

- トップコラム／朝日大学 歯学部歯科放射線学分野 教授 勝又 明敏
- 暮らしに役立つ量子ビーム／〔シリーズ1〕  
高崎研における量子ビーム応用研究開発
- ゼロから始める放射線／〔その2〕放射線の人体に対する影響について
- 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／B-Webサービス

ト  
ツ  
ブ  
コ  
ラ  
ム  
194



勝又 明敏

## パノラマX線撮影をご存知ですか？

歯科診療には様々なX線撮影が使われます。その代表的な撮影法のひとつに顔の周囲を回りながら歯と顎の全体を撮影するパノラマX線撮影があります。装置の開発者はPaateroというフィンランド人で、1949年の論文で現在のパノラマの原型となる撮影法を発表しました。その後、撮影装置の実用化が進み、1969年には国産のパノラマ撮影装置も登場しました。パノラマ撮影が保険診療に採択されてからは、日本の歯科医院への撮影装置の普及が急速に進み、1980～90年代には90%を超える歯科医院がパノラマ撮影装置を保有し、年間で約1,000万件のパノラマ撮影が行われるまでになりました。装置やフィルム／増感紙系の改良が進んで画質も改善され、初期のパノラマ写真では難しかった細かい虫歯や歯周病の画像診断にもパノラマが利用されるようになりました。



パノラマ撮影は、管球側で約1mm幅に絞った細いX線束で10～15秒の時間をかけて顔の周囲をスキャンするスキャノグラム(Scanogram)という原理で撮影されます。また、X線束と検出器が運動しながら撮影することによる断層撮影(Tomography)の原理も利用されており、工学的にはかなりの高度技術による撮影なのです。この撮影法の大きな長所は、患者の被ばく線量がとても小さい事です。これは、細いX線束を用いるスキャノグラム撮影の賜物であり、一回の

撮影による被ばく線量は0.02mSv程度とされています。

2000年代になり、X線撮影はデジタル化の時代を迎えました。幸運なことに、パノラマ撮影装置の構造はデジタル化に好都合でした。パノラマは細いX線束によるスキャノグラム撮影であるため、コピー機のような細長い線状の半導体X線検出器を用いれば、フラットパネル検出器を用いる一般撮影のようなコストをかけずに撮影装置のデジタル化が可能だったのです。現在販売されているパノラマ撮影装置は、ほぼ100%が半導体検出器を用いたものです。



デジタル化より少しあとの2010年代に、顎と歯の小さな範囲を精密に三次元撮影する歯科用コーンビームCT(CBCT)のブームが始まり現在も続いています。歯科用CBCTの普及台数は15,000を超えて増え続けており、医用CTより多くなっています。なぜ、こんなに多くの歯科用CTが普及したかと言うと、ほとんどの歯科用CBCT装置が「パノラマ撮影装置兼用」となっているためです。パノラマ撮影では装置が顔の周囲を2/3周ほど回転しますから、この回転機構をそのままCT撮影に応用できるのです。パノラマ特有の線状半導体X線検出器を平面(フラットパネル)検出器にする必要はありましたが、別々の装置を導入するよりははるかに低いコストで、狭い歯科診療所にも設置可能な歯科用CBCT装置が供給されるようになりました。

また最近では、コンピュータ支援検出(CADe)を用いてパノラマ画像から骨粗鬆症をスクリーニングするシステムも開発されています。パノラマ撮影は、これからも歯科画像診断の出発点として重要な役割を担い続ける事でしょう。

かつまた あきとし (朝日大学 歯学部歯科放射線学分野 教授)

プロフィール●1987年朝日大学歯学部を卒業し、歯科放射線学講座助手に採用。2011年朝日大学歯学部講師、准教授を経て教授(現在に至る)。主な研究テーマとして、1990年より顎顔面領域疾患の三次元画像診断に関する研究、2000年より摂食嚥下障害の診断と治療に関する研究、2004年より顎顔面疾患リハビリテーションシステムについての研究、そして2007年より歯科画像診断支援システム(CAD)についての研究に取り組んでいる。

# ゼロから始める放射線

## 〔その2〕放射線の人体に対する影響について

放射線の人体に対する影響は、どのように調べればよいのでしょうか。放射線は人体に悪影響を及ぼすと殆どの方が考えています。ですから、人体に放射線を照射して影響を確認することはできません。そこで放射線を浴びた人の健康調査を行い、影響を調べます。これを疫学調査と言います。放射線に関する最も有名なものは広島と長崎における原爆投下後に行われた疫学調査で、現在も継続しています。放射線の影響に関する主な知識はこの調査に基づきます。放射線を用いた医療行為を受けた人や、自然放射線量の高い地域に暮らす人の調査も盛んに行われています。これらの調査の結果から高線量の被ばくでは影響が認められますが、低線量の被ばくでは人体に大きな影響がないことが判ってきました。

現在では、皮膚の影響や眼の水晶体の白内障のような高線量被ばくにおいて、殆ど個人差のない確定的影響と、低線量から高線量における遺伝的影響や発がんなどを考慮した確率的影響に大別して考えられています。確定的影響はしきい値と呼ばれる線量を超えないと影響が現れません。これに対して確率的影響は、低線量において放射線以外の悪影響でも発生する疾病が増加するので、生活習慣などによる個人差が大きく表れます。

現在の放射線防護関連法令は、国際機関が各種の疫学調査に基づいて示したしきい線量および平均余命の損失から年間線量限度を決定しています。しかし、これらの値は絶対的なものではなく、調査対象の母集団の選択方法および統計処理並びに調査期間により変化します。

その代表的な例の一つが眼の水晶体のしきい値の引き下げで、眼の水晶体の年間線量限度を150

mSvから単年度50mSv、5年で100mSv以下に管理するように国際機関(ICRP)から勧告が行われています。

放射線管理の基本となる実効線量は人体の組織・臓器に対し、放射線の影響が考えられる組織等の平均吸収線量にそれぞれの影響の大きさを示す組織加重係数( $W_T$ )を掛け、これを合計したものと定義されています。この組織加重係数も勧告の度に書きかえられています。実効線量の考えは1977年勧告で採用され、1990年勧告、2007年勧告に引き継がれています。この中で、表に示すように各臓器の組織加重係数は変化しています。

特に生殖腺の組織加重係数は勧告の都度、引き

下げられています。これはこれまでのどのような疫学調査においても放射線による遺伝的影響が現れたと確認できる事実がないためです。

遺伝的影響は動物実験では報告されていますが、人間ではそのような報告はありません。

遺伝的影響は下等な動物ほど起きやすい可能

性があります。チェルノブイリ原子炉事故では、ツバメ(鳥類)の尾羽の左右の長さが異なるという遺伝的影響が報告されましたが、げっ歯類(哺乳類)では遺伝的影響は認められていません。これはわが国の福島原発事故でも同様の影響が報告されています。

現在、法令に示された線量限度や国際機関が示す放射線影響の尺度は絶対的なものではなく、疫学調査結果の見直しにより改められます。また、新たな科学的知見により組織加重係数も変化します。

これまで、国際機関の勧告は線量限度を引き下げることはあっても引き上げることはなかったということを考慮しますと、より一層の放射線管理の徹底が求められます。

	臓器・組織	1977年勧告	1990年勧告	2007年勧告
		ICRP $W_T$	ICRP $W_T$	ICRP $W_T$
頭頸部	甲状腺	0.03	0.05	0.04
	脳			0.01
	唾液腺			0.01
胸部	肺	0.12	0.12	0.12
	食道		0.05	0.04
	乳房	0.15	0.05	0.12
	胃		0.12	0.12
	肝臓		0.05	0.04
腹部	生殖腺	0.25	0.20	0.08
	膀胱		0.05	0.04
	結腸		0.12	0.12
	骨髄	0.12	0.12	0.12
	骨表面	0.03	0.01	0.01
	皮膚		0.01	0.01
	その他	0.30	0.05	0.12

ICRPの勧告による組織加重係数

# 暮らしに役立つ量子ビーム

## 〔シリーズ1〕高崎研における量子ビーム応用研究開発

高崎量子応用研究所 副所長 田中 淳



### 量子ビームを使った産業利用

高崎量子応用研究所（高崎研）には、量子科学技術研究開発機構（量研）の1つの拠点として、イオンビーム、電子線、ガンマ線を照射できる世界有数の研究用施設があり、これらの量子ビームを使って、工業、農業、医療に役立つ研究開発を行っています。その他、高崎研の支部組織である東海量子ビーム応用研究センター（東海地区）においては中性子を、また、同じ量子ビーム科学研究部門の関西光科学研究所（関西研）播磨地区にあるSPring-8の放射光や木津地区のレーザー等も利用しています。これらの量子ビームを用いて図に示したように「創る」「観る」「治す」をテーマに研究開発を行っています。

### 様々な産業利用

「創る」研究開発では、低炭素社会や水素社会の実現に向け、高性能燃料電池膜や新しいセラミック材料による水素分離膜等の開発を行っています。また、環境負荷低減につながる放射線グラフト重合技術による環境浄化や有用資源回収用金属捕集材料の開発、さらに生分解性高分子材料の改質研究を行っています。これらの成果のうち、「超耐熱炭化ケイ素繊維」「セシウム除去用給水器」と「水素ガス検知器」を本連載で詳しく説明いたします。その他にイオンビームを用いた突然変異による品種改良の研究開発を行い、色とりどりの花卉品種やカドミウムをほとんど含まないコシヒカリ、さらに「甘い香り」を持つ新しい清酒酵母などを作り出しています。

「観る」研究では、陽電子放出核種を用いてヨシとイネの中のナトリウムの動きを可視化する技術を開発し、世界の農作物の課題である「耐塩性作物の創成」に向けてその一歩を踏み出しました。また「陽電子ビーム」の開発を世界に先駆けて進め、物質最表面の原子配列の解析や原子空孔にある電子のスピンを高感度に検出し、超低消費電力

デバイスの実現等に繋がる研究を進めています。最近では、重粒子線治療時に発生する微弱な電子制動放射線をイメージングする技術を確認し、患部に照射される治療ビームの「見える化」を実現する手法を考案しています。

「治す」研究では、イオン照射研究施設TIARAで製造したアルファ線放出核種<sup>211</sup>At（アスタチン-211）を標識したがん治療薬が、悪性褐色細胞腫の治療に有効であることを明らかにしました。この成果は、量研内の高崎研と放射線医学総合研究所（放医研）の研究チームが一体となり、効率的な研究体制を構築し、それぞれが有していた放射性同位体製造技術と薬剤合成技術を融合させることにより、初めて実現したものです。また、東海地区では中性子等を利用してタンパク質の全原子構造解析技術の開発等を行っており、最近では、副作用の少ない安全で効果的

な薬の開発を目指して、薬物代謝酵素の個人差に重要な役割を果たしているタンパク質の原子配置の情報を初めて明確に捉えることに成功しました。

### これからの高崎研

量研では、高崎研の高崎地区と東海地区、関西研の木津地区と播磨地区、それに加え、放医研などとの拠点間の連携を強力に進めており、量子機能材料スピントロニクス創成や水素吸蔵合金・燃料電池等の開発、また「量子生命科学」分野の開拓も目指しています。

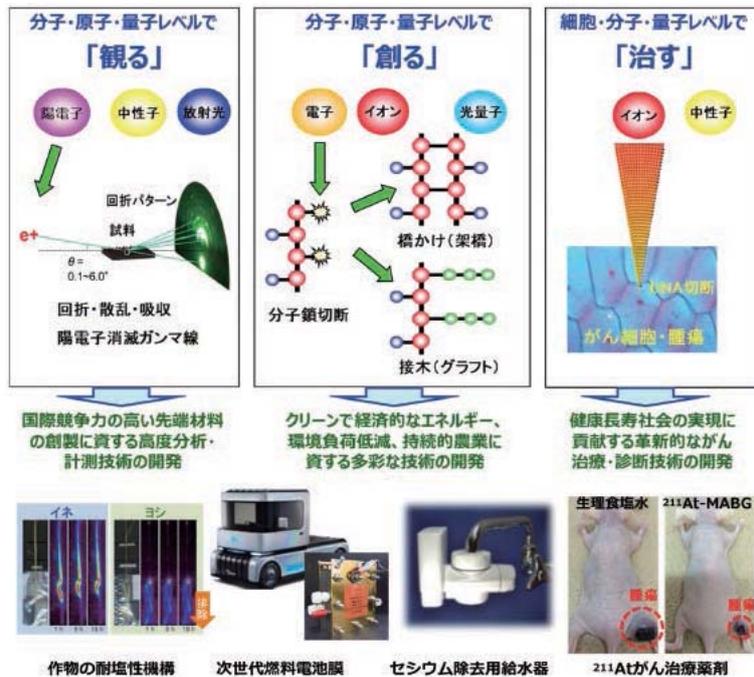


図 量子ビームのはたらきと研究開発への展開

これらの革新的な研究開発の中でも注目される研究として、量子センサーの開発があります。ダイヤモンドに電子線を照射し、熱処理することにより、不純物として含まれていた窒素からNVセンターを作製し、これを量子センサーとして機能させることができます。このダイヤモンドや炭化ケイ素の中に作られる量子センサーは、その特性を生かして、量子コンピュータへの利用、或いは細胞に埋め込むことでナノレベルの領域の温度や磁場を測定できる可能性を秘めており、将来の産業応用の起爆剤となると期待しております。

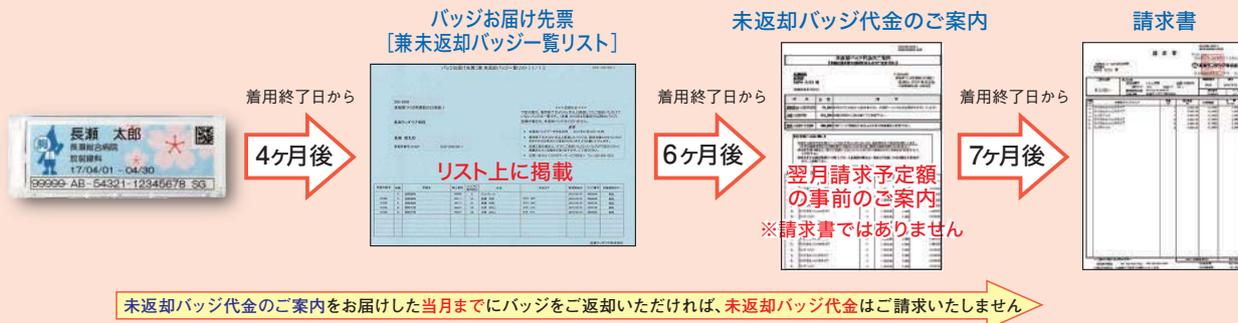
# お願い

## 未返却のバッジに関するご案内とご請求について

(お問い合わせ：お客様サポートセンター)  
Tel.029-839-3322 Fax.029-836-8440

当社のバッジはお客様の被ばく線量を測定するために貸し出しており、返却後は再利用しております。そのため、着用期間終了後7ヶ月を経過してもご返却されないバッジについて

は、下記の手順で「未返却バッジ代金」として別途請求させていただきますので、速やかにご返却ください。また、退職者のバッジも忘れずにご返却願います。



未返却バッジ代金のご案内をお届けした当月までにバッジをご返却いただければ、未返却バッジ代金はご請求いたしません

### ご案内

# B-Webサービス

B-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。サービスは無償で提供しています。(通信料はお客様負担)

#### 〈主な内容〉

- ・バッジの追加、変更、取消など
- ・バッジ登録された方全員の氏名、積算線量の確認
- ・電離放射線健康診断個人票の記入に役立つ、被ばく線量集計表の印刷
- ・外部被ばく線量測定・算定記録表の印刷
- ・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)のダウンロード
- ・バッジ測定状況の確認
- ・個人一括登録(CSVファイルのアップロード)

なお、セキュリティ面におきましてはSSL-VPN接続を採用しています。ご興味をお持ちのお客様は当社お客様サポートセンターまでご連絡ください。詳しい資料をお送りいたします。

〈対応OSおよびブラウザ〉  
Windows 7 (IE11) / 8.1 (IE11)

お問い合わせ：お客様サポートセンター

Tel. 029-839-3322

Fax. 029-836-8440

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



### 編集後記



今月から量子ビームの応用研究開発をご紹介いただくことになりました。適用範囲の広さと影響度はまだまだ底が知れないようです。無限に広がる可能性を秘めた量子ビームがもたらす未来にワクワクしますね。さて今月は節分があります。節分は年に四回ありますが、中でも立春の前日が一番重要とされ、現在の伝統行事

の形になりました。元々は追儺という宮中行事から派生し、庶民にも定着したのが豆まきだそうです。邪気が生じると信じられていた季節の変わり目に豆(魔目)を鬼の目につけ、魔滅を図り無病息災を祈る。ふと、量子ビームでがん細胞が狙い撃ちされる様は、まるで体内の鬼を量子ビームで追い払う鬼遣りのおにやのような感じでした。皆様のご健康とご多幸を、心よりお祈り申し上げます。(K.O.)

の形になりました。元々は追儺という宮中行事から派生し、庶民にも定着したのが豆まきだそうです。邪気が生じると信じられていた季節の変わり目に豆(魔目)を鬼の目につけ、魔滅を図り無病息災を祈る。ふと、量子ビームでがん細胞が狙い撃ちされる様は、まるで体内の鬼を量子ビームで追い払う鬼遣りのおにやのような感じでした。皆様のご健康とご多幸を、心よりお祈り申し上げます。(K.O.)

長瀬ランダウア(株)ホームページ・Eメール

<https://www.nagase-landauer.co.jp>  
E-mail: 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.482 平成30年(2月号)

毎月1日発行 発行部数：39,400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  
の場 洋明