

Vol. 14, No. 4
2020. 5.

KIER

기술정책 Focus

한국에너지기술연구원 기후기술전략실에서 한국에너지기술연구원의
주요사업(CO-2431)을 재원으로 수행하였습니다.

본 보고서는 일본 후지경제(株式会社富士経済)에서 발표한
「2018년판 연료전지관련 기술 및 시장 전망(2018年版
燃料電池関連技術・市場の将来展)」에 수록된 내용을 발췌·분석한 내용으로
동 내용 인용 시 출처를 밝혀야 합니다.

편집자주

목차

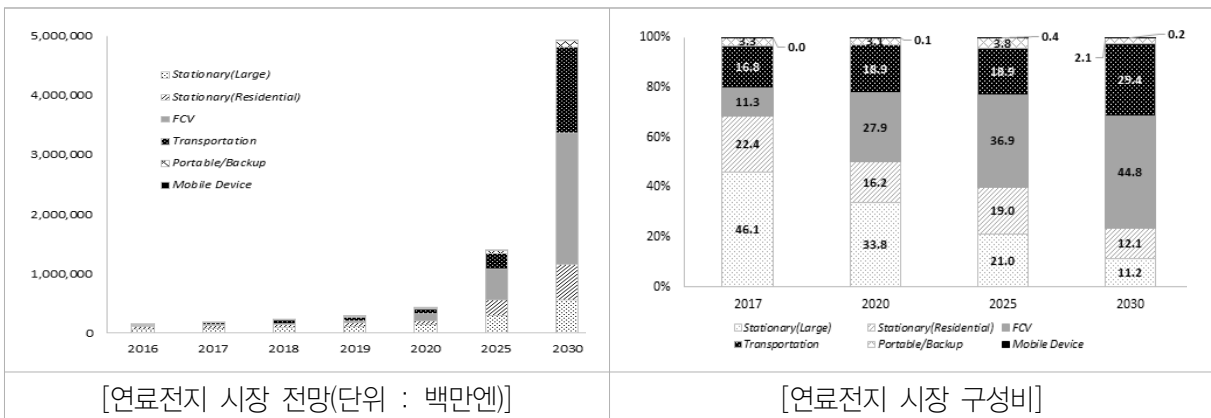
C/O/N/T/E/N/T/S

1. 연료전지 시장 개요	3
가. 연료전지 시스템 시장 전망	3
2. 연료전지 분야별 시장 전망	5
가. 산업·업무용 연료전지/Stationary(Large)	5
나. 가정용 연료전지/Stationary(Residential)	12
다. 연료전지 승용차/FCV	16
라. 구동용 연료전지/Transportation	23
마. 휴대용 및 백업용 연료전지/Portable·Backup	31
바. 모바일 기기/Mobile Device	34
참고문헌	43
KIER 기술정책 FOCUS 발간 현황	44

1 연료전지 시장 개요

가. 연료전지 시스템 시장 전망

- 2017년 연료전지 시스템 시장은 1,757억엔으로 전년 대비 약 20%이상 증가하였고, 산업·업무용과 가정용이 약 70%(1,205억엔)를 차지
 - 산업·업무용 연료전지는 미국과 한국의 정책적인 지원 확대로 보급이 증가
 - 2018년 이후 북미(지게차)와 중국(버스, 트럭) 중심으로 수송 분야의 빠른 성장이 예상되며, 현대자동차(NEXO) 등 자동차 회사 주도로 차세대 모델 개발 및 양산 체제를 구축하여 2025년부터 보급이 급격히 증가할 전망
 - 상용차의 경우 지게차에 이어 버스과 트럭의 시장 진입을 위한 움직임이 본격화되고 있으며, 중국에서 수소전기버스 개발이 활발히 진행 중



- 2025년 이후 연료전지 시장은 본격적인 보급기에 진입할 것으로 보이며, 2030년 연료전지 시장 규모는 4조 9,275억엔으로 확대될 것으로 예상
 - 각 국가에서는 2025년 또는 2030년 연료전지 보급 목표를 달성하기 위한 기술개발을 지원하고 있으며, 에너지원 다양화 및 저탄소 사회 실현을 위하여 연료전지 보급이 확대되는 상황
 - 연료전지 시장이 확대됨에 따라 시스템 비용이 낮아지고 있어, 보조금에 의존하지 않는 산업 자립화 실현을 기대

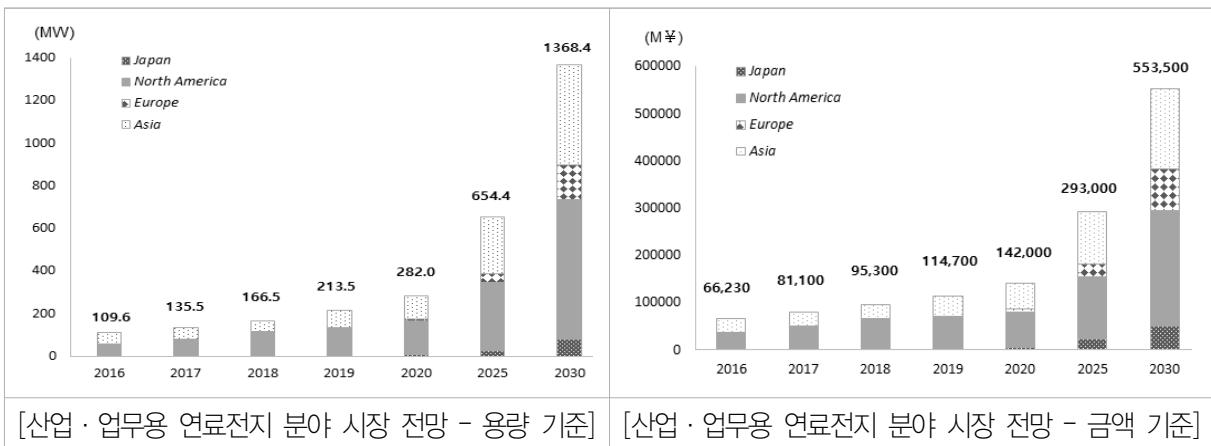
〈표 1-1〉 연료전지 활용분야별 시장 전망

구분	Actual		Estimate	Forecast			
	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030
가격(M₩)	140,984	175,745	218,443	272,910	419,845	1,397,865	4,927,475
Stationary(Large)	66,230	81,100	95,300	114,700	142,000	293,000	553,500
Stationary(Residential)	40,090	39,400	43,400	51,800	68,150	266,000	598,500
FCV	15,370	19,800	24,100	36,800	117,200	516,200	2,208,400
Transportation	14,576	29,558	48,294	59,640	79,320	263,865	1,451,075
Portable/Backup	4,698	5,880	7,325	9,895	12,865	52,600	105,000
Mobile Device	20	7	24	75	310	6,200	11,000
대수(Unit)	59,721	65,601	78,108	105,049	179,432	1,342,842	3,497,871
Stationary(Large)	286	406	551	714	939	3,210	9,250
Stationary(Residential)	47,800	50,400	57,200	73,300	103,200	430,000	1,080,000
FCV	2,740	3,520	4,200	6,800	23,000	118,000	662,000
Transportation	4,394	6,775	9,257	11,375	14,463	58,092	255,751
Portable/Backup	3,601	4,000	4,500	5,360	6,830	28,540	80,870
Mobile Device	900	500	2,400	7,500	31,000	705,000	1,410,000
용량(kW)	505,505	659,755	799,880	1,169,140	3,088,040	14,683,204	90,114,445
Stationary(Large)	109,600	135,500	166,500	213,500	282,000	654,400	1,368,400
Stationary(Residential)	33,810	35,640	40,550	52,000	73,200	343,000	891,000
FCV	308,070	391,700	452,300	722,300	2,488,500	11,823,000	69,525,000
Transportation	45,231	92,100	134,714	173,099	232,525	1,798,300	18,187,700
Portable/Backup	4,788	4,812	5,794	8,166	11,505	56,744	124,015
Mobile Device	6	3	22	75	310	7,760	18,330

2 연료전지 분야별 시장 전망

가. 산업 · 업무용 연료전지/Stationary(Large)

1) 시장 동향



- 2017년 산업 · 업무용 연료전지 시장은 용량기준 135.5 MW, 금액기준 811억으로 전년 대비 20% 이상 증가하였으며, 미국과 한국의 적극적인 보급정책에 힘입어 성장
 - 미국은 연방정부가 실시하는 투자세액공제(ITC, Investment Tax Credit)와 여러 주정부가 실시하는 신재생에너지 공급의무화제도(RPS, Renewable Portfolio Standard)를 통해 연료전지 보급을 지원
 - 2018년 2월 ITC의 재개로 전년도 수주량 설치 재개와 기업의 분산전원 수요 증가에 따라 시장이 확대될 것으로 전망

▶ ITC(Investment Tax Credit)는 연료전지 등 신재생에너지 설비에 투자한 금액의 일정비율을 세금에서 면제하는 제도로, 2016년 말 종료되었으나 2018년 2월 지급을 재개
 - 연료전지는 발전효율 30% 및 발전용량 0.5 kW인 시스템을 대상으로 총 투자비의 30%를 세금으로 공제하거나 kW당 \$1,500의 투자비 지원
 ※ 공제율¹⁾ : ('16) 30% → ('17) 30% → ('18) 30% → ('19) 30% → ('20) 26% → ('21) 22% → ('22) 10%

1) <https://www.dsireusa.org>

- 한국은 신재생에너지 공급의무화 제도(RPS)의 도입으로 연료전지 보급에 기여
 - 2017년 FuelCell Energy는 한국남부발전에 20 MW 규모의 연료전지 설비를 공급, 2018년 Bloom Energy는 한국남동발전에 8.35 MW 규모의 설비를 공급하는 등 발전사 중심으로 보급 확대

▶ RPS(Renewable Portfolio Standard)는 500 MW의 발전사업자(공급의무자)에게 총 발전량의 일정비율 이상을 신재생에너지로 공급하도록 의무화한 제도

- 공급의무비율 : ('17) 4.0% → ('18) 5.0% → ('19) 6.0% → ('20) 7.0% → ('21) 8.0% → ('22) 9.0%
- ※ 공급의무자 : 한국수력원자력, 한국남동발전, 한국중부발전, 한국서부발전, 한국지역난방공사 등 21개 발전사

- 현재까지 연료로 천연가스를 사용하고 있으나, 연료의 다양화를 위해 바이오가스와 수소를 사용하는 실증 프로젝트를 추진
 - 미국 캘리포니아주에서는 분산전원 시스템 확대를 위하여 자가발전 인센티브 프로그램(SGIP, Self-Generation Incentive Program)을 발표하고, 2017년부터 2019년까지 총 5억달러 이상 예산을 투입
 - SGIP 프로그램은 연료전지도 대상으로 하며, 보조금을 받기 위해선 바이오가스를 일정비율 ('18년 25%, '19년 50%, '20년 100%)로 사용하게 되어있어 향후 미국에 보급되는 연료전지는 연료로 바이오가스를 사용할 것으로 예상
 - 한국은 석유화학단지에서 생산되는 부생수소를 연료로 사용하는 프로젝트 진행 중

〈표 2-1〉 산업·업무용 연료전지 분야 주요국 동향

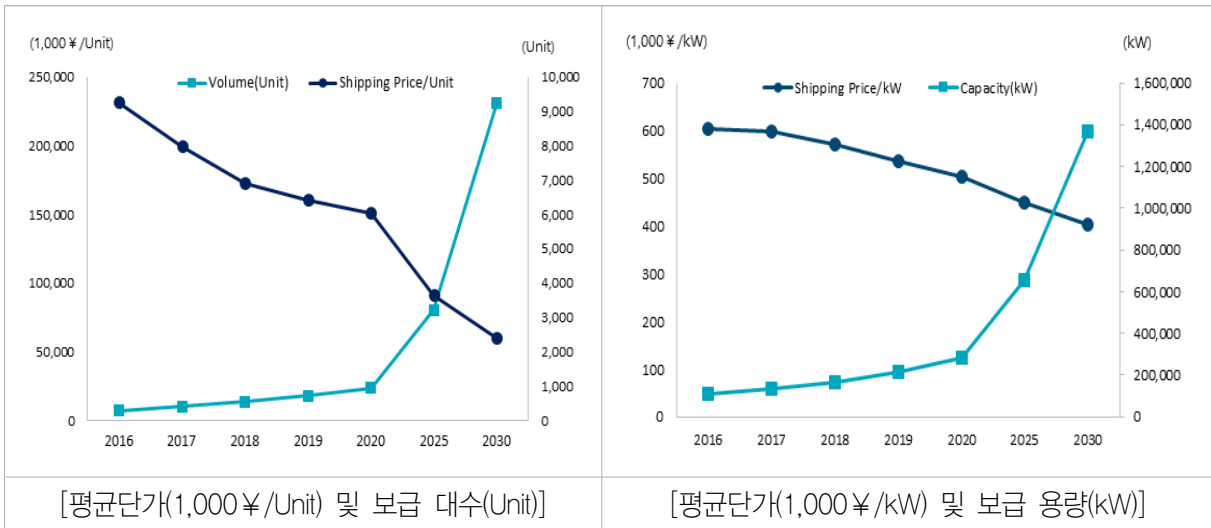
국가	내용
아시아	<ul style="list-style-type: none"> • 한국은 대규모 발전사업자 중심의 대형 프로젝트를 통해 연료전지를 공급 <ul style="list-style-type: none"> - 2018년 기준 산업·업무용 연료전지는 300 MW 이상 보급되었으며, 향후 5년간 500 MW 추가 보급 - 두산은 수소를 연료로 활용하는 50 MW 규모의 연료전지 발전소 준공을 위해 2018~2020년까지 연료전지 설비를 공급 - 한국남동발전은 Bloom Energy의 SOFC 시스템을 적용한 8.35 MW급 연료전지 발전소가동
	<ul style="list-style-type: none"> • 일본에는 후지전기(PAFC)와 Bloom Energy(SOFC)의 제품이 주로 보급되었으며, 2017년 일본 기업에서 SOFC 개발·판매 시작 <ul style="list-style-type: none"> - 2017년부터 가정용 연료전지를 보조대상으로 하는 연료전지의 이용확대를 위한 ENE-FARM 등 보급 지원 사업비 보조금에 산업·업무용 연료전지도 보조금 지원 대상에 포함

국가	내용
북미	<ul style="list-style-type: none"> 연방정부의 ITC제도와 주정부에서 실시하는 인센티브로 미국 내 연료전지 보급이 확대 Bloom Energy와 FuelCell Energy 중심으로 사업을 확대하고 있고, 발전사업자와 민간기업에서 수요가 증가하고 있으며, ITC 중단에 따라 신규 수요가 감소되었으나 2018년 재개되면서 수요가 증가 <ul style="list-style-type: none"> Bloom Energy는 2016년 Southern Company의 계열사인 PowerSecure와 50 MW 규모의 연료전지 공급을 위한 파트너십을 체결하였으며, 데이터센터 Equinix와 37 MW급 연료전지 공급 계약 체결 FuelCell Energy는 Long Island Power Authority(LIPA)의 39,8 MW 프로젝트를 수주
유럽	<ul style="list-style-type: none"> 유럽에서의 산업·업무용 연료전지 보급은 미국과 한국에 비해 늦으며, 정부도 보급보다는 기술개발에 중점을 두고 있지만 일부 실증프로젝트는 진행 중 <ul style="list-style-type: none"> 2017년 이탈리아에서 바이오가스를 연료로 사용하는 SOFC 시스템 실증 DEMO SOFC 프로젝트 시작 핀란드는 정부의 탈탄소화 프로젝트 LEMENE의 일환으로 연료전지 보급 FuelCell Energy는 독일 Taufkirchen에 연간 20 MW의 연료전지 설비를 공급하고 있으며, 유럽 시장 진출을 위해 E.ON Connecting Energies와 협력하여 CHP 시스템을 개발하자고 제안 유럽에서는 Ceres Power, SOLIDpower, Sunfire 등 셀, 스택, 시스템 제조업체들이 마이크로 CHP 시스템과 SOFC 개발을 실시하고 있으며, 산업·업무용으로 확장할 계획

2) 시장확대를 위한 분석

① 단가 전망

- 연료전지 시스템 종류와 용량 및 제조회사의 생산규모에 따라 시스템 가격의 차이가 발생
 - Bloom Energy, FuelCell Energy, 두산의 연료전지 시스템 가격은 40~60만엔/kW이지만, 규모의 경제를 달성하지 못한 신규 기업들의 시스템 가격은 수백만엔/kW
 - 발전용 연료전지는 가스터빈보다 가격이 높아 보조금과 RPS, FIT 제도 등 지원이 필요
 - 고온용 연료전지인 SOFC는 고온에서 견딜 수 있는 고내구 소재 개발이 필수적으로 MCFC와 PAFC에 비해 제조비용이 높아 가격 문제 해결을 위한 규모의 경제 달성 필요
 - 일본의 수소연료전지 로드맵에서는 SOFC 가격을 100만엔/kW를 목표로 하지만, 현재 보조금을 활용해도 100만엔/kW는 실현하기 어려운 상황으로 양산화 및 셀과 스택의 생산기술 개선, 설계 최적화에 의한 저가화 필요



② 시장 확대 계기

- 100kW 미만의 소형 발전용 연료전지는 시장이 점차 확대될 것으로 전망
 - 2017년부터 일본에서 소형 발전용 연료전지를 개발하고 있으며, 교세라(日)는 3 kW, 미우라공업(日)은 4.2 kW의 제품을 개발하여 음식점과 기업 등에 공급하였지만 높은 비용으로 인해 판매는 저조
- 북미지역은 전력계통의 불안정과 저렴한 천연가스 가격을 기반으로 공장, 데이터센터, 상업시설 등의 전력공급원으로 분산형 전원인 연료전지를 활용하는 사례가 증가
 - Bloom Energy는 미국을 중심으로 연료전지 설비를 공급하고 있으며, IT기업(Apple, Intel 등)과 소매회사(Walmart, IKEA 등)와 같이 RE100 프로젝트에 참여한 기업에 대부분 공급
 - 일본은 전력공급이 안정화되어 있어 분산형 전원에 대한 수요는 적었지만, 재난에 대비하기 위해 병원과 복지시설 등 공공시설과 기업에서의 분산형 전원 수요가 증가

③ 시장 확대 전망

- 산업·업무용 연료전지 시장은 각 국가의 보급정책 등에 의존하고 있으며, 미국과 한국 중심으로 성장이 지속될 전망
 - 미국은 2017년 중단된 ITC 제도를 2021년까지 연장할 것을 발표했으며, 신재생에너지 보급에 적극적인 캘리포니아주, 코네티컷주, 뉴욕주 등에 보급이 집중
 - 미국은 보급량 증가에 따라 시스템 가격이 줄어듦으로 예상되며, 기존 발전설비와 태양광과 풍력 등 신재생에너지 발전에 비해 원가 경쟁력이 낮아 보조금 의존이 지속될 것으로 전망

- 한국은 RPS 실적을 달성하기 위해 발전사 중심으로 연료전지 보급이 확대될 것으로 전망되며, 이는 신재생에너지 공급인증서(REC) 가중치에서 연료전지 발전은 2.0으로 태양광발전보다 높기 때문
 ※ 2020년 4월 기준 태양광발전은 기준에 따라 0.7~1.5의 가중치를 부여받으며, ESS 연계 시 4.0

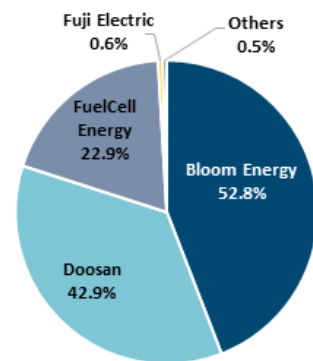
〈표 2-2〉 국내 신·재생에너지원별 가중치 현황²⁾

구분	공급인증서 가중치	대상에너지 및 기준		
		설치유형	지목유형	용량기준
태양광에너지	0.7	건축물 등 기존시설물을 이용하지 않는 경우	5개 지목 (전, 담, 과수원, 목장용지, 임야)	
	1.0		기타 23개 지목	100 kW 이상
	1.2			100 kW 미만
	1.5	건축물 등 기존 시설물을 이용하는 경우 유지의 수면에 부유하여 설치하는 경우		
기타 신·재생에너지	0.25	IGCC, 부생가스		
	0.5	폐기물, 매립지가스		
	1.0	수력, 육상풍력, 바이오에너지, RDF 전소발전, 폐기물 가스화 발전, 조력(방조제有)		
	1.5	목질계 바이오매스 전소발전, 해상풍력(연계거리 5km 이하)		
	2.0	해상풍력(연계거리 5km 초과), 조력(방조제無), 연료전지		

3) 주요 기업 동향

〈표 2-3〉 산업·업무용 분야 기업별 판매 현황

제조사	FY2017(Actual)	FY2018(Estimate)
Bloom Energy	65,000kW(48.0%)	96,000kW(57.7%)
Doosan	38,000kW(28.0%)	43,600kW(26.2%)
FuelCell Energy	31,000kW(22.9%)	24,400kW(14.7%)
Fuji Electric	800kW(0.6%)	1,600kW(1.0%)
Others	700kW(0.5%)	900kW(0.5%)
Total	135,500kW	166,500kW



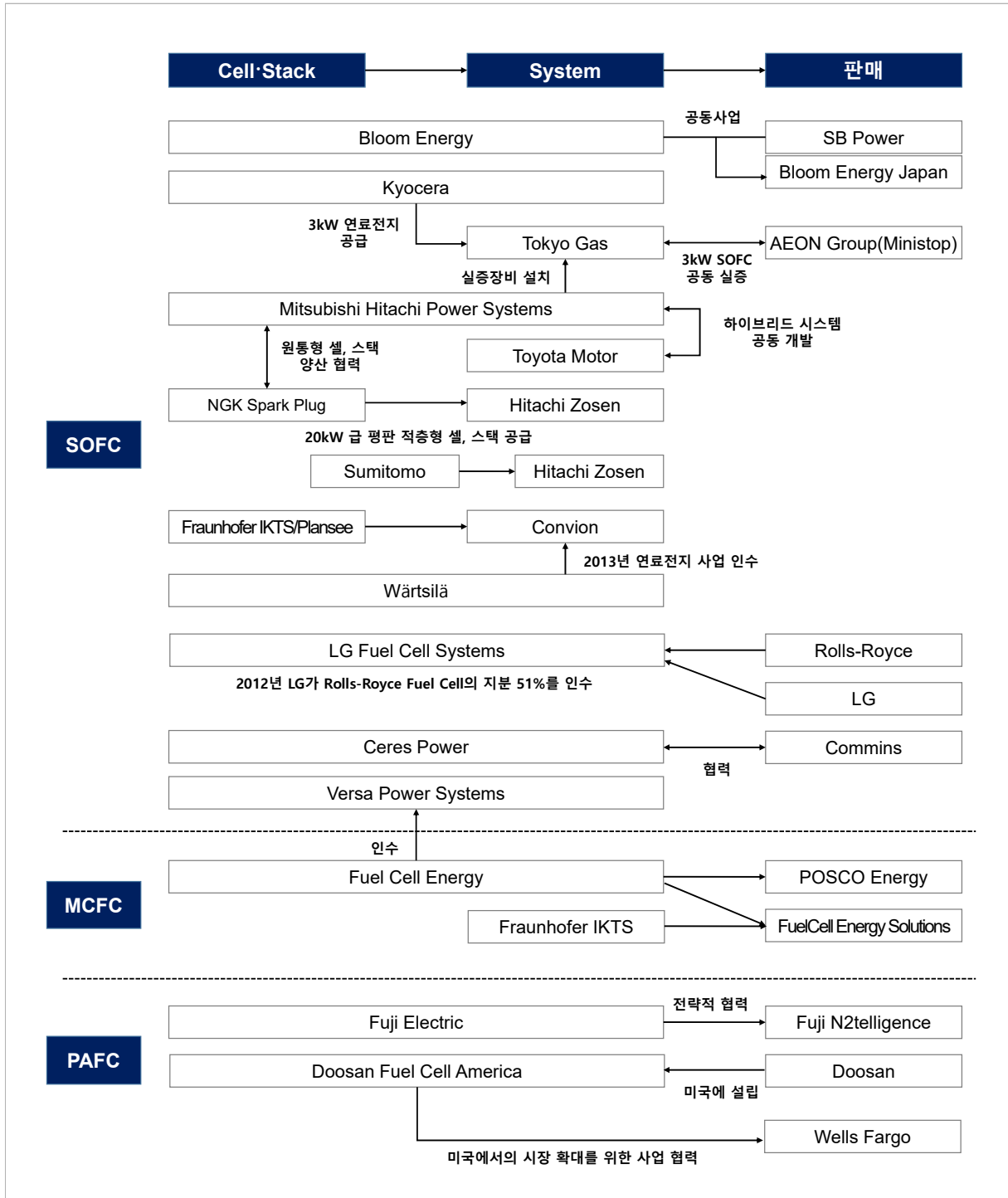
[FY2017년 기업별 판매 현황]

2) 한국에너지공단 홈페이지(<http://www.energy.or.kr>)

- 2017년 산업·업무용 연료전지 시스템 생산 및 보급은 Bloom Energy가 주도하고 있으며, 두산과 FuelCell Energy가 그 뒤를 따름
 - 2017년 ITC제도 폐지로 인해 Bloom Energy의 신규 수주는 감소했으나, 2018년 재개되면서 데이터센터와 의료시설 등에 보급되기 시작하였으며, 미국 시장 외에 일본, 한국, 인도 등 해외 시장에도 진출
 - 두산은 부산그린연료전지 발전소(30.8 MW)와 분당연료전지발전소(16.7 MW)에 설비를 공급하였고, 2017년 북미 지역으로 연료전지 사업 확대를 위해 Wells Fargo와 협약을 체결
 - FuelCell Energy는 북미를 중심으로 연료전지 제품을 판매하였고, 2017년 한국남부발전에 20 MW 규모의 연료전지 설비를 공급하면서 한국 시장에 진출하였으며, 미국과 한국에서 수요 확대를 전망

〈표 2-4〉 산업·업무용 연료전지 분야 주요 기업 동향

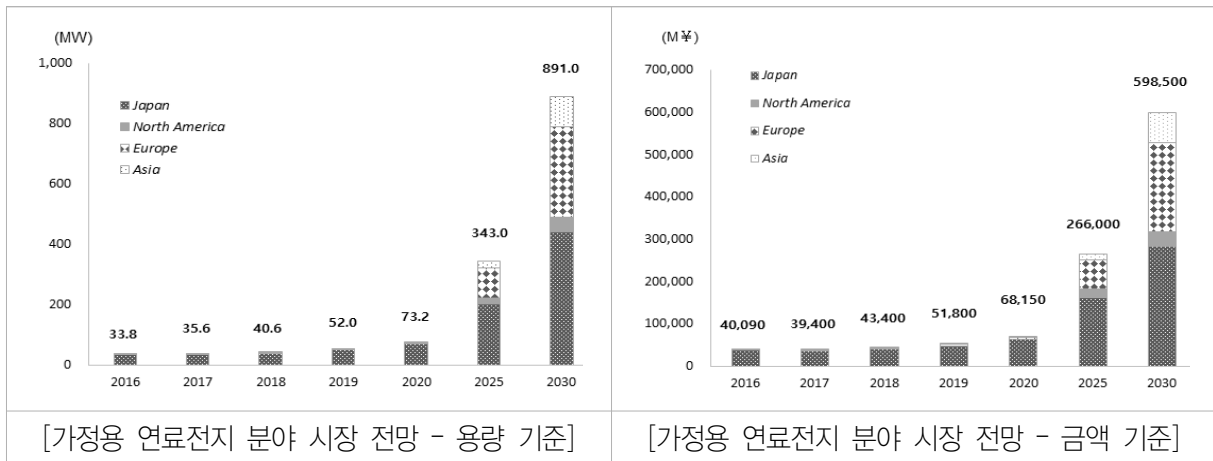
국가	기업명	내용
일본	Kyocera	<ul style="list-style-type: none"> • 2017년부터 3 kW급의 업무용 연료전지 판매를 시작 • 오사카가스, 도쿄가스 등 대형 가스회사를 통해 소규모 음식점, 복지시설, 편의점 등 전력 소모가 많은 곳을 중심으로 공급
일본	Denso	<ul style="list-style-type: none"> • 일부 자동차 부품에 사용되는 세라믹 기술을 이용하여 2010년부터 SOFC 개발 실시 • 2015년 NEDO 고체 산화물 연료전지를 이용한 업무용 시스템 실용화 기술실증 프로젝트에 도쿄가스와 공동으로 참여하여 SOFC 실증을 진행
	Hitachi Zosen	<ul style="list-style-type: none"> • 도시가스 연료용 20kW급 SOFC 조기 실용화를 목표로 내구성 및 비용 절감을 위한 시스템 개발을 실시하여 4,000시간 이상 운행하였으며, 발전효율도 평균 50% 이상 달성 • 공동주택, 사무실, 식품점 등을 대상으로 보급하고자 하며, 제품의 시장성을 위해 저가화와 공간 효율성이 높은 시스템 개발 추진
	Fuji Electric	<p>[PAFC]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 100kW급의 PAFC를 판매하고 있으며, 1998년부터 양산(제품화)을 시작하여 2017년 말까지 총 86대 공급 • 현재까지 일본, 미국, 독일, 한국 등에 공급하고 있으며, 최근에는 독일과 한국에서의 수요가 증가 • 2012년 시행된 FIT로 바이오가스를 연료로 이용하는 연료전지가 각광받아 하수처리 시설용으로 보급 <p>[SOFC]</p> <ul style="list-style-type: none"> • PAFC 시스템 개발에서 축적된 노하우를 바탕으로 SOFC를 이용한 열병합 발전시스템을 개발하고 있으며, 2017년 실증시험을 실시하여 3,000시간 이상의 안정적 가동 확인
	Miura Kyoko	<ul style="list-style-type: none"> • 2012년부터 스미토모 정밀 화학과 공동 개발하여 2017년 4.2 kW급의 SOFC 판매 시작 – 발전효율 48%, 종합효율 90%를 보이며, 음식점과 주택, 복지시설, 편의점 등을 대상으로 보급
	MHPS	<ul style="list-style-type: none"> • SOFC와 마이크로 가스터빈을 연계한 250kW급 가압 하이브리드 시스템을 개발하였으며, 일본 내 사무실, 상업시설, 공장 등에 분산형 전원으로서 공급할 예정
미국	Bloom Energy	<ul style="list-style-type: none"> • 250 kW의 SOFC 시스템 Bloom Energy Server를 미국, 일본, 한국에 판매 • 미국 정부의 ITC와 캘리포니아, 코네티컷 등의 주 정부의 인센티브 프로그램을 활용하여 11개주에 총 300 MW 이상의 설비를 공급 • 발전사업자, IT 및 통신사업자, 제조, 물류, 소매업 등 다양한 곳에 공급하며, 데이터센터에서의 수요가 높은 편
	FuelCell Energy	<ul style="list-style-type: none"> • 도요타자동차가 캘리포니아주에 2020년 가동 예정인 연료전지 발전소와 수소스테이션을 병설한 Tri-Gen 프로젝트에 MCFC 시스템을 공급
한국	Doosan	<ul style="list-style-type: none"> • 400 kW의 PAFC를 판매하여 총 140 MW 이상의 납품 실적을 보유하고, 한국 중심으로 보급되었지만 미국과 영국, 남아공 등 해외 수출을 시작



[그림 2-1] 산업·업무용 연료전지 협력 관계

나. 가정용 연료전지/Stationary(Residential)

1) 시장 동향



- 2030년 세계 가정용 연료전지 보급 대수는 약 108만대에 달할 것으로 전망되며, 이 중 일본이 63만대를 보급할 것으로 예상
 - 일본은 가정용 연료전지인 에너팜(ENE-FARM) 25만대 보급(2018년 7월 기준)하였으며, 도쿄가스와 오사카가스가 대부분(75%)을 보급

〈표 2-5〉 일본 가스회사의 가정용 연료전지 보급 현황

구분		2014년	2015년	2016년	2017년	2018년(추정)
도쿄가스	판매대수(대)	14,000	18,000	18,100	18,500	19,000
	누적(대)	43,400	61,400	79,500	98,000	10만대
오사카가스	판매대수(대)	13,800	11,300	15,700	18,200	22,000
	누적(대)	30,000	40,000	50,000	70,000	90,000

※ 각 회사 발표를 바탕으로 후지경제에서 재작성

- 일본은 에너팜 보급을 위해 정부와 지자체에서 보조금을 지급하고 있으며, 일본 정부는 시장의 자립화를 위해 보조금 중단을 고려
 - 2018년 기준 경제산업성의 가정용 연료전지 도입 보조금 지원제도를 통해 PEFC는 10만엔 미만, SOFC는 12만엔의 보조금을 지급하고 있으며, LPG용 및 한랭지용 제품은 중점지원 대상으로 선정하여 보조금(3만엔)을 추가로 지급하며, 2018년 맨션용도 추가 보조금(3만엔) 지원 대상에 포함

〈표 2-6〉 일본 가정용 연료전지 보조금 및 구매 가격

구분	PEFC			SOFC		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018
기준가격	127만엔	111만엔	96만엔	157만엔	146만엔	134만엔
보조금	15만엔	11만엔	6만엔	19만엔	16만엔	12만엔
소비자 부담금	112만엔	100만엔	90만엔	138만엔	130만엔	122만엔

- 국가 보조금과 별도로 지자체별로 자체적인 보조금 지원 제도가 있어 지자체에 따라 10만엔 이하의 보조금을 추가로 지원 받아 PEFC의 경우 75~85만엔(2018년 기준)으로 보급이 가능할 것으로 전망

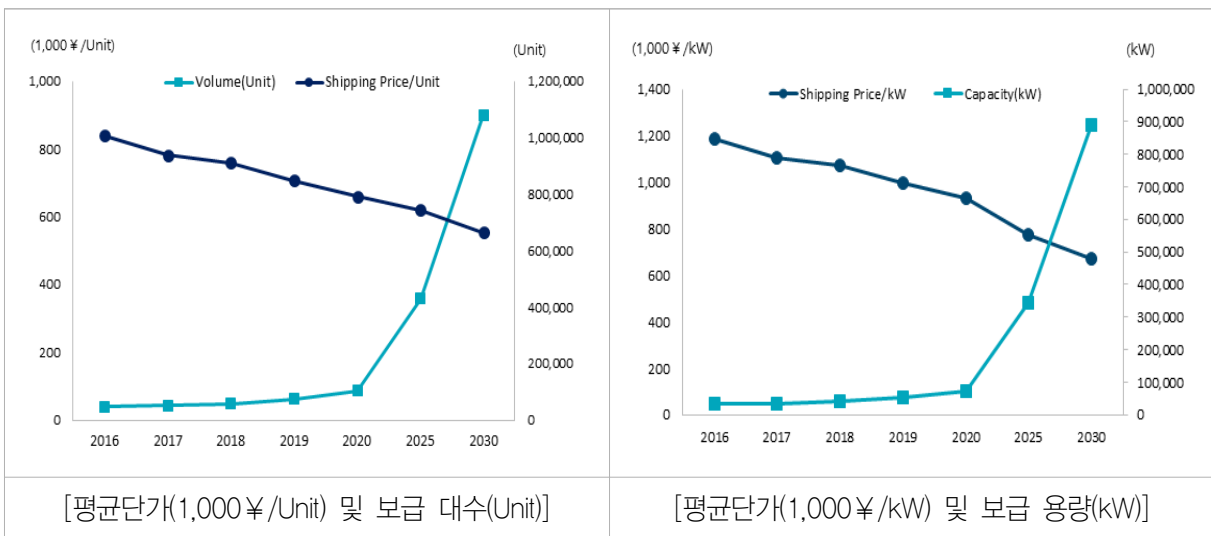
〈표 2-7〉 가정용 연료전지 분야 주요국 동향

국가	내용
미국	<ul style="list-style-type: none"> • 미국의 저렴한 에너지 가격 등으로 연료전지 보급에 의한 경제적인 이익 창출이 어려워 가정용 연료전지 시장 형성은 어렵다고 보지만 불안정한 전력인프라를 대응하기 위해 자가발전을 도입하는 사례가 증가 • ClearEdge Power社에서 가정용 연료전지를 보급하였으나 2014년 두산에서 인수 • 2018년 WATT에서 SOFC 시스템 기반의 가정용 연료전지를 보급하고 있으며, WATT는 People Gas와 협력하여 펜실베니아주 주택에 1kW의 SOFC를 공급 • 미국은 가정용 연료전지 보급을 위한 정책은 없으나 2021년부터 보일러의 에너지 효율 규제가 시작되면서 연료전지 보급이 가속화 될 것으로 기대
유럽	<ul style="list-style-type: none"> • 유럽은 초기 시장 단계로 EU 주도로 실증사업을 추진하고 있으며, 가정용 연료전지는 독일이 선도 <ul style="list-style-type: none"> - Ene field 프로젝트(2012~2017)를 통해 유럽 10개국에 총 1,064대의 가정용 연료전지가 보급되었고, 이후 새로운 실증 프로젝트인 PACE가 시작 <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <ul style="list-style-type: none"> ▶ PACE(2016.06~2021.02)프로젝트는 고내구 제품 개발, 생산 설비 도입 등을 통한 양산 체제 구축과 비용 절감을 목적으로 하며 주요국에 2,800대의 연료전지 보급을 목표 <ul style="list-style-type: none"> - (국가) 벨기에, 독일, 영국, 이탈리아, 덴마크, 네덜란드 등 - (기업) SOLIDpower, Bosch, Sunfire, Viessmann, BDR Thermea 등 </div> <ul style="list-style-type: none"> • (독일) 가정용 연료전지 보급을 위해 kW433 프로그램을 시작(2016.08)하였고, 2018년 7월까지 1,100대 보급 <ul style="list-style-type: none"> - 독일의 도시가스 네트워크, 한랭지역에 열공급, 저렴한 가스가격과 높은 전력가격으로 인해 향후 보급이 기대
아시아	<ul style="list-style-type: none"> • 아시아 지역은 한국과 일본을 중심으로 가정용연료전지 시장이 형성되었지만, 보조금 지원에 비해 연료전지 보급은 더딘 추세
	<ul style="list-style-type: none"> <ul style="list-style-type: none"> • 재생에너지 3020 정책 등 환경부하 저감을 위한 국가 정책이 추진되고 있으며, 그린홈 사업을 통해 2017년 가정용 연료전지 180대 보급

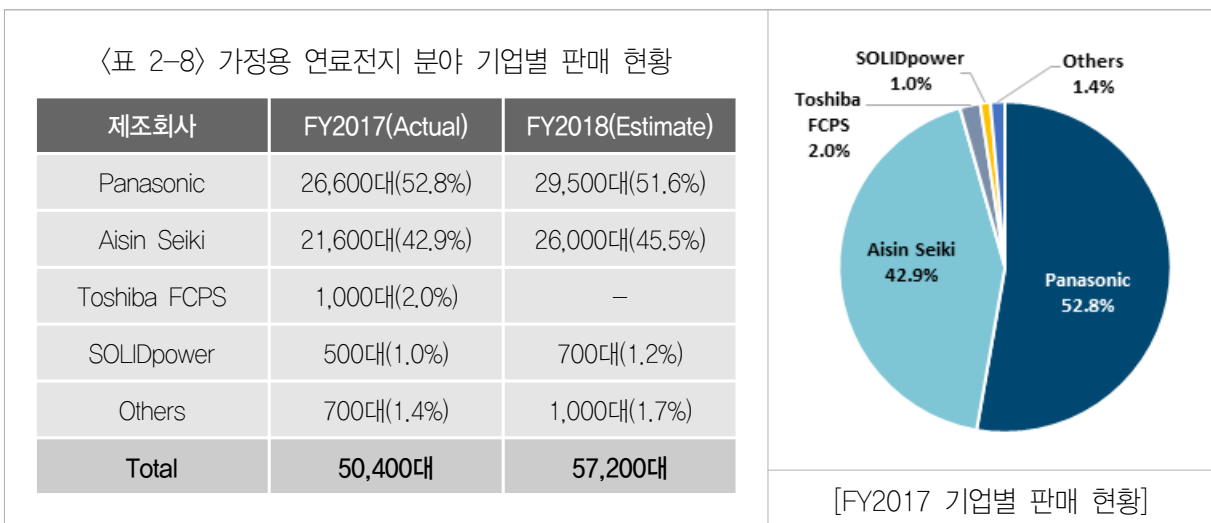
2) 시장 확대를 위한 분석

① 단가 전망

- 가정용연료전지 시스템의 평균 가격은 ENE-FARM 기준 60~90만엔/대로 생산비용의 저가화는 달성하였지만 제품 수가 많은 것이 가격 저가화 달성의 저해 요인



3) 주요 기업 동향



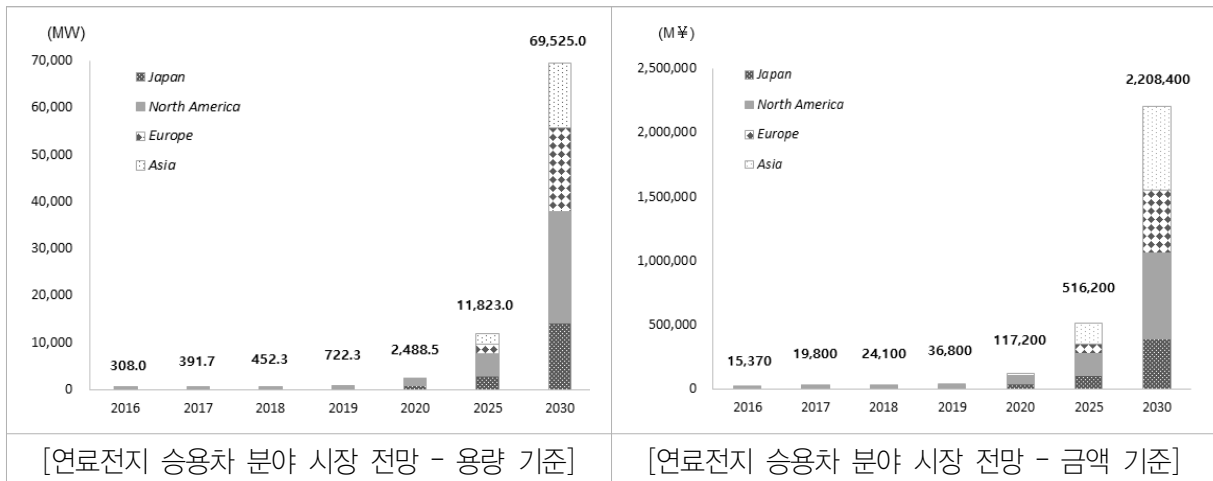
- 2017년 Panasonic(52.8%)과 Aisin Seiki(42.9%)가 전체 보급량 중 95%를 차지하였으며, 열 수요가 많은 한랭지역과 LPG용 제품 판매에 주력하여 보급이 확대될 것으로 기대
 - 일본 내 가정용 연료전지는 도시가스 및 LPG용으로 집중될 것으로 예상되며 2019년 파나소닉과 2020년 Aisin Seiki에서 차세대 모델을 공개할 예정으로 수요 확대에 기대

〈표 2-9〉 가정용 연료전지 분야 주요 기업 동향

국가	기업명	내용
일본	Panasonic	<ul style="list-style-type: none"> • 신제품 개발을 통한 가격 저감 및 고성능화를 도모하며 사업 확대를 추진 • 도요가스에서 판매가 부진함에 따라 LPG 및 한랭지 중심으로 판매에 주력할 것이며, LPG용은 수요지역 발굴에 일정 시간이 소요되지만 잠재력이 클 것으로 전망
	Aisin Seiki	<ul style="list-style-type: none"> • 오사카가스와 파트너십으로 사업 확대를 추진하며, SOFC는 PEFC에 비해 판매가격이 높다는 단점이 있지만 전력매입 대응과 IoT 기술을 적용하여 수요 확대
	Kyocera	<ul style="list-style-type: none"> • 가정용 연료전지(700 W) 및 업무용 연료전지(3 kW)의 셀과 스택을 제조 <ul style="list-style-type: none"> - 가정용 연료전지의 셀과 스택을 활용해 Aisin Seiki에서 모듈화하여 시스템화하고 있으며, 업무용 연료전지는 kyocera 자체에서 시스템화를 실시하며 다이니치 공업에서 제조
독일	Viessmann	<ul style="list-style-type: none"> • 파나소닉과 공동으로 개발한 PEFC기반 열병합 시스템을 판매하고 있으며, 독일에서 먼저 판매하였지만 유럽 전역으로 보급을 확대하기 위하여 지역 맞춤형 제품 개발 · 상품화 • 2018년 저탕조를 대형화(47L → 220L)하여 에너지 효율을 향상(80.5% → 82.5%)한 신제품 개발 중
영국	Ceres Power	<ul style="list-style-type: none"> • 금속지지체형 SOFC 개발이 주력사업으로, Bosch와 전략적 제휴를 체결(2018.08)하여 주택, 공장, 데이터센터에 보급할 수 있는 연료전지 시스템 개발 • Weichai Power, Nissan, Cummins 등과 협력하여 수송용 연료전지 시스템 개발
프랑스	Saint-Gobain	<ul style="list-style-type: none"> • SOFC 시스템을 개발하고 있으며, 스택은 두께 100 μm 미만 인터커넥터를 포함한 세라믹 소재 기반 • 13,000시간 이상의 내구성 시험을 실증하고 있으며, 출력밀도 등 성능 향상을 위한 과제 추진 • All-ceramic 기반 600 W급 SOFC 모듈을 독일 프라운호퍼(Franhofer)와 공동 개발하여 수천시간의 실증 운전을 실시하였으며, 유럽 FCH-JU와 미국 ARPA-E의 지원을 받아 2.5kW급 모듈 개발 진행

다. 연료전지 승용차/FCV

1) 시장 동향



- 2017년 세계 수소전기차 판매량은 3,520대로 전년대비 28.5% 증가하였으며, 대부분은 미국에 판매
 - 일본은 수소전기차 신규 모델을 공개하지 않았으며, 2017년 수소전기차 판매량도 전년대비 46.3% 감소
 - 캘리포니아주는 미국 내 수소전기차 수요의 80%를 차지하며, ZEV(Zero Emission Vehicle) 프로그램에 의해 친환경차(PHEV, EV, FCV)를 일정비율 의무 판매하기 때문
 - 2017년 일본의 자동차회사인 Toyota Motor와 Honda는 대부분의 수소전기차를 미국에 판매
 - Toyota는 2017년 캘리포니아주에 수소전기차 'Mirai'를 3,000대 이상 판매하였고, Honda는 2018년 첨단 운전자 보조시스템(ADAS) 기술을 적용한 'Clarity Fuel Cell'을 미국에 출시

- 세계는 수소·연료전지 시장 확대를 다양한 협력체계의 구축을 추진
 - 2017년 수소·연료전지 분야 세계적 기업들은 수소에너지 보급 및 기술개발을 위한 투자를 가속화하기 위해 Hydrogen Council(수소위원회)를 설립하였으며, 2020년 1월 기준 81개 회원사로 구성³⁾
 - 일본은 2018년 2월 자국 내 수소충전소의 전략적 구축 및 효율적 운영을 목적으로 자동차 및 인프라 관련 회사 등 11개 기업이 참여하여 일본 수소스테이션 네트워크 합동회사인 제이하임 (JHyM, Japan H2 Mobility)을 설립

3) 매일경제, 정의선 수소위원회 회원사 40% ↑... 글로벌 수소사회 조기구현 기대, 2020.01

- 일본과 한국은 수소전기차 개발에 집중하고 있으나, 유럽과 중국의 자동차 회사들은 승용차보다 중대형 차량 개발에 집중하고 있으며, 연료전지 시스템 양산 및 저가화가 진행되면 승용차 개발 속도가 가속화
 - (한국) 현대자동차는 2013년 세계 최초 수소전기차인 '투싼ix FCEV(Fuel Cell Electric Vehicle)'를 양산·판매하였으며, 2018년 수소전기차 신규 모델 '넥쏘(NEXO)' 출시
 - (중국) 2017년까지 수소전기차 개발 및 보급이 활발하지 않았으나 2030년 버스, 트럭 등 상용차를 포함하여 100만대 보급 목표를 발표함에 따라 중국 기업에서의 수소전기차 개발 확대 추세

〈표 2-10〉 연료전지 승용차 분야 주요국 동향

국가	내용
일본	<ul style="list-style-type: none"> • 2014년 도요타 MIRAI와 2016년 혼다의 Clarity Fuel Cell의 출시로 수소전기차 시장 형성 본격화 • 2015년 수소충전소 100개 구축을 목표로 하였으나, 2017년 말 100개소 구축을 달성 • 2017년 일본은 수소전기차 신규 모델을 공개하지 않았으며, ZEV규제를 대응하기 위한 미국 수요를 맞추기 위해 일본 내 판매는 전년 대비 감소 • 일본의 대표적 자동차 제조회사인 도요타와 혼다 외에는 당분간 신규 모델은 출시하지 않을 것으로 예상되며, 도요타와 혼다도 2020년경 새로운 수소전기차 모델을 공개하여, 2020년부터 시장이 확대될 것으로 전망 • 수소사회실현을 위하여 2030년까지의 구체적인 행동계획을 제시한 수소기본전략 수립('17.12) • 연료전지·수소기술개발 로드맵(NEDO, '17.12)을 통해 2040년까지 연료전지승용차 보급목표를 제시하였으며, 목표 달성을 위하여 출력 밀도 향상에 의한 소형화·고성능화 및 시스템 가격 저가화 동시 달성 추진 <ul style="list-style-type: none"> ※ 2040년 목표 : 주행거리 1,000 km, 스택 최대 출력 밀도 9.0 kW/L, 시스템 가격 : 10만엔(스택 0.2만엔/kW, 수소저장 시스템 0.1만엔/kW)
미국	<ul style="list-style-type: none"> • (캘리포니아주) 미국 내 수소전기차 수요가 가장 많은 곳으로 2018년 1월 기준 미국에서의 도요타(日)의 MIRAI 누적판매대수는 3,000대를 돌파, 2019년부터는 현대자동차는 미국에 NEXO를 판매할 예정 <ul style="list-style-type: none"> - 캘리포니아주의 강력한 환경규제와 보조금 지원 정책으로 수소전기차 수요는 확대 추세 <ul style="list-style-type: none"> * ZEV프로그램 : 친환경차(PHEV, EV, FCV)를 일정 비율 의무판매 ** 보조금 정책 : 연방정부는 8,000USD/대, 캘리포니아주 5,000USD/대 - 2018년 캘리포니아주는 친환경차(EV, FCV 등)를 2030년까지 500만대 보급을 목표로 하였으며, 2025년까지 25억USD를 투자해 EV충전시설 25만개, 수소충전소 200개소 구축할 계획 • (북동부) 2017년 도요타 자동차는 Air Liquide와 뉴욕에서 보스턴까지 동해안 지역에 12개의 수소충전소 구축하기로 발표하였고, 2023년까지 100개소 충전소 구축을 목표

국가	내용	
아시아	한국	<ul style="list-style-type: none"> 2018년 현대자동차에서 신규 수소전기차인 NEXO를 본격적으로 판매하기 시작하였으며, 정부와 지방자치단체에서는 수소전기차 보급 확대를 위해 보조금 지급을 지속 <ul style="list-style-type: none"> ※ 수소충전소 설치 목표 : ('20) 100개 → ('30) 520개 수소전기차 보급 목표 : ('22) 15,000대 → ('30) 18만대(누적 63만대)
	중국	<ul style="list-style-type: none"> 신에너지·에너지절약형 자동차 기술 로드맵을 발표('16)하였으며, 수소전기차 보급 목표를 제시 <ul style="list-style-type: none"> ※ 수소충전소 설치 목표 : ('20) 100개 → ('25) 300개 → ('30) 1,000개 수소전기차 보급 목표 : ('20) 5,000대 → ('30) 5만대 → ('30) 100만대 중국 정부는 수소전기차 보급 확대를 위해 보조금을 지급 <ul style="list-style-type: none"> ※ 보조금 : 승용차 20만위안, 중형버스·트럭 30만위안, 대형버스·트럭 50만위안 중국의 각 지방정부에서는 수소·연료전지 보급 계획을 발표 <ul style="list-style-type: none"> - 상하이시는 상하이 수소연료전지차 발전계획을 발표('17)하였으며, 2020년까지 수소충전소 10곳, 수소전기차, 버스, 트럭 3,000대 규모로 운영
유럽	<ul style="list-style-type: none"> 유럽에서는 수소전기차 시장 형성을 위한 인프라 구축 및 기술에 대한 실증이 주로 이루어지고 있으며, 수소전기차 시장 형성은 2020년부터 본격화될 것으로 전망 (독일) NIP프로젝트를 통해 독일 내 수소충전소를 구축하고 있으며, 2018년 기준 42개소 설치 및 운영하고 있으며, 수소전기차 보급 대수는 공개하지 않았지만, 2020년부터 주요 도시를 중심으로 보급이 확대될 것으로 예상 <ul style="list-style-type: none"> * NIP(Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff und Brennstoffzellen-Technologie)는 정부와 해당분야 기업체와의 민관 파트너십 프로젝트로, 수소·연료전지기술 분야의 응용기술 연구·개발을 대폭 강화⁴⁾ ※ 수소충전소 설치 목표 : ('17) 42개 → ('19) 100개 → ('23) 400개 → ('30) 1,000개 (프랑스) 수소전기차 로드맵 H2 Mobility France를 발표('13)하여 2030년까지 수소전기차 80만대, 수소충전소 600개 구축을 목표로 설정 <ul style="list-style-type: none"> ※ 수소충전소 설치 목표 : ('17) 20개 → ('19) 100개 → ('23) 355개 → ('30) 500개 수소전기차 보급 목표 : ('17) 50대 → ('19) 2만대 → ('23) 12만대 → ('30) 80만대 (영국) 2017년 3월 영국정부는 수소차 보급과 및 수소 인프라 투자를 위한 추가예산을 발표하여 2020년까지 2,300만파운드의 보조금을 지원 <ul style="list-style-type: none"> - 수소전기차는 기업과 관공서 위주로 보급되고 있으며, 2018년부터 경찰차량으로 MIRAI를 사용 ※ 수소충전소 설치 목표 : ('17) 10개 → ('20) 165개 → ('25) 330개 → ('30) 1,150개 	

4) 중앙일보, [수소혁명 시작됐다④]독일 수소 컨트롤타워 'NOW'는?, 2018

- 2017년 기준 세계에서 약 272개의 수소충전소가 구축되었으며, 일본(약 100개소)은 세계에서 가장 많은 수소충전소를 설치하였으며, 미국(약 50개소), 독일(약 42개소)이 그 뒤를 따름

〈표 2-11〉 국가별 수소충전소 구축 현황(2017년 말 기준)

국가		대수	현황
북미	미국	50개	<ul style="list-style-type: none"> • 캘리포니아주에 34개의 수소충전소가 건설되었으며, 도요타와 Air Liquide가 미국 북동부 지역에 12개의 수소충전소를 건설할 계획
	캐나다	5개	
유럽	독일	42개	<ul style="list-style-type: none"> • 독일에서 수소전기차와 수소충전소 실증프로젝트를 추진하고 있으며, 현재 15개 구축 예정 • 독일 외 국가에서는 수소충전소 구축이 적은 편이지만 국가별로 H2 Mobility 프로젝트가 진행되고 있어 보급이 확대될 것으로 전망
	영국	10개	
	프랑스	20개	
	덴마크	10개	
	노르웨이	10개	
아시아	한국	15개	<ul style="list-style-type: none"> • 한국은 10개 이상의 수소충전소를 구축할 예정 • 중국은 2018년 20개 이상 신설 예정 • 일본은 JHyM이 주도하여 수소충전소 구축
	중국	10개	
	일본	100개	
합계		272개	

2) 시장확대를 위한 분석

① 단가 전망

- 수소전기차 시장은 각 국가의 보조금 정책에 의존하고 있으며, 수소전기차의 보급 확대를 위해선 더 이상의 보조금 지원이 필요하지 않는 가격까지의 비용 저감이 필요하며 양산화가 시급
 - 수소전기차 양산에 성공한 도요타, 혼다, 현대의 수소전기차 가격은 700만엔 전후로 내연기관차와 비교했을 때 차량 가격은 높지만 국가의 보조금으로 500만엔 이하로 구입이 가능
 - ※ SAIC Motor에서 판매 중인 14인승 밴 FCV80의 가격은 130만위안(약 2,100만엔)이지만 중앙정부 및 시정부의 보조금으로 약 30만 위안(약 500만엔)에 구입 가능
 - 수소전기차는 연료전지 스택, 고압수소탱크, 기타 부품(수소센서, 밸브 등)으로 구성되어 있으며, 생산량이 적은 단계에서는 비용 절감이 불가능
 - 도요타는 2020년 이후 수소전기차 판매 대수를 현재 3,000대에서 3만대로 확대할 예정으로, 연료전지 스택과 고압수소탱크 생산설비를 증설하는 등 양산화 및 규모 확대에 의해 연료전지 시스템의 가격 저감이 진행 될 것으로 예상

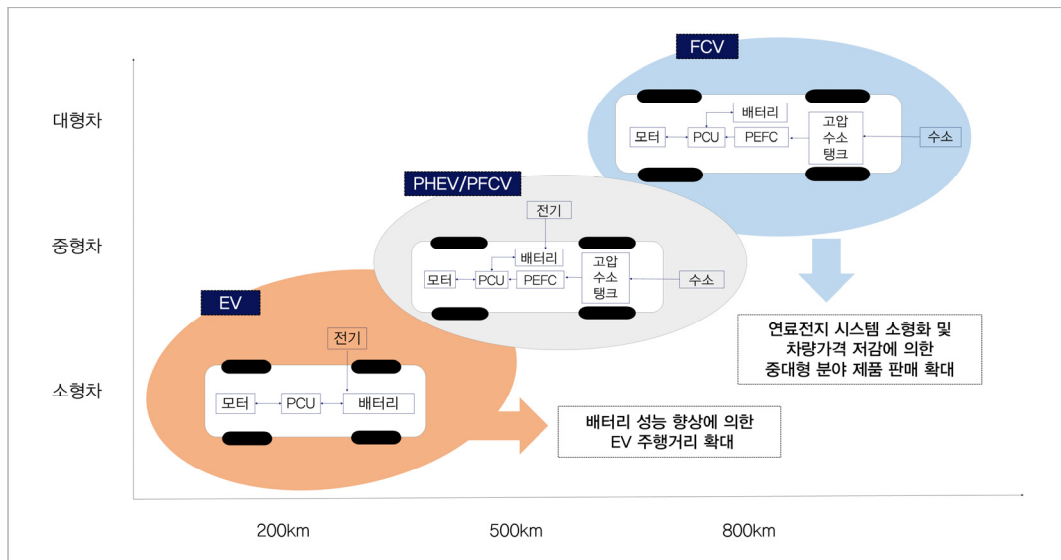
- 또한, 연료전지 스택의 핵심 소재인 백금 등 고가 재료 사용의 저감, 시스템 소형화 · 고출력화를 통해 HEV의 가격까지 낮춰야 보급 확대 가능

〈표 2-12〉 주요 자동차 제조회사의 수소전기차 개발 현황

기업명	차종	판매시기	주행거리	정격출력	가격
Toyota Motors	MIRAI	2014년	650km	113kW	723만엔
Honda Motors	Clarity Fuel Cell	2016년	750km	103kW	766만엔
Hyundai Motor	Tucson Fuel Cell	2013년	600km	100kW	900만엔
	NEXO	2018년	800km	95kW	690만엔
SAIC Motor	FCV80	2017년	300km	30kW	2,100만엔

② 시장 확대 계기

- 환경규제에 대응하기 위해 EV와 PHEV가 보급되고 있으며, 수소전기차 시장 확대를 위해 필요한 충전 인프라와 가격 저감을 단기적으로 해결하는 것은 어렵지만 중장기적으로는 수소전기차가 주목받을 것으로 예상
 - 친환경차의 특성에 따라 수소전기차는 장거리 주행이 가능한 대형차량, 전기차는 도심 주행이 가능한 소형차량을 중심으로 개발될 것으로 전망



[그림 2-2] 친환경차 주행거리 비교

- 수소전기차가 빠르게 보급되지 못하는 이유는 수소충전소가 부족한 것으로, 승용차보다 버스나 트럭 등 상용차부터 보급이 시작될 것으로 예상

- 일본의 경우 수소충전소 건설 비용의 약 50~66% 정도는 보조금으로 충당하고 있으며, 2020년대 후반 자립 운영을 위해 지속적으로 지원
 - ※ 수소충전소 건설비용(Off-site, 300 Nm³/h) : 3.5억엔(토지비 제외), 운영비 4,000만엔/년
- 수소충전소 자립 운영을 위해 건설비, 운영비, 연료비 절감이 필요하며, 건설비 절감을 위해 안전관련 법규제 완화, 건설기간 단축 등이 추진되고 있고, 운영비 절감을 위해 2018년 셀프충전을 허용하는 규제완화 실시 등의 방안을 제시

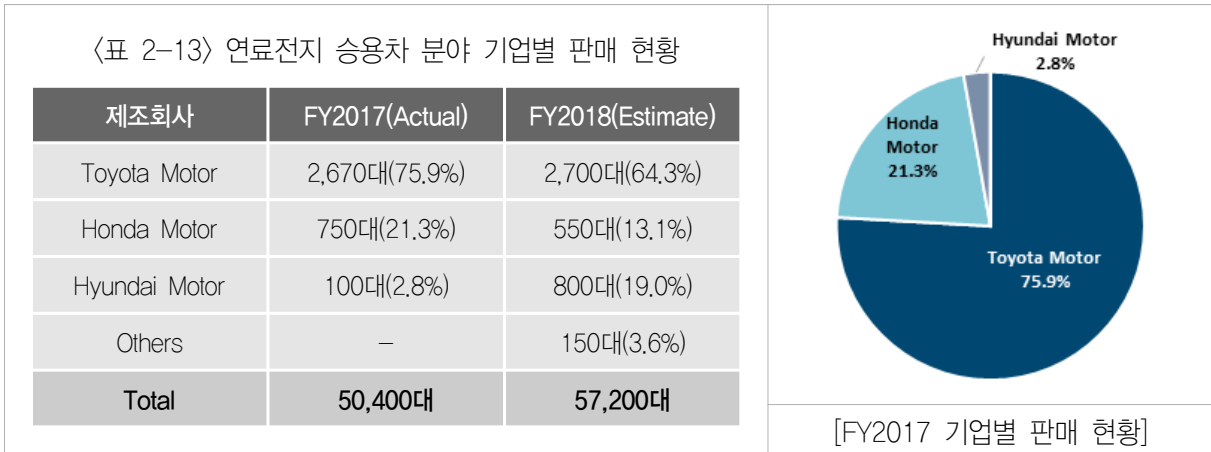
③ 시장 전망

- 2018~2020년 : 현대자동차, 도요타, 혼다 3개 회사를 중심으로 실증, 양산화 진행
 - 도요타는 2020년 이후 수소전기차 수요에 대응하기 위해 생산설비 증설 및 양산체제 구축을 진행하고 있으며, 혼다는 GM과 연료전지 시스템 생산공장을 공동 설립하여 2020년부터 본격적인 생산에 돌입
 - 현대자동차도 연료전지 스택의 부품을 생산하는 현대모비스에 약 70억엔을 투자해 생산능력을 3,000대/년으로 확대하였으며, 향후 수요 확대에 따라 생산능력 확대를 검토
- 2021~2025년 : 수소전기차 출시 기업 및 수소충전소 구축 확대
 - 도요타, 혼다, 현대 등 선형 기업의 차세대 모델 출시가 진행되면서 양산체제 구축, 연료전지 시스템 가격 절감, 수소충전소 구축이 진행됨에 따라 수소전기차 시장이 확대될 것으로 전망
 - BMW는 도요타와 수소전기차를 공동 개발하고 있으며, 2021년 제품화, 2025년 양산화를 목표
 - 2018년 Audi도 현대자동차와의 협력을 발표하였으며, 기술 제휴를 통하여 제품화 진행 예정
- 2025년 이후 : 연료전지 시스템 양산화, 가격 저감으로 수소전기차 보급 시작
 - 수소전기차 양산에 의해 더 이상 보조금이 필요 없는 시장으로 확대될 것으로 전망되며, 수소전기차 보급 확대에 따라 수소충전소 가동률이 향상되면서 운영 자립화가 될 것으로 전망
 - 2030년 수소전기차는 약 66만 2,000대 보급될 것으로 전망되며, 시스템 비용 저가화로 다른 차종과 동등한 가격경쟁력을 갖게 되면 급속한 보급 확대 기대

3) 주요 기업 동향

- 2017년 도요타, 혼다, 현대는 3,520대 수소전기차를 판매했으며, 도요타가 2,670대를 판매
 - (Toyota Motor, 日) 2014년 MIRAI의 출시 이후 일본, 미국, 유럽 등 11개국에서 판매되고 있으며, 2017년 북미지역(대부분 캘리포니아주)에 약 2,000대 이상의 수소전기차를 판매하였으며, 2020년 차세대 모델을 출시할 예정으로 양산규모 확대를 위한 생산설비 투자

- (Honda Motor, 日) 2018년 선진 운전 지원 시스템을 탑재한 Clarity를 미국에 판매
- (Hyundai Motor, 韓) 2018년 NEXO를 출시·판매하였으며, 2019년부터 북미지역에 판매 예정

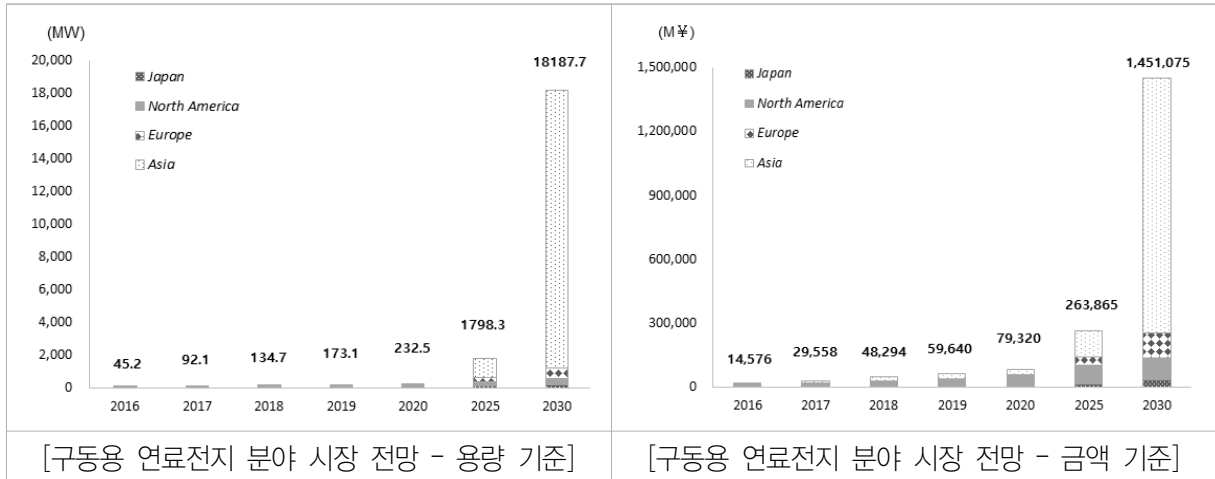


〈표 2-14〉 연료전지 승용차 분야 주요 기업 동향

국가	기업명	내용
일본	Toyota	<ul style="list-style-type: none"> • 2014년 MIRAI를 출시하였으며, 2017년까지의 누적 판매 대수는 5,000대 이상 • 2020년부터 수소전기차와 수소전기버스 등을 연간 3만대 이상(내수 약 1만대) 판매할 계획으로, 연료전지스택과 고압수소탱크 생산설비를 확충
	Honda	<ul style="list-style-type: none"> • 2016년 Clarity를 판매하였으며, 차체의 플랫폼을 공통화하여 EV, PHEV에도 적용 • GM과 연료전지 시스템 생산을 위한 Fuel Cell System Manufacturing(FCSM)을 공동 설립하였으며, 2020년 양산 목표
한국	Hyundai/ KIA	<ul style="list-style-type: none"> • 2013년 세계 최초 수소전기차 투싼ix35를 공개, 2018년 차세대 모델인 NEXO를 출시·판매하였으며, 2019년부터 북미와 유럽지역에서 판매 예정 • 기아자동차도 2020년 수소전기차 모델을 공개할 예정
독일	BMW	<ul style="list-style-type: none"> • 도요타와 연료전지 시스템을 공동개발로 개발하고 있으며, X5 또는 X8 시리즈 기반으로 한 수소전기차를 2021년 출시하고, 2025년 본격적으로 판매를 시작
	Diamler	<ul style="list-style-type: none"> • 2017년 9월 'GLCF-Cell'을 발표하고 2018년 중 판매 • Ford와 수소전기차를 공동 개발하기 위해 합작회사 Automotive Fuel Cell Cooperation (AFCC)를 설립하였으나 2018년 6월 운영을 중단하였으며, 향후 개별적으로 수소전기차 개발
	Volkswagen /Audi	<ul style="list-style-type: none"> • Volkswagen는 2018년 미국 스탠포드 대학과 공동연구를 통해 백금의 사용량을 줄인 촉매 개발 • Audi는 2018년 현대자동차와 수소전기차 분야 기술 협력을 체결하였으며, 2020년대 초기 수소전기차 양산을 목표

라. 구동용 연료전지/Transportation

1) 시장 동향



- 구동용 연료전지 시장은 지금까지 수소전지계차에 한정되어 있었지만, 2018년부터 수소전기열차, 수소전기버스의 판매 및 운행으로 새로운 시장이 창출 될 것으로 기대
 - 프랑스의 Alstom은 디젤열차를 대체하기 위해 수소전기열차 Coradia Lint를 개발('16)하여 2018년 상업운행을 실시하였고, 2022년까지 50대 이상 도입
 - 독일의 LNVG는 Alstom의 수소전기열차로 운행하였으며, 120편의 디젤열차를 30년 이내 수소전기열차로 교체할 예정
 - Toyota(日)는 2018년 3월 수소전기버스인 SOLA를 출시하여 판매를 시작했으며, 본격 운행 실시
- 일본 도쿄도는 수소전기버스의 보급을 적극적으로 추진하며, 2020년까지 100대 보급할 것을 목표로 함
 - 일본 도쿄도는 스마트에너지 도시 실현을 목표로 한 도쿄도 환경 기본계획을 발표(2016.03) 하였으며, 연료전지와 수소에너지 활용 및 보급 촉진의 내용도 포함

〈표 2-15〉 일본 도쿄도의 수소·연료전지 보급 목표

분야	2020년	2025년	2030년
수소충전소	35개	80개	150개
수소전기차	6,000대	10만대	20만대
수소전기버스	100대	-	-
가정용 연료전지(ENE-FARM)	15만대	-	100만대

- 구동용 연료전지 시장은 분야별로 확대 추세를 보이고 있고, 다양한 기업이 참여하고 있어 시장은 더욱 확대될 것으로 전망

〈표 2-16〉 구동용 연료전지 분야별 제조회사 현황

국가	분야	차량 제조회사	스택 제조회사	시스템 제조회사	
일본	지게차	도요타 산업	도요타 자동차	도요타 산업	
	버스	도요타 자동차	도요타 자동차	도요타 자동차	
	스쿠터	Suzuki	Smile FC	Smile FC	
미국	지게차	각 제조사	Plug Power, Ballard Power System	Plug Power	
	버스	EIDorado National	Ballard Power System	BAE Systems	
	트럭		-	도요타 자동차	도요타 자동차
			Nikola	PowerCell	Bosch
			Kenworth Truck Company	Ballard Power System	-
			US Hybrid	US FuelCell	Jiangsu Dewei Advanced Materials
			Workhouse Group	Plug Power	Workhouse Group
			UES	Hydrogenics	UES
	-	Loop Energy	TransPower		
유럽	버스	Van Hool	Ballard Power System	Ballard Power System	
	철도	Alstom	Hydrogenics	Alstom	
	승용차(RexFC)	-	Proton Motor	Magna Steyr Engineering	
중국	버스	Broad-Ocean Motor	Ballard Power System	Ballard Power System	
		-	Hydrogenics	SinoHytec	
		Yuton	SinoSynergy	-	
		Foton	SinoHytec	-	
		Shenglong	SinoHytec	-	
		Foshan Feichi	SinoSynergy	-	
		Ximen Kinglong	SinoHytec, SinoSynergy	-	
		Nanjing Kinglong	Xingbang	-	
	-	Hydrogenics	Blue-G		
	버스·트럭	Yangman	Being Energy	-	
	트럭	DongFeng	Nedstack	Huaxia	
		DongFeng	SinoSynergy, Edleman, Refire	-	
	철도	CRRC	Ballard Power System	Ballard Power System	

- 중국은 연료전지 보급을 가속화하고자 자동차산업 중장기 발전계획('17), 연료전지자동차 보조금 정책(2016~2020) 등을 발표
 - 구동용 연료전지 시장은 2020년대 초반까지 버스과 트럭 중심으로 보급될 것으로 전망되며, 해외 주요 기업들은 중국의 급격한 시장 확대 가능성에 주목하여 중국과 협력을 적극적으로 추진
 - ※ 현재 Ballard Power System과 Hydrogenics는 중국과 협력하고 있으며, 도요타 자동차도 승용차와 버스 개발을 위한 타당성연구를 진행
 - 2020년까지 배터리를 주요 동력원으로 하고 연료전지는 출력의 30% 정도를 커버할 수 있는 동력시스템을 개발하며, 연료전지의 성능을 향상하기 위해 BOP 개발 및 수소저장 기술개발을 중점적으로 추진
 - 중국의 신재생에너지(풍력, 수력, 태양광 등) 잉여전력은 1,500 kWh를 초과하며, 이를 활용한 중국 내 수소 예상 생산량은 300억 m³ 이상으로 수소충전소에서 활용할 수 있을 것으로 예상

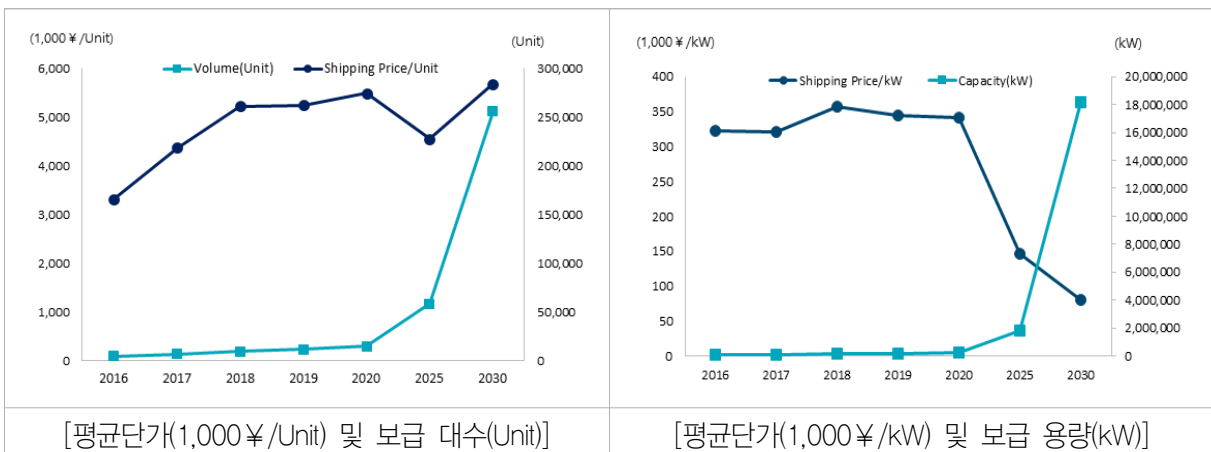
〈표 2-17〉 구동용 연료전지 주요국 동향

국가	내용				
일본	<ul style="list-style-type: none"> • 수소기본전략에서 수소전기차와 수소전기트럭 및 수소전기버스 보급을 위한 목표를 제시 				
		수소전기버스	수소전기트럭	수소전기트럭	수소선박(소형)
	2020년	약 100대(누적)	약 500대	개발 및 상용화 추진	기술 확보
2030년	약 1,200대(누적)	약 10,000대(누적)			
<ul style="list-style-type: none"> • 도요타에서 수소 트럭, 선박용으로 기술 및 제품개발을 추진하고 있으며, 보급을 위해 기업들과 협력 강화 <ul style="list-style-type: none"> ※ 도요타 자동차는 Seven-Eleven Japan과 협력하여 매장 운영 및 물류 분야의 이산화탄소 배출량을 감축시키기 위한 공동 프로젝트 일환으로 2019년 소형 수소트럭을 2대 보급하며, 향후 상용화 전망 ※ 도요타 자동차는 JR 동일본과 협력하여 철도 분야에서의 연료전지 시스템 적용을 확대 					
아시아	한국	<ul style="list-style-type: none"> • Zero-emission 달성을 위해 수소전기버스와 트럭에 대하여 2030년까지의 보급 목표 설정 <ul style="list-style-type: none"> ※ 수소전기버스 보급 목표 : ('20) 1,000대 → ('30) 3,000대 • 현대자동차는 수소전기트럭을 개발하여 유럽으로 수출할 예정 			
	중국	<ul style="list-style-type: none"> • 현재 중국 내에서 약 30만대 전기버스가 운행되고 있으며, 전기버스 보급 경험을 기반으로 수소전기버스의 보급을 위한 움직임이 활발 • 2020년까지 트럭과 버스가 주로 보급될 예정이며, 그 후 승용차에서의 보급 확대 예상 • 중국의 구동용 분야 보급 전망은 버스의 경우 연간 55만대/년, 트럭은 310만대/년 규모로 예상되며, 2020년까지 연료전지 시스템을 탑재한 버스와 트럭 5,000대 보급을 목표 • 수소전기버스 제조기업 FOTON의 생산능력은 2,000대/년, FEICHE는 5,000대/년이며, 2017년 Youngman에서 수소전기트럭 400대 생산 			

국가	내용
미국	<ul style="list-style-type: none"> 미국에서는 수소전기지게차의 보급이 활발하며, 수소전기트럭 등 대형차량의 실증 및 배송차량의 Fleet 실증을 실시 Plug Power는 높은 생산능력을 보유하고 있고, 여러 경험을 통해 시장 변화에 대응할 수 있는 노하우를 보유하고 있어, 향후 시장 및 적용 분야 확대 과정에서 많은 기여를 할 것으로 예상 <ul style="list-style-type: none"> ※ Plug Power의 주요 고객인 Walmart는 2019년 10,000대의 수소전기지게차 도입을 목표 <p>▶ (수소전기버스) 2017년 미국에서 운행하고 있는 수소전기버스는 27대로 상용화를 위해 초기비용을 낮추기 위해선 대규모 Fleet 실증이 필요</p> <ul style="list-style-type: none"> - 캘리포니아주 LA Metro는 2030년까지 2,200대의 버스를 전기버스로 대체할 계획이며, BYD는 캘리포니아주에서 전기버스 생산을 1,500대/년으로 확대 <p>▶ (수소전기지게차) Plug Power가 독점시장을 형성하고 있으며, 2022년까지 지게차 보급을 위한 보조금 지원</p> <p>▶ (수소전기트럭) Toyota, Nikola, Nuvera에서 수소전기트럭을 개발 중</p>
유럽	<ul style="list-style-type: none"> 수송 분야에서의 Zero-emission 달성을 위하여 연료전지 시스템을 탑재한 차량과 선박, 철도 개발 활발 <ul style="list-style-type: none"> - 수소전기버스는 대도시 중심으로 2020년 400대, 2025년 800대 보급을 목표 <p>▶ (수소전기버스) 유럽에서는 수소버스 보급을 지원하는 JIVE 프로젝트를 진행중으로, JIVE는 JIVE1('17.1~)과 JIVE2('18.1~) 2개의 프로젝트로 추진되며 2023년까지 약 300대의 수소전기버스를 보급</p> <p>▶ (수소전기지게차) FCH JU의 프로젝트 중 Hylift Europe(2013~2017년), HAWL(2013~2017년)이 실시되었으나, 현재 새로운 프로젝트는 진행되고 있지 않으며, Hylift Europe을 통해 200대 보급</p> <p>▶ (수소전기트럭) H2M프로젝트(2015~2020년)와 H2M2(2016~2022년)의 실시로 수소전기트럭의 보급이 확대될 것으로 예상되며, 한국의 현대자동차는 H2Energy와 수소전기트럭 1,000대를 판매하기 위해 MOU 체결</p>

2) 시장 확대를 위한 분석

① 단가 전망



- 구동용 연료전지 시스템 가격은 평균 300만 엔/대로 출력이 증가함에 따라 단가가 상승될 것으로 예상, 출력 당 평균단가는 30만엔~35만엔으로 2020년 이후 출하량이 확대됨에 따라 낮아질 것으로 예상되나 내연기관에 비해선 아직도 비싼 시스템

② 시장 확대 계기

- Zero emission 정책에 따라 교통과 운송 분야에서 연료전지 시장이 확대되고 있는 추세
 - 미국의 대형유통기업인 Walmart와 Amazon에서 물류 운송의 Zero emission을 위해 수소전기 지게차를 활용하며, 보급 확대에 의해 제품의 다양화 및 시스템 가격 저감 달성에 성공
 - 일본 도쿄도, 유럽의 각 도시 등 지방자치단체의 환경정책은 수소전기버스 도입에서 중요한 역할을 하고 있으며, 대중교통에 연료전지 시스템 도입을 적극 검토
 - 장거리 주행이 어려운 전기버스를 대체하기 위해 연료전지 시스템이 도입될 것으로 기대
- 연료전지 시스템의 높은 가격으로 보조금 지원은 필요하고, 일정 수량 이상(규모 경제 달성)으로 가격절감이 가능할 것으로 예상되며, 양산에 의한 대폭적 가격 저감을 기대

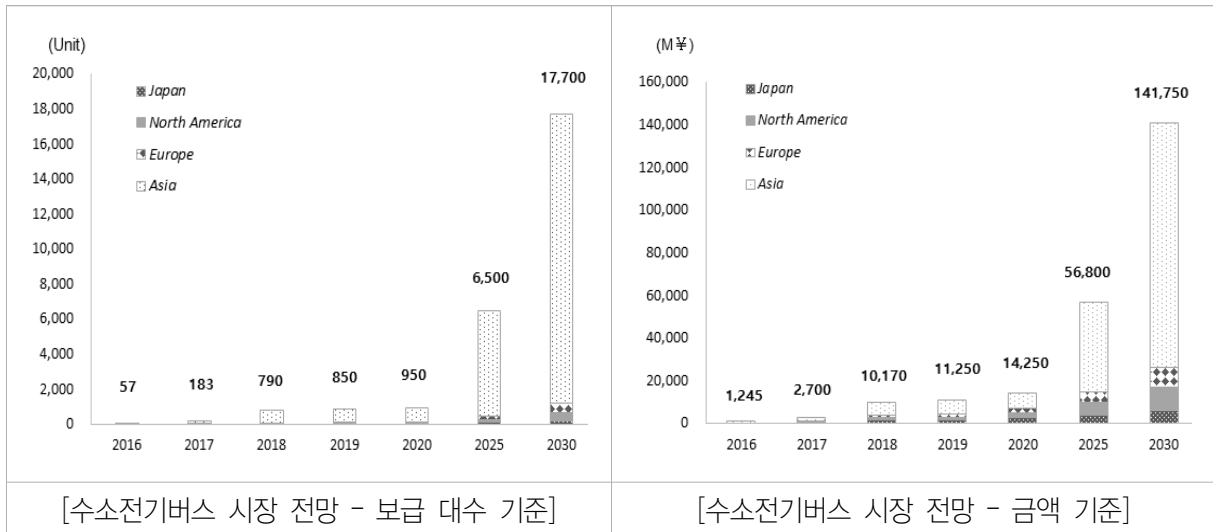
③ 시장 규모 전망

- 2030년 중국 시장에서 연료전지 차량 확대가 본격화됨에 따라 세계 연료전지 시장은 급격하게 성장하여 2017년 대비 약 200배 확대될 것으로 전망
 - 그동안 수소전지지게차 중심으로 구동용 연료전지 시장이 형성되어왔으나, 향후 버스와 트럭에서의 시장이 확대될 것
 - 북미와 유럽에서도 버스 등 상용차에서의 연료전지 적용이 확대될 것으로 예상되어 시장 확대의 큰 기폭제가 될 것으로 전망

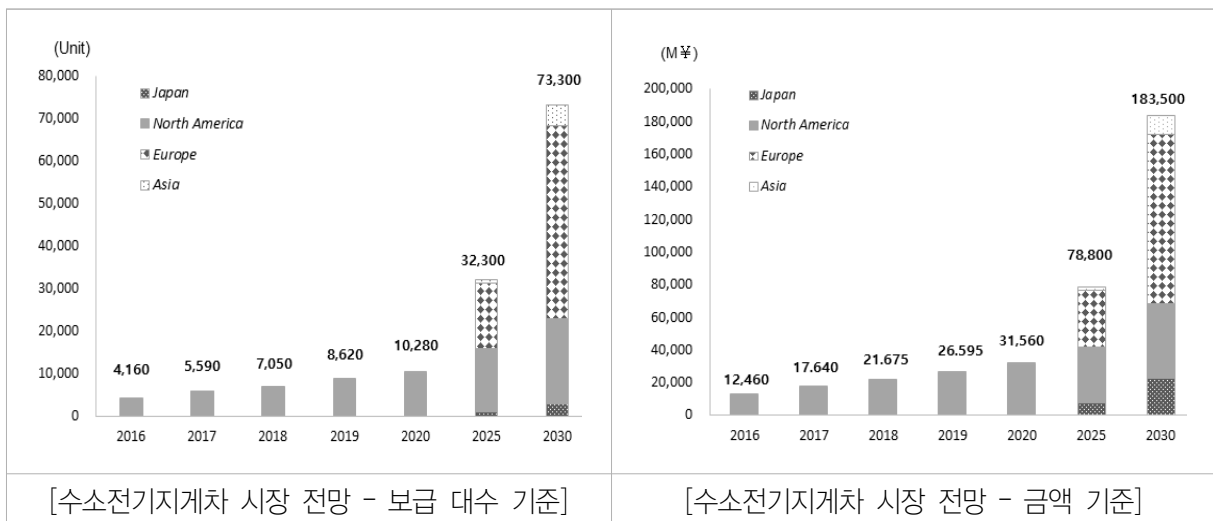
3) 적용 분야별 동향

① 버스

- 북미, 유럽, 아시아(일본 제외)에서는 주로 전기버스를 운영하고 있으며, 수소전기버스의 친환경 특성과 운영측면에서 보았을 때 전기버스보다 활용성이 높아 주목받기 시작
 - 수소전지지게차의 보급 배경과 동일하게 운영 측면에서의 장점을 활용함으로써 전체 비용을 낮출 수 있으며, 수소전기버스가 상용화되면 목표했던 가격에 도달함으로써 보급이 확대될 것으로 기대



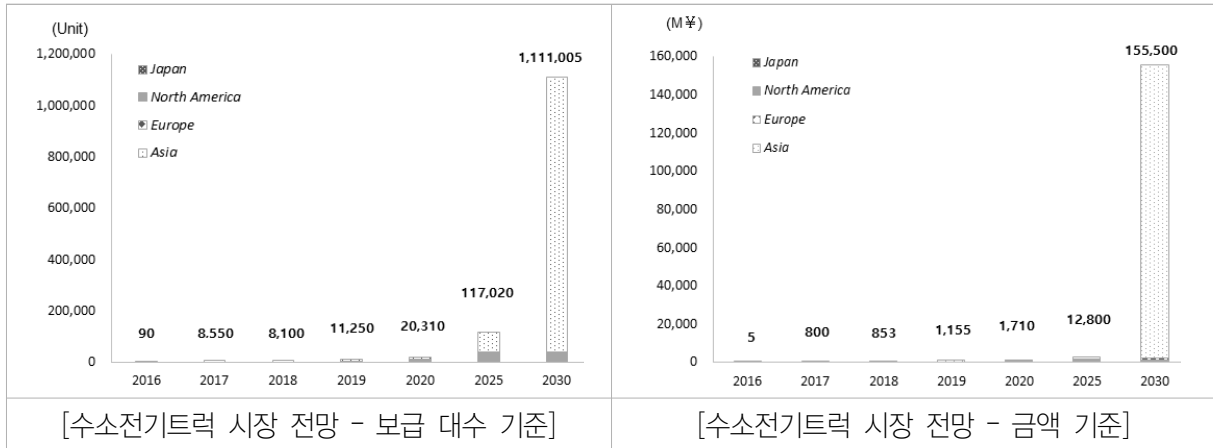
② 지게차



□ 미국의 대형 물류업체인 Walmart는 수소전기지게차를 지속적으로 보급할 것이며, 수소전기지게차 시장은 북미지역의 대형 유통회사들에서의 활용이 확대됨으로써 성장

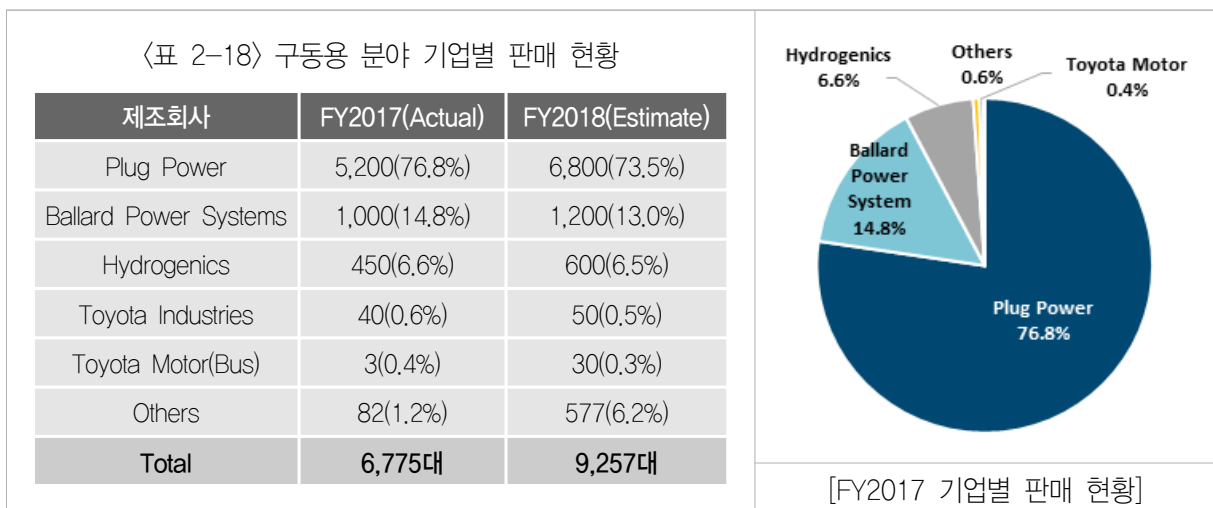
- 유럽은 2017년 HyLift프로젝트가 종료된 이후, 후속 지원정책이 발표되지 않아 시장 확대는 불확실한 상황이지만 Still과 Linde에서 수소전기지게차 개발을 진행함으로써 향후 상용화가 될 것으로 예상
- 일본은 공항과 공장에서 수소전기지게차를 사용하고 있으며, 보조금 지원으로 기존 일반 지게차와 동일한 가격으로 구입이 가능하며, 향후에도 보조금을 통해 보급이 지속될 것으로 전망

③ 트럭



- Zero-emission 달성을 위해 트럭에도 연료전지 시스템을 적극적으로 도입하는 추세
 - 대량의 물류 운송망을 보유한 기업들은 온실가스 배출을 저감하기 위한 방안을 모색하고 있어 연료전지 시스템 활용 가능성이 확대
 - 북미지역에서는 UPS와 Fedex가 실증프로젝트에 참여하고 있으며, Ballard Power System과 Hydrogenics가 스택을 공급하고, 대형트럭 분야는 Toyota와 Nikola에서 시범 운영을 실시
 - ※ Nikola는 버드와이저로부터 대형 트럭 800대를 주문받았으며, 2020년부터 납품할 예정
 - 중국은 2017년 Dongfeng에서 수소전기트럭을 760대를 판매하였고, 이중 500대는 상하이에서 활용

4) 주요 기업 동향



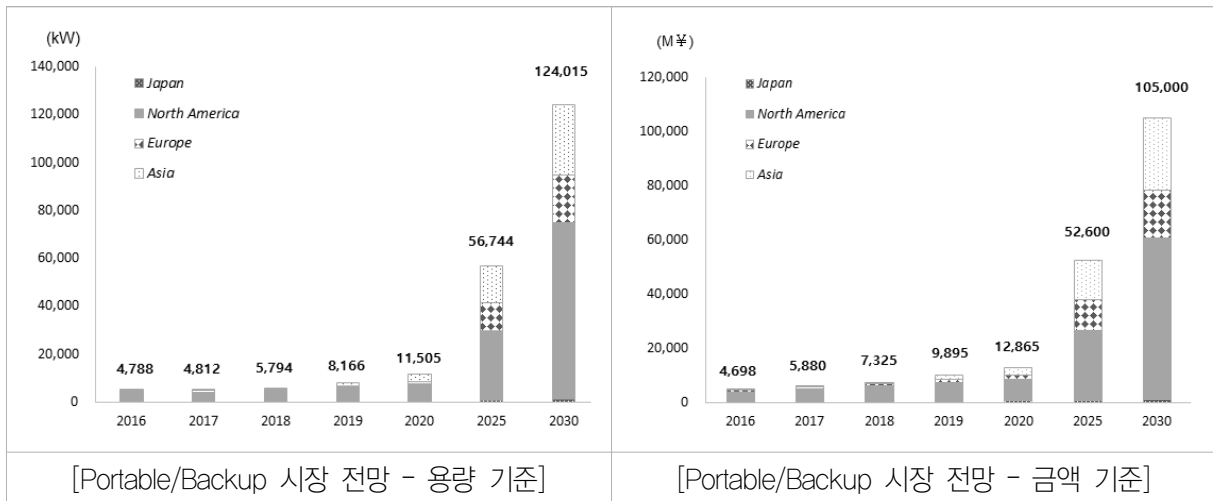
- 수소전지자동차의 수요는 해마다 지속적으로 확대되는 추세로, 수소전지자동차를 개발하는 Plug Power가 수소전지상용차 시장을 독점
 - Plug Power는 지게차용 GenDrive를 주력제품으로 하며, 버스와 트럭 등으로 적용 분야를 확대하기 위해 북미 지역에서의 실증과 중국과 협력 관계를 맺기 위하여 노력하고 있으며, 생산 실적과 제품 개발 등 다양한 경험을 통해 연료전지시스템 서비스를 제공할 수 있는 체계를 이미 구축
 - Ballard Power System은 트럭과 버스용 FCveloCity를 주력하고 있으며, 중국 Synergy와의 합작 기업에 의해 스택을 공급하고 있으며, 스택 생산능력은 연간 약 20,000대

〈표 2-19〉 구동용 연료전지 분야 주요 기업 동향

국가	기업명	내용
미국	Plug Power	<ul style="list-style-type: none"> • 수소전지자동차를 주력으로 하고 있으며, 세계에서 가장 많은 수소전지상용차 시스템을 생산 상업용 차량 및 버스용으로 PowerGen 개발에도 주력 • 최근 지게차 뿐만 아니라 버스와 트럭 등 사업을 확대하고 있으며, 실증 프로그램도 참여하고 있으며, 미국 외에도 중국에서의 사업을 확대하고자 함
일본	도요타 산업	<ul style="list-style-type: none"> • 2018년 3월말 80대의 수소전지자동차를 판매 • 향후 공항에 도입하기 위해 추진 자동운전용 연료전지 견인 트랙터를 개발 중 • 일본 내 지게차 시장 요구에 따라 2.5t차량 이외에 1.8t의 수소전지자동차를 개발
	도요타 자동차	<ul style="list-style-type: none"> • 2018년 3월 수소전지버스 SOLA를 출시하여 본격적으로 보급 • 도쿄도에서 선제적으로 수소전지버스를 도입하였으며, 향후 보급 추세에 따라 추가적으로 생산 • 수소전지버스 이외 물류용 트럭(배달 트럭)과 대양 트럭 개발도 진행하고 있으며, 연료전지 시스템 다양화를 가속화

마. 휴대용 및 백업용 연료전지/Portable · Backup

1) 시장 동향



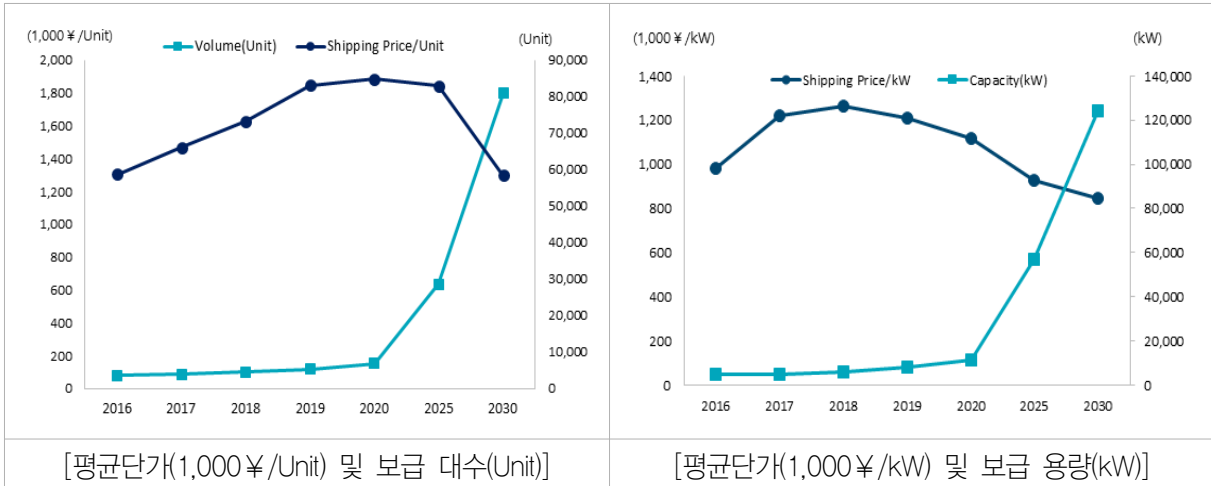
- 휴대용/백업용 연료전지 시장은 유럽과 미국을 중심으로 시장이 확대될 것으로 예상되며, 가정용, 통신기기, 군용 등 다양한 분야에 적용되고 있고, 데이터센터에서 백업전원으로 활용하기 시작
 - 연료전지 시스템은 배터리와 내연기관 대체 및 백업전원용으로 활용되고 있으며, 가격이 높다는 단점에도 가벼운 무게로 인해 군용으로의 활용이 확대
 - 현재까지 가격 저감 달성을 성공하지는 못했지만 배터리와 비교했을 때 연료전지 시스템이 가격 측면에서 유리하다고 생각하여 일부 통신기지국에서의 활용이 증가되고 있는 추세
 - ※ 2017년 Microsoft는 데이터센터 서버에 전력을 공급하기 위해 이탈리아 기업 SOLIDpower의 SOFC 시스템을 설치

〈표 2-20〉 휴대용 및 백업용 연료전지 분야 주요국 동향

국가	내용
일본	• 전원이 공급되지 않는 지역의 무선통신기지국의 백업전원, 재해 시 피난처에서 활용될 수 있는 전원으로의 시장이 확대될 것으로 예상
북미 · 유럽	• 경찰 · 소방 · 구급 등 긴급 통신 인프라와 휴대 전화 기지국의 백업전원으로 보급되고 있으며, 데이터센터 백업용으로 활용되는 등 보급은 지속적일 것으로 전망
아시아	• 전력 계통의 신뢰성이 낮아 정전이 자주 발생하는 국가나 전력 계통 자체가 없는 국가에서의 보급을 기대 • 스마트폰 등의 보급이 급속히 진행되고 있는 중국의 휴대전화 기지국 백업전원용으로 보급

2) 시장 분석

① 단가 전망



□ 휴대용 및 백업용 연료전지는 가정용(수백W)과 무선통신 인프라의 백업전원용(수kW)이 주된 용도로 현재 시스템 평균 가격은 120만엔~140만엔/대이지만 2025년 이후 양산화로 인해 가격 저감이 될 것으로 예상

- kW당 평균단가를 보았을 때, 비교적 비싼 가정용 제품의 보급이 증가되어 평균단가가 상승하고 있으며, 특수용도 또는 신규 제품 개발을 위하여 단가가 상승될 것으로 예상

② 시장 규모 전망

□ 사용용도 또는 지역에 따라 조건과 제품의 사양이 다르기 때문에 장기적인 전망을 예측할 수 없으며, 수요자 요구에 많은 영향을 받음

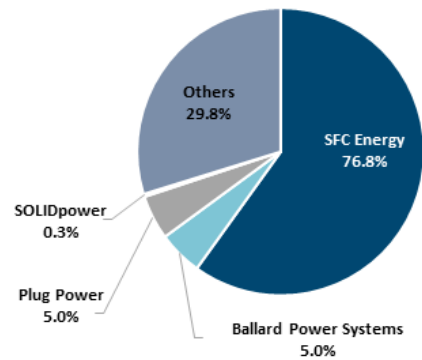
- DMFC 제조회사의 경우 PEFC와 SOFC 제조회사에 비해 부족하고, 부품 가격의 저감도 어려울 것으로 예상되지만 운영 측면에서의 가격이 높음에도 불구하고 소형발전기에서의 사용이 증가되어 시장 확대가 이루어 질것으로 전망

3) 주요 기업 동향

□ SFC Energy는 가정·업무용에서 군용까지 적용 범위를 넓히면서 사업을 확대하고 있으며, 소비자용의 경우 캠핑 등 레저 활동에서의 전력 공급과 배터리 충전용으로 주로 이용

〈표 2-21〉 모바일 및 백업용 분야 기업별 판매 현황

제조회사	FY2017(Actual)	FY2018(Estimate)
SFC Energy	2,400(60.0%)	2,800(62.2%)
Ballard Power Systems	200(5.0%)	250(5.6%)
Plug Power	200(5.0%)	250(5.6%)
SOLIDpower	10(0.3%)	170(3.8%)
CHEM	-	100(2.2%)
Others	1,190(29.8%)	930(20.7%)
Total	4,000대	4,500대



[FY2017 기업별 판매 현황]

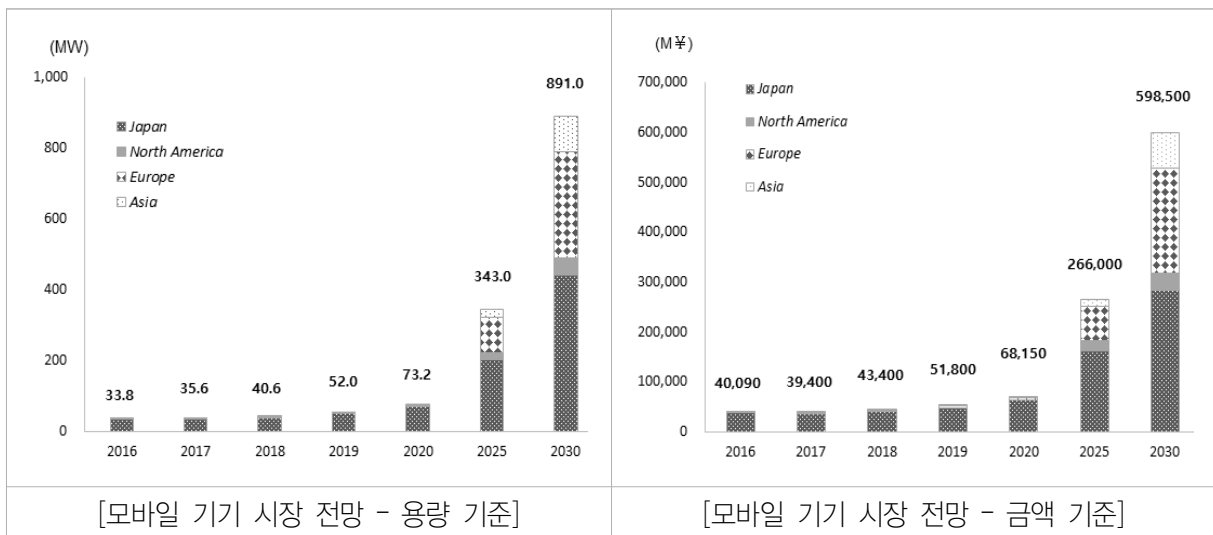
〈표 2-22〉 휴대용/백업용 연료전지 분야 주요 기업 동향

분야	국가	기업	내용
Portable	일본	Mitsubishi Gas Chemical Company, Inc.	• NHK와 DMFC 기반 소형전원시스템을 공동으로 개발하였으며, 200W(이동용)과 500W(무정전 전원용)의 제품 출시
	미국	Protonex	• Ballard Power System의 자회사로 미군으로부터 군용으로 연료전지 사용을 승인
		SAFCCell	• ARAP-E의 지원을 받아 UltraCell과 메탄올을 연료로 하는 Solid Acid Fuel Cell을 개발하여 원격 감시용 전원으로 이용
		UltraCell	• 연료로 메탄올을 이용하는 AEMFC를 개발하여 군사용 제품에 적용
		WATT Fuel Cell	• 군용 SOFC를 개발하고 있으며, 다양한 연료를 이용할 수 있는 SOFC 제품화를 목표
독일	SFC Energy	• 휴대용 DMFC를 판매하고 있으며, 가정용 판매가 대부분이지만 보안, 오일&가스과 군사용으로도 사업을 확대	
Backup	일본	Fujikura	• 1kW급 DMFC를 NTT 도쿄모의 그린기지역에 설치하여 공동실험을 실시
		Brother Industries	• 기업과 통신기지역 등에서 사용할 수 있는 4.4kW급 순수 수소형 백업용 연료전지 출시
	대만	CHEM	• Ballard Power System의 RMFC 사업을 인수하여 2018년 여름 이후 사업을 재개, 일본의 Toyota Tsusho Corp과 협력하고 중국에도 사업 진출 예정
	이탈리아	SOLIDpower	• 미국 Microsoft의 데이터센터용 서버 전원으로 공급하였으며, 유럽에 가정용 연료전지도 보급
	캐나다	Hydrogenics	• 수전해 시스템과 구동용 연료전지를 주력으로 하고 있으며 백업전원용으로 RMFC(Reformed Methanol Fuel Cell)를 판매
	미국	Plug Power	• 철도회사, 전력·가스·수도 회사 등에 백업전원으로 GenSure를 판매하였으며, Southern Linc에 500대 이상 공급
	덴마크	Serenergy A/S	• DMFC 발전기 및 구동용 DMFC Range Extender(주행거리 확장을 위한 연료전지 카트) 시스템 개발

분야	국가	기업	내용
구동(소형)	싱가포르	HES Energy System	• 무인항공기와 소형 비행체에 적용 가능한 초경량 연료전지 스택 AEROSTAK을 개발
Portable · Backup	영국	Intelligent Energy	• 백업용 연료전지 및 UAV용 연료전지를 중점 판매

바. 모바일 기기/Mobile Device

1) 시장 동향



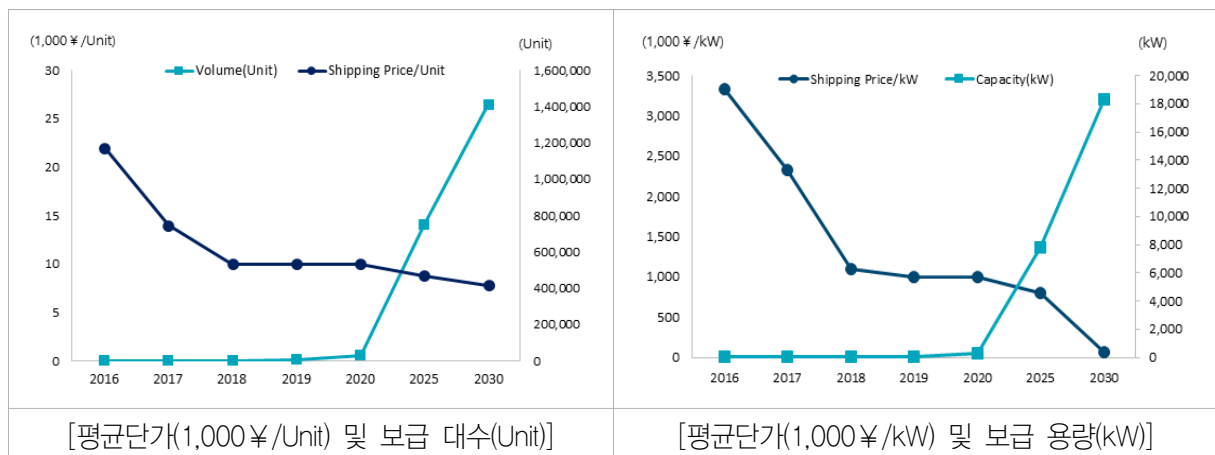
- 모바일 기기용 연료전지는 1회 충전으로 수일 동안 휴대폰을 사용할 수 있는 장점을 활용하여 소수의 기업이 기술개발을 진행하였으나, 현재 개발에 참여한 일부 기업들은 사업을 철수
 - 리튬 배터리가 탑재된 휴대용 배터리는 가격이 저렴하지만 연료전지가 탑재된 휴대용 기기는 가격이 높고 제품의 인식도도 낮아 보급이 더딘 상황
 - 영국 Intelligent Energy의 Upp, 싱가포르 Horizon Fuel Cell Technologies의 MiniPAC, 스웨덴 myFC에서 JAQ이 출시되었으나 Intelligent Energy와 Horizon Fuel Cell Technologies는 제품 판매 및 생산을 중단
 - 2016년 스웨덴의 myFC는 중국 Telling Communication과 1,000대의 JAQ Hybrid 공급 계약을 체결하여 2017년부터 공급할 예정이었지만 제품화 지연으로 2018년부터 공급

〈표 2-23〉 모바일 기기 분야 주요국 동향

국가	내용
북미	• 리튬이온 배터리에 비해 소형·경량으로 미군에서 사용되고 있으며, 소비자 전용 제품을 판매하는 기업은 없어 판매망 구축 및 사용자 편의 개선이 필요
유럽	• myFC(스웨덴) 및 Intelligent Energy(영국) 등 연료전지 개발업체가 다수 존재하고 있으며, 리튬배터리와 차별화가 진행되면 시장형성이 될 것으로 전망
아시아	• 2018년부터 일본의 라이텍에서 myFC 제품을 사용할 예정이지만 일본은 모바일 배터리를 이용하는 사용자들이 많고 충전설비도 풍부해 다른 지역에 비해 보급 장벽이 높을 것으로 예상 • 스마트폰 등 모바일기기 최대 수요시장인 중국에서의 시장 확대가 기대되며, 스웨덴 기업인 myFC는 중국의 휴대폰 판매 회사와 제휴를 추진

2) 시장 분석

① 단가 전망



- 모바일기기 연료전지는 개발된 제품마다 출력과 가격이 다르지만, 대표적으로 Intelligent Energy의 휴대용 USB 연료전지 Upp의 경우 정격출력은 5 W, 판매가격은 199달러/대
 - myFC의 JAQ Hybrid의 정격출력은 10.5 W이고, 가격은 100달러/대 이하로 판매될 예정
 - 10,000 Ah 이상 대용량 리튬배터리는 수천엔으로 구매할 수 있기 때문에 연료전지는 용량과 가격측면에서 배터리보다 우위를 가질 수 없는 상황
 - 연료전지의 기능과 편리성을 부각시키고 고출력·고밀도화 기술개발에 중점을 둔 판매망을 구축하여 시장 확대를 도모

② 시장 확대 계기

- 스웨덴의 myFC는 중국의 Telling Communications과 공급 계약을 체결하였으며, 이를 통해 중국에서의 시장 확대가 두드러질 것으로 예상되며, 향후 100만대 이상을 보급할 수 있을 것으로 전망
 - 모바일기기용 연료전지는 내구성이 높고 물과 소금 같은 일반 물질에서도 발전이 가능하며, 카트리지의 재활용성이 우수하다는 특성을 가지고 있어 친환경에 대한 요구가 높아지면 시장이 형성될 것으로 전망

3) 주요 기업 동향

- 2017년 기준 myFC와 Intelligent Energy에서 판매하고 있으며, Intelligent Energy와 Horizon Fuel Cell Technologies의 생산 중단으로 2017년 생산량은 감소했으나 2018년은 myFC에 의해 시장이 형성
 - 스웨덴의 myFC는 중국의 Telling Communications와 Huangdou e-commerce와 일본의 라이텍과 모바일기기용 연료전지 공급 계약을 체결하였으며, 2018년부터 제품을 공급할 예정
 - 독일의 eZelleron이 크라우드 펀딩을 받아 SOFC를 개발하였으나, 제품화는 되지 않은 상태
 - 유럽과 미국에서는 군용으로 활용되고 있으며, 소비자용으로 판매도 검토

〈표 2-24〉 모바일기기 분야 주요 기업 동향

국가	기업	내용
스웨덴	myFC	<ul style="list-style-type: none"> • 2017년 연료전지와 리튬배터리를 탑재한 휴대기기용 연료전지 JAQ Hybrid*를 발표 * 출력은 10.5 W, 용량은 4,000 mAh(리튬배터리 : 2,750 mAh, 연료전지 1,250 mAh) • 2017년 중국의 Telling Communications용으로 JAQ를 공급할 예정이었으나, 제품 출시가 지연되어 2018년 JAQ Hybrid 1,000대를 공급하며, 중국과 일본 등 아시아 시장 진출을 적극적으로 추진
미국	Ardica	<ul style="list-style-type: none"> • 수소화 알루미늄(Alane, Aluminum Hydride)을 기반으로 한 Wearable Power System을 개발하였으며, 군용으로 사용

[별첨 1] 연료전지 적용분야별 시장 전망

(단위 : kW)

구분		Actual		Estimate	Forecast			
		2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030
Stationary (Large)	Japan	650	300	1,200	2,050	5,150	27,200	77,500
	North America	55,350	78,100	114,400	127,050	159,850	318,500	657,000
	Europe	1,600	600	2,000	5,500	9,500	40,500	161,900
	Asia	52,000	56,500	48,900	78,900	107,500	268,200	472,000
	Sub total	109,600	135,500	166,500	213,500	282,000	654,400	1,368,400
Stationary (Residential)	Japan	33,110	34,440	38,850	49,700	70,000	203,000	441,000
	North America	—	—	—	—	200	20,000	50,000
	Europe	400	1,000	1,500	2,000	2,500	100,000	300,000
	Asia	300	200	200	300	500	20,000	100,000
	Sub total	33,810	35,640	40,550	52,000	73,200	343,000	891,000
FCV	Japan	136,400	73,600	98,700	181,300	910,000	2,930,000	14,150,000
	North America	157,800	302,100	248,300	334,500	1,234,500	4,703,000	23,800,000
	Europe	11,870	9,000	27,300	50,500	91,500	1,930,000	17,875,000
	Asia	2,000	7,000	78,000	156,000	252,500	2,260,000	13,700,000
	Sub total	308,070	391,700	452,300	722,300	2,488,500	11,823,000	69,525,000
Transportation	Japan	981	1,800	7,754	8,364	13,325	71,300	161,200
	North America	41,350	56,500	74,520	97,045	133,800	289,500	392,000
	Europe	1,400	5,300	7,020	21,045	30,150	235,000	631,000
	Asia	1,500	28,500	45,420	46,645	55,250	1,202,500	17,003,500
	Sub total	45,231	92,100	134,714	173,099	232,525	1,798,300	18,187,700
Portable/ Backup	Japan	334	63	93	303	475	670	1,040
	North America	3,910	4,023	4,641	5,700	7,020	29,173	73,901
	Europe	364	516	550	783	1,120	11,685	19,652
	Asia	180	210	510	1,380	2,890	15,216	29,422
	Sub total	4,788	4,812	5,794	8,166	11,505	56,744	124,015
Mobile Device	Japan	0	0	5	5	10	60	130
	North America	2	1	1	10	50	1,100	2,600
	Europe	3	1	1	10	50	1,100	2,600
	Asia	1	1	15	50	200	5,500	13,000
	Sub total	6	3	22	75	310	7,760	18,330
Total		501,505	659,755	799,880	1,169,140	3,088,040	14,683,204	90,114,445
Sub Total	Japan	171,475	110,203	146,602	241,722	998,960	3,232,230	14,830,870
	North America	258,412	440,724	441,862	546,305	1,535,420	5,361,273	24,975,501
	Europe	15,637	16,417	38,371	79,838	134,820	2,318,285	18,990,152
	Asia	55,981	92,411	173,045	283,275	418,840	3,771,416	31,317,922

[별첨 2] 연료전지 적용분야별 시장 전망

(단위 : M₩)

구분		Actual		Estimate	Forecast			
		2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030
Stationary (Large)	Japan	460	290	1,160	2,030	5,540	23,000	49,600
	North America	36,320	48,550	64,750	66,080	75,620	131,100	245,600
	Europe	810	710	1,550	3,940	6,330	27,400	87,100
	Asia	28,640	31,550	27,840	42,650	54,510	111,500	171,200
	Sub total	66,230	81,100	95,300	114,700	142,000	293,000	553,500
Stationary (Residential)	Japan	38,070	36,300	39,800	47,300	62,500	162,000	283,500
	North America	—	—	—	—	400	20,000	35,000
	Europe	1,000	2,500	3,000	3,600	4,000	70,000	210,000
	Asia	1,020	600	600	900	1,250	14,000	70,000
	Sub total	40,090	39,400	43,400	51,800	68,150	266,000	598,500
FCV	Japan	6,720	3,600	4,800	8,300	40,100	105,330	385,500
	North America	7,830	15,200	12,600	15,700	55,600	173,500	673,800
	Europe	680	500	1,100	2,100	3,700	66,900	493,500
	Asia	140	500	5,600	10,700	17,800	170,500	655,600
	Sub total	15,370	19,800	24,100	36,800	117,200	516,200	2,208,400
Transportation	Japan	498	720	2,478	2,754	4,115	13,080	30,055
	North America	12,735	17,400	23,714	31,082	46,135	87,135	106,820
	Europe	443	1,538	1,908	4,872	5,080	41,000	115,200
	Asia	900	9,900	20,194	20,932	23,990	122,650	1,199,000
	Sub total	14,576	29,558	48,294	59,640	79,320	263,865	1,451,075
Portable/ Backup	Japan	398	75	105	335	495	700	1,000
	North America	3,400	4,765	5,820	6,970	8,110	25,880	59,600
	Europe	680	780	820	1,050	1,340	11,470	17,900
	Asia	220	260	580	1,540	2,920	14,550	26,500
	Sub total	4,698	5,880	7,325	9,895	12,865	52,600	105,000
Mobile Device	Japan	—	—	5	5	10	40	80
	North America	6	3	2	10	50	880	1,560
	Europe	10	3	2	10	50	880	1,560
	Asia	4	1	15	50	200	4,400	7,800
	Sub total	20	7	24	75	310	6,200	11,000
Total		140,984	175,745	218,443	272,910	419,845	1,397,865	4,927,475
Sub Total	Japan	46,146	40,985	48,348	60,724	112,760	304,120	749,735
	North America	60,291	85,918	106,886	119,842	185,915	438,495	1,122,380
	Europe	3,623	6,031	8,380	15,572	20,500	217,650	925,260
	Asia	30,924	42,811	54,829	76,772	100,670	437,600	2,130,100

[별첨 3] 연료전지 분야별 시장 전망

(단위 : Unit)

구분		Actual		Estimate	Forecast			
		2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030
Stationary (Large)	Japan	5	18	35	57	106	1,270	5,135
	North America	189	270	369	403	478	885	1,535
	Europe	4	9	14	25	40	235	1,060
	Asia	88	109	133	229	315	820	1,520
	Sub total	286	406	551	714	939	3,210	9,250
Stationary (Residential)	Japan	47,300	49,200	55,500	71,000	100,000	290,000	630,000
	North America	—	—	—	—	200	20,000	50,000
	Europe	200	1,000	1,500	2,000	2,500	100,000	300,000
	Asia	300	200	200	300	500	20,000	100,000
	Sub total	47,800	50,400	57,200	73,300	103,200	430,000	1,080,000
FCV	Japan	1,210	650	870	1,600	8,000	25,000	115,000
	North America	1,400	2,720	2,230	3,020	11,100	41,500	205,000
	Europe	110	80	250	480	900	18,500	170,000
	Asia	20	70	850	1,700	3,000	33,000	172,000
	Sub total	2,740	3,520	4,200	6,800	23,000	118,000	662,000
Transportation	Japan	32	43	95	135	193	1,532	3,831
	North America	4,160	5,510	7,120	8,920	11,000	19,010	26,020
	Europe	152	272	382	570	970	17,050	47,900
	Asia	50	950	1,660	1,750	2,300	20,500	178,000
	Sub total	4,394	6,775	9,257	11,375	14,463	58,092	255,751
Portable/ Backup	Japan	125	45	60	130	200	300	500
	North America	2,313	2,625	3,040	3,480	4,080	14,210	49,270
	Europe	913	1,080	1,100	1,150	1,350	7,450	16,140
	Asia	250	250	300	600	1,200	6,580	14,960
	Sub total	3,601	4,000	4,500	5,360	6,830	28,540	80,870
Mobile Device	Japan	—	—	500	500	1,000	5,000	10,000
	North America	300	200	200	1,000	5,000	100,000	200,000
	Europe	500	200	200	1,000	5,000	100,000	200,000
	Asia	100	100	1,500	5,000	20,000	500,000	1,000,000
	Sub total	900	500	2,400	7,500	31,000	705,000	1,410,000
Total		59,721	65,601	78,108	105,049	179,432	1,342,842	3,497,871
Sub Total	Japan	48,672	49,956	57,060	73,422	109,499	323,102	764,466
	North America	8,362	11,325	12,959	16,823	31,858	195,605	531,825
	Europe	1,879	2,641	3,446	5,225	10,760	243,235	735,100
	Asia	808	1,679	4,643	9,579	27,315	580,900	1,466,480

[별첨 4] Fuel Cell Forklift Market by Area

구분		Actual		Estimate	Forecast			
		2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030
Total	Volume (Unit)	4,160	5,590 (34.4%)	7,050 (26.1%)	8,620 (22.3%)	10,280 (19.3%)	32,300 (25.7%)	73,000 (17.8%)
	Capacity (kW)	41,000	56,700 (38.3%)	71,500 (26.1%)	87,600 (22.5%)	104,400 (19.2%)	340,000 (26.6%)	790,000 (18.4%)
	Value (M¥)	12,480	17,640 (41.3%)	21,675 (22.9%)	26,595 (22.7%)	31,560 (18.7%)	78,800 (20.1%)	183,500 (18.4%)
Japan	Volume (Unit)	10	40 (300.0%)	50 (25.0%)	70 (40.0%)	80 (14.3%)	1,000 (65.7%)	3,000 (24.6%)
	Capacity (kW)	300	1,200 (300.0%)	1,500 (25.0%)	2,100 (40.0%)	2,400 (14.3%)	30,000 (65.7%)	90,000 (24.6%)
	Value (M¥)	135	540 (300.0%)	675 (25.0%)	945 (40.0%)	960 (1.6%)	7,500 (50.9%)	22,500 (24.6%)
North America	Volume (Unit)	4,100	5,500 (34.1%)	7,000 (27.3%)	8,500 (21.4%)	10,000 (17.6%)	15,000 (8.4%)	20,000 (5.9%)
	Capacity (kW)	40,200	55,000 (36.8%)	70,000 (27.3%)	85,000 (21.4%)	100,000 (17.6%)	15,000 (8.4%)	200,000 (5.9%)
	Value (M¥)	12,120	16,950 (39.9%)	21,000 (23.9%)	25,500 (21.4%)	30,000 (17.6%)	34,500 (2.8%)	46,000 (5.9%)
Europe	Volume (Unit)	50	50 (0.0%)	0 (-100.0%)	50 -	100 (100.0%)	15,300 (173.5%)	45,300 (24.2%)
	Capacity (kW)	500	500 (0.0%)	0 (-100.0%)	500 -	1,000 (100.0%)	150,000 (172.4%)	450,000 (24.6%)
	Value (M¥)	225	150 (-33.3%)	0 (-100.0%)	150 -	300 (100.0%)	34,500 (158.3%)	103,500 (24.6%)
Asia	Volume (Unit)	-	-	-	-	100 -	1,000 (58.5%)	5,000 (38.0%)
	Capacity (kW)	-	-	-	-	1,000 -	10,000 (58.5%)	50,000 (38.0%)
	Value (M¥)	-	-	-	-	300 -	2,300 (50.3%)	11,500 (38.0%)

[별첨 5] Fuel Cell Bus Market by Area

구분		Actual		Estimate	Forecast			
		2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030
Total	Volume (Unit)	57	183 (221.1%)	790 (331.7%)	850 (7.6%)	950 (11.8%)	6,500 (46.9%)	17,700 (22.2%)
	Capacity (kW)	2,650	9,000 (239.6%)	33,900 (276.7%)	37,500 (10.6%)	47,500 (26.7%)	494,000 (59.7%)	1,825,000 (29.9%)
	Value (M¥)	1,245	2,700 (116.9%)	10,170 (226.7%)	11,250 (10.6%)	14,250 (26.7%)	56,800 (31.9%)	141,750 (20.1%)
Japan	Volume (Unit)	2	3 (50.0%)	30 (900.0%)	30 (0.0%)	50 (66.7%)	100 (14.9%)	200 (14.9%)
	Capacity (kW)	400	600 (50.0%)	6,000 (900.0%)	6,000 (0.0%)	10,000 (66.7%)	20,000 (14.9%)	40,000 (14.9%)
	Value (M¥)	120	180 (50.0%)	1,800 (900.0%)	1,800 (0.0%)	3,000 (66.7%)	4,000 (5.9%)	6,000 (8.4%)
North America	Volume (Unit)	5	10 (100.0%)	20 (100.0%)	20 (0.0%)	50 (150.0%)	200 (32.0%)	500 (20.1%)
	Capacity (kW)	750	1,500 (100.0%)	3,000 (100.0%)	3,000 (0.0%)	7,500 (150.0%)	30,000 (32.0%)	75,000 (20.1%)
	Value (M¥)	225	450 (100.0%)	900 (100.0%)	900 (0.0%)	2,250 (150.0%)	6,000 (21.7%)	11,250 (13.4%)
Europe	Volume (Unit)	—	20 —	30 (50.0%)	50 (66.7%)	50 (0.0%)	200 (32.0%)	500 (20.1%)
	Capacity (kW)	—	2,400 —	3,600 (50.0%)	6,000 (66.7%)	6,000 (0.0%)	24,000 (32.0%)	60,000 (20.1%)
	Value (M¥)	—	720 —	1,080 (50.0%)	1,800 (66.7%)	1,800 (0.0%)	4,800 (21.7%)	9,000 (13.4%)
Asia	Volume (Unit)	50	150 (200.0%)	710 (373.3%)	750 (5.6%)	800 (6.7%)	6,000 (49.6%)	16,500 (22.4%)
	Capacity (kW)	1,500	4,500 (200.0%)	21,300 (373.3%)	22,500 (5.6%)	24,000 (6.7%)	420,000 (77.3%)	1,650,000 (31.5%)
	Value (M¥)	900	1,350 (50.0%)	6,390 (373.3%)	6,750 (5.6%)	7,200 (6.7%)	42,000 (42.3%)	115,500 (22.4%)

[별첨 6] Fuel Cell Van/Truck Market by Area

구분		Actual		Estimate	Forecast			
		2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030
Total	Volume (Unit)	5	800 (15900.0%)	853 (6.6%)	1,155 (35.4%)	1,710 (48.1%)	12,800 (49.6%)	155,500 (64.8%)
	Capacity (kW)	150	24,000 (15900.0%)	25,750 (7.3%)	34,750 (35.0%)	65,500 (88.5%)	935,00 (70.2%)	15,525,000 (75.4%)
	Value (M¥)	90	8,550 (9400.0%)	8,100 (-5.3%)	11,250 (38.9%)	20,310 (80.5%)	117,020 (41.9%)	1,111,005 (56.9%)
Japan	Volume (Unit)	-	-	3 -	5 (66.7%)	10 (100.0%)	300 (97.4%)	500 (10.8%)
	Capacity (kW)	-	-	250 -	250 (0.0%)	500 (100.0%)	15,000 (97.4%)	25,000 (10.8%)
	Value (M¥)	-	-	-	-	60 -	20 (-19.7%)	5 (-24.2%)
North America	Volume (Unit)	5	- (-100.0%)	50 -	300 (500.0%)	500 (66.7%)	1,000 (14.9%)	1,000 (0.0%)
	Capacity (kW)	150	- (-100.0%)	1,500 -	9,000 (500.0%)	25,000 (117.8%)	100,000 (32.0%)	100,000 (0.0%)
	Value (M¥)	90	- (-100.0%)	900 -	4,050 (350.0%)	11,250 (117.8%)	40,000 (28.9%)	40,000 (0.0%)
Europe	Volume (Unit)	-	-	-	50 -	200 (300.0%)	500 (20.1%)	1,000 (14.9%)
	Capacity (kW)	-	-	-	1,500 -	10,000 (566.7%)	50,000 (38.0%)	100,000 (14.9%)
	Value (M¥)	-	-	-	-	-	-	-
Asia	Volume (Unit)	-	800 -	800 (0.0%)	800 (0.0%)	1,000 (25.0%)	11,000 (61.5%)	153,000 (69.3%)
	Capacity (kW)	-	24,000 -	24,000 (0.0%)	24,000 (0.0%)	30,000 (25.0%)	770,000 (91.4%)	15,300,000 (81.8%)
	Value (M¥)	-	8,550 -	7,200 (-15.8%)	7,200 (0.0%)	9,000 (25.0%)	77,000 (53.6%)	1,071,000 (69.3%)

참 고 문 헌

- [1] Fuki Keizai Group, 2018年版 燃料電池関連技術・市場の将来展望, 2018.
- [2] <https://www.dsireusa.org/>
- [3] 한국에너지공단 홈페이지(<http://www.energy.or.kr>).
- [4] 매일경제, 정의선 수소위원회 회원사 40% ↑ ... 글로벌 수소사회 조기구현 기대, 2020.
- [5] 중앙일보, [수소혁명 시작됐다④] 독일 수소 컨트롤타워 'NOW'는?, 2018.

【 KIER 기술정책 FOCUS 발간 현황 】

발행일	제 목	Vol. , No.
2020. 4.	주요국 에너지·기후변화대응 혁신 R&D 프로그램 분석 (미국, 일본, EU를 중심으로)	Vol. 14, No. 3
2020. 3.	국내 에너지·기후변화대응 관련 정책 현황	Vol. 14, No. 2
2020. 1.	기후리스크 대응을 위한 기후변화 적응분야 연구개발 현황과 향후과제	Vol. 14, No. 1
2019. 12.	2018년 탄소저감 분야 국가연구개발사업 R&D 투자 분석	Vol. 13, No. 2
2019. 7.	2019년 일본 환경성 기후에너지 분야 R&D 사업 분석	Vol. 13, No. 1
2018. 12.	탄소저감 분야 국가연구개발사업 R&D 투자 분석	Vol. 12, No. 7
2018. 11.	신재생에너지 보급 확대 프로그램 분석(2018년 일본 환경성 시책중심)	Vol. 12, No. 6
2018. 10.	지자체 에너지조례 및 지역에너지 계획수립의 실태분석을 통한 시사점	Vol. 12, No. 5
2018. 6.	주요국 에너지/기후 정책 현황 : 미국, EU, 일본, 중국	Vol. 12, No. 4
2018. 5.	주요국 에너지 R&D 프로그램 현황(미국, EU 중심으로)	Vol. 12, No. 3
2018. 4.	주요국의 재생에너지 시장 전망 분석(IEA Renewables 2017 중심으로)	Vol. 12, No. 2
2018. 2.	일본의 기후변화 대응 장기 저탄소 비전	Vol. 12, No. 1
2017. 9.	JPEA PV OUTLOOK 태양광발전 2050년 여명(탈 탄소·지속 가능한 사회실현을 향해서)	Vol. 11, No. 6
2017. 8.	에너지·기후 분야 국내외 환경분석	Vol. 11, No. 5
2017. 5.	주요국의 에너지기술 R&D단계별 수준 비교분석 : 미국, 일본, 유럽, 중국, 한국	Vol. 11, No. 4
2017. 4.	주요국의 CCS Ready 대응현황 분석 : 미국, 일본, 영국, 독일	Vol. 11, No. 3
2017. 3.	2017년 일본의 에너지관련 예산별 추진정책 분석	Vol. 11, No. 2
2017. 2.	주요국 에너지 R&D 프로그램 분석 : 미국, 일본, EU를 중심으로	Vol. 11, No. 1
2016. 12.	국내 기후관련 기술정책 및 주요국 정책방향 비교 분석	Vol. 10, No. 8
2016. 10.	기후변화 대응 기술정책동향 (Ⅱ) : 일본의 기후 및 에너지 법률·정책·투자 동향	Vol. 10, No. 7
2016. 8.	주요국의 장기 에너지 전망과 온실가스 감축 방안 : 세계, 미국, 유럽, 일본, 중국을 중심으로	Vol. 10, No. 6
2016. 7.	IEA의 에너지 기술 전망[ETP] 2016의 주요 내용 및 시사점	Vol. 10, No. 5
2016. 7.	기후변화 대응 기술정책동향(Ⅰ) : 미국, 중국을 중심으로	Vol. 10, No. 4

발행일	제 목	Vol. , No.
2016. 6.	전기차 보급의 이산화탄소 배출영향 분석 : 발전믹스, 충전인프라, 차량유형 별 시나리오 분석	Vol. 10, No. 3
2016. 4.	일본의 에너지절약 정책 동향(2016년 이후의 전개)	Vol. 10, No. 2
2016. 1.	선진 에너지 연구기관 동향조사 분석	Vol. 10, No. 1
2015. 9.	기후변화 · 에너지관련 정부계획 분석	Vol. 9, No. 5
2015. 7.	세계 에너지정책동향(Ⅱ)	Vol. 9, No. 4
2015. 6.	미국 에너지 혁신 프로그램(ARPA-E) 동향	Vol. 9, No. 3
2015. 5.	세계 에너지정책동향(Ⅰ) : 미국, EU, 독일을 중심으로	Vol. 9, No. 2
2015. 3.	일본의 에너지관련 기술개발 로드맵 분석	Vol. 9, No. 1
2014. 10.	북한 에너지자원 분석 및 기술협력 방향	Vol. 8, No. 2
2014. 4.	미국 에너지 혁신 프로그램(ARPA-E) 분석	Vol. 8, No. 1
2013. 11.	주요 선진국 에너지 연구기관 및 R&D 프로그램 분석 : 미국, 일본, 유럽 중심	Vol. 7, No. 1
2012. 12.	주요국의 에너지 R&D 동향	Vol. 6, No. 2
2012. 2.	국내 에너지기술혁신의 현주소	Vol. 6, No. 1
2011. 10.	에너지절약기술전략 2011(일본)	Vol. 5, No. 2
2011. 3.	주요국의 Energy Security Index 비교분석 : 미국, 일본, 영국, 프랑스, 독일, 중국, 한국	Vol. 5, No. 1
2010. 12.	그린에너지기술개발 [3] : 그린에너지 시장 및 산업동향	Vol. 4, No. 3
2010. 9.	그린에너지기술개발 [2] : 주요국별 그린에너지 기술개발 동향	Vol. 4, No. 2
2010. 6.	그린에너지기술개발 [1] : 주요 국가별 정책 추진동향	Vol. 4, No. 1
2009. 11.	에너지기술개발 투자의 경제적 효과분석 : 한국에너지기술연구원 기술개발사업을 중심으로	Vol. 3, No. 2
2009. 10.	국내외 기후변화 대응 정책수단 분석(2008~2009)	Vol. 3, No. 1
2008. 12.	국내외 에너지기술정책수단 분석(Ⅳ) : 주요국가별 기후변화대응 에너지기술 정책종합	Vol. 2, No. 4
2008. 11.	국내외 에너지기술정책수단 분석(Ⅲ) : 영국, 프랑스, 네덜란드, 독일	Vol. 2, No. 3
2008. 10.	국내외 에너지기술정책수단 분석(Ⅱ) : 한국, 중국, 일본	Vol. 2, No. 2
2008. 7.	국내외 에너지기술정책수단 분석(Ⅰ) : 미국 & 캐나다	Vol. 2, No. 1
2007. 12.	신재생에너지의 현 위치와 그 이후는?	Vol. 1, No. 2
2007. 9.	국내 에너지수요관리 정책과 시사점	Vol. 1, No. 1

한국에너지기술연구원 홈페이지 메뉴에서 원문을 다운로드하실 수 있습니다(<http://www.kier.re.kr>).