

## 일본의 미래창조 연구개발 사업

일본 국내 제조업의 공동화위기와 구조적 현안과제인 에너지 및 환경 문제를 해결하여, 미래의 성장동력모델을 실현하는 혁신적인 연구개발을 지원하는 국가프로젝트로 경제산업성과 문부과학성의 연대에 의한 “Dream Team“을 결성하여 연구개발에서 사업화에 이르기까지 강력한 추진력을 지닌 사업

### □ 미래창조 연구개발 사업의 특징

- (범정부차원에서 대응) 정부부처가 공동으로 대응하는 미래 창조형 연구개발 프로젝트로 연구개발 기간, 예산총액, 시장진입목표 등을 결정
  - 중점분야에 대한 집중투자와 안정적인 예산 확보, 학술연구와 사업화연구를 일체적으로 실시, 사업화에 필요한 규제완화 등 부처 간의 칸막이를 초월한 연대
  - 프로젝트기간을 10년 이상으로 하고 예산총액, 시장진입목표 등을 명시하여 시장 전망을 예측함으로써 민간투자의 활성화를 도모
- (강자연합에 의한 프로젝트) 강자연합에 의한 연구개발 성과관리를 통해 사업화를 주시하면서 프로젝트를 실시
  - 기술과 사업에서 가장 잠재성이 높은 강자연합이 프로젝트를 주도하며, 국익에 부합되는 것을 전제로 외국기업의 참가도 적극 검토
  - 지적재산 등의 성과는 강자연합이 일괄적으로 관리하여 불필요한 중복투자, 참가기업의 사정에 의한 사업화 연기 등을 미연에 방지
  - Top Standard 제도<sup>1)</sup>를 활용하여 신속한 국제표준화 및 인증활용, 지적기반의 질적 향상을 검토하여 프로젝트의 전략적인 추진에 주력

1) ISO 또는 IEC에 대해 신속한 국제표준화 제안을 피하는 제도로써, 최근의 국제표준화 활동이 활발해 지고 있는 상황을 감안하여 일본의 국제표준화 활동을 촉진하고자 도입한 제도

- (문부과학성과의 연대강화) 실용화를 목적으로 하는 혁신기술 연구개발추진에 있어서 경제산업성과 문부과학성 간의 governing board 구축
- 사업화촉진에 유효한 규제완화 및 제도정비 등 프로젝트 실시단계에서부터 검토될 수 있도록 긴밀한 연대체제 구축

## □ 미래창조 연구개발 프로젝트 내용

### 1. 차세대자동차용 고효율 모터 자성재료 기술개발 (2012년도 예산 20억엔)

- (담당부서) 경제산업성 제조산업국 및 산업기술환경국
  - (기술개발개요) 자동차의 전동화(HEV, EV, FCV)추세로 모터수요 확대가 예상됨에 따라 중장기적인 에너지수급 전략차원에서 절전형모터는 중요한 과제임
  - 특히 고효율모터의 성능은 자성재료에 크게 의존하고 있어 에너지절약을 위해서는 고성능 자성재료의 개발이 핵심목표
  - 자성재료의 네오디뮴(Nd)자석은 일본에서 개발된 최강·최고의 자석으로 특히 자동차구동용 모터에 사용되어지는 고성능 자석은 일본기업만이 전 세계에서 유일하게 생산하고 있으나 1982년에 개발된 네오디뮴자석의 특허유효기간 만료가 다가옴에 따라 혁신적인 신규고성능자석 개발이 중요과제임
  - 고성능자석의 원재료에는 일부 특정국이 거의 독점하고 있는 희토류(rare earth)<sup>2)</sup>를 대량으로 필요로 하기 때문에 특정국의 원료생산 동향에 영향을 받을 가능성이 높으므로 희토류에 의존하지 않는 혁신적인 고성능자석 모터를 구동하기 위해 필요로 하는 전기에너지 손실을 줄이는 연자성재료 개발이 필요함
- ① (디스프로슘을 사용하지 않는 네오디뮴자석의 고성능화기술개발) 차세대자동차의 구동모터로 사용되고 있는 네오디뮴자석은 내열성을 강화하기 위해 디스프로슘(Dy)을 첨가하고 있으나 자성이 떨어지는 문제점이 있음<sup>3)</sup>
- (최종목표) 기존의 내열성 디스프로슘함유 네오디뮴 소결자석의 1.5배인 최대에너지 「180℃에서 38MGOe」를 지닐 수 있는 디스프로슘을 사용하지 않는 네오디뮴 자석 제조기술 확립(~2016년)

2) 주기율표 제3족인 스칸듐·이트륨 및 원자번호 57에서 71인 란타넘 계열의 15원소를 합친 17원소의 총칭으로 대개 은 백색 또는 회색 금속임

3) 네오디뮴(Nd) 및 디스프로슘(Dy) 등의 희토류 생산은 현재 중국에 한정되어 있음. '04년 이후 중국은 수출규제 강화로 Dy 등의 희토류를 중심으로 한 가격 급등이 발생하기도 함. 최근에는 중국이 희토류를 정치적으로 활용함에 따라 심각한 공급 장애를 초래하기도 함

- ② (네오디뮴 소결(燒結)자석보다 우수한 신자석 개발) 네오디뮴 소결자석으로는 달성할 수 없는 내열성과 2배의 자력을 지닐 수 있도록, 희토류원소를 사용하지 않는 고성능 신자석의 탐색·개발
  - (최종목표) 현재의 내열성 디스프로슘함유 네오디뮴소결 자석의 2배인 최대에너지 「180℃에서 50MGOe」를 지니는 희토류를 사용하지 않는 고성능자석 기반기술 확립(~2021년)
- ③ (차세대 고효율모터용 고성능 연자성재료 개발) 연자성재료는 사용 중에 철손(鐵損)이 일어나 열이 발생함으로 모터 철손을 80% 소멸시킬 수 있는 새로운 연자성재료의 실용화 제조기술 개발
  - (최종목표) 자기특성이 「Bs 1.6T이상」, 「400Hz·1T」에서 손실 3W/kg」을 양립하는 “Fe基 나노결정 연자성재료” 실용화 제조기술 확립
- ④ (고효율 모터 개발) 산업경쟁력이 있는 소형·고효율 모터 개발하기 때문에 모터 설치시의 자성특성평가기술, 모터구조설계기술 및 모터를 저손실로 구동할 수 있는 인버터제어기술을 개발하여 그 성능·신뢰성평가를 확립(~2016년)
  - (최종목표) 손실율을 25%경감시키는 모터 실용화(~2021년)
- ⑤ (특허조사·기술동향조사) 네오디뮴자석에 대한 미국의 기본특허가 2014년에 만료되기 때문에 일본의 기술우위성이 저하될 수 있다는 지적이 있으므로 자성재료·모터설계에 관한 특허전략책정을 위하여 자성재료에서 모터에 이르기까지 총망라한 특허조사·기술동향조사를 실시함
  - (최종목표) 자석재료, 연자성재료, 모터설계에 관한 선행특허조사·기술동향조사 실시(~2014년), 디스프로슘을 사용하지 않는 네오디뮴자석의 고성능화기술개발 및 차세대 고효율모터용 고성능 연자성재료 개발을 위한 특허전략 책정(~2016년), 네오디뮴 소결자석보다 우수한 새로운 자석개발 및 고효율 모터 개발을 위한 특허전략 책정(~2021년)

## 2. 초저소비전력 광일렉트로닉스시스템 기술개발 (2012년도 예산 28억엔)

- (담당부서) 경제산업성 상무정보정책국 및 산업기술환경국
- (기술개발개요) 정보처리량 및 데이터전송량 증대에 의해 서버 등의 정보통신기기

의 전력소비는 ‘25년에는 2,500억kWh(현재 총전력량의 1/4)로 급증이 예상되므로 IT기기의 저소비전력화, 고속화 및 소형화기술이 필요함

- IT기기에 이용되어지는 전기배선에는 데이터 전송량이나 전송거리 증가에 수반되는 데이터 신호전송 손실이 커지는 것에 반해, 광배선은 데이터 전송량이 증가하여도 손실은 일정하며 전송거리에 대한 소비전력 증가는 극히 작기 때문에 현 전기배선의 1/10의 저소비전력화와 고속화가 가능함
- 또한 기존의 프린트 회로기판과 LSI chip과의 전기배선 접속에서 간격은 1mm정도에서 20Gbps정도의 전송속도가 한계이지만 광배선 접속에서 간격은 0.1mm까지 접속 간격이 좁혀져 전기배선의 1/100정도의 소형화와 25Gbps이상의 고속화가 가능해짐
- 이에, 정보통신기기의 전력소비 저감을 목적으로 전자기기의 광배선기술과 전자회로기술을 융합한 광일렉트로닉스시스템 기술개발이 필요함

① (광일렉트로닉스 실장기반기술) 광일렉트로닉스 실장(實裝)시스템을 실현하기 위해 필요한 광배선, 광소자에 관계되는 요소기술개발

- (최종목표) 실리콘 인터포즈(interposer)<sup>4)</sup>, 광전자 하이브리드회로 기판 및 각각의 요소기술을 조합한 디바이스 집적으로 기존 전기배선의 1/10의 저소비전력화·고속화(10mW/Gbps→1mW/Gbps), 통신속도(bit/s)당 면적비 1/100이하의 소형화·고밀도배선 및 기기 간 광인터페이스에서 100Gbps/ch의 고속전송 및 1/5~1/10의 저소비전력·고속성 실현(~2021년)

② (광일렉트로닉스 실장기술) LSI chip을 탑재한 실리콘 인터포저를 폴리머 등의 광배선과 전기배선이 융합한 광전자 하이브리드 회로기판상에 실장하기 위한 기반기술 개발

③ (광일렉트로닉스 집적디바이스기술) 디바이스 집적도를 높이기 위해 필요로 하는 용장(冗長)화, 다중화기능을 지니는 소형광스위치, 저손실합 분파기 등의 광소자를 CMOS공정에 의해 실리콘, 게르마늄 등으로 형성하여 광변조기, 광수광기기 등과 함께 집적화하여 광트랜지버 또는 실리콘인터포저 등을 형성하는 기반기술개발

④ (광일렉트로닉스 인터페이스기술) 데이터센터의 절전화와 고속화를 위해 필요로 하는 정보통신기기의 다양한 인터페이스의 기반기술개발 및 기기간의 인터페이스에 대해서는 평면광회로(PLC) 플랫폼이나 화합물반도체소자 등을 하이브리드 집적하여 저

4) 수지 인터포즈와는 달리 반도체 칩을 flip chip실장 하여도 열팽창계수가 동일하기 때문에 전기특성이 좋아 고속·고주파영역에서도 동작특성이 뛰어나. 보다 미세한 배선형성이 가능해 짐

소비전력·고속성을 실현하기 위한 인터페이스 기반기술개발

- ⑤ (광일렉트로닉스 회로설계기술) 광회로기술과 전자회로기술을 융합한 새로운 회로 설계기술로써 광일렉트로닉스회로의 최적화 및 집적화 설계를 위해 광일렉트로닉스 통합설계 환경의 기반기술을 구축함
- ⑥ (광일렉트로닉스 혁신적 디바이스기술) 광배선기술을 CPU/메모리 등의 적층구조 LSI에 적용한 고속정보처리용 광입출력 부착 적층 LSI등에 필요로 하는 초소형 레이저광원, 광변조기, 다층광배선 등의 혁신적 디바이스 기술개발
- ⑦ (광일렉트로닉스 실장 시스템화기술) 실장기반기술에서 개발한 요소기술을 타 기술과도 조합하여 실질적으로 정보통신기기에 적용하기 위한 시스템화기술을 개발함
  - (최종목표) 다중 LSI를 집적한 소형·고속동작·저소비전력의 광전자융합 서버보드 프로토타입(prototype)을 개발하여, 현 전기배선을 이용한 서버보드와 비교하여 소비전력을 30%정도 저감시키고, 초저소비전력형 광일렉트로닉스 실장기반기술 및 실장시스템화기술의 유용성을 실증함(~2021년)

### 3. 지속가능한 녹색화학공정기반<sup>5)</sup> 기술개발 (2012년도 예산 16.5억엔)

- (담당부서) 경제산업성 제조산업국 및 산업기술환경국
- (기술개발개요) 일본의 화학산업은 높은 국제경쟁력을 자랑하는 제품을 다수 생산하고 있으나 한편으로는 화석연료의 대량소비, 이산화탄소의 대량배출로 천연자원 고갈 및 지구온난화가 우려되는 가운데 화학제품제조의 혁신적인 이노베이션으로 자원문제 및 환경문제를 동시에 해결하는 것이 급선무임
  - 이에, 태양에너지를 이용하여 ‘물 또는 물과 이산화탄소를 분해하여 수소 또는 수소와 일산화탄소의 혼합가스를 제조하는 혁신적광촉매 또는 분리막 개발’ 및 ‘수소와 이산화탄소 등으로부터 플라스틱원료 등 기간화학제품을 제조하는 합성촉매 및 반응공정 등의 기술개발’을 통해 기간화학제품의 지속가능한 확보를 실현하고자 함
- ① (태양에너지에 의한 수소제조공정 기술개발; 혁신적광촉매) 물 또는 물과 이산화탄소를 원료로 태양에너지에 의해 수소 또는 혼합가스(수소와 일산화탄소)제조를 목적으로

5) green · sustainable chemical process

로 광촉매나 보조촉매, 수소분리막 및 모듈화기술을 개발

- 구체적으로는 광촉매의 밴드준위 제어에 의한 흡수과장의 장파장화나 결합이 적은 촉매합성, 광촉매와 보조촉매의 계면설계 등의 연구개발 및 대표면적과 물질확산성을 양립하는 모듈설계
- (기술개발목표) 에너지변환효율 10% 달성을 목표로, 에너지변환효율을 최대한 끌어올려 장기내구성도 겸비한 모듈설계 및 수소를 안전하게 분리가능한 장기내구성도 겸비한 모듈설계(~2021)

② (이산화탄소 자원화공정 기술개발; 플라스틱원료 등 기간화학제품에의 변환촉매) 태양 에너지에 의해 제조된 수소를 원료로 플라스틱원료 등의 기간화학제품을 선택적으로 제조하는 것을 목적으로 합성 촉매 및 반응공정 기술개발 및 소형 파일럿플랜트로 실증시험을 실시함

- 구체적으로는 촉매조성 탐색에 의해 탄소수 2~4개의 올레핀 선택성이 높은 합성 촉매 연구개발이나 공정과정에서의 비용시플레이션에 의한 반응공정 최적화 검토 및 소형 파일럿플랜트의 연속운전에 의한 촉매수명의 장기화 등을 검증함
- (기술개발목표) 투입된 수소 및 이산화탄소 유래의 올레핀 도입율 80%(lab scale) 달성과 소형 파일럿플랜트 규모의 공정확립(~2016)

## □ 시사점

- 일본 기업, 대학, 정부의 연구개발비 총액은 2008년을 정점으로 감소추세로 전환되었는데, 그 주요원인은 산업부문의 연구개발비 감소에 기인함
  - 중앙부처의 과학기술관련예산도 2003년부터 거의 답보상태에 있는 가운데, 신흥공업국 등과의 치열한 경쟁에 직면하면서 「미래개척연구」라고 하는 장기·대형프로젝트를 가동하게 되었음
  - 대형프로젝트를 진행하는데 있어서 불확실한 요소가 상존하고 있기 때문에 실행단계 중 적절한 타이밍에서 상황을 파악하여 목적이나 방법을 유연성 있게 재검토하는 것이 중요함
  - 임팩트가 큰 장기기술개발과제나 사회적 합의를 필요로 하는 연구과제 등에 대해서는 독립된 모니터링 프로젝트를 수반시켜 운영하는 것이 효율적임
- 최근의 국가프로젝트는 확실한 성과를 요구하는 경향이 강하기 때문에 단순한 요

소기술개발에 그칠 것이 아니라 시스템개발은 물론 사업화까지를 포함한 명확한 비즈니스모델에다가 일본의 강점인 「집적」과 「융합」을 접목하는 것이 중요함

- 프로젝트 진행단계에서 획득한 성과에 대해서도 가능한 것은 적극적으로 사업화를 도모할 수 있도록 필요한 지원책을 검토할 필요 있음
- 치열한 경쟁구도 속에서 살아남기 위해서는 연구개발뿐만 아니라 사업 분야에서도 세계에서 경쟁할 수 있는 잠재력을 갖추어서 리스크를 적극 껴안을 수 있는 산·학·관 연대를 통해 프로젝트에 임하는 것이 중요함
  - 지적재산에 대해서는 프로젝트의 시너지효과가 충분히 발휘되어 사업화가 확실히 추진될 수 있도록 개방영역과 폐쇄영역을 충분히 검토하여 프로젝트 성격에 맞는 최적관리가 중요함
- 신기술을 시장화하기 위해서는 신속한 국제표준제안과 인증 활용이 관건이므로 국제표준을 제안하는데 있어 내부 조정시간을 소모하면 경쟁국에 선점을 당할 우려가 있음
  - 평가기준이나 인증의 활용을 빠른 단계에서부터 검토하지 않으면 연구는 성공하더라도 사업화에는 뒤쳐지는 결과를 초래하므로 신속한 사업화 추진이 요구됨

#### <참고자료>

- 獨立行政法人 科學技術振興機構, 主要國의 研究開發戰略 (2012)
- 經濟産業省 産業技術環境局, 新たな国家プロジェクト(未来開拓研究)に係わる評価の在り方について(2012)
- 經濟産業省 産業技術環境局, 「次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開發」実施計画(2012)
- 經濟産業省 商務情報政策局, 「調低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開發」実施計画(2012)
- 經濟産業省 製造産業局, 「グリーン・サウテイナブルケミカルプロセス基盤技術開發」実施計画・年度計画(2012)