

## High $T_c$ (ハイ・ティーシー) 粉のすり方

十 倉 好 紀 (物理学教室)

High  $T_c$ というのは、巷で騒がれている(いた?)高温超伝導体(新聞用語では超電導)の仲間うちの俗称である。御存知のように、超伝導というのは、突然、電気抵抗が零になる現象であり、 $T_c$ (ティー・シー)とは、その超伝導になる温度のことを言う。 $T_c$ が今までの超伝導体(大体20K以下)より、ずっと高い(high)からハイ・ティーシー(High  $T_c$ )という訳である。

一昨年暮れ、本学工学部のグループが、IBMリシュルコン研究所(スイス)の見出した新しいHigh  $T_c$ (銅酸化物)が正しいことを確認し、その結果、日本、続いて米国でテンヤワンヤの大騒ぎが始まった。その頃の私は、その工学部から理学部へ移ったばかりで、しかも翌月(1987年1月)から1年の予定で、米国西海岸シリコンバレーにあるIBMアルマデン研究所で働くことになっていた。研究所では、「有機物だけで磁石(強磁性体)をつくる」、という少々突飛なプロジェクトに参加することになっていたから、当時毎日のように聞かえてくる「 $T_c$ が30Kになった、いや40Kを越えた」という流言飛語(ではなく、本当だったのだが。)も、対岸の火事と楽しんでいった。

ところが丁度その頃は、俗に1-2-3と呼ばれる、 $T_c$ が90K以上にもなる革命的物質が世に出始めんとする時でもあったのだ。サンフランシスコ空港に迎えに来てくれた研究所のマネージャーが、「日本もHigh  $T_c$ で大変だろう。こちらも今大騒ぎだ。」と言うので、イヤな予感がしていた。果たして、研究所に着くと、物理屋の私が頼りとする有機物の合成の専門家達も、皆High  $T_c$ のセラミックづくりに励んでいた。今にして思えば、90K超伝導体1-2-3(Y-Ba-Cu-O系)の構造解明の先陣争いに鎬を削っていたらしい。着いて2ヶ月後に、我がチームの方針も、とうとう有機物磁石はやめて、High  $T_c$ をやるということになった時には、私自身もうすっかり観念していて、「まあ、一年、粉でもすってみっか。」という、少々厭世的気分であった。ここで「粉をする」というのは、この業界では「High  $T_c$ をつくる」というのと、ほとんど同義である。それには、まず表題にした「High  $T_c$ の粉のすり方(つくり方)」を説明しなければならない。

例えば、 $T_c$ が90K(-180°C)の超伝導体、 $YBa_2Cu_3O_7$ をつくることにしよう。こんなのは、コロンブスの卵で、組成がわかれば誰でもできる。まず、乳鉢と乳棒を用意する。瑪璃製が好ましい

が、別にアルミナの安物でもよい。Y（イットリウム）は、酸化イットリウム（ $Y_2O_3$ ）の粉を、Baには炭酸バリウム（ $BaCO_3$ ）の粉を、またCuには酸化銅（ $CuO$ ）の粉を、各々 $\frac{1}{2}$ :2:3のモル数（化学用語！）にとり、混ぜあわす。乳鉢の中では、最初はやさしくゆっくりと混ぜあわせ、原料の微粒子をつぶさないようなるべく均一になるようにする。そうして、今度は一転して、気合を込め誠心誠意、乳鉢に押しつぶすように粉をする。丁度、胡麻をする要領である。しかし、アルミナの乳鉢であまり一所懸命、粉をすると、アルミナ（ $Al_2O_3$ ）の粉が削れて試料に混ざってしまうが、これも人によっては（実験によっても）気にしない。「あるHigh  $T_c$ の実現には、Alを少し混ぜることが必要である。」などと本気で言う偉い人も最近まで居た位である。粉をすった後は、これをアルミナのるつぼに入れて焼くだけ。プロは、仮焼きとかいって一度900℃位で焼いてから、もう一度とりだして、また懸命に粉をすり直し、再び酸素気流中で970℃位で一晩焼き、ゆっくり冷やす。これで90K超伝導体のできあがりだが、まあかなりいい加減にやっても、大丈夫なことが多い。

私自身はと言えば、これらのHigh  $T_c$ を系統的に変えたり、新しい構造のHigh  $T_c$ を狙ったりしていた。また、いかにして上手に超伝導を消しさるか（Low  $T_c$ をつくるか）と言った逆説的なことも考えていた。初めは気が進まなかったが、実際に粉をすり出してみると、むずかしい話は抜きにしても（抜きになるから）、仲々楽しいものである。帰りの車を運転している時でも、いや、アパートの裏庭でバーベキューのT-ポーンを焼

いている時でさえ、「あしたは、あの粉とこの粉をこう混ぜて、こう焼いて…」と、粉すり料理のレシピを考えて、ニヤニヤするようになった。まるで、幸せな新婚の主婦（但し、DINKならぬSINK、つまりシングルインカム・ノーキッド）は、かくやと思われる程であった。もちろん、大低の場合は、予期したものなどでははしないのだが、それでも少しも落ちこまなかったのは、High  $T_c$ を出す銅酸化物に尽きせぬバラエティーがあったせいかな、それとも、どこまでも青く美しいカリフォルニアの空のせいだったか。とにかく、ほぼ1年間にわたって、大して厭きもせず、粉をすっては焼くという作業を繰り返していた。さすがに最後の方では、粉のすり過ぎで肩凝りがひどくなった。部門のヘッドが来た時には「普通、日本人はカリフォルニアに住むとテニスのやりすぎでテニス・エルボーになる。僕は、High  $T_c$ ・リスト（手首）になってしまったが、労災保険は効く？」と愚痴をこぼした。

High  $T_c$ の出現は、只 $T_c$ が高いという以上に二通りのショックを研究者業界に与えたと思っている。一つは、自然の造化の妙というか、かくも精緻ですばらしいHigh  $T_c$ の結晶構造はどれも、誰も予測できなかったものであるということ。もう一つは、みんながわかっているつもりの物理の理論が、本当は何もよくわかってはいなかったことがわかったことである。何故、High  $T_c$ なのか、これがはっきりするのは、あと数年もかかりそうであり、これが我々にとっては楽しい期間である。お金が絡み、マスコミが騒ぎ、朴訥な「我々」の周囲は少し騒がしいけれど…。