

# Readout

HORIBA Technical Reports

特集 高機能分析

March 1999 ■ No.18

---

## 21世紀に向けた機器分析の高度化

The Development of Instrumental Analysis  
for the 21<sup>st</sup> Century

<ゲスト>

合志陽一（国立環境研究所 副所長）

<インタビュアー>

松田耕一郎

*(Page5-11)*

---

株式会社 堀場製作所



## Interview インタビュー

### 21世紀に向けた機器分析の高度化

#### *The Development of Instrumental Analysis for the 21st Century*

今日の科学技術の発展を基礎から支えきた分析化学。今や、分析機器は、研究・産業を含む全ての分野においてなくてはならない基本ツールとなっています。一方、ダイオキシンや環境ホルモンは、生態系の存続すら危うくしかねない複合的な環境汚染物質といわれています。しかし、だからこそ、環境の実態を正しく把握し評価する分析技術がますます重要になり、分析機器が果たすべき役割はさらに増大しています。

今回は、ゲストに合志陽一 国立環境研究所副所長をお迎えし、「21世紀に向けた機器分析の高度化」をテーマに、次なる世紀に向けて、機器分析の課題について当社の松田耕一郎がお話を伺いました。産・学・官の研究開発の先端で陣頭指揮をとってこられた合志先生から、ご専門のX線分光光学の分野での新しい動きを導入口として、「高級な技術と巧みな技術」、「忘れてはならない前処理」、「ダウンサイジング」、そして「創造性と情熱」へと、示唆に富む話題が次々と展開されました。

(ゲスト)

合志陽一 氏 国立環境研究所 副所長

(インタビューア)

松田耕一郎 堀場製作所 開発センタ ゼネラルマネジャー



日時：平成11年1月12日 場所：東京プリンスホテル

Analytical chemistry has been the basis for all modern scientific development. Analytical instruments are now a basic tool indispensable for all areas, including research and industry. Dioxins and other environmental hormones have become a complex pollution problem that is threatening life itself. It is because of this that analyzers that can assist with accurate evaluation of the environment are increasing in importance, with the role they can play increasing accordingly. This time we welcome as a guest, Professor Yohichi Gohshi, Deputy Director General of the National Institute for Environmental Studies, to discuss the theme of “The Development of Instrumental Analysis for the 21st Century” with Dr. Koichiro Matsuda, General Manager in charge of R & D. Professor Gohshi has been in the vanguard of research and development for industry, academia, and the government. The discussion began with his specialty, X-ray spectroscopic analysis, and lead into thought provoking discussion about; high grade technology and ingenious technology; the importance of preparation; downsizing; and creativity and passion.

---

< 2つの高度技術 --- 「高級な技術」と「巧みな技術」 --- >

松田 本日のテーマは「21世紀に向けた機器分析の高度化」ということで、最初に、来たるべき分析技術についてお話をうかがいます。1950年代に物理学の基礎理論が出そろい、機器分析の基礎の部分はほとんど確立されているようにも思います。しかし、われわれ分析メーカーはとかく極限を求め、さらに高速に測りたい、高感度に測りたい、微細なところを測りたいというのが至上命題のようになっています。最近の機器分析の最前線ではどのようなことが話題に上っていますか。

合志 たとえば、私の専門分野の話ですが、超高分解能X線検出器の開発が進んでいます。もちろん今までも分光器としての性格と、検出器としての性格の両方備えたものはありました。例えば、シリコン半導体検出器、それに、シンチレータもプリミティブな意味ではそうですね。ただ、それらは検出器に若干の補助的機能として分光的な特性があるという程度だったのですが、最近、通常分光器並み、あるいはそれ以上の分光性能と検出器としての性能の両方をもったものが現れてきているのです。

光を検出するといっても、波長と光子数を両方とも相当の精度で一度に測ってしまうものは今まではできていませんでしたから、これは注目しておくべきだと思います。

松田 どのくらいの分解能でしょうか？

合志 エネルギーということではいいますと、数エレクトロンボルトくらい、あるいはもう少しよくなるかもしれません。フォトンエネルギーが数キロエレクトロンボルト、場合によってはそれより1桁上のケースもあります。分解能の表示でいえば、検出器だけで、まさに1対1000位のもので出現しつつあるわけです。この検出器は本来、宇宙からの放射を測るという目的で作られ始めたものですが、案外いろいろな実際の用途に使えるものではないでしょうか。もっとも、通常の光の領域ではエネルギーが低いから、そこまでは行かないだろうとは思いますが。

いずれにしても、フォトン数とエネルギーをほとんど同時に精度よく決めることができつつあります。これは機器分析の分野に非常に大きな影響があると思います。それをどれくらい改良できるかがこれからの問題でしょうね。コストも含めて。

松田 ご指摘のコストの点がわれわれの最も苦労するところです。

電磁波を使った分析機器の開発をする際によく思うのですが、波長を横軸にし、マーケット・サイズを縦軸にしてプロットしてみると、可視域に市場規模のピークがあります。ところが、縦軸をこの製品の開発費用に置き換えてみると、逆に、赤外やX線領域の開発費用の方がずっと高くなってしまふ。日ごろ、このジレンマに苦しんでいます。

合志 高度な技術ということの内容には2種類あると思います。一つは、いわゆる「高級な」テクノロジーを使うという意味での高度な技術。X線などの分野にはふんだんに使われていますね。

もう一つは、使っている技術自体は特にそれほど高級なものではないというもの、



合志 陽一 氏

Prof. Dr. Yohichi GOHSHI

国立環境研究所 副所長 日本学術会議会員

1961年 東京大学工学部応用化学科 卒業  
 1961年 株式会社東芝 中央研究所 入所  
 1981年 東京大学工学部 教授就任 日本分光学会会長, 日本分析化学会会長などを歴任  
 1998年 国立環境研究所 副所長就任

例えば、可視光の強度を測る場合です。検出器、光学素材、回路、さらには信号処理のいずれもがとくに目新しい原理が使われているわけではないのですが、それらをいろいろ組み合わせられることによって1個1個のフォトンを検出するということがあります。これは、高級ということではなくて、「かしこい」技術とでもいいでしょうか。一つ一つの要素技術はそれほどシャープなものではないかもしれないが、それがうまく組み合わせられている。近赤外などはそれに近いのではないのでしょうか。

このように、高度な技術には「高級な」ものを使うということと、「巧みでシンプルな」ものを組み合わせるという2つの意味があります。「巧み」の方は、大いに工夫してしかるべき領域だと思います。一方、「高級」の方は、当面の採算を考えなくてもよいのであれば、一つの部分で究極の性能を追求できる可能性は確かに広いです。どちらかという、日本では「高級」で先に走るのは難しいところがありますが、賢明な方、つまり組み合わせの方は本来得意な部分であり、大いにやるべきではないでしょうか。もちろん、いつまでもそういうふうに行っているわけにもいかず、高級な最先端技術を使うということにも目を離すことはできませんが。

#### < 前処理こそキーテクだ >

松田 最近、ダイオキシンが問題になっています。現在、種々の超高感度分析技術の研究開発が進んでいますが、ここでは分離や濃縮が不可欠だと言われています。微量分析ということでは、100倍、1000倍と濃縮できることに越したことはないのですが、不純物が混じってしまうと干渉物を持ち込むことになり、かえって測定精度が落ちないかという問題を危惧しています。

合志 生態系から見ると、様々な人工物質に潜在的な有害性があるのですが、ダイオキシンだけが目立って大きな問題になってきていますね。ダイオキシンには多くの類似形があり、計測をますます難しくしています。

確かに、濃縮はバラツキの発生源だともいえます。しかし、危険だけれども注意深くやれば非常に大きな効果が得られます。直接測定ができればそれに越したことはないのですが、現実的にはいろいろなものが混じっており、特に微量成分の直接測定は困難です。そこで重要になるのが「適切な前処理」です。

ところが、前処理のすべてのプロセスが十分に解析しきれておらず、そこが問題だと思います。例えば、質量分析計を開発する際に、本体の設計をする場合とほぼ同じ努力をもって前処理の部分を研究しているのかということ、必ずしもそうとはいえない。本体は、ある意味では数人の設計者がきちんとやればできるかもしれませんが、前処理は本体よりももっと注目して技術を磨かなければならない部分です。

大学でも測定原理については一生懸命話がされますが、前処理については、やむを得ないとき以外は、ほとんど話の対象になりません。ところが、卒業して実際に分析の仕事につくと、むしろ、サンプルをいかに取り扱っていくかということが日常的に要求され8割を占めています。しかし、そこには触れないで、ほんの1割か2割しか話していないというのが現在の分析化学の教育になってしまっています。

---

松田 「前処理こそキーテクだ」と言うことですね。そういう点で反省すべき点はたくさんありますね。われわれは、少しでも使い勝手がいいものをお客様に提供したいという思いで製品開発に望んではいるのですが・。

先生がおっしゃる前処理部は多種多様で共通化が非常に難しい。ここには、化学・物理・生物学などの幅広い科学的な知識はもちろん、分析現場で永年培ってきた経験、いわばソフトの集積が不可欠です。

ソフトに関しては、最近、ようやくお客様からデータ処理のノウハウなどに対してお金を払っていただけるようにはなりましたが、前処理の部分にお金をいただくことはまだまだ困難です。でも、これをしないと、今後環境ホルモンの分析などは難しいのではないかと考えております。

合志 以前はハードが最も重要で、データ処理は二の次のようなところがありました。装置がデータ処理をよくやっているというのはプラスアルファだと。しかし、最近はそのようになってきました。コンピュータの世界でも、ハードに対してソフトの重要性が言われてきています。機器分析の世界でも、次に、前処理の段階でそういうことが起こることになると思います。

前処理がそれほど難しいとは考えにくいのですが、いろいろなファクターが存在しますから実際には大変めんどろで、ご指摘のように経験がものを言う部分です。これをより扱いやすくできるなら、ユーザーにとって非常に価値のあることではないでしょうか。

#### < 賢さへの技術革新 -- ダウンサイジングを軸に >

松田 分析器メーカーとしては、極限を追求するという思想は失ってはならないのですが、素晴らしい技術も多くの人に使っていただかなければそれが実証されません。このような観点から、今後はどのような機能をもった分析機器が期待されてくるのでしょうか。

合志 私が感じている課題の一つは、ユーザーへの負担をもう少し軽くした方がいいということです。量の負担と時間的な負担の軽減化、いわゆるダウンサイジングですね。負担を減らすといえば、もちろんほかにもコストの面などいろいろありますが、少なくとも量と時間を現在よりも1桁下げられるものができれば大変大きな影響があります。今まで試料をとるために1キロ処理しなければならなかったものが100gですむとかね。「天然物質の構造を決定するのに牛を何千頭も殺した」というような話はたくさんあります。それが1桁違ったら画期的な変化になるのです。

松田 ホリバでは十数年程前に、半導体プロセス技術を使ってシート型電極を開発し、これを使って名刺サイズのpHメータを製品化しました。これはセンサ自体のサイズが小さくなったことはもちろんですが、従来のように電極をサンプル溶液に浸けて測るのではなく、逆に、微量のサンプルをセンサに滴下して測定する方式です。まさに、量のダウンサイジングです。

実は、その後この技術は顕微鏡技術と組み合わせ、生体試料のpH分布を二次元的

に測定できる「光走査型化学顕微鏡」へと発展しています。最近、化学量のイメージングができる話題になっています。

合志 単独の性質、単独の対象物という点では、機器分析はだいたい行き着くところまで行っているといえるかもしれませんが、形状の測定と組み合わせるといようなことは可能なのではないかと思います。

たとえば、今のマイクロビームは非常に原始的で、一つ一つ測っていくわけです。解決策としてはホログラフィックな方法があるのではないのでしょうか。しかし、ホログラフィを使うにはそれなりの光源が必要ですから、まだまだ先になるかもしれません。

もう一つは、CT(コンピュータ・トモグラフィ)のテクニックです。これは今、非常に広く使われています。医療用ではX線の呼吸を利用していますが、最近新しい方法が提案されています。従来は対象とされていませんでしたが、柔らかい組織の中をX線が通ると位相が少しずれますから、それを使って画像がとれます。こうした方法はまだこれから発展していくでしょう。形状の測定と性質の測定を同時にやれるような組み合わせは、今後大いに研究していくべき課題だと思います。

松田 性質と形状の両方を取れば、当社のX線分析顕微鏡(XGT)などもその一つだと思います。実は、この分析装置を開発したいきさつにはもう一つの狙いがありました。XGTは微小領域の蛍光X線像を得る装置ですが、最大の特徴は、X線ガイドチューブを使って、小型で使い勝手を追求した点です。最近、科学捜査など新しい分野からも注目していただいております。

合志 例のSpring-8を使ったカレー事件の捜査など、研究所でエキスパートが使う最先端の装置は常に発展していくでしょうが、一方では、専門家以外の人でも容易に扱えるものが待望されているのではないのでしょうか。専門家だけが使える一見難しそうな機器を作るよりも、容易に測れるものを作るほうが本当は難しい技術が必要になると思います。その点では装置の大きさのダウンサイズリングも重要です。小型で自動化されたものへの要望は大きいです。

#### < クリエーション、オリジナリティー、そして情熱 >

松田 最近、社内で「今、分析機器に求められている課題とは」というテーマで話合ったのですが、結局「詳しく、速く、分かり易く、そして、より安く」がキーワードになりました。でも、「言うは易く、行方は難し」。(笑い)

その中で、標準物質が話題になりました。今後、超微量や生体分析に向かうことは間違いないだろうが、はたして信頼できるスタンダードサンプルが確保できるのだろうか？ そのあたりは国の機関である国立環境研究所さんをお願いしたいところですが。

合志 「標準」というのは、まさに国の責任だと思います。手本にしてもよいと思うのは米国立標準技術研究所(NIST)、昔の規格基準局(NBS)です。ここは標準というものを世の中に供給してきました。ただ、批判もあり、ある方針転換をしました。つま



松田耕一郎

Koichiro MATSUDA, Dr. Sci.

開発センター

ゼネラルマネージャー

理学博士

---

り民間だからこそ供給できる標準というものがあるわけです。ある意味では、民間では得意分野ごとの標準はかなり確立されているし、量的にも非常に大量ですからね。そこで、そういう部分は民間にまかせて、民間ではやりにくいもの、今後発生してくるものを中心として供給するようになったのです。それは当然の姿であり、大事なことだと思います。

松田 先生は、東芝さん、東京大学、そして国立環境研究所と、産・学・官のすべてを経験されているわけですが、それぞれが担うべき役割をどのように捉えておられますか。

合志 企業では、たとえ研究所といえどもいずれのテーマもマーケットと密接につながっており、大学では研究者の知的関心で動いていきます。しかし、実は、社会的に必要なだからやるという姿勢がどうしても企業からも大学からも抜けてしまいがちです。それに対して公共の研究所では、この方面への期待が非常に強いと思います。私自身、企業での研究と大学での研究を経験しましたが、社会的に必要な研究にコミットしてやってみたいと強く願っていたことでもあり、国立環境研究所でそれをやれるような状況ができればと思っています。

ところで、ホリバさんは、最近、海外の分析機器メーカーを買収されたようですが、これなどは国際的な役割分担の典型だと思うのですが。

松田 96年に血球カウンタのABX社、97年にはICPやGDSなどの発光分析機器のISA社にホリバグループに加わってもらいました。これらは、互いに長所を伸ばし、シナジー効果を発揮したいという主旨からです。とくに、彼らが持つ基礎技術に対する期待は大きいです。

合志 基礎技術は大学や研究所だけで究められるとは限りませんし、また、オリジナリティーのある仕事というものは、たいていの場合、世の中で素直に認められにくいものです。最初にそういう新しい領域が出てきたときは、どこでも皆が非常に苦労しています。企業の場合は仕事の対象がフォーカスしているわけですから、その中核部分の基礎的なものを何かお持ちになって伸ばしていかれることは不可能ではないし、面白い結果をうむことがあると思います。そこには、良い意味での役割分担と協調が求められます。

松田 いよいよ21世紀が目前ですが、今世紀末初頭にヘンリーフォードが画期的な生産方式で社会を変革したように、機器分析の分野もここで大きく変わるのかなあと思います。

合志 歴史は繰り返すけれども、先人がやったことと同じことをやるのではなくて、先人がやるうとしてできなかったことをやるべきでしょう。アナロジーは模倣にすぎないというけど、あれは間違いで、クリエーションというのは、まさにアナロジーからくるのではないのでしょうか。ただ、元とどれだけ離れているかが問題で、元に近づければ模倣になってしまいます。離れていればクリエイティブな、オリジナリティーの

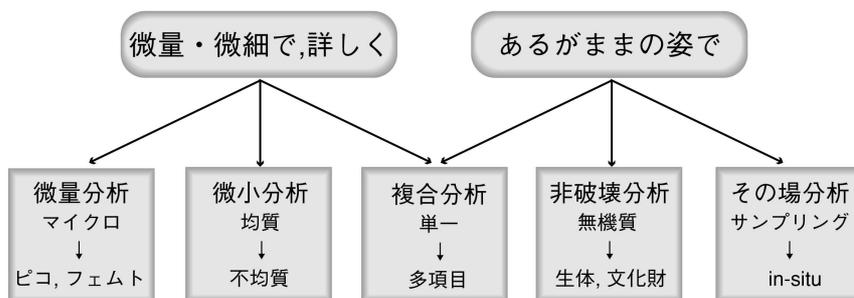
あるものになるわけです。

本当にクリエイティブな仕事をされた方々の話を聞きましても、むしろ、なかには偶然に遭遇してパッとひらめいたということもあるでしょうが、多くの場合は、以前から何か元になるものが頭の中にあり、それがある瞬間に形になるようです。言い換えると、常に、問題意識を持っていることが肝要だということですね。

松田 つまり、21世紀生き残りへのキーワードがクリエイション、オリジナリティー、そして情熱をということでしょうか。

本日の貴重なお話を参考にして、分析器メーカーとして、お客様のお役に立つユニークな製品を創りだす姿勢を持ち続けていきたいと決意を新たに致しました。ありがとうございました。

## 今、分析機器に求められている課題



高性能で、速く、そして、より使い易く



