

## 차세대 대형 저공해 자동차의 개발 프로젝트에 대하여

### About Next Generation Heavy-Duty Vehicular Development Project



이진하 / 일본 국토교통성 교통안전환경연구소 연구관  
Jin Ha Lee / Japan National Traffic Safety and Environment Lab.

#### 천머리

자동차는 인간 생활의 편리를 도모한 한편, 대기오염에 의한 환경 부하의 증대라는 문제를 초래했다. 이 때문에 석유 연료를 이용한 종래의 자동차에 대한 저연비 대책에 덧붙여 보다 환경 친화적, 고효율의 저공해 자동차에 대한 관심이 높아지고 있다.

일본 국토교통성은 2002년부터 3년 계획으로 대형 디젤 자동차를 대체할 차세대 저공해 자동차의 개발 프로젝트를 개시하고 교통안전환경연구소를 책임 연구기관으로서 산·관·학의 협력하에 이를 추진하게 되었다. 이에 프로젝트의 개요에 관해 소개하고자 한다.

#### 1. 차세대 저공해 자동차 개발의 배경

자동차 환경문제의 근본적 해결을 위해서는 기존 자동차에 대한 기술적 대책, 교통 체계의 정비 등 종합적인 교통 흐름의 개선과 배출 가스 제로에 가까운 차세대 형의 저공해 자동차를 개발하여 시장에 대량 도입하는 것이 필요하게 되었다. 예를 들어 지난 2002년 4월의 중앙 환경 심의회의 제 5차 답신 「금후

의 자동차 배출 가스 대책에 대해」에서는 자동차 배출 가스 규제의 강화와 저공해 자동차 개발의 추진 및 보급의 필요성이 제시되었다.

한편, 운송 부문의 이산화탄소 배출량은 일본의 전 배출량 3.24억톤 중 약 20%를 차지하고 있으며 (1998년도), 그 중 90%가 자동차 관련인 배출량으로 자동차 부문에서의 금후 CO<sub>2</sub> 대책이 한층 더 중요시 되고 있다.

1997년 12월에 일본 교토에서 개최된 기후변동조약(COP3)에서는 선진국의 온실효과가스 배출 저감 목표를 정한 「교토 의정서」가 채택되고, 일본에 대해서는 제 1차 약속 기간의 2008년~2012년까지 일본 내 전체의 온실 효과 가스 배출량을 1990년 대비 6%의 저감 목표가 설정되었다. 이 목표를 달성하기 위한 운송 부문에서의 CO<sub>2</sub>배출량은 1995년의 배출 레벨까지 저감(대책을 실시하지 않을 경우와 비교해 1,300만 톤의 저감)하는 것이 목표로 되었다.

이와 같은 배경으로부터 일본 국토교통성은 2001년 5월에 교직 경험자 등에 의해 구성된 「환경 자동차 개발, 보급 전략 회의」를 발족시켜 기존 기술의 연장 이 아닌 2010년 이후의 실용화를 목표로 기술 개발에

의한 배출 가스 성능 및 연비 성능 등이 현 자동차와 비교해 비약적으로 우수한 차세대형의 저공해 자동차의 개발과 보급 촉진에 있어서 모든 시책의 검토를 진행하고, 2001년 12월에 보고서를 정리했다. 그 중에서 보유대수가 가장 많은 승용차에 관해서는 지구 온난화의 원인이 되는 CO<sub>2</sub>의 근본적인 저감을 위해 연비 향상을 중점적으로 개발이 진행되고있다.

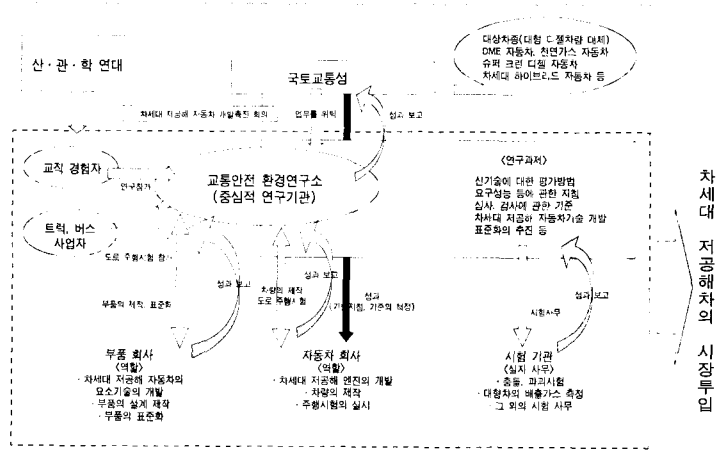
한편, 대기 오염의 원인으로 지적되고 있는 대형 디젤 자동차에 관해서는 우수한 연비의 유지 및 향상시키면서 대기 오염 문제의 근본적 해결을 위해 배출가스의 저감을 중점적으로 개발이 진행되고있다.

차세대 저공해 자동차 개발, 보급을 위한 정부의 역할에 관해서는 관계부처가 연대하여 차세대 저공해 자동차의 조기 개발을 촉진하고, 그 보급을 위한 환경을 정비하기 위해 차세대 저공해 자동차에 관한 보안 및 환경 보존의 가이드 라인 및 기술적 기준의 정비 외에 부품 또는 차량 원가를 저감하기 위한 조사, 지원하는것 또한 여기에 제작차에 대해 실증 시험의 실시에 대한 지원도 병행해서 할 필요가 있다.

특히, 차세대의 저공해 대형 자동차에 관해서는 개발비가 비싼데다 시장이 제한적이어서 기업의 자주적인 개발에의 기대가 곤란하므로 상기의 시책에 더불어 정부로서도 재정적인 지원을 실시함과 동시에 연구 개발 및 그 결과의 공개, 개발된 기초 기술을 공유하게 함으로서 자동차 회사의 실용화 기술의 개발을 촉진시킬 필요가 있다.

## 2. 차세대 저공해 자동차 개발촉진 프로젝트

이상의 배경으로 부터 자동차에 의한 대기 오염 문제의 기본적인 해결책과 지구 환경의 보호를 목적으



〈그림 1〉 차세대 대형 저공해 자동차 개발 사업의 개요

로 대형 디젤 자동차를 대체 할 차세대 저공해 자동차의 개발, 실용화 촉진을 위해 국토 교통성은 「차세대 저공해 자동차 개발 촉진 사업」을 2002년도부터 3개년 계획으로 추진하게 되었다.

본 사업은 3년의 총 예산 50억엔(약 500억원)이 예정되어 있으며, 차세대 저공해 자동차량을 개발, 제작과 동시에 안전, 환경 친화적 기술의 기준 등을 책정하고 그 보급을 위해 환경을 정비하는 것을 목적으로 하고 있다.

본 사업은 일본 국토 교통성 자동차 교통국 및 도로국의 위탁하에 교통안전환경연구소를 중심 연구 기관으로서 자동차 회사, 교직 경험자 등의 협력을 얻으며 추진하게 되었다. 이에 국토 교통성에 교직 경험자, 자동차 회사, 운송 사업자 등으로 구성된 「차세대 저공해 자동차 개발 촉진 회의」가 설치되었다. 〈그림 1〉은 본 프로젝트의 개략도를 나타낸다.

## 3. 개발 목표와 달성 방법

환경 자동차 개발 보급 전략 회의 보고서에서는 안전성, 신뢰성, 쾌적성, 편리성을 확보한 뒤 차세대 저공해 자동차가 달성해야 할 이하의 환경 성능 목표를 제시하였다.

1) 배출가스 목표

차세대 저공해 자동차의 배출 가스 목표는 환경 기준의 완전 달성 등을 고려해 이상적인 목표로서 정해져야 한다. 그러므로 목표치로서 배출 가스가 문제화되고 있는 대형 자동차의 질소산화물에 관해서는 신장기 규제치 보다 더욱 엄격하게 배출가스를 1/10 이하의 저감하는 것을 궁극적 목표로 하고, 동시에 입자상 물질(PM)에 관해서는 배출 0를 목표로 하고 있다. 또한 현재 인체의 건강에 미치는 영향에 관해서 연구가 진행되고 있는 PM2.5의 나노급의 초미세 입자상 물질 및 미규제 물질에 대한 대책도 고려해 개발을 진행해야 할 필요가 있다.

또, 제로 배출 가스 달성을 위해 연료 품질의 개선으로서 무황, 저 방향족 등의 연료의 청정화, 청정 탄화수소 연료(CHF)의 개발, DME 및 CNG품질의 개선 등에 의한 연료 품질의 근본적인 개선과 상관하여 차세대 저공해의 개발을 목표로 한다.

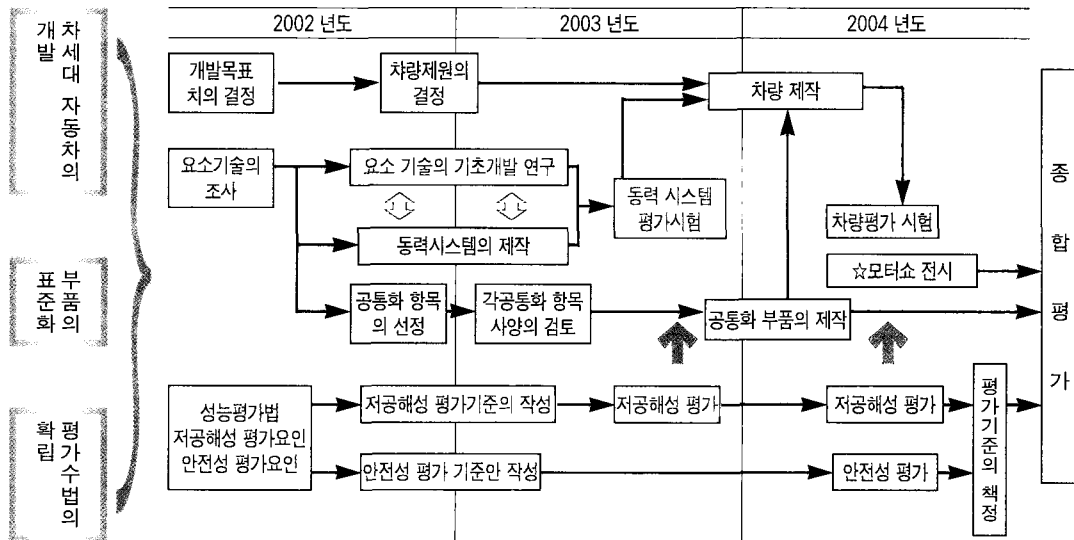
2) 연비 목표치

연비에 관해서는 디젤 자동차의 우수한 연비를 유지·향상시키며 배출 가스의 저감을 중점적으로 진행하는 것이 효율적이므로 현행 디젤 자동차의 연비 및 에너지 효율을 기준으로 한다.

또한 그 외에 성능에 관한 차세대 저공해 자동차는 배출가스, 연비 뿐만 아니라 저소음, 청정성 및 리사이클링 등의 환경에도 뛰어나도록 하고 있다.

4. 개발 체제

이들 목표치를 달성할 디젤 대체 대형저공해 자동차를 2010년까지 실용화하기 위해 개발·제작에 관한 전체 계획이 3년을 한도로 작년 2002년 7월에 공모되었다. 개발 시험 대상의 채택에 있어서는 제출된 제안서를 바탕으로 교통 안전 환경 연구소 내에 설치한 기술 심사 위원회에서 기술적인 관점 등을 기준으로 심사를 하고 채택 후보를 결정하였다.



〈그림 2〉 연도별 계획 개요

차세대 저공해 자동차 개발 촉진 회의에서 우선도에 관한 의견을 모아 개발 제작 대상과 참가 기업 등이 결정되었다. 제안 내용의 심사에 있어서는 기술적 실현성의 면에서 제안된 성능의 달성이 가능한가, 동시에 2010년에 「개발·보급 전략 회의」에 의해 알려진 목표치의 달성이 기대되는 기술인가가 선정 기준이 되었다.

본 사업을 추진하기 위해 교통 안전 환경 연구소에 프로젝트팀을 새로이 편성하고 각 개발 차량에 관해서 회사, 대학 등과 공동 개발을 추진한다. 2002년도는 각각의 대상 차량에 필요한 요소 기술의 개발을 중심으로 진행 되었다. 금년 2003년도는 요소 기술 개발의 성과를 도입한 동력 시스템을 개발하여 기능 평가에 바탕을 둔 개량을 목표로 하고 있다.

2004년도는 이들의 성과를 바탕으로 새로운 요소 기술을 탑재한 엔진 및 차량을 제작한다.

이들의 기술 개발을 진행하는데 있어 교통 안전 환경 연구소에서 각 요소 기술의 기초적인 해석(일부는 대학에 위탁)과 완성 시스템 및 차량의 성능 평가를 하며 제작은 회사가 담당한다. 또한 국토 교통성의 차세대 저공해 자동차 개발 촉진 회의와 별도로 학식 경험자로 구성된 Working Group을 설치, 기술적인 조언을 받으며 기술 개발을 진행하는 것으로 한다. <그림 2>에 본 프로젝트의 연차 계획 개요를 표시했다.

### 5. 개발 대상 차량

공모 결과 채택이 결정된 것은 DME 트럭, 천연 가스 트럭, 시리즈 하이브리드 버스, 패러럴 하이브리드 트럭, 슈퍼 크린 디젤 엔진 시스템의 5종류이다. 모두 출력 200kW이상, GVW 10톤 이상 또는 승차정원 70인 이상의 대형 차량이다.

1) DME 트럭 : DME이란 천연가스 또는 그 외의 탄화수소 원료로부터 제조 가능한 액체 연료이며, 경유와 마찬가지로 압축 착화가 가능하고 흑연이 배출되지 않으며 중, 장거리 수송용 디젤 트럭의 대체 연

료로서 주목받고 있다.

본 프로젝트에서는 DME 연료가 흑연을 배출하지 않는 이점을 살려 대량 EGR 및 촉매 장착에 의한 저공해화를 추구함과 동시에 압축 착화 연소의 장점을 살려 고효율화를 도모한다. 기술적 과제로서 엔진의 대형화에 따라 연료 유량이 증가하기 때문에 새로운 연료 분사 장치의 개발이 필요하며, 또한 배출 가스를 저감하기 위한 전용의 EGR장치 및 NOx 촉매를 새롭게 개발해야 한다. 또한 외국의 기술교류도 활성화하기 위하여 한국자동차부품연구원과도 기술 교류 협약을 금년 1월 체결하는 등 국외의 기술 교류에도 적극적으로 나서고 있다.

2) 천연 가스 트럭 : 대형 천연 가스 자동차의 과제는 NOx의 저감과 항속 거리의 확대이다. 그러므로 이온 혼합비 연소를 기본으로 EGR 및 3원 촉매의 장착에 의한 신장기 규제치의 1/4이하의 NOx 배출을 목표로 함과 동시에 고농도 메탄 연료의 사용을 전제로 한 연소 최적화로 열효율의 향상을 도모하고 기존 디젤 기관 이하의 CO<sub>2</sub> 배출을 목표로 한다.

3) 시리즈 하이브리드 버스 : 시리즈 하이브리드 방식의 이점은 내연 기관을 발전 전용으로 사용하므로 엔진의 운전 영역을 최대 효율점 근방에서 제한 운전이 가능하다는 것이다. 본 개발에서는 이 이점을 최대한 살려 제한된 엔진 운전 영역에서의 초저배출 가스화를 도모한다. 또한 고성능 리튬 이온 전지 등의 전동 기능 부품을 새롭게 개발함으로써 신장기 규제치의 1/4의 배출가스와 현행 디젤 자동차 대비 50%의 연비 저감을 목표로 한다.

4) 패러럴 하이브리드버스 : 원 웨이 크러치 및 리튬 이온 전지, 고효율 영구 자석형 동기 회전기, 전자 제어식 트랜스미션의 채용 등에 의한 패러럴 하이브리드 방식의 고효율화를 도모함과 동시에 비접촉 유도 급충전 방식을 채용하여 전동 주행의 비율을 향상시

켜 신장기 규제치의 1/10의 배출 가스와 현행 디젤 자동차 대비 50%의 연비 저감을 목표로한다.

5) 슈퍼 크린 디젤 : 무유황 경유(10 ppm이하)의 사용을 전제로, 고과급 및 대량 EGR에 의한 신연소 방법의 채용, NOx 센서, 공기 과잉률 센서의 활용에 의한 배기 후처리의 정밀화와 고도의 전자 제어 기술의 채용등 현행 연구 개발 되어진 또한 근시일내 연구 개발의 완성이 기대되는 모든 기술을 적용해 현행 디젤 엔진의 열효율을 유지하면서 신장기 규제 레벨을 밑도는 대형차용 디젤 기관의 개발을 목표로 한다. <표 1>에 본 사업으로서 채택된 개발 대상 차량등과 제시된 개발 목표치를 표시했다.

**6. 마무리**

이상, 대형 디젤 자동차의 대체가 가능하고 실용성이 높은 저공해 자동차를 개발, 보급하기 위해 일본

국도 교통성의 대형 프로젝트로서 2002년도부터 시작한 차세대 저공해 자동차 개발 촉진 사업에 관하여 소개하였다.

본 사업은 필자가 재직중인 교통 안전 환경 연구소가 중심이 되어 산·관·학의 협력하에 2005년에 예정된 신장기 규제 레벨에 대해 큰 폭의 배출 가스 저감을 목표로 DME 트럭, 천연가스 트럭, 시리즈 하이브리드 버스, 패러럴 하이브리드 트럭 및 슈퍼 크린 디젤엔진 등 5가지 대상에 대해 연구 개발을 진행한다. 또한 금후 이들의 성과를 계속해서 발표해 나갈 예정이다.

이와 같이 일본은 대형 자동차를 중심으로 차세대 저공해 기술을 정책적으로 육성하면서 소형 자동차에 대한 저공해 기술을 축적하고 있다. 우리도 차세대 자동차 시장을 좌우한다고 해도 과언이 아닌 저공해 자동차 기술에 대한 체계적 연구 개발 및 기술 확보를 위한 국가 차원의 계획 수립이 시급하다고 생각한다.

<표 1> 개발 후보 차량과 제시되어진 개발 목표치

개발차량		DME 트럭	천연가스 트럭	시리즈 하이브리드 버스	패러럴 하이브리드 버스	슈퍼 크린 디젤
성 능	배출가스성능	NOx 신장기 배출가스 규제치의 1/4이하 (0.5g/kWh이하)	신장기 배출가스 규제치의 1/4이하	75% 저감(신장기 배출가스규제에 상당하는 차량)	신장기규제의 1/10 (IPT시스템과의 조합에 의해 달성)	신장기규제의 1/10 (0.2 g/kWh, D13모드)
		PM ≒0.0g/kWh 흑연배출 없음	≒0.0g/kWh 흑연배출 없음	75%저감 (신장기 배출가스규제 상당차량 대비)	신장기배출가스규제치의 1/10(IPT시스템과의 조합에의해 달성)	신장기배출가스규제치의 1/2(0.013g/kWh, D13모드)
	연비	기존 디젤엔진과 동등	과도운전시의 이산화탄소 배출을 기준 디젤엔진이하	50% 저감 (현재 생산차량 대비)	일반 디젤차 대비 2배이상	현행치보다 10% 향상 (CO2 10%삭감)
목 표 치	그 외	NMHC:0.17g/kWh 이하 CO:2.22g/kWh이하	항속거리: 500km(고속), 250km(사가지)			제로 스모크
	차량의 형태	장거리주행용 대형트럭	장거리수송용 대형트럭	버스	트럭	엔진(트럭용)
제 안 차 량	엔진 (동력)	200 kW	235 kW i - 257 kW	엔진 5L발전기 40 kW 모터 90 kW 2대	엔진 4L 110 kW 모터 70 kW	280 kW
	차량 총 중량	18t	25t	14t	13t	25t
	적재량/승차정원	10t		78인 승차	8t	13t

(이진하 편집위원 : j-lee@ntsel.go.jp)