

## 私の研究事情 旧極低温研究室とのかかわりあい

## Memory of Research-Life

## -----Relationship with Former Low-Temperature Laboratory-----

大学院人間・環境学研究科 後藤喬雄

Takao Goto, Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University

平成 14 年度の低温物質科学研究センター発足の伴い、旧極低温研究室の建物の中では、現在着々と新しいヘリウム液化装置設置へむけて工事が進められている。そこは、馬術部の馬小屋のすぐ東側に面した場所である。その中程の一角に、つい昨年夏ころまで、極低温研究室所属の第 2 号機としての 1.6T 電磁石が設置されており、共同利用設備の 1 つとして表向きは全学の利用に供されていた。表向きと書いたのは、実際は、旧教養部の頃から工事のために撤去の必要に迫られるまで、現人間・環境学研究科の磁性・磁気共鳴グループがここにパルス法核磁気共鳴 (NMR) 装置を持ちこみ、その場所とともに、占有してしまうことになっていたからである。

この場所は、私個人としては、昭和 40 年、理学部物理第 1 教室の電波分光学研究室 (旧高橋研究室) の修士課程 2 回生になったときからの実験スペースであった。その年、東北大学から長谷田泰一郎先生が物理第 1 教室に赴任された。当時の電波分光学研究室は、実質的には、退官を 3 年後に控えた高橋教授 (故人) にかわって、端恒夫助教授と平井章助手 (故人) が研究室の実質的な運営と研究指導にあたっておられた。やがて分かれていく方向にあった田中重利助教授指導のプラズマグループを含めて、旧高橋研は、大勢の院生であふれかえっていたというのが実情で、台所の事情もかなりく、また、新設の長谷田研究室には院生が全くいないという事情もあったので、何人かが長谷田先生のテーマで研究してみることにになり、まず、関心のあるものが研究テーマを聞く機会が持たれた。確か 5 つほど意欲的な (と思った) テーマの説明を受けた。主要なテーマは、助手の坪井猛文氏 (現近畿大学) と、すぐあとに着任予定の遠藤裕久助教授の助手となる鈴木孝夫氏が中心となるゼオライト中の金属微粒子の研究であったが、中の 1 つに、反強磁性体の Sub-lattice Switching の NMR による観察というのがあり、私は、これに興味を持ち、同様に興味を持った博士課程 1 年の網代芳民氏 (現九州大学理学研究院) と 2 人で装置の作製からスタートすることになった。

うまくいく実験のように思われなかったが、万一、Switching がひっかかるかもしれないという淡い気持ちもあった。平井先生には、NMR 装置について懇切丁寧に教えてもらいながら、装置の作製にかかっていたものであった。そのころ長谷田先生については、オランダのカマリオンオネス研究所で初めて低次元化合物磁性体の実験的検証に成功した、低次元磁性研究のパイオニアとしてまわりからつとに期待が大きいということと威勢のいい先生だという印象を強く持った。常磁性緩和というテーマをもらった博士課程 1 年の天谷喜一氏 (現阪大名誉教授) が最近の固体物理の記事[1]で触れているように、「チョー元氣な先生で、ノーベル賞がとれないような研究はするな」と、よくきかされたものであった。

京大に初めてコリンズのヘリウムの液化機が、三菱の水素の液化機ともども導入されるのも丁度このころであり、液化機を設置するための建物として、2 階建ての研究室棟を含む極低温研究室が建設された。(これには化学教室の高木秀夫教授と辻川郁二教授の尽力があった。) 同時に、はじめに触れ

た、1.6Tの電磁石が後で設置される同じ場所に、第1号機となる0.6Tの小さな電磁石が導入された。2階の一室が実験室としてあてがわれた。回路を作製し、NMR信号の検出に至るまでにほとんど1年を費してしまい、装置を稼働させ信号を観測したのはほんのわずかの期間であったが、Switchingの兆候を示すはずのレコーダーチャートには何の変化も現れなかった。

のちに1975年ころに始めに述べた第2号機の電磁石が極低温研究室に導入されたが、それまでは、第1号機であった0.6Tの小さな電磁石が京大に存在するただ1つの電磁石であった。その後、この最初の建物は、1992年、神戸製鋼社製の液化機の更新に伴い内部が改築されることになるが、電磁石の設置場所はそのままであった。

博士課程には、1967年(昭和42年)に進級する。そのころ、 $S=1/2$ の1次元Ising型強磁性体 $\text{CoCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ が大変関心をひいていた。この化合物は、すでに、長谷田先生と辻川研の助手であった小林はなこ氏が金研時代に初めて発見した磁場中での2段階メタマグネティック転移を示す初めての系として着目されていたが、また、阪大の伊達宗行氏と本河光博氏がこの系で初めてクラスター共鳴の観測に成功していた。転移に伴い、3つの相が存在するが、クラスター励起にかかわるスピンドYNAMIXを、プロトンの緩和時間から調べるということに興味を持ち、(すでに、Sub-lattice Switchingの実験からは手を引き、網代氏も $S=1/2$ の2次元磁性体の相転移の研究に移るようになっていた。)平井先生には、今度はパルス法NMRについて教わるとともに、非磁性核であるプロトンを対象とするので、比較的低い周波帯域のスペクトロメータが必要であるということで、エレクトロニクスに極めて強かった、平井研の西原弘訓氏(現龍谷大学)の協力をえてパルス法NMR装置の作製からスタートした。もちろん、タイマー回路や電力増幅器、受信器も全て真空管式であった。ほとんどの時間をその制作に費やした。1.6Tの電磁石はまだ導入されておらず、データとしては、0.6Tの電磁石でできることとして、メタマグ転移を起こす前の反強磁性秩序領域での緩和時間 $T_1$ の温度依存性と角度依存性を調べたところまでで、これはこれで、極めて面白い形の角度依存性が得られ随分計算との比較等で当時の京大に導入されたパンチ式のHITAC1号機を使う計算も含め大変勉強にはなったが、とても学位をまとめるところまでは至らないまま、3年が終わってしまった。

横道にそれるが、このころの液体ヘリウムの供給量は、20~40(リットル/週)程度で、たった1リットルのヘリウムの供給を受けるために、前日の午後4時に希望者が集まってジャンケンで順番を決めるといった状況であった。ちなみに、最近の供給量は、2000(リットル/週)だそうである。こんな状況であったから、工学部でも理学部でも教養部でも、極低温研究室でもどこで実験しているものも、頻りに顔をあわすことになり、従って利用者同士の親密感もおのずと強いものがあつた。さすがじゃんけんして順番をと言う事態はそう長く続くことではなかったが、つい5、6年まえまでは、年末には、いつもお世話になっていた、西下さんや春日井さんはじめ、他にオペレータであった人たちへの感謝の気持ちもこめて、天寅や極低温研究室内で実に盛大な忘年会が開かれたものである。平井先生の声高の演歌や辻川先生のシャンソンを聴き、白井康之氏がまだ院生であられたころビール瓶を縦に横にと振り回してキングコングの踊りに喝采を送るのもこのときであった。

1969年、課程を終えたあと、旧教養部物理教室の教務職員として川井孝夫助教授(故人)のNMRグループで実験に従事するというので採用され、所属が旧教養部に移ることになった。おりから、1970年の安保改定を控えて大学紛争が次第に高揚するころで、ピークの1970年は、教養部が運動の拠点でもあり、また一番運動の場になりやすいところでもあったので、ストライキによる授業ボイコット、大学封鎖による教官や学生の締め出しなど日常茶飯事であった。教養部構内を日本海の荒海とすれば、理学部は表向きはさしずめおだやかな瀬戸内海と言った感じであった。とても、教養部構内では落ち着いて研究や実験ができる状況ではなかったし、ましてや、液体ヘリウムを運搬しての低温実験などとてもできる状況ではなかった。私は、幸い、極低温の電磁石設置場所に装置をほとんどそのままにしており、学位取得のためにといて、当時としては破格の値段であった150MHzのオッ

シロスコープを持ちこみ、時間を作っては、独り、身を運んで、実験を継続することができた。こういうことを寛大に許してもらえたことを今も非常に感謝している。メモリー付ブラウンのシンクロスコープを教養部で購入してもらうことにより、極めて長い緩和時間の測定が楽にでき、また精度のよいデータが得られるようになった。実験の過程で欠かせなかったのがメタマグネティック転移に付随する3つの秩序相を実現するための超伝導磁石 (SCM) であったが、これには、工学部金属加工学教室の中村陽二教授の研究室所属の5 T の SCM に大変ご厄介になった。ガラスデュワー中でぶらさげてあり、従って温度変化も全体をポンピングするという最もシンプルなものであったが、実に貴重な存在であった。お蔭で、1972年課程博士の学位取得に至ることができた。

その後、ペンシルバニア州立大学の低温研究所で Post-Doctoral Fellow に採用され、2年近く、 $K_3Fe(CN)_6$  の熱力学的物性の測定という、NMR とは全く関係のないテーマに従事することになる。日本人の留学生も多く、全く楽しい留学生生活を体験することができた。帰国したころからは、紛争後の教養部改善策の1つとして、教養部にも予算が大分配されるようになり、川井教授、林(顕彰) 助手の3人グループとしての予算で、既成の NMR 装置としてマテック社製のコーヒーレントパルス NMR 装置一式を購入し、これを同じ場所に設置することにより、そのころ関心を集めつつあった磁氣的ソリトンの NMR による検証という新たなテーマに取り組んだ。化学教室目片守助教授(現福井大学名誉教授)の助手であった網代氏の指導院生であった、足立行夫氏(現神戸学院)や菊地彦光氏(現福井大学)をはじめとする院生に共同利用という形で、われわれの装置をよく使ってもらったのもこのころである。

1980年に、前川覚氏が助手として教養部に着任し、中心となって電磁石用のヘリウム3温度域 NMR クライオスタットを作成し、また、林助教授退官のあと、1987年には、河本敏郎氏(現神戸大学理学研究科)が助手として着任し、緩和時間の測定のコンピュータによる自動化とヘリウム温度域以上の温度コントローラ装置の製作などを行い、広い温度範囲の測定が可能となった。河本氏の後任として1992年に現助手の小山田明氏が着任した後は、位相検波による受信機の改良やパソコンによる計測の自動化の充実などを行い、寄せ集めせではあるが、パルス法 NMR 装置一式として充実したものとなった。

ところで、辻川研の助手の阪先生(故人)は実に長い間極低温研究室運営委員会の会計を担当しておられたが、電磁石の冷却水の循環装置や室内の回収配管などでは大変お世話になったものである。けだし、極低温研究室の主のような方であった。ほとんど物理や化学の話はしなかったが、クラシックの音楽談義はよくした。現在世界的な若手指揮者の一人であるご子息の阪哲郎氏の少年時代のことや京都芸大入学の経緯など聞かされたものである。

このように私自身は極低温研空室からはヘリウムの利用者としては一番離れたところに所属しながら、もっぱら低温実験は液化機とは最も至近なところで実験をさせもらえるという幸せな環境にいたわけであるが、ヘリウム消費がだんとつの平井先生と現センター長の水崎先生傘下の物理の低温研究室には、早くから回収配管が敷設されていたものの、他のユーザーには実験のあとの風船に回収したヘリウムガスの運搬という今から考えるととてつもない作業が残されていた。林哲介氏の光グループはまだ少量ではあったもの教養部から延々と運搬せねばならないし、超伝導発電の実験をされていた工学部電気の仁田先生(現東京大学工学部)や金属加工の志賀先生のグループなど大量消費の工学部や理学部化学教室のユーザーなどの苦勞は大変なものであったはずである。そんな苦勞を解消する方法はもちろん学内ユーザーのいる研究室に、回収配管をめぐらすことであり、目片運営委員長などが中心になって本部に予算獲得にのりだすことになった。一番頭の痛い問題は今出川通りと吉田参道の掘削である。ここは、京都市の管轄で当然工事となると道路工事の認可を市にとる必要があるし、仮に許可がおりたとしてもその間の交通規制など市側との面倒な交渉をどうするかなど避けて通れない。しかし、施設との話し合いで、いったんは、北部、本部構内から医学部構内に到るまで既存の電気、

ガスの配管用の側溝が走っているのでこの中を走らしてはという案が浮かび上がったものの、事務当局はヘリウムガスなどを通して爆発の危険はないかということを実際に心配しているらしいというような情報がもれてくる。そんな中で、古参の事務官が今は使用されていない旧側溝がまだそのまま埋設されているのでそれを使用してはというアイデアが出され、皆これで問題解決だと意気こんだ。ところが、調べてもらったところ、今出川通りは残っている図面から位置の特定ができるものの、吉田参道については、図面がなく、正門の東側あたりから教養部構内の電話交換施設のあるあたりであろうというおぼろげな記憶だけであった。そこでその記憶をたよりに、まず、教養部側の歩道を塀にそって金属探知機で探ることになった。金属探知機のベテランを自認する人も含め何人かの事務官も応援にかけつけてくれて、朝から手探りで探査に着手した。午後にはもっともらしい探知音がひっきり、ここだということで、今度は塀の裏側の土盛の土をスコップでほりおこし、めどがたったところで工学部側でも塀の内側の土盛を掘ることにより側溝がちゃんと工学部から通じていることが判明した。めでたし、めでたし、一切京都市に厄介になることなく難所を貫通させるめどがたったのであった。1982年のことである。そのような経緯があり、教養部構内では東側の塀にそって配管をはわし、現在では旧教養部F号館、総合人間学部1号館の実験棟、人間・環境学研究科の研究棟まで配管が達しており、圧送用ポンプも設置されたので、F号館の地下実験室に8Tの超伝導磁石を設置することでできたし、現在では、大学院生にすべて負担がかかるベッセルの運搬を別にすれば、希釈冷凍機やSCM用に、常時大口のベッセルを満タンにしておくことにも何の支障もない状態である。

極低温実験室の内部環境は、場所としてはともかく、長い間決していいものではなかった。全館冷暖房完備で夏場でも冬場でも快適な環境になったのは、4、5年程前からであったと記憶している。冬場は大きなガスストーブでまわりを暖めて、足元は電気ストーブでということで暖をとることができたが、夏場のひどさはたまったものではなかった。風でも入れようと窓を開けると、すぐ目と鼻の先の馬術部の馬小屋の馬糞の匂いが西風とともにはいりこんでくるし、午後は西日がまともに射しこみ、じっとしていてもタオルでぬぐっても額から肩から汗がしたたり落ちるといった状態であった。馬小屋の隣ということで香取線香はかかせなかった。

しかし、西門を一歩外に出ると、気さくなおじさんおばさん夫婦のいる居酒屋や中華料理や、とんこつだしのラーメン屋、気軽に入れる喫茶店など、一息も二息も息抜きのできる場所にはことかかない。測定待ちの間の時間つぶしに、あるいは、空腹を癒すためにとよく実験をしているときには、頻りに、足を運んだものであった。これらの店は明らかに京大でもっているようなものであろうし、京大に学び、あるいは研究するものにとってはまさに憩いの場所となっている。食べ物屋を別としても、有名な神社仏閣ありで、私個人としては、どこの大学や研究所を訪れても、一体、大学生活や研究生活を送る上で、京大の界隈ほど周環境のよいところはないと思う。なんでもありである。今はやりの表現を借りれば、まさに学問と研究と憩い場の共生が醸成されているのが京大とその界隈であるともいえようか。

実は、編集委員会の方から何でもいから退官にあたって一文をとの依頼を受けた。最近の研究の一端を紹介してもらったそのあとがきとして、旧極低温研究室には永年大変お世話になってきたので、そのことにどうしても触れておかねばならないということで、まず、あとがきから書き始めところ、すっかり忘却のあなたにおかれたままになっていた、お世話になった人々、かかわったいろいろなことなどのことが記憶の糸をほぐすようによみがえってきて、これほど長くなってしまい、研究の一端の紹介のスペースはとうになくなってしまった。随分昔のことと個人的なことに終始し、いささか感傷めいた色合いの濃いものになってしまった感が強いが、あらためて振り返るまでもなく、私としては、旧極低温研究室では、研究スペースのみならず、初めにも述べた2世代にわたる電磁石をほとんど独占状態で使わせてもらった上に、文中でお名前をあげさせもらった方はもちろん他にもいろいろ

な方に大変お世話になりっぱなしであった。この場をかりて御礼を申しあげる次第である。

最後に、新しく新設された低温物質科学研究センターがますます充実し、低温研究にかかわる、日本への否世界への情報発信基地としてますます発展していかれることを切に期待しています。

#### 参 考 文 献

- [1] 天谷喜一 固体物理 2003年1月号