

제주지역 전기차 충전 인프라 구축정책에 대한 효과성 연구

The Study of EV Charging Infrastructure Installation Policy's Effectiveness in Jeju

고영규* · 김수완** · 심지섭*** · 손상훈**** · 임철우*****

* 주저자 : KAIST 친환경스마트자동차연구센터 연구원
 ** 공저자 : KAIST 친환경스마트자동차연구센터 연구원
 *** 공저자 : KAIST 친환경스마트자동차연구센터 연구조교수
 **** 공저자 : 제주연구원 청정도시연구부 연구위원
 ***** 교신저자 : KAIST 친환경스마트자동차연구센터 연구조교수

Youngkyu Koh* · Suwan Kim* · Jisup Shim* · Sang-Hoon Son** ·
 Chulwoo Rhim*

* KAIST Center for Eco-friendly Smart Vehicle Research
 ** Jeju Research Institute

† Corresponding author : Chulwoo Rhim, cwrhim@kaist.ac.kr

Vol. 21 No.6(2022)
 December, 2022
 pp.211~224

pISSN 1738-0774
 eISSN 2384-1729
<https://doi.org/10.12815/kits.2022.21.6.211>

Received 24 October 2022
 Revised 7 November 2022
 Accepted 7 November 2022

© 2022. The Korea Institute of
 Intelligent Transport Systems. All
 rights reserved.

요약

본 연구는 EV 충전 인프라 구축에 따라 이용자들이 인프라에 대하여 실질적으로 개선되었다는 효능감을 느끼고 있는지 검증을 통해 제주지역 EV 충전 인프라 구축정책에 대한 효과성을 분석하는 것이 목적이다. 연구 결과로는 충전기에 대한 '설치의 충분성', '이용의 신속성', '관련 정보 파악의 용이성', '고장 충전기의 신속 고객센터 대응'과 같은 세부 만족 요인이 EV 충전 인프라 개선 효능감에 영향을 주는 것으로 나타났다. 아울러 이용자의 '주택유형'에 따른 'EV 충전 이용 만족'이 'EV 충전 인프라 개선 효능감'에 유의미한 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 공동주택 거주 전기차 이용자들의 효능감 제고를 위한 충전 인프라 구축 필요성도 도출되었으며, 전반적인 정책 효과성은 높은 것으로 확인되었다. 본 연구는 제주지역 사례를 통해 전기차 충전 인프라 구축정책의 효과성을 검증하는데 기여할 수 있다.

핵심어 : EV 충전 인프라 개선 효능감, EV 충전 이용 만족도, EV 충전 인프라 구축

ABSTRACT

In this study, factors affecting the efficacy of EV charging infrastructure improvement were investigated for EV users on Jeju Island. This study analyzed satisfaction with the EV charging infrastructure and demographic factors that affect the efficacy of EV charging infrastructure improvement. Factors found to affect the efficacy of EV charging infrastructure improvement include a sufficient number of charger installations, the speed in using EV chargers, the ease of obtaining additional information about charging, and fast customer service for faulty chargers. It was also confirmed that demographic factors such as user's housing types had a significant effect. This study contributes to verifying user satisfaction with the construction of EV charging infrastructure throughout Jeju Island.

Key words : The efficacy of EV charging infrastructure improvement, EV charging satisfaction, EV charging infrastructure installation

I. 서론

전기차 보급은 지구온난화 극복을 위한 수송 부문에서의 주요한 온실가스 감축 수단으로 우리나라에서도 꾸준히 보급량이 증가하고 있다. 전기차의 원활한 보급을 위해서는 이에 수반하는 부속 인프라인 전기차 충전 인프라의 구축이 매우 중요한데 구축 현황을 살펴보면, 전기차 충전기 설치도 꾸준히 증가하고 있다.

<Table 1> EV & EV charger spread status in Korea(Normal charger & High speed charger)

구분	2017	2018	2019	2020	2021
EV	25,108	55,756	89,918	134,962	201,520 (July)
EV charger	13,676	27,352	44,792	64,188	72,105 (June)

Source : KPX(2021)

제주특별자치도는 ‘Carbon Free Island by 2030’과 같은 정책 기반 아래, 전기차 보급을 위한 수요를 이끌어 내는 Test-Bed로서의 역할을 기반으로 전기차 보급의 선도 지자체로서 꾸준히 전기차 보급을 위한 정책을 추진하고 있으며 <Table 2>의 전기차 및 전기차 충전 인프라 구축 현황을 통해 그 성과를 확인할 수 있다.

<Table 2> EV & EV charger spread status in Jeju(Normal charger & High speed charger)

구분	2017	2018	2019	2020	2021
EV	9,258	15,480	18,128	21,216	25,427
EV charger	7,272	11,091	13,872	17,217	19,840

Source : Jeju special self-governing province Dept. of transport policy(2022)

위와 같이 전기차 및 전기차 충전 인프라의 양적 확대 추세와 더불어 최근 전기차 충전과 관련해서는 각종 전기차 충전 방해행위를 규제하는 「전기차 충전 방해 금지법」이 2022년 4월부터 시행되는 등 실제 전기차 충전 이용의 실효성 및 편리성을 담보하기 위한 정책적 노력이 수반되기 시작했다. 이러한 경향은 기존의 전기차 및 전기차 충전 인프라 보급정책이 양적 확대에 초점을 맞춘 데 반해, 전기차 보급이 어느 정도 수준과 궤도에 들어선 현시점에서 전기차 이용자를 위한 정책이 서비스 품질 향상에도 초점을 맞추기 시작했다는 측면에서 의미를 부여할 수 있고, 전기차 관련 정책 패러다임 전환의 결과물로도 판단해 볼 수 있다.

따라서 본 연구에서는 위와 같이 전환된 정책 방향을 바탕으로 Jeju Research Institute(2020)의 “전기차 이용자 만족도 조사” DB를 활용하여 제주도 전기차 이용자의 전기차 충전 인프라 만족도가 충전 인프라 개선 효능감에 유의미한 영향을 미치는 세부 영향 요인 확인을 목표로 하였고, 제주도의 전기차 충전 인프라 확충을 위한 노력 및 실적이 실제로 전기차 이용자들에게 인프라가 개선됐다는 효능감으로 작용하고 있는지 구체적으로 확인하기 위해서 전기차 충전 이용 만족도가 충전 인프라 개선 효능감에 미치는 영향 관계 하에서의 인구통계학적 요인(성별, 연령대, 거주지역, 주택유형)에 대한 조절효과와의 검증은 목표로 설정하였다. 이를 통해 종합적으로 제주 지역의 전기차 충전 인프라 구축 실적에 대한 사용자 측면의 효과성을 파악해보고자 한다.

II. 선행연구

1. 전기차 충전 인프라 이용 만족 및 구축 관련 주요 선행연구 검토

전기차 충전 인프라 이용 만족 및 구축과 관련된 주요 선행연구들은 다음과 같다.

Huh et al.(2018)은 전기차 보급 및 활성화 정책, 전기차 이용 소비자의 불만, 전기차 표준화 방향에 대한 논의를 종합하였는데, 특히 전기차 이용 소비자의 불만 사항에 대해서는 전기차 구매 보조금 액수 및 보조금 지급 정책의 변화 관련 불만, 충전소 부족, 충전요금 및 충전 서비스 관련 불만, 전기차 고장 시 A/S 서비스 부재 문제, 배터리 및 전기차 품질 관련 문제 등을 주된 요인으로 제시하였다.

Kim et al.(2021)은 아파트와 같은 공동주택 단지 내 전기차 이용자들을 대상으로 충전 시 불편 사항 및 요구사항들을 조사하였으며 이동형 충전기 활용 수요, 공용 주차공간 내 충전기 설치 대수 부족, 충전 과정의 복잡성, 전기차 충전 방해행위에 따른 애로, 충전기 케이블이 짧은 점 등을 주요 불편 요인으로 도출하고 이를 해결하기 위한 방안으로 천장 설치형 이동형 충전기를 기반으로 한 서비스 구성도를 제안하였다.

Son and Lee(2019)는 제주지역 전기차 민간보급 대상자를 중심으로 전기차 이용 만족도 및 요인에 대한 실증 분석을 실시하였는데 전기차 충전과 관련한 주요 불편 사항으로 공공 급속/완속 충전기 위치 파악의 어려움, 전기차 충전기 고장 시 대응 관련 사항, 전기차 충전기 이용을 위한 장기간의 대기시간 소요, 충전요금 결제 절차의 복잡성으로 분석하고 불편사항이 많은 전기차 이용자일수록 전기차 이용 만족도가 저하되는 것으로 제시하였다.

Jin et al.(2021)은 초소형 전기차 사용자 만족도를 구성하기 위한 요인을 분석했는데, 초소형 전기차 충전과 관련해서는 충전 시간 및 충전소 위치 그리고 충전 대기시간의 순서로 요인이 도출되었으며 초소형 전기차 자체와 관련해서는 전력 소비량 그리고 주행 경로 및 안전성의 순서로 요인이 도출되었다.

Shin(2022)은 텍스트 마이닝을 통한 전기차 충전 스테이션에 대한 인식을 연구했는데, 주요 키워드로 ‘충전공간’, ‘충전소 설치’, ‘대기시간’, ‘서비스’ 등이 도출됨에 따라 해당 키워드들을 전기차 충전 인프라 구축에 고려해야 할 요인으로 그 중요성을 역설하였다.

Yoon et al.(2021)은 이용자 중심 친환경차 충전 인프라 구축 방안을 모색하면서 전기차의 충전 특성 및 이용자의 충전기 설치 우선순위 지역을 분석하고(주거지→직장→기타시설), 아울러 수소차에 대한 충전 인프라 구축 방안도 함께 제시하였다.

Lee et al.(2021)은 지역단위 수요 예측에 기반한 전기차 충전 인프라 구축 방안을 모색하면서 전기차 공간 분포 모형을 개발하여 이를 통해 전기차의 통행목적별 공간분포 분석과 충전기 유형별 전기차 충전수요 공간 분석을 실시했는데, 전기차 충전수요에 대한 주요 내용으로는 거주지, 직장, 마트 및 쇼핑몰, 기타장소의 순으로 충전 수요가 있는 것으로 확인되었다.

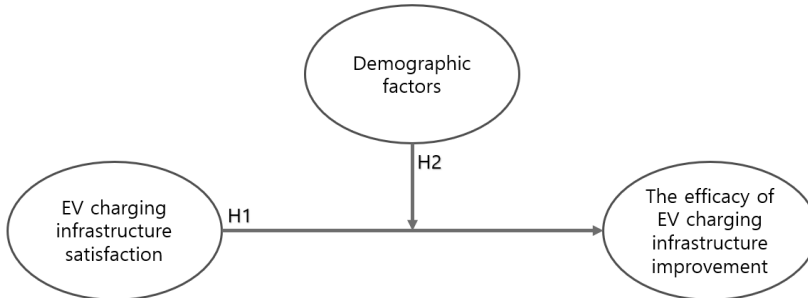
2. 연구의 차별성

본 연구는 전기차 보급과 함께 확충되어온 전기차 충전 인프라 구축 실적이 전기차 이용자들에게 실제로 어떤 측면에서 개선의 효능감을 주고 있는지 확인하고 인구통계학적 변인에 따른 조절효과 측면의 영향력 차이를 실제로 검증했다는 측면과 분석 대상으로 제주지역 전기차 이용자들을 활용하여 제주지역의 전기차 충전 인프라 구축정책에 대한 전기차 이용자 측면에서의 효과성을 검증한다는 시도에서 차별성을 가진다고 볼 수 있다.

Ⅲ. 연구방법론

1. 연구 모형 및 가설설정

1) 연구 모형



<Fig. 1> Research model

<Fig. 1>은 본 연구의 모형으로서 “EV 충전 인프라 이용 만족”이 “EV 충전 인프라 개선 효능감”에 미치는 영향을 1차적으로 분석하고(가설 1), 인구통계학적 요인인 “성별”, “연령대”, “거주지역”, “주택유형”에 따라 “EV 충전 인프라 이용 만족”이 “EV 충전 인프라 개선 효능감”에 미치는 영향력을 검증(가설 2)하기 위함이다. 특히 가설 2는 인구통계학적 요인들을 조절효과로 설정했는데, 이러한 조절효과 분석은 독립변수가 종속 변수에 미치는 영향의 크기나 방향이 조절변수의 값에 따라 달라진다고 가정하고, 독립변수가 종속변수에 어떤 시점 혹은 상태일 때 작용하는지 그 영향력을 검증하기에 장점이 있는 분석 방법이라고 할 수 있다.

2) 가설 설정

(가설 1)

- 영 가 설 : “EV 충전 인프라 만족 요인”에 따라 “EV 충전 인프라 개선 효능감”에 미치는 영향력은 차이가 없을 것이다.
- 연구가설 : “EV 충전 인프라 만족 요인”에 따라 “EV 충전 인프라 개선 효능감”에 미치는 영향력은 차이가 있을 것이다.

(가설 2)

- 영 가 설 : “인구통계학적 요인”에 따른 “EV 충전 인프라 이용 만족”이 “EV 충전 인프라 개선 효능감”에 미치는 영향은 차이가 없을 것이다.
- 연구가설 : “인구통계학적 요인”에 따른 “EV 충전 인프라 이용 만족”이 “EV 충전 인프라 개선 효능감”에 미치는 영향은 차이가 있을 것이다.

2. 자료 수집 및 자료 분석 방법

본 연구는 2020년에 시행된 “제주특별자치도 전기차 이용자 만족도 조사”를 기반으로 분석되었다. 설문조사는 제주지역에서 전기차를 이용해 본 경험이 있다는 1,015명을 대상으로 실시되었으며, 분석을 위하여

IBM SPSS Statistics 21.0을 통한 기술통계분석, 빈도분석, 회귀분석(다중회귀분석 및 조절효과 분석을 위한 위계적 회귀분석) 방법을 활용하였다.

3. 변수 설명

본 분석에서 활용하고 있는 “전기차 충전 인프라 이용 만족”은 전기차 이용자들의 전기차 충전 인프라 이용 관련 만족도를 나타내고 있는 변수이며, 특히 “전기차 충전 인프라 개선 효능감”은 전기차 이용자들이 실제로 자신들의 전기차 충전 이용 환경하에서 전기차 충전 인프라가 얼마나 구축되고 개선되었는가의 체감도를 측정하기 위해 조작적으로 정의한 변수이다.

4. 측정항목 및 신뢰성, 타당성 검토

<Table 3> Measurement, scale, category & reliability

Measurement		Scale & Category	Alpha if item deleted
Gender		① Female ① Male	0.810
Age		① 20s ② 30s ③ 40s ④ 50s ⑤ 60s ↑	0.812
Residential area		① Rural area ① Urban area	0.820
Housing type		① Apartment house ① Detached house	0.809
EV charging infrastructure satisfaction	Using convenience	① Not satisfied ↓ ⑤ Very satisfied	0.801
	Sufficiency of EV charger installation		0.800
	Speed in using chargers		0.803
	Ease of identifying charger's location-information		0.810
	Ease of paying charging-charge		0.794
	Ease of obtaining additional information about charging		0.801
	Fast customer service for fault chargers		0.802
The efficacy of EV charging infrastructure improvement	Feeling of convenience in using charger	① Not at all ↓ ⑤ Very much	0.808
	Feeling of charger's enough installation		0.798
	Feeling of waiting time's reduction in using charger		0.804

Cronbach's alpha=0.823

Jeju Research Institute(2020)의 “「2020년 전기차 이용자 만족도 조사」 응답 DB에서, 본 연구에서 수립한 가설을 검증하기 위하여 다음과 같은 측정항목을 선정하여 연구에 활용하였다.

인구통계학적 요인으로는 “성별”, “연령대”, “주거지역”, “주택유형”을 선정하였고, “EV 충전 인프라 세부 만족 요인” 7개 변수와 “EV 충전 인프라 개선 효능감 요인” 3개 변수를 분석에 활용하였는데, 해당 측정항목들의 신뢰성 계수(Cronbach's alpha)는 <Table 3>과 같이 0.823로 나타나 이를 수용하는데 문제가 없는 것

로 확인되었다.

<Table 4> Reliability & validity of EV charging infrastructure satisfaction & the efficacy of EV charging infrastructure improvement

Category		factor	Commonality	Alpha if item deleted	Cronbach's alpha
EV charging infrastructure satisfaction	Using convenience	0.711	0.574	0.820	0.823
	Sufficiency of EV charger installation	0.777	0.603	0.805	
	Speed in using chargers	0.728	0.529	0.815	
	Ease of identifying charger's location-information	0.766	0.586	0.810	
	Ease of paying charging-charge	0.796	0.564	0.822	
	Ease of obtaining additional information about charging	0.799	0.634	0.804	
	Fast customer service for fault chargers	0.735	0.504	0.819	
Eigen Value		3.614			
Cumulative Variance Explanation		51.633			
KMO=0.854 Bartlett's sphericity verification $\chi^2=2536.850$ df=21 p<.001***					
Category		factor	Commonality	Alpha if item deleted	Cronbach's alpha
The efficacy of EV charging infrastructure improvement	Feeling of convenience in using charger	0.881	0.776	0.807	0.823
	Feeling of charger's enough installation	0.909	0.826	0.758	
	Feeling of waiting time's reduction in using charger	0.860	0.739	0.821	
Eigen value		2.341			
Cumulative variance explanation		78.042			
KMO=0.721 Bartlett's sphericity verification $\chi^2=1365.626$ df=3 p<.001***					

특히 EV 충전 인프라 세부 만족 요인의 활용과 관련해서는 “EV 충전 인프라 세부 만족 요인에 따라 EV 충전 인프라 개선 효능감에 미치는 영향력은 차이가 있을 것이다”라는 첫 번째 연구가설의 검증을 위하여 <Table 4>의 요인분석을 통한 통합 변수 활용의 타당성에도 불구하고 연구목적에 따라 세부 만족 요인 변수 7개를 그대로 분석에 활용하였으며, 두 번째 연구가설인 인구통계학적 요인에 따라 EV 충전 인프라 이용 만족도가 EV 충전 인프라 개선 효능감에 미치는 영향은 차이가 있을 것이다”의 조절효과 검증 작업에서는 <Table 4>의 요인분석 결과를 기반으로 변수를 통합하여 Min-Max 범위 7~35의 값을 가지는 “EV 충전 인프라 이용 만족도” 및 Min-Max 범위 3~15의 값을 가지는 “EV 충전 인프라 개선 효능감” 변수를 조작적으로 정의하여 활용하였다.

측정항목의 타당성 및 신뢰성 검증을 위한 탐색적 요인분석 및 신뢰도 분석 결과는 다음과 같다.

“인구통계학적 요인” 및 “EV 충전 인프라 이용 만족도”, “EV 충전 인프라 개선 효능감” 변수에 대한 Cronbach's Alpha 신뢰성 계수는 0.823으로 이를 수용하는데 문제가 없는 것으로 나타났으며, 변수 통합이 진행된 “EV 충전 인프라 이용 만족도” 항목은 KMO값 0.854, Bartlett의 구형성 검증 근사 카이제곱값 2536.850(df=21), 유의도는 99.9% 수준으로 나타났으며 “EV 충전 인프라 개선 효능감” 항목에서도 KMO값 0.721, Bartlett의 구형성 검증 근사 카이제곱 값 1365.626(df=3), 유의도는 99.9% 수준으로 나타났다.

종합적으로 살펴보면 전체 측정항목의 신뢰성 계수는 <Table 3>과 같이 0.823으로 나타났고, <Table 4>의

조작적 정의에 의한 통합 변수에 대한 요인분석 결과에서도 고유값이 모두 1을 상회하고 요인 적재값 역시 전반적으로 0.7 이상으로 나타나 측정항목의 신뢰성 및 타당성 측면에서 이를 수용하는데 문제가 없는 것으로 확인되었다.

IV. 연구 결과

1. 인구통계학적 및 응답 자료 분석 결과

설문에 응답한 1,015명의 표본이 연구에 포함되었고, 이들의 인구통계학적 특성 및 가설 검증을 위한 활용 변수 측정 결과는 다음과 같다.

성별은 남성:여성이 63.0%(639명):37.0%(376명), 연령대는 20대 이하 3.2%(32명), 30대 16.5%(167명), 40대 36.1%(366명), 50대 29.6%(300명), 60대 이상 14.8%(150명)으로 나타났다. 주거지역은 제주 동지역 거주자가 70.1%(712명)으로 나타났고, 제주 읍면지역 거주자는 29.9%(303명)으로 나타났다. 또한 응답자들의 주택유형을 살펴보면, 단독주택에 거주하는 응답자는 42.2%(428명), 공동주택에 거주하는 응답자는 57.8%(587명)으로 나타났다.

<Table 5> Status of demographic variables

Category		N(%)	SUM(%)	AVG	SD	Min	Max
Gender	Male	639(63.0)	1,015 (100.0)	-	-	0	1
	Female	376(37.0)					
Age	20s	32(3.2)	1,015 (100.0)	3.364	1.022	1	5
	30s	167(16.5)					
	40s	366(36.1)					
	50s	300(29.6)					
	60s ↑	150(14.8)					
Residential area	Urban area	712(70.1)	1,015 (100.0)	-	-	0	1
	Rural area	303(29.9)					
Housing type	Detached house	428(42.2)	1,015 (100.0)	-	-	0	1
	Apartment house	587(57.8)					

EV 충전 인프라 이용 만족의 세부 만족 요인을 살펴보면, “이용의 편리성” 항목에서 보통 이상의 만족 범주로 응답한 비율은 67.5%(675명)로 나타났으며 “설치의 충분성” 항목에서는 68.1%(691명), “이용의 신속성” 항목에서는 71.1%(722명), “위치정보 파악 용이성” 항목에서는 80.4%(816명), “요금 결제 절차 용이성” 항목에서는 85.5%(868명), “각종 정보 파악 용이성” 항목에서는 83.2%(844명), “고장 충전기의 신속 고객서비스 대응” 항목에서는 71.7%(728명)로 나타나 대체적으로 응답자의 EV 충전 인프라 이용 만족도가 높은 것으로 확인되었다.

<Table 6> Status of EV charging infrastructure satisfaction

Category		N(%)	SUM(%)	AVG	SD	Min	Max
Using convenience	① Not satisfied	101(10.0)	1,015 (100.0)	3.086	1.166	1	5
	②	229(22.6)					
	③	284(28.0)					
	④	284(28.0)					
	⑤ Very satisfied	117(11.5)					
Sufficiency of EV charger installation	① Not satisfied	108(10.6)	1,015 (100.0)	3.014	1.116	1	5
	②	216(21.3)					
	③	330(32.5)					
	④	276(27.2)					
	⑤ Very satisfied	85(8.4)					
Speed in using chargers	① Not satisfied	65(6.4)	1,015 (100.0)	3.051	1.005	1	5
	②	228(22.5)					
	③	376(37.0)					
	④	282(27.8)					
	⑤ Very satisfied	64(6.3)					
Ease of identifying charger's location-information	① Not satisfied	45(4.4)	1,015 (100.0)	3.393	1.029	1	5
	②	154(15.2)					
	③	300(29.6)					
	④	389(38.3)					
	⑤ Very satisfied	127(12.5)					
Ease of paying charging-charge	① Not satisfied	40(3.9)	1,015 (100.0)	3.554	1.000	1	5
	②	107(10.5)					
	③	273(26.9)					
	④	440(43.3)					
	⑤ Very satisfied	155(15.3)					
Ease of obtaining additional information about charging	① Not satisfied	33(3.3)	1,015 (100.0)	3.391	0.968	1	5
	②	138(13.6)					
	③	360(35.5)					
	④	367(36.2)					
	⑤ Very satisfied	117(11.5)					
Fast customer service for fault chargers	① Not satisfied	96(9.5)	1,015 (100.0)	3.026	1.051	1	5
	②	191(18.8)					
	③	387(38.1)					
	④	273(26.9)					
	⑤ Very satisfied	68(6.7)					

또한 EV 충전 인프라 개선 효능감의 세부 체감 요인을 살펴보면, “활용 편리성 증대 체감” 항목에서 보통 이상의 만족 범주로 응답한 비율은 67.5%(675명)로 나타났고, “설치 확대 체감” 항목에서는 68.1%(691명), “이용 시 대기시간 감소 체감” 항목에서는 71.1%(722명)로 나타나 전반적으로 EV 충전 인프라 개선 효능감이

높은 것으로 확인할 수 있었다.

<Table 7> Status of the efficacy of EV charging infrastructure improvement

Category		N(%)	SUM(%)	AVG	SD	Min	Max
Feeling of convenience in using charger	① Not at all	101(10.0)	1,015 (100.0)	3.086	1.166	1	5
	②	229(22.6)					
	③	284(28.0)					
	④	284(28.0)					
	⑤ Very much	117(11.5)					
Feeling of charger's sufficient installation	① Not at all	108(10.6)	1,015 (100.0)	3.014	1.116	1	5
	②	216(21.3)					
	③	330(32.5)					
	④	276(27.2)					
	⑤ Very much	85(8.4)					
Feeling of waiting time's reduction in using charger	① Not at all	65(6.4)	1,015 (100.0)	3.051	1.005	1	5
	②	228(22.5)					
	③	376(37.0)					
	④	282(27.8)					
	⑤ Very much	64(6.3)					

2. EV 충전 인프라 이용 만족이 EV 충전 인프라 개선 효능감에 미치는 영향 (가설 1)

가설 1의 검증을 위하여 “EV 충전 인프라 이용 세부 만족 요인”들을 독립변수로 설정하고 “EV 충전 인프라 개선 효능감”을 종속변수로 설정하고 다중회귀분석을 실시한 결과는 다음과 같다<Table 8>.

종속변수와 통계적으로 유의미한 상관관계를 가지는 독립변수로 EV 충전 인프라 세부 이용 만족 요인 가운데, “설치의 충분성”, “이용의 신속성”, “각종 정보 파악 용이성”, “고장 충전기 신속 고객센터 대응”을 확인할 수 있었는데 세부적으로 살펴보면, “설치의 충분성” 측면에서 만족도가 높은 응답자일수록 “EV 충전 인프라 개선 효능감”이 높은 것으로 나타났고($\beta=0.222$), “이용의 신속성($\beta=0.148$)”과 “각종 정보 파악 용이성($\beta=0.112$)”, “고장 충전기의 신속 고객센터 대응($\beta=0.234$)” 측면에서도 같은 경향을 나타냈다. 이는 EV 충전 인프라 개선 효능감에 유의미한 영향을 미치는 세부적인 만족 요인으로 해석할 수 있는 부분으로 전기차 충전 인프라가 충분히 설치되었는지, 신속하게 이용할 수 있었는지, 각종 정보에 대해서 신속히 파악할 수 있었는지, 고장난 충전기에 대하여 신속한 고객센터 대응이 진행되었는지의 요인이 “EV 충전 인프라 개선 효능감”에 영향을 미친 것을 확인할 수 있는 결과이다.

R^2 값은 $0.305(Adj R^2=0.300)$ 으로 독립변수의 종속변수에 대한 설명력은 30.5%로 나타나 어느 정도의 상관성을 확인할 수 있었고, 다중공선성 검증을 위해 VIF 값을 확인해 본 결과, 모든 변수에서 10 이하로 나타나 이를 수용하는데 문제가 없는 것으로 확인되었다.

따라서 “EV 충전 인프라 세부 만족 요인에 따라 EV 충전 인프라 개선 효능감에 미치는 영향력은 차이가 있을 것이다”라는 연구가설 1은 “EV 충전 인프라 이용 세부 만족 요인” 7가지 가운데 4개 요인(충전 인프라 설치의 충분성, 충전 인프라 이용의 신속성, 충전 관련 각종 정보 파악 용이성, 고장 충전기에 대한 신속한 고객센터)에서 종속변수와 통계적으로 유의미한 상관관계를 가지는 것으로 나타났고, 개별 만족 요인과

종속변수 사이에 영향력(β 값)의 차이도 존재하므로 이를 채택할 수 있는 것으로 확인되었다.

다만 Lee et al.(2008) 및 Choi and You(2016)의 잠재변수를 다중회귀모형의 종속변수나 설명변수로 가정하고 분석할 경우, 측정변수들의 측정 오차 및 구조 오차를 간과하여 다소 편향된 결과로 나타낼 가능성이 있다는 언급에 따라, 본 분석 결과에서도 해당 부분을 고려할 필요성이 있다.

<Table 8> Multiple regression results between EV charging infrastructure & the efficacy of EV charging infrastructure improvement

DV : The efficacy of EV charging infrastructure improvement	Non standardized coefficient		Standardized coefficient	t	VIF
	B	S.E.	β		
(Constant)	3.756	.306		12.291	
Using convenience	-.006	.068	-.003	-.081	1.378
Sufficiency of EV charger installation	.502	.086	.222***	5.818	2.019
Speed in using chargers	.369	.089	.148***	4.169	1.750
Ease of identifying charger's location-information	.034	.089	.014	.382	1.860
Ease of paying charging-charge	-.052	.088	-.021	-.587	1.715
Ease of obtaining additional information about charging	.291	.102	.112**	2.854	2.136
Fast customer service for fault chargers	.559	.076	.234***	7.372	1.392

$R^2 = 0.305, Adj R^2 = 0.300$

***: $p < 0.001$, **: $p < 0.01$

3. 인구통계학적 요인에 따라 EV 충전 이용 만족이 EV 충전 인프라 개선 효능감에 미치는 영향 (가설 2)

가설 2를 검증하기 위하여 상기의 타당성 및 적합성 검증을 위해 실시한 요인분석 결과에 기초하여 EV 충전 인프라 이용 만족 세부 요인들을 통합하여 “EV 충전 인프라 이용 만족” 변수로 일원화 작업을 실시하였다. 또한 인구통계학적 요인들의 조절 효과를 검증하기 위한 상호작용 변수를 추가로 생성한 후 “성별”, “연령대”, “거주지역”, “주택유형”의 인구통계학적 요인들과 함께 독립변수로 활용하였고, “EV 충전 인프라 개선 효능감” 변수를 종속변수로 설정하고 위계적 회귀분석을 실시한 결과는 다음과 같다<Table 9>.

우선 위계적 회귀분석 모델의 적합성을 검토해보면, 모델 1에서 3까지의 흐름 가운데 R^2 값은 0.264에서 0.289, 0.324로 증가하고 있고 모델 단계별 F값 변화량에서도 통계적으로 유의미한 수준을 나타내고 있으며 VIF 값도 모든 변수에서 10이하로 나타나, 이를 수용하는데 문제가 없는 것으로 확인되었다.

최종모델(모델 3)을 기준으로 결과를 분석해보면 “EV 충전 인프라 이용 만족”, “주택유형”이 종속변수인 “EV 충전 인프라 개선 효능감”과 통계적으로 유의미한 상관관계를 가지는 것으로 나타났고 “성별”, “연령대”, “거주지역”은 그렇지 않은 것으로 나타났는데 세부적으로 살펴보면 다음과 같다.

<Table 9> Hierarchical regression results to verify the effect of EV charging infrastructure satisfaction on the efficacy of EV charging infrastructure improvement according to demographic factors

Model	DV: The efficacy of EV charging infrastructure improvement	Non standardized coefficient		Standardized coefficient	t	VIF	R ²	F Variance
		B	S.E.	β				
1	(Constrant)	.020	.069		.291		0.264	346.705 ***
	EV charging infrastructure satisfaction	.246	.013	.513***	18.620	1.000		
2	(Constrant)	-1.323	.289		-4.574		0.289	8.767 **
	EV charging infrastructure satisfaction	.236	.013	.494***	18.016	1.021		
	Gender (1=Male, 0=Female)	.008	.141	.002	.060	1.017		
	Age	.334	.068	.137	1.937	1.051		
	Residential area (1=Urban area, 0=Rural area)	.075	.163	.014	.460	1.225		
	Housing type (1=Detached house, 0=Apartment house)	.375	.152	.074*	2.460	1.236		
3	(Constrant)	-1.282	.291		-4.411		0.324	1.548 *
	EV charging infrastructure satisfaction	.289	.055	.603***	5.291	9.687		
	Gender (1=Male, 0=Female)	.019	.141	.004	.132	1.019		
	Age	.324	.068	.133	1.782	1.058		
	Residential area (1=Urban area, 0=Rural area)	.074	.164	.014	.450	1.231		
	Housing type (1=Detached house, 0=Apartment house)	.375	.153	.074*	2.462	1.239		
	EV charging infrastructure satisfaction × Gender	-.003	.027	-.004	-.096	2.512		
	EV charging infrastructure satisfaction × Age	-.016	.012	-.112	-1.297	7.129		
	EV charging infrastructure satisfaction × Residential area	.022	.033	.039	.661	4.755		
EV charging infrastructure satisfaction × Housing type	.039	.030	.052*	1.967	2.083			

***: p<0.001, *: p<0.05

“EV 충전 인프라 이용 만족”이 높을수록 “EV 충전 인프라 개선 효능감”이 높은 것으로 나타났고($\beta=0.603$), “주택유형”에서는 단독주택에 거주하는 응답자들이 공동주택에 거주하는 응답자들에 비해 “EV 충전 인프라 개선 효능감”이 상대적으로 높은 것으로 나타났($\beta=0.074$). 이는 공동주택에 비해 단독주택에 인프라 설치의 규모 및 비용, 설치 용이성 측면에서 상대적으로 우위가 있는 가정용 완속 충전기가 주로 보급된 결과로 해석해볼 수 있다. 공동주택에 거주하는 전기차 이용자들에 비해 단독주택 전기차 이용자들은 충전기 이용에서 경제적 상황을 상대적으로 덜 경험하므로 전기차 충전 필요 상황에서 충전기에 대한 접근성 및 활용성이 상대적으로 높을 수밖에 없기 때문이다. 단독주택 전기차 이용자들이 전기차 구입과 동시에 개인용 완속충전기를 구매/설치할 가능성도 공동주택 전기차 이용자에 비해 높을 수밖에 없는 구조(공동주택

의 경우, 주차면 수 기준에 따라 법령으로 전기차 충전기를 의무적으로 설치해야 하므로 전기차 이용자 개인 단위로 충전기를 굳이 설치하지 않아도 충전이 가능한 구조인 이유도 이 결과를 뒷받침한다.

그리고 상호작용 변수 가운데 “주택유형”에서 유의미한 상관관계가 도출되어 “주택유형”에 따라 “EV 충전 인프라 이용 만족”이 “EV 충전 인프라 개선 효능감”에 미치는 조절효과가 작용하고 있는 것으로 확인되었는데, 독립변수인 “주택유형”의 부호가 정적, 상호작용변수인 “EV 충전 인프라 이용 만족도 × 주택유형”의 부호가 정적인 점은 조절효과에서 “조절변수가 높아질수록 독립변수와 종속변수 사이의 영향 정도가 정적으로 더욱 강하게 나타난다”는 의미이다. 결국 “EV 충전 인프라 이용 만족”이 높을수록 “EV 충전 인프라 개선 효능감”이 높다는 결과를 전제한 상태에서 “주택유형”에 따른 “EV 충전 인프라 이용 만족”이 “EV 충전 인프라 개선 효능감”에 미치는 영향력의 차이가 존재하는 것으로 확인되었고, 단독주택에 거주하는 EV 충전 인프라 이용 만족자가 공동주택에 거주하는 EV 충전 인프라 만족자에 비해 상대적으로 “EV 충전 인프라 개선 효능감”이 더 높게 나타난 결과에 대해서는 제주도의 EV 충전 인프라 구축 정책과 관련하여 공동주택 전기차 이용자들을 위한 인프라 확충 지원의 필요성을 시사한다고 할 수 있다.

다만 가설 1과 마찬가지로 본 분석에서도 잠재변수를 종속변수로 활용함에 따라, 측정변수들의 측정 오차 및 구조 오차를 간과하여 다소 편향된 결과로 나타났을 가능성이 있다는 점을 고려해야 한다.

이상의 결과를 종합했을 때, “인구통계학적 요인에 따른 EV 충전 인프라 이용 만족도가 EV 충전 인프라 개선 효능감에 미치는 영향은 차이가 있을 것이다”라는 가설 2는 여러 인구통계학적 요인 중 응답자의 “주택유형”에 따른 조절 효과가 있는 것으로 나타나 이를 부분적으로 채택할 수 있는 것으로 확인되었다.

V. 결 론

1. 요약 및 결론

제주지역 전기차 이용자들의 충전 인프라 이용 만족 및 충전 인프라 개선 효능감에 대한 기술통계 분석 결과, 이용자들의 만족도 및 효능감은 전반적으로 높은 것으로 나타났다.

또한 전기차 이용자들의 “EV 충전기 이용 만족”에 따른 “EV 충전 인프라 개선 효능감”에 대한 세부적인 영향 요인 파악을 위한 가설 1의 검증 과정에서는 “충전 인프라 설치의 충분성”, “충전 인프라 이용의 신속성”, “충전 관련 각종 정보 파악 용이성”, “고장 충전기의 신속한 고객서비스 대응”과 같은 세부 만족 요인들이 “EV 충전 인프라 개선 효능감”에 정적인 영향을 주는 것으로 나타났는데 전기차 충전기가 충분히 설치되어 있는지, 전기차 충전기를 신속하게 이용할 수 있었는지, 충전과 관련한 각종 정보에 대해서 신속히 파악할 수 있었는지, 고장난 충전기에 대해서 신속하게 고객서비스가 진행되었는지에 대한 내용들이 전기차 이용자가 전기차 충전 인프라가 개선되었다는 효능감을 체감할 수 있는 요인들로 확인되었다.

또한 가설 2를 통해 전기차 충전기 이용 만족에 따른 전기차 충전 인프라 개선 효능감의 영향 관계에서의 인구통계학적 요인(성별, 연령대, 거주지역, 주택유형)에 따른 영향력 차이를 검증하기 위한 조절효과 분석을 실시한 결과, “주택유형”이 조절효과가 있는 것으로 확인되었다. 이는 전기차 이용자들의 충전 인프라 이용 만족 및 개선 효능감에 대한 전반적 만족 상황에서, 단독주택에 거주하는 전기차 이용자들이 공동주택에 거주하는 전기차 이용자들에 비하여 “EV 충전 인프라 개선 효능감”을 더 크게 느끼고 있는 점을 확인할 수 있는 결과이다. 이는 전기차 이용을 위해 개인용 충전기를 구비할 가능성이 높은 단독주택 전기차 이용자들의

특성이 반영된 것으로 해석할 수 있다.

2. 연구의 시사점

본 연구를 통해 제주지역 전기차 이용자들이 전기차 충전 인프라가 개선되었다는 효능감을 체감할 수 있는 몇 가지 요소들이 확인되었고, 조절효과 분석을 통해 공동주택 전기차 이용자들이 전기차 충전 인프라가 개선되었다는 효능감을 단독주택 전기차 이용자들에 비해 상대적으로 덜 느낀다는 점도 확인할 수 있었다.

따라서 본 연구를 통한 시사점으로 제주도의 전기차 충전 인프라 구축과 관련된 정책이 전반적으로 충실히 진행되어 효과적으로 수행되었음을 확인할 수 있었다. 또한 충전 인프라 개선 효능감을 더욱더 제고시켜 정책 효과성 향상 방안으로 공동주택에 대한 전기차 충전 인프라 추가 구축 필요성도 도출되었다. 마지막으로 전기차 충전 인프라 개선 효능감과 상관성이 있다고 도출된 전기차 충전 이용 세부 만족 요인을 활용하여 향후 전기차 충전 인프라 구축정책을 효과적으로 수립/재정비하기 위한 정책 키워드로 활용해볼 수도 있겠다.

3. 연구의 한계점 및 향후 연구

본 연구의 한계점은 제주 지역 전기차 이용자들을 대상으로 분석을 진행하였기 때문에 연구 결과를 육지부 전기차 이용자들에게 일반화하기에는 다소 무리가 있는 점을 들 수 있다.

또한 가설 1의 검증에서 R^2 값이 0.305로 어느 정도 상관성이 있다고 판단되는 설명력이 도출된 부분과 관련하여, 설명력 향상을 위한 표본 추출 등 세심한 연구설계의 필요성을 확인할 수 있었다. 그리고 연구에서 활용한 “EV 충전 인프라 만족”, “EV 충전 인프라 개선 효능감”의 변수는 직접 관측할 수 없는 잠재변수의 특성을 나타내고 있다. 이와 관련하여 Lee et al.(2008) 및 Choi and You(2016)이 잠재변수를 다중회귀모형의 종속변수나 설명변수로 가정하고 분석할 경우, 측정변수들의 측정 오차 및 구조 오차를 간과하여 다소 편향된 결과를 나타낼 수 있다는 가능성을 언급하고 있는데, 본 연구 결과의 해석에서 이 부분을 고려할 필요성이 존재하여 향후 유사 연구에서는 이러한 방법론적 한계점을 보완할 필요가 있다.

마지막으로, 본 연구는 2020년의 데이터를 기반으로 수행한 측면이 있어 제주도의 전기차 충전 인프라 구축 정책효과에 대한 전후 지속성을 파악할 수 없다는 점을 들 수 있다. 따라서 향후 제주도의 전기차 인프라 구축과 관련하여 면밀한 정책효과 판단을 위한 전후 지속성 차원의 연구 필요성도 제기된다.

ACKNOWLEDGEMENTS

본 연구는 2022년 “제주특별자치도 전기차 연관산업 육성기반 조성사업(22-01-01~22-12-31)” 및 “초소형 전기차 산업 및 서비스 육성 실증지원 사업(22-05-01~22-12-31)”의 지원으로 수행되었습니다.

REFERENCES

- Choi, C. H. and You, Y. Y.(2016), “The Study on Comparative Analysis of the Same Data through Regression Analysis Model and Structural Equation Model”, *Journal of Digital Convergence*, vol. 14, no. 6, pp.167-175.
- Huh, K. W., Lee, S. A., Lee, J. H., Yi, S. B. and Han, S. S.(2018), “The Dispute About Supply Electric Car and Activation Policy, Customer Complaints on Using Electric Car, Standardization of Electric Car”, *Journal of Standards and Standardization*, vol. 8, no. 1, p.11.
- Jeju Research Institute(2020), *2020 EV User Satisfaction Survey*, Internal DB.
- Jeju Special Self-Governing Province Dept. of Transport Policy(2022), *EV & EV Charger Spread Status in Jeju*, Internal Data.
- Jin, E. J., Seo, I. K., Kim, J. M. and Park, J. J.(2021), “Basic Study for Selection of Factors Constituents of User Satisfaction for Micro Electric Vehicles”, *KSCE(Korea Society of Civil Engineers) Journal of Civil and Environmental Engineering Research*, vol. 41, no. 5, pp.587-588.
- Kim, S. J., Lee, J. E. and Huh, J. Y.(2021), “A Study on User Experience of Electric Vehicle Charging System Considering Apartment Complexes Residents”, *KSDS(Korea Society of Design Science) Spring Conference*, pp.78-79.
- KPX(Korea Power Exchange)(2021), *Analysis of EV & EV Charger Spread/Usage*, KPX Demand-forecasting Team(Seoul, South Korea), pp.4-11.
- Lee, J. H., Park, S. Y. and Yoon, S. Y.(2021), “A Study on the Improvement of Investment strategy on charging infrastructure based on regional EV demand forecast”, *Journal of Korean Regional Development Association*, vol. 33, no. 2, pp.178-183.
- Lee, J. Y., Chung, J. H. and Son, B. S.(2008), “Analysis of Traffic Accident Severity for Korean Highway Using Structural Equations Model”, *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 26, no. 2, pp.17-24.
- Shin, Y. S.(2022), “A Study on Recognition of EV Charging Station through Text Mining”, *Journal of Korea Institute of Spatial Design*, vol. 17, no. 3, pp.213-222.
- Son, S. H. and Lee, S. J.(2019), “Analyzing Satisfaction of Battery Electric Vehicle Users and Factors Associating with the Satisfaction: A Case Study of Jeju”, *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 37, no. 2, p.168-177.
- Yoon, S. Y., Lee, J. H. and Yeon, B. M.(2021), “A Study on the Establishment of ZEV Charging Infrastructure for Users”, *KRIHS(Korea Research Institute of Human Settlements) Policy Brief*, no. 806, pp.3-5.