

Title	16Teslaの超電導ソレノイド
Author(s)	長谷田, 泰一郎
Citation	大阪大学低温センターだより. 1974, 6, p. 8-9
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/10491">https://hdl.handle.net/11094/10491</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

# 16Teslaの超電導ソレノイド

基礎工 長谷田 泰一郎

この前の号の表紙には吹田のセンターに入った10Teslaの超電導ソレノイドの写真を出したので、もうひとまわり大きい16Teslaのソレノイドを紹介しようと思います。実はOxfordのClarendon Labで去年の9月から組立をはじめ調整テストをしているのをその間に少しばかり実験に使ってみたお話です。ClarendonではN.Kurtiが停年を間近に控えてCu核のスピンオーダーをねらっています。dil.-refrigeratorを使い(50mK),CMNを使い(5mK)Cu線を冷して10Teslaあるいはそれ以上から断熱消磁をしよう。

目標は $10^{-7}$ K。核スピンオーダーを確実にみようという全くblute forceです。はじめてCu核のスピン温度を $10^{-6}$ Kまでさげるのに成功したKurtiにとってまさに見果てぬ夢を追う実験です。P.Kittelがうまずたゆまずという感じでノソノソと働いています。 $10^{-6}$ Kを $10^{-7}$ Kまで一ケタさげるために出発磁場で3倍温度で $1/3$ かせぐ、この道具立ては確かに現実のものとなっているけれども実は熱伝導と熱流入という大難関があります。しかし今にして思えば当時とてもことでは出来そうになかった核断熱消磁をとにかくやったのですから、やっぱりどうしてもやりたいにちがいないのです。P.HenselのThesis(1973)はCu線を伝導電子も核スピンも皆 $10^{-4}$ Kまで冷やす仕事で結果はSymkoやGoodkind達と同じ所までしか行かなかったのですがKurtiにとっては自分の所ではつきりと上の二つの問題点をもう一度見つめたことになったようです。熱流入の方はどうせ核スピン系だけの温度をさげるのだからスピン格子緩和が充分長いかぎりHenselの6 erg/minでよい。一方の熱伝導は $T^{-3}$ に比例するとして出発温度を $1/3$ にすると接触面積を27倍にしなければならぬ。まず0.06mmφのCu線を0.03mmφにして体積当り2倍。次にCu線の量を $1/5$ の2ccにへらす。NMRの検出感度はむしろまだ余裕がある。最後に時間でかせごう。数時間5mKに保てばよい。こうなると出来そうになってきましたが、今世界中みんなこの熱伝導の工夫で苦しんでいるわけで、たとえばLeidenではHuiskampがたまたま間違っただけで石けんをひとかけらグリセリンの中に落したら8倍熱伝導がよくなったと言って喜んでいました。Kittelも今度入れてみようと言っています。たしかにこりゆりblute forceな実験はまことにロマンチックな男の実験といえましょう。

ところで16Teslaのソレノイドはわく組からデューワー、電源まですべてClarendon workshopで設計、製作して、コイルをまくのだけ米国のIGCにやらせたのだと言っています。Nb<sub>3</sub>Snのテープのパンケーキ約20かさねで内径25mmがHeの中で使えます。コイル外直径23cm、長さ27cmでこれが高さ1.2m、径50cmのデューワーの底に入っています。最大120Aで15.8Tesla(4.2K),16.5Tesla

(3.0K)というのがテストの結果です。今の所 $\text{Nb}_3\text{Sn}$ はテープの形でしか供給されていないので、どうしてもパンケーキのようになるわけです。liq. Heと接しているのはテープのへりの所だけになるので体積当りの熱接触がひどく悪いことになります。設計としては一応十分な熱交換がとれても実際にはパンケーキの表面のホンの一部でも水や $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$ の霜がつくとquenchingの原因になります。 $\text{N}_2$ で冷して $\text{H}_2$ で冷して最後Heを汲みこみます。liq  $\text{H}_2$ を使わないと30ℓ以上のliq Heが必要な勘算になっています。Clarendonの連中はliq  $\text{H}_2$ を使うとliq Heが節約できると言っていて得意にしていますがあまり戴ける話ではありません。本当は $\text{H}_2$ 領域の仕事がまだまだたくさんやり残しているという事だと思えます。チョッと昔の常磁性緩和のOrbach過程にしても、近頃のRosenbergの熱伝導の色々な異常の発見にしてもliq  $\text{H}_2$ 温度域の研究から育ったものです。ソレノイドの予冷に関する限り、この手法は全く悪い意味のconservativeでしかありません。つまらぬ手ぬかりで何度も何度もqueuchingをやりました。結果的に言うとソレノイドの表面が完全に霜がついていなければ120Aまで約10分が可能です。今の所デューワーの温度は500ℓのキニーポンプで2Kまでしかさがりません。決定的な熱の流入はソレノイドの導線2本による200mW(0A)ともう200mW(120A)です。いささかの工夫がしてありますがliq  $\text{H}_2$ でしっかり冷やすとか何かした方がよいのだと思えます。勿論実験そのものは25mmφの中で別のHe空間を作っていくらでもさげられるのですから16Teslaを安定に長く使うための改良の余地の話です。ソレノイドをはじめて通電して10Teslaに達した時ソレノイドがノコノコ動きだして1m近くはなれた我が日本製レコーダーにどしんとぶつかるという珍事がありました。ソレノイドの台車にストッパーがついてなかったのです。Clarendonではもう一つ別に16Teslaのソレノイドが殆んど組立てが終っています。いわゆるハイブリッド型で、外側はNbTiの安定なソレノイドで6.5Tesla 内側に従来からのMGで銅線まきのソレノイドで9.5Tesla 出すことになっています。常温空間が径2.5cm 使える設計です。今頃作るにしてももうひとつ物足りない性能と思えますが、やることはまだまだあるというのが彼等の自信でもあり支えでもあるのではないでしようか。

## 第12回低温研究会

第12回目の低温研究会が1月23日工学部で開かれ、工学部、微研、基礎工学部から17名の参加があった。講師および内容は次の通り。

- ◇高野光男氏(阪大工, 醸酵工学科)：“微生物の凍結と凍結乾燥”と題し、細胞の生死に關与する凍結速度や温度の影響や水の物性の重要さの話等があった。
- ◇緑川浩祥氏(東理社)：“凍結手術装置の紹介”と題し、液体窒素を用いた凍結手術装置の構造と実際の手術例を映画とスライドで説明された。