

수소에너지에 대한 심리적 태도 기반의 수소사회 활성화 전략방안: 위험성, 친숙성, 수용성 중심으로

김숙희¹ · 김정화^{2†} · 신혜영¹

¹수원시정연구원 도시공간연구소, ²경기대학교 스마트시티공학부 도시·교통공학전공

Exploring Strategies for Implementing Hydrogen Society Based on Psychological Attitudes towards Hydrogen Fuel: Focused on Risk Perception, Familiarity and Acceptability

SUK HEE KIM¹, JUNGHWA KIM^{2†}, HYE YOUNG SHIN¹

¹Department of Urban Space Research, Suwon Research Institute, 126 Suin-ro, Gwonseon-gu, Suwon 16429, Korea

²School of Urban Planning & Transportation, Kyonggi University, 154-42 Gwanggyosan-ro, Yeongtong-gu, Suwon 16227, Korea

†Corresponding author :
junghwa.kim@kyonggi.ac.kr

Received 30 May, 2022
Revised 23 August, 2022
Accepted 24 August, 2022

Abstract >> In these day, the environmental issues of climate change have been continuously highlighted and there is an active discussion on the transition from fossil fuel-based energy to eco-friendly energy use. This study considered psychological attitudes as a major influencing factors for successful implementation of a hydrogen society totally based on the use of hydrogen energy, which is regarded as an alternative energy for future. Accordingly, familiarity, risk perception, and acceptability of psychological factors were investigated. In addition, this study identified whether there are differences in psychological factors according to the general characteristics of gender, age, occupation, and housing type. The results showed that awareness of hydrogen cars and fuels is below the average level, and we also have obtained the implication that social knowledge sharing should precede the implementation of hydrogen policy. Although we found that the degree of urban acceptance of hydrogen energy was high, it was also confirmed that the charging infrastructure was generally perceived as having a high risk. Our findings implicate that it is necessary to figure out policy strategies for suitable locating charging infrastructure in order to promote the use of hydrogen energy more.

Key words : Hydrogen society(수소사회), Hydrogen economy(수소경제), Hydrogen energy(수소에너지), Risk perception(위험성), Familiarity(친숙성), Acceptability(수용성)

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

최근 기후변화, 미세먼지 등 국내를 둘러싼 대기 환경 문제는 지속적으로 주요 이슈사항으로 부각되고 있으며, 현재 화석연료 기반 에너지원 전환과 관련된 논의가 이루어지고 있다. 국제사회 역시 탄소 배출 감소에 관한 노력을 기울이고 있으며 2019년 9월 기후정상회의에서 65개국 이 탄소중립을 선언하였다. 2020년 정부는 2050년까지 탄소중립을 선언하였으며, 온실 가스의 배출과 제거량을 상쇄시켜 순배출량을 0으로 만들고자 하는 Net-Zero를 발표하였다¹⁾. 화석 연료의 에너지원의 대체재로 신재생에너지와 수소가 떠오르고 있으며, 특히 수소 에너지의 경우 청정에너지로 각광 받고 있으며, 미래 대체 에너지원으로 보고 있다.

수소경제로의 전환 과정 중에서 특히 선진 국가들은 휘발유나 경유차를 수소연료전지차로 대체하기 위해 노력하고 있다. 수소차는 온실가스와 미세먼지를 거의 배출하지 않으며, 충전시간이 5분 미만으로 짧고 주행거리가 600 km 이상으로 전기차에 비해 훨씬 길다. 이러한 장점으로 인해 선진 국가들에서는 수소차 도입 활성화를 위한 정책을 강력하게 추진 중이다²⁾.

우리나라 정부는 에너지 전환 과정에서 신산업의 육성을 위해 국내 재생에너지 산업의 글로벌 기술경쟁력 강화, 성장기반 확충 등의 정책 방안을 마련 중에 있다. 이러한 일환으로 2019년 6월 제3차 에너지 기본계획을 발표하고, 에너지 공급을 늘리는 것에서 에너지 수요를 효율적으로 관리하는 방향의 정책으로 전환하고자 하고 있다. 이와 함께 혁신성장 동력을 창출하고 국가적인 미세먼지 문제 해결을 위해 각 부처가 연합하여 ‘수소경제’ 사회로의 본격적인 전환 대책도 추진하고 있는 상황이다³⁾.

수소에너지는 우선 수소폭탄 등 일반시민들에게 부정적으로 인식이 되어 도시 내 수소충전인프라 구축 등에 많은 어려움이 존재하고 있다. 수소에너지와

수소차 이용 활성화를 위해 안전을 위해 수소에너지에 대한 시민 수용성이 매우 중요하다고 볼 수 있다. Kelley 등⁴⁾은 수소연료전지차(hydrogen fuel cell vehicles, HFCV) 구매자를 대상으로 충전소 이용패턴과 주요활동장소를 분석하여 제시하였으며, 주요활동공간인 주거지와 통근경로에서 충전소 접근 편의성이 초기구매결정에 중요한 요인으로 충전 안전성이 중요한 영향 요인임을 확인하였다. HFCV는 2014년 12월부터 상업적으로 판매되었으며, 여러 수소 연료 충전소가 건설되어 전 세계적으로 운영되고 있다⁵⁾.

본 연구는 수소사회 활성화를 위해 수소차 및 수소에너지에 대한 친숙성, 위험성, 수용성으로 구분하여 수원시민들을 대상으로 설문조사를 수행하였다. 설문문의 주요내용은 수소차와 수소에너지에 대한 인지도·친숙도, 수소연료와 충전인프라 등에 대한 위험성에 대한 인식, 수소에너지와 충전인프라를 도시에 수용할 수 있는 정도에 대한 수용성이다. 조사항목별로 성별, 연령, 직업, 주거유형에 대한 시민들의 일반적 특성에 따른 인식의 차이를 분석하여 결과를 제시하였다.

1.2 연구내용 및 연구절차

본 연구는 수소사회 활성화를 위해 수소차 및 수소에너지에 대한 친숙성, 위험성, 수용성으로 구분하여 사회경제변수에 따라 인식의 차이를 분석하고자 하였다. 수원시민을 대상으로 수소와 수소에너지에 대한 친숙성, 위험성, 수용성에 대해 설문조사를 수행하였다. 설문에 대한 내용은 기존 문헌 검토를 통해 도출하였고, 이를 바탕으로 에너지 및 교통 전문가 대상의 Focus Group Interview (FGI) 진행을 통해 최종적으로 결정하였다. 설문은 COVID-19로 인해 대면조사가 어려워 비대면으로 진행하였으며 설문조사 항목별로 성별, 연령별, 직업별 특성에 따른 인식의 차이를 분석하여 결과를 제시하였다.

2. 문헌 고찰

2050년 탄소중립과 관련하여 수소에너지 및 수소 모빌리티에 대한 정책들에 대한 관심이 높아지고 있는 상황으로, 시민들의 인식에 대한 연구가 부재하여 수소모빌리티, 수소 충전인프라, 수소 연료전지 등 수소에 관한 연구와 사례를 중심으로 정리하였다.

Chun⁶⁾은 미래 유망한 친환경 자동차로 부각되고 있는 수소연료전지차의 현황 및 국내·외 정부의 관련 정책을 분석한 후 정책적 시사점으로 수소연료전지차의 핵심부품 및 시스템 기술개발과 수소충전인프라 구축, 안전기준개발 및 시험평가 설비와 기술의 확보 필요, 산학연 프로젝트를 추진하여 고급전문 인력을 양성해야 한다고 제시하였다.

Cho와 KOO⁷⁾, Heo 등⁸⁾은 수소연료전지차의 상용화를 위하여 개발되고 있는 기술과제들을 중심으로 수소연료전지자동차의 기술동향을 분석하였다. Lee 등⁹⁾은 국내·외 수소자동차 실용화를 촉진시키기 위하여 수소자동차 기술선진국의 수소연료전지 자동차, 수소엔진 및 수소혼합연료 자동차의 개발현황과 문제점을 파악하여 수소자동차 실용화 전략 방안을 예측하였다. Kwon 등¹⁰⁾은 수소차 이용자를 대상으로 만족도 분석을 통해 현재 지원 정책의 실효성을 제고하고자 하였다. 연구 결과, 수소차 이용의 만족도는 수소차 충전소 수용거리, 구매가격 등 현재 정부에서 추진되고 있는 정책과 상호 독립적으로 확인하였다. 이러한 결과는 국내 수소차 보급 확대를 위해서는 정책적 다변화가 필요함을 시사한다는 점을 확인하였다. Ryu와 Lee¹¹⁾는 도로터널에서 수소차량의 안전성을 확보하기 위한 연구의 일환으로 터널 내 수소차 사고에 따른 다양한 위험요인 중 가스 누출에 따른 화재와 폭발의 위험성에 대한 기초적인 조사·연구를 수행하였다. Kim 등¹²⁾은 수소충전인프라 구축 초기단계에 적합한 하이브리드형 수소 공급 방식을 제안하고, 그러한 공급방식 하에서 이용자 측면의 이용수요를 최대화하며 공급자 측면의 충전소 개질기 설치비용 및 수소운송비용을 최소화하는 수소 충전소 최적 입지 선정 모형을 개발하였다. 그리

고 개발된 방법론을 활용하여 전국 고속도로 요금소 유희부지를 대상으로 수소충전소의 최적 입지를 선정하였으며, Kim 등¹³⁾은 이동식 수소충전소 표준모델 설계와 정량적 위험성 평가(QRA)를 실시하여 도입 가능성을 검토하였다. QRA 결과, 개인적, 사회적 위험도는 가용한 것으로 나타났으며, 도입에 대한 실증방향과 시사점을 도출하였다. Park 등¹⁴⁾은 국내 최초로 실증을 위해 설치된 울산 LPG-수소복합충전소의 충전데이터를 수집하여 분석하였다. 연구 결과, 외기 온도의 변화가 수소차 차량용기의 초기온도에 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 이는 최종적으로 차량의 충전시간과 충전속도에도 영향을 미치는 것으로 나타났다. 국내 수소충전소 기준(KGS FP127)과 미국의 충전프로토콜(SAE J2601)에서 제시한 한계온도를 초과한 경우는 없어 차량용기에 대한 영향은 없는 것으로 나타났다. Han 등¹⁵⁾은 전기차 및 수소차가 자동차산업 내에서의 확산에 대한 Bass 모형의 결과를 계산가능일반균형모형(CGE)에 충격으로 통합시키는 방식의 접근을 취하였다. 자동차 산업과 자동차 사용 산업의 투입계수와 에너지 최종수요의 변화를 충격으로 주는 계산가능일반균형모형 분석을 통하여 경제·환경적 영향을 추정한 결과 전기차는 이산화탄소 배출 면에서 부정적인 영향을 주고, 반면에 수소차는 이산화탄소 배출을 감소시키며 국내총생산 면에서는 전기차와 수소차가 긍정적인 영향을 가져오는 것으로 나타났다. Ingaldi와 Klimecka-Tatar¹⁶⁾은 수소에너지 활용이 저조한 국가와 기반시설이 미비한 국가의 주민들의 의견을 파악하기 위해 연구를 진행하였다. 설문조사 결과, 수소에서 파생된 에너지에 대한 안전 수준이 적절하지 않고 에너지원으로서의 수소에 대한 지식과 수소의 생산 안전성 및 저장 방법에 대한 지식이 매우 낮은 것으로 나타났다.

Itaoka 등¹⁷⁾은 일본에서 과거에 실시한 설문조사와 최근 설문조사의 응답변화에 대해 회귀분석을 이용하여 수소에너지, 수소 인프라 및 수소차에 대한 응답자의 인식, 지식을 분석하였다. 설문조사 결과 수소에 대한 인식이 개선되었고, 수소사회와 수소충전소에 대한 위험과 편익에 대한 인식과 수소인프라에

대한 대중의 수용에는 큰 변화가 없었다는 것을 발견하였다. Sakamoto 등¹⁸⁾은 수소차 활성화를 위해 수소충전소는 필수적이므로 물리적 모델링을 통해 수소충전소의 안전대책 평가를 수행하였다. 수소충전소에서 여러 안전 조치가 동시에 실패할 경우 심각한 결과를 초래할 수 있다. 이러한 상황의 위험을 분석하기 위해 수소의 온도, 압력, 유량을 정상 및 비정상 작동 상태에서 시뮬레이션 할 수 있는 수소충전소 물리적 모델을 개발하였다. 모델을 통계적 방법과 결합하여 여러 안전 조치가 동시에 실패할 경우에 대한 안전 조치의 중요성을 평가하였다. 실패의 조합을 확인하였고, 사고로 이어질 수 있는 안전 조치와 사고 시나리오의 예방 및 완화를 위한 조치를 제안하였다.

기존 사례 연구의 시사점으로 대부분 수소연료전지와 수소자동차, 수소엔진 등 기술에 대한 연구내용과 안전에 대한 시뮬레이션 내용이 상당 부분 차지하고 있었다. 또한 수소차 이용자를 대상으로 수소차 이용에 대한 만족도, 도로터널 구간 내에서 수소차량의 화재와 폭발에 대한 위험성, 수소공급 측면에서의 충전소 개질기 설치비용 및 수소운송비용을 최소화하는 수소충전소 최적입지 선정모형, 에너지원으로서의 수소에 대한 지식과 수소의 생산 안전성 및 저장방법에 대한 지식에 대한 조사 등의 연구들이 주로 진행이 되어 왔다. 국내·외에서는 수소에너지에 대한 위험성, 친숙성, 안전성 등 구체적으로 심리적 태도기반에 대한 연구내용은 많지 않음을 확인할 수 있었다. 본 연구는 수소사회 활성화를 위해 시민들의 심리적 태도를 분석하여 수소사회 활성화를 위한 정책적 자료로 활용하고자 하는 데 목적이 있다.

3. 자료 구축

본 연구에서는 관련 기존 문헌을 분석하여 수소경제 활성화를 위해 수소안전에 대한 시민들의 인식이 수용성에 영향을 미칠 것으로 보이는 항목들을 결정하여 설문 문항을 설계하였다. 설계된 설문 문항에 대해서 교통 및 에너지 관련분야 전문가 FGI를 통해

1차로 수정·보완하였고, 2차로 일반 시민을 대상으로 파일럿 설문을 진행하여 최종적으로 설문 내용을 설계하였다.

설문조사는 2020년 9월 26일부터 10월 6일까지 11일 동안 수원시에 거주하는 20대 이상 운전이 가능한 시민을 대상으로 조사를 수행하였다. 수원시 4개 구 모두 동일한 표본이 되도록 설계하였고, 사회경제적 변수인 성별, 연령대별 모두 동일한 비율이 되도록 표본을 설계하였다. 조사 방법은 COVID-19로 인해 대면조사 대신 온라인 조사로 대체하였으며, 조사 대상인원은 540명이다. 조사내용은 인지도·친숙도(수소차와 수소에너지 관련 인지도 및 친숙도), 위험성(수소연료와 충전인프라 등 위험성에 대한 인식), 수용성(수소에너지와 충전인프라를 도시에 수용할 수 있는 정도) 항목으로 구분하여 조사하였으며 조사항목별로 성별, 연령, 직업 등 응답자의 일반적 특성에 따른 차이와 주거유형 등 거주지 여건 특성에 따른 차이를 분석하고자 하였다. 또한, 항목별로 7점 리커트 척도를 적용하여 응답정도를 간접적으로 판단할 수 있도록 분석하였다. Table 1과 같이 응답자의 일반적인 특성으로 남, 여 각각 50%와 연령대별로 동일하게 25%로 나타났다. 직업별로는 직장인이 69.6%로 가장 높았고, 자영업 13.7%, 학생 6.7%, 주부, 5.7%, 무직 4.3% 순으로 나타났다.

4. 시민 인식의 차이분석

4.1 인지도·친숙도

전반적으로 인지도와 친숙도는 낮은 수준으로 분석되었다. 수소차와 수소연료, 수소 구동원리에 대한 인지도는 약 16-26%로 다소 낮은 수준으로 나타났다. 이는 수소차 관련 인프라의 보급이 충분하지 않고 이와 관련한 홍보가 확산되지 않은 것으로 보인다. 수소차와 수소연료에 대한 친숙도는 약 9-11%로 수소차와 수소연료 모두가 친숙하지 않은 것으로 나타났다. 이는 수소자동차의 보급이 아직까지는 미비하고 수원시 내 수소 인프라가 1개소가 있기 때문이

라 보여진다.

Table 2의 문항은 ‘개인적으로 수소차와 관련해

잘 알고 있다.’로 수소차에 대한 인지도를 나타낸다. Table 2에서 보는 바와 같이 수소차에 대한 인지도는 평균점수 3.6점/7점으로 5점 이상으로 응답한 26.3% 정도가 잘 알고 있는 것으로 분석되었다. 성별 인지도의 경우 남성이 여성에 비해 28.1% 수소차에 관련해 더 잘 알고 있는 것으로 분석되었다. 연령대별로 별다른 차이는 보이지 않고, 직업별 인지도의 경우 학생과 직장인의 경우 각각 30.6%와 27.4%로 잘 알고 있는 반면, 주부의 경우 16.2%만이 알고 있는 것으로 나타났다.

Table 1. Characteristics of respondents

Classification		Number of answer	Distribution (%)
Gender	Male	270	50.0
	Female	270	50.0
Age	20's	135	25.0
	30's	135	25.0
	40's	135	25.0
	Over 50's	135	25.0
Occupation	Student	36	6.7
	Office worker	376	69.6
	Housewife	31	5.7
	Self-employment	74	13.7
	Unemployed	23	4.3
Housing type	Apartment	421	78.0
	Detached house	29	5.4
	Row house	19	3.5
	Multiplex house	67	12.4
	etc.	4	0.7

Table 3의 문항은 ‘개인적으로 수소연료에 대해 잘 알고 있다.’로 수소연료에 대한 인지도를 나타낸다. Table 3에서 보는 바와 같이 수소연료에 대한 인지도는 평균점수 3.5점/7점으로 5점 이상으로 응답한 22.6% 정도가 잘 알고 있는 것으로 나타났다. 성별 인지도의 경우 남성이 여성에 비해 23.7% 수소연료에 대해 더 잘 알고 있는 것으로 분석되었다. 연령대별의 경우 20대가 25.2%로 가장 높게 나타났고, 30대의 경우 19.3%로 가장 낮게 나타났다. 직업에 따라서는 학생과 직장인의 경우 각각 30.6%와 24.2%로 잘 알고 있는 것으로 나타났다.

Table 2. Frequency distribution about perception of hydrogen fueled vehicles

Classification		Very likely	...	Likely	Normal	Unlikely	...	Very unlikely	Total
		Frequency (percent)							
Average score / total score		3.6/7.0							
Gender	Male	11 (4.1)	22 (8.1)	76 (28.1)	86 (31.4)	46 (17.0)	12 (4.4)	17 (6.3)	270
	Female	0 (0.0)	5 (1.9)	28 (10.4)	95 (35.2)	85 (31.5)	20 (7.4)	37 (1.7)	270
Age	20's	6 (4.4)	9 (6.7)	21 (15.6)	37 (27.4)	32 (23.7)	11 (8.1)	19 (14.1)	135
	30's	2 (1.5)	6 (4.4)	26 (19.3)	44 (32.6)	37 (27.4)	10 (7.4)	10 (7.4)	135
	40's	3 (2.2)	5 (3.7)	27 (20.0)	52 (38.5)	30 (22.2)	4 (3.0)	14 (10.4)	135
	Over 50's	0 (0.0)	7 (5.2)	30 (22.2)	48 (35.6)	32 (23.7)	7 (5.2)	11 (8.1)	135
Occupation	Student	3 (8.3)	4 (11.1)	4 (11.1)	9 (25.0)	11 (30.6)	3 (8.3)	2 (5.6)	36
	Office worker	6 (1.6)	21 (5.6)	76 (20.2)	133 (35.4)	86 (22.9)	19 (5.1)	35 (9.3)	376
	Self-employment	0 (0.0)	0 (0.0)	8 (25.8)	11 (35.5)	8 (25.8)	1 (3.2)	3 (9.7)	31
	Housewife	0 (0.0)	2 (2.7)	10 (13.5)	18 (24.3)	25 (33.8)	8 (10.8)	11 (14.9)	74
	etc.	2 (8.7)	0 (0.0)	6 (26.1)	10 (43.5)	1 (4.3)	1 (4.3)	3 (13.0)	23
Total		11 (2.0)	27 (5.0)	104 (19.3)	181 (33.5)	131 (24.3)	32 (5.9)	54 (10.0)	540

Table 4의 문항은 ‘수소차의 구동 원리에 대해 잘 알고 있다.’로 수소차의 구동원리에 대한 인지도를 나타낸다. Table 4에서 보는 바와 같이 수소차의 구동원리에 대한 인지도는 평균점수 3.1점/7점으로 5점 이상으로 응답한 16.9% 정도가 수소차의 구동원리

에 대해 잘 알고 있는 것으로 나타났다. 성별 인지도의 경우 남성이 여성에 비해 21.9% 수소차의 구동원리에 대해 더 잘 알고 있는 것으로 분석되었다. 연령대별로 20대가 20%로 가장 높게 나타났고, 40대, 50대 이상의 두 그룹이 15.6%로 가장 낮았다. 직업

Table 3. Frequency distribution about perception of hydrogen fuel

Classification		Very likely	...	Likely	Normal	Unlikely	...	Very unlikely	Total
		Frequency (percent)							
Average score		3.5/7.0							
Gender	Male	10 (3.7)	17 (6.3)	66 (24.4)	85 (31.5)	56 (20.7)	19 (7.0)	17 (6.3)	270
	Female	2 (0.7)	2 (0.7)	25 (9.3)	73 (27.0)	93 (34.4)	32 (11.9)	43 (15.9)	270
Age	20's	6 (4.4)	8 (5.9)	20 (14.8)	29 (21.5)	39 (28.9)	13 (9.6)	20 (14.8)	135
	30's	3 (2.2)	4 (3.0)	19 (14.1)	40 (29.6)	40 (29.6)	14 (10.4)	15 (11.1)	135
	40's	2 (1.5)	3 (2.2)	25 (18.5)	42 (31.1)	39 (28.9)	12 (8.9)	12 (8.9)	135
	Over 50's	1 (0.7)	4 (3.0)	27 (20.0)	47 (34.8)	31 (23.0)	12 (8.9)	13 (9.6)	135
Occupation	Student	3 (8.3)	4 (11.1)	4 (11.1)	9 (25.0)	10 (27.8)	4 (11.1)	2 (5.6)	36
	Office worker	6 (1.6)	15 (4.0)	70 (18.6)	113 (30.1)	101 (26.9)	31 (8.2)	40 (10.6)	376
	Self-employment	0 (0.0)	0 (0.0)	6 (19.4)	12 (38.7)	7 (22.6)	3 (9.7)	3 (9.7)	31
	Housewife	1 (1.4)	0 (0.0)	6 (8.1)	18 (24.3)	26 (35.1)	10 (13.5)	13 (17.6)	74
	etc.	2 (8.7)	0 (0.0)	5 (21.7)	6 (26.1)	5 (21.7)	3 (13.0)	2 (8.7)	23
Total		12 (2.2)	19 (3.5)	91 (16.9)	158 (29.3)	149 (27.6)	51 (9.4)	60 (11.1)	540

Table 4. Frequency distribution about awareness of the driving principle of hydrogen fueled vehicles

Classification		Very likely	...	Likely	Normal	Unlikely	...	Very unlikely	Total
		Frequency (percent)							
Average score		3.0/7.0							
Gender	Male	7 (2.6)	18 (6.7)	50 (18.5)	73 (27.0)	68 (25.2)	21 (7.8)	33 (12.2)	270
	Female	1 (0.4)	1 (0.4)	14 (5.2)	38 (14.1)	106 (39.3)	39 (14.4)	71 (26.3)	270
Age	20's	4 (3.0)	7 (5.2)	16 (11.9)	19 (14.1)	43 (31.9)	17 (12.6)	29 (21.5)	135
	30's	3 (2.2)	3 (2.2)	16 (11.9)	28 (20.7)	42 (31.1)	20 (14.8)	23 (17.0)	135
	40's	1 (0.7)	4 (3.0)	16 (11.9)	31 (23.0)	45 (33.3)	12 (8.9)	26 (19.3)	135
	Over 50's	0 (0.0)	5 (3.7)	16 (11.9)	33 (24.4)	44 (32.6)	11 (8.1)	26 (19.3)	135
Occupation	Student	1 (2.8)	2 (5.6)	5 (13.9)	4 (11.1)	13 (36.1)	5 (13.9)	6 (16.7)	36
	Office worker	6 (1.6)	17 (4.5)	51 (13.6)	82 (21.8)	115 (30.6)	40 (10.6)	65 (17.3)	376
	Self-employment	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (6.5)	9 (29.0)	11 (35.5)	3 (9.7)	6 (19.4)	31
	Housewife	0 (0.0)	0 (0.0)	4 (5.4)	9 (12.2)	28 (37.8)	10 (13.5)	23 (31.1)	74
	etc.	1 (4.3)	0 (0.0)	2 (8.7)	7 (30.4)	7 (30.4)	2 (8.7)	4 (17.4)	23
Total		8 (1.5)	19 (3.5)	64 (11.9)	111 (20.6)	174 (32.2)	60 (11.1)	104 (19.3)	540

별 인지도의 경우 학생과 직장인의 경우 각각 22.2%와 19.7%로 잘 알고 있는 것으로 나타났다.

Table 5의 문항은 ‘수소연료에 대해 친숙하다.’로 수소연료에 대한 친숙도를 나타낸다. Table 5에서 보는 바와 같이 수소연료에 대한 친숙도는 평균점수 2.9점/7점으로 5점 이상으로 응답한 9.6% 정도가 수소연료에 대해 친숙한 것으로 나타났다. 성별 친숙도의 경우 남성이 여성에 비해 10.4% 수소연료에 대해 친숙한 것으로 분석되었다. 연령대별로 20대가 14.8%로 가장 높게 나타났고, 30대, 40대의 두 그룹이 7.4%로 가장 낮은 것으로 분석되었다. 직업별 인지도의 경우 학생과 직장인의 경우 각각 11.1%와 10.6%로 잘 알고 있는 것으로 나타났다.

Table 6의 문항은 ‘수소차에 대해 친숙하다.’로 수소차에 대한 친숙도를 나타낸다. Table 6에서 보는 바와 같이 수소차에 대한 친숙도는 평균점수 3.0점/7점으로 5점 이상으로 응답한 11.9% 정도가 수소차에 대해 친숙한 것으로 나타났다. 성별 친숙도의 경우 남성이 여성에 비해 10.4% 수소차에 대해 친숙한 것으로 분석되었다. 연령별로는 20대가 14.8%로 가장 높게 분석되었고, 30대 그룹이 9.6%로 가장 낮았다.

직업별 친숙도의 경우 자영업그룹이 19.4%로 가장 친숙한 반면, 주부의 경우 8.1%만이 친숙한 것으로 나타났다.

4.2 위험성

수소의 위험성에 대해서는 수소충전소 폭발사고에 대해 어느 정도 인지하고 있는 것으로 나타났지만 수소연료 및 충전소 폭발사고는 일상적으로 발생하는 흔한 위험성으로는 인식하지 않는 것으로 나타났다. 수소자동차 이용과 관련해서는 수소자동차의 연료 관련 안전성 문제로 이용이 꺼려진다는 응답자는 상대적으로 수용정도는 높은 것으로 나타났다. 수소충전소의 안전성 문제로 이용이 꺼려진다는 응답자는 수소자동차의 이용과 유사하게 나타났다.

Table 7의 문항은 ‘해외에서 발생한 수소충전소 폭발 사고에 대해 알고 있다.’이다. Table 7에서 보는 바와 같이 5점 이상으로 응답한 25.9%가 해외에서 발생한 수소충전소 폭발 사고에 대해 알고 있는 것으로 나타났다. 성별에 따라 남성, 여성 모두 21% 이상이 해외에서 발생한 수소충전소 폭발 사고에 대해

Table 5. Frequency distribution about familiarity with hydrogen fuel

Classification		Very likely	...	Likely	Normal	Unlikely	...	Very unlikely	Total
		Frequency (percent)							
Average score		2.9/7.0							
Gender	Male	5 (1.9)	8 (3.0)	27 (10.0)	61 (22.6)	92 (34.1)	42 (15.6)	35 (13.0)	270
	Female	1 (0.4)	2 (0.7)	9 (3.3)	41 (15.2)	110 (40.7)	38 (14.1)	69 (25.6)	270
Age	20's	3 (2.2)	6 (4.4)	11 (8.1)	22 (16.3)	39 (28.9)	26 (19.3)	28 (20.7)	135
	30's	3 (2.2)	0 (0.0)	7 (5.2)	26 (19.3)	50 (37.0)	22 (16.3)	27 (20.0)	135
	40's	0 (0.0)	3 (2.2)	7 (5.2)	23 (17.0)	61 (45.2)	18 (13.3)	23 (17.0)	135
	Over 50's	0 (0.0)	1 (0.7)	11 (8.1)	31 (23.0)	52 (38.5)	14 (10.4)	26 (19.3)	135
Occupation	Student	0 (0.0)	2 (5.6)	2 (5.6)	5 (13.9)	15 (41.7)	6 (16.7)	6 (16.7)	36
	Office worker	6 (1.6)	8 (2.1)	26 (6.9)	74 (19.7)	137 (36.4)	57 (15.2)	68 (18.1)	376
	Self-employment	0 (0.0)	0 (0.0)	3 (9.7)	10 (32.3)	7 (22.6)	6 (19.4)	5 (16.1)	31
	Housewife	0 (0.0)	0 (0.0)	3 (4.1)	8 (10.8)	33 (44.6)	9 (12.2)	21 (28.4)	74
	etc.	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (8.7)	5 (21.7)	10 (43.5)	2 (8.7)	4 (17.4)	23
Total		6 (1.1)	10 (1.9)	36 (6.7)	102 (18.9)	202 (37.4)	80 (14.8)	104 (19.3)	540

알고 있고, 대체로 폭발사고에 대한 인지가 높은 것으로 나타났다. 연령대가 낮을수록 폭발사고를 알고 있다고 응답하는 경향이 높았다. 직업에 따라 학생그룹이 41.7%로 가장 높게 나타났다.

Table 8의 문항은 ‘수소연료 및 충전소 폭발 사고

는 매우 일상적 위험이다.’이며 여기서 보이는 바와 같이 5점 이상으로 응답한 23.5% 정도가 수소연료 및 충전소 폭발 사고는 매우 일상적 위험이라고 인식하는 것으로 나타났다. 성별에 따라 남성이 여성에 비해 4.1% 매우 일상적인 위험이라고 생각하는 것은

Table 6. Frequency distribution about familiarity with hydrogen fueled vehicles

Classification		Very likely	...	Likely	Normal	Unlikely	...	Very unlikely	Total
		Frequency (percent)							
Average score		3.0/7.0							
Gender	Male	6 (2.2)	7 (2.6)	33 (12.2)	67 (24.8)	84 (31.1)	36 (13.3)	37 (13.7)	270
	Female	0 (0.0)	0 (0.0)	18 (6.7)	50 (18.5)	94 (34.8)	47 (17.4)	61 (22.6)	270
Age	20's	2 (1.5)	4 (3.0)	14 (10.4)	38 (28.1)	30 (22.2)	23 (17.0)	24 (17.8)	135
	30's	3 (2.2)	0 (0.0)	10 (7.4)	27 (20.0)	50 (37.0)	18 (13.3)	27 (20.0)	135
	40's	1 (0.7)	2 (1.5)	12 (8.9)	28 (20.7)	47 (34.8)	23 (17.0)	22 (16.3)	135
	Over 50's	0 (0.0)	1 (0.7)	15 (11.1)	24 (17.8)	51 (37.8)	19 (14.1)	25 (18.5)	135
Occupation	Student	1 (2.8)	1 (2.8)	4 (11.1)	9 (25.0)	11 (30.6)	5 (13.9)	5 (13.9)	36
	Office worker	5 (1.3)	6 (1.6)	34 (9.0)	87 (23.1)	121 (32.2)	57 (15.2)	66 (17.6)	376
	Self-employment	0 (0.0)	0 (0.0)	6 (19.4)	7 (22.6)	8 (25.8)	8 (25.8)	2 (6.5)	31
	Housewife	0 (0.0)	0 (0.0)	6 (8.1)	9 (12.2)	28 (37.8)	10 (13.5)	21 (28.4)	74
	etc.	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (4.3)	5 (21.7)	10 (43.5)	3 (13.0)	4 (17.4)	23
Total		6 (1.1)	7 (1.3)	51 (9.4)	117 (21.7)	178 (33.0)	83 (15.4)	98 (18.1)	540

Table 7. Frequency distribution about recognition of an overseas hydrogen refueling station explosion accident

Classification		Very likely	...	Likely	Normal	Unlikely	...	Very unlikely	Total
		Frequency (percent)							
Gender	Male	3 (1.1)	22 (8.1)	56 (20.7)	45 (16.7)	68 (25.2)	38 (14.1)	38 (14.1)	270
	Female	0 (0.0)	5 (1.9)	54 (20.0)	52 (19.3)	63 (23.3)	31 (11.5)	65 (24.1)	270
Age	20's	2 (1.5)	9 (6.7)	32 (23.7)	17 (12.6)	28 (20.7)	18 (13.3)	29 (21.5)	135
	30's	0 (0.0)	6 (4.4)	30 (22.2)	26 (19.3)	34 (25.2)	15 (11.1)	24 (17.8)	135
	40's	1 (0.7)	6 (4.4)	25 (18.5)	24 (17.8)	32 (23.7)	17 (12.6)	30 (22.2)	135
	Over 50's	0 (0.0)	6 (4.4)	23 (17.0)	30 (22.2)	37 (27.4)	19 (14.1)	20 (14.8)	135
Occupation	Student	1 (2.8)	5 (13.9)	9 (25.0)	2 (5.6)	7 (19.4)	5 (13.9)	7 (19.4)	36
	Office worker	2 (0.5)	18 (4.8)	74 (19.7)	76 (20.2)	89 (23.7)	49 (13.0)	68 (18.1)	376
	Self-employment	0 (0.0)	2 (6.5)	7 (22.6)	2 (6.5)	11 (35.5)	5 (16.1)	4 (12.9)	31
	Housewife	0 (0.0)	1 (1.4)	14 (18.9)	15 (20.3)	19 (25.7)	8 (10.8)	17 (23.0)	74
	etc.	0 (0.0)	1 (4.3)	6 (26.1)	2 (8.7)	5 (21.7)	2 (8.7)	7 (30.4)	23
Total		3 (0.6)	27 (5.0)	110 (20.4)	97 (18.0)	131 (24.3)	69 (12.8)	103 (19.1)	540

로 분석되었다. 연령별로는 30대의 그룹이 25.9%로 가장 높게 나타난 반면, 40대 그룹은 18.5%로 가장 낮게 나타났다. 직업별로 학생그룹이 27.8%로 일상적인 위험이라고 가장 높게 나타난 반면, 자영업 그룹이 16.1%로 가장 낮게 나타났다.

Table 9의 문항은 ‘수소연료 및 충전소 폭발 사고는 매우 재난적 위험이다.’이다. Table 9에서 보는 바와 같이 5점 이상으로 응답한 56.4%가 수소연료 및

충전소 폭발 사고는 매우 재난적 위험이라고 인식하는 것으로 나타났다. 성별에 따라 남성과 여성 모두 과반수가 매우 재난적 위험으로 보는 것으로 분석되었다. 연령별로는 20대, 30대의 두 그룹 모두 59% 이상으로 높게 나타났다. 직업별로는 학생그룹이 66.7%로 재난적 위험이라고 가장 높게 나타난 반면, 자영업그룹이 35.5%로 가장 낮은 것으로 나타났다.

Table 10의 문항은 ‘수소연료의 폭발 위험에 노출

Table 8. Frequency distribution about risk perception of hydrogen refueling station explosion accidents

Classification		Very likely		Likely	Normal	Unlikely		Very unlikely	Total
Gender	Male	6 (2.2)	17 (6.3)	46 (17.0)	66 (24.4)	66 (24.4)	44 (16.3)	25 (9.3)	270
	Female	5 (1.9)	12 (4.4)	41 (15.2)	87 (32.2)	70 (25.9)	23 (8.5)	32 (11.9)	270
Age	20's	2 (1.5)	9 (6.7)	18 (13.3)	38 (28.1)	33 (24.4)	19 (14.1)	16 (11.9)	135
	30's	3 (2.2)	9 (6.7)	23 (17.0)	33 (24.4)	29 (21.5)	19 (14.1)	19 (14.1)	135
	40's	3 (2.2)	4 (3.0)	18 (13.3)	42 (31.1)	39 (28.9)	16 (11.9)	13 (9.6)	135
	Over 50's	3 (2.2)	7 (5.2)	28 (20.7)	40 (29.6)	35 (25.9)	13 (9.6)	9 (6.7)	135
Occupation	Student	2 (5.6)	5 (13.9)	3 (8.3)	10 (27.8)	7 (19.4)	6 (16.7)	3 (8.3)	36
	Office worker	8 (2.1)	18 (4.8)	65 (17.3)	99 (26.3)	96 (25.5)	50 (13.3)	40 (10.6)	376
	Self-employment	0 (0.0)	1 (3.2)	4 (12.9)	13 (41.9)	7 (22.6)	2 (6.5)	4 (12.9)	31
	Housewife	0 (0.0)	4 (5.4)	14 (18.9)	23 (31.1)	20 (27.0)	6 (8.1)	7 (9.5)	74
	etc.	1 (4.3)	1 (4.3)	1 (4.3)	8 (34.8)	6 (26.1)	3 (13.0)	3 (13.0)	23
Total		11 (2.0)	29 (5.4)	87 (16.1)	153 (28.3)	136 (25.2)	67 (12.4)	57 (10.6)	540

Table 9. Frequency distribution about recognition of hydrogen fuel and refueling station explosion as a very catastrophic risk

Classification		Very likely		Likely	Normal	Unlikely		Very unlikely	Total
Gender	Male	31 (11.5)	42 (15.6)	83 (30.7)	57 (21.1)	35 (13.0)	15 (5.6)	7 (2.6)	270
	Female	20 (7.4)	30 (11.1)	99 (36.7)	55 (20.4)	34 (12.6)	8 (3.0)	24 (8.9)	270
Age	20's	10 (7.4)	20 (14.8)	50 (37.0)	28 (20.7)	15 (11.1)	5 (3.7)	7 (5.2)	135
	30's	14 (10.4)	20 (14.8)	47 (34.8)	19 (14.1)	17 (12.6)	7 (5.2)	11 (8.1)	135
	40's	15 (11.1)	13 (9.6)	42 (31.1)	35 (25.9)	17 (12.6)	7 (5.2)	6 (4.4)	135
	Over 50's	12 (8.9)	19 (14.1)	43 (31.9)	30 (22.2)	20 (14.8)	4 (3.0)	7 (5.2)	135
Occupation	Student	4 (11.1)	6 (16.7)	14 (38.9)	7 (19.4)	2 (5.6)	2 (5.6)	1 (2.8)	36
	Office worker	40 (10.6)	53 (14.1)	125 (33.2)	74 (19.7)	45 (12.0)	19 (5.1)	20 (5.3)	376
	Self-employment	2 (6.5)	0 (0.0)	9 (29.0)	9 (29.0)	8 (25.8)	1 (3.2)	2 (6.5)	31
	Housewife	2 (2.7)	9 (12.2)	29 (39.2)	15 (20.3)	12 (16.2)	0 (0.0)	7 (9.5)	74
	etc.	3 (13.0)	4 (17.4)	5 (21.7)	7 (30.4)	2 (8.7)	1 (4.3)	1 (4.3)	23
Total		51 (9.4)	72 (13.3)	182 (33.7)	112 (20.7)	69 (12.8)	23 (4.3)	31 (5.7)	540

되었을 때, 위험을 통제할 수 있다.’이다. Table 10에서 보는 바와 같이 5점 이상으로 응답한 10.9%가 수소연료 폭발 위험에 노출 되었을 때, 위험의 통제가 가능하다고 인식하는 것으로 나타났다. 성별에 따라 남성은 여성보다 11.5% 수소연료의 폭발 위험에 노출 되었을 때, 위험을 통제할 수 있다고 보고 있다. 연령별로는 50대 그룹이 15.6%로 가장 높게 나타났다. 직업에 따라 자영업그룹이 22.6%로 위험을 통제

할 수 있다고 가장 높게 나타난 반면, 주부그룹이 8.1%로 가장 낮은 것으로 나타났다.

Table 11의 문항은 ‘수소차와 수소충전소 이용은 위험하다.’이다. Table 11에서 보는 바와 같이 5점 이상으로 응답한 18.9%가 수소차와 수소충전소 이용은 위험하다고 보고 있다. 이를 통해 수소차와 충전소 이용이 위험하다는 의견이 대체적으로 적음을 알 수 있다. 성별에 따라 여성이 남성보다 5.2% 위험하

Table 10. Frequency distribution about awareness of the controllability of exposure to the explosion hazard of hydrogen fuel

Classification		Very likely		Likely	Normal	Unlikely		Very unlikely	Total
Gender	Male	1 (0.4)	7 (2.6)	37 (13.7)	79 (29.3)	83 (30.7)	43 (15.9)	20 (7.4)	270
	Female	3 (1.1)	1 (0.4)	10 (3.7)	61 (22.6)	103 (38.1)	45 (16.7)	47 (17.4)	270
Age	20's	1 (0.7)	5 (3.7)	9 (6.7)	24 (17.8)	50 (37.0)	27 (20.0)	19 (14.1)	135
	30's	0 (0.0)	0 (0.0)	10 (7.4)	40 (29.6)	49 (36.3)	20 (14.8)	16 (11.9)	135
	40's	2 (1.5)	0 (0.0)	11 (8.1)	41 (30.4)	41 (30.4)	23 (17.0)	17 (12.6)	135
	Over 50's	1 (0.7)	3 (2.2)	17 (12.6)	35 (25.9)	46 (34.1)	18 (13.3)	15 (11.1)	135
	Total	4 (0.7)	8 (1.5)	47 (8.7)	140 (25.9)	186 (34.4)	88 (16.3)	67 (12.4)	540
Occupation	Student	0 (0.0)	3 (8.3)	2 (5.6)	4 (11.1)	14 (38.9)	6 (16.7)	7 (19.4)	36
	Office worker	3 (0.8)	3 (0.8)	34 (9.0)	102 (27.1)	129 (34.3)	66 (17.6)	39 (10.4)	376
	Self-employment	0 (0.0)	1 (3.2)	6 (19.4)	8 (25.8)	9 (29.0)	3 (9.7)	4 (12.9)	31
	Housewife	1 (1.4)	0 (0.0)	5 (6.8)	19 (25.7)	27 (36.5)	8 (10.8)	14 (18.9)	74
	etc.	0 (0.0)	1 (4.3)	0 (0.0)	7 (30.4)	7 (30.4)	5 (21.7)	3 (13.0)	23
Total		4 (0.7)	8 (1.5)	47 (8.7)	140 (25.9)	186 (34.4)	88 (16.3)	67 (12.4)	540

Table 11. Frequency distribution about awareness of general risks for hydrogen cars and charging stations

Classification		Very likely		Likely	Normal	Unlikely		Very unlikely	Total
Gender	Male	4 (1.5)	8 (3.0)	32 (11.9)	89 (33.0)	76 (28.1)	40 (14.8)	21 (7.8)	270
	Female	6 (2.2)	9 (3.3)	43 (15.9)	116 (43.0)	51 (18.9)	21 (7.8)	24 (8.9)	270
Age	20's	3 (2.2)	5 (3.7)	16 (11.9)	50 (37.0)	30 (22.2)	14 (10.4)	17 (12.6)	135
	30's	4 (3.0)	6 (4.4)	17 (12.6)	47 (34.8)	33 (24.4)	19 (14.1)	9 (6.7)	135
	40's	1 (0.7)	4 (3.0)	24 (17.8)	56 (41.5)	32 (23.7)	11 (8.1)	7 (5.2)	135
	Over 50's	2 (1.5)	2 (1.5)	18 (13.3)	52 (38.5)	32 (23.7)	17 (12.6)	12 (8.9)	135
	Total	10 (1.9)	17 (3.1)	75 (13.9)	205 (38.0)	127 (23.5)	61 (11.3)	45 (8.3)	540
Occupation	Student	3 (8.3)	3 (8.3)	4 (11.1)	9 (25.0)	10 (27.8)	2 (5.6)	5 (13.9)	36
	Office worker	6 (1.6)	10 (2.7)	52 (13.8)	141 (37.5)	90 (23.9)	47 (12.5)	30 (8.0)	376
	Self-employment	0 (0.0)	1 (3.2)	4 (12.9)	11 (35.5)	9 (29.0)	4 (12.9)	2 (6.5)	31
	Housewife	1 (1.4)	3 (4.1)	11 (14.9)	36 (48.6)	13 (17.6)	5 (6.8)	5 (6.8)	74
	etc.	0 (0.0)	0 (0.0)	4 (17.4)	8 (34.8)	5 (21.7)	3 (13.0)	3 (13.0)	23
Total		10 (1.9)	17 (3.1)	75 (13.9)	205 (38.0)	127 (23.5)	61 (11.3)	45 (8.3)	540

다고 보고 있는 것으로 분석되었고, 연령에 따라 40대 그룹이 21.5%로 가장 높게 분석되었다. 직업에 따라 학생 그룹의 27.8%가 수소차와 수소충전소의 이용이 위험하다고 가장 높게 나타난 반면, 자영업그룹이 16.1%로 가장 낮게 나타났다.

4.3 수용성 · 사회적 이슈

수소의 수용성에 대해서 약 39%는 도시 전반적으로 수소에너지의 사용을 수용할 수 있다고 보고 있고, 교통 분야에서 수소에너지 사용은 도시 전반적으로 수소에너지를 적용하는 것보다는 수용도가 더 높은 것으로 나타났다. 또한, 도시 내 수소충전소 건설은 부정적인 응답보다는 긍정적인 응답이 더 큰 비중을 차지하는 것으로 나타났다.

Table 12의 문항은 ‘도시 전반적인 수소에너지의 사용을 수용할 수 있다.’로 수소에너지에 대한 수용성을 나타낸다. Table 12에서 보는 바와 같이 평균점수 4.3점/7점으로 5점 이상으로 응답한 44.3%가 도시 전반적인 수소에너지의 사용을 수용할 수 있는 것으로 나타났으며, 이는 수소에너지 수용도에 대한 의견이 대체적으로 높은 편임을 알 수 있다. 성별에

따라 남성이 여성보다 21.9% 수용할 수 있는 것으로 분석되었다. 연령별로는 40대 그룹이 46.7%로 가장 높게 나타났다. 직업별로는 자영업그룹이 48.4%로 수소에너지 사용을 수용할 수 있다는 비율이 가장 크게 나타났다.

Table 13의 문항은 ‘교통부문에서의 수소에너지 사용을 수용할 수 있다.’이다. Table 13에서 보는 바와 같이 평균점수 4.6점/7점으로 5점 이상으로 응답한 57.2%가 교통부문에서 수소에너지의 사용을 수용할 수 있는 것으로 나타났다. 성별에 따라 남성이 여성보다 23.3% 교통부문에서 수소에너지 사용을 수용할 수 있는 것으로 나타났다. 연령별로는 40대 이상 그룹이 60% 이상으로 가장 높고, 직업별로는 자영업그룹이 74.2%로 수용할 수 있다는 비율이 가장 크게 나타났다.

Table 14의 문항은 ‘수소충전소의 도시 내 건설을 수용할 수 있다.’이다. Table 14에서 보는 바와 같이 평균점수 4.3점/7점으로 5점 이상으로 응답한 45%가 도시 내 수소충전소 건설을 수용할 수 있다고 보고 있는 것으로 나타났다. 그러나 여성의 경우 남성과 대비하여 도시 내부에 수소충전소 건설에 부정적인 입장을 보이고 있는 것으로 분석되었다. 성별에 따라

Table 12. Frequency distribution about acceptability of hydrogen fuel energy

Classification		Very likely		Likely	Normal	Unlikely		Very unlikely	Total
Average score		4.3/7.0							
Gender	Male	18 (6.7)	25 (9.3)	106 (39.3)	90 (33.3)	25 (9.3)	2 (0.7)	4 (1.5)	270
	Female	2 (0.7)	9 (3.3)	79 (29.3)	120 (44.4)	42 (15.6)	11 (4.1)	7 (2.6)	270
Age	20's	9 (6.7)	11 (8.1)	39 (28.9)	53 (39.3)	20 (14.8)	3 (2.2)	0 (0.0)	135
	30's	7 (5.2)	9 (6.7)	42 (31.1)	52 (38.5)	19 (14.1)	4 (3.0)	2 (1.5)	135
	40's	0 (0.0)	6 (4.4)	57 (42.2)	52 (38.5)	13 (9.6)	2 (1.5)	5 (3.7)	135
	Over 50's	4 (3.0)	8 (5.9)	47 (34.8)	53 (39.3)	15 (11.1)	4 (3.0)	4 (3.0)	135
Occupation	Student	5 (13.9)	3 (8.3)	7 (19.4)	15 (41.7)	5 (13.9)	0 (0.0)	1 (2.8)	36
	Office worker	9 (2.4)	27 (7.2)	141 (37.5)	133 (35.4)	51 (13.6)	8 (2.1)	7 (1.9)	376
	Self-employment	2 (6.5)	2 (6.5)	11 (35.5)	14 (45.2)	2 (6.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	31
	Housewife	1 (1.4)	1 (1.4)	18 (24.3)	41 (55.4)	7 (9.5)	4 (5.4)	2 (2.7)	74
	etc.	3 (13.0)	1 (4.3)	8 (34.8)	7 (30.4)	2 (8.7)	1 (4.3)	1 (4.3)	23
Total		20 (3.7)	34 (6.3)	185 (34.3)	210 (38.9)	67 (12.4)	13 (2.4)	11 (2.0)	540

남성이 여성보다 24.1% 수용할 수 있다고 나타났고, 연령별로는 40대 이상 그룹이 45% 이상으로 높게 분석되었다. 직업별로는 자영업그룹이 54.8%로 수소 충전소를 수용할 수 있다는 비율이 가장 크게 나타난 반면, 주부그룹이 31.1%로 가장 낮게 나타났다.

Table 15의 문항은 ‘수소에너지 사용을 위한 기술

개발은 아직 부족하다고 생각한다.’이다. Table 15에서 보는 바와 같이 평균점수 4.8점/7점으로 5점 이상으로 응답한 60.0%로 과반수가 수소에너지 사용을 위한 기술개발은 아직 부족하다고 생각하는 것으로 나타났다. 성별에 따라 여성이 남성보다 2.2% 기술이 부족하다고 생각하는 것으로 분석되었다. 연령별

Table 13. Frequency distribution about acceptability of hydrogen fuel use for mobility

Classification		Very likely		Likely	Normal	Unlikely		Very unlikely	Total
Average score		4.6/7.0							
Gender	Male	19 (7.0)	34 (12.6)	133 (49.3)	55 (20.4)	17 (6.3)	9 (3.3)	3 (1.1)	270
	Female	6 (2.2)	16 (5.9)	101 (37.4)	100 (37.0)	35 (13.0)	8 (3.0)	4 (1.5)	270
Age	20's	0 (7.4)	15 (11.1)	43 (31.9)	49 (36.3)	15 (11.1)	3 (2.2)	0 (0.0)	135
	30's	7 (5.2)	14 (10.4)	50 (37.0)	38 (28.1)	19 (14.1)	3 (2.2)	4 (3.0)	135
	40's	2 (1.5)	9 (6.7)	70 (51.9)	38 (28.1)	8 (5.9)	5 (3.7)	3 (2.2)	135
	Over 50's	6 (4.4)	12 (8.9)	71 (52.6)	30 (22.2)	10 (7.4)	6 (4.4)	0 (0.0)	135
Occupation	Student	6 (16.7)	5 (13.9)	8 (22.2)	11 (30.6)	3 (8.3)	2 (5.6)	1 (2.8)	36
	Office worker	1 (2.9)	40 (10.6)	165 (43.9)	104 (27.7)	43 (11.4)	8 (2.1)	5 (1.3)	376
	Self-employment	3 (9.7)	2 (6.5)	18 (58.1)	7 (22.6)	0 (0.0)	1 (3.2)	0 (0.0)	31
	Housewife	2 (2.7)	1 (1.4)	32 (43.2)	28 (37.8)	5 (6.8)	5 (6.8)	1 (1.4)	74
	etc.	3 (13.0)	2 (8.7)	11 (47.8)	5 (21.7)	1 (4.3)	1 (4.3)	0 (0.0)	23
Total		25 (4.6)	50 (9.3)	234 (43.3)	155 (28.7)	52 (9.6)	17 (3.1)	7 (1.3)	540

Table 14. Frequency distribution about acceptability of construction of hydrogen refueling stations in the city

Classification		Very likely		Likely	Normal	Unlikely		Very unlikely	Total
Average score		4.3/7.0							
Gender	Male	15 (5.6)	37 (13.7)	102 (37.8)	66 (24.4)	9 (3.3)	9 (3.3)	6 (2.2)	270
	Female	1 (0.4)	15 (5.6)	73 (27.0)	114 (42.2)	11 (4.1)	11 (4.1)	10 (3.7)	270
Age	20's	6 (4.4)	14 (10.4)	38 (28.1)	47 (34.8)	4 (3.0)	4 (3.0)	2 (1.5)	135
	30's	6 (4.4)	16 (11.9)	34 (25.2)	43 (31.9)	9 (6.7)	9 (6.7)	4 (3.0)	135
	40's	1 (0.7)	11 (8.1)	55 (40.7)	43 (31.9)	5 (3.7)	5 (3.7)	5 (3.7)	135
	Over 50's	3 (2.2)	11 (8.1)	48 (35.6)	47 (34.8)	2 (1.5)	2 (1.5)	5 (3.7)	135
Occupation	Student	4 (11.1)	3 (8.3)	12 (33.3)	8 (22.2)	7 (19.4)	0 (0.0)	2 (5.6)	36
	Office worker	7 (1.9)	43 (11.4)	122 (32.4)	118 (31.4)	63 (16.8)	15 (4.0)	8 (2.1)	376
	Self-employment	2 (6.5)	2 (6.5)	13 (41.9)	11 (35.5)	2 (6.5)	1 (3.2)	0 (0.0)	31
	Housewife	1 (1.4)	2 (2.7)	20 (27.0)	37 (50.0)	7 (9.5)	1 (1.4)	6 (8.1)	74
	etc.	2 (8.7)	2 (8.7)	8 (34.8)	6 (26.1)	2 (8.7)	3 (13.0)	0 (0.0)	23
Total		16 (3.0)	52 (9.6)	175 (32.4)	180 (33.3)	81 (15.0)	20 (3.7)	16 (3.0)	540

로는 40대 그룹이 63.7%로 가장 높게 분석되었다. 직업별로는 학생그룹이 80.6%로 기술이 부족하다는 비율이 가장 크게 나타난 반면, 주부그룹이 58.1%로 가장 낮게 나타났다.

Table 16의 문항은 ‘수소에너지의 안전 등 사회적 문제를 해결해야 한다고 생각한다.’이다. Table 16에

서 보는 바와 같이 평균점수 5.2점/7점으로 5점 이상으로 응답한 75.4%가 수소에너지 사용을 위한 기술 개발은 아직 부족하다고 생각하는 것으로 나타났다. 또한 2/3 이상이 수소에너지의 안전 등 사회적 문제 해결에 대해 필요성을 느끼고 있다. 성별에 따라 여성이 남성보다 1.9% 사회적 문제를 해결해야 한다고

Table 15. Frequency distribution about recognition of the lack of technology development for the use of hydrogen energy

Classification		Very likely		Likely	Normal	Unlikely		Very unlikely	Total
Average score		4.8/7.0							
Gender	Male	28 (10.4)	34 (12.6)	97 (35.9)	77 (28.5)	27 (10.0)	2 (0.7)	5 (1.9)	270
	Female	16 (5.9)	44 (16.3)	105 (38.9)	86 (31.9)	12 (4.4)	5 (1.9)	2 (0.7)	270
Age	20's	12 (8.9)	21 (15.6)	50 (37.0)	37 (27.4)	12 (8.9)	2 (1.5)	1 (0.7)	135
	30's	14 (10.4)	19 (14.1)	45 (33.3)	40 (29.6)	11 (8.1)	1 (0.7)	5 (3.7)	135
	40's	11 (8.1)	25 (18.5)	50 (37.0)	42 (31.1)	5 (3.7)	1 (0.7)	1 (0.7)	135
	Over 50's	7 (5.2)	13 (9.6)	57 (42.2)	44 (32.6)	11 (8.1)	3 (2.2)	0 (0.0)	135
Occupation	Student	6 (16.7)	8 (22.2)	15 (41.7)	4 (11.1)	2 (5.6)	1 (2.8)	0 (0.0)	36
	Office worker	29 (7.7)	53 (14.1)	139 (37.0)	116 (30.9)	3 (0.8)	3 (0.8)	6 (1.6)	376
	Self-employment	2 (6.5)	2 (6.5)	17 (54.8)	8 (25.8)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	31
	Housewife	4 (5.4)	13 (17.6)	26 (35.1)	26 (35.1)	3 (4.1)	3 (4.1)	0 (0.0)	74
	etc.	3 (13.0)	2 (8.7)	5 (21.7)	8 (39.1)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (4.3)	23
Total		44 (8.1)	78 (14.4)	202 (37.4)	163 (30.2)	39 (7.2)	7 (1.3)	7 (1.3)	540

Table 16. Frequency distribution about recognition of the need to solve the hydrogen energy safety problem

Classification		Very likely		Likely	Normal	Unlikely		Very unlikely	Total
Average score		5.2/7.0							
Gender	Male	50 (18.5)	59 (21.9)	92 (34.1)	54 (20.0)	11 (4.1)	2 (0.7)	2 (0.7)	270
	Female	45 (16.7)	51 (18.9)	110 (40.7)	48 (17.8)	14 (5.2)	1 (0.4)	1 (0.4)	270
Age	20's	20 (14.8)	30 (22.2)	49 (36.3)	28 (20.7)	7 (5.2)	1 (0.7)	0 (0.0)	135
	30's	31 (23.0)	31 (23.0)	38 (28.1)	25 (18.5)	6 (4.4)	2 (1.5)	2 (1.5)	135
	40's	25 (18.5)	26 (19.3)	61 (45.2)	18 (13.3)	4 (3.0)	0 (0.0)	1 (0.7)	135
	Over 50's	19 (14.1)	23 (17.0)	54 (40.0)	31 (23.0)	8 (5.9)	0 (0.0)	0 (0.0)	135
Occupation	Student	5 (13.9)	13 (36.1)	13 (36.1)	5 (13.9)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	36
	Office worker	64 (17.0)	77 (20.5)	133 (35.4)	75 (19.9)	21 (5.6)	3 (0.8)	3 (0.8)	376
	Self-employment	5 (16.1)	4 (12.9)	13 (41.9)	8 (25.8)	1 (3.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	31
	Housewife	17 (23.0)	11 (14.9)	32 (43.2)	11 (14.9)	3 (4.1)	0 (0.0)	0 (0.0)	74
	etc.	4 (17.4)	5 (21.7)	11 (47.8)	3 (13.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	23
Total		95 (17.6)	110 (20.4)	202 (37.4)	102 (18.9)	25 (4.6)	3 (0.6)	3 (0.6)	540

생각하는 것으로 분석되었다. 연령별로는 40대 그룹이 83%로 가장 높게 나타났다. 직업에 따라 학생그룹이 86.1%로 사회적 문제를 해결해야 한다는 비율이 가장 크게 나타난 반면, 자영업그룹이 71.0%로 가장 낮게 나타났다.

4.4 수소충전소 이격거리 및 구매의향에 대한 수소충전소 최대거리

Fig. 1은 성별, 연령, 직업, 주거유형을 구분하여 수소충전소가 최소한 주거지로부터 이격되는 적절한 정도를 분석하였다. 성별의 경우 수소충전소 이격정도에 많은 차이를 보이고 있는데, 남성의 경우 주거지에서 20분의 이격정도가 적절한 것으로 나타난 반면, 여성의 경우 36분이 이격정도가 적절하다고 나타났다. 연령대의 경우 사회경제 활동이 활발한 20, 30대에서 오히려 큰 이격정도를 원하는 것으로 나타났다. 한편, 주부의 경우 35.96분으로 타 직업군 대비 주거지 주변 수소충전소 수용정도가 가장 낮은 것으로 분석되었다. 주거유형별로는 다세대주택에 거주하고

있는 시민이 해당 주거지에서 수소충전소가 이격되도록 건설되기를 원하는 것으로 나타났다.

Fig. 2는 성별, 연령, 직업, 주거유형을 구분하여 수소자동차 구매 의사가 발생할 수 있는 수소충전소 최대거리를 분석하였다. 남성의 경우 수소자동차 구매를 고려하는 경우 수소충전소까지 최대 15분 정도 용인할 수 있는 것으로 나타났고, 대부분 자동차로 20분 이내 수소충전소까지 접근이 가능하여야 수소자동차의 구매를 고려할 의향이 있는 것으로 나타났다. 주거지 특성의 경우 아파트에 거주하고 있는 시민의 경우 17분 이내에 수소충전소에 도달이 가능한 경우 수소차 구매를 고려할 의향이 있는 것으로 나타났다.

5. 결론

수소에너지에 대한 설문조사 분석결과 인지도 측면에서 남성이 여성에 비해 약 21-26% 수소차 및 수소연료 등에 관해 더 알고 있다고 응답하였으며, 연령별로는 20대가 약 25%, 직업별로는 학생이 약

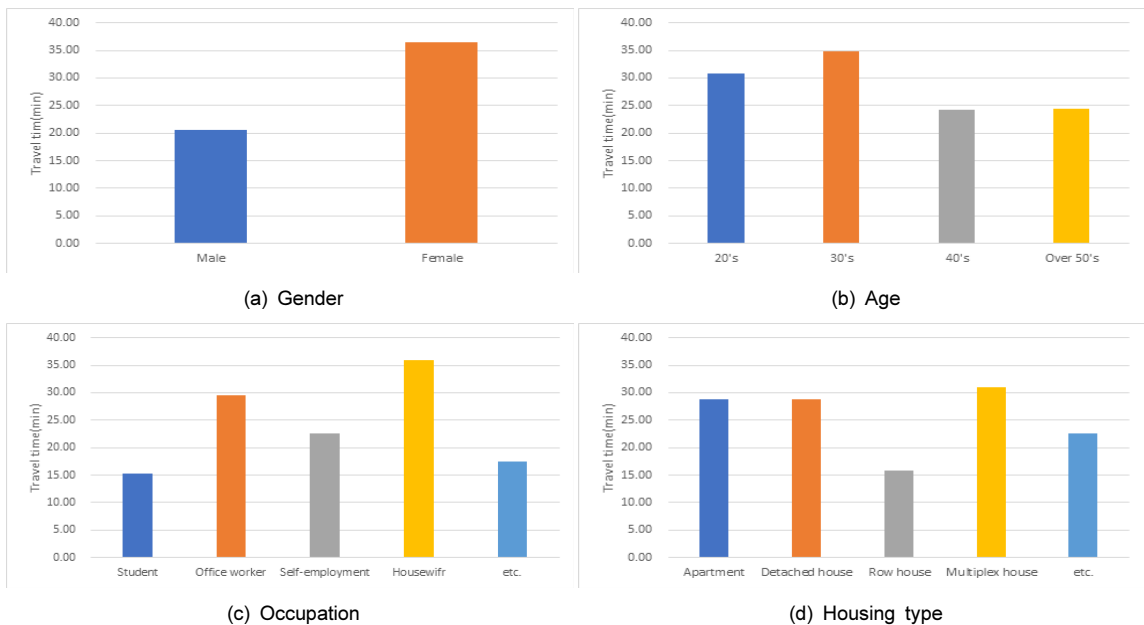


Fig. 1. Acceptable minimum distance between hydrogen refueling station and residential area

30%로 가장 잘 알고 있는 것으로 나타났다. 친숙도 측면에서는 남성이 여성보다 약 10% 수소차 및 수소연료 등에 대해 더 친숙하다고 응답하였으며, 연령별로는 20대가 약 14%로 가장 친숙한 것으로 나타났다. 위험성 측면에서는 남성과 여성 모두가 수소차 및 수소연료 등이 위험하다고 응답하였으며, 연령별로는 20·30대, 직업별로는 학생이 약 27·66%로 가장 위험성이 크다고 응답한 것으로 나타났다. 수용성 측면에서는 남성이 여성보다 약 22·24% 수소차 및 수소연료 등을 수용할 수 있다고 응답하였고, 연령별로는 40대가 약 45% 이상, 직업별로는 자영업그룹이 약 48·72% 정도가 수용할 수 있다고 응답한 것으로 나타났다. 연구 결과를 바탕으로 수소사회 활성화를 위한 정책에 참고할 필요가 있다.

연구 결과 수소차 및 수소연료에 대해 대시민 인식이 전반적으로 약한 상황으로 보이며, 주부의 경우 수소에 관한 인식이 더욱 떨어지는 것으로 나타났다. 특히 수소의 에너지나 원리 등 기술적인 부분에 있어 인지도가 취약한 것으로 나타났다. Ingaldi와 Klimeckr-Tatar¹⁶⁾의 연구 결과에서도 수소에서 파생

되는 에너지에 대한 안전 수준이 적절하지 않고, 에너지원으로서의 수소에 대한 지식과 수소의 생산안전성에 대한 지식이 매우 낮은 결과를 제시하였다.

수소차와 수소연료에 관한 인식이 보통 수준 이하로 나타나기 때문에 수소정책을 추진하는 것에 앞서 수소 큐레이터 양성 등 관련 프로그램을 통한 사회적 지식공유의 선행이 우선 필요할 것으로 보인다. 수소차와 충전소 이용에 대해 대체적으로 위험하다고 인식하는 경향이 있으며, 이는 2019년 강릉 수소 폭발 사고로 인한 인명피해가 부각된 측면이 있는 것으로 보인다. 특히 학생 및 아파트 그룹에서 수소에 대한 위험성을 우려하고 있는 것으로 나타났다. 또한 일상적인 위험보다는 사고 발생 시 심각도가 커질 것이라고 우려하고 있는 것으로 나타났다. Itaoka 등¹⁷⁾은 과거와 최근조사를 통해 수소인프라와 수소차에 대한 인식을 분석하였다. 수소에 대한 인식은 개선이 되었지만 수소충전소에 대한 위험과 편익에 대한 인식과 수소인프라에 대한 대중의 수용성에는 변화가 없었다는 것을 확인하였다.

충전인프라 입지에 따른 불안감 해소를 위한 민원

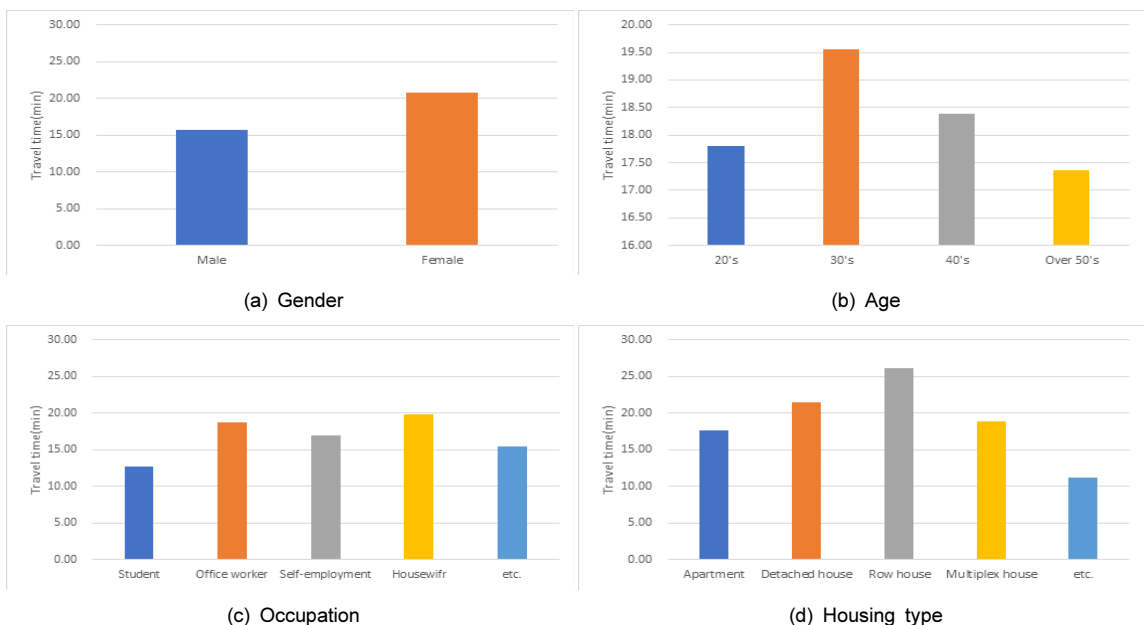


Fig. 2. Acceptable maximum distance to purchase a hydrogen car

대응방안, 시책 마련 등의 대응 전략이 요구되고 있다. 한편, 수소에너지의 도시 내 수용 정도는 상대적으로 높은 것으로 나타나 수소에너지 안전성에 대해 충분한 이해와 도입 공감대 형성이 이루어진 경우 수소생태계 적용이 어렵지 않을 것으로 보인다. 수소 충전소 이격거리는 거주지로부터 승용차로 21-26분 소요거리로 나타났고, 수소차 구매의향이 발생할 수 있는 인프라 접근시간은 20분 이내로 나타나, 수소충전소의 거주지 이격 희망거리와 수소자동차 구매의향 거리가 차이를 보이고 있으며, 평균적으로 20분 이내 충전 인프라에 접근이 가능하여야 수소차 구매를 향후 고려할 것이라는 결과가 제시되었다. 현재 수소 관련 정책은 수소자동차 등의 모빌리티 보급 등 수소 교통수단의 확대에 초점이 맞추어져 있다. 그러나 국외 사례의 경우 선제적으로 수소가 이용될 수 있는 여건을 조성한 뒤 보급하는 방향으로 정책을 추진하고 있다. Chun¹⁹⁾은 수소연료전지차가 보급되기 위해서는 전국 각지에 수소충전소가 설치되어야 한다고 하였으며, 충전인프라 문제로 일반주유소나 LPG 충전소와 개념이 다르기 때문에 안전한 수소충전소 설치를 강조하였다. 창원시의 경우 이미 수소버스와 수소승용차, 수소승용차간 충전경합이 이미 지속적으로 발생되고 있으며, 인프라 공급의 한계를 보이고 있다. 따라서 수소자동차의 보급 및 확산 역시 중요하나 이용 기반을 우선 조성하는 것이 더 중요할 것으로 보인다. 단독 수소충전소의 경우 수소차의 확산 이전까지 경제성 확보가 어려울 수 있으므로 단독 운영의 낮은 수익성을 보완하고 부지확보의 용이성, 운영인력 비용 절감, 높은 주민 수용성을 고려한 기존의 주유소, CNG, LPG 충전소와 같은 연료공급소에 수소충전소를 추가적으로 설치하는 복합형 융합충전소 형태의 구축을 고려할 수 있다. 이는 사업자에게도 수소와 연계한 새로운 비즈니스 모델 발굴 차원에서 복합형으로의 전환을 유도할 수 있으며, 주민 입장에서도 기존 연료 충전시설에 수소충전시설을 덧붙이는 것은 신규로 수소 충전소를 건립하는 것보다는 훨씬 저항성이 낮을 것으로 보여진다.

연구 결과 수소에너지, 수소자동차 등 수소 생태

계 구성요소에 대한 전반적인 인식이 아직까지는 미미한 것으로 나타났다. Chun¹⁹⁾은 수소연료전지차 소비 수요의 안정적인 성장을 위해서는 산학연 프로젝트를 추진하여 고급 전문 인력을 양성해야 한다고 하였다. 수소생태계 구성요소에 대한 인식을 높이기 위해 선제적으로 수소 큐레이터 양성 사업을 통해 대시민 홍보를 강화하고 있으며, 수소 에너지 전환 시대를 대비하는 것이 바람직하다고 판단된다. 다만 이 수소큐레이터 양성 사업이 일회성으로 그치지 않고 지속적으로 운영되고 지식공유 기반의 장이 될 수 있도록 관심을 갖고 운영되어야 할 것으로 보인다. 한편, 수소에너지의 도시 내 수용 정도는 상대적으로 높은 것으로 나타나 수소에너지 안전성에 대해 충분히 이해와 도입 공감대 형성이 이루어진 경우 수소생태계 적용이 어렵지 않을 것으로 보인다. 본 연구의 결과는 각 지자체가 수소사회 활성화를 위해 수소 충전인프라 구축 시 기본 자료로 활용이 가능할 것으로 보인다. 다만 수소충전인프라 구축 시 고려해야 할 법제도 부분을 검토하지 못한 것이 본 연구의 한계로 볼 수 있다. 향후 수소충전 인프라 구축을 위해 주변토지이용 및 법제도 등 충분한 검토가 필요할 것으로 판단된다.

후 기

본 연구는 수원형 수소생태계 모델구축 계획수립 연구 보고서를 수정·보완한 것입니다.

References

1. J. H. Kim, "Air pollutant reduction effect on road mobility in hydrogen economy era", *Trans Korean Hydrogen New Energy Soc*, Vol. 31, No. 6, 2020, pp. 522-529, doi: <https://doi.org/10.7316/KHNES.2020.31.6.522>.
2. S. W. Choi, H. J. Park, J. I. Han, "Optimization of hydrogen supply network design for fuelling hydrogen fuel cell vehicles", *Journal of the Korean Operations Research and Management Science Society*, Vol. 38, No. 2, 2021, pp. 75-88, doi: <https://doi.org/10.7737/KMSR.2021.38.2.075>.
3. S. H. Kim, "Suwon type hydrogen ecosystem model establishment planning", Suwon Research Institute, Korea, 2020.

4. S. Kelley, A. Krafft, M. Kuby, O. Lopez, R. Stotts, and J. Liu, "How early hydrogen fuel cell vehicle adopters geographically evaluate a network of refueling stations in California", *Journal of Transport Geography*, Vol. 89, 2020, pp. 102897, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102897>.
5. J. Alazemi, and J. Andrews, "Automotive hydrogen fuelling stations: an international review", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 48, 2015, pp. 483-499, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.085>.
6. H. W. Chun, "Policy of fuel cell electric vehicle and its implication", *Electronics and Telecommunications Trends*, Vol. 28, No. 3, 2013, pp. 151-159. Retrieved from <https://koreascience.kr/article/JAKO201352057197060.page>.
7. M. Cho and Y. D. Koo, "Advanced technologies for the commercialization of hydrogen fuel cell electric vehicle", *Journal of Energy Engineering*, Vol. 23, No. 3, pp. 132-145, doi: <https://doi.org/10.5855/ENERGY.2014.23.3.132>.
8. S. K. Heo, S. B. Yoon, B. S. Kim, and S. H. Lee, "Trends of diffusion and development of hydrogen filling stations and fuel cell electronic vehicles at domestic and overseas", *Auto Journal*, Vol. 40, No. 4, 2018, pp. 72-76. Retrieved from <http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE07407910>.
9. K. J. Lee, J. T. Lee, and G. J. Yong, "The strategy plans for practical use of hydrogen fueled vehicles in domestic", *Trans Korean Hydrogen New Energy Soc*, Vol. 21, No. 4, 2010, pp. 346-353. Retrieved from <https://koreascience.kr/article/JAKO201033359738700.page>.
10. S. W. Kwon, H. S. Chang, S. K. Cho, W. J. Choi, and E. S. Lee, "A satisfaction analysis to discover implications on the policy of hydrogen fueled cell vehicle", *Korea Technology Innovation Society*, pp. 36-44. Retrieved from <https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE10552554>.
11. J. O. Ryu and H. Y. Lee, "A basic study on the hazard of hydrogen fuel cell vehicles in road tunnels", *Journal of Korean Tunnelling and Underground Space Association*, Vol. 23, No. 1, 2021, pp. 47-60, doi: <https://doi.org/10.9711/KTAJ.2021.23.1.047>.
12. G. J. Kim, J. Park, and S. Go, "Location problem of hydrogen refueling station considering hybrid hydrogen supply system", *Transportation Research*, Vol. 26, No. 2, 2019, pp. 53-70, doi: <https://doi.org/10.34143/jtr.2019.26.2.53>.
13. P. Kim, S. Kang, M. Yoo, and Y. Hun, "A study on safety analysis of stationary LPG - mobile hydrogen complex refueling station", *Journal of Energy Engineering*, Vol. 28, No. 4, 2019, pp. 48-60, doi: <https://doi.org/10.5855/ENERGY.2019.28.4.048>.
14. S. Park, D. Kim, Y. Ku, P. Kim, and Y. Huh, "Analysis of operation data monitoring for LPG-hydrogen multi-fueling station", *Journal of Energy Engineering*, Vol. 28, No. 4, 2019, pp. 1-7, doi: <https://doi.org/10.5855/ENERGY.2019.28.4.001>.
15. T. W. Han, D. Lim, and J. T. Kim, "Environmental and economic impact of EV and FCEV penetration into the automobile industry: a CGE approach", *Environmental and Resource Economics Review*, Vol. 28, No. 2, 2019, pp. 231-276, doi: <https://doi.org/10.15266/KEREA.2019.28.2.231>.
16. M. Ingaldi and D. Klimecka-Tatar, "People's attitude to energy from hydrogen-from the point of view of modern energy technologies and social responsibility", *Energies*, Vol. 13, No. 24, 2020, pp. 6495, doi: <https://doi.org/10.3390/en13246495>.
17. K. Itaoka, A. Saito, and K. Sasaki, "Public perception on hydrogen infrastructure in Japan", *Int. J. Hydrogen Energy*, Vol. 42, No. 11, 2017, pp. 7290-7296, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.10.123>.
18. J. Sakamoto, R. Sato, J. Nakayama, N. Kasai, T. Shibutani, and A. Miyake, "Leakage-type-based analysis of accidents involving hydrogen fueling stations in Japan and USA", *Int. J. Hydrogen Energy*, Vol. 41, No. 46, 2016, pp. 21564-21570, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.08.060>.
19. H. W. Chun, "Policy of fuel cell electric vehicle and its implication", *Electronics and Telecommunications Trends*, Vol. 28, No. 3, 2013, pp. 151-159. Retrieved from <https://koreascience.kr/article/JAKO201352057197060.page>.