

# 수소응용산업확장의 징검다리, 연료전지지지게차

충남연구원 미래전략연구단 홍원표 책임연구원

wonpio@cni.re.kr

# 01 | 수소, 연료전지의 특징

## 수소는 에너지저장매체, 연료전지는 발전장치

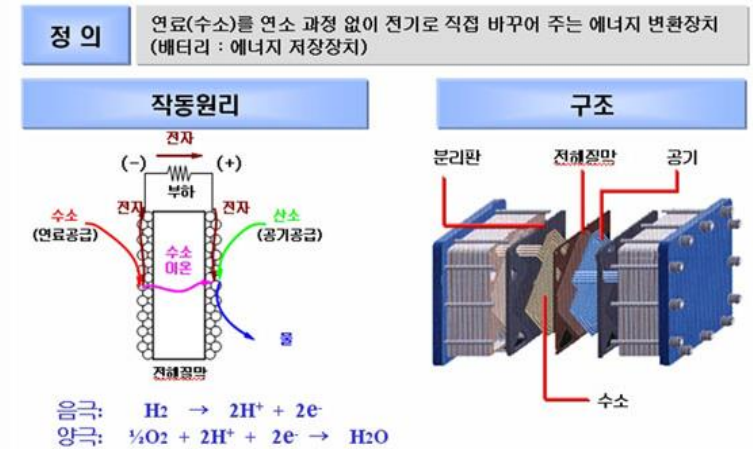
- 수소는 그 자체가 에너지저장매체로서 전기에너지로, 물을 전기분해하여 수소 발생하여 전기에너지 저장 가능
- 연료전지는 수소와 산소의 전기화학 반응으로 전기와 열을 생산

## 에너지 저장장치로서 배터리와 수소는 각기 장단점 있음

- 장기간 대용량 저장에는 수소가 장점이 있음
- 단기간 소용량 저장에는 배터리가 유리

## 원리상 연료전지는 모든 내연기관 대체 가능

- 연료전지(발전장치)에 구동장치를 연결하면 동력 장치로 사용 가능
- 내연기관이 사용되는 모든 엔진은 연료전지로 대체 가능



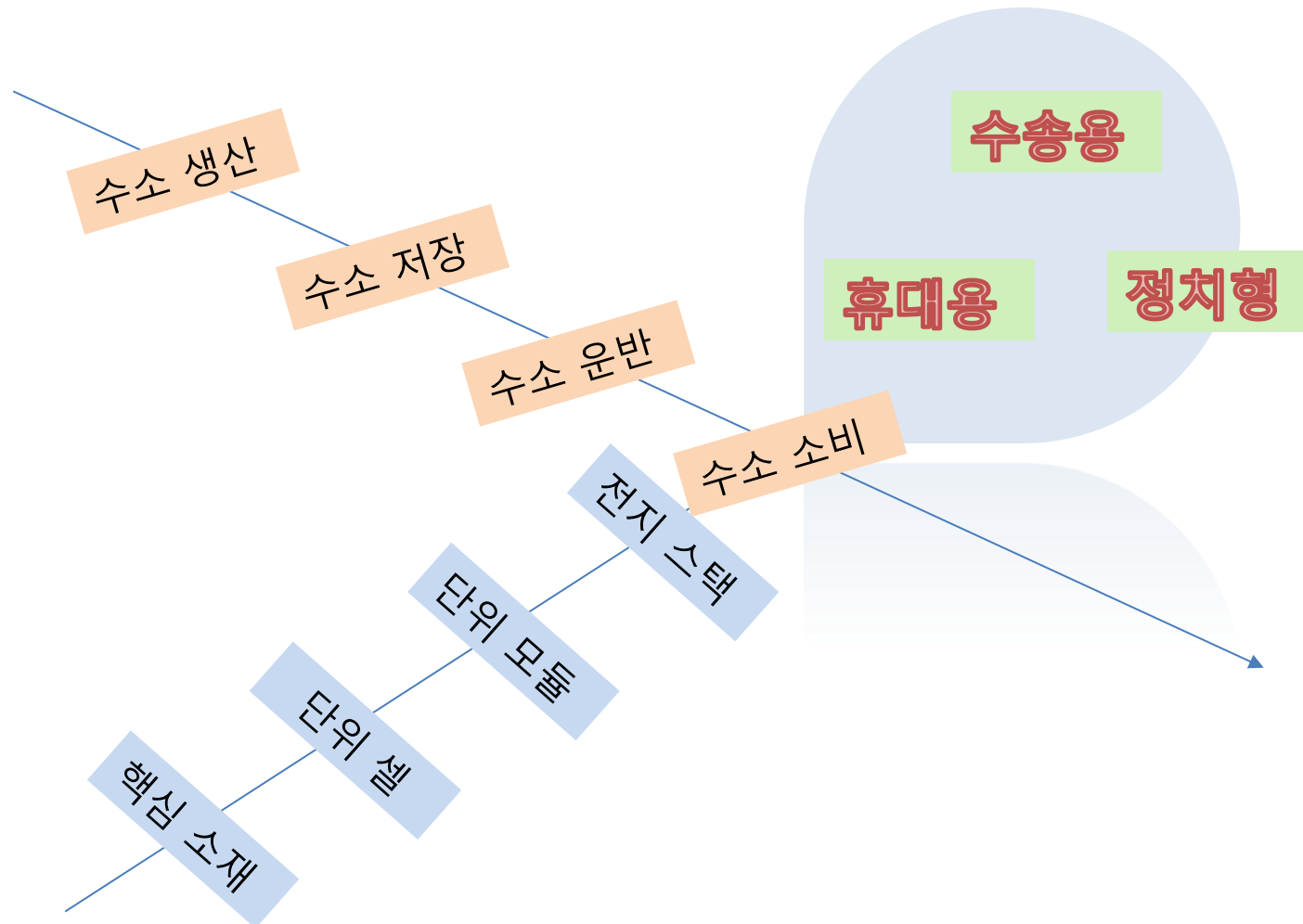
<출처 : Global Auto News>



[그림] 현대차 제2세대 연료전지

출처 <http://kr.aving.net/news/view.php?articleId=214465>

## 02 | 수소연료전지 산업 생태계 구성



# 03 | 연료전지의 주요 응용 산업

## 휴대용, 정치용, 수송용으로 구분

- 휴대용은 저출력 에너지를 이용하는 휴대용 기기
- 정치용은 비이동성 장치로서 건물, 발전소 등
- 이동용은 수송용

## 수송용은 차량, 열차, 항공, 우주선, 선박 등 다양

- 연료전지 최초 적용은 우주선에서 구현
- 수송용은 연료전지와 이차전지가 경쟁하나,
- 출력이 클수록 연료전지가 유리

종류	저온형			고온형	
	PEMFC	PAFC	AFC	MCFC	SOFC
연료	수소, 메탄올, 천연가스	수소, 메탄올, 천연가스	수소	천연가스, 메탄올, 나프타, 석탄 가스화가스	천연가스, 메탄올, 나프타, 석탄 가스화가스
작동온도(°C)	80	200	60~220	650	600~1000
전해질	수소이온교환막	고농도인산	고농도 수산화칼륨	리튬·칼륨탄산염	지르코니아계 세라믹
촉매	백금	백금	백금	니켈	페로브스카이트
셀 구성	탄소 기반	탄소 기반	탄소 기반	스테인리스 기반	세라믹 기반
특징	고출력 밀도, 이동식 동력원	배열을 급탕, 난방에 사용	우주산업	고효율, 연료의 내부개질 가능, 배열을 복합발전 시스템에 사용	고효율, 연료의 내부개질 가능, 배열을 복합발전 시스템에 사용



[그림] 연료전지 응용분야

# 04 | 왜 연료전지지게차에 주목하나

실내용 지게차는 이미 전동지게차가 상업적으로 보급되고 있음

- 청정 실내환경이 필요한 경우 전동지게차를 사용해야 함 ex) 사람이 머무는 곳, 정밀 제품, 식품 창고 등
- 엔진지게차는 배기가스 배출로 부적절함
- 전동지게차가 고가임에도 이미 시장 형성

배터리지게차보다 연료전지지게차의 장점 두드러져

- 배터리지게차는 충전에 많은 시간 소요, 연료전지지게차는 몇 분
- 사용자는 충전시간으로 인해 필요보다 많은 지게차 보유 필요
- 연료전지 지게차는 수소충전시설 설치가 난제 \*제도적 제약



[그림] 전동지게차 그림(두산)

# 05 | 연료전지 지게차 이용 해외사례

## 미국은 수소연료전지 지게차 최대 시장임

- 2008년 플러그파워(Plug Power)사가 220대의 지게차를 식료품유통기업 센트럴그로서스(Central Grocers)에 판매한 것을 필두로
- 2009-2014년 기간 총 5,867대 판매되었으며, 2014년에만 1,490대가 판매

## 미국 아마존은 이미 연료전지 지게차를 본격 투입 사용 중

- 2016년 3분기부터 물류창고에 연료전지 도입
- 2017년 4월 수소연료전지업체 플러그파워(Plug Power) 지분 23% 인수
- 2017년 내에 모든 물류센터에 지게차 배치 예정
- 수소연료전지의 친환경성 및 배터리 수명 연장으로 비용절감 기대

## 일본도 도요타를 중심으로 수소연료전지 지게차 보급에 박차

- 2016년 연료전지 지게차 개발 완료
- 2017년 1월 아이치현 소재 모토마치 공장에 연료전지 지게차 2대 도입, 2018년까지 20대 추가 도입, 2020년까지 170-180대 도입 목표

린데, BMW 물류센터에 수소 지게차용 수소충전소 증설  
디스펜서 14기 확충... 원료수소는 NaClO<sub>3</sub> 제조 부산물



▲ 일본 아이치현 도요타시의 소재한 모토마치 공장에 신설된 연료전지 지게차용 수소충전소 및 도요타의 연료전지 지게차(사진제공=도요타자동차)

# 06 | 국내 연료전지 지게차 보급 추진 과정

## 일련의 국내 실증사업이 수행되어 기술적 검증이 완료됨

- 지식경제부 에너지기술개발 지원사업 연료전지분야 ‘실내 물류운반차용연료전지 파워팩 상용화 기술개발’ R&D사업(2012.11-2016.10) 실시
- 에너지기술연구원은 신재생에너지기술 연료전지연구의 중점 분야로 “군용, 물류처리용, 항공기용 연료전지 시스템 설계기술 개발” 지속 추진

### [실내 물류운반차용 연료전지 파워팩 상용화 기술개발]

- 전북 소재 (주)프로파워가 주관기관으로, 전북테크노파크 연료전지핵심연구센터 및 에너지기술연구원 부안센터 등이 참여
- 2013-2016년 기간 총 80억6,000만원(국비 57억4,000만원, 전북도 2억원, 완주군 2억원, 민자 19억2,000만원) 사업비 투자
- 핵심부품개발과 시스템 상용화에 총력을 기울여 연료전지 지게차는 1.5kW직접메탄 올 연료전지시스템과 3.5kWh 리튬배터리 ESS가 결합된 하이브리드 시스템이 탑재
- 이외 수소를 연료로 활용하는 연료전지 지게차도 개발하고 있음

## 인증 등 제도적 기반을 위한 과제가 현재 막바지에 이르고 있음

- 한국에너지공단은 2015년 ‘신재생에너지 표준화 및 인증지원사업’ 신규과제로 DMFC 인증기반 구축사업 수행
- 사업성으로 도출된 KS DMFC 표준안은 에너지공단의 표준화 과정을 거쳐 인증기관 선정후 DMFC의 ‘KS 인증’ 진행 예정
- 향후 국가기술표준원 심의 통과 후 인증기관 선정되면 인증 표준 마련 절차 완료



# 07 | 충남의 미래사업 아이디어 제안

## ○ 사업명 : PEMFC 수소연료전지 지게차 개발 및 편대(編隊) 운행 실증 사업

- PEMFC수소연료전지를 개발하고 지게차 편대(fleet)를 현장에 투입하여 수소연료전지 지게차 편대 상용화 방식 모색
- 충남 소재 사이트(창고 또는 공장)를 선정하고 수소연료전지 지게차 3-4대를 편대로 투입하여 전체 시스템 최적화 방안 모색

## ○ 기간 : 3년 (필요에 따라 1년 연장)

## ○ 예산 : 선례에 따라 80억 원 가정

## ○ 주요 내용

- PEMFC 지게차 개발, 수소 공급 시스템 구축, 편대 모니터링 시스템 운영, 컨소시엄 운영

## ○ 시스템 구성

- ① 물류 창고: 충남 소재 중소형 물류창고를 선정하여 테스트 진행
- ② 수소연료전지 지게차 편대: 3-4대 편대를 현장 투입하여 기존 내연기관 또는 배터리 지게차 대체
- ③ 수소 공급 시스템: 수소의 생산, 운반, 저장, 배분 전 과정
- ④ 시스템 모니터링: 운행의 효과성 및 효율성 측정
- ⑤ 관련 제도 인프라: 지게차, 수소 저장 관련 안전법규 및 인증, 허가 사항



## 08 | 사업의 의의와 기대 효과



### 국내 상용화를 위한 제도적 준비가 막바지에 와 있음

- 일련의 실증사업을 통해 기술적 검증을 마쳤으며 현재 인증체계 구축 단계에 와 있음
- 인증 표준이 마련되었고 현재 인증기관 선정 단계에 있음

### 본 사업은 충남의 수소연료전지 산업화 촉진을 목표로 함

- 충남의 연료전지차 부품실증단지 사업을 수행 중이며 현재 가장 큰 관심사항은 수요의 창출임
- 자동차용 연료전지 이외에 다른 시장 영역인 지게차 시장의 수요를 조성함으로써 수소연료전지산업의 촉진에 기여
- 본 사업은 충남 수소연료전지 관련 기업의 협력 플랫폼을 제공할 것으로 기대됨

### 본 사업은 충남 수소연료전지 관련 기업의 협력 플랫폼을 제공할 것으로 기대됨

- 상용화를 목전에 둔 사업을 중심으로 협력업체들의 적극적인 참여를 이끌어낼 수 있음
- 참여 업체들의 실적을 축적할 기회를 제공하여 업체들의 국내시장 및 해외시장 진출에 기여

# 09 | 충남 연료전지응용 발전 전망

## 충남은 차량/열차/선박/항공기 본체를 만들지 않으나 그 동력장치를 만든다

- 충남은 수소연료전지차 부품 국산화 및 실증 사업(2016-2021)을 국가과제로 수행 중
- 충남은 수소에너지 공급 기반이 확보: 석유화학단지 부생 수소
- 해안과 항공레저 기반이 있으므로 기초 수요가 있음

## 충남은 유리한 여건 보유

- 당진항에 수리조선소 계획(제3차국가항만계획) 있음: 수리조선소를 선박개조로 특화하여 동력장치를 디젤에서 연료전지로 개조
- 충남에 다수의 경비행장, 해미비행장이 있으므로 향후 경비행기의 제조, 정비, 개조에 적용 가능
- 생태적으로 민감한 지역이 많아서 친환경 수송장치에 대한 일정한 수요 형성

### 도요타, 연료전지 선박 지원 확대

| 세계 최초의 수소 자급자족 연료전지 선박...해수에서 수소 생산

월간수소경제 편집부 h2news@h2news.kr | 등록 2018.07.03 15:53:24

### 자이언트드론, 국내 최초로 '수소연료전지 드론' 1시간 체공 성공

드론 시범 사업 '시설물 안전 진단'에 선보일 예정

채수현 기자 2017-01-10

### 세계 첫 수소열차 독일서 달린다

발행일 : 2016.11.03

### [사진] 미국 보잉사, 수소전지 이용한 항공기 시험 비행 성공

[중앙일보] 입력 2008.04.05 01:12 | 종합 16면 1면보기

감사합니다.