

# 차세대 초전도응용기술 개발사업

- DAPAS program 소개 -

■ 류강식 / 차세대초전도응용기술개발사업단, 단장

## 서 언

21세기는 누구도 부인할 수 없듯이 에너지산업, 환경산업, 그리고 정보산업이라는 3가지 키워드산업이 세계경제질서를 장악하리라 판단되고, 이 모든 산업이 21세기 신한국 창출에 있어 결정적 요소(Decisive Factor)가 된다는 점 또한 관과할 수 없다. 세계 각국은 지금 지식정보화사회에서 기술패권(Technohegemony)을 장악하기 위해 총력전을 펼치고 있는 중이고, 기업들도 신기술을 중심으로 새로운 세기를 준비하기 위한 기초연구 강화, 연구개발 효율성 제고, 전략적 제휴를 통해 기술독점을 더욱 공고히 하고 있다. 특히 선진국에서는 신기술 중에서도 21세기에 초대형시장이 형성되고, 기존 산업에 일대 변혁을 일으킬 것으로 기대되는 초전도기술을 10대 핵심유망기술로 선정하고, 정부와 기업이 혼연일체가 되어 산업화를 위한 기술개발에 박차를 가하고 있다.

초전도응용기술은 극저온에서 전기저항이 제로가 되는 초전도체를 전기, 전자적으로 이용하는 기술로 환경친화적이며 산업적 응용범위가 넓은 것이 특징이다. 1911년에 최초로 그 현상이 발견된 초전도에 대한 연구는 주로 선진국에서만 이루어지다가 1980년대 말부터 구리 산화물계에서 여러 종류의 임계온도가 높은 고온초전도체가 발견되기 시작하면서 우리나라에서도 실용화를 위한 기초 연구가 이루어지게 되었다. 세계적으로 핵심 소재인 고온초전도선재 및 박막에 대한 제조 공정연구가 착실히 진행되면서 고온초전도체를 이용한

초전도전력기기 및 초전도전자소자의 상용화 가능성이 그 어느 때보다 높아지고 있다. 현재 미국, 일본, 유럽에서는 향후 거대 초전도 세계시장의 선점을 위해 초전도응용기술 개발에 막대한 예산을 투입하여 국책사업으로 추진하고 있으며, 이러한 선진국의 개발동향에서 비추어 볼 때 2010년 이내에 고온초전도체를 적용한 고효율, 고성능의 초전도전력기기가 우리 사회에 새로운 환경친화적 에너지 인프라를 형성할 것으로 예상되며, 지식정보사회의 주축 산업인 디지털소자 분야에서도 조셉슨접합을 이용한 초전도기술이 적용됨으로써 초고속 통신과 초고속 컴퓨터가 가능해 질 것이다. 국내의 초전도 연구개발은 지금까지 저온초전도시스템, 재료 및 요소기술 개발을 위주로 한 연구사업이 추진되어 왔으나, 그동안 수년간에 걸친 각고의 노력 끝에 과학기술부 21세기 프론티어연구개발사업 중 하나로 선정된 차세대초전도응용기술개발사업(이하, DAPAS program)을 계기로 선진기술형 초전도 기술확보와 함께 우리나라도 향후 10년 이내에 전기·전자 분야에서 다양한 고온초전도응용기술의 상업화를 이룰 것으로 기대하고 있다.

## 21세기 프론티어 연구개발사업의 배경과 추진현황

「21세기 프론티어연구개발사업」은 21세기 지식기반 경제사회의 도래와 최근 급변하는 국제 환경변화에 대응하고자 신규 추진되고 있는 국가연구개발사업으로서



국내 최초의 장기적 국가연구개발사업인 선도기술개발사업(G7 프로젝트)의 결과를 계승·발전시킬 새로운 국가연구개발사업의 추진이 절실히 요구되는 현실에서 중요 전략기술 분야에서 선진권에 진입할 수 있도록 우리만의 강점기술을 전략적·선택적으로 집중개발하고, 국가 경쟁력을 획기적으로 향상시켜 선진 경계를 실현하는 것과 선진국 수준의 삶의 질을 구현토록 지원하고, 기술혁신의 성과를 사회기반 전 분야로 확산하며, G7 프로젝트 등을 통해 확보된 연구저력을 최대한 집적·활용하고자 하는 것을 사업목표로 하고 있다.

사업 선정요건은 착수시점으로부터 10년 이내의 기간에 시제품을 생산하여 국가 경쟁력 제고에 크게 기여할 수 있는 기술과 국내외의 연구개발 경험과 역량을 충분히 활용할 수 있고 기업가형 연구책임자를 확보할 수 있는 기술이며, 사업 규모는 총 20개로 1999년 2개, 2000년에 3개, 2001년 5개사업이 착수되었고, 2002년 8개 등 연차적으로 확대 추진할 예정이다. 사업기간은 각 사업별로 10년 이내이고, 사업비는 2001년에 1,000억원(정부, 10개 사업 지원)으로 사업별 특성에 따라 차등 지원(사업별로 80~130억원)할 예정이다.

## DAPAS 프로그램의 개요

초전도기술은 에너지 전력, 교통, 의료, 거대과학, 환경, 전자 등 수 많은 분야에 걸쳐 응용되고 있기 때문에 국내의 한정된 자원으로는 이들 모든 분야를 개발대상으로 삼을 수가 없고 이들 분야 중에서도 국내외 상황을 고려하여 우리나라가 강점을 가지고 있으며, 향후 기술개발 노력여하에 따라 세계적 수준에 도달 가능한 분야를 발굴하여 집중 개발할 필요가 있다.

따라서 본 사업에서는 21세기 프론티어사업 성격에 적합한 기술분야를 선택하고 집중하기 위하여 모든 초전도응용기술에 대하여 세계적인 연구개발 상황, 국내의 기술개발 수준, 기존 산업의 위치, 기술개발 가능성 등을 면밀히 분석하여 기술개발 완료 시 국가적 차원에서 경제적, 산업적 파급효과가 가장 클 것으로 예상되는 전력기기분야와 차세대 초고속 정보통신 사회를 구현하기 위해 필요한 초전도디지털 소자 분야를 기술개발을 대상으로 설정하였다.

이렇게 선정된 분야에 대해 DAPAS 프로그램에서는 연구 개발된 초전도기기의 초기 실용화 투입시점을 2008년경으로 보고 사업이 마무리되는 2011년 이후부터 4~5년 내에 기존 전력기기의 15%정도를 초전도전력기기로 교체한다는 계획 하에 구리선에 비해 수백 배 이상의 전류를 흘릴 수 있는 고온초전도선과 이를 사용하여 동일 정격의 전기기기의 크기와 중량 및 손실을 50% 이상 절감할 수 있는 초전도전력기기를 개발하고 반도체에 비해 수십배 이상의 처리속도가 가능한 초전도디지털소자의 개발을 사업내용으로 하고 있다.

## 사업목표

사업목표는 2011년까지 차세대 실용 고온초전도선을 개발하고 발전소로부터 부하단에 이르기까지 대용량의 전기에너지를 수송하고 이용할 때 필수적인 케이블, 변압기, 한류기, 모터 등의 4대 초전도 전력기기의 상용화와 차세대 정보통신사회의 구현을 위한 초고속 초전도디지털 소자를 개발하는 것으로 그림 1은 개발된 각 초전도기기가 실 계통에 투입될 때를 가정한 그 투입대상 및 용량을 나타낸 것이다. 여기서의 용량은 본 사업의 최종목표로서 본 사업의 개시 시점에서 분석한 기존 기기와의 가격경쟁이 가능한 사양, 내수 시장의 규모 및 무역 수지 개선 효과 등과 같은 경제성, 향후 국내 전력계통의 변화 방향과 실 계통 시스템과의 호환 가능한 사양 및 실증시험이 가능한 규모 등과 같은 국내 전력시스템 적용 가능성, 현재와 미래의 국내

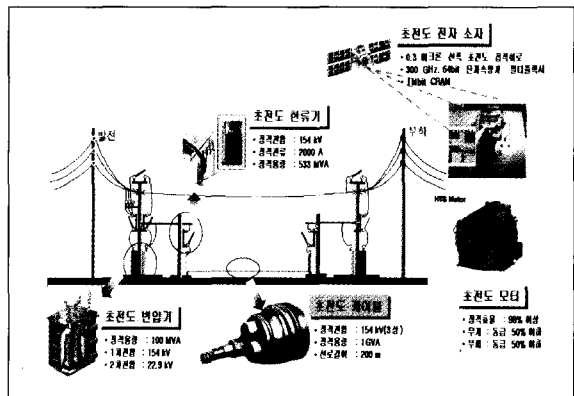


그림 1 초전도기기의 실용화 투입 개념도

기술력으로 개발 가능한 목표인가 하는 기술개발 가능성, 선진국의 기술개발동향 등을 바탕으로 결정한 것으로 향후 국내외에서 진전되는 기술개발 상황에 따라 그 목표가 수정될 가능성을 염두에 두고 있다.

그림1에서의 초전도케이블의 원리는 기존케이블의 구리도체 대신 고온초전도 도체를 사용하여 저손실 대용량 전력수송 및 소형화가 가능하며 절연유와 SF6 가스를 사용하지 않는 환경친화적 차세대 전력케이블로 그 구조는 그림 2와 같다.

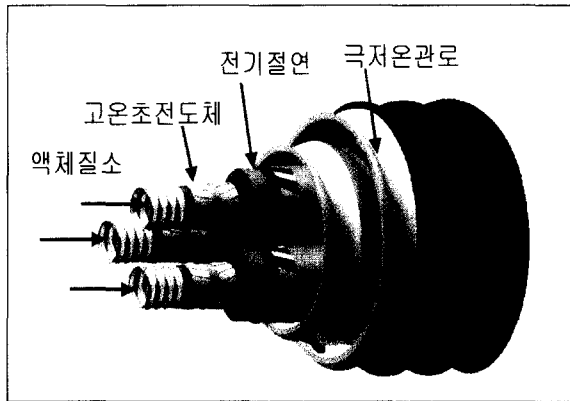


그림 2 초전도케이블

초전도변압기는 변압기 권선부분에 초전도 선재를 도입하여 전력 효율을 향상 시키는 물론, 변압기 손실을 50% 감소, 중량 및 부피는 1/3 이하로 줄인 고효율, 소형, 경량의 변압기로 그 구조는 그림 3과 같다.

초전도한류기는 전력계통에 설치되어 정상시에는 전력손실 및 전압강하가 없고 사고감지 후 자동으로 계

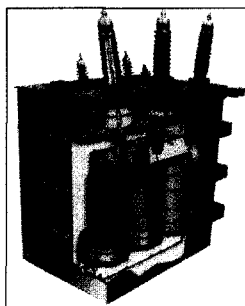


그림 3 초전도변압기

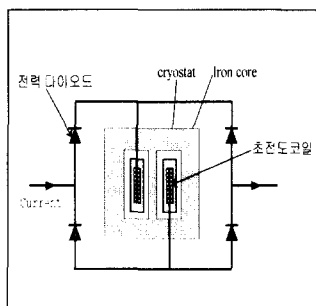


그림 4 초전도한류기

통의 임피던스를 증가시켜 사고전류를 제한함으로써 계통의 기기를 보호하는 신개념의 전력기기로서 그 구조는 그림 4와 같다.

초전도모터는 기존 모터에서 자로의 형성과 집중을 위해 사용되는 철심을 제거한 공심형 초전도 계자코일을 사용함으로써 고효율, 고효율, 소형 경량화, 대용량화가 가능한 차세대 모터로서 그 기본 구조는 그림5와 같다.

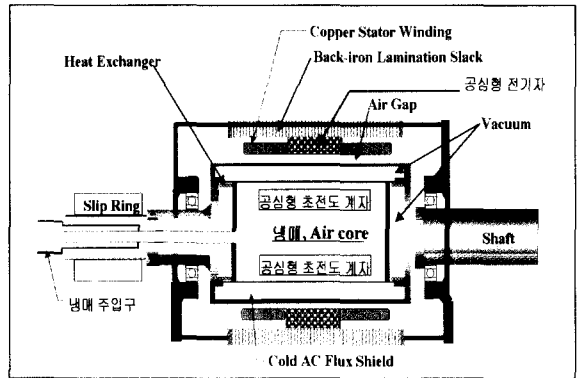


그림 5 초전도모터

초전도 디지털소자는 두 초전도박막 사이에 얇은 절연막을 삽입하고 교류전원을 인가하면 전자가 절연막을 통과하는 터널링효과의 발생으로 전류와 전압간의 매우 빠른 스위칭 현상을 이용한 조셉슨 소자의 응용으로 기존 반도체에 비해 연산속도 100배 이상 향상, 소비전력을 1/1000 이하로 감소 시킨 미래형 전자소자로

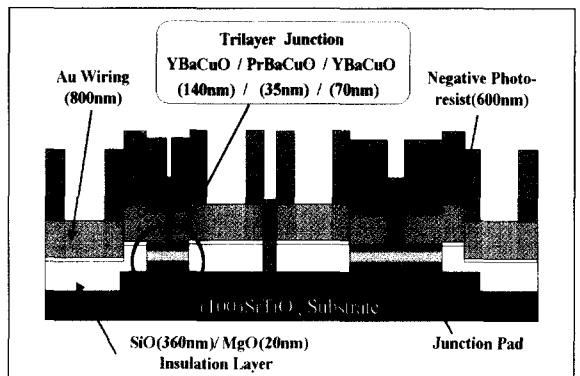


그림 6 초전도디지털소자



# 기획 시리즈 ①

표 1. 단계별 연구개발 목표 및 내용

구분	단계별 목표	주요 기술개발 내용
1단계 (3년)	◆ 실용화를 위한 핵심기반기술개발 (초전도 전력기기 시스템화기술 및 초전도 디지털소자 핵심기반기술 개발)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50MVA/22.9kV급 초전도 케이블개발</li> <li>• 1MVA,22.9kV/6.6kV 단상 초전도변압기개발</li> <li>• 3상,3.3kV/400A급 초전도한류기개발</li> <li>• 100 마력급 초전도모터개발</li> <li>• 5GHz, 4bit 초전도 디지털 회로개발</li> </ul>
2단계 (3년)	◆ 성능향상 및 Precommercial Pilot기 개발 (초전도 전력기기 준상용급 모델기 및 디지털 소자 설계,제작,응용 기술 개발)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 500MVA/154kV급 초전도 케이블개발</li> <li>• 5MVA,154kV/22.9kV 단상 초전도변압기개발</li> <li>• 3상,22.9kV/630A급 초전도 한류기개발</li> <li>• 1000 마력급 산업용 초전도 모터개발</li> <li>• 30GHz, 16bit 초전도 디지털 회로개발</li> </ul>
3단계 (4년)	◆ 실증시험 및 상용화급 생산 기술 개발 (초전도전력기기 실증시험 및 상용화급 생산기술 개발, 초전도 정보처리 소자의 적용기술 및 상품화 개발)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1GVA/154kV급 초전도 케이블개발</li> <li>• 100MVA,154kV/22.9kV, 초전도 변압기개발</li> <li>• 3상,154kV/2kA급 초전도 한류기개발</li> <li>• 3000 마력급 초전도모터개발</li> <li>• 300GHz, 64bit 초전도 연산기개발</li> </ul>

서 그 구조는 그림6과 같다.

## 단계별목표

본 DAPAS 프로그램은 앞에서 언급한 최종목표를 달성하기 위하여 단계별 목표는 표1과 같으며, 주로 초전도기기의 핵심기술확보를 위한 배전급용량의 기기개발을 목표로 한 1단계 3년, 현장투입 실용화기 개발을 위한 송.배전급 전력기기개발을 목표로 한 2단계 3년, 최종 상용화 제품개발을 완성하기 위한 송전급 전력기기개발을 목표로 한 3단계 4년으로 구성되어 있다. 각 단계별 연구개발목표는 각 단계마다 이루어지는 국내외 기술개발 및 산업화 상황분석에 따라 수정보완이 가능케 하는 목표의 유연성을 가짐으로서 DAPAS프로그램을 최적화할 계획이다.

## 세부과제 및 연구비 현황

앞서 언급한 연구개발

목표를 달성하는데 필요한 DAPAS 프로그램의 세부과제는 초전도케이블분야 2개, 초전도변압기분야 2개, 초전도한류기분야 3개, 초전도모터분야 1개, 초전도디지털소자분야 1개, 공통기술분야 5개, 창의분야 3개, 총 17개로 구성되어 있으며, 기업화 가능한 세부과제들에 대해서는 관련 기업의 참여를 원칙으로 산.학.연 협동연구체제로 이루어져 있다. 1차년도 현재, 15개 참여기업을 포함하여 총 57개 기관, 540여명의 인력이 참여하고 있고 외국의 선진기술을 적극 도입한다는 측면에서 총 예산의 10% 범위 내에서 국제협력력을 추진하고 있으며, 현재 미국, 일본에서 4개 기관이 참여하고 있다. DAPAS 프로그램에 투입되는 연구비는 1차년도 150억원(정부 105억, 기업 45억)이며, 1단계 3년 동안 총 450억(정부 315억, 기업 135억)이 투입되고, 향후 10년간 총 1710억(정부 1,225억, 기업 485억)의 연구개발비가 투입될 예정이다.

표 2. 주요 세부과제 현황

분야	세부과제명	주관연구기관	참여기업
초전도케이블	배전급 초전도전력케이블 개발	전기연	LG전선
	초전도케이블용 고강도 고온초전도선재 개발	전기연	넥상스,일진전기
초전도변압기	중소규모 배전용 초전도변압기 개발	한국산업기술대	효성중공업
	극저온 전기절연 및 변압기 권선절연기술개발	경상대	
초전도한류기	유도형 초전도한류기 개발	연세대	프리컴시스템외
	저항형 초전도한류기 개발	전력연구원	LG산전
	초전도한류기 성능평가 및 고속차단기술 개발	전기연	진광이엔씨
초전도모터	초전도모터 시스템 및 운용기술 개발	전기연	태양산전
초전도디지털 소자	초고속 초전도 ALU 개발	한국광기술원	
공통기술	PVD법에 의한 고온초전도 Coated Conductor 개발	전기연	고려제강외
	MOCVD법에 의한 고온초전도 Coated Conductor개발	원자력연	한백
	극저온 냉동기 및 열전달 기구 해석기법 개발	뉴로스	
	고온초전도코일의 시스템 적용을 위한 기반기술 개발	기과과학지원연	
	초전도기기 모델링 및 초전도기기 보호기술 개발	전기연	



## 사업추진전략 및 체계

### 기본 방안

#### 1) 21세기 에너지기술을 선도하는 사업단 운영

이미 2001년 5월에 연구기획, 연구개발, 시험평가 및 생산 등 연구개발사업의 전 주기적 경영관리를 수행할 사업단으로 차세대초전도응용기술개발사업단(CAST: Center for Advanced Superconductivity Technology)이 설립된 바 있으며, CAST는 21세기 국가발전을 좌우할 프론티어사업에 참여한다는 사명감(sense of Mission), 나는 할 수 있다는 자신감(CAn), 현실을 직시하는 불굴의 의지로 고통을 감내하는 노력(Effort), 일체감 조성과 공동체 의식 재고를 위한 솔직함(Plainness)으로 CAST가 21세기 에너지기술을 선도한다는 의미로 E(nergy) - CAMP라는 Catch Phrase로 사업단을 운영하고 있다.

#### 2) 주기적 R&D 동향 분석

DAPAS program의 대상기술인 고온초전도 응용기술 개발 분야는 1980년 후반부터 연구되기 시작되어 현재 세계적으로 상용화를 위한 연구 개발이 활발하게 이루어지고 있으며 기술의 변화 속도가 빠르기 때문에 주기적으로 선진국에서 이루어지고 있는 개발 동향을 면밀히 분석할 필요가 있다. 아울러 초전도기술의 세계 시장 전망은 미국, 일본, 유럽의 산학연 전문가 집단으로 구성된 ISIS(초전도국제산업연맹)주도로 이루어지고 있는데 프론티어연구개발사업을 시작한 우리나라도 이제부터는 이와 같은 선진대열에 직접 참여하여 선진국과 공동으로 초전도 세계시장에 대한 조사에 참여할 필요가 있다. 따라서 본 사업에서는 초전도기술 관련 각종 국제기구에 참여하고 국내외 연구개발 진척상황을 실시간으로 분석하여 DAPAS 프로그램을 최적화시키고 세계 시장 진입을 위한 전략을 능동적으로 수립하는데 지침으로 삼을 것이다.

#### 3) DAPAS 프로그램에 맞는 독창적 연구개발경영시스템 운영

본 DAPAS 프로그램은 궁극적인 초전도기술의 산업화를 도모하고 우리나라 독자기술 개발능력을 고취하

기 위하여 핵심소재부터 시스템에 이르기까지 전 기술을 개발대상으로 하고 있기 때문에 기술간, 과제간의 정보가 Real time으로 공유되고 개발된 성과를 서로 활용할 수 있는 독창적인 연구개발경영시스템을 도입할 필요가 있다. 이를 위해 CAST에서는 연구계획서수립(사전단계)부터 연구진도관리, 성과관리, 성과의 활용을 위한 사후관리에 이르기까지 전주기에 걸친 연구활동을 실시간으로 관리할 수 있는 연구개발경영시스템을 국내 최초로 개발하여 2001년 11월부터 운영 중에 있다. 이 시스템을 통해 과제책임자 스스로 체계적인 연구진도관리가 가능하여 연구생산성이 증대될 뿐만 아니라 연구수행과정과 연구비집행 등의 투명성이 확보되어 대형 국제연구개발사업으로서의 기능을 다할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

#### 4) 국제적 연구프로젝트로서의 위상 제고

DAPAS program을 세계적 연구프로젝트로 육성하기 위하여 각국의 우수한 전문 연구인력들도 본 사업에 적극적으로 참여할 수 있는 국제교류의 기회를 제공할 계획이다. 이미 본 사업의 연구분야와 관련된 미국, 일본, 유럽의 저명한 연구기관과 대학의 전문가들과도 돈독한 유대 관계를 유지하고 있고, 국제공동연구, 전문가 자문, 인력교류 등을 통하여 본질적인 협력연구를 실행 중에 있다. 또한 사업성과를 알려 우리나라의 위상을 제고시키기 위하여 사업단 홈페이지(<http://www.cast.re.kr>)를 통해 최신 R&D뉴스를 세계 각국의 전문가들에게 홍보하며 정기적으로 초전도응용기술 관련 국제워크샵을 국내에서 개최하여 외국의 저명한 전문가들로부터 현장에서 본 사업에 대한 평가와 아울러 애로기술에 대한 자문을 구함으로써 연구의 효율성을 높일 계획이다.

#### 5) 효율적이며 생산적인 과제 진행

중과제별로 세부기술을 분류하여 세부과제의 우선순위를 정하고, 과거 및 기존 사업에서 이미 확보된 기술에 대해서는 사업범위에서 제외시켰다. 기본원칙은 과제의 중요도에 따른 순차별, 단계별로 진행하되 핵심기술이면서 외국에서도 아직 연구 방법이 확립이 안된 분야에 대해서 1단계에서는 동일한 목표하에 경쟁적으로



복수의 연구과제를 수행하고 1단계 연구사업 평가시 utility 적용성 차원에서 결과를 분석하여 단일과제의 형태로 선택한 후 참여연구진을 재배치하는 방법으로 연구생산성 향상을 위한 사업의 효율을 배가시킨다.

6) 단계별 산업화/실용화 전략

본 사업에서는 초전도전력기기와 초전도선, 초전도 디지털소자가 최종 개발제품으로 설정되어 있으나 실질적으로는 매우 다양한 요소기술들이 관련되어 있고 분야별로 실용화 기술 수준도 다르게 나타날 것으로 분석되고 있다. 본 사업에서는 가능한 1단계부터 업체가 참여한 연구조직으로 산업화를 지향한 연구체계를 유지하되 3단계에서는 대부분의 사업 분야에서 업체 주도로 생산기술을 개발하는 프로세스를 채택한다. 또한 단계별로도 개발기술의 집적에 의한 단계별 제품화 전략을 통해 기술 개발과 시장 파급효과를 최대한 높일 계획이다.

기술개발 추진전략

1) 수요자와 개발자 일체형 연구팀 구성

본 사업에서는 연구개발 초기부터 수요자와 생산자 및 연구개발자로 구성된 기술개발 분야별 일체형 공동 연구개발 팀을 구성하여 세부개발목표의 설정, 기술개발, 성능평가 등의 전 개발 과정을 공동으로 수행하게

함으로서 기술개발결과를 즉시 기업화에 이룰 수 있도록 하고 있으며, 최종 기술개발 종료시점 뿐만 아니라 각 단계에서도 가능한 한 실용화 개발이 이루어질 수 있도록 제품개발을 지향한 연구개발추진체계 도입하고 있다.

2) 단계별 집중화 전략

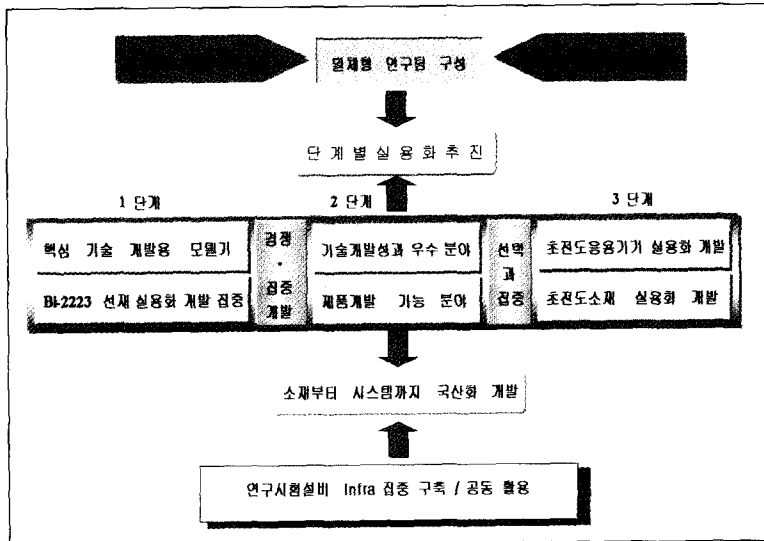
1단계에서는 초전도 전력기기의 기본 소재가 되는 고온초전도선의 개발에 집중적으로 투자하며, 특히 고온초전도선 중에서도 선진국에서 케이블, 변압기 등의 실용화기 개발에 어느 정도 적합한 성능을 가진 기술개발이 이루어 졌을 뿐만 아니라 우리나라에서도 상당한 수준의 기술개발이 이루어진 Bi-2223 초전도선에 연구역량을 집중하여 2단계에서는 대량생산이 가능하도록 할 계획이다. 아울러 1단계에서는 각 전력기기별로 핵심설계 및 제작기술을 개발하여 설계기법검증을 위한 모델을 제작함으로써 1단계에서의 기술개발성과와 실용가능성을 충분히 검토한 후 2단계에서 제품개발이 가능한 분야에 대해서는 우선적인 집중 투자를 할 계획이다.

3) 경쟁을 통한 동기유발

현재 최적 모델이 확립되지 않아 선진국에서도 여러 가지 모델을 대상으로 연구되고 있는 기술분야에 대해서는 1단계에서는 두 개 이상의 연구 집단을 선정하여 상호 경쟁을 통해 상위 기술을 검증하고 2단계부터는 검증된 기술을 중심으로 과제를 단일화하여 연구역량을 집중시키는 전략을 도입함으로써 기술개발 단축과 함께 연구성과를 극대화하고 있다.

4) 소재부터 시스템까지 국산화 개발

DAPAS program은 초전도선을 사용하는 초전도 전력기기 개발을 주된 연구개발목표로 하고 있으므로 1단계에서는 현재 국내의 기술수준으로 개발 가능한 초전도선을 사용하여 각 전력기기별 핵심설계기술 및 제작기술





개발용 모델기를 개발케 함으로서 초전도선 기술개발을 원활히 추진할 수 있도록 하고 있으며, 2단계에서는 실용급으로 개발된 초전도선을 활용하여 중용량급 실증기용 초전도전력기기 개발을 효율적으로 추진하며, 3단계에서는 Bi2223 초전도선에 비해 더욱 더 성능이 우수한 차세대 초전도선인 coated conductor의 상용화 기술개발과 함께 기술과 가격 경쟁력을 가진 각 초전도기기를 상용화함으로써 소재부터 시스템에 이르기까지 완벽하게 국산화개발이 가능하도록 하는 연구개발추진 전략을 도입하고 있다.

### DAPAS 프로그램으로 예상되는 기대성과

DAPAS 프로그램에 의해 개발되는 초전도응용기술은 기술적 한계로 인해 포화가 예상되는 기존 산업에 초전도기술을 접목시켜 효율, 속도, 환경의 3대 성장요소를 축으로 한 21세기 경제패러다임 변화에 부응한 새로운 성장점인산업을 발굴케 함으로서 국가경제 발전에 크게 기여함은 물론 막대한 규모의 초전도세계시장 선점, 기후변화협약대응, 고도정보통신사회구현을 도모함으로써 국민의 삶의 질을 보다 향상시킬 수 있을 것으로 기대하고 있다.

### 기술적 측면

초전도 케이블	초전도 변압기	초전도 전력기기	초전도 모터	초전도 저장장치
<p>10% Superconductor Bi-2223 Cu Conductor 100% Conductor Bi-2223, Bi-2223, Bi-2223</p>	<p>2 MVA Conventional oil-filled transformer (radius 600 galena of oil)</p>		<p>Conventional Motor</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>·소형 경량화</li> <li>·소모 임피던스 감소</li> <li>·경거리 대용량 전력수송 : 3배 이상</li> <li>·승전 손실 감소</li> <li>·전력 손실률 : 현재 7% → 3.5%</li> <li>·전압 안정성 향상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·효율 향상</li> <li>·손실 31% 감소</li> <li>·용량 46% 증가, 크기 1/3</li> <li>·발전소용 서동장치, 열기, 열 교환, 전동기 기술</li> <li>·전압 조정 능력 향상</li> <li>·고성능 전력 변환 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·신속한 사고진료, 재연</li> <li>·전력선 및 유류선 향상</li> <li>·복합기계의 부담 경감</li> <li>·환경오염 방지</li> <li>·온실가스의 주범인 SF6 Gas 감소효과</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·에너지 효율</li> <li>·효율 1.5% ~ 2.3% 향상</li> <li>·이산화탄소 가스량 감소</li> <li>·4원전력</li> <li>·중형 : 40% 경량화</li> <li>·크기 : 50% 소형화</li> <li>·안전도 향상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·발전, 전직선, 역전</li> <li>·초고속 전직선형</li> <li>·혁신적 향상</li> <li>·초전, 전직선, 기술연구</li> <li>·대용량 통신시스템</li> <li>·고성능 ADC/DAC, 초고속 DSP</li> </ul>

### 2) 에너지절약 및 환경보존 측면

초전도전력기기가 실 계통에 투입될 때를 상정하였을 때의 효율향상 및 CO<sub>2</sub> 감축비용을 미국 DOE와 동일한 방법으로 분석해보면, DAPAS 프로그램에 의한 기술개발이 종료되는 2011년부터 2020년까지 10년간 7,000억원 이상의 직접적인 경제적 이득을 얻을 수 있을 것으로 예상됨에 따라 DAPAS 프로그램은 효율향상으로 인한 에너지절약뿐만 아니라 CO<sub>2</sub>감소에 따른 지구환경보존에도 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 부가적으로 초전도 송전케이블을 도입할 경우 전력수요 증가에 따른 도심지역의 지하 전력구방 추가 건설비용(50~100억원/km)을 절약할 수 있어 천문학적 인 투자회피효과도 기대된다.

### 경제적 측면

세계 초전도 관련 기업가들이 모여서 도출한 장기적인 초전도 시장에 대한 전망을 보면, 시장형성기인 2010년에는 740억불, 성장기인 2020년에는 2,440억불, 성숙기인 2030년경에는 8,540억불의 세계시장이 형성될 것으로 예측하고 있으며, DOE의 분석기법(2000년 DOE 보고서 ORNL/Sub/4500006921)과 동일 방법으로 국내의 초전도 전력기기 시장을 예측하여 보면 21세기 프론티어사업을 통하여 2020년경 1조 9741억원의 국내시장진입이 가능하고, 전문가들의 예상에 의하면 디지털 소자응용분야에서도 2010년경 190억불 정도의 세계시장이 형성될 것이고, 이중 상당한 부분의 세계시장을 점유할 것으로 예상된다.

### 산업적 측면

초전도 기술은 물리·전기·전자·재료 및 기계공학 등 다양한 학문이 집대성된 복합기술이기 때문에 기술적 파급효과가 큰 핵심기술로 산업전반에 응용되어 신산업 창출에 크게 이바지 할 수 있을 것으로 기대된다. 기대되는 활용분야로는 다음과 같이 요약할 수 있다.

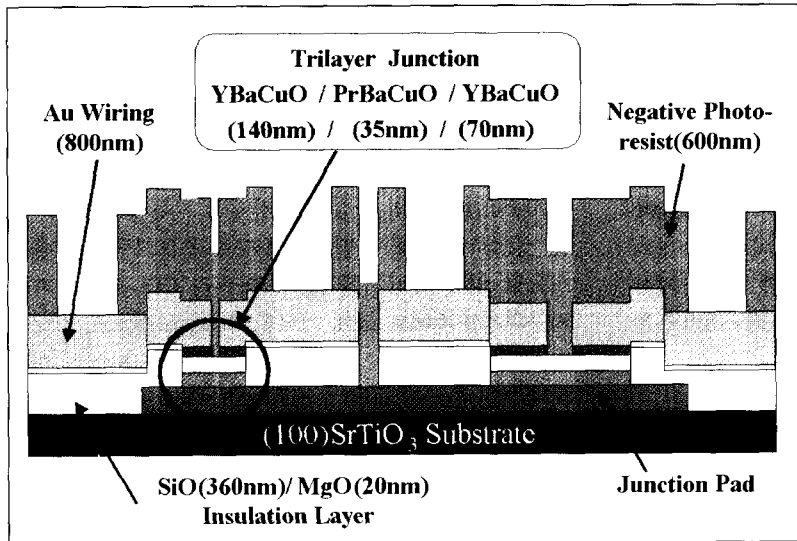


그림 7 향후 초전도 세계시장규모 예측

결 언

DAPAS 프로그램의 최종목표가 초전도응용기기의 상용화에 있듯이, 최근 MRI의 상용화를 선두로, 미국에서는 초전도 모터, 일본에서는 SMES(초전도 전력저장 장치) 등, 이미 상용화를 눈앞에 두고 있습니다. 이와 같은 분위기에 편승하여 현재, 세계 각국의 초전도 분야 R&D 투자가 급물살을 타고 있습니다. 우리나라도 21세기 프론티어 연구개발사업중 하나로 DAPAS 프로그램이 선정되었고, DAPAS 프로그램의 선정이 초전도 최고 권위 주간지인 "Superconductor Week"지에 Headline

으로 소개되고 또한 2001년 초전도 전력시스템분야 Highlight로 선정되는 등 세계적인 관심을 모으고 있습니다. 이런 상황일수록 DAPAS 프로그램 모든 참여자들의 배가된 연구노력이 절실히 요구된다고 하겠습니다. 연구자들의 "철저한 진도관리", "과감한 정보의 공유", 그리고 사업참여자로서의 "무한한 자긍심"을 다시 한번 부탁드리며, 끝으로 DAPAS 프로그램의 성공을 위한 연구개발 참여자들의 노력이 결실을 맺을 수 있도록 지속적인 여러분들의 관심과 애정어린 비판을 부탁드립니다.

- 환경분야
  - 우주, 대기 : 우주관측, 지자기관측, 기압계
  - 육상, 지하 : 자이로스코프, 지진관측, 자원탐사 자원회수
  - 해양, 호수 : 광석선별, 방사선 폐수처리, 카울린 정제, 녹조·적조류 제거, 철광 폐수 정화, 발전 소복수 정화
- 사회분야
  - 통신 : 이동통신 기지국용 Filter, 초전도 A/D변환기
  - 수송 : 자기부상열차, 전기추진선, 리니어 모터 카, 무인 수송시스템
  - 산업·생산 : 반도체 결정 성장 장치, 전자 Break, 전자
- 생활분야
  - 진단 및 치료용 의료 기기: 치료용 입자선 가속기, 심자도 측정기, 뇌자도측정기, MRI, NMR
- 혁신
  - 미래형 응용 분야
  - 초전도 전력시스템, MHD 발전, 핵융합 장치, 초전도가속기
- 기반·주변기기 관련 분야
  - 초전도 재료 기술, 초전도 선재화 기술, 마그네트 기술, 냉각·냉동기술