

運と実力でフィーバーに再着火 超伝導新物質探索研究所

text : 喜多充成 photo : 凸凹記

長く地道な学究生活の末に栄光をつかむ者もいれば、結果を出せないまま一生を終える研究者もいる。とりわけ新材料開発の分野でこの傾向は顕著だが、いっぽうで歴史にはときどき、初手から大物を釣り上げる強運に恵まれた人物も現れる。青山学院大学工学部で卒業研究に取り組んでいた永松純さん(現在修士2年)は、まさにその強運の持ち主だった。

釣り上げたのはクジラどころか世界新

2000年秋のある日、深夜から明け方まで実験室にこもり、アパートで少しだけ寝て戻ってきた永松さんは、「なんかデータ出てたよ」と声をかけられて眠気が吹っ飛んだ。「これを測ったら、この研究テーマは終わりにしよう」と測定器にかけていた最後のサンプルで、超伝導を示す測定データ、それもこの種の化合物では誰も見たことのないような高い温度で超伝導性を示すデータが出ていたのである。

これこそ「ニホウ化マグネシウム」(MgB₂)、80年代終わりに盛り上がった超伝導フィーバーを翌年から再燃させること

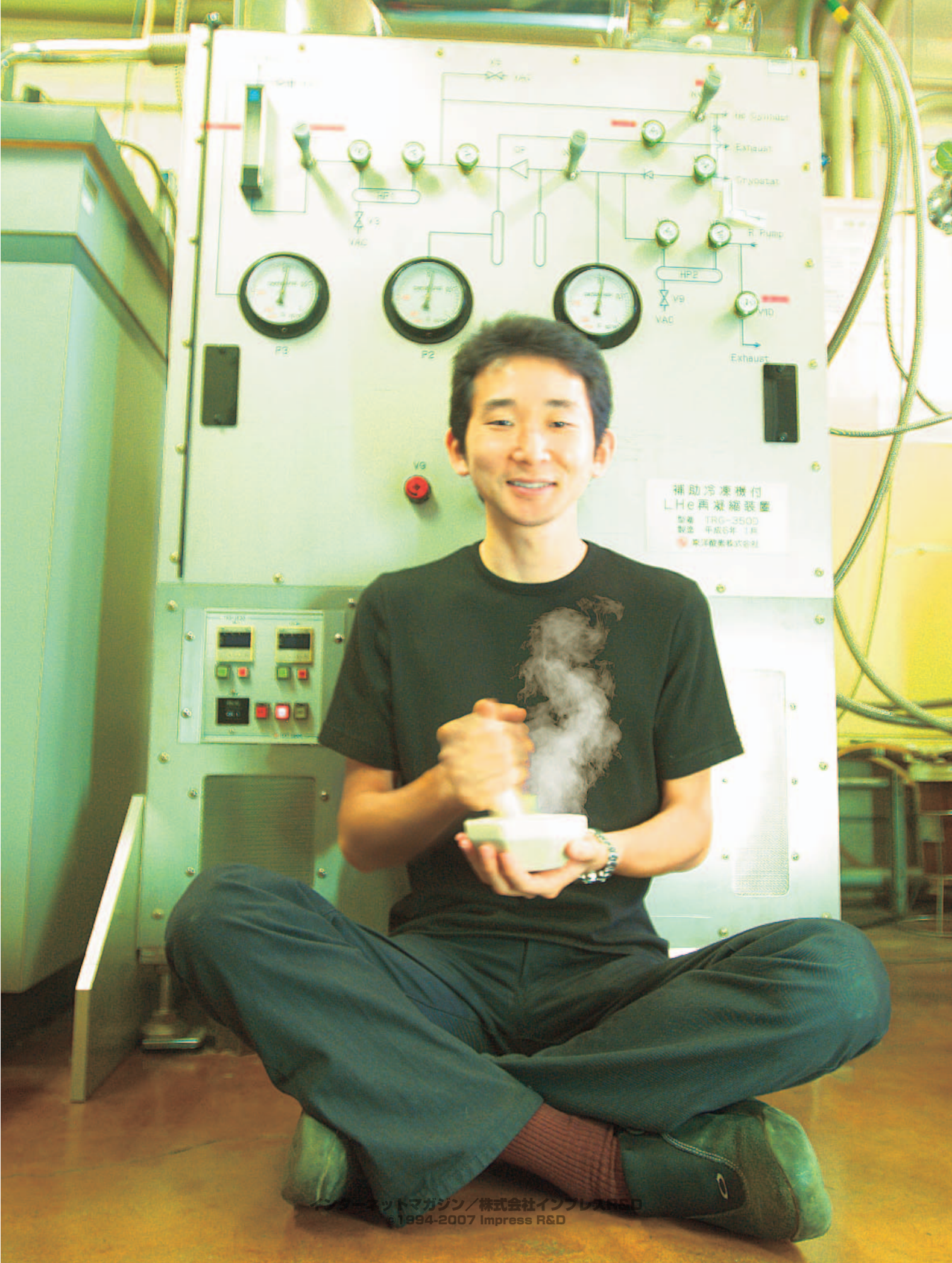
になった、新しい超伝導物質の発見の瞬間だった。

「運はいいんですと周りには言ってきたが、これで証明できた。ギャンブル? そっちはダメなんですよ(笑)」

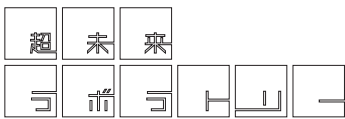
その年の春、秋光純教授の研究室に「成績順の最下位」で滑り込んだ永松さんは、試料を混ぜて乳鉢ですり潰し、電気炉で焼成して特性を測るという地道な研究生生活をスタートさせた。作業を始めて間もない頃、新しい超伝導物質らしきものの存在を示唆する怪しい測定データに出会う。

「先生は夢のある方なので『キミ、これは超伝導だよ。早く見つけなさい』とってくれた。『面白そうじゃないか。見つかったら、クジラを釣り上げたようなものだから』と背中を押してくれたんです」

そこから再び混ぜては焼き、焼いては測る旅が続けたが、夏を過ぎてもそれらしいものは見あたらない。「あれはマボロシだったのか。このままデータが出なければ卒業できない」と秋光教授と相談し、研究テーマの変更を決めた。その夜の飲み会に顔を出して深夜に研究室に戻り、最後の測定にとりかかった。測定器の利用時間は公共テニスコートのように予約制



補助冷凍機付
LHe再凝縮装置
型番 TRG-3500
製造 平成6年 1月
東洋酸業株式会社



で、たまたまその夜が彼の時間。朝までの利用時間を考えると測れるのはいいとこ3つだ。残っていた5個のサンプルから3つを選び、まず1個目を測定器にセットするが、出ない。未明の2個目もダメ。明け方に3個目をセットし、そのままアパートに戻って寝てしまった。おそらくスピルバーグの映画なら、ここで「光の筋が黒い固まりに当たり、そこでブクブクと化学反応が起きている無人の研究室」というドラマチックなシーンが挿入されただろう。そして、歴史的な朝が来た……。

世界の物理学者に大きなインパクトを与えた21世紀最初の超伝導物質の発見には、こんなエピソードが隠されていたのである。ちなみに変更しようとしていたテーマが何だったかは、すっかり忘れてしまったそうだ。

「残る2つのサンプルのうち1つにも同じデータが出てきた。マグネシウム(Mg)とチタン(Ti)とボロン(B)を混ぜて焼成したもののうち、Tiの比率が少ないほうで超伝導が出ている。ならばいっそTiをなくしてみたが、それでも出る。じゃあMgとBだ、と。その後、MgB₂であることが特定できたわけですが、試薬屋さんから買ってくることもできるあたりまえの物質を測ってみたら超伝導だったということで、(20年来超伝導の研究を続けてきた)秋光先生もちょっとショックだったみたい。他の物理科の先生も『私も棚の試薬を測ってみようか』と言ってたくらいです(笑)

翌2001年1月、英国の科学ジャーナル『Nature』に論文を投稿した後に、仙台で行われた学会で秋光教授がこれを発表すると同時に、研究者の間に大フィーバーが巻き起こった。そして『Nature』掲載に前後して、一般のメディアからの取材も殺到する。「世界新記録の超伝導物質発見、学部4年生の快挙！」と永松さんは新聞やテレビにも登場、今年6月には超伝導学会で特別講演も行った。ちなみにメディアに名前が載ったのは、小学校時代に読書感想

文コンクールで入賞して以来のことだという。

実用化に着々と近づく超伝導

歴史上最初に見つかった超伝導物質は「水銀」だった。1911年オランダのカマリオン・オネスが極低温の水銀で電気抵抗がゼロとなることを見出し、その後、鉛などでも同様の性質が見つかる。しかしこの成果が研究室を出て広く社会に利用されるまでに至らなかったのは、たとえば水銀を超伝導にするには、4K(Kは絶対温度の単位「ケルビン」。0Kは-273.16)すなわち-269という宇宙空間なみの極低温が必要だったからである。

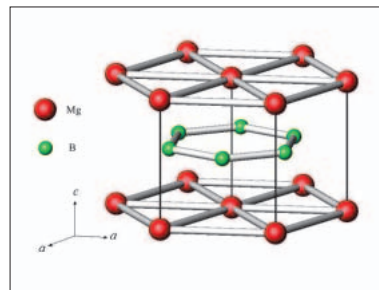
ところが1986年、スイスのベドノルツとミュラーは、T_c(=遷移温度、超伝導の性質を示すようになる温度)が30K(-243)という銅系の酸化物を発見した。彼らは翌年のノーベル物理学賞を受賞したが、同年のうちに、この成果を追いかけた物理学者たちによってT_cが液体窒素温度(77K、-196)を超える物質も発見された。液体窒素は空気を冷却圧縮して製造され、容易に入手できる冷熱源であるため、宇宙まで行かなくとも超伝導に手が届く、と「高温超伝導フィーバー」が巻き起こったのだ。

当時小学生だった永松さんは、学研の学習雑誌で超伝導を初めて知った。強い磁力を出し続ける電磁石、送電ロスのない電線などが実現するが、何よりも「リニアモーターカーがこれで実現するんだ。夢のあるモノだなと感じました」という。

だが、超伝導の応用は、当時夢想されたほど進んではない。理由の1つは、酸化物の超伝導物質は作るのが非常に難しく、電線やコイルに加工するのも困難だったことにある。従って超伝導の応用範囲も高度な医療機器や科学実験装置がほとんどだった。「冷やすのが難しい」という壁を

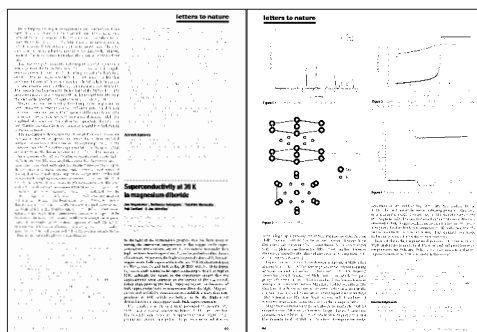
電子が「抵抗ゼロ」で移動する結晶構造

二ホウ化マグネシウム(MgB₂)は、試薬として購入できる比較的ありふれた物質。粉末のMgB₂に2000気圧近い高圧をかけて焼成すると、図のような層状の結晶構造ができる。これまでに見つかった高温超伝導物質は多くの元素からなる化合物ばかりだったが、わずか2種類の元素からなる金属の化合物が超伝導性を示すことも、世界中の研究者を驚かせた理由のひとつ。電線への加工やコイルの製造などの応用研究も進み、最近ではMgB₂がナノチューブ構造をとりうるとの理論予測も出るなど、将来の超伝導電子デバイスへの応用にも期待がかかる。



初の共著論文が『Nature』掲載の栄誉

わずか5つのパラグラフと4つの図版からなる論文が掲載された英国の科学ジャーナル『Nature』(2001年3月1日号)、米『Science』と並び、学術雑誌の格付けに相当する「インパクト・ファクター」は最高ランクで、掲載へのハードルもきわめて高い。刊行日前後から国内外の一般メディアでも「歴史的発見」との報道が相次いだ。高級紙フシントン・ポストが「その物質とは二臭化マグネシウム」という誤報で花を添えるエピソードもあった。同年3月のうちに日米両国の物理学学会でこのための臨時セッションが開かれるなど超伝導フィーバーが再燃、秋光教授も両方で招待講演をつとめるなど多忙を極めた。



それなりに乗り越えてきたが、今度は「作るのが難しい」という壁に直面した...。20世紀の超伝導研究を概観するとざっとこういうことになる。

そこに登場したのがMgB₂である。MgB₂はこれまでの酸化物とは違う系統の、金属を主体とする超伝導物質だった。T_cも従来の記録を大幅に上回る高さだし、粉末にして金属パイプに詰め、圧して伸ばせば超伝導電線をつくることもできるなど加工も容易である。応用にも期待が広がり、もっと高いT_cを示す物質を求めて多くの研究者が探索の旅に乗り出し、フィーバーが再燃したわけである。いっぽうの永松さんは『Nature』に掲載された論文の筆頭者となる栄誉に浴した。だが、これを強運だけでかたづけしてしまうのは早計だ。後になって考えてみれば、最後の測定のとときに残っていたサンプル5つのうちに、当たりは2つ含まれていた。ここから

3つを選ぶとき、当たりを掴む確率は10分の9、つまり強運でも何でもなかったのである。むしろ焼いては測り、焼いては測りを百数十回繰り返して5つのサンプルにまでこぎ着けた粘りと、その構造を同定した秋光研のチームの「実力」が、世紀の大発見を呼び込んだのだといえるだろう。

来春に修士課程を終える永松さんは、超伝導とは関係ない企業に就職する。いったんは研究休止となるが、「機会があれば超伝導の世界に戻ってくるかもしれません。常温で超伝導を示す物質も、きっと見つかると思っていますから」と言う。

彼の言うように、いずれ常温の超伝導物質が発見されそれを活用する時代が来たとする。文明の様相は一変し、後世の歴史家は、素材の名が冠された「青銅器文明」や「鉄器文明」のように、その時代を「超伝導文明」と名付けるかもしれない。チャンスはまだ、残されている。

青山学院大学 秋光研究室

所在地：東京都世田谷区千歳台6-16-1
www.phys.aoyama.ac.jp/~w3-jun/



[インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ] ご利用上の注意

このPDFファイルは、株式会社インプレスR&D(株式会社インプレスから分割)が1994年～2006年まで発行した月刊誌『インターネットマガジン』の誌面をPDF化し、「インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ」として以下のウェブサイト「All-in-One INTERNET magazine 2.0」で公開しているものです。

<http://i.impressRD.jp/bn>

このファイルをご利用いただくにあたり、下記の注意事項を必ずお読みください。

- 記載されている内容(技術解説、URL、団体・企業名、商品名、価格、プレゼント募集、アンケートなど)は発行当時のものです。
- 収録されている内容は著作権法上の保護を受けています。著作権はそれぞれの記事の著作者(執筆者、写真の撮影者、イラストの作成者、編集部など)が保持しています。
- 著作者から許諾が得られなかった著作物は収録されていない場合があります。
- このファイルやその内容を改変したり、商用を目的として再利用することはできません。あくまで個人や企業の非商用利用での閲覧、複製、送信に限られます。
- 収録されている内容を何らかの媒体に引用としてご利用する際は、出典として媒体名および月号、該当ページ番号、発行元(株式会社インプレス R&D)、コピーライトなどの情報をご明記ください。
- オリジナルの雑誌の発行時点では、株式会社インプレス R&D(当時は株式会社インプレス)と著作権者は内容が正確なものであるように最大限に努めましたが、すべての情報が完全に正確であることは保証できません。このファイルの内容に起因する直接のおよび間接的な損害に対して、一切の責任を負いません。お客様個人の責任においてご利用ください。

このファイルに関するお問い合わせ先

株式会社インプレスR&D

All-in-One INTERNET magazine 編集部

im-info@impress.co.jp