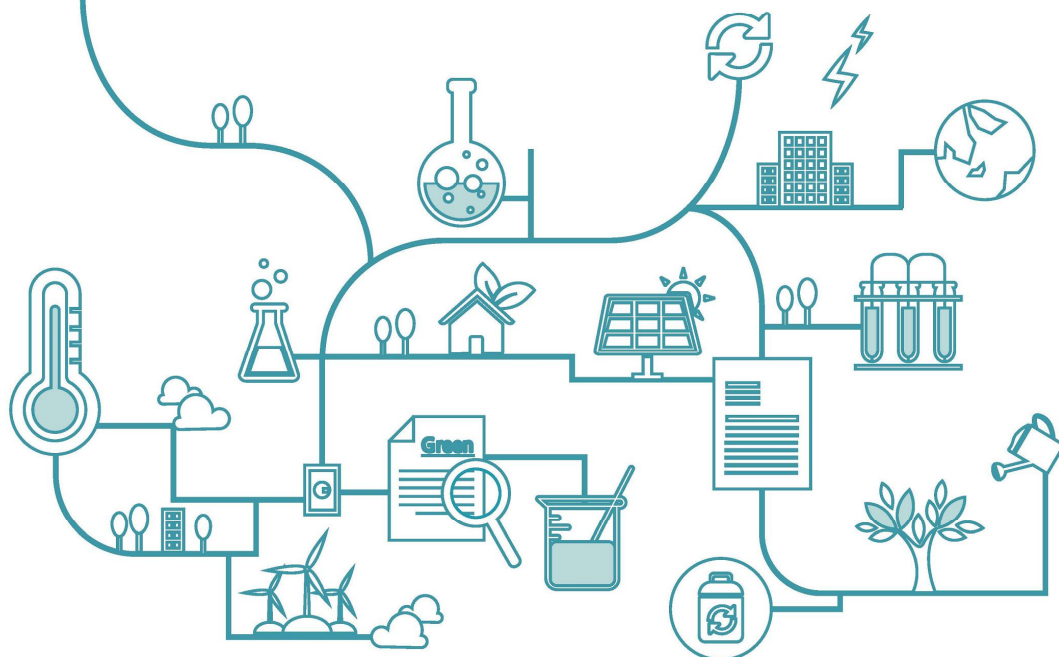


# 일본의 수소사회 구축에 대한 분석 및 시사점

저 자 | 손범석





# 발 간 사



날로 심각해지는 기후변화의 위협을 극복하기 위해 세계 각국은 재생가능에너지의 확대와 에너지효율화 등, 실현가능한 정책수단을 동원하여 대응하고 있습니다. 또한 작년 12월 제21차 당사국 총회에서 채택한 파리 협정이 2016년 11월 4일 발효됨에 따라 모든 국가가 파리협정에 대한 의무를 지키고 국제사회는 각국의 온실가스감축 이행에 대하여 공동으로 검증하게 되었습니다.

이러한 가운데 일본이 천명한 ‘수소사회의 구축’은 매우 눈여겨 볼 만 합니다. 일본은 우리나라와 마찬가지로 대부분의 에너지를 수입하는 에너지 구조를 가지는 국가입니다. 그러나 2011년 발생한 동북지역 대지진 및 후쿠시마 원전사고를 계기로, 에너지 수급 구조의 전면적인 개혁을 진행 중에 있습니다. ‘수소사회의 구축’도 그 일환입니다.

이에 본 리포트에서는, 일본이 추진하고 있는 ‘수소사회’가 어떠한 것인지, 그리고 그 실현을 위해 어떤 정책을 추진하고 있는지를 분석한 후, 향후 우리나라의 에너지 정책 방향과 관련된 시사점을 도출하고자 합니다.

마지막으로, 본 리포트는 집필진 개인의 의견이며, 녹색기술센터(GTC)의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.

2016년 11월

녹색기술센터 소장 **오 인 환**



# CONTENTS

I. 분석의 개요 .....	1
1. 배경 및 필요성 .....	1
2. 분석 방법 및 범위 .....	3
II. 일본 수소사회 구축 로드맵 .....	5
III. 일본 수소사회 구축 분석 및 시사점-주택용 부문 .....	12
IV. 일본 수소사회 구축 분석 및 시사점-수송용 부문 .....	17
V. 결론 및 시사점 .....	26
참고문헌 .....	28



# 일본의 수소사회 구축에 대한 분석 및 시사점

## 표목차

〈표 1〉 일본 ‘Cool Earth 에너지 혁신기술계획’ 상의 기술 분류 기준	5
〈표 2〉 ‘Cool Earth 에너지 혁신기술계획’ 상의 부문별 기술 분류	6
〈표 3〉 에너팜 보조금 제도의 추이	16
〈표 4〉 일본 주요 3사의 FCEV 개발 추이	20
〈표 5〉 일본 수소충전소의 지역별, 사업자별 분포현황	21
〈표 6〉 일본 수소연료전지자동차 구매에 대한 지원 내역(도요타 MIRAI의 경우)	22
〈표 7〉 수소충전소 설치에 대한 중앙정부의 보조금 지급제도	22

## 그림목차

[그림 1] 수소에너지의 전방위 활용	1
[그림 2] 고정형 연료전지 기술개발 로드맵(~2050)	7
[그림 3] 연료전지자동차 기술개발 로드맵(~2050)	8
[그림 4] 수소에너지의 활용 및 전략로드맵	10
[그림 5] 일본의 단계별 수소사회 구축 계획	11
[그림 6] 에너팜의 원리	12
[그림 7] NEDO의 실증사업에 참여한 연료전지 열병합발전시스템(PEFC)의 지역별 분포	13
[그림 8] 에너팜 보급대수 추이	14
[그림 9] NEDO CSPP 프로그램으로 인한 BOP가격저감 추이	15
[그림 10] 수소연료전지 자동차의 구조와 원리	17
[그림 11] 일본의 수소연료전지 보급 로드맵	19
[그림 12] 일본의 수소충전소 운영 관련 규제 완화 내용	23
[그림 13] 일본 연료전지 보급을 위한 민관협력 체계도	25



# 분석의 개요



## 1 배경 및 필요성

### 기후변화의 심화에 따른 해결책으로서 수소에너지의 활용에 대한 관심 고조

- 수소에너지는 인류가 당면하고 있는 에너지 문제와 환경 문제를 동시에 해결할 수 있는 에너지원으로서 주목받고 있음
  - » 수소는 물에서 생성되며, 연료로서 사용된 후에는 다시 물로 되돌아가는 친환경 에너지원임
  - » 또한 수소에너지는 발전용, 주택용(가정용), 수송용 등 현대사회에서 에너지가 필요한 대부분의 분야에 전방위적으로 활용가능한 에너지원으로서, 그 활용도가 매우 높음



자료: 수소연료전지전략협의회(2016)

[그림 1] 수소에너지의 전방위 활용

### ■ 최근 수소에너지에 대한 관심이 증가하면서 화석연료 중심의 경제에서 수소 중심의 경제로 전환될 것으로 전망

- 세계적으로도 수소에너지 및 연료전지의 활용을 확대하려는 움직임이 활발하게 전개되고 있음
  - » 미국은 캘리포니아 주를 중심으로 SGIP<sup>1)</sup>를 도입, 연료전지 발전에 대한 인센티브를 부여하여 보급 확산 주도
  - » 일본은 2020년 도쿄올림픽을 기점으로 수소사회에 진입한다는 목표로 연구개발 및 보급확산에 박차
  - » 독일은 Callux 프로그램을 통해, 2015년까지 총 7천5백만 유로의 예산을 투입하여 가정용 연료전지시스템 약 800대를 설치 및 실증하였으며, H<sub>2</sub> Mobility프로그램을 통해 연방교통부 주관하에 수소연료전지자동차 및 관련 인프라의 확대를 도모하고 있음(Callux 홈페이지\_ <http://www.callux.net/home.English.html>)

### ■ 일본의 경우, ‘수소사회의 구축’을 목표로 로드맵을 수립, 특히 주택용과 수송용을 중심으로 수소연료전지의 보급 확산을 추진 중

- (에너지 체계의 근본적인 혁신) 에너지가 소요되는 모든 영역에 ‘수소에너지’가 기본적으로 공급되게 하는 체계로 변환
  - » 단순히 수소연료전지의 보급 성과를 늘리려는 것이 아니라 가정 부문, 수송 부문(자동차, 화물차, 선박, 비행기, 특수 차량 등), 건물에너지 부문 등 다양한 영역에 수소를 기반으로 하는 에너지 체계를 구축
    - ※ 일본 내에서는 전기자동차(EV)도 일부 자동차업체를 중심으로 판매가 지속되고 있으나, 장기적으로는 ‘수소사회’의 측면에서 수송부문의 에너지 공급 기반 역시 수소연료전지 자동차로 이전될 가능성이 큼(Iwatani산업 인터뷰, 2016)
- (주택용) 주택용 연료전지 ‘에너팜’의 보급을 통해 가정 부문에서의 분산전원 활성화 및 온실가스 배출량 감축 도모
  - » 2015년 말 기준으로 일본 전체 에너팜 보급대수 15만대 초과(일본가스협회, 2015. 12)

1) Self Generation Incentive Program, 자가발전을 하는 발전업자를 대상으로, 연료에 따라 차등적인 인센티브를 지급하여 분산발전의 확대를 도모하는 제도

≫ 2020년 140만 가구, 2030년 530만 가구(일본 내 전 세대의 10%)에 에너지팩을 보급하는 것이 목표(NEDO, 2015)

○ (수송용) 도요타, 닛산, 혼다의 3사를 중심으로 수소연료전지자동차 상용화

≫ 2016년 3월 기준으로 일본 내 총 632여 대의 수소연료전지자동차가 운행 중 (자동차검사등록정보협회, 2016)

≫ 향후 2020년까지 수소연료전지자동차 4만 대, 2025년 20만 대, 2030년 80만 대 보급 목표(자원에너지청, 2016)

■ 일본이 주택용, 수송용 연료전지시스템을 보급 및 확산시킨 경과를 분석하여 시사점을 도출

○ 일본은 ‘수소사회의 구축’이라는 측면에서 가장 많은 성과를 보이고 있는 국가 중 하나임

○ 따라서 본 보고서에서는, 일본이 에너지팩과 수소연료전지자동차를 개발 및 실증 후, 어떠한 정책적 수단을 활용하여 현재까지 보급하였는지를 고찰하여, 정책적 시사점을 도출하고자 함

## 2 분석 방법 및 범위

■ 주택용 및 수송용 연료전지를 대상으로 분석

○ 주택용 연료전지인 에너지팩의 경우, 일본은 약 15만 대 이상 보급된 데 비해 한국은 약 1,700여 대가 보급됨(2015년 말 기준)

○ 수소연료전지자동차의 경우 일본은 상용화가 이루어져 약 632 대의 자동차가 일본 전국을 주행하는 데 비해, 한국에서는 현대자동차가 국내 최초로 상업화 라인을 설치하고(2013) ‘투싼’을 개발하였으나 비용과 기술적 문제 등으로 보급이 잘 이루어지고 있지 않음

○ 따라서 일본이 상대적으로 우리나라보다 보급 측면에서 앞서 있는 두 개 부문(주택용, 수송용)의 수소연료전지 시스템을 대상으로 분석

### ■ 실증 후 보급을 위한 정책수단을 중점으로 분석

- 일본의 연료전지 관련 원천기술은 우리나라보다 앞서 있으나, 기술 자체만으로 비용을 저감하여 시장에 진출한 것은 아님
- 현재의 보급성과를 달성한 데에는 일본 내의 산/학/연 연계협력체제를 통한 효과적인 정책수단의 기여가 컸다고 할 수 있음
- 따라서, 본 보고서에서는 기술 및 실증에 대한 성과보다는, 현 기술수준을 바탕으로 한 보급활성화 정책을 중점적으로 분석하여 시사점을 도출



## 일본 수소사회 구축 로드맵



■ 일본에서는 1981년부터 NEDO가 중심이 되어 수소연료전지 관련 연구개발을 지속적으로 지원

- 초기 연구개발 당시에는 PAFC(인산형연료전지), SOFC(고체산화물형연료전지), PEFC(고체고분자형연료전지)에 대한 핵심기술개발 위주로 진행

■ 기후변화 대응을 위해 범정부 차원의 연구개발 및 보급계획 로드맵이 수립, 추진되어 왔으며, 특히 '제4차 에너지기본계획(2014)'부터는 공식적으로 '수소사회'라는 용어가 언급되면서 본격적인 보급정책에 국가적 역량을 투입

■ Cool Earth 에너지 혁신기술계획

- 일본 경제산업성이 주체가 되어 'Cool Earth 에너지 혁신기술계획'을 수립(2008. 3월)
  - ≫ 당 계획에는 2050년을 목표로 한 각종 기후변화대응 관련 기술의 기술개발 로드맵이 포함
  - ※ 온실가스의 대폭적인 삭감을 위해 이미 실용화되어 있는 기술의 개량과 보급은 물론, 기존 기술에는 없던 혁신적인 기술도 추가적으로 검토

〈표 1〉 일본 'Cool Earth 에너지 혁신기술계획' 상의 기술 분류 기준

2050년까지 온실가스의 대폭적인 감축에 기여하는 기술
① 기술의 보급에 필요한 시간을 고려하여, 2030년까지 실용화가 가능한 기술
② 보급에 필요한 시간이 비교적 짧은 기술로 2030년 이후 실용화가 가능한 기술
비약적인 성능 향상, 비용저감, 보급의 확대 등이 기대되는 혁신적 기술
① 새로운 원리의 활용, 기존재료의 새로운 활용을 포함한 재료의 혁신(예 : 신재료 태양전지, 연료전지의 백금대체촉매 등)
② 제조공정의 혁신(예 : 수소를 환원재로서 사용하는 혁신적 제철공정 등)
③ 요소기술이 확립된 기술을 시스템으로서 실증(예 : 이산화탄소 포집·저류 기술)
일본이 세계를 리드할 수 있는 기술

※ 출처 : 일본 경제산업성(2008)<sup>2)</sup>

» 또한 기술부문을 다섯 가지 영역으로 분류하였는데, 수소에너지와 관련된 기술은 3개 영역에 걸쳐 포함되어 있음(수송, 민생, 공통부문)

〈표 2〉 ‘Cool Earth 에너지 혁신기술계획’ 상의 부문별 기술 분류

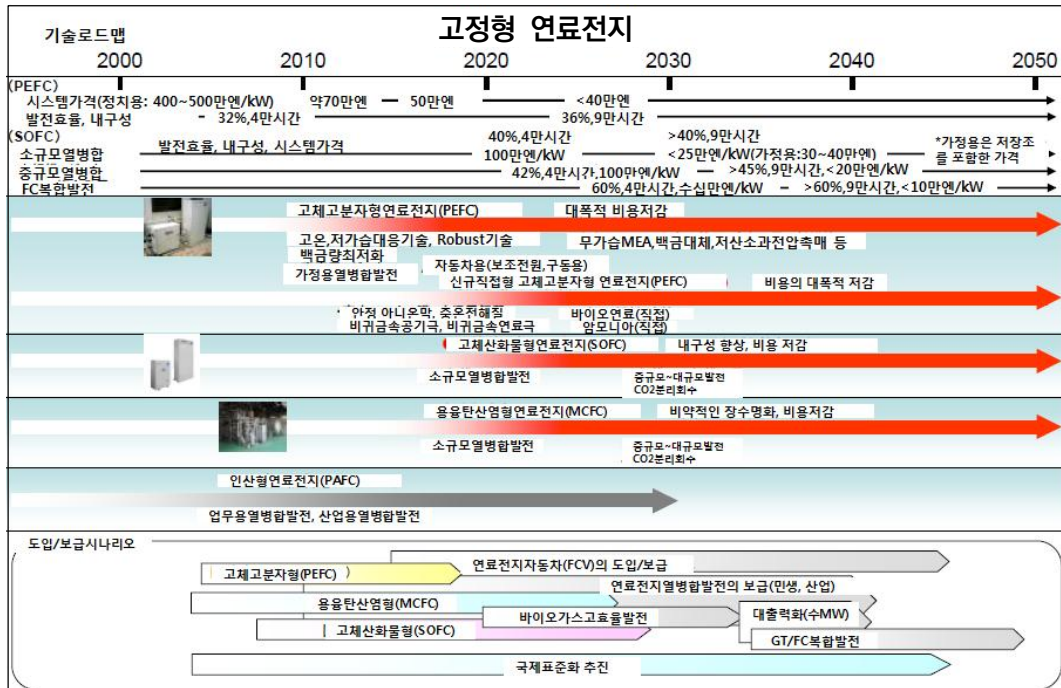
분류	해당 기술
발전·송전부문	고효율 천연가스 발전
	고효율 석탄화력발전
	이산화탄소 포집·저장(CCS)
	혁신적 태양광발전
	선진적 원자력발전
	초전도고효율송전
수송부문	지능형 도로교통시스템(ITS)
	연료전지 자동차
	플러그인 하이브리드 자동차·전기자동차
	바이오매스 유래 수송용 대체연료제조
산업부문	혁신적 재료·제조·가공기술
	혁신적 제조공정
민생부문	에너지 절약형 주택 및 빌딩
	차세대 고효율 조명
민생부문	고정형 연료전지
	초고효율 히트펌프
	에너지절약형 정보기기·시스템
	HEMS/BEMS/지역 차원 EMS
공통 기술 <sup>3)</sup>	고성능 전력저장
	파워 일렉트로닉스
	수소 제조·수송·저장

※ 출처 : 일본 경제산업성(2008)

2) 일본 경제산업성, 2008, Cool Earth 에너지 혁신기술계획

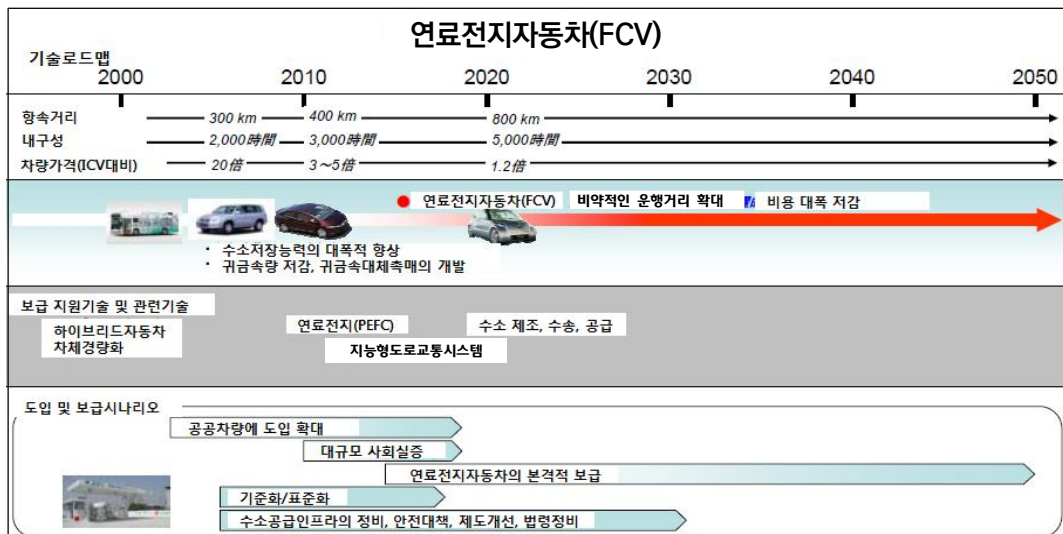
3) 발전·송전 부문, 수송부문, 민생부문, 산업부문의 구분과 상관없이 적용가능한 기술 구분

» 위의 표를 통해 일본은 ‘수소사회의 구축’을 세계에서 선도적으로 달성하기 위해 국가가 전략적으로 R&D 및 보급활성화에 매진하고 있다는 것을 알 수 있음



※ 출처 : 일본 경제산업성(2008)

[그림 2] 고정형 연료전지 기술개발 로드맵(~2050)



※ 출처 : 일본 경제산업성(2008)

[그림 3] 연료전지자동차 기술개발 로드맵(~2050)

### ■ 제4차 에너지기본계획(2014~2034)

#### ○ 에너지기본계획상에 '수소에너지'의 구체적인 보급계획 명시

- ≫ 일본정부는 에너지 관련 최상위 국가계획인 '제4차 에너지기본계획' 수립(2014. 4)
  - ※ 2002년 6월 제정된 '에너지정책기본법'에 의거, 2003년 10월에 1차 에너지기본계획, 2007년 3월 2차 에너지기본계획, 2010년 6월 3차 에너지기본계획이 각각 책정
- ≫ 제4차 에너지기본계획에서는 기존 에너지 관련계획에서 비중 있게 다루지 않던 '수소에너지'에 대한 구체적인 계획이 명시됨
  - ※ 이는 2011년 초에 발생했던 동북지방 대지진 및 이로 인한 후쿠시마 원전사고를 계기로, 자가발전과 에너지 안보에 대한 국민 의식이 높아진 것에 기인함

#### ○ 6가지의 주요 에너지 정책 방침 명시

- ≫ 당 계획에서는 ①해외자원의 원활한 수급 위한 외교적 노력 강화, ②에너지 절약 및 효율화, ③에너지 수요관리, ④재생가능에너지의 확대, ⑤원자력발전의 신뢰성 및 안전성 강화, ⑥수소사회의 실현을 주요 정책 노선으로 명시
- ≫ '수소사회'란, 수소를 공극의 친환경에너지원으로 인식하여 수소의 제조, 저장, 수송, 이용에 이르는 Supply Chain 전체 영역에서 기술개발과 비용저감을 도모하고, 나아가 국제적으로 일본의 수소기술 표준화를 선도하는 것이라 언급
  - ※ 수소사회의 실현을 통해 에너지의 안정적 공급과 기후변화 방지에 기여하기 위한 수소 에너지의 활용을 언급. 전력수요 피크 완화, 전원구성의 다양화, 재해에 대한 대응 등을 위해 연료전지를 포함한 열병합발전을 도입 및 촉진하기 위한 기반을 마련하고 관련 부문을 정책적으로 추진하는 것을 주요 골자로 하고 있음

#### ○ 수소사회의 구축을 위한 5가지 원칙 명시

- ≫ 기술개발과 비용 저감을 통한 고정형 연료전지(에너지팜)의 보급 확대
  - ※ 2020년까지 140만 대, 2030년까지 530만 대의 주택용 에너지팜 보급을 목표로, 시장에서의 자립을 위한 비용저감 정책과 함께 관련 기술의 연구개발 진행
- ≫ 연료전지자동차의 보급확산을 위한 인프라(수소충전소)의 정비
  - ※ 기존의 석유공급인프라 등을 활용하는 한편, 비용저감을 위해 이동식 충전소를 개발하여 인프라 확충. 또한 규제개선 등을 통한 진입장벽 완화 시행

≫ 발전 부문에서도 수소에너지를 적극 활용하며, 장기적으로는 발전연료인 수소를 화석연료가 아닌 수전해\* 방식을 통한 제조 및 공급을 지향

\* 물을 분해하여 수소를 제조하는 기술을 말하며, 광촉매를 이용한 광화학적 방법, 미생물을 이용한 생물학적 방법, 전기분해 방법 등이 있으나, 재생에너지원인 태양광·풍력에너지를 통해 생산한 전력으로 물을 분해하여 수소를 제조하는 수전해법이 유망함(우상국 외, 2009)

≫ 수소의 안정적인 공급을 위한 제조, 저장, 수송기술 개발의 지속적인 추진

※ 수소의 본격적인 활용을 위해서는 보다 저렴한 가격으로 수소를 공급하는 것이 중요하므로, 현재의 수소 제조 방식인 화석연료 개질 방식에서 나아가 재생가능에너지원으로부터 수전해를 통한 수소 제조 및 공급 방식을 현실화하기 위해 관련 기술개발을 지속적으로 추진

≫ 수소사회의 실현을 위한 로드맵의 책정

※ 수소에너지의 광범위한 사용을 위해서는 관련 제품의 제조업자 뿐만 아니라 에너지 공급 업체 등 모든 영역의 구성원이 능동적으로 참여해야 하므로, 각 부문의 이해관계를 초월한 포괄적 전략 제시

#### ■ 수소연료전지 전략로드맵(2014)

○ 제4차 에너지기본계획을 바탕으로, ‘수소·연료전지전략협의회’에 의해 ‘수소연료전지 전략로드맵’이 수립됨(2014. 6)

≫ 로드맵에는 수소사회의 실현을 위한 대응의 방향성과 단계별 성장 로드맵을 제시

≫ 구체적인 방향성으로는, 수소를 일상생활과 산업활동 전반에 활용가능한 에너지원으로 설정하고, 이를 전제로 한 제도 정비 및 관련 인프라를 구축하는 것을 주요 내용으로 함

※ 수소에너지를 현재 사용되고 있는 우주산업분야 혹은 에너지관련 산업공정, 가정용 열병합 발전시스템이나 수소연료전지자동차 뿐만이 아니라 수소선박, 수소비행기, 철도차량 및 각종 보조전원의 영역까지 확대하여 전방위적인 ‘수소사회’를 구축하기 위한 청사진 제시(그림 4)



※ 출처 : 수소연료전지전략협의회(2016)<sup>4)</sup> 내용을 바탕으로 재구성

[그림 4] 수소에너지의 활용 및 전략로드맵

○ 에너지 소비와 관련한 전 영역에 걸쳐, 3단계로 구분하여 수소사회 실현

» 기존의 고정형 연료전지나 자동차 뿐만 아니라, 선박이나 철도 등의 수송수단, 산업 공정, 휴대용 전원, 발전원 등에 이르기까지, 다양한 영역에서 대응가능한 에너지원이라는 인식 하에 기술적 측면, 비용저감 측면, 제도적 측면, 인프라 측면에서 3단계에 걸쳐 정책적 과제를 해결하려는 의지를 보이고 있음

4) 수소연료전지전략협의회(2016), '수소연료전지 전략로드맵 개정판'

Phase 1 수소이용의 비약적인 확대 (연료전지의 도입)	Phase 2 수소발전 본격 도입 대규모 수소공급시스템 확립	Phase 3 사회전체적으로 CO <sub>2</sub> Free 수소공급시스템 확립
09년 가정용연료전지/15년 연료전지차 시장투입  <b>2017년</b> -업무/산업용연료전지 : 시장투입  <b>2020년</b> -차량연료로서의 수소가격 경쟁력 구비 -동경올림픽에서 수소사회의 가능성 전세계 홍보  <b>2025년</b> -연료전지차 : 하이브리드차와의 가격 경쟁력 구비	개발/실증의 가속화 수소공급국가와의 전략적 협력관계 구축 수요확대를 고려한 저가의 수소가격 실현  <b>2020년 중반</b> -해외로부터의 수소가격 30엔/㎥  <b>2030년대</b> -해외로부터 미이용에너지에서 유래한 수소의 제조, 수송, 저장 본격화 -발전사업용수소발전 본격 도입	수소공급체제의 구축을 전제로 한 계획 적인 개발과 실증 추진          <b>2040년대</b> -CCS나 국내외의 재생가능에너지 활용 과의 조합에 의한 CO <sub>2</sub> Free 수소의 제조, 수송 및 저장의 본격화

- Phase 1 : (수소이용의 비약적 확대) 현재~
  - 이미 실용화 단계인 고정형 연료전지나 연료전지 자동차의 활용을 더욱 넓히고, 일본이 세계에서 선도적으로 수소·연료전지 분야의 세계시장을 획득
- Phase 2 : (수소발전의 본격적 도입/대규모 수소공급시스템 확립) 2020년대 후반에 실현
  - 수소수요를 더욱 확대하면서 수소의 제조 원료를 미이용에너지로 확대. 기존의 ‘전기, 열’에 ‘수소’를 추가한 새로운 이차에너지 구조를 확립
- Phase 3 : (전체적으로 CO<sub>2</sub> free 수소공급시스템의 확립) 2040년경 실현
  - 수소제조에 CCS를 통합 또는 재생가능에너지에서 유래하는 수소를 활용하여 전체적으로 CO<sub>2</sub> free 수소공급 시스템을 확립

※ 출처 : 일본 자원에너지청(2014)

[그림 5] 일본의 단계별 수소사회 구축 계획



## 일본수소사회구축분석및시사점-주택용부문

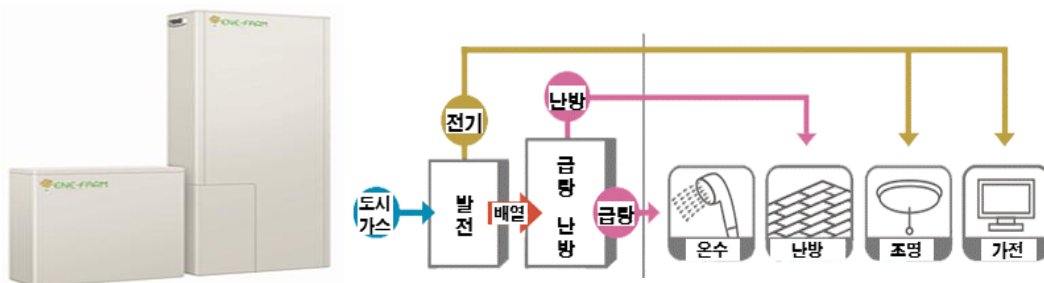
### ■ 에너지의 개요

#### ○ 에너지의 유래 및 배경

- ≫ 일본에서는 2000년대 중후반까지 ‘All-전화(電化)’<sup>5)</sup>라고 일컬어지는 전력회사의 비즈니스모델이 존재하였음
- ≫ 이에 대응하여 가스공급사를 중심으로, 가스로서 가정의 모든 에너지를 공급한다는 개념을 도입하여 이것이 에너지 판매의 배경이 됨<sup>6)</sup>
- ≫ 에너지는 주택용 수소연료전지 시스템의 브랜드명을 지칭하는 용어이며, 2008년 당시 주택용 연료전지의 보급을 위해 관련업체(가스공급업체, 연료전지시스템 제조업체, 주택업체)가 모여 공동브랜드를 창설한 것이 ‘에너지’의 유래가 됨

#### ○ 수소연료전지 시스템을 적용한 소규모 열병합발전설비를 보급

- ≫ 에너지는 가정에서 사용되는 연료전지 열병합발전시스템을 일컬으며, 가정 내에서 사용되는 에너지(냉난방 및 급탕, 전기)를 공급하기 위한 장치임
- ≫ 각 가정마다 공급되는 도시가스 등을 개질하여 수소를 생성, 이를 통해 전기와 열을 생성하는 구조



[그림 6] 에너지의 원리

5) 가정에서 사용되는 모든 에너지(전력, 열 등)를 전기에너지로 공급하는 트렌드

6) 일본에서는 전력회사와 가스회사가 모두 민영화되어 있음

### ○ 기존의 가정 내 에너지 공급체계보다 높은 효율을 구현

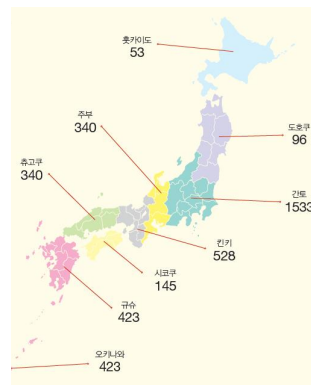
- ≫ 대규모 발전설비에서 송전선을 통해 공급되는 기존의 전력공급체계는 송전 손실 및 폐열로 인해, 최종소비자까지 가는 과정에서 60%정도의 중간에너지 손실이 발생하며 에너지 효율은 약 40%를 보임
- ≫ 그러나 에너팜의 경우, On-site발전의 개념으로 소비지에서 에너지를 만들어 공급하는 구조이며, 전기와 함께 열을 생성함으로써 종합적인 에너지효율은 87%를 구현
- ※ 에너팜 에너지 공급원료는 주로 LNG이며, 도시가스망(인프라)를 통해 각 가정에 공급
- ※ 최종 종합에너지효율 87% 중, 전기에너지로 52%, 유효하게 이용 가능한 배열로 35%를 활용 가능 (Osaka Gas 홈페이지)

## ■ 에너팜의 실증 및 보급현황

### ○ 일본 전역에 걸친 실증사업을 통해 신뢰성있는 데이터 확보(2005~2010)

- ≫ 에너팜을 상용화하여 주택용 연료전지시스템의 보급을 추진하기 위해서는 가격 저감과 신뢰성있는 데이터의 확보가 필요하였음
- ≫ 이를 위해 2005년부터 2010년까지 NEDO<sup>7)</sup>의 주관으로 약 3,500여 대의 주택용 연료전지 대규모 실증사업을 추진
- ※ (2005~2009년) 총 3,307대의 PEFC형 가정용 에너팜 설치 및 운영
- ※ (2007~2010년) 총 233대의 SOFC형 가정용 에너팜 운영을 통해 모니터링

제조사	LPG	메탄 (CH <sub>4</sub> )	등유	합계
ENEOS Celltech	1,062	191	0	1,253
Ebara Ballard	0	396	314	710
Toshiba FCP	552	196	0	748
파나소닉	0	520	0	520
Toyota	0	76	0	76
합계	1,614	1,379	314	3,307



※ 출처 : NEDO(2015)

[그림 7] NEDO의 실증사업에 참여한 연료전지 열병합발전시스템(PEFC)의 지역별 분포

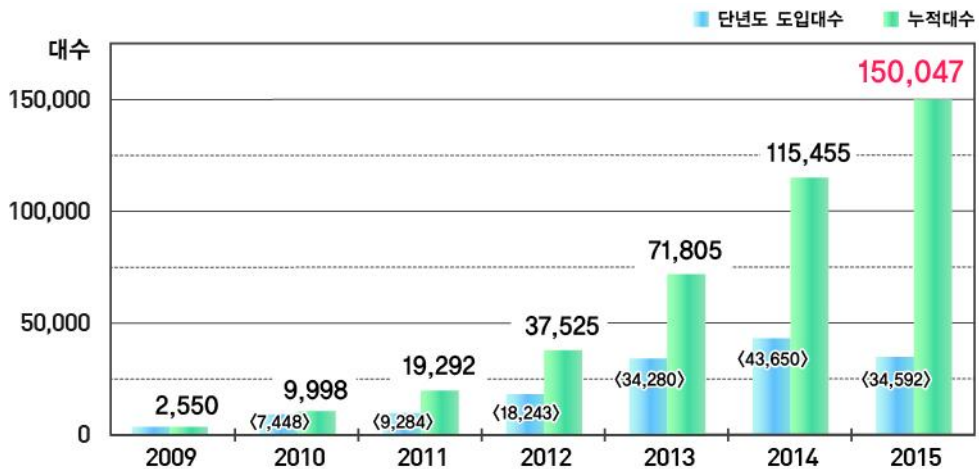
7) 경제산업성 산하의 국립연구개발법인 신에너지·산업기술 종합개발기구

#### ○ 에너지 보급 현황

≫ 에너지 보급을 위한 각종 보조금제도 및 전용요금제 등의 정책수단을 통해, 에너지 판매가격은 2009년 판매가 개시된 시점에는 300만 엔이었으나, 2015년 말 시점에는 145만 엔으로 저감

≫ 또한 보급실적도 지속적으로 증가하여 2015년 말에는 약 15만 여대를 달성

※ 2011년 발생하였던 동북지방 대지진 및 원전사고를 통해, 에너지 자립 및 분산전원에 대한 일본 국민의 인식도 향상



※ 출처 : 자원에너지청 홈페이지(<http://www.enecho.meti.go.jp>) 및 연료전지보급촉진협회의 자료를 바탕으로 필자 작성

[그림 8] 에너지 보급대수 추이

#### ■ 보급확대 요인 및 시사점

##### ○ 전력업계와 가스업계의 시장경쟁 구조 본격화

≫ 2000년대 중후반까지, 일본의 에너지공급업계에서는 전력회사를 중심으로 ‘All-전화(電化)’가 하나의 트렌드를 이루었음

≫ 이에 따라 기존에는 주로 가스에너지로 활용되던 조리, 급탕 등의 소비부문에서도 전력업계가 활동영역을 넓혀 감

※ 가스레인지 대신 전기인덕션 등의 상품이 유행하였던 것이 대표적 사례임

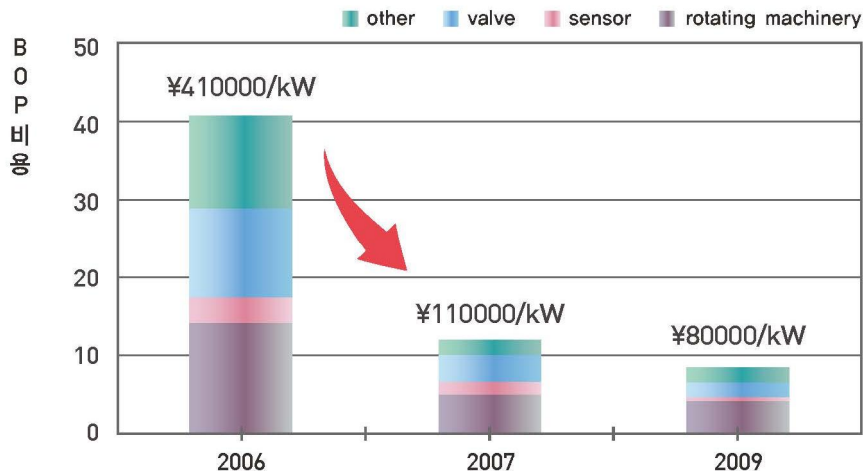
- » 그러나 이에 대응하여 가스공급업체에서, 'All-전화(電化)'와는 반대로 '가스로 전기와 열을 공급한다'는 개념의 '가스열병합발전시스템'을 상품화하여 공급하게 되면서, 전력회사에게 잠식당했던 사업 영역에 진출

#### ○ 자가발전에 대한 인식 고조

- » 2011년 동일본 대지진 및 후쿠시마 원전사고로 인해 일본 전역에서 순환정전이 지속
- » 따라서 원하는 때에 원하는 만큼의 전력을 공급하지 못하게 되면서, 일본 국민은 에너지 공급의 다변화와 자가발전에 대한 중요도를 체감

#### ○ 상용화를 위한 가격 저감 및 보조

- » 에너지 시스템의 가격 저감을 위해 가스회사 및 BOP<sup>8)</sup>제조업체가 NEDO의 주관 하에 기술개발 및 제조공정 개선을 통해 가격저감 노력 경주
- ※ 'Common Specification for Peripherals Program' 프로그램을 통해, BOP가격을 41만 엔/kW(2006년)에서 8만 엔/kW(2009년)수준으로 저감



※ 출처 : NEDO(2015)

[그림 9] NEDO CSPP 프로그램으로 인한 BOP가격저감 추이

8) 시스템 주변부품(Pressure Transducers, Solenoid valves, Flow meters, Blowers, Precision pumps)

- ≫ 에너지의 실효성있는 보급을 위해 일본 정부가 주가 되어 시스템 설치에 대한 보조금 지급
- ≫ 보급이 개시된 2009년에는 에너지 1기 당 최대 140만 엔의 보조금을 지급하였으며, 2010년에는 130만 엔, 2011년에는 85~105만 엔을 거쳐 2015년에는 30~40만 엔의 보조금을 지급

〈표 3〉 에너지 보조금 제도의 추이

년도	예산총액 (억엔)	보급대수 (대)	대당 보조금상한 (만엔)
2009	81	5,030	140
2010	67.7	4,985	130
2011	175.6	17,243	105
2012	100.9	13,086	70
2013	250.5	36,448	45
2014	200	36,243	43

※ 출처 : 일본 연료전지보급촉진협회(2015)

- ≫ 일본 정부는 향후 정부의 보조금을 철폐하여 에너지를 시장에서 완전히 자립화할 계획이며, 향후 2020년까지 일본 내 140만 대, 2030년에 530만 대의 보급목표를 달성하고자 하고 있음
- 대규모 실증사업을 통해 실제로 가정에 보급 가능한 현실성 있는 수요자 맞춤형 Needs 반영
  - ≫ 에너지 보급이 상용화되기 전에는 가정 내 소비되는 에너지를 전부 감당할 수 있는 규모 3kW급 시스템을 목표로 설정
  - ≫ 그러나 실증기간 중에 발생한 피드백을 반영, 시스템 가격저감을 통한 보급확대를 고려하여 0.7kW로 시스템 규모 대폭 변경
- ※ 가정의 비용 부담을 경감시키고 초기설치비를 10년 이내로 회수할 수 있도록 설계 변경 시행

## IV 일본수소사회구축분석및시사점-수송용부문

### ■ 수소연료전지 자동차의 개요 및 보급 배경

#### ○ 수소연료전지 자동차의 개념 및 보급 배경

- ≫ 수소연료전지 자동차는 수소를 공기 중의 산소와 반응시켜 생성되는 전기에너지로 동력을 얻어 주행하는 차량임
- ≫ 주 연료인 수소는 지구상에 물의 형태로 무한히 존재하며, 전기화학반응 후에는 다시 물로 환원되어 배출되는 안전하고 친환경 에너지원임
- ※ 향후 재생에너지 등 친환경에너지원에 의한 수전해 기술이 상용화될 경우, 화석연료를 이용하지 않으므로써 기후변화 대응 측면에서도 상당 부분 기여할 수 있을 것으로 전망



※ 출처 : 현대자동차(2015)

[그림 10] 수소연료전지 자동차의 구조와 원리

#### ○ 민간 부문의 공동성명을 통한 정부의 정책의지 환기

- ≫ 일본은 오랫동안 지속해 온 연구개발을 통해 수소에너지 제조 및 공급, 그리고 연료 전지 관련 핵심 기술을 보유하게 되었으며, 이를 국내 시장에서 적극 활용하고 세계 시장에 진출하기 위해 산업계와 정부의 협력이 필요하다는 인식이 고조(Iwatani 산업 인터뷰, 2016. 9)

» 따라서 민간 부문(자동차제조사 및 에너지 관련업계)이 적극적으로 협력하여 수소 연료전지자동차의 확대 및 수소인프라의 정비를 추진해 나가겠다는 공동성명을 발표(2011. 1)

※ 공동성명에 참여한 기업은 도요타, 닛산, 혼다(자동차회사), JX닛코에너지, 이데미츠, 쇼와 쉘 석유, 코스모석유(석유회사), 도쿄가스, 오사카가스, 토호가스, 세이부가스(도시가스 회사), 이와타니산업, 타이요닛산(산업용 가스회사) 등 총 13개사로 구성(자원에너지청, 2016)

### ○ 공동성명 주요내용(2011. 1. 13)

- 수소자동차의 본격적인 도입이 시작되는 2015년에는 자동차회사가 수소연료전지자동차를 양산 판매 하고, 이와 관련하여 에너지사업자가 도쿄, 아이치, 오사카 및 후쿠오카의 4개 대도시권을 중심으로 수소연료 전지자동차의 판매 추이에 따라 필요한 규모(총 100개소 정도)의 수소충전소를 선행 정비하는 것을 주 목표로 한다.
- 수소연료전지자동차의 양산판매와 관련하여, 품질보증이나 A/S 등의 체제를 정비하여 사용자의 수요에 대응하여 적시에 판매할 수 있도록 한다.
- 또한 향후의 기술개발 전개나 시장 동향에 따라 다소 달라지겠으나, 도입 초기는 연간 수천 여대 규모의 판매가 예상된다.

### ○ 수소연료전지 전략로드맵(2014)

- » 상기에서 언급한 민간업체 간의 공동성명(2011)이 계기가 되어, 경제산업성 주도로 수립한 ‘수소연료전지 전략로드맵’의 내용에 수소연료전지 자동차 및 관련인프라의 보급정책이 구체적으로 제시됨
- » 본 로드맵에 의해 현재 수소연료전지 자동차를 2020년 4만대, 2030년까지 8만대 보급 예정(2016년 현재 일본 내 승용차의 1.3%)
- » 또한 현재 100여 기 정도 운영 중인 수소충전소를 2020년까지 160기, 2025년까지 320기까지 확대할 계획

## 일본의 수소 및 연료전지 로드맵 (2016년 수정)

## ■ Phase 1 : 연료전지 보급

1. 건물용(가정용) 연료전지	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 고분자전해질연료전지 (PEMFC) 2019년 : 800 천엔 [800 만원]</li> <li>■ 고체산화물연료전지 (SOFC) 2021년 : 1,000 천엔 [1,000 만원]</li> </ul>
2. 수소 연료전지 자동차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2020년 : 4만 대 보급</li> <li>■ 2025년 : 20만 대 보급</li> <li>■ 2030년 : 80만 대 보급</li> </ul>
3. 수소 충전소	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2020년 : 160개, 2025년 : 320개 *2030년, 300Nm<sup>3</sup>/h의 수소충전소 900개 필요</li> <li>■ 2020년대 말, 수소충전소 민간사업화</li> <li>■ 2020년, 신재생 에너지와 연계된 저용량 수소충전소 100개 보급</li> </ul>

※ 출처 : 자원에너지청, 2016

[그림 11] 일본의 수소연료전지 보급 로드맵

## ■ 현황 및 보급정책

## ○ 수소연료전지자동차 및 충전소의 현황

- ≫ (수소연료전지 자동차) 일본은 2000년대 초반부터 연료전지 자동차의 초기 상용화 시행(일본정책투자은행, 2005)
- ※ 수소연료전지자동차를 연구개발해 오던 자동차업체는 총 7개사이며, 특히 이 중 도요타, 혼다, 닛산이 대표적임
- ※ 자동차 탑재용 연료전지는 1990년대 초반부터 자동차업체를 중심으로 연구개발 및 실증이 진행되고 있었으며, 2002년부터 초반부터 국내 기업체, 공공기관 및 해외 시장을 대상으로 리스판매를 개시

〈표 4〉 일본 주요 3사의 FCEV 개발 추이

기업명	내용
도요타	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 1992년 - 재료·부품·시스템·제어·생산기술에 이르기까지의 종합적인 연구개발 착수</li> <li>■ 1996년 - 자사개발 연료전지를 탑재한 최초의 실험용 연료전지자동차(FCHV*) 개발</li> <li>■ 2002년 - FCHV-4를 공공기관*에 및 미국** 리스판매 <ul style="list-style-type: none"> <li>* 국토교통성, 경제산업성에 총 4대</li> <li>** 캘리포니아대학에 2대 리스</li> </ul> </li> <li>동경모터쇼에서 연료전지버스 'FCHV-BUS2'* 공개 <ul style="list-style-type: none"> <li>* 하네다, 칸사이, 추부공항 내에서 셔틀 운행</li> </ul> </li> <li>■ 2007년 - 기존 FCHV의 개량형인 'FCHV-adv' 개발, 미국과 일본의 공공기관에 리스판매 개시</li> <li>■ 2014년 - 연료전지자동차 'MIRAI' 시판 개시</li> </ul>
혼다	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 1999년 - 순수소연료를 활용한 'FCX-V1'과 메탄올 개질형의 'FCX-V2' 공개</li> <li>■ 2000년 - 고압수소를 연료로 한 'FCX-V4' 개발* <ul style="list-style-type: none"> <li>* 운행거리 300km 달성(기존모델보다 180km 증가)</li> </ul> </li> <li>■ 2002년 - 'FCX-V4'를 모델로 상용 연료전지자동차 'FCX' 개발 및 일본과 미국에 리스* <ul style="list-style-type: none"> <li>* 일본:내각부 / 미국:로스앤젤레스시</li> </ul> </li> <li>■ 2002년 - 'FCX-V4'를 모델로 상용 연료전지자동차 'FCX' 개발 및 일본과 미국에 리스</li> <li>■ 2007년 - 최초의 시판모델인 'FCX클래리티' 공개 <ul style="list-style-type: none"> <li>2008년부터 판매개시 되었으며, 행정기관(환경성)과 법인이 주 판매대상. 유럽에도 진출</li> </ul> </li> </ul>
닛산	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2003년 - FCEV 모델명 'X-TRAIL'의 판매개시</li> <li>■ 2005년 - 70MPa고압수소용기를 탑재한 'X-TRAIL 05모델' 공개. 닛산이 독자개발한 연료 전지 스택 탑재. 익년 2월에 캐나다에서 시험운행</li> <li>■ 2012년 - 파리 모터쇼에서 최신형 모델인 'TeRRA' 공개</li> </ul>

\* FCHV - Fuel Cell Hybrid Vehicle

※ 출처 : 연료전지.net 홈페이지 내용을 기반으로 필자 작성

≫ (수소충전소) 일본 서부(규슈 지방)와 중부(나고야), 관서(오사카, 교토), 관동(도쿄) 지역을 중심으로 수소충전소가 설치되어 있으며, 점차 확대될 계획

※ 2016년 9월 현재 운영 중인 수소충전소는 총 77개소이며, 14개소가 향후 추가 운영계획 중

※ 지역별로는 중부지방 및 수도권이 가장 많으며, 사업자별로는 가스 제조사나 도시가스 공급사 등 에너지 관련 기업의 활동이 가장 활발함

〈표 5〉 일본 수소충전소의 지역별, 사업자별 분포현황

지역(현)	수소충전소 수	사업자	수소충전소 수
아이치	16	JX에너지(주)	40
카나가와	13	이와타니산업	17
도쿄	13	일본 이동식수소스테이션서비스	5
시즈오카	11	도쿄가스(주)	3
사이타마	8	도호가스(주)	3
오사카	7	일본 에어리퀴드(주)	3
치바	3	미에 수소스테이션 합동회사	2
히로시마	2	오사카가스(주)	2
효고	2	중부가스(주)	2
이바라키	2	타이요닛산(주)	2
미에	2	토오야마	2
도쿠시마	2	토요츠(주)	2
기후	2	기타	1
교토	2	다카마츠제산(주)	1
카가와	1	세이부가스(주)	1
오이타	1	시즈오카가스(주)	1
야마나시	1	엔도 산소	1
야마구치	1	이데미츠흥산(주)	1
시가	1	히로시마 도요타 레코딩(주)	1
사가	1	히로시마 도요페트(주)	1
합계	91	총합계	91

※ 출처 : 연료전지실용화추진협의회 홈페이지를 바탕으로 필자 작성

#### ○ 수소연료전지자동차 및 인프라 확충을 위한 보급정책

≫ (연료전지차량 보조금 제도) ‘수소연료전지 전략로드맵’ 상의 보급목표 달성을 위해, 연료전지 자동차 구매시 일본 중앙정부 및 지자체 차원에서 각각 보조금 지급

※ 차량 구매시 발생하는 각종 세금(자동차세, 자동차중량세, 취득세)에 대한 면제 및 경제 산업성이 주관하는 CEV(Clean Energy Vehicle)보조금 제도를 통해 지원

※ 또한 지자체 차원에서도 별도의 보조금이 지급되는 경우가 있으며, 대표적으로 도쿄도의 경우 2020년까지 도내 6,000대의 연료전지자동차를 보급한다는 목표를 수립하여 2015년 2월부터 국가 보조금의 1/2 수준의 보조금을 추가 지급하는 정책을 시행 중(2015. 1, 도쿄도 환경국 홈페이지)

〈표 6〉 일본 수소연료전지자동차 구매에 대한 지원 내역(도요타 MIRAI의 경우)

항 목	내 역(엔)	비 고
차량 본체가격	7,236,000	세금 포함
세금 면제	22,000	자동차세
	30,000	자동차중량세
	180,900	취득세
CEV보조금	2,020,000	혼다 'CLARITY FUEL CELL'의 경우 2,080,000엔
지자체 보조금(도쿄)	1,010,000	지자체에 따라 상이하며, 도쿄도의 경우, 2030년까지 보조금 지급제도 시행 예정
실제 구매가격	3,973,100	

※ 출처 : 차세대자동차진흥센터(2016) 및 도쿄도 홈페이지(2015)를 바탕으로 필자 작성

- ≫ (수소충전소 보조금 제도) 수소사회 구축의 일환으로서 수소인프라의 확충에도 정부의 설비보조금이 지원되고 있으며, 연료전지자동차와 마찬가지로 중앙정부와 지자체가 각각 별도의 보조를 시행하고 있음

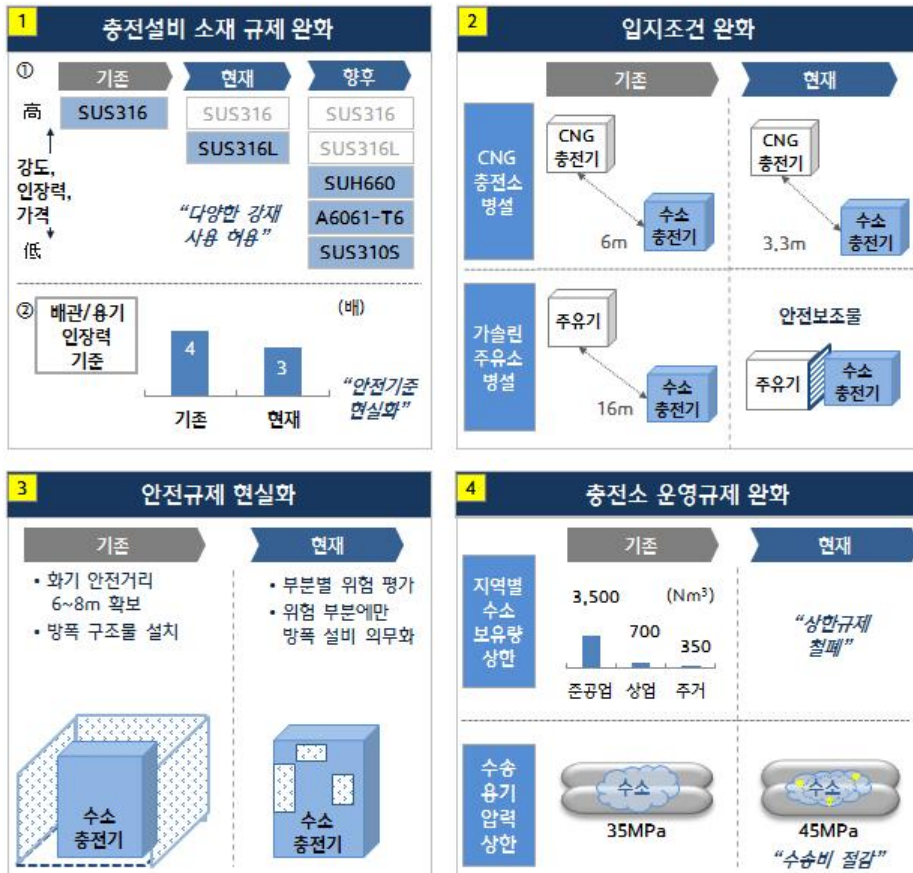
〈표 7〉 수소충전소 설치에 대한 중앙정부의 보조금 지급제도

수소공급능력 (Nm <sup>3</sup> /h)	보조금 상한액 (백만 엔)	비고
300 이상	250~290	수소충전소의 형태(고정형, 이동형 등)에 따라 상한액 차등
100~300	180~220	

※ 출처 : 차세대자동차진흥센터(2016)

- ※ 수소충전소 1기의 설치비용 5억 엔인 경우, 정부는 이의 1/2인 2.5억 엔을, 지자체는 여기에 추가로 1.5억 엔을 지원함으로써 총 비용의 4/5를 지원(도쿄도 환경국, 2015)
- ※ 수소충전소의 공급용량과 형태, 그리고 지자체의 경우, 사업주체의 규모(대기업, 중소기업)에 따라 지원 수준의 차이가 있음
- ≫ (운영 상의 법적 규제 완화) 수소충전소의 높은 설치비 부담을 줄이기 위해 2010년부터 규제 완화를 추진 중이며, 대표적으로 ①충전설비 소재(素材) 관련 규제 완화, ②입지조건 완화, ③안전규제 현실화, ④수소의 운송 및 충전소 운영 규제 완화 등을 통해 제도상 문제점을 개선(NEDO, 2015)

- ※ ①충전설비 소재 관련 규제 완화 : 수소충전소 강재 용기, 배관 등에 사용되는 금속재료 허용 강종을 확대하고 수소충전소 복합용기 기준을 완화하여, 저렴한 강재(鋼材) 사용을 허용하고 설계 안전 기준을 해외 수준으로 현실화
- ※ ②입지조건 완화 : CNG 충전소 병설 또는 가솔린 주유소 병설 시 이격거리, 충전기 설치 등 관련 규제를 완화
- ※ ③안전규제 현실화 : 충전기 방폭 구역을 완화하여 부분별로 안전재 평가가 가능하도록 하였으며, 공공도로에서의 임시 수소충전 방식을 허용
- ※ ④수소 운송 및 충전소 운영 규제 완화 : 지역별(상업지역, 주거지역 등) 수소충전소의 수소보유량 상한 제한을 철폐하고 수송 용기 상한 압력을 확대하여 도심지 충전소 설치를 가능하게 하였으며, 운송비용 절감에 기여



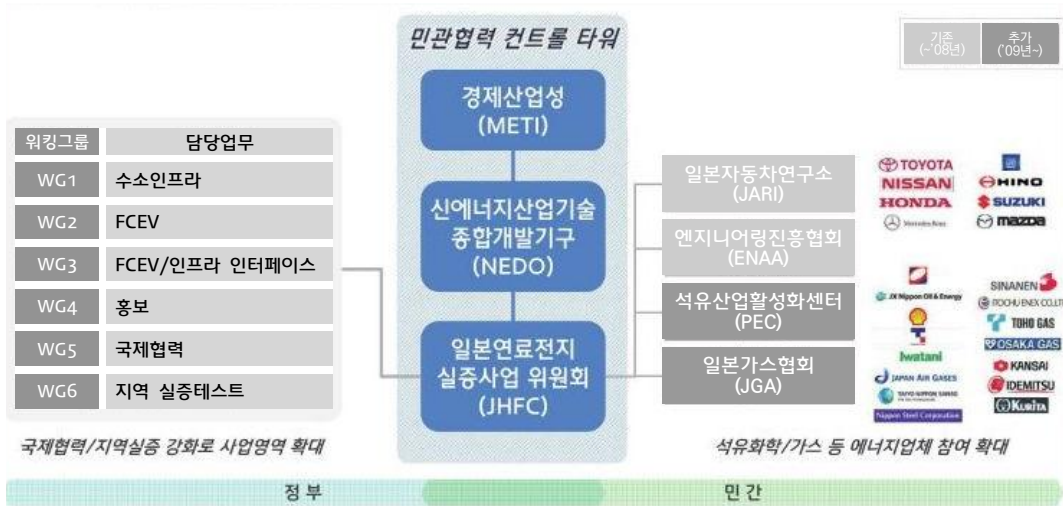
자료 : NEDO(2015)

[그림 12] 일본의 수소충전소 운영 관련 규제 완화 내용

- » (비용절감을 위한 이동식 충전소의 보급) 기존의 고정식 수소충전소에서, 최근에는 이동식 충전소를 개발하여 일부 지역에서 운영 중
  - ※ 이동식 충전소는 기존 충전소의 약 50% 정도의 설치비가 소요됨으로써 비용저감 효과가 있으며, 현재 소수의 수소자동차가 운행 중인 상황에서 효율적인 수단으로 평가받고 있음
- » (사회적 수용성 제고) 수소충전소를 운영하는 에너지 공급업체가 중심이 되어 전국의 교육시설(초·중·고등학교)을 대상으로 한 방문교육이나 관련 전시회, 엑스포에서의 홍보활동을 통해, 수소에너지에 대한 불안을 불식시키고 사회적 수용성 제고를 위한 홍보활동 지속(Iwatani산업 인터뷰, 2016)

#### ■ 보급확대 요인 및 시사점

- 관련업계의 선제적 필요에 따라 정부 정책에 영향
  - » 일본은 수소연료전지자동차업계 및 충전소 관련 업계(가스공급업체 등)가 자생적인 합의를 통해 '수소사회'에 대한 공동성명을 발표
  - » 이후 정부 정책에 영향을 끼쳐 구체적 로드맵 및 보급목표가 수립되었으며, 구체적인 법제화 단계로 진행
- 일본은 경제산업성 산하에 민관협력위원회를 설치하여 정부주도의 지원체계 구축
  - » 민관협력 조직은 중장기 로드맵과 관련된 일체의 업무와 다양한 이해관계자들의 의견조정을 담당
  - » 실용화에 필요한 연구개발 및 실증, 보급에 이르기까지, 공공기관, 연구소 및 다양한 산업부문 업계 참여자(석유화학업체, 가스공급업체, 제품제조사 등)가 참여하여 초기 시장 형성을 위해 협력 추진



※ 출처 : NEDO(2015)

[그림 13] 일본 연료전지 보급을 위한 민관협력 체계도

- 소비자의 구매 및 운영 비용 저감을 위한 보조정책 시행과 법적 규제 완화
  - ≫ 수소자동차의 경우 중앙정부 및 지자체의 이중 보조 정책으로 인하여 소비자의 부담 경감 효과 발생
  - ≫ 또한 지자체 차원에서는, 하루빨리 수소사회의 선도적인 구축을 달성하여 일본 전국에 통용되는 표준 모델이 되기 위한 선점 효과 발생

## V 결론 및 시사점



### ■ 국가 차원의 비전과 로드맵의 수립이 필요

- 단기적 보급실적이 아닌, 구체적인 비전을 제시하여 이를 바탕으로 한 하위 보급 정책이 지속적으로 추진될 필요 있음
  - » 일본은 국가 전체를 수소에너지가 기반이 되는 ‘수소사회’를 구축한다는 비전을 수립하고 구체적인 로드맵을 제시
  - » 그러나 우리나라의 경우 범부처 차원에서 지원 방안을 내놓은 것은 있으나, 보조금 지급을 통한 보급실적을 확보하기 위한 일시적 보조정책으로 전략할 가능성이 있음
  - ※ 2015년 7월에 발표된 ‘제7차 전력수급 기본계획’에서는 2029년까지 분산형 전원 발전량의 비중을 12.5%까지 늘리겠다는 언급은 있으나 대상 발전원으로써 수소에너지를 활용한다는 언급은 없음(산업통상자원부, 2015)
  - ※ 또한 동년 12월에 수립된 ‘수소차 보급 및 시장활성화계획’에서는 수소연료전지 자동차 및 수소충전소에 대한 지원정책과 각종 규제완화 계획이 언급되어 있으나(규제프리존, 2015. 12), 일본의 ‘수소사회 구축’과 같이 국가 차원의 구체적인 에너지 혁신 비전을 내걸었는가 하는 측면에서는 미흡한 면이 있음

### ■ 수소인프라 구축 및 운영주체 간 협업체계 구축 필요

- 자동차 개발자와 충전소 구축 및 운영주체가 될 에너지사업자 간 소통 미흡
  - » 일본의 경우 자동차개발자가 차를 생산하고 에너지사업자가 충전소의 설치 및 운영을 담당하는 민관협력체계가 갖추어져 있음
  - » 반면 우리나라의 경우 수소연료전지 자동차에 대한 보급정책은 있으나, 정작 차량의 활용에 필수적인 수소충전소가 충분하지 않아 여전히 정부 및 공공기관에 한정된 수요를 보임

- 자동차 보급에 중요한 수소충전소 관련해서는 에너지사업자가 무관심
  - ≫ 충전소\*를 포함한 각종 인프라의 구축이 공공기관이나 지자체 몫으로 전가
    - \* 2016년 현재 운영 중인 충전소는 9개(상업용은 2개)에 불과하며, 진행 중인 수소충전소 사업(충남 및 광주)의 경우도 설치하는 정부, 운영은 민간 참여 업체에서 책임을 지게 되어 있어 손실을 우려한 민간업체의 참여가 저조한 상황
- 공공부문과 민간의 협력체계 구축
  - ≫ 자동차개발자, 에너지사업자 및 지자체 간 시범사업 본격 추진을 위한 실무자 TFT 구성 등 협업 필요
  - ≫ 민관 협의체\* 설립 및 운영
    - \* 정부 로드맵 이행 및 사업추진 컨트롤타워 역할 수행, 수소산업 입법 관련 이해관계자 의견 반영 및 추진

## ■ 민간 부문의 참여를 제고하기 위한 환경 조성

- 수소연료전지자동차를 활용한 다양한 사업 기회 조성
  - ≫ 중앙정부와 지방정부의 예산을 공동 활용하여 카셰어링 사업, 시내버스 운행, 택시 운행 등의 사업기회를 마련하고 자동차 보급을 활성화하기 위한 정책을 확산할 필요가 있음
- 신뢰성있고 지속적인 수소인프라 지원정책을 통해, 민간사업자의 활발한 사업 참여를 유도
  - ≫ 일본의 경우 중앙정부와 지자체의 이중 보조를 통해 설치 및 운영비용을 대폭 지원하고, 비용 저감을 위한 새로운 모델 및 실제 운영상의 편의성을 향상하기 위한 규제완화도 적극 추진 중
- 수소연료전지 R&D 지원 확대
  - ≫ 상용화를 위한 세부 기술의 지속적인 R&D 필요
    - ※ 연료전지 구성요소 및 스택의 개발 뿐 아니라 주변부품\*의 성능 향상 및 인프라 부문의 상용화를 위한 R&D 지원 확대
      - \* 수소저장탱크, 수소리싸이클 장치, 전력변환기, 에어브로어, 수소개질장치 등
  - ≫ 각종 실증사업을 통한 기술검증 확대
    - ※ 수소연료전지 버스 등 다양한 운송수단 관련 부품 개발 및 실증사업 추진

## 참고문헌



- 녹색기술센터. 2015. 수소연료전지 실용화 요인 분석 및 육성 전략 방안 연구
- 도쿄도 환경국. 2015. 수소사회의 실현을 향한 보조금 지급방안
- 수소연료전지전략협의회. 2016. 수소연료전지 전략로드맵 개정판
- 수소차 보급 및 시장 활성화 계획. 2015. 관계부처 합동
- 에너지관리공단. 2014. 신·재생에너지백서
- 에너지기술평가원. 2015. 연료전지 시장 및 기술동향 분석
- 우상국, 유주현, 문상봉. 2009. 고효율 수전해 기술. News&Information for Chemical Engineers, Vol. 27, No. 4
- 우항수. 2015. 국내수소산업 실태와 관련법규 및 선진국 사례
- 이영철. 2012. 수소인프라 관련 기술현황과 방향. 녹색기술 이슈세미나
- 이철용. 2013. 신재생에너지 기술사업화 분석 및 정책 제언. KISTEP 이슈페이퍼 2013-12
- 일본 가스협회. 2015. 가정용연료전지 ‘에너팜’ 15만대 돌파 보도자료
- 일본 경제산업성. 2008. Cool earth 에너지 혁신기술계획
- 일본 연료전지보급촉진협회. 2015. 에너팜 보급현황 및 전망
- 일본 자원에너지청. 2014. 수소연료전지 전략로드맵

- 일본 자원에너지청. 2016. 수소연료전지 전략로드맵(개정)
- 일본 자원에너지청. 2016. 수소에너지의 의의
- 일본 정책투자은행. 2005. 연료전지의 현황과 보급을 위한 과제
- 자동차검사등록정보협회. 2016. 자동차보유대수추이표(2016년도)
- 전황수. 2013. 국내외 수소연료전지차 개발동향, 정보통신산업진흥원(NIPA) 주간 기술동향
- 제7차 전력수급기본계획. 2015. 산업통상자원부
- 차세대자동차진흥센터. 2016. 보조금 대상차량 일람표
- 현대자동차. 2015. 수소연료전지자동차 개발현황
- Deloitte. 2015. 수소에너지가 도입된 도쿄의 미래상
- NEDO. 2015. 수소에너지백서
- Osaka Gas 홈페이지(<http://home.osaka.co.jp>)
- Callux/Initiative Brennstoffzelle 홈페이지 (<http://www.callux.net/home.English.html>)
- 도쿄도 환경국 홈페이지(<http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/energy/hydrogen/fcv.html>)
- 연료전지.net 홈페이지(<http://燃料電池.net/>)
- 연료전지실용화추진협의회 홈페이지(<http://fccj.jp/hystation/>)



# Green-Tech Issue Analysis Report

No. 2- NOV -2016

📍 **저자소개**     **손범석** 연구원  
GTC 정책연구부  
이메일 sonbs@gtck.re.kr

📍 **발    행**     2016년 11월  
**발 행 인**     **오인환**  
**발 행 처**     녹색기술센터(GTC)  
서울시 중구 퇴계로 173  
(충무로 3가) 남산스퀘어 17층

📍 **인 쇄 처**     동진문화사

