URA インタビュー記事

~高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 山田和芳所長~

URA 鈴木 博之

第3回目は物構研の山田和芳所長です。山田所長は銅酸化物超伝導体研究の初期から関わり、通称「山田プロット」と言われる、超伝導転移温度とスピンの格子非整合相関に強い相関があることを示した研究成果に象徴されるように、磁気励起と超伝導との相関を中性子散乱で実験的に明らかにした一連の研究がよく知られています。山田所長は東北大学大学院理学研究科で博士、同大学理学部で助手、助教授まで在籍し、京都大学化学研究所の教授、そして東北大学金属材料研究所、同東北大のWPI原子分子材料科学高等研究機構を経て、物質構造科学研究所の所長に就任されています。2007年からの日本中性子科学会の会長時代に私が行事幹事を務めたこともあり、今回の後半は中性子や量子ビーム方面の少々突っ込んだお話になっております。また、最後には番外編としての付録的な話題も添えてあります。

2015年2月24日 物構研所長室にて

鈴木 山田所長と言えば、High-Tc と中性子とみなさん思い浮かぶと思います。先生が東北大理学部に居らしたとき、私は当時学生だったのですが、お隣の研究室の遠藤研(通称「遠藤組」)は中性子の研究室なのに、山田先生が絶えず試料育成室に出入りしていたのをよく覚えています。

山田一 世の中の人は私のことを、中性子による High-Tc 研究一筋、という風に思っている人が多いのですが、矛盾 するかもしれないけど、私は周囲にはこれをやっていては ダメだよ、と言っていました。当時フローティングゾーン (FZ)の炉が日本に広まり、いち早く中性子実験のための試 料育成に取りかかっていましたが、これはそのうち外国で もみんな同じことをやり始めることになり、そうなるとビ ームタイムがふんだんにある外国のグループに勝てっこな いと思っていました。そのときダメだと伝えたかったのは、 付加価値をつけないとこれからは生きていけないというこ とです。また、もう1つ言いたかったことは、中性子屋だ からと言って中性子だけに拘っていてはダメだよ、という ことです。確かに、High-Tc 自体は面白くて、研究してい ると未だに色んなことが出てきて決着がつかない。最近の テーマとして、これだけ面白いことが出続けているのは High-Tc ぐらいしかないとは思うのですけど、1つの手法 で拘ってそれだけしかやらないのは良くないと。

鈴木一 付加価値をつける、ということですが、もう少し 具体的には?



山田一 例えば、私の場合やったことの1つとして、理研 のバロンさんに共同研究を持ちかけて頂いたこともあり、 SPring-8でX線非弾性散乱を始めました。やってみると、 中性子をやってきた人にとっては革命的でした。とにかく ビームスポットが小さくて、ほぼ 1mm のスペース内での 試料均一性があればいいのです。中性子ならば数 cm の単 結晶インゴットを何個も並べる必要があったのです。これ ならば同じサンプル面を移動していくだけで濃度勾配がと れると考え、濃度勾配がある単結晶を作って実験を行いま した。勿論、先に中性子の研究結果があったからですが、 ある意味相補的な使い方ではありました。大事なのは、そ ういう新しい取組をいつも考えていたことだと思います。 先に述べたように High-Tc は研究対象としては確かに面 白いので、私も対象物としては High-Tc がメインでした が、私自身は1つのことに拘ってやっていたという意識は ないです。若い人を見てると成果創出に追われて多少コン サバティブな感じがしますね。

鈴木 中性子と X線の相補利用という言葉がでてきましたが、今で言うマルチプローブですね。で、マルチプローブと言えば、元素戦略では鉄系超伝導で新しい相の発見につながる、まさにマルチプローブでの成果があがりましたよね。典型的な成功例では?

山田一 この鉄系超伝導のときは最初にミューオンで結果がでたときに、じゃあ中性子でやろうか、という感じでフットワークが軽く研究が進んでいきました。ただ、物構研ではサイエンスにこだわっているところがあり、ほんとに新しいサイエンスが出ているかという点を意識しています。それがでてきて、初めてマルチプローブとしての成果だという感じはあるんですね、物構研の中には。でも、マルチプローブの良さが十分に出た例であって、そこには物構研の良い意味での今のフットワークの軽さがありますね。

鈴木一 内部の方ですと、なかなか評価は厳しいですね。

山田一 マルチプローブという言葉もすっかり広まっていますが、現場の人、つまり、ビームラインの特に若い人が、自ら他のプローブを使ってみようかという意識を積極的に持たないといけないと思います。以前、他の機関でもマルチプローブを推進する試みがありましたが、その際、スタンプラリーを提案したことがあります。中性子や X 線を使う毎にスタンプがあって、スタンプを 4 つ集めたら昇進に有利とかボーナスとか(笑)。とにかくトップダウンでやれと言われるのではダメです。

大型施設においては、ますます能動的な活動が必要だと思ってます。誰かが作ったサンプルの測定を依頼されるだけという、そういう受動的ではなくて、自分たちの装置のスペックや特長を積極的に外に発信して、装置の特性が活かせるサンプルはないだろうかと、能動的に働きかけることが必要です。サンプルをもっている人だけが主導権を持つのは健康的ではないと感じます。確かに以前自分が大学に居たときはサンプルを持っていて、測定させてくれるところがあればいいと思っていました。だから、立場が違った途端こんなことを言うのも何ですが、とにかく能動的なことを施設側がしないといけないと思っています。そこが、所謂共用施設ではなく研究所としての重要な点だと思っています。

マルチプローブはマルチプローブという視点として有効な研究手段ですが、施設としてもっと大事なことは、各プローブの先端性をもっと高めることです。先端性を高める

と測定できるサンプルの種類や実空間と逆格子空間の測定 領域が拡大し、プローブ毎の共通の領域が広まり、結果的 にマルチプローブの有効性も増します。また、マルチプロ ーブは、私の感覚では X線と中性子とミューオンと言った プローブの種類を組み合わせることだけではありません。 例えば、放射光の中だけでも違うビームラインでは、それ は違うプローブに値するし、1 つの手法でも色んな見方が 同時にできる。これがマルチプローブで、プローブの種類 にこだわらずに、またこれからは実空間と逆格子空間の情 報を如何に組み合わせるかが益々重要になってくるでしょ う。J-PARC(大強度陽子加速器施設)の MLF(物質・生命 科学実験施設)ではプロジェクト研究と位置づけで、構造と ダイナミクスをみる課題を募集しています。これも広い意 味でマルチプローブですね。要するに、1つの手段で1つ の見方でしか観ないというのは、これから先に限界がある のは、私が言わなくてもみなさん思っていることだと思い ます。だから特に若い人は1つのところに留まっていない で、自分の持つ世界を積極的に広めて欲しいです。先に同 じことを言いましたが、私には若い人がちょっとコンサバ ティブに見えることがあります。

鈴木 マルチプローブは物構研の中では、研究所としての一体感を作り出す求心力みたいなものになっているように感じますね。

山田― 物性研は、そういう立場からみるとどういう研究 所なんだろうと思うと、ある意味でマルチプローブなんで すよね。色んな得意技を持っている人がいる。量子ビーム 以外にも、物作り、計算、理論、そして強磁場など、この 場合はマルチラボと言った方がいいかもしれませんが。別 にこれは物性研に限ったことではなく、私は京都大学の化 研、東北大学の金研、そして現在の物構研と、研究所を渡 り歩いていますが、どこでもそうです。今回の鉄系超伝導 では、元素戦略というプロジェクトのもと、量子ビームの マルチプローブとしてそれぞれのプローブにおける研究を 連携させながら1つの成果に繋げることをやったのですが、 その意義は研究所としては結構大事だと思っています。同 様に考えると、マルチラボである研究所においても、ラボ 間で協力して研究所全体としてあるベクトル方向を出して いくことは、これまでもある程度やってきたことだと思い ますが、今後はもっと色んな意味で求められていくでしょ うね。ただ、研究所全体ではあるベクトルが必要になって くるのですが、個人について見れば、"曲がるベクトル"が

必要なのです。勿論、大前提として全体で同じ方向を向く のは大学ではやってはいけない。個々の根っことなる主軸 はある方向を向いて研究室の独自のカラーとして、そのべ クトルを長く太くし、それぞれが先端性を高める。ただ、 あるときにぐっと曲がって、研究所全体としてあるコンポ ーネントを生み出すようなイメージですね。何が言いたい かと言うと、物構研も大学共同機関としては、全国の幅広 い人達に研究設備を提供するのがミッションですが、それ だけではダメで、自らが最先端の研究をやっていかないと いけないし、その中で研究所としてカラーを出していかな いといけないのです。ただ、そのバランスは難しいです。 抱えている共用装置群の性格は物構研と物性研ではかなり 違いますが、そのバランスが難しいのは、物性研も同じ悩 みを抱えていると思います。その物性研の出すベクトルと してはどうでしょうか、物性研のこれまでの実績を考える とやはり基礎科学的な側面が強いので、何か新しいコンセ プトがでてくる、そういう方向性の音頭をとっていくのが 望ましいように思えます。



鈴木 その物性研の出すベクトルに相当するものになると思いますが、現在物性研では、部門と施設を巻き込んだ横断的なグループを作っています。テーマとしては強相関の新しい展開としての「新量子相」と、励起状態や非平衡状態に踏み込んだ「機能物性」で、後者は特に幅広い横断的なグループになっています。

山田 それは面白そうですね。そのような研究所の試みに参加する際には、個々の研究者についてみれば、ベクトルを曲げるという、そういうフレキシビリティが必要なのですが、各研究者がどういうふうに付加価値をつけていけばいいのか、そのベクトルの曲げ方については、普段から

考えていないとダメです。確かに天才的な人はたまに居て、そういう人は別かもしれないけど、私のような普通の人は、フレキシビリティを持って、世の中の移り変わりに対して、アンテナを張ることが必要です。根っこを持つことと自分はこれしかやらないというのは違うことで、枝を向ける方向は、世の中を見て決めるべきですね。

鈴木 色々な展開を個々の研究者がフレキシブルに考えるのは確かに理想的ですが、例えば実験屋からすると、なかなか理論的なフォローができないことが、一歩踏み出して展開していくのに足枷になっていると思いますが。

山田― そうですね、理論家は私なんかが聞いてもバカに しないで教えてくれる人が一番いいですね(笑)。幸い私に は、所謂お抱え理論家が居るんですよ。いや、私がお抱え というのは、その先生方に失礼ですが、偉い先生がいる研 究会ではとても聞けないような質問を個別に聞いて頂ける 理論の先生がいます。「馬鹿な質問ですが」という感じで 質問するのですが、勿論全く馬鹿な質問ではないと思って いるのですが、それなりに答えて頂けます。また、そんな 私の質問から、そういうことも考えなくていけないと思っ てくれる場合もあります。私の考えでは、物性においては、 理論家がそういうキャラクターを持つことは重要だと思い ます。そうでないと、実験の人とフリーなディスカッショ ンができないんです。もしかしたら私だけの話かもしれま せんが、実験家は基礎的なところで誤解している場合もあ るし、また良いアイデアを実験家が言う場合も結構ありま すし。外国ではそういう雰囲気がある場所が多いですね。 ブルックへブンに1年居た時には私の居室に理論家が1日 に何回も入ってきてディスカッションしていました。時に は、どこから手に入れたのか投稿中の論文を持ってきて、 「これは実験的にどうなんだ」ということもありました。

鈴木一 話しを研究所に関することに戻したいのですが、 特に、「共同利用」という観点に。

山田 全国共同利用の頃からの大学共同利用のミッションには、大型施設と個人を結びつけることがあったと思いますが、最近言われるようになったのは、個人ではなくて大学という組織との連携に変わってきています。30年前は、大学の先生が共同利用機関に来て何週間に渡って研究することが出来たけど、大学が独法化してからは、そのように大学から外に出っぱなしの人は大学では評価されない傾向

になっています。また、もっと大きな問題として、大型施設というのは"使うもの"だという意識が大半を占めるようになってしまっています。そういう人達から見れば、良い物を作れば世界中どこでも使いに行くという感覚です。ただ私は、この点については近いうちに回帰現象が起こると、いや起こらないといけないと思います。やはり、単なるユーザーと装置提供の関係ではなく、新しい装置開発も伴う共同研究を行っていかないと最先端の研究を行うというのでは世界と戦えなくなるのは目に見えています。ですので、こちらとしても、大学側の大型施設に対する意識を変えていかなくてはいけないと思ってます。

鈴木一 物性研の立場としてはどうでしょう?

山田 物性研には、今まで個々の研究者を相手にしてきた共同利用から、一歩進んでインターフェースとしての機能を期待したいです。

鈴木─ というと?

山田一 例えば、個人が何かしようとしたときに直接相手が大型施設では、これは明らかに個人から見ると too big です。では大学と大型施設となると、大学が法人化した後は大学間の競争もあり、それは大学にとってどういうメリットがあるかが必ず問われてしまい、なかなかうまくいかない、身動きがとれない。ただ、これが、物性研という研究拠点となれば、個人と大型施設、そして大学と大型施設を繋ぐインターフェースとして丁度良い立場なのです。おそらく唯一の機関となるでしょう。例えば、物性研のところに大学などの連携コンソーシアムを作って、大型施設における単なる間借りではなく、施設側にモノを言える良い協力関係を築くことができると思います。これは物性研の新しい存在意義になる筈です。ですので、今までと同じように、物性研があくまでも個人相手の体制でやっているのではなく、一歩進んだ展開を考えて欲しいですね。

また、これは中性子や放射光のように大型施設に関する 分野ことですが、それに限った話しでなく物性研に関して 見ると、今、所謂旧国研の研究所がこれから研究開発法人 なっていくときに、大学と産業のインターフェースになれ と言われていますけど、物性研はそのような世の中の流れ の中で、どういう立ち位置をとるかも大きな課題でないで しょうか?それは物性研にしてみれば、非常に難しいこと だと思います。これまでのように基礎研究だけなのか。 **鈴木** 多分ご存知ないと思いますが、実はそもそも物性研の設立趣旨の中でも『物性研が物性物理学の綜合的かつ系統的な研究を行ない、それによってわが国の学問の水準を高め工業技術の発展に貢献する』と謳われています。今年度は10年に一度の外部評価や共同利用の期末評価と新規申請があり、色々検討する機会となっていることもあり、この6月に物性研究における様々な基盤技術・基礎科学がどのように産業課題の解決に資するかという視点でのワークショップを開催することになっています。

山田 岐路にたっているところは物構研も同じで、新しい放射光計画が今後具体化していく場合、全体を見た議論が必要になってきます。一方、中性子に関しては、今後は小型中性子源の開発も進み日本の各地に設置されていくことが予想されます。 X 線のように研究室に必ずあるような状況にはなりませんが、間違いなく中性子を使う研究者は増えていき、中性子のネットワークもできてくると思います。中性子施設を有する物性研としては、そのような少し先を見据えて、中性子の業界を引っ張っていって欲しいと思いますが。えっと、このインタビューは少々大風呂敷を広げるようなことも話していいのかな?

鈴木 そうですね、忌憚の無いお話を伺うのがモットーですので。というか、既に色々広げてらっしゃるようにも思えますが。

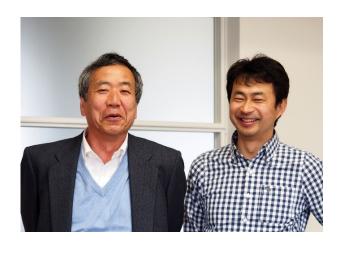
山田― そうですか、では、ここからはとりあえず物構研 所長という立場からでなく、ということで。私は中性子出 身でもあるので、やはり3号炉(研究用原子炉:主に中性 子実験用)の問題が気になります。再稼働がうまく行った としても、その後どう維持していくのか、それに関しても 今から準備しないといけないと思います。例えば、先ほど 述べたような東北大・金研、京大、企業、研究所群をまと めてコンソーシアムを物性研が中心になって作っていくと か。また、今は完全に分離してしまっている J-PARC と 3 号炉について、運営効率や相補的な中性子利用、そしてオ ールジャパンの中性子研究体制を考えるのなら、この2つ の中性子施設の理想的な形について、コミュニティが明確 なビジョンを持って行く必要があり、施設側でも無く、単 なる1ユーザー個人でもない物性研が中心的な役割が担う ことになるでしょう。そういう意味でもインターフェース の機能は、この移り変わりの時期に、非常に重要になって くると思います。

更にもっと大きな全体の議論という立場からすると、国 民の目からみたら、放射光も中性子も変わらないんですし、 将来には量子ビーム研究機構みたいな形になれば、量子ビ ームの中においても、研究者や技術スタッフの流動性が増 すとともに、量子ビーム研究に合った運営・人員整備を確 立できるのではと思います。外国の施設のような各ビーム ラインに十分な人員構成が可能になるような体制ができる、 いや将来的には向かっていくべきかと思います。

鈴木 最後はかなり大きな話しになりましたね。外国でのビームラインで実験経験のある方は、外国施設のスタッフの充実さに理想を感じるのは、みなさんそうではないでしょうか?

山田 放射光やパルス中性子源のように先人達は世界に 魁けて日本にそれらの施設を作りました。とくに放射光で は真空封止アンジュレータのように、放射光の世界に大き な影響を与えた日本発の技術もいくつかあります。しかし 現状では、世界的にユニークな日本発の技術が数多く発信 されている状況にはありません。日本の研究者や設備が劣っ ているというのではなく、このような技術開発をする余裕が なくなってきたのかも知れません。海外では本当に新しいモ ノを作り出すためのフレキシブルな思考とそれをサポート する科学技術の文化がその背景にあるようにも思います。

短期的な成果が求められる今の日本の科学技術の状況から非常に挑戦的なテーマがやりづらい環境ではありますが、 我々のような施設は施設で努力していくなか、物性研には、 その立ち位置を改めて認識した上で、これまでにないこと も含めて展開していって欲しいと思います。



=以下はインタビューの中での話ですが、文脈上、別枠で 掲載致します。話しは物性研究の一般の人々に向けての広 報に関してです。

鈴木 以前のインタビューでもありましたが、宇宙や素粒子の分野と比べると社会に訴える、一般の方にアピールすることについては、物性分野では難しいですね。

山田 高エネ研に居るとよくわかるのですが、一般向けの広報については、素粒子とか高エネルギーの物理の人達と同じ土俵にたって説明をするのはかなり無理な話しだと感じます。一般の人たちが宇宙に憧れをもって物事を見るのはしょうがないです。

鈴木一 「物質の中の宇宙」というキーフレーズは最近物性研でも一般講演会のテーマとして使っていますが。

山田一 そう、その言葉、「物質の中の宇宙」、これはね、東北大の金研の研究室紹介のときに、私が初めて使ったんですよ。物質の中にある原子の数の 10²³ 個は、宇宙にある星の数と匹敵して、原子という星が物質の中で宇宙を作っていると。その後みんなが言い出したので今は新鮮味が無くなってしまったんです。あれは 2004 年だったと思うけど、あのとき、ちゃんとコピーライトを取っておけば良かった。

鈴木一 では、せめてこのインタビューの記事として活字で残しておきますか。

山田 それならば、もう1つ。「直感物理学©」です。最近はきちんと式を追っていくような輪講ってあまりやらないそうです。ただ、式の意味については考えさせることは重要なので、本を書こうと思っています。で、タイトルが「直感物理学©」です。金研の学生に言ったら是非作って下さいと言われていて、学生もやはり式については非常に気になっているんですよね。だから、直感的にわかりやすい導入をすることが大事だと思うんです。

鈴木─ 「直感物理学©」ですね。では、出版お待ちしております。