

일본의 최신 수소경제 정책 동향과 시사점

길형배, 김철후, 오승훈, 이용규

- ❶ 서론
- ❷ 수소기본전략 개정안
- ❸ 제6차 에너지 기본계획
- ❹ 녹색전환(GX, Green Transformation) 정책
- ❺ 결론 및 시사점

2023 하반기 기계기술정책 학술지 원고모집 안내

「기계기술정책」은 기계산업 분야 정책의
합리적인 방향 제시와 기계산업 정책 역량 결집으로
국가정책 및 학술적 발전에 기여하는 학술지입니다.
많은 분의 관심과 참여를 바랍니다.

TECHNOLOGY POLICY MECHANICAL ENGINEERING

논문주제 : 기계산업이나 기계기술 분야 정책연구

투고대상 : 기계기술정책에 관심이 있는 전문가(학계 · 연구자), 대학(원)생

원고분량 : 본지 편집양식 기준으로 25매 내외(참고문헌, 그림, 표 포함)

투고기한 : 2023년 10월 10일(화)

제출방법 : 양식에 따라 작성 후 이메일 (ckim@kimm.re.kr) 제출
※ 하단의 QR코드 스캔 시 양식 또는 제출서류 상세히 확인 가능

발행시기 : 2023년 12월 31일(일)

원 고 료 : 300만 원/편(게재 확정 원고)

| 투고기한 |

**2023년
10월 10일(화)**

KIMM 한국기계연구원
KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS

한국기계연구원 기계기술정책센터
T. 042-868-7640 E. ckim@kimm.re.kr

「기계기술정책」은 기계분야 정책연구를 장려하기
위하여 심사료 및 게재료를 받지 않으며, 일부 논문은
내부 발간 규정에 의해 이월 게재될 수 있습니다.
또한 게재 확정 시 유관기관을 통해 널리 배포됩니다.



일본의 최신 수소경제 정책 동향과 시사점

길형배, 김철후, 오승훈, 이용규

- ❶ 서론 / 1
- ❷ 수소기본전략 개정안 / 5
- ❸ 제6차 에너지 기본계획 / 13
- ❹ 녹색전환(GX, Green Transformation) 정책 / 17
- ❺ 결론 및 시사점 / 20

기계기술정책 원문 찾아보기

- ☐ 한국기계연구원 홈페이지-새소식-기계기술정책
- ☐ 웹페이지 : https://www.kimm.re.kr/pr_policy

※ 웹페이지에서 다운로드 시, 정기구독을 신청하시면 이메일로 받아보실 수 있습니다.

SUMMARY

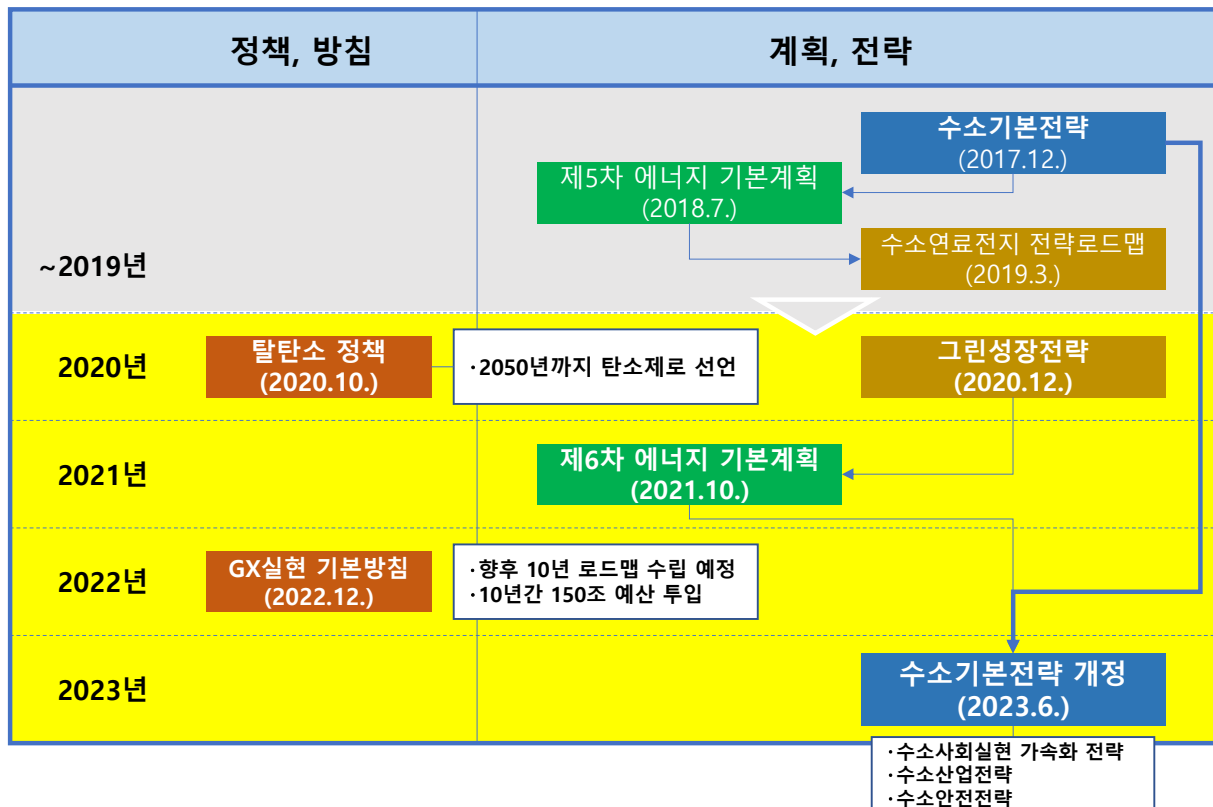
- 일본은 2017년 세계최초로 수립했던 ‘수소기본전략’을 국내외 환경 변화 및 제6차 에너지기본계획 등 정책 변화를 반영하여 최신화한 개정안 수립(‘23.6.)
 - 주요 세부 전략은 수소산업 역량 강화를 위한 ‘수소사회실현 가속화전략’, ‘수소산업전략’ 및 수소보급 활성화를 위한 ‘수소안전전략’으로 구성
 - (수소사회실현 가속화 전략) 수소·암모니아의 안정적 공급 정책에 중점
 - * 2040년 수소 도입을 1,200만 톤/년으로 상향, 수소 발전 비용도 가스화력발전 단가 이하 목표
 - 수소 수요 확대를 위해서 발전·연료전지 등 신수요 창출, 비화석에너지로의 전환을 위한 제도 정비, 수소화합물 이용 활성화로 구분
 - (수소산업전략) 수소산업 경쟁력강화를 위해 탈탄소, 에너지안정적 공급, 경제 성장을 목표로 5개 핵심전략 분야를 선정 및 육성

5개 핵심전략 분야	주요 내용
① 수소 공급	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 수소생산 - 그린수소 중심 ▪ 수소 공급망 구축 - 압축수소, 액화수소 등 대량 운송 포함
② 탈탄소형 발전	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 90% 혼소·전소에 의한 고효율 연소기 개발, 공급망 전체 비용 절감
③ 연료전지	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 각 분야의 수소 본격 보급을 위한 비용절감 및 수요 확대 등 선순환 구축
④ 수소 직접이용	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 탈탄소형 철강 - 수소환원제철 ▪ 탈탄소형 화학제품 - 수소를 통한 나프타 분해로 CO₂ 절감형 화학제품 생산 ▪ 수소연료선박
⑤ 수소화합물 활용	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 암모니아의 제조/활용 - 암모니아 혼소 등 포함 ▪ 탄소 재활용 제품 - 합성메탄, 합성연료 등 포함

- (수소안전전략) 수소 보급 활성화를 위한 합리적인 수소 이용환경 구축 목표
 - 2050년을 목표로 수소공급망 전반을 아우르는 안전규제 체계 구축을 위해 향후 10년간의 민관합동 행동지침 수립
- 우리나라는 수소 산업의 경쟁력 강화를 위한 수소 밸류체인별 육성 정책과 더불어 인프라 구축, 공급망 안정화 등 보급 확대 정책도 지속 점검·강화 필요
- 수전해, 바이오매스 개질법 등의 다양한 그린수소 생산기술 개발 및 조기 실증 완료 등 그레이수소에서 그린수소로의 본격 전환 시기 점검 필요
 - 수소차 중심의 수소 활용정책 외에 산업용, 발전용, 난방용 등의 다양한 분야에서의 수소 활용을 촉진하기 위한 정책적 지원이 필요
 - 수소 산업에서의 국제 협력과 리더십 강화를 위한 지원 및 정책 개발 필요

1. 서론

- 올해, 일본은 수소기본전략 개정("23.6.) 등 지속적으로 탄소제로 정책 고도화
- 일본은 2050년 탄소제로 선언("20., 탈(脫)탄소 정책 발표) 이후, 그린성장전략("20.), 제6차 에너지기본계획("21.) 등 관련 정책, 계획, 전략을 정교화하고 있음



<그림 1> 일본의 탄소제로 정책 관련 수소 중심 에너지 전략 추진 경과

- 탄소제로 달성을 위한 탈탄소 정책을 큰 추진체계로 편성하고 이를 뒷받침하는 전략과 계획을 수립하여 추진하고 있음
- 2022년에는 탄소제로 정책 강화를 위해 GX(Green Transformation) 실현 기본 방침을 수립하여 향후 10년간 150조 원 규모의 대규모 투자가 예상됨
- 특히, 수소·암모니아 부분에서는 에너지 기본계획을 중심으로 최근 수소기본 전략("23.6.)을 개정하였음
- 올해 수립된 수소기본전략 개정안은 일본의 최근 수소·암모니아 중점 분야 및 정책 추진 방향을 파악할 수 있음

[참고] 일본의 탄소제로 선언('20.10.) 이전의 기존 주요 정책

□ 일본의 제5차 에너지기본계획('18.)¹⁾

- 2030년을 향한 정책 대응 및 2050년 시나리오 포함, 제5차 에너지 기본계획 발표('18.7.)
 - 2030년 에너지 정책 기조 방침으로 3E+S 원칙하에 에너지 믹스 목표를 실현하고자 함
 - * 3E+S: 안정공급(Energy Security), 경제효율성(Economic Efficiency), 환경적합성(Environment Safety) + 안전(Safety)
 - 2030년까지 2013년 대비 이산화탄소 26% 감축 목표 및 신재생에너지 역할 강화
 - 자원공급국 및 수요국 모두에게 도움이 되는 자원외교를 추진하며 유사시에도 다양한 에너지 공급이 가능하도록 에너지원별 공급구조의 다각화 실현

〈표 1〉 제5/6차 에너지기본계획에서 재생에너지 도입비중 목표 비교²⁾

에너지원	기본계획	제5차 에너지기본계획	제6차 에너지기본계획
태양광		7.0%	14~16%
수력		8.8%~9.2%	11%
풍력		1.7%	5%
바이오매스		3.7~4.6%	5%
지열		1.0%~1.1%	1%
합계		22~24%	36~38%

* 수소·암모니아의 경우 2030년 전체 에너지원 중 1%를 분담하는 것으로 계획

□ 일본 수소·연료전지 전략로드맵('19.)³⁾

- 자립형 에너지 공급을 위한 수소경제 집중 육성정책 강화
 - 2020년, 수소 밸류체인의 지원 정책인 수소연료전지 전략로드맵을 발표
 - 중동(원유)·호주(갈탄) 지역 현지 부생수소 생산 후 일본으로 수입하는 액상/액화수소 공급망 실증 프로젝트를 추진

〈표 2〉 수소연료전지 전략로드맵 주요 내용

수소 밸류체인	내용
수소 생산	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 부생수소, 원유 수반가스, 갈탄 등 저렴하고 안정적인 형태 활용 ▪ 2040년, 친환경 수소 제조(CO₂ Free 수소 공급)
수소 저장·운송	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 수소충전소: 2050년 320 개 → 2030년 900 개 설치 ▪ 액화 수소 저장, 액상 MCH(Methylcyclohexane) 변환 저장 기술 실증
수소 활용	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 가정용 연료전지 시장 조기 자립화(2020년 140만 대 → 2030년 530만 대) ▪ 수소차-2020년 4만 대 → 2030년 80만 대 보급, 수소버스-2030년 1,200 대 보급
수소 인프라	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 수소 생산·운송·저장을 포함한 수소 공급망 도입

1) 일본 경제산업성, 제5차에너지기본계획(2018.8.) 자료를 인용 및 재구성

2) KOTRA, 일본의 재생에너지 확대 전략 분석과 시사점(2022.5.)에서 인용

3) 한국기계연구원, 기계기술정책 103호, 수소산업의 글로벌 기술동향 및 정책 전망(2021.5.)에서 인용 및 재구성

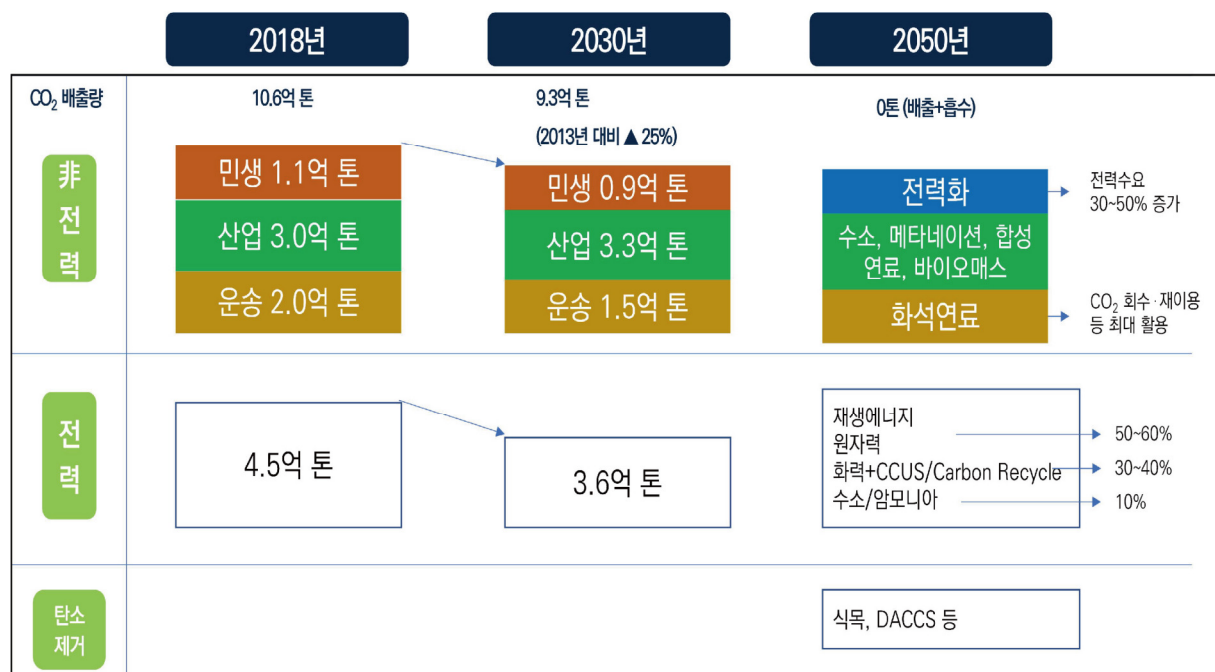
□ 일본은 탄소제로 선언('20.) 후, 탈탄소 정책, 그린성장전략 중심으로 탄소제로 달성을 위한 정책 방향 제시

○ 일본판 그린뉴딜 '탈(脫)탄소' 정책을 발표하며 2050년까지 달성을 공약('20.)⁴⁾

- 2050년까지 에너지절약과 재생에너지 도입뿐만 아니라, 원자력 활용도 포함하여 온실가스 배출을 종합 제로화하는 것으로 목표 달성 방향 제시
- 수소, 암모니아 에너지 분담 비율을 점차 높이는 형태로 탈탄소 사회를 제시
- 특히, 수소연료전지 차량 보급확대, 수소환원제철 기술 추진 등 수소 밸류체인 확보를 적극적으로 추진

○ 일본은 그린성장전략('20.)을 수립하여 탄소제로달성을 위한 중장기 발전계획을 추진하고 있음

- 전력부문의 수소 발전 확대, 수소·암모니아 산업의 육성을 목표로 CO₂ 배출량을 줄이고자 함
- 그린성장전략 내용 중 수소 관련 내용은 수소기본전략('17.)에 기반하여 작성되어 있음



<그림 2> 일본의 2050 탄소제로 중장기 계획⁵⁾

4) 한국기계연구원, 기계기술정책 101호, 탄소중립 글로벌 동향과 시사점(2021.1.)에서 인용 및 재구성

5) 대외정책연구원, 일본의 2050 탄소중립과 그린성장전략(2021.3.)에서 인용

- 그린성장전략은 3대 산업, 14대, 중점분야로 나누어져 있으며 연료암모니아 산업, 수소 산업이 에너지 관련 산업에 포함되어 있음
- 발전용 암모니아연료, 수전해장치(수소생산), 수소 운반선(수소저장·운송), 수소 환원제철(수소활용), 발전터빈(수소활용)을 추진할 계획임

14 대 중 점 분 야	에너지 관련산업	• 해상풍력산업(洋上風力)	• 풍차본체, 부품, 부체식 풍력
		• 연료암모니아산업	• 발전용 버너(수소사회의 이행기 연료)
		• 수소산업	• 발전터빈, 수소환원제철, 운반선, 수전해장치
		• 원자력산업	• SMR, 수소제조원자력
	운송·제조 관련산업	• 자동차·축전지산업	• 전기자동차, 연료전지차, 차세대 배터리
		• 반도체·정보통신산업	• 데이터센터, 에너지절약반도체
		• 선박산업	• 연료전지船, EV船, 가스연료선 등(수소, 암모니아 등)
		• 물류·人流·토목인프라 산업	• 스마트교통, 물류용 드론, FC건설기계
		• 식료품·농림수산업	• 스마트농업, 고층건물 목조화, Blue Carbon
		• 항공기산업	• Hybrid화, 수소항공기
		• 카본리사이클산업	• 콘크리트, 바이오연료, 플라스틱연료
	주택·건물 관련산업	• 주택·건물산업/차세대태양광산업	• Perovskite Solar Cell
		• 자원순환관련산업	• 바이오소재, 재생재료, 폐기물 발전
		• 라이프스타일관련산업	• 지역의 탈탄소화 비즈니스

<그림 3> 일본의 그린성장전략 요약⁶⁾

- 본 연구에서는 수소기본전략 개정안(23.6.)을 중심으로 일본의 수소경제 정책의 최신 동향과 기술적 내용을 중심으로 중점 분야를 고찰하고자 함
- 수소기본전략 개정안의 주요 사항 및 제6차 에너지기본계획, GX실현 기본 방침 내용 중 수소 전략 육성 분야를 중심으로 전개

<표 3> 수소기본전략 개정안(2023.6.) 주요 사항(수소밸류체인 별 구성)

수소 밸류체인	추진 기술내용
수소 생산	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 수전해 장치 ▪ 수전해 분리막, 촉매 등의 수전해 장치 관련 소재/부품 ▪ 효율적인 암모니아 합성/분해 기술
수소 저장·운송	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 해상 운송 기술(액화수소, MCH, 암모니아 등)
수소 활용	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 연료전지 기술 ▪ 수소, 암모니아 발전용 가스 터빈 기술 ▪ 수소환원제철, CCUS 등의 신기술

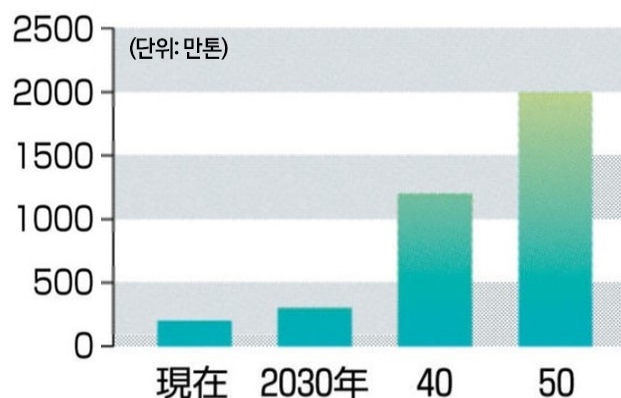
6) 대외정책연구원, 일본의 2050 탄소중립과 그린성장전략(2021.3.)에서 인용

2. 수소기본전략 개정안('23.6.)

- 일본은 세계최초로 수립한 '수소기본전략'('17.)을 '제6차 에너지기본계획'('21.) 등을 반영하여 2023년에 '수소기본전략 개정안'('23.) 수립
 - 변화된 국제 환경 및 정부 정책을 반영하여 3가지 전략을 제시
 - 탄소제로 선언('20.), 제6차 에너지기본계획('21.) 및 약 1조 원의 녹색혁신기금(GI) 조성 등 최근 변화된 정부정책 반영
 - 러-우 전쟁, 그린트랜스메이션(GX) 산업 확대 등 국제·산업동향을 반영
 - 수소 관련 일반정책을 비롯하여 수소산업 역량 강화를 위한 ① '수소사회실현 가속화전략'의 보강, ② '수소산업전략' 및 ③ '수소안전전략'을 추가

1 수소사회실현 가속화 전략

- 수소/암모니아를 안정적으로, 저렴하게, 저탄소로 공급
 - (안정적 공급) 국내 자원을 활용한 수소 제조 기반 구축 및 해외 생산 수소의 활용을 동시 추진, 2040년 수소·암모니아 도입 목표를 1,200만 톤/년으로 상향
* (기존(2017) 목표) 2030년에 최대 300만 톤/년, 2050년에 2,000만 톤/년



<그림 4> 일본 수소기본전략(개정안)에 따른 수소 사용량⁷⁾

- (공급원가 절감) 수소 공급비용(CIF 비용)을 2030년 기준 334 엔/kg(3 천원/kg), 2050년 기준 222 엔/kg(2 천원/kg)로 축소하여, 수소 발전비용을 가스화력발전 단가 이하로 낮추는 것을 목표

7) 최봉, 15조엔 투자하는 일본 수소정책...보도자료(2023.6.)를 인용

- (저탄소 전환) IPHE 에서 정한 탄소집약도 표준산정방법에 따라 저탄소 수소 및 저탄소 암모니아를 정의하고 이를 토대로 저탄소 전환 확대
 - * 3.4 kg의 수소 제조 시 Well to Production Gate에서 CO₂ 배출량이 3.4 kg-CO₂e 이하인 것을 저탄소 수소로, 3.3 kg의 암모니아 제조 시 Gate to Gate의 CO₂ 배출량이 0.84 kgCO₂e/kg-NH₃ 이하인 것을 저탄소 암모니아로 설정
- 수소공급을 위한 세부전략은 ‘국내공급망 구축’, ‘국제공급망 구축’ 및 ‘공급망 리스크 대응(금융관련)’으로 구분하여 추진
 - (국내공급망 구축) 에너지 안보 강화 관점에서 국내 수소제조 기반 구축을 강화하고, 저탄소수소도입을 위한 규제개선 및 CCUS·탄소재활용을 결합한 수소제조사업 환경 정비를 추진
 - (국제공급망 구축) 정부의 상류 권익에 대한 관여, 제조 및 운반, 현지에서의 플랜트 건설에 일본기업 참여 등을 통해 공급을 안정화하고, 수소 제조지에서의 일본기업 제품 활용 및 채용 추진 등 에너지 안보 강화
 - (공급망 리스크 대응) 불확실성이 높은 수소공급망의 특성을 고려하여 민간 보험을 장려하고, 위험부담이 높은 경우 공공기관이 일부 위험을 부담하여 사업자의 투자·금융조달이 용이한 환경을 조성
- 수소 수요 활성화 전략으로는 ‘발전, 연료전지 등 新수요창출’, ‘비화석에너지로의 전환을 위한 제도 정비’ 및 ‘수소화합물(e-fuel 등) 이용 활성화’로 구분
 - 수소는 전기화가 어려운 열이용의 탈탄소화, 전원의 무공해화, 수송·산업부문의 탈탄소화, 합성연료(e-fuel)·합성메탄(e-methane) 등 탄소 재활용 제품 제조, 재생에너지의 효율적 활용 등 탄소제로에 다양한 기여를 기대 가능
 - (新수요창출-발전분야) 2030년도 기준 발전량의 30% 정도를 수소·암모니아로 충당 목표, 이를 위해 2020년 후반까지 100만 kW급 암모니아 발전 터빈의 20% 혼소시험 상업운전 및 2030년까지 대형가스터빈의 30% 이상 혼소를 실증 추진
 - (新수요창출-연료전지분야) 연료전지의 장점을 극대화 할 수 있는 상용차 분야의 FCV化에 집중하고, 가정용 연료전지 도입·보급 지원 확대 및 관련 기술 개발 지원 및 산업용 연료전지 발전효율 향상을 위한 신기술 개발 지원 추진
 - (新수요창출-열·원료이용 분야) 산업 내 열 이용을 수소·암모니아 연료로 대체하기 위해 수소가스터빈 적용을 확대하고, 수소 공급망 접근성이 떨어지는 내륙지역 공장 등에는 수전해시스템 도입을 추진

- (비화석에너지 전환을 위한 제도 정비) 개정된 에너지절약법에 따라 특정사업자 등에게 비화석에너지 전환에 관한 중장기계획 제출과 정기적인 보고를 의무화
- (수소화합물로의 이용 활성화) 기존 도시가스 인프라나 석유공급 인프라가 활용 가능한 합성메탄(e-methane)이나 합성연료(e-fuel) 활용의 활성화를 위해 국제·국내 규칙을 정비하고, 실용화 및 저비용화를 위한 다양한 지원 추진

○ 수소활용을 위한 혁신적 기술개발

- 수소의 제조·수송·저장·활용을 위한 산학연의 혁신기술 개발과 더불어 산업 수요를 고려한 미래인재 양성을 위해 학·국립연구개발법인 등에서 기업 등과 연구성과를 연계하고, 사회에 적용하기 위해 관계부처가 함께 노력
- (제조) ▲고효율, 고내구성, 저비용의 수전해 기술, ▲고온가스로 등의 고온 열원과 메탄의 열분해, ▲광촉매 등을 활용한 수소 제조 기술 개발 추진
- (수송·저장) ▲고효율 수소액화기, 수소흡수합금 등 수송 및 저장 기술, ▲수소 운반체 비용 절감 및 ▲암모니아 분해 기술 개발 추진
- (활용) ▲고효율, 고내구성, 저비용 연료전지 기술, ▲합성메탄(e-methane)·합성연료(efuel) 등 탄소자원화 제품 제조 기술 개발 추진

2 수소산업 경쟁력 강화 전략(수소산업전략)

- 일본은 자국의 기술적 강점을 살려 탈탄소, 에너지 안정적 공급, 경제성장이라는 '일석삼조'를 목표로 국내외 수소 비즈니스에서 자국의 수소 핵심기술(연료전지, 수전해, 발전, 수송, 부품소재 등)이 고르게 활용되는 것을 목표
- 시장 규모가 크고, 일본이 기술적 우위를 가진 5개 핵심전략 분야 선정·육성

<표 4> 수소산업경쟁력 강화를 위한 일본의 수소산업 5개 핵심전략 전략 분야 요약

핵심전략 분야	주요 내용
① 수소 공급	<ul style="list-style-type: none"> 수소생산 - 그린수소 중심 수소 공급망 구축 - 압축수소, 액화수소 등 대량 운송 포함
② 탈탄소형 발전	<ul style="list-style-type: none"> 90% 혼소·전소에 의한 고훈소 연소기 개발, 공급망 전체 비용 절감
③ 연료전지	<ul style="list-style-type: none"> 각 분야의 수소 본격 보급을 위한 비용절감 및 수요 확대 등 선순환 구축
④ 수소 직접이용	<ul style="list-style-type: none"> 탈탄소형 철강 - 수소환원제철 탈탄소형 화학제품 - 수소를 통한 나프타 분해로 CO₂ 절감형 화학제품 생산 수소연료선박
⑤ 수소화합물 활용	<ul style="list-style-type: none"> 암모니아의 제조/활용 - 암모니아 혼소 등 포함 탄소 재활용 제품 - 합성메탄, 합성연료 등 포함

① 수소공급

- (수소생산) 재생에너지 기반 수소 제조의 핵심 기술인 수전해 장치의 성능 및 내구성 향상에 대한 기술 개발에 집중하고, 세부적으로 ▲장치 규모 확대와 장치 및 부재의 제조능력 향상, ▲고온 수증기전해 및 AEM(음이온교환막)형 등 신규 수전해 기술 지원, ▲관련 국제표준 제정 기여, ▲해외 시장 진출 및 해외 파트너와의 협업, ▲안전 구성을 위한 국가 및 관계기관 지원체계 구축 등 실시
 - (수소공급망 구축) 2030년에 수소 대량수송을 목표로 수송설치 확충 추진중에 있으며, 세부적으로는 공급지-수요지 거리에 따른 적절 수송기술* 관련 연구 및 수소-암모니아 등의 대규모 수송을 위한 선박해양운송 관련 수립 추진
- * 압축수소, 액화수소, MCH, 암모니아, 파이프라인, 수소흡수합금 등

② 탈탄소발전

- (수소혼소-전소발전) 2021년 12월 유럽위원회가 발표한 CO₂ 배출량 270 g/kWh의 가스화력 기준에 따른 30% 이상의 혼소-전소 발전을 위한 고훈소 연소기 개발을 추진하고, 녹색혁신기금(GI기금)을 활용하여 실증 지원
- (대규모 공급망 확충) 탈탄소 연료정책 소위원회 등을 통해 견고한 대규모 공급망 구축을 위한 지원제도를 검토하고, 해당 정책을 통한 상업용 공급망 구축과 장기 탈탄소 전원 경매와의 연계로 안정적인 수소연료 공급 및 수급 일체형 정책 지원 지속 추진

③ 연료전지(Fuel Cell, FC)

- 연료전지는 일본이 선도적으로 연구개발을 진행하여 세계적으로 가장 많은 특허를 보유하는 등 기술적 강점을 가진 분야로, 개별 적용처(FC 트럭-버스, FC 지게차, 선박 및 철도 등) 및 연료전지 자체의 국내외 시장에 주목한 산업 전략 수립
 - (연료전지사업의 산업화) 연료전지의 다양한 개별부품(셀, 분리막, 수소 탱크 등)별 지원산업을 포함한 견고한 공급망을 구축하여, 일본이 글로벌 연료전지의 허브가 될 수 있도록 지원산업의 육성 및 국내 입지 촉진
- * 수소 수요가 집중되어 있는 국내외 항만, 컨비나트, 도시 등에 다른 수소 수요와 함께 전략적 시장 형성 및 확보를 민관합동으로 추진

** 연료전지 스택을 포함한 시스템 일체형으로 비용절감을 도모하고, 스택의 주변기기 등의 제조에 중소기업 진입을 유도하여 관련 산업의 저변 확대 추진(지방경제산업국과 연계)

*** 단순히 화석연료의 수소 대체가 아니라, 사용자가 직면한 과제에 대한 솔루션에서 수소의 역할을 호소함으로써 화석연료와의 가격 경쟁에서 차별화(깨끗함의 가치, 노동 건강 측면의 가치, 인력 부족 문제 등의 Co-benefit을 추구)

- (글로벌 전략 구축) 세계 시장을 염두에 두면서 일본의 기술적 강점을 살려 나가기 위해서는 'Open&Close' 전략을 적절히 실행

* 기술력을 보유한 기업들과도 협력하면서 국제표준화를 포함해 기술이 적절히 관리되고 활용될 수 있는 체계 구축

- (국내수요확대) 승용차에서 쌓아온 연료전지 기술을 상용차 등 다양한 적용처로 확대* 및 수소충전소를 다원화**하고, 가정수요를 확대하기 위한 에너지 절약기기, 가정용 연료전지 도입 비용절감, 업무-산업용 연료전지 및 순수수소연료전지 추가 보급 추진

* 연료전지의 특성이 발휘되는 지게차, 항만 하역기계, 철로, 공항 차량 등에 지게차, 항만 하역기계, 철로, 공항 차량에서의 이용 등 다양한 활용 분야를 상정하여 도입을 촉진

** 수소 활용처 확대에 따라 충전소도 승용차뿐만 아니라 상용차, 항만, 지역 공급 거점 등 다양한 수요에 대응할 수 있는 '멀티 스테이션' 지향, 이를 위한 규제개선 및 관련 연구 개발(대용량 수소충전 기술, 저온-고압 환경에서의 저가 강재(SUS300계 등) 등) 추진

④ 수소직접이용

- (탈탄소형 제철) 철광석의 환원제를 수소로 대체하는 수소 환원제강 기술개발을 추진하고, 수소환원 제철기술의 확립 및 해외 시장 진출을 위해 수소를 통한 저탄소 기술 구현과 수소 공급 인프라 구축에 대한 지원을 확대

- (탈탄소형 화학제품) 수소를 통한 나프타 분해 시 CO₂ 직접배출을 물론, CO₂ 자체도 원료로 사용함으로써 Scope3뿐만 아니라 Scope4를 포함한 전체 공급망을 탄소제로화 할 수 있으므로, 관련 시장 활성화를 위한 기술개발 및 수소공급 인프라 구축에 대한 지원 등을 통해 국제경쟁력 강화 추진

- (수소연료선박) 2021년도부터 GI기금으로 수소-암모니아 선박 기술 개발을 추진하였으며 해당 선박의 문제점을 해결하기 위한 엔진, 연료탱크, 연료공급 시스템 등의 개발로 2027년 실증운항 개시, 2030년 이후 상업운항 실현을 목표

* 선박의 문제점: 수소-암모니아 선박은 화물 적재공간을 압박할 우려가 있는 점, 이상 연소(노킹)가 발생하는 점 등의 문제점 존재

⑤ 수소화합물

- (암모니아 제조) 제조 라이선스를 보유한 글로벌 기업과의 협력을 통해 암모니아 제조 설비의 설계, 조달, 건설 등의 프로젝트에 참여를 추진하고, 향후 자국의 확립된 기술을 세계에 보급함으로써 일본기업의 국제경쟁력 강화 추진
- (암모니아 활용) 발전분야에서는 2023년도부터 100만 kW 20%의 암모니아 혼소발전 시험 및 향후 50% 이상의 혼소율 실현을 목표하고 있으며, 산업용 용광로에서의 암모니아 활용, 선박용 무공해 연료 및 수소운반체로의 암모니아 활용을 위한 기술 개발도 추진 중
- (합성메탄/합성연료 활용) 합성메탄(e-methane), 합성연료(e-fuel), 화학제품 등 탄소재활용 제품은 제조 시 수소가 필수적임에 따라 향후 온실가스의 직접적 감축에 큰 기여할 수 있으며, 또한 기존 석유 공급 인프라를 활용한 합성연료 활용, 도시가스 인프라를 활용한 합성메탄 활용 및 항공연료로서의 활용으로 시너지 기대

3 수소의 안전한 이용을 위한 전략(수소안전전략)

- 수소의 시장 도입 가속화를 위해 민관이 합심하여 안전성 확보를 뒷받침하는 과학적 데이터 등을 철저히 확보하여 적시에 경제적으로 합리적이고 적절한 수소 이용 환경을 구축 필요
- 수소 대규모 이용이 시작되기 전인 2050년을 목표로 공급망 전반을 아우르는 안전규제 체계 구축을 위한 향후 10년간의 민관합동 행동지침으로서 수소안전 종합전략인 '수소안전전략'을 수립

① 기술개발 등을 통한 과학적 데이터-근거에 기반한 대응

- (과학적 데이터의 전략적 확보 및 데이터 공유) 국가 예산을 활용한 최첨단 기술개발 프로젝트 등을 통해 안전기준 마련에 기여할 수 있는 과학적 데이터 등을 전략적으로 확보하고, 실증 종료 시 획득한 안전 관련 데이터는 원칙적으로 민관이 공유

- (원활한 실험-실증 환경 구현) 안전성 확보를 증명하는 과학적 데이터 확보에 필요한 실증시험 등이 원활하게 이루어질 수 있도록 실증시험 등의 실시를 위한 환경을 조성

② 수소사회 단계적 이행을 위한 법제도 합리/최적화

- (공급망 우선적 대응 기준 확립) 공급망 확대를 위해 우선 대응 기준으로서 ▲수소-암모니아 소비량, ▲도입을 위한 설계가 시작되는 시기, ▲사업추진 기관에서 실증사업이 이루어지는 정책적 위치'의 3가지 사항을 기준으로 설정
- (추진방향의 명확화) ▲기술개발-실증단계와 ▲상용단계로 추진단계를 구분하고, 기술개발-실증단계에서는 기존 법령을 활용한 신속한 대응에 집중하고, 상용화 단계에서는 새로운 기술 기준 마련하는 등 항구적 조치 추진
- (제3자 인증기관-검사기관 정비-육성) 수소의 노하우-지전-경험을 집약한 핵심 거점(CoE: Center of Excellence)으로서 기술기준을 검토/수립하고, 기술 기준에 따른 기술평가 및 검사를 담당하는 제3자 인증기관-검사기관을 정비/육성
- (지자체 등과의 연계) 수소사회의 단계적 구현을 위해 고압가스 분야에서 안전확보를 담당하는 지자체에 대해 국가가 지원

③ 수소이용환경 개선

- (리스크 커뮤니케이션) 수소사회 실현에 관련된 각 관계자가 각 지역 특성을 고려하면서 소비자-지역주민 등에 대해 소비자, 지역주민 등에게 수소의 물성이나 취급, 안전대책 등에 대한 이해를 높이기 위한 정보 발신과 교육 등의 리스크 커뮤니케이션을 추진
- (인재 육성) 국내외 수소 안전 분야의 논의를 주도할 인재 육성이 중요함에 따라, 이를 위한 질적/양적 측면의 노력 및 인재풀을 형성
- (국제동향 파악 및 규제조화/국제표준 제정 노력) 민관이 함께 주요국 동향 파악을 위해 바이/멀티 국제회의 참가를 통해 정보 수집 및 실태 파악, 관계 기관과의 네트워크 강화를 도모하고, 수소 안전규제의 국제조화를 위해 수행분야 파악 및 논의 참여 활성화

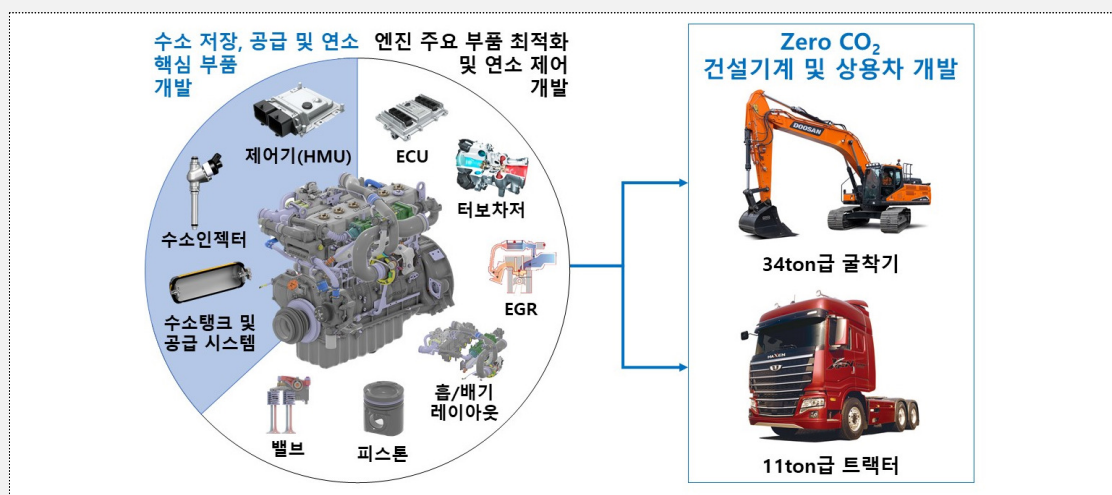
[참고] 수소 연소엔진 시스템 개발

○ 수소 연소엔진의 특성

- 수소 연소엔진은 BEV(Battery Electric Vehicle)이나 FCEV(Fuel Cell Electric Vehicle)에 비해 기존 내연기관 차량의 가장 적은 변경으로 요구 출력 성능을 만족할 수 있는 탄소 제로 기술로 인정되고 있음
- 중대형 건설장비/상용차용 수소 엔진의 경우, 고부하 운전 조건이 많고 부하 변동이 급격한 특징을 가지고 있음
- 빈번한 충전이 요구되는 BEV, FCEV 대비 경제적으로 유리하며 수소를 직접 연소시키는 방법으로 저순도(98%)의 수소로 사용이 가능하고 열악한 운전조건에서도 내구성이 뛰어남

○ 건설기계용 300 kW급 Zero-CO₂ 수소 연소 엔진 시스템 및 저장 공급계 개발

- 기계(연) 모빌리티동력연구실에서는 현대인프라코어(주), 타타대우상용차(주), (주)테너지 등과 함께 건설기계(굴착기) 및 상용차(트럭)에 적용될 수소 연소 엔진 파워트레인 기술과 수소 저장/공급을 위한 HMU(Hydrogen Storage and Management Unit)기술을 개발 중에 있음
- 수소 연소 엔진은 수소의 넓은 가연 범위와 빠른 화염전파속도에 따른 역화, 노킹 등과 같은 이상 연소제어기술과 연소 시 발생하는 질소산화물 저감 기술, 차량의 수소 저장 및 공급 시스템 기술이 핵심 개발 기술임



<그림 5> HMU 기술 및 수소엔진 적용 동력기계 모식도

- 개발 성공 시, 건설기계 및 상용차 분야 외에도 고출력 동력원으로서 기존 화석연료를 사용하는 발전기/지게차/선박 등 다양한 분야에서의 활용이 가능할 것으로 전망됨

3. 제6차 에너지 기본계획('21.10.)

□ 일본은 수소 선도국가 도약을 위하여 수소 전략분야 5개를 지정하여 집중적으로 육성 및 추진

○ 제6차 에너지 기본계획은 2030년까지 수소의 에너지 분담비율을 1%로 계획하고 있으며 수소 밸류체인 별 전략분야를 지정하였음⁸⁾

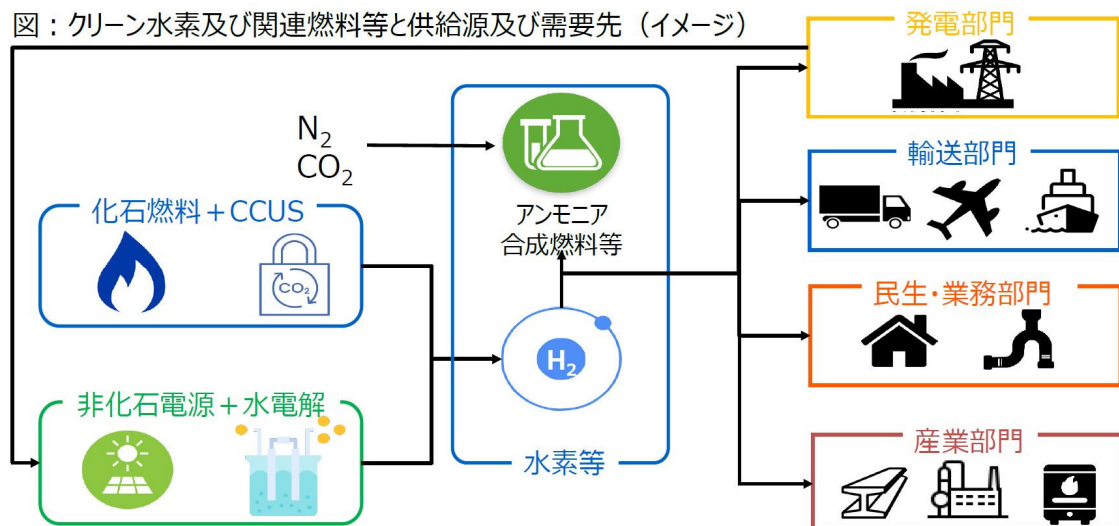
- 수소의 화석연료 수준의 가격경쟁력 확보를 위해 수소 공급 부문에 초점을 두고 국제 수소 공급체계 구축 및 재생에너지 활용 수소생산 확대에 초점
- 저비용 수소 생산을 기반으로 한 해외 수소 도입, 수소 활용 등의 밸류체인 관점의 정책이 추진되고 있음
- 중점적으로 추진할 수 있는 전략분야를 5개를 지정하여 수소/암모니아 밸류체인 확대에 집중적으로 투자하고 있음

* 5대 전략분야: 수소 연료전지 확대, 해외수소 도입 프로젝트 추진, 그린수소 확대 및 비용 절감을 통한 수소 에너지 확대, 수소-암모니아 혼/전소 가스터빈 확대, 산업에서의 수소 활용

○ 일본 정부는 그린수소의 확대를 위해 수소의 활용분야 확대 추진

- 수소를 직접적으로 발전에 이용하는 것 뿐만 아니라 전기에 의한 탈탄소화가 어려운 산업부문에서의 수소 활용도 정책적으로 추진하고자 함

図：クリーン水素及び関連燃料等と供給源及び需要先（イメージ）



<그림 6> 수소 및 관련 연료의 공급원 및 수요처⁹⁾

8) 일본 경제산업성, CO₂-Free 수소 공급망 추진계획(2023.3.) 자료를 인용

9) 일본 경제산업성, 수소정책의 최근 동향 등에 대한 보고서(2021.8.) 자료를 인용

1 [전략분야 1] 수소연료전지의 확대¹⁰⁾

- 모빌리티 분야의 수소 활용을 늘리기 위해 트럭, 버스 등 대형 운송수단까지 연료전지 활용이 추진되고 있음
 - 8 톤 이하의 트럭으로의 연료전지 활용을 목표로 하고 있으며 2030년까지 신규 수소·전기차의 20~30%까지 확대를 추진하고 있음
 - 8 톤을 초과하는 경우에는 2030년 전까지 5,000 대를 선도 보급을 추진
 - 연료전지의 특성 상 수소탱크를 차량에 설치하기 때문에 현재 일본 법규제에 있어서는 적재량, 용적의 감소가 걸림돌로 작용하고 있음
- * 일본 현지에서는 관련 법규제의 현실화와 수소연료전지차 이용자의 이해를 촉구하여 수소 모빌리티 확대를 적극적으로 추진하고자 함

<표 5> 수소연료전지 상용차의 보급 계획

계획 \ 차종	소형FC ¹¹⁾ 트럭 (총중량 8 톤 이하)	대형FC 트럭 (총중량 8 톤 초과)	FC 버스
양산시기	2025년 이내	2020년대 후반	판매되고 있음
2030년 목표	신차의 20~30% (버스포함)	누계 5,000 대 (버스 포함)	-
판매가격	미정	미정	1억 엔 이내
주요 문제	수소탱크설치로 인해 화물적재용량이 감소되어 해결이 필요		

2 [전략분야 2] 해외 수소 도입 프로젝트

- 국제 수소 공급망을 구축하여 수소 확보 및 미래 그린수소 자원 확보를 위한 주요국과의 협력이 진행되고 있음
 - 수소생산에 투입될 저렴한 해외 에너지를 확보하고 기술, 안전, 환경적 과제를 선결하며 수소 수입을 위한 인프라 확충도 진행하고 있음
 - 수소의 대량 운송을 위한 MCH(Methylcyclohexane, 수소의 유기화합물 저장), 액화수소, 암모니아 등으로 전환하여 선박으로 운송하는 실증 사업이 진행
- * 일본 HySTRA의 경우 해외생산 수소를 액화하여 선박으로 이송하는 사업을 진행하고 있으며 최근 호주 갈탄을 이용한 액화수소 운송프로젝트(2018)를 성공적으로 추진함

10) 일본 경제산업성, 모빌리티분야에서의 수소 보급을 위한 중간 정리(2023.7.) 자료를 재구성

11) FC: Fuel Cell, 연료전지를 의미함

〈표 6〉 일본 기업 추진 수소 프로젝트 현황¹²⁾

프로젝트 기업명	수소 공급망 구축 프로젝트		현지생산·소비 프로젝트
미츠비시	블루수소(LNG)+MCH	블루수소(LNG)+암모니아	-
미쓰이	(브루나이, 2020년 실증완료)	-	-
스미토모	블루수소(갈탄)+액체수소 (호주, 2018년 실증)	그린수소(수력)+MCH (말레이시아, 2020년 검토 개시)	1) 블루수소(석유): 오만, 2021.1. 실증 2) 그린수소(태양광): 호주, 2021.1. 검토
마루베니		-	1) 그린수소(태양광): 미야기, 2018.9. 가동 2) 그린수소(태양광 등): 후쿠시마, 2020.8. 실증
HySTRA		-	-
이토추 상사	블루수소(석유)+암모니아 (러시아, 2020.12. 실증)		1) 블루수소(코크스): 큐슈, 2021.2. 실증 2) 블루수소(LNG): 중부, 2021.2. 검토

3 [전략분야 3] 그린수소 확대 및 비용 절감을 통한 수소 에너지 확대

- 일본 현지에서의 태양광, 풍력 등을 활용한 신재생에너지 수소생산도 진행되고 있으며 후쿠시마 등에서 대형 설비로 운영
 - 생산 능력을 GW급으로 확대하여 그린수소 시대를 대비한 수소 생산 단가의 현실화가 목표
 - 2030년부터 본격적으로 수소, 암모니아 보급이 이루어질 것으로 보이며 공급 사업자가 확대되어 공급단가의 현실화도 가능할 것으로 전망됨
 - 특히 일본은 그린수소에 집중된 전략을 가지고 있으며 현재 100 엔/Nm³인 수소의 공급단가를 2050년까지 20 엔/Nm³까지 낮추는 목표를 가지고 있음
- 2030년 이후에는 산업 분야 등에서 수소 활용을 촉진하여 수소 공급비용과 기존 에너지와의 공급비용 차이를 축소할 계획
 - 그린수소의 비율이 확대되는 2050년에는 환경가치를 포함할 경우 기존 에너지 비용과 동등한 비용 경쟁력 실현이 가능할 것으로 전망
 - 공급망 구축을 위해 수요 확보차원에서 모빌리티의 수소 수요 확대를 도모하고자 하며, 수소 수요처의 다변화를 목표로 하고 있음

12) 포스코경영연구원, 한눈에 보는 일본 종합상사의 수소산업(2022.10.) 자료를 인용

4 [전략분야 4] 수소, 암모니아 혼/전소 가스터빈의 확대

- 수소 가스터빈은 기존 가스터빈을 활용한 실증 연구가 진행되고 있으며, 현재는 무탄소 연료의 혼소 기술이 주요 프로젝트로 추진되고 있음
 - 현재는 암모니아, 수소와 LNG 혼소 기술로 진행되고 있지만 2025년에는 수소/암모니아 전소 가스터빈으로 개발할 예정임
 - 일본 정부는 기존 화력발전설비 연소기를 수소혼합연소발전으로 전환하기 위한 기술실증을 추진하였고 현재는 마무리 단계임
- 일본은 2019년 경제산업성 산하 '암모니아 에너지 위원회'를 설립하여 암모니아를 활용한 에너지 정책을 추진
 - 발전 석탄, LNG, 연료전지 등 전 분야에서의 암모니아 연소 기술에 대한 기초 실증을 완료하였으며 현재는 암모니아로 전력을 생산가능한 단계에 도달¹³⁾
 - * 일본 IE: 천연가스와 액체 암모니아를 3:7로 섞어 세계 최초 2 MW급 가스터빈 운전에 성공, JERA와 협력하여 1 GW급 석탄 발전소에 암모니아를 20% 섞어 운영하는 시범사업 진행 중

5 [전략분야 5] 산업에서의 수소 활용

- 산업에서의 수소가 원료·연료로 이용되는 프로젝트를 추진하고 있으며 On-Site형 산업 수소 활용을 목표로 하고 있음
 - 철강 분야의 탈탄소화를 위해 탄소(코크스)가 아닌 수소를 환원제로 이용하는 수소 환원제철을 연구개발 중에 있음
 - * 철강에서 수소 사용: 코크스를 환원제로 사용 시 열과 CO₂가 배출되지만 수소 이용 시 CO₂와 열이 나오지 않아 탄소제로 달성에 핵심 기술로 부상 중에 있음
 - 산업 공정에서 필요한 고온의 열원 활용에 있어서도 수소를 활용하려는 프로젝트가 추진되고 있음
 - * 전기화가 어려운 고온 공정에서의 수소 활용이 주목받고 있으며 대표적으로 유리 제조공정, 나프타 크래킹 공정에서의 수소의 연료 활용 연구가 진행되고 있음

13) 국회예산정책처, 수소경제 관련 주요국 추진현황 및 정책비교연구(2022.9.) 자료를 인용 및 재구성

4. 녹색전환(GX, Green Transformation) 정책('22.12.)

□ 일본 정부의 녹색 전환 추진 과정

- 일본 정부는 2050 탄소제로 달성을 위한 규제 및 지원 정책을 담은 'GX 실현을 위한 기본방침을 제시'¹⁴⁾
 - 민간 기업의 GX 부문에 대한 투자 촉진을 위해 'GX투자를 위한 10년 로드맵'을 수립할 예정임
 - GX 추진을 위해 10년간 150조 엔의 예산이 투입될 예정이며 수소/암모니아를 포함한 에너지 전반에 대한 투자가 진행될 것으로 전망됨
 - GX부문에 대한 투자금액을 '성장지향형 탄소가격제'를 통해 실현하고자 하며 새롭게 발행될 'GX 경제이행채'를 활용하여 탈탄소사회로의 투자재원 마련
 - 탈탄소 사회를 위한 R&D 투자 외에 인프라 구축, 투자 재원 마련 등의 전반적인 정책이 추진될 예정임



<그림 7> 일본 녹색성장전략의 14대 중점 산업 분야¹⁵⁾

14) 일본GX실행회의, GX실현을 위한 기본방침(안)(2022.12.) 자료를 재구성

15) GS칼텍스 미디어허브, 일본의 탄소중립을 위한 GX 방향(2023.6.) 자료를 인용

□ GX 실현을 위한 수소·암모니아 정책

○ 에너지 분야의 GX 실현을 위해 수소·암모니아 도입을 촉진¹⁶⁾

- 수소·암모니아는 발전·운송·산업에서의 활용가치가 높고, 특히 발전 부문에서 수소·암모니아의 혼/전소를 통한 CO₂ 배출량 감소를 기대
- 기존 화석연료와의 비용차이를 고려하여 세제 혜택을 실시하며 수소·암모니아 수요확대를 지원
- 특히 철강산업에서의 수소환원제철의 기술개발 및 도입을 촉진하며 고로의 전기화도 함께 추진
- 관련 산업 진흥과 고용창출 등을 위해 전략적인 제도 구축과 인프라 정비를 추진
* 2023년 수소 300만 톤, 암모니아 300만 톤 생산, 2050년 수소 2,000만 톤, 암모니아 3,000만 톤 생산을 목표로 하고 있음

○ 에너지 안보를 위한 일본 내 수소·암모니아의 생산/공급체계 구축 지원

- 일본 내 대규모 그린수소 생산·공급에 대해서 중장기적 관점에서 잉여 재생 에너지를 활용한 수소 보급 방안에 대해 연구개발 및 도입 지원을 가속
- 해외 도입 수소·암모니아의 경우 수소 자원국과의 관계 강화를 통해 에너지 안보를 강화

□ 에너지 부문에서의 GX 주요 사항

○ 에너지 효율 증대와 제조업의 탈화석연료화를 추진

- 일본 산업부문 에너지 사용량의 40%를 차지하는 주요 5대 업종을 대상으로 일본 정부가 재생에너지 사용, 전기화 등 비화석에너지의 전환 기준 제시
* 주요 5대 업종: 철강, 화학, 시멘트, 제지, 자동차제조
- 공공시설, 주택, 공항 등에 대한 태양광패널 설치 확대 등 지역 주도의 재생 에너지 도입을 추진

16) 일본 경제산업성, 수소·암모니아 관련 정책동향(2023.5.) 자료를 재구성

- 2050 탄소제로 달성을 위해 원자력 에너지 활용을 확대
 - 2030년 발전량 기준 원자력 비중(20~22%) 목표 달성을 위해 기존 원전 재가동 가속화
 - 기존 원전을 최대한 활용하기 위하여 원자로 안전검사 등으로 가동이 일시 정지된 기간을 가동기간에서 제외하여 가동기간을 실질적으로 연장할 예정¹⁷⁾
 - 지속적인 원자력 활용을 위해 SMR 등의 차세대 혁신로 개발 및 건설을 추진할 예정이며 폐로 결정 원자로 교체 및 Back-end 대응도 구체화
- * Back-end: 원자로 폐로 및 방사성 폐기물 처리, 핵연료 사이클 관리

17) 에너지경제연구원, 세계 에너지시장 인사이트 제23-1호(2023.1.) 자료를 인용 및 재구성

5. 결론 및 시사점

- 일본은 2017년 세계최초로 수립했던 ‘수소기본전략’을 국내외 환경 변화 및 제6차 에너지기본계획 등 정책 변화를 반영하여 최신화함
 - 일본 내부의 에너지 관련 정책 변화 및 국제·산업동향이 변화됨에 따라 수소 산업 경쟁력 강화를 위한 ‘수소기본전략’ 개정안을 수립(’23.6.)
 - 탄소제로 선언(’20.), 제6차 에너지기본계획(’21.) 및 약 1조 원의 녹색혁신기금(GI기금) 조성 등 최근 변화된 정부정책 반영
 - 그린 트랜스포메이션(GX) 산업 확대 등 국제·산업 동향을 반영하였으며, 수소 관련 일반정책을 비롯하여 수소산업 역량 강화를 위한 ‘[1] 수소사회실현 가속화 전략’, ‘[2] 수소산업전략’ 및 ‘[3] 수소안전전략’으로 구성
 - ‘수소사회실현 가속화 전략’은 수소·암모니아의 안정적 공급에 중점
 - 2040년 수소(암모니아 포함) 도입을 1,200만 톤/년으로 상향하며 수소 발전 비용도 가스화력발전 단가 이하로 낮추는 것을 목표
 - 수소 수요 확대를 위해서 발전·연료전지 등 신수요 창출, 비화석에너지로의 전환을 위한 제도 정비, 수소화합물 이용 활성화로 구분
 - 수소산업 경쟁력강화를 위한 ‘수소산업전략’은 탈탄소, 에너지안정적 공급, 경제성장을 목표로 관련 정책을 추진
 - 시장 규모가 크고 빠르며, 일본 기업이 기술적 우위를 가지고 있는 분야를 기준으로 5개 핵심전략 분야를 선정 및 육성

〈표 7〉 일본 수소산업전략의 주요내용

5개 핵심전략 분야	주요 내용
① 수소 공급	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 수소생산 - 그린수소 중심 ▪ 수소 공급망 구축 - 압축수소, 액화수소 등 대량 운송 포함
② 탈탄소형 발전	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 90% 혼소·전소에 의한 고효율 연소기 개발, 공급망 전체 비용 절감
③ 연료전지	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 각 분야의 수소 본거 보급을 위한 비용절감 및 수요 확대 등 선순환 구축
④ 수소 직접이용	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 탈탄소형 철강 - 수소환원제철 ▪ 탈탄소형 화학제품 - 수소를 통한 나프타 분해로 CO₂ 절감형 화학제품 생산 ▪ 수소연료선박
⑤ 수소화합물 활용	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 암모니아의 제조/활용 - 암모니아 혼소 등 포함 ▪ 탄소 재활용 제품 - 합성메탄, 합성연료 등 포함

- 수소 보급 활성화를 위한 ‘수소안전전략’은 경제적이고 합리적인 적정한 수소 이용환경 구축을 목표로 함
 - 2050년을 목표로 수소공급망 전반을 아우르는 안전규제 체계 구축을 위해 향후 10년간의 민관합동 행동지침을 수립
 - 과학적 데이터-근거에 기반한 안전 대응, 수소 관련 법·제도의 최적화, 수소 이용환경개선 등이 포함
- 수소기본전략(“23.)과 결을 같이하고 있는 제6차 에너지기본계획(“21.)에서는 수소 선도국가 도약을 위해 5개 전략분야를 지정하여 집중 육성 추진
 - ‘[1] 수소연료전지의 확대’, ‘[4] 수소·암모니아 혼/전소 가스터빈의 확대’, ‘[5] 산업에서의 수소 활용’ 분야에서는 수소 활용방안 측면에서 육성 정책을 수립
 - 모빌리티 분야의 수소 활용을 늘리기 위해 트럭, 버스 등 대형 운송·화물 수단까지 연료전지 활용을 추진
 - 수소 가스터빈은 기존 가스터빈을 활용한 실증 연구가 진행되고 있으며, 현재는 무탄소 연료의 혼소 기술이 주요 프로젝트로 추진되고 있음
 - 산업에서 수소를 원료·연료로 이용하는 프로젝트를 추진하고 있으며, On-Site형 산업 수소 활용을 목표로 하고 있음
 - * 수소환원제철, 고온공정에서의 수소 활용 등이 추진
 - ‘[2] 해외 수소 도입 프로젝트’, ‘[3] 그린수소 확대 및 비용 절감을 통한 수소 에너지 확대’ 분야에서는 수소 이용확대를 위한 정책에 초점
 - 수소생산에 투입될 저렴한 해외 에너지를 확보하고 기술, 안전, 환경적 과제를 선결하여 수소 수입을 위한 인프라 확충 진행
 - * 일본 HySTRA의 경우 해외생산 수소를 액화하여 선박으로 이송하는 사업을 진행하고 있으며 최근 호주 갈탄을 이용한 액화수소 운송프로젝트(2018)를 성공적으로 추진
 - 특히, 그린수소에 집중하여 현재 100 엔/Nm³인 수소 공급단가를 2050년까지 20 엔/Nm³까지 낮추는 목표를 설정

□ 우리나라와 일본의 수소 정책 비교 및 시사점

- 우리나라, 일본 양국 모두 수소를 자체 조달하기 힘든 점을 인식하고 있으며 수소 활용 측면에서 다양한 정책을 추진¹⁸⁾
 - 중동, 호주 등 수소 에너지 부국을 통한 ‘수소의 해외조달’에 관심이 많으며 대량 수송을 위한 액화수소, MCH 등에 대한 기술개발을 추진
 - * 우리나라: SK E&S, 효성 등 대기업을 중심으로 액화수소 터미널 구축이 추진되고 있으며, 액화수소 플랜트 핵심기술 국산화를 위한 핵심기술이 개발 및 실증이 진행 중
 - ** 일본: 중동, 호주 등에서 생산한 수소를 액화하여 일본으로 운송하는 프로젝트가 진행되고 있으며 호주생산 수소 운송프로젝트는 실증 완료하였음
 - 우리나라는 수소연료전지 차량 지원을 중심으로 점진적인 업스트림 전략에 집중하는 반면, 일본은 수소 활용을 위한 전략을 다방면으로 추진
 - * 일본: 국제협력을 통한 수소 공급망 확대, 금융프로그램을 통한 공급망 리스크 지원 대응, 내수 시장에서의 다양한 수소 활용 등의 정책이 추진 중에 있음
- 우리나라 수소 산업의 경쟁력 강화를 위하여 수소 밸류체인별 육성 정책과 더불어 인프라 구축, 공급망 안정화 등 보급 확대 정책도 지속 점검·강화 필요
 - 수전해, 바이오매스 개질법 등의 다양한 그린수소 생산기술 개발 및 조기 실증 완료 등 그레이수소에서 그린수소로의 본격 전환 시기 점점 필요
 - 수소차 중심의 수소 활용정책과 함께 산업용, 발전용, 난방용 등의 다양한 분야에서의 수소 활용을 촉진하기 위한 정책적 지원 고려
 - * 우리나라 수소관련 주요 정책: 수소경제 활성화 로드맵(2019.1.) → 수소기술개발 로드맵(2019.10.) → 수소·암모니아 발전 실증 추진단 발족(2021.) → 제5차 수소경제위원회(수소 밸류체인 강화, 2022.11.)
 - ** 수소 밸류체인 강화 외에 주요국과의 수소 협력방안, 수소차·수소가스터빈 외 다양한 분야로의 활용방안에 대한 정책적 점검이 필요
 - 수소 경제에서의 국제적 협력과 리더십을 강화하기 위한 정책적 지원 필요
 - * 미국, 독일, 일본 등의 주요국들은 자국의 수소 전략을 개정하고 있어 국제적 협력과 리더십을 강화하기 위한 수소 전략의 개정이 필요

18) 중도일보, 한국과 일본, 수소 사회를 향한 두 가지 시선(2023.8.) 인용 및 재구성

참고문헌

- 한국기계연구원, '탄소중립 글로벌 동향과 시사점', 「기계기술정책」, 2021.1.
- 한국기계연구원, '수소 산업의 글로벌 기술동향 및 정책 전망', 「기계기술정책」, 2021.5.
- 한국기계연구원, '무탄소 에너지원으로서 암모니아 기술의 부상 및 시사점', 「기계기술정책」, 2022.7.
- 일본 경제산업성, '제5차 에너지기본계획', 2018.8.
- 에너지경제연구원, 세계 에너지시장 인사이트 제18-44호, '일본 수소기본전략 추진 배경과 핵심내용 분석', 2018.12.
- 대외경제정책연구원, '일본의 2050 탄소중립과 그린성장전략'. 2021.3.
- 일본 경제산업성, '수소정책의 최근 동향 등에 대한 보고서'. 2021.8.
- 일본 경제산업성, '제6차 에너지기본계획', 2021.10.
- 일본 경제산업성, '카본뉴트럴시대에서의 수소정책의 향후 방향성', 2021.11.
- KIAT 산업기술정책브리프, '일본 에너지 기반 산업의 GX 방향성', 2022.3.
- KOTRA, '일본의 재생에너지 확대전략 분석과 시사점', 2022.5.
- 국회예산정책처, '수소경제 관련 주요국 추진현황 및 정책비교연구', 2022.9.
- 포스코경영연구원, '한눈에 보는 일본 종합상사의 수소산업', 2022.10.
- 일본 GX실행회의, 'GX실현을 위한 기본방침(안)', 2022.12.
- 에너지경제연구원, 세계 에너지시장 인사이트 제23-1호, '일본의 2023년 경제 및 에너지 수급 전망', 2023.1.
- 일본 경제산업성, 'CO₂-Free 수소공급망 추진기획', 2023.3.
- 일본 경제산업성, '수소·암모니아 관련 정책 동향'. 2023.5.
- 최봉, '15조엔 투자하는 일본 수소정책...', 2023.6.
- GS칼텍스 미디어허브, '일본의 탄소중립을 위한 GX 방향', 2023.6.
- 일본 정부, '수소기본전략 개정안', 2023.6.
- 일본 경제산업성, '모빌리티분야에서의 수소 보급을 위한 중간 정리', 2023.7.
- 중도일보, '수소 사회를 향한 두 가지 시선', 2023.8.
- 김채현, 김건우, 김한상, '수소산업 발전을 위한 국내외 정책 및 기술동향 분석', 한국수소 및 신에너지학회지, 2023(34), 122-131.

[URL]

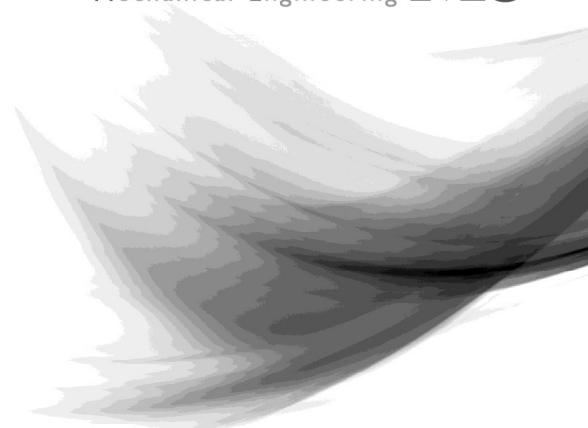
일본 경제산업성(<https://www.meti.go.jp/>)

국회전자도서관(<http://dl.nanet.go.kr/>)

중도일보(<https://www.joongdo.co.kr/web/view.php?key=20230810010003004>)

기계기술정책 발간 목록

제 목	작성 연월
73. 기계산업 2013년 성과 및 2014년 전망	2013.12.
74. 2014년 기계산업이 주목해야 할 트렌드 분석과 시사점	2014.02.
75. 우리나라 기계산업 품목별 수출 시장 점유율 분석과 시사점	2014.04.
76. 우리나라의 TPP 참여에 대비한 기계산업 품목별 관세 전략 수립	2014.09.
77. 2014 미래기계기술포럼코리아 주요 내용과 시사점	2014.11.
78. 기계산업 2014년 성과 및 2015년 전망	2014.12.
79. 최근 기계산업 대일무역역조 개선의 원인과 시사점	2015.06.
80. 기계산업의 빅데이터 활용 동향 분석과 시사점	2015.10.
81. 우리나라 해양플랜트 산업의 문제점 진단과 경쟁력 강화 방안	2015.12.
82. 기계산업 2015년 성과와 2016년 전망	2016.01.
83. 건설기계산업의 문제점 진단과 경쟁력 강화 방안	2016.05.
84. 4차 산업혁명과 기계산업의 미래	2016.11.
85. 기계산업 2016년 성과와 2017년 전망	2017.02.
86. 신기후체제에 대응한 농촌 바이오가스플랜트 사업의 기회	2017.07.
87. 해외 선도 기관과의 기계기술 연구 분야 비교 분석	2017.11.
88. 산업용 로봇 시장 동향과 대응	2017.12.
89. 기계산업 2017년 성과와 2018년 전망	2018.01.
90. 새로운 시대 소통 역량: 4차 산업혁명 연계기술	2018.07.
91. 국방분야 생존성 향상 기술 동향	2018.08.
92. 차세대 디스플레이 마이크로 LED 기술의 부상과 시사점	2018.09.
93. 기계산업 2018년 성과와 2019년 전망	2019.02.
94. 중국제조 2025 주요 제조장비 개발 계획과 대응 전략	2019.06.
95. 한·중·일 공작기계 및 기계요소 수출경쟁력 분석 및 제언	2019.07.
96. 미국 반도체 장비 기업의 성장과 시사점	2019.12.
97. 기계산업 2019년 성과와 2020년 전망	2020.01.
98. 글로벌 농기계산업 동향 분석	2020.02.
99. 포스트 코로나(Post COVID-19), 유망 기계기술 및 제언	2020.06.
100. 우리나라 제조장비기업의 성장·혁신·수익 패턴 분석과 시사점	2020.08.
100(특집호). 기계산업 데이터 활용 및 분석 방법 제언	2020.08.
101. 탄소중립 글로벌 동향과 기계기술 제언	2021.01.
102. 기계산업 2020년 성과와 2021년 전망	2021.01.
103. 수소 산업의 글로벌 기술동향 및 정책 전망	2021.05.
104. 인체 증강 기계의 동향과 전망	2021.08.
105. 미국 바이든 정부의 기후변화 정책과 기계산업 시사점	2021.12.
106. 기계산업 2021년 성과와 2022년 전망	2022.02.
107. 일본 제조기업의 디지털전환 특징과 시사점	2022.04.
108. 무탄소 에너지원으로서 암모니아 기술의 부상 및 시사점	2022.07.
109. 폐배터리 재활용 산업 글로벌 동향과 시사점	2022.11.
110. 공작기계 및 산업혁신 연구의 체계적 고찰과 시사점	2022.12.
111. 기계산업 2022년 성과와 2023년 전망	2023.02.
112. 바이오장비 산업 동향 및 시사점	2023.06.
113. 일본의 최신 수소경제 정책 동향과 시사점	2023.09.



기계기술정책

Technology Policy for Mechanical Engineering

:: No. 113 일본의 최신 수소경제 정책 동향과 시사점

| 발행인 | 박상진

| 발행처 | 한국기계연구원

| 발행일 | 2023.09.

| 기획·편집 | 기계기술정책센터

| 주소 | 대전광역시 유성구 가정북로 156

| 전화 | (042) 868-7539

