환경 친화적인 미래형 자동차 기술

2005. 12

KiSTi www.kisti.re.kr
한국과학기술정보연구원
Korea Institute of Science and Technology Information

머 리 말

21세기는 지식과 정보가 그 국가의 경쟁력을 좌우하는 지식기반 산업사회로 나아가고 있으며, 최고가 아니면 살아남을 수 없는 무한 경쟁시대가 되어가고 있습니다. 이러한 시대적 요구 속에서 한국과학기술정보연구원에서는 우리나라가 지식기반 산업사회를 선도해 나갈 수 있도록, 차세대 동력 산업에 대한 심층분석정보를 제공하고 있습니다. 이를 통해, 과학기술정보의 확산은 물론 국제경쟁력을 극대화시키기 위해 노력하고 있습니다.

본 보고서는 환경친화형 미래형 자동차 기술의 개요와 연구 개발 동향 정보를 분석하고 있습니다. 특히, 문헌 동향 그리고 산업시장에 관한 분석된 정보를 담고 있어 미래형 자동차에 대한 체계적이고 심도 있는 분석정보를 제공하고자 하였습니다. 본 연구의 결과가 해당분야의 과학기술정보를 국내에 확산하며, 관련 산업의 국제경쟁력 증대에 작으나마 도움이 되었으면 합니다.

끝으로 본 보고서는 본 원의 심영일 전문위원과 최붕기 연구원이 함께 집필한 것으로 이 분들의 노고에 감사드리며, 수록된 내용은 한국과학기술정보연구원의 공식의견이 아님을 밝혀두고자 합니다.

2005년 12월

한국과학기술정보연구원

원 장 조 영 화

목 차

표 목차

그림 목차

제1장

서 론

1. 환경보전의 중요성

○ 자연은 항상 평형을 이루려고 하는 속성을 가지고 있다. 바람도 대기 중의 압력 균형을 유지하기 위한 현상인 것이다. 지구는 바람과 해류의 이동이라는 두 축을 통하여 에너지 평형을 이루고 있는 것이다. 지구 생성 이래 46억 여년을 잘 지켜오던 에너지의 균형유지가 무너지기 시작한 것은 최근 100~200년 사이라고 어느 지구환경 과학자는 말하였다.

○ 2005년 8월 30일 미국 루이지애나주 등 남부를 강타한 허리케인 '카트리나(Katrina)'는 1,156명의 엄청난 희생자를 내면서 씻을 수 없는 상처를 미국에 남겨 주었다. 그런지 불과 한달도 못되어 허리케인 '리타(Rita)'가 다시 강타하여 300만 명이 대피하는 소동을 벌였다.

○ 동남아시아를 휩쓸고 지나간 해일 쓰나미(tsunami)의 재앙이 아직도 기억에 생생하게 남아 있는데, 세계 제일의 문명국임을 자랑하는 미국에서 이렇게 엄청난 재해가 발생하다니, 자연의

엄청난 힘 앞에서 인간은 얼마나 무력한 것인가를 다시 생각하여보게 하는 사건이었다. 이러한 자연재해가 앞으로도 끊임없이 기승을 부리며 일어날 가능성이 있음을 지구환경 과학자들은 우려의 목소리로 경고를 하고 있다.

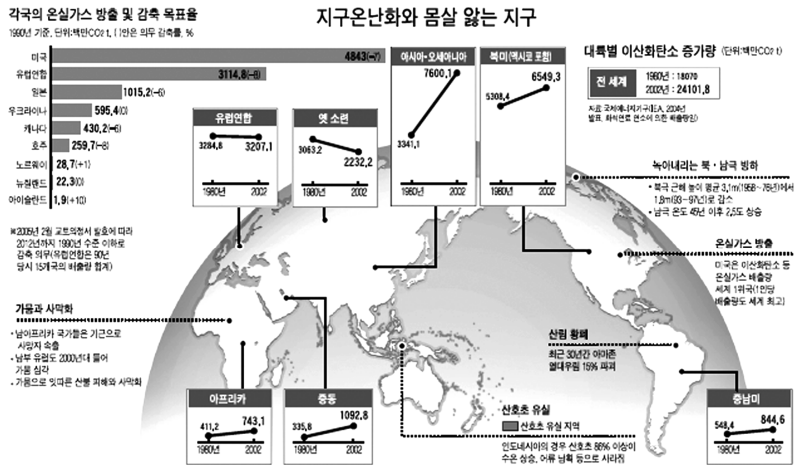
○ 현재와 같은 무분별하고 엄청난 에너지 소비는 분명 에너지 불균형을 더욱 심화시키게 될 것이며, 에너지 불균형은 더 무서운 재앙으로 우리에게 돌아 올 것이 분명하다. 더 늦기 전에 우리 인간들은 각성하여 환경 친화적인 생활 태도를 실천하여 더 이상 자연을 노하게 하지 말아야 할 것이다. 이렇게 하는 것만이 인류 전체를 멸망의 늪에 빠뜨리지 않고 인류를 구할 수 있는 유일한 방책인 것이다.

○ 산업혁명 이후 100년간 지구 평균기온은 0.6℃, 해수면 높이는 10~20cm 올라갔다고 한다. 그전에는 지구 평균기온이 1도 상승하는데 약 1만년이 걸렸는데, 이대로 가면 2100년에 지구 평균기온은 90년도에 비해 1.4~5.8℃, 해수면은 8~88cm 상승할 것으로 예측 된다[1].

○ 이를 방지하기 위한 국제사회의 노력으로는 1992년 브라질 리우 환경회의에서 체결한 기후변화협약(UNFCCC)과 1997년 교토의정서의 마련이 있다. 선진 38개국이 단계적으로 온실가스 배출량을 줄여나가 2012년에는 1990년도 기준으로 평균 5.2% 까지 줄여나가자는 내용 이다.

○ 그러나 배출량 1위국인 미국과 호주가 탈퇴한 상황이다. 우리

<그림 1-1> 지구온난화와 몸살 앓는 지구(1)



나라는 개발도상국으로 분류되어 당장은 온실가스를 줄일 의무에서는 제외 되었지만 2008년까지 구체적인 감축안을 마련하여야한다.

○ 미국은 온실가스를 강제로 줄이는 것보다 온실가스 배출을 줄이는 기술 개발에 역점을 두자는 의미에서 2005년 7월 미국의 주도로 한국, 일본, 중국, 인도, 호주 등이 참여한 " 청정개발 및 기후에 관한 아시아 · 태평양 지역 6개국 파트너 십 "을 발족 시켰다. 환경기술 개발을 통해 온실가스를 적게 배출하는 산업구조로 차차 바꿔 가자는 취지이다.

○ 인류문명의 발달은 인간을 편하고 행복하게 하여 주었지만, 산업화로 인한 자연의 균형과 질서의 파괴를 가져오고 있고, 이것이 심하게 되면 결국 인간은 자연의 노여움을 사게 되고 이

로 인하여 큰 재앙을 받아 멸망할 지도 모른다. 이제는 자연환경보호에 대한 필요성을 느끼고만 있을 때가 아니다. 오로지 행동으로 실천해 보이지 않으면 않될 절박한 시점에 와 있는 것이다.

2. 환경과 자동차

○ 얼마 전까지 환경파괴의 원인으로는 공장연기로 인한 대기오염, 공장폐수 및 생활오수로 인한 수질오염, 동물 남획 및 벌목으로 인한 생태계 파괴 등을 꼽았으나, 최근에는 급격히 증가하고 있는 인구 증가와 더불어 자동차로 인한 환경오염이 다른 환경오염인자를 앞질러 심각한 수준의 환경문제를 야기시키고 있다.

○ 자동차로 인한 환경파괴는 생산단계, 사용단계 및 사용 후 폐차단계에 이르기 까지 환경오염 물질을 비롯한 소음, 진동 등의 공해를 지속적으로 발생한다는 특징이 있다.

<표 1-1> 자동차와 관계되는 대기환경 문제[2]

미치는 범위	대 상 물 질
대도시 환경	오존(Ozone), HC(탄화수소), CO, NO_2, 입자상물질(PM), 브레이크 마찰재 아스베스토(Asbestos), 스파이크 타이어의 분진 등
광 역 환경	산성비 등
지 구 환경	CO_2, 메탄(Methane), 특정 프레온가스(CFCs) 등

○ 자동차가 환경에 미치는 영향 가운데 가장 심각한 것은 엔진 배출가스로 인한 대기오염, 지구 온난화 및 산성비, 에어컨 냉매로 인한 오존층 파괴 문제를 비롯하여 폐차에서 발생하는 폐기물, 리사이클링 문제 및 대도시에서의 매연 스모그 문제 등이 심각하게 대두 되고 있다.

○ 생산단계에서는 다른 장치산업에 비하여 에너지의 사용량이 적고 배출되는 폐수나 대기오염 물질, 폐기물 등 환경오염 물질의 양이 적은 편에 속한다. 배출되는 오염물질을 각 공정별로 살펴보면 다음과 같다.

- 차 체 라인……CO_2, Ar, Mig Fume gas
- 전처리 라인……PO_4, NO_2, Ti, Ni, 유분계면활성제, 폐수
- 후처리 라인……폐수
- 전 착 라인……EC, BC, NOx, SOx, 폐수
- 도 장 라인……NOx, SOx, 폐수
- 의 장 라인……오일 류
- 최 종 라인……연료, 냉매

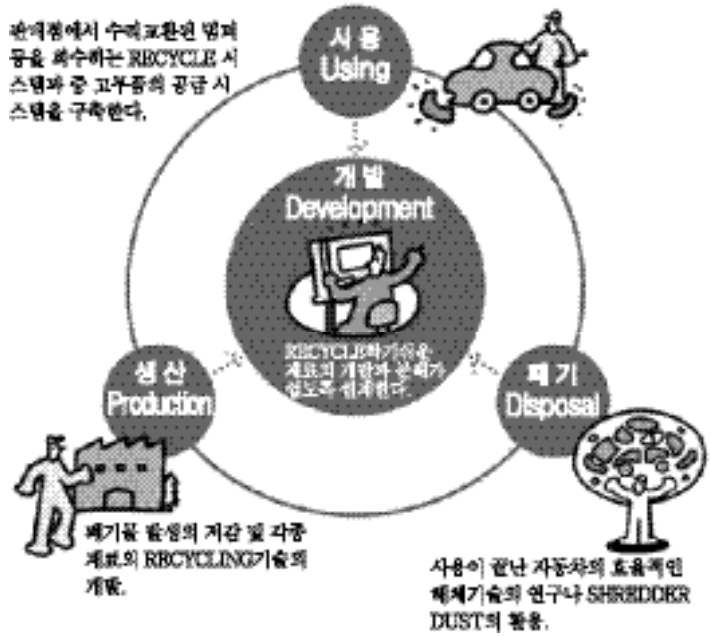
○ 자동차 사용단계에서의 환경오염을 살펴보면, 자동차 1대당 발생하는 배기가스(10만km 기준)중 지구온난화의 원인이 되는 주요 물질을 보면 이산화탄소(CO_2)가 74%, 프레온가스(CFCs)가 24%, 질소산화물(NOx)이 1.9%, 탄화수소(CH)가 0.1% 등으로 이산화탄소의 발생이 대부분이다[(2)]

○ 일본 Mitsubishi 연구소 자료에 의하면 화석연료의 연소에 의

한 세계의 탄산가스 배출량 중 자동차 배출가스가 차지하는 비중은 1971년 12%에서 1985년 14%로 높아졌으며, 이러한 추세가 지속될 경우 2010년에는 세계 자동차 보유대수의 증가로 인해 자동차에 의한 세계 이산화탄소 총배출량이 약 13억 톤(탄소 환산)으로 1987년 8억 3천만 톤에 비해 57%이상 증가할 것으로 예상 하고 있다.

○ 자동차 폐기단계에서의 환경오염 문제는 그 사용재료가 다양하고 소재별로 분리하여 수거한다는 것이 쉬운 일은 아니다. 일본의 경우 약 6,600만대의 자동차를 보유하고 있고, 평균 수

<그림 1-2> 자동차 LIFE CYCLE에 맞춘 RECYCLE 개념[12]



명을 약 12년이라고 하면, 해마다 500만대의 자동차가 폐차가 발생하는 셈이 된다. 우리나라의 경우는 2005년 2월 현재 자동차 보유대수 1,500만대이며 해마다 폐차되는 수량은 51만대로 예상되고 있다.

○ 일본의 경우 사용이 끝난 자동차의 폐차처리 전문 업체인 해체사업자와 분쇄사업자(Shredder)에 의해서 금속 중심으로 재활용이 진행된다. 재활용율은 75 ~ 80%로 비교적 높은 편이다.

○ 해체업자에게 넘어간 폐차는 우선 엔진, 트랜스미션, 타이어, 배터리, 촉매 등은 해체 한 다음 자원화해서 재이용하고 있다. 나머지 차체는 분쇄사업자(Shredder)에게 인계되어 철 · 비철금속으로 분리하고, 현재로서는 재활용이나 자원화가 곤란한 수지 등의 더스트로 선별하고 있다.

○ 폐차의 재자원화에는 소재로서 회수하는 방법 이외에, 부품으로서 재활용하는 것도 대단히 중요하다. Toyota 자동차의 경우 폐차의 재활용율 달성 목표가 2015년에 95% 까지 올리는 것이 목표인데, 이를 달성하기 위해서는, 2005년에 판매되는 신차부터 95%의 리사이클이 가능한 설계가 되도록 하여야 만 할 것이다. 먼 장래의 과제가 아니고 당장 해결하여야 만 할 과제인 것이다.

○ 본 보고서에서는 앞서 말한 환경보전의 중요성과 환경파괴로 인한 지구의 멸망이 오기 전에 이를 지켜내기 위한 세계 각국의 노력을 살펴보고 특히 자동차 분야에서의 환경 친화적인

기술발전 추세는 어떻게 달라지고 있는지에 초점을 맞춰 조사하여 보았다.

○ 자동차를 만드는 과정과 폐차과정에서의 리사이클 문제 등은 추후에 분석토록하고 여기서는 자동차의 사용단계에서 대기오염을 제로화 시키기 위한 전기자동차, 하이브리드 자동차, 연료전지 자동차 등의 관련기술에 한해서 분석하였다.

제 2 장

환경 친화적인 자동차의 연구개발 동향

1. 전기자동차 관련기술

가. 개발배경

○ 자동차의 역사를 볼 때 전기자동차는 1873년 영국의 Robert Davidson에 의해 가솔린 자동차보다 먼저 개발되어 실용화 되었으나 가솔린 자동차의 성능향상이 급속도로 진행되면서 전기자동차는 시장에서 밀리면서 점차 사라지게 되었다.

○ 20세기 들어 석유파동 및 도시의 공해와 지구온난화 문제 등이 대두되면서 최근에는 다른 무공해자동차와 더불어 전기자동차가 미래의 자동차로 재등장하게 된다. 스위스, 프랑스, 독일 등 유럽에서 먼저 시판이 되기 시작하였고 미국과 일본이 뒤를 이었다.

○ 우리나라에서도 1990년대에 들어 무공해 자동차의 필요성이 공론화 되면서 자동차 업계와 많은 연구기관에서 전기자동차 및 관련 부품의 개발이 시작되었고, 1993년 대전 엑스포와 각

종 환경관련 행사에 전기자동차가 등장하기 시작하였고, 정부 주도의 G7과제 및 과학기술부, 산업자원부 등의 지원을 받아 전기자동차 관련 핵심기술의 개발이 활발히 진행되고 있다.

○ 1998년 미국 캘리포니아 주정부의 엄격한 배기가스 규제인 무공해 자동차(ZEV : Zero Emission Vehicle)의 발효는 전기자동차의 개발을 본격화하는 계기가 되었다. 판매되는 차의 10%이상 일정량을 무공해 자동차로 판매해야하는 의무규정이 2005년부터 적용되며, 의무판매 비율은 2005년 10%에서 2018년 18%까지 뉴욕을 포함한 3개주로 확대 실시 될 예정이다.

○ 유럽에서의 이산화탄소 규제는 기후협약의 교통부분에 대한 EU의 전략으로 800~900만 톤의 이산화탄소를 줄일 수 있도록 연료효율이 좋은 차의 개발을 촉구하고 있으며, 2008년 까지 유럽에서 신규 판매하는 승용차의 평균 이산화탄소 배출량을 1998년의 190g/km에서 26% 줄어든 140g/km까지 낮추기로 결정 하였다.

○ 일본의 경우 교토의정서에 의하면, 2010년도 탄산가스 배출량을 1990년대비 6%의 삭감을 해야 하고, 정부는 " 지구온난화 대책추진 대강"(2002년)을 수립하여, 각 부문에서 지구온난화 대책을 실행하고 있다. 2002년, 2003년 계속 감소하고 있으며, 연비향상 및 무 · 저공해차량의 연구개발에 박차를 가하고 있다.

○ 우리나라의 경우 최근 환경부에서는 " 수도권 대기환경개선에 관한 특별법 "을 제정하여 2005년 1월1일부터 연간 3,000대 이

상의 자동차를 판매하는 자동차 제작사와 수입사는 일정비율을 무·저공해차로 보급해야한다고 규정하였으며, 이에 따라 2005년 수도권 전역에 27,000여대의 무·저공해차가 보급될 전망이다. 산업자원부에서는 2004년 9월 "환경친화적 자동차의 개발 및 보급촉진에 관한 법률"을 제정하여 2005년 4월부터 무·저공해 자동차의 개발 및 보급에 각종 지원제도를 시행하기로 되어 있다.

○ 20세기에 들어와 전기자동차는 Zero Emission을 실현할 수 있는 미래형 자동차로서 주목을 다시 받기 시작했으나 관련되는 가장 중요한 기술인 축전지의 개발이 순조롭지 못하였고, 충전소 등 기반시설(Infrastructure)의 구축에 막대한 투자가 필요하기 때문에 상용화 개발이 중지된 상태이었다.

○ 현재 미국, 일본을 중심으로 한 선진국에서는 전기자동차를 비롯해서 이와 연관된 기술로 축전지 및 연료전지에 대한 연구개발은 물론 하이브리드 자동차에 대한 연구개발이 활발하게 이루어지고 있다.

○ 중장기적인 관점에서 볼 때 Zero Emission을 실현할 수 있는 자동차는 전기자동차임이 틀림없으나 관련기술의 뒷받침 없이는 실용화되기에는 좀더 시간이 필요함으로, 이보다 접근성이 쉬운 하이브리드 자동차, 연료전지자동차 등이 먼저 실용화 되고 축전지 만으로 구동되는 전기자동차는 장기적으로 꾸준한 연구개발은 계속될 것이나 실용화되기 까지는 오랜 시간이 걸릴 것으로 보여 진다.

나. 기술및업계동향

(1) 전기자동차의 구동시스템

○ 전기자동차가 구동시스템은 축전지, 모터, 감속장치 및 제어장치(MCU: Motor Control Unit)로 구성되어 있다. 이 가운데 가장 핵심기술은 성능이 우수한 축전지의 개발이다.

○ 모터를 비롯한 다른 장치들은 주변기술의 발달과 더불어 어느 정도 실용화 수준에 와 있고 계속적인 개선이 진행되고 있으나, 축전지의 경우는 충전의 용이성, 수명, 충전효율, 충전시간, 저온성능, 에너지 밀도 등 다양한 제약조건으로 인한 기술상의 어려움으로 실용화가 예상보다 늦어지고 있다.

○ 전기자동차에 적용되는 모터로서 구비조건은 다음과 같다.

- 고속회전이 가능하고 소형 · 경량화 일 것.
- 한번 충전으로 오래갈 수 있도록 효율이 높을 것.
- 광범위한 정격출력특성을 가질 것.
- 속도위치 센서리스 화에 의한 신뢰성 향상.
- 차량의 주위환경 등을 고려, 저소음 일 것.
- 차량의 실용화를 위해서 비용이 적게들 것.

○ 전기자동차용 구동 모터에는 직류계의 권선여자형과 영구자석여자형이 있고, 교류계에는 유도모터와 동기모터가 있다. 직류모터는 구조가 간단하고 제어성이 좋고 저속에서 토크가 큰 특징이 있으나 정류자의 보수 교환 등의 불편한점 때문에 최

<그림 2-1> 전기자동차의 구성[18]

주 : 현대자동차의 전기자동차 "SantaFe"의 설명서를 참고로 재편집 한 것임.

근에는 거의 사용되고 있지 않는다.

○ 교류계의 유도모터는 내구성이 높고 고회전이면서 비용도 적게들고 출력범위가 30~240kWfh 넓어 소형에서 대형전기자동차 까지 널리 사용되고 있다. 영구자석 동기모터는 회전자 발열이 없고 효율이 좋기 때문에 최근에는 영구자석형 동기모터가 주류를 이루고 있다. 특히 하이브리드 전기자동차에 많이 적용되고 있다.

○ 스위치드 릴럭턴스 모터(SRM : Switched Reluctance Motor)는 구조가 간단하고 내구성이 좋기 때문에 전기자동차용으로서는 최적하다고 판단되고 있으나, 아직은 비용이 많이 들고 기술적인 안정이 필요하여 좀더 연구개발이 필요하다.

<표 2-1> 전기자동차 구동용 모터의 특징 비교[6]

(보기 △ : 보통, ◦ : 우수, 钒 : 최우수)

항 목	직류 모터	유도 모터	PM 모터	SR 모터
최 대 효 율 (%)	≥88	≥94	≥95	90≥
10% 부하시 효율 (%)	≥80	≥79	≥90	≥78
최대 회전수 (RPM)	≥4,000	≥9,000	≥4,000	15,000≥
COST RATIO	1.0	≥0.8	≥1.0	≥0.6
제어장치 COST RATIO	1.0	3.0	2.0	4.0
출 력 당 비용 ($/kW)	10	8 ~ 12	10 ~ 15	6 ~ 10
수 명	△	锦	锦	锦
견 고 성	◦	锦	◦	◦
신 뢰 성	△	锦	◦	◦
보 수 성	△	锦	锦	锦
체 격 및 중량	△	◦	锦	锦
저속시의 원 활 성	锦	◦	◦	△
내 진 동 성	△	锦	◦	锦
기술축적 및 실적	锦	锦	◦	△
장 래 성	△	◦	锦	◦

주 : PM : Permanent Magnet(영구자석) SR : Switched Reluctance

○ 모터 제어장치(MCU)는 모터의 회전속도와 토크를 조절하여 주는 장치이며 직류를 교류로 전환시켜주는 인버터(inverter)와 제어장치(controller) 구성되어 있다.

○ 인버터는 변환 주파수 1~20kHz 범위, 용량 10kVA~300kVA의 것이 사용되고, MCU는 고장 진단회로가 내장된 IPM (Intelligent Power Module)이 개발되어 사용되고 있다.

(2) 축전지 기술동향

○ 축전지 성능을 결정하는 가장 중요한 인자로는 에너지밀도와 출력이 있다. 에너지 밀도(energy density, specific energy)는 1회 충전시 주행할 수 있는 운행거리와 관계되며, 단일전지에 저장되는 에너지 량으로 결정된다. 전기자동차는 공간이 제한되어 있음으로 축전지의 에너지밀도가 높고 경박 단소 할수록 좋다. 출력(power density, specific power) 또는 파워밀도는 전기자동차의 가속력과 최고속도를 결정하는 중요한 요소이다.

○ 현재 실용화 내지는 개발되고 있는 EV용 축전지에는 실온작동형과 고온 작동형으로 나눌 수 있는데 실온 작동형에는 납축전지(Lead-Acid Battery), 니켈 카드뮴 축전지(Ni-Cd Battery), 니켈 수소 축전지(Ni-MH Battery), 리튬 이온 전지(Li-Ion Battery), 리튬 폴리머 전지(Li-Polymer Battery), 공기아연 전지(Zn-Air Battery)가 있다. 고온 작동형에는 나트륨 유황 전지(Na-S Battery), 나트륨 염화 니켈 전지($Na-NiCl_2$ Battery)가 있다.

○ 현재 전기자동차용으로 개발하고 있는 축전지는 그 종류가 다양하기는 하나 실용적인 면에서 경제성이나 성능요건을 만족시키지는 못하고 있기 때문에 순수전기자동차(Pure Electric Vehicle)의 실용화가 늦어지고 있는 이유이다.

○ 미국의 Big 3인 GM, Ford, Chrysler가 주축이 되어 진행하고 있는 차세대 초연비 자동차 사업(PNGV : Partnership for Next

Generation Vehicle)의 일환으로 구성되어 있는 신형전지개발 조합 USABC(The U. S. Advanced Battery Consortium)에서 제시한 개발목표는 <표 2-3>과 같다.

○ 미국의 USABC와 일본의 전기자동차용 축전지 개발 컨소시엄(11개회사 참여)에서 예측하는 축전기의 기술방향은 중단기적으로는 Nickel 계열이 유망하겠으나, 궁극적으로는 Lithium 계열이 자리를 잡을 것으로 전망하고 있다.

<표 2-2> 각종 축전지 비교[5][7][15]

구 분	납 축 전 지	Ni-Cd 전지	Ni-MH 전지	Li-Ion 전지
Specific Energy (Wh/Kg)	35 ~ 40	50 ~ 60	50 ~ 80	120 ~ 150
Specific Power (W/Kg)	100 ~ 150	170	150 ~ 300	100 ~ 200
수명(회)	200 ~ 700	500 ~ 2,000	500 ~ 1,000	500
작동온도 (℃)	-20 ~ 60	-20 ~ 60	-20 ~ 60	-20 ~ 60
충방전 반응	$PbO_2 + Pb + 2H_2SO_4 \leftrightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$	$2NiOOH + 2H_2O + Cd \leftrightarrow Ni(OH)_2 + Cd(OH)_2$	$NiOOH + MH \leftrightarrow Ni(OH)_2 + M$	$Li_{1-x}CoO_2 + Li_xC \leftrightarrow LiCoO_2 + C$
장 점	저가 온도특성 우수 고율방전 우수	고출력 밀도 신뢰성 높음 밀폐화 가능	고에너지 밀도 고율방전 우수	고에너지 밀도 상온 작동 완전 밀폐식
단 점	저에너지 밀도 짧은 수명	저에너지 밀도 메모리 효과 공해물질 사용 (Cd)	고온 특성 취약	저온, 고온 특성 취약, 출력밀도 낮음 과충전/과방전 약함
연구 과제	수명증대법 및 전해액의 고갈방지	고온에서의 충전성과 정극메모리효과의 개선	미세한 입계제어나 표면해석·제어	Co대신에 값이 싼 Mi, Mn으로의 대체 가능성검토

<표 2-3> USABC의 BATTERY 개발목표[5]

항 목	중기목표 (1994년)	장기목표 (2003년)
80% DOD에서 30초간의 출력밀도 (W/kg)	150	400
시간율 C/3에서의 에너지 밀도 (Wh/L)	135	300
시간율 C/3에서의 에너지 밀도 (Wh/kg)	80	200
수 명 (년)	5	10
80% DOD 까지의 CYCLE 수 명 (cycle)	600	1,000
40kWh조 전지1만대의 최종가격 ($/kWh)	$150 이하	$100 이하
통상 충전시간 (h)	6 시간 이상	3~6 시간
급 속 충 전	SOC 40%에서 80%까지를 15분이내에 충전	

○ 최근 새로이 개발되어 기대를 모으고 있는 리튬폴리머(Li-Polymer)전지는 기존 리튬이온전지의 양극, 전해액, 음극 중 하나에 폴리머 전해질 성분을 끼워 넣은 것을 말하며, 전해질로는 모노마, 유기용제, 전해질염 등 3종류의 물질은 혼합해서 사용한다.

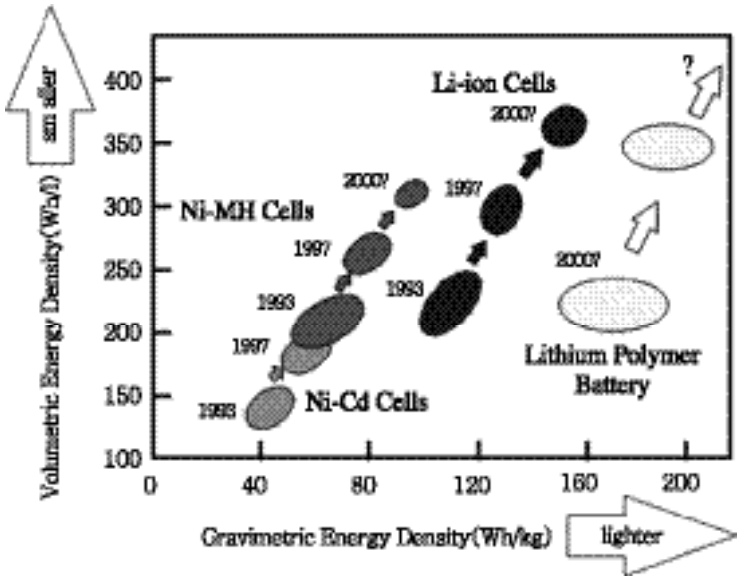
○ 리튬폴리머전지를 정식으로 말하면, 리튬이온폴리머전지라고 불러야한다. 리튬이온전지의 일종이라고 보기 때문이다. 현재로서는 차세대를 리드할 축전지라고 볼 수 있다.

○ 리튬폴리머 전지의 장점은

- 고온에서의 안정성
- 얇은 외장재를 사용할 수 있어 경박 단소화가 가능하다.

○ 리튬폴리머 전지의 단점은

<그림 2-2> 축전지 기술의 발전추세[16]



- 얇은 외장재를 사용함으로 기계적 충격에 약하다.
- 저온에서의 성능이 리튬이온전지에 비해서 떨어진다.
- 용량/에너지 밀도가 매우 낮다.

(3) 업계 및 시장동향

○ 현재 선진국에서는 미국과 일본이 주축이 되어 전기자동차 시장을 이끌어가고 있다. 1999년 까지는 미국이 주도하였으나 2000년 부터는 일본이 미국을 추월하여 우위를 차지하고 있다.

○ 현재의 전기자동차 최대 주행 능력은 200km 수준이며 최고속도도 130km 수준에 머물러 있어 실용화의 문턱에 와 있지만,

기존 자동차를 대체할 만큼 획기적인 전기자동차의 출현은 아직 문제가 있다.

○ 전기자동차가 대중화되기 위해서는 획기적인 성능의 축전기 개발, 충전 및 A/S 등을 대처하기 위한 기반시설의 마련, 친환경적인 폐차처리 방안의 마련 등이 매우 중요한 전제 조건이라 할 수 있다.

○ 전기자동차는 무공해 및 에너지문제를 해결할 수 있는 가장 가능성 높은 대안이라는 데 이견이 없으며 선진국에서는 정부와 자동차회사를 중심으로 연구가 활발하게 진행되고 있다. <표 2-4>는 각국에서 개발한 전기자동차의 성능을 비교한 것이다.

<표 2-4> 각국의 전기자동차 성능 비교[19]

메이커	차 종	축전지	모 터	모터출력 (kw)	운행거리 (km)	최고속도 (km/h)	충전 시간	충전기
GM	EV1 (양산차)	납전지	3중교류 유도식	103	110/145	130	3-4	인닥티브
Ford	Ranger	납전지	교류 유도식	55	95	120	8	탑재형 콘닥티브
Chrysle	EPIC	납전지	유도식	55	100	130		탑재형 콘닥티브
Toyota	PAV4L EV	Ni-MH	동기 모타	45	215	125	8	탑재형 콘닥티브
Honda	HONDA EV	Ni-MH	동기 모타	49	210	130	8	탑재형 콘닥티브
Nissan	프레리	Li-Ion	동기 모타	62	200	120	8	인닥티브
현 대	엑센트	Ni-MH	교류 모타	60	390	140		
기 아	세피아 KEV-V		교류 유도식	60		160		
대 우	DEV5	Ni-MH	직렬 모타	69	201	124		

○ 2005 Tokyo Motor Show에 출품된 일본 게이요대 전기자동차 연구소와 30개 기업이 공동으로 개발한 전기자동차 엘리카(Eliica)는 리튬이온축전지를 사용, 4분 만에 충전되며 항속거리 290km에 최고속도는 370km/h까지 가능하다고 한다. 기존의 전기자동차에 비해 성능이 월등한 엘리카는 2008년에 200대가 생산될 예정인데 가격은 3,000만 엔 이내로 할 생각이라고 한다(Chosun.com, 2005. 07. 05).

○ 일본 후지중공업은 연비가 가솔린 자동차의 1/8에 불과한 전기자동차 "R1"을 개발 2009년부터 양산한다고 한다. 축전지는 NEC 라미리온 에너지사의 리튬이온전지를 사용하였으며, 1회 충전에 200km를 달릴 수 있으며 10년간 전지교환이 필요 없어 유지비도 적게 든다고 한다(전자신문, 2005. 08. 16).

○ 현대자동차는 1991년 최초로 Sonata 전기자동차를 개발한 이래 엑셀, 스쿠프, 엑센트, 아토스로 이어지는 꾸준한 연구개발을 해오면서, 1997년 북미 CARB ZEV를 인증 받았으며, 2000년에는 SantaFe 전기자동차를 개발 2001. 7~2003. 6 하와이 주정부, 전력회사, 공군기지등에 15대를 투입 현지테스트를 겸한 시범운행을 하였다. 또한 2003년~2005년 2년간을 목표로 제주도에 5대, 하와이에 3대를 가지고 시범운행을 실시 중에 있다.

○ 2005년 5월 25일 국내의 벤처기업인 지오이브이(주)에서 공개한 전기자동차 "GEO EV1"은 3도어 헤치백 스타일로 경차 크기인데, 가정용 전원으로 3시간 충전하면 250km까지 달릴 수 있고, 최고시속 120km라 한다. 축전지는 리튬이온폴리머 전지

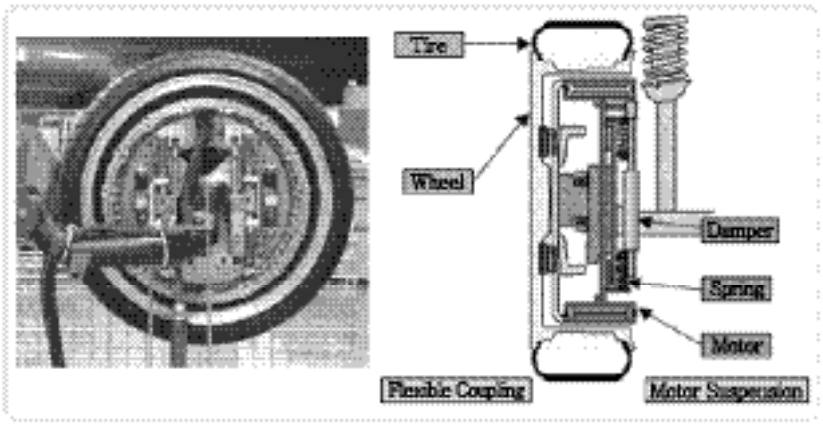
를, 모터는 팬케익형 DC 모터를 채택하였다. 아직 검증된 기술은 아니지만 내년부터 양산할 계획 이라고 한다(디지털타임스 2005. 08. 08).

다. 향후전망

○ 현재까지 사용된 축전지는 주로 납축전지 및 니켈-카드뮴전지로 효율성이 낮고 충전시간이 길어 사용에 불편한 점이 많고, 폐기시에 나오는 납, 카드뮴 등의 중금속 처리에도 문제가 많아 전기자동차 보급이 부진한 원인이 되었다.

○ 세계적인 환경규제의 강화, 환경친화 축전지(리튬이온폴리머 축전지 등)의 개발, 효율성이 우수한 모터(SRM, BLDC 모터 등)의 개발 및 네 바퀴 구동 모터(in-wheel motor) 방식 등이 개발되어 전기자동차 시장에 곧 진입할 것으로 예상되고 있어

<그림 2-3> BRIDGESTONE사의 IN-WHEEL MOTOR SYSTEM의 구조[17]



추후 전기자동차 시장의 활성화 및 판매량이 증가할 것으로 전망 된다.

○ 일본의 Bridgestone, Kayaba, Akebono의 3개사가 2000년부터 공동으로 개발하여 실용화를 앞에 두고 있는 In-Wheel Motor 구동방식은 전기자동차의 미래를 밝게 할 진일보한 방식으로 동력원인 모터를 휠에 내장하여 네 바퀴의 독립제어가 가능하고 구동축(axle), 차동기어(differential gear) 등이 불필요하게 되어 차체설계 자유도 및 공간이용도가 향상되는 획기적인 시스템 이다.

○ 전기자동차기술의 상용화에는 상당한 시일이 필요하며 따라서 장래기술에 대한 다양한 예측들이 나오고 있다. 그 중에서 미국 Argonne National Lab.에서 Delphi 방법을 사용하여 2020년까지의 기술 및 수요를 예측한 결과를 살펴보면 <표 2-5>와 같다.

○ 국내의 경우 환경부에서는 " 수도권 대기환경 개선 특별법 시

<표 2-5> 전기자동차 예측[19]

(비관적 예측 ⇒ 중간 ⇐ 낙관적 예측)

	2000년	2010년	2020년
운행거리(km)	180 ⇒ 250 ⇐ 300	240 ⇒ 300 ⇐ 400	300 ⇒ 350 ⇐ 500
충전시간(분)	260 ⇒ 120 ⇐ 70	160 ⇒ 20 ⇐ 10	120 ⇒ 20 ⇐ 5
0-50km/h 가속도(초)	7.7 ⇒ 5.0 ⇐ 3.8	6.2 ⇒ 5.0 ⇐ 3.0	5.5 ⇒ 3.0 ⇐ 3.0
등판성능(%)	5.3 ⇒ 7.3 ⇐ 9.5	6.5 ⇒ 7.3 ⇐ 10.2	7.5 ⇒ 10.2 ⇐ 10.2
보수거리(만km)	0.9 ⇒ 1.5 ⇐ 3.2	1.2 ⇒ 3.0 ⇐ 4.6	1.5 ⇒ 3.0 ⇐ 5.5
LD 시장점유율(%)	0.5 ⇒ 1.0 ⇐ 3.0	2.0 ⇒ 4.0 ⇐ 8.0	2.5 ⇒ 6.0 ⇐ 15.0

행령"에서 수도권 지역 공공기관에서 신차를 구입할 경우 저공해 자동차를 20% 이상 구입할 것을 의무화 하고 있어 전기자동차 및 하이브리드 자동차 및 청정연료자동차 등의 보급이 확대될 것으로 예상된다.

○ 2005년 1월 1일부터는 연간 3,000대 이상 판매하는 자동차 제작회사와 수입사에서는 매년 저공해자동차 보급 계획서를 작성하여 환경부 장관의 승인을 취득하도록 되어 있다. 이에 따라 2005년 수도권 지역에 27,000여대의 무·저공해자동차가 보급될 예정이다.

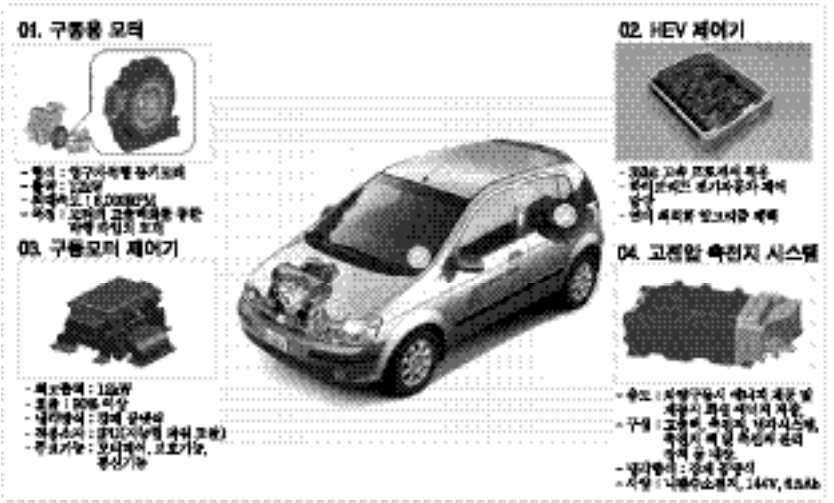
○ 또한 산업자원부에서는 2004년 9월 "환경친화적 자동차의 개발 및 보급촉진에 관한 법률"을 제정하여 2005년 4월 23일부터는 무·저공해 자동차의 개발 및 보급에 각종 지원 및 제도가 시행되고 있다.

2. 하이브리드 자동차 관련기술

가. 기술동향

○ 전기자동차는 주행중에 배출가스가 제로이기 때문에 무공해차량(ZEV : Zero Emission Vehicle)라고 부른다. 그러나 이에 대응하는 축전지의 개발기술이 주춤하고 있어 실용화가 늦어지고 있다.

<그림 2-4> 하이브리드 자동차(HEV)의 구성요소[18]



주 : 현대자동차의 하이브리드 자동차 " 클릭 "의 설명서를 참고로 재편집 한 것임.

○ 축전지와 내연기관의 두 가지 동력원을 효율적으로 조합해서 동작 시키는 하이브리드 자동차(HEV : Hybrid Electric Vehicle)는 엔진에서 축전지를 충전시켜 주면서 주행하는 달리는 발전소인 것이다.

○ 엔진과 축전지의 사용조건을 최적화 시켜줌 으로써 출력, 연비 및 배출가스를 대폭적으로 개선하여 주었다. 기존의 가솔린 또는 디젤 등의 내연기관과 전기모터를 동시에 장착한 형식의 것이 대표적 이다.

○ HEV 개념은 1909년에 특허가 출원된 오래된 기술이었으나 최근 전기자동차 개발과정에서 새롭게 각광을 받기 시작했으며

순수한 전기자동차(PEV : Pure Electric Vehicle)에 앞서 실용화에 바짝 다가서고 있다.

○ 출발 및 저속 주행시에는 전기모터를 사용하고, 큰 출력이 필요할 경우에는 내연기관 엔진을 가동한다. 전기모터 구동에 필요한 전력은 축전지를 통해 얻는다. 충전 방식은 주행시 바퀴의 회전을 통해 충전하거나 브레이크 페달을 밟을 때 나오는 잉여의 에너지로 충전하는 방식이다. HEV는 운행하기 전에 오랜 시간 동안 충전해야하는 순수전기자동차와 이런 점에서 뛰어나다.

○ 연료와 전기를 함께 사용함으로써 기존의 내연기관 자동차 보다 월등한 연비를 얻을 수 있는 장점이 있다. 현재 판매되고 있는 Toyota의 Prius, Honda의 Insight, Civic 등의 하이브리드 자동차는 연비가 리터당 12~15km인 기존의 동일 모델 보다 40%에서 100%까지 향상된 20~30km를 자랑하고 있다.

○ 유럽시장의 절반가량을 차지하고 있는 디젤 승용차보다 30% 가량 연료 효율이 좋은 수준이다. 연료 소비를 최소화함으로써 일반 자동차 대비 50~90% 가량 오염물질의 배출도 줄일 수 있어 저공해 친환경에 적합한 자동차이다.

○ HEV 시스템의 구동방식에는 직렬방식(series type)과 병렬방식(parallel type) 및 직·병렬방식(series-parallel type)의 세 가지 방식이 있다.

- 직렬방식은 엔진이 직접 구동축을 구동 시키지 않고 발전기

를 통하여 전기적 에너지로 바꾸어 축전지와 모터로 공급되어 차량은 항상 모터에 의해서 구동되도록 한 시스템이다. 기존의 전기자동차에 주행거리를 증대 시켜주기 위하여 엔진과 발전기를 추가시킨 개념이다.

- 병렬방식은 구동축을 엔진으로도 구동시킬 수 있고, 모터에 의해서도 구동시킬 수 있으며, 엔진과 모터가 동시에 차량을 구동시켜 줄 수도 있어 동력전달 효과를 최대화할 수가 있다.
- 직 · 병렬방식은 양쪽의 장점을 최대한 살려 주기위해서 조합 구성되었으며, 발진과 중 · 저속에서는 전 · 후방 두개의 모터로 만 운전 된다. 주행에 쓰이고 남는 엔진의 잉여출력은 발전기를 돌려주어 축전지에 충전시켜준다. Toyota의 대

<그림 2-5> 하이브리드 시스템의 구동방식 비교[20]

	연비향상 효과				주 행 성 능	
	IDLE STOP	에너지회생	고효율운전제어	종합 효과	가 속 성	고출력특성
직 렬	◦	錦	◦	◦	△	△
병 렬	◦	◦	△	◦	◦	△
직병렬	錦	錦	錦	錦	◦	◦

<하이브리드 시스템의 특성 비교표>

표적인 하이브리드 자동차인 Prius가 이 방식을 채택하고 있다.

○ 직렬방식은 구조가 간단하고 제어가 용이하며 최적점에서 엔진이 운전되기 때문에 유해 배출가스가 적은 반면에 동력전달 효율이 떨어진다. 병렬방식은 구조가 복잡하여 차량제작에 어려운 점이 있으나 동력전달 효율이 좋아 연비가 상대적으로 우수하다.

○ 미국의 경우 하이브리드 자동차는 2nd car 개념으로 사용하는 고객층이 많음으로, 주로 가까운 슈퍼마켓이나 시내운전에 부합되도록 가능한한 축전지로 운전하고 엔진은 보조역할을 하여 공해저감에 유리한 직열방식을 선호하고 있다.

○ 유럽의 경우는 시내와 시외를 동시에 사용하는 일반 자가용에 목표를 맞추고 있다. 시내주행 시에는 모터를 주로 사용하고, 도시간 고속주행을 하게 되는 많은 시간은 엔진을 사용하게 되기 때문에 연비에 유리한 병렬방식을 선호한다.

○ Toyota의 새로운 방식의 하이브리드 시스템인 THS-II(Toyota Hybrid System-II)는 직·병렬 혼합형의 하이브리드 시스템이며 모터가 2개 장착되어 있는 것이 특징 이다. 작동원리는 <그림 2-6>과 같다. 자동차가 정차시에는 엔진이 자동적으로 정지한다.

○ Honda의 하이브리드 시스템은 Honda IMA(Integrated Motor Assist) System이라고 부르며, 병렬 시스템에 해당하는 구동방

<그림 2-6> TOYOTA HYBRID SYSTEM THS-II의 구성과 작동상태[21]

<표 2-6> 일본시판 하이브리드 자동차의 성능비교

	HONDA		TOYOTA	
	2005 CIVIC	2004 INSIGHT	2004 PRIUS	2005 ALPHAD
차 량 형 식	5인승 COMPACT CAR	2 SEATER PERSONAL CAR	5인승 MID.SEDAN	7/8인승 MINI VAN
엔진형식	3Stage i-VTEC	LEANBURN VTEC	INZ-FXE	2AZ-FXE
차체중량(kg)	1,280 (MX) 1,260(MXB)	850(CVT) 820(5MT)	1,555(G) 1,535(S)	2,385(G) 2,440(S)
배기량(ℓ)	1.339	0.995	1.496	2.362
실린더 수(개)	4	3	4	4
연료소비율(km/ℓ) [10·15 모드주행시]	28.5 (MX) 31.0(MXB)	32.0(CVT) 36.0(5MT)	33.0(G) 35.5(S)	17.2
엔진 최대출력 (kw[PS]/rpm)	70[95]/6,000	51[70]/5,700	57[77]/5,000	96[131]/5,600
MOTOR 최대출력 (kw[PS]/rpm)	15[20]/2,000	9.2[12.5]/2,000	50[68]/1,200 ~ 1,540	13[17]/1130 ~ 3000(앞) 18[24]/1910 ~ 2500(뒤)
MOTOR 형식	박형 BLDC	박형 BLDC	영구자석 동기	교류동기
축전지 형식	Ni-MH전지	Ni-MH전지	Ni-MH전지	Ni-MH전지
SYSTEM 구동방식	IMA	IMA	THS-II	THS-C
판매가격(엔)	2,362,500 (MX) 2,194,500(MXB)	2.289.000(CVT) 2,205,000(5MT)	2,625,000(G) 2,268,000(S)	4,452,000(G) 3,950,000($

주 : 1. 상기자료는 TOYOTA 및 HONDA에서 제공하는 차량설명서를 참조하여 작성하였음.
2. 판매가격은 2005년 11월 현재 일본 내에서의 소비자가격으로 소비세까지 포함된 가격임.

식 이다. 시스템의 특징은 종래의 플라이 휠 위치에 모터가 조립되어 엔진 크기에 변화를 주지 않으면서 출력을 20%이상 증대시켜 주는 것 이다.

○ 미국 빅3와 에너지부, 환경처 등이 참여하는 PNGV (Partnership for Next Generation Vehicle)에서는 내연기관 엔진 승용차에서 각 요소별로 10%가 개선될 경우, 엔진 열효율 10%, 구동계통 9%, 차량중량 3%, 모터효율 5%, 전지효율 4%, 공기저항 3%, 회전저항 3% 그리고 에어컨 등 보조기기에서 1% 등이 전체의 연비향상에 기여한다고 분석하고 있다.

○ 그밖에 스위스의 Esoro사가 Twintrack를, 2002년 독일의 Volkswagen은 3L의 연료로 100km를 주행할 수 있는 "Lupo-3L"을 개발하였고, 프랑스의 Valeo사와 영국의 Ricardo사는 양사 기술합작으로 42V 아이들 스톱/고 시스템인 아이모젠(i-Morgen)을 개발하여 중형 디젤엔진에 탑재하고 있다.

○ 일본을 비롯한 미국 등 선진 자동차 업체에서는 미래형 자동차의 기술개발을 위하여 인수합병을 통한 대형화, 전략적 제휴를 통한 공동개발 등을 적극 추진하고 있으며, 완전무결한 ZEV로 가는 전단계로서 실용화가 시작된 하이브리드 자동차에 전력을 기우리고 있는 상황이다. <표 2-7>을 보면 우리나라의 수준이 얼마나 미흡한가를 알 수 있을 것이다.

○ 현대자동차는 1995년에 FGV-1, 1999년에는 FGV-2와 Elantra HEV, 2000년에는 무단변속기를 장착한 Verna HEV와 디젤엔

<표 2-7> 하이브리드 자동차 국내기술 수준 비교[10]

(기준 : 선진국의 수준을 100으로 했을 때)

핵심기술 항목	기 술 수 준	전문인력 보유정도	인프라 구축 정도
엔진기술	80	70	70
모터/컨트롤러기술	10	20	20
축전지기술	60	50	30
보조에너지저장장치기술	90	90	60
차량제어기술	40	50	20
트랜스미션기술	40	50	50
시뮬레이션기술	40	10	50

주 : 원본 자료는 국가과학기술위원회, 국가과학 기술지도 2002

진과 직렬형 조합한 카운티 버스 HEV를 연구개발용으로 시험제작하여 국내외에서 시험을 하였다.

○ 2002년에 개발한 Click HEV는 연비가 18km/ℓ로 가솔린 모델 12.1km/ℓ와 비교하여 50%이상 우수하다는 시험 결과를 얻었다. 현대자동차는 Toyota에 비해 8년 정도 뒤져있으나 지금부터 라도 열심히 해서 2010년에는 연산 30만대의 생산을 할 계획이라고 한다.

○ 중국은 1억 달러를 상회하는 규모의 연구개발프로젝트를 통해 연료전지 및 하이브리드 자동차를 개발하여 여러 대의 프로토타입을 제조하였다. 최초의 하이브리드 버스는 후베이성 우한의 출퇴근 노선에서 시험운행 되었는데 일반버스에 비해 30%의 가솔린이 절감 되었다.

나. 업계및시장동향

○ 2003년 미국의 하이브리드 자동차 등록대수는 43,435대로 2002년에 비해 25.8% 증가했다고 한다. California주에는 환경친화적인 가솔린-하이브리드 자동차가 가장 많이 등록되어 있다. 이어서 Virginia, Florida 및 Washington 등이 많았다.

○ 2000년 이후 하이브리드 자동차의 평균 판매량 증가율은 미국에서 88.6%였다. 2003년 자동차 총 판매량은 1,670만대였다. 미국에서 판매되고 있는 하이브리드 자동차는 Toyota와 Honda가 생산하는 Prius와 Civic 뿐이다. 모든 자동차 회사들이 하이브리드 기술 개발에 투자를 하고 있으나 아직 양산단계에 이르지 못하고 있는 것은 그 수준이 일본에 비하여 많이 뒤지고 있음이다.

○ 자동차 시장 전문 조사기관인 Wards의 분석에 따르면, 세계 자동차 판매량은 향후 2008년까지 연평균 4~5%의 성장을 지속할 전망이다. 하이브리드 자동차의 기술 발전 속도를 감안하였을 때 2009년경이면, 일반자동차와 가격이 비슷해질 것으로 예상된다.

○ 유가 상황은, 이라크 전쟁 이후 세계적으로 고유가 시대가 지속되고 있다. 2004년 배럴당 40달러 수준을 훌쩍 뛰어넘은 서부 텍사스 중질유의 가격이 올해 2005년 9월말에는 68%나 인상되어 67달러가 되었다.

○ 미국의 경우, 가솔린 가격이 작년 9월 말에는 갤런 당 1.92 달러였으나, 올해는 46%나 상승한 2.80 달러 수준을 보이고 있다. 따라서 연료 소모가 많은 SUV와 픽업 트럭 등 대형 차량의 판매가 크게 줄어든 반면 하이브리드 자동차의 판매는 급격히 증가하고 있다.

○ 최근 미국의 마케팅 리서치사인 MWC의 서베이 자료에서도, 신차 구입자들의 32%가 휘발유 값이 갤런 당 3.75달러(리터당 1 달러)에 이르면 하이브리드 자동차 구입을 할 것이라는 반응을 보였다.

○ 미국 정부의 정책도 하이브리드 자동차 보급 확대를 권장하고 있다. 2006년 1월부터는 하이브리드 자동차의 모델과 연비에 따라 차등적으로 500 달러에서 3,400 달러에 이르는 세금 감면의 재정적 지원을 할 계획이다.

○ 이러한 전망과 유가 수준 등을 고려하여 보면, 하이브리드 자동차 시장은 향후 연평균 33% 가량의 성장이 무난할 것으로 보인다. 하이브리드 자동차 시장은 2004년 20만 대 수준에서 2010년 100만 대를 돌파하고 2013년 이면 160만 대 수준으로 성장하여 전체 시장의 약 1.7% 이상을 차지할 것으로 전망된다.

○ 하이브리드 자동차 시장에서는 현재 Toyota, Honda 등 일본 기업들의 독주체제가 이어지고 있다. 하이브리드 자동차는 1997년 Toyota의 Prius가 처음으로 개발된 이래 20만대 이상이 판매 되었으며, 2004년형 Prius는 일본 내에서 판매대수 10위권

에 들고, 미국에서는 20,000여대가 주문대기 상태로 6개월을 기다려야 차량을 인도 받을 수 있다고 한다.

<표 2-8> 년도별 하이브리드 자동차 출시 모델 현황 및 계획[22]

	TOYOTA	HONDA, NISSAN	U. S. A.	기 타
2004년 이전	- Prius(compact) - Estima(mini Van)	- Insight(1.0L, 혼다) - Tino (소형차, 닛산) - Mardh(소형차 닛산)	- ESX1~3 (1.5L,Chrysler)	- Twintrack(Swis,Esoro) - Avante(HMC) - Verna(HMC) - County (버스, HMC)
2005년	- RX400h(SUV렉서스) - Highlander(SUV) - Harrier(SUV) - Kluger (SUV) - Alphad(mini Van)	- Civic(1.3L,혼다) - Accord(3.0L,혼다) - Acura (3.0L혼다)	-Escape(SUV, Ford) -Sierra(Pickup, GM) -Chevy Silverado (Pickup, GM) -Allison (Bus, GM)	- Lupo3L(Volkswagen)
2006년	- 450hGS (3.5L,V8) - Fine-X	- Altima(2.5L, 닛산)	- Dodge Ram(Pickup, GM) - Mercury Mariner (Pickup, Ford) - VUE(새턴, GM)	- S3X(SUV, GM대우) - HR2(6.0L, race, car BMW) - X5(4.4L, SUV, BMW)
2007년	- Sienna(mini Van) - Camry(2.4L)	- Tino (Van,닛산) - Tribute (마쯔다)	- Chevy Malibu(SUV, GM) - Chevy Tahoe(GM) - Dodge Durango (3.7L,SUV,Chrysler) - Yukon(GM) - Fusion(3.0L,V6,Ford	- Portico(miniVan HMC) - Touran(1.6L, Van, VW)
2008년				- 베르나(소형 HMC) - 쏘나타(중형 HMC) - Cayenne(Porsche)
2009년 이후			- Lincoln(Ford) - Mercury Milan(Ford) - Chevy Silverado (Pickup, GM)	- Bionic, S-class(Mercedes Benz)

주 : 본 자료는 참고 문헌 외에 각 자동차 회사의 홈 페이지 및 자동차 관련 뉴스를 종합하여 작성하였음.

○ 몇 차례 출시 지연을 하면서 성능을 보완하여 최근 출시한 SUV, Ford의 Escape 하이브리드 자동차는 4기통 엔진이지만 6기통 엔진의 힘을 내며 연비는 15.2km/l이다. GM 에서는 5.3l, 8기통, 295마력의 픽업트럭 Sierra 및 Silverado를 출시하여 미국 자동차 회사들도 늦었지만 하이브리드 자동차 시장에 본격적으로 뛰어들고 있는 상황이다.

○ Toyota에서는 2005년 상반기부터 월간생산 대수를 15,000대로 확대하고, Prius 외의 다른 차종을 포함한 하이브리드 자동차 총 판매량을 2005년도에 30만대로 계획하고 있다. 일본 정부에서도 저공해차 보급촉진을 위하여 1,500cc 보통승용차와의 가격차의 최대 50%를 보조한다.

○ 국내에서는 실용화 단계 까지 와 있는 전기자동차가 없는 관계로 현대자동차는 2004년에 생산한 하이브리드 자동차 클릭 50대를 정부 및 각 기관에 보급하였다. 2006년에는 공공기관에 하이브리드 자동차 350대를 납품할 계획으로 되어 있다.

다. 향후전망

○ 하이브리드 자동차는 가솔린 하이브리드에 이어 디젤 하이브리드 자동차로의 영역이 점차 넓혀질 것으로 예상된다. 또한 간편하게 가정의 전력을 이용하여 충전을 하고 가까운 거리는 전기 모터로만 운행하고 먼 거리 운행 시에만 엔진을 사용하는 보다 저렴한 플러그 인(plug-in) q방식의 자동차도 등장해

주목을 받고 있다.

○ 하이브리드 자동차 시장의 확대는 관련 산업의 동반 성장을 가져올 것이기 때문에 이에 대한 준비 역시 서둘러야 할 필요가 있다. 특히 동일 모델대비 추가적인 부품 비용의 30% 이상을 차지하는 2차전지의 경우 하이브리드 자동차 시장 확대에 따라 대규모 시장 형성이 가능할 전망이다.

○ 결국 전체 자동차 시장 내 하이브리드 자동차의 비중이 지속적으로 높아질 경우 자동차용 2차전지 시장의 성장 잠재력은 기존 소형 2차전지(2004년 35~40억 달러 예상)를 궁극적으로 능가할 가능성이 충분한 것으로 보인다.

○ 전원 시스템도 과거의 12V에서 42V나 120V 이상으로 바뀌면서 자동차의 전장, 전자화가 더욱 가속화 되면서 이에 따를 편의 사양의 변화가 예상 된다. 기존 전장품 업체의 이에 대비한 준비가 미래의 사업성을 좌우할 것이다.

○ 무엇보다도 가장 큰 변화는 자동차 산업의 구조 변화 일 것이다. 하이브리드 자동차 시장에서의 주도권 확보 여부에 따라 기업간 경쟁 판도에 커다란 변화를 가져올 것으로 예측된다.

○ 국내 자동차 산업의 규모는 5, 6위권으로 성장하였고, 품질 및 생산기술 측면에서의 경쟁력도 어느 정도 빅 3와 견줄만한 수준까지는 와 있다고 평가 받고 있다. 그러나 하이브리드 자동차 부문에서는 일본 보다 8년이 뒤졌고 기술 측면에서는 일본이나 미국에 비하여 40% 수준에도 미치지 못하는 상황이다

<표 2-7 참조>.

○ 하이브리드 자동차의 성장성과 파급효과, 그리고 궁극적으로 가야할 무공해 차량의 연구의 중간과정으로서의 하이브리드 자동차 기술의 중요성을 깊이 고려하여 정부와 자동차 회사 및 관련 부품기업들 간의 유기적인 기술개발 및 연구 활동에 적극적인 노력을 기울여야 할 것이다.

3. 연료전지 자동차 관련기술

가. 기술동향

○ 1994년에 Daimler-Chrysler가 수소저장 방식의 연료전지 자동차인 NECAR 1(New Electric Car 1호)를 발표하면서 세계 자동차 산업의 차세대 자동차인 연료전지 자동차 개발에 경쟁의 불이 붙기 시작하였다.

○ 연료전지는 화학에너지를 전기화학 반응에 의해서 직접 전력으로 변환하기 때문에 연소 시 발생하는 유해한 배기가스가 없다. 따라서 환경 친화적인 동력 발생장치이며 효율도 내연기관에 비해 월등히 높다.

○ 차세대 에너지원으로 주목받고 있는 연료전지(Fuel Cell)는 수소, 메탄올, 천연가스, 석유 등이 연료전지용의 연료로서 검토 대상이 되고 있다. 그러나 원가, 인프라구축, 편리성 등의 면에

서 실용화되기까지에는 검토해야할 과제가 아직은 많다.

○ 연료전지는 전해질의 종류에 따라 <표 2-9>와 같이 구분 된다. 근본적으로 같은 원리에 의해서 작동하지만, 서로 다른 점은 연료의 종류, 운전 온도, 촉매와 전해질이다.

○ 연료전지의 연료는 수소로 제한되어 있지는 않으며 일반적인 연료전지의 반응은 " 연료 + 산화제(oxidant) → H_2O + 전기 + 기타 부산물 "로 표현된다.

<표 2-9> 연료전지의 종류 및 특징[23]

연료전지의 형태	전해질	촉 매	운 전 온 도	주 연료	적용분야
인산형 (PAFC)	인산(액체)	Platinum on PTFE/Carbon	200℃	천연가스 메탄올	분산 전원 대형 차량
알칼리형 (AFC)	수산화 칼륨 (액체)	Platinum on Carbon	80℃	수소	특수 목적 우주,군사
용융 탄산염형 (MCFC)	Lithium or Potassium Carbonate(액체)	Ni 또는 Ni 화합물	650℃	천연가스 석탄가스	복합 발전 열병합 발전
고체 산화물형 (SOFC}	Yttria-stabilized zirconia(고체)	Ni/Zirconia Cermet	1,000℃	천연가스 석탄가스	복합 발전 열병합 발전
고분자 전해질형 (PEMFC)	나피온 Dow Polymer	Platinum on Carbon	85 ~ 100℃	수소 메탄올	이동형 전원 우주, 자동차
직접 메탄올 (DMFC)	Polymer Membrane	Pt-Ru or Pt/C	25 ~ 130℃	수소 메탄올	이동형 전원 자동차

주 : 1. PAFC (Phosphoric Acid Fuel Cell)
2. AFC (Alkaline Fuel Cell)
3. MCFC (Molten Carbonate Fuel Cell)
4. SOFC (Solid Oxide Fuel Cell)
5, PEMFC (Proton Exchange Membrane Fuel Cell)
6. DNFC (Direct Methanol Fuel cell)

○ 연료전지의 장점으로는 효율이 90% 이상이며 특히 부분부하에서 높다. 현재의 연료전지 1개는 0.55-0.75V 전압범위에서 0.8-1.2 A/cm^2 정도의 전류를 얻을 수 있는 수준이다. 자동차 모터를 구동할 수 있는 전류를 얻기 위해서 여러 개의 연료전지를 직렬 또는 병렬로 연결(stack)하여 사용한다.

○ 자동차용 연료전지로는 인산형 연료전지보다 약 10년은 뒤져 있지만 저온에서 작동되며 소형화가 가능한 고분자전해질형 연료전지(PEMFC)의 우수성이 입증되어 전 세계적으로 많은 연구가 진행 중이며 자동차용으로는 가장 먼저 실용화 될 것으로 보여 진다.

○ 고분자 전해질 연료전지(PEMFC)의 기본개념은 수소와 산소의 전기화학 반응에 의하여 물이 생성됨과 동시에 발생하는 전기를 이용하는 것이다. 수소는 연료극(Anode)으로 공급되고, 산소는 공기극(Cathode)으로 공급된다.

○ 이때에 일어나는 전자의 흐름으로 인해 전류가 생성되고 물 생성 반응에서 부수적으로 발생하는 열은 난방용으로 사용될

<표 2-10> 전기자동차와 연료전지자동차의 비교[23]

구 분	전기자동차	연료전지 자동차
구동방법	전동기	전동기
동력원	발전소 공급전력	순수 수소 혹은 개질 수소에 의한 자체 전원
환경오염 문제	화력발전소의 유해 가스 및 다량의 축전지 사용	개질과정에서 극소량 발생
공해정도	가솔린 차량보다 심각함	진정한 무공해 차

수도 있다. 연료전지의 연료인 수소는 순수 수소를 이용하거나 도시가스, 메탄올, 에탄올 같은 탄화수소를 이용하여 연료개질장치(Fuel Reformer)를 이용해서 고순도의 수소를 만들어 사용한다.

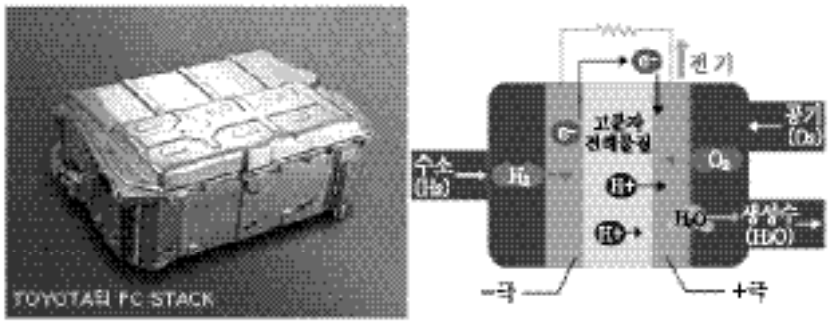
○ 연료전지 자동차는 수소저장장치, 연료전지 스택(Fuel Cell Stack), 모터 및 감속기 등으로 구성되어 있다. 수소의 저장방법으로는 기체, 액체, 고체상태로 저장하는 방안이 있다.

○ 고압 수소저장이나 액체 수소저장 방법은 상온에서도 폭발의 위험이 있으며 저장 비용이 높은 단점이 있기 때문에, 수소저장합금을 이용하는 방법과 탄소 나노 튜브를 이용하는 방법 등을 사용하기도 한다.

○ 연료전지 하나의 단위에서의 전기적 기전력은 0.7V로 자동차용으로 300V를 사용하고자 한다면, 400매 이상의 연료전지 셀을 직렬로 연결시켜야한다. 이 적층 연료전지 셀을 연료전지 스택이라고 한다. 각각의 연료전지 셀에 골고루 수소, 산소, 냉각제를 공급하고, 진동에 견디는 기계적 강도와 고전압에 견디는 전기적 절연성도 구비해야 한다.

○ 메탄올을 수소로 변환시키는 연료개질장치를 거치지 않고 직접 메탄올을 연료로 사용하는 연구도 진행되고 있다. 종전에는 이 방식은 효율이 너무 낮기 때문에 검토 대상으로 삼지도 않았으나 최근 들어 촉매기술이 발달하면서, 수소연료 사용시와 비슷한 30% 이상의 효율을 얻을 수 있는 것으로 발표되고 있다.

<그림 2-7> FC STACK과 고분자 전해질 연료전지의 기본 개념도[21]



<표 2-11> 자동차용 연료전지 핵심기술 보유현황[23]

회 사	스택 생산	스택 제작	파일럿 전단계 생산	정격용량 스택	스택기반 기술	단위전지 기술	MEA 개발생산	분리판 개발
Ballard	o	o	o	o	o	o	o	o
Benz	o	o	o	o				
G.M.				o	o	o	o	o
Toyota				o	o	o	o	o
Allied Signal					o	o	o	o
Denora					o	o	o	o
Energy Partner					o	o		
Honda					o	o	o	o
Hpower					o	o	o	o
Ford/IFC					o	o	o	o
Mitsubishi					o	o		o
Nissan					o	o		o
Plug Powe					o	o	o	o
Simens					o	o	o	

○ 1997년도에 Benz에서는 A-class급의 콤팩트 차량에 메탄올연료를 사용하는 NECAR-3를 발표하였다. 이 차량의 수소변환기는 메탄올을 80%까지 수소로 변환시킬 수 있으며 총 에너지효율(energy-to-road)은 31%로 디젤승용차의 24% 보다도 높다. 또한 제동에너지까지 회수할 경우 40%를 충분히 상회할 수 있을 것으로 예상하고 있다.

나. 업계및시장동향

○ 미국 정부는 에너지 안보와 환경문제 해결을 위해 수소·연료전지의 개발·보급을 강력히 추진, 다음과 같은 중장기 프로젝트를 마련하였다.

- 2010년까지 총 판매 자동차의 25%를 수소이용 자동차로 보급토록 한다.
- 2020년까지 일반자동차와 가격렷걍 면에서 경쟁력을 갖는 수소·연료전지 자동차를 보급토록 한다.
- 2030년까지 총 에너지 소비량의 10%를 수소로 공급하는 목표를 설정.
- 2010년까지 분산형 수소 제조설비의 제조 원가를 $1.5/kg (천연가스, 액체연료)으로 저감한다.
- 2010년까지 수소 스테이션 내의 수소취급 단가를 $0.6/kg까지 저감할 수 있도록 수소취급 기술을 개발한다.

○ 일본은 연료전지 기술의 실용화를 선도하고 해외로의 기술수

출을 추진하고 있으며, JHFCD(Japan Hydrogen & Fuel Cell Demonstration)프로젝트를 통해 다양한 연료의 개질방법을 통한 수소 인프라를 구축하여 시범운행하고 있다.

- 2004년 연료전지 자동차 시판, 11개의 수소 스테이션 시범 설치.
- 2010년까지 연료전지자동차 5만대, 2020년까지는 5백만대 보급.
- 2010년까지 가정용 연료전지 120만 kW(약 40만 가구), 건물용 연료전지 90만 kW 공급 목표설정.

○ 아이슬란드와 같이 2015년까지 석유 소비를 전부 대체연료로 대체한다는 야심찬 계획을 추진 중인 국가도 있다.

○ 국내의 경우 수소는 에너지원이 아닌 자체 석유화학 공정용 또는 화학 공업의 원료로 사용되기 때문에 수요 공급이 거의 균형을 이루고 있다.

- 대표적인 국내 수소 유통업체(공급업체)로서는 덕양에너젠, SPG산업, BOC가스코리아가 있으며 2002년 현재 유통량(판매량)은 이들 3사를 합쳐서 22,500Nm^3/hr에 달하고 있다.
- 국내에서의 수소 유통량은 파이프라인으로 56%, 카트리지로 44%의 양을 공급하고 있으며 정제 수소의 공급 가능량은 현재 시간당 22,000Nm^3이다.

○ 현재 연료전지를 이용한 자동차개발에 참여하고 있는 자동차 메이커들은 Daimler Chrysler, Ford, GM, Toyota 등 대부분의

자동차 회사들이 연료전지 자동차의 개발에 투자하고 있으며, 시장 선점을 위한 각축전이 벌어지고 있다.

- Daimler-Chrysler는 1994년 세계최초로 수소저장방식의 연료전지 자동차인 NECAR1(New Electric Car)를 개발한 후 2,3,4를 거쳐 최근에는 혁신적으로 부피를 줄이고 효율을 높인 NECAR5를 발표하였다.
- Daimler Chrysler는 연료전지 분야에서 DMFC(Direct Methanol Fuel Cell)를 중점적으로 연구하고 있다. 이 방법의 핵심은 연료 개질장치없이 메탄올이 대기중의 산소와 직접 반응하여 발전하면 전력을 얻는 방식이다.
- Ford사는 1998년 연료전지용 Protocar ZEV를, 1999년 1월에는 수소저장방식의 P2000을 발표하였다. P2000은 Taurus 모

<표 2-12> 연료전지 자동차 개발 현황 및 사양[23]

제조 회사		차 종	개발 년도	연료전지 사양		주행거리
				연 료	출력(용량) 20kW	
일본	Mazda	Cart	1997	수소저장합금 (2x15㎥)	20kW(5kW x4)	170km
	Toyota	RV	1997	메탄올		500km
유럽	Daimler-Benz	승용차	1999	액화수소	25kW	400km
	Renault	승용차	1996	액화수소	70kW	500km
북미	Ballard	버스	1997	압축수소	30kW	170km
	George-town U	버스	1998	메탄올	100kW	560km
	GM	승용차 EV-1	1999	메탄올	100kW	500km
	FORD	승용차	1999	압축수소	50kW	170km
	Virginia Tech	승용차	1999	압축수소	70kW	110km

델과 같은 성능으로 개발되었고 시동후 60마일까지 도달하는데 12초가 걸리고 주행거리는 100마일, 최고속도 80mph, 최대마력 90마력이다. Ford사는 연료전지의 표준 모델을 Focus FCV로 정하고 많은 실험을 하고 있다.

- GM사는 1998년 이후 독일의 Opel과 함께 'GM Global Alternative Propulsion Center'라는 Global Fuel Cell Project를 추진해 오고 있으며 Opel사는 메탄올 변환형 연료전지 자동차인 Zafira compact van을 제작하여 98년 파리 모터쇼에서 선보였다. 이는 2004년 까지 대량생산이 가능한 연료전지 자동차를 내놓겠다는 GM의 목표달성의지를 보여 주었으나 결과는 지연되고 있다.
- 일본의 Toyota사는 하이브리드 자동차에서 세계 톱을 달리고 있듯이 연료전지에 관한 기술도 상당한 수준에 와있다. 2002년 12월 수소로 달리는 연료전지 하이브리드 자동차 FCHV를 일본 4대(내각관방, 경제산업성, 국토교통성, 환경성)와 미국에 2대(California대학) 한정된 수량을 판매하였다.
- FCHV-5는 5,000psi의 수소 저장 탱크가 있다. 최고 출력이 90kW이며 미국 켈리포니아의 ZEV 규정을 만족 시킬 수 있었다.
- Honda사는 1999년 9월에 첫 번째 차인 FCX V1을 내 놓았다. Canadad의 Ballard사의 연료전지 스텍과 수소를 저장하기 위한 수소흡장합금을 장착했다.
- Honda사의 차세대 차량은 수소 저장시스템, 제어장치, H-형 배치의 울트라 커패시터 모듈을 차체 아래 장착하여 무게중

심을 낮춰 안정성 있게 하였다.

- 현대자동차는 1990년부터 전기자동차를 개발하여 왔으며 이를 바탕으로 2002년 9월 메탄올 및 수소 연료전지차 개발, 2004년 9월 투싼 연료전지 하이브리드 자동차(FCHEV)를 개발하여 미국 California에서 시범시험운행을 진행중에 있다. 2009년 8월에 시험을 마칠 계획이다.
- 현대자동차는 2005년 3월 청와대에서 열린 친환경 자동차 시승행사를 갖고 투싼 수소 연료전지 자동차를 발표하였다. 16초 만에 100km/h에 이르고 최고시속은 159km/h, 항속거리는 300km라고 한다.
- 현대·기아차는 우선 2008년까지 하이브리드 자동차와 연료전지 자동차등 친환경 미래형 자동차의 개발기술 등을 축적한 뒤 2009~2010년 하이브리드 차를 양산하고 2011~2015년엔 연료전지 자동차를 판매할 계획으로 있다.
- GM대우자동차사는 2005년 11월 16일 APEC회의가 열리는 부산에서 GM과 공동으로 수소 연료전지 자동차 하이드로젠-3(Hydrogen-3) 프로젝트를 발표하고 시승회를 가졌다. 압축 수소로부터 동력을 얻는 5인승 전륜구동 이고 82마력의 전기모터는 100km/h 가속에 16초가 걸리고 최고속도 160km/h, 항속거리 270km이다.

다. 향후전망

○ 자동차 산업계는 세계 주요 자동차회사들이 사활을 걸고 개발

경쟁에 나서고 있는 미래형 자동차는 100년이 넘은 지금의 자동차산업을 뒤흔들지도 모르는 변화의 조짐이 보이고 있다.

○ 지구 온난화 문제 등으로 환경규제가 심해지고 화석연료 고갈이 닥쳐오면 환경친화적인 자동차 개발에 먼저 성공한 업체는 주도적 위치에 오르겠지만 그렇지 못한 업체는 도태될 것이 명약관화하다. 2020년 까지는 하이브리드 자동차 및 수소 연료전지 자동차가 50% 이상, 2030년에는 80% 이상 될 것이라는 연구 결과도 있다.

○ 미국은 연료전지 개발과 인프라 구축을 위해 2002년부터 향후 5년동안 17억불을 지원하며, 일본은 "고효율 청정에너지 자동차 개발사업"을 추진하여 저공해 차량 구입시 보조금 지급, 취득세 및 자동차세 면제, 소득세 및 법인세 감면, 저리융자 등의 혜택을 준다.

○ 우리나라의 경우 2003년 8월 22일 정부는 미래형 자동차를 "10대 차세대 성장 동력 산업"으로 확정, 2012년까지 미래형 자동차인 하이브리드 자동차와 연료전지 자동차를 집중 육성할 계획으로 발표된 바 있다.

○ 수소 연료전지 보급의 가장 큰 애로는 비싼 원가와 주변장치, 충전소 등의 인프라 구축의 어려움에 있다. 실용화되기 위해서는 아직 풀어야할 기술적인 과제가 많이 있다. 선진국과의 미래를 위한 경쟁에서지지 않기 위해서는 기업 뿐 아니라 정부의 대규모 투자가 병행 되어야 할 것이다.

4. 기타 친환경 자동차 관련기술

가. 가솔린엔진에서의환경보전기술

(1) 삼원촉매 장착 엔진[3]

○ 자동차에서의 환경보전 기술은 매우 다원적인 요소로 구성되어 있다. 우선 대기오염 문제의 주범인 배출가스를 저감시켜주기 위해서는 엔진의 연소 효율 즉 연비를 높여주는 엔진 시스템의 최적설계기술이 필요하다.

○ 최근의 가솔린 차량은 대부분 삼원촉매(三元觸媒 : NOx, HC, CO를 동시에 저감시켜주는 촉매)가 장착되어 있다.

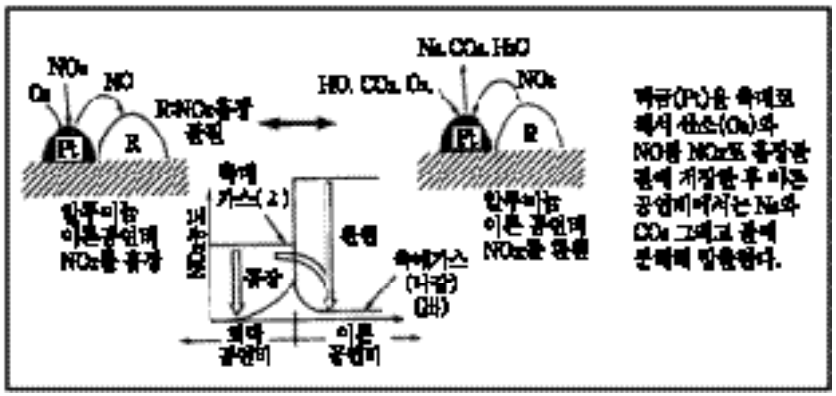
○ 엔진 시동시에 많이 발생하는 HC를 저감시켜 주기위해서는 연소효율의 향상이 중요하겠지만, 촉매담체의 두께를 얇게 하여 표면적을 증대시키거나, 촉매종류를 적당히 조합하고 전기히터 등을 사용하면 상당한 효과가 있다.

(2) 희박연소 엔진(Lean burn engine)

○ 삼원촉매 방식은 공연비가 이론혼합비인 14.7 : 1이지만, 희박연소 엔진은 이 보다 훨씬 희박한 22 : 1 정도로 연료를 적게 태우며 운전되는 엔진이다.

○ 희박연소 엔진이라도 전운전영역에서 항상 희박한 공연비로 운전되는 것은 아니며, 토크 8kg-m이하의 중부하 까지는 희박

<그림 2-8> NOx 흡장 환원촉매의 정화 메커니즘[13]



공연비로 운전되며, 그 이상의 고부하 및 전개시에는 가속성능 향상과 3원촉매에 의한 NOx의 정화를 위하여 12~13:1의 진한 혼합기로 운전한다.

○ NOx를 선택적으로 환원하는 Lean NOx 촉매 또는 Lean burn 운전시에는 NOx를 촉매 표면에 흡장해서 적당한 간격으로 이론혼합비 운전을 해서 삼원촉매상태를 형성해서 NOx를 정화시켜주는 NOx 흡장 촉매가 개발되어 효과를 보고 있다.

(3) 직접분사 엔진

○ 연료를 종전의 다중분사방식(MPI방식)과 달리 흡기포트가 아닌 실린더내의 연소실로 직접 분사해서 초희박 연소를 실현함으로써 연비와 출력을 동시에 향상시킨 미래형 청정엔진이라고 볼 수 있는 GDI 엔진(Gasoline Direct Injection : 직접분사 엔

<표 2-13> 각종 가솔린 엔진의 비교

항 목	기존 가솔린 엔진	Lean burn 엔진	GDI 엔진
혼합비 (공기 : 가솔린)	이론혼합비 14.7: 1에 근접	정속주행시 →20 : 1 가속/공회전시→14.7: 1	정속주행/공회전시→40 : 1 가속시 →14.7: 1
배기가스 정화	삼원촉매사용 HC, CO→H_2O, CO_2 NOx→N_2, O_2 이론적인 배기가스 중O_2 제로	린번 촉매 사용 배기가스 중O_2잔존으로 삼원촉매-환원촉매 능력저하 NOx 배출량 증가	삼원촉매 + 린번촉매사용, EGR이용, NOx억제
연비개선율 (10: 15모드)	-	5 ~ 10 %	25%

진)이 개발되었다.

○ GDI엔진이 연비를 크게 향상시킬 수 있는 이유는 저부하 영역에서 발생하는 흡기행정 중의 펌핑 손실을 대폭 저감시킬 수 있기 때문이며, 초희박 상태에서 연소되기 때문에 연소온도가 낮아져 냉각손실이 적다. 즉 실린더내로 직접 분사된 가솔린은 흡기 및 실린더 냉각제로서의 기능도 발휘하기 때문이다.

나. 디젤엔진(Diesel engine)에서의환경보전기술

(1) 고압연료 분사 시스템

○ 디젤 승용차가 보편화된 유럽에서는 최근 저연비, 고출력, 무공해 등을 동시에 만족시키는 디젤엔진의 개발에 주력해온 결과 Bosch와 Lucas등에서 유럽의 엄격한 배출가스 규제(EURO III & IV)에도 만족하고 연비도 향상된 고압연료 분사 시스템

인 커먼레일 직접분사식 엔진(Common Rail Direct Injection Engine)을 개발하였다.

○ 커먼레일 시스템은 분사연료를 완전연소에 가깝게 연소시켜 각종 유해 배출물을 최대한 억제할 수 있다. 동일한 NOx 발생수준에서 비교할 때 CO_2 20%, CO 40%, HC 50%, PM (Particulate Material)60% 까지 줄일 수 있다.

○ NOx는 연소 온도가 낮으면 발생이 적어진다. 따라서 연료의 분사시기를 지연시켜 주는 파일럿 분사방식으로 NOx를 저감시켜주고 있다. 그러나 연소효율이 떨어지기 때문에 대폭적인 억제효과는 기대하기 어려운 것이 현실이다.

(2) 균일연소 방식[3]

○ 통상의 디젤엔진은 연료 분사시기의 지연으로 NOx의 배출을 저감시켜 왔지만, 규제강화로 더욱 저감 시켜주려 해도 점화시기 지연에는 한계가 있기 때문에 어느 한계 이상은 곤란 하다.

○ 최근, 디젤엔진에서도 예혼합기를 희박하게 하여주면 단열 화염온도가 낮아지기 때문에 NOx도 저하되고, PM의 발생도 거의 없다. 연료 분사시기를 극단적으로 빠르게 하여주면, 착화지연 기간이 길게 된다. 그 사이에 혼합이 촉진되어 NOx가 현저히 저하함과 동시에 PM은 발생하지 않는다는 것이 최근의 엔진 실험에서 확인 되었다.

○ 그러나 현실적으로 이 방식이 성립하기 위해서는 일정한 엔진

의 운전범위 내에서 이고, 저속-저부하에서 고속-고부하에 이르기 까지 넓은 범위에서 엔진을 정상적으로 운전한다는 것은 어렵기 때문에 이를 개선하기 위한 방안들을 세계 전문기관들에서 연구 중에 있다. 이 연소 방식이 결국은 환경 친화적인 미래형 디젤엔진의 주류를 이룰 것임에 틀림없다.

(3) 후처리 장치

○ 디젤엔진에서는 후처리장치의 사용이 가솔린엔진 보다 어려운 점은 있으나, 엔진만의 연소개선에는 한계가 있기 때문에 배기 후처리 장치의 개발이 필요하지 않을 수 없다.

○ NOx촉매는 가솔린 엔진용 NOx 흡장촉매의 기술을 전용가능하기 때문에 가솔린 엔진에 비해서 요구되는 정화율도 높고, 내구성, 신뢰성에 대한 요구도 높다.

○ 산화촉매는 HC, CO 가스 등의 저감과 PM 중에 포함된 SOF를 저감하여 PM을 줄여준다. 연료 중에 유황성분이 많으면, Sulfate가 생성되어 PM이 증가하게 된다. 연료 중에 유황성분을 제거하여 주는 것이 중요하다.

○ DPF(Diesel Particulate Filter)촉매는 다공질의 벽 등에 의해서 PM을 포집하는 필터로서 PM 저감기술의 가장 효과적인 방법 이다. 아주 얇은 세라믹 칸막이를 통해서 PM을 포집하기 때문에 파손하기 쉬운 강도상의 문제가 있어 재료 및 구조에 대한 연구개발이 필요하다.

○ 전자제어 EGR(NOx 저감을 위해 배출가스의 일부를 엔진으로 흡입 시켜주는 시스템), 커먼레일식 전자제어 연료분사 시스템, NOx흡장촉매와 조합한 것으로 NOx, PM을 80%이상 저감 할 수 있는 방법이 개발 되었다.

다. 새로운에너지에의한환경보전기술

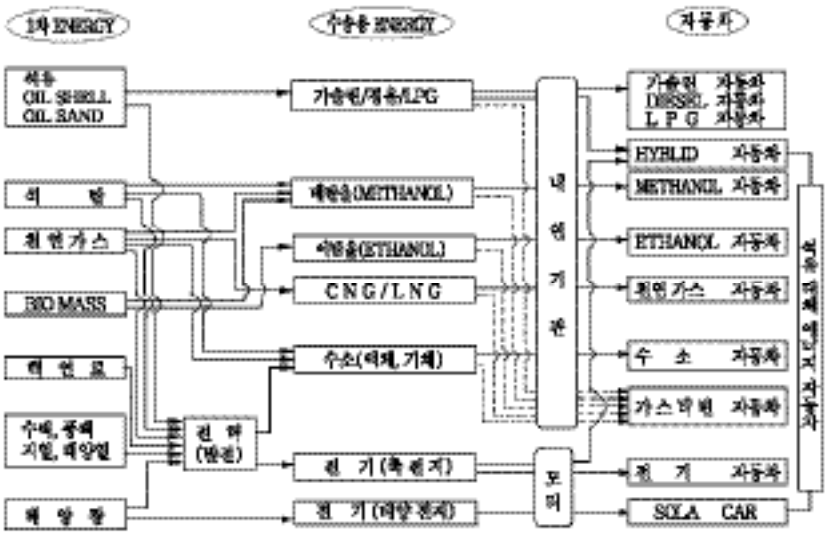
(1) 메탄올 자동차

○ 메탄올(Methanol: CH_3OH)은 천연가스, 석탄 등을 1차 에너지로 하는 세계적 규모의 풍부한 연료이다. 가솔린 · 경유와 같이 상온에서 액체여서 자동차에 탑재성이 좋고, 차량, 엔진 등의 기본구조가 가솔린 및 디젤차와 별다를 것이 없다는 이점이 있다.

○ 출력밀도는 가솔린과 비슷하지 만, 에너지 밀도는 약 1/2 이고, 항속거리가 짧은 것이 단점이다. 디젤 엔진에 적용하기 위해서는 점화 플러그나 글로우 플러그 등 점화계 부품의 내구성에 어려운 점이 있고, 저온 시동시에 포름알데히드의 발생이 문제이다.

○ 메탄올과 가솔린의 어떤 혼합비에서도 공연비가 컴퓨터에 의해 정확히 조절연소 되는 자동차로 FFV(Flexible Fuel Vehicle)가 있다. CO_2의 배출량은 가솔린엔진과 비슷하고 오존 형성 탄화수소와 유해성분의 배출은 매우 적지만, 포름알데히드는 더 많이 배출되어 대기 중에서 오존의 광화학적 스모그

<그림 2-9> 각종 ENERGY원과 자동차[2]



의 생성을 촉진하는 문제점이 있다.

○ 메탄올의 제조, 저장 급유의 기반기술은 석유보다 훨씬 많은 비용이 들어가 통상 가솔린의 과정과 비교하여 1.5~1.8배가 필요하다. 저장용기와 탱크는 알코올에 쉽게 부식되지 않는 재질로 만들어져야하며 물 흡수를 막기 위한 건조 저장용기 시스템이 필요하다.

(2) 천연가스 자동차

○ 천연가스에는 압축천연가스(CNG: Compressed Natural Gas)와 액화천연가스(LNG: Liquified Natural Gas)가 있으며 매장량이 풍부하고 청정성이 우수하여 사용 가능성이 가장 높은 것

으로 주목받고 있다. 시동성이 좋으며 옥탄가가 높아 압축비를 높일 수 있으며, 대형 디젤엔진에도 사용이 가능하다.

○ CNG 승용차 배출가스 수준은 이미 미국의 ULEV를 만족하고 있으며, 최근 일본 혼다의 CNG 승용차인 Civic GX에서는 ULEV의 1/10수준까지 가능한 것을 보여주고 있다. 비교적 주행거리가 짧고 인구가 집중되어 있는 지역을 운행하는 배송차, 쓰레기 수거차에 적합 하다.

○ LNG는 CNG의 결점인 항속거리를 증대시킬 수 있어 도시 간 교통에 사용되는 대형 화물차에 아주 적합한 연료 시스템 이다. 저장용기 내의 액체연료 온도가 -162℃를 유지해야 하기 때문에 차량을 오랜 시간 사용하지 않으면 메탄성분이 감소하고 고비점의 연료성분이 농축되는 웨더링(weathering) 현상이 발생하며 이것이 엔진의 정밀한 연료공급을 어렵게 하는 경향이 있다.

제 3 장

기술정보 분석

1. 문헌 정보 분석 및 기술개발 동향

가. 정보분석대상 DB와 검색조건

○ 문헌정보분석은 특정기술영역별로 등장하는 키워드(keyword)를 이용하여 문헌자료를 분석하는 것으로 정성적인 연구개발동향분석과 함께 기술개발동향을 가늠하는 주요한 정보를 제공한다.

○ 본 연구는 Thomson Scientific의 인용 색인 데이터베이스인

<표 3-1> 문헌 정보 분석 대상 DB

DB 명	수록 내용
Web of Science	• 인터넷상에서 제공되는 학술데이타베이스 • SCIE(Science Citation Index Expanded) - 6,000여종의 과학기술 분야 저널 • SSCI(Social Science Citation Index) - 1,700여종의 사회과학 분야 저널 • A&HCI(Arts & Humanities Citation Index) - 1,150여종의 인문학, 예술 분야 저널

<표 3-2> 문헌 검색식

분 야	검 색 식	건 수
하이브리드 전기자동차	TS=(hybrid same electric*) and TS=(vehicle? or car? or automo*)	273건
연료전지 자동차	TS=(fuel* same cell?) and TS=(vehicle? or car?)	216건

* 검색기간 : 1990년 2005년, 문헌종류제한 : 논문(article)

Web of Science를 이용하였다.

○ 문헌정보분석의 검색대상은 하이브리드 전기자동차와 연료전지 자동차이며, 검색조건은 문헌제목(title)과 초록(abstract), 키워드(keyword)를 대상으로 하였다. 문헌검색은 1990년부터 조사일인(2005년 11월 26일)까지 대상으로 하였으며, 구체적인 검색어와 조건은 아래표에 제시하였다.

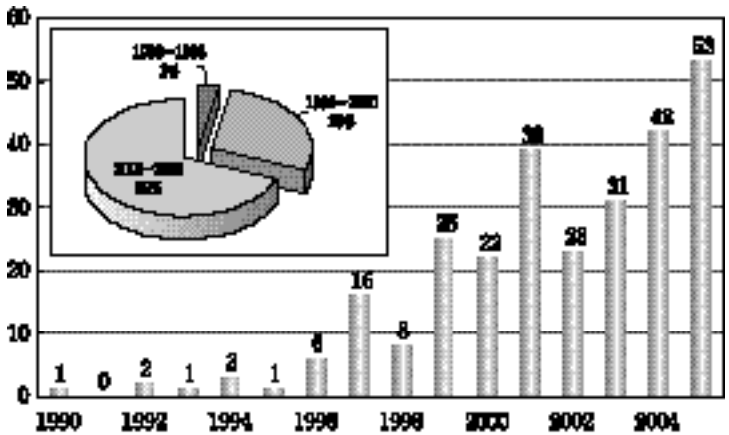
나. 하이브리드자동차문헌정보분석

(1) 연도별 추이 분석

○ 하이브리드 전기자동차에 관한 논문발표건수는 90년대 중반 이후부터 완만한 증가를 보이다가 90년대 말부터 급속한 증가세를 보이고 있다.

- <그림 3-1>의 좌측 상단에는 1990년부터 2005년까지 발표된 문헌을 5년 간격의 논문건수 비율을 나타낸다. 2001년 이후 발표된 문헌이 전체 논문건수의 69%를 차지하고 있어 최근

<그림 3-1> 하이브리드 전기 자동차 문헌발표 추이



들어 하이브리드 전기자동차에 관한 연구개발활동이 매우 활발하게 진행되고 있음을 알 수 있다.

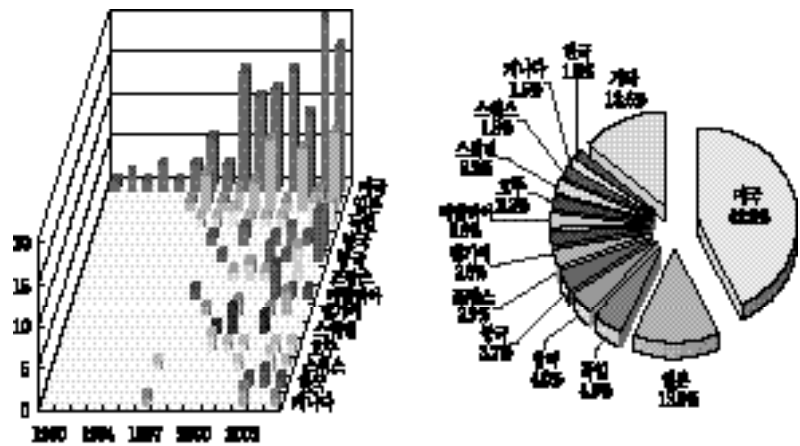
- 1990년부터 1995년까지는 전체논문건수의 3%를 차지하고 있으며, 1996년부터 2000년 사이는 28%를 차지하였다.

(2) 국가별 추이 분석

○ 하이브리드 전기 자동차의 문헌 발표는 미국(42.9%), 일본(13.9%), 독일(4.8%)을 중심으로 전개되고 있다. 이 같은 결과는 문헌에 게재된 제1저자의 소속기관과 국가분석을 통하여 얻어졌다.

- <그림 3-2>는 1990년부터 2005년까지 문헌발표결과에 대한 국가별 문헌건수 추이를 나타내고 있다. 2005년 중국이 6건의 논문을 발표하는 등 활발한 연구결과가 보고 되고 있으

<그림 3-2> 국가별 문헌발표 추이 및 분포도



며, 우리나라는 전체 4건(1.5%)을 기록하였다.

(3) 연구 기관 분석

○ 문헌발표 저자의 소속연구기관에 대한 분석결과는 국가별 분석결과와 유사하게 미국의 연구기관이 상위를 차지하였다.

- 미국의 IIT(Illinois Institute of Technology)가 14건으로 제일 많은 문헌발표건수를 나타내었다. 이 뒤를 이어 Univ Michigan(미국), Free Univ Brussels(벨기에) 그리고 Harbin Inst Technol(중국)이 6건을 기록하였다. 국가별 주요 연구기관과 논문건수를 아래표에 정리하였다.
- 기관별 분석은 원문에 수록된 문헌 저자의 소속기관명에 대한 통계 분석이다. 저자가 여러명이고 각자 여러기관에 소

속되어 있을 경우에는 첫 번째 저자가 소속한 기관명이 채택되었다.

<표 3-3> 국가별 주요 연구기관

국 가	연 구 기 관	건 수
미 국	IIT	14
	Univ Michigan	6
	Argonne Natl Lab	5
	Texas A&M Univ	5
	Ford Motor Co	4
	Ohio State Univ	4
	Univ Tennessee	4
	Univ Wisconsin	4
	GM Corp	3
	Univ Calif Berkeley	3
	Univ Delaware	3
	Univ Texas	3
	US DOE	3
	Virginia Polytech Inst &State Univ	3
벨기에	Free Univ Brussels	6
스웨덴	Lund Univ	3
	Royal Inst Technol	3
영 국	Univ Sheffield	4
	Univ Warwick	3
일 본	Toyota Cent Res &Dev Labs Inc	3
중 국	Harbin Inst Technol	6
호 주	CSIRO Energy Technol	4
홍 콩	Univ Hong Kong	3

(4) 주요 저널 분석

○ 하이브리드 전기자동차에 관한 논문이 발표된 저널은 84종이며 이중에서 Journal Of Power Sources이 전체 273건의 논문중 84건을 게재하여 전체 30.8%의 점유율을 나타내었다.

- 이 뒤를 이어 IEEE Transactions on Vehicular Technology이 23건(8.4%), Proceedings of The Institution of Mechanical Engineers Part D-Journal of Automobile Engineering이 11건

<표 3-4> 주요 저널

저 널 명	건수	비 율
Journal of Power Sources	84	30.8 %
IEEE Transactions On Vehicular Technology	23	8.4 %
Proceedings of The Institution of Mechanical Engineers Part D-Journal of Automobile Engineering	11	4.0 %
IEEE Transactions On Industry Applications	10	3.7 %
IEEE Aerospace And Electronic Systems Magazine	8	2.9 %
IEEE Transactions On Magnetics	7	2.6 %
IEEE Transactions On Industrial Electronics	6	2.2 %
International Journal of Vehicle Design	6	2.2 %
Journal of The Electrochemical Society	6	2.2 %
Energy Conversion And Management	4	1.5 %
Environmental Science & Technology	4	1.5 %
Jsae Review	4	1.5 %
Proceedings of The Ieee	4	1.5 %
Energy	3	1.1 %
Energy Policy	3	1.1 %
IEEE Transactions On Energy Conversion	3	1.1 %
IEEE-Asme Transactions On Mechatronics	3	1.1 %
Microelectronics Reliability	3	1.1 %
Renewable Energy	3	1.1 %

(4.0%) 순으로 나타났다.

(5) 주제 분석

○ Web of Science에서 제공하는 주제 분석툴을 이용하여 전체 문헌의 성격을 분류하면, 에너지와 연료부문이 39.6%(108건)인 것으로 집계되었다. 이 뒤를 이어 전기화학부문이 33.7%(92건), 공학, 전기, 전자공학부문 31.9%(87건), 교통과학기술이 17.6%(48건)으로 나타났다.

<표 3-5> 논문 연구 주제 분야

주 제 분 야	건 수	비 율
Energy & Fuels	108	39.6 %
Electrochemistry	92	33.7 %
Engineering, Electrical & Electronic	87	31.9 %
Transportation Science & Technology	48	17.6 %
Engineering, Mechanical	34	12.5 %
Telecommunications	23	8.4 %
Automation & Control Systems	13	4.8 %
Engineering, Multidisciplinary	11	4.0 %
Engineering, Aerospace	10	3.7 %
Environmental Sciences	10	3.7 %
Materials Science, Multidisciplinary	10	3.7 %
Physics, Applied	9	3.3 %
Mechanics	8	2.9 %
Instruments & Instrumentation	7	2.6 %
Materials Science, Coatings & Films	7	2.6 %
Engineering, Manufacturing	6	2.2 %
Environmental Studies	5	1.8 %
Metallurgy & Metallurgical Engineering	5	1.8 %

○ 현재 하이브리드 전기자동차의 연구개발은 연료 및 제어시스템부문에 관한 연구가 많이 전개되고 있다는 사실을 확인시켜 주고 있다.

다. 연료전지자동차문헌정보분석

(1) 연도별 추이 분석

○ 연료전지 자동차에 관한 논문발표건수는 하이브리드 전기자동차와 비슷하게 완만한 증가를 보이고 있으며 91년 이후 2005년까지 216건의 논문이 집계되었다.

○ 2001년 이후 발표된 문헌이 전체 논문건수의 59%를 차지하고 있어 최근 들어 연료전지 자동차에 관한 연구개발 활동이 매우 활발하게 진행되고 있음을 알 수 있다.

- 1990년부터 1995년까지는 전체논문건수의 6%를 차지하고 있으며, 1996년부터 2000년 사이는 35%를 차지하였다.

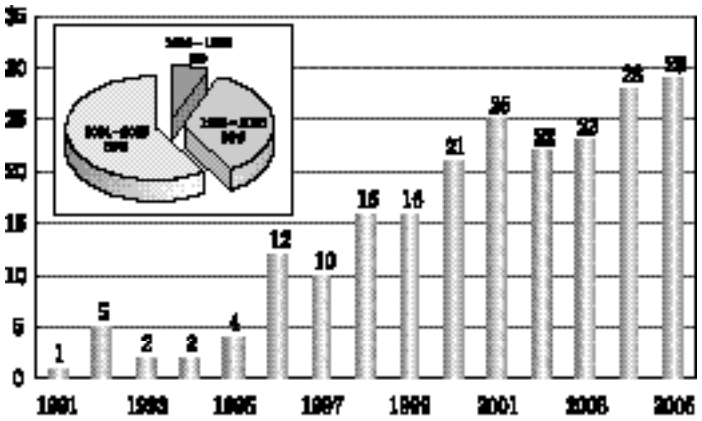
(2) 국가별 추이 분석

○ 연료전지 자동차의 문헌 발표는 미국(29.2%), 영국(8.8%), 독일(7.4%), 일본(7.4%)을 중심으로 전개되고 있다.

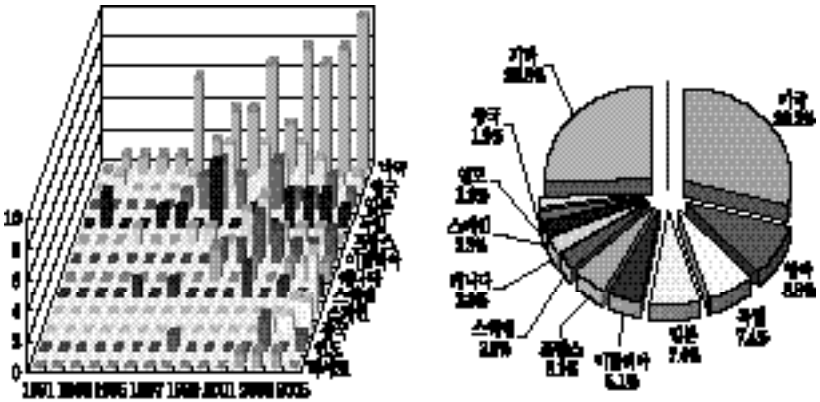
- 1990년부터 2005년까지 문헌발표결과에 대한 국가별 문헌건수 추이를 살펴보면, 미국은 90년대 중반이후부터 지속적인 논문수 증가를 보이고 있다.

- 반면 영국은 2000년 초를 고비로 감소하고 있다. 우리나라는 전체 2건을 기록하였다.

<그림 3-3> 하이브리드 전기 자동차 문헌발표 추이



<그림 3-4> 국가별 문헌발표 추이 및 분포도



(3) 연구 기관 분석

○ 3건 이상 문헌을 발표한 저자의 소속연구기관은 미국, 영국, 일본, 독일 등의 국가와 덴마크, 스페인, 스웨덴, 이탈리아, 인도 등에 위치하고 있다.

○ 영국의 Univ London Imperial Coll Sci Technol & Med이 7건으로 제일많은 문헌발표건수를 나타내었으며, 뒤를 이어 미국에너지부(DOE), Argonne Natl Lab이 6건을 발표한 것으로 집계되었다. 국가별 주요 연구기관과 논문건수를 아래표에 정리하였다.

<표 3-6> 국가별 주요 연구기관

국 가	연 구 기 관	건 수
덴 마 크	Haldor Topsoe AS	3
독 일	Daimler Benz AG	3
	KFA Julich GmbH	4
미 국	Penn State Univ	3
	Univ Calif Davis	3
	US EPA	3
	Princeton Univ	5
	Argonne Natl Lab	6
	US DOE	6
스 웨 덴	Lund Univ	3
	Royal Inst Technol	3
스 페 인	CSIC	4
영 국	Univ London Imperial Coll Sci Technol & Med	7
이탈리아	Univ Genoa	3
	CNR	4
인 도	Indian Inst Sci	4
일 본	Yamanashi Univ	5

<표 3-7> 주요 저널

저 널 명	건수	비 율
Journal of Power Sources	68	31.5 %
International Journal Of Hydrogen Energy	15	6.9 %
Journal of The Electrochemical Society	7	3.2 %
Applied Catalysis A-General	6	2.8 %
International Journal of Vehicle Design	5	2.3 %
Energy Policy	4	1.9 %
IEEE Transactions on Vehicular Technology	4	1.9 %
Solid State Ionics	4	1.9 %
Catalysis Today	3	1.4 %
IEEE Aerospace And Electronic Systems Magazine	3	1.4 %

(4) 주요 저널 분석

○ 연료전지 자동차에 관한 논문이 발표된 저널은 94종이며 이중에서 Journal Of Power Sources이 전체 216건의 논문중 16건을 게재하여 31.5%의 점유율을 나타내었다.

- 이 뒤를 이어 International Journal Of Hydrogen Energy이 15건(6.9%), Journal of The Electrochemical Society 이 7건(3.2%) 순으로 나타났다.

(5) 주제 분석

○ 연료전지자동차 또한 하이브리드 전기자동차와 동일하게 에너지와 연료부문에 관한 연구가 주요한 연구주제인 것으로 나타났다.

- 46.8%(108건)가 에너지연료부문인것으로 집계되었다. 이 뒤를 이어 전기화학부문이 39.4%(85건), 환경과학부문 14.4%(31건), 화학물리부문 10.6%(23건) 등으로 나타났다.

<표 3-8> 논문 연구 주제 분야

주 제 분 야	건 수	비 율
Energy & Fuels	101	46.8 %
Electrochemistry	85	39.4 %
Environmental Sciences	31	14.4 %
Chemistry, Physical	23	10.6 %
Physics, Atomic, Molecular & Chemical	17	7.9 %
Engineering, Chemical	16	7.4 %
Transportation Science & Technology	16	7.4 %
Engineering, Mechanical	14	6.5 %
Materials Science, Multidisciplinary	14	6.5 %
Engineering, Electrical & Electronic	12	5.6 %
Chemistry, Applied	7	3.2 %
Materials Science, Coatings & Films	7	3.2 %
Chemistry, Multidisciplinary	6	2.8 %
Engineering, Environmental	5	2.3 %
Environmental Studies	5	2.3 %

제 4 장

결론 및 정책제언

1. 결 론

○ 더 이상 지구환경 문제를 방치할 수 없는 것이고, 석유자원의 고갈은 점점 눈앞에 다가오고 있는 지금, 대체 에너지의 개발을 더 이상 지체할 수 없는 절박한 시점에 와 있다.

○ 환경보전에 대한 중요성을 인간이 깨닫게 되면서 고효율, 무공해 자동차에 대한 필요성이 연구개발을 활발하게 진행케 하였다. 순수 전기자동차는 이미 오래전에 개발된 전형적인 무공해 자동차이다.

○ 그러나 순수 전기자동차는 주행거리나 성능, 승차감 등의 측면에서 기존 내연기관을 대체할 수준에 미치지 못하였다. 더욱 실용화의 벽을 넘지 못하는 것은 기술적으로나 경제적으로나 축전지의 개발이 아직도 요원한 상황이기도 하다.

○ 거의 완벽한 수준의 무공해 청정 자동차라고 볼 수 있는 수소연료전지 자동차는 수소제조 및 보관 인프라 구축 등의 기술

적 난제가 많이 있고, 가격 경쟁력 역시 요원한 실정이다. 주요 자동차 업체에서 꾸준한 연구개발을 거친 시작차들이 계속해서 시험운행은 되고 있지만, 실용화에는 상당한 세월이 걸릴 것으로 전망된다.

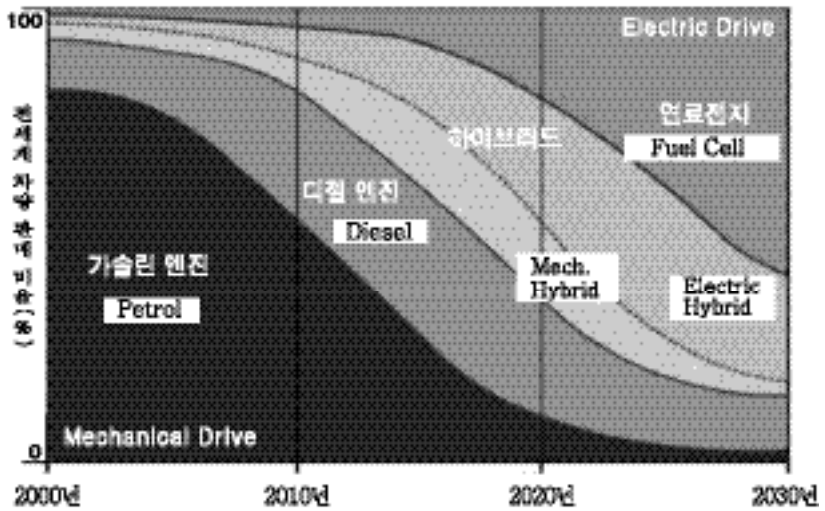
○ 세계의 자동차 산업계에서는 지금 치열한 개발 전쟁의 소용돌이 속에 있다. 적어도 10년 안에 환경 친화적인 미래형 자동차에서의 성공여부가 자동차회사의 사활을 결정할 것이기 때문이다.

○ GM계열의 자회사인 Holden의 분석에 따르면 오는 2010년에는 하이브리드 자동차와 연료전지 자동차의 판매비중이 각각 15%와 5%를 기록하고 가솔린차의 비중은 50%이하로 줄어들 것으로 예측하고 있다. 2030년에는 무공해차량인 연료전지 자동차가 60%까지 확대된다는 전망을 하고 있다.

○ 미국의 빅3 자동차 회사들은 행정부 정책의 영향을 받아서 인지 미래형 자동차 가운데 연료전지 자동차 쪽의 연구개발에 힘을 더 기울이고 있고, 유럽의 자동차 회사들은 새로운 연소방식의 디젤엔진 자동차 개발에 힘을 쏟고, 일본의 자동차 회사들은 하이브리드 자동차 연구개발에서 단연 앞서서 실용화를 이루었다.

○ 결과적으로 궁극적인 무공해 청정 자동차라고 볼 수 있는 수소 연료전지 자동차가 실용화되기까지에는 오랜 시일이 걸릴 테니까 과도기적인 형식으로 하이브리드 자동차가 기술적으로

<그림 4-1> 미래형 자동차의 시장변화율 추세



자료 : Holden Advance Engineering

가격경쟁 면에서 상당기간 시장을 주도할 것으로 전망 된다. 더욱이 고유가 시대가 도래함에 따라 하이브리드 자동차는 환경과 경제성의 두 가지를 만족시켜줄 수 있는 최적의 대안으로 평가 되고 있다.

○ 그러나 하이브리드 자동차의 상품화에 일본에게는 8년이나 뒤져 있고, 기술수준에서는 일본이나 미국의 절반 수준에도 못 미치고 있는 것이 지금의 현상인 만큼, 하이브리드 자동차의 성장성과 파급효과, 그리고 친환경성과 에너지 절약 등을 고려할 때 정부와 자동차 산업계에서는 관련기술의 확보와 시장의 활성화에 보다 적극적인 노력을 기울이지 않으면 안 될 것으로 생각 된다.

2. 정책제언

○ 한국의 자동차산업은 반도체 산업과 더불어 양대 축을 이루면서 우리나라의 경제를 이끌어 왔고 또 가고 있다. 끊임없는 연구개발을 통해 새로운 제품을 경쟁회사에 한발 앞서 출시함으로써 반도체산업은 이제 부동의 1위 자리를 굳혀 가고 있는 것 같다.

○ 그러나 자동차산업은 이제 양적으로는 세계 5, 6위권이라고는 하나 기술적인 측면에서는 일본과 미국에 너무나 뒤져있어 미래를 생각해 보면 불안하기 그지없다. 무섭게 추격해오는 중국에게 뒤지지 않기 위해서도 연구개발에 더욱 분발 하여야 할 것이다.

○ 그래도 희망적인 것은 2004. 10. 1 ~ 2014. 9. 30 까지 10년간을 목표로 정부와 민간이 각각 3,347억원씩 총 6,694억원을 출자하여, 산업자원부가 총괄하고 자동차부품연구원이 운영하는 " 미래형 자동차 사업단 "이 발족한 것이다. HEV, FCEV 및 지능형 자동차 산 · 학 · 연 컨소시엄을 구성하여 연구개발을 추진한다는 것은, 미래를 향해가는 우리나라 자동차산업의 전망을 밝게 하여 주는 계기가 되고 있다.

○ 미국의 자동차 품질 평가기관인 J.D. Power에서 Sonata가 1위를 차지한 것은 정말 자랑스럽고 장한 일이다. 자동차산업 역사 30년 밖에 안 되지만 자동차의 본고장에서 1위는 대단한

것이다. 그러나 이것은 만드는 기술인 생산기술의 우수함을 평가받았다고 볼 수는 있지만, 원천기술의 평가는 아직도 미국의 빅3나 일본의 Toyota에 비하면 아직도 격차가 많이 나고 있다는 것을 잊어서는 않된다.

○ 우리의 취약점은 원천기술의 확보가 미흡하다는 것에 있다. 자동차 산업의 역사 100년이 이제 어떤 전환점에 와 있는 지금 미래의 자동차가 어떻게 혁명적인 구조로 바뀔 것인지 확실한 예측을 하기는 어렵지만, 선진국 자동차 회사들의 사활을 건 연구개발의 싸움이 오랜 동안의 시간을 거쳐 이제 곧 결판이 날 것이라는 예감은 든다.

○ 일본의 Toyota자동차가 하이브리드 자동차 개발에 나섰을 때 미국의 빅3 자동차 업체들은 코웃음을 쳤었다. 그러나 지금은 상황이 180도 달라졌다. Prius의 인기가 날로 상승하여 미국 시장에서만 월 1만대 이상이 팔리고 있고, 고유가 시대를 맞이하여 이제는 빅3도 바싹 긴장하여 Toyota와 기술제휴 등을 통해 개발에 박차를 가하고 있다.

○ 환경 친화적인 미래형 자동차의 개발을 위해서는 정부차원의 중장기적인 종합계획을 조속히 수립하여 여러 연구기관에서 중복된 연구를 하지 않도록 하여 효율적인 성과를 거두도록 해야 할 것이다.

○ 궁극적인 무공해 자동차인 수소 연료전지 자동차에 대한 연구개발은 선진국과 정보와 기술을 입수 또는 제휴를 통하여 성

공할 수 있도록 꾸준한 연구를 하여야겠지만, 그 전단계로 하이브리드 자동차에 대한 실용화를 빨리 앞당길 수 있도록 정부차원의 적극적 지원이 이루어 져야 할 것이다.

○ 미국은 에너지성을 중심으로 2002년부터 수소 연료전지 자동차 등 미래형 자동차 개발 지원에 오는 2010년까지 모두 19억 4,000만 달러(약 2조원)을 투입할 계획이라고 한다. 일본의 경우는 이미 2002년부터 2004년까지 3년간 연료전지 자동차와 수소 인프라 개발에 680억 엔(약 7,100억원)을 지원했고, 유럽은 2003년부터 2006년까지 21억 유로(약 2조 6,000억원), 중국은 2001년부터 2005년까지 약 10억 위엔(약 2조원)을 배정했다고 한다.

○ 우리나라의 경우는 2004년 친환경 미래형 자동차 개발과 보급에 투입한 예산은 약 50억원, 2005년 200억원 가량에 불과하다고 한다. 너무나 빈약한 지원이 아닐 수 없다. 일본, 미국, 유럽 등 선진국을 비롯해서 중국에 이르기까지 경쟁적으로 친환경 자동차 개발에 나서고 있는 마당에 국내 자동차 산업의 미래를 보장하기 위해서는 정부차원의 획기적인 지원방안이 하루 빨리 수립되어야 할 것이다.

○ 2008년 양산계획인 하이브리드 자동차의 핵심부품인 축전지 및 필름 커패시터 등의 개발이 성공적으로 국산화 양산이 될 수 있도록 국책연구기관과 전문제조업체간의 기술교류회, 워크숍, 세미나 등의 개최와 연구시설, 설비의 공동 활용을 효과적인 성과가 나올 수 있도록 하여야 될 것이다.

○ 연료전지 자동차가 실용화되기 위해서는 수소 제조 시스템의 구축과 저장방법이 확고하게 수립되어야한다. 실용화되기 위해서는 아직도 풀어야할 기술적인 문제도 있고 막대한 비용이 투입되어야하는 어려운 점이 있다.

○ 그렇기 때문에 과도기적인 대안으로서 연료전지 실용화를 위해서 부족한 연료전지의 파워를 보충하고 저장하는 보조 축전지를 장착한 연료전지-하이브리드 자동차를 거치면서 좀더 발전적인 연료전지개발을 할 수 있도록 추진하는 방법이 현실적인 단계적 접근방법이 될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 틴틴 World “ 초대형 태풍 왜 자꾸 오나요 ” 중앙일보 2005. 9. 28.
2. “ 自動車 環境 · 資源 問題 ” 日本 自動車技術 Vol.46, No.7, p.16, 1992.
3. HORI MASA HIKO “ 環境 適合型 自動車 ” 都市問題研究所, 第52권, 第10號, pp.103 ~ 118, 2000
4. 中野隆裕 “ 自動車と環境 ” 自動車技術, Vol.54, No.8, pp.18 ~ 20, 2000
5. 吉田 仰 “ 電氣 自動車 ” 日本 エネルギ 一 學會誌, 第76卷, 第4號, pp.278 ~ 284, 1997.
6. YASUO MOROOKA “ 電氣自動車のモ一タ 技術 ” 設計工學 Vol.37, No. 7, pp.324 ~ 329, 2000. 7.
7. 今井孝二 外 “ 電氣自動車パ一ワエレクトロニクス現狀と動向" 電學論 D, 116卷 3號 , pp.233 ~ 244, 1996.
8. 岩瀨 修 “ 電氣 自動車の現狀と今後" 生産と電氣 pp.12 ~ 15, 1999. 12.
9. 김경연 “ 하이브리드 자동차 대중화 시대 열린다 ” LG 주간경제, 제853호, pp.26 ~ 30, 2005. 10. 12.
10. “ 산업기술 백서 ”2004년판, 한국산업기술 진흥협회 발행, pp.650

~664, 2004. 12. 28.
11. 조만 " 연료전지 자동차 " 한국과학기술정보연구원, 기술동향분석, 2004. 11.
12. http://www.toyota.co.jp/en/environment/recycle/recyclevision/index.html
13. http://ka-tech.com/eng/tech-st5/take1/gasoline2.html
14. http://www.yusae.co.kr/yusae03/carinfo/whatisgdi.htm
15 .http://www.solite.co.kr/rd/rd.html
16. http://user.chollian.net/~pjs6271/battery/li/LiB/licompH.htm
17. http://www.bridgestone.co.jp/news/c_030904.html
18. http://www.hyundai-motor.com/index.html
19. http://www.autoenv.org/text/text.html
20. http://www.toyota.co.jp/jp/tech/environment/ths2/kakushu.html
21. http://www.toyota.co.jp/jp/tech/environment/ths2/system.html
22. http://www.carlist.com/autonews/2005_hybrids.html
23. http://nfcrc.kier.re.kr/apl_car.htm
25. http://nfcrc.kier.re.kr/main.htm

저자소개

심 영 일

- 만도기계(주) 모터사업부장
- 삼성전기(주) 전장 · 전자사업본부장
- 계양전기(주) 부사장
- (주)에이엔피 사장
- 현, 한국과학기술정보연구원 전문연구위원
- 저서 : 1. 정밀가공
  2. 직류모터의 자석설계 및 응용
  3. 자동차용 소형모터의 기술동향 등

최 붕 기

- 현, 한국과학기술정보연구원 나노정보분석실 연구원

BA508 심영일 · 최붕기

환경 친화적인 미래형 자동차 기술

2005년 12월 15일 인쇄
2005년 12월 20일 발행

발 행 처

KiSTi www.kisti.re.kr 한국과학기술정보연구원 Korea Institute of Science and Technology Information

서울특별시 동대문구 청량리동 206-9
㉾130-742
전화 : 3299-6114
등록 : 1991년 2월 12일 제5-258호

발 행 인
조 영 화

인 쇄 처
이룸출판사