

해외환경정책동향

ISSN 2672-0299

Trends in Global Environmental Policy | 2021-02호

KEI 한국환경정책·평가연구원
Korea Environment Institute

정책동향

친환경차 해외 정책 사례 및 시사점
전기·수소자동차 기술 동향
친환경차 및 자율주행차 개발 동향 및 시사점

그린 모빌리티

연구동향

친환경차 연구 및 데이터 분석과 정책적 시사점





정책동향

- 04 친환경차 해외 정책 사례 및 시사점
- 18 전기·수소자동차 기술 동향
- 32 친환경차 및 자율주행차 개발 동향 및 시사점

연구동향

- 48 친환경차 연구 및 데이터 분석과 정책적 시사점



발행 2021년 7월 31일
발행인 윤제용 원장
발행처 한국환경정책·평가연구원
(03147) 세종특별자치시 시청대로 370
세종국책연구단지 과학·인프라동

전화 044-415-7777
팩스 044-415-7799
홈페이지 <http://www.kei.re.kr>
기획·편집 글로벌환경협력센터

정책동향

01

친환경차 해외 정책 사례 및 시사점

박지영
한국교통연구원

20세기 이전부터 시작된 자동차 역사는 오랜 시간 동안 화석연료 중심 시장으로 발전해왔다. 그러나 자동차 증가로 인한 대기오염과 탄소배출량 증가가 심각한 사회적 문제로 인식되면서 화석연료 중심 시장도 변화하고 있다. 최근 탄소중립 실현을 위한 국제적 공감대가 깊어지면서 자동차 시장의 전환 속도는 더 빨라질 전망이다. 수송 부문 에너지는 저탄소 연료로 전환되고 있으며 전동화(electrification)가 진행 중이다.

자동차의 전동화는 수송 분야 탄소중립을 실현하기 위한 주요 전략 중 하나다. 미국과 유럽, 중국 등 주요 시장에서는 환경 규제를 강화하는 한편 친환경차 시장경쟁력을 높이기 위한 여러 정책도구를 통해 공공 주도로 시장 전환을 유도하고 있다. 그 결과 2020년 말 기준 전 세계 전기자동차¹⁾ 등록대수는 누적 천만 대를 넘어섰고 신차 시장의 4.6%로 성장했다.²⁾

우리나라도 작년 말까지 누적 18만 대의 전기자동차를 보급했으며, 현재 출시 차종은 승용차뿐만 아니라 버스나 트럭 등 대형차 차종까지 확대된 상황이다. 정부가 제시하는 중장기 목표는 더욱 적극적이다. 그린뉴딜 정책에 따르면 2025년까지 5년간 연평균 약 24만 대³⁾의 전기자동차 보급을 목표로 하고 있다. 이는 현재 자동차 시장 규모가 유지된다면 전기차와 수소차의 시장 점유율이 연평균 약 12% 이상으로 빠르게 성장해야 함을 의미한다.⁴⁾ 따라서 친환경차 경쟁력을 높이고 편리한 인프라 환경을 조성하기 위한 정책적 노력은 더욱 중요할 것이다.

본고에서는 해외 주요 시장의 최신 전기차와 수소차 정책 동향을 살펴보고 향후 국내

1) 본고에서 사용하는 '전기자동차'라는 용어는 전기동력으로 구동 가능한 자동차를 의미하며 순수전기차, 플러그인 하이브리드차, 수소전기차 유형을 모두 포함하여 총칭함

2) IEA(2020)

3) 2025년까지 순수전기차 113만 대, 수소전기차 20만 대 목표

4) 관계부처 합동(2020)

시장 확대를 위해 강조해야 할 정책적 시사점을 탐색하고자 한다. 이를 위해 2020년도 글로벌 시장 분석을 통해 주요 시장으로 파악된 유럽, 중국, 미국 등의 사례를 중심으로 살펴보았다.

1. 글로벌 시장 현황(2020년 말 기준)⁵⁾



OECD 산하 국제에너지기구(IEA: International Energy Agency)는 매년 글로벌 차원의 전기자동차 동향과 전망을 발표하고 있다. 올해 4월 발표된 ‘글로벌 전기자동차 전망(Global EV Outlook 2021)’은 2020년 말까지 집계된 전기자동차 통계를 포함하고 있다.

IEA(2021)에 따르면 2020년까지 글로벌 시장의 전기자동차 규모는 천만 대를 넘었고, 이는 전체 자동차 대수 중 약 1%를 차지한다. 2020년에는 코로나19 팬데믹으로 인한 경제 위기로 대부분 시장에서 신차 수요가 감소했으나, 오히려 전기자동차 신규 등록대수는 경기 부양책으로 재정지원을 강화함에 따라 전년 대비 43% 이상 증가했다.

초기 시장은 주로 승용차 중심으로 형성되었으나, 배터리 기술이 발전함에 따라 버스나 트럭 등 중대형 차종도 늘어나는 추세이다. 차종별 시장 규모를 정리하면 <표 1>과 같다. 전기자동차 유형별로는 모든 차종에서 순수전기차 비중이 높고, 플러그인 하이브리드차, 수소전기차 순으로 시장 규모가 늘어나고 있다.

<표 1> 글로벌 전기차종별 시장 규모(2020년 기준)

(단위: 천대)

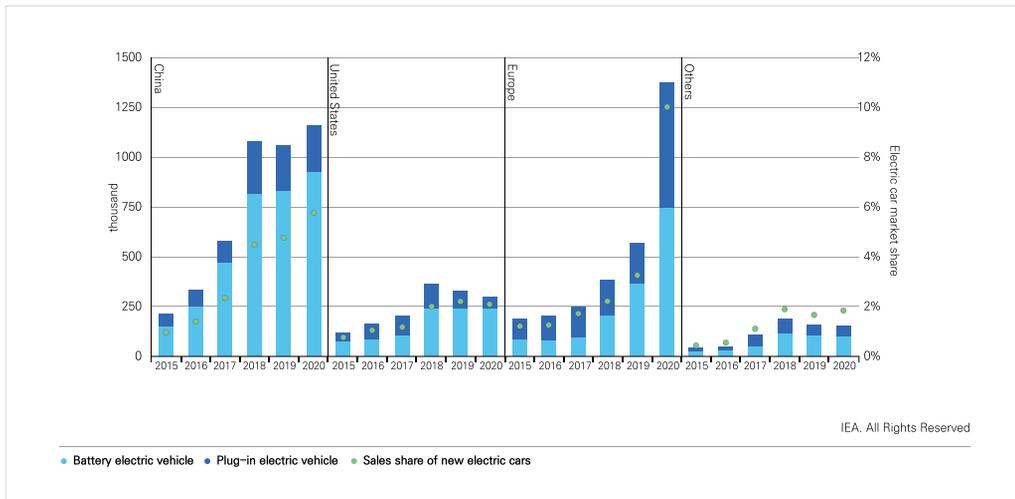
차 종	순수전기차	수소전기차	플러그인 하이브리드차
승용차	6,850	31	3,347
버스	515	6	82
트럭	31	3	0.2
밴	428	0.3	8

자료: IEA(2021); IEA(2021.4.29), “Global EV Data Explorer”, 검색일: 2021.06.15의 차종별 자료 재가공

5) IEA(2021); IEA(2021.4.29), “Global EV Data Explorer”, 검색일: 2021.06.15의 글로벌 전기자동차 데이터 탐색기 자료를 토대로 작성

국가별로 살펴보면 중국이 누적 450만 대로 가장 큰 시장이며, 다음은 유럽 330만 대, 미국 180만 대순으로 많은 전기자동차를 보유하고 있다. 2020년 신규 등록대수 기준으로는 유럽이 140만 대로 중국 120만 대보다 더 많은 전기자동차가 판매되었다.

[그림 1] 주요 시장의 전기자동차 신차 등록대수(2015~2020년)



자료: IEA(2021.4.29), "Global Electric Car Registrations and Market Share, 2015~2020", 검색일: 2021.06.15

유럽에서는 2020년부터 강화된 환경규제가 적용되면서 주요 제작사에서는 다양한 전기자동차 모델을 출시했다. 이 밖에도 팬데믹 대책으로 독일, 프랑스 등 주요 국가의 전기자동차 구매 지원이 강화됨에 따라 전기자동차 시장은 2배 이상 급증했으며 순수전기차 비율이 높아지는 추세다.

중국은 당초 2020년 말까지 구매보조금 제도가 종료될 예정이었으나 제도를 2022년까지 연장하는 것으로 발표하였다. 전기자동차 시장 성장세는 다소 둔화하였으나 전체 자동차 판매대수가 축소되면서 2020년도 전기자동차 시장 점유율은 5.7%로 전년도 4.8%보다 높아진 상황이다.

미국도 코로나19 팬데믹의 영향으로 인해 자동차 시장 규모가 23% 감소했으나 전기자동차 판매는 상대적으로 감소 폭이 작은 편이다. 지난 2009년부터 시행된 연방정부 차원의 전기자동차 인센티브는 테슬라사와 GM사의 판매 대수가 보조금 최대 허용수준인 20만 대를 넘어서 종료 예정으로 점차 감소할 것으로 전망된다.

위 분석과 같이 전기자동차 시장에서는 환경규제나 구매보조금 같은 정책요인이 중요한 변수로 작용하며, 각국 정부는 시장 특성과 경제적 여건 등을 고려하여 정책도구를 개선하고 있다. 다음 절에서는 주요 정책별로 분류하여 국가별 최신 동향을 분석하였다.

2. 전기자동차 시장 활성화를 위한 지원정책



2.1. 재정적 지원정책의 변화

전기자동차 시장 형성을 위한 대표적인 지원정책은 가격경쟁력을 보완하기 위한 재정적 지원으로서, 직접적인 보조금이나 세제 감면을 통한 간접적인 지원제도 등이 추진되고 있다. 그러나 점차 시장 규모가 늘고 출시 차종이 증가하면서 재정지원 규모의 축소는 불가피하다. 따라서 주요 시장에서는 형평성을 고려하여 지급조건을 제한하거나, 차량 성능에 따라 지급규모를 차등화하여 기술개선을 촉진하는 등 개선작업이 이뤄지고 있다.

먼저 미국은 보조금 지급 규모를 제작사 판매대수에 따라 한정하고 있는 것이 특징이다. 국세청 전기자동차 세액공제(qualified PEV tax credit)는 자동차 제작사별로 20만 대까지 지급규모 상한을 부여하고 있다. 제작사마다 미국 내 판매한 전기자동차가 20만 대를 넘으면 그다음 반기부터 단계적으로 보조금을 축소하여 1년 이내 종료하는 방식이다. 지급 대상은 2009년 12월 31일 이후 판매 차량으로 현재 GM사와 테슬라사는 판매 대수가 20만 대를 초과하여 보조금 지급이 종료될 예정이다. 이 제도는 전기자동차 구매자에게 세액공제 형식으로 보조금을 지급하는 방식이며, 최소 2,500달러부터 최대 7,500달러까지 차량 배터리 용량과 중량에 따라 차등 지급이 되고 있다.⁶⁾

노르웨이는 전기자동차에 대한 강력한 세제 지원으로 2020년 전기차 시장 점유율이 50%를 넘었고, 2025년부터는 내연기관 자동차 판매금지를 선언하는 등 대표적인 전기자동차 시장으로 알려져 있다. 그러나 신차 시장의 승리에도 불구하고 전체 자동차 시장에서 전기자동차 비율은 14%에 불과한 상황이다. 따라서 노르웨이 정부는 1990년부터 시작된 구매세, 부가가치세, 자동차세 등 세제 혜택을 여전히 유지하고 있으며, 일부 종료한 지원제도도 비율을 조정하여 재시행하고 있다.⁷⁾

지속적인 지원정책을 통해 전기자동차의 시장경쟁력을 유지하고 2025년 이후부터는 내연기관 자동차 판매금지를 통해 자동차 시장을 전환하려는 계획이다. <표 2>는 현재 노르웨이에서 폭스바겐 골프의 내연기관 모델과 전기차 모델의 구매가격을 비교한 것으로 세금 혜택을 통해 전기차 모델을 선택하는 것이 더 경제적인 상황임을 보여준다.

6) U.S. Department of Energy(2020); IRS(2021)

7) Norsk Elbilforening(2021), "Norwegian EV Policy", 검색일: 2021.6.1.

〈표 2〉 노르웨이 시장의 전기차 가격경쟁력 비교

(단위: 유로)

항 목	폭스바겐 골프	폭스바겐 e-골프
차량 가격	22,046	33,037
CO2 tax(113g/km)	4,348	-
NOx tax	206	-
중량세(Weight tax)	1,715	-
폐차비(Scrapping fee)	249	249
25% VAT	5,512	-
총판매가격	34,076	33,286

자료: Norsk Elbilforening(2021), "Norwegian EV Policy", 검색일: 2021.6.1.

중국은 당초 2020년 연말까지 전기차 구매보조금을 폐지할 예정이었으나 팬데믹 영향으로 판매가 저조해지면서 보조금 제도를 부활하여 2022년까지 연장한 상황이다. 구매보조금은 판매가격 30만 위안(약 5,200만 원) 이하 차량에만 지급하는 것으로 제한하고 있으나, 배터리 분리·교환이 가능한 차량은 판매가에 상관없이 보조금을 지급하고 있다. 2021년도 구매보조금 제도에서는 완성차 업체에 대한 안전 관리·감독 규정이 강화되었으며, 전기차 화재 등 안전사고가 발생한 업체에 대해서는 보조금 지급 심사기준을 강화하는 등 결함에 대한 책임 강화를 강조하고 있다.⁸⁾

일본은 2017년을 정점으로 전기차 시장 규모가 축소되고 있었으나 2020년 말부터 보조금 규모를 2배 이상 증액하면서 시장 규모가 늘어나고 있다.⁹⁾ 또한 탄소중립을 위해 2030년 중반까지 모든 승용차의 전동화를 발표한 상황으로 이를 위해 2021년 중반까지 강화된 연료 효율 기준을 발표할 예정이다.

2.2. 중대형차 전동화를 위한 재정지원

아직 중대형차의 전동화 진행 속도는 소형차에 비해 늦어진 상황이지만 미국, 중국 등 주요 상용차 시장을 중심으로 점차 출시모델이 확대되고 있으며 정책적 지원도 강화될 전망이다.

중국은 대형차 전동화를 주도하는 시장으로 초기 공공버스나 관용화물차 중심으로 시장 규모를 확대해왔다. 전기 버스에 지급되는 보조금 규모는 배터리 용량 1kWh당 500위안을 기준으로 산정하며, 보조금 상한액은 차량 크기에 따라 다르고 에너지 효율에 따라 가중치가 적용되는 구조이다.¹⁰⁾

8) 최재희(2021)

9) 經濟産業省(2021)

10) ICCT(2020)

미국에서는 캘리포니아주, 뉴욕주, 시카고에서 화물차의 친환경차 전환에 대한 보조금 제도를 운영하고 있다. 이 지역들에서는 경유차로 인해 발생하는 대기오염을 완화하기 위하여 전기·수소트럭으로 전환할 경우 추가 비용의 80% 또는 전액을 지원한다. 보조금제도의 지역별 세부 내용은 <표 3>과 같다.

<표 3> 미국 3개 지역 전기·수소화물차 보조금제도 비교

프로그램명	캘리포니아 HVIP	뉴욕주 NYTVIP	시카고 Drive Clean Chicago
운영기관	CARB	NYSERDA, NYSDOT, NYCDOT	Chicago DOT
재원 출처	CA Cap-and-Trade Auction revenues	CMAQ	CMAQ
총예산(2019)	4억 4,400만 달러	1,900만 달러	1,400만 달러
대상차종	Class1-8(총종량)5,000	Class2b-8(총종량)8,500	Class2b-8(총종량)8,500
보조금 규모	전기·수소트럭 추가비용 100% 지급, 상한액 30만 달러	전기자동차 추가비용 80% 지급, 상한액 15만 달러	트럭과 버스 전기자동차 추가비용 80% 지급, 상한액 15만 달러
지급조건	낙후지역은 추가 지원 재생연료 사용 요구	지급 차량은 반드시 30개 대기보전 카운티 중 한 곳에서 전체 운영시간의 70% 이상 운행해야 함	지급 차량은 반드시 시카고 지역 6개 카운티에서 운영, 전기충전소와 소형차도 지원 가능

자료: Welch and Mandel(2019), Voucher Incentive Program : A tool for clean commercial vehicle deployment

유럽에서도 독일, 스페인, 이탈리아, 프랑스 등에서 상용차 구매 인센티브를 9천 유로~5만 유로 범위에서 지급하고 있다. 스위스는 대형차에 부과하는 통행료를 전기자동차에 대해 면제해주고 있으며, 운행비용 절감으로 경제성을 확보하여 화물차의 전동화를 유도하고 있다.¹¹⁾

2.3. 유럽 그린딜과 연계한 재정지원

유럽연합은 코로나19 팬데믹 대책 중 하나로 그린딜을 통해 탈탄소 전기 모빌리티 확대를 추진하고 있다. 유럽 모빌리티 정책에서는 지속가능성을 실현하기 위한 정책방안으로 전기자동차 기술 확대, 공항과 항구로 무공해 지역 확대, 철도와 자전거 인프라 확대, 탄소 가격과 이용자 인센티브 강화를 주요 추진전략으로 제시하고 있다.¹²⁾

탈탄소 정책 기조에 따라 팬데믹 대책으로 시행되는 자동차 부문 재정투자도 청정에너지 전환을 가속화하고 더 환경친화적인 수단을 강조하는 방향으로 진행되고 있다. 독일은 2020년 팬데믹으로 타격을 입은 자동차산업에 대한 부양 대책으로 전기자동차 보조금을 증액하였으나 기존 내연기관 자동차에 대해서는 보조금을 지급하지 않았다. 프랑스는

12) European Commission(2020)

노후경유차를 처분하는 경우 전기자전거 구매에 2,500유로를 지원하는 인센티브 제도를 도입하고 있다.¹³⁾

2.4. 환경규제, 통행제한 등 비재정적 정책방안

앞서 살펴본 미국, 유럽, 중국 등 주요 자동차 시장에서는 경제적 인센티브를 통해 시장 형성을 유도하는 한편 환경 규제를 강화하고 무공해차 의무 판매 등 신규 제도를 도입함으로써 시장 전환을 주도하고 있다. 오염물질 배출량과 탄소 배출량에 대한 허용기준이 점차 강화되면서 자동차 환경규제의 이행도구로서 전기자동차 역할이 강조되는 추세이다.

2.4.1. 유럽연합 슈퍼크레딧과 벤치마크 제도

유럽연합은 2020년 1월 1일부터 새로운 승용차와 밴의 배출허용기준을 상향하여 Regulation(EU) 2019/631을 적용하고 있다.¹⁴⁾ 유럽연합은 배출허용기준 강화와 함께 전기자동차 전환으로의 이행경로를 강화하기 위하여 전기자동차 인센티브 체계를 도입했다. 2020년부터 2022년까지는 승용차에 한해 전기자동차 판매대수 가중치를 적용하여 이행실적을 산정한다. 2020년에는 전기자동차 1대를 2대 판매로 간주하며, 2021년은 1.67대, 2022년은 1.33대의 가중치가 적용된다. 2025년부터는 다른 형식의 체계로 승용차와 밴 제작사 모두에 적용되는 제도로 변경된다. 'ZLEV 벤치마크'라고 부르는 이 제도는 기업이 전체 판매대수 중 특정 비율 이상 전기자동차¹⁵⁾를 판매할 경우, 초과한 만큼 배출허용기준을 완화해주는 방식이다. 승용차에 적용되는 전기자동차 판매 비율 기준은 2025년 15%, 2030년 35%이며, 밴은 2025년 15%, 2030년 30%이다. 만약 기업의 전기자동차 판매 비율이 해당 기준을 초과할 경우 초과 비율 1%마다 배출허용기준 목표치의 1% 상향이 허용되며 최대 허용비율은 5%로 제한된다.¹⁶⁾

2.4.2. 미국 무공해차 의무판매제

미국 자동차 연비 기준은 트럼프 행정부 SAFE 기준으로 변경되면서 에너지 효율 목표가 다소 완화된 바 있다. 그러나 '대기청정법'(Clean Air Act)에 기반하여 독립적인 기준 설정이 가능한 캘리포니아주와, 캘리포니아주 규정을 따르는 뉴욕주 포함 11개 주¹⁷⁾는 별도의 환경규제를 시행하고 있다.

캘리포니아주는 고유의 온실가스 및 주요 오염물질 배출허용기준을 도입하는 한편 1990년대부터는 제작사의 무공해 자동차(ZEV: zero emission vehicle) 기술 상용화를 촉진하기 위하여 무공해차 의무판매제도(ZEV mandate)를 시행하고 있다. 이 제도는 제작사가 무공해차를 전체 판매규모 중 일정 비율 이상 판매하도록 의무화하는 것으로, 현재는 소형차

13) IEA(2021)

14) 2025년 소형차 배출 허용기준은 2021년 평균 배출량 기준 15% 감축이며, 2030년부터는 승용차는 37.5%, 밴은 31%로 차등화된 목표 설정, 2021년도 평균 배출량 산정 기준값은 2017년부터 적용된 WLTP 시험기준에 따라 산정될 예정이며 NEDC 기준 2030년 승용차 목표는 약 59gCO₂/km로 추정

15) 여기서는 WLTP 기준 배출량이 0~50gCO₂/km 이내인 차량으로 정의

16) European Commission(2021)

17) 뉴욕주, 콜로라도주, 코네티컷주, 메인주, 메릴랜드주, 매사추세츠주, 뉴저지주, 오레곤주, 로드아일랜드주, 버몬트주, 워싱턴주

제작사에 한해 시행하고 있다. 2025년까지 무공해차 의무판매 목표는 전체 자동차 판매대수의 22%이상 무공해차 크레딧을 확보하도록 하고 있다.

한편 2020년에는 무공해차 의무판매 기업을 트럭 제조사까지 확대하는 첨단 청정 트럭 규제(Advanced Clean Truck regulation, 이하 ACT 제도)를 발표했다. ACT 제도는 2024년부터 발효되며 대형차 제작사는 연도별로 전체 판매대수 중 일정 비율 이상을 전기자동차로 판매해야 한다. 판매비율 목표는 2024년부터 2035년까지 점차 상향되며 2035년도는 중형 트럭(Class 2b-3)은 55%, 대형 트럭(Class 4-8)은 75%, 트랙터는 40%를 목표로 설정하고 있다. 또한 ACT 제도는 캘리포니아주에 위치한 대규모 법인과 50대 이상의 차량을 운영하는 운송업체에 대해 보유 차량의 정보 보고를 의무화하였으며, 수집한 차량 정보는 향후 의무 판매비율 적용을 위한 기초자료로 활용할 예정이다.¹⁸⁾

2.4.3. 중국 신에너지 의무판매제

중국 자동차 연비 규제는 단위거리당 연료소모량 기준으로 설정되어 있으며, 올해 초에는 2025년까지 소형차 연료소모량 기준을 4.0L/100km(NEDC 기준)로 강화하는 내용을 발표했다.¹⁹⁾ 또한 연비 규제와 함께 2017년부터는 신에너지 의무판매제를 병행 도입하여 전기자동차 시장을 견인하고 있다.

신에너지 의무판매제는 자동차 기업이 일정 비율 이상 신에너지차를 판매하도록 하는 제도로 캘리포니아 ZEV 규제를 벤치마킹했다. 신에너지차 크레딧 목표 비율은 2021년에는 전체 판매대수의 14%, 2022년은 16%, 2023년은 17%로 해마다 상향된다. 전기차 크레딧은 주행거리에 따라 1~3.4의 범위에 있다.²⁰⁾

2.4.4. 네덜란드 무공해 상용차 구역²¹⁾

네덜란드는 트럭과 상용차로 인한 대기오염과 공공보건 위협을 해결하는 방안으로 주요 도시를 대상으로 무공해 배송차량과 트럭만 출입하도록 허용하는 무공해 상용차 구역(zero-emission commercial vehicle zones) 제도를 검토하고 있다. 이 제도는 도시 내 물류활동을 무공해로 전환하기 위한 어젠다로 주요 대도시 중심으로 2025년부터 추진될 예정이다.

이미 14개 대도시는 무공해 구역을 도입하기로 선언한 상태이며, 틸뷔르흐시는 시 차원에서 무공해 구역 도입을 확정했다. 틸뷔르흐시는 2025년까지 전기자동차로의 전환을 위해 도시 내 충전인프라 네트워크를 구축하고 2025년 1월 1일부터 내부순환로 내의 모든 물류활동에 대해 무공해 수단만 허용한다는 계획이다. 이를 위해서는 물류기업과의 협업이

18) CARB(2021)

19) Transport Policy(2021)

20) ICCT(2021)

21) Government of the Netherlands(2021.2.11), "New Agreements on Urban Deliveries without CO2 Emission", 검색일: 2021.5.1 자료를 토대로 작성

필수적이기 때문에 올해 3월부터는 무공해 밴 구매나 차량 리스 보조금으로 최대 5,000유로를 지급한다.

2.4.5. 내연기관 자동차 판매 금지와 탄소중립 선언

장기적 목표로 현재 20개국 이상이 내연기관 자동차 판매를 향후 10년에서 30년 이내에 종료한다고 선언했으며, 120개 이상 국가는 탄소중립을 선언한 상태이다.²²⁾ 따라서 전기자동차로의 전환 속도는 더욱 가속화될 전망이며 2050년까지 승용차 시장은 대부분 전기자동차가 차지할 것으로 예상되고 있다.

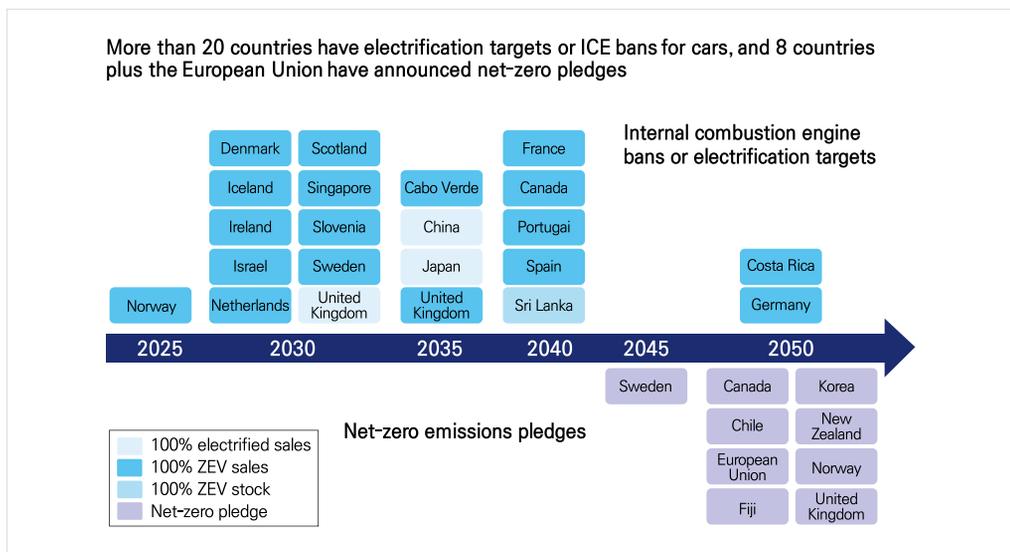
3. 연료인프라와 저탄소에너지 지원정책



3.1. 전기차 충전인프라와 수소충전소 확대

연료인프라 수준은 국가별 특성과 전기자동차 시장 규모 등에 따라 매우 차이가 난다. 전기차 충전인프라의 경우 유럽 시장은 초기 플러그인 하이브리드 차량의 비율이 높아서 저속 충전기(22kW 미만) 중심으로 구축되었으나 최근 순수전기차가 늘어나고 탄소중립 이행속도가 빨라짐에 따라 급속 충전네트워크 구축이 강조되는 추세이다.

[그림 2] 국가별 내연기관 자동차 판매 종지와 탄소중립 목표연도



자료: IEA(2021.04.29.), "Policies to Promote Electric Vehicle Deployment", 검색일: 2021.6.1.

22) IEA(2021)

3.1.1. 유럽연합 충전인프라 정책

유럽연합의 대체연료 인프라 지침(AFID: Alternative Fuel Infrastructure Directive)은 2030년까지 전기자동차 10대당 공공충전설비 1기 구축을 목표로 제시하고 있다. 2020년 말 기준 유럽연합 회원국 평균은 10대당 0.1기이며, 가장 전기차 보급률이 높은 노르웨이와 아이슬란드도 각각 0.03기와 0.01기로 아직 요구수준에 미치지 못하는 상황이다.²³⁾ 따라서 그린딜을 통해 2025년까지 1만 기의 공공충전기 구축을 계획하고, 유럽연합 모빌리티 정책에서는 2030년까지 300만 개 충전지점을 목표로 제시하는 등 공공충전인프라에 대한 재정지원은 확대될 전망이다.²⁴⁾

최근 유럽연합은 AFID를 규정으로 강화하고, 회원국별 인프라 구축 목표치를 수립하고, 유럽 전역에 걸쳐서 충전인프라 이용 여건을 개선하는 방향을 검토 중이다. <표 4>의 내용은 AFID 개정과 관련하여 유럽자동차산업협회(ACEA), 유럽 소비자단체(BEUC), 유럽교통및환경연맹(T&E)이 유럽의회에 공동서한으로 요청한 세부 개선방안이다.²⁵⁾

그 외 노르웨이, 아이슬란드 등 전기자동차 보급률이 높은 국가는 전기차 대전환을 준비하기 위한 최소 인프라 확보에 노력하고 있다. 북유럽 국가는 대부분 인구밀도가 낮고 주거지 충전기 설치가 용이한 상황이지만 지속적으로 공공충전 인프라 확대의 중요성이 강조되고 있다. 충전 안정성을 위해서는 개인충전기 이외에 공공충전설비가 확보되어야 하며, 도시부 상용차의 경우 공공충전인프라의 접근성이 매우 중요하기 때문이다. 노르웨이는 전기차 시장 대전환을 위해 공공충전이 가능한 장소로 현재 1만 6,000개 지점을 확보하고 있으며, 장래 모든 도로에 연장 50km마다 2개 이상 표준을 지원하는 급속충전소를 최소 1기 이상 설치할 계획이다.²⁶⁾

<표 4> 유럽 대체연료 인프라 지침 개정 방향 제안

중점 사항	세부 내용
그린딜과의 정합성	·AFID를 그린딜 추진목표에 맞게 수정하고 규정으로 강화
충전인프라 목표	·우선 소형차 중심 충전인프라 구축에 집중하며 2024년까지 100만 개, 2029년까지 300만 개 충전지점 구축 ·수소충전소는 2029년까지 1,000개 확보
간선도로망 초급속충전기 설치	·범유럽통합을 위한 주요 교통네트워크망(TEN-T: Trans-European Transport Network)의 주요(core) 네트워크는 50km당 초급속 충전소(150kW) 1기, 복합(comprehensive) 네트워크는 100km당 1기 구축
대도시 급속충전망 구축	·이용량이 많은 택시, 라이드헤일링, 공유차, 배달차 등 공공충전기 필요 ·고밀도 지역은 충분한 충전용량이 가능하도록 계획
충전인프라 서비스 개선	·지불방식, 상호운용성, 투명하고 공정한 가격, 높은 가동시간 등 서비스 품질 개선

자료: Norsk Elbilforening(2021), "Norwegian EV Policy", 검색일: 2021.6.1.

23) IEA(2021)

24) European Commission(2020)

25) ACEA, BEUC, and T&E(2021)

26) Wallbox(2021), "Discover Norway's Unique EV And EV Chargers Perks", 검색일: 2021.6.1. 일부 인용

3.1.2. 미국 연료인프라 정책

미국 바이든 행정부는 2021년 초 인프라 플랜을 제안하고 50만 기 충전기 설치를 위하여 지원금과 인센티브 프로그램의 세부 내용을 수립할 계획이다.²⁷⁾ 지역 차원에서도 캘리포니아주와 뉴욕주는 보조금과 세금 인센티브를 제공하며 전력업체와 협업하여 공공충전인프라를 확대하고 있다.²⁸⁾ 특히 대형차의 전동화를 준비하기 위한 인프라로 캘리포니아 지역의 전력업체인 SCE는 최대 3억 달러를 투자하여 대기관리권역 중심으로 대형차 충전소를 구축하는 계획을 발표했다.²⁹⁾ 또 다른 전력업체인 PG&E는 상용전기차의 높은 충전요금을 감면해주기 위하여 정액요금제 개발을 발표한 바 있다.³⁰⁾

또한 캘리포니아 주정부는 수소충전소 구축에 있어서도 공공부문 주도로 적극적인 정책을 추진하고 있다. 주정부는 의무판매제도 및 의무구매제도를 통해 수소전기차 수요를 확보하는 한편 공공 주도의 연료인프라 구축 사업을 추진하고 있다. 주정부는 수소전기차 본격 상용화에 앞서 안정적인 연료인프라 구축을 위해 2013년 AB8 법령을 제정한 바 있다. AB8 법령은 주 전체 지역으로 수소전기차의 보급을 확산하기 위해 필요한 충전소의 최소 규모를 산정하고 해당 규모까지 구축 비용을 지원할 수 있도록 법제화하였다.³¹⁾ 이 법령에 근거하여 주정부는 매년 충전소 구축 및 운영현황을 파악하고 향후 차량 증가에 따른 충전소 보급계획의 타당성을 평가하고 있다.

3.2. 탄소중립 실현을 위한 저탄소 에너지 강조

궁극적으로 수송 부문 탄소중립을 실현하기 위해서는 전기자동차 보급과 함께 에너지원인 전기나 수소의 탄소집약도를 낮추는 방향으로 나아가야 할 것이다.

최근 발표된 미국 바이든 행정부의 인프라 투자계획에는 2035년까지 미국 전기발전 부문의 이산화탄소 배출량 제로를 달성하기 위한 계획이 포함되어 있다.³²⁾ 따라서 전기차 충전인프라뿐만 아니라 수소충전소도 재생에너지를 중심으로 한 저탄소 경로로 발전할 것이 예상된다.

이미 캘리포니아주는 SB1505 법령을 통해 수소충전소 공급 연료의 친환경성에 대한 조건을 제시하고 있다. 정부 지원을 받는 충전소는 최소 33% 이상 재생에너지로 생산된 수소를 공급해야 하며, 수소연료 생산과 운송 등에서 발생하는 모든 탄소배출량을 고려하여 휘발유 대비 감축량 조건을 만족해야 한다. 따라서 캘리포니아주에서는 대부분의 수소 충전소가 전 주기적 관점의 친환경성을 고려하여 구축되고 있으며, 2021년 오픈 예정인 치노(Chino) 충전소는 100% 재생에너지를 이용하는 것으로 설계되어 있다.

27) 김중혁, 임지운(2021)

28) IEA(2021)

29) UtilityDive(2019.5.21), "SCE rolls out \$356M charging program to spur electric trucks, buses and other large vehicles", 검색일: 2021.6.1.

30) PG&E(2020), "Charge your EVs for less", 검색일: 2021.6.1.

31) California Legislative Information(2013.9.30), "AB-8 Alternative Fuel and Vehicle Technologies: Funding Programs", 검색일: 2021.6.1.

32) 김중혁, 임지운(2021)

일본은 올해 기후정상회의에서 2035년까지 모든 승용차를 전동화하겠다는 목표를 발표했다. 충전인프라 지원 정책과 관련하여 특징적인 사항은 전력망 수요 관리를 위해 V2H 충전설비에 대한 지원을 강화하고 있다는 점이다. 전기자동차에 충전된 전력을 주택에서 활용할 수 있도록 하는 V2H 설비에 대해서는 구매와 설치 지원금으로 최대 750만 엔을 지급하고 있다.³³⁾

4. 시사점

해외 주요 시장의 정책동향 분석을 통해 향후 우리나라 정책 설정에 있어서도 검토가 필요한 주요 시사점을 정리하면 다음과 같다.

첫 번째, 전기차와 수소차 차종으로의 전환을 위해서는 장기적으로 일관성 있는 지원제도가 필요하다는 점이다. 가장 성공적인 전기차 시장으로 평가되는 노르웨이는 신차 시장의 과반 이상을 전기차로 전환한 현재 시점에도 1990년부터 시행한 주요 세제 혜택을 유지하고 있다. 구매보조금 종료를 예고했던 중국과 보조금 규모를 축소했던 일본도 전기자동차 경쟁력을 유지하기 위해 지급기한을 연장하고 보조금 수준을 증액하고 있다. 독일과 같은 자동차 생산국도 내연기관 자동차에 대한 직접 지원은 종료하였으나 전기자동차 지원 규모는 늘리는 실정이다. 국내에서도 전체 자동차 규모에서 전기자동차 비중을 고려하여 장기적이고 일관성 있는 지원정책을 유지하여야 할 것이다.

두 번째, 장기적으로 전기차와 수소차로의 전환을 위해서는 연료인프라 구축이 전제되어야 한다. 국가적 범위에서 모든 이용자가 쉽게 접근하고 편리하게 이용할 수 있도록 연료인프라 구축 계획을 수립하고, 공공자원을 투입해야 할 최소 인프라 규모를 산정해야 할 것이다. 유럽연합 AFID나 캘리포니아 AB8 제도 등은 공공부문 재정지원이 필요한 최소 인프라 규모 산정에 좋은 참고 사례가 될 수 있을 것이다. 또한 전기차 보급률이 가장 높은 노르웨이에서 추진하는, 모든 도로망에서 50km 이내 접근 가능한 초고속 충전소를 구축하는 계획도 참고할 만하다.

세 번째, 자동차 시장의 전환을 위해서는 오염자 부담 원칙을 적용한 세제 구조 개편을 검토해야 한다. 2020년도 유럽 시장에서 전기자동차가 증가한 것은 강화된 환경규제가 가장 큰 원인이며, 스위스는 탄소배출등급과 연동한 도로세로 수소전기트럭 시장 형성을 촉진하고 있다. 또한 네덜란드의 무공해 상용차 구역제도 등은 내연기관 자동차와 경유차 통행을 제한하는 제도로써 차종 전환을 촉진할 수 있는 정책적 장치이다. 다만 탄소세 도입에 따른 경제적·사회적 파급 효과가 클 것으로 예상되고, 교통과 관련한 재원구조를 획기적으로 변동해야 하는 만큼 중장기적인 시행방안이 검토

33) 産業省(2021)

되어야 할 것이다.

네 번째, 전기자동차 시장이 초기 니치 시장에서 대규모 시장으로 확대됨에 따라 정책지원은 자동차산업뿐만 아니라 연료인프라, 배터리, 청정에너지 등 연관산업으로 확대되어야 할 것이다. 유럽, 미국 등은 배터리 생산 용량을 늘리고 수입부품 의존도를 탈피하기 위하여 관련 산업에 대한 재정지원을 확대하고 있다. 우리나라도 점차 전기차와 수소차에 대한 재정지원 정책을 자동차산업 중심에서 에너지와 연료인프라 등 연관산업까지 폭넓게 확대해야 할 것이다.

참고문헌

관계부처 합동(2020), 「한국판 뉴딜 종합계획-선도국가로 도약하는 대한민국 대전환」,
<https://www.korea.kr/archive/expDocView.do?docId=39081>, 검색일: 2021.6.1.

글로벌 오토 뉴스(2021.1.6), “노르웨이, 2020년 배터리 전기차 점유율 50% 돌파”,
http://global-autonews.com/bbs/board.php?bo_table=bd_010&wr_id=4106, 검색일: 2021.6.1.

김종혁, 임지운(2021), “미국 인프라 투자 계획의 주요 내용과 전망”, 「KIEP 세계경제 포커스」 4(17).

최재희(2021), “2021년 중국 전기차 보조금 정책의 주요 내용과 전망”, 「대외정책연구원 동향세미나」,
https://csf.kiep.go.kr/issueInfoView.es?article_id=41051&mid=a20200000000&board_id=2, 검색일: 2021.6.1.

經濟産業省(2021), “令和2年度第3次補正予算(環境省事業分)における補助対象車両・設備の補助見込み額(暫定)”,
https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/automobile/cev/file2.pdf, 검색일: 2021.6.1.

ACEA, BEUC, and T&E(2021), 공동서한,
<https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/Joint%20letter%20T%26E%2C%20ACEA%2C%20BEUC.pdf>, 검색일: 2021.6.1.

CARB(2021), “Advanced Clean Trucks”, <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/advanced-clean-trucks>, 검색일: 2021.6.1.

California Legislative Information(2013.9.30), “AB-8 Alternative Fuel and Vehicle Technologies: Funding Programs”,
https://leginfo.ca.gov/faces/billNavClient.xhtml?bill_id=201320140AB8, 검색일: 2021.6.1.

European Commission(2020), "Sustainable and Smart Mobility Strategy and Action Plan",
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/AUTO/?uri=CELEX:52020DC0789>, 검색일: 2021.5.25.

European Commission, "Trans-European Transport Network (TEN-T)",
https://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/ten-t_en, 검색일: 2021.6.1

European Commission(2021), "CO2 emission performance standards for cars and vans",
https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/regulation_en, 검색일: 2021.5.1.

Government of the Netherlands(2021.2.11), "New Agreements on Urban Deliveries without CO2 Emission",
<https://www.government.nl/latest/news/2021/02/11/new-agreements-on-urban-deliveries-without-co2-emission>, 검색일: 2021.5.1.

ICCT(2020), "China Announced 2020-2022 Subsidies for New Energy Vehicles",
<https://theicct.org/sites/default/files/publications/China%20NEV-policyupdate-jul2020.pdf>, 검색일: 2021.5.15.

ICCT(2021), "The Second Phase of China's New Energy Vehicle Mandate Policy for Passenger Cars",
<https://theicct.org/sites/default/files/publications/china-new-energy-vehicle-mandate-phase2-may2021.pdf>, 검색일: 2021.6.1.

IEA(2021), "Global EV Outlook 2021",
<https://iea.blob.core.windows.net/assets/ed5f4484-f556-4110-8c5c-4ede8bcba637/GlobalEVOutlook2021.pdf>, 검색일: 2021.6.1.

IEA(2021.4.29), "Global EV Data Explorer", <https://www.iea.org/articles/global-ev-data-explorer>, 검색일: 2021.6.1.

IEA(2021.4.29), "Global Electric Car Registrations and Market Share, 2015-2020",
<https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-electric-car-registrations-and-market-share-2015-2020>, 검색일: 2021.6.1.

IEA(2021. .), "Policies to Promote Electric Vehicle Deployment",
<https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021/policies-to-promote-electric-vehicle-deployment>, 검색일: 2021.6.1.

IRS(2021), "Plug-In Electric Drive Vehicle Credit (IRC 30D)",
<https://www.irs.gov/businesses/plug-in-electric-vehicle-credit-irc-30-and-irc-30d>, 검색일: 2021.6.1.

Norsk Elbilforening(2021), "Norwegian EV Policy", <https://elbil.no/english/norwegian-ev-policy>, 검색일: 2021.6.1.

PG&E(2020), "Charge your EVs for less",
https://www.pge.com/pge_global/common/pdfs/solar-and-vehicles/ev-charge-network/BusinessEVrate-fs.pdf, 검색일: 2021.6.1.

TransportPolicy(2021), "China: Light-Duty: Fuel Consumption",
<https://www.transportpolicy.net/standard/china-light-duty-fuel-consumption/>, 검색일: 2021.6.1.

U.S. Department of Energy(2021), "Electricity Laws and Incentives in Federal", <https://afdc.energy.gov/fuels/laws/ELEC?state=US>, 검색일: 2021.6.1.

UtilityDive(2019.5.21), "SCE rolls out \$356M charging program to spur electric trucks, buses and other large vehicles",
<https://www.utilitydive.com/news/sce-rolls-out-356m-charging-program-to-spur-electric-trucks-buses-and-oth/555175/>, 검색일: 2021.6.1.

Wallbox(20), "Discover Norway's Unique EV And EV Chargers Perks" <https://blog.wallbox.com/en/norway-ev-incentives/>, 검색일: 2021.6.1.

Welch, D. and B. Mandel(2019), Voucher Incentive Program: A Tool for Clean Commercial Vehicle Deployment, CALSTART.



정책동향

02

전기·수소자동차 기술 동향

이 백 행
한국산업기술평가관리원

1. 전기·수소자동차의 정의 및 개념



전기·수소자동차는 차량에 탑재된 이차전지 또는 연료전지 등으로부터 전기에너지를 공급받아 차량의 구동 동력원으로 사용하는 자동차(Electrically Propelled Vehicle)로서 순수전기차(BEV: battery electric vehicle), 플러그인 하이브리드차(PHEV: plug-in hybrid electric vehicle) 및 수소전기자동차(FCEV: fuel cell electric vehicle) 등을 포함하며, xEV로 통칭하기도 한다.

[그림 1] 전기·수소자동차의 범위



자료: 산업통상자원 R&D 전략기획단·한국산업기술평가관리원·한국산업기술진흥원·한국에너지기술평가원(2019)

전기자동차는 “배터리 등 차량에 탑재된 에너지저장장치에 저장된 전기에너지를 구동 동력원으로 사용하여 주행 중 대기오염물질을 배출하지 않는 자동차”로 정의되며, 순수 전기차 및 플러그인 하이브리드차 등을 포함한다. 전기자동차는 주행 중 이산화탄소나 일산화탄소, 질소산화물 등의 배출가스를 발생시키지 않으므로 세계적으로 대기오염이나

기후변화에 대응하기 위한 자동차 친환경화의 유력한 대안으로 관심이 집중되고 있다.

수소전기자동차는 “차량에 탑재된 연료전지시스템을 이용하여 수소를 공기 중 산소와 반응시켜 전기에너지를 생산하고, 생산된 전기를 구동 동력원으로 사용하여 주행하는 자동차”로 정의된다. 연료전지차(FCV: fuel cell vehicle), 수소 연료전지차(hydrogen fuel cell vehicle), 연료전지전기차(fuel cell electric vehicle) 등 다양한 이름으로 불리기도 하나, 현재 국내에서는 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」 제2조에서 ‘수소전기자동차’라고 정의하고 있다.

〈표 1〉 전기·수소자동차의 구분

구분		개념
전기·수소 자동차	순수전기차 (BEV)	차량에 탑재된 배터리에 저장된 전기에너지를 이용하여 모터의 구동력으로 주행하는 자동차
	플러그인 하이브리드차 (PHEV)	모터와 내연기관을 차량에 장착하고 주행조건에 따라 동력원을 선택하여 운행하는 자동차로, 일정 거리 이하는 충전을 통해 외부로부터 공급받은 전기에너지를 활용해 BEV 형태로 운행
	수소전기차 (FCEV)	수소연료전지시스템을 차량에 탑재하여 수소와 산소의 반응으로 생산된 전기에너지를 구동 동력원으로 주행하는 자동차

자료: 산업통상자원 R&D 전략기획단·한국산업기술평가관리원·한국산업기술진흥원·한국에너지기술평가원(2019)

2. 전기·수소자동차 개요 및 시장

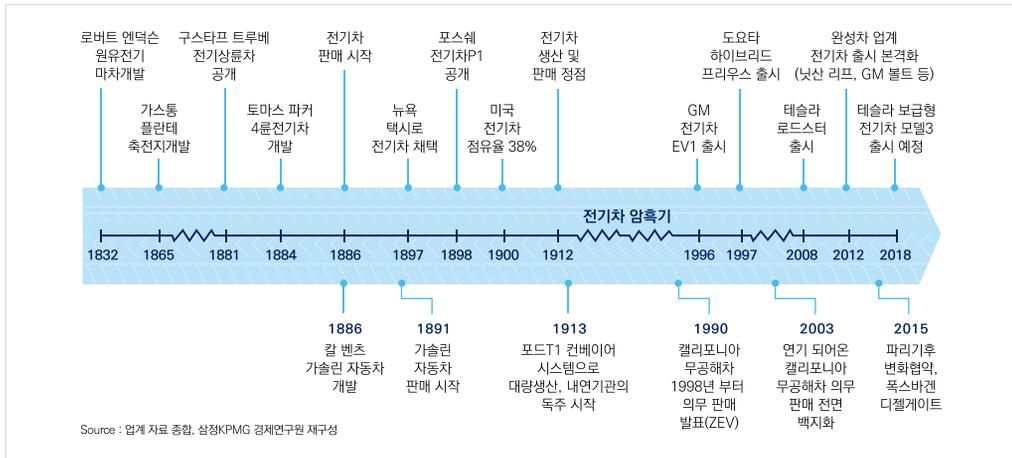


2.1. 전기·수소자동차의 역사

최초의 전기자동차는 19세기 초에 선보였으나 당시 배터리 기술의 한계 등으로 인해 시장에서 도태되었다가, 1990년대 캘리포니아 대기자원위원회(CARB)가 무공해 자동차 의무판매제를 도입하는 등 환경규제 강화가 본격화되면서 다시 관심을 받게 되었다. 1996년에 GM사에서 EV1 모델을 출시하였고, 2012년에는 닛산사에서 리튬이온 이차전지를 탑재해 출시한 리프(Leaf) 모델을 필두로 전기자동차의 본격적인 상품화가 추진되었다.¹⁾

1) 업계자료 종합, 삼성KPMG 경제연구원 재구성

[그림 2] 전기자동차의 역사

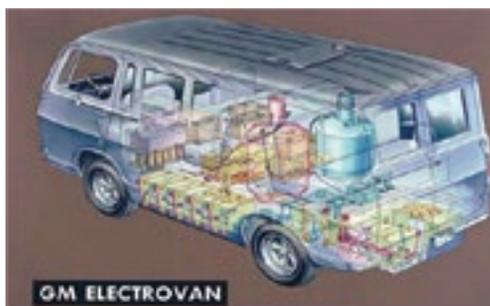


자료 : 삼성KPMG 경제연구원(2018)

수소전기자동차는 1830년대 연료전지의 원리가 발견되고 약 130년이 지난 후 처음 등장하였다. 1966년 미국 GM사에 의해 세계 최초의 수소전기차인 GMC 일렉트로벤(Electrovan)이 선보였으며, 액체 수소와 액체 산소를 이용하는 형태로 구성되었다. 이후 1994년 독일 다임러 벤츠(Daimler-Benz)사가 GM사와 유사한 밴형 차량에 연료전지시스템을 탑재한 수소전기차 네카 1(NECAR 1)을 개발하였는데, 이는 300기압으로 저장된 기체 수소와 공기 중의 산소를 이용하는 형태를 취하였다.

이후 다임러 벤츠사는 1996년에 연료전지시스템 부피를 1/3로 감소시킨 6인승 밴형 수소전기차 네카 2(NECAR 2)를 선보였는데, 내연기관 자동차와 동일한 인원이 탑승하고 약 250km 주행이 가능하게 된 NECAR 2가 명실상부한 최초의 수소전기차로 여겨지기도 한다.²⁾

[그림 3] 최초의 수소전기차와 실제 운행이 가능한 최초의 수소전기차



최초의 수소차 GMC 일렉트로벤



실제 운행이 가능한 최초의 수소차 네카 2

자료: 다임러-벤츠 홈페이지

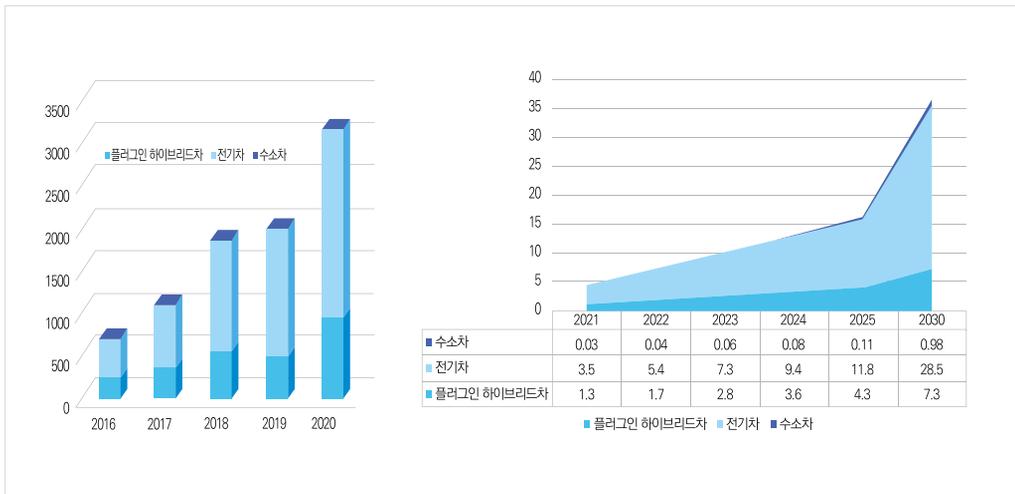
2) 다임러-벤츠 홈페이지

2.2. 전기·수소자동차의 시장 동향

지속적으로 강화되는 자동차 환경규제에 대응하기 위해 주요 완성차 업체를 중심으로 기술개발 및 시장 확대를 적극적으로 추진하고 있다. 또한 미국, 유럽, 중국, 일본, 한국 등 주요국 정부는 전기자동차를 구매하는 소비자에게 보조금이나 세제 혜택 등을 제공하는 동시에 전기차 충전을 위한 인프라 확충에도 노력하고 있어, 세계 전기차 시장은 지속해서 확대 될 것으로 전망된다.³⁾ 2020년 전 세계 수소전기차 시장 규모는 약 8,000대 수준이고, 2013~2018년에는 미국이 가장 큰 시장을 형성하고 있었으나, 2018년도 현대자동차의 넥쏘 출시, 2019년 ‘수소경제 활성화 로드맵’ 발표 등의 영향으로 2019년 이후 한국 시장이 가장 큰 규모로 성장하였다.

2020년 국내 수소전기차 시장 규모는 5,786대이고, 995대를 해외로 수출하여 총 6,781대가 생산되었다. 현재 국내에서 수소전기차는 현대자동차사에서만 생산 중이며, 2021년 약 1만 5,000대 규모의 시장이 형성될 것으로 예상된다.

[그림 4] 전기·수소자동차 세계시장 동향 및 전망



자료: 관계부처 합동(2021b) 토대로 재구성

3) 관계부처 합동(2021b)

3. 전기자동차의 기술 동향



3.1. 전기자동차 기술 동향

전기자동차는 내연기관 자동차와 달리 외부 전력망으로부터 전기에너지를 공급받아 배터리를 충전하고, 배터리에 저장된 에너지를 차량의 구동 동력원으로 활용하는 것이 특징으로, 이와 관련된 구동 및 전력변환시스템, 에너지 저장 및 충전시스템, 공조 및 열관리시스템 등의 기술개발이 집중적으로 진행되고 있다(그림 5 참조).

[그림 5] 전기자동차 요소부품 및 주요 개발전략



자료: 관계부처 합동(2021a)

전기자동차의 일충전 주행거리 및 충전시간과 더불어 안전성과 내구수명까지 차량 성능 및 가격에 지대한 영향을 미치는 가장 중요한 요소가 배터리(또는 에너지저장시스템)이며, 구동용 배터리시스템은 차량 원가 비중의 약 40%를 차지하는 것⁴⁾으로 알려져 있다. 차량용 리튬이온 이차전지는 현재 한국, 중국, 일본 등 동북아시아 3개국을 중심으로 하여 치열한 시장경쟁이 벌어지고 있으며, 전기자동차의 보급 확대 및 대중화를 위한 에너지 밀도 향상, 안정성 확보 및 생산원가 저감 등과 관련된 다양한 기술개발이 진행되고 있다.

4) 한국자동차산업협회(2021)

전기자동차용 리튬이온 이차전지는 양극재, 음극재, 분리막, 전해질 등으로 구성되며, 이를 차량에 탑재하기 위해 이차 전지(셀)를 묶어 모듈을 만들고, 냉각구조와 전장부품을 장착하여 팩을 구성하게 된다.

양극재는 배터리의 용량, 평균 전압 등에 영향을 미치는 요소로 전지의 원재료비 중 원가 비중이 가장 높다.⁵⁾ 전기자동차용 이차전지는 니켈(Ni), 코발트(Co), 망간(Mn) 등 삼원계의 양극재가 주로 사용되며, 용량 증대를 위해 니켈 함량을 높이는 하이니켈계 배터리에 관심이 집중되고 있다.

음극재로는 일반적으로 흑연이 사용되고 있는데, 전지용량 증대를 위해 실리콘 첨가 또는 대체 등 비탄소계 음극재 기술개발이 이루어지고 있으며, 실리콘 음극재의 경우 충·방전 시 부피가 최대 300%까지 팽창할 우려가 있으므로, 부피 팽창 완화를 위해 기존 카본 소재와의 복합화 등 다양한 대응기술이 개발되고 있다.

전해질로는 통상 액상 물질이 사용되고 있으며, 양·음극재 소재에 따른 안정성 확보 및 리튬 이온 이동속도 개선 등을 위한 전해질 및 첨가제 기술개발이 진행되고 있다. 또한 액체 전해질로 인해 발생할 수 있는 증발, 누액, 발화, 폭발 등의 문제를 미연에 방지하기 위해 고체상태의 전해질을 적용한 전고체 전지가 차세대 전지로서 주목받고 있다.

구동 및 전력변환장치는 모터, 인버터 및 감속·변속기로 구성되며, 전기·수소차의 구동을 위한 동력을 발생시키는 장치로, 배터리로부터 전기에너지를 공급받은 인버터가 모터를 구동하고, 구동 모터의 축에 연결된 감속·변속기를 통해 회전력이 바퀴에 전달되는 구조이다. 또한 차량의 감속 시에는 운동에너지를 전기에너지로 변환하여 배터리에 저장하는 회생제동 기능의 구현을 통해 주행효율 즉, 전비를 개선하여 주행거리 증대에 기여하게 된다.

전기·수소차용 구동 모터 및 감속기 기술개발은 소형·경량화와 고효율화를 목표로 고회전률, 고속화, 고전압화 등에 집중하여 진행되고 있으며, 주행효율 개선을 위한 2단 이상의 다단변속기 개발 및 채용도 고려되고 있다. 인버터는 교류모터 구동을 위해 직류전력을 교류전력으로 변환하는 장치로, 전력반도체 소자, DC 링크 커패시터 등의 요소부품과 냉각 및 패키징 기술, 신뢰성 확보 기술 등에 집중한 기술개발이 이루어지고 있다.

전기자동차의 주행거리 증대와 에너지 효율 제고를 위해 공조 및 열관리 기술 또한 활발히 연구되고 있다. 전기차는 내연기관 자동차와는 달리 엔진의 폐열이 존재하지 않아 난방을 위해 배터리의 전기에너지를 사용하게 되는데, 이로 인해 전기차의 주행거리와 전비가 감소하므로 이를 개선하기 위한 다양한 연구개발이 진행 중이다.

전기자동차에 장착된 모터·인버터, 배터리 등 다양한 부품들은 작동온도와 열부하가 상이한데, 이에 대한 종합적인

5) 리튬이온 배터리 원가 중 4대 부재 비중(SNE Research, 2021.4): 양극재 22.2%, 음극재 5.8%, 분리막 11.2%, 전해질 6.4%

고려 없이 개별 부품별로 독립적인 열관리를 수행할 경우 열관리를 위한 에너지가 과다하게 소모되거나 시스템의 복잡도가 증가하는 등의 문제가 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 실내 공조와 연계한 차량 전체에 대한 통합 열관리 시스템의 최적화가 기술개발의 초점이 되고 있다.

전기차의 공조 및 통합 열관리 기술은 차량 실내공기의 온도, 습도, 청정도 및 열 복사량과 탑승자 접촉부 온도를 조절하여 쾌적성과 편의성을 제공하는 동시에 파워트레인의 냉각 및 워밍업(warm-up)을 수행하는 기술이며, 히트펌프(heat pump)의 성능 개선을 위한 대체 냉매 개발, 중앙집중형 열관리 모듈 개발, 근접 공조기술 개발 등이 핵심이라 할 수 있다.

한편 2020년을 전후하여 출시되는 전기자동차는 전용 플랫폼(platform)을 기반으로 하는 추세이다. 플랫폼은 차량의 언더바디에 주행에 필요한 구동, 제동, 조향 및 헨가장치 등이 장착된 구동체로, 여기에 공조장치 및 내·외장 부품 등을 장착하면 완전한 차량의 형태를 갖추는 일종의 골격과 같은 구조체이다. 전기자동차 전용 플랫폼을 다양한 차종에 확대 적용함으로써 규모의 경제에 의한 생산비용 절감 효과를 기대할 수 있고, 특히 전기자동차 특유의 성능을 최적화하는 데에도 기여할 수 있는 것으로 알려져 있다. 자동차 개발 시 검증된 플랫폼과 모듈을 다양한 차종에 응용하고 확대 적용함으로써 설계, 시험 등의 개발 절차를 효율적으로 수행할 수 있어 비용 절감에 기여할 수 있게 된다는 것이다.

폭스바겐의 MEB, GM의 글로벌 EV 플랫폼(Global EV Platform), 토요타의 e-TNGA, 르노닛산의 CMF-EV, 그리고 현대차 그룹의 E-GMP 사례에서 보듯이 대부분의 완성차 기업은 자체 전기차 플랫폼을 개발한 후 다양한 파생 모델을 출시할 계획이며, 당분간은 각 기업의 플랫폼에 내재한 잠재력이 전기차의 상품성을 결정할 것으로 예상된다. 최근 국내에서는 현대자동차가 자사의 E-GMP 플랫폼을 활용하여 아이오닉 5(Ioniq 5)를, 기아가 EV6를 출시하였으며, 제네시스도 동일한 플랫폼을 활용한 GV60(가칭) 전기차 출시를 검토하고 있는 것으로 알려져 있다.

3.2. 전기상용차 기술 동향

버스, 트럭 등 상용차는 온실가스 및 미세먼지 배출기여도가 높으므로 온실가스 감축 목표 달성과 장기적인 탄소중립 실현을 위해서 필수적으로 전기동력화⁶⁾를 고려해야 할 차종으로 인식되고 있다. 전 세계적으로 트럭 및 버스 등 상용차가 전체 차량에서 차지하는 비중은 약 1/10 수준이나 여기서 배출되는 CO₂ 등 배출가스 비중은 약 46%에 달하는 것으로 파악되고 있어, 세계 각국에서는 버스와 같은 도심 운행 대중교통수단을 중심으로 친환경 기술개발과 실증을 통한 상용화를 추진하고 있다.

6) 순수전기차(BEV), 수소전기차(FCEV)뿐 아니라 넓게는 하이브리드차(HEV), 플러그인 하이브리드차(PHEV)까지 포괄하는 개념

〈표 2〉 중대형 전기상용차 개발 동향

제조업체명	대표사진	특징
BYD (US)		<ul style="list-style-type: none"> ·전기버스, 전기트럭, 산업기계 부문에서 다양한 전력 기반 상용차 생산 중 ·전기트럭의 경우 180~360kW급 차종 모델 다양 ·미국 내 600여 대 이상 공급 운영 중
Daimler Trucks (Freightliner)		<ul style="list-style-type: none"> ·Class 8 대형 전기트럭(eCascadia)과 Class 6-7 중대형 트럭(eM2) 모델 생산 중 ·eCascadia <ul style="list-style-type: none"> - 출력 260~390kW, 배터리 ~475kWh, 주행거리 ~400km ·eM2 <ul style="list-style-type: none"> - 출력 130~220kW, 배터리 ~315kWh, 주행거리 ~370km
Volvo		<ul style="list-style-type: none"> ·총중량 16톤급/27톤급 대형 전기트럭 생산 중 ·FL Electric(16톤) <ul style="list-style-type: none"> - 출력 200(165)kW, 배터리 200/300kWh, 주행거리 ~300km ·FE Electric(27톤) <ul style="list-style-type: none"> - 출력 400(330)kW, 배터리 200kWh, 주행거리 ~200km
Nikola Motors		<ul style="list-style-type: none"> ·미국형(TWO)과 유럽형(TRE) 대형트럭 양산 준비 중 ·대형 수소전기트럭-미국형(TWO) <ul style="list-style-type: none"> - 출력 480kW, 수소충전<20분, 주행거리~1,400km ·대형 배터리 전기트럭/수소전기트럭-유럽형(TRE) <ul style="list-style-type: none"> - 전기트럭 : 출력 480kW, 배터리 ~753kWh, 주행거리 ~560km - 수소트럭 : 출력 480kW, 수소충전 < 20분, 주행거리 ~800km
Tesla		<ul style="list-style-type: none"> ·Class 8 대형 전기트럭(Semi) 양산 준비 중 - 출력 745kW, 배터리 600~1,000kWh(예측치), 주행거리 480~800km - 출시 : 2021년 4분기 이후로 지연
Daimler Trucks (Mercedes-Benz)		<ul style="list-style-type: none"> ·Class 8 대형 전기트럭(eActros) 양산 준비 중(2024년) ·eActros LongHaul(장거리 대형 배터리 전기트럭) <ul style="list-style-type: none"> - 주행거리 ~500km (상세 제원 미공개) ·eActros GenH2(대형 수소전기트럭) <ul style="list-style-type: none"> - 주행거리 ~1,000km (상세 제원 미공개)
현대자동차		<ul style="list-style-type: none"> ·세계 최초 양산형 대형 수소전기트럭(Xcient Fuel Cell) ·엑시언트 수소전기트럭(Xcient Fuel Cell) <ul style="list-style-type: none"> - 출력 350kW, 연료전지 190kW, 배터리 73kWh, 주행거리 ~400km ·콘셉트 대형 수소전기트럭(HDC-6 NEPTUNE) <ul style="list-style-type: none"> - 출력 > 400kW (상세 제원 미공개로 단순 추정함)

자료: 각 제조사 홈페이지(제원은 제작사 공개자료 또는 추정치임)

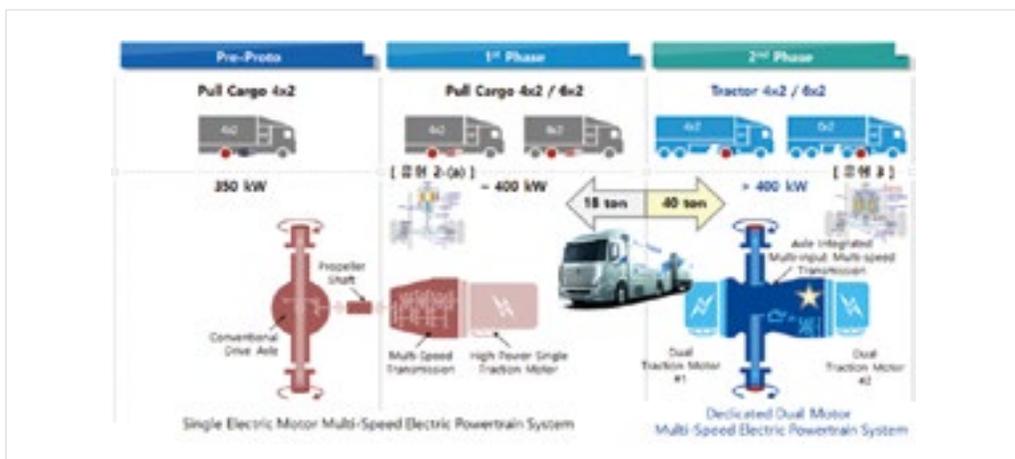
상용차의 친환경화는 에너지 안보와 환경오염 방지를 위한 잠재력이 높은 분야임에도 불구하고, 중대형 전력기반 상용차 시장은 승용 부문에 비해 뒤쳐져 왔다. 그러나 최근 승용 부문 친환경차 시장의 급속한 성장과 함께 전력기반차의 핵심 요소인 배터리의 성능 향상과 비용 저감이 중대형 전력기반 상용차의 성장 가능성을 높이는 데 크게 기여하고 있다.

앞으로는 상용 부문의 대표적인 산업·기술적 특성인 다품종 맞춤형 소량 생산, 고하중 변동특성과 고내구성 등의 까다로운 요구사항을 충족하는 것이 상용차 전동화의 주요한 과제가 될 전망이다.

현재 유럽 및 미국을 중심으로 대형 트럭에 대한 전동화 파워트레인 적용을 통해 HEV, PHEV, EV 및 FCEV 등 다양한 종류의 친환경 상용차에 대한 선제적인 기술개발과 실증을 수행하고 있음에도 불구하고, 기존 상용차 부문의 모든 요구조건을 충족하여 상용화된 사례는 많지 않다. 특히, 전기버스에 비해 운행 환경이 상대적으로 가혹한 중대형 전력 기반 상용차의 경우에는 요구되는 성능 조건과 경제성 확보가 까다로워 개발과 양산에 어려움을 겪고 있는 실정이다.⁷⁾ 중대형 전력기반 상용차용 전기구동시스템은 동력성능, 에너지소비효율 및 내구성 측면에서 요구조건을 만족할 수 있는 고회력 구동모터와 전용변속기 또는 감속기를 동시에 개발하고, 부품 탑재성과 성능 향상을 위해 액슬 일체형 전기구동 시스템을 개발하는 것이 최근 추세이다.

우리 정부도 미래자동차 산업발전의 중요성을 인식하고 상용차 부문에 있어서도 국내 기술의 고도화와 자동차산업의 친환경차 패러다임 변화에 선제적으로 대응하기 위한 다양한 지원을 지속적으로 추진해오고 있다. 최근 국내에서는 정부의 지원을 받아 부품업체 및 완성차 업체가 중심이 되어 신개념 다단 전기구동시스템 기술개발에 착수했다.⁸⁾ 이 전기구동시스템은 총중량 40톤 이상의 수소트럭에 대응이 가능하며, 듀얼모터와 다단변속 기능을 액슬과 통합하여 대형 상용차에서 요구되는 높은 출력과 구동력을 제공함과 동시에 우수한 승차감, 동력성능 및 에너지소비효율 향상까지 구현이 가능할 것으로 기대된다.

[그림 6] 국내 대형 수소트럭용 전기구동시스템 개발 프로젝트(예)



자료: 이백행, 김덕진(2020)

7) 일례로 승용 전기차 부문의 선도 기업인 테슬라는 전기트럭인 세미(Semi) 모델을 2020년에 양산하는 것을 목표로 개발을 추진하였으나, 최근 자체 배터리 생산 전까지 Class 8 전기트럭 양산을 보류하고 2021년 말에나 전기트럭을 양산하기로 계획을 수정한 바 있다.

8) 이백행, 김덕진(2020)

4. 수소전기자동차의 기술 동향



4.1. 수소전기자동차 기술 동향

수소전기차는 수소와 공기 중 산소를 반응시켜 전기를 생산하는 연료전지시스템, 연료인 수소와 공기를 공급하는 장치, 스택에서 발생하는 열과 물을 관리하는 열관리장치, 차량 내에 수소를 저장하는 저장장치 및 연료전지에서 생산된 전력을 차량에서 사용하도록 변환하는 전장장치 등으로 구성된다(그림 7 참조).

[그림 7] 수소전기차의 시스템 구성



자료: 이백행, 구영모(2019)

전 세계적으로, 그중에서도 일본, 유럽, 한국 등을 중심으로 활발하게 수소수용차 기술을 개발 중이며, 특히 유럽, 미국, 중국, 한국 등에서 수소버스, 수소트럭 등의 수소수용차 기술개발이 진행되고 있다.

현재 수소수용차는 한국과 일본이 세계시장을 선도하고 있으나 수소트럭, 수소버스는 연간 2천 대 이상을 생산하는 중국이 세계시장을 주도하고 있으며, 미국, 일본, 유럽, 중국 등 세계 각국에서 중대형 수소수용차의 시범 실증사업이 진행 중인 것으로 알려져 있다.

〈표 3〉 전 세계 주요 수소승용차 개발 동향

				
Riversimple	Hyundai	Toyota	Honda	BMW
Rasa	Nexo	Mirai(2)	Clarity	-
2023	2018	2020	2016	2022
소형	중형(SUV)	중형(세단)	중형(세단)	대형(SUV)

자료: 저자 작성

4.2. 수소상용차 기술 동향

현재 세계 여러 국가에서 수소버스 및 수소트럭 등 상용차에 대한 시범사업 및 실도로 실증을 진행 중이며, 특히 수소버스의 운행이 활발하다.

일본에서는 최초로 차량 인증을 받은 토요타 수소버스 소라(Sora, 최대출력 228kW)를 2018년 3월부터 판매하기 시작했고, 2020년 3월에 토요타사와 히노사가 수소트럭 공동개발 계획을 발표하였다.

미국에서도 에너지부(DOE) 산하의 국립재생가능에너지연구소(NREL)에서 수소버스 수십 대의 성능시험을 진행 중인 것으로 알려져 있다.

〈표 4〉 전 세계 주요 수소상용차 현황

구분	폭스바겐 골프	
화물	소형	·(StreetScooter/미국) 택배업체인 DHL과 협력하여 시범운행 실시, 수소전기 밴 100대
	중형	·(중국) 10개사 이상의 기업이 캐나다 발라드(Ballard)사, 중국기업 등의 연료전지시스템을 탑재한 수소트럭 생산 ·전기트럭 생산기업이 전기트럭을 개조하여 수소전기트럭 등 생산 중
	대형	·(Bosh/독일) 승용차 업체인 다임러와 협력하여 수소전기트럭을 개발, 현재 실증 운행 중
승합	소형	·(메르세데스-벤츠/독일) 소형 승합밴을 개발하여 시범운행 중 ·(르노, 프랑스) 소형 승합밴을 출시하여 시범 보급 중
	중형	·(중국) 10개사 이상의 기업이 캐나다 발라드사, 중국기업 등의 연료전지시스템을 탑재한 중형 수소버스 생산 중
	중형	·(Van Hool/벨기에) 다양한 수소전기버스를 제작하여 유럽에 판매 중이며, - 캐나다 발라드사의 연료전지시스템을 탑재

자료: 저자 작성

국내에서는 1998년부터 수소승용차의 기술개발이 시작되었고, 2017년부터 수소상용차에 대한 본격적인 기술개발 투자가 시작되어 꾸준히 확대되고 있다.

수소버스의 경우 2006년에 1세대 차량을 개발한 데 이어 2009년에 성능이 개선된 2세대 차량이 개발되었으며, 양산형 3세대 수소버스가 2020년에 개발되어 현재 판매 중이다. 3세대 양산 모델부터는 2016년 정부사업인 ‘도심 주행용 200kW급 수소전기버스 핵심기술개발’ 사업으로 확보된 수소버스 전용 수소용기를 사용하고 있다.

〈표 5〉 국내 수소전기버스 개발 현황

수소전기버스			
개발연도	2006년	2009년	2020년
연료전지 스택 출력	160kW	200kW	190kW
수소저장용기	350기압, 8개	350기압, 8개	700기압
보조저장장치	슈퍼커패시터	슈퍼커패시터	리튬이온배터리

자료: 저자 작성

4.3. 수소충전 인프라

승용차, 버스, 트럭 등 다양한 형태의 수소전기차 보급 확대 및 대중화를 위해서는 수소충전 인프라의 확대가 절실하다. 2025년까지 국내에 수소충전소를 450개소 보급하는 것으로 계획하고 있으며, 이 시기가 되면 소비자의 불편이 최소화할 것으로 보고 있다. 여기서 소비자는 승용차 구매자가 대부분이겠지만, 수소전기버스의 경우 운수사업자, 수소 화물차의 경우 물류사업자가 소비자가 될 수 있으며, 이들의 충전 행태는 기존 수소 승용차의 충전 행태와는 다른 패턴을 가진다. 수소버스와 수소트럭은 수소승용차와는 달리 일정한 차고지, 충전소에서 항상 수소충전이 이루어지는 형태이고, 수소 승용차는 10일에 1번 정도 충전하지만 수소버스, 수소트럭은 매일 충전하는 형태이므로 승용차용 수소충전소의 4~5배 이상의 용량을 가진 상용차용 수소충전 인프라가 필요하다. 즉, 2025년 이후 수소전기차의 보급 확대를 위해서는 짧은 시간에 많은 양의 수소를 충전할 수 있는 고속 대용량 충전인프라의 확보가 중요하다.

현재 수소충전소의 핵심부품은 해외기술에 크게 의존하고 있어 국산화율이 약 50% 수준인 것으로 알려져 있다. 수소전기차 보급대수가 전 세계 1위라는 것은 수소충전 소요량도 세계 1위라는 것을 의미하며, 인프라 구축 초기에 수소충전 관련 기술을 확보해야 향후 국내 수소전기차의 원활한 운행과 해외수출이 가능할 것으로 보인다.

5. 맺음말



세계 각국 정부는 기후변화와 대기 환경오염에 대응하기 위해 자동차 환경규제를 강화하는 조치를 취하고 있으며, 이에 따라 자동차 기술의 패러다임이 내연기관 중심에서 급격히 전기동력 중심으로 전환되고 있는 시기에 있다. 이에 완성차 업체를 중심으로 환경규제 대응을 위한 다양한 대안들이 강구되고 있으며, 특히 전기·수소자동차의 중요도가 부각되고 있는 현실에서, 사용자의 불편함을 개선하기 위한 사용자 수용성 개선이 중요한 요소라 할 수 있을 것이다. 일충전 주행 거리 증대, 충전시간 단축 및 충전 편의성 개선, 차량 가격 저감, 내구성, 신뢰성 및 안전성 확보 측면에서의 지속적인 개선이 필요하며, 이를 위한 연구개발 및 인프라 구축 확대 등에 정부와 민간의 협력과 투자가 중요한 시기이다.

특히 대기오염물질 배출기여도가 높은 대형 상용차에 대해 다양한 친환경 동력시스템 도입을 확대하기 위한 다각적 노력이 이루어지고 있으며, 대형 상용차의 친환경차로의 전환 필요성은 더욱 부각될 것으로 예상된다. 따라서 중대형 전력기반 상용차 분야에서도 이러한 패러다임 전환에 신속하게 대응하고, 치열한 경쟁이 예상되는 미래 친환경 상용차 시장에서 기술을 선도하고 시장경쟁력을 확보하기 위해서는 해당 분야의 까다로운 요구조건을 충족하면서도 가격 경쟁력 있는 고성능 전기구동시스템, 배터리시스템, 수소연료전지시스템 등 핵심기술을 개발하기 위한 지속적인 R&D 투자와 상용화 전략이 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

관계부처 합동(2019a), 「미래자동차 산업 발전전략 - 2030년 국가 로드맵」

관계부처 합동(2019b), 「수소경제 활성화 로드맵」

관계부처 합동(2021a), “그린 뉴딜 사업설명회 온라인 자료집”,

https://www.etrans.or.kr/download/그린_뉴딜_사업설명회_온라인_자료집.pdf, 검색일: 2021. 6. 10.

관계부처 합동(2021b), 「제4차 친환경자동차 기본계획(2021~2025)」

구영모(2020), “수소연료전지를 활용한 상용차·승용차 기술 동향”, 『모빌리티 인사이트』 통권 제9호, 한국자동차연구원, pp.8-13.

국가법령정보센터, “환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률”,

<https://www.law.go.kr/법령/환경친화적자동차의개발및보급촉진에관한법률>, 검색일: 2021. 6. 10.

김형진, 성병준(2013), “CNG 하이브리드 시내버스 개발”, 『오토저널』 35(2), pp.18-23.

산업통상자원 R&D 전략기획단·한국산업기술평가관리원·한국산업기술진흥원·한국에너지기술평가원(2019), 「2019-2021 산업기술 R&D 투자전략」

삼정KPMG 경제연구원(2018), “미래 자동차 권력의 이동”, 『Samjong INSIGHT』 Vol. 56

이백행, 구영모(2019), “수소상용차 기술개발 동향”, 『KEIT PD Issue Report』, Vol. 19-3, 한국산업기술평가관리원, pp.47-61.

이백행, 김덕진(2020), “대형 상용차 전기구동시스템 기술 동향”, 『KEIT PD Issue Report』, Vol. 20-6, 한국산업기술평가관리원, pp.53-70.

조중원(2020), “전기자동차 공조 및 통합 열관리 기술 동향”, 『모빌리티 인사이트』, 통권 제8호, 한국자동차연구원, pp.8-14.

한국자동차산업협회(2020), 『한국의 자동차산업』.

한국자동차산업협회(2021), “자동차산업 탄소중립 전략”, 『제15회 자동차산업발전포럼』, 5월 13일.

Bureau of Transportation Statistics(2017), Freight Facts and Figures 2017, US Department of Transportation.

Drivemode(2021.2.13), “Shifting to 800-Volt Systems: Why Boosting Motor Power Could Be the Key to Better Electric Cars”,
<http://drivemode-h2020.eu/shifting-to-800-volt-systems-why-boosting-motor-power-could-be-the-key-to-better-electric-cars/>, 검색일:

Frost & Sullivan(2020), Strategic Collaborations Towards Technology Development Transforming The Global Fuel Cell Vehicles Market, 2020-2030.

Moultak, M., N. Lutsey, and D. Hall(2017) “Transitioning to Zero-Emission Heavy-Duty Freight Vehicles”, ICCT White Paper.

Smith, D. et al.(2019), Medium- and Heavy-Duty Vehicle Electrification: An Assessment of Technology and Knowledge Gaps, ORNL.

SNE Research(2021.4), Global EV and Battery Monthly Tracker.

Daimler-Benz, <https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/picture.xhtml?oid=7428140>

중대형 전기상용차 제조사 홈페이지

BYD(US) : <https://en.byd.com/truck/>

Daimler : <https://media.daimler.com/>

Volvo Trucks : <https://www.volvotrucks.com/en-en/trucks/alternative-fuels/electric-trucks.html>

Nikola : <https://nikolamotor.com/>

Tesla : <https://www.tesla.com/semi?redirect=no>

Freightliner : <https://freightliner.com/>

현대자동차 : <https://www-trucknbus.hyundai.com/kr/products/truck/xcient-fuel-cell>

친환경차 및 자율주행차 개발 동향 및 시사점

김승범
경상대학교

1. 친환경차 개발 동향 및 시사점¹⁾



1.1. 전기차 기술개발 동향

20세기 경제 발전과 인구 증가로 자동차의 수요는 폭발적으로 증가하였으며 그 결과 내연기관 자동차에서 발생하는 배출가스가 대기오염의 주된 요인으로 부각되었다. 특히 1973년과 1979년 두 차례의 오일쇼크로 화석연료 고갈에 대한 국제적 관심이 높아졌으며, 화석연료에 의존하고 있는 자동차의 연비에 대한 규제가 필요하다는 국제적 공감대를 형성하는 계기가 되었다. 그 결과 유럽과 미국은 승용차 연비에 대한 기준을 점차 강화하게 되었고 자동차 제조사들은 대기오염 방지와 CO2 저감 과제에 대응해나가기 위해 플러그인 하이브리드차(PHEV)와 순수전기차(BEV)를 경쟁적으로 개발하기 시작하였다.

플러그인 하이브리드차(PHEV)는 가정이나 건물의 전기를 이용하여 충전한 배터리의 동력으로 주행하다가 배터리 방전 시에는 일반 내연기관 엔진과 배터리의 전기동력을 동시에 사용하여 운행하는, 내연기관 자동차와 순수전기차의 중간 성격의 자동차를 말한다. 반면, 순수전기차(BEV)는 가솔린 엔진의 도움 없이 순수하게 배터리의 전기동력으로 구동되는 자동차를 말한다.

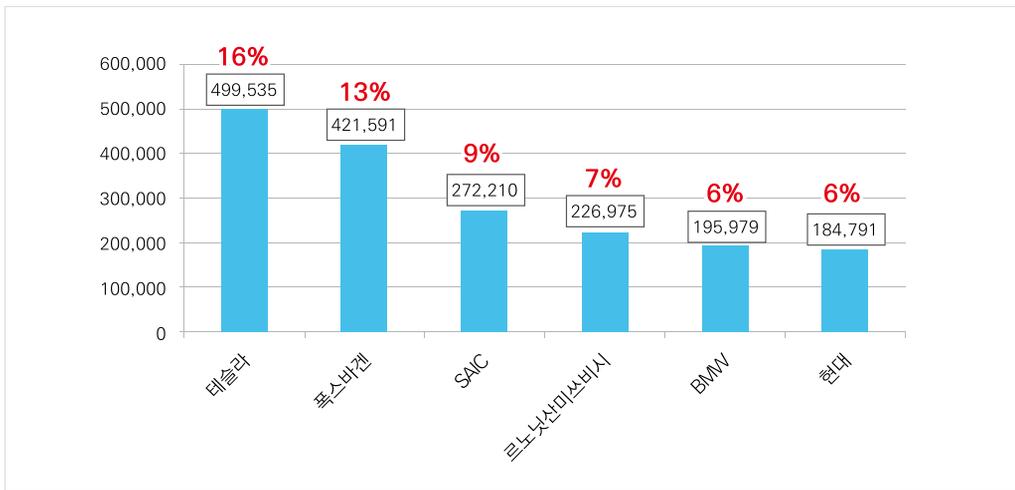
2019년까지만 해도 세계 전기차 시장 점유율에서 플러그인 하이브리드차와 순수전기차의 판매 비중은 큰 차이를 보이지 않았다. 하지만 2020년에는 순수전기차는 214만 대, 플러그인 하이브리드차는 98만 대가 판매된 것으로 나타났다. 이는 전기차 충전인프라 확대와 배터리 성능 향상으로 주행환경이 개선되면서 나타난 결과로 풀이된다. 플러그인 하이브리드 차량 위주로 전기차 라인업을 꾸렸던 메르세데스-벤츠, BMW 등 글로벌

1) 본 장은 IRS 글로벌(2021)을 참고하여 작성하였음

완성차 업체도 순수전기차로 친환경차 개발 로드맵을 전환하면서 한국의 현대차그룹도 순수전기차 라인업을 강화하고 있다.

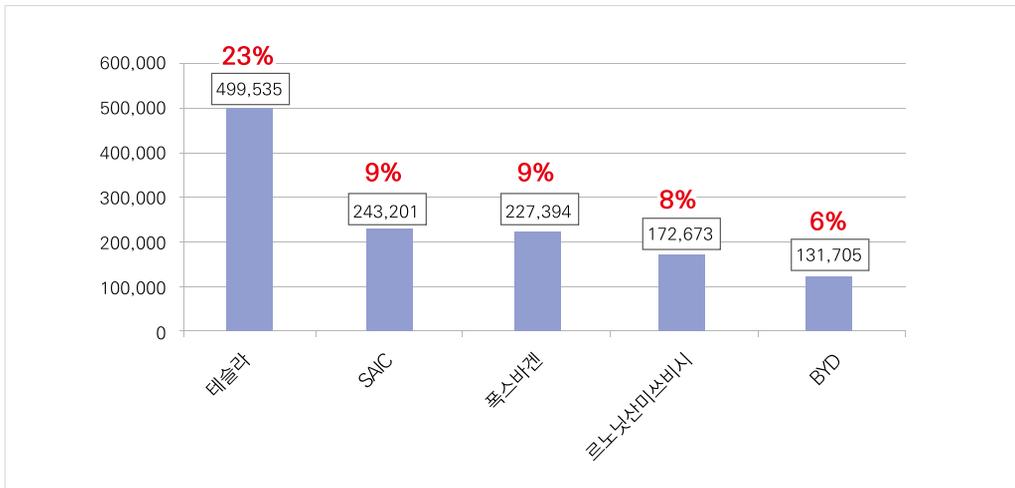
순수전기차 시장에서 테슬라가 2020년에 전기차 49만 9,535대를 판매하며 3년 연속 세계 판매량 1위를 지키고 있다. 2위는 폭스바겐으로 테슬라와는 30만 대의 격차를 보이고 있으며 중국의 BYD와 SGMW(상하이, GM, 우링 합작사)가 그 뒤를 잇고 있다. 현대자동차와 기아는 신차의 부재로 2019년 글로벌 판매량 9위와 11위에서 2020년 각각 11위와 12위로 밀려났다.

[그림 1] 2020년 전기차(PHEV, BEV) 제조사별 판매량 및 점유율 (단위: 대, %)



자료: IRS 글로벌(2021)

[그림 2] 2020년 순수전기차(BEV) 제조사별 판매량 및 점유율 (단위: 대, %)



자료: IRS 글로벌(2021)

1.2. 주요 완성차 업체별 전기차 개발현황

1.2.1. 테슬라

모델 3으로 순수전기차의 대중화를 주도하고 있는 테슬라는 최근 경쟁사들의 진출 확대로 판매량이 다소 감소하고 있다. 2021년 생산개시를 목표로 하는 베를린 공장이 완공되면 미국 본사, 중국의 기가팩토리과 함께 세계 전기차 3대 시장인 미국, 유럽, 중국에서 전기차 대량 공급체계를 구축하게 된다. 특히 상하이 공장의 생산비용은 캘리포니아 공장의 65% 수준이며 수입관세도 물리 않기 때문에 중국 내 생산이 본격화된다면 중국 시장에서 테슬라의 가격경쟁력이 높아질 전망이다.

1.2.2. BYD

BYD는 배터리, 모터, 전자제어장치를 모두 자체 조달할 수 있는 유일한 기업으로 2020년 6월에 출시한 전기차 한(漢)은 동급의 내연기관 자동차의 주요 스펙을 넘어선 첫 사례로 평가되고 있다. 특히 배터리 셀을 길게 만들어 화재 가능성을 낮추고 이전보다 최대 50% 넓은 공간을 확보하였으며 무게도 크게 줄이는 등 배터리 혁신에 성공한 것으로 알려져 있다.

1.2.3. BMW

전기차 전용 플랫폼을 활용해 2013년 i3를 출시한 BMW는 높은 가격과 배터리 탑재 용량 등의 한계로 저조한 판매 실적을 피하지 못했다. 과거의 실패를 경험 삼아 전기차와 기존 내연기관에 활용 가능한 신규 플랫폼을 2025년까지 완성함과 동시에 전기차 모델 25종을 출시할 계획을 갖고 있다. 또한 자율주행 기반 전기차 BMW iNEXT를 2021년에 출시할 예정이다.

1.2.4. 폭스바겐

세계에서 가장 많은 내연기관 자동차를 만들어왔던 폭스바겐그룹은 2018년 전용 전기차 플랫폼 MEB를 공개하고, 수조 원을 투자하며 전기차 기업으로 변신할 준비를 하고 있다. 2019년 폭스바겐그룹은 향후 5년 동안 42조 원을 투자해 전동화 제품 150만 대를 생산하고 2034년부터는 내연기관 신차 생산을 전면 중단할 것이며 2040년부터는 이산화탄소 배출이 없는 순수전기차와 수소연료전지차만 판매할 예정이라고 발표했다.

1.2.5. GM

GM은 2020년에 전기차 플랫폼 '얼티엄(Ultium)'을 공개하고 일반 전기차 모델부터 프리미엄 전기차, 상용 트럭 전기차까지 확고한 시장경쟁력을 확보할 계획이다. 2025년까지 약 25조 원을 전기차 개발에 투자할 계획이며 북미와 중국 시장에 100만 대 넘는 전기차를 판매하겠다는 목표를 수립하였다. 특히 중국 시장을 공략하기 위해 중국제일자동차그룹, 상하이자동차그룹, JAC 모터스 3개사와 공동으로 2024년까지 4년간 약 20조 원을 전기차 개발에 투자할 계획을 하고 있다.

1.2.6. 토요타

그동안 하이브리드차 생산을 고집해 왔던 토요타는 2020년 글로벌 전기차 판매 제조사 TOP10에 이름을 올리지 못했다. 토요타는 주행거리, 안전성, 충전속도 측면에서 리튬이온 배터리의 한계를 극복할 수 있는 전고체 배터리 제조 기술을 갖고 있다. 따라서 전고체 배터리가 상용화되면 토요타는 내연기관 자동차를 통해 얻은 인지도를 기반으로 전기차 시장에서 점유율을 빠르게 올릴 수 있을 것으로 기대하고 있다. 2025년까지 전체 생산차의 절반인 약 550만 대를 순수전기차 및 수소연료전지차로 전환할 것을 선언하였으며, 토요타와 렉서스의 이전 모델의 전기차 버전 출시를 목표로 삼고 있다.

1.3. 수소연료전지차 기술개발 동향

수소연료전지차(fuel cell electric vehicle)는 가솔린 내연기관 대신 수소와 공기 중 산소의 결합으로 전기를 자체 생산하는 연료전지를 동력원으로 사용하여 주행하는 완전 무공해 자동차로, 엔진이 없어 배기가스 및 오염물질을 배출하지 않는다. 즉, 수소연료전지차는 연료전지로부터 생산된 전기로 구동되는 전기자동차의 일종으로, 모터에서부터 바퀴에 이르는 구조는 기존의 전기차와 같지만, 기존의 전기차와는 달리 저장된 전기를 사용하는 것이 아니라 전기를 만들면서 모터를 돌려 차량을 구동시킨다.

하지만 수소연료전지차는 10년 전까지 약 12억 원을 호가했으며 국내에서 가장 최근(2018년)에 출시된 현대자동차의 넥쏘(NEXO)는 7,000만 원대로 여전히 고가의 차량 가격을 형성하고 있다. 우리나라 정부는 2018년 「전기·수소차 보급 확산을 위한 정책방향」을 발표하였으며, 이에 따라 가격경쟁력이 충분히 확보되는 시점까지 보조금을 유지할 계획이다. 2021년 수소차 보조금은 서울시 1,100만 원, 국비 2,250만 원을 포함하여 총 3,350만 원이다. 무엇보다 수소는 폭발성이 있어 도시가스처럼 파이프라인으로 공급해야 하며 차량에 충전을 위해 내장된 고압 수소통에 다시 가압하면서 주입해야 한다. 따라서 수소연료전지차가 보편화되기 위해서는 전국에 수소충전소를 세워야 하며, 이를 위해서는 기업과 지역 간에 많은 협력이 필요하다.

1.4. 주요 국가별 수소연료전지차 개발 및 보급 추진현황

1.4.1. 일본

도쿄도에서는 렌터카나 카셰어링에 수소연료전지 차량을 도입하고 있다. 2020년 1월부터 오릭스 자동차를 사업 실사자로 선정하고 토요타의 미라이(MIRAI) 36대를 도내에서 운영하고 있다. 참고로 미라이는 토요타에서 2014년 12월에 발매한 이후 전 세계에서 약 1만 대가 판매되었으며, 2019 도쿄 모터쇼에서 2세대 미라이가 공개된 바 있다.

니가타현은 2019년부터 3년 동안 수소연료전지차의 보급 촉진을 위해 수소연료전지 택시 실증 운행사업을 실시하고

있다. 현재 전국적으로 도쿄도, 가나가와현, 사이타마현, 교토부, 후쿠오카현, 미야기현 등의 지자체에서 30대 정도의 수소연료전지 택시를 운영하고 있다.

1.4.2. 독일

유럽국가 중 독일에서는 수소연료전지차 모빌리티 관련 움직임이 활발하게 지속되어 버스, 트럭과 같은 대형 상용차가 도입되어 있다. 2011년 BMW는 연료전지자동차를 제조하기 위해 토요타와의 제휴를 발표하고 친환경 차량과 연료전지 체계 관련 기술, 리튬이온배터리 개발에 관한 공동 연구를 수행하였다. 최근에는 수소연료전지차용 차세대 연료전지인 'i 하이드로젠'을 공동 개발해 2022년 양산에 들어갈 예정이며, 2022년에 X5형 수소 자동차를 출시할 계획이다.

독일 정부 또한 수소차 기반의 모빌리티 프로젝트에 총 2,350만 유로의 자금을 제공할 예정이며, 해당 예산은 DHL 배송 연료전지차 개발, 연료전지 쓰레기 수집차 개발, 수소충전 인프라 구축, 연료전지 대중교통 버스 증량 등에 투입될 계획이다. 이외에 다임러 트럭 (Dimler Truck AG)은 독일 주요 지역에서의 CO2 중립화를 목표로 수소연료전지차를 2025년에서 2030년 사이에 본격 양산할 계획이며, 독일의 자동차 부품 회사 엘링클링거(ElringKlinger)는 수소연료 전지차의 핵심부품인 연료전지 스택을 고도화하고 있다.

1.4.3. 미국

미국에서 친환경차 보급에 가장 관심이 많은 지역은 캘리포니아로 알려져 있다. 수소연료전지차 보급 역시 '캘리포니아 수소연료전지 파트너십(California Fuel Cell Partnership)'에 의해서 대중에 홍보되고 있는데, 최근 발표에 따르면 2020년 11월 기준 약 9,000대의 수소연료전지차량이 보급된 것으로 알려져 있다.

친환경 트럭 중 수소연료전지트럭은 전기트럭에 비해 중장거리용으로 적합한 것으로 알려져 있다. 이는 연료전지 파워트레인이 에너지 밀도가 높고 연료 재급유 속도가 빠르기 때문이다. 따라서, 장거리 수송물동량이 많은 미국의 특성상 장거리용 트럭으로 수소연료전지트럭 개발에 집중하고 있다. 커민스(Cummins)사는 연료전지와 배터리를 탑재한 대형트럭 시범 차량을 2019년에 북미 상용차 쇼에서 발표하였다. 또한 현대자동차와 수소연료전지 분야의 전략적 협력 강화를 위한 업무협약 체결로 친환경 파워트레인을 공동 개발할 계획이다. 또다른 수소연료전지차 회사인 하이존 모터스(Hyzon Motors)사는 2021년부터 버스와 트럭을 비롯해 밴, 미니버스 등 다양한 종류의 수소연료전지 상용차를 공급할 계획이며 2022년에는 수소연료전지 승용차도 선보일 예정이다.

1.4.4. 중국

중국은 현재 세계 최대의 수소에너지 생산국으로, 현재 2,500만 톤의 생산능력을 보유하고 있는 것으로 평가되고 있다. 2020년 중국 에너지 체계에서 수소가 차지하는 비중은 10%로 예상되며, 수소연료전지 관련 핵심기술 개발 속도 역시 가속화될 전망이다. 중국은 친환경차 보급 확산을 위해 전기차와 수소연료전지차에 대해 일정 비율의 생산 및 수입을

의무화하는 NEV 규제를 도입하였다. 다른 나라와 유사하게 대형차 위주의 수소연료전지차 개발에 초점을 맞추고 있으며 대표적인 예로 중국 민영 자동차 대기업인 저장지리홀딩스의 F12가 있다. F12는 10분간 충전된 연료전지로 500km를 주행할 수 있으며 100km당 7.5kg의 수소에너지 효율을 인증받았다. 또 다른 중국의 버스회사 진룡(Golden Dragon)은 저장성 자산군으로부터 수소연료전지 버스 100대 공급물량을 수주하였으며 8.5m 크기의 연료전지 버스 80대와 12m 크기의 연료전지 버스 20대를 2021년까지 납품할 계획이다.

1.5. 시사점

1796년 프랑스에서 증기자동차가 발명된 이후 자동차산업은 휘발유를 연료로 하는 내연기관 자동차 중심으로 기술 혁신이 이루어져 빠르게 성장해왔다. 내연기관 자동차의 대중화 흐름 속에서 1970년에 발생한 오일쇼크로 석유가격이 급등하자 자동차 연비에 대한 규제가 시작되었고 동시에 일산화탄소, 질소화합물, 탄화수소 등의 자동차 배기가스로 인한 대기오염에 대한 관심 또한 높아졌다. 그 결과 순수전기차나 수소연료전지차량과 같은 친환경차 개발은 가속화되고 다양한 친환경차 보급전략 수립의 결과로 전기차 판매 비중은 점차 증가하고 있다.

순수전기차의 경우 테슬라를 중심으로 보급이 활성화되면서 내연기관 완성차 업체들이 속속 신형 전기차 출시를 계획하고 있다. 국내의 경우 2012년 548대에 불과하던 순수전기차의 판매량은 2020년 3만 1,356대로 증가 추세를 보이고 있으며 차종 역시 일반 승용차뿐만 아니라 버스, 트럭으로 보급이 확대되어가고 있다.

수소연료전지차의 경우 아직 고가의 개발비용과 수소충전 인프라 부족으로 일반 대중에 보급되기까지 시간이 필요할 것으로 보인다. 2020년 세계 각국에 등록된 수소연료전지차의 총 판매대수는 6,600여 대로 2019년 대비 소폭 하락한 것으로 나타났으며, 최근 코로나19 팬데믹에 의한 공장 가동 중단에 따른 물량 축소까지 겹치면서 판매량이 격감한 것으로 알려졌다. 다만 현대차의 주력 모델인 넥쏘의 판매량이 2019년 대비 61%가 급증하였고 전 세계 시장점유율 역시 2019년 44.3%에서 73.8%로 증가하여 당분간 시장 성장을 주도할 것으로 보인다.

2. 친환경차 관련 해외 정책 사례 및 시사점(전기차 중심으로)²⁾



2.1. 친환경차 관련 해외 및 국내 정책 사례

2.1.1. 중국

중국은 전기차의 소비자 수요를 장려하기 위해 정부 주도하에 차량 조립, 배터리 제조, 주요 차량 구성요소 생산에 이르기까지 자국 내 생산 공급망을 구축하기 시작하였다. 또한 '신에너지 차량 보조금 프로그램'을 운영하여 전기차 소비를 지원하고 있다. 2018년 2월에 개정된 보조금 프로그램은 PHEV 및 단거리 BEV에 대한 보조금은 낮추고 장거리 BEV 보조금 수준을 높이는 등 배터리 제조산업의 혁신을 촉진하는 방향으로 보조금 정책을 활용하고 있다.

2.1.2. 미국

바이든 대통령은 후보 시절 2050년까지 온실가스 배출 제로화를 선언하였으며, 정부 관계자들의 이동수단을 친환경차로 바꾸겠다고 언급한 바 있다. 따라서, 바이든 대통령 취임 이후 미국의 친환경차 시대가 앞당겨질 것으로 전망하고 있다. 바이든 대통령의 친환경차 관련 정책을 요약하면 다음과 같다.

2030년까지 미국 전기차 충전소 50만 개 추가
 2030년까지 생산되는 모든 버스는 무탄소 전기버스로 전환
 전기차 관련 세제 혜택 및 친환경 차량 생산 기업 인센티브 제공
 내연기관 자동차를 친환경차로 교체 시 인센티브 제공

미국의 경우 전기차를 구입하면 내연기관 자동차 구입 시 부과되는 모든 연방 세금이 면제되며 소득공제 혜택까지 주어진다. 하지만 이러한 혜택은 전기차 제조업체의 전기차 판매량이 20만 대에 도달하면 종료된다. 일례로 테슬라는 2018년 3분기에 누적 판매량이 20만 대에 도달하였으며 GM의 경우도 2018년 4분기에 20만 대를 초과하여 단계적으로 보조금을 폐지하는 절차에 돌입했다.

2.1.3. 유럽

유럽연합의 유럽위원회는 전기차 배터리의 산업 경쟁력 강화를 위해 2017년 주요 산업 및 이해관계자가 협력하는 전기차 배터리 협업체인 '유럽 배터리 동맹'(European Battery Alliance)을 출범시켰다. 또한 2019년 4월 유럽의회에서는

2) 본 장은 IRS 글로벌(2021)를 참고하여 작성하였음.

친환경차 판매를 장려하기 위해 신차의 CO2 배출 요건을 개정하는 등 각 자동차 제조업체에 구체적인 배출 목표를 할당하고 있다. 예를 들어 2030년까지 신차는 이전에 95g/km이었던 CO2 배출량 요건을 37.5% 수준으로 감소하도록 표준을 강화하였다.

2.1.4. 독일

독일은 범정부 차원의 신혁신기술 및 중소기업 지원정책인 '하이테크 전략 2025'을 발표하고 2022년까지 전기자동차 100만 대 달성을 목표로 하고 있다. 또한 전기차 배터리 경쟁력 강화를 위해 2025년까지 아른슈타트에 새로운 배터리 연구 센터를 설립하고, 중국 CATL 그룹의 배터리 공장과 협력해 리튬이온 배터리를 생산할 계획이다. 연방정부 차원에서는 2020년 6월 채택된 경기 부양책을 바탕으로 충전소 인프라 확장, 배터리 생산 및 연구에 25억 유로를 추가로 투자할 계획이다.

2.1.5. 노르웨이

노르웨이는 판매되는 신차 중 절반 이상을 전기차가 차지할 정도로 친환경차 보급률이 전 세계에서 가장 높은 나라이다. 2020년 노르웨이에서 판매된 자동차 가운데 전기차는 54.3%로 2019년 42%에서 10% 이상 증가하였다. 노르웨이의 높은 친환경차 보급률은 각종 세금 및 통행료 감면, 무료 주차 및 무료 충전 등 정부의 적극적인 지원정책이 주효했다. 또한 화석연료를 사용하는 내연기관 차량에 대해 높은 취득등록세와 부가가치세를 부과함으로써 전기차 구매비용이 오히려 화석연료 차량보다 낮아지도록 조정하여 소비자들이 전기차를 구매하도록 유인하였다. 하지만 전기차가 대중화 되면서 세금 감면 등의 친환경차 구입 혜택을 계속 유지해야 할지를 놓고 논란 중이다.

2.1.6. 일본

2018년 4월 일본 경제산업성은 기후변화에 대응하기 위한 자동차산업의 장기 목표와 전략을 개발하였다. 계획안은 2050년까지 이산화탄소 등 온실가스 배출량 제로를 달성하겠다는 목표를 포함하고 있으며, 이를 실행하기 위해 전기차용 배터리 개발을 중요 전략으로 담고 있다. 전기차의 약점 중 하나인 주행거리를 내연기관 자동차 이상으로 늘리기 위해 고체전지 실용화에 많은 투자를 지원하고 있다. 또한 중국이 전기차 배터리의 국제 기준을 주도하는 것을 막기 위해 미국, 유럽과 협력해 관련 업계를 지원한다는 방침을 세우고 있는 것으로 알려져 있다. 일본은 전기차 보급을 촉진하기 위해 구매보조금을 40만 엔(한화 약 424만 원)에서 2배 인상을 계획하고 있으며, 정부와 지자체가 각각 보조금을 지원하고 있어 차종에 따라 다르지만 평균적으로 구매가격의 1/3에 해당하는 비용을 보조받을 수 있다.

2.1.7. 한국

한국에서는 전기차가 2009년 최초 출시 이후 2020년까지 총 3만 1,029대 보급되었으며, 정부는 「2050 온실가스 감축 추진계획」에 따라 2022년까지 6만 5,000대의 전기차를 보급하는 것을 목표로 하고 있다.

〈표 1〉 전기차 누적 보급대수

[단위: 대]

총계(누적)	2009-2019년	2020년					
		소계	승용	택시	승합	화물	이륜
31,029	20,083	10,946	6,280	445	179	1,576	2,466

자료: IRS 글로벌(2021)

〈표 2〉 연도별 전기차 보급목표

[단위: 대]

2009~2020년(누적)	2021년 보급목표 11,779대						2022년(누적)
31,029	소계	승용	택시	승합	화물	이륜	65,000
	11,779	5,231	300	123	2,105	4,020	

자료: IRS 글로벌(2021)

이를 위해 정부는 노후 경유차의 전기차 전환 유도, 대중교통 분야 전기차 전환 확대, 대기환경 개선 효과가 높은 전기 화물차 및 전기이륜차 보급 확대, 공공기관 친환경차 의무구매 강화 등 다양한 보급 정책을 이행 및 계획하고 있다. 전기차 보조금은 차종에 따라 상이하며 전기승용차의 경우 자동차 성능, 저공해차 보급목표제 대상업체 차량 해당 여부 및 보급목표 달성 실적을 고려하여 최대 800만 원 범위 내에서 차등 지원하고 있다. 전기승합차의 경우 자동차의 성능, 차량 규모에 따라 중형 전기승합차는 최대 6,000만 원, 대형 전기승합차는 최대 8,000만 원을 지원받을 수 있다.

2.2. 시사점

세계 각국의 친환경차 관련 정책은 대부분 플러그인 하이브리드차와 순수전기차 보급 확산을 위한 정책에 초점이 맞추어져 있다. 제조산업 육성을 위한 각종 세제 혜택을 제공하고 친환경차 생산 비율을 강화하고 있으며 다양한 형태의 구매보조금 지급을 통해 구매를 독려하고 있다. 그러나 전기차의 보급이 빠르게 진행되고 수요자의 선택의 폭이 다양해지면서 보조금 지급을 단계적으로 폐지하는 나라가 늘어가고 있다. 우리나라는 차량의 성능에 따라 보조금을 차등적으로 지급하고 있으며, 대중교통수단으로서의 전기차 보급을 확대하고 대기환경 개선효과가 높은 전기화물차 및 전기이륜차 보급을 확대해 나가고 있다.

3. 자율주행차 관련 정책 및 기술개발 동향



3.1. 기술개발 동향

자율주행자동차의 정의는 기술적 정의와 법률적 정의로 구분된다. 기술적인 정의는 “컴퓨터에 의하여 통제되는 자동차로서 주행정보 관련 각종 장치 등을 통해 스스로 주위 환경 및 상황을 판단하여 주행함으로써 사람의 조작이 필요 없는 자동차”이다. 법률적으로는 현행 「자동차관리법」 제2조 제1의3호에서 “운전자 또는 승객의 조작 없이 자동차 스스로 운행이 가능한 자동차”라고 정의하고 있다. 종합적으로 자율주행자동차는 차량에 설치된 센서 등 각종 장치로 교통신호, 차선 등 장애물에 대한 정보를 수집하고 이를 차량 내부 시스템이 처리하여 주변 상황에 따라 운행하는 교통수단이다.³⁾

자율주행자동차의 성능과 안전을 확인하기 위해서는 자율주행시스템의 수준을 가능할 수 있는 기준이 필요하며, 일반적으로 자율주행 기술레벨은 [그림 3]와 같이 여섯 단계로 나눌 수 있다.

[그림 3] 자율주행 기술레벨



자료: 국토교통부, 한국교통안전공단, 국토교통과학기술진흥원; 국토교통과학기술진흥원(2018)

3) 이덕영(2020)

제0단계(레벨0)에서는 자동화가 되지 않아 모든 주행 관련 조작을 인간이 수행한다. 제1단계(레벨1)는 특정 기능의 자동화 단계로 운전자는 특정 주행조건 하에서 스마트 크루즈 컨트롤, 차로 이탈 방지 보조 등 기술의 도움을 받을 수 있다. 제2단계(레벨2)에서는 운전자는 전방 주시를 하지만 페달과 운전대를 사용하지 않을 수 있다. 주행 시 차량과 차선을 인식해 앞 차량과의 간격을 유지하고 자동으로 방향을 조절하는 기능이 추가되어 제1단계와 차별된다. 제3단계(레벨3)는 제한적 자율주행이 가능한 단계로 운전자의 별도 조작 없이 목적지까지의 경로상 일정 부분에서 자율주행을 수행한다. 제4단계(레벨4)는 시동을 걸 때부터 목적지에 도착해 시동을 끌 때까지 자율주행을 할 수 있는 수준을 말하며 차량과 차량, 차량과 인프라 사이의 통신을 통해 정보를 수집하여 최적의 경로를 파악한다는 점에서 제3단계와 차별된다. 제5단계(레벨5)는 모든 환경하에서 주행 중 운전자의 개입이 필요 없어 운전석에 사람이 없는 '완전 무인차'에 해당하는 단계다. 국내에서는 세계 최초로 레벨3 자율주행차 안전기준 6가지를 발표하고 2020년 7월부터 국내에 레벨3 차량을 판매하고 있다.⁴⁾

〈표 3〉 우리나라 부분자율주행시스템(레벨3) 안전기준

기준	세부 내용
운전 가능 여부 확인 후 작동	운전자 착석 여부 등을 감지하여 운전 가능 여부가 확인되었을 경우에만 작동
자율주행 시 안전확보	안전하게 차로 유지기능을 구현할 수 있도록 최대속도 및 속도에 따른 앞 차량과의 최소안전거리 제시
상황별 운전전환 요구	예정된 경우 15초 전 운전전환 경고 발생시키고, 예상되지 않은 상황에서는 즉시 운전전환 경고 발생
긴급한 상황의 경우	운전전환 요구에 대응할 수 있는 시간이 충분하지 않은 경우 시스템이 비상운행 기준에 따라 대응
운전자 대응이 필요한 상황에서 반응이 없는 경우	운전전환 요구에도 불구하고 10초 이내에 운전자의 대응이 없으면 안전을 위해 위험최소화 운행 시행
시스템 고장 대비	시스템 이중화 등을 고려하여 설계

자료: 백장균(2020)

자율주행자동차 개발의 특징 중 하나는 기존의 완성차 제조업체뿐만 아니라 구글, 애플, 아마존, 우버 등 인공지능과 소프트웨어 기술을 기반으로 하고 있는 IT 산업군 역시 활발하게 참여하고 있다는 점이다. 완성차 제조업체를 포함한 이들 기업은 점진적 개발전략을 가지고 자율주행차 시장의 주도권 확보전략을 유지하면서 협업과 경쟁 관계를 유지하고 있다. 현재 IT업체인 구글과 차량 제조사인 GM이 자율주행 관련 기술을 선도하는 가운데 글로벌 업체들은 2021년 전후로 레벨4 수준의 자율주행차를 개발하는 것을 목표로 하고 있다.⁵⁾

4) 백장균(2020)

5) 김은빈(2021)

먼저 IT업계 동향을 살펴보면, 구글의 자회사 웨이모는 다양한 돌발상황, 난폭 운전, 사고 등의 시나리오에 대한 대응 알고리즘을 탑재한 자율주행차를 이용하여 미국 내 실도로에서 500만 마일 이상의 자율주행 경험을 축적해 왔다. 더불어, 카크래프트(Carcraft)라는 가상현실 공간을 구축하고 2만 5,000여 대의 가상 자율주행차를 24시간 시험운행 중인데 이는 공공 도로에서 100년 넘게 실제 주행한 것과 동일한 주행경험이다. 이러한 시뮬레이션 플랫폼을 통해 실도로에서 구현이 어려운 다양한 도로 및 교통 환경에서의 자율주행차량 성능을 시험할 수 있다. 컴퓨터용 고성능 그래픽 처리칩(GPU) 전문기업인 엔비디아(NVIDIA)는 3차원 그래픽 연산용 고성능 범용 GPU를 적용하여 고속으로 주행하는 자율주행자동차의 대용량 센싱데이터 처리를 지원하는 전용 하드웨어 플랫폼인 Drive PX2와 자율주행시스템의 소프트웨어 스택의 기반을 제공하는 엔비디아 자비에(Xavier) 자율주행 머신 프로세서를 개발하였으며, 이를 이용하여 주행경험을 처리할 수 있는 인공지능 플랫폼을 구축하고 있다. 아울러, 자율주행시스템 및 인공지능에서 전략적 협력과 공동개발을 확대하는 등 자율주행시스템의 플랫폼 공급기업으로서의 입지를 다져가고 있다.⁶⁾

전방 차량과 차선뿐 아니라 도로의 다양한 표식 및 랜드마크를 인식하는 ADAS는 자율주행차의 핵심 센싱기술이다. 전 세계 차량 ADAS 시장의 80% 가량을 점유하고 있는 모빌아이(Mobileye)는 2020년부터 완전자율주행차 개발을 위한 비전 인식 칩을 ST 마이크로 일렉트로닉스와 공동개발하고 있으며, BMW, 닛산, 폭스바겐 차량에 장착된 ADAS를 활용하여 자율주행용 도로지도 구축을 위한 도로 표식 데이터를 클라우드에 저장하고 다시 실시간으로 주행 차량에 재전송 하는 기술을 개발하고 있다.⁷⁾

자동차 업계에서는 GM이 2016년에 레벨 3~4단계의 자율주행 소프트웨어 기술을 보유하고 있는 크루즈 오토메이션(Cruise Automation)을 인수하여 자율주행 플랫폼 개발에 속도를 내고 있다. 포드는 2017년 이스라엘의 컴퓨터 비전업체인 사이프(SAIPS)와 아르고 AI(Argo AI)를 인수하여 2021년까지 레벨4 이상의 완전자율주행차를 양산하는 것을 목표로 차량 AI 기술을 개발하고 있다. 아우디는 2017년 60km/h 이하의 제한된 교통상황에서 레벨3이 가능한 트래픽 잼 파일럿을 장착한 A8을 세계 최초로 공개한 바 있다. 아우디 A8에는 인식 오류로 인한 사고 발생을 최소화하기 위해 레이저 스캐너 센서와 차량 주변을 모니터링하는 어라운드뷰 카메라 4개, 중장거리 레이더 5개, 나이트 비전 인식을 위한 적외선 카메라 등 다양한 센서시스템이 장착되어 있다.⁸⁾

6) 손주찬, 최정단(2018)

7) 손주찬, 최정단(2018)

8) 손주찬, 최정단(2018)

〈표 4〉 자율주행차 주요 제조업체의 자율주행차 개발 동향

업체명	진행 내용
Google Waymo	1년간 자율주행 택시 서비스 1만 5,000건을 진행하였으며, 1,000만 마일 주행과 100억 회의 시뮬레이션을 진행
GM Cruise	운전대와 가속·제동 페달이 없는 레벨4 자율주행을 개발 중이며 관련 연구개발 인력을 1,000명에서 2,000명으로 증원
ZOOX	캘리포니아주 보고서에 따르면 구글, GM에 이어 세 번째로 우수한 자율주행자동차를 개발 중. 2019년 9억 달러의 자금을 유치, 2년 내 Robo-Taxi 서비스를 시작할 계획
Tesla	지속적으로 오토파일럿(Autopilot)의 자동주행 기능을 개선 중이며, 자동차 차선변경, 자동 주차, 스마트호출 기능이 부가된 상태
Ford	2021년 텍사스, 마이애미, 워싱턴 D.C.에서 자율주행차 운행 예정. 개발 중인 자율주행차에는 벨로다인(Velodyne)사의 Lidar, 플리어(FLIR)사의 열화상 카메라, 베오니어(Veoneer)사의 부품들이 탑재될 예정
Volkswagen	ECU를 줄이고 Car.Software에 모든 소프트웨어를 집중화시키는 전략을 최근에 발표함. 소프트웨어 자체개발 비중을 현재 10% 미만에서 2025년 최소 60%의 수준으로 끌어올릴 계획
Uber	자율주행자동차 개발을 위해 10억 달러를 투자. 2018년 우버 자율주행자동차 사고 이후 보수적으로 자율주행차를 개발 중이며 구체적 개발 일정은 발표되지 않음
Daimler Mercedes-Benz	2020년 고속도로 등 특정 환경에서 자율주행이 가능한 레벨3 수준의 드라이브 파일럿(Drive Pilot) 시스템 출시 예정. 레벨4의 Robo-Taxi 사업보다 자율주행 트럭 기술에 집중할 계획
Honda	2020년 최초로 레벨3의 자율주행차 혼다 레전드(Honda Legend)를 출시할 계획이며 우선 일본 지역에서만 운행 확정
현대기아차	2019년 레벨4 자율주행차 개발을 위해 합작회사 설립 발표. 현대차는 2025년까지 자율주행 기술 등 개발을 위해 41조 원을 투자할 계획

자료: 김은빈 (2021)

3.2. 자율주행차 관련 정책

3.2.1. 미국

현재 구글과 GM을 앞세워 자율주행차 기술을 선도하고 있는 미국의 자율주행차 정책은 안전과 산업 활성화를 위한 규제 완화에 초점을 맞추고 있다. 2016년 9월 미국 도로교통안전국(NHTSA)은 '자율주행자동차 가이드라인'을 마련하고 지속적으로 업데이트하고 있으며 최근에 2020년 4.0버전을 발표하였다. 4.0버전에는 자율주행 분야의 신기술에 대해 정부를 대신해 민간이 자율적으로 표준을 마련할 수 있는 기틀을 만들어 정부의 정책이 규제에서 시장 친화적으로 전환하는 데 도움을 주었다는 평가를 받고 있다.⁹⁾

3.2.2. 일본

일본 역시 미국과 유사하게 2018년 '자율주행차량의 안전기술 가이드라인'을 발표하고 레벨3, 4단계의 자율주행자동차가 충족하여야 하는 요건을 명시하였다.¹⁰⁾ 2019년에는 「도로운송차량법」에서 소프트웨어 업데이트를 통한 성능 개선에 대한 법률적 장치를 마련하였다.¹¹⁾

3.2.3. 중국

중국에서는 2015년 발표된 '중국제조 2025'의 「지능형 자동차 발전계획」으로부터 자율주행차 개발이 시작되었다. 2017년에는 공업정보화부를 포함한 3개 부처가 「자동차산업 중장기발전계획」을 발표하였으며, 2025년까지 신차 판매에서 레벨2 자율주행기능을 탑재한 자동차의 판매 비중을 80%까지 높이는 계획을 포함하였다. 2018년에는 '자율주행차 안전 시험에 관한 가이드라인'을 발표하여 자율주행차의 실제 도로 주행과 이에 따른 안전문제에 대한 규범을 갖추게 되었다.¹²⁾ 2020년 2월에는 국가발개위를 중심으로 향후 자율주행차의 발전 목표를 제시한 「스마트카 창신발전전략(智能汽车创新发展战略)」을 발표하였다. 이에 따르면 2025년까지 5G를 기반으로 하는 중국식 자율주행차의 표준을 개발하고, 장기적으로 2035~2050년 사이에 중국식 자율주행차 시스템을 완성하기로 하였다.¹³⁾

3.3. 시사점

국내의 경우 2016년 「자동차관리법 시행령」에서 자율주행차 임시운행에 관한 제도를 마련하였으며 2018년 '자율주행차 제작 가이드라인'을 발표하면서 자율주행차 개발 및 시험주행에 대한 제도적 장치가 마련되었다. 현재 국내에서

9) 범효걸, 최의현(2021)

10) 산업뉴스(2018.9.27), "일본, 자율주행차량 안전성 가이드라인 발표", 검색일: 2021.6.2

11) 세계법제정보센터(2019.3.29), "일본, 자율주행을 위한 「도로운송차량법」 개정", 검색일: 2021.6.2

12) 범효걸, 최의현(2021)

13) 범효걸, 최의현(2021)

자율주행 교통서비스를 시험할 수 있는 곳은 서울, 세종, 세종-오송, 광주, 대구, 제주로 2020년 11월 「자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률」에 따라 시범운행지구로 선정되었다.

자율주행차 개발은 기존 완성차 업계와 글로벌 IT 기업의 경쟁과 협업 속에 지속적인 발전을 이루고 있다. 현재 국가별로 차이는 있지만 레벨 3단계의 자율주행차량이 판매되고 있으며 2025년까지 신차 판매에서 자율주행차가 차지하는 비율은 점차 높아질 전망이다. 향후 도로의 다양한 환경변화 속에서 안전한 자율주행에 필요한 센서 성능과 인식 성능을 높이기 위해 핵심기술을 개발하기 위한 IT업체와 완성차 업계의 협업과 경쟁이 기대된다. 또한 5G가 상용화됨에 따라 자율주행자동차와 통신기술이 접목된 첨단도로 인프라의 보급이 확산될 전망이며, 그 결과 차량과 차량 간의 통신 및 차량과 도로 인프라와의 통신을 기반으로 자율협력주행 및 자율군집주행이 현실화할 것이다.

참고문헌

- 국토교통과학기술진흥원(2018), “자율주행자동차 국제기준 제정을 위한 안전기준 동향”, 「KAIA insight-국토교통과학기술진흥원 소식지」, VOL.10 | 2018 SPRING
- 김은빈(2021), “자율주행자동차의 상용화에 따른 법적쟁점과 자율주행상의 사고책임”, 「통상정보연구」, 23(1), 한국통상정보학회
- 백장균(2020), “자율주행차 국내의 개발 현황”, 「산은조사월보」, 제771호, KDB산업은행 미래전략연구소.
- 범효걸, 최의현(2021), “자율주행차 기술 개발의 국제비교-한·미·중·일의 특허 출원을 중심으로”, 「중국과 중국학」, 제42호, 영남대학교 중국연구센터
- 세계법제정보센터(2019.3.29), “일본, 자율주행을 위한 「도로운송차량법」 개정”, http://world.moleg.go.kr/web/dta/lgsITrendReadPage.do?CTS_SEQ=48111&AST_SEQ=159&ETC=(, 검색일:2021.06.07.
- 손주찬, 최정단(2018), “자율주행자동차 시스템 기술 방향과 과제”, 「정보와 통신」, 35(5), 한국통신학회
- 여기에 산업뉴스(2018.9.27), “일본, 자율주행차량 안전성 가이드라인 발표”, <https://news.yeogie.com/entry/240562?locPos=25Q&>, 검색일:2021.06.07.
- 이덕영(2020), “자율주행자동차 활성화를 위한 법적 과제”, 순천향대학교 석사학위논문
- IRS 글로벌(2021), 「2021 국내외 전기차(EV)·수소연료전지차(FCEV) 시장 「사업화 전망과 핵심기술 개발전략」

연구동향

04

친환경차 연구 및 데이터 분석과 정책적 시사점

한진석

한국환경정책·평가연구원

1. 개요

전 세계적으로 대기오염, 온실가스 등의 환경문제에 직면하면서 미세먼지 저감 정책, 포스트 2020 기후체제에 부합하는 온실가스 전략 등을 마련하고 있다. 국내에서도 「미세먼지 관리 종합계획」(2019.1.1), 「2050 탄소중립 추진전략」(2020.12.7) 등을 수립하여 연평균 미세먼지 농도 저감 및 저탄소 사회로의 전환을 추구하고 있다. 국내외 모두 수송 부문에서 오염물질을 저감하기 위한 대표 수단은 친환경차 확산이며, 본고에서는 친환경차에 대한 이해도와 관심을 높이기 위하여 전기차 보급 동향, 구매 특성, 환경성을 검토하고자 한다.

2. 친환경차의 종류

친환경차는 내연기관 자동차에 비해 오염물질 배출이 적은 차량을 의미한다. 보편적으로 하이브리드차(HEV: hybrid electric vehicle), 플러그인 하이브리드차(PHEV: plug-in hybrid electric vehicle), 순수전기차(BEV: battery electric vehicle), 수소차(FCEV: fuel cell electric vehicle)가 이에 해당되며, 최근에는 순수전기차를 중심으로 친환경차 보급이 이루어지고 있다.

[그림 1] 친환경차 개념도



자료: 환경부(2015)

<표 1> 친환경차 차종별 구동 및 연료 특징

구분	HEV	PHEV	BEV	FCEV
구동	엔진+모터	엔진+모터	모터	모터
연료	화석연료+전기	화석연료+전기	전기	수소

주: PHEV는 HEV와 달리 외부 전원을 연결하여 배터리 충전이 가능하며, 일정 거리(30~40km)를 연료 소모 없이 전기차 모드로만 주행이 가능함.

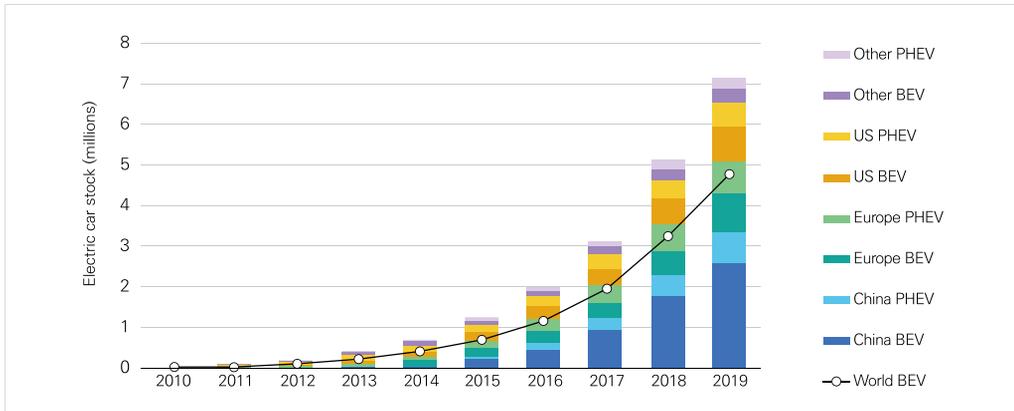
자료: 환경부(2015)

3. 전기차(플러그인 하이브리드차 포함) 보급 동향



2019년 기준 전 세계 전기차 보급대수는 약 720만 대이며, 중국의 점유율이 47%로 가장 크다. 전 세계 전기차 시장은 2014년부터 급격하게 성장하였으며(연평균 증가율 60%), 최소 20개 국가는 자동차 시장 내 전기차 점유율이 1% 이상(노르웨이 55.9%, 네덜란드 15.1%, 스웨덴 11.4%, 핀란드 6.9%, 포르투갈 5.7%, 중국 4.9%, 캐나다 3.0%, 독일 3.0% 등)을 차지한다.

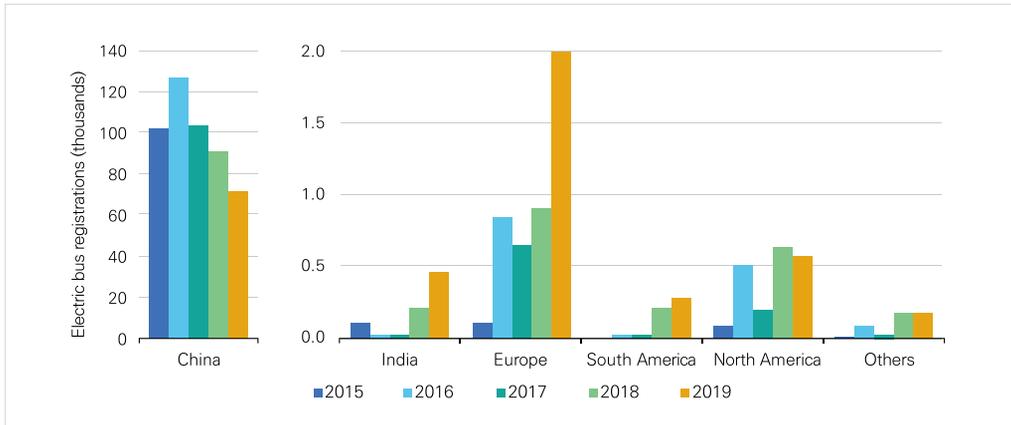
[그림 2] 전기차 보급 동향



자료: IEA(2020)

최근에는 승용차에서 차종을 넓혀 버스, 화물차에도 전기차가 보급되고 있다. 전기버스의 경우 2019년 기준 전 세계 약 51만 대가 보급되었으며, 이 중 중국의 비중이 95%로 대부분을 차지한다.

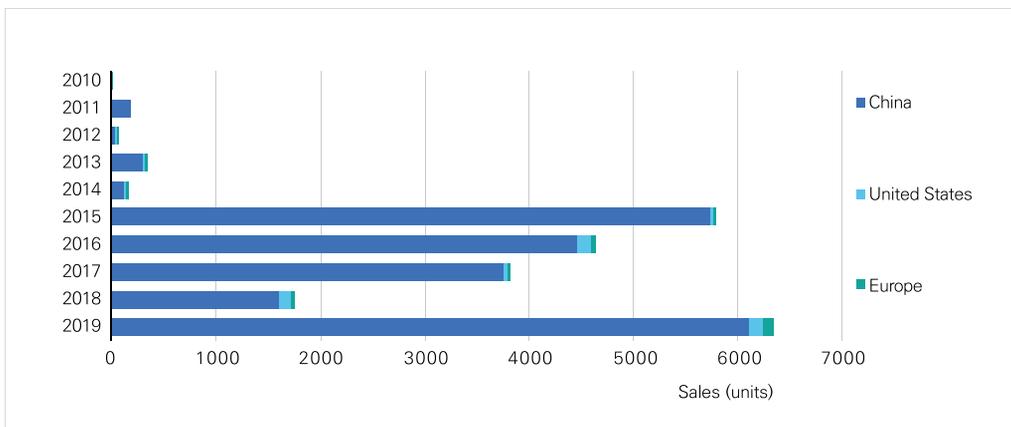
[그림 3] 전기버스 보급 동향



자료: IEA(2020)

전기화물차는 소형과 중대형으로 구분되며, 중대형 전기화물차는 배터리 에너지 밀도 저하, 배터리 무게 및 부착 공간 등의 한계 때문에 소형에 비해 보급이 더딘 편이다. 소형 전기화물차는 2019년 기준 전 세계에 약 38만 대가 보급되었으며, 이 중 중국에 보급된 비중이 65%로 절반 이상을 차지한다. 다음으로 유럽의 비중이 31%를 차지하며, 유럽 내에서는 프랑스(4만 9,000대)와 독일(2만 2,000대)의 보급대수가 많다. 중대형 전기화물차는 시장 점유율이 0.1%로 아직까지 시장 형성 초기단계이며, 2019년 기준 약 2만 대가 보급되었다. 해당 차종 역시 중국의 보급 비중이 가장 크며, 최근에는 미국과 유럽에서도 보급 확대 추세를 보인다.

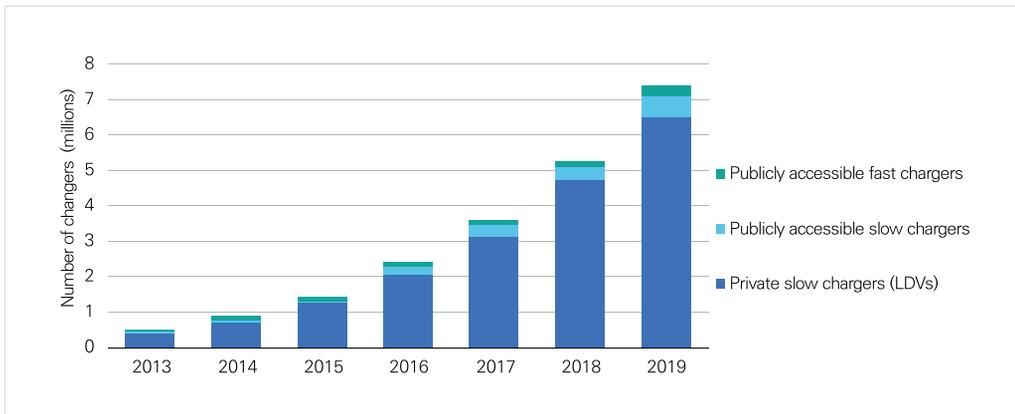
[그림 4] 중대형 전기화물차 보급 동향



자료: IEA(2020)

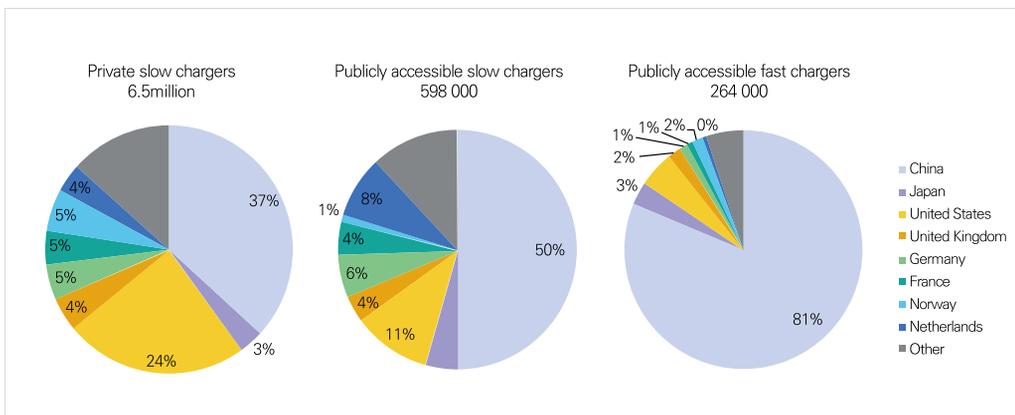
2019년 기준 전 세계에 구축된 전기차 충전인프라는 약 730만 기이며, 이는 2018년 대비 약 40%가 증가한 수준이다. 충전인프라 형태는 비공용 완속, 공용 완속 및 공용 급속으로 구분되며, 비공용 완속충전기가 약 650만 기로 대부분을 차지한다. 세 가지 형태 모두 전기차 시장이 가장 큰 중국의 구축 비중이 가장 높다.

[그림 5] 충전인프라 구축 현황



자료: IEA(2020)

[그림 6] 국가별 충전인프라 구축 현황



자료: IEA(2020)

국가별 공용충전인프라 구축 수준은 <표 2>와 같으며, 중국의 구축 수준이 가장 높다. 국내의 경우 공용충전기 1기당 전기차 10.1대를 충전할 수 있어, 일본, 영국과 유사한 수준이다.

〈표 2〉 국가별 공용충전인프라 구축 수준 (단위: 대/기)

한국	중국	독일	일본	노르웨이	영국	미국
10.1	6.5	7.0	9.7	34.8	9.6	18.7

자료: IEA(2020)

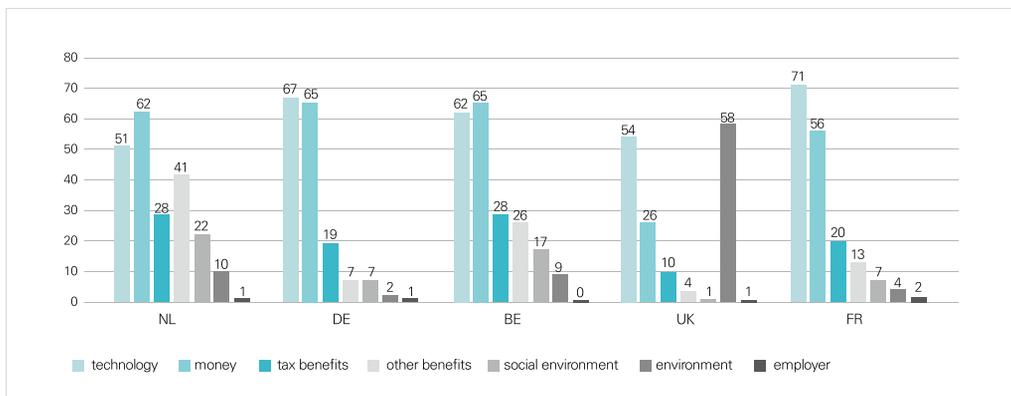
4. 전기차 구매 특성



4.1. 구매요인

유럽 최대 전기차 충전소 업체인 뉴모션(NewMotion)이 유럽 전기차 구매자 4,492명을 대상으로 설문조사한 결과, 전체 응답자 중 61%는 비용 절감, 58%는 주행 성능, 25%는 전기차 운행 혜택(무료 주차, 버스전용차로 이용 등), 23%는 세제 혜택, 10%는 환경개선 기여 때문에 전기차를 구매하는 것으로 나타났다.

[그림 7] 전기차 구매요인

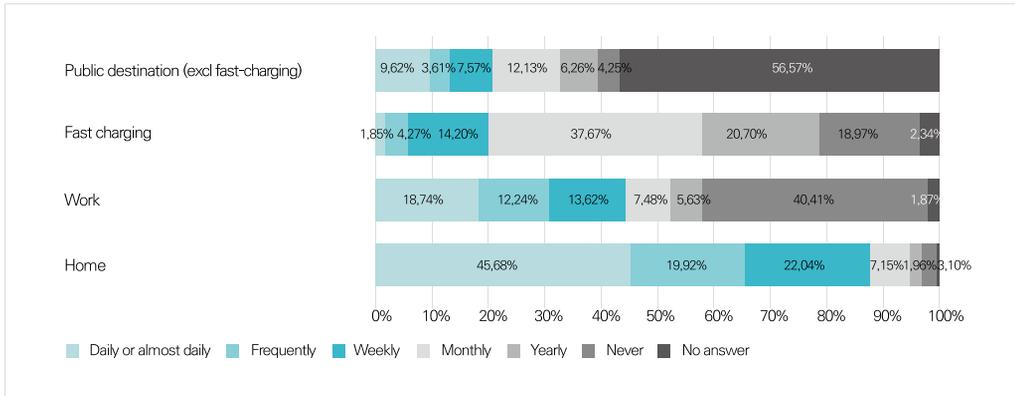


자료: NewMotion(2020)

4.2. 충전 행태

전기차 충전은 주로 가정이나 직장에서 이루어지며, 가정에서 충전하는 경우 46%는 매일, 20%는 주 1회 충전하는 것으로 나타났다. 직장에서 충전하는 경우 19%는 매일, 12%는 주 3~4회 충전하는 것으로 나타났다. 급속 공용충전기의 경우 완속 공용충전기보다 매일 이용하는 빈도는 낮으나, 일정 주기 단위로 이용하는 빈도는 높은 것으로 나타났다.

[그림 8] 전기차 충전 행태

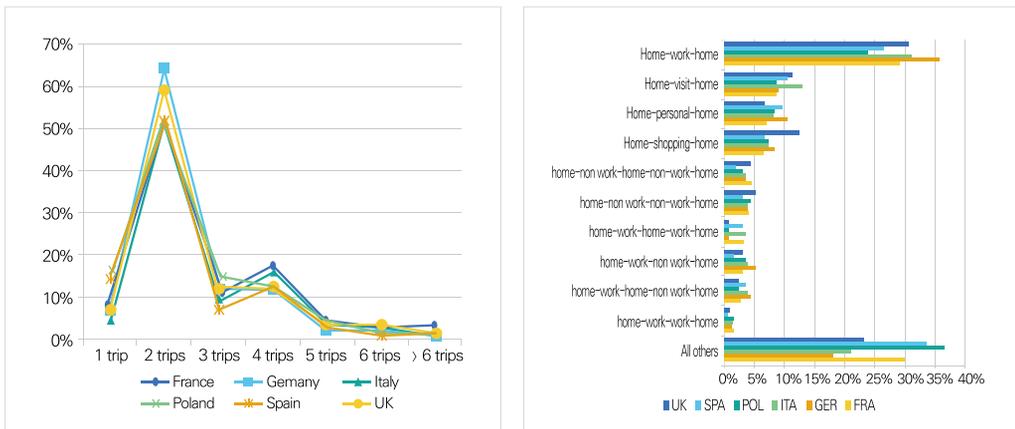


자료: NewMotion(2020)

4.3. 통행 특성

Pasaoglu et al.(2014)이 유럽 6개국 전기차 구매자 3,381명을 대상으로 설문조사한 결과에 따르면 전기차의 일평균 통행수는 2.5로 나타났으며, 통행사슬 유형은 가정-직장-가정이 약 30%로 가장 많으며, 가정-방문-가정, 가정-개인용무-가정, 가정-쇼핑-가정의 비중이 그 다음으로 높게 나타났다.

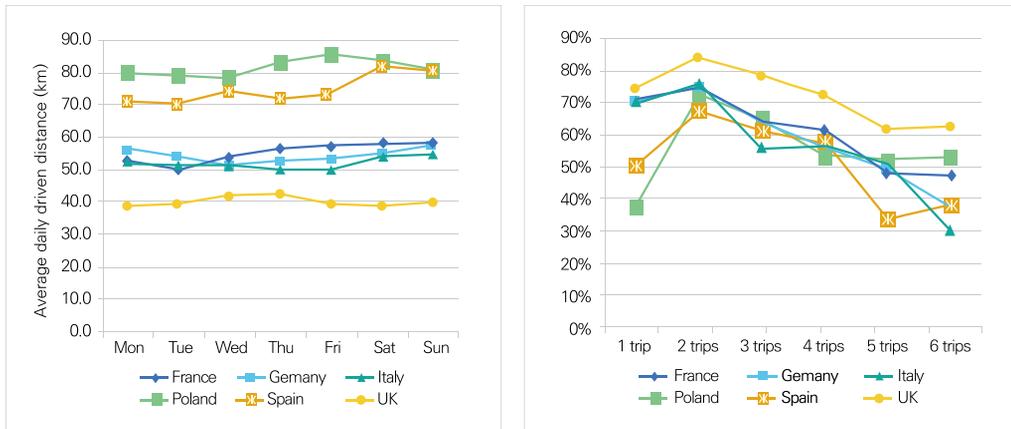
[그림 9] 전기차 일평균 통행수 및 통행사슬 유형 비중



자료: Pasaoglu et al.(2014)

전기차의 일평균 주행거리는 40~80km로 나타났으며, 통행수가 2인 통행사슬 유형에서는 최소 65% 이상, 통행수가 3~4인 통행사슬 유형에서는 50% 이상이 일평균 주행거리가 50km 미만인 것으로 나타났다.

[그림 10] 전기차 일평균 주행거리 및 50km 미만 통행사슬 유형 비중



자료: Pasaoglu et al.(2014)

4.4. 구매 시 고려사항

Walton et al.(2020)이 미국, 독일, 일본, 중국, 인도, 한국 등 총 18,118명을 대상으로 설문조사한 결과에 따르면, 전기차 구매 시 고려하는 요소는 국가별로 다소 상이하긴 하나 주행거리, 충전인프라 구축 수준, 배터리 관련 안전성 등이 주요 고려사항인 것으로 나타났다.

[그림 11] 전기차 구매 시 고려사항

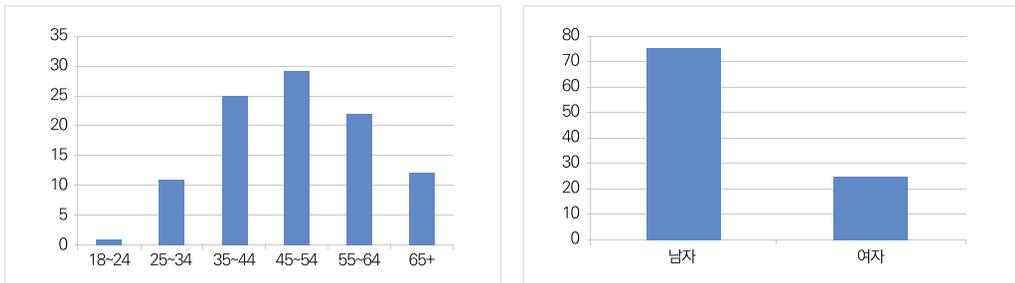
2020 Global Auto Consumer Study												
In your opinion, what is the greatest concern regarding all battery-powered electric vehicles?	FRANCE		GERMANY		ITALY		UK		CHINA		US	
	2018	2020	2018	2020	2018	2020	2018	2020	2018	2020	2018	2020
Driving range	31%	28%	35%	33%	4%	27%	26%	22%	25%	22%	24%	25%
Cost/price premium	32%	22%	22%	15%	19%	13%	24%	16%	9%	12%	26%	18%
Time required to charge	11%	15%	11%	14%	18%	16%	13%	16%	12%	15%	10%	14%
Lack of electric vehicle charging infrastructure	16%	22%	20%	25%	44%	32%	22%	33%	18%	20%	22%	29%
Safety concerns with battery technology	4%	11%	5%	0%	7%	10%	6%	12%	22%	31%	8%	13%
Others	6%	2%	7%	3%	8%	2%	9%	1%	14%	0%	10%	1%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Sample size	1,083	1,266	1,287	3,002	1,048	1,274	96.5	1,264	1,606	3,019	1,513	3,006

자료: Walton et al.(2020)

4.5. 구매자 특성

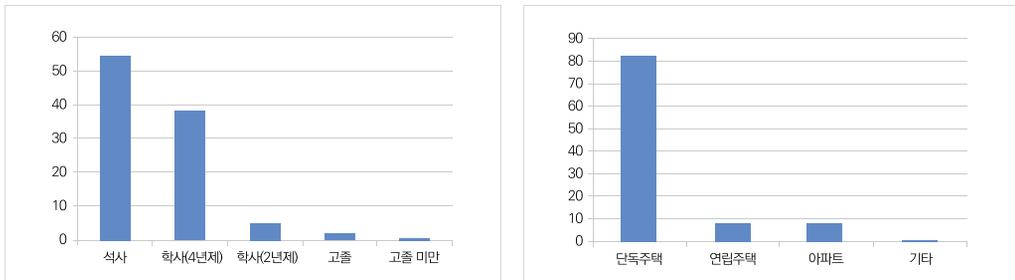
미국 캘리포니아의 CVRP(Clean Vehicle Rebate Project)에서 전기차 구매자 19,460명을 대상으로 설문조사한 결과에 나타난 전기차 구매자의 사회경제지표를 살펴보면, 연령대는 45~54세의 비중이 가장 높고, 성별은 대부분 남자인 것으로 나타났다. 교육 수준은 학사(4년제) 이상이 대부분을 차지하며, 거주지 및 거주형태는 단독주택 및 자가 형태의 비중이 높게 나타났다. 연간 가구소득은 1억 원 이상인 구매자의 비중이 약 78%로 높게 나타났다.

[그림 12] 연령대 및 성별 비중(%)



자료: California Clean Vehicle Rebate Project(2017.6.15), "Summary Documentation of the Electric Vehicle Consumer Survey, 2013-2015 Edition", 검색일: 2021.2.10

[그림 13] 교육 수준 및 거주지 유형 비중(%)



자료: California Clean Vehicle Rebate Project(2017.6.15), "Summary Documentation of the Electric Vehicle Consumer Survey, 2013-2015 Edition", 검색일: 2021.2.10

[그림 14] 거주 형태 및 연간 가구소득 비중(%)



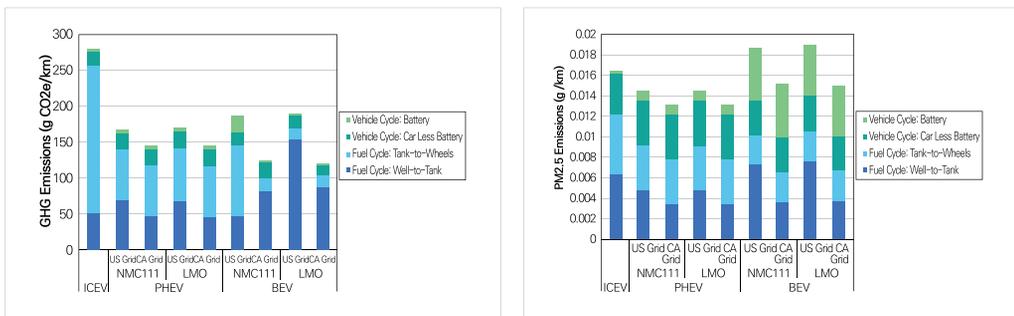
자료: California Clean Vehicle Rebate Project(2017.6.15), "Summary Documentation of the Electric Vehicle Consumer Survey, 2013-2015 Edition", 검색일: 2021.2.10

5. 전기차의 환경성



미국 의회조사국(CRS: Congressional Research Service)에서는 2017년 기준 미국 평균 전력망과 캘리포니아 전력망을 이용하는 전기차의 온실가스 및 초미세먼지 전과정 배출량을 검토하였으며, 온실가스의 경우 내연기관 자동차보다 전기차의 전과정 배출량이 적게 나타났다. 초미세먼지의 경우 미국 평균 전력망을 이용한 전기차는 내연기관 자동차보다 전과정 배출량이 많은 것으로 나타났으나, 미국 내에서 신재생에너지 활용이 많은 캘리포니아 전력망을 이용한 전기차는 내연기관 자동차보다 전과정 배출량이 적은 것으로 나타났다.

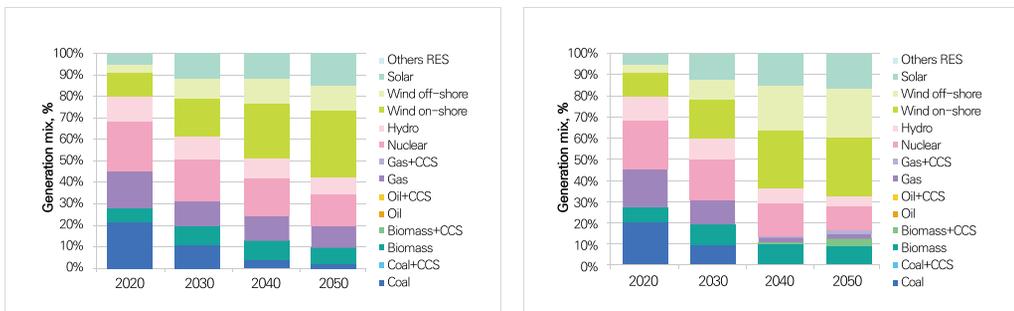
[그림 15] 전기차의 온실가스 및 초미세먼지 전과정 배출량



자료: Congressional Research Service(2020)

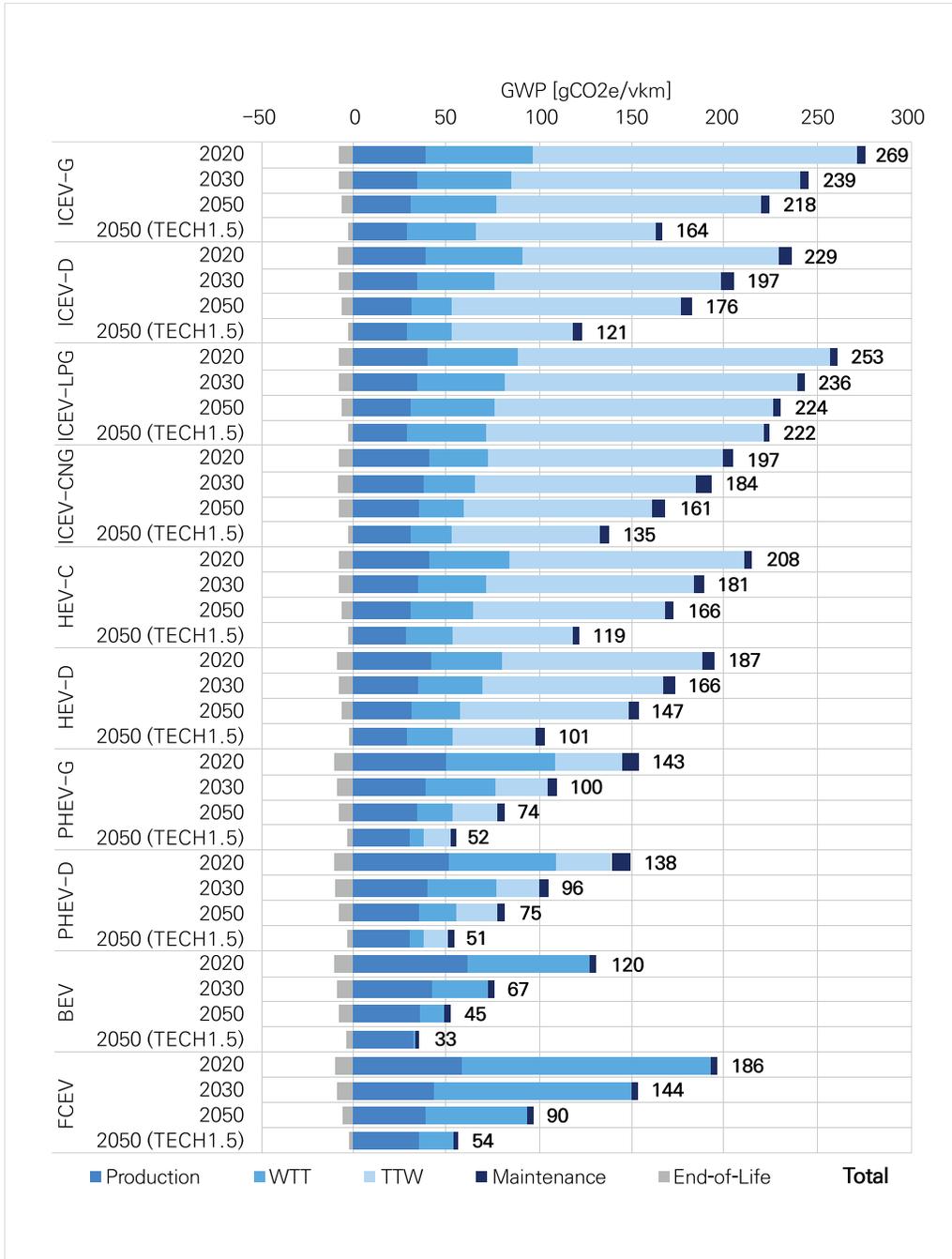
유럽연합에서 검토한 장래 전력믹스 변화에 따른 차종별 온실가스 배출량 전과정 평가 결과는 [그림 17]과 같으며, 전기차와 수소차는 내연기관 자동차에 비해 장래 전력믹스 변화에 따른 온실가스 배출 저감효과가 큰 것으로 나타났다.

[그림 16] EU 28개국 전력믹스(Baseline Scenario 및 Tech1.5 Scenario)



자료: European Commission(2020)

[그림 17] 장래 전력믹스에 따른 차종별 온실가스 전과정 배출량



자료: European Commission(2020)

6. 정책적 시사점



국내에서는 2010년부터 친환경차 보급을 추진 중이며, 최근 친환경차 보급대수는 약 13만 대(2020년 9월 기준 전기차 12만 4,000대, 수소차 9,494대)로 친환경차 시장은 10년 전보다 크게 성장하였다. 정부는 최근 「미래자동차 확산 및 시장선점 전략」(2020.10)을 수립하면서 2022년을 친환경차 대중화 원년으로 삼고, 2025년에는 친환경차 중심의 사회·산업생태계를 구축하겠다는 비전을 제시하였다. 국내 친환경차 보급 확산을 위해서는 정부부처 간 유기적인 통합 정책 추진, 저공해자동차 보급목표제 및 자동차 연비 및 온실가스 관리제도 등과 같은 규제 정책의 실효성 제고, 지역 간 충전인프라 여건 불균형 개선 등 다수 현안을 해결해야 할 필요가 있다. 특히 보고에서 검토한 사례와 같이 국내에서도 친환경차 구매자를 대상으로 차량 및 충전인프라, 관련 정책 등에 대한 만족도 조사를 주기적으로 수행하고 이를 정책에 반영하여 친환경차 확산 여건을 효과적으로 마련할 필요가 있다. 또한 미국 및 유럽의 전과정 평가 결과에서 보는 바와 같이 친환경차의 환경개선 효과는 장래 발전믹스에 매우 의존적이다. 국내에서도 진정한 의미에서의 친환경차 확산을 위해서는 친환경차 보급과 함께 발전 부문에서의 녹색전환이 병행될 필요가 있다.

참고문헌

환경부(2015), 「친환경 자동차-하이브리드차-플러그인하이브리드차-전기차-수소차」

Alp, E. et al.(2008), "A Survey on Turkish Elementary School Students' Environmental Friendly Behaviours and Associated Variables", *Environmental Education Research*, 14(2), pp.129-143.

California Clean Vehicle Rebate Project(2017.6.15), "Summary Documentation of the Electric Vehicle Consumer Survey, 2013-2015 Edition", <https://cleanvehiclerebate.org/eng/content/summary-documentation-electric-vehicle-consumer-survey-2013-2015-edition>, 검색일: 2021.2.10

Congressional Research Service(2020), *Environmental Effects of Battery Electric and Internal Combustion Engine Vehicles*.

European Commission(2020), *Determining the Environmental Impacts of Conventional and Alternatively Fuelled Vehicles through LCA*,

IEA(2020), *Global EV Outlook 2020*.

NewMotion(2020), *EV Driver Survey Report 2020*

Pasaoglu et al.(2014), "Travel Patterns and the Potential Use of Electric Cars - Results from a Direct Survey in Six European Countries", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 87, pp.51-59.

Walton, B. J. et al.(2020), "Electric Vehicles: Setting a Course for 2030", Deloitte,

https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/22869-electric-vehicles/DI_Electric-Vehicles.pdf, 검색일: 2021.2.10



해외환경정책동향

Trends in Global Environmental Policy | 2021-02호