

서울시 전기차 구매행태에 대한 시장분할 분석

한진석¹ · 이장호^{2*}

¹한국환경정책평가연구원 기후대기연구부, ²한국교통대학교 철도공학부

Market Segmented Analysis of Electric Vehicle Purchasing Behavior in Seoul

HAHN, Jin-Seok¹ · LEE, Jang-Ho^{2*}

¹Department of Atmospheric and Climate Change Research, Korea Environment Institute, Sejong 30147, Korea

²School of Railroad Engineering, Korea National University of Transportation, Gyeonggi 16106, Korea

*Corresponding author: transwho@ut.ac.kr

Abstract

In this study, we analyzed the electric vehicle (EV) purchasing behavior with market segmentation in Seoul using the binary logit model. For the model estimation, the experimental design of SP survey generated 24 scenarios with purchase price, charging station availability, and driving range of EVs. The results of market segmentation analysis indicated that the owners of subcompact and compact size cars were primarily affected by the purchasing price while those of mid and full size cars were more sensitive to the charging station availability. By housing type, the charging station availability was the most important factor for the residents of apartment while the purchase price was the most important factor to choose the EVs. These results presented that the EV supply strategy of the automobile manufacturer should be diversified according to the marketing target and the expansion of the public charging infrastructure should be the top priority in the government policy.

Keywords: binary logit model, electric vehicle, market segmentation, SP survey, vehicle choice model

초록

본 연구에서는 이항로짓모형 기반의 시장분할을 고려한 전기차 선택모형을 추정하여 전기차 잠재 수요층의 전기차 구매행태를 분석하였다. 모형 구축을 위하여 서울시에 거주하는 차량운전자를 대상으로 전기차 구매가격, 공용 충전인프라 구축 수준, 1회 충전 주행가능거리 등의 가상 시나리오에 대하여 전기차 선택여부를 조사하였다. 차급별로 구분하면 경·소형 차급 보유자는 차량 구매가격이 가장 큰 영향을 미치며, 중·대형 차급 보유자는 공용 충전인프라 구축 수준을 중요시하는 것으로 나타났다. 주택유형으로 분할한 경우 공동주택 거주자는 전기차 선택 시 공용 충전인프라 구축 수준을 가장 크게 고려하지만, 단독주택 거주자는 차량 구매가격에 가장 민감한 것으로 분석되었다. 이상의 결과를 토대로 자동차 제작사의 전기차 보급 전략이 전략적 구매층을 어디로 설정하느냐에 따라 달라져야 함을 보여주며, 정부의 전기차 보급정책으로는 공용 충전인프라의 확대가 가장 우선적으로 추진되어야 할 필요가 있다.

주요어: 이항로짓모형, 전기차, 시장분할, SP조사, 차량선택모형

J. Korean Soc. Transp.
Vol.36, No.2, pp.129-140, April 2018
<https://doi.org/10.7470/jkst.2018.36.2.129>

pISSN: 1229-1366
eISSN: 2234-4217

ARTICLE HISTORY

Received: 12 January 2018

Revised: 12 March 2018

Accepted: 10 April 2018

Copyright ©
Korean Society of Transportation

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

1. 연구의 배경 및 목적

최근 미세먼지에 대한 국민들의 관심이 높아짐에 따라 정부에서는 2016년 7월에 「미세먼지 관리 특별대책 세부 이행계획」을 수립하였으며, 해당 계획에서 친환경차 보급 확대는 세부 이행계획 중 하나로 추진하고 있다. 이와 같이 친환경차 보급은 각종 기본계획 및 로드맵에서 주요 정책 수단으로 자리매김하고 있는 바, 지속가능발전 및 미세먼지 관리에 대한 정책 파급효과를 높이기 위해서는 친환경차의 안정적 보급을 위한 친환경차 시장 활성화 방안이 우선 검토되어야 할 것으로 판단된다.

2015년 12월에 수립된 「제3차 환경친화적 자동차 개발 및 보급 기본계획」에서는 기존 하이브리드차 외 전기차(Electric Vehicle, EV)와 같은 전력기반 친환경차 보급의 필요성을 강조하였으며, 친환경차 구매 지원 역시 2015년부터 전기차에 대한 지원을 대폭 확대하였다. 이러한 정부의 노력으로 전기차는 2011년 말 344대에서 2016년 말에는 10,855대로 등록대수가 5년 만에 약 31배 증가하였으나, 아직까지 전기차를 포함한 친환경차 등록대수는 전체 자동차 등록대수의 1.1%에 불과한 실정이다.

최근 정부의 친환경차 시장 활성화 정책은 전기차를 중심으로 추진되고 있으며, 2017년부터는 전기차 충전시설을 대폭 확충하고 전국 충전소 위치, 상태 등의 정보를 제공하는 전기차충전소 누리집 운영 등으로 전기차 시장 활성화를 도모하고 있다. 이 외에도 전기차 특례요금제 시행, 생활 주변 충전인프라 개선, 전기차 충전인프라 확산 캠페인 등 다양한 측면에서 전기차 이용 편의를 개선하고 있다. 이러한 정부의 노력으로 2017년 지방자치단체 전기차 보조금 접수는 매우 원활하게 진행되고 있으나, 아직까지는 전기차 구매가 대중화되지 못한 것이 현실이다. 특히 국내 전기차 시장은 아직까지 초기단계로 판단되기 때문에, 전기차에 대한 장래 보급계획 수립 등 관련 정책 수립을 위한 기초자료가 필요한 실정이다.

이에 본 연구에서는 개별 차량보유자의 전기차 선택여부에 대한 진술선호(State Preference, SP) 설문조사를 토대로 이항로짓모형 기반의 전기차 선택모형을 추정하고자 한다. 또한 시장분할된 모형을 바탕으로 전기차 선택에 영향을 미치는 요인을 분석하여 관련 정책 추진을 위한 기초자료를 마련하고자 한다.

2. 연구의 내용 및 방법

본 연구에서는 정부의 전기차 보급 정책에 따른 차량구매자의 전기차 선택행태를 분석하기 위하여 이항로짓모형을 기반으로 전기차 선택여부를 모형화하였으며, 우도비 검정을 통하여 보유차량 차급, 직업 유무, 주택종류, 연령대에 대한 시장분할의 유의미성을 검토하고, 각 분할된 시장별로 모형을 구축하였다.

모형 추정을 위한 기초자료는 자동차 보유자들을 대상으로 설문을 수행하기 위하여 서울지역 자동차검사소에서 수집하였으며, 설문응답자는 서울시 거주자 중 해당 검사소에 방문한 차량보유자를 대상으로 하였다.

선행연구 검토

전기차 등 친환경차를 고려하여 개별행태모형 기반의 차종선택모형을 추정한 선행연구는 다음과 같다. Park and Kim(2007a)은 승용차 보유대수 및 차종선택모형과 승용차 이용에 관한 주행거리모형과의 결합모형을 추정하여 유가정책의 영향을 검토하였다. 또한 Park and Kim(2007b)은 승용차 보유 및 이용행태 분석을 위한 기초자료 마련을 위하여 승용차 보유대수 및 차종 선택에 대한 네스티드로짓모형을 추정하였으며, Gwon et al.(2012)는 이산·연속 선택모형을 추정한 후 친환경차 지원정책에 대한 효과를 검토하였다.

Hahn et al.(2015)은 2015년부터 강화된 친환경차 보급정책의 효과 분석을 위하여 다항로짓모형 기반의 차종선택모형을 추정한 후, 차종별 등록대수 변화, 온실가스 감축 효과 등을 검토하였다. 또한 Hahn and Lee(2016)은 다

항로짓모형 기반의 차종선택모형을 추정하여 개별 차량보유자의 차종선택행태를 분석하고, 분석자료가 로짓모형의 비관련대안간 독립성 속성에 적합한지 여부에 따라 네스티드로짓모형 기반의 차종선택모형을 추가로 추정하였다.

반면 국외의 경우 Lieven et al.(2011)은 설문조사 및 기술통계량 분석을 통하여 전기차 구매요인으로 차량가격, 주행거리, 차량성능, 내구성, 환경성, 편의성 등을 검토하였다. Zhang et al.(2011), Junquera et al.(2016)은 모두 로지스틱 회귀모형을 추정하여 전기차 구매의사에 영향을 미치는 요인을 분석하였으며, Zhang et al.(2011)의 경우 전기차 구매요인 뿐 아니라 구매시기, 구매가격 수용성 등도 함께 검토하였다. 또한 Junquera et al.(2016)의 경우 총 보유비용에 대한 인식 수준, 연령대, 주행가능거리, 충전시간이 주요 구매요인으로 검토되었다.

한편 Hackbarth and Madlener(2013), Glerum et al.(2014), Kim et al.(2014), Rudolph(2016)의 경우 혼합로짓모형을 추정하여 전기차 구매요인을 검토하였다. Hackbarth and Madlener(2013)의 연구에서는 나이가 어리고 교육수준이 높을수록 거주지에 충전인프라 설치가 가능하고 도심 통행이 잦을수록 친환경차 선택빈도가 높게 나타났다. Glerum et al.(2014)의 연구에서는 구매 및 유지비용이 높을수록 전기차를 선택할 확률은 감소하는 것으로 나타나며, 차량가격, 배터리 임대료의 영향력은 모두 100km당 유류비 대비 큰 것으로 나타났다.

또한 Kim et al.(2014)의 연구에서는 구매자의 성별, 미취학아동의 유무, 교육수준, 차량가격, 전기요금, 주행가능거리, 최고주행속도, 충전인프라 수준 등이 주요 구매요인으로 검토되었으며, Rudolph(2016)의 연구에서는 차량가격, 전기차 지원 정책(휘발유가격 인상, 구매보조금 지원 등), 충전인프라 수준이 주요 구매요인으로 검토되었다.

Degirmenci and Breitner(2017)는 전기차 구매요인을 환경성, 차량가격, 주행가능거리로 한정된 후, 구조방정식을 설계하여 해당 요인간의 영향력을 분석하였다. 또한 Egbue and Long(2012), Knez et al.(2014), Hafner et al.(2017)은 기술통계량 분석을 통하여 전기차 인식수준, 우려요인, 수용성 등을 분석하였으며, Xu et al.(2015)는 계층적 베이스모형을 추정하여 휘발유가격, 내연기관차 대비 차량가격 등이 전기차의 주요 구매요인임을 검토하였다. 또한, Schmalfuß et al.(2017)는 경로분석을 수행하여 전기차 체험 여부에 따른 구매행태를 분석하였으며, 전기차 체험도가 전기차 구매확률에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

선행연구 검토 결과 국내의 경우 전기차 등의 친환경차를 선택대안으로 고려하여 차량보유자의 구매행태를 분석하는 연구 사례가 많지 않은 반면, 국외의 경우 단순한 기술통계량 분석 뿐 아니라 다양한 모형 추정을 통하여 전기차 구매요인, 구매시기, 수용성 분석 등의 연구가 활발하게 진행되고 있다는 점에서 정부의 친환경차 보급 정책 수립을 위한 기초연구가 시급한 것으로 판단된다. 특히, 전기차의 선택행태를 모형화하는 데에 있어서 선행연구는 대부분 구매자의 개인속성은 변수로 반영되었지만, 주요한 속성별로 시장분할에 따른 영향을 반영하지는 못하였기 때문에 본 연구에서는 보유차급, 소득수준, 주택종류, 연령대에 따라 시장을 분할하고, 분할된 시장별로 전기차 선택속성이 어떻게 달라지는지를 분석하고자 한다. 본 연구에서 검토한 선행연구를 정리한 결과는 Table 1과 같다.

Table 1. Literature review

Data	Method	Author
SP survey	Descriptive statistics	Lieven et al.(2011)
	Binary logistic regression	Zhang et al.(2011), Junquera et al.(2016)
	Discrete-continuous choice	Gwon et al.(2012)
	Multinomial logit	Park and Kim(2007a), Hahn(2016), Hahn and Lee(2016)
	Nested logit	Park and Kim(2007b), Hahn and Lee(2016)
	Mixed logit	Hackbarth and Madlener(2013), Glerum et al.(2014), Kim et al.(2014), Rudolph(2016)
	Structural equation	Degirmenci and Breitner(2017)
Internet survey	Descriptive statistics	Eabue and Long(2012), Knez et al.(2014), Hafner et al.(2017)
	Hierarchical bayes	Xu et al.(2015)
	Path analysis	Schmalfuß et al.(2017)

기초자료 수집

1. 조사설계

진술선호(SP) 조사는 연구의 목적에 따라 시장분할에 따른 전기차 구매행태를 모형화하기 위하여 가상의 여건변화(차량 구매가격, 공용 충전인프라 구축 수준, 1회 충전 주행가능거리)에 대한 응답자의 전기차 선택여부를 조사하였다. 속성변수에 대한 수준은 차량 구매가격의 경우 2017년 서울시 구매단계 인센티브(보조금 및 세제혜택)을 고려한 평균 차량가격(2,000만원)을 기준값으로 4수준을, 공용 충전인프라 구축 수준의 경우 2017년 서울시 휘발유 주유소 대비 공용 충전소 비율(20%)을 기준값으로 3수준을, 1회 충전 주행가능거리의 경우 국내 출시 전기차의 1회 충전 주행가능거리(300km)를 기준값으로 2수준을 설정하여 총 24개 조합의 설문 시나리오를 Table 2와 같이 구성하였다.

Table 2. SP survey design

Scenario	Purchase price (10000 won)	Ratio of public charging station (%)	Driving range (km)
1	2,000	20	300
2	2,000	20	600
3	2,000	30	300
4	2,000	30	600
5	2,000	40	300
6	2,000	40	600
7	2,400	40	300
8	2,400	40	600
9	2,400	50	300
10	2,400	50	600
11	2,400	60	300
12	2,400	60	600
13	2,800	50	300
14	2,800	50	600
15	2,800	60	300
16	2,800	60	600
17	2,800	70	300
18	2,800	70	600
19	3,200	70	300
20	3,200	70	600
21	3,200	80	300
22	3,200	80	600
23	3,200	90	300
24	3,200	90	600

2. 조사내용 및 방법

조사내용은 전기차 선택모형 여부를 추정하기 위한 기초자료 수집에 초점을 맞추었으며, 조사표의 설문항목은 크게 전기차 보유비용 및 성능 수준에 따른 구매의향, 가상의 여건변화에 따른 구매의향, 응답자 일반현황 등으로 구성하였다. 조사는 총 500명의 설문응답자를 대상으로 하였으며, 본 연구에서는 가능한 다양한 계층의 표본을 수집하기 위하여 Table 3와 같이 유효 표본 기준의 표본추출 전략을 마련하여 조사를 수행하였다.

또한 조사 방식은 설문응답자의 전기차에 대한 이해도를 높이기 위하여 사전에 전기차에 대한 기초적인 속성(보급정책, 동급 내연차량 대비 보유비용 및 성능 등)을 설명하고 난 후 면접조사를 수행하였다. 조사수행 시 설문응답자 1명 당 전체 24개 설문 시나리오 중 임의로 선택된 6개 시나리오를 제시하였다.

Table 3. Sampling strategy

Vehicle size	Subcompact	Compact	Mid	Full	Total
Sample size	125	125	125	125	500
(%)	(25)	(25)	(25)	(25)	(100)
Gender	Male		Female		Total
Sample size	350		150		500
(%)	(70)		(30)		(100)
Age	30-39	40-49	≥50		Total
Sample size	200	200	100		500
(%)	(40)	(40)	(20)		(100)
Vehicle Ownership	0 or 1		≥2		Total
Sample size	400		100		500
(%)	(80)		(20)		(100)

조사 장소는 서울지역 교통안전공단의 차량검사소(강남, 구로, 노원, 상암, 성동, 성산)에서 2017년 5월 중 2주(5월10일-24일)에 걸쳐 조사를 수행하였다. 응답자 일반현황 중 주요 변수에 대한 조사결과는 Table 4와 같다. 조사 결과 총 설문응답자는 509명으로 가상의 여건변화에 대한 응답은 총 3,054개를 확보하였다.

Table 4. Survey result

Variable		Sample size	Ratio(%)
Gender	Male	355	69.7
	Female	154	30.3
Age	30-39	202	39.7
	40-49	203	39.9
	≥50	104	20.4
Housing type	Apartment	335	65.8
	Row house	120	23.6
	Detached house	39	7.7
	Officetel	15	2.9
Average monthly income	<3 million won	72	14.1
	3-5 million won	192	37.7
	5-10 million won	201	39.5
	>10 million won	44	8.6

3. 변수 설정

이항로짓모형의 종속변수는 가상의 여건변화에 따른 전기차 선택 유무이며, 전기차 선택에 영향을 미치는 변수는 대안속성 관련 일반변수(generic variable)와 설문응답자의 사회경제변수(socioeconomic variable)로 구분하였다. Table 5에 제시된 바와 같이 대안속성변수로는 앞서 설문 시나리오에서 고려한 전기차 차량 구매가격(price), 휘발유 주유소 대비 공용 충전소 비율(station), 1회 충전 주행거리(distance)를 고려하였고, 설문응답자의 사회경제변수로는 보유하고 있는 차량의 차급(car1: 경형, car2: 소형, car3: 중형, car4: 대형)에 따른 더미변수, 직업 유무(job: 직업1, 무직0), 거주하고 있는 주택형태(house: 단독주택 1, 공동주택 0), 성별(gender: 남성 1, 여성 0), 연령대(age1: 30-39세, age2: 40-49세, age3: 50세 이상)에 따른 더미변수, 월평균 가구 소득(inc1: 월평균가구소득 500만원 미만, inc2: 월평균가구소득 500-1000만원, inc3: 월평균가구소득 1000만원 이상)에 따른 더미변수를 고려하였다.

본 연구에서 사용된 사회경제변수는 설문조사의 한계로 설명구간을 상세하게 구분하지는 못하였으며, 가능한 차량구매 특성 차이를 간략하게 살펴볼 수 있도록 구간을 설정하였다.

Table 5. Explanatory variables

Variable	Definition
Generic	Price Purchasing cost
	Station Ratio of charging station
	Distance Maximum driving range
Socio-economic	Car1 Existing vehicles size per household (1 if respondent has subcompact size, 0 otherwise)
	Car2 Existing vehicles size per household (1 if respondent has compact size, 0 otherwise)
	Car3 Existing vehicles size per household (1 if respondent has mid- size, 0 otherwise)
	Car4 Existing vehicles size per household (1 if respondent has full size, 0 otherwise)
	Job Job (1 if respondent has a job, 0 otherwise)
	House House type (1 if respondent lives in a detached house, 0 otherwise)
	Gender Gender (1 if respondent is man, 0 otherwise)
	Age1 Age (1 if respondent aged 30-39 years, 0 otherwise)
	Age2 Age (1 if respondent aged 40-49 years, 0 otherwise)
	Age3 Age (1 if respondent aged after 50 years, 0 otherwise)
	Inc1 Average income (1 if household's average income is less than five million won, 0 otherwise)
	Inc2 Average income (1 if household's average income is between five million won and ten million won, 0 otherwise)
	Inc3 Average income (1 if household's average income is more than ten million won, 0 otherwise)

전기차 선택모형 구축

1. 전체 모형

전체 자료에 근간한 모수 추정결과는 Table 6에 제시된 바와 같으며, 변수 간 설명력 비교를 위하여 추정된 변수의 계수를 Equation 1과 같이 표준화계수로 변환하였다.

$$B = B_1 \frac{S_X}{S_Y} \tag{1}$$

여기서,

B : 표준화계수

B_1 : 비표준화계수

S_X : 설명변수 X 의 표준편차

S_Y : 종속변수 Y 의 표준편차

Table 6. Estimation result of EV choice model for total sample

Variable	Coefficient	Standardized coefficient	T-value
Price	-0.0010	-0.9172	-9.6170***
Station	0.0241	0.9698	6.9240***
Distance	0.0026	0.7862	10.6650***
Car3	0.5113	0.4520	5.5920***
Gender	0.1684	0.1572	2.0660**
Age2	0.4130	0.4110	4.8900***
Age3	0.3525	0.2888	3.3650***
Income3	0.2991	0.1708	2.1320**

Number of observations=3,054, $L(\beta)=-1,988.3$, $\rho^2=0.070$, $\bar{\rho}^2=0.066$
 note: ***p-value<0.01, **p-value<0.05, *p-value<0.10

모형에 포함된 설명변수는 모두 유의수준 5% 하에서 유의한 것으로 나타났으며, 전기차 구매가격의 모수는 음(-)의 부호를 보이고, 나머지 변수는 모두 양(+)의 부호를 나타내, 직관과 부합하는 합리적인 결과를 보였다. 다만, 전반적으로 자료적합도 통계량이 낮게 나타났는데, 이는 응답자들 중 상당 수가 전기차 속성에 따라 반응하여 응답하기보다는 단순히 전기차에 대한 선호/비선호의 단순한 응답을 한 자료가 많이 포함되어 있기 때문으로 추정된다.

전기차 선택에 대한 영향력은 공용 충전인프라 구축 수준, 차량 구매가격, 1회 충전 주행거리 순으로 나타났다. 따라서, 충전인프라의 확대가 전기차 확대에 가장 크게 영향을 미치며, 다음으로는 전기차에 대한 보조금 지급이 중요함을 알 수 있다. 전기차의 1회 충전 주행거리를 길게 하는 것이 가장 후순위임을 알 수 있다.

응답자 속성과 관련해서는 보유차량 차급, 성별, 연령대, 소득에 대한 영향이 유효하게 나타났다. 중형차량(car3)을 보유하고 있는 경우 전기차에 대한 선호도가 높은 것으로 나타났으며, 여성보다 남성의 선호도가 높았다. 연령대는 30대 이하보다는 40대 이상인 경우에 선호도가 높았고, 50대 이상보다는 40대에서 가장 높은 선호도를 보였다. 월평균 가구 소득은 1,000만원 이상인 경우가 그렇지 않은 경우보다 전기차 선택을 선호하는 것으로 나타났다. 중형차량 보유, 40대 이상, 월평균 가구소득 1000만원 이상 등에서 선호도가 높은 것은 전반적으로 상대적으로 지불능력이 높은 그룹에서 전기차에 대한 선호도가 높은 것으로 판단된다.

결과적으로 전기차 구매에 영향을 미치는 요인은 전기차 관련 속성이 개별 구매자의 사회경제적 특성보다 높게 나타났기 때문에, 전기차 보급 효과를 높이기 위해서는 전기차 관련 속성의 개선(대량생산에 따른 차량가격 인하, 기술개발에 따른 주행거리 증가 등)이 필요하다. 또한 전기차 잠재 구매층에서 충전인프라에 대한 우려가 가장 높게 나타난 바, 이에 대한 개선 논의가 우선적으로 필요하다고 하겠다.

2. 시장 분할 모형

응답자 특성에 따라 전기차 선택에 대한 영향력이 상이한지를 검토하기 위하여 보유차량 차급(경·소형 vs. 중·대형), 월평균 가구소득(500만원 미만 vs. 500만원 이상), 주택종류(단독주택 vs. 공동주택), 연령대(40대 미만 vs. 40대 이상)와 같이 총 4개의 그룹으로 시장분할을 하였다. 월평균 가구소득의 경우 앞서 검토한 전체 모형에서 1,000만원 이상이 유의한 변수로 나타났으나, 해당 소득 수준의 표본수는 44개에 불과하여 모형 추정에 부족한 것으로 판단되었다. 따라서 월평균 가구소득은 500만원을 기준으로 시장분할을 검토하였다. 또한 주택종류의 경우는 Hahn et al.(2015)에서 단독주택 거주자가 대형 차급의 전기차 선택에 영향을 미치는 요인으로 검토된 사례를 근거로 본 연구의 시장분할 기준에 포함하였다. 한편 각 그룹에 대한 시장분할의 유의성 검토를 위한 우도비 검정은 Equation 2와 같다.

$$-2[L_N(\hat{\beta}) - \sum_{g=1}^G L_{N_g}(\hat{\beta}^g)] \quad (2)$$

여기서,

$L_N(\hat{\beta})$: 전체 모형의 Log-likelihood function 값

$L_{N_g}(\hat{\beta}^g)$: 분할된 모형의 Log-likelihood function 값

자유도 : $\sum_{g=1}^G K_g - K$ (K_g : 분할된 모형의 계수 수, K : 전체 모형의 계수 수)

그룹별 시장분할에 대한 유의성 검토 결과는 Table 7과 같으며, 그룹별로 구분한 모형은 모두 모집단이 G 개의 시장으로 분할되었을 경우 모형간 모수의 벡터가 동일하다는 귀무가설($H_0 = \beta^1 = \beta^2 = \dots = \beta^G$)을 기각하여 모두 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

그룹별로 우도비 검정에 따른 결과를 보면, 주택유형에 따른 시장분할이 가장 유의한 차이를 보이며, 다음으로는 연령대에 따른 차이, 소득 수준에 따른 차이, 보유차량 차급에 따른 차이 순서로 유의성을 보였다. 이에 따라 본 연구에서는 앞서 분할된 시장별로 전기차 선택모형을 구축하고 추정결과를 분석하였다.

Table 7. Results of likelihood ratio test for market segmentation

Group	Test statistic	Degrees of freedom	$\chi^2_{(0.05)}$	
Vehicle size	Subcompact · Compact Mid · Full	16.840	3	7.815
Income level	<5 million won ≥ 5 million won	45.937	4	9.488
Housing type	Detached house Apartment	749.38	6	12.592
Age	<40 ≥40	94.07	2	5.991

1) 보유 차급별 시장 분할

보유한 차급에 따라 경·소형차 보유자들과 중·대형차 보유자들을 구분한 모형의 추정결과는 Table 8, Table 9와 같다.

Table 8. Estimation result of EV choice model by vehicle size (subcompact, compact)

Variable	Coefficient	Standardized coefficient	T-value
Price	-0.0010	-0.8847	-5.0540***
Station	0.0203	0.8097	3.2670***
Distance	0.0025	0.7669	8.3160***
Age2	0.2165	0.2113	1.9010*
Age3	0.3173	0.2067	1.8160*
Income1	-0.3047	-0.2990	-2.7910***

Number of observations=1,518, $L(\beta)=-999.5$, $\rho^2=0.050$, $\bar{\rho}^2=0.044$
 note: ***p-value<0.01, **p-value<0.05, *p-value<0.10

Table 9. Estimation result of EV choice model by vehicle size (mid, full)

Variable	Coefficient	Standardized coefficient	T-value
Price	-0.0007	-0.6270	-5.0030***
Station	0.0220	0.8960	4.5460***
Distance	0.0026	0.8087	7.6210***
Age1	-0.5800	-0.5406	-4.9540***
Income3	0.2780	0.1890	1.6560*

Number of observations=1,536, $L(\beta)=-980.4$, $\rho^2=0.079$, $\bar{\rho}^2=0.074$
 note: ***p-value<0.01, **p-value<0.05, *p-value<0.10

경·소형 차급 보유자는 중·대형 차급 보유자와 달리 차량 구매가격이 전기차 선택에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 이는 중·대형 차급 보유자 대비 경제적 여유가 많지 않기 때문으로 판단된다. 반면 상대적으로 경제적 여유가 있는 중·대형 차급 보유자는 차량 구매가격 보다는 공용 충전인프라 구축 수준, 1회 충전 주행거리를 중요시 하는 것으로 나타났다.

이러한 결과는 자동차 제작사의 전기차 보급 전략이 차급별로 달라져야 함을 의미한다고 하겠다. 즉, 구매층을 소형차에 맞추는 경우 실질 구매가격을 낮출 수 있는 방안을 마련하여야 하고, 중대형차 구매자에게 맞추는 경우 전기차의 성능개선에 좀 더 초점을 맞출 필요가 있다고 하겠다.

응답자의 사회경제적 특성과 관련해서는 경소형 차급 보유자는 연령대 40대 이상에서 선택확률이 높아지고, 월 평균소득 500만원 미만에서 선택확률이 낮아짐을 알 수 있다. 반면, 중대형 차급의 경우 연령대 30대에서 선택확률이 낮아지고, 월평균수준 1000만원 이상에서 선택확률이 높아짐을 나타낸다.

2) 주택 종류별 시장 분할

거주 중인 주택의 종류에 따라 단독주택 거주자와 공동주택 거주자로 구분한 모형의 추정결과는 Table 10, Table 11과 같다. 주택유형에 따라 분할한 경우 단독주택 거주자는 전기차 선택 시 차량 구매가격, 1회 충전 주행거리보다는 공용 충전인프라 수준을 상대적으로 둔감하게 고려하는 것으로 나타났는데, 이는 단독주택의 경우 개인 전기차 충전시설 설치가 수월하기 때문으로 판단된다. 반면 개인 전기차 충전시설 설치가 상대적으로 어려운 공동주택 거주자는 공용 충전인프라 구축 수준을 가장 크게 고려하는 것으로 나타났으며, 1회 충전 주행거리보다는 차량 구매가격을 민감하게 받아들이는 것으로 나타났다. 단독주택 거주자의 경우는 연령대 50대 이상, 대형차량 보유자에서 전기차의 선택확률이 높아졌으며, 공동주택 거주자는 연령대 40대, 중형차량 보유자의 선택확률이 높았다.

Table 10. Estimation result of EV choice model by housing type (detached house)

Variable	Coefficient	Standardized coefficient	T-value
Price	-0.0020	-1.8298	-3.5950***
Station	0.0441	1.7900	3.1520***
Distance	0.0059	1.8192	4.0760***
Car4	1.3695	1.0760	3.1490***
Age3	0.6078	0.6219	2.0540**
Income3	-0.5101	-0.5206	-1.7190*

Number of observations=234, $L(\beta)=-138.1$, $\rho^2=0.148$, $\bar{\rho}^2=0.111$
 note: ***p-value<0.01, **p-value<0.05, *p-value<0.10

Table 11. Estimation result of EV choice model by housing type (apartment, row house, officetel)

Variable	Coefficient	Standardized coefficient	T-value
Price	-0.0012	-1.2043	-9.0960***
Station	0.0642	2.8258	14.3550***
Distance	0.0022	0.7254	7.5330***
Car3	0.3915	0.3742	3.5210***
Gender	-0.4699	-0.3720	-3.0820***
Age2	0.2893	0.2948	2.5020**
Age3	-0.2067	-0.1769	-1.6850*
Income1	-0.1952	-0.2168	-2.1350**

Number of observations=2,820, $L(\beta)=-1,475.5$, $\rho^2=0.245$, $\bar{\rho}^2=0.241$
 note: ***p-value<0.01, **p-value<0.05, *p-value<0.10

3) 소득 수준별 시장 분할

소득 수준에 따라 월평균 가구소득 500만원 미만과 500만원 이상으로 구분한 모형의 추정결과는 Table 12, Table 13과 같다. 월평균 가구소득 500만원 이상의 경우 그렇지 않은 경우 보다 전기차 선택에 있어서 차량 구매가격에 둔감한 것으로 나타났는데, 이는 경제적 여유가 크기 때문으로 판단된다. 반면 공용 충전인프라 수준과 1회 충전 주행거리는 소득 수준별로 유사하게 나타나 전기차 구매에 미치는 영향 차이는 크지 않은 것으로 판단된다.

결국, 일반적으로 신규 차량 구매 시 차량 구매가격이 초기비용으로 가장 크기 때문에, 전기차 보급 활성화를 위해서는 소득 수준에 따라 구매 가능한 다양한 차급 및 유형의 전기차가 출시될 필요가 있음을 보여준다. 월평균 가구소득 500만원 미만에서는 여성보다 남성의 선호도가 높으며, 연령대 40대 이상에서 선호도가 높은 것으로 나타났다. 반면 월평균 가구소득 500만원 이상에서는 중형차량 보유자와 연령대 40대에서 높은 선호도를 보였다.

Table 12. Estimation result of EV choice model by income level (under 5 million won)

Variable	Coefficient	Standardized coefficient	T-value
Price	-0.0011	-1.0281	-7.8330***
Station	0.0271	1.0796	5.6110***
Distance	0.0027	0.8019	7.8900***
Car3	0.4901	0.4066	3.6580***
Gender	0.2154	0.1871	1.7970*
Age2	0.4449	0.4376	3.8510***
Age3	0.6545	0.5007	4.2310***

Number of observations=1,584, $L(\beta)=-1,023.6$, $\rho^2=0.068$, $\bar{\rho}^2=0.061$
 note: ***p-value<0.01, **p-value<0.05, *p-value<0.10.

Table 13. Estimation result of EV choice model by income level (over 5 million won)

Variable	Coefficient	Standardized coefficient	T-value
Price	-0.0008	-0.7156	-5.4500***
Station	0.0262	1.0682	3.9160***
Distance	0.0026	0.7901	7.3470***
Car3	0.5082	0.4758	4.0990***
Age2	0.3167	0.3199	2.8200***

Number of observations=1,470, $L(\beta)=-941.8$, $\rho^2=0.076$, $\bar{\rho}^2=0.071$
 note: ***p-value<0.01, **p-value<0.05, *p-value<0.10

4) 연령대별 시장 분할

연령대에 따라 40대 미만과 40대 이상으로 구분한 모형의 추정결과는 Table 14, Table 15와 같다. 40대 미만은 전기차 구매에 영향을 미치는 가장 큰 요인이 차량 구매가격으로 나타났으며, 해당 영향은 40대 이상보다 민감한 것으로 나타났다. 이는 40대 미만이 취업 시점 등의 사유로 40대 이상보다 경제적 안정이 늦기 때문으로 판단된다. 따라서 해당 계층을 전기차 구매층으로 끌어들이기 위해서는 앞서 소득 수준별 시장 분할에서 제시한 바와 같이 차량 구매가격 수준을 다양화하는 한편, 전기차 장기렌트, 리스 상품 개발, 전기차 전용 대출 상품 개발 등도 함께 검토해야 할 필요가 있다. 40대 미만의 경우는 경형차량 보유자의 전기차 선호도가 높았으며, 월평균 가구소득 500만원 미만일 때 선호도가 낮아짐을 알 수 있다. 반면, 40대 이상의 경우는 남성, 중형차량 보유자, 월평균 가구소득 1000만원 이상에서 전기차에 대한 선호도가 높아짐을 알 수 있다.

Table 14. Estimation result of EV choice model by age (under 40)

Variable	Coefficient	Standardized coefficient	T-value
Price	-0.0014	-1.2699	-5.8820***
Distance	0.0028	0.8473	7.7810***
Car1	0.2578	0.2473	2.0880**
Income1	-0.3492	-0.3463	-2.9440***

Number of observations=1,212, $L(\beta)=-803.1$, $\rho^2=0.044$, $\bar{\rho}^2=0.039$
 note: ***p-value<0.01, **p-value<0.05, *p-value<0.10

Table 15. Estimation result of EV choice model by age (over 40)

Variable	Coefficient	Standardized coefficient	T-value
Price	-0.0012	-1.0883	-8.4730***
Station	0.0348	1.4254	7.4450***
Distance	0.0026	0.7946	8.0070***
Car3	0.8322	0.7865	7.1160***
Gender	0.3619	0.3452	3.3820***
Income3	0.5312	0.3265	2.9170***

Number of observations=1,842, $L(\beta)=-1,138.2$, $\rho^2=0.108$, $\bar{\rho}^2=0.104$
 note: ***p-value<0.01, **p-value<0.05, *p-value<0.10

결론 및 시사점

본 연구에서는 이항로짓모형을 기반으로 전기차 선택여부를 모형화하였으며, 우도비 검정을 통하여 보유차량 차급, 주택 종류, 소득 수준, 연령대에 대한 시장분할의 유의미성을 검토하고, 각 분할된 시장별로 모형을 구축하였다.

모형 추정 결과를 살펴보면, 전기차 선택에 대한 영향력은 공용 충전인프라 구축 수준, 차량 구매가격, 1회 충전 주행거리 순으로 나타났으며, 해당 영향력의 수준은 사회경제특성(보유차량 차급, 주택종류, 소득수준, 연령대)에 따라 상이한 것으로 나타났다.

이상의 결과를 토대로 정부의 전기차 보급정책으로는 공용 충전인프라의 확대가 가장 우선적으로 추진되어야 할 것으로 판단된다. 특히, 공동주택 주거비율이 높은 서울시의 경우 주거지 및 직장 등이 집중된 지역을 중심으로 충전인프라를 설치하여야 하겠다. 또한, 승용차 통행자의 하루 중 통행사슬 내 도착지점 유형 비중 등을 분석하여 적정 설치지점을 검토해 볼 필요가 있으며, 이 외에도 현행 환경부에서 추진하고 있는 민간기업 대상 전기차 급속충전기 설치를 위한 업무협약의 지속적 확대, 「환경기술 및 환경산업 지원법」 및 「녹색기업지정제도 운영규정」에 근거하여 기업의 자발적 환경개선을 유도하는 녹색기업 지정제도, 「녹색건축물 조성지원법」을 근거로 하는 녹색건축인증제도 등에서 전기차 충전인프라 반영 등을 검토해 볼 필요가 있다.

또한 2017년 전기차 구매보조금 대상차종의 평균 차량가격이 약 4,000만원인 점을 감안할 경우 현행 전기차 구매보조금 수준은 전기차 구매요인으로 충분하지만 중·장기적으로는 전기차 구매보조금의 단계적 인하, 차량 성능에 따른 지원 차등화, 효율적 재정운용을 위한 지속가능한 형태의 전기차 지원체계 마련 등이 검토되어야 할 필요가 있다.

다만, 본 연구와 같은 개별행태 분석 결과는 분석 자료에 따라 결과가 상이하게 도출될 수 있기 때문에, 분석 결과의 신뢰성을 높이기 위해서는 조사 지역 및 대상의 다양화, 통계적 표본추출 등의 방안이 함께 진행되어야 할 필요가 있다. 이번 조사에서도 응답자들 중 전기차 속성에 대한 반응보다는 단순한 선호/비선호의 형태로 응답한 결과가 많아서 모형의 자료적합도가 낮게 나타난 것으로 추정된다. 또한, 시장분할 분석을 위해서는 분할된 시장별로 표본크기가 유사한 것이 바람직하나, 주택종류에 따른 시장분할의 경우 단독주택보다는 아파트 등 공동주택의 비율이 높은 모집단의 분포를 반영하다보니 분할된 시장별로 유사한 표본크기를 확보하지 못하였다는 한계가 있다. 끝으로 전기차 구매자를 대상으로 주기적인 패널조사를 진행하여 설문 응답자의 일관성을 유지하는 방안도 고려가 가능할 것으로 판단된다. 특히 전기차 시장은 차량의 기술발전 등에 따라 매우 급진적으로 변화하기 때문에 관련 정책 수립을 위해서는 전기차 잠재 수요층의 구매 행태에 대한 지속적인 모니터링이 필요하다고 하겠다.

Funding

This work was funded by the Korea Environment Institute project.

알림

본 논문은 2017년 한국환경정책평가연구원 기본연구과제 중 “지역별 친환경차 시장 활성화 방안 연구(인구밀집지역을 중심으로)” 보고서의 내용을 수정·보완하여 작성된 것입니다.

ORCID

HAHN, Jin-Seok  <http://orcid.org/0000-0001-7784-1922>

LEE, Jang-Ho  <http://orcid.org/0000-0001-7784-1922>

References

- Degirmenci K., Breitner M. H. (2017), Consumer Purchase Intentions for Electric Vehicles: Is Green More Important than Price and Range?, *Transportation Research Part D*, 51, 250-260.
- Egbue O., Long S. (2012), Barriers to Widespread Adoption of Electric Vehicles: An Analysis of Consumer Attitudes and Perceptions, *Energy Policy*, 48, 717-729.
- Glerum A., Stankovikj L., Themans M., Bierlaire M. (2014), Forecasting the Demand for Electric Vehicles: Accounting for Attitudes and Perceptions, *Transportation Science*, 48(4), 483-499.
- Gwon O. S., Kim Y. G., Jung J. H. (2012), Analysis on the Impacts of a Bonus-malus System for New Car in Korea Using Discrete-continuous Choice Model, *Environmental and Resource Economics Review* 21(2), 237-269.
- Hackbarth A., Madlener R. (2013), Consumer Preferences for Alternative Fuel Vehicles: A Discrete Choice Analysis, *Transportation Research Part D*, 25, 5-17.
- Hafner R. J., Walker I., Verplanken B. (2017), Image, Not Environmentalism: A Qualitative Exploration of Factors Influencing Vehicle Purchasing Decisions, *Transportation Research Part A*, 97, 89-105.
- Hahn J. S., Gong S. Y., Park J. E., Song H. H. (2015), The Effects of Green Vehicle Incentives on Greenhouse Gas Reduction, Korea Environment Institute.
- Hahn J. S., Lee J. H. (2016), Analysis of Green Vehicle Purchasing Behavior Using Logit Model, *J. Korean Soc. Transp.*, 34(2), Korean Society of Transportation, 135-145.
- Junquera B., Moreno B., Alvarez R. (2016), Analyzing Consumer Attitudes Towards Electric Vehicle Purchasing Intentions in Spain: Technological Limitations and Vehicle Confidence, *Technological Forecasting & Social Change*, 109, 6-14.
- Kim J., Rasouli S., Timmermans H. (2014), Expanding Scope of Hybrid Choice Models Allowing for Mixture of Social Influences and Latent Attitudes: Application to Intended Purchase of Electric Cars, *Transportation Research Part A*, 69, 71-85.
- Knez M., Jereb B., Obrecht M. (2014), Factors Influencing the Purchasing Decisions of Low Emission Cars: A Study of Slovenia, *Transportation Research Part D*, 30, 53-61.
- Lieven T., Mühlmeier S., Henkel S., Waller J. F. (2011), Who Will Buy Electric Cars? An Empirical Study in Germany, *Transportation Research Part D*, 16, 236-243.
- Park S. J., Kim S. S. (2007a), Estimation of a joint Model on Households' Car Ownership and Vehicle Type Choices and the Vehicle use and Policy Implications of fuel prices, *The 55th Conference of KST, Korean Society of Transportation*, 41-50.
- Park S. J., Kim S. S. (2007b), A Nested Logit Model of Auto Ownership and Vehicle Type Choices, *J. Korean Soc. Transp.*, 25(1), Korean Society of Transportation, 133-141.
- Rudolph C. (2016), How Many Incentives for Electric Cars Affect Purchase Decisions?, *Transport Policy*, 52, 113-120.
- Schmalfuß F., Mühl K., Krems J. F. (2017), Direct Experience With Battery Electric Vehicles (BEVs) Matters When Evaluating Vehicle Attributes, Attitude and Purchase, *Transportation Research Part F*, 46, 47-69.
- Xu G., Miwa T., Morikawa T., Yamamoto T. (2015), Vehicle Purchasing Behaviors Comparison in Two-stage Choice Perspective Before and After Eco-car Promotion Policy in Japan, *Transportation Research Part D*, 34, 195-207.
- Zhang Y., Yu Y., Zou B. (2011), Analyzing Public Awareness and Acceptance of Alternative Fuel Vehicles in China: The Case of EV, *Energy Policy*, 39, 7015-7024.