

한일 수소차(FCEV)

정책목표 설정에 관한 연구

한국과 일본의 정책전문가 인식비교를 중심으로 *

이유현·김민정·박성빈

이유현(李侑炫)(제1저자) 아주대학교 행정학과/과학기술정책대학원 조교수. 파리1대학 팡테옹 소르본느(Paris 1 Pantheon-Sorbonne)에서 공법학 박사학위를 취득하였다. 최근 연구로는 『기후변화와 정치경제: 국제통상, 기업, 기술』(공저, 박영사, 2023), "Revisiting Actors' Role in Circular Economy Governance: A Case for Waste Batteries of Electric Vehicles in South Korea"(*Environmental Engineering Research*, 2024), "Identifying Typologies of Synthetic Energy Justice: Eco-centric and Anthropocentric Perspectives"(*Energy&Environment*, Forthcoming) 등이 있다.

김민정(金旻靜)(공동저자) 한국소비자원 책임연구원. 성균관대학교 국정전문대학원에서 행정학 박사학위를 취득하였다. 아주대학교 사회과학연구소 에너지전환정책연구센터 연구조교수로 근무하였고, 현재는 한국소비자원 정책연구실 책임연구원으로 있다. 최근 연구로는 『에너지전환정책의 이론과 현실』(공저, 박영사, 2023), 「과확문화 전파를 위한 정책설계와 거버넌스 연구」, 「사회신뢰가 환경 및 에너지 문제 인식의 강화에 미치는 영향 분석」 등이 있다.

박성빈(朴盛彬)(교신저자) 아주대학교 행정학과/국제학부/과학기술정책대학원 교수. 일본 쓰쿠바대학(筑波大学)에서 국제정치경제학 박사학위를 취득하였다. 현대일본학회 편집위원장(2021~2024), 한일차세대학술포럼 운영위원·편집위원 등을 역임(재임)하였다. 최근 연구실적은 『아베노믹스와 일본경제의 미래: 장기불황과 3개의 화살』(박영사, 2019), 『미중전략경쟁 시대 지정학적 리스크와 경제안보』(공저, 대외경제정책연구원, 2022), 「아베-시진핑 이후 중일관계의 변화」(『일본연구』, 공저, 2022) 등이 있다.

* 본 연구는 2022학년도 아주대학교 일반연구비 지원으로 연구되었으며, 2021년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 일반공동연구지원사업의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2021S1A5A2A03068334).

<https://doi.org/10.29154/ILBI.2024.30.298>

1. 들어가며

한일 양국은 1965년 한일 국교 정상화 이후 우여곡절을 겪으면서도 긴밀한 협력관계를 구축해 왔다. 청구권 자금·엔 차관 등 자금협력이나 기술협력 등은 한국의 산업화를 촉진하는 데 기여했다고 평가할 수 있다.¹ 기존의 한일협력 모델은 일본이 한국에 경제적 지원(수직적 협력관계)을 하는 형태에 가까웠다.² 그러나 한일 간의 경제발전 격차가 점차 축소되면서, 한일 경제협력 모델은 점차 수평적 협력 모델로 변화해 가고 있다. 제3국 시장에서는 한일 기업 간의 경합성이 증가하면서, 협력보다는 경쟁의 측면이 두드러지기도 한다. 또한, 2012년경부터 가중된 한일 간의 정치적 갈등은 양국 간 경제협력에도 부정적인 영향을 주었다.³

최근 한국 윤석열 대통령의 방일로 개최된 한일 정상회담(2023년 3월)과 일본 기시다 총리의 방한으로 개최된 한일 정상회담(2023년 5월)으로 인해 한국과 일본 양국에 우호적인 기류가 형성되었다. 한일 양국은 자동차, 반도체 등 주력 수출산업이 비슷하고, 제3국 시장에서 한일 기업 간의 경합성이 증가하고 있는 것은 사실이지만, 수소경제 분야는 양국 모두에게 협력의 가능성이 큰 분야로 새롭게 인식되고 있다(전경련 보도자료⁴). 한일 관계 개선과 같은 외교적인 기회요인과 더불어 국제사회의 기후변화 패러다임에서도 ‘수소 산업’은 중요한 의제이며, 특히 에너지와 교통에 있어서 ‘수소’는 매우 중요한 의제로 다뤄진다. 기후변화에 기인한 기후 위기를 극복하고, 2050년까지 탄소중립을 실현하기 위한 수소경제 사회로의 전환은 교통, 에너지, 산업 분야에서 한국과 일본 양국의 중요한 정책목표로 부상하였다.

1 김도형, 「한국 경제발전과 한일 경제 관계의 전개」, 김도형·아베 마코토 편, 『한일관계사: 1965~2015(Ⅱ 경제)』, 역사공간, 2015.

2 아베 마코토, 「한일 경제 관계의 과거·현재·미래: 철강산업을 중심으로」, 『일본비평』 24호, 2021, 84~111쪽.

3 박성민, 「한일경제협력과 경쟁」, 『동북아역사포커스』, 동북아역사재단, 2023.

4 대외경제정책연구원, 「최근 글로벌 이슈 대응을 위한 한일 협력방안」, 전국경제인연합회, https://www.fki.or.kr/main/news/statement_detail.do?bbs_id=00034930&category=ST(최종 검색일: 2023. 6. 1.).

수소차(FCEV) 산업 및 정책은 두 가지 큰 정책적 기조와 맥락을 같이한다. 첫 번째로, 환경적 측면을 들 수 있다. 도로교통은 대기오염의 주요 원인일 뿐 아니라,⁵ 온실가스 배출에 기인한 기후변화 문제와 직·간접적으로 연결되어 있다.⁶ 특히 한국과 일본을 비롯한 프랑스, 독일 등에서는 2050년 장기 목표로서의 탄소중립(carbon neutrality, net zero) 달성을 국가적 비전으로 제시하였다. 탄소중립이라는 전 세계 공동의 새로운 정책목표를 달성하기 위해 교통 분야의 온실가스 감축 달성이 핵심적인 과제로 고려되고 있다.⁷ 한국의 경우 발전과 산업부문의 온실가스 감축관리는 비교적 잘 되어 왔으나, 교통부문은 에너지나 산업부문에 비해 정책적 관심이 부족했기에,⁸ 전기차나 수소차 등과 같은 친환경차가 좋은 대안이 될 수 있다.⁹ 일본 역시 자동차 산업에 있어서 ‘100년 만의 큰 변화’라고 명명할 정도로 환경 관련 문제를 고려한 친환경차의 개념이 유행하고 있다.¹⁰

두 번째로 산업적 측면을 들 수 있다. 온실가스 감축에 대한 필요성과 더불어 시민사회의 환경 의식의 성장, 전기차, 수소차 등에 대한 구매력 증가, 다양한 친환경차 선택권 보장 등은 수소차를 포함한 친환경차에 대한 수요를 증가시키고,¹¹ 친환경차 산업 생태계를 견인하는 동력이 되고 있다.¹² 즉, 수소차 산업 관련 정책은 한일 양국 모두에게 탄소중립과 산업 발

- 5 V. Mavrin et al., "Reduction of Environmental Impact from Road Transport Using Analysis and Simulation Methods," *Transportation Research Procedia* 50, 2020, pp. 451~457.
- 6 B. A. Gyamfi et al., "Beyond the Environmental Kuznets Curve: Do Combined Impacts of Air Transport and Rail Transport Matter for Environmental Sustainability Amidst Energy Use in E7 Economies?," *Environment, Development and Sustainability* 24(10), 2022, pp. 1~19.
- 7 C. Su et al., "Can New Energy Vehicles Help to Achieve Carbon Neutrality Targets?," *Journal of Environmental Management* 297(1): 113348, 2021.
- 8 이유현·박민주, 「탄소중립 시대 친환경차 산업정책의 정책과제와 방향성 연구」, 『대한교통학회지』 40권 1호, 2022, 11~26쪽.
- 9 이동섭 외, 「수소연료전기자동차 및 수소충전소 보급활성화 방안 연구: 경상북도를 중심으로」, 『대한환경공학회지』 44권 12호, 2022, 560~568쪽.
- 10 여인만, 「한일 자동차 산업의 협력과 경쟁」, 『일본비평』 24호, 2021, 52~83쪽.
- 11 김재경·권성욱, 「수소연료전지 자동차 (FCEV) 충전용 수소 시장조성을 위한 정책연구」, 『에너지경제연구원 수시연구보고서』, 2018, 1~102쪽.
- 12 조도·이민재, 「다이아몬드 모델을 활용한 친환경 자동차 산업의 경쟁우위 고찰」, 『경영컨설팅연구』 22권 2호, 2022, 229~242쪽.

전을 위한 핵심의제로 인식되고 있다.

본 연구의 주요 연구 질문을 논의하기에 앞서, 몇 가지 전제조건을 정리해 보고자 한다. 우선, ‘수소는 에너지인가?’ 하는 문제다. 수소(H₂) 자체는 에너지원이 아니라 에너지 저장체(energy carrier)의 역할을 한다. 수소를 에너지원으로 사용하기 위해서는 개질이나 전기분해의 공정을 통해 부생가스, 천연가스, 물 등에서 추출하거나 생산하는 과정이 필요하다. 그러므로 수소를 공기 중 산소와 화학반응을 하도록 하여 전기를 생산하는 수소연료전지(fuel cell) 등이 수소를 에너지원의 역할을 하도록 하는 대표적인 예로 볼 수 있다. 국내 정책에서 수소에너지가 에너지원으로서 인식되는 이유는 국내법(신에너지 및 재생에너지 개발·이용·촉진에 관한 법률 제2조 1항)에서의 정의가 수소를 에너지 캐리어가 아닌 에너지 자체로 정의하고 있기 때문이다.¹³ 공교롭게도 일본 역시 수소를 신에너지의 하위범주로 정의하고 있다. 또한 ‘신에너지’라는 용어를 사용하는 국가도 전 세계 국가 중 한국과 일본만 해당한다.¹⁴ 따라서 양국이 법적인 측면에서 수소를 에너지원으로 인식하고 있다는 점에서 수소에 대한 유사한 인식구조에 기반을 두고 있음을 확인할 수 있다.

두 번째로, ‘일본과 한국은 수소발전 수준에 있어서 유사한 충위를 가지는가?’에 관한 문제다. 일본은 한국과 마찬가지로 에너지의 조달을 해외수입에 크게 의존하고 있으며, 후쿠시마 사태 이후로 낮은 원자력 수용성, 에너지 가격 불안정으로 인해 수소를 일찍이 미래 에너지원 중 하나로 고민해

13 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법(약칭: 신재생에너지법) 제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

1. “신에너지”란 기존의 화석연료를 변환시켜 이용하거나 수소·산소 등의 화학 반응을 통하여 전기 또는 열을 이용하는 에너지로서 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것을 말한다.

가. 수소에너지

나. 연료전지

다. 석탄을 액화·가스화한 에너지 및 중질잔사유(重質殘渣油)를 가스화한 에너지로서 대통령령으로 정하는 기준 및 범위에 해당하는 에너지

라. 그 밖에 석유·석탄·원자력 또는 천연가스가 아닌 에너지로서 대통령령으로 정하는 에너지

14 Y. Lee and I. Seo, “Sustainability of a Policy Instrument: Rethinking the Renewable Portfolio Standard in South Korea,” *Sustainability* 11(11): 3082, 2019.

왔다. 그런데도 양국의 수소 산업 발전 속도는 예상외로 느린 실정이다. 우선 수소는 우주 질량의 75%를 차지할 정도로 풍부하며, 산소와 화학반응을 통해 열과 전기를 생산하고, 탄소배출이 없거나(그린수소), 탄소 포집, 저장, 활용(CCUS)을 통해 탄소배출이 적은(블루수소) 환경친화적 에너지원이다. 다만 수소는 폭발 위험이 상존한다는 단점이 있다. 이 외에도 고도의 저장기술이 필요하고, 아직 수소생산 기술이 고도화되지 못해 부생수소에 의존하고 있으므로, 온실가스 배출 감소 효과 또한 다소 미미(그레이수소)하다는 한계를 가진다.¹⁵ 이러한 기술적인 한계는 한국정부와 일본정부가 고민하는 공통의 난제일 뿐만 아니라 전 세계 주요국(미국, 호주, EU, 중국 등)이 공통으로 겪고 있는 어려움이라 볼 수 있다.¹⁶

세 번째로, '한국과 일본 모두 수소경제로의 전환을 목표로 하고 있는가?'의 문제다. 이는 일본과 한국의 수소에너지 관련 계획을 통해 확인할 수 있는데, 양국 모두 '수소경제'를 명시하고 있기에 정책적으로 같은 목표를 지향하고 있다고 볼 수 있다. 일본의 경우에는 2014년 4월에 발표된 신에너지 기본계획에서 수소경제 실현을 위한 정책을 제안하였다. 이후 2017년 12월 수소기본전략을 발표하면서 2050년 장기 정책 방향성을 제시하였으며,¹⁷ 2023년 5월 기존 수소 전략을 전면적으로 개정하는 야심 찬 목표를 발표하였다. 한국정부 역시 수소경제의 중요성을 인식하고, 2019년 수소경제 활성화 로드맵을 제시하였다. 특히 수소차와 수소연료전지발전 중심의 수소경제 선도국가를 비전으로 제시하였고, 세계 최초로 수소법을 제정하였으며, 2050 탄소중립 선언 및 법제화를 통해 에너지 부문에서의 수소경제를 추진하기 위한 동력을 확보하였다.

이처럼 본 연구의 배경이 되는 전제조건에 관한 세 가지 자문자답을 통

15 Y. Lee et al., "Barriers and Strategies of Hydrogen Fuel Cell Power Generation Based on Expert Survey in South Korea," *International Journal of Hydrogen Energy* 47(9), 2022, pp. 5709~5719.

16 천강·김진수, 「주요국의 수소경제 지원 정책과 시사점」, 『한국자원공학회』 57권 6호, 2020, 629~639쪽.

17 METI, "Basic Hydrogen Strategy," *Ministry of Economy, Trade and Industry, Japan*, 2017.

해 본 연구의 범위가 되는 한국과 일본의 수소차 산업정책을 비교하는 것의 필요성과 타당성을 살펴볼 수 있었다. 이러한 배경에 근거하여 본 연구를 통해 탐색하고자 하는 연구 질문은 아래의 두 가지다.

연구 질문 1: 한국과 일본의 수소차 정책 수준에 대한 인식은 어떠한가?

연구 질문 2: 한국과 일본의 수소차 정책의 향후 정책목표는 무엇인가?

위 연구 질문에 관한 분석을 위해 서론 이후의 내용은 다음과 같은 순서로 전개된다. 제도적·이론적 배경에서 한국과 일본의 수소차 산업정책 현황에 대해 문헌조사를 통해 분석하고, 분석의 토대가 될 이론에 해당하는 정책목표 이론과 사회시스템 이론에 관한 설명을 덧붙이고자 한다. 이어서 이론에 근거한 분석 틀을 제시하여 수소경제 사회와 기술, 제도, 사회혁신의 관계에 대해 직관적인 이해가 가능하게 하고자 한다. 또한 관련 선행연구를 제시하고, 본 연구에서 시행한 전문가 조사에 관한 구체적인 연구 방법을 설명하고자 한다. 분석 결과는 연구 질문을 중심으로 설명하고 해석하며, 이후 분석 결과를 토대로 한 정책적 시사점을 제시하는 것으로 본 논문을 마무리하고자 한다.

2. 제도적·이론적 배경

1) 한국과 일본의 수소차 산업정책

한국의 수소차 산업정책은 주요 계획, 주요 법제를 기반으로 산업통상자원부, 환경부, 과학기술정보통신부 등의 정부 부처와 수소경제위원회 등의 핵심적인 정책행위자들이 정책을 끌어 나가고 있다. 우선 수소차 산업정책은 한국과 일본 양국에서 수소경제 정책의 하위 정책으로 고려되고 있다. 그러므로 수소차 산업정책의 현황을 파악하기 위해서는 수소경제 정책의 거시적인 방향성에 대한 이해와 비교가 필요하다.

한국은 지난 문재인 정부의 2019년 수소경제 활성화 로드맵 발표 이후 2022년까지 6만 7,000대의 수소차를 보급하고, 수소충전소 310기를 보급하는 야심 찬 계획을 추진해 왔다. 그러나 2022년 12월 기준 수소차 등록 대수는 2만 9,000여 대, 수소충전소는 229기를 건설하는 데 그쳐 정부의 목표를 달성하는 데 실패하였다.¹⁸ 수소경제 활성화 로드맵상 한국의 수소경제 비전과 목표는 수소경제 전 주기 생태계 구축으로 수소경제를 선도하는 것이다. 이를 위해 청정수소 공급망 이니셔티브를 추진하고, 상용 수소차 연료 보조금을 지원하며, 신규 수소차 구매 보조금에 대한 지원을 최대 3,750만 원까지 확대하는 구체적인 계획을 세웠다. 이후 2021년 11월 26일에 발표된 제1차 수소경제 이행 기본계획은 2021년 2월부터 시행된 수소경제 육성 및 수소안전관리에 관한 법(이하 수소법) 제정 이후, 동법에 근거하여 제정된 첫 수소 산업 분야의 법정계획이다(동법 제4조). 수소경제 이행 기본계획은 수소생산과 공급에 관한 수급 계획, 수소경제 이행을 위한 제도 수립과 정비, 자원 조달과 더불어 수소경제 사회를 위한 기반을 조성하는 내용을 담고 있다. 특히 동 계획에서는 수소모빌리티 세계시장을 선도하는 야심 찬 목표를 제시하였고, 승용차 용도의 수소차는 2025년까지 상업적 양산 수준인 연 10만 대 생산을 추진하고, 상용차 용도의 수소 트럭과 수소 버스는 2025년까지 연 2,000대의 내연기관차 수준의 생산을 목표로 하고 있다. 이에 더해 화물 카트, 견인 트럭, 항만 내 장비, 항만 출입 차량, 지게차, 무인 운반차 등의 특수차도 수소차로 전환하고, 조기에 상용화하는 목표를 수립하였다. 특히 수소 버스의 보급을 지원하기 위해 모빌리티 펀드의 조성, 차량 구매비용 및 연료비용 보조 등 수소 버스에 대한 지원을 강화하는 방안을 제시하였다.

수소차 정책과 관련된 가장 최근의 논의는 2022년 11월에 개최된 수소경제위원회에서 이루어졌다. 현 윤석열 정부는 2022년 11월 수소경제위원

18 월간수소경제, 「[수소상용차 시장 확대 ①] 수소경제 활성화 기폭제 상용차 확산 '사활」, <https://www.h2news.kr/mobile/article.html?no=10697>(최종 검색일: 2023. 6. 1.).

회를 개최하여 수소 산업 발전의 방향성과 목표치를 구체적으로 제시하였다. 그동안의 수소 산업은 수소 승용차와 발전용 연료전지의 활성화에 국한되어 선진국 대비 격차가 발생하였고, 화석연료 기반의 그레이수소에 대한 의존도가 높아 온실가스 감축 효과가 크지 않았다. 향후의 수소경제 정책의 방향성은 기존 승용차뿐만 아니라 수소 버스, 수소 트럭 등 대형 수소 모빌리티에 집중하여 규모와 범위의 경제를 실현하고자 하는 계획이다. 또한 세계 최대수준의 액화 수소 플랜트의 구축과, 이를 기반으로 수소액화충전소를 확대하는 계획이 포함되어 있다. 보다 구체적으로 수소 모빌리티의 경우에는 2030년 수소 상용차 3만 대 보급과 액화수소충전소 70개소 보급을, 2036년 청정수소 발전 비중 7.1%를 목표로 하고 있으며, 이를 통해 2030년 47조 1,000억 원의 경제효과와 9만 8,000명 고용 창출, 온실가스 약 2,800만 톤을 감축하고자 하는 야심 찬 목표를 설정하였다. 또한 기술 부문에 있어서 수소차의 기술 초격차를 확보하고, 차세대 모빌리티 기술을 선점하고자 하는 목표를 수립하였다.¹⁹

수소차 정책과 관련된 일본의 최근 논의를 살펴보면, 2020년 12월 일본정부는 '2050년 탈탄소에 따른 성장 전략'과 '그린성장전략' 등에서 수소를 탈탄소 및 경제성장을 위한 중점 기술로 명시하였으며, 기존 '수소기본전략'(2017)을 개정하여, 2023년 5월 신 수소기본전략을 발표하였다. 구 수소기본전략(2017)에 비해, 2023년 신 수소기본전략은 향후 15년간 민관합동으로 15조 엔을 수소 관련 산업에 투자하여 수소 활용 확대와 더불어, 산업 경쟁력 강화를 중시하는 등 '산업전략'적 측면이 한층 더 강화되었다. 또한, 수소에 있어서도 일본 에너지정책의 기본기조에 해당하는 "S+3E"²⁰를 중시하고 있다는 점을 재차 확인하고 있다. 신 수소기본전략에서는 일본의 수

19 산업통상자원부, 「새정부 첫번째 수소경제위원회 개최, 수소산업 본격 성장을 위한 정책방향 제시」, www.motie.go.kr/motie/nc/press/press2/bbs/bbsView.do?bbs_cd_n=81&bbs_seq_n=166317(최종 검색일: 2023. 6. 1.).

20 S+3E란 일본의 에너지정책 기조를 나타내는 용어로서, S(Safety: 안전성)+3E(Energy Security, Economic Efficiency, Environment: 에너지 안전보장, 경제 효율성, 환경 적합)를 의미한다.

소 전략이 탈탄소, 에너지의 안정공급, 경제성장이라는 일석삼조(一石三鳥)의 효과를 거둘 것으로 설명한다. 또한, 수소 관련 기술 중에서도 특히 '연료전지'가 자동차, 선박, 철도 등 다양한 용도로 쓰이고 있는 핵심기술이라는 점에 주목하여, 연료전지의 산업화와 국내외 수요 확대의 중요성을 강조하였다. 수소 자동차에 관해서는 수소차 보급과 수소충전소 정비를 추진하면서, 승용차와 더불어 수요 확대가 예상되는 상용차(특히 트럭, 버스 등)에 대한 지원에 초점을 맞출 것을 강조하고 있다. 수치 목표로서는 2030년까지 승용차 환산 80만 대(수소 소비량 8만 톤) 보급과 수소충전소 1,000기 설치라는 수치 목표를 제시하고 있다. 각 중앙 성청별 수소자동차 관련 주요 시책을 살펴보면, 경제산업성을 중심으로 에너지 수급 고도화 대책(연료전지자동차 보급 촉진을 위한 수소충전소 정비사업보조금, 그린에너지 자동차 도입 사업비 보조금, 수소에너지 제조·저장·이용 등에 관한 기술 개발사업)이 있고, 환경성을 중심으로 탈탄소 지역 수소공급망 구축사업, 수요 활용에 의한 운송 부문 탈탄소 지원 사업이 있으며, 국토교통성을 중심으로 한 자동차 분야의 그린 트랜스포메이션(GX)의 추진 등이 이루어지고 있다. 특히 2023년 예산안(개산요구 기준)에서는 경제산업성, 환경성, 국토교통성이 총 771억 엔 정도를 수소 또는 연료전지에 초점을 둔 예산으로 투입할 예정이다.

한일 수소 정책을 비교해 보면 다음과 같은 공통점을 정리해 볼 수 있다. 첫째, 한일 모두 수소차를 비롯한 수소를 탈탄소 및 경제성장을 실현하는 데 필요한 에너지원으로 보고 있다. 특히 수소를 에너지 캐리어가 아닌 신에너지의 분류로 보는 것은 한국과 일본을 제외한 유럽 국가나 국제기구에서는 찾아보기 어렵다.²¹ 둘째, 한일 양국은 모두 수소에너지를 활용한

21 Y. Lee and I. Seo, "Sustainability of a Policy Instrument: Rethinking the Renewable Portfolio Standard in South Korea"; Y. Lee et al., "Improving public acceptance of H2 stations: SWOT-AHP analysis of South Korea," *International Journal of Hydrogen Energy*, 46(34), 2021, pp. 17597~17607. 특히 임은정은 "두 나라 모두 화석연료와 같은 천연자원이 부족한 국가이기 때문에 저탄소 청정에너지원이자 신에너지인 수소를 바라보는 관점을 비교하는 것이 의미가 있다"고 보았다. 임은정, 「제8장 기후변화 대응의 한·일 비교: 녹색기술 관련 정책을 중심으로」, 이태동 외, 『기후변화의 정치경제: 국제통상, 기업, 기술』, 박영사, 2023, 241~259쪽.

〈표 1〉 한국과 일본의 수소경제 및 수소차 정책 비교

기준	한국	일본
수소차 주요 계획 (수립연도)	<ul style="list-style-type: none"> 수소경제활성화 로드맵(2019) 제1차 수소경제 이행기본계획(2021) 수소기술 미래전략(2022) 제4차 친환경자동차 기본계획(2021~2025) 환경친화적 자동차 보급 시행계획(2023) 	<ul style="list-style-type: none"> 수소기본전략(2017) 수소·연료전지 로드맵(2019년 3월) 수소·연료전지 기술개발 전략(2019년 12월) 2050 탄소중립선언(2020년 10월) 그린성장전략 책정(2020년 12월) 제6차 에너지기본계획(2021) 지구온난화대책 계획(2021) 그린 트랜스포메이션 기본방침(2023년 2월) 수소기본전략(2023년 5월)
수소차 주요 법제 (제정연도)	<ul style="list-style-type: none"> 수소경제육성 및 수소안전관리에 관한 법률(2021) 환경친화적자동차의 개발 및 보급촉진에 관한 법률(2005) 대기환경보전법 	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 사용 합리화 및 비화석 에너지 변환 등에 관한 법률(2022 개정) 에너지공급구조 고도화법(2023) 고압가스보안법(2022 개정) 도로운송차량법(2023 개정)
수소차 주요 행위자	<ul style="list-style-type: none"> 수소경제위원회 산업통상자원부 수소경제정책과 및 수소산업과 과학기술정보통신부 기후환경대응팀 환경부 대기미래전략과 	<ul style="list-style-type: none"> 재생가능에너지·수소 등 관계각료회의 경제산업성 자원에너지청 신에너지 시스템과 제조산업국 자동차과, 제조산업국, 산업기술환경국 국토교통성 자동차국, 종합정책국 환경성 지구환경국
수소차 주요 목표	<ul style="list-style-type: none"> 청정수소 공급망 구축 및 세계 1등 수소산업 육성 수소버스와 수소트럭 등 대형 수소모빌리티 보급 확산 수소 액화충전소 확대 수소차와 연료전지 위주의 기술개발 	<ul style="list-style-type: none"> 수요와 공급 일체 개혁을 통한 수소 도입량 확대와 공급 비용 절감을 목표로 함 기존 승용차 이외에 상용차 분야에 중점화 수소충전소 확충 연료전지의 산업화(국내외 시장을 일체적으로 파악)
수소차 보급목표 (한국: 2030년 /일본: 2023년)	<ul style="list-style-type: none"> 수소상용차 3만 대 보급 액화수소충전소 70개소 보급 	<ul style="list-style-type: none"> 수소 승용차 환산 80만 대(수소 소비량 8만 톤/년) 수소충전소 1,000기 정도 * 수소기본전략 2023에 의함

출처: 한일 양국 정부나 언론 자료 등을 바탕으로 저자 작성.

모빌리티 산업 중 승용차에서 트럭, 버스 등의 상용차로 관심을 전환하고 있다. 셋째, 한일 양국은 모두 수소 모빌리티 산업의 발전을 위해, ‘연료전지’ 관련 기술과 산업의 발전에 초점을 두고 있다. 전반적으로 한일 양국의 수소차를 비롯한 수소경제에 관한 관심은 비슷한 양상을 보인다. 그러나 일

본에서 최근 수소 전략의 전면 개정이 이루어진 점 등을 고려한다면, 일본이 수소 전략의 방향성과 수단, 목표 등에 대한 과감한 목표를 제시하는 등 수소 전략에 대한 정책적 관심을 급격하게 높이고 있다고 평가할 수 있다.

2) 정책목표 이론과 사회시스템 이론상의 기술과 제도발전의 관계

정책목표란 정책을 통해 달성하려고 하는 미래상 혹은 바람직한 상태를 말한다.²² 정책목표의 설정은 현실에 대한 문제점 인식, 불만, 개선 욕구에서 시작되며, 더욱 이상적인 상태로의 가치 창조적 활동이라 볼 수 있다.²³ 또한 정책목표 수립의 당위성은 현재 상태에 대한 진단을 통해, 현재 상태에서 당면한 문제를 해결하고, 지금보다 더 나은 상태로 개선하고자 하는 데에서 찾아볼 수 있다.²⁴ 따라서 정책목표는 미래지향적이며, 변화 지향적이다. 또한 가치에 대한 주관적 판단이 포함되어 있으며, 이러한 가치 판단을 포함하는 자체가 하나의 특징이라 볼 수 있다. 정책목표는 정책 과정(policy cycle)의 각 단계에서 중요한 구실을 하는데, 특히 정책 형성과정에서 최선의 대안을 선택하는 판단기준으로 작용하며, 목표 달성 수준이 높은 대안일수록 좋은 정책대안으로 평가받는다.²⁵ 정책목표를 설정하는 가장 체계적인 방법으로 정책학자인 던(Dunn)은 6가지의 원천, 즉 권위(authority), 통찰력(insight), 혁신적인 분석 방법(innovative methods of analysis), 과학적 이론(scientific theory), 동기(motivation), 유사사례(parallel case)를 제시하고 있다.²⁶ 이에 본 연구에서는 권위와 통찰력, 혁신적인 분석 방법, 유사사례의 4가지 원천에 근거하여 정책문제를 세분화하고, 각각의 정책문제를 해결하기 위한 한국과 일본의 정책전문가 조사 결과를 분석해, 정책목표를 수립하고자 한다.

수소차 정책은 큰 범주에서 수소경제 정책에 포함된다. 실제로 한국과

22 권기현, 『정책분석론』, 박영사, 2010, 97쪽.

23 권기현, 『정책분석론』.

24 유훈, 『행정학원론』, 법문사, 1983.

25 권기현, 『정책분석론』.

26 권기현, 『정책분석론』.

일본 양국에서는 각각 제2차 수소경제 기본계획, 수소경제 활성화 전략 내의 하부 정책으로 수소차 정책의 방향성을 제시하고 있다. 이에 본 연구에서는 사회기술 시스템 이론에 근거하여, 기술적·제도적 접근을 통해 향후 궁극적인 수소경제 활성화를 위한 수소차 정책목표를 설정하고자 한다. 기본적으로 사회기술 시스템 이론은 정책설계에서 사회적, 기술적 요소가 조화롭게 고려되어야 한다고 주장한다.²⁷ 호프만(Hoppmann) 등²⁸ 및 라우버(Lauber)·야콥슨(Jacobsson)²⁹은 사회기술 시스템과 에너지 기술 부문의 상호작용을 강조하며, 특히, 사회기술 시스템의 제도적 구성요소인 법률, 규칙, 규정의 역할을 강조한 바 있다.³⁰ 또한 국내 학자들의 연구에서도 이러한 기술혁신과 사회, 제도 간 관계에 주목한 학자들의 연구를 찾아볼 수 있으며, 특히 양자 간의 학습 작용에 주목하여 연구한 경우, 이러한 기술과 제도의 학습이 사회변화를 수반하게 된다고 보고 있다.³¹ 본 연구에서도 기술과 제도의 상호작용과 학습작용에 주목하고자 하였으며, 궁극적으로는 사회혁신으로 나아가는 공진화를 추구하였다.³²

수소차 정책의 발전은 사회기술 시스템 이론상의 사회적(제도적) 요소와 기술적 요소의 조화와 상호작용을 통해 이루어질 수 있다.³³ 특히 기술 개발

27 M. Sony and S. Naik, "Industry 4.0 Integration with Socio-technical Systems Theory: A Systematic Review and Proposed Theoretical Model," *Technology in Society* 61: 101248, 2020.

28 J. Hoppmann et al., "Compulsive Policy-making: The Evolution of the German Feed-in Tariff System for Solar Photovoltaic Power," *Research Policy* 43(8), 2014, pp. 1422~1441.

29 V. Lauber and S. Jacobsson, "The Politics and Economics of Constructing, Contesting and Restricting Socio-political Space for Renewables: The German Renewable Energy Act," *Environmental Innovation and Societal Transitions* 18, 2016, pp. 147~163.

30 D. L. Edmondson et al., "The Co-evolution of Policy Mixes and Socio-technical Systems: Towards a Conceptual Framework of Policy Mix Feedback in Sustainability Transitions," *Research Policy* 48(10): 103555, 2019.

31 정선양, 「국가혁신시스템에 관한 이론적 고찰: 사용자-생산자 관계의 측면에서」, 『과학기술정책동향』 10월호, 1996, 46~59쪽.

32 성지은·송위진, 「총체적 혁신정책의 이론과 적용: 핀란드와 한국의 사례」, 『기술혁신학회지』 10권 3호, 2007, 555~579쪽; 한세억, 「제4차 산업혁명의 창조적 제도화에 대한 연구」, 『한국지역정보학회지』 20권 3호, 2017, 111~133쪽; 한세억, 「기술혁신과 법제적 대응: 기술과 법제의 공진화」, 『융합사회와 공공정책』 13권 4호, 2020, 56~85쪽; 이유현·김경민, 「수상태양광 정책의제설정 연구: 기술과 제도의 공진화 관점」, 『한국물환경학회지』 37권 6호, 2021, 493~500쪽.

33 이유현·김경민, 「수상태양광 정책의제설정 연구: 기술과 제도의 공진화 관점」, 493~500쪽.

과 제도적 개발은 상호 학습 관계에 있으므로, 기술혁신과 제도는 상호 학습을 통해 궁극적인 경쟁력을 강화하는 과정을 거치게 된다. 기술혁신과 제도의 관계는 점진적으로 상호 발전하게 되며, 이 두 요소 간의 상호작용은 사회변화와 사회혁신으로 이어지게 된다. 또한 이러한 기술, 제도, 사회의 변화와 혁신은 궁극적인 정책목표 달성을 용이하게 하며, 특히 수소차 정책분야의 정책목표 달성을 통해 수소경제 사회로의 전환이 가능하게 된다.

3. 선행연구와 연구 방법

1) 주요 선행연구 검토

지금까지 논의한 바와 같이 수소차 정책은 그간 더 큰 범주인 수소경제 정책 안에서 다루어졌고, 수소를 하나의 에너지 자원으로 고려하면서 정책적 논의 또한 활성화되었다. 수소가 에너지원으로서 어떻게 활용될 수 있는지, 수소를 연료로 활용하는 전기 자동차(FCEV)의 상용 범위는 어디까지 확장될 수 있을지를 논의하기 위해 초기에는 기술적 측면의 요소를 고려하여 적용 가능성을 타진하는 연구들이 주로 이루어졌다.

우드(Wood)는 급속 수소 연료 전지 전기차(FCEV)의 상용화에 미치는 영향에 대한 연구를 통해, 급속 수소 연료 전지 전기차(FCEV)가 배터리 전기 자동차(BEV)에 비해 뛰어난 주행 범위와 빠른 연료 보급 시간이라는 강점이 있고, 배기가스 또한 감축할 수 있음을 주요 이점으로 보았다. 이를 상용화하기 위해서는 시장 도입에 대한 장벽을 해결해야 한다는 점과 새로운 수소 인프라 비용에 관한 고려, 수소화합물 저장, 연료전지 하이브리드 차량 파워트레인 설계의 최적화 등이 필요하다고 분석하였다.³⁴ 부시(Bush) 등은 수소차 도입에 관한 시장 내 장벽과 기존 데이터 및 가정 등을

34 D. Wood, "Impacting Rapid Hydrogen Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV) Commercialization," in *Impacting Commercialization of Rapid Hydrogen Fuel Cell Electric Vehicles (FCEV): System Cost Reduction and Subcomponent Performance Enhancement*, SAE, 2016, pp. i~xviii.

고려하여 수소차(FCEV)나 수소충전소 시나리오를 제시하였다.³⁵ 무라토리(Muratori) 등은 수소차(FCEV)를 상용화하고 지원하기 위해 수소 충전 인프라를 어떻게 구축할 것인지에 대해 모델링하는 연구를 수행하였다. 이를 위해 NREL(National Renewable Energy Laboratory) 시나리오 평가 및 지역화 분석(SERA) 모델을 제시하며 사례연구를 통해 수소차 채택에 관한 두 가지 대안적 시나리오를 탐색하고, 미국에서의 수소차 상용화 및 활성화에 관한 가능성을 모색하며, 충전소 구축 및 위치 등에 관한 시사점을 제시하였다.³⁶ 기스(Gis) 등은 전기차(BEV) 및 수소차(FCEV)의 세계적 현황을 분석하면서 자동차에 관한 새로운 연구 가능성을 논의하며, 수소충전소 인프라 개발에 관한 시사점을 제시하였다.³⁷ 이와 같은 선행연구는 앞서 사회기술 시스템 이론에서 기술과 사회, 기술과 제도 간의 상호작용을 보여 주고 있다. 즉 기술의 발전과 해당 기술에 관한 근본적인 주제영역을 다루면서도 동시에 이 사회에 적용하고 활성화되는 데 필요한 부분이 무엇인지, 기술적으로 준비되어 있다고 하더라도 국가나 도시 차원에서 어떠한 부분을 고려하여 인프라를 구축해야만 상용화될 수 있는지 등과 같이 사회와 제도에 관한 이슈를 함께 포괄하고 있다.

연구마다 기술, 사회, 제도 그리고 이를 토대로 나타나는 다양한 역동을 포괄하고 있으나, 앞서 살펴본 선행연구들의 경우 기술적인 부분에 관한 검토를 중심으로 사회와 제도에 관한 논의를 하였다면, 이번에는 제도적 차원에 좀 더 중점을 두고 수행한 연구를 살펴보고자 한다. 아즈니(Azni) 등은 수소 연료전지에 관한 미국, 독일, 한국의 법적 체계를 분석하고 이를 통해 말레이시아 규제 모델에 관하여 논의하였다.³⁸ 휘(Huo) 등은 중국 자동차

35 B. Bush and M. Melaina, "National FCEV and Hydrogen Fueling Station Scenarios," United States, 2016.

36 M. Muratori et al., "Modeling Hydrogen Refueling Infrastructure to Support Passenger Vehicles," *Energies* 11(5): 1171, 2018.

37 W. Gis and J. Merksiz, "The Development Status of Electric (BEV) and Hydrogen (FCEV) Passenger Cars Park in the World and New Research Possibilities of These Cars in Real Traffic Conditions," *Combustion Engines* 178(3), 2019, pp. 144~149.

38 M. A. Azni and R. Md. Khalid, "Hydrogen Fuel Cell Legal Framework in the United States, Ger-

제품에 대한 환경세 제도 설계 및 환경 편익에 관한 연구를 수행하여, 환경 보호를 목적으로 시행되는 과세제도를 검토하였다.³⁹ 리(Li) 등은 수소충전소 보조금 전략이 중국의 수소차 시장 확산에 미치는 영향에 관하여 분석하고자 하였으며, 정부 보조금 전략이 정부와 담당 계획 부서, 그리고 소비자들 간에 어떤 효과를 나타내는지 분석해 적절한 초기 보조금 전략이 수소차 판매를 약 40% 수준까지 증가시킬 수 있다고 분석하였다.⁴⁰

사회적 차원에 중점을 두었다고 볼 수 있는 연구로, 하드맨(Hardman) 등은 전기차(BEV)와 수소차(FCEV)를 구매하는 얼리어답터를 대상으로 설문 조사를 시행하여 그들의 특성에 대해 분석하였고, 이를 통해 지속가능성에 대한 태도, 여행패턴 등의 유사성을 파악하였다. 또 수소충전소 부족과 선택할 수 있는 수소차 모델 부족 등과 같이 향후 극복해야 할 과제에 관한 시사점을 제시하고 있다.⁴¹ 손민희 등은 수소연료전지자동차 보급을 위한 정부의 역할이 무엇인지에 관하여 한국과 일본의 사례를 중심으로 논의하였다.⁴² 트렌처(Trencher) 등은 수소차(FCEV)의 확산에 있어 장애물이 무엇인지에 관하여 독일, 일본, 캘리포니아 사례를 중심으로 분석하였다. 이처럼 사회적 차원에 중점을 둔 논의는 사용자에 관한 이해와 특성의 고려나, 정부 및 주요 행위자에 관한 역할과 분석, 또는 연구범위에 해당하는 국가나 도시의 특성 등을 포괄한다.⁴³

마지막으로 정책적 차원에 중점을 둔 연구로 시티아완(Setiawan)은 인도

many, and South Korea: A Model for a Regulation in Malaysia," *Sustainability* 13(4): 2214, 2021.

39 L. Huo et al., "Design of Green Tax System Plan for China's Automobile Products and Evaluation on Environmental Benefits," *E3S Web of Conferences* Vol. 245, 2021.

40 Z. Li et al., "The Impact of Hydrogen Refueling Station Subsidy Strategy on China's Hydrogen Fuel Cell Vehicle Market Diffusion," *International Journal of Hydrogen Energy* 46(35), 2021, pp. 18453~18465.

41 S. Hardman and G. Tal, "Who Are the Early Adopters of Fuel Cell Vehicles?," *International Journal of Hydrogen Energy* 43(37), 2018, pp. 17857~17866.

42 손민희 외, 「수소연료전지자동차 보급을 위한 정부의 역할: 한국과 일본의 사례를 중심으로」, 『Trans. of the Korean Hydrogen and New Energy Society』 27권 1호, 2016, 71~82쪽.

43 G. Trencher and J. Wesseling, "Roadblocks to Fuel-cell Electric Vehicle Diffusion: Evidence from Germany, Japan and California," *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 112: 103458, 2022.

네시아 전기 기반 자동차(HEV, PHEV, BEV, FCEV)에 관한 정책 시뮬레이션을 주제로 정책 수단(보조금 정책 등) 및 정책결정 과정이 산업혁신을 이끄는 과정에 관하여 주목하였다.⁴⁴ 황(Hwang) 등은 지역 내 수소차(FCEV)의 성공적 도입을 위한 경로를 탐색하고자 한국의 16개 지역 사례를 기반으로 퍼지셋 질적 비교분석 방법을 사용하여 분석하였다.⁴⁵ 이와 같은 연구는 정책적 과정 및 방법론에 관한 함의를 내포하고 있다는 점과 기술과 제도, 사회를 넘어 정책적 발전에 관한 내용을 함께 다루고 있다는 점에서 공통점을 지닌다.

2) 연구 방법

본 논문은 한국과 일본 정책전문가들의 수소차 산업에 대한 인식 수준을 분석하고, 향후 관련 정책목표를 제시하는 목적을 가진다. 이에 본 연구에서는 양국 정부 입장에서의 정교한 정책진단과 문제도출을 통해, 실제 수소차 정책에 적용 가능한 실무적·정책적 함의를 제공하고, 증거기반(evidence-based) 정책 수립에 기여하기 위해 한일 양국의 수소차나 관련 제도·정책에 관한 전문성을 가지고 있는 양국의 관료와 정부 관계자, 국책 연구기관의 직·간접 종사자 등을 대상으로 전문가 설문조사를 시행하였다. 구체적으로는 한국의 정책전문가 18명, 일본의 정책전문가 18명, 총 36명에게 반구조화된 설문지를 활용하여 대면 및 이메일을 통한 설문조사를 진행하였다. 설문지는 한국어와 일본어 두 가지로 작성되었으며, 조사는 2023년 2월 1일부터 3월 31일의 기간 동안 진행되었다. 해당 기간 공동연구자 중 1인은 일본 도쿄 방문을 통해 실무자를 대면 면담하고, 설문조사의 취지를 일본어로 설명한 후 자필로 설문지의 내용에 대한 기재를 독려하거나, 이메일을

44 I. C. Setiawan, "Policy Simulation of Electricity-based Vehicle Utilization in Indonesia (Electrified Vehicle-HEV, PHEV, BEV and FCEV)," *Automotive Experiences* 2(1), 2019, pp. 1-8.

45 H. Hwang et al., "Successful Pathway for Locally Driven Fuel Cell Electric Vehicle Adoption: Early Evidence from South Korea," *International Journal of Hydrogen Energy* 46(42), 2021, pp. 21764-21776.

통해 응답하는 방식에 관하여 안내하였다. 표본선정은 유목적표집(purposive sampling)과 눈덩이 표집(snowball sampling)을 활용하였다. 수소경제에 관한 풍부한 지식을 가진 양국 관료에 해당하는 기획재정부(재무성) 공무원 2인과 외교부(외무성) 공무원 2인을 대상으로 최초 응답을 독려했으며(한국의 경우 기획재정부와 외교부, 일본의 경우 재무성과 외무성에 해당), 그 후 비확률표집(non-probability sampling) 기법의 하나인 눈덩이 표집 방식으로 설문 응답을 요청받은 전문가가 또 다른 전문가 2~3명을 추천해 주는 방식으로 설문 대상자를 구성하였다.

일반 대중 상대의 설문이 아닌 해당 분야의 고도의 전문적 지식 능력을 지닌 전문가 대상의 설문조사의 경우 일반적으로 10~15명,⁴⁶ 5~20명의 전문가만으로 유용한 분석 결과를 얻을 수 있다고 본다.⁴⁷ 또한 본 연구에서는 소수의 전문가 조사에 흔히 활용되는 유목적표집뿐만 아니라 비확률표집 기법의 하나인 눈덩이 표집 기법을 활용함으로써, 전문가 선정 과정에서의 자의적 표본 수집의 문제를 해결하고자 노력하였다. 눈덩이 표집은 질적 연구에서 소개의 소개를 받아 계속 연구 대상이 표본으로 선택되는 비확률 샘플링 기법으로, 모집단에 속하는 연구 대상을 찾기 어려운 경우 유용하게 사용되는 기법이다.⁴⁸ 특히 행정부 내 소수 관료를 대상으로 하는 엘리트 조사에서 눈덩이 표집은 표본선정의 자의성을 줄여 주는 한편, 고도의 전문성을 확보한 표본선정을 가능하게 한다는 점에서 활용도가 높다.⁴⁹

구체적으로 본 설문조사에서는 한국의 경우 기획재정부 공무원, 산업통상자원부 공무원, 국회공무원, 외교부 공무원, 한국교통연구원, 한국개발연

46 Douglas R. Anderson, *Strands of System: The Philosophy of Charles Peirce*, West Lafayette, Ind.: Purdue University Press, 1997.

47 이유현·정일영, 「의료규제 정책의 딜레마에 관한 연구: 신약 및 신의료기기 분야의 전문가 조사를 중심으로」, 『융합사회와 공공정책(구 공공정책과 국정관리)』 12권 4호, 2019.

48 양미진 외, 「현장전문가가 지각한 다문화 청소년 상담의 특성에 대한 질적분석」, 『상담학연구』 13권 3호, 2012.

49 Y. Lee et al., "Public Acceptance of Hydrogen Buses through Policy Instrument: Local Government Perceptions in Changwon City," *International Journal of Hydrogen Energy* 48(36), 2023, pp. 13377~13389.

〈표 2〉 응답자 정보

	한국 정책전문가(18명)		일본 정책전문가(18명)	
	내용	인원(%)	내용	인원(%)
소속	국책연구원	3 (16.6)	국책연구원	1 (5.5)
	교수	4 (22.2)	교수	3 (16.6)
	공무원 (기획재정부)	5 (27.7)	공무원 (재무성)	5 (27.7)
	국회	2 (11.1)	공무원 (외무성)	3 (16.6)
	기타 (외교부, 산자부, 기업 등)	4 (22.2)	전문가 (기업, 협회 등)	6 (33.3)
성별	남성	14 (77.7)	남성	17 (94.4)
	여성	4 (22.2)	여성	1 (5.5)
경력	5~10년	4 (22.2)	5~10년	3 (16.6)
	10~15년	3 (16.6)	10~15년	1 (5.5)
	15~20년	5 (27.7)	15~20년	2 (11.1)
	20년 이상	4 (22.2)	20년 이상	8 (44.4)
	기타	2 (11.1)	기타	4 (22.2)

구원, 대학교수, A 자동차 기업 소속의 전문가 등이 참여하였으며, 수소차에 관련한 기술적·제도적 전문지식을 가진 자에 한정하여 설문을 진행하였다. 일본의 경우 일본정부의 외무성 공무원, 재무성 공무원, 문부과학성 공무원, 국책연구소, B 상사, C 연구소, D 협회 소속의 전문가가 설문에 참여하였다. 한국과 동일하게 수소차 산업에 관련한 기술적·제도적 전문지식을 가진 자에 한정하여 동일 기간에 설문을 진행하였다. 설문 응답자에 관한 정보를 종합한 결과는 〈표 2〉와 같다.

설문지는 연구 질문 1과 연구 질문 2에 초점을 맞추어 2단계로 구성되었다. 우선 첫 번째 비교지표인 배터리 전기차(BEV)와 대비하여 자국의 수소차에 대한 기술적 발전 수준과 제도적 발전 수준에 관한 질문을 5점 척도로 구성하여 전반부에 배치하였다. 이어 두 번째 비교지표인 상대국의 수소차 대비 자국의 수소차에 대한 기술적 발전 수준과 제도적 발전 수준에 관

한 질문을 5점 척도로 구성하여 배치하였다. 그다음 단계로는 자국의 수소차 기술발전을 위해 해결해야 하는 정책과제, 자국의 수소차 관련 제도발전을 위해 해결해야 하는 정책과제에 관하여 개방형질문(open-ended question)으로 자유롭게 응답할 수 있도록 하였다. 개방형질문의 응답에 대한 정교한 해석을 위해서 질적자료 분석을 위한 소프트웨어 프로그램인 NVivo 12버전을 활용하여 코딩 및 분석을 진행하였다.

4. 분석 결과

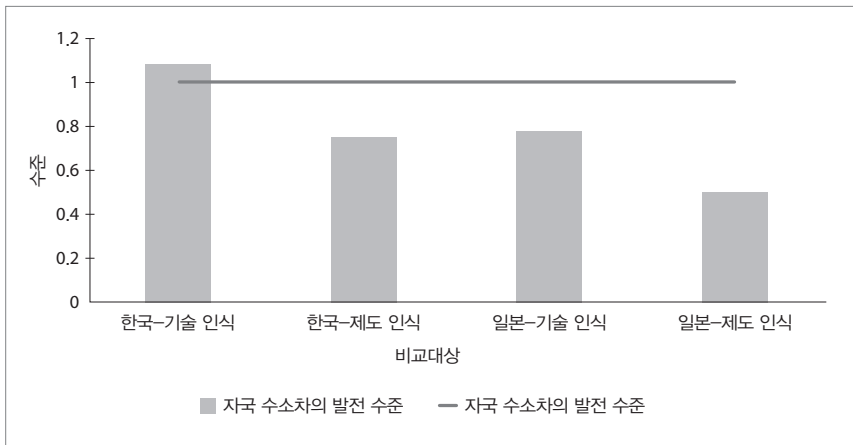
1) 한국과 일본의 수소차 정책진단

첫 번째 분석 결과는 본 연구의 첫 번째 연구 질문인 ‘한국과 일본의 수소차 정책(기술적·제도적 발전) 수준에 대한 인식은 어떠한가?’에 관한 해답을 구하는 장이다. 본 논문은 한국과 일본의 전문가들이 수소차의 기술적·제도적 발전 수준을 진단하기 위해 <표 3>과 같이 두 가지 비교기준을 내세웠다. 첫 번째 기준은 자국의 전기차(BEV) 산업의 기술적·제도적 발전 수준이다. 우선 한국 전문가에게 한국의 전기차 산업의 발전 수준을 1로 보았을 때, 기술적 관점에서의 자국의 수소차 발전 수준을 평가해 달라고 하였다. 이때 전문가 답변의 평균은 1.08 수준으로 전기차와 비교하여 비슷하거나 아주 약간 높은 수준이었다. 두 번째로 한국 전문가에게 한국의 전기차 발전 수준을 1로 보았을 때, 제도적 관점에서의 자국의 수소차 발전 수준을 평가해 달라고 하였을 때 전문가 답변의 평균은 0.75로 전기차와 비교해서 다소 낮은 수준이었다. 정리해 보자면, 한국의 경우 전기차와 비교하여 수소차의 발전 수준은 기술적 측면에서는 전기차와 거의 동일한 수준으로 인식되고 있지만, 제도적인 측면에서는 전기차에 비해 부족한 실정으로 평가되었다.

마찬가지로 일본의 전문가에게, 일본의 전기차 발전 수준을 1로 보았을 때, 기술적 관점에서 자국의 수소차 발전 수준을 평가해 달라고 하였다. 전문가들의 답변 평균은 약 0.78 수준으로 전기차와 비교해서 다소 낮은 수

〈표 3〉 한일전문가 인식기반 수소차 정책진단

	자국 수소차 발전수준	자국 전기차 발전수준		자국 수소차 발전수준	상대 국가의 수소차 발전수준
한국-기술 인식	1.083333	1	한국-기술 인식	1.25	1
한국-제도 인식	0.75	1	한국-제도 인식	0.75	1
일본-기술 인식	0.777778	1	일본-기술 인식	1	1
일본-제도 인식	0.5	1	일본-제도 인식	0.861111	1



〈그림 1〉 전기차와 수소차의 인식비교

준이었다. 두 번째로 일본 전문가에게 일본의 전기차 발전 수준을 1로 보았을 때 제도적 관점에서의 자국의 수소차의 발전 수준을 평가해 달라고 하였을 때 전문가들의 답변 평균은 0.5로 전기차와 비교하여 제도적인 측면 또한 부족한 부분이 있는 것으로 평가되었다. 일본의 경우에는 전기차와 비교하여 수소차 발전 수준은 기술적 측면과 제도적인 측면 모두 전기차에 비해 부족한 면이 존재하며, 제도적인 측면은 더 많이 부족한 부분이 있는 것으로 평가되었다. 이러한 내용은 〈표 3〉과 〈그림 1〉을 참조하여 이해할 수 있다.

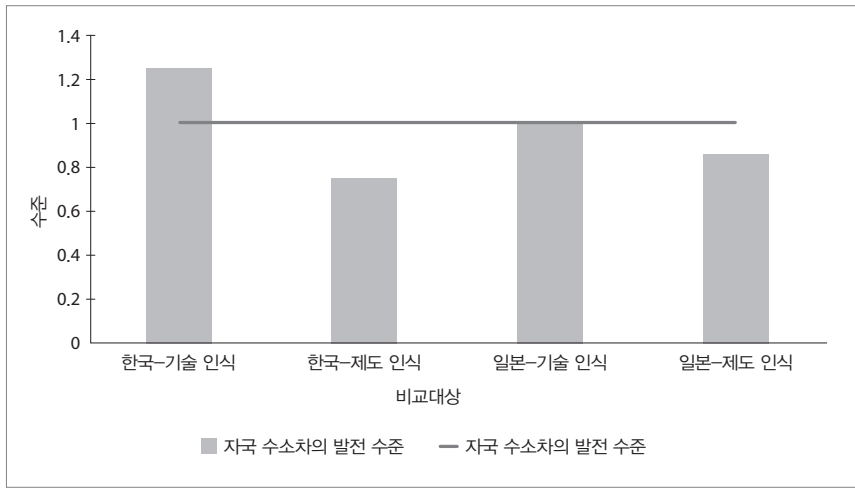
한일 양국 전문가는 전기차 산업의 발전 수준과 비교하여, 수소차 산업의 발전 수준은 기술적인 측면에서 보면 전기차와 비슷한 수준(한국)이거나

다소 부족한 수준(일본)으로 보고 있지만, 제도적인 측면에서 보면 양국 모두 전기차에 비해 부족한 수준으로 평가하고 있다.

더욱 정교한 비교를 위해 이번에는 비교 대상을 상대 국가로 특정하였다. 한일 양국의 전문가들에게는 각각 상대 국가의 발전 수준을 1로 보고, 자국 수소차의 기술적·제도적 발전 수준에 대한 비교를 요청하였다. 분석 결과, 한국의 전문가들은 상대 국가인 일본의 수소차 발전 수준을 1로 보았을 때, 기술적 관점에서 자국의 수소차 발전 수준은 1.25 수준으로 평가하여 상대국에 비해 자국의 기술적 발전 수준이 다소 높은 수준인 것으로 평가하였다. 반면 제도적 발전 수준은 상대국이 1이라고 보았을 때 평균 0.75 수준으로 평가하여 한국의 제도적 발전 수준이 부족한 것으로 평가하였다. 한편 일본의 전문가들은 한국의 수소차 발전 수준을 1로 보았을 때, 일본 수소차의 기술적 발전 수준은 1로 동등한 것으로 평가하였으나, 제도적 발전 수준은 0.86 수준으로 다소 낮은 것으로 평가하였다. 한국과 일본의 정책전문가들은 서로 상대 국가와 비교했을 때, 자국 수소차의 기술적 발전 수준은 다소 높거나 동일한 수준으로 평가하였지만, 제도적인 발전 수준은 상대국에 비해 낮은 것으로 평가하였다. 해당 내용은 <표 3>과 <그림 2>를 참조하여 이해할 수 있다.

이상을 종합해 보면, 한국의 정책전문가들은 일본에 비해 자국이 기술적으로는 수소차 발전 수준이 높다고 보고 있고, 일본의 정책전문가들은 한국과 자국의 기술적 발전 수준이 비슷하다고 보고 있다. 한편, 한일 정책전문가들은 상대 국가에 비해 자국의 제도적인 발전 수준은 미흡한 것으로 보고 있다. 한일 정책전문가들이 자국과 상대국의 수소차 기술발전이 비슷하거나, 오히려 앞서고 있다고 인식하고 있는 점에 주목한다면, 양국 간 기술협력의 동기는 높지 않다. 실제로 2014~2020년 수소기술과 관련된 누적 특허를 비교해 보면, 일본이 세계 4위, 한국이 세계 5위를 차지하고 있다.⁵⁰

50 H. Hwang et al., "Successful Pathway for Locally Driven Fuel Cell Electric Vehicle Adoption: Early Evidence from South Korea."



〈그림 2〉 수소차 정책과 상대국 수소차 정책의 인식비교

2022년 수소차 판매매수(상용차 포함)를 자동차 회사 간에 비교해 보면, 현대차가 57.8%이고, 도요타는 30.1%를 차지하고 있다.⁵¹ 반면, 한일 양국이 수소차에 관한 제도적 발전 수준을 인식하는 데 있어, 상대 국가가 더 높다고 보고 있다는 점에 주목한다면, 수소차에 관한 제도적인 발전을 위해 양국 간 협력이 진행될 동기는 상대적으로 높다고 볼 수 있다. 한일 양국이 공통적으로 가지고 있는 제도적 문제를 해결하기 위해서는 한일 간의 수소 체도에 관한 공동연구, 제도 표준화 등을 추진하고, 국제적인 수소협력기구 창설 등에 있어서 주도적인 역할을 도모할 필요성이 제기된다.

2) 한국과 일본의 수소차 정책의 정책목표

두 번째 분석 결과는 본 연구의 두 번째 연구 질문인 ‘한국과 일본의 수소차 정책의 바람직한 정책목표는 무엇인가?’에 관한 해답을 구하는 장이다. 이를 위해 설문에서는 다음과 같은 두 가지 개방형질문에 대해 양국의 전문가들이 응답하게 하였다. 첫 번째 질문에서는 수소차 산업의 기술적 발전을 위해 해결해야 할 정책과제에 대해 자유롭게 기술할 것을 요청하였으며, 두

51 「올해 1~4월 세계 수소차 시장 ‘역성장’…중 시장은 급성장」, 『이데일리』, 2023. 6. 12.

〈표 4〉 기술적 정책과제 빈도

연번	기술적 과제	한국 단위: 순위(빈도수)	일본 단위: 순위(빈도수)
1	수소충전소 안전기술	3(5)	1(13)
2	수소차 안전기술	5(3)	2(7)
3	자율주행 등 연관기술의 발전	10(1)	7(2)
4	기술경쟁력 확보	10(1)	4(5)
5	원천기술 확보	N/A	7(2)
6	수소 저장	10(1)	N/A
7	경쟁력 있는 수소가격	5(3)	6(4)
8	그레이수소에서 그린수소로의 전환	1(6)	3(6)
9	CCUS(블루수소)	N/A	4(5)
10	인프라 확대	1(6)	11(1)
11	사회적 합의	8(2)	7(2)
12	기술표준 개선	10(1)	7(2)
13	R&D 지원	3(5)	N/A
14	재정 지원	5(3)	N/A
15	수용성	8(2)	N/A

번째 질문에서는 수소차 산업의 제도적 발전을 위해 해결해야 할 정책과제에 대해 자유롭게 기술할 것을 요청하였다. 개방형 설문에 대한 응답 자료는 질적 자료 분석 프로그램인 NVivo 12 버전을 통해 코딩을 진행하였다. 구체적인 내용은 〈표 4〉, 〈표 5〉와 같이 정리하였다.

첫 번째 질문에 대한 답변을 분석한 결과, 한국의 전문가들에게 있어 기술적 관점에서의 시급한 정책과제는 ‘그레이수소에서 그린수소로의 전환’과 ‘인프라 확대’가 공동 1순위로 나타났다. 이어 공동 3순위로는 ‘수소충전소 안전기술’과 ‘R&D 지원’이었다. 5순위는 ‘수소차 안전기술’, ‘경쟁력 있는 수소가격’, ‘재정 지원’이었다. 반면 일본의 전문가들은 기술적 관점에서 시급한 1순위 과제로 ‘수소충전소 안전 기술’이 압도적인 1순위로 나타났다. 2순위는 ‘수소차 안전 기술’이었다. 3순위는 ‘그레이수소에서 그린수소로의 전환’이었으며, 공동 4순위는 ‘기술경쟁력 확보’와 ‘CCUS’ 기술이었

〈표 5〉 제도적 정책과제 빈도

연번	제도적 과제	한국 단위: 순위(빈도수)	일본 단위:순위(빈도수)
1	세제 개혁	5(3)	3(3)
2	규제 개혁	2(7)	2(7)
3	R&D 지원	6(2)	3(3)
4	조직 개편	9(1)	N/A
5	민관협력	9(1)	7(1)
6	법제 개선	4(4)	3(3)
7	인프라 확대	3(5)	N/A
8	부처 간 협력과 거버넌스	6(2)	6(2)
9	기술표준 개선	9(1)	7(1)
10	재정 지원	1(8)	1(14)
11	능력 배양	9(1)	N/A
12	홍보 및 PR	6(2)	N/A
13	사회적 합의	N/A	7(1)
14	수용성	9(1)	N/A
15	정의로운 전환(노동)	9(1)	N/A

다. 한국과 일본의 전문가들은 기술적 정책과제와 관련하여 공통적으로 그 레이수소에서 녹색수소로의 전환기술, 수소충전소 안전기술, 수소차 안전기술을 가장 시급한 정책과제로 보고 있었다. 기술적 과제와 관련해서 한국과 일본 양국 전문가들의 시각 차이가 두드러진 부분도 확인할 수 있었다. 한국의 전문가들은 수소 관련 인프라 기술을 중요하게 고려하였으나, 일본의 경우에는 수소 관련 안전 기술이 훨씬 우선순위를 차지하였다. 또한 일본의 전문가들은 수소 기술경쟁력 확보와 CCUS 기술을 중요하게 고려하였다. 한국의 전문가들은 이 두 가지 사항보다는 다소 광의의 시각에서 전반적인 R&D 지원을 훨씬 중요하게 생각하였다. 일본의 경우에는 세부적이고 특정적인 기술에 대한 지원을 우선시하는 반면, 한국의 경우에는 수소 관련 특정 기술보다는 수소생태계 전반에 대한 보편적인 기술 지원을 우선시하는 경향이 있어 나타난 결과라 볼 수 있다.

두 번째 질문에 대한 답변을 분석한 결과, 한국의 전문가들에게 있어 제도적 관점에서의 1순위 정책과제는 ‘재정 지원’이었고, 2순위 과제는 ‘규제 개혁’이었다. 3순위 과제는 ‘인프라 부족’, 4순위 과제는 ‘법적 프레임워크의 부재’, 5순위 과제는 ‘세계 개혁’이었다. 일본의 전문가들에게 있어 제도적 관점에서의 압도적인 1순위 정책과제는 한국과 마찬가지로 ‘재정 지원’이었다. 2순위 과제 역시 한국과 동일한 ‘규제 개혁’으로 나타났으며, 공동 3순위 과제는 ‘세계 개혁’과 ‘R&D지원’, ‘법적 프레임워크의 부재’였다. 한국과 일본의 전문가들은 제도적 정책과제와 관련하여 시급한 정책과제 순위가 대부분 일치하는 양상을 보였다. 특히 양국 모두 재정적 지원, 규제 개혁, 세계 개혁, 법적 프레임워크, R&D 지원 등의 정책과제가 우선순위가 있는 과제로 분석되었다. 한국과 일본이 제도적인 과제의 우선순위가 대부분 일치하는 것은 양국이 동일하게 발전국가의 전통을 가지고 있는 국가로서 신산업 육성과정에서 정부의 재정적 지원이 중요한 역할을 담당해 왔고,⁵² 특히 수소차에 관해서는 경제성과 안전성 등의 문제와 관련된 규제 개혁이 중요하기 때문이라 볼 수 있다.

분석 결과상의 특이한 점은 기술적 과제와 제도적 과제에서 중첩되는 부분이다. 총 6가지 정책과제가 기술적 과제, 제도적 과제의 측면에서 모두 중요한 과제로 언급되었는데, 이를 사회기술 시스템 이론에 근거하여 사회적 측면의 과제로 재범주화해 볼 수 있다. 즉, 정책혁신은 기술혁신과 제도혁신 간의 학습과 상호작용을 통해 진화하는데, 이러한 상호작용이 궁극적인 사회혁신으로 이어지면, 사회-기술-제도의 공진화를 통해 궁극적인 정책목표 달성을 통한 혁신이 이루어진다는 것이다. 따라서 기술적·제도적 과제의 중첩영역을 사회적 혁신의 영역으로 보고, 기술적·제도적 측면을 모두 포괄하는 정책과제로 고려할 수 있다. 따라서 사회적 측면에서의 정책과

52 Chalmers Johnson, *MITI and the Japanese Miracle: The Growth of Industrial Policy 1925-1975*, Stanford University Press, 1982; 박성빈, 「1990년대 금융위기 이후의 한·일 금융감독기구 개혁에 대한 비교분석」, 『일본연구논총』 38호, 2013, 79~104쪽; 지주형, 「한국의 발전국가와 신자유주의 국가: 역사적 변동과 형태분석」, 『인문논총』 41호, 경남대학교 인문과학연구소, 2016, 219~261쪽.

〈표 6〉 수소경제를 위한 수소차 정책과제

우선순위 과제	기술적 과제	제도적 과제	사회적 과제 (기술과 제도의 공동영역)
공동 우선순위 과제	<ul style="list-style-type: none"> 수소충전소의 안전기술 수소차 안전기술 자율주행 등 연관기술의 발전 기술경쟁력 확보 경쟁력 있는 수소가격 그레이수소에서 그린수소로의 전환 	<ul style="list-style-type: none"> 세제 개혁 규제 개혁 민관협력 법제 개선 부처 간 협력과 거버넌스 	<ul style="list-style-type: none"> 사회적 합의 재정지원 기술표준 개선 R&D 지원 인프라 확대
한국의 정책적 우선순위	<ul style="list-style-type: none"> 수소 저장 	<ul style="list-style-type: none"> 조직 개편 능력 배양 홍보 및 PR 정기로운 전환(노동) 	<ul style="list-style-type: none"> 수용성
일본의 정책적 우선순위	<ul style="list-style-type: none"> CCUS 원천기술 확보 	-	-

제는 1) 인프라 확충, 2) R&D 지원, 3) 재정지원, 4) 수용성 제고, 5) 기술 표준 보완, 6) 사회적 합의 추구 등이 재범주화되며, 한국과 일본 모두 향후 수소경제 정책설계 시에 우선순위가 있는 과제로 고려할 필요가 있다.

〈표 6〉은 한국과 일본의 수소차 산업정책 과제를 기술적·제도적·사회적 관점에서 정리한 것이다. 한일 양국의 공통 정책과제들은 표 상단에 배치하였으며, 한국과 일본 각각의 정책환경에 부합하는 과제들은 하단에 배치하였다. 우선 한일 양국 공통의 기술적 정책과제는 1) 수소충전소 안전성 기술 제고, 2) 수소차 안정성 기술 제고, 3) 연관기술 개발(자율주행 기술 등), 4) 기술경쟁력 제고, 5) 저가의 수소공급을 위한 기술 제고, 6) 그레이수소에서 그린수소로의 전환기술과 같은 6가지 과제가 도출되었다. 그다음 한일 양국 공통의 제도적 과제로는 1) 세제 개혁, 2) 규제 개혁, 3) 민관협력, 4) 법제 개선, 5) 부처 간 협력과 거버넌스 제고의 5가지 과제가 도출되었다. 마지막으로 한일 양국 공통의 사회적 과제로는 1) 사회적 합의 제고, 2) 재정 지원 강화, 3) 수소 기술표준 개선, 4) R&D 지원, 5) 수소 인프라 개선의 5가지가 도출되었다.

5. 결론 및 정책적 시사점

본 연구는 한국과 일본의 수소차 정책 수준을 비교분석하고, 한국과 일본의 수소차 정책의 바람직한 정책목표를 수립하는 두 가지의 연구목적을 달성하기 위해 한국의 정책전문가 18명, 일본의 정책전문가 18명(총 36명)에게 반구조화된 설문지를 활용하여 대면 및 이메일을 통한 설문조사를 진행하였다. 분석 결과, 한국의 수소차 정책 수준은 전기차와 비교하여 기술적으로는 발전 수준이 약간 높은 편이나 제도적으로는 전기차에 비해 부족한 편인 것으로 나타났다. 일본의 수소차 정책 수준은 기술적·제도적으로 모두 전기차와 비교해서는 낮은 것으로 인식되었다. 또한 한국의 정책전문가들에게 상대국(일본)의 수소차 정책 수준과 비교하여 기술적 수준과 제도적 수준은 어떠한다고 생각하는지를 확인했을 때, 기술적 수준은 일본과 비교해 높은 것으로 인식하고 있으나, 제도적인 수준은 일본에 비해 낮은 것으로 인식하고 있음을 확인할 수 있었다. 일본의 경우에는 기술적 수준은 상대국인 한국과 동등한 수준으로 인식하고 있었으나, 제도적인 수준은 한국에 비해 다소 낮은 것으로 인식하고 있었다.

이러한 전문가들의 인식을 바탕으로 수소차 산업의 정책목표에 있어서 중요한 과제가 무엇이라고 생각하는지를 질문하였다. 제도적 측면에서는 대체로 비슷한 양상을 보였으나, 기술적 과제에 있어서는 양국 간의 시각 차이도 확인할 수 있었다. 한국과 일본의 전문가들은 제도적 정책과제에 대한 시각이 대부분 일치하였다. 특히 양국 모두 재정적 지원, 규제 개혁, 세계 개혁, 법적 프레임워크, R&D 지원이 우선순위가 있는 정책과제로 분석되었다. 반면, 기술적 측면에서 한국의 전문가들은 인프라 기술을 가장 중시하였으나, 일본의 경우에는 안전 기술을 훨씬 중요하게 생각하였다. 또한 일본의 전문가들은 수소기술 경쟁력 확보와 CCUS 기술을 중요하게 고려하였다. 한국의 전문가들은 이 두 가지 사항보다 전반적인 R&D 지원에 중점을 두었다. 한국의 전문가들이 수소기술 경쟁력 확보와 CCUS 기술보다

전반적인 R&D 지원을 중시하는 것으로 나타난 데에는, 일본보다 한국의 산업화과정에서 국가의 역할이 더 크게 작용했기 때문이라고 생각된다.

마지막으로 양국 전문가들의 시각에서 기술적 영역과 제도적 영역의 중첩이 발생한 부분을 확인할 수 있었는데, 이에 대해서는 사회기술 시스템 이론에 근거하여 사회적 측면의 과제로 재범주화하였다. 사회적 측면에서의 정책과제로는 인프라 확충, R&D 지원, 재정지원, 수용성 제고, 기술 표준 보완, 사회적 합의 추구의 6가지 공통과제가 도출되었다. 따라서 향후 정책설계 시 해당 과제들을 우선적인 정책목표로 고려할 필요가 있겠다.

사회시스템 이론의 관점에서 보면, 수소차 정책은 제도적 측면과 기술적 측면의 조화와 상호작용을 통해 발전할 수 있다. 자국의 부족한 기술은 타국과의 협력을 통해 윈윈(win-win)하는 관계를 구축할 수 있다. 일반적으로 기술의 중요성이 크고, 상대국과의 기술격차가 클수록 그 기술에 대한 국제기술협력의 필요성은 커진다.⁵³ 한국과 일본의 협력에 있어서 기존의 과학기술 및 산업 외교는 기술적 협력에 더 방점을 두어 왔다.⁵⁴ 본 연구 결과에 의하면, 한일 양국의 정책전문가들은 자국 수소차 기술의 발전수준에 대해 상대국과 비슷하거나(일본) 또는 다소 자국이 우위에 있다고 인식하고 있다. 즉, 기존에 한일 간 산업협력에는 기술협력을 중시하는 전통이 존재하지만, 수소 산업에 있어서 한일 양국의 기술협력의 동기는 제한적일 가능성이 있다. 다만, 이러한 부분은 이번 설문조사에서 자국 수소차(FCEV)의 기술적 발전수준을 상대국과 비교하는 형태의 질문을 하였다는 점에 유의할 필요가 있다. 수소차(FCEV)의 세계 점유율(2022년 기준)을 비교해 보면, 현대차가 57.3%(1위)이고, 도요타가 23.4%(2위)이다. 즉, 수소차에 관한 기술적 수준은 적어도 상용화에 초점을 맞춘다면, 한국이 우위에 있다고 볼 수 있다. 한편, 유럽특허청(EPO)에 의하면, 수소 관련 특허를 가장 많이 가지고 있는 국가·지역은 EU(28%)와 일본(24%)이며, 한국의 수소 관련 특허

53 이형진·정선양, 「국제기술협력 결정요인에 관한 연구: 무기체계 핵심기술의 공동연구개발 중심으로」, 『기술혁신연구』 21권 2호, 2013, 355~373쪽.

54 김용열, 「한일 기술협력과 외투기업 기술혁신」, 『일본연구논총』 36호, 2012, 5~29쪽.

는 국제적 수준에서는 아직 초기 단계인 실정이다.⁵⁵ 즉, 향후에도 완성품인 수소차의 판매에서는 한일이 경합적 관계를 유지할 것으로 보이지만, 일본이 수소 관련 원천기술에서 비교우위를 가지고 있는 부분 등에서 한일 간 기술 협력의 여지는 적지 않다.

본 연구결과에 따르면, 양국 정책전문가들은 상대국이 자국보다 수소 산업에 대한 제도적 수준이 높다고 인식하고 있었다. 이러한 점에 주목한다면, 수소산업에 있어서는 기술적 협력과 더불어, 제도적 측면에서 협력을 동시에 추진하는 것이 효과적일 것이다. 분명 수소차와 같은 완성품 시장에서는 한일이 경합할 수밖에 없지만, 수소경제라는 것이 아직 초보적인 단계에 머무르고 있는 상황이므로, 한일이 국제적인 차원에서 수소경제를 확대하기 위해 기술적인 측면과 더불어 제도적인 차원에서도 협력을 확대·강화할 필요가 있다. 특히, 한국과 일본 양국의 수소경제 목표 달성을 위해 상호 간의 수소차 관련 규제, 재정 및 R&D 지원을 위한 정책 수단 강구, 관련 세금 제도 연구, 더 나은 수소 법률에 대한 공동연구와 상호 정책협력을 고려할 수 있을 것이다. 구체적으로, 한국은 2020년 세계 최초의 단일법제로서의 「수소경제 육성 및 수소 안전관리에 관한 법」을 제정하였으며(발효는 2021년), 2023년 3월부터 수소발전 입찰 시장 제도를 세계 최초로 도입하였다.⁵⁶ 새로운 제도를 도입하는 과정에서의 시행착오 및 한계점을 극복하고, 수소 시장의 활성화 및 확대를 위해 양국이 공동으로 협의하여 더 나은 제도적 방향성을 모색할 수 있도록 협력적인 논의가 필요하다.

본 연구의 한계는 다음과 같다. 우선 한국과 일본 양국의 정책전문가를 대상으로 분석이 수행되었기에 전문가 선별과정에 있어서 편향이 발생했을 가능성이 존재하며, 질적 연구방법론을 활용함에 따라 해석의 자의성도 완

55 IEA, *Hydrogen Patents for a Clean Energy Future*, January 2023; SNE Research, "From Jan to July 2023, Global FCEV Market with a 9.6% YoY Degrowth," https://www.sneresearch.com/en/insight/release_view/167/page/0?s_cat=%7C&s_keyword=(최종 검색일: 2023. 6. 1.).

56 수소발전 입찰 시장은 수소 또는 암모니아 등 수소화합물을 연료로 생산된 전기를 전력거래소를 통해 구매·공급하는 제도로, 기존 재생에너지 공급 의무화 제도(RPS)에서 보조하던 수소발전을 별도 입찰 시장으로 분리하여 운영하고 있다.

벽하게 배제할 수는 없다. 따라서 분석 결과에 대한 보편성을 확보하기 위해서는 일정 인구수 이상을 표본으로 하는 계량적인 연구가 후속 연구로 이어져야 할 것이다. 또한 눈덩이 표집 방식으로 전문가를 선별하는 과정에서 교통정책의 주무 부처인 국토교통부 공무원이 포함되지 못한 점도 한계로 볼 수 있다. 이에 대해서는 국토교통부와 밀접한 관련이 있는 국책 연구기관인 한국교통연구원의 참여와 자동차 기업, 교통공학과 교수의 응답을 포함하였기에 일정부분 상쇄의 효과는 있으나, 후속 연구에서는 이를 보완할 필요가 있다. 또한, 본 연구는 주로 수소차의 기술적·제도적 측면에 국한하여 양국 전문가를 대상으로 실시한 조사에 기반을 두고 있으므로, 글로벌 수소경제 공급망 차원에서 한국과 일본이 어떠한 단계에서 어떠한 협력을 할 수 있을지에 대해서는 추가적인 조사와 분석이 필요하다.

인류 공통의 난제인 기후변화 문제에 대응하기 위해서는 온실가스 저감을 위한 한국과 일본정부의 초국가적 협력이 필수적으로 요청되고 있다. 특히 온실가스를 많이 배출하는 부문에 해당하는 교통부문에 있어서 한국과 일본이 비교적 우위를 선점하고 있는 수소차 산업에서 더욱 치열한 정책적 노력과 고민이 수반되어야 하며, 포괄적 정책목표인 수소경제를 달성하기 위한 구체적 이행 또한 필요한 시점이다. 수소경제로의 사회적 전환은 수소 관련 기술의 발전은 물론이며, 제도적인 발전을 토대로 한다. 양국의 협력을 기반으로 기술과 제도의 학습 및 상호작용은 한국과 일본 양국에 궁극적인 수소경제 사회로의 전환을 촉진하는 기제가 될 수 있으리라 기대한다.

투고일자: 2023. 8. 9. | 심사완료일자: 2023. 8. 31. | 게재확정일자: 2023. 9. 6.

연구논단

관동대지진 학살문제의 인식론: '불편한 공존'의 균열과 '두 가지 국제화'의 행방 | 이경미

2023년은 관동대지진 학살사건이 일어난 지 100주년이 되는 해였다. 그러나 일본에서는 여전히 '부흥'과 '방재'의 스토리에 밀려 '은폐의 역사'가 답습되고 있다. 반면 한국에서는 '학살'이 절대적 관심사로 회자된다. 이 '이야기하는/하지 않는' 사이의 간격은 갈수록 벌어지는 추세다. 학살연구가 시작된 지도 벌써 60년이 지났고 그동안 일본에서 축적된 성과들이 한국 학계에도 소개되어 새로운 주제들의 발골로 이어지고 있다. 그럼에도 불구하고 전망이 호전되지 않는 이유는 다양해진 연구 주제들 만큼 '학살문제를 바라보는 관점'이 새로워지지 못하고 있기 때문이다. 이러한 문제의식에서 본고에서는 학살문제의 '인식론'을 문제 삼기로 했다. 특히 주제의 다양화로 다소 혼잡해진 학살연구의 현주소를 밝히기 위해 그동안의 주요 쟁점(유언의 발생 근원, 피살자의 성격)을 '역사적 맥락'에 주의하여 살펴보았다. 이러한 본고의 시도는 연구사를 논쟁사적 관점에서 재정리하는 의의를 가질 뿐만 아니라 사상사적 접근이 현실의 문제에 가질 수 있는 가능성을 제시할 것이다.

주제어: 관동대지진, 학살, 유언, 한일회담, 강덕상

김대중의 말을 통해 본 일본 대중문화 개방의 의미 | 남상욱

이 글은 국가의 통치성을 재현하는 김대중 대통령의 말에서 일본 대중문화와 그 개방과 지연은 어떻게 표상되었는지를, 1990년대 이후 신자유주의 흐름 속에서 '문화'가 어떻게 국가 통치성의 영역에 재배치되고, 가능하게 되었는가 하는 관점에서 고찰한다.

IMF 경제 위기 속에서 대통령이 된 김대중의 말 속에서 일본 대중문화의 개방은 무엇보다도 글로벌 시장경제 체제하에서는 문화예술인도 예외 없이 시장 속 인간으로 살아야 함을 요청하는 메시지로 시 기능했다. 일본 대중문화 개방을 자국 문화산업의 경쟁력 강화라는 측면에서 표상하는 김대중의 말은 수용자 중심의 문화교류를 통해 대칭적 관계를 맺고자 했던 일본인들의 기대와는 어긋났지만, 결과적으로는 이를 통해 경제적으로 열세에 있던 한국이 일본과 대칭적 관계를 맺는 데 기여하게 된다. 하지만 김대중 정부는 교과서 문제 등으로 인한 일본 대중문화의 완전한 개방을 지연하게 되었는데, 이는 21세기에도 여전히 국가가 자신의 통치성 유지를 위해 어떠한 문화를 시장의 바깥에 둘 수 있는 권력을 행사하고 있음을 보여 준다.

따라서 김대중 정부의 한일 대중문화 개방을 바람직한 한일관계의 원점으로 간주하고자 하는 것 역시 비판적으로 생각할 필요가 있다. 이는 어디까지나 대중적 차원의 교류에 대한 국가의 공식적인 역할을 암암리에 전제하고 있기 때문이다.

주제어: 일본 대중문화 개방, 김대중, 통치성, 신자유주의, 문화 교류, 한일관계

한일 수소차(FCEV) 정책목표 설정에 관한 연구: 한국과 일본의 정책전문가 인식비교를 중심으로 | 이유현·김민정·박성빈

기후변화에 기인한 기후위기를 극복하고, 2050년까지 탄소중립을 실현하기 위한 수소경제 사회로의 전환은 교통, 에너지, 산업 분야에 있어서 한국과 일본 양국에 중요한 정책목표로 부상하였다. 수소차 산업은 온실가스 감축 및 탄소중립 실현이라는 환경적 측면과 친환경 자동차 시장의 성장과 구매력 상승 등의 산업적 측면에서 모두 중요하다. 이에 본 연구는 한국과 일본 양국의 수소차 산업에 대한 인식 수준을 분석하여, 향후 실제 수소차 정책에 적용할 수 있는 실무적·정책적 함의를 제공하고, 중

거기반 정책목표를 제시하고자 한다. 이를 위해 본 연구에서는 한국의 정책전문가 18명과 일본의 정책전문가 18명(총 36명)에게 반구조화된 설문지를 활용하여 대면 및 이메일을 통한 설문조사를 진행하였다. 설문조사를 분석한 결과, 한국과 일본의 정책전문가들은 수소차 정책의 발전 수준에 대한 인식을 기술적 측면에서는 비교 대상과 비교적 동등한 수준으로 인식하고 있었으나, 제도적 측면에서는 상대국에 비해 미흡하다고 인식하고 있었다. 또한 수소차 산업의 정책목표에 있어서 중요한 과제는 제도적 측면에서는 대체로 일치하였지만, 기술적 과제는 상이하게 나타났다. 기술적 측면에서 한국의 전문가들은 인프라 기술을 가장 중시하는 것으로 나타났으나, 일본의 경우에는 안전 기술을 훨씬 중요하게 생각하였으며, 일본만이 수소 기술경쟁력 확보와 CCUS 기술을 중요하게 고려하는 것으로 나타났다. 반면, 한국의 전문가들은 전반적인 R&D 지원에 중점을 두었다. 제도적인 과제로는 양국 모두 재정적 지원, 규제 개혁, 세제 개혁, 법적 프레임워크, R&D 지원에 우선순위를 두었다. 한국과 일본의 협력에 있어서 기존의 과학기술 및 산업 외교는 기술적 협력에 중점을 두었던 것이 사실이나, 본 연구 결과에 따르면, 향후 수소 산업은 제도적 협력의 가능성이 더 클 것으로 전망된다. 한국과 일본 양국의 수소경제 목표 달성을 위해 상호 간의 수소차 관련 규제, 재정 및 R&D 지원을 위한 정책 수단 강구, 관련 세제 연구, 더 나은 수소 법률에 대한 공동연구와 상호 정책협력이 더 적극적으로 추진될 필요가 있다.

주제어: 수소차, 한일협력, 정책목표, 정책과제, 수소경제, 전문가 인식

to regard the lifting of the ban on popular culture between Korea and Japan as a desirable starting point for Korea-Japan relations, because it implicitly presupposes the official role of the state in exchanges at the public level.

• **Keywords:** Korea's Opening to Japanese Pop Culture, Kim Dae-jung, Governmentality, Neoliberalism, Cultural Exchange, Korea-Japan Relations

Technical and Institutional Policy Goals of the FCEV Industry: Comparing Perceptions of Policy Experts in South Korea and Japan

| LEE Youhyun · KIM Min-Jeong · PAK Seong Bin

In order to overcome the climate crisis caused by climate change and achieve carbon neutrality by 2050, the transition toward hydrogen economy has emerged as an important policy goal for both South Korea and Japan in the transportation, energy, and industrial sectors. The FCEV industry is important for both the environmental aspect of reducing greenhouse gas emissions and the industrial aspect of growing the eco-friendly vehicle market and increasing purchasing power. This study aims to analyze the level of awareness of the FCEV industry in both Korea and Japan, and provide practical policy implications for the future, and suggest some evidence-based policy goals. In this study, 18 Korean policy experts and 18 Japanese policy experts (36 policy experts in total) were surveyed in person and via email using a semi-structured questionnaire. The results show that Korean and Japanese policy experts perceive the level of policy development to be relatively equivalent to that of the compared countries in terms of technology, but perceive it to be insufficient in terms of institutional aspects. Based on the experts' perceptions, the key challenges to the policy goals of the FCEV industry were largely consistent in the institutional aspect, but differed in technical areas. That is, in terms of technology, Korean experts emphasized infrastructure technology, while the Japanese considered safety technology much more important, and only the Japanese prioritized securing hydrogen technology competitiveness and CCUS technology. Korean experts, on the other hand, focused on overall R&D support. As for institutional challenges, both countries prioritized financial support, regulatory reform, tax reform, legal framework, and R&D support. While existing S&T and industrial diplomacy between South Korea and Japan has focused more on technical cooperation, this study suggests that in the hydrogen industry, there is greater potential for institutional cooperation in the future. In order to achieve hydrogen economy for both Korea and Japan, it is necessary to more actively promote joint research and mutual policy cooperation in relation to the development of policy instruments to regulate, finance, and support R&D, research on related tax systems, and improved hydrogen laws.

• **Keywords:** Fuel Cell Electric Vehicle, Korea-Japan Cooperation, Policy Goal, Policy Task, Hydrogen Economy, Expert's Perception

- 대학교 대학출판문화원, 2012.
- 문정인·양기호 편, 『한일 국교정상화 50주년과 한일관계: 1998년 김대중·오부치 한일파트너십 선언의 함의』, 연세대학교 대학출판문화원, 2016.
- 보드리야르, 장, 이상률 옮김, 『소비의 사회: 그 신화와 구조』, 문예출판사, 2015.
- 부형권, 「[한-일 개별정상회담] 고이즈미 “비자면제 실현 노력”」, 『동아일보』, 2001년 10월 21일.
(<https://www.donga.com/news/article/all/20011021/7750472/1>)(검색일: 2023. 10. 1.).
- 송주명, 『탈냉전기 일본의 국가전략: 안보내셔널리즘과 새로운 아시아주의』, 창비, 2009.
- 오현석, 「문화제국주의론에서 바라본 타자로서의 일본: 1990년대 일본대중문화개방과 관련된 담론을 중심으로」, 『일본학보』 제118집, 2019.
- 연세대학교 김대중도서관 편, 『김대중 전집 I : 제1권』, 연세대학교 대학출판문화원, 2015.
- 연세대학교 김대중도서관 편, 『김대중 전집 I : 제2권』, 연세대학교 대학출판문화원, 2015.
- 연세대학교 김대중도서관 편, 『김대중 전집 I : 제5권』, 연세대학교 대학출판문화원, 2015.
- 연세대학교 김대중도서관 편, 『김대중 전집 I : 제7권』, 연세대학교 대학출판문화원, 2015.
- 연세대학교 김대중도서관 편, 『김대중 전집 I : 제8권』, 연세대학교 대학출판문화원, 2015.
- 연세대학교 김대중도서관 편, 『김대중 전집 II : 제16권』, 연세대학교 대학출판문화원, 2019.
- 연세대학교 김대중도서관 편, 『김대중 전집 II : 제17권』, 연세대학교 대학출판문화원, 2019.
- 연세대학교 김대중도서관 편, 『김대중 전집 II : 제19권』, 연세대학교 대학출판문화원, 2019.
- 장인성, 「일본 대중문화 개방과 “자기 해방”: 일본 대중문화 담론의 성격과 개방의 방향」, 『국제문제연구』 22권1호, 1998.
- 푸코, 미셸, 오토르망 옮김, 『생명관리정치의 탄생: 콜레주드프랑스 강의 1978~79』, 난장, 2012.
- 한겨레신문, 「일 대중문화 단계적 개방: 정부 방침 일본배우 국산영화 출연등 우선 허용」, 1994년 2월 25일, 1면.
- 한영균, 「일본 대중문화 개방정책의 현황 및 의의」, 『일본문화연구』 제86집, 2023.
- 행정안전부, 「대통령기록관 기록컬렉션 일정일지기록 김영삼」, <https://www.pa.go.kr/portal/contents/stroll/schedule/scheduleIndex.do?year=1995&month=11&searchDate=1995-11-09>(최종 검색일: 2023. 10. 1.).
- 허협, 「[대중음악] 디스크그룹 ‘차게&아스카’ 잠실공연」, 『동아일보』, 2000년 8월 27일, <https://n.news.naver.com/mnews/article/020/0000023327?sid=103>(최종 검색일: 2023. 10. 1.).
- 홍성태, 「일본 대중문화 개방의 문화정치」, 『문학과학』 제41집, 2005.
- 히스, 조지프·앤드류 포터, 윤미경 옮김, 『혁명을 팝니다』, 마티, 2006.
- 木宮正史, 『日韓關係』, 岩波書店, 2021.
- 鶴見俊輔, 『戦後日本の大衆文化史』, 岩波書店, 2001.
- 「日韓共同宣言から25年, 外交にどう影響? 小此木名譽教授に聞く」, 『朝日新聞』 디지털, 2023. 10. 7.,
<https://www.asahi.com/articles/ASRB673B5RB4UHBI01D.html>(최종 검색일: 2023. 11. 30.).

한일 수소차(FCEV) 정책목표 설정에 관한 연구: 한국과 일본의 정책전문가 인식비교를 중심으로 | 이유현·김민정·박성빈
권기현, 『정책분석론』, 박영사, 2010.

- 김도형, 「한국 경제발전과 한일 경제 관계의 전개」, 김도형·아베 마코토 편, 『한일관계사: 1965-2015(II경제)』, 역사공간, 2015.
- 김용열, 「한일 기술협력과 외투기업 기술혁신」, 『일본연구논총』 36호, 2012.
- 김재경 권성욱, 「수소연료전지 자동차(FCEV) 충전용 수소 시장조성을 위한 정책연구」, 『에너지경제연구원 수시연구보고서』, 2018.
- 박성빈, 「1990년대 금융위기 이후의 한·일 금융감독기구 개혁에 대한 비교분석」, 『일본연구논총』 38호, 2013.
- 박성빈, 「한일경제협력과 경쟁」, 『동북아역사포커스』, 동북아역사재단, 2023.
- 성지은·송위진, 「총체적 혁신정책의 이론과 적용: 핀란드와 한국의 사례」, 『기술혁신학회지』 10권 3호, 2007.
- 손민희·남석우·김경남, 「수소연료전지자동차 보급을 위한 정부의 역할: 한국과 일본의 사례를 중심으로」, 『Trans. of the Korean Hydrogen and New Energy Society』 27권 1호, 2016.
- 아베 마코토, 「한일 경제 관계의 과거·현재·미래: 철강산업을 중심으로」, 『일본비평』 24호, 2021.
- 양미진·이동훈·고홍월·김영하·남현주, 「현장전문가가 지각한 다문화 청소년 상담의 특성에 대한 질적분석」, 『상담학연구』 13권 3호, 2012.
- 여인만, 「한일 자동차 산업의 협력과 경쟁」, 『일본비평』 24호, 2021.
- 유훈, 『행정학원론』, 법문사, 1983.
- 이동섭·박진수·심영석, 「수소연료전지자동차 및 수소충전소 보급활성화 방안 연구: 경상북도를 중심으로」, 『대한환경공학회지』 44권 12호, 2022.
- 이유현·김경민, 「수상태양광 정책의제설정 연구: 기술과 제도의 공진화 관점」, 『한국물환경학회지』 37권 6호, 2021.
- 이유현·박민주, 「탄소중립 시대 친환경차 산업정책의 정책과제와 방향성 연구」, 『대한교통학회지』 40권 1호, 2022.
- 이유현·정일영, 「의료규제 정책의 딜레마에 관한 연구: 신약 및 신의료기기 분야의 전문가 조사를 중심으로」, 『융합사회와 공공정책(구 공공정책과 국정관리)』 12권 4호, 2019.
- 이형진·정선양, 「국제기술협력 결정요인에 관한 연구: 무기체계 핵심기술의 공동연구개발 중심으로」, 『기술혁신연구』 21권 2호, 2013.
- 임은정, 「제8장 기후변화 대응의 한·일 비교: 녹색기술 관련 정책을 중심으로」, 이태동 외, 『기후변화의 정치경제: 국제통상, 기업, 기술』, 박영사, 2023.
- 정선양, 「국가혁신시스템에 관한 이론적 고찰: 사용자-생산자 관계의 측면에서」, 『과학기술정책동향』 10월호, 1996.
- 조도·이민재, 「다이아몬드 모델을 활용한 친환경 자동차 산업의 경쟁우위 고찰」, 『경영컨설팅연구』 22권 2호, 2022.
- 지주형, 「한국의 발전국가와 신자유주의 국가: 역사적 변동과 형태분석」, 『인문논총』 41호, 경남대학교 인문과학연구소, 2016.
- 천강·김진수, 「주요국의 수소경제 지원 정책과 시사점」, 『한국자원공학회』 2020, 57권 6호.
- 한세억, 「기술혁신과 법제적 대응: 기술과 법제의 공진화」, 『융합사회와 공공정책』 13권 4호, 2020.
- 한세억, 「제4차 산업혁명의 창조적 제도화에 대한 연구」, 『한국지역정보학회지』 20권 3호, 2017.

- 「올해 1~4월 세계 수소차 시장 '역성장'...中 시장은 급성장」, 『이데일리』, 2023. 6. 12.
- Anderson, Douglas R., *Strands of System: The Philosophy of Charles Peirce*, West Lafayette, Ind.: Purdue University Press, 1997.
- Azni, M. A. and R. Md Khalid, "Hydrogen Fuel Cell Legal Framework in the United States, Germany, and South Korea: A Model for a Regulation in Malaysia," *Sustainability* 13(4): 2214, 2021.
- Bush, B. and M. Melaina, "National FCEV and Hydrogen Fueling Station Scenarios," *United States*, 2016.
- Edmondson, D. L., F. Kern, and K. S. Rogge, "The Co-evolution of Policy Mixes and Socio-technical Systems: Towards a Conceptual Framework of Policy Mix Feedback in Sustainability Transitions," *Research Policy* 48(10): 103555, 2019.
- EPA, *Hydrogen Patents for a Clean Energy Future*, January 2023.
- Gis, W. and J. Merkisz, "The Development Status of Electric (BEV) and Hydrogen (FCEV) Passenger Cars Park in the World and New Research Possibilities of These Cars in Real Traffic Conditions," *Combustion Engines* 178(3), 2019.
- Gyamfi, B. A. et al., "Beyond the Environmental Kuznets Curve: Do Combined Impacts of Air Transport and Rail Transport Matter for Environmental Sustainability Amidst Energy Use in E7 Economies?," *Environment, Development and Sustainability* 24(10), 2022.
- Hardman, S. and G. Tal, "Who Are the Early Adopters of Fuel Cell Vehicles?," *International Journal of Hydrogen Energy* 43(37), 2018.
- Hoppmann, J. et al., "Compulsive Policy-making: The Evolution of the German Feed-in Tariff System for Solar Photovoltaic Power," *Research Policy* 43(8), 2014.
- Huo, L. et al., "Design of Green Tax System Plan for China's Automobile Products and Evaluation on Environmental Benefits," *E3S Web of Conferences* Vol. 245, 2021.
- Hwang, H. Y. Lee, I. Seo, and Y. Chung, "Successful Pathway for Locally Driven Fuel Cell Electric Vehicle Adoption: Early Evidence from South Korea," *International Journal of Hydrogen Energy* 46(42), 2021.
- Johnson, Chalmers, *MITI and the Japanese Miracle: The Growth of Industrial Policy 1925-1975*, Stanford University Press, 1982.
- Lauber, V. and S. Jacobsson, "The Politics and Economics of Constructing, Contesting and Restricting Socio-political Space for Renewables: The German Renewable Energy Act," *Environmental Innovation and Societal Transitions* 18, 2016.
- Lee, Y. and I. Seo, "Sustainability of a Policy Instrument: Rethinking the Renewable Portfolio Standard in South Korea," *Sustainability* 11(11): 3082, 2019.
- Lee, Y. et al., "Improving Public Acceptance of H2 Stations: SWOT-AHP Analysis of South Korea," *International Journal of Hydrogen Energy* 46(34), 2021.
- Lee, Y. et al., "Barriers and Strategies of Hydrogen Fuel Cell Power Generation Based on Expert Survey in South Korea," *International Journal of Hydrogen Energy* 47(9), 2022.

- Lee, Y., J. Jung, and H. Song, "Public Acceptance of Hydrogen Buses through Policy Instrument: Local Government Perceptions in Changwon City," *International Journal of Hydrogen Energy* 48(36), 2023.
- Li, Z. et al., "The Impact of Hydrogen Refueling Station Subsidy Strategy on China's Hydrogen Fuel Cell Vehicle Market Diffusion," *International Journal of Hydrogen Energy* 46(35), 2021.
- Mavrin, V. et al., "Reduction of Environmental Impact from Road Transport Using Analysis and Simulation Methods," *Transportation Research Procedia* 50, 2020.
- METI, "Basic Hydrogen Strategy," *Ministry of Economy, Trade and Industry*, Japan, 2017.
- Muratori, M. et al., "Modeling Hydrogen Refueling Infrastructure to Support Passenger Vehicles," *Energies* 11(5): 1171, 2018.
- Setiawan, I. C., "Policy Simulation of Electricity-based Vehicle Utilization in Indonesia (electrified vehicle-HEV, PHEV, BEV and FCEV)," *Automotive Experiences* 2(1), 2019.
- SNE Research, "From Jan to July 2023, Global FCEV Market with a 9.6% YoY Degrowth."
- Sony, M. and S. Naik, "Industry 4.0 Integration with Socio-technical Systems Theory: A Systematic Review and Proposed Theoretical Model," *Technol. Soc.* 61: 101248, 2020.
- Su, C. et al., "Can New Energy Vehicles Help to Achieve Carbon Neutrality Targets?," *Journal of Environmental Management* 297(1): 113348, 2021.
- Trencher, G. and J. Wesseling, "Roadblocks to Fuel-cell electric Vehicle Diffusion: Evidence from Germany, Japan and California," *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 112: 103458, 2022.
- Wood, D., "Impacting Rapid Hydrogen Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV) Commercialization, in Impacting Commercialization of Rapid Hydrogen Fuel Cell Electric Vehicles (FCEV): System Cost Reduction and Subcomponent Performance Enhancement," *SAE*, 2016.
- 대외경제정책연구원, 「최근 글로벌 이슈 대응을 위한 한일 협력방안」, 전국경제인연합회, https://www.fki.or.kr/main/news/statement_detail.do?bbs_id=00034930&category=ST (최종 검색일: 2023. 7. 1.).
- 산업통상자원부, 「새정부 첫번째 수소경제위원회 개최, 수소산업 본격 성장을 위한 정책방향 제시」, www.motie.go.kr/motie/ne/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs_cd_n= 81&bbs_seq_n=166317 (최종 검색일: 2023. 6. 1.).
- 월간수소경제, 「[수소상용차 시장 확대 ①] 수소경제 활성화 기폭제 상용차 확산 '사활」, <https://www.h2news.kr/mobile/article.html?no=10697> (최종 검색일: 2023. 6. 1.).