

전기자동차 개발현황 및 전망



임성기



김진



임명택



고병천

한국자동차부품종합기술연구소
차세대자동차기술사업단

1. 머리말

1990년도에 들어서 여러 선진공업국에서의 전기자동차 개발사업은 큰 진전을 보이고 있다. 고성능 전지 및 경량모터의 개발, 그리고 각종 신소재들에 의한 차량의 경량화와 더불어 전기자동차 기술수준은 급성장을 이루었다.

국내 자동차업체들도 1998년도부터 미국 캘리포니아주에서 실행될 전기자동차 강제판매 규정에 대응하기 위하여 최근들어 본격적으로 전기자동차 개발에 착수하였다.

이 글을 통하여 전기자동차개발의 배경 및 현재 각국의 개발현황, 그리고 예상 시장규모 및 파급효과를 여러측면에서 조사하였다. 지금과 같은 개발추세로 진행된다면 앞으로 10년 정도 후면 가솔린 자동차와 대등한 성능과 가격의 전기자동차개발도 가능하리라 예측된다.

2. 전기자동차의 정의 및 특성

이미 1800년대에 가솔린자동차보다 먼저 등장하여 실용화된 바 있는 전기자동차는 내연기관 자동차와 달리 전기에너지로 전동기를 회전시켜 얻은 동력으로 바퀴를 구동하는 자동차를 의미한다. 초기에는 가솔린자동차보다 성능이 우수하였으나 곧이어 가솔린자동차의 성능이 급격히 향상되어졌고 저렴한 가격의 석유가 거

의 무한정으로 공급됨에 따라 점차 자취를 감추게 되었다. 현재에는 주로 소음과 배출가스 공해가 특별히 낮은 특성이 요구되는 대규모 행사장, 관광유원지, 호텔, 공장, 병원 등의 구내 혹은 실내용이나 매일 정해진 경로를 운행하는 우유, 신문 등의 배달차량과 쓰레기 수거차량, 전기, 전화 등의 공공서비스 차량 및 신체장애자용 특수차량과 같은 비교적 단거리 저속차량으로 이용되고 있다.

조용하고 공기를 오염시키지 않음은 물론 다양한 에너지원의 활용을 가능하게 하는 등 여러 가지 장점에도 불구하고 아직껏 전기자동차가 일반도로 차량으로 널리 사용되지 않는 결정적인 이유는 전기자동차의 동력원인 전지의 낮은 에너지밀도와 출력밀도로부터 말미암은 주행성능의 열세라고 할 수 있다. 가솔린이나 디젤엔진을 탑재한 내연기관 차량의 경우 차량 무게의 5~6% 무게의 연료(연료탱크 무게포함)로써 500km 내외의 거리를 주행할 수 있는데 비하여 최근들어 개발되어진 전기자동차들은 대략 차량무게의 30% 정도나 되는 무게의 전지를 탑재하고도 80~160km 가량의 일출전 주행거리가 고작이며 최고속도, 가속성능 및 등판능력에 있어서도 내연기관 자동차에 많이 뒤지는 실정이다.

그러나 전기자동차만이 가질 수 있는 특유의 장점들, 즉 ① 배출가스가 전혀 없고(무공해성), ② 소음이 내연기관 자동차에 비해 아주

낮으며, ③ 운전 및 유지보수가 쉽고, ④ 수송 에너지의 다변화가 가능하며(원자력, 수력, 석탄, 풍력, 조력, 태양열 등), ⑤ 에너지 이용 효율이 높고, ⑥ 주야간 전력수요의 균등화에 의한 발전설비의 활용효율이 높은 등의 특성들 때문에 미래형 자동차로서 많은 관심의 대상이 되고 있다.

3. 개발배경

1980년대 후반부터 전세계적으로 점차 심각해지고 있는 대도시 지역의 대기오염과 대기권의 이산화탄소 농도증가로 인한 지구온난화 문제는 인류의 보건을 크게 위협하고 있으며 따라서 이에 대한 시급한 대책이 강력히 요청되기에 이르렀다. 미국에서는 이미 1960년대부터 자동차 배출가스에 의한 대기오염을 규제하기 시작하였는데, 그후 항상 규제의 강화에 앞장서는 캘리포니아 주는 1990년에 저공해자동차 규정을 공포함으로써 현행의 자동차 배출가스 규제치를 연차적으로 대폭 낮추고 1998년도형 차량부터 2000년도형까지 새로운 차량 판매대수의 2%, 2001년과 2002년도형에 대해서는 5%, 2003년형부터는 10%의 무공해차(ZEV; zero emission vehicle) 판매를 강제 요구하고 있다.

자동차 배출가스 규제에 관한 한 전통적으로 캘리포니아 주가 미국전체를 선도했으며, 미국은 전세계를 선도해 왔다고 볼 수 있는데 이는 미국에 자동차를 가장 많이 수출하고 있는 일본과, 우리나라가 사실상 미국의 배기규제와 대등한 수준의 규제를 시행하고 있고 서유럽의 선진국들도 유사한 수준에 접근하고 있다는 사실로써 증명된다. 뉴욕 주를 포함한 미국의 여러 주들이 벌써부터 캘리포니아 주의 저공해 차량규정을 예의 주시하며 추종을 겁토하고 있는데 결국 기존의 자동차 배출가스 규제와 같이 일단 캘리포니아 주에서 전기자동차의 도입이 순조로울 경우에는 미연방전체가 이를 뒤따르고, 멀지 않은 장래에 전세계로 확대 적용될

것이 예상된다.

매년 미국에서 신규 판매되는 전체 차량수의 약 12% 정도가 캘리포니아에서 판매되는데 개방적인 주민 성격 때문에 수입차의 경우 약 20%를 차지한다. 이와 같은 캘리포니아 주의 위상과 향후 미국전체로 확산될 전기자동차 수요를 예상하고 미국, 일본, 독일 등의 주요 자동차 회사들은 보다 성능 좋고 값이 싼 전기자동차의 개발에 막대한 자금을 투자하고 있어서 수년 내에 기존의 내연기관 차량과 성능경쟁이 가능한 전기자동차의 출현을 기대할 수 있는 상황이다.

현재 연간 30~40만 대의 자동차를 수출하고 있는 세계 10위의 국내자동차 산업은 향후 5~6년, 즉 1998년을 전후하여 수출량을 100만 대 이상으로 증가할 계획으로 있어 생산규모로 보아 세계 5위 안에 들게 되는데, 캘리포니아 주에서의 판매량을 이의 약 15%인 15만대로 가정해도 전기자동차 판매량은 연간 약 3만여 대 규모이고, 2003년대에는 1만 5천여 대 규모이며, 이 규정이 미국전체로 확산될 경우 그 수는 훨씬 더 많아질 것이다. 비록 그 규모는 양산규모상 적더라도 규정의 전기자동차 판매 실적 없이는 기존의 가솔린자동차 판매가 불가능한 입장이다. 또한 규정상 의무량 이상의 전기자동차를 판매하는 자동차회사는 그 잉여실적(credit)을 타회사에 팔 수 있도록 명시되어 있으므로, 만일 국내자동차업체의 고유 전기자동차 개발없이 막대한 예산을 해외 타 자동차회사에 지불하고 전기자동차를 수입하여 재수출하여야 하는 불이익을 초래하게 될 것이다.

4. 기술개발현황

4.1 해외의 전기자동차개발 현황

미국에서는 1976년 제정된 “전기 및 혼합형 자동차의 연구, 개발 및 실증법(electric and hybrid vehicle research, development and demonstration act)”에 의거하여 에너지성 주도하

에 국립연구기관, 전지업체, 전력회사, 자동차업체 등이 참여하여 전지 및 구동장치의 연구개발 및 실용화 시험평가를 수행해 오고 있다. 최근들어 에너지성은 또한 Big3(Ford, GM, Chrysler)가 고성능 신형전지를 개발하기 위해 발족시킨 USABC(United States Advanced Battery Consortium)에 막대한 개발자금(초기 4년간 약 2000억 원)의 50%를 지원하고 있는데 이는 미국에서 전례가 없는 대규모 관민합작사업이다. 이를 위하여 Big3, 전지업체, 전력회사, 정부산하 연구소들이 참여하고 있는데 1991년부터 12년간 약 8000억 원을 투자할 것으로 예상된다.

일본에서 본격적인 전기자동차 연구개발은 1970년 오사카 만국박람회를 계기로 시작되었으며 1971년도에 통상성 공업기술원에서 의해 대형프로젝트화되어 6년간 59억 엔을 투입, 전기자동차 요소기술의 습득 및 관련업무를 수행한 바 있다. 1976년도에는 통상성의 지원으로 전동차량협회(JEVA: Japan Electric Vehicle Association)가 설립되었다. JEVA는 전동차량(전기자동차, hybrid차, dual mode차 등 전기를 구동원으로 하는 차량)의 연구개발과 보급을 촉진하기 위한 시책추진과 이를 위한 이용시스템의 시험, 조사연구를 조직적으로 수행하여 고효율 에너지이용과 공해예방 등에 의해 산업경제의 건전한 발전과 국민생활 향상에 기여하기 위해 설립되었으며 활용증대를 위한 프리셋시스템(the preset system), 교토지역에서의 전기버스 도입사업과 시용제도 등 수많은 업무를 수행해 오고 있다. 또한 1991년부터 6년간의 대형 프로젝트 연구결과를 이어받아 실용적인 전기자동차의 개발을 위하여 통상성 공업기술원의 지휘하에 “전기자동차연구조합(EVERA; electric vehicle engineering research association)”이 1978년 설립되어 1, 2차 연구계획을 수행하고 1990년에 해산되었다. 이 사업에는 일본내 유수전지, 전동기 제작회사와 자동차업체 등이 참여하였다.

독일에서의 전기자동차 개발사업은 1970년도

부터 꾸준히 체계적으로 진행되어 오고 있다. Benz, BMW, 그리고 VW와 같은 굴지의 자동차업체들과 ABB, Bosch, AEG, Siemens 사 등의 요소부품 개발업체들 그리고 Varta, ABB, Hoppecke, Sonnenschein 사 등 전지전문 생산업체들이 상호협력하며 추진해 온 전기자동차 개발사업은 그 동안 많은 성능향상을 이루었으며, 아울러 2000년도 미래형 자동차로의 목표하에 정부에서도 각 기관들을 통하여 적극 지원하고 있다. 독일내에 설립된 지원기관들은 연방연구기술부(BMFT), 독일전기차량재단(DGES), 산업연구단체협회(AIF), 중앙전기전자공업협회(ZEEK) 및 독일자동차협회(DAUG) 등이 있다.

유럽 각국에서도 전기자동차 개발사업을 국가적차원에서 지원하고 있을 뿐 아니라, 범유럽연구개발기구를 설립하여 국경을 초월한 연구개발에도 노력하고 있다. 이와 같은 공동연구기관의 하나인 “유럽전기자동차연맹(AVERE; European Electric Road Association)은 전기자동차의 개발과 도시내에서의 실용화추진을 목적으로 1978년에 설립되었으며, 공공기관, 대학교, 연구소, 자동차 및 부품생산업체와 전력공급회사로 구성되어 있다.

최근 각국에서 개발된 주요 전기자동차들의 제원이 표 1에 정리되어 있다.

4.2 국내의 전기자동차개발 현황

국내의 전기자동차개발 기술수준은 실제 초기 단계이다. 1970년도에 KIST에서 처음으로 연축전지를 탑재한 개조형 전기차량을 제작한 바 있으나 성능면에서 많이 뒤떨어져 큰 성과를 거두지 못하였다. 1993년도에는 EXPO 전시용으로 전기자동차가 제작될 계획이나 그 때까지 1년 남짓한 개발기간에 비추어 볼 때 우리의 기술로 고유의 전기자동차를 만들어 내기에는 현실적으로 어려운 실정이다.

국내에서의 본격적인 전기자동차 개발사업은 1990년도 들어서면서부터 인 듯하다. 앞서서도 설명한 바와 같이 가장 큰 자동차 시장인 미국

표 1 주요 전기자동차들의 제원

차명	Impact	ETX-II Aero STar	IZA	FEV	VW-Jetta	E1	
제조회사	GM, 미국	Ford, 미국	동경전력, 일본	Nissan, 일본	VW, 독일	BMW, 독일	
크기	길이 (m)	4.14	—	4.87	3.99	4.31	3.46
	너비 (m)	1.73	—	1.77	1.69	1.66	1.64
기	높이 (m)	2.11	—	1.26	1.29	1.41	1.50
공차중량 (kg)	998	2,270	1,573	900	1,200	880	
승차인원 (명)	2	7	4	4	4	4	
최고속도 (km/h)	120	105	176	130	114	120	
주행거리 (km)	192 (88km/h 정속시)	160	548 (40km/h 정속시)	250 (40km/h 정속시)	191	150~200	
가속시간 (초)	8 (0~90km/h)	20 (0~80km/h)	18 (0~400m)	9 (0~40km/h)	24.6 (0~400m)	6 (0~50km/h)	
등판능력 (%)	—	—	—	35	—	35	
전동기종류	교류유도	교류	BLDC	교류유도	직류타터	직류유도	
전기종류	연축전지	NaS	NiCd	NiCd	NaS	NaS	
비고	스포츠형 Concept Car	Protytype Test중	Concept Car	Prototype	기존가솔린 Jetta 개조형	Prototype 대미수출 Model	

에서 전기자동차 판매를 의무화하면서 국내 자동차업체들의 전기자동차 개발사업은 필연적으로 되어버렸다. 정부에서도 이 문제의 중요성을 깊이 인식하여 국가선도기술개발 사업인 G7과제 중 하나로 선택하게 되었다. 지난 1년간 산·학·연 각계의 전문가들로 기획단을 구성하여 사업의 성공적인 완수를 위하여 치밀한 계획을 수립하였으며, 이제 곧 실제 연구개발 수행기관에서 각기 주어진 과제의 수행에 착수하게 될 것이다. 전지 및 충전장치 개발, 전동기 및 콘트롤러 개발 그리고 차량 및 시스템개발의 세 분야로 나뉘어 진행될 G7 전기자동차개발사업은 1998년도까지 Working Model을 개발하여 Prototype과 Pilot Plant를 거쳐 1998년도 미국시장 2%에 대체할 수 있도록

산·학·연 그리고 정부의 각분야 참여자들은 최선의 노력을 기울이게 될 것이다.

5. 개발목표 및 내용

5.1 개발목표

G7 과제로 추진되고 있는 전기자동차 개발 목표는 기술적 동등 혹은 우위성이 기본적으로 고려되어야 하고, 현재 확보하고 있는 국내기술에만 의존하는 것이 아니고 외국기술의 도입, 혹은 공동개발이 함께 고려될 수 있다. 아울러 경제적 효과를 위한 궁극적인 국내자립 기술확보를 꾀하여 부품공급의 내수비율을 높여야 한다. 개발된 전기자동차, 상품화된 전기자동차, 외국의 개발추세, 수출요구 시점인 1998년 기

술변화 예측을 고려하여 다음과 같은 중·장기 목표를 설정하였다.

1) 중기목표(1992~1995) : 기술경쟁력 있는 전기자동차 요소부품 기술개발

2) 장기목표(1996~2001) : 핵심부품 자립 및 우위기술 확보

현재 전기자동차 개발의 가장 어려운 부문은 동력원이 전지로서, 현재의 기술적 비교로 50kg의 가솔린으로 1,000km를 갈 수 있다면 같은 무게의 납축전지로는 13km밖에 갈 수 없으므로 1/70의 주행거리를 가지고 있다. 이와 같은 낮은 에너지밀도는 많은 전지를 필요로 하게 하고 이것은 결과적으로 공간의 제한성, 성능저하, 높은 생산가격을 초래하게 된다. 이러한 기술적 문제점을 극복하여 상품화 기술로 유도하기 위한 기술적 개발목표는 다음과 같다.

- 최고속도 : 120km
- 일충전거리 : 300km(40~60km/h 정속운행)
- 가속성능 : 15sec(0~100km/h)
- 무게 : 1,200kg
- 전지무게 : 300kg
- 승차인원 : 4명
- 보조장치 : 공조

이에 대한 목표설정 근거로는 앞절의 국외기술동향에서 살펴본 일본의 IZA, GM의 Impact, Soleq 사의 EV Cort, BMW의 E1, E2와 일본 통산성의 2000년대 목표를 근거로 하였다.

5.2 개발내용

전기자동차 개발목표를 달성하기 위한 실제적 개발내용을 분야별로 정리하면 다음과 같다. 이에 대한 세부적인 내용은 사업의 진행과 외국의 개발추세, 개발환경의 변화에 따라서 조정해 나감이 바람직하다.

(1) 전지분야

전지의 최종 개발목표는 공차무게 1,200kg와 최고속도 120km/h, 일충전거리 300km, (40~60km 정속운행시), 가속성능 15초 미만

(0~100km/h)의 전기자동차 주행성능을 만족할 수 있는 고성능 2차전지의 핵심요소 기술을 '92년부터 '95년까지 개발하며, 고려되는 전지의 종류와 그 개발목표는 다음과 같다.

○Ni/MH전지 : 에너지밀도 73Wh/Kg, 출력밀도 816w/Kg, 수명 1000Cycle

○Na/S전지 : 에너지밀도 120Wh/Kg, 출력밀도 180w/Kg, 수명 1000Cycle

○Li계전지 : 에너지밀도 120Wh/Kg, 출력밀도 200w/Kg, 수명 1000Cycle

○Ni/Zn전지 : 에너지밀도 72Wh/Kg, 출력밀도 200w/Kg, 수명 1000Cycle

○연축전지 : 에너지밀도 50Wh/Kg, 출력밀도 110w/Kg, 수명 1000Cycle

개발방법은 국내기술자립을 외국업체의 기술도입 혹은 공공개발로 추진할 예정이다.

(2) 모터 및 제어분야

모터 및 제어분야의 중기개발 목표는 모터 출력비(Kw/kg) 0.3 이상, 효율 90% 이상인 모터개발과 효율 95%, 출력비(Kw/kg) 0.6 이상인 전동기 제어장치 개발이다. 세부개발내용은 AC, DC 전동기를 이원적으로 초기에 개발하고, 관련제어기술의 개발이 주요 내용이다. 각각의 사항은 다음과 같다.

1) AC 유도전동기

- 전기자동차 탑재용 경량 유도전동기 개발
- 고속전력반도체, 마이크로프로세서, DSP 적요할 저소음 고성능 컨트롤러 개발

2) Brushless DC 전동기

- 5Kw 및 7.5Kw급 경량 BLDC 전동기 개발
- 저소음 고성능 컨트롤러 개발

3) Motor and System Controller Matching 기술

○Dynamic Simulator 개발

○센서 제어기 개발

○고속 파워모듈 적용 연구

○고속 연산프로세서 적용 연구

4) 고장 진단 및 경보시스템

○전지잔존 용량의 한계치 검지 및 경보

○제동장치내 압력 검지 및 경보

- 차내온도 감지 및 상용 온도조절기 이상 부위경보
- 5) 센서 및 주변장치
- 제동장치 개발을 위한 압력센서 개발
- 전지잔존 용량계 개발
- 제동장치 개발

(3) 차량 및 시스템분야

차량 및 시스템분야는 개발목표와 내용을 다음과 같이 '95년까지 추진한다. 개발목표는 전기자동차 성능시험용 차량시스템 구성 및 설계, 제작기술 확보에 있으며 세부 목표는 다음과 같다.

- 1995년 주관연구기관 주도 Working Model Car 개발
- 주요부품의 성능 측정용 차량시스템
- 차량 구조 및 스타일링 개발은 최대한 단순화 및 기존기술 활용
- 부품 사양결정을 위한 차량시스템 성능 시뮬레이션 프로그램 개발
- Working Model Car의 성능평가 시스템 구성

여기서 Working Model Car의 성능목표는 최고속도 : 120km/h, 일충전주행거리 : 300km (40km/h~60km/h 정속주행시), 가속성능 : 15~20초(0~100km/h), 등판능력 : 20~30%, 공차무게 : 1200~1500kg, 전지무게 : 300~500kg이다. 이를 위한 세부내용은 다음과 같으며 총괄주관기관의 사업적관리와 외국기관의 용역을 포함한 국내 자동차업체의 참여로 수행될 것이다.

- 1) 차량시스템 콘트롤러 개발
 - 운전자 입력 및 차량 시그널에 따른 추진 제어 알고리즘
 - 각종 신호처리 및 연계회로의 MPU
- 2) 전기자동차 성능예측 기술개발
 - 핵심부품의 형식 및 사양결정
 - 각종 주행사이클에 따른 연비, 가속성능 예측
- 3) 차량시스템 설계 및 구성
 - 차량 레이아웃 설계, 경량설계

- 차량구조의 경량화 제작 및 구성
- 4) 전지 및 모터 등의 핵심부품의 성능평가, 시스템평가
 - 전지 및 모터포함 부품의 성능시험평가
 - 차량시스템 실험실평가
 - 차량시스템 실 주행평가

총괄주관기관의 사업적관리와 외국기관의 용역을 포함한 국내자동차업체의 참여로 수행될 것이다.

6. 추진체계

전기자동차 기술분야의 앞전에 제시된 목표와 내용을 수행하기 위해서 추진체계를 그림 1과 같이 구성하여 전기자동차에 대한 총괄관리 및 사업운업을 총괄주관기관에서 담당하고 전지, 모터, 차량시스템 및 성능시험을 중과제로 분류하여 각각의 분야를 담당하는 주관기관을 공개적으로 선정하여 추진된다.

총괄주관기관의 역할은 아래와 같다.

- ① 연구기관에 대한 종합적인 관리, 책임.
- ② 과제신청서의 접수 및 정리.
- ③ 기술개발지도관리, 기술자문, 연구방향 조정.
- ④ 심의평가위원회 운영 및 운영위원회 구성 운영.
- ⑤ 사업완료시 취합, 결과보고.

심의평가위원회는 산·학·연 전문가 15인 내외로 주관부처에서 선정하여 아래 사항을 행한다.

- ① 과제의 심의 선정 및 조정.
- ② 장기계획에 의한 사업의 조정.
- ③ 수행책임 기관 심의.
- ④ 사업의 자체평가(중간, 최종평가).

운영위원회는 실제적 사업의 실무팀으로 사업의 원활한 진행을 위한 조정 및 관리역할을 수행한다.

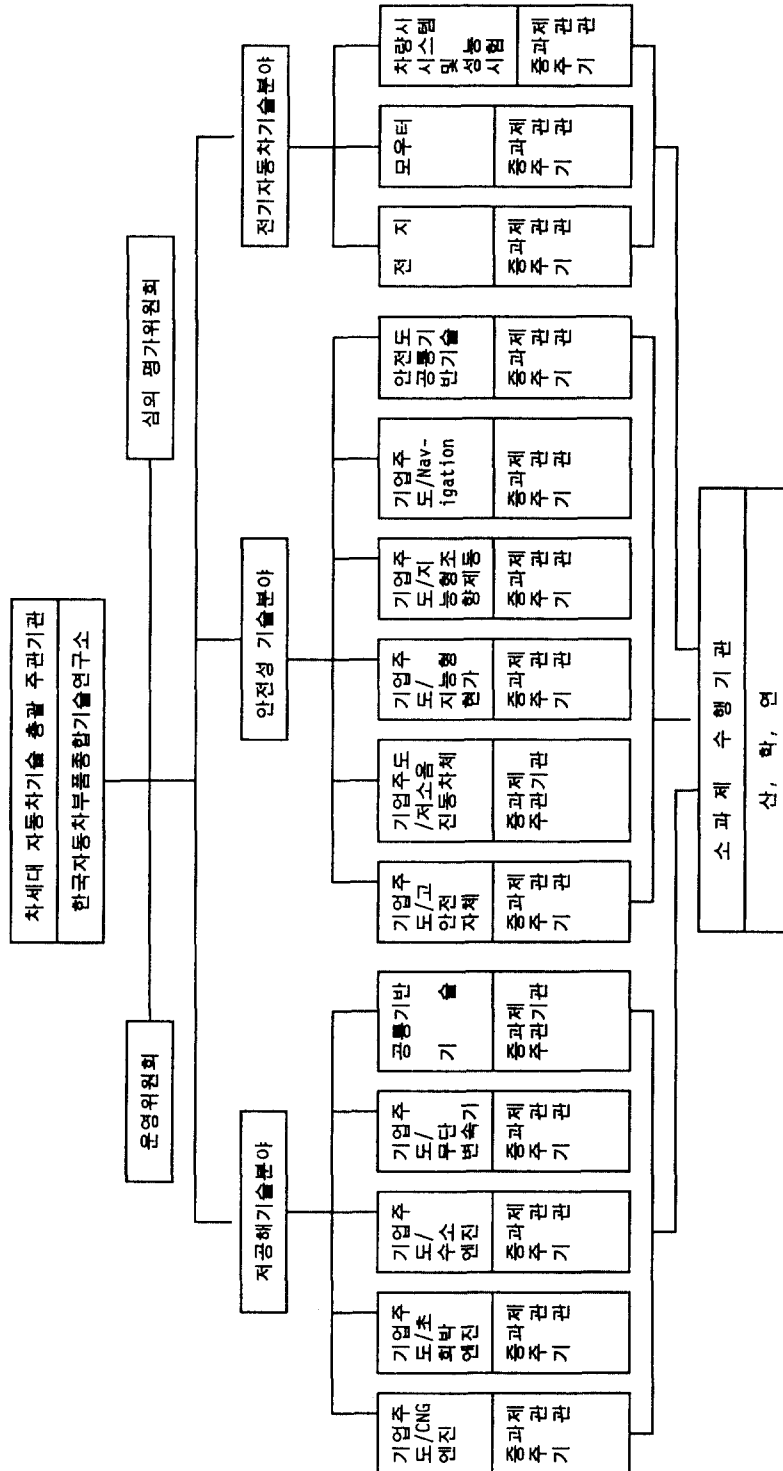


그림 1 차세대 자동차 기술 추진체제

7. 기술개발의 파급효과

전기자동차 개발기술을 우리나라가 선진국에서 도입하지 않고 자체적으로 개발함으로써 얻을 수 있는 효과를 경제, 기술, 에너지이용, 환경보호 등의 측면에서 검토해 보았다.

7.1 경제적 측면

앞에서도 얘기한 바와 같이 캘리포니아 주의 전기자동차 강제판매 규정에 따르면 1998년도 모델부터 판매대수의 2% 이상을 전기자동차로 판매하여야 한다. 자체적으로 전기자동차를 생산하지 않는 회사라면 다른 회사의 제품이라도 구입하여 되팔던가 아니면 타 회사로부터 전기자동차 판매실적을 구입해서라도 2% 판매의무를 만족하여야 하도록 되어 있는데 이 의무적 판매비율은 2001 모델년도부터 5%로 2003 모델년도부터는 10%로 상승한다.

우리나라가 경쟁력있는 전기자동차를 개발하지 못하는 최악의 경우 캘리포니아 주에서 자동차 판매를 포기하거나 타 회사로부터 비싼 값으로 실적을 매입하여 결국 전체적으로는 적자 판매 상황에 처할 수도 있을 것이다. 우리나라의 수출차종이 순이익이 적은 비교적 저가의 중소형 자동차이기 때문에 자체적인 전기자동차의 생산이 없는 경우 캘리포니아 주에서의 정상적인 자동차 판매는 사실상 불가능하고 이의 파급효과는 조만간에 대미 전체 수출량에 막대한 영향을 줄 것이다. 바로 이와 같은 예측 때문에 최근 국내의 자동차회사들이 전기자동차를 개발하려는 노력을 배가하고 있다.

위와는 반대로 우리나라가 2000년대에 선진국의 제품보다 우수하거나 적어도 대등한 성능과 가격의 전기자동차 생산기술을 자체적으로 확보하게 된다면 1998년 이후 당장은 캘리포니아 끝이어서 미국 전역에서의 자동차 판매에 매우 긍정적인 효과를 기대할 수 있을 것이다. 즉, 전기자동차 할당량 때문에 수출에 불이익

이 없을 것은 물론 전기자동차나 핵심부품을 다른 자동차회사에 판매하여 수출이 확대되고 부분적으로는 기술개발비까지도 회수할 수 있을 것이다. 독자적인 원천기술을 확보하지 못할 경우 신제품 경쟁에서 절대적으로 불리한 입장에 서고, 고부가가치 핵심부품과 제조설비까지도 도입하게 되어 수출채산성이 매우 나쁘다는 점은 이미 우리나라 자동차산업이 충분히 체험하고 있는 사실이다.

7.2 기술적 측면

우리나라의 본격적인 자동차산업은 미국, 일본, 독일의 우수한 자동차회사로부터 기술을 도입하여 시작되었으며 아직 국제경쟁력이 큰 신제품을 독자적으로 설계 개발하는 능력이 미흡하고 핵심부품기술도 확보하지 못하여 대외 기술의존도가 상당히 높은 수준이다. 구체적으로는 아직 차량의 외관 및 차체, 엔진, 변속기 등의 핵심 설계기술이 완전히 확립되지 않아서 해외에 의존하는 경우가 많고 비교적 신기술 혹은 첨단 부품기술인 연료분사장치, 엔진제어장치, 배기정화장치, ABS, Air Bag 등의 원천기술이 확보되지 않아서 과중한 기술도입 비용 및 로열티를 지급함은 물론 자동차산업의 고부가치화와 수출채산성 개선의 걸림돌로 지목되고 있다.

전기자동차의 경우 그 역사가 가솔린자동차보다 길다하지만 현재까지 실용화된 제품은 주로 내연기관 자동차를 개조한 저속 단거리용으로 그 기술이 대단한 수준은 아니었고 1990년 캘리포니아 주의 저공해 자동차 규정 이후에 본격적인 신기술 개발이 추진되고 있는 실정으로 아직 양산단계에 도달하지 못한 새로운 분야라 할 수 있다. 따라서 조기에 국내의 가용한 연구자산을 최대한 동원하여 그 개발을 도모하면 2000년대에는 선진국과 경쟁이 가능하며 또한 연료분사장치, 엔진제어장치, 배기정화장치 등 핵심 고부가가치 부품을 해외에 의존하여 수출경쟁력이 약화되는 내연기관 자동차의 전철을 방지할 수 있고 오히려 전동기,

제어장치, 전지 등 전기자동차 핵심부품을 해외에 수출하는 전기자동차 선진국으로 부상할 가능성이 높아질 것이다.

7.3 에너지 활용 측면

미국이나 일본에서는 전기자동차나 전기자동차용 전지 및 충전설비 개발에 전력회사들이 상당히 적극적으로 참여하고 있으며 국내에서도 이미 한국전력공사가 외국의 전기자동차를 도입 시험하고 국내개발 가능성을 연구한 실적이 있다. 전력회사들이 이와 같이 전기자동차의 개발에 적극적인 이유는 야간에 남아도는 전력을 효율적으로 활용하는 방안으로 전기자동차의 보급을 지목하고 있기 때문이다. 따라서 원자력 발전의 비중이 높은 우리나라와 같은 경우 우수한 전기자동차가 개발 보급되면 발전설비의 효율적인 활용은 물론 상당한 양의

원유도입이 절감될 수 있다.

전기자동차는 종합적인 석유 에너지 효율측면에서도 기존의 가솔린자동차보다 유리한데 그 이유는 그림 2와 같이 발전-전지-전동기 시스템이 가솔린기관의 효율보다 높고, 내연기관 자동차의 경우 주행중 정차시 엔진이 공회전하며 연료를 소비하는데 반하여 전기자동차는 정차시 에너지 소비가 없으며, 내연기관 자동차가 제동시 차량의 운동에너지를 전량 브레이크 열로 소모되는데 비하여 전기자동차는 그 상당부분을 전기에너지로 회수하기 때문이다.

7.4 환경보호 측면

자동차로부터 배출되는 각종 유해가스과 소음은 전세계의 대도시에서 인간의 건강과 안전한 생활을 위협하고 있고, 화석연료의 사용으로 악화되고 있는 지구온난화현상에 이미 규제

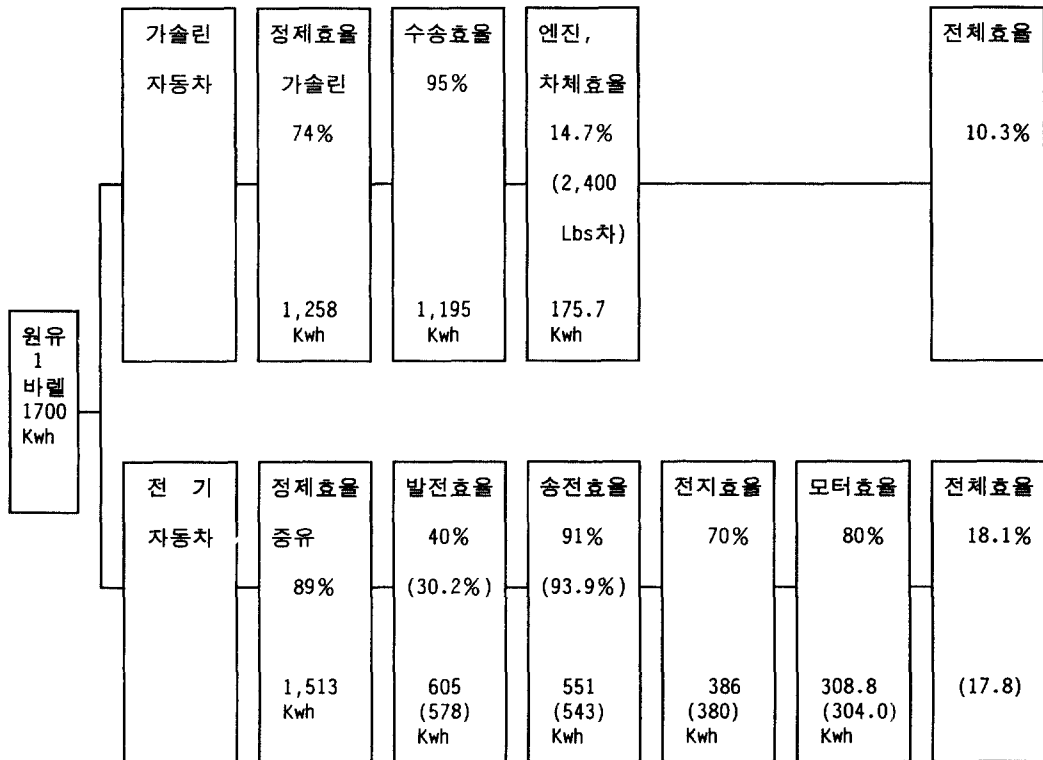


그림 2 전기자동차와 가솔린 자동차의 종합적 에너지 효율 비교

되고 있는 자동차 배기중 유해가스 이외에 탄산가스 규제 문제를 제기하기에 이르렀다. 전기자동차의 경우에는 이미 언급한 바와 같이 대체연료의 활용이 이미 보편화되었고 또한 화석연료를 이용하여 발전한 전력을 사용한다 하여도 종합적인 에너지 효율이 높아서 탄산가스 발생량이 적고 자동차 운행지에서는 배출가스가 전혀 없으면서도 조용하기 때문에 환경보호 및 개선효과가 매우 크다.

8. 시장규모

전기자동차의 실용화에 있어서 차량의 성능 못지 않게 중요한 것은 경제적 요인이다. 현재에는 상품화된 전기자동차라 하더라도 극히 작은 규모의 생산이고 기존의 내연기관 차량을 개조하여 제작하였으므로 전기자동차의 구입가격이 내연기관 차량가격의 약 2.5~3배에 달하

고 있다. 그러나 일본 통산성에 의하면 앞으로 생산량 증가와 기술발전을 통하여 2000년도에는 내연기관 자동차가격의 1.2배 정도까지 낮출 수 있을 것 같다. 앞으로의 원유가격을 1995년도에 배럴당 27 달러, 2005년 경에는 배럴당 45 달러로 상승한다고 가정하고 기타 제비용을 추산하면 2010년 경에는 전기자동차의 종합적인 경제성이 가솔린자동차와 비슷할 것으로 예측된다. 표 2는 전기자동차와 가솔린 자동차의 경제성의 비교를 나타낸다.

물론 전기자동차의 보급에 있어서 내연기관 자동차의 주유소에 해당하는 급속충전소와 정비소같은 지원체제(infrastructure)나 세제 융자혜택과 같은 보급 촉진책 및 강제규제 정도 등이 큰 영향을 미칠 것이다. 위와 같은 모든 영향요인을 고려할 때 2000년도 전후의 전기자동차 시장규모를 높은 신뢰도로 예측한다는 것은 실제 어려운 일이다. 따라서 여기에서는 별

표 2 전기자동차와 가솔린자동차의 경제성 비교 (단위 : 천엔)

		전 기 자 동 차						가솔린 자동차		
		1990년		2000년		2010년		1990년	2000년	2010년
		가솔린차 3배		가솔린차 2배		가솔린차 동등				
		주간	야간	주간	야간	주간	야간			
고정비	차량 가격	7,500		5,000		2,500		2,500		
	전지 가격	426		429		644				
	충전기가격	200		—		—		—		
	기타제비용	267		193		124		155		
	소 계	8,393		5,622		3,268		2,655		
고정비연간상각비		1,679		1,124		654		521		
연간 유지비	전지교환비	146		—		—		—		
	전기비	98	51	63	24	63	24	—	—	—
	가솔린비	—		—		—		135	175	214
	기타제비용	92		86		86		99	99	99
	소 계	336	289	149	110	149	110	234	273	312
연 경비		2015	1967	1274	1235	803	764	755	794	833

표 3 전기자동차 세계시장규모 예측

(단위 : 천대, 백만달러)

지 역		연 도	1998	2005	2010
북 미	차 량 총 수*		16,330	16,330	16,330
	전기자동차수		327	816	1,633
	금 액		10,791	18,360	24,495
중 남 미	차 량 총 수*		1,341	1,341	1,341
	전기자동차수		27	67	134
	금 액		891	1,508	2,010
서 유 럽	차 량 총 수*		15,143	15,143	15,143
	전기자동차수		303	757	1,514
	금 액		9,999	17,032	22,710
아 대 시 양 아 주	차 량 총 수*		8,952	8,952	8,952
	전기자동차수		179	448	895
	금 액		5,907	10,080	13,425
합 계	차 량 총 수*		41,767	41,767	41,767
	전기자동차수		836	2,088	4,176
	금 액		27,588	46,980	62,640

도의 새로운 방법을 고안하지 않고 1989년도에 세계 각국의 자동차판매량에 캘리포니아 주의 세계시장 규모를 1992년 불변가격으로 추정할 결과 276억~626억 달러가 되었으며 상세내용은 표 3에 나타나 있다. 중남미와 아시아 및 대양주에서는 전기자동차의 보급이 다소 늦을지 모르지만 향후 개발발전의 속도와 원유가 변동, 환경문제 인식의 심각성 여부에 따라서는 이 예측치보다 훨씬 빠른 속도로 전기자동차가 확산될 가능성이 얼마든지 있다고 판단된다.

9. 맺음말

내연기관의 가솔린자동차보다 역사가 오래된 전기자동차는 상대적으로 주행성능과 가격 경쟁력의 열세로 점차 그 자취를 감추었고 최근

까지 주로 특수목적의 단거리 저속차량으로 사용되고 있다.

그러나 1980년대 후반부터 전세계가 자동차 배기가스에 의한 대기오염과 지구온난화현상 등의 문제를 심각하게 공감하게 되었고 마침내 미국 캘리포니아 주에서는 전기자동차의 강제 판매를 규정화하게 이르렀다. 이 규정에 의하면 1998년도부터 차량 판매대수의 2%를 전기자동차 판매로 강제요구하고 있다. 이 비율은 2000년도에 5% 2003년에는 10%로 늘어날 계획이다. 따라서 미국에 많은 자동차를 수출하고 있는 일본, 독일 및 유럽의 여러 국가에서는 이 사업에 막대한 자금을 투자하며 개발에 몰두하고 있다.

미국의 Big3도 에너지성의 도움으로 최근 USABC를 결성하여 전기자동차 개발에 박차를 가하고 있다. 지금까지 기존의 가솔린자동

차 기술에 있어서 일본과 독일에 상대적 열세에 있었던 미국도 이번 캘리포니아 주의 전기자동차 강제판매 규정에 따른 전기자동차 사업으로 미국자동차 시장의 새로운 판도를 조성하겠다는 의도인 듯하다.

국내에서도 정부가 이 사업의 중요성을 심각히 인식하고 G7사업과제의 하나로 선정하여 산·학·연 각층의 전문가가 참여하여 성공적으로 개발을 마칠수 있도록 적극 지원하고 있다.

지금까지의 평균 주행성능을 보면 최고속도 100~120km/h, 일충전 최대주행거리 150~200km 정도이며, 아직 양산체제에 돌입하지 않았기 때문에 가격면에서 경쟁력이 없는 실정이다. 그러나 1990년도에 들면서 각종 요소부품들의 기술수준이 급성장을 이루어서 앞으로 10년 정도 후면 성능과 가격면에서 가솔린자동차와 대등한 수준의 전기자동차 개발이 실현될 수 있으리라 예측된다. 