

産学官との連携

産学官との連携



取材日：2025年10月3日  
日本科学機器協会会議室

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構  
高崎量子技術基盤研究所QSTアソシエイト  
公益社団法人 日本分析化学会 会長 理学博士

やまもと ひろゆき

山本 博之 先生 に聞く

量子ビーム技術の発展で進歩する  
様々なテクノロジーを支える分析技術と  
益々意義を増す量子科学技術の重要性



聞き手：富山裕明 日本科学機器協会 広報委員長  
三田村義崇 日本科学機器協会 副広報委員長  
梅垣喜通 日本科学機器協会 顧問  
岡田康弘 日本科学機器協会 編集長  
(取材・撮影・編集協力：クリエイティブ・レイ(株) 安井久雄)

山本 博之 先生のプロフィール

【学歴・職歴】

- 1983年 3月 東京理科大学 理学部応用化学科卒業
- 1988年 3月 東京理科大学大学院 理学研究科化学専攻博士課程修了 理学博士
- 1988年 4月 日本原子力研究所入所、東海研究所 化学部固体化学研究室研究員
- 2003年 4月 日本原子力研究所 東海研究所中性子利用研究センター主任研究員
- 2005年10月 日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門研究主幹(法人統合による)
- 2012年10月 日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門研究主席  
兼 中性子イメージング・分析研究グループリーダー
- 2016年 4月 量子科学技術研究開発機構(QST)に転籍、高崎量子応用研究所副所長  
兼 東海量子ビーム応用研究センター長(東海駐在)
- 2024年 4月 量子科学技術研究開発機構 高崎量子技術基盤研究所副所長  
兼 先進ビーム利用施設部長
- 2025年 3月 量子科学技術研究開発機構 退職
- 2025年 4月 量子科学技術研究開発機構QSTアソシエイト、現在に至る

【学会活動・委員】

- 2008年 1月～2023年3月 日本学術振興会 製鋼第19委員会委員
- 2023年 4月～一般社団法人 製鋼コンソーシアム委員
- 2007年 3月～公益社団法人 日本分析化学会 関東支部常任幹事、副支部長、  
Anal. Sci.編集委員等を歴任し、
- 2021年度 公益社団法人 日本分析化学会 関東支部長
- 2021年 4月 公益社団法人 日本分析化学会 理事、現在に至る
- 2023年 8月 公益社団法人 日本分析化学会 会長(代表理事)、現在に至る

【主な受賞】

- 1997年12月 日本表面科学会 表面科学論文賞  
「ストロンチウム化合物におけるオージェ共鳴ラマン散乱」
- 2019年 9月 日本分析化学会 技術功績賞  
「量子ビームを利用した表面ナノ領域における解析技術の高度化と普及」



ナノテクノロジーの隆盛を  
生んだ量子ビームによる  
分析技術の発展

山本博之先生は、放射光X線を用いたナノ材料の非破壊深さプロファイリングの研究など、数多くの研究成果をあげられています。量子ビームを用いた分析手法の開発は、ナノテクなど多くの技術を進展させ、先生はその進歩に携わられてこられました。まずは、先生のご経歴から伺えますでしょうか。

山本 私の経歴を簡単にお話しますと、東京理科大学理学部の応用化学科に入学し、卒業研究の履修に際し分析に興味を持っていた私は“分析と言えばこの先生!”と、工業分析化学をテーマとして掲げておられた古谷圭一先生の研究室に卒業研究生として加わることとなりました。一口に分析といっても様々なテーマがありましたが、古谷研究室の紹介文にあった「表面は学術的に未知であり…」という言葉に魅力を感じ、是非表面分析に挑戦したいと思い先生にお願いしました。それが分析の道に入ったきっかけになります。

卒業研究を始めた1982年当時は、いわゆるナノテクノロジーという言葉が普及するちょっと前の時代でした。しかし、分析の研究者は、既に原子レベルの分析が必要だと当然のように思っていました。私は、「材料のナノ領域の姿を明らかにする」という意気込みで、表面分析の中でも“深さプロファイリング”という研究に取り組みました。

表面分析技術の深さプロファイリングとは何でしょうか。

山本 表面分析の一つの技術です。固体の一番表面に現れている部分から深さ方向に分析していくと、物質の組成や化学状態(Siならば、Si、SiO、SiO<sub>2</sub>などの化学形)などが少しずつ変化することがよくあります。それらをきちんと分析していくのが深さプロファイリングです。

今では2次元、3次元分析などいわゆるイメージング分析が当たり前になりましたが、当時は、深さプロファイリングを正確に得ることはおろか、その前段階の「よい真空と、きちんとした表面を作る」ということもなかなか大変な作業で、研究室に寝泊まりしながら作業を続けていた記憶があります。

具体的には、二次イオン質量分析法(SIMS)という手法に取り組んでいました。詳細は割愛しますがイオンビームを用いた分析です。これを卒業研究から始め、結果的には博士課程を終え、博士号を取得するまで一貫したテーマで研究を

行うことができました。おかげさまで博士課程在籍中にいくつかの論文としてまとまった成果が得られ、学位をいただけたことは先生方のご指導によるものと思っています。SIMSは破壊分析ですが、この経験が、後の放射光X線を用いた非破壊深さプロファイリング技術の開発にもつながっています。

先生は研究の始まりから「ビームを使った分析」だったわけですね。

山本 実験室内のイオンビームやX線は「量子ビーム」とは少し違いますが、感覚的には近い場所にいたのでしょうか。

大学院修了後、1988年4月に日本原子力研究所(原研、現・日本原子力研究開発機構)に入りました。昭和最後の定期入所でした。

原研では、東海研究所の化学部固体化学研究室に入り「粒子線と物質との相互作用による固体化学的研究」という包括的なテーマの基に研究を行いました。粒子線というのはここでは主にイオン



## 産学官との連携

ビームで、いわば放射線の一種です。放射線が当たることによって物質・材料等にどのような変化が現れるのか、といった研究内容で、その一環としてX線光電子分光法(XPS)を用いてイオン照射下における表面反応の解析を行っていました。2005年からは法人統合によって日本原子力研究開発機構(原子力機構)となりましたが、引き続き2016年3月まで在籍しました。その間に、中性子利用研究センター、原子力機構になってからは量子ビーム応用研究部門などを経ながら、通常の実験室でのX線やイオンビームとともに様々な量子ビームを使った分析や深さプロファイリングなどに取り組んできました。

2016年4月からは量子科学技術研究開発機構(QST)に転籍し、高崎量子応用研究所(2024年4月より高崎量子技術基盤研究所と改称)副所長として東海、高崎で仕事を続けていました。2025年3月を以てQSTを退職し、現在は同研究所に所属するQSTアソシエイトとして、現在に至っています。

### 科学の躍進に貢献する量子ビーム

そもそも量子ビームとはどのようなものなのでしょうか。

山本 量子ビームという言葉が世に現れて20年以上になると思いますが、当時は新たに作られた言葉でした。もとをたどると放射線で、かつては研究の場でも「放射線利用」という言葉が使われていました。

量子ビームの原点は19世紀終わり頃から始まるX線などの発見に遡ります。1895年にドイツの物理学者レントゲンが「新しい光」とも呼ばれたX線を発見し、その後トムソンが1897年に電子を、20世紀に入ってラザフォードが1918年に陽子を、さらにチャドウィックが1932年に中性子を発見しました。これらの発見には真空技術の向上や普及も大きく貢献しています。

その昔、こういったX線や電子、陽子、中性子を実験に使うために、しばしば放射性物質が用いられていました。時代を経て、現代では放射性物質が利用される頻度は大きく減り、基本的には加速器と呼ばれる大きな施設を使って研究を行うのが主流です。

では量子ビームとは何かというと、この言葉が使われはじめた頃は「高品位な放射線」というふうな表現で説明することがありました。

しかし「高品位」とは何か? よく分からないですよ。これをさらに砕いて説明しますと、「優れた特性を持つビーム」ということになります。

例えば光でいえば非常に明るいこと、高い輝度であることがまずあげられます。また太陽の色には複数の色が混じっているのですが、その中から一つの色だけが取り出されているような単色性に優れていることもそうでしょう。さらに光の波としての性質が揃っていることをコヒーレントな光と表現しますが、これも優れた特性の一つと言えます。

コヒーレントな光とは、豆電球とレーザーポインターの違いを思い浮かべると分かりやすいでしょう。どちらも乾電池2個くらいが使われていて実は消費電力としては同じ程度なのですが、豆電球の光は遠くには届きません。一方でレーザーポインターの光は、100メートル程度離れていても簡単に届きます。レーザーは光の波が揃ったコヒーレントな光だからです。

さらに、パルス特性も重要です。パルスとは何かというと、カメラのストロボのように一定の光が光る時間をもつごく短くしたものです。分析との関わりで言えば、光が1秒間だけ光って物質を観測する場合に、

## 産学官との連携

その1秒間の平均的な姿が得られますが、それが10万分の1、1億分の1になれば、その一瞬光った時だけの情報を得ることができるので、より短い時間に生じる変化を分析できることになります。

その他にもビームを細くする集束性、走査性などもあります。このような特性を備えているものが「高品位」であり、量子ビームと言えます。

### 量子ビームは極限領域の分析を可能にするツール

量子ビームが「極限領域の分析を可能にする」というお話ですが、極限領域とは何なのでしょう。

山本 量子ビームは「極限領域の分析を可能にするツールである」と申し上げましたが、極限領域というのは、時間的、空間的な極限領域という意味です。従来からの分析法は定性、定量を行うことが基本で、いわば「何が、どれだけ」を情報として得る手段といえます。

もちろん、これらの情報について

も量子ビームを用いてより微量の情報まで得られるようになってきた例も少なくありません。さらに量子ビームを用いた分析ではこれに加え、非常に短い時間に起きた現象の解析や、微細な空間のイメージングが可能な、いわば「いつ、どこで」に相当する情報まで提供できるようになってきました。これらについてはなかなか従来の分析法では得ることの難しい情報です。

例えば、陽子と中性子からなる原子核の周りを回っている電子は、化学反応を起こす際に大きな役割を果たします。化学反応の際に生じる電子の「励起」(電子が上の軌道に上がること)や「緩和」(下の軌道に降りること)といった現象はそれぞれフェムト秒(10の-15乗秒)、ピコ秒(10の-12乗秒)程度の非常に短い時間で起きるとされています。量子ビームの一つである高強度極短パルスレーザーはこれらの現象よりもはるかに短い1f sec(フェムト秒=1秒の10の-15乗)や1a sec(アト秒=1秒の10の-18乗)のパルスが得られますので、これら

の電子の様子が変化するところを捉えられるのです。

高強度極短パルスレーザーがのぞくことのできる世界は、電子や原子をはじめあらゆるものが「止まって」見える世界とも言えます。

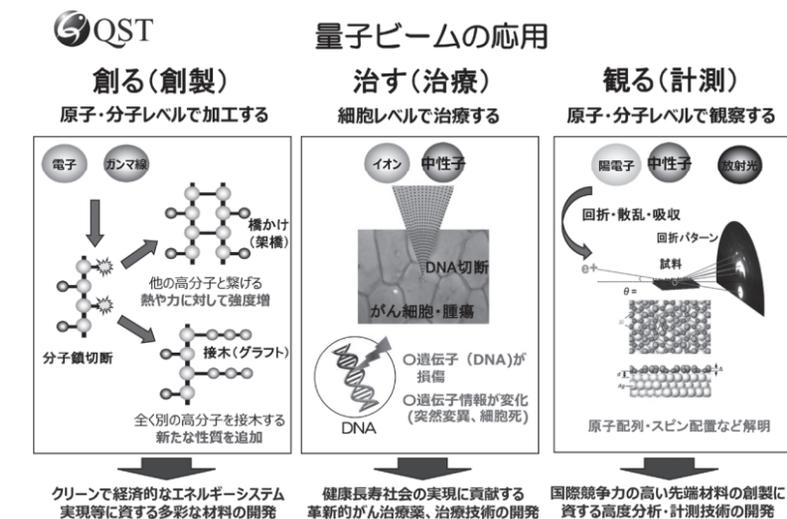
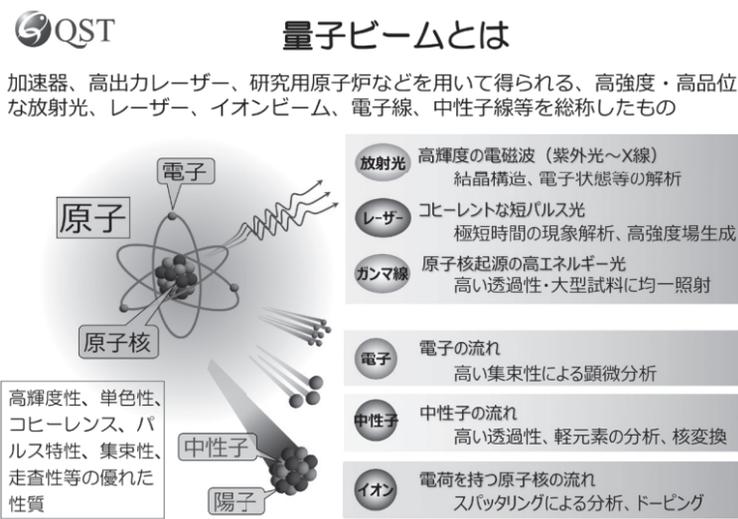
### 量子ビーム技術は環境、ライフサイエンス、農業など多彩な分野にも寄与

他の分野でも寄与されている例を教えてくださいませんか。

山本 そうですね。量子ビームは分析以外でも様々な分野で応用されています。具体的な例をいくつかお話していきましょう。

例えば、放射光X線と中性子を組み合わせて行われた研究に、タンパク質の構造解析があります。生命活動の中心を担うタンパク質の構造を観るわけですが、X線ではタンパク質の骨格構造を成す炭素、窒素、酸素、硫黄といった重い元素を観ることができます。一方、中性子では水素などの軽い元素を観ることができます。このようにして、放射光X線と中性子から得られるデータを組み合わせることによりタンパク質を構成する全原子の構造が分かるわけです。私はバイオ分野の専門ではありませんが、水がどのようにタンパク質の近くに配置されているのかは大変重要であり、特に創薬においては非常に有効な情報になるそうです。

この技術を応用すると、例えば、HIVプロテアーゼというエイズウイルスを増殖させるタンパク質、さらに



## 産学官との連携



### 環境中の有害物質捕集やレアアース採取技術への応用が可能な量子ビーム

その活性を阻害するためにはどのような分子が適当かを分析することができます。阻害剤が付着することでHIVプロテアーゼは機能しなくなるので、エイズウイルスの増殖を防ぐ薬の開発につながるわけです。

さらに異なる話ですが、中性子を用い金属配管などに加わる応力を測定する技術によって材料の健全性を評価することができます。薄い金属に力を加えると曲がり、さらに何度も曲げているうちに破断してしまいます。それは中で残留応力というひずみが入っているために起きる現象です。金属を材料に使う場合、当然ながら破断する前にそのひずみが検知できれば大きな事故を避けることにもつながります。

ひずみがない場合は整然とした原子の結晶構造がつけられているのですが、引っ張り応力などがかかると原子間の距離が延びることによってひずみが生じます。その変化を中性子回折法という技術を用いて測ることができるので、破断に至る前の金属の健全性が分かるようになります。特に中性子は透過力が強いことから、金属内部の様子まで知ることができます。

**山本** また別の量子ビームの具体的な応用としては、環境対策や農業、医薬、土木業などの分野でも試みられてきました。実際に社会実装されている技術も含め、いくつかご紹介したいと思います。これもまた分析とは違う例になります。

**分析以外の応用や用途も様々あるわけですね。**

**山本** まずは電子線・ガンマ線の利用例で、高分子の基材から環境・資源確保に役立つような技術を生み出した研究事例です。

高分子の基材に電子線やガンマ線を照射することによってラジカル(活性種)というものが生じます。そこに吸着機能を持つ分子鎖をくっつける「放射線グラフト重合技術」を応用することで高分子基材自体に新たな性質を加えて、欲しい金属を捕集する材料を創製できます。

そうして有害金属を除去する材

料を作り、応用した実例がいくつかあります。例えば半導体洗浄液用のフィルター、さらにホタテの加工で発生する残渣中のカドミウム除去、ビル空調用の冷却循環水からの鉄の除去といった技術などです。その他、表面処理に適用して低摩擦で高い払拭性を持つ車のワイパー用のゴムにすることができます。

また、金属を捕集するので、海や河川にある人体に望ましくない金属物質を取り除く環境浄化や、資源確保の手段としてレアアースを回収する技術開発にもつながりますし、海水中からウランを取り出すような技術にも応用できます。

さらにこの技術は、既に量産化されている製品にも用いられています。福島第一原発事故の後に、セシウムが地下水中に存在しているのではないかとということが問題となりましたが、そうしたセシウムを捕集する除去装置(蛇口につなぐ普通の浄水カートリッジと同様のもの)などに使われ、ある自治体では住民に配布されました。

次に、農業関係への応用についてです。「イオンビーム育種」という言葉を聞いた事があるでしょうか。イオンビーム育種とは、農作物や鑑賞用の植物への技術応用です。一般的な品種改良は突然変異を使うことが多いのですが、これも突然変異の一つです。

ここでは、例えば種子などにイオンビームを照射することで、高い効率で変異を誘発させることができます。低温で成長するメロン(これまでより1~2度低い温度で生育するだけでも温室ボイラーの重油代が

大きく節減できます)、これまでにない鮮やかな色の花、観賞用の菊などは出荷前に側枝を取る作業が非常に大変なのですが、側枝がない菊の開発などがあります。

さらに、大気汚染の原因物質である二酸化窒素を高効率で吸収するようにした植物の開発、つまりこれは空気をきれいにしてくれるということになります。また、セシウムやカドミウムを吸わないイネの開発などにも使われています。カドミウムなどを吸わないイネは、日本だけでなく外国でもニーズが高いようです。

他にも香りの良い花の育成など多々ありますが、少し変わったところでは、酵母にイオンビームを照射することによって、より香りの良い日本酒を作ることに成功した例もあります。なお、これは遺伝子を人為的に組み替える遺伝子組み換えとは全く異なるものです。自然に起きている現象をイオンビームによって生じさせたものとご理解いただければよいと思います。

### がん治療やトンネル点検等暮らしで有用な量子ビーム

**山本** RIを用いた放射性薬剤も、量子ビーム技術の応用の一環と言えます。荷電粒子を用い、加速器の特性を活かしながら種々のRI薬剤が作製されてきています。

かつてのRI薬剤は腫瘍に特異的に集まる特性を持たせることで、がんの早期発見に役立てられることが多くありましたが、最近では腫瘍の場所の特定にとどまらず、RI薬剤を積極的に治療に応用すること

## 産学官との連携

が進んでいます。例えばα線を出すような薬剤ですと体の特定の部分にしかα線は届きませんので、腫瘍のあるところに薬剤が集まるようにすれば、腫瘍だけを攻撃してくれるような薬剤となります。

抗がん剤はどうしても耐性によって効果が弱まってしまったりありますが、RI薬剤は耐性による効果の低下が少ないと言われています。

**それは画期的です。実際の使用例はあるのでしょうか。**

**山本** ございます。もちろん患者さんの同意などを慎重に得て使用した例です。がんが多くの箇所へ広がりが非常に厳しい見通しであった患者さんに投与した結果、かなり良好な結果が得られたとの報告もあります。今後の技術の進歩がさらに期待できると思います。

最後に、土木分野での量子ビームの活用例です。高強度パルスレーザーによるトンネル検査で、これもかなり有用な結果が得られ、社会実装が始まっています。

以前のニュースで、トンネルの壁が崩落し大きな被害が生じる事故があり、各地の老朽化したトンネルの点検を行う必要性が高まりました。これまで検査の主流は、人が壁を金づちで叩いて異常がないか調べる打音検査で、その方法は大変有効なのだそうですが、かなりの時間と手間がかかり、その人件費も莫大になります。

そうした中でレーザーを検査に使うと有効ではないかと長年レーザーを扱ってきたQST関西研(木

津)でこの実用化に取り組みました。トンネルの壁にパルスレーザーを繰り返し照射し、発生する振動を測定することによって、打音検査と同様の検査を行おうというものです。パルスレーザー照射による試験の結果は非常に優れたもので、今ではトンネル検査の手法の一つとして国からも認められています。

具体的には車にレーザー発信装置を積んで検査したい場所に沿ってゆっくり走りながらレーザーを照射して測定していきます。人が行う打音検査よりも、はるかに速く行うことができ、交通量が少ない夜中などでも検査がしやすいなど、多くのメリットがある技術となりました。

### QSTははじめ各研究施設が実験・分析に取り組む様々な量子ビーム研究施設

量子ビームなどの大型研究施設は遠いイメージがありましたが、私たちの生活に直接役立っているわけですね。

**山本** 日本にはいくつか量子ビームの研究施設があり、施設によってX線、イオンビームなど、用いることのできる量子ビームの種類が様々に違います。実際の施設をいくつか挙げてみます。

まず放射光X線では、兵庫県西播磨にある大型放射光施設のSPring-8、茨城県つくばのフロンファクトリーにあるKEK-PFなどがあります。忘れてならないのは新たに仙台に建設されたNanoTerasuです。QSTが国の主体として施設

## 産学官との連携

を設置し、日本で初めて実験ホールを放射線量が一定の基準を下回る非管理区域としており、軟X線を用いた新たな成果が次々と創出されています。高強度レーザーではQST関西研のJ-KAREN-Pという超高強度・短パルスレーザーの施設があります。

またイオンビーム関連は、群馬県高崎市にQST高崎研のイオン照射研究施設、TIARAがあります。ここには電子加速器、γ線照射施設もあります。

中性子線の関連では、茨城県東海村にJ-PARCがあります。J-PARCの物質・生命科学実験施設では核破砕中性子源といって、陽子を原子核に当てることによって得られる中性子を使ったパルス中性子源で実験ができます。さらに加速器ではありませんが、JRR-3という研究用原子炉があり、ここでは原子炉から取り出される中性子が研究に用いられています。

私は主につくばにあるKEK-PFの放射光X線をよく利用していました。マシンタイムともなると、数日間泊まり込みで実験を行っていたものです。

### 量子ビームの種類の違いで 見えるもの、分析できる ものが全く変わってくる

**山本** では、なぜこのように色々な施設があるのかと言うと、分析の視点から見ると、量子ビームの種類によって分析できる対象や得られる情報、そして結果に様々な違いがあるからです。

分かりやすく、X線と中性子ではどのように違うのか、画像をご覧ください。撮影したのは「噴水のように水を吹き出すおもちゃを、水の上に浮かべた様子」です。それぞれ、X線と中性子を当てて撮影した二種類の画像で見えているものは明らかに違いがありますよね。

**X線で撮影した方は、水の部分が透けておもちゃの中にある金属部分がよく見えます。中性子線の方は、水の部分が透けないで黒っぽくハッキリしているのも、おもちゃから噴水のように噴き出している様子が見えます。その水が噴き出すところはX線で撮影した方では分からないですね。**

**山本** そうですね。実際にはおもちゃから水が噴き出しているのに、X線で撮影した方はそれが見えず、中性子で撮影した方はよく見えます。中性子は、特に水素のように軽い元素などでよく散乱する特性があるために、こうした違いが現れます。一方X線は重い元素で強く散乱しますので、おもちゃの中にある金属部分がよく見えていたわけですね。

このような違いなどによって分析結果として得られる情報も変化するので、もちろん得ようとする情報の種類によって向き、不向きもありますが、色々な施設で得られる量子ビームを複合的に利用することによってより多くの情報を積み重ねて材料の持つ様々な姿を明らかにしようとしています。

せっかくの機会ですので、放射光X線と中性子についてどのようにして得られるのか、量子ビーム発生原理をごく簡単にお話します。

まず放射光X線ですが、電荷を持った粒子をととも速いスピードでグルグル回すと、粒子が加速度を

受け、回転した円の接線方向に光を出します。この光が放射光と言われるものになります。軽い電子は他の荷電粒子よりもたくさん回転させることができますので、より強い光を取り出すことができます。

そして、加速させる電子の速さによって出てくる放射光の波長(エネルギー)も変わります。回転のスピードがゆっくりだったら、波長が長い(エネルギーが低い)光、可視光で考えると赤に近い方の光が出ます。反対に回すスピードをどんどん速くすると、波長が短い(エネルギーが高い)光、可視光では青に近い方の光になります。X線であればより紫外光に近い光が得られる施設と同じX線でも硬X線と呼ばれる波長の短いX線が得られる施設など異なってきます。同じX線でもその波長によって得られる情報が異なってきますので、これを応用してそれぞれの実験や分析に最も適切な光を利用するわけです。なお、正しい表現については専門書をご参照下さい。

ちなみに通常の実験室内では昔からX線を発生させるX線管という科学機器がありますが、それは例えばアルミニウムやマグネシウム、銅などのターゲットに電子を当ててX線を取り出すもので、特性X線という単色の光が得られます。これらまで「量子ビーム」というくりに入れることは難しいかもしれませんが、現在でも実験室内での重要な励起源の一つとして用いられています。しかし、X線のエネルギーを変化させて測定すること、例えばX線吸収分光のスペクトルなどは得ら

## 産学官との連携

れませんし、何より放射光X線は明るさが非常に高い特徴がありますので、大型施設まで行って実験を行う必要はありますが、それでも多くの需要があるわけです。

### 原子核に陽子ビームを照射 粉々にして取り出す中性子

**山本** 我が国の中性子利用研究は歴史的には1960年代の原子炉の利用から始まっています。もちろん原子炉から得られる中性子は現在も利用されていますが、これは加速器ではなく、原子炉内でのウラン等の核分裂反応により放出される中性子を用いるものです。例えばウラン235などの原子核が中性子を吸収すると核分裂が起き、この時に新たな中性子が2~3個放出されます。この放出された中性子が次の原子核を分裂させる「連鎖反応」を起こすことで定常的に中性子が得られます。これに対し加速器を用いる場合は全く異なる原理になります。中性子は標的の原子核に陽子ビームを照射して原子核を破壊することで得られます。先ほど触れた東海村のJ-PARCでは標的の原子核が水銀で、ここに超高速の陽子ビームを照射して、原子核を粉々にします。そうすると、核を構成する色々な物が放出され、その1つが中性子です。中性子の他にもミュオンやニュートリノ、K中間子なども発生します。

ごく大まかに言うと、ミュオンや中性子は物質・生命の科学研究など、「暮らしや生命に密着した研究開発」に役立ちます。そしてニュートリ

ノやK中間子は、原子核・素粒子の科学研究、「物質の成り立ちや宇宙の起源の解明」などの研究に役立つものとなります。

ちなみに陽子ビームのエネルギーはGeV(ギガ電子ボルト)であらわれ、J-PARCでは3GeVという非常に高いエネルギーが使われています。ターゲットに水銀を使うのは、他の金属ですと照射することで高温になり溶けてしまいますが、水銀はもともと液体ですのでこれを循環させて冷却できるためです。

先ほど、東海村の研究グループで行われたエイズウイルスへの薬剤開発に繋がるタンパク質構造解析の研究例を話しましたが、そうした成果は、J-PARCでの明るい中性子と、SPring-8のような明るいX線を共に用いることによって導き出されたのです。

**輝度が高い量子ビームが得られたからこそ解明できることが増えていくわけですね。**

**山本** そういうわけです。とはいえ、先端の設備を使ってもタンパク質構造解析に使うような実験では、満足できる情報が得られるまで一つの試料の測定で数日ぐらいかかります。かつての原子炉を使っていたときには、数ヶ月単位でかかっていたそうですから、量子ビームの明るさの向上は科学の進歩にも大きく影響しています。

次号「科学の峰々」では、引き続き山本 博之先生にお話を伺います。

**QST 高崎研の量子ビーム施設**

**コバルト60ガンマ線照射施設**  
コバルト60線源

我が国最初の大型照射施設  
5桁の広い線量率範囲【3棟・8照射室】

**電子線照射施設**  
電子線照射室

工業利用目的の最初の大出力  
電子加速器 200万V, 30 mA

照射中に材料の特性を計測可能

**イオン照射研究施設(TIARA)**

サイクロトロン

シングルエンド加速器

イオン注入装置

タンデム加速器

世界初の材料・バイオ応用研究の専用施設

**X線と中性子による「見え方」の違い**

**X線**

**中性子線**

「水面に浮かぶ玩具」をX線と中性子で透視  
※出典元:日塔光一、東芝レビュー、64(7),70-71(2009)

「透過力」の違いで同じものがこれだけ違って見える。

この「違い」により得られる情報が変化