

# 核医学部会誌

Vol. 40 No.1 (通巻 78) 2019 年 4 月

## CONTENTS

- ☆巻頭言 甲谷 理温
- ☆お知らせ
- ☆教育講演 7 (核医学部会) 抄録  
脳 PET と SPECT のノーマルデータベースの考え方 国立研究開発法人 国立精神・神経医療研究センター 松田 博史
- ☆第 78 回核医学部会プログラム (横浜市) 発表前抄録  
「脳核医学イメージング再考」  
・脳 PET 定量について 秋田県立循環器・脳脊髄センター 茨木 正信  
・脳血流統計学的画像解析における技術的研究の変遷 島根大学医学部 山本 泰司
- ☆第 77 回核医学部会プログラム (仙台市) ミニシンポジウム発表後抄録  
「内用療法を支える核医学技術-がん治療における 4 本目の柱になるには-」  
国際動向調査の概要 金沢大学附属病院 米山 寛人  
・ラジウムを用いた  $\alpha$  線内用療法 がん研有明病院 宮司 典明  
・ルテチウムを用いた  $\alpha$  線内用療法 横浜市立大学附属病院 尾川 松義  
・アスタチンなどの今後期待される製剤 放射線医学総合研究所 前田 貴雅  
・内用療法におけるイメージングと線量評価 近畿大学医学部附属病院 坂口 健太
- ☆TOPICS 画像統計解析ソフトウェア「eZIS ニューロ®」 富士フイルム富山化学株式会社 北村千枝美  
国際医療福祉大学 細貝 良行  
対間 博之
- ☆大学・研究室紹介
- ☆第 1 回核医学チューター養成プログラム参加報告  
・北海道支部 安藤 彰, 宗像 大和  
・東北支部 成田 将崇, 佐藤 郁  
・関東支部 江村 隆, 若林 康治  
・東京支部 須田 匡也, 松友 紀和  
・中部支部 渡邊 洋一, 渋谷 孝行  
・近畿支部 北村 一司, 梶迫 正明  
・中国四国支部 高畑 明, 前田 幸人  
・九州支部 工藤 伸也, 椎葉 拓郎
- ☆第 23 回核医学技術研修会「ポジトロン製剤を使って実験しよう」参加報告  
高松市立みんなの病院 黒川 和彦  
市立札幌病院 藪田 貴博  
川崎医科大学附属病院 阿部 俊憲  
佐賀大学医学部附属病院 光岡 美幸  
近畿大学高度先端総合医療センターPET 分子イメージング部 花岡 宏平
- ☆編集後記

### 核医学部会からのお知らせ

JSRT では会員カードでの参加履歴記録システムを導入しています。  
入門講座・専門講座・部会の参加には会員カードをご持参ください。

## 巻頭言

### 「どっちを選びますか？」

山口大学医学部附属病院 甲谷 理温

経験豊かな人生の先輩方は、「苦しい」があったからこそ「楽しい」がわかる、と仰られる。しかし、「苦」を選ぶことを避けたいのは私だけではないはず。

かの有名なシェイクスピアは、「人生は選択の連続である。」との言葉を我々に残してくれた。朝起きるのも、「起きよう！」と「もう少し・・・」、仕事が始まったら、「今日も頑張ろう！」と「ほどほどに・・・」の選択をせざるを得ない。人は必ず選択という行為を繰り返しながら生きている。

この巻頭言を執筆しながら新しい元号は何だろう？皆様が読むときには発表されているんだろうな？新年度にあたって最も多いネタであることは間違いない！などと考えながら巻頭言を書いている。「平成」生まれの方にとって初めてのことであるが、「昭和」生まれの私は当時高校生であり、「平成」が発表された時の何とも言えない高揚感は今でも覚えている。

平成 30 (31) 年間は放射線業務の技術革新の時代でもあったことは確かである。今では当たり前のことであるが、撮影した画像が瞬時にモニター上に映し出されるなんて当時の臨床現場では夢の世界であった。撮影したフィルムを暗室に持ち込み現像を行い、写真が出来上がるまでの約 2 分間は、耐え難いハラハラドキドキの時間であった。核医学の分野では、SPECT の検出器が増え、PET/CT が登場し、さらに SPECT にも CT が搭載された。さらに検出器にも半導体が採用されるなど、「あったらいいな」と思う技術が現実となったのも平成であった。

では、「新しい時代をどう生きる？」と尋ねられても、新元号になったからと言って、私自身が別の人間として生まれ変わることはない。しかし、選択できる権利は常に与えられており何かの「きっかけ」となる可能性は高い。ならば、与えられたこの時代の転換期をチャンスと捉え、チャレンジできる選択を行っていきたいと思う。

アグレッシブな核医学部会は、新しい時代に向けての取り組みを昨年より開始した。会員の皆様のニーズに広く深く応えるために、全国どこでもセミナーおよび研修会が行える体制作りを始めた（本部会誌に第 1 回チューター養成プログラムとして掲載）。数年後には如実な好（高）実績が残せていることを楽しみにしている。

## 核医学部会 入会のご案内

日本放射線技術学会 核医学部会会長  
對間博之（茨城県立医療大学）

平素より公益社団法人日本放射線技術学会核医学部会の活動に対してご支援、ご指導を賜り、会員の皆様に心より感謝し御礼申し上げます。

核医学部会は、日本放射線技術学会の専門分科会として 1980 年に設立され、今日まで核医学検査技術学の向上を目指す多くの会員により構成されてきました。2015 年からは名称を核医学分科会から核医学部会へ変更し、さらに皆様のお役にたてるような企画、運営を目指して活動しております。

### 核医学部会の主な活動：

- 総会学術大会および秋季大会での核医学部会の開催  
(教育講演、基礎講演、ミニシンポジウム、技術討論会など)
- 核医学部会誌（電子版）の発行（年 2 回）
- 核医学画像セミナーの開催（年 2 回）  
(PC を使った画像処理、評価の実践)
- 核医学技術研修会の開催（年 1 回）  
(撮像装置を使ったファントム実験)
- 核医学検査技術関連の叢書の発刊
- 研究活動の支援  
(ディジタルファントムなどの提供)



日本放射線技術学会では、2015 年より専門部会の年会費を変更し、2 つ目の専門部会からは半額の 1,000 円で入会できるようになりました。これにより、核医学検査にローテーションで従事されている会員の方でも、気軽にご参加いただけるようになりました。是非、この機会に核医学部会に入会していただき、部会の活動を通じて核医学検査技術を究め、日常の臨床業務、研究活動に活かしていただければと思います。

### 核医学部会入会のメリット：

- 核医学検査技術に関する最新情報や、臨床に役立つ情報が入手できます。
- セミナーおよび講習会への受講料の割引が受けられます。
- 核医学部会誌の優先閲覧（部会会員は 3 か月前倒し）ができます。

なお、核医学部会には、学会ホームページにある部会入会申し込みサイトから、いつでもご入会いただけます。

(<http://nm.jsrt.or.jp/index.html>)

最後になりましたが、核医学部会では会員の皆様の臨床業務や研究活動にとって有益な情報を提供できるように、部会会員の皆様とともに一丸となって活動する所存ですので、ますますのご支援、ご協力を賜りますようお願い申し上げます。

## 文献データベースの活用

核医学研究の核医学技術に関する文献データベースを作成し、核医学部会HPから無料で閲覧・ダウンロードを可能にしています。そこで核医学部会では、研究の初心者向けに核医学技術に関する文献データベースを作成しました。

「学会発表、論文作成をしたいけど、過去の研究を調べるのが面倒・・・」という方は少なくないと思います。MEDLINEやPubMedなど文献検索ツールは豊富にありますが、「リストされる膨大な文献を精査するのは大変。しかも英語だし・・・」との声も聞かれます。

本データベースは部会の専門性を活かして以下の特長があります。

- ・ 論文の特徴，最新研究，臨床動向との関連性など有用なコメントを付加
- ・ 英語論文でも，その主たる内容は日本語で解説
- ・ 古典から最新技術の基礎まで厳選された論文をリストアップ

もちろん文献名，著者名，出典(雑誌)名，キーワード，概要文による検索も可能です。

本データベースは核医学部会HPから無料で閲覧・ダウンロード可能です。

[http://nm.jsrt.or.jp/db/ronbun\\_DB\\_ver4%202010624](http://nm.jsrt.or.jp/db/ronbun_DB_ver4%202010624)

会員の研究活動の一助になれば幸いです。



## 第21回核医学画像セミナー (新シリーズ始動) ー核医学ファントム実験、ここがポイント！ー

日本放射線技術学会 教育委員会, 核医学部会, 関東支部

核医学部会では, 核医学画像が取り扱う知識と技術の理解・修得を目的に, 「演習・実習」を主とした核医学画像セミナーを開催しております. 第1回から第20回まではデータ収集, 画像処理, 画像解析と言った一連の流れを Prominence Processor を使用し, 受講者が自らの手で行うハンズオン形式で実施してまいりました.

第21回からは, これまでのセミナーで寄せられた感想やご意見をもとに, **臨床の現場で活かせるような実践的な内容で新シリーズセミナーとして始動いたします.** 2016年に発刊した放射線医療技術学叢書の「初学者のための核医学実験入門」をベースとし, 初級者やローテーターを対象にした装置の性能評価法を学ぶコースと, 中級者を対象とした撮影条件や再構成条件の評価方法を学ぶコースを計画中です. 本セミナーは日常の検査に対する疑問の解決や, ひいては学会発表に至るまで幅広い方々へお勧めです. 是非, 多くの方に受講いただきますようご案内します.

日時: 2019年6月15日(土) 13:00 ~ 16日(日) 12:15

会場: 千葉大学医学部附属病院 講堂 (〒260-8677 千葉県千葉市中央区亥鼻1-8-1)

定員: 25名

受講費 (テキスト代含む): 会員 6,000 円 (核医学部会会員 4,000 円)  
非会員 12,000 円

### プログラム (初級編)

#### 6月15日(土)

|             |                            |
|-------------|----------------------------|
| 12:30~13:00 | 受付                         |
| 13:00~13:30 | 開講式, オリエンテーション             |
| 13:30~14:30 | 基礎講義                       |
| 14:30~17:00 | 実習: ボディファントム、ホフマンファントム作成実習 |

#### 6月16日(日)

|             |               |
|-------------|---------------|
| 9:00~10:30  | 画像解析講義        |
| 10:30~11:30 | グループディスカッション・ |
| 11:30~12:00 | 結果報告および総括     |
| 12:00~12:15 | 閉講式           |

## お知らせ

申込方法：会員専用ページ『RacNe（ラクネ）』にログインしてお申し込みください。

(<http://www.jsrt.or.jp/data/members/>)

非会員でもご利用いただけます。（「学会に入会せずサイトを利用したい方」を押して進んでください。）

はじめに、申込の手順 (<http://www.jsrt.or.jp/data/seminar-entry/>)

をご一読ください。

※お申し込み後、登録確認メールを受信できない場合は、お問い合わせください。

申込期間：2019年4月15日～5月17日

問合先：千葉大学医学部附属病院 放射線部

飯森 隆志（いいもり たかし）

E-mail：[iimori@chiba-u.jp](mailto:iimori@chiba-u.jp)

その他：本セミナー受講により核医学専門技師認定機構の単位認定は25ポイントとなります。奮ってご参加ください。

核医学部会に入会されている方は受講費が2,000円割引されます。これを機に核医学部会への入会を併せてよろしくお願い申し上げます。部会入会申し込みページ (<https://www.jsrt.or.jp/data/procedure/bunka-01/>)

※プログラムの詳細が決定次第、核医学部会のHP等で改めてご案内させていただきます。

お知らせ

## 第 22 回核医学画像セミナー (新シリーズ始動)

日本放射線技術学会 教育委員会, 核医学部会, 近畿支部

昨年予定していました第 21 回核医学画像セミナーは, 台風の影響により中止となりました. 核医学部会では, 今年度もぜひ関西圏での開催をとの要望に応えるために, 大阪大学医学部附属病院での開催を計画中です. 詳細な日時および内容が決まり次第、ホームページおよび機関誌にてお知らせいたします.

日時: 平成 31 年 9 月 29 日 (日) (詳細な時間は未定)

会場: 大阪大学医学部附属病院

## 第 24 回核医学技術研修会

日本放射線技術学会 教育委員会, 核医学部会, 九州支部

本年度の核医学技術研修会は九州支部の協力のもと, 久留米大学病院にて開催予定です. 詳細な日時および内容が決まり次第、ホームページおよび機関誌にてお知らせいたします.

日時: 平成 31 年 11 月 23 日 (土)・24 日 (日) (予定) (詳細な時間は未定)

会場: 久留米大学病院

CLICK

# 核医学部会のFacebookを 要チェック！！



学会公認は  
核医学部会が初!!



JSRT 核医学部会

@jsrt.nm



JAPANESE  
SOCIETY  
OF  
RADIOLOGICAL  
TECHNOLOGY



核医学部会  
NUCLEAR MEDICINE



👉 検索して見つけてください(^^♪

皆様の「フォロー」や「👍 いいね！」を  
お待ちしております。

一緒に『核医学の繋がり』を  
増やしていきましょう＼(^o^)/＼(^o^)/＼(^o^)/

👉 気軽に見られる情報源♪メリットは...

- 部会誌やホームページよりもいち早く情報をお届け
- 情報交換会や学会会期中の様子など、ここだけの情報も
- 写真や画像での情報提供が盛りだくさん
- 核医学部会に興味があるJSRT会員の方もフォロー可能

お知り合いの方を是非、ご招待ください



## 日本核医学専門技師認定機構からのご案内

日本核医学専門技師認定機構  
理事長 藤 埜 浩一

2019 年の日本核医学専門技師認定機構の事業日程（予定）についてご案内します。  
詳細につきましては、随時、機構のホームページにてお知らせしますのでご参照いただき、ご応募いただけますようお願いいたします。

### 記

#### 1. 第 14 回 核医学専門技師認定試験

開催日 2019 年 8 月 3 日（土）  
会場 株）島津製作所 三条工場内 研修センター  
（京都市中京区西ノ京桑原町 1 丁目）  
受験料 10,000 円  
申込期間 2019 年 3 月 1 日から 2019 年 3 月 31 日まで

#### 2. 第 11 回 核医学専門技師養成講座（対象：認定試験受験予定者）40 単位

#### 3. 第 12 回 核医学専門技師研修セミナー（対象：核医学専門技師）

開催日 2019 年 5 月 25 日（土）  
会場 株）島津製作所 三条工場内 研修センター  
（京都市中京区西ノ京桑原町 1 丁目）  
受講料 養成講座：10,000 円  
研修セミナー：13,000 円（いずれもテキスト代含む）  
定員 養成講座：80 名  
研修セミナー：100 名  
申込期間 2019 年 2 月 20 日から定員になり次第締め切る予定。

#### 4. 2019 年度 核医学専門技師認定更新

（対象：第 9 回核医学専門技師認定試験合格者および第 4 回認定更新者）

申込期間 2019 年 6 月 1 日から 2019 年 6 月 30 日まで

\*核医学専門技師実践セミナーの開催は未定です。

\*上記は、あくまで事業日程（予定）ですので、会場等が変更になる可能性があります。よって、受講希望の方はホームページに掲載される詳細情報をご確認のうえお申込ください。

日本核医学専門技師認定機構（ホームページ：<http://www.jbnmt.umin.ne.jp>）

事務局：〒530-0044 大阪市北区東天満 1-11-15 若杉グランドビル別館 702 号

## 脳 PET と SPECT のノーマルデータベースの考え方

国立研究開発法人 国立精神・神経医療研究センター 松田博史

脳 PET および SPECT において軽度の異常を客観的に検出する際には、解剖学的標準化を行うことによりノーマルデータベースを構築し、統計学的に解析することが必要である。トレーサの脳集積に年齢差および性差が存在する場合には、年代別、性別の少なくとも各グループ、数十例規模のデータベースが必要となる。対象は健常者となるため、放射線被ばくの観点を含めて倫理委員会での承認が必須である。また、健常者としての明確な判定基準を設け、基準を満たさない対象者は除かなければならない。大規模のデータベース構築には、多施設から画像を収集する必要があるが、用いるスキャナーおよび画像再構成法が施設により異なるために、撮像法を含めた標準化および施設間差の補正が必要となる。さらに、多施設からデータを集める際には、インターネットを介したオンライン画像収集システムの導入が画像品質の検定および偶発的所見の迅速な検出からも望ましい。

## 脳 PET 定量について

秋田県立循環器・脳脊髄センター 茨木 正信

ポジトロン断層撮影法 (PET) では、様々な脳機能、病態が定量的な指標で評価可能である。PET 黎明期における  $^{15}\text{O}$  標識ガス (および水) や  $^{18}\text{F}$ -FDG による循環・代謝測定に始まり、近年特に注目を集めるアミロイド/タウ集積の評価にまで及ぶ。PET 定量の前提となるのは、物理的な PET 計測が正しく行われていることであり、今や忘れられがちであるが吸収補正、偶発/散乱同時計数補正、すなわち“物理的定量性”が重要である。それに続く画像再構成も最終的な定量性に影響し、各 PET 装置に実装されている画像再構成の特徴を理解することが重要となる。脳 PET 定量における誤差要因として部分容積効果 (PVE) が知られ、大脳皮質のような PET 空間分解能に比して小さな構造における集積評価において特に影響が大きい。PVE 補正法の開発研究が現在も活発に進められており、古くて新しいテーマといえる。脳 PET 定量における注意点について、最新研究のレビューを交えお話ししたい。

## 脳血流統計学的画像解析における技術的研究の変遷

島根大学医学部 山本 泰司

3D-SSP や eZIS に代表される統計学的画像解析が臨床現場に登場したのが 2000 年頃であり、18 年以上が経過した。これら解析ソフトは、登場当初から核医学検査室に携わる放射線技師により解析が行われた関係から多くの技術的研究が報告されてきた。これらの報告の成果もあり信頼できる解析データを診断領域へ提供できていると確信している。近年では Deep Learning の研究も急速に進み、脳血流分野の解析も変化していくことが予測される。そこで、次の研究ステージに進めるためにも、これまで携わってきた統計学的画像解析分野の研究の変遷について改めてまとめたので報告する。



## 1. 国際動向調査の概要

金沢大学附属病院 放射線部 米山 寛人

現在、がん治療における 3 本の柱といえ、手術・化学療法・放射線治療である。近年、がん細胞が免疫にブレーキをかける仕組みに働きかける免疫チェックポイント阻害剤を使用した薬剤を開発され、開発者の本庶佑氏がノーベル医学生理学賞を受賞し話題となったが、アイソトープ内用療法も右肩上がりに治療件数を増やしており、治療の適応となるがんの種類も増えてきている。ノーベル賞を受賞した免疫療法をさしおいてがん治療の 4 本目の柱というとおこがましい話と思われるかもしれないが、その可能性は十分に秘めている。アイソトープ内用療法の特徴として腫瘍に薬剤が取り込まれているかをイメージングで確認することができ、治療効果が期待できる症例を絞り込める点が挙げられる。一般的に化学療法では薬剤が腫瘍に取り込まれているかどうかは確認できず、治療効果があるかどうかは薬剤を投与してみないとわからないが、アイソトープ内用療法では事前に薬剤が腫瘍に取り込むかを確認することができる。また、ターゲットとする臓器に特異的に集積するため正常組織への影響を最小限にして効率的に放射線を照射することができるため副作用が少ないというメリットもある。例えば、I-131 は甲状腺組織に 10～40%が取り込まれるが、これほど摂取率が高い化学療法の薬剤は少ない。第 8 回全国核医学診療実態調査報告書によると、2017 年の骨転移

のある去勢抵抗性前立腺癌の Ra-223 による治療件数は 4,353 件であり、甲状腺癌の I-131 による治療件数も 4,487 件で 20 年前の 1997 年の調査の 1350 件に比べて約 3.3 倍に増加している。

しかしながら、アイソトープ内用療法に対して、日本国内での認知度は低く、海外で承認されている薬剤が日本では使用できないというドラッグ・ラグと呼ばれる現象が起こっている。そこで、国内外で行われた核医学技術に関連する主な学術大会で発表されたアイソトープ内用療法に関する演題をピックアップし、研究内容や評価に用いられたモダリティ、線量評価の実施の有無、使用放射性薬剤、筆頭著者が在籍する施設の国名について検討を行った。

2016 年に開催された日本核医学会 (JSNM) の総演題数 341 演題に対してアイソトープ内用療法に関する演題は 17 演題で割合は 5.0%であった。また、日本核医学技術学会 (JSNMT) の総演題数 149 演題に対して 2 演題で割合は 1.3%であった。日本放射線技術学会 (JSRT) ・総会および秋季大会の核医学関連の総演題数 94 演題に対して 3 演題で割合は 3.2%であった。これに対して、米国核医学会 (SNMMI) の総演題数 1652 演題に対してアイソトープ内用療法に関する演題は 183 演題で割合は 11.1%であった。また、ヨーロッパ核医学会 (EANM) の総演題数 1963 演題に対してアイソトープ内

用療法関連の演題は 249 演題で割合は 12.7%であった。

アイソトープ内用療法関連の演題での使用放射性核種は日本では I-131 が最も多く 13 演題であり、次いで At-211 が 4 演題、Ra-223 が 2 演題、Lu-177 が 1 演題であった。米国では Lu-177 が最も多く 47 演題であり、次いで I-131 が 46 演題、Y-90 が 25 演題、Ra-223 が 10 演題、At-211 が 4 演題、その他が 51 演題であった。ヨーロッパでは I-131 が最も多く 76 演題であり、次いで Lu-177 が 67 演題、Y-90 が 48 演題、Ra-223 が 37 演題であった。日本では原子炉生成核種を国内製造していないため、すべて海外からの輸入により供給されている。一方で、研究発表数が多かったアメリカやドイツはアイソトープ内用療法を実施する環境が日本に比べて整備されている。アメリカはアイソトープ内用療法を行う患者が治療病室から退出する基準が緩く、ドイツは厳しい退出基準であるが、アイソトープ内用療法を行うことができる施設が日本よりも多いためアイソトープ内用療法を実施しやすい環境である。また、海外で多く行われている Y-90 微小球(マイクロスフェア)による肝臓癌の放射線塞栓療法も日本では薬事法上未承認であるため日本では普及していない。

アイソトープ内用療法のイメージングに用いられているモダリティとして、日本では I-131 などに用いられる SPECT 画像が多く使用されているのに対して、米国では主に PET 画像が多く使用されていた。これは Ge-68/Ga-68 ジェネレータで製造できる PET トレーサーが普及しているためと考えられる。線量評価に

関しても欧米で演題数が多い傾向にあった。線量評価の方法としてはプラナ像よりも SPECT/CT 像や PET/CT 像による評価が多く、腎臓などの正常組織に対する線量評価が多かった。アイソトープ内用療法に関して多くの演題を発表している欧米においても線量評価方法は確立されておらず、日本でも線量評価を普及させていくためには診療放射線技師が国際動向に注目し、必要な知識を習得していかなければならない。

日本の主要な核医学関連学会における内用療法関連の演題の研究内容として、は薬剤合成が 21%、シミュレーション 12%、小動物実験 13%、臨床 54%であった。一方で米国核医学会では薬剤合成 6%、シミュレーション 3%、小動物実験 19%、臨床 63%であった。ヨーロッパでは薬剤合成 10%、シミュレーション 12%、小動物実験 6%、臨床 61%であった。欧米が多種多様なアイソトープ内用療法製剤の開発や臨床研究を進行しており、これからもその動向に目が離せない。

今回の調査により、アイソトープ内用療法関連の研究発表数、使用放射性核種の種類、イメージングのモダリティ、線量評価に関して日本と欧米では大きな差があることが確認された。

#### 参考文献

1. 日本アイソトープ協会医学・薬学部会  
全国核医学診療実態調査専門委員会.  
第 8 回全国核医学診療実態調査報告書.  
Radioisotopes 2018; 67(7):339-387.
2. 東 達也 RI 内用療法の将来展望と  
提言 核医学 2016 53:27-43.

# 第 77 回核医学部会ミニシンポジウム発表後抄録（仙台市） 「内用療法を支える核医学技術 -がん治療における 4 本目の柱になるには- 」

## 目的

- ・内用療法においてもドラッグ・ラグとも呼ばれる国内での承認が他国より遅れる現象が見受けられる
- ・日本において内用療法における線量評価は十分に普及していない



核医学技術に関連する主な学術集会で発表された研究内容を精査することで、  
アイントープ内用療法に関わる国内外の現状を明らかにすることを目的とする

## 内用療法国際動向調査の対象



2016年に行われた

|                   |         |
|-------------------|---------|
| 米国核医学会 (SNMMI)    | 1652 演題 |
| ヨーロッパ核医学会 (EANNM) | 1963 演題 |
| 日本核医学会            | 341 演題  |
| 日本核医学技術学会         | 149 演題  |
| 日本放射線技術学会・総会      | 57 演題   |
| 日本放射線技術学会・秋季      | 37 演題   |



## 内用療法国際動向調査の方法

2016年の米国核医学会 (SNMMI)、ヨーロッパ核医学会 (EANNM)、日本放射線技術総会・  
秋季大会、日本核医学会、日本核医学技術学会の抄録の内容を内用療法班が分担し  
て RI 内用療法に関する演題をピックアップし、以下の項目に関して検討した。

- ① 分類
- ② 使用した画像
- ③ 吸収線量測定を行っているか
- ④ 使用放射性核種について
- ⑤ 発表者の国名

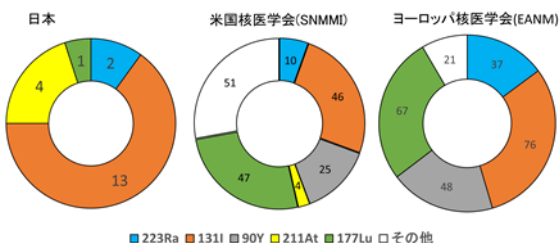
| 分類                         | 使用した画像                   | 吸収線量測定を行っているか | 使用放射性核種について | 発表者の国名 |
|----------------------------|--------------------------|---------------|-------------|--------|
| 薬剤合成、シミュレーション、小動物実験、臨床、その他 | PET, SPECT, CT, MRI, その他 |               |             |        |

2016年に開催された主要な核医学関連学会における内用療法関連の演題について

|                     | 総演題数 | 内用療法関連演題数 | 割合 (%) |
|---------------------|------|-----------|--------|
| 日本核医学会 (JSNM)       | 341  | 17        | 5.0    |
| 日本核医学技術学会 (JSNMT)   | 149  | 2         | 1.3    |
| 日本放射線技術学会 総会 (JSRT) | 57   | 2         | 3.5    |
| 日本放射線技術学会 秋季 (JSRT) | 37   | 1         | 2.7    |
| 合計                  | 584  | 22        | 3.8    |

|                   | 総演題数 | 内用療法関連演題数 | 割合 (%) |
|-------------------|------|-----------|--------|
| 米国核医学会 (SNMMI)    | 1652 | 183       | 11.1   |
| ヨーロッパ核医学会 (EANNM) | 1963 | 249       | 12.7   |

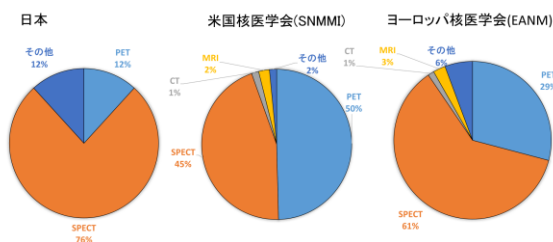
## 内用療法関連の演題での使用放射性核種は？



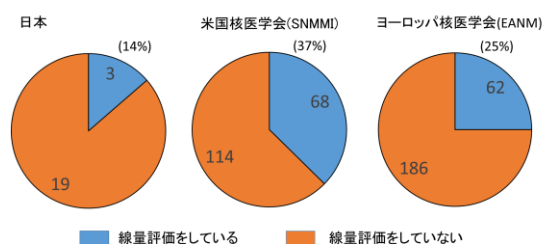
## その他の核種→今後の普及が期待される核種

|                  |                        |         |                           |                    |         |
|------------------|------------------------|---------|---------------------------|--------------------|---------|
| $^{44}\text{Sc}$ | $\beta^+$              | 3.9hr   | $^{117\text{m}}\text{Sn}$ | IT                 | 13.6d   |
| $^{47}\text{Sc}$ | $\beta^-$              | 3.35d   | $^{153}\text{Sm}$         | $\beta^-$          | 46.5h   |
| $^{58}\text{Co}$ | $\beta^+$ EC           | 9.1hr   | $^{166}\text{Ho}$         | $\beta^-$          | 26.8h   |
| $^{64}\text{Cu}$ | $\beta^+$ $\beta^-$ EC | 12.7hr  | $^{188}\text{Re}$         | $\beta^-$          | 17.0h   |
| $^{67}\text{Cu}$ | $\beta^-$              | 61.8hr  | $^{203}\text{Pb}$         | EC                 | 51.9h   |
| $^{68}\text{Ga}$ | $\beta^+$ EC           | 67.6min | $^{212}\text{Pb}$         | $\beta^-$          | 10.6h   |
| $^{80}\text{Br}$ | $\beta^+$ $\beta^-$ EC | 17.7min | $^{213}\text{Bi}$         | $\alpha$ $\beta^-$ | 45.6min |
| $^{89}\text{Sr}$ | $\beta^-$              | 50.5d   | $^{225}\text{Ac}$         | $\alpha$           | 10.0d   |

## 内用療法関連の演題での使用されている画像は？

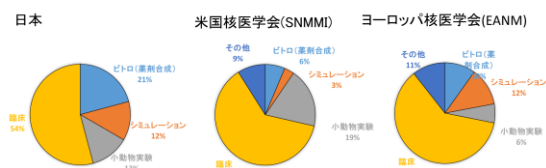


## 内用療法関連の演題で線量評価 (Dosimetry) をしているか？

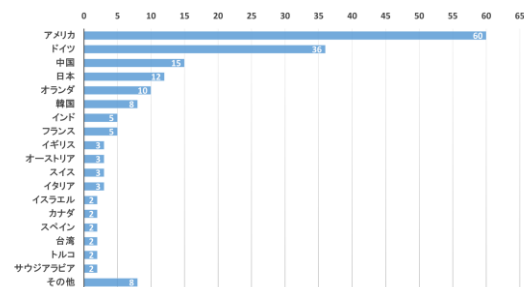


# 第 77 回核医学部会ミニシンポジウム発表後抄録（仙台市） 「内用療法を支える核医学技術 -がん治療における 4 本目の柱になるには-」

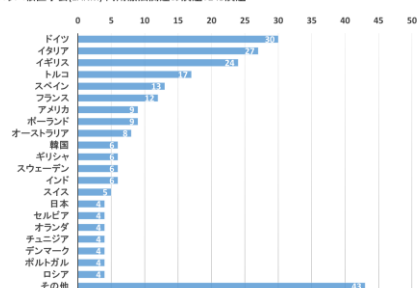
内用療法関連の演題の分類



米国核医学会(SNMMI) 内用療法関連の演題: 183演題



ヨーロッパ核医学会(EANM) 内用療法関連の演題: 249演題



## 90Y-微小球(マイクロスフェア)による 肝臓癌の放射線塞栓療法



## 考察

今回の調査により、核医学分野における内用療法関連の研究発表数に日本と欧米では大きな差があることが確認された。

原因として、日本は内用療法製剤の原料調達に困難であることや法規制により利用可能な内用療法に制限があることが考えられる。

日本ではI-131などに代表されるSPECT画像が多く使用されているのに対して、米国ではPETによる画像が多く使用されていた。

Ge-68/Ga-68ジェネレータとキットを用いたPETトレーサの使用が一般的であるためだと考えられる。

## 考察

線量評価に関しても欧米で研究発表が多い傾向にあった。

線量評価の方法としてはPlanar画像よりもSPECT/CTやPET/CTを用いた断層画像による方法が主流であった。

評価対象は腫瘍よりも腎臓をはじめとする正常組織に対する線量評価が多い傾向であった。

欧米においても内用療法における高精度な線量評価方法は確立されておらず、評価手法を確立していくことが必要不可欠である。

## なぜ欧米と日本で大きな差があるのか？

1. 日本は原子炉生成核種を国内製造していないため、全て海外からの輸入により供給されている。
2. アメリカは退出基準に関する規制が緩く、高用量を外来で実施可能である。
3. ドイツは厳しい退出基準ではあるが、多数の大規模治療施設と充実した医療制度により保険診療外の多くの内用療法を実施可能な環境である。
4. 欧米で臨床利用されているLu-177を用いた神経内分泌腫瘍の治療、Sm-153, Re-186, Sn-117mを含む疼痛緩和剤、Y-90マイクロスフェアは薬事法上未承認のため日本では普及していない。
5. 欧米が多種多様な内用療法製剤の開発や臨床研究を進行している。日本では内用療法の認知度が低く、研究者も少ない。

## まとめ

諸外国と比較すると内用療法の普及は遅れているものの、新規内用療法製剤の開発や、投与後の患者の退出基準が緩和されたことで広がりをみせている。

今後の発展が期待されており、内用療法実施における均てん化が求められている。

## ラジウムを用いた $\alpha$ 線内用療法

がん研究会有明病院 宮司 典明

### 1. はじめに

前立腺癌の罹患率は年々増加し、2014 年には国内第 5 位、男性では第 4 位の主要な癌疾患となっている<sup>1)</sup>。前立腺癌治療の第 1 選択はホルモン療法であるが、治療を続けるうちに去勢抵抗性前立腺癌（Castration Resistant Prostate Cancer: CRPC）となり、高い可能性で骨転移を引き起こす。2016 年 4 月に国内初の  $\alpha$  線を放出する放射性医薬品として CRPC の骨転移を対象とした塩化ラジウム ( $^{223}\text{RaCl}_2$ ) が登場した。各施設で普及しており、近年のアンケート調査では国内 1 位の甲状腺癌治療とほぼ同数の 4353 件実施されている<sup>2)</sup>。欧米では販売開始 5 年が経過しているが、内用療法を支える技術的な報告はまだまだ僅かである。本稿ではラジウム関連のイメージングを中心に技術的な概要を紹介する。

### 2. 塩化ラジウム治療の概要

ラジウムはアルカリ土類金族であるカルシウムの下に存在し、化学的性質や挙動が類似している。そのため、塩化ラジウムの静脈投与により血中から放出されるラジウムが骨形成サイクルに従って、リン酸カルシウムとともにハイド

ロキシアパタイト結晶に沈着して硬い骨組織が形成される<sup>3)</sup>。前立腺癌は骨芽細胞の刺激により骨形成のバランスが崩れて造骨性の骨転移を引き起こすため、骨形成領域に多くのラジウムを送達して癌細胞を治療すると考えられている（図 1）。しかし、未だにラジウムの全ての集積機序は明らかとなっていない。

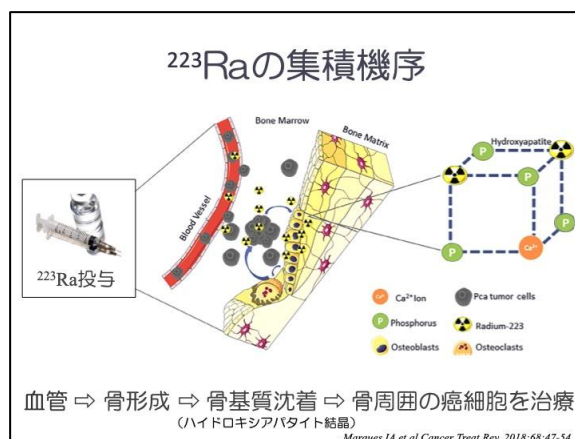


図 1

ラジウムによる  $\alpha$  線の飛程は 0.1mm 以下と  $\beta$  線に比べて放射範囲が短く、二重鎖切断を主とした殺細胞効果が高いことが知られている。そのため、癌細胞周囲への的確に集積することで正常組織への被ばくを抑えつつ高い抗腫瘍効果を得ることができる。 $\beta$  線による塩化ストロンチウム治療と  $\alpha$  線の塩化ラジウム治療を比べても血小板減少や白血球減少などの骨髄毒性が明らかに減少して



いる（図 2）。

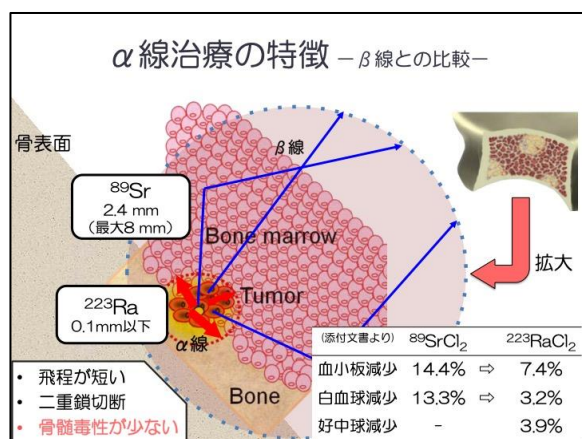


図 2

全生存期間（Overall Survival: OS）においてはβ線治療の有意な延長がないが，塩化ラジウム治療は OS の延長が認められており<sup>4,5)</sup>，治療効果に大きな違いが示唆されている。しかし，投与回数 5-6 回投与群に比べて 1-4 回投与群では治療効果が得られないため<sup>6)</sup>，OS を延長させるには 6 回投与を完遂させる投与時期が重要となる（図 3）。

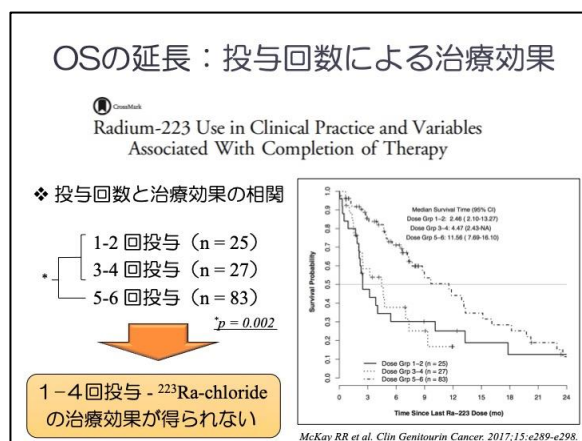


図 3

治療中に症状が進行して臓器転移や骨関連事象などにより治療中止になると治療効果だけでなく高額な費用も無

駄になるため，適した投与タイミングは泌尿器科など各方面で議論されている。

### 3. $^{223}\text{Ra}$ イメージング

$^{223}\text{Ra}$  はα線以外にもわずかであるがβ線や 1.1%のγ線を放出する。このγ線を利用して治療継続判断や効果予測などを目的とした  $^{223}\text{Ra}$  のイメージングが取り組まれている。 $^{223}\text{Ra}$  は壊変しながら 82-427keV まで様々なγ線エネルギーを放出している。イメージングには 82keV と 154keV, 270keV の 3 種類のエネルギーウィンドウが推奨されているが<sup>7)</sup>，中エネルギーコリメータ以外は検討されていない。各社コリメータの仕様が異なり，施設毎の保有するコリメータも限られるため，各コリメータとエネルギーウィンドウの関係は明らかにする必要がある。シミュレーションで推奨される組み合わせは 84keV 単独の中エネルギーコリメータで，次に 84keV 単独の高エネルギーコリメータとなっている<sup>8)</sup>。当院においても  $^{223}\text{Ra}$  画像における総合感度と総合空間分解能の評価を行い，各コリメータによる至適エネルギーウィンドウを検討した<sup>9)</sup>。使用したコリメータは LEHR と LMEGP, ELEGP と MEGP の 4 種類で，推奨されている 3 種類のエネルギーウィンドウ設定（82keV, 154keV, 270keV）を使用して  $^{223}\text{RaCl}_2$  溶液を撮像した。総合感度は LEHR コリメータで最も高いが，スターアーチファクトが強く発生した。また，

LEHR を除くコリメータはスターアーチファクトが軽減したが，マルチピークの LMEGP および ELEGP コリメータでは完全にスターアーチファクトは消失せず，総合空間分解能に影響を及ぼしている．総合空間分解能は各コリメータとも 82keV のシングルピークするとき，FWHM が最も低値を示した（図 4）．

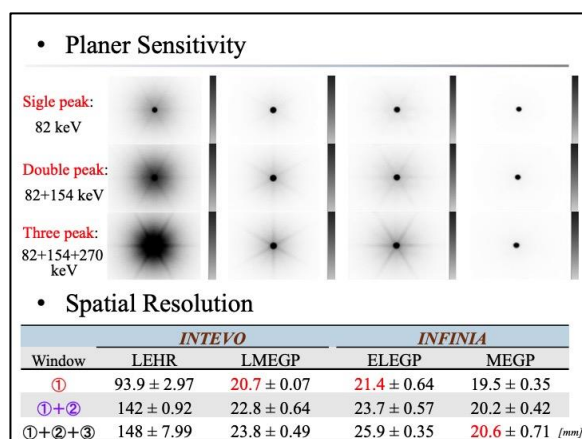


図 4

総合空間分解能が優れた組み合わせは，MEGP コリメータを用いた 82keV のシングルピークであり，シミュレーションによる先行研究と一致した．しかし  $^{223}\text{RaCl}_2$  は光子放出率だけでなく投与量が 55 kBq/kg と非常に少ないため，収集カウントが満足に得られない．各施設で目的に応じたコリメータの選択，収集エネルギーウィンドウの設定，収集時間の調節などの工夫が必要である．以上を加味した各コリメータによる最適な収集パラメータは LMEGP および ELEGP コリメータではスターアーチファクトを抑制するため 82keV ウィンドウ収集，MEGP コリメータは感度を向上させる

ためにトリプルウィンドウ収集が望ましい．また，散乱体による影響を確認するために同一患者の  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ,  $^{223}\text{Ra}$  画像のプロファイルカーブを確認した．カウント統計量の問題からばらつきはあるが， $^{99\text{m}}\text{Tc}$  集積と  $^{223}\text{Ra}$  集積のカウントプロファイルの形状はほぼ一致し，FWHM もファントム結果と同じ傾向を示した（図 5）．

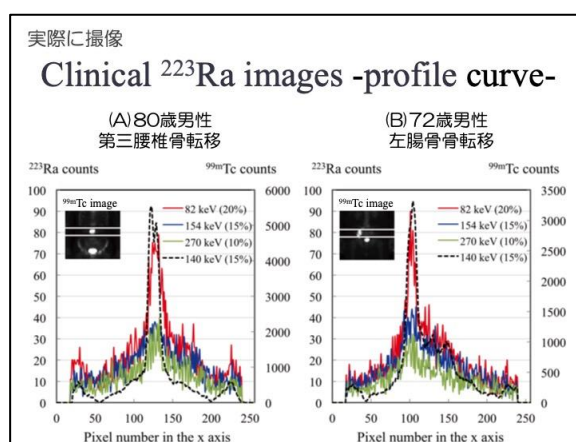


図 5

本検討の詳細については日本放射線技術学会雑誌に掲載しているので参照いただきたい<sup>9)</sup>．

#### 4. ラジウム治療効果判定

欧州ガイドラインにおいて，塩化ラジウムの治療効果に対する明確な腫瘍マーカーは示されていない<sup>10)</sup>． $^{223}\text{Ra}$  イメージングを用いた吸収線量予測値から治療効果や個別化を図る研究が進められているが，装置やコリメータによる変動が大きく<sup>11)</sup>， $^{223}\text{Ra}$  イメージングによる評価は未だ信頼性に欠ける．欧米ではラジウムの治療効果判定として骨代謝を

明確に反映している  $^{18}\text{F}$ -NaF PET が用いられている。しかし、国内では保険未収載となっており入手性やコスト面からも保険収載されている  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -(H)MDP による骨シンチグラフィが汎用的に用いられている。骨転移疾患の定量指標として骨シンチグラフィ全身像を用いた視覚的な EOD スコアや定量的な Bone scan index が使用されているが、近年では骨 SPECT 断層像による半定量指標 (Standardized Uptake Value: SUV) による評価も使用されている。また、骨転移部位の総骨腫瘍量という骨腫瘍全体の代謝を評価した方法が現在期待されている。Etchebehere らは  $^{18}\text{F}$ -NaF PET を用いて SUV 閾値 10 以上の総骨腫瘍量  $\text{TLF}_{10}$  という定量指標を提案し、塩化ラジウム治療の有用性が報告されている<sup>12)</sup>。当院で  $\text{TLF}_{10}$  と同様に  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -(H)MDP を用いた骨 SPECT/CT による総骨腫瘍量 (total bone uptake: TBU) の有用性を検討した<sup>13)</sup>。TBU の算出過程を示す (図 6)。

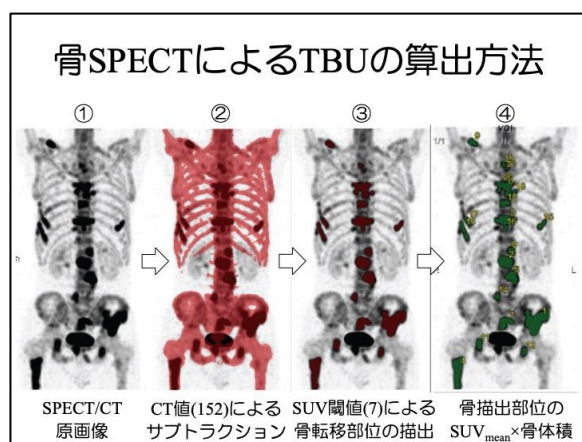


図 6

まず、SPECT/CT の原画像に対して CT 値 152 によるサブトラクションで骨のみを描出させる。次に SUV 閾値 7 として、描出された骨転移部位の体積に  $\text{SUV}_{\text{mean}}$  を乗じることで TBU を算出する。この算出した TBU をラジウム治療患者の治療効果判定に BSI, SUV とともに比較した 1 例を示す。ラジウム治療前と 3 サイクル、6 サイクル後において、医師による視覚評価では骨転移増悪であったが、TBU を除く各定量指標は治療効果を反映できておらず、TBU のみ医師による視覚評価と一致した (図 7)。

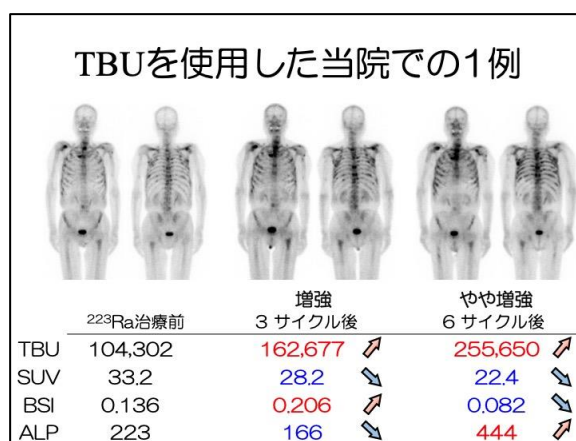


図 7

この TBU の有用性についても詳細は参考文献を参照いただきたい<sup>13)</sup>。

## 5. まとめ

前立腺癌は 2020 年にはがん罹患者数は胃がんを抜き国内第 1 位になると予測されている。2018 年の診療報酬改定により塩化ラジウム治療の管理料も加算され、経営面でも需要面でも必要な治療となっている。



本稿ではラジウムの内用療法について当院の技術的な検討を中心に紹介した。内用療法をがん治療の柱にするには間違いなく  $\beta$  線だけでなく  $\alpha$  線の内用療法が必要不可欠となる。その礎として、われわれ放射線技師がラジウム治療の臨床報告だけでなく信頼性の高い画像を提供することが重要である。

#### 6. 参考文献

- 1) 国立がん研究センターがん情報サービス「がん登録・統計」.  
[https://ganjoho.jp/reg\\_stat/statistics/dl/index.html#incidence4pref](https://ganjoho.jp/reg_stat/statistics/dl/index.html#incidence4pref).  
(Accessed 2018.10.24).
- 2) 日本アイソトープ協会医学・薬学部会核医学イメージング・検査技術専門委員会. PET 装置の品質管理・品質保証に関するアンケート調査報告. RADIOISOTOPES 2018; 67: 339-387.
- 3) Marques IA, Neves AR, Abrantes AM, et al. Targeted alpha therapy using Radium-223: From physics to biological effects. Cancer Treat Rev 2018; 68: 47-54.
- 4) Hamdy NA, Papapoulos SE. The palliative management of skeletal metastases in prostate cancer: use of bone-seeking radionuclides and bisphosphonates. Semin Nucl Med 2001; 31: 62-68.
- 5) Parker C, Nilsson S, Heinrich D, et al. Alpha emitter radium-223 and survival in metastatic prostate cancer. N Engl J Med 2013; 369(3): 213-223.
- 6) McKay RR, Jacobus S, Fiorillo M, et al. Radium-223 Use in Clinical Practice and Variables Associated With Completion of Therapy. Clin Genitourin Cancer 2017; 15(2): e289-e298.
- 7) Hindorf C, Chittenden S, Aksnes AK, et al. Quantitative imaging of  $^{223}\text{Ra}$ -chloride (Alpharadin) for targeted alpha-emitting radionuclide therapy of bone metastases. Nucl Med Commun 2012; 33(7): 726-732.
- 8) Takahashi A, Baba S, Sasaki M. Assessment of collimators in radium-223 imaging with channelized Hotelling observer: a simulation study. Ann Nucl Med 2018 (publish online).
- 9) 梅田拓朗, 宮司典明, 中澤脩人, 他.  $^{223}\text{Ra}$  イメージングにおける異なるコリメータとエネルギーウィンドウの設定が総合感度および総合空間分解能に与える影響. 日放技学誌 2017; 73(11): 1132-1139.
- 10) aPoeppe TD, Handkiewicz-Junak D, Andreeff M, et al. EANM guideline for radionuclide therapy with radium-223 of metastatic

castration-resistant prostate cancer. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2018; 45(5): 824–845.

- 11) Pacilio M, Cassano B, Pellegrini R, et al. Gamma camera calibrations for the Italian multicentre study for lesion dosimetry in  $^{223}\text{Ra}$  therapy of bone metastases. Phys Med 2017; 41: 117–123.
- 12) Etchebehere EC, Araujo JC, Fox PS, et al. Prognostic Factors in Patients Treated with  $^{223}\text{Ra}$ : The Role of Skeletal Tumor Burden on Baseline  $^{18}\text{F}$ -Fluoride PET/CT in Predicting Overall Survival. J Nucl Med 2015; 56(8): 1177-1184.
- 13) Umeda T, Koizumi M, Fukai S, et al. Evaluation of bone metastatic burden by bone SPECT/CT in metastatic prostate cancer patients: defining threshold value for total bone uptake and assessment in radium-223 treated patients. Ann Nucl Med 2018; 32: 105–113.

## ルテチウムを用いた $\beta$ 線内用療法

横浜市立大学附属病院 尾川 松義

はじめに

近年, Ra-223 の  $\alpha$  線を利用した放射線内用療法（以下, RI 内用療法）が臨床に登場した. 高い線エネルギー付与と短い飛程から,  $\alpha$  線放出核種が注目されている. そんな中, 以前から行われている  $\beta$  線放出核種を用いた内用療法は今後も発展していくのか.

1940 年代から甲状腺癌などに対して  $\beta$  線放出核種である I-131 が治療に用いられてきた. 放射線治療病室に入院し, I-131 の投与が行われてきた. Sr-89 の登場により放射線治療病室を設置していない施設においても RI 内用療法に関わることとなった. それまでの RI 内用療法とは異なり, Y-90 を用いて院内標識により, 放射性医薬品を調整する薬剤が登場した. Diagnosis と Therapeutics を融合させた Theranostics の先駆けであった.

これまでに  $\beta$  線を放出する 3 核種が臨床で用いられ, 今日の RI 内用療法を牽引してきた. 現在, Lu-177 や I-131-MIBG を用いた治験が実施され,  $\beta$  線放出核種が今後も注目されていると言える (図 1).

今回,  $\beta$  線放出核種について, 過去から現在, そして未来へと,  $\beta$  線を用いた RI 内用療法の展開について概説する.

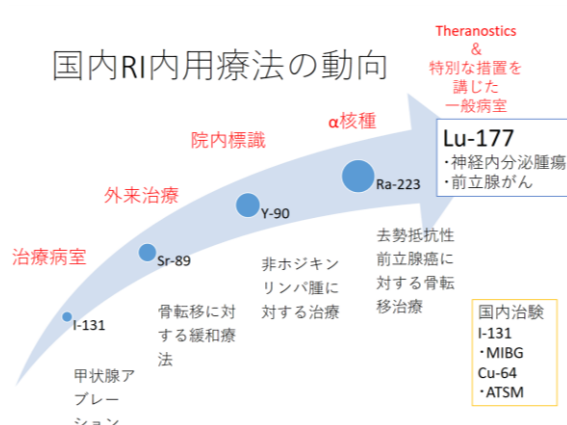


図 1

### 1. $\beta$ 線内用療法

現在, 国内における主な RI 内用療法は 4 核種ある. I-131 を用いた分化型甲状腺癌などや, Sr-89 を用いた転移性骨腫瘍の疼痛緩和, Y90 を用いた低悪性度 B 細胞性非ホジキンリンパ腫, 去勢抵抗性前立腺癌の転移性骨腫瘍の RI 内用療法が行われている. Ra-223 は主に  $\alpha$  線を治療に用いているが, I-131 などの残り 3 核種は  $\beta$  線を利用している (図 2).

### 国内における主なRI内用療法

- I-131 分化型甲状腺癌など
- Sr-89 転移性骨腫瘍
- Y-90 低悪性度B細胞性非ホジキンリンパ腫
- Ra-223 転移性骨腫瘍（去勢抵抗性前立腺癌）

| RI             | ガンマ線 | ベータ線 | アルファ線 | 一般的な投与量                | 基本的な投与 |
|----------------|------|------|-------|------------------------|--------|
| I-131          | ○    | ○    | ×     | 3700-7400MBq (1100MBq) | 単回/経口  |
| Sr-89          | ×    | ○    | ×     | 体重 × 2MBq              | 単回/静注  |
| Y-90           | ×    | ○    | ×     | 体重 × 14.8MBq           | 単回/静注  |
| Ra-223 (子孫核種含) | ○    | ○    | ○     | 体重 × 55kBq             | 6回/静注  |

図 2

第 77 回核医学部会ミニシンポジウム発表後抄録（仙台市）  
「内用療法を支える核医学技術 -がん治療における 4 本目の柱になるには-」

これら  $\beta$  線放出核種の特徴を見ると、 $I-131$  は半減期が 8 日程度で  $\beta$  線の他に  $\gamma$  線を放出する特徴を有している。また、 $Sr-89$  は半減期が 50 日と長く、主な放出は  $\beta$  線である。そのため、放出される放射線の患者からの透過力は低いため、投与後の患者からの影響が  $I-131$  よりも少ない。 $Y-90$  は半減期が 2.7 日と 3 核種の中で最も短く、主な放出は  $\beta$  線である<sup>3)</sup>。 $Sr-89$  よりも  $\beta$  線のエネルギーは高く、飛程は長い。このように特徴が異なる  $\beta$  線放出核種が臨床で用いられている。

ヨウ化ナトリウムカプセルを用いた甲状腺癌などの治療の時代背景をみると、様々な影響を受け現在に至っている事が分かる。平成 10 年に放射線内用療法の普及に伴い、投与された患者の退出基準が提示された。それにより、退出基準が明確となり、平成 9 年 1350 件であった件数が、平成 19 年には 176% の 2373 件に増加した。しかし、DPC の導入と国立大学の独立行政法人化に伴い、運営が難しい放射線治療病室の病床数が減少した。平成 14 年 188 台であったベッド数が平成 19 年には 16% 減少の 158 台となった。放射線治療病室の減少に伴い、患者の治療待ち日数が大幅に増加した。平成 22 年には、遠隔転移のない分化型甲状腺がんで甲状腺全摘出後の残存甲状腺破壊治療の一部を外来治療で行えるように退出基準指針が改訂され、平成 23 年には約 20% 程度にあたる約 650 件が外来治療となった<sup>1-2)</sup>。これにより、患者の治療待ち日数の減少に繋がっている（図 3）。様々な要因により影響を受け、使用する環境の整備は RI 内用療法の普及には重要で、「退出基準の明確化」や「外来治療」

は件数が増加するポイントとしてあげられる。

## ヨウ化ナトリウムカプセル

パセドウ病や甲状腺癌の甲状腺疾患に対する治療

- 平成10年核医学治療（ヨウ素131及びストロンチウム89放射性医薬品による治療）の普及に伴い、退出基準指針を提示  
平成9年1350件⇒平成19年2373件 10年で176%増加
- DPC導入と国立大学の独立行政法人化  
平成14年188ベッド⇒平成19年158ベッド5年で16%減少
- 平成22年遠隔転移のない分化型甲状腺がんで甲状腺全摘出後の残存甲状腺破壊治療（需要の高いヨウ素131放射性医薬品による治療）の一部を外来治療で行えるように退出基準指針を改正  
平成23年度約20%程度にあたる  
約650件が外来アブレーション

東達也,内用療法環境の現状と問題点,日本内分泌・甲状腺外科学会雑誌/30巻(2013)2号

図 3

$Ra-223$  を用いた塩化ラジウム注射液が発売され注目を浴びているが、 $Sr-89$  を用いた塩化ストロンチウム注射液も骨転移の患者への投与が行われる  $\beta$  線放出核種である。しかし、2017 年の調査報告書を見ると、 $Ra-223$  が 4353 件に対し、 $Sr-89$  は 593 件である<sup>4)</sup>（図 4）。 $Ra-223$  は去勢抵抗性前立腺がんの骨転移のみが対象にも関わらず、 $Sr-89$  に比べて 8 倍近い件数に達している。これは、 $Sr-89$  が疼痛緩和目的で使用されるのに対し、 $Ra-223$  は、抗悪性腫瘍剤として使用される違いであると考ええる。治療薬として投与される方が患者は診療を受け入れやすいのではないかと。

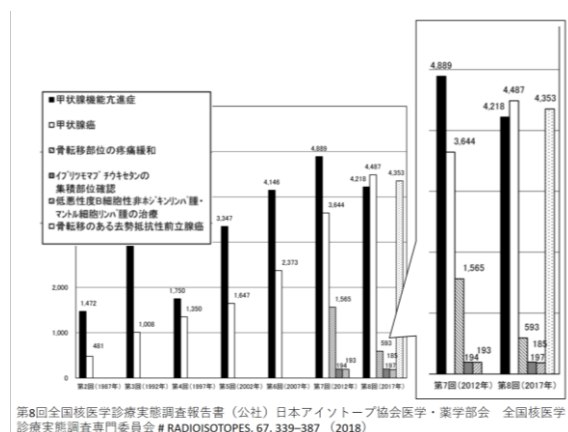


図 4

RI 内用療法の普及する 3 つ目のポイントとして、「抗悪性腫瘍剤」としての投与であることがあげられる。

## 2. ルテチウムを用いた内用療法

内用療法班の活動で実施した、国際動向調査の結果から、臨床で使用された演題を核種別にみると国内では I-131 が多いが、一方海外では I-131 と並んで Lu-177（ルテチウム-177）に関する演題が多く発表されていた（図 5）。

国際動向調査（臨床のみ/核種別）

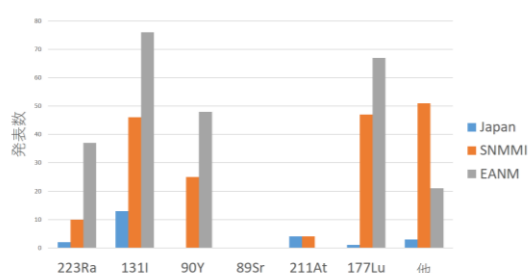


図 5

この Lu-177 は半減期が 6.6 日で  $\beta$  線と  $\gamma$  線も放出する。以上の点では、I-131 に類似しているが、 $\beta$  線や  $\gamma$  線エネルギーが低いことや  $\gamma$  線の放出割合も低いため、実効線量率定数は  $0.00517 \mu \text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{MBq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  と一桁低い値を示し、周囲への影響も低減できる。また、腫瘍細胞に取り込まれた後の組織内の飛程も短いため、Y-90 に比べて正常組織への影響も低減できる特性がある。

Lu-177 の臨床で使用された対象疾患を見ると、ペプチド受容体放射性核種療法 (PRRT) と前立腺膜特異的抗原 (PSMA) に関する演題が多い（図 6）。両治療法は日本において一般診療では実施されてい

ない。今後注目されている RI 内用療法であり、日本においても臨床への利用が期待されている。

Lu-177

臨床研究の対象疾患別演題数

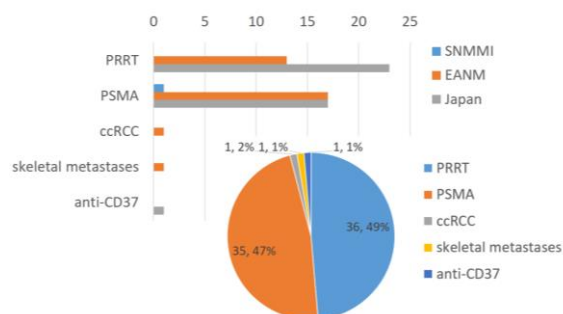


図 6

この PRRT は欧米においては一般的な治療法としてガイドラインなどでも推奨されている<sup>5-6)</sup>。国内においても Lu-177 標識ソマトスタチンアナログ (Lu-177-DOTA-TATE) を用いた神経内分泌腫瘍に対する治療が開始された。7.4GBq を 4 回（約 8 週間隔）投与される。そして、特別な措置を講じた一般病室に一泊以上入院し、帰宅が可能とガイドラインに示されている<sup>7)</sup>。

PRRT は「退出基準が明確化」され、放射線治療病室を有しない「特別な措置を講じた病室」で入院が可能である治療薬である。RI 内用療法が普及する 3 つのポイントを満たしており、日本国内においても件数が増加する可能性がある。また、I-131 よりも  $\gamma$  線のエネルギーは低く、ガンマカメラを用いてイメージングを行うことが可能である。良質な画像のもとで Dosimetry が実施できるため、リスク臓器の評価や腫瘍への投与線量評価が期待できる。

そして、PSMA 等まだ日本では治療が行われていない放射性医薬品もあり、さ

らなる  $\beta$  線放出核種の医薬品登場が期待できる。

### 3. まとめ

$\beta$  線放出核種を用いた RI 内用療法はこれからも重要な治療として行われていく。また、新規核種として Lu-177 などが研究され、国内においても PRRT は治療が進められている。Lu-177 の特徴を生かし、イメージングの活用による投与線量の評価が期待される。

Unknown Primary Site.  
Neuroendocrinology .

2016;103:172–185

6) 細野真 ルテチウム-177 標識ソマトスタチンアナログ (Lu-177-DOTA-TATE) 注射液を用いる内用療法の適正使用マニュアル (第 2 版) : 日本核医学会 2016

7) アイソトープ手帳(11 班) : 日本アイソトープ協会 2011

1) 東達也, 他. 内用療法環境の現状と問題点. 日本内分泌・甲状腺学会雑誌 2013;30(2):127-129.

2) 東達也, 他. RI 内用療法の将来展望と提言. 核医学 2016;53:27-43

3) 第 8 回全国核医学診療実態調査報告書 (公社) 日本アイソトープ協会医学・薬学部会 全国核医学診療実態調査専門委員会 RADIOISOTOPES . 2018;67:339–387

4) Dik J. Kwekkeboom, Eric P. Krenning et al. ENETS Consensus Guidelines for the Standards of Care in Neuroendocrine Tumors: Peptide Receptor Radionuclide Therapy with Radiolabeled Somatostatin Analogs Neuroendocrinology. 2009;90:220–226

5) M. Pavel et al. ENETS Consensus Guidelines Update for the Management of Distant Metastatic Disease of Intestinal, Pancreatic, Bronchial Neuroendocrine Neoplasms (NEN) and NEN of



## アスタチンなどの今後期待される製剤

量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所 前田 貴雅

はじめに

放射性核種の製造技術やドラッグデリバリーシステムの進歩に伴い、欧米を中心に多種多様な製剤を用いた内用療法が臨床利用されている（図 1）。それら新しい内用療法は、標的に対して選択的に集積させる事が可能なため、標的アイソトープ治療とも呼ばれている（図 2）。本稿では、諸外国で臨床利用されている製剤や国内導入の可能性のある製剤について紹介する。

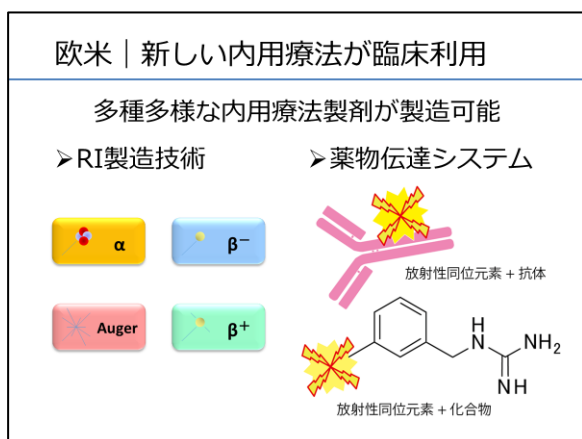


図 1

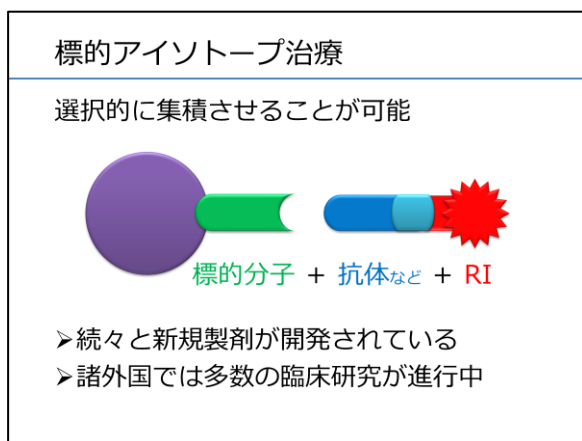


図 2

### 1. $^{225}\text{Ac}$ -PSMA

近年最も注目されているのは、前立腺特異的膜抗原(PSMA)を標的とした診断および治療用製剤である。PSMA は前立腺がん、特に転移性および去勢抵抗性前立腺がんにおいて高発現している蛋白質であり、PSMA に高い親和性で結合するリガンドが多数開発されている（図 3）<sup>1)</sup>。

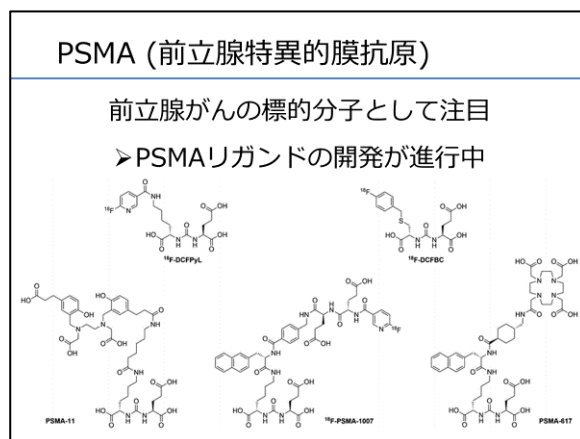


図 3

国外では、PSMA リガンドを陽電子放出核種で標識した PSMA-PET の臨床研究が進められている。PSMA-PET 製剤は、 $^{68}\text{Ga}$  を用いた報告が最も多い。 $^{68}\text{Ga}$  は、 $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$  ジェネレータから溶出することが可能なため、サイクロトロンを有しない施設においても利用可能である。PSMA-PET は、FDG-PET と比して高いコントラストで前立腺がん病変を描出することが可能である（図 4）<sup>2)</sup>。



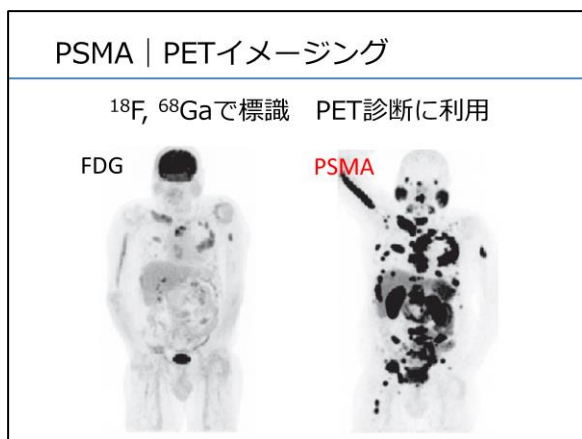


図 4

また、PSMA リガンドは治療に応用する事も可能であり、 $^{177}\text{Lu}$ -PSMA を用いた  $\beta$  線内用療法による臨床例が多数報告されている。さらに、 $\alpha$  線放出核種である  $^{225}\text{Ac}$  (アクチニウム) で標識した  $^{225}\text{Ac}$ -PSMA を用いた  $\alpha$  線内用療法も開発されている。 $^{225}\text{Ac}$  の半減期は 9.9 日であり、5 つの娘核種を含め 4 つの  $\alpha$  線と 2 つの  $\beta^-$  を放出するため、標識製剤が腫瘍組織に対して十分な線量を与えることが可能と考えられている。ハイデルベルク大学の Kratochwil らは、 $^{177}\text{Lu}$ -PSMA に治療抵抗性を示した多臓器転移去勢抵抗性前立腺がんの症例に対して  $^{225}\text{Ac}$ -PSMA 治療を行い、わずか数か月で寛解した症例を報告した (図 5) <sup>3)</sup>。

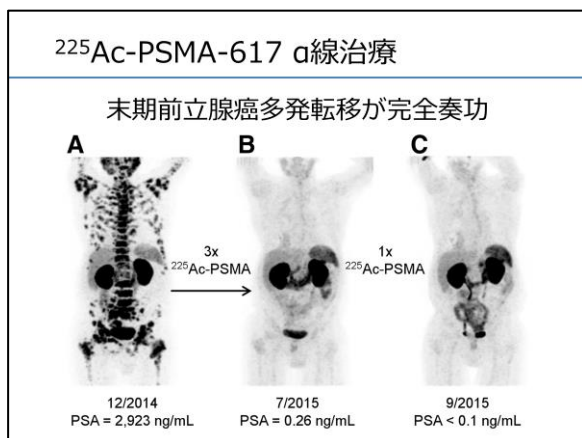


図 5

$^{225}\text{Ac}$ -PSMA 治療の著しい治療効果が注目されており、2017 年に米国で開始された第 I 相臨床試験の結果に大きな期待が寄せられている。

## 2. $^{211}\text{At}$ -MABG

国内では  $\alpha$  線核種による内用療法として、 $^{211}\text{At}$  (アスタチン) を用いた製剤の研究開発が進められている。 $^{211}\text{At}$  は核燃料物質由来ではなく、加速器で製造可能な  $\alpha$  線放出核種のため国内導入が期待されている。 $^{211}\text{At}$  の半減期は 7.2 時間であり、治療用核種としては比較的短い、反復投与などの投与法の最適化により十分克服できると考えられている。また、 $^{211}\text{At}$  はヨウ素と同じハロゲンに属するため、ヨウ素製剤と同じ薬剤設計が可能である (図 6)。

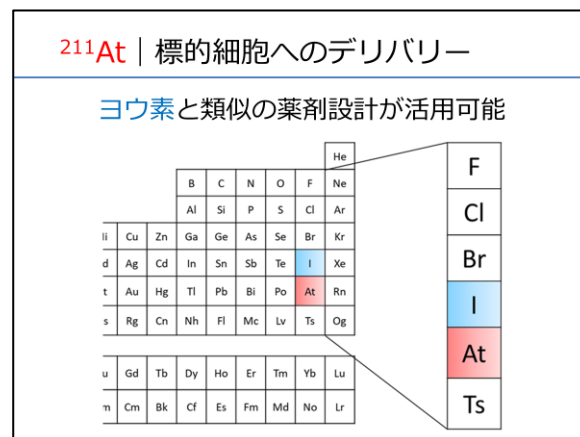


図 6

現在、悪性褐色細胞腫に対する  $^{131}\text{I}$ -MIBG を用いた内用療法が先進医療で行われているが、奏効率が低く骨髄障害が問題となっている。副作用を抑え、より高い治療効果を得るためには腫瘍に対して線量集中性を高める必要がある。量子科学技術研究開発機構では、 $^{131}\text{I}$  の代わりに  $^{211}\text{At}$  を標識した  $^{211}\text{At}$ -MABG を開発し、動物モデルによる治療効果の検証

を行っている。治療効果評価試験および最大耐用探索試験では、高用量 1 回の投与により腫瘍サイズを副作用なく縮小可能であることが報告されている（図 7、8）<sup>4)</sup>。

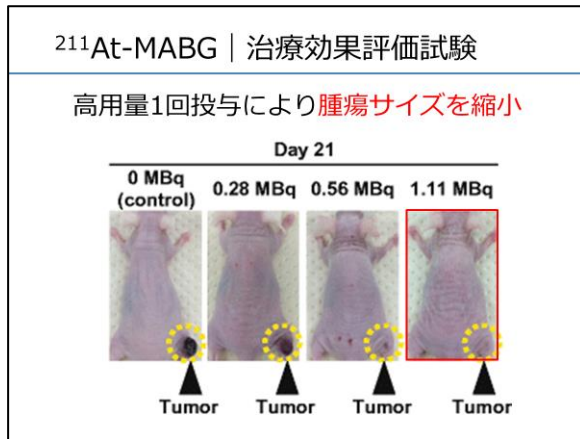


図 7

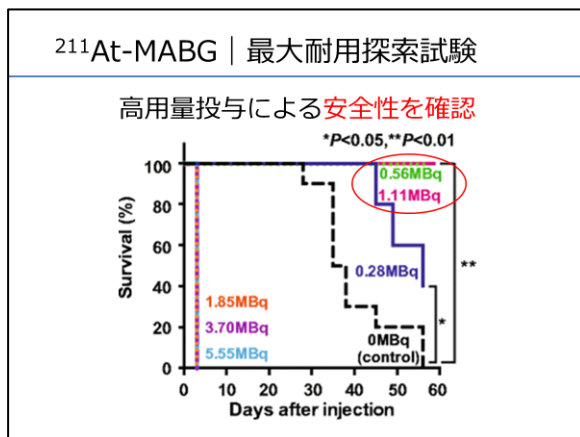


図 8

今後も  $^{211}\text{At}$ -MABG の悪性褐色細胞腫に対する研究開発が進められて、日本発の  $\alpha$  線治療用製剤となることが期待されている。

### 3. $^{64}\text{Cu}$ -ATSM

$\text{Cu-ATSM}$  は、低酸素下のがん細胞に高集積する PET イメージング用製剤として開発され、世界各国で臨床研究が行われている。国内においても、放射線医学総合研究所・福井大学・横浜市立大学・

国立がん研究センター病院による  $^{62}\text{Cu}$ -ATSM PET 他施設臨床研究が行われた。臨床研究の結果、 $^{62}\text{Cu}$ -ATSM 高集積領域にはがん幹細胞が局在しており、高集積性を示す腫瘍は予後不良であることが報告されている（図 9）<sup>5)</sup>。

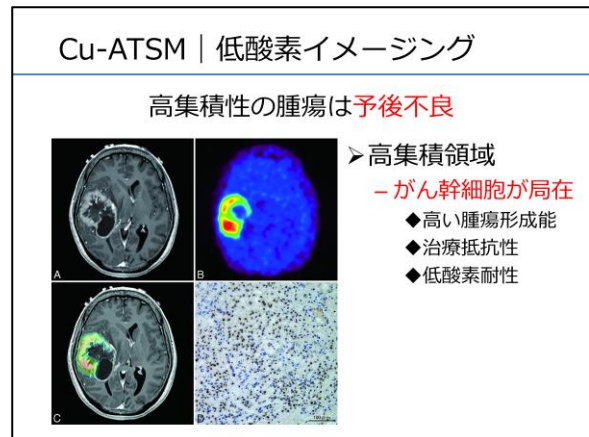


図 9

医療利用可能な  $\text{Cu}$  の同位体は 5 種類あるが、その中の  $^{64}\text{Cu}$  は  $\beta^+$  の他に  $^{131}\text{I}$  や  $^{89}\text{Sr}$  などの治療用核種が放出する  $\beta^-$  線や局所的に高いエネルギーを付与する Auger 電子も放出するため、治療用製剤としても応用可能である（図 10）。

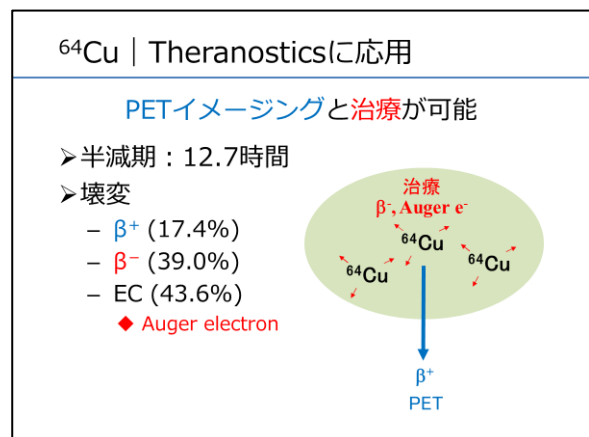


図 10

すなわち、1 つの製剤で Theranostics（診断と治療の融合）を実現可能である。膠芽腫移植腫瘍マウスを用いた検討では、 $^{64}\text{Cu}$ -ATSM を反復投与することで、重篤

な副作用なく高い治療効果を得られることが報告されている（図 11）<sup>6)</sup>。

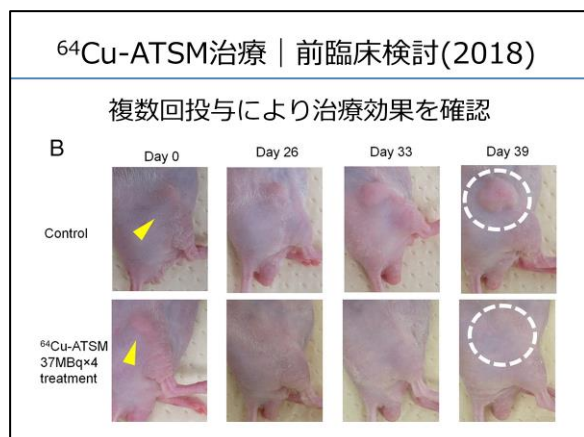


図 11

現在，標準治療後に再発した悪性脳腫瘍を対象に，第 I 層臨床試験が国内で進められている．悪性脳腫瘍は有効な治療法が少なく新規治療法の開発が望まれているため， $^{64}\text{Cu}$ -ATSM は日本発の治療用製剤として期待が寄せられている．

終わりに

本稿では，国内外で研究開発されている内用療法製剤について紹介した．今後，多種多様な新しい内用療法製剤の臨床利用に伴い，新たなイメージング技術や線量評価が必要であると考えられる．本稿が内用療法に対する関心を深めるための一助となれば幸いである．

参考文献

- 1) Giesel FL, et al. F-18 labelled PSMA-1007: biodistribution, radiation dosimetry and histopathological validation of tumor lesions in prostate cancer patients. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2017;44(4):678-688.
- 2) Emmett L, et al. Lutetium 177 PSMA radionuclide therapy for men with prostate cancer: a review of the current literature and discussion of practical aspects of therapy. J Med Radiat Sci 2017;64(1):52-60.
- 3) Kratochwil C, et al.  $^{225}\text{Ac}$ -PSMA-617 for PSMA-Targeted  $\alpha$ -Radiation Therapy of Metastatic Castration-Resistant Prostate Cancer. J Nucl Med 2016;57(12):1941-1944.
- 4) Ohshima Y, et al. Antitumor effects of radionuclide treatment using  $\alpha$ -emitting meta- $^{211}\text{At}$ -astato-benzylguanidine in a PC12 pheochromocytoma model. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2018;45(6):999-1010.
- 5) Tateishi K, et al. Application of  $^{62}\text{Cu}$ -diacetyl-bis (N4-methylthiosemicarbazone) PET imaging to predict highly malignant tumor grades and hypoxia-inducible factor-1 $\alpha$  expression in patients with glioma. AJNR Am J Neuroradiol 2013;34(1):92-9.
- 6) Yoshii Y, et al. Multiple Administrations of  $^{64}\text{Cu}$ -ATSM as a Novel Therapeutic Option for Glioblastoma: a Translational Study Using Mice with Xenografts. Translational Oncology 2018;11(1):24-30.

## 内用療法におけるイメージングと線量評価

近畿大学医学部附属病院      坂口 健太

### 1. はじめに

がんの治療方法には「外科治療」「放射線治療」「化学(薬物)療法」があり、これらはがん治療の三本柱と言われている。外科治療と放射線治療は局所治療に向いており、転移がなければ完治の可能性が高いが、多発転移症例に対して行われることは少ない。一方、抗がん剤を使用する化学療法は血液を通して薬剤が全身に分布するため、多発転移や CT などでは確認できない微小転移症例に対しても有効であるが、投与した抗がん剤が正常臓器やがんにとどの程度集積しているのか知る方法はなく様々な副作用が現れる可能性がある。

1941 年にアメリカで始まったと言われている放射性ヨウ素(I-131)を用いたバゼトウ病の治療は外科治療や薬物療法と比べて患者負担が少なく、世界中で広く行われている放射線内用療法である。その他にも我が国では I-131 による甲状腺がん治療、Y-90 による非ホジキンリンパ腫治療、Ra-223 による骨転移のある去勢抵抗性前立腺癌治療が保険診療で認められている。一般的に放射線内用療法の利点は化学療法と比べて副作用による患者負担が少なく、放射性同位元素を使用しているため内用療法薬の体内分布を知ることができることがあげられる。実際に  $^{90}\text{Y}$ -Ibritumomab Tiuxetan 治療では、その投与の 1 週間前に  $^{111}\text{In}$ -Ibritumomab Tiuxetan を投与し、肝臓

や骨髄に強い取り込みが確認されれば不適切症例と判断し、治療を行わないといった判断が行われている。しかし、放射線を用いた治療であるにもかかわらず、ほとんどの症例では画像上の分布で内用療法の適切性を判断するのみで、物理的指標である吸収線量で評価をするといったことはあまり行われていない。

### 2. Dosimetry の重要性

European Association of Nuclear Medicine (EANM)が 2017 年に公表した Internal Dosimetry Task Force Report では「治療目的の核医学を含むすべての放射線治療について、個別に治療計画を行い、適切に検証すること 1)」が求められており、内用療法においてもリニアックなどの外部放射線治療と同様に線量計算(Dosimetry)を行うことが求められている。しかし、我が国の現状として Dosimetry と呼べるものは I-131 を用いた甲状腺機能亢進症に対する摂取率及び投与量計算しか行われていない。今後、今まで以上の治療成績の向上や Lu-177、Ac-225、Bi-213 等の新たな内用療法薬への対応、また患者個人に最適な医療を提供するテーラーメイド医療の実現に向けて内用療法の Dosimetry が重要であることは疑いようのない事実である。

さて、Dosimetry の目的には大きく二つあり、一つは標的臓器(腫瘍など)に対して十分な線量が照射されているのか、



もう一つは非標的臓器(正常臓器など)の安全が確保されているかを検証することである。現在、内用療法の臓器吸収線量計算には MIRD (Medical Internal Radiation Dose Committee) 法が広く用いられている。MIRD 法は人体を模擬した数学的ファントムを用いたモンテカルロシミュレーションによって各臓器の吸収線量を求める計算方法で、対象臓器及びその周辺臓器の累積放射能から下記の式で求められる。

$$\frac{\bar{D}(r_t)}{A_0} = \sum_s \tau_s S(r_t \leftarrow r_s)$$

$\bar{D}(r_t)$  : 対象臓器の平均吸収線量 [Gy]

$A_0$  : 投与量 [Bq]

$\tau_s$  : 滞留時間 [sec]

$S(r_t \leftarrow r_s)$  : 線源臓器から対象臓器への

単位累積放射能当たりの平均吸収線量 [ $\frac{\text{Gy}}{\text{Bq} \cdot \text{sec}}$ ]

ここで、 $\tau_s$ は滞留時間(Residence Time)といい、線源臓器の累積放射能(線源臓器の時間放射能曲線下の面積)を投与量で除したときの値から求めることができる。また、 $S(r_t \leftarrow r_s)$ は S 値(S Value)といい、核種ごとに MIRD Pamphlet No. 11 で与えられている 2)。Dosimetry の商用ソフトウェアとしては OLINDA/ EXM (Organ level internal dose assessment / Exponential modeling) などがあり、年齢や性別ごとの数値ファントムが用意されている。

例えば左腎の平均吸収線量計算は、

左腎平均吸収線量

= 左腎累積放射能  $\times$  S 値(左腎  $\leftarrow$  左腎)

+ 右腎累積放射能  $\times$  S 値(左腎  $\leftarrow$  右腎)

+ 肝臓累積放射能  $\times$  S 値(左腎  $\leftarrow$  肝臓)

+ . . .

=  $\sum \{ \text{各臓器累積放射能} \times \text{S 値(左腎} \leftarrow \text{各臓器)} \}$

と計算され、S 値の精度と各臓器の累積放射能の定量精度が臓器吸収線量の定量精度に直結している。

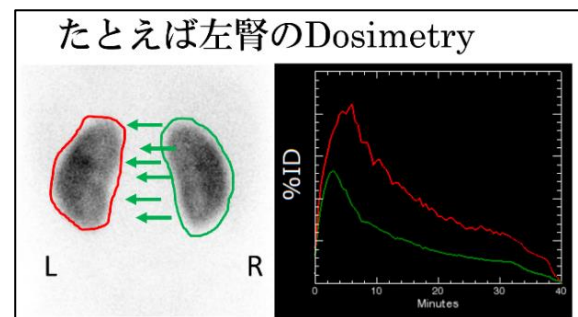


図 1 : 左腎の吸収線量は右腎からの放射線も加味される

S 値については幾つかの研究機関から異なった値が提案されており、同一の核種や対象臓器であっても数十%程度の乖離が確認されている。S 値の精度については決して高いとは言えないが、現時点で我々診療放射線技師の努力でその精度を上げることにもまた困難であり、各研究機関の努力に頼るほかない。むしろ、我々診療放射線技師は累積放射能の定量精度に責任を持ち、これまで我々が培ってきた研究実績を基にその精度を向上させることが重要であると考えます。

Planar Scintigraphy

$$A = \sqrt{\frac{I_A I_B}{e^{-\mu_e T}}} \times \frac{1}{c} ; \mu_e = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n \mu_i T_i$$

- A :Activity in the ROI
- $I_A$  and  $I_B$  :Counts in the ROI on the anterior and posterior
- $\mu_e$  :Average attenuation coefficient
- T :Body thickness
- c :Calibration factor
- i :Pixel index

Thomas SR, Mason HR, Kerstaken JC. In vivo quantitation of lesion radioactivity using external counting methods. Med Phys. 1976; 3: 253-5.

図 2 : Thomas SR らの提案した式 3)

### 3. Imaging と Dosimetry

#### ● Planar 画像による Dosimetry

最も簡便な Dosimetry は Planar 画像による方法で、前後から撮像された画像の幾何平均に吸収補正を組み込み、対象臓器の放射能を求める方法が Thomas らによって提案されている 3)。

Sjögreen K. らの報告によると、肝臓などの大きな臓器については深さに関係なく比較的合理的な推定線量を計算できるとされている 4)。

しかし、3cm 程度の径の球状標的の場合はその位置によって放射能を 6~47% 程度過小評価する可能性がある」と報告されており、精度は高いとは言えない。また、Planar 画像ではすべての臓器の時間放射能曲線を得ることは困難であり、現在では放射性ヨードによる甲状腺機能亢進症の摂取率及び投与量計算ぐらいにしか用いられていない。

#### ● Whole Body 画像による方法

Whole Body 画像による Dosimetry は全身の確認が容易に行えるためよく用いられている方法である。Whole Body 画像による Dosimetry のメリットは Cross

Calibration によって各臓器の累積放射能を求める必要はなく、全身カウントに対する対象臓器のカウントの割合(%IA)から滞留時間を求めることが可能な点である 5)。

#### ● SPECT/CT による方法

SPECT/CT 画像による Dosimetry では RI の体内分布を 3 次元的に確認することが可能で、Whole Body 画像で問題となる臓器の重なりによるコントラストや定量精度の低下を防ぐことが可能である。また Cross Calibration や各種補正を行うことで Whole Body 画像よりも定量性の高い評価が可能である。Eero H. らによる Lu-177 を用いたファントム実験では、26. 1ml(内径 3. 7cm 程度)の球状対象物であっても減弱補正、散乱補正、開口補正を組み合わせれば Recovery Coefficient が 85%程度で、比較的高い精度で放射性濃度を推定することが可能であると示されている 6)。しかし、SPECT/CT で全身を撮像することは時間的にも患者負担的にもハードルが高く、すべての時相において全身 SPECT/CT の Dosimetry を行うことは困難である。

#### ● PET/CT による方法

PET/CT 画像による Dosimetry も SPECT/CT と同様に RI の体内分布を 3 次元的に取得でき、さらにその定量精度は SPECT/CT よりも優れており、また全身撮像も容易なため、現在もっとも精度の高い Dosimetry が可能である。Y-86 を用いた Stephan W. らのファントム実験では腎臓を模した 100ml のファントムで+5%、腫瘍を模した 8ml のファント

ムで-10%～+7%程度の誤差で放射能の推定が可能であることが示されている。また、投与量から採尿中の放射能を差し引いた値を真の全身放射能とし、PET 画像の全身放射能と比較した結果、-12%～21%の誤差を示し、非常に良好な結果を示した 7)。しかし、すべての内用療法の Dosimetry に PET が対応できるわけではなく、Y-86、Y-90、I-124 などの一部の核種で代用が可能であり、今後の薬剤開発に期待が寄せられている (図 3)。

| 内用療法と線量評価用の核種                            |                  |             |
|------------------------------------------|------------------|-------------|
| <b>• Direct method</b>                   |                  |             |
| • I-131                                  | → 364[keV]       | SPECT or WB |
| • Lu-177                                 | → 208[keV]       | SPECT or WB |
| <b>• Indirect method</b>                 |                  |             |
| Sister imaging isotope                   |                  |             |
| • I-131                                  | → I-123          | SPECT or WB |
| • I-131                                  | → I-124          | PET         |
| • Y-90                                   | → Y-86           | PET         |
| Another imaging isotope on same molecule |                  |             |
| • Y-90-Zevalin                           | → In-111-Zevalin | SPECT or WB |
| • Lu-177-PSMA                            | → Ga-68-PSMA     | PET         |
|                                          | → Tc-99m-MIP1427 | SPECT or WB |

図 3：内用療法のイメージング核種

#### 4. まとめ

上記に示したように SPECT/CT や PET/CT は Whole Body や Planer 画像に比べて定量性の高い画像を取得できるが、SPECT/CT では撮像対象の大きさによっては 30～50%程度の誤差が発生することがある 6)。この誤差は一つの要因で発生しているのではなく、得られた投影データを累積放射能に変換するときに、画像再構成や Volume of Interest(VOI)の設定などいくつかのステップがあり、それぞれに誤差が含まれてしまうためである。

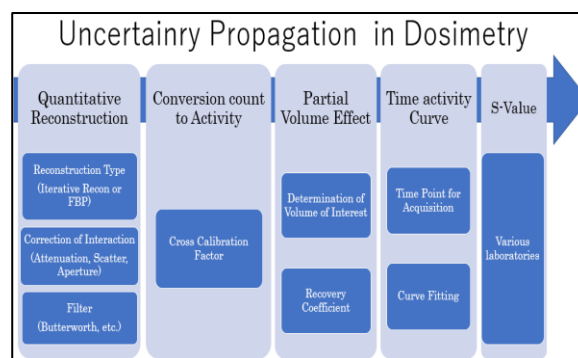


図 4：不確実なデータは伝搬する

この誤差がステップのたびに蓄積・伝搬していき、最終的な累積放射能の算出時には大きな誤差となってしまう。これを防ぐにはすべての要因を一つずつ解決していくしかない。我々診療放射線技師は各種補正もクロスキャリブレーションも VOI 設定も行っており、これら一つ一つがそのまま内用療法の精度に直結することを考え、解決していくことが今後の内用療法の発展に寄与していくものと確信している。



- 1) Internal Dosimetry Task Force Report, European Association of Nuclear Medicine, <https://www.eanm.org/publications/idtf-report/>
- 2) W.S. Snyder, M. R. Ford, et al. "S," absorbed dose per unit cumulated activity for selected radionuclides and organs, MIRD Pamphlet No11.
- 3) Thomas SR, Maxon HR, Kereiakes JG, et al. In vivo quantitation of lesion radioactivity using external counting methods. Med Phys. 1976; 3: 253-5.
- 4) Sjögreen K., Ljungberg M., Strand S-E., An activity quantification method based on registration of CT and whole-body scintillation camera images, with application to <sup>131</sup>I. J Nucl Med. 2002; 43: 972-82.
- 5) Madhav Y., Sanjana B., Madhavi T., et al. Post-therapeutic dosimetry of <sup>177</sup>Lu-DKFZ-PSMA-617 in the treatment of patients with metastatic castration-resistant prostate cancer, Nuclear Medicine Communications 2017, 38:91–98.
- 6) Eero H., Mikko T., Hanna M., Quantitative accuracy of <sup>177</sup>Lu SPECT reconstruction using different compensation methods: phantom and patient studies, EJNMMI Research (2016) 6:16
- 7) Stephan W., Francois J., Isabelle M., Quantitation in PET using isotopes emitting prompt single gammas: application to yttrium-86, Eur J Nucl Med (2003) 30:354–361

## 画像統計解析ソフトウェア「eZISニューロ®」

富士フイルム富山化学株式会社 プロダクトマーケティング部

北村 千枝美

### はじめに

脳血流SPECTは、認知症の鑑別診断において広く活用されており、特にアルツハイマー型認知症、レビー小体型認知症、前頭側頭型認知症などでは特徴的な血流低下パターンを呈するため、原因疾患を鑑別する際の補助として有用性の高い検査とされている<sup>1~4)</sup>。

一方、脳の形態は各個人で異なるため、脳血流SPECT画像の解剖学的な位置を把握しながら評価することは、必ずしも容易ではない。2002年、松田、水村らによって開発されたeasy Z-score ImagingSystem (eZIS) は<sup>5~7)</sup>、被験者の脳血流SPECT画像に対して解剖学的標準化を行った後、年齢に対応した健常者画像データベースと統計的に比較し、MRI標準脳画像上にZスコアを表示することで、被験者における脳血流の変化の程度をより客観的に評価することを目的とした画像統計解析ソフトウェアである。本ソフトウェアは、2015年に富士フイルム富山化学が「eZISニューロ（愛称：eZIS）」として、管理医療機器の製造販売認証を取得した。本稿では、eZISニューロの特徴、さらに2017年7月にver1.1.0としてリリースされた内容について紹介する。

### 画像間差補正法による健常者画像データベースの共有化

脳血流SPECTや脳MRIにおける統計解析には、健常者画像データベースの共有化が大きな課題となる。eZISニューロでは、Hoffman 3D 脳phantom（脳の形をした模型）で収集したデータを用いて、健常者画像データベースを作成した時の条件と各施設の条件の違いを画素ごとに計算した補正係数を作成する。これにより、ガンマカメラ、検査収集条件、画像再構成条件から生じる画像間差を吸収し、健常者画像データベースを各施設において共有化できる。

### 搭載データベース

eZISニューロでは、日本国内で主に使用されている<sup>99m</sup>Tc-ECDと<sup>123</sup>I-IMPの健常者画像データベースを搭載している。<sup>99m</sup>Tc-ECDについては成人のデータベースは健常者であること、特に高齢者は厳格な条件により選別された対象から作成されている。さらに、加齢に伴う脳血流分布の変化に対応するため、10歳刻みで80歳代までの年齢別および男女別のデータベースを搭載している<sup>7, 8)</sup>。小児のコントロールデータベースは、疾患

が疑われ受診した小児例において一定の条件に基づくデータから作成されている<sup>9)</sup> (図1)。<sup>123</sup>I-IMPについては、SPECT収集中心時刻別、減弱補正の有無別に施設の条件にあった10種類のデータベースを搭載している (図2)。

### 疾患特異領域解析

#### (Specific VOI Analysis:SVA)

eZISニューロでは疾患特異領域VOI (以下、VOI) が設定されている。各VOIのZスコアを用いて数値を算出することも可能である。

#### SVA-A VOI

SVA-AのVOIとは、2～6年のフォローアップ期間中にアルツハイマー型認知症に移行した患者の軽度認知機能障害の時期 (amnesic MCI) に撮像された<sup>99m</sup>Tc-ECD SPECT画像 (n=29) と健常者の<sup>99m</sup>Tc-ECD SPECT画像 (n=60) について、SPM2でグループ解析し、amnesic MCI群で有意 ( $p<0.001$ ) に血流が低下していた領域であり、後部帯状回、楔前部、頭頂の一部が含まれていた (図3)。数値指標として、Severity (VOI内の血流低下程度)、Extent (VOI内の血流低下領域の割合)、Ratio (VOIと全脳の血流低下領域の割合の比較) を算出する<sup>10~12)</sup>。

### eZISニューロ®ver.1.1.0の内容

2017年7月にバージョンアップリリースしたeZISニューロ (ver1.1.0) の主な変更点は、①疾患特異領域VOIの追加搭載、②一部レポートのレイアウト変更である。

#### ①SVA-B VOIの追加搭載

SVA-Bでは2種類の領域が設定されている。まず一つはレビー小体型認知症症例の<sup>99m</sup>Tc-ECD SPECT画像 (n=18) と健常者の<sup>99m</sup>Tc-ECD SPECT画像 (n=18) について、SPM12でグループ解析し、レビー小体型認知症群で有意に ( $p<0.05$ ) 血流が低下していた領域 (VOI-1)、もう一つは前述したSVA-AのVOIからVOI-1を除いた領域 (VOI-2) である。VOI-1は主に後頭が含まれ、VOI-2は主に後部帯状回が含まれている (図4)<sup>13)</sup>。

これら2種類のVOIから得られる血流低下側のZスコア合計値を用いて算出する比をCIScore (Cingulate Island Score ; シスコア) という名称の数値指標とし、従来の3つの数値指標に追加して、SVAレポート内で表示している。

VOI-2 (主に後部帯状回)  
における血流低下側の  
Zスコア合計

CIScore=  $\frac{\text{VOI-2 (主に後部帯状回) における血流低下側の Zスコア合計}}{\text{VOI-1 (主に後頭) における血流低下側の Zスコア合計}}$

## ②SVAレポートレイアウト変更

SVAレポートについては、視認性の向上を図った。患者情報欄においてピクトグラムを使用したほか、SVAの解析結果表示デザインにおいては解析結果のグラフ表示を横型から縦型に変更した。追加搭載のSVA-Bの解析結果も同レポート内に表示される(図5)

## まとめ

本稿では当社が提供している脳画像統計解析プログラムeZISニューロの特徴と、このほどリリースしたver1.1.0における変更点を紹介した。今回のバージョンアップに伴って脳血流SPECT検査において得られる情報が増えることが、本検査の価値向上に繋がる事を期待したい。

## 参考文献

- 1) 中野正剛: 画像診断ガイドライン. 老年精神医学雑誌第16 巻増刊号- I . 2005; 20-40.
- 2) Herhol K. et al. Neuroimage 2002. 17 (1):302-316.
- 3) Lojkowska W. et al. J Neurol Sci. 2002. 203-204; 215-219.
- 4) Lobotesis K. et al. Neurology. 2001; 56: 643-649.
- 5) Matsuda H. et al. Nucl Med Commun. 2004; 25: 67-74.
- 6) Kanetaka H. et al. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2004; 31: 975-980.
- 7) Mizumura S. et al. Radiat Med. 2006; 24: 545-552.
- 8) 根本清貴 他. Pharma Medica. 2014; 32(11): 62-63.
- 9) 福島愛 他. 脳と発達. 2005; 37: 400-404.
- 10) Matsuda H. et al. Nucl Med Commun. 2007; 28: 199 -205.
- 11) Matsuda H. et al. AJNR Am J Neuroradiol. 2007; 28: 731-736.
- 12) Matsuda H. et al. J Nucl Med. 2007; 48: 1289 -1300.
- 13) Imabayashi E. et al: Ann Nucl Med. 31:536-543, 2017

【 $^{99m}\text{Tc}$ -ECD】

| 年齢構成 | 1～3歳* | 3～5歳* | 6～10歳* | 11～15歳* | 20～39歳 | 40～59歳 | 60～69歳                   | 70歳以上                    | 80歳代                     |
|------|-------|-------|--------|---------|--------|--------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 平均年齢 | 2.6歳  | 3.4歳  | 7.6歳   | 13.1歳   | 26.5歳  | 50.1歳  | 64.7歳                    | 76.5歳                    | 80.3歳                    |
| 例数   | 21例   | 18例   | 17例    | 9例      | 28例    | 30例    | 40例<br>男性:女性<br>=18 : 22 | 40例<br>男性:女性<br>=20 : 20 | 44例<br>男性:女性<br>=24 : 20 |

\*小児コントロールデータベース

**小児コントロールデータベース**

15歳以下（1歳6カ月～15歳5カ月）

- ・2名の放射線科医が視察的に診断してSPECTに異常を認めず、頭部MRIまたはCTで構造的異常がみられない。
- ・抗けいれん剤を含めいかなる薬剤も投与されていない。
- ・基礎疾患は広汎性発達障害、精神遅滞、境界知能、言語発達遅滞や歩行の遅れで後に改善した例、複雑型熱性けいれん、注意欠陥/多動症（AD/HD）、学習障害、学習障害が疑われたが正常範囲であった例、てんかん既往例があった。

**成人健常者の条件**

脳血管障害や脳機能障害の既往、そのほか日常生活に障害がなく、MRIが正常の健常者を対象

**【高齢者の場合】**

- ①MMSE、HDS-R 正常
- ②WMS-R、WAIS-R 正常
- ③MRIで年齢相応の高信号が白質にT2強調画像でみられるのみ
- ④高血圧、糖尿病などの脳血管障害の危険因子がない

**図1** eZISニューロ搭載健常者画像データベース構成一覧（ $^{99m}\text{Tc}$ -ECD）

## 【SPECT中心収集時刻、減衰補正別構成】

| 年齢構成 | 20～39歳 | 40～59歳 | 60歳以上 |
|------|--------|--------|-------|
| 平均年齢 | 32.5歳  | 48.6歳  | 71.8歳 |
| 例数   | 22例    | 22例    | 22例   |

## 健常者の条件

脳血管障害や脳機能障害の既往、そのほか日常生活に障害がなく、MRIが正常。

## 【60歳以上の場合】

- ① 認知機能正常
- ② MRIで年齢相応の高信号が白質にT2強調画像で見られるのみ
- ③ 高血圧、糖尿病などの脳血管障害の危険因子がない
- ④ 精神・神経疾患の既往がない

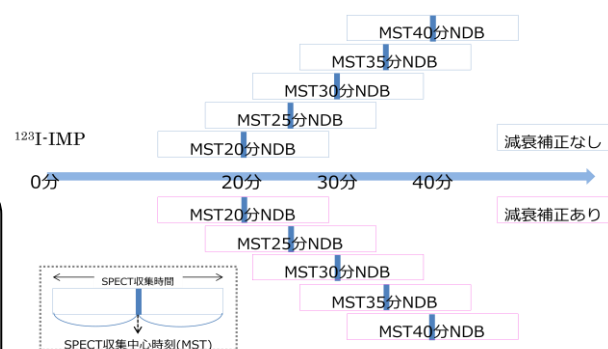


図2 eZISニューロ搭載健常者画像データベース構成 (123I-IMP)

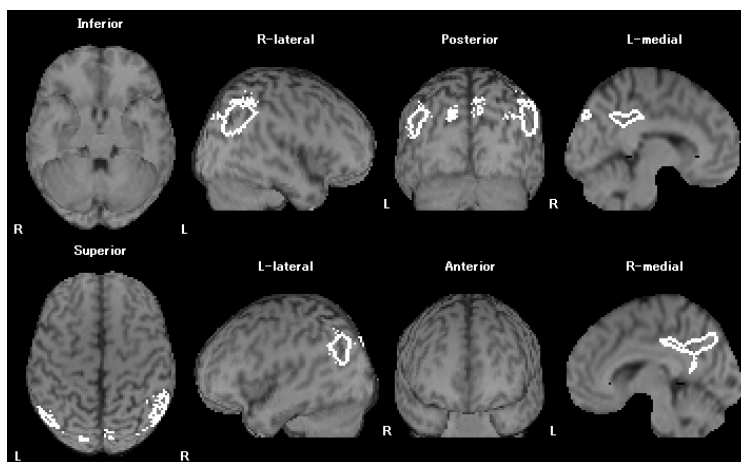


図3 SVA-AのVOI

後部帯状回、楔前部、頭頂の一部の領域に設定されている



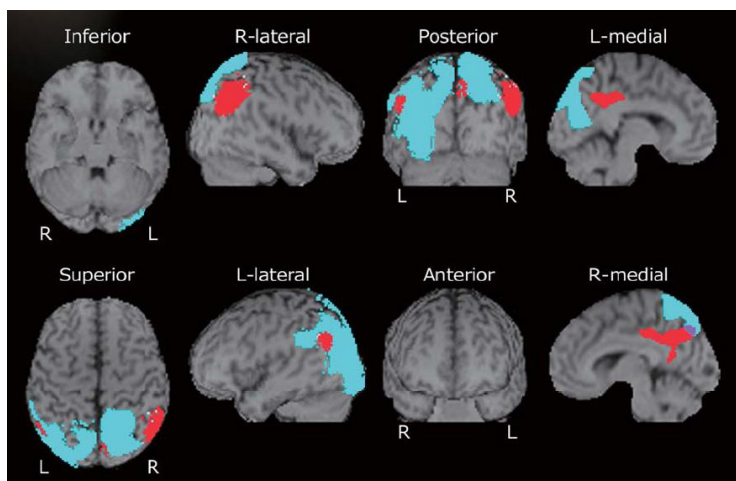


図4 SVA-AのVOI

VOI-1 (水色) は主に後頭、VOI-2 (赤) は主に後部帯状回が含まれている

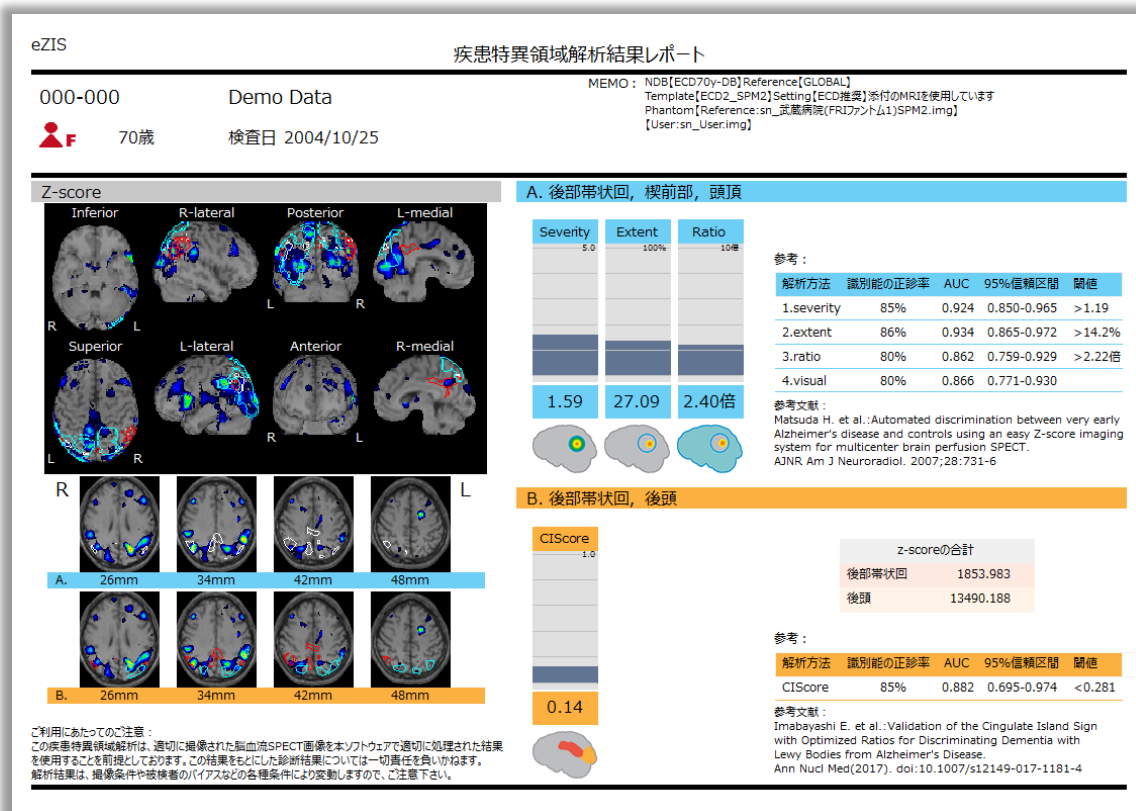


図5 eZISニューロ (ver1.1.0) SVAレポート例

## 国際医療福祉大学

保健医療学専攻 放射線・情報科学分野 医用画像学領域

細貝良行

### 1. 国際医療福祉大学

国際医療福祉大学は、医療福祉専門職の育成とその地位向上を志し、1995年に開学した日本初の医療福祉の総合大学です。現在では栃木県大田原市、千葉県成田市、東京都港区、神奈川県小田原市、福岡県福岡市および大川市の6キャンパスに10学部24学科を持ち、大学院まで含めると約8,300人の学生が学ぶ大学となっています。自分が所属している放射線・情報科学科は、現在、大田原キャンパスのみに存在しておりますが、医学部がある成田キャンパスにも放射線・情報科学科の開学科を目指し、現在手続きを進めている最中でもあります。

大田原キャンパスからは那須岳がすぐ近くに観察でき、周囲には沢山の温泉施設や観光施設などもあり、リゾート地に立地している大学ですので、勉強するには大変良い環境であると思っています。また、キャンパス内には障害者支援施設やリハビリテーション施設、特別養護老人ホーム、栃木県で唯一の児童心理治療施設、認定こども園、アジア有数の言語聴覚センターを併設した大学クリニックなどの医療施設を併設しているため、学生らが日常的に高齢者や障害を持つ方と触れ合える環境は、本学ならではの特長の一つです。極々普通にストレッチャーや車いすで移動している高齢者や子供達



国際医療福祉大学大田原キャンパス

が学内を散歩していたり、校庭で小学生が体育の授業を行っていたりします。これらの環境を活かし、分野を超えた研究活動なども盛んに行われており、現在、リハビリテーション分野と放射線分野ならびに大田原市で連携して、高齢者の健康寿命に関する研究を立ち上げようとしている最中でもあります。さらに、産官学連携に関する勉強会や研究会なども盛んに実施されており、本学から提案された医療ニーズに産官が連携して新たな医療機器の開発なども盛んに行われています。また昨年、学内では成田キャンパス内に医学部が立ち上がった事もあり、医学部と連携した研究活動なども今後実施される予定となっており、非常に活気がある大学です。特に、成田キャンパスに開設した医学部は、アジアを中心に優秀な留学生を毎年 20 名受け入れ、大部分の授業を英語で行っており、海外の大学や医療機関での海外臨床実習を必修とするなど、特徴のある教育を実施しています。その成田キャンパスでの開学科を目指している放射線・情報科学科でも同様に国際的な研究・教育を考慮しつつ、学生の指導が実施されるものと思っています。大田原キャンパス内にも留学生が多数在籍しており、各学年、各分野に最低でも 1 名は留学生が学部生として在籍しているのも特徴的です。

## 2. 国際医療福祉大学大学院 放射線・情報科学分野

当学の大学院は全学部を合わせると約 800 人程度在籍しており、そのうち放射線・情報科学分野には 20 名ほど在籍しています。ほとんどが働きながら通学している学生で、関連病院だけではなく、

一般病院で勤務しながら大学院生として勉強している学生も多数在籍しています。本大学院の本部は赤坂キャンパスにあり、例えば東京都内の病院に勤めながら大学院に通学する場合には、赤坂キャンパスにて遠隔授業での講義を受講することができます。同様に、遠隔授業が受講できるキャンパスは福岡、大川、成田、赤坂、熱海そして大田原キャンパスとなっているため、学生自らの勤務地に近い場所で講義が受講可能であることも特筆すべき点であると思います。大学院の講義は各キャンパスを遠隔で接続した状態で毎回実施されており、各キャンパス間の距離に関係なく、その場で講義内容を議論できるのは大変面白いと思っています。また、「がん先端医療に対する多職種連携重点コース」も整備されていますので、がんプロ関連の研究を行う環境も整っています。さらに、本学の特徴は外国人の大学院生が多数在籍しているのも挙げられます。アジアのほとんどの国々からの留学生を多数受け入れており、学内でも多数の言語が飛び交っている大変面白い大学ですし、それらの学生との議論は主に英語での議論となっています。名前に即した国際的な大学の大学院であると考えています。

放射線・情報科学分野には医学物理士コースが併設しているため、特に放射線治療学分野の学生は自分の研究を行いつつ、医学物理士の資格を取得するための勉強をしている者も多数在籍しています。研究内容は様々で、核医学、放射線治療学、放射線計測学、MRI、CT、マンモなど、モダリティを問わず放射線学に関する研究が盛んに実施されています。大学付属の 5 つの大学病院（国際医療福祉大



学病院、国際医療福祉大学塩谷病院、国際医療福祉大学市川病院、国際医療福祉大学三田病院、国際医療福祉大学熱海病院）があるため、研究で装置を利用する

場合には、最も身近な施設を利用して研究する事も可能です。

### 3. 細貝研究室



卒業研究のメンバー

当研究室に 2018 年度まで博士課程に所属していたミャンマーからの留学生の研究テーマは、FDG-PET データを使用した脳の統計学的解析における normalization の問題点に関する研究でした。無事博士課程を終了し、本稿が掲載される頃にはミャンマーへ戻っていると思います。国費留学生として日本に来ていたということもあり、とても優秀な学生でした。ただし、日本語は途中で諦めたので、日本語を全く身につけずに帰国する事になったのは少々心残りではあります。

当研究室では核医学に関わらず、放射線計測、MRI などの研究も行っており、今後学内に高磁場 MRI を導入し、高齢者の健康寿命に関する研究を立ち上げるために、各専攻の専攻長ならびに大田原



ミャンマーからの博士課程留学生

市を巻き込んだ産官学連携の研究に関し話を進めています。研究が立ち上がれば、脳機能画像に関する研究を PET と MRI を絡めて実施出来ると考えておりますが、話が進んでは戻るのは繰り返して前に進んではいませんが、何とか立ち上げて研究に結びつけたいと考えています。現在の主たるテーマは核医学の計測システムを応用したリアルタイム測定が可能な人工ルビー線量計の開発となっています。卒業研究も絡めた大学院での研究・発表、さらに、市販化に向けた共同研究を産官学連携で行う予定となっており、それに伴う大型予算の申請に向けたデータ整理を行っている最中です。また、2019 年 4 月 26 日からイタリアのミラノで開催される European SocieTy for Radiotherapy & Oncology (ESTRO)に

当専攻の院生の演題が登録されたので参加する事になっています。大学院生の学会参加の旅費を確保するためにも、各種の研究費の申請書作りで日々大変ではありますが、それなりに楽しく研究・教育を行っています。那須高原が近くリゾート地域に住んでいる事もあり、バーベキューなどのアウトドアや温泉巡りなども学生と一緒に楽しんでいます。当研究室のモットーは、”どうせやるなら楽しくやりましょう！”です。遊びも勉強も含めて日々楽しく過ごせるような環境を求めている方は是非連絡をいただければ適宜対応いたします。社会人学生に対しても門戸を大きく開いています。興味がある方は冷やかしても結構ですので遠慮なく連絡下さい。よろしくお願いいたします。

**お問い合わせ先**

細貝良行（ほそかいよしゆき）

国際医療福祉大学 放射線・情報科学専攻

〒324-8501

住所：栃木県大田原市北金丸 2600-1

TEL：0287-24-3053

FAX：0287-24-3100

Email：[hosokai@iuhw.ac.jp](mailto:hosokai@iuhw.ac.jp)

## 地方支部と専門部会の連携に基づく新たな学術支援体制の構築 - 第1回核医学チューター養成プログラムを終えて -

茨城県立医療大学 保健医療学部，同付属病院 医療技術部

對間 博之（核医学部会長）

核医学チューター養成プログラムを企画したのは2017年5月のことでした。それから，各地方支部（支部）や関連委員会と調整し，新たな企画として承認されたのは，それから約半年後のことでした。さらに，1年の準備期間を経て，各支部のご協力の結果，2018年12月，第1回核医学チューター養成プログラムを開催することができました。

本プログラムの主なコンセプトは，「地域の学術活動の推進は地域の人材で行う。」，「専門部会（部会）の持っているリソースを有効活用する。」の2点です。

現在，部会では学術活動の推進のために各種セミナーを支部にて開催しています。ただし，その開催回数は限られており，必ずしも効果的とは言えません。

また，E-learningによる方法も一案ですが，ファントム作成など実践的な活動を行うためには，どうしても一緒に手を動かすチューターの存在が必要となってきます。そこで，支部と部会の新たな連携として，各地方支部から推薦されたエキスパート（核医学専門技師または核医学関連の博士号取得者）を部会がサポートする仕組みを核医学部会発のパイロットスタディとして開始したのです。

第1回核医学チューター養成プログラムでは，部会委員から本プログラムのコンセプトを説明したのち，各支部の取り組みや部会の活動の問題点などを情報共有しました。そして，それらの問題を解決することを目的に，問題点の分析と打開策についてブレインストーミングが行われ，支部からのチューターと部会の委員が一丸となって議論しました。その結果，今後必要となってくるであろう新たな学術支援の方向性を示すことができました。さらに，方向性を示すだけでなく，具体的な内容まで落とし込み，企画として提案していただきました。

今後も本プログラムを継続して行うことで，提案いただいた企画をベースとした効率的な学術活動の支援体制が着実に構築されると信じています。

また，核医学部会のこの取り組みが，新たな学術活動の支援体制として評価され，他の部会においても支部と部会の新たな連携の形を考える一助になれば，幸いだと考えています。

## 核医学チューター養成プログラム参加報告 北海道支部

北海道大野記念病院

安藤 彰

北海道大学病院

宗像 大和

### 【はじめに】

平成30年12月1～2日、東京で開催された第1回 核医学チューター養成プログラムに、北海道支部から北海道大野記念病院 安藤と北海道大学病院 宗像が参加したので報告する。

### 【プログラム内容】

今回のチューター養成プログラムはまず開始にあたって對間核医学部会長からの説明がされた。本プログラムは、今後各支部にチューターを養成し、そこからその支部のニーズに合った講習会やセミナーを企画し開催することで、地域の核医学の学術活動の活性化や、人材育成を図るもので、その結果核医学学会全体のレベルアップを目指すというものであった。その後、核医学関連叢書、過去の核医学技術研修会、核医学画像セミナーの紹介がされた後、実技講演として、プロミネンスプロセッサを実際に使用した演習を行った。過去の内容のものを短時間でまとめた内容であったが、非常にわかりやすく、また今後の企画を考える上で非常に参考になった。その後各支部のチューターの自己紹介を兼ねた

支部報告を行った。北海道支部では他の支部のように複数の都府県がまとまっているわけではないが、その広い土地柄、各地域での研究会の必要性や、講習会等を開催する際の交通の問題点を紹介した。また支部における我々チューターの役割の一つとして教育機関（大学や専門学校）とのコラボレーションの橋渡しがあるのでは無いかということも紹介した。1日目の最後と2日目の前半は「支部でセミナーを開催するために」という内容でグループディスカッションが行われた。北海道支部は九州支部と共に今後のセミナー開催に向け問題点の洗い出しとその対策方法、そしてメンバーで新しいセミナー企画を考えた。その後グループで討議した内容をまとめ、プレゼンを行った。

### 【プレゼン内容】

我々北海道支部と九州支部はグループCとしてディスカッションを行った。テーマは「支部でセミナー開催をするために」を最終的な目的として、まずはブレインストーミング法で、開催にあたっての問題点をできるだけ出し合った。そ



の中でグループCは、地域性から「人が集まらない」、「お金がかかる」という2点をあげた。そこで我々は具体的なセミナー企画を考えずに、どのようにすればこの問題点を解決できるかを重点的に話し合った。その際我々のコンセプトを「できるだけお金と労力をかけない」、「これまでの資料を有効活用する」こととして目指すセミナー像を提示した。まずは、WEBを利用したセミナースタイル。これは北海道や九州のような一箇所に人が集まることが大変な地域では、それぞれの地域で受講が可能になるため、移動費や開催する場所の費用等を削減できる。またこのWEB開催のメリットは各支部だけではなく全国的にも展開すれば各地方支部で横断的に活用し、更には合同開催することが可能になると考えられる。開催したセミナー等の動画や資料を保存しておき再度利用し、また、部会員に公開することで、講師や企画者の労力を減らせると考えた。

### 【今後の取り組みに関して】

北海道支部としては、まず今までのセミナー等で行われた資料や情報の収集を行うことが必要だと考える。WEB開催を行うにあたって、動画の収集や機材の調達などを考える必要がある。またコンテンツの公開や保存の仕組みづくりを行う必要がある。今回が第1回目のチューター養成プログラムということでまだ2名しかチューターがいないが、来年以降北海道の各地域にチューターが増えた頃を目処に収集したリソースを

活用したセミナーを企画したいと考える。

### 【今回の養成プログラムに参加して】

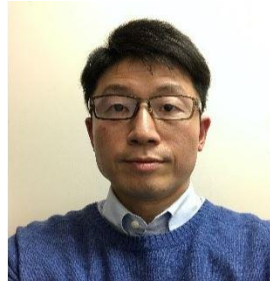
今回のチューター養成プログラムに参加して各支部の現状や、問題点を聞いてみると、ローテーターの教育や、開催地や参加者数の問題が多く見られた。北海道支部でも同様の問題がありこの問題を解決する方法をまずは考えなければならないと感じた。また、セミナー企画内容に関してもやはり座学ばかりよりも、実際に体を動かして参加するような企画、ファントムの作成やプロミネンスプロセッサの演習を取り入れたほうが参加する人たちも勉強になるのではないかと感じたし、他の支部でも考えているようだった。

この2日間は短いながら、色々な情報を得ることができ大変有意義な2日間であった。

## 核医学チューター養成プログラム参加報告 東北支部

弘前大学医学部附属病院  
成田 将崇

秋田県立循環器・脳脊髄センター  
佐藤 郁



弘前大学医学部附属病院成田将崇と申します。平成30年12月1日から2日にわたって開催された、第1回核医学チューター養成プログラムに参加させていただきました。平成30年4月に東北地区部会員小田桐さんより参加を打診されましたが、本プログラム自体の趣旨が分からず、当初は参加を固辞しようと考えておりました。加えて、私自身、全国的な学会活動は殆ど行っていないため、私よりも適任の方がいらっしゃるのではないかと考えましたが、小田桐さんの熱意に押され参加することにいたしました。

チュータープログラムの目的は、学会活動の中心的な役割を担う人材を各支部に育成することを目的としております。背景としては全支部を対象にセミナーを開催すると、次のセミナーが3-4年後になり効率的な開催ができない。地域学術研修会の参加者が定員を満たないことがあり、内容を見直す必要がある。これらの課題を解決し、地域での活動を活発に行うため人材を育成する予定ですが、まずは今回、私（成田）と秋田県

立循環器・脳脊髄センター佐藤郁さんが本プログラムに東北支部会員として参加させていただきました。

プログラムは Prominence Processor を用いた研修会のデモンストレーションや放射線技術学会叢書の紹介など内容は多岐わたりましたが、ブレインストーミング(BS)を用いたグループディスカッションは自身にとって非常に良い体験でした。ディスカッションテーマは「支部でセミナーを開催するために」でした。グループはA,B,C,D4つの班に分けられ、各班でセミナー開催のための問題点やそれに対する改善策を検討しました。私と佐藤さんを含めたB班(東北・近畿)は、近畿支部の北村さん(天理よろず相談所病院)と梶迫さん(京都大学医学部附属病院)計4人で2日間にわたりBSを行いました。後述しますが、情報交換会を経た方がよりBSは活発であったように思います。このことは他の参加者も同様と感じていることでしょう。

地域で開催する研究会において、特に核医学に関する研究会・セミナーでは、CTやMRIに比較して若年の参加者が少

ないことがあげられます。これは就職後、まず初めに急患当番用の勤務内容を把握するといった、配置に起因するところが大きいと考えられます。実際に当院でも、一般撮影、透視、CTと業務配置がまずなされ、その後、RIやMRI・治療などに配置する順序となります。議論の中では地域性も問題点としてあげられました。支部によっては活動範囲が広く、普段からのコミュニケーションが難しいという課題もあげられました。これは、支部での開催場所が遠く、会場までの時間や経費がかかる。また開催場所が大都市に限られ、地方からの参加がしづらいなどの問題につながります。東北支部の現状を述べると、北は青森、南は福島まで約500kmあり、東北の中心都市である宮城県仙台市でセミナーが開催されることが多い。交通網が整備されてきているとはいえ、仙台までは新幹線を使っても2時間30分はかかります。時間を費やしても参加したい研究会の内容を考えるべきではありますが、より近隣の都市で開催できるのであれば、参加者としても負担は少ないのではないのでしょうか。今回参加したチューターの役割は、こういった問題を少しでも解決することです。各地方都市で開催するためにも今後の核医学支部スタッフ育成は重要と考えております。

BSの結果、各班からは問題を解決するための改善案が報告されました。B班からはProminence Processorを用いた画質評価のセミナー案が報告されまし

た。これまでのセミナーでは単発で終了することが多かったため、複数回継続できる内容とし、初回はProminence Processorの使用説明やサンプルデータの配布、ある程度画像処理を行ったうえで施設に持ち帰り、実際の臨床画像を用いて自施設の標準画像を検討・作成し、次回開催のセミナーにおいて画像解析結果を報告していただく。核医学の将来を担う人材を育成するためには、こういった研究会に継続的な内容を盛り込むことを我々は重視しました。

支部が広範囲にわたり会場までのアクセスが不便といった地域性の要因に関しては、地域にいながらセミナーを受講できるサテライト配信案も検討されました。実際、いくつかのメーカー主催研究会においてサテライト配信がされておりますが、機材の準備やネットワーク環境さえ整えることが出来れば、各支部での配信案は可能ではないかと考えています。その他、若手や女性の参加者向上に向けて、スイーツを食べながらの研修会「Prominence スイーツセミナー」や大会マスコット「ほふまん君キーホルダー」を参加者にプレゼントといった、こまでにない参加者アップに向けた斬新な開催企画も提案されました。

一日目の終了後、全員参加の情報交換会が開催されました。参加者それぞれがどういった研究をされているのか、今後の核医学検査の展望や各地域の研究会の現状、AIを業務にどのように生かしていくかなど、核医学に関わらない内容も

## 第1回チューター養成プログラム参加報告

含め、非常に良い勉強をさせていただいた情報交換会でした。私自身、小さな研究会の幹事をさせていただいておりますが、今後の開催内容に関しても意見をいただき、持ち帰って早速検討してみようと考えております。

今回のチュータープログラムを通じて感じた大切なことは、どのような問題があるのかを把握し、それらを改善するアプローチを実際に行うことです。過去事例にとらわれず、何が課題の本質なのかを考えチャレンジしてみることが重要と考えております。これは今回の課題であるセミナー開催に限らず研究や診療業務でも同様と考えられます。

チュータープログラムの参加者は、既に学会や職場内でも発言力が旺盛にある方達で、自身のこれまでの経験から確固たる考えやそれを遂行する能力をお持ちの方々です。参集された方々と色々お話をさせていただいて、今後も横繋がり関係を密にしていきたいと思いましたが、解決型人材教育のヒントをいただいたように思っています。再び皆さんにお会いすることを楽しみにして参加報告を終わります。ありがとうございました。

## 核医学チューター養成プログラム参加報告 関東支部

国保直営総合病院君津中央病院  
江村 隆

埼玉県立小児医療センター  
若林 康治



私たち2名は関東支部としてこの養成プログラム研修に参加させていただいた。参加に先立ち、自分たち支部の状況を報告する旨のプレゼンテーションを作成しなければならなかった。関東支部では、核医学以外のモダリティに関する研究会は発足して久しいが、核医学だけが存在しなかった。そのため、なかなか自分たちの支部の状況を理解してもらえるような内容で作成することが難しかった。他の支部の方たちがどのような内容で作成するのか、またどのような活動を行っているのか、たいへん興味を持ちながら当日を迎えた。

對間部会長から、このチューター制度についての概要説明をはじめに伺った。これまで部会委員が全国にて行ってきた講習会等を支部ごとに行うことにより、部会と支部が連携し、地域の研究や学術活動を促進する目的であることがわかった。関東支部にとっては、これまで無かった核医学に関する研究組織を発足させる良い機会と捉えられる。関東ではなかなか難しかった横のつながりが得られると期待できる。プログラムは

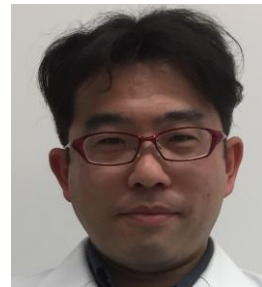
2日間にわたり、実技講演では実際に支部単位でセミナーを行うための **Prominence processor** を用いたデジタルファントム作成から再構成までを学んだ。その後、二つの支部ごとに班に分かれてブレインストーミングを使った参加者の多い企画やその工夫などの議論を行った。2日目にその内容を班ごとに発表した。我々関東支部は東京支部と合同で楽しく議論がすることができ、1年を通じたシリーズとしての研究会の企画や廉価な会費案など新しい企画を提案した。

各支部における状況は地域（所在地）の特徴やすでに活動を行っている支部とこれから発足する支部間で異なる問題点があるものの、共通の目的である集客方法や企画内容など各支部で良い議論ができ、非常に有意義であった。今後関東支部でも各支部との連携を取りつつ、核医学を盛り上げていきたい。

## 核医学チューター養成プログラム参加報告 東京支部

日本医科大学付属病院  
須田 匡也

杏林大学  
松友 紀和



地域に根付いた学術活動の活性化に向けた、核医学部会の新しい試みである本プログラムの第1回開催に、松友先生と東京支部を代表し参加してきた。北海道から九州までの各支部代表、さらには部会の委員が集まり、ディスカッションをするとのことで、非常に楽しみにしていた。参加者は同世代ぐらいの面々で、深いディスカッションが行われ、良いコミュニケーション関係を築くことができた。

プログラム中では、各支部の現状報告があり、それぞれ地域で特徴的な活動があった。特に、地理的にコンパクトな東京支部と比べて、広範囲な支部での工夫、さらに支部内で核医学関係の委員会等の有無など様々であった。そういった状況を踏まえた上で、グループディスカッションをし、部会で蓄積してきたデータを共有活用し、よりニーズに合った今後の活動についての企画立案を行った。我々は関東支部と部会の飯森委員、三輪委員でグループが組まれた。会議手法としては、最近よく用いられているブレインストーミング (BS) 法を用いる指示が

あり、まずグループ内で進行役、整理役、時間係、発表者とそれぞれ役割を決めた。BS法の4原則、批判なし、自由発想、質より量、結合改善を行うにあたり、我々のグループではもう一つ、KJ法を採用してまとめていった。まず、それぞれがカードに意見を簡潔に書いて意見を自由に出し合い、それぞれ近い内容ごとにグループ化して、小さなグループから大きなグループへ島作りを行った上で、グループ間の相互、因果などの関係付けを行った。グループ内全員が関東の人間でお互いよく知る間柄のため、討論開始から多くの意見が出された。

グループ内の検討内容を少し紹介すると、関東という比較的狭い地域であるため、近い将来にでもすぐに実現すべく、自然とより具体的な内容で検討が進んだ。首都圏では多くの核医学施設がある中で、核医学に精通した技師のいる施設からいない施設まで様々なため、セミナーのターゲットとしては、専門家のいないような施設の若い人達やローテータからスペシャリストの間の層にニーズがあるとした。このような人達を10名



## 第1回チューター養成プログラム参加報告

程，1年を通して基礎から応用まで一貫して学んでもらう。ファントム，臨床技術，研究それぞれをシリーズとして時間をかけ育成できれば，それらの人材が，今後その地域の財産になると考えた。部会のこれまでの資料やノウハウを利用して，我々チューターが講師をすることで，若い人達の負担にならないよう500円程度の参加費も目標とし，ゆくゆくは開催県からの講師を目指すなどの運営面での検討も行った。また核医学検査の女子率向上を目指して，女性でも参加しやすい環境のセミナースタイルの必要性が挙げられた。具体的には講師，受講生共に女性限定のセミナー，子供がいる方でも参加しやすい時間帯や子供同伴での開催の工夫，コーヒープレイクならぬスイーツブレイク等なども検討された。

また親しみやすい『ゆるキャラ』作成を検討して，2日目の発表当日にはすでにキャラクターイラストを提示しているグループもあり，部会長の反応もまんざらではないように感じられた。

今回各グループ発表を聴いたが，いずれも充実した検討内容で，各支部の代表がしっかりとディスカッションの末，導き出ただけあり，参考に出来るものが多々あった。今回のチューター養成プログラムに参加した方々とは2日を通し，多くを語らい，議論を行った。今後の活動等に対し，支部内だけでなく，横断的に情報共有しながら，自分の地域の核医学技術分野における人材教育の発展に繋げていきたい。

## 核医学チューター養成プログラム参加報告 中部支部

豊川市民病院  
渡邊 洋一

金沢大学  
渋谷 孝行



プログラム開催の数ヶ月前、「核医学チューター養成プログラム（以下、プログラム）に参加してみないか？」と誘われ、概要を理解しないままチューターを養成する講座が出来たのか？と考え、受講することになった。

プログラムの概要は、全支部を対象に核医学画像セミナーや核医学技術研修会（以下、セミナー）を行っているが、セミナーは3～4年後になり効率が悪い、核医学専門技師の有効活用ができていない。また、セミナーの受講率が低く、内容を見直す必要があるなど、多くの問題を抱えている現状を、核医学部会主導ではなく支部との連携により、学術活動のサポートや人材育成を促進することで地域の活性化を目指している。さらに3年後を目途に各支部において毎年育成したチューターを中心に、セミナーや小規模な勉強会の開催を各支部で実施するものである。と説明があった。

中部支部は全国を8つの支部に分けた内の1つで、7つの県で構成されており研究会が9つあり核医学に関しては存在しない。

中部支部の地域における核医学の現状は、勉強会の頻度や規模は東京や大阪に比べ多いとはいえず、施設数に対する核医学専門技師の割合も62%から79%と高くはない。また中部放射線医療技術学術大会の演題数も同様な傾向を示している。

セミナーや小規模な勉強会の開催を視野に入れ、支部や地域で求められる内容を考えると、座学主体ではなく実技を含めた初学者やローテータへの基礎技術習得支援、研究発表および論文作成の支援などであろう。またこれらを通じ技師間の交流ができることで支部の核医学部門が活性化するのではないかと想像する。

今回のプログラムに参加し、各支部でセミナーに対する問題点や解決策など、自由にアイデアを出し合い多くの意見を聞くなかで、中部支部におけるチューターの役割は、支部内の核医学部門設置に向けた活動を始め核医学部門の組織をつくり、セミナーや小規模な勉強会の開催、研究発表および論文作成の支援事業などのシステムを考え、北陸地区と

## 第1回チューター養成プログラム参加報告

東海地区の共同事業による技師間の交流ができればと考えます。

今回このような機会を与えてくれた日本放射線技術学会中部支部および核医学部会の関係者の方々に感謝いたします。

### 中部支部核医学現状

| 都道府県 | 核医学施設数 |     |           |    | 専門技師数 |
|------|--------|-----|-----------|----|-------|
|      | SPECT  | PET | SPECT/PET | 計  |       |
| 静岡   | 20     | 4   | 9         | 33 | 22    |
| 岐阜   | 17     | 9   | 1         | 27 | 21    |
| 愛知   | 36     | 8   | 15        | 59 | 47    |
| 三重   | 10     | 2   | 5         | 17 | 13    |
| 富山   | 12     | 1   | 3         | 16 | 10    |
| 石川   | 15     | 1   | 5         | 21 | 13    |
| 福井   | 6      | 1   | 5         | 12 | 8     |

### 核医学関連の勉強会(頻度・規模)

| 主な研究会名(頻度) |                                                                                                                        |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 三重         | 技師主催:三重県核医学談話会(2)                                                                                                      |
| 岐阜         | 技師主催:G-Code-R(2), G-CODE(3), 飛騨核医学勉強会(1), 岐阜核医学談話会(2)                                                                  |
| 静岡         | 医師主催:浜松核医学カンファレンス(1), 浜松心臓核医学セミナー(1),<br>技師主催:三河・遠州核医学研究会(2), 静岡県核医学談話会(2)                                             |
| 愛知         | 医師主催:東海核医学セミナー(2), 東海脳神経核医学研究会(1),<br>東海循環器核医学研究会(1), 東海心臓核医学フォーラム(1),<br>東海腫瘍核医学研究会(1)<br>技師主催:ANTs(4), 東三河RI技術検討会(3) |
| 福井         | 医師主催:福井県核医学研究会(1), 福井県脳機能画像カンファレンス(2),<br>福井認知症画像診断研究会(1)<br>技師主催:嶺南RI画像カンファレンス(1)                                     |
| 石川         | 医師主催:千里浜脳循環代謝カンファレンス(1), 北陸循環器核医学研究会(2),<br>北陸核医学カンファレンス(1),<br>技師主催:EARTH(3), PET撮像技術検討会(1), 金沢RI画像カンファレンス(1-2)       |
| 富山         | 医師主催:富山脳機能画像カンファレンス(1)<br>技師主催:富山県核医学研究会(1), 新川地区RI懇話会(1)                                                              |

### 支部主催の核医学関連の勉強会

|             |         |          |
|-------------|---------|----------|
| CT研究会       | MR研究会   | 画像研究会    |
| 医療情報システム研究会 | 乳房画像研究会 | 放射線防護研究会 |
| 放射線治療研究会    | アンギオ研究会 | 超音波画像研究会 |

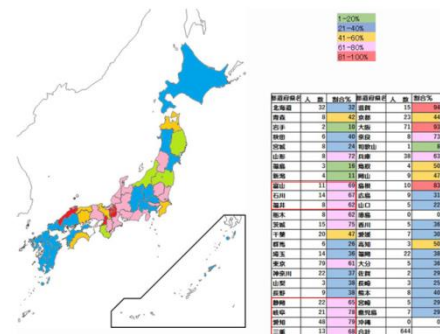
#### 中部放射線医療技術学術大会 (CCRT)

JARTとJSRTでの合同開催(10 or 11月)合同:11回, 中部支部:53回

| 開催年   | 開催都市 | 一般演題数               |
|-------|------|---------------------|
| 2018年 | 富山県  | 5/126演題(北陸3, 東海2)   |
| 2017年 | 岐阜県  | 21/152演題(北陸1, 東海20) |
| 2016年 | 三重県  | 5/121演題(北陸0, 東海5)   |
| 2015年 | 福井県  | 9/145演題(北陸1, 東海8)   |
| 2014年 | 愛知県  | 14/179演題(北陸1, 東海13) |

北陸地方は、JSNMTでの活動が主体

### 核医学専門技師の分布



## 核医学チューター養成プログラム参加報告 近畿支部

天理よろづ相談所病院  
北村 一司

京都大学医学部附属病院  
梶迫 正明



今回は、近畿支部の福西康修支部長と学術委員会の松澤博明学術委員長の推薦にて第一回の核医学チューター養成プログラムに参加させて頂きました。我々2人は現在、近畿支部の学術委員会という組織に所属しており、近畿支部にてさまざまな勉強会やセミナーなどを企画・運営しております。「核医学チューター養成」とありますが、2人とも核医学の経験年数は浅く、本プログラムについていけるのか不安を感じながらの参加となりましたが、学術委員で培った、企画・運営能力を本プログラムで発揮することを求められているのではないかと2人で勝手に納得して本プログラムに参加させて頂きました。

はじめは核医学部会長の對間先生からチューター養成プログラム概要説明がありました。感じた印象は、本プログラム参加者に寄せている期待が大きい！ということです。大きなプレッシャーを感じながら、プログラムがはじまりました。

参加者の皆様は各支部から派遣されておりプログラムの中で、自己紹介と

もに支部の核医学関連の活動報告がありました。自分の所属する支部については良く知っていますが、他の支部では運営方法が大きく違い、大変驚きました。核医学に関する勉強会の内容や頻度・参加人数などについても地域での差があり、各支部で問題点もさまざまで、どのように核医学の分野を活性化させていくか課題がたくさんあると認識しました。

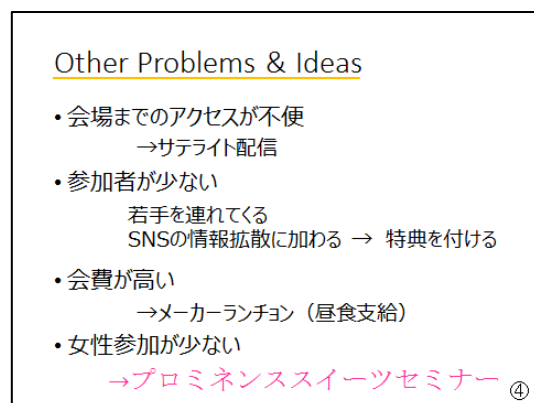
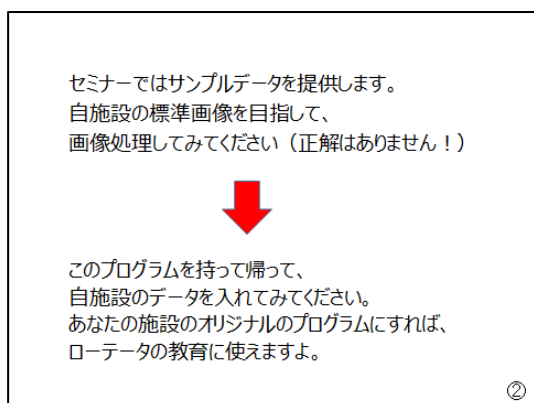
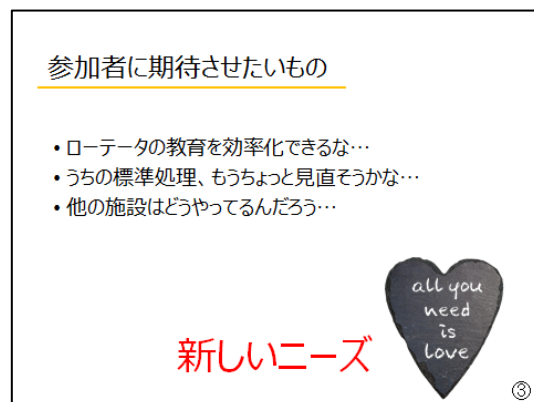
プログラムのメインは、グループディスカッション+プレゼンの内容でした。班に分かれて、さまざまな問題点がある中、どのような核医学領域の勉強会を企画・運営していくかを議論しました。地域のことなるメンバーでプレゼンを行う中で、参加者のいろいろな意見を聞くことができました。我々の班では、「Prominence Processor でローテータ教育プログラムを作りましょう！」という内容でプレゼンを行いました。

2日間の開催日程の中で、1日目の夜には参加者全員で懇親会も行われました。日ごろの疑問などを経験の深い参加者の先生とお話することができ、大変有

## 第1回チューター養成プログラム参加報告

意義となった2日間でした。今回のチューター養成プログラムで、経験した内容を、自施設や地域に還元できるように取り組んでいきたいと思います。最後に、本プログラムを企画・運営頂いた、核医学部会役員の皆様に感謝申し上げます。ありがとうございました。

### プレゼンスライド（抜粋）



## 核医学チューター養成プログラム参加報告 中国四国支部

JA 広島総合病院

高畑 明

香川大学医学部附属病院

前田 幸人



核医学チューター制度といったシステムについては、對間部会長の講演で度々耳にしており、各支部に核医学部会の研究会担当者の育成を目的とした大変良い制度だと思いながら漠然と聞いておりましたが、昨年2月まさかの参加の要請があり、自分で良いのかと自問自答しながら、要請をお受けいたしました。

昨年12月に開催されたチューター養成プログラムは、2日間の日程で行われ、對間部会長の育成プログラムの概要説明に始まり、これまで部会が開催したセミナーの説明と実技を体験させていただきました。そして、参加者の自己紹介と、事前に作成してきたプレゼン資料を提示し、支部の核医学研究会の現状の説明を支部ごとに紹介いたしました。各支部の現状については、支部ごとに各モダリティの部門又は窓口があることが当然のことと考えていた私にとり、支部によっては核医学の部門が無いといった現状に大きな驚きを感じました。日本放射線技術学会員で核医学に従事し、核医学の研究を目指している方はその支部では研究会や学術発表ができないとい

ったこととなります。私の所属する中国・四国支部では、古くから年2回の核医学研究会（核医学夢工房）が企画されており、支部内に核医学研究会の担当者が配置されています。核医学に従事する者にとって、他のモダリティに負けない恵まれた環境で学べることを、あらためて諸先輩方に感謝したく思いました。

チューター養成プログラムの後半は、中国・四国の担当者と中部の担当者と班を作り、核医学チューター制度を背景とした研究会の企画運用に関して討論しました。各支部の実状により様々な考えはあり、同じ意見となりませんでした。共通の問題点も多く検討されました。その中で、中国・四国支部に関係する検討内容をまとめたものを Fig.1 と Fig.2 に示します。私達の班は、研究会を開催する場合の対象となる受講者のレベルとそのレベルに見合った内容について多くの議論を行いました。



|                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>受講対象者</b></p> <p>【問題点】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・誰でも参加可能(会員・非会員の違いあり)</li> <li>・受講者の熟練度に違いがある</li> </ul> <p>【解決案】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・誰でも参加可能(会員・非会員の違いあり)</li> <li>・対象者に焦点をあわせた個別の企画をする<br/>(初学者, 専門技師受験者, 熟練者向け)</li> </ul> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Fig.1

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>内容・要望</b></p> <p>【問題点】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ローテータからベテランまでの内容</li> <li>・地方によってニーズが違う</li> <li>・会員のニーズがわからない</li> </ul> <p>【解決案】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・内容は階層的にレベルを上げる(5段階程度)</li> <li>・You tubeを活用して事前学習をさせる</li> <li>・会員のニーズを得る(アンケートなどを利用して)</li> </ul> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Fig.2

核医学部会の研修会を利用して学びたい方には、核医学の経験、知識レベルに違いがあることは事実であり、そのレベルに合った研修会が望まれるのではないかと、継続して研修会に参加していたくには、内容も連続したステップアップできるものが望ましいとする意見が出ました。また、レベルの差を埋め合わせるために事前学習をすることで、研修会の内容について理解・習得度が高まるのではといった具体案も出ました。私自身も、すでに入会している会員にはさらに高みを目指したステップアップできる研修会を、これから核医学を学びたい

といった方には、それをサポートできる内容の研修会といったように対象者のニーズに合わせた個別の研修会が必要と考えます。もちろん全てのレベルに対して支部で研修会を開催することは現実的でないと思いますので、これまでの核医学部会で企画していた研修会のレベルアップが必要であり、支部では、非会員を含め、核医学に従事を始めた方に向けた核医学の基礎、核医学の面白さを知ることのできる研修会の開催といったような部会と支部の役割分担が必要と考えます。さらに重要な点として、他の学会では学べない日本放射線技術学会核医学部会ならではの特色ある研修会を企画できるかが今後の課題と思います。

今後開催する支部単位の部会研修会については規模、開催地、内容など暗中模索といった現状ですが、私達チューターに求められていることは、臨床の核医学担当者にとって魅力ある研修会とは何かを思案し、企画、運用することに尽きます。今回のチューター養成プログラムで学んだことを今後の活動に役立たせたいと思います。

最後にこのような機会を作って頂いた関係者の皆様にお礼を申し上げます。

## 核医学チューター養成プログラム参加報告 九州支部

大分大学医学部附属病院  
工藤 伸也

帝京大学福岡キャンパス  
椎葉 拓郎



平成30年12月1日(土)、2日(日)の2日間にかけて、第1回核医学チューター養成プログラムに九州支部より推薦頂き参加した。本プログラムは、各地域での学術活動をサポートするために新設されたもので、支部と部会が連携し、地域の学術活動の活性化と人材育成を目的として開催されたプログラムである。

「推薦対象者は今後各地域における核医学分野の活性化を担っていく人材として重要な役割を果たす」とのことで、正直なところ、自分で大丈夫か、自分に務まるのかと不安な状態で当日を迎えることとなった。

初日は、プログラムを開始するに前に、まず、対間部会長からプログラムの概要及び意義や目的を説明して頂いた。推薦された他の参加者の皆様にお会いしたときにも感じた、「自分がここにいていいのか」という不安を改めて感じるようになったが、「とにかく何事も経験、自分にとっても成長出来るきっかけになるはずだ」と腹を括ったのを覚えている。その後、核医学関連叢書の説明、核医学技術研修会、核医学画像セミナーの概要

説明を受けた。実技講演として、核医学画像セミナーで実際行われた、プロミネンスプロセッサを用いた演習「デジタルファントム作成から画像再構成」の簡易版を受講し、実際のセミナーがどのように行われるかを体験した。私自身はプロミネンスプロセッサの使用経験はあるものの、デジタルファントムの作成は経験がなかったため、ついていけるか不安ではあったが丁寧な説明と資料のおかげで、非常にスムーズに一連の流れを把握することが出来た。また、講義を受けながら、説明の仕方や進め方、時間の取り方など、開催者側での目線で受講出来たため、どのような点を工夫すべきかなどが学べ、研究会の開催経験のない私にとっては大変勉強になった。

初日の夕方から、グループ討議が行われた。各支部より派遣された方々が4名ずつA班～D班の4グループに分かれて、既存の研修会の問題点や改善点などを抽出し、メンバーで新しいセミナー企画を考えるというものである。最終日に、新しい企画に関するプレゼンテーションを実施することになっており、九州支

部・北海道支部のグループCは、2名の部会委員の方を加え、6名でブレインストーミングを用いて討議を行った。当初、私はグループ内の活発な意見に感心するしかない状態であったが、時間の経過とともに少し議論に参加することができた。私の意見や発言は、今考えると稚拙なものであったが、グループの皆さまが真摯に耳を傾け下さったお陰で、圧倒されながらも、こういった方々の支えがあるのなら自分にもやれないことはないという自信のようなものも持つことが出来た。

最終日に行ったグループCの企画プレゼンテーションは、研修会の具体的な内容というよりは、体制の構築についての提言のような内容となった。研修会や勉強会を企画する上で、最も問題となるのが、開催するための費用と人を集める等の手間である。開催側・参加者双方に負担をかけないことが継続して行う上では重要となる。そこで、グループCとしては新しいセミナー企画を行うのなら、「可能な限り時間や費用をかけず、既存の資料等を有効活用する」ことをコンセプトとして実施すべきだと提言した。目指すセミナー像としては、WEBを用いた研修会で、使用する資料などは、今までに核医学部会や各支部で行った研修会の資料をリソースとして活用し、情報公開や資料入手に関しても、核医学部会のホームページやM3を利用することで簡易化するというものだ。使用した資料や研修会の内容は、各支部間で共有し、

テーマによってはWEB上で合同開催するなど横断的に開催することも将来的な展望として考えられる。また、大きなメリットとして、今回の核医学チューター養成プログラムで繋がった各支部のチューター間のネットワークも維持でき、情報共有を図りながら、より良い研修会をともに作り上げる体制が出来れば、ネットワークそのものもより強固となる可能性がある。もちろん、細かな問題点は出てくるだろうが、まずは少しずつ体制を構築するところから始めていけば良いのではないだろうか。

今回の企画案を九州支部に今後応用していくために、まずは自施設内や県内など小さな規模でテストも兼ねてWEB上で研修会を開催し、問題点を抽出する作業を少しずつ行っていきたいと考えている。そのためには、様々な方の協力が必要となるので、協力要請を行いながら少しずつネットワークを構築していきたい。チューターとして、自分がどれだけ核医学分野の活性化に寄与できるか、まだまだ不安ではあるが、今回の養成プログラムに参加することで出来た繋がりを大切にしていきながら、積極的に取り組んでいきたいと思う。

最後に、今回このような貴重な機会を与えてくださった、核医学部会、九州支部の先生方に心より感謝申し上げます。

## 第 23 回 核医学技術研修会 「ポジトロン製剤を使って実験しよう」を終えて

山口大学医学部附属病院 甲谷理温  
倉敷中央病院 長木昭男

平成 30 年 11 月 23 日(金・祝)および 24(土)にわたり、第 23 回 核医学技術研修会が香川大学医学部附属病院にて開催された。本研修会は日本放射線技術学会核医学部会、および、中国四国支部の共催で行われた。今回は 23 名の受講者に参加頂き、実験をメインに、座学および実験の解析を行い中身の濃い二日間であった。また、本研修会を開催するにあたり運営等につきましては、香川大学医学部附属病院の前田幸人さんをはじめ、スタッフの方々に多大なご協力を頂きました。誠にありがとうございました。

参加者は、初めて PET 実験を行う初心者から経験豊かな方まで幅広いレベルを有していた。またホフマンファントムおよび NEMA ボディファントムを初めて触る方も多く参加されていた。

座学では、香川大学医学部放射線医学講座、山本由佳先生の「腫瘍 PET 診断」、香川大学医学部医用物理学講座、久富信之先生による「核医学における定量」を拝聴し、定量の基礎から臨床の診断まで学ぶことができた。

メインの実験では、ホフマンファントムおよび NEMA ボディファントム

の使用方法の説明があり、その後、参加者は 4 グループに分かれてコールドテストを行い、実際にポジトロン製剤をファントムに封入し PET/CT 撮像を行った。班ごとに得られたデータを用いて PET 撮像ガイドラインに沿った解析を行った。

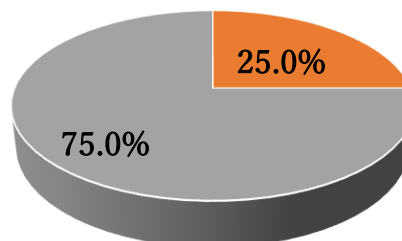
2 日目の実験後に行われた、結果報告と総括では、グループの代表者が発表を行った。プレゼンテーションは、受講生の意識の高さと、積極性を感じる発表討論会であった。今回の技術研修会は、講師、サポーター、参加者のご協力のもと非常に意義のある内容であったと思われる。2 日間最後まで意見交換が尽きない盛況な技術研修会となり、主催者側として参加者の皆様に心より感謝いたします。本当にありがとうございました。

アンケート結果を次ページに示す。結果からは、非常に充実し、得るものが大きかった技術研修会であったと思われる。

次回も全国の核医学関係者の方々のお役にたてるような技術研修会となるよう、関係者一同より一層の努力をしていこうと考えております。次回も是非ご参加下さい。

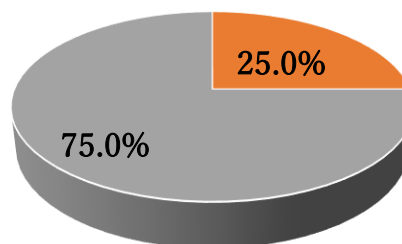
### 1. 研修会の難易度はいかがでしたか？

- A：非常に難しかった
- B：難しかった
- C：適当であった
- D：簡単だった
- E：非常に簡単だった



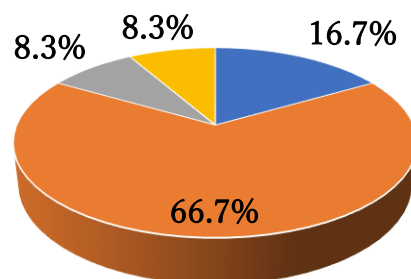
### 2. 研修会のボリュームはいかがでしたか？

- A：非常に多かった
- B：多かった
- C：適当であった
- D：少なかった
- E：非常に少なかった



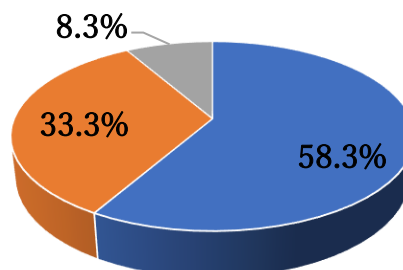
### 3. 研修会を受講されて、ご自身の達成度はいかがでしたか？

- A：十分達成できた
- B：ほぼ達成できた
- C：どちらとも言えない
- D：やや不十分であった
- E：不十分であった



### 4. 臨床業務の参考になる知識が得られましたか？

- A：非常に参考になる
- B：十分参考になる
- C：一部、参考になる
- D：やや物足りない
- E：全く参考にならない

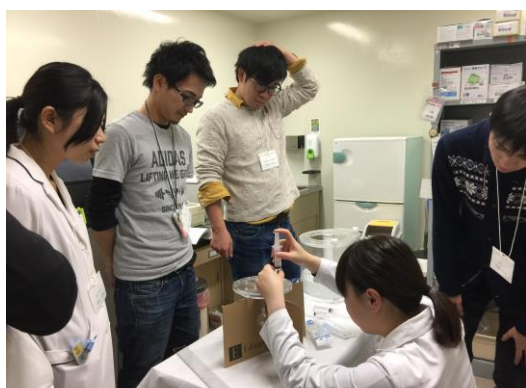
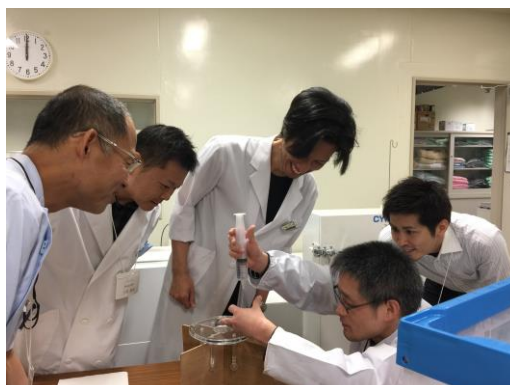


アンケートから（参加者の声）

- ・大変勉強になりました。実行委員会の皆様、ありがとうございました。
- ・あまり研修というものに参加したことがありませんでしたが、今回の様なファントム作成、解析、そしてプレゼン資料作成という流れはとても面白かったです。
- ・どういう風なプレゼンを作るかを班で考え、皆の意見が参考になりました
- ・近年、SPECT 分野での定量化が話題になっているため、実際に色々な解析ソフトウェアを用いて、最適な評価方法などの研修があれば参加したいです。
- ・初めて、ファントム作りを体験したが、やはり難しいものだった。自施設で行うには不安であるが、前向きに捉えていけたらと考える。グループ研修は他施設の方々にも恵まれ、難しいながらも、楽しく行えた。ありがとうございました。
- ・研修会ではファントムの作成方法から解析まで丁寧に教えていただきありがとうございました。
- ・SPECT も同様の研修会を開いていただきたい
- ・核医学検査を受けられる被検者に対しての接遇も行ってほしい。
- ・手順書からでは得られないコツや注意点を上級者の実演を交えて学習、習得できる大変貴重な機会でした。また、二日間同じ目標をもった仲間と交流し、親睦を深められたことも大変意義のある会と感じた要因の一つです。ファントム作成は画像の質に関わる大変重要な因子なので、定期的にこのような会に参加できればと思います。
- ・1 グループ 5 人で実験を行うので、皆がファントム実験に携わる事ができ丁度良い人数でした。
- ・担当の先生方も親切に教えて頂き、たいへん勉強になりました。
- ・今後、PET や SPECT の性能評価について取り上げてほしいテーマになります。今後ともよろしくお願い致します。
- ・内容の割に時間が短く感じました。
- ・事前に参考文献の提示や、資料を頂けたことで予習を行うことができたので次回からお願いしたいです。
- ・ファントム作成はホフマン、ボディ共、丁寧に体験できて勉強になりました。解析は発表したほうは理解できましたが、もう一方は時間が取れず理解できませんでした。解析の流れの説明はさらっとだったので、もう少し丁寧にしてほしいかったです。
- ・研修会では、ファントム作りや実験方法の実用的な知識について経験豊かな先輩方から学ぶことができ、大変満足しております。今後、放射線技師が気づかなくてはならないアーチファクトについての研修会があれば面白いかと思います。



第 23 回核医学技術研修会風景



## 『ポジトロン製剤を使って実験しよう！』 に参加して

高松市立みんなの病院 黒川和彦



平成 30 年 9 月に高松市立みんなの病院として移転開院し、PET/CT 装置が新規導入され、検査も同時期に始まった。私は 10 月に、香川県診療放射線技師会主催の RI 勉強会に参加した際に、核医学技術研修会という会が存在し、ファントム作成の実験がある、との情報をいただいた。この研修会は、2 日間あり内容も充実していると伺った。そこで自分自身は RI の知識が無く、不安が大きかったが、勉強する良い機会であり、会場の香川大学医学部附属病院まで、自宅から 5 分という恵まれた環境下であったため、思い切って参加をした。

1 時間の講義の後、参加者 23 名が 4 つのグループに分かれての実験が始まった。私が入った第 4 グループは核医学のベテラン技師が多く存在しており、ファントム作成のスペシャリストの方も存在し、テキストには掲載されていない種々なコツ等を教えていただいた。そして、初めてファントム作成に携わる私などを優先的に薦めてくれた。只、実際のファントム作成は難しいもので、何回もやり直しの連続でした。しかし、グループで一つのファントムを作り上げ、実験を行うという目的があるため、意見を出し合いながら、和気藹々となり、仲間意

識が芽生えたと感じたのも収穫の一つであった。

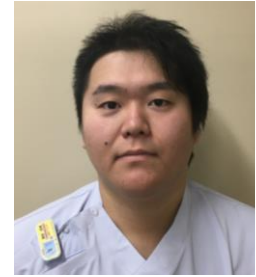
また、画質評価ソフトを使用しての解析も初めてであった。実験結果に ROI を合わせ、各測定点を測定したが、最小直径 10mm のホット球は他の技師と大きく異なっており、ROI の置き場所を調整する必要がある、僅かなズレでも結果に大きく関与するということも味わった。最後は、実験結果をグループごとにプレゼンテーションを行うものだった。同じ実験だが、注目する項目によって、まとめ方が異なり、各グループの特徴が出ていたプレゼンテーションであり、興味深かった。

初めて参加した核医学技術研修会は、2 日間とも非常にタイトであったが、グループ研修で他施設の技師の方々と各施設の現状や課題を話し合う等の情報交換の場としても非常に役立っている研修会だと感じた。また、この様な研修会に参加したいと思った。

最後に、実行委員としてご協力いただいた技師の方々にお礼申し上げます。

## 『ポジトロン核種を使って実験しよう！』 に参加して

市立札幌病院 薮田貴博



第 23 回核医学技術研修会「ポジトロン核種を使って実験しよう！」が香川県木田郡三木町池戸の香川大学医学部附属病院で開催され、参加させていただきました。

この研修会の話を上司からされた時、私はすぐに 2 つ返事で了解しました。なぜなら、この研修会の内容が“実際にファントムを作成し、解析してみる”という内容だったからです。私は自施設に NEMA IEC Body ファントムがあることは知っていましたが、デリバリーで PET/CT をやっていることもあり、先延ばしにしてきました。そのためファントム実験の経験がなく、「このままでは良くない。どうにかしよう」と考えていました。そんな時にこの研修会のお話を頂いたので、これは参加するしかないと思い、参加させていただきました。

実際に参加させていただいて、最初に感じたことは、やはり地元の人が多いという事でした。知り合い同士が多いようで、とてもアットホームな空気で研修会がはじまりました。知り合い同士が多い中、北海道から来た私はうまく馴染めるのだろうかと不安でしたが、始まってみれば、主催者側の皆さ

んはもちろんのこと、参加者の皆さんも初対面の私にも気軽に話しかけてくださり、とても過ごしやすい環境で研修会を受けることができました。

また、研修の目的でもあるファントムの作成についてですが、4 グループに分かれ、グループごとに指導者が付き丁寧に指導していただきました。ファントムを作成する上でのちょっとしたコツなど、本で読んでも学べないような「経験者からの生きたアドバイス」を貰うことができ、とても有意義な時間を過ごすことができました。

私はこれまで研修会参加には消極的ではありましたが、本研修会に参加し、その考えが変わりました。研修会で実際に実験を行いながら学ぶという事は実践的かつ初学者から経験者まで幅広く受け入れやすいとても素晴らしい企画だと思います。また、地方からの参加でも暖かくむかえてくださるので、少しでも興味のある方はぜひ参加して頂きたいと思います。機会があれば私もまた参加したいと思います。



## 『ポジトロン製剤を使って実験しよう！』 に参加して

川崎医科大学附属病院 阿部俊憲



第 23 回核医学技術学会研修会『ポジトロン製剤を使って実験しよう！』が香川大学医学部附属病院にて開催され、参加させていただきました。これまで自分の行っていたファントム作成は正しい方法なのか、教科書だけでは分からない事も多く参加を決意しました。研修内容は、ホフマンファントムとボディファントムの作成を行い撮像するだけでなく、PETquactIE を使用した解析についても学べる内容でした。

ホフマンファントム作成は水中で組み立てるため、表裏や順番がバラバラにならないように、また気泡が隙間に入らないように注意しながらグループで協力しあい作成しました。出来上がったファントムを CT 撮像したところ、まったく気泡がありませんでした。後で私達のグループで作成したファントムは、CT 像での優秀賞をいただきました。次は、ファントム内の構造体をよけながら針先を入れて、アクリル板から離れた状態でゆっくりと FDG を注入しました。注入後は、カメラ目線でよく攪拌させて我々自慢のホフマンファントムが完成しました。PET 撮像後に、画像を確認したところ・・・あれ？アーチファクトが発生している・・・

「失敗は成功のもと」、より上手なファントムが完成出来るように講師の方々からご指導いただいた重要ポイントを頭にいれて改善していきたいです。

グループディスカッションでは、ホフマンファントムの画像再構成条件を変化することで%コントラストがどのように変化したか考察し発表を行いました。はじめは、解析についていけるか、ディスカッションで自分の意見をしっかりと言えるか不安でしたが、班員の助けや講師の方々からの熱いご指導のおかげで終わることが出来ました。

本研修会は座学だけでなく、実際に実験等を行える良い研修会でした。情報交換会では骨付き鶏も食べ、まさに五感をフル活用して楽しむことができました。グループ内で非常に楽しくディスカッションでき仲間も増えたので、今後とも参加したいと思います。

最後になりましたが、研修会の準備から運営までご尽力くださった講師の先生方、関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

## 第 23 回核医学技術研修会に参加して

佐賀大学医学部附属病院 光岡 美幸

平成 30 年 11 月 23 日、24 日の 2 日間に渡り、第 23 回核医学技術研修会が香川大学医学部附属病院で開催されました。

今回の研修会は、ポジトロン核種を使って実験しよう！ということでファントム作成から解析までを自分自身で行えるようになることを目標に参加させていただきました。

実習は5～6人のグループに分かれ、全身PET撮像のためのボディファントムと脳PET撮像のためのホフマンファントムを作成し、PET quact IEを用いて簡単な画像解析を行いました。コールド操作で流れを確認した後、実際にポジトロン製剤をファントムに注入し、秒単位で時間を確認しながら全員でファントムを完成させ、スキャンを行いました。特にホフマンファントムは構造が複雑で手順も多く、コールド操作の重要性を実感しました。ファントム組み立ての際は空気が入らないよう慎重に行ったつもりでしたが、スキャンしてみると小さなairが確認され、ファントム作成の難しさを体験することができました。

最後に、解析結果についてグループごとに発表を行いました。どの班も短い時間の中でしっかり検討が行われており大変勉強になりました。

研修会では、ファントム実験だけでなく、PET 検査に関することや臨床の画像診断についての講義も盛り込まれており、2 日間で幅広く知識を深めることができました。私はこのような研修会に参加するのは初めてでしたが、事前に参考文献の提示や講義のスライドの配布が行われ、予習することができるので初心者も気軽に参加できる会だなと思いました。今回の研修会を通して、核医学検査により一層興味を持つことができました。今回学んだことを今後の研究などに活かしていきたいと思います。

最後になりましたが、この研修会を運営して頂いた理事の皆様、講演いただいた先生方、全ての関係者の方々に感謝申し上げます。ありがとうございました。

## 編集後記

昨年、プロ野球の最良チームをどのように応援するかを考えていたところ、インターネット回線を利用したスポーツ中継のサービスが評判であるという「ロコミ」を耳にし、さっそく情報を集めてみた。支払う月額費用を、放送される試合数や放送内容などの情報と照らし合わせながら考慮した結果、すぐに契約申し込みを行ったことを記憶している。おかげで充実した赤い一年を過ごすことができた。

日常生活の中では、支払う金額に応じたサービス内容や品質であるかを思慮し、決断をせまられる場面が多く存在する。最近ではその際に用いる情報のほとんどが、インターネット上で得られるものである。膨大なロコミなどの情報量に溺れそうになりながら、またそれらの真偽を問いながら、「ポチッ。と押す」理由を作っている。

核医学に関する「ロコミ」を効率よく収集し、これからの核医学に求められている内容を話し合う機会としては、総会時に開催している核医学部会交流会が絶好の場である。放射線技術学会内の他の部会とどのようにコラボしていくか？学会の国際化に対して核医学部会はどのように参画していくか？欧米のような核医学分野の医学物理士は必要か？これらの問いに対する答えは決して一つでなく、また時代とともに変化することが想像される。

核医学部会に入会するために、あるいは継続するために「ポチッ。と押す」理由を「ロコミ」を参考に再度考えてみませんか？

最後になりましたが、お忙しい中ご執筆いただきました先生方には厚く御礼申し上げます。

文責：近畿大学高度先端総合医療センターPET 分子イメージング部  
花岡宏平