

청정(크린)에너지를 이용한 고효율 자동차의 개발동향

이 대 업 박사 · 일본기계기술연구소

장래 자동차 엔진의 개발을 위해서는 배출가스, 지구온난화 그리고 석유고갈에 대한 대책이 균형 있게 고려되어야 한다. 자동차의 배출가스에 대해서는 지금까지 많은 규제 강화가 이루어져 왔으나, 자동차 교통량이 많은 대도시 등에서는 대기 오염이 심한 장소가 여전히 많이 존재하고 있다.

지구온난화에 대한 자동차의 기여를 보면, 일본의 경우 CO₂ 방출량의 약 18%가 자동차로부터 배출되고 있고, 게다가 매년 증가의 경향을 보이고 있다. 1997년 12월에 교토에서 개최된 지구 온난화 방지를 위한 제3회 締約國회의(COP3)에서 일본은 2008-2012년의 기간 중에 온실효과 가스 방출량을 1990년의 6%로 줄이도록 결정되었다. 이것을 기준으로 일본 정부는 1998년 7월 省에너지 법을 개정하여, CO₂ 삭감을 실행하게 되었고, 현재 각 분야에서 이에 대한 대책이 검토되고 있다. 자동차의 경우 CO₂ 배출량은 연료소비량에 비례하기 때문에, 결국은 저연비 대책으로 돌아가게 되어, 15~20%의 연비 저감이 목표가 되고 있다.

화석 자원인 석유는 어쨌든 고갈될 운명이기 때문에, 현재의 채굴 기술로써 경제적으로 이용 가능한 것은 40-50년 정도라고 할 때, 수요가 공급을

상회하는 것은 그것보다 빠른 2030년경으로 예상되고 있다. 자동차는 지금까지 전면적으로 석유에 의존하고 있기 때문에, 신속히 다른 에너지원으로 전환할 필요가 있다. 1973년의 오일쇼크를 계기로 석유 대체연료 엔진의 연구개발이 수행되어왔고, 메탄올, 천연가스 그리고 전기자동차 등의 실용화가 진행되어 왔다. 이들은 저공해차로서도 유리할 뿐만 아니라, 배출가스 저감 및 지구온난화 방지의 측면에서도 효과가 있기 때문에 지속적인 연구개발이 이루어지고 있다. 석유 대체 연료를 이용하는 자동차의 개발은 ACE(Advanced Clean Energy Vehicles) 계획 하에 기존치의 2-3배의 연비를 목표로, 초저배기가스 차량의 개발이 진행되고 있다. 다음에는 이를 간략히 알아본다.

연구개발 개요

천연가스 자동차 및 전기자동차등의 청정(크린) 에너지 자동차는 항속거리와 연료공급에 기인하는 주행지역등에 제약이 있고, 또한 주행조건에 따라서는 기존 차보다도 연비가 악화되는 등 문제가 있다. 따라서 크린 에너지자동차의 개발에 있어서는,

저공해와 고효율을 포함하는 '고효율 청정에너지 자동차'의 컨셉트가 필요하다. 연구개발은 1997년부터 7개년 계획으로, 석유대체의 크린에너지를 이용하여 저공해성을 유지하고, 주행 에너지 소비를 기존차의 1/2로 줄이며, CO₂의 배출은 1/2이하로 하는 자동차의 개발을 목표로 진행되고 있다. 고효율 크린에너지 자동차를 실현하기 위해서 다음과 같은 연구개발을 하고 있다.

(1) 승용차

-메탄올 개질형 연료전지 자동차
-플라이휠 배터리 탑재, ANG(Adsorbed Natural Gas) 시리즈 하이브리드 자동차

(2) 2톤 적재 트럭

-CNG 자기착화 세라믹스 엔진, 커패시터/배터리 병용, 배기 에너지 회수기술 병용 시리즈 하이브리드 자동차
-CNG 회박연소 엔진, 리튬이온 전지 탑재, 시리즈/패러럴 하이브리드 자동차

(3) 노선버스

-LNG 밀러사이클 엔진, 커패시터 탑재, 시리즈 하이브리드 자동차
-DME(디메틸에테르)엔진, 플라이휠 배터리 또는 커패시터 탑재 시리즈 하이브리드 자동차 등

일본 자동차 각사가 개발하고 있는 고효율 크린 에너지 자동차의 개발 개요는 <표 1>과 같다.

정책측면의 전략

이상의 연구개발의 전략이외에 청정 에너지 자동차의 보급 등에 관련된 정책이 검토 제시되고 있다. 현재는 가솔린 및 디젤 차량이 주류로 되어있으나, 이들 차량의 고도화 및 노후 차량의 신속한 대체가 중요하다. 가솔린 및 디젤 기존차의 고도화를 위해서는 최적의 배출가스와 연비규제가 필요하지만, 지나치게 엄격한 규제는 기업의 장기적인 기술개발

등의 여력을 빼앗고, 오히려 역효과가 발생하는 경우도 있다. 환경규제만으로는 무의미(규제→신차가 격 상승→신차판매 감소→환경이 개선되지 않고 기업의 수익이 낮아지는 악순환)하고, 규제에 적응한 차로 대체할 경우에 대한 인센티브 등과 강제 대체(→ 신차 판매 증가 → 환경 개선 및 기업수익 상승 → 세수 증가(세제우대의 재원 확보)에 이르는 호순환)등의 정책이 필요하다.

청정에너지 자동차의 보급에 있어서는 보급의 적절한 타이밍이 중요하다. 지나치게 이른 실차의 선전은 평판의 저하를 불러 역효과(예를 들어 20년전의 전기 자동차의 이미지가 지금도 불식되고 있지 않다고 한다)를 가져온다. 그리고 역할 분담에 따른, 즉 전기자동차는 단거리와 소형, 천연가스 자동차는 단거리와 중형등의 적재적소의 보급이 중요하다. 밀도가 높은 보급을 하면 연료 공급 인프라의 이용효율도 상승하게 된다. 가솔린차에 필적하는 전기자동차를 만드는 것은 아직 곤란하지만, "장거리 및 많은 승차 인원 → 가솔린차", "단거리 및 소수 승차 인원 → 전기자동차" 등의 사용 용도에 따른 역할분담이 필요하다. 이를 통해 에너지 절약을 실현하고 전기 자동차(단거리, 초소형 등의 특화에 따른)의 가격도 낮출 수 있다.

이상의 자동차 자체에 대한 고려뿐만 아니라, 교통 혼잡해소 및 수송효율의 향상등 시스템 면에서의 대책도 제시되고 있다. 자동차 자체에 대한 대책만으로는 한계가 있기 때문에, 연료 및 고도 도로교통 시스템(ITS: Intelligent Transport Systems) 등 자동차 자체 이외의 영역에서 기대되는 점도 크다. 그리고 정보 및 도로 인프라등의 인프라정비는 경제 대책으로서도 중요하기 때문에, 이의 조정과 장래 시스템의 이미지를 만드는 것도 중요한 정책으로 제시되고 있다. -다음 페이지에 <표 1> 계속-

<이대엽편집위원:Lee@mgflame.mel.go.jp>

〈표1〉 일본 자동차 각사의 고효율 청정(크린)에너지 자동차의 개발개요

	1. 연구항목 2. 주요한 하이브리드 요소 3. 차종 및 사용연료 4. 연비향상목표 (비교차종)	주요 연구개발 내용
닛산 자동차	1. 메탄올 연료전지 하이브리드 자동차 (시리즈 방식) 2. 연료전지, 배터리 3. 승용차, ANG 4. 2배 (동종의 가솔린차)	- 동력원으로 고효율의 고체고분자형 연료전지(PEFC)를 사용 - 연료는 메탄올을 사용하고, 수소로 변환하여 PEFC에 공급 - 산소는 압축된 공기로부터 공급 - 개질기는 수증기 개질과 부분산화를 조합하여 자동차용으로 적합한 것을 개발 - PEFC를 배터리와 조합한 시리즈식 하이브리드로 제동 에너지를 회생 - 자동차용 제어 시스템 및 시스템 요소기술의 연구 개발
혼다 기술 연구소	1. CNG 엔진 탑재 하이브리드 자동차 (시리즈 방식) 2. 엔진, 플라이휠 배터리 3. 승용차, CNG 4. 2배 (장기규제에 적합한 디젤 엔진 탑재 동종차)	- 기본적으로 배출가스가 적은 천연가스 엔진과 플라이휠-배터리를 조합하여, 긴 수 명과 청정성을 지속할 수 있는 차량을 개발 - LNG 경우의 대규모 저온 저장장치나 CNG 경우의 고압탱크를 필요로 하지 않는, 흡착제를 이용한 ANG기술을 채용하여 천연가스를 저장
이소즈 세라믹스 연구소	1. 세라믹스 고효율 크린 에너지 트럭 (시리즈 방식) 2. 엔진, 커패시터 3. 트럭, 주로CNG 4. 2.5배 (현재 사용되는 디젤엔 진 탑재 2톤트럭)	- 세라믹스제 연소실과 단열구조로 인해 냉각계를 제거하여, 경량 및 콤팩트한 엔진 을 개발. 연소실에는 개폐밸브를 포함하는 부연소실을 설치하여, CNG, 메탄올등 의 다중 연료를 사용 - 배기 에너지를 회수하는 터빈 발전기를 이용하여 고효율을 실현 - 차축에 붙어있는 고속 전동기에 의해 구동되는 시리즈식 하이브리드 - 고속주행시 또는 등판시에 요구되는 출력을 상회하는 값으로 엔진의 최고 출력을 설정. 발전전력은 항상 배터리를 경유하지 않고 전동기에 전달하여 에너지 손실을 방지
미쓰비시 자동차 공업	1. 화석연소 CNG 엔진 탑재 하이브리드 트럭 (시리즈/패러렐 병용) 2. 엔진, 배터리 3. 트럭, 메탄올 4. 2배이상 (종래 가솔린차)	- CNG를 연료로한 화석연소 엔진의 개발 - 시리즈/패러렐 병용 하이브리드 기구의 개발 - 에너지 저장 시스템은 리튬이온 전지등의 각종 고성능 배터리를 중심으로 커패시터 등의 활용도 검토 - 제동 에너지를 모터로 재생한 고효율 회생 시스템을 개발 - 도시내 주행이 많은 적재량 2톤급 트럭의 배출 가스 청정화 및 초저연비화 - 시리즈/패러렐 변환의 기본체제는 각종 주행 조건에 맞도록 가장 효율적으로 수행
닛산 디젤공업	1. LNG 하이브리드 버스 (시리즈 방식) 2. 엔진, 커패시터 3. 노선버스, LNG 4. 2배이상 (디젤차)	- 고효율의 LNG 밀러 사이클 엔진의 개발 - 콘덴서형 축전장치 (에너지 커패시터 시스템)을 개발 - 고효율 동기모터/발전기를 이용한 시리즈식 하이브리드의 개발 - LNG이용에 의한 천연가스 버스의 경량화, 이용편리성 개선, 수송효율 향상 (비 계 단화, 승차정원 증가, 항속거리 향상) - LNG, 시리즈 하이브리드에 최적인 차량구조의 개발
히노 자동차 공업	1. DME 엔진 탑재 하이브리드 버스 (시리즈/패러렐 병용 방식) 2. 엔진, 플라이휠 배터리 또는 울트라 커패시터 3. 노선버스, DME 4. 2배 (현재사용 디젤차)	- DME 연료 디젤엔진으로 수트, NOx, PM의 발생을 크게 저감 - 시리즈/패러렐 병용 하이브리드 기구를 채용한 초저연비화 - 에너지 회생의 유효 활용은 축전기술에 좌우되기 때문에, 하이브리드 시스템에 적 합한 축전기술, 예를 들면 울트라 커패시터, 플라이휠 배터리등에 관한 연구를 하 여, 에너지 회생의 유효한 수단을 확립하여, 자동차의 종합 효율을 향상