경쟁력을 보유한 일본의 기업들은 상당수 한국에 진출해 있으며, 대체로 한국에 단독진출하는 경향이 있다. 일본기업들이 압도적으로 강한 영향력을 행사하는 노광 소재의 경우 포토레지스트 분야를 대표하는 스미토모화학(동우화인켐), 후지필름, JSR, TOK가 모두 단독 출자로 한국에 진출한 상황이다. 그 외 반도체 소재 기업으로 레조낙코리아, 도카이 카본, 신에츠화학공업 등이 한국에 단독 법인을 갖고 있다. 반도체 장비 측면에서도 세계적인 식각 및 트랙 제조 기업인 도쿄일렉트론, 아드반테스트, 고쿠사이 일렉트릭, 일본마이크로닉스, 알박, 히타치 하이테크 등이 단독진출했다.

표 5-4. 일본기업 진출 방식 및 분야별 매출 비중

일본기업 진출 방식 \ 분야	소재	장비	기타	행 합계
단독 투자	39.1%	32.3%	22.0%	93.4%
합작 투자	4.9%	0.0%	1.7%	6.6%
열 합계	43.9%	32.3%	23.7%	100.0%

주: 본고에서 고려하는 43개 일본기업의 전체 매출에서 각 분야 및 진출 방식별로 비중을 계산한 것임. 기업별 자세한 매출액은 [표 5-5]를 참고.

자료: 저자 작성.

매출 규모 기준 합작투자는 전체의 6.6%에 불과하다. 반면 단독 투자를 취하는 일본기업은 전체 매출에서 93.4%를 점유하며, 특히 반도체 제조 장비의 경우 단독 투자 방식으로 100% 이루어져 있다. 따라서 한국과 일본 기업의 합작 투자 형태의 협력은 소재와 기타(부품) 분야에서 집중되며 이에 대한 사례를 이어서 소개하도록 한다.

2) 기술 협력 및 합작투자

일본과 한국의 기술 및 투자 협력은 다양한 형태로 이루어지고 있다. 일본의 기술과 한국의 제조 역량을 결합하는 방식의 협력 예로는 초고순도 과산화수소를 비롯한 각종 세정 및 식각 소재를 생산하는 삼영순화를 들 수 있다. 이 기업은 1930년대부터 독자적인 과산화수소 제조공법을 보유하고 반도체용 초고순도 과산화수소를 제조해온 미쯔비시가스화학과 국내 최대 과산화수소 전문 기업인 한솔케미칼이 합작해 만들어졌다. 한편 노광 공정 중 현상(develop)에 사용되는 TMAH(Tetra Methyl Ammonium Hydroxide)의 경우 한덕화학이 제조하고 있으며 이 기업은 롯데케미칼과 도쿠야마가 5:5로 출자해 운영되고 있다. 롯데케미칼은 현상액 원료인 TMAC(Tetramethyl Ammonium Chloride)을 생산하고 도쿠야마는 전해기술을 보태 두 기업이 합작으로 TMAH를 생산하고 있다.

일본의 원료를 바탕으로 한국 기업의 사업 확장을 도모하는 형태의 합작투자도 이루어지고 있으며 팜테크놀로지가 그 예라고 할 수 있다. 이 기업은 ENF와 그 관계사인 한국알콜산업이 각각 46%, 14%가량의 지분을 갖고 있으며 일본 모리타화학(32%)과의 합작투자로 탄생했다. 합작투자를 통해 ENF는 반도체 식각액 시장에 진출하고, 이에 필요한 원료는 세계적인 불소계 전자재료 업체인 모리타에서 받는 형태로 사업 확장이 이루어졌다.¹⁷¹⁾

171) 「이엔에프 반도체 식각액 시장 진출...800억 시장 놓고 테크노세미켐과 경쟁」(2011. 7. 12.) (검색일: 2025. 7. 30.).

합작투자로 시작한 뒤 일본기업이 국내기업의 지분을 모두 취득하는 상황도 발생한다. 삼성전자에 독점적으로 하프늄 전구체(High-K 소재)를 공급하는 것으로 알려진¹⁷²⁾ 아데카코리아는 동부그룹과의 합작투자로 출발한 기업이다. 다만 동부그룹의 재무 구조 개편으로 인해 현재는 아데카(아사히덴코공업)가 아데카코리아의 지분 100%를 소유하고 있다. 아데카코리아는 앞서 언급한 하프늄 전구체 외에도 고순도 에칭가스, CVD 소재, High-K, Low-K 소재 등을 두루 공급하고 있다.

SK그룹 계열사인 SK트리켄은 하프늄 전구체 공정 관련 특허를 보유한 TCLC(Tri Chemical Laboratories)와 SK머티리얼즈의 합작으로 만들어진 기업이다. 해당 제품에 대해서는 TCLC의 특허가 거의 독점적인 지위를 갖고 있어, 합작투자 관계를 통해 안정적으로 소재를 공급받는 것이 전략적으로 매우 중요하다고 볼 수 있다. 이 외에도 SK그룹은 레조낙(RESONAC)과의 합작 투자를 통해 고순도 식각가스를 제조하고 있다.

서로 다른 분야에서 기술력을 가진 두 기업이 합작투자를 진행하기도 한다. 스템코의 경우 화학 기술력을 가진 도레이와 전자부품(기판) 기술력을 지닌 삼성전기가 각각 70%와 30%의 지분율을 가지고 합작 투자해 탄생한 기업이다. 두 기업의 협력을 통해 스템코는 연성회로기판, 박막 형태의 회로 디자인 기판 등을 제조하고 있다. 다만 앞서 언급한 바와 같이 기술 협력과 합작투자는 대체로 반도체 소재 분야에 집중되어 이루어지는 경향이 있다.

반도체 소재 분야에 협력이 집중되는 것은 한국과 일본이 각각 가진 비교우위를 결합하는 과정에서 나타날 수도 있지만, 그 외에도 다양한 이유를 제기할 수 있다. 기업 규모별로 살펴볼 때, 한국과 일본 기업의 합작투자는 대체로 대기업(삼성물산, SK, 롯데케미칼, 삼성전기) 혹은 준대기업(한솔케미칼) 차원에서 이루어지는 것이 대다수이다. 그러나 이러한 기업들의 경우 대체로 소재 분야에는 진출했지만, 반도체 장비를 직접 제조하는 기업은 반도체 제조 장비를

172) 「하프늄 전구체 이원화에 日 TCLC와 특허 공방 예견」(2022. 1. 19.) (검색일: 2025. 7. 31.).

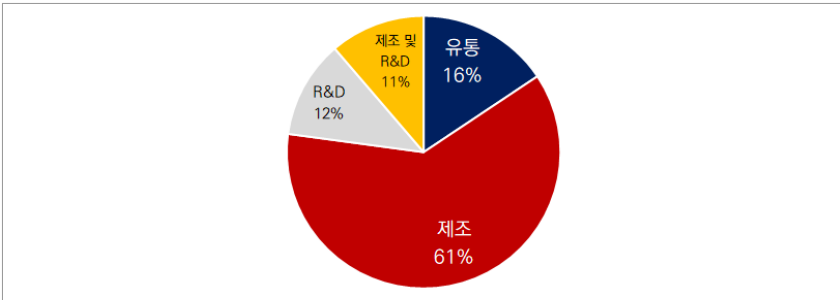
생산하는 삼성전자의 자회사 세메스 외에는 드물다고 볼 수 있다. 이러한 상황에서 장비 산업의 경우 경쟁 관계로, 소재 산업의 경우 일부 보완적 관계로 발전했던 것으로 해석할 수도 있다.

3) 사업 형태

공시자료를 통해 판단해 볼 때 한국에서 활동하는 일본기업은 상당수가 제조법인을 갖고 있다. JSR, 기가포톤, 다이니폰프린팅, 무라타, 히타치 하이테크, 디스코, 니콘, 소시오넥스트 외에는 대체로 한국 법인의 제조 활동이 이루어지고 있음을 공시자료상 명시하고 있다. 반면 R&D를 수행하는 기업은 그리 많지 않다고 볼 수 있으며, 사업보고서나 감사보고서의 내용을 토대로 보면 기초연구보다는 개발 단계에 가까운 R&D 업무를 수행하고 있다.

그림 5-2. 한국 내 일본 반도체기업의 사업 형태별 매출 비중

(단위: %)



주: 본고에서 고려하는 43개 일본기업의 전체 매출에서 사업 형태별로 비중을 계산한 것임. 기업별 자세한 매출액은 [표 5-5]를 참고.
자료: 저자 작성.

[그림 5-2]는 한국 내 일본 반도체기업의 사업 형태별 매출 비중을 나타내고 있다. 매출 기준 전체의 16%는 별도의 제조 및 R&D 활동을 언급하고 있지 않으며 판매, 수출 중개, 단순 서비스 제공을 목적으로 운영되고 있어 판매법인이

라고 분류할 수 있다. 매출 기준 61%는 제조만 수행하고 있으며 기업의 개수를 기준으로 하더라도 거의 대다수의 기업이 여기에 해당된다. 매출 기준 23%의 기업은 연구개발 활동과 관련해 언급되지만 앞서 말한 바와 같이 대다수가 제품 개발 정도를 사업 목적으로 제시하고 있다.

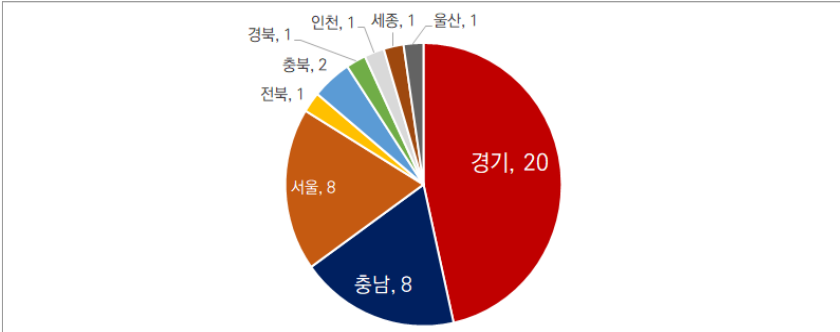
4) 소재지

다음으로 한국 내 일본 반도체기업의 소재지를 살펴보도록 한다. 기본적으로 본사 소재지를 우선하지만, 만약 주력 생산기지가 별도로 존재한다면 해당 생산기지가 위치한 곳을 우선해 일본 반도체기업의 한국 내 소재지를 분석했다.¹⁷³⁾ 소재지별로 나눠보면 경기도가 압도적으로 큰 비중을 차지하는데, 이는 경기도가 이천, 평택, 화성, 부천 등의 반도체 거점을 보유한 것을 고려할 때 당연한 결과라고 할 수 있다. 충남 역시 경기도와 함께 한국에서 반도체 생산 및 수출이 매우 활발하게 일어나는 지역인 이유로 천안, 아산, 당진을 중심으로 일본기업이 다수 진출해 있다. 서울의 경우 8개의 기업이 분포해 있으나 대체로 판매법인을 중심으로 운영되고 있다. 한국신에츠실리콘과 한국신에츠첨단재료, 지올코리아가 감사보고서상으로는 제조 활동을 하고 있다고 명시했지만, 신에츠화학과 지올 본사 홈페이지상으로는 한국 내 법인은 사실상 판매법인의 형태라고 추정할 수 있었다. 따라서 실질적으로는 서울에 근거지를 둔 일본기업은 양산기지를 갖춘 기업들이라고 판단하기는 어렵다.

173) 43개 기업 중 하마마츠포토닉스코리아는 서울특별시 송파구에 본사가 있으나 제조 공장은 화성에 있어 경기도 기업으로 분류한다. 한덕화학 소재지 역시 서울특별시 강남구지만, 울산에 제조 공장을 갖고 있어 울산 기업으로 분류한다.

그림 5-3. 한국 내 일본 반도체기업의 본사 소재지별 분포

(단위: 기업 수)



주: 본고에서 고려하는 43개 일본기업의 전체 매출에서 본사 소재지별로 비중을 계산한 것임. 기업별 자세한 매출액은 [표 5-5] 참고.

자료: 저자 작성.

따라서 한국 내 반도체 소재 및 장비 기업과 마찬가지로 일본기업도 제조나 연구개발 활동을 한다면 대체로 반도체 생산이 활발하거나 입지 조건이 유리한 곳에 진출한 것을 알 수 있다. 이러한 이유로 수도권과 충청권에 40개 기업이 몰려 있다. 이 두 지역 내에서도 산재되어 있지 않고 주요 산단 위주로 일본기업이 집중되어 있다. 경기도의 경우 대다수가 삼성전자 사업장이 위치한 평택이나 화성에 몰려 있으며, 충청도의 경우 대부분 천안에 일본기업들이 포진해 있다. 극소수인 3개 일본기업만이 전라 및 경상권에 활동 기반을 두고 있는데, 여기에는 나름의 이유가 있다. 전북 완주가 본사 소재지인 아데카코리아의 경우 현재는 아데카가 100% 지분을 소유하고 있지만 설립 당시 동부한농화학과의 합작 투자해 설립되었는데, 한농화학의 본사가 전북 군산에 있었다. 한편 아데카코리아의 양산공장(전주 1, 2, 3공장)은 완주군에 있으나 연구소는 삼성전자 화성캠퍼스 인근에 있다. SK레조낙은 경북 영주에 국내 유일 식각가스 생산 설비를 갖추고 있으며, SK스페셜티 일반산업단지에 위치해 있다. 롯데케미칼이 50% 지분율로 출자한 한덕화학은 롯데정밀화학과의 함께 울산 남구에 본사 소재지를 갖는다.

표 5-5. 한국에 진출한 일본계 반도체 설비 및 소재 관련 기업

기업명	지배회사	분류	세부 분야	설립 연도	매출 (억원)	자산 (억원)	제조 여부	R&D 여부	본사
동우화인켐	Sumitomo Chemical(100%)	소재	포토레지스트, 고순도 화학제품, 세정액	1991	20,893	26,931	0		경기 평택
레노나코리아	RESONAC Corporation(100%) • 동부한농화학(35%), 동부정밀화학(25%), 아사히덴카공업(30%), 닛소이와이(10%) 합작투자자로 설립 • 현재 아테카(아사히덴카공업)가 100% 보유	소재	김광성 드라이필름의 슬러링, CMP 슬러리	1995	5,414	2,370	0		경기 안산
아테카코리아		소재	고순도 애칭가스, 고순도 CVD 소재, High-K, Low-K	1991	3,473	2,877	0		전북 원주군
티씨케이	도카이카본(100%)	소재	고순도흑연제품, SIC 웨이퍼, 링 등	1996	2,757	5,635	0	0	경기 안성
티오케이첨단재료	Tokyo Ohka Kogyo(90%), 삼성물산(10%)	소재	포토레지스트, 도펀트, 기타 노광소재, 평탄화 관련 소재	2012	2,607	2,746	0		인천
심영순화	미쯔비시가스화학(51%), 한솔케미칼(49%)	소재	초고순도 과산화수소, 폴리머 세정액, 고선택성에친트, 범포용 바리액	1989	2,579	2,025	0		충남 천안
제이에스알	JSR(100%)	소재	각종 화학 소재	2014	2,530	996			경기 성남
일렉트로닉머트리얼즈코리아 한국신에츠실리콘(주)	신월화학공업(100%)	소재	실리콘제품의 제조 및 판매	1986	2,270	2,675	0		서울 서초
테크센드포토마스크	Tekscend Photomask (구 토판포토마스크)(100%)	소재	포토마스크	1995	1,698	1,893	0	0	경기 이천
제이에스알미크로코리아	JSR(100%)	소재	반도체용 재료(제조, 기공 수출입 및 판매)	2003	1,673	1,270	0		충북 청주

표 5-5. 계속

기업명	지배회사	분류	세부 분야	설립 연도	매출 (억원)	자산 (억원)	제조 여부	R&D 여부	본사
한국 후지필름 일렉트로닉머티리얼즈	FUJIFILM Electronic Materials(100%)	소재	포토리소스트 및 반도체 공정 재료	2012	1,594	1,457	0		충남 천안
에스케이트리켐	SK(65%), Tri chemical laboratories(35%)	소재	디램용 High-K 전구체(하프늄, 지르코늄, 티타늄 계열), 낸드용 Low-K 전구체(Si 계열)	2016	1,549	2,076	0	0	세종
한국제이엑스금속	JX Advanced Metals Corporation(100%)	소재	메탈 스퍼터링타겟	2004	1,397	448	0		경기 평택
한국신에츠첨단재료	신일화학공업(100%, 신에츠화학)	소재	포토리소스트, 블랭크마스크	2019	1,102	342	0		서울 강남
한덕화학	롯데케미칼(50%), 도쿠야미(50%)	소재	TMAH(Tetra Methyl Ammonium Hydroxide) 제조	1995	1,067	924	0		서울 강남
한국기가포톤	Gigaphoton Inc.(100%)	소재	노광용 액시머 레이저 제조	2011	979	926			경기 화성
팜테크놀로지	이엔에프테크놀로지(46.43%), MORITA CHEMICAL INDUSTRIES(32.44), 한국알콜산업(14.13%), 삼성물산(7%)	소재	반도체급 불화수소산 및 계면활성제를 포함하거나 포함하지 않은 식각액, 임모니아수	2010	601	342	0	0	충남 아산
스미세이케미칼	Sumitomo Seika Chemicals(100%)	소재	반도체용 가스	2008	548	547	0		경기 파주
노무라미크로사이언스코리아	Nomura Micro Science(100%)	설비	반도체셀비공사 엔지니어링	1999	465	435			경기 화성
미쓰이화학한국	Mitsui Chemicals, Inc.(100%)	소재	웨이퍼 보호 테이프	2016	390	118			서울 중구
에스케이레조나	SK(51%), RESONAC Corporation(49%)	소재	반도체 및 전자 관련 화학재료의 제조, 유통 및 판매	2017	352	1,182	0		경북 영주

표 5-5. 계속

기업명	지배회사	분류	세부 분야	설립 연도	매출 (억원)	자산 (억원)	제조 여부	R&D 여부	본사
칸토덴카화학인프라프덕츠한국	Kanto Denka Kogyo (100%)	소재	반도체 가스(식각용 황화키르보닐, 세정용 삼불화염소, 식각 및 세정용 시불화탄소)	2017	333	975	0		충남 천안
한국대일본인쇄	다이니폰프린팅(100%)	소재	포토마스크, 리드프레임 등	2000	192	660			서울 강남
다이킨첨단머티리얼즈코리아	Daikin Industries(70.4%), 세먼지하이테크(21.5), 삼성물산(8.05%)	소재	드라이 에칭 소재(불소화학제품)	2021	64	712	0		충남 당진

주: 1) 2025년 10월 2일 기준 가장 최신의 공시자료를 활용해 작성함.

2) 제조여부와 R&D 여부는 각각 한국에서 제조 활동을 하는지, 연구 및 개발 활동을 하는지를 나타내며 0일 경우 해당 활동이 존재하고 공란이면 존재하지 않음. 해당 활동 여부는 감사보고서의 주석이나 사업보고서의 사업 영역 부분을 참고해 작성함.

자료: 금융감독원의 기업 공시자료(검색일: 2025. 10. 2.) 참고하여 저자 작성.

표 5-6. 한국에 진출한 일본계 반도체 장비 및 부품 관련 기업

기업명	지배회사	분류	세부 분야	설립 연도	매출 (억원)	자산 (억원)	제조 여부	R&D 여부	본사
도요일렉트론코리아	도요일렉트론(100%)	장비	반도체 장비 전반	2006	15,288	13,439	0		경기 화성
소니세미컨덕터솔루션코리아	Sony Semiconductor Solutions(100%)	부품	반도체, 전자부품, 디바이스 등을 개발&공급	2023	14,797	4,566		0	서울 중구
한국무라타전자	Murata Manufacturing Co.(100%)	부품	디스크리트 반도체, 레거시반도체 등	2001	12,477	4,057			서울 서초
아드반테스트코리아	Advantest(Singapore)(62.52%), Advantest Corporation(37.48%)	장비	검사 장비	1996	8,877	3,840	0		충남 천안
국제일렉트릭코리아	KOKUSAI ELECTRIC CORPORATION(100%)	장비	열처리(RTP) 장비	1993	3,213	2,864	0		충남 천안
엠이케이(주)	일본마이크로닉스(100%)	장비	반도체 검사장비	2008	2,929	1,399	0		경기 부천
한국알박	ULVAC, Inc.(82.5%), ULVAC Techno Co.(17.5%)	장비	진공기기, 진공장치 및 부속품	1995	2,855	2,824	0	0	경기 평택
스텝코	도레이산업(70%), 삼성전기(30%)	부품	TAB TAPE(홍공정 소재) 및 FPC(7핀) 제조	1995	2,157	2,888	0		충북 청주
히타치하이테크코리아	Hitachi High-Tech Corporation(100%)	장비	반도체 장비 전반	2005	1,840	1,079			경기 성남
한국에바라정밀기계	에바라제직소(100%)	장비	진공펌프, CMP 장비	1993	1,747	1,046	0		경기 평택
케이케이테크	(주)케이씨와 일본법인인 Kashiya Industries, Ltd.의 합작투자로 설립 / Kashiya Industries, Ltd.(68%), 자기주식(32%)	장비	진공펌프	2006	1,442	1,211	0	0	경기 안성

표 5-6. 계속

기업명	지배회사	분류	세부 분야	설립 연도	매출 (억원)	자산 (억원)	제조 여부	R&D 여부	본사
스크린에스피이코리아	SCREEN Holdings(100%)	장비	반도체 장비 전반	2017	965	386	○		경기 화성
디스코하이테크코리아	DISCO Corporation(90%), 디에이치케이솔루션(10%)	장비	반도체 전자부품, 장비	2012	890	514			경기 성남
한국알박코리아	ULVAC CRYOGENICS INC.(100%)	장비	진공펌프, 배기장치 등	2004	450	401	○		경기 평택
지올코리아	JEOL LTD.(100%)	장비	분석, 검사장비	1994	372	452	○		서울 송파
이케이	Sanken Electric Co.(100%)	부품	전력반도체 제조	2008	349	371	○		충남 천안
하마미츠포토닉스코리아	Hamamatsu Photonics(70%), 유재형(30%)	장비	반도체 및 디스플레이 검사 장비 제조업	2019	302	500	○		서울 송파 (본사), 경기 화성 (제조)
니콘인스트루먼트코리아	Nikon Corporation(100%)	장비	광학장비	2005	116	136			서울 강남
소시오닉스코리아	Socionext(100%)	부품	반도체 및 전자부품의 판매	2014	52	182			경기 성남

주: 1) 2025년 10월 2일 기준 가장 최신의 공시자료를 활용해 작성함.

2) 제조여부와 R&D 여부는 각각 한국에서 제조 활동을 하는지, 연구 및 개발 활동을 하는지를 나타내며 0일 경우 해당 활동이 존재하고 공란이면 존재하지 않음. 해당 활동 여부는 감사보고서의 주석이나 사업보고서의 사업 영역 부분을 참고해 작성함.

자료: 금융감독원의 기업 공시자료(검색일: 2025. 10. 2.) 참고하여 저자 작성.

나. 한국 내 일본기업의 경영 성과 분석

1) 분석 목적

본 소절에서는 한국 내 일본기업의 경영 성과를 다각도로 분석하고자 한다. 이와 관련하여 크게 네 가지 연구질문을 설정했다. 질문은 다음과 같다: ㉓ 일본의 대한국 수출규제(2019년 7년) 이후 일본기업의 한국 내 경영활동에 유의한 변화가 있었는가? ㉔ 미국의 대중국 수출통제(2022년 10월) 이후 일본기업의 한국 내 경영활동에 유의한 변화가 있었는가? ㉕ 일본기업의 한국 내 활동은 한국 반도체기업의 경영 성과(매출)에 어떤 영향을 미치는가? ㉖ 일본기업의 한국 내 활동이 일본으로부터의 반도체 소재 및 장비 수입과 대체 관계에 있는가?

표 5-7. 분석 개요

연구질문	탐구 대상 관계		자료원
	독립변수	종속변수	
㉓ 일본의 대한국 수출규제 기간 동안 일본기업의 한국 내 경영활동에 유의한 변화가 있었는가?	2020~23년에는 1, 그 외에는 0인 더미변수	매출(총수익)	한국 내 일본기업의 재무제표 (개별 기업 공시자료)
		순이익	
		종업원 수	
		유형자산 가치	
㉔ 미국의 대중국 수출통제 이후 일본기업의 한국 내 경영활동에 유의한 변화가 있었는가?	2022년과 그 이후에는 1, 그 외에는 0인 더미변수	매출(총수익)	한국 내 일본기업의 재무제표 (개별 기업 공시자료)
		순이익	
		종업원 수	
		유형자산 가치	
㉕ 일본기업의 한국 내 활동은 한국 반도체기업의 경영 성과에 어떤 영향을 미치는가?	매출(총수익) 유형자산 가치 무형자산 가치	한국 기업별 매출(총수익)	한국 내 일본기업 및 한국기업의 재무제표 (개별 기업 공시자료)

표 5-7. 계속

연구질문	탐구 대상 관계		자료원
	독립변수	종속변수	
㉔ 일본기업의 한국 내 활동이 일본으로부터의 반도체 소재 및 장비 수입과 대체관계에 있는가?	매출	한국 소재 및	관세청 무역 통계 및 앞서 언급한 한국 내 일본기업의 재무제표
	유형자산 가치	장비 종류별	
	무형자산 가치	수입액	

자료: 저자 작성.

㉕ 일본의 대한국 수출규제

일본의 대한국 수출규제 이후 앞서 언급한 바와 같이 TOK와 스미토모가 한국 내 투자를 확대하는 사례가 있었으나, 이러한 움직임이 일본기업 전반에서 나타나는 현상인지 확인할 필요가 있어 이와 같은 연구 주제를 설정했다. 주요 독립변수는 2020~23년에는 1, 그 외 경우는 0인 더미변수이며 이는 일본의 수출규제가 2019년 7월 발표되고 2023년 7월 해제 조치가 시행된 것을 반영한 것이다. 종속변수로는 한국 내 일본기업의 매출, 순이익, 종업원 수, 유형자산 가치, 무형자산 가치를 활용한다.

일본기업이 다양한 방법으로 해외생산을 확대해 대응한다면 이러한 활동이 곧 경영 지표로 나타날 수 있다. 한국에 있는 기존 공장의 가동률을 끌어 올려 대응한다면 이는 매출, 순이익, 종업원 수에 직접적으로 반영될 수 있다. 만약 한국 내 투자를 확대해 판매법인을 생산법인으로 전환하거나 새로운 공장을 설립한다면, 이는 앞에서 열거한 변수 외에 이익률, 또는 유형자산과 무형자산 투자 변화도 야기할 수 있다. 반대로 만약 한국기업을 자립화해 일본기업들의 한국 내 활동이 제한된다면 오히려 부정적인 경영 성과가 나타날 수 있을 것이다. 이를 탐구하기 위한 주요 독립변수는 2020~23년에는 1, 그 이후에는 1의 값을 띠는 더미변수이다.

㉞ 미국의 대중국 수출통제

미국의 대중국 수출통제는 일본이 한국에 취하는 수출규제보다는 복잡한 방식으로 일본기업의 한국 내 경영활동에 영향을 미칠 수 있다. 미국의 대중국 수출통제로 중국 내 경영 환경이 위축된다면, 이와 공급망상 관련되어 있던 일본기업들이 모국으로 돌아가거나 한국으로 생산기지나 생산 여력을 이전할 수 있다. 반대로 한국을 중국에 대한 소재 및 장비 수출기지로 활용하던 일본기업이 있었다면 오히려 한국에서의 생산활동이 미국의 대중국 반도체 수출통제로 위축될 가능성도 있다. 이를 탐구하기 위한 주요 독립변수는 2022년 10월부터 미국의 대중국 반도체 수출통제가 시행된 것을 고려해 2022년과 그 이전에는 0, 그 이후에는 1의 값을 띠는 더미변수이다. 종속변수는 앞서 설명한 것과 같다.

㉟ 일본기업과 한국기업 간 관계

일본기업의 한국 내 활동은 한국 반도체기업의 경영 성과(매출)에 어떤 영향을 미치는가? 만약 한국기업과 일본기업이 공급망상 경쟁 관계에 있다면 일본기업의 진출 확대는 한국기업의 경영 성과에 부정적인 영향을 줄 것으로 보인다. 반대로 두 기업이 보완적 관계에 있다면 일본기업의 한국 진출 확대는 한국기업의 경영 성과에 긍정적인 영향을 줄 것이다. 이를 분석하기 위해 일본기업과 관련한 독립변수로 매출, 유형자산 및 무형자산 투자를 설정했다. 한국기업의 경우 투자만을 종속변수로 설정해 논의의 범위를 즉각적인 경영 성과를 보여줄 수 있는 변수로 좁혔다.

㊱ 한국 내 활동과 수입 간 대체 관계

해외기업의 (국내) 투자가 수입을 대체하는지는 상당히 오랜 기간 연구되어 온 주제이며, 상황에 따라 대체 관계가 다르게 나타날 것으로 보인다. 예를 들어 해외투자 초기 단계에서는 공장 설립과 시설 구축에 필요한 중간재 조달을

위해 수입이 증가할 수 있지만, 사업이 안정적으로 구축되면 이후 본국에서 수출하던 물량을 현지생산으로 대체하면서 현지 수입은 줄어들 가능성이 있다. 이 외에도 해외투자과 수입은 복합적인 관계를 가질 가능성이 크다. 과연 일본 반도체기업의 한국 내 활동은 한국의 반도체 소재 및 장비 수입액에 어떤 영향을 미칠 것인가?

이를 분석하기 위한 독립변수는 앞의 다)와 마찬가지로 매출 및 유무형자산 투자로 설정했다. 종속변수는 한국의 소재 및 장비 종류별 수입액이다. 이를 통해 소재 및 장비의 유형별로 어떠한 경우에 해외투자가 수입과 대체 관계에 있고 또 어떠한 경우에 오히려 수입을 증가시키는 관계에 있는지 알아보려고 한다. 또한 일본기업의 한국 내 투자가 한국의 일본으로부터의 수입만이 아닌 다른 국가로부터의 수입까지 대체하는 현상이 발생할 수 있는 만큼, 한국의 전세계 대상 반도체 소재 및 장비 수입, 대일본 수입, 일본을 제외한 국가로부터의 수입을 나누어 분석하고자 한다.

2) 분석 방법론과 자료

가) 일본의 대한국 수출규제

본고는 [식 5-1]과 같은 단순한 패널 모형을 활용해 일본의 대한국 수출규제의 영향을 분석한다.

$$\begin{aligned}
 y_{i,t} = & \phi^{JPN} EC_t \cdot I(c = JPN) + \phi^{KOR} EC_t \cdot I(c = KOR) + & [식 5-1] \\
 & + \psi_1 GDP_t^{KOR} + \psi_2 GDP_t^{JPN} \cdot I(c = JPN) \\
 & + \psi_3 SEMI_t^c \cdot I(id = SEMI) + \psi_4 SEMI_t^u \cdot I(id = SEMI) \\
 & + \psi_5 EXR_t^{KRW/USD} + \psi_6 EXR_t^{KRW/JPY} \\
 & + \psi_7 r_t^{KOR} + \psi_8 r_t^{JPN} \cdot I(c = JPN) + \mu_i + \epsilon_{i,t}
 \end{aligned}$$

i 는 기업, t 는 연도 단위의 시간을 의미하며, 본고는 감사보고서 수준의 공시자료를 주로 활용하는 만큼 연도별 분석을 시행한다. 만약 연도 단위가 아닌

변수가 사용될 경우 해당 기간의 평균치를 활용했다. 분석 기간은 2000년부터 2024년이다. c 는 기업 i 가 소속된 국가를 의미하며, 본 분석에서는 한국과 일본 둘 중 하나의 값을 가진다. id 는 기업 i 가 속한 산업으로 본 분석에서는 반도체와 의료장비 중 하나로 구분된다. $I(\cdot)$ 는 지시함수로 괄호 안의 조건이 만족되면 1, 아니면 0이 된다.

본고는 가용한 통제변수를 최대한 활용해 일본의 대한국 수출규제가 일본기업의 한국 내 경영활동에 미치는 영향을 분석하고자 하나, 통제변수를 모형에 삽입하는 것만으로 이러한 영향을 온전히 분석하기는 어려울 수 있다. 따라서 수출규제와 큰 관련이 없으면서 기본적인 특성(높은 무형자산 및 유형자산 투자에 의존하는 성질 등)은 반도체산업과 비슷하다고 볼 수 있는 의료장비산업을 선별해 이를 일종의 통제집단(control group)으로 활용했다. 또한 수출규제가 한국 내 한국 기업과 일본기업에 각기 다른 영향을 미칠 수 있다는 점에서 일본기업뿐 아니라 한국기업도 함께 분석 대상에 포함했다.

국내에서 활동하는 일본 반도체기업은 앞선 소절에서 추린 43개 기업을 대상으로 하며 기업 선정 방식은 이미 소개한 바 있다. 한국 반도체기업의 경우 전자집적회로를 생산하는 기업(KSIC 11차 기준 C26110)에 한정해 총 59개 기업이 선정되었다.¹⁷⁴⁾ 한국기업과 일본기업이 각각 가지는 공급망 내 역할을 살펴보면 대체로 일본기업이 장비나 소재를 공급하고 한국 반도체 제조 기업이 이를 활용하는 방식이라는 점에서 전자집적회로를 생산하는 기업을 분석 대상에 활용했다. 분석 범위가 지나치게 넓어지지 않게 조절하고 한국의 모든 반도체 소재 및 장비 기업을 선별하는 작업이 매우 어렵다는 현실적인 문제를 고려해, 한국의 반도체 소재 및 장비 기업은 분석 대상에서 제외하고 전자집적회로를 제조하는 기업에 집중하도록 한다.

대조군의 역할을 하는 의료장비기업(KSIC 11차 기준 C27100)의 경우 총 367개 기업이 선정되었다. 전자집적회로 제조 기업과 의료장비기업은 모두

¹⁷⁴⁾ 다만 삼성전자와 SK하이닉스는 해당 목록에서 누락되어 있어 저자가 임의로 추가했다.

Value Search(구 KISVALUE)에서 제공하는 산업 분류를 통해 기업 명단과 공시자료를 획득했다.

$y_{i,t}$ 는 일본기업의 경제활동을 대변하는 종속변수이며, 앞서 설명한 매출, 유형자산 투자, 무형자산 투자, 종업원 수에 자연로그를 취한 값을 의미한다. 수출규제를 의미하는 EC_t 는 앞서 설명한 바와 같이 2020년부터 2023년까지는 1, 그 외에는 0의 값을 갖는 더미변수이다. 다만 수출규제가 일본기업과 한국 기업에 이질적인 영향을 준다는 점에서 각각의 영향을 ϕ^{JPN} 과 ϕ^{KOR} 로 나누어 살펴본다. 예를 들어, 종속변수가 매출에 자연로그를 취한 값이고 ϕ^{JPN} 이 0.1로 추정되었다면, 이는 수출규제가 강화된 기간 동안 한국 내 일본 반도체 기업의 매출이 다른 대조군에 비해 평균적으로 10%가량 증가했다고 해석할 수 있다.

GDP_t^{KOR} 는 한국의 GDP에 자연로그를 씌운 값을 의미하며, 분석 대상 기업들이 모두 한국 내에서 활동한다는 점을 고려해 시간에 따라서만 변화할 뿐 기업 특성별로 편차를 가지지는 않는다.¹⁷⁵⁾ 반면 GDP_t^{JPN} 은 일본의 GDP에 자연로그를 씌운 값을 의미하며 분석 대상 기업 중 일본기업에 대한 통제를 강화하기 위해 기업 i 가 일본기업이 아니라면 0의 값을 가지도록 했다. GDP가 상승하면 전반적인 경제 상황이 긍정적일 수 있다는 점에서 경제활동을 대변하는 종속변수에도 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것으로 예상된다.

분석 과정에서 반도체산업의 업황을 반영하기 위한 변수도 고려했다. $SEMI_{id,t}^{ca}$ 와 $SEMI_{id,t}^{fd}$ 는 각각 2020년을 100으로 삼는 반도체 제조업의 생산능력지수와 가동률지수에 자연로그를 씌운 값이다. 경제상황은 대체로 GDP 변수에 의해 설명이 가능할 수 있으나, 반도체산업에 특별히 적용되는 상황을 고려하기 위해 해당 변수를 사용했다. 생산능력지수는 공급 능력을 대변하며, 가동률은 주어진 공급 능력을 얼마나 활용하는지를 나타낸다는 점에서 모두 일본뿐만 아니라 한국 반도체 기업의 경영 성과에도 영향을 줄 수 있다. 다만 기업 i 가 반도체가

¹⁷⁵⁾ 이하에서 설명하는 GDP, 제조업 관련 지수, 환율, 이자율은 모두 한국은행 경제통계시스템(검색일: 2025. 10. 2.)을 통해 획득했다.

아닌 대조군의 역할을 하는 의료장비기업일 경우($id \neq SEMI$), 0의 값을 가지도록 조치했다.

$EXR_t^{KOR/USD}$ 는 1달러당 원화의 교환비율을, $EXR_t^{KOR/JPN}$ 는 100엔당 원화의 교환비율을 나타내는 환율 변수이다. r_t^{KOR} 과 r_t^{JPN} 는 한국과 일본의 기준금리를 의미한다. 다만 $EXR_t^{KOR/JPN}$ 과 r_t^{JPN} 의 경우 일본기업이 아니라면 전체적으로 해당 변수들과 크게 관련이 없을 가능성이 있어 $c \neq JPN$ 일 경우 0으로 설정했다($I(c = JPN) = 1$). 마지막으로 μ_i 는 기업 단위의 고정효과를, $\epsilon_{i,t}$ 는 오차항을 의미한다.

앞서 설명한 연구질문 ②를 분석하기 위한 변수들의 기초통계량은 [표 5-8]과 같다. 로그를 씌운 변수와 씌우지 않은 변수에 대한 기초통계량을 모두 제시하고 있으며, 만약 모든 표본이 존재한다면 9,950개의 관측치가 존재하게 된다. 다만 매출, 유형자산의 가치, 종업원 수의 경우 기업 진출 여부에 따라 자료가 제시되지 않는 경우가 존재했다. 대체로 매출의 경우 다른 공시자료 항목보다 완전한 자료가 존재한다고 볼 수 있다. 무형자산 가치의 경우 4개의 표본에서 음의 값이 발견되었으며, 이러한 사례는 의료용 기기 제조업체인 피제이전자가 2000~03년 산업재산권을 초과하는 부의 영업권을 신고해 발생했다. 무형자산의 가치가 음수가 되는 것은 매우 이례적이며, 본고는 무형자산을 포함한 거의 모든 변수에 로그를 씌워 분석하는 만큼 실제 분석에서는 해당 사례가 누락되었다.

표 5-8. 기초통계(일본의 대한국 수출규제, 미국의 대중국 수출통제 분석 관련)

변수명	표본	평균	표준편차	최솟값	최댓값
매출(총수익)	6,331	5.934e+11	8.300e+12	515,000	2.119e+14
유형자산 가치(금액)	6,433	2.975e+11	4.331e+12	1,000	1.514e+14
무형자산 가치(금액)	5,520	2.439e+10	3.394e+11	-3.610e+08	1.050e+13
종업원 수	4,958	738.0	6,774	1	129,095
한국 GDP	9,975	1.326e+06	430,921	567,655	1.942e+06

표 5-8. 계속

변수명	표본	평균	표준편차	최솟값	최댓값
일본 GDP	9,975	4.914e+06	558,330	4.026e+06	6.272e+06
원/달러 환율	9,975	1,152	102.4	929.2	1,364
원/100엔 환율	9,975	1,059	158.4	789.8	1,413
한국 기준금리	9,975	2.857	1.306	0.646	5.042
일본 기준금리	9,975	0.00365	0.0481	-0.1000	0.479
반도체 생산능력 지수	9,975	50.84	46.52	3.411	155.3
반도체 가동률 지수	9,975	89.29	9.265	65.60	109.1
로그(한국 GDP)	9,975	14.03	0.374	13.25	14.48
로그(일본 GDP)	9,975	1.621	4.727	0	15.65
로그(원/달러 환율)	9,975	7.046	0.0899	6.834	7.218
로그(원/100엔 환율)	9,975	0.732	2.135	0	7.254
로그(반도체 생산능력 지수)	9,975	0.838	1.573	0	5.045
로그(반도체 가동률 지수)	9,975	1.124	1.945	0	4.692
로그(매출)	6,331	23.24	1.988	13.15	32.99
로그(유형자산 가치)	6,433	21.87	2.379	6.908	32.65
로그(무형자산 가치)	5,516	19.14	2.837	6.908	29.98
로그(종업원 수)	4,958	4.342	1.362	0	11.77
일본의 수출규제 여부(일본기업 대상)	9,975	0.0168	0.129	0	1
일본의 수출규제 여부(한국기업 대상)	9,975	0.0233	0.151	0	1
미국의 수출통제 여부(일본기업 대상)	9,975	0.00842	0.0914	0	1
미국의 수출통제 여부(한국기업 대상)	9,975	0.0116	0.107	0	1

자료: 저자 작성.

나) 미국의 대중국 수출통제

미국의 대중국 수출통제에 대한 분석은 앞선 연구질문과 평행하게 이루어진 다. 앞서 언급한 [식 5-1]이 동일하게 사용되지만, 수출통제를 의미하는 변수 EC_i 가 2023년부터 1의 값을 가지고 그 외에는 0의 값을 가진다는 차이만 있다. 연구질문 ④에 대한 기초통계량은 앞선 연구질문 ⑦에 대한 기초통계량을 제시하며 함께 소개했다.

다) 일본기업과 한국기업 간 관계

세 번째 연구질문에 답하기 위한 분석 모형은 [식 5-2]와 같다. 해당 모형의 주요 독립변수인 x_t 는 시점 t 중 한국 내 일본 반도체기업의 Δ 매출, Δ 유형자산 가치, Δ 무형자산 가치의 합을 의미한다.

$$y_{i,t} = \phi^x x_t \cdot I(id = SEMI) + \psi_1 GDP_t^{KOR} \quad [식 5-2]$$

$$+ \psi_3 SEMI_t^c \cdot I(id = SEMI) + \psi_4 SEMI_t^u \cdot I(id = SEMI)$$

$$+ \psi_5 EXR_t^{KRW/USD} + \psi_7 r_t^{KOR} + \mu_i + \epsilon_{i,t}$$

기업 i 를 구성할 때 일본기업은 [식 5-2]를 분석하는 과정에서 모두 제외되므로 한국 반도체기업과 의료장비 제조 기업만 분석 대상으로 남게 된다. 또한 일본기업이 종속변수 구성에서 제외되므로 일본의 GDP, 환율, 금리와 같은 변수도 독립변수에서 모두 제외했다. 그 외 독립변수는 모두 동일하게 사용했으며 이에 대한 설명은 앞에서 한 관계로 생략한다. 연구질문 ④에 대한 기초통계량은 [표 5-9]와 같다.

표 5-9. 기초통계(일본기업과 한국기업 간 관계 관련)

변수명	표본	평균	표준편차	최솟값	최댓값
매출(한국기업)	5,632	6.447e+11	8.798e+12	515,000	2.119e+14
한국 GDP	8,925	1.326e+06	430,924	567,655	1.942e+06
원/달러 환율	8,925	1,152	102.4	929.2	1,364
한국 기준금리	8,925	2.857	1.306	0.646	5.042
반도체 생산능력 지수	8,925	50.84	46.52	3.411	155.3
반도체 가동률 지수	8,925	89.29	9.265	65.60	109.1
로그(한국 GDP)	8,925	14.03	0.374	13.25	14.48
로그(원/달러 환율)	8,925	7.046	0.0899	6.834	7.218
로그(반도체 생산능력 지수)	8,925	0.543	1.328	0	5.045
로그(반도체 가동률 지수)	8,925	0.729	1.656	0	4.692

표 5-9. 계속

변수명	표본	평균	표준편차	최솟값	최댓값
로그(매출(한국기업))	5,632	23.04	1.953	13.15	32.99
매출(일본기업 합)	8,925	5.029e+12	3.356e+12	4.171e+11	1.087e+13
유형자산 가치(일본기업 합)	8,925	1.356e+12	7.135e+11	1.663e+11	2.631e+12
무형자산 가치(일본기업 합)	8,925	1.331e+10	1.237e+10	5.563e+06	4.634e+10
로그(매출(일본기업 합))	8,925	28.91	0.954	26.76	30.02
로그(유형자산 가치(일본기업 합))	8,925	27.68	0.860	25.84	28.60
로그(무형자산 가치(일본기업 합))	8,925	22.70	1.679	15.53	24.56

자료: 저자 작성.

라) 한국 내 활동과 수입 간 대체 관계

앞선 연구질문들과 다르게 연구질문 ⑥는 교역자료에 종속변수 구성을 전적으로 의지한다. $\widetilde{IM}_{i,c,t}$ 는 국가 c 의 HS 6단위 품목 i , 연도 t 전체 수입액에서의 점유율을 의미한다.¹⁷⁶⁾ R_t 는 한국 내 일본 반도체기업의 매출액 합이며, IA_t 와 TA_t 는 각각 한국 내 일본 반도체기업의 무형자산액 및 유형자산액의 합을 의미한다. μ_i 는 HS 6단위와 국가군에 대한 고정효과, τ_t 는 시간에 대한 고정효과를 의미한다. 앞선 연구질문들과는 다르게 본 연구질문에서는 시간에 대한 고정효과를 고려하고 있어 선형으로 중복인 GDP, 금리, 환율 등의 변수는 따로 회귀분석에 포함하지 않았다.

$$\begin{aligned} \widetilde{IM}_{i,c,t} = & \phi^{R1} R_t \cdot I(c = JPN) + \phi^{R2} R_t \cdot I(c \neq JPN) & [\text{식 5-3}] \\ & + \phi^{IA1} IA_t \cdot I(c = JPN) + \phi^{IA2} IA_t \cdot I(c \neq JPN) \\ & + \phi^{TA1} TA_t \cdot I(c = JPN) + \phi^{TA2} TA_t \cdot I(c \neq JPN) \\ & + \mu_i + \tau_t + \epsilon_{i,t} \end{aligned}$$

176) 만약 $IM_{i,c,t}$ 가 국가 c 의 연도 t 에 대한 HS 6단위 품목 i 수입액이라면 $\widetilde{IM}_{i,c,t} = \frac{IM_{i,c,t}}{\sum_{c \in C} IM_{i,c,t}}$ 이 된다.

위 모형에서 HS 6단위 품목은 반도체 소재와 장비만을 포괄하며, 이 외 다른 품목을 고려하지는 않았다. 한국 내 반도체기업은 대부분 반도체 소재나 장비를 공급한다는 점에서 해당 품목에 집중했으며, 일본 외에도 한국과 교역하는 모든 국가가 분석 자료에 포함되어 있어 별도의 대조군을 분석 대상으로 선정하지는 않았다. 소재의 경우 반도체 소재에 사용되는 화합물, 노광 소재(포토리스트, 포토마스크), 금속 소재를 포괄하고 있다. 장비의 경우 디스플레이 제조 장비(HS 848630)를 제외한 HS 8486(웨이퍼, 반도체, 디스플레이 제조 장비) 내 모든 품목을 선정했다.

표 5-10. 한국 내 일본기업의 활동과 수입 간 대체관계 분석에 사용되는 품목 범위

품목 종류	HS 6단위 코드
소재 품목	280700, 280800, 280920, 281111, 281219, 281290, 281410, 284321, 284329, 284330, 284700, 290512, 291533, 292390, 320820, 340540, 370130, 370191, 370199, 370400, 370500, 370790, 381400, 381800, 680422, 710813, 711590, 731940, 740911, 740919, 740921, 740929, 740931, 740939, 740940, 740990, 741980, 741999, 761699, 810390, 810399, 810890
장비 품목	848610, 848620, 848640, 848690

자료: 저자 작성.

연구질문 ㉔에 대한 기초통계량은 [표 5-11]과 같다. HS 6단위에서 모든 국가에 대한 2000~24년의 장기 시계열 자료를 활용하고 있어 앞선 기업 수준의 분석보다는 표본의 수가 풍부하다고 볼 수 있다.

표 5-11. 기초통계(일본기업의 한국 내 활동과 한국의 대일본 수입 간 대체 관계)

변수명	표본	평균	표준편차	최솟값	최댓값
수입액	36,783	8,605	111,230	0	5.954e+06
매출(일본기업 합)	36,783	5.699e+12	3.323e+12	4.171e+11	1.087e+13
유형자산(일본기업 합)	36,783	1.502e+12	6.735e+11	1.663e+11	2.631e+12
무형자산(일본기업 합)	36,783	1.525e+10	1.301e+10	5.563e+06	4.634e+10

표 5-11. 계속

변수명	표본	평균	표준편차	최솟값	최댓값
로그(매출(일본기업 합))	36,783	0.808	4.772	0	30.02
로그(유형자산(일본기업 합))	36,783	0.773	4.568	0	28.60
로그(무형자산(일본기업 합))	36,783	0.635	3.760	0	24.56
수입액 점유율	36,783	0.0279	0.109	0	1

자료: 저자 작성.

다. 분석 결과

1) 분석 결과

이하의 내용에서는 앞서 언급한 연구질문 ㉗~㉙에 답하기 위해 계량분석 결과를 소개하도록 한다. 일본의 수출규제가 한국 내 일본 반도체기업 및 한국 전자집적회로 제조 기업의 경영 성과에 미치는 영향을 다룬 연구질문 ㉗에 대해서는 모형 (1)~(10)으로 나누어 분석하고 있다. 미국의 대중국 수출통제와 관련한 연구질문 ㉘에 대해서는 모형 (11)~(20)에서 다루며 연구질문 ㉗과 거의 동일한 양식으로 분석을 진행한다. 한국 내 일본 반도체기업의 경영 성과가 한국 전자집적회로 제조 기업의 매출에 미치는 영향을 분석하는 연구질문 ㉙는 모형 (21)~(24)에서 다룬다. 마지막으로 한국 내 일본 반도체기업의 경영 성과가 반도체 소재 및 장비 수입에 미치는 영향을 분석하는 연구질문 ㉚는 모형 (25)~(26)에서 다루고 있다.

가) 일본의 대한국 수출규제

일본의 대한국 수출규제가 이루어진 2020년에서 2023년 사이 한국 내 일본 반도체기업의 매출 증가율은 대략 21.5~23.7%로, 통계적으로 유의하게 나타난다. 반면 한국 전자집적회로 제조 기업의 매출은 같은 기간 대략 14.8% 감소

한 것으로 나타나지만, 해당 결과가 통계적으로 유의하지 않았다. 따라서 일본의 대한국 반도체 수출규제가 반도체를 직접 생산하는 전자집적회로 제조 기업의 생산활동에 부정적인 영향을 미쳤다고 하기는 어려운 상황이다. 기업별 유형자산을 살펴보면, 수출규제 시행기간 동안 일본기업의 유형자산 가치는 3.6~8% 증가한 것으로 나타나지만 이 결과가 통계적으로 유의하지는 않았다. 반면 한국 전자집적회로 제조 기업의 유형자산 가치는 평균적으로 29.9% 증가해, 수출규제 기간 중 오히려 한국 전자집적회로 제조 기업의 유형자산 축적이 크게 이루어진 것으로 보인다. 일본의 수출규제 대상은 아니었으나 반도체 제조 장비 구매 및 축적, 국내 반도체산업의 공급망 강화와 연대한 집적회로 제조 기업의 투자 강화 등과 관련이 되었을 가능성이 있다. 다만 전자집적회로 제조 기업에 소규모 기업이 다수 포함되어 있어 평균적인 분석 결과가 삼성전자, SK하이닉스, DB하이텍과 같은 대규모 기업에도 일관되게 적용된다고 해석하기는 어렵다.

표 5-12. 연구질문 ②에 대한 분석 결과: 매출과 유형자산

종속변수 독립변수	기업별 매출		기업별 유형자산	
	(1)	(2)	(3)	(4)
ϕ^{JPN} : 수출규제 → 일본기업 영향	0.237** (0.094)	0.215** (0.090)	0.0361 (0.137)	0.0798 (0.131)
ϕ^{KOR} : 수출규제 → 한국기업 영향		-0.148 (0.124)		0.299* (0.169)
ψ_1 : 한국 GDP	2.594*** (0.123)	2.589*** (0.123)	3.481*** (0.171)	3.492*** (0.172)
ψ_2 : 일본 GDP	0.998* (0.583)	0.959* (0.579)	2.088*** (0.669)	2.166*** (0.672)
ψ_5 : 원/달러 환율	2.824*** (0.236)	2.848*** (0.231)	5.039*** (0.332)	4.991*** (0.326)
ψ_6 : 원/엔 환율	-0.528 (0.533)	-0.485 (0.529)	-1.791*** (0.487)	-1.876*** (0.483)

표 5-12. 계속

종속변수 독립변수	기업별 매출		기업별 유형자산	
	(1)	(2)	(3)	(4)
ψ_3 : 반도체 생산능력지수	-0.162**	-0.150**	-0.382***	-0.406***
	(0.068)	(0.069)	(0.089)	(0.090)
ψ_4 : 반도체 가동률	-0.00943	0.117	-0.264	-0.519
	(0.408)	(0.375)	(0.433)	(0.350)
ψ_7 : 한국 기준금리	0.0518***	0.0511***	0.0837***	0.0850***
	(0.014)	(0.014)	(0.018)	(0.019)
ψ_8 : 일본 기준금리	-0.357	-0.290	-0.246	-0.379
	(0.391)	(0.381)	(0.472)	(0.450)
표본 수	6,331	6,331	6,433	6,433
패널(기업) 수	396	396	398	398
R^2	0.44	0.44	0.42	0.42

주: *, **, ***은 각각 10%, 5%, 1% 수준에서 유의함을 의미하며 괄호 안의 값은 기업 단위로 군집한 표준오차임.
자료: 저자 작성.

통제 변수들은 대체로 높은 통계적 유의성을 갖고 매출과 유형자산을 설명하고 있다. 한국 GDP 상승의 경우 대부분의 기업별 매출과 유형자산에 긍정적인 영향을 미쳤으며, 한국 내 경제 상황이 기업의 경영 및 투자 지표와 양의 상관관계를 가지는 것이 당연한 결과라고 할 수 있다. 일본의 GDP는 일본기업의 매출 및 유형자산 가치와 양의 상관관계를 가지지만, 특히 유형자산과의 관계가 뚜렷한 통계적 유의성을 보여주고 있다.

원/달러 환율이 증가(원화 통화가치가 달러에 비해 상대적으로 하락)하면 평균적으로 한국과 일본 기업을 가리지 않고 매출과 유형자산 가치가 증가하는 경향을 보인다. 원/달러 환율 증가는 다른 국가와 비교할 때 상대가격 측면의 이점을 불러올 수 있어 수출에 대체로 긍정적인 영향을 주며, 이러한 긍정적인 환경이 매출과 유형자산 가치 증대와 관련되어 있다고 해석할 수 있다.

원/엔 환율의 증가(원화 통화가치가 엔화에 비해 상대적으로 하락)는 매출과는 큰 관련이 없었으나 일본기업의 유형자산 가치 감소와 밀접한 관련이 있었

다. 원/엔 환율이 일본기업의 한국 내 활동에 미치는 영향은 복합적으로 작용할 가능성이 크다. 원/엔 환율이 증가하면 일본기업은 같은 엔화로 한국 내 투자 규모를 늘리거나 일본 모기업의 생산활동을 대체할 유인이 있어 이는 매출 및 유형자산 가치 증가와 연계될 수 있다. 반면 같은 상황에서 한국 내 일본기업 중 판매법인의 경우 일본 모기업으로부터 제품을 더욱 높은 가격에 공급받아야 하며 제조 법인이더라도 중간재를 역시 더욱 높은 가격에 조달받아야 해 원/엔 환율이 감소할 때까지 생산활동을 잠시 미룰 수 있다. 따라서 한국 내 일본기업과 일본 모기업의 대체 관계 및 보완성에 따라 원/엔 환율이 한국 내 일본기업의 경영 성과에 복합적인 영향을 줄 수 있는데, 본 분석에 따르면 보완성의 영향이 전반적으로 뚜렷하게 나타난다고 볼 수 있다.

반도체 생산능력지수는 반도체 기업의 매출과 뚜렷한 음의 상관관계를 갖는 것으로 나타난다. 이는 직관적으로 이해하기 어려운 결과일 수 있으나, 반도체 산업이 하나의 제품을 만들기까지 긴 시간을 필요로 하는 특성에 기인할 수 있다. 생산능력지수는 전체 생산 여력(capacity: 웨이퍼 처리 능력 등)을 의미하는데, 웨이퍼를 투입하고 하나의 반도체 칩이 만들어지기까지 6개월까지 걸리기도 한다.¹⁷⁷⁾ 따라서 생산여력과 매출이 반드시 한 기간에 양의 상관관계를 가지지 않을 수 있으며 오히려 업황 사이클에 따라 음의 상관관계를 가질 수도 있다. 유형자산 또한 기계 장치를 취득하고 바로 생산에 투입하는 것이 아니라 공정에 활용하기까지 시차를 두는 관계로 오히려 음의 상관관계를 가질 수 있다. 반도체 가동률의 경우 특별한 상황이 아니라면 대체로 100%를 기록한다는 점에서 독립변수 자체에 변화가 적어 종속변수에 대한 설명력이 작은 것으로 해석된다.

177) 반도체 펌에서 검사 및 조립(test and assembly)까지 평균적으로 26주가량 소요되나, 6개월까지도 필요할 수 있다. 펌에서는 마스크 사용량에 따라 제작기간이 비례해 길어질 수 있는데 28nm 수준의 반도체는 대략 40~50장, 10~14nm 수준은 대략 60장, 7nm는 80~85장, 5nm 이하는 100장 이상을 사용하기도 한다. 마스크 한 장에 1~1.5일 정도 소요됨을 고려해 보면, 펌에서 순수하게 웨이퍼를 가공하는 것만 고려해도 100일 이상 필요할 수 있다. 한국의 삼성전자나 SK하이닉스와 같은 기업은 첨단 반도체 제작에 집중한다는 점에서 다른 종류의 기업에 비해 리드타임이 길 수 있다. ECIA, "Understanding Lead Times"(검색일: 2025. 10. 2.).

마지막으로 한국의 기준금리는 매출과 유형자산 가치와 유의하게 양의 상관관계를 보였다. 기준금리의 경우 물가안정을 위해 중앙은행이 경기가 과열될 때 인상하고 경기가 수축할 때 인하하는 경향이 있는데, 금리 인상 시 투자 비용이 상승할 수 있음에도 불구하고 평균적으로 금리는 매출 및 유형자산 가치와 양의 상관관계를 가지는 것으로 보인다. 이하의 내용에서는 개별 통제 변수에 대한 설명은 생략하며 연구질문 ⑦에 직접적으로 관련된 독립 변수에 한정해서 서술하도록 한다.

표 5-13. 연구질문 ⑦에 대한 분석 결과: 무형자산과 종업원 수

종속변수	기업별 무형자산		기업별 종업원 수	
독립변수	(5)	(6)	(7)	(8)
ϕ^{JPN} : 수출규제 → 일본기업 영향	-0.0474 (0.319)	-0.0823 (0.312)	0.170*** (0.065)	0.138** (0.061)
ϕ^{KOR} : 수출규제 → 한국기업 영향		-0.297 (0.231)		-0.233*** (0.074)
ψ_1 : 한국 GDP	1.605*** (0.258)	1.594*** (0.259)	1.341*** (0.102)	1.332*** (0.102)
ψ_2 : 일본 GDP	-0.0909 (2.221)	-0.0754 (2.227)	0.784* (0.415)	0.734* (0.409)
ψ_3 : 원/달러 환율	0.345 (0.481)	0.391 (0.475)	1.437*** (0.165)	1.474*** (0.162)
ψ_6 : 원/엔 환율	0.139 (1.330)	0.179 (1.332)	-0.896*** (0.316)	-0.837*** (0.312)
ψ_3 : 반도체 생산능력지수	-0.0819 (0.163)	-0.0533 (0.167)	-0.144** (0.060)	-0.126** (0.059)
ψ_4 : 반도체 가동률	-1.528* (0.841)	-1.287 (0.807)	-0.817*** (0.236)	-0.636*** (0.225)
ψ_7 : 한국 기준금리	-0.0598* (0.032)	-0.0613* (0.032)	-0.00103 (0.009)	-0.00229 (0.009)
ψ_8 : 일본 기준금리	-0.0391 (1.203)	0.0944 (1.189)	-0.519* (0.270)	-0.419 (0.262)

표 5-13. 계속

종속변수	기업별 무형자산		기업별 종업원 수	
	(5)	(6)	(7)	(8)
독립변수				
표본 수	5,516	5,516	4,958	4,958
패널(기업) 수	383	383	390	390
R^2	0.07	0.07	0.35	0.35

주: *, **, ***은 각각 10%, 5%, 1% 수준에서 유의함을 의미하며 괄호 안의 값은 기업 단위로 군집한 표준오차임.
 자료: 저자 작성.

수출규제가 적용된 2020~23년 동안 무형자산의 가치는 한국과 일본 반도체기업 모두 크게 변하지 않은 것으로 나타났다. 일본기업은 평균적으로 무형자산의 가치가 4.7~8.2% 유의하게 하락하고 한국 전자직접회로 제조 기업은 평균 29.7% 감소했지만, 한국기업에 관한 결과는 통계적으로 유의하지는 않았다. 반면 고용의 경우 일본기업은 평균적으로 유의하게 13.8~17% 상승했으나 한국 전자직접회로 제조 기업은 평균적으로 유의하게 23.3% 감소했다. 여기에는 다양한 원인이 작용할 수 있는데, 2020~23년 기간 전자직접회로 제조업에 종사하는 한국기업이 유형자산을 축적했음에도 불구하고 이미 시장에 진입했던 기업들이 크게 고용을 늘리지 않은 상황에서 상대적으로 고용 규모가 작은 기업들이 시장에 진입한 영향으로 해석해 볼 수 있다. 기업들의 진입과 관련한 분석은 이어지는 표에서 더 자세히 다루도록 한다.

또 하나의 가능성은, 미국의 대중국 수출통제가 2023년(시행 시점 기준 2022년 10월) 본격화되면서 이 조치가 일본의 수출규제와 동시에 영향을 미쳤을 가능성이 있다. 2023년부터 1의 값을 가지는 더미변수를 분석에 포함하는 경우 종업원 수에 대한 ϕ^{KOR} 값은 0.095로 추정되며 통계적으로는 유의하지 않았다.¹⁷⁸⁾

¹⁷⁸⁾ 일본의 수출규제와 미국의 대중국 수출통제를 동시에 분석한 결과는 지면 한계상 제공하지 않았으나, 종업원 수에 대한 결과를 제외하고 주요 경영활동 관련 독립변수에 대한 결과는 대동소이했다.

나) 미국의 대중국 수출통제

미국의 대중국 수출통제는 한국 내 일본 반도체기업과 한국 반도체 집적회로 제조 기업에 어떤 영향을 미쳤는가? 앞서 분석했던 일본의 대한국 수출규제와는 다르게 미국의 대중국 수출통제의 경우 한국이나 일본 기업의 경영활동에 뚜렷한 영향을 주었다고 보기는 어렵다. 기업별 매출의 경우 일본기업은 0.3~5.7% 감소하고, 유형자산 가치는 26.5~26.9% 평균적으로 감소한 것으로 나타나지만, 통계적으로 유의하지는 않았다. 한국기업의 경우 매출이 24.4% 감소하고 유형자산 가치가 1.6% 감소한 것으로 나타나지만, 해당 결과도 통계적으로 유의하지 않았다.

표 5-14. 연구질문 ④에 대한 분석 결과: 매출과 유형자산

종속변수 독립변수	기업별 매출		기업별 유형자산	
	(11)	(12)	(13)	(14)
ϕ^{JPN} : 수출규제 → 일본기업 영향	-0.00309 (0.125)	-0.0571 (0.122)	-0.265 (0.189)	-0.269 (0.183)
ϕ^{KOR} : 수출규제 → 한국기업 영향		-0.244 (0.166)		-0.0164 (0.225)
ψ_1 : 한국 GDP	2.596*** (0.123)	2.608*** (0.123)	3.490*** (0.171)	3.491*** (0.172)
ψ_2 : 일본 GDP	0.687 (0.674)	0.675 (0.671)	1.464** (0.706)	1.463** (0.704)
ψ_5 : 원/달러 환율	2.819*** (0.236)	2.881*** (0.228)	5.047*** (0.333)	5.051*** (0.328)
ψ_6 : 원/엔 환율	-0.403 (0.561)	-0.423 (0.561)	-1.571*** (0.500)	-1.572*** (0.504)
ψ_3 : 반도체 생산능력지수	-0.153** (0.070)	-0.129* (0.073)	-0.365*** (0.092)	-0.364*** (0.094)
ψ_4 : 반도체 가동률	0.0656 (0.406)	-0.0164 (0.431)	-0.298 (0.429)	-0.304 (0.469)

표 5-14. 계속

종속변수 독립변수	기업별 매출		기업별 유형자산	
	(11)	(12)	(13)	(14)
ψ_7 : 한국 기준금리	0.0529***	0.0601***	0.0876***	0.0881***
	(0.014)	(0.015)	(0.019)	(0.019)
ψ_8 : 일본 기준금리	-0.574	-0.545	-0.217	-0.215
	(0.420)	(0.415)	(0.533)	(0.525)
표본 수	6,331	6,331	6,433	6,433
패널(기업) 수	396	396	398	398
R^2	0.44	0.44	0.42	0.42

주: *, **, ***은 각각 10%, 5%, 1% 수준에서 유의함을 의미하며 괄호 안의 값은 기업 단위로 군집한 표준오차임.
자료: 저자 작성.

무형자산의 경우에도 한국과 일본 모두 미국의 대중국 수출통제 전후 눈에 띄는 변화가 관찰되지 않았다. 일본은 약 3~4.9% 무형자산 가치가 상승하고 한국은 9.7% 상승했으나 통계적으로 유의한 결과는 아니었다. 종업원 수의 경우 일본기업이 13.7~18.5% 증가했으나 통계적으로 유의하지 않았다. 한국은 2023~24년 기간 중 종업원 수가 20.2% 감소한 결과가 나타났다. 다만 여러 경영 지표에 대한 결과를 종합할 때 이러한 감소가 일본기업의 국내 생산활동과 크게 관련된 것이라고 보기는 어렵다.

표 5-15. 연구질문 ④에 대한 분석 결과: 무형자산과 종업원 수

종속변수 독립변수	기업별 무형자산		기업별 종업원 수	
	(15)	(16)	(17)	(18)
ϕ^{JPN} : 수출규제 → 일본기업 영향	0.0297	0.0492	0.185	0.137
	(0.415)	(0.408)	(0.114)	(0.108)
ϕ^{KOR} : 수출규제 → 한국기업 영향		0.0969		-0.202**
		(0.295)		(0.087)
ψ_1 : 한국 GDP	1.604***	1.600***	1.335***	1.347***
	(0.258)	(0.259)	(0.102)	(0.102)

표 5-15. 계속

종속변수 독립변수	기업별 무형자산		기업별 종업원 수	
	(15)	(16)	(17)	(18)
ψ_2 : 일본 GDP	0.0542	0.0417	0.972**	0.964**
	(2.388)	(2.393)	(0.486)	(0.483)
ψ_5 : 원/달러 환율	0.345	0.321	1.425***	1.483***
	(0.481)	(0.485)	(0.166)	(0.164)
ψ_6 : 원/엔 환율	0.0802	0.0951	-0.953***	-0.970***
	(1.424)	(1.430)	(0.339)	(0.340)
ψ_3 : 반도체 생산능력지수	-0.0842	-0.0957	-0.149**	-0.129**
	(0.165)	(0.173)	(0.063)	(0.062)
ψ_4 : 반도체 가동률	-1.537*	-1.495*	-0.735***	-0.799***
	(0.859)	(0.904)	(0.233)	(0.244)
ψ_7 : 한국 기준금리	-0.0603*	-0.0632*	-0.00331	0.00364
	(0.032)	(0.033)	(0.009)	(0.009)
ψ_8 : 일본 기준금리	0.00615	-0.00688	-0.717**	-0.694**
	(1.334)	(1.326)	(0.309)	(0.306)
표본 수	5,516	5,516	4,958	4,958
패널(기업) 수	383	383	390	390
R^2	0.07	0.07	0.35	0.35

주: *, **, ***은 각각 10%, 5%, 1% 수준에서 유의함을 의미하며 괄호 안의 값은 기업 단위로 군집한 표준오차임.
자료: 저자 작성.

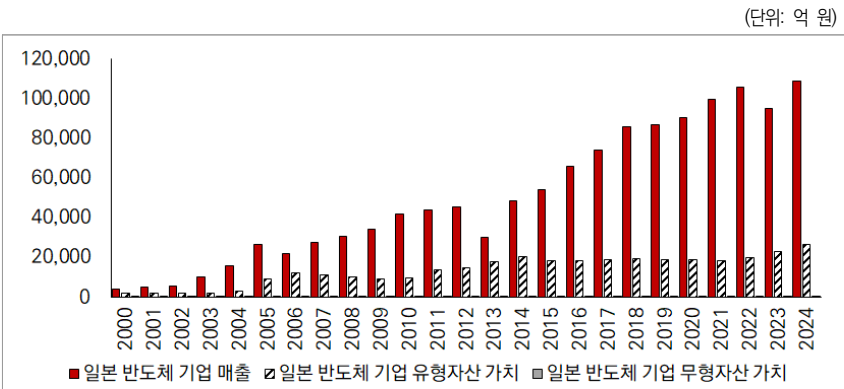
다) 일본기업과 한국기업 간 관계

주지하는 바와 같이 일본 반도체 소재·장비 기업과 한국의 전자집적회로 기업은 반도체 공급망 내에서 매우 밀접한 관계를 맺고 있으며 대체로 보완적인 기능을 수행한다고 볼 수 있다. 이러한 한일 간의 보완성은 널리 알려진 상식이라고 볼 수 있으나, 연구질문 ㉔에서는 이러한 보완성을 계량화해 평가하고자 한다. 앞선 연구질문 ㉒와 ㉓에서는 개별 일본기업 단위의 분석을 했다면, 연구질문 ㉔에서는 총체적인 일본기업들의 경영 성과가 한국 개별 기업에 미치는 영향을 분석하고자 한다. 본 분석에서 사용하는 모든 한국 내 일반 반도체기업

의 매출, 유형자산 가치, 무형자산 가치의 연도별 합은 [그림 5-4]와 같다.

분석 결과 일본기업의 한국 내 매출과 유형자산의 가치 총합이 증가할수록 한국기업의 매출이 뚜렷하게 증가함을 알 수 있었다. 한국 내 일본 반도체기업의 매출 합이 1% 상승하면 한국 전자집적회로 제조기업의 매출은 평균적으로 0.42~0.81% 상승했다. 유형자산 가치의 경우 1% 상승하면 한국기업의 매출이 0.53~0.72% 상승했다.

그림 5-4. 한국 내 일본 반도체기업의 매출 및 자산가치 추이



자료: 본문에서 사용하는 한국 내 일본 반도체기업의 자료를 연도별로 합산해 저자 작성.

반면 한국 내 일본 반도체기업의 무형자산의 가치 합이 1% 증가하면 한국 전자집적회로 제조 기업의 매출이 0.11% 통계적으로 유의하게 감소하는 것으로 나타난다. 다만 무형자산의 경우 해석에 주의할 필요가 있다. [그림 5-4]에서 보이는 것과 같이 무형자산의 전체 가치는 매출이나 유형자산에 비해 매우 작다고 볼 수 있다. 매출과 유형자산에 비해 단순히 계수의 절댓값이 작을 뿐만 아니라, 무형자산의 가치 자체도 매우 작다. 데이터상에서 2024년 기준 일본 기업의 평균 무형자산 가치는 11.6억 원인 반면, 유형자산의 가치는 이의 50배를 상회하는 624.6억 원으로 나타난다. 평균 매출은 무형자산 가치의 200배 이상인 2,530.4억 원을 기록했다.¹⁷⁹⁾ 따라서 무형자산 가치 증식을 통한 한국

기업의 매출 둔화가 실제로 발생한다고 해도 그 효과는 매우 제한적일 것으로 보인다.180)

표 5-16. 연구질문 ④에 대한 분석 결과: 일본기업 경영 성과가 한국기업에 미치는 영향

종속변수	한국 전자집적회로 제조 기업별 매출			
	(21)	(22)	(23)	(24)
ϕ 매출: 일본 반도체 기업 매출 합	0.806*** (0.248)			0.417** (0.192)
ϕ 유형자산: 일본 반도체 기업 유형자산 합		0.717*** (0.187)		0.525*** (0.152)
ϕ 무형자산: 일본 반도체 기업 무형자산 합			-0.106** (0.042)	-0.112*** (0.039)
ψ_1 : 한국 GDP	2.574*** (0.122)	2.531*** (0.122)	2.590*** (0.123)	2.532*** (0.122)
ψ_5 : 원/달러 환율	2.945*** (0.227)	3.160*** (0.233)	2.852*** (0.237)	3.185*** (0.235)
ψ_3 : 반도체 생산능력지수	-0.641*** (0.156)	-0.594*** (0.125)	-0.0586 (0.105)	-0.643*** (0.164)
ψ_4 : 반도체 가동률	-1.547** (0.720)	0.0927 (0.518)	-0.331 (0.542)	-0.527 (0.561)
ψ_7 : 한국 기준금리	0.0499*** (0.015)	0.0411*** (0.015)	0.0502*** (0.015)	0.0418*** (0.015)
표본 수	5,632	5,632	5,632	5,632
패널(기업) 수	355	355	355	355
R^2	0.44	0.44	0.44	0.44

주: *, **, ***은 각각 10%, 5%, 1% 수준에서 유의함을 의미하며 괄호 안의 값은 기업 단위로 군집한 표준오차임. 자료: 저자 작성.

179) 개별 항목에 대해 값이 신고되지 않은 경우는 제외하고 평균을 구하였다.
 180) 무형자산은 매우 다양한 항목을 포괄한다. 기업의 지적재산권, 전속권 같은 항목이 대표적이지만, 이외에도 다양한 무형자산이 존재한다. 기업의 인수합병과 관련된 영업권의 경우 연구개발 활동과 관련 없이 피인수 기업의 공정가치보다 높은 대금을 지급할 때 계상되는데, 만약 영업권이 증가하는 형태로 무형자산이 증가하고 피인수기업이 한국기업의 한 사업 분야였다면 한국기업의 매출이 평균적으로 줄어드는 것과 같이 보일 수는 있다. 다만 본고에서 고려하는 일본기업의 무형자산이 세세하게 공시되지 않아 정확한 이유를 알아내기는 어렵다.

라) 한국 내 활동과 수입 간 대체 관계

마지막으로 한국 내 일본 반도체기업 경영활동은 한국의 반도체 소재 및 장비 수입과 어떤 관련이 있는지 알아보도록 한다. 일본기업의 유형자산과 무형자산 가치는 한국의 반도체 소재 및 장비 수입과 큰 관련이 없는 것으로 나타난다. 또한 일본기업의 매출, 유형자산, 무형자산 모두 한국이 일본 외 국가로부터 수입하는 반도체 소재 및 장비 수입액과 큰 관련이 없었다. 따라서 일본기업의 국내 경제활동이 다른 국가로부터의 수입을 대체하는 움직임이 뚜렷하게 보인다고 하기는 어렵다. 반면 일본기업의 매출 합계는 일본으로부터의 반도체 소재 및 장비 수입을 어느 정도 대체하는 것으로 나타난다. 모형 (25)에서 일본기업의 경제활동이 대일본 수입에 미치는 영향을 분석했을 때, 평균적으로 일본기업의 매출 총합이 1% 증가할 때 일본으로부터의 반도체 장비 및 소재 수입이 평균적으로 0.041% 유의하게 감소하는 것으로 나타났다. 다만 모형 (26)에서 대일본 수입만이 아닌 다른 국가로부터의 수입을 모두 함께 고려했을 때는 통계적으로 10% 수준에서 유의하게 감소하는 현상을 발견하지 못했다. 다만 모형 (26)에서 대일본 수입이 0.032% 감소하는 것으로 추정하는 계수의 p값이 0.102로, 통계적 유의성이 매우 떨어진다고 보기는 어렵다.

한국 내 일본기업의 매출이 증가한다고 해서 한국의 일본 외 다른 국가로부터의 반도체 소재 및 장비 수입이 뚜렷하게 감소하지 않았으며, 유형자산과 무형자산에도 동일한 결론을 내릴 수 있었다. 반도체 소재 및 장비 산업의 경우 산업 구조가 고도화되어 세부 품목에서 접근하면 이를 생산하는 기업이 많지 않은 독과점적인 경쟁 구도를 갖는다. 따라서 일본으로부터 수입하는 제품이라면 다른 국가에서 수입하는 제품과 경쟁 관계에 있다기보다 전체 반도체 공급망 측면에서 보완적 관계에 있을 가능성이 크다. 이러한 이유에서 일본기업의 한국 내 매출 증가가 한국의 다른 국가로부터의 반도체 소재 및 장비 수입에는 큰 영향을 주지 못하는 것으로 보인다.

표 5-17. 연구질문 ㉔에 대한 분석 결과: 일본기업의 한국 내 활동과 수입 간 관계

종속변수 독립변수	한국의 반도체 소재 및 장비 수입	
	(25)	(26)
ϕ^{R1} : 일본기업 매출 → 대일본 수입 영향	-0.0407** (0.017)	-0.0316 (0.019)
ϕ^{TA1} : 일본기업 유형자산 → 대일본 수입 영향	-0.0155 (0.018)	-0.0201 (0.018)
ϕ^{IA1} : 일본기업 무형자산 → 대일본 수입 영향	-0.00431 (0.003)	-0.00555 (0.004)
ϕ^{R2} : 일본기업 매출 → 일본 외 수입 영향		0.00914 (0.009)
ϕ^{TA2} : 일본기업 유형자산 → 일본 외 수입 영향		-0.00457 (0.006)
ϕ^{IA2} : 일본기업 무형자산 → 일본 외 수입 영향		-0.00124 (0.002)
표본 수	36,783	36,783
패널(HS6 & 국가) 수	4,022	4,022

주: *, **, ***은 각각 10%, 5%, 1% 수준에서 유의함을 의미하며 괄호 안의 값은 기업 단위로 군집한 표준오차임.
자료: 저자 작성.

2) 분석의 한계

본 절의 분석은 여러 측면에서 한계를 가진다. 연구질문 ㉔와 ㉕의 경우 시간에 따른 편차를 둔 더미변수를 분석에 활용했는데, 아무리 통제 변수를 활용하더라도 일본의 수출규제와 미국의 반도체 수출통제를 상징하는 더미변수가 반드시 해당 두 사건만 대변한다고 보기는 어렵다. 반도체산업에서 여러 사건이 동시에 벌어지는 만큼 보다 정교한 품목 선정과 기업 사례 분석을 통해 각종 수출규제 정책의 효과를 종합적으로 분석할 필요가 있다. 다만 본 절에서는 수출규제와 크게 관련이 없는 산업군을 선별해 일종의 통제그룹으로 활용했으며, 수출규제 사건이 있던 시점의 업황이나 경제 상황을 고려할 수 있는 거시적 통제 변수를 최대한 활용해 이를 보완하고자 했다.

기업의 공시자료를 활용하는 과정에서 자료가 불성실하거나 오차를 갖고 공

시되었을 가능성이 존재한다. 매출 자료는 대체로 일관되게 제공되지만, 유형 자산, 무형자산, 고용인원 같은 세부 항목은 기업에 따라 자료가 존재는 하되 공시되지 않았을 가능성이 존재한다. 따라서 여기에서도 공시되는 자료의 세부 항목을 알 수 있다면 분석 결과를 토대로 인과관계에 대한 추론을 도울 수 있겠으나, 대체로 외감기업 수준을 분석하는 본 절의 특성상 더 정밀한 해석을 제공할 수 없는 것이 한계로 지적될 수 있다.

본 절은 일본기업의 경제활동에 대한 단기적 분석을 시행했다고 볼 수 있다. 실제로는 매출이나 자산 투자가 일어나면 시차를 두고 한국기업의 경영 활동이나 수입에 영향을 줄 수 있다. 또한 수출통제의 효과도 즉각적으로 나타나는 것이 아니라 시차를 두고 발생할 수 있지만, 이러한 점들을 본 절에서 체계적으로 분석하지는 못했다. 따라서 본 절에서 나타난 분석 결과는 단기적 영향에 집중되었다고 봐야 할 것이다. 보다 체계적인 장단기 효과를 구분하기 위해서는 보다 엄밀한 모형 설정과 분석이 동반되어야 할 것이다. 한편 수출규제의 경우, 연도별 분석을 시행하는 본고의 한계상 비교적 최근에 벌어진 일본의 대한국 수출규제 강화나 미국의 대중국 반도체 수출통제를 장기적인 관점에서 연구하기 어려운 측면이 있다. 각 연구질문 ㉗~㉙가 독립적인 주제로 발전될 수 있는 만큼, 데이터를 더 축적한 뒤 심화한 모형을 통해 각각에 대한 장단기 영향을 분석할 필요가 있다.

3. 소결: 요약 및 시사점

가. 한국의 대일본 반도체 수입

2024년 한국의 대일본 반도체 수입액은 약 145억 달러(일본의 비중은 14.6%)로 나타났는데, 품목별로 보면 집적회로(약 61억 달러, 41.9%)와 제조

장치(장비)(약 52억 달러, 36.1%), 개별소자(약 16억 달러, 11.1%), 재료(소재)(약 16억 달러, 10.9%) 순으로 집계되었다. 최근 10년간 대일본 반도체 수입의 추이를 보면, 2019년의 반도체 업황 부진과 일본의 대한국 수출규제 여파를 제외하면 전반적으로 증가세를 이어가고 있다. 이것은 2019년 일본의 수출규제 강화의 영향이 크지 않았고 양국 반도체 기업 간 상호의존성이 지속되고 있음을 시사하며, 향후 AI 반도체 시장의 급성장, HBM 수요 증가 등을 감안하면 국내 반도체 업체의 설비투자 확대¹⁸¹⁾에 따른 대일본 반도체 수입 증가를 예상할 수 있다.

표 5-18. 반도체 품목별 대일본 수입 추이

(단위: 백만 달러)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
집적회로	2,548	2,595	2,915	2,439	2,345	2,591	3,293	5,387	5,125	6,079
개별소자	180	199	215	234	228	303	343	1,563	1,571	1,604
재료(소재)	1,055	1,106	1,326	1,780	1,729	1,806	2,059	1,908	1,511	1,575
제조장치(장비)	2,375	2,571	5,830	6,370	3,313	4,469	6,392	5,508	4,745	5,240
합계	6,158	6,471	10,286	10,823	7,615	9,169	12,087	14,366	12,952	14,498

자료: 한국무역협회(KITA.NET), K-stat 무역통계.

[그림 5-5]는 일본의 대한국 수출규제가 단행된 2019년 7월 전후 불화수소, 포토레지스트, 플루오린 폴리이미드 등 3개 품목을 대상으로 한국의 전체수입액 중에서 일본으로부터의 수입이 차지하는 비중(대일 수입의존도)의 추이를 보여주고 있다. 먼저 불화수소는 2019년 7월 수출규제 이전 1년간 한국의 수입액 중 일본이 차지한 비중이 43.0%(중국은 50.3%)였던 점을 감안하면 수출규제 직후에는 중국으로의 수입대체가 급진전되었으나, 2023년 중순부터는

¹⁸¹⁾ 국내 반도체 설비투자는 2025년 298억 달러, 2026년 404억 달러, 2027년 390억 달러, 2028년 415억 달러로 높은 수준을 유지할 전망이다. 「韓 반도체, 올해 설비투자 43조 원 전망…D램 중심」(2025. 2. 22.)(검색일: 2025. 9. 18.).

다시 일본에 대한 의존도를 높여가고 있음을 확인할 수 있다. 구체적으로 2024년 1월부터 2025년 8월까지 한국의 불화수소 수입액 중 일본과 중국의 비중이 각각 46.8%, 27.5%로 나타나고 있다. 포토레지스트의 경우는 수출규제 이전 1년간 일본에 대한 수입의존도가 92.8%로 수입 물량의 대부분을 일본에서 조달하였는데, 그 후에는 일본 비중이 60%로 하락한 반면 미국의 비중이 20%대로 상승하였다. 평판디스플레이의 필름 재료인 플루오린 폴리이미드는 일본이 수출제1의 수입국임을 알 수 있는데, 전체 수입액의 80~90%를 여전히 일본에 의존하고 있다. 요컨대 일본의 수출규제를 전후로 일본에 대한 의존도가 품목별로 다를 뿐만 아니라 시기에 따라 매일 의존도가 변하고 있음을 확인할 수 있는데, 김양희(2021)이 지적하는 바와 같이, 일본의 대한국 수출규제는 역사적으로 양국 간 반도체산업의 상호의존성을 더욱 공고히 하는 계기가 되었다고 평가할 수 있다. 수출규제 이후 일본의 반도체 재료 업체들이 삼성전자와 SK하이닉스의 현지생산 요구에 부응하여 잇따라 한국에서의 생산설비 투자를 확대한 TOK 다이킨공업, 쇼와덴코 사례를 보더라도 일본의 대한국 수출규제의 ‘역설’을 엿볼 수 있다. 다만 2019년 8월 당시 산업통상자원부는 일본의 수출규제에 대한 대응책의 일환으로서 ‘소부장 경쟁력 강화방안’을 발표한 데 이어 2020년 7월에는 ‘소부장 2.0 전략’을 발표함으로써 반도체를 중심으로 한 국내 소부장 산업의 ‘국산화’를 표방하였으나, 품목별 수입 데이터만으로는 한국의 해당 품목 국산화율을 측정할 수 없음에는 유의할 필요가 있다.

그림 5-5. 수출규제 이후 3대 품목의 대일본 수입의존도 추이

(단위: %)



자료: 한국무역협회, K-stat 무역통계.

나. 일본의 대한국 반도체 직접투자

2010년대 이후 일본의 대한국 직접투자에서 화학공업과 전기·전자 부문에 대한 투자액은 전체 제조업의 60.0%를 차지하고 있다. 이것은 그간 우리 정부의 외국인 직접투자 유치 전략이 일본의 자본과 기술을 유치하는 데 유효하였음과 더불어, 일본 국내에 주요 고객이 존재하지 않는 일본계 화학기업들이 삼성전자, SK하이닉스에 현지 납품하고자 한국 내에 부품·소재 공장 설립을 늘렸음을 시사한다.¹⁸²⁾ 한 가지 더 특기할 사항은 한국에 진출한 반도체 관련 일본계 기업이 R&D 센터를 설립하는 사례가 증가하고 있는 점이다. 일본계 반도체 기업의 주요 연구개발(R&D) 분야는 반도체 재료 개발(ADEKA, 2023년 확장 이전), 고순도 전구체 개발(SK트리켄, 2016년), 반도체용 특수가스 개발(칸토덴카화인프로드츠한국, 2017년), 차세대 반도체 재료 개발(이데미츠코산, 2023년), EUV 노광재료 개발(닛산화학, 2023년), 포토레지스트 개발(TOK첨단재료, 2024년), 차세대 반도체 재료 개발(스미토모화학, 2024년), 진공 장치 개발(ULVAC, 2024년), 불량분석 장치개발(하마마츠 포토닉스, 2025년), 웨

¹⁸²⁾ 百本和弘(2023), 「對韓直接投資は半導体、IT分野に集中 最近の日韓經濟關係を振り返る(後編)」(검색일: 2025. 7. 15.).

이퍼검사 장치개발(호리바제작소, 2025년) 등 반도체 재료와 제조장치 분야에 집중되고 있는 것으로 나타났다.

다만 한국에 진출한 일본계 반도체 소·부·장 기업 43개(리스트는 표 5-5 및 표 5-6 참고)를 대상으로 한 본문 제2절(일본 반도체 관련 기업의 대한국 공급망 연계와 기업 성과)의 분석 결과를 종합하면, 일본의 대한국 직접투자는 다음과 같은 특징과 한계를 지니고 있다.

첫째, 한국 내 일본 반도체기업의 현황을 △ 진출 방식, △ 기술 협력 및 합작투자, △ 사업 형태, △ 소재지로 나누어 분석한 결과, 전반적으로 한국과 일본의 비교우위를 활용하는 방식으로 대한국 투자가 이루어져 온 가운데 다음과 같은 한계도 존재한다. 먼저 진출 방식에서는 재료(소재)와 제조장치(장비) 분야에 집중된 데다(전체 43개 기업의 매출액 기준, 소재 분야 비중 44%, 장비 분야 비중 32%) 단독투자가 대부분이다(전체 43개 기업의 매출액 기준, 93.4%). 기술 협력 및 합작투자는 소재 분야에 국한된 가운데, 일본의 기술과 한국의 생산능력을 결합하는 형태(한솔케미칼-미쯔비시가스화학, 롯데케미칼-도쿠야마, SK머티리얼즈-TCLC) 혹은 일본의 원료를 활용해 가공하는 형태의 합작투자(한국알콜산업, ENF, 모리타화학) 등 대체로 한국의 대기업이나 준대기업이 자신의 생산능력과 일본의 기술을 결합하는 방식으로 협력하고 있다. 사업 형태를 보면, 과반의 일본계 기업(전체 43개 기업의 매출액 기준, 61%)이 한국 내 제조 활동을 영위하고 있음은 고무적이지만, 앞에서 지적한 대로 최근 연구개발(R&D) 활동이 증가하고 있기는 하나 여전히 연구개발을 영위하는 기업은 매출액 기준 전체의 23%로 저조한 것으로 나타났다. 일본계 반도체기업의 소재지를 보면, 수도권(경기 20개, 서울 8개, 인천 1개)과 충청권(충남 8개, 충북 2개, 세종 1개)이 압도적인 비중(40/43)을 차지하고 있음도 특징이라 할 수 있다.

위와 같은 분석 결과 중 국내에서의 한일 간 반도체 기술협력과 합작투자가 한국의 대기업/준대기업과 일본계 기업 간 중심으로 전개되고 있는 것과 관련해서는 협력주체의 외연을 한국 중소기업 차원으로까지 확대할 필요가 있음을

시사한다. 한국의 대기업/준대기업 집단은 정부 지원 없이도 일본기업과 협력 생태계를 구축할 수 있으나 중소기업의 경우는 일본기업과의 합작투자에 이르기까지 인적 네트워크 구축, 신뢰 구축, 신용, 투자 비용 측면에서 많은 제약이 있음이 사실이다. 한국 화학산업 기반 확충을 위해서라도 일본기업과 합작해 돌파구를 마련할 수 있도록 돕는 정책 개발이 절실하며, 그 시작을 일본 반도체 관련 소재 기업과 해볼 수 있다. 이를 통해 대기업에 편중된 한일 반도체산업 협력의 지평을 넓힐 수 있을 것으로 보인다. 특히 반도체 제조장치(장비)의 경우 그간 한국과 일본 기업의 사업 영역이 다소 중복되어 협력이 제한적이었으나, 한국 중소기업 가운데 고객사의 장비를 위탁생산으로 저렴하게 제작할 수 있는 기업을 육성하여 일본 반도체 장비사와의 협력을 도모해 볼 수 있다. 대만에는 FITI(Foxconn Integrated Technology)와 같은 위탁생산 기업이 존재하는데, 한국에서도 이러한 형태의 기업을 육성한다면 반도체 장비보다 상류인 부품산업의 경쟁력 강화에는 물론이고 추후 예상되는 반도체 제조장치 관련 수출통제 등 각종 경제안보 조치에 대한 사전 대비책으로서도 유효하다 할 것이다.

분석 결과 중 사업 형태(제조/판매/연구개발)와 관련해서는 한국 내 일본계 반도체기업의 연구개발 사업을 확대할 수 있는 정책적 배려가 필요함을 시사한다. 후술하는 바와 같이 계량 분석 결과에서도 일본의 대한(對韓) 수출규제 기간 동안, 한국 내 일본계 반도체기업의 무형자산에는 거의 변화가 없었을 뿐만 아니라 실제 한국 내 일본 반도체기업의 사업 형태를 보더라도 한국에서 본격적인 제품 개발에 나서는 기업은 극소수에 불과한 것으로 나타난다. 따라서 우리 정부로서는 일본계 반도체기업이 한국 내에서 단순한 제품 양산이 아닌 연구개발 활동도 개시할 수 있도록 연구개발 환경을 조성하고, 국내 수요기업과 일본 반도체기업을 연계하는 노력이 필요하다. 예를 들어 우리 정부가 추진 중인 한국반도체기술센터(ASTC)나 모아팹(MoaFab)과 같은 반도체 생태계 구축 사업에 일본계 반도체기업의 참여를 독려한다면 자연스럽게 한국 내 일본계 반도체기업의 연구개발 활동도 활성화될 것으로 기대된다.

분석 결과 중 일본계 반도체기업의 소재지 분포와 관련해서는 수도권과 충청권 편중 현상을 해소할 필요가 있음을 시사한다. 한국 내 일본계 반도체기업은 대체로 전자집적회로를 제조하는 한국 수요기업 근처에 입지를 정하는 것이 상식처럼 여겨지고 있으나, 투자가 지나치게 특정 지역에 쏠리게 되면 용수, 전력 확보 문제와 함께 기업의 과밀 현상으로 인한 토지 가격 상승 등이 일본을 포함한 외국계 반도체 기업이 국내 투자를 망설이는 원인이 될 수 있다. 이를 해소하기 위해서는 단순히 중앙정부와 지방정부가 매칭된 투자 지원 프로그램을 강화하는 것을 넘어 통합적인 투자 지원 패키지 방식을 설계해 대응할 필요가 있다. 예를 들어 두 개 이상의 지자체가 연계해 제조시설이 부족한 전라·경상권은 양산기지 구축을 지원하고, 수요기업이 밀집된 수도권 지역의 경우 R&D 센터나 고객지원센터 개설을 지원하는 등 고객과의 접점을 유지할 수 있도록 통합적으로 지원하는 방안을 검토해 볼 수 있다. 한국 내 반도체 생태계를 전라·경상권으로 분산시킬 수 없다면 소재 및 장비 기업의 양산기지라도 전라·경상권에 구축하여 저렴하게 공장을 짓고 한국 반도체기업과의 연계도 유지하는 것이 바람직할 것이다.

둘째, 일본의 대한(對韓) 수출규제 기간인 2020년부터 2023년까지 일본계 반도체기업(소부장 기업)의 한국 내 경영 활동에 통계적으로 유의한 변화가 있었음을 확인하였다. 즉 한국 내 일본계 반도체기업의 매출이 통계적으로 유의하게 대략 연평균 21.5~23.7% 증가하였고, 고용 종업원 수 역시 13.8~17% 증가하였다. 단 유형자산과 무형자산은 통계적으로 유의한 변화를 확인할 수 없었다.

위와 같은 계량 분석 결과는 일본의 수출규제 등 경제안보 조치에 대한 대응책으로서 우리 정부가 일본기업의 국내 유치, 즉 일본계 기업의 국내 유형자산 투자 확대를 유도할 수 있는 정책적 배려를 해야 함을 시사한다. 다시 말해 우리 정부는 일본의 대한(對韓) 수출규제 기간 중 한국 내 일본계 반도체기업의 매출과 종업원 수는 통계적으로 유의하게 증가하였으나 유형자산과 무형자산

에서는 이러한 효과를 발견하기 힘들었음에 주목할 필요가 있다. 한국 내 일본계 반도체기업은 한국 내 고객인 반도체 제조업체의 중간재(소부장) 수요 증가에 대응하여 비교적 단기적 대응이 가능한 매출과 종업원 수는 증대하였으나, 장기적인 대응이라고 볼 수 있는 유형자산과 무형자산 투자 증대는 일부 기업에만 나타났으며 해당 투자가 전체적으로 활성화되었다고는 할 수 없다. 우리 정부로서는 경제안보 위기 상황이 발생했을 때 국내 일본계 기업이 단순히 생산량을 조절하는 것이 아니라 추가 투자까지 실행하여 생산역량을 신속하게 확충할 수 있도록, 오랜 기간 한국 내 경제적 활동으로 사실상 토종 한국기업과 별반 다르지 않은 일본계 기업에도 공급망 안정화 기금을 비롯한 각종 공급망 정책의 '지원의 문턱'을 낮출 필요가 있다.

셋째, 일본계 반도체기업의 한국 내 경제적 활동이 한국 반도체기업의 경영성과(매출, 유형자산, 무형자산)에 미친 영향을 검증한 결과, 일본계 기업의 한국 내 매출, 유형자산 증가는 한국 전자집적회로 제조 기업의 매출 증가와 밀접하게 관련되어 있음을 확인하였다. 즉 일본계 반도체기업(소부장 기업)의 한국 내 매출액 합계가 1% 증가하면 한국 전자집적회로 제조 기업의 매출액은 평균적으로 0.42~0.81% 증가하고, 일본계 반도체기업의 한국 내 유형자산 합계가 1% 증가하면 한국 전자집적회로 제조 기업의 매출액은 평균적으로 0.53~0.72% 통계적으로 유의하게 증가한 것으로 나타났다.

넷째, 한국 내 일본계 반도체기업의 매출액이 1% 증가하면 한국의 대일(對日) 반도체 소재 및 장비 수입이 대략 0.04% 통계적으로 유의하게 감소한 점에 비춰, 한국 내 일본계 반도체기업과 일본 내 모기업 간에는 대한(對韓) 반도체 공급망 구조 측면에서 대체관계가 있다고 할 수 있다. 다만 한국에서 일본기업의 매출이 증가한다고 해서 다른 국가로부터의 소재 및 장비 수입이 감소하지는 않았다. 따라서 일본기업으로부터 수입하는 제품이 전반적으로 다른 국가로부터 수입하는 소재 및 장비와 완벽하게 대체 관계에 있다고 보기는 어렵다.

위와 같은 세 번째, 네 번째 계량 분석 결과는 우리 정부의 일본기업 유치 확

대에 대한 경제적 타당성을 충분히 입증하고 있다. 다시 말해 경제적 타당성 측면에서 봐도 일본계 반도체기업의 한국 내 경제적 활동이 한국 전자집적회로 제조기업의 매출 상승으로 이어지고 있고, 특히 일본의 대한(對韓) 수출규제 이후에도 한국 내 일본기업의 활동이 위축되기보다는 오히려 활발하게 이루어지고 있다. 나아가 일본계 반도체기업의 국내 경제적 활동은 대체로 수입(輸入)을 대체하는 방식으로 이루어져 한국의 대일(對日) 무역수지 개선과 국내 부가가치 확대에 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 다만 아직도 상당수의 일본계 반도체기업은 국내에 판매법인만 운영하고 있으며, 사업보고서나 감사보고서에 제조 활동을 영위한다고 적시하고서도 실제로는 제품을 양산하는 것으로 보기 어려운 경우가 일부 존재한다. 따라서 공급망 내 독과점적 지위를 가지면서 국내 반도체 소재 및 장비 기업과 사업 영역이 중복되지 않는 일본기업이라면 적극적으로 한국 내 생산활동이 이루어질 수 있도록 투자 유치를 위한 지원 방안을 검토할 필요가 있다.

다. 한일 기업 간 후공정 패키지 기술 공동개발

일본에서 현재 진행되고 있는 반도체 후공정 패키징 기술 개발은 Rapidus의 첨단 패키지 기술개발과 TSMC, 삼성전자 등 첨단 반도체 파운드리와 일본계 반도체 장치·재료 기업의 첨단 패키지 기술 공동개발로 요약할 수 있다. 일본정부는 2019년부터 「포스트 5G 정보통신 시스템 기반강화 연구개발 사업」을 통해, 로직반도체와 메모리, 센서, AI 칩, RF(무선주파수) 등의 주변장치를 단일 패키지로 통합하는 2D 혹은 2.5D/3D 패키지 기술의 개발에 나섰다. 반도체 제조장치와 재료 분야의 경쟁력을 살려, 고성능 컴퓨팅용 패키지 기술에서는 패키지기판의 대면적화와 신소재, 제조·공정 기술, 어셈블리·패키징 기술, 엣지 컴퓨팅용 패키지 기술에서는 소형·저 패키지 면적에서의 고성능화, 고기능화, 저소비전력화를 실현하는 제조·공정 기술을 개발한다는 방침이다.

반도체 후공정 패키징 기술을 둘러싼 한일 기업 간 공동 R&D는 삼성전자와 SK하이닉스의 일본계 반도체 재료업체와의 협력이 기대를 모으고 있다. 삼성전자는 2023년 말 가동에 들어간 요코하마 리프 미나토 미라이 R&D 센터를 중심으로 HPC/AI용 프로세스에 사용하는 칩렛 모듈의 고집적화와 칩 간 데이터전송 대역의 향상 등을 목표로 2.xD/3D를 조합한 3.xD 칩렛 기술을 개발하고 있다. 사업비는 2028년까지 총 350억~400억 엔이며, 이 중 인프라 정비에 50억~100억 엔, 설비 확충에 100억~150억 엔, 운영비에 150억~200억 엔 투입을 계획하고 있다. 언론에 보도된 바와 같이, 2023년 12월 사업비 400억 엔 중 최대 절반(200억 엔)을 일본정부(경제산업성)로부터 포스트 5G 기금을 통해 보조받고, 약 20억 엔은 지방정부로부터 보조를 받고 있다.

SK하이닉스 역시 일본과의 반도체 협력 강화를 명시한 가운데, 2024년 5월 AI 반도체 등의 분야에서 일본과의 공급망 연계는 필수적임을 지적하고 새로운 반도체 연구개발과 관련하여 일본 내 R&D 시설 설립과 일본기업에 대한 투자를 검토하겠다고 밝힌 바 있다. 특히 2024년 9월 SK하이닉스가 이종집적화 기술을 적용한 HBM3E 메모리 양산을 개시함에 따라 일본의 후공정 패키징 관련 재료업체들과의 협력에 대한 관심도 높아지고 있다. SK하이닉스는 전통적으로 일본 반도체 재료 기업과의 공급망 협력을 꾸준히 유지하고 있고, 특히 HBM 개발과정에서는 초미세 TSV(실리콘관통전극) 적층 공정에 필수적인 언더필(Underfill)이라는 특수 에폭시 소재를 일본 나믹스(NAMICS)에 의존한 경향이 있는 만큼 HBM을 중심으로 일본 반도체 재료기업과의 협력 강화가 기대되고 있다. 나아가 SK하이닉스는 협력업체 KIOXIA(키옥시아)와의 HBM 협력도 표방하고 있어 일본 국내에서의 HBM 생산에 대해서도 기대감을 낳고 있다.

라. AI 반도체 분야 협력

현재 세계를 주도하는 AI 반도체 업체를 국적 기준으로 보면 미국은 NVIDIA,

AMD, Intel, Broadcom, 한국은 삼성전자와 SK하이닉스, 대만은 TSMC, 중국은 화웨이와 알리바바, 그리고 이스라엘은 Hailo를 들 수 있는데, 일본도 생성형 AI의 붐과 때를 맞춰 Rapidus, PFN(Preferred Networks), 후지쯔, LeapMind, EdgeCortex와 같은 AI 반도체 개발 업체의 움직임이 활발하다. Rapidus는 2024년 2월 일본 정부 보조금 사업으로 미국 Tenstorrent와 옛지 AI 가속기(액셀러레이터) 공동 개발에 들어간 데 이어, 2024년 5월에는 미국 Esperanto Technologies와 저소비전력 AI 반도체 개발·제조에 관한 협력 각서를 체결하였다. 2014년 도요타와 화낙(FANUC)이 공동 설립한 PFN 그룹은 미국 NVIDIA의 GPU에 대한 대항마로서 차세대 학습용 AI 반도체인 MN-Core 시리즈(독자적 ASIC) 개발에 주력하고 있다. PFN은 생성형 AI에 의한 추론처리를 기존 AI 칩보다 최대 10배 고속화한 칩('MN-Core L1000')을 2026년에는 공개한다는 계획이다.

한일 간 AI 반도체 분야에서의 산업협력은 2024년 7월 삼성전자가 일본 PFN과 2나노 AI 칩 생산계약을 체결한 것 이외에는 특별한 움직임은 보이지 않고 있다. 삼성전자는 국내 디자인 솔루션 파트너(DSP)인 가온칩스와 협력하여 PFN의 AI 가속기 반도체(AI 처리 전용회로)를 2나노 공정 기반으로 양산하고, 2.5D 첨단 패키징 기술인 'I-Cube S'까지 제공하는 턴키(turnkey) 솔루션을 수주하였다고 밝혔다. PFN이 삼성전자에 제조·위탁한 것은 2023년 12월 PFN이 경제산업성(NEDO)의 R&D 자금 지원을 받아 IJ, 호쿠리쿠첨단과학기술대학원대학교 공동개발하고 있는 계산자원용 AI 반도체 'MN-core'이다. 삼성전자가 PFN에 제공하는 'Interposer-Cube S(I-Cube S)'라는 2.5D 패키지 기술은 실리콘(Si)제의 인터포저를 사용하고 칩렛을 서로 고밀도의 신호선으로 접속하는 기술이다. 이로써 PFN은 대형 패키지를 활용한 이종집적화 기술에 특화하고 있는 삼성전자의 일본 최초의 고객 기업이 된다.

제6장



결론 및 시사점

1. 일본 반도체산업의 경쟁력
2. 일본의 반도체 부흥 전략
3. 일본의 반도체 공급망 구조
4. 한일 간 반도체 산업협력



1. 일본 반도체산업의 경쟁력

가. 요약 및 평가

일본 반도체산업의 부흥은 1976년 정부지원하에 설립된 ‘초(超)LSI기술연구조합’의 대규모집적회로(LSI) 분야 기술개발로 시작되었고, 그 후에는 메모리 분야(DRAM, 플래시)를 중심으로 전성기를 맞이하였다. 1988년 반도체 제조장치(장비)와 재료(소재) 분야를 제외한 반도체 관련 시장에서 일본계 기업의 세계시장 점유율은 40.2%로 사상 최고치를 기록하였다. 그러나 1980년대 미·일 반도체 무역마찰, 1986년 미·일 반도체협정을 거치면서 일본의 반도체 산업은 쇠퇴의 길로 들어섰다. 일본정부(경제산업성)는 그 이유로서 일본정부와 산업계의 대미(對美) 외교력 약화, 반도체 설계와 제조의 수평분리 실패(국내 파운드리 설립 실패), 디지털전환(DX) 지연에 따른 국내 고객의 부재(반도체산업의 전후방 산업 연관 효과 미약), 일본 반도체기업들의 폐쇄적인 자기완결형 내제주의 등을 거론하였다.

일본은 반도체 설계·제조 분야에서 이렇다 할 팹리스와 파운드리가 부재한 가운데, 주요 반도체 제품(메모리반도체, 전력반도체, CMOS 이미지센서, MCU)과 반도체 제조장치, 그리고 반도체 재료시장에서 경쟁력을 확보하고 있다. 먼저 DRAM 메모리 분야를 보면, 2013년 엘피다메모리의 파산을 계기로 세계 DRAM 시장은 삼성전자, SK하이닉스, 마이크론의 1강 2중 체제로 재편된 바 있고, 2020년대 들어서는 SK하이닉스의 HBM(고대역폭 메모리) 선점으로 2강 1중 체제가 공고화되고 있다. NAND형 플래시 메모리 시장에서는 전통적으로 한국(삼성전자, SK하이닉스), 일본(키옥시아), 미국계(인텔, 웨스턴디지털(WD), 마이크론) 기업이 1강 2중 체계를 형성하였으나, 2020년대 들어서는 일본계 기업(키옥시아)의 점유율이 과거 20%대 중반대에서 10% 중반대로 낮아지고

있다. 레거시반도체 분야에서는 실리콘카바이드(SiC) 전력반도체의 경우, 최근 롬(Rohm)의 투자 축소, 르네사스 일렉트로닉스의 양산 계획 연기 등에서 알 수 있듯이 일본계 기업의 고전이 이어지고 있다. 레거시반도체 분야에서 일본이 거의 유일하게 경쟁력을 유지하고 있는 것은 CMOS 이미지센서와 MCU(마이크로컨트롤러)인데, 전자에서는 소니 세미컨덕터즈가 비교적 오랜 기간 50% 정도의 시장점유율을 유지하고 있고, 후자에서는 르네사스 일렉트로닉스가 독일 인피니언에 이어 20% 초반대로 세계 2위의 시장점유율을 유지하고 있다.

반도체 제조장치 분야에서는 TEL(도쿄일렉트론, 4위), SCREEN(스크린홀딩스, 7위), 무라타제작소(9위), 다이후쿠(10위) 등 4개 기업이 세계 10대 반도체 제조장치에 이름을 올리고 있는 가운데, 열처리장치(TEL, KOKUSAI), 코터·디벨로퍼(TEL, SCREEN), 세정장치(SCREEN, TEL), 마스크 검사장치(Lasertec), CD-SEM(Hitachi Hitec) 등 5개 분야에서는 시장점유율이 50%를 넘는 등 두각을 나타내고 있다. 다만 노광장치의 경우 1995년에는 NIKON(48.9%), CANON(28.7%) 등 일본계 기업이 시장을 독점하였으나 그 후에는 ASML에 자리를 내주었다. 첨단 노광장치인 극자외선(EUV) 노광장치의 경우 2024년 세계시장 점유율에서 ASML이 94.1%, NIKON이 2.5%, CANON이 3.4%를 차지하였다. 세계적으로 반도체 제조기술의 미세화 등 기술경쟁이 첨예한 가운데, 반도체 제조장치 분야는 재료 분야와 마찬가지로 진입장벽이 높아 일본계 기업의 시장 우위가 지속될 것이라는 견해가 더 이상 성립하지 않을 것을 보여주는 대목이다.

마지막으로 반도체 재료(소재) 시장은 전공정 재료시장과 후공정 재료시장으로 나누어 일본계 기업의 시장점유율 관점에서 경쟁력을 평가하였다. 전공정 재료시장의 경우 실리콘웨이퍼(신에츠화학공업, SUMCO), 포토마스크¹⁸³(뚝판인쇄, 대일본인쇄), 포토레지스트(TOK, JSR, 신에츠화학공업, 스미토모화

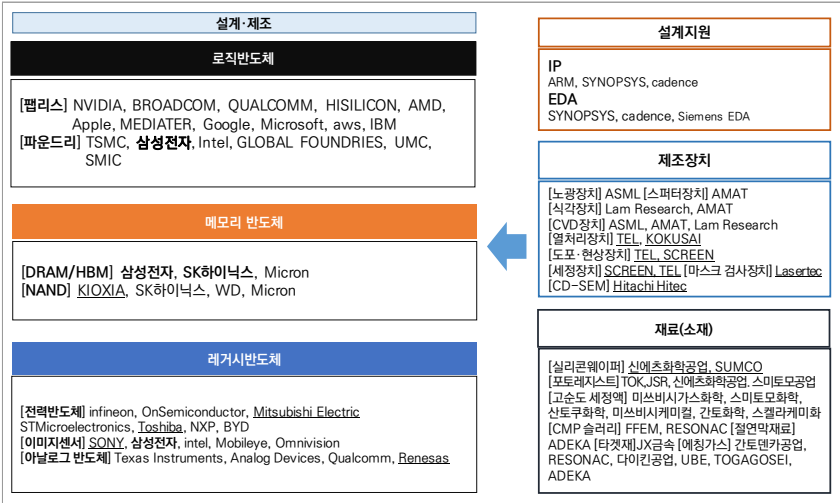
¹⁸³ TSMC, 삼성전자, SK하이닉스, Intel, Micron Technology와 같은 칩 제조업체가 자체적으로 제조하는 '내제시장' 비율이 66.3%이다.

학), 고순도 세정액(미쓰비시가스화학, 스미토모화학, 산토쿠화학, 미쓰비시케미컬, 간토화학, 스킨라케미화, Rasa공업, 인화학공업, 다이킨공업, 모리타화학), CMP 슬러리(FFEM, RESONAC, Anji Micro, Fujimi), 절연막재료(ADEKA), 타깃재(JX금속), 에칭가스(간토텐카공업, RESONAC, 다이킨공업, UBE, TOGAGOSEI, ADEKA) 등의 분야에서 일본계 기업들이 시장을 거의 독점하고 있음을 확인하였다. 후공정 재료시장에서도 일본계 기업의 강세를 확인할 수 있었는데, 패키지기판 재료(미쓰비시가스화학, RESONAC, 파나소닉인더스트리, 스미토모베이크라이트, 아지노모토 화인테크노, 세키스이화학), 다이싱재료(미쓰이화학토세로, 린텍, 후루카와전기, 닛토덴코, Maxell, 덴카, 스미토모베이크라이트), 본딩재료(다나카전자공업, 닛테츠마이크로메탈, RESONAC, 닛토덴코, 린텍, 스미토모베이크라이트, 교세라), 봉지재(스미토모베이크라이트, RESONAC, 파나소닉인더스트리, 교세라, 신에츠화학) 등 거의 모든 후공정 재료시장을 일본계 기업이 석권하고 있음을 확인할 수 있었다.

나. 정책적 시사점

[그림 6-1]에 요약한 바와 같이, 글로벌 반도체산업을 생태계 관점에서 보면 한국은 파운드리(삼성전자)와 DRAM/HBM 메모리 반도체(SK하이닉스, 삼성전자) 분야에서 경쟁력을 확보하고 있고, 일본은 반도체 제조장치 일부와 재료 분야에서 세계를 주도하는 경쟁력을 자랑하고 있다는 점에서 향후 한일 간 반도체 산업협력의 방향성을 유추할 수 있다.

그림 6-1. 글로벌 반도체산업의 생태계 관점에서 한일 반도체 기업의 경쟁 우위 분야



주: 굵은 글씨는 한국계 기업, 밑줄은 일본계 기업을 표시.
 자료: 본고 [그림 2-1].

첫째, 현재 SK하이닉스와 삼성전자가 시장을 석권하고 있는 DRAM 메모리 분야에서¹⁸⁴⁾ AI(인공지능) 반도체 수요 급증과 HBM(고대역폭 메모리) 개발 및 양산화를 계기로 이들 한국계 메모리반도체 업체와 일본계 반도체 재료업체 간 협력이 이전의 공급망 협력 차원 이상으로 속도를 낼 것으로 보인다. 이 점에서, 향후 한일 간 반도체 산업협력은 후공정 패키지 기술개발을 중심으로 전개되리라 예측할 수 있다.

둘째, 한국정부의 소위 반도체를 비롯한 소부장 산업의 ‘내재화(혹은 국산화)’ 정책에 대한 평가이다. 2019년 8월 당시 산업통상자원부는 일본의 수출규제에 대한 대응책으로 「소부장 경쟁력 강화방안」을 발표한 데 이어, 2020년 7월에는 「소부장 2.0 전략」을 발표함으로써 반도체를 중심으로 국내 소부장 산업의 내재화에 박차를 가하고 있다. 다만 일본의 반도체 재료기업은 여전히 독

¹⁸⁴⁾ 2025년 2/4분기 세계 DRAM 시장점유율은 SK하이닉스 38.7%, 삼성전자 32.7%, 마이크론 22.0%이다 (대만 시장조사회사 TrendForce, 검색일: 2025. 7. 20.).

보적인 시장경쟁력을 유지하고 있는데, 이는 반도체 제조장치와는 달리 반도체 재료(소재)는 한번 반도체 제조공정에 투입되면 수율을 좌우하는 변수가 되어 오랜 기간의 검증 데이터가 필요하기 때문이다. 따라서 이미 장기 데이터와 신뢰를 확보하고 있는 일본기업들이 형성한 ‘진입장벽’을 극복하기 위해서는 장기간에 걸친 노력이 필요함을 의미한다. 그럼에도 불구하고 한국정부의 소부장 2.0 정책이 유효했던 것인지, 2020년 이후 반도체 재료시장에서 한국계 기업의 존재감이 드러나기 시작한 점에는 주목할 필요가 있다. 예를 들어 전공정 재료 분야에서는 SK실트론(실리콘웨이퍼), 동진세미컴(포도레지스트), 솔브레인(고순도 세정액 불화수소산), OCI Company(고순도 세정액 인산), SK 트리켄(캐퍼시터용 절연막재료), 후성(에칭가스 C4F6), MGPKA(에칭가스 염소 및 염화수소) 등이 각각의 시장에서 의미있는 점유율을 확보하였고, 후공정 재료 분야에서는 두산전자와 LG화학이 패키지기판 재료(동장적층판) 분야에서, 그리고 MK Electron과 LG화학은 각각 본딩재료(본딩와이어)와 다이본딩필름 분야에서 시장 교두보를 확보하고 있다. 한국 반도체 제조업체(삼성전자, SK하이닉스)와의 공급망 협력 관점에서, 한국정부로서는 일본계 재료업체와 신흥 한국계 재료업체 간 경쟁관계를 시장(market)에 맡기되 일본정부의 수출규제와 같은 경제적 강압에 대해서는 적극적인 정책 대응이 필요함을 시사한다.

2. 일본의 반도체 부흥 전략

가. 요약

일본정부(경제산업성)의 반도체 부흥 전략은 2021년 6월 공표(2023년 6월 개정)된 「반도체·디지털산업전략」에 드러나듯, 반도체 국내 제조기반 확충, 차세대 반도체 프로젝트, 인재육성, 인프라지원 등 반도체 생태계 조성에 필요

한 대부분의 조치를 포괄하고 있다. 지금까지 시행된 일본정부의 반도체 지원 제도는 크게 정부보조금 지급, 세액공제, 기반시설 확충, 반도체 인재육성 프로그램으로 대별할 수 있다. 일본정부의 반도체 지원제도를 다른 국가와 비교하는 것은 본고의 연구범위에서 벗어나지만, 지원제도만을 놓고 볼 때는 미국, 중국은 물론 한국에 비해 전혀 손색이 없는 것으로 평가할 수 있다. 다만 각종 제도의 지원 대상 범위를 보면, 첨단 로직반도체(단 Rapidus 지원은 별도)와 첨단 메모리반도체는 물론이고 레거시반도체(MCU, 전력반도체, 아날로그반도체), 반도체 제조장치, 재료·원료 업체까지 말 그대로 반도체 공급망 전체를 아우르고 있음을 확인할 수 있다. 이것은 일본정부가 ‘경제안보-공급망인화’라는 명분하에 과거 1960~70년대 일본 금융기관이 사용하였던 ‘호송선단(護送船團)’식 기업지원제도를 차용하고 있는 것으로 해석할 수 있는 부분이다. 최근 일본 반도체산업의 국내생산과 고용현황을 살펴보면, 일본정부 반도체 지원제도의 최대 수혜그룹은 반도체 제조장치에 국한되고, 레거시반도체 등 일부 산업에서는 오히려 구조조정 등 시장압력에 직면하고 있는 데서 이런 지원 방식의 맹점이 드러나고 있다. 구체적으로 2023년 일본 반도체산업의 전체 고용인력은 19.4만 명으로 2018년 대비 3.7만 명 증가하였는데, 이 중 반도체 제조장치 분야가 6.4만 명에서 9.6만 명으로 증가한 반면 집적회로 제조업 분야는 6.2만 명에서 6.1만 명으로 감소하였다. 1998년 집적회로 분야의 고용인력이 15.6만 명이었음을 감안하면 레거시반도체에 대한 정부지원의 효과에 대해서는 재고의 여지가 크다 하겠다.

표 6-1. 일본의 반도체 지원제도

제도명	보조금		세액공제	기반시설
	첨단반도체의 국내 생산기반 정비기금 사업	레거시반도체 공급망강화 사업		
		경제안전보장 기금 사업	전략분야 국내생산 촉진세제	지역산업구조전환 인프라정비추진 교부금 사업

표 6-1. 계속

	보조금			세액공제	기반시설
근거법	5G 촉진법	정부예산사업 (465억 엔)	경제안전보장 추진법	산업경쟁력강화법, 2024년도 세계개정대강	중앙정부의 광역자치단체에 대한 교부금
지원대상	첨단 로직반도체, 메모리 반도체(TSMC 구마모토 공장, 키옥시아· 웨스턴디지털, 마이크론)	레거시 반도체(MCU, 전력반도체, 아날로그반도체), 국내 레거시 반도체 27개 공장 지원	레거시반도체(르네 사스 일렉트로닉스 등 3건), 반도체 제조장치(개는 1건), 반도체 부품· 소재(이비덴 등 8건), 반도체 원료(FC-BGA 기판 등 12건)	반도체의 경우 레거시반도체 (MCU, 전력반도체, 아날로그반도체) 에 국한	Rapidus, 키옥시아, 마이크론, TSMC의 반도체 공장 신설·증설에 대해 공업용수도정비, 하수도정비, 도로정비를 지원
정부보조 비율	설비투자액의 최대 50% ¹⁾	설비투자액의 1/3 (보조상한액 150억 엔)	설비투자액의 최대 1/3 ²⁾	-	지방교부금 제도
세액공제 기준	-	-	-	세액공제 대상품목의 생산·판매 개시 후 10년에 걸쳐 법인세액의 20% 이내 ³⁾	-
기반시설 지원	-	-	-	-	2023년도/2024년도 총 149.5억 엔의 예산 배정 ⁴⁾

주: 1) TSMC의 경우는 50%, 나머지는 1/3 수준. 첨단 로직반도체, 첨단 메모리반도체 분야에 국한.

2) 레거시반도체(전력반도체 포함), 제조장치, 소재·원료 분야에 국한.

3) 세액공제 대상 품목을 MCU(Micro-Control Unit)와 아날로그반도체(전력반도체 포함)에 국한. 즉 정부보조금에 의한 초기투자지원 대상 분야(첨단로직반도체, 첨단메모리반도체, 반도체 제조장치 및 소재·원료)는 세액공제 대상에서 제외.

4) 중앙정부(경제산업성, 국토교통성)가 예산을 책정한 다음, 해당 광역자치단체의 예산요구에 따라 배분.

자료: 본고 [표 3-12] 재인용.

일본의 반도체 부활 전략 중에서 본 연구가 가장 큰 관심을 기울인 분야는 차세대 반도체 프로젝트(Rapidus, 차세대 반도체 제조기술 개발)와 AI 반도체 개발이다. 이를 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

첫째, Rapidus는 2022년 12월 IBM과 전략적 파트너십 계약을 체결하여

2나노세대의 GAA 테스트칩 라이선스를 취득하였고, 2023년 4월에는 미국 올버니 IBM 연구개발거점(Albany Nanotech Complex)에 150여 명의 엔지니어를 파견하였다. Rapidus는 벨기에 Imec과도 협력각서(MOC)를 체결하여 기술자 파견, Imec의 일본 거점 설치, LSTC와의 파트너십 체결에 합의하였다. Rapidus는 2024년 12월 홋카이도 치토세시에 건설한 파일럿 라인에 ASML의 EUV 노광장치를 도입한 데 이어, 2025년 7월에는 GAA 구조의 트랜지스터 시제품 제조에 성공하였다고 발표하였다. 2027년 하반기까지는 미국 올버니 IBM 연구개발거점으로부터 기술을 이전받아 첨단 로직반도체(GAA beyond 2nm)의 양산에 들어가고 반도체 제조 수탁 사업에 본격 진입한다는 계획이다. 2022년 12월 기술연구조합형태로 설립된 LSTC는 Rapidus의 양산개시 스케줄에 맞춰 기술개발 로드맵을 책정하고 있다. 예를 들어 설계기술 분야에서는 최첨단 SoC 설계, 短TAT(turn-around time) 설계·검증 기술, 칩렛 실장 관련 고밀도 I/F(인터페이스) 설계, 디바이스 분야에서는 첨단 GAA 구조기술, 고신뢰도의 이면배선 기술, CFET 등 2나노세대 기술, 프로세스 분야에서는 클린·그린 제조기술(고수율, 고에너지효율, 리사이클기술), 재료분야에서는 차세대 반도체 MI(Material Informatics), 후공정 분야에서는 첨단 패키징기술 개발, 그리고 AI 반도체 분야에서는 엣지 AI 반도체 가속기(액셀러레이터) 개발을 계획하고 있다.

둘째, 일본의 차세대 반도체 프로젝트 중 제조기술 개발(R&D 프로그램)은 NEDO의 5G 포스트 기금을 활용한 전공정 제조기술과 후공정 제조기술 개발 프로젝트로 나누어 추진 중이다. 전자에서는 2021년 3월 △ 첨단 3D구조 로직반도체 기기의 제조·프로세스 기술개발과 △ 노광주변기술 개발: EUV 노광장치용 차세대 포토레지트 기술개발 프로젝트가 대표적이다. 후자에서는 고성능 컴퓨팅용 패키징 기술 개발, 엣지 컴퓨팅용 패키징 기술개발, 공통기반 기술 개발, 2나노세대 반도체의 칩렛·패키징 설계·제조기술 개발, 후공정 자동화 기술개발 및 표준화 등 5개 영역에서 R&D 프로젝트를 가동 중이다. 후공정

제조기술 개발과 관련하여 주목해야 할 점은 일본정부가 로직반도체와 주변장치를 단일 패키지에 통합하는 2.xD, 3D 패키징 기술 개발이 중요하다고 보고, Rapidus의 첨단 패키지 기술개발과 TSMC, 삼성전자와의 협력 프로젝트를 병행하고 있다는 점이다. 이 점은 향후 한일 간 반도체 산업협력에 새로운 지평을 제시하는 것으로서, 본고 제5장(한일 간 반도체 산업협력 현황)에서 다시 다루었다.

셋째, AI 반도체 개발과 관련하여 일본정부는 AI 계산기반기술 개발이 중요하다고 보고, NEDO의 5G 포스트 기금을 활용하여 △ 초절전 AI 가속기(액셀러레이터 칩), △ 해당 칩을 활용한 AI 서버시스템과 제어기술, △ 고밀도 데이터센터 기술과 제어기술, 그리고 이들을 수직통합한 △ 초절전·고밀도 AI 계산기반과 최적 운용기술 개발에 나섰다. LSTC(일)와 미국 Tenstorrent 간 협력에 의한 엣지 AI 반도체 기술 개발, 도요타·혼다·닛산 등 일본 자동차업체를 중심으로 한 기술연구조합 ASRA에 의한 자동차용 최첨단 SoC 기술개발, EdgeCortex에 의한 통신용 AI 반도체 개발, 그리고 Preferred Networks에 의한 계산자원용 AI 반도체(MN-core) 개발이 그것이다. 이 점 역시 향후 한일 간 반도체 산업협력에 대한 새로운 방향을 제시하는 것으로서 본고 제5장(한일 간 반도체 산업협력 현황)에서 다시 다루었다.

나. 평가

일본의 반도체산업 부활은 Rapidus의 성공 여부가 그 열쇠를 쥐고 있다고 해도 과언이 아닌데, 현재 Rapidus가 직면하고 있는 과제는 자금조달 문제, 2나노급 반도체의 양산 문제, 고객확보 문제, 인재확보 문제 등 다양하다. 첫 번째 과제로 대두되고 있는 자금조달 문제는 결국 민간기업의 Rapidus에 대한 낮은 기대감에 기인한다. 2022년 8월 설립 당시 Rapidus는 도요타자동차, 소프트뱅크, 소니그룹 등 8개 기업이 73억 엔을 출자하고 경제산업성도 약

3,000억 엔을 투자하는 민관일체의 대형 '국책' 프로젝트로 출발하였다. 그러나 Rapidus의 양산 실현에는 5조 엔의 투자가 필요한 데 반해 일본정부는 지금까지 정부 보조금을 포함해 2조 엔 정도만 확보한 상태이고 나머지 3억 엔의 자금을 확보해야 하는 과제에 직면하고 있다. 바꿔 말하면 민간기업들이 Rapidus에 대한 출자를 주저하고 있음을 반증하는 것인데, 일본의 반도체 관련 기업들은 Rapidus가 지금까지 기술개발과 고객확보 측면에서 가시적인 성과를 거두지 못한 점, Rapidus가 양산하게 될 첨단반도체 수급 전망이 불투명한 점에서, 예를 들어 2030년대에 Rapidus가 양산하게 될 자동차용 첨단반도체 수요가 자체 전망치에 미치지 못할 것이라는 회의론을 크게 제기하고 있다. 둘째, 일본정부가 목표로 하고 있는 2027년 하반기 양산개시와 관련하여 제기되는 문제는 Rapidus가 첨단 반도체 파운드리 전략으로 내세우고 있는 短TAT를 둘러싼 논쟁으로 귀결된다. 요컨대 Rapidus는 고객이 상품(반도체) 기획만 해준다면 자사가 설계에서 전공정, 후공정 제조, 패키지까지를 일괄(end-to-end) 수탁한다는 전략이다. 이에 대해 일각에서는 과연 Rapidus의 短TAT 전략이 수익모델로 정착할 수 있을지 회의적이다. Rapidus는 TSMC와 같은 메가 파운드리와 경쟁, 경합하기보다는 이들 메가 파운드리의 '손길이 닿지 않는' 소량생산의 영역에 집중한다는 전략을 누누이 강조하지만, 아직 이렇다 할 고객을 확보하지 못한 상태에서 Rapidus의 短TAT 전략과 소량생산이 과연 정합적일지 의문이라는 것이다. Rapidus가 안고 있는 세 번째 과제는 첨단 반도체 설계 분야에서의 인재육성이다. 일본에는 첨단반도체를 제조하는 기업이 존재하지 않다 보니 반도체 EDA(Electronic Design Automation) 분야의 생태계가 열악하고, 교육현장도 산업계와는 괴리된 이론 교육 중심이었다는 자성론이 대두되고 있다. Rapidus가 계획대로 2027년 중에 2나노 반도체 칩 양산개시에 성공한다 하더라도 반도체를 설계하고 제조할 수 있는 인재가 육성되지 않는 한 일본 반도체산업의 부활은 요원하다는 지적이다.

3. 일본의 반도체 공급망 구조

가. 요약

일본 정부가 자국의 반도체 공급망 구조에 품고 있는 위기의식은 첫째, 일본이 경쟁력을 가진 반도체 제조장치(장비)와 재료(소재)의 공급망 상류(upstream)에 해당되는 원료(원재료)는 자국 내에 생산시설이 구축되어 있지 않아 해외 의존도가 높고, 생산·공급 지역도 편재되어 있어 공급망 단절 리스크가 상당하다는 점, 둘째, 일본이 산업경쟁력을 자랑하는 반도체 재료(소재)와 제조장치(장비), 나아가 레거시반도체의 일부 품목에서는 수입 의존도가 여전히 높다는 인식으로 요약할 수 있다. 본고에서는 일본정부가 반도체 부흥 전략을 수립하기 전후 기간인 2018~24년을 대상으로 일본 반도체산업의 투입 구조와 반도체 수입(輸入) 구조 분석을 통해 일본의 반도체 공급망 구조 변화를 분석하였다.

먼저 일본 반도체산업의 투입 구조 분석에서 국내 반도체 생산에 투입되는 중간재 산업의 외부 의존도를 살펴 본 결과는 다음과 같다. 첫째, 일본의 반도체 산업 중 집적회로(산업)에서 외부의존도가 높게 나타났다. 일본의 집적회로 생산에 투입되는 제조업 상품의 외부의존율은 48.3%에 달했으며, 집적회로 및 웨이퍼(기타전자부품) 생산에 투입되는 중간재의 외부의존율은 각각 100.0%, 51.0%로 추정되었다. 한국의 집적회로 생산에 투입되는 중간재의 외부의존율이 약 64%인 점을 감안하면, 일본의 국내 집적회로 생산기반이 한국보다 상대적으로 취약하다는 점을 시사한다. 둘째, 일본은 반도체 재료(소재)와 원료(원재료)에 해당되는 상품에서도 외부의존도가 높다. 일본의 집적회로, 반도체소자, 웨이퍼 생산에 투입되는 품목 중 공통적으로 높은 외부의존율을 보인 상품은 메탄유도품과 탄소·흑연제품이다. 집적회로 생산 투입재 중에서는 기타 비철금속 지금(29.5%), 반도체소자 생산에서는 기타 무기화학공업제품(28.6%),

웨이퍼 생산에서는 기타 비철금속 제품(100%), 기타 비철금속 지금(80.5%), 무기화학공업제품(26.9%)이 비교적 높은 외부의존도를 보였다. 참고로 2020년 한국의 집적회로 생산의 상위 10대 투입품 중에서는 반도체 재료(소재)·원료(원재료)와 관련성이 높은 기타 비철금속 1차 제품(외부의존율: 78.4%), 기타 화학제품(77.6%), 기초무기화합물(98.8%)이 일본 대비 높은 외부 의존도를 보였다. 셋째, 일본은 반도체 생산의 중간 투입재 중 연마제, 산업 플라스틱 제품, 유리가공제품 등 일부 재료(소재) 품목에서는 외부의존도가 낮다. 집적회로 및 반도체소자 생산 투입재 중 기타 플라스틱 제품은 국산화율이 78% 이상이며, 연마제, 플라스틱필름·시트, 공업용 플라스틱 제품은 국산화율이 99%에 달했다. 이는 반도체 재료(소재) 분야에서 일본의 높은 산업경쟁력을 보여주는 대목이라 할 수 있다. 참고로 2020년 한국 집적회로 생산의 상위 10대 중간 투입재 중 하나인 플라스틱 1차 제품의 외부의존율은 63%에 달했으며, 중간 투입재 중 연마제의 외부의존율은 58%를 기록했다. 반도체 재료(소재) 분야에서 높은 일본 의존도를 여실히 보여주는 대목이다.

표 6-2. 일본 반도체 투입 구조 분석 결과

	집적회로		반도체소자		웨이퍼(기타전자부품)	
	투입산업	외부 의존율	투입산업	외부 의존율	투입산업	외부 의존율
계	제조업 소계	48.3%	제조업 소계	19.0%	제조업 소계	26.5%
Top3 투입 산업	집적회로	100.0%	기타전자부품	13.9%	기타전자부품	16.3%
	기타전자부품	15.0%	전자회로	8.7%	전자회로	8.6%
	기타 비철금속 지금	29.5%	기타전기기계기구	99.1%	집적회로	51.0%
Top3 수입 의존	기타전기기계기구	100.0%	전선·케이블	45.5%	기타비철금속제품	100.0%
	전선·케이블	49.0%	메탄유도품	33.3%	기타 비철금속 지금	80.5%
	메탄유도품	37.8%	탄소·흑연제품	25.8%	반도체소자	80.5%
소재 원재료	기타무기화학공업	13.0%	기타무기화학공업	28.6%	기타무기화학공업	26.9%
	탄소·흑연제품	28.0%	기타 비철금속 지금	6.3%	탄소·흑연제품	26.7%

자료: 본고 [표 4-28] 재인용.

일본의 반도체 수입(輸入) 구조 분석 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째, 일본은 반도체 완제품의 대만 의존도가 매우 높다. 예를 들어 반도체 완제품 중 '구현되지 않은 프로세서·컨트롤러', '구현되지 않은 기타 집적회로', '패키지되지 않은 메모리' 품목에서 대만 수입의존도가 90% 이상으로 나타나는데, 그만큼 일본의 반도체(집적회로) 제조를 TSMC, UMC와 같은 대만의 파운드리에 의존하고 있음을 보여준다. 특히 '구현되지 않은 기타 집적회로'와 '패키지되지 않은 메모리'의 경우 대만으로부터의 수입 비중이 2018년 각각 42%와 70%에서 2024년 90%와 93%로 급증하였는데, 한국으로부터의 수입 비중은 전자가 2018년 40%에서 2024년 3%로, 후자는 2018년 25%에서 2024년 3%로 감소하였다. 둘째, 일본은 반도체 완제품 외에도 반도체 원료(원재료)에 해당하는 일부 품목에서 특정국에 대한 수입 의존도가 70% 이상으로 높게 나타났다. 본 연구의 분석 결과 특정국에 대한 의존도가 높은 품목은 실리콘카바이드(중국 89%), 인산·폴리인산(중국 90%), 형석(중국 73%), 불화수소(중국 97%), 황린(베트남 99%)으로 압축되었다. 추가적으로 HS 코드와 특정 원료(원재료) 간 미스매치로 인해 수입(輸入) 통계에는 나타나지 않지만, 富士經濟(2025)에 따르면, 갈륨(GaN 웨이퍼 원료)과 산화텅스텐(육불화텅스텐 원료) 역시 특정국에 대한 수입의존도가 매우 높고, CMP 슬러리의 원료(원재료) 중 하나인 세리아(희토류)도 향후 공급망 단절 리스크가 크다.

표 6-3. 일본의 특정국에 대한 수입의존도가 70% 이상인 반도체 제품 및 원료(원재료)

(단위: %, 10억 엔)

산업연관표상 산업	품목명	국가	2018년	2024년	
			비중	비중	수입액
집적회로	미구현 프로세서·컨트롤러	대만	93%	90%	696.7
	미구현 기타 집적회로	대만	42%	90%	445.4
	미패키지 DRAM	대만	70%	93%	10.3
반도체제조장치	웨이퍼 제조 장치	독일	12%	70%	23.0
기타무기화학공업제품	실리콘카바이드	중국	87%	89%	18.8

표 6-3. 계속

(단위: %, 10억 엔)

산업연관표상 산업	품목명	국가	2018년	2024년	
			비중	비중	수입액
기타무기화학공업제품	황린	베트남	94%	99%	13.8
기타무기화학공업제품	인산, 폴리인산	중국	99%	90%	5.6
기타무기화학공업제품	불화수소	중국	100%	97%	19.4
기타무기화학공업제품	과산화수소	한국	91%	86%	1.6
기타 비철금속 지금	다결정 고순도 금속실리콘	미국	84%	79%	75.2
기타비철금속제품	질산(황산질산)	한국	100%	99%	5.6
기타 광물	형식: 플루오르화칼륨 97% 이상	중국	72%	73%	1.3
프로필렌	프로펜, 프로필렌	한국	98%	97%	13.5
기타중간물	아세트산 노르말-부틸	중국	88%	91%	1.8
안료	스트리퍼	중국	70%	79%	7.5
구리제품	구리-주석 합금 코일	한국	39%	81%	2.7

주: 본문에서 수입액이 10억 엔 이상이면서 특정국으로부터의 수입 비중이 70% 이상인 품목을 선별함.
 자료: 본고 [표 4-29] 재인용.

나. 정책적 시사점

일본의 반도체 공급망 구조에 대한 분석 결과는 다음과 같은 정책적 시사점을 제시하고 있다. 첫째, 일본은 반도체 완제품 중 전공정 가공을 거친 집적회로를 대부분 대만으로부터 수입하고 있는데, 그간 일본과 대만 간 반도체 산업협력을 감안하면 ‘당연한’ 결과로 해석되지만, 한국정부로서는 한국 반도체산업의 경쟁력을 살려 일본과의 산업협력을 강화할 필요가 있음을 시사한다. 한국은 주지하는 바와 같이 DRAM 메모리 분야와 HBM, 3D 패키징 등 차세대 AI 반도체 분야에서 글로벌 시장을 선도하고 있는데, 현재 일본정부가 추진 중인 생성형 AI 개발, AI 데이터센터 구축, AI 반도체 생산을 3대 축으로 하는 ‘일본기업 주도의 AI 미니 생태계’ 구성에 주목하면서, 일본의 국내 반도체 생태계 변화에 조용하는 보완영역을 적극 모색할 필요가 있다. 둘째, 일본은 연마제(CMP 슬

러리), 포토레지스트 등 일부 반도체 재료(소재) 분야에서 높은 국산화율과 국제 경쟁력을 확보하고 있는 점이 다시 확인되었는데, 이는 앞 절에서 지적한 바와 같이 한국 메모리 반도체 업체와 일본 반도체 재료(소재) 업체 간 협력을 더욱 공고히 할 필요가 있음을 시사한다. 특히 최근 일본과 중국 간 기술 격차가 실리콘 칩의 경우 불과 1~2년, 차세대 전력반도체로 주목받고 있는 실리콘카바이드(SiC) 칩의 경우 약 3년 수준으로 좁혀진 가운데, 한일 양국은 상호보완적인 반도체산업 구조를 활용하여 기술 표준화, 공동 R&D 협력, 글로벌 공급망 연계 강화를 통해 중국과의 경쟁에 대비할 필요가 있을 것이다. 셋째, 일본은 일부 반도체 원료(원재료)의 공급망 구조에서 한국과 마찬가지로 단절 리스크에 노출되어 있다. 일본의 경우 공급망 단절 리스크가 높은 반도체 원료(원재료)는 실리콘카바이드(중국 의존도 89%), 인산·폴리인산(중국 90%), 형석(중국, 73%), 불화수소(중국 97%), 황린(베트남 99%), 갈륨(GaN 웨이퍼 원료), 산화텅스텐(육불화텅스텐 원료), 세리아(희토류, CMP 슬러리의 원료)로 축약할 수 있는데, 한국의 경우도 황린, 형석, 희소가스, 텅스텐 등 일부 반도체 원료(원재료)에서 공급망 단절 리스크가 매우 큰 것으로 나타난다. 베트남이 2025년 7월 8일 황린의 수출세율을 현행 5%에서 2026년부터 10%, 2027년부터 15%로 인상한다는 법령을 발표한 한편, 중국은 2025년 2월 4일부로 텅스텐 관련 품목에 대해 수출허가제를 적용하기 시작하였으며, 형석은 24개 전략적 핵심 광물자원 중 하나로 지정한 상태이다. 이에 한국과 일본은 자원 부국의 자원 내셔널리즘에 공동 대응하는 차원에서 공급망 정보 공유, 원재료 조달 다변화, 비축 및 공동구매, 대체기술 또는 자원 재활용 분야에서의 협력을 증진할 필요가 있다.

4. 한일 간 반도체 산업협력

가. 한국 내 반도체 생태계 발전을 위한 한일 간 협력

1) 한국의 대일본 반도체 수입(輸入)

한국의 대일본 반도체 수입을 공급망 안정화 관점에서 보면, 2019년의 반도체 업황 부진과 일본의 대한국 수출규제 여파를 제외하면 전반적으로 증가세를 이어가고 있다는 점에서 긍정적으로 평가할 수 있다. 2019년 한국의 대일본 반도체(집적회로, 개별소자, 제조장치, 재료) 수입액은 약 76억 달러였으나 2024년에는 약 145억 달러로까지 증가하였다. 다만 반도체 재료의 경우는 2019년 약 17억 달러에서 2024년 약 16억 달러로 소폭 감소하는 등 일본의 수출규제 이후 내제화(국산화) 효과에 대해서는 논란의 여지가 있어 보인다. 그럼에도 전반적으로 한국의 대일본 반도체 수입은 2019년 일본의 수출규제의 영향을 크게 받지 않은 채 양국 반도체 기업 간 상호의존성이 지속되고 있음을 시사하며, 향후 AI 반도체 시장의 급성장, HBM 수요 증가 등을 감안하면 국내 반도체 업체의 설비투자 확대에 따른 대일본 반도체 수입 증가를 예상할 수 있다. 2019년 일본의 수출규제 대상이었던 반도체 2개 품목(불화수소, 포토레지스트)의 경우를 살펴보면, 먼저 불화수소는 2019년 7월 수출규제 이전 1년간 한국의 수입액 중 일본이 차지한 비중이 43.0%(중국은 50.3%)였고 수출규제 직후 10%대로 급감하였으나 2023년 중순부터는 45%대로 다시 일본에 대한 의존도를 높여가고 있는 반면, 포토레지스트는 수출규제 이전 1년간 일본에 대한 수입의존도가 92.8%로 수입 물량의 대부분을 일본에서 조달하였는데, 그 후에는 일본 비중이 60%로 하락하는 등 서로 상반된 흐름을 보이고 있다. 이러한 결과를 놓고 볼 때, 일본의 대한국 수출규제가 역설적으로 양국 간 반도체산업의 상호의존성을 더욱 공고히 하는 계기가 되었던 한편에서는 일부 반도체

재료에서 ‘탈일본화’가 진행되고 있다고 평가할 수 있다. 일본의 수출규제가 한일 간 반도체 산업협력에 ‘위협요인’으로 작용할 것인가 하는 문제제기에 대해서는, 수출규제가 단기적으로는 공급망 교란에 따른 기업의 거래비용 증가를 초래하지만 중장기적으로는 ‘시장논리’에 입각한 한일기업 간 거래관계가 회복되기 때문에 그렇지 않다는 결론이 가능할 것 같다.

2) 일본의 대한국 반도체 직접투자

일본의 대한국 반도체 직접투자를 한일 기업 간 공급망 연계 관점에서 평가하면 다음과 같이 정리할 수 있다. 먼저 2010년대 이후 일본의 대한국 직접투자에 관한 산업통계를 보면 화학공업과 전기·전자 부문에 대한 투자액이 전체 제조업의 60.0%를 차지하는데, 여기에서 그간 우리 정부의 외국인 직접투자 유치 전략이 일본의 자본과 기술을 유치하는 데 유효하였음과 더불어, 일본 국내에 주요 고객이 존재하지 않는 일본계 화학기업들이 삼성전자, SK하이닉스에 현지 납품하고자 한국 내에 부품·소재 공장 설립을 확대하였음을 알 수 있다. 최근에는 한국에 진출한 반도체 관련 일본계 기업이 국내에 R&D 센터를 설립하는 사례가 언론에 보도되면서, 한일 간 산업협력이 연구개발(R&D) 분야로까지 심화되어 한국 내 반도체 생태계 발전에 크게 기여할 것이라는 기대감이 확산되기도 하였다. 다만 한국에 진출한 일본계 반도체 소·부·장 기업 43개(재무제표, 개별 기업 공시자료)를 대상으로 한 ‘일본 반도체 관련 기업의 대한국 공급망 연계와 기업 성과’ 분석 결과를 종합하면, 일본의 대한국 직접투자는 다음과 같은 특징과 한계를 지니고 있다.

첫째, 일본계 반도체기업의 △ 한국 진출 방식은 재료(소재)와 제조장치(장비) 분야에 집중되고 있고(소재 분야 비중 44%, 장비 분야 비중 32%), △ 기술협력 및 합작투자는 소재 분야에 국한된 가운데, 일본의 기술과 한국의 생산능력을 결합하는 형태(한솔케미칼-미쯔비시가스화학, 롯데케미칼-도쿠야마, SK

머티리얼즈-TCLC) 혹은 일본의 원료를 활용해 가공하는 형태의 합작투자(한국알콜산업, ENF, 모리타화학)처럼, 대체로 한국의 대기업이나 준대기업이 자사의 생산능력과 일본의 기술을 결합하는 방식의 협력이 진행되고 있다. △ 사업 형태를 보면, 과반(61%)의 일본계 기업이 한국 내 제조 활동을 영위하고 있음은 고무적이지만, 앞에서 지적한 대로 최근 연구개발(R&D) 활동이 증가하고 있기는 하나 여전히 연구개발을 영위하는 기업은 매출액 기준 23%로 저조한 것으로 나타났다. 일본계 반도체기업의 △ 소재지를 보면, 수도권(경기 20개, 서울 8개, 인천 1개)과 충청권(충남 8개, 충북 2개, 세종 1개)이 압도적인 비중(40/43)을 차지하고 있음도 특징이라 할 수 있다.

먼저 한일 간 반도체 기술협력과 합작투자가 한국의 대기업/준대기업과 일본계 기업 간 중심으로 전개되고 있는 것과 관련해서는 협력주체의 외연을 한국 중소기업 차원으로까지 확대할 필요가 있음을 시사한다. 특히 반도체 제조장치(장비)의 경우 그간 한국과 일본 기업의 사업 영역이 다소 중복되어 협력이 제한적이었으나, 한국 중소기업 가운데 고객사의 장비를 위탁생산으로 저렴하게 제작할 수 있는 기업을 육성하여 일본 반도체 장비사와의 협력을 도모해 볼 수 있다. 대만에는 FITI (Foxconn Integrated Technology)와 같은 위탁생산 기업이 존재하는데, 한국에서도 이러한 형태의 기업을 육성한다면 반도체 장비보다 상류인 부품 산업의 경쟁력 강화에는 물론이고 추후 예상되는 반도체 제조장치 관련 수출통제 등 각종 경제안보 조치에 대한 사전 대비책으로서도 유효하다 할 것이다.

사업 형태(제조/판매/연구개발)와 관련해서는 한국 내 일본계 반도체기업의 연구개발 사업을 확대할 수 있는 정책적 배려가 필요함을 시사한다. 후술하는 바와 같이 계량 분석 결과에서도 일본의 대한국 수출규제 기간 동안 한국 내 일본계 반도체 기업의 무형자산에는 거의 변화가 없었을 뿐만 아니라 실제 한국 내 일본 반도체기업의 사업 형태를 보더라도 한국에서 본격적인 제품 개발에 나서는 기업은 극소수에 불과한 것으로 나타난다. 따라서 우리 정부로서는 일

본계 반도체기업이 한국 내에서 단순한 제품 양산이 아닌 연구개발 활동도 개시할 수 있도록 연구개발 환경을 조성하고, 국내 수요기업과 일본 반도체기업을 연계하는 노력이 필요하다.

일본계 반도체기업의 소재지 분포와 관련해서는 수도권과 충청권 편중 현상을 해소할 필요가 있음을 시사한다. 한국 내 일본계 반도체기업은 대체로 전자 집적회로를 제조하는 한국 수요기업 근처에 입지를 정하는 것이 상식처럼 여겨지고 있으나, 투자가 지나치게 특정 지역에 쏠리게 되면 용수, 전력 확보 문제와 함께 기업의 과밀 현상으로 인한 토지 가격 상승 등이 일본을 포함한 외국계 반도체 기업이 국내 투자를 망설이는 원인이 될 수 있다. 이를 해소하기 위해서는 단순히 중앙정부와 지방정부가 매칭된 투자 지원 프로그램을 강화하는 것을 넘어 통합적인 투자 지원 패키지 방식을 설계해 대응할 필요가 있다.

둘째, 일본의 대한국 수출규제 기간인 2020년부터 2023년까지 일본계 반도체기업의 한국 내 경제적 활동에 통계적으로 유의한 변화가 있었음을 확인하였다. 즉 한국 내 일본계 반도체기업의 매출이 통계적으로 유의하게 대략 연평균 21.5~23.7% 증가하였고, 고용 종업원 수 역시 13.8~17% 증가하였다. 단 유형자산과 무형자산은 통계적으로 유의한 변화를 확인할 수 없었다. 위와 같은 계량 분석 결과는 일본의 수출규제 등에 대한 대응책으로서 우리 정부가 일본 기업의 국내 유치, 즉 일본계 기업의 국내 유형자산 투자 확대를 유도할 수 있는 정책적 배려를 해야 함을 시사한다. 한국 내 일본계 반도체기업은 한국 내 고객인 반도체 제조업체의 중간재(소부장) 수요 증가에 대응하여 비교적 단기적 대응이 가능한 매출과 종업원 수는 증대하였으나, 장기적인 대응이라고 볼 수 있는 유형자산과 무형자산 투자 증대는 일부 기업에만 나타났으며 해당 투자가 전체적으로 활성화되었다고는 할 수 없다. 우리 정부로서는 오랜 기간 한국 내 경제적 활동으로 사실상 토종 한국기업과 별반 다르지 않은 일본계 기업에도 공급망 안정화 기금을 비롯한 각종 공급망 정책의 '지원의 문턱'을 낮출 필요가 있다.

셋째, 일본계 반도체기업의 한국 내 경제적 활동이 한국 반도체기업의 경영 성과(매출, 유형자산, 무형자산)에 미친 영향을 검증한 결과, 일본계 기업의 한국 내 매출, 유형자산 증가는 한국 전자집적회로 제조 기업의 매출 증가와 밀접하게 관련되어 있음을 확인하였다. 즉 일본계 반도체기업(소부장 기업)의 한국 내 매출액 합계가 1% 증가하면 한국 전자집적회로 제조 기업의 매출액은 평균적으로 0.42~0.81% 증가하고, 일본계 반도체기업의 한국 내 유형자산 합계가 1% 증가하면 한국 전자집적회로 제조 기업의 매출액은 평균적으로 0.53~0.72% 통계적으로 유의하게 증가한 것으로 나타났다. 나아가 한국 내 일본계 반도체기업의 매출액이 1% 증가하면 한국의 대일본 반도체 소재 및 장비 수입이 대략 0.04% 통계적으로 유의하게 감소한 점에 비춰, 한국 내 일본계 반도체기업과 일본 내 모기업 간에는 대한민국 반도체 공급망 구조 측면에서 대체관계가 있다고 할 수 있다. 위와 같은 계량 분석 결과는 우리 정부의 일본기업 유치 확대에 대한 경제적 타당성을 충분히 입증하고 있다. 다시 말해 경제적 타당성 측면에서 봐도 일본계 반도체기업의 한국 내 경제적 활동이 한국 전자집적회로 제조기업의 매출 상승으로 이어지고 있고, 특히 일본의 대한민국 수출규제 이후에도 한국 내 일본기업의 활동이 위축되기보다는 오히려 활발하게 이루어지고 있다. 나아가 일본계 반도체기업의 국내 경제적 활동은 대체로 수입(輸入)을 대체하는 방식으로 이루어져 한국의 대일본 무역수지 개선과 국내 부가가치 확대에 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 다만 아직도 상당수의 일본계 반도체기업은 국내에 판매법인만 운영하고 있어, 우리 정부로서는 공급망 내 독과점적 지위를 가지면서 국내 반도체 소재 및 장비 기업과 사업 영역이 중복되지 않는 일본기업이라면 적극적으로 한국 내 생산활동이 이루어질 수 있도록 투자 유치를 위한 지원 방안을 검토할 필요가 있다.

나. 일본 내에서의 한일 간 반도체 산업협력

1) 후공정 패키지 기술 공동개발

반도체 후공장 패키징 기술을 둘러싼 한일 기업 간 공동 R&D는 삼성전자와 SK하이닉스의 일본계 반도체 재료업체와의 협력이 기대를 모으고 있다. 삼성전자는 2023년 말 가동에 들어간 요코하마 리프 미나토 미라이 R&D 센터를 중심으로 HPC/AI용 프로세스에 사용하는 칩렛 모듈의 고집적화와 칩 간 데이터 전송 대역의 향상 등을 목표로 2.xD/3D를 조합한 3.xD 칩렛 기술을 개발하고 있다. 사업비는 2028년까지 총 350억~400억 엔이며, 이 중 인프라 정비에 50억~100억 엔, 설비 확충에 100억~150억 엔, 운영비에 150억~200억 엔 투입을 계획하고 있다. 언론에 보도된 바와 같이, 사업비 400억 엔 중 최대 절반(200억 엔)을 일본정부로부터 포스트 5G 기금을 통해 보조받고 있다.

SK하이닉스 역시 일본과의 반도체 협력 강화를 명시한 가운데, 2024년 5월 AI 반도체 등의 분야에서 일본과의 공급망 연계는 필수적임을 지적하고 새로운 반도체 연구개발과 관련하여 일본 내 R&D 시설 설립과 일본기업에 대한 투자를 검토하겠다고 밝힌 바 있다. 특히 2024년 9월 SK하이닉스가 이중집적화 기술을 적용한 HBM3E 메모리 양산을 개시함에 따라 일본의 후공정 패키지 관련 재료업체들과의 협력에 대한 관심도 높아지고 있다. SK하이닉스는 전통적으로 일본 반도체 재료 기업과의 공급망 협력을 꾸준히 유지하고 있고, 특히 HBM 개발과정에서는 초미세 TSV(실리콘관통전극) 적층 공정에 필수적인 언더필(Underfill)이라는 특수 에폭시 소재를 일본 나믹스(NAMICS)에 의존한 경험이 있는 만큼 HBM을 중심으로 일본 반도체 재료기업과의 협력 강화가 기대되고 있다. 나아가 SK하이닉스는 협력업체 KIOXIA(키옥시아)와의 HBM 협력도 표방하고 있어 일본 국내에서의 HBM 생산에 대해서도 기대감을 낳고 있다.

2) AI 반도체 분야 협력

한일 간 AI 반도체 분야에서의 산업협력은 2024년 7월 삼성전자가 일본 PFN과 2나노 AI 칩 생산계약을 체결한 것 이외에는 특별한 움직임은 보이지 않고 있다. 삼성전자는 국내 디자인 솔루션 파트너(DSP)인 가온칩스와 협력하여 PFN의 AI 가속기 반도체(AI 처리 전용회로)를 2나노 공정 기반으로 양산하고, 2.5D 첨단 패키징 기술인 'I-Cube S'까지 제공하는 턴키(turnkey) 솔루션을 수주하였다고 밝혔다. PFN이 삼성전자에 제조·위탁한 것은 2023년 12월 PFN이 경제산업성(NEDO)의 R&D 자금 지원을 받아 IIJ, 호쿠리쿠첨단과학 기술대학원대학교와 공동개발하고 있는 계산자원용 AI 반도체 'MN-core'이다. 삼성전자가 PFN에 제공하는 'Interposer-Cube S(I-Cube S)'라는 2.5D 패키지 기술은 실리콘(Si)제의 인터포저를 사용하고 칩렛을 서로 고밀도의 신호선으로 접속하는 기술이다. 현재 세계를 주도하는 AI 반도체 업체를 국적 기준으로 보면 미국은 NVIDIA, AMD, Intel, Broadcom, 한국은 삼성전자와 SK하이닉스, 대만은 TSMC, 중국은 화웨이와 알리바바, 그리고 이스라엘은 Hailo를 들 수 있는데, 일본도 생성형 AI의 붐과 때를 맞춰 Rapidus, PFN(Preferred Networks), 후지쯔, LeapMind, EdgeCortix와 같은 AI 반도체 개발 업체의 움직임이 활발하다. 일본정부 역시 2024년 11월 「AI·반도체산업기반강화 프레임」이라는 정책을 통해 특히 AI 반도체에 대한 R&D, 설계·개발, 제조(Rapidus) 지원을 강화하겠다는 입장인 만큼, 우리 정부는 일본 내에서 한국과 일본의 AI 반도체 관련 기업 간 산업협력을 증진시킬 수 있는 방안에 대해서도 심도 있는 논의를 전개할 것을 제안한다.

참고문헌

<제1장 서론>

[국문자료]

- 경희권, 최윤희, 이준, 최현경, 남상욱, 최민철, 황경인, 정지은, 김동근, 김양평, 김정현, 전현희, 김지현. 2023. 『핵심 전략산업의 글로벌 공급망 구조와 경제안보 리스크 분석』, 연구보고서 2023-26. 산업연구원.
- 김규판. 2021. 「일본의 반도체전략 특징과 시사점」, 오늘의 세계경제 21-13. 대외경제정책연구원.
- 김규판, 김봉길, 류세희, 채수홍, 강은희, 정하정, 김주현, 김현배, 조재일, 최원석, 윤성혜, 조은교. 2024. 『경제안보 국제협력을 위한 한·일의 수출통제제도 비교분석 및 협력방안』, 경제·인문사회연구회 협동연구총서 24-26-01.
- 김양평. 2024. 「일본 반도체산업 부침과 부흥 노력 및 시사점」, 『월간 KIET 산업경제』, 산업연구원.
- 김양희. 2021a. 「일본의 수출규제 강화에 대응한 한국의 '탈일본화'에 관한 시론적 고찰」, 『일본비평』, 2021-24. 서울대학교 일본연구소.
- _____. 2021b. 「일본의 對韓 수출규제 강화 2년의 평가와 과제」, 『주요국제문제 분석』, 2021-19. 국립외교원 외교안보연구소.
- 김완중. 2019. 「한·일간 경제 상호의존관계와 일본의 對한국 수출규제 영향 분석」, 『아시아연구』, 22(3), pp. 1-46. 한국아시아학회.
- 김은영, 서창배. 2023. 「주요국의 고위기술 소재부품산업 수출경쟁력 비교 분석-한국, 미국, 독일, 일본, 중국을 중심으로」, 『중국지역연구』, 10(1), pp. 33~65. 중국지역학회.
- 김혁중, 오종혁, 권혁주. 2023. 『미국의 대중 반도체 수출통제 확대의 경제적 영향과 대응 방안』, 연구보고서 23-20. 대외경제정책연구원.
- 방호경. 2024. 「공급망 안정화를 위한 국제개발협력의 역할 및 방향: 기술협력을 중심으로」, 『국제개발협력연구』, 2024-01. 한국개발연구원.
- 사공목, 최종일. 2017. 『일본의 對韓투자 전략 분석과 정책과제』, 연구보고서 2017-831. 산업연구원.

- 정형곤, 김혁중, 김정현, 최진백. 2024. 『글로벌 반도체 산업 경쟁력과 공급망 구조 분석』. 연구보고서 24-18. 대외경제정책연구원.
- 최정환. 2024. 『글로벌 통상 구조 재편 시대 한일 무역 및 투자 구조의 변화와 시사점』. 연구자료 2024-15. 산업연구원.
- KOTRA. 2025. 『일본 반도체 산업정책 동향과 시사점』. *Global Market Report*. 25-032.

[일문자료]

- 經濟産業省. 2024. 『半導体に関する最近の政策動向について』. 商務情報政策局 情報産業課. (2月)

[영문자료]

- Miki, Shota and Yoichiro Tamanyu. 2024. “On the Restructuring of Global Semiconductor Supply Chains.” Bank of Japan Working Paper Series 24-E-6. Bank of Japan.
- OECD. 2019. “Measuring distortions in international markets: The semiconductor value chain.” OECD Trade Policy Papers, No. 234. OECD Publishing, Paris.
- _____. 2025. “Mapping the semiconductor value chain: Working towards identifying dependencies and vulnerabilities.” OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 182. OECD Publishing, Paris.

<제2장 일본 반도체산업의 경쟁력>

[국문자료]

- 김규판. 2021. 『일본의 반도체전략 특징과 시사점』. 오늘의 세계경제 21-13. 대외경제정책연구원.
- 김규판, 이형근, 이보람, 이정은, 김승현. 2021. 『미·중갈등시대 일본의 통상대응 전략』. 연구보고서 21-09. 대외경제정책연구원.
- 백서인, 구자현 외. 2022. 『글로벌 과학기술패권 경쟁과 첨단산업 초격차 전략: 반도체·배터리 산업을 중심으로』. 정책연구 2022-03. 과학기술정책연구원·한국개발연구원.

[일문자료]

- 經濟産業省. 2021. 「半導体・デジタル産業戦略」. (6月 4日)
- _____. 2023. 『半導体・デジタル産業戦略』. (6月)
- 機械振興協会 經濟研究所. 2020. 『半導体における日本が世界の沖で活躍できること』.
(4月 3日). JSPME-ERI 23-7.
- 大矢根聡. 2002. 『日米韓半導体摩擦』. 有信堂.
- 尾高煌之助. 2011. 『通商産業政策史：総論』. 通商産業政策史編纂委員会編. 經濟産業研究所.
- 半導体・デジタル産業戦略検討会議. 2021. 「世界の半導体市場と主要なプレイヤー」.
經濟産業省. (3月 24日)
- 富士經濟. 2025. 『2025年 半導体原材料サプライチェーンの現状と将来展望』.
_____. 2025. 『2025年 半導体材料市場の現状と将来展望』.
- 日経クロステック. 2025. 「キオクシアなどCXLメモリー競う、HBMに続く主戦場に」. (3月 18日)
- 週刊エコノミスト. 2024. 「再編が必要な日経メーカー世界で戦える体制づくりを」.
(2月 13日)
- 週刊東洋經濟. 2012. 「半導体危機の連鎖」. (4月 21日)
- _____. 2023. 「業界トップが再編主導宣言：虎の子材料業界に波紋」. (10月 7日)
- 村尾麻悠子. 2022. 「後工程で圧倒的な存在感を出せる昭和電工が強調」. *EE Times*.
(11月 10日)
- 湯之上隆. 2024. 「2023年の各種前工程装置の企業別シェア」. *EE Times Japan*.
(7月 10日)
- _____. 2025. 「前工程装置でシェア低下が続く日本勢、気を吐くキヤノンは希望となるか」. *EE Times Japan*. (8月 25日)
- Informa UK Limited. 2021. 『マイクロエレクトロニクスに係る産業基盤実態調査』(令和2年度重要技術管理体制強化事業). 經濟産業省. (3月)
- NEDO. 2018. 『平成29年度 日系企業のモノとサービス・ソフトウェアの国際競争ポジションに関する情報収集：①情報収集項目モノを中心とした情報収集と評価』. 富士キメラ総研. 平成29年度成果報告書. (3月)
- _____. 2021. 『2020年度 日系企業のIT サービス、ソフトウェア及びモノの国際競争ポジションに関する情報収集情報収集事業(2):モノを中心とした情報収集と評価』. 富士キメラ総研. 2020年度成果報告書. (3月)
- _____. 2022. 『2021年度 日系企業のIT サービス、ソフトウェア及びモノの国際競争

- 争ポジションに関する情報収集情報収集事業(2):モノを中心とした情報収集と評価』. 富士キメラ総研. 2021年度成果報告書. (3月)
- _____. 2023. 『2022年度 日系企業のIT サービス、ソフトウェア及びモノの国際競争ポジションに関する情報収集情報収集事業(2):モノを中心とした情報収集と評価』. 富士キメラ総研. 2022年度成果報告書. (3月)
- _____. 2024. 『2023年度 日系企業のIT サービス、ソフトウェア及びモノの国際競争ポジションに関する情報収集情報収集事業(1):モノを中心とした情報収集と評価』. 富士キメラ総研. 2023年度成果報告書. (3月)

[영문자료]

SIA(Semiconductor Industry Association). 2025. “2025 FACTBOOK.”

[언론/보도 자료]

- 「東芝パワー半導体、30年に世界シェア「2桁は絶対必要」-子会社常務」. 2024. *Bloomberg*. (10月 29日). [https://www.bloomberg.co.jp/news/articles/2024-10-28/SLQVFMT0G1KW00#\(검색일: 2025. 7. 20.\)](https://www.bloomberg.co.jp/news/articles/2024-10-28/SLQVFMT0G1KW00#(검색일: 2025. 7. 20.)).
- 「半導体再興日米綱引き：キオクシア・WD統合交渉」. 2021. 『日本経済新聞』. (8月 29日)
- 「世界マイコン市場ランキングで「史上初の1位」になったInfineon」. 2025. *EE Times*. (3月 17日). [https://eetimes.itmedia.co.jp/ee/articles/2503/17/news105.html\(검색일: 2025. 7. 20.\)](https://eetimes.itmedia.co.jp/ee/articles/2503/17/news105.html(검색일: 2025. 7. 20.)).
- 「2024年の半導体市場は21%成長・NVIDIAが初の首位に」. 2025. *EE Times*. (4月 11日). [https://eetimes.itmedia.co.jp/ee/articles/2504/11/news092.html\(검색일: 2025. 7. 14.\)](https://eetimes.itmedia.co.jp/ee/articles/2504/11/news092.html(검색일: 2025. 7. 14.)).

[온라인 자료]

- けむさん化学情報センター 웹사이트. 「半導体材料メーカー約80社の世界シェアとランキング」. [https://chem-3.com/semiconductor-material-manufacturer/\(검색일: 2025. 7. 13., 7. 15.\)](https://chem-3.com/semiconductor-material-manufacturer/(검색일: 2025. 7. 13., 7. 15.)).
- ジュンツウネット21 웹사이트. 「産業洗浄剤ガイド」. [https://www.juntsu.co.jp/senjou/senjou_kaisetsu03.php#\(검색일: 2025. 7. 16.\)](https://www.juntsu.co.jp/senjou/senjou_kaisetsu03.php#(검색일: 2025. 7. 16.)).
- ニューズウィッチ. 2025. 「量産見送り・合従連衡も視野に…「パワー半導体」に急ブレーキの背景事情」. (2月 5日). [https://newswitch.jp/p/44551\(검색일: 2025. 7. 20.\)](https://newswitch.jp/p/44551(검색일: 2025. 7. 20.)).

- フィリアル・マテリアル 웹사이트. 2025. 「半導体熱処理の理解を深める! 装置の種類と仕組み」. (3月 27日). https://fi-real-material-column.com/deepen-understanding-semiconductor-heat-treatment-equipment-types-mechanism/#index_id13(검색일: 2025. 7. 17.).
- 矢野経済研究所. 2025. 「半導体パッケージ基板材料世界市場に関する調査を実施(2025年)」. (5月 8日). https://www.yano.co.jp/press-release/show/press_id/3790(검색일: 2025. 7. 16.).
- AGUS 웹사이트. 「スパッタリングとは?」. <https://agus.co.jp/?p=4506#i-2>(검색일: 2025. 7. 17.).
- _____. 「半導体製造に活かされる薄膜をわかりやすく説明」. <https://agusco.jp/?p=4499#i-9>(검색일: 2025. 7. 17.).
- CMP Explorer 웹사이트. 「CMP装置とは」. <https://www.cmp-wafer-polishing.com/explanation/>(검색일: 2025. 7. 17.).
- dealab. 2025. 「CMOS・画像イメージセンサー業界の世界市場シェアの分析」. (4月 10日). <https://deallab.info/cmos/>(검색일: 2025. 7. 18.).
- _____. 2025. 「半導体製造装置業界の世界市場シェアの分析」. (6月 25日). <https://deallab.info/semiconductor-equipment/#p>(검색일: 2025. 7. 16.).
- HITACHI 웹사이트. 「エッチング装置とは」. <https://www.hitachi-hightech.com/jp/ja/knowledge/semiconductor/room/manufacturing/etch.html>(검색일: 2025. 7. 17.).
- JET-Global 웹사이트. 「イオン注入装置」. <https://jet-mfg.com/category/other/ion-implanter/>(검색일: 2025. 7. 17.).
- _____. 「ウェーハ表面検査装置」. <https://jet-mfg.com/category/other/wafer-inspection-machine/#h2-3>(검색일: 2025. 7. 17.).
- MATSUO. 2023. 「半導体封止材とは? 役割や用途, 品質管理について解説」. (6月 8日). <https://www.matsuo-sangyo.co.jp/innovation/column/semiconductor-encapsulants/>(검색일: 2025. 7. 16.).
- Maxell 웹사이트. 「半導体製造工程用テープ」. https://biz.maxell.com/ja/sliontec_tapes/list_semiconductor.html(검색일: 2025. 7. 16.).
- NIHON POLYMER 웹사이트. 「露光とは? 半導体製造工程の基本と露光装置について」. <https://nihon-polymer.co.jp/2023/03/27/3837/>(검색일: 2025. 7. 17.).
- ORUTEDIA 웹사이트. 「ダイボンディングに関する基礎知識まとめ」. https://orutedia.com/die_bonding/#toc3(검색일: 2025. 7. 16.).

Rentec Insight. 2023. 「ディスクリート半導体って何?」. (9月 28日). <https://go.oxisrentec.jp/rentecinsight/it/article-334>(검색일: 2025. 7. 18.).

SEMI 웹사이트. 「ひと目で分かる半導体業界MAP(2024年版)」. https://www.semijapanwfd.org/know-industry/semicon_map/(검색일: 2025. 7. 17.).

TDC 웹사이트. 「半導体洗浄とは? | 洗浄の重要性と工程・洗浄装置の解説」. <https://mirror-polish.com/service/cleaning/sme/#i-6>(검색일: 2025. 7. 17.).

TREND FORCE. <https://datatrack.trendforce.com/Chart/content/22/ic-design-revenue>(검색일: 2025. 7. 11.).

_____. <https://datatrack.trendforce.com/Chart/content/22/ic-design-revenue>(검색일: 2025. 7. 12.).

_____. <https://datatrack.trendforce.com/Chart/groupContent/84/global-branded-dram-manufacturers-revenue>(검색일: 2025. 7. 20.).

WSTS(World Semiconductor Trade Statistics). Historical Billings Report. <https://www.wsts.org/67/Historical-Billings-Report>(검색일: 2025. 7. 5.).

<제3장 일본의 반도체 전략 추진현황과 과제>

[국문자료]

김규판. 2021. 「일본의 반도체전략 특징과 시사점」. 오늘의 세계경제 21-13. 대외경제정책연구원.

김규판, 이형근, 김승현, 손원주. 2023. 『일본의 글로벌 공급망 리스크 관리와 한·일 간 협력방안 연구』. 연구보고서 23-10. 대외경제정책연구원.

김규판, 이형근, 이보람, 김승현, 손원주. 2024. 『일본의 핵심광물자원 확보전략과 한·일 협력 시사점』. 대외경제정책연구원.

[일문자료]

經濟産業省. 2021. 『半導体戦略』. (6月)

_____. 2023. 『半導体・デジタル産業戦略』. (6月)

_____. 2024. 『半導体・デジタル産業戦略の現状と今後』. (5月)

_____. 2024. 『半導体・デジタル産業戦略の現状と今後』. 第12回 半導体・デジタル産業戦略検討会議 資料. (12月 23日)

- _____. 2025. 『ポスト5G情報通信システム基盤強化研究開発事業研究開発計画』.
(3月 25日)
- _____. 2025. 『経済環境変化に応じた重要物資サプライチェーン強靱化支援事業
(半導体)について』.(6月 6日)
- _____. 2025. 『半導体・デジタル産業戦略の現状と今後』. 第13回 半導体・デジタ
ル産業戦略検討会議 資料.(5月 30日)
- 経済産業省 関東経済産業局. 2025. 『半導体分野の人材育成・確保等に向けた取組
について』.(7月 11日)
- 内閣府 地方創生推進事務局. 2023. 「(仮称)地域産業構造転換インフラ整備推進交付
金について」.(11月 22日)
- 久保田龍之介. 2023. 「ラピダスが目指す2nm世代のGAAって何?, 半導体微細化10
の疑問」. 『日経XTECH』.(2月 14日)
- 木村雅秀. 2009. 「日本半導体復活の切り札」. 『日経XTECH』.(3月 2日)
- 三浦夏乃. 2025. 「ラピダスをめぐる動向—最先端半導体の国産化に向けて」. 『調査
と情報—ISSUE BRIEF—』, No. 1330. 国立国会図書館.(9月 9日)
- 若林秀樹. 2022. 「国家安全保障サプライチェーン変革の中での半導体政策の評価:
第二報」. 『年次学術大会講演要旨集』.(10月 29日)
- _____. 2023. 「売り上げ目標は3倍の15兆円遅くて小出し」払しょく」. 『週刊エコノ
ミスト』.(7月 25日)
- 井上弘基. 2025. 「巨費投入のラピダス、微細化は古びた発想? 識者プランB検討を」.
『朝日新聞』.(3月 11日)
- 河村佳萌. 2025. 「半導体人材確保の取り組みにおける現状と展望:人材育成と省人化
の観点から」. *DBJ Research*, No. 436. 日本政策投資銀行.(8月 29日)

[언론/보도 자료]

- 「エレクトロニクス産業は日本に追い風,業界全体で底上げ目指す段階に」. 2025. *EE
Times*. (3月 31日)
- 「ラピダス, 株主に議決権. 既存8社が追加出資で足並み」. 2024. 『日本経済新聞』.
(10月 18日)
- 「ラピダス支援の法改正案, 閣議決定:政府が出資・税優遇」. 2025. 『日本経済新聞』.
(2月 7日)
- 「半導体,人材育成は「周回遅れ」」. 2025. 『日経ビジネス』.(8月 4日)
- 「常識破り 国策半導体ラピダス成功に必要なこと」. 2023. 『東洋経済 Online』.(11月 23日)
- 「TSMC熊本,液浸露光機が支える」. 2024. 『日経ビジネス』.(8月 5日)

「TSMC熊本工場が量産開始、国内半導体供給網の整備進む」. 2024. 『日本経済新聞』.
(12月 27日)

Rapidus. 2023. 「Rapidus, Imecのコアパートナープログラムに参加」. (4月 4日).
https://www.rapidus.inc/news_topics/news-info/rapidus-joins-imec-core-partner-program/(검색일: 2025. 5. 23.).

_____. 2024. 「Rapidus, 最先端半導体(後工程)の研究開発機能をセイコーエプソン千歳事業所内に設置」. (10月 3日). https://www.rapidus.inc/news_topics/news-info/rapidus-chiplet-solutions/(검색일: 2025. 7. 23.).

[온라인 자료]

SK hynix NEWSROOM 웹사이트. 2023. 「반도체 후공정 4편. 반도체 패키지의 종류」. (1월 3일). <https://news.skhynix.co.kr/post/seominsuk-column-types-of-packages-2>(검색일: 2025. 5. 16.).

経済産業省. 2025. 「情報処理の促進に関する法律及び特別会計に関する法律の一部を改正する法律案が閣議決定されました」. (2月 7日). <https://www.meti.go.jp/press/2024/02/20250207002/20250207002.html>(검색일: 2025. 3. 9.).

経済産業省 웹사이트. 「経済安全保障推進法/半導体」. https://www.meti.go.jp/policy/economy/economic_security/semicon/index.html(검색일: 2025. 7. 2.).

_____. 「認定特定半導体生産施設整備等計画」. https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/joho/laws/semiconductor/semiconductor_plan.html(검색일: 2025. 9. 20.).

_____. 「特定高度情報通信技術活用システムの開発供給及び導入の促進に関する法律(特定半導体生産施設整備等関係)」. https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/joho/laws/semiconductor.html(검색일: 2025. 7. 26.).

内閣府 웹사이트. 「経済安全保障」. https://www.cao.go.jp/keizai_anzen_ho_sho/suishinhou/supply_chain/supply_chain.html(검색일: 2025. 5. 26.).

内閣府 地方創生推進事務局 웹사이트. 「地域産業構造転換インフラ整備推進交付金」. <https://www.chisou.go.jp/sousei/about/kouhukin/infuraseibi/index.html>(검색일: 2025. 9. 21.).

文部科学省. 2024. 「東氏説明資料」. 次世代半導体のアカデミアにおける研究開発等

に関する検討会(第2回). (2月 2日). https://www.mext.go.jp/content/20240319-mxt_kankyoku-000034735_5.pdf(검색일: 2025. 7. 23.).
文部科学省 웹사이트. 「成長分野を支える半導体人材の育成拠点の形成(enSET)」.
https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/kaikaku/mext_03208.html/
(검색일: 2025. 9. 21.).
LSTC 웹사이트. 「AdiP」. <https://adip.jp/>(검색일: 2025. 9. 21.).
LSTC(기술연구조합 최첨단반도체기술센터) 홈페이지. <https://www.lstc.jp/about/>
(검색일: 2025. 7. 23.).
Moomoo証券. 2025. 「TSMC熊本第2工場、2029年へ移働延期：背景にアリゾナ優先の地政学とインフラ問題の二重奏」. (7月 26日). <https://www.moomoo.com/ja/community/feed/tsmc-kumamoto-plant-2-postponed-operation-to-2029-the-duo-114916787224582#/>(검색일: 2025. 9. 22.).
NEDO 웹사이트. 「ポスト5G情報通信システム基盤強化研究開発事業」. https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100172.html(검색일: 2025. 7. 21.).
新エネルギー・産業技術総合開発機構.
RENESAS 웹사이트. <https://www.renexas.com/ja/>(검색일: 2025. 9. 16.).
SonySemiconductorSolutions Group 웹사이트. 「ソニーの半導体の歴史/沿革」.
<https://www.sony-semicon.com/ja/company/history/index.html>
(검색일: 2025. 9. 16.).

[통계자료]

經濟産業省. 生産動態統計調査. <https://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/index.html>.
総務省. 經濟構造実態調査. <https://www.stat.go.jp/data/kkj/kekka/index.html>

<제4장 일본의 반도체 공급망 구조변화 분석>

[국문자료]

김혁중, 오종혁, 권혁주. 2023. 「미국의 대중 반도체 수출통제 확대의 경제적 영향과 대응 방안」. 연구보고서 23-20. 대외경제정책연구원.
정형곤, 김혁중, 김정현, 최진백. 2024. 『글로벌 반도체 산업 경쟁력과 공급망 구조 분석』. 연구보고서 24-18. 대외경제정책연구원.

[일문자료]

- 경제산업부. 2024. 『半導体に関する最近の政策動向について』. (2月)
- 경제산업부. 2025. 『半導体に係る安定供給確保を図るための取組方針』. (5月 16日)
- 富士経済. 2025. 「2025年 半導体原材料サプライチェーンの現状と将来展望」.
- JOGMEC. 2022. 「鉱物資源マテリアルフロー2021 32.ケイ素(Si)」.

[영문자료]

- Miki, Shota and Yoichiro Tamanyu. 2024. “On the Restructuring of Global Semiconductor Supply Chains.” Bank of Japan Working Paper Series 24-E-6. Bank of Japan.
- OECD. 2019. “Measuring distortions in international markets: The semiconductor value chain.” OECD Trade Policy Papers, No. 234. OECD Publishing, Paris. (December 12)
- _____. 2025. “Mapping the semiconductor value chain: Working towards identifying dependencies and vulnerabilities.” OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 182. OECD Publishing, Paris.

[언론/보도 자료]

- 이창민. 2025. 「한국과 선 굿는 일본의 첨단기술 국산화」. 『한국일보』. (3월 29일)
- 「日 전력반도체 업계, 中 공세에 실적악화·위상 흔들」. 2025. 『조세일보』. (8월 22일)
- “China announces export controls on items related to tungsten, tellurium, bismuth, molybdenum, indium.” 2025. *Xinhua*. (February 4)
- “Latest update on preferential import tax: Many policies are beneficial for automobile businesses.” 2025. *Vietnam.vn*. (September 7)

[온라인 자료]

- 관세법령정보포털. 「HS비교」. <https://unipass.customs.go.kr/clip/index.do> (검색일: 2025. 9. 11.).
- SK 머티리얼스 홈페이지. <https://www.sk-materials.com/new/kor/html/products/Business06.asp>(검색일: 2025. 10. 3.).
- 財務省. 「普通貿易統計」. <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1>

&toukei=00350300&tstat=000001013141&cycle=1&cycle_facet=cycle&metadata=1&data=1(검색일: 2025. 6. 21.).
 総務省. 「令和2年(2020年)産業連関表」. <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00200603&tstat=000001218140&cycle=0&tclass1val=0>(검색일: 2025. 6. 21.).
 _____. 「平成27年(2015年)産業連関表」. <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00200603&tstat=000001130583&cycle=0&tclass1val=0>(검색일: 2025. 6. 21.).
 BIS. 「엔/달러 환율표(A.JP.JPY.A)」. https://data.bis.org/topics/XRU/BIS%2CWS_XRU%2C1.0/A.JP.JPY.A?view=observations(검색일: 2025. 9. 17.).

<제5장 한일 간 반도체 산업협력 현황>

[국내자료]

김규판. 2023. 「미래지향적 한·일 산업협력 활성화 방안 연구」. 산업통상자원부 용역보고서.
 김양희. 2021. 「일본의 對韓 수출규제 강화 2년의 평가와 과제」. 『주요국제문제분석』, 2021-19. 국립외교원 외교안보연구소.
 김은영, 서창배. 2021. 「한국과 주요국 간의 반도체산업 수출경쟁력 및 수출경합도 비교 분석」. 『아시아연구』, 24(4). 한국아시아학회.
 산업통상자원부. 2024. 「2024년도 글로벌기업산업기술연계R&D 사업 신규지원 대상과제 공고」(산업통상자원부 공고 제2024-327호).
 정형곤. 2024. 「한국 반도체 산업의 수출입 구조 및 글로벌 위상 분석」. 오늘의 세계경제 24-2. 대외경제정책연구원.
 정형곤, 김혁중, 김정현, 최진백. 2024. 『글로벌 반도체 산업 경쟁력과 공급망 구조 분석』. 연구보고서 24-18. 대외경제정책연구원.

[일문자료]

經濟産業省. 2023. 「半導体・デジタル産業戦略」.
 _____. 2024. 『半導体・デジタル産業戦略の現状と今後』. 第12回 半導体・デジタル産業戦略検討会議 資料. (12月 23日)
 _____. 2025. 『ポスト 5G情報通信システム基盤強化研究開発事業研究開発計画』. (9月 22日)

- 吉岡英美. 2021. 「第2章 IT産業における日韓関係の展開」, 安倍誠 編. 『日韓経済関係の新たな展開』. アジア経済研究所.
- 大下淳一. 2024. 「TSMCがパネルレベルパッケージ参入検討, CoWoSは後工程専業と連携」. 『日経XTECH』. (8月 9日)
- 細川昌彦. 2024. 「先端電子部品・パワー半導体 中国への技術流出を阻止せよ」. 『日経ビジネス』. (2月 9日)
- _____. 2024. 「輸出管理の歴史的転換点:企業は官民協業型への意識改革を」. 『日経ビジネス』. (5月 17日)
- 村尾麻悠子. 2024. 「線幅サブミクロンも視野に.パッケージ向け露光装置でウシオとAppliedが協業」. *EE Times Japan*. (2月 6日)

[영문자료]

- ANANDTECH. 2024. "Tenstorrent Licenses RISC-V CPU IP to Build 2nm AI Accelerator for Edge." (February 28)

[언론/보도 자료]

- 「같은 패키징, 다른 패널'...삼성vsTSMC, FO-PLP 승부」. 2024. 『전자신문』. (12월 18일)
- 「"나믹스 독점 깨지나" SK하이닉스·삼성전자, MR-MUF 소재 개발 돌입」. 2023. *KIPOST*. (9월 20일). <https://www.kipost.net/news/articleView.html?idxno=312715>(검색일: 2025. 9. 10.).
- 산업통상자원부 보도자료. 2023. 「7개 특화단지에 민간투자 총 614조 원 추진」. (7월 20일)
- 「삼성전자, 'MDI 얼라이언스' 출범...패키징 사업 강화 나선다」. 2023. *THEELEC*. (7월 4일)
- 「삼성전자, 2나노 AI 반도체 첫 수주...일본 PFN과 협력」. 2024. 『글로벌이코노믹』. (7월 9일)
- 「삼성전자에 부품 독점공급 日 기업, 국내 R&D 센터 7배 확장」. 2024. 『KPI뉴스』. (5월 24일). <https://kpinews.kr/newsView/1065558624395645>(검색일: 2025. 9. 10.).
- 「수출규제 우회해 韓서 만들자"...日 반도체소재 기업 물러온다」. 2021. 『한경』. (5월 3일). <https://www.hankyung.com/article/2021050348951>(검색일: 2025. 7. 30.).

- 「완제품은 韓, 소재는 日…HBM 경쟁의 이면」. 2025. 『지디넷코리아』. (8월 31일).
https://zdnet.co.kr/view/?no=20250930135050&re=O_20250930135050&p=31(검색일: 2025. 9. 10.).
- 「이엔에프 반도체 식각액 시장 진출…800억 시장 놓고 테크노세미켄과 경쟁」. 2011. 『전자신문』. (7월 12일). <https://www.etnews.com/201107120085>(검색일: 2025. 7. 31.).
- 「‘탈일본’에 화들짝…1000억 들여 한국에 공장짓는 日 기업 [정영효의 일본산업 분석]」. 2021. 『한경』. (9월 1일). <https://www.hankyung.com/article/202109012788i>(검색일: 2025. 7. 30.).
- 「하프늄 전구체 이원화에 日 TCLC와 특허 공방 예견」. 2022. KiPOST. (1월 19일).
<https://www.kipost.net/news/articleView.html?idxno=211796>(검색일: 2025. 7. 31.).
- 「30년 전 ‘삼성 반도체 과외교사’ 일본 샤프, 독자기술만 고집하다 몰락」. 2016. 『한경』. (2월 25일). <https://www.hankyung.com/article/2016022563371>(검색일: 2025. 7. 30.).
- 「디스미토모화학, 판교 R&D 거점 이달 운영 개시」. 2024. 『전자신문』. (9월 1일).
<https://kpinews.kr/newsView/1065558624395645>(검색일: 2025. 9. 10.).
- SK hynix NEWSROOM 웹사이트. 2023. 「[반도체의 이해 7편] AI시대, 새로운 차원으로 가는 패키징 기술! 칩렛 그리고 3D SoC(7/7)」. (11월 29일).
<https://news.skhynix.co.kr/rino-choi-column-7/>(검색일: 2025. 9. 23.).
- 「韓 반도체, 올해 설비투자 43조 원 전망…D램 중심」. 2025. 『시사저널』. (2월 22일).
<https://www.sisajournal-e.com/com/com-1.html>(검색일: 2025. 9. 18.).
- 「AI半導体でサムスンと組んだプリバード、技術力はTSMCに比肩」. 2024. 『日経XTECH』. (8월 29일)
- 「サムスンがプリファードの半導体を製造、2nm世代と先端パッケージ活用」. 2024. 『日経XTECH』. (7월 11일)
- 「国産AIの逆襲:AIの勝負は半導体が決める,NVIDIAの次を狙うPreferred Networksの決意」. 2025. 『日経XTECH』. (3월 17일)

[온라인 자료]

- 금융감독원. 기업공시자료(검색일: 2025. 10. 2.).
- 동우화인켄 홈페이지. 「회사개요 연혁」. <https://www.dwchem.co.kr/contents.do?lang=kor&menuPos=3>(검색일: 2025. 9. 10.).

- 아데카코리아(주) 홈페이지. 「연혁」. <https://www.adekakorea.co.kr:57356/kor/company/history.php>(검색일: 2025. 9. 10.).
- 한국무역협회(KITA.NET). 「통계가이드/한국품목코드/연도별HS변경이력」. <https://stat.kita.net/stat/kts/statCode/ItemYearHisCodeList.screen>(검색일: 2025. 7. 15.).
- 한국은행. 경제통계시스템. <https://ecos.bok.or.kr>(검색일: 2025. 10. 2.).
- ECIA. “Understanding Lead Times.” <https://www.ecianow.org/assets/docs/Stats/LeadTimes/Understanding%20Lead%20Times.pdf>(검색일: 2025. 10. 2.).
- IEEE 홈페이지. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10873384>(검색일: 2025. 9. 10.).
- NEDO 웹사이트. 「ポスト5G情報通信システム基盤強化研究開発事業」. https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100172.html(검색일: 2025. 7. 21.).
- ORUTEDIA. 「AI半導体メーカー徹底比較:生成AIを支える技術革新と市場動向」. <https://orutedia.com/ai-semiconductor-manufacturer/>(검색일: 2025. 9. 15.).
- Semiconportal. 2024. 「ラピダス, Esperantoとの提携でTSMCとの違いが明確に」. (5月 17日). <https://www.semiconportal.com/archive/editorial/technology/chips/240517-rapiduesperanto.html>(검색일: 2025. 7. 1.).
- THine Electronics 홈페이지. 「会社情報 沿革」. <https://www.thine.co.jp/corporate/history/>(검색일: 2025. 9. 5.).
- TOK 웹사이트. 「ファンアウトパッケージングとは?」. <https://www.tok-pr.com/tech/Fanout-packaging.html>(검색일: 2025. 9. 23.).
- TREND FORCE. <https://datatrack.trendforce.com/Chart/groupContent/84/global-branded-dram-manufacturers-revenue>(검색일: 2025. 7. 20.).
- 百本和弘. 2023. 「対韓直接投資は半導体, IT分野に集中 最近の日韓経済関係を振り返る(後編)」. (5月 30日). <https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2023/cf38914be3916cf3.html>(검색일: 2025. 7. 15.).
- _____. 2023. 「別表1 : 日本企業の対韓直接投資事例(投資元企業が製造業, 2019年1月~2023年4月)」. (5月 30日). <https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2023/cf38914be3916cf3.html>(검색일: 2025. 7. 15.).

[통계DB]

산업통상자원부. 「외국인투자통계」. <https://www.motie.go.kr/kor/contents/104>(검색일: 2025. 7. 30.).

한국무역협회(KITA.NET). 「한국무역」. <https://stat.kita.net/stat/kts/ktsMain.screen>(검색일: 2025. 7. 15.).

한국무역협회. 「K-stat 무역통계」. <https://stat.kita.net/>.

[기타자료]

연구진 일본 출장, JETRO 입수자료. 「半導体関連分野における最近の日本企業の韓国投資事例」. (2025. 7. 27.~8. 1.).

삼성전자재팬 담당자 면담(2025. 7.).

Japan's Semiconductor Supply Chain Structure Changes and Their Implications to Korea

Gyupan Kim, Hyok Jung Kim, Hyong-Kun Lee, and Boram Lee

Since the 2020s, the Japanese government has been actively implementing policies to strengthen its semiconductor supply chain, not only in response to geopolitical risks stemming from the U.S. Biden administration's export restrictions on China but also from an industrial policy perspective. Among these, the supply chain strengthening measures under the 'Economic Security Promotion Act'(enacted in May 2021), the 'Semiconductor and Digital Industry Strategy'(announced in June 2021, and revised in June 2023), and the "Framework for Strengthening the AI and Semiconductor Industry Infrastructure" (announced in November 2024) are expected to bring about a major transformation in Japan's semiconductor supply chain structure.

This study focuses on the Japanese government's semiconductor industry revival strategy. First, it evaluates Japan's semiconductor competitiveness based on global market share by product and manufacturing process, aiming to identify complementary areas from the perspective of the semiconductor ecosystems between Korea and Japan. Second, it focuses on the Japan's Next-Generation Semiconductor Project(Rapidus) within Japan's semiconductor re-

vival strategy, aiming to identify areas that could broaden the horizon for industrial cooperation between Korea and Japan. Third, it analyzes Japan's semiconductor supply chain structure from the perspective of external dependency to identify areas for cooperation between the Korean and Japanese governments in stabilizing the semiconductor supply chain. Finally, it examines the current state of semiconductor industry cooperation between Korea and Japan, focusing particularly on trade and investment relations, and conducts a quantitative analysis of the business activities and performance of Japanese semiconductor companies operating in Korea.

The analysis results can be summarized as follows. First, in analyzing Japan's semiconductor industry competitiveness, it was confirmed that Japan maintains competitiveness in key semiconductor products—memory semiconductors, power semiconductors, CMOS image sensors, and MCUs—and semiconductor manufacturing equipment—thermal processing equipment, coat-ers/developers, cleaning equipment, mask inspection equipment, CD-SEM, and the semiconductor materials market, despite the absence of notable fabless companies and foundries in the semiconductor design and manufacturing sectors. Particularly in semiconductor materials, Japanese companies dominate not only the front-end process materials market, including silicon wafers, photoresists, high-purity cleaning solutions, CMP slurries, insulating film materials, target materials, and etching gases, but also the back-end process materials market, encompassing package substrate materials, dicing materials, bonding materials, and encapsulation materials. Second, it is no exaggeration to say that the success of Rapidus holds the key to Japan's semiconductor industry revival strategy. Current challenges facing Rapidus include funding

issues, mass production of 2-nanometer-class semiconductors, customer acquisition, and talent recruitment. Third, analyzing the changes in Japan's semiconductor supply chain structure by examining the input structure of Japan's semiconductor industry and the import structure of semiconductors during the period from 2018 to 2024, it revealed that Japan has a high degree of external dependence not only in the IC sector, but also in the semiconductor materials and raw materials sector. However, it was confirmed that in some material items, such as industrial plastic products and glass processing products, the degree of external dependence is low and the domestic production rate is very high. Moreover, Japan's semiconductor import structure shows a very high dependence on Taiwan for finished semiconductor products, and for certain semiconductor raw materials, such as silicon carbide(China, 89%), phosphoric acid/polyphosphoric acid(China, 90%), fluorspar(China, 73%), hydrogen fluoride (China, 97%), and pyrophosphoric acid(Vietnam, 99%) exhibit extremely high import dependency on specific countries. Fourth, semiconductor industry cooperation between Korea and Japan was examined primarily through Korea's imports from Japan and Japan's direct investment in Korea. First, regarding Korea's semiconductor imports from Japan, the impact of Japan's export restrictions in 2019 was not significant, confirming that mutual dependence between semiconductor companies in both countries persists. Regarding Japanese companies' direct investment in Korea, since the 2010s, investment in the chemical and electrical/electronics sectors has accounted for 60.0% of total manufacturing investment. This indicates that the Korean government's foreign direct investment attraction strategy has been effective in attracting Japanese capital and technology. Furthermore, it was confirmed that Japanese

chemical companies without major customers in Japan are expanding the establishment of parts and materials factories within Korea. However, quantitative analysis of 43 Japanese semiconductor materials, parts, and equipment companies operating in Korea also revealed the following characteristics and limitations of Japanese direct investment in Korea. First, investment is concentrated in semiconductor materials and manufacturing equipment. In technology cooperation, collaboration generally involves Korean conglomerates combining their production capacity with Japanese technology. Second, while sales of Japanese semiconductor companies in Korea increased by an average of about 20% annually from 2020 to 2023, and the number of employees also grew by about 15%, there was no statistically significant change in tangible and intangible assets. Third, it was confirmed that the economic activities of Japanese semiconductor companies in Korea positively influenced the business performance (sales) of Korean semiconductor companies. Based on these analytical findings, this study proposes two areas for Korea-Japan semiconductor cooperation: joint development of back-end packaging technology within Japan and collaboration in the AI semiconductor sector.

<책임>

김규판

연세대학교 경제학 학사 및 석사

일본 게이오대학 경제학 연구과(경제학 박사)

대외경제정책연구원 세계지역연구1센터 일본동아시아팀 선임연구위원

(現, E-mail: keiokim@kiep.go.kr)

저서 및 논문

『일본의 글로벌 공급망 리스크 관리와 한·일 간 협력방안 연구』(공저, 2023)

『일본의 핵심광물자원 확보전략과 한·일 협력 시사점』(공저, 2024) 외

<공동>

김혁중

성균관대학교 경제학 학사

미국 University of California, Davis 경제학 박사

대외경제정책연구원 세계지역연구1센터 북미유럽팀 부연구위원

(現, E-Mail: hjkim@kiep.go.kr)

저서 및 논문

『글로벌 반도체 산업 경쟁력과 공급망 구조 분석』(공저, 2024)

『북미 3개국 주요 산업별 공급망 연계 강화 정책과 시사점』(공저, 2024) 외

이형근

인하대학교 경제학과 학사

한국외국어대학교 국제관계학 박사과정 수료

일본 아시아경제연구소(IDE) 방문연구원 역임

대외경제정책연구원 세계지역연구1센터 일본동아시아팀 선임연구원

(現, E-mail: hklee@kiep.go.kr)

저서 및 논문

『일본의 글로벌 공급망 리스크 관리와 한·일 간 협력방안 연구』(공저, 2023)

『일본의 핵심광물자원 확보전략과 한·일 협력 시사점』(공저, 2024) 외

이보람

이화여자대학교 중어중문학과, 동아시아연계학과 학사

이화여자대학교 국제대학원 국제통상학 석사

대외경제정책연구원 세계지역연구1센터 일본동아시아팀 전문연구원

(現, E-mail: brlee@kiep.go.kr)

저서 및 논문

『주요국의 사이버안보 정책과 한국에 대한 시사점』(공저, 2024)

『일본의 핵심광물자원 확보전략과 한·일 협력 시사점』(공저, 2024) 외

KIEP 연구보고서 발간자료 목록

- 2025년
 - 25-01 무형자산 기술확산의 국가 간 경제적 파급효과와 시사점 / 윤정은 · 송하윤 · 이병준
 - 25-02 트럼프 2기 대만 정책과 동아시아 경제·산업에 대한 영향 / 김선진 · 이홍배 · 서창배 · 이혁구
 - 25-03 글로벌 질서 변동과 새로운 북방전략 연구 / 박정호 · 강부균 · 정동연 · 김경민 · 김석환 · 염동호
 - 25-04 인도 첨단전략산업 분석과 한-인도 협력방안 / 김경훈 · 한형민 · 강반디 · 김민희 · 남유진 · 박병열
 - 25-05 BRICS 확장에 따른 경제 블록화 가능성과 한국의 정책 방향 연구 / 강문수 · 최인아 · 문지영 · 박미숙 · 유광호 · 이지은 · 이다운
 - 25-06 북핵위기 이후 북한의 새로운 대내외 경제전략 연구 / 최장호 · 김다울 · 최유 · 김범환
 - 25-07 핵심광물 공급망 안정화를 위한 통상협정 활용 연구 / 최원석 · 오수현 · 조성훈 · 홍진희 · 박보영
 - 25-08 미국 대외경제정책의 경제적 영향 분석 및 기조 전망 / 강구상 · 김혁중 · 김종혁 · 권혁주 · 박은빈
 - 25-09 개발도상국의 그린디지털 전환 촉진을 위한 한국의 협력 방안? / 오지영 · 노윤재 · 박지현 · 송지혜 · 김민희 · 장한별
 - 25-10 글로벌 인구구조 변화의 거시경제적 영향과 시사점 / 윤상하 · 김효상 · 연지흠 · 윤정은 · 송예나 · 이지윤 · 최상엽 · 허진욱
 - 25-11 글로벌 고부채 동향 및 거시경제적 함의 / 최홍석 · 박지원 · 송하윤 · 이병준 · 신평비
 - 25-12 중국경제 중장기 성장 전망과 성장구조 변화에 대한 연구 / 문지영 · 송하윤 · 김홍원 · 최지원 · 조고운
 - 25-13 일본의 반도체 공급망 구조 변화와 한국에 대한 시사점 / 김규판 · 김혁중 · 이형근 · 이보람
 - 25-14 공급망 재편 시대 벵골만 산업 클러스터 분석과 활용전략 / 김경훈 · 신민금 · 김도연 · 윤지현 · 김소은 · 지연정

- 25-15 주요국의 신흥제조기지 진출 현황과 시사점: 아프리카와 동남아시아를 중심으로 / 한선이 · 신민금 · 김예진 · 김소은 · 황인정
 - 25-16 지속가능한 중장기 개발재원 규모 확대 방안 연구 / 정지원 · 윤정환 · 정원혁 · 윤혜민 · 박소정
 - 25-17 노동수급 불균형 해소를 위한 국가간 인력교류 활성화 방안 연구 / 장영욱 · 라미령 · 노윤재 · 김윤정 · 이영준 · 강준구 · 이현진, 김제국 · 이정은 · 이종관 · 이승호
 - 25-18 글로벌 혁신 네트워크 참여의 경제적 함의와 통상정책방향 연구 / 김종덕 · 강구상 · 최원석 · 이현진 · 엄준현 · 박보영
 - 25-19 중국의 해외 생산·공급 거점 다변화와 한중 경쟁력 분석 / 정지현 · 정재완 · 이철원 · 나수엽 · 김진오 · 김혁황 · 이효진 · 최재희
 - 25-20 글로벌 관세장벽 확산의 경제적 영향과 시사점 / 조문희 · 이규엽 · 김현수 · 금혜윤 · 강민지 · 정민철
 - 25-21 회복탄력성 관점에서 바라본 개발도상국의 기후변화 대응 과제와 협력 방안 / 이은석 · 오지영 · 정지선 · 이예림 · 김유리
 - 25-22 러시아의 다극화 세계전략과 정책 시사점: 상하이협력기구(SCO)를 중심으로 / 박정호 · 강부균 · 정동연 · 민지영 · 김경민 · 강태호 · 제성훈
- 2024년
- 24-01 전후 우크라이나 재건 사업의 국제 논의와 한국기업 참여 가능성 연구 / 장영욱 · 이철원 · 강부균 · 김초롱
 - 24-02 인도의 국영기업 주도 경제개발전략과 한국-인도 협력 방안 / 김정훈 · 김도연 · 김소은 · 남유진 · 백종훈
 - 24-03 걸프 국가의 아시아 중시 정책과 한국의 대응 방안 / 강문수 · 유광호 · 이지은 · 김영선 · 이다운
 - 24-04 국제사회의 신규 기후재원 조성 방안과 한국의 과제 / 문진영 · 나승권 · 김은미 · 장한별
 - 24-05 최근 글로벌 경기변동의 특징과 분절화 시대의 시사점 / 윤상하 · 김성환 · 최홍석 · 송예나 · 백인걸, 오준석
 - 24-06 자국 중심의 경제안보 전략 대응을 위한 프레임워크 구축 방안 연구 / 조성훈 · 한형민 · 최원석 · 홍진희 · 윤형준 · 최재희 · 김현정
 - 24-07 무형자산 투자와 경제성장: 글로벌 동향과 정책적 시사점 / 윤상하 · 윤정은 · 조성훈 · 이지윤 · 백예인 · 손녕선
 - 24-08 일방주의적 공급망 정책에 대한 국제통상법적 과제와 정책 시사점 / 이천기 · 박혜리 · 오태현 · 이주형

- 24-09 일본의 핵심광물자원 확보전략과 한·일 협력 시사점 /
김규판 · 이형근 · 이보람 · 김승현 · 손원주
- 24-10 한국의 대중남미 통상환경 평가와 정책 과제 /
홍성우 · 김성환 · 김진오 · 강준구 · 박미숙 · 박진희 · 김승현
- 24-11 홍콩의 경제·사회 변화에 대한 평가와 시사점 /
허재철 · 정지현 · 김효상 · 김홍원 · 이한나 · 최지원 · 최재희
- 24-12 EU의 기후중립 전략기술 육성 정책이 글로벌 공급망 재편에 주는 함의 /
장영욱 · 한형민 · 오태현 · 윤형준
- 24-13 보호무역정책의 정치경제적 결정요인 연구: 주요국 사례를 중심으로 /
김남석 · 주재우 · 신민이 · 김제국
- 24-14 ODA 평가의 활용 현황과 유용성 제고 방안 연구 /
이은석 · 오지영 · 정지선 · 유애라 · 이에림
- 24-15 글로벌 인플레이션의 국내파급효과와 경기안정화 정책 분석 /
최홍석 · 송새량 · 한원태 · 김준형 · 이용대
- 24-16 신발전구도에 따른 중국의 금융발전 전략과 시사점 /
문지영 · 나수엽 · 박민숙 · 오종혁 · 김홍원 · 문익준
- 24-17 디지털콘텐츠무역에서의 저작권 보호에 관한 연구 /
김현수 · 강준구 · 금혜윤 · 심정보
- 24-18 글로벌 반도체 산업 경쟁력과 공급망 구조 분석 /
정형곤 · 김혁중 · 김정현 · 최진백
- 24-19 아세안의 대외협력 전략과 한-아세안 협력 고도화에 대한 함의 /
최인아 · 김경훈 · 배기현 · 이재호 · 김소은
- 24-20 북미 3개국 주요 산업별 공급망 연계 강화 정책과 시사점 /
김혁중 · 강구상 · 홍성우 · 김종혁 · 민보람 · 김용기
- 24-21 우크라이나 전쟁 이후 중앙아시아 글로벌 가치사슬 변화 전망과
한-중앙아 협력 시사점 / 정민현 · 김경민 · 김혁황 · 정동연 · 김원기
- 24-22 위성자료를 활용한 북한 소비시장 변화와 무역에 관한 연구 /
최장호 · 김다울 · 이정균 · 이희선
- 24-23 전략적 투자보조금 정책이 다국적기업의 투자와 공급망에 미치는 영향 /
예상준 · 김혁황 · 엄준현 · 신은철 · 이진혁
- 24-24 디지털 전환에 따른 인도의 사회·경제적 변화와 시사점 /
노윤재 · 김경훈 · 김민희 · 남유진 · 박지원
- 24-25 한-아프리카 자원 협력을 통한 핵심광물 확보 전략 /
한선이 · 조성훈 · 김예진 · 김주혜 · 서상현

- 24-26 복합 위기 시대의 난민과 강제 이주: 현황과 한국의 과제 /
윤정환 · 장영욱 · 오지영 · 김윤정 · 윤혜민 · 박소정
- 24-27 무역이 국내 노동 재배치에 미친 영향과 정책 시사점 /
구경현 · 연지흠 · 정민철 · 류기락
- 24-28 중국의 디지털 통상 발전 전략과 시사점 /
이승신 · 최원석 · 나수엽 · 김영선 · 서봉교
- 24-29 한국형 그린경제협정 로드맵 연구 /
이주관 · 조문희 · 박지현 · 박혜리 · 김민성
- 24-30 인공지능을 둘러싼 미중 전략 경쟁과 우리의 대응방향 /
예상준 · 정원혁 · 오종혁 · 엄준현 · 이대은 · 연원호
- 24-31 한일 국교정상화 60년과 미래비전 2050 /
허재철 · 정성춘 · 김규판 · 오수현 · 이형근 · 이보람 · 이정은 ·
김승현 · 손열 · 전재성 · 한준 · 이정환 · 임은정 · 백서인 · 박지수

KIEP 발간자료회원제 안내

- 본 연구원에서는 본원의 연구성과에 관심 있는 전문가, 기업 및 일반에 보다 개방적이고 효율적으로 연구 내용을 전달하기 위하여 「발간자료회원제」를 실시하고 있습니다.
- 발간자료회원으로 가입하시면 본 연구원에서 발간하는 모든 보고서를 대폭 할인된 가격으로 신속하게 구입하실 수 있습니다.
- 회원 종류 및 연회비

회원종류	배포자료	연간회비		
		기관회원	개인회원	연구자 회원*
S	외부 배포 발간물 일체	30만 원	20만 원	10만 원
		8만 원		4만 원
A	East Asian Economic Review	8만 원		4만 원

* 연구자 회원: 교수, 연구원, 학생, 전문가풀 회원

- 가입방법

홈페이지, 우편, FAX를 이용하여 가입신청서 송부(수시접수)
30147 세종특별자치시 시청대로 370 세종국책연구단지 경제정책동
대외경제정책연구원 연구조정실 학술정보팀
연회비 납부 문의전화: 044) 414-1179 / FAX: 044) 414-1144
E-mail: kieppub@kiep.go.kr

- 회원특전 및 유효기간

- S기관회원의 특전: 본 연구원 해외사무소(美 KEI) 발간자료 등 제공
- 자료가 출판되는 즉시 우편으로 회원에게 보급됩니다.
- 모든 회원은 회원가입기간에 가격인상과 관계없이 신청하신 종류의 자료를 받아보실 수 있습니다.
- 본 연구원이 주최하는 국제세미나 및 정책토론회에 무료로 참여하실 수 있습니다.
- 연회원기간은 가입일로부터 다음해 가입월까지입니다.

KIEP 발간자료회원제 가입신청서

기관명 (성명)	(한글)	(한문)
	(영문: 약호 포함)	
대표자		
발간물 수령주소	우편번호	
담당자 연락처	전화 FAX	E-mail :
회원소개 (간략히)		
사업자 등록번호	종목	

회원분류 (해당란에 ✓ 표시를 하여 주십시오)

	S	A
기 관 회 원 <input type="checkbox"/>	발간물일체	계간지
개 인 회 원 <input type="checkbox"/>		
연 구 자 회 원 <input type="checkbox"/>		

* 회원번호

* 갱신통보사항

(* 는 기재하지 마십시오)

특기사항

