

2021~2025 국가재정운용계획

지원단 보고서

| 수소산업·BIG3 등 신성장 동력 창출 |



2021. 10



본 자료는 2021~2025년 국가재정운용계획 지원단에서
준비한 자료로서 정부의 공식적인 입장은 아님을
유의하여 주시기 바랍니다.

2021~2025년 국가재정운용계획

- 수소산업 · BIG3 등 신성장 동력 창출 -

2021. 10

국가재정운용계획
지원단

수소산업 · BIC3 등
신성장 동력 창출

성명	담당	소속 및 직위
구자현	총괄PM	KDI 지식경제연구부장
김주훈	총괄	KDI 연구위원
이 공	총괄	KDI 연구위원
김선재	수소산업	한국과학기술기획평가원 연구위원
이선명	수소산업	한국과학기술기획평가원 위촉연구원
기석철	미래자동차	충북대학교 지능로봇공학과 교수
이항구	미래자동차	한국자동차연구원 연구위원
황성호	미래자동차	성균관대학교 기계공학부 교수
탁영지	미래자동차	한국산업기술진흥원 책임연구원
최윤희	바이오산업	산업연구원 연구위원
권오성	바이오산업	산업연구원 연구위원
김현수	바이오산업	한국생명공학연구원 책임연구원
정진하	시스템반도체	수안특허법인한양대학교 경영대학 겸임교수
안기현	시스템반도체	한국반도체산업협회 전무

목 차

제1장 신성장산업 정책 추진현황 및 해외비교	1
제1절 논의배경	1
제2절 국내 신성장산업 정책	2
1. 주요 정책 현황	2
2. 성과와 한계점	3
제3절 신성장산업 정책의 해외사례	4
1. 영국	4
2. 미국, 중국, 유럽의 산업전략	7
제4절 정책적 시사점	9
참고문헌	10
제2장 수소산업 발전을 위한 재정지원 방향	11
제1절 해외 수소경제 동향	11
1. 주요국 현황	11
2. 해외 선도그룹 현황	13
제2절 국내 수소경제 현황 및 전망	17
1. 추진현황	17
2. 기술 분류 및 수준	18
3. 추진성과 및 평가	33
제3절 부문별 재정사업 검토	37
1. 부문별 재정사업	37
2. 정책유형별 재정지원 현황	40
3. 주요 이슈 검토	43
제4절 재정운용 방향	54
1. 수소 생산 부문	54
2. 수소 저장·이송 부문	55

3. 수소 활용 부문	56
제5절 맺음말	62
참고문헌	63
제3장 미래형자동차 발전을 위한 재정지원 방향	65
제1절 해외 현황 및 전망	65
1. 도요타	68
2. Volkswagen(VW)	69
3. General Motors(GM)	69
4. Ford	69
제2절 국내 현황과 전략	76
1. 추진현황 및 평가	76
2. 미래전략	79
제3절 부문별 재정사업 검토	82
1. 부문별 재정사업	82
2. 주요 이슈 검토	92
제4절 재정운용 방향	98
1. 친환경 자동차 기술 경쟁력 확보 및 보급 확대	98
2. 전기차 인프라 보급 및 지원 정책	98
3. 미래차 선순환 생태계 조성	99
4. 자율차 법·제도 준비	99
5. 핵심 부품 자립도 제고를 통한 자율주행(레벨3 이상) 상용화 기술 지원	99
6. 자율차 서비스 발굴 지원	100
7. 자율주행 국가표준화 및 차량용 데이터 댐 구축	100
8. 중소기업의 미래차 부품 전환 강화	101
9. 미래차 전문인력 양성(R&D, 차량 정비 등)	101
제5절 맺음말	102
참고문헌	103
제4장 바이오산업 발전을 위한 재정지원 방향	104
제1절 개요	104
1. 바이오산업 정의 및 범위	104

2. 바이오산업 특징 및 중요성	108
제2절 주요국 바이오산업 및 정책	110
1. 미국	110
2. 영국	112
3. 일본	113
제3절 한국 바이오산업 및 정책	115
1. 한국 바이오산업 현황	115
2. 바이오 분야 R&D 정책 현황	117
3. 시사점 및 주요 이슈	124
제4절 바이오산업 경쟁력 강화를 위한 재정운용 방안	127
1. R&D 사업 추진방향	127
2. 비R&D 및 인프라 사업 추진 방향	131
제5절 맺음말	134
참고문헌	135
제5장 시스템반도체 발전을 위한 재정지원 방향	138
제1절 시스템반도체의 종류와 시장동향	138
1. 시스템반도체의 종류	138
2. 시스템반도체의 생산 프로세스와 기업 유형	140
3. 시스템반도체 시장 규모	142
4. 시스템반도체 수요산업별 시장동향	144
제2절 해외 현황 및 정부 정책	150
1. 주요 국가별 현황	150
2. 주요 국가별 정책 현황	151
제3절 국내 현황 및 전략	154
1. 경쟁력 현황	154
2. 정책 추진 현황	157
3. 정부의 시스템반도체 미래 전략	159
제4절 지원형태별 주요 재정사업	169
1. 현재 진행사업	169
2. 진행 예정 사업	180
제5절 재정운용 방향	185

1. 재정투입의 우선순위	185
2. 현재 진행 중인 재정사업 평가	187
3. 바람직한 재정운용을 위한 주요 전략과제	190
제6절 맺음말	195
참고문헌	197

표 목 차

<표 1-1> 참여 정부 이후 정부별 신산업 정책 현황	2
<표 1-2> 영국 산업전략 주요 내용	4
<표- B1> 영국 4대 그랜드 챌린지	5
<표- B2> 5대 생산성 기반 요소 제고 주요 정책	6
<표 1-3> 미국, 중국, 유럽 산업전략 주요 내용	7
<표 1-4> 탄소중립 위한 유럽 수소 전략 주요 내용	8
<표 2-1> 수소 생산기술 분류	19
<표 2-2> 수전해 기술별 주요 특성	20
<표 2-3> 액체상태 수소저장 기술 비교	23
<표 2-4> 우리나라 부생수소 이송 방식 비중	24
<표 2-5> 제품별 연료전지	26
<표 2-6> 연료전지 종류별 특징	27
<표 2-7> 수소차 핵심모듈별 기능	29
<표 2-8> 저장형태에 따른 수소저장 밀도 비교	31
<표 2-9> 수소경제 이행을 위한 주요 정부예산 현황(단위: 억 원)	38
<표 2-10> 기술개발(R&D) 재정지원 현황	40
<표 2-11> 기반구축 재정지원 현황	41
<표 2-12> 보조금 지원 재정지원 현황	42
<표 2-13> 단기적 수소차 차종확대를 위한 필요 기술	57
<표 2-14> 중장기적 수소차 차종확대를 위한 필요 기술	58
<표 3-1> 주요 업체별 전략	70
<표 3-2> 주요국의 내연기관 판매 금지 현황	70
<표 3-3> 주요국의 내연기관자동차 주행 제한 현황	71
<표 3-4> 미국 친환경 모빌리티 정책 및 바이든 대통령 친환경 관련 공약	72

<표 3-5> 주요 기업별 자율주행자동차 특허 출원 순위	74
<표 3-6> 미래형자동차 분야 주요 정부계획 현황	82
<표 3-7> 미래형자동차 R&D 투자비중	83
<표 3-8> 미래형자동차 분야 정부 R&D 투자현황(단위: 백만원, %)	84
<표 3-9> 미래형자동차 분야 R&D 주요사업(단위: 백만원)	84
<표 3-10> 미래형자동차 분야 연구기반구축 주요사업(단위: 백만 원)	85
<표 3-11> 국내 자율주행 실증도로 현황CT융합자율주행기반구축	86
<표 3-12> '21년 ~ '25년 지자체 ITS 및 C-ITS 구축계획(안)	87
<표 3-13> 도로 인프라 관련 주요사업(단위: 백만원)	88
<표 3-14> '17~'20 전기충전기 및 수소충전소 구축 현황	88
<표 3-15> 충전인프라 분야 정부 주요사업(단위: 백만원)	89
<표 3-16> 서비스 분야 주요사업(단위: 백만 원)	90
<표 3-17> 무공해차 구매보조금 지원 예산(단위: 대, 억 원)	91
<표 3-18> 인력양성분야 지원 사업(단위: 백만 원)	92
<표 4-1> KS J 1009 바이오산업 분류코드	106
<표 4-2> KS J 1009 부속서 생명공학기술 분류코드	107
<표 4-3> 정부 바이오 R&D 투자 규모 ('10~'19)	118
<표 4-4> 민간 바이오 R&D 투자 규모 ('10~'18)	118
<표 4-5> 예측오차분산분해 분석 결과 (단위: %)	120
<표 4-6> 정책 유형별 바이오헬스 재정 지원 현황(단위 : 억 원)	121
<표 4-7> 한국 정부의 바이오 R&D 주요 사업	123
<표 4-8> R&D 투자 확대 시나리오(단위: 억 원)	129
<표 5-1> 대만 파운드리 기업 현황	150
<표 5-2> 중국 국가 반도체 펀드 1·2기 내용	152
<표 5-3> 중국 정부의 세제 혜택 정책	152
<표 5-4> 시스템반도체 설계지원센터 기업성장 지원 주요 프로그램	158
<표 5-5> 반도체 설계자산(IP) 활용 활성화를 위한 관리·확산 체계	158
<표 5-6> '차세대 지능형 반도체 기술개발 사업' 개요	165
<표 5-7> 기술개발 주요 추진 분야 및 내용(예)	165

<표 5-8> 파워반도체 상용화사업 개요	169
<표 5-9> 시스템반도체 기술개발(R&BD) 개요	170
<표 5-10> 차세대지능형반도체 기술개발사업 개요	172
<표 5-11> 핵심IP R&D 상용화 사업 개요	173
<표 5-12> 센서산업 고도화 전문기술 개발 개요	175
<표 5-13> 설계지원센터 구축사업 개요	176
<표 5-14> 설계 전문 인력양성 사업 개요	178
<표 5-15> 소자제조 전문인력 양성사업 개요	179
<표 5-16> 반도체 IP Bank 플랫폼 구축 개요	181
<표 5-17> 설계 전공트랙 인재양성 사업 개요	182
<표 5-18> 특화 실무인력양성 사업 개요	183
<표 5-19> 시스템반도체 부문 주요 재정사업 현황 총괄표(단위 : 억 원)	188
<표 5-20> 시스템반도체 정책유형별 주요 재정사업 내용 및 평가의견	188
<표 5-21> 2020년 시스템반도체 산업 현원 및 부족 인력 현황(단위 : 명)	190

그림 목 차

[그림- B1] 전환 경제 비전 부합 5대 생산성 기반 요소	5
[그림 2-1] 수소경제 주요 분야별 투자계획(안)	18
[그림 2-2] 기체수소 저장용기	22
[그림 2-3] 수소연료전지 구조	25
[그림 2-4] 발전용 연료전지 구성 개념도	28
[그림 2-5] 수소차 핵심모듈(시스템) 형태	29
[그림 2-6] 수소연료전지선박 예상도	30
[그림 2-7] 수소경제 활성화 로드맵 내 수소공급 및 가격 목표	46
[그림 3-1] 전기차 판매 추이	65
[그림 3-2] 에너지(좌) 및 전동화(우) 관련 투자	66
[그림 3-3] 세계 수소 관련 투자	66
[그림 3-4] 전기차 구매 의사(단위: %)	67
[그림 3-5] 세계 배터리 전기차 수요 전망(단위: 만 대)	67
[그림 3-6] 세계 신차 판매에서 차지하는 하이브리드 카 점유율 전망	68
[그림 3-7] 커넥티드 카 점유 비중 전망(단위: %)	73
[그림 3-8] 외감 부품업체 연구개발 투자 현황(단위: 개, 억 원)	78
[그림 3-9] 미래자동차 확산 및 시장선점 전략 요약도	81
[그림 4-1] 한국 바이오산업의 성장 추세	115
[그림 4-2] 충격반응함수 분석 결과	119
[그림 4-3] 바이오 분야 정부 R&D 투자 확대 시나리오	129
[그림 4-4] 바이오산업 세부 분야별 정부 투자 및 생산 비중	130
[그림 5-1] 반도체의 종류	139
[그림 5-2] 시스템반도체 생태계	140

[그림 5-3] 반도체 및 시스템반도체 시장 규모(단위: 억불)	142
[그림 5-4] 시스템반도체 국가별 점유율 및 주요 기업 현황	143
[그림 5-5] 글로벌 팹리스 시장 및 기업 현황	143
[그림 5-6] 글로벌 파운드리 시장 및 기업 현황	144
[그림 5-7] 응용시장별 현황	145
[그림 5-8] CPU 시장규모 및 주요 기업별 점유율	146
[그림 5-9] 모바일 AP 시장규모 및 주요 기업별 점유율	147
[그림 5-10] 차량용 반도체 시장규모 및 이슈	148
[그림 5-11] 전력용 반도체 시장규모 및 주요 기업	148
[그림 5-12] 이미지센서 시장규모 및 주요 기업	149
[그림 5-13] 한국 기업 시스템반도체 매출액 및 세계시장점유율	155
[그림 5-14] 국내 파운드리 기업 매출액 및 세계시장점유율	155
[그림 5-15] 국내 팹리스 기업 매출액 및 세계시장점유율	157
[그림 5-16] 「시스템반도체 비전과 전략」 구조	160
[그림 5-17] 「시스템반도체 비전과 전략」 요약	161
[그림 5-18] 팹리스-디자인하우스-파운드리 연계 생태계 개념도	163
[그림 5-19] K-반도체 전략의 비전과 과제	166
[그림 5-20] 파워반도체 상용화사업 비전	170
[그림 5-21] 시스템반도체 기술개발(R&BD) 비전	171
[그림 5-22] 차세대지능형반도체 기술개발사업 비전	172
[그림 5-23] 핵심IP R&D 상용화 사업 비전	174
[그림 5-24] 센서산업 고도화 전문기술 개발 비전	175
[그림 5-25] 시스템반도체 설계지원센터 지원 개념도	177
[그림 5-26] 설계 전문 인력양성 사업 비전	178
[그림 5-27] 소자제조 전문인력 양성사업 비전	180
[그림 5-28] IP Bank 플랫폼의 주요 내용	181
[그림 5-29] 설계 전공트랙 인재양성 사업 비전	182
[그림 5-30] 반도체설계교육센터를 중심으로 한 교육 프로그램 운영의 전체상	184
[그림 5-31] 시스템반도체 산업의 가치사슬별 속성	191
[그림 5-32] 반도체-자동차 협력체계(예시)	193
[그림 5-33] 시스템반도체 활성화 지원플랫폼(예시)	193

< '21~'25년 수소산업·BIG3 등 신성장동력 분야 재정운용 방향 >

□ 신성장동력분야 정책환경 변화 및 전망

- 글로벌 금융위기 이후 세계 각국에서 신산업 육성정책을 추진
 - 시장 신뢰 상실, 주요 강대국의 무역 갈등 등으로 인한 산업정책 부활
 - 미국은 반도체·희토류 등의 국내생산 확대와 동시에 경제적 자립강화 전략수립
 - 우리나라는 미래차, 시스템반도체, 바이오산업 육성 정책 추진
 - 한편, 기후 변화에 대한 대응으로 수소경제 활성화 정책 추진

□ 국내 수소 산업 및 BIG3는 산업 생태계 단계가 상이하여 맞춤형 정책 필요

- 산업 생태계는 기술력 확보 → 선도 기업의 시장 주도 → 공급망 경쟁력 확보 → 산업 성숙의 단계를 거치는 가운데 단계별로 R&D 투자, 제조 인프라 지원, 인재 육성 등의 정책 필요
- 수소산업 및 시스템 반도체의 경우 초기 단계로 기술력 확보에 대한 투자가 중요하며, 미래차는 공급망 경쟁력 확보가 중요한 단계, 바이오의 경우 위탁생산 역량은 우수하나 up stream과 down stream 역량 확보가 중요

□ 신성장동력창출 '21~'25년 재정운용 방향

< 기본방향 >

- ◇ 수소경제 활성화 로드맵의 효과적인 이행을 위한 구체적 실행 방안 마련
- ◇ 미래차 기업 전환 지원, 미래차 확산 및 시장선점 전략 마련
- ◇ 웹리스 분야의 육성을 위한 인력양성과 인프라 지원 확대
- ◇ 백신 개발 역량 제고 및 성장성 높은 바이오 분야로의 지원방안 마련

- (수소) 수소경제 생태계가 균형있게 발전할 수 있도록 재정운용이 필요
 - 단기적으로는 저장·운송, 장기적으로는 생산분야의 기술개발에 재정투자
 - 수소생태계 안착을 위해 대규모 장거리 운송인프라 마련이 시급
 - 수소생산·유통·활용 관련 보조금을 지속적으로 지원
- (미래형자동차) R&D 지원·인프라 구축 등 미래차 산업의 기반 마련이 필요
 - 자율주행 차량을 위한 교통관제 인프라와 법·제도 제정을 위한 지원
 - 친환경차 보조금 체계를 개편하고, 미래차 기업 전환을 위한 투자금 지원
 - 일자리 창출을 위해 연구개발 전문인력을 양성하기 위한 사업을 강화
- (시스템반도체) 인력양성을 위한 교육시스템 및 인프라 지원이 필요
 - 우수 설계인력의 웹리스 유입을 위한 인력양성 사업을 최우선 과제로 부각
 - 웹리스 기업 육성을 위해 정부 주도의 파운드리 설립을 지원
 - 반도체 생산 및 수요기업들에 개발비용지원, 클러스터 조성을 위한 재정지원
- (바이오) 백신 및 성장성 높은 바이오 분야에 대한 효율적 재정지원이 필요
 - 국내 백신 개발 역량을 제고하기 위한 기술개발 및 인프라 투자 지원
 - 농식품, 에너지·환경 분야에도 균형적 투자와 다부처 사업의 효율화 추구
 - 비R&D 및 인프라 사업의 전략적 확대를 통한 바이오산업 생태계 활성화 촉진

제1장

신성장산업 정책 추진현황 및 해외비교¹⁾

제1절 논의배경

1980년대~2000년대 중 전 세계적으로 시장중심 경제정책(market-oriented economy policy) 확산으로 산업정책이 쇠퇴하였다. 시장의 효율성을 중시하는 신자유주의가 경제 이론의 주류를 형성한 가운데 냉전종식, 글로벌화 진전으로 정부의 시장개입이 최소화되었다.

그러나, 글로벌 금융위기 이후 시장 신뢰 상실, 주요 강대국의 무역갈등 등으로 최근 세계 각국에서 산업정책 또는 산업전략(industrial strategy)이 부활하고 있다. 특히, 미국에서 중국과의 갈등이 고조되면서 반도체, 희토류 등에 대한 대외 의존은 경제 전략적 측면에서 심각한 취약성을 초래한다는 인식이 확산되고 있다. 이에 따라 미국 정부는 국내 생산(domestic production)을 확대하여 경제적 자립(economic self-reliance)을 강화하고 공급망 안전(security of supply)을 위해 전략적 투자(strategic investment)를 증대하고 있다. 미국 바이든 정부는 2021년 2.24일 미국 핵심산업의 공급망 검토를 지시하였으며, 관련 부처는 공급망 100일 검토 보고서(Building Resilient Supply Chains, Revitalizing American Manufacturing, and Fostering Broad-Based Growth)를 백악관에 제출하였다.

한편, 기후변화와 관련된 국제논의는 기후변화 대응을 위한 국제공조 차원을 넘어 무역장벽 등 산업전략으로 활용될 가능성이 농후하다. 유럽의 탄소국경세 도입은 한국, 중국, 일본 등 제조업이 강한 고탄소 배출국에 대한 통상장벽으로 작용할 가능성이 높다.

그동안 우리나라의 경우 외환위기 이후 구조조정 과정에서 정부의 산업지원을 글로벌 스탠다드에 부합하게 운영해 왔으나 최근 각국의 신산업 전략에 적극적으로 대응할 필요가 있다.

1) 한국개발연구원 지식경제연구부 구자현 부장, 김주훈 연구위원, 이 공 연구위원 작성

제2절 국내 신성장산업 정책

1. 주요 정책 현황

정부는 2000년대 이후 기술·지식기반형(technology·Knowledge-based) 산업 육성 정책을 적극적으로 추진하여 왔다. 참여정부에서는 IT, BT, NT, ET, ST 등 5T 산업의 육성에 중점을 둔 가운데 차세대 성장동력 기술 개발도 적극적으로 추진하였다.

이명박 정부에서는 신재생에너지, 탄소저감에너지, 고도 물처리 산업, LED 응용, 그린수소시스템, 첨단그린도시 등 녹색기술산업을 적극적으로 육성하고 방송통신 융합산업, IT융합시스템, 로봇 응용, 신소재·나노융합, 바이오제약, 고부가 식품산업 등 첨단융합산업과 글로벌 헬스케어, 글로벌 교육서비스, 녹색 금융, 콘텐츠·소프트웨어, MICE·관광 등 고부가서비스산업 육성을 적극적으로 추진하였다.

박근혜 정부는 웨어러블 스마트디바이스, 자율주행 자동차, 무인항공기 시스템, 해양플랜트, 첨단소재 가공, 국민 안전·건강 로봇 등 시스템 산업과 고효율 발전시스템, 저손실 송배전시스템 등 에너지산업을 집중육성하고 탄소소재, 첨단산업용 비철 금속 소재 등 소재부품산업과 개인맞춤형 건강관리 시스템, 나노기반 생체모사, 가상·혼련 플랫폼 등 창업산업에 대한 육성 정책도 적극적으로 실시하였다.

한편 문재인 정부에서는 4차산업혁명 및 디지털 경제에 적극적으로 대응하고자 DNA, BIG3, 수송, 건강관리, 헬스, 에너지 등의 산업에 대해 정책적으로 지원하고 있다.

〈표 1-1〉 참여 정부 이후 정부별 신산업 정책 현황

참여정부 2003~2008	MB정부 2008~2013	박근혜 정부 2013~2017	현 정부 2017~현재
<ul style="list-style-type: none"> 5T(IT, BT: 생명공학기술, NT: 나노기술, ET: 환경기술, ST: 항공기술) 차세대 성장동력 기술 (디지털 TV, 디스플레이, 지능형 로봇, 미래형자동차) 	<ul style="list-style-type: none"> 녹색기술산업 (신재생에너지, 탄소저감에너지, 고도 물처리 산업, LED 응용, 그린수소시스템, 첨단그린도시) 첨단융합산업 (방송통신 융합산 	<ul style="list-style-type: none"> 시스템산업(웨어러블 스마트디바이스, 자율주행 자동차, 무인항공기 시스템, 해양플랜트, 첨단소재 가공, 국민 안전·건강 로봇) 에너지 산업(고효 	<ul style="list-style-type: none"> DNA (데이터·AI, 5G) BIG3 (시스템반도체, 바이오헬스, 미래차) 수송 (전기·수소 자동차, 자율주행차, 친환경스마트 해양플랜트) 건강관리(디지털 헬스케어, 맞춤형

<p>차, 차세대 반도체, 차세대 이동통신, 디지털 홈, 디지털 콘텐츠, 차세대전지, 바이오 신약)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 기술혁신 정책을 민간기업의 수요에 맞추어 추진함으로써 투입대비성과를 극대화하기 위해 기업이 기술혁신에 주력하고, 정부는 이를 적극 뒷받침 ▪ 범국가적인 차원에서 5T가 전략적으로 추진되고 있는 상황에서 급격한 변화의 시대에 대비할 필요 ▪ 차세대 성장동력 기술 등 핵심기술의 효율적 개발로 기술선점 	<p>업, IT융합시스템, 로봇 응용, 신소재, 나노융합, 바이오제약, 고부가식품산업)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 고부가서비스산업 (글로벌 헬스케어, 글로벌 교육서비스, 녹색 금융, 콘텐츠, 소프트웨어, MICE · 관광) ▪ 세계적인 경제침체에 따른 일자리 창출 등 단기 위기대책과 동시에 포스트 금융위기에 대비하기 위해 녹색성장을 통한 미래준비 ▪ 산업기술 융합 · 확산 등에 효율적으로 대응하고 신성장동력, NewIT, 그린에너지 등 부문별 추진전략을 통합·조정 	<p>을 발전시스템, 저손실 송배전시스템)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 소재 부품산업 (탄소소재, 첨단산업용 비철금속 소재) ▪ 창의산업 (개인맞춤형 건강관리 시스템, 나노기반 생체모사, 가상훈련 플랫폼) ▪ 생태계 관점에서의 정부역할 설정 ▪ 정부의 역할을 주도(Leading)가 아닌, ①기획(Planning), ②연계(Linking), ③조성(Building), ④촉진(Facilitating)으로 전환 	<p>바이오 진단, 스마트 의료기기)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 생활(스마트홈, 서비스로봇, 웨어러블 디바이스, 미래형 디스플레이, 지능정보 서비스) ▪ 에너지(수소에너지, 재생에너지, 지능형 전력시스템, 에너지 효율 향상, 청정생산, 원자력 안전) ▪ 제조(첨단소재, 첨단제조공정, 차세대반도체, 스마트산업기계, 스마트 엔지니어링, 3D 프린팅) ▪ 세계 시장의 불확실성이 증대되는 상황에서 플랫폼 생태계를 선점한 소수 혁신기업이 시장을 주도 ▪ 신산업 육성을 통해 혁신성장 조기성과를 가시화하고 민간투자를 유도하기 위해 제2·제3의 반도체 산업 발굴에 총력
--	--	---	--

자료: 산업기술혁신계획을 바탕으로 저자 재구성

2. 성과와 한계점

각 시대별로 주요 핵심 기술 및 산업을 선정하여 R&D 지원 등을 중심으로 육성 정책을 실시하여 왔으며 최근 바이오 산업의 도약은 지난 20여년간의 정부 지원이 일정 부분 기여한 것으로 판단된다. 그러나 정부가 반드시 지원해야 하는 부문과 민간이 선도할 수 있는 부분에 대해 면밀히 검토하여 핵심 전략 산업에 투자해 왔다가 보다는 시대별로 주목받고 있는 산업 전반을 지원대상으로 하여 재정지원의 성과가 크게 나타나지는 않은 것으로 판단된다.

제3절 신성장산업 정책의 해외사례

1. 영국

영국정부는 글로벌 금융위기 이후 생산성 저하, 낮은 임금 증가율, 지역불균형 심화 등을 해소하기 위해 2017년 산업전략을 발표하였다. 영국 정부는 1980년대 대처 정부 이후의 자유주의, 런던 및 남부 중심의 경제정책은 금융서비스 산업에 대한 과도한 의존으로 영국의 산업 경쟁력이 저하되었다고 평가한 가운데 생산성 제고 및 소득창출력 향상을 위한 5대 생산성 기반 요소의 역량 강화를 통해 4대 도전적 과제 해결을 모색하고 있다.

〈표 1-2〉 영국 산업전략 주요 내용

	주요 내용
테레사 메이 정부	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 산업전략 발표(Industrial Strategy White Paper, 2017.11) - 산업전략위원회*(Industrial Strategy Council 발족, 2018.11) * 위원장 Andy Haldane 영란은행 수석이코노미스트 * 존슨 정부는 2021.3월 기업부내 산업전략국 폐지 ▪ 산업전략 목표 : 전영국에 걸쳐 생산성과 소득창출력을 높여 주는 경제창출 - 세계에서 가장 혁신적인 경제 - 모든 이에게 좋은 일자리와 소득창출력 향상을 제공 - 영국 사회기반시설의 대폭적인 업그레이드 - 창업과 기업 성장의 최적지 - 영국 전지역 사회의 번영 ▪ 5대 생산성 기반 요소 역량 제고 - 지식, 사람, 인프라, 기업 환경, 지역 ▪ 4대 분야 도전적 과제 해결 - 인공지능 및 데이터 경제 - 청정 성장(Clean Growth) - 미래형 모빌리티 - 고령화 사회
보리스 존슨 정부	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 지역간 격차 해소를 위한 Level Up 추진(2021.3) - 숙련(Skill) 제도 및 투자 확대 - 중앙 정부의 지역경제 육성 역할 확대 ▪ 인프라 개발 은행 신설 계획 발표(2021.3) - 기후 변화 대응 - 지역경제 성장 지원 ▪ 포스트 코로나 경제전략 발표 예정(2021.6~7월중)

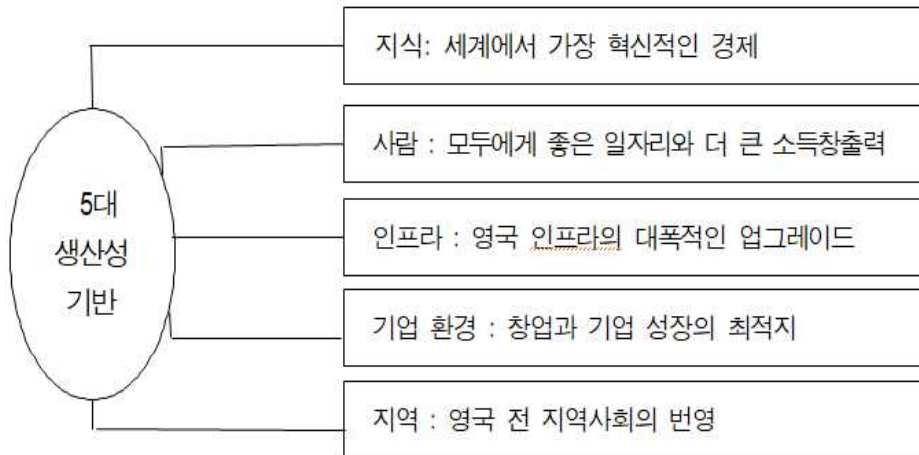
자료: 저자 작성

신자유주의의 혁신 정책은 기초연구, 고속런 인력 배출, 지식이전 마찰 해소 등 공급측면만 중시하여 산업연구 역량 약화 초래하였다는 반성하에 제조공공재(manufacturing Commons)에 대한 투자 확대를 통해 제품과 공정혁신 등 시장과 밀접한 R&D를 촉진하고 있다. 특히, 공공 R&D에 대한 투자를 확대하고 R&D 시설, 공급기업 네트워크, 비공식 지식 네트워크, 공식 숙련 교육시설 등 집단지식(collective knowledge) 창출을 위한 제조공공재에 투자를 확대하고 있다.

■ Box-1: 영국 산업전략(2017) 추진 방안

□ 5대 생산성 기반 요소의 역량 강화를 기반으로 4대 도전적 과제 해결 모색

[그림-B1] 전환 경제 비전 부합 5대 생산성 기반 요소



자료: 영국 산업전략 백서(2017)

<표-B1> 영국 4대 그랜드 챌린지

인공지능 및 데이터 경제	청정 성장
영국이 인공지능과 데이터 혁명의 선두에 서게 한다	세계의 청정성장 전환에서 영국 산업의 이점을 최대 활용한다
미래형 모빌리티	고령화 사회
사람, 재화, 서비스의 이동 방식에서 세계적인 리더가 된다	고령화 사회의 니즈를 충족하기 위해 혁신 능력을 강화한다

자료: 영국 산업전략 백서(2017)

□ 5대 생산성 기반 요소의 역량 강화를 위해 세계 인센티브 및 재정 확대 적극 추진

<표-B2> 5대 생산성 기반 요소 제고 주요 정책

분야	주요 내용
지식(Ideas)	<ul style="list-style-type: none"> 2027년까지 총 R&D 투자를 GDP의 2.4%로 인상 R&D 세금공제 비율을 12%로 인상 혁신의 가치를 포착하기 위해 신규 산업전략도전기금 (Industrial Strategy Challenge Fund)에 7억 2500만 파운드 투자
사람(People)	<ul style="list-style-type: none"> 세계적 수준의 영국 고등교육 시스템과 견줄만한 세계 최고 수준의 기술교육 시스템 구축 과학, 기술, 공학, 수학 (STEM) 기술의 부족을 해결하기 위해 수학, 디지털, 기술 교육에 4억 600만 파운드 추가 투자 디지털 및 구축 훈련 6400만 파운드 투자, 기술 재교육을 지원하는 국가재훈련계획 마련
인프라(Infrastructure)	<ul style="list-style-type: none"> 국가생산성투자기금(National Productivity Investment Fund)을 31억 파운드로 확대하고 교통, 주택, 디지털 인프라 투자 지원 전기차 충전 인프라에 4억 파운드 투자, 플러그인 자동차 보조금을 1억 파운드 증액하여 전기차 지원 5G에 1억 7600만 파운드, 지방도시 광통신 네트워크 구축에 2억 파운드 등 10억 파운드 이상의 공공 투자를 통해 디지털 인프라 강화
기업 환경 (Business Environment)	<ul style="list-style-type: none"> 산업 부문의 생산성 향상을 위하여 정부-산업간 업종별 협의체 구축, 생명과학·건설·인공지능·자동차 부문 필두로 추진 영국기업은행(British Business Bank)에서 조성되는 25억 파운드의 신규 투자기금을 포함해 혁신적이고 잠재력이 높은 기업에 200억 파운드 이상 투자 생산성이 낮은 기업, 소위 하위부문(long tail) 등 중소기업의 생산성과 성장을 향상시킬 수 있는 가장 효과적인 조치들에 대한 검토
지역(Places)	<ul style="list-style-type: none"> 지역의 강점을 기반으로 경제적 기회를 제공하는 지역산업 전략 마련 시내 교통에 17억 파운드의 도시전환기금(Transforming Cities Fund) 신규 제공, 이 기금은 도시지역 안에서 연결망 개선을 통해 생산성 제고 프로젝트에 지원 교육개발포상(Teacher Development Premium) 시범사업 추진에 4200만 파운드 제공, 이는 낙후된 지역에 근무하는 교사들의 전문성 개발을 위한 예산 1000 파운드의 효과 테스트

자료: 영국 산업전략 백서(2017)

2. 미국, 중국, 유럽의 산업전략

최근 미국, 중국, 유럽 등도 산업경쟁력 제고를 위한 산업전략을 적극적으로 추진하고 있다. 미국은 주요 산업의 공급망 재건을 중심으로 첨단 제조업 육성 정책을 추진하고 있으며, 중국은 제조 2025이후 7대 신형 인프라에 대한 투자 계획을 발표한 가운데 쌍순환 정책을 통해 산업경쟁력 강화를 모색하고 있다. 유럽은 디지털 단일 시장 및 그린 딜을 중심으로 산업전략을 추진하고 있다.

〈표 1-3〉 미국, 중국, 유럽 산업전략 주요 내용

	주요 내용
미국	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 바이 아메리카 및 첨단 제조 육성 정책(바이든 정부) <ul style="list-style-type: none"> - 5G, 미래차 등 첨단 제조업 육성 ▪ 공급망 취약성 검토 및 정책 대응 발표 <ul style="list-style-type: none"> ① 주요 공급망 분야 : 반도체제조·첨단 패키징, 대용량 배터리, 희토류, 활성 바이오 요소 ② 공급망 취약 요인 <ul style="list-style-type: none"> ① 미국 제조역량 부족 ② 민간 시장의 인센티브 왜곡 및 단견주의 ③ 경쟁국의 산업정책 ④ 특정 지역 공급망 집중 ⑤ 제한적 국제 공조 ③ 정책 제언 <ul style="list-style-type: none"> ① 생산 및 혁신역량 제고 ② 민간 투자 유도 ③ 핵심 산업에 대한 정부의 구매 및 투자 역할 강화 ④ 국제 통상질서 재정립 ⑤ 동맹국과 협력 강화 ⑥ 공급망 재건을 위한 중단기적 모니터링 강화 ▪ 혁신·경쟁법(6.8 상원 통과)을 통해 4대 분야 공급망 강화 방안 추진 <ul style="list-style-type: none"> ① 반도체: R&D에 540억달러 투자, 자동차용 반도체 육성에 20억달러 투입 ② 배터리: 170억달러 대출 프로그램 실시, 저장시설 확충에 2.6억달러 투자, 전문인력 양성에 1억달러 투입 ③ 희토류: 대출 예산 30억달러 편성, 필수 광물 생산 증대 위한 국제 투자 프로젝트 확대 ④ 의약품: 50~100개 핵심 의약품 미국내 생산 확대

8 2021~2025년 국가재정운용계획

중국	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 제조 2025 - 차세대 정보기술 산업, 고정밀 수치제어 공작기계 및 로봇, 항공우주, 해양·첨단 선박, 고속철도, 신에너지, 전력, 신재료, 바이오 및 의료기기, 농기계 분야 제조 육성 ▪ 7대 신형 인프라 투자 계획(2020) - 5G, IDC, AI, 산업인터넷, 특고압, 전기차·충전소, 궤도열차 등 7대 분야에 향후 5년간 10조 위안 투자
유럽	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 유럽 산업전략(2020) - 디지털 단일 시장 강화, 글로벌 공정경쟁 강화, 기술중립 관련 산업 지원, 순환경계 구축

자료: 저자 정리

한편, 유럽의 집행위원회는 탄소중립 정책의 일환으로 기술표준, 수소 규제 및 정의 관련 국제논의를 선도하는 수소 전략을 2020년 8월 발표하였다.

〈표 1-4〉 탄소중립 위한 유럽 수소 전략 주요 내용

구분		주요 내용
단계별 로드맵	1단계 (20~24)	▪ 재생전기분해(6GW) 및 저탄소 수소 개발
	2단계 (25~30)	▪ 40GW 수소전기분해, EU내 천만톤 수소 생산
	3단계 (30~50)	▪ 재생수소 기술 성숙, 모든 산업분야 탈탄소 실현
투자		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2020~2030년중 240~420억유로 투자 필요 ▪ 2020~2050년중 1800~4700억유로 투자 필요
수요창출		▪ 정유, 철강, 교통 등 산업 및 모빌리티 분야의 수소 활용 촉진
수소인프라 및 제도		▪ 수소 생산, 운송 인프라 구축, 수소시장 경쟁제도 정비
국제논의 주도		▪ 기술 표준, 수소 규제 및 정의 국제 논의 주도

자료: European Commission(2020.8.7.), "A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe"

제4절 정책적 시사점

산업정책은 정부가 특정산업에 영향을 주는 다양한 정책을 활용하여 경제에 개입하는 것으로 과거 선진국 및 개도국의 경제개발 시대에 활용되어 왔으나 1980년대~2000년대 중 전 세계적으로 시장중심 경제정책(market-oriented economy policy) 확산으로 산업정책에 대한 부정적 인식이 확산되었다. 최근 중국 등 후발국 뿐만 아니라 선진국에서도 자국 또는 역내 산업경쟁력을 제고하고자 산업전략을 적극적으로 추진하고 있다. 특히 시장에 의한 자생적 산업생태계 조성을 선호해왔던 미국의 경우 국가 안보적 차원에서 첨단 제조업 육성을 적극적으로 추진하고 있다.

우리나라의 경우에도 특정 산업에 대한 직접 지원 금지라는 국제사회의 규범을 준수하는 가운데 생산성을 제고하고 새로운 성장 주도 산업을 육성하기 위한 경제 전략을 추진하여야 한다.

특히, 4차 산업 혁명과 디지털 경제 도래로 새로운 성장 산업으로 부상하고 있는 시스템반도체와 미래형 차에 대한 육성 정책과 코로나19 이후 신성장 산업으로 주목 받고 있는 바이오 산업의 육성을 위한 심층 분석이 필요하다. 또한 탄소중립 달성을 위해 반드시 필요한 수소경제에 대해서도 핵심기술력 제고를 비롯한 수소생태계 구축을 위한 노력이 절실하다.

참고문헌

산업통상자원부(2019), “제7차 산업기술혁신계획(’2019~2023)”

US White House(2021), “Building Resilient Supply Chains, Revitalizing American Manufacturing ,
Ana Fostering Broad-Based Growth”

UK Government(2017), “Industrial Strategy : Building a Britain fit for the future”

Financial Times(2021.5.10.), “US-China rivalry drives the retreat of market economics : Industrial
policy is back in fashion as geopolitical tensions increase”

European Commission(2020), “Making Europe’s business future-ready: A new Industrial Strategy for
a global, competitivegreen and digital Europe”

European Commission(2020), “A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe”

European Commission(2021), Updating the 2020 New Industrial Strategy: Building a stronger Single
Market for Europe’s recovery”

제2장

수소산업 발전을 위한 재정지원 방향²⁾

제1절 해외 수소경제 동향

1. 주요국 현황

글로벌 수소경제는 에너지안보와 친환경적 에너지라는 두 가지 배경을 큰 축으로 부상하고 있다. 국제적 협력을 이끄는 대표적인 국제기구로는 국제수소연료전지파트너십(IPHE)³⁾, 수소위원회(Hydrogen Council)⁴⁾ 등이 있으며, 이와 같은 국제기구를 통해 각국 정부와 민간 영역에서 활발한 협력이 이루어지고 있다.

주요국들은 앞서 언급한 에너지안보와 친환경 에너지 확보를 큰 목표로 각국이 보유한 현 시점의 강점에서 시작하여 수소생태계를 구축하려는 전략을 취하고 있다.

일본의 수소경제 전략은 지난 후쿠시마 원전 사고 이후 환경문제를 넘어 에너지 안보 강화 차원으로 주목하고 있으며, 수소 공급부터 저장·운송, 활용 전 분야를 아우르는 정책목표와 전략을 제시하고 있다. ‘수소·연료전지 전략 로드맵(3차 개정)’이 지난 2019년 3월 발표되었으며, 그 이전에 2017년 ‘수소기본전략’과 2018년 ‘제5차 에너지 기본계획’을 통해 정책 목표와 실행방안을 구체적으로 제시하고 있다. 일본 수소 전략은 우선 화석연료 수준의 가격으로 수소를 공급하는 것을 목표로 하며 그 추진 전략으로써 적극적인 해외 수소 생산 및 도입과 일본 내 재생에너지 활용 수소 생산의 확대를 채택하였다. 적극적인 국제 수소 서플라이체인 구축이 타 국가와 차

2) 한국과학기술기획평가원 김선재 연구위원, 이선명 위촉연구원 작성

3) 국제수소연료전지파트너십(IPHE)은 수소경제 조기구현을 위한 국가 간 협력 및 효과적인 실행방안을 돕는 국제기구로서 2003년 출범하여 공동 연구, 정책개발, 포럼개최 등 다양한 활동 중

4) 수소위원회는 2017년 다보스 포럼에서 발족한 글로벌 기업 CEO 협의체로 현대차, 에어리퀴드 등 완성차 업체부터 에너지업체까지 총 81개 회원사가 참여 중

별화되는 일본의 전략이며, 일본 신에너지·산업기술종합개발기구(NEDO)의 지원으로 2015년부터 호주, 브루나이 등 해외 사이트에서 수소를 생산, 도입하는 것을 목표로 선박을 활용한 수소저장·이송, 액화수소 국내 공급망 구축 등 다양한 실증을 진행 중이다. 수소 활용 부분에서는 수소발전, 운송, 산업공정, 연료전지 기술로 구분하여 2030년 상용화 및 수익성 확보로 자립적 산업생태계 구축을 목표로하고 있다. 현재 토요타 미라이와 가정용 연료전지 에네팜의 보급으로 운송 분야와 연료전지 분야는 목표 달성이 가능한 것으로 평가되지만 수소발전 부문에서는 다소 뒤쳐져있다고 평가된다.

미국의 수소경제 역시 1970년대 오일쇼크로 인한 에너지 안보 차원에서 검토된 후 1990년 에너지부(DOE)가 주무부처로 지정되었으며 그 중에서도 에너지효율 및 재생에너지국(Energy Efficiency and Renewable Energy, EERE) 주도로 정부 연구개발이 본격화 되었다. 부시(G.W. Bush) 행정부는 수소·연료전지를 국가 전략목표로 설정하여 2005년부터 관련 예산을 대폭 증가시켰으며 이와 같은 대규모 예산 투입은 오바마 정부가 출범 전인 2010년까지 지속되었다. 오바마 정부는 신재생에너지 중 풍력과 태양광에 예산을 집중하여 상대적으로 수소·연료전지 예산이 대폭 삭감된 것으로 보이나 2005년 이전 수준과 비교하였을 때는 감소폭이 크지 않다. 트럼프 정부 수립 이후에는 ‘미국 최우선 에너지 정책’ 기조로 인해 수소·연료전지 R&D 예산이 감소 추세였으나, 바이든은 취임 전, 수소경제 생태계를 포함한 청정에너지 부문에 대한 정부의 과감한 투자를 공약으로 제시하였으며, 본격적인 바이든 행정부 출범 이후 화석연료 기반 수소 생산·운송·저장·활용 분야에 지원을 위한 1억 6000만 달러 규모의 기금을 조성하는 등 수소경제 활성화가 가속화 될 것으로 전망된다.

EU는 풍부한 재생에너지 생산량과 촘촘한 에너지그리드를 기반으로 수소생태계 구축을 구상하고 있다. 재생에너지의 간헐성과 부하변동에 대응하기 위해 잉여 전력으로 수소를 생산해 저장하는 P2G 방식의 그린수소 생산하는 방향을 강조하고 있다. 독일의 수소경제에 대한 논의가 확장되어 온 출발선에는 재생에너지로의 전환과 이에 따라 요구되는 에너지 운반체(energy carrier)로써의 수소가 있다. ‘환경문제 해결에 기여하고 새로운 가치사슬 형성을 통해 독일 기업의 경쟁력을 강화시켜줄 수단’으로써 수소에 접근하고 있으며 실행방안으로 ‘국가수소전략(NWS, Die Nationale Wasserstoffstrategie)’와 두 차례의 ‘국가 수소 및 연료전지기술 혁신프로그램(NIP, Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie)’을 발표, 진행하고 있다. 제 1차 NIP는 2006년부터 2016년까지 진행되며 독일연방 교통·디지털인프라부(BMVI)와 경제에너지부(BMVI) 주도로 수소차, 수소충전소, 연료전지 발전 등 분야의 R&D와 실증을 추진하여 연구실 수준의 산업을 시장으로 연계했다고 평가된다. 제2차 NIP(2016~2026년)에서는 수소기술 시장의 활성화와 관련 인프라 구

축에 방점을 찍고 R&D를 동반한 지원을 진행하고 있다. 제2차 NIP의 일환으로 진행되는 HyLand 프로젝트는 통합적이고 지역적인 차원에서 지역을 3단계(HyStarter, HyExpert, HyPerformer)로 구분하여 수준에 맞는 단계별 지원을 한다는 점에 주목할 필요가 있다. 독일의 최근 수소관련 정책으로는 2020년 ‘국가수소전략’이 발표되었으며, 동 정책에서는 1단계(~2023년)를 시장 확대와 기회 활용 시기, 2단계(~2030년)를 국내의 시장강화 시기로 보고 단계적 정책 추진을 하고 있다.

2. 해외 선도그룹 현황

가. 생산

수소 생산 기술은 단기적으로는 CCS를 갖춘 추출방식이 적절한 대안이 될 것이며, 수전해 생산은 경제성 및 친환경성 확보를 위해 재생에너지 발전량 확대와 수전해 기술에 대한 추가적인 R&D가 요구된다.

수소생산 부문 국내기업들 중 에이치엔파워, 엘캠텍, 제이앤케이히터 등이 기술력은 보유하고 있으나, 기업 규모 측면에서는 에어프로덕츠코리아, 에어리퀴드코리아, 린데 코리아 등 해외기업의 한국지사에게 크게 미치지 못하는 것으로 파악된다.

글로벌 시장에서는 일본(오사카가스⁵⁾), 독일(린데⁶⁾) 등의 일부 기업이 수소충전소 및 화학공장용 개질 방식 수소생산 시스템을 출시하였으며, 특히 일본은 해외에서 저렴하게 수소를 생산하여 국내로 도입하는 방안을 준비 중이다. 일본의 해외수소 도입 방안은 호주 등의 저품질 석탄을 이용한 개질 방식 수소 생산을 계획하고 있으며, 이를 위해 액체 수소 저장·이송 기술과 연계하여 추진하고 있다. 미국의 CB&I는 인도에 펫코크를 사용해 1일 2만 톤의 수소를 생산하는 플랜트를 건설 중이다. 일본과 미국의 일부 기업에서 진행하고 있는 수소 생산 산업은 기술적으로는 여전히 그레이수소에 머무르고 있으며, 차세대 상용화 단계로는 CCUS 기술을 적용한 블루수소 생산이 다음 단계가 될 것으로 보인다. 향후 5년 정도의 재정운영 계획에 있어서는 재생에너지와 연계한 그린 수소 산업에 대한 시급성은 상대적으로 낮은 편이며, 기초원천 기술의 개발과 실증에 집중하는 것이 적절한 것으로 보인다.

5) ‘00년대 초부터 5~300Nm³/h 규모의 수소충전소용 중규모 천연가스 개질시스템 개발 및 판매

6) 수소충전소 및 화학공장용 330~1,000Nm³/h급 천연가스 개질 수소생산 시스템 개발

나. 저장·이송

수소 저장·이송 기술은 고압기체 방식 외에는 산업 저변이 넓지 않은 상황이며, 액상, 액화 저장·이송 기술이 높은 저장밀도로 차세대 기술로 전망되고 있다. 주요 선도국가에는 미국과 일본이 있으며, 수송용 고압기체 용기는 우리나라에서도 기술 개발을 통해 제품을 생산하고 있으나 소재 단위의 원천기술은 여전히 일본 등 선도국과 기술격차를 보이고 있다.

수소 저장 기술은 궁극적으로 액화수소, 액체수소 등 액체 상태의 수소를 지향하고 있으며, 이를 위한 기술개발이 미국, 프랑스, 독일 등에서 이루어지고 있다. 주요 기업으로는 미국의 Praxair, Air Product & Chemical, 프랑스의 Air Liquid, 독일의 Lindes가 있고 수소액화플랜트의 건설이 진행되고 있으며 현재 경제성 확보보다는 플랜트 설계 기술과 운영을 통한 기술개선과 원천기술의 확보에 집중하고 있다.

수소를 극저온 상태로 저장·이송하는 액화 수소 기술은 전 세계적으로도 기초단계에 머무르고 있으며, 기술수준이 가장 높은 국가는 미국과 일본이다. 미국은 NASA의 Kennedy 우주센터에서 주로 기술개발을 주도해 왔으며 1950년대부터 우주개발 프로그램의 일환으로 액화 수소에 대한 연구를 이어왔으며 이를 통해 30만m³ 규모로 1천일 이상 저장가능한 상용화 시설 실증에 성공하였다. 미국의 air products는 34톤급 액화플랜트 운영 중이며, 일본의 JSW는 900bar Type1 충전소 용기를 상용화하여 판매 중이다. 우리나라의 액화기술은 현재 액화플랜트 기술과 인프라를 개발 중에 있다.

일본은 수소에너지 연구개발 계획인 WE-NET(World Energy NETwork)를 중심으로 대용량 고밀도 수소 기술 개발을 이어왔으며, 세계 최초로 액체수소 운반선의 실증, 건조에 성공했다. 가와사키 중공업은 LNG 운송선박과 유사한 방식으로 액체 수소 운반선을 건조한 바 있으며, 이는 호주 생산 수소 도입에 적용될 계획이다.

다. 활용

1) 자동차

전 세계적으로 수소전기차 분야의 세계 선도그룹은 한국과 일본이다. 현 시점에서 시장 경쟁력을 갖춘 수소전기차 시장에 양산형 모델을 출시한 기업은 한국의 현대차와 일본의 토요타, 혼다가 있다. 수소승용차 분야는 현대차가 넥쏘를 출시한 후 2020년까지 글로벌 최고 판매량을 기록하였으나, 2020년 일본의 토요타가 미라이2를 출시하여 현재 판매량을 추격 중에 있는데, 기존의 미라이와 기술적으로 크게 달라

진 점은 없으나 연비, 주행거리 등에서 개선이 이루어진 것으로 알려져 있다. 현대차에서는 2023년 넥쏘 후속모델 출시를 계획하고 있어 승용 수소전기차 시장의 경쟁이 심화될 것으로 전망된다. 한국, 일본 외 주요 완성차 메이커들은 토요타, 현대차 등과의 협력을 통해 수소전기차 시장 진출을 추진 중에 있다.

상용차 부문의 수소전기차는 중국이 연간 1천대 이상을 생산하며 세계시장을 선도하고 있다. 상용 수소전기차에 적용되는 연료전지는 주로 캐나다의 발라드사 또는 일본의 토요타와 협력을 통해 차량을 생산하고 있으며, 국내 기업과의 기술격차는 일부 있으나 추격 가능한 수준으로 평가되고 있다. 중국 외에도 미국의 StreetScooter 사는 DHL 사와 협력을 통해 수소밴을 개발하고, 독일의 보쉬와 다임러가 협력하여 수소트럭을 개발하는 등 미국, 유럽의 연구개발도 활발히 진행되고 있다.

2) 고정형 연료전지

고정형 연료전지 산업은 크게 발전용 연료전지 시장과 가정·건물용 연료전지 시장으로 구분할 수 있다.

발전용 연료전지 시장은 독립적 수급에 의한 시장이라기보다는 RPS(공급의무화 제도) 등 정책적 의존도가 높은 산업이다. 발전용 연료전지 글로벌 시장에서 경쟁력을 갖춘 기업은 미국의 Bloom Energy, Fuel Cell Energy 2개 기업과 한국의 두산퓨얼셀, 포스코에너지 2개 기업까지 총 4개 기업이 시장을 주도하고 있다. 기술적으로 가장 선도적인 기업은 미국의 Bloom Energy로 제한적인 미국 내 수요 대부분을 점유하고 있으며, 특히 SOFC 발전용 시스템을 최초 상용화하는 등 기술 경쟁력을 갖춘 것으로 평가되며, 최근 SK건설과의 합작법인 블룸SK퓨얼셀을 통해 세계 최대 시장인 국내 시장에도 진출하였다. SOFC 시스템 시장에는 상용화 제품 출시를 위해 교세라, 다나카, 이시후쿠 금속 등 일본기업과 듀폰 등 미국 기업이 셀스택, 촉매, 전해질막 기술개발을 진행하고 있다.

건물용 시장은 일본의 Panasonic, Aisin Seiki, Toshiba 등 3사가 독점하고 있으며, 그 배경에는 일본 정부의 적극적인 보조금 정책에 의한 에네팜 보급과 이에 따른 산업생태계 구축으로 볼 수 있다. 일본 정부의 가정용 연료전지 보급 정책이 시장으로 성공적인 연계를 이룰 수 있었던 것은 2011년 동일본 대지진 등 재난대책 목적의 분산발전에 대한 수요가 작용한 것으로 평가된다. 일본은 지난 2009년 이미 파나소닉, 도시바 등의 협력을 통해 통합브랜드 에네팜을 출시하였으며, 이후 지속적인 연구개발과 대규모 실증 및 보급을 통해 제품 고효율화, 장수명화, 저가화를 진행하였다. 결과적으로 2020년 약 37만대를 보급하였다.

3) 수소연료전지선박

수소선박 분야의 기술은 전통적인 조선기술 선도국인 노르웨이, 스웨덴 등 북유럽 국가가 선도하고 있으며, 미국, 캐나다, 일본, 한국 등이 기술개발 중이다. 수소연료전지선박은 R&D 단계에 있어 시장을 주도하는 기업은 없으나, 기술 측면에서의 차이를 보이고 있다. 주요국의 기술동향은 다음과 같다.

노르웨이의 수소연료전지 전문 컨소시엄 Hyon AS는 2018년 세계 최초로 선박용 수소연료전지(100kW급, PEMFC)의 DNV-GL선급 기본승인을 획득하였으며, 해당 선박용 연료전지 모듈을 노르웨이 Pilot-E 프로그램의 고속 페리프로젝트(Project ZEFF/SeaShuttle)에 공급한 바 있다.

캐나다의 발라드사는 스웨덴의 ABB사와 공동개발을 통해 200kW급 선박용 연료전지 시스템인 FC Wave(200kW 모듈)를 출시한 바 있으며, 미국의 국가 연구기관 Sandia Energy는 고속 수소연료전지 추진(4.92MW PEMFC)여객선을 개발하는 SF-Breeze 프로젝트 진행 중에 있다.

일본에서는 NEDO(일본 신에너지·산업기술종합개발기구)의 지원 하에 고효율 연료전지를 탑재한 수소선박의 상용화 실증프로젝트⁷⁾의 추진을 계획하고 있다.

7) 선박 설계, 운영 시스템 개발(니폰유센), 연료전지(도시바에너지시스템), 액화수소 연료공급 시스템(가와사키중공업), 액체수소 병커링(에네오스)

제2절 국내 수소경제 현황 및 전망

1. 추진현황

수소경제는 수소를 주요 에너지원으로 사용하는 경제산업 구조로서 화석연료 중심의 에너지 시스템에서 벗어나 수소를 활용하는 수송 수단 및 발전 등을 늘리고, 이를 위해 수소를 안정적으로 생산·저장·운송하는데 필요한 모든 분야의 산업과 시장을 새롭게 만들어내는 경제시스템이다.

2019년 1월 발표된 ‘수소경제 활성화 로드맵’ 이후, 우리나라는 수소전기차 및 연료전지 세계시장 점유율 1위 달성을 목표로 연구개발 및 인프라 등 재정 투자를 진행해왔으며, 에너지와 자동차 부문을 중심으로 일정한 성과를 내고 있다.

수소경제 정책은 ‘제3차 에너지 기본계획(‘19.6)’에도 명시되어 있다. ‘40년까지 수소차 290만대 보급, 수소의 연료/발전용 활용 확대(526만 톤) 및 공급 시스템 확충 등이 적시되어 있다. 또한 ‘수소경제 표준화 전략로드맵(‘19.4)’에서는 수소공급, 모빌리티 및 에너지 분야의 표준/인증 선도를 위한 구체적인 목표를 제시하고 있다. 수소경제 활성화 로드맵의 세부 기술 구현을 위해 제시된 ‘수소 기술개발 로드맵(‘19.10)’은 가치사슬별 성능 및 경제성 향상을 위한 핵심부품 국산화 및 R&D 추진 계획을 등을 구체적으로 제시하였다.

이러한 수소경제의 추진은 '20년 이후 발표된 그린뉴딜 전략 및 탄소중립 추진전략 내에서도 중요한 포지셔닝을 차지한다. 수소는 재생에너지 증가에 따른 간헐성/변동성 등을 보완할 수 있는 대용량 에너지 저장 수단일 뿐 아니라 수송, 화학 등 활용 산업에서 온실가스 저감에 기여할 수 있기 때문이다.

이처럼 최근 3년간 급속도로 추진계획이 발표되고 있는 수소경제의 주요 목표는 다음과 같다. 우선 '40년까지 수소전기차 620만대 생산 및 충전소 1,200소 구축, 발전용 연료전지 15GW 및 가정·건물용 2.1GW 보급 등 활용산업을 활성화한다. 또한 이를 위해 '40년까지 수소공급을 526만 톤(연간) 및 3,000원/kg을 달성하며 연관된 저장 및 운송 인프라 확보와 제도적 기반을 마련하고자 한다.

최근 제3차 수소경제위원회에서 정부는 '21년도에 수소경제 연구개발, 인프라 및 시범도시 등에 8,244억 원을 지원, 민간부문에 '30년까지 43조원 규모의 투자를 계획하고 있다고 발표하였다.

[그림 2-1] 수소경제 주요 분야별 투자계획(안)

	As-Is		To-Be	
생산	■ 그레이 수소에서 청정수소(블루, 그린) 수소로 생산 패러다임 전환			
	그레이수소 (부생, 추출)	⇒	그린수소(수전해) · 수전해 R&D 및 실증, 생산기지 구축	블루수소(CCUS) · CCUS 설비투자, CO ₂ 운송선박 건조
저장 · 운송	■ 고압기체수소에서 저압·고효율 액화·액상 등으로 다양화			
	고압기체	⇒	액화수소·충전소	그린암모니아
활용	■ 모빌리티 다양화, 연료전지보급 확산·수소혼소발전 등			
	승용차	⇒	상용차	건설기계
	연료전지(RPS)		연료전지(HPS)	수소혼소발전

자료: 관계부처 합동 보도자료(2021. 3. 2.)

이러한 점을 종합해볼 때 수소경제는 산업과 사회 전반에 높은 파급력을 갖고 있으며, 원천 기술 개발 뿐 아니라 사회 수용성 확보와 연관 산업과의 시너지 등 다양한 관점에서 검토하여 국가 재정을 지원해야 함을 알 수 있다.

2. 기술 분류 및 수준

수소경제를 구성하는 기술을 생산, 저장·이송, 활용 (자동차, 선박, 철도, 발전용 연료전지) 단계로 구분하고, 각 단계를 구성하는 기술체계를 제시한 후 세부 기술별 수준과 이슈를 도출하고자 한다. 기본적으로 기술적 완성도에 따라 요구되는 재정 투입 요소가 달라질 것이며, 정부와 민간 영역의 역할에도 차이를 보일 것으로 예상된다. 또한 재정 투입 우선순위를 설정하는 과정에서도 기술 분류에 근거한 의사결정이 중요할 것으로 판단된다.

가. 수소 생산

수소 생산 기술은 1차적으로 사용되는 원료에 따라 구분할 수 있으며, 2차적으로는 사용되는 에너지원과 화학반응에 의해 분류된다. 원료로는 탄소자원(연료), 바이오매스 및 폐자원, 물 등이 사용될 수 있으며, 사용되는 에너지원과 화학반응은 개질(추출), 가스화, 광분해, 열분해, 원자력 등 다양한 종류로 분류된다.

또 다른 분류 방법으로는 생산과정에서의 친환경성⁸⁾에 따라 그레이수소, 블루수

〈표 2-1〉 수소 생산기술 분류

원료	에너지원 및 화학반응	
연료 이용 수소 생산	개질 반응	가스연료(LNG, LPG) 개질
		부생가스 개질
		합성연료(메탄올, DME) 개질
	가스화 반응	석탄/펄코크 가스화
바이오매스/폐자원 이용 수소 생산	생물학적 전환 반응	생물학적 CO 전환
	가연성 폐자원 가스화	가연성 폐자원 가스화
	바이오매스 가스화	바이오매스 가스화
	생물학적 발효	생물학적 발효
물분해 수소 생산	수전해(전기 분해)	알칼리 수전해(AEC)
		고분자전해질 수전해(PEMEC)
		고체산화물 수전해(SOEC)
	광 분해	광전기화학(PEC)
		광촉매
		광생물학
	열 분해	열화학사이클
		레독스사이클
원자력	초고온가스로	

자료: 김기봉·김태경(2021)

소, 그린수소로 구분되기도 한다. 이 외에 부생수소도 수소 공급의 한 가지 방식이며 현재 우리나라 수소공급의 큰 비중을 차지하고 있으나, 이는 수소 생산을 위한 단독 공정으로 볼 수는 없으며 추가적인 기술개발의 필요성은 크지 않은 상황이다.

또한 수소 생산에 투입되는 에너지원에 따른 구분도 가능하며, 크게 탄소자원 기반, 재생전력 기반, 열에너지 기반 수소생산으로 구분이 가능하다. 탄소자원 기반 수소 생산은 현재 수소생산량의 대부분을 차지하는 부생수소와 추출(개질)수소가 이에 해당하며 화석연료 기반 수소생산 방식으로 전주기적 탄소배출 이슈에서 자유롭지 않아 궁극적인 생산방식으로는 한계가 있다. 현재 가장 많이 사용되는 추출방식은 수증기 개질 반응기(SMR, Steam Methane Reformer) 방식으로 천연가스(주로 메탄)와 수증기를 700도 이상의 고온 반응기에 공급하여 수소를 생산하고 부산물로 이산화탄소가 배출되는 공정이다. 1kg의 수소를 생산하는 과정에서 11kg의 이산화탄소가 배출되어 그레이수소에 해당하고, 최근 기술개발 방향은 탄소포집·활용기술(CCUS)의 적용을 통한 블루수소화가 이루어지고 있다. 이 외에도 탄소자원 기반 수소 생산방식으로는 수증기 없이 메탄만을 반응시키는 메탄 직접분해 수소생산 방식과 폐자원

8) 생산과정에서의 친환경성에 따라 구분되며, 그레이수소는 탄소배출이 있고 블루수소는 탄소배출 후 포집 및 활용이 가능하고, 그린수소는 탄소배출이 없다.

및 바이오매스의 유기물을 가스화(일산화탄소, 수소가스, 이산화탄소 등)하여 이를 수소생산에 활용하는 폐자원/바이오매스 이용 수소생산 기술 등이 있다.

〈표 2-2〉 수전해 기술별 주요 특성

주요 기술특성	AEC	PEMEC	SOEC
전해질	알칼리 용액	양이온 교환막	이온전도성 고체산화물
촉매	Ni/Fe 등	Pt, Ir 등	Ni 도핑 세라믹 등
특징	현재 가장 성숙한 기술	상용화된 최신 기술, 가동·정지 특성 우수	고온 고효율, 연료전지로 운영
단점	시스템 재가동 시, 0.5~1시간 소요	수명 및 내구성	개발단계(현재 상용화되지 않음)
적용분야	중대형 시스템	고압 소형시스템	대형 시스템
작동온도(℃)	40~80	65~220	600~1,000
작동압력(bar)	30 미만	30 미만	10 미만
전류밀도(mA/cm ²)	100~300	600~2,000	200 초과
시동 소요시간	1~5분	10초 이내	15분
스택 효율(% LHV*)	63~71	60~68	100
시스템 효율(% LHV*)	51~60	46~60	78~81
내구성(×1000시간)	55~120	60~100	8~20
초기비용(€/kW)	800~1,500	1,400~2,100	2,000

주: 2018년 기준으로 산출된 수치임 * LHV(Lower Heating Value) : 저위발열량(중발열 고려)
자료: 이태의(2020)

다음으로는 그린수소 생산의 주요 기술에 해당하는 재생전력 기반 수소생산 기술이 있다. 해당 방식은 재생에너지 발전으로 생산된 전력으로 물을 전기분해하여 수소를 생산하는 방식으로 수소생산 과정에서 탄소 등 환경오염물질을 배출하지 않는 무공해 수소생산 방식에 해당한다. 물을 전기분해하는 수전해 공정에는 전해조(EC, Electrolysis)가 이용되며 전해질의 종류에 따라 전해조의 종류가 결정된다. 현재 가장 유력한 기술 후보는 알칼리 수전해(AEC), 고분자전해질막 수전해(PEMEC)이다. AEC 방식은 초기 비용은 저렴하나 상대적으로 낮은 효율을 보이며, PEMEC는 높은 효율을 보이나 상대적으로 높은 초기 비용이 요구된다. 알칼리 수전해는 현재 상용화되어 가장 활발하게 활용 중인 기술이며, 주로 대규모 수전해 시설에 도입되고 있다. PEMEC는 AEC에 비해 고압에서 구동이 가능하며, 높은 전류밀도와 짧은 시동시간으로 유연성 측면에서 재생에너지 연계 생산에 적합할 것으로 보인다. 다만, 상업화를 위해서는 저가의 전해질막과 촉매 저감 개발이 필수적이다. 이 외에도 가장 높은 효율이 기대되는 고체산화물 방식(SOEC)도 기술개발 진행 중이나 상용화 수준에 도달

하지 못한 상황이다.

이 외에도 열에너지 기반 수소생산, 미생물 기반 수소생산 등 다양한 수소생산 기술이 존재하고 있으나, 수소생산 효율과 파급효과 등을 고려하였을 때 주요 대안으로 평가되기에는 기술적인 한계와 시장성 미흡 등의 문제를 지니고 있다.

나. 수소 저장·이송

1) 저장 기술

저장 기술은 수소를 저장하는 형태에 따라 결정된다. 크게 고체, 액체, 기체 상태의 수소로 저장되며, 액체 상태의 수소는 수소 자체를 극저온 냉각하여 저장하는 액화수소와 무기물 및 유기물과의 화학적 결합에 의해 액체 상태를 유지하는 액상수소로 구분된다. 수소 이송기술은 수소의 형태와 이송경로(육상, 해상 등)에 따라 요구되는 기술에 차이가 있다.

기체수소 저장기술은 제한된 체적의 용기에 최대한의 수소를 저장하기 위해 고압으로 가압하는 기술과 고압기체를 저장할 수 있는 용기제작 기술로 구성된다. 고압수소 저장용기는 사용되는 재료에 따라 [그림 2-2]와 같이 Type1부터 Type4까지 네 가지 방식으로 구분된다.

현재 수소전기차에 적용된 저장용기는 비금속 라이너와 탄소섬유 보강재로 제작된 Type4 방식이다. 이 외에 수소충전소, 수소이송용 튜브트레일러 등에서 가장 활용도가 높은 종류는 Type1 방식으로 금속의 고밀도 특성에 의해 수소 유출이 거의 없고, 수소와의 화학반응이 없다는 장점이 있다. 다만 중량 에너지밀도가 낮아 저장·이송 효율 개선 측면에서 대용량 Type4 방식의 용기가 이를 대체할 수 있도록 개발 중이다.

이와 달리 액상 저장은 액화수소의 장점인 높은 저장효율은 유지하면서 상온에서도 액체 상태를 유지하여 에너지 저장 비용이 낮은 방식이다. 액상 저장 방식은 생산된 대량의 수소를 무기 및 유기 화합물을 사용하여 화학적 결합을 통해 효율적이고 안전하게 저장할 수 있다. 화합물의 종류에 따라 다양한 형태가 가능하나, 저장·이송 밀도 및 효율, 결합·분리 공정의 안정성, 효율 등을 고려하였을 때 현재 유력한 후보물질은 암모니아와 액상유기화합물(LOHC, Liquid Organic Hydrogen Carrier)이다.

암모니아는 동일 부피 내 액화수소 대비 1.53배 많은 저장이 가능하며, 결합·분리를 위해 요구되는 기술과 인프라가 이미 개발되었다는 장점이 있다. 다만 부식성이 있고 독성 유기물질이므로 취급 시 주의가 필요하다. 그러므로 암모니아를 운반, 공급하는 인프라 안전성 확보와 인프라 구축 지역 내 수용성 등이 해소되어야 한다.

[그림 2-2] 기체수소 저장용기

Type1	Type2
 <p>금속 재질 라이너</p>	 <p>금속 재질 라이너 유리섬유 복합재</p>
<p>전체 용기가 금속재질 라이너로 구성</p>	<p>금속재질 라이너에 유리섬유 복합재료를 이용해 몸통 부분만 보강한 형태</p>
Type3	Type4
 <p>알루미늄 라이너 탄소섬유 복합재</p>	 <p>비금속 재질 라이너 탄소섬유 복합재</p>
<p>알루미늄 라이너 전체에 탄소섬유 복합재료를 보강한 형태</p>	<p>플라스틱과 같은 비금속 라이너에 탄소 섬유 복합재료를 용기 전체를 보강한 형태</p>

자료: 유영돈(2019)

LOHC의 대표적인 예로는 methylcyclohexane(MCH) (수소저장용량 6.1 wt%, 47.0 kg/m³), N-ethyl carbazole (수소저장용량 5.8wt%, 57 kg/m³), dibenzyltoluene (수소저장용량 6.2 wt%, 57kg/m³)의 수소화된 화합물 등이 있다. LOHC 방식은 아직까지 수소 추출 시 많은 에너지가 요구되고 있어 에너지 저감을 위한 소재, 공정기술 개발이 필요하며, 수소 저장과 추출 속도를 향상시킬 공정개선도 요구된다.

액화 수소 저장 기술은 기체수소를 -253℃ 이하로 액화하여 저장하는 방법으로 저장밀도가 700 bar로 압축 저장된 고압 기체수소의 저장밀도(40 kg/m³)대비 약 1.75 배 높아 대용량 저장과 이송에 적합한 기술이다. 증발손실을 획기적으로 줄이기 위한 방법으로 50K, 350 bar의 초임계상태로 저장하는 극저온 압축수소의 에너지 저장 밀도는 80 kg/m³로 현재 고압기체 저장방식에 비해 2배에 달하는 저장효율이 가능하다. 미국 DOE 발표에 따르면 액화수소 저장 상태 유지를 위해서는 많은 에너지 (11~15 kWh/kg-H₂)가 소요되므로 에너지저감 기술이 요청되나 현재 해외기술에 의존하고 있어 독자적 기술보유가 필요한 상황이다.

이외에 고체 수소저장 기술은 수소를 고체물질 및 무기 수소화물에 화학적 결합을 통해 저장하고 필요 시 기체 상태로 전환할 수 있는 소재 및 시스템 기술이다. 고체 저장 방식은 주로 금속물질에 수소를 결합시키는 방식으로 낮은 중량 에너지밀도 특성을 지녀 이송에는 적합하지 않으며, 주로 정치(定置)형 수소저장 매체로 연구가 진행되고 있다.

〈표 2-3〉 액체상태 수소저장 기술 비교

	암모니아(NH ₂)	LOHC	액화수소(H ₂)
목적	<ul style="list-style-type: none"> • 암모니아 직접 연소 • 수소를 추출하여 정화 후 연료전지에 사용 • 직접 연료전지에 사용 	<ul style="list-style-type: none"> • 수소를 추출하여 직접 연소 • 수소를 추출하여 정화 후 연료전지에 사용 	<ul style="list-style-type: none"> • 수소 직접 연소 • 연료전지에 사용
인프라	<ul style="list-style-type: none"> • 현존 프로판 인프라 사용 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 현존 가솔린 인프라 사용 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 대규모 시스템을 위한 추가 개발 구축 필요
자연발화 온도	651℃	283℃	535℃
장점	<ul style="list-style-type: none"> • 가장 저렴한 수소 저장 및 이송 수단 • 직접 사용 가능 • 현존 인프라 사용 가능 • 규제 정비 불필요 	<ul style="list-style-type: none"> • 액상상태로 저장 가능 (운송 손실 최소화) • 현존 인프라 사용 가능 • 규제 정비 불필요 	<ul style="list-style-type: none"> • 고순도 수소 • 탈수소화 및 정제 불필요
단점	<ul style="list-style-type: none"> • 탄화수소에 비해 낮은 반응성 • 자극적인 냄새와 독성으로 공인 엔지니어의 전문적인 처리 필요 • 수소 에너지의 13%가 탈수소화에 사용 • 정제과정 필요 	<ul style="list-style-type: none"> • 탈수소화 과정에 고온의 열원 필요 • 수소 에너지의 30%가 탈수소화에 사용 • 내구성 	<ul style="list-style-type: none"> • 극저온 요구 • 액화 과정에 많은 에너지/열 손실 • 액화 비용 절감 필요 • 수소 에너지의 45%가 액화에 사용 • 증발 손실 관리 필요 • 장기 저장 어려움
개발단계	<ul style="list-style-type: none"> • 연구개발 단계 • 일부는 시연 단계 진입 	<ul style="list-style-type: none"> • 시연 단계 	<ul style="list-style-type: none"> • 소규모 : 적용 단계 • 대규모 : 개발중
향후 과제	<ul style="list-style-type: none"> • 합성 과정에 높은 에너지 효율성 	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 효율적인 탈수소화 과정 • 탈수소화/수소화를 위한 촉매 	<ul style="list-style-type: none"> • 액화 과정의 효율 개선 • 운송/선적/하역 시스템에 대한 규제 정비 필요

자료: 이태의(2020)의 자료를 활용하여 연구진이 재구성

2) 이송 기술

수소 이송기술의 범위는 기체수소 육상이송, 액화수소 육상이동 그리고 해상이송으로 크게 구분할 수 있다. 기체수소 육상이송의 경우 이송 목적지의 수소 수요에 따라 적합한 방식이 결정되는 것이 적절하며, 대규모 수요처의 경우 파이프라인, 중·소

규모 수요처에는 실린더(용기) 또는 튜브트레일러(카트리지) 방식이 검토 가능하다. 배관망은 소비지가 주로 수소 생산시설과 인접하고, 파이프라인 연결비용이 사용량 대비 효율성이 있을 때 주로 사용되는 방법이다. 파이프라인의 초기 구축비용이 크므로 수소 사용량과 비교하여 타당성을 검증할 필요가 있다. 현재 국내의 수소 파이프라인은 약 200km 정도 구축되어 있는데, 석유화학단지를 중심으로 집중적으로 형성되어 있으며, 산업용 수소파이프라인의 경우 덕양, SPG, SDG, 에어리퀴드 4개사가 대부분 보유하고 있으며 공급압력은 20bar 내외이며, 설치비용은 대략 10억 원/km 정도로 추산된다.

〈표 2-4〉 우리나라 부생수소 이송 방식 비중

공급방식	수소 파이프라인		수소 튜브트레일러	
	물량(톤/년)	비율(%)	물량(톤/년)	비율(%)
공급량	214,655	92.7	16,967	7.3

자료: 관계부처 합동 보도자료(2019. 1. 17)

액화수소의 육상이동은 기술적 난제가 해소된다면 1~2bar 이하의 압력 조건에서 대용량 저장·이송이 가능하여, 탱크로리를 이용할 경우 고압기체 방식 대비 이송 비용을 1/10 수준으로 절감할 수 있을 것으로 전망된다. 다만, 수송 시 열손실을 방지하고, 안전이 확보된 탱크로리용 저장탱크 등이 개발되어야 한다는 점에서 장기적 기술개발이 필요하며, 대용량 저장탱크 등 인프라 구축이 수반되어야 한다.

해상이송은 저가 해외수소 생산 시나리오에 대비한 기술로 대량 이송에 적합한 액화수소 혹은 액상수소 운반선박이 필수적이다. 액화수소이송선 기술은 장거리 이송 시 증발하는 수소기체를 재액화하는 등을 손실을 최소화 하는 것이 기술적 난제로 꼽힌다. 액상이송 방식은 수소의 화학적 저장방식으로 LOHC, 암모니아 저장 등의 방식이 후보기술로 거론되고 있다. LOHC 방식은 독성을 지니는 암모니아에 비해 안전하다는 장점을 보이나, 상대적으로 기술의 완성도가 낮다. 암모니아를 활용한 액상이송 방식은 현재 연간 1.8억 톤 이상 소비되고 있는 암모니아의 저장·이송 인프라를 바로 활용할 수 있다는 장점을 갖는다.

다. 수소 활용

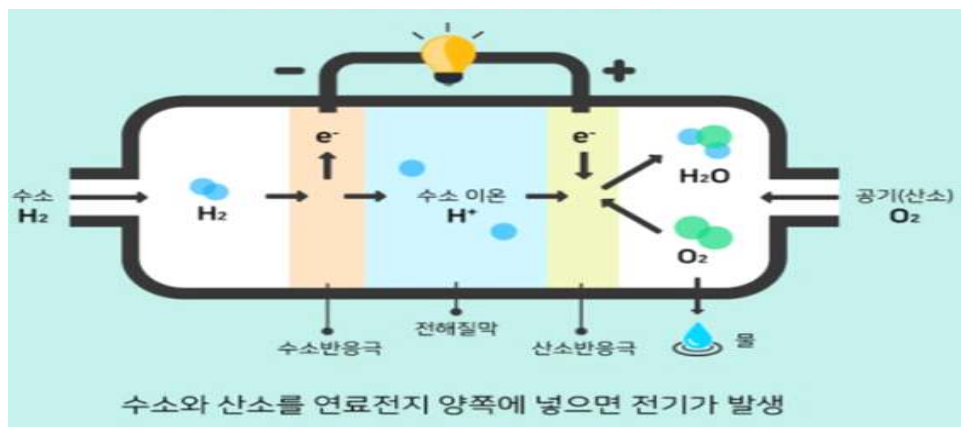
수소 활용분야는 수소를 연료전지를 통해 전기로 변환하여 이를 동력계에 연결하여 수송용으로 활용하거나 생산된 전력과 열을 직접 공급하는 발전 분야로 구분하여

수 있다. 각 분야별로 요구되는 기술 분류에 다소간 차이가 있으므로 연료전지(발전용/가정·건물용), 수소전기차, 수소선박, 수소철도로 세부 분야를 구분하고 각 분야의 기술 분류를 개별적으로 살펴보고자 한다.

1) 연료전지(발전용/가정·건물용)

연료전지는 수전해의 역반응으로 수소와 산소로부터 전기를 생산하는 전기화학적 발전장치이다. 부생물로 물과 열이 발생된다. 수전해장치는 물에 직류전기를 인가하여 수소와 산소를 제조하는 장치이다.9)

[그림 2-3] 수소연료전지 구조



자료: 한화토탈(<https://www.chemi-in.com/421>, 접속일: 2021. 6.22.)

연료전지의 기본 구성은 연료극/전해질/공기극으로 접합되어 있는 셀(cell)이며, 다수의 셀을 적층하여 스택(stack)을 구성함으로써 원하는 전압 및 전류를 얻을 수 있다. 일반적으로 연료전지 기본 셀에서 전기를 발생시키기 위해 ①연료인 수소가스를 연료극 쪽으로 공급하면, ②수소는 연료극의 촉매층에서 수소이온(H⁺)과 전자(e⁻)로 산화되며, ③공기극에서는 공급된 산소와 전해질을 통해 이동한 수소이온과 외부 도선을 통해 이동한 전자가 결합하여 물을 생성시키는 산소 환원 반응이 일어난다. 이 과정에서 ④전자의 외부 흐름이 전류를 형성하여 전기를 발생시킨다.

9) $H_2 + 1/2O_2 \rightarrow H_2O + \text{전기, 열}$

연료전지는 전해질의 종류에 따라 고분자전해질 연료전지(PEMFC), 인산형 연료전지(PAFC), 용융탄산염 연료전지(MCFC), 고체산화물 연료전지(SOFC), 알칼리 연료전지(AFC) 등으로 구분된다. 이들은 작동온도에 따라 다시 고온형과 저온형으로 구분된다. 650℃ 이상의 고온에서 작동하는 고온형 연료전지인 MCFC와 SOFC는 고온에서 반응성이 우수하기 때문에 전극촉매로 니켈을 비롯한 일반 비귀금속계 촉매를 쓸 수 있고, 높은 발전효율의 장점이 있다. 그러나 기동 및 정지 시간이 길며 열충격에 취약하다는 단점이 있어 장기운전에 적합한 발전소나 대형건물 등에 적합하다. 상온에서 200℃ 이하에서 구동되는 저온형 PAFC와 PEMFC, AFC는 시동시간이 짧고 부하변동성이 뛰어난 장점이 있으나, 고가의 백금 촉매의 사용이 필요하며 비교적 낮은 효율이 단점이다. 기동/정지가 용이한 수송용, 이동전원, 백업전원, 가정용 열병합발전 시스템으로 사용되고 있다.

연료전지는 용량과 작동온도 등에 따라 고정형, 수송형 용도로 구분되며 용도 내에서도 발전용(대형), 가정건물용(중소형), 선박용(대형), 차량용(중소형) 연료전지 등으로 구분된다.

연료전지의 구성품은 연료전지 종류에 따라 공통적으로 요구되는 부품(M-BOP 일체)이 있고, 특정 연료전지에서만 요구되는 부품(저온형 연료전지의 귀금속 촉매, SOFC의 핫박스, PEMFC의 외부개질용 탄소제거 장치 등)이 있다.

〈표 2-5〉 제품별 연료전지

제품종류	용량	연료전지					
		PAFC	MCFC	SOFC	PEMFC	DMFC	
고정형	발전용	수십kW - 수십MW	●	●	●	●	○
	가정·건물용	수kW - 수십kW	○	○	●	●	○
수송용	차량용	수kW - 수백kW	○	○	●	●	○
	선박용	수백kW - 수십MW	○	●	●	●	○
휴대용	수백W - 수kW	○	○	●	●	●	
	수W - 수백W	○	○	○	●	●	

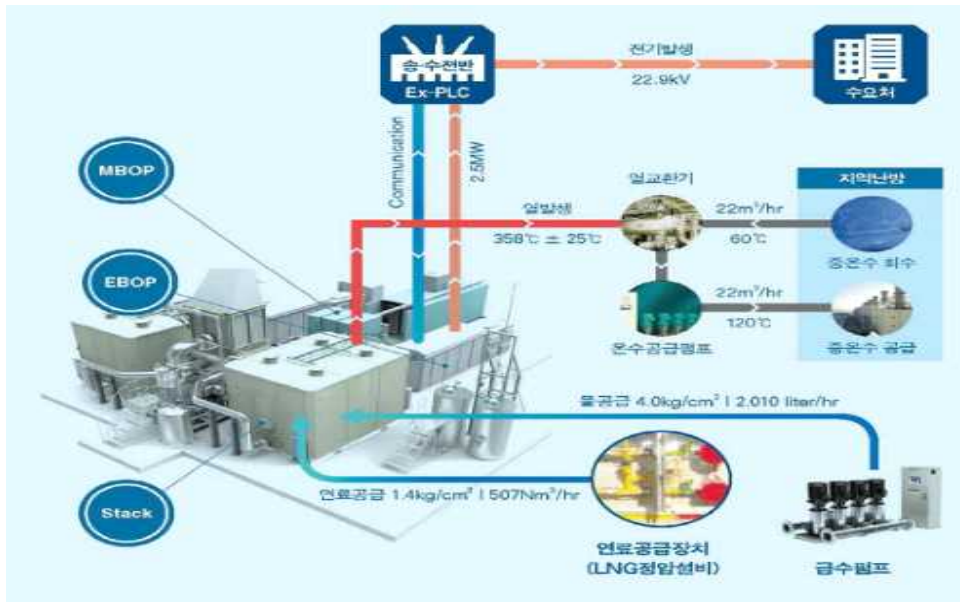
자료: 산업통상자원부, 한국에너지공단 신·재생에너지센터(2018)

〈표 2-6〉 연료전지 종류별 특징

종류/특징	저온형 연료전지			고온형 연료전지	
	인산염 연료전지 (PAFC)	알칼리 연료전지 (AFC)	고분자 전해질 연료전지 (PEMFC)	용융탄산염 연료전지 (MCFC)	고체산화물 연료전지 (SOFC)
작동온도	150~250℃	0~230℃	50~100℃	550~700℃	500~1000℃
주 촉매	백금	니켈/은	백금	니켈/니켈산화물	페로브스카이트/ cermet
전해질	H ₃ PO ₄	KOH	이온교환막	Li/K 용융탄산염	YSZ GDC
전해질 상태	SiC matrix 에 고정	matrix 고정/ 유동 액상	고상 (고분자막)	LiAlO ₂ matrix 에 고정	고상 (ceramic)
전하전달 이온	H ⁺	OH ⁻	H ⁺	CO ₃ ²⁻	O ²⁻
가능한 연료	H ₂ , CO (메탄올, 천연가스)	H ₂	H ₂ (메탄올, 천연가스)	H ₂ , CO (천연, 석탄가스)	H ₂ , CO (천연, 석탄가스)
외부연료 개질기의 필요성	Yes	Yes	Yes	No	No
출력 밀도 (mW/cm ²)	150 - 300	150 - 400	300 - 1,200	100 - 300	250 - 350
스택 크기 (kW)	100 - 400	10 - 100	1 - 100	300 - 3000	1 - 2000
효율 (%LHV)	40~45	60~70	40~60	45~55	40~60
주용도	중소사업소설비, biogas plant	우주발사체 전원	수송용 전원, 가정용 전원, 휴대용 전원	대규모발전, 중소사업소 설비	대규모발전, 중소사업소 설비, 이동체용전원
특징	CO 내구성 큼, 열병합대응 가능	CO ₂ 에 민감, 제거장치 필수	저온작동 고출력밀도	발전효율 높음, 내부개질 가능, 열병합대응 가능	발전효율 높음, 내부개질 가능, 복합발전 가능
과제	재료부식, 인산유출	전해질에서 누수현상 방지	고온운전 불가능, 재료비/가공비 높음(고가의 촉매 및 전해질)	재료부식, 용융염휘산	고온열화, 열과피

자료: 산업통상자원부, 한국에너지공단 신·재생에너지센터(2018)

[그림 2-4] 발전용 연료전지 구성 개념도



자료: 맥스윈(http://www.imaxwin.com/sub/sub02_02_02.php, 접속일: 2021. 6.22)

공통 핵심부품 중 스택은 전극촉매, 전해질, 기체확산층, 분리판, 핫박스(SOFC에 서만 요구됨)로 구성되며, M-BOP는 공기공급장치, 냉각수 펌프, 연료공급장치, 열교환기로 구성된다. E-BOP는 전력변환기로 구성되고 연료처리장치는 개질기의 설치 위치에 따라 외부/내부 개질기로 구분되며 외부개질기의 경우 개질에 필요한 촉매와 함께 탄소제거 장치가 추가적으로 구성된다.

2) 수소전기차

수소전기차는 수소를 연료로 공기 중 산소와 반응하여 전기를 생산하고 생산된 전기로 구동모터를 구동하는 자동차이다. 기술 분류는 수소차의 성능에 영향을 주는 핵심부품(시스템)과 핵심부품의 성능을 좌우하는 세부부품으로 구분된다. 핵심부품은 모듈 또는 시스템 단위로 ①연료전지 스택, ②수소공급시스템, ③공기공급시스템, ④열관리시스템, ⑤수소저장시스템, ⑥전장시스템으로 구분된다. 수소전기차에서 연료전지 스택, 수소공급시스템, 공기공급시스템, 열관리시스템을 하나로 연료전지시스템이라고 칭하기도 하며, 전장시스템의 배터리, 인버터, 구동모터(감속기 포함) 등은 전기차와 공용화가 가능하다.

[그림 2-5] 수소차 핵심모듈(시스템) 형태



자료: 구영모(2018) 발표자료 내 발췌

<표 2-7> 수소차 핵심모듈별 기능

핵심모듈	기능
① 연료전지 스택	수소와 산소가 전기 화학적으로 반응하여 전기를 발생시키는 장치 • 1개의 셀(단위전지)이 400여개로 적층되어 있는 형태
② 수소공급시스템	연료전지 스택에 수소를 공급하는 장치
③ 공기공급시스템	연료전지 스택에 공기를 공급하는 장치
④ 열관리시스템	연료전지 스택에 열을 공급하거나 스택에서 발생하는 열을 제거하는 장치
⑤ 수소저장시스템	수소를 고압(700기압)으로 저장하고 수소공급시스템으로 수소를 공급하는 장치
⑥ 전장시스템	연료전지 스택에서 생산된 가변 DC 전기를 고정 DC로 변환하고 구동모터에 필요한 AC 전기를 위해 인버터를 통해 DC를 AC로 변환하는 장치 • 수소공급시스템, 공기공급시스템, 열관리시스템, 수소저장시스템 및 차량 내 전기를 공급하는 LDC를 포함 • 수소차 감속시 회생전력을 저장하는 배터리를 포함

연료전지 스택은 수소전기차 원가에 가장 큰 영향을 미치는 부품으로 원가절감을 목표로 기술개발 중에 있다. 특히 촉매로 사용되는 백금 등 귀금속의 사용량을 줄이기 위해 대체 가능한 저가 소재 개발, 이중 소재 코팅 등 기술이 개발 중이며, 현재 국내에서 생산되는 수소전기차 모델의 경우 경쟁사 모델에 비해 백금 사용량이 높아 여전히 개선이 필요하다.

수소공급, 공기공급, 열관리 등을 포함하는 운전장치 부품은 주로 센서 기술개발을 통한 정확도 개선을 목표로 연구가 진행 중이며, 타 부품 대비 높은 국산화율과 기술수준을 보유하고 있지만 수소농도 감지 센서, 에어필터 등 일부 부품에 있어서 국산화가 요구된다.

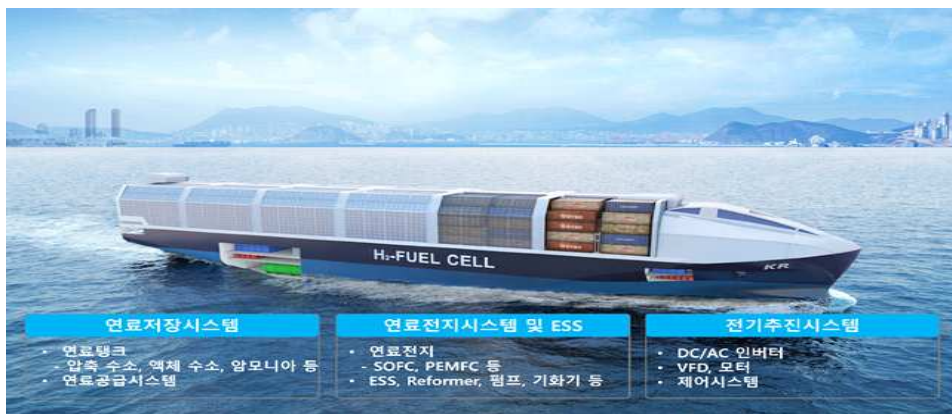
전장시스템은 전기자동차(BEV), 하이브리드 차량 등과 공용화가 가능하다는 점에서 기술개발과 생산 비용의 저감을 기대할 수 있지만 차종별로 사용되는 전압이 다르므로 인버터, 컨버터, 고전압 부스터 등의 공용화에는 한계가 있다.

수소저장시스템은 차량의 무게에서 차지하는 비중이 큰 부품으로 주행거리 저감을 위해 경량화가 요구된다. 또한 차량의 안전성능과도 직결되는 부품으로 내구성과 신뢰성에 대한 엄격한 기준이 적용된다. 현재 국산 수소전기차에 적용되는 수소저장용기는 대부분 국산화가 이루어졌다. 다만 이에 적용되는 탄소 섬유 생산기술은 양산 수준에서 추가적인 개선이 이루어져야 한다.

3) 수소선박

수소연료전지선박은 수소 또는 화석연료를 연료전지에 공급하여 전기를 생산하고, 생산되는 전기로 모터를 구동하여 추진하는 선박 또는 연료전지가 보조전원으로 사용되는 선박을 지칭하며, 연료저장 및 공급시스템, 연료전지시스템, 에너지 저장장치(ESS) 및 전기추진시스템으로 구성된다.

[그림 2-6] 수소연료전지선박 예상도



자료 : 한국선급(2020)

수소연료전지선박은 최근 기술개발 성과가 관찰되며 전 세계적으로도 실증 수준의 연구가 진행 중이며, 다양한 저장기술, 연료전지 종류 등을 적용하여 기술적 타당성을 검증하고 있다. 따라서 선박에 적용되는 연료저장시스템, 연료전지시스템 기술은 수소전기차의 “고압기체 저장 후 PEMFC 활용”과 같이 단일화된 시스템으로 제안된 바는 없으나 다양한 후보 기술이 거론되고 있다. 연료저장시스템은 사용되는 연료전지의 종류에 따라 선정이 되어야 하며, 그 외에 연료의 수급, 가격 및 체적 에너지 밀도 등의 고려가 필요하며, 연료전지의 종류에 따라 수소, 천연가스, 암모니아, 메탄올 및 디젤 등이 연료로 사용이 될 수 있다. 단, 탄소를 포함하는 연료의 경우 발생되는 이산화탄소의 제거를 위한 설비(CCU)가 추가로 고려되어야 한다.

또한 원양을 항해하는 대형 수소선박의 경우, 수소전기차 등 육상이동체에 비해 긴 운항시간과 운항거리라는 특징을 갖는다. 그러므로 제한된 공간 안에 최대한의 수소를 저장할 수 있는 기술 확보가 필수적이므로 수소저장의 대용량화, 고밀도화가 주요 검토 기준이 된다.

〈표 2-8〉 저장형태에 따른 수소저장 밀도 비교

Primary Fuel	Formula	Density [kg/m ³]	Energy per mass [kJ/kg]	Energy per vol [GJ/m ³]	H2 density [kgH ₂ /m ³]
Hydrogen	H ₂	0.09	141,890	0.013	0.09
LH ₂	H ₂	71	141,890	9.9	71
LNG(Methane)	CH ₄	423	55,530	~ 20.5	106
LPG(Propane)	C ₃ H ₈	581	50,400	25.2	106
Methanol	CH ₃ OH	793	22,700	18.0	99
MCH	C ₇ H ₁₄	862	42,500	26.9	96
Ammonia	NH ₃	771	22,500	17.4	136

자료: K. Verfondern(2008)

연료전지시스템은 전해질의 종류에 따라 고분자 전해질 연료전지(PEMFC), 인산형 연료전지(PAFC), 용융탄산염 연료전지(MCFC), 고체 산화물 연료전지(SOFC), 알칼리 연료전지(AFC), 직접 메탄올 연료전지(DMFC) 등으로 구분된다. 650℃ 이상의 고온에서 작동하는 고온형 연료전지인 MCFC와 SOFC는, 고온에서의 반응성이 우수하기 때문에 전극 촉매로 니켈을 비롯한 일반 비귀금속계 촉매를 사용할 수 있고, 높은 발전효율을 가진다는 장점이 있으나, 시동 및 정지 시간이 길며 열충격에 취약한 단점이 있다. 저온형 연료전지로 구분되는 PEMFC는 80℃ 정도에서 구동하며 시동 시간이 짧고 시동/정지가 용이하며 부하추종성이 뛰어나나, 고가의 백금 촉매를 사용

하고, 스택의 냉각을 위한 별도의 냉각시스템을 구비하여야 하며, 고온형의 SOFC에 비해 효율이 낮다.

기술 성숙도, 크기, 효율, 비용 등의 요소를 종합적으로 고려하면 PEMFC와 SOFC가 선박 적용 타당성이 상대적으로 높으며, PEMFC는 기술성숙도가 높아 이미 페리 및 중소형 선박의 추진용으로 일부 적용되어 운용되고 있다. 고온형인 SOFC의 경우 부하변동성이 낮으나, 높은 효율 및 폐열 활용 측면에서 선박 보조 전원용으로 많은 연구 및 실증이 이루어지고 있으나 기술의 성숙도는 PEMFC에 비해 아직 많이 낮다.

4) 수소철도

수소철도의 기술적 분류는 크게 수소철도 차량과 수소철도 시설로 구분할 수 있다. 수소철도 차량은 수소연료전지 발전팩, 수소저장용기, 이차전지, 전기추진시스템, 에너지관리시스템으로 구성되고, 수소철도 시설은 수소 생산/저장 시설, 수소 운송 시설, 수소 활용 시설로 구성된다.

수소연료전지 발전팩은 철도 전용 연료전지와 주변장치로 구성되나 현재 철도차량에 적합한 출력용량/전압, 내구연한 등을 모두 만족하는 수소연료전지는 생산되고 있지 않다.

철도 차량용 수소저장용기와 관련된 기술은 주행거리에 비례하도록 대형화된 전용 저장용기를 요구하며 단위 부피 내 최대 저장량 달성을 위한 모듈형 저장용기가 설계되어야 한다는 특성을 지닌다. 또한 저장용기 모듈의 기동/정지 시퀀스 및 모니터링, 보호동작 수행을 위한 제어기술과 철도차량 운행환경에 적합한 밸브, 배관, 리셉터클 등 인터페이스 장치 기술 등으로 구성된다.

에너지관리(EMS, energy management system) 측면에서 고려가 이루어져야 한다. 철도차량의 역 간 운행을 위한 감속 시, 전기제동으로 발생하는 회생 에너지가 크다는 특성을 갖는다. 이차전지 등의 에너지 저장장치(ESS, Energy storage system)에 전력을 저장하여 재활용함으로써 운영 효율 증대가 가능하므로 철도차량용 강제냉각방식 대용량/고전압 이차전지 하이브리드 시스템 기술이 기술범위에 포함된다. 또한 철도차량에 연료전지를 적용하는 경우 이차전지와 하이브리드 동력시스템을 구성하여야 하며 추진 전력 공급과 회생 전력 저장 및 동력시스템 수명연장을 위한 에너지운영/관리 기술이 포함되어야 한다. 운행 노선 분석 기반 수소철도차량 동력시스템 설계 최적화 기술 등 에너지관리 기술을 통해 동력시스템 내구연한 증대 및 운영비용 절감이 가능하다.

마지막으로 연료전지를 통해 발전된 전력의 효율적 활용을 위한 전기추진 시스템 고도화도 기술범위에 포함된다. 현재 외부 급전을 통한 전기추진시스템이 적용된 철

도차량은 주행거리 증대를 위하여 전장품의 소형화/경량화/고효율화 등이 요구되며, 최신 전력반도체 기술 기반 전력반도체 적용 소형/경량/고효율 모듈형 전기추진시스템 기술의 개발도 요구된다.

3. 추진성과 및 평가

가. 추진성과

정부는 2019년 수소경제 활성화 로드맵 이후 기술개발과 인프라 구축 등 다양한 정책 수단을 활용하여 적극적으로 수소경제를 추진해왔다. 그 간의 투입에 따라 가시적인 성과가 있던 분야도 있었으며, 아직 가시적 성과가 발생하지는 않았으나 향후 성과를 기대할 수 있는 분야도 있다.

먼저, 수소차 분야는 로드맵에서 구체적으로 제시되어 있으며, 수소경제 초기단계에서부터 가장 적극적인 지원이 이루어져 왔다. 그 결과 일본을 제치고 글로벌 수소차 판매 1위를 달성했으며, 스위스에 수소트럭을 수출하는 등 해외 시장 진출 성과 또한 발생하였다.

수소충전소의 경우 2019년 한 해 동안 세계에서 가장 많은 22기의 수소충전소를 신규 구축하였으며, 2020년까지 총 70기 수준의 충전소가 구축되었다. 또한 구축에 있어 걸림돌로 작용하던 입지 규제 등 관련 규제를 10건 이상 개선하고 규제 샌드박스를 도입하여 국회에 수소충전소를 개소하는 등 제도개선 성과도 꾸준히 이어지고 있다. 그간 다양한 지자체에서 수소충전소 구축에 나섰지만 로드맵 상 계획 추진에는 부족한 부분이 있어 환경부는 '21년 7월부터 지자체가 가지고 있던 인허가 권한을 넘겨받아 본격적인 수소충전소 설치 사업에 박차를 가할 예정이다. 기존의 수소충전소 구축을 위해서는 입지 제한, 주민 수용성 등을 검토해 지자체 건축허가 부서가 인허가를 내주는 과정을 거쳐야 했다. 하지만 오는 7월 시행될 개정 「대기환경보전법」에 따라 환경부 장관이 설치계획을 승인하면 인허가를 받은 것으로 간주하여 수소 충전소 구축이 가능해진다. 수소충전소 구축에서 가장 많은 시간을 소요하던 지역 주민 반대 문제를 해소하기 위한 조치인 만큼 법 개정 이전 우선협상 지역을 선정하여 법 개정과 동시에 수소충전소 보급이 가속화 될 것으로 전망된다.

연료전지 발전 분야에서는 글로벌 보급량의 40% 수준을 점유하는 등 세계 최대 발전용 연료전지 시장으로 성장하였다. 특히 연료전지 발전 운영에 있어 한국의 노하우가 전 세계적으로 인정받아 해외 진출 사례로 이어지고 있다. 국내 연료전지 전

문 기업은 미국 코네티컷 데이터센터에 44MW급 규모로 세계 최대 실내 연료전지 공급이 결정되어 추진 중에 있다.

정부의 수소경제 추진 과정에는 기술개발 및 제도정비와 함께 세계 최초 수소경제 관련 법 마련이라는 성과가 있다. 지난 2월 시행된 ‘수소경제 육성 및 수소 안전 관리에 관한 법률(이하 수소경제법)’은 세계 최초의 수소경제 관련 법이라는 의미를 갖는다. 수소경제법의 주요 내용은 수소경제사회 이행 기본계획, 수소전문기업 육성, 수소특화단지 지정, 수소이용시설의 설치·운영·촉진 및 특례, 수소경제사회 형성을 위한 기반조성 등 5가지로 요약할 수 있다. 수소경제법의 제정은 수소생산의 활성화 근거를 마련하는 점과 초기 시장의 활성화를 위해 필수적인 인프라 구축에 대한 법적 근거 마련이라는 점에서 큰 의미를 갖는다. 이와 같은 법적 근거의 마련은 지속적이고 일관된 정책의 이행을 가능하게 하여 민간 참여 활성화를 기대할 수 있다.

이와 같은 시점에서 수소전기차와 발전용 연료전지 시장보다 불확실성이 더욱 큰 시장에 대한 기업의 진출에 주목할 필요가 있다. 국내 대기업 자회사로 출범한 한 기업은 연료전지를 활용한 드론 시장에 진출하여 세계 최고 수준의 제품을 선보이고 있으며, 경제성이 보장되지 않은 액화수소 시장에 국내 벤처기업이 진출하는 등 전 주기적 산업생태계 구축이 가속화되고 있다.

나. 평가 및 미진한 점

과거 추진된 수소경제 정책의 성과는 앞서 살펴본 바와 같이 기술개발, 인프라 확충, 법제도 정비 등 다양한 측면에서 가시화되고 있지만 미진한 부분에서는 향후 추가적인 정책 수단의 투입이 고려될 여지가 있다. 우선 수소경제 전반에 걸친 현실적인 경제성 확보가 보장되어야 한다. 수소전기차와 연료전지 발전 분야에서 시장에 진출한 일부 대기업을 중심으로 중소기업 생태계의 전환과 시장 진출이 관측되고 있다. 다만 여전히 정부의 정책적 지원에 의존하고 있어 자립적 산업생태계 구축에는 여전히 과제들이 남아 있다. 우선 기술개발 측면에서 핵심소재 단위부터의 원천기술 확보를 통해 해외 의존을 낮추고 가격 경쟁력을 확보해야 한다. 인프라 구축은 수소 산업에 진출하고자 하는 기업의 불확실성을 해소해 줄 수 있는 정부의 정책의지가 표현되는 긍정적인 시그널로 작용할 수 있으며, 구축된 인프라를 중심으로 기업, 연구소, 대학 등의 연계 활성화 효과를 기대할 수 있다. 수소충전소 외에도 구축이 필요한 인프라의 범위는 상당히 넓다. 대표적으로 거점형 수소생산 기지, 해외도입 수소의 인수항, 주요 수요지역 중심의 이송 인프라를 비롯하여 수소관련 기술의 시험 및 인증시설 등이 포함된다. 따라서 인프라 구축에 대해 보다 광범위하게 접근할 필요가 있다. 또한 물리적 인프라와 함께 시험인증 기준, 안전 기준, 수송수단의 운행

및 운항 등 법적, 제도적 준비가 병행되어야 한다. 일례로 2000년대 초반 정부의 지원으로 개발된 PEMFC 연료전지를 선박에 적용하여 수소연료전지선박을 개발한 경남지역 중소기업의 경우, 실선의 운항 근거법령이 부재하여 개발된 선박의 실증과 활용에 제한을 경험한 바 있다. 이처럼 기술개발 계획과 동시에 개발된 기술을 활용하기 위한 유무형의 인프라 구축 및 정비가 반드시 필요하다. 이러한 부분에 있어 향후 긍정적인 기대를 가능하게 하는 것은 수소경제법을 중심으로 수소경제위원회가 운영되며 제도개선 및 각 영역에서의 계획을 조정, 조율하는 기능을 통해 컨트롤타워 역할을 하고 있다는 점이다. 다만, 여전히 각 부처에서 기획, 추진하는 R&D 사업 간에는 보다 적극적인 연계와 통합적 계획이 요구된다.

기술적 준비에 있어서도 미흡한 지점들은 보완이 필요하다. 물론 기술개발의 필요성은 인정되나 통합적 로드맵 하에서 투자의 우선순위에 대한 냉정한 진단과 고민이 필요하다. 그러므로 본 고에서는 수소경제의 각 단계별 기술 수준에 대한 타진을 통해 우선순위 도출의 근거를 마련하고자 한다.

우선 생산 분야의 기술은 활용 기술에 비해 기술적 성숙도가 상대적 열위에 해당한다. 다양한 생산 방식 중 수증기 개질 방식은 국내 기업의 상용화 수준 제품이 출시되는 등 어느 정도 수준에 도달하였지만 이 또한 소재의 해외 의존도가 여전히 높다. 수전해 기술은 아직 연구실 수준에 머무르고 있으며 기술 선도국인 독일 등 유럽에 비해 기술수준이 상당히 낮아 꾸준한 투자가 요구된다. 다만, 집중적 투자를 통한 단기적 성과 창출이 어려운 기술이며, 본격적인 상용화 시점 또한 재생에너지 확대 시점과 동조할 필요가 있어 장기적 관점에서 기초연구에 투자하고, 기초연구성과가 다음 단계로 원활히 연결될 수 있도록 관리할 필요가 있다.

저장과 이송 단계의 기술에서는 수소전기차 개발에 따라 차량 적용 고압기체 용기 개발을 수행하였으며 그 결과로 Type4 저장용기 제품 개발에 성공하였다. 하지만 수소전기차 외 수소충전소용 용기, 튜브트레일러 저장 용기 등 저장용기 대형화를 위한 연구개발에는 여전히 개선의 여지가 있다. 또한 넥쏘(현대차)에 적용된 저장용기 또한 핵심 소재인 탄소섬유 기술은 일본 소재에 의존하고 있어 국내 기업의 기술은 양산성 측면에서 개선될 필요가 있다. 고압기체 저장 외에도 유기물을 활용한 액상 수소저장과 수소기체를 냉각시켜 액체 형태로 저장하는 액화 저장기술은 전 세계적으로도 일부 기업에서만 보유하고 있는 기술로 국내 기술은 출연연과 일부 벤처기업에서 연구실 수준 실증이 진행되는 수준으로 원천기술에서부터 지속적인 연구개발이 요구된다.

우리나라 수소정책의 중심인 자동차와 에너지 분야에서 성과에 대해서도 성찰이 필요하다. 수소전기차 판매량 글로벌 1위, 수소연료전지 발전량 1위 등 성과를 이루었으나, 이를 우리나라의 기술력이 경쟁국 대비 압도적이라고 보는 데에는 무리가

있다. 그보다 시장의 불확실성으로 인해 글로벌 기업들의 시장 진출이 요원했던 반면, 우리나라는 정부의 적극적인 지원 아래 기업들이 시장에 조기 진출할 수 있었다는 시각도 존재한다. 또한 발전용 연료전지 최대 시장이 형성된 국내 여건에는 RPS, REC 등 정책적 수요가 크게 작용하였다는 점도 간과해서는 안되는 지점이다. 또한 국내 수소충전소 보급은 매년 크게 성장하고 있지만 일본의 110여기, 독일의 80여기 이상 보급된 규모에는 여전히 미치지 못하고 있다. 국내 수소전기차 보급이 가속화되고 있는 상황에서 운전자 편의가 얼마나 개선되었는지에 대해서는 여전히 의문이 남아있다. 이처럼 적극적인 정책 지원에도 불구하고 워낙 작은 초기 시장 규모에서 성장한 성과가 얼마나 실효적인 평가를 받을 수 있을 것인지에 대해서는 조심스러운 접근이 필요하며 지속 가능성 측면에서 보완의 여지가 있다.

제3절 부문별 재정사업 검토

1. 부문별 재정사업

수소경제 이행을 위한 '21년도 정부 예산은 대략 8,300억 원 규모로 추산된다. 이 중 가장 큰 투자 비중을 차지하는 부처는 환경부로 4,416억(53%)이며, 산업부가 2,575억(31%)을 투자하고 있다. 이 외에는 국토부 907억(11%), 과기부 288억(4%), 해수부 115억(1%)의 예산이 투입되고 있다.

이중 보조금 관련 예산은 4,980억 원이며, R&D 예산은 2,288억 원, 기반구축 관련 예산은 1,033억 원으로 집계되었다.

분야별 투자는 활용, 저장이송, 생산, 인프라 분야로 구분하여 살펴보았다. 다만 해석에 주의할 점으로 1개 사업이 2개 이상의 분야에 해당하는 경우 중복집계¹⁰⁾를 허용하였으므로 전체 예산의 규모와는 차이가 있다. 자동차(충전소 포함), 철도, 선박 등을 포함하는 활용분야에 6,436억이 투입되었으며, 생산 분야에는 2,009억 원, 저장·이송분야에 418억 원이 투입되었다. 인프라 분야에는 1,025억 원이 투입되었으며, 인프라의 투자범위에는 기반구축을 비롯하여 평가기술 및 장비 개발, 유통 및 물류 시스템 구축 등을 포함하였다.

이를 통해 알 수 있듯 우리나라 수소경제 투자는 주로 활용산업의 보조금 중심으로 치중되어 있으며, 공급 산업의 원천기술 투자는 전략적으로 진행되어 왔다고 보기 어렵다. 다만 수소경제 활성화 로드맵 등 다양한 정책 발표와 함께 차세대 수소 공급 산업에 대한 투자도 증가하고 있음을 알 수 있다.

또한 주요 사업들은 활성화 로드맵 등 상위 정책 구현을 위한 포지셔닝, 상호 연계, 유사중복 등 사전적 검토과정을 거치기보다는 개별 부처·개별 기획을 거친 것으로 효과적인 예산 투입을 위한 사업 관리가 요청된다. 이를 위해서는 연구개발을 통한 기술 획득 시기 및 실증, 수요와 공급을 고려한 계획성 있는 보조금 지급, 유관 부처 간 사전 협의 등이 필요하다.

10) R&D-기반구축, 활용-인프라 등 2개 이상의 분야 지원 시 중복 집계함.

〈표 2-9〉 수소경제 이행을 위한 주요 정부예산 현황(단위: 억원)

부처	사업명	'20년	'21년	구분
산업부	재생에너지 장주기 저장 및 전환을 위한 P2G 기술개발사업(R&D)	66.4	58.3	R&D
	신재생에너지핵심기술개발사업(수소,연료전지)(R&D)	473	816.1	R&D
	권역별 신산업육성사업(수소 연료전지차)(R&D)	67	34	R&D
	수소차용 차세대 연료전지 시스템 기술개발(R&D)	38	60.1	R&D
	수소트럭 개조기술개발 및 실증(R&D)	58	83.7	R&D
	수소트럭전기동력부품국산화기술개발(R&D)	48	53.8	R&D
	자동차산업핵심기술개발사업 (수소자율버스시범운행)(R&D)	93.8	78.5	R&D
	조선해양산업기술개발사업 (친환경 스마트선박 R&D 플랫폼 구축)(R&D)	85.5	51.5	R&D
	소재부품기술개발(차량용고체수소)(R&D)	4		R&D
	수소버스용 충전소실증사업(R&D)	48.7	38.2	R&D
	수소생산기지구축	299.4	666	기반구축
	수소전주기제품안전성지원센터구축	26.4	33.4	기반구축
	고분자연료전지신뢰성평가센터구축	16.1	19.2	기반구축
	신재생에너지 보급지원 (주택건물 대상 연료전지 설비보급)	199.5	198.8	보조
	그린수소 생산 및 저장시스템 기술개발(R&D)		100.5	R&D
	수소안전 기반구축 및 관리강화*	28.6	73.7	기반구축
	수소연료전지 인증센터 구축 [21년 신규]		10	기반구축
	수소연료전지 기반 민군겸용 탑재중량 200kg급 카고드론 기술개발(R&D) [21년 신규]		57.6	R&D
	수소산업진흥기반구축* [21년 신규]		32.5	기반구축
	수소유통기반구축* [21년 신규]		36	기반구축
수소충전인프라 안전관리 기술개발(R&D) [21년 신규]		39.6	R&D	
수소 전기 트랩 실증사업(R&D) [21년 신규]		33	R&D	
계		1,552.4	2,574.5	
과기부	기후변화대응기술개발사업(연료전지)	128	114	R&D
	수소에너지혁신기술개발사업	118	141	R&D
	미래수소원천기술개발 [21년 신규]		33	R&D
	계	246	288	
국토부	상용급 액화수소 플랜트 핵심기술개발(R&D)	69	97.5	R&D
	철도기술연구	67.4	47.8	R&D

부처	사업명	'20년	'21년	구분
	(내역; 수소연료전지 하이브리드 절도)(R&D)			
	교통물류연구(내역 수소연료전지 자동차용 내압용기의 금속 고분자 소재사용 적합성 평가 기술 개발)(R&D)	16	7.5	R&D
	고속도로 수소충전소 인프라 구축*	130	162.5	기반구축
	수소도시 지원	125	245	보조
	수소시범도시 인프라 기술개발(R&D)	40	57	R&D
	수소버스 안전성 평가기술 및 장비개발(R&D)	60	90	R&D
	수소대중교통체계구축	2	40	보조
	해외수소기반대중교통인프라기술개발(R&D) [21년 신규]		20	R&D
	수소물류시스템 구축 [21년 신규]		80	보조
	석유코크스 활용 수소생산 실용화 기술개발(R&D) [21년 신규]		60	R&D
	계	509.4	907.3	
환경부	수소차구매보조금	2,273	3,375	보조
	수소트럭 구매보조금 [21년 신규]		10	보조
	수소버스 구매보조금	270	270	보조
	수소충전소 설치보조금 (메가스테이션 포함)	951	745	보조
	수소충전소 운영비 [21년 신규]		16	보조
	계	3,494	4,416	
해수부	수소선박 안전기준 개발	37	78.7	R&D
	해양 바이오수소 생산 상용화 [21년 신규]		36.4	R&D
	계	37	115	
총 계		5,878.8	8,300.8	

* 기반구축 성격의 사업이나 운영지원금 등 일부 보조금 성격 포함

자료: 기재부 제공자료

2. 정책유형별 재정지원 현황

가. 기술개발(R&D)

〈표 2-10〉 기술개발(R&D) 재정지원 현황

분류	‘20년 (A)		‘21년 (B)		증감		
	예산	비중	예산	비중	(B-A)	%	
합계	1,518	100.0%	2,288	100.0%	770	50.7%	
생산	산업부	539	74.2%	975	72.6%	436	80.9%
	국토부	69	9.5%	158	11.8%	89	129.0%
	과기부	118	16.3%	174	13.0%	56	47.5%
	해수부			36	2.7%	36	순증
계	726	100.0%	1,343	100.0%	617	85.0%	
저장이송	산업부	49	19.4%	139	55.2%	90	183.7%
	국토부	85	33.7%	105	41.7%	20	23.5%
	과기부	118	46.8%	174	69.0%	56	47.5%
계	252	100.0%	418	100.0%	166	65.9%	
활용	산업부	916	80.3%	1,307	114.5%	391	42.7%
	국토부	60	5.3%	90	7.9%	30	50.0%
	과기부	128	11.2%	114	10.0%	△14	△10.9%
	해수부	37	3.2%	79	6.9%	42	113.5%
계	1,141	100.0%	1,590	100.0%	449	39.4%	
인프라	산업부			40	12.8%	40	순증
	국토부	185	100.0%	272	87.2%	87	47.0%
계	185	100.0%	312	100.0%	127	68.6%	

‘21년도에 수소경제 기술개발에 투입되는 예산은 전년대비 50.7% 증가한 2,288억 원이다. 분야별 투자를 비교하면 생산 분야(1,343억 원)와 활용 분야(1,590억 원)에 투자가 집중되어 있는데, 특히 생산 분야 예산이 전년대비 85.0%로 크게 증가한 것으로 나타났다. ‘21년도 신규사업으로 해수부의 ‘해양 바이오수소 생산 상용화’(36억 원)와 산업부의 ‘그린수소 생산 및 저장시스템 기술개발’(101억 원), ‘수소충전인프라 안전관리 기술개발’(40억 원) 등 수소 생산, 저장이송, 인프라 등 공급 단계에 대한 전략적 기술개발이 추진되는 것으로 보인다.

나. 기반구축

〈표 2-11〉 기반구축 재정지원 현황

분류	‘20년 (A)		‘21년 (B)		증감	
	예산	비중	예산	비중	(B-A)	%
합계	501	100.0%	1,033	100.0%	532	106.2%
생산						
산업부	299	100.0%	666	100.0%	367	122.7%
계	299	100.0%	666	100.0%	367	122.7%
활용						
산업부	16	11.0%	39	19.3%	23	143.8%
국토부	130	89.0%	163	80.7%	33	25.4%
계	146	100.0%	202	100.0%	56	38.4%
인프라						
산업부	55	29.7%	186	53.3%	131	238.2%
국토부	130	70.3%	163	46.7%	33	25.4%
계	185	100.0%	349	100.0%	164	88.6%

‘21년도에 수소경제 기반구축에 투입되는 예산은 전년대비 106.2% 증가한 1,033억 원이다. 분야별 투자를 비교하면 생산 분야(666억 원), 인프라 분야(349억 원), 활용 분야(202억 원) 순으로 투자되고 있다. 전년대비 예산이 크게 증가한 분야는 생산 분야(122.7%)와 인프라 분야(88.6%)이며, 활용 분야에서도 약 56억 원(38.4%) 규모의 증액이 이루어졌다. 기반구축 분야 투자 증가는 산업부의 ‘수소전주기제품안전성지원센터구축’, ‘수소안전 기반구축 및 관리강화’, ‘수소산업진흥기반구축’, ‘수소유통기반구축’ 등 본격적으로 전개되는 시장 형성에 대비한 투자로 볼 수 있다. 활용분야의 기반구축은 산업부의 ‘고분자연료전지신뢰성평가센터구축’, ‘수소연료전지 인증센터구축’으로 연료전지 기술개발 성과의 조기상용화에 필요한 기반구축 성격으로 볼 수 있다. 또한 국토부의 ‘고속도로 수소충전소 인프라 구축’ 예산도 전년대비 33억 원 증액된 163억 원 규모를 유지하며 충전소 보급확산에도 꾸준한 지원이 이루어짐을 알 수 있다.

다. 보조금 지원

〈표 2-12〉 보조금 지원 재정지원 현황

분류	‘20년 (A)		‘21년 (B)		증감		
	예산	비중	예산	비중	(B-A)	%	
합계	3,821	100.0%	4,980	100.0%	1,159	30.3%	
활용	산업부	200	5.4%	199	4.3%	△1	△0.5%
	국토부	2	0.1%	40	0.9%	38	1900.0%
	환경부	3,494	94.5%	4,416	94.9%	922	26.4%
계	3,696	100.0%	4,655	100.0%	959	25.9%	
인프라	국토부	127	100.0%	365	100.0%	238	187.4%
계	127	100.0%	365	100.0%	238	187.4%	

‘21년도에 수소경제 보조금 지원에 투입되는 예산은 전년대비 30.3% 증가한 4,980억 원이다. 대부분의 예산(4,655억 원)은 활용 분야에 투입되고 있다. 보조금 지원의 예산은 대부분 환경부에서 투입되고 있으며, ‘수소차구매보조금’(3,375억 원)과 ‘수소충전소 설치보조금’(745억 원), ‘수소버스 구매보조금’(270억 원) 등 수소전기차의 보급확산을 지원하기 위한 성격으로 보인다.

국토부는 ‘수소대중교통체계구축’(40억 원), ‘수소물류시스템 구축’(80억 원) 등 사업을 통해 승용차 이후 버스, 트럭 등 상용차로 확대될 수소전기차 차종에 대한 지원을 확대하고 있다. 또한 수소도시 구축을 위한 예산 또한 ‘20년 125억 원에서 ‘21년 245억 원으로 크게 증액되어 본격적인 수소 활용과 실증 부문에 투자가 가속화됨을 알 수 있다.

산업부의 보조금 지원 예산은 ‘신재생에너지 보급사업’을 통해 주택건물용 연료전지 설비 보급에 투입되고 있으며, 예산의 규모는 전년 수준을 유지하고 있다.

3. 주요 이슈 검토

가. 정책 간 연계

1) 에너지 정책과의 연계

수소경제가 지향하는 지점이 에너지 안보와 친환경성 확보라는 점에서 에너지 정책과 수소경제는 불가분의 관계이다. 또한 최근 전 세계적 주요국에서 잇달아 발표하고 있는 탄소중립에 대한 정책적 선언과 함께 지속적인 확대가 요구되는 재생에너지 정책은 수소경제에 대한 수요를 증가시킬 것이 분명하다. 다만, 에너지 정책의 목표 달성 수단으로 수소경제가 유일한 해법은 아니므로 에너지 정책 내에서 수소경제의 입지와 역할에 대해 명확히 인식할 필요가 있다.

다음과 같은 관점에서 수소경제를 둘러싼 다양한 정책 간의 연계가 이루어져야 한다.

첫째, 재생에너지 확대 관련 정책에서 수소경제의 역할을 지속적으로 검토해야 한다. 재생에너지의 주요 후보기술인 태양광과 풍력은 일조량, 풍속, 풍향 등 자연조건에 따라 발전량이 크게 달라진다. 따라서 재생에너지의 간헐적 특성을 보완하기 위해 생산된 전력을 저장하는 기술이 필수적으로 요구된다. 에너지 저장 장치(ESS) 기술은 다양한 영역에서 연구가 되어왔다. 이차전지를 활용하거나 양수발전, 압축공기, 압축공기 등 주요 후보기술들은 규모나 환경 조건 그리고 기술적 성숙도가 모두 상이하다. 이들 중 수소는 기술적 확장성과 비용 그리고 환경 조건의 제약 등의 측면에서 장점이 있다. 특히 수소저장은 주요 후보기술인 이차전지에 비해 저장용량이나 비용에서 유리한 것으로 분석되고 있다. 수소 저장시스템 기술의 지속적 개선이 이루어진다면 설비 규모나 계통 연결 여부, 저장 기간 등에 자유롭다는 장점을 극대화할 수 있으며, 전력망 연계를 위한 추가적인 설비 증설을 요구하지 않고 생산된 수소를 저장하여 육상을 통해 이송이 가능하다는 점도 타 후보기술에 비해 유리한 부분이다.

재생에너지로 생산된 전력으로 수소를 생산하는 P2G 기술은 두 정책에서 장기적으로 핵심적인 역할을 수행할 것이며 지속적인 정부 지원이 요구된다. 다만, 현재 재생에너지 확대 정책 내에서는 목표 시점과 목표 규모 외에 재생에너지 발전 설비 입지, 입지 인근 전력 수요, 예상 잉여전력, 수소생산에 활용될 전력량 등 구체적인 연계방안에 대한 고려는 부재한 상황이다.

핵심 역할을 수행하기 위해서는 기술적 난제와 인프라 구축을 위한 정부의 지원이 요구된다. 현재 재생에너지 확대 정책 내에서는 목표 시점과 목표 규모 외에 재생에너지 발전 설비 입지, 입지 인근 전력 수요, 예상 잉여전력, 수소생산에 활용될 전력량 등 구체적인 연계방안에 대한 고려는 부재한 상황이다.

둘째, 탄소중립 2050 정책과 수소경제와의 상호관계이다. 탄소중립 정책은 국가 전체 산업의 통합적 관점에서 발생하는 탄소 배출을 0으로 만드는 것을 의미한다. 탄소중립 목표를 달성하기 위해서는 발전분야에서 발생하는 탄소배출을 줄이는 것이 중요하다. 탄소 배출량을 저감할 수 있는 방안으로는 현행 화석연료 기반 발전시스템에 CCUS를 적용하여 배출되는 탄소를 포집, 재사용하는 방식이 가능하다. CCUS를 적용할 경우 발전방식 자체의 전환에 비해 신속하고 효율적인 탄소배출 저감 목표 달성을 기대할 수 있어 재생에너지 확대 목표가 완성되는 시점까지 단계적인 대안으로서의 역할이 가능하다. 이와 같이 CCUS 기술은 탄소중립 정책 내에서 중요한 역할을 차지하고 있음과 동시에 수소경제 정책 목표 달성을 위해서도 주목해야 한다. 수소경제의 큰 축인 수소 생산 분야에서 궁극적으로 추구하는 지점이 그린수소임은 분명하나, 이를 위해서는 인프라, 기술개발, 경제성 확보, 산업육성 등 선결되어야 할 과제들이 산재되어 있다. 따라서 단계적인 전환을 위해 그레이 수소에 해당하는 개질(추출) 방식의 수소생산에 CCUS 기술을 적용하여 탄소 배출을 저감하는 블루 수소에 대한 지원 필요성은 인정된다. 다만 두 정책적 지원 근거에 비해 CCUS기술의 개발 로드맵과 기술 확산 전략 등은 구체적으로 제시된 바가 없다. 또한 공통된 기술을 통해 복수의 정책 목표를 달성할 수 있으므로 재정운용의 효율성 확보를 위해서는 각 정책 간 요구되는 기술의 상세사항을 도출하여 재원의 이중 지원을 방지하고 상호 연계를 통한 시너지 도모를 지향해야 한다.

셋째, 그린수소 중심의 수소경제 구현을 위한 재생에너지 발전량의 안정적 확대이다. 이는 앞서 살펴본 재생에너지와 수소경제간 역의 인과관계이며, 궁극적 수소경제의 친환경성 확보와 관련이 있다. 현재까지 수소전기차 중심의 활용산업 성장에 요구되는 수소는 주로 부생수소와 그레이수소를 통해 공급되었다. 향후 수소전기차의 수송수단과 연료전지 발전 분야 등 시장과 산업의 확대가 예상됨에 따라 수소 생산량 확대가 요구되며 동시에 친환경성 확보를 위해서는 재생에너지와 연계한 그린수소 생산이 필수적이다. 그러므로 수소정책 내에서도 그린수소를 위한 기술개발 목표와 진일보한 국내 재생에너지 연계방안, 해외 재생에너지 연계 시 고려요소 및 대안 등이 구체적으로 보완되어야 한다.

결론적으로 궁극의 친환경성 만족을 위해 에너지 정책과의 “공동 계획, 공동 실행, 공동 성과” 수준의 협력과 실증 및 피드백 R&D를 통한 P2G, 이송·저장 등 기술의 시기적 정합성이 요구된다. 에너지 정책과 수소경제는 독립적인 추진이 아닌 단

계적인 연계가 이루어져야 하며, 이를 위한 기술개발과 인프라 구축 또한 연계 하에 추진될 필요가 있다. 수소경제의 추진은 위 두 가지 에너지 정책을 기반으로 합과 동시에 해당 목표달성을 위한 수단으로 작동할 수 있다.

2) 정책 주체 간 연계

정책연계 측면에서 중요한 또 하나의 이슈는 정책 주체간의 구체적인 연계 방안이다. 정부가 구상하는 수소경제의 구축을 위해 중앙정부의 다양한 부처를 비롯하여 지방정부 또한 적극적인 정책을 전개하고 있다. 다양한 정책 주체의 참여가 이루어지고 있는 상황에서 투입되는 예산의 효율성을 증대하고 적절한 연계를 통한 목표의 조기달성, 시너지 도출 등을 위한 방안이 마련되어야 한다.

먼저, 고려되어야 할 요소는 부처 간 역할 분담이다. 크게 구분하자면 환경 보조금(환경부)-기술개발(산업부, 국토부, 해수부)-원천기술 확보(과기부)-중소기업 생태계 지원(중기부) 등이 주요 부처의 역할이 될 것이다. 각 영역에서 중복지원으로 인한 효율성 저하가 발생하지 않도록 꾸준한 관리가 요구된다. 또한 기술개발 및 인프라 구축을 담당하는 부처와 관련 법령을 주관하는 부처 간의 연계도 강조되어야 한다. 예를 들어 아직 상용화 수준의 제품이 출시되지 않은 수소선박, 수소열차 등의 분야 기술개발과 인프라 구축 사업의 추진에 있어 사업 성과 발생 시점 이전에 환경부, 국토부 등 관련 법령을 주관하는 부처와 협력을 통해 제도적 기반 마련이 중요하다.

다음으로는 중앙정부와 지방자치단체 간의 연계이다. 정부가 제시하는 수소경제 로드맵의 목표 달성을 위한 주요 역할은 중앙 정부의 각 부처가 담당하게 될 것이다. 다만, 정책이 실제 실행되는 과정에서 지방자치단체와의 협력이 반드시 요구된다. 예를 들어 수소충전소, 수소 생산기지, 이송용 파이프라인 등 인프라 구축에 있어 지역 수용성 제고, 보상방안 마련 등 지방자치단체의 역할이 필수적이다. 인프라 외에도 지역의 산업구조 분석과 산업적 특성에 맞는 정책 추진 등에서 중앙정부의 하향식 목표 제시와 지방자치단체의 상향식 추진방법 제시가 상호보완되어야 한다. 또한 최근 지방자치단체가 자체적으로 적극 추진하는 각 지역의 사업에 대해 중앙정부 차원에서 통합적인 관리가 필요하다. 예를 들어 강원도에서 제시하는 도의 수소경제 모델은 액화수소를 특정하여 추진되고 있다. 이와 관련하여 과기부와 산업부의 R&D 자원이 강원도와 연계되며, 국토부의 액화수소 생산, 저장 인프라 구축에서 강원도 지자체와의 우선 협상 등이 적절할 것이다. 이처럼 지역의 특성을 반영한 역할 구분으로 성공적인 비즈니스 모델 도출이 기대가능하다.

결론적으로 부처, 지자체 등 다양한 정책 주체의 움직임이 산발적으로 이루어지고 있는 상황에서 개별 추진으로 야기되는 중복성에 대한 경계가 반드시 이루어져야

한다. 또한, 통합적 정책 모니터링과 개선사항을 권고할 수 있는 권한을 부여한 거버넌스가 요구된다. 지역정부의 사업 추진을 중앙정부에서 결정할 수는 없지만 국가적 차원에서 추진현황을 모니터링하여 지역 간 연계가 가능한 영역을 발굴하는 등 컨트롤타워 역할이 적절할 것으로 보인다.

나. 수소 공급의 장기적 포트폴리오

수소경제 활성화 로드맵에 따르면 2018년 기준 연간 13만 톤의 생산량을 2040년 526만 톤까지 확대하는 것을 목표로 하고 있다. 또한 부생수소와 추출수소 중심의 생산방식을 점차 수전해와 해외수소 도입으로 생산방식의 변화를 계획하고 있다. 이와 같은 정책 목표의 방향성에는 큰 이견이 없으나 보다 구체적인 포트폴리오가 마련되어야 한다. 구체적인 포트폴리오 마련을 위해서는 수소 활용 부문별 수소 조달계획과 더불어 수소 생산방식별 포트폴리오가 상세히 구분되어야 한다.

[그림 2-7] 수소경제 활성화 로드맵 내 수소공급 및 가격 목표

		2018년	2022년	2030년	2040년
공급 · 가격	공급량 (=수요량)	13만톤/年	47만톤/年	194만톤/年	526만톤/年 이상
	공급방식	①부생수소(1%) ③추출수소(99%)	①부생수소 ③추출수소 ④수전해	①부생수소 ③추출수소 ④수전해 ⑤해외생산 ※ ①+③+④ : 50% ⑤ : 50%	①부생수소 ③추출수소 ④수전해 ⑤해외생산 ※ ①+③+④ : 70% ⑤ : 30%
	수소가격	- (정책가격)	6,000원/kg (시장화 초기가격)	4,000원/kg	3,000원/kg

자료: 관계부처 합동 보도자료(2019.1.17)

현재 제시된 공급 포트폴리오에는 추출수소의 비중을 2030년까지 50%, 2040년까지 30% 수준으로 낮추는 방안을 그려 해외생산 수소와 수전해 수소의 구체적인 생산방식과 생산량에 대한 목표와 계획은 부재한 상황이다. 또한 다가올 2022년까지의 목표는 부생수소, 추출수소, 수전해 방식을 혼용하여 47만 톤의 연간생산량을 맞추는 목표 외에 연 5만 톤 수준의 부생수소 외에 추출수소를 어디서 어떻게 조달할 것인지에 대해서는 추정하기 어렵다.

단기 포트폴리오 구성에 있어 주요한 역할이 기대되는 추출수소 확대는 산업부가

추진하는 거점형·분산형 수소생산기지 구축사업 등을 통해 추진될 것으로 예상된다. 하지만 추진에 있어 주민 수용성, 전주기 탈탄소화 등 이슈들이 선결되어야 한다.

수소충전소 등 도심 수요처 인근에 설치를 목표로 하는 분산형 소규모 생산기지의 경우, 서울 등 지역에서 구축지역 선정 후 지역주민 반대로 사업 추진에 차질을 빚은 바 있다. 이와 같은 사례로 보아 인프라, 보조금 기술개발 등의 재정부담과 함께 지역부터 전 국민까지 수소의 안전성과 효용에 대한 홍보를 통한 수용성 제고가 필수적이며, 이는 불필요한 사회적 비용의 지출을 막아 예산운용의 효율을 높이는데 기여할 것이 기대된다.

또한 추출수소 생산 과정에서 탈탄소화가 보장되지 않는다면 수소경제가 지향하는 환경 친화적 에너지라는 장점이 무의미하다는 지적에서 자유로울 수 없다. 특히 단순히 수소 생산방식에서의 온실가스 배출만을 평가하는 것이 아니라 수소의 원료 생산과정까지를 포함한 전주기적 평가가 필요하다. 2018년 서울대에서 발표한 수소 생산 방식별 전과정(Well-to-wheel) 온실가스 배출량 분석결과에 따르면 수소 1kg 생산 시 온실가스 배출량이 전력계통 연계 수전해(26.6kg)와 천연가스 추출수소(11.3kg)가 석탄오븐가스(COG) 추출수소(4.2kg), 납사 분해공정 부생수소(2.3kg), 매립지가스(LFG) 추출수소(1.9kg) 등에 비해 상대적으로 높은 수치가 관찰되었다. 따라서 천연가스 추출수소나 전력계통 연계 수전해 수소생산의 확장에 있어서 각별한 주의가 요구된다. 천연가스 추출수소에 대한 의존은 수소활용 분야 확대에 따른 수요에 대응하기 위한 단계적 수단으로써 필요성은 인정되나 다양한 저탄소 수소생산 방식과 재생에너지 연계 수전해 방식의 확대를 통해 이를 대체하는 것이 바람직할 것이다. 이를 유도하기 위해서는 친환경 탄소중립 수소인증제도 도입 등이 도움이 될 수 있다. 참고할만한 사례로는 EU에서 추진하는 그린수소 인증제도가 있다. 해당 제도는 그린수소 생산에 활용되는 원료까지 평가의 범위에 포함하는 방식으로 국내 적용 시 이와 연계한 REC 조정 등이 적용 가능한 방안이 될 것이다.

추출수소 이후 중장기적으로 주요한 수소공급 방식으로는 수전해 생산과 해외수소 도입 방안이 될 것이다. 그러나 수전해에 연계되는 전력의 구분(기존 전력계통/재생에너지)과 해외도입 수소의 생산방식에 대해서는 구체적인 계획이 부재하다. 전력계통 연계 수전해 수소 생산이 궁극적인 지향점이 될 수 없는 이유와 재생에너지 연계 시 고려해야할 요인에 대해서는 앞서 살펴본 바 있으므로 해외도입 수소에 대한 이슈를 제안하고자 한다. 수소의 해외도입에 있어서는 친환경성과 에너지안보라는 두 가지 지점에서의 점검이 요구된다.

먼저, 일본-호주 협력사례와 같은 브라운수소(갈탄 미활용 탄소자원을 수소 생산에 활용하는 방식)에 대한 점검이 필요하다. 브라운수소의 경우 미활용 자원을 활용하므로 값 싼 수소 생산이 가능하다는 장점이 있으나, 환경에 미치는 요인을 고려할

때 한계를 지니고 있다. 그러므로 전주기적 관점에서 온실가스 및 미세먼지 배출에 대한 보완기술이 병행 개발되어야 할 것이다.

또 다른 해외 수소 생산 방식은 중동, 호주 등의 풍부한 재생에너지를 활용한 재생에너지 연계 수전해 방식이다. 김재경(2019)에 따르면 2040년 수입수소 생산량은 전체 생산의 9% 수준으로 예상된다. 또한 수소생산의 탈탄소화와 경쟁 가능한 수소 가격이라는 목표 달성을 위해서는 해외수소 도입이 약 57%까지 상향되어야 한다고 한다. 2040년 목표 생산량의 9%만 해도 약 47만 톤으로 2022년 연간 생산량과 같은 대규모 수소 생산이 해외에서 이루어질 것으로 전망된다. 이처럼 대규모 수소 생산에 있어 가장 중요한 점은 해외 수소 생산의 기술적 주도권에 있다. 수소경제를 통해 목적하는 에너지안보의 측면에서 대량생산이 예상되는 해외 수소 생산 기술에 대한 원천기술이 미확보될 경우 현재의 자원 개념의 에너지 의존이 기술 중속적 에너지 의존으로 전환될 우려가 있다. 이와 같은 우려에 대비하기 위해서는 도입이 예상되는 해외 국가와의 협력관계를 조기 구축하여 현재 진행 중인 기술개발 단계에서부터 수소생산 후보 사이트에서의 실증을 통한 기술내재화가 이루어져야 한다. 또한 국가 전략기술로 지정하는 등 기술안보의 측면에서도 주의를 기울일 필요가 있다.

다. 원천기술 확보

수소경제 관련 기술의 개발은 관련 산업과 시장이 태동기에 있으므로 현재까지 수소전기차, 연료전지 발전 등 활용산업의 일부를 제외하면 대부분의 영역이 성숙한 시장과 산업이 형성되지 않은 상황이다. 최근 정부의 잇따른 정책 발표로 인한 의지 표명과 관련 법제정 등 정책 환경 변동성은 다소 안정화되고 있으나 경제성이 시장 규모 대비 기술개발에 요구되는 비용을 기업에서 전적으로 부담하기에는 한계가 있다. 정부의 정책 목표 달성을 위해서는 산업 육성의 초석이 될 원천기술 확보에 대한 정부 투자가 필수적인 상황이다.

현재 수소 기술개발 로드맵에서는 수소경제의 각 단계(영역)에서 요구되는 기술들을 망라하고, 요소기술 간 우선순위를 제시하고 있다. 그러나 기술을 구성하는 소재, 부품, 양산기술 등 보다 심층적인 기술체계분류가 요구되는 분야가 있는 반면 기초 기술 기반 확보에 주력할 분야가 있다. 이처럼 기술의 특성과 기술개발 목적에 따라 차별화된 원천기술 확보 전략 제시는 미진하다는 점에서 이에 대한 보완이 요구된다.

도출된 기술을 구분하는 기준으로는 시장과 산업의 성숙도에 따른 본격적인 경쟁 시장 형성 시점을 삼을 수 있다. 예를 들어 수소전기차, 발전용 연료전지와 같이 일부 국가를 중심으로 시장이 형성되며 자생적인 산업생태계가 구축되고 있는 분야의

경우, 기술 확보에 시급성이 요구되는 상황이다. 이와 같은 시장에서는 제품 단위의 지원 전략이 마련되어야 하며, 특히 가격저감과 신뢰성 향상이 무엇보다 중요하다. 같은 관점에서 제품 단위의 시스템 양산 기술, 공정 기술 등에 대한 지원이 필요하다. 동시에 가격 저감을 위해서는 부품, 소재 단위의 국산화와 내재화 R&D를 통해 가치사슬의 효율화가 요구된다.

대조적으로 수소 생산과 저장·이송 분야의 경우 전 세계적으로 형성된 시장은 초기단계에 가까우며, 산업생태계 또한 일부 기업이 성장동력 확보 및 신산업으로의 진출 차원에서 사업을 영위하고 있다. 해당 시장의 경우 정부가 적극적으로 지원하여 국가 주력산업으로의 육성과 기존 주력산업의 신산업 전환을 유도할 수 있다. 이를 위해서 국가전략기술로 지정하는 등 기술안보적 접근이 요구되나 현재 이에 해당하는 전략은 부재하다.

생산 단계에서 확보가 필요한 원천기술은 시급성 순으로 다음과 같이 3가지로 분류할 수 있다. 첫째, 그레이수소 대비 개질기(추출기) 기술의 내재화이다. 수소 활용 산업의 확장에 따른 수소 수요 증가에 대응하기 위해서는 당분간 그레이 수소에 대한 의존은 불가피하다. 중대형 추출기를 활용한 거점형 수소생산 기지 구축과 소형 추출기를 활용한 분산형 수소생산기지로 구분되는 산업부의 수소생산기지 구축사업에서는 규모별 수소추출기를 요구하고 있다. 소형 추출기의 경우 국내 기업에서 생산하는 제품이 있지만 상업운전 데이터가 없어 글로벌 시장에서의 경쟁력을 갖추기에는 부족하다. 적극적인 산업 육성을 위해서는 공공영역에서 창출하는 수요를 통해 트랙레코드를 확보하여 안정성, 내구성을 개선한다면 글로벌 시장 진출의 기회는 여전히 남아있으므로 적극적인 실증 지원이 필요하다. 중대형 규모 추출기의 경우 LNG 인수항 등과 연계하여 대량의 수소를 생산하여 공급하기 위해 필수적인 설비이나 현재 시장에 진출한 국내 기업이 요원하여 당분간 해외 기업이 시장을 주도할 것으로 보인다. 중대형 추출기의 경우에도 제이엔케이히터, 원일티엔아이, 현대로템 등 기업의 시장진출과 한국에너지기술연구원 등 출연연의 기술개발이 활발히 이루어지며 산업생태계를 구축하고 있으나, 미쓰비시중공업, 린데, 말러 등 해외 기업이 시장을 선도하고 있어 시장 경쟁력을 확보하기 위한 기술개발 과제가 남아있다.

정부가 추진하는 수소생산기지가 목적하는 친환경성을 만족시키기 위해서는 CCUS 기술과의 연계가 필수적이나 기술적 완성도는 미흡하다. 일본 미쓰비시중공업은 11개의 CCUS 플랜트 상용화 실적과 하루 4,776톤급 이상 세계 최대 규모 플랜트를 운전하고 있는 등 시장 선도적인 위치에 있다. 이에 비해 우리나라가 보유한 CCUS 기술은 수소 생산에 적용하기까지 추가적인 기술개발과 실증이 요구된다. 일부 발전사를 중심으로 CCUS 기술의 적용¹¹⁾이 이루어지고 있으나, 기존의 화력발전 플랜트와 수소생산 플랜트는 배출되는 이산화탄소의 농도와 유량 자체가 크게 달라

설비의 규모와 방식이 달라져야 한다. 이를 위해 수소생산 기지 구축과 병행하여 CCUS 기술의 실증과 트랙레코드 확보 중심의 추가 R&D가 요구된다. 다행스럽게도 최근 이와 같은 관심이 계획으로 구체화 되고 있다. 2020년 7월 ‘제1차 수소경제위원회’에서 심의·의결된 ‘수소차·수소충전소 추진성과 및 향후 계획’에 따르면 이미 구축된 on-site 수소충전소에 CCUS 시설을 설치하는 ‘블루 수소충전소’ 구축을 올해부터 추진할 계획이다. 또한 민간 분야에서도 수소 추출기 사업에 진출한 현대로템이 한국에너지기술연구원의 공공기술을 이전받아 CCUS기술을 수소생산 시설에 접목할 계획을 발표하였다.

마지막으로는 그린수소 핵심 기술인 수전해 원천기술의 장기적 기술 포트폴리오 마련이 필요하다. 현재 수전해 기술은 독일 등 유럽 국가가 선도하고 있으나, 경제성에 근거한 시장이 형성되기까지는 장기간의 시간이 필요하므로 글로벌 선도기업의 지위는 공석이다. 정부가 수소경제 추진의지를 표명한 이상 그레이수소, 블루수소는 그린수소로 가기 위한 과도기적 수단에 불과하며 궁극적인 기술패권의 열쇠는 그린수소로 귀결될 것이다. 또한 에너지안보의 측면에서 추진되는 수소정책의 목표를 달성하기 위해서는 중동, 호주 등 재생에너지 발전량이 풍부한 지역으로의 진출이 필요하다는 점에 주목해야 한다. 해외 플랜트 사업 진출 시 가장 중요한 것은 기술력이지만 동시에 중요한 요인은 실제 운전을 통한 트랙레코드이다. 그린수소 시장이 열리기 전까지 준비되어야 할 P2G 기술, AEC, PEMEC 등 기술 대안에 대한 평가, 태양광, 풍력 등 재생에너지 사이트 내 실증 등 구체적인 계획은 찾아볼 수 없다.

저장·이송 분야에서 수소의 저장형태에 따라 단계적인 기술개발 전략이 요구되며, 고압기체, 액상, 액화 순으로의 기술전환이 필요하다. 단기적으로 시급한 기술은 현재 차량에 적용되고 있는 고압기체 저장용기의 가격저감 기술이다. 이를 위해서는 탄소섬유, 라이너 등 소재의 국산화와 국산 소재의 양산 적용을 위한 공정기술 개발 등이 주요한 과제로 볼 수 있다. 또한 수소충전소와 고압기체 수소 이송을 위한 튜브 트레일러의 고압·대용량화 기술이 요구된다. 다음으로 활용산업 확장에 의한 수소 수요 증가와 해외 수소 도입을 위해 반드시 필요한 액체 형태의 수소 저장 기술이 요구된다. 현재 액체 상태로 수소를 저장하는 방법으로는 유기물과의 화학적 결합을 통한 저장(액상 저장)과 극저온 냉각을 통한 저장(액화 저장) 방식이 있으며, 액상 수소가 비교적 기술적 난이도가 낮아 조기 상용화가 가능할 것으로 보인다. 전 세계적으로 액화기술은 미국, 독일, 프랑스 등 국가에서 보유하고 있으며, 액상기술을 이용한 해외 수소도입은 일본이 가장 선두에 나서고 있다. 일본의 액상 수소 기술은 호주에

11) 한국서부발전(주)은 에너지기술연구원과 업무협약을 통해 태안발전본부 화력발전소에 대규모 CCUS 통합실증을 계획하고 있으나 CCUS 기술을 수소생산 플랜트에 적용할 경우 추가 기술개발이 요구됨.

서 생산하는 수소의 도입을 위해 개발되었으며, 가와사키중공업이 건조한 액상수소 운반선이 실증 진행 중이나, 우리나라는 '25년부터 건조를 목표하고 있어 출발은 다소 뒤쳐진 상황이다. 국내 조선산업의 경쟁력을 활용하기 위해서는 기술개발이 지체되어서는 안된다. 또한 대용량 액상 및 액화수소 이송을 위한 대규모 인프라 구축이 병행되어야 한다.

활용분야에서의 원천기술은 생산 및 저장·이송 분야에 비해 기술적 성숙도가 높은 것으로 판단된다. 그러나 타 분야에 비해 빠른 시기 안에 경쟁이 심화될 것이 전망되며 현재까지의 투자에 힘입어 적극적인 글로벌 리더십 확보를 위한 투자가 필요한 시점이다. 기술적 리더십 확보를 위해서는 수송용 연료전지로 주로 활용되는 PEMFC의 시스템 수준을 넘어 가스켓, 이오노머(PFSA), 양극재 등 해외 의존도가 높은 소재 국산화가 중요하다. 이를 통해 완성도 있는 가치사슬 구축과 기술 내재화를 통한 가격경쟁력 확보를 도모해야 한다.

또한 MCFC와 PAFC 제품을 중심으로 발전용 연료전지 시장에 진출한 국내 기업들의 기술수준에 대해서도 면밀한 점검이 필요하다. 현재 국내 기업이 보유한 기술의 원천은 해외기업과의 M&A를 통한 기술획득에 있었음을 유념하여 핵심기술의 자립도 제고를 위한 기술개발이 요구된다. 더불어 차세대 발전용 연료전지 시장에서 주도적 역할이 기대되는 SOFC의 경우 상용화 제품을 생산 가능한 기업이 미국 기업 1곳으로 유일하므로 조기 상용화가 가능하도록 산학연 협력 하에 기술개발과 기술사업화를 동시에 추진해야 한다.

라. 보조금 이슈

수소경제의 본격적 추진과 함께 연료전지를 비롯한 연관산업은 새로운 전환기를 맞고 있으나, 산업 환경이 성숙한 것은 아니므로 정부의 지원 없이 경쟁력을 갖기 어려운 것이 현실이다. 보조금은 수소경제 분야별로 경제성 확보를 위한 효율적 수단이 될 수 있다. 이는 중국, EU 등 해외국 역시 적극 활용하는 정책 수단중 하나이다.

우선 추출방식의 수소를 사용하는 경우 천연가스 비용에 따라 수소 공급가격이 큰 영향을 받는다. 2019년 발전용 연료전지의 경우 전용 요금제가 나와 이전보다는 가스를 저렴하게 쓸 수 있지만 가정·건물용 연료전지는 이와 같은 혜택에서 제외되어 있다. 이는 최종소비자 입장에서 전기 대신 연료전지를 써야할 이유를 제한하게 할 수 있다.

현재 태양광, 풍력 및 연료전지는 설치 보조금이 지급되는데 가정건물용 연료전지의 경우 kW 당 1557만원(가정용)~1538만원(건물용)의 설치 보조금이 지급된다.

수소전기차의 핵심 확대 차종인 상용차의 보급에서도 보조금이 고려된다. 현재

수소트럭 및 버스 구매보조금 사업이 존재하나, 상용화 기술이 성숙하지 않은 상태이므로 향후 기술과 수용성 추이에 따라 지원 확장을 고려해야 한다. 이는 상용차의 운영 뿐 아니라 수소 충전소의 안정된 운영(1일 1톤)을 위한 수요 확보를 위해서도 의미가 있다. 상용차는 버스 年9.7톤, 트럭 年5톤 내외의 수소를 소비하는 것으로 알려져 있다.¹²⁾

또한 구매보조금 외에 연료보조금 지급에 대한 검토도 필요하다. 버스 및 택시의 경우 천연가스 이용 시 지급되는 보조금을 기준으로, 화물분야의 경우 현 유통비를 기준으로 검토함으로써 운행 사업자가 수소전기차를 수용할 수 있는 범위를 확보할 필요가 있다.

상용차가 아닌 경우 역시 경제성 확보 때까지 보조금 지원 연장이 필요하다는 의견이 존재한다. 수소전기차 가격은 궁극적으로 내연기관차와 대비 경쟁력 확보가 요구되며, 보조금 규모 검토 시 생산규모, 연료전지 가격 등 시장 상황이 고려되어야 한다. 최근 환경부 자료(21.5.)에 따르면 일부 지자체에서는 수소전기차 ‘넥쏘’의 구매보조금이 빠르게 소진되고 있으며 이러한 현상은 수소충전 인프라 구축이 잘 구축된 울산이나 충남 지역을 중심으로 두드러진다. 수소전기차는 수소경제 활용산업의 중요한 축일 뿐 아니라, 규모의 경제 달성과 사회 수용성 확보에서도 핵심 역할을 할 것을 고려할 필요가 있다. 다만 이는 수소전기차의 생산단가 감소 추이와 소비자의 구매 선호도 개선 등과 함께 적정 수준의 조정을 고려해야 한다.

또한 '22년 일몰 예정인 개별소비세나 교육세 등 세제 지원에 대해서도 중기적으로는 연장을 검토할 필요가 있으며, 수소전기차가 궁극적 경쟁력을 확보하기 위한 수소 연료비용 (4000원/kg) 달성을 위해 연료보조금을 지급하는 방안도 고려해볼 여지가 있다.

수소 선박의 경우 자동차에 비해 보조금에 관한 논의가 활성화되지 않은 상태이나, 환경규제에 따른 본격적 확산 논의가 이루어지기 위해서는 이에 관련한 대비가 요구된다. 노후 선박의 친환경 선박 전환에 따른 보조금과 세제 혜택을 고려할 수 있으며, 수소 추출에 소요되는 LNG 공급을 위한 연료 보조금도 적절한 논의를 통해 지원방안을 모색할 필요가 있다.

충전소의 경우 기존 주요소 및 가스 기업에 수소 인프라를 구축할 경우 정부 보조금을 지원함으로써 충전소와 생산 및 추출 설비 보급·확산을 가속화하는 방안도 고려될 수 있다. 이는 수소경제위원회 안전에서도 일부 언급된바 있다.

12) 제1회 수소경제위원회(2020.07.01.) 안전

마. 제도 정비

제도 정비의 범위에는 규제부터 법률까지 다양한 수준의 제도가 포함되며, 두 가지 접근 방식으로 검토가 필요하다. 먼저, 기존 제도로 인해 수소경제 활성화를 저해하는 경우 검토 후 개선하여야 한다. 대표적으로 수소충전소 사례를 참고할 수 있다. 기존 제도 내에서 수소충전소 설립에 대한 안전기준 등이 마련되지 않아 보급이 활성화되지 않는다는 문제는 규제샌드박스를 통해 국회에 수소충전소를 설립하는 등 해결책을 찾았으며, 이후 지자체와의 의견조율 등 의사결정 과정을 거치며 인허가에 소요되는 기간이 과도하게 길다는 문제에 대한 해결책으로 환경부 장관의 인허가 권한을 상승하는 등 제도정비를 통해 정책 추진의 속도를 낼 수 있었다. 추가적으로 참고할만한 해외사례로 일본의 수소충전소 운영에 관한 규제개혁 사례가 있다. 현재 수소경제로 도입되는 시기로 수소충전소 등 관련 산업이 성숙하지 않은 상황에서 다양한 플레이어가 시장에 진출해 시장의 활성화를 도모해야 하는 시기이다. 일본의 경우, 자생적인 수익 창출을 기대하기 어려운 수소충전소 내에 편의점 등 다른 수익 모델을 함께 운영할 수 있도록 하여 시장 활성화를 목표하는 제도개선이 이루어진 바 있다. 이처럼 현재 제도 내에서 시장 진출과 기술개발에 애로를 겪는 기업과 산업계의 의견을 적극 수렴하여 공공의 이익을 침해하지 않는 범위 내에서 속도감 있고 유연한 제도개선 역할이 요구된다.

다음으로는 수소경제에 의해 새롭게 제안되는 비즈니스 모델, 신기술, 신제품 등 기존 제도 내에서 고려되지 않았던 영역에 대한 규제 공백이 해소되어야 한다. 앞서 살펴본 바와 같이 2010년대 후반 개발된 수소선박의 충전과 운항에 대한 규제가 부재하여 기술개발 성과에 대한 검증과 피드백이 적절히 이루어지지 않았으며, 또한 실운전 데이터 확보의 적기를 놓친 바 있다. 또한 지난 제2차 수소경제위원회에서 상정된 HPS(수소의무화공급제도) 등은 수소경제를 통해 적극 보급 추진될 연료전지 발전 분야의 독립적인 성장을 위해 신설된 제도로 태양광, 풍력 등 타 재생에너지와의 차별적 제도로 운영되어 미흡한 수소경제 초기 경제성을 보완할 예정이다. 이처럼 제품의 시장출시, 기술개발 결과의 도출과 같은 정부지원의 성과가 발생하기 이전 과정에서 제도적인 준비를 병행하여 ‘정부 지원 성과(R&D, 인프라, 보조금 포함) 발생→시장 검증→개선사항 도출→보완 및 재출시’와 같은 선순환적 생태계가 마련되어야 한다.

제4절 재정운용 방향

1. 수소 생산 부문

앞서 살펴본 바와 같이 수소 생산은 수소경제의 궁극적 달성을 위해 시급하게 고도화가 필요한 분야이다. 우리나라는 활용부문에 비해 생산 부문 기술경쟁력이 높지 않을 뿐 아니라 산업 기반도 충분히 갖추어져 있지 않으므로 정책적 로드맵 설정과 지원책을 지속 강구해야 한다. 구체적으로는 공급량 달성(40년까지, 526만 톤)을 위한 포트폴리오 구성, 탄소중립 달성을 위한 CCUS 및 그린수소 기술 확보, 생산 인프라 및 수소 도입 인프라 확충 등이 종합적으로 고려되어야 한다.

첫째, 그린수소 전환으로의 지원이다. 우리나라의 대용량 수전해 기술은 실증 단계에 머물러 있으므로 중장기적인 연구개발 투자가 필요하며, 이는 재생에너지와 연계된 실증이 함께 지원되어야 한다. 현재 산업부의 ‘재생에너지 장주기 저장 및 전환을 위한 P2G 기술개발사업’이나 ‘그린수소 생산 및 저장시스템 기술개발’ 등의 R&D사업이 투자되고 있으나, 수전해 분야의 기술수준이 높지 않다는 점, 지역별 실증 사례가 많지 않다는 점 등을 고려한다면 단기적인 R&D 투자의 확대가 요구된다.

우선 안정적 전력 확보가 가능하거나 부생수소 자원이 부족한 지역을 중심으로 실증 인프라를 구축하고 이를 재생에너지와 연계 가능한 지역으로 확산되어야 한다. 따라서 각 지역별 수소 정책과의 연계성을 고려해야 한다. 그러나 이러한 기술적 기반 확보와 별도로 경제성에 대한 지속적 타진 없이 성급한 그린수소화가 진행될 경우 적정한 수소 공급가격을 맞추는 데 한계가 있다. 따라서 부생수소, 추출수소 등 다양한 공급 포트폴리오에 대한 분석과 예측이 선행되어야 한다.

둘째, 해외 도입에 관련된 기술·인프라 투자이다. 지리적 여건상 재생에너지 수급과 단가의 한계가 존재하는 우리나라의 여건을 고려한다면 그린 수소의 공급이 수소경제 로드맵 구현에 적절히 대응 가능할지 불확실성이 존재한다. 특히 재생에너지 발전단가와 수급량은 여전히 정책적 목표 달성 추이를 면밀히 검토해야 하는 실정으로서 지리적 여건이 열악한 우리나라에서 수소 생산의 경제성 확보는 요원한 일이다. 무엇보다 수소경제 도입에 적극적이면서 에너지 수급 상 우리나라와 유사한 일본의 사례를 참고하지 않을 수 없으며, 장기적 수소경제 로드맵 달성에 필요한 수소 단가 달성(40년, 3000원/kg)을 위해서는 수소생산 단가가 저렴한 해외국과의 파트너십 타진을 반드시 고려해야 한다. 현재 민간을 중심으로 수소 운반선 등 유관 투자를 검토

하고 있으나 본격적인 정부의 지원은 이루어지고 있지 않은 상황이다. 투자가 요청되는 구체적인 연관 분야는 에너지 이송을 위한 운반선 확보, 인수기지 인프라 등이다.

셋째, 탄소포집·저장(CCUS) 기술 고도화를 통한 블루수소 확대이다. 부생수소를 중심으로 이루어지는 현 수소 생산의 가장 현실적인 대안은 천연가스 등을 추출하여 얻는 그레이 수소이므로, 탄소 포집활용 및 저장 기술을 단기/중기적으로 고도화함으로써 친환경성을 높여야 한다. CCUS는 탄소중립 2050 실현에서도 중요한 기술이며 그동안 원천기술 확보에 일부 투자가 이루어지고 있는 분야이나, 수소경제와 연계하여 통합 실증 및 인프라 구축 모델이 요구된다. 이를 테면 현재 발전소나 충전소 등에 구축된 수소추출 장치에 이러한 CCUS를 부가하여 탄소 배출을 최소화하는 투자 등이 대안이 될 수 있다. 이는 향후 그린 수소화로 가는 과도기 기술로서 중요한 의미가 있을 것이다.

마지막으로 생산부문의 열악한 기업 생태계에 대한 지원이 요구된다. 부생수소 중심의 기업 생태계에서 친환경 수소 공급기술 확보를 위해서는 핵심 소재부품 연구개발을 진행할 수 있는 역량을 갖춘 기업이 다수 요구된다. 정부는 신규 수요처 발굴과 함께 사업 전환 및 기술지원 등 네트워크-인력지원-기술공급 등 전방위적인 생태계 활성화를 위한 투자를 단기 중기적으로 진행할 필요가 있다.

2. 수소 저장·이송 부문

수소의 저장·이송 핵심은 장기적인 저장기술 및 안정적인 운송 인프라를 확보하는 것이다. 수소는 생산단가 및 물량에 있어 지역별 격차가 크므로 수소생태계를 안착시키기 위해서는 파이프라인, 수소 운반선 등 대규모·장거리 운송 인프라를 갖출 필요가 있다.

첫째, 핵심기술 고도화에 대한 투자가 요청된다. 국내의 수소 저장 및 운송 기술은 아직 해외 기술에 비해 상용화 수준이 낮고 핵심 기술 확보 및 핵심부품 국산화를 위한 연구개발이 지속적으로 이루어져야 한다. 국내에서 상용화된 주된 방식인 고압기체 저장·이송을 위해 저장 용기에 대한 기술 내재화 및 상용화는 단기적으로 진행될 필요가 있다. 대량의 고압기체 운송이 가능한 튜브트레일러의 압력 증가(450bar 이상) 기술에 대한 실증 및 관련 규제 개선, 그리고 액체·액화 수소의 안정적 수송이 가능한 탱크 기술 확보가 요청된다. 동시에 수소전기차에 장착될 type4 수준의 용기를 위한 강화 플라스틱 및 탄소섬유 등 소재 기술의 내재화도 시급한 과제이다. 안정적·장기간 보관을 위한 액화 저장 기술 고도화는 시급히 진행되어야 하는데 앞서 언급한 바와 같이 해외 수소 도입을 고려하는 경우에는 이를 저장할 대형 인프라가 요

구된다. 액화 및 저온 유지를 위한 에너지 비용이 높고 안정적 운영 기술이 미흡하므로 단기/중기적으로 이를 실증하고 기술력을 제고해야 한다.

또한 유럽(LOHC) 및 일본(암모니아) 등을 중심으로 원천기술을 확보하고 있는 액체 수소기술에 대해서는 장기적인 기술 확보 투자가 진행되어야 한다. 고체 저장 기술의 경우 아직 글로벌 성과가 뚜렷하게 나타나거나 상용화 단계에 진입했다고 보기는 어려우므로 기초 단계에서부터 정부의 지원이 필요하다.

둘째, 수소 공급방식 포트폴리오와 연계된 인프라 투자이다. 우선 액화 플랜트를 항만 및 천연가스 공급기지 등을 중심으로 구축할 필요가 있다. 이는 천연가스 냉열 등을 활용할 경우 에너지 소모 비용을 감소시킬 수 있으므로 후보 지역들의 정책과 연계하여 전략적으로 검토할 필요가 있다. 또한 현재 대규모 석유화학단지 등 부생 수소가 풍부한 지역을 중심으로 근거리에 구축된 상태인 배관을 확대할 필요가 있다. 단기적으로는 수소 수요를 충족시키기 위한 파이프라인을 건설하되 장기적으로는 천연가스와 같이 전국적으로 확대 구축에 지원한다.

이처럼 저장 이송 부문에 대한 투자는 생산지역, 생산방식, 저장 및 운송 용량, 수소 운송 거리, 활용 분야 등을 통합적으로 고려하여 진행되어야 한다. 동시에 국가 차원의 로드맵 달성을 위해 필요시 해외 기술의 도입을 통한 실증과 원천기술 내재화를 병렬 진행함으로써 사회적 수용성을 우선 제고하고 자체 기술 고도화를 후순위로 하는 전략도 가능하다. 무엇보다 수소 단가 목표를 달성하기 위해서는 생산단가와 유사한 비중을 차지하는 저장·이송 단가의 단계적 저감이 시급함을 명확히 인식할 필요가 있다.

3. 수소 활용 부문

가. 수송 부문

수소전기차는 핵심 부품 기술의 고도화와 차량 보급 확산 그리고 충전소 확충을 중심으로 투자가 요청된다. 기술고도화에는 효율 향상, 신뢰성 개선 등이 포함된다. 예를 들어 신뢰성 개선은 현 내연기관차 수준의 20만 km 이상의 내구성 확보(상용차는 50만 km)와 필드에서 발생 가능한 다양한 문제를 해결하는 것으로 요소 부품에 대한 품질/공정 개선과 데이터 확보 등에 단기적으로 투자할 필요가 있다. 동시에 장기적 관점에서 차세대 수소전기차 개발과 궁극적인 소비자 수용성 확보, 제조사의 부담 저감 등을 위해 지속적으로 투자해야 할 분야이다.

수소전기차의 차종 확대는 세계 시장에서의 가격과 기술 경쟁력 우위 확보를 위해 반드시 필요하며 이는 수소경제 활성화 로드맵에도 명시되어 있다. 내연기관차와는 달리 100kW 및 200kW 시스템 등 최소한의 연료전지 시스템의 복수 조합으로 승용차에서 상용차까지의 구현이 가능한 수소전기차 특성을 고려한다면 규격화가 이루어질 경우 생산 효율 및 제작 단가의 측면에서 경제성 제고에 기여할 수 있으리라 판단된다.

수소전기차의 경제성 확보를 위해서는 가격 저감과 보조금 지급은 병행하여 진행되어야 한다. 현재 지원되는 수소경제 관련 보조금 중 약 80%가 수소전기차의 구매 및 충전소에 관련된 내용이다. 이처럼 높은 수준으로 지원되는 보조금 저감을 위해서는 핵심 소재부품 다변화 및 기술 내재화 등이 요구된다.

그럼에도 불구하고 현재 진행되고 있는 구매 보조금 지급은 소비자 수용성 확보를 위해 지속적인 지원이 요구된다. 제조사와 소비자 양쪽에서 경제성을 아직 확보하지 못한 단계로서 보급 확산을 위해서는 제조사 측에는 규모 실현의 기회를, 소비자 측에는 TCO(총 소유비용) 관점에서 합리적인 구매 방안을 마련해주는 데에 보조금 지급이 효과적일 수 있다. 다만 이는 지자체와 중앙부처의 재정과 밀접한 연관이 있으므로 지역별 수요 현황과 경제성 개선 추이 등을 면밀히 검토하여 지속적으로 계획을 갱신해나갈 필요가 있다.

〈표 2-13〉 단기적 수소차 차종확대를 위한 필요 기술

차종	구분	연료전지시스템	열관리시스템	수소저장시스템	전장시스템
승용	소형	-	-	-	-
	중형	100kW급 개발됨	-	전기차 공용화를 위한 저장기술 개발	-
	대형	(승용 100kW급 활용)	-		(전기차 공용부품)
승합	소형	(승용 100kW급 활용)	소형 승합 실증 (기존 100kW급 기술 응용)	소형에 적합한 수소저장시스템 개발	(전기차 공용부품)
	중형	(승용 100kW급 활용)	시내버스 실증 (기존 100kW급 기술 응용)	(기존 시내버스용 활용)	(전기차 공용부품)
	대형	200kW급 개발 중	광역버스 실증 (기존 시내버스용 적용) 고속버스 실증 (기존 시내버스 기술 응용)	(기존 시내버스용 활용)	(대형트럭용 개발시 활용)

차종	구분	연료전지시스템	열관리시스템	수소저장시스템	전장시스템
화물	소형	(승용 100kW급 활용)	소형 트럭 실증 (기존 100kW급 기술 응용)	소형에 적합한 수소저장시스템 개발	(전기차 공용부품)
	중형	(승합 200kW급 활용)	중형 트럭 실증 (원천기술 확보)	(기존 중형트럭용 활용)	(개발 중)
	대형	(승합 200kW급 활용)	(특장용 개발 중)	(기존 중형트럭용 활용)	(개발 중)

자료: 한국자동차연구원 내부자료를 토대로 저자 작성

〈표 2-14〉 중장기적 수소차 차종확대를 위한 필요 기술

차종	구분	중장기적 필요기술
승용	소형	차종마다 디자인이 상이하고 협소한 공간으로 연료전지시스템 규격화가 어려움
	중형	
	대형	
상용	소형	100kW, 200kW 연료전지시스템 규격화
	중형	- 국내 생산 제조사 및 특장기업이 활용 가능토록 일정사이즈, 사양으로 규격화
	대형	규격화

자료: 한국자동차연구원 내부자료를 토대로 저자 작성

충전 인프라에는 해외 제품 수입을 대체하기 위한 국산화, 수익성 증대를 위한 용량 및 전력 저감 기술, 안전성 확보를 위한 부품 개선 등이 요구된다. 단기적으로는 국내기술로 해외수출이 어려울 수 있지만 중장기적으로 국내기술 내재화를 통해 해외 수출이 가능한 형태로 기술 개발이 필요하다. 현재 미흡한 부품 기술 개발과 실증이 연계되기 위해서는 기술개발 성과의 검증이 연구용 충전소에서 신속하게 검증되어 필드 결과를 확보하는 형태로 지원될 필요가 있다.

수소선박의 경우 정부 투자의 시급성은 존재하나, 단기적인 성과보다는 중기내지 장기적인 시각에서 접근할 필요가 있다. 다만 소형 연안선박과 관련 기자재를 중심으로 단기적인 개발·실증 연계형 프로젝트는 검토가 가능할 것이다. 이러한 수소선박은 수소연료전지선박과 수소운송선박을 구분할 필요가 있다.

수소연료전지선박의 경우 아직 개발 단계에 있는 수백 kW급 선박용 연료전지 시스템 개발과 더불어 실증에 지원할 필요가 있으며, 이에 공급할 대용량 충전기술과 관련 기자재 확보에 투자할 필요가 있다.

환경규제¹³⁾의 특성 상 연안 선박을 중심으로 실용화가 가능할 것으로 예상됨을 감안할 때, 민간 확대 시기를 앞당기기 위해서는 소형 선박에 대한 보조금을 고려할 필요가 있다. 현재 친환경 선박 인증제도의 경우 건조비의 20% 수준을 지원 가능하나, 민간 부문에서의 실증과 확산을 위한 다양한 보조적 지원은 여전히 검토 필요성이 존재한다.

선박 수소충전(병커링) 기술개발과 함께 인허가 주체와 절차 간소화 정책의 개발 역시 요구된다. 자동차에 비해 대용량의 충전시설이 요구되는 선박에 적합한 실증 인프라가 요구되며 이를 통해 공급 시설에 대한 검증이 진행되도록 지원할 필요가 있다. 또한 자동차와 마찬가지로 충전소를 운영할 초기 자금에 대한 지원책 마련 역시 요구된다.

수소운송 선박은 이를 구성하는 핵심기술(CCS, CHS, BOG 처리설비 등)에 대한 R&D 지원이 요구되며 이를 검증할 수 있는 인프라 구축도 검토할 필요가 있다. 현재 수소운송 선박을 위한 정부차원의 연구개발 지원은 충분하지 않은 상황으로, 상용 요소기술에서부터 실증에 이르는 전주기적 관점의 투자를 고려할 필요가 있다. 또한 수소운송 선박은 수소의 생산과 이송에 관련한 국제 협력이 이루어진다는 가정이 존재하므로 이러한 협력 프로젝트의 진행 상황을 지속적으로 모니터링하며 지원해야 한다.

철도 등 기타 수송산업 역시 수소경제 로드맵에 언급되고 있을 뿐 아니라 원천기술 연구개발이 진행 중이므로 이에 대한 단기/중기적 투자가 요구된다. 철도 부문의 경우 ‘철도기술연구’ 등 이미 진행 중인 수소열차 개발에 대한 실증 지원 및 성능 개선 사업이 연계될 필요가 있다. 선박 부문과 마찬가지로 해당 부문에 적합한 연료전지 시스템 개발과 충전 인프라 지원이 필요하다. 철도 부문의 특성상 수소 생산저장 충전 인프라는 차량기지가 보유한 전력 인프라 및 재생에너지와 연계함을 통해 효율적인 구축을 도모할 수 있을 것으로 보인다.

나. 에너지 부문

수소경제에서 가정건물 및 발전 부문은 연료전지 기술의 고도화를 통한 효율성 제고와 기대수명의 증가 그리고 보급·확산을 위한 제도적 지원이 요구된다. 우리나라의 기술수준과 시장점유율은 우수한 편이나 제품 단위의 기술에서 부품, 소재 등 원천기술 단위에서의 경쟁력 확보가 미흡한 상황이므로 연구개발과 제도 관점에서 투

13) 해당 환경규제는 IMO의 배출규제해역(ECA, Emission Control Area)이 해당함. ECA는 황산화물 배출을 제한하는 해역을 지정하는 규제로 주요 항만을 중심으로 연안해역이 이에 해당함. 국내 ECA 해역은 5개 구역(인천항, 평택·당진항, 여수·광양항, 부산항, 울산항)이 지정되어 있음.

자를 고려할 필요가 있다.

우선 단기/중기 차원에서 연료전지 기술의 고도화를 지원함으로써 차세대 연료전지 기술 선점, 산업생태계 활성화 등의 목표 달성을 도모해야 한다. 이미 다양한 정부 과제들을 통한 원천기술을 확보중인 SOFC 등의 상용화를 통해 기술·시장 리더십을 확보하고, 그러한 연구 성과가 시장에 진출한 기업으로 적절히 연계되도록 실증 지원을 해야 한다.

소재 및 부품의 국산화는 중기 내지 장기적 관점에서 지속적으로 검토가 필요한 분야이다. 특히 수소 산업의 경제성 개선과 함께 민간의 자생적 연구개발 및 사업화 생태계가 정립되기 위해 민간이 핵심기술을 내재화할 수 있도록 민·관 협력 연구개발이 요청된다.

둘째, 제도 개선을 통한 지원도 지속적으로 이루어질 필요가 있다. 도전적으로 (가정 건물용 2.1 GW, 발전용 15 GW) 구성된 수소경제 로드맵을 구현하기 위해서는 안정된 정책적 지원이 요구된다. 정부는 그동안 의무 설치 비율을 꾸준히 늘려왔다. 올해 공공기관의 신재생에너지 의무 설치 비율은 30%까지 올랐고, 민간건축물의 경우 주거는 7%, 비주거는 11%를 적용받는다. 또 서울시는 ‘녹색건축물 설계기준’이란 걸 마련해서 나름의 환경 기준을 제시하고 있다.

이러한 의무적인 공급비율 등으로 연료전지 발전 시장 규모가 증가해왔음에도 가정·건물용 연료전지 누적 보급량은 10 MW 규모 수준이다. 그러므로 '22년 1차 목표를 달성하려면 3년 내에 약 40 MW를 보급해야 하는 상황이다.

그러므로 가정·건물 의무공급률 유지 및 확대, 발전의 경우 HPS(수소공급의무화) 제도의 정립 등을 통해 안정적인 시장 확대에 지원하고 제도 로드맵을 제시할 필요가 있다.

셋째, 재생에너지 연계 분산 전원이라는 연료전지 발전의 궁극적 장점을 살리는 방안이다. 이를 위해서는 우선 중앙정부와 지자체의 재생에너지 현황과 로드맵을 공유해야 한다. 장기적이고 계획적인 정책 하에 ‘수소생산-연료전지 발전-재생에너지 보완’이라는 수소 경제의 포지셔닝을 구체적으로 계산하여 반영해야 한다.

‘3020 이행계획’ 등을 통해 태양광, 풍력 등 재생에너지 확산이 본격화 되는 상황에서 수소경제를 통해 재생에너지의 내재적 한계를 보완하고 효율적인 에너지 순환 구조를 구현하기 위해서는 계획 단계에서부터 그린 수소 생산과 이를 활용하는 연료전지 발전의 구체적 실행계획이 제시될 필요가 있다.

넷째, 지역난방과 연계된 열병합 발전소 적용 확대, 기존 석유화학 플랜트 내에 복합발전 형태의 융복합 발전소 구축 그리고 이러한 에너지 시설에 대한 안정적 수소 공급 인프라 구축 등 기반시설 확대에 본격적 투자가 요청된다. 특히 지방 융·복합단지나 시범도시 등 지역의 혁신역량과 로드맵에 연계하여 특화된 투자가 요청된다.

다. 산업 생태계

궁극적으로 정부 주도로 추진 중인 수소경제는 민간의 혁신역량으로 연계되어야 한다. 대기업을 중심으로 집중 되어있는 일부 활용산업의 역량을 분산하고 에너지 강소기업을 육성하기 위한 정부차원의 투자가 단기적으로 요청된다.

수소산업은 생산, 저장이송 및 충전 등 초기 시설 구축 비용이 높으므로 단기간에 수익이 나기 어려운 구조이다. 다양한 기업의 산업 진입과 자생적 생태계 확보를 위해서는 정부의 산업 육성정책과 긴밀한 공조가 요청된다.

연료전지의 핵심 소재 및 부품, 이를 활용한 모빌리티 다변화, 다양한 규모의 분산발전 등은 중소중견기업의 수소경제 참여 및 역량 강화의 잠재성을 높일 수 있다. 이미 국내외 에너지 관련한 스타트업이 활성화 조짐을 보이고 있으며, 에너지 포트폴리오 관점에서 접근하는 수소경제 역시 이에 연관될 수 있다. 또한 단지 에너지, 모빌리티, 화학, 금속 등 기술 기업 뿐 아니라 금융과 ICT 기업과의 연계를 통한 서비스 산업 창출도 가능하다. 이를 통해 최적 에너지 컨설팅, 수요예측, 제어 및 중개 등 수소산업을 통한 부가가치 창출의 확장성이 존재한다.

따라서 서비스 모델 개발, 핵심 소재부품 확보 등을 위해 정부차원에서의 자금지원 및 규제 개선이 요청된다. 다양한 펀드를 지원하거나 투자 유치를 활성화하는 중개 역할을 할 수 있으며, 상용화 이전 기술을 실증할 수 있는 규제샌드박스 등의 지원도 고려할 수 있다.

제5절 맺음말

수소 산업은 다양한 기술적 난제와 제도적 개선사항 그리고 복잡한 로드맵이 연관되어있으므로 단기 및 중장기의 세심한 투자가 요구된다. 다양한 변수와 가정이 존재하므로 외적 환경과 기술 변화에 따라 로드맵 달성의 시점은 유동적이며, 미래 변화 양상에 대한 예상은 불확실하다. 그러므로 정부는 단기적 성과를 염두에 둔 투자보다는 안정적인 지원 환경을 정비하여 기업이 장기적이고 지속적으로 사업을 실시할 수 있도록 하는 것이 중요하다.

특히 에너지와 산업 전반을 아우르는 수소경제의 특성을 감안한 시스템적 접근이 요구된다. 또한 온실 가스 배출량, 재생 가능 에너지 도입 계획, 에너지 효율 개선 정책과 함께 연계 검토가 필수적이며 타 에너지원과의 상호 보완적 역할 기능을 적절히 발휘할 수 있도록 전략적 투자가 요청된다.

각 부처에서 추진하는 정책 간 소통과 연계 역시 중요한 과제이다. 산업부와 과기부를 중심으로 추진 중인 원천기술 확보, 환경부와 국토부를 중심으로 추진되는 충전 인프라 구축 및 운영, 그리고 범정부차원에서 수립되는 탄소중립 및 재생에너지 확대 정책과 각 소관부처별 제도 및 법령 개선은 상호간 유기적으로 연계되어야 한다. 또한 수소경제위원회 등 컨트롤 타워를 중심으로 상호간의 진행 현황과 니즈를 공유해야 한다.

궁극적으로는 탄소중립이라는 글로벌 정책 목표 달성에 기여할 수 있도록 그린수소 기술의 고도화가 상시 전제되어야 하며 이를 위한 기술적 제도적 기반을 마련해야 한다. 또한 정부 주도의 수소경제 목표 수립이 민간을 통해 최종 달성 가능하도록 자립형 생태계와 민간의 기술혁신역량 확보가 요구된다.

참고문헌

- 가스신문, “수소경제 이행 위한 생산·공급 준비 어떻게 해야 하나”, 2020년 9월 21일, (<http://www.gasnews.com/news/articleView.html?idxno=90112>, 최종접속: 2021년 5월 15일).
- 강원도청 보도자료, 「강원 액화수소산업 규제자유특구 계획서(案)」, 2020. 4.10.
- 과학기술관계장관회의 보도자료, 「수소 기술개발 로드맵(안)」, 2019.10.31.
- 관계부처 합동 보도자료, 「2050 탄소중립 추진전략」, 2020.12. 7.
- 관계부처 합동 보도자료, 「수소경제 민간투자 계획 및 정부 지원방안」, 2021. 3. 2.
- 관계부처 합동 보도자료, 「수소경제 활성화 로드맵」, 2019. 1. 17.
- 관계부처 합동 보도자료, 「한국판 뉴딜 종합계획」, 2020. 7.
- 구영모, 「수소연료전지를 활용한 상용차·승용차 기술 동향」, Mobility Insight, 2020.
- 구영모, 「수소전기차와 개발 현황 및 개발 이슈」, KEVC(Korea Electric Vehicle Conference) 2018 발표자료, 2018.
- 국무조정실 보도자료, 「제3차 수소경제위원회 보도자료」, 2021. 3. 2.
- 김기봉·김태경, 「수소 생산」, KISTEP 기술동향브리프 2021-02호, 한국과학기술기획평가원, 2021.
- 김선재·이선명·나영식, 「한국형 수소경제의 지속가능한 실현을 위한 정부 연구개발 역할」, KISTEP Issue Paper 2020-15, 한국과학기술기획평가원, 2020.
- 김재경, 「수소경제 이행을 위한 과제 : 적정 수소생산 포트폴리오 결정」, 에너지 포커스 2019 겨울호, 에너지경제연구원, 2019.
- 김재경, 「친환경 CO2-free 수소생산 활성화를 위한 정책연구」, 수시연구보고서 2018-06, 에너지경제연구원, 2018.
- 대한민국 정책브리핑(<https://www.korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=148889068>, 최종접속: 2021. 6.22).
- 맥스윈(http://www.imaxwin.com/sub/sub02_02_02.php, 최종접속: 2021. 6.22.).
- 발전산업신문, “서부발전, 탄소중립 실현 온실가스 감축기술에 62억 ‘투자’ ”, 2021년 3월 25일 (<http://www.pgnkorea.com/news/articleView.html?idxno=18730>, 최종접속: 2021년 5월 15일).
- 산업통상자원부 보도자료, 「수소경제 표준화 전략 로드맵」, 2019. 4.
- 산업통상자원부 보도자료, 「재생에너지 3020 이행계획(안)」, 2017.12.20.
- 산업통상자원부 보도자료, 「제3차 에너지기본계획」, 2019. 6.
- 산업통상자원부, 한국에너지공단 신·재생에너지센터, 『2018 신재생에너지백서』, 2018.
- 유영돈, 「수소의 저장, 운송 및 충전」, 기술과혁신, 2019년 9월호, 한국산업기술진흥협회, 2019.
- 유영호 「글로벌 수소전쟁, 수소동맹이 ‘돌파구」, 산업동향분석 Vol.47, 한국자동차연구원, 2020.

- 이선명·김선재 「수소전기차」, KISTEP 기술동향브리프 2018-20호, 한국과학기술기획평가원, 2018.
- 이제명·김정현·김슬기·김태욱·김명성, 「수소연료전지선박 개요 및 기술개발 동향 소개」, 『대한조선학회지』, 제56권 제1호, 2019.
- 이태의, 『재생에너지 변동성 대응을 위한 P2G 활용방안 연구』, 기본연구보고서 2020-12, 에너지경제연구원, 2020.
- 이투뉴스, “서부발전, 태안화력서 대규모 CCUS 실증 추진”, 2020년 11월 17일 (<https://www.e2news.com/news/articleView.html?idxno=227864>, 최종접속: 2021년 5월 15일).
- 인세환·박지호·염한길·고준석·박성제·염충섭·허광범, 「대용량 에너지저장을 위한 액체공기 에너지저장 시스템」, 『기계저널』, 제59권 제4호, 2019.
- 임성민·성순욱·이영근·김진우, 「수소 연료전지 철도차량의 기술 동향」, 2018년도 한국철도학회 추계학술대회 논문집, 2018.
- 천강·김진수, 「주요국의 수소경제 지원 정책과 시사점」, 『한국자원공학회지』, 제57권 제6호, 2020.
- 최용호, 『수소 경제의 본격화 시점, 결코 먼 미래가 아니다』, 딜로이트컨설팅, 2020.
- 한국선급, 『KR 연례보고서 2020』, 2020.
- 한화토탈(<https://www.chemi-in.com/421>, 최종접속: 2021. 6.22.).
- 허선경·이슬기, 「한국 수소산업의 생태계 분석을 통한 발전전략 및 과제」, 산업포커스, KIET 산업경제 2020년 3월호, 산업연구원, 2020.
- 환경부, 「2020년 수소연료전지차 보급 및 충전소 설치사업 보조금 업무처리지침」, 2020.
- Eunji Yoo, Myounsoo Kim and Han Ho Song, “Well-to-wheel analysis of hydrogen fuel-cell electric vehicle in Korea,” International Journal of hydrogen energy, Vol. 43, 2018.
- K. Verfondern, “Safety Considerations on Liquid Hydrogen,” Vol. 10, forschungszentrum julich gmbh: julich,2008.

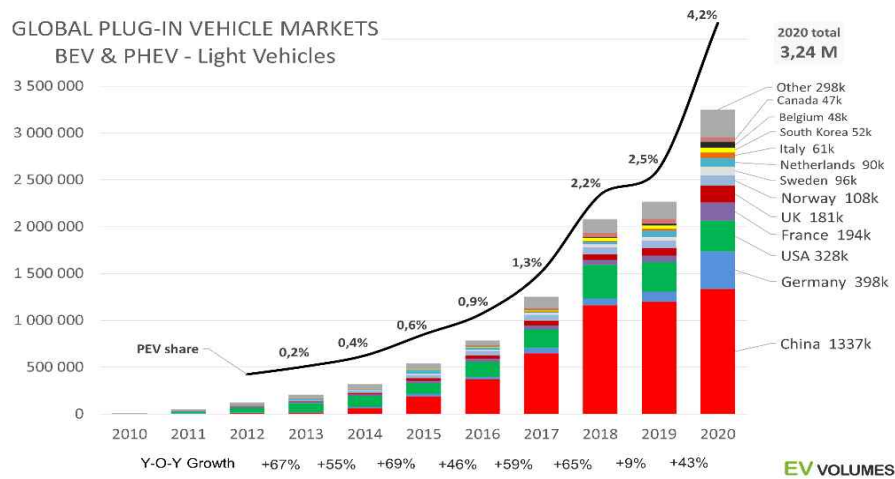
제3장

미래형자동차 발전을 위한 재정지원 방향¹⁴⁾

제1절 해외 현황 및 전망

2020년 세계 전기차 판매는 전년 대비 44% 증가한 324만 대이다. 이는 세계 승용차 시장의 7.5%, 전체 자동차 시장의 4.1%를 점유하는 수치이다. 2021년 1분기 전기차 판매는 113만 대를 상회한 것으로 추정되면, 한국자동차연구원에 의하면 2021년 전기차 판매는 약 550만 대에 이를 전망이다(그림 3-1 참고).

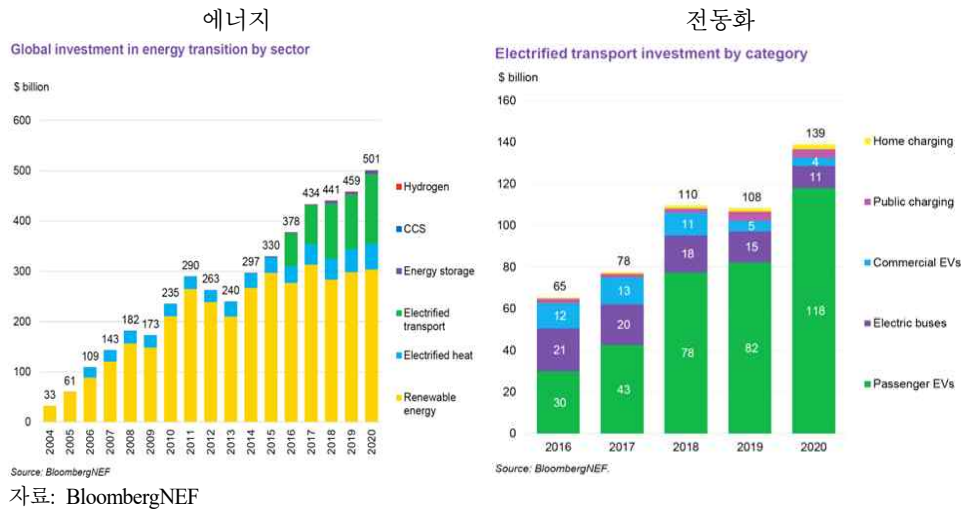
[그림 3-1] 전기차 판매 추이



자료: EV Volumes

14) 충북대학교 지능로봇공학과 기석철 교수, 한국자동차연구원 이항구 연구위원, 성균관대학교 기계공학부 황성호 교수, 한국산업기술진흥원 탁영지 책임연구원 작성

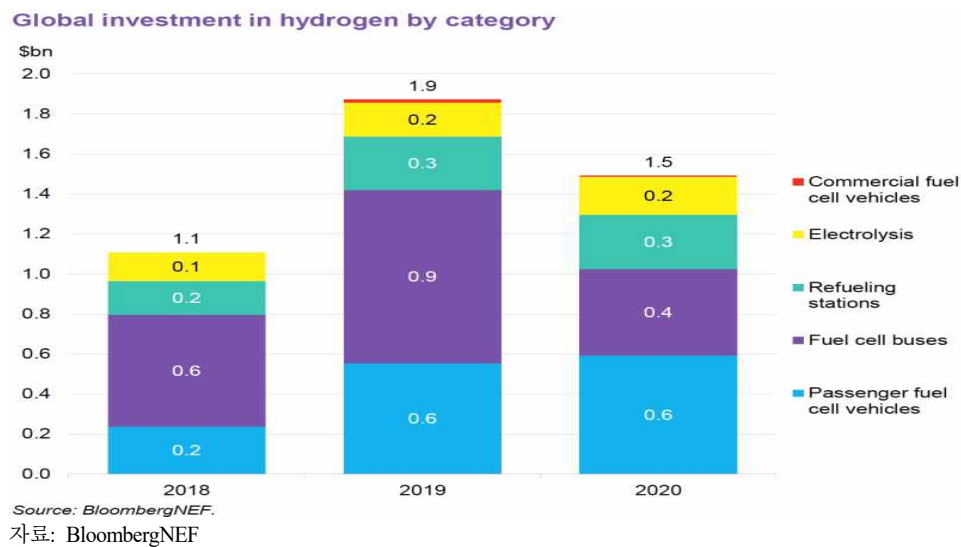
[그림 3-2] 에너지(좌) 및 전동화(우) 관련 투자



코로나 19에도 불구하고 친환경 에너지로의 전환 투자와 전기동력 자동차 관련 투자는 증가했다(그림 3-2 참고).

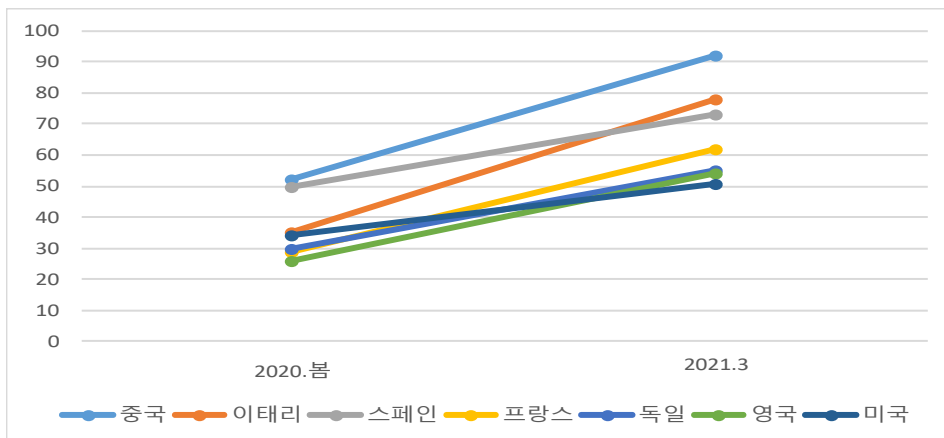
증가하던 수소 관련 투자는 2020년에 감소했으며, 투자 규모는 전동차 관련 투자의 1/10 수준에 머물러 있다(그림 3-3 참고).

[그림 3-3] 세계 수소 관련 투자



코로나19로 인해 친환경에 대한 관심이 높아지면서 주요국 소비자들의 전기차 구매 의사는 증가 추세이다. 독일의 톨랜드 버거의 2021년 1월 주요국 소비자 설문 조사 결과 차기 구매 차종으로 전기차를 구매하겠다는 의사가 1년 전에 비해 인도 70%에서 90%, 한국 55%에서 75%, 스웨덴 35%에서 50%로 증가한 반면 일본 소비자들은 20%로 변하지 않았다(그림 3-4 참고).

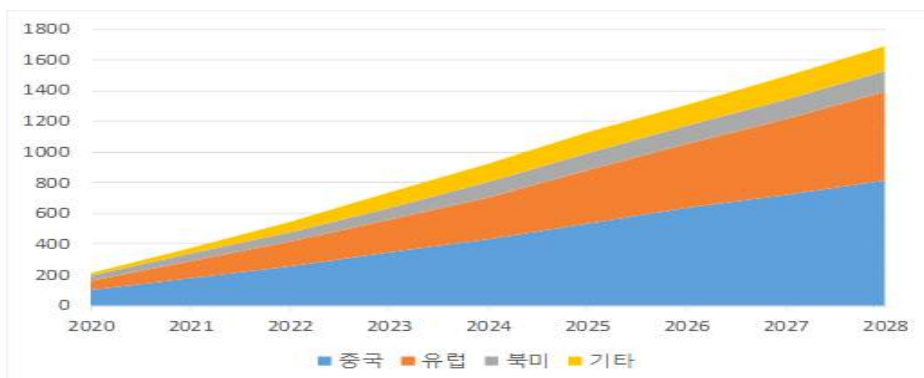
[그림 3-4] 전기차 구매 의사(단위: %)



자료: 5500인 이상 대상 Oliver Wyman Forum 설문 조사

세계 배터리 전기차 수요는 지속적으로 증가해 2028년에는 1,700만대를 상회할 전망이며, 전기차 최대 수요국인 중국의 2020년 배터리 전기차 판매는 815만대, 북미 판매도 100만 대를 상회할 것으로 보인다(그림 3-5 참고).

[그림 3-5] 세계 배터리 전기차 수요 전망(단위: 만 대)

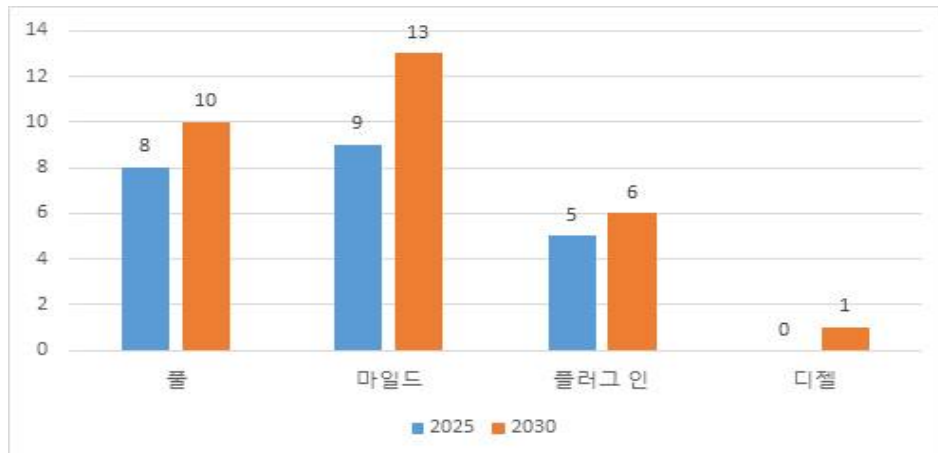


자료: LMC Automotive(2021. 4)의 자료를 연구진이 재가공

하이브리드 카의 수요도 마일드 하이브리드 카를 중심으로 증가해 2030년에는 2,880만대를 상회할 전망이며, 플러그 인 하이브리드 카의 수요는 2030년에 720만대에 달할 전망이다. 2030년 세계 자동차 수요는 약 1억 2,000만대로 추정된다(그림 3-6 참고).

주요국 정부가 2050 탄소중립을 위해 관련 정책을 제·개정하거나 새롭게 수립하고 있는 가운데 EU집행위가 2035년부터 탄소국경세를 도입하고 내연기관 자동차의 판매를 금지하는 내용의 ‘Fit for 55’ 전략을 발표했다. 이에 따라 하이브리드 카의 유럽시장 판매도 2035년 이후에는 대폭 감소할 전망이다.

[그림 3-6] 세계 신차 판매에서 차지하는 하이브리드 카 점유율 전망



자료: Wards(2020)의 자료를 연구진이 재가공

주요 자동차 완성차업체의 경쟁 전략 현황은 다음과 같다.

1. 도요타

도요타는 2020년에 배터리 전기차 판매는 3,300대에 그쳤으며, 2025년까지 15개의 전기차(BEV+HEV) 모델을 출시해 100만대를 판매할 계획이다. 친환경 자동차(HEV, BEV, PHEV, FCEV)를 2020년 55종에서 2025년 70종으로 확대할 예정이나 전기동력 자동차 판매는 2030년에 200만 대를 판매할 계획이다. 도요타는 2030년에 하이브리드 카도 600만 대를 판매할 예정이다. 하지만 EU 집행위가 2035년부터 배터리전기차와 수소전기 자동차의 판매만 허용할 계획이어서 친환경자동차 판매 포트폴리오 구성의 변경이 불가피할 전망이다.

2. Volkswagen(VW)

Volkswagen(VW)는 2021년 전기동력 자동차를 중국에서 10만 대 이상 판매하고, 전 세계적으로 100만 대를 판매한다는 목표를 수립하고 있다. VW는 2020년 23만대의 전기차를 판매해 세계 2위의 판매 기업으로 부상했다. VW는 2027년까지 70종의 전기동력 모델을 개발해 세계 전기차 시장의 점유율을 20% 이상 차지할 계획이며, 2030년까지 400억달러를 투자할 예정이다.

3. General Motors(GM)

General Motors(GM)는 2035년부터 내연기관 자동차 생산을 중단하고 전차종의 전동화를 달성할 계획이다. GM은 미래차 시대에 대비한 인력구조 개편을 통해 정규직(salaried worker)의 40%가 입사 5년차 미만의 인력이다. GM은 자회사인 크루즈를 통해 자율주행자동차 분야에서 구글의 웨이모와 각축을 벌이고 있다. GM은 2030년까지 350억 달러를 미래차 분야에 투자할 계획이다.

4. Ford

Ford는 2025년까지 220억 달러를 전동화와 연결성에 투자하고, 블루오벌 사업부가 BMW와 함께 황 전고체 배터리업체인 Solid Power에 투자하였다. 독자적으로 배터리 개발 센터인 Ion Park도 설립하고 1.85억 달러를 투자해 2022년에 개소하였다. 2030년까지 유럽 판매 전 차종의 전동화를 추진하고, 상용차는 2024년까지 전동화 전환 예정이다. 포드는 목표 달성을 위해 300억 달러를 투자할 계획이다.

〈표 3-1〉 주요 업체별 전략

업체명	전략
VW	전동화, 포드와 협력(자율주행), 중국 전기차 분야 투자 확대 대형 부품업체의 지원, 수소는 상용차에 국한
도요타	수소경제, SW기반 공급업체 육성, 하이브리드 고수
ReNiMi	전기차 판매 물량 테슬라 추월 목표, 구조조정으로 생산능력을 400만대에서 310만 대로 축소, 원가 절감(3조 이상), 인력구조조정
벤츠	2030년 모든 라인 업 전동화
BMW	2030년 판매 물량의 50% 이상을 전동화, 희망 퇴직(5천명)
GM	자율주행, 인력 교체 (Salaried Worker의 40%가 입사 5년 미만)
Stellantis	2030년까지 유럽 신차 판매의 70%, 미국 신차 판매의 40%를 전동화
현기	2025년 전기동력 자동차 103만대 판매, 2030년 UAM과 로봇사업 50%
포드	2030년 신차 판매의 40%를 전기차로 판매, 12개의 첨단제조전략 개발 중 : 적층 가공, 신소재 사용에 따른후처리, 작업 공간 축소, 신기술 부품 적용, 혁신 가속화, 협동로봇 증대, 품질 검사 강화, 새시 검사 자동화, 공정 디지털화, 디지털 융합, 증강 현실 적용
혼다	성장경제, UAM, 2040년까지 전차종 전동화
테슬라	전기동력 자율주행, 신사업 모델(충전, SW 업데이트)
웨이모	자율주행차 조기 상용화
ICT 업체	차량용 전장부품 및 SW 개발 및 상용화

자료: 각사 발표 자료 취합

자동차업체들이 전동화를 가속화하고 있는 배경에는 주요국 정부의 환경 규제 강화가 작용하고 있다. 2025년 노르웨이가 내연기관 자동차의 판매를 금지할 예정이며, 주요국 정부는 2040년 내에 내연기관 자동차 판매를 금지할 전망이다.

〈표 3-2〉 주요국의 내연기관 판매 금지 현황

금지 년도	국 가
2025년	노르웨이
2026년	벨기에
2027년	오스트리아 (비전기)
2030년	영국, 스웨덴, 인도, 네덜란드, 아일랜드, 덴마크, 슬로베니아, 이스라엘
2035년	일본, 태국
2040년	프랑스, 스페인, 캐나다, 이집트, 싱가포르, 타이완

자료: 각사 발표 자료 취합

일부 국가 정부부를 비롯한 지방자치단체들은 내연기관 자동차의 주행 제한도 실시할 계획이다.

〈표 3-3〉 주요국의 내연기관자동차 주행 제한 현황

국가	주행 제한 내용
미국	2030년 관용차는 전기차만 구매
프랑스	파리시2024년부터 디젤차 운행 금지, 2030년 가솔린차 운행 금지
영국	독일과 함께 2035년부터 하이브리드 카도 판매 금지
스페인	2023년 인구 5만 이상 도시 특정 구간 통행 제한, 2050년 내연기관 운행 금지
네덜란드	암스테르담 2030년부터 내연기관차와 오토바이, 스쿠터 운행 금지
중국	하이난성 2030년부터 내연기관 판매 금지

자료: 각사 발표 자료 취합

한편 환경 규제를 강화하고 있는 EU의 2021년 1분기 자동차 판매 구조는 휘발유 차 42.2%, 디젤 차 23.2%, 하이브리드 카 18.4%, 플러그 인 하이브리드 8.2%, 배터리 전기 차 5.7%, 천연 가스 차 0.6%, 기타 1.8% 이다.

미국은 2050년 탄소중립 달성을 위한 정책 강화로 친환경 모빌리티 시장 확대를 가속화하고 있다. 미국 친환경차(HEV, PHEV, BEV) 판매량은 '20년 기준 세계 3위¹⁵⁾이며, 미국 내 친환경차 생산 비중 역시 지속적으로 증가 전망이다.¹⁶⁾

美바이든 정부는 수소경제 로드맵 2019, 2035년 캘리포니아 내연기관차 판매금지 선언 및 파리기후협약 재가입, 친환경 관련 공약 구체화 등 친환경 정책을 강화하고 있다.

15) SNE Research(년도)에 따르면 1위 중국(165만대), 2위 일본(93만대), 3위 미국(79만대), 4위 독일(72만대), 5위 영국(29만대) 순

16) '18년 3.7% → '23년 13.7%(AutoForecast Solution)

〈표 3-4〉 미국 친환경 모빌리티 정책 및 바이든 대통령 친환경 관련 공약

정책	공약
수소경제로드맵 2019 (수소에너지협회, FCHEA)	<ul style="list-style-type: none"> '30년까지 수소차 누적보급 120만대 및 수소충전소 4,300개 구축
내연기관차 판매금지	<ul style="list-style-type: none"> '35년까지 캘리포니아 내 내연기관 신차 판매 금지
美 바이든 정부 친환경 관련 공약	<ul style="list-style-type: none"> 파리기후변화협약 재가입 미국 전기차 충전소 50만개 추가, 전기버스로 전환(~'30년) 전기차 관련 세제 혜택* 및 친환경자동차 생산 기업 인센티브 제공 정부 관계자 관용차 포함해 모든 공공기관 차량 300만대 전기차로 변경 Green Act 법안 통과 시, 전기차 Tax Credit은 기존 20만대에서 60만대로 증가

자료: American Jobs Plan

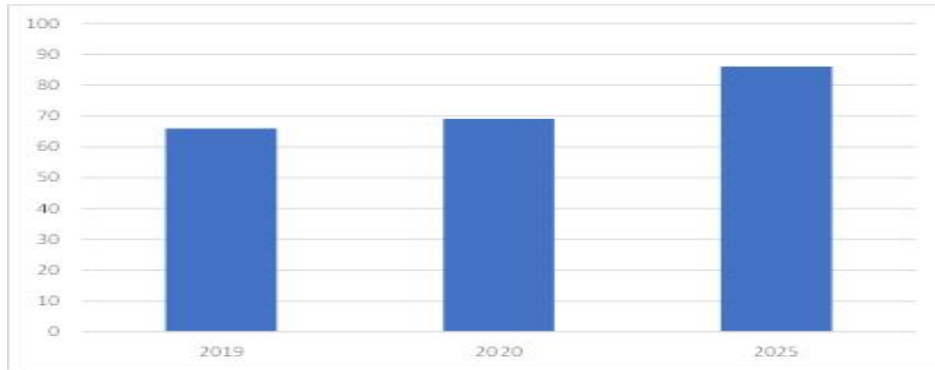
지능화 측면에서는 구글의 웨이모(Waymo)가 레벨3에서¹⁷⁾ 완전자율로 전환되고 있으며, 1,600만km 실증을 기반으로 로봇택시 시범운행을 계획하는 등 IT기업을 중심으로 자율주행자동차 개발 및 사업화가 빠르게 추진되고 있다.

코로나 19 이후 전기동력 자동차의 판매가 급증하고 있으나, 자동차 판매 부진으로 인해 자동차업체들이 연구개발 투자를 축소하면서 자율주행자동차의 상용화 속도가 다소 둔화되었다. 하지만 소비자들이 편의성을 강조하면서 운전자보조시스템(ADAS) 등을 탑재한 커넥티드 카 수요도 증가해 2025년에는 신차 판매에서 차지하는 비중이 85%를 상회할 것으로 예상된다. 커넥티드 카는 네트워크를 기반으로 다양한 서비스 제공이 가능한 자동차를 의미한다. 커넥티드 카는 GM이 1996년 텔레매틱스(Telematics)를 상용화하면서 부상하기 시작해 사물인터넷(IoT) 기술의 고도화를 통해 인포테인먼트 등의 서비스 제공이 가능하며, 자율주행자동차로 진화하고 있다.

세계 최고의 자율주행자동차 종합 경쟁력 보유국인 미국 교통부는 2016년 9월에 자국 기업들이 자율주행자동차 기술개발을 효율적으로 개발할 수 있도록 세계 최초로 ‘자율주행자동차 안전기준 심사 가이드라인’을 발표했다. 심사 기준은 디지털 보안, 개인정보보호, 탐지 및 대응 등 15가지 항목을 포함하고 있다. 미국 정부는 자율

17) 자율주행단계는 레벨 0(비자동화), 레벨1(운전자보조), 레벨2(부분자동화), 레벨3(조건부자동화), 레벨4(고등자동화), 레벨5(완전자동화) 등 총 6단계로 구분. 레벨3는 자율차 비상 상태에서 운전자가 제어권을 전환 받아서 운전해야하는 수준임.

[그림 3-7] 커넥티드 카 점유 비중 전망 (단위: %)



자료: F&S의 자료를 연구진이 재가공

주행자동차의 대규모 실증을 위해 특정 지역을 지정했는데 2015년 7월에는 미시간대학교를 자율주행 미니도시로, 2016년 9월에는 피츠버그시를 자율주행택시 시험주행 지역으로, 2017년에는 보스턴시를 자율주행버스 시험 운행 도시로 지정했다. 소비자들은 안전하고 편리하며 편안한 자동차를 요구하고 정부는 안전 규제를 강화하자, 미국의 자동차업체와 정보기술(IT)업체들은 커넥티드 카와 자율주행자동차를 개발해 상용화하고 있다. 테슬라가 미국 전기동력 자동차시대를 전개하는데 기여했다면 자율주행 자동차시대는 구글의 자회사인 웨이모와 GM의 자회사인 크루즈와 포드가 열어나가고 있다. 2017년 11월 웨이모는 자율주행자동차의 시험 주행에 나섰으며, 2018년 10월에는 그동안 1,000만 마일의 시험 주행을 실시했다고 발표했다. 동년 12월에 웨이모는 애리조나주 피닉스에서 자율주행 택시 서비스를 시작했으며, 2020년 10월부터 본격적인 서비스에 나서고 있다. 미국의 자율주행자동차 기술개발에는 軍이 보유하고 있는 기술과 자금 지원이 큰 역할을 차지했다.

미국의 소비자 전문매체인 컨슈머 리포트가 2020년 평가한 ‘운전자지원시스템(Active Driving Assistance System)의 경쟁력 평가’에서 캐딜락, 테슬라와 링킨의 시스템이 1, 2, 3위를 차지했으며, 미국의 컨설팅업체인 내비건트 리서치가 매년 평가하고 있는 ‘자율주행자동차 종합경쟁력 순위’에서도 2020년에 웨이모, 포드와 크루즈가 1, 2, 3위를 차지했다. 이처럼 미국기업들이 자율주행자동차의 기술개발을 주도하고 있다. 이에 따라 미국은 2035년 글로벌 자율주행차 운행 대수의 29%를 차지하며 시장을 선도할 전망이다. 대부분의 북미 내 완성차 제조업체가 레벨 2, 3단계의 자율주행 기능을 탑재한 차량을 출시했으며, 레벨 4, 5단계의 자율주행 차량을 개발하고 있다. 전술한 바와 같이 2020년 자동차업체들은 자율주행자동차 분야에서 기업 인수와 연구개발에 50억 달러 이상을 투자한 것으로 추정된다. 주요국 정부의 자율주행자동차

차 관련 법 제도의 제·개정이 지연되고, 기술적인 제약으로 인해 자율주행 자동차의 양산 시점이 순연하고 있다. 볼보는 레벨 4 수준의 자율주행자동차를 2024년에 상용화하려 했으나 2027년으로 미루고 레벨 3 수준의 자율주행 기능을 탑재한 모델을 출시할 계획이다. 포드와 아르고도 자율주행차와 로봇택시의 출시 시기를 연기했다. 2020년에 출간한 MIT 보고서는 “자율주행 기술이 경쟁하는 것은 운전자가 아니라, 운전자와 함께 유기적으로 작동하는 운전자 보조 시스템”이라고 평가하면서 “신뢰성과 안전성 측면에서 이러한 시스템의 도움을 받는 운전자를 자율주행 기술이 뛰어넘어서는 데는 상당한 시간이 걸릴 것”이라고 분석했다.

이러한 가운데 주요 자동차 생산국 중에서 독일이 2022년부터 고속도로를 제외한 지역에서 자율주행 셔틀과 버스의 운행을 허용할 예정이다. 또한 중국 정부는 북경 경제개발구(BDA)에서 100대의 무인 배송 모빌리티의 운행을 허용했다. 중국 정부는 2025년 판매 신에너지자동차(NEV)의 50%에 레벨 2와 3 자율차 기능을 탑재하고, 2030년에는 70%까지 탑재하도록 유도할 계획이다.

한편 자율주행자동차 특허 출원 수를 비교해 보면 기존 자동차업체들의 특허 출원이 웨이모와 모빌아이 등의 IT 기업 자회사나 부품업체를 상회하고 있다.

〈표 3-5〉 주요 기업별 자율주행자동차 특허 출원 순위

기업명	특허 수	기업명	특허 수
포드	1,195	보쉬	512
도요타	1,705	덴소	509
혼다	1,006	닛산	351
GM	678	모빌아이	155
웨이모	582	State Farm Mutual Automobile Insurance	231

자료: Patent Result, 2021년 1월 기준

우리나라도 자율주행차 분야에서의 가이드라인의 제정과 자동차 관리법의 제개정이 추진되고 있는데 2018년 2월 고속도로 자율주행 시범운행을 통해 국민적 관심을 제고하고, 대규모 실증단지(K-City) 등 기반구축도 적극 추진하고 있다. 국내 자율주행차 기술경쟁력을 살펴보면 통신 인프라는 우수하나 핵심부품 및 소프트웨어 기술 역량은 미흡한 것으로 판단된다. 5G 세계최초 상용화 성공, 4G 상용화 세계 1위 등 자율주행·커넥티드 서비스(connected service) 지원이 가능한 통신 인프라는 세계최고 수준이지만, 인지·판단, 인공지능 등 핵심기술력은 선진국 대비 77% 수준으로 크게 미흡하고, 센서 및 차량용반도체 등 핵심부품은 해외 의존 비중이 높은 실정이다.

또한 세계적인 회계·컨설팅 기업인 KPMG가 발표한 ‘2020 KPMG AVRI(자율주행차 도입 준비 지수, Autonomous Vehicles Readiness Index)’에 따르면, 지난해 AVRI를 집계한 25개국 가운데 올해 17개국의 AVRI 점수가 올라가는 등 대다수의 국가에서 자율주행차 도입 준비를 대폭 강화한 것으로 나타났다. 특히 AVRI 집계 국가 중 3분의 2가 자율주행 자동차 테스트를 위한 승인된 영역이 있는 등 AV 테스트 구역이 확장되고 있다. AVRI 지수는 정책·입법, 기술·혁신, 인프라, 소비자 수용성 등 네 가지 카테고리에 포함된 28개 세부 지표를 통해 자율주행차 구축과 혁신에 대한 도입 진행 현황 등을 평가한다. 자율주행차 도입 준비가 가장 잘 되어 있는 국가로는 싱가포르가 선정됐다. 싱가포르는 자율주행차에 대한 국가 표준을 발표했으며, 도로의 10%를 AV 테스트에 개방했다. 또한, 2030년까지 전기차 충전소를 1,600개에서 2만8,000개로 늘릴 계획이다. 한국은 전년 대비 6계단 올라 7위를 기록하며 가장 큰 폭의 상승세를 보였다. 4G 통신망 커버리지(서비스 영역)를 포함한 빠른 광대역, 이동통신 속도 등 인프라(2위) 영역에서 높은 점수를 받았고, AV 테스트 장소 증가 및 차량 공유 서비스 이용 증가, 소비자 기술 채택에 대한 평가 개선 등의 결과로 순위가 대폭 상승했다.¹⁸⁾

한국은 지난해 10월 ‘미래차 산업 국가비전’을 발표하면서 자율주행차 도입에 대한 국가 전략을 추진하고 있으며 2024년까지 자동차와 도로 간 무선통신망, 3차원 정밀지도, 통합관제시스템, 도로 표지 등 4대 인프라를 주요 도로에 도입하는 등 관련 입법과 제도를 정비할 계획이다.

18) KPMG(2020)

제2절 국내 현황과 전략

1. 추진현황 및 평가

우리 정부는 미래차 전략, 그린 뉴딜, 제 4차 환경친화적 자동차 보급 5개년 계획과 탄소 제로 전략 등을 통해 친환경 자동차의 보급을 촉진하면서 이산화탄소 배출을 축소해 나갈 계획이다.

가. 재생 에너지 보급 확대

정부의 신재생에너지 보급은 ‘재생에너지 3020 이행계획’(17. 12)’, ‘수소경제 활성화 로드맵’(19.1)’, ‘제 4차 에너지 기술개발 기본계획’(19.12)’ 등과의 정합성을 고려해 추진될 계획이다.

나. 스마트 산단 확대

산업단지공단 관리해 온 지역별 산업단지와 자동차 부품 클러스터 등 산업별 클러스터가 병존해 있으나 디지털화의 가속화에 따라 산업단지와 클러스터 모두의 개조가 필요한 실정이다. 현재 스마트 산단으로의 업그레이드 작업이 진행 중이나 산업단지나 클러스터에 입주해 있는 중소기업의 디지털화 대응도 필요하다. 그 동안 스마트 팩토리 지원 사업이 추진되어 왔으나, 이는 하드웨어 중심으로 디지털화에 따른 소프트웨어, 데이터 관련 기반 구축과 인력의 재교육 훈련이 중요하다.

다. 중소기업 스마트 비대면화

코로나19로 인해 재택과 원격 근무가 증가하면서 포드와 같이 하이브리드 근무 시스템 도입을 고려하고 있는 기업도 증가하고 있다.

라. 과감한 투자 촉진 생태계 조성

완성차업체들은 자력으로 사업 전환이나 신규 사업에 진출하고 있으나 부품업체들은 투자 방향을 설정하지 못하고 있는 상황이다. 자동차산업의 패러다임 전환에 전기동력과 자율주행 자동차의 핵심 부품인 전기전자(전장) 부품사업으로의 전환이

나 다각화가 필요하나 정보 부족으로 인해 어려움을 겪고 있다. 따라서 부품업체에 대한 정보를 시시각각 제공할 수 있는 학습의 장이나 정보 제공 포털을 한시적으로나마 운용할 필요가 있다.

국내 부품업체들의 사업 전환 방향이 설정되어야만 투자도 이루어질 전망이다. 국내 완성차업체와의 협력을 통해 투자 방향을 설정하고, 정부가 전기동력 자율주행 자동차의 핵심 부품 중 국산화가 필요한 분야에 대해 역량을 보유하고 있는 기업을 선정해 지원하는 방안도 모색할 필요가 있다.

정부는 1975년 자동차 핵심 부품을 중북투자를 방지하면서 단기에 국산화하기 위한 목적에서 ‘계열화 촉진법’을 도입한 사례가 있는데 이와 유사한 제도를 도입해 운용할 수도 있다.

마. 중소기업 R&D 개편

국내 자동차산업의 수직 통합적인 구조를 고려할 때 국내 중소 자동차 부품업체 중 독자적인 연구개발 전략과 역량을 보유한 업체는 소수에 불과하다고 평가할 수 있다. 2019년 기준 과기부는 2,030개의 자동차업체가 연구개발 투자를 실시한 것으로 분석했다. 2007년 이후 외감 부품 기업 500여개의 연구개발 평균 투자액은 증가하고 있으나 연구개발 참여 기업의 수는 감소하고 있다(그림 3-8 참고). 해당 기업의 연구개발 투자 총액은 과기부의 투자 규모보다 높음에도 제품화율은 낮은 실정이다. 이를 고려해보면, 2차 부품업체 이하의 독자 연구개발보다는 1차 부품업체와 협력업체를 중심으로 컨소시엄을 구성하는 연구개발 전략을 재검토할 필요가 있다.

글로벌 완성차업체들은 소비자들의 안전, 편의, 환경과 성능을 중시하며 경쟁적으로 비즈니스 모델을 변경하고 있다. 완성차업체들이 모빌리티 솔루션 제공업체로 변신하면서, 자동차산업 분야는 완성차 조립보다는 모듈부품과 모빌리티 관련 서비스 산업이 성장을 주도할 것으로 전망된다.

주요 자동차 생산국의 정부들은 전기동력 자율주행차(미래차) 관련 예산 확대뿐 아니라 인력 양성을 적극 추진하고 있다. 세계 자동차산업을 130여 년간 지배해 온 내연기관 자동차에서 미래차로의 전환을 위해서는 기계공학 엔지니어 뿐 아니라 전기전자, 소프트웨어, 신소재공학 엔지니어와 인공지능, 로봇공학, 통신, 데이터, 수학 등의 다학제 인력이 요구되고 있기 때문이다. 미국은 이미 25만 명이 넘는 친환경 자동차 인력을 확보해 우리의 6배를 상회하고, 소프트웨어 최강국답게 자율주행자동차 관련 소프트웨어 인력만 해도 2019년 말 기준 2만 3,000명을 돌파하였다.

미래차의 경쟁력은 부품, 소재와 관련 서비스산업이 결정할 전망이다. 특히 전기전자(전장) 부품이 전체 조립부품에서 차지하는 비중은 최대 70%까지 증가될 전망이

다. 우리나라가 정보통신기술(ITC) 강국이지만 자동차용 전장부품산업의 경쟁력은 상대적으로 낮은 편이다. 미래차 전장부품은 내연기관의 전장부품과는 차원이 다른 고전압과 소프트웨어 구동 부품이 큰 비중을 차지한다. 이에 따라 우리 정부도 자동차 부품업체의 사업 전환을 지원해 2030년까지 5%에 불과한 국내 전장 부품업체 비중을 선진국 수준인 최소 20% 이상으로 끌어올릴 계획이다.

[그림 3-8] 외감 부품업체 연구개발 투자 현황(단위: 개, 억 원)



주: 기업 수는 좌축, 투자액은 우축
 자료: 이항구(2020)

자동차산업의 패러다임이 전기동력 자율주행자동차(미래차)로 전환하면서 국내 완성차업체가 전기동력 자동차 판매와 자율주행자동차 종합경쟁력에서 일본을 추월하였다. 하지만 미래차에서 비중이 증가할 전기전자(전장) 부품 공급망은 취약한 실정이다. 2020년 초 국내 완성차업체가 중국산 와이어하네스 수입에 차질을 빚은 이후 반도체, 인버터, 감속기, 센서류 등의 국내 공급에 한계가 노출되었다. 미래차의 전장 부품 점유 비중이 기존 내연기관의 2배를 넘는 70%까지 증가할 것으로 예상되고 있지만 국내 전장 부품 업체 비중은 5%에 불과하다.

미래차의 경쟁력은 인적 자본, 기술력, 소프트웨어, 전장부품과 공급망의 효율성이 결정할 예정이다. 이미 자동차는 소프트웨어 기반 부품(Software-based Parts)으로 조립한 소프트웨어 구동 자동차(Software-defined Vehicle)로 변화되었다. 그러나 국내 차량용 소프트웨어 개발 인력은 절대 부족한 실정이다. 미국 포드가 내연기관에서 저하된 경쟁력을 강화하기 위해 2016년~2019년 중 300명에 불과했던 프로그래머를 4,000명 이상으로 증원했으며, 미국 전체로는 2019년 기준 23,000명의 자동차용 소프

트웨어 개발 인력을 보유하고 있다, GM이 5년전 인수할 당시 40명에 불과했던 자율주행자동차의 선두 주자인 GM 크루즈의 인력은 2,000명을 상회하고 있다. 한편 독일 자동차산업협회(VDA)는 자국 자동차산업의 엔지니어 수가 2019년 12만 6,400명에 달했다고 평가했지만 우리나라의 미래차 연구개발, 설계, 디자인, 시험 평가와 검증 인력은 2018년 기준 2.1만 명 수준이다. 최근 미래차 산업에서 인재 유치 경쟁이 본격화하고 있지만 우리의 인력은 절대 부족한 상황이다.

바. 자동차업체들의 연구개발 투자도 증가세

2020년에는 코로나19로 인해 투자가 감소한 것으로 추정되나 2019년 기준으로 볼 때 전 세계 자동차산업의 연구개발 투자는 170조원을 넘어섰고, 독일이 60조원, 일본이 33조원, 미국이 23조원 중국이 12조원을 상회했으며, 우리나라는 8.7조 원으로 추정된다. 미래차 연관산업인 자동차, 전기전자와 소프트웨어 3개 산업의 연구개발 투자액을 비교해 보면 문제가 심각해진다. 그 이유는, 세계적인 차량용 소프트웨어업체는 전무하고, 자동차와 전기전자산업에서는 소수 대기업과 계열사들이 혁신을 주도하고 있기 때문이다.

미래차 전장부품산업의 안정적인 공급망과 생태계를 구축하기 위해서는 Big 3 전략이 요구된다. 즉 대형 공동연구개발 과제와 기획, 대형 지원센터의 구축과 다학제 인력의 대규모 양성이다. 이미 선진국과 중국은 정부 주도로 대형 연구개발 과제와 부품과 소재 분야에서 추진 중이고, 미국은 대형 제조혁신센터, 데이터센터와 혁신 커뮤니티 센터를 구축하고 있다. 이러한 혁신과 하부구조 운영을 위해서는 무엇보다 사람이 중요하며, 전문 인력의 양성도 중요하지만 디지털 격차로 인한 임금격차를 예방하기 위한 재교육훈련 시스템도 구축해야 한다. 자동차산업의 적재적소에 배치할 수 있는 인력 확보와 선택과 집중형의 연구개발 투자 지원 및 전장부품산업 생태계의 조성이 시급한 과제이다.

2. 미래전략

가. 미래자동차 확산 및 시장선점 전략

2020년 10월 관계부처 합동으로 발표된 “미래자동차 확산 및 시장선점 전략” 보고서에서 국내 자동차산업의 미래전략이 종합적으로 정리되어 있다. 보조금·세제 등 높은 수준의 인센티브 지급에도 불구하고 친환경차 구매수요는 국가 보급목표 대비 부족한 실정이다.

또한 배터리 단가는 인하되었으나, 탑재용량 확대에 따라 내연기관 대비 2배 가격차는 여전히 유지되고 있다. 더하여 거주지 주변 충전 인프라 부족, 상용차 출시 지연에 따른 승용차 위주 보급정책 등과 같이 미래자동차 보급에 年1조원 재정 투입(보조금)에 비해 환경개선효과 또한 미미한 상태이다.

국내 자동차산업의 경쟁력은 미국·유럽 차량의 브랜드와 성능, 중국의 가격경쟁력 사이에서 국산차는 넛크래커 상황이며, 수입 제작사는 既보급된 자율주행 레벨 2.5수준의 수천 대 차량으로 국내 도로정보를 축적중임에도, 국내 제작사는 동일한 수준의 차량이 未출시된 상황이다. 수소차·전기차·자율주행차 등 미래차 부품기업의 육성이 중요한 단계임에도 불구하고 국내 부품기업 중에서 미래차 부품기업의 비중은 4%에 불과(연료전지, 배터리, 모터, 인공지능등 분야 기업)하다. 코로나19 확산 등으로 자동차산업의 일자리가 54만명에서 6만명이 감소하였으며, 미래차 핵심인력 유출도 우려되는 현실이다.

이러한 위기 상황을 극복하고 미래차 산업의 국가경쟁력을 확보하기 위해서 범부처 합동으로 수립한 정책과제는 다음과 같다.

[그림 3-9] 미래자동차 확산 및 시장선점 전략 요약도



자료: 관계부처 합동 보도자료(2020.10)

제3절 부문별 재정사업 검토

1. 부문별 재정사업

'21년 미래형자동차 분야의 정부 예산은 약 2조원으로 예산규모는 지속적으로 증가추세에 있다.

정부는 미래형자동차 육성의 중요성을 인식하고 글로벌 경제 선도를 위해 ‘한국형 뉴딜 종합계획’, ‘혁신성장 BIG3 산업 집중육성 추진계획’ 등의 정부 주요대책의 핵심으로 미래형자동차 산업을 적극적으로 지원하고 있으며, 산업통상자원부, 국토교통부, 환경부, 과학기술부 등이 미래형자동차 분야에 주도적으로 예산을 편성하고 집행하고 있다.

〈표 3-6〉 미래형자동차 분야 주요 정부계획 현황

제 목	주요 내용
미래자동차 산업 발전 전략 (관계부처 합동, '19.10)	<ul style="list-style-type: none"> 전기·수소차 보급 세계 1위, 세계시장 점유율 10% 달성('30년) 주요도로 자율주행(레벨4) 세계최초 상용화('27년)
「한국판 뉴딜」 종합계획 (관계부처 합동, '20.7)	<ul style="list-style-type: none"> “전기·수소 중심 그린 모빌리티 확대로 오염물질 감축 및 미래 시장 선도”
미래자동차 확산 및 시장선점 전략 (관계부처 합동, '20.10)	<ul style="list-style-type: none"> 전기차 113만대, 수소차 20만대 국내 보급('25년, 누적) '22년 자율주행레벨3 출시→'24년 레벨4 일부 상용화
제4차 친환경자동차 기본계획 (관계부처 합동, '21.2)	<ul style="list-style-type: none"> 친환경차 누적보급 : 25년 283만대(신차판매 51%), 30년 785만대(83%) 온실가스('17년대비) : 25년까지 8%, 30년까지 24% 감축

자료: 미래형자동차 관련 주요 정부계획 발표자료 정리

산업통상자원부와 과학기술정보통신부는 핵심부품과 원천기술개발, 국토교통부는 지능형 도로 인프라 및 차량실증을 위한 기반조성에 집중하고 있으며, 환경부는 미래형자동차 전환을 위한 차량구매보조금을 통해 미래형자동차 확산을 지원하고 있다.

이 장에서는 미래형자동차 분야는 크게 배터리전기차, 수소전기차, 자율주행자동차 및 개인용이동수단(PM)에 한정하고, 이와 연계된 전용 예산사업을 국비 중심으로

정리하였다.¹⁹⁾

가. 기술개발

'21년 미래형자동차 분야 정부의 기술개발 예산을 살펴본 결과 투자는 3,679억원으로, 전년대비 37% 증가하였다.

부처별로 보면 배터리전기차, 수소전기차, 자율주행자동차 분야를 모두 담당하는 산업부가 2,569억원으로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 국토부 596억원, 과기부 318억원, 경찰청은 197억원을 지원하고 있다.

특히 자율주행 분야는 '20년에 예타를 통과한 '자율주행기술개발혁신사업' 관리를 위한 '자율주행핵심기술개발사업단'을 신설하고 부처 간 협력을 통해 기술개발을 체계적으로 지원하기 위한 조직을 운영하고 있다.

이처럼 정부는 미래형자동차 산업 육성을 위하여 많은 지원을 하고 있으나 전체 정부R&D 비중 대비 '21년 기준으로 1.3%에 불과한 상황이다.

〈표 3-7〉 미래형자동차 R&D 투자비중

구 분	'19년	'20년	'21년	'21년 증가율
정부R&D	20.5조원	24.2조원	27.4조원	13.1% 증
미래차R&D	1,926억원	2,685억원	3,679억원	37.0% 증
미래차 비중	0.9%	1.1%	1.3%	

자료: 관계부처 합동 보도자료(2021.1.21.)

그간의 기업과 정부의 노력으로 내연기관차는 일부 소수의 핵심부품을 제외하고는 대부분 국산화가 되었으나 미래형자동차는 주요 고부가가치 부품 상당부분을 수입에 의존하고 있는 실정으로, 기술개발 지원의 필요성이 더욱 높아지고 있다.

그러나 정부의 미래형자동차 연구개발 예산규모는 민간의 투자액에 비교하여 부족한 수준이며, 글로벌 1,000대 기업에 포함된 국내 자동차 기업의 연구개발 투자액을 전부 합치더라도 폭스바겐 1개 회사의 1/3에도 미치지 못한다.

따라서 국가의 기간산업이자 미래 산업의 핵심인 미래형자동차 분야의 경쟁력 확보를 위하여 연구개발 예산규모를 지속적으로 확대할 필요가 있다.

19) 본 자료는 미래차 분야의 주요재정사업에 대하여 연구진이 조사 및 정리한 내용으로 전체 재정지원 규모와는 상이할 수 있음.

〈표 3-8〉 미래형자동차 분야 정부 R&D 투자현황(단위: 백만원, %)

분 류	'20년 (A)		'21년 (B)		증감		
	예산	비중	예산	비중	(B-A)	%	
합 계	268,455	100	367,899	100	99,444	37.0	
친환경차	산업부	142,718	100	173,888	100	31,170	21.8
자율차	산업부	70,550	56.1	82,982	42.8	12,432	17.6
	국토부	42,375	33.7	59,501	30.7	17,126	40.4
	과기정통부	9,278	7.4	31,800	16.4	22,522	242.7
	경찰청	3,534	2.8	19,728	10.2	16,194	458.2

자료: 관계부처 합동 보도자료(2021.1.21)

〈표 3-9〉 미래형자동차 분야 R&D 주요사업(단위: 백만원)

부처	세부사업명(내역사업명)	사업기간	총사업비	'21년
범부처	자율주행 기술개발 혁신사업	'21~'27	1,097,400	88,414
산업부	수소트럭 개조기술개발 및 실증	'20~'23	25,155	8,370
산업부	수소트럭 전기 동력부품 국산화 기술개발	'20~'23	20,593	5,380
산업부	수소차용 차세대 연료전지 시스템 기술개발	'20~'24	27,876	6,010
산업부	전기차 플랫폼 공용화 기반 수소차용 비정형 수소저장장치 개발	'20~'24	22,756	5,020
산업부	권역별신산업육성사업(자율주행자동차핵심기술개발)	'17~'21	77,900	11,320
산업부	권역별신산업육성사업(수소연료전지차 부품실용화 및 산업기반육성사업)	'17~'21	34,900	3,498
산업부	자동차산업기술개발(AI기반자율주행컴퓨팅모듈개발및서비스실증)	'19~'21	16,927	5,294
산업부	자동차산업기술개발(스마트카)	'09~계속	-	7,102
산업부	자동차산업기술개발(그린카)	'09~계속	-	23,244
산업부	자동차산업기술개발(시장자립형 3세대xEV산업 육성)	'20~'25	274,000	49,000
산업부	자동차산업기술개발(중소중견기업지원을위한전기자동차 개방형플랫폼)	'19~'21	22,860	9,538
산업부	자동차산업기술개발(초소형 전기차 산업 및 서비스 육성 실증지원)	'19~'25	44,543	3,900
산업부	자동차산업기술개발(대형버스용 자율주행부품·시스템 개발 및 수소자율버스 시범운영)	'19~'21	22,560	8,108
산업부	초안전주행플랫폼핵심기술개발	'21~'24	29,000	6,000

부처	세부사업명(내역사업명)	사업기간	총사업비	'21년
산업부	퍼스널모빌리티플랫폼 핵심기술개발및실증	'21~'25	45,000	3,000
산업부	미래형자동차튜닝부품기술개발	'20~'23	18,585	4,600
산업부	전기차 고출력 배터리 및 충전시스템 기술개발	'20~'24	29,414	6,030
국토부	침단안전장치 장착자동차 성능평가 검사기술 개발	'20~'21	1,000	2,900
국토부	수소버스 안전성 평가기술 및 장비 개발	'20~'23	6,000	9,000
과기부	자율주행솔루션 및 서비스플랫폼기술개발	'19~'21	11,800	4,000
경찰청	자율주행차의 도로주행을 위한 운행체계 및 교통인프라 연구개발	'19~'21	11,100	3,700

자료: 부처별 2021년도 예산 및 기금운용계획 사업설명자료 정리

나. 연구기반구축

정부는 미래형자동차 개발을 지원하기 위해 다양한 기술 분야별 연구를 지원하기 위한 인프라를 구축하고 있다.

산업부와 국토부는 미래형자동차를 위한 다양한 테스트베드를 구축하고 완성차 및 관련부품의 실증을 위한 연구개발 기반 구축을 지원하고 있다.

특히 국토부는 경기 화성의 자율주행자동차 실험도시 테스트베드인 ‘K-City’ 중심으로 실증 인프라를 구축하고, 발전단계에 맞추어 고도화를 진행하고 있다.

산업부도 부품단위 기술개발을 지원하기 위한 연구기반을 전국적으로 구축하고 있으며, 나아가 시험장, 주요도로 및 실 도로 실증까지 범위를 확대해 나가고 있다.

〈표 3-10〉 미래형자동차 분야 연구기반구축 주요사업(단위: 백만 원)

부처	세부사업명(내역사업명)	사업기간	총사업비	'21년
국토부	자율자동차상용화(테스트베드고도화)	'18~계속	-	29,590
국토부	자율자동차상용화(지역 테스트베드 구축사업)	'18~계속	5,800	2,500
국토부	도심도로 자율협력주행 안전·인프라 연구사업	'19~'21	27,800	10,444
산업부	시스템산업거점기관지원사업 (자율차시험주행기반전장부품소재기반구축)	'19~'22	12,500	1,970
산업부	자동차산업기술개발 (5G기반 자율주행 융합기술 실증 플랫폼)	'20~'22	33,400	8,600
산업부	미래차 디지털 융합산업 실증 플랫폼 구축사업	'21~'24	41,500	500

부처	세부사업명(내역사업명)	사업기간	총사업비	'21년
산업부	스마트특성화기반구축 (도심형자율주행서틀부품/모듈기반조성사업)	'20~'22	14,053	1,906
산업부	자동차산업기술개발 (새만금지역 상용차 자율주행 테스트베드 구축 사업)	'20~'21	20,116	6,000
산업부	산업혁신기반구축 (자율주행차 부품 협력 기업 지원을 위한 OEM 실증 클러스터 구축)	'20~'23	18,585	2,390
산업부	스마트특성화기반구축(전기자율차활성화를 위한 기업지원플랫폼고도화사업)	'20~'22	9,510	1,680
산업부	e-모빌리티기업지원센터구축지원사업	'20~'22	48,000	5,500
산업부	전력기반차 e-DS(e-Drive System) 핵심부품산업 육성	'21~'23	20,000	2,000
산업부	산업혁신기반구축(미래차 전자기파적합성(EMX) 인증시스템 기반구축)	'21~'23	20,000	2,975
산업부	산업혁신기반구축(전기차 e-파워트레인 부품기술 허브센터)	'21~'23	20,000	2,975
산업부	산업혁신기반구축(중견·중소 전기차 관련 협업기반구축)	'21~'24	17,000	1,920

자료: 부처별 2021년도 예산 및 기금운용계획 사업설명자료 정리

<표 3-11> 국내 자율주행 실증도로 현황(ICT융합자율주행기반구축)

기관명 (소재지)	기술 분야	구축장비 및 서비스 제공 분야	비고
판교계로시티 (경기)	자율주행 시범서비스	(서비스) 자율서틀 시범운행 (통신장비) LTE/5G/WAVE (도로장비) 신호제어기, LED 라우터, 노면센서, 신호변환기, 검지 카메라, 제어장치, 스마트합체, 추적 카메라 (기타장비) 안내 표지판, 정밀도로지도	도심지 간 확장 운영 시 기술적/환경적 이슈 공동연구 스타트업 및 관련기업 중심으로 육성정책 공유
K-City (경기)	자율주행 시험평가	(서비스) 차량단위 안전성검증을 위한 반복/재현 평가 (통신장비) LTE/5G/WAVE (시험장) 연면적 11만평, 총 길이 5.5km 5대 도로환경 (자동차전용도로, 도심, 커뮤니티, 교외, 자율주차) 구축	본 사업 도심지실증 및 K-City 차량단위 모의시험 연계 및 신뢰성 확보 기업의 부품단위 실증시험 수요해결 및 시험인프라 분배
차세대 ITS (대전, 세종)	ITS기반 교통시스템	(서비스) 급정거, 낙하물 등 장애물에 대한 위험경보 및 교차로 충돌·추돌 상황에 대한 경보서비스 제공 (통신장비) 도로변 통신시설 90여개 (단말기) 약 3,000대 단말기 제작·보급	자율주행 부품/차량의 타 환경 내 실도심지 주행 및 상용화 시 첨단교통체계와의 호환성/안전성/신뢰성 검증
상암 C-ITS	ITS기반	(서비스) 자율주행버스 정기 시범운행	자율주행 부품/차량의 타 환경 내 실도심지

기관명 (소재지)	기술 분야	구축장비 및 서비스 제공 분야	비고
(서울)	교통시스템	(통신장비) 5G 기지국 약 30개소, WAVE 기지국 16개소 (도로장비) 교통신호, 사각지대 감시 등 총 70식의 C-ITS 인프라가 구축 (연구단지) 상암 DMC 내 자율협력주행 시험환경 및 관제시스템 구축	주행 및 상용화 시 첨단교통체계와의 호환성/안전성/신뢰성 검증
제주 C-ITS (제주)	ITS기반 교통시스템	(서비스) 운전자 안전운전 지원 관광객 렌터카 사고 감소 C-ITS 서비스, 관광상품과 C-ITS, 자율협력주행 서비스가 결합된 제주 특화 서비스 (구축장비) 자율협력주행 실증 연구 지역 제공, H/W, N/W 시스템, 통합운영프로그램, 정밀도로 구축 등	개발된 서비스 특화 자율주행 부품/차량의 안전성 실증 및 서비스 효율성 검증 자율주행 서비스 조기 상용화를 위한 지역연계
수성 알파시티 (대구)	자율주행 포함 도심서비스	(서비스) 교통, 안전, 생활, 에너지, 도시기반 서비스, 사물인터넷(IoT) 등 5대 분야 13개 서비스 (구축장비) LTE/5G/WAVE 통신시설 및 통합관제센터, 데이터센터 등	동일지역 내 다양한 환경에서의 부품/차량/서비스 실증 추진 지역 간 이동노선의 자율주행 실증 연구 추진 기 구축 인프라 간 호환성 검증 및 실증연구 추진
자율주행 실증도로 (대구)	자율주행 핵심부품 실증	(서비스) 정부 9대 핵심부품 실증 서비스, 자율주행 패턴별 실증 서비스 (실증도로) 대구테크노폴리스 진입도로(대구수목원 ~ 달성 현풍, 12.9km + 도심 2.35km) (통신장비) LTE/5G/WAVE 통신시설 (도로장비) 노변기지국, CCTV 등	주행시험장 등과 연계하여 개발 부품/차량의 사전 검증 동일지역 내 다양한 환경에서의 부품/차량/서비스 실증 추진

자료: 5G기반 자율주행 융합기술 실증플랫폼 구축사업 계획서(한국자동차연구원)를 기반으로 재정리

다. 도로 인프라

정부는 '27년까지 전국 주요도로에 완전자율주행 세계최초 상용화를 목표로 하고 있으며, 이를 구현하기 위해 '24년까지 전국 주요도로의 무선통신망 완비를 목표로 하고 있다.

<표 3-12> '21년 ~ '25년 지자체 ITS 및 C-ITS 구축계획(안)

구 분	'20년	'21년	'22년 ~ '25년
ITS 구축 (km, 누적)	9,000	10,500	17,483
C-ITS구축 (km, 누적)	647	953	12,995

자료: 국토교통부 보도자료, 2021. 3.29.

국토교통부는 스마트 신호체계 도입 등 지자체의 교통관리와 소통을 향상시키기 위해서 2009년부터 지능형교통체계(ITS) 구축사업에 국비를 지원해 왔으며, '21년에는 43개 지자체에서 추진하는 교통정보 수집 및 제공, CCTV 등을 활용한 돌발상황 관제시스템, 온라인 신호제어시스템, 스마트 교차로, 긴급차량 우선 신호시스템 등 다양한 지능형교통체계 구축 사업에 총 1,390억 원을 투입할 예정이다.²⁰⁾

정밀도로지도 또한 '24년까지 주요도로 구축하고, '30년까지 전국 모든 도로의 정밀지도 구축이 목표로 추진되고 있으며, 교통관제시설, 도로 및 건물 등도 자율차 상용화 시점과 연계하여 추진을 계획하고 있다.

〈표 3-13〉 도로 인프라 관련 주요사업(단위: 백만원)

부처	세부사업명(내역사업명)	2020년 예산	2021년 예산안
국토부	첨단도로교통체계(국도 ITS 구축운영)	108,620	323,500
국토부	첨단도로교통체계(지자체 ITS 지원)	50,000	133,000
국토부	첨단도로교통체계(C-ITS 실증 지원)	18,940	19,000
국토부	첨단도로교통체계(C-ITS 시범사업)	10,784	10,200
국토부	첨단도로교통체계(국도 C-ITS 구축)	-	13,400
국토부	첨단도로교통체계(지자체 C-ITS 구축운영)	-	6,000
국토부	국가기본도 제작(정밀도로지도 제작)	13,900	16,000

자료: 부처별 2021년도 예산 및 기금운용계획 사업설명자료 정리

라. 충전 인프라

환경부는 미래형자동차 보급을 위한 전기차 충전기 및 수소충전소 보급을 주도적으로 추진하고 있으며, '20년까지 전기충전기 6만4천여기, 수소충전소 70개소를 설치하였다.

〈표 3-14〉 '17 ~ '20 전기충전기 및 수소충전소 구축 현황

(단위: 기)	'17년	'18년	'19년	'20년
전기충전기	13,676	27,352	44,792	64,188
급 속	3,343	5,213	7,396	9,805
완 속	10,333	22,139	37,396	54,383
수소충전소	11	14	34	70

자료: 관계부처 합동 보도자료(2021.2.25.)

20) 국토교통부 보도자료(2021. 3.29)

'25년까지는 전기충전기 50만기, 수소충전소 450개소를 설치하고, 특히 전기차 급속충전기는 1.5만대를 설치할 계획이다.

'25년까지 누적 전기차 보급대수(113만대)와 비교해보면 전기충전기 숫자는 충분해 보이지만, 연휴나 명절에 고속도로 휴게소 등에서 충전수요가 급증할 수 있으므로 급속충전기 비중을 적절하게 설정하는 것이 필요해 보인다.

수소충전소 설치계획은 '25년까지 450개소에 불과하고, 수소차 예상보급대수 20만대를 고려하면 확대가 필요하다.

충전소 보급지연이 수소·전기차 보급, 확산의 걸림돌이라고 많은 전문가들이 지적하였고, 정부도 이를 충분히 인식하고 있으므로 향후에도 수소전기차 보급계획과 연동하여 충전 인프라가 공급이 확대될 것으로 예상된다.

〈표 3-15〉 충전인프라 분야 정부 주요사업(단위: 백만원)

부처	세부사업명	2020년 예산	2021년 예산안
환경부	전기자동차 보급 및 충전인프라 구축사업	910,680	1,122,584
환경부	수소연료전지차 보급사업	349,350	441,440
국토부	수소충전소 구축	13,000	19,500
국토부	수소 대중교통체계 구축 지원	200	4,000
국토부	수소전기차 내압용기 검사소 구축사업	-	2,500
산업부	수소버스용 충전소 실증사업	4,870	3,820
산업부	전기차충전서비스산업육성	16,850	25,550

자료: 부처별 2021년도 예산 및 기금운용계획 사업설명자료 정리

마. 미래형자동차 서비스

미래형자동차를 활용한 서비스 산업이 급격히 확대되고 있으며, 대중교통과 연계한 퍼스트마일, 라스트마일 등의 서비스를 위하여 국내 플랫폼 기업들이 시장진입을 시도하고 있다.

뿐만 아니라 국내의 완성차 기업 중 하나는 자동차 제조에서 스마트 모빌리티 솔루션 기업(Smart Mobility Solution Provider)으로 전환을 선언하였다.

앞으로는 자율주행자동차, 대중교통, 퍼스널모빌리티 등과 연계한 서비스 산업의 급격한 성장이 예상되나 현재까지 산업규모는 크지 않은 편이다.

정부는 올해부터 9대 공공서비스 추진을 위한 서비스별 요소기술 개발에 착수하였으며 미래형자동차를 활용한 다양한 서비스를 발굴하기 위한 실증 사업 등을 착수하였으며, 특히 규제샌드박스와 규제자유특구 사업을 활용한 모빌리티 서비스를 추진하고 있다.

〈표 3-16〉 서비스 분야 주요사업(단위: 백만 원)

부처	세부사업명(내역사업)	2020년 예산	2021년 예산안
국토부	자율자동차 상용화 (자율주행모빌리티서비스 시범사업)	3,000	4,000
중기부	규제자유특구실증기반조성 (자율주행빅데이터관제센터 구축(세종))	4,718	3,145
중기부	규제자유특구실증기반조성 (엣지형 공공정보데이터 수집·공유 실증(광주))	1,442	1,279
산업부	자동차산업기술개발 (초소형 전기차 산업 및 서비스 육성 실증지원)	5,265	3,802
산업부	무인자율주행기술의언택트서비스실용화기술개발및기술실증	-	5,000
산업부	자율셔틀인포테인먼트기술개발및서비스실증	-	4,000

자료: 부처별 2021년도 예산 및 기금운용계획 사업설명자료 정리

바. 구매보조금

구매보조금은 미래형자동차 예산중에서 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 현 시점에서 내연기관 대비 경쟁력을 감안하면 미래형자동차 보급 확대를 위해 필수적이다.

'21년 배터리전기차와 수소전기차의 구매보조금 지원예산은 약 1.4조원으로 전년 1.05조원 대비 33.3% 증가하였다.

'21년에는 배터리전기차 12.1만대(이륜차 2만대 포함), 수소전기차 1.5만대를 보급하여 총 13.6만대를 보급할 계획으로, 배터리전기차는 전년대비 21.4%, 수소전기차는 전년대비 49.2% 증가한 규모이다.

〈표 3-17〉 무공해차 구매보조금 지원 예산(단위: 대, 억 원)

배터리 전기차	2020년도(본예산+추경)			2021년도		
	예 산	지원대수	국비지원	예 산	지원대수	국비지원
합 계	8,173.5	99,650	-	10,230	121,000	-
승 용	5,200	65,000	800만원	5,250	75,000	700만원
화 물	2,082	13,000	1,800만원	4,000	25,000	1,600만원
버 스	650	650	1억원	800	1,000	0.8억원
이 루	241.5	21,000	105만원	180	20,000	90만원
수소 전기차	2020년도(본예산+추경)			2021년도		
	예 산	지원대수	국비지원	예 산	지원대수	국비지원
합 계	2,329.5	10,180	-	3,655	15,185	-
승 용	2,272.5	10,100	2,250만원	3,375	15,000	2,250만원
버 스	120	80	1.5억원	270	180	1.5억원
화 물	신 규			10	5	2억원

자료: 관계부처 합동 보도자료(2021.1.8)

사. 인력양성 분야

국내 미래형 자동차 산업인력 수요는 연평균 22%증가가 전망되며, '30년까지 미래형자동차 분야의 기술인력 2만 명, 석·박사 등 고급인력은 현재 보다 10배 증가한 3천명 수준이 요구된다고 분석되어 있다.

정부는 ‘케이스(CASE) 혁명’(Connectivity, Autonomous, Shared Service, Electric)으로 대변하는 미래 자동차 시대에 우리 자동차 산업의 경쟁력 확보와 일자리 창출을 위해 석박사급 연구개발(R&D) 전문 인력을 양성하기 위한 사업을 지원하고 있다.

이를 위해 교육부에서는 대학을 활용한 미래형 인재를 양성하기 위해 ‘디지털 신기술 인재양성 혁신공유대학’ 사업을 신설하여 미래형자동차 분야를 포함한 대학 컨소시엄을 선정하였으며, 산업통상자원부에서도 미래형 자동차 관련으로 석박사 인력양성과 정비인력을 양성하는 등 관련 사업을 지원하고 있다.

〈표 3-18〉 인력양성분야 지원 사업(단위: 백만 원)

부처	세부사업명(내역사업명)	2020년 예산	2021년 예산안
산업부	자동차산업 고용위기 극복 지원(미래형자동차 현장인력양성사업)	-	1,368
산업부	산업혁신인재성장지원(미래형자동차 R&D인력양성사업)	6,055	6,055
산업부	산업혁신인재성장지원(친환경차(xEV)부품개발 R&D인력양성사업)	-	1,660
교육부	디지털 신기술 인재양성 혁신공유대학 (미래차분야)	-	10,200

자료: 부처별 2021년도 예산 및 기금운용계획 사업설명자료 정리

2. 주요 이슈 검토

앞에서 현재의 재정지원 검토 현황을 살펴보았다. 최근 들어 정부에서 꾸준히 미래형 자동차 개발을 위한 재정지원을 확대해 온 게 사실이다. 그러나 아직 미래형 자동차 보급이나 기술 단계로 볼 때 더 공격적인 투자가 필요하다. 한편, 이와 관련된 주요 이슈로 다음과 같은 것들을 생각해 볼 수 있다.

첫째, 친환경 자동차의 기술 및 보급 확대를 위해 배터리전기차와 수소전기차에 대한 재정투자 비중을 어떻게 가져가야 할 것인가의 문제이다.

둘째, 미래 전기차 시장 확대를 위해서는 전기차 보급을 위한 정책과 관련된 인프라 구축에 대한 우선 투자 비중의 문제이다.

셋째, 향후 친환경차 보급 확대에 따른 중고 전기차나 폐배터리 처리 등 친환경차 생태계를 조성하기 위한 정책마련이 필요하다.

넷째, 자율주행차의 기술 발전 및 보급 확대를 위해서는 관련 인프라 구축에 어떠한 재정 투자가 우선되어 이루어져야 하는가의 문제이다.

다섯째, 자율주행차의 기술 단계가 높아지고, 일반 도로에서 기존 자동차와 함께 주행함으로써 생기는 다양한 문제들이 있으며, 이와 관련된 법규 마련이 시급해 보인다.

이러한 미래형 자동차의 주요 이슈에 대해 논쟁에 대한 주장과 근거를 살펴보기로 한다.

가. 배터리전기차와 수소전기차 지원정책

무공해 자동차의 미래를 배터리에 저장한 전기를 꺼내 쓰는 배터리전기차(Battery

Electric Vehicle; BEV)와 수소를 전기로 바꿔 쓰는 수소전기차(Fuel Cell Electric Vehicle; FCEV) 두 전기차의 경쟁 구도로 보는 경우가 종종 있다. 현재 전 세계적으로 주도권을 쥐고 있는 것은 배터리전기차이다. 하지만, 국내의 경우 최근 몇 년간 글로벌하게 기술적으로 앞서 있는 수소전기차에 대해 현대자동차그룹을 중심으로 정부정책을 강하게 드라이브 했던 것이 사실이다.

배터리전기차와 수소전기차는 기술적으로 저마다 장단점이 있다. 배터리전기차의 경우, 배터리 충전시간 단축과 1회 충전 주행거리 확장의 문제를 해결해야 한다는 기술적 과제가 남아있다. 최근 들어 배터리기술의 발전으로 배터리전기차의 충전시간 및 1회 충전 주행거리 단점이 대폭 해결되었음에도 불구하고, 화물차나 버스와 같은 수송 분야에선 확실히 배터리보다 연료전지와 수소탱크를 합친 무게가 훨씬 가벼운 까닭에 수소전기차가 장점을 갖게 된다. 충전소 문제 또한 전기차 구매에 대한 선택의 기준이 된다. 국내에선 수소충전소를 2022년까지 310개를 세운다는 계획이 있지만, 차량 운행의 관점에서는 턱 없이 부족한 게 사실이다. 배터리 급속 충전기는 2020년 현재 약 9,800기이며, 2025년까지 15,000기로 확대할 계획을 갖고 있다. 배터리 전기차가 수소전기차 대비 훨씬 인프라 환경이 우수한 게 사실이나 여전히 충전시간을 고려할 때 기존 주유소 인프라 대비 매우 부족하다고 할 수 있다. 수소 충전 인프라의 경우, 수소전기차 확대에 큰 걸림돌이며, 수출의 관점에서 각 나라별 충전 인프라는 선형하여 해결해야 하는 중요한 문제이다.

현재 전 세계적으로는 전기차에 대한 기술 개발 및 보급 확대 정책이 급속히 증가하고 있다. 현재 정부에서 계획하고 있는 배터리전기차 보급 및 지원 규모로는 세계시장에서 기술적으로나 인프라 구축 측면에서 앞서 나갈 수 없는 상황이다. 이에 대한 확대 정책 검토가 필요해 보인다. 또한, 정부가 추진하고 있는 수소경제 활성화 로드맵²¹⁾은 수소전기차의 경제성 평가, 수소충전소에 대한 안전성, 주민의 수용성 등의 측면에서 정밀한 재검토가 선행되어야 할 것이다. 정책적인 판단보다는 글로벌 기술 전망과 동향을 바탕으로 재정 투입의 우선순위와 재정투입 규모를 배분하는 전략이 필요하다.

21) 수소를 에너지원으로 하는 새로운 산업생태계 구축을 선도하고 수소전기차를 국내 총 자동차 대수의 30%인 620만 대 보급

나. 전기차 보급과 전기차 인프라 구축

전기차 보급과 전기차 인프라 구축에 대한 우선지원 정책을 결정하는 데는 많은 고민이 필요하다. 전기차 충전 인프라가 많아지면, 사용자들이 충전의 편리성으로 인해 전기차를 많이 선택하게 되어 전기차 보급이 확대될 것이다. 하지만, 전기차 보급 대수와 상관없이 무작정 충전 인프라를 늘리는 것도 국가 재정 투입에 바람직하지 않게 된다. 따라서 전기차 보급에 맞춰 전기차 충전 인프라를 구축해야 하는 것이 바람직하나, 인프라 구축이 선도적으로 이뤄져야 하는 측면도 있다.

2021년 전기차 구매 보조금으로 책정된 예산은 1조2천억 원으로 2020년 대비 22.9%가 증액되었다. 전기차 12만 1천대, 수소차 1만 5천대 등 총 13만 6천대를 보급할 계획이며, 이는 전년대비 전기차는 21.4%, 수소차는 49.2%가 증가한 규모이다. 배터리전기차의 경우 화물차나 전기버스의 지원 금액은 대폭 늘어나는 반면, 승용 전기차는 2020년 대비 예산이 거의 동결된 상태이다.

전기차 보급 확대와 관련된 전기차 보조금 이슈에 대해서는 많은 고민이 필요하다. 단순히 전기차 수요를 확대하는 방향이 아닌, 국내 전기차 산업 경쟁력 제고를 위한 방향으로 보급정책이 만들어져야 할 것이다. 세계 각국에서는 차량 가격·성능, 제조사별 판매량 등을 고려해 구매보조금 지급 기준을 설정하고 있다. 국내에서도 구매보조금 지급 시 차량 가격과 성능 등을 종합적으로 고려하되, 구매보조금 예산 규모는 당분간 지속적으로 증가시킬 필요가 있다. 국고와 지자체로 이원화된 보조금 지급 체계를 재검토해 거주지 및 신청 시기에 따라 보조금 수령 가능성이 달라지지 않도록 제도를 합리화하는 작업도 필요하다. 전기차 보조금 지급은 현재 전 세계 주요국들도 증액 또는 연장하고 있어 우리도 관련 정책을 탄력적으로 운용해야 한다. 친환경차 확대 보급을 위해서는 전기차가 내연기관차와 차량 가격이 같아지는 시점(parity)까지는 지속적인 지원이 필요하다고 할 수 있다. 전세계적으로 전기차 수요가 증가하면서 배터리 관련 광물 가격이 상승하고 있다. 이에 따라 전기차와 내연기관차간의 가격이 동등해 지는 시점이 지연될 가능성도 고려해야 한다. 정부는 구매보조금 지급과 관련된 장기 플랜을 세우고 공표함으로써 각종 불확실성을 줄일 필요가 있다. 소비자에게 적기에 합리적인 가격으로 전기차를 인도받을 수 있다는 확신을 심어주어야 전기차 보급 확대가 이루어질 것이다.

전기차의 충전 패턴은 활동-통행 행태와 연관도가 높다. 대부분의 전기차 이용자들은 거주지 및 직장에서는 완속 충전기 위주로, 장거리 통행이 많은 일부 전기차 이용자들은 거주지에서의 완속 충전기와 공용 급속·완속 충전기 모두를 활용하는 경향이 있다. 즉, 전기차 이용자의 충전 패턴에 있어 수도권 근교도시에서는 거주지 기반

완속 충전 수요가, 서울 등 대도시 내에서는 급속충전 수요가 높게 나타난다. 따라서 전기차 충전인프라 설치 시 설치되는 장소(거주지, 직장, 숙박시설, 공공주차장, 쇼룸, 영화관 등)의 특성을 고려하여 적합한 유형(급·완속 충전기)의 충전인프라 보급 계획이 필요하다. 아울러 전기차 충전 수요가 충분히 있는 지역에 대해서는 민간 사업자에게 사업 확대 및 수익창출 기회를 제공함으로써 경쟁에 의한 효율적인 전기차 충전사업 생태계가 마련될 수 있도록 제도화할 필요가 있다.

다. 전기차 생태계 조성 구축 방안

현재는 전기차 보급 확대를 위한 방향 위주로 정책지원이 이루어지고 있지만, 향후 전기차 보급이 확대되고 나면 중고 전기차에 대한 합리적인 시장 형성이 중요해진다. 폐배터리 처리 및 재활용을 위한 생태계 구축이 필수적이며, 중고차, 튜닝카 등 친환경차 생태계 조성을 위한 정책이 수반되어야 한다. 리튬, 니켈, 코발트 등 양극재용 급속 자원을 회수하고 전기차 배터리에 재활용시킬 수 있는 사업 등이 이루어져야 할 것이다. 아울러 전기차용 배터리 데이터의 생태계를 조성하고 협력할 수 있도록 전기차 모빌리티, 배터리, 차량상태, 운행정보 등 다양한 데이터를 수집하고 활용할 수 있는 플랫폼 구축이 필요하다.

이를 위해 전기차 신산업 생태계 협의체를 발족시키고 활동을 활성화할 필요가 있다. 여기에는 완성차기업뿐 아니라 부품기업들이 동반 성장할 수 있도록 굳건한 미래 모빌리티 생태계를 구축하는 것이 중요하다. 아울러 내연기관 부품사들이 전기차 및 자율주행차 부품 생산을 준비할 수 있는 발판을 마련하고, 충전 인프라 확대에 기여할 수 있는 방안을 강구할 수 있도록 지원하는 정책이 필요하다. 즉, 친환경 자동차의 생태계 조성 방안을 마련함으로써, 차량 및 부품 제조사들은 친환경 자동차의 경제성을 더욱 향상시키고, 공공부문은 초기 친환경 자동차 시장이 연착륙하고 지속적인 확대 보급이 될 수 있도록 지원정책을 강화해야 할 것이다.

미래형 자동차 활성화를 위한 서비스 사업이 2020년부터 정부사업으로 시작되었으나, 아직은 미미한 실정이다. 친환경 자동차, 자율주행 자동차, 퍼스널 모빌리티 등과 연계된 데이터 서비스를 포함하여 미래형 자동차 생태계가 형성될 수 있는 투자 지원 확대가 이루어져야 할 것이다.

라. 자율주행차 인프라 구축

완전 자율주행 자동차 시대를 맞이하기 위해서는 기술적으로 완성된 자율주행차뿐만 아니라 자율주행차가 주행할 수 있는 V2X(Vehicle to Everything; Vehicle to Vehicle 또는 Vehicle to Infra) 인프라 구축이 중요하다. 즉, 도로의 주행환경 정보가

포함된 정밀지도와 도로 무선통신망 등이 갖추어져야 한다.

정부는 2027년까지 세계 최초로 완전자율주행 자동차를 상용화하는 것을 목표로 내세웠는데, 이를 위해서는 5G 통신 등 무선통신망 인프라 구축이 필수적이다. 자동차 전용 무선 데이터 통신망(WAVE), ITS 통신 시스템, 단거리전용통신(DSRC), 블루투스, 와이파이 등 무선통신기술을 활용한 통신 인프라를 구축해야 한다. 또한, 자동차로부터 노면상태와 주행정보, 그리고 자동차 상태 등의 정보를 교통운영시스템에 제공하여 정밀 도로 전자지도 및 도로 기하구조 정보체계를 구축해야 한다.

자율주행차의 도입 기술 단계별 법규와 교통체계를 포함한 첨단 도로 인프라를 선도적으로 구축함으로써 상용화에 대비해야 한다. 또한, 이러한 인프라 구축뿐 아니라 시험운행, 기술개발, 상용화지원 등을 포함하여 완전 자율주행차를 상용화할 수 있도록 국내 산업을 활성화해야 할 것이다.

마. 자율주행차 법규 제정

자율주행차가 활성화되기 위해서는 관련 법규 입법 이전에 정부 차원의 자율주행차 도입 가이드라인을 제정하는 것이 시급하다. 자율주행차 발전을 위축시키지 않도록 법규를 제정하거나 도로교통법을 수정할 필요가 있다. 즉, 자율주행 활성화와 안전성을 고려하여 피해자 先구제 後구상권 행사와 같은 새로운 패러다임과 책임 범리의 필요성이 대두되고 있다. 아울러 자율주행차 시대를 대비하여 운전자의 정의부터 관련 법률 전체를 재정비할 필요가 있다.

자율주행차 사고시 책임 소재를 법규로 명시하는 것은 매우 민감한 사항이다. 그 책임이 제조사, 운전자, 소유주, 보험사, 국가 등 광범위하게 존재할 수 있기 때문이다. 특히 최종 단계인 완전 자율주행차 시대가 되면 책임 소재가 훨씬 복잡해질 것이다. 지금 시점에서는 자율주행 레벨별로 책임 소재를 명시하는 추세에 있다.

현재까지의 사고 상황 및 판정 결과에 따른 책임 사례를 살펴보면 다음과 같다. 2단계까지는 운전자의 전방주시 의무가 있어 운전자의 책임이 더 크다. 3단계는 수동/자율 주행 전환이 가능하므로 상황별로 책임여부를 판단한다. 4단계 이후부터는 통상적인 사고 상황에서 운전자의 책임보다 제조사의 책임이 더 크다. 완전 자율주행차인 5단계에서는 다양한 정보를 토대로 차량이 운행되므로 차량 제작사뿐만 아니라 통신, 인프라를 제공하는 주체까지 그 책임 소재가 더욱 더 분산된다.

자율주행 단계에 맞춰 적절한 보험체계가 구축되어야 한다. 운전자 책임에 준하는 의무보험으로서의 제조물 책임보험을 적용해야 할 것이며, 사고 시 책임 소재에 따른 적절한 보험체계를 구축해야 한다. 이론적으로 자율주행차 보급이 확대되면 운전자 과실에 의한 사고율이 감소하여 보험료가 낮아져야 한다. 또한, 운전자들은 자

울주행차를 운행하기에 앞서 이에 대한 교육을 받아야 한다. 중요한 것은 선제적인 규제혁파 로드맵을 통해 산업·신기술의 전개양상을 미리 내다보고 향후 예상 규제 이슈를 발굴하고, 문제가 불거지기 전에 선제적으로 제도 정비를 해야 한다는 것이다. 그 외에 법제도적으로 윤리적 판단의 기준설정 및 프로그래밍, 인공지능의 운전 면허 취득, 사생활 침해 방지, 개인 위치정보 활용, 보안 문제 등을 해결해야 완전 자율주행시대에 대비할 수 있을 것이다.

제4절 재정운용 방향

이상과 같이 현재 진행 중인 재정운용 현황과 이슈 사항들을 종합하여, 정부가 중점 추진하고 있는 재정운용 방향을 총 9개 항목으로 정리하였다. 각 항목별로 기존 재정운용 방향을 보완하거나 중점 고려가 필요한 내용을 제시하고자 노력하였다. 특히, 정리된 9개 항목 중에서 전기차 보조금의 점진적 감축, 미래차 인력양성사업 지원 강화, 친환경차 보급 확대에 의한 중소기업체 구조조정 지원, 자율주행 법·제도 관련 연구 예산 확보 등을 강조하고자 한다.

1. 친환경 자동차 기술 경쟁력 확보 및 보급 확대

2030년 이후 자동차 산업은 내연기관 차량의 판매 금지를 시작으로 급속하게 친환경 자동차 보급이 확대될 예정이다. 2025년까지 전기차 113만대, 수소차 20만대를 보급하고, 수출 비중도 '20년 3%에서 '25년 20%를 달성하기 위해서 이차전지, 연료전지, 구동부품 및 소재·부품·장비 등 친환경차 기술 경쟁력을 확보하기 위한 R&D 및 인프라 구축 지원을 강화할 계획이다. 특히, 미세먼지·온실가스 배출이 많은 상용차의 친환경차 전환에도 재원을 투입한다.

2. 전기차 인프라 보급 및 지원 정책

“핸드폰처럼 상시적인 생활충전” 환경 조성을 목표로 완속충전기는 2025년 50만기, 급속충전기는 전국 주유소 수준을 상회하는 1.5만기를 보급할 계획이다. 신축건물의 충전기 의무설치비율을 확대하고, 기축건물은 공공건물부터 시작하여 민간건물까지 설치의무 대상을 확대할 예정이다. 전기차 지속적인 배터리 원가절감 노력으로 인해 전기차 판매가격이 내연기관차와 대등한 수준이 될 것이므로 전기차 보조금은 점진적으로 축소할 수 있다. 이 과정에서 환경개선 효과, 가격인하, 성능향상 촉진을 위한 보조금체계 개편을 목표로 환경개선 및 소상공인 지원효과가 큰 상용차 지원에 집중하고, 승용차는 가격인하 및 성능향상을 촉진하는 방향의 보조금 차등 지원을 실시한다.

3. 미래차 선순환 생태계 조성

완성차의 미래 사업계획 공유를 통해 협력업체들이 사업재편 방향을 검토하여 2030년까지 부품기업 1천개를 미래차 기업으로 전환할 수 있도록 지원한다. 미래차 산업 육성 펀드, 배터리 리스 등 새로운 사업모델을 통해 공공부문 중심의 전기·수소차 확산 한계를 극복할 수 있도록 지원하며, 중소·중견 친환경차(수소버스, 전기트럭, 전기버스, 초소형 전기차 등) 제작기업을 육성하고, 2025년 전기차정비소를 현재의 3배인 2,000개로 확대하고, 현장정비 및 개발 담당 전문인력 2천명을 양성한다. 친환경차 생산과정에서 폐기 과정까지 발생하는 온실가스 배출을 억제하기 위해 전과정 평가 시스템(LCA; Life Cycle Assessment)을 도입해 생산부터 폐기까지 전주기 친환경화를 추진할 수 있도록 지원한다.

4. 자율차 법·제도 준비

기업의 완전자율주행 기술개발 방향 정립을 위해 레벨4 제작 가이드라인과 안전 기준(자동차 및 자동차부품 성능·기준 규칙 개정)을 준비하고, 상용화를 앞둔 부분자율주행차(레벨3)의 경우, 임시운행 허가요건을 완화하여 상용화 지원을 촉진한다. 이에 필요한 자동차관리법, 도로교통법, 자동차손해배상 보장법 등 관련 법규의 개정을 적극 검토한다. 전 세계적으로도 자율주행차 관련 법규는 미비한 상태이며, 2021년 독일에서 레벨4 상용화를 위한 법규를 제정한 상태이다. 자율주행 기술의 발전 추세에 맞추어 Time to Market 상용화 지원을 위한 법·제도가 준비될 수 있도록 사전 연구 예산이 확보될 필요가 있다. 국제표준화 논의가 진행되고 있는 자율주행차 보안 가이드라인을 마련하고, V2X 통신환경에서 해킹방지 등을 위한 인증관리체계의 구축도 시급히 추진한다.

5. 핵심 부품 자립도 제고를 통한 자율주행(레벨3 이상) 상용화 기술 지원

차량 반도체, 지능화 센서, 전장 SW 등 자율주행 부품 및 경량소재 분야에서 기술 자립도 제고를 통한 新시장 선점을 지원한다. 자율주행 주요 부품 및 검증은 기술 개발 구심체로 “범부처 혁신기술개발 사업단”을 중심으로 2027년까지 센서·교통·데

이터 활용·규제방향 등 1.1조원 규모 통합 개발을 지원한다. 버스·트럭 대형 모터 등 해외의존도가 높은 핵심부품의 기술 자립화를 위한 개발사업과 세계 5위 수준의 공조·현가·제동부품 기술을 미래차에 걸맞도록 개발·전환하여 글로벌 최고수준의 부품기업을 육성할 수 있도록 지원한다. 인프라 측면에서는 전국 모든 고속도로 및 주요 간선도로에 C-ITS 통신 시스템을 구축하고, 전국 모든 일반국도와 지방·군도로 까지 자율주행 정밀지도를 구축하고 무상 제공한다. 실시간 교통신호 통합연계 시스템 및 교통안전시설 통합운영·관리시스템을 구축하여 자율주행 차량을 위한 교통관제 인프라도 지원한다.

6. 자율차 서비스 발굴 지원

전염병 확산 방지, 교통약자 이동권 확보, 교통소외지역 등 사회문제 해결을 위한 서비스 발굴을 지원한다. 언택트 서비스를 위한 무인자율배송, 관광단지, 운수사업자의 기피 노선에 자율주행차(셔틀 등)을 보급하고, 시내 병원·학교 등 접근이 곤란한 교통약자 이동 편의를 위해 수도권 외 소외지역에서도 시범운행을 추진한다. 자율주행 기반 도시관리 서비스(청소, 도시행정지원 등) 및 긴급 구난차량 통행지원 서비스도 병행 추진한다. 이를 위해 무인셔틀 등 자율주행차 교통서비스를 자유롭게 실행할 수 있는 시범운행지구를 지정하고 서비스 실증과제도 병행 지원한다.

7. 자율주행 국가표준화 및 차량용 데이터 댐 구축

자율주행기업은 차량·부품성능 제고와 서비스 개발에 고품질·표준화된 데이터가 필요하나, 기업·기관 간 데이터 호환·활용 체계의 부재로 매일 수천 TB가 버려지고 있는 현실을 개선하기 위해서 국토부는 ITS기반으로 도로공사와 실증단지에서 도로 시설물의 데이터를 수집하고, 기업은 텔레매틱스 기반으로 독자적인 데이터 생태계를 구축하고 있다. 향후 모든 개인 및 기업이 미래차 제조·운행 등의 데이터를 제공받아 부품개발 및 新사업화 등에 활용할 수 있도록 미래차 데이터 공유체계 구축을 지원한다. 차량 데이터, 정밀지도, 영상·위치 데이터 등 국가 표준화가 시급한 분야의 표준 기술개발과 자율주행 제조·운행정보의 국가표준을 세계 최초 수립하고 국제표준으로 제안하는 활동을 지원한다.

8. 중소기업의 미래차 부품 전환 강화

친환경차, 자율주행차로의 전환이 진행됨에 따라 내연기관 전용부품(엔진, 동력전달 등) 수요는 감소하고 전장품 수요는 증가할 전망이다. 국내는 완성차 기업과의 수직적 관계 속에서 부품업체의 자체적인 미래차 역량 확보가 어려운 구조이며, 생산·수출 등 부진한 업황이 장기화되면서 미래차 투자 여력도 감소하고 있다. 주요국은 상용화 단계인 친환경차는 보급 및 인프라 중심으로, 자율주행차는 기술개발 지원 및 법·제도 정비 등을 중심으로 정책을 추진하고 있다. 이에 미래차 산업 육성의 저변을 확대하고, 미래차 상호작용 정보망을 구축함과 동시에 미래차 전환 촉진 R&D 지원을 강화한다. 중소기업이 즉시 활용 가능한 인력 양성과 미래차 전환을 위한 재직자 재교육을 추진하고, 미래차 부품기업과의 글로벌 네트워크 확대에 필요한 정책과 자금을 지원한다.

9. 미래차 전문인력 양성(R&D, 차량 정비 등)

미래형 자동차 산업인력 수요는 연평균 22% 증가가 전망되며, '30년까지 미래형 자동차 기술인력 2만 명이 필요하고, 석박사 등 고급인력은 현재보다 10배 증가한 3천명 수준으로 예측되고 있다. 미래 자동차 시대에 우리 자동차 산업의 경쟁력 확보와 일자리 창출을 위해 석박사급 연구개발(R&D) 전문 인력을 양성하기 위한 사업을 지속적으로 강화한다. 한편, 미래차 전환으로 AI, SW 등 새로운 부분에서의 전문 인력 수요가 증가하고 있으며, 미래차 전환으로 인력재편(내연기관 인력 → 배터리, 전정부품 등)이 일어나면서 기존인력 재교육·전환배치도 필요하다.

더불어 차량 검사 및 정비 분야에서도 미래차 신기술 도입에 따른 재교육 수요가 증가하고 있다는 점에서 새로운 자동차 생태계에 필요한 다양한 인력 양성 프로그램을 정부가 지원한다.

신규 전문인력 수요와 전환배치 수요 예측을 고려한다면, 연간 200억 수준의 현재 재정 투자 규모는 대규모 증액을 검토할 필요가 있다.

제5절 맺음말

미래형 자동차 산업은 친환경차·자율주행차로 패러다임이 급변하고 있는 상황으로 기존 선도기업과 신규 참여기업의 상생협력과 무한 경쟁이 전개되고 있고, 새로운 이동 서비스, 기술·부품 수요, 전문 인력 수요를 중심으로 산업 생태계가 재편되고 있다.

정부는 미래차 보급을 확산하고, 독자적인 기술·부품 경쟁력을 확보하기 위한 R&D 지원을 강화하며, 새로운 자동차 산업 생태계를 형성할 수 있도록 국가 인프라 구축, 전문 인력 양성, 법·제도 정비, 표준화 등의 지원을 순차적으로 강화한다.

이상과 같은 재정지원 정책을 통해서 미래차 중심사회로 순조로운 전환과 함께 자동차 산업 강국으로써 국가경쟁력 제고를 기대한다.

참고문헌

- 관계부처 합동 보도자료, 「미래자동차 산업 발전전략」, 2019. 10.
- 관계부처 합동 보도자료, 「미래자동차 확산 및 시장선점 전략」, 2020. 10.
- 관계부처 합동 보도자료, 「제2차 BIG3 산업별 중점 추진과제」, 2021. 1. 8.
- 관계부처 합동 보도자료, 「제3차 BIG3 산업별 중점 추진과제」, 2021. 1.21.
- 관계부처 합동 보도자료, 「제4차 친환경자동차 기본계획」, 2021. 2.
- 관계부처 합동 보도자료, 「제5차 BIG3 산업별 중점 추진과제」, 2021. 2.25.
- 관계부처 합동 보도자료, 「한국판 뉴딜 종합계획」, 2020. 7.
- 교육부 보도자료, 「디지털 신기술 인재양성 혁신공유대학 사업 기본계획」, 2021. 2.24.
- 교육부, 「2021년도 예산 주요사업비 설명자료」, 2021.
- 국토교통부, 「2021년 예산 및 기금운용계획 사업설명자료」, 2021.
- 국토교통부 보도자료, 「한국판 뉴딜의 중심, C-ITS로 완전자율주행시대 가속화」, 2021. 3.29.
- 기석철 외, 『미래형자동차 R&D 전문인력양성 현장실습 및 산업체 수요 중심으로』, 한국자동차공학회 춘계학술대회, 2018.
- 김규욱, 『미래 자동차정책을 선도하다』, 월간교통 9월호(39-42), 2016.
- 김규욱, 『중국의 기술진보와 자동차산업의 미래』, 국제노동브리프(26-42), 2021.
- 도요타 보도자료, 「거인이 잠을 깼다. 미래차 CASE로 진격!」, 2021.04.29.
- 산업통상자원부, 「2021년 예산 및 기금운용계획 사업설명자료」, 2021.
- 손가녕, 『주요국의 미래차 관련 정책 및 제도』, 정보통신방송정책, 제32권, 1호, 2020.
- 손영욱, 『한국의 기술진보와 자동차산업의 미래』, 국제노동브리프(67-82), 2021.
- 이항구, 『미국의 기술진보와 자동차산업의 미래』, 국제노동브리프(9-25), 2021.
- 한국교통연구원, 「자율주행차 사고, 누가 책임져야 하나요?」, 2020.04.09.
- 환경부, 「2021년 예산 및 기금운용계획 사업설명자료」, 2021.
- KOTRA, 『미래자동차 글로벌 가치사슬 동향 및 해외 진출전략』, 보고서, 2020.
- KPMG, 『2020 Autonomous Vehicles Readiness Index』, 보고서, 2020.
- Lukas I. Park, 『독일의 기술진보와 자동차산업의 미래』, 국제노동브리프(43-66), 2021.

제4장

바이오산업 발전을 위한 재정지원 방향²²⁾

제1절 개요

1. 바이오산업 정의 및 범위

바이오산업은 바이오기술(Biotechnology, BT)을 기반으로 생물의 기능과 정보를 활용하여 다양한 부가가치를 생산하는 산업이다. 즉, 바이오기술을 바탕으로 생물체의 기능과 정보를 활용하여 인류의 건강증진, 질병예방 진단 치료에 필요한 유용물질과 서비스 등 다양한 부가가치를 생산하는 산업을 총칭한다. 바이오기술의 응용범위가 매우 넓다는 특성 때문에 바이오산업은 제품에 따라 분류되지 않고 기반 기술의 적용대상에 따라 관련 산업범위가 분류된다. 국내에서 바이오산업은 “바이오기술을 연구개발, 제조, 생산, 서비스 단계에 이용하여 제품과 서비스를 생산하는 산업”으로 정의하고 있다. 미국 바이오협회(The Biotechnology Innovation Organization)에서는, 바이오기술은 생물학에 기반한 기술이며 바이오산업은 세포 및 생체분자 프로세스를 활용하여 우리의 삶과 지구의 건강을 개선하는데 도움이 되는 기술과 제품 개발 전체라고 규정하고 있다.²³⁾ 또한 OECD에서는 지식, 상품 및 서비스의 생산을 목적으로 생물 및 무생물의 일부를 변경하는데 적용되는 살아있는 유기체의 과학과 기술을 바이오기술로 정의한다.²⁴⁾

바이오산업 범위는 국가별로 조금씩 다르며 아직까지 세계적으로 표준화된 산업 분류는 없는 상황이다. 미국 바이오협회에서는 바이오산업을 바이오헬스케어, 농업, 식품업 등 응용되는 분야별로 구분하는 한편, 일반인을 위해서는 질병치유(heal the

22) 산업연구원 최윤희 연구위원, 권오성 연구위원, 한국생명공학연구원 김현수 책임연구원 작성

23) 미국바이오협회 홈페이지(<https://www.bio.org/what-biotechnology>, 최종접속: 2021. 5.12)

24) OECD(2005)

world), 연료공급(fuel the world), 식품공급(feed the world) 등 바이오기술의 역할 관점에서 분류하여 설명한다. 또한, 미국 연방통계기관이 경제 관련 통계자료의 수집·분석·발행 등을 목적으로 사업장 분류에 사용하는 표준인 북미산업분류시스템(NAICS)에 기반하여 바이오산업을 농업·식품 및 산업·환경, 바이오과학 제품 유통, 정보학 및 보건 IT, 의료기기 및 장비 제조업, 제약 및 치료제, 연구개발·의료실험 및 시험 실습관의 6개 분야로 분류하기도 한다. 유럽과 OECD는 바이오 분야를 의약(레드바이오), 에너지 및 환경(화이트바이오), 농업 및 식품(그린바이오)의 3가지 주요 산업으로 분류한다. 그리고, 중국은 바이오산업을 바이오의약품, 의생물공학, 바이오 농업, 바이오 기반 제조업, 바이오에너지, 바이오 기반 환경보호, 바이오테크 서비스의 7개 분야로 분류하며, 일본은 의약품, 의료기기, 진단약, 식품, 농업, 축산 및 수산 관련 바이오 등의 14개 산업으로 바이오산업을 분류하고 있다.²⁵⁾

한국의 경우 2008년 1월 31일 기술표준원에서 바이오산업 분류를 8개로 코드화한 국가표준인 KS J 1009(바이오산업 분류코드 : Bioindustry Classification Code)를 따르고 있다. 이는 기업들이 바이오기술을 이용하여 수행하는 산업 활동에 대한 산업통계 작성을 위한 것으로 8개의 대분류와 51개의 중분류로 구성되어 있다. KS J 1009 기준에 따른 대분류는 바이오의약품산업, 바이오화학·에너지산업, 바이오식품산업, 바이오환경산업, 바이오의료기기산업, 바이오장비 및 기기산업, 바이오자원산업, 바이오서비스산업으로 나뉜다. 또한 KS J 1009(바이오산업 분류코드) 기준 중분류는, 바이오기술을 이용하여 생산 및 판매되는 재화나 바이오기술을 이용하여 제공하는 서비스의 유형들이 각 대분류의 산업 활동과 연계하여 제시되고 있다. 또한, KS J 1009 부속서 생명공학기술 분류코드에서는 바이오기술의 정의와 범위를 설명한다.²⁶⁾

25) 바이오타임즈, “[바이오산업 이해하기] 국내·해외의 바이오산업 정의 및 분류”, 2020년 1월 3일 (<http://www.biotimes.co.kr/news/articleView.html?idxno=2344>, 최종접속: 2021년 5월 12일)

26) 한국바이오산업정보서비스(<https://www.kbiois.or.kr/portal/intro/categoryInfoPage.do>, 최종접속: 2021. 5. 13)

<표 4-1> KS J 1009 바이오산업 분류코드

코드	산업분류명	코드	산업분류명
1	바이오의약산업	4	바이오환경산업
1010	바이오항생제	4010	환경처리용 생물제재 및 시스템
1020	바이오저분자량의약품	4020	생물 고정화 소재 및 설비
1030	백신	4030	환경처리 자원재활용 제재 및 시스템
1040	호르몬제	4040	환경오염 측정기구 및 진단 서비스
1050	치료용항체 및 사이토카인제제	4000	기타 바이오환경제품 및 서비스
1060	혈액제제	5	바이오의료기기산업
1070	세포기반치료제	5010	바이오센서
1080	유전자의약품	5020	체외진단
1090	바이오진단의약품	5030	바이오센서/ 마커 장착 의료기기
1100	효소 및 생균의약품	5000	기타 바이오의료기기
1110	바이오소재 의약품	6	바이오장비 및 기기산업
1120	동물용 바이오의약품	6010	유전자/단백질/펩타이드 분석·합성·생산 기기
1000	기타 바이오의약품	6020	세포 분석배양 기기
2	바이오화학·에너지 산업	6030	다기능 및 기타 분석기기
2010	바이오고분자제품	6040	연구 및 생산장비
2020	산업용 효소 및 시약류	6050	공정용 부품
2030	연구·실험용 효소 및 시약류	6000	기타 바이오장비 및 기기
2040	바이오화학제품 및 생활화학제품	7	바이오자원산업
2050	바이오농약 및 비료	7010	종자 및 묘목
2060	바이오연료	7020	유전자변형 생물체
2000	기타 바이오화학 에너지제품	7030	실험동물
3	바이오식품산업	7000	기타 바이오자원
3010	건강기능식품	8	바이오서비스산업
3020	식품용 미생물 및 효소	8010	바이오 위탁생산·대행 서비스
3030	식품첨가물	8020	바이오 분석·진단 서비스
3040	발효식품	8030	임상 비임상 연구개발 서비스
3050	사료첨가제	8040	기타 연구개발 서비스
3000	기타 바이오식품	8050	가공 및 처리 보관 서비스
		8000	기타 바이오서비스업

자료: 산업통상자원부(2020)

〈표 4-2〉 KS J 1009 부속서 생명공학기술 분류코드

코드	기술분류명	코드	기술분류명
A	유전공학기술	H	생물자원 생산 및 이용 기술
A1	유전자 조작기술	H1	식물자원이용기술
A2	유전자 발현 및 조절기술	H2	동물자원이용기술
A3	유전자 응용기술	H3	미생물자원이용기술
A4	유전자 치료기술	H4	곤충자원이용기술
A0	기타 유전공학기술	H5	해양/담수생물기술
B	단백질공학기술	H6	식품공학기술
B1	단백질 구조분석기술	H7	생물소재화기술
B2	단백질 기능분석기술	H8	생물다양성보존기술
B3	복합 단백질 공학기술	H0	기타 생물자원 생산 및 이용기술
B4	펩타이드 공학기술	I	환경생명공학 및 바이오에너지기술
B5	단백질 응용기술	I1	청정기술
B0	기타 단백질공학기술	I2	환경오염제어 및 관리기술
C	기타 거대분자공학기술	I3	바이오에너지기술
C1	지질공학기술	I0	기타 환경생명공학 및 바이오에너지기술
C2	탄수화물공학기술	J	나노바이오기술
C0	기타 거대분자공학기술	J1	나노바이오소재 제작기술
D	치료용 세포 및 조직 가공기술	J2	나노바이오제료기술
D1	치료용 세포 활용기술	J3	나노 약물전달시스템기술
D2	생체환경 조성기술	J4	바이오멤스, 나노랩온어칩기술
D3	기능성 생체재료 개발기술	J0	기타 나노바이오기술
D4	세포공학기술	K	생물전자공학기술
D5	조직공학기술	K1	바이오센서 제작기술
D0	기타 세포 및 조직공학기술	K2	생물전자소자 제작기술
E	시스템 생물학기술과 생물정보학기술	K3	바이오칩 제작기술
E1	유전체 염기서열 해석기술	K4	미세유체학기술
E2	기능 유전체학기술	K0	기타 생물전자공학기술
E3	단백질체학기술	L	생물안정성 및 효능평가기술
E4	생물정보학기술	L1	안전성평가기술
E0	기타 시스템생물학기술과 생물정보학기술	L2	안전성관리기술
F	대사공학기술	L3	환경영향평가기술
F1	대사산물 생산기술	L4	생물재해관리기술
F2	대사공학 응용기술	L5	효능평가기술
F3	대사 및 대사경로의 이해기술	L0	기타 생물안전성 및 효능 평가기술
F0	기타 대사공학기술	M	기타 생명공학기술
G	생물공정기술	M1	조합생물학기술
G1	발효공학기술	M2	약물전달기술
G2	세포배양공학기술	M3	면역치료기술
G3	생물변환기술	M0	기타 기술들
G4	생물분리공학기술		
G5	산업화기술		
G0	기타 생활공정기술		

자료: 산업통상자원부(2020)

2. 바이오산업 특징 및 중요성

바이오산업은 기본적으로 기술 및 지식 집약적인 고부가가치 산업이다. 핵심 특허와 신기술에 대한 의존도가 높은 산업으로써 4차 산업혁명을 주도할 핵심 성장 동력으로 주목받고 있다. 바이오기술은 의약, 화학, 환경 및 식품, 에너지와 농업, 그리고 해양 등 다양한 산업부문의 기반 기술로 자리 잡으면서 다양한 기술 혁신에서 핵심적인 역할을 담당하고 있다. 최근 바이오기술과 디지털기술 등 이중기술간 융합이 이루어지면서, 디지털 기술을 확보한 기업들이 바이오산업 생태계에 진입하는 것을 볼 수 있다.

바이오산업은 최종 제품에서의 핵심 원천기술 및 지식재산(Intellectual Property) 비중이 높기 때문에 시장 선점에 효과가 크며, 후발자의 모방전략이 쉽지 않은 특성을 가진다. 따라서, 자금력과 특허로 무장하여 기득권을 유지하려는 독점적 지위의 글로벌 기업과 세계 시장에서 경쟁하기 위해 끊임없이 독자 기술개발을 통해 틈새시장을 공략하는 중소·벤처기업들이 공존하는 생태계가 조성되어 있다.

또한, 바이오산업은 제조업, 자동차, 반도체 등 기존 주력산업에 비해 아직까지 산업 성장의 초기단계에 있기 때문에, 매우 빠른 성장속도로 발전하고 있다. 이러한 성장세는 세계적인 인구 고령화와 건강수요 증가에 기반을 두고 있다. 따라서 바이오산업의 세계 시장 규모는 빠르게 확대될 것으로 전망²⁷⁾되며 제약·의료기기 등 제조업과 보건의료서비스 분야에서 최근 5년간 17만개의 일자리가 증가하는 등 고용기여도²⁸⁾도 높은 산업이다.

바이오산업의 또 하나의 특징은 대표적인 규제산업이라는 점이다. 바이오산업의 제품과 기술 대부분이 인간과 생명에 대해 직·간접적으로 영향을 미치기 때문에, 안전 확보를 위해 가치사슬 단계별로 다양한 규제들이 시행되고 있다. 이는 바이오제품과 서비스가 부작용을 나타냈을 때 결과를 돌이킬 수 없는 비가역성을 가지기 때문이다. 따라서, 연구개발부터 시장 진입, 생산 판매와 유통에 이르기까지 전과정을 규제기관에서 관리하고 있다. 또한 바이오기술 혁신은 생명윤리 등 사회적·윤리적 과급력이 매우 크다. 따라서 최종 수요자인 일반 대중의 바이오기술에 대한 인식도 필요하다. 파괴적 기술 혁신에 대한 사회적 수용성이 중요한 산업이기 때문이다. 따라서 바이오기술 혁신에 대한 사회적 인식과 수용성을 함께 제고하기 위해서는 사회적

27) 성장률(~'30) 전망(%) : 바이오헬스 4.0 > 조선 2.9 > 자동차 1.5% (관계부처 합동 보도자료, 2019.5.22)

28) 생산 10억 원 증가 시 고용효과: 바이오헬스 16.7명 > 전 산업 평균 8.0 (관계부처 합동 보도자료, 2019.5.22)

합의체계를 구축하는 것이 매우 중요하다.

바이오산업은 인구·자원·환경 등 글로벌 사회문제에 대응하기 위한 돌파구이자 급속한 산업성장이 예상되는 유망분야이다. OECD(2009)에서는 2030년 바이오경제시대가 정착될 것이라고 전망한 바 있다.²⁹⁾ 4차 산업혁명과 더불어 미래의 인류 난제를 해결하고 경제성장을 이끌 새로운 경제 패러다임으로 바이오경제 시대가 예상되기 때문이다. 바이오경제는 바이오기술은 고령화 사회에 대비하면서 질병 극복 등 건강한 삶을 유지하고, 풍요롭고 안전한 먹거리와 쾌적한 환경을 제공하여 인류의 복지와 경제성장을 동시에 달성할 수 있는 새로운 경제 패러다임이다. 글로벌 바이오 시장은 반도체 자동차, 화학제품 등 3대 산업의 합계 규모를 뛰어넘어 2030년에는 4.4조 달러(3대 산업은 3.6조 달러)까지 급성장할 것으로 전망되고 있다. 따라서, 수출 주도형 경제 구조를 가진 우리나라가 바이오산업을 차세대 주력산업으로 육성하는 것은 선택이 아닌 필수이자 생존의 문제이다. 바이오산업은 세계적인 인구증가 및 고령화, 자원고갈, 기후변화 등에 대응하고 지속가능한 사회를 구축하기 위한 혁신적인 기술을 제시할 수 있으며, 보건·의료 고도화, 식량·생명자원 확보, 청정에너지 공급 등 다양한 분야에 적용될 수 있다. 그리고 다양한 기술융합을 통해 새로운 부가가치를 창출할 수 있는 유망한 성장동력 산업이다.

29) OECD iLibrary(https://www.oecd-ilibrary.org/economics/the-bioeconomy-to-2030_9789264056886-en, 최종 접속: 2021. 5.13.)

제2절 주요국 바이오산업 및 정책

1. 미국

바이든 정부의 과학기술혁신 정책은 균형잡힌 혁신 촉진 정책으로 회귀할 것으로 보이며, 이는 오바마 정부에서 부통령을 지낸 경력에서 추측할 수 있다. 이전 정부에서 추락한 과학기술의 위상을 복구하고, 코로나19 위기 극복이라는 임무를 최단기간 안에 완수하여야 하고, 중국과의 기술패권 경쟁과 기후변화에 대응하여야 하므로 미국이 가진 과학기술혁신 역량을 총동원할 것으로 보인다. 이러한 관점에서 미국 바이오 분야 정책은 4가지로 정리할 수 있다. 우선, 바이든 정부는 코로나19 극복에 모든 역량을 집중할 것으로 보인다. 바이든 대통령은 과학기술에 귀를 기울일 것이고, 전문가의 조언에 따를 것이다. 이러한 맥락에서 바이든 행정부의 과학기술 정책을 담당할 백안관 과학기술정책국(OSTP) 국장으로 MIT Broad institute 소장인 유전학자 에릭 랜더(Eric Lander) 박사를 선임하였다. OSTP 최초의 생물학자 출신 리더인 에릭 랜더 국장은, 정부의 신뢰와 책임성을 강화할 것이라는 3대 원칙하에 7가지³⁰⁾ 계획을 즉각 시행할 것을 선언하였다. 또한 백신을 공급하고 투여하는데 필요한 물질을 만들기 위해 국방물자생산법((Defense Production Act)을 기반으로 민간산업을 지원할 방침이다. 다음으로는 국립보건원(NIH)를 통한 혁신 가속화이다. NIH를 포함한 주요 연방부처 연구개발에 향후 4년간 3,000억 달러를 투자할 것으로 선언하였는데, 이러한 투자 확대는 코로나19 극복을 최우선 국정과제로 선정한 것과 연계된다고 할 수 있다. 또한 DARPA 모형을 벤치마킹한 보건 분야 ARPA-H(Advanced Research Projects Agency for Health)의 설치³¹⁾를 발표하면서, 바이오 분야의 연구개발 정책이 기초연구에서 나아가 획기적 기술 개발을 촉진할 것을 선언하고 기관 설립을 위해 65억달러의 예산을 요청한 상태이다.³²⁾ 그리고 바이오헬스산업 분야에서는 보다 적극적인 규제정책을 펼칠 것으로 전망된다. 바이든 정부는 모든 국민들에게 저렴한 비용의 의

30) ①무상 코로나 검사실시, ②개인보호장구 공급, ③과학적 근거에 기반한 명확한 방역지침 제공, ④백신 및 치료제의 공평한 분배, ⑤고령층 및 고위험군의 우선보호, ⑥팬데믹의 예측, 예방 및 치료체계 복구, ⑦연방차원에서 마스크 의무화

31) 고위험 연구에 대한 높은 보상제도, 최소 관료제적 구조와 대규모 연구비지원, 다수의 이해관계자가 참여할 수 있는 유연한 구조

32) TechCrunch, "Biden proposes ARPA-H, a health research agency to 'end cancer' modeled after DARPA", 2021년 4월 30일(<https://techcrunch.com/2021/04/29/arpa-h-health-agency-biden/>, 최종접속: 2021년 6월 23일).

료서비스를 약속하였으며, 이를 위해 연구 성과의 실시요구권 확대 및 약가 통제 정책을 표명하였다. 즉, 연방정부 지원으로 획득한 특허를 제3자에게 라이선스하도록 적극 강제할 것이며 지나치게 높은 약가의 인상을 제한하겠다는 의지를 시사하는 것이다. 이는 최근에 코로나 백신 특허권 일시유예를 지지하는 미국의 입장과 연결된다고 볼 수 있다. 마지막으로 연구 진실성(Research Integrity) 이슈를 국제 사회에 적극적으로 제기할 것으로 보인다. 바이든 정부는 중국을 무역, 기술, 인권에서 뿐만 아니라 과학적 연구에서도 윤리 위반 및 지적재산 도용 행위를 방임 혹은 조장하고 있는 국가로 보기 때문이다.

최근에는 중국과의 경쟁에 뒤처지지 않고, 미래 산업에서 혁신, 생산, 경쟁에서 앞서갈 길을 열어줄 목적으로 ‘미국 혁신경쟁법(The United States Innovation and Competition Act of 2021)’이 통과되었다.³³⁾ 바이오산업과 관련된 법안 내용으로는, ‘생명공학, 의료기술, 유전체학 및 합성생물학(Biotechnology, medical technology, genomics, and synthetic biology)’을 주요 기술 관심영역으로 명시(SEC. 2005.)하고 있으며, 바이오경제 연구 및 개발법(BIOECONOMY RESEARCH AND DEVELOPMENT ACT OF 2021)을 규정(SEC. 2005)하고 공학 생물학(Engineering Biology)에 대한 이니셔티브를 수립하는 등 적극적인 정책을 발표하였다. 더불어 에너지부(DEPARTMENT OF ENERGY), 국가 항공학 및 우주관리부(NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION), 농업부(DEPARTMENT OF AGRICULTURE) 등 다양한 부처에서 합성생물학에 대한 지원을 확대하고 있다.

미국이 범국가 차원에서 추진하고 있는 선도정책(Initiative)들을 살펴보면, ‘All of Us’, ‘BRAIN’ 및 ‘Cancer Moonshot’ 등에 집중적인 투자를 하고 있음을 알 수 있다. ‘All of Us’는 바이오 빅데이터 분석을 바탕으로 정밀의료서비스를 구현하기 위해 100만명 건강상태를 10년간 추적 관찰하는 사업으로, 수행 기간은 2017년부터 2026년까지이며 총예산은 14.55억 달러이다. ‘BRAIN’ 선도정책은 뇌세포와 신경회로의 상호작용을 통해 뇌 기능을 규명하기 위한 신기술을 개발과 응용을 위한 사업이며, 수행기간은 ‘All of Us’와 동일한 2017년부터 2026년이고 총예산은 15.11억 달러이다. 마지막으로 ‘Cancer Moonshot’ 선도정책은 암 연구를 통합적으로 수행하여 새로운 항암면역치료제를 개발을 위한 사업으로, 수행기간은 2017년부터 2023년까지이며 총예산은 18억 달러이다.³⁴⁾

2021년 미국 바이오산업 시장 규모는 1,053억 달러이며, 2020년 대비 3.7% 증가하였다.³⁵⁾ 미국에는 101,00개 이상의 바이오기업들이 있으며, 187만 명의 근로자가 근

33) 뉴시스, “미 상원, 279조원 규모 신기술 분야 지원 법안 통과”, 2021년 6월 9일
(https://newsis.com/view/?id=NISX20210609_0001469800, 최종접속: 2021년 6월 23일).

34) 김정석(2021)

무하고 있다. 특히, 2016년 이후 미국 바이오산업은 7.2%의 고용 증가율을 기록하였는데, 이는 미국내 전체산업 평균에 비해 2배 이상의 높은 증가률이다. 또한, 바이오산업 근로자의 평균 수입은 107,000달러이며 민간 평균보다 50,000달러가 더 많아서 바이오산업 종사자의 평균 임금은 미국 전체 평균에 2배 수준이다. 미국내 바이오산업의 직접적인 경제 효과는 약 1조 1억 달러이며 간접효과까지 포함하면 2조 6,000억 달러로 추정된다.³⁵⁾

2. 영국

영국은 2018년에 새로운 국가전략인 ‘국가바이오경제전략 2030(Growing the bioeconomy: a national bioeconomy strategy to 2030)’을 수립하였다. 국가바이오경제전략 2030에서는, 영국이 2030년 바이오 분야 세계적 리더가 되는 것을 목표로 ‘모두를 위한 바이오경제’를 제안하고 있다. 바이오경제를 생명과학의 힘을 이용하는 경제적 잠재력이 크다고 보고, 화석연료 대신 재생 가능한 생물자원에 의존하는 혁신적인 제품과 공정, 서비스를 생산하는 경제활동으로 정의하였다. ‘모두를 위한 바이오경제’는 농업과 의학에서 제조업과 에너지에 이르는 모든 산업분야에 걸쳐 영향을 미친다. 즉, 전통적인 재료, 에너지 및 연료에 대한 저탄소 대안으로써 청정한 성장을 지원할 뿐 아니라, 생명과학에 대한 전문지식을 인공지능과 데이터 경제와 융합하여 생산기술이 변화하고 고령화 사회 요구를 충족시키기 위한 미래 의약품 제조, 미래 교통에 필요한 첨단 연료와 경량 소재 개발에도 기여한다고 평가하고 있다. 영국의 2030년 비전은 바이오 기반 솔루션을 개발하고 수출하는 세계적인 리더가 되는 것이다. 영국 정부는 혁신을 지원하고 바이오경제 성장을 촉진함과 동시에, 사회적 신뢰를 구축하여 국민 삶의 질을 개선하고 영국 경제 경쟁력 강화와 저탄소 미래를 선도하고자 하고 있다. 이를 위해 영국은 4가지 목표를 설정하였다. 우선, 세계적 수준의 R&D 활용(Capitalising on our world class R&D)이 목표이다. 글로벌 수준의 연구, 개발 및 혁신 기반을 지속적으로 발전시키고, 세계 시장에서 영국의 최첨단 아이디어를 상업적 성공으로 연결하기 위해 더욱 많은 투자를 할 것이다. 다음 목표는 생산성 극대화이다. 영국 전역에서 바이오경제 자산의 잠재력을 극대화하고 지식, 시설 및 사람들을 최대한 활용하여 기존의 재생 가능한 생물학적 자원으로부터 생산성을 높일 계획이다. 다음으로는 혜택의 창출을 목표로 하고 있다. 바이오경제 활성화를 통

35) IBISWorld(<https://www.ibisworld.com/industry-statistics/market-size/biotechnology-united-states/>, 최종접속: 2021년 5월 13일)

36) BIO(2020.6)

해 일자리를 창출하고 생산성을 향상시켜, 2030년까지 바이오경제 규모를 4,400억 파운드까지 증가시키고 영국 사회에 경제적 혜택들이 제공되도록 지원하는 것이다. 마지막으로 시장 환경 활성화하는 것이 목표이다. 혁신적인 바이오 기반 제품과 서비스를 창출하면서 대중의 관심은 높이고 기술을 향상시켜 시장에 판매할 수 있도록 적절한 영국 내 시장 환경 조성에 노력하고 있다³⁷⁾

영국 바이오산업에는 6,300개의 기업에서 256,110명의 직원을 고용하고 있으며, 매출액은 807억 파운드이다(2019년 기준). 고용 측면에서는 의료관련(Med tech) 업계가 가장 많이 고용하였으며(102,800명, 전체 40%), 매출 측면에서는 제약업계(Biopharma)의 매출이 가장 높다(367억 파운드, 전체 45%). 산업 규모별 비중에 따르면, 제약업계의 69%가 중소기업이고, 의료관련 업계에서도 81%가 중소기업이 차지하고 있다.³⁸⁾

3. 일본

일본 내각부는 2030년 바이오경제 사회 구현을 핵심 목표로 하고 있다. 이를 위해 국가 중점전략 추진분야 중 하나인 ‘바이오전략 2019’를 2019년 6월 범부처 전략으로 발표하였다. 2002년, 2008년에 이어 11년 만에 수립된 이번 전략은 2030년 글로벌 최첨단 바이오경제 구현을 목표로 비전화(visioning)한 것이다. 일본의 연구개발 전체를 총괄·조정하는 통합 이노베이션 전략추진회의를 통해 바이오, 인공지능, 양자기술 3가지 분야를 국가전략 추진분야로 선정하였고 문샷형(Moon Shot) 프로젝트 등을 통해 추진하기로 결정하였다. 지속가능한 생산과 순환을 위해 바이오기술로 사회적 요구에 대응하는 ‘바이오퍼스트’ 실현을 국가전략의 목표로 한다. 전 세계적으로 지속가능한 성장과 사회문제 해결이 요구되고 모든 산업을 바이오화하는 추세에서, 일본의 Societ 5.0³⁹⁾을 구현하기 위해 바이오기술의 역할을 명확히 하고 이를 실천할 수 있는 사회를 실현하여야 한다는 것이다. 해당전략에서는 5가지 기본방침을 설정하고 있다. 우선, 전략 목표로 하는 사회상과 시장영역을 도출하고 백캐스트(backcast)⁴⁰⁾

37) 바이오타임즈, “[신호명의 바이오 산업] 해외 바이오 산업 현황: 유럽”, 2020년 1월 20일, (<http://www.biotimes.co.kr/news/articleView.html?idxno=2391>, 최종접속: 2021년 5월 13일)와 김치구 (2019) 자료 참고

38) Office for Life Science(2020.8)

39) Society 5.0은 일본정부가 수립사회, 농경사회, 공업사회, 정보사회 이후의 새로운 사회적 단계로 지칭. IT 기술이 획기적으로 발전되고 축적되어 사이버 공간과 물리적공간이 고도로 융합된 초스마트 사회의 모습

40) 미래에 달성하고자 하는 목표와 상황을 미리 설정해 놓고, 이를 위해 지금부터 해야 할 여러 가지 시나리오를 구성하고 검토하는 것

대책을 구축하는 등 사회적 과제를 미래가치로 바꾸는 발상의 전환을 추구하고 이를 위해 산·학·관의 지속적인 지원을 계획하고 있다. 다음으로는 바이오 빅데이터 수집, 바이오데이터 기반 구축 방향성 및 이를 통한 지속가능한 데이터 기반의 수익모델 구현, 데이터를 이해하고 해석할 수 있는 우수 연구인재 육성이다. 그리고 해외거점 중심으로 민간투자 유인 시스템을 구축하고 세계 최고 수준의 연구환경을 조성하는 것이 목표이다. 또한 제도 관점에서의 국제적 조화에 초점을 맞추어, 통상정책과의 연계와 지식재산 및 생물자원보호 등 일본의 시스템들을 국제화하여 국제경쟁력 제고를 표명하고 있다. 마지막으로 윤리적·법적·사회적 문제 대응을 위해 자연과학 분야와 인문사회 분야가 함께 미래 신기술로 인한 사회변혁과 그 영향에 대해 심도 있게 논의할 수 있는 장을 구축하는 것이다. 이러한 기본방침을 근거로 한 세부전략을 구체화하고, 이를 추진할 전략 컨트롤타워를 구축하여 지속적인 지원을 확대할 것으로 보인다.⁴¹⁾

최근에는 코로나19 대응과 향후 경제회복을 위한 ‘바이오전략 2020’을 2020년 6월에 발표하였다. ‘바이오전략 2019’에서 제시한 과제들을 지속함과 동시에 코로나19 대응과 재생가능한 생물자원활용의 중요성을 추가로 제시하고 있다. 특히, 코로나19 대응 연구개발을 위해 진단법, 치료제, 백신 및 관련 기기와 시스템 개발을 지원할 계획이며, 신속한 개발을 위한 안정적인 자원 지원 및 유지 활동과 함께 원격화(비대면) 및 BSL3시설 보수 등 인프라 구축도 지원할 계획이다. 또한 아시아 지역 임상연구와 시험 네트워크를 구축하는 등 국제연계도 강화할 것이며, 백신 조기 개발 및 실용화를 위해 생산체제 정비 지원도 포함되어 있다.⁴²⁾

일본의 바이오산업 시장은 넓은 의미와 좁은 의미로 구분할 수 있다. 광의의 바이오산업 시장은 바이오·생물기능 관련 기술을 이용하거나 또는 관련 제품과 서비스에 대한 것이며, 협의의 바이오산업 시장은 의료용품, 재조합 동식물제품, 화장품, 기기·시약 등 바이오분야 첨단제품과 서비스산업을 포함한다. 광의의 바이오산업 시장 규모는, 식품·농업분야(46.8%), 환경 및 에너지 분야(25.5%), 의료·헬스케어분야(23.0%) 순으로 총 57조 엔이며, 협의의 바이오산업 시장 규모는 의약·진단약(56%), 농업·식품(26%), 화장품·농약(10%) 순으로 총 3.7조 엔이다. 일본의 바이오산업(협의 기준) 성장률은 전년대비 3.7%성장 하였다.⁴³⁾

41) 생명공학정책연구센터(2019.9.17)를 참고하여 연구진에서 작성

42) 統合イノベーション戦略推進會議決定(2020)을 참고하여 연구진에서 작성

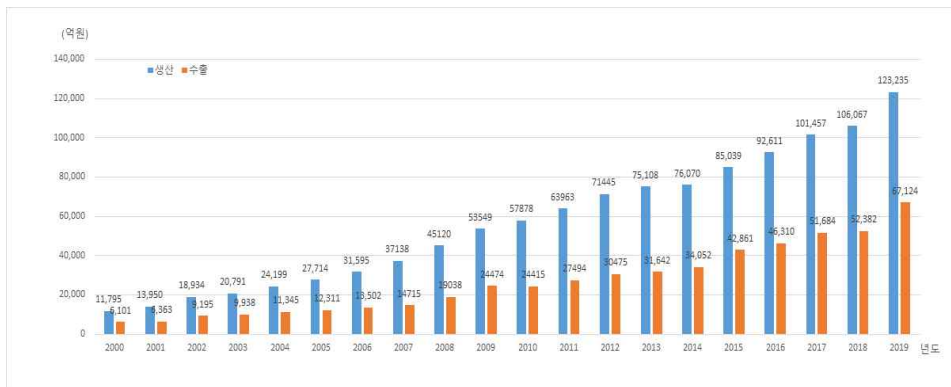
43) 經濟産業省을 참고하여 연구진에서 작성

제3절 한국 바이오산업 및 정책

1. 한국 바이오산업 현황

한국 바이오산업은 2000년 이후 2019년까지 생산은 연평균 13.14%, 수출은 연평균 13.45%의 속도로 크게 성장하였다. 2019년 기준으로 국내 바이오기업은 1,003개이며, 종사 인력은 49,113명이다. 기업 유형별로는 바이오의약기업이 319개(31.8%)로 제일 많으며, 바이오화학·에너지기업 192개(19.1%), 바이오식품기업 175개(17.4%), 바이오의료기기기업 95개(9.5%), 바이오서비스기업 85개(8.5%), 바이오환경 기업 65개(6.5%), 바이오장비기업 53개(5.3%), 바이오자원기업 19개(1.9%) 순으로 분포되어 있다. 국내 생산규모는 2018년 대비(10.6조원) 13.9% 증가한 123조원(19년)이다. 분야별 생산규모에서도 바이오의약(4.2조원, 34.4%)이 제일 많으며, 다음으로는 바이오식품(3.7조원, 29.9%), 바이오화학·에너지(1.8조원, 15.1%), 바이오서비스(1.2조원, 10.1%) 순으로 구성되어 있다. 산업체 종사인력(44)은 총 49,113명이며, 연구인력 15,463명(31.5%), 생산인력 16,971명(34.6%), 기타인력 16,679명(34.0%)으로 구성되어 있다.

[그림 4-1] 한국 바이오산업의 성장 추세



자료: 각 년도 산업통상자원부의 「국내 바이오산업 실태조사」 자료를 활용하여 작성

44) 국내 바이오산업 실태조사 결과보고서('20.12)에 따르면 국내 바이오산업체(2019년 기준) 1,003개 기업 중 미응답기업(37개)를 제외한 966개 기업을 기초로 분석함.

바이오산업 중 제약·바이오 분야 생태계를 살펴보면, 코로나19 대유행 속에서 대다수 주요 제약·바이오기업들은 외형적 성장을 이루어 냈다. 매출액이 1조원이 넘는 국내 제약사는 10곳이 넘으며, 셀트리온(1.85조원)은 2조원을 눈앞에 두고 있으며, 삼성바이오로직스(1.16조원) 역시 1조 클럽에 진입하였다.⁴⁵⁾ 그리고 진단기기 기업 씨젠의 경우 코로나 확진 진단 검사를 위한 진단키트에 대한 국내외 수요가 폭발적으로 증가하면서 매출과 실적이 급성장하여 1.12조원에 다다랐다.

국내 바이오산업에 투자되는 벤처캐피털 투자금액은 2020년 기준 총 1.19조원에 달한다. 이는 2019년 대비(1.10조원) 대비 8.5% 증가한 것이며, 2010년(0.08조원) 기준으로는 1,325%나 증가한 수치이다. 여기에서 특히 눈여겨봐야 할 부분은 최근 3년 동안(2018년~2020년) ‘바이오/의료’분야에 투자되는 신규투자금액이 ‘ICT서비스’ 분야에 투자되는 금액을 지속적으로 상회하고 있다⁴⁶⁾는 것이다. 벤처캐피털 투자가 활성화됨에 따라 다양한 기술과 사업 모델을 바탕으로 하는 기업의 창업 역시 활발하게 이루어지고 있다. 국내 바이오 분야 중소·벤처기업의 설립은 2016년 514개로 최고치를 기록하였고, 2017년도 333개, 2018년 359개⁴⁷⁾ 등 최근 3개년(2016년~2018년) 동안 연평균 400여개의 신생기업들이 탄생하였다.

한국 정부는 우수 기술력을 보유한 바이오벤처의 투자유치와 초기 엔젤 투자자들의 투자금 회수 등 건전한 벤처·창업생태계 조성을 위해 기술특례상장제도⁴⁸⁾를 2005년부터 운영하고 있다. 2005년부터 2020년까지 기술특례로 상장한 바이오기업은 84개에 달하며, 2021년에도 10개 이상의 제약기업들이 기술특례상장의 문턱을 넘기 위해 준비하고 있다.⁴⁹⁾

한국 바이오산업의 성장은 수출 규모에서도 확인할 수 있다. 코로나19 팬데믹 여파에도 불구하고 국내 바이오헬스분야의 수출액은 전년대비 54% 증가한 15.2조원을 기록하면서 10대 수출품목으로 진입하였고⁵⁰⁾, 국내 제약바이오기업들의 기술 수출액 규모는 사상 첫 10조 원대를 돌파⁵¹⁾하였다. 특히, 신약 분야의 기술 수출 규모는 10

45) 메디게이트뉴스, “매출 1조 넘는 국내 제약사 10곳...셀트리온 2조 눈앞, 삼성바이오 1조 클럽 첫 입성”, 2020년 3월 5일(<http://medigatenews.com/news/3350407881>, 최종접속: 2021년 5월 14일)

46) 2018년: (바이오/의료) 8,417억 원 vs. (ICT서비스) 7,468억 원/ 2019년: (바이오/의료) 11,033억 원 vs. (ICT서비스) 10,446억 원/ 2020년: (바이오/의료) 11,970억 원 vs. (ICT서비스) 10,764억 원

47) 2018년 창업기업은 의약품 229개(64%), 진단의료기기 58개(16%), 지원서비스 28개(8%) 등의 순으로 분포(생명공학정책연구센터, 2020.1)

48) 바이오기업에게 상장(기업공개)은 공모를 통하여 계획 사업을 수행할 대규모의 자금을 확보할 수 있는 가장 유력한 수단이자, 상장이후 유상증자를 통하여 추가적으로 자금을 확보 가능

49) 조선비즈, “내년 IPO 앞둔 바이오벤처, 높아지는 기술특례상장 문턱에 ‘난색’ ”, 2020년 12월 31일 (https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2020/12/30/2020123002613.html, 최종접속: 2021년 5월 14일)

50) 한국경제, “K바이오, 코로나19에도 수출액 54%↑...첫 100억달러 돌파”, 2021년 1월 12일 (<https://www.hankyung.com/society/article/202101124160Y>, 최종접속: 2021년 5월 14일)

51) 데일리메디, “2020년 국내 제약·바이오기업 기술수출 '10조' 돌파”, 2020년 12월 26일

조(2020년)를 돌파하는 등 코로나19 악재 속에서도 K-바이오의 성장잠재력을 확인할 수 있다.

자본력과 우수인력들을 보유하고 있는 대기업들이 바이오 생태계에 진입하는 것도 주목할 필요가 있다. 삼성바이로직스(위탁 전문생산), SK바이오팜(뇌전증신약 개발) 등 바이오산업 생태계에서 대기업 성공사례가 나타나고 있으며, 바이오산업이 미래 먹거리로 부상함에 따라 많은 국내 대기업들은 바이오산업 생태계 진입에 속도를 내고 있다. 통신 노하우를 가진 기업이 인공지능과 빅데이터를 결합하여 헬스케어 플랫폼 시장 진출을 검토하고 있으며, 백화점 관련 기업 역시 건강기능식품 사업을 추진하고 있다. 또한 전통 제조업체 중에서도 바이오기업을 인수합병하여 신약개발을 하거나, 건강기능식품을 개발하는 등 바이오로 영역을 넓히는 기업들이 많아지고 있다.⁵²⁾

기존의 국내 대형 제약사들도 성장을 위해 발 빠르게 움직이고 있다. 사업의 다각화와 파이프라인 확대 등 다양한 목표를 설정하고, 바이오텍, 헬스케어 기업과의 오픈이노베이션과 협력 형태의 연구개발에 박차를 가하고 있다. 이러한 협력 체계 속에서 대형 제약사는 신약 개발이나 새로운 사업 진출을 위한 투자 비용과 위험요소들을 줄일 수 있고, 바이오 분야 창업초기 기업이나 스타트업 입장에서는 전통 제약사들이 그동안 구축해 온 노하우를 활용해 제품 상용화와 마케팅을 효과적으로 진행할 수 있다.⁵³⁾

2. 바이오 분야 R&D 정책 현황

한국 정부는 지난 10년(10년~19년)동안 지속적으로 R&D 투자 규모를 확대해 왔다. <표 4-3>에서와 같이, 2010년 13조 6,827억 원을 투자했던 데에 비해, 2019년 20조 6,254억 원을 R&D에 투자함으로써 매년 약 4.7%의 증가(GAGR)를 보였다. 특히, 바이오산업 R&D 투자에서는 전체 R&D 투자 증가 규모보다 더 빠른 증가세를 보였다. 2010년 바이오 분야에 2조 3,252억 원의 투자를 기록하였으나, 2019년에는 3조 6,717억 원을 투자하여 연평균 약 5.2% 증가하였다. 바이오 분야 투자 증가가 더 컸던 만큼 그 비중 역시 증가하였다. 2010년 바이오 R&D 투자가 전체의 17.0%를 차지했던 데에 비해, 2019년에는 17.8%까지 해당 비중이 더 커졌다.

(http://www.daily_medi.com/detail.php?number=864460, 최종접속: 2021년 5월 14일)

52) 한국경제, “통신부터 자동차 부품업체까지…바이오·헬스케어 새 먹거리로”, 2021년 3월 22일

(<https://www.hankyung.com/it/article/2021032252221>, 최종접속: 2021년 5월 14일)

53) 의사신문, “전통제약사들이 스타트업과의 협력에 발 벗고 나선 이유는?”, 2021년 5월 7일

(<http://www.doctorstimes.com/news/articleView.html?idxno=214978>, 최종접속: 2021년 5월 14일)

〈표 4-3〉 정부 바이오 R&D 투자 규모 ('10~'19)

연도	전체 R&D 투자 (억원)	바이오 R&D 투자 (억원)	비중 (%)
'10	136,827	23,252	17.0
'11	148,528	25,808	17.4
'12	159,064	27,509	17.3
'13	169,139	28,770	17.0
'14	176,395	29,730	16.9
'15	188,747	33,019	17.5
'16	190,044	33,341	17.5
'17	193,927	34,946	18.0
'18	197,759	35,494	17.9
'19	206,254	36,717	17.8
연평균 증가율	4.7%	5.2%	

자료: 국가과학기술지식정보서비스(NTIS, 접속일: 2021. 5.21) 자료를 기초로 연구진 재가공

정부의 바이오산업에 대한 투자 증가와 함께, 민간 역시 바이오 투자를 크게 증가시켰다. 2010년부터 2018년까지를 기준으로 할 때, 정부의 바이오 R&D 투자는 연평균 5.4%로의 증가하였다. 민간 투자의 경우 2010년 1조 1,339억 원의 투자비를 기록한 데에 비해, 2018년에는 3조 907억을 기록함으로써 해당 기간 투자가 약 2.7배 증가하였다. 이는 연평균 증가율로 계산했을 때 13.4%이며, 2010년 정부 투자의 48.8%에 불과했던 수치가 2018년 87.1%까지 증가한 것이다. 바이오산업의 성장에 따라 시장성을 확인한 민간 역시 정부의 R&D 투자 규모에 근접할 만큼 투자를 확대한 것이다.

〈표 4-4〉 민간 바이오 R&D 투자 규모 ('10~'18)

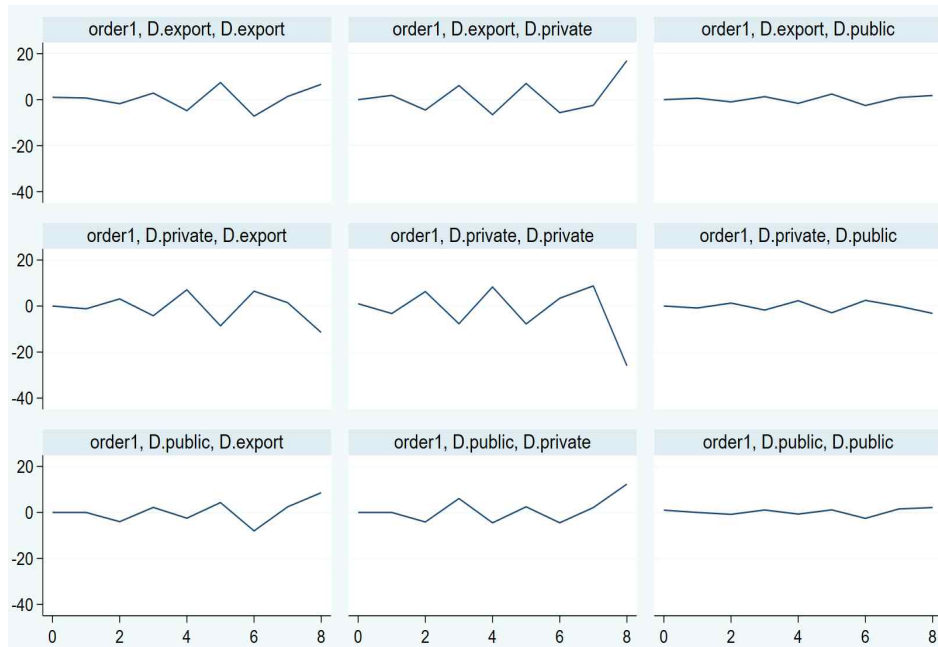
연도	민간 R&D 투자 (억원)	정부 R&D 투자 (억원)	민간/정부 투자 비율 (%)
'10	11,339	23,252	48.8
'11	14,240	25,808	55.2
'12	14,950	27,509	54.3
'13	16,273	28,770	56.6
'14	18,367	29,730	61.8
'15	26,927	33,019	81.6
'16	22,796	33,341	68.4
'17	27,165	34,946	77.7
'18	30,907	35,494	87.1
연평균 증가율	13.4%	5.4%	

자료: 과학기술정보통신부·KISTEP의 『연구개발활동조사보고서』 및 국가과학기술지식정보서비스(NTIS, 접속일: 2021. 5.21) 자료를 기초로 연구진 재가공

민간 투자 비중이 크게 증가하긴 했지만 정부 투자는 시장 실패 예상 분야에 대한 투자 마중물이라는 관점에서 여전히 중요한 역할을 한다. 이를 확인하기 위하여, 바이오산업에서 정부 및 민간 투자가 수출에 미치는 영향을 계량적으로 분석하였다. 수출 데이터는 산업통상자원부와 한국바이오협회가 발행하는 ‘국내 바이오산업 실태 조사 보고서’의 2007~2018년 자료를 이용하였다. 그리고 분석을 위해 수출 통계와 정부 투자, 민간 투자를 변수로 벡터자기회귀(VAR; vector autoregression)모형을 활용하였다. 변수에서 단위근 존재가 확인되어 모든 변수는 차분하여 사용하였다. <그림 4-2>는 본 분석의 충격반응함수(impulse response function) 결과이며, <표 4-5>는 예측 오차분산분해(FEVD; forecast error variance decomposition) 분석 결과를 나타낸 것이다.

FEVD 분석 결과를 통해 정부 투자의 효과를 확인할 수 있었다. 수출에 있어 시간이 흐를수록 수출 변동 자체의 비중이 점차 감소하는 반면, 정부 투자의 영향력은 약 20%에서 약 30%까지, 민간 투자 영향력은 약 20%에서 약 40%까지 비중이 증가하는 경향을 나타냈다. 이는 산업 성장에 있어 정부 투자와 민간 투자가 모두 제 역할을

[그림 4-2] 충격반응함수 분석 결과



자료: 과학기술정보통신부·KISTEP의 『연구개발활동조사보고서』 및 국가과학기술지식정보서비스 (NTIS, 접속일: 2021. 5.21) 자료를 기초로 연구진 작성

한다는 사실을 보여준다. 또한, 정부의 R&D 투자는 민간 투자를 촉진하는 역할을 하기도 한다. 민간 투자의 분석 결과, 정부 투자의 변동이 장기적으로 민간 투자 변동에 있어 28~36% 가량의 비중을 차지하는 것으로 나타났다. 이는 민간 투자 자체의 변동이 장기적으로 약 33~47%의 비중을 가지는 것과 비교해볼 때 유의미한 수치이다. 정부의 투자는 민간에 대한 임상 인프라 등 ‘규모의 경제’가 실현가능하도록 관련 환경을 만들어주는 역할을 한 것이다. 이렇듯 우리나라의 정부 투자는 바이오산업계에 민간 투자를 유인하는 마중물 역할을 수행해 왔으며, 민간에서는 정부 투자를 기반으로 투자를 계속해서 확장시켜 온 것이다(표 4-3 및 표 4-4 참고).

이러한 계량 분석 결과는 정부가 지원하는 R&D 투자가 장기적으로 바이오산업 전반에 효과를 미치고 있음을 보여준다. VAR의 설명력이 이론적으로 다소 미흡하며 데이터 범위에 한계가 존재하기는 하나, 정성적으로만 분석되었던 바이오산업에서의 정부와 민간의 연구개발 투자 효과를 정량적으로 확인했다는 점에서 본 분석의 의의가 있다. 특히, 정부 투자의 직접적인 바이오산업 확장 효과와 더불어 바이오 분야 민간 투자에 대한 마중물 역할을 하였음을 정량적으로 확인할 수 있다.

〈표 4-5〉 예측오차분산분해 분석 결과 (단위: %)

반응 단계	<수출>			<정부>		
	수출	정부	민간	수출	정부	민간
1	100.00	0.00	0.00	87.88	12.12	0.00
2	60.80	19.99	19.21	45.97	28.71	25.31
3	26.21	26.01	47.78	29.08	32.61	38.31
4	25.36	30.46	44.18	22.89	33.94	43.17
5	28.00	31.96	40.04	26.36	33.51	40.13
6	21.14	34.93	43.93	22.85	35.20	41.95
7	19.27	34.02	46.70	19.17	35.23	45.60
8	27.28	31.02	41.71	26.01	32.33	41.65
반응 단계	<민간>					
	수출	정부	민간			
1	69.35	15.63	15.02			
2	48.55	28.24	25.21			
3	28.54	31.59	39.87			
4	19.48	33.78	46.73			
5	18.14	34.85	47.01			
6	17.24	36.16	46.60			
7	19.65	34.73	45.62			
8	38.59	28.36	33.06			

자료: 과학기술정보통신부·KISTEP의 『연구개발활동조사보고서』 및 국가과학기술지식정보서비스(NTIS, 접속일: 2021. 5.21) 자료를 기초로 연구진 작성

기획재정부는 신성장동력 산업의 하나로 바이오헬스산업을 분류하고 있다. <표 4-6>은 기획재정부 기준에 의한 정책 유형별 바이오헬스산업 재정 지원 현황을 나타낸 것이다. 재정사업 중 바이오헬스산업에 배정된 규모는 2020년 1조 819억 원에서 2021년 1조 3,919억 원으로 1년 만에 28.7% 증가하였다. 정책 유형의 경우 R&D의 성격을 가지는 기술개발과 함께 인프라지원, 인력양성, 사업화지원, 데이터플랫폼, 제도개선 등 비R&D적인 성격을 띠는 정책까지 총 6가지로 분류되어 있다(기타 제외). 전체적으로 28.7%가 증액된 데에 비해, 기술개발 분야에서는 18.6%가 증가하여 평균보다 다소 낮은 수치를 기록했다. 반면 기타를 포함한 나머지 유형을 비R&D로 구분하였을 경우, 2020년 3,705억 원에서 2021년 5,482억 원으로 48.0% 증액된 것으로 나타났다.

세부 유형별로 분석할 경우, 2020년과 2021년 모두 기술개발 정책의 규모가 가장 컸으며, 인프라지원, 인력양성이 그 뒤를 이었다. 2020년에는 기술개발에 7,114억 원이 배정되었으며, 인프라지원에 1,695억 원, 인력양성에 1,057억 원이 투입되었다.

<표 4-6> 정책 유형별 바이오헬스 재정 지원 현황(단위 : 억 원)

구분	2020년	2021년	증감률(%)
바이오헬스	10,819 (100.0%)	13,919 (100.0%)	28.7
R&D	7,114 (65.8%)	8,436 (60.6%)	18.6
기술개발	7,114 (65.8%)	8,436 (60.6%)	18.6
비R&D	3,705 (34.2%)	5,482 (39.4%)	48.0
인프라지원	1,695 (15.7%)	2,880 (20.7%)	69.9
인력양성	1,057 (9.8%)	1,341 (9.6%)	26.9
사업화지원	330 (3.1%)	520 (3.7%)	57.6
데이터플랫폼	277 (2.6%)	357 (2.6%)	28.9
제도개선	274 (2.5%)	352 (2.5%)	28.5
기타	72 (0.7%)	32 (0.2%)	-55.6

자료: 기획재정부 제공자료

2021년의 경우 기술개발에는 총 8,436억 원, 인프라지원에 2,880억 원, 인력양성에 1,341억 원이 배정되는 등 금액 규모 자체는 모두 커지는 양상을 나타냈다. 금액 상승률의 기준으로 볼 때 가장 큰 규모의 증액은 인프라지원과 사업화지원 정책에서 나타났다. 인프라지원의 경우 69.9%의 상승률을 기록하였으며, 사업화지원은 2020년 330억 원에서 2021년 520억 원으로 총 57.6% 증액되었다.

정부 주도의 바이오 R&D 사업의 경우 먼저 범부처로 진행된 사업과 부처 고유 사업으로 분류할 수 있으며, <표 4-7>은 2020년까지 수행되었던 정부 주도의 주요 바이오 R&D 사업을 정리한 것이다.

신약 분야의 대표적인 사업으로 2012년부터 2020년까지 진행된 ‘범부처전주기신약개발사업’은 과학기술정보통신부, 보건복지부, 산업통상자원부가 공동으로 수행하였다. 동 사업을 통해 2019년까지 관련 분야에서 총 43편의 SCI급 논문이 발표되었으며, 44개의 국내 특허와 260개의 해외 특허가 출원되었다. 또한 2017년 중간평가에서 ‘우수’ 등급을 받기도 했다. 해당 평가의 주요 상위평가 의견으로 과기정통부와 보건복지부에 대해 산업화 촉진과 함께 국내외 시장 진출에 대한 보다 상세하고 구체적인 계획 수립과 사업의 평가 체계 개선이 필요하다는 의견이 있었다. 또한 산업부에 대해서는 여러 성과 가운데 사회적 가치와 성과를 확대할 필요가 있다는 평가가 제시되었다.

그린바이오 분야에서는 농림축산식품부, 농촌진흥청, 산림청, 해양수산부가 공동으로 수행한 ‘Golden Seed 프로젝트’가 대표적인 사업이다. 2012년에 시작하여 2021년 종료되며, 10년간 전체 사업비 4,911억 원이 투입되는 사업이다. 이 중 중앙 정부는 3,985원을 투자하고 민간은 926억원이 투자한 대규모의 사업으로, 2019년까지 총 65편의 SCI급 논문과 19개의 국내 특허가 발표되었다. 2018년 중간평가에서는 최종 ‘보통’ 등급을 받았다. 상위평가 의견으로는 부처간 협업 및 분업을 통한 사업 모델의 도출 필요(해양수산부), 특정 성과 지표에 대한 개선 방안 마련 필요(농식품부, 산림청) 등이 있었다.

2021년 종료되는 ‘포스트게놈다부처유전체사업’은 2014년부터 시작하여 2021년까지 8년간 총 5,788억 원의 R&D 예산이 투입되는 사업이다. 과기정통부, 보건복지부, 산업부, 해양수산부, 농식품부, 농촌진흥청, 산림청 등 총 7개 부·청이 수행하였으며, 기초·원천(과기정통부), 인간유전체(보건복지부), 기반·산업화(산업부), 해양생명자원(해양수산부), 농생명자원(농식품부, 농진청, 산림청) 등으로 분류되어 진행되었다. 동 사업을 통해 2019년까지 총 258개의 SCI급 논문이 출판되었으며, 국내 특허 27건과 해외 특허 10건이 출원되었다. 2020년 중간평가에서 ‘보통’ 등급을 받았으며, 주요 상위평가 의견으로 질병 신속진단 키트와 예방관리 기술 활용을 위한 예산 지속 지원 권고(보건복지부), 산업화 연계 연구 필요(산업부), 외국계 기업뿐만이 아닌 국내 산업체와의 협력 방안 모색 필요(해양수산부) 등이 있었다.

〈표 4-7〉 한국 정부의 바이오 R&D 주요 사업

평가연도	사업명	부처
2017	범부처전주기신약개발	과학기술정보통신부, 보건복지부, 산업통상자원부
2018	100세사회대응고령친화제품연구개발	보건복지부
2018	GoldenSeed프로젝트	농림축산식품부, 농촌진흥청, 산림청, 해양수산부
2018	수산시험연구	해양수산부
2018	수산식품산업기술개발	해양수산부
2018	임상연구인프라조성	보건복지부
2019	감염병위기대응기술개발	보건복지부
2019	만성병관리기술개발연구	보건복지부
2019	바이오산업핵심기술개발	산업통상자원부
2019	생물자원발굴및분류연구	환경부
2019	질환극복기술개발	보건복지부
2019	첨단의료기술개발	보건복지부
2019	한약약선도기술개발	보건복지부
2019	해양수산생명공학기술개발	해양수산부
2019	형질분석연구	보건복지부
2020	감염병관리기술개발연구	보건복지부
2020	공공백신개발·지원센터건립및운영	보건복지부
2020	국가항암신약개발사업	보건복지부
2020	바이오의료기술개발	과학기술정보통신부
2020	보건의료생물자원종합관리	보건복지부
2020	수산생물방역체계구축	해양수산부
2020	안전성평가기술개발연구	식품의약품안전처
2020	연구중심병원육성	보건복지부
2020	의료기기기술개발	보건복지부
2020	포스트게놈다부처유전체사업	과학기술정보통신부, 농림축산식품부, 농촌진흥청, 보건복지부, 산림청, 산업통상자원부, 해양수산부

주: 2017~2020년 중간평가를 받은 사업

자료: 국가과학기술지식정보서비스(NTIS, 접속일: 2021.5.21) 및 생명공학정책연구센터(2021.3) 자료를 기초로 연구진 작성

3. 시사점 및 주요 이슈

바이오산업은 전 세계가 주목하는 미래 성장 동력 산업의 하나이다. 따라서 다가올 미래사회를 전략적으로 예측하고 사회·경제적 파급력이 큰 핵심기술들을 발굴하여, 적극적으로 투자하여야 한다. 우리는 미·중 기술 패권 경쟁과 일본 수출규제 등의 상황을 겪으면서 기술 경쟁력 확보와 기술 자립의 중요성을 확실하게 경험하였기 때문이다. 따라서 바이오산업 경쟁력 확보를 위한 국가적 투자는 지속적으로 확대될 필요가 있다.

4차 산업혁명에 따른 기술발전과 패러다임 변화는 바이오산업의 성장과 혁신에 큰 역할을 하고 있다. 인공지능(AI), 데이터, 로봇, 자동화, 가상현실 등 4차 산업 핵심기술을 활용하여 바이오 제조공정에 디지털 혁신을 일으키는 ‘라이프사이언스(Life Sciences) 4.0’도 전망된다. 바이오산업도 데이터와 인공지능(AI) 중심으로 급속히 변화하고 있기 때문이다. 실제 인공지능(AI)을 활용하여 신약분야의 새로운 후보물질 발굴에서 검증까지 총 46일까지 단축되는 사례도 있었다 또한, 구글 DeepMind 프로그램인 알파폴드(AlphaFold)는 생물학 분야의 어려운 미션 중 하나인 아미노산 서열에서 3차원 단백질 구조(protein structure)를 예측하는 데 결정적인 역할을 하고 있다. 그리고 전통 의료기술의 한계를 극복하기 위한 대안으로 로봇, 증강현실 등 혁신 기술들을 접목한 융합형 기기개발도 활성화되고 있다. 이처럼 디지털 기술과 바이오기술의 만남, 다양한 기술 간의 융합은 바이오산업의 혁신과 확산에 큰 역할을 하고 있다.

이러한 융합적 혁신과 바이오산업 발전을 촉진하기 위해서는 신산업 분야의 전문 인력 양성이 매우 중요하다. 특히, 생물학과 임상 분야를 통합적으로 이해하고 분석하여 융합적으로 활용할 수 있는 바이오데이터 과학자가 필요한 상황이다. 하지만 아직까지 융합형 바이오데이터 과학자는 국내에 매우 부족하고 이를 위한 정부의 지원도 초기 단계이다. 국내 바이오데이터 과학자 실태조차 파악되기 어렵기 때문에,⁵⁴⁾ 바이오 분야 전문 인력의 효율적 양성을 위해서는 보다 객관적인 현황 파악과 미래 수요 예측에 기반한 인력양성 전략을 구축할 필요가 있다.

바이오의약품 생산 단계 전문 인력을 포함한 산업 인력 양성 전략도 중요하다. 코로나19 팬데믹으로, 한국의 위탁생산(CMO) 산업에 대한 관심이 국내외적으로 집중되고 있기 때문이다. 신약개발에 비해 사업 리스크가 상대적으로 적고, 예측이 용이하다는 점에서 전통 제약기업들도 위탁생산사업(Contract Manufacturing Organization, 이하 CMO)에 뛰어들고 있다.⁵⁵⁾ 하지만 대학에서는 논문 작성과 기초분

54) 한국바이오협회 관계자 전화인터뷰(2021. 5.13)

야 중심으로 연구가 이루어지기 때문에 기업에서 필요로 하는 개발과 제품화, 기술 사업화 역량 습득에는 어려움이 있다. 즉 ‘스킬 미스매치’ 현상이 발생하고 있다. 기업에서는 생물공정 등 엔지니어링 기술에 대한 정부 R&D 투자와 관련 전문인력 양성에 대한 정부 R&D 투자 비중이 상대적으로 낮아⁵⁶⁾ 공정·품질관리 관련 고급 인력이 부족하다고 호소하고 있다. 또한, 12대 산업 분야 중 바이오헬스분야의 산업기술 인력 부족률은 3.2%로 소프트웨어(4.0%) 다음으로 높다. 제약산업만 살펴보더라도, 미충원률은 평균 4.2%로 나타나 채용 수요가 증가함에도 불구하고 적격자를 찾지 못해 높은 미충원율이 발생하고 있다. 산업 인력 양성을 목적으로 하는 정부지원은 확대되고 있으나, 직무별·세부전공별 인력 수급 조사를 기반으로 하는 인력양성 로드맵 수립 등 프로그램 개발에 대한 기초자료가 부족하여 체계적인 바이오인력 양성에는 한계가 나타나는 상황이다.

바이오기술과 첨단 디지털기술과의 융합은 그린바이오산업, 화이트바이오산업 등 국내에서 주목받지 못한 산업에도 큰 영향을 미치고 있다. 마이크로바이옴과 대체식품 등 그린바이오의 핵심기술이 관련 분야의 패러다임 전환 속도를 가속화하고 있기 때문이다. 또한, 친환경과 건강에 대한 국민들의 관심으로 인해 화이트바이오산업에도 관심들이 모아지고 있는데, 이는 ‘탄소 제로’시대를 준비하는 우리의 미래 대응 체계와도 부합하고 있다. 따라서 보건의료 분야의 레드바이오산업과 함께 건강과 친환경을 기반으로 성장하는 농식품 분야의 그린바이오산업, 에너지·환경 분야의 화이트바이오산업에 대해 정부 정책을 균형적으로 추진할 필요가 있다. 이를 위해서는 바이오산업 세부 분야에 대한 균형적인 시장 창출과 함께 정부 투자가 민간 투자를 견인할 수 있는 방안을 마련하고, 민관 협력하에 핵심 인프라를 구축하는 것이 중요하다.

최근 미국에서 코로나19 백신에 대한 특허권 유예를 지원한다는 발표와 함께 전 세계가 특허권 유예⁵⁷⁾에 대해 큰 관심을 보이고 있다. 모더나 등 백신 선도 기업들이 가지고 있는 mRNA 핵심기술을 공개하면 많은 국가들이 백신을 자체 개발하여 팬데믹 상황을 탈출할 수 있을 것으로 예상되기 때문에 인도와 남아프리카공화국의 주도하에 코로나19 백신의 특허권 유예에 노력하고 있는 것이다. 하지만, 해당 특허 정보

55) 메디옵저버, “제약사 관심 더 높아진 CDMO, 열풍까지 이어질까?”, 2021년 2월 24일 (<https://www.monews.co.kr/news/articleView.html?idxno=301658>, 최종접속: 2021년 5월 14일), 메디옵저버, “코로나19 국내 재유행...또 다시 주목받는 CDMO”, 2020년 8월 19일 (https://www.monews.co.kr/news/articleView.html?id_xno=212786, 최종접속: 2021년 5월 14일)

56) 생물공정·안전성평가 관련 대학 R&D : 425억(대학 바이오 R&D 투자 중 3% 수준)(바이오특별위원회, 2018.12.11)

57) TRIPS 회원국의 조약상 보호 의무를 일시 유예하는 것으로서, 각 회원국에서 특허 권리를 인정하지 않아도 조약 위배가 되지 않도록 하는 제도로서, 특허권 뿐만 아니라, 저작권과 디자인권, 미공개정보(영업비밀)까지 포함.

가 공개된다고 하더라도 국내에는 mRNA 등 첨단 기술을 이해하고 다룰 수 있는 전문 인력과 노하우를 충분히 보유하고 있지 않아, 제품 생산에 이르기까지는 상당한 시일이 필요할 것이다.⁵⁸⁾ 따라서 코로나19 등 급변하는 환경에 신속하고 긴밀하게 대응할 수 있는 전문 인력 양성과 기술 경쟁력 확보를 위한 전략과 시스템을 마련할 필요가 있다.

58) 청년의사, “코로나19 백신 지식재산권 포기? 실효성 의문”, 2021년 5월 3일
(<http://www.docdocdoc.co.kr/news/articleView.html?idxno=2010269>, 최종접속: 2021년 5월 15일)

제4절 바이오산업 경쟁력 강화를 위한 재정운용 방안

바이오기술의 급속한 발전과 디지털기술과의 융합 현상으로 인해 바이오산업의 범위는 날로 확대되고 있으며, 바이오기술은 다양한 분야에서 사회·경제적 효과를 나타내고 있다. 바야흐로 바이오경제시대가 시작되고 있다.

이러한 바이오경제시대의 도래는 코로나19 팬데믹과 저탄소·환경친화적 사회 추구 등 사회적·산업적 환경 변화와도 관련이 있다. 2019년 이후 코로나19 팬데믹으로 인한 비대면화(untact)과 온라인화, 사회적 거리두기 등 일상생활의 변화가 바이오 분야를 포함한 전체 연구개발 활동⁵⁹⁾에 영향을 미치고 있으며, 코로나19 팬데믹으로 인해 바이오기술과 디지털기술과의 융합 역시 한층 가속화되고 있기 때문이다. 맥킨지⁶⁰⁾는 컴퓨터, 자동화, 인공지능의 발전이 가속화되고 여기에 바이오기술 혁신이 결합되면서 경제와 사회 그리고 정치·문화 등 다양한 생활영역에 파급될 것으로 전망한 바 있다. 특히, 향후 10~20년에 걸쳐 생물학적 응용기술만으로도 연간 2조~4조 달러의 경제적 파급효과가 나타날 것으로 전망된다. 따라서, 바이오산업을 중심으로 사회·경제적 패러다임이 변화되고 있는 이 시기에, 바이오산업에 대한 국가 재정 투자는 전략적으로 확대될 필요가 있다. R&D 기반의 가치 창출을 위해 창출된 지식이 활용 지식으로 전환 및 확산되는 과정, 다시 말해 지식이 제품·서비스로 전환되고 부가가치를 창출하는 전반의 선순환 과정이 필요하고 그 과정에 혁신주체 간의 공감과 소통, 협력이 무엇보다 중요한 시대가 오고 있기 때문이다.

1. R&D 사업 추진방향

바이오산업 경쟁력 강화를 위해서는 정부가 주도하는 R&D 투자를 지속적으로 확대할 필요가 있다. 아직까지 국내 바이오산업 R&D 투자가 해외 선진국에 비해 미흡한 상황이기 때문이다.

3절에서 논의된 바와 같이, 한국 정부의 바이오 분야 R&D투자는 중장기적으로

59) OECD(2021)에 따르면, 코로나19로 인한 연구활동 변화로는 재택근무(77.3%), 연구주제변경(16.5%), 연구 집중력 약화(16.0%) 순으로 설문응답(중복)하였으며, 특히, 팬데믹으로 인한 디지털 툴(tool) 활용 증가를 경험했거나, 증가가 예상된다고 가장 많이 답변함.

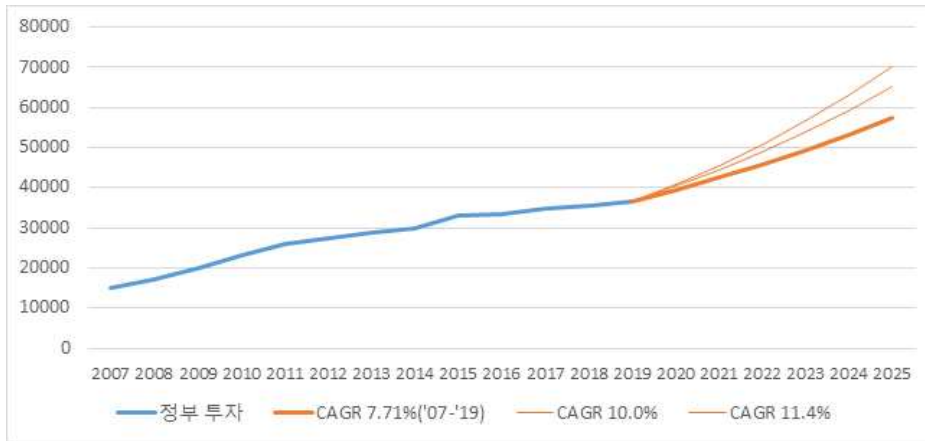
60) The Bio Revolution(2020.5)

산업 발전을 촉진시키고, 민간의 R&D 투자를 적극적으로 유인하는 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났다. 이러한 분석을 기반으로 본 절에서는 한국 정부의 투자 확대 시나리오를 제시한다(그림 4-3, 표 4-8 참고). 동 시나리오는 기준점을 2007년부터 2019년까지의 기간으로 설정하였고, 6T 산업 중 바이오기술에 대한 총 투자 금액을 시나리오 근거로 삼았다. 2007년 한국 정부의 바이오 R&D 투자비는 1조 5,063억 원이었으며, 2019년에는 3조 6,717억 원을 기록했다. 이에 따라, 해당 기간 동안 연평균 증가율 7.71%의 성장을 기록하였다

연평균 증가율 7.71%를 기본 시나리오로 하여, 기본 추세 이상의 투자를 각각 연평균 증가율 10.0%, 11.4%로 가정하였다. 첫 번째 시나리오인 연평균 증가율 7.71%의 경우 2020년(추정치)에는 3조 9,548억 원이 투자될 것으로 예상된다. 또한 이후 2021년에는 4조 2,597억 원이, 2022년 4조 5,881억 원, 2023년 4조 9,419억 원으로 계산되었다. 2024년에는 5조 원을 돌파하게 되는데, 2024년 5조 3,229억 원, 2025년에는 5조 7,333억 원의 정부 투자가 발생할 것으로 추정된다.

연평균 증가율을 10.0%로 가정했을 때는 2025년 약 6.5조 원을, 연평균 증가율을 11.4%를 가정했을 때 2025년 약 7.0조 원의 정부 바이오 R&D 투자를 기대할 수 있다. 연평균 증가율 10.0% 시나리오에서는 2020년 4조 389억 원으로 4조 원을 돌파하며, 2021년 4조 4,428억 원, 2022년에는 4조 8,870억 원을 기록할 것으로 추정된다. 기본 시나리오에서 2024년에 5조 원을 돌파할 것으로 예상했던 것과 달리, 해당 시나리오에서는 2023년에 5조 3,757억 원, 2024년 5조 9,133억 원을 기록할 것으로 나타났으며, 2025년에는 6조 5,046억 원으로 계산되었다. 연평균 증가율 11.4% 시나리오에서는 2020년 4조 903억 원, 2021년 4조 5,566억 원을 기록할 것으로 예상된다. 동 시나리오에서는 2022년에 5조 원을 넘게 되는데, 2022년 5조 760억 원, 2023년 5조 6,547억 원을 기록할 것으로 추정되며 2024년에는 6조 원을 돌파한 6조 2,993억 원의 투자가 예상되고, 2025년에는 7조 174억 원이 될 것으로 기대된다.

[그림 4-3] 바이오 분야 정부 R&D 투자 확대 시나리오



자료: 국가과학기술지식정보서비스(NTIS, 접속일: 2021.5.21) 자료를 기초로 연구진 작성

<표 4-8> R&D 투자 확대 시나리오(단위: 억 원)

연도	정부 투자	연평균 증가율 7.71%	연평균 증가율 10.0%	연평균 증가율 11.4%
2007	15,063			
2008	17,257			
2009	20,112			
2010	23,252			
2011	25,808			
2012	27,509			
2013	28,770			
2014	29,730			
2015	33,019			
2016	33,341			
2017	34,946			
2018	35,494			
2019	36,717			
2020(E)		39,548	40,389	40,903
2021(E)		42,597	44,428	45,566
2022(E)		45,881	48,870	50,760
2023(E)		49,419	53,757	56,547
2024(E)		53,229	59,133	62,993
2025(E)		57,333	65,046	70,174

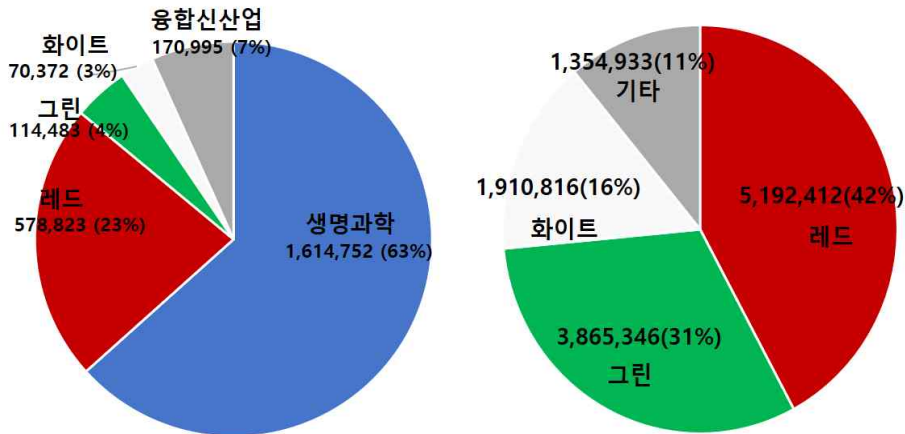
주: 2020년 이후 값은 추정치

자료: 국가과학기술지식정보서비스(NTIS, 접속일: 2021.5.21) 자료를 기초로 연구진 작성

[그림 4-4] 바이오산업 세부 분야별 정부 투자 및 생산 비중

(좌) 분야별 투자비중*(‘20년)(백만원)

(우) 산업별 생산비중**(‘19년)(백만원)



주: * 2021년도 생명공학육성시행계획에서는 연구개발, 인프라, 인력양성으로 구분하고 있으며, 이 중 연구개발분야에서 △생명과학, △Red, △Green, △White, △융합신산업별 명기하고 있는 2020년도 투자실적으로 그래프화 하였음.

** 2019년 기준 국내 바이오산업 실태조사 결과보고서에 따라 분류되는 바이오의약품산업, 바이오화학·에너지산업, 바이오식품산업, 바이오환경산업, 바이오의료기기산업, 바이오장비및 기기산업, 바이오자원산업, 바이오서비스산업을 △레드(의약+의료기기), △그린(식품+자원), △화이트(화학에너지+환경), △기타(장비및기기+서비스)로 분류하여 그래프화 하였음.

자료: (좌) 2021년도 생명공학육성시행계획, 연구팀 재가공, (우) 2019년 기준 국내 바이오산업 실태조사 결과 보고서, 연구팀 재가공

또한, 보건의료(Red) 분야에 대한 R&D 투자와 농식품(Green) 분야, 에너지·환경(White) 분야에 대한 균형 잡힌 투자가 중요하다. 2021년도 생명공학육성시행계획에 따르면, 정부투자실적(연구개발)에서 보건의료(Red) 분야는 5,788억원, 농식품(Green) 분야는 1,144억원, 에너지·환경(White) 분야는 703억 원으로 기초 생명공학 분야⁶¹⁾를 제외하고 레드바이오산업 중심으로 정부의 투자가 집중되고 있다. 산업별 생산 비중을 살펴보면, 레드바이오산업의 생산 비중이 42%에 달하고 있어, 민간 경쟁력 역시 레드바이오산업 중심으로 구축되어 있음을 알 수 있다. 그린바이오산업⁶²⁾, 화이트바이오산업⁶³⁾ 분야는 레드바이오산업에 비해 상대적으로 경쟁력이 미흡하고 기업의

61) 기본적인 생명현상 전반과 생명체와 생태계가 상호작용·융합하는 네트워크 현상 전체를 연구하는 분야(관계부처 합동 보도자료, 2017.9)

62) 종자, 미생물 등 그린바이오 기업의 규모가 영세하여 제품개발 등에 필요한 장비·시설의 자체 확보에 애로가 있으며, 중자기업의 경우 매출액 5억 미만의 기업은 전체의 88.6%를 차지(2017년 기준)(관계부처 합동 보도자료, 2020.9)

63) 산업 형성 초기단계로 상용화 실적은 미미하며, 석유화학 및 발효전문 대기업 중심으로 기술확보

규모도 영세한 상황이다. 탄소중립 등 친환경산업에 대한 관심이 크게 높아지고 있으며, 일상의 식생활 개선을 통한 건강 증진의 중요성이 확대되면서 그린바이오산업과 화이트바이오산업이 전 세계적으로 주목받고 있다. 따라서 정부의 적극적인 초기 투자와 수요창출 노력을 통해 민간의 투자 동력 확보를 지속적으로 유지시키는 등 정책의 마중물 역할을 강화하는 것이 중요한 시점이다.

부처별 정부 R&D 사업의 단점과 한계를 보완·극복하기 위해 추진되고 있는 국가 신약개발재단사업 등 다부처·범부처 사업들에 대한 효율화 방안도 모색되어야 하는 시점이다. 다부처·범부처 사업에서 지원하지 못하는 세부 분야에 대해 부처별 특화된 역할이 강화될 필요가 있기 때문이다. 따라서, 사업화를 위한 가치사슬 전반을 총체적으로 포괄하는 진행되고 있는 다부처·범부처 사업과 함께 ‘부처별 특성을 고려한 기초연구’ 등 과 같이 R&D 투자를 균형적으로 추진할 수 있는 정책 체계를 마련하여야 한다.

2. 비R&D 및 인프라 사업 추진 방향

바이오산업 정책에서는 R&D 뿐 아니라 비R&D 및 인프라에 대한 정부 투자도 균형적으로 확대될 필요가 있다. 앞서 정량 분석에서 언급한 바와 같이, 정부의 투자는 산업의 성장에 직접적인 영향을 미치기도 하지만 민간 투자의 마중물과 같은 역할 또한 수행하기 때문이다. 따라서, 민간 투자의 촉진을 위해 시장에서 할 수 없는 ‘규모의 경제’ 환경 인프라를 정부가 조성하는 방안을 모색할 필요가 있다.

하지만 바이오산업과 관련된 정부 사업을 분석한 결과, 우리나라 정부의 바이오 관련 사업이 R&D에 치중되어 있음을 확인하였다. 그간 수행한 사업 중 대표적인 비 R&D 및 인프라 사업으로 보건복지부의 ‘임상연구인프라조성사업’과 ‘공공백신개발·지원센터건립및운영사업’이 있다. ‘임상연구인프라조성사업’의 경우 지역중심혁신연구기반조성 사업과 연계되어 그간 1,749편의 SCI 논문 출판과 301개의 국내 등록 특허 출원이라는 성과를 남겼다. 또한 ‘공공백신개발·지원센터건립및운영사업’의 경우 2020년 중간평가에서 ‘우수’ 등급을 받기도 했다. 임상연구 인프라, 공공백신 인프라 뿐 아니라 바이오산업 스케일업 실증사업(testbed) 등 정부의 비R&D 및 인프라 사업을 전략적으로 확대함으로써 바이오산업 생태계 활성화를 촉진하는 것이 중요하다.

최근 정부는 미국 메사추세츠주 케임브리지에 설립된 비영리 바이오 스타트업 지원 기관인 ‘랩센트럴(LabCentral)’을 국내 상황에 맞게 벤치마킹한 ‘K-바이오 랩허브’

노력 중이나, 사업화 부진으로 대규모 투자는 한계(관계부처 합동 보도자료, 2020.12.3)

구축을 준비하고 있다. 2014년 시작된 미국의 랩센트럴은 어떠한 지분도 요구하지 않는 등 비영리로 운영되며, 60여개의 기업이 각종 필요 장비들을 활용할 수 있도록 설계되었다. K-바이오 랩허브 또한 바이오 스타트업의 실험과 연구를 지원하며 산업계, 학계, 연구계, 병원 등 관련 기관들과의 협력을 돕게 된다. 이러한 방식의 인프라 투자는 바이오산업 내의 다른 분야에도 유사하게 적용 및 활용될 수 있다. 예를 들어, 바이오 데이터 센터 설립을 통한 보건의료 데이터 활용 활성화, 임상연구를 위한 규제 완화 지역 설정 및 인프라 구축, 공공백신 인프라 구축 등을 고려할 수 있다.

앞서 논의된 바와 같이 디지털기술과 융합이 확산되는 바이오산업에서 가장 중요한 자원은 바이오데이터이다. NGS 등 기술 혁신으로 인해 전례 없는 양의 바이오데이터가 생산되고 있다. 따라서 대량의 바이오데이터를 통합하고, 연계분석이 가능하도록 지원하는 정책을 확대할 필요가 있다. 바이오데이터는 인공지능 기술과 접목되어 근원적인 문제점과 난제해결에 직접 활용될 수 있기 때문이다. 일례로, 컴퓨터 시뮬레이션과 모델링을 활용하여 생물학 난제 중 하나인 3차원 단백질 구조를 예측할 수 있으며 양자컴퓨터를 활용하여 파악하기 힘든 질병 분자 간의 상호작용을 규명할 수 있다.

바이오 연구에서 날로 중요해지고 있는 장비 거대화와 대형화에 대한 정책적 대응도 필요하다. 일례로, 고도로 복잡한 세포 내 환경을 유지하면서 이미징 민감도와 해상도를 고려하여 분석할 수 있는 강력한 분석장비 등이 요구되고 있다. 최근에는 극저온 전자현미경을 통해 코로나19 단백질 분자구조를 3D지도로 구현⁶⁴⁾하여 치료제와 백신 개발을 지원하기도 하였다. 이러한 대형 장비는 국가 인프라 차원에서 구축하는 것이 바람직하다. 단순 시설장비의 확보가 아니라 혁신을 효율적으로 촉진한다는 관점에서 인프라 구축을 정책적으로 지원하는 것이 중요하기 때문이다.

인구감소와 고령화 등 연령구조의 불균형과 함께 디지털 혁신은 바이오산업에 새로운 인적 생태계 구성을 요구하고 있다. 따라서, 인공지능과 데이터에 대한 전문인력 양성은 선택이 아닌 필수적인 대책이 필요하다. 그리고 전문인력 양성 정책은 단기적인 정책 시각이 아니라, 기업수요와 미래를 충분히 파악한 다음 긴 호흡과 총체적인 시각에서 전략적으로 접근할 필요가 있다. 자칫 고급 실업자도 양산될 수 있기 때문이다.

바이오산업에서 가장 중요한 인프라는 규제 인프라이다. 앞서 논의된 바와 같이 바이오산업은 대표적인 규제산업이기 때문이다. 혁신과 규제 간에 어떻게 균형을 유지할지가 향후 우리나라 바이오산업의 발전과 바이오산업을 통한 사회·경제적 파급

64) 헬로디디, “美 과학자들, 코로나19 '단백질 분자구조' 3D 지도 구현”, 2020년 2월 20일 (<https://www.hellodd.com/news/articleView.html?idxno=71125>, 최종접속: 2021년 5월 21일)

효과 확대 수준을 결정할 것이다. 따라서 바이오산업 성장과 사회·경제적 파급효과 창출에 걸림돌이 되는 규제를 지속적으로 발굴할 수 있는 메커니즘을 마련하고, 기술혁신과 산업성장의 관점에서 필요한 규제와 제도를 선제적으로 만들어 가는 것이 중요하다. 이를 위해서는 축적된 정보와 지식, 그리고 과학적 사실을 기반으로 정부의 규제 정책 방향을 적극적으로 제시할 수 있는 바이오규제 인프라가 필요하다. 이러한 효율적인 규제 인프라는 정부의 재정 투자 성과를 확대할 수 있는 기반이 될 것이다.

제5절 맺음말

우리는 산업과 사회의 많은 부분에 바이오기술이 접목되어 사회·경제적 효과를 나타내고 있는 바이오경제시대에 살고 있다. 바이오기술과 디지털기술의 융합이 날로 가속화되면서 바이오산업을 중심으로 사회·경제적 패러다임이 변화되고 있는 이 시기에, 바이오산업에 대한 국가 재정 투자는 전략적으로 확대되는 것이 매우 중요하다. 바이오산업 대한 우리나라 R&D 투자는 해외 선진국에 비해 미흡한 상황으로, 민간기업의 R&D 투자를 유인하는 마중물 역할을 하는 정부 투자를 보다 적극적으로 확대할 필요가 있다.

또한, 단기 및 중장기 국가재정운용에서 바이오경제 주요 3대 분야에 대한 균형 잡힌 투자가 매우 중요하다. 바이오경제를 구현하기 위해서는 보건의료(Red) 분야, 농식품(Green) 분야, 에너지·환경(White) 분야 모두가 중요하기 때문이다. 보건의료(Red) 분야의 바이오헬스산업에 대한 정부의 투자 정책과 함께, 민간 투자가 활발하지 못하고 규모의 경제에 이르지 못한 에너지·환경(White) 분야와 농식품(Green) 분야에 대해서도 정부의 균형 잡힌 투자와 전략이 중요한 시점이다.

바이오 분야 정부 R&D 사업의 생산성을 높이기 위한 정책 거버넌스 체계도 매우 중요하다. 국가신약개발재단사업 등 다부처·범부처 사업들에 대한 효율화 방안과 함께 다부처·범부처 사업에서 지원하지 못하는 세부 분야에 대해 부처별 특화된 역할을 균형적으로 강화할 필요가 있기 때문이다. R&D 투자 등 진흥 정책과 함께 인허가와 약가 등 규제 정책이 동시에 중요한 바이오산업 분야는 ‘효율적인 정책 거버넌스 체계의 균형 잡힌 시각’에서 정책이 추진되는 것이 필수적이다.

날로 치열해지는 글로벌 경쟁 속에서 한국 바이오경제가 양적, 질적 경쟁력을 확보하는데 국가 재정 투자가 선도적 역할을 하기를 기대한다.

참고문헌

- 과학기술정보통신부·KISTEP, 『연구개발활동조사보고서』, 2011~2019.
- 관계부처 합동 보도자료, 「그린바이오 융합형 新산업 육성방안」, 2020.9.21.
- 관계부처 합동 보도자료, 「바이오산업 혁신 정책방향 및 핵심과제」, 2020.1.15.
- 관계부처 합동 보도자료, 「바이오헬스산업 혁신전략」, 2019.5.22.
- 관계부처 합동 보도자료, 「제3차 생명공학육성기본계획」, 2017.9
- 관계부처 합동 보도자료, 「화이트바이오산업 활성화 전략」, 2020.12.3.
- 국가과학기술지식정보서비스 홈페이지(www.ntis.go.kr, 최종접속: 2021. 5.21).
- 김정석, 『2021년 국내·외 바이오 투자 및 정책동향』, BioINpro, Vol.87, 생명공학정책연구센터, 2021.2.
- 김치구, 『영국의 국가 바이오경제 전략(2018-2030)』, BioINglobal 글로벌동향 보고서 [No.41], 생명공학정책연구센터, 2019.3.
- 뉴시스, “미 상원, 279조원 규모 신기술 분야 지원 법안 통과”, 2021년 6월 9일 (https://newsis.com/view/?id=NISX20210609_0001469800, 최종접속: 2021년 6월 23일).
- 데일리메디, “2020년 국내 제약·바이오기업 기술수출 '10조' 돌파”, 2020년 12월 26일 (<http://www.dailymedi.com/detail.php?number=864460>, 최종접속: 2021년 5월 14일)
- 메디게이트뉴스, “매출 1조 넘는 국내 제약사 10곳...셀트리온 2조 눈앞, 삼성바이오 1조 클럽 첫 입성”, 2020년 3월 5일(<http://medigatenews.com/news/3350407881>, 최종접속: 2021년 5월 14일)
- 메디옵저버, “제약사 관심 더 높아진 CDMO, 열풍까지 이어질까?”, 2021년 2월 24일 (<https://www.monews.co.kr/news/articleView.html?idxno=301658>, 최종접속: 2021년 5월 14일)
- 메디옵저버, “코로나19 국내 재유행...또 다시 주목받는 CDMO”, 2020년 8월 19일 (<https://www.monews.co.kr/news/articleView.html?idxno=212786>, 최종접속: 2021년 5월 14일)
- 미국바이오협회 홈페이지(<https://www.bio.org/what-biotechnology>, 최종접속: 2021. 5.12).
- 바이오타임즈, “[바이오산업 이해하기] 국내·해외의 바이오산업 정의 및 분류”, 2020년 1월 3일(<http://www.biotimes.co.kr/news/articleView.html?idxno=2344>, 최종접속: 2021년 5월 12일)
- 바이오타임즈, “[신홍명의 바이오 산업] 해외 바이오 산업 현황: 유럽”, 2020년 1월 20일, (<http://www.biotimes.co.kr/news/articleView.html?idxno=2391>, 최종접속: 2021년 5월 13일)
- 바이오특별위원회 보도자료, 「바이오경제를 선도할 우수인재 육성방안(안)」, 2018. 12. 11.
- 산업통상자원부, 「2020년도 산업기술인력 수급실태 조사보고서」, 2020.12.
- 산업통상자원부, 「국내 바이오산업 실태조사 결과보고서」, 2002~2021.

- 생명공학정책연구센터, 『2021년도 생명공학육성시행계획』, 2021. 3.
- 생명공학정책연구센터, 『2018년 국내 바이오 중소·벤처기업 현황통계』, 2020. 1.
- 생명공학정책연구센터, 『구글 AI 알파폴드(AlphaFold), 단백질 3D 구조 예측력을 획기적으로 개선』, BioINwatch, 20-90, 2020.12.24.
- 생명공학정책연구센터, 『바이든 행정부, 백악관 과학기술정책국(OSTP) 최초로 바이오 전문가를 리더로 선임』, 2019.9.17.
- 생명공학정책연구센터, 『인공지능(AI)를 활용하여 신약 후보물질 발굴에서 검증까지 46일로 단축』, BioINwatch, 19-67, 2019.10.1.
- 생명공학정책연구센터, 『일본, 바이오경제 사회 실현을 위한 바이오전략 2019』, 2019.9.17.
- 오기환, 『바이오산업현황 및 바이오기술사업화 동향』, BioINpro, vol.24, 생명공학정책연구센터, 2016
- 의사신문, “전통 제약사들이 스타트업과의 협력에 발 벗고 나선 이유는?”, 2021년 5월 7일 (<http://www.doctorstimes.com/news/articleView.html?idxno=214978>, 최종접속: 2021년 5월 14일) 조선비즈, “내년 IPO 앞둔 바이오벤처, 높아지는 기술특례상장 문턱에 ‘난색’”, 2020년 12월 31일 (https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2020/12/30/2020123002613.html, 최종접속: 2021년 5월 14일)
- 장용석 외, 『바이든 행정부의 바이오 혁신 정책 전망』, BioINpro, vol.83, 생명공학정책연구센터, 2020.12
- 청년의사, “코로나19 백신 지식재산권 포기? 실효성 의문”, 2021년 5월 3일 (<http://www.docdocdoc.co.kr/news/articleView.html?idxno=2010269>, 최종접속: 2021년 5월 15일)
- 최윤희, 『바이오산업의 2020 비전과 전략』, 산업연구원, 2007.6
- 統合イノベーション戦略推進會議決定, 『バイオ戦略 2020』, 20.6
- 한국경제, “통신부터 자동차 부품업체까지…바이오·헬스케어 새 먹거리로”, 2021년 3월 22일 (<https://www.hankyung.com/it/article/2021032252221>, 최종접속: 2021년 5월 14일) 한국경제, “K바이오, 코로나19에도 수출액 54%↑…첫 100억달러 돌파”, 2021년 1월 12일 (<https://www.hankyung.com/society/article/202101124160Y>, 최종접속: 2021년 5월 14일)
- 한국바이오산업정보서비스(<https://www.kbiois.or.kr/portal/intro/categoryInfoPage.do>, 최종접속: 2021. 5.13).
- 한국보건산업진흥원, 『바이오의약품 산업 분석 및 정책 연구』, 2020.12
- 헬로디디, “美 과학자들, 코로나19 '단백질 분자구조' 3D 지도 구현”, 2020년 2월 20일 (<https://www.hellodd.com/news/articleView.html?idxno=71125>, 최종접속: 2021년 5월 21일)
- BIO, 『The Bioscience Economy: Propelling Life-Saving Treatments, Supporting State & Local Communities 2020』, 2020. 6.
- IBISWorld(<https://www.ibisworld.com/industry-statistics/market-size/biotechnology-united-states/>, 최종접속: 2021년 5월 13일)
- McKinsey, 『The Bio Revolution』, 2020. 5
- OECD iLibrary (https://www.oecd-ilibrary.org/economics/the-bioeconomy-to-2030_9789264056886-en, 최종접속: 2021. 5.13.)

OECD, 『OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2021』, 2021

OECD, 『A Framework for Biotechnology Statistics』, 2005

Office for Life Science, 『BIOSCIENCE AND HEALTH TECHNOLOGY SECTOR STATISTICS 2019』, 2020.8

TechCrunch, “Biden proposes ARPA-H, a health research agency to ‘end cancer’ modeled after DARPA”, 2021년 4월 30일(<https://techcrunch.com/2021/04/29/arpa-h-health-agency-biden/>, 최종접속: 2021년 6월 23일).

United States Innovation and Competition Act of 2021

경제산업부, 『바이오テクノロジーが拓く 『ポスト第4次産業革命』』

제5장

시스템반도체 발전을 위한 재정지원 방향⁶⁵⁾

제1절 시스템반도체의 종류와 시장동향

1. 시스템반도체의 종류

시스템반도체는 정보를 저장하는 메모리 반도체와 달리, 특정한 논리적 기능을 수행하는 반도체를 말한다. 시스템반도체는 크게 시스템 IC와 개별소자로 구분되는데, 시스템IC에는 마이크로컴포넌트, 로직, 아날로그 등이 있으며, 개별소자로는 센서 등이 있다.

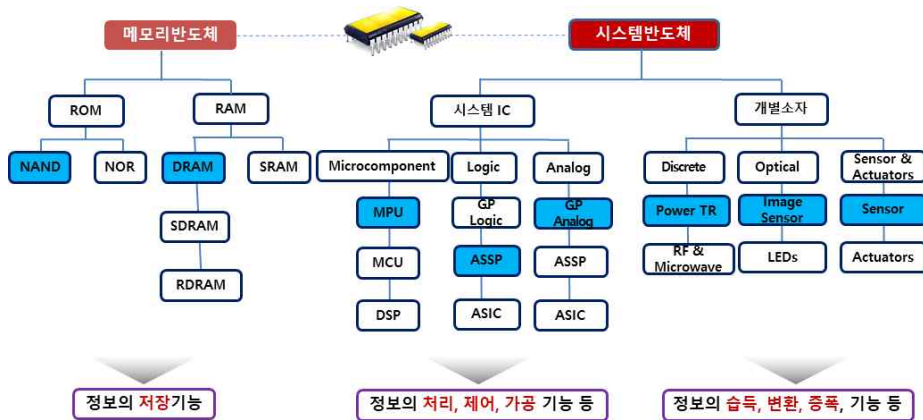
시스템 IC 중 마이크로컴포넌트는 연산기능을 담당하며, 독립적으로 전자기기의 핵심 역할을 수행하는 반도체이다. 로직 IC와 아날로그 IC는 시스템의 사양에 따라 사용자가 원하는 기능을 갖도록 설계/제작된 반도체이다. 로직 IC에 속하는 ASSP(Application Specific Standard Product)는 어플리케이션 프로세서(AP), 디스플레이 구동칩(DDI) 등과 같이 이미 시장에서 표준화가 되어 있는 제품을 말한다. 아날로그 IC는 아날로그 신호를 처리하는 반도체이다. 반도체라고 하면 디지털만을 상상하는 경우가 많다. 그러나 자연계에 소리, 빛, 온도, 압력 등과 같은 아날로그의 세계가 필수불가결한 것처럼 반도체에도 아날로그 반도체가 필요하다. 예컨대 마이크로폰으로 받은 음을 증폭하고, 디지털신호를 변환하며, 프로세스 신호 처리 후 아날로그 신호로 변환함으로써 스피커를 통해 소리가 나오게 만드는 기능을 상상하면 된다. 즉, 연속적인 신호를 취급하는 신호 파형의 변조, 증폭, 필터링 등을 하는 것이 아날로그 IC의 역할이다. 한편 개별소자에 속하는 Sensor는 빛, 열, 연기 등을 감지하는 반도체이다.

65) 수안특허법인/한양대학교 경영대학 정진하 겸임교수, 한국반도체산업협회 안기현 전무 작성

주요 세부 제품별로 좀 더 자세히 살펴보면 다음과 같다. 마이크로컴포넌트는 컴퓨터를 구성하는 핵심적인 부품으로 MPU(Micro Processor Unit), MCU(Micro Controller Unit)를 총칭한다. 이 중 MCU는 특정 시스템을 제어하기 위한 전용 프로세서에 Microprocessor, RAM, ROM, I/O interface 회로 등을 집적시킨 것으로서 다양한 전자기기에 내장된다.

디스플레이 구동장치(Display Driver IC: DDI)는 평면디스플레이장치(액정 Panel)를 구동 또는 제어하는 반도체이다.

[그림 5-1] 반도체의 종류



자료: KSIA(<http://www.ksia.or.kr>, 2021.5.1)

ASIC(Application Specific IC)은 고객의 주문에 의하여 설계/제조하는 반도체로서, 사용자 맞춤형 규격의 주문형 IC이다. 따라서 ASIC을 생산하기 위해서는 다양한 설계를 소화할 수 있는 능력을 필요로 하며, 다품종 소량생산의 제품 유형에 속한다고 할 수 있다.

반도체로 만드는 센서 중 대표적인 것이 CMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor) Image Sensor(CIS)인데, 이는 영상을 디지털신호로 변환하는 역할을 수행한다. 수억에서 수십억 화소까지 포함하는 집적회로가 내장되어 있으며, 자연현상의 이미지를 이미지센서 내에서 인식하여 전자신호로 변환하는 반도체를 말한다. 최근 다양한 고성능 CMOS 이미지센서가 출시되고 있으며, 적용 분야도 디지털 카메라, 지문인식 등으로 확대되고 있다.

이외에도 여러 가지 시스템반도체들이 있다. IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistors), MOSFET 등 전력용 반도체는 대전력의 스위칭 기능을 수행한다. 실리콘

카바이드(SiC), 산화갈륨(Ga₂O₃), 갈륨나이트라이드(GaN) 등으로 발전하고 있다. 스마트폰에서 CPU 기능을 하는 어플리케이션 프로세서(AP)는 통신, 연산, 그래픽 프로세서 기능을 한 개의 칩에 집적시켜 놓은 시스템반도체이다. 차량용 반도체는 파워트레인, 인포테인먼트 등의 내외부 환경을 감지(Sensing)하고, 판단(Computing)하여 구동(Actuating)하도록 하는 반도체이다.

2. 시스템반도체의 생산 프로세스와 기업 유형

시스템반도체의 생산 프로세스는 크게 5단계로 구분할 수 있다. IP 제작, 설계, 제조, 조립, 검사 등이다. 각각의 단계별로 전문적인 기업군이 존재하며, 인텔, 삼성전자와 같이 제조와 설계를 모두 하는 종합반도체기업(IDM: Integrated Device Manufacturer)들도 있다. 전문적 기업군은, 설계에 필요한 설계자산을 생산하는 기업인 IP Provider, IP를 구매하여 다양한 기능의 시스템반도체를 설계하는 팹리스(Fabless), 제조를 담당하는 파운드리(Foundry), 가공된 웨이퍼를 최종 제품 사양에 맞춰 조립하는 패키징(Packaging) 회사, 가공된 웨이퍼 또는 칩을 검사하는 테스트링(Testing) 회사로 구분된다.

[그림 5-2] 시스템반도체 생태계



☞ 시스템반도체는 설계(팹리스)와 생산(파운드리)로 분업화된 체계를 이루고 있음

자료: KSIA(<http://www.ksia.or.kr>, 2021.5.1)

가. 종합 반도체기업(IDM)

반도체 설계와 제조를 동시에 하는 종합 반도체기업을 말한다. 반도체를 설계, 개발하고 제조하는 시설을 기업 내부에 보유하고 있고, 일반적으로 기업의 규모가 크며 대규모의 투자가 필요하다. 우리나라의 경우 삼성전자, SK하이닉스 등이 IDM 유형의 기업인데, 이들이 전체 반도체산업을 주도하고 있다고 해도 과언이 아니다.

나. IP Provider

반도체 설계에 필요한 설계자산(Intellectual Property)을 개발하여 팹리스(Fabless) 등에 판매하는 기업을 말한다. 영국의 ARM사가 세계 1위의 경쟁력을 갖춘 회사라고 할 수 있다.

다. 팹리스(Fabless)

반도체 설계 전문기업으로, 제조시설인 Fab을 갖고 있지 않다고 하여 Fabless라고 부른다. 대체로 기업의 규모가 작은 편이고, IDM에 비해 상대적으로 소규모의 투자만으로도 사업을 운영할 수 있다. Fabless가 설계한 회로를 넘겨받아 Foundry가 위탁 생산하는 형태가 일반적이다. 세계에서 Fabless가 가장 강한 국가는 미국이고, 이 중 가장 큰 기업은 퀄컴이다.

라. 파운드리(Foundry)

Foundry는 반도체 제조만을 전문으로 하는 기업을 말한다. 일반적으로 제조시설이 구축되어 있고, 기업규모가 큰 편이며, Fabless와의 전략적 협력관계가 매우 중요하다. 세계에서 Foundry 경쟁력이 가장 우수한 국가는 대만이고, 대표적 기업은 TSMC이다. 우리나라에는 삼성전자, DB하이텍 등이 있다.

마. 패키징(Packaging) 회사

Packaging 회사는 가공된 웨이퍼(Wafer)를 절단하여 조립하는 기업이다. 국내 업체로는 네패스, 하나마이크론 등이 있는데, 비교적 경쟁력이 우수한 편이다.

바. 테스트링(Testing) 회사

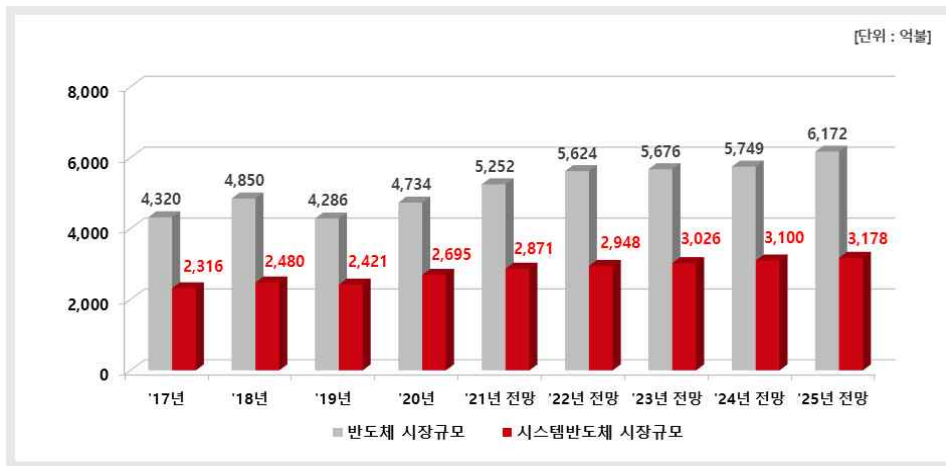
반도체 검사는 제조가 완료된 웨이퍼 또는 칩의 불량 여부를 판단하는 것으로, 국

내에서는 i-Test, 테스나 등이 검사를 전문으로 하는 기업군에 속한다. 최근 반도체의 성능이 높아지고, 제품이 다양해짐에 따라 검사를 전문으로 하는 기업의 역할도 점점 커지고 있다.

3. 시스템반도체 시장 규모

2020년 시스템반도체 세계시장 규모는 2,695억 달러로, 전체 반도체 시장의 약 57%에 달하며, 2019에서 2024년까지 연평균성장률은 5%를 상회할 것으로 전망되고 있다. 시스템반도체 시장은 메모리반도체와 달리 주문형 방식이고, 업황 변동이 적어 안정적인 시장 구조를 가지고 있다. 그러나 최근 차량용 반도체 부족 현상에서 나타난 것처럼 수요에 비하여 공급시설이 부족한 상황이다. 이에 따라 가격상승이 예상되기 때문에 시장규모의 성장은 현재의 전망치보다 커질 가능성도 있다.

[그림 5-3] 반도체 및 시스템반도체 시장 규모(단위: 억불)

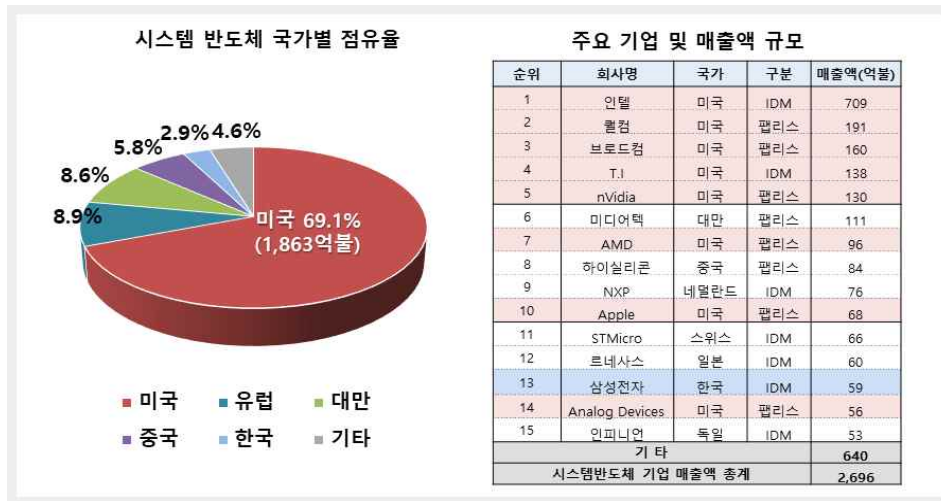


자료: OMDIA(2021)의 데이터를 사용하여 KSIA 작성

국가별로 비교해보면 미국의 지배력이 압도적이다. 미국의 세계시장점유율은 70%에 달하며, 미국의 대표적 기업으로는 인텔, 브로드컴, 퀄컴, TI, 엔비디아 등이 있다. 한국기업으로는 삼성전자가 유일하게 상위권 기업에 속해 있지만, 점유율이 크지 않아 세계시장에서의 영향력은 미미한 편이다.

이 중 팹리스의 세계시장 규모는 2019년 기준 953억 달러인데, 미국이 60% 정도의 점유율을 차지하고 있어 압도적 우위를 시현하고 있다. 기업별로는 미국의 퀄컴,

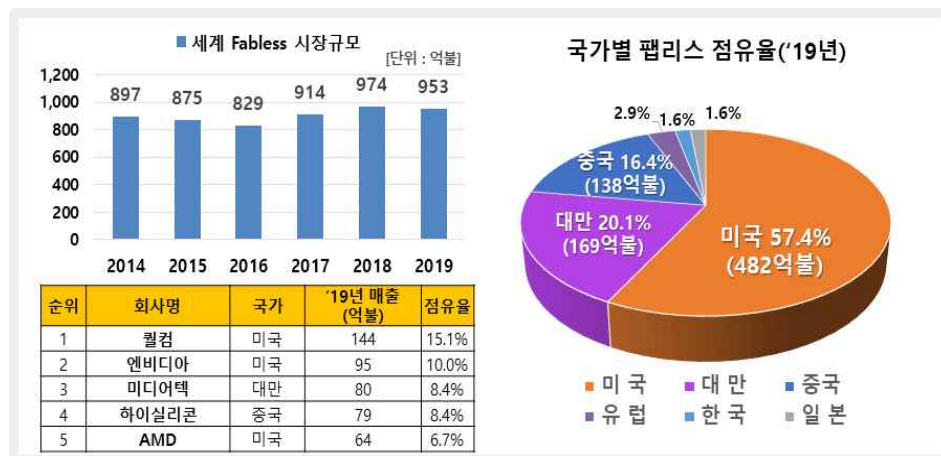
[그림 5-4] 시스템반도체 국가별 점유율 및 주요 기업 현황



자료: OMDIA(2021)의 데이터를 사용하여 KSIA 작성

엔비디아 등이 세계시장을 주도하고 있다. 대만이 20%를 상회하는 시장점유율로 미국에 이어 2위국이며, 최근 정부의 전폭적 지원을 받고 있는 중국 기업들의 약진이 두드러진다. 반면, 한국의 점유율은 1.6% 수준에 불과하다.

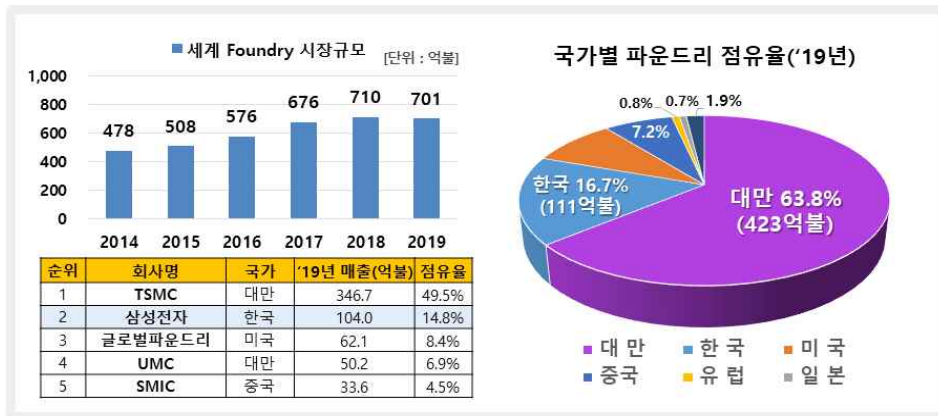
[그림 5-5] 글로벌 팹리스 시장 및 기업 현황



자료: OMDIA(2020)의 데이터를 사용하여 KSIA 작성

다음으로 파운드리 시장의 세계시장 규모는 2019년 기준 701억 달러이고, 대만이 이 중 약 64%를 차지하고 있다. 대만의 TSMC는 세계시장의 50%를 차지할 만큼 규모 면에서 다른 기업들을 압도하고 있다. 한국의 경우 시장점유율이 16.7%로 팹리스 분야보다는 상대적으로 사정이 조금 나은 편인데, 성과의 대부분을 삼성전자에 의존하고 있다. 삼성전자는 시장점유율 약 15%를 차지하여 TSMC에 이은 세계 2위의 파운드리 기업이다.

[그림 5-6] 글로벌 파운드리 시장 및 기업 현황



자료: IC insights(2020)의 데이터를 사용하여 KSIA 작성

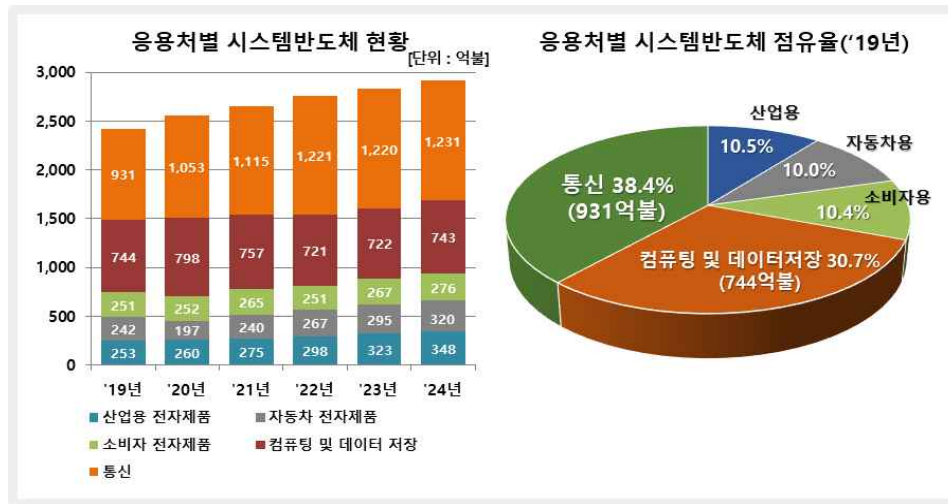
4. 시스템반도체 수요산업별 시장동향

과거에는 컴퓨터산업이 시스템반도체 수요의 상당 부분을 차지했지만, 요즘에는 디지털 전환이 진전함에 따라 수요산업 또한 매우 다양해지고 있다. 통신기기가 가장 큰 수요산업으로 부상하였고, 그다음 컴퓨팅 및 데이터저장, 가전, 자동차 순이다.

2012년부터 통신기기 산업이 컴퓨터산업을 제치고 최대 수요산업으로 등극하였다. 지난 20년 동안, 2/3/4/5G 등 통신 세대의 진화와 다양한 연결성(Connectivity)의 등장으로 인해 무선(Wireless) 시장의 비중은 14%에서 40%로 성장했다. 반면, PC·소비자용 시장은 비중이 줄어들고 있다.

한편, 통신기기의 뒤를 이을 수요산업들이 속속 등장하고 있다. 빅데이터 시대를 맞아 급성장하고 있는 데이터센터의 서버, 전기자동차, 자율주행차 등의 신개념 제품이 등장하고 있는 자동차 분야, IT, BT, NT의 융합에 따라 급속한 기술진보가 예상되는 바이오헬스, 로봇 등이다. 주요 수요 제품별 시장 동향을 살펴보면 다음과 같다.

[그림 5-7] 응용시장별 현황



자료: OMDIA(2020)의 데이터를 사용하여 KSIA 작성

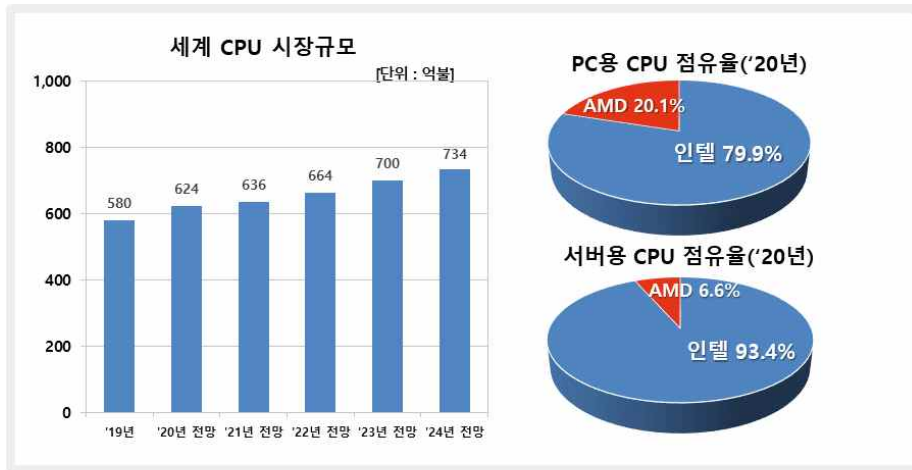
가. CPU: 미국의 인텔, AMD 양사가 시장을 양분하는 독과점 구조

CPU는 PC와 서버의 연산처리를 하는 반도체로서 시스템반도체 중 최고의 성능이 필요하다. 이 시장은 미국의 인텔과 AMD가 양분하고 있다. 인텔은 오랫동안 이 분야의 최강자로 시장을 주도하고 있고, AMD는 틈새 전략으로 시장을 유지하고 있으나, 최근에는 인텔의 제조기술이 계획대로 개발되지 않아 AMD가 시장에서 관심을 받고 있다.

그럼에도 불구하고 아직 인텔은 시장에서 우월적 지위를 갖고 있다. 인텔은 서버용에서는 93.4%를 점유하고 있고, PC용에서는 79.9%를 점유하고 있다. 인텔은 1950년대 말 잭 킬비와 거의 동시에 IC를 발명한 밥 노이스가 동료인 고든 무어와 함께 설립한 회사이다. 회사가 설립된 1968년 이래 50년 이상의 긴 시간 동안 동 분야에서의 독점적 지위가 유지되고 있다.

PC의 성장률 둔화로 PC의 CPU 수요는 증가 속도가 점점 줄어들 것으로 전망되는 반면, 빅데이터 시대를 맞이하여 서버에 사용되는 CPU의 경우 수요 증가의 속도가 점점 빨라질 것으로 전망된다. 서버에 사용되는 CPU는 가격도 높아 컴퓨터산업 전체의 CPU 수요는 견고한 성장이 예상된다.

[그림 5-8] CPU 시장규모 및 주요 기업별 점유율



자료: OMDIA(2020)의 데이터를 사용하여 KSIA 작성

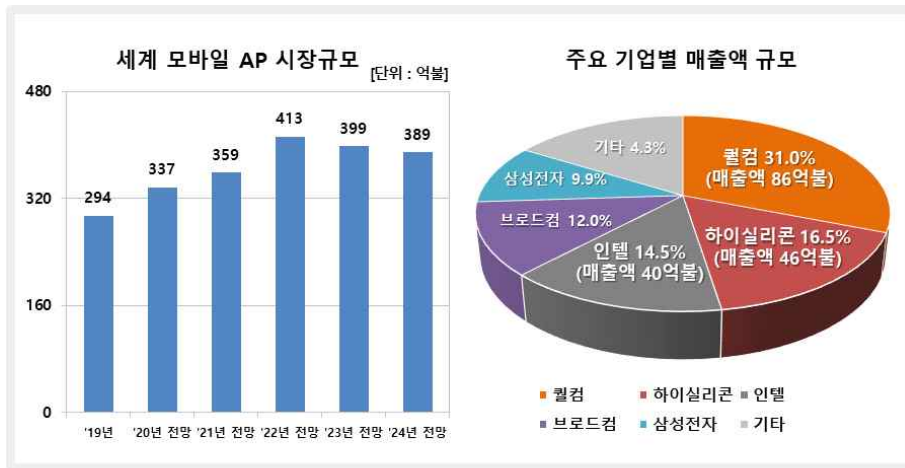
나. 모바일 AP: 퀄컴 등 미국 팹리스 업체들이 시장 주도

모바일 AP(Application Processor)는 스마트폰에서 CPU 기능을 하는 시스템반도체이다. 동 분야에서는 미국의 퀄컴이 압도적인 기술력으로 세계시장 1위의 지배력을 유지하고 있다. 최근에는 중국의 하이실리콘이 적극적인 투자와 중국의 거대 수요기업인 화웨이의 지원으로 세계 시장에서 지배력을 높이고 있으나, 미국의 제재로 제품을 설계하고 제조할 수 없게 되면서 시장에서 크게 위축되고 있는 상황이다. 삼성전자의 경우 점유율 약 10%로 5위 수준이다.

모바일 AP는 개방형인 구글의 안드로이드를 OS로 채택하고 있어서, 기술력만 있으면 설계가 가능하기 때문에 신규진입이 상대적으로 수월하다. 때문에 시장이 성장하면 경쟁은 치열해질 것으로 전망된다.

모바일 AP는 모바일뿐만 아니라 자동차와 같은 모빌리티 기기의 CPU 역할로 그 기능이 확장되고 있으며, 자동차 내에서 인포테인먼트(infortainment) 및 자율주행 기능에 필수적으로 사용되고 있다. 향후 로봇, 드론, 가전제품 등에도 사용될 것으로 전망되므로 시장이 지금보다 상당 폭 성장할 것으로 전망된다.

[그림 5-9] 모바일 AP 시장규모 및 주요 기업별 점유율



자료: OMDIA(2020) 데이터를 사용하여 KSIA 작성

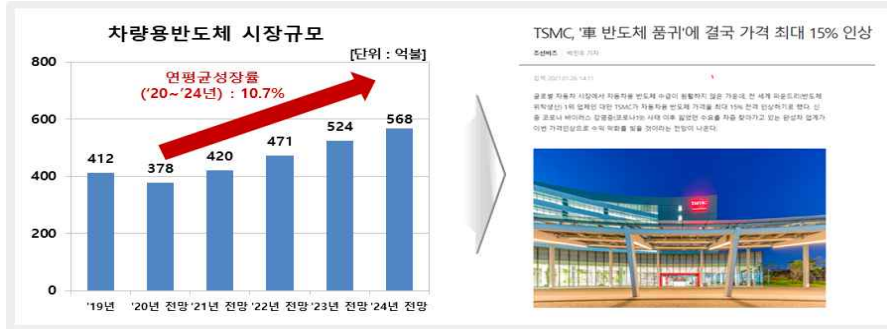
다. 차량용 반도체: 공급능력 부족으로 수급 불균형 우려

최근 차량용 반도체의 부족으로 인하여 차 생산이 중단되는 사태가 발생하였는데, 이 문제는 단기적으로 해소되지 않을 것으로 전망된다. 차량용 반도체의 경우 신뢰성이 매우 높아야 하기 때문에 그만큼 투자되는 비용이 상대적으로 많이 발생한다. 이에 따라 반도체 공급기업 입장에서는 사업성이 타 제품에 비하여 떨어질 수밖에 없다. 따라서 이러한 공급 부족 현상은 당분간은 지속될 가능성이 있다. 차량용 반도체 가격은 지속적으로 상승할 것이고, 공급도 부족하여 공급을 늦게 받는 자동차 메이커들은 제조원가 상승의 압력을 그만큼 많이 받을 것이다. 이 분야의 대표적 기업으로는 유럽의 NXP, 인피니언, ST마이크로, 일본의 르네사스 등이 있다.

현재는 엔진 자동차가 시장에서 대부분을 차지하고 있어서 엔진에 사용되는 반도체가 수급에 중요한 부분을 차지하고 있으나, 장기적으로 보면 엔진 자동차에서 전기자동차로 대체가 일어나면서 엔진에 사용되는 반도체는 점점 쇠퇴할 것이고 대신에 배터리에서 구동까지 가는 전기계통이나, 자율주행에 사용되는 반도체가 매우 중요해질 것이다.

라. 전력용 반도체: 응용 분야가 다양해 수요 기반이 안정적

[그림 5-10] 차량용 반도체 시장규모 및 이슈

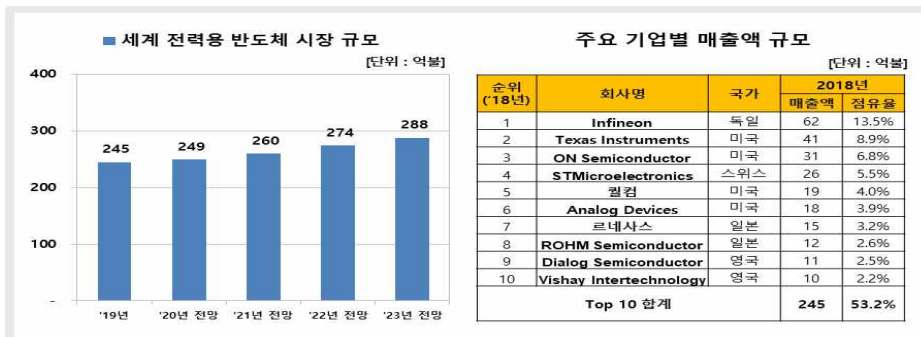


자료: OMDIA(2020)의 데이터(좌) 및 뉴스기사(우)를 사용하여 KSIA 작성

전력용 반도체는 전력변환장치이므로 모든 전자기기에 사용되고 있으며, 특히 전압이 높고 전력사용량이 높은 전자기기일수록 많이 사용한다. 송배전 등 전력변환장치, 전철, 전기자동차 등이 주 사용처이다. 제조회사로는 유럽의 인피니언, ST마이크로, 미국의 TI, 온세미, 쉘컴, 일본의 르네사스, 롬반도체 등이 있다.

전력용 반도체는 향후 전기자동차의 확산과 탄소배출의 억제로 전망이 밝다. 또한 전기변환 효율이 높아야 하므로 현재의 실리콘 기반의 전력반도체에서 실리콘카바이드(SiC) 및 산화갈륨(Ga₂O₃), 갈륨나이트라이드(GaN) 같은 화합물 기반의 전력용 반도체가 미래 시장을 주도할 것으로 전망된다. 한국은 아직 전력용 반도체 분야의 경쟁력이 약한데, 배터리 기반의 모빌리티 시대의 준비를 위하여 동 분야의 활성화가 반드시 필요하다. 국내기업으로는 제조 중심의 DB하이텍, 화합물반도체의 설계 및 제조를 하는 에스파워테크닉스 등이 있다.

[그림 5-11] 전력용 반도체 시장규모 및 주요 기업



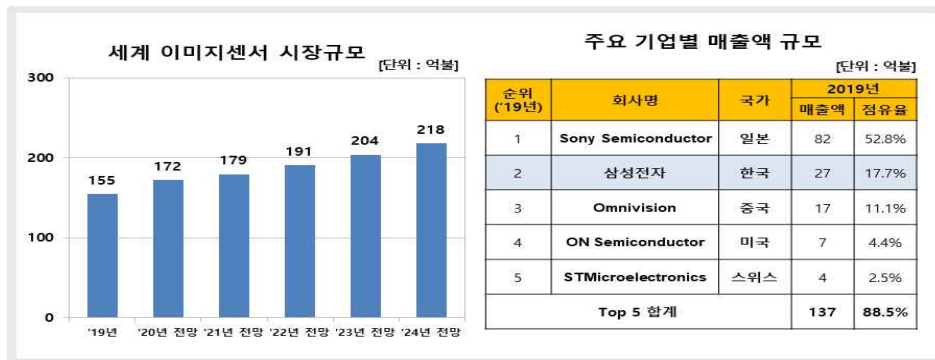
자료: OMDIA(2020) 데이터를 사용하여 KSIA 작성

마. 이미지센서: Sony, 삼성전자가 글로벌 매출의 70% 이상 차지

이미지센서는 카메라 센서 역할을 하는 반도체이다. 휴대폰에 장착되어 디지털 카메라 역할을 한다. 지금은 모든 스마트폰에 강력한 기능의 카메라가 부착되고 있어 시장이 빠르게 성장하고 있다. 이 분야는 일본의 소니가 세계시장의 절반을 차지하고 있으며, 한국의 삼성전자, 중국의 옵티비전, 미국의 온세미가 뒤를 잇고 있다.

이미지센서는 스마트폰의 사진기 기능뿐만 아니라 자율주행 기기에서 정보를 얻는 역할도 담당할 수 있기 때문에 향후 중요성이 급속히 증대될 것으로 예상된다. 즉, 자율주행차, 드론, 로봇 등 자율주행 기능을 필요로 하는 제품이 증가하면서 수요가 지금보다 훨씬 커질 것으로 전망된다.

[그림 5-12] 이미지센서 시장규모 및 주요 기업



자료: OMDIA(2020) 데이터를 사용하여 KSIA 작성

제2절 해외 현황 및 정부 정책

1. 주요 국가별 현황

미국은 반도체 전 영역에 걸쳐 경쟁력을 보유한 종합 반도체 강국으로 전체 반도체 시장의 50% 이상을 점유하고 있다. 특히, 시스템반도체 시장점유율은 약 70%에 달하며, 인텔, 쉘컴 등 글로벌 기업을 다수 보유하고 있다. 다만 팹리스 칩 생산의 경우 대만의 TSMC에 대한 의존도가 높으며, 마이크론, 인텔, 웨스턴디지털 등 제조기업의 생산기지가 아시아권에 분산되어 있어 자국 내 반도체 생산능력은 10% 수준에 불과하다.

강대국들의 반도체산업 육성 의지는 ‘반도체 전쟁’이라 불릴 만큼 세계적 관심사로 떠오르고 있다. 이런 맥락에서 미국은 자국 내 생산기반 확대를 위한 다양한 지원 정책을 마련함과 동시에 TSMC, 삼성전자 등과 같은 거대 반도체 기업들의 미국 내 투자를 유도하고 있다.

대만은 시스템반도체 강국으로 팹리스, 파운드리, 패키징 등의 영역에서 세계적인 경쟁력을 보유하고 있다. 특히, 전 세계 파운드리 시장의 점유율은 60%를 상회하고 있으며, TSMC는 미세공정 기술력을 기반으로 고성능 컴퓨팅 칩, 스마트폰 AP 등 첨단제품 수요의 상당 부분을 생산하고 있다. 이 같은 파운드리 산업의 경쟁력을 바탕으로 미디어텍, 노바텍 등 세계적 팹리스 기업을 다수 보유하고 있다. 파운드리 후공정(패키징/테스트)산업도 세계시장 1위를 차지하고 있다.

〈표 5-1〉 대만 파운드리 기업 현황

업체명	현황
TSMC	<ul style="list-style-type: none"> • 세계 1위의 파운드리 업체로 5nm/7nm 첨단 공정 보유 • 최근 연이은 대규모 투자 계획 발표
UMC	<ul style="list-style-type: none"> • 8인치 공급부족에 따른 업황 호조로 세계 3위의 파운드리 기업 등극

자료: 한국반도체산업협회(KSIA)

일본의 반도체산업은 과거 메모리 중심의 산업구조를 가지고 있었으나, 한국, 중국 등 후발국의 추격으로 인해 현재는 아날로그 반도체 위주로 산업구조가 재편되었다. 이미지센서 세계 1위 ‘Sony’, 차량용 반도체 세계 3위 ‘르네사스’ 등 센서 및 아날

로그 칩 일부 제품군에서 경쟁력을 보유하고 있다. 또한 아직도 소재산업에서는 높은 경쟁력을 유지하고 있다. 반도체 제조공정 소재시장 점유율이 50% 이상이며, 웨이퍼, 포토레지스트 등 전공정 핵심 품목은 일부 기업들이 과점 체제를 형성하고 있다.

유럽은 글로벌 반도체 매출의 약 9%를 차지하고 있으며, 인피니온(Infineon, 독일), ST마이크로(STMicro, 스위스), NXP(네덜란드) 등 3개 기업이 세계 15위권에 위치하고 있다. 유럽 국가들은 자동차, 산업용, 에너지 어플리케이션 등 특화 분야를 중심으로 경쟁력을 확보하고 있다. 또한 반도체 장비와 소재 분야에서도 경쟁력이 뛰어난 기업들을 상당수 보유하고 있다. 예컨대 반도체 노광장비업체인 네덜란드 ASML은 최첨단 EUV 리소그래피 장비를 독점 생산하고 있다.

중국은 거대한 내수시장, 정부의 적극적인 지원 등을 바탕으로 최근 팹리스 중심으로 성장하고 있으며, 핵심 인력 영입을 적극적으로 추진하고 있다. 반도체 제조기술(메모리, 파운드리)은 한국, 대만에 뒤처져 있으나 설계기술(팹리스)은 세계적 수준으로 성장하였다. 후공정(패키징/테스트)의 경우에도 대만에 이어 세계 2위의 경쟁력을 확보하고 있다.

2. 주요 국가별 정책 현황

최근 세계 각국은 자국의 반도체산업 육성을 경쟁적으로 추진하고 있다. 특히 반도체산업이 미국과 중국 간의 정치적 이해관계와 맞물리면서 가히 전쟁에 버금가는 양상으로 치닫고 있다.

미국은 2021년 1월부터 발효된 국방수권법(National Defense Authorization Act: NDAA)에 반도체 진흥 조항을 포함시키고 있다. 동 법률에는 반도체 제조, 어셈블리, 테스트, 첨단 패키징 및 R&D 시설의 구축 및 확장에 관한 내용이 담겨 있으며, 설비·장비 현대화에 최대 30억 달러까지 지원하도록 되어 있다. 최근 바이든 행정부는 이를 500억 달러 수준으로 증액해야 한다고 요청 중이다.

미국은 특히 반도체 기술 경쟁력 확보에 집중하고 있다. 이를 위해 선진 반도체 기술 관련 연구 및 프로토타입 개발, 스타트업 지원, 인력훈련 프로그램 개발 등을 수행하는 국가반도체기술센터 설립을 추진 중이다. 또한 부처별로도 각각의 정책을 개발하고 있다. 먼저 국방부는 국가 안보 목적에 사용되는 반도체 개발 및 생산을 보장하기 위해 민관 파트너십을 구축하고 있다. 다음으로 상무부는 반도체 산업기반 역량 평가를 위해 반도체 생산 기업 대상으로 반도체 종합 진단 전수조사를 실시하고 있다. 조사 내용은 취급 품목, 생산 제품의 활용처 현황, 내수·수출 규모, 국내외 모든 자회사 정보 등이다. 2021년 3월 31일 현재 바이든 행정부는 반도체 제조, 공급

망 강화 지원 등에 500억 달러 투자를 의회에 요청 중이고, 미국 의회는 이를 긍정적으로 검토하는 것으로 알려져 있다.

중국은 중국제조 2025(2025년까지 10년간 1조 위안을 투자하여 반도체 자급률 70% 달성 목표)에 총 56조 원 규모의 국가 반도체펀드를 조성하는 내용을 포함시키고 있으며, 반도체산업 육성을 위한 기업 세제 혜택에 관한 내용을 2020년 8월에 발표하였다.

〈표 5-2〉 중국 국가 반도체 펀드 1·2기 내용

구분	투자액	주요 내용
1기투자 (‘14.9)	1,387억 위안 (약 21조원)	• 중국 반도체 산업망 구축(55개 사업 프로젝트, 40개 기업) * 제조(65%), 설계(17%), 후공정(10%), 장비·소재(8%)
2기투자 (‘19.10)	2,041억 위안 (약 34조원)	• 장비·소재 국산화 등 취약부문 투자

자료: 한국반도체산업협회(KSIA)

〈표 5-3〉 중국 정부의 세제 혜택 정책

구분		지원내용
IC 생산 기업	선폭 28nm이하 + 운영 15년 이상	10년간 법인세 면제
	선폭 65nm이하 + 운영 15년 이상	5년간 법인세 면제+5년간 반감
	선폭 130nm 이하+ 운영10년 이상	2년간 법인세 면제+3년간 반감
설계, 장비, 소재, 패키징, 테스트기업		2년간 법인세 면제+3년간 반감
중점 설계기업 및 소프트웨어 기업		2년간 법인세 면제+3년간 반감
제조, 패키징, 테스트		장비 및 SW 수입관세 면제

자료: 한국반도체산업협회(KSIA)

유럽은 제조역량 강화를 위해 10나노 이하 초미세공정을 이용한 반도체 생산 거점 마련을 위한 프로젝트(Important Project of Common EU Interest: IPCEI)⁶⁶를 시행할 예정이다. 올해 안으로 보조금 승인이 예상되며, 민관투자를 합쳐 500억 유로 규모의 프로젝트가 될 것으로 전망된다. 독일 연방경제에너지부 장관은 Europe 2021 컨퍼런스(21.2)에서 독일이 10억 유로를 즉시 투입할 준비가 되어 있으며, 공공부문은 다양한 투자수단과 보조금을 활용하여 기업투자의 20~40%를 지원할 것으로 언급하였다.

66) EU 공통관심 주요 프로젝트·프로그램을 통해 배터리, 반도체 등 미래 핵심 산업을 선별하여 보조금 지원

한편 산업정책의 일환으로 역내 첨단 반도체 제조역량 강화 등 향후 10년간의 디지털 정책을 담은 1,345억 유로 규모의 ‘2030 디지털 컴퍼스’ 전략을 발표(21.3)하였다. 또한, GDP의 약 3%를 AI반도체, 양자컴퓨팅 등 혁신 R&D 분야에 투자하는 것을 골자로 하는 연구개발 정책을 발표하였으며, 대학-산업-정부가 협력하여 장기적 계획 하에 인재를 양성하는 정책도 내놓고 있다.

일본은 국내 공급망 강화를 위한 투자발표 및 해외기업 유치를 통해 자국 내 소재, 부품, 장비기업의 육성을 지원하고 있다. 2021년 3월에는 첨단 반도체 연구개발 및 국내 제조 환경 조성을 위한 민관 공동사업체 구축에 민관 공동으로 3.9억 달러를 투자할 것으로 발표하였다. 일본 경제산업성의 주도 하에 TEL, 캐논 등의 장비회사가 중점적 역할을 수행하고 TSMC, 인텔 등과 협력하여 2나노 공정 기술 개발을 추진하고 있다. TSMC와 같은 글로벌 반도체 제조기업의 일본 내 공장 건설 유치를 위해 정부 보조금 지급 등 다양한 지원 의사를 표명하고 있다. 글로벌 기업이 신에츠, TEL 등 일본의 반도체 기업과 협력하여 기술제휴, 공동개발 등을 추진할 경우 자금을 지원할 계획이다.

대만 역시 인공지능 반도체 연구개발 지원을 포함한 각종 산업정책을 발표하였다. AI 관련 반도체 제조공정, 칩 시스템 연구개발(Semiconductor Moonshot Project)에 40억 대만 달러(2018~2021)를 지원하고 있다. 차세대 메모리 설계, 인지 컴퓨팅 및 AI 칩 등 유망 기술을 개발하고 설계 관련 인재를 육성해 글로벌 경쟁력을 제고하는 것을 목표로 하고 있다. 한편, 2021년 4월 15일 행정원 각료회의에서 대만 반도체 제조 우위 유지를 위한 규제 완화, 인력 양성 등에 대한 지원 계획을 발표하였다.

이상과 같이 거의 모든 반도체 생산 국가들이 앞다투어 대대적인 반도체산업 지원 정책을 수립하고 있다. 지원의 규모 면에서 보면 과거 어느 때보다도 현저히 큰 지원 정책이라고 할 수 있다. 우리나라도 최근 이러한 글로벌 추세에 동참하기 위하여 다양한 정책을 시행하고 있으며, 향후에도 추가적인 정책들을 추진할 예정이다. 이에 관한 내용은 다음 절에서 보다 상세하게 설명할 것이다.

제3절 국내 현황 및 전략

1. 경쟁력 현황

반도체산업은 한국을 대표하는 산업 중 하나이며, 성장과 수출에 지대한 영향을 미치는 매우 중요한 산업이다. 이런 이유 때문에 한국의 반도체산업의 경쟁력이 세계 최고 수준인 것처럼 알려져 있다. 하지만 이는 메모리반도체의 경우에만 해당하는 것이며, 시스템반도체 분야를 살펴보면 얘기는 많이 달라진다. 동 분야에서의 한국 기업들의 존재감은 정말 미약한 편이다.

세계 시스템반도체 시장에서 미국은 69.4%의 압도적 시장점유율을 차지하고 있고, 그 뒤로는 EU와 대만이 포진해 있다. 우리나라의 세계시장점유율은 중국(5.8%)보다도 작은 2.9%에 불과하다.

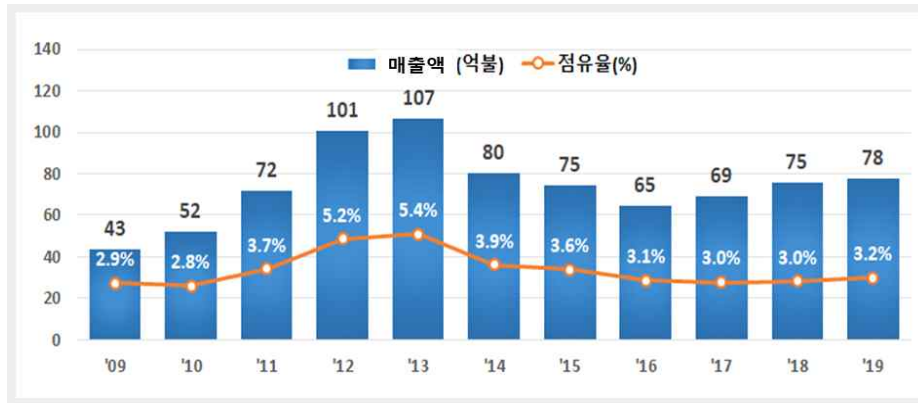
미국은 인텔, 퀄컴, 브로드컴, TI, 엔비디아, AMD 등 세계 10대 기업중 6개 기업을 보유하고 있고, 고급기술·인력 등을 기반으로 한 강력한 생태계를 구축하고 있다. EU는 차량용 반도체(NXP), 전력용 반도체(인피니온) 등 개별소자 제품 중심으로 약 10% 내외의 글로벌 시장점유율을 유지하고 있다. 특히, 차량용 반도체의 경우 자동차 시장기반을 바탕으로, 전 세계 상위 5개 기업 중 3개 기업을 보유할 정도로 절대 우위를 차지하고 있다.

반면 2009년 2.9%였던 한국의 세계시장점유율은 2020년에도 2.9%(파운드리 매출 제외)에 불과하여, 10년 넘게 제자리걸음을 하고 있다. 삼성전자 하나만 제외해도 이수치는 1% 이하로 떨어진다. 이러한 현실은 한국에서 처음 시스템반도체에 주목하기 시작한 1990년대 말로 거슬러 올라가도 마찬가지다. 지난 20여 년간 기술이나, 품질 면에서 다소의 경쟁력 향상은 있었을지 몰라도, 외국 경쟁사들과 비교한 상대적 경쟁력은 거의 나아진 것이 없다고 해도 과언이 아니다.

기업 유형별로 좀 더 살펴보자. 먼저, 파운드리의 경우 대만의 TSMC가 60%를 오르내리는 세계시장점유율로 1위 기업이며, 삼성전자는 17% 정도로 2위에 위치한다. TSMC는 2018년 세계 최초로 7nm 공정 양산을 시작하였고 삼성전자는 2019년 5nm 공정 양산에 성공하였다. 중국 업체인 SMIC와 화홍반도체의 기술은 14nm 공정 수준에 있어 삼성전자에 비해 공정기술 면에서 상당한 기술격차를 보이고 있다.

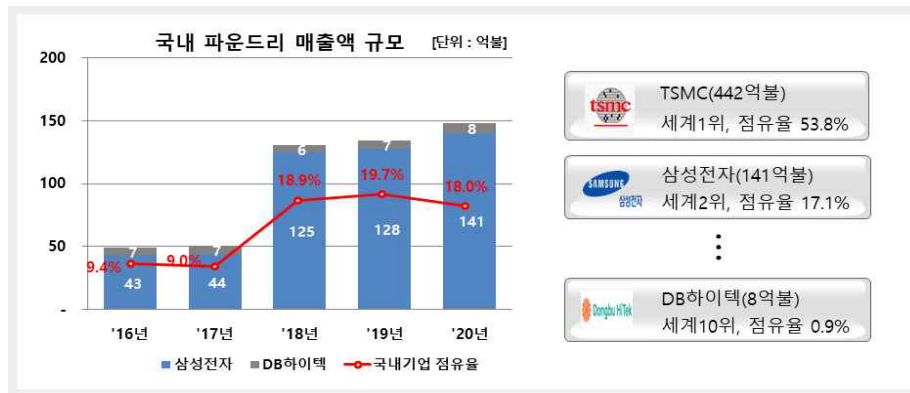
국내 파운드리는 세계 2위의 제조 경쟁력을 보유하고 있으나, 1위 대만과 상당한 격차를 보이고 있다. 우리 기업의 시장점유율은 2020년 기준 18.0%이고, 매출액은 약

[그림 5-13] 한국 기업 시스템반도체 매출액 및 세계시장점유율



자료: OMDIA(2020) 데이터를 사용하여 KSIA 작성

[그림 5-14] 국내 파운드리 기업 매출액 및 세계시장점유율



자료: OMDIA(2020) 데이터를 사용하여 KSIA 작성

149억 달러이다. 제조 면에서나마 최고 수준으로 도약하기 위해서는 삼성전자, DB하이텍, 키파운드리 등 국내 3사의 지속적인 경쟁력 향상이 필요하다.

다음으로 팹리스 분야는 미국의 시장 지배력이 압도적이다. 퀄컴, 엔비디아 등의 기업들이 시장을 선도하고 있다. 대만은 위탁생산(파운드리 세계 1위) 뿐만 아니라 팹리스도 세계적 수준이다. 팹리스와 파운드리 간 유기적 협력체계 구축으로 다수의 글로벌 팹리스 업체들이 생겨났다. 중국은 거대한 내수시장과 정부의 적극적인 지원을 바탕으로 급속히 성장하고 있다. 최근에는 창업활성화 정책이 실효를 거두면서 팹리스 산업 규모가 급속히 커지고 있으며, 글로벌 기업 M&A 시도가 어렵게됨에 따라, 해외 핵심 기술인력 영입에 박차를 가하고 있다. 일본은 세계시장점유율이 지속

적으로 하락 중이나, 차량용 반도체, 이미지 센서 등에서는 경쟁력을 유지하고 있다. 일본의 경쟁력 하락 원인으로는 기술혁신 부족, 투자 지연, 신규 기술인력 부족, 사회의 관심 및 지원 감소 등이 제시되고 있다. 한편, 일본 정부는 반도체산업의 경쟁력 회복을 위해 최근 인공지능, 신소재, 초소형 반도체장비 등 관련 분야의 예산 지원을 확대하고 있다.

이러한 시장 주도국들과 비교하면 한국은 팹리스 분야의 경쟁력이 매우 낮다고 할 수 있다. 2019년 기준으로 세계시장점유율은 1.6%이며 매출액 1.5조 원 정도밖에 되지 않는다. 글로벌 상위 50개 기업 중 국내 기업은 1개(LG계열사인 실리콘웍스)에 불과하다. 이처럼 국내 팹리스 기업들은 글로벌 기업 대비 규모 면에서 취약할 뿐만 아니라 고급 설계 인력도 현저히 부족하다.

실리콘웍스, 실리콘마이터스, 텔레칩스 등 상위 10개 업체들이 국내 팹리스 산업 성장을 견인하고 있는데, 2012년까지 성장세를 보이다가 최근에는 정체된 양상을 보이고 있다.

2000년대 중반 이미지 데이터를 처리하는 시스템반도체로 팹리스 업계를 대표하던 시너지이노베이션(구 코아로직)과 엠택비전은 스마트폰 시장에 대한 대응 실패로 성장 정체를 경험하고 있고, 실리콘웍스, 동운아나텍 등도 대기업과의 협력에 의존하여 성장하고 있다. DDI(디스플레이 구동칩), CIS(촬상 소자) 등 일부 품목에서의 경쟁력은 세계적 수준이나, 이외의 시스템반도체 분야에서는 고전하고 있으며, 새로운 성장 동력 확보에도 어려움을 겪고 있다. 특히, 글로벌 기업인 국내 수요 기업들의 경우 반도체를 직접 개발하거나 검증된 해외 기업을 선호하며, 국내 팹리스는 저가 주변 칩에 집중할 수밖에 없어서 성장의 악순환이 지속되고 있다. 팹리스의 기술 경쟁력은 창의적인 회로설계 능력을 갖춘 설계자의 확보가 중요한데, 우리나라는 미국은 물론이고 대만, 유럽, 중국 등에도 뒤처지는 실정이다.

다음으로 팹리스의 성장에 중요한 설계 IP 분야도 매우 취약하다. 국내 IP 기업의 경우 해외 Top 기업들(ARM, Synopsys, Imagination 등)과의 극심한 매출 및 인력 격차를 보이고 있으며, IP 구비, 인력확보, 마케팅 등에서 많은 문제를 겪고 있다. 국내 1위 기업인 Chips&Media는 ARM과 비교하여 매출은 1%, 인력은 3% 수준이다. 해외 IP의 경우 사용자가 편리하게 사용할 수 있게 문서가 잘 정리되어 있고 신뢰성을 보유하고 있을 뿐만 아니라, 일부 조정이 필요할 경우 이를 지원하는 시스템도 잘 구축되어 있는 것으로 파악된다. 그러나 우리나라의 경우 대학과 연구소에서 개발된 IP 및 기업 IP의 경우 문서 정리 미흡, 데이터시트 갱신(DataSheet update) 부족, 기술 사양 부정확, 기술지원 취약 등의 요인으로 상업화에 애로를 겪고 있다. 또한 국내에서 개발된 IP가 국내 파운드리에 포팅(porting)되어 있지 않아 IP Provider-팹리스-파운드리 간 생태계가 제대로 구축되어 있지 않다.

[그림 5-15] 국내 팹리스 기업 매출액 및 세계시장점유율



자료: OMDIA(2020) 데이터를 사용하여 KSIA 작성

끝으로 국내 패키징 및 테스트 분야의 경우 글로벌 기업의 국내 법인들이 시장을 주도하고 있다. 국내기업들은 고부가가치 제품으로의 확장을 위하여 연구개발에 투자하고 있다. 국내 시장의 70%를 글로벌 기업의 국내 법인이 담당하고 있는데, 이들은 주로 국내 기업 인수를 통해 한국에 진출하고 있다. 아남반도체는 IMF 외환위기로 앰코테크놀로지에 인수되었으며 현대전자 반도체패키징사업분부는 STATS ChipPAC에 인수되었다.

반도체 기술개발이 점점 더 어려워지면서 패키징의 상대적 가치가 상승되었으며, 반도체의 종류가 다양해짐에 따라 패키징 및 테스트 시장의 성장세는 당분간 지속될 전망이다. 이러한 추세에 대응하기 위해서는 동 분야의 경쟁력 향상도 필요하다. 우리나라와는 대조적으로 대만은 팹리스, 파운드리, 패키징, 테스트 분야가 균형적으로 발전하였다.

2. 정책 추진 현황

그간 정부는 다각도의 반도체산업 육성 정책을 수립·추진하였으며, 시스템반도체의 발전을 위해 최근 여러 가지 지원 정책을 시행하고 있다. 그 중 대표적인 정책 내용을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 5대 전략 분야(자동차, 바이오 등)를 중심으로 수요연계를 강화하였다. 5대 전략 분야를 대상으로 반도체 수요기업과 반도체 공급기업, 연구기관 등 관계기관

간 협력채널을 구축하였다. 자동차는 현대모비스, 넥스트칩 등, 바이오·의료기기는 윈텍, 옵토레인 등, IoT가전은 LG전자, 삼성전자, 대우위니아, 쿠첸, 실리콘웍스 등, 에너지 분야는 한전, 가스공사, 실리콘마이터스 등 첨단로봇·기계는 현대로보틱스, 동운아나텍 등의 기업이 참여하고 있으며, 총 25개 기관이 2019년 4월 30일에 수요연계 강화를 위한 MOU를 체결하였다. 이후 수요기업 중심으로 필요 기술 및 제품 발굴에 대한 협의를 진행하여 36건의 수요조사서를 도출하였다. 얼라이언스를 통해 발굴된 유망 수요기술의 경우 정부 R&D에 우선적으로 반영하고 있다. 동 사업은 2019년 35억 원에서 2020년 300억 원으로 확대되었다.

둘째, 한국반도체산업협회 내에 시스템반도체 설계지원센터(Open-Lab)를 구축하였다. 시스템반도체 설계 초기기업의 생존가능성 제고 및 설계 경쟁력 확보지원을 위해 성장단계별 맞춤형·전주기적(창업→성장→성숙) 지원을 하고 있다. 동 센터는 설계 초기기업(창업 7년 이내)을 위한 원스톱(One-Stop) 지원체계를 구축·운영하고 있으며, 시제품제작(MPW: Multi Project Wafer)도 지원하고 있다.

〈표 5-4〉 시스템반도체 설계지원센터 기업성장 지원 주요 프로그램

주요 프로그램	내 용
사무공간/Open-Lab	설계지원센터 내 설계 초기기업 입주공간 무료제공
설계/검증 환경	설계툴 사용환경(서버/네트워크/보안), 테스트 보드, 계측장비 제공
맞춤형 컨설팅	1:1멘토링, 마케팅/해외진출, 기술지원, 투자연계 등 지원

자료: 한국반도체산업협회(KSIA)

셋째, 반도체 설계자산(IP) 플랫폼을 구축하고 있다. 국가적 반도체 설계자산(IP)의 상용화·사업화를 위한 재설계·최적화 지원 및 국산 반도체 설계자산(IP) 활용 활성화를 위한 관리·확산 체계를 구축하고 있다.

〈표 5-5〉 반도체 설계자산(IP) 활용 활성화를 위한 관리·확산 체계

단계	내 용
1. 상용화	개발된 IP의 상용화(최적화·상품화)를 위한 재설계 → 완성도·신뢰성 확보(연10개 이상)
2. 관리	기업, 연구소 등이 개발한 IP의 체계적 관리, 공유를 위한 시스템개발·운영
3. 확산	기업, 학교 등이 보유한 IP 거래 확산을 위한 컨퍼런스 개최, 산·학 협력프로그램 운영 등

자료: 한국반도체산업협회(KSIA)

넷째, 팹리스의 해외 진출을 위하여 해외 유망시장 진출 및 판로개척 지원을 확대하고 있다. 예를 들면 현재 중국 심천에 한중시스템IC협력센터를 운영 중이다. 이 정책이 활성화되면 향후 보다 많은 국가와 지역에서 협력이 이루어질 것으로 기대되고 있다.

다섯째, 팹리스 기업에 대한 지원을 위해 1000억 원 규모의 팹리스 전용 펀드가 조성되었다. 동 펀드는 민간이 주도하여 조성하고, 도전적·장기적 투자가 될 수 있도록 민간자금 매칭 비율이 최소화되도록 설계되었다.

여섯째, 여러 가지 기술인력 육성 정책이 수립·추진되고 있다. 2020년부터 고려대학교와 연세대학교에 학사인력 양성을 위한 계약학과가 설치되어 운영 중이다.⁶⁷⁾ 시스템반도체 전문 인력양성을 위해 시스템반도체에 특화된 이론·실습 교육 제공이 추진되고 있다. 학부 3-4학년 대상으로 과목을 신설하거나, 동일 대학 내 여러 학과(전자공학, 컴퓨터공학 등)에 개설된 시스템반도체 관련 전공과목과 연계한 학점 이수가 추진되고 있다. 산업계 수요조사 기반 전공트랙 교육과정 구성, 공정·EDA 툴 실무교육 등을 통해 업계 맞춤형 인재양성을 꾀하고 있다. 한편, 한국 폴리텍대학 안성캠퍼스를 반도체중심 특화형으로 전환하여 업계 수요를 반영한 교육을 제공하고 있다. 산업 수요에 맞는 교육과정 개편, 학과 간 융합 등을 통한 공동 실습실 구축 등 반도체 맞춤 인력 양성의 기반이 조성되었다. 6개 학과 구성 및 학과별 교과과정 개발도 추진되고 있다. 개설된 학과는 반도체설계과, 반도체공정장비과, 반도체장비설계과, 반도체전기시스템과, 반도체융합SW과, 반도체품질측정과 등이다. 클린룸 등 실습실(160평 규모)이 구축되었고 관련 기업들이 실습 장비를 기증하기도 하였다.

3. 정부의 시스템반도체 미래 전략

최근 정부는 시스템반도체 육성을 위해 2개의 미래 전략을 수립하여 추진하고 있다. 하나는 2019년 4월에 발표한 「시스템반도체 비전과 전략」 이고 다른 하나는 2021년 5월에 발표한 「종합 반도체 강국 실현을 위한 K-반도체 전략」(이후 K-반도체 전략으로 약칭)이다. 전자의 경우 이미 실행되고 있어서 일부 성과도 나타나고 있다. 앞에서 설명한 정책 추진 현황의 내용은 주로 동 전략의 일환으로 보면 된다. 2개 전략에는 향후 한국 시스템반도체 산업이 풀어야 할 숙제들이 망라되어 있다고 볼 수 있는데, 그 내용을 요약해서 정리하면 다음과 같다. 다만, 「K-반도체 전략」은 전

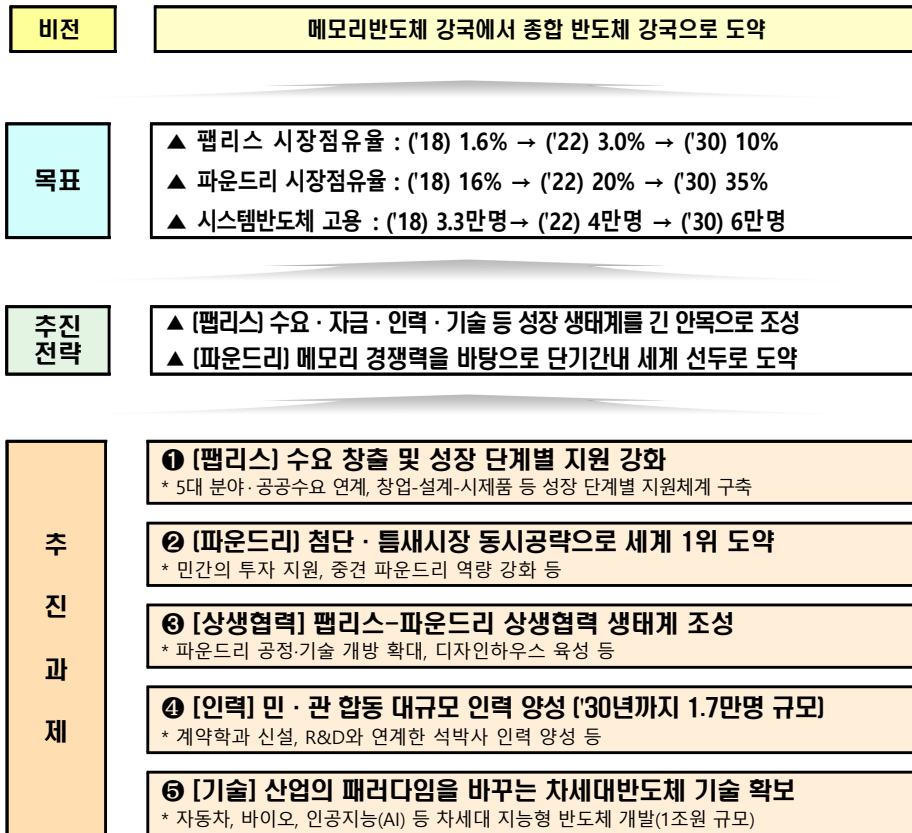
67) 현재까지 고려대, 연세대, 성균관대 3개교가 운영 중이며 5월 산업통상자원부가 5개교를 추가 신설하겠다고 밝힌 상황에서 최근 KAIST에서도 삼성전자와 연계하여 계약학과 신설을 논의 중에 있어 3개교 체제에서 9개교 체제로 확대될 예정임(베리타스알파, 2021년 7월 15일).

체 반도체산업에 관한 전략이므로 그 중 시스템반도체 부분만을 발췌하여 설명하기로 한다.

가. 「시스템반도체 비전과 전략」⁶⁸⁾

정부는 2019년 4월 30일 시스템반도체 육성에 관한 국가 차원의 미래 전략으로 「시스템반도체 비전과 전략」을 제시하였다. 동 전략의 주요 내용을 요약하면 다음과 같다.

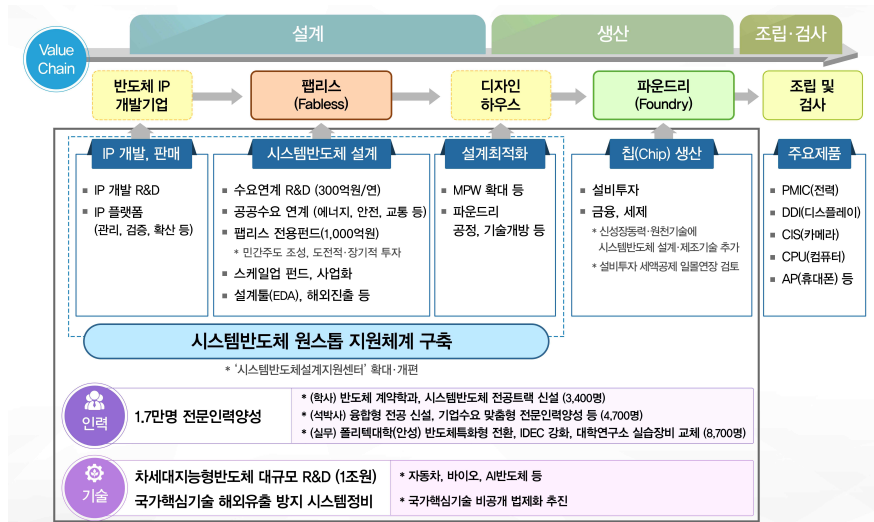
[그림 5-16] 「시스템반도체 비전과 전략」 구조



자료: 관계부처 합동 보도자료(2019. 4.30)

68) 본 내용은 관계부처 합동 보도자료(2019.4.30.)를 활용하여 작성

[그림 5-17] 「시스템반도체 비전과 전략」 요약



자료: 관계부처 합동 보도자료(2019. 4.30)

1) 팹리스: 수요창출 및 성장단계별 지원을 통해 글로벌 수준 성장 촉진

제조업의 미래를 견인할 5대 전략분야(①자동차, ②바이오·의료, ③IoT가전, ④에너지, ⑤첨단로봇·기계)뿐만 아니라 공공분야, 5G 산업까지 전방위적 시스템반도체의 새로운 수요처를 확보하고, 창업, 설계, 반도체설계자산(IP), 성능검증 및 해외진출 등 핵심 애로 해결을 위한 원스톱(One-Stop) 지원체계를 구축한다. 팹리스와 수요기업간 협력 플랫폼(얼라이언스 2.0)을 구축하여 수요발굴부터, 기술기획, R&D까지 공동으로 추진한다. 5대 전략분야를 중심으로 수요기업의 기술로드맵 공유, 수요-공급 기업간 공동연구, 인력 교류를 추진하고 기업설명회를 개최한다. 아울러 에너지, 안전, 국방, 교통 인프라 등에서 수요기관-팹리스 간 협력체계를 구축하고, 국책 프로젝트 추진 시 반도체의 수요를 적극 발굴하여 수행한다. 에너지 분야에서는 지능형 검침 인프라(AMI) 등에 활용 가능한 시스템반도체의 기술개발 및 보급을 추진하고, 안전 분야에서는 재난감시, 범죄 예방 등을 위한 영상, 음성, 환경정보 등이 융합된 지능형 CCTV용 시스템반도체의 기술개발 및 보급을 추진한다. 국방 분야에서는 민·군 공동 활용이 가능한 통신시스템 등의 소자개발 시, 팹리스의 참여를 유도한다. 국내개발 시스템반도체가 적용된 민·군 겸용제품의 국방 분야 실증 활성화로 신뢰성 확보 및 트랙 레코드 축적을 지원한다. 교통 인프라 분야에서는 스마트하이웨이, 자율주행 도로 인프라 등 교통인프라 구축 시 팹리스가 참여한 시스템반도체 활용을 검토한다.

또한, 5G+ 핵심 산업·서비스와 국내 시스템반도체 기업을 연계한다. 5G와 팹리스는 네트워크 장비·디바이스, 무인 이동체 등 5G 산업별로 팹리스와 연계시스템을 구축하고, 공동 R&D를 지원한다. 네트워크 장비 얼라이언스 및 팹리스·부품업체 간 자율주행차 AI반도체 공동 R&D 지원, 스마트 디바이스 업체와 팹리스 간 아이디어 공유, 공동 개발 등 협업공간 및 협력프로그램을 마련한다. 5대 서비스 실증, 스마트 SOC 프로젝트, 스마트시티 구축 등 5G 공공사업에 국내 팹리스 참여를 추진한다.

한편, 팹리스 원스톱(One-Stop) 지원체계 구축과 관련해서는 국내 팹리스의 창업부터 성장까지를 지원하는 전주기적 지원체계를 마련한다. 반도체협회 등에 사무공간(open-lab)을 구축하고, 창업초기(7년 이내) 팹리스 대상 컨설팅 등을 지원하게 한다. 이를 통해서 팹리스의 반도체 개발·검증에 필수적인 MPW((Multi Project Wafer)를 지원하고 패키징 등 시제품 제작을 지원한다. MPW란 웨이퍼 1장에 여러 종류의 칩을 제작하여 반도체 성능을 검증하는 것이다. 반도체 설계에 필수적인 프로그램인 설계자동화 S/W(EDA Tool)를 국내 팹리스가 공동으로 이용하도록 시스템을 제공한다.

또한, 중국, 인도 등 해외 유망시장 진출 및 판로개척 지원을 확대한다. 기술경쟁력 제고 및 신시장 창출을 위해 해외 선도기업과 공동 R&D, 고객사 연계 등 협력 시스템을 구축한다. 글로벌 수요기업과 팹리스 간 기술·구매협력 강화 및 글로벌 기업 공급이력(track-record) 확보를 추진한다.

팹리스 전용펀드를 조성하고 사업화, R&D 등 수요별로 맞춤형 지원을 한다. R&D, 마케팅, 해외진출, M&A 등 팹리스 창업 이후 성장까지 지원하는 팹리스 전용의 1,000억원 펀드를 조성한다. 우수기업연구소로 지정된 팹리스 대상으로 기업이 원하는 R&D를 지원하고, 핵심IP 개발 R&D를 추진하게 한다. 우수기업연구소는 수요 기반 R&D(최대 4년, 연 7억 원 규모) 지원 및 해외진출센터를 활용한 해외 Match-making 사업화 연계 등 다각적 지원을 한다. 시급성·활용성·개발가능성 등을 고려하여 미래 유망 핵심 IP 확보를 위한 반도체IP R&D를 추진한다. 중소 팹리스 기술역량을 지원(대학·연구소 인력 파견)하고 공동프로젝트를 추진하며, 중장기 동향 공유, 발전방안 논의 등을 위한 포럼을 개최한다.

2) 파운드리: 첨단시장 및 틈새시장 동시 공략으로 세계 1위 도약

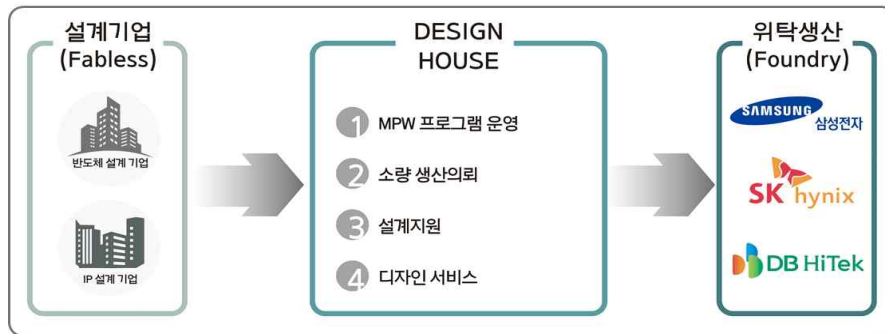
대표기업은 High-Tech 공정기술, 중견 파운드리는 틈새시장인 Middle-Tech에 집중하도록 세제, 금융 등을 지원한다. 산업구조 고도화 지원프로그램을 활용하고, 중견 파운드리 기업의 생산성 향상용 시설투자 금융을 지원한다. 시스템반도체 설계·제조 기술을 ‘신성장동력·원천기술’에 추가·확대하고, 파운드리 시설투자 세액공제 일몰기간의 연장을 검토한다. ‘신성장동력·원천기술’에 5G, 인공지능, 바이오, 에너지 등 분

야에 활용되는 시스템반도체 설계·제조 기술을 추가한다. 파운드리가 포함되는 생산성 향상 시설 설비투자에 대한 세액공제와 일몰기간 연장을 검토한다. 대기업의 중소기업 대상 상생협력 지원 시, 인센티브 방안을 추가 검토한다. 공공 나노팹의 중소기업 지원기능 활성화 방안도 추진한다.

3) 상생협력: 팹리스-파운드리 상생협력 생태계 조성

파운드리 공정·기술·인프라 등을 팹리스에 대폭 개방하여 국내에서 설계부터 생산까지 이루어지는 발전적 생태계를 구현한다. 국내 디자인하우스 기업 육성을 통해 팹리스와 파운드리를 잇는 튼튼한 가교를 구축한다. 국내 대표 기업의 대규모 투자와 상생 노력을 활용하여, 팹리스 성장의 기반을 강화한다. 팹리스의 다품종 소량생산 지원을 위한 MPW를 지원한다. 팹리스, IP기업 등을 활용한 외주 IP개발을 추진한다. 팹리스의 제품 설계 및 테스트 인프라 지원으로 팹리스의 제품개발 기간을 단축한다. 디자인하우스의 가교 역할을 위한 설계최적화 서비스인프라(S/W, IP 등)를 지원한다. 팹리스 자금지원, 소재·장비 성능평가, 공동 R&D 발굴 등 대·중소 상생협력 프로그램을 활성화하고, 대·중소기업 간 소통 강화를 추진한다.

[그림 5-18] 팹리스-디자인하우스-파운드리 연계 생태계 개념도



자료: 한국반도체산업협회(KSIA)

4) 인력: 민·관 합동 대규모 인력 양성

시장·기업이 요구하는 고급인력을 상시 공급할 수 있는 체계를 신설하여 업계 구인난을 해소하고 시스템반도체 인력의 저변을 확대한다. 급변하는 시장 수요에 대응하여 맞춤형 교육이 지속적으로 가능한 인력 양성 프로그램 및 실무교육 프로그램을

마련한다.

또한, 국내 주요 대학에 ‘반도체 특화 계약학과’를 신설하여 등록금을 지원하고, 졸업 후 채용을 우대한다. 반도체 업계 고숙련 퇴직 인력의 신설학과 교수 채용을 추진한다.

학부생 대상 시스템반도체 전문 인력양성을 위해 현재 학과에 시스템반도체 전공 트랙을 설치하고, 시스템반도체에 특화된 이론·실습 교육을 제공한다. 학부 3~4학년 대상으로 신설된, 또는 동일 대학 내 여러 학과(컴퓨터공학, 전자공학 등)에 개설된 시스템반도체 관련 전공과목을 연계 이수하게 한다. 산업계 수요조사 기반 전공트랙 커리큘럼 구성, 산학 프로젝트, 공정·EDA 툴 실무교육 등을 통해 업계 맞춤형 인재를 양성한다.

한편, 기업이 원하는 실무능력을 갖춘 전문 인력을 양성한다. 기업·정부가 1:1 매칭을 통해 기업수요에 맞는 반도체 전문 인력을 양성한다. 차세대 유망분야(미래차, 스마트가전, 첨단로봇 등)의 반도체 설계·공정기술 R&D를 지원, 석박사급 우수인력을 양성한다.

산업계 수요가 증가하고 있는 전력용 반도체 등을 중심으로 산학 연계형 석·박사 양성프로그램을 추진한다.

한국 폴리텍대학 안성캠퍼스를 반도체 특화형으로 전환하여 업계 수요를 반영한 실무교육을 제공하고, 산업 수요에 맞게 교육과정을 개편(반도체 기반 학과 개편)하고, 학과 간 융합 등을 통한 공동 실습실을 구축하며, 반도체 맞춤 인력 양성기반을 조성한다.

9개 반도체설계교육센터를 활용하여, 대학(원)생·재직자 대상 반도체 설계·검증 단기교육 및 실제 칩 제작 등을 지원한다. 시스템반도체 설계 이론교육·실습기회 및 인공지능, IoT, AP 등 기술 분야별 강좌를 제공한다.

5) 기술: 산업의 패러다임을 바꾸는 차세대 반도체 핵심기술 확보

차세대 반도체 분야의 핵심 원천·응용기술 선점으로 주력산업 및 신산업의 4차 산업혁명 대응력을 제고하고, 국가 핵심기술 관련 제도개선 등으로 핵심기술 해외유출을 방지한다.

자동차, 바이오 등 4차 산업혁명 시대 유망분야 관련 기술 위주로 중장기·범부처 협업을 통해 원천기술에서부터 제품화까지의 경쟁력을 확보('20~'29, 약 1조 원)한다. R&D 과제 수요기업 참여 의무화를 통해 시장이 요구하는 기술을 개발·공급하고, 주력산업의 4차 산업혁명 시대 신시장 창출을 견인한다.

〈표 5-6〉 ‘차세대 지능형 반도체 기술개발 사업’ 개요

	내 용
목표	미래 수요대응, 신시장 선점 위한 차세대 지능형 반도체 핵심·원천기술 확보
기간·금액	산업부 5,200억 원('20~'26), 과기정통부 4,800억 원('20~'29) 등 총 약 1조 원
주요내용	자동차 등 유망시장용 시스템반도체 설계기술 및 미세화 한계를 극복하는 원자단위 공정기술 등 미래지향적 선제적 R&D

자료: 한국반도체산업협회(KSIA)

〈표 5-7〉 기술개발 주요 추진 분야 및 내용(예)

분야	예 시
AI 반도체	스마트시티, VR·AR, 빅데이터 등에 활용되는 인공지능반도체
자동차	전기차의 배터리 효율을 10배 향상시키는 반도체 등
바이오	체액을 통해 질병(암)을 진단하는 체외진단용 반도체 등
IoT	자율적 데이터 수집·판단·처리가 가능한 초소형 장치용 반도체
에너지	자연에너지(빛, 바람, 마찰 등)를 전기 에너지로 변환하는 반도체 등
로봇·기계	사람과 감정적 상호 작용(소리, 촉각, 후각)을 위한 로봇용 반도체 등
반도체 신소재	신개념 반도체 소자 개발 및 집적검증 연계 조기 상용화

자료: 한국반도체산업협회(KSIA)

자동차, 스마트폰, 태양광 등에 활용되는 저전력·고효율·고용량 차세대 전력용 반도체를 개발한다. 신소재(SiC 기반)를 활용하여 전력용 반도체 기술개발을 추진하고, 국내에 전무한 SiC 전력반도체용 일괄 공정라인을 구축한다(부산TP 내).

국가 핵심기술을 포함한 정보가 원칙적으로 비공개 사항을 법제화하는 것을 추진한다(산업기술보호법). 국가 핵심기술을 다루는 국가·공공기관과 예외적으로 정보를 제공받은 자에게도 비밀유지 의무를 부과한다. 5G 통신모뎀칩 설계기술 등을 국가 핵심기술에 신규로 포함시키는 것을 추진한다.

나. 「K-반도체 전략」⁶⁹⁾

정부는 2021년 5월 13일 이른바 「K-반도체전략」을 발표하였다. 종합 반도체 강국 실현을 위해 2030년까지 510조 원 이상의 압도적 민간투자로 초격차를 유지하고, K-반도체 벨트를 구축하여 세계 최대·최첨단 반도체 공급망을 완성한다는 목표를 세우고 있다. 또한, 세계·금융·인프라 등 전방위 지원을 패키지 형태로 제공하고, 10년간 반도체 인력 총 3.6만 명을 육성한다는 계획이다. 이중 시스템반도체 분야만을 별도로 발췌해서 내용을 정리한다.

[그림 5-19] K-반도체 전략의 비전과 과제

비전	2030년 세계 최고의 반도체 공급망 구축	
추진 전략	◇[전략1] 반도체 공급망 안정화 ⇒ “K-반도체 벨트” 조성 ◇[전략2] 반도체 제조 중심지 도약 ⇒ 인프라 지원 확대 ◇[전략3] 인력·시장·기술 확보 ⇒ 반도체 성장기반 강화 ◇[전략4] 국내 산업 생태계 보호 ⇒ 반도체 위기대응력 제고	
세부 과제	[전략1] K-반도체 벨트 조성	[전략2] 인프라 지원 확대
	· (제조) 반도체 생산능력 제고 · (설계) 팹리스 밸리	· (세계) R&D·시설 세액공제 강화 · (금융) 금융지원 프로그램 확대 · (기반) 용수·전력 등 지원
	[전략3] 반도체 성장기반 강화	[전략4] 반도체 위기대응력 제고
	· (인력) 인력 양성·관리 강화 · (시장) 연대·협력 생태계 · (기술) 차세대 분야 선점 *전력 반도체, *시 반도체, *첨단 센서 등	· (지원체계) 특별법 제정 추진 · (車반도체) 수요-공급 연계 · (기술안보) 국가핵심기술 확대

자료: 관계부처 합동 보도자료(2021. 5.13)

69) 본 내용은 관계부처 합동 보도자료(2021.5.13)를 활용하여 작성

1) 추진전략①: 반도체 공급망 안정화를 위한 “K-반도체 벨트” 조성

시스템반도체 제조시설 확장을 위하여 파운드리 신·증설을 추진하여 국내 반도체 제조공급망을 안정화시킨다. 이를 위하여 SK하이닉스는 현재 대비 2배 수준의 8인치 파운드리 생산능력 확보를 검토 중이다. 아울러 다양한 기능의 단일 칩 구현을 위한 첨단 패키징 생산기지를 조성하기 위하여 5대 차세대 패키징 기술에 투자하여 첨단 패키징 플랫폼을 구축한다. 경기도 성남 판교에 팹리스 지원 시설로 구축 운영 중인 시스템반도체 설계지원센터에 더하여 AI반도체 혁신설계센터를 추가로 설립함으로써 차세대 반도체 복합단지를 구축하고, 판교를 한국형 팹리스 벨리로 조성한다.

2) 추진전략②: 반도체 제조 중심지 도약을 위한 인프라 지원 확대

인프라 투자를 확대하기 위한 전략의 첫 번째는 세제지원이다. 양산 초기시설까지 포함된 (가칭)핵심전략기술을 신설하고, (가칭)핵심전략기술 해당 시 R&D 및 시설투자에 대한 강화된 세액공제를 적용한다. R&D의 경우 대·중견기업은 20~30%에서 30~40%로, 중소기업은 30~40%에서 40~50%까지 공제율을 상향조정하고, 시설투자에 대해서는 대기업 1~2%에서 6~10%로, 중견기업 3~6%에서 8~12%로, 중소기업은 10~13%에서 16~20%로 공제율을 높인다. 현재 일반 시설투자 세액공제(1~2%) 대비 최대 5배 이상(6~10%) 확대한다.

두 번째는 금융지원인데, 8인치 파운드리 증설, 소부장 및 첨단 패키징 시설 투자 지원을 위해 1조 원+α 규모의 ‘반도체 등 설비투자 특별자금’을 신설한다. 1%p 감면한 우대금리를 적용하고, 여신기간도 5년 거치, 15년 분할상환으로 한다. 또한 사업 경쟁력 강화 지원 자금 등의 규모를 최대한 확대하고 다양한 금융 프로그램도 적극 지원한다.

3) 추진전략③: 인력·시장·기술 등 반도체 성장기반 강화

인력양성·관리 강화, 기업 간 연대·협력 활성화, 차세대 분야의 핵심기술 확보를 통해 “반도체 생태계가 강한 국가”로의 성장을 도모한다. 인력확보 전략은 대학 정원 확대, 학사~석·박사, 실무교육 등 전주기 지원을 통해 10년간(22년~31년) 반도체 산업인력 3.6만 명을 육성한다는 것이다. 대학 내 학과 정원 조정, 부전공·복수전공 활성화 등을 통해 반도체 관련 학과의 정원을 150명으로 확대한다. 또한 실무형 학사급 인력양성을 위해 시스템반도체 전공 트랙을 설치하여 운영한다.

또한 석·박사급 우수 연구인력 육성을 위해 산·학연계형 교육 프로그램을 신설·확

대할 계획이다. 한편 민·관 공동투자로 반도체 고급인력 양성 사업을 기획하여 사업의 규모 확대 및 내용 보완을 거쳐 신규 예비타당성조사를 추진한다.

실무인재 확보와 관련해서는 반도체 설계 실습 인프라 확대를 통해 재직자, 취업준비생 대상 반도체 전문 실무교육을 제공한다. 이는 반도체설계교육센터(IDEC) 기능 확대를 통하여 추진할 계획이다.

핵심인력 유출 방지를 위해 장기재직, 퇴직인력 관리를 강화한다. 핵심인재 관리의 내용으로는 ‘반도체 명인’ 신규지정, 직무발명보상 내실화, 반도체 훈·포장 격상 등이 있으며, 퇴직인력 지원의 내용으로는 첨단기술분야 특허심사관, R&D 특임교수 등으로의 채용 확대, 재창업 지원 등이 있다.

연대·협력 생태계를 조성하여 반도체 내수시장을 확대한다. 전방산업과 시스템반도체 융합 얼라이언스 연대·협력 협의체를 통해 4차 산업혁명의 핵심 수요산업과 협력을 확대한다.

차세대 분야 핵심기술을 선점한다. SiC, GaN 등 차세대 전력용 반도체의 초기시장 선점을 위해 민간수요 기반의 조기 상용화 R&D를 추진한다. AI 반도체는 선도형 기술의 원천+응용+사업화 전주기로 지원을 강화한다. 첨단 센서 관련해서는 데이터 경제의 시작인 첨단 센서 시제품 제작, 실증 기반 구축 등이 추진될 예정이다.

현재 10년간 1조 원을 지원하는 차세대 지능형 반도체 기술개발에 차세대 전력 반도체, AI 반도체, 첨단 센서 등에 대한 1.5조 원 이상의 신규 R&D 투자를 더하여, 총 2.5조 원의 연구개발 예산을 투입한다.

4) 추진전략④: 국내 생태계 보호를 위한 반도체 위기대응력 제고

전략의 원활한 이행을 위하여 반도체 특별법 제정을 추진한다. 동 법의 제정 추진 시에는 규제 특례, 인력 양성, 기반시설 지원, 신속 투자 지원, R&D 가속화 방안 등을 종합 고려한다.

또한 차량용 반도체의 부족 현상이 다시는 일어나지 않도록 중장기적으로 미래차 핵심 반도체 공급망의 내재화를 추진한다.

제4절 지원형태별 주요 재정사업

1. 현재 진행사업

가. 연구개발 및 사업화 촉진 사업

1) 신산업창출 파워반도체 상용화사업

〈표 5-8〉 파워반도체 상용화사업 개요

	내 용
사업개요	국내 파워반도체 핵심 기술경쟁력 확보, 글로벌 시장 점유율 확대를 위해 실리콘/화합물 기반 파워반도체를 개발
사업내용	<ul style="list-style-type: none"> • 소자·모듈·IC 개발 및 6인치 SiC 시제품 제작 라인 구축·운영 사업 • 에너지를 필요로 하는 전력 시스템의 핵심 부품으로서 전력의 변환·변압·분배·제어를 수행
사업구분	전자부품산업기술개발사업
주관부처	산업통상자원부
사업기간	2017년 7월 ~ 2023년 12월(78개월)
총사업비	836억 원

가) 사업평가

고효율, 고신뢰성을 필요로 하는 파워반도체는 신재생에너지 발전의 필수 요소로 높은 성장성을 가지고 있으며, 전기자동차의 핵심 부품으로 차량용 반도체 수급 안정화를 위해 지속 지원이 필요하다.⁷⁰⁾

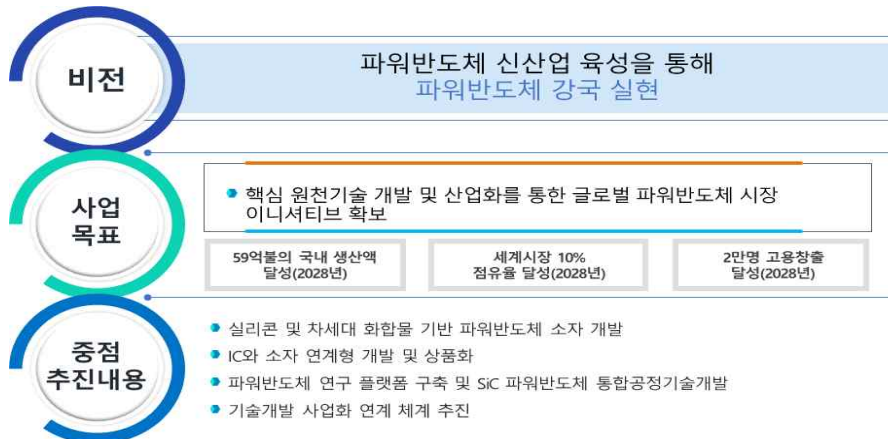
파워반도체 상용화사업을 통해 사업 기간 중(18년~20년) 약 350억 원의 사업화 성과가 발생되는 등 국내 기업이 빠르게 성과를 나타낼 수 있는 분야라고 평가할 수 있다.

나) 국가가 지원해야 하는 이유

국내 파워반도체 시장은 약 20억 달러 규모인데 기술력 부족과 해외 기업의 특허

70) '19년 450억 달러 → '23년 530억 달러 규모로 성장 전망(OMDIA, 2020)

[그림 5-20] 파워반도체 상용화사업 비전



자료: 한국반도체산업협회(KSIA)

선점으로 인해 수요의 약 90%를 수입에 의존하고 있으며, 제품 양산을 위한 제조시설 부재로 해외 Fab을 통한 생산이 이루어지고 있어 위탁 생산 거절 시 차량용 반도체 수급 지연 사태가 발생할 수 있다.

다) 문제점 및 해결방안

전력시스템 수요에 대응 가능한 소자-모듈-시스템 공동의 상용화 기술개발, 차세대 화합물 기반의 응용기술 개발 및 핵심 제조기술 개발에 대한 정부의 추가적인 지원이 시급하다.

2) 글로벌 수요연계 시스템반도체 기술개발(R&BD 플랫폼)

<표 5-9> 시스템반도체 기술개발(R&BD) 개요

	내 용
사업개요	시스템반도체 R&BD 플랫폼 구축을 통해 국내 펌리스 기업의 초기 중국시장 진출의 부담을 줄이고, 해외기업 수요연계 R&D 및 마케팅을 지원
사업구분	전자부품산업기술개발사업
주관부처	산업통상자원부
사업기간	2017년 6월 ~ 2023년 12월(79개월)
총사업비	352억 원

[그림 5-21] 시스템반도체 기술개발(R&BD) 비전



자료: 한국반도체산업협회(KSIA)

가) 사업평가

동 사업은 국내 중소 팹리스의 중국시장 조기 안착 및 기술/제품별 마케팅 지원을 통해 기업의 매출을 확대하기 위한 사업으로, 사업기간 중('18년~'20년) 약 500억 원의 실적을 달성하는 등 높은 수출 효과를 거두고 있어 지속적인 반도체 수출 확대를 위해 지원이 필요한 사업이라고 판단된다.

나) 국가가 지원해야 하는 이유

국내 기업은 제한된 내수시장에서 해외 기업들과 경쟁하고 있어 영세성을 극복하기 어려운 상황이다. 반면 세계에서 가장 큰 반도체 시장(전 세계 반도체의 60% 소비)인 중국의 경우 제품 R&D부터 수요기업과 상호협력을 하면서 최종제품을 생산하고 있다. 국내기업의 제품경쟁력 확보를 위해 동 사업의 계속 지원이 필요하다.

다) 문제점 및 해결방안

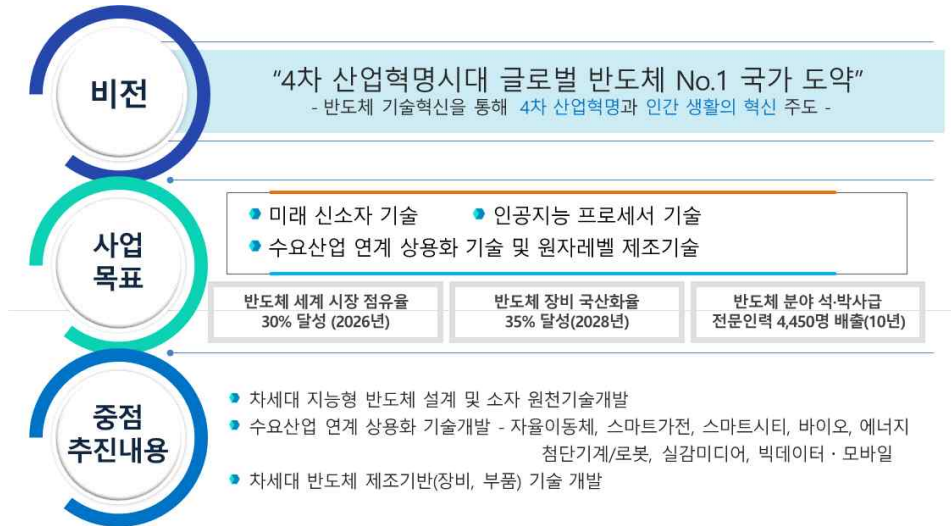
국내 파워반도체, 센서 등 시스템반도체 기업의 신흥시장 수요 발굴 및 글로벌 판로개척이 미흡하다는 현실을 감안하여 지역별 R&BD 플랫폼에 관한 지속적인 지원이 필요하다.

3) 차세대지능형반도체 기술개발사업

〈표 5-10〉 차세대지능형반도체 기술개발사업 개요

	내 용
사업개요	국내 주력산업(미래차, 바이오, 스마트가전 등)과 연계한 5대* 범용기술과 관련한 상용화 중심의 시스템반도체 개발 * ① 경량 프로세서, ② 스토리지, ③ 센싱, ④ 연결 및 보안, ⑤ 제어 및 구동
사업구분	차세대지능형반도체기술개발(설계, 제조)
주관부처	과학기술정보통신부·산업통상자원부
사업기간	(산업부) 2020년 4월 ~ 2026년 12월(81개월) (과기부) 2020년 4월 ~ 2029년 12월(117개월)
총사업비	1조 96억 원

[그림 5-22] 차세대지능형반도체 기술개발사업 비전



자료: 한국반도체산업협회(KSIA)

가) 사업평가

AI, 자동차, IoT 등 다양한 시스템반도체 분야의 미래 수요 대응 및 신기술 선점을 통한 경쟁력 확보를 위해 추진된 사업이다. 추진 내용이 광범위하여 사업규모가 여타 사업들보다 월등히 큰 사업으로서, 사업성과의 중요도가 매우 높은 사업이라고 할 수 있다.

나) 국가가 지원해야 하는 이유

단기·중기 상용화를 목표로 하는 등 사업은 수요연계 기반 R&D가 요구되나, 중소기업의 경우 수요기업과의 연결고리 확보가 쉽지 않고, 기술개발 목표 검증에 지원하는 전담 조직 부재로 기술개발 및 사업화에 어려움이 있다. 따라서 R&D 과제가 조기 사업화될 수 있도록 정부의 적극적인 지원이 필요하다.

다) 문제점 및 해결방안

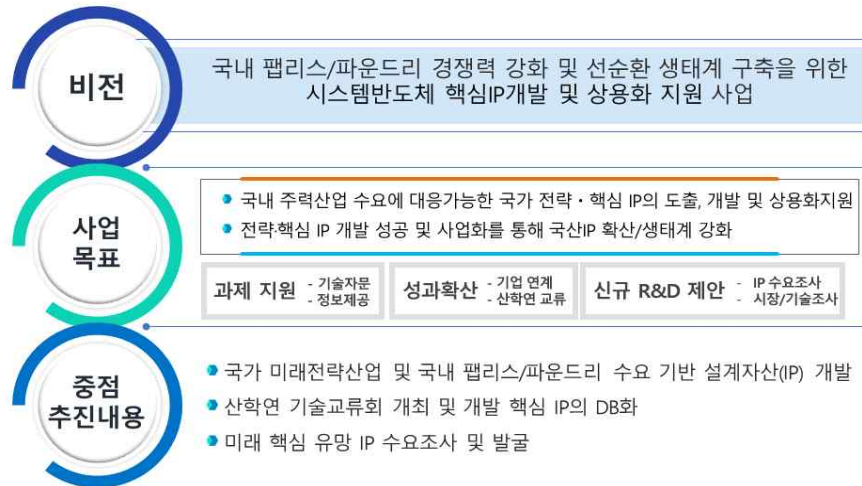
단기·중기 상용화가 가능한 차세대 반도체 기술개발을 위해 국내 주력사업과의 융합 얼라이언스 구축 및 활용이 매우 중요하며, 개발 과제 간 기술교류 및 협력을 지원할 수 있는 체계적이고 통합적인 관리 시스템 마련이 시급하다.

4) 핵심IP R&D 상용화 사업

〈표 5-11〉 핵심IP R&D 상용화 사업 개요

	내 용
사업개요	국가 전략산업 및 미래 유망산업 분야 수요에 대응 가능한 국가 전략·핵심 IP 도출 및 개발, 상용화 지원 사업
사업구분	시스템반도체핵심IP개발
주관부처	산업통상자원부
사업기간	2020년 4월 ~ 2024년 12월(57개월)
총사업비	298억 원

[그림 5-23] 핵심IP R&D 상용화 사업 비전



자료: 한국반도체산업협회(KSIA)

가) 사업평가

시스템반도체는 전 세계 반도체 시장의 약 60%를 차지하며 4차 산업혁명 기술 발전과 함께 중요성이 점차 커지고 있다. 글로벌 반도체 시장에서 경쟁우위를 선점하기 위해서는 제품의 차별성과 경쟁력을 좌우하는 핵심 IP의 지속적인 개발이 필수적이다.

나) 국가가 지원해야 하는 이유

국내 팹리스는 해외 IP에 대한 의존도가 높고, 설계·생산 기술이 미흡하여 경쟁력이 취약하나, 다양한 응용 분야 및 틈새시장이 존재하여 아직 중소기업에 대한 진입장벽이 높지 않은 측면도 있어서 적극적인 지원이 필요하다.

다) 문제점 및 해결방안

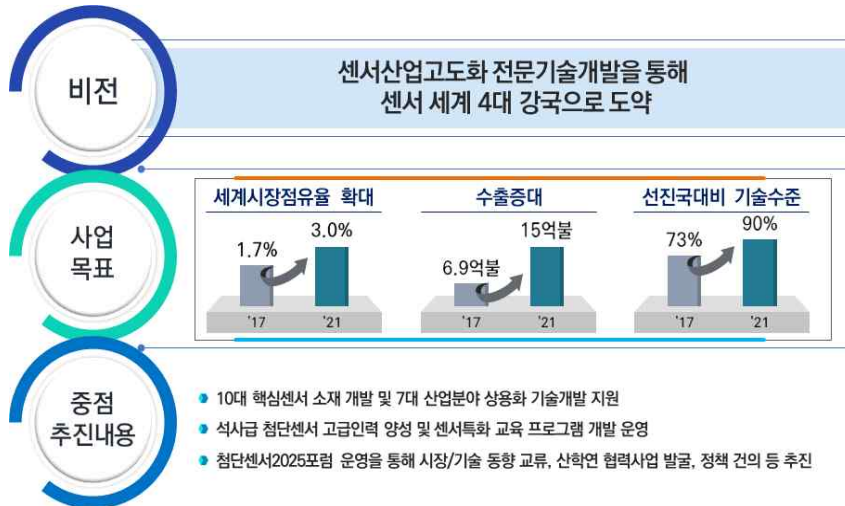
5G, IoT, 자율주행 등 유망산업 분야의 핵심IP 기술개발을 통해 해외 IP에 대한 의존도를 해소하고, IP 포트폴리오 확대를 통해 국내 반도체 설계 및 제조 생태계의 경쟁력을 강화할 필요가 있다.

5) 센서산업 고도화 전문기술 개발

〈표 5-12〉 센서산업 고도화 전문기술 개발 개요

	내용
사업개요	국내 일반센서 중심의 산업구조를 첨단센서 중심으로 고도화하고, 10대 핵심 센서* 원천기반 및 상용화 기술개발 지원을 통해 국내 센서 기술력 및 제품경쟁력을 확보 * 10대 핵심 센서: 영상, 자기, 관성, 압력, 레이더, 환경, 광학, 적외선, 음향, 바이오·의료
사업구분	센서산업고도화전문기술개발
주관부처	산업통상자원부
사업기간	2015년 8월 ~ 2021년 5월(70개월)
총사업비	1,148억 원

[그림 5-24] 센서산업 고도화 전문기술 개발 비전



자료: 한국반도체산업협회(KSIA)

가) 사업평가

센서는 데이터 댐, 인공지능, 사물인터넷 등 데이터 경제 확산을 위한 핵심부품으로서 높은 성장성⁷¹⁾을 가지고 있다. 센서산업 고도화는 전체 시스템반도체 성장을 위한 중요 과제 중 하나이다. 동 사업을 통해 창출된 특허 및 논문 성과는 국가 R&D

71) '18년 1,522억 달러 → '24년 2,834억 달러로 연평균 13.3% 성장 전망(BCC Research, 2019)

대비 2배 이상 높은 투자 효율성을 보였으며, 특히 사업 참여 기업의 기술 보유 수준 전·후 비교 결과, 평균 39.5% 향상된 것으로 파악되고 있다.

나) 국가가 지원해야 하는 이유

센서는 수요가 급증할 것으로 예상되나, 국내 수요 기업은 성능 및 신뢰성 부족의 이유로 대부분 검증된 해외 기업 제품을 사용하고 있어 수입의존도가 90%로 매우 높은 편이다. 공급이 원활하지 않을 경우 최종 수요 제품의 생산에도 차질이 생길 수 있기 때문에, 수입의존도 탈피 및 기술고도화를 위해 정부의 지원이 필요하다.

다) 문제점 및 해결방안

높은 수입의존도를 낮추기 위해 미래를 선도할 수 있는 센서의 기술개발과, 센서 제품 제작을 위한 파운드리와의 신뢰 구축 및 테스트 검증 인프라 구축이 시급하다.

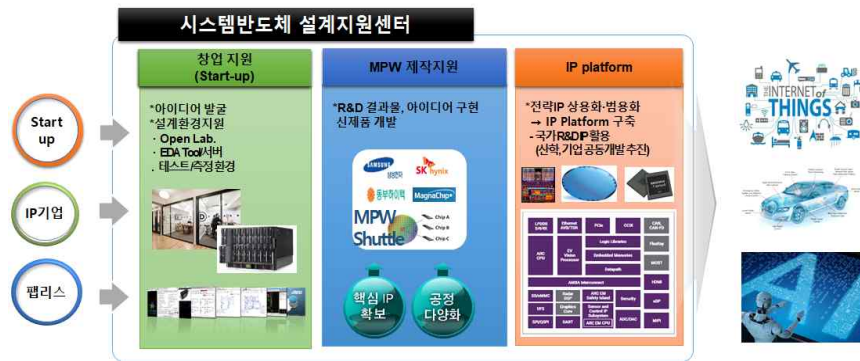
나. 인프라 지원 사업

- 1) 설계지원센터 구축사업(과제명: 시스템반도체 설계기업의 전주기적 성장 지원을 위한 시스템반도체 설계지원센터 구축 및 운영)

〈표 5-13〉 설계지원센터 구축사업 개요

	내 용
사업개요	팹리스의 창업부터 성장까지 전주기 윈스톱 지원체계 구축 • 창업지원: 설계분야 창업기업을 대상으로 맞춤형 인큐베이팅 서비스를 제공, 기업의 생존가능성 제고 및 성공적 창업지원 • 성장지원: 설계기업의 MPW 시제품 제작 지원, IP상용화 지원을 통해 기업의 창의적 아이디어 구현 및 설계 경쟁력 제고
사업구분	설계지원센터구축
주관부처	산업통상자원부
사업기간	2020년 6월 ~ 2021년 12월(19개월)
총사업비	120억 원

[그림 5-25] 시스템반도체 설계지원센터 지원 개념도



자료: 한국반도체산업협회(KSIA)

가) 사업평가

본 설계지원센터는 국내 유일의 시스템반도체 산업에 특화된 창업, 성장지원 센터로서, 국내 생태계 기반이 부족한 시스템반도체의 창업활성화, 초기기업의 생존 가능성 제고에 기여할 수 있다.

나) 국가가 지원해야 하는 이유

반도체산업은 AI, 자율차 등 향후 미래시장의 핵심 분야이나, 국내 시스템반도체 설계기업들은 미국·유럽·대만·중국 등 경쟁국에 비해 저성장, 인력유입 감소, 생태계 불안정 등의 구조적 문제점을 가지고 있어, 창업 초기 단계부터 성장단계에 이르기 까지 체계적인 지원이 필요하다.

다) 문제점 및 해결방안

국내에 전주기적, 체계적 성장 지원을 담당할 기관이 없어 시스템반도체 분야에 특화·전문화된, 설계기업 성장의 전주기적 서비스를 제공하는 지원체계를 구축하고, 이를 통한 국내 시스템반도체 산업의 창업 활성화 및 생태계 기반 마련을 도모해야 한다.

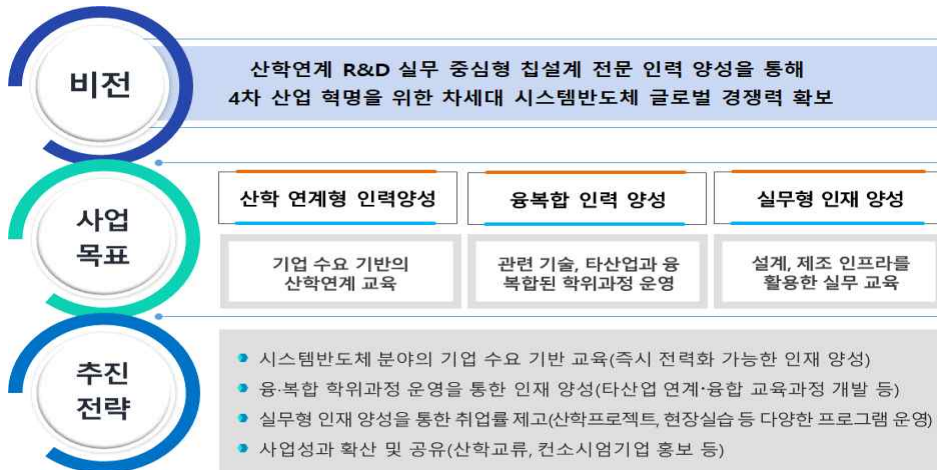
다. 인재양성 사업

1) 차세대 시스템반도체 설계 전문 인력양성 사업(석사 양성, 학위형)

〈표 5-14〉 설계 전문 인력양성 사업 개요

	내 용
사업개요	기업 수요 기반 프로젝트 중심 석사급 시스템반도체 설계 전문 인력양성 및 산·학·관 협력을 통한 시스템반도체 특화 전문 인력양성 모델 구축(집제작 지원 및 설계 Tool 지원, 채용 연계 등)
사업구분	산업혁신인재성장지원사업
주관부처	산업통상자원부
사업기간	2021년 3월 ~ 2026년 2월(5년)
총사업비	120억 원

[그림 5-26] 설계 전문 인력양성 사업 비전



자료: 한국반도체산업협회(KSIA)

가) 사업평가

국내 시스템반도체 인력 양성 기반 취약 등으로 선진국에 비해 전문 인력이 부

족하며, 특히 중소·중견기업은 우수 인력 확보가 어려운 상황에서 본 사업은 시스템 반도체 고급인력 부족 현상의 완화에 기여할 것으로 평가된다.

나) 국가가 지원해야 하는 이유

미래 IT 제품의 차별화 및 지능화 구현의 핵심요소로 시스템반도체가 부각되고 있으나, 현재 국내 기술력은 미약한 상황이며, 설계 전문 인력 또한 매우 부족하므로 적극적인 관련 정책 추진이 필요하다.

다) 문제점 및 해결방안

시스템반도체의 수요가 다양해짐에 따라 시스템반도체의 개발을 위한 다수의 전문 설계인력이 필요하지만, 배출된 고급 인력들은 대기업(삼성전자 및 SK하이닉스와 같은 메모리반도체 회사) 입사를 선호한다. 이를 해결하기 위해서는 석사 인력을 많이 배출하여 중소·중견 펌리스 기업으로 유입되도록 유도해야 할 것이다.

2) 차세대 전력반도체 소자제조 전문인력 양성사업

〈표 5-15〉 소자제조 전문인력 양성사업 개요

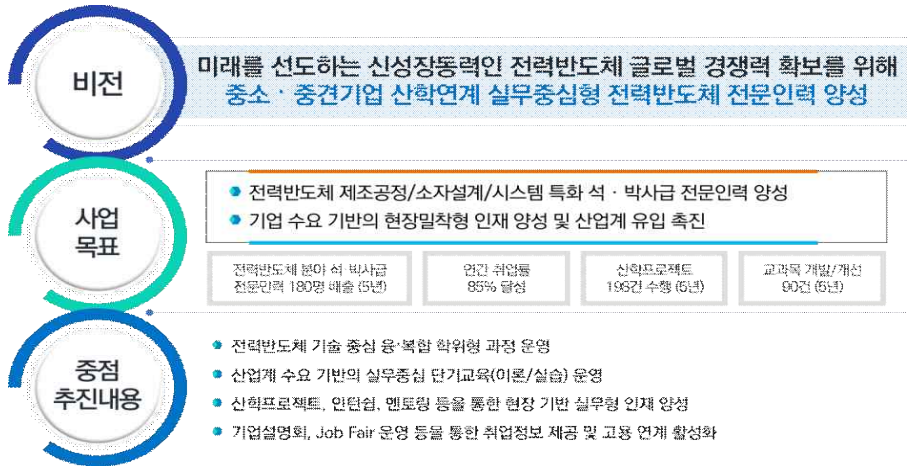
	내 용
사업개요	내 전력반도체 산업 경쟁력 강화를 위한 중소·중견기업 연계 전력 반도체 제조공정/소자설계/시스템 분야 석·박사급 전문 인력 양성
사업구분	산업혁신인재성장지원사업
주관부처	산업통상자원부
사업기간	2020년 3월 ~ 2025년 2월(60개월)
총사업비	120억 원

가) 사업평가

4차 산업혁명 시대가 도래함에 따라 높은 전력 수요 대비 시스템의 경량화와 소형화가 요구되기 때문에 고효율 전력용 반도체의 중요성은 지속적으로 증대될 것으로 예상된다. 따라서 이 분야의 설계를 담당할 전문 인력 양성 역시 시급하다.⁷²⁾

72) 전력반도체 인버터 시장: '17년 517억 달러 → '23년 707억 달러(Yole, 2018)

[그림 5-27] 소재제조 전문인력 양성사업 비전



자료: 한국반도체산업협회(KSIA)

나) 국가가 지원해야 하는 이유

차량용 반도체 수요 급증 등에 따라 전력용 반도체의 수요가 지속적으로 증가하고 있으나, 국내 반도체 인력은 메모리반도체 중심의 대기업 선호 현상 등으로 국내 관련 전문 인력이 매우 부족한 형편이어서 정부의 인력 양성 지원이 필요하다.

다) 문제점 및 해결방안

국내 전력용 반도체 산업 글로벌 경쟁력 확보 및 지속적인 성장세 유지를 위해서는 중소·중견기업 고용연계 실무중심형 인력 양성 및 교육훈련 비용 지원 등이 절실하다.

2. 진행 예정 사업

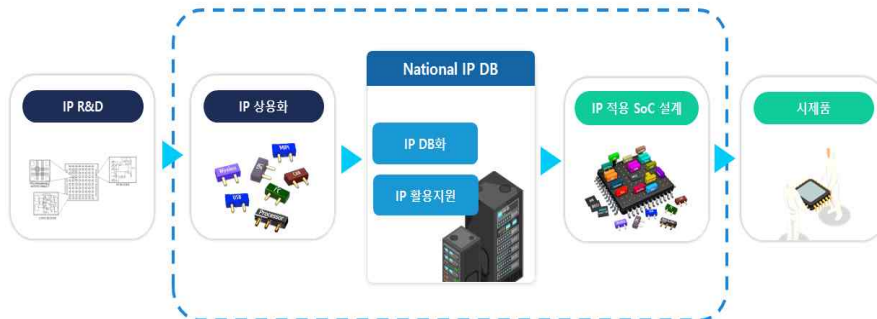
가. 인프라 지원 사업

- 1) (가칭)반도체 IP Bank 플랫폼 구축('22년부터 추진)

〈표 5-16〉 반도체 IP Bank 플랫폼 구축 개요

	내 용
사업개요	반도체IP의 연구개발, 상용화 및 시제품제작, 활성화(DB) 등 반도체IP에 특화되고 일원화된 지원을 통해 IP 산업의 선순환 생태계를 구축
주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 랩리스IP 활용지원: 랩리스 기업의 SoC 제품개발에 요구되는 반도체IP 활용 비용을 지원, 기업의 진입장벽을 완화, 설계 경쟁력 확보 • 국산IP 상용화지원: 국내 설계기업이 보유한 우수 반도체IP의 상용화를 위한 재설계·검증을 통해 국산 반도체IP의 질적 경쟁력 확보 • IP Bank DB 시스템: 국내외 상용 IP를 DB화하고 공유하는 『개방형 설계자산 DB 플랫폼』 구축·운영

[그림 5-28] IP Bank 플랫폼의 주요 내용



자료: 한국반도체산업협회(KSIA)

가) 사업평가

국내 랩리스의 제품 설계에 필수적으로 요구되는 반도체IP의 활용지원을 통하여 국내 설계기업의 경쟁력을 강화하고, 더불어 국내 반도체IP의 육성 관점에서 국산 반도체IP의 상용화를 지원, 장기적으로 반도체IP 산업의 발전에 일조할 것으로 기대된다.

나) 국가가 지원해야 하는 이유

국내 시스템반도체 분야는 원천특허, 특히 수익성이 높고 거래의 중심에 있는 Star IP가 전무하기 때문에 이러한 핵심 IP의 개발을 위해서는 랩리스 및 IP 기업의 전략적 육성, 우수 설계인력 확보, 자금조달 지원 등 정부 차원의 장기적이고 종합적인 대책 마련이 필요하다.

다) 문제점 및 해결방안

IP 경쟁력이 극히 낮은 실정이므로 반도체IP의 연구개발, 상용화 및 시제품제작, 활성화(DB) 등에 대한 특화되고 일원화된 지원을 통해 IP 산업의 선순환 생태계 구축이 필요하다. 특히 이 부분은 단기적으로 성과를 거두기가 매우 힘들기 때문에 장기적인 시각을 가지고 참을성 있게 접근하는 것이 중요하다.

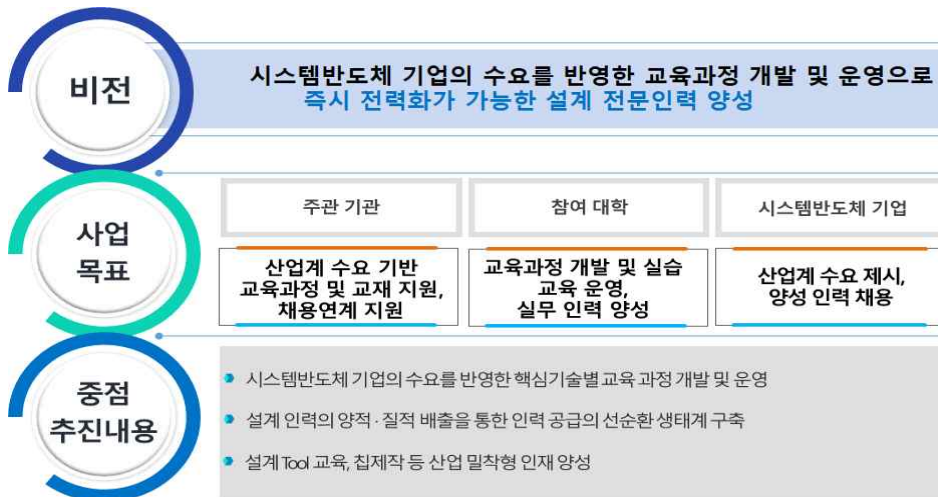
나. 인재양성 사업

1) 시스템반도체 설계 전공트랙 사업(학사 양성, 학위형)

〈표 5-17〉 설계 전공트랙 인재양성 사업 개요

	내 용
사업개요	반도체 관련 전공 학부생 대상 설계 특화 교육을 통한 산업밀착형 전문 인력 양성을 목표로, 시스템반도체 기업의 수요를 반영한 핵심기술별 교육 과정을 개발하고, 학부 학위 과정 운영을 통해 실무형 설계 인력을 양성
사업구분	혁신성장Big3 「시스템반도체 핵심인력 양성방안」
주관부처	관계부처(교육부, 산업부 등) 협의 진행 중
사업기간	2022년 내 추진 목표
사업예산	미정

[그림 5-29] 설계 전공트랙 인재양성 사업 비전



자료: 한국반도체산업협회(KSIA)

가) 사업평가

최근 IT 제품은 자동차, 바이오 등 이업종간 융복합이 빠르게 진행됨에 따라 글로벌 경쟁력을 갖춘 설계 기술 및 융합 지식을 가진 창의적인 인력을 필요로 하며, 이와 관련한 시스템반도체 인력 수요는 지속적으로 증가하고 있다. 설계인력의 양적·질적 배출은 종합 반도체 강국으로의 도약을 위한 밑거름이며, 인력 수요의 증가로 대학 내 인력 공급이 계획대로 증가하게 되면 선순환 생태계 형성이 가능해질 것이다 (설계 교육 이수 학부생들의 취업 및 석사 진학 등).⁷³⁾

나) 국가가 지원해야 하는 이유

시스템반도체 분야는 전체 반도체 시장의 60% 이상을 차지하며 메모리반도체 대비 4배 규모의 거대 시장을 형성하고 있으나, 국내 시스템반도체 세계시장점유율은 약 3%로 매우 취약한 상태이다. 시스템반도체 설계 전문 인력의 양성은 종합반도체 강국으로의 도약을 위한 필수 요소이다.

다) 문제점 및 해결방안

국내 시스템반도체 인력 양성의 취약한 기반 등으로 경쟁국에 비해 학사급 전문 인력이 부족하며, 특히 중소·중견기업은 학사급 우수 인력 확보가 더욱 어려워 정부 주도의 설계 인력 양성 정책이 반드시 필요하다.

2) 시스템반도체 특화 실무인력양성 사업(비학위 중·장기 교육)

〈표 5-18〉 특화 실무인력양성 사업 개요

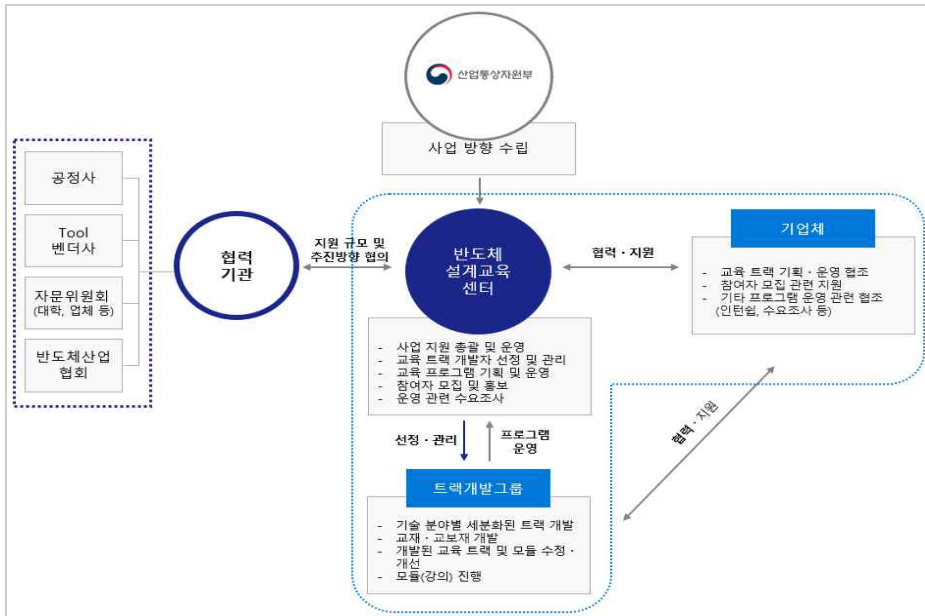
	내 용
사업개요	기업이 요구하는 실무형 설계 인력을 양성하기 위해 재직자 및 전공, 비전공의 학부 졸업생(예정자 포함)을 대상으로 시스템반도체 기업의 수요를 반영한 중·장기 교육 프로그램을 개발 및 운영
사업기간	2022년 ~ 2028년(7년)
사업예산	300억 원(연평균 42.8억원)

가) 사업평가

시스템반도체 설계 전문 인력 수요의 증가, 국내 반도체 인력 양성 기반 취약 등으로 인한 인력 부족 문제를 해결하기 위한 대안으로서의 역할을 수행할 예정이다.

73) 시스템반도체 고용 전망: '19년 32,662명 → '23년 60,000명 필요(산업부, 2019)

[그림 5-30] 반도체설계교육센터를 중심으로 한 교육 프로그램 운영의 전체상



자료: 한국반도체산업협회(KSIA)

나) 국가가 지원해야 하는 이유

반도체 설계 분야는 전문 집단이 기획한 특화된 전문 교육이 필요하며, 해당 교육을 수행할 수 있는 전문 교육기관과 고가의 설계 Tool 지원 등을 포함하는 인프라 지원이 필요하다. 아울러, 중장기 교육 운영을 통한 산학 연계형 인력 양성 생태계를 조성하기 위해서는 국가적 차원에서 사업을 추진하는 것이 효율적일 것이다.

다) 문제점 및 해결방안

중소·중견 기업은 채용 후 실무에 즉시 투입될 수 있는 직무역량을 갖춘 인력이 부족할 뿐 아니라 재교육의 여력을 갖추지 못하고 있으며, 대학에서 제공하는 교육 내용은 취업 후 산업 현장에서의 직무와 연결성이 낮아서 전문 인력에 대한 수요와 공급의 간극을 좁히기 위한 교육 지원이 요구된다.

제5절 재정운용 방향

이상에서 시스템반도체의 시장동향, 국내외 산업 현황과 정부 정책 동향, 우리나라의 미래 전략, 현재 진행 중이거나 계획 중인 주요 재정사업의 내용 등에 관해 살펴보았다. 이 절에서는 이러한 환경 및 경쟁력 분석을 토대로 재정투입의 우선순위를 간략히 짚어보고, 제시한 우선순위에 입각하여 현재 진행 중인 재정사업을 개략적으로 평가한 후, 향후 바람직한 재정운용의 방향을 전략과제의 형식으로 몇 가지 제시하고자 한다.

3절에서 요약하여 설명한 우리나라의 미래 전략을 분석해보면, 논리적으로 잘 구성되어 있을 뿐만 아니라 필요한 전략들이 거의 빠짐없이 잘 정리되어 있다고 여겨진다. 그래서 여기서 제시하는 재정운용의 방향(전략과제)도 큰 틀에서는 정부가 제시한 시스템반도체 육성 전략의 내용과 유사할 수 있다. 다만, 각 과제의 중요도에 관한 인식의 차이가 일부 있을 수 있고, 정부가 수립한 전략에서 자칫 간과될 수 있는 부분이 있어서 이 점에 대해 보완책을 제시하고자 한다.

1. 재정투입의 우선순위

앞에서도 지적했듯이 우리나라 시스템반도체 산업의 경쟁력은 전반적으로 극히 낮다고 평가할 수 있다. 이런 상황에 비춰볼 때 특별히 어떤 분야에 대한 재정 투입이 더 중요하다고 말하기는 힘들다. 즉, 어떤 분야에 대한 지원이든지 중요하다고 말할 수 있다는 말이다. 그럼에도 불구하고 우선순위와 관련해서 어느 정도의 입장 정리는 필요할 것이다. 정책유형별, 생산유형별, 수요 제품별, 기업규모별 우선순위를 간단히 살펴보자.

첫째, 정책유형별로 보면, 인력 양성, R&D 지원, 사업화 촉진, 금융 지원, 세제 지원, 기타 지원정책 등으로 순위를 매겨 본다. 재정투입의 주요한 대상이 되는 기업들의 경우 사람도 없고 기술도 없고 사업 경험도 없고 돈도 없는 경우가 많을 것이다. 그러므로 정책유형별로 딱히 어떤 것이 더 중요하다고 하기는 힘들 수도 있다. 지원 받는 기업이 처한 상황에 따라 중요도가 달라질 것이다.

그러나 장기적 안목으로 보면 한 가지 사실은 분명해진다. 이 중 인력 양성이 가장 중요하다는 점이다. 시스템반도체 생산의 가치사슬에서 정부의 주 지원 대상이라

고 할 수 있는 팹리스는 설계자의 능력과 전문성이 무엇보다 중요하기 때문이다. 지난 20여 년간 팹리스 기업들이 시장점유율 면에서 제자리걸음을 하고 있는 이유는 바로 설계를 잘할 수 있는 인재가 부족하다는 것이다. 이 문제는 돈으로 해결하지 못하는 것으로서, 장기적 계획 하에 꾸준히 진행되어야만 한다. 인력 양성 이외의 유형들은 평가자에 따라 우선순위를 다르게 판단할 수도 있을 것이다.

둘째, 가치사슬에 따른 생산유형별 우선순위를 생각해볼 수 있다. 팹리스, 디자인 하우스, 파운드리, IP Provider, 패키징, 테스트 등으로 순위를 매겨 본다. 이는 각 생산유형 또는 기업유형별로 상대적 경쟁력을 감안하여 판단한 것이다. 다만, IP의 경우 경쟁력은 극히 낮지만, 당장 글로벌하게 IP를 판매할만한 실력을 갖추기가 불가능하다고 판단되어 후순위에 두었다.

나머지 유형 중 팹리스를 재정투입의 최우선 분야로 보아야 할 것이다. 지금은 경쟁력이 낮지만 정책적 지원을 잘 할 경우, 투입 금액 대비 지원 효과가 가장 크게 나타날 분야이기 때문이다. 세계적으로 규모가 큰 팹리스들은 대기업의 사업부에서 독립한 경우가 대부분이다. 정부의 지원을 받아 성공한 팹리스들이 등장하더라도 이들이 짧은 시간에 세계적 기업으로 성장하는 데는 한계가 있을 것이다. 따라서 훌륭한 설계 능력을 갖춘 팹리스가 삼성전자와 같은 글로벌 대기업의 생산기술과 결합하여 일정한 시너지효과만 창출할 수 있어도 정책 목표는 충분히 달성되었다고 보면 된다. 현재 삼성전자는 시스템반도체 설계 분야에서 AP 정도만 내세울만하다. 만약 우수한 팹리스들이 다양한 제품 설계를 삼성전자 등에 제공하게 된다면 서로 윈-윈(Win-Win)하는 관계가 될 수 있다. 단기 또는 중기적으로 팹리스는 ‘모내기관’ 역할만 해도 충분하다는 얘기다. 여기서도 마찬가지로 팹리스 이외의 유형의 경우 우선순위가 그리 중요하지는 않을 것이다.

셋째, 수요 제품별로 보면, 자동차, 바이오·의료기기, IoT가전, 에너지 분야(전력 등), 첨단로봇·기계 등으로 순위를 매겨 본다. 이는 디지털 전환(Digital Transformation) 시대에 등장하게 될 각 산업별 신제품 및 신서비스와 관련한 시스템반도체 수요 예측에 기초한 분석이다.

먼저 자동차의 경우 전기자동차 및 수소전기차 보급의 확대, ADAS의 보편화 등에 따라 반도체 수요가 증가하고 있다. 또한 향후 자율주행차가 상용화되면 반도체 수요가 폭발적으로 늘어날 수 있는 분야이다. 자율주행차는 디지털 전환의 핵심 기술을 모두 사용하는 상품이라고 할 수 있다. 이른바 ‘A-ICBM’(AI, IoT, Cloud Computing, Big Data Analysis, Mobile Technology) 기술이 모두 필요하다. IoT 기술에 의해 자율주행에 필요한 수많은 정보가 생성되고, 이 정보를 5G 이상의 모바일 기술을 사용하여 실시간으로 수집하며, 수집된 정보를 클라우드 컴퓨팅을 통해 메인 서버에 전송하고, 메인 서버의 AI가 빅데이터 분석을 하여 만든 운전 방법을 다시 전송

받아 주행하게 된다. 이처럼 다양한 기술들을 구현하려면 당연히 여러 종류의 반도체가 소요될 수밖에 없다. 이외에도 자율자동차에서 쓰게 될 기술들은 무수히 많이 상상해볼 수 있다. 예컨대, 무선 충전이 가능한 도로가 건설될 경우 자율주행차가 주행 중 도로에서 자동으로 충전을 받게 될 것이고, 이러한 시스템을 구성하는 데 적합한 반도체가 필요할 것이다.

자동차 이외의 수요 산업들 역시, 주로 디지털 전환의 진전에 따른 시스템반도체 수요 증가가 예상되는 분야이다. 이들에 대한 구체적 설명은 생략한다.

넷째, 기업의 규모에 따라서도 우선순위를 생각해볼 수 있다. 규모에 따른 우선순위는 길게 설명할 것도 없이 중소·벤처기업, 중견기업, 대기업 순이 되어야 할 것이다. 앞에서 설명한 대로 재정투입의 최우선순위는 팹리스가 되어야 할 것이고, 이러한 맥락에서도 중소·벤처기업에 대한 우선 지원은 타당하다.

이상에서 몇 가지 구분에 의해 재정투입의 우선순위를 살펴보았는데, 이를 종합해보면 ‘팹리스 위주의 지원’이 이루어져야 한다는 것이다. 팹리스에 우수 인력이 모일 수 있는 여건을 마련해주고, 이들이 파운드리 업체 및 수요 기업들과 긴밀히 협력할 수 있는 생태계를 조성해주는 일이 정부가 할 일이다.

2. 현재 진행 중인 재정사업 평가

앞에서 제시한 재정투입의 우선순위에 입각해서, 시스템반도체 산업 육성을 위해 현재 진행되고 있는 재정사업을 평가해보자. 주요한 사업들에 대한 분석과 평가는 이미 4절에서 비교적 상세히 다루었으므로, 여기서는 재정사업 전체에 대한 개략적인 평가를 하고, 정책유형별 사업군에 대한 연구진의 의견을 표의 형태로 제시하기로 한다. 기획재정부에서 취합한 각 담당 부처별 사업 목록 및 데이터를 사용하여 분석하였다.

2021년도 시스템반도체 관련 재정사업 규모는 총 2,454억 원이다. 정책유형별로 나누어보면, 기술개발에 1,885억 원, 사업화 지원에 186억 원, 인력양성 및 인프라 지원에 383억 원이 배정되어 있다. 본 보고서에서 강조한 팹리스 기업들에게 필요한 인력양성과 효율적인 생태계 조성이라는 목표를 달성하기 위해서는 ‘인력양성 및 인프라 지원’이 무엇보다 중요할 것인데, 이에 대한 재정 투입의 규모가 상대적으로 미흡하다고 판단된다. 총 예산의 15% 남짓밖에 되지 않는다. 팹리스 대상 인력양성을 위해 보다 많은 정책적 지원이 필요하다는 점과, 생태계 조성을 위해 정부 주도의 파운드리 설립(전략과제 부분 참조)이 필요할 수도 있다는 상황을 가정하면 이 정책유형의 재정 규모가 지금보다 획기적으로 커져야 할 것이다.

<표 5-20>에 정책유형별 사업군에 대한 평가의견을 간략히 정리하였다. 개별 사업에 대한 구체적인 전략 제시는 아니며, 사업을 시행할 때, 그리고 향후 동 유형의 정책을 입안할 때 유의해야 할 점을 방향성 제시 차원에서 정리한 것이다.

<표 5-19> 시스템반도체 부문 주요 재정사업 현황 총괄표(단위 : 억 원)

구 분	‘20년	‘21년
시스템반도체	1,483	2,454
기술개발	1,221	1,885
사업화 지원	78	186
인력양성 및 인프라 지원	184	383

자료: 기획재정부, 2021

<표 5-20> 시스템반도체 정책유형별 주요 재정사업 내용 및 평가의견

정책유형	부처	사업명 및 사업내용	평가의견
기술개발	과기부	<ul style="list-style-type: none"> • 신개념PIM반도체선도기술개발(R&D) - 미래 반도체 시장의 차세대 핵심기술인 프로세서와 메모리를 통합한 신개념 PIM 반도체 초기 기술 주도권 확보를 위해 선도기술개발 지원 	시기적으로 적절하고 내용적으로 중요한 사업이나 상용화의 불확실성이 존재
		<ul style="list-style-type: none"> • 차세대지능형반도체기술개발(R&D) - (신소자 원천기술개발) 기존 반도체 한계를 넘어서는 초저전력, 고성능 신소자 개발 - (신소자 집적검증 기술개발) 웨이퍼레벨의 집적을 통한 신소자 성능검증 기술개발 - (신개념소자 기초기술) 창의적·도전적 아이디어 기반 혁신적 소자 기초기술 개발 	연구개발 방향에 대하여 산학연이 공동으로 검토 필요
		<ul style="list-style-type: none"> • 차세대지능형반도체기술개발사업(설계) 	
기술개발	중기부	<ul style="list-style-type: none"> • 중소기업기술혁신개발사업 - 중소기업 혁신성장을 위해 차세대 주력산업인 핵심 신사업 시스템반도체 분야 집중 지원 	창업기업 지원에 집중 필요
		<ul style="list-style-type: none"> • 창업성장기술개발 - 7년 이하, 매출액 20억원 미만 창업기업을 대상으로 시스템반도체 분야의 핵심 기술에 대해 전략적 지원 	
		<ul style="list-style-type: none"> • 상용화기술개발사업 - BIG3(시스템반도체) 분야 수요처 기반 (기업간 협력) 기술개발 지원 	

정책유형	부처	사업명 및 사업내용	평가의견
	산업부	<ul style="list-style-type: none"> 차세대지능형반도체기술개발(R&D) 	현안 이슈인 반도체부족현상을 해결할 수 있도록 유도 필요
		<ul style="list-style-type: none"> 시스템반도체핵심IP개발(R&D) 	핵심IP의 국가 자산화에 대한 검토 필요
		<ul style="list-style-type: none"> 전자부품산업기술개발사업 - 차세대반도체기술개발(31개과제, 87억원) - 차세대시스템반도체설계·소자·공정(30개과제, 30억원) - 신산업창출 파워반도체상용화(8개과제, 76억원) - 글로벌수요연계 시스템반도체(9개과제, 48억원) - 시장선도형 차세대 센서(20개과제, 79억원) 	시장진출에 대한 지원 강화 필요
사업화 지원	과기부	<ul style="list-style-type: none"> 인공지능반도체혁신기업집중육성(R&D) - 인공지능 반도체 혁신기업 육성을 위해 인공지능 반도체 유망기업(팹리스, IP기업 등)의 연구개발 및 기술 사업화에 대한 맞춤형 집중 지원 인공지능반도체응용기술개발(R&D) - 경쟁력 있는 인공지능 반도체 R&D 결과물(IP, 특허)의 기술이전, 사업화·인력지원 등을 통한 인공지능 반도체 응용기술 개발 지원 	상용화에 대한 검토를 지속적으로 수행하는 것이 중요
	산업부	<ul style="list-style-type: none"> 시스템반도체 설계지원센터 	
인력양성	과기부	<ul style="list-style-type: none"> 과학기술혁신인재양성(R&D)(시스템반도체융합전문인력육성) (시스템반도체융합전문인력양성센터) 국내 석·박사 대상 시스템반도체 융합교육과정을 개발·지원하는 “시스템반도체 융합전문인력 양성센터” 설치·운영 	지원의 규모 확대 필요
	산업부	<ul style="list-style-type: none"> 반도체소재부품장비 기술전문인력양성 차세대전력반도체소자제조전문인력양성 차세대시스템 반도체설계전문인력양성 	
인프라 지원	과기부	<ul style="list-style-type: none"> AI 반도체 실증 지원 - 국산 인공지능 반도체 활용·확산을 위해 인공지능 반도체 서버 구축 및 응용서비스 적용 등 인공지능 반도체 기술 실증 지원 	실증 및 생산플랫폼은 매우 시급한 사안이므로 신속한 지원이 중요
	산업부	<ul style="list-style-type: none"> 파워반도체 생산플랫폼 구축 반도체인프라 구축지원 	

자료: 기획재정부(2021)의 시스템반도체 관련 재정사업 리스트를 기반으로 작성

3. 바람직한 재정운용을 위한 주요 전략과제

가. 우수 설계인력의 팹리스 유입을 위한 시스템 정립

앞에서도 강조한 바와 같이 우리나라의 시스템반도체 경쟁력을 제고하기 위해서 가장 중요한 것은 우수 설계인력의 양성 및 팹리스 취업 유도이다. 산업 특성상 팹리스의 성공은 사람에게 달려있다고 해도 과언이 아니다. 따라서 수요를 충족시키기에 충분한 고급 인력을 양성하고 이들이 중소·벤처 팹리스 기업에 기꺼이 취업을 원하도록 시스템을 정립하여야 하겠다.

사정이 이러함에도 불구하고 국내 팹리스 분야의 인력 부족 현상은 지속되고 있다. 한국반도체산업협회가 작성한 「2020 반도체산업 인력 실태조사」에 따르면 2020년 9월말 기준으로 시스템반도체 분야 현원은 35,995명이며, 부족 인원은 315명이다. 이중 중소 팹리스 기업의 부족 인력은 총 181명인데, 특히 연구개발 부문의 부족 인력이 162명으로 거의 대부분을 차지하고 있다. 이러한 수치는 현재 시스템반도체 사업을 영위하고 있는 기업들을 대상으로 조사한 결과이기 때문에 향후 한국의 시스템반도체 산업의 발전을 위해 필요한 신규기업들까지 감안한다면 인력 부족 현상의 심각성은 더욱 크다고 할 수 있다.

〈표 5-21〉 2020년 시스템반도체 산업 현원 및 부족 인력 현황(단위 : 명)

구분		전체		사무관리		연구개발		기술(능)직		기타	
		현원	부족 인원	현원	부족 인원	현원	부족 인원	현원	부족 인원	현원	부족 인원
시스템반도체	대기업	21,693	135	1,373	1	10,780	113	7,140	21	2,400	-
	중소 팹리스	14,302	181	3,419	8	5,932	162	4,906	11	45	-
전체		35,995	316	4,792	9	16,712	275	12,046	32	2,445	-

주: 2020. 9.30. 기준

자료: 한국반도체산업협회, 「2020 반도체산업 인력 실태조사」, 2020

정부는 그간 다양한 인력 양성 정책들을 수립·추진하여 왔다. 이러한 노력은 어느 정도 성과를 거둔 것도 사실이지만, 일부 아쉬운 부분도 있는 것 같다. 우선, 전략 수립 시 인력 양성을 최우선 과제로 부각시키는 것이 좋을 것이다. 과거 관련 정책들을 보면, 인력 양성 부분은 항상 전략과제의 뒷부분에 위치해 있다. 이렇게 하면 투입하는 금액의 대소와 상관없이, 그 과제는 상대적으로 중요하지 않은 과제처럼 인식될

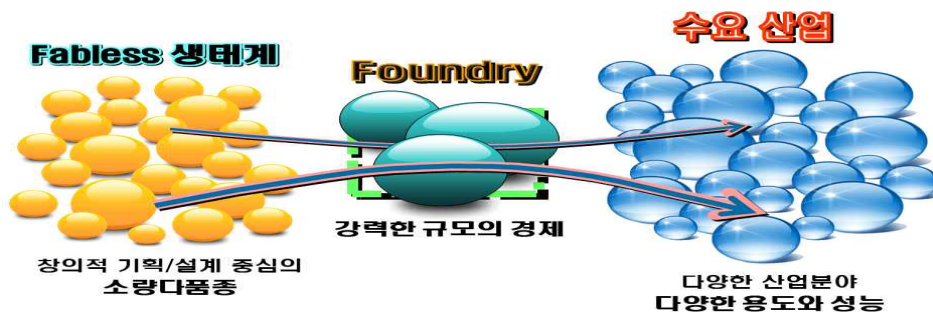
수 있다. 다음으로, 정책 내용이 정책 목표와 잘 부합하도록 설계되어야 한다. 예를 하나 들어보자. 최근 발표된 정부 전략을 보면 국내 주요 대학에 ‘반도체 특화 계약학과’를 신설하는 부분이 포함되어 있다. 그런데 신설에 필요한 예산을 주로 대기업이 지불하는 구조이다. 그렇지 않아도 반도체 관련 학과의 졸업생이면 누구나 대기업에 취업하기를 원하는데, 대기업이 지원하는 계약학과를 설치하는 것은 중소·중견 팹리스들에게 도움을 주기는 힘들 것으로 보인다.

이런 관점에서 볼 때, 인력 양성과 관련한 정부의 전략은 좀 더 과감하고 효율적이어야 한다. 이를 위해서 인력 양성에 대한 지원 규모를 확대할 필요가 있다. 앞서 예로 든 ‘계약학과’의 경우 팹리스 컨소시엄을 구성해서 지원하는 방안을 고려할 수 있으며, 이들의 부담을 덜어주기 위해 정부가 직·간접적 경로를 통해 컨소시엄 형성에 기여할 수 있는 방안을 찾아볼 수도 있을 것이다. 이밖에도 지원 금액이 커지면 팹리스의 인력 채용 시 인센티브 제공, 팹리스 기업 취업자들에 대한 인센티브 제공 등 다양한 방안이 추가로 개발될 수 있다.

나. 정부 주도의 파운드리 설립

국내 팹리스들은 그럴듯한 제품을 개발해도 생산을 위탁하기 힘든 일이 종종 발생한다. 시스템반도체는 산업의 속성상 창의적 기획과 설계를 바탕으로 한 소량다품종 개발의 특성을 갖고 있지만, 생산을 담당하는 파운드리의 경우 규모의 경제가 작용하는 대량생산 시스템을 가지고 있다. 이런 이유 때문에 파운드리는 상대적으로 대량으로 주문하는 외국기업을 선호하게 되고 국내 팹리스 기업들의 주문은 후순위로 밀리게 되는 것이다. 예컨대 8인치 기반의 파운드리 사업을 영위하는 DB하이텍은 월 11만장의 웨이퍼를 처리할 수 있는 상당한 생산능력을 보유하고 있으나, 외국기업들의 주문을 우선적으로 처리하고 있어서 국내 팹리스들을 위한 생산을 제대로 하지 못하고 있는 실정이다.

[그림 5-31] 시스템반도체 산업의 가치사슬별 속성



이런 문제점을 해결하기 위해서는 국내 팹리스들의 소량의 주문도 적시에 원활히 생산해줄 수 있는 파운드리 설립이 필요하다. 중앙 정부 또는 지방자치단체의 예산으로 설립하면 가장 이상적이겠으나, 국가 간의 불공정 경쟁 이슈가 걸림돌이 될 경우, 우회적인 투자 방법들을 찾아보아야 할 것이다. 또한, 이러한 유형의 파운드리가 설립되면 생산시설(Fab) 운영 경험이 많은 기존 대기업에게 위탁하는 방법도 있다. 국내 기업의 위탁만 100% 받아서는 적자가 불가피하다면, 국내기업 위탁생산 의무 비율 같은 것을 정할 수도 있다.

정부 주도의 파운드리를 설립할 경우 국내 팹리스 수요가 상대적으로 많은 IoT 및 자동차용 반도체 등을 주 타겟으로 삼는 것이 좋을 것이며, 팹리스들이 요구하는 신뢰성(Reliability) 기술을 확보하고 저렴한 가격으로 빠른 서비스가 가능하도록 설계되어야 한다. 이를 통해 국내 팹리스-파운드리 간의 효율적인 협력 생태계를 조성하여야 한다.

한편, 전문가 자문을 통해 월 3만 장의 웨이퍼 처리 능력을 기준으로 개략적인 공사 비용을 산정해 보았다. 8인치 웨이퍼 가공의 경우, Clean Room 건설 비용으로 약 9,600억 원, 주변 기반 시설(건물, 용역동, GCS, 자동화, 안전 등) 구축 비용으로 약 3,020억 원의 비용이 발생하여 총 1조 2,620억 원 정도가 소요된다. 12인치 웨이퍼 가공의 경우, Clean Room 건설 비용 약 3조 6,000억 원, 주변 기반 시설 구축 비용 약 1조 2,800억 원 등, 총 4조 8,800억 원 정도가 소요된다.

다. 수요 기업과의 협업체계 구축 강화

자동차, 바이오 등 반도체 수요 산업과 상시 협력체계를 구축하고, 공동 기술개발, 표준대응 등 협업을 강화하여야 한다. 이 과정에서 발굴된 유망한 수요 기술이 있다면 정부가 적극적으로 개발 비용을 지원하는 것이 바람직할 것이다. 이러한 협업체계 구축은 우선적으로 앞부분에서 설명했던 5대 수요 산업을 중심으로 전개되어야 할 것이다. 이 중 가장 큰 시장이 될 자동차산업과의 협업체계 구축을 예시적으로 설명하기로 한다.

차량용 반도체 시장은 2015년 300억 달러에서 2025년 433억 달러로, 연평균 10% 정도 성장이 전망되나, 전장부품에 소비되는 90%를 해외에서 수입하고 있는 실정이다. 이처럼 취약한 국내 산업의 경쟁력을 제고하고 국내 팹리스들의 납품 비율을 높이기 위해서는 양 산업 간의 협업체계를 만들어 다양한 공동 활동을 펼쳐야 한다. 성과를 낼 수 있는 유력한 공동 활동에는 유망아이템 발굴, 공동 R&D 추진(센서 IC 등), 국제표준(자율주행차 등) 공동 대응, 해외 진출 협력, 차량용 반도체 표준(ISO 26262, AEC-Q100 등) 국내 확산 노력 등이 있다.

[그림 5-32] 반도체-자동차 협력체계 (예시)



자료: 한국반도체산업협회(KSIA)

한편, 공동 R&D 활동이 원활히 추진되기 위해서는 팹리스를 비롯한 설계 관련 기업들의 R&D 역량의 제고가 선행되어야 한다. 이를 위한 지원 정책들이 몇 가지 시행되고 있는데, 향후에도 이들 지원 사업은 꾸준히 지속될 필요가 있으며, 추가적인 지원 정책도 계속 개발되어야 할 것이다. 예를 들면, 현재 국내 설계기업의 R&D 역량 강화를 위해 한국반도체산업협회 내에 ‘시스템반도체 설계지원센터’가 설립되어 운영 중이다.

[그림 5-33] 시스템반도체 활성화 지원플랫폼(예시)



자료: 한국반도체산업협회(KSIA)

라. 파워반도체(전력용 반도체) 클러스터 조성

파워반도체(Power Semiconductor)는 전력을 변환, 처리, 제어하는 기능을 가진 시스템반도체이다. 때문에 전력이 사용되는 많은 산업에서 수요가 발생하는 반도체이며, 최근에는 디지털 전환의 가속화에 의해 수요가 늘어나고 있다. 그중에서도 특히 자동차가 큰 수요처 중 하나로 등장하고 있다. 이처럼 파워반도체 시장은 고성장이 예상되지만, 국내 시장의 대부분을 외국 기업들이 장악하고 있는 실정이다.

이런 이유에서 파워반도체는 다양한 시스템반도체 중에서 집중 육성을 할 가치가 있는 분야이며, 클러스터를 조성하여 지원하는 것이 효율적일 수 있다. 클러스터에는 다수의 관련 기업들이 입주해야 할 것이고, 연구개발과 관련된 인프라가 조성되어야 하겠다. 예컨대 연구개발 지원센터를 구축하여 전기차의 핵심부품인 SiC 파워반도체 상용화를 지원할 수 있다. 또한, 클러스터 입주 기업 대상으로 신뢰성 평가, 패키징 등을 지원하기 위해 상용화센터를 설립하는 것도 좋은 대안이다.

마. 창업 및 M&A 활성화 기반 구축

우수 인력을 양성하여 팹리스 기업에서 일하게 만드는 일도 중요하지만, 반도체 산업 내에서 오랜 시간 경험을 쌓은 고급 인력들을 효과적으로 활용하는 것 또한 중요하다.

첫째, 대기업 퇴직 인력, 팹리스 기업 근무경험을 통해 일정한 노하우를 보유한 인력 등의 고급 기술인력들이 창업을 원할 경우 정부가 적극 지원할 필요가 있다. 우선, 민관 합동으로 창업 자금, 사무 공간, 설계 툴 등을 지원하는 방법을 생각할 수 있다. 또한, 창업 기업에 대학 인력을 매칭해 주는 것도 좋은 방법이다. 이를 통해 신규 일자리를 창출하고 해당 창업 기업의 자생력을 제고하는 효과를 기대할 수 있다.

둘째, 창업 기업 간의 M&A 활성화를 유도하여 상대적으로 유망한 기업이 성장할 수 있는 토양을 만들어 주어야 할 것이다.

이러한 지원 정책들이 효과적으로 운용될 경우 여러 가지 순기능을 발휘할 것으로 보인다. 퇴직 인력의 해외유출을 감소시킬 수 있고, 특정인에 내재되어 있는 기술이 사장되는 것을 방지할 수 있을 것이다. 또한, 새로운 기업들이 생겨남으로써 일자리 창출도 기대할 수 있으며, 중소·벤처기업 생태계의 활성화에도 일정 부분 이바지할 수 있을 것이다.

제6절 맺음말

시스템반도체를 육성해야 하는 이유는 너무나 분명하다. 첫째, 시장 성장이 가파르다. 디지털 전환의 영향으로 다양한 분야에서 새로운 수요가 창출되고 있기 때문이다. 둘째, 절대적 시장규모가 크다. 일부 대기업들이 장악하고 있는 메모리반도체와 마이크로컴포넌트를 제외하더라도 나머지 시장이 여전히 매력적일 만큼 규모가 크다. 셋째, 메모리반도체와의 시너지효과를 기대할 수 있다. 한국의 반도체 생산기술은 이미 세계 최고 수준이며, 우수한 시스템반도체 설계가 가능해지기만 하면 둘 사이의 결합을 통해 ‘종합 반도체 강국’의 비전을 달성할 수 있을 것이다. 넷째, 타 산업에 대한 기술적 영향력이 크다. 디지털 기술의 진전은 모든 산업에 적용되고 있다. 즉, 기존 생산 방식의 상당 부분이 이른바 가상물리시스템(Cyber Physical System: CPS)으로 전환되고 있다. 때문에 대부분의 생산 과정에서 반도체, 특히 시스템반도체에 대한 의존도가 높아질 수밖에 없다. 이러한 영향력은 때로 국가 간의 정치적·외교적 무기로 작용할 가능성마저 있다.

이처럼 유망한 분야임에도 불구하고 한국의 시스템반도체 기업들의 경쟁력은 그리 높지 않은 것이 현실이다. 경영 전략 수립의 방법론 중 하나인 GE Matrix에 매핑해보면, 산업매력도는 높으나 기업 역량은 낮은 영역에 속해 있다. 이 경우 취할 수 있는 전략은 둘 중 하나이다. 의지와 투자비용이 부족하다고 판단되면 포기하는 것이고, 의지도 있고 투자비용도 조달할 수 있다면 과감한 투자를 통해 사업을 육성할 수 있다. 우리 시스템반도체 기업들, 그중에서도 특히 팹리스 기업들의 상황을 보면, 의지는 있다고 하더라도 독자적으로 커나갈 수 있는 투자 여건은 갖추지 못하였다. 여기서 정부 재정투입의 이유를 찾을 수 있다.

과거의 경험을 되짚어보면, 우리는 시스템반도체 산업을 육성하는 일이 매우 지난하다는 것을 알고 있다. 시스템반도체의 중요성은 이미 오래 전부터 인식되었던 것이고 다수의 지원 정책도 시행된 바 있다. 하지만 아직도 갈 길이 먼 것이 사실이다. 필자는 약 17년 전에 한 연구보고서(「한국의 산업경쟁력 종합연구(II)」)에서 이와 관련된 주장을 한 바 있다. 그 내용 중 일부를 여기에 인용해본다.

“한국 반도체산업이 안고 있는 과제는 두 가지로 요약된다. 첫째 메모리에 대한 과도한 의존도를 낮추는 일이다. ... (중략) ... 따라서 메모리 시장에서의 경쟁력을 발판으로 비메모리 분야에서도 영역을 넓혀가야 할 것이다. 그러나 이 경우 무모하게 MPU 등에 뛰어드는 것은 경계해야 할 것이며, 시스템LSI, 퓨전메모리(메모리와 로직

의 융합제품) 등 우리가 잘할 수 있는 분야를 선별해서 집중 공략하는 전략이 필요하다. 둘째 …(후략)…”

거의 20년의 세월이 흘렀음에도 불구하고 용어 몇 개만 최근 용어로 바꾸면 그대로 주장해도 전혀 이상하게 들리지 않는다. 이는 시스템반도체의 육성이 얼마나 힘든 일인지를 반증한다. 게다가 최근 반도체 강국들의 정책적 움직임을 보면 가히 전쟁을 방불케 한다. 미국, EU, 중국 등 강대국들이 기존의 무역 질서를 무시하고 힘으로 밀어붙이는 느낌마저 든다. 이들은 경쟁적으로 자국의 반도체산업 육성을 외치고 있으며, 수십조 원에서 수백조 원에 이르는 대대적인 정부 지원을 약속하고 있는 상황이다. 이는 이 분야의 성장이 과거에도 힘들었지만 앞으로는 더 험난할 수 있다는 점을 예고한다. 따라서 정부의 지원 정책은 보다 장기적인 기획 하에 꾸준하게 진행되어야 하며, 차별화된 투자 전략을 통해 정책의 효율성 제고에도 힘써야 할 것이다.

참고문헌

- 과학기술정보통신부·산업통상자원부, 「차세대지능형반도체기술개발사업」, 2020.
- 관계부처 합동 보도자료, 「시스템반도체 비전과 전략」, 2019. 4.30.
- 관계부처 합동 보도자료, 「시스템반도체 핵심인력 양성방안」, 2021. 1.21.
- 관계부처 합동 보도자료, 「종합 반도체 강국 실현을 위한 K-반도체 전략」, 2021. 5.13.
- 미키타니 료이치·미키타니 히로시, 『경쟁력』, 사회평론, 2016.
- 산업통상자원부, 『2019-2021 산업기술 R&BD 전략』, 2019.
- 손광준·안기현, 『반도체경쟁력측정연구』, 산업연구원, 2018.
- 정은미 외, 『제4차 산업혁명이 주력산업에 미치는 영향과 주요과제』, 산업연구원, 2017.
- 정진하 외, 『4차 산업혁명 대비 우정사업 발전전략』, 정보통신정책연구원, 2018.
- 정진하 외, 『A+기업-초일류의 현장을 간다』, 럭키금성경제연구소, 1993.
- 정진하, 「전자산업」, 서중해 편, 『한국의 산업경쟁력 종합연구(II)』, 한국개발연구원, 2004.
- 정진하, 「제1부 제4장 캄보디아 전자산업 육성 전략」, 차문중 외, 『2011 경제협력국가와의 경제발전경험 공유사업: 캄보디아, 인도네시아』, 한국개발연구원, 2012.
- 피터 디아만디스·스티븐 코틀러, 『볼드』, 비즈니스북스, 2016.
- 한국반도체산업협회, 「2020 반도체산업 인력 실태조사」, 2020.
- BCC Research, 『Sensors Markets: A Global Outlook』, 2019.
- IC Insights, 『The McCLEAN REPORT』, 2020.
- OMDIA, 『Semiconductor App Forecast AMFT IS』, 2020.
- OMDIA, 『Semiconductor App Forecast AMFT IS』, 2021.
- OMDIA, 『Semiconductor Competitive Landscape CLT Intelligence Service』, 2020.
- OMDIA, 『Semiconductor Competitive Landscape CLT Intelligence Service』, 2021.