

**수소경제 실현을 위한,
수소 · 연료전지 관련 핵심기술 개발동향과 시장 · 사업화 전망**

I. 수소의 기술 · 시장 동향 및 수소경제 대응 전략

1. 수소 시장 동향과 전망

1-1. 수소의 개요

- 1) 특징
- 2) 효율
- 3) 용도
- 4) 공급과 수요
- 5) 제조 기술 동향
- 6) 수소에너지 가능성에 대한 기대
- 7) 수소에너지 상용화에 따른 변화
 - (1) 에너지 절약 및 환경부하 감소
 - (2) 연관 산업 육성
- 8) 안전성
 - (1) 안전관리가 확보된 분야
 - (2) 수소차 · 수소충전소

1-2. 수소 시장 · 산업 동향과 전망

- 1) 글로벌
 - (1) 생산
 - (2) 저장 · 운송
 - (3) 활용(수송수단 · 발전/산업)
 - (4) 안전 · 환경 · 인프라
- 2) 국내
 - (1) 생산
 - (2) 저장 · 운송
 - (3) 활용(수송수단 · 발전/산업)
 - (4) 안전 · 환경 · 인프라

2. 수소 관련 기술개발 동향과 국내 기술 수준

2-1. 수소의 제조 · 운송/저장 · 충전 분야 기술 동향

- 1) 제조 분야
 - (1) 부생수소
 - (2) 화석연료개질

- (3) 수전해(물의 전기분해)
 - (4) 바이오매스의 열분해
 - (5) 물의 열분해
 - (6) 광촉매에 의한 수전해(인공광합성)
 - (7) 바이오프로세스
 - 2) 운송·저장 분야
 - (1) 고압가스 수소운송
 - (2) 액화수소운송
 - (3) 유기하이드라이드
 - (4) 파이프라인 운송
 - (5) 암모니아
 - (6) 수소흡장합금
 - (7) 메탄화
 - 3) 충전 기술
 - (1) 수소 충전소 종류
 - (2) 충전기술
 - (3) 계량 관리
 - (4) 품질 관리
- 2-2. 국내 기술 수준 및 활성화 추진 방안
- 1) 생산 분야
 - (1) 기술개발 동향과 최근 이슈
 - (2) 국내 기술 수준
 - (3) 활성화 추진 방안
 - (4) 핵심기술 개발 전략
 - 2) 저장·운송 분야
 - (1) 기술개발 동향과 최근 이슈
 - (2) 국내 기술 수준
 - (3) 활성화 추진 방안
 - (4) 핵심기술 개발 전략
 - 3) 활용 분야
 - (1) 최근 이슈
 - (2) 국내 기술 수준
 - (3) 핵심기술 개발 전략

3. 수소 관련 연구개발 및 특허 동향

- 3-1. 연구개발 동향
 - 1) 분석절차
 - 2) 연도별 연구 동향
 - 3) 주요 단어 및 네트워크 분석

- 4) 인용 상위 연구
 - 5) 주제 분석
 - 6) 주제별 주요 단어 및 네트워크 분석
 - 7) 연구 주제별 평균 인용 수
- 3-2. 특허 동향
- 1) 연도별 출원 동향
 - 2) 주요 단어 및 네트워크 분석
 - 3) 인용 상위 특허
 - 4) 국가별 출원 동향
 - 5) 기업별 출원 동향
 - 6) 주제 분석
 - 7) 세부주제별 주요 단어 및 네트워크 분석

4. 주요국별 수소경제 대응 동향

- 4-1. 수소경제 개요
- 1) 수소경제의 개념
 - 2) 수소경제의 주요 의미
 - (1) 에너지 체계의 변화
 - (2) 수소 공급체계의 다원화
 - (3) 기술혁신 촉진과 신산업의 창출
 - 3) 수소 경제 전망
- 4-2. 주요국별 수소경제 대응 전략
- 1) 유럽연합
 - (1) 수소 기술의 실용화와 보급을 위한 전략 발표
 - (2) 저탄소 수소도 투자 대상
 - (3) 수소 전략을 추진하기 위해 관민 협동 플랫폼 설립
 - (4) 예산 및 투자지원 계획
 - 2) 독일
 - (1) 생성 방법에 따른 수소의 4가지 분류
 - (2) 국가 수소 전략
 - (3) 보다 야심적인 시책을 요구하는 산업계
 - (4) 진행되고 있는 주 정부의 시책
 - (5) 기업에 의한 수소 사업 추진 가속
 - 3) 프랑스
 - (1) 정부의 목표·방침
 - (2) 정부의 파일럿 프로젝트
 - (3) 가속화되는 지방자치체의 시책
 - (4) 수소 보급을 위한 시책에 대한 평가
 - 4) 스웨덴

- (1) 건설 분야에서의 수소 기술 활용
- (2) 태양광발전의 전력으로 인해 수소를 제조
- (3) FCEV 보급 동향
- 5) 일본
 - (1) 수소연료전지 전략 로드맵
 - (2) 수소 서플라이체인 구축전략
- 6) 중국
 - (1) 수소 사회를 위한 대응
 - (2) 지역별 발전 계획
 - (3) 수소 에너지 도시 경쟁력 랭킹 발표
- 7) 호주
 - (1) 수소 관련 정책 및 규제
 - (2) 수소 산업 지원을 위한 펀드 설립
- 4-3. 국내 수소 경제 대응 전략
 - 1) 수소경제 활성화 로드맵('19.1.17.)
 - (1) 주요 목표
 - 2) 수소경제 표준화 전략 로드맵('19.4.3.)
 - (1) 표준화 전략 로드맵
 - (2) 표준화 전략 로드맵 추진과제
 - 3) 수소 인프라 및 충전소 구축방안('19.10.22.)
 - (1) 수소 공급
 - (2) 수소충전소 구축
 - 4) 수소 기술개발 로드맵 ('19.10.31.)
 - (1) 수소 생산
 - (2) 수소 저장·운송
 - (3) 수소 활용(수송수단)
 - (4) 수소 활용(발전·산업)
 - (5) 안전·환경·인프라
 - 5) 수소 안전관리 종합대책 ('19.12.26.)
 - (1) 글로벌 수준의 안전시스템 구축
 - (2) 3대 핵심시설 중점관리 : 수소충전소·수소생산기지·연료전지 시설
 - (3) 지속가능한 안전생태계 조성
 - (4) 소통·협력을 통한 안전문화 확산
 - 6) 수소법 제정('20.1.9.)
 - 7) 2차 수소경제위원회('20.10.15)
 - (1) 수소 발전 의무화 제도 도입
 - (2) 추출수소 경쟁력 확보방안
 - (3) 수소시범도시 기본계획 및 '수소도시법' 제정방안
 - (4) 제1차 수소경제위원회 후속조치 추진현황

(5) '수소법' 하위법령 제정 추진현황

II. 에너지 패러다임의 전환, 수소에너지

1. 미래 시대를 대비한 신재생에너지로서의 수소

- 1-1. 수소와 신재생에너지
- 1-2. 수소의 가능성과 향후 전망
 - 1) 기후변화 대책의 긴급성
 - 2) 수소 이용 현황과 미래 예측
 - 3) 그린 수소 제조로의 전환
 - 4) 적용 분야의 확대
 - 5) 전환 옵션으로서의 화석 연료 기반 수소
 - 6) 재생에너지 수소에 대한 가스 인프라의 역할
 - 7) 새로운 원자재로서의 클린 수소의 가능성
- 1-3. 탈탄소화를 위한 수소의 역할 - 수소와 재생에너지의 연계
 - 1) 재생에너지 도입 확대의 추진력
 - 2) 전력 계통의 유연성 향상
 - 3) 변동성 재생에너지 전력의 계절 저장
- 1-4. 재생에너지 수소의 경쟁력
 - 1) 수소 제조 비용
 - 2) 수소 유통 비용
 - 3) 미래 수소 공급 비용
- 1-5. 미래의 수소 및 수소 Commodity의 거래 예측
 - 1) 원격지의 재생에너지 자원 활용
 - (1) 호주
 - (2) 칠레
 - (3) 노르웨이
 - (4) 사우디아라비아
 - 2) 전기연료
 - 3) 수소 유래의 에너지 집약형 Commodity의 거래
- 1-6. 활성화 방안
 - 1) 에너지 전환에서의 수소의 전략적 역할을 인식
 - 2) 친환경적이고 효율적인 수소의 이용을 실현하고 의무화
 - 3) 새로운 수소 시장 개척
 - 4) 향후 대응 방향

2. 신·재생에너지 시장 동향과 전망

- 2-1. 글로벌 신재생에너지 도입 동향
 - 1) 태양광 발전
 - (1) 태양광 설치 규모
 - (2) 폴리실리콘 가격 동향

- (3) 태양전지 가격 동향
- (4) 태양광 모듈 가격 동향
- 2) 풍력 발전
 - 3) 바이오매스
 - 4) 수력
 - 5) 지열 발전
 - 6) 재생 에너지의 발전비용 비교
- 2-2. 국내 신재생에너지 시장 동향
 - 1) 신재생에너지 산업
 - (1) 종합
 - (2) 에너지원별 현황
 - 2) 신재생에너지 생산 및 보급 동향
 - (1) 생산 실적
 - (2) 발전량 및 설비용량
 - 3) RE100 시행 확정
- 2-3. 연료전지 발전 산업 동향
 - 1) 연료전지 생산 및 발전 규모
 - (1) 생산 실적
 - (2) 발전량 및 설비용량
 - 2) 연료전지 산업 현황
 - (1) 총괄
 - (2) 기업체 현황
 - (3) 고용인원 현황
 - (4) 매출 현황
 - (5) 투자 현황

3. 수소에너지 관련 분야별 기술개발 동향

- 3-1. 고효율 수소생산 시스템
 - 1) 기술 개요
 - 2) 국내외 시장 규모
 - (1) 글로벌 시장
 - (2) 국내 시장
 - 3) 수소 생산 비용 및 수량
 - 4) 주요 기술개발 동향
 - (1) 고용량 수소저장합금 및 수소 방출 장치
 - (2) 열화학 사이클을 통한 수소생산
 - (3) 메탄을 이용한 수소생산
 - (4) 전기분해에 의한 수소발생장치 및 수소발생용 촉매
 - 5) 국내외 주요 업체별 개발 동향

- (1) 해외
- (2) 국내
- 3-2. 수소충전용 장비 및 부품
 - 1) 기술 개요
 - 2) 국내외 시장 규모
 - (1) 글로벌 시장
 - (2) 국내 시장
 - 3) 주요 기술개발 동향
 - (1) 실시간 수소충전시스템 모니터링
 - (2) 수소가스 압축·액화수소 기술
 - (3) 수소 충전용 장비·자재
 - (4) 액체수소 저장탱크 개발
 - 4) 국내외 주요 업체별 개발 동향
 - (1) 해외
 - (2) 국내

III. 연료전지 및 연관 기술 개발동향과 시장 전망

1. 연료전지 기술개발 동향과 시장 전망

- 1-1. 연료전지 개요
 - 1) 연료전지 개념과 원리
 - (1) 개념과 개발 이력
 - (2) 연료전지 작동원리
 - 2) 연료전지 시스템 구조
 - (1) 개질기(Reformer)
 - (2) 스택(Stack)
 - (3) 전력변환기(Inverter)
 - (4) 주변보조기기(BOP, Balance of Plant)
 - 3) 연료전지 장단점 및 이차전지와의 차이점
 - (1) 연료전지의 장·단점
 - (2) 발전용 연료전지의 장·단점
 - (3) 수소연료전지차로서의 장·단점
 - (4) 이차전지와의 차이점
 - 4) 연료전지의 분류
 - (1) 인산형 연료전지(PAFC)
 - (2) 용융탄산염 연료전지(MCFC)
 - (3) 고체산화물 연료전지(SOFC)
 - (4) 고체고분자 연료전지(PEFC)
- 1-2. 국내외 연료전지 시장 동향과 전망

- 1) 세계 연료전지 시장 동향과 전망
 - (1) 생산·판매 규모(MW)
 - (2) 생산·판매 규모(Unit)
 - (3) 용도별 시장규모 전망
 - (3) 지역별 시장규모 전망
 - (4) 종류별 시장 전망
- 2) 주요국별 수소·연료전지 동향과 전망
 - (1) 독일
 - (2) 미국
 - (3) 중국
 - (4) 일본
- 3) 국내 연료전지 시장 및 업체 동향
 - (1) 시장 규모
 - (2) 종류별 시장 동향
- 1-3. 연료전지 촉매 연구개발 동향
 - 1) 주요국별 최근 동향
 - 2) 주요 분야별 개발동향
 - (1) 코어 셀 촉매
 - (2) 합금촉매
 - (3) 카본계 촉매
 - (4) 금속산 질화물
 - 3) 핵심 기술 과제
 - 4) 주요국별 기술개발 현황 비교
 - (1) 일본
 - (2) 미국
 - (3) 유럽
 - (4) 중국
 - (5) 한국

2. 연료전지 관련 기술개발 및 사업화 동향

- 2-1. 연료전지 발전 분산형 전원
 - 1) 분산형 전원 개요
 - (1) 개념
 - (2) 종류
 - (3) 장점
 - (4) 활성화를 위한 과제
 - 2) 스마트사회에서의 분산형 에너지
 - (1) 분산형 에너지 자원의 활용 확산
 - (2) DER의 활용에서의 플레이어와 원원전략

- (3) 플레이어별 과제
- (4) 사회 인프라로서의 DER 활용
- (5) DER 활용에 관한 다양한 관점과 미래
- 3) 연료전지 발전 기반 분산형 전원
 - (1) 연료전지 발전의 특징
 - (2) 연료전지 발전 산업 국내 동향
 - (3) SOFC 개발 및 도입 동향
- 4) DER 비즈니스 유형별 사례 분석
 - (1) BESS(Battery Energy Storage System)
 - (2) EV(Electric Vehicle)
 - (3) Microgrid
 - (4) DERMS(Distributed Energy Resource Management System)
 - (5) Blockchain

2-2. P2X(P2G)

- 1) 기술 개요
 - (1) 개념과 활용 방식
 - (2) 특징
 - (3) 요소 기술 동향
 - (4) ESS와의 비교
- 2) 기술개발 동향과 향후 전망
 - (1) 기술개발 동향
 - (2) 향후 전망
- 3) 독일의 P2G 대응 동향
 - (1) P2G 의의
 - (2) P2G의 공급체인
 - (3) 기업 및 단체의 P2G 대응 동향
 - (4) 독일에서 실시·계획 중인 P2G 프로젝트
 - (5) P2G 추진 로드맵
 - (6) P2G 기술의 가능성
- 4) 주요국별 정책 동향
 - (1) 독일
 - (2) 덴마크
 - (3) 미국
 - (4) 일본
 - (5) 한국

2-3. CO₂ 포집 및 처리기술(CCS)

- 1) CCS 기술 및 시장 동향
 - (1) 기술 개요
 - (2) 국내 CCS 기술, 시장동향

- (3) 해외 CCS 기술, 시장동향
- 2) CO₂ 포집 기술
 - (1) 기술개요
 - (2) 국내 CO₂ 포집 기술, 시장동향
 - (3) 해외 CO₂ 포집 기술, 시장동향
 - (4) CCS 허브와 클러스터(Hubs and Clusters)
- 3) CO₂ 수송 및 저장기술
 - (1) 기술개요
 - (2) 국내 CO₂ 수송 및 저장 기술, 시장동향
 - (3) 해외 CO₂ 수송 및 저장 기술, 시장동향
- 4) 호주의 CCS 관련 대응 동향
 - (1) 배출량을 절감하기 위한 CCS와 수소 관련 대응
 - (2) CCS 관련 정책 및 규제
 - (3) CCS(이산화탄소 포집·저장)

3. 연료전지 관련 연구개발 및 특허 동향

3-1. 연구개발 동향

- 1) 분석절차
- 2) 연도별 연구 동향
- 3) 주요 단어 및 네트워크 분석
- 4) 인용 상위 연구
- 5) 주제 분석
- 6) 주제별 주요 단어 및 네트워크 분석
- 7) 연구 주제별 평균 인용 수

3-2. 특허 동향

- 1) 연도별 출원 동향
- 2) 주요 단어 및 네트워크 분석
- 3) 인용 상위 특허
- 4) 국가별 출원 동향
- 5) 기업별 출원 동향
- 6) 주제 분석
- 7) 세부주제별 주요 단어 및 네트워크 분석

4. 수소 모빌리티 국내외 시장 동향과 전망

4-1. 수소연료전지차 개요

- 1) 개념
- 2) 분류
- 3) 주요 특징
 - (1) 장점

- (2) 단점
- 4) 구조
 - (1) 스택(Stack)
 - (2) 운전장치
 - (3) 전장장치
 - (4) 수소저장장치
- 5) 구동원리
- 6) 안전성
 - (1) 안전관리가 확보된 분야
 - (2) 안전성
- 7) 수소차와 전기차 비교
- 4-2. 수소연료전지차(FCEV) 국내외 시장 동향과 전망
 - 1) 글로벌 시장 동향과 전망
 - (1) 판매 현황(지역별·메이커별)
 - (2) 스타트업의 참여 동향
 - (3) 보급 및 산업화 전망
 - 2) 중국 시장 동향과 전망
 - (1) 연료전지 상용화 추진
 - (2) 시장 규모
 - (3) 해외 업체들의 중국 시장 진출 현황
 - 3) 국내 내수 및 수출 동향
 - (1) 내수
 - (2) 수출
 - 4) 수소연료전지차(FCEV) 로드맵
 - (1) 수소승용차
 - (2) 수소택시
 - (3) 수소버스
 - (4) 수소트럭
 - 5) 수소 상용차 시장
 - (1) 글로벌 경쟁 구도
 - (2) 미국 시장 경쟁
 - (3) 중국 시장 경쟁
- 4-3. 수소충전소 국내외 구축 동향
 - 1) 수소충전소 개요
 - (1) 개념
 - (2) 분류
 - (3) 수소 저장 기술
 - 2) 글로벌 수소충전소 동향
 - 3) 국내 수소충전소 현황 및 계획

- (1) 구축 현황(2020년)
 - (2) 계획(2022년)
 - (3) 보급 계획
- 4-4. 수소차 이외 수송부문 개발 동향과 시장전망
- 1) 수소 선박
 - (1) 개요
 - (2) 시장 현황과 전망
 - (3) 주요 개발 사례
 - (4) 수소선박 정책 추진 동향
 - 2) 수소 드론
 - (1) 개요
 - (2) 수소드론의 수요 예측
 - (3) 주요국별 수소드론 개발동향
 - (4) 주요 개발 사례
 - (5) 정책 추진 동향
 - 3) 수소열차
 - (1) 개요
 - (2) 개발 이력
 - (3) 주요 개발 사례
 - (4) 정책 추진 동향
 - 4) 수소건설기계
 - (1) 개발 동향
 - (2) 정책 추진 동향

5. 에너지저장장치(ESS) 국내외 시장 동향과 전망

- 5-1. 글로벌 시장규모 전망
 - 1) 연도별 시장규모 전망
 - 2) 애플리케이션별 시장규모 전망
 - 3) 기술별 시장규모 전망
 - 4) 지역별 시장규모 전망
- 5-2. 국내 보급 동향과 시장 전망
 - 1) 연도별 시장규모 전망
 - 2) 애플리케이션별 시장규모 전망
- 5-3. 국내 보급 동향과 문제점
 - 1) 국내 ESS 보급 동향
 - 2) ESS 화재 사고
 - 3) ESS 안전강화 대책
 - (1) 제1차 대책(2019년)
 - (2) 제2차 대책(2020년)