連載講座

「放射線イメージング技術の最前線」連載講座のまとめ[†]

社団法人 日本アイソトープ協会理工学部会 放射線イメージング専門委員会

森 千鶴夫

愛知工業大学電気工学科

470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247

Key Words : radiation source, radiation detector, industrial X ray CT, radiation imaging

「放射線イメージング技術の最前線」と題して、9回にわたって、計19項目について、それぞれの分野の第一線で活躍しておられる方々に執筆をお願いし連載講座を掲載してきた。内容は基本的には理工学に関する分野においてであって、医学分野に関しては、技術的な事柄に若干触れて頂いたが、応用的な事柄に関しては分野が異なるので触れていない。理工学分野においても全てを網羅しているわけではないが、最近の動向に関してはほぼ触れることができたと考えている。ここで全体を振り返り、若干項目別にまとめてみたい。

放射線イメージング技術は、放射線源、放射線検出器、周辺技術、データ取得のためのハード及びソフトウェアの進展に支えられて、とどまるところを知らないといえるほどの進展をしていることが、改めて本講座を読んで得た実感である。

1. 放射線源

微小焦点で強度の高いファンビーム状のX線源や加速器を用いたエネルギーの高いX線源の開発は、工業用X線CTの実用化をもた

らした。極微小焦点のいわゆるマイクロフォーカスX線源、フラッシュ軟X線源の開発はX線顕微鏡的な応用をもたらし、ますます微細化するエレクトロニクス素子や昆虫等小生物の微視的応用を可能にしている。

微小焦点を持つイオンビームの開発はマイクロPIXEや弾性散乱による元素マッピングの一層の発展をもたらした。

加速器による短寿命陽電子放出核種の製造は、今や医学分野への応用にとどまらず、植物用PETとして新しい発展をもたらしている。原子炉によるRIの製造は^{99m}Tcのように医療用PETの爆発的な応用をもたらしたが、このことは放射線検出手法の一層の改良を促している。また、工業ラジオグラフィ用低エネルギー線源の開発は鉄の薄物への新しい応用をもたらしている。原子炉や加速器からの中性子源の開発は、中性子回折を含めて中性子イメージングを実用の域に高めた。原研と加速器機構が共同で開発している大強度陽子加速器(J-Parc: 50 GeV)が完成すれば放射線イメージングにも大きな発展をもたらすものと期待できる。

播磨の高輝度シンクロトン放射光(Spring-8)などの放射光線源は今まで不可能であったイメージング法の実現化をもたらしつつある。

2. 放射線検出器

検出器の新しい素材の開発、素材の加工方法の進展、データの取得方法・情報の引き出し方

[†]Summary of the Serial Publishing "The Front of Radiation Imaging Technique". Technical Committee of Radiation Imaging, Chizuo MORI: Department of Electrical Engineering, Aichi Institute of Technology, 1247, Yachigusa, Yagusa-cho, Toyota-shi, Aichi Pref. 470-0392, Japan.

の著しい高度化がある。半導体では、CdTe, CdZTe などが CT の検出器として重用されている。次に、微細加工法の発展がある。Si などの半導体や比例計数管の電極微細加工技術は、飛躍的に新しい性能を引き出している。極低温技術など、新科学技術が放射線イメージング検出器に使われ始めている。

エレクトロニクスのハード技術、及びこれらに関連した目覚ましいソフト技術の発展は放射線イメージング技術を一新させているといえる。このような総合技術が CCD, フラットパネル型 PMT, 位置敏感型 PMT, イメージングプレート, などの要素素子の開発へとつながった。また, X 線 CT などは, 応用技術への開花である。

3. 産業用 X 線 CT

質の高い X 線源とソフトの開発によって, 産業用 X 線 CT の実用化をもたらしたことを前述したが, その内容としては次のようなものがある。比較的小型の部品を対象とした CT, 自動車エンジンのような厚みのある製品を対象とした CT, 果ては, 大型コンテナの内部をトレーラに積んだまま検査する CT などがある。このような状況は, X 線 CT を単に製品の検査に使用するととどまらず, 4 次元的にダイナミックなイメージングの方向への進展がある。また, 外からの視点の位置を自由に变えることはもちろん, 物体の中に自由に入り込んで, 物体の中を任意に散歩し, 中から物体の風景を眺めることも可能になっている。

あるいはまた, 分解技術としてソフトウェアやハードウェアなどを解析し, 仕様, 構成部品, 要素技術などを明らかにすることや, 天然物や手工芸品などの自由で複雑な形状の物品のデジタル化を通じて, 複製や工業化に用いることが行われるようになってきた。いわゆる X 線 CT を用いたリバースエンジニアリング (reverse engineering) である。次は個々人の生体情報のデジタル化が行われ, 登録されるようになる

かもしれない。

4. 放射線と物質の相互作用, 新しい応用

放射線の吸収現象の利用のみならず, コンプトン散乱, 位相のずれ, わずかな屈折現象の利用が, 放射光の線源の開発などによって可能となってきた。マイクロ PIXE やイオンビームの弾性散乱による元素マッピングは, やや複雑な相互作用を利用して, 原子スケールでのイメージングを行うもので, 応用例を通じてのこれからの一層の進展が期待できる。

過去のいろんな分野の科学技術の歴史を見ても, そのようなことはまだとても実用にはならない, と思われていたことが, 研究者のあくなき探究心によって次々と実用化されてきたことを考えれば, 途方もないことを発想し取り組んでゆくことがいかに大切であるかがわかる。

中性子によるイメージング技術もまたそのような例で, 技術的には実用の域にまで達しており, 有機物工業, 食品や生体などにおいて, 適切な応用例があれば直ちに実用されるであろう。もちろん中性子回折は理工学分野では欠かせない重要な技術である。

放射線イメージングの宇宙研究への適用は目覚ましいものがある。研究者の夢と貪欲なまでの探究心に支えられて, 今後も一層の進展を続けることは疑いない。

次世代の医療用 PET は検出器システムの開発において, 世界的に熾烈な競争段階にあるが, 我が国も独自の発想で大きな進展を見つつある。PET の植物への適用など, いろんな新しい分野への利用が, 新しい学問を創造してゆくことになると思われ, 楽しい分野の一つである。

5. ま と め

放射線イメージング技術を全体として眺めみると, この技術とその応用の進展は, 放射線源の開発と放射線量子の振る舞い, その検出の詳細な研究, 並びにソフトの開発に支えられている。

“放射線イメージング技術の最前線”としての本連載講座は、内容の選択において適切かつ十分であったかどうかはともかくとして、前述したように、放射線イメージングはとどまるところを知らないほどにかなり急速な進展を遂げつつあることを、御理解頂ける情報を提供し得たと思っている。この進展を支えているのは、周辺技術の進展などいろいろな要素が考えられるが、何よりも大きな要素は人間の新奇への興味と、あくなき探究心であることを実感せざるを得ない。我が国は人も技術もやや自信を持ちつつあり、国際的に大きな貢献をしつつあるといつてよい。若い人達が新しい夢を見、それを育ててゆくことができる雰囲気、環境作りが大切である。

人間の想像 (imagination) が、今までこの世に存在しなかった事物を創造して来た。それらの事物の解析に放射線イメージング技術が活躍しているわけであるが、イメージング技術と

は、見えない箇所の可視化ではあるが、敢えて言えば「想像の可視化」が本来のあるべき姿なのかもしれないと思うほど、本講座を通じて、人間の想像の素晴らしさを感じさせられた。私たちは、想像の創造とその可視化の楽しさを、若い方々に引き継いで行かなければならないと思う。

謝 辞

本講座の執筆者の方々には、御多忙のところ執筆に応じて下さり、最新情報を満載した玉稿を頂いた。また、原稿の校閲関係の方々、事務局の方々には多大の御尽力を頂いた。これら関係者の方々に対して理工学部会放射線イメージング専門委員会委員一同、心より御礼を申し上げます。

なお、この最終稿は本講座の内容をまとめたものなので、文献は省略した。