

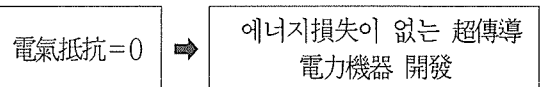
21世紀 새로운 成長索弓産業 創出을 위한 超傳導 技術의 産業化 推進 方案

산 업 자 원 부
반도체전기과 박인호

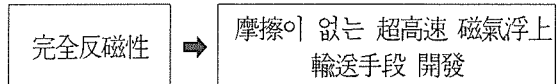
I. 超傳導(Superconductivity)의 概念 및 特性

- ◆ 絶對溫度 0K(-273℃) 근처에서 갑자기 電氣抵抗이 사라지는 현상
 - 電氣抵抗에 의한 에너지손실 零의 世界를 가능케 함으로써 20세기 구리시대를 Break Through할 수 있는 新技術
- ◆ 에너지손실 零, 완전반자성, 조셉슨 효과 등 3代 極限特性이 기존의 效率개념을 Improve에서 Innovation으로 變化
 - 에너지貯藏, 超傳導 磁氣浮上, 超高速 슈퍼컴퓨터

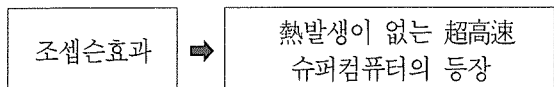
1. 超傳導 現象의 3大 特性



- 구리의 本質的 限界인 전기저항이 零이 되어 電力産業의 Break Through를 주도

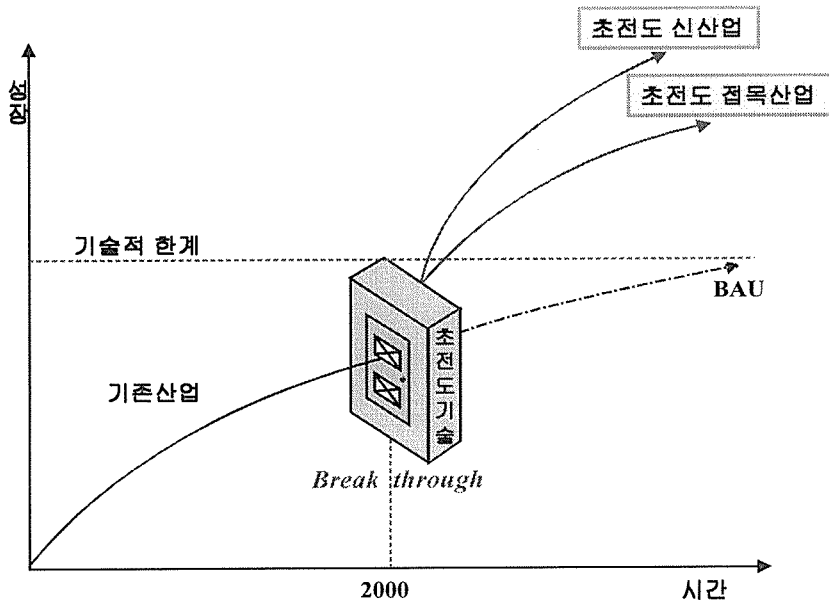


- 磁氣場을 完全배척하는 特性이 응용되어 輸送, 機械, 醫療, 環境등 核心産業의 Break Through을 주도



- 반도체보다 100배 이상의 연산속도를 갖는 초전도 디지털소자가 반도체를 대체함으로써 情報通信産業의 Break Through를 주도

2. 既存産業과 超傳導 技術의 相關관계



3. 超傳導 技術의 産業化 必要性

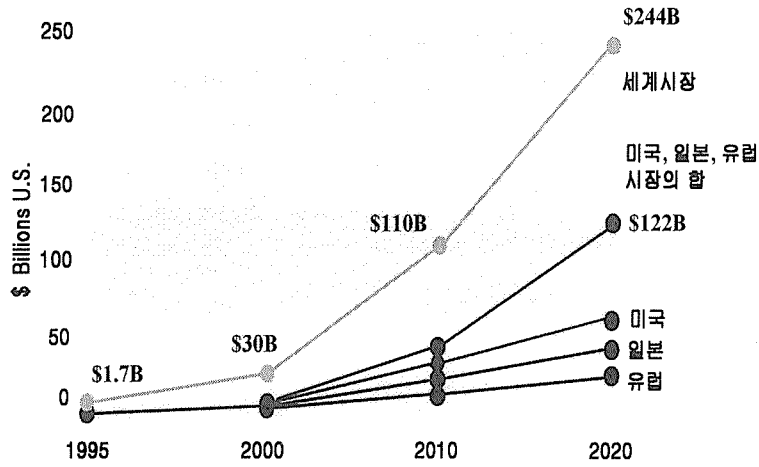
가. 21세기 經濟패러다임의 變化에 부응하는 새로운 成長牽引産業의 발굴 必要性 대두

나. 環境, 效率, 速度의 3대 成長要素를 軸으로 하

는 거대 超傳導市場의 출현 임박

□ 세계은행(World Bank)은 세계초전도 시장을 2000년부터 서서히 증가하여 2010년 이후에는 본격적인 시장이 형성될 것으로 전망 - 미국, 일본, 유럽이 전체시장의 50%를 점유

구 분	19세기	20세기	21세기
성 장 양 식	자연의존	자연파괴	자연창조
성 장 동 인	자원 + 노동	자본 + 기술	지식 + 정보
성장제약요소	공간, 도구	자원, 유통	환경, 효율, 속도
성장견인산업	기계, 섬유방직	석유화학, 철강, 자동차, 반도체	초전도, 정보통신, 생물산업, 광산업



- 잉여시장을 개도국이 분할하는 형태가 될 것으로 예상

□ 국제초전도 산업연맹(ISIS)은 세계초전도시장이 2010년까지 600~900억불, 2020년까지는 1,500~2,000억불에 달할 것으로 전망

- 현재 초전도시장을 주도하는 의료분야를 제외하고 전력·전자등 응용산업의 비중이 급격히 신장될 것으로 전망

※ 국제초전도산업연맹(ISIS) : International Superconductivity Industrial Summit

〈산업별 시장변화 추이〉

(단위 : 억불)

구 분	2000	2010	2020	주 력 제 품
세계시장	80-120	600-900	1,500-2,000	
전력·전자	38%	48%	64%	전력응용기기, 전자통신기기
수송분야	9%	6%	9%	Maglev, 자기추진선
의료분야	30%	24%	11%	MRI, SQUID, NMR
기타분야	23%	22%	16%	자기분리장치 등

다. 氣候變化協約 및 에너지 危機에 대응하기 위한 Counter 산업의 育成

□ 초전도 기술은 전기저항 零을 실현함으로써 기존의 아날로그식 효율개선을 뛰어넘는 효

율혁명을 견인

- 전력분야에 초전도기기 채택시 국내전력공급시스템의 효율을 3.72% 향상

	2010	2020
· 에너지절감량(만TOE)	320	410
· CO ₂ 감축(만T-C)	178	230

※ 2010년 절감량 : 포항제철 1/2개, 63빌딩 232개의 1년치 에너지사용량임

라. 정보통신, 생물산업등 신산업의 존립기반이 되는 혁신적 Back-up산업의 등장 필요성

- 디지털 경제하에서 유통되는 막대한 양의 정보처리를 위한 정보통신산업의 초고속 대용량 저전력화 과제의 해결

구 분	20세기	21세기
요구속도(second)	1ns(10 ⁻⁹)	10ps(10 ⁻¹²)
요구전력(W/Gate)	1mW	1μW
요구주파수(Hz)	100MHz ~ 1GHz	10GHz ~ 1THz
해 결 방 안	반도체	초전도 디지털소자

- 거대 정보통신 네트워크 경제사회구조의 유지를 위해서는 고도의 안정성 및 초정밀성을 요구하는 전력공급시스템의 구축이 필수
 - 순시정전=경제활동 마비의 첨단산업사회를 지탱하기 위한 가장 실효성있는 대안으로 초전도 전력공급시스템이 부각

II. 世界 超傳導技術의 産業化 現況

- ◆ 초전도기술의 산업화는 1987년 경제적 응용 가능성을 열어준 고온초전도체의 발견 이후 급속히 진행
 - 이를 기점으로 미국, 일본, EU는 법령의 제정 및 상용화 프로그램등을 통해 본격적인 산업화를 추진

1. 전기저항 零을 실현하는 초전도 신소재산업

- 모든 초전도 응용산업의 모태가 되는 분야로 소재의 경제적 생산공법 및 사용온도, 전류밀도 등의 특성향상에 주력
 - 액체헬륨을 이용하는 저온초전도체는 이미 상용화되었으며
 - 응용범위가 넓고 값싼 액체질소를 사용할 수 있는 고온초전도체의 개발도 급속히 진행되어 상용화 단계에 진입
 - 미국, 일본, 유럽등에 이미 다수의 초전도회사 설립되어 초전도 소재의 초기공급시장을 형성

구 분	미 국	일 본	유 럽	한 국
선재회사(개)	6	7	7	1

- 초전도 소재는 목적에 따라 선재, 벌크(bulk), 박막의 형태로 생산
 - 선재 : 전력, 수송, 환경, 의료등 가장 폭넓은 응용소재
 - 박막 : 초전도 디지털 소자 등 정보통신산업용 핵심소재
 - 벌크 : 자기베어링 등 기계산업용 소재

2. 제2의 전기혁명을 예고하는 초전도 전력기기 산업

- 대표적인 초전도 응용산업으로서 에너지효율 혁신 및 환경개선 차원에서 산업화가 가장 활발히 진행되고 있는 분야
 - 특히, 경제성 있는 고온초전도 선재의 개발이 가속화 됨에 따라 기존 전력기기의 수요를 대체할 수 있는 가장 유망한 분야로 부상

□ 초전도 전력응용기기 개발현황

- 기술적, 경제적 파급효과가 커 대부분이 국가 주도의 개발 프로 그램을 통해 산업화를 추진
 - 미국 : SPI(Superconductivity Partnership Initiative)
 - 일본 : New Sunshine Project
- 아직 시장형성단계는 아니나 시제품 제작 및 Field Testing이 활발히 진행되고 있어 2005년 이후 본격적인 시장이 형성될 전망
 - 미국, 일본, EU를 중심으로 초전도 케이블, 발전기, 변압기, 모터, 한류기(SFCL), 에너지저장장치(SFES, SMES) 등을 개발
 - ※ 미국 Southwire회사는 기존케이블의 3~5배의 송전용량을 갖는 고온초전도 케이블을 1999년에 개발하여 실제로 설치운전중

3. 질병 조기진단의 최첨단 초전도 의료장비산업

□ 초전도 기술중 산업화가 가장 먼저 이루어진

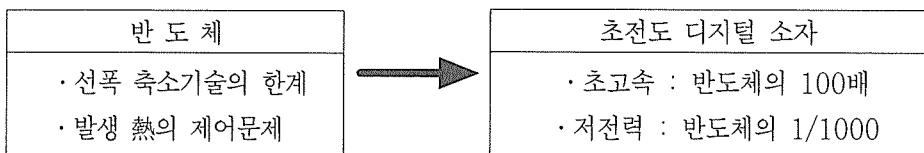
분야로 초전도 산업의 성장 가능성을 입증

- 초전도 MRI는 1985년 영국의 Oxford사에 의해 상용화 되어 현재 전세계 MRI시장의 75%를 점유(년간 32억불의 시장)
 - 초전도 자기공명진단장치(MRI : Magnetic Resonance Imaging)
 - 핵자기공명장치(NMR : Nuclear Magnetic Resonance)
 - 초전도양자간섭소자(SQUID : Superconducting Quantum Interference Device)

4. 차세대 정보통신혁명을 주도할 초전도 정보통신 산업

□ 컴퓨터, 정보통신산업이 당면하고 있는 초고속, 대용량, 저전력화 과제를 해결할 수 있는 유망 분야로 부각

- 컴퓨터, 정보통신기기의 핵심부품인 반도체, 필터등이 초전도를 이용한 디지털 소자 또는 초전도 필터로 대체



※ 반도체 최대의 약점인 熱문제가 근본적으로 해결

- 산업특성상 벤처기업의 탄생이 유망한 분야로 미국의 Conductus, HYPRES사등의 초전도 벤처기업과, 일본의 Hitachi, NEC등 많은 기업이 괄목할만한 성과를 내고 있음

□ 초전도 디지털 Device 개발현황

- 디지털 전자회로 및 초고속 정보통신기기등

광범위한 응용기기의 개발이 가속화

- 미국은 초전도 디지털소자를 이용한 슈퍼컴퓨터(peta FLOPS)개발을 위해 97년부터 HTMT project를 시작

※ HTMT : The Hybrid Technology Multithreaded(97~2007)

- 위성간 통신 및 이동통신 기지국용 초전도 필터가 개발되어 Field Test를 완료하고 실용화 직전단계에 돌입
 - 일본은 현재 이동통신 기지국용 초광대역 초전도필터를 개발(주파수대 10GHz, 대역폭 200MHz)

5. 기타 초전도 산업

□ 초전도 기술은 이밖에도 수송, 환경, 거대과학 등 다양한 분야에 응용되어 실용화를 눈앞에 두고 있음

○ 수송분야

- 일본은 초전도 자기부상열차(Maglev)를 개발, 야마나시에서 시속 500km 시험주행 성공(도쿄 ↔ 오사카 건설예정)

○ 환경분야

- 초전도 자기박막분리장치, 녹조분리장치 등 환경기기에 응용되어 기존기기를 대체(미국 Dupont, 일본 Hitachi등)

○ 거대과학

- 물질의 근원을 밝히기 위해 입자를 가속하여 충돌시키는 초전도 입자가속기(SSC) 프로젝트(미국, 유럽)
- 인공태양의 꿈을 실현하기 위한 국제 초전도핵융합로연구(ITER) 추진(미국, 일본, 유럽 등)
 - 국내에도 초전도핵융합연구로(KSTAR)사업이 과기부 주관으로 진행중

III. 先進國의 超傳導技術 産業化 推進戰略

1. 推進始點

□ 미국, 일본, EU등 선진국은 고온초전도체가 발견된 87년을 기점으로 초전도분야를 집중 육성

- 미국 : 초전도기술을 과학적발견이 시장과 어떻게 연결될 수 있는가에 대한 미국의 능력을 시험하는 척도로 인식
- 일본 : 의회차원에서 중·참의원으로 초전도 산업의원연맹을 결성
- EU : EU의 국제경쟁력 강화차원에서 84년부터 EU공동기금을 활용한 육성프로그램 수립

2. 推進體系

가. 政府

□ 미국 : National Superconductivity & Competitiveness Act(88)제정 및 Superconductivity Program 수립

- Superconductivity For Electric System Program에 따라 SPI 및 TI Program 등을 진행

□ 일본 : 『고온초전도개발 10개년 계획』 수립(88)

- New Sunshine(통산성), Multi Core Project(과학기술청), Maglev Project(운수성)등 부처별 계획 수립

□ EU : 『초전도 공동개발 Framework』를 결성(84)

- BRITE/EURAM 및 SCENT 프로그램을 진행

나. 民間

□ 미국 : 『미국 경쟁력강화를 위한 초전도협의회(CSAC)』 구성

- 산학연 공동프로그램 참여 및 국제협력 활동

- ※ CSAC : Council on Superconductivity for American Competitiveness
- 일본 : 국제초전도산업기술연구센터(ISTEC) 설립(88)
 - 초전도 기술개발의 구심체로서 103개 기업이 공동참여
- ※ ISTEC : International Superconductivity Technology Center
- E U : 유럽초전도산업공동체(CONECTUS) 결성(93)
 - EU기업간 초전도기술협력 강화 및 산업화 촉진
- ※ CONECTUS : Consortium of European companies Determaine to Use Superconductivity

- 미국 SPI프로그램은 핵심전략분야에 대해 5개 개발팀 운영
- 일본은 ISTEC내 4개의 SRL(지역연구소)에 103개 기업이 공동참여

V. 우리나라의 超傳導技術 開發現況

- ◆ 국내 초전도산업의 수준은 초기태동기로서 연구소 차원의 개발형태가 대부분임
- MRI, 초전도선재, 초전도 디지털소자 등 일부산업 태동
- ◆ 초전도 기술의 산업화를 위한 기본 인프라의 절대적 부족 상태
- 초전도에 대한 산·학·관의 총체적인 인식 부족에 기인

3. 推進戰略

- ◆ 정책의 안정성 및 지속성 확보를 위해 범 또는 전문조직 설치
- ◆ 대부분의 국가가 정부주도의 종합개발프로그램을 마련하고
 - 이를 토대로 정부-정부, 정부-민간의 명확한 역할을 정립, R&D 효율극대화 및 기술의 원활한 시장진입을 도모

- 미국의 CSAC, 일본의 ISTEC, EU의 CONECTUS 등 초전도전문조직이 설치되어 기술개발과 산업화의 중추적 역할 수행
- 정부의 종합계획하에 기업의 참여를 전제로 하는 산·학·연·관 공동개발시스템을 구축

1. 國內 研究開發 現況

가. 推進體系

- 정부 부처별로 소형개발과제 위주의 산발적인 연구개발 수행
 - 과기부 : 초전도핵융합장치(G-7사업), 재료 및 전자소자
 - 산자부 : 초전도기반조성등(산기반조성사업 등)
 - 보건부 : MRI 개발(G7의료공학기술개발사업)

나. 技術水準

- 선진국 보다 늦은 출발에도 불구하고 폭넓은 분야에 기초 및 응용기술을 확보(소수 초전도 연구인력의 강한 집념)

- 초전도재료 : 선진국 대비 80% 수준(핵심 가공기술확보)
 - 에너지응용 : 선진국 대비 60~80% 수준(시제품 개발)
 - 전자통신 : 선진국 대비 60~80% 수준(기반핵심기술확보)
- 정부나 기업 모두 초전도에 대해 Forever Future Technology란 인식이 강해 초보적 수준의 R&D 투자에서 벗어나지 못함
 - 정부 : G-7사업인 초전도 핵융합장치연구사업(KSTAR)외엔 소형단기과제 중심의 R&D투자

(단위 : 억원)

구 분	R&D 사업	'97	'98	'99
과 기 부	초전도 핵융합연구사업 등	197	232.4	218.1
산 자 부	초전도응용기술기반사업 등	17.8	11.8	19.5
보 건 부	MRI 개발사업	15.8	10.7	12.1
계		230.6	254.9	249.7

※ 초전도 R&D예산중 87%가 KSTAR사업에 집중

- 기업 : KSTAR참여기업, 초전도선재회사, 정보통신회사외엔 거의 전무한 실정
 - 기업의 초전도 R&D 규모 : 81.2억원(98) → 92.8억원(99)
 - ※ 9개사 표본조사 결과로 현금부담분에 한정
- 기 업 : 한전, 삼성, 한중, LG전선, 대성전선 등 19개
 - 기업주도로 십년이상의 장기적 투자를 하고 있는 선진국과 비교시, 국내기업의 참여가 저조

2. 國內 超傳導 관련인프라 現況

나. 專門인力

가. 研究開發機關

- 연구소 : 전기연구소, 한전연구원, 한국과학기술원 등 10개
 - 대 학 : 서울대, 연세대, 포항공대, 성균관대
- 국내 초전도 전문인력은 약 220여명 수준으로 전체 연구개발 인력중 기업에 20% 연구소가 27% 대학이 53%를 보유
 - 이는 선진국 대비 1/20수준으로 절대연구 인력이 부족한 상황

〈국내 분야별 초전도 전문인력 현황〉

종 별	분 야 별			소 계
	소 재	에너지응용	전자통신응용	
기 업	8	24	13	45
연 구 소	17	35	8	60
대 학	38	52	27	117
총 계	63	111	48	222

※ 대학 : 교수급 인력

3. 産業化 水準

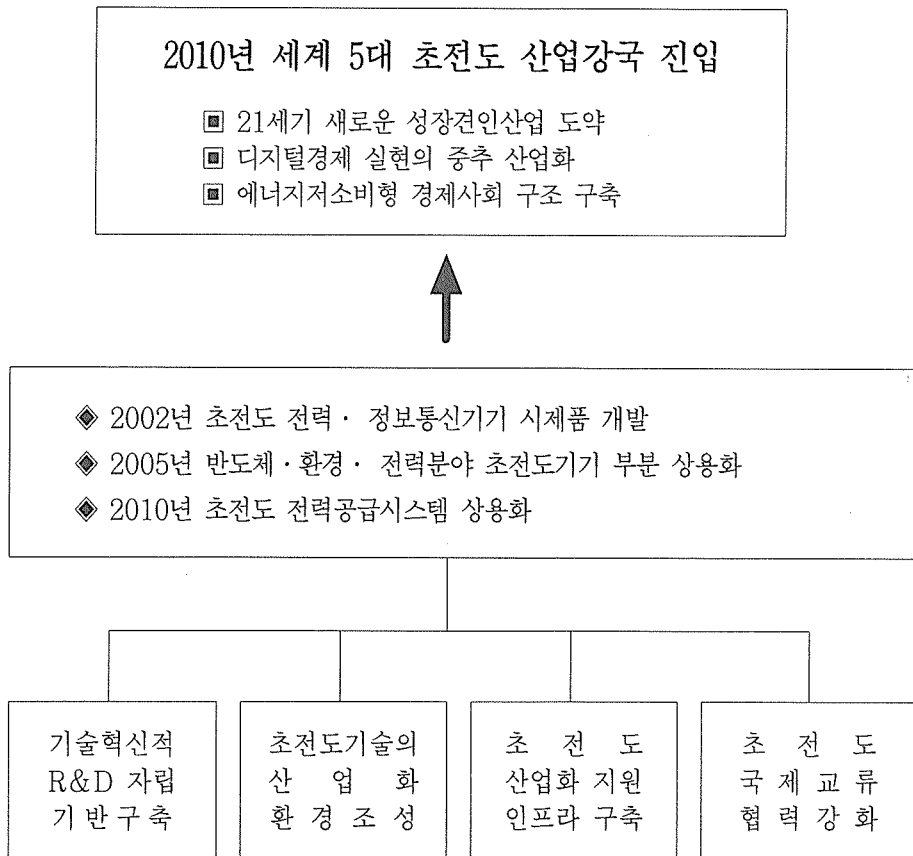
- 초전도 전력응용기기는 막대한 투자와 고도의 기술력이 필요한 분야
 - 한전과 전기연구소를 중심으로 일부 시제품 개발단계이며 민간기업의 참여는 부진한 실정
- 초전도 선재분야는 MRI용 초전도 선재개발 등 실용화 단계에 진입
 - 대성전선 등 일부 전선회사의 참여로 실용화

제품 출시

- 초전도 전자통신 분야는 비교적 실용화가 용이한 분야
 - 일부 민간기업 참여하에 기반핵심기술을 확보했으며 초전도 디지털 소자 및 초전도 필터등에 대한 실용화 연구 진행중(LG, 삼성)
- 기타 초전도자기분상열차, 전자추진선박 등 대형 프로젝트에 대한 연구개발은 이루어지지 못하고 있음

VI. 超傳導技術 産業化 綜合對策

1. 發展目標



2. 細部 推進對策

가. 技術 革新的 R&D 自立基盤 構築

- 초전도 종합계획 K-Supercon 21 Project 수립(2000 - 2010)
 - 국가차원의 종합기술개발전략 수립을 통해

초전도 산업의 Industrial Road Map 및 Technical Road Map등 장기비전 제시

- 시장 따라잡기(Catch up Market)에서 탈피, 시장선도(Leading Market)형 기술개발 전략을 수립
- 4대 주력분야를 선정, 산·학·연·관 공동개발팀을 통한 체계적인 R&D수행

구 분	전력(제1팀)	전자(제2팀)	산업설비(제3팀)	소재(제4팀)
분 야	초전도 전력기기	초전도 전자device	초전도 산업기기	초전도 선재, 박막, 벌크

- Phase I (2000~2005) : STAR급 초전도기기 개발사업
 - 초기시장이 형성되어 있고 단기산업화가 가능한 분야
- Phase II(2006~2010) : 중대형 초전도 복합기술개발
 - 전후방 산업 연관효과가 크고 장기기술개발이 필요한 분야
- K-Supercon 21 Project 기본계획 수립을 위해 2000년 산자부 산업정책연구과제로 선정, 용역수행(2000. 4)
 - 단계별 세부추진과제 및 전략은 용역결과 및 관계부처 협의를 거쳐 2000년 6월까지 최종 결정
- 정부 부처간 유기적 역할분담체제 구축
 - K-Supercon 21 Project의 성공적인 수행을 위해 범정부차원의 역할분담체제를 구축
 - 산자부 : 초전도 산업화 Infra 구축, 초전도 R&D 및 기술이전 총괄
 - 과기부 : 초전도 기초이론 및 거대과학 R&D, 부처 공동사업 참여
 - 정통부 : 초전도 전자통신기기의 표준채택등 적용환경 조성
- 초전도 R&D 재원의 안정적 조달기반 확충
 - K-Supercon 21 Project의 R&D에 대한 부처간 공동 재원조달체제 마련
 - 초전도 R&D개발을 산자부, 과기부 공동사업으로 추진하여 2010년까지 총 2,500억 원을 투자
 - 차세대기술개발+전력기반기금+프린티어사업(과기부)
 - (500억원) (1,000억원) (1,000억원)
 - 21세기 프린티어사업 선정을 위해 과기부와 실무협의 추진(00. 6)
 - 전력산업기반조성기금내 초전도 R&D 예산 신설 추진(00. 9)
 - 4대 주력분야별 특성을 고려, R&D효율이 극대화 될 수 있도록 R&D재원의 효율적 배분체제 구축

구 분	전력(제1팀)	전자(제2팀)	산업설비(제3팀)	소재(제4팀)
재 원	산자부 + 과기부 공동사업재원			
	전력기반기금		전력기반기금	

초전도기술 산업화 기반조성 소요예산

항 목	소요예산(억원)	재 원 조 달
<input type="checkbox"/> 초전도 기술개발 기반 구축 - K-Supercon 21 Project - 시장반응형 기술개발 시스템(MITDS) 도입	2,700 2,500 200	차세대신기술개발사업 전력산업기반조성기금 21세기 프런티어사업 중소기업 창업지원자금
<input type="checkbox"/> 초전도기술 산업화 환경 - 초전도기술산업화지원센터 (SINTEC) 설립 - 광역 초전도 벨트라인(Supercon Belt Line) 구축 - 초전도 종합전시관 (Super Elect- ricpia)건립	700 200 300 200	산업기술기반조성사업
<input type="checkbox"/> 초전도 산업화 지원인프라 - 초전도 표준화·신뢰성평가센터 (KOSSREC) 설립	100 100	산업기술기반조성사업
총 계	3,500	

□ 시장반응형 기술개발 시스템(MITDS) 도입

- ◆ 초전도 등 산업적 기반이 취약한 미래기술의 경우, 기업이 직접 투자를 모색하는 형태의 R&D자금 조달방식은 한계
- 연구소(대학)가 직접 신기술에 대한 투자를 유치할 수 있도록 하는 『시장반응형 기술개발시스템』을 도입
 - Lab-Venture → 초전도벤처기업 → 전문투자조합 → 초전도산업군
 - ※ 미국은 연구소등이 투자자를 대상으로 유망기술을 세일즈하여 R&D자금을 조달하는 방식이 보편화

- 창투사, 신기술사업금융회사 등으로 200억원 규모의 『초전도 Lab-Venture투자조합』결성 (2000. 9)
 - 산자부, 과기부등 정부출연 : 100억원
 - 창투사, 벤처캐피탈 등 민간출연 : 100억원
- 시장반응형 기술개발시스템(MITDS)의 작동을 위해 초전도 신기술투자박람회 개최(2000. 8)
 - ※ MITDS : Market Interacting Technology Development System
 - 연구소(대학)가 신기술 세일즈를 통해 시장이 기술을 선택·투자할 수 있는 장을 마련
 - 『Lab-Venture투자조합』은 신기술의 미래

수익가치 및 성장성 등을 평가한후 연구소 및 대학에 투자를 결정


- 연구소(대학)는 개발완료후 벤처창업 또는 기술이전 등을 통해 사업화
- Lab-Venture를 통해 초전도벤처기업 창출 기반을 조성하고 향후 투자전문조합을 결성하여 본격적인 초전도산업군을 형성

나.	초전도 기술의 산업화 환경 조성
----	-------------------

□ 초전도기술산업화지원센터(SINTEC) 설립 (2000. 9)

- R&D, 기술이전, 국제협력 등 K-Supercon 21 project 추진의 구심점이 될 전문기관 (SINTEC)을 설립(2000~2004)
 - 산업기술기반사업으로 2004년까지 총200억원 투입(00 : 4억원)
 - 전기연구소(창원) 부지 활용(3000평)
- 초전도기업 연합컨소시움을 결성, SINTEC 설립에 공동참여
 - 한전, 현대중공업, 한국중공업, LG전선등 6개업체 참여 확정
- SINTEC을 중심으로 Supercon Valley간 기술이전 네트워크를 형성하여 기술개발과 산업화의 동시화를 촉진

초전도산업화
지원센터(SINTEC)

원천기술제공

장비공동이용

Supercon Valley
(연구소+기업+대학)

→ → 창업
제품
→ → 기업화

□ 광역 초전도 벨트라인(Supercon Belt Line) 구축

- 초전도기술의 지역별 산업특화를 위해 전국을 3대권역으로 구분하여 2005년까지 3개 Supercon Valley를 조성
 - 초전도산업화지원센터(SINTEC)을 중심으로 각 Supercon Valley를 연결하는 광역 초전도 벨트라인(Supercon Belt Line) 구축
 - 경인 Supercon Valley : 초전도 전자정보기기 산업군 형성
 - 대전 Supercon Valley : 초전도 전력용용기기 산업군 형성
 - 창원 Supercon Valley : 초전도 산업설비기기 산업군 형성

- 산기반조성사업 및 지자체를 통해 2005년까지 300억원 지원

□ 초전도 기술의 시장창출 기반 조성

- 국가 『장기전력수급계획』에 초전도 전력기기의 도입시기를 반영하여 기업참여 유도 및 시장에 대한 예측가능성 부여
 - 도심지역등 부하밀집지역내 송배전설비의 개체계획 반영 등
 - 초전도 지중케이블, 변압기, 한류기, 에너지저장장치 등
- 에너지부문의 중장기계획과 초전도산업 육성계획을 연계운영
 - 『기후변화협약종합대책』, 『국가에너지절약 종합대책』 등에 초전도 Solutions을 반영하여 초전도기기 수요 창출

□ 초전도 종합전시관 SUPER ELECTRICPIA 건설(2002)

- 대전 Supercon Valley내에 SUPER

ELECTRICPIA를 건설하여 초전도 전력공급시스템의 실계통 적용시험 및 전시장 활용(2002)

- SUPER ELECTRICPIA 건립 기본계획 수립을 위한 관련기관 협의추진(2000. 6월)

□ 산·학·연·관이 참여하는 『초전도 산업 CEO 협의회』 구성

- 기업, 연구소, 학계, 정부 대표로 협의체를 결성, 초전도 기술의 효과적인 산업화 방안 수립 협의(2000. 4)
 - 초전도 기술의 파급효과 및 향후 시장전망 등에 대한 분석 및 평가
 - 최고 경영층의 이해증진 및 정보 교류의 창구
 - 민간기금 조성 및 분야별 R&D 전략협의

다.	초전도 기술의 산업화 촉진을 위한 지원인프라 구축
----	--------------------------------

□ 지식기반형 미래기술의 확산 촉진을 위한 관련 제도의 정비

- 21세기 돌파산업으로서 초전도기술의 산업화 정책을 지속적, 안정적으로 추진하기 위해 특별법의 제정을 추진(2000. 10)
 - 「초전도 기술 산업화 기반 조성에 관한 법률(가칭)」
 - 초전도기술 산업화 환경 조성을 위한 국가 기본계획 수립 및 지원정책 운용에 필요한 법률적 근거 마련
- 초전도 등 지식기반형 신산업 전문인력의 안정적 공급을 위해 석사급 연구인력에 대한 병역특례제도 확대
 - 관련 연구소 및 기업등에 대한 병역특례요

원 할당 확대

□ 초전도 표준화·신뢰성 평가센터(KOSSREC) 설립

(Korea Superconductivity Standard & Reliability Evaluation Center)

○ 『초전도 표준화·신뢰성 평가 센터』를 설립하여 초전도 제품의 표준제정 및 신뢰성평가 업무 수행

- 신뢰성 평가장비 구입등 기반구축사업에 2002년까지 100억원 지원(2001-2002)

○ 초전도체의 특성평가법 표준화사업 추진 (2000 표준화기술개발사업 신규공고)

- 초전도 기술/제품에 대한 기술분류체계 신설(2000. 4)

○ KOSSREC의 IEC 초전도 표준위원회(TC 90) 활동 강화

- 초전도 관련기기의 국제표준 제정에 적극 대응

- 미국, 일본, EU 등 국제표준 주도국과의 국제협력기반 구축

□ 초전도 고급인력양성을 위한 대학내 관련학과 신설 및 확대

○ 초전도 관련 대학원을 신설 또는 확대하는 대학에 대해 R&D 우선 지원 및 산·학·연 Project 참여기회 등 인센티브 제공

- BK21 및 지역기술혁신센터(TIC) 사업과 연계 추진

- Supercon Valley지역내 대학에 벤처창업 보육기관을 설치

□ 『논문 박사 제도』 도입 등 산업체 연구 인력의 전문성 우대 제도 강화

○ 풍부한 경험 및 know-how를 지닌 산업체 인력의 능력을 국가가 공인해주는 『논문박사

제도』의 시범 도입

- 고등교육법에 논문박사제도 도입근거 마련

※ 현재 일본에서는 개발실적 및 경력이 있는 우수 연구원에게 해당분야 논문 박사 학위를 수여(일본 주요7개대학의 논문박사 배출현황 : '98 34% 1,777명)

○ 초전도기술산업화지원센터(SINTEC)에 『초전도 기술인력 양성과정』을 설치하여 산업계 기술인력에 대한 재교육 실시

□ 초전도 기술의 저변확대를 위한 초전도 관련 이벤트 개최

○ 초전도 국제교류 활성화를 위한 제1회 한·일 초전도 Joint - Symposium 개최(2000. 10)

○ 선진국의 초전도 기술개발정책 및 현황 파악을 위한 현지 조사단 구성 및 파견(2000. 5)

- 미국, 일본의 초전도 산업동향 및 추진전략 Benchmarking

○ 『산자부장관배 초전도 기술 경진대회』 정기 개최(2000.8)

- 대학의 초전도 열기 확산과 기술경쟁 유도

라.	선진국의 기술 block화에 대응한 초전도 기술 국제협력 강화
----	------------------------------------

□ 『한·중·일·러 국제 초전도 산업협력위원회』 설치

○ 2000년 APEC 총회등을 활용하여 『한·중·일·러 국제 초전도 산업협력위원회』의 설치를 제안,

- 국가간 공동프로젝트 수행, 초전도기기의 국제표준화 작업, 정보공유 네트워크 구축 등에 대한 역내국가간 실질적인 상호협력 증진

□ 국제 초전도 산업연맹(ISIS) 가입 추진

- 국제초전도 산업동향 분석 및 선진국간의 기술장벽 구축에 능동적으로 대응하기 위해서는 연맹 가입이 시급

※ 동연맹은 미국, 일본, EU 3개국만으로 참여를 제한

- 2000년 제9차 총회에 observer 자격으로 참가하기 위해 일본 ISTECH과 실무협의 진행(2000. 5)

□ 국제 전기기술위원회(IEC) 초전도기술표준화

(TC90) 세계총회 국내 유치 추진(2001)

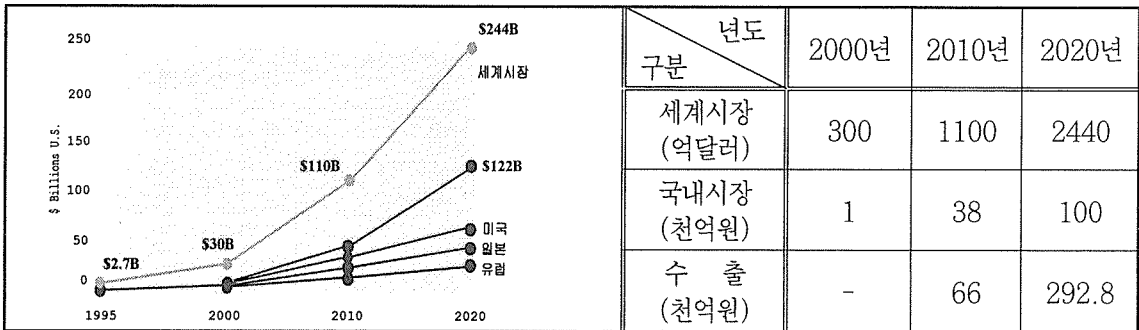
- 총회의 국내 유치를 통해 초전도 분야의 국제표준 제정에 적극 참여
 - 초전도 표준화·신뢰성 평가센터(KOSSREC) 주관

□ IEA 고온 초전도 프로그램 활동 강화

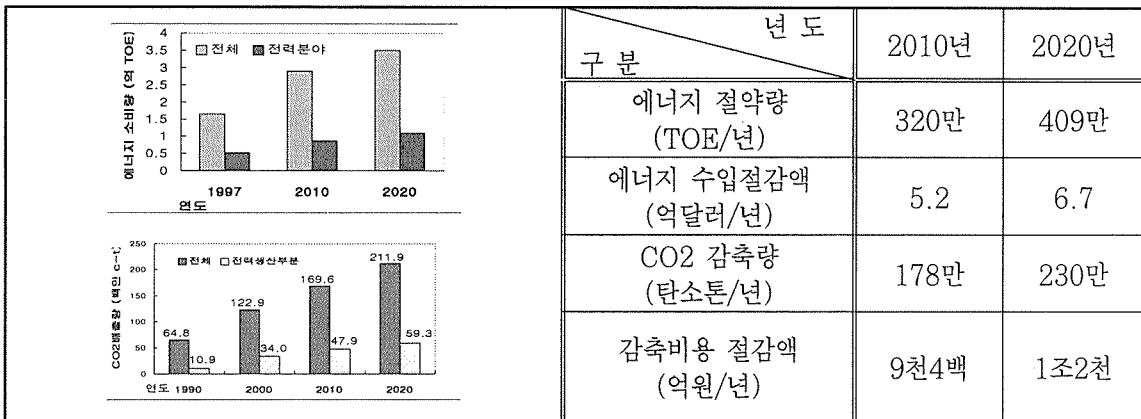
- OECD 회원국의 동향 파악 및 국가간 공동 연구개발사업 추진
- 활동주체를 민간에서 정부로 격상하여 정부간 협의채널 구축

VI. 期待 效果

1. 경제적 측면



2. 에너지절약 및 환경보전 측면



3. 국가경쟁력 고도화측면에서

- 21세기 국가경쟁력의 원천인 차세대 정보통신산업의 육성 및 고품질의 환경친화형 국가전력 공급망 구축
- 지식기반사회의 도래에 따른 고부가가치 초대형 해외시장 진출의 전략적 기반구축
- 의료, 환경 등 인류의 보다 나은 삶의 실현과 관련된 산업의 혁신을 통한 인간중심의 Techno Society 구현

추진시책별 주관부서

추진전략	세부추진시책	주관부서(협조부서)
기술혁신적 R&D자립기반 구축	○초전도 종합계획 K-Supercon 21 Project 수립	산자부
	○정부부처간 유기적 역할분담체제 구축	산자부(과기부, 정통부)
	○초전도 R&D 재원 조달기반 확충	산자부(과기부, 한전)
	○시장반응형 기술개발시스템(MITDS) 도입	산자부, 과기부
초전도기술의 산업화 환경조성	○초전도기술산업화지원센터(SINTEC)설립	산자부(기업)
	○광역 초전도 벨트라인(Supercon Belt Line) 구축	산자부(기업)
	○초전도 시장창출 기반구축	산자부
	○초전도 종합전시관 SUPER ELECTRICPIA 건립	산자부, 한전
	○『초전도산업 CEO협의회』 구성	기업(산자부)
초전도 산업화 지원인프라 구축	○지식기반형 미래기술 확산을 위한 제도정비	산자부
	○초전도 표준화·신뢰성평가센터(KOSSREC) 설립	산자부
	○대학내 초전도 관련학과 신설 및 확대	교육부(산자부)
	○『논문박사제도』 도입등 전문성 우대제도	교육부(산자부, 국방부)
	○초전도 관련 국제세미나 및 이벤트 개최	산자부(과기부, 연구소)
초전도 국제협력 강화	○『한·중·일·러 국제초전도 산업협력위원회』 설치	외통부, 산자부
	○국제 초전도산업연맹(ISIS)가입 추진	산자부
	○IEC 세계총회 국내유치 추진	KOSSREC(산자부)
	○IEA 고온초전도프로그램 활동 강화	산자부, 과기부

선진국의 초전도 산업화 추진전략

1. 미국

◆ 초전도산업을 과학적 발견이 시장과 어떻게 연결될 수 있는가에 대한 미국의 능력을 시험하는 수단으로 인식
 - National Superconductivity & Competitiveness Act(1988) 제정

가. 추진체계

- 초전도산업 종합발전계획인 Superconductivity Program에 따라 정부부처별 개발계획 수립
 - 에너지성(DOE), 상무성(DOC), 국방성(DOD), 과학재단(NSF)이 참여
- 민간차원의 초전도산업협의체 『미국경쟁력 강화를 위한 초전도협의회(CSAC)』 구성 → Program 참여 및 국제협력 증진
 - ※ CSAC : Council on Superconductivity for American Competitiveness
- 각 기관별 역할
 - 에너지성(DOE) : 초전도 R&D 프로그램 선도(전력기기중심)
 - 상무성(DOC) : 초전도 재료 및 응용기기의 조기 산업화
 - 국방성(DOD) : 위성간 전자통신응용소자 개발(DARPA 활용)
 - 전미과학재단(NSF) : 초전도 기초연구 및 R&D자금 조달
 - 국립 표준기술연구소(NIST) : 초전도 재료

연구 및 기기 표준화

- NASA(National Aeronautics and Space Administration) : 항공우주기술 프로그램, 우주기술 산업화 프로그램

나. 추진전략

- 산업의 특성 및 기술적, 경제적 파급효과를 고려, 정부-정부, 정부-민간 역할분담을 통해 산업화의 효율성을 제고
 - Superconductivity Program : 정부-정부
 - 정부부처간 소관분야에 대한 초전도육성 프로그램 수립
 - Superconductivity For Electric System Program : 정부 - 민간
 - 전력응용기기 : 정부주도의 산학연 프로그램 진행
 - 전자, 통신기기 : 민간주도의 개발프로그램 진행
- 전략적 육성분야에 대한 체계적인 산업화 추진
 - DOE는 초전도 전력기기 개발을 위해 Superconductivity For Electric System Program 수립
 - SPI program : 전력기기 개발등 응용기술
 - TP program : 고온초전도 선재기술, 시스템기술
 - ※ SPI : Superconductivity Partnership Initiative(93)
 - TP : Technology Partnership(88)
 - SPI 및 TP에는 프로젝트별로 기업, 대학, 연구소로 산학연 공동개발팀(5개팀)을 구성
 - 연구소 및 대학의 개발기술이 기업으로 신속하게 이전
 - 정부와 민간이 50 : 50을 투자

〈SPI 프로그램 예산〉

구 분	88-95	96	97	98	99	00	05	10	15
투자비(백만불)	129.6	25	35	40	40	43	47	49	52

2. 일본

◆ 의회차원에서 발의되어 중·참의원으로 구성된 초전도산업의원연맹에서 전략적 개발 정책을 수립하면서 본격화
 - 「고온초전도 개발 10개년 계획」 수립 (87)

가. 추진체계

- 동계획에 의거 정부부처별 초전도기술개발 프로그램을 수립
 - 통상산업성 : New - Sunshine(초전도 전력기기)
 - 과학기술청 : Multi - core Project(초전도재료)
 - 운수성 : Maglev Project(초전도 자기부상열차)
 - 문부성 : 초전도 기술인력양성
 - 우정성 : 정보통신 Device
- 국제초전도산업기술연구센터(ISTEC) 설립을 통한 연구개발의 통합관리
 - 통산성 산하조직으로 88년에 설립되었으며 일본의 초전도와 관련한 모든 개발업무를 전담하는 종합연구센터
 - ※ ISTEC : International Superconductivity Technology Center

나. 추진전략

- 종합적·체계적·개방형 개발체제를 통한 초전도산업육성
 - ISTECE에 103개의 기업이 공동 참여함으로써 연구개발의 효율성 및 기술이전의 신속성 확보 → 산업화 촉진의 원천
- 선택과 집중을 통한 초전도 전력응용기기 독자기술 확보
 - New Sunshine 계획을 통해 초전도 전력, 에너지기기 개발

〈일본의 초전도산업육성 예산〉

구 분	96	97	98	99
투자비(억엔)	201	195	169	159

3. E U

◆ EU의 국제경쟁력강화를 위해 84년부터 EU공동기금에 의한 「공동연구개발 Framework」 프로그램을 추진

가. 추진체계

- EU 공동기금에 의한 「공동연구개발 Framework」
 - BRITE/EURAM 프로그램 : 초전도 재료 개발

- SCNET 프로그램 : 초전도 전력응용, 초전도 전자소자응용
- 유럽초전도산업공동체(CONECTUS)
 - EU기업간 초전도 기술협력 강화 및 초전도산업화 촉진을 위해 구성(93)
 - ※ CONECTUS : Consortium of European companies Determaine to Use Superconductivity)

나. 추진전략

- EU 공동프로그램과 각국의 독자 프로그램을 병행 추진
 - 지리적 특성으로 초전도 전력응용기기 등의 개발은 EU공동 프로그램을 통해 주로 수행
 - 현재 제5차(98~2002) 공동연구개발 Framework 진행중
 - 각국별 비교우위가 있는 분야는 독자 개발 프로그램을 통해 추진
- 유럽각국의 초전도 개발예산('95)

구 분	EU	독일	영국	프랑스
예산(백만불)	30	118	25	40

초전도의 역사

가. 발견기

- 1911년 : 네델란드의 물리학자 온네스(Onnes)에 의해 최초 발견
- 1933년 : 독일의 Meissner 및 Oschenfeld에 의한 완전반자성 발견

- 초전도체 내부의 모든 자기장을 배척하는 자기반발효과(Meissner Effect)

나. 이론정립기

- 1957년 : BCS이론에 의해 저온초전도 현상의 과학적인 원인이 규명
 - 미국의 과학자 Bardeen, Cooper, Schrieffer에 의해 공동규명

저온초전도의 엄청난 냉각비용이 산업화의 결정적인 장애요인으로 작용

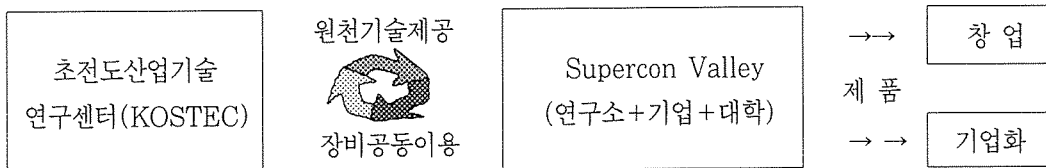
다. 가능성 확인기

- 1986년 : 30K에서 초전도현상이 일어나는 고온초전도체 최초 발견
 - IBM의 Bednorz 및 Muller에 의해 액체헬륨이 아닌 값싼액체 질소를 사용할 수 있는 란탄계 고온 초전도체 발견
- 1987년 : 77K에서 초전도현상이 일어나는 고온초전도체 발견
 - 미국계 대만 과학자 Paul Chu에 의해 산화물계 고온초전도체 발견

라. 응용기

- 1990년대 : 130K급 초전도체등의 개발로 산업적 응용이 본격화
 - MRI, NMR의 상용화, 전력응용기기 개발, 무선통신, 자기부상열차
 - SINTEC을 중심으로 Supercon Valley간

정보공유 네트워크를 형성하여 기술개발과 산업화의 동시화 촉진



- 4대 주력분야별로 별도의 R&D 재원조달계획을 수립

- 전력분야 : 차세대신기술개발사업, 전력산업기반조성기금
- 전자분야 :

- K-Supercon 21 Project Phase I의

『STAR급 초전도 기기개발 시범사업』 소요 예산 조기 확보

- 산업분야별로 파급효과가 큰 초전도 기기를 선정, 2005년까지 1000억원 투자를
- 4대 주력산업별 특성에 맞는 R&D 재원 배분

구분	전력(제1팀)	전자(제2팀)	산업설비(제3팀)	소재(제4팀)
재원	산기반사업 + 전력기반기금	차세대 + 21 프린티어	산기반사업 + 전력기반기금	차세대 + 21 프린티어

