

초전도산업의 미래 전망*

Projection for the Future of the Superconductivity Industry, by Shoji Tanaka, ISTEJ Journal, Vol. 7, No. 1, p. 58 (1994).

(日本 國際超電導産業技術研究センター, 超電導工學研究所 田中 昭二 博士)

1. 21세기의 전망

냉전시대의 붕괴로부터 시작된 1990년대 전반은 세계적인 혼돈시대의 시작이라고 말할 수 있다. 거대한 구소련-동유럽 동맹의 붕괴는 이들의 경제상태를 갑작스럽게 제 3세계 수준으로 전락시켰고 세계 경제를 상당한 정도로 후퇴시켰다. 이에 따른 인종분쟁, 복잡하게 얽힌 종교·문화적 문제는 세계 정치관도에 심각한 영향을 미치고 있다.

구소련-동유럽 동맹의 경제적인 붕괴는 이전의 동서대립으로부터 남북대립으로의 갑작스런 전환을 의미하며 전세계적으로 빈부간의 격차를 심화시킴으로써 전세계적 문제에 대한 해결방법을 찾는 것이 더욱 어렵게 되고 있다. 특히 개발도상국의 발전에 따른 급격한 에너지 수요증가로 대두된 환경보존의 문제가 인류의 미래를 어둡게 하고 있다.

한편 선진국들도 큰 변화의 단계에 접어들고 있는 것 같다. 이들 선진국들은 중화학공업을 중심으로한 '중후장대(重厚長大)'의 기술시대로부터 1960년대에 시작된 정보화시대로 전환하는데 성공하였다. 이 정보혁명은 전세계적으로 확대되고 있다. 정보화 기술이 성숙단계에 접어들고 있으며 정보화 시장이 아직도 확대과정에 있으나 정보화시대에 있어서의 모든 구상은 이미 거의 가시화되었다. 소형화를 통한 컴퓨터 사용의 재편으로 반도체와 통신기술은 정보화관련 산업의 핵심이 되었으며 이 두 기술에서의 경향이 금세기(21세기) 중에 생길 전세계적인 경향에 주된 영향을 미칠 것이다. 미국과 일본에서의 정보화 하부구조(인프라스트럭처)의 개선에 대한 최근의

필요성은 정보화산업이 이미 성숙단계에 접어들고 있으며 이전의 '중후장대'의 중화학공업에서 그랬던 것처럼 개별 용도의 정보장치의 개발로부터 사회의 기반을 이루는 정보장치의 개발로 변화되고 있음을 의미한다.

정보(교환)를 위한 전국적인 광섬유통신망이나 위성통신망에서 볼 수 있는 것과 같이 컴퓨터시스템을 이용한 정보망은 기반시설에 포함되는 것으로 생각된다. 이 모든 시스템들은 어마어마한 자본투자를 필요로 하며 완성되는데 20년 정도가 걸릴 것이다. 동시에 '중후장대'의 시대에 건설되었던 기반산업의 모든 시설들이 이제 서서히 구식이 되어가고 있다. 이러한 설비들은 개도국에서 건설되고 있는 새로운 설비들에 대처하기 위한 쇄신의 단계에 접어들고 있다. 게다가 수년전에 건설된 현재의 교통 및 통신망은 너무 구식이어서 사용할 수 없게 되고 있다. 미국에서 전국적인 고속도로 시스템을 새로 보수하는데는 1조달러가 소요될 것이라고 추정되었다.

앞서 언급하였듯이 선진국들에게도 수많은 문제점이 있으며 위생, 대중교통, 정보망 등과 같은 사회기초가 재개선되면서 정보화시대에 대단히 강조되어온 개인주의적 경향이 공공주의적 경향으로 전환될 것이 예견된다. 미국에서 공화당으로부터 민주당으로의 정권교체도 이러한 경향을 반영하는 것이라고 볼 수 있다.

문제는 어떻게 사회를 건설하고 사회를 어떠한 새로운 기초 위에 구성할 것인가 하는 것이다. 이 문제는 21세기 초에 우리가 직면할 가장 큰 관심사일 것이 확실하다. 현재 이러한 문제가 무엇이 될지는 모르지만 새로운 사회는 미래에 개발될 새로운 기술에 기초를 두게 될 것은 확실하다. 여태까지 복잡한 여러 계층의 개인, 가족, 종교, 인류, 인종, 국가를

*역자: 박종구·염상섭(KIST, 세라믹스공정센터·응용물리전자연구부)

지배하여온 가치, 자유, 개인의 권리와 같은 전통적인 유럽인의 의식을 따를 수 밖에 없을 것이다. 이념이나 종교에 의해서 지배를 받는 사회가 어떻게 쇠퇴해 가는지를 역사를 통해서 잘 알고 있다. 따라서 할 수 있는 유일한 것은 현재의 기술을 널리 전파하고 세계의 모든 사람들에게 공공복지와 공공이익을 가져다 줄 수 있도록 새로운 기술체계를 구축하는 것이다.

선진국들이 현재의 기술을 개발도상국들에게 이전하고 이들 국가들의 개발을 촉진하여야 하며 동시에 선진국들은 그들 기술로 창출된 시장을 나누어 갖는 것이 필요하다. 결과적으로 선진국들이 현재 상태를 유지할 수 있도록 그들 스스로 신기술의 연구개발을 추진하고 그들에게 새로운 시장을 열어주는 것이 필요하게 되었다. 그렇지 않으면 최고 선진국이라 할지라도 순식간에 개발도상국의 위치로 전락할 수 있다.

따라서 지금 우리가 해야 할 일은 21세기 기술혁명의 시대에 꽃필 새로운 꽃봉우리를 만들고 그 봉우리가 자랄 수 있도록 가능한 모든 노력을 경주하는 것이다. 정보혁명 뒤에 올 기술혁신을 예견하는 것이 쉽지 않지만 가능한 기술혁신 방향의 하나는 재료 기술에 있어서의 혁신일 것이다. 기술을 재료적인 것과 시스템적인 것으로 분류할 때 재료과학 분야에서 기술혁신을 예측하는 것이 시스템적인 분야에서 기술혁신을 예측하는 것보다 훨씬 더 어렵다는 것은 익히 알려진 사실이다. 결과적으로 재료 기술에서의 어떤 혁명적인 개발은 현재의 시스템을 변화시킬 수 있는 폭발적인 힘을 갖고 있다고 말할 수 있다. 현재 혁명적인 변화의 가능성이 있는 예로 초전도(superconductivity)나 생명공학(biotechnology)을 들 수 있다.

2. 초전도와 기술혁명

초전도는 고체물질에서 나타나는 물리적인 현상들 중에서 극히 특이한 현상 중의 하나이다. 간단히 말해서 초전도현상은 초전도체내에 있는 자유전자들이 동일한 위상을 갖는 거시적인 하나의 파동을 가지기 때문에 나타나는 것인데 그 결과 내부전류에는 에너지의 손실이 생기지 않는다(전기적 저항이 없어짐). 일정한 위상의 전류를 갖는 초전도체가 다

른 위상의 전류를 갖는 다른 초전도체와 접촉할 때 두 초전도체간을 관통(터널링)하는 특수한 전류(Josephson 전류라고 함)가 생긴다. 이러한 터널링현상은 매우 순간적이다(극히 초고속으로 생긴). 이 두 특징은 초전도의 특징적인 현상이다(엄밀히 말해서 앞의 것은 마이스너 효과(Meissner effect)이다). 기술적인 관점에서 볼 때 이 두 특징은 대단히 혁신적이라는 것을 쉽게 알 수 있다. 전자는 전력 분야나 수송 분야에서 광범위하게 응용될 가능성이 있으며 후자는 신기원을 이룰 초고속 저전력소모형 전자장치에의 응용가능성을 갖고 있다. 이러한 가능성이 1986년까지의 일반적인 상식을 뛰어넘은 고온초전도체 발견이 전세계를 열광시켰던 이유이다. 실현가능성에 대해서는 의문이 많지만 만약 상온초전도체의 제조가 실현된다면 그 파급효과가 얼마나 클지는 상상하는 것조차 불가능하다. 말하자면 옴의 법칙(Ohm's law)이 적용되지 않는 세상(전기저항이 없는 세상)에 살게 될 것이다. 1986년 이후 상온초전도체에 대한 가능성이 점차 사라져가고 있긴 하지만 여전히 가능성이 있어 보이는 상온초전도체 대신에 액체질소 온도에서 초전도체이기만 해도 냉각기술의 진보 덕분에 초전도체의 파급효과가 현재의 기대 이상으로 크게 될 것이다. 고온초전도체의 발견 이후 지난 6년 동안 재료기술에서 부딪히는 많은 어려움 때문에 고온초전도체의 연구개발이 다소 둔화되어온 경향이 있다.

산화물계 고온초전도체 재료는 취급하기가 극히 어려울 뿐만 아니라 물성 또한 대단히 복잡하다. 이들은 강유전체, 금속, 반도체와 같은 성질을 띠기도 하며 게다가 지난 100년 동안의 고체물리학 역사상 처음으로 접한 지극히 특이한 자기적 성질을 갖고 있다. 따라서 지금까지 연구개발의 대부분은 제조방법, 물성연구, 그러한 물질들의 취급방법 등에 초점이 맞추어져 왔다고 할 수 있다. 현재까지 발표된 수만 가지의 연구논문들은 이 연구의 어려움을 잘 반영하고 있다.

그러나, 이 지극히 어려운 연구개발에서 우리는 향후 수년내에 이룩할 수 있는 희망과 몇 가지의 해결책을 드디어 발견하였다. 정상은 곧 정복될 것이고 풍성한 응용의 대평원을 내다볼 수 있게 될 것이라고 낙관한다.

일반적으로 기술혁신은 '창조적 파괴(creative de-

struction)’와 더불어 온다고 말한다. 확실히 신기술은 재래기술체계의 상당 부분을 붕괴시키고 완전히 새로운 것으로 대체한다. 그러나 낡은 것을 파괴하는 동시에 완전히 새로운 것을 창조하는 것만이 진정한 기술혁신임에 틀림없다. 반도체 기술이 이러한 혁명적 변화의 좋은 예이다.

트랜지스터는 불과 45년전인 1947년에 발명되었으며 처음 실용화된 것은 단순한 트랜지스터 개별 소자였을 뿐이었다. 그러나 일반적인 진공관에 비해 극히 작고 긴 수명 때문에 트랜지스터는 상당히 짧은 기간 동안에 진공관을 대체하였으며 라디오 수신기나 다른 다양한 기기들에 폭넓게 사용되었다. 슈페트의 주장처럼 트랜지스터는 창조적 파괴역할을 매우 잘 수행한 것으로 생각할 수 있다. 그러나 반도체 제조기술의 발전 덕분에 트랜지스터는 계속해서 소형화되어 왔으며 이는 집적회로 또는 초집적회로의 발명으로 이어졌다. 나아가 집적회로와 초집적회로는 데이터 프로세싱의 핵심인 디지털 기술과 연결되어 슈퍼컴퓨터, 마이크로컴퓨터, 현재의 정보혁명을 가져온 다른 장치들과 같은 다양한 새로운 정보 관련 장치를 만들어낼 수 있게 하였다. 이러한 반도체 기술의 발전은 바로 신기술 창조 그 자체라고 말할 수 있다.

50년 반도체 역사의 초기에 트랜지스터의 미래로 사람들이 생각한 것은 아마 단순히 진공관을 트랜지스터가 대체하는 것만이었을 것이다. 이것은 인간의 상상력이 얼마나 한정된 것인가를 나타내주는 것이다. 인간은 그 자신의 능력을 예측조차 할 수 없는 그런 존재이다.

1911년의 초전도 현상의 발견 이후 많은 초전도의 실용가능성이 제기되어 왔다. 이러한 실용가능성들이 실현되지 못한 주된 이유는 초전도 현상이 단지 극저온에서만 일어나고 액체 헬륨의 사용을 전제로 한다는 것 때문이었다. 고온초전체의 발견 이후 액체질소 온도에서 초전도현상을 일으키는 것이 가능하게 되므로써 이전의 실용가능성들이 되살아 나게 되었고 실용화를 위한 재료기술의 연구개발에 가능한 모든 노력이 경주되어 왔다. 지금은 실용화의 달성이 멀지 않은 장래에 가능하게 될 것이라고 기대된다. 이것은 개별소자로서의 트랜지스터의 출현 단계와 같은 단계임에 틀림없으며 그러한 의미에서 초전도의 실용화시기로 기대되는 21세기 초에 아마

초전도에 의한 현존기술의 ‘창조적 파괴’가 생길 것이다.

21세기 전반 동안에 어떤 기술이 개발되어 사회 재편을 이끌 주요인이 될 것인가 하는 것이 더욱 큰 문제이다. 지금 그것이 무엇인지 예측하는 것은 불가능하지만 매우 드문 물리현상인 고온초전도체의 개발로 미루어보아 우리는 적어도 방대하고 새로운 산업을 기대할 수 있다.

이렇게 대단한 초전도의 가능성에 대한 뒷바침으로써 가까운 장래에 확실히 생길 ‘과학과 기술의 공명(resonance of science and technology)’을 들 수 있다. 앞에서도 언급하였듯이 관련 물질이 갖고 있는 복잡성 때문에 고온초전도체의 이론은 아직까지 정립되지 않고 있다. 이것은 현대의 재료과학이 직면하고 있는 가장 중요한 연구주제이며 과학자나 연구자의 노력이 계속될 것은 말할 필요가 없다. 한편 재료기술에 있어서의 수많은 어려움을 극복하고 물성측정이 가능할 만큼 충분히 안정한 시료의 제조가 실현되므로써 가까운 장래에 고온초전도의 이론이 성공적으로 정립될 것으로 기대된다.

이 이론은 아마도 고체물리학에 있어서 새로운 획기적인 개념과 동시에 이 범주에 속하는 물질들의 일반적인 물성에 관한 이해를 포함하게 될 것이다. 그래서 고체물리학에 심각한 영향을 미치게 될 것이다. 동시에 이 범주에 속하는 물질들의 실용적인 응용분야는 빠르게 개발될 것이며 과학과 기술의 공명현상이 일어날 것은 거의 확실하다.

다시 한번 반도체의 역사로 돌아가서 트랜지스터의 발명 이후 실리콘과 게르마늄의 재료기술이 매우 빠르게 개발되었으며 동시에 반도체 물리학의 갑작스런 등장을 촉진하였다. 결과적으로 새로운 트랜지스터 기술이 계속해서 개발되어 왔고 반도체 물리학은 정밀재료과학의 가장 핵심적인 부분이 되었다. 이것이 트랜지스터의 발견 이후 1950년대의 상황이었으며 이것이 현재의 집적회로, 초집적회로 등등의 개발을 위한 기초가 되었다.

흔히 말하는 ‘과학과 기술의 공명’은 작은 규모에서는 가끔 일어날 수 있을 것으로 기대되지만 큰 규모로는 말하는 것처럼 그렇게 자주 일어나지는 않을 것이다. 반도체와 같은 큰 규모가 아닌 것에서 더욱 자주 일어날 것이라고 생각하는 것이 좋을 것이다. 산화물계 초전도체의 경우에서의 문제는 재료

과학의 기초에 있으며 현재 이들 복잡한 화합물의 인위적 제어가 가능하게 되었기 때문에 반도체에서 나타났던 공명현상에 필적할 대규모 공명현상이 일어날 가능성이 대단히 높다고 생각된다. 금세기 말에서 21세기 초 동안에 아마도 예측할 수 없는 발명과 발견이 이어질 것이고 재료과학 및 실제응용에 있어서 초전도의 무한한 장점이 얻어질 것이다. 어떤 성과가 나타날지를 예측하는 것이 현재로서는 어렵지만 인류의 지혜를 믿어볼 가치는 충분하다.

3. 기술혁신과 시장창출

고온초전도체의 발견 이후 수많은 기술예측과 시장예측이 계속되어 왔고 아직도 계속되고 있다. 일반적으로 새로운 물질에 대한 전망은 새로운 시스템에 대한 전망보다는 훨씬 더 불확실하다고 말한다. 그것은 재료가 경이로운 점이 매우 많아서(혹은 예측하는 것이 불가능해서) 전망하는 것이 매우 어렵기 때문이다. 고온초전도체는 거의 알려지지 않았던 물질로부터 갑자기 나타나긴 했으나 미래의 엄청난 가능성 때문에 다양한 전망들이 나오고 있다.

기술예측을 하는 것은 대개 엔지니어(혹은 엔지니어집단)들이다. 엔지니어들은 대개 예측치 설정에 무리를 하지 않으려는 경향이 있는 반면에 경영자들은 더욱 적극적인 경향을 갖고 있다. 이것은 과도한 예측치 설정이 불려올지도 모를 추가투자에 대한 책임이 엔지니어들에게 있기 때문이고 반면에 경영자들은 지나치게 소극적으로 과소설정된 수치에 근거한 너무 작은 투자로 인한 사업기회의 상실을 두려워하기 때문이다. 이것이 앞서 언급한 신재료들의 특징적인 예측불가성 때문에 전망을 할 때 탄력적인 접근을 해야하는 이유이다.

고온초전도체의 발견 이후 열광적인 시기가 끝나자 실용화에 대한 비판적인 주장들이 나오고 있다. 이것은 이 물질들에 대한 지식축적이 불충분한 상태에서 서둘러 결론을 내렸기 때문이다.

최근 특히 미국에서 상업화의 문제와 관련된 전망을 해야할 필요성이 대두되었다. 이것은 미국정부의 태도 뿐만 아니라 신기술의 효과적인 상업화를 추진하고 있는 개인기업 경영자들의 태도를 반영한 것으로 생각된다. 연구개발에 대한 투자가 더욱 적극적일수록 신재료와 관련된 지식이 더욱 확대되므

로 상업화의 가능성에 대한 어떤 결정에 수반되는 위험부담은 줄어든다. 그러나 언제 상업화에 대한 투자를 할 것인가에 대한 예측을 어떤 기준에서 하여야만 하는가가 문제이다.

재료공학자의 관점에서 보았을 때 고온초전도체와 관련된 재료기술이 대단히 빠르게 발전되고 있기 때문에 몇년내에 재료기술의 추이가 명확해질 것으로 확신한다. 따라서 기술 예측의 신뢰성은 몇년 후 비약적으로 높아질 것이다. 상업화에 필요한 전반적인 타당성 조사는 그 때쯤 이루어지는 것이 적당하다.

어쨌든 어떤 신기술의 상업화에 있어서도 확실히 위험부담은 있을 것이다. 이러한 위험부담을 스스로 받아들이고 우선적으로 투자하는 경영자만이 새로운 시장의 개척자로서의 혜택을 누릴 수 있다. 이 때의 문제는 경영자의 기업가 정신이다.

가까운 장래에 경영자가 자신의 기업가정신을 나타내 보여줄 기회가 올 것이고 그 시기가 초전도 및 관련기술의 새로운 시장창출의 시기를 결정할 것이다.

4. 새로운 정책의 기대

고온초전도체는 오랫동안 과학자들의 꿈이 되어 왔다. 고온초전도체의 출현은 물론 과학에서 획기적인 사건이며 무한한 실용적 응용가능성에 대한 기대가 그 속에 감추어져 있는 것도 사실이며 고온초전도체의 바탕에 과학과 기술간의 불가분의 잠재적 측면이 있음을 뜻한다. 단지 국소수의 과학자들만이 이 꿈을 실현하기 위해 노력하여 왔지만 이 꿈이 고온초전도체가 발견되었을 때 전세계의 과학기술자들을 갑자기 이 분야로 정신없이 몰려들게 한 이유이다.

우리나라(일본)에서 과학과 기술이 나아갈 길을 말하는 것은 매우 중요한 것으로 생각되며 그 길은 메이지시대 이후 과학 및 기술면에서 선조들의 뒤를 이어가는 것 외에는 다른 방법이 없다는 것이다. 고온초전도체의 발견 이후 일년 남짓 기간 동안에 통신성, 문부성, 과학기술청이 협력하여 바람직한 정책을 수립하였고 우리나라(일본)에서 이 분야의 연구개발을 일찍부터 추진할 수 있었던 것은 다행스럽고 정말 기쁜 일이었다.

그러나 고온초전도체가 처음 발견되었을 때 이

범주에 속하는 고온초전도 물질에 관한 지식은 거의 없었다. 연구가 계속됨에 따라 이 물질들이 너무나 특이해서 지난 100년 동안의 고체물리학 역사상 처음으로 접한 완전히 다른 범주에 속하는 물질이라는 것이 분명해졌다. 이 물질들은 이론적으로 뿐만이 아니라 특히 취급에 관한한 실험적으로 무수히 많은 어려운 점들을 포함하고 있다. 이러한 사실이 처음의 흥분과 낙관을 상당히 수그러들게 하였다.

그러나 지금까지 수만편의 연구논문이 발표되어 왔으며 현재도 여전히 많은 연구자들이 이 문제들에 몰두하고 있기 때문에 더 이상의 진전이 없을 것이라고 단정할 수는 없다. 특히 과거 수년간 이 범주에 속하는 물질들의 결정성장, 취급법, 평가 및 분석의 연구에 빠른 진전이 있었으며 재료기술이 빠르게 발전하였다. 이러한 사실은 핵심적인 난점들이 해결 될 것이고 가까운 장래에 과학과 기술에 있어서 괄목할만한 진전을 기대할 수 있을 것이라는 것을 의미한다. 게다가 예견된 '과학과 기술의 공명'이 일어날 가능성이 매우 높고 그것이 한번 일어나기만 하면 과학과 기술에 있어서의 획기적인 발전은 보장된다.

그러한 환경하에서 우리나라(일본)가 취해야 할 예상정책들은 아래와 같다.

4.1. 재료기술의 촉진

앞서 언급하였듯이 수년내에 고온초전도체에서의 재료기술의 발전방향이 분명해질 것이다. 따라서 기초기술로서의 재료에 대한 연구개발에 상당한 노력이 기울여져야 한다. 미래의 응용을 생각해 볼 때 재료의 실용화 및 공정기술은 다양한 가능성들 중 극히 제한된 부분에만 국한될 것이라는 것은 과거의 예로 보아 명백하다. 따라서 어떤 물질과 어떤 공정기술에 노력을 집중할 것인가를 판단해야 할 필요성이 있을 것이다. 실제의 응용과 관련이 없어 보이는 기초과학분야는 결국 응용재료를 위한 가장 유용한 과학이며 가장 발전할 분야이다. 이러한 관점에서 우리는 모호한 탐색연구단계에서 분명한 목표를 확정해야 할 선택의 시대로 이미 접어들었다. 향후 주요 우선순위에 연구에 의해 새로운 물질을 찾아내는 방법이 개발될 것으로 기대하고 있다.

4.2. 응용기술의 탐구와 확산의 촉진

기초 및 응용 연구는 별개로 진척될 수 없고 서로 상호연계될 수 밖에 없다. 고온초전도체의 발견 이후 적어도 기초 및 응용 연구가 분리될 수 없는 고온초전도체의 경우에는 더욱 그렇다. 따라서 재료기술의 연구개발 과정에서 발견된 실제응용에 적용할 수 있는 어떤 물질과 공정을 선택하고 그것의 실현을 촉진하는 것이 필수적이다. 현재 가장 중요한 응용 기술에는 전력계통 등에 폭넓은 사용이 예상되는 선재기술, 새로운 전자기자들에 사용될 박막기술이 있는데, 현재 두 분야에서 어려움을 많이 겪고 있다. 이러한 어려움을 극복하기 위해서 앞서 언급하였듯이 관련된 재료기술의 여러 측면을 철저히 살펴보고 가능한한 빨리 난점들을 푸는 일을 시작할 필요가 있다.

실용화에 관한한 개인기업을 포함한 연구소들간의 공동연구를 수행하는 것이 중요하다. 고온초전도는 실제 응용폭이 대단히 넓고 경이로움이 많기 때문에 한 연구소가 연구개발로부터 재료의 응용까지의 전 범위를 완전히 수행하는 것은 매우 어렵다. 현재 재료기술의 연구개발은 대학들, 국공립연구소들, 대기업들 등에서 진행되고 있다. 그러나 실용화의 측면에서 중소기업들이 실용화에 뛰어 들 기회가 확실히 늘어날 것으로 추측된다. 지속적인 개발을 위해 기업정신에 충만한 중소기업의 경영자들과 의견교환을 하고 그들에게 세부분야에서이긴 하겠지만 발전에 대한 얼마간의 책임을 부여하는 것이 대단히 중요하게 될 것이다.

4.3. 중장기 전망에 의한 기술정책의 확립

중장기 전망이란 21세기의 문제들에 대해서 말하는 것이다. 앞서 언급하였듯이 기술이라는 것을 그 단계에 있는 사회와 분리해서 말할 수는 없다. 그래서 신기술과 사회 미래간의 관계에 대한 깊은 통찰력이 핵심이라고 생각된다. 즉, 기술정책과 사회정책은 동전의 양쪽면과 같다고 생각하는 것이다. 다가올 사회문제들은 다음과 같다:

- (1) 고령화 사회
- (2) 저대도시화
- (3) 에너지수요에 수반되는 환경보존
- (4) 자원 외 기타 문제.

이러한 것들은 우리나라(일본)의 문제들일 뿐만이 아니라 전세계적 문제들이다. 따라서 국제협력을 통

해 이러한 문제들을 해결하기 위해 가장 적절한 도입이 열리게 될 것이다. 더욱이 이러한 문제들은 초전도의 관점에서 볼 때 매우 중요한 필요성임에 틀림이 없고 미래에 거대한 시장으로 반드시 인식될 것이다.

이러한 문제들에 대한 자세한 설명을 여기서는 생략하고 도시화에 따른 많은 문제들에 대해서만 아래에서 간단히 언급하고자 한다.

모든 나라에서 공업발전에 따라 더 나은 고용기회를 찾기 위해 농촌으로부터 도시로의 인구가동이 생기고 이는 도시인구가 단기간 동안에 급증하는 결과를 초래한다. 이러한 현상은 일본이 겪고 있으며 공업발전이 상당히 진행되어 거대한 인구가 도시로 집중되고 있는 개발도상국에서 특히 잘 나타난다. 이러한 변화는 보통 적절한 사회의 토대가 마련되기 전에 생기며 부실한 토대는 도시환경을 상당히 악화시킨다. 불행히도 가까운 장래에 토오쿄오보다 큰 도시들이 세계 도처에 생길 것이다.

한편 자동차문화에 크게 의존하고 있는 미국에서는 도시중심의 파괴와 함께 궁핍과 범죄의 온상이 되어버린 도심으로부터 교외로 인구가 이동하고 있다. 그러한 거대도시화의 문제점은 현대문명의 의미를 나타내는 상징이 되었으며 그 문제에 대한 대처방안이 전세계의 관심사가 될 것이다.

거대도시화에 따른 높은 인구밀도와 단위면적당의 급격한 에너지 소비증가는 대도시의 전형적인 문제라 말하지 않을 수 없다. 전자는 도시교통문제 뿐만 아니라 주택 문제를 유발하며 후자는 쓰레기처리 문제와 같은 심각한 환경악화를 일으킨다. 특히 도시통신은 정보화지향적 사회로 발전할수록 중요한 문제가 될 것이다.

이러한 문제들을 해결하기 위하여 초전도기술이 기본적인 에너지절약 수단으로써 무한한 역할을 할 잠재력을 갖고 있습는 명확하다. 초전도기술에는 전력의 송전 및 배전, 깨끗하고 조용한 도시교통, 쓰레기 수송, 에너지 절약형 전자제품, 가정 및 사무실의 정보기기, 도시통신을 위한 밀리미터파 통신망, 고층건물을 위한 제어수단 등이 포함되며, 이 모든 것들이 장래에 초전도기술의 가능한 응용분야가 될 것이다. 특정 응용분야에 있어서는 기기 혹은 장비의

설치나 운용이 매우 쉬워질 것이고 그 효과가 극대화될 것이다.

따라서 지방정부의 협력하에 초전도기술자들과 사회문제외 전문가 및 도시화문제외 전문가들간의 교류를 촉진하고 이들이 함께 초전도산업의 비전을 만들어내는 것이 대단히 중요해질 것이다.

고령화문제에 관해서는 단기간에 완성되고 확산될 심전도검사장치나 뇌파검사장치 뿐만이 아니라 이미 폭넓게 사용되고 있는 자기공명단층촬영장치(MRI)가 노인들의 건강보호에 큰 위력을 발휘하게 될 것이다.

따라서 초전도산업의 중장기 정책을 세우는데 있어서 사회에 끼칠 엄청난 잠재력을 고려하여 관련분야의 모든 공학자들이나 전문가들의 역량이 결집되어야 한다고 믿는다.

5. 번역자 후기

고온초전도체의 발견 이후 미국, 일본을 선두로 고온초전도체 개발의 연구가 경쟁적으로 진행이 되고 있는 가운데 우리나라도 21세기 기술선진국을 목표로 이 분야에 적지 않은 연구개발 투자를 하고 있는 실정이다. 초기의 대단한 열기에도 불구하고 전세계적으로 그동안 실용화에 근접한 괄목할만한 연구결과가 없었으며 연구에 대한 열기도 상당히 식어버린 상태이다. 따라서 고온초전도체의 미래를 예측해 볼 필요가 있는 시점이기도 하다. 초전도의 전망에 관한 다나카 박사(Dr. Shoji Tanaka)의 글(Projections for the Future of the Superconductivity Industry)이 일본 국제초전도연구센터의 잡지(ISTEC Journal, Vol. 7, No. 1, 1994)에 게재되었기에 이를 번역하여 소개하고자 한다. 일본 국제초전도센터의 초전도관련 연구를 지난 6년 이상 이끌어온 저자의 해박한 견해가 초전도기술의 미래 예측에 도움이 되리라 생각한다. 번역은 영문판을 바탕으로 하였으므로 일본어판(원문)에서의 저자의 의도가 정확히 전달되었는지 걱정되지만 21세기 세계 질서의 변화와 새로운 기술혁신에의 전망에 관한 저자의 의도를 전달하기에는 충분하리라 생각한다.