

패러다임 전환

## 상은 초전도체로 추정되는 LK-99

2016년을 시작하며 세계경제포럼(WEF, World Economic Forum)은 향후 세계가 직면할 화두로 '4차 산업혁명'을 던졌다. 2023년을 맞이하여 올해 초 생성형 인공지능 기술을 기반한 챗GPT의 실생활 활용이 전세계적으로 큰 이슈가 되었다. 지금은 110여년간 극저온·초고압 조건에서만 구현할 수 있었던 초전도체를 국내 과학자들이 일상 환경 조건에서 구현할 수 있다는 '상은 초전도체(LK-99)'가 세계적으로 초미의 관심사가 되었다.



큰 자석 위에서 일부분이 공중에 떠 있는 LK-99의 표본

### LK-99

LK-99는 상온 초전도체로 추정되는 물질로, 겉으로 보기에 회색색을 띤다. LK-99는 납-인화석 구조에 소량의 구리가 도핑된 변형된 육방정계 구조를 가지고 있다. 이 물질은 고려대학교의 이석배, 김지훈 연구팀이 처음으로 발견하고 제조했다. 연구팀은 LK-99가 상압 400 K (127 °C) 이하의 온도 환경에서 초전도체의 성질을 보인다고 주장한다.

### 화학적 특징

LK-99의 화학식은  $Pb_3Cu(PO_3)_6O$ 으로, 순수한 납-인화석( $Pb_{10}O(PO_3)_6O$ )과 비교하면 인화석 구조의 2번 위치의 1/4 가량이 Pb(II) 이온 대신 Cu(II) 이온으로 치환된 형태이다.

### 합성

이석배 등의 연구팀은 논문에서 LK-99를 화학적으로 합성하는 방법을 아래와 같이 밝혔다. 우선 산화 납( $PbO$ )과 황산 납( $Pb(SO_4)$ ) 분말을 1:1의 분자비로 혼합한 후 725 °C (1,000 K)의 온도에 24시간 동안 구워 라나카이트를 제조한다. 논문의 본문에서는 공기 중에서 굽는다고 설명했으나, 논문의 그림에서는 진공 속

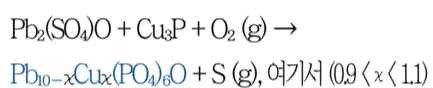
에서 굽는다고 표기되어 있다. 때문에 정확한 제조 환경은 알 수 없다.



여기에 구리(Cu)와 인(P) 분말을 3:1의 분자비로 혼합한 후 진공 상태의 밀폐된 튜브 내에서 550 °C (820 K; 1,000 °F)의 온도에 48시간 동안 구워 인화 구리( $Cu_3P$ )를 제조한다.



라나카이트와 인화구리 결정체를 다시 분말 형태로 분쇄하여 진공 상태의 밀폐된 튜브 내에서 925 °C (1,200 K; 1,700 °F)의 온도에 5-20시간 동안 구워 LK-99를 제조한다.



### 물리적 특징

개발팀은 LK-99를 상온 초전도체라고 주장하고 있다. 논문에서는 LK-99가 매우 강력한 반자성 성질을 띠고 있다고 썼으며, 큰 자석 위에 일부분이 공중에 떠 있는 LK-99 표본을 촬영한 영상도 같이 공개되었다. 아직 완벽한 마이스너 효과는

아니지만 샘플에 따라 흑연의 22.7배에서 5450배에 달하는 반자성을 관측하였다.

### 1 초전도 현상 가설

LK-99에 대한 핵심 주장 가운데 하나는 1차원 초전도체라는 것이다. 전자의 자유도를 제한하여 1차원 방향으로만 움직일 수 있기 때문에 임계온도가 더 올라간다고 한다. 단, 세부사항으로 넘어가면 연구팀이 제시하는 초전도 현상을 설명하는 가설은 여러가지가 있고 모두 다르다. 각 가설이 서로 관련되어 있는지 독립적인 가설인지는 확실하지 않다.

### 2 전자 초유체 이론

이석배-김지훈이 주로 기여한 논문에서 주장하고 있는 가설이다. 1990년대 최동식 교수의 주장과 맞닿아 있으며 직접적 또는 간접적으로 니콜라이 보골류보프의 이론에 근거하고 있는 것으로 보인다. 전자의 흐름은 유체와 같고, 저항은 유체의 점성과 같으며, 특정 조건에서 액체와 같이 움직이던 전자의 흐름이 초유체처럼 상전이할 때 전자들이 집단 진동을 갖게 되며 한 쪽 끝에 전자가 유입되면 다른 쪽 끝으로 밀려나는 연쇄적인 이동이 저항 없이 일어나며 초전도 현상이 나타난다는

이론이다. 초전도체가 임계온도를 넘어 초전도성을 보일 때 나타나는 열용량을 비롯한 각종 물리량의 변화는 액체 상전이와 유사하다.

최동식 교수는 초전도 현상을 설명하는데 쿠퍼 쌍이 유용한 도구가 아니라고 보았다. 전체 전자가 모두 같은 진동을 갖게 되면, 당연히 그 가운데 2개의 전자가 같은 진동을 하게 되므로 맞고 틀리고를 떠나 유용하지 않다는 것이다. 모든 전자가 동일한 진동을 갖는다는 점은 초유체와 유사한 특성이다.

### 3 양자우물 이론

양자우물이론은 권영완이 저자로 포함된 논문에서 주장하고 있는 가설이다.

$Pb^{2+}$  이온(직경 133 pm로 측정) 중 일부가  $Cu^{2+}$  이온(직경 87 pm로 측정)으로 치환되면 부피가 0.48% 감소하면서 물질 내부로 향하는 내부응력이 발생한다고 주장한다. 이 내부응력은 납(II)과 인화물( $(PO_3)^{3-}$ ) 사이에 일종의 이중점함 양자 우물을 만들어내고 연구팀에 따르면 이는 초전도 양자 우물(superconducting quantum well, SQW)을 만들어낸다고 주장한다.

이석배 등의 연구진은 자성을 띠지 않는 구리시료에 LK-99를 화학기상증착을 이용해 적용하면 LK-99에 자기장에 대한 반응이 나타나는데, 마이스너 효과를 보이는 것이라고 주장했다. 순수한 납-인화석(apatite)은 절연체이지만, 연구진은 구리가 도핑된 납-인화석인 LK-99는 초전도체이며 임계점 이상의 온도에서는 금속이라고 주장한다.\*

\* 2023년 8월 18일 (금) 00:31에 마지막 으로 편집된 문서(위키백과)에서 가져옴. [출처] <https://ko.wikipedia.org/wiki/LK-99>

## 금주의 말씀 요절

### 전 세계를 향하여 선포한다 <265> "예수는 구세주가 될 수 없다"

구세주론적 입장에서 보아도 예수는 구세주가 아닌 것이다. 성경에 보면 이슬성신을 부여하는 자가 구세주라고 되어 있다. 내가 이스라엘에게 이슬과 같으리니 저가 백합화같이 피겠고(호세아 14장 5절)라고 하였다.

구세주는 이슬을 부여하는 자고 백합화라고 했다. "구세주는 산곡의 백합"이라고 찬송가는 항상 부르면서 이것을 몰랐던 것이다. 또한 이슬성신은 아무 때나

내리는 것이 아니요, 말세에 내린다고 기록되어 있는 것이다.

요엘서 2장 29절에 '말세에 남종과 여종들에게 은혜를 부여 하시리니 땅에서는 짐조가 일어나는데 피와 불과 연기 기둥'이라고 했다. 이슬성신은 말세에 구세주가 내려준다는 것이다. 그러므로 2000년 전의 예수는 구세주가 될 수 없는 것이다.\*

이기는 삶

## 골칫거리에 감사하라

당신의 업무에서 생겨나는 골칫거리에 감사하라. 당신의 능력에 대한 평가의 절반은 골칫거리를 해결하는 능력에서 나오기 때문이다. 일이 잘못되지 않을 때, 골치 아픈 사람을 다루어야 할 필요가 없다면, 일하며 발생하는 온갖 문제와 불쾌한 일들이 아니라면 아무나 당신이 하는 일을 대신 할 수 있을 것이다. 그렇게 되면 더 이상 당신을 필요로 하지 않게 될 것이고, 당신은 설 자리를 잃게 되어 그 직장을 떠나야 할 것이다. 골칫거리가 다가오는 것을 두려워하지 않는 사람을 위해 수없이 많은 더 크고 중요한 일들이 기다리고 있다. 우리 모두는 더 많은 골칫거리를 찾아서 문 제라기보다는 기회라는 생각으로 현명한 판단력을 발휘하여 기분 좋게 해결하는 방법을 터득한다면 놀라운 속도로 경쟁자들을 앞질러 나갈 수 있을 것이다.

당당하지 못하다. 그러나 같은 압박을 받아도 불평하지 않는 사람들이 있다. 총들이 자신을 연마시킨다는 것을 알기 때문이다. 그러한 기회를 통하여 자신을 단련시키고 당당하게 만든다. 골치 아픈 문제를 대면하는 데 따르는 정당한 고통을 회피할 때, 당신은 그 문제를 통해 당신이 성장할 수 있는 기회를 잃어버리는 것이다.

고난은 우리에게 고통을 안겨준다. 그러나 추운 겨울을 보낸 봄의 나무들이 더 아름다운 꽃을 피우듯이, 진정한 고난과 시련을 경험하지 않은 사람은 크게 성장할 수 없고, 눈앞에 다가온 행운도 잡지 못하게 된다. 고난과 좌절에 당당히 맞설 때 행운이 따라온다.

모든 것이 잘 풀릴 때를 오히려 이상하게 생각하여 경계하고 나쁜 상황이 당연하다고 여겨라. 골칫거리가 생기는 것을 즐겨라. 고민하며 풀어가다 보면 그만큼 성장하는 것이다. 골치 아픈 문제를 극복하면 새로운 세상이 열리기 때문이다.

위대한 업적을 이룬 사람들은 예외 없이 모두 주어진 문제를 성장의 발판으로 삼아왔다. 그들은 골칫거리를 꿈이나 목표를 실현하기 위한 중요한 과정으로 진지하게 받아들이고 극복해왔다. 인간은 문제를 받아들이고 해결하려고 노력하기 때문에 성장할 수 있는 것이다. 고난은 극복하기 위해 있다.

'잔잔한 물결은 노련한 뱃사공을 만들지 못한다.(止水不出老河兵)'는 중국의 수중석사(水中石礮) 라는 고문에 실린 내용의 깊은 의미를 되새겨볼 일이다.\*

## 꿈의 물질 상온초전도체가 바꿀 미래

상은 상압 초전도체로 추정되는 LK-99와 같은 물질이 상용화된다면 근대 산업 혁명의 상징인 증기기관의 발명을 뛰어넘는 '인류 역사상 최대의 발명'이 될 것이라고 한다. 초전도체는 전기 저항이 0(제로)이기에 전류를 전력 손실 없이 송전이 가능해진다. 특히 '상은 상압 초전도체'가 구현되면, 초전도 케이블과 고성능 변압기의 출현으로 송전 과정에서 발생하는 전력 손실로 매년 1조 5천억 원(미국의 경우 한 해 전력 손실은 22조 원에 달함) 넘는 돈이 사라지는 일이 없게 되어 전기세 인하의 혜택을 누리게 될 것이다.

그리고 초전도 현상의 특징 중 하나가 '완전 반자성(完全反磁性)' 또는 마이스너 효과(Meissner effect)이다.

초전도체는 외부의 자기장과 반대 방향으로 완전히 자화(磁化)되는 성질을 가지므로 다시 말해서 초전도체 내부에는 외부 자기장에 대하여 완벽하게 방어하려는 현상이 일어나 상쇄되는 방향으로 자기장을 형성한다. 이런 현상을 마이스너 효과라고 부르며, 초전도체를 자석 위에 올리면 공중으로 뜨게 되는 것이다.

현재 '상은 상압 초전도체'로 추정되는 LK-99가 전기 저항이 0(제로)가 되는 완전도체(Zero Resistance)만 되어도 엄청난 성과를 거둔 것이 된다. 그리고 앞으로 LK-99가 '상은 상압 초전도체'로서 마이스너 효과(Meissner effect)까지 완벽히 구현하는 단계로 나아간다면, 초전도 현상의 마이스너 효과를 이용하여 자기부상

열차를 10cm가량 부양해 시속 500km 속도로 달릴 수 있기에 40분이면 서울에서 출발하여 부산에 도착할 수 있다고 한다.

인공태양에서 핵융합에너지를 얻기 위해서 먼저 초고온의 플라즈마를 가두는 강한 자기장이 필요하다. 1억도에 가까운 플라즈마를 가두기 위해 액체 헬륨으로 '초전도 자석'을 -269도까지 냉각하여 강한 자기장을 만들어 낸다. 이처럼 세상에서 가장 뜨거운 온도와 가장 차가운 온도를 하나의 장치 안에 구현하기 위하여 핵융합 장치 건설에는 매우 고도의 기술력이 요구된다. 하지만 만약 완전 반자성(完全反磁性)의 성질을 가진 상온 상압 초전도체가 존재한다면 냉각 과정이 생략되어 핵융합 장치의 경제성이 크게 향상될 뿐 아니라, 더 나아가 장치의 소형화도 더욱 빠르게 추진될 수 있을 것이라 한다.\*

## 正道令の五大業績

全世界の人びとよ 韓國に注目しよう!!

大昔、人は神様だった。その世界は死が無く、涙も苦痛も無く、時間と空間の制約も受けず、「あなた」と「わたし」の區別も無かった。一つである神様の世界、喜びと幸福が満ち溢れ、善だけが存在する永生の世界だった。その世界から遠ざけられ、人びとは悪魔の姿に變えられ、いつしか故郷を忘れ果て、神様であった事すら知らずに過ごして居るのである。今、私達こそその事を教え、再びその世界に導いて下さる救い主、正道令とも呼ばれる方が韓國に出現された。罪に死ぬ邪道ではなく、不義をさばき、生きて永生する正道に向って来るよう號令される正道令の出現である。

正道令が今日までに成し遂げられた偉業を確認してみよう。

- 1) 世界の共産主義を没落させた。
- 2) 韓國を襲う台風を防いでいる。
- 3) 韓國の梅雨を止め、水の災害を防いでいる。
- 4) 42年間連続の豊年を実現させている。
- 5) 韓國には決して戦争を起こらないようにしている。

これらの五大業績は、1981年に正道令が初めて出現された時の公約である豫言の言葉である。人間の力では絶対に不可能だと考えられて来たこれ等の出来事は、今日までこの世の誰が想像することが出来たであろうか。42年を経過した今、ただ一つの間違ひもなく現実的に成就した事実が誰が反論否定できよう。これらの事は全人類に永遠の平和と幸福をもたらす爲に、最も必要な基本的作業であり、不滅の不死永生を成し遂げて、地上の樂園を建設する爲の礎石なのである.\*

### 정도령 5대 공약

1. 세계 공산주의를 없애버리겠다.
2. 우리나라로 태풍이 못 불어오게 하겠다.
3. 여름 장마를 못 지게 하겠다.
4. 우리나라에 풍년 들게 하겠다.
5. 남북전쟁 못 일어나게 하겠다.