

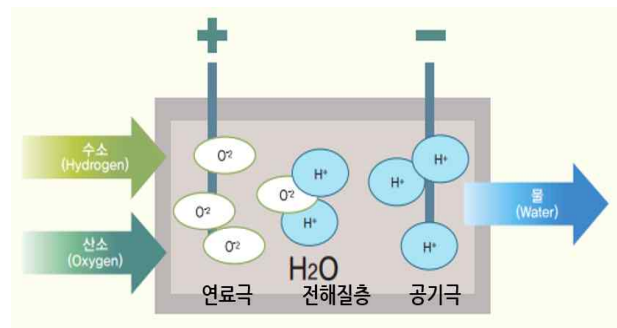
수소연료전지 개요 및 주요 동향

2020. 2.

수소연료전지 개요 및 주요 동향

1 수소연료전지 개요

- 2019년 1월 정부의 수소경제 활성화 로드맵 발표 이후 수소전기차와 차세대 발전원인 연료전지에 관심 증가
 - (연료전지) 산소와 수소의 전기화학반응에 의해 화학에너지를 전기에너지로 직접 변환 발전하는 장치
 - (연료극) 연료극에 공급된 수소는 수소이온과 전자로 분리
 - (전해질층) 수소이온은 전해질층을 통해 공기극으로 이동, 전자는 외부회로를 통해 공기극으로 이동
 - (공기극) 공기극에서 수소이온이 산소와 결합하여 물 생성
 - (연료전지 발전시스템) 개질기, 스택, 전력변환기 등으로 구성
 - (개질기) 화석연료인 천연가스, 메탄올, 석탄, 석유 등을 수소연료로 변환하는 장치
 - (셀) 전해질이 함유된 전해질층, 연료극, 공기극을 분리하기 위한 분리판 등으로 구성되며, 하나의 셀이 생산하는 전기는 약 0.7V 수준
 - (스택) 원하는 전기출력을 얻기 위해 셀을 수십, 수백장 직렬로 쌓아 올린 본체
 - * 스택 구성품 중 막전극접합체는 스택원가의 40%를 차지하는 핵심 부품으로 미국의 Gore社가 선도기업으로 꼽힘. 국내에서는 코오롱인더스트리와 현대차, 동진썬미켈이 관련 기술 보유
 - (전력변환기) 연료전지에서 나오는 직류전기를 교류로 변환시키는 장치



< 연료전지 발전원리 >



< 연료전지 발전시스템 구성도 >

2

수소연료전지 특징

- (연료전지 장점) 수소연료전지 발전소는 연소과정이 없어 발전효율이 높고 기존 화력발전소와 달리 온실가스 배출이 없어 친환경적
 - 전기와 열을 생산하기 때문에 전기와 난방을 동시 생산할 수 있으며 주요 수요처인 도심지에 소규모로 설치 가능. 또한, 연료전지는 태양광, 풍력 등과 타 발전원과의 연계를 통해 전력변환 효율을 향상시킬 수 있음
- (연료전지 단점) 수소 폭발성 및 화석연료 동력원 대비 낮은 단위질량당 출력, 단위체적당 출력
- (연료전지 기술별 특징) 전해질층 종류에 따라 용융탄산염연료전지(MCFC), 고체산화물연료전지(SOFC), 인산염연료전지(PAFC) 등 5개로 구분
 - * (국내기업) MCFC/포스코에너지, SOFC/STX중공업, 미코, 경동나비엔, PAFC·PEMFC/두산, 에스퓨어셀, DMFC/프로파워

< 연료전지 기술별 특징 >

구분	연료	전해질	동작온도	효율(%)	주 용도	특징	
고온형	용융탄산염형 (MCFC)	LNG, LPG, 메탄올, 석탄	탄산염	650도 이하	80	대형 및 분산형 (100kW~MM)	<ul style="list-style-type: none"> • 발전효율 높음 • 내부개질 가능 • 열병합대응
	고체산화물형 (SOFC)	LNG, LPG, 메탄올, 석탄	세라믹	1,000도 이하	85	발전용, 이동체용 (1kW~MM)	<ul style="list-style-type: none"> • 발전효율 높음 • 내부개질 가능 • 복합발전
저온형	인산형 (PAFC)	LNG, LPG, 메탄올, 석탄	인산염	220도 이하	70	분산형, 중형건물 (200kW)	<ul style="list-style-type: none"> • 내구성 큼 • 열병합대응
	고분자전해질형 (PEMFC)	수소	이온 교환막	50~80도	75	가정, 상업용, 수송용, 휴대용(1~10kW)	<ul style="list-style-type: none"> • 저온작동 • 고출력밀도
	직접메탄올형 (DMFC)	메탄올	이온 교환막	20~70도	40	수송용, 휴대용 (1kW 이하)	<ul style="list-style-type: none"> • 저온작동 • 고출력밀도

자료 : 한국에너지공단

- (연료전지 응용 분야별 특징) 크게 발전용, 수송용, 휴대용으로 구분

< 연료전지 응용 분야별 특징 >

구분	정의	출력 범위	적용 기술	적용 사례
발전용	전기와 열을 공급하는 연료전지로 이동 불가능	0.5kW-400kW	MCFC, SOFC, PAFC, PEMFC	<ul style="list-style-type: none"> • 대형, 분산발전용 • 가정, 건물용 • 백업전원
수송용	추진력과 주행거리 개선에 필요한 기능을 제공	1kW-100kW	MCFC, SOFC, PEMFC, DMFC	<ul style="list-style-type: none"> • 개인상용차 • 대중교통(버스, 트램) • 물류운반(지게차, 트럭) • 선박용
휴대용	이동이 용이한 연료전지	5W-20kW	SOFC, PEMFC, DMFC	<ul style="list-style-type: none"> • 이동수단 외의 보조 • 휴대용 전자기기 • 군사용

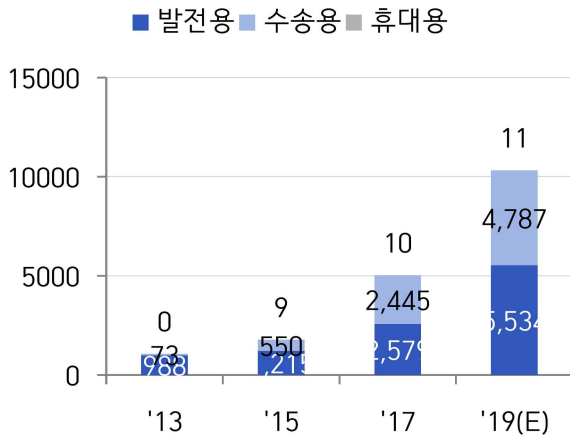
자료 : 한국에너지공단

3

수소연료전지 시장현황 및 전망

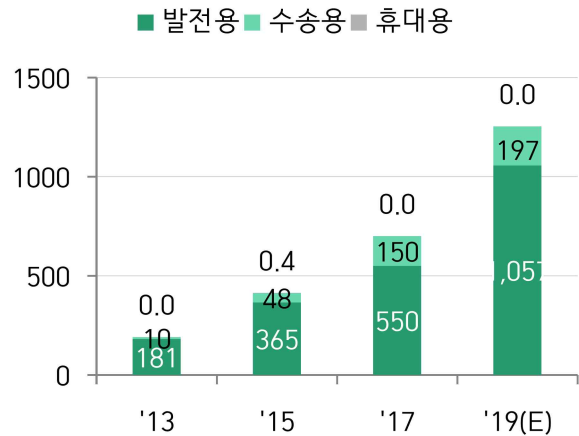
- 글로벌 연료전지 시장은 국가별 보급정책 확대로 지속성장
 - 2017년 기준 글로벌 연료전지 시장규모는 약 50억 달러를 기록하였으며, 2024년에는 255억 달러 규모의 시장 확대 예상
 - 글로벌 연료전지 시장은 발전용이 가장 큰 비중을 차지(발전용>수송용>휴대용 순)
- 국내에서도 신재생에너지 공급의무화 제도(RPS) 및 친환경 운송수단 수요 증가로 시장규모 지속 증가
 - 국내 연료전지 시장규모는 2015년 약 117%로 대폭 증가하며 시장확대

(단위 : 백만달러)



< 글로벌 연료전지 시장규모 >

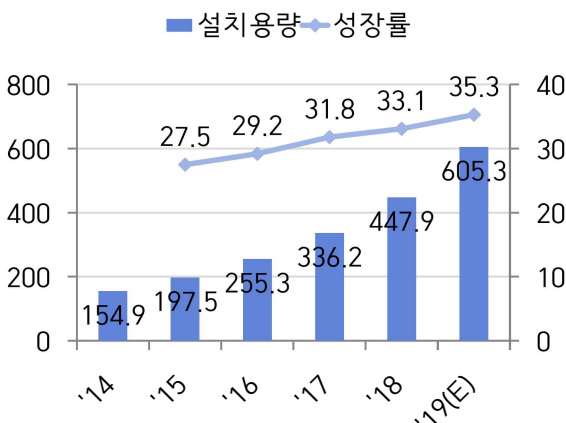
(단위 : 백만달러)



< 국내 연료전지 시장규모 >

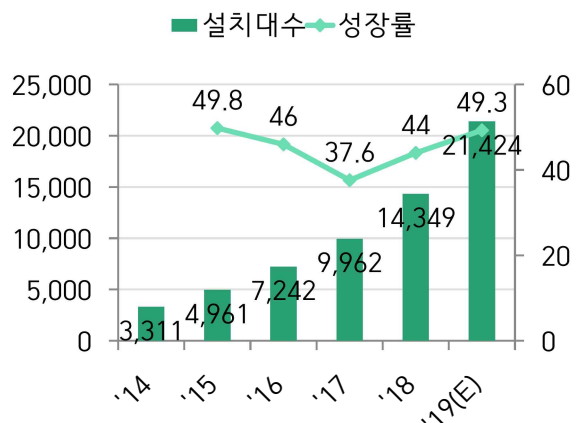
자료 : KPMG(2019)

(단위 : MW, %)



< 글로벌 발전용 연료전지 시장현황 >

(단위 : 대수, %)



< 글로벌 수송용 연료전지 시장현황 >

자료 : 산업통상자원부(2019)

4

수소연료전지발전소 구축 현황

- 전국 58곳에서 총 464.15MW 가동 중('19.12 기준)이며, 건립 예정인 곳도 다수
 - (착공) 진천(80MW), 강진(60MW), 서산(50MW), 창원(40MW) 등
 - (추진중) 광주·경주·장흥(200MW), 정읍·삼척(100MW), 상주(50MW), 고성(40MW), 인천(39.6MW), 함안(19.8MW) 등
 - (기타) 인천, 함양, 대전 등은 발전소 건립과 관련하여 갈등을 빚었으며, 인천만이 협상을 재개하기로 결정(함양 : 보류, 대전 도안신도시 : 취소)

< 국내 수소연료전지발전소 구축 현황 >

구분	발전기명	설비용량 (MW)	지역	구분	발전기명	설비용량 (MW)	지역
1	(주)유일산업연료전지발전소	0.84	전북	30	일산연료전지	2.40	경기
2	(주)그린랜드연료전지발전소	0.88	경북	31	일산연료전지 #4	5.28	경기
3	나투라군산연료전지	2.40	전북	32	동호연료전지발전소	0.30	대구
4	광명그린연료전지	2.64	경기	33	벽산부산강변연료전지	1.20	부산
5	광명연료전지	5.00	경기	34	부산그린연료전지 #1	15.40	부산
6	시흥배곧가압장연료전지발전소	6.00	경기	35	부산그린연료전지 #2	15.40	부산
7	GS당진연료전지	2.40	충남	36	천안청수연료전지	5.28	충남
8	GS파워인양연료전지	4.80	경기	37	서인천연료전지	16.20	인천
9	HS이앤피연료전지	2.40	전북	38	서인천연료전지 #2	18.04	인천
10	KT대관령수련관	0.10	강원	39	엠피씨울촌 연료전지 #3	5.00	전남
11	경기그린연료전지	58.80	경기	40	씨지앤울촌 연료전지 #2	5.60	전남
12	고덕그린에너지	19.60	서울	41	엠피씨연료전지	4.80	전남
13	그린파크 연료전지발전소	0.11	경남	42	씨지앤울촌 연료전지 #4	10.00	전남
14	동탄 연료전지	11.44	경기	43	SK가스연료전지	0.44	울산
15	분당연료전지 #2	3.08	경기	44	오성연료전지	9.68	경기
16	안산연료전지	2.64	경기	45	KT대덕2연구센터 연료전지	0.90	대전
17	분당연료전지 #3	5.72	경기	46	신보령연료전지	7.48	충남
18	분당연료전지 #5	5.72	경기	47	보령화력연료전지	0.30	충남
19	분당연료전지	0.30	경기	48	부천연료전지	10.56	경기
20	분당연료전지 #4	16.72	경기	49	천호산업 연료전지발전소	0.20	경북
21	분당연료전지 #6	5.10	경기	50	케이에이치파워연료전지	1.00	충남
22	분당연료전지 #6-2	3.25	경기	51	티씨에스원연료전지	5.60	대구
23	신인천연료전지 #1	58.72	인천	52	티씨에스원연료전지 #2	5.60	대구
24	노을그린연료전지	20.00	서울	53	부산연료전지	5.60	부산
25	대부도에너지타운연료전지	0.88	경기	54	오성연료전지	6.16	경기
26	대산그린에너지	50.16	충남	55	포항연료전지	2.40	경북
27	일산연료전지 #3	2.80	경기	56	포스코인천연료전지	2.40	인천
28	울산연료전지	2.80	울산	57	포스코노원연료전지	2.40	서울
29	일산연료전지 2호기	2.80	경기	58	포천민자발전연료전지발전소	0.44	경기
합계				58기		464.15MW	

자료 : 전력통계정보시스템(2019)

5

수소연료전지 보급 관련 정책 동향

- (해외) 연방정부 차원의 국가 로드맵 발표 이래 관련 정책 지속 추진(美), 수소 로드맵 유럽 수립(EU), 수소·연료전지 전략 로드맵 및 수소기본전략 수립(日) 등
- (국내) 친환경 수소경제 구현을 위한 마스터 플랜('05) 발표 이후 지속적인 R&D 지원을 통해 수소차·연료전지 기술을 확보. 이를 기반으로 수소경제 활성화 로드맵('19.1) 발표

< 주요국 및 한국 연료전지 보급 지원정책 >

국가	프로그램	대상	내용	실적
미국	SGIP	발전용	<ul style="list-style-type: none"> • (인센티브 지원) - (연료전지 발전) 190만원/kW - (바이오가스이용 연료전지 발전) 350만원/kW 	106.1MW 보급
일본	민생용 연료전지 도입 지원사업	가정용	• (설치보조금/대) 300~400만원	15만대 보급
	친환경자동차 도입 지원사업	수송용	<ul style="list-style-type: none"> • (대상) 전기차, PHEV, 연료전지차, 클린디젤 • (보조금 지원/대) 2,000만원 	700대 보급
	수소충전소 개발과제 지원사업	수송용	<ul style="list-style-type: none"> • (보조금 지원/대) - (충전소 설치) 18~29억원, (수소제조설비) 6억원, (액화수소설비) 4억원 	81기
유럽	Ene-field	가정용	<ul style="list-style-type: none"> • (기간) 2012~2017(6년간) • (예산) 340억원(2,600만 유로) 	1,000대
한국	주택지원사업	가정용	<ul style="list-style-type: none"> • 1kW 이하 시스템 지원 • (1k당 연료전지 기준단가) 2,700만원/보조금 2,199만원 	2,249대 보급
	연료전지차 구매보조	수송용	<ul style="list-style-type: none"> • (보조금 지원/대) 2,250만원 - ('20년 예산) 10,100대, 227,250백만원 * (수소버스 보급) 180대, 27,000백만원 	-
	연료전지차 충전소 설치보조	수송용	<ul style="list-style-type: none"> • (일반수소충전소 설치보조금/대) 27개소, 40,500백만원 - 1기당 설비비용의 최대 50%, 1,500백만원 지원 • (수소버스충전소 설치보조금/대) 13개소, 54,600백만원 - 1기당 설비비용의 최대 70%, 4,200백만원 지원 	33기, 310기(~'22) 보급목표
	공공건물 신재생에너지 설치의무화	건물용	• 공공기관 건축물의 신재생에너지 공급의무율 강제	('15) 15%, ('20) 30%
	신재생에너지 생산량 산정지침	건물용	<ul style="list-style-type: none"> • 신재생에너지 공급의무에 따라 연료전지의 에너지 생산량 산정과 보정계수(가중치) 발표 - PEMFC 단일 적용 	(정부) 공공건물 한정
	신재생에너지 공급의무화 제도 (RPS)	발전용	• 일정규모 이상의 발전 설비를 보유한 발전사업자에게 총 발전량의 일정비율 이상을 신재생에너지를 이용하여 공급하도록 의무화한 제도	163MW

자료 : 산업통상자원부(2019)