

- トップコラム／広島大学自然科学研究支援開発センター  
教授 中島 覚
- 非破壊検査／画像を得るための放射線検出技術
- 暮らしと放射線 あれこれ／宇宙線〈3.大気の影響〉
- お願い／未返却のバッジに関するご案内とご請求について
- ご案内／クイクセルWebサービス

ト  
ッ  
プ  
コ  
ラ  
ム  
108



中島 覚

## 研究と管理のはざままで

思えば遠くへ来たもんだ、は武田鉄矢さんの歌だが、散歩をしていて、いま私はなぜこの町を歩いているのかと不思議に思うことがある。これは何も場所の移動だけではない。

30年前に、RIとIRの違いがよくわからないままメスbauer分光法を用いた化学研究を開始した。開始当時はまだメスbauerデータを手でプロットするという牧歌的な時代であった。そのようなゆっくりとした時間の流れの中で、一つのスペクトルが持つ意味をじっくりと考える時間の余裕があった。放射線を用いた研究をしても、私自身は化合物の合成とそれが持つ性質に興味を持っており、化学研究で飯が食えるとよいと漠然と考えていた。何とかデータをまとめて学位取得にこぎつけたが、学位取得後もすぐにはパーマネントの仕事は得られず、放浪の旅に出て大変な思いをした。大変だったが、いろいろな経験ができ毎日が充実していた。学生時代は主任者試験の試験監督のアルバイトも行ったが、自分がその試験を受けて放射線管理の仕事に就くとは思わなかった。

20年前に、長いポストクを経て広島大学の助手に採用していただいた。幸い、引き続きメスbauer分光法を用いた化学研究を継続することができたが、拾っていた教授の先生から主任者免状をとるように言われたので、それを取得する以外の選択肢はなかった。このころは学生を手取り足取り指導しながら研究を進め、楽しい毎日であった。数年後、その教授が転出されたので次のポストを探したが、主任者免状のおかげで新設のアイソトープ総合センターの助教授に採用していただいた。

センターに移っても個人的に関係の深い研究室から学生を配属してもらい、管理と研究を何とか両立して進めることができた。助手時代は学生の研究のかなりの部分を面倒見てきたが、センターに移ってからは学生を指導する時間が徐々に減った。

10年前に、長年の概算要求が通り、私どものセンターの増改築を行った。変更申請、大学施設部とのやり取り、業者とのやり取りなどで研究に割ける時間は激減した。しかしながら、念願の増改築を行った充実感に、囚らずも浸ってしまった。その間は学生の指導を十分に行えなかったが、その時の学生は、教員からの指導が少なくなった分、自分たちで工夫して研究を進めてくれた。その結果、研究は私が思い描いていたとおりでなく、違った展開をしてくれると同時に学生は大きく成長した。このような状況であったが、私は主任者としての経験を少しずつ積み、私たちのセンターが学内のRI施設にどのように貢献できるのか、さらには中国四国地域のRI施設にどのように貢献できるかを考え始めた。

現在、化学の教育研究と放射線管理を両立して進めようともがいている。前者に関しては、学生を直接配属してもらえようになったが、そのために化学専攻に対してそれ相応の貢献をしなければならない。これは結構きつい。後者に関しては、学内外の仕事が年々増えており、これもきつい。このような状況下、日本放射線安全管理学会第9回学術大会の開催を準備してきたが、それがまさに開催されようとしている。この学会では放射線安全管理の現場から普遍的な意味を見出そうとしている。そして大学の放射線施設の教員にとっては、その存在理由を示す学会であると考えている。今回の開催は、広島大学の私たちや中国四国地方の仲間がどれだけ全国的に貢献できるか試される場でもある。

10年後、私は研究と管理をどのように展開しているだろうか、そしてそのはざまでは何を考えているだろうか。あるいは次のステップに向けて別の何かをやらうともがき彷徨っているだろうか。

なかしま さとる (広島大学自然科学研究支援開発センター 教授)

プロフィール●1959年兵庫県生まれ。1987年東京都立大学大学院理学研究科博士課程修了。理学博士。日本学術振興会特別研究員、デンマーク王国オーデンセ大学博士研究員、理化学研究所基礎科学特別研究員、広島大学理学部助手、同アイソトープ総合センター助教授を経て2007年より現職。専門は放射化学、錯体化学、放射線安全管理学。現在、日本放射線安全管理学会理事、同編集委員会委員長、大学等放射線施設協議会理事、放射線取扱主任者部会中国・四国支部長など。



# 非破壊検査

## [シリーズ3] 画像を得るための放射線検出技術

ポニー工業株式会社 技術本部 副本部長 笹倉 繁

9月号までに非破壊検査の概要、放射線透過試験について述べたが、ここでは放射線透過試験で画像を得るための検出技術について触れたい。

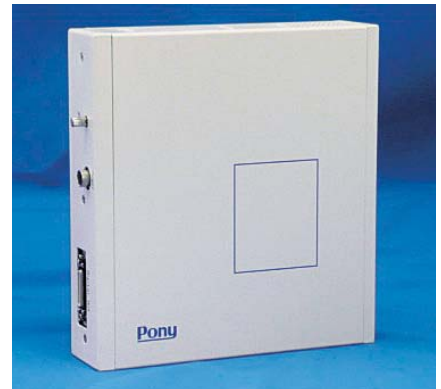
放射線透過試験にはフィルムを使うのが一般的であるが、フィルムを現像するときには現像液、定着液などの廃液が発生したり、フィルムを長期保管するためには環境を整える必要があるため、その代用としてイメージングプレート (IP) が使われつつある。IPはOSLバッジと同じ輝灯発光体を用いた放射線検出体であって、二次元放射線分布計測体として、高い感度、広い測定範囲、高い空間分解能、繰り返し使用できるなどの特長を有している。また、専用読み取り機を用いることによって画像をデジタル保存できる特長がある。このため、IPなどを用いて得たデジタル画像を利用する方法をコンピュータドラジオグラフィ (CR) と呼んでいる。



IPを用いたCRシステムの

しかしながら、フィルムもIPも現像や読み取りといった工程を経なければ画像が得られないという欠点がある。

ここではフィルムやIPを用いた方法を直接撮影法、リアルタイムで透過像を観察できる放射線検出器を用いた方法を透視法として区別する。なお、直接撮影法ではネガ画像、透視法ではポジ画像がよく使われている。



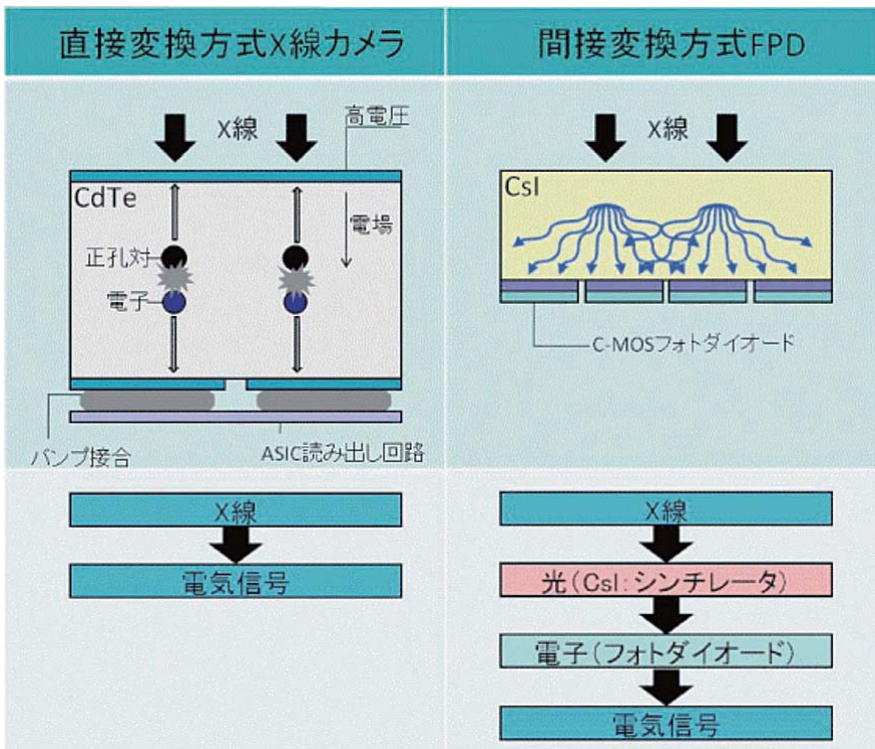
ポニー工業 (株) 製  
直接変換方式X線カメラSID-A50

透視法で最も古くから使われた方法が、フィルムの代わりに蛍光体 (シンチレータ) を置き蛍光作用を利用してその輝度の差を直接目視で観察する方法であり、その後はテレビカメラでの観察する方法、蛍光体からの光を光電面で電子に変えて電子を増幅し蛍光面に像を映しだすイメージングインテンシファイア (II) をテレビカメラと組み合わせた方法、蛍光体をCCDやCMOSなどの固体撮像素子に密着させたフラットパネル検出器 (FPD) を用いて蛍光体の光を電気信号として取り出す方法などが

開発された。しかしながら、何れも放射線を直接電気信号として取り出していない間接変換方式であった。このため、放射線を受けるための蛍光面の焼付け劣化、電気信号を得るまでの工程による変換効率の悪さ・情報の劣化、蛍光面でのにじみなどが生じていた。

弊社が開発した直接変換方式のX線カメラは放射線検出素子にCdTe (カドミウムテルライド) を使うことにより、放射線を直接電気信号に変えることができるため、間接変換方式による透視法の課題を全て解消するとともに、リアルタイム画像をデジタル画像で出力することにより、画像の取扱い・保存の簡便さを実現している。

3回に分けて放射線を用いた検査を中心に非破壊検査について述べてきたが、非破壊検査は快適で安全な社会をつくるために重要な技術であり、今後ますます発展していくと確信している。



直接変換方式と間接変換方式の原理



# 暮らしと放射線 あれこれ

## 宇宙線〈3. 大気の影響〉

独立行政法人 放射線医学総合研究所 保田 浩志



### 1. 大気の厚み

大気が無ければ私たちは生きていけない。人を含む多くの生物は、大気中の酸素を取り込み体内の物質と反応させることにより、生きていくのに必要なエネルギーを得ている。酸素分圧が下がると、十分なエネルギーが生み出せなくなり、動けなくなる。

そのような大切な役割を持つ大気だが、それほど厚みはない。地球の引力で捕らえられている分子は600kmほどの高さまで観察されるが、流れ星やオーロラなどの現象が起こり出すのは100km辺りからで、それゆえ一般に高度100km以上の上空を“宇宙”と呼ぶ。隕石や宇宙船が大気圏に突入したという場合、地表から100km前後の距離に近づいたことを意味する。国際宇宙ステーションは200～400kmの高さで地球を回っているため、紛れもなく宇宙に浮かんでいると言える。

宇宙に属さない高度100km未満の領域は“大気圏”と呼ばれる。大気圏は、高い方から順に熱圏、電離圏、成層圏、対流圏に分けられる。その分子組成はほぼ同じ(窒素78%、酸素21%、その他1%)だが、密度は大きく異なる。

一番下の“対流圏”は、その名のとおりに大気の対流が生じる領域で、およそ11kmの高度までの領域を指す。地球の半径と比較すると0.2%の距離しかないが、この領域に大気分子の八割が集中し、ここだけが私たちが生身で生きられる唯一の場所である。この対流圏では、大気の動きに伴い気象条件が激しく変化し、雷雲や台風等が頻繁に発生する。その為航空飛行には適さない。

対流圏の上にある成層圏は、大気の流れが安定しており、高度20kmぐらまでは温度も一定(国際的な標準大気で-56.5℃)なので、長距離を飛行するのに適している。そこで、ほとんどの民間旅客機は、燃費や速度を考慮しつつ、成層圏と対流圏の境にあたる高度11km前後を巡航高度にとっている。ちなみに、熱圏や電離圏の大気密度は薄すぎて、大気の反作用を利用して進むジェットエンジンでは飛ぶことができない。

### 2. 宇宙線の高度分布

地球の大きさに比べると薄膜のような存在の大気だが、宇宙線に対しては顕著な遮蔽効果がある。

海拔0メートルにおける標準気圧は1,013hPa(ヘクトパスカル)で、平地の地表面1cmあたり1kgの空気が常に押し掛かっていることになる。水だと10mの深さに相当する。

宇宙から地球の大気に入射した宇宙線粒子(一次

宇宙線)は、一部は電磁気的な作用でエネルギーを失い、一部は窒素や酸素の原子と衝突し、これらを破砕することでエネルギーを失う。その破砕反応によって、様々な種類・エネルギーの二次粒子(中性子、陽子、電子、光子、ミュー粒子、パイ粒子等)を、シャワーのように雪崩状に発生する。これらの二次粒子も大気分子との相互作用で次第にエネルギーを失い、高度が下がるにつれ宇宙線の線量は全体に減っていく。図1に、モデル計算で求めた、宇宙線粒子の実効線量率の高度分布を例示する。

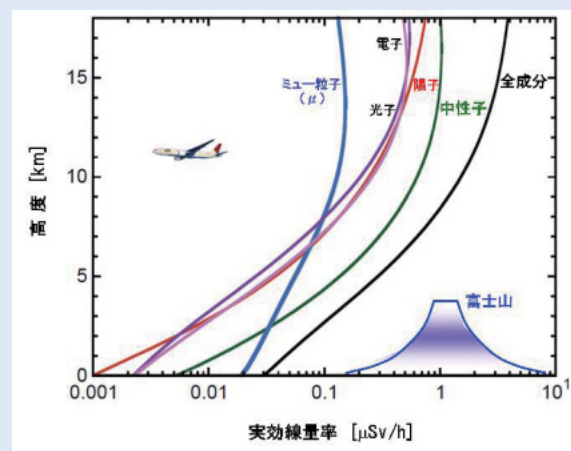


図1 富士山の上空における宇宙線粒子の実効線量率の推定高度分布の一例。計算には原子力機構と放医研で共同開発されたモデルを使用。

私たちが地上や航空機で宇宙線によって受ける被ばくのほとんどは二次粒子によるものである。地上における宇宙線被ばくでは、二次粒子のうち比較的寿命が長く透過性の強いミュー粒子の寄与が大きい。

国際線のジェット旅客機の巡航高度は一般に9～12km、大気の厚みでは200～300gcm<sup>-2</sup>ほどの範囲になる。この高度で被ばくに最も寄与する成分は中性子で、実効線量の半分以上を占めると推定されている。残りの成分は、寄与の多い順に、陽子、電子、光子、ミュー粒子及びパイ粒子である。

2010年現在商用飛行している超音速機はないが、同機が飛行する高度20km近くでは、大気が薄くなる分、線量率は高くなる。この高度では、一次宇宙線の陽子の寄与が増加する。それ以上の高度になると、二次粒子として生じる中性子の数が減少に転じる。

高度100km以上の宇宙空間では、大気は無いに等しく、陽子やα粒子等の一次宇宙線粒子及びそれらが宇宙船の壁や宇宙服を通り抜ける際に生じた二次粒子による被ばくを受ける。

次号では磁場の影響について解説したい。

# お願い

カスタマーサービス課より

## 未返却のバッジに関するご案内とご請求について

2010年4月着用分より、着用終了日から7ヶ月経過しても当社にご返却されていないバッジにつきましては、未返却バッジとしてその代金をご請求させていただくことになりました。

### ①未返却バッジの連絡

毎月バッジの送付時に同封しています青色の「バッジお届け先票[兼未返却バッジ一覧リスト]」に、着用終了日より4ヶ月以上経過しても返却されていないバッジを掲載しています。

### ②未返却バッジ代金の連絡

着用終了日より6ヶ月経過しても返却されていないバッジを対象に「未返却バッジ代金案内書」をお送りします。これは翌月発行予定の請求書に関する事前案内です。「未返却バッジ代金案内書」が届いた当月内にご返却が確

認できたバッジについては請求対象にはなりませんので、まだ未返却バッジがお手元にある場合は、速やかに当社までお送りください。

### ③請求書の送付

着用終了日より7ヶ月経過した未返却バッジを対象に請求書を送付いたしますので、代金のお支払をお願いします。

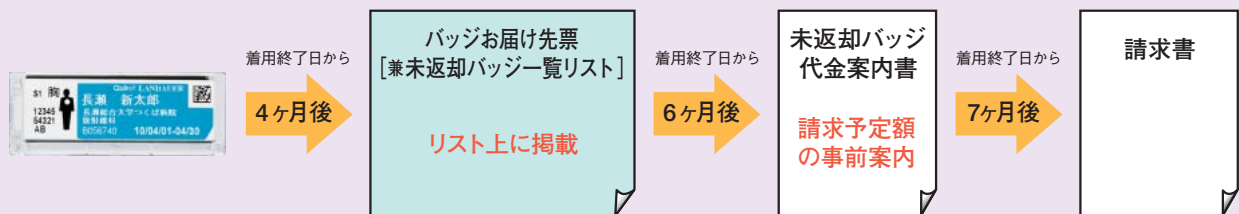
ご不明な点がございましたら下記へご連絡くださいますようお願い申し上げます。

#### \*未返却バッジに関する問い合わせ

カスタマーサービス課 Tel.029-839-3322

#### \*請求に関する問い合わせ

業務課 Tel.029-839-3323



## ご案内

# クイクセルWebサービス

カスタマーサービス課より

クイクセルバッジWebサービスは、お客様ご自身がインターネットでバッジの追加、変更等ができるサービスです。専用ソフトをインストールするだけで、直ぐに使用することができます。また、サービスは無償で提供しています。(通信料はお客様負担)

なお、セキュリティ面におきましてはクライアントソフトを利用したSSL-VPN接続を採用しています。ご興味をお待ちのお客様は当社カスタマーサービス課までご連絡ください。詳しい資料をお送りいたします。

### 「主な内容」

・バッジの追加、変更、取消など(一括登録も可能)

- ・被ばく線量集計表の印刷
- ・当社内でのバッジ測定状況の確認
- ・外部被ばく線量測定・算定記録の印刷
- ・外部被ばく積算線量証明書の印刷
- ・外部被ばく線量測定報告書(PDFファイル)ダウンロード

対応OS: Windows2000 SP4/XP/VISTA/7

推奨ブラウザ: Internet Explorer6.0 SP1、SP2/7.0/8.0

お問い合わせ: カスタマーサービス課

Tel.029-839-3322

Fax.029-836-8440

E-mail: mail@nagase-landauer.co.jp

## 編集後記



早いもので今年もう師走。皆様お忙しい日々をお過ごしのことと思います。

弊社においても昨年暮れの会社移転に続いてバッジの切替えと、まるで毎月が師走のような慌しさでしたが、ようやく最近落ち着きが見え始めてきました。これもひとえに皆様の深いご理解と多大なるご協力の賜物と心から感謝申し上げます。

話は変わりますが、小紙を創刊から手がけておりました弊社元取締役石田民雄氏が本年8月に他界しました。故石田氏は多才で特にコミュニケーション能力に優れ、小紙を含む数誌の発行に携わっておりました。読者の中にも懐かしく記憶が甦った方もいらっしゃるのではないかと思います。紙面を借り、故人のご冥福をお祈り申し上げます。

(佐藤 輝之)

長瀬ランダウア(株)ホームページ・Eメール

<http://www.nagase-landauer.co.jp>

e-mail: [mail@nagase-landauer.co.jp](mailto:mail@nagase-landauer.co.jp)

■当社へのお問い合わせ、ご連絡は

本社 Tel.029-839-3322 Fax.029-836-8440

大阪 Tel.06-6535-2675 Fax.06-6541-0931

**NLだより** No.396 平成22年(12月号)

毎月1日発行 発行部数: 33,000部

発行 長瀬ランダウア株式会社  
〒300-2686

茨城県つくば市諏訪C22街区1

発行人 中井 光正