

**4차산업혁명의 핵심 인프라인
수소산업 · 수소도시 · 수소모빌리티 관련 비즈니스 전략 모색을 위한 종합 분석**

I. 온실가스 현황과 주요국별 수소 비즈니스 대응 동향

1. 온실가스 감축을 위한 국내외 대응 동향 및 추진 전략

1-1. 기후변화와 국내외 대응 동향

- 1) 글로벌 이상기후 현상
 - (1) 지구 온실가스 농도 증가
 - (2) 평균 기온 상승 지속
 - (3) 기상재해로 사회·경제적 피해액 증가
- 2) 주요국별 기후변화 대응 동향
 - (1) 보편적 신기후·대응체계(파리협정) 출범
 - (2) 주요국의 기후변화 대응 동향
- 3) 온실가스, 기후변화 국내 대응 동향
 - (1) 국내 온실가스 배출 현황
 - (2) 국내 기후변화 대응 경과
 - (3) 주요 성과

1-2. 글로벌 연비 규제 및 개선 동향

- 1) 주요국 연비와 CO₂배출 규제
 - (1) EU
 - (2) 미국
 - (3) 중국
 - (4) 일본
- 2) 국내 연비 기준 및 정책 동향
 - (1) 주요 연비·배출가스 정책
 - (2) 자동차 평균에너지소비효율기준 및 온실가스 배출허용기준
- 3) OEM별 연비 개선 현황

1-3. CO₂ 포집 및 처리기술(CCS)

- 1) CCS 기술
 - (1) 기술 개요
 - (2) 국내 CCS 기술, 시장동향
 - (3) 해외 CCS 기술, 시장동향
- 2) CO₂ 포집기술
 - (1) 기술개요
 - (2) 국내 CO₂ 포집 기술, 시장동향
 - (3) 해외 CO₂ 포집 기술, 시장동향
- 3) CO₂ 수송 및 저장기술

- (1) 기술개요
- (2) 국내 CO₂ 수송 및 저장 기술, 시장동향
- (3) 해외 CO₂ 수송 및 저장 기술, 시장동향

2. 수소에너지 개요 및 비즈니스 현황과 전망

2-1. 수소의 개요

- 1) 개념과 특징
- 2) 용도
- 3) 공급과 수요
- 4) 제조 기술 동향
- 5) 수소에너지 가능성에 대한 기대
- 6) 수소에너지 상용화에 따른 변화
 - (1) 에너지 절약 및 환경부하 감소
 - (2) 연관 산업 육성

2-2. 수소의 제조·저장·운송 방법의 종류

- 1) 제조
 - (1) 석유, 천연가스 등 화석연료로 제조
 - (2) 물의 광분해나 전기분해로 제조
 - (3) 바이오매스로 제조
 - (4) 제철소, 화학공장 등의 부산물
- 2) 저장
 - (1) 저온에서 액체화하여 저장
 - (2) 고압으로 압축하여 저장
 - (3) 금속 등에 흡장(吸藏)·흡착시켜 저장
- 3) 운송
- 4) 활용

2-3. 수소에너지의 비즈니스 동향

- 1) 국내외 수소 시장
- 2) 중국 수소 비즈니스 동향
 - (1) 개발 준비 시기
 - (2) 실험 시기
 - (3) 성장기
 - (4) 국가 표준
 - (5) 수소 에너지 이용에 관한 세금, 보조금 정책

3. 주요국별 수소 관련 안전기준과 도입을 위한 대응 동향

3-1. 주요국별 수소 관련 안전기준

- 1) 독일
- 2) 영국

- 3) 미국
- 4) 일본
- 3-2. 주요국별 수소 도입을 위한 대응 동향
 - 1) 독일
 - (1) 통괄기관 설치로 연구개발 촉진
 - (2) 지방자치체 지원
 - (3) 연료전지 생산 확대
 - 2) 중국
 - (1) 수소 생산 대국
 - (2) 수소연료전지차
 - (3) 장강 델타의 발전 계획
 - 3) 유럽
 - 4) 미국
 - 5) 호주
 - (1) 화석연료에서 수소로 전환
 - (2) 수소 이용·수출 구상

II. 수소산업·수소도시 국내외 추진 동향과 시장 분석

1. 수소의 제조·저장·수송 기술 동향 및 국내 기술 수준

- 1-1. 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
- 1-2. 수소 이송·저장 기술 분야
 - 1) 고압가스 수소이송
 - 2) 액화수소이송
 - 3) 유기하이드라이드
 - 4) 파이프라인 이송
 - 5) 암모니아
 - 6) 수소흡장합금
 - 7) 메탄화
- 1-3. 수소 충전 기술 분야
 - 1) 수소 충전소 종류
 - 2) 충전기술

- 3) 계량 관리
- 4) 품질 관리
- 1-4. 수소 관련 국내 기술 수준 및 활성화 추진 방안
 - 1) 생산 분야
 - (1) 국내 기술 수준
 - (2) 활성화 추진 방안
 - 2) 저장·이송 분야
 - (1) 국내 기술 수준
 - (2) 활성화 추진 방안
 - 3) 활용 분야
 - (1) 국내 기술 수준

2. 수소 도시 주요국별 조성 사례와 추진 전략

- 2-1. 수소도시 개요
 - 1) 개념과 향후 모습
 - (1) 일반 개념
 - (2) (국내) 개념 및 추진 방향
 - (3) 미래 모습
 - 2) 수소도시의 구성 요소
 - (1) 기본 요소
 - (2) 특화 요소
 - 3) 수소도시의 생태계
 - 4) 수소 발전 현황
 - (1) 개요
 - (2) 발전용 연료전지
 - (3) 신·재생 에너지와의 관계
 - (4) 입지조건
 - (5) 일본 현황
 - (6) 국내 현황
- 2-2. 해외 수소도시 개발 및 추진 사례
 - 1) 유럽
 - (1) 덴마크 롤란드 섬
 - (2) 네덜란드
 - (3) 영국
 - (4) 독일
 - 2) 일본
 - (1) 홋카이도(北海道)
 - (2) 미야기현(宮城県)
 - (3) 후쿠시마현(福島県)

- (4) 후쿠이현(福井県)
- (5) 효고현
- (6) 가나가와현
- (7) 롯카쇼무라
- 3) 중국
 - (1) 청두(成都)
 - (2) 우한(武漢)
- 4) 호주
- 2-3. 일본 수소사회 실현을 위한 현황과 추진 계획
 - 1) 수소사회 실현을 위한 방침
 - 2) 수소사회 실현을 위한 현황
 - (1) 고정용 연료전지의 보급 확대
 - (2) 연료전지를 사용한 운송기기 보급 확대
- 2-4. 국내 수소도시 추진 계획
 - 1) 제약요인과 목표
 - (1) 제약요인
 - (2) 비전·목표 및 세부 추진전략
 - 2) 추진 전략
 - (1) 시범도시 부처 연계 지원
 - (2) 시범도시 안전성 강화
 - (3) 시범도시 지원내용
 - (4) 시범도시 선정기준 및 일정
 - 3) 수소도시 확산방안
 - (1) 주민수용성 제고
 - (2) 점진적 확산
 - (3) 추진체계 정비
 - 4) 추진 일정

3. 수소 관련 국내의 표준화 현황과 로드맵

- 3-1. 최근 현황
 - 1) 모빌리티
 - (1) 수소차
 - (2) 충전소
 - (3) 선박·열차·드론·기계 등
 - 2) 에너지
 - (1) 연료전지
 - (2) 수소가스터빈
 - 3) 수소 공급·계량
 - (1) 수소 공급·생산

- (2) 수소 계량
- 3-2. 문제점
 - 1) 모빌리티
 - 2) 에너지
 - 3) 수소 공급
- 3-3. 기관 및 국가별 국제표준화기구 동향
 - 1) 기관별 표준화 동향
 - (1) ISO : 수소 기술위원회
 - (2) IEC : 연료전지 기술위원회
 - (3) 글로벌 컨소시엄 : 수소상용차 연합
 - 2) 주요 국가별 표준화 동향
 - (1) 미국 (연료전지 지게차 등 적용 확대, 충전 프로토콜 표준 주도)
 - (2) 일본 (R&D의 국제표준 연계 체계 강점, 연료전지 응용 국제표준화 주도)
 - (3) 유럽 (수소충전소 등 인프라 확대 역점, 수소열차 표준화 제안)
 - (4) 중국 (수소차·충전소 등 확대 정책 수립, 국제표준화 활동 강화)
- 3-4. 국내 표준화 대응전략과 로드맵
 - 1) 추진 과제
 - (1) 국내 선도기술의 국제표준화 제안 시스템 구축
 - (2) 수소 제품·서비스의 품질·안전 확보
 - 2) 로드맵
 - (1) 수소 모빌리티
 - (2) 수소 에너지
 - (3) 수소 공급 및 계량

Ⅲ. 연료전지 국내외 기술개발 동향과 시장 분석

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 2차전지와의 차이점

- 1) 연료전지의 장·단점
 - (1) 장점
 - (2) 단점
- 2) 발전용 연료전지의 장·단점
- 3) 수소연료전지차로서의 장·단점
- 4) 2차전지와의 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. 글로벌 연료전지 시장 동향과 전망

- 1) 세계 연료전지 시장 동향과 전망
 - (1) 생산·판매 실적 규모
 - (2) 용도별 시장 규모 전망
 - (3) 지역별 시장규모 전망
 - (4) 종류별 시장 전망

2-2. 주요국별 수소·연료전지 활용 동향

- 1) 독일
- 2) 미국
- 3) 중국

2-3. 국내 연료전지 시장 동향과 전망

3. 주요국별 연료전지 촉매 개발동향 비교 분석

3-1. 주요국별 최근 동향

3-2. 주요 분야별 개발동향

- 1) 코어 셸 촉매
- 2) 합금촉매
- 3) 카본계 촉매
- 4) 금속산 질화물
 - (1) PEFC용 전해질막
 - (2) PEFC용 확산층
 - (3) SOFC

3-3. 핵심 기술 과제

3-4. 주요국별 연구 현황 비교

- 1) 일본

- (1) 기초 연구
- (2) 응용연구 및 개발
- 2) 미국
 - (1) 기초 연구
 - (2) 응용연구 및 개발
- 3) 유럽
 - (1) 기초 연구
 - (2) 응용연구 및 개발
- 4) 중국
 - (1) 기초 연구
 - (2) 응용연구 및 개발
- 5) 한국
 - (1) 기초 연구
 - (2) 응용연구 및 개발

IV. 수소 모빌리티 국내외 기술개발 동향과 시장 분석

1. 수소연료전지차(FCEV) 기술 개요

- 1-1. 개념
- 1-2. 분류
- 1-3. 주요 특징
 - 1) 장점
 - (1) 高 에너지 효율
 - (2) 無 공해
 - (3) 무한 연료
 - 2) 단점
 - (1) 고가의 차량 가격
 - (2) 수소공급 인프라
 - (3) 차내 수소 저장
 - (4) 내연기관 부재
 - (5) 백금 사용
- 1-4. 구조
 - 1) 스택(Stack)
 - 2) 운전장치
 - 3) 전장장치
 - 4) 수소저장장치
- 1-5. 구동원리
- 1-6. 안전성
 - 1) 안전관리가 확보된 분야

- 2) 안전성
 - (1) 수소차
 - (2) 수소충전소

2. 주요국별 수소연료전지차(FCEV) 관련 정책 추진 동향

2-1. 중국

- 1) 연료전지 정책 추진 동향
- 2) 수소연료전지차(FCEV) 시장
- 3) 수소 공급 인프라의 보급
- 4) 승용차 시장으로 확대
- 5) 해외 기업과의 협업 및 기대

2-2. 일본

- 1) 그간의 정책 추진 동향
- 2) 수소·연료전지 전략 로드맵(3차)
 - (1) 연료전지 자동차
 - (2) 수소 스테이션
 - (3) 기타 모빌리티

2-3. 미국

- 1) 수소차 관련 정책 및 시장 동향
- 2) 수소에너지 관련 정책 및 시장 동향
 - (1) 주요 동향
 - (2) 주요 프로젝트

2-4. 유럽

- 1) EU 정책 추진 동향
 - (1) 수소경제 관련 정책
- 2) 수소버스 도입 프로그램
 - (1) 개요
 - (2) JIVE
 - (3) JIVE2
 - (4) JIVE, JIVE2 공통
- 3) 주요국별 정책 및 시장 동향
 - (1) 독일
 - (2) 영국
 - (3) 프랑스

2-5. 한국

- 1) 그간의 정책 추진 동향
- 2) 수소경제 활성화 로드맵
 - (1) 수소 모빌리티
 - (2) 에너지 분야

- (3) 수소 생산
 - (4) 저장·운송
 - (5) 전주기 안전관리 체계 확립 및 수소산업 생태계 조성
- 3) 수소버스 도입 및 지원

3. 수소연료전지차(FCEV)의 시장전망과 개발동향

3-1. 국내외 수소연료전지차(FCEV) 시장 동향과 전망

- 1) 글로벌 수소연료전지차(FCEV) 시장 동향과 전망
- 2) 수소차와 전기차 비교
- 3) 국내 수소연료전지차(FCEV) 보급 동향과 목표
 - (1) 수소승용차
 - (2) 수소택시
 - (3) 수소버스
 - (4) 수소트럭

3-2. 국내외 수소연료전지차(FCEV) 개발 동향

- 1) TUCSON ix Fuel Cell (현대차)
- 2) NEXO (현대차)
- 3) MIRAI (토요타)
- 4) Clarity (혼다)
- 5) h-tron quattro concept (아우디)
- 6) TOYOTA Fine Comfort Ride (토요타)

3-3. 국내외 수소충전소 구축 동향

- 1) 수소충전소 개요
 - (1) 개념
 - (2) 분류
 - (3) 수소 저장 기술
- 2) 글로벌 수소충전소 동향
- 3) 국내 수소충전소 현황 및 계획
 - (1) 2018년
 - (2) 2019년 계획
 - (3) 2022년 계획
 - (4) 보급 계획

4. 수소차 이외 수소 모빌리티 기술개발 동향과 활성화 추진 동향

4-1. 수소 선박

- 1) 개요
 - (1) 개념
 - (2) 구성
 - (3) 장점

- (4) 도입의 필요성
- 2) 국내외 시장 동향과 전망
 - (1) 세계 조선업 동향
 - (2) 주요국별 환경과 특성
 - (3) 수소추진선박 시장 현황과 전망
- 3) 주요국별 수소선박 정책 및 추진 동향
 - (1) EU
 - (2) 독일
 - (3) 일본
 - (4) 중국
 - (5) 미국
- 4) 수소선박 주요 개발 사례
 - (1) 스위스 ABB
 - (2) 미국 에너지성 등
 - (3) 노르웨이의 Boreal · 핀란드의 Wärtsilä
 - (4) 이탈리아의 RINA
 - (5) Hexagon Lincoln
 - (6) 캐나다 Hydrogenics
 - (7) 스위스의 ABB · 캐나다의 Ballard
 - (8) 도요타 유럽
 - (9) 미국 Bay Ship
 - (10) 제로 에미션 선박 개발 컨소시엄 'FELMAR'
 - (11) 미국의 Red and White Fleet
 - (12) 미국 Sandia 국립 연구소
- 5) 국내 수소선박 정책 추진 동향
 - (1) 기술 현황
 - (2) 개발 방향
 - (3) 수소연료선박 R&D 플랫폼
- 6) 국내 주요업체별 개발 동향
 - (1) 삼성중공업
 - (2) 현대자동차
 - (2) 한국선급

4-2. 수소 드론

- 1) 수소연료전지 드론의 개요 및 구성요소
- 2) 수소연료전지 드론의 니즈 예측
 - (1) 산업용 드론의 일반적인 사용
 - (2) 산업용 드론의 장시간 비행에 대한 니즈
- 3) 주요국별 수소드론에 대한 대응
- 4) 국내외 드론 시장 동향과 전망
 - (1) 글로벌 시장 동향과 전망
 - (2) 드론 시장 관련 주요 데이터
 - (3) 미국 시장
 - (4) 중국 시장
 - (5) 일본 시장
 - (6) 국내 시장
- 5) 수소연료전지드론 주요 개발 사례
 - (1) Alaka'i Technologies
 - (2) Project RACHEL
 - (3) Intelligent Energy
 - (4) AGL · Nitto · Hishida
- 6) 국내 수소드론 정책 추진 동향
 - (1) 필요성
 - (2) 기술 현황
 - (3) 개발 방향

4-3. 수소열차

- 1) 개요
- 2) 해외 개발 및 상용화 현황
- 3) 주요국별 수소열차 개발 사례
 - (1) 독일
 - (2) 일본
 - (3) 중국
 - (4) 프랑스
 - (5) 영국
 - (6) 한국
- 4) 국내 수소열차 정책 추진 동향
 - (1) 필요성
 - (2) 기술 현황
 - (3) 개발 방향