



的場 宗孝

コロナ禍における放射線科医の役割

この原稿を書いている新緑の頃、我が国では新型コロナウイルス感染者数の急増により、いよいよ医療崩壊が現実的なものとなり、さらに変異株の急速な広がりが不安感をあおり、緊急事態宣言の発令により日常生活や社会生活は制限され、その一方で、新型コロナウイルスのワクチン接種が開始されるも、十分な体制とは言い難く混乱を招いている。新型コロナウイルスとの戦いは当分の間続きそうである。

新型コロナウイルス感染症の蔓延により、我々放射線科医には新型コロナウイルス肺炎の画像診断が求められるようになり、私も院内外の施設で新型コロナウイルス肺炎のCT診断に携わってきた。PCR検査や抗体検査が現在のように普及していなかった初期には、CT検査が新型コロナウイルス感染症のスクリーニング検査のように扱われ、CT firstで、感染が疑われた患者には全てCT検査が行われ、夜間、休日を問わず放射線科医に画像確認が求められた。特異的所見ではないが、新型コロナウイルス肺炎は、下葉末梢肺野優位に多発する円形-斑状すりガラス影-浸潤影が特徴的所見とされており、実際にこのような症例を多数経験した。しかし、肺炎が進行した状態では画像所見も複雑になること、高齢者などでは誤嚥性肺炎や陳旧性炎症性変化、さらに心不全などにより画像が修飾され、新型コロナウイルス肺炎のCT診断の難しさも痛感した。一般的に画像診断の役割は、疾患を診断することに加えてその疾患の進行度や重症度を判定し、治療法の選択や治療効果の判定、さらに予後予測に役立てることである。新型コロナウイルス肺炎においても、CT検査の所見から重症化の予測や予後予測が可能

- トップコラム／金沢医科大学 放射線医学 主任教授 的場 宗孝
- ミューオン科学の進展／[その2] 加速器ミューオン施設とその利用
- わかりやすい放射線の基礎／[第5回] 放射線の利用
- お願い／コントロールバッジについて
- 製品紹介／ビジョンバッジ

になれば、治療法の選択など非常に有益な臨床情報になると思われるが、現状では困難なようである。

私はこれまで、画像検査を用いた悪性腫瘍に対する治療効果や予後予測、すなわち"biomarker imaging"に興味を持ち研究を行ってきた。特に、進行頭頸部癌に対する化学放射線療法後の治療効果や予後予測に機能画像を biomarker imagingとして、その有用性の検討を行ってきた。進行頭頸部癌では外科切除が根治的治療選択肢とされているが、手術による機能形態的損出は術後のQOLに影響する。そのため、化学放射線療法が手術に代わる根治的治療として選択されることが多い。しかしながら化学放射線療法の問題点として、味覚障害や唾液分泌障害、嚥下障害などの機能面での有害事象が長期的に残る可能性や、治療後2年以内に約40%の人に再発転移が出現する可能性があることなどが指摘されている。従って、化学放射線療法により良好な治療効果が期待できる患者の識別が可能になれば臨床的意義が高く、その予測に機能画像が役立つと考えている。機能画像としては、FDG PET-CTやMRI拡散強調画像、perfusion CTなどを用いて、腫瘍組織の細胞増殖能、組織構築、血流の状態などを複合的に評価し化学放射線療法の治療効果を治療前に予測する。評価法としては、それぞれの機能画像の評価因子を定量化した指標を組み合わせて評価を行う。現状では、治療終了後の短期的治療効果および長期的な局所領域制御や生存率との相関がみられており、将来的に進行頭頸部癌患者の治療法選択に有益な情報を提供できる評価方法の確立を目指している。

PCR検査や抗体検査が普及した現在でも新型コロナウイルス感染症の臨床で放射線科医に求められているものは、肺炎の診断とその画像経過の判定であるが、これまでの研究により画像所見の特徴や画像経過が分かってきている。さらに今後の研究で、放射線科医が専門的知識を活かした画像処理や解析方法を工夫することで、肺炎の初期像から将来的な重症化の予測が可能になるかもしれない。また、画像経過から早期に治療効果の判定ができるようになるかもしれない。新型コロナウイルス感染症の終息に向けて、より詳細な画像解析から臨床に役立つ多くの知見が得られることを期待したい。

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・

まとば むねたか（金沢医科大学 放射線医学 主任教授）

プロフィール ●1989年3月、近畿大学医学部卒業。2012年4月、金沢医科大学放射線治療科診療科長。2017年7月、金沢医科大学放射線医学主任教授、中央放射線部部長。現在の専門は、放射線腫瘍学(放射線治療)であるが、元は、放射線画像診断専門医。

ミューオン科学の進展 [その2]

加速器ミューオン施設とその利用

大阪大学大学院理学研究科 助教 佐藤 朗



ミューオンを紹介するシリーズ、第2回目の本稿では加速器を使った人工ミューオンビームとその利用についてご紹介します。

世界の加速器ミューオン施設

大型加速器を使って300 MeV(光速の約65%)以上に加速した陽子を炭素などの標的に衝突させることで、人工的にパイオニアやミューオンを生成することができます。加速器施設で利用できるミューオンの運動量は最大でも120 MeV/c程度ですが、直径約5 cmの領域に最大で毎秒 10^8 個程度の大量のミューオンを入射させることができます。また、スピン偏極度100%のミューオンビームが使用できることも加速器ミューオンビームの大きなメリットです。

このような加速器ミューオン施設が、現在世界の5箇所で稼働しています。茨城県にある大強度陽子加速器施設のミューオン科学実験施設(J-PARC MUSE)、大阪大学核物理研究センターのミューオン施設(RCNP-MuSIC)、イギリスのラザフォードアップルトン研究所(RAL)、スイスのポール・シェラー研究所(PSI)、カナダのTRIUMF研究所です。施設によって、ミューオンビームの時間構造や利用できる強度、エネルギー、検出装置などの条件が異なりますので実験を希望される方は、事前に施設の担当者とよく相談することが重要です。以降では、加速器ミューオン施設で行われている主な研究についてご紹介します。

加速器ミューオン施設における研究

低エネルギーのミューオンビームが利用できる加速器ミューオン施設では、ミューオンを物質中に停止させる実験が主流となります。

正電荷を持ったミューオンは物質中で軽い陽子のように振る舞います。物質中に打ち込まれた正電荷ミューオンは格子間などの安定な位置に停止するか、その間を拡散的に移動して行きます。また、絶縁体や多くの半導体の中では、電子一つを捕まえて、「ミューオニウム」と呼ばれる軽い水素原子のようなミューオンと電子の束縛状態を形成します。このような性質を用いることで、物質中の陽子や水素の役割を調べるプローブとしてミューオンを利用することができます。また、スピン1/2を持つミューオンは磁場中で微小な棒磁石のように振る舞います。磁場方向を軸としてスピンの向きが歳差運動するのです。物質内では、ミューオンの停止位置に存在する局所磁場を感じてスピン方向が回転します。ミューオンが崩壊する際に生成される陽電子はミューオンのスピン方向に放出されやすいので、陽電子放出方向の時間発展を測定することで、物質中のスピン方向の変化を介して、物質内部の磁気的状態を調べることができます。これが「μSR(ミューオンスピン回転・緩和・共鳴)法」で、金属や

磁性体、超伝導体など様々な物性研究に使用されています。

一方、負電荷を持ったミューオンは重い電子と見なすことができます。物質中に停止すると、まず、原子核の電場に捕らえられて原子核を周回し始めます。この状態を「ミューオン原子」と呼びます。外軌道から基底軌道に向けて遷移する過程で原子核に固有のエネルギーを持つ「ミューオンX線」が放出されます。ミューオンX線は電子の特性X線に対して、ミューオンと電子の質量比、つまり約207倍高いエネルギーを持ちます。このミューオンX線を使用した非破壊元素分析が、近年、大きな注目を集めています。また、ミューオン触媒核融合による電力生成やミューオン核変換による超長寿命放射性廃棄物の処理など、エネルギー問題の解決策としての負電荷ミューオン応用も検討されています。

素粒子ミューオンの研究

ミューオンは宇宙を構成する基本粒子の一つです。加速器施設では、素粒子であるミューオン自身の性質を精密に調べることにより、宇宙の仕組みを解き明かそうとする素粒子物理学の研究も進められています。ミューオン異常磁気能率測定、ミューオン稀崩壊過程探索など、超精密測定実験による新しい物理現象の発見と解明の期待が高まっています。このような研究は、超大強度や超平行かつ超微小ビームサイズなど、特殊な性質を持つミューオンビームを必要としますので、J-PARCや米国フェルミ国立加速器研究所などに専用施設を建設し、国際協力体制の基に実験が遂行されます。さらに、将来の素粒子物理学を牽引するホープとして、ミューオン衝突型加速器の実現に向けた検討も進められています。

おわりに

ミューオン科学の最新状況についてできるだけ沢山のテーマを紹介したつもりです。宇宙線ミューオンによる大規模構造物のラジオグラフィー、加速器ミューオンによる素粒子物理学、μSR法による物性研究、ミューオンX線による非破壊元素分析など、本稿で取り上げたどの分野においても日本は世界の最先端をリードする位置にあります。特に近年は、加速器や検出器技術の発展に後押しされ、様々な分野も巻き込んだめざましい研究の進展があります。

紙面の限られた本稿だけでは消化不良の読者も多いと思います。ミューオンに興味がある方はミューオン研究者が集う学会「日本中間子科学会」^[注]への入会をお勧めします。会誌「めそん」には、毎回最先端のミューオン研究の話題が掲載されています。学会のホームページには、ミューオン関連文献リストも用意しました。こちらはどなたでもご覧頂けますので、消化剤としてご活用頂ければ幸いです。

[注] 日本中間子科学会 : <http://www.jmeson.org>

わかりやすい放射線の基礎

(第5回) 放射線の利用



東北大学名誉教授 工藤 博司

リスク(危険性)とベネフィット(便益)

放射線の量が増えればリスク(危険性)は増大しますが、リスクを知った上で放射線をうまく利用すれば大きなベネフィット(便益)が得られます。特に医学利用の便益は大きく、私たちの健康維持に欠かせないものになっていますが、放射線が他の分野でも広く利用されていて、私たちの生活に役立っていることはあまり知られていないようです。そこで今回は、農業、工業、研究開発の分野における放射線の利用例を紹介します(図)。

農業利用

農作物の品種や土壤の改良、動植物の代謝研究などに広く利用されています。常陸大宮市(茨城県)にはガンマフィールドと呼ばれる放射線育種場があります。直径100mの圃場の中心に設置された塔に納められている線源(コバルト-60[⁶⁰Co])から出るガンマ線を作物に照射する施設で、大学、都道府県、企業などの研究に供されています。

放射線を照射すると加熱しなくとも食品の殺菌ができます。香辛料や乾燥野菜の殺菌に最適で、海外では46ヵ国以上で使われていますが、わが国では未承認です。現在、わが国で唯一許可されている食品照射はジャガイモの発芽防止のためのガンマ線照射で、士幌農協(北海道)で実施され長期保存に役立っています。

工業利用

製鉄、製紙、製薬、プラスチック製造などで広く使われていて、製造工程での鋼板や紙の厚み測定、容器内容物の容量測定、製造装置や製品の欠陥の非破壊検査など多岐にわたります。身近なところでは、自動車のダッシュボード用発泡ポリエチレン、ラジアルタイヤ、エンジン周りの耐熱電線(被覆)の製造、テニスやバドミントンのガットや三味線の糸の強化などにも使われています。

医療機器の滅菌にも有効で、注射器の滅菌には欠

かせません。注射器を1個ずつポリエチレン製の袋に封じ、数百本をまとめて段ボール箱に詰め、箱の外から丸ごとガンマ線を照射して滅菌します。袋を開封するまで滅菌状態が保たれるので、医療現場で安心して使用できます。

研究開発での利用

研究用原子炉の中性子、加速器で発生する高エネルギーの電子、陽子、重イオンなどは最先端の科学的研究に不可欠な“放射線”です。また、原子炉や加速器を用いてつくられるラジオアイソotope(放射性同位体)は環境や生体内での物質移動の研究などに使われます。前回述べたPET診断に使う放射性薬剤(FDG-¹⁸F)の¹⁸Fはサイクロotron加速器を用いて製造します。2016年に日本発の新元素として世界に認められた113番元素ニホニウム(Nh)は理化学研究所(RIKEN)の直線加速器を利用して合成されました。最近話題の放射光施設では、微量物質の構造解析に欠かせない強力なX線が得られます。

おわりに

この連載では放射線の正体とその作用を中心に、「放射線とは何か」について学びました。放射線は“得体の知れない怖いもの”ではなく、地球が誕生した時からどこにでも存在し、私たちの身体の中にもあることを知りました。目に見えないから怖いのではなく、その量が問題になることもわかりました。日常生活では誰もが年に2 mSvほどの放射線を受けますが、それで健康を害することはありません。しかし、全身に500 mSvの放射線を受けると変調をきたし、4,000 mSv以上では死に至るので大変危険です。一方、放射線は医療をはじめ私たちの生活の質の向上に役立っています。

私たちの身の周りには、常に放射線が存在します。その放射線の量に危険はないか、便益を得るためにどこまで許せるかなどを、一人一人が適切に判断できるようになることを願ってやみません。



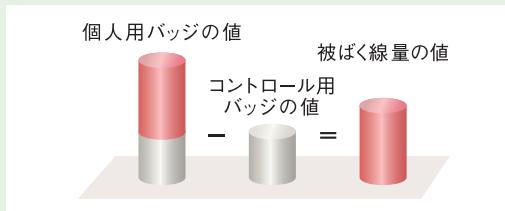
図 多様な放射線利用

お願い

コントロールバッジについて

(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

コントロールバッジは、個人用バッジの値から自然放射線等による影響分を差し引き、放射線業務に起因する被ばく線量を正確に算出するために用いるバッジです。



自然放射線は地域や季節などにより変動します。コントロールバッジは、放射線発生装置やRIからの放射線の影響がない場所に保管してください。また、着用期間が終了したコントロールバッジは、同一着用期間の個人用バッジと一緒にご返却をお願いいたします。

※コントロールバッジが同一着用期間の個人用バッジと共に返却されなかった場合、当社基準に基づいて個人の被ばく線量を算出いたします。

製品紹介

NewVersion

ビジョンバッジ®

軽い 防護メガネに取り付けても重さを感じません
小さい 視界の邪魔をしないような小さいサイズを実現
ちょうどいい どのタイプの防護メガネにも取り付けられます

2021年4月から眼の水晶体の等価線量限度が、50 mSv/1年かつ100 mSv/5年に引き下げられました。ビジョンバッジは防護メガネによる遮へいの効果を反映した眼の水晶体の3mm線量当量を測定するために開発された個人線量計です。検出素子にはTLD素子を使用しています。

皆様のご要望を反映し、2021年4月よりリニューアルいたしました。防護メガネに合わせて選択可能なフックを3サイズ揃えました。防護メガネに着用しないときは体幹部用のルミネスバッジに取り付けが可能です。



ビジョンバッジサービスのお問い合わせ
営業部 Tel.029-839-3322

編集後記

ミューオンの飛跡が見える、霧箱の友達ともいえるスパークチェンバーを紹介します。ミューオンが、ヘリウムなど気体中を通過すると、周りの分子や原子をイオン化して電子と正イオンを生成します。この時、気体中に置かれた電極

に高電圧を印加すると、加速しながら電極に引き寄せられて、電子がさらに他の原子をイオン化して電子を生成します。電子の数がねずみ算式に増大して、電極間に荷電粒子の飛跡に沿った放電により発光が線状に見えます。 (T.I.s)

9月のバッジデザイン

9月のラベルは桔梗です。万葉集にある「朝顔は朝露負ひて咲くといへど夕影にこそ咲きまさりけり」の朝顔は桔梗を指すそうで、「朝露に濡れて咲く」というが、夕方の薄暗い光の中でこそ美しく咲く」と訳すそうです。物事を一方的な視点からだけではなく、よく観察し角度を変えて見る感性を忘れずに持っていたいものです。

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.525
2021年(9月号)

毎月1日発行 発行部数：41,700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 浅川哲也