

ラジオロジー

放射線医療と市民のみなさんを結ぶ広報誌

44

2025年

特集◎核医学治療ってなあに？

金沢大学医薬保健研究域医学系核医学
絹谷 清剛(きぬや せいご)

■世界の街角から 東南アジアの“へそ”ラオス

公立大学法人 福島県立医科大学 保健科学部
診療放射線科学科 山品 博子(やましな ひろこ)

■My Hobby 研究者にとつてのピアノ

量子科学技術研究開発機構 量子医科学研究所
物理工学部 田中 創大(たなか そうだい)

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診るための科学です。エックス線写真からはじまり、日々に進歩しています。

日本ラジオロジー協会

「みえる・わかる・なおよる」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]

核医学治療ってなあに？

金沢大学医薬保健研究域医学系核医学
絹谷 清剛 (きぬや せいご)

はじめに

放射線が医療の中で広く利用されていることを皆さんはご存じでしょう。おそらく、ほとんどの方は、レントゲン検査、CT検査を思い浮かべるとと思います。少数の方々は、私はPET検査を受けたことがあるよとお答えになるでしょう。しかし、核医学治療というものがあるよとご存じの方は少ないのではないかと思います。核医学治療とは、標的組織に存在する細胞に現れている分子に選択的に結合する物質に放射線を出す放射性核種(アイソトープと呼ばれたりもします)を結合させて、結合させた細胞を取り除くことにより治療効果を出すものです。内用療法、内照射療法、アイソトープ治療と表現されることもあります。内用療法や内照射療法という言葉は、皆さんご存じの放射線治療が体の外から放射線を当てて治療するのに対し、核医学治療は、放射線をだす医薬品(放射性医薬品)を患者さんの体内に入れることにより行うことを表現したものです。古くには、放射性ヨウ素¹³¹Iによる甲状腺疾患の治療しか存在しませんでした。昨今種々の標的に対する新規製剤が開発され、臨床で使われる時代となってきました。

この記事では、現在実施されている核医学治療を簡単に説明するとともに、近い将来承認されると考えられる治療や診断、世界で開発が進んでおり日本にも導入が期待される治療を紹介したいと思います。また、核医学治療の実施のためには、放射性医薬品の取り扱いに関わる規則が定められており、実施する医療機関はそのための施設などを整備する必要があります。したがって、承認された新しい治療を全ての病院ですぐにでも実施するということが難しい面があり、将来のための法的な整備が必要です。この整備には、この記事をご覧になる全ての方の声を集約することが求められます。皆さんに理解していただけることを期待いたします。

核医学治療のしくみ

現在臨床で一般的に治療に応用されているのはベータ線とアルファ線という放射線です。ベータ線は我々の体の中では数ミリメートル、アルファ線は数十マイクロメートル(ミクロン)の距離しか届きませんので、これらの放射線が患者さんの体の外に届くことはほとんどありません。一方で、患者さんに投与された薬の多くは、尿、便、汗、唾液などを經由して体の外に排泄されます。また、ベータ線とアルファ線の他に、ガンマ線など他の種類の放射線が治療薬があります。ガンマ線は患者さんの体の外にまで届きますので、これを利用して患者さんの体の中における治療薬の広がりを画像(シンチグラム、シンチグラフィと呼ばれます)として得

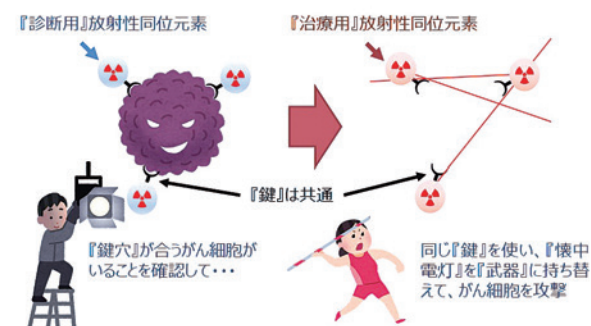
ることができます。しかし、画像を得ることができる利点がある一方で、周囲におられる家族や他の人たちに無用な放射線を当ててしまうデメリットが存在します。したがって、薬そのものが体外へ排泄されることに加え、患者さんの体そのものから放射線がでるため、しっかりとした管理が必要なのです。この記事では詳細は割愛いたしますが、簡略化して説明すると、治療薬の投与後数日間は、家庭内、公衆の両面で配慮することが求められます。

ところで、あちらこちらの記事などに、放射線という用語と放射能という用語が混同されて記載されていることを少なからず目にいたします。放射能とは“能”という文字があるごとく、放射“線”をだす能力を意味します。つまりは、前項で記載した放射性核種(アイソトープ)あるいは放射性医薬品そのものが放射能であり、上記のベータ線、アルファ線、ガンマ線などが放射線です。放射能=電球、放射線=電球から出る光、と表現されたりします。

核医学治療の利点

核医学治療の主なターゲットは、言うまでもなくがん組織です。がん組織には非常に多くのがん細胞が存在します。1cmほどの大きさのがん組織には、約10億個のがん細胞が存在すると言われています。また、我々の体に存在する諸々の細胞が、がん細胞の悪事に巻き込まれて荷担していたりします。さて、がんの治療には様々な薬を用いますが、これらの全てのがん細胞に薬をまんべんなく届けることができるのでしょうか？ はっきり言って、それは無理です。さまざまな理由が存在しますので、ここでは詳細を記

図1. 核医学診断と治療の概念図



腫瘍に結合する物質(鍵)に付ける目印(放射性同位元素)を付け替えることにより、診断と治療が同じ物質でできる。

図2. theranostics(セラノースティクス)

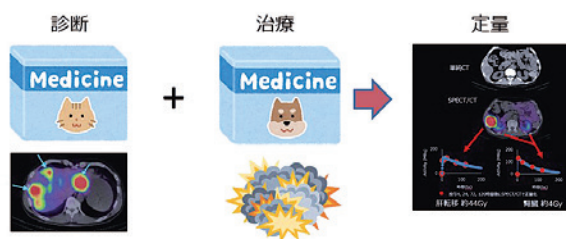


図1. の概念を利用することにより、患者選択、治療効果予測、効果判定、有害事象予測などができる。

載することは避けず。しかし、いろいろな治療薬で著効を示す患者さんが一定の割合でおられます。これは、患者さんの体内でがん免疫などの仕組みがうまく働いたなどの理由が考えられます(あとで少し説明します)。最近診療で用いられるようになった分子標的薬と呼ばれる種類の製剤は、古典的な抗がん剤と比較すると、よく効果がでる割合は増加していますが、使用しているうちに効かなくなる薬剤耐性が生じることが知られています。

前段で、核医学治療に用いる放射線は、腫瘍の中で数十マイクロメートル(ミクロン)～数ミリメートルの範囲で届くと記載しました。がん細胞の大きさは種類によって異なりますが、単純化すると、この放射線の届く範囲より小さい大きさです。したがって、腫瘍の中の全てのがん細胞に治療薬を届けることができないとしても、治療薬が届いたがん細胞から放射線の飛ぶ範囲内のがん細胞には放射線があたることになります。つまりは、他の治療薬よりも治療の効率がよいと感じませんか。

核医学治療のもうひとつの利点は、前記の治療用核種ではなく、診断用核種を付けた診断薬で治療前に画像を撮ることによって、個々の患者さんで治療薬が適切に届くかどうか、画像によって事前に判断可能であることです(図1)。腫瘍に集まった診断薬の量を数字として出してやれば、治療薬を投与したときにどれだけの放射線を腫瘍に照射することができるかを、事前に評価する(つまりは効果の予測をする)ことが可能です(線量計算による治療効果予測)。治療後には同じ診断薬で撮像することにより治療効果判定が可能です(図2)。治療したい腫瘍に集積が十分ではない、あるいは集積がないと判断されれば、無用な治療を避けることができます(治療適応のある患者さんの選択)。さらには、放射線量が多くなると弊害が生じ得る臓器(たとえば腎臓、骨髄)の放射線量を診断薬の段階で確認することにより、副作用を回避することも可能です(有害事象予測)。これらのことから、核医学治療の奏効率は、ほかの治療よりも高いことが推測されますし、副作用も許容範囲に収めることも可能になると期待できます。昨今は、このように診断用製剤の核種を治療用核種に置き換えることにより、診断(diagnostics)と治療(therapeutics)をうまく連結させて実施可能であることが、利点としてあげられています。このような観点から、これらの2語を融合したtheranosticsという用語が使われるようになっていきます。この用語は1990年代に米国の核医学関連研究者達によって造られましたが、現在は放射性医薬品以外の分野にも広がりつつあり、一般名詞化しています。

核医学治療の現状

表1に現在保険診療として実施されている核医学治療をまとめました。事例を紹介します。

放射性ヨウ素 ^{131}I による治療は、臨床応用されてから、すでに80数年が経過しています。ヨウ素は甲状腺ホルモンの原料です。バセドウ病(甲状腺機能亢進症)は甲状腺ホルモンが過剰分泌されることにより、動悸、手指振戦(ふるえ)、体重減少、眼球突出などの症状がでる病気で、内科的な薬による治療が試みられますが、これで改善しない患者さんがおられます。そのような方に、核医学治療を行うことにより、甲状腺の腫れを取り除くとともに、ホルモン増加を解消します(図3)。

甲状腺の分化がんは、ヨウ素を取り込む性質を有したままがん化していることが多く、この性質を利用して放射性ヨウ素で治療が可能です(図4)。全ての患者さんでこのように著効するわけではありませんが、ここ数年の間に多くの新しい治療薬が承認されましたので、核医学治療後の二の矢、三の矢があります。

褐色細胞腫・傍神経芽腫は、副腎や交感神経に発生する希少がんです。国内には約3000名の患者さんがおられ、そのうち約300名が悪性の性質を持った腫瘍の患者さんです。 ^{131}I -MIBGという核医学治療薬はこれらの腫瘍に集積しますので、治療効果が期待できます(図5)。希少がんであるため、開発する企業がない国内では、金沢大学を含む全国の4大学病院で、自費診療、先進医療・医師主導治験で長年実施してきました[1]。その後、国内開発に手を挙げてくださった企業にバトンタッチして、企業治験を経て2021年に承認されました。私は1986年から自院でこの治療に関わってきたこともあり、35年を経て保険診療として実施できるようになったことに感慨無量でした。

小児の神経芽腫に関する国内の診療ガイドラインには、高リスク患者で ^{131}I -MIBG治療の記載があります。褐色細胞腫の場合と同様に、自費治療、先進医療B、医師主導治験と種々の方策で長年実施してきました。実施していたのは全国で私の施設のみです。全国から患児が紹介されています。開始当初は低投与量で治療を実施しており、治療効果はそれなりにあったのですが、十分な効果を得ていたとは言いがたい面がありました。そのような中で、小児科の担当医と私の考えが一致し、初期治療で患児が寛解に至ったタイミングで ^{131}I -MIBG大量投与による治療と、その後に大量化学療法、骨髄(幹細胞)移植による治療を組み合わせる方法に方向転換しました。成人でも辛いこのような治療を、患児のみんなはのりきってくれます。その結果、既存の治療手法による5年生存率が約20%である対象患児たちの67%に寛解を

表1 保険診療

対象疾患	製剤名
バセドウ病(甲状腺機能亢進症)	^{131}I
甲状腺分化癌	^{131}I
褐色細胞腫(傍神経節腫)	^{131}I -MIBG
神経内分泌腫瘍	^{177}Lu -DOTATATE
去勢抵抗性前立腺癌骨転移	^{223}Ra
悪性リンパ腫*	^{90}Y -抗CD20抗体
疼痛性骨転移*	^{89}Sr

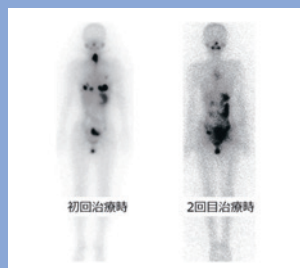
*製剤供給が止まっているため現在は実施不可

図3. バセドウ氏病の治療



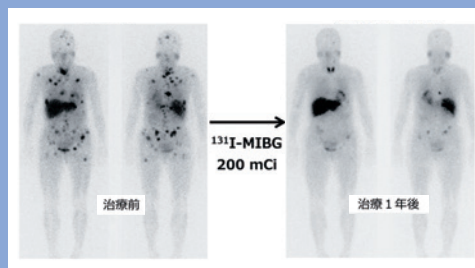
治療前(左)に頸部に見られる甲状腺の腫大が、治療後(右)に見られなくなっている。

図4. 甲状腺癌肺転移の治療前後



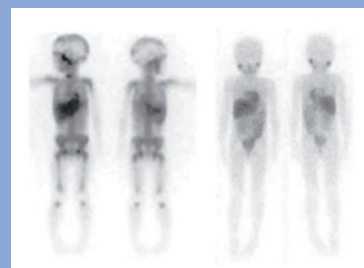
初回治療時に見られる肺多発性転移(左図の胸部に見られる黒い円形状集積)は、2回目の治療時にはすべて消失している(寛解)。

図5. 褐色細胞腫の治療前後



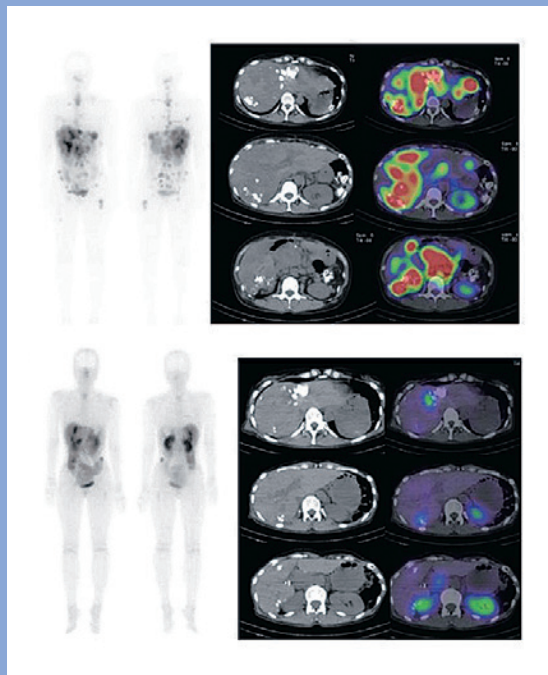
治療前には全身に複数の転移巣が見られるが、治療1年後には多くの病巣が消失している。

図6. 神経芽腫の治療前後



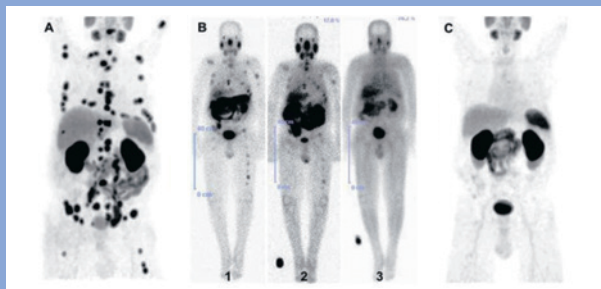
治療前(左)に見られる骨髄浸潤(図では骨格の様に見える)が、治療後(右)に消失(寛解)している。

図7. 神経内分泌腫瘍の治療前後



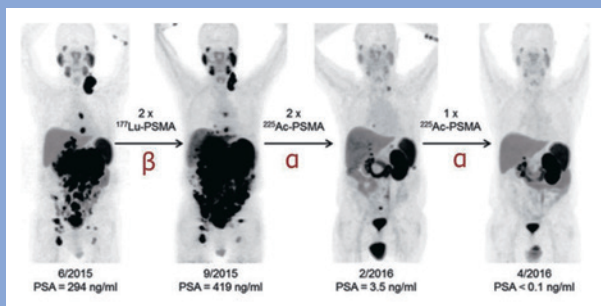
治療前(上、全身前後像および腹部断層像)に見られる転移(肝臓、椎体の前などに見られる色の付いた部位)が、治療後(下)に大幅に軽快している。

図8. 前立腺癌のベータ線治療前後



治療前(A)に見られる全身の無数の転移巣が、3回の治療(B)によって、全て消失した(C)。文献6より許可引用。

図9. 前立腺癌のベータ線治療無効例におけるアルファ線治療の効果



治療前に見られる全身の無数の転移巣(左図)はベータ線による2回の治療では全く効果がない(左から2つ目の図)。アルファ線治療に変更したところ、3回の治療で全ての病巣が消失し(右の2枚の図)、腫瘍マーカー(PSA)も陰性化している。文献7より許可引用。

得ることができています(図6)。現在、当局には承認に関わる議論を進めていただいています。

神経内分泌腫瘍に対する ^{177}Lu -DOTATATE(図7)も2021年に承認されました。この製剤の国内企業治験が開始される2017年には、国際第3相の大規模治験で本治療の有効性が示されていたと思います。このタイミングで厚生労働省の新規製剤承認に関わる担当課に、患者会の方々と早期承認を嘆願したところ、担当課長と副課長がどうすれば早く国内開発が進むか、お二人で議論をしてくださいました。その甲斐もあり、早期の承認に結びついたものと考えます。

新しい展開

現在、世界的に広がりつつある治療として ^{177}Lu -PSMAによる前立腺がん治療があります(図8)。前立腺がんは日本人男性で最も多いがん腫です。この治療は、欧米他、アジア等々ですでに承認されており、日本でも来年度に承認される見込みです。この治療薬と前述のtheranosticsの観点でペアとなるのは、 ^{68}Ga -PSMAによるPET検査です。この検査は、初期治療前後で有用性が高く、初期治療で寛解導入された後の経過観察において、CT/MRI等の既存の検査よりも検出感度・特異度共に優れていることが示されています。つまり、非常に低い値でのPSA(前立腺

がんの腫瘍マーカー)再発が疑われる患者さんで、PSMA PETでのみ検出できる事例が多々報告されており、欧米のガイドラインではPSA再発例における画像診断としてPSMA PETが推奨されています。我が国では、当面は上記の治療との合わせた利用での承認の見込みですので、このPETによる純粋な診断目的での利用の用途はまだ立っていませんが、将来はこの方向に進むのは間違いありません。

ここまで話題にしてきた治療は、ベータ線という放射線によるものです。一方で、より大きい治療効果が期待されるアルファ線による治療が長年模索されてきました。この流れの中で、 ^{223}Ra と言うアルファ線治療薬が前立腺がんの骨転移に対して10年前に承認されました。ベータ線もアルファ線も元素を構成する部品ですが、アルファ線はある元素の原子核で、小さな電子であるベータ線と比較して1000倍の大きさです。大きなものがぶつかる方が大きな治療効果が得られると思いませんか？ 近年、この考えの基に、種々のアルファ線治療が開発されつつあります。前述の前立腺がんに対しては ^{225}Ac -PSMA、神経内分泌腫瘍に対しては ^{225}Ac -DOTATATEが開発されており、ベータ線核種による治療が無効であった患者さんをこれらで治療することにより、寛解が得られた例などが複数の施設から報告されています(図9)。国内においても、 ^{211}At による甲状腺がん治療や ^{211}At -PSMA治療(いずれも大阪大学)、 ^{211}At -MABGによる褐色細胞腫治療(福島県立医科大学)が医師主導治験として進行中です。さらに新たな治療の開発も進んでいます。現在 ^{225}Ac は世界的な要求度の高まりから我が国に導入するのがやや困難な状況にあるのに対し、 ^{211}At は加速器という装置で国内製造が可能ですので、この治療の広がりが期待されています。また、アルファ線以外にも、オーグマー電子という放射線による脳腫瘍の臨床試験が第3相に

入っています。 ^{64}Cu -ATSMという放射性医薬品で、日本の研究者によって開発され、国内で開発が進んできました(表2)。

さて、ベータ線治療が無効である患者さんが、アルファ線治療で寛解に入るという事例が多く報告されているのですが、何故でしょうか。前述のようにアルファ線の方が遙かに大きな粒(粒子)であるため、がん細胞を叩く力が強いためでもあります。昨今は、我々の体に元々備わっているがん細胞に対する免疫の仕組みが、アルファ線治療により強く誘導されるためであると理解されています。つまり、腫瘍細胞を除去する力が大きいアルファ線により、比較的短時間に大量のがん細胞が除去されることにより、宿主(患者さん)の免疫によるがん細胞への攻撃が強くなるため(これをアブスコパル効果と呼びます)であると考えられます。昨今、この考えが正しいことを示す報告が多々出始めており、核医学治療と免疫治療の併用や外照射放射線治療と免疫治療の併用の試みが世界的に広がっています。

最後に

これをお読みにになった皆さんにお願いがあります。我が国では、保険診療で核医学治療に用いられている治療用核種のすべてを輸入に依存しています。 ^{211}At は国内の大型の加速器で製造されていますが、全国をカバーできる状況にはありません。過去に製剤輸入が、諸々の理由で停止となり、患者の皆さんにご迷惑をかけてきました。そのため、国内生産が必要である事を患者会の皆さんなどと共にアピールしてきました。国会議員の方々にもご尽力いただき、国会で関連省庁の大臣に国内開発を呼びかけていただいています。その努力が実り、原子力委員会から“医療用等ラジオアイソトープ製造・利用推進アクションプラン”などが発出されています。この記事で言及した ^{211}At 、 ^{225}Ac 、 ^{68}Ga などのアイソトープの国内開発を進めることが述べられています。これらの国内開発は数年で決着がつくのではなく、プランの中では10年の間に実現すべき目標と設定されています。したがって、これを真に実現するためには、関係者が声をあげ続けることが必要です。関係者とは、医師、患者の皆さんのみならず、診療放射線技師、研究者、企業人、一般の方々など、すべての方々を含みます。皆で声を挙げ続けることが、全ての方々の健康に直結していることを理解していただければ幸いです。

表2 自費診療、医師主導臨床治験、企業治験

対象疾患	製剤名	実施施設
神経芽腫	^{131}I -MIBG	自費 金沢大学
脳腫瘍	^{64}Cu -ATSM	治験 国立がん研究所病院
褐色細胞腫(傍神経節腫)	^{211}At -MABG	治験 福島県立医科大学
甲状腺癌	^{211}At	治験 大阪大学
前立腺癌	^{211}At -PSMA	治験 大阪大学
前立腺癌*	^{177}Lu -PSMA	治験 企業

*企業治験は終了し、認可を待つ状態

引用文献

- Inaki A, Shiga T, Tsushima Y, et al. An open-label, single-arm, multi-center, phase II clinical trial of single-dose [^{131}I] meta-iodobenzylguanidine therapy for patients with refractory pheochromocytoma and paraganglioma. *Ann Nucl Med*. 2022;36(3): 267-278. doi: 10.1007/s12149-021-01699-0.
- Kuroda R, Wakabayashi H, Araki R, et al. Phase I/II clinical trial of high-dose [^{131}I] meta-iodobenzylguanidine therapy for high-risk neuroblastoma preceding single myeloablative chemotherapy and haematopoietic stem cell transplantation. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2022;49(5):1574-1583. doi: 10.1007/s00259-021-05630-7.
- Wakabayashi H, Kayano D, Inaki A, et al. High-dose ^{131}I -mIBG as consolidation therapy in pediatric patients with relapsed neuroblastoma and ganglioneuroblastoma: the Japanese experience. *Ann Nucl Med*. 2020;34(11):840-846. doi: 10.1007/s12149-020-01514-2.
- Terashima T, Yamashita T, Takemura N et al. A case of frequent hypoglycemic attacks successfully controlled with capecitabine plus temozolomide and ^{177}Lu -DOTATATE peptide receptor radionuclide therapy in a patient with recurrent pancreatic insulinoma. *Clin J Gastroenterol*. 2023;16(5):767-771. doi: 10.1007/s12328-023-01824-8.
- Sartor O, de Bono J, Chi KN, et al. Lutetium-177-PSMA-617 for Metastatic Castration-Resistant Prostate Cancer. *N Engl J Med*. 2021;385(12):1091-1103. doi: 10.1056/NEJMoa2107322.
- Baum RP, Kulkarni HR, Schuchardt C, et al. ^{177}Lu -Labeled Prostate-Specific Membrane Antigen Radioligand Therapy of Metastatic Castration-Resistant Prostate Cancer: Safety and Efficacy. *J Nucl Med*. 2016;57(7):1006-13. doi: 10.2967/jnumed.115.168443.
- Kratochwil C, Bruchertseifer F, Giesel FL, et al. ^{225}Ac -PSMA-617 for PSMA-Targeted α -Radiation Therapy of Metastatic Castration-Resistant Prostate Cancer. *J Nucl Med*. 2016;57(12):1941-1944. doi: 10.2967/jnumed.116.178673.
- <https://www.aec.go.jp/kettei/kettei/20220531.pdf>

世界の街角から

東南アジアの“へそ”ラオス

公立大学法人 福島県立医科大学 保健科学部
診療放射線科学科 山品 博子(やましな ひろこ)

ラオスはベトナム、カンボジア、タイ、ミャンマー、中国の5つの国に囲まれた、東南アジア唯一の海なし国です。日本放射線技術学会にはアジア放射線技術教育支援特別委員会という特別委員会があり、現在、私がその委員長を務めています。この特別委員会の活動は、「ラオスにおける放射線医療機器の品質・安全管理技術の向上を目的とした技術研修」として、厚生労働省の医療技術等国際展開推進事業に令和4年度、5年度、6年度と3年連続採択され、ラオス唯一の診療放射線技師養成校であるラオス健康科学大学との協力のもと、首都ビエンチャンの基幹病院5施設にて、セミナー開催や技術研修を行っています。

ここでは、フランスを彷彿とさせる首都ビエンチャンの美しい姿と、公的医療機関内の様子をほんの少し紹介します。

ラオスは19世紀後半から20世紀前半にかけてフランスの植民地だったため、その歴史が色濃く残っています。例えば写真1にある“パトゥーサイ”は見た目の通り、フランスの凱旋門を模しています。病院内にもフランス語の案内板があらこちらにあります(写真2)。

食文化はというと、ベトナム、タイ、中国の影響を受けてい



写真3: 絶品焼き飯の数々と空芯菜の中華炒め

ます。香草や魚醤が苦手という方への一押しは焼き飯(Fried Rice)と空芯菜の中華炒めです(写真3)。

また、国境線に沿って流れるメコン河では、漁も盛んで、魚、エビ、のりが豊富に採れ、中でもエビが絶品

です。写真4は2024年8月末

に撮影したメコン川の様子ですが、連日の大雨で、河川敷の民家や公共施設が浸水してしまっていました。医療現場でも、床下

浸水、雨漏り、雷による停電によって医療

機器が故障してしまうケースも少なくありません(写真5)。

このような環境を少しでも改善し、医療機器の寿命を延ばし、市民の健康増進に寄与する、今後その目標に向かって活動を継続していきたいと思っています。ラオスに興味が湧いた方は、毎年5月に代々木公園で開催されるラオス・フェスティバルに是非お越しください。



写真1



写真2



写真4



写真5

写真1: ラオスの凱旋門こと“パトゥーサイ”

写真2: 放射線科入口の案内表示

写真4: 浸水してしまった川沿いの遊園地

写真5: 撮影室や待合室で見られた雨水による被害

My Hobby

研究者にとってのピアノ

量子科学技術研究開発機構 量子医科学研究所
物理工学部 田中 創大(たなか そうだい)

私にとって、ピアノは幼少期から常に生活の一部であり、現在もピアノなしの生活は考えられない。プロのピアニストではないのでプレッシャーがなく、私のようなアマチュアピアニストにとってはピアノを弾くのも聞くのもただひたすら楽しいことである(図1)。



図1 演奏の様子(第36回ピティナ・ピアノコンペティション グランミューズ部門 入賞者記念コンサート)

様々なピアノ曲を聞くと、その曲が自分の今までの人生のある時の記憶と結びついていることが多いことに気づく。例えば、小学校の時から異様なほどJ.S. バッハの作品が好きだったためか、J.S. バッハのフランス風序曲(BWV 831)を聞くと小学校の時に住んでいた部屋が想起される。また、中学生の時に苦勞して弾いたモーツァルトのピアノ協奏曲第23番(K. 488)は中学校生活の記憶に結びつく。やはり、自分はピアノと共に生きてきたのであろう。

ここで、少し理系的な目線で音楽を見てみたい。無機質に楽譜について考えてみる。楽譜とは何かというと、どのような高さの音をどの時間に発するかが書かれているものである。

つまり、横方向は時間的な流れを、縦方向は音の高さである周波数の違いを表している。それを理系的に捉えようと、横軸を時間、縦軸をログスケールの周波数としたウェーブレット変換の図のようなもので、音符の位置にピークが立っていると考えることができる(図2)。ウェーブレット母関数は音の響きの減衰を表したものといたところであろう。なお、ウェーブレット変換は時間情報を持ちながら周波数成分を解析する手法であり、フーリエ変換に時間情報が追加されているようなものである。

楽譜(音の並び)を物理学的に考えてみると以上のようになるが、実際の音楽はそんな無機質なものではない。音楽において、音は“楽しい”のである。楽しいは一例であって、悲しい音楽もあれば、興奮する音楽もあり、音楽は人間の感情とつながっていると言われている。ただの空気の振動(音波)が人間の感情に影響するのは不思議である。

それに関連しているかはわからないが、私の場合は楽譜が立体的なカラーの映像に見えることがある。人がガヤガヤしている様子であったり、建物が無数に立っている街であったり、寂しげな草原であったり。その音楽によって惹き起こされた感情に近いものであるように感じる。私はそのような映像を感じながらピアノを演奏していることが多い。

博士課程の学生だったある時、ウィーンのハイリゲンシュタットにあるワインのためのブドウ畑の中に立った。そこはベートーヴェンがピアノソナタ第23番「熱情」(Op. 57)を作曲したと言われている場所である。そこからはハイリゲンシュタットの壮大な景色の中にウィーンの街並みが見え、人間社会の混沌と虚しさを感じた(図3)。ベートーヴェンが何をどう思っ作曲したかわからないが、私は「熱情」という曲に内在する感情を感じ、「熱情」を少しだけ理解した気がした。

私は研究者として感情が存在しない理系の世界にいる。しかし、引き続きピアノと触れ合うことで、これからも豊かな感情とともに生きていきたい。

図2 ウェーブレット変換の図の例
(「かえるの歌」の冒頭)

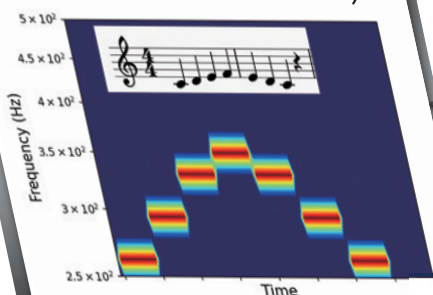


図3 ハイリゲンシュタットの丘からの景色



編集後記

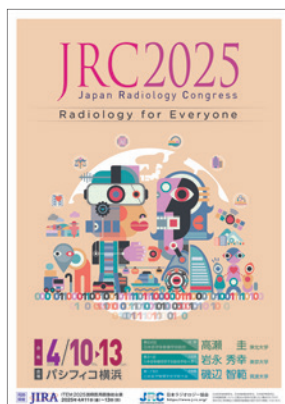


X線TV装置で撮影したアジの干物®
(撮影/トモシンセシス)

現在、様々な医療分野において必要不可欠となりつつある放射線医学について、多くの方々に理解を深めて頂くことを目的として広報誌ラジオロジーの第44号をお届け致します。本号の「特集」は絹谷清剛先生に、核医学治療についての解説をお願いしました。核医学治療では近年様々な標的に対して新規薬剤が開発され、臨床に導入されるようになりました。診断用と治療用の放射性物質を使い分け、治療の効果を事前に予測したり、副作用を最小限に抑えたりできる点は、従来の治療法にはない大きな利点です。ベータ線の他、近年のアルファ線治療の開発、さらには治療用核種の国内生産の必要性にも触れられており、核医学の未来への展望が感じられる内容となっています。山品博子先生の「世界の街角から」では、フランスの影響が残るビエンチャンの美しい街並みに触れつつ、ラオスにおける医療環境の現状や、現地での医療インフラ向上のための日本放射線技術学会による取り組み、技術研修などの支援活動が紹介されています。「My Hobby」では田中創大先生に、ウェーブレット変換を図示した音楽の科学的考察も交えながら、ピアノの楽しさについて理系の視線で執筆していただきました。深い洞察力で、ベートーヴェンの「熱情」に内在する感情について語られています。

JRC広報委員

※右上アジの干物画像：トモシンセシスでは小骨も鮮明に確認できます。使いどころが難しいといわれるトモシンセシスですが、こういった画像を目の当たりにするとその活用に期待されることがわかります。



監 修 公益社団法人 日本医学放射線学会
<https://www.radiology.jp/index.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
<https://www.j-rc.org/>
 発行日 2025年2月25日 第23巻第1号 通巻44号

本誌の複製、掲載の記事・画像の転載、複製、改変等は禁じられています。
 ご意見、お問い合わせなどがございましたらJRC事務局 (office@j-rc.org) まで
 メールでお寄せください。