

KEEI ISSUE PAPER

이슈페이퍼



KOREA
ENERGY
ECONOMICS
INSTITUTE

정책 이슈페이퍼 17-07

네트워크 기반의 전기자동차 충전인프라 구축방안 연구

이승문, 김재경



정책 이슈페이퍼 17-07

네트워크 기반의 전기자동차 충전인프라 구축방안 연구

이승문 · 김재경

목 차

I. 전기차와 충전 인프라 간의
‘닭과 달걀’ 문제 분석/ 1

II. 국내 전기차 충전서비스 시장
육성방안 / 12

<참고자료> / 22

I. 전기차와 충전 인프라 간의 ‘닭과 달걀’ 문제 분석

1. 배경 및 문제점

□ 상대적으로 전기자동차 보급을 많이 한 국가들이 갖는 애로점 중에 하나는 전기자동차와 충전 인프라 간의 ‘닭과 달걀(chicken and egg)’ 문제임.

○ 전기자동차와 충전 인프라 간의 ‘닭과 달걀’ 문제는 전기자동차 보급을 활성화하기 위해서는 충전 인프라가 먼저 구축되어야 하고, 다른 한편으로는, 충전 인프라가 구축되기 위해서는 전기자동차 보급이 먼저 이루어져야 한다는 것임.

- 이러한 딜레마 속에서 전기자동차 보급은 원활히 이루어지지 않고 있는 것이 현실임.

○ 전기자동차의 ‘닭과 달걀’ 문제는 간접적 네트워크(indirect network) 효과를 수반함.

- 전기자동차의 간접적 네트워크 효과란 전기자동차 보급 증가는 충전소 보급에 긍정적 영향을 미치고 충전소 보급의 확대는 전기자동차 보급 증가에 긍정적 영향을 미치는 선순환 구조 자체를 의미함.

- ‘닭과 달걀’ 문제 해결은 간접적 네트워크 효과를 확대하는 방안을 찾는 것임.

○ 전기자동차 시장의 ‘닭과 달걀’ 문제는 전통적인 ‘닭과 달걀’ 문제와는 다른 점을 가지고 있음.

- 전기자동차(chicken)와 충전소(egg)는 상호 보완재 관계이기 때문에, 간접적 네트워크 효과가 발생하게 됨.

- 하지만 전기자동차 시장에는 두 개의 달걀이 존재함. 하나는 개별충전기(egg 1)이고 다른 하나는 민간충전기(egg 2)임.
- 전기자동차 사용자 입장에서는 개별충전기와 민간충전기는 모두 보완재 성격을 갖지만, 개별충전기와 민간충전기는 경쟁재 성격을 가짐.
- 개별충전기와 민간충전기 간의 경쟁적 성격으로 간접적 네트워크 효과는 달라짐.

□ 개별충전기와 민간충전기 간의 경쟁적 관계를 고려하여 전기자동차와 충전 인프라 간 투자 비율 변화가 간접적 네트워크 효과를 변화시키는 것을 분석할 필요가 있음.

- 본 연구에서는 전기자동차 시장에서 ‘닭과 달걀’ 문제를 알아보기 위해서 ABM(agent based model) 시뮬레이션(simulation) 방법론을 채택함.
- ABM을 통하여 간접적 네트워크 효과를 갖는 전기자동차와 충전 인프라 간의 공진화 모형을 구축함.
- ABM을 통하여 전기자동차와 충전 인프라 간의 투자 비율의 변화가 전기자동차와 충전 인프라의 간접적 네트워크에 미치는 영향을 분석함.
- 이러한 전기자동차 보급의 원론적 문제인 ‘닭과 달걀’ 문제를 분석하여 이에 대한 정책적 시사점을 도출하고자 함.

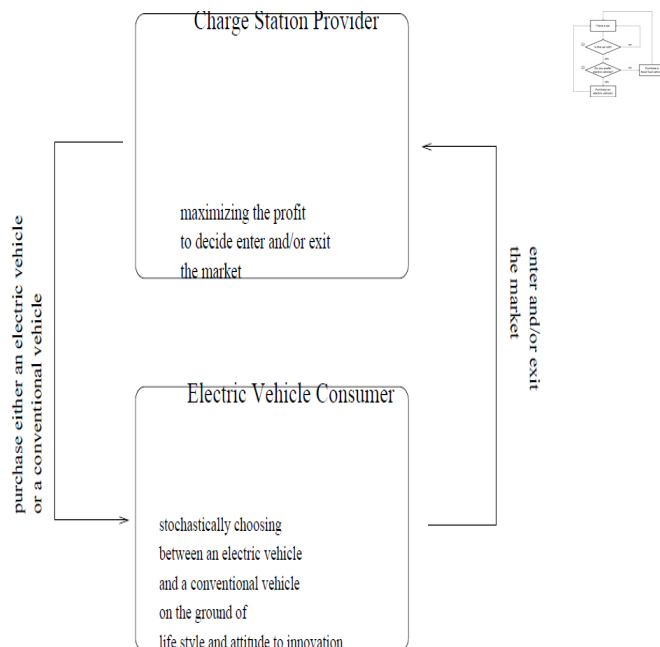
2. 분석 모델 및 결과

□ ABM(Agent Based Model)을 이용하여 정부 보조금 배분 정책에 따른 전기자동차와 충전 인프라의 공진화(coevolution) 보급 효과를 분석함.

- 본 연구에서 사용된 ABM은 상호작용하는 두 시장(전기자동차와 충전 인프라)에 대한 행위자기반모형임.

- 본 모형은 소비자의 전기자동차 구매 결정 과정을 가지며, 전기자동차 시장과 충전 인프라 시장 간의 간접적 네트워크 효과를 고려함.
- 본 모형에서는 세 종류의 행위자들이 존재함: 소비자, 충전소 공급자, 정부.
- 소비자와 충전소 공급자들은 자신들의 결정을 확률적(stochastic) 과정과 최적화(optimization) 과정을 따름.
- 소비자는 전기자동차와 화석연료 자동차 간의 가격 차이, 거주지 주위에 있는 충전소 분포에 근거하여 전기자동차 구매를 결정함.
- 충전소 공급업자는 자신이 진입할 충전소 근방의 전기자동차 수와 경쟁 충전소를 고려하여 충전소 시장에 진입함.
- 정부는 전기자동차 보급을 가장 활성화 시킬 수 있는 보조금 배분 정책을 실시함.

[그림 I-1] ABM 모형의 개관 및 소비자 의사결정 순서도



- 본 모형의 목적은 소비자와 충전소 공급자의 전략 속에서 정부의 보조금 배분이 전기자동차와 충전소 보급의 공진화에 미치는 영향을 분석하는 것임.
- 소비자는 근처 전기충전소 인프라 상황과 전기자동차가 갖는 프리미엄을 고려하고 전기자동차 구매를 결정하고, 충전소 공급자는 근처 충전소 시장을 고려하여 경제적 입장에서 충전소 시장 진입을 결정함.

□ 축소된 폐쇄적 공간 분석

- 본 연구에서는 제주도와 비슷한 환경적 특징을 갖는 폐쇄형 공간을 임의적으로 설계하여 분석함.
- 정부의 보조금 정책 분배 후 10년 뒤 보조금 분배 비율 값(p)에 따른 전기자동차와 충전소의 보급대수를 시뮬레이션함.
- [그림 2]에서 보여주는 사실은 전기자동차 보급 초기 그리고 일일 주행거리가 전기자동차 1회 완충 시 주행거리를 크게 벗어나지 않을 때 민간충전소 보급과 전기자동차 보급 간 간접적 네트워크 효과가 나타날 수 있다는 것임.
- 또한, 개인용 충전기가 보급되었을 시에는 정부의 보조 없이는 민간 충전시장은 형성되기 어렵다는 사실이다.
- 본 모형에서는 충전기가 정부의 정책대로 구축될 시 전기자동차 보급이 일정 부분 활성화될 수 있음을 보임.
- 하지만 전기자동차 초기 시장 형성을 위해서는 전기자동차에 직접 구매 보조금을 주는 제도가 더 효과적일 수 있음을 보여줌.
- p 값이 거의 0.85~0.95에서 전기자동차 보급이 가장 활성화되었음.

[표 I-1] 모형의 주요 모수 값

모수	정의	값	비고
T	시물레이션 기간	120개월	
N	소비자 수	30,000명	제주도의 현재 승용차 보급대수의 약 1/10
d	전기차 1회 충전거리	110km	현재 보급되는 전기자동차의 (상온, 저온) 평균 주행거리*
evprice	전기차 가격	4,000만 원	현재 보급되는 전기자동차의 평균 가격
cvprice	내연기관 자동차 가격	1,900만 원	전기자동차와 동일 내연기관 차종의 평균 가격
Θ	충전소 비용	4,590만 원	급속충전기 설치비: 4,500만 원 6개월 운영비: 90만 원**
b	보조금 총액	2565억	16년도 보조금 1,900만원과 전기자동차 보급 목표 대수 13,500대를 곱한 값***
F	전기차 보급 목표 대수	13,500대	2020년 제주도 전기차 보급 목표 대수의 1/10
G	충전기 보급 계획	134기	2020년 제주도 급속충전기 보급 계획의 1/10

* http://bpms.kemco.or.kr/transport_2012/main/main.aspx에서 자료 다운

** 충전소 사업자와의 면담에서 자료 획득하였으며, 1개월 운영비는 설치비의 약 3%라고 함

** 제주도의 현재 보조금 지급 금액이 2020년까지 지속적으로 지급된다는 가정 아래에서의 보조금 총액

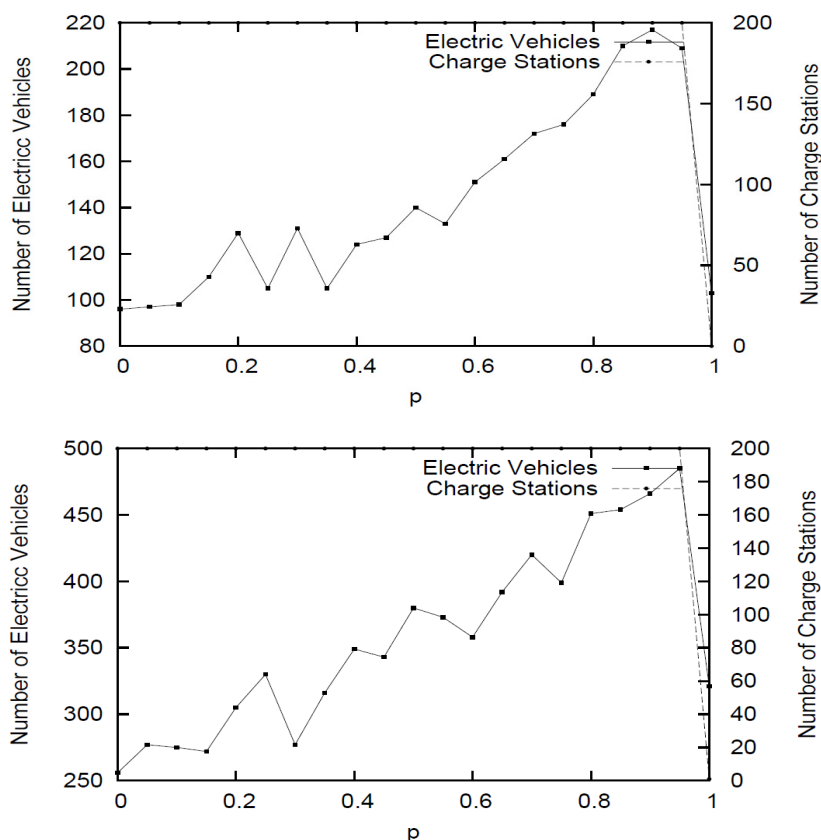
○ 본 모형에서 흥미로운 사실 중 하나는 p 가 1인 경우임.

- 충전소에 대한 보조금이 없을 시 충전 시장은 형성이 안 되었으며, 실증적으로 전기자동차 충전 시장은 수익성의 문제로 전기자동차 초기 보급에서 성공적 사업 모델을 찾을 수 없음.
- 국내 전기자동차 보급이 미미하고, 전기자동차 이용자들은 주로 집과 직장 에서 충전을 하기 때문에 전기자동차 충전 시장은 현재 수익을 창출하기 어려운 구조임.

- 그 결과 수익 창출이 어려운 시장에서의 민간 투자는 일어나기 힘들게 되고 민간 충전기 네트워크가 구축되지 않으면 전기자동차 보급에도 악영향을 미치게 됨.
- 본 모형에서 정부가 전기충전소 사업자에게 보조금을 주지 않을 경우, 전기충전소 사업자는 충전 시장에 진입할 수 없게 되고, 민간 충전소 설치는 전무하게 됨. 민간 충전소 설치가 없을 경우, 전기자동차 보급은 정부가 전기자동차에게 보조금을 주지 않는 경우와 비슷한 수준을 유지함.

[그림 1-2] p 값에 따른 전기자동차와 충전소 공진화

(위: 60개월, 아래: 120개월)



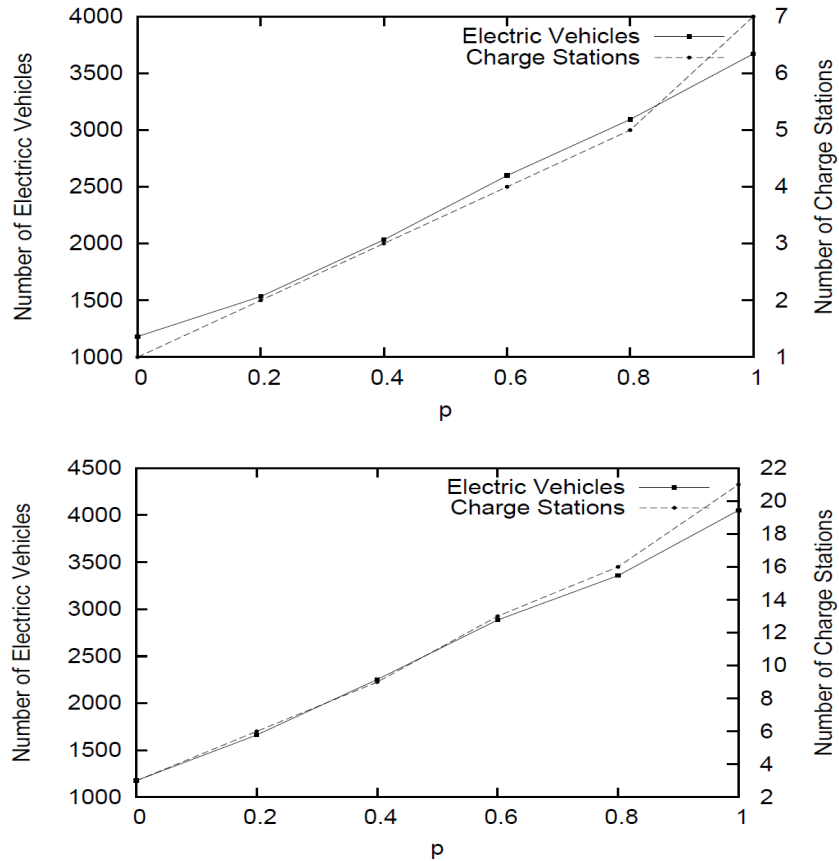
□ 확장된 폐쇄적 공간 분석

- 본 연구는 모형의 소비자 수(N)를 제주도 승용차 대수와 비슷한 30만으로 확장시켜 모형을 분석함.
- 분석 기간은 60개월이며, 전기충전소 시장 진입 조건은 3년간의 기대 이익이 양이어야 하며, 본 분석에서는 소비자가 민간 충전기 이용이 낮은 경우($\rho=0.1$)와 민간 충전기 이용이 중간인 경우($\rho=0.3$)를 비교하였음.
- 정부의 민간 충전소에 지급하는 보조금은 앞 시나리오와는 다르게 충전소 설치 및 운영비용을 100% 보장해주지 않음.
- 본 분석에서는 정부가 충전소 공급자에게 일정 기간 수익을 보장해 주지 않았기 때문에, 모든 보조금을 전기자동차에 배분할 때 전기자동차 보급이 가장 많이 보급되는 것으로 나타났음.
- 정부가 충전소 사업자에게 수익을 보장해 주지 않으면 확장 모형에서도 충전 시장은 확대되기 어려운 구조를 가짐.
- 충전 사업자가 전기자동차의 충전만으로 수익을 얻고 정부의 지원이 충분하지 않을 경우에는 충전기 1기당 수많은 전기자동차를 충전하여 수익을 얻어야 하는 상황이 나와야 함.¹⁾
- 민간 충전기 이용률(ρ)에 따른 전기자동차 보급은 민간 충전기 이용률이 높을수록 전기자동차 보급이 더 많을 수 있음을 보임.

1) 본 모형에서는 충전기 1대당 감당해야 하는 전기자동차 수가 200~500대 정도로 나왔음. 이는 정부의 지원이 충분치 않을 경우 민간 충전기 시장 형성이 어려울 수 있음을 극단적으로 보이는 경우라 판단됨.

[그림 I-3] p 값에 따른 전기자동차와 충전소 공진화

(위: $\rho=0.1$, 아래: $\rho=0.3$)



- 민간 충전기 이용률이 높을수록 전기자동차 보급의 간접적 네트워크 효과가 커질 수 있음.
- 민간 충전기 이용률이 높아지면 충전소의 수익이 확대되며, 충전소의 수익이 확대되면 충전소 사업자의 충전 시장 진입 확률이 높아짐.
- 충전 사업자의 충전 시장 진입 확률이 높아지면 민간 충전기의 보급이 확대되고, 민간 충전기 보급이 확대되면 전기자동차 보급이 확대, 다시 전기자동차 보급이 확대되면 충전소의 수익이 확대되게 됨.
- 이러한 선순환(positive feedback) 구조가 간접적 네트워크 효과를 증대시킴.

3. 정책 제언

□ 시뮬레이션 분석 결과 4가지 정책적 제언을 도출함.

- 전기자동차 초기 시장에서 전기자동차 구매에 직접적 보조금을 주는 정책이 전기자동차 충전소에 보조금을 주는 정책보다 정책적 효과가 더 클 수 있음.
 - 완충 시 전기자동차 주행거리가 전기자동차 사용자의 일일 주행거리보다 길 경우 전기자동차 보조금 정책의 효과는 충전소 보조금 지원 정책보다 더 큰 효과를 발생시킴.
 - 정부는 전기자동차 보급이 자생적으로 커질 수 있을 때까지 전기자동차 구매 보조금 제도를 유지하는 것이 전기자동차 시장 구축에 유리할 것으로 보임.
- 정책 입안자가 민간 충전소 보급 확대를 고려하기 위해서는 민간 충전기와 개별 충전기의 관계를 정확하게 이해하여야 함.
 - 전기자동차 사용자 입장에서는 민간 충전기와 개별 충전기는 보완재 관계이지만, 충전기 사업자 입장에서는 민간 충전기와 개별 충전기는 경쟁재 관계임.
 - 전기자동차 사용자에게 개별 충전기가 보급되지 않는다면 전기자동차 보급은 많은 제약을 받을 것이며, 그렇기 때문에 현재 전기자동차 보급 시 정부는 완속 충전기를 같이 보급하고 있는 실정임.
 - 소비자는 완속 충전기를 보급 받음으로써 전기자동차 충전에 대한 불안감을 줄일 수 있으며, 완속 충전기를 주 충전원으로 사용할 것임. 완속 충전기가 전기자동차 충전의 주 충전원으로 사용한다면 민간 충전기의 활용도는 떨어지게 됨.
 - 민간 충전기 활용도 감소는 정부가 고려하는 충전 시장 구축을 어렵게 만들게 됨.

- 예산상의 문제와 유지·관리의 문제로 개별적으로 완속 충전기를 보급하는 정책은 값비싼 정책이 될 수 있음.
- 그러므로 정부는 전기자동차 소비자에게 개별 충전기 보급을 어떤 방향으로 가져갈 것인지를 고려하여야 함. 즉, 정부는 전기자동차 주 충전원을 개별 충전기로 할 것인지 아니면 민간 충전기로 할 것인지를 설정하여야 함.
- 민간 충전기 이용률 상승은 간접적 네트워크 효과의 선순환 구조를 활성화시켜 전기자동차 보급을 확대시킴.
 - 비록 민간 충전기와 개별 충전기는 경쟁재 관계일 수 있지만, 전기자동차 사용자 입장에서는 보완 관계임.
 - 전기자동차 사용자는 개별 충전기를 갖고 있어야 하지만, 민간 충전기가 주변에 많이 있어야지만 전기자동차 사용을 늘릴 수 있으므로 정부는 민간 충전기 이용률을 증대시킬 수 있는 정책을 고려하여야 함.
 - 그러기 위해서는 민간 충전기와 개별 충전기 간의 관계를 정확히 이해하는 것이 이 문제를 풀기 위한 출발점일 것임.
 - 정부는 전기자동차 사용자가 주 충전원을 개별 충전기에서 민간 충전기로 전환하도록 유인하여야 함.
- 민간 충전소를 확대하기 위해서는 충전기 사업자의 이익이 보장될 수 있는 시장 여건이 만들어져야 함.
 - 모델과 여러 실증적 프로그램에서 볼 수 있듯이 현재 충전 시장에서 충전 사업자가 이익을 얻기는 어려움.
 - 그 이유는 전기자동차 보급이 많지 않고 민간 충전소 이용률이 낮기 때문임.

- 하지만 민간 충전소 확대는 전기자동차 보급을 위한 필수불가결한 요인으로 작용하므로, 초기 충전 시장의 구축과 전기자동차 보급의 활성화를 위하여 충전 사업자에게 보조금을 제공하는 것을 고려할 필요가 있는 것으로 판단됨.
- 충전 사업자가 이익을 추구할 수 있는 여러 가지 사업 모델을 추구할 방안을 고려하여야 함.

4. 기대효과

- 정부의 민간 사업자 육성을 위한 경제적 이론 및 자료를 제공함.
- 정부의 공공 충전기 확대 정책은 초기 시장에서 전기자동차 보급 확대라는 측면에서 중요한 역할을 수행하지만, 민간 투자를 구축(crowding-out)하는 효과를 가짐.
- 현재, 정부가 민간 충전업자에게 보조금을 지급하는 정책이 공공 충전기 확대 정책과 중첩된다는 비판이 존재함.
- 하지만, 이는 공공과 민간 충전기 간의 경쟁적 관계를 이해 못하는 것에서부터 비롯된 잘못된 판단임.
- 본 연구는 정부는 공공과 민간 충전기 시장을 모두 활성화할 필요가 있음을 이론적, 실증적으로 보여줌.

Ⅱ. 국내 전기차 충전서비스 시장 육성방안

1. 배경 및 문제점

□ 그동안 정부차원에서 친환경차의 대명사인 전기자동차(이하 전기차) 보급과 관련 산업을 육성하기 위한 적극적인 노력을 경주해왔지만, 실제 전기차 보급 실적은 미흡한 실정임.

○ 2010년 9월 수립된 「전기자동차 개발 및 보급 계획」을 통해 정부는 2020년까지 전기차 100만대 (누적)보급을 목표로 설정, 「제2차 환경친화적 자동차 개발 및 보급 기본계획(2011-2015)」에 반영하여 추진하였지만 2015년 목표달성률은 5.7%에 그침.

○ 이로 인해 2014년 12월 「전기자동차 보급 확대 및 시장 활성화 계획」을 통해 2020년까지 누적목표 보급대수를 20만대로 하향 조정하였으며, 이를 제3차 기본계획에 반영하여 추진하기로 함.

○ 한편 2016년 6월 「미세먼지관리특별대책」을 통해 2020년까지 누적목표 보급대수를 25만대로 상향 조정하였으며, 이를 제20차 무역투자진흥회의에서 「전기차 발전전략」에 반영하여 발표함.

- 2016년 7월 발표된 「전기차 발전전략」은 2020년까지 국내 보급 25만대(누적), 수출 20만대(누적) 달성을 목표로 설정함.

□ 이처럼 전기차 보급·확산이 지체되는 이유로서 충전인프라 부족이 지적되고 있는 가운데, 전기차-충전인프라 공진화적 발전을 위한 중장기적 충전인프라 구축 전략이 필요함.

- 마치 자동차 산업 발전이 주유소 네트워크에 달려있듯이, 전기차 산업의 발전도 역시 충전소 네트워크 구축이 필수적이며, 자동차-주유소의 공진화와 같이 전기차-충전소는 공진화할 수밖에 없음.
- 이에 2016년부터 시행된 「제3차 환경친화적 자동차 개발 및 보급 기본계획」에서는 기존 정부주도형 구축 전략 탈피, 민간자본 투자 유도를 통한 시장주도형 충전 인프라 구축을 도모하는 전략적 전환이 있었음.
- 특히 저비용·고효율 충전 인프라 구축확대 목표로 운용이 제한적인 정부예산보다 민간자본 투자 유도하여 민간 충전 서비스 시장 구축을 도모하고, 이를 통해 시장주도형 충전 인프라 구축 위한 민간 유료 충전 서비스 활성화 기반 조성이 추진됨.
- 최근 달라진 정부의 전기차 충전 인프라 구축 전략에 발맞추어, 전기차 충전 인프라 비즈니스 생태계, 특히 그 중심에 있는 전기차 충전서비스 시장의 작동 메커니즘에 대해 식별 및 분석을 하고자 함. 이를 통해 국내 전기차 충전서비스 시장 육성을 위한 지원방안을 제안하고자 함.

2. 조사 및 분석 결과

- 전기차(Plug in Vehicle, PEV)와 전력망을 연결해 주는 기반시설인 ‘전기차 충전인프라(Electric Vehicle Charging Infrastructure)’는 주변부를 이루는 전력공급설비, 인터페이스(Interface), 충전정보시스템과 중심의 전기차 충전기(charger)로 구성됨.
- 전기차 충전기 중 특히 직접 충전방식 충전기는 PEV의 충전구와 충전기를 직접 연결하여 전력을 공급하며, 차량 내부에 장착된 배터리를 일정 수준까지 재충전하는 방식으로 충전시간에 따라 완속 충전기와 급속 충전기로 구분됨.

- 완속 충전기: 연결된 케이블을 통해 PEV에 220V 전압의 교류전력을 공급하고, 차량 내 탑재된 정류기(약 3~7kW급)를 통해 이를 직류로 변환하여 배터리를 충전하는 방식
- 급속 충전기: 제어신호를 주고받으며 100~450V 전압의 직류 또는 380V 전압의 교류전력을 가변적으로 공급하여 전기자동차의 배터리를 충전하는 방식

□ 이러한 전기차 충전기를 어디에 설치하느냐에 따라 충전기를 주택용 충전 방식(홈 충전방식)과 상업용 충전방식(공공형 충전방식 포함)으로 구분됨.

○ 주택용 충전방식(또는 홈 충전방식 : Residential or Home Charging) : PEV 소유주의 개별 주거지(특히 단독주택) 내에 단일 가구용으로 설치하여 충전방식.

- 보통 하루 중 가장 긴 시간을 주거지 주차장에 차량을 주차해둔다는 점에서, 가장 효과적인 충전방식으로 충전수요의 가장 큰 비중을 담당하게 될 것으로 예측됨.
- 다만, 서울 및 대도시를 포함하여, 전국적으로 주로 아파트 등 공동주택에 거주하는 가구비중이 높은 국내의 특수성으로 인해, 주택용 충전방식의 확산이 저해될 수 있다는 우려가 존재함. 결국 국내에서 미국이나 유럽 등의 수준까지 주택용 충전을 통해 충전하는 것은 어려울 수 있음.

○ 상업용 충전방식(Commercial Charging) : PEV 소유주의 개별 주거지 밖에 설치된 충전기를 이용한 충전방식으로서, 직장용 충전방식 등과 같이 이용자에 제한을 두는 비공공형 충전방식과 무료 또는 유료로 누구나 접근하여 충전장비를 이용할 수 있는 공공형 충전방식이 있음.

□ 이중 공공형 충전방식은 실제 충전수요를 충족시키는 역할보다는 PEV 보급을 저해하는 심리적 장애요인, 곧 소위 '주행가능거리에 대한 우려(Range

Anxiety)’ 문제 해소를 위한 수단이라는 점에서, 전기차 보급 확대를 위한 공공부문 전기차 충전인프라 구축 지원정책의 중심축이 될 필요가 있음.

- ※ 주행가능거리에 대한 우려(Range Anxiety) : 배터리에 충전된 전력이 다 소진되어, 도로 한가운데서 꼼짝달싹할 수 없게 될 수도 있다는 두려움을 의미
- 공공형 충전방식이 PEV의 충전수요에 대응하기 위한 것이 아니라는 점에서, 수익성을 제일의 우선순위에 놓는 민간자본의 투자확대는 현실적인 한계가 분명함.
- 이로 인해 공공형 충전방식의 보급에는 중앙정부나 지방자치단체 등 공공부문이 일정 정도 공공재원을 투입해야 할 공공정책의 영역으로 보는 것이 타당함.
- 한편 공공형 충전방식에 활용되고 있는 급속 충전기는 2016년 전국 487기로서 전기차 1대당 0.04기가 구축되어 있지만, 2011년부터 연평균 15.8%의 감소세를 보이고 있어 전기차 보급수준에 맞추어 보다 적극적인 구축전략이 필요한 상황임.

[표 II-1] 국내 전기차 1대당 공공형 급속 충전기 누적 보급현황

단위 : 기

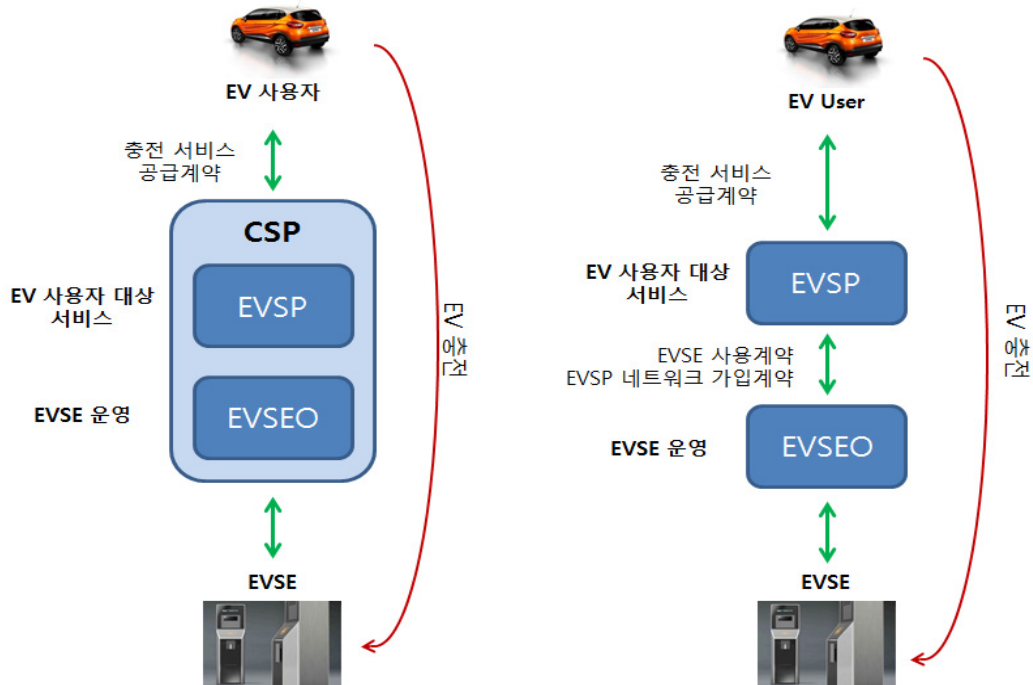
구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	연평균 증가율
급속 충전기수	33	118	177	237	337	487	71.3%
전기차 1대당 급속 충전기수	0.10	0.11	0.09	0.08	0.06	0.04	-15.8%

- 이러한 공공형 (충전방식용) 급속 충전기의 향후 보급목표는 2020년까지 누적 1,400기에서 2016년 6월 「미세먼지 관리 특별대책」에서 3,000기로 확대된 상황으로 충전인프라 구축을 위한 새로운 추진전략이 필요한 시점임.

- 현재 정부의 전기차 보급목표에 따라 2020년 25만대의 전기차가 보급되면 전기차 충전기는 약 29만기, 2030년 100만대의 전기차 보급을 위해서는 약 74만기의 전기차 충전기가 요구됨. 이 중 급속 충전기는 2020년 1,810기, 2030년 4,064기가 필요할 것으로 추정됨.
- 한편 전기차 충전인프라를 둘러싸고 기존 또는 새롭게 등장한 다양한 사업 활동들(business activities)이 비즈니스 생태계(business ecosystem)를 형성하고 있으며, 그 중심에는 전기차 충전서비스 제공사업을 운영하는 전기차 충전서비스 제공사업자(Charging Service Provider, CSP)가 존재함.
 - 전기차 충전서비스 제공사업자(CSP)가 판매하는 가장 핵심적인 상품은 PEV에 내장된 배터리를 충전하기 위한 충전용 전기를 공급하는 서비스로서, 전기사업자(전기판매업자나 구역전기사업자 등)로부터 전기를 구입하여 PEV 이용자에게 재판매하는 일종의 전기(재)판매사업자임.
 - 또한 전기차 충전서비스 제공사업은 그 자체가 단일한 충전소보다는 1개 이상의 복수의 충전소들이 상호·연결되어 구성된 충전소 네트워크를 기반으로 있는 관계로 자연스럽게 ‘네트워크’ 산업적인 성격을 지님.
- 이러한 전기차 충전서비스 제공사업을 구성하는 핵심주체는 전기차 충전소 운영자(EVSEO)와 전기차 이용자 대상 서비스 공급자(EVSP)로서, 전자가 사업의 기반이 되는 충전소 네트워크의 개별 노드(들)의 관리자라면, 후자는 노드 간의 링크 및 흐름을 통제·운영·관리하는 충전소 네트워크 운영자임.
 - 전기차 충전서비스 제공사업을 기반으로 둔 ‘충전소 네트워크’는 노드로서 네트워크를 물리적으로 구성하는 하드웨어적인 요소(전기차 충전소 네트워크)와 이러한 네트워크 내 링크와 흐름을 통제·운영·관리하는 소프트웨어적 기능으로 나누어서 이해 가능함.

- ① **전기차 충전소 운영자(Electric Vehicle Supply Equipment Operator, EVSEO)**
: 물리적인 전기차 충전소를 기반으로 PEV 충전세션 관리, 충전소 모니터링, 충전장비 유지관리 및 통제 등의 업무(사업 활동)를 담당함.
 - ② **전기차 이용자 대상 서비스 공급자(Electric Vehicle Service Provider, EVSP)**
: 전기차 충전소를 노드로 충전소 간에 통신 인프라 등을 활용하여 연결(곤 링크)하고, 노드 간 링크를 타고 정보를 교환하는 흐름을 통제·운영·관리하는 기능을 담당함.
- **전기차 충전소 운영자(EVSEO)와 충전소 네트워크 운영자인 전기차 이용자 대상 서비스 공급자(EVSP) 간의 관계는 충전소 네트워크상의 충전장비(EVSE)의 소유권에 따라 두 가지 형태가 존재함.**
- ① **EVSP+EVSEO 결합형태(단일한 CSP 구성)** : 네트워크 운영자인 전기차 이용자 대상 서비스 공급자가 충전소 네트워크상의 충전장비 소유권을 지닌 형태
 - ② **EVSP와 EVSEO 분리형태** : 충전소 네트워크상의 충전장비들의 소유권이 전기차 이용자 대상 서비스 공급자가 아닌 전기차 충전소 운영자(소유자)에게 있는 유형

[그림 II-1] 전기차 충전서비스 제공사업의 구성요소 간 관계 유형 비교



자료: Ratej *et al.*(2013), 저자 일부 수정

○ 추가적으로 전기차 이용자 대상 서비스 공급자(EVSP)간 로빙서비스를 위해 대규모 시스템을 운영·관리하고, 참여공급자들 간의 중재나 정산과정을 책임지기 위한 마켓플레이스(B2B시장) 운영자(Marketplace Operator)도 역시 전기차 충전서비스 제공사업의 주체로서 참여할 필요가 있음.

- 로빙서비스는 전기차 이용자 대상 서비스 공급자(EVSP)간 B2B 충전장비 사용계약(로밍계약)을 체결하고, 각 사가 충전장비를 운영·관리하는 정보통신시스템 간 공통의 통신 프로토콜(protocol) 등 통신 인터페이스(communication interface)를 구축함으로써 실행이 가능함.

□ 전기차 충전서비스 제공사업의 기본적인 '수익모형(Revenue Model)'은 PEV 이용자에게 충전서비스를 제공하고, PEV 이용자로부터 반대급부로 '충전요금'을 부

과하여 회수함으로써 직접적인 수익(즉, 충전서비스 수수료)을 창출하는 방식임.

- 전기차 충전서비스 제공사업의 충전요금 부과방식 중 전기차 보급 초기단계에 등장한 기초적인 형태는 충전요금 미부과 방식(즉 무료 충전서비스)이었음
 - 반면 충전요금을 부과하는 방식(유료 충전서비스)으로는 주로 충전요금을 전기차 충전에 앞서 지불하는 선불형(prepaid) 방식과 실제 충전을 완료한 후에 지불하는 후불형(postpaid) 방식이 있으며, 최근 이용자나 운영자의 선호에 따라 선불형과 후불형이 혼합되어 있는 혼합형(prepaid + postpaid) 방식도 등장함
- 그러나 이러한 기본적인 수익모형으로는 수익성을 갖춘 전기차 충전서비스 제공사업을 영위하기에는 아직까지 한계가 있다는 인식이 전 세계 전기차 충전서비스 시장에서 보편적으로 공유됨.

3. 정책 제언

- 현재와 같은 국내 전기차 산업의 토양에서는 전기차 충전서비스 시장이 제대로 성장하는데 한계가 있으며, 더욱이 전기차 충전소 운영사업을 주유소 운영과 같이 수익창출이 가능한 독립된 사업으로 상정하는 것도 무리수임.
- 2016년 10월말 기준 주유소(LPG 충전소 포함) 1개소가 평균적으로 1,514대의 내연기관차를 상대할 수 있는 반면, 전기차 충전소 1개소 당 평균적으로 12.4대의 전기차만을 상대할 수 있음.

[표 II-2] 전기차와 내연기관차의 주유·충전소 상대적 규모 비교

구 분	차량 수(대)*	주유·충전소(개소)**	주유·충전소당 차량 수(대)
전기차(a)	10,528	849	12.40
내연기관차(b)	20,979,357	13,856	1,514.10
비율(a/b)	0.050%	6.1%	0.8%

* 차량대수: 2015년 말 기준 전기차 누적보급대수, 자동차등록대수(전기차 대수 차감)

** 주유·충전소 수: 2016년 10월 말 기준 주유·충전소(오피넷), 전기차 충전소(ev.ork.kr)

□ 이러한 관점에서 국내 민간 전기차 충전서비스 시장 구축을 위한 공적영역에서의 지원이 필요하며, 본 연구는 구체적인 지원방향을 다음과 같이 제안함.

가. 전기차 충전서비스 수수료에 대한 한시적인 보조

- 현재 국내 민간 전기차 충전서비스 제공사업자들은 일종의 교차보조 방식에 의존하고 있어, 직접 수익이 되지 않는 사업을 위해 적극적인 투자를 할 이유는 크지 않기 때문에 충전소 설치를 위한 투자 요인은 제한적임.
- 현행 급속 충전기 기준 충전요금 수익인 173.8원/kWh은 기본경비 223.3원/kWh (=전기요금 + 경비 및 일반관리비) 의 78.2% 수준, 적정투자 보수와 기본경비 조차도 회수가 불가능함.
- 현재 국내 급속 충전서비스의 충전요금은 환경부가 2017년 1월 고시한 173.8원/kWh(고정단가)가 통용되고 있으며, 이는 2016년 4월 책정된 평균 가격 313.1원/kWh(계시별 단가범위 : 284.2~385.4원/kWh)에 비해 44% 정도 할인된 수준임.

- 이러한 문제 해결을 위해 충전서비스 수수료 일부를 공공재원으로 보조해 준다면, 일정 정도 충전요금 인하를 통해 충전수요 창출과 함께 전기차 충전서비스 제공사업자의 수익확보라는 두 마리 토끼를 잡을 묘책이 될 수 있음.

나. 민간 전기차 충전소 운영사업자(EVSEO)의 육성 지원

- 전기차 보급 확대하는 차원에서, 전기차 잠재적 구매자가 내연기관차 주유소와의 비교할 때 심리적 두려움을 불식시키기 위해서 물리적인 충전소 자체의 규모를 늘릴 필요가 있음.
- 그러나 현재와 같이 충전수요가 부족한 상태에서 기존 전기차 충전서비스 제공사업자(CSP)들이나 신규 진입자 모두에게 물리적 충전소 규모를 늘리기 위한 자본투자는 한계가 있을 수밖에 없음.
- 이러한 한계들을 고려한다면, 전기차 충전장비를 직접 소유하여 충전소를 운영하는 민간 전기차 충전소 운영사업자(EVSEO)를 육성할 필요가 있음.
 - 민간 전기차 충전소 운영사업자가 구축한 전기차 충전소의 실제 운영 및 관리하는 기존의 통합된 전기차 충전서비스 제공사업자(CSP) 또는 전기차 이용자 대상 서비스 공급자(EVSP)와의 계약을 통해 위탁하는 것이 바람직함.
- 이때 민간 전기차 충전소 운영사업자(EVSEO)는 구축한 전기차 충전소를 활용하되, 충전서비스 제공사업의 다른 수익모형을 발굴하여 사용하는 것이 필요하며, 이와 함께 발굴된 수익모형에 따른 사업에 대한 정책적 지원이 수반되어야 함.

< 참고자료 >

김재경, 『전기차 충전서비스시장 활성화를 위한 정책연구』, 산업통상자원부, 2017

Jerram, L. and J. Gartner (2016), Electric Vehicle Charging Services, Level 1, Level 2, DC Fast Charging, and Wireless Charging for Residential and Commercial Applications : Global Market Analysis and Forecasts, Navigant Research. Boulder, CO.

Madina, C., I. Zamora and E. Zabala (2016), Methodology for assessing electric vehicle charging infrastructure business models, Energy Policy Vol. 89, pp. 284 - 293.

NRC (2015), Overcoming Barriers to Deployment of Plug-in Electric Vehicles, 2015 Washington, DC: National Research Council for The National Academies, The National Academies Press.

정책 이슈페이퍼 17-07

네트워크 기반의 전기자동차 충전인프라 구축방안 연구

2017년 4월 30일 인쇄

2017년 4월 30일 발행

저 자 이 승 문, 김 재 경

발행인 박 주 현

발행처 에너지경제연구원

44543 울산광역시 중가로 405-11

전화: (052)714-2114(代) 팩시밀리: (052)714-2028

등 록 1992년 12월 7일 제7호

인 쇄 (사)한국척수장애인협회 인쇄사업소 (031)424-9347
