

이항로지스틱 회귀모형을 이용한 전기차 구매 영향요인 분석 (수원시를 중심으로)

김숙희* · 정가형**

Kim, Sukhee*, Jeong, Gahyung**

An Analysis for Influencing Factors in Purchasing Electric Vehicle using a Binomial Logistic Regression Model (Focused on Suwon City)

ABSTRACT

An electric vehicle is emerging as an alternative to the response of global climate change and sustainability. However, an Electric vehicle has not been popular due to the constraints such as its price or technical limitations. In order to analyze the effect of purchasing electric vehicles, this study conducted a binary logistic regression model that demonstrates the relation between purchasing and influencing variables. Variables which have high correlation were excluded from the model through the correlation analysis to prevent multicollinearity. Socio-economic variables such as the number of owned vehicles, sex, ages are not significant. On the other hand, Variables related to prices, charging and policy are found to have a significant to effect on the purchase of electric vehicles. In accordance with the model estimated result, it seems to be necessary to improve the charging incentives, or to provide electric car information and to expand opportunities for experience electric vehicles. The result is also expected to be helpful for spreading electric vehicles and formulating policies.

Key words : Electric vehicle, Spreading electric vehicles, Purchasing factor, Binomial logistic regression, Electric vehicle in suwon

초 록

전 세계적으로 자동차 시장은 전기차, 수소차와 같은 친환경 차량의 도입이 추진되고 있다. 그러나 내연기관 차량 대비 고가의 차량가격, 제한적인 주행거리 등의 단점은 친환경 차량 확대에 장애요인이 되고 있다. 이에 본 연구에서는 친환경 차량인 전기차 구매에 미치는 영향요인을 분석하기 위해 이항 로지스틱 회귀 모형을 구축하였다. 모형의 종속변수는 구매의사 여부, 독립변수는 사회 경제적 변수와 전기차 구매에 영향을 미치는 특성변수로 설정하였으며, 다중공선성 문제를 해결하기 위해 독립변수 간 상관관계를 분석하여 상관계수가 높은 변수들을 제외하였다. 분석결과, 사회경제적변수인 차량보유대수, 성별, 나이는 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 반면, 차량가격에 영향을 미치는 변수와 전기차 충전과 관련된 변수, 전기차 정책 및 시승정보 제공 부족 변수는 전기차 구매에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이를 통해 향후 전기차 보급과 관련된 정책 입안 시 전기차의 가격 결정과 찾아가는 전기차 충전 서비스 운영 등 충전 불편 해소 방안, 전기차에 대한 정보 제공 및 시승기회 확대 등의 정책을 추진하는 것이 바람직할 것으로 보인다. 본 연구 결과는 지자체 전기차 보급 활성화 및 정책 수립에 도움이 될 것으로 기대된다.

검색어 : 전기차, 전기차 활성화, 전기차 구매요인, 이항로지스틱 회귀분석, 수원시 전기차

* 중신회원 · 교신저자 · 수원시정연구원 연구위원 (Corresponding Author · Suwon Research Institute · sukheek@suwon.re.kr)

** 수원시정연구원 연구원 (Suwon Research Institute · dave@suwon.re.kr)

Received August 6, 2018/ revised August 27, 2018/ accepted October 8, 2018

1. 서론

온실가스 배출과 그로 인한 기후변화는 전 지구적인 이슈로 떠오르고 있으며, 특히 수송 분야의 배기가스로 인한 환경오염으로 인한 문제가 지속적으로 대두되고 있다. 이를 해결하기 위한 대안으로 전기차, 수소차와 같은 Zero-Emission Vehicle의 도입이 세계적으로 확대되고 있으며 자동차 제조사들 또한 이러한 변화에 대응하기 위해 내연기관 중심에서 친환경 차량 확대로 생산 패러다임을 전환하고 있다.

우리나라 역시 미세먼지 대책의 일환으로 국가적으로 전기차 보급 확산을 위해 정책을 추진하고 있다. 정부는 전기차 구입 시 세금감면과 구매 보조금을 지원하고 있으며, 관련 법·제도 개선을 지속적으로 추진하고 있다. 지자체에서도 전기차 구매 보조금과 공영주차장 할인 등 인센티브를 지속적으로 부여하고 있다.

수원시의 전기차는 2017년 7월 기준 133대(관용차 20대, 민간 113대)가 보급되어 있다. 이는 수원시 전체 차량 등록대수 대비 0.03% 수준이고, 수원시의 전기차 보급사업 목표 대비 44.3%에 이르는 저조한 수준이다. 내연기관 대비 높은 차량가격과 주행거리, 충전에 대한 문제 등은 소비자가 전기차 구매를 주저하는 주요 요인으로 판단되어 소비자의 전기차 구매요인에 대한 분석이 필요할 것으로 보여진다.

본 연구에서는 이러한 요인 분석을 위해 수원시민을 대상으로 설문조사를 통해 기초 데이터를 수집하고, 전기차 구매 선호 요인 분석을 위해 이항 로지스틱 회귀모형을 구축하여 수원시민이 전기차 구매에 미치는 영향 요인을 제시하였다.

2. 선행연구 검토

Gwon et al.(2012)은 이산-연속 선택 모형을 이용하여 소비자의 차량 선택 특성을 규명하고 지원정책과 에너지소비, 이산화탄소 배출과의 영향을 분석하였다. Park et al.(2007)은 중첩 로짓모형을 이용하여 소득계층별 차량 유지비가 반영된 가구 차량 보유대수와 차량 구매간의 영향을 분석하였으며 자동차 소유와 선호 차종은 운영 비용의 탄력성이 1보다 크게 나타나 운영 비용에 매우 민감한 것으로 나타났으며 저소득층의 운영 비용 탄력성은 고소득층의 운영 비용 탄력성보다 더 높은 것으로 나타났다. Chu et al.(2017)은 전기차 구매의사 영향요인에 대한 기존 문헌을 리뷰한 후에 한국 소비자들 565명을 대상으로 실증분석을 하였다. 전기차 구매에 영향을 미치는 요인, 특히 소비자의 심리적 특성의 영향 요인인 개인의 차에 대한 인식, 친환경성향, 혁신성향, 주행거리불안, 전기차에 대한 주관적 지식 수준이 구매의도에 미치는 영향을 리뷰하고 분석하였다. Hahn and Lee(2018)은 서울시에 거주하는 차량운전자들 대상으로 이항로지스틱 기반의 시장분할을 고려한 전기차

선택모형을 추정하여 전기차 잠재 수요층의 전기차 구매형태를 분석하여 제시하였다. Kim and Lee(2015)는 V2G (Vehicle-to-Grid)를 적용한 전기자동차의 총소유비용을 산출하여 이를 내연기관차와 일반전기차와 비교하였다. Lieven et al.(2011)은 전기차 구매에 영향을 줄 수 있는 전기차 차량가격, 1회 주행거리 등 14개의 변수를 설정하였으며 설문조사 및 통계 분석을 시행하였으며 개별 선호도와 사회적 선호도의 가중치를 선택 절차에 반영하여 구매시 우선적으로 고려하는 사항과 진입 장벽에 대해 분석하였다.

Zhang et al.(2011)은 전기차에 대한 소비자 인식을 분석하였으며 전기차 구매 선호도에 영향을 줄 수 있는 요인을 3중 이항 로지스틱 모형을 이용하여 분석하였으며 운전 면허증 직접적으로 영향을 줄 수 있는 다양한 변수들을 구성하여 중국의 전기차 정책 입안에 활용하도록 하였다. Janquera et al.(2016)은 설문조사를 실시하고 전기 자동차의 구매 의향을 로지스틱 회귀 모형을 이용하여 분석하였으며 차량가격과 충전시간이 전기차 구매에 영향을 가장 많이 미치는 것으로 나타났다. Ivan et al.(2015)은 구조방정식 모형을 이용하여 환경문제와 환경 정책의 인식이 전기를 구매하는 행동 의도에 영향을 주는 선행 요인임을 분석하였으며 전기차 구매지는 장기간에 걸친 연료 절감 등을 통한 경제적 이익을 기대하는 것으로 나타났다. Wang et al.(2014)은 카이제곱 검정과 이항 로지스틱 모형을 구축하여 전기 자동차를 선택할 용의가 있는 그룹은 고소득, 세컨드 차량으로써의 전기차, 새로운 것과 환경에 대한 관심이 높은 소비자가 전기를 구매할 확률이 높은 것으로 나타났다. Knez et al.(2014)는 슬로베니아의 친환경 차량과 소비자 선호도 간 관계를 분석하였으며 설문을 통해 분석한 결과 구입 요소에 가장 큰 영향을 미치는 요소는 차량 가격이며 상대적으로 나이가 있는 계층에서 더 매력도가 큰 것으로 나타났다.

선행 연구 검토 결과 해외 논문이 다수로 SP 조사와 인터넷 조사를 통해 구득한 데이터를 활용하여 다양한 연구방법론 즉, Descriptive Statistics, Binary Logistic Regression, Discrete-Continuous Choice, Multinomial Logit, Nested Logit, Mixed Logit, Structural Equation, Path Analysis 등을 적용한 선행연구가 진행이 되었다. 본 연구는 수원시민을 대상으로 설문조사를 진행하여 이항로지스틱 회귀모형을 구축하여 실질적으로 전기차 구매에 가장 영향을 미치는 요인이 무엇인지 분석하여 정책자료 활용으로 전기차 보급활성화에 기여하고자 한다.

3. 데이터 구축

3.1 전기차 구매에 미치는 영향 요인 및 적용변수 검토

Lieven et al.(2011)는 전기차 구매요인으로 차량가격, 주행거리, 차량성능, 내구성, 환경성, 편의성 등을 검토하였다. Zhang et al.(2011)는 전기차 구매요인 뿐만 아니라 구매시기와 구매가격

Table 1. Review to the Variable for Applying to Model

Author	Proposed variables	Applied variables
Lieven et al.(2011)	Price, Mileage, Performance, Durability, Convenience	Age, Gender, Income, Incentive, Customer concerns, Issues
Zhang et al.(2011)	Purchase timing, Price acceptance	
Janquera et al.(2016)	Life-cost cognition, Age, Mileage, Charging time	
Chu et al.(2017)	Psychological characteristics	

수용성 등도 함께 모형에 적용하였다. Junquera et al.(2016)는 총 보유비용에 대한 인식 수준, 연령대, 주행가능거리, 충전시간이 주요 구매에 영향을 미치는 요인으로 제시하였다. Chu et al.(2017)는 전기차 구매에 영향을 미치는 요인, 소비자의 심리적 특성의 영향요인인 개인의 차에 대한 인식, 친환경성향, 혁신성향, 주행거리불안, 전기차에 대한 주관적 지식의 수준이 구매의도에 미치는 영향으로 분석하였다. 본 연구에서는 문헌검토를 통해 전기차 구매와 기본적으로 연관된 요인을 반영하였으며 전기차와 관련한 홍보 부문이나 최근에 대두되었던 경사로 밀림 이슈 등의 세부적인 전기차 우려사항에 관한 변수를 추가적으로 검토하여 모형에 적용하였다. 모형 적용결과는 Table 1에 제시하였다.

3.2 설문조사 개요 및 기초통계분석

본 연구에서는 수원시민이 가지고 있는 전기차에 대한 전반적인 인식과 우려사항을 조사하기 위한 목적으로 설문조사를 시행하였다. 조사인원은 수원시민 723명이며, 이상치 4개 데이터를 제외한 719개의 샘플을 분석자료로 활용하였다. 조사기간 및 방법은 2017

년 8월 중 2주간 조사를 실시하였으며, 설문조사원의 조사지 배부를 통한 대면조사를 실시하였다.

조사내용으로는 설문응답자 개인 및 가구특성, 전기차 인식과 경험, 전기차 구매의사, 전기차 우려사항 및 불편사항을 조사하였다. 전기차 인식 및 경험에 대한 설문조사는 정량적 수치화를 위해 5-points likert scale을 적용하였으며, 조사결과는 Table 2와 같다.

3.3 설문조사 결과 분석

전기차에 대한 전반적인 인식 수준과 보조금 인식 수준은 ‘어느 정도 알고 있다’ 이상응답이 37%로 나타났다. 반면, 전기차에 대해 ‘잘 모르겠다’는 응답도 32.3%로 나타나 전기차에 대한 인식 수준이 양분화 된 것으로 나타났다. 전기차에 대한 인식 수준은 5점 만점 기준 평균 3.03점으로 나타나 보통 정도 인 것으로 분석되었다.

한편, 전기를 직접 경험한 비율은 9.7%에 불과한 것으로 나타났다. 전기차 주요 경험 경로로 카셰어링 서비스를 통한 경로 유입이 가장 많은 것으로 분석되었다. 반면 전기를 직접적으로

Table 2. Attributes of the Respondents

Variable		Number of Samples	%	Variable		Number of Samples	%
Sex	Male	450	62.5	Number of Household member	1	38	5.3
	Female	269	37.5		2	76	10.6
Age	20's	75	10.4		3	292	40.6
	30's	302	42.0		4	265	36.9
	40's	239	33.2		Over 5	46	6.4
	50's	93	12.9	Housing type	Detached house	61	8.5
	60's	10	1.4		Apartment	492	68.4
Driving experience	Under 5 years	162	22.5		Rowhouse	97	13.5
	6 to 10 years	195	27.1		Townhouse	63	8.8
	11 to 15 years	175	24.3	etc.	6	0.8	
	16 to 20 years	100	13.9	Monthly Household income	Less than \$1,000	3	0.4
	Over 21 years	87	12.1		\$1,000 to \$2,000	32	4.5
Home ownership	Self	419	58.3		\$2,000 to \$3,000	146	20.3
	Rent : Charter	248	34.5		\$3,000 to \$4,000	188	26.1
	Rent : Monthly	43	6.0		\$4,000 to \$5,000	180	25.0
	etc.	9	1.3	Over \$5,000	170	23.6	

Table 3. Level of Recognition and Experience for Electric Vehicle

Variable		Number of Samples	%	Variable		Number of Samples	%
Overall recognition level for Electric vehicle	Very well	21	2.9	Recognition level for Purchasing rebate	Very well	19	2.6
	Good	245	34.1		Good	193	26.8
	Normal	221	30.7		Normal	237	33.0
	Poor	202	28.1		Poor	223	31.0
	Very poor	30	4.2		Very poor	47	6.5
Experience for Electric vehicle	Yes	649	90.3	Inexperienced reason	Lack of test drive	313	46.2
	No	70	9.7		Lack of publicity	170	26.2
					Not interested	166	25.6

Table 4. Major Concerns to the Electric Vehicles

Variable		Score	Variable		Score
Battery	Mileage	4.13	Charging	Charging time	4.11
	Safety accident	3.83		Charging cost	3.6
	Performance	4.06		Charging-infra Breakdown	3.88
	Average	4.01		Charging procedure	4.1
Related Policy	Lack of information for Electric vehicle and infra	3.81		Lack of Charging-infra	3.95
	Lack of publicity or opportunity to board	3.83		Average	3.93
	Complicated administrative procedures	3.73	Vehicle performance	Heating/Air-conditioning	3.60
	Model discontinuation or Early termination of policy	3.66		Hill start	3.59
	Average	3.76		Lack of maintenance resources	3.95
		Average		3.71	

경험하지 못한 이유로는 전기차 시승기회 자체가 없거나 관련 정보를 받을 수 있는 홍보 채널이 부족하다고 응답하였다. 한편, 전기차에 대한 관심 자체가 없어 전기를 직접 경험하지 않은 비율은 25.6%에 불과한 것으로 나타났다. 전기차 인식과 경험에 관한 자세한 내용은 Table 3에 제시하였다.

전기차 관련 우려사항으로는 전기차 배터리 관련 우려사항이 평균 4.01점으로 높은 것으로 나타났다. 전기차 성능에 관한 우려사항은 상대적으로 낮은 것으로 조사되었으나 전기차 정비 및 수리에 관한 우려사항이 다소 높게 나타났다. 전기차 충전에 관한 우려사항은 과도한 충전시간과 번거로운 충전이 가장 우려사항으로 높게 조사되었다. 전기차 보급과 관련된 우려사항은 시승기회가 부족하다는 점을 가장 큰 우려사항으로 꼽았으며 전기차 및 충전 인프라에 관한 부족한 정보가 뒤를 이었다. 전기차 우려사항에 관한 자세한 내용은 Table 4에 제시하였다.

3.4 설문조사 결과 시사점

수원시민이 가지고 있는 전기차에 대한 전반 인식은 인식이 높은 그룹과 낮은 그룹이 양분화되어 있는 것으로 나타났다. 인식 낮은 그룹의 수준을 높이기 위해 수원시 차원에서 전기차 및

인센티브에 대한 홍보가 지속적으로 필요할 것으로 판단된다.

전기차를 직접 경험한 수원시민은 9.3%에 불과하여 전기차에 대한 접근성 자체가 매우 떨어지는 것으로 분석되었다. 전기를 경험하지 못한 이유로 전기차에 관심이 없다는 의견은 25%에 불과하였으며 나머지 응답자의 경우 전기차 시승기회가 부족하거나 전기차 제조사, 지자체의 홍보 부족을 많이 지적하였다. 전기차 경험자를 대상으로 경험 경로는 카셰어링을 통한 경험이 가장 많았고, 전기차 시승행사나 판매 대리점 등의 구매처 순으로 전기를 많이 경험한 것으로 나타났다. 이는 전기차 직접 경험 기회 확대를 통해 시민들의 인식 향상을 도모해야 함을 시사한다. 전기차에 관련한 가장 큰 우려사항은 1회 충전거리, 과도한 충전시간, 번거로운 충전 절차 등 충전과 관련된 부분이 가장 우려되는 것으로 조사되어 전기차 보급 시 이에 대한 부분을 가장 우선적으로 고려해야 함을 시사한다.

4. 모형 구축

4.1 분석개요

이항 로지스틱 회귀분석은 종속변수가 범주형 관측된 데이터를

다를 때 유용하게 쓰이는 통계적 방법으로, 전기차 구매여부에 대해 구매계획 있음을 ‘1’로, 구매계획 없음을 ‘0’으로 설정하여 구매여부 인식을 분석대상으로 하는 본 연구에 적용 가능하다. 이항 로지스틱 회귀분석의 기본 형태는 Eq. (1)과 같다.

$$P = \frac{\exp[f(x_i, \beta_i)]}{1 + \exp[f(x_i, \beta_i)]} = \frac{\exp[\beta_0 + \sum \beta_i x_i]}{1 + \exp[\beta_0 + \sum \beta_i x_i]} \quad (1)$$

$P(y = 1|x_1, \dots, x_i)$: 전기차 구매 여부의 확률

x_i : 사회경제적 변수 및 전기차 구매에 영향을 미치는 특성 변수

β_i : 모형에서 추정된 계수 값

로지스틱 회귀분석에서는 우도 함수(likelihood function: \mathcal{L}) 즉 사건의 발생가능성을 크게 하는 최대 우도 추정법(Method of Maximum Likelihood: MLM)을 이용하여 계수 β_i 를 추정하였다.

Eq. (1)의 관계는 비선형이기 때문에 이를 log화 시켜 Eq. (2)와 같이 변환하면, 선형 회귀모형이 갖는 형태를 가지게 되어 이와 같은 변환을 로지스틱 변환(logistic transformation)이라 한다. 여기서 추정된 β_i 의 부호가 양인 경우 해당변수는 가치인식 여부의 확률적 증가에 영향을 미친다고 해석할 수 있으며, 부호가 음인 경우 가치인식의 확률이 감소함을 의미한다(Kim et al., 2015).

$$\ln P = \ln \frac{\exp[\beta_0 + \sum \beta_i x_i]}{1 + \exp[\beta_0 + \sum \beta_i x_i]} = \ln \left[\frac{P}{1 - P} \right] = \beta_0 + \sum \beta_i x_i \quad (2)$$

한편, Eq. (3)을 통해 로지스틱 회귀분석의 결과물 중 하나인 독립변수의 승산비(odds-ratio)는 다른 변수가 고정되었을 때의 해당 독립변수의 위험도를 설명할 수 있게 된다. 각각의 설명변수가 전기차 구매 여부에 미치는 영향의 정도를 승산비(odds-ratio)를 통해 수치적으로 분석할 수 있으며 입력변수에 대한 회귀계수의 유의성은 Wald 통계량으로 확인할 수 있으며 이 값이 클수록 독립변수가 종속변수에 미치는 영향이 크다고 해석될 수 있다(Kim et al., 2015).

$$oddratio = \frac{\frac{P_{I1}}{1 - P_{I1}}}{\frac{P_{I0}}{1 - P_{I0}}} \quad (3)$$

P_{I1} : 설명변수가 고려된 전기차 구매여부 확률

P_{I0} : 설명변수가 고려되지 않은 모형에서의 전기차 구매여부 확률을 의미함. 따라서 각각의 설명변수가 전기차 구매 여부에 미치는 영향의 정도를 승산비(odds-ratio)를 통해 수치적으로 분석할 수 있음

4.2 모형 적용변수 선정

사회경제적변수와 전기차 구매특성 변수가 향후 전기차 구매계획이 상관성을 가지는지를 피어슨 상관 분석(Pearson correlation

Table 5. Result of Correlation with Electric Vehicle Purchase

	Variable	Binary Variable (Purchase : 1 No purchase : 0)
Socio-economic characteristic Variables	Number of owned vehicles	-0.076*
	Model year	-0.022
	Sex	-0.101**
	Age	0.090*
	Driving Experience	0.004
	Type of residence	0.065
	Type of homeownership	0.035
	Monthly household income	0.005
Purchase characteristic Variables	Vehicle Price	0.168**
	Rebates and tex exemption	0.329**
	Mobile station service	0.334**
	Distance to a charging-infra	-0.141**
	Charging time	-0.221**
	Lack of maintenance resources	0.055
	(Battery)Price and performance	0.088*
	(Battery)Safety accident	0.041
	Mileage	-0.093*
	Hill start	-0.156**
	Heating/Air-conditioning	-0.120**
	Lack of Charging-infra	-0.095*
	Charging procedure	-0.134**
	Charging-infra Breakdown	-0.012
	Charging cost	-0.119**
	Model discontinuation and Early termination of policy	-0.150**
Complicated administrative procedures	-0.118**	
Lack of publicity or opportunity to board	-0.088*	
Lack of information for Electric vehicle and infra	-0.123**	

** P < .01, * P < 0.05

Table 6. List of the Dependent and Independent Variable

Dependent Variable	Independent Variable		Remarks
0 : No purchase plan at present 1 : Having a purchase plan	Socio-economic characteristic Variable	Number of owned vehicles	no vehicles, one ~ three+ vehicles
		Sex	male : 0, female : 1
		Age	20's ~ 60's
	Purchase characteristic Variable	Vehicle Price	5-points Likert scale
		Rebates and tax exemption	
		Mobile station service	
		Distance to a charging-infra	
		Charging time	
		(Battery)Price and performance	
		Mileage	
		Hill start	
		Lack of Charging-infra	
		Charging cost	
		Lack of relative publicity or opportunity to board	

analysis)을 실시하였다. 구매여부에 대해 계획 있음을 '1'로, 계획 없음을 '0'으로 나타낸 이진(Binary) 형식의 구매여부 계획 변수에 대해 분석을 진행하였다.

먼저 전기차 구매에 대한 사회경제적 변수에서 차량보유대수, 성별, 나이가 상관성이 있는 변수로 도출되었고, 차량연식, 운전경력, 주택유형, 주택소유, 월평균소득은 상관성이 없는 것으로 도출되었다. 전기차 구매특성 변수에서는 차량가격, 보조금과 세금혜택, 찾아가는 충전서비스 운영, 집-충전소거리, 적정충전시간, 전기차 배터리성능 및 배터리가격, 1회 충전후 운행거리, 경사로주행, 히터-에어콘 사용, 부족한 충전인프라, 번거로운 전기차 충전, 충전요금, 전기차 단종, 번거로운 보급행정절차, 판매업체 상세안내 및 시승제공 정보부족, 전기차 및 충전기에 대한 정보부족이 상관성이 있는 것으로 도출되었다.

전기차 구매특성 변수의 경우, 대부분의 항목이 전기차 구매여부와 유의한 상관관계를 가지는 것으로 분석되었으며, 그 결과는 Table 5와 같다.

이항로지스틱 회귀모형에 적용할 최종 변수 선정에 앞서 변수들 간 다중공선성 문제를 해결하기 위해 상관관계 분석을 수행하였다. 그 결과 상관성이 높은 히터-에어콘 사용과 경사로 주행(0.661), 번거로운 전기차 충전과 부족한 충전인프라(0.550), 번거로운 보급행정절차와 전기차 단종-정책조기종료(0.608), 판매업체 상세안내 및 시승제공정보 부족과 번거로운 보급행정절차(0.542), 전기차 및 충전기에 대한 정보부족과 번거로운 보급행정절차(0.5223), 전기차 및 충전기에 대한 정보부족과 판매업체 상세안내 및 시승제공정보 부족(0.774), 전기차 및 충전기에 대한 정보부족과 번거로운 보급행정절차(0.523)로 나타났다.

최종적으로 피어슨 상관분석 결과와 적용 변수들 간 다중공선성 방지를 위한 상관관계 분석결과를 바탕으로 이항로지스틱 회귀모형에 적용할 최종변수를 선정하였다. 최종 모형 적용변수는 Table 6과 같다.

4.3 모형 추정 결과

이항 로지스틱 회귀모형을 적용하여, 전기차 구매여부에 영향을 미치는 모형을 구축하였으며 통계패키지 SPSS를 이용하였다. 모든 독립변수가 있는 모형으로 시작해서 중요하지 않은 변수를 제거하는 Wald 후진 검증을 통해 분석하였다.

추정된 모형의 설명력을 보여주는 Cox & Snell R^2 값은 0.232로, Nagelkerke R^2 값은 0.330로 추정되어 회귀분석에서의 R^2 값에 비해 상대적으로 낮은 수준이지만, 로지스틱 회귀분석에서는 오차의 등분산성 가정이 만족되지 않고 예측된 확률에 따라 R^2 값이 달라지며 로지스틱 회귀분석에서 구한 R^2 값은 대개 낮게 나오는 편이기 때문에 R^2 값을 통해 모형의 설명력을 해석하기에 한계가 있다(Hosmer and Lemeshow, 2000; Lee et al., 2010; Cohen et al., 2003).

따라서 본 연구에서는 Hosmer and Lemeshow의 적합도 검정을 사용하여 모형의 설명력을 확인하였다. Hosmer and Lemeshow의

Table 7. Model Verification

Variable		Value
Summary	-2 Log likelihood	662.178
	Cox & Snell R^2	0.232
	Nagelkerke R^2	0.330
Hosmer&Lemeshow Test result	X^2	4.161
	Degree of freedom	8
	Significance level	0.842

Table 8. Model Estimation Result

Variable	β	S.E.	Wald	Significant Level	Odds ratio	exp (β) 95% C.I.	
						Min	Max
Vehicle Price	.243	.093	6.828	.009	1.275	1.063	1.530
Rebates and tax exemption	.544	.126	18.623	.000	1.722	1.345	2.204
Mobile station service	.591	.134	19.468	.000	1.805	1.389	2.347
Distance to a charging-infra	-.297	.125	5.638	.018	.743	.582	.950
Charging time	-.388	.117	10.991	.001	.678	.539	.853
Hill start	-.467	.141	10.975	.001	.627	.475	.826
Lack of relative publicity or opportunity to board	.295	.145	4.143	.042	1.343	1.011	1.784
Constant	-.871	.951	.838	.360	.419		

적합도 값은 공식에 의해 계산된 값이 0에 가까우면 독립변수의 중요성이 낮아지며 검증결과 자체가 귀무가설이므로 채택이 되면 안되고 기각이 되어야 모형 적합도가 확보된다고 볼 수 있다. 카이제곱 검정 통계량은 4.161로 추정되었으며, 유의수준은 0.842로 0.05보다 높은 P값이 도출되었으므로 모형에 포함된 설명변수들과 전기차 구매여부의 관계를 나타내는 본 모형은 통계적으로 유의하며 적합한 것으로 판단되며, 상세 검증결과는 Table 7과 같다.

모형추정결과 사회경제적변수인 차량보유대수, 성별, 나이 3개 모두 전기차 구매여부는 유의미한 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다. 차량가격, 보조금 정책, 찾아가는 충전서비스 운행, 집-충전소간거리, 적정충전 소요시간, 경사로 주행, 판매업체 상세안내시승 제공 정보부족은 전기차 구매여부와 유의미한 영향을 주는 것으로 나타났으나, 전기차배터리 성능-배터리가격, 1회 충전거리, 부족한 충전인프라, 충전요금 변수는 유의미한 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다. 해당 모형의 추정 결과와 상세한 통계적 검증은 Table 8에 제시하였다.

구축된 모형의 추정계수 및 Wald 통계량, 승산비(Odds-ratio)를 통해 각 설명변수가 전기차 구매여부에 얼마나 영향을 주는지 추정할 수 있다.

차량가격, 보조금 정책, 찾아가는 서비스운영에 대한 변수는 추정된 계수의 부호가 양의 값을 가지며, Wald 통계량은 각각 6.828, 18.623, 19.468로 1% 수준에서 통계적으로 유의한 것으로 분석되었다. 또한, 승산비(Odds-ratio)의 값이 각각 1.275, 1.722, 1.805로 도출되어 이는 차량가격이 낮을수록 전기차를 구매할 확률이 1.275배 증가하며, 보조금 지원정책의 영향이 높을수록 전기차를 구매할 확률이 1.722배 증가하고, 찾아가는 서비스 운영에 대한 영향이 높을수록 전기차를 구매할 확률이 1.805배 증가한다는 것을 의미한다.

한편, 집-충전소거리, 적정충전 소유시간, 경사로 주행 모두 통계적으로 유의하게 산출되었으며 음수의 계수 값을 가지는 것으로 확인되었다. Wald 통계량은 각각 5.638, 10.991, 10.975로 통계적

으로 유의한 것으로 분석되었으며, 이들의 Odds-ratio는 각각 0.743, 0.678, 0.627로 나타났다. 이는 집-충전거리 및 적정충전 소요시간, 경사로주행에 대해 우려하고 있으며, 이에 대해 우려하고 불편 하다고 생각하는 사람이 그렇지 않다고 생각하는 사람들에 비해 전기차 구매여부의 확률이 낮아지는 것을 의미한다.

마지막으로 전기차 판매업체 상세안내 시승제공 변수도 통계적으로 유의하게 산출되었으며 추정된 계수의 부호가 양의 값을 가지면 Wald 통계량은 4.143으로 5%수준에서 유의한 것으로 분석되었다. Odds-ratio의 값은 1.343로 도출되어 이는 전기차 판매업체 상세안내 및 시승정보 제공이 많을수록 전기차를 구매할 확률이 1.343배 증가한다는 것을 의미하므로 향후 시민들에게 전기차에 대한 정보제공과 시승기회를 많이 가질 수 있는 정책을 추진하는 것이 바람직 할 것으로 보인다.

5. 결론 및 향후과제

본 연구에서는 전기차 구매에 영향을 미치는 요인 분석을 위해 이항로지스틱 회귀모형을 구축하여 결과를 제시하였다. 모형 적합도 값은 설명력이 있는 것을 확인할 수 있었다. 모형분석결과 사회경제적변수인 차량보유대수, 성별, 나이 3개 모두 전기차 구매여부는 유의미한 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다. 전기차 구매에 영향을 미치는 특성변수중 차량가격, 보조금 정책, 찾아가는 충전서비스 운행, 집-충전소간거리, 적정충전 소요시간, 경사로 주행, 번거로운 전기차 충전, 전기차단종 및 조기정책종료, 판매업체 상세안내시승 제공 정보부족은 전기차 구매여부와 유의미한 영향을 주는 것으로 나타났으나, 전기차배터리 성능-배터리가격, 1회 충전거리, 히터에어콘 사용, 부족한 충전인프라, 충전요금, 번거로운 보급행정절차, 전기차 및 충전기에 대한 정보 부족 변수는 유의미한 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다.

전기차 특성변수에서 찾아가는 충전서비스 변수가 가장 영향을 미치는 것으로 나타났는데 이는 아마도 전기차 충전인프라가 보급

이 되어 있지 않아 불안요소를 줄여줄 수 있는 대안이 찾아가는 충전서비스라고 생각하여 이런 결과가 제시된 것으로 사료된다. 그 다음으로는 보조금 정책, 차량가격, 판매업체 상세안내 시승 제공부족 순으로 나타났는데 전기차가 확대보급이 되기 위해서는 정부의 보조금정책이 지속적으로 이루어져야하며, 정부 및 지자체에서 보조금을 좀 더 높일 필요가 있어 보인다. 그리고 사람들이 전기차를 접할 기회가 많지 않은 것으로 나타나 수원시민의 전기차 인식 향상을 위한 홍보관을 운영하여 시승할 수 있는 기회를 줄 수 있도록 해야 할 것으로 사료된다.

그리고 집-충전거리 및 적정충전 소요시간, 경사로주행에 대해 우려하고 있으며, 불편하다고 생각하는 사람이 그렇지 않다고 생각하는 사람들에 비해 전기차 구매여부의 확률이 낮아지는 것을 의미한다. 홍보의 경우 자동차 제조사와 연계한 전기차 체험 행사 개최 등 자연스럽게 전기차에 대한 접근성을 높이는 방안이 요구되며 충전 문제를 해소하기 위해 찾아가는 전기차 충전 서비스 등 특화 서비스의 도입과 중장기적으로 충전시간과 인프라 입지에 따른 유형구분을 통해 전기차 충전 인프라 네트워크 관리 방안을 제안을 검토할 수 있을 것으로 보인다.

본 연구의 한계점으로는 구매행태에 대하여 심도있게 반영하지 못하였다는 한계점이 있으며, 전기차 설문대상자가 수원시민을 대상으로 하여 전체로 일반화하는데는 다소 어려움이 있으나 수원시의 전기차 정책에는 많은 도움이 될 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 수원시정연구원 SRI-정책-2017-09 보고서 내용과 제73회 대한교통학회 학술대회에서 발표한 논문을 수정·보완하였습니다.

References

- Chu, W. J., Im, M. J. and Song, M. R. (2017). "Review and empirical analysis on factors influencing purchase intention of electric vehicles in Korea : the role of consumer psychological characteristics." *Journal of Consumer studies*, 2017.12, Vol. 28, No. 6, pp. 97-127 (in Korean).
- Cohen, J., Cohen, P., West, S. and Aiken, L. S. (2003). "Applied multiple regression / correlation analysis for the behavioural sciences." Mahwah, NJ:Lawrence Erlbaum Associates, 3rd Edition.
- Hahn, J. S. and Lee, J. H. (2018). "Market segmented analysis of electric vehicle purchasing behavior in Seoul." *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol. 36, No. 2, pp. 130-140 (in Korean).
- Hosmer, D. and Lemeshow, S. (2000). "Applied logistic regression." New York, John Wiley & Sons.
- Hosmer, D. and Lemeshow, S. (2000). "Applied logistic regression." A Wiley-Interscience Publication, 2nd Edition.
- Janquera, B., Moreno, B. and Alvarez, R. (2016). "Analyzing consumer attitudes towards electric vehicle purchasing intentions in Spain: Technological limitations and vehicle confidence." *Technological Forecasting and Social Change*, 2016. 08, Vol. 109, pp. 6-14.
- Kim, J. H., Choi, K. C. and Kim, S. H. (2015). "Perceived features of cycling and value of public bike system." *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol. 33, No. 2, pp. 125-135 (in Korean).
- Kim, S. H. (2017). "The medium and long-term driving strategy for expansion of electric vehicle." Suwon research institute (in Korean).
- Kim, Y. H. and Lee, J. S. (2015). "Study on the application of V2G for electric vehicles in Korea using total cost of ownership analysis." *Journal of Energy Engineering*, Vol. 24, No. 2, pp. 129-143 (in Korean).
- Kwon, O. S., Kim, Y. G. and Jung, J. H. (2012). "Analyzing the impacts of a bonus-malus system for new cars using a discrete-continuous choice model." *Journal of Korea Environmental Economics Association*, Vol. 2012, pp. 1-28 (in Korean).
- Lai, I. K. W., Liu, Y., Sun, X., Zhang, H. and Xu, W. (2015). "Factors influencing the behavioural intention towards full electric vehicles : an empirical study in macau." *Sustainability*, 2015. 09, Vol. 7, No. 9, pp. 12564-12585.
- Lee, K. J. and Choi, K. C. (2010). "A bike mode share estimation and analysis of the bike demand factor effects." *Journal of Korean society of Transportation*, 2010. 6, Vol. 28, No. 3, pp. 145-155 (in Korean).
- Lieven, T., Mühlmeier, S., Henkel, S. and Johann, F. W. (2011). "Who will buy electric cars? an empirical study in germany." *Transportation Research Part D : Transport and Environment*, 2011.01, Vol. 16, No. 3, pp. 236-243.
- Matjaz, K., Borut, J. and Matevz, O. (2014). "Factors influencing the purchasing decisions of low emission cars: a study of slovenia." *Transportation Research Part D : Transportation and Environment*, 2014. 05, Vol. 30, pp. 53-61.
- Park, S. J. and Kim, S. S. (2007). "A nested logit model of auto ownership and vehicle type choice." *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol. 25, No. 1, pp. 133-141 (in Korean).
- Wang, N. and Liu, Y. (2015). Key factors influencing consumers' willingness to purchase electric vehicles in China, The 28th International Electric Vehicle Symposium and Exhibition.
- Zhang, Y., Yu, Y. and Zou, B. (2011). "Analyzing public awareness and acceptance of alternative fuel vehicles in China: The case of EV." *Energy Policy*, 2011. 11, Vol. 39, No. 11, pp. 7015-7024.