

- トップコラム／公益財団法人 微生物化学研究会 理事長 柴崎 正勝
- 医療診断と放射線／〔シリーズ〕X線の発生
- 元素とその放射性核種／〔その11〕フッ素
- お願い／ご連絡の際は、まず事業所番号を！
- お年玉クイズ／当選者発表



柴崎 正勝

## 69歳の現役研究者の葛藤

私はまもなく70歳を迎えますが、現役の研究者として日々努力しています。現在の立場は微化研の理事長です。63歳で東京大学を定年退職後から勤務しておりますので、そろそろ6年になりますが、経営者そして研究者として、研究人生の中で最も喜びを感じております。この年齢でフルに研究を行える事が最大の理由かと思えます。

30歳でハーバードから帰国、帝京大学薬学部で教育研究の仕事を始めました。当時の私は、69歳で研究を続けている今の姿を想像すらしていませんでした。現在がある理由には、三つの要因が考えられます。一つは薬学出身の有機化学者でありながら、36歳から3年半、(財)相模中央化学研究所で独立した研究室を持った事です。当時の相模中研は、日本の触媒研究のメッカともいえるほどの研究所。優れた触媒研究者の中に身を置き、オーソドックスな薬学有機化学と触媒化学を私の中で融合させる事ができたのです。この経験が、39歳で北海道大学薬学部の教授に選出された時に開花します。有機合成の根源である触媒的不斉C-C結合反応の開発と医薬品合成等への展開をライフワークとして設定する事ができたのです。

二つ目の要因は、研究上のチャレンジ精神です。具体的には当時全く行われていなかった希土類不斉触媒を用いるC-C結合の研究に挑戦しました。研究者が考えるアイデアと化学現象にはまだまだ大きな開きがある中、研究課題を考えた時には想像すらしなかった希土類不斉触媒に遭遇したのです。いわゆるセレンディピティです。多くの研究分野でもセレンディピティに遭遇される方は必ずおられるでしょう。しかし、私の場合のそれは、幸運にも世界に競争相手がいない程、計り知れない大きさのセレンディピティでした。本不斉触媒の構造は一生わからないかもしれないと考えてい

たのですが、構造解明に光を与えてくださったのは島津の田中博士でした。

このような経緯で、私は不斉触媒が推進するC-C結合生成反応に新しい概念を提示する事ができたのです。46、47歳の頃でしたが、その後20年以上、この概念を基本に研究を続けています。

三つ目の要因は、数えきれない程の優秀な協同研究者に恵まれた事だと思います。また、この優秀な協同研究者と比較的(?)良好な人間関係を維持できた事も、現在の私の立場に大きな貢献をしてくれていると思います。

このような背景のもと、ここ数年はノーベル化学賞の候補としてマスコミが私の名前を取り上げてくれるようになっております。勿論、結果は神のみぞ知る世界です。私自身の研究者経歴を考えると、科学における新しい概念の確立、その概念をベースとした研究展開、人材の育成とかなり満足できるもののように見えるでしょう。しかし、私には年齢を重ねれば重ねる程、不満が募っている事があります。それは自分の研究成果が社会に直接的に貢献している状態が見えない為です。新しい医薬品の工業的合成法への展開では、数種類が実現一歩手前までいっています。が、我々の化学は問題無いものの、標的物質が臨床試験のフェーズIIIでドロップアウトしてしまいました。我々合成化学者にはどうする事もできません。

数日前、企業にいる卒業生と議論をしました。彼曰く「自分の研究所を含め、世界数多くの研究所で、柴崎触媒(反応)は検討されている。いつそこからホームランが飛び出すかわかりませんよ」とのこと。確かにそうかも知れませんが、その実態が直接的に見えてこないのです。私が一番苦しんでいるところです。最近になって私は異なる発想でこの現象を眺めるようにしています。我々が開発した、あるいはこれから開発する触媒(反応)をでき得る限りオプティマイズしておこう。研究結果は、自分が生存中だけのものではないのだから。自分が世を去った後でも、もしも柴崎触媒(反応)が世界のどこかで使用され、社会に直接的に貢献するならば、なんと素晴らしいことか。このように考え方を広げることによって、現実の葛藤と闘っている69歳の現役研究者です。

しばさき まさかつ (公益財団法人 微生物化学研究会 理事長)

プロフィール●1947年1月25日生まれ、1969年東京大学薬学部卒業。1974年同大学大学院薬学系研究科博士課程修了(薬学博士)。1974年6月ハーバード大学化学科博士研究員、1977年4月帝京大学薬学部講師、1983年4月(財)相模中央化学研究所主任研究員、1986年10月北海道大学薬学部教授を経て、1991年10月東京大学薬学部および同大学大学院薬学系研究科教授に就任。2010年3月に同大学退職後、4月より(公財)微生物化学研究会・微生物化学研究所に勤務し、現在に至る。

## 医療診断と放射線

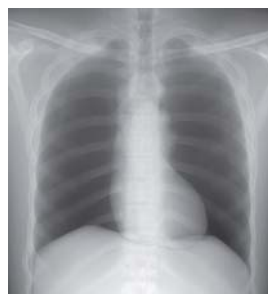
## 〔シリーズ1〕 X線の発生

徳島大学大学院 医歯薬学研究部 助教 林 裕晃



NLだよりの読者の多くは、診察の現場で何気なく放射線と接している方が多いのではないかと想像します。今月からの連載講座は“医療診断と放射線”というタイトルで、X線の発生、X線と物質との相互作用、単純X線画像の生成、医療被ばくなどの内容を解説いたします。安全な医療行為のために、少しでもX線に対する知見を深めていただけることを期待いたします。

図1は、胸部X線撮影（レントゲン撮影）の模式図です。胸部撮影は健康診断の項目にもありますので、誰もが年に1回は経験すると思います。胸部X線撮影では、肺がん・肺結核などの肺の病気や心臓の病気の診断を行っています。X線発生装置で発生させたX線を人体に照射し、人体を透過したX線を検出器で画像化



X線画像

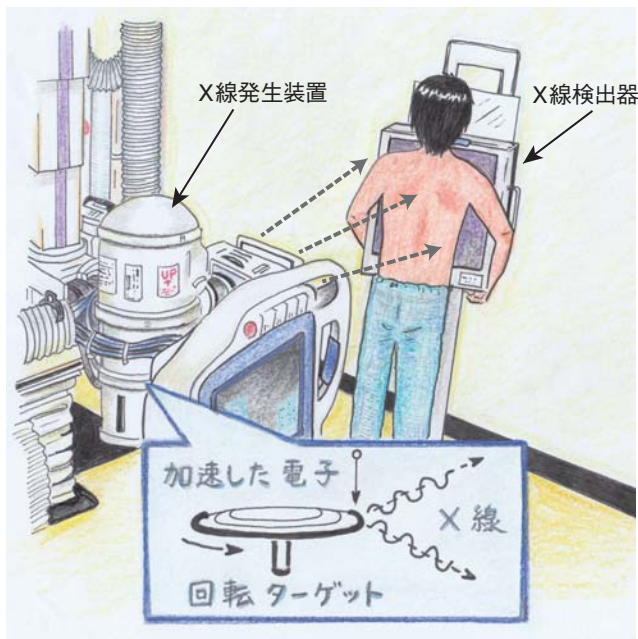


図1 胸部X線撮影の模式図

します。X線検出器としては、昔はX線フィルムを使用していましたが、最近はデジタル検出器化が進んでおり、撮影と同時にX線画像が得られます。

今回はX線の発生機構について少し詳しく解説します。図1の噴出し図は、X線発生装置の内部の模式図です。X線の発生部は真空になっており、タングステンで作られた回転標的（ターゲット）に、加速した電子を照射します。ターゲットの中ではタングステン原子が規則正しく並んでおり、加速した電子とタングステン原子との相互作用によ

ってX線が発生します。

図2は、X線の発生機構の模式図です。その1に示した図は、電子が左上のタングステン原子と衝突し、タングステン原子がエネルギーを持った状態（励起状態）に遷移したことを示しています。エネルギーを与えられた原子は、そのエネルギーを“特性X線”として外部に放出します。

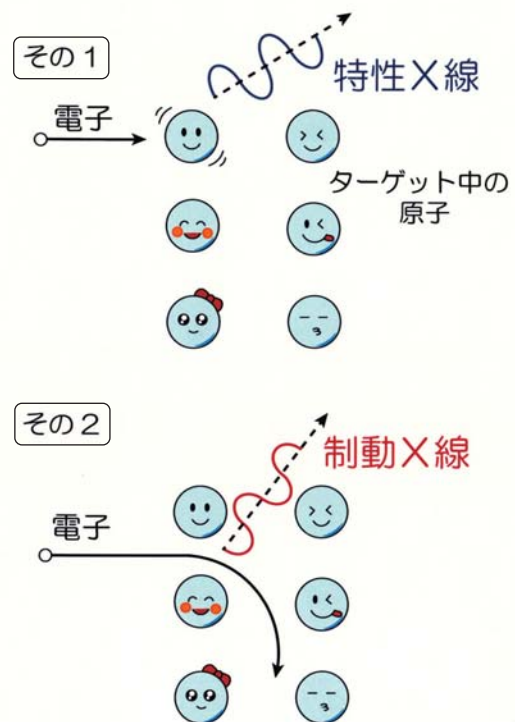


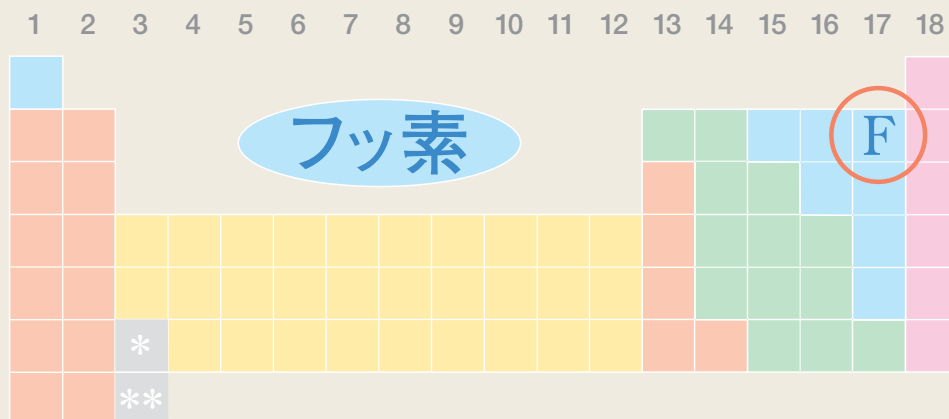
図2 X線の発生機構の模式図

その2に示した図は、電子とタングステン原子（原子核）の相互作用によって、電子の進行方向が大きく変化している状況を示しています。進行方向が大きく変化するとき、“制動X線”が放出されます。車を運転しているときに、急ブレーキをかけると荷物が前方に飛び出しますが、制動X線はこのようなイメージです。

X線撮影装置からは、特性X線と制動X線の両方が放出されますが、X線の発生効率は約1%と非常に小さく、電子に与えたエネルギーのほとんどは熱エネルギーになります。X線をさらに効率よく発生させるための研究は行われていますが、未だに100年前に発見された原理が実用化され続けていることは驚きです。

今回説明したX線の発生機構は全ての装置に共通です。医療における単純X線撮影（図1）、コンピュータ断層撮影（CT）や空港などに設置されている透視装置を見たときに、X線の発生機構を想像してみるのも楽しいかもしれません。

## 元素とその放射性核種 [その11]



F	*	日本語名：ふっそ	周 期：第2周期
	*	英語名：Fluorine	分 類：ハロゲン元素
	**	原子番号：9	原 子 量：18.998
		元素記号：F	同位体と天然存在比： $^{19}\text{F}$ (100%)
		族：第17族	

フッ素は原子番号9のハロゲン元素で、常温、常圧では気体として存在します。フッ素とカルシウムの化合物である蛍石( $\text{CaF}_2$ )は鉄鉱石を溶かしやすくする性質のため500年以上前から利用されていますが、単体のフッ素ガス( $\text{F}_2$ )を抽出することは非常に難しく、1886年を待つこととなります。それ以前にも多くの科学者がフッ素の単離に挑戦していますが、フッ素の強い酸化力や毒性のため、実験はことごとく失敗したようです。なお、初めてフッ素の単離に成功したアンリ・モアッサンは、その功績により1906年にノーベル化学賞を受賞しています。

最近では虫歯予防のためにフッ素を配合した歯磨き粉が普及しています。ここに使われているフッ素はフッ化ナトリウム( $\text{NaF}$ )やモノフルオロリン酸ナトリウム( $\text{Na}_2\text{PO}_3\text{F}$ )などで、歯の石灰化を助ける働きを担っているようです。ですがフッ素には強い毒性があることも確かで、そのため虫歯予防を目的としたフッ素の利用に否定的な考え方もあります。

フッ素の化合物としては、米国デュポン社が開発したテフロン®(テトラフルオロエチレンの重合体)をはじめとするフッ素樹脂が挙げられます。フッ素樹脂は耐薬品性、耐熱性、電気特性などに優れていることから、自動車や航空機、情報通信機器など様々な分野に利用されています。また、フッ素樹脂は非常に摩擦係数が小さく滑りやすいため、表面にフッ素樹脂がコーティングされたフライパンは焦げ付きにくくなります。

自然界に存在するフッ素はすべて安定同位体の $^{19}\text{F}$ ですが、最近では放射性同位体の $^{18}\text{F}$ が脚光を浴びています。 $^{18}\text{F}$ は半減期110分で $\beta^+$ 崩壊を起こし、陽電子( $e^+$ )を放出します。原子核から放出された陽電子は近傍の電子と反応(対消滅)を起こし、陽電子(および電子)の静止質量と等しいエネルギーを持つ光子(消滅 $\gamma$ 線)を2本、 $180^\circ$ 対向方向に放出します。そのため、放射線源( $^{18}\text{F}$ )を取り囲むように放射線検出器を設置し、複数の消滅 $\gamma$ 線を計測することで $^{18}\text{F}$ の精密な位置を特定することができます。この原理を活用したのが、がん診断に用いられるPET(陽電子断層撮影法)検査です。がん細胞は通常細胞と比べてブドウ糖を多く消費するため、ブドウ糖に $^{18}\text{F}$ を付着した薬剤を体内に注射すると、 $^{18}\text{F}$ はがん細胞の周りに集積します。この時、消滅 $\gamma$ 線を通して $^{18}\text{F}$ の精密な位置を計測することにより、おのずとがん細胞の位置も特定することができるようになります。

$^{18}\text{F}$
半減期：109.77分
崩壊形式： $\beta^+$ 、EC
$\beta$ 線最大エネルギー： 0.634MeV
崩壊生成物： $^{18}\text{O}$



お願い

ご連絡の際は、まず事業所番号を！

お問い合わせ：お客様サポートセンター  
Tel.029-839-3322 Fax.029-836-8441

バッジの追加や取消などをお電話で依頼される場合には、最初にお客様の事業所番号をお伝えください。

当社では、お客様の情報は「事業所番号」を、ご着用者の情報は「個人番号」をキーとして管理しております。事業所番号がわかりますと検索時間が少なく、お客様をお待たせすることなくスムーズにお問い合わせやご依頼事項に対応できます。

また、ご着用者を取り消す場合や以前着用されていた方を復活する場合にも、個人番号がわかりますとミスを防ぐことができ、より正確なバッジサービスをご提供することができます。

事業所番号は「登録変更依頼書」「外部被ばく線量測定報告書」の左上、「請求書」の右上に記載しております。ご連絡の際には、今一度ご確認くださいませようお願い申し上げます。

## お年玉クイズ 当選者発表

NLだより1月号「お年玉クイズ」へご応募ありがとうございました。総数740通、うち正解者数729通（A賞223通、B賞411通、C賞95通）で各賞の中から厳正な抽選の結果、右記の方々が当選されました。おめでとうございます。抽選は、茨城県土浦土木事務所の皆川様に来社していただき、当社社長の的場と二人でハガキをひいて当選者を決定いたしました。



左から二人目 皆川様、右から二人目 的場社長、他、女子社員

### 答え【ノーベル賞】

当選者

A賞(1名)

液晶テレビ(東芝製)

兵庫県 枚田様

B賞(3名)

ball motorhead掃除機(ダイソン製)

兵庫県 谷中様 東京都 岡本様 東京都 唐澤様

C賞(3名)

えらべるブランド東北

兵庫県 田村様 千葉県 富沢様 栃木県 秋本様

編集担当から：例年同様、重複応募および氏名、商品名の記入もれハガキが見られました。残念ながら無効票といたしました。

### 編集後記

カメラが趣味と言う友人。数年前までは星や花火を撮ることが多かったのですが、最近は趣味を本業に生かし、X線の漏えいを検査するカメラを開発しました。

良い写真を撮るべく、カメラやフィルム、撮像条件などについて知見を広めていたとき、X線の漏えいを撮影するというアイデアも湧いてきたそうです。

柴崎先生が書かれていたセレンディピティー。その発見の背後にも、研究テーマに限らない、様々な事柄に対する幅広い知見があったのだと推察します。

大きな困難に直面したとき、人は目の前の課題ばかり気にしてしまうものですが、そんな時こそ広い視野で様々なものを見て、探究する姿勢を持つことで新たな解決策を見出すことができるのではないかと、思っています。(T.O.)

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.029-836-8441  
大阪 Tel.06-6535-2675 Fax.06-6541-0931

**NLだより** No.460  
平成28年<4月号>

毎月1日発行 発行部数：37,800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  
的場 洋明