

정책논단

# 싱가폴의 전기차 테스트 베드 사례와 시사점

제주발전연구원 연구위원 김 현 철

전기자동차는 에너지를 사용하는 수단이면서 동시에 에너지를 공급할 수 있는 도구이기 때문에 이를 고려한 교통 및 에너지정책이 먼저 수립되어야 할 것이다. 따라서, 장기적인 에너지계획과 교통계획이 성공적인 전기차도입에 결정적인 요인임을 인식할 필요가 있다. 또한 전기차 정책에 있어 제주도 특유의 지형과 환경을 고려할 필요가 있다

J E J U D E V E L O P M E N T F O R U M

## I. 싱가포르 전기차 테스트베드 프로그램의 배경

싱가폴은 2009년 육상교통에 필요한 화석연료와 이를 대체할 에너지를 강구하는 로드맵을 작성하고 이를 바탕으로 싱가포르에 전기차를 도입하기로 결정하였다. 이를 위해 구체적으로 싱가폴은 전기를 보다 효율적으로 사용하고 교통에 사용되는 석유사용량도 줄이며 동시에 환경오염도 줄일 수 있는 방안으로 전기차를 상용화하기로 하고 현재 전기자동차 상용화를 위한 시범운용(test-bedding)<sup>1)</sup> 중에 있다. 싱가폴은 전기차뿐만 아니라 여러분야의 연구 개발분야에 걸쳐 최적의 실증단지로 이용된 적이 많았다. 예를들면 BMW는 수소전기 자동차의 시범운전을 싱가포르에서 했으며, British Petroleum(BP)<sup>2)</sup>도 이를 위하여 수소충전시설을 싱가포르에 시범 설치한 적이 있다.

1) 어떻게 전기차를 기존교통체계와 접목할수 있는가를 가능하기위해 2011년 6월에 시작 하였음.

2) 영국의 석유회사

싱가폴은 국토가 크지 않으면서도 좋은 수준의 인프라가 구축되어 있어 새로운 아이디어를 빨리 전파하며, 숙련된 인재풀과 발전된 기술분야가 잘 준비되어 있어, 기술혁신과 개발에 필요한 노동력과 기술적인 측면에서 많은 조언과 도움을 쉽게 받을 수 있는 것이 특징이자 장점으로 볼 수 있다.

## II. 전기차 테스트베드 프로그램 (Electric Vehicle Test-Bedding)

### 1. 프로그램 운용목적

일반적으로 전기차는 일반자동차에 비해 다음과 같은 비교우위가 있다고 알려져 있다. 구체적인 이유를 보면 전기자동차 모터시스템은 내연기관자동차에 비해 연비가 2배이상 효율적이다. 예를 들어 시동은 켜으나 주행중이지 않을 때나 언덕을 내려갈 때는 에너지가 사용되지 않으며 브레이크를 밟고있으면 전기를 생산하는 기능이 있으므로 일정부분 사용한 에너지를 회수할 수 있다.

또한 르노-니산이 조사한 바에 의하면 같은 배기량의 휘발유자동차가 전기자동차로 전환되었을 때 절감되는 이산화탄소 방출량이 원유채굴에서 부터 차량행들에 (well-to-wheel) 전달되는 에너지를 기준으로 약66%정도 되는 것으로 나타나기도 했다. 전기자동차 시범운행 프로그램을 통하여 싱가폴은 다음과 같은 네가지를 달성하고자 하는 목표를 설정하였다.

- 적절한 인프라와 비즈니스모델의 구축
- 싱가폴에서 전기자동차를 운행할 수 있는 지 여부에 대한 판단
- 연관정책평가
- 연관산업 및 연구개발 추진

### 2. 참여기관 및 전기차종

싱가폴의 시범운전프로그램은 싱가폴 에너지 시장국(EMA: Energy Market Authority of Singapore)과 토지교통국(LTA: Land Transport Authority)이 주축이 되어 전기차 테스크포스팀(EV Taskforce)을 이끌고 있으며 전기자동차가 싱가폴에 어떤 이익을 주며 전기자동차를 받아들일 수 있는지 연구하고 있다. 전기차 테스크포스팀은 EMA와 LTA외에 다양한 정부기관

이 참여하고 있으며 이를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

- Agency for Science, Technology and Research (ASTAR)
- Economic Development Board (EDB)
- Housing and Development Board (HDB)
- Infocomm Development Authority of Singapore (IDA)
- Ministry of the Environment and Water Resources (MEWR)
- Ministry of Trade and Industry (MTI)
- National Environment Agency (NEA)
- Singapore Civil Defence Force (SCDF)
- SPRING Singapore

참여하고 있는 기관들의 면면을 보면 기술개발, 경제개발, 주택건설 및 관리, 인포메이션, 환경부, 통상산업부, 소방본부 와 기술특허 및 보존을 관장하는 부서들이 망라되어 있으며 이는 전기자동차 도입과 시범운전 프로그램이 단순한 전기자동차도입을 뛰어넘어 자동차와 연관된 기술개발과 인프라와 관련된 분야로 긍정적 효과창출에 대한 바람과 이를 달성하고자 하는 싱가포르 정부의 실천적 의지가 잘 반영된 것이라 볼 수 있다.

2011년 6월 25일에 향후 전기자동차와 교통수단의 전기화에 관심이 있는 회사를 중심으로 전기자동차시범운행 프로그램을 가동하였고 싱가포르 전체에 전기자동차 시범운전에 필요한 전기충전시설을 구축하는 회사로는 Robert Bosch<sup>3)</sup>가 선정되었다. 싱가포르 전기차시범운전 프로그램은 향후 전기차의 대량생산과 이용에 대비하여 다음과 같은 사항을 중점적으로 점검하고 있다.

- 충전시설의 설치 및 운영에 있어서 가장 효율적인 방법모색
- 충전과 전기차 주행거리와 관련된 사용자의 관심사항 분석
- 전기자동차 전지 (배터리)시스템의 실효성(robustness)점검
- 싱가포르의 도로상황에서 전기자동차의 성능 발휘여부 점.

2012년 8월 15일 현재 이 시범운전프로그램에 참가하고 있는 전기차는 44대 이며 참여하고 있는 업체와 모델명은 Mitsubishi i-MiEV, Diamler Smart electric drive, Renault Fluence Z. E,와 Nissan Leaf 등 이

3) 독일에 본사를 둔 전기공구 제작회사, 웹페이지: [http://www.bosch.com/worldsite\\_startpage/en/default.aspx](http://www.bosch.com/worldsite_startpage/en/default.aspx)

다. 전기차 시범운전 프로그램은 전기차제조사와 협력하여 현재 진행 중이며, 2013년까지 진행될 예정이다.

### 3. 프로그램 지원정책, 성과 및 문제점

#### 1) 비용·편익분석

에너지 연구원 (ESI: Energy Studies Institute)은 EV Taskforce로부터 용역을 받아 연구를 수행하고 있다. EV Taskforce는 전기차 비용편익분석을 하기 전에 에너지연구원(ESI)을 통하여 일반 대중에게 전기차를 어떻게 인식하고 있으며, 무엇을 기대하고 있는가에 대해 알아보는 시장 및 설문조사를 실시하였다. 비용편익분석을 위해 전기차 충전에 드는 시간, 주행거리 등 전기차 동차 성능과 관련된 자료를 수집하고 있으며 동시에 전기사용량에 따른 발전 용량에 의거한 이산화탄소방출량 계산 등 환경에 미치는 영향을 가늠할 수 있는 자료도 수집 중에 있다.

#### 2) 충전시설

일반충전시설은 싱가포르 전역에 걸쳐 32개이며 급속충전시설도 작년말 1개소가 LTA내 건설협회(BCA Academy: Building and Construction Authority)에 개설되었다. 앞으로 급속충전시설을 2개소 더 설치할 계획이며 충전시설은 앞에서 언급한 바와 같이 Robert Bosch에서 설치할 예정이다.<sup>4)</sup> 전기충전을 위한 인프라에 해당하는 충전시설의 경우 충전에 7시간 에서 8시간

〈일반충전시설〉



실내



실외

사진출처: <http://www.ema.gov.sg/ev-test-bed/how/>

4) 싱가포르 전역내 충전시설이 설치된 장소는 웹사이트 참조 <http://www.bosch-emobility.sg/en/com/charginglocations/publicmap.html>

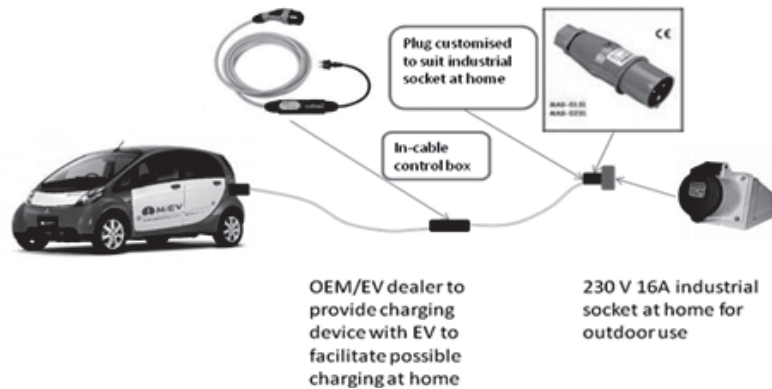
걸리는 일반충전시설은 60개를, 30분에서 45분 소요되는 급속충전시설은 3개를 설치하며 2016년까지 운영할 계획이며 각 전기자동차 사용자는 한 대의 일반충전기와 충전서비스를 Robert Bosch로부터 제공받을 것으로 되어있다.

〈옥외에 설치된 전지충전시설〉



사진출처: Lam, Albert : “New Industrial Revolution: Viability of Electric Driving”, ElectricVehicleAsia2010, Seoul, Korea, 2010년 9월 28일, 발표자료

전기자동차 사용자에게 지급되는 충전기와 어떻게 연결되는 지를 간략하게 살펴보면 아래 그림에서 나타난 바와 같으며 전기자동차 공급자가 전기충전을 가정에서 할 수 있게끔 하기 위해 제공하는 부품은 케이블박스, 가정용 소켓에 맞게 조정된 플러그, 가정에서 사용할 수 있는 230볼트 16암페어 옥외용 산업용소켓 등이다.



그림출처 : <http://www.ema.gov.sg/ev-test-bed/how/>

### 3)전기차 프로그램운용 지원정책

프로그램 운용의 주요 지원정책을 보면 육상교통과 에너지정책을 동시에 고려하여 전기차 정책을 진행하였고, 전기차를 개인 교통수단으로 활용하기 보다는 공공성을 지닌 교통수단으로, 즉, 택시나 운송업체, 정부부서의 교통수단으로 활용하고 있으며 또한 카풀프로그램에 전기차를 사용하기를 적극 권장하고 있다. 차량을 전량수입하고 있는 싱가포르의 차량은 상당히 높은 관세 및 등록세를 부과하고 있으며 차량을 구입할 수 있는 권리를 입찰을 통해 분배하고 있는데, 차량구입과 관련한 기존법규를 보완하여 적절히 개정하였다. 즉, 기존의 차량구입과는 다르게 자동차 구입 시 부담해야 되는 모든 세금을 감면해주는 제도를 도입한 것이 그것이다.<sup>5)</sup>

싱가폴은 또한 전기차를 운영하는데 애로사항이 없도록 전기차 관련 인프라를 구축하는데 집중하였으며 특히 충전시설을 적재적소에 설치하기위해 충전시설 설치업체인 Robert Bosch와 협력하여 최적의 장소에 적절한 수의 충전시설을 설치하였다. 연관부서가 task force를 구성하여 한달에 한번씩 모여 test-bedding진행사항을 점검하며 부서간 협조가 필요한 사항을 조정하고 있다. 또한 전기차관련 인프라를 구축하기위해 해당업자를 항상 회의에 참석시켜 진행사항을 항시 점검하고, 충전시설 설치와 관련하여 정책을 조정 및 수립하고 필요시 적절한 대응을 하고 있다.

### 4)성과 및 문제점

전기차 시범운전프로그램 경과보고서에 의하면, 전기차가 소음이 없고 주행거리도 싱가포르에서 크게 제약조건이 되지 않을 것으로 보고 있다. 싱가폴은 하루 일인당 평균주행거리가 200km를 넘지 않기에, 현재 충전기술로 완전히 충전된 배터리로 운행할 수 있는 거리를 크게 벗어나지 않을 것이며 에어컨을 사용하거나 승차인원이 많게 되면 주행거리가 떨어질 수 있으나 어느 정도 주행거리 효율성이 떨어지는 지는 전기차에 대한 비용편익분석이 끝나게 되면 좀 더 분명한 결론이 도출되리라 예상되어진다. 특히 높은 석유가격은 전기차를 싱가포르에서 더욱 더 경쟁력이 있고 매력적으로 소비자에게 다가갈 수 있게 한다고 보고 있으며 나아가 전기차가 야간에 생산된 전기를 저장했다가 주간에 전기수요가 증가할 때 시장에 되파는 기능을 할 수 있는 지, 전기차의 발전가능도 연구하고 있다.

5) 개량교통기술혁신 및 개발계획(TIDES+: Enhanced Transport Technology Innovation and Development Scheme)

현재 기술상태로는 일반 자동차가 효율면이나 편리성에서 전기차나 다른모드의 교통수단에 비해 우위에 있다고 볼 수 있으나 전기차가 전기를 어떻게 공급하느냐에 따라, 그리고 비용과 환경조건 등을 고려했을 때 전기차가 일반 내연기관 자동차를 대신할 수 있을 것인지 판단될 수 있을 것이라 예상된다.

싱가폴이 전기차를 도입하는데 고려해야할 여타 사항을 살펴보면 다음과 같다.

- 일반자동차에 비교해볼 때 상대적으로 비싼 가격 보전여부
- 비싼 자동차가격에 비해 한번 충전된 배터리로 주행할 수 있는 거리가 짧은 점을 어떻게 보완할 것인지 여부
- 연료탱크를 다 채우는데 5분에서 10분정도 소요되는 주유시간에 비해 일반충전시 6시간에서 8시간이 걸리는 문제가 있으므로 급속 충전시설을 널리 보급할 수 있으나, 이를 설치하는데 비용에 대한 방안마련.
- 옥외에 설치하기에 안전사고 예방을 위한 대책마련 등이다.

결론적으로 싱가폴은 높은 산이 없고 차량의 평균주행거리가 200km를 넘지 않아 전기차를 도입하기에 최적의 조건을 구비하고 있다고 볼 수 있고 전기차도입이 환경문제를 풀며 이울러 Urban E-Mobility<sup>6)</sup>를 달성하는 수단으로 점차 자리잡아가고 있는것을 볼 수 있다. 또한 지능형 에너지 시스템(IES: Intelligent Energy System)<sup>7)</sup>을 도입하여 전기차와 연결하므로 전기차를 전기소비주체인 동시에 발전기능을 할 수 있는 수단으로 보고 연구를 진행하고 있기도 하다.<sup>8)</sup>

6) 도심에서 전기로 교통을 담당하는 것임 예를 들면 전기자동차, 전기자전거 등을 이용하여 이동하는 것을 가리킴.

7) 싱가폴에서 실시하는 에너지 프로그램의 일종으로서 재생에너지 소스의 통합, 에너지 효율프로그램의 실행 및 전기차 충전과 같은 신기술 개발 보급을 위한 기반확충을 말함.

<http://www.accenture.com/us-en/Pages/success-singapore-intelligent-energy-system-project.aspx>

8) 전기차 충전기를 가정에 설치하게 되면 전기요금이 싸고 남는 저녁이나 밤에 전기차를 최대로 충전하고 전력사용량이 많은 낮시간에 전력망에 돌려주어 계약에 의한 요금을 받을수 있으며 이를 Interruptible Load라고 함.



### III. 제주에 주는 시사점

제주도는 2011~2013년 기간 동안 전기자동차 시범지역화 추진 중에 있다. 즉, 공공기관에 우선하여 전기자동차를 보급하고 스마트그리드 실증사업의 충전인프라를 활용하여 제주를 한국내 전기차 메카로 육성, 전기자동차 보급정책과 전기자동차 보급촉진을 통한 제주 전지역을 전기자동차 시범지역화 한다는 것이며 따라서 싱가포르의 실증경험의 사례는 제주에서도 많은 참고가 될 것이 자명하다.

제주도가 전기차 시범지역을 넘어 상용화 단계를 구상한다면 먼저 고려해야 할 점은 전반적인 교통정책과 에너지정책을 여하히 유기적으로 연결하는 것으로 볼 수 있다. 즉, 전기자동차는 에너지를 사용하는 수단이면서 동시에 에너지를 공급할 수 있는 도구이기 때문에 이를 고려한 교통 및 에너지정책이 먼저 수립되어야 할 것이다. 따라서, 장기적인 에너지계획과 교통계획이 성공적인 전기차도입에 결정적인 요인임을 인식할 필요가 있다. 또한 전기차 정책에 있어 제주도 특유의 지형과 환경을 고려할 필요가 있다. 전지역이 거의 평지인 싱가포르와 달리 산지가 있는 제주도는 주행거리 면에서 싱가포르 보다 짧을 수 있고 또한 사계절이 있기에 즉, 여름이 덥고 겨울이 추울수 있다는 점 또한 싱가포르 보다 상대적으로 짧은 주행거리를 시현하는 요인이 되므로 이를 고려하여 전기충전이나 배터리를 교환하는 방법을 고려해야 할 것이다. **JDI**

#### \*참고문헌

- 관계부처합동, 제1차 지능형전력망 기본계획, 2012. 6
- 김현철, 전기차시장의 동향과 제주의 과제, 제주발전포럼 제33호, 제주발전연구원, 2011.10
- Lam, Albert : "New Industrial Revolution: Viability of Electric Driving", ElectricVehicleAsia2010, Seoul, Korea, 2010. 9, 발표자료
- <http://www.accenture.com/us-en/Pages/success-singapore-intelligent-energy-system-project.aspx>
- [http://www.bosch.com/worldsite\\_startpage/en/default.aspx](http://www.bosch.com/worldsite_startpage/en/default.aspx)
- <http://www.bosch-emobility.sg/en/com/charginglocations/publicmap.html>
- <http://www.ema.gov.sg/ev-test-bed/how/>