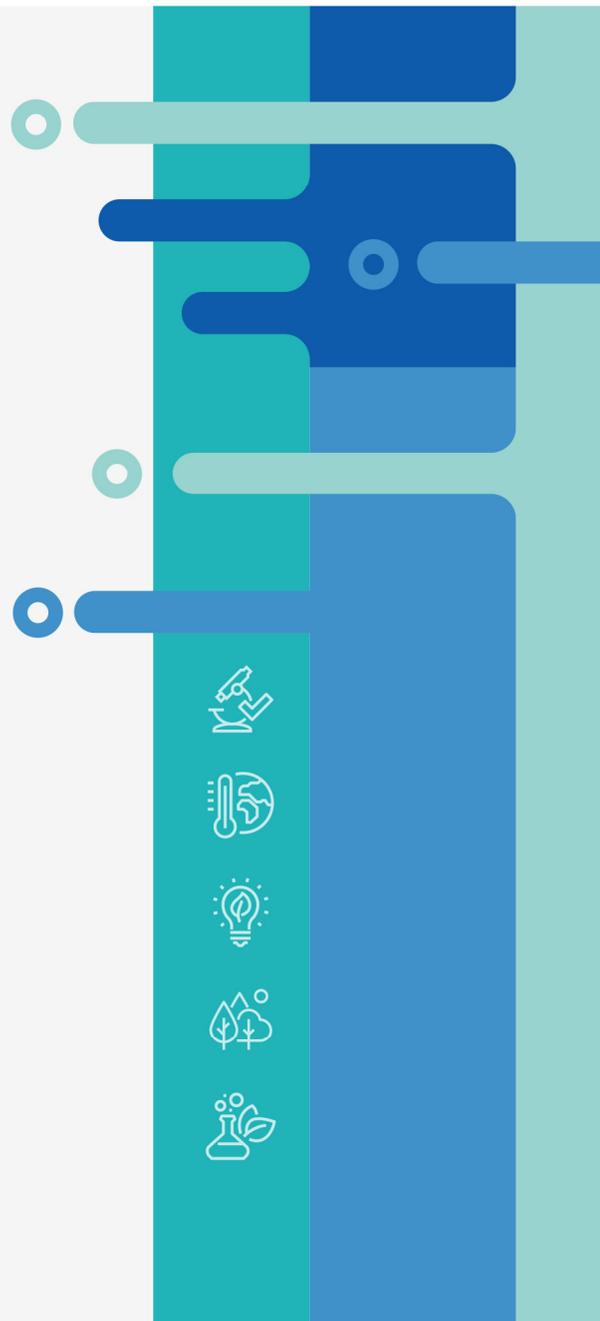


NIGT BRIEF

일본의 수소 국제협력 R&D 전략:
국제표준화 및 다자 프레임워크를
중심으로

이원아 / 신현하 / 전은진 / 손지희



이원아 / 제도혁신센터
전은진 / 제도혁신센터신현하 / 제도혁신센터
손지희 / 제도혁신센터

하이라이트

- 일본의 수소기본전략 개정안('23.6)은 수소 관련 국제협력의 일환으로 표준화 전략, 다자간 프레임워크에서의 활동을 구체적으로 다루어 수소기술 관련 글로벌 기술우위를 확립하고 유지하기 위한 수단으로 활용 예정
- 본 브리프가 국제 표준화 및 다자프레임워크 전략과 연계되는 국제협력 R&D를 살펴보고 한국의 전략과 비교한 결과 양국 모두 글로벌 수소 시장에서의 우위를 접하기 위해 국제표준화와 다자간 프레임워크 활동의 중요성을 인식하고 관련 전략을 수립
- 본 브리프의 목적은 수소 국제협력 R&D 전략으로 우리나라의 국제표준화와 다자 프레임워크 전략을 확인하고 우리나라가 해당 활동에서 일본보다 비교우위를 가지는 대응방안을 제시하고자 함
- 국제표준화와 다자 프레임워크에서의 활발한 활동을 위해 기술 전문성뿐만 아니라 사무국 운영 등에도 참여하여 한국의 정책과 전략을 반영 가능한 국제협상력을 갖춘 인력을 양성하고 활용할 필요가 있음

키워드

- 수소(Hydrogen), 수소기본전략(Hydrogen Basic Strategy), 탄소중립(Net Zero), 국제협력(International cooperation), 연구개발(R&D), 일본(Japan), 표준(Standard), 다자협력(Multilateral cooperation)

일본의 수소기본전략 내 국제협력 R&D

일본은 개정된 수소기본전략('23.6) 내 표준화 전략, 다자간 프레임워크 내 활동, 국제거래의 방향성을 통한 국제협력을 구체적으로 다루며 기술개발과 표준화 전략까지 이어지는 종합적인 계획을 세워 수소기술 관련 기술우위를 확립하고 이를 유지하기 위한 수단으로써 활용하고자 함¹⁾

- 표준화 전략: 수소 관련 장비 표준화, 국제협상력을 갖춘 인력양성, 연료전지차량(Fuel Cell Vehicle, FCV) 안전성능 및 연비성능 관련 국제표준 제정 및 개정 주도, 암모니아 관련 기술 국제표준 제정
- 다자간 프레임워크: 수소각료회의를 통한 도쿄 성명('18.10) 및 글로벌 액션 아젠다 주도, 국제수소연료전지파트너십(IPHE), 청정에너지장관회의(CEM), 미션 이노베이션 등 활용
- 국제거래: 초기단계부터 리스크를 고려한 거래모델 검토 및 표준화

1) 수소기본전략(2023.06.06.). 재생가능에너지·수소 등 관계 각료 회의

표준화 전략

일본은 전략적 국제표준화 가속을 위해 추진한 해외표준화 동향 파악 및 분석을 시행하는 등 수소를 포함한 신규 유망기술에 대한 국제표준을 주도하기 위해 전략 수립 중

- 2021년 일본 경제산업성이 전략적 국제표준화 가속을 위해 추진한 해외표준화 동향 파악 및 분석결과에 따르면 ①후추가 연료 공급망 분야 표준개발을 선도하고 있으며, ②수소 관련 표준화 추진은 정부 주도로 이루어지고, ③그린수소에 대한 사회적 인식이 확대되는 중이며 ④국가와 정부 기관이 주도적으로 표준화를 형성하고 이에 따라 민간이 컨소시엄에 참가하여 실용화를 추진 중임 확인²⁾

수소기본전략 개정안에서는 수소 공급망의 구축과 수소 관련 사업의 파급효과 등 거시적 관점에서 필요한 표준화 전략으로 국제협상력을 갖춘 인력양성과 함께 수소 관련 장비의 표준화, 연료전지차량 안전·연비성능 국제표준 제정 및 개정, 암모니아 관련 기술 국제표준 제정을 제시함

- (수소기술 국제표준) ISO/TC197*에서 일본은 캐나다, 미국, 프랑스, 네덜란드와 더불어 표준개발 주도국으로 활동 중
 - * 수소의 생산, 저장, 운반, 계량 및 규격을 위한 시스템과 장비를 검토하는 국제표준으로 18개의 표준이 개발되었으며 21개의 표준이 작업 중임(23년 7월 기준)³⁾
 - 현재 개발 중인 표준 중 수소가스충전소 디스펜서, 고분자전해질형 연료전지 차량·고정형 용품, 수소연료 품질 검증(품질관리) 작업반은 일본이 의장국으로 활동 중
 - 일본이 지금까지 수소충전소 관련 국제표준 개발에 힘썼다면, 수소 활용이 확대됨에 따라 수전해 장치(로딩암 등 관련 장비) 및 수소 제조 시 온실가스 배출량 산정 방법 등에 대한 국제표준 개발을 시작함
- (액화수소 해상운송 설계 및 실증) ISO/24132의 경우 일본이 개발을 주도하여 현재 국제표준으로 출판단계에 있음(23년 3월 기준)
- (수소 활용 기술) 일본은 전기자동차(ISO/TC22/SC37), 연료전지(IEC/TC105), 전기산업차량(IEC/TC69) 관련 표준화에 핵심적인 역할로 참여함. 특히 연료전지 차량의 국제표준의 경우, 세계자동차기술기준조화포럼(WP29)* 에서 민관이 협력하여 안전성능과 연비성능에 관한 국제표준 제정 및 개정을 주도해 나갈 예정
 - * 세계자동차기술기준조화포럼(World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations, WP.29)은 자동차 성능과 자동차 부품 및 장비, 자동차 안전, 환경 오염, 에너지 효율성, 도난 방지, 보안에 대한 자동차 규정 및 규칙 조화를 위한 유일한 국제 포럼임
- (저탄소 에너지를 포함한 석유 및 가스 산업) ISO/TC67에서는 일본이 주축이 되어 질소산화물 배출을 억제하는 암모니아 연소 기술을 포함한 연료 암모니아 관련 기술의 국제표준화를 목표로 국외 홍보와 구체적인 제안을 진행 중

다자간 프레임워크 활동 활성화

수소기본전략 개정안은 다자간 프레임워크 활동 활성화 내용으로 수소고위급회의를 통한 도쿄 선언 및 글로벌 액션 아젠다 주도, 국제수소연료전지파트너십(IPHE), 청정에너지장관회의(CEM), 미션 이노베이션 등의 활용을 강조

2) 일본 경제산업성 21년도 산업표준화추진사업위탁비(전략적 국제표준화 가속사업: 해외표준화 동향의 파악·분석), https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2021FY/000161.pdf (accessed 23.07.20)

3) 국제표준화기구. 수소기술. <https://www.iso.org/committee/54560.html> (accessed 23.07.17)

- **(수소각료회의)** 세계 최초로 수소각료회의를 개최하였으며 도쿄성명('18.10)*을 채택하여 향후 10년 내 전 세계에 수소충전소 1만 개소 설치 및 연료전지 시스템 1,000만 대 도입을 목표로 국제협력 진행
 - * 도쿄성명의 주요 내용으로는 ①수소기술협력 및 표준개발, ②수소안전 및 공급망 공동연구, ③ 수소의 CO₂ 등 감축 잠재력 연구, ④수소 관련 교류, 교육 및 홍보가 있음
- **(수소 시장 형성을 위해 다자간 프레임워크 활용)** 국제수소연료전지파트너십(IPHE)과 청정에너지장관회의(CEM), 미션 이노베이션(MI)등을 통해 수소 제조에 따른 온실가스 배출량 계산 방법, 수소 무역 규칙, 수소 자매도시 형성, 수소 밸리(지역에서 생산한 수소를 지역에서 소비하는 프로젝트 소개 플랫폼) 등 다양한 수소 관련 이슈를 해결하기 위해 노력

[표 1] 수소 국제협력을 다루는 주요 다자 프레임워크

다자 프레임워크	설명
국제수소연료전지 파트너십(IPHE)	• IPHE는 친환경·고효율에너지 사회인 수소경제 조기구현을 위한 국가간 협력의 효과적인 실행방안을 마련하기 위하여 출범('03.10)한 국제기구로 수소경제 활성화를 위한 다자간 연구·실증·상용화 협력 체계 구축, 정책개발·표준화를 위한 포럼 개최 활동을 하며 한국, 미국, 일본, EU 등 23개국이 회원국으로 가입
청정에너지장관회의 (CEM)	• CEM은 청정에너지 기술개발 보급확산과 에너지효율 증진을 통한 기후변화 대응을 목적으로 출범('10)하였으며 회원국이 한국, 일본을 포함 30개국에 달함
미션 이노베이션(MI)	• MI는 제21차 당사국총회를 계기로 공공부문의 청정에너지 R&D 투자 확대와 정부·공공기관·기업 등의 국제협력 촉진을 위해 출범('15.11)하였으며 '20년에 제1기(MI 1.0)가 마무리됨 • 이어서 출범한 제2기는 향후 10년간 파리협정 목표달성을 위해 저렴한 청정에너지 솔루션을 도입할 수 있도록 국제협력을 강화하고, 각 회원국이 청정에너지 기술 혁신을 위한 전략인 '국가혁신경로'를 개발을 목표로 함

- 일본은 제37차 IPHE 총회('22. 4.26.~27.)의 수소경제 추진현황 발표에서 세계 최초로 액화수소 해상운송 실증 완료(호주→일본), 경제산업성 주관 “수소정책위원회” 출범을 공유하였으며, 제38차 총회('22. 12.29.~30.)에서 수소 보안 전략 수립 검토회 출범, 일본 최대 규모의 16MW P2G(Power to Gas) 시스템* 설치(~'25), 5차 수소각료회의 개최 내용 등을 공유

* P2G는 전력계통에서 수용할 수 없는 풍력·태양광 등의 출력을 이용, 물을 전기분해하여 수소를 생산하거나 생산된 수소를 이산화탄소와 반응시켜 메탄 등의 연료 형태로 저장 및 이용하는 기술로 재생에너지 수급 안정을 위해 활용 가능

- **(연료 암모니아 국제회의)** 2021년부터 일본 주최로 “연료 암모니아 국제회의”를 개최하여 암모니아 연료 수급 확대를 위한 국제 인지도 제고 홍보 및 공급망 시장 구축의 필요성을 참가국과 공유
- **(정부 간 포럼) G7, G20, 미-일-호주-인도(QUAD), 인도-태평양 경제 프레임워크(IPEF)**등에서 수소-암모니아를 주요 이슈로 다루며, 규제 및 표준 마련에 대한 국제적 논의에 참여하고 일본 수소기술을 활용한 솔루션을 제공하며 수소-암모니아 분야에서의 국제적 입지를 강화하기 위해 노력
- **(호주 등 태평양제도 협력)** 「기술을 통한 탈탄소화 일-호 파트너십」에 근거해 호주와 협력하여 태평양 도서국 내 그린수소 프로젝트 추진 가능성을 탐구하는 등, 일본의 기술을 활용하면서 개도국·신흥국에서의 공급체인 구축을 지원 예정
- **(아시아탄소제로공동체(AZEC))** AZEC 참여국들은* 수소, 암모니아, 탄소 포집·활용·저장 기술을 개발하고, 일본은 AZEC 참여국에 금융 지원과 투자를 제공할 예정

* 브루나이, 캄보디아, 인도네시아, 라오스, 말레이시아, 필리핀, 싱가포르, 태국, 베트남

- 일본은 탈석탄에 도움이 되는 **기술개발 및 실증 표준 제정 등의 정책 협력과 탈탄소에 기여하는 기술의 개발-실증-실행 등을 지원**하여 수소를 포함한 새로운 기술의 보급-확산과 비용 절감 등을 도모할 예정

일본은 미션 이노베이션을 활용하여 양자자 R&D 국제협력을 수행하였으며 MI 2.0의 새로운 미션 중 청정 수소 기술분과 회원으로 참여하며 적극적인 활동을 이어가는 중임

- 2021년 제6차 미션 이노베이션 장관회의(5.31~6.6일, 칠레 산티아고)에서 발표된 국가별 하이라이트 정보에 따르면 일본의 공공부문 청정에너지 R&D 투자액은 '15년 기준치 421.5백만 USD 대비 '21년 예산이 1,075.3백만 USD로 2.5배 이상 증가함⁴⁾
- 일본의 수소 R&D 투자액은 '15년 기준치 122억 엔에서 '21년 예산이 448억 엔으로 **3.6배 이상 증가**함
- '21년 기준 일본의 신규 R&D 협력은 총 14건이며 이 중 3건이 수소 관련 사업으로 독일, 영국, 스위스, 미국, 프랑스와 공공 간 각 최대 5천만엔 규모의 R&D 협력을 계획함
- ※ 일본의 신에너지·산업기술종합개발기구(NEDO)에서 지원하는 국제협력을 통한 혁신청정에너지기술촉진 R&D 프로그램의 일환으로 진행된 국제협력을 국제사회와 공유하는 차원에서 MI 장관회의 보고내용에 추가

[표 2] MI 장관회의를 통해 공유한 일본의 수소 R&D 협력 내용 정리

협력국	협력명	주요내용	협력기관	기간/예산
독일, 영국, (스위스)	중온 고체산화물 전해조 국제공동연구	• 잉여 재생 전력을 효과적으로 수소로 전환하기 위한 중온 고체 산화물 전기분해 셀 개발	• (日) 규슈대학 • (獨) 울리히 연구소 • (英) 임페리얼 칼리지 런던 • (瑞) 폴 쉐르 연구소(PSI)	• 2020-2023/ 최대 5천만엔
미국	가역 고체산화물 전해조 국제공동연구	• 가역성 1000 사이클 및 40,000H 내구성을 갖는 고체산화물 가역전지 개발	• (日) 규슈대 • (美) MIT	• 2020-2023/ 최대 5천만엔
프랑스	고체 비스메탈(bis-metal) 촉매에 의한 개미산염 중간체를 통한 화학 생산	• CO ₂ 및 H ₂ 로부터 아미드 정밀 화학 물질을 직접 생산하는 새로운 고체 비스메탈 촉매(bis-metallic catalyst) 개발	• (日) AIST, 히로시마대학, 카나가와 대학 • (佛) Centrale Lille Institute	• 2020-2023/ 최대 5천만엔
네덜란드, 프랑스, 대한민국, 사우디, 영국, 노르웨이	개미산을 이용한 화학 압축기를 통한 고압 및 순도의 수소 공급 기술 국제공동연구	• 고가의 기계식 압축기를 사용하지 않고 화학적 압축기로서 개미산 탈수소화를 통해 70MPa급 수소를 공급할 수 있는 새로운 수소 압축 기술과 수소를 고압 조건에서 정제하여 수요에 따라 FCV에 공급할 수 있는 수소 저장 소재를 개발	• (和) 델프트 공과대학교 • (佛) ICMPE • (韓) KAIST • (沙) 킵 압둘라 과학기술대학 • (英) 퀸메리 대학 • (諾) 오슬로 대학	• 2021-2024/ 5천만엔
영국	상온 전기화학적 암모니아 합성을 위한 국제공동연구	• 상온에서 질소와 물로부터 암모니아의 전기화학적 합성을 실현	• (日) 오사카 대학 • (英) 임페리얼 칼리지 런던	• 2022-2025/ 5천만엔

출처: 제 6 및 7차 MI 장관회의 국가별 하이라이트 보고서(2021,2022) 및 NEDO 홈페이지 내용을 바탕으로 저자가 재구성

4) CSIRO(2022). Hydrogen RD&D Collaboration Opportunities Japan

- 호주 연방과학산업연구기구(CSIRO)는 미션 이노베이션 2.0 활동의 일환으로 글로벌 수소 RD&D 협력 기회와 10개국에 대한 상세 분석을 실시하였으며, 일본의 수소 전략, 목표 및 RD&D 우선순위, 국가 내 수소 관련 생태계, IP 및 논문통계, 국제협력을 상세히 분석⁵⁾
 - 일본은 MI 2.0에서도 운영위원회 의원*, 기술자문그룹 부의장*, 사무국 참여*, 녹색 전략의 미래(Green Powered Future) 기술분과 지원, 이산화탄소 제거(Carbon Dioxide Removal) 기술분과 지원, 청정 수소(Clean Hydrogen) 기술분과 회원으로 참여하는 등 적극적인 활동을 이어가는 중
- * 한국은 총 4개 기술분과(청정 수소, 녹색 전략의 미래, 탄소배출 제로선박, 넷제로 산업) 회원으로 참여하고 있으나 MI의 운영과 관련된 운영위원회, 기술자문그룹, 사무국 활동에 미참여

한국의 수소 관련 표준화 및 다자 프레임워크 전략

(표준화 전략) 한국의 경우 수소차·연료전지 등의 높은 기술수준에도 불구하고 국제표준 제안 실적이 없거나 참여가 미흡한 점을 고려하여, 수소경제 로드맵 연계 분야에서의 국제표준화의 구체적 목표와 추진과제를 제시

- 한국은 수소차와 연료전지 산업생태계를 양대 축으로 세계 수소경제를 선도하고자 「수소경제 활성화 로드맵」(’19.1)을 발표하고, 이와 연계하여 표준화 전략 로드맵(’19.4)을 발표함
 - 동 로드맵에서 ’30년까지 수소경제 로드맵의 모빌리티, 에너지, 수소공급 분야에서의 국제표준 제안 목표 건수*를 설정
- * (’18)1건 → (’22)5건 → (’30)15건 이상 제안(누적), 전체 국제표준 제안의 20% 목표

[표 4] 우리나라 수소경제 표준화 전략 로드맵 상 국제표준화 목표

구분	활용			수소공급
	모빌리티		에너지	
국제표준	충전소	열차·선박·드론, 기계	발전·가정·건물용 등	생산·저장·운송, 계량
목표 (~’30)	2건 이상 (이동충전소 등)	6건 이상 (드론·건설기계 등)	4건 이상 (트라이젠 시스템 등)	3건 이상 (P2G 수전해 등)

출처: 수소경제 표준화 전략 로드맵(2019) 내용을 바탕으로 저자가 재구성

- 국제표준화 제안 시스템을 구축하기 위하여 ①R&D와 국제표준화를 연계한 일체형 표준 개발*, ②국제표준 제안 주기 지원 확대, ③다자간 국제표준 협력 활동 강화**를 추진
- * 일본이 국가 R&D와 표준화의 일체형 추진으로 연료전지 국제표준화를 주도하고 있는 점을 벤치마킹
- ** 다자간 국제표준 협력 활동인 수소기술 총회 및 워킹그룹 개최, 국제표준포럼, 동북아 표준협력포럼 등의 활동

(다자간 프레임워크 활동) 한국 역시 국제수소연료전지파트너십(IPHE)과 청정에너지장관회의(CEM), 미션 이노베이션(MI)에 회원국으로 활동 중임. 그 중 미션 이노베이션의 경우 ’15년 MI 1.0부터 회원국으로 참여하여 공공부문 청정에너지 R&D 투자*를 지속해왔으나 협력 참여에 있어서는 아직 소극적임

5) Country Highlights 6th Ministerial 2021, Mission Innovation (2021)

* ('15) 4.8억 USD → ('20) 8.5억 USD(75% ↑), MI 2.0 ('21) 10.2억 USD(113% ↑)⁶⁾

- '18년부터 캐나다, 미국, 인도, 독일 등과 8건, 정부예산 18백만달러(총 사업비 22백만 달러) 규모의 공동 R&D* 추진

* 산업부의 '에너지국제공동연구' 사업을 통해 미션 이노베이션 활용 목적으로 MI 미션 참여국 중 해당 기술분과 참여국과의 협력을 지원

[표 5] MI 장관회의를 통해 공유한 우리나라의 MI 활용 목적의 수소 R&D 협력 내용 정리

협력국	협력명	주요내용	협력기관	기간/예산
중국	바이오매스 가스화로 인한 분산 CHP 핵심기술개발 및 실증	• 유동층을 이용한 이중 유동층 가스화를 이용한 복합 열과 동력 시스템 제작 등	• (韓) 해표산업(주), 한국에너지기술연구원, 연세대학교 • (中) DEBO社, Southeast 대학	• 2020-2023/ 1,320백만원
인도	디젤연료를 이용한 마이크로그리드 연계 SOFC 개발	• 시뮬레이션 조건 하 SOFC-3kW Solar PV2kW Battery-10kWh 시스템 실험	• (韓) 에이치앤파워(주) • (인도) h2e	• 2020-2022/ 500백만원
미정	청정수소 생산 상용화를 위한 핵심기술 개발	• 고분자전해질(PEM) 수전해 핵심기술 개발 • 천연가스 또는 메탄 직접 분해 수소 생산 기술 개발	• 미정 (MI 지원형 과제로 청정수소 기술분과 참여국 대상)	• (신규) 2023-2025/ 1,800백만원 내외

출처: 제 6차 MI 장관회의 국가별 하이라이트 보고서(2021) 내용 및 2023년 에너지국제공동연구사업 공고를 바탕으로 저자가 재구성

시사점

한국과 일본 양국 모두 글로벌 수소 시장에서의 우위를 점하기 위해 국제표준화와 다자간 프레임워크 활동의 중요성을 인식하고 관련 전략을 수립

- 이와 같은 노력은 한국의 「수소경제 표준화 전략 로드맵」('19), 일본의 수소기본전략 개정안('23) 그리고 양국의 MI, CEM 등에 참여 활동으로 찾아볼 수 있음

국제표준화와 다자 프레임워크에서의 활발한 활동을 위해 부처를 넘어 국제협상력과 관련 전문 역량을 보유한 산학연 전문가를 담당자로 지정하고 그 활동을 지원할 수 있는 예산과 부처와 협업할 수 있는 체계 마련 필요

- '22년 9월 ISO의 회장으로 한국인이 최초로 당선되면서⁷⁾ '24년부터 1년간 ISO 회장으로 취임할 예정이며, 한국이 ISO의 기술위원회를 관리하는 기술관리 이사회 이사국으로 재선출되며 국제표준화 정책과 전략에 참여함으로써 우리나라 기술의 국제표준화 지원 기반을 확보함
- 그에 반해 우리나라의 미션이노베이션 참여 현황을 살펴보면 운영위원회, 기술자문그룹, 사무국 등에 참여하고 있는 일본과 비교하여 참여도와 협력국 수 및 규모가 작음
- 따라서 ISO의 사례와 같이, 기술 전문성뿐만 아니라 국제표준화와 다자 프레임워크의 사무국 운영에도 참여하여 한국의 정책과 전략을 반영할 수 있는 국제협상력을 갖춘 인력을 양성하고 활용할 필요가 있음

6) 산업통상자원부 (2021.6.2.) 「제2기 미션 이노베이션(MI 2.0) 출범」 보도자료

7) 조성환 현대모비스 대표이사

NIGT BRIEF

본 NIGT BRIEF의 내용은 필자의 개인적 견해이며,
연구소의 공식적인 의견이 아님을 알려드립니다.



07328 서울특별시 영등포구 여의나루로 60 여의도포스트타워 14층
TEL 02)3393-3900 FAX 02)3393-3919~20 www.nigt.re.kr