

## 1. 수소에너지 개발 동향과 주요국별 대응 전략

### 1. 수소의 개요

- 1-1. 수소의 특징
- 1-2. 수소의 용도
- 1-3. 수소 제조 기술 개발 동향
- 1-4. 국내외 수소 시장 규모

### 2. 수소에너지 상용화로 인한 변화

- 2-1. 에너지 절약 및 환경부하 감소
- 2-2. 연관 산업 육성

### 3. 수소에너지에 대한 주요 국가/국제기구별 대응 전략

#### 3-1. 주요국별 수소에너지에 대한 대응 전략

- 1) 미국
  - (1) 연방 정부
  - (2) 캘리포니아주
  - (3) 수소 공급 체계
- 2) 일본
  - (1) 수소 발전 및 공급 시스템 확립 정책
  - (2) 추진 현황
- 3) 독일
  - (1) 연방 정부
  - (2) 수소 공급 체계
- 4) 영국
- 5) 인도
  - (1) 수소 생산 관련 실행 및 재무 계획
  - (2) 수소 저장 및 활용분야에 관한 실행 및 재무 계획(수송용 제외)
  - (3) 지적재산권, 정부/민간 협력, 안전, 기준, 인식 및 인적자원
- 6) 한국
  - (1) 수소 산업에 대한 대응 동향
  - (2) 수소융합얼라이언스

#### 3-2. 국제 기구별 수소에너지에 대한 대응 전략

- 1) 국제 에너지기구(IEA)
  - (1) 수소 실시협정(HIA)
  - (2) 첨단 연료전지 실시 협정(AFCIA)
- 2) 국제 수소연료전지 파트너십(IPHE)
- 3) 수소위원회(Hydrogen Council)

## 4. 수소 에너지 관련 기술 개발 동향

### 4-1. 수소 제조 분야 기술

- 1) 부생수소
- 2) 화석연료개질
- 3) 수전해(물의 전기분해)
- 4) 바이오매스의 열분해
- 5) 물의 열분해
- 6) 광촉매에 의한 수전해(인공광합성)
- 7) 바이오프로세스

### 4-2. 수소 수송/저장 기술 분야

- 1) 고압가스 수소수송
- 2) 액화수소수송
- 3) 유기하이드라이드
- 4) 파이프라인 수송
- 5) 암모니아
- 6) 수소흡장합금
- 7) 메탄화

### 4-3. 수소 충전 기술 분야

- 1) 수소 충전소 종류
- 2) 충전기술
- 3) 계량 관리
- 4) 품질 관리

## II. 국내외 연료전지 시장 전망과 정책 추진 동향

### 1. 연료전지 개관

#### 1-1. 연료전지 개념과 작동원리

- 1) 연료전지 개념과 개발 이력
  - (1) 개념
  - (2) 개발 이력
- 2) 연료전지 작동원리
  - (1) 연료전지(시스템) 원리
  - (2) 수소가스의 공급

#### 1-2. 연료전지 시스템 구조

- 1) 개질기(Reformer)
- 2) 스택(Stack)
- 3) 전력변환기(Inverter)
- 4) 주변보조기기(BOP, Balance of Plant)

#### 1-3. 연료전지 장단점 및 2차전지와와의 차이점

- 1) 연료전지의 장/단점

- (1) 장점
- (2) 단점
- 2) 발전용 연료전지의 장/단점
- 3) 수소연료전지차로서의 장/단점
- 4) 2 차전지와와의 차이점
- 1-4. 연료전지의 분류
  - 1) 인산형 연료전지(PAFC)
  - 2) 용융탄산염 연료전지(MCFC)
  - 3) 고체산화물 연료전지(SOFC)
  - 4) 고체고분자 연료전지(PEFC)

## 2. 국내외 연료전지 시장 동향과 전망

- 2-1. 국내외 연료전지 시장 동향과 전망
  - 1) 세계 연료전지 시장 동향과 전망
    - (1) 세계 시장 규모 전망
    - (2) 연료전지 종류별 시장 규모
    - (3) 연료전지 애플리케이션별 시장 규모
    - (4) 주요 지역별 출하대수/출하용량 시장 규모
    - (5) 글로벌 주요 기업별 연료전지 관련 매출 규모
    - (6) 연료전지 서플라이 체인
    - (7) 글로벌 주요 기업별 연료전지 관련 R&D 지출 규모
  - 2) 세계 수송용 연료전지 시장 동향과 전망
    - (1) 세계 시장 규모 전망
    - (2) 주요 지역별 판매 대수 전망
    - (3) 주요 지역별 판매 매출 전망
- 2-2. 주요국별 연료전지 시장 전망과 개발 동향
  - 1) 일본
    - (1) 분야별 시장 규모 전망
    - (2) 정치용 연료전지 시장
    - (3) 가정용 연료전지 시장
    - (4) 연료전지차 시장
    - (5) 주요 업체별 연료전지 상용화 계획
  - 2) 미국
    - (1) 발전용 연료전지
    - (2) 수송용 연료전지
  - 3) 독일
  - 4) 중국
    - (1) 수송용 연료전지
  - 5) 인도
    - (1) 최근 동향
    - (2) 연료전지 종류별 개발 동향

### 2-3. 국내 연료전지 시장 동향과 전망

- 1) 생산 및 보급 동향
  - (1) 연료전지 생산량
  - (2) 연료전지 발전량
  - (3) 연료전지 보급용량
- 2) 산업 동향
  - (1) 기업체 현황
  - (2) 고용 인원 현황
  - (3) 매출 현황
- 3) 연료전지차 판매 동향
- 4) 가정용 연료전지 동향
- 5) 서울시 연료전지 보급 동향

### 3. 국내외 수소/연료전지 관련 정책 추진 동향

#### 3-1. 일본

- 1) 연료전지 육성 정책
  - (1) 정치용 연료전지
  - (2) 수송 분야에 대한 수소의 이용/활용
- 2) 육성정책 추진현황
  - (1) 정치용(定置用) 연료전지
  - (2) 수송 분야에 대한 수소의 이용 및 활용

#### 3-2. 미국

- 1) 분산발전용 연료전지 분야
  - (1) 캘리포니아
  - (2) 매사추세츠
  - (3) 뉴저지
  - (4) 뉴욕
  - (5) 펜실베니아
  - (6) 로드아일랜드
- 2) 연료전지차 및 수소 공급 인프라 분야
  - (1) 캘리포니아 (ZEV MOU)
  - (2) 코네티컷 (ZEV MOU)
  - (3) 매사추세츠 (ZEV MOU)
  - (4) 뉴욕 (ZEV MOU)
  - (5) 콜로라도 (NON-ZEV-MOU)
  - (6) 네브라스카 (NON-ZEV-MOU)
  - (7) 펜실베니아 (NON-ZEV-MOU)
  - (8) 워싱턴 (NON-ZEV-MOU)
- 3) 연료전지 버스 분야

#### 3-3. 유럽

- 1) 유럽 연합(EU)

- (1) FCH-JU(Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking)
- (2) Super Credits 제도
- 2) 주요국별 수소연료전지차/수소 인프라 추진 동향
  - (1) 독일
  - (2) 영국
  - (3) 프랑스
- 3-4. 중국
  - 1) 에너지 기술 혁명의 혁신 행동 계획(2016~2030년)
    - (1) 중점 분야
    - (2) 목표
  - 2) 수소차 육성 정책
- 3-5. 인도
  - 1) 연료전지
    - (1) 실행 및 재무 계획
    - (2) 연료전지 개발 일정 및 재무계획표
  - 2) 수소연료전지차
    - (1) 실행 및 재무 계획
- 3-6. 한국
  - 1) 연료전지 분야
    - (1) 발전용 연료전지
    - (2) 건물용/가정용 연료전지
  - 2) 수소연료전지차 분야
    - (1) 수소차 보급 및 시장 활성화 계획(2015.12.)
    - (2) 전기차/수소차 발전전략
    - (3) 수소버스 보급 추진(2016.03.)

### III. 수요분야별 연료전지 개발동향과 실증사례 분석

#### 1. 수송용 연료전지 분야 개발동향과 실증사례 분석

- 1-1. 수소연료전지차 개발동향과 시장전망
  - 1) 수소연료전지차(FCEV)의 기술 개요
    - (1) 개념
    - (2) 분류
    - (3) 구조
    - (4) 구동원리
    - (5) 특징 및 장단점
  - 2) 수소연료전지차(FCEV)의 시장동향과 전망
    - (1) 글로벌 시장 동향과 전망
    - (2) 주요국의 수소연료전지차 경쟁
    - (3) 국내 시장 동향과 전망
    - (4) 수소연료전지차(FCEV)와 순수전기차(BEV) 비교

3) 주요 모델별 수소연료전지차 개발 동향

- (1) Hyundai - TUCSON ix Fuel Cell
- (2) Toyota - MIRAI
- (3) Honda - Clarity
- (4) Daimler - B-Klasse F-Cell FCEV
- (5) Audi - h-tron quattro concept

4) 국내외 수소충전소 구축 동향

- (1) 수소충전소 개요
- (2) 글로벌 수소충전소 동향
- (3) 국내 수소충전소 동향

1-2. 연료전지 버스

- 1) 특징 및 최근 동향
- 2) 국내외 주요업체별 개발 및 출시 동향
  - (1) 토요타자동차
  - (2) 현대자동차
- 3) 국내외 주요 실증 사례 분석

1-3. 연료전지 포크리프트(지게차)

- 1) 원리와 특징
- 2) 글로벌 포크리프트(지게차) 시장규모
  - (1) 세계 주요 지게차 시장 규모
  - (2) 세계 주요 지게차 메이커 매출 규모 추이
- 3) 개발 동향과 도입 사례
  - (1) 토요타 자동직기/이와타니산업
  - (2) Kalmar

2. 발전용 연료전지 분야 개발동향과 실증사례 분석

2-1. 개관 및 최근 동향

2-2. 주요 업체별 개발 동향

- 1) FuelCell Energy
- 2) 포스코에너지

2-3. 주요 실증사례 분석

- 1) 미국 롱아일랜드섬
- 2) 영국 Protos 산업단지
- 3) 경기그린연료전지발전소
- 4) 노을연료전지발전소

3. 건물용/가정용 연료전지 분야 개발동향과 실증사례 분석

3-1. 가정용 연료전지 분야

- 1) 개관 및 최근 동향
- 2) 주요 업체별 개발 동향

- (1) 파나소닉
- (2) 아이신정기
- 3-2. 건물용 연료전지 분야
  - 1) 개관 및 최근 동향
  - 2) 주요 업체별 개발 동향
    - (1) 교세라(Kyocera)
    - (2) 미우라공업(주)
    - (3) Bloom Energy
    - (4) AFC Energy
  - 3) 주요 실증사례 분석
    - (1) 미니스탑 - 교세라의 업무용 SOFC 로 실증 실험
    - (2) 포라이트(주) - 제조업에서 연료전지 도입
    - (3) Hartford - 마이크로그리드
    - (4) Trinity College - 교내 전력과 스팀 공급
    - (5) Bridgeport University

#### 4. 최근 국내외 수소/연료전지 관련 연구개발 동향

- 4-1. 주요국별 연료전지 촉매 연구개발 동향
  - 1) 일본
    - (1) 기초연구 개발동향
    - (2) 응용연구 개발동향
  - 2) 미국
    - (1) 기초연구 개발동향
    - (2) 응용연구 개발동향
  - 3) 유럽
    - (1) 기초연구 개발동향
    - (2) 응용연구 개발동향
  - 4) 중국
    - (1) 기초연구 개발동향
    - (2) 응용연구 개발동향
  - 5) 한국
    - (1) 기초연구 개발동향
    - (2) 응용연구 개발동향
- 4-2. 최근 국내외 주요 연구개발 사례 분석
  - 1) 해외
    - (1) 일산화탄소로 발전하는 연료전지 촉매 개발(일본)
    - (2) 암모니아로 연료전지용 수소 제조(일본)
    - (3) 하수오니를 이용한 수소 제조(일본)
    - (4) 페플라스틱에서 제조한 수소 공급(일본)
    - (5) 수소분리형 고성능 대형 탄소막 모듈 개발(일본)
    - (6) 발전효율 65% 고효율화 기술 개발(일본)

- (7) 오존을 원료로 한 저렴한 연료전지 개발(영국)
- (8) 미생물 연료전지 개발(미국)
- (9) 메탄을 이용한 미생물 연료전지 개발(미국)

2) 국내

- (1) 가역 연료전지(나노 사이즈 촉매 개발)
- (2) 플렉시블 연료전지
- (3) 고체 산화물 연료전지(SOFC)용 연료극 소재 개발
- (4) 소형 고체산화물 연료전지 개발
- (5) 고체산화물 수전해전지(SOEC) 개발
- (6) 수소이온 세라믹 연료전지를 개발
- (7) '바이오 수소' 생산

IV. 국내외 주요 업체 개발 동향과 사업 전략

1. 연료전지 분야 주요업체별 개발 동향과 사업전략

1-1. 해외

- 1) Panasonic(일본)
  - (1) 일반 현황 및 실적 추이
  - (2) 개발 및 사업 추진 현황
  - (3) 해외 진출 동향
- 2) Kyocera(일본)
  - (1) 일반 현황 및 실적 추이
  - (2) 개발 및 사업 추진 현황
- 3) Aisin Seiki(일본)
  - (1) 일반 현황 및 실적 추이
  - (2) 개발 및 사업 추진 현황
  - (3) 해외 진출 동향
- 4) Mitsubishi Hitachi Power Systems, Ltd.(일본)
  - (1) 일반 현황 및 실적 추이
  - (2) 개발 및 사업 추진 현황
- 5) FuelCell Energy(미국)
  - (1) 일반 현황 및 실적 추이
  - (2) 개발 및 사업 추진 현황
- 6) Bloom Energy(미국)
  - (1) 일반 현황 및 실적 추이
  - (2) 개발 및 사업 추진 현황
- 7) Plug Power(미국)
  - (1) 일반 현황 및 실적 추이
  - (2) 개발 및 사업 추진 현황
- 8) Ballard Power System(캐나다)
  - (1) 일반 현황 및 실적 추이



- (2) 개발 및 사업 추진 현황
- 9) PowerCell AB(스웨덴)
  - (1) 일반 현황 및 실적 추이
  - (2) 개발 및 사업 추진 현황
- 10) Proton Motor(독일)
  - (1) 일반 현황 및 실적 추이
  - (2) 개발 및 사업 추진 현황
- 11) AFC Energy(영국)
  - (1) 일반 현황 및 실적 추이
  - (2) 개발 및 사업 추진 현황
- 1-2. 국내
  - 1) 포스코에너지
    - (1) 일반 현황 및 실적 추이
    - (2) 개발 및 사업 추진 현황
  - 2) 두산퓨얼셀
    - (1) 일반 현황 및 실적 추이
    - (2) 개발 및 사업 추진 현황
  - 3) 에스퓨얼셀
    - (1) 일반 현황 및 실적 추이
    - (2) 개발 및 사업 추진 현황
  - 4) 미코
    - (1) 일반 현황 및 실적 추이
    - (2) 개발 및 사업 추진 현황
  - 5) 경동나비엔
    - (1) 일반 현황 및 실적 추이
    - (2) 개발 및 사업 추진 현황
  - 6) STX 중공업
    - (1) 일반 현황 및 실적 추이
    - (2) 개발 및 사업 추진 현황
  - 7) 엘티씨
    - (1) 일반 현황 및 실적 추이
    - (2) 개발 및 사업 추진 현황
  - 8) 코오롱인더스트리
    - (1) 기업개요
    - (2) 개발 및 사업 추진 현황
  - 9) 시노펙스
    - (1) 기업개요
    - (2) 개발 및 사업 추진 현황

## 2. 수소연료전지차 분야 주요업체 개발 동향과 사업전략

## 2-1. 해외

- 1) Toyota(일본)
  - (1) 일반 현황 및 실적 추이
  - (2) 개발 및 사업 추진 현황
- 2) Honda(일본)
  - (1) 일반 현황 및 실적 추이
  - (2) 개발 및 사업 추진 현황

## 2-2. 국내

- 1) Hyundai
  - (1) 일반 현황 및 실적 추이
  - (2) 개발 및 사업 추진 현황

## 3. 수소 분야 주요업체 개발 동향과 사업전략

### 3-1. 해외

- 1) Iwatani Corporation(일본)
  - (1) 일반 현황 및 실적 추이
  - (2) 개발 및 사업 추진 현황
- 2) Kawasaki Heavy Industries(일본)
  - (1) 일반 현황 및 실적 추이
  - (2) 개발 및 사업 추진 현황
- 3) Hydrogenics(캐나다)
  - (1) 일반 현황 및 실적 추이
  - (2) 개발 및 사업 추진 현황
- 4) ITM Power(영국)
  - (1) 일반 현황 및 실적 추이
  - (2) 개발 및 사업 추진 현황
- 5) Nel Hydrogen(노르웨이)
  - (1) 일반 현황 및 실적 추이
  - (2) 개발 및 사업 추진 현황

### 3-2. 국내

- 1) SPG 케미칼/SPG 산업
- 2) 덕양