

글로벌 수소산업 전주기(全週期) 기술개발 동향과 대응사례 분석

I. 수소의 기술 · 시장 동향 및 수소경제 대응 전략

1. 수소 기술 및 수요 전망

1-1. 수소 개요

- 1) 수소의 특징
- 2) 수소의 효율
- 3) 수소의 용도
- 4) 수소의 공급과 수요 관계
- 5) 수소의 안전성
 - (1) 안전 관리
 - (2) 수소차 · 수소충전소

1-2. 수소경제 개요

- 1) 수소경제의 개념
- 2) 수소경제의 주요 의미
 - (1) 에너지 체계의 변화
 - (2) 수소 공급체계의 다원화
 - (3) 기술혁신 촉진과 신산업의 창출

1-3. 수소 가능성과 시장 전망

- 1) 수소 생성 시장 전망
 - (1) 연도별 시장 전망
 - (2) 세부 항목별 시장 전망
 - (3) 지역별 시장 전망
- 2) 수소 수요 전망
- 3) 수소에너지 가능성
- 4) 수소에너지 상용화에 따른 변화
 - (1) 에너지 절약 및 환경부하 감소
 - (2) 연관 산업 육성

2. 일본 수소경제 및 수소활용 대응 동향

2-1. 수소 전략

- 1) 일본에서 수소 기술이 가지는 의의
- 2) 수소 에너지로서의 암모니아
- 3) 비용 절감 방안
- 4) 수소 제조 방안
- 5) 구체적인 주요 시책
 - (1) 클린 에너지 자동차 도입 사업비용 보조금
 - (2) 연료전지의 이용 확대를 위한 에네팜 등 도입 지원 사업비용 보조금
 - (3) 수소 사회의 실현을 위한 혁신적인 연료전지 기술 등의 활용을 위한 연구개발 사업
 - (4) 초고압 수소 기술 등을 활용한 저비용 수소 공급 인프라 구축을 위한 연구개발 사업
 - (5) 연료전지 자동차의 보급 촉진을 위한 수소 스테이션 정비 사업비용 보조금
 - (6) 未이용 에너지를 활용하는 수소 공급체인 구축 실증 사업
 - (7) 수소 에너지 제조 · 저장 · 이용에 관한 선진적 기술 개발 사업

- (8) 재생에너지 등을 활용하는 수소 사회 추진 사업
- (9) CO2 배출 절감 대책 강화 유도형 기술 개발 · 실증 사업
- (10) 미래 사회 창조 사업(대규모 프로젝트형)

6) 정리

2-2. 주요 부처별 대응책

- 1) 경제산업성 : 수소 · 연료 암모니아 산업
 - (1) 이용
 - (2) 운송 등
 - (3) 제조
- 2) 환경성
 - (1) 탈탄소화에 맞춘 수소 공급망 구축 추진
 - (2) 레질리언스 강화에 도움이 되는 자립 · 분산형 시스템 구축 지원
 - (3) 탈탄소형 수소 이용을 위한 기술 개발 지원
 - (4) 수소 사회를 구축하기 위한 애플리케이션 개발 지원

3. 중국 수소경제 및 수소활용 대응 동향

3-1. 수소 관련 국가 정책 : 선박 · 철도용, 가정 · 산업용 연료전지

- 1) 개관
- 2) 주요 내용
 - (1) 국가 정책 : 에너지 기술 혁명 이노베이션 행동 계획
 - (2) 국가 정책 : 중국 수소 에너지 및 연료전지 산업 백서
 - (3) 국가 정책 : 국가 중점 연구개발 계획 ‘재생에너지와 수소 기술’ 등 중점 특별 프로젝트 2020 년도 프로젝트 신청 가이드라인
 - (4) 국가 정책 ⑥

3-2. 수소 실용화 트렌드

- 1) 정책 및 실증 프로젝트
 - (1) 연료전지 선박에 관한 정책과 실증 프로젝트
 - (2) FC 하이드레일에 관한 정책과 실증 프로젝트
 - (3) 고정용 연료전지에 관한 정책과 실증 프로젝트
- 2) 수소 실용화 동향 분석과 전망
 - (1) 최근 동향
 - (2) 선박
 - (3) 철도
 - (4) 고정형 연료전지의 응용

3-3. 연료전지에 관한 지방 정부의 정책과 프로젝트

- 1) 연료전지 선박과 하이드레일
 - (1) 다롄시 · 랴오닝성(정책)
 - (2) 한단시 · 허베이성(정책/하이드레일 프로젝트)
 - (3) 저우산시 · 저장성(정책/연료전지 선박 프로젝트)
 - (4) 포산시 · 광둥성(정책/연료전지 선박 & 하이드레일 프로젝트)
 - (5) 청두시 · 쓰촨성(정책/하이드레일 프로젝트)
- 2) 고정용 연료전지
 - (1) 광저우시 · 광둥성
 - (2) 쿤산시 · 장쑤성
 - (3) 잉커우시 · 랴오닝성(실증 프로젝트)
 - (4) 취저우시 · 저장성(실증 프로젝트)
- 4) 기타 주요 고정용 연료전지 응용 관련 정책
- 5) 기타 주요 고정용 연료전지 응용 관련 프로젝트

4. 유럽 수소경제 및 수소활용 대응 동향

4-1. 유럽 수소 정책 경위

4-2. 유럽 수소 전략

- 1) 비전
- 2) 수소 관련 에너지의 분류
- 3) 클린 수소 비용

- 4) 수소 전략 로드맵(수소 생산량 목표와 달성 시기)
 - (1) 단계별 개요
 - (2) 최종 용도 분야별 전개
- 5) 투자
 - (1) 투자 금액 내역
 - (2) 투자 추진 프레임
- 6) 단기 행동 목표
 - (1) 투자 관련
 - (2) 수소 수요와 생산 규모 확대
 - (3) 지원적 프레임워크 설계(지원 스킴, 시장 규칙, 인프라)]
 - (4) 수소 기술의 연구개발 촉진
 - (5) 국제 연계

5. 독일 수소경제 및 수소활용 대응 동향

5-1. 연방정부의 수소 전략

- 1) 개요와 목적
 - (1) 전략의 개요
 - (2) EU의 수소 전략과의 관련성
 - (3) 전략의 목적
 - (4) 전략 추진 체제
- 2) 중점 분야와 대응 전략
 - (1) 중점 분야
 - (2) 행동 계획 : 38 가지 구체적인 시책
- 3) 지원 프로그램 · 보조금 제도
 - (1) 주요 지원 프로그램 · 보조금 제도
 - (2) 국가 수소 전략의 지원 규모
- 4) 주요 업계 단체와 정당의 방향
 - (1) 주요 업계 단체
 - (2) 의회 내의 주요 정당

5-2. 지방자치별 수소 전략

- 1) 바이에른주
 - (1) 수소 전략
 - (2) 지원 제도 · 보조금 제도
- 2) 바덴-뷔르템베르크(BW)주
 - (1) 수소 로드맵
 - (2) 지원 제도 · 보조금 제도
- 3) 북부 독일
 - (1) 북부 독일 수소 전략
 - (2) HY5 그린 수소 이니셔티브
 - (3) 쉘레스비히 홀슈타인주의 수소 전략
 - (4) 지원 제도, 보조금 제도
- 4) 노르트라인베스트팔렌(NRW)주
 - (1) 수소 전략과 시책
 - (2) 지원 제도 · 보조금 제도
- 5) 헤센주
 - (1) 수소 전략과 시책
 - (2) 지원 제도 · 보조금 제도
- 6) 동부 독일
 - (1) 석탄주(州)의 지역 수소 경제 개발
 - (2) 동부 독일 3 개주의 수소 전략 책정을 위한 움직임
 - (3) 지원 제도, 보조금 제도

6. 호주 수소경제 및 수소활용 대응 동향

6-1. 호주의 수소 시장 동향

- 1) 경제에 대한 영향

- 2) 수소 허브 구축
 - 3) 투자 기회
 - 4) 수소 수출 현황
 - 5) 수소 가격
- 6-2. 연방 및 각 주 정부의 정책 개요

- 1) 연방 정부
 - (1) 국가 수소 전략 : National Hydrogen Strategy(NHS)
 - (2) CO2 배출을 절감하기 위한 기술 투자 로드맵
 - (3) CO2 배출 절감 기술에 대한 19 호주달러 지원
 - (4) 수소 관련 프로젝트에 대한 조성금
 - (5) 수소 클러스터 구축
- 2) 뉴사우스웨일스주 : Net Zero Plan Stage 1(2020-2030)
- 3) 빅토리아주 : The Victorian Hydrogen Investment Program(VHIP)
- 4) 퀸즐랜드주 : Queensland Hydrogen Industry Strategy(2019-2024)
- 5) 수도 특별 지역
- 6) 남오스트레일리아주 : South Australia's Hydrogen Action Plan
- 7) 서오스트레일리아주 : Western Australian Renewable Hydrogen Strategy
- 8) 북부 준주 : Northern Territory Renewable Hydrogen Strategy
- 9) 태즈메이니아주 : Tasmanian Renewable Hydrogen Action Plan

7. 미국 수소경제 로드맵과 대응 동향

- 7-1. 수소경제 로드맵
- 1) 도입 배경
 - 2) 바이든 정부의 프로그램 및 이니셔티브
 - 3) 수소경제 중장기 로드맵
 - 4) Hydrogen Forward 연합 결성
- 7-2. 수소 프로젝트 및 활성화 전략
- 1) 프로젝트 현황 및 활성화 전략
 - 2) 수요 및 인프라 전망

8. 국내 수소경제 활성화 추진 동향

- 8-1. 그간의 추진 경과
- 8-2. 수소경제활성화 로드맵('19.1.17.)
- 1) 수소 모빌리티
 - (1) '40년까지 수소차 620 만대
 - (2) '40년까지 수소충전소 1,200 개소 구축
 - 2) 에너지 분야
 - (1) '40년까지 발전용 연료전지 15GW(내수 8GW) 보급
 - (2) '40년까지 가정·건물용 연료전지 2.1GW(94 만 가구) 보급
 - (3) 대규모 발전이 용이한 수소가스터빈 기술개발 및 실증을 통해 2030년 이후 상용화
 - 3) 수소 생산
 - (1) 부생수소, 추출수소를 초기 수소경제 이행의 핵심 공급원으로 활용
 - (2) 수전해, 해외생산 수소 활용 등을 통해 그린수소 산유국으로 도약
 - (3) 수전해, 해외생산·수입 등 그린수소 확대와 연계하여 ~
 - 4) 저장·운송
 - (1) 고압기체, 액체, 액상, 고체 등 저장방식 다양화·효율화
 - (2) 수소 수요 증가에 맞춰 튜브트레일러 및 파이프라인 활용 확대
 - 5) 전주기 안전관리 체계 확립 및 수소산업 생태계 조성
 - (1) 수소경제 안전성 확보
 - (2) 기술경쟁력 제고 및 핵심 인력 양성
 - (3) 수소경제 지원 법적 기반 완비
 - (4) 중소·중견기업 육성을 통해 생태계 강화
 - (5) 범부처 수소경제 활성화 추진체계 구축
- 8-3. 수소법 제정('20.02.04)
- 1) 세계 최초 '수소경제 육성 및 수소 안전관리법' 국회 본회의 통과

- 2) 수소전문기업 확인제도
- 3) 수소충전소의 수소 판매가격 보고제도
- 4) 수소충전소 및 연료전지 설치요청 제도
- 5) 수소특화단지 지정 및 시범사업 실시
- 8-4. 2 차 수소경제위원회('20.10.15)
 - 1) 수소 발전 의무화 제도 도입
 - 2) 추출수소 경쟁력 확보방안
 - 3) 수소시범도시 기본계획 및 '수소도시법' 제정방안
 - (1) 울산
 - (2) 안산
 - (3) 전주 · 완주
 - (4) 삼척
 - 4) 제 1 차 수소경제위원회 후속조치 추진현황
 - (1) '21 년도 수소경제 관련 주요 정부예산(안) 현황
 - (2) 제 1 차 수소추진 주요 논의사항 추진계획
 - 5) '수소법' 하위법령 제정 추진현황
 - (1) 수소경제 거버넌스 정립 및 구체화
 - (2) 수소전문기업 선정기준 및 인력양성 등 기반조성 사업내용 구체화
 - (3) 충전소 설치요청, 특화단지 지정 등 수소경제 활성화 촉진
 - (4) 수전해설비 등 수소용품 및 사용시설 안전관리
 - (5) 기타 수소의 유통질서 확립 등(보칙 및 부칙)
- 8-5. 3 차 수소경제위원회('21.03.02)
 - 1) 수소경제 민간투자 계획 및 정부 지원방안
 - 2) 2021 년 수소경제 전담기관 사업계획
 - 3) 서울 수소 체험박물관 건립계획
- 8-6. 수소경제 성과 및 수소선도국가 비전('21.10.07)
 - 1) 수소경제 성과
 - 2) 수소선도국가 비전
- 8-7. 4 차 수소경제위원회('21.10.07)
 - 1) 제 1 차 수소경제 이행 기본계획 (산업통상자원부)
 - (1) 의의 및 비전
 - (2) 주요 추진과제
 - (3) 기대효과
 - 2) 수소충전소 전략적 배치계획(환경부)
 - 3) 수소항만 조성 방안(해양수산부)
 - 4) 해양그린수소 생산 기술개발 계획(해양수산부)
 - 5) 수소산업 규제자유특구 추진현황 및 계획(중소벤처기업부)

II. 수소산업 기술 동향 및 실증 프로젝트 추진 현황

1. 글로벌 수소산업 전주기별 기술 동향과 국내 기술 수준

- 1-1. 제조 · 생산 분야
 - 1) 국내외 기술개발 동향
 - (1) 부생수소
 - (2) 화석연료개질
 - (3) 수전해
 - (4) 바이오매스의 열분해
 - (5) 물의 열분해
 - (6) 광촉매에 의한 수전해(인공광합성)
 - (7) 바이오프로세스
 - 2) 국내 기술 수준 및 활성화 추진 방안
 - (1) 기술개발 동향과 최근 이슈
 - (2) 국내 기술 수준
 - (3) 활성화 추진 방안
 - (4) 핵심기술 개발 전략

1-2. 운송 · 저장 분야

- 1) 국내외 기술개발 동향
 - (1) 고압가스 수송운송
 - (2) 액화수송운송
 - (3) 유기하이드라이드
 - (4) 파이프라인 운송
 - (5) 암모니아
 - (6) 수소흡장합금
 - (7) 메탄화
- 2) 국내 기술 수준 및 활성화 추진 방안
 - (1) 기술개발 동향과 최근 이슈
 - (2) 국내 기술 수준
 - (3) 활성화 추진 방안
 - (4) 핵심기술 개발 전략

1-3. 충전 분야

- 1) 국내외 기술개발 동향
 - (1) 수소 충전소 종류
 - (2) 충전 기술
 - (3) 계량 관리
 - (4) 품질 관리
- 2) 국내 기술 수준과 정책 지원
 - (1) 국내 기술 수준
 - (2) 정책적 지원 필요성

1-4. 활용 분야

- 1) 최근 이슈
 - (1) 수송 수단
 - (2) 발전 · 산업
- 2) 국내 기술 수준 및 활성화 추진 방안
 - (1) 국내 기술 수준
 - (2) 핵심기술 개발 전략

2. 일본 수소 산업 및 서플라이체인 동향

2-1. 수소 산업 분야별 주요 동향

- 1) 수소 제조
 - (1) 수전해
 - (2) 부생가스 정제
 - (3) 개질 정제
- 2) 수소 저장 · 운송
 - (1) 압축 수소
 - (2) 배관 운송
 - (3) 액화 수소
 - (4) 수소 저장 합금
 - (5) 유기 하이드라이드
- 3) 수소 공급
 - (1) 고정형 압축 수소충전소
 - (2) 주유소 병설형 수소충전소
- 4) 수소 관련 애플리케이션
 - (1) 고정형 연료전지
 - (2) FC 모빌리티

2-2. 수소 공급망 구축 추진 동향

- 1) 게이힌 임해부에서의 연료전지 포크리프트 도입과 클린 수소 활용 모델 구축 실증
 - (1) 실증 개요와 공급체인
 - (2) 수소 공급망
- 2) 가촉 분뇨에서 유래한 수소를 활용하는 수소 공급체인 실증 사업
 - (1) 실증 개요와 공급체인

- (2) 수소 공급망
- 3) 가성 소다에서 유래한 미이용 고순도 부생수소를 활용하는 지산지소·지역간 연계 모델 구축
 - (1) 실증 개요와 공급체인
 - (2) 수소 공급망
- 4) 사용이 끝난 플라스틱에서 유래한 저탄소 수소를 활용하는 지역 순환형 수소 지산지소 모델 실증 사업
 - (1) 실증 개요와 공급체인
 - (2) 수소 공급망
- 5) 소수력에서 유래한 재생에너지 수소 도입 확대와 홋카이도의 지역 특성에 맞는 수소 활용 모델 구축
 - (1) 실증 개요와 공급체인
 - (2) 수소 공급망
- 6) 도미야시의 기존 물류망과 순수소 연료전지를 활용하는 저탄소 수소 공급체인 실증
 - (1) 실증 개요와 공급체인
 - (2) 수소 공급망
- 7) 재생에너지 전해 수소의 제조 및 수소 혼합 가스의 공급 이용 실증 사업
 - (1) 실증 개요와 공급체인
 - (2) 수소 공급망
- 8) 건물 및 거리의 수소 이용을 보급하기 위한 저압 수소 배송 시스템 실증 사업
 - (1) 실증 개요와 공급체인
 - (2) 수소 공급망
- 9) 기타규슈시 지역 내 재생에너지를 효율적으로 활용하는 CO2 프리 수소 제조·공급 실증 사업
 - (1) 실증 개요와 공급체인
 - (2) 수소 공급망
- 10) 최적의 운용 관리 시스템을 활용하는 저비용 재생에너지 수소 공급체인 구축·실증
 - (1) 실증 개요와 공급체인
 - (2) 수소 공급망
- 11) 도시부의 재생에너지 유래 유소와 음식쓰레기 유래 바이오매스를 활용한 메타네이션을 수소 공급체인 구축·실증 사업
- 1-3. 일본 주요 기업의 대응책
 - 1) 수소 에너지 공급체인 및 일본 기업의 시책
 - 2) 수소 비즈니스와 관련된 최근의 투자 안건 상황

3. 유럽 수소 산업 및 실증 프로젝트 동향

3-1. 수소 산업

- 1) 수소 산업의 전모
- 2) 유럽의 수소 제조
 - (1) 자가소비용 생산
 - (2) 상용 수소 생산
 - (3) 부산물로서의 수소 생산
- 3) 수소의 운송
 - (1) 네덜란드
 - (2) 독일
 - (3) 영국
 - (4) 기타(메탄 운송 인프라의 이용)

3-2. 주요 프로젝트 및 기술 개발 동향

- 1) 수소 관련 프로젝트 및 연구개발 동향
- 2) 수소 클러스터 프로젝트
 - (1) H2 보르도 프로젝트(프랑스, 보르도)
 - (2) Hamburg Green Hydrogen Hub(독일 함부르크)
 - (3) Westküste 100 프로젝트(독일 하이데)
 - (4) ZEEDS 프로젝트(노르웨이 베르레바그)
 - (5) 암스테르담市 허브화 프로젝트(네덜란드, 암스테르담)
 - (6) 로테르담港 수소 허브화 프로젝트(네덜란드, 로테르담)
 - (7) HyNet North West 프로젝트(영국, 리버풀)

- (8) Net Zero Teesside 프로젝트(영국, 티스사이드)
- (9) Acorn 프로젝트(영국, 세인트퍼거스)
- (10) 오크니제도 BIGHIT 프로젝트(영국, 오크니제도)
- (11) 제로카본 험버 프로젝트(영국, 험버 지방)
- 3) 수소 제조, 운송, 이용 관련 프로젝트
 - (1) Yara/Ørsted 그린 수소 · 암모니아 생산 프로젝트(네덜란드, 수소 제조)
 - (2) Nort H2 프로젝트(네덜란드, 수소 제조)
 - (3) OYSTER 프로젝트(영국, 수소 제조)
 - (4) Hyport 프로젝트(벨기에, 수소 제조 · 저장)
 - (5) Green Octopus 프로젝트(프랑스, 벨기에, 독일, 네덜란드, 수소 운송)
 - (6) Green Flamingo 프로젝트(포르투갈, 수소 운송)
 - (7) H2Ports 프로젝트(스페인, 수소 이용)
 - (8) HyDeploy 프로젝트(영국, 수소 운송 · 이용)
- 4) 선박 관련 프로젝트
 - (1) HyShip 프로젝트(노르웨이 외, 수소 연료전지)
 - (2) HySeas III 프로젝트(영국 외, 수소 연료전지)
 - (3) Hydrogen EU-Ropax(덴마크, 수소 연료전지 페리)
 - (4) FLAGSHIPS(프랑스, 수소연료전지)
 - (5) BeHydro 수소 이원 연료 엔진
 - (6) STASHH 프로젝트(모듈형 연료전지의 규격)
 - (7) Ship FC 프로젝트(노르웨이 외, 암모니아 연료전지)
 - (8) The Nordic Green Ammonia Powered Ships(NoGAPS)
 - (9) RH2INE 프로젝트(네덜란드/독일, 운송 인프라)

4. 독일 수소산업 · 실증 프로젝트 및 업체 대응 동향

4-1. 수소 산업

- 1) 수소 수요
 - (1) 생산
 - (2) 산업
 - (3) 운송
 - (4) 난방
- 2) 운송 인프라
- 3) 국제 무역

4-2. 주요 지방자치체별 실증사업 동향

- 1) HyBayern
- 2) 뤼베스 에너지 마을(Lübese Energiedorf)
- 3) 서해안 100(Westküste 100)
- 4) 라인란트 수소 모델 지역(H2R - Wasserstoff Rheinland)

4-3. 주요 기업 대응 동향

- 1) 수소 인프라
 - (1) 에너지 생산 · 공급
 - (2) 가스전송
 - (3) 저장 기술
- 2) 모빌리티
 - (1) 자동차
 - (2) 교통
 - (3) 철도
 - (4) 선박
 - (5) 연료전지
- 3) 모빌리티 外 산업
 - (1) 철강
 - (2) 전기 기계
 - (3) 화학
 - (4) 가스 기기

5. 호주 수소산업 · 실증 프로젝트 및 업체 동향

5-1. 수소 산업

- 1) 수소 시장
- 2) 수소 생태계
 - (1) 주요 수소산업 참여자 및 역할
 - (2) 수소 허브 및 클러스터

5-2. 현재 진행 중인 수소 프로젝트

- 1) 수소 제조 · 저장 프로젝트
 - (1) Hydrogen Energy Supply Chain(HESC) : VIC 주
 - (2) Green Liquid Hydrogen Export Project : QLD 주
 - (3) Origin Green Hydrogen and Ammonia Plant : TAS 주
 - (4) Woodside Monash Energy Partnership : VIC 주
 - (5) Stanwell Renewable Hydrogen Production : QLD 주
 - (6) 스미토모 상사와 닛키에 의한 수소 제조 플랜트 사업 : QLD 주
 - (7) Kogan 수소 실증 프로젝트 : QLD 주
 - (8) The Hazer Process: Commercial Demonstration Plant : WA 주
 - (9) Manilla Solar & Renewable Energy Storage Project : NSW 주
 - (10) H2U Eyre Peninsula Gateway Project : SA 주
 - (11) Asian Renewable Energy Hub (AREH) : WA 주
 - (12) Yara Pilbara Renewable Ammonia : WA 주
 - (13) APA Renewable Methane Demonstration Project : QLD 주
- 2) 수소 이용 : 가스 공급망에 대한 혼합 등
 - (1) Hydrogen Park South Australia(HyP SA) : SA 주
 - (2) ATCO Hydrogen Microgrid : WA 주
 - (3) Denham Hydrogen Demonstration Plant : WA 주
 - (4) Hydrogen Test Facility : ACT 주
 - (5) Jemena's Western Sydney Green Gas Project : NSW 주
 - (6) Renewable Hydrogen Production and Refuelling Project : QLD 주
- 3) 수소 이용 : 연료전지차(FCEV)
 - (1) Renewable Hydrogen Refuelling Pilot : ACT 주
 - (2) Neoen Australia Hydrogen Superhub : SA 주
 - (3) Toyota Ecopark Hydrogen Demonstration : VIC 주
 - (4) Bundaberg Hydrogen Hub : QLD · NSW 주
 - (5) Fortescue CSIRO Partnership : QLD 주

5-3. 국제 협력 및 해외기업의 참여 동향

- 1) 국제적인 수소 포럼
- 3) 한국
- 2) 일본
- 4) 싱가포르
- 5) 독일
- 6) 캐나다
- 7) 민간 차원의 협업 동향

6. 미국 수소 산업과 업체 대응 동향

6-1. 수소 산업

- 1) 최근 현황
- 2) 생산 분야 동향
- 3) 운송 분야 동향

6-2. 주요업체별 대응 동향

- 1) 세브론
- 2) 캐터필러
- 3) 도미니언 에너지, 샘프라 에너지
- 4) 필립스 66
- 5) 코퍼스 크리스티 항, 하워드 미드스트림 에너지 파트너

7. 수소화 전략의 핵심인 '탄소포집활용저장(CCUS)' 기술개발 동향

7-1. CCUS(탄소포집활용저장) 시장 동향과 전망

- 1) 개요
 - (1) 개념과 분류
 - (2) 탄소 감소 기여
 - (3) 탄소배출권거래제와 탄소시장의 도입
 - (4) 밸류체인
- 2) 글로벌 시장 동향과 전망
 - (1) 연도별 시장 전망
 - (2) 분야별 시장 전망
 - (3) 지역별 시장 전망
 - (4) 최종 사용자 산업별 시장 전망
 - (5) 세계 탄소배출권 거래 현황
- 3) 국내 시장 동향과 전망
 - (1) 시장 규모 전망
 - (2) 탄소배출권 시장
 - (3) 국내 산업계 현황
 - (4) 국내 산업계별 CCUS 기술 대응 현황
 - (5) 기술 수준 평가

7-2. CCUS(탄소포집활용저장) 세부 분야별 기술 및 시장 동향

- 1) CO₂ 포집 기술
 - (1) 기술 개요
 - (2) 주요 기술 이슈
 - (3) 국내 업체별 기술, 시장 동향
 - (4) 해외 지역별 기술, 시장 동향
 - (5) CCS 허브와 클러스터(Hubs and Clusters)
- 2) CO₂ 수송 및 저장기술
 - (1) 기술 개요
 - (2) 주요 기술 이슈
 - (3) 국내 기술 및 시장 동향
 - (4) 해외 기술 및 시장 동향
- 3) CO₂ 전환 기술 동향
 - (1) CO₂ 화학전환
 - (2) CO₂ 생물전환
 - (3) CO₂ 광물탄산화
 - (4) 기타탄소 활용

7-3. 국내 정책 대응 추진 동향

- 1) 핵심기술 확보 전략
 - (1) 중점기술 선정 및 전략수립
 - (2) 핵심 분야별 기술혁신
- 2) R&D 투자 촉진
 - (1) 전주기 R&D 확대
 - (2) 민간 R&D 참여 유인
- 3) 제도적 기반 마련
 - (1) CCU 감축량 산정기준 마련
 - (2) 온실가스 배출권 연계 CCU 사업
 - (3) CCU 기술(제품)에 대한 표준·인증 체계 구축
 - (4) 이산화탄소의 경제적 활용을 위한 법적 근거 마련
- 4) 실효적인 이행체계 구축
 - (1) 민관
 - (2) 정부 내
 - (3) 국제
 - (4) 해외시장 진출

Ⅲ. 수소연료전지 기술개발 동향과 시장 전망

1. 연료전지 개요와 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) 국내외 연료전지 시장 동향과 전망
 - (1) 세계 시장
 - (2) 국내 시장
 - (3) 주요 이슈
- 2) 주요국별 수소 · 연료전지 활용 동향
 - (1) 독일
 - (2) 미국
 - (3) 중국
 - (4) 일본
- 3) 국내 연료전지 시장 동향과 전망

2. 수소연료전지 연구개발 및 특허 분석

2-1. 수소연료전지 연구개발 동향 분석

- 1) 분석절차
- 2) 연도별 연구 동향
- 3) 인용 상위 연구
- 4) 주요 단어 및 네트워크 분석
- 5) 주제 분석
- 6) 연구 주제별 평균 인용 수
- 7) 연도별 주요 학술지
- 8) 주제별 전망
- 9) 오픈엑세스 저널 비율
- 10) 편당연구의 비율

2-2. 수소연료전지 특허 동향 분석

- 1) 분석절차
- 2) 연도별 특허 동향
- 3) 국가별 출원 동향
- 4) 기업별 출원 동향
- 5) 인용 상위 특허
 - (1) Water reactive hydrogen fuel cell power system
 - (2) High-efficiency fuel cell power system with power generating expander
- 6) 주요 단어 및 네트워크 분석

- 7) 주제 분석
- 8) 평균 인용 수
- 9) 주제별 전망

3. 국내외 연료전지 발전 산업 동향

3-1. 글로벌 연료전지 발전 산업 동향

- 1) 기술 개요
 - (1) 개요
 - (2) 활용
- 2) 글로벌 발전용 연료전지 시장

3-2. 국내 연료전지 생산 및 발전 규모

- 1) 생산 실적
- 2) 발전량 및 설비용량
 - (1) 발전량
 - (2) 설비용량
- 3) 주요 이슈
 - (1) 세계 최대 규모 연료전지 발전소 준공
 - (2) 발전용 수소연료전지 수출
 - (3) 국내 사업추진 난항

3-3. 국내 연료전지 산업 현황

- 1) 총괄
 - (1) 종합
 - (2) 제조업 현황
 - (3) 건설업 현황
 - (4) 발전 및 열공급업 현황
 - (5) 서비스업 현황
- 2) 제조업 현황
 - (1) 기업체수/종사자수
 - (2) 매출액/투자액
- 3) 건설업
 - (1) 기업체수/종사자수
 - (2) 매출액/투자액
- 4) 발전 및 열 공급업
 - (1) 기업체수/종사자수
 - (2) 매출액/투자액
- 5) 서비스업
 - (1) 기업체수/종사자수
 - (2) 매출액/투자액

IV. 수소 모빌리티 기술개발 동향과 시장 전망

1. 수소차(승용차 · 상용차)

1-1. 수소연료전지차 시장 동향과 전망

- 1) 글로벌 시장 동향과 전망
 - (1) 제조사별 판매 현황
 - (2) 지역별 판매 현황
 - (3) 수소자동차 트렌드
 - (4) 수소 경쟁력
 - (5) 시장 전망
- 2) 수소 상용차 시장
 - (1) 시장규모
 - (2) 지역별 시장 및 개발 동향
 - (3) 주요업체별 경쟁 구도
- 3) 중국 시장 동향과 전망
 - (1) 연료전지 상용화 추진

- (2) 시장 규모
- (3) 해외 업체들의 중국 시장 진출 현황
- 4) 국내 내수 및 수출 동향
 - (1) 내수
 - (2) 수출
- 1-2. 수소차 관련 기술개발 동향
 - 1) 수소차 부품 국산화
 - (1) 개요
 - (2) 국내 연구개발 동향
 - 2) 전력공급 및 저장시스템
 - (1) 개요
 - (2) 주요국별 기술개발 동향
 - (3) 국내 기술 수준과 연구개발 방향
 - 3) 수소충전용 장비 및 부품
 - (1) 개요
 - (2) 주요 기술개발 동향
 - (3) 국내외 주요 업체별 개발 동향
- 1-3. 국내외의 주요 업체별 수소차 사업 추진동향과 대응전략
 - 1) 해외 주요 업체
 - (1) Toyota
 - (2) Honda
 - (3) GM
 - (4) 뉴 플라이어(New Flyer)
 - (5) Benz
 - (6) BMW
 - 2) 국내 주요 업체
 - (1) 현대자동차
 - (2) 현대모비스
 - (3) 현대제철
 - (4) 현대글로비스
 - (5) 현대로템
 - (6) SK E&S
 - (7) SK 가스
 - (8) 포스코
 - (9) 포스코인터내셔널
 - (10) 두산퓨얼셀
 - (11) 효성첨단소재
 - (12) 효성중공업
 - (13) 롯데케미칼
 - (14) 한국가스공사
 - (15) 일진하이솔루스
 - (16) 상아프론테크
- 1-4. 수소충전소 국내외 구축 동향
 - 1) 글로벌 수소충전소 동향
 - 2) 주요국별 구축 및 정책 동향
 - (1) 일본
 - (2) 미국
 - (3) 유럽
 - (4) 중국
 - 3) 국내 수소충전소 구축 현황
 - (1) 시도별 구축 현황(2021 년)
 - (2) 향후 목표 및 실적
 - (3) 수소 공동구매 시범사업

2. 기타 수소 모빌리티

2-1. 수소 선박

- 1) 친환경 선박
 - (1) 개요
 - (2) 개발 동향
 - (3) 친환경 선박연료
- 2) 수소 선박
 - (1) 개념
 - (2) 구성
 - (3) 장점
- 3) 국내외 시장 동향과 전망
 - (1) 친환경 선박
 - (2) 수소 선박
- 4) 국내외 개발 사례 및 계획
 - (1) 해외
 - (2) 국내
- 5) 주요 기술 분야별 현황과 국내 정책추진 방향
 - (1) 수소 연료 추진선박 기자재 기술개발 및 실증
 - (2) 암모니아 연료 추진선박 기자재 기술개발 및 실증
 - (3) 혼합연료 추진 기술 : 무탄소선박을 위한 이어달리기 기술
 - (4) 2022년 정책 추진 방향

2-2. 수소 항공기

- 1) 업계 여건과 에어버스 진출
- 2) 기존의 가스 터빈 엔진
- 3) 신규 기술 동향
- 4) 향후 전개 방향

2-3. 수소 철도

- 1) 개요
- 2) 개발 이력
- 3) 주요 개발 사례
 - (1) 독일
 - (2) 일본
 - (3) 중국
 - (4) 프랑스
 - (5) 영국
 - (6) 한국

2-4. 수소 드론

- 1) 개요
- 2) 수소드론의 수요 예측
 - (1) 산업용 드론의 일반적인 사용
 - (2) 산업용 드론의 장시간 비행에 대한 니즈
- 3) 주요국별 수소드론 개발동향
- 4) 주요 개발 사례
 - (1) Alaka'i Technologies
 - (2) Project RACHEL
 - (3) Intelligent Energy
 - (4) AGL · Nitto · Hishida
 - (5) Drone Works
 - (6) 두산모빌리티이노베이션(DMI)
 - (7) SK E&S
- 5) 국내 정책 추진 동향
 - (1) 장거리 · 장시간 · 원격비행 드론
 - (2) 군 수소 드론

