

ラジオロジー

放射線医療と患者さんをつなぐ広報誌



特集◎PET/CTによるがんの画像診断

慶應義塾大学医学部放射線診断科核医学部門
村上 康二(むらかみ こうじ)

■世界の街角から：世界のゴルフコース

群馬県立県民健康科学大学学長 / シカゴ大学名誉教授
土井 邦雄(どい くにお)

■My Hobby：トレッキング

法政大学理工学部
尾川 浩一(おがわ こういち)

■みえるわかる なおる 放射線医療

日本ラジオロジー協会広報委員長
大友 邦(おおとも くに)

患者さんに

やさしい放射線医学を求めて…

ラジオロジー(Radiology)とは放射線科学のことです。
ラジオロジーは体の中を切らずに、見ます。エックス線写真からはじまり、ここまで来ました。

日本ラジオロジー協会

「みえる・わかる・なおる」をテーマとして放射線科学は医療に幅広く貢献しております。

【特集】

PET/CTによる がんの画像診断

慶應義塾大学医学部放射線診断科核医学部門
村上 康二 (むらかみ こうじ)

今回は放射線科の検査の中でも、比較的最近に登場した「PET (ペット)」のお話しをしたいと思います。

最近登場したと言っても、PETが保険認可されたのは2002年のことですから今年で11年目になります。当時は患者さんに「PETってご存じですか?」と尋ねても「??」「犬とか猫の・・・」といった返事しか返ってきませんでした。最近ではほとんどの患者さんは「PETとは放射線科で実施される検査の一種である」事をご存じです。10年あまりでずいぶんと普及したのですが、それもそのはず、2002年1月時点で日本国内においてPET検査を実施していた施設数は41カ所だったのに対して、2012年10月現在では301カ所です。実にこの10年間で7.3倍も増えたことになります。PET検査には大規模な設備や人手が必要なので、依然として「どの病院でも受けることの出来る検査」というわけにはいきませんが、必要であれば近隣の施設に紹介してもらってPET検査を受けることが出来る程度の普及状況に達した、といえるでしょう。

それではこれから

- Q1: PET (あるいはPET/CT) とはどんな検査ですか?
- Q2: PET検査はどのように行われますか?
- Q3: PET検査を受ける上で注意することはありますか?
- Q4: PET検査はどのような場合に役立ちますか?
- Q5: PET検査の長所と短所を教えてください
- Q6: PET検査の被曝が心配です
- Q7: PET検査の将来について教えてください

以上のように質問に答える形式で述べていきたいと思います。

Q1: PET (あるいはPET/CT) はどんな検査ですか?

PETは正式名称をPositron Emission Tomographyといい、この頭文字をとったものです。ポジトロンCTと呼ぶこともあり、日本語では「陽電子コンピューター断層撮影」と訳されます。詳細は省略しますが、要するにPETは放射線を出す薬(放射性医薬品といいます)を体内に投与してその分布を画像化する核医学検査の一種です。核医学検査は従来からありますが(骨シンチグラフィや心筋シンチグラフィなど)、PETで使用される放射性医薬品は以前の検査薬に比べて優れた特徴があります。

まずPETで使用される薬剤の放射性同位元素(放射線を出す元素:RIと呼びます)は炭素(^{11}C)や窒素(^{13}N)などの生体構成物質そのもの、もしくは近似した元素です。したがって体内で様々な作用をする化学物質(ホルモンや神経伝達物質など)に直接標識することが可能であり、検査薬の毒性は皆無です。これらの検査薬は通常の画像診断としての役割だけでなく、たとえば抗がん剤の体内動態を調べるなど、研究的な分野にも利用されています。

また放出されるX線のエネルギーが一定のため、従来の核医学検査よりも画質ははるかに良く、定量的評価に適しています。定量的評価に優れるということは薬剤の体内分布が客観的に精度良く把握できるということで、これは腫瘍の良悪性の鑑別や治療効果判定に非常に重要なことです。

一方、核種の半減期が非常に短いという特徴もあります。これは患者さんの被曝が少ないという長所になりますが、合成時間が限られる、薬剤の輸送ができない(したがって自施設に薬剤を合成する設備が必要)などの短所にもなります。しかし、現在腫瘍イメージングとして使われている ^{18}F -FDGという薬剤は半減期が2時間弱なので、輸送が可能な地域では民間企業から供給されています。供給を受ける病院にはカメラだけあればよいわけで、大がかりな設備を持つことなくPET検査が可能です(デリバリー施設)。現在日本ではサイクロトロンを持ち院内で薬剤を合成している施設とデリバリー施設の割合はほぼ半々です。

ところで、画像には大きく「コントラスト分解能」と「空間分解能」という2つの要素があります。コントラスト分解能とは病気(あるいは目的とする臓器・組織など)を明瞭にする能力であり、また空間分解能とは小さいものを識別する能力です。PET検査はコントラスト分解能に優れますが、空間分解能は良くありません。一方X線CT(以下CT)は空間分解能に優れた画像ですが、コントラスト分解能は悪い画像です。つまり両者の画像を融合させると、お互いの欠点を補う非常に優れた検査法となります。そこでCTとPETを同時に撮影するPET/CTと呼ばれる装置が2002年に開発されました。現在ではこのPET/CTが主流となっており、PET専用機は次第に減少しています。

次にPETで使用される放射性医薬品について話を移しましょう。PETは使用される薬剤によってがんを診断したり、脳や心臓を診断します。しかし現在国内で実施されているPET検査の95%はがんの診断で、このために使用されているのがブドウ糖をアイソトープで標識した薬剤です(^{18}F -フルオロデオキシグルコース:FDGと呼びます)。

細胞はブドウ糖をエネルギー源として使っていますが、がん細胞は正常の細胞よりも活動性が高いため、栄養である

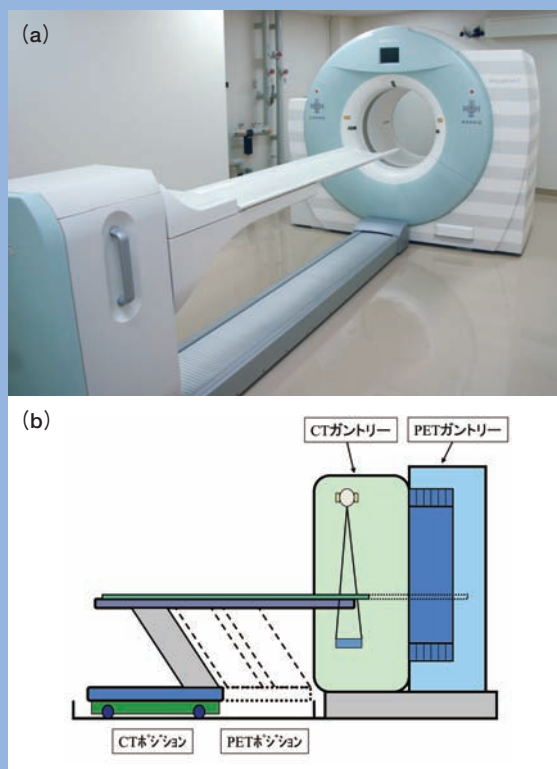
ブドウ糖をたくさん取り込む性質があります。したがってFDGもがん組織に多く取り込まれ、この部分から正常組織よりも強い放射線が出てきます。放射線の量は腫瘍細胞がブドウ糖を取り込む量、つまり活動性に比例するため、PETはがん細胞の機能（活動性）を反映する検査とって良いでしょう。

図1. 放射性核種をつくるサイクロترون装置。



病院内で放射性医薬品を製造するためには、このような大がかりな設備が必要です。

図2. PET/CTカメラ本体(a)とシエマ(b)。



PET/CTはCTとPETが直列に配列された構造をしています。寝台が動くので被験者は動かずに両方の画像が撮影できます。

Q2：PET検査はどのように行われますか？

検査はまず薬の注射から始まります。薬の量は通常2～5mlぐらいで、腕の静脈から注入します。その後薬が標的とする組織や臓器に集まるまで安静にしてお待ち頂きます。待ち時間は使用する薬剤の種類によって異なりますが、がんの診断に使われている ^{18}F -FDGの場合は約1時間ほどの待ち時間です。その後カメラの寝台に寝て頂き、撮影が始まります。撮影時間は約15～20分ほどで、この間は動かずに安静にしています。また撮影が終了してから少し時間を空け、およそ30-60分後にもう一度撮影する場合があります。これは遅延相撮影（あるいは後期相撮影）と呼ばれ、FDG-PET検査の場合にしばしば行われます。検査の精度や診断能を向上させるために実施されます。つまり検査の開始から終了までは、待ち時間も入れて約2時間程度という事になります。

Q3：PET検査を受ける上で注意することはありますか？

最も大事なことは検査前の絶食をきちんと守って頂く事です。検査直前の一食と甘い飲料は摂取禁止ですからご注意下さい（甘くない飲料は大丈夫です）。これはFDGという薬がブドウ糖に似た薬だからで、血糖値が高いと腫瘍に集まる薬剤が減少し、診断できなくなります。

また、薬剤を注射してから撮影まで1時間ほど待機して頂きますが、この間も安静を保ちます。これは動くとも筋肉に薬が集まってしまうからです。検査前の強い運動も影響することがあるので、病院に来る前の激しい運動は控えて下さい。

検査後はなるべく待機室（施設によっては回復室やラウンジ）で長く過ごして頂きます。これは検査後も弱いながら患者さんの体から放射線が出ているからで、極めて微弱ながら周囲を被曝させることになります。検査当日一杯は小さな子供を抱きかかえるなどの密着は避け、また授乳中の場合にはおよそ24時間は授乳を中止します。

Q4：PET検査はどのような場合に役立ちますか？

PETは腫瘍の良悪性の鑑別、悪性腫瘍の病期診断や転移・再発巣の診断、あるいは治療効果判定に有用性が高い検査です。

通常の画像診断（X線CTやMRI、超音波検査など）は腫瘍の「形や大きさ」をみる検査です。それに対してPETは腫瘍細胞のブドウ糖の取り込み具合、すなわち「活動性」を知ることができます。

活動の活発な腫瘍ほど薬剤を多く取り込む結果、強い放射能が検出され、PETの画像で濃く描出されます。たと

えば形は小さくても実際は性質の悪い(悪性の)腫瘍が存在する一方、形は大きくてもゆっくりと発育する良性腫瘍も存在します。これらの腫瘍の差は「細胞の機能の違い」と考えられており、PET検査では腫瘍の濃淡で鑑別が可能です。小さくてもPETで悪性度の高いがんであることがわかれば、手術の範囲を広くしたり、あるいは抗がん剤を併用するなど適切な治療方針に変更することが可能になります。

病期診断には原発巣の進展度診断と、リンパ節や他臓器への転移診断に大別されますが、PETが得意とするのは後者です。リンパ節転移は大きさだけでは診断できない場合も多く、PETの集積で判断できる場合があります。

また、PETは全身の検査が簡便にできる点も大きな長所です。他臓器転移(遠隔転移)や再発はがんの最もやっかいな性質であり、体のどの部分に存在するかが予期できません。もしもPET以外の検査で全身をくまなく調べようとすると、全身のCTやMRI、内視鏡、超音波検査など膨大な

検査数になります。ですから全身のがん病巣を一回の検査で調べることができるPETは非常に有用性が高いものといえます。つまりPETは「どこに病気があるのか特定できない」場合に非常に有用性が高い検査法といえます。

さらに、がんに対する治療効果の早期判定にもPETの有用性が期待されています。通常はがんに対して化学療法や放射線治療を行った場合、どのぐらい治療が効いたかを調べるためには腫瘍の大きさで判断します。しかしがん細胞は死滅するよりも先に活動性が低下するので、大きさが変化するよりも早い時期にPETで診断することが可能です。治療効果の判定がPETにより早く行えれば、それだけ次の治療計画も早く手を打つことができ、患者さんのメリットが大きいことになります。

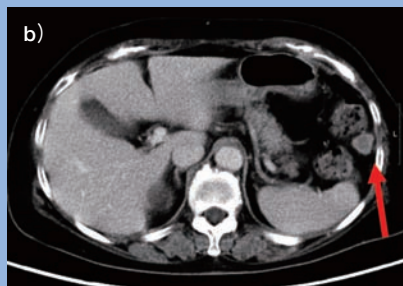
Q5: PET検査の長所と短所を教えてください

ほとんどの悪性腫瘍はブドウ糖の代謝が亢進しており、

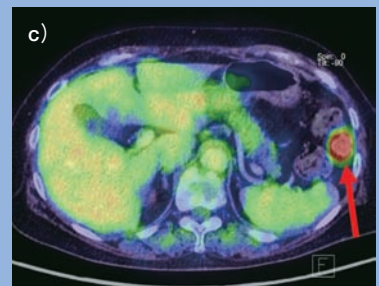
図3. 卵巣癌腹膜転移



a) 単純CTで病変を見つけるのは不可能です。



b) 造影CTでは左側腹部に小さな腫瘍がありますが(矢印)、消化管との区別が困難です。

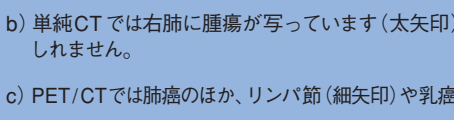


c) PET/CTでは病変の部分に強い集積があり(矢印)、赤く表示されています。この部分にブドウ糖が多量に集積し、悪性腫瘍であることが判ります。

図4. 肺癌と乳癌の重複がん



a) PETの全身像です。肺癌が既に発見されており、治療前の精査目的で検査が施行されました。肺癌には強い集積がありますが(太矢印)、近くのリンパ節(細矢印)、そして左乳腺にも点状の集積が発見されました(矢頭)。



b) 単純CTでは右肺に腫瘍が写っています(太矢印)。しかしリンパ節や乳腺の腫瘍は見落としてしまうかもしれません。

c) PET/CTでは肺癌のほか、リンパ節(細矢印)や乳癌(矢頭)に明瞭な集積があり、一目瞭然と診断が出来ます。

PETで検出可能です。しかしPETの空間分解能は他の画像診断法に比較して劣っており、あまり小さな腫瘍は検出できません。検出できる腫瘍の大きさは集積した薬剤の程度に依存しますが、強い集積があれば直径4~5mmのものでも十分に検出可能です。しかしながら「大きさ数mmのがんが全て発見できる」というわけではなく、たとえば肺癌の早期発見ならばCT、胃や腸ならば内視鏡の方が優れています。一方、PETは一回の検査で全身が撮像できるという長所があるため、がんのスクリーニング目的で人間ドックのオプションとしても施行されています。

また、腫瘍に集積しても、周囲の生理的な集積に隠されて腫瘍が検出できない場合があります。たとえば脳・腎臓・尿管・膀胱は正常でもFDGが強く集積するため、この部分に生じた腫瘍は発見できません。つまり脳腫瘍や腎臓癌などの有用性は低いということになります。ほかにも胃がんや肝細胞癌、前立腺がん、胆道癌、白血病などの有用性が低いことが知られています。ただし、これらのがんでも「原発巣の診断には向かない」ということで、他臓器への転移や再発の診断には役に立つ場合があります。一概に有用性の有無を述べることは難しいものといえます。

また、FDGは炎症巣にも集積することが知られています。たとえば肺炎なども異常集積としてとらえられるので、がんとの鑑別が紛らわしい場合があります。

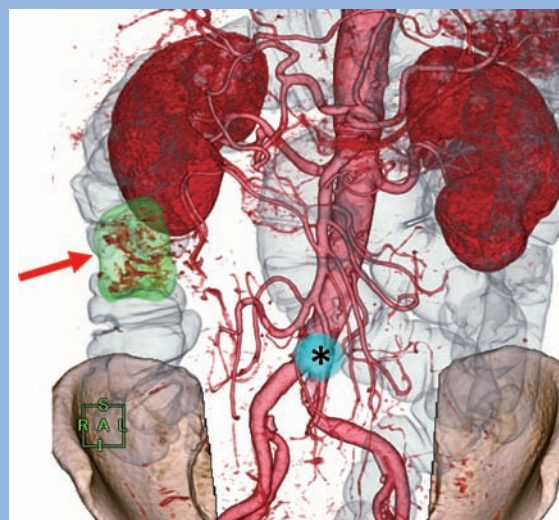
いずれにせよ、ある患者さんに対してPETが有効か有効でないかに関しては専門的な判断が必要ですので、一概に述べることは困難です。検査を受ける前に専門医(放射線科医)へのご相談をお勧めします。

Q6：PET検査の被曝が心配です。

福島原発事故以来、一般の方々の放射線に対する関心が急速に高まりました。正しい情報や知識を得ることは非常に重要です。無用な被曝は避けなければなりません、一方では過剰な心配をすることの無いようお願いしたいと思います。

PET検査の場合、体内に投与されるアイソトープは量も少なく、半減期も非常に短い(半減期110分)ため、被曝量は人体にほとんど影響のない極微量です。具体的にはおよそ2-7mSv程度であり(個人により放射性医薬品の投与量が異なるため)、これは人間が1年間に自然界から受ける被曝線量の1-3倍程度とお考え下さい。CTを撮影するとその分の被曝が増えます(2-20mSv程度)が、CTも撮影法により被曝線量は大きく変わります。また最近では技術の進歩により画質をそのままにして被曝線量を大幅に減らす事も可能になりました。

図5. PET造影CTの3次元画像(大腸癌)



大腸に空気を入れて膨らませ、さらに造影CTで得られた画像にPETの画像を重ねています。PETでは大腸癌の部分で表示しました(矢印)。

また体表面の目印となる臍を青で表示してあります(*)。この画像は腫瘍と血管、腎臓や骨など他臓器との位置関係を明瞭にさせ、手術の際の「地図」の役割を果たします。

Q7：PET検査の将来について教えてください

PETは非常に将来性のある診断法といえます。

たとえば現在最も代表的な「形態画像」であるX線CTの空間分解能は0.1~0.2mmに達し、すでに肉眼の分解能を上回っています。しかし実際にはCTでは発見できない腫瘍も多く、形態だけに頼ったがん診断は限界にきています。今後の画像診断に期待されるのは、千差万別の細胞の機能異常を特異的に、かつ敏感に検出することであり、その意味でPETは最も鋭敏な機能画像を提供してくれます。現在はブドウ糖代謝を反映するFDGが最も頻用されていますが、FDGには脳腫瘍や泌尿器系腫瘍の検出が悪い、炎症にも集積してしまう、といった欠点があります。しかし将来的にはアミノ酸代謝や核酸代謝を反映する薬剤が開発され、これらの欠点も克服されるでしょう。さらに将来は特定の腫瘍のみ、あるいは特定の遺伝子異常のみを検出する事が可能になるかもしれません。またPETは心臓や脳の検査においても様々な放射性医薬品が開発されています。現在のPET検査はほぼ腫瘍の診断に使われていますが、近い将来には心臓や脳(特に認知症)の診断にも不可欠な検査法となっていることでしょう。

世界の街角から

世界のゴルフコース

群馬県立県民健康科学大学学長
シカゴ大学名誉教授

土井 邦雄 (どい くにお)



写真1. Fairmont Banff Springs Golf Course, Canada



写真2. Hinksey Heights Golf Club, Oxford, UK



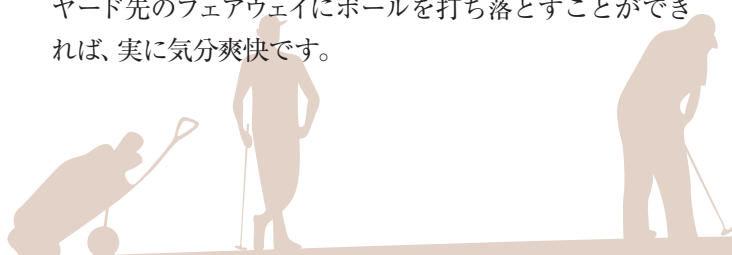
写真3. Clearwater Bay Golf & Country Club, Hong Kong

ゴルフは、素晴らしいスポーツです。他のスポーツと比べて大きく異なる面があります。まず、ゴルフは100歳の方でもプレイできます。80歳、90歳のプレイヤーが、エイジシューターになる場合があります。80や90台のスコアは、アマチュアにとっては決して悪いスコアではありませんが、高齢者にとってもこのような素晴らしい成績を出すことができるのです。何故そんなことができるのか？その理由は、ゴルフの本質と関係しているのです。大抵のスポーツでは、筋力が圧倒的に重要です。しかし、ゴルフは、筋力だけでなく、精神力や心理的な強さや、小技の完成度も重要です。プロの選手は、たまに30センチのパターを失敗することがあります。一方、アマチュアでも10メートルのパットを決めることができます。ゴルフは、一生楽しむことのできるスポーツです。更に、ゴルフは、夫婦や子供達など老若男女を含む家族と一緒にプレイすることができます。これはコースの距離にハンディキャップがあるからです。

ゴルフは、18ホールの異なったレイアウトを含む広大なゴルフコースが必要です。ゴルフコースは、海岸、山岳、丘陵、森林、砂漠、川や湖などの自然を利用して設計されています。このように贅沢なコースは、ゴルフ以外のスポーツにはありません。世界中には無数と思われるほど多数の見事で豪華なゴルフコースがあります。美しいゴルフコースの景色を楽しむ事は、ゴルファー以外には多分知られていません。別の言い方をすると、ゴルフをプレイするだけでなく、ゴルファーだけが世界中のゴルフコースの見事な景観を楽しむことができるのです。そこで、私は、若い方々にゴルフを始めるよう勧めています。一方、デジカメが利用できる10年ほど前から、世界のゴルフコースを訪ねるたびに、美しいゴルフコースの写真を撮ることにしています。その一部を以下に紹介します。

1. カナダのバンフのコース

このコースは、美しいカナディアンロッキーの巨大な岩山の隙間にあります。絶壁の岩山と美しい大きな常緑樹の間のコースをまわるのは素晴らしいです。この写真のホールでは、30メートルほどの高さの丘の上から川を越えて200ヤード先のフェアウェイにボールを打ち落とすことができれば、実に気分爽快です。



2. イギリスのオックスフォードのコース

このコースは、数年前まで牧場だったので、ゴルフコースの芝は茫々でしたが、コースからはオックスフォード大学の多くの歴史的な建物を眺めることができます。私がゴルフをしたときには、小雨が降りしきるイギリス独特の天気、レンタルクラブは、博物館にあるような古いものでした。しかし、18ホール終了した後は、素晴らしい充実感に包まれていました。ゴルフの後、会議に戻ったのですが、皆さんから「すごく生き生きして元気そうだね」と言われたのはとても嬉しかったです。

3. 香港のコース

香港は、狭い地域に密集していると想像する場合がありますが、実際は大分違うのです。香港はかなり広い地域ですが、少ない平地の部分には高層建築が集中しています。しかし、広大な海岸線、丘陵地帯と熱帯の森林があります。このコースは、香港の金持ち達が巨額を投じて開発した見事なコースで、世界的に有名なカリフォルニアのペブルビーチコースと同等の海岸線の絶景のコースです。

4. チリーのサンチャゴのコース

このコースからは、南米最高峰 6962メートルのアコンカグアが微かに眺めることができます。サンチャゴでは、朝は、見事な山岳の陰影を認識できますが、午後になると排気ガス汚染のために見えなくなります。

5. ハワイ島のマウナケア・コース

黒い溶岩と白いサンゴの海岸線と透き通るような海と白い水しぶきを越えて、200ヤード先のグリーンにオンするのは素晴らしいです。

6. ドイツのベルリン郊外のコース

このコースでプレイしていた時に、突然フェアウェイに2匹の子鹿が現れ、その後に親鹿も飛び出てきたのにはびっくりでした。ゴルフコースの近くには色々な動物が出現します。ラスベガスのコースでは、ガラガラ蛇がいるから藪に入らないようにと注意書きがあります。フロリダでは、沼地の鰐に注意が必要です。ハワイのコースでは、野生の茶褐色のヤギや野生の七面鳥の群れに出会うことがあります。



写真4. Lomas de la Dehesa, Santiago, Chile



写真5. Mauna Kea Golf Club, 3rd hole, Hawaii

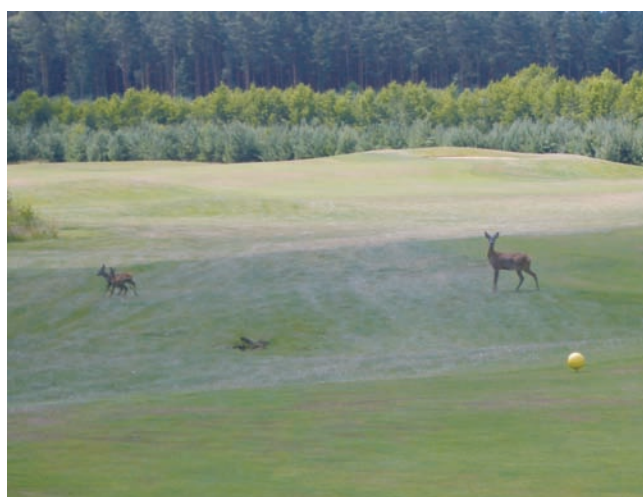


写真6. a-ROSA Resort, Arnold Palmer G. C. Berlin, Germany

My Hobby

トレッキング

法政大学理工学部

尾川 浩一 (おがわ こういち)

私の趣味はトレッキング(山歩き)です。長野県の大町市という北アルプスの麓で生まれ育ったということもあり、小中学生時代は近くの山で春はこみ、秋はわらびとりやしめじなどの山菜採りといった感じで山の中を駆け回るのが大変好きでした。夏は近くの川で泳いだり、魚釣り、沢ガニ取りなど目一杯、自然を満喫した生活を行っていました。信州や岐阜あたりはよく昆虫食文化があるといわれますが、これは蜂の子、イナゴ、ざざ虫、さなぎなどを食する文化のことです。私の住んでいた地域は夏の蜂の子取りや秋のイナゴ取りが盛んで、蜂の子を炒めてちょっと醤油をかけて食べたり、イナゴを砂糖と醤油で煮詰めて佃煮にして食べるなどかなり珍味でおいしいものです。最近は農業の関係でイナゴなどはほとんどいなくなりましたが…。蜂の子というのは地蜂という地面のなかに巣を作る蜂の幼虫のことです。この蜂の子の採り方をちょっと紹介させていただきます。

用意するものは一切れの真綿とその辺のおもちゃ屋で売っている煙幕だけです。まず、小川にあって川岸にいるアカガエルを捕ることから始まります。なるべく大きい蛙を捕まえた後、地面に叩きつけて気絶させ、足首から皮を剥いて肉を露出させ近くの木の枝にくくりつけます。そうやってしばらくしていると、地蜂が新鮮な肉の臭いを嗅ぎつけて舞い降りてきます。この蜂は口で器用に肉を切り取って団子状に丸め、せっせと巣に持ち帰り始めます。このような状態になれば第一段階が終了で、今度はあらかじめ蛙の足から肉片を取り小さな肉団子にして、これに真綿を結びつけます。そして、地蜂が巣から戻ってきたときにこれを蜂に持たせてやるわけです。これから後が大変で、目の真綿を頼りに蜂を懸命に追うわけです。蜂は田んぼがあっても自由に横断して飛び回って行きますが、人間の方はあぜ道を選択しながら駆け回らないといけません。見失ったら、再度目印作りからやり直します。多くの場合、田んぼのあぜ道、川岸近くの草むらなどに地蜂は巣を作りますが、首尾良くその巣を発見できればほとんどこちらの勝ちです。つぎは買ってき



ナンガバルパッドを背景に

た煙幕に火をつけ、巣に投げ込みふたをします。しばらくすると地蜂は煙幕を吸い気を失うので、大急ぎで巣を掘りにかかります。巣は球形で大きいものは20~30cmぐらいの直径で、それが何段もの巣で構成されているので、手早く成虫の蜂をはたき落とし持ち帰るといわけです。この後も実は大変なのですが、幼虫を一匹一匹蜂の巣からつぶさないようにつまんで取り出すわけです。この蜂の子は油でからっと炒めて醤油をつけて食べると酒のつまみにぴったりです(このときはまだ酒は飲んでいませんでしたが)。話しが大きく逸れてしまいましたが、要するにとっても野性味に溢れた時代を送っていました。

松本深志高校時代は、毎年夏に北アルプスの烏帽子岳(2628m)の近くの山小屋(烏帽子小屋)での1ヶ月近くわたるアルバイトをやっていました。大変だったのは時々頼まれる荷揚げで、空の背負子(しょいこ)を背負って山小屋から朝早く麓の濁沢(高瀬ダム1274m)まで降り、20~30キロの新鮮な食料を背負って夕方には山小屋まで戻って来るというものでした。このブナ立て尾根の道は急なことが有名(日本三大急登の一つ)で重い荷物を背負っての6時間弱の登りはかなりきつかったです。山小屋から下るときに、いくつかの木のムロにジュースや食料を隠しておき、登りの時にその場所で休みながらジュースを飲むといった感じでつらさを吹き飛ばしていました。また、風呂といえば水が貴重なため週に1回、天水を利用したドラム缶の五右衛門風呂で星空を仰ぎながらのお風呂

でしたが、従業員やバイトの学生の特権でした。長期の山小屋生活の楽しみは、澄み切った空気の中の朝焼け、夕焼けだったり、完全な消灯となった後の息をのむほどのミルクiewicz(天の川)でした。山の生活満喫の高校生時代でした。

慶應義塾大学に入った後は、ワンダーフォーゲル部(通称ワンゲル)に入り日本各地の山登りを楽しみました。北は北海道の十勝岳、東北の朝日山、飯豊山、燧ガ岳(尾瀬)、中部の北アルプス縦走(槍、穂高、剣、白馬岳)や南アルプス縦走(北岳、間ノ岳、赤石、聖岳)、関東の奥多摩、秩父山系などで、海外遠征として台湾の玉山(ニイタカヤマ3952m)などにも登りました。ニイタカヤマ(新高山:富士

山より高いので当時台湾を占領していた日本はそう呼んでいた)では山小屋が山頂直下であり、そこで寝たときは空気が薄いため自分の心臓が激しく鼓動し、平地の2倍の心拍数となり自分の心臓の音がうるさくてよく眠れないという経験もしました。雪の無い季節を選んで登山をしたのですが、たまたまその年は大雪で前日も軽装備の台湾人が滑落して死亡するという事故もあり、ザイルを持って行かなかった我々は、頂上直下20mのところ登頂を断念しました。ワンゲルは最近の山ガールなどというようにおしゃれではなく、横方向に幅のあるキスリングというザックに20~30kgの荷物を背負い、先輩にしごかれて(先輩になれば後輩をしごいて…)

山道や沢、藪の中などを地味にひたすら歩くといったものでした。今では考えられませんが、先輩は神様、下級生は生ゴミ同然の待遇でした。みんな、いつかは先輩になれるのでぐっと苦しみをこらえ、しのびがたきをしのび、がんばってやってきました。

社会人になってからは、山登りの領域を国外まで拡大して、パキスタンのナンガルパッド(世界第9の高峰:8125m)のベースキャンプ付近(3580m)の友人との山行に始まり、世界各地のトレッキングやワンデリングを楽しみました。パキスタンの山行では長寿の村と呼ばれるフンザを訪ね、また、中国との国境であるクンジュラブ峠にも行ってきました。当時、外国人が山の麓まで行くのが解禁されて間もない時期だったので、村人はもの珍しい我々の一挙一動をテント場まで見に来ました。その観察たるや、夜明け前から真っ暗になるまでテント場にきて見張っている感じで、そんなわけで何しろ困るのはトイレというわけです。我々がささっと藪の中に入っても川辺に行っても、すぐについてくるので用を足すのがとても大変でした。一方、彼らの方は足先まで覆い隠すだぶだぶのローブを着ている(どういうわけか下着はなし)ので、ちょっと用を足したくならその場でしゃがみ込んで用を足し、必要があれば川の水でちょっと洗えばいいだけです。この時、たまたま同行していたK2登頂など果たしていたアルピニストの広島三朗氏(その後、1997年8月、カラコルムのスキルブルム峰(7360m)登山中に爆風雪崩が襲い死亡)は、



アラスカ Homerにて

頻繁に出かけていたパキスタンの山村の住民は用便の後、インダス川の水で汚れを洗い落としていることをTOTOの社長に話し、それをヒントにウォッシュレットが開発されたと言っていました。また、アラスカのマッキンリー山の麓のデナリ国立公園にも



研究室恒例の登山(富士山頂3776m)

友人と出かけ、熊におびえながらのキャンピングやサーモンフィッシングを楽しみました。この時、私は約50cmのサーモンを釣ったのですが、写真は竿一本でさらなる大物を釣り上げた米国人の横でちゃっかりツーショットさせてもらったものです。彼は近所の人に魚の切り身を分けると言っていました。日本だと切り身でさえ冷蔵庫に入らないでしょう。もちろん、新婚旅行はリュックで出かけスイスアルプスののどかな牧草地のトレッキングを楽しみました。この他、米国のヨセミテやイエローストーン国立公園などにも行き、そのすばらしい自然にふれて心身ともにリフレッシュするという感じでした。

そのようなわけで、私の研究室の夏合宿では学生諸君は研究発表をする以外にも、山登りを楽しむ(強制的に?)ことになっており、やや昔は谷川岳、最近では白馬岳近辺の山や富士山などの日帰り登山(歩く行程で7~8時間)を基本メニューで組み込んでいます。そして苦しいけれど一歩一歩登れば、必ずや山頂で達成感を味わうことができる、という成功体験を教育プログラムの一環としてやっています。この他、最近では妻や娘とも日帰り山行を楽しんでいます。大学の行事や学会などもあり年に数回のペースとなっています。どうも、幼少時分に脳にすり込まれた山との体験が私を山に向かわせているようです。

みえる わかる なおる 放射線医療

日本ラジオロジー協会広報委員長
大友 邦 (おおとも くに)

20世紀後半は新しい技術の発展が次々と行われた画像診断の変革期でありました。医用コンピュータ断層撮影(CT)の発明はX線写真発明以来の画像診断最大の成果です。従来の平面投影画像では避けられなかった、X線投射方向への生体内構造の重なりを見事に避け、生体内構造の詳細な診断を可能にしました。磁気共鳴断層撮影法(MRI)もCTに少し遅れて実用化され、現在ではCTと拮抗する有力な画像診断技術となっています。このような画像診断技術の進歩は、苦痛を伴う多くの画像診断検査を消滅させ、「人に優しい検査」を実現させました。画像診断の進歩により、診断が一層精密になり、従来は発見が困難だった小さな病変を検出し(みえる放射線医療)、その性質を正しく診断することが可能になっています(わかる放射線医療)。その結果として最も適した治療法を正しく選択することができ、治療成績を向上させることにも大きく寄与しています。

IT技術の進歩、ネットワークの整備により、遠隔地から画像を医療施設に転送し、専門家が精密な診断を下すことも可能となっています。このような遠隔画像診断は、医療施設・医師の偏在を緩和する手法として重要性を増しつつあります。

画像診断技術を直接的に治療に利用する医療の一分野、画像介入治療(Interventional radiology, IVR)、が大きく発達してきたことは近年の大きな流れです。狭くなった動脈を広げて血液の流れを改善し、病気の治療に役立つ。

てる。逆に、血管を意図的に閉塞させて、癌を治療したり、出血をとめて生命を救ったりします(なおる放射線医療)。

未曾有の高齢化社会に突入しつつある我が国では、がんなどの悪性腫瘍の罹患率が急上昇することが予測されています。ピンポイント照射が可能となった最新装置を駆使し、悪性腫瘍に対して生体の様々な機能を温存しつつ完治をめざす、まさに切らずに治す技術が放射線治療です(なおる放射線医療)。実は放射線治療でも画像診断は大きな役割を担っています。放射線を照射する範囲を3次元的に(ときには呼吸性移動も考慮して4次元的に)正確に定めるには、最新の画像技術が不可欠です。陽子線や炭素線を用いた粒子線治療は、大規模な施設を必要とする欠点がありますが、今後の発展が期待される治療法です。

放射線の負の部分も忘れてはなりません。過剰な放射線の利用は避けねばなりません。常に目的が果たせる範囲で必要最小限の使用量とすることをこころがける必要があります。

一方で、安価で長持ちする機器の開発も重要な課題です。医療は必要とする人に貧富の差なく、与えられるべきものです。貧困にあえぐ国の人々にも等しく放射線医療の恩恵に浴せねばなりません。このため、安価で長持ちし、どこでも使える機器が必要となります。

日本ラジオロジー協会は日本医学放射線学会、日本放射線技術学会、日本医学物理学会と日本画像医療システム工業会の4団体から構成され、放射線医学及び放射線技術の進歩・発展を通じて、国民の健康と福祉に貢献することをめざして活動しています。

それでは次に放射線医療に携わる放射線科医、診療放射線技師、医学物理士の仕事の内容を紹介します。

(東京大学医学部附属病院放射線科)

放射線科医

放射線科医は単純X線写真から最先端画像までの画像診断と画像誘導下で行う局所治療(インターベンショナルラジオロジー:IVR)、および放射線を使った侵襲性の少ないがん治療を行う診療医です。画像を扱う画像診断部門と放射線治療部門とから構成されます。

画像診断

X線撮影・透視、CT、MRI、超音波などを使って、身体の中の様子を画像でみて、診断します。

放射線治療

病巣に集中的に放射線を照射して、身体を傷つけることなく、がんなどの病気を治療します。

核医学

放射性薬剤を体内に注入してがんなどの病気を見つけ、心臓や脳の動きを見ます。

IVR

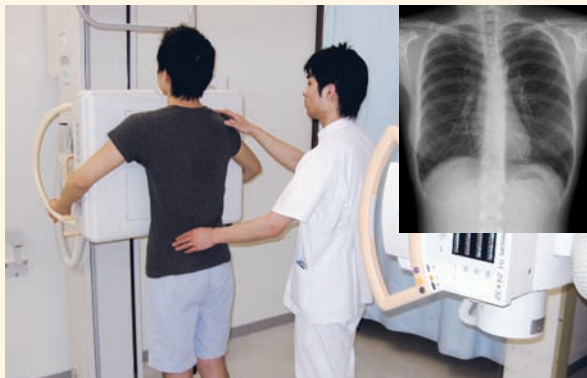
血管内カテーテル技術、ステントなどを使って、がんや血管の病気を治療します。



診療放射線技師

医療技術職で放射線（X線、 γ 線、粒子線など）を人体に照射できる唯一の職業です。

● X線写真を撮影します。



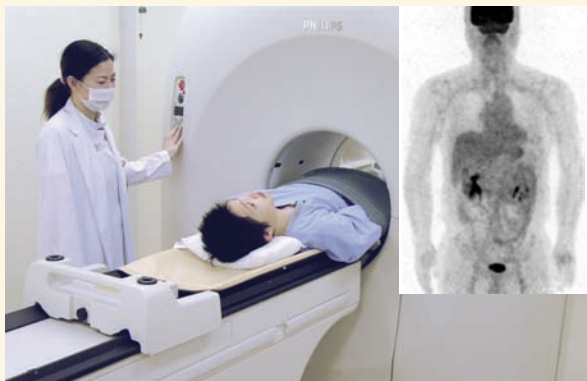
撮影した写真を医師が診断に役立てます。

● 放射線を使って病気を治療します。



高エネルギーの放射線（X線、 γ 線、粒子線など）を使ってがんの治療を行います。放射線治療医と共同で患者様の治療にあたります。

● 核医学検査を行います。



γ 線を放出する放射性医薬品を使って病気を発見します。PET検査もこの検査の一部です。

● 放射線を用いないで診断に役立つ画像をつくります。



MR検査：磁気で体の隅々まで画像にします。
超音波検査：超音波を使って腹部、心臓などの検査を行います。

医学物理士

最先端の放射線診療においては、高度な物理学の知識が必要です。臨床・研究・教育の分野において理工学の知識を活かし、医師・技師等の他職種と協力して、放射線診療に従事している人を医学物理士といいます。国家資格にはまだなっていないため耳慣れない言葉ですが、治療や診断などの専門分野に別れます。数の多い放射線治療分野では、放射線治療装置の精度管理、高度な治療の品質管理（定位照射・IMRT）等に従事します。

具体的には、1) 治療装置の出力の変動を定期的にチェックすること、2) それぞれの患者の条件でファントムを照射し、線量をフィルムや線量計で測定し、処方通りかを調べることを行います。また、医師、技師、製造業者と協力して新しい治療照射法の開発などにも従事します。放射線診断分野では、CT、MRI、核医学機器などの精度管理を行うと同時に診断画像の高度化技術の開発等を行っています。





腹腔のエッセイ

編集後記

関係各位のご協力のもと、ラジオロジー第11巻第1号(通巻20号)を予定通り編集・発行することができ、広報委員会一同とりあえずの責任を果たしホッと一息ついております。「放射線医療と患者さんを結ぶ広報誌」である本誌も皆様のご支援で総部数が10000部に達するまでになりました。本号の特集では社会的に関心の高まっているPET/CTによるがんの画像診断を取り上げました。Q&A形式でわかりやすい内容となっております。

また画像診断、放射線治療、核医学、インターベンショナルラジオロジー(IVR)から構成される放射線医療とそれらに関わる様々な職種(放射線科専門医、診療放射線技師、医学物理士)の役割の紹介を巻尾に掲載しております。執筆者のワクワク感が誌面から伝わってくる「世界の街角から」「My Hobby」も合わせてお楽しみください。

本号の内容に関する感想並びに忌憚のないご意見をお待ちしております。 JRC広報委員



監 修 公益社団法人 日本医学放射線学会
<http://www.radiology.or.jp/public.html>
発 行 一般社団法人 日本ラジオロジー協会
〒101-0052 東京都千代田区神田小川町3-8
神田駿河台ビル7F
TEL 03-3518-6111/FAX 03-3518-6139
<http://www.j-rc.org/>
発行日 平成25年2月25日 第11巻第1号 通巻20号