

話 題

金沢大学市民公開講座

金沢大学学際科学実験センター

森 厚 文

平成18年7月9日(日)、金沢大学サテライトプラザ3階集会室にて放射性同位元素委員会と学際科学実験センター主催の「第6回市民公開講座—市民のための放射能・放射線の話—」が約100名の参加の下に開催された。金沢大学理事・副学長の長野勇先生の開会の挨拶の後に、附属病院核医学診療科の中嶋講師による「PET(ポジトロン断層撮影)でわかる癌、心臓及び脳の病気」と、医学系研究科脳機能制御学(脳神経外科)の濱田教授による「脳ドックでわかる病気の治療法」と題する2つの講演が行われた。参加者から多くの質問があり、活発な質疑応答が行われた(写真1)。

引き続き見学コーナーとして設けられた「パネル展示—食品照射・放射線滅菌—」の解説及び「実験・演示—放射線を照射した食品から放射線は出ていない—」の実験・演示が行われた。

当日に配布された「市民公開講座の要旨」を次ページから掲載する。



写真1 講演風景

表 プログラム

金沢市民公開講座—市民のための放射能・放射線の話—

開催日：平成18年7月9日(日)

開催場所：金沢大学サテライトプラザ3階集会室

◆開会の挨拶(13時30分～13時40分)

長野 勇(金沢大学理事・副学長)

◆講演(13時40分～15時40分)

司会：森 厚文(金沢大学学際科学実験センター教授)

講演1：「PET(ポジトロン断層撮影)でわかる癌、心臓及び脳の病気」

中嶋憲一(金沢大学医学部附属病院核医学診療科講師)

講演2：「脳ドックでわかる病気の治療法」

濱田潤一郎(金沢大学大学院医学系研究科脳機能制御学教授)

◆見学コーナー(15時40分～16時40分)

パネル展示：—食品照射・放射線滅菌—

実験・演示：—放射線を照射した食品から放射線は出ていない—

中西 孝(金沢大学自然科学研究科教授) ほか

主催：金沢大学放射性同位元素委員会、金沢大学学際科学実験センター

後援：石川県、石川県教育委員会、金沢市、金沢市教育委員会、(社)日本アイソトープ協会

金沢大学市民公開講座「市民のための放射能・放射線の話」の開催にあたって

長野 勇(金沢大学理事・副学長)

放射線には粒子線と電磁波があります。粒子線は電荷を持つ荷電粒子線と非荷電粒子線に分類されます。粒子線にはアルファ線、ベータ線など多くの種類があり、放射性同位元素の崩壊等から生じます。電磁波の中で原子に由来するものをエックス線、原子核に由来するものをガンマ線と区別しています。どちらも紫外線よりエネルギーが高い電磁波です。近年、放射線を出す物質の利用や人工的に放射線を発生させる技術、放射線を測定する技術が急速に進歩し、産業や医学の分野で人類の福祉に多大な恩恵をもたらしています。金沢大学では市民の皆さんには、放射線・放射能を理解して頂くため、講演、パネル展示や見学コーナーを設けました。

さてこの機会に、私が宇宙科学の研究をしていた時に経験した放射線に関する話題を紹介します。地上で生活する我々の周りには常に自然の放射線が存在し、1年間にあびる線量当量は胸部のエックス線撮影の3～10回程度に相当しています。このうち宇宙から降り注ぐ放射線からの寄与は約1/3であることが知られています。我々人類を含む地上の生物は大気圏が形成される以前の大昔を別にして宇宙放射線環境をほとんど自覚してこなかったといっ

講演1：PET(ポジトロン断層装置)でわかる癌、心臓と脳の病気

中嶋憲一(金沢大学医学部附属病院講師)

1 はじめに

「小さい癌が、ペット検診で発見できた」「小さな転移がペットでみつかって治療できた」など、最近話題のPET(ペット)ですが、全身の癌がみつかる先進装置として、マスコミでもよく取り上げられます。このPET装置は、実は「核医学」とよばれる身体の働きをみる検査法の一つですが、「核医学」というと知っている人は少ないかもしれません。実は、核医学装置を持っている病院はたくさんあるのですが、「核医学診療科」という名前が病院の看板に掲げられていないため意外に知られていません。しかし、北陸は人口当たりの核医学検査数が国内でも最も高い地域であり、石川県は検査数が国内の都道府県で

ところが、宇宙放射線の定量的な科学が急速に発展したのは米ソの宇宙開発競争によるものです。1956年ヴァンアレン教授の放射線カウンターを搭載した米国の最初の人工衛星エクスプローラ1号によって偶然にも地球周辺の宇宙に放射線帯(ヴァンアレン帯)が発見されました。その後惑星探査機により太陽から飛来する太陽粒子線が確認され、更に太陽の爆発(フレア)により強いエックス線や放射線は放出されていることが分かりました。この科学衛星観測の以前は、バルーンによる大気圏の放射線観測から銀河系から放射線(銀河宇宙線)が地球に注ぐことも研究されておりました。ヴァンアレン帯の粒子は地球磁場に閉じ込められていることも分かりました。このような宇宙からの放射線は、地球磁場や厚い大気層により地上へほとんど到達できません。ちなみに大気の放射線遮蔽効果は鉛に換算して約70cmにもなります。我々人類が地上で繁栄できたのは地球の厚い大気と地球磁場が宇宙放射線を防護していることも一因と考えられます。

一方宇宙では、放射線帯や太陽のフレアに伴う強い放射線は、宇宙船の船外活動や電子機器に障害を与えます。私が参加した日本初の火星探査機(のぞみ)は地球-火星間を飛行中にこの太陽爆発による予想外の強い放射線を浴び、衛星の通信系の電子回路を構成している半導体に不具合(単発現象)が生じ通信不能になりました。近い将来人類が宇宙で活動するためには、宇宙飛行士および電子機器に対する宇宙放射線の影響の研究が大変重要になります。

は第1位と、医療に大きく貢献しています。そこで、そもそも核医学とは何なのか、そして話題のPETで何がわかるのかを、お話ししましょう。

2 そもそも核医学って何?

2.1 「核医学」ってどうして「核」なんですか

「核」とは原子核の核です。被爆国である日本では核という言葉からくる誤解や不安をもつ方もいるかもしれませんが、放射性医薬品はその言葉のとおり放射性物質を用いますが、医療で用いられるものはいずれも半減期、つまり身体から消失する時間が短く、身体への影響も小さいものが選ばれています。物質としてはごく少量なので、副作用が少ないことも特徴となっています。

2.2 つらい検査ではありませんか?

ほとんどの核医学検査は、注射後すぐに、あるい

はしばらく待ってもらってから写真をとります。検査は寝ているだけで苦痛はなく、数分から30分程度の時間をかけて、放射性医薬品の広がりをカメラで記録します。検査により数分で終了するものもあれば、数時間待った後に初めて写真が撮れるものもあります。

2.3 放射性という副作用が心配ですが？

副作用の頻度は0.0015%と少ないのも特徴で、軽い症状のものがほとんどです。しかもこれは、放射線による影響ではありません。放射線による被ばくはありますが、核医学検査1回当たり0.2～8ミリシーベルトとされており、これは胸のX線検査や通常のCT検査と同程度です。なお、参考として、私たちは地球、宇宙、食物など日常生活をしているだけでも自然に被ばくしており、その量は1年間に2.4ミリシーベルトです。

2.4 核医学では何が分かるのですか？

核医学検査はその目的によりたくさんの種類があり、放射性医薬品を使い分けして全身の臓器や組織の機能を調べるものです。使う薬により癌に集まりやすいもの、心筋梗塞や狭心症を診断するもの、脳血流をみるもの、肺の血流や換気をみるもの、骨の転移や代謝をみるものなど様々です(写真1)。

2.5 代表的な対象疾患は？

- 癌の原発や転移の診断：癌によく集まる放射性医薬品を用いますが、PET検査も核医学検査の一つです
- 脳の病気の診断：脳血管障害や痴呆の診断など
- 心臓の病気の診断：心筋梗塞や狭心症などの冠動脈疾患、心筋症など
- 甲状腺の病気：甲状腺機能亢進症(バセドウ病など)、甲状腺癌など
- 骨の診断：骨転移や骨折、代謝の異常など
- 消化器の診断：肝臓や胆道系、消化管出血など
- その他、全身の様々な臓器の機能診断

2.6 核医学による治療もあります

アイソトープ治療という言葉聞いたことがありますか。これも、核医学による治療です。「目的とする標的に向かって攻撃するミサイル」のような治療法といえるかもしれません。

甲状腺のアイソトープ治療は甲状腺癌の治療に広く用いられています。また、バセドウ病(甲状腺機

能亢進症)の治療にもアイソトープ治療が行われています。全身の骨転移や悪性リンパ腫の治療に関する治療も臨床試験が施行されており、近い将来利用できる見込みです。まだ全ての癌には応用できませんが、その効果が期待されています。

3 PETでわかる病気：癌、心臓、脳の病気

3.1 PETとは？

PET(ペット)とはポジトロン断層撮影法(Positron Emission Tomography)の頭文字をとったものです。この検査では、ポジトロン(日本語では陽電子)を放出する放射性医薬品を、静脈から注射したり、吸入していただきます。この薬剤が体の中を移動して、心臓や脳などからだのいろいろなところに集まる様子、つまり血液の流れや代謝の様子をからだの外からPET装置で撮影します。X線CTやMRIが主に形をみて診断するのに対して、PETではからだの中の働きをみて、病気の診断をする点が異なっています。

3.2 PETで使う放射性医薬品は？

癌細胞ではブドウ糖の取り込みが増加しており、

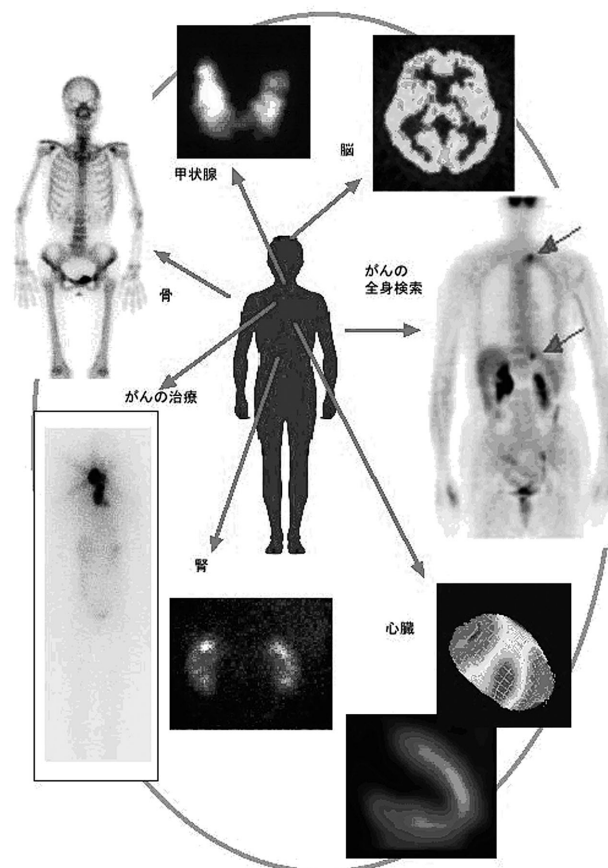


図 核医学でみる私たちのからだ

これを画像とすることで癌を診断する新しい方法です。この目的のために、ブドウ糖の類似物質を標識したF-18フルオロデオキシグルコース (FDG) という薬を用います。この薬を注射すると、活発に活動する癌ほど、たくさんのFDGを取り込みます。

3.3 癌を見つける

PETは癌を早く見つけ、治療すれば治る患者さんの治療方針を、的確にたてる時に役に立ちます。癌は日本人の死因の第一位に挙げられる病気です。PET (ペット) による検査は、癌の診断に威力を発揮する最先端の技術です。治療には、早期の発見が重要であるとされています。PET検査では、従来の検査と比べて微小な病変の発見が可能であり、早期癌、再発癌の発見や病変の進行の評価が精密に行えます。定期的なPET検査が、治癒率を高め、再発を防ぐことにもつながります。図では、矢印の部分に小さな病巣が2か所はっきりと描出されているのがわかります。

3.4 心臓の病気

心臓病では、狭心症や心筋梗塞の際、治る可能性のある心筋を診断できるもっとも良い方法の一つがPET診断法です。食事の欧米化に伴い、日本でも狭心症や心筋梗塞といった心臓の病気が増加しています。PET検査は、これらの疾患の診断や病気の程度を判定することができます。本来心臓は、脂肪酸を主なエネルギー源として働いていますが、異常な部位ではブドウ糖が使われます。この変化をとらえて、病気の診断をします。心筋血流検査と合わせて判断します。

講演2：脳ドッグでわかる病気の治療法 濱田潤一郎 (金沢大学大学院医学系研究科教授)

人間ドッグと同じように脳の病気を早期発見するために脳ドッグがあります。脳ドッグで検査を受けることにより、様々な脳の病気の発生自体を予防することができるようになりました。脳ドッグでわかる病気には何があるかと申しますと、大きく分けて脳卒中と脳腫瘍があります。脳卒中は脳の血管が破れたり、詰まったりして起こる病気です。脳腫瘍は脳にできる癌のようなものです。

さて、今日は、生命に直接関係する脳動脈瘤の治療についてお話をさせていただきます。脳動脈瘤の治療の目的は、血液循環から動脈瘤を遮断すること

3.5 脳の病気

現在ではてんかんに対する検査が保健適応です。また、痴呆や脳血管障害といった脳疾患の診断にも有用であり、アルツハイマー痴呆などの早期診断にも有力な検査法として注目されています。

3.6 核医学は身体に優しい検査法

核医学検査の多くは身体の働きをみるものであり、侵襲性の低い(つまり、痛い思いをすることがない)、身体に優しい検査法です。安心して検査を受けて下さい。

核医学検査に関心のある方は、当科のホームページにも情報がありますので、ご参照下さい(写真2)。

<http://web.kanazawa-u.ac.jp/~med23/>

金沢大学医学部附属病院核医学診療科

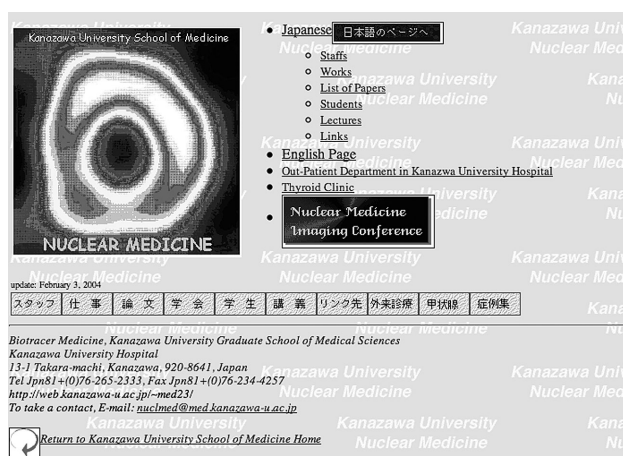


写真2 核医学診療科ホームページ

で、大きく2つに分かれます。開頭クリッピング術とコイル塞栓術です。開頭クリッピング術は、頭蓋骨を開けて、動脈瘤の付け根のところをクリップで挟み込む方法です。コイル塞栓術は、足の付け根の動脈から細いマイクロカテーテルを挿入して、動脈瘤の中へ誘導した後、非常に細くて柔らかい針金のようなコイルを詰め込む方法です。したがって、頭蓋骨を開ける必要はありません。両方の治療法をコンピュータグラフィックで供覧します。

いずれの治療法も一長一短があり、どちらかの治療法が断然優れているということはありません。今のところ動脈瘤の形や場所を参考にして治療法を選択していますが、みなさんはどちらの方法がいいでしょうか。

見学コーナー

放射線は、学術、工業、農業、医療、その他の多くの分野で適切な安全管理の下で幅広く利用されています。

放射線利用のうち、「食品照射」は、現在、我が国ではジャガイモの発芽防止のための照射だけが認められています。世界的には230品目の食品照射が許可されていて殺菌・殺虫・発芽防止に効果を上げ、食品の安全・品質保持に大きな効用をもたらしています。しかし、食品の大半を輸入に頼っている我が国では、食品の安全・品質保持に効用がある「食品照射」が進んでいません。

昨年制定された原子力政策大綱で食品照射が大きく取り上げられ、今年に入ってから、原子力委員会に食品照射専門部会が設置されて「食品照射についてご意見を聴く会」が開催されたり、市民団体のフォーラムで「食品への放射線照射」について理解を深めるための対話が行われたりして食品照射の議論が急速に活発になってきました。

そこで、今回の市民公開講座でも「食品照射・放射線滅菌」をテーマにしたパネル展示と実験・演示を行うことにしました。素朴なご質問にもお答えしたいと思います。

解説者

中西 孝(金沢大・自然科学研究科)

横山明彦(金沢大・自然科学研究科)

柴 和弘(金沢大・学際科学実験センター)

パネル展示：食品照射・放射線滅菌

- (1) 放射線の生物に対する作用
- (2) 食品照射(“ばれいしょ”へのガンマ線照射)
- (3) 照射食品の検知法
- (4) 実験動物飼料の滅菌
- (5) 放射線突然変異の検出・解析
- (6) 放射線による害虫“ミバエ類”の不妊化
- (7) 放射線による植物の品種改良
- (8) 農業分野における放射線の新しい利用

実験・演示：放射線を照射した食品から放射線は出ない

食品への放射線照射は、現在、我が国においては、“ばれいしょ(ジャガイモ)”の発芽防止のためのガンマ線照射のみが認められています。その照射は、北海道士幌町にある専用照射施設で、1974年から行われています。この照射施設は十勝支庁河東郡の5つの農協の共同施設であり、年間6千トン～9千トンの照射ジャガイモを出荷しています。士幌周辺5農協のジャガイモ全生産量は年間約16万トンですから、放射線照射したジャガイモは数%でしかありません。したがって、士幌のジャガイモ＝照射ジャガイモという認識は間違いで、照射されていないジャガイモがほとんどです。照射したものは“芽止めジャガイモ”と表示して出荷されていますが、日本全国で生産・流通しているジャガイモの極々一部が“芽止めジャガイモ”であり、石川県ではほとんど入手できません。今回特別に“芽止めジャガイモ”を士幌農協から取り寄せて、“放射線照射したジャガイモに放射線は残っていない”ことを各種放射線測定器(※)を用いて確認していただきます。

※・アルファ線測定器

・ベータ線測定器

・ガンマ線測定器

・中性子測定器

多くの人は、“放射線を照射した物質には放射線が貯まっていて危険だ”と思っているようですが、放射線を照射した物質に放射線が貯まることはありません。

なぜ“放射線を照射しても物質に放射線は貯まらない”のでしょうか。そのワケは次のとおりです。

放射線の正体は“高速で飛ぶ電荷をもった粒子(アルファ線、ベータ線)”や“高速で飛ぶ電荷をもたない粒子(中性子)”や“高エネルギーの電磁波(ガンマ線、エックス線)”です。これらの放射線には電離作用があり、電離作用が“危険”原因です。しかし、放射線が物質に吸収されると速度やエネルギーを失って、再び高速で飛ぶことはありません。飛べないものは放射線ではなく、物質から出て来ることありません。