

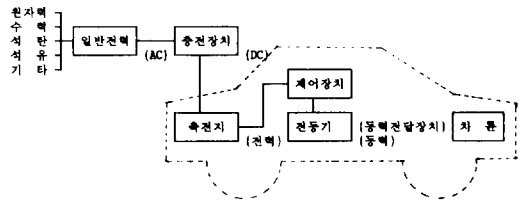
# 전기자동차 기술 개발 동향

윤 문 수\*

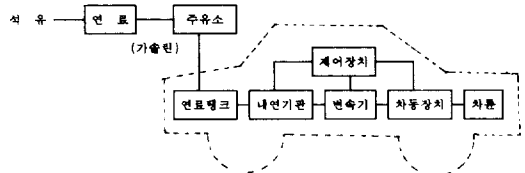
(\*한국전기연구소 전기자동차 개발팀)

## 1. 서 론

전기자동차란 내연기관 대신에 축전지에 저장된 전기에너지로 motor를 작동시켜 동력을 발생시키고, 이를 동력전달장치를 통해 차륜을 회전시켜 주행하는 차량으로 최근 환경 문제해결을 위한 수단으로써 그 중요성이 증대되어 선진 각국에서는 국가적 차원에서 개발을 추진하고 있으며, 각국 차량 제조업체, 전기업체, 전지업체 등에서 전기자동차 및 요소기술 개발을 추진하고 있는 중이다. 전기자동차는 모터, 제어기, 충전기, 전지 등 대부분 전기 관련 기술이 많고 신뢰성도 거의 전기기술에 달려 있다. 이러한 측면에서 본고에서는 전기자동차의 핵심기술을 분석하고, 해결해야 할 주요과제, 국내외 기술동향 등을 기술하여 전기자동차 개발에 관심이 계시는 분들을 위하여 소개하고자 한다.



(a) 전기자동차의 원리



(b) 가솔린 자동차의 원리

그림1. 전기자동차와 가솔린 자동차의 개념비교

## 2. 전기자동차의 핵심요소기술 및 해결해야 할 주요과제

### 2.1 전기자동차의 구조

그림 1에 전기자동차와 가솔린 자동차의 개념비교를 표시하였다. 가장 근본적인 차이는 기존의 가솔린 자동차가 연료로써 석유를 사용하는 데 비해 전

기자동차는 전력을 이용하는 것이고, 주유소 대신에 충전 스탠드를, 연료탱크 대신에 2차전지를, 내연기관 대신에 전동기를 사용하는 것이다.

### 2.2 전기자동차의 핵심요소

전기자동차의 핵심요소 기술은 그림 1에서 알 수 있는 바와 같이 2차전지, 전력변환기, 구동모터, 제어장치, 충전장치, 차량 및 차체, 각종 표시기 등이

고, 각각의 역할은 다음과 같다.

- 2차 전지(Secondary Battery) : 전기에너지를 저장하여 주행시 모터에 에너지 공급
- 전력변환기 : 전지에 저장된 전기에너지를 모터 구동에 적합한 형태로 변환하는 장치
- 구동모터 : 전지에 저장된 에너지를 사용하여 기계적 동력을 발생
- 제어장치 : 자동차의 속도, 가속력 등 주행에 필요한 각종 성능을 제어
- 충전기 : 전지에 전기에너지를 충전하는 장치
- 각종계기류 : 전지의 잔존용량, 각종 정보장치 등의 표시
- 차체

## 2.3 해결해야 할 주요 과제

전기자동차는 여러가지 장점이 있지만 아직도 성능면에서는 기존의 자동차에 비해 떨어지고 있으며 해결해야 할 문제점들은 아래와 같다.

- 일충전주행거리 증대 : 전지에 축적된 에너지로 주행할 수 있는 거리이며 상용전기자동차는 100km 내외이다. 일충전주행거리를 증대시키기 위해서는 고성능 2차 전지 개발(축전지의 에너지밀도 증대 및 전지의 경량화) 및 차체의 경량화, 에너지 소모의 최소화(고성능 모터, 제어장치 개발)가 필요하다.
- 가속 및 등판 성능 향상 : 이를 위해서는 고성능 모터, 전력변환 및 제어장치 개발과 고성능 2차전지 개발(축전지의 Power density 증대)이 필요하다.
- 축전지의 충전 소요시간 감소 : 축전지를 충전하기 위해서는 현재 납축전지의 경우 6~8시간이 소요되고 있고 충전 소요시간 감소를 위해서는 고성능 2차전지 및 고속 충전장치 개발이 필요
- Cost 저감 : 전기자동차는 현재 생산대수가 적기 때문에 1대당 가격이 기존의 차량에 비해 3배정도 비싸다. 차량 가격을 기존차 정도로 인하하기 위해서는 먼저 각종 부품 비용감소 및 수명 증대가 필요하고, 수요를 창출하여 대량으로 보급(대량 생산)하는 일이다.
- 보급확대를 위한 제도적 대책 마련 : 기술개발 촉

진대책, 보급에 따른 정부지원 및 우대제도, 수출을 위한 특별지원, 환경규제, 특별 전력 요금제도, 주차장 내 충전장치 설치, 수리를 위한 서비스 기능 강화 등이 제도적으로 되어야 할 것이다.

## 3. 전기자동차 개발의 당위성

전기자동차는 에너지, 환경적 측면에서 대량 보급이 되어야 하고 앞으로는 주요 교통수단으로 사용되어야만 될 것으로 생각된다. 이하 전기자동차 기술을 개발하여야 할 당위성에 대해 설명하고자 한다.

### 3.1 21세기 육상교통수단으로서의 주요 역할을 담당

21세기에는 전용 Guideway 방식의 간선 교통시스템과 전기자동차에 의한 근거리 교통수단을 병용하는 Dual-Mode 시스템이 등장하고, 공유개념의 소형, 고기능 자동차를 이용한 City Car 방식이 도입될 것으로 생각된다. 이러한 교통 수단으로는 도심권에서의 전기자동차, 지하철, 도시간 교통은 고속 전철등이 주종을 이룰 것이므로 이에 대비한 기술 개발이 필요하다.

### 3.2 배기가스, 소음 등 자동차로 인한 공해문제 해결에 기여

선진국의 경우 소송부문의 대기오염 현황을 보면 NOx, CO의 배출량은 자동차 등 수송부문에 크게 기인하고 있으며(우리나라의 경우는 더욱 심각함)

NOx : 전체 배출량의 45-80%
CO : 전체 배출량의 65-98%

전기자동차의 경우, Clean Energy인 전력을 사용하므로 배기가스나 소음의 발생이 거의 없는 교통수단으로서, 점진적인 국내 보급확대를 유도해야 한다.

### 3.2 에너지원 다원화로 미래의 에너지 문제 해결에 기여

우리나라 최종에너지 사용량 중 약 17.6%, 석유

류 소비량의 약 32.8%가 수송 부문에서 소비되고 있으며, 앞으로 화석연료 고갈시를 대비한 에너지 대체가 시급한 실정이다. 전기자동차의 경우, 2차 에너지인 전기에너지를 사용하므로 화석연료가 아닌 원자력, 수력, 대체에너지 등이 이용 가능하며, 이러한 장점을 활용하여 에너지 공급원의 다원화를 모색할 수 있다.

### 3.3 에너지 이용효율의 증대로 에너지 절약에 기여

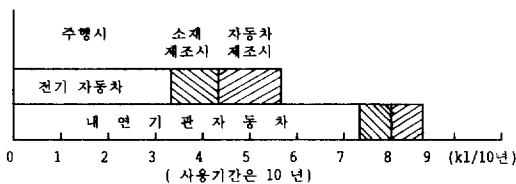
총 에너지 효율면에서 전기자동차는 가솔린 자동차보다 높아(표 1참조) 에너지 절약 효과가 크다. (가솔린 차 : 약 10%, 전기자동차 : 약 17-18%)

또한 전기자동차는 충전시 심야의 잉여전력을 사용할 수 있어 고가의 발전 설비를 효율적으로 활용할 수 있으며 따라서 전력사업의 생산성이 향상될 것이므로 전력사업자 및 에너지 관련 산업의 적극참여를 도모할 수 있다.

#### 마. 자동차 수출 확대와 새로운 시장개척에 기여

우리나라의 자동차 산업은 '80년대 이후 크게 성장되어 왔으나, 최근 기술 경쟁력 약화로 성장속도가 둔화되고 있는 실정이고, 미국의 경우 대기보전법의 의회 통과('90.10.27)에 따라 자동차의 탄화수소, 질소화합물, 일산화탄소 등의 배출량 규제가 강화되고 있으며, 이 법안은 2차적으로 1998년부터 저공해 차량이 판매를 의무화하고 있다. (캘리포니아주의 경우 '98년 이후는 전체 자동차의 2%, 2003년 이후에는 10% 이상의 전기자동차가 도입될 것으로 전망됨) 따라서 앞으로 자동차 수출의 확대를 위해서 전기자동차 등의 저공해 차량 개발이 필수적이므로, 국내 자동차 업계의 적극적인 기술개발이 요망된다.

표 1. 전기자동차의 에너지 절감효과 분석(일본자료)



## 4. 선진국의 기술개발 및 보급추진 동향

전기자동차 개발은 각국마다 사정이 다르지만 국가적 과제로 또는 자동차 회사 및 전력회사에서 적극 개발하여 일부는 시판되고 있다. 지금까지 개발된 전기자동차의 성능을 정리하면 표 2와 같으며 일본 동경전력이 개발한 IZA의 경우 개념차이기는 하지만 기존의 내연기관 자동차와 성능이 비슷한 수준이다.

선진국의 전기자동차 개발에 대해서 국가적 차원과 민간차원에서의 기술개발 및 보급추진 현황을 일본, 미국, 유럽의 경우로 나누어 살펴보고자 한다.

### 4.1 일본

#### ○ 정부의 기술개발 및 보급 추진

일본 통산성이 주관하여 1971~1976년까지 6년 동안 2단계로 나누어 국가 대형 프로젝트로서 산·학·관의 협력체제로 추진하였으며 주요 내용은 다음과 같다.

—총연구비 : 약 57억엔

—대상차종 : 소형승용차, 소형 트럭, 경량승용차, 경량 트럭, 노선 버스

—주요연구 : 신형 엔진, 전동기, 제어장치, 경량차체 재료, 충전방식 등

현재는 핵심기술의 개발에 대한 자금지원과 보급에 따른 각종 지원제도를 마련하고 있으며 (차량구입시 정부보조 : 총 250만엔 중 120만엔) 통산성 주도의 전기자동차협의회(산, 학, 관, 민간의 관계자 참여)를 운영하고 있다.

#### ○ 민간의 기술개발 및 보급 추진

민간주도의 전기자동차 개발에 참여하고 있는 주요 기업 및 기관은 아래와 같으며 '70년대에 기술개발을 착수하여 최근 기술 수준이 크게 향상되었다.

- 동경전력을 비롯한 전 전력회사
- (재) 일본전동차협회(Maker, 전력회사 등 참여)
- 전기자동차기술연구조합(Maker 등 참여)

#### ○ 보급현황 및 향후대책

- 현재 총 보급대수 : 약 109,360대
- 보급 추진방향 : 우선적으로 특수용도 차량을 보급 추진하고, 일반용 전기자동차는 현재 약 2,000대

표 2. 최근 개발된 전기자동차의 성능

개발기관	일본 전기자동차 기술 연구조합		일본 판서전력 (주)	미 국 GM사	프 랑 스 Renault사		일본 신일본 제철	EC 다국적 ABB사	일본 동경 전력
차량명칭	E-31	E-42	Rugger -EV	Impact	Master Electric		NVA	Electric	IZA
일충전주행 거리 (km)  (정속시)	170-200 (40km/h)	190-200 (40km/h)	200 (40km/h)	192 (88km/h)	180 (60km/h)	99 (60km/h)	240 이상	192 (50km/h)	548 (40km/h)
최고속도 (km/h)	90	85	90	160	80	80	110	120	176
가속성능	7.0-7.5	8.0		8.6 (0-100 km/h)				9.0 (0-50 km/h )	18.05 (0→ 400m)
차량총중량 (kg)	1420- 1456	1440- 1496	2510	1193	3760	3760	약1860	약1700	1573
탑재전지	아연/ Nickel	철/ Nickel	납	납	Ni/Cd	납	납	Na/S	Ni/Cd
탑재전지의 에너지 밀도 (Wh/kg)	74.1- 74.3 (5HR)	61.5- 63.8 (5HR)	42 (5HR)	41 (5HR)	54.5 (5HR)	35 (5HR)	42 (5HR)	80 (2HR)	24개 531kg 288V
탑재전지의 수명 cycle (60% DOD)	220-240	1000이상	약1000	200 이상	약1500		약1000	약500 (추정)	28.8kW GS제품
발표시기	1987년 5월		1989년 10월	1990년 1월	1990년 4월 시점에서 의 성능		1990년 6월	1990년 6월	1991년 10월

보급되어 있으며, 앞으로 양산체제를 갖출 예정으로 있다. (목표 : 년산 10,000대)

#### 4.2 미국

##### ○ 정부의 기술개발 및 보급추진

미국은 1976년도에 전기자동차 연구개발보급법이 제정되어 정부의 에너지성(DOE)을 중심으로 연구개발이 활발히 추진되고 있고, 최근에는 기업의 투자 확대로 정부는 핵심기술 연구에 주력하고 있다. 참

고로 연구개발 예산은 다음 표 3과 같다.

##### ○ 민간의 기술개발 및 보급추진

민간에서는 정부의 기초연구에 상응하여 거액의 자금을 투자하여 특수차량, 신형전지 등의 개발과 보급에 주력하고 있고, 또한 전력회사의 출자로 운영되는 EPRI(Electric Power Research Institute)에서도 전력의 효율적 이용의 한 방법으로 독자적인 연구개발을 수행하고 있다. 특히 EPRI등에서 전력회사의 출자로 전기차량 개발회사(Electric Vehicle Development Corporation)을 설립하여 DOE의 지원

표 3. 미국정부의 연구개발 예산(전기자동차 관련)

년 도	-1978	1980	1981	1983	1985	1989	1990
예산(백만\$)	91.3	37.0	39.2	13.9	6.8	13.9	18.0

하에 G-Van 등 전기자동차의 개발 보급에 주력하고 있으며, 크라이슬러의 TE-Van도 상업화를 위한 테스트 중에 있다.

#### ○ 보급현황 및 향후 대책

현재 총 보급대수는 약 4,000대로 추산되며 (공장 내 운반차 등 제외) 보급 추진방향은 1990년 8월 대기오염규제법 통과로 앞으로 급격한 보급이 전망되며, 이미 LA시는 '95년까지 10,000대 도입을 계획하고 있고, 캘리포니아주는 '98년 이후는 총자동차 수의 2%, 2003년 이후는 10%이상 도입될 것으로 전망되며, 미국내 전체 전기자동차 보급 대수는 증가할 것으로 전망된다.

### 4.3 유럽

#### ○ 기술 개발 및 보급추진 주체

EC제국의 경우 전기자동차의 R & D는 전력회사가 적극적으로 참여하고 있으며 최근 대기환경과 산성비 문제로 정부 및 기업의 관심이 크게 높아져 가고 있으며 1978년에는 유럽제국이 공동으로 운영하는 유럽전기차량협회(AVERE)가 결성되었다.

#### ○ EC 각국의 현황

영국에서는 현재 약 20만대의 전기자동차가 보급되어 있고, 전력회사, 통상성, Maker 주도로 축전지 및 차량연구가 활발하다. 프랑스에서는 프랑스전력공사(EDF)를 중심으로 연구개발이 활발히 진행중에 있고, 약 500대의 도로주행용 차량이 실용화되어 있으며, Regie Renault사는 L.A.시의 10,000대 도입에 참여할 계획이다.

독일에서는 전력회사, 운수성, 연구개발성 중심으로 R & D가 주도되어 왔으며, 최근 ABB가 개발한 전기자동차가 시험운전중에 있고, 전기차량위원회(RWE)는 영국의 CSPL사와 Na/S 전지의 개발을 위해 Joint 벤처를 설립, '95년 상업화를 목표로 하고 있다. 그밖에 이태리, 스위스, 오스트리아, 스웨덴, 화란 등 유럽제국에서 전기자동차에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

### 4.4 개발 도상국

선진국외의 국가중에서 대만, 인도, 홍콩, 중국 등이 전기자동차를 개발하고 있다.

## 5. 국내의 기술개발 및 보급추진 동향

우리나라에 있어 전기자동차에 대한 기술개발은 유아 수준에 있으며, 체계적인 R&D 조직이나, 국가 차원의 추진대책은 거의 없는 형편이다. 최근, 환경문제의 대두, 미국 시장에서의 공해차량 규제 움직임 등으로, 정부, 연구기관, 자동차 업체를 중심으로 전기자동차에 대한 관심이 높아져가고 있으며, 양산화를 위한 시작차가 제작중에 있거나 일부 발표되고 있으며 정부에서도 92년부터 G7 과제의 하나로 전기자동차 개발을 선정하여 국가적 R & D조직을 갖추어 기술개발을 추진할 계획이다. 또한 93년 대전 EXPO를 대비하여 국내 기술로 환자수송, 관객수송 등을 목적으로 전기자동차(개념차)를 개발중에 있다.

#### ○ 민간 부문

1988년 서울 올림픽때 마라톤 중계차용 전기자동차를 기아자동차에서 제작하여 사용하였고, 현대자동차가 상용차의 양산화를 위해 2호차까지 제작하였고 현재는 3호차를 개발중에 있으며, 기아자동차도 수출용 차량을 개발중에 있고 '93 EXPO 자동차 전시관에 전시할 전기자동차와 승객 운송용 전기자동차를 개발중에 있고, 대우, 쌍용, 아세아 자동차도 개발중에 있다. 또한 한국전력공사 기술연구원에서는 심야 전력 이용방안으로 '87년부터 미국의 솔렉사가 개발한 "EV-Cort"를 도입, 연구한 바 있으며, 앞으로 중점기술 개발 과제로 추진할 계획이다.

그 밖의 전기제조업체(효성, 현대중전기, 금성, 이천전기, 만도기계)와 전지업체(세방, 서통, 경원, 한국전지 등)에서 모터, 콘트롤러, 신형전지 등을 개발중에 있고, 태산정밀 등에서도 충전기를 개발중에 있다.

○ 정부 및 출연기관

정부에서도 전기자동차 개발을 G7 과제로 선택하여 '92년부터 고성능 2차전지, 모터 및 제어기술, 차량 및 차체 등 핵심 기술을 산·학·연 공동으로 개발을 추진하고 있다. 이 계획중 전지분야는 니켈/수소, 니켈/아연, 리튬2차, 나트륨/유황, 개량형 납축 전지 등 5개 전지를 선정하여 단기, 중기, 장기 목표를 세워 개발할 계획이며, 모터는 AC 유도모터와 BLDC 모터를 병행하여 개발할 계획이다.

한편 EXPO 조직위원회에서도 1993년 EXPO 때 전기자동차를 전시·운행할 계획으로 현재 전기연구소가 개발 제작중에 있으며 성능은 최고속도 60km/h, 일충전 주행거리 70km 정도이며 6인승 Van type이고 차체는 FRP를 사용한다.

또한 대한 전기학회에서도 기술조사 전문위원회를

두고 각 분야 전문가로 구성된 위원회를 구성하여 현재 기술조사사업을 하고 있다.

## 6. 결 론

전기자동차는 에너지 절약 차원에서 개발되어 에너지 파동이 있을 때마다 그 중요성이 증대되어 개발에 적극적이었다. 최근에는 환경공해(대기오염) 해결책으로 전기자동차 기술의 개발 및 보급대책 등을 적극 추진하고 있다. 이 전기자동차는 서론에서 언급하였듯이 핵심기술은 거의 전기분야 기술이고, 이로 인해 2차전지, 모터, 계기류 등의 기술이 향상될 것으로 기대되며, 전기자동차 성능 향상을 위해서는 차량 기술자뿐만 아니라 전기기술 전문가들의 적극적인 참여가 없이는 불가능하리라 생각된다.



### 윤문수(尹文洙)

1950년 6월 24일생. 1973년 경북대 물리학과 졸업. 1977년 동 대학원 졸업. 1981년 동 대학원 박사과정 수료. 1985년 오사카대 대학원 전기공학과 졸업(공박). 1985년 한국전기연구소 전기재료 연구 실장. 전기재료연구부장. 현재 한국전기연구소 전기자동차 개발사업 책임자.