

核医学部会誌

CONTENTS

Vol. 45 No.1 (通巻 88) 2024 年 4 月

☆巻頭言

藤田医科大学 椎葉 拓郎

☆お知らせ

- 核医学部会 入会のお誘い
- SNS の活用について
- 文献データベース紹介
- 日本核医学専門技師認定機構からのご案内

☆第 80 回総会学術大会 教育講演「 ^{177}Lu 核医学治療の世界的な潮流と未来への展望」発表前抄録

国立国際医療研究センター病院 堀田 昌利

☆第 88 回核医学部会ミニシンポジウム

「核医学の未来： ^{177}Lu 核医学治療を中心とした研究と臨床の perspective」発表前抄録

- 特別措置病室における現状と課題 福島県立医科大学 宮司 典明
- ^{177}Lu イメージングの基礎と臨床的役割 九州大学病院 山下 泰生
- ^{177}Lu 核医学治療 dosimetry の技術的展望 福島県立医科大学 右近 直之
- ^{177}Lu 核医学治療に活かせる放射線治療の知識 大阪医科薬科大学 柿野 諒

☆第 87 回核医学部会ミニシンポジウム「“ワクワク”と“ドキドキ”が詰まった核医学技術」発表後抄録

- 循環器領域における PET の使い方 札幌孝仁会記念病院 安藤 彰
- 心アミロイドーシスシンチグラフィの現状と標準化の必要性 名古屋大学医学部附属病院 藤田 尚利
- レベルアップ心筋血流 SPECT 画像解析 弘前大学 奥田 光一
- 鼓動をひとつに～心筋 SPECT 標準化がもたらす未来～ 金沢大学 澁谷 孝行

☆大学・研究室紹介：新潟医療福祉大学・大学院

関本 道治

☆TOPICS

- 幅広い核医学検査に対応できる新たな SPECT/CT 装置 Symbia Pro.specta シーメンスヘルスケア株式会社 堀次 元気
- 新規アルツハイマー病治療薬レカネマブ（レケンビ®）
エーザイ株式会社 メディカル本部 椎名 浩子, 新留 徹広, 岩田 尚之, 中村 陽介

☆第 26 回核医学画像セミナー参加印象記

- ：主催者から 千葉大学医学部附属病院 澤田 晃一
：参加者から 国立国際医療研究センター病院 齋藤 郁里
東海大学医学部附属病院 本田 裕司
大雄会総合大雄会病院 小林 貴博

☆第26回核医学技術研修会参加印象記

: 主催者から
: 参加者から

杏林大学 松友 紀和
金沢大学附属病院 藤原 克俊
滋賀医科大学医学部附属病院 小橋 一雅
国立国際医療研究センター病院 堀川 大輔

☆第9回オンラインジャーナルクラブ 参加報告

: ファシリテータから
: プレゼンタから
: 参加者から

藤田医科大学 椎葉 拓郎
奈良県総合医療センター 阪本 由夏
帝京大学 関川 祐矢
大阪大学医学部附属病院 小谷 航志

☆第10回オンラインジャーナルクラブ 参加報告

: ファシリテータから
: プレゼンタから
: 参加者から

九州大学病院 山下 泰生
福島県立医科大学 右近 直之
九州大学病院 綿貫 裕晃
大阪大学医学部附属病院 甘樂 楓

☆編集後記

大阪大学医学部附属病院 神谷 貴史

公益社団法人日本放射線技術学会 核医学部会

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。

「ムーンショット」

藤田医科大学 椎葉拓郎

この度の能登半島地震において、被災された皆様とそこご家族に心からのお見舞いを申し上げます。被災された皆様が一日も早く日常を取り戻せることを心から願っております。

1961年にアメリカ合衆国のジョン・F・ケネディ大統領は、「1960年代が終わる前に月面に人類を着陸させ、無事に地球に帰還させる」という、当時としては実現困難と思われた月面着陸プロジェクト（アポロ計画）を発表しました。そして1969年、その目標は見事に達成されました。ペプシコーラ社在籍時にスティーブ・ジョブズに見出されたApple社の元CEOであるジョン・スカリー氏は、彼の著作「Moonshot!」（2016年）の中で、アポロ計画を「将来を描く、斬新で困難だが、実現によって大きなインパクトがもたらされる壮大な目標・挑戦」として紹介しています。この概念に基づき、実現困難だが実現すれば大きなインパクトが期待される社会課題を対象にした野心的な目標を掲げた「ムーンショット型研究開発制度」が国内で展開されています。医療に関連するムーンショット目標としては、目標2「2050年までに、超早期に疾患の予測・予防をすることができる社会を実現」、目標7「2040年までに、主要な疾患を予防・克服し、100歳まで健康不安なく人生を楽しむためのサステナブルな医療・介護システムを実現」という目標の下、2021年4月より複数のプロジェクトが採択され、進行しています。これらの目標は、いずれもHuman Well-Being, Well-Agingの実現を目指しており、達成されれば大きな社会的インパクトを持つと考えられます。

核医学は、これらのムーンショット目標達成において重要な役割を果たす分野と考えられます。例えば、アミロイドPETによる認知症の早期診断や治療効果の予測・判定、アルファ線やベータ線を用いた腫瘍に対する核医学治療などへの取り組みが挙げられます。このように核医学は時代のニーズに応じた検査・治療を提供しています。これらの進歩は、疾患の早期発見と治療に大きく寄与し、国民の健康寿命を延ばすことに直結します。核医学部会や関連学会は、これらの技術革新を支え、さらに推進するために連携を図り、ムーンショット目標の実現に向けた研究開発において、そのプレゼンスを高めるチャンスを捉えることが必要だと思います。一方で、核医学に携わる皆様の日頃の地道な研究活動および成果がこのような大きな目標を支える基盤となり得ます。自分の研究が壮大な目標の一部を支える研究だと考えれば、モチベーションも高まりますし、新たな研究展開が見出せるかもしれません。日常の業務に忙殺されながらも常に視座を高く持って自分の研究に向き合いたいものです。時代の潮流を捉えることで核医学の分野がさらに発展し、社会に大きな貢献をすることを期待します。

お知らせ

核医学部会 入会のご案内

核医学部会会長 孫田 恵一(北海道大学病院)

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立てるような企画、運営を目指して活動しております。

日本放射線技術学会は、専門部会への入会を促進するために、2022年3月より **1つ目の専門部会は無料**、2つ目以降は1部会につき1,000円で入会できるようになりました。これまで以上に気軽に入会いただけるようになりました。是非この機会に、周りの皆様にお声がけ頂き、核医学部会への入会をご検討いただければと思います。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

1. 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
 2. 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>

核医学部会の主な活動

1. 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)
2. 核医学部会誌（電子版）の発行（年2回）
3. 核医学技術研修会の開催（撮像装置を使ったファントム実験）
4. 学術講演会の開催
5. 核医学検査技術関連の叢書の発刊
6. 研究活動の支援（デジタルファントムなどの提供）

JSRT核医学部会【公式】 Facebookのご案内



- ✓ 部会誌やHPよりもいち早く情報をお届け
- ✓ ここだけの情報もあります
- ✓ 写真や画像での情報提供が盛りだくさん
- ✓ 核医学部会に未入会のJSRT会員もフォロー可能



地方支部のお知らせ等も掲載可能
です！ご希望の方は、部会委員ま
でご連絡ください 😊

<https://www.facebook.com/jsrt.nm/>

Please Follow Me !



お知らせ

論文データベースの紹介

学会発表，論文作成をする上で，実験方法や解析結果の妥当性を確認するために類似した過去の研究を調べたいが，時間がない・面倒と思う方は少なくないと思います．MEDLINE や Google scholar, PubMed などの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．しかも英語だと理解しづらいし・・・」との声も聞かれます．

そこで核医学部会では，研究の初学者向けに核医学技術に関する論文データベースを作成しました．核医学研究をするための核医学論文データベースは核医学部会 HP から無料で閲覧・ダウンロードを可能にしています．是非ご活用ください．

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
- ・核医学（技術・治療）に関する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
- ・文献名，著者名，出典(雑誌)名，キーワード，概要文による検索が可能．

本データベースは核医学部会 HP の論文紹介から無料で PDF を閲覧・ダウンロードすることができます．

現在、厳選した 200 編程の論文を掲載しております．初学者から熟練者まで，会員の皆様の研究活動の一助になれば幸いです．

お知らせ

第 25 回 核医学技術研修会

『デジタルファントムに関する実習（仮題）』

公益社団法人 日本放射線技術学会教育委員会，核医学部会，北海道支部

核医学部会は、核医学画像を取り扱う知識と技術の理解・習得を目的に、「演習・実習」を主とした核医学技術研修会を開催しています。今回は、デジタルファントムに関する実習として、シミュレーション研究の基礎を学び、初学者でもデジタルファントムを作成できるようになり、さらに研究に応用するための企画を準備いたします。

デジタルファントムによるシミュレーションは、核医学装置、ファントム、および放射性医薬品の必要がなく、どなたでも核医学技術の理解を深めることが可能です。また、教育や研修会でも利用できます。初学者の方から経験豊富な方まで、ご興味のある方はどなたでもご参加ください。

日時：2024年10月5日（土）9:00～17:00（予定）

会場：北海道大学病院 札幌市北区北14条西5丁目（予定）

参加費：会員 6,000 円，非会員 12,000 円

募集人数：25 名

申込方法：後日、会員専用ページ『RacNe（ラクネ）』より申し込み可能となります。非会員でもご利用頂けます。 <http://www.jsrt.or.jp/data/members/>

※E-mail アドレスは、必ず連絡可能で添付文書が受取れるアドレスを正確にご登録ください。

※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。

※メールが届かない場合、迷惑メールフォルダに入っていないかご確認ください。

※「オンラインセミナー利用規約」 https://www.jsrt.or.jp/data/pdf/etc/kiyaku_seminar.pdf を遵守してください。

※参加費についてキャンセル可能期間終了後は原則、返金できませんので、予めご了承ください。

その他：宿泊場所は、ご自身で確保してください。

問合先：北海道大学病院 放射線部 孫田恵一（まごた けいいち）

E-mail: magota@huhu.hokudai.ac.jp

*本技術研修会受講の核医学専門技師認定機構の単位認定は、25 ポイントです。

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 對間 博之

2024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17回 核医学専門技師研修セミナー(対象:核医学専門技師)

開催期間 2024年4月15日(月)～5月24日(金) 開催予定
実施形式 e-learning
受講料 養成講座:8,000円
研修セミナー:11,000円(いずれもテキスト代含む)
申込期間 2024年2月19日～2024年4月19日。

第15回 核医学専門技師養成講座(対象:認定試験受験予定者)は現在、日程調整中です

2. 第19回 核医学専門技師認定試験

開催日 2024年8月3日(土)
会場 6会場(北海道・東京・愛知・大阪・岡山・熊本)

※現在、試験会場・申込期間を設定中です。準備でき次第ホームページで案内致します。また会場に変更等が生じる場合もあります。

受験料 10,000円

3. 2024年度 核医学専門技師認定更新

対象:第4,第9,第14回核医学専門技師認定試験合格者
(認定者番号:330～374,544～580,779～818)

申込期間 2024年6月1日から2024年7月31日まで

なお、新型コロナウイルス(COVID-19)の影響による特例措置により、令和5年度の認定更新において核医学専門技師セミナーを未受講のかたは必ず令和6年度の第17回核医学専門技師セミナーを受講していただくようお願い致します。

*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:<https://www.jbnmt.org>)

¹⁷⁷Lu 核医学治療の世界的な潮流と未来への展望

Global Trends and Future Perspectives in Lu-177 Radioligand Therapy

国立国際医療研究センター病院
堀田 昌利

セラノスティクスは、治療（therapy）と診断（diagnosis）を一体化した造語であり、ひとつの担体に診断的機能と治療的機能をもたせる技術である。核医学治療における「放射性リガンド療法（radioligand therapy: RLT）」はセラノスティクスの代表例といえる。本邦でも 2021 年に神経内分泌腫瘍に対する ¹⁷⁷Lu-DOTATATE が保険収載され、核医学治療拡大への道が切り開かれた。

米国では日本に先んじて、前立腺癌に対する RLT 製剤として ¹⁷⁷Lu-PSMA が FDA 承認された。これを契機に米国ではセラノスティクス センターを開設する動きが急速に進んでいる。現在の ¹⁷⁷Lu-PSMA の適応は、比較的末期の前立腺癌患者に限られているものの、早期の症例にも適応を拡大すべく複数の試験が進行中で、今後も適応症例は増加するものと考えられる。また、PSMA 以外では線維芽細胞をターゲットとした FAPI もセラノスティクス製剤として注目を集めている。

本講演ではこれらの世界的な潮流を踏まえ、本邦における核医学治療の未来像を予測する。

特別措置病室における現状と課題

福島県立医科大学
宮司 典明

放射性医薬品による治療患者の入院制限は、医療法施行規則に規定されており、放射線防護の観点から放射線治療病室に入院することが義務付けられている。ただし、適切な防護措置および汚染防止措置を講じた場合には、この限りではないとされ、適切な防護措置および汚染防止措置を講じた一般病室等（特別措置病室）へ入院することができることとされている。2021年に発売された Lu-177 による核医学治療薬「ルタテラ®静注（ルタテラ）」においては、昨今の放射線治療病室不足や揮発性がないことなどの事由から、特別措置病室への入院が医療法施行規則変更によって可能となった。各医療施設では、ルタテラ導入に向けた法申請や運用方法、また実際に排泄された畜尿についての取り扱いが議論されている。

本講演では特別措置病室における概要を解説し、実際の注意点や本邦の現状を提示しながら、今後の特別措置病室の在り方について聴衆と考えていきたい。

¹⁷⁷Lu イメージングの基礎と臨床的役割

九州大学病院
山下 泰生

本邦では、令和 3 年秋に神経内分泌腫瘍を対象とした PRRT (peptide receptor radionuclide therapy)製剤である、¹⁷⁷Lu DOTA-TATE が発売された。¹⁷⁷Lu DOTA-TATE は、治療に有益なベータ線の他に 113 keV および 208 keV のエネルギーを有するガンマ線を放出する。そのため、¹⁷⁷Lu DOTA-TATE の内部被ばく管理では、放出されたガンマ線による核医学画像に基づく吸収線量の推定が可能である。当院では、これまでに 30 例以上の症例を経験し、ほぼ全ての症例で翌日および 5 日後に核医学画像を収集し、臓器ごとの吸収線量を推定している。そこで、当院での臨床経験に基づき吸収線量推定のためのイメージングテクニックおよび臨床的意義について述べる。また、吸収線量推定を実臨床で行うための知識と問題点を提示する。

¹⁷⁷Lu 核医学治療 dosimetry の技術的展望

福島県立医科大学
右近 直之

これまで本邦で核医学治療といえば、¹³¹I を用いた甲状腺がんに対する治療、もしくは甲状腺機能亢進症に対する治療が主であったが 2021 年には新しいβ線放出核種である ¹⁷⁷Lu を用いたルテチウム-177 標識ソマトスタチンアナログ (Lu-177-DOTA-TATE 注射液) が保険収載され本邦における核医学治療は大きく変化している。

核医学治療において診断と治療を組み合わせた Theranostics (Therapeutics +Diagnostics) という造語がつけられるなど治療薬の体内分布のイメージングによる解析が重要な技術となっており、診断画像に対する精度検証などを含めた撮像法の知識が必要となっている。

新たに臨床使用が可能となった ¹⁷⁷Lu-DOTATATE は静脈注射による投与であり、腫瘍組織だけでなく全身に分布するため骨髄や腎臓などの正常臓器に対する影響も無視できない可能性がある。さらに腫瘍への集積を評価することで治療効果の推定を実施することも可能となる。今後追加されることが期待されている ¹⁷⁷Lu-PSMA-617 による前立腺がんの治療薬が加わると線量評価 dosimetry の重要性は益々高まることが予想される。

米国核医学会で開催された ¹⁷⁷Lu Dosimetry Challenge 2021 で解析された結果では、線量計算に使用する線源領域およびターゲット領域の輪郭抽出精度は最大で 176%のずれが確認され、時間累積放射能では最大 192%、平均吸収線量では最大 57.7%のばらつきが確認された。実際の臨床で行う線源領域の時間累積放射能を求めるための画像撮像装置や撮像のタイミングが異なるため、さらに誤差が大きくなることが考えられる。そこで本講演では ¹⁷⁷Lu 核医学治療 dosimetry の技術的展望について講演する。

^{177}Lu 核医学治療に活かせる放射線治療の知識

大阪医科薬科大学
柿野 諒

現在の核医学治療における治療計画・線量計算には、Medical Internal Radiation Dose (MIRD)法がよく用いられる。MIRD 法は、体内に摂取された核種・放射能に基づく体内動態と、線源臓器から標的臓器への吸収割合により評価される。この手法は理に適っている一方で、標準的な体型・体内動態しか考慮できない、基準となる X 線治療との直接的な比較が困難といった問題点がある。その為、今後は患者の SPECT(PET)/CT 画像を用いたモンテカルロ計算に基づく治療計画が主流となることが予想される。そのような機運の中で、従来発展してきた X 線治療の知見が応用しうる余地があると愚考する。本講演では、医学物理士の立場から ^{177}Lu dosimetry に役立つ放射線治療の基礎知識を解説する予定である。核医学治療の発展の一助になれば、幸いである。

循環器領域における PET の使い方

札幌孝仁会記念病院 安藤 彰

はじめに

循環器領域における PET 検査には FDG を使った心サルコイドーシスや大血管炎などの炎症を評価する検査、同じく FDG を使い心筋の糖代謝を計測することで心筋バイアビリティを評価する検査、NH₃ を使った心筋血流の検査がある。（図 1）

循環器領域のPET検査	
心サルコイドーシス	(FDG)
大血管炎	(FDG)
心筋バイアビリティ	(FDG)
心筋血流	(NH ₃)

図 1

1. 心サルコイドーシス

サルコイドーシスは、肺、リンパ節、皮膚、眼、心臓、筋肉など全身諸臓器に類上皮非乾酪性肉芽腫が形成される全身性の肉芽腫性疾患であり、原因不明である。

炎症細胞は腫瘍細胞と同様に、細胞膜のグルコーストランスポーターが増加しグルコースの取込みが亢進していると考えられているため、心サルコイドーシスの炎症部位は FDG の集積亢進が見られる。

心サルコイドーシスを描出するためには、FDG の心筋への生理的集積を抑制することが重要で、心筋のグルコース代謝を脂肪酸代謝へと変えるために 12 時間以上の絶食や低糖質食・高脂肪食やヘパリン静注により血中脂肪酸を上昇させるなどの前処置が必要になる。

また、FDG 投与直前に必ず血糖の値を確認することも大切である。

当院の検査プロトコルを図 2 に、当院の症例

を図 3 に示す。

検査プロトコル	
検査前日	FDG 投与後 60 分 全身像の撮像 胸部は呼吸同期も
-朝食(通常食)	
-昼食(低炭水化物・高脂肪食)	(60 分後から 90~120 分後へ)
-夕食(低炭水化物・高脂肪食)	
-その後、絶飲食(水・お茶のみ)	
検査当日	心臓のみ 20 分 心電・呼吸同期
-朝食なし	
-昼頃検査(約 18 時間絶食)	必要であれば後期像

図 2

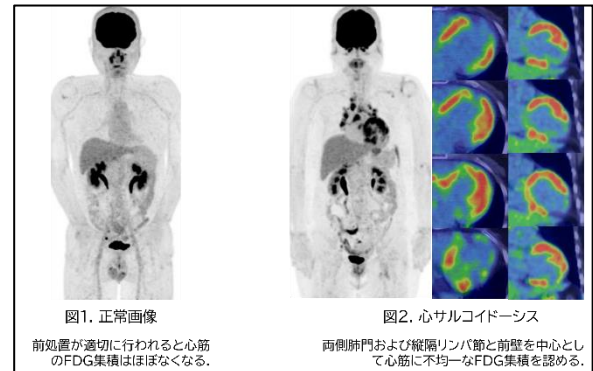


図 3

2. 大血管炎

2018 年 4 月より大型血管炎(高安動脈炎や巨細胞性動脈炎)に FDG が保険適応になった。

サルコイドーシスと同様に、血管の炎症細胞は細胞膜のグルコーストランスポーターが増加しグルコースの取込みが亢進していると考えられているため、血管壁の炎症部位は FDG の集積亢進が見られる。

当院では心サルコイドーシスと同様の前処置を行い検査している。

当院の症例を図 4 に示す。

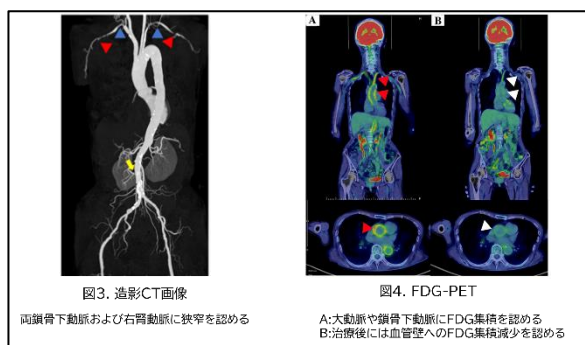


図 4

3. 心筋バイアビリティ

心筋細胞は、脂肪酸とブドウ糖を使ってエネルギーを産生する。しかし虚血心筋では脂肪酸は利用できず、嫌気的状況下でブドウ糖が使われる。このような心筋代謝の特性からブドウ糖類似物質である FDG が虚血心筋のイメージングに用いられる。(図 5)

	推奨クラス	エビデンスレベル	Minds 推奨グレード	Minds エビデンス分類
左室機能低下を伴う心不全を呈する冠動脈疾患症例	IIa	B	B	III
左室機能低下を伴う心不全の原因鑑別のため、心筋血流イメージングとともに行う	IIa	C	B	IVb

JCS 2018 Guideline on Diagnosis of Chronic Coronary Heart Diseases 43

図 5

グルコーストランスポーターにはたくさんの種類があるが、心筋や骨格筋など筋肉に発現するものと、悪性腫瘍や炎症に発現するものが異なるため前処置には注意が必要である。(図 6) 1)

トランスポーター	組織分布	親和性
GLUT-1	脳、赤血球、血管内皮細胞、炎症細胞	ブドウ糖
GLUT-2	膵臓、脳、肝臓、脾臓細胞	ブドウ糖
GLUT-3	神経、胎盤、炎症細胞	ブドウ糖
GLUT-4	骨格筋/心筋、脂肪細胞	ブドウ糖
GLUT-5	腸、精巣、腎臓、脳、脂肪細胞、炎症細胞	果糖
GLUT-6	脳、脾臓、白血球	ブドウ糖
GLUT-7	肝臓	果糖
GLUT-8	脳、精巣、胚盤胞	ブドウ糖
GLUT-9	肝臓、腎臓	果糖
GLUT-10	肝臓、脾臓細胞	ブドウ糖
GLUT-11	骨格筋/心筋	果糖
GLUT-12	心筋、前立腺	ブドウ糖
HMIT-1	脳	myo-inositol
GLUT-14	精巣	ブドウ糖

図 6

FDG を心筋に集積させるためには、心筋の代謝を脂肪酸代謝ではなくグルコース代謝へと変える必要があり、6~12 時間以上の絶食の後、ブドウ糖負荷を行い、FDG 投与時にイ

ンシュリンを分泌されていることが重要である。

当院の検査プロトコルを図 7 に、当院の症例を図 8 に示す。

検査プロトコル	
・ 6時間以上の絶食	FDG投与後60分 心臓のみ撮像
・ FDG投与1時間前	心電同期・呼吸同期
■ 血糖値測定	
■ ブドウ糖75g経口摂取	
・ FDG投与時	
■ 血糖値測定	血糖値に合わせてインシュリン使用
	130mg/dl以上の時、10mg/dlごとに1単位インシュリンを静注
■ FDG投与	

図 7

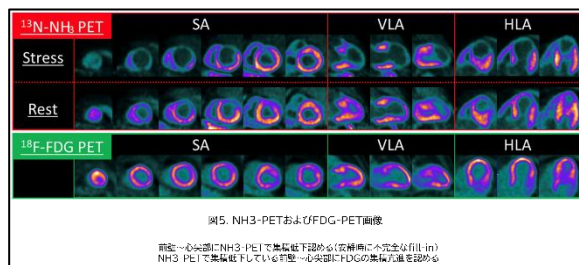


図 8

4. 心筋血流

¹³N-アンモニアは半減期が約 10 分と短く、院内サイクロトロンで ¹³N の製造・製剤化する必要がある。保険適用外ではあるが、¹⁵O-水や ⁸²Rb が用いる場合もある。(図 9)

Property	Properties of Radiotracers Used for PET MBF Quantification			
	⁸² Rb-chloride	¹³ N-ammonia	¹⁵ O-water	¹⁸ F-flurpidiz
Isotope production method	Generator	Cyclotron	Cyclotron	Cyclotron
Isotope half-life (min)	1.27	10	2.0	110
Positron range (mm) RMS	2.6	0.57	1.0	0.23
Image resolution (mm) FWHM	8	5	6	5
Effective dose (mSv/GBq)	1	2	1	20
Peak stress/rest* extraction (%)	35/70	95/100	100	95/100
Peak stress/rest* retention (%)	25/70	50/90	0	55/90
Spillover from adjacent organs	Stomach wall	Liver and lung	Liver	Early liver
Regulatory status	FDA-approved; 2 suppliers	FDA-approved; ANDA required for onsite production	Not FDA-approved	Phase 3 trials partially completed
Typical rest dose for 3D/2D (mCi [†])	30/45	10/15	20/30	2/3
Typical stress dose for 3D/2D (mCi [†])	30/45	10/15	20/30	6/7
Protocol features	Rapid protocol	Permits exercise [‡] ; delay of 4-6 half-lives between rest and stress unless different doses used	Rapid protocol; no tracer retention for routine MPI	Permits exercise [‡] ; different doses for rest and stress required

図 9

¹³N-アンモニアは陰イオン交換チャンネルにより心筋細胞内に取り込まれ、グルタミン合成酵素によりメタボリックトラッピングされ長く心筋細胞内に留まる。初回循環における心筋抽出率が約 90%と SPECT 製剤と比べ高く、血中消失速度も極め

第 87 回核医学部会ミニシンポジウム（発表後抄録）

て早いため、投与早期から心筋と血液の比は高く、優れた心筋血流イメージングが可能である。(図 10)¹⁾

	推奨クラス	エビデンスレベル	Minds 推奨グレード	Minds エビデンス分類
検査前確率の中等度から高度の症例における冠動脈疾患の診断のためのアンモニア血流 PET	I	B	A	IVa
アンモニア血流 PET で得られた虚血および梗塞心筋量によるリスク層別化・予後評価	I	B	A	IVa
アンモニア血流 PET における心筋血流定量解析によるリスク層別化・予後評価（視覚的評価に加えて）	I	B	A	IVa
アンモニア血流 PET における心電図同期を用いた左室機能解析によるリスク層別化・予後評価（視覚的血流評価に加えて）	IIa	B	B	IVa
アンモニア血流 PET における心筋血流定量解析による左冠動脈主幹部病変や重症多枝病変の検出	IIa	C	B	IVb

JCS 2018 Guideline on Diagnosis of Chronic Coronary Heart Diseases より

図 10

¹³N-アンモニアの検査に必要なものを紹介する。(図 11)



図 11

心筋血流量を算出するために投与と同時に撮影を開始する必要があるため、薬剤による負荷が行われる。薬剤負荷の手法としては SPECT と同じであるが、安静から行う施設が多い。

薬剤負荷検査時のセット(図 11)とプロトコルについて(図 12)に示す。

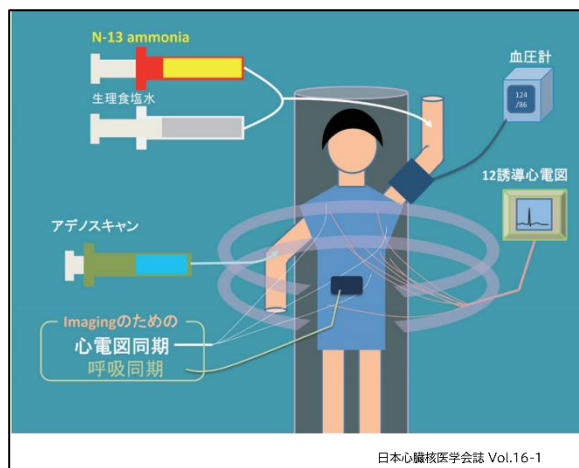


図 11

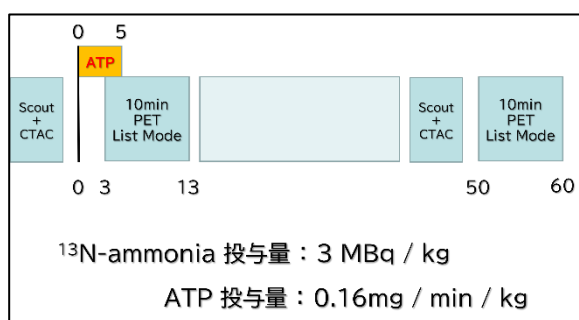


図 12

10 分間のリストモードデータからダイナミック画像を作成しソフトウェアを使って心筋血流量(MBF)を算出し負荷時と安静時の比で心筋血流予備能(MFR)を算出することもできる。また、心電同期画像を作成し心機能評価や位相解析もできる。

当院の症例を図 13 に示す。

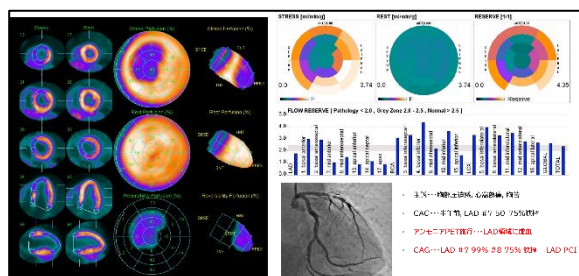


図 13

¹³N-アンモニアは SPECT に比べて画質もよく定量精度も良いが、院内サイクロトロンが必要になるという大きなデメリットがある。現在検討されているデリバリー可能な ¹⁸F-

Flurpiridaz について簡単に紹介すると、 ^{13}N -アンモニアよりも血流追従性がよく、 ^{18}F 標識のため画質も良好である。（図 14）

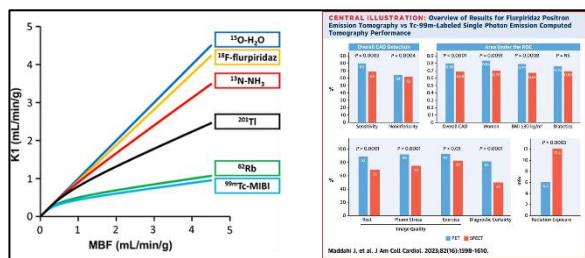


図 14

まとめ

循環器領域の PET 検査は FDG と ^{13}N -アンモニアが現状では保険適応となっている。FDG では検査目的ごとに前処置を正しく行うことで的確な診断を行うことができる。 ^{13}N -アンモニアは院内サイクロトロンが必要で現状ではできる施設は限られるが、 ^{18}F -Flurpiridaz が認可されれば一気に広がる検査と推測している。

今回のシンポジウムが臨床の役に立てれば幸いです。

参考文献

- 1) 慢性冠動脈疾患診断ガイドライン（2018 年改訂版）

心アミロイドーシスシンチグラフィの現状と標準化の必要性

名古屋大学医学部附属病院 藤田 尚利

心アミロイドーシスは、心臓の間質にアミロイド繊維が沈着し、心肥大、収縮障害といったいわゆる心不全症状主体の形態的かつ機能的な異常をきたす病態であり、その病型は、ATTR アミロイドーシスと AL アミロイドーシスに大別される。心アミロイドーシスの病態や診断については、日本循環器学会が定める心アミロイドーシス診療ガイドライン¹⁾をはじめ、多くの文献²⁻⁵⁾があるため、そちらを参考にされたい。心アミロイドーシスの診断において、核医学検査は重要な役割を担っている。特に、^{99m}Tc ピロリン酸シンチグラフィ（心アミロイドーシスシンチグラフィ）は ATTR アミロイドーシスに対する高い診断能を有しており、非侵襲的な病型診断として利用されている¹⁾。^{99m}Tc ピロリン酸は、カルシウムに親和性を有する物質であり、古くから骨シンチグラフィや心筋梗塞シンチグラフィに用いるトレーサとして知られている。^{99m}Tc ピロリン酸がなぜアミロイドーシス病変に集積するのかという原理の詳細は解明されていないが、アミロイドーシスの病変内には、微小石灰化を生じるといわれていることから、この微小石灰化部分に骨親和性トレーサが集積すると考えられている²⁾。^{99m}Tc ピロリン酸シンチグラフィ陽性の場合には、遺伝子検査を追加することによって、変異型 (ATTRv) か野生型 (ATTRwt) かをさらに鑑別する必要がある。また、AL アミロイドーシスについては、シンチグラフィ陰性になることが多いが、陽性の症例も少なからず目にする。この場合は、血液学的検査によって、M タンパクを除外する必要がある。Gillmore らは、^{99m}Tc ピロリン酸シンチグラフィ陽性かつ AL アミロイドーシスを除外した場合、ATTR アミロイド

ーシスの診断特異度と陽性的中率は 100%であると報告している⁶⁾。

続いて、実際の撮像・処理プロトコルについて述べる。当初 American Society of Nuclear Cardiology (ASNC) が practice point⁷⁾ で推奨プロトコルを提示していたが、関連学会が合同でリリースした expert consensus recommendation⁸⁻⁹⁾（以下、consensus recommendation）でアップデートされた。また、Schockling らの報告¹⁰⁾を含む Journal of Nuclear Medicine Technology の 51 巻 2 号が心アミロイドーシス特集号となっているため、これらの文献もご一読頂きたい。Practice point においては、^{99m}Tc ピロリン酸を経静脈で投与してから 1 時間後に胸部プラナー、SPECT を撮像し、3 時間後像はオプションとしていた。ところが、consensus recommendation は、^{99m}Tc ピロリン酸を経静脈で投与してから 3 時間後に撮像し、逆に 1 時間後像はオプションという記載に変更された。^{99m}Tc ピロリン酸の心筋への集積は、投与後 1 時間でピークに達するが、この時間では血液プールへの集積も残存している。従って、血液プールの集積の影響を排除し、検査の特異度を上げるには、投与から 3 時間後に撮像したほうがよいというのが現在の見解である¹⁰⁾。Practice point, consensus recommendation いずれも、撮像方法としては、胸部プラナー、SPECT が必要といわれている。プラナー画像は、撮像が容易であるということと、後述する視覚的評価や heart to contralateral (H/CL) 比といった指標で心筋への取り込みを評価する目的で使用。対して、SPECT 画像は、骨との重なりを避ける目的や、集積が心筋なのか、血液プールなのかを区別する目的で使用するとよいといわれてい

る。これによって血液プールの集積に伴う偽陽性を抑えることができる。名古屋大学医学部附属病院（以下、当院）では、これまで **practice point** に準拠したプロトコルで検査を行っており、撮像は 1 時間後と 3 時間後としている。また、読影医より、全身撮像も追加するよう指示があったため、1 時間後に全身像も追加撮像するようにしている。プラナー画像の撮像時間についてであるが、**practice point** では、750 キロカウントという記載になっていたが当院では 5 分の撮像とした。これは特にこだわりがあって決めたわけではなく、当院のその他検査で行うプラナー画像の撮像時間が 5 分だったから、というくらいである。740 MBq 投与した患者を撮像して得られた画像の総カウントをレトロスペクティブに検証してみると、1 時間後像で 2700 キロカウント、3 時間後像でも 2000 キロカウント程度ということで、5 分の撮像で十分なカウントが得られていると認識している。

^{99m}Tc ピロリン酸取り込みの定量化については、主に視覚的評価と客観的評価の 2 方法に分かれる。視覚的評価については、現在では **Perugini grading score**¹¹⁾ が広く用いられている。この評価法は、心筋への集積を肋骨と比較し、心筋の集積がなければグレード 0、肋骨の集積よりも低ければグレード 1、同等であればグレード 2、肋骨以上の集積であればグレード 3 という定義がされており、グレード 2、3 でシンチグラフィ陽性という判断になる。対して、客観的評価法は、H/CL 比で行うことが主流である¹²⁾。H/CL 比は、心臓とその対側肺野に関心領域を設定し、そのカウント比と定義されている。**Practice point** では、1 時間後像における H/CL 比が 1.5 以上でシンチグラフィ陽性という閾値が示されていたが、**consensus recommendation** では、血液プールの影響を抑えつつ、特異度を上げるために、3 時間後像の H/CL 比 1.3 が閾値として採用された⁸⁻⁹⁾。以上、 ^{99m}Tc ピロリン酸シンチグラ

フィの読影プロセスをまとめると、心筋への集積がなければグレード 0 としてシンチグラフィ陰性、心筋への集積があった場合には、血液プールへの集積がないこと、直近で心筋梗塞の既往がないことを確認した上で、定量プロセスに移る。視覚的評価にてグレード分類し、3 時間後の H/CL 比 1.3 の閾値をもって陽性、陰性の判断をしていくという流れになる⁵⁾。

さて、ここまで前半では、心アミロイドーシスシンチグラフィの現状について述べてきたが、後半では標準化の必要性について議論する。核医学検査において客観的評価法を用いる際は、評価値の変動要因や変化量を把握しておく必要がある。H/CL 比も例外ではなく、撮像条件や解析条件によって評価値が変化することが懸念されるため、評価値だけが独り歩きしないように、我々は変動要因や変化量を把握しておかなければならない。H/CL 比の変動要因として考えられる項目は、コリメータ、エネルギーウインドウの違い、撮像時間の違いであり、これらは撮像条件による変動といえる。また、関心領域の位置やサイズの違いというのは、解析者による変動といえる。以降では、これら変動要因によって、H/CL 比がどれくらい変化するか、筆者が簡易的に検証したものを報告する。解析対象は当院で検査を行った 25 例とした（名古屋大学医学系研究科及び医学部附属病院生命倫理審査委員会承認済、2023-0100）。このうち、組織生検まで行った 11 例にて、種々の検討を行った。尚、この 11 例を対象に解析すると、心アミロイドーシスシンチグラフィの感度は 86%、特異度は 100% となり、既存の報告と同等の結果が得られた⁸⁾。

一つめに、階段状ファントムを用いて、コリメータの種類（LEHR, LMEGP）やエネルギーウインドウ幅の違いによって、コントラストがどのくらい変化するか調べた（図 1）。図 2 左側の両グラフは、2 種類のコリメータで収集した場合のコントラストの変化（ファント

第 87 回核医学部会ミニシンポジウム（発表後抄録）

ム中央部分を基準)を示したものである。いずれのコレリメータでも、コントラストが高い領域では、エネルギーウインドウ幅が広がるにつれてコントラストが低下する傾向があった。ただし、同じエネルギーウインドウ幅で撮像した場合、コレリメータ間に差はほとんど認めなかった(図 2 右)。対象となる核種が ^{99m}Tc ということもあり、コレリメータ依存は少なく、エネルギーウインドウも推奨プロトコルに対して極端に狭めたり広くしたりしなければ影響は小さいという結果が得られた。

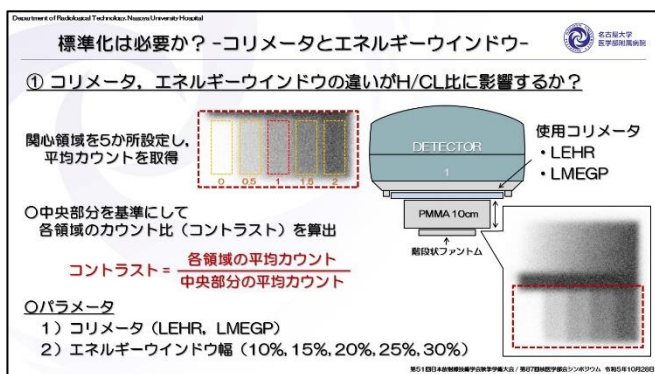


図 1 階段状ファントムを用いて、コレリメータの種類やエネルギーウインドウ幅の違いによって、コントラストは変化するか?

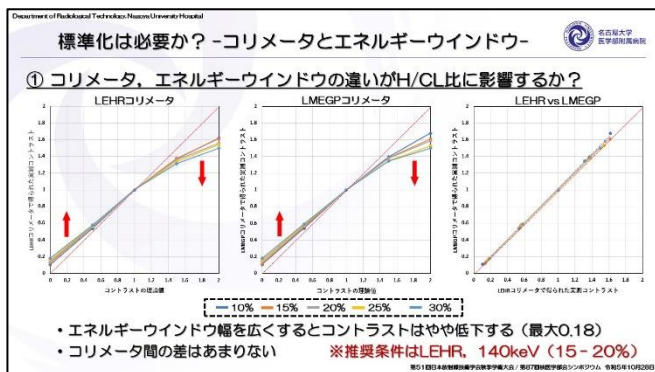


図 2 コレリメータの種類やエネルギーウインドウ幅の違いによるコントラストの変化

二つめに、撮像時間、画像の総カウントによる影響を調べた。Poisson resampling¹³⁾を用いて、低カウントの画像を仮想的に作成し、総カウントによって H/CL 比が変化するかを検証した。ATTR 陽性例のなかで最も H/CL が低かった症例から作成した画像と H/CL 比を図 3 に示す (ATTR 陰性例は紙面の都合割愛

する)。カウント低下に伴い、画像の信号対雑音比は明らかに低下しているが、関心領域の位置を固定して H/CL 比を計算すると、その値はほとんど変化しなかった。11 例を対象として撮像時間を短くしても、H/CL 比は変化せず、大きくてもその差は 10%程度だった(図 4)。それよりも、撮像時間を短くすることで、視覚的評価が十分に行えなくなることが懸念された。正確な H/CL 比を得るための画質というよりは、正確な視覚評価を行うための画質を担保することが肝要であるといえる。

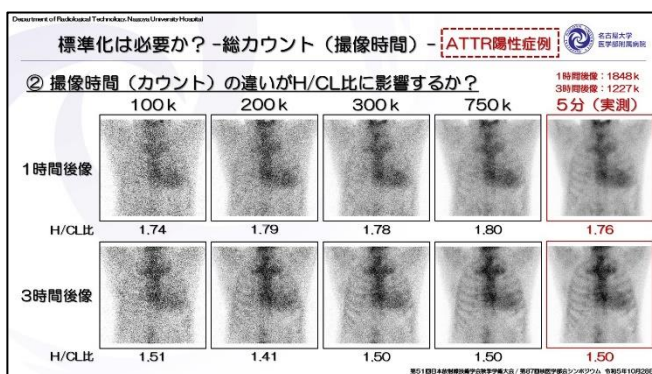


図 3 Poisson resampling を用いて、低カウントの画像を仮想的に作成した (ATTR 陽性例)。

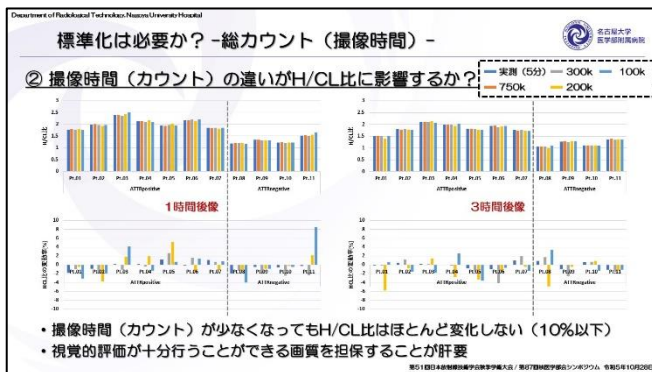


図 4 画像の総カウントと H/CL 比の関係

三つめとして、関心領域のサイズや位置の違いを検証した。関心領域のサイズについては、椎体位置を基準にして、左右対称となるように心臓と対側胸部に円形の関心領域を設定した。この位置にて、関心領域のサイズを半径 20mm から 50mm で変化させた。Okuda らは、H/M 比を解析する際、30mm という基準を設けていたため¹⁴⁾、今回の検討もそれに倣

第 87 回核医学部会ミニシンポジウム（発表後抄録）

い、関心領域 30mm に対してどれくらい変動するかを調べた。次に、関心領域の位置による比較は、図 5 で設定した箇所から、関心領域の位置を渦巻き状に移動させ、そのときの H/CL 比の変化を調べた。このとき、関心領域のサイズが 40mm と 50mm の場合では、心臓からはみ出てしまうことがあったため、今回は関心領域のサイズを 20mm, 30mm に限定して検証した。

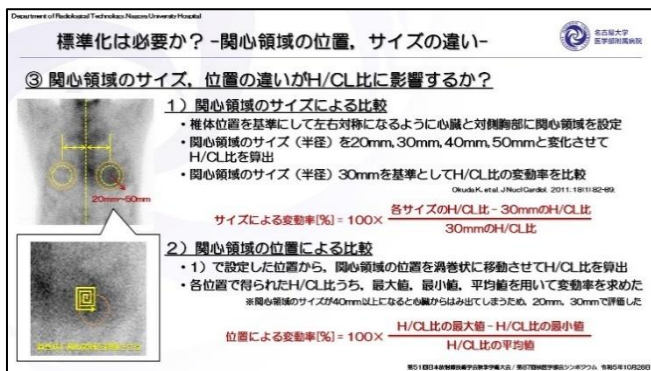


図 5 関心領域のサイズや位置によって H/CL 比は変化するか？

関心領域のサイズについての結果を図 6 に示す。関心領域のサイズが大きくなるにつれて、H/CL 比は減少傾向にあった。特に、ATTR 陽性例でその傾向は顕著で、H/CL 比を過小評価する傾向にあることが分かった（変動率は 10～20%程度）。また、関心領域の位置による変動を図 7 に示す。今回は関心領域のサイズ 20mm と 30mm で検証したが、関心領域が 20mm であると、位置による変動が大きくなり、中には、30%を超える変動を示す症例もあった。以上より、関心領域の設定位置とサイズは大きな変動要因となり得るため、解析者間で統一した判断基準、設置基準が必要であるという結論に至った。

心アミロイドーシスシンチグラフィに標準化は必要か？という問題に対して筆者が導いた結論は、コリメータ、エネルギーウインドウ、総カウント等、撮像条件による影響はさほど大きくなく、問題となるのは関心領域のサイズや位置といった解析者による変動である、

ということである。よって、推奨プロトコルで撮像すれば、撮像条件による H/CL 比の変動は小さく、関心領域の設定が最大の変動要因であるため、統一した判断基準が必要であると考えられる。

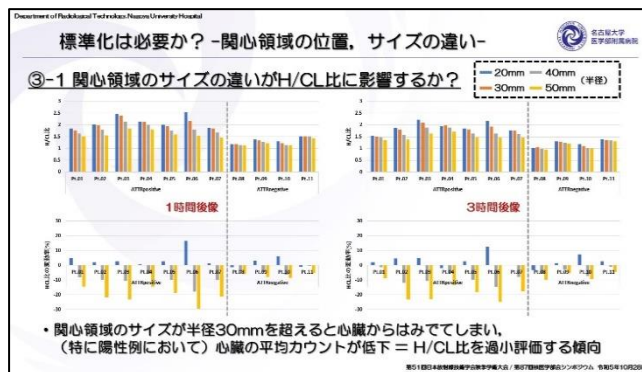


図 6 関心領域のサイズと H/CL 比の関係。

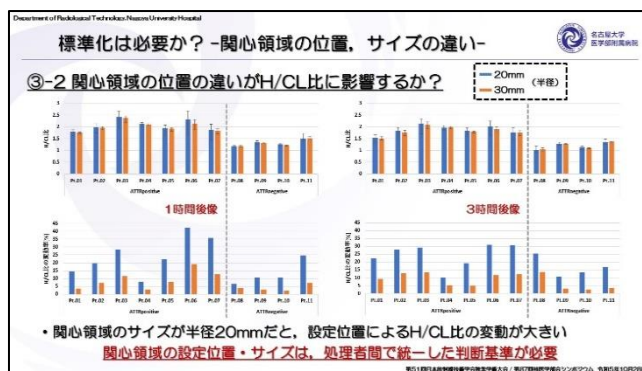


図 7 関心領域の位置と H/CL 比の関係。

本講演では、心アミロイドーシスシンチグラフィの現状と標準化の必要性について説明した。撮像・処理プロトコル、評価方法は、過去数年で少しずつ更新されていることから、新たな知見により今後も見直される可能性もあるため、最新の知見を得ておく必要がある。また、標準化の必要性については、推奨条件に則した撮像であれば、撮像条件による H/CL 比の変動は小さく、関心領域の設定が最大の変動要因になるため、統一した判断基準が必要になる。

参考文献

- 1) 2020 年版 心アミロイドーシス診療ガイドライン https://www.j-circ.or.jp/cms/wp-content/uploads/2020/02/JCS2020_Kita

- oka.pdf（アクセス日 2023/2/20） .
- 2) Masri A, Bokhari S, Eisele YS, et al. Molecular Imaging of Cardiac Amyloidosis. *J Nucl Med* 2020; 61(7): 965-970.
 - 3) Tahara N, Lairez O, Endo J, et al. ^{99m}Tc-pyrophosphate scintigraphy: a practical guide for early diagnosis of transthyretin amyloid cardiomyopathy. *ESC Heart Fail* 2022; 9(1): 251-262.
 - 4) Embry-Dierson M, Farrell MB, Schockling E, et al. Cardiac Amyloidosis Imaging, Part 1: Amyloidosis Etiology and Image Acquisition. *J Nucl Med Technol* 2023; 51(2): 83-89.
 - 5) Jerome S, Farrell MB, Warren J, et al. Cardiac Amyloidosis Imaging, Part 3: Interpretation, Diagnosis, and Treatment. *J Nucl Med Technol* 2023; 51(2): 102-116.
 - 6) Gillmore JD, Maurer MS, Falk RH, et al. Nonbiopsy Diagnosis of Cardiac Transthyretin Amyloidosis. *Circulation* 2016; 133(24): 2404-2412.
 - 7) ASNC Practice points ^{99m}Tc-pyrophosphate Imaging for Transthyretin Cardiac Amyloidosis. https://www.asnc.org/Files/Amyloid/ASNC_Practice_Point-99mTc-pyrophosphate.2019.pdf（アクセス日 2023/9/25） .
 - 8) Dorbala S, Ando Y, Bokhari S, et al. ASNC/AHA/ASE/EANM/HFSA/ISA/SCMR/SNMMI expert consensus recommendations for multimodality imaging in cardiac amyloidosis: Part 1 of 2-evidence base and standardized methods of imaging. *J Nucl Cardiol* 2019; 26(6): 2065-2123.
 - 9) Dorbala S, Ando Y, Bokhari S, et al. Addendum to ASNC/AHA/ASE/EANM/HFSA/ISA/SCMR/SNMMI expert consensus recommendations for multimodality imaging in cardiac amyloidosis: Part 1 of 2-evidence base and standardized methods of imaging. *J Nucl Cardiol* 2021; 28(4): 1769-1774.
 - 10) Schockling EJ, Farrell MB, Embry-Dierson M, et al. Cardiac Amyloidosis Imaging, Part 2: Quantification and Technical Considerations. *J Nucl Med Technol* 2023; 51(2): 90-98.
 - 11) Perugini E, Guidalotti PL, Salvi F, et al. Noninvasive etiologic diagnosis of cardiac amyloidosis using ^{99m}Tc-3,3-diphosphono-1,2-propanodicarboxylic acid scintigraphy. *J Am Coll Cardiol* 2005; 46(6): 1076-1084.
 - 12) Bokhari S, Castaño A, Pozniakoff T, et al. (^{99m}Tc-pyrophosphate scintigraphy for differentiating light-chain cardiac amyloidosis from the transthyretin-related familial and senile cardiac amyloidosis. *Circ Cardiovasc Imaging* 2013; 6(2): 195-201.
 - 13) White D, Lawson RS. A Poisson resampling method for simulating reduced counts in nuclear medicine images. *Phys Med Biol* 2015; 60(9): N167-176.
 - 14) Okuda K, Nakajima K, Hosoya T, et al. Semi-automated algorithm for calculating heart-to-mediastinum ratio in cardiac Iodine-123 MIBG imaging. *J Nucl Cardiol* 2011; 18(1): 82-89.

レベルアップ 心筋血流 SPECT 画像解析

弘前大学 奥田 光一

はじめに

心臓核医学領域において、これまでに様々な心筋血流 SPECT の画像解析の研究・開発が実施されてきた。左室の三次元心筋血流分布を極座標表示(polar map)に変換し、この極座標表示に基づいて心筋血流分布を定量解析する方法は、心筋血流 SPECT 画像の主たる解析法である(図1)。近年では、腫瘍内の不均一性を評価するテクスチャ解析¹⁾を心筋血流解析に応用した研究や、心電図同期・非同期データを機械学習・深層学習により包括的に解析する研究²⁾が行われている。

本シンポジウムでは心筋血流 SPECT 画像解析を様々な側面から捉え直すことで、血流画像およびその解析方法に関する知識のレベルアップを目指した発表を行った。

■ 心筋血流の定量解析を行うためには

- データを比較しやすい形式へ統一
→ Polar map への変換
- データの比較基準となる指標が必要
→ 心筋標準データベースの構築

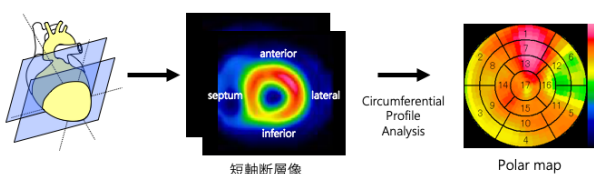


図1 心筋血流 SPECT 画像の定量解析

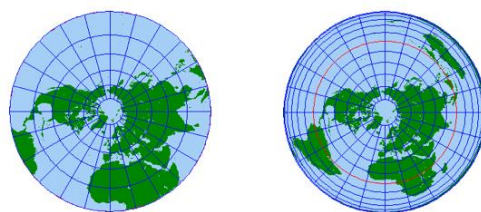
1. 心筋血流分布の polar map 変換

立体図形を平面上に正確に表現するための作図法は、投影法の違いにより投影された分布の印象が大きく異なることが知られている(図2)。三次元分布である心筋血流分布を

polar map 変換する場合においても、投影法の違いにより特に心尖の血流分布に影響を及ぼす(図3)。つまり、polar map で面積の補正を行わない場合は、心尖領域で面積が過小表示される。図3において、心尖の高度血流低下領域の描出が4種の心筋血流解析ソフトウェアにて異なることを確認することができる。

■ Polar map 変換：面積補正 (1)

平射方位図法 ランベルト正積方位図法

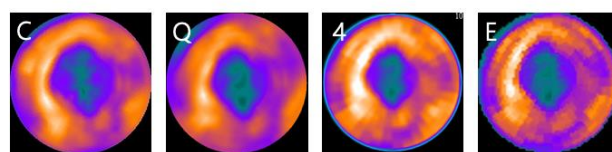


- 方位は正確 • 方位は正確
- 長さや面積は不正確 • 長さや面積も正確

図2 地図の作図方法

■ Polar map 変換：心尖の面積補正 (2)

- 心尖から基部まで等間隔で配置
→ 心尖の面積を過小評価



- 心筋全体の血流分布を正しい面積で表現することで、はじめて心筋血流の定量評価が可能となる

図3 Polar map 作製方法の違いによる心筋血流分布への影響

2. 心筋血流正常データベース

Polar map に基づいて構築される心筋血流正常データベースは、心筋血流カウントの平均および偏差マップより構成されている(図4)。心筋血流カウントの平均値は3種のソフ

トウェアで同様の表示となっていたが、偏差マップでは、中段および下段のソフトウェアにおいて前側壁の偏差が低値となることが確認できる。この現象は、心筋血流が保たれている症例では、前側壁の心筋血流カウントが常に高値となることが原因である(図5)。前側壁の心筋血流カウントが常に高値であることから、データベースを作製すると、本領域の偏差が極端に小さくなってしまふことに起因している³⁾。

■ 心筋標準データベース, ^{99m}Tc, 負荷時

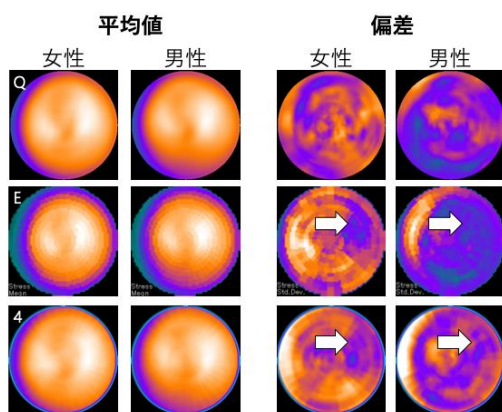
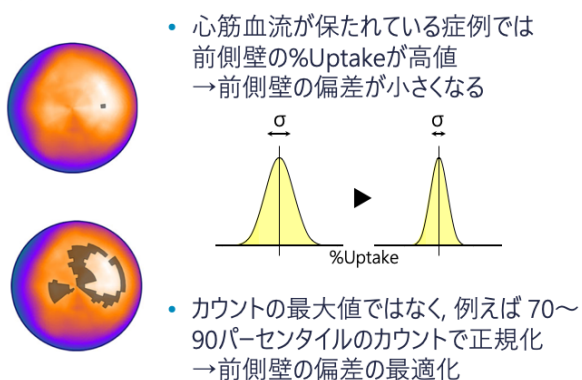


図4 平均値および偏差マップ(上段, 中段, 下段でそれぞれ使用ソフトウェアが異なる)

■ 前側壁の偏差が小さくなる理由



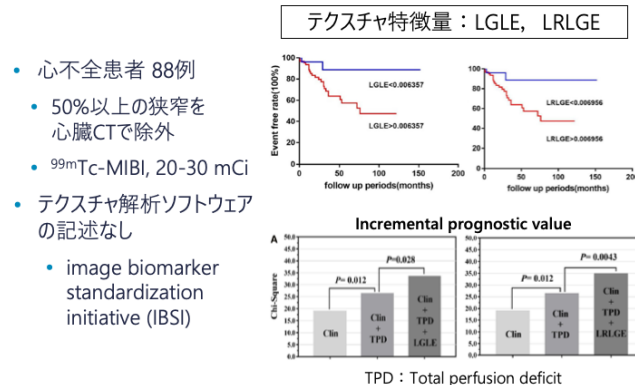
Okuda K. et al. Ann Nucl Med. 2011; 25:571-9

図5 偏差マップにおいて前側壁の値が低値を示す原因

3. テクスチャ解析・人工知能による心筋血流解析への応用

心筋血流正常データベースを用いた血流低下部位の定量評価に加え、腫瘍内の不均一性評価に用いられているテクスチャ解析を心筋血流解析に応用した研究⁴⁾や、心電図同期・非同期データを機械学習・深層学習により包括的に解析する研究²⁾が行われている。テクスチャ解析研究では、2つの特徴量(LGLE, LRLGE:心筋カウント値の低カウント部分に注目した特徴量)を用いて、心不全患者の無イベント生存率を研究した論文がある(図6)。

■ 不均一血流分布の臨床応用



Wang C. et al. J Nucl Cardiol. 2023; 30: 504-515.

図6 心筋血流分布の不均一性評価

心筋血流、壁運動、壁圧肥厚率の polar map に加え、左室容積(EDV, ESV)、臨床データ(年齢、性別)を深層学習のアーキテクチャーに組み込んだ研究である(図7)。個別に扱っていた画像情報・患者情報解析に人工知能を導入することで、今後は臨床上有用なシングルパラメータへの変換が進む可能性がある。

■ 深層学習による心血流・機能の包括解析

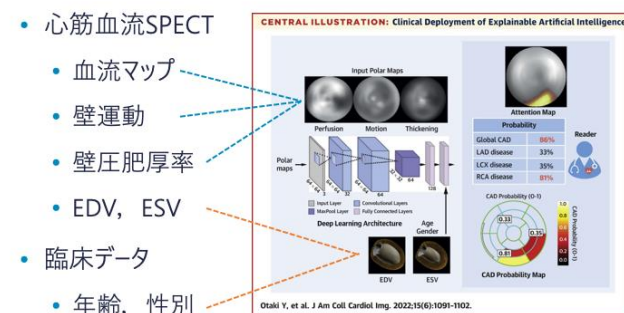


図7 深層学習の画像・患者情報解析への応用

3. まとめ

これまで実施されてきた心筋血流解析の基盤となる polar map 表示方法, 心筋血流正常データベースの特徴を紹介した. さらに, 心筋血流カウントの不均一性評価や人工知能を心筋血流解析に応用した研究を紹介した.

将来有望なテクスチャ解析や人工知能ではあるが, ドメインシフトと呼ばれる問題(特定のタスクや環境で訓練されたモデルやシステムが, 新しいタスクや環境に適応する際に生じる問題)が未解決である. ドメインシフトの解決に向けて私たちが貢献できる事として, 例えば, ドメインシフトの少ない心臓核医学画像(標準化された心臓核医学画像)を作製することが挙げられる.

参考文献

- 1) Okuda K, Saito H, Yamashita S, et al. Beads phantom for evaluating heterogeneity of SUV on ^{18}F -FDG PET images. Ann Nucl Med 2022; 36(5):495-503.
- 2) Otaki Y, Singh A, Kavanagh P, et al. Clinical Deployment of Explainable Artificial Intelligence of SPECT for Diagnosis of Coronary Artery Disease. JACC Cardiovasc Imaging 2022; 15(6): 1091-1102.
- 3) Okuda K, Nakajima K, Hosoya T, et al. Quantification of myocardial perfusion SPECT using freeware package (cardioBull). Ann Nucl Med 2011; 25(8): 571-9.
- 4) Wang C, Ma Y, Liu Y, et al. Texture analysis of SPECT myocardial perfusion provides prognostic value for dilated cardiomyopathy. J Nucl Cardiol 2023; 30(2): 504-515.

鼓動をひとつに～心筋 SPECT 標準化がもたらす未来～

金沢大学 澁谷 孝行

はじめに

核医学技術は、収集、処理および表示条件の違いが画質に影響を及ぼすために、米国核医学会(SNMMI)、米国心臓核医学会(ASNC)および欧州核医学会(EANM)などが、心筋 SPECT に関連するガイドラインを出版¹⁻³⁾し、標準化に向けた取り組みを行っている。しかし、Dijk らは 2021 年の Editorial の中で心筋 SPECT は 1980 年くらいから現在に至るまで世界中でいまだに様々な収集および画像再構成条件で実施されており、標準化できていないことを指摘している⁴⁾。さらに、IAEA Nuclear Cardiology Protocols Cross-Sectional Study (INCAPS)研究⁵⁾で示された被ばく線量低減のための best practice も実施率が低いと問題視しており、心臓核医学技術も変革が求められている。

本稿では、心筋 SPECT 標準化の取り組みの国内外の現状を紹介し、標準化するための課題と今後の展望を考えていく。

1. 国外での標準化の試み

心筋 SPECT 画像の標準化は 1990 年代から世界各国で実施されている。当初は、心筋ファントム試験を中心に多施設共同試験を実施し、病変検出能を視覚的および定量的に判定するものが主流であった^{6,7)}。さらに、医師が読影者間の診断のばらつきを標準化するための研究も実施され医師および技術者ともに標準化への関心が高まっていた⁸⁾。近年では、臨床画像から体重によって投与量と収集時間を調整して、画像のノイズ量を標準化⁹⁾させる報告やファントム試験による画質の担保と臨床例による画像解釈を組み合わせて、画質と診断基準を標準化させようとする試み¹⁰⁾など、多様

化し、継続して研究されているが、未だに標準化には至っていない。

2. 国内での標準化の取り組み

国内でも 2000 年代から標準化に関する活動が開始され、心筋ファントムや臨床データを用いた多施設共同研究が行われた¹⁰⁻¹³⁾。2008 年には日本核医学技術学会から施設間の画質を標準化する目的で 2 検出器および 3 検出器 SPECT 装置における心筋 SPECT の基準画像を出力するための収集・処理・表示のポイントが示された¹⁴⁾が、標準化には至らなかった。その一方で、国内で最も流通している京都科学社製の心筋ファントムは個体差が大きく、病変位置も固定できないために、ファントム試験で標準化するための均質なデータを取得する上で課題を抱えていた¹⁵⁾。そこで、心筋画像標準化を目的とした心筋ファントムと画像解析評価システムを構築するために、Meeting of Frontier Technologist (MOFT)の核医学技術者が中心となって議論し、A evaluation system of myocardial image based on technical grounds (EMIT)が開発された¹⁶⁾。EMIT ファントムは、心筋部と外容器で構成され、心筋部には広さと深さの異なる 8 つの欠損が固定されており、一度に全ての欠損を収集することができる(図 1)。さらに、物理的評価を自動解析できるプログラムも新たに開発されたことで、再現性の高い物理指標の解析が可能になった(図 2)。

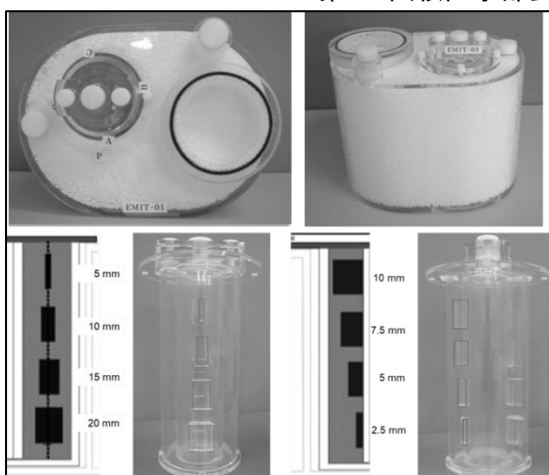


図 1 EMIT ファントムの外観

関しては、広さ 10mm の貫壁性欠損を下壁に配置することが、最も欠損描出能が不良のために採用された (図 3)。

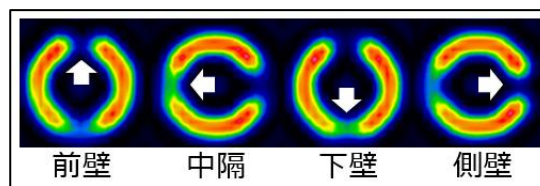


図 3 広さ 10mm 貫壁性欠損画像(矢印部)。

ボトムラインは、均一性と欠損部のスコアがどちらも 5 段階評価の 3 以上を示した画像から算出された正常心筋部の微分均一性と欠損部の %count で定義され、17 装置のデータから算出された平均値±standard deviation (SD)から微分均一性は+2SD, %count は +1.5SD がボトムラインとして採用された。しかし、現状のところフィルタ補正逆投影(FBP)法に限定されたものであり、減弱・散乱・空間分解能補正なども考慮されていない点に注意が必要である。近年に実施された本邦のアンケート調査では、FBP 法の実施は多いが、逐次近似(OSEM)法の利用も FBP 法と併用しながら徐々に増加している¹⁷⁾。今後、画像再構成や各種補正の違いがボトムラインにどのような影響を及ぼすのかについて検討する必要がある。そこで、今回、日本核医学技術学会が取得した EMIT ファントム画像を解析する機会を得たので、画像再構成や各種補正がボトムラインに及ぼす影響について検討を行った。

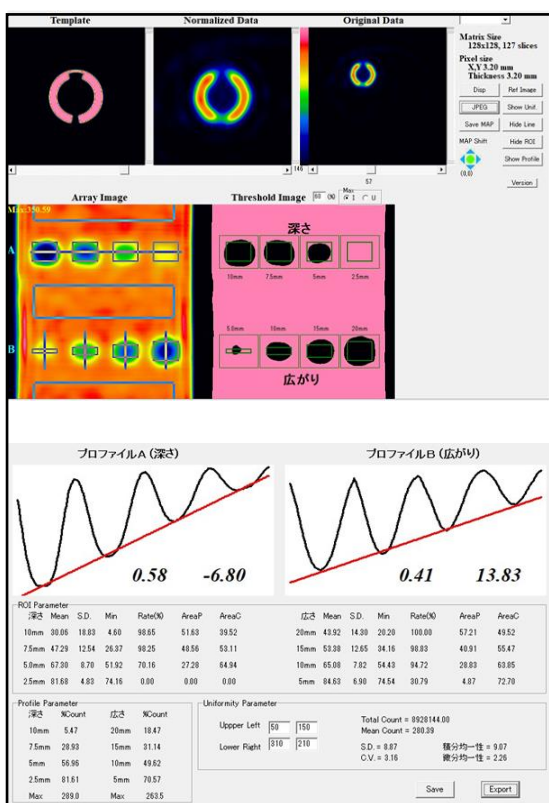


図 2 EMIT 解析プログラム

現在、日本核医学技術学会から心筋血流 SPECT 撮像の標準化に関するガイドライン 1.0 が出版¹⁷⁾され、EMIT ファントムを用いた視覚および定量評価に基づいて最低限必要な画質 (ボトムライン) が定められている。

3. ガイドラインの概要と課題

現ガイドラインは、^{99m}Tc 製剤の心筋血流 SPECT の画質を視覚的および物理的に評価し、ボトムラインを決定している。欠損評価に

OSEM 法と FBP 法の心筋画像と物理指標の結果を図 4 に示す。OSEM 法と FBP 法間で画質および物理的指標に大きな差はなかった。図 5 に FBP 法と空間分解能補正組み込み OSEM 法(OSEM-RR)の %count と微分均一性を示す。OSEM-RR 法は、FBP 法に比し有意に低値、微分均一性は有意に高値になった。特に、微分均一性の平均値が約 1%の差があることから、空間分解能補正を組み込むことで、現在の FBP 法から決定したボトムラインをそのまま適用すると微分均一性が基準を満たさな

い可能性がある点が示唆された。次に、OSEM 法の減弱および散乱線補正なし(NC)とあり(ACSC)の%count と微分均一性を比較した結果を図 6 に示す。減弱および散乱線補正をすることで、%count および微分均一性ともに有意に低値になったが、その平均値の差はそれぞれ約 5%および 0.3%と空間分解能補正に比べて小さかった。

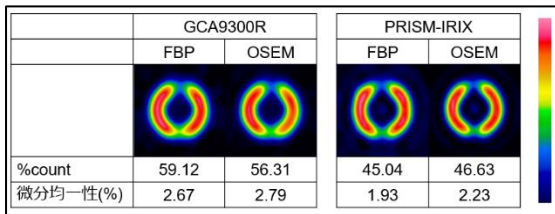


図 4 FBP 法と OSEM 法の比較

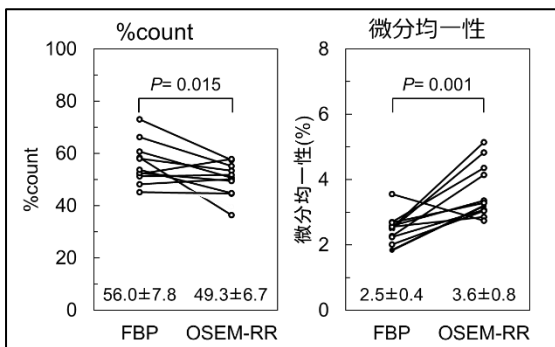


図 5 FBP 法と OSEM-RR 法の比較

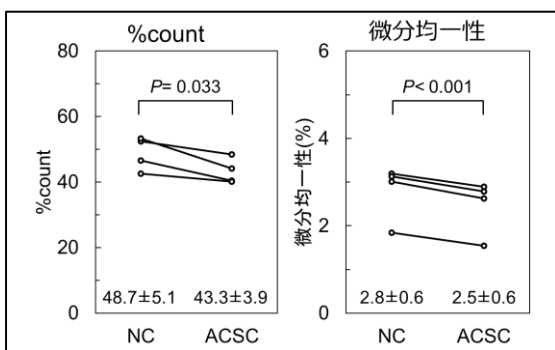


図 6 OSEM の NC と ACSC の比較

現在、物理指標の解析に関しては、日本核医学技術学会の心臓精度管理小委員会に依頼して委員会内でのみ解析されている。^{99m}Tc の EMIT ファントムデータであれば、画像再構成法や補正の有無に関わらず、全てボトムラインと比較した解析結果を返却している。OSEM 法に各種補正が組み込まれたデータを

解析依頼した施設は、これらの影響を加味して物理指標を解釈することが重要である。

その他にもいくつかの課題がある。本ガイドラインは、NaI(Tl)検出器の平行ホールコリメータを装着した 2 検出器または 3 検出器用ガンマカメラでの指標であり、心臓専用機を含む半導体検出器 SPECT 装置や多焦点型のコリメータを用いた心臓専用 SPECT 収集法などは適用外となっている。さらに、ファントム基準放射能濃度が 740MBq の安静心筋 SPECT を基準に設定されており、各施設の投与量の違いが考慮されていない。また、放射性核種も ^{99m}Tc に限定されている。これらの課題を今後対策していく必要がある。

4. 今後の展望

現在、日本核医学技術学会と日本心臓核医学学会が合同になり、²⁰¹Tl 心筋血流 SPECT のボトムラインを追加したガイドライン改訂の活動を開始している。次回の改訂版ガイドラインから心臓核医学の専門医師も参画し、臨床および技術の専門家が一体となって作成することになっている。現在は、ファントム試験のみで画質の基準を決定しているが、基準値をクリアした画質が、臨床に適用できるかどうかの裏付けはとれていない。今後、ファントム試験と臨床試験を含めた二段階のフロー構築が心筋 SPECT 標準化のためには、重要な鍵であると考えている。

5. おわりに

本講演では、心筋 SPECT 標準化に向けた国外情勢、国内の取り組みおよび将来展望について解説した。現在、心筋 SPECT 撮像の標準化に関するガイドライン 1.0 が出版されたものの、ファントム試験の実施施設は 71 施設（2023 年 8 月末日現在）と心筋 SPECT 実施施設のごく一部にとどまっている。まずは、自施設の画質の現状がどの程度なのかを把握しなければ、標準化は進んでいかない。今後、フ

第 87 回核医学部会ミニシンポジウム（発表後抄録）

ファントム試験の実施率を上げていくような啓発活動を進めていくことも重要な課題であり、そのために、全国の核医学検査担当技師の協力が不可欠である。委員会委員として、啓発活動を継続的に実施し、施設および装置に依存しない均質な診断が受けられる体制を整えていきたい。

6. 謝辞

本講演の一部は、日本核医学技術学会の心臓精度管理小委員会で収集した二次利用の許諾を得たファントム試験データが含まれている。本データの利用を許諾いただいた日本核医学技術学会の山本智朗理事長、松友紀和担当理事をはじめ理事各位、そして心臓精度管理小委員会委員各位に厚く御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) Strauss HW, Miller DD, Wittry MD, et al. Procedure guideline for myocardial perfusion imaging 3.3. *J Nucl Med Technol* 2008; 36(3): 155-61.
- 2) Dorbala S, Ananthasubramaniam K, Armstrong IS, et al. Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT) Myocardial Perfusion Imaging Guidelines: Instrumentation, Acquisition, Processing, and Interpretation. *J Nucl Cardiol* 2018; 25(5): 1784-1846.
- 3) Hesse B, Tägil K, Cuocolo A, et al. EANM/ESC procedural guidelines for myocardial perfusion imaging in nuclear cardiology. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2005; 32(7): 855-97.
- 4) Van Dijk JD, Jager PL, van Dalen JA. The next step in standardizing SPECT myocardial perfusion imaging. *J Nucl Cardiol*. 2021; 28(1): 234-235.
- 5) Einstein AJ, Pascual TN, Mercuri M, et al. Current worldwide nuclear cardiology practices and radiation exposure: results from the 65 country IAEA Nuclear Cardiology Protocols Cross-Sectional Study (INCAPS). *Eur Heart J* 2015; 36(26): 1689-96.
- 6) O'Connor MK, Gibbons RJ, Juni JE, et al. Quantitative myocardial SPECT for infarct sizing: feasibility of a multicenter trial evaluated using a cardiac phantom. *J Nucl Med* 1995; 36(6): 1130-1136.
- 7) Heikkinen J, Ahonen A, Kuikka JT, et al. Quality of myocardial perfusion single-photon emission tomography imaging: multicentre evaluation with a cardiac phantom. *Eur J Nucl Med* 1999; 26(10): 1289-1297.
- 8) Prvulovich EM, Jarritt PH, Vivian GC, et al. Quality assurance in myocardial perfusion tomography: a collaborative BNCS/BNMS audit programme. *British Nuclear Cardiology Society/British nuclear Medicine Society. Nucl Med Commun* 1998; 19(9): 831-838.
- 9) Cuddy-Walsh SG, Clackdoyle DC, Renaud JM, et al. Patient-specific SPECT imaging protocols to standardize image noise. *J Nucl Cardiol* 2021; 28(1): 225-233.
- 10) 長岡宏明, 佐藤多智雄, 齋藤誠, 他. 東北7県における心筋 SPECT ファントムスタディー—東北地方会合同企画シンポジウム. *核医学技術* 2003 ; 23(3) : 207-219.
- 11) 西野誠記, 西田広之, 木村徹, 他. 多施設間における心筋 SPECT 画像の標準化に向けて 臨床データの検討. *核医学技術*. 2005 ; 25(5) : 437-440.
- 12) 木村徹, 西田広之, 西野誠記, 他. 多施設間における心筋 SPECT 画像の標準化に向

第 87 回核医学部会ミニシンポジウム（発表後抄録）

- けて 表示条件における標準化の検討. 核医学技術 2005 ; 25(5) : 434-436.
- 13)西田広之, 木村徹, 西野誠記, 他. 多施設における心筋 SPECT 画像の標準化にむけてー現状分析と性能評価ファントムによる検討ー. 核医学技 2006 ; 26(1) : 11-14.
- 14)増田安彦, 長木昭男, 川淵安寿, 他. 臨床に役立つ基準画像の収集・処理・表示・出力のポイント. 核医学技術 2008 ; 28(1) : 13-74.
- 15)Tsuboi K, Onoguchi M, Shibutani T, et al. Effect of Different Lung Material in One-Design Cardiac Phantom on Myocardial SPECT Images. The Japanese Journal of Nuclear Medicine Technology 2022; 42(2): 163-170.
- 16)Shibutani T, Onoguchi M, Katafuchi T, et al. Development of a myocardial phantom and analysis system toward the standardization of myocardial SPECT image across institutions. Ann Nucl Med 2016; 30(10): 699-707.
- 17)Shibutani T, Okuda K, Ichikawa H, et al. Imaging technology for myocardial perfusion single-photon emission computed tomography 2018 in Japan. Jpn J Radiol 2020; 38(3): 274-282.

新潟医療福祉大学・大学院 関本研究室の紹介

新潟医療福祉大学・大学院 関本 道治

新潟医療福祉大学は、2001年に新潟市北区で開設された比較的新しい大学です¹⁾。医療技術学部診療放射線学科は2018年に開設され、2024年3月には第3期生の卒業生を迎えます。さらに、大学院医療福祉学研究科放射線情報学分野は2022年に設立され、2024年3月には最初の修了生を送り出します。最新の施設を擁し、医療福祉分野の発展に貢献することを目指しています。

教育理念は、「対象者の Quality of Life (QOL) 向上」に焦点を当て、保健医療福祉スポーツ分野で活躍する高度専門職者を育成することにあります。これを達成するため、初等段階から専門職に至るまで広範囲にわたる教育課程を提供し、「優れた QOL サポーター」の育成を目指しています。

大学院では、修士課程および博士後期課程を通じて、研究者や高度な専門職業人として必要な研究能力と専門性の養成に力を入れています。また、NSG グループの一員として、病院や福祉施設、さらには「アルビレックス」をはじめとするプロスポーツ団体や一般企業との幅広い連携を通じ、学生に実践的な学習機会を提供しています。これらの取り組みは、学生だけでなく、社会人に対しても教育および研究の門戸を開き、保健医療福祉スポーツ分野での社会貢献を目指しています。

大学院は、社会人学生にとって理想的な学習環境を提供しています。18時から21時まで主にオンラインで授業が開講されます。これにより、場所を選ばずにどこからでも授業に参加することが可能になり、忙しい社会人にとって非常に便利です。開講科目や在籍する院生の状況に応じて対面授業もありますが、学びやすさを最優先としたフレキシブルな学習環境が整っています。

研究活動は大学院生活の核心であり、カリキュラムは学生の研究進捗を支援し、早期修了の選択肢も提供します。修士課程では2回、博士後期課程では3回の中間報告会を実施し、学生に定期的なフィードバックとガイダンスを提供しています。これらの特徴は、医療従事者を含む全ての学生にとって理想的な学習環境を構築しています。

詳細は、大学院の HP をご覧ください。



図1 新潟医療福祉大学大学院HP
(<https://www.nuhw.ac.jp/grad/>)

大学院・研究室紹介

筆者として、2018年の設立と同時に着任し、2020年より研究生の指導を始めました。コロナ禍の影響で研究が進めにくい状況もありましたが、2023年度は修士課程2名、学部生15名と、充実した研究活動を展開しています。計測を主とした放射線防護の効率化や診断能力の向上に取り組んでおり、臨床現場での経験を生かした活動を行っています。研究テーマは幅広く、学生一人ひとりが自身の関心に合わせて研究を進めています。進捗状況は週に1度のミーティングで共有し、学生の都合に応じて柔軟に対応しています。特に、放射線情報学分野では、独自の進捗状況報告会を設け、大学院担当教員全員からのフィードバックを受けられるシステムを構築しています。「来るもの拒まず」の精神で、本施設への関心を持っていただけることを願っています。

最後に、この機会を提供してくださった核医学部会委員の神谷先生、および委員の皆様から心から感謝を申し上げます。

問い合わせ先

関本 道治

- 新潟医療福祉大学
医療技術学部 診療放射線学科
- 新潟医療福祉大学大学院
医療福祉学研究科 放射線情報学分野

〒950-3198 新潟市北区島見町 1398

TEL : 025-257-4017 (直通)

Mail : sekimoto@nuhw.ac.jp

表1 2023年度研究テーマ一覧

大学院生
<ul style="list-style-type: none">乳房用 X 線装置の品質管理における平均乳腺線量評価の不確かさに関する研究体格差を考慮した SUL 値による PET 画像再構成の最適化に関する研究
学部生
<ul style="list-style-type: none">デジタルファントムを用いた SPECT 画像再構成の最適化に関する検討脳ファントムを用いた半導体およびシンチレータ PET 装置の画質への影響核医学検査従事者の防護衣の有用性の検討ボウタイフィルタの影響を考慮した CT 装置における半価層測定の見直し空気中と CTDI 測定用ファントム内の半価層の影響面積線量計装着時の X 線質への影響面積線量計を用いた皮膚吸収線量の評価と最適化に関する研究



図2 2023年度卒業研究発表会時に撮影した卒研究生

参考文献

- 1) 新潟医療福祉大学開学 20 周年記念誌, 学校法人新潟総合学園新潟医療福祉大学, 2022.
- 2) 新潟医療福祉大学ホームページ.
<https://www.nuhw.ac.jp>
- 3) 新潟医療福祉大学大学院ホームページ.
<https://www.nuhw.ac.jp/grad>

幅広い核医学検査に対応できる新たな SPECT/CT 装置 Symbia Pro.specta

シーメンスヘルスケア株式会社 堀次 元気

はじめに

近年では核医学検査は定性診断だけではなく、SUV を用いた評価や RI 内用療法における線量計測など定量的な診断の必要性が高まっている。それに伴い、Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT) /Computed Tomography (CT) 装置の導入数が増加している¹⁾。さまざまな核種を用いて行われる幅広い検査に対応できること、さらに、出力されたデータの高い定量精度が SPECT/CT 検査に求められている。国内導入台数が 200 を超える診断用 CT 搭載の SPECT/CT Symbia T/Intevo シリーズの技術を継承しつつ、新技術も搭載した新たな SPECT/CT 装置 Symbia Pro.specta*1 (図 1) を紹介する。

*1 販売名:シンビア T 6 / T 1 6, 認証番号: 21800BZY1018500



図 1. 次世代 SPECT/CT 装置 Symbia Pro.specta

これまでの技術を継承した次世代の

SPECT/CT 装置

Symbia Pro.specta は Symbia T/Intevo シリーズで培われた SPECT/CT 技術を継承しながら、新たな技術も搭載した次世代の SPECT/CT 装置である。物理的側面では、検出器や寝台、寝台のフロント/リアサポートなどを継承している。フロント/リアサポートは、天板の動きに連動して双方向から支えることで、天板のたわみをなくし、SPECT と CT の高精度な融合画像を提供することができる。また、同一設計のコリメータを継承し、作業時間低減に役立つ寝台搭載型コリメータラック、自動コリメータ交換などの機能も搭載可能である。高精細画像再構成技術 xSPECT も継承しており、高い定量精度が求められる Theranostics にも貢献できる。

最新アプリケーションによる検査効率化

Symbia Pro.specta には、直感的かつ簡単な操作を可能にするアプリケーション「myExam Companion (マイイグザム コンパニオン)」が搭載され、従来の手動およびユーザーに依存する複雑なワークフローを改善する。装置の準備、ポジショニング、画像の収集・再構成・処理の手順の中でユーザーを視覚的にサポートする。これによって、操作の習熟度に左右されることがなく一貫した検査結果を提供することが可能となる。寝台の両側には収集範囲を設定するためのベッドサイドローラーが設置され、より簡単にポジショニングを行うこと

ができる (図 2)。コンソール PC をガントリに内蔵することで操作卓の足元がすっきりとし、オープンかつクリーンな操作室環境を実現した。



図 2. ベッドサイドローラーによる簡単なポジショニング

頭部領域における新しい機能

新たに開発された高分解能型多焦点コリメータ (SMARTZOOM HRX コリメータ) は、回転半径 28 cm で近接軌道の Low-Energy High-Resolution (LEHR) コリメータと同等の空間分解能を達成するように設計されている。Shibutani らによると、SMARTZOOM HRX コリメータは LEHR コリメータを用いた場合と同等の画質を有することが報告されている²⁾。また、半径 28 cm の円軌道では、肩幅が当たらず、検査中の患者の閉塞感や不安軽減に寄与し、快適性向上につながる。さらに、SPECT データから減弱補正用の μ -map

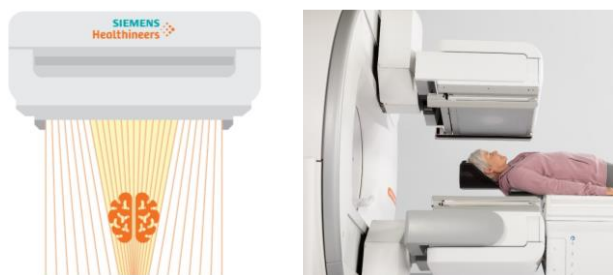


図 3. SMARTZOOM HRX コリメータによる快適な検査

を生成する SMART Neuro AC 機能が搭載され、CT 撮影に伴う被ばく低減が期待される。

心臓領域における新しい機能

動きによる画像のボケを自動的に補正する機能 (MC Pro) やデバイスレスで呼吸体動を補正する機能 (rMC Pro)、心拍に応じた画像再構成を検査終了後に行うことができる機能 (retrospective gating) が実装された。rMC Pro は、SPECT データから呼吸波形を抽出する³⁾ことにより、呼吸の動きをモニタリングする。収集時間の延長が不要で、簡単に呼吸同期画像を得ることが可能である (図 4)。retrospective gating は、リストモードデータから心拍に合わせた画像再構成を後処理で実施できるため、不整脈を有する患者においても収集データの欠落を防ぐことができ、多くのデータを再構成に利用することが可能である。Nakajima らの報告によると、retrospective gating を行うことで不整脈を有する患者であっても 98% のデータを画像再構成に利用することができたとのことである⁴⁾。



図 4. デバイスレスで呼吸体動を補正する機能 (rMC Pro)

体幹部・腫瘍領域における新しい機能

動きによる画像のボケを自動的に補正する機能 (MC Pro) は体幹部・腫瘍領域においても搭載されている。自動的に SPECT 画像から

TOPICS

仮想 Planar 画像を生成する機能 (AutoPlanar) も搭載された。今後、臨床的な評価が進むことで AutoPlanar を活用したスループット向上の可能性が期待される。

低被ばく CT 技術を搭載

Symbia Pro.specta の CT には Tin filter (スズフィルタ) を搭載しており、画像化に寄与しない X 線の低エネルギー成分をカットできるため、CT 被ばく線量を大幅に低減することが可能となった。CT 逐次近似再構成アルゴリズム (SAFIRE) も搭載されており、低被ばくかつ高画質な CT 画像を提供する。

おわりに

核医学分野では、各臓器に応じて必要とされる機能は異なり、診断のみならず、核医学治療の需要が高まる近年は、さまざまな検査に幅広く対応可能な SPECT/CT 装置が望まれている。Symbia Pro.specta が活用され、核医学診断・治療の発展に貢献することを期待する。

参考文献

- 1) 第 9 回全国核医学診療実態調査報告書. RADIOISOTOPES, 67, 339-387 (2018)
- 2) Shibutani T, Onoguchi M, Nishiyama T, et al. Image characteristics of brain perfusion SPECT/CT using a new multi-focal collimator: Comparison with conventional SPECT with LEHR collimator. Journal of Nuclear Medicine Jun 2022, 63 (supplement 2) 4116.
- 3) Sanders JC, Ritt P, Kuwert T, et al. Fully Automated Data-Driven Respiratory Signal Extraction From SPECT Images Using Laplacian Eigenmaps. IEEE Trans Med Imaging. 2016; 35(11): 2425-2435.
- 4) Nakajima K, Shibutani T, Massanes F, et al. Application of list-mode based retrospective gating in patients with and without arrhythmia for myocardial perfusion SPECT. Journal of Nuclear Medicine June 2022, 63 (supplement 2) 3329.

新規アルツハイマー病治療薬レカネマブ（レケンビ®）

エーザイ株式会社 メディカル本部
 椎名 浩子, 新留 徹広, 岩田 尚之, 中村 陽介

はじめに

ヒト化抗ヒト可溶性アミロイドβ (Aβ) 凝集体モノクローナル抗体であるレカネマブは、早期アルツハイマー病 (AD) を対象に開発され、2023年9月に「アルツハイマー病による軽度認知障害及び軽度の認知症の進行抑制」の効能又は効果で製造販売承認を取得し、同年12月に薬価収載された (米国では同年7月にFDAより正式承認された)。レカネマブは、アミロイドPET、脳脊髄液 (CSF) 検査又は同等の診断法により Aβ 病理を示唆する所見が確認され、AD による軽度認知障害及び軽度の認知症と診断された患者のみに、2週間に1回、約1時間かけて点滴静注する。レカネマブの販売開始にともないアミロイドPET検査薬である「ビザミル®」と「アミヴィッド®」も保険適用になった。また、投与に際してはアミロイド関連画像異常 (ARIA) 等に対する十分なリスク管理が必要である。日本では現時点のレカネマブの使用に関して最適使用推進ガイドラインにて要件が定められている。本稿では、レカネマブを中心に AD や Aβ 等について概説する。

Aβ について

Aβ は様々コンフォメーション状態を経てダイナミックに変化しながら凝集する。その過程で、可溶性モノマーや分子量が異なる可溶性凝集体 (オリゴマー) が出現し、この可溶性オリゴマーは 50 kDa 以下の低分子量と 50

kDa 以上の高分子量に分類される。プロトフィブリル (PF) は高分子量オリゴマーに分類され、可溶性 Aβ 凝集フィラメントと定義されている。Aβ 凝集過程では PF を含むオリゴマーや不溶性フィブリルなどの多様な Aβ 種が形成され、不溶性フィブリルはさらに集合して不溶性の Aβ プラークを形成する (図1)。Aβ 凝集体である Aβ プラークが AD におけ

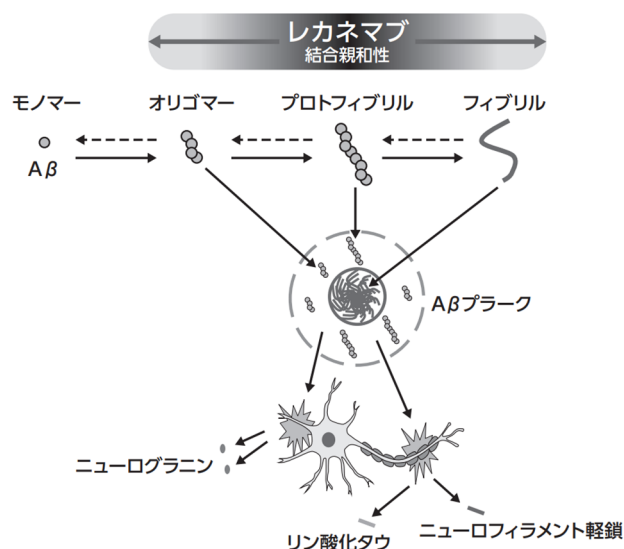


図1 Aβ の凝集過程

(レケンビ「医薬品インタビューフォーム」より転載)

る神経毒性を引き起こすと考えられてきたが、近年ではプラーク周辺に存在する PF を含むオリゴマーの毒性にも注目が集まっている (オリゴマー仮説)。このオリゴマー (特に高分子量) により引き起こされた神経細胞障害の結果、AD の神経病理と認知機能低下が起こるというメカニズムが示唆されている。2019年の小野らの研究では、PF は神経細胞膜の完

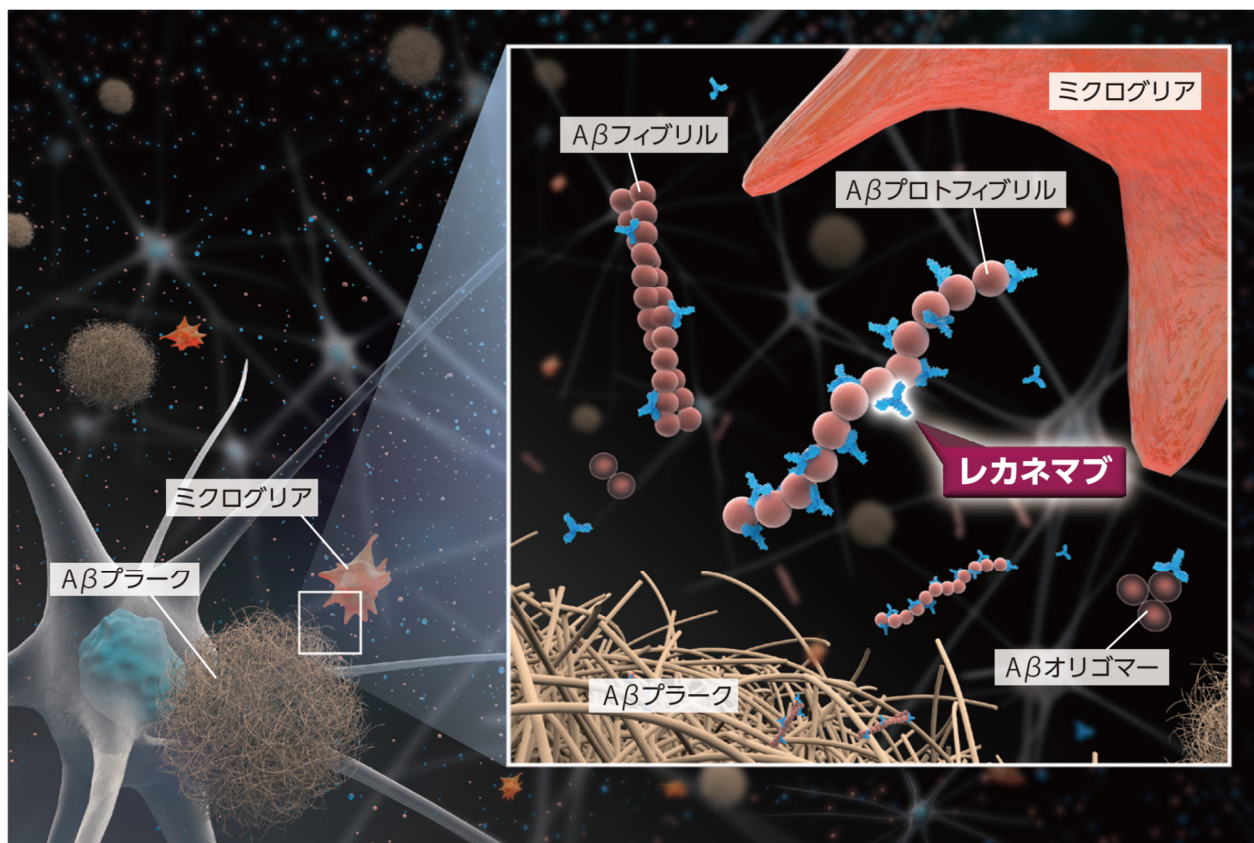


図2 レカネマブの作用機序. 毒性の高い可溶性A β 種に対するユニークな選択性
モノマー/フィブリルに比して、可溶性プロトフィブリル/オリゴマーに最も優先的に結合。
(監修：金沢大学 医薬保健研究域 医学系 脳神経内科学 教授 小野 賢二郎 先生，レケン
ビ総合製品情報概要より転載)

全性を阻害することにより神経毒性を示すと報告した¹⁾。さらに、二量体、三量体を含む低分子オリゴマーより、PFを含む高分子オリゴマーの方が、神経細胞膜への影響が大きいとも報告し、PFの毒性の機序の一端を明らかにした²⁾。この様に、近年ではADの病態生理におけるPFの役割に大きな関心が寄せられており、研究が進んでいる。

レカネマブの作用機序

レカネマブのPFへの選択性は、A β モノマーに比して1000倍以上である。また、フィブリルと比較すると10倍以上高い選択性でPFと結合する。レカネマブはFc受容体を介してA β の除去を促進することが確認されている。

PFと結合したレカネマブが、ミクログリア上のFc受容体に結合することにより、ミクログリアによるPFの取り込みが促進され、脳内のA β の除去に至ることが示唆されている。この様に、レカネマブは神経細胞障害を惹き起こすと考えられるPFを中和し、Fc受容体を介したミクログリアによる食作用にて脳内PF、さらにはA β プラークを除去する可能性がある。これら2つの効果により、レカネマブはAD脳に既に存在するA β 蓄積を減少させるとともに、PFによる神経細胞障害を抑制することができると考えられる(図2)。

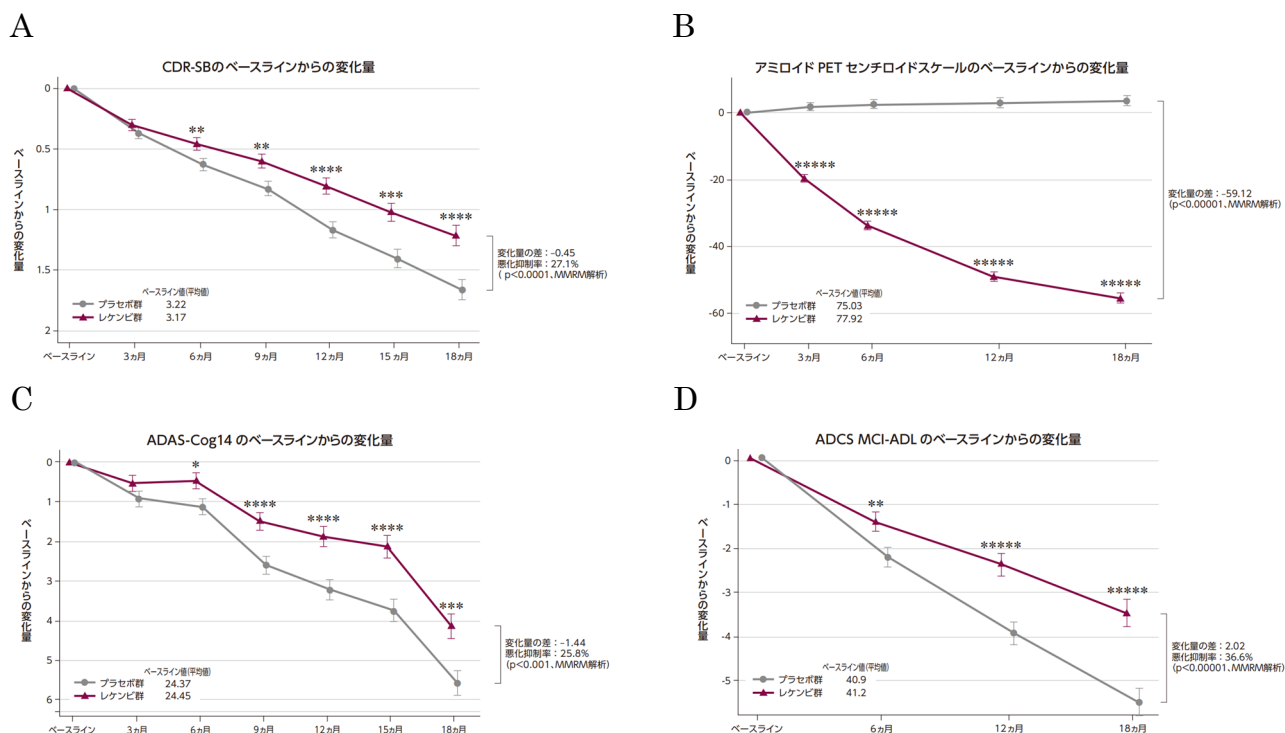


図 3 Clarity AD 試験の治験結果

認知機能及び日常生活機能の全般評価 (CDR-SB; A), 脳内アミロイド蓄積量の評価 (アミロイド PET; B), 認知機能の評価 (ADAS-Cog14; C) 並びに日常生活機能の評価 (ADCS MCI-ADL; D) の変化. (レカネマブ「適正使用ガイド」より転載)

レカネマブの臨床成績について

早期 AD 患者を対象に, レカネマブの臨床的有効性及び安全性を検証することを目的に, 国際共同, プラセボ対照, 無作為化, 二重盲検, 並行群間比較試験 (臨床第 3 相 Clarity AD 試験) が実施された²⁾.

レカネマブ 10 mg/kg 隔週投与は, 投与後 18 ヶ月において, 主要エンドポイント (CDR-SB: 臨床症状の悪化を 27%抑制) 及び全ての重要な副次エンドポイント (アミロイド PET: 脳内 A β 蓄積量が大幅に減少; ADAS-Cog14: 認知機能の悪化を 26%抑制; ADCS MCI-ADL: 日常生活機能の低下を 37%抑制) を達成した (図 3A-D). さらに, レカネマブ 10 mg/kg 隔週投与は, タウ PET 及び液性バイオ

マーカーで測定されるタウ病理, 並びに神経変性及び神経炎症に関連するバイオマーカーの改善効果を示した. これらの結果から, レカネマブはアミロイドを直接的に除去するとともに, 下流に位置するタウ病理や神経変性過程を含む AD の病態生理全体にポジティブな影響を及ぼし, 病態生理学的に疾患を修飾する作用を示すと考えられた.

レカネマブ 10 mg/kg 隔週投与の忍容性は概ね良好であり, 最も頻度が高い有害事象は注入に伴う反応, ARIA-H (脳微小出血, 脳出血, 脳表ヘモジデリン沈着症), ARIA-E (脳浮腫または滲出液貯留), 頭痛であった. ARIA-E は, レカネマブ群 12.6%, プラセボ群 1.7%で発現

し、その内症候性 ARIA-E の発現率はレカネマブ群 2.8%、プラセボ群 0.0%であった。ARIA-H の発現率は、レカネマブ群 17.3%、プラセボ群 9.0%であり、症候性 ARIA-H はレカネマブ群 0.7%、プラセボ群 0.2%であった。この様に、症候性の ARIA の発現率は低かった。ARIA-E 及び ARIA-H の発現率は APOE4 ノンキャリアに比してキャリアで高く、ヘテロ接合型キャリアに比してホモ接合型キャリアで高い傾向にあった。Sperling らは抗 A β 抗体薬による ARIA 発現のリスクファクターの一つとして ApoE ϵ 4 キャリアを挙げているが³⁾、本邦では ApoE 遺伝子検査は未承認であることから、ApoE ϵ 4 保因状況にかかわらず、規定の MRI 検査を含む ARIA 管理を実施する必要がある^{4,5)}。

レカネマブの対象患者

レカネマブは承認を受けた診断方法により A β 病理を示唆する所見 (アミロイド陽性) が確認され、AD と診断された患者にのみ投与が可能である。無症候で A β 病理を示唆する所見のみが確認できた方、及び中等度以降の AD による認知症患者にレカネマブの投与はできない^{4,5)}。レケンビ添付文書、最適使用推進ガイドラインより、レカネマブの投与条件を満たす脳内の A β 病理所見 (アミロイド陽性) は、アミロイド PET 又は CSF 検査 (又は同等の診断法) により確認することとなっている。

アミロイド PET による A β 病理の確認

本稿は核医学部会誌であるため、脳内の A β 病理所見を確認する方法のうち、アミロイド PET による A β 病理の確認について『アミロイド PET イメージング剤の適正使用ガイド

ライン (改訂第 3 版 2023 年 9 月 21 日)』を基に説明する⁶⁾。

アミロイド PET 検査においては、認知症や AD に関する十分な知識と経験をもつ専門医師が患者を診察した上で適用を判断することが求められるため、検査を依頼する医師が「最適使用推進ガイドライン レカネマブ (遺伝子組み換え)」の医師要件を満たす必要がある。PET 画像は、PET 薬剤投与後の待機時間による放射能分布の偏りや撮像に用いる PET 装置と撮像パラメータに基づく画質の変化などが発生する。PET 検査を実施する医療機関が異なっても一定の診断能を担保するため、アミロイド PET 検査実施施設は、日本核医学会が定める認証 (アミロイドイメージング剤を用いた脳 PET 撮像の「PET 撮像施設認証」) を受けている必要がある。加えて、読影医は、核医学専門医または PET 核医学認定医の資格を有し、同学会が実施する当該 PET 薬剤についてのアミロイド PET 読影講習を修了している必要がある。

つまり、アミロイド陽性/陰性の判定においては、認知症や AD の専門医が AD を背景とする軽度認知障害 (MCI) や軽度認知症に対するアミロイド PET 検査の適用を適切に判断して依頼し、適切に PET 薬剤を取り扱うことができる施設及び読影が可能な医師を協働して診断を行うという多診療科・多施設連携が必要不可欠となる。

終わりに

従来、AD に用いられてきたドネペジルを含むアセチルコリンエステラーゼ阻害剤は、アセチルコリン作動性神経系の障害が AD の主要な病態の一つとするコリン仮説に基づいて開

TOPICS

発された症状改善薬であり，神経細胞の減少や脳の萎縮を食い止めるわけではない．また，その効果は可逆的であつ疾患進行に伴って減弱するものであつた．一方，レカネマブは，ADの原因の1つと考えられるA β に直接作用し，ADによる軽度認知障害及び軽度の認知症の進行抑制を示す．現在，AD患者に対するレカネマブの利便性を高めるために，投与頻度を減らす維持療法，及び自宅・在所での投与を可能にする皮下注製剤の検討が進められている．さらに，軽度認知障害の前の状態でアミロイド蓄積の兆候があるプレクリニカルADへの適応拡大も期待されている．実臨床における有効性と安全性のさらなるデータ集積，レカネマブ治療が医療経済に与える影響を検討したエビデンスの創出，製剤の工夫による利便性の向上等によって，治療が必要なすべての患者の元にレカネマブが届けられることを期待する．

- 1) Yasumoto T, Takamura Y, Tsuji M, Watanabe-Nakayama T, Imamura K, et al: High molecular weight amyloid beta1-42 oligomers induce neurotoxicity via plasma membrane damage. *FASEB J* 33: 9220-9234, 2019
- 2) van Dyck CH, Swanson CJ, Aisen P, Bateman RJ, Chen C, et al: Lecanemab in early Alzheimer's disease. *N Engl J Med* 388: 9-21, 2023
- 3) Sperling RA, Jack CR, Jr., Black SE, Frosch MP, Greenberg SM, et al: Amyloid-related imaging abnormalities in amyloid-modifying therapeutic trials: recommendations from the Alzheimer's Association Research Roundtable Workgroup. *Alzheimers Dement* 7: 367-385, 2011
- 4) エーザイ株式会社: レケンビ添付文書 第2版 . 2023年12月 . https://www.pmda.go.jp/PmdaSearch/iyakuDetail/ResultDataSetPDF/170033_1190408A1025_1_01, アクセス: 2024年1月31日
- 5) 厚生労働省: レカネマブ (遺伝子組換え) (販売名: レケンビ点滴静注 200 mg, レケンビ点滴静注 500 mg) 最適使用推進ガイドライン . 2023年12月 . <https://www.pmda.go.jp/files/000265885.pdf>, アクセス: 2024年1月31日
- 6) 「アミロイドPETイメージング剤の適正使用ガイドライン」ワーキンググループ: アミロイドPETイメージング剤の適正使用ガイドライン 改訂第3版 2023年9月 . https://jsnm.org/wp_jsnm/wp-content/uploads/2017/11/%E3%82%A2%E3%83%9F%E3%83%AD%E3%82%A4%E3%83%89PET%E3%82%A4%E3%83%A1%E3%83%BC%E3%82%B8%E3%83%B3%E3%82%B0%E5%89%A4%E3%81%AE%E9%81%A9%E6%AD%A3%E4%BD%BF%E7%94%A8%E3%82%AC%E3%82%A4%E3%83%89%E3%83%A9%E3%82%A4%E3%83%B3%E6%94%B9%E8%A8%82%E7%AC%AC3%E7%89%88.pdf, アクセス: 2024年1月31日

第 26 回核医学画像セミナー 参加報告記
第 26 回核医学画像セミナーを終えて

千葉大学医学部附属病院 澤田 晃一



第 26 回核医学画像セミナーが 2023 年 9 月 16 日（土）から 17 日（日）にかけて千葉大学医学部附属病院で開催されました。以前の第 21 回核医学画像セミナーは同病院で NEMA IEC ボディファントムとホフマン 3D 脳ファントムに焦点を当てた内容でしたが、今回のセミナーでは PET 撮像施設認証を目指すための基礎講義からファントムの作成実習、画像解析までを幅広くカバーしました。

セミナーはアミロイドファントム試験の概要と PET 撮像施設認証に関する基礎講義からスタートし、アミロイドファントム試験におけるファントム作成方法についても詳しく解説しました。その後、参加者を 2 つのグループに分け、コールドによるホフマン 3D 脳ファントムの作成実習を行いました。水中でのファントム作成に戸惑いつつも、気泡を取り除く作業を確認しながら、各チューターからのアドバイスを真剣に受け入れ、参加者は熱心に取り組みました。ホフマンファントムに関する実務経験の少ない参加者も多く、グループ内で協力しながらスキルを習得しようとする姿勢が見受けられました。また、PET 操作コントロールにおける PET 画像処理の実習では、ファントムの適切な配置や CT 撮像によるエアアーの確認などを実施しました。さら

に、撮像情報の入力方法やリストモードからのデータ処理についても習得しました。

セミナーの 2 日目では、PET quactIE を使用した画像解析の実習を行いました。ホフマン 3D 脳ファントムと円筒型ファントムの解析を通じて、最適な画像再構成条件を検討しました。これにより、参加者の皆様はファントム作成の実践的なスキルを向上させると同時に、自施設での再構成条件の評価に役立つ知識を得ることができました。

この有意義な時間を共に過ごすことができ、新たな知識とスキルを獲得する機会となりました。今後の臨床実務において、皆様にとって非常に有益であることでしょう。今回はホットを用いた演習ができなかったこともあり、群馬県立県民健康科学大学の大崎先生にはデータの準備からファントムの準備までご尽力いただき、QST 量子医科学研究所の赤松先生、国際医療福祉大学成田病院の江村先生にはご講演頂き、千葉大学病院の関係者にも準備において多大な協力をいただきました。感謝申し上げます。

最後に、受講者の皆様、講師の先生方、部会委員の皆様にご心から感謝いたします。誠にありがとうございました。

第 26 回核医学画像セミナー 参加報告記
『脳ファントムの作成実習と PET 画像解析』
に参加して

国立国際医療研究センター病院 齋藤郁里



令和 5 年 9 月 16・17 日に千葉大学医学部附属病院で開催された第 26 回核医学画像セミナー『脳ファントムの作成実習と PET 画像解析』に参加させて頂きました。

セミナーの内容としては、話題のアミロイド PET 撮像認証を取得するための基礎的概要から、実際に Hoffman 3D 脳ファントムを用いたファントム作成、そして画像解析実習と二日間の非常に充実した研修でした。セミナーの参加者の皆様も、実際に自施設でアミロイド PET 撮像認証取得を検討、または取得するためのファントム撮影を予定している方が多く、全員が一生懸命ファントム作成に取り組みました。

初日のファントム作成はご用意頂いたファントムを用いてコールドで行いました。事前に作成動画や解説を確認していましたが、実際にやってみると気泡の除去やファントムの組み立ては非常に難しく、講師の皆様から様々なコツやポイントを伝授して頂きながら作成しました。最初は人見知りで話せなかった私も、いつの間にか参加者の皆様と協力しながら「隣のグループより綺麗に作りたい!」「エア見えませんか?」「順番あってますか?」と対抗意識むき出しでファントムを作成していました。

作成したファントムは CT 撮影を行って、

気泡の有無や CT 濃度を確認しました。

翌日は画像解析の実習です。私はお恥ずかしい事に、PC が上手く動かず、講師の皆様にご迷惑をおかけしてしまいました。しかし、その中でも解析ソフトの使用方法、画質評価の着目ポイント等をしっかり学ぶことができました。

今回は久しぶりの集会型の研修とのことでしたが、やはり「百聞は一見にしかず」で WEB 等での座学と違い、実際に見て聞いて触って体験することができ、非常に良い経験となりました。更に講師の方々から、撮像認証についての色々な意見をお伺いすることができ、とても勉強になると共に、自施設へすぐにフィードバックできると実感しました。

コロナ禍で多くの勉強会や研修が Web で行われる中、休日に集会型の研修に出席するのは気が引けると、マイナスイメージもあるかもしれませんが、他施設の技師との交流の場ともなり、研修内容以外にも色々な発見、知識の共有ができます。研修終了後は必ず受講して良かったと思えると思いますので、ご興味のある方は、是非ご参加してみたいかがでしょうか。

最後に、この研修会を企画運営してくださった皆様、並びに講師の皆様へ感謝を申し上げます。ありがとうございました。

第 26 回核医学画像セミナー 参加報告記
第 26 回 核医学画像セミナーに参加して

東海大学医学部附属病院 本田裕司

第 26 回核医学画像セミナー『脳ファントムの作成実習と PET 画像解析』が千葉県千葉市の千葉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。このセミナーに参加することとなったきっかけは、やはりアルツハイマー型認知症の治療薬「レカネマブ」が米国で薬事承認され、いよいよ日本でも薬事承認が期待されていたためであり、それに伴うアミロイドPETの適正使用ガイドラインに準拠するために必要な撮像施設認証を取得するためです。このような理由から、私が核医学担当技師としてセミナーに参加することになりました。

セミナーでは実際にホフマンファントムを使用してファントムの組み立てることを行うことができる貴重な機会となっていました。また、画像解析ソフトを使用して撮像施設認証取得における重要な画像について学ぶことが出来ました。正直なところ、セミナーに参加するまでファントム作成なんて水を入れ

てアイソトープを入れれば簡単にできるだろうと甘く考えていましたが、実際に実習が始まってみるとそれは誤りであることを瞬時に理解しました。ホフマンファントムの微細な構造に対して気泡を含まず水で満たすことの難しさを肌で感じるこのできる貴重な体験となりました。また、テキストだけでは知ることのできないファントム作成のノウハウを熟練の講師から学べたことは、非常に価値のある経験でした。セミナーの内容以外にも、一緒に参加した仲間や講師の方々と和気あいあい核医学検査の撮影方法等について情報交換できたこともセミナーの魅力の一つであると感じました。

今後、アミロイドPETの撮像施設認証取得を検討している施設があれば、ぜひこのセミナーを受講することをお勧めします。セミナーはアミロイドPETだけでなく核医学分野において必要な知識や技術を習得するための貴重な機会であると考えています。

第 26 回核医学画像セミナー 参加報告記
第 26 回核医学画像セミナーに参加して

総合大雄会病院 小林貴博



千葉大学医学部附属病院で行われた第 26 回核医学画像セミナー「脳ファントムの作成実習と PET 画像解析」に参加させていただきました。セミナー参加の動機としては自施設でアミロイド PET 導入を予定していたため、セミナー開催の翌月にまさに PET 撮像施設認証取得のためのファントム実験をする予定だったのでタイミング的にもベストでした。愛知県からの参加なのでかなり遠方にはなっていますがそれ以上に魅力的な内容だと感じたところです。

初めて訪問した大学病院にワクワクしながらセミナー初日がスタートしました。オリエンテーションのあとファントム試験の概要と PET 撮像施設認証についての講義があり、認証取得までの流れやファントム試験の重要性などを学びました。この講義では、個人で調べていてもなかなかイメージの湧きづらいところを体系的に教えていただくことでこれから行うべきことがクリアになりました。次の講義でファントム作成方法について注意点などを踏まえてスライドで詳しく説明していただいたあと、いよいよファントム作成実習に入りました。こういったセミナーでは実習に焦点が行きがちですが、これら座学の講義があることで実習での理解度や吸収がまったく違うものになったと思うので、座学が苦手な方もおられるかもしれませんがしっかりと受講した方がいいと感じました。

ファントム作成実習では 2 グループに分かれて、ほとんどの参加者の方々にとって初めてのホフマンファントム作成でしたが、それぞれのグループに複数のチューターについていただき不安なく進めることができました。他の参加者の方々とは協力しあって和気あいあいとした雰囲気の中で楽しく実習したことがこのセミナーで一番印象に残っている場面です。また実際に自施設で本番の実験を行う前に経験しておいてよかったと思えるポイントがいくつもあり、チューターの方々の手慣れた手技を見られたのも大変参考になりました。

翌日はファントムを撮像したダミー画像データを解析する実習を行いました。参加者各自が持参した PC にダウンロードした解析ソフトウェアで画像パラメータを変更しながら基準画像と比較する視覚評価や、評価指標の基準値と解析値の比較をすることで PET 撮像施設認証試験に合格できる画像かを検討する実践的な内容で理解を深めることができました。

セミナー全体の印象として、少人数の参加者に対して多くのベテランの講師やチューターの先生方がじっくり教えていただけるという大変贅沢な内容でした。非常に盛り上がった夜の懇親会には触れませんでした。こちらもとても楽しく貴重な交流となりました。今後もぜひ続けていただいで多くの方に参加してほしいセミナーだと思います。

第 26 回核医学技術研修会に チューターとして参加して

杏林大学 松友 紀和



2023年10月7日（土）、8日（日）の2日間で開催された第26回核医学技術研修会にチューターとして参加させていただきました。この研修会は、「核医学治療－Dosimetryの壁を知る－」と題して、核医学治療で重要となる核医学定量画像から吸収線量を算出するDosimetryの基礎と一連の算出手順をハンズオン形式で学ぶ研修会でした。核医学治療での吸収線量算出は非常に重要で注目度も高いですが、それに反して日本では、まったく行われていないと言っても過言ではありません。そのため、いざやろうと思っても右も左もわからないのが現状だと思います。そこで核医学部会は、新しい試みとなる吸収線量計算のハンズオンを福島県立医科大学診療放射線科学科の宮司先生を中心に企画されたそうです。

初日はDosimetryの概要と算出方法やDosimetryの危険性などについて基礎講座が行われました。参加者はこの基礎講座を通じて、吸収線量の算出が核医学治療における患者の安全性と治療効果にどれだけ影響を与えるかを深く、そして正しく理解することができたのではないかと思います。基礎講座に引き続いて行われた実習では、3D SlicerとIDAC-Dose, SNMMI Dosimetry challengeで実際に使われた ^{177}Lu -DOTATATE SPECTデータを用いて、吸収線量の算出を実際に行い

ました。私はチューターとして参加しましたが、ソフトには使ってみなければわからない部分も多く、参加者とともに勉強しながら課題に取り組みました。

研修会の2日目は算出した吸収線量の比較を参加者間で行い、算出値のばらつきや、なぜそのような結果になったのか？正確に吸収線量を算出するにはどうすればいいのか？など活発な議論が行われました。質疑も学会さながらに行われ、参加者の熱意を感じることができました。

今回の研修会は日本放射線技術学会東京支部と共催のため、会場は東京になりましたが、西は高知から東は福島と遠方からの参加者もいました。Dosimetryに対する関心の高さや難しさを実感できる研修会であり、チューターという立場ではありましたが、いち参加者として充実した2日間を過ごすことができました。次回の開催については決まっていますが、これを読んで興味を持った方はぜひ参加してください。

最後にこのような研修会を開催していただいた孫田部会長をはじめ、核医学部会委員ならびに核医学部会RI内用療法班員のみなさまに感謝いたします。

第 26 回 核医学技術研修会に参加して

金沢大学附属病院 藤原 克俊



私はこの度、がん研究会有明病院で行われた第 26 回 核医学技術研修会に参加しました。この研修会を知ったきっかけは職場の上司からの紹介でした。「東京でこんなドジメトリーのセミナーあるけど行ってみいひんか？」入職 2 年目でまだ核医学の臨床経験はありませんでしたが、今後ローテーションで回る予定があったこと、当院においてもルタテラ®を用いた治療が行われているということもありこれを機会に勉強してみようと思い参加を決めました。東京に行く良い理由になったのはここだけの秘密ですが…。

そしていざ始まった研修会ですが、諸先生方が基礎の基礎から教えていただいたおかげで今までキーワードだけを知っていたドジメトリーの知識が少しずつ体系だったものへと変わっていきました。しかし試練はここからです。講義の中でポイントとして挙げられていたコンツールリングと TIAC の解析が始まりました。話を聞いているととても簡単そうに聞こえましたが実際に手を動かしてみるとそうは問屋が卸しません。コンツールリングでは観察者内、観察者間ともにとてもばらつきが大きく、精度よく評価することの大変さを身をもって理解しました。臨床現場では再現性の

確保のためにマニュアルなどで少なくとも観察者間誤差を減らす努力の必要性を感じました。また TIAC から吸収線量を算出していく過程で実際の患者負担と臨床運用とを考慮して適切な撮像タイミングを考える課題は実臨床を経験していないものにとっては新鮮で面白かったです。

最後に after コロナ?, with コロナ?の楽しみ懇親会についてです。普段は関わることのない先生方、技師の皆様と大変楽しくも学びのある時間が過ごせました。今取り組む研究の課題を全く初対面の方に説明して解決の糸口をつかめたり、他施設の実状を聞いて自施設のことを考えたりと外に出ないと得られない経験をたくさん積むことができました。

この研修会最大の反省点は一次会では消化不良でもう一軒と思っていたところ、宿泊地が一人離れており、終電の関係で二次会に参加できなかった上電車に乗り間違えて危うくホテルに帰りそびれるところだったことです。今後は他の受講生の宿泊地も予想しながらホテル予約をしたいものです。

昼も夜も充実したこの研修会で学んだ知識は必ず臨床にて患者さんに還元できると思っています。良い経験になりました。

『核医学治療-Dosimetry の壁を知る-』 で壁の高さを経験して

滋賀医科大学医学部附属病院 小橋 一雅



第 26 回核医学技術研修会『核医学治療-Dosimetry の壁を知る-』ががん研究有明病院で開催され参加させて頂きました。参加者は学生から Dosimetry(線量測定)経験者まで多様で、私自身は Dosimetry 未経験者でしたが、今回の研修を機会に将来自施設でも行えればと思い参加しました。研修会ではまず講義で Dosimetry の概要や測定方法を学びました。Dosimetry を行う過程として、定量的な画像の取得、輪郭設定(コンツォーリング)、放射能曲線下面積の推定を行う必要があります、それぞれ設定方法について詳しく教えて頂きました。現在線量評価標準化の試みとして Lu-177 Dosimetry Challenge2021 が進められており、その初期報告から Dosimetry における問題点も分かり、とても興味深かったです。また核医学で古くから線量推定で用いられる MIRD 法についても学ぶことができました。現在 MIRD Primer2022 が発刊されており、MIRD 法で用いられる標準ファントムも詳細になり、吸収線量の推定がより正確になっています。しかしあくまでファントムベースの推定のため、不均一な組織や腫瘍など線量の推定には不向きであることが分かりとても勉強になりました。次に実技で解析ソフトの使い方を教えて頂き、その後解析、後日グループに分かれ解析結果について振り返り発表を行いました。私のグループ内では、輪郭設定の時点で人に

より容積の値がかなりばらついており、輪郭設定一つにしてもフリーハンドではなく、閾値を設定するなどマニュアル化して統一する必要がある様に感じました。また放射能曲線を推定し吸収線量を求めた結果から、今まで見た事がない単位の変動係数が出てきて驚きが隠せませんでした。ただ放射能曲線を作成する際、プロット(測定点)を増やすと安定したので、臨床で使用する際には施設で相談する必要があります様感じました。その他発表後の質問では、CT と SPECT の臓器の位置ずれの対応など、活発なディスカッションをすることが出来てとても有意義でした。

本研修会で Dosimetry の壁を知り、壁を知る前までは定量的なイメージングが出来れば Dosimetry は行えると予想していたのですが、研修会を経て、輪郭設定や放射能曲線の重要性、つまり壁の高さが分かりました。壁の高さは分かったため、これらについて施設で議論した上で運用を考え、Dosimetry を行っていきたいと思います。最後に本研修会を計画頂いた核医学部会委員並びに東京支部核医学技術研究班の皆様、そしてがん研究有明病院の皆様には厚く御礼申し上げます。2 日間の講習会を通して、Dosimetry について話せる仲間にも出会え、とても楽しい研修会でした。本当にありがとうございました。

第 26 回核医学技術研修会に参加して

国立国際医療研究センター病院 堀川 大輔



今回は 2023 年 10 月 7,8 日に開催されました、第 26 回核医学技術研修会に参加させていただきましたので報告致します。

核医学では既に一般的となりましたが「Theranostics=治療 (Therapeutics)+診断 (Diagnostics)」を用いた RI 内用療法がわが国でも行われ始めようとしています。被ばく線量の適正評価を行っていく中で今後は Dosimetry が重要になっていくのではないかと思います。当勉強会に参加させていただきました。当院では実際に Dosimetry を行っていますが、計算結果のデータの扱い方や計算方法に確信が持てずいたためテーマとしては絶好の機会となりました。

本セミナーでは、Dosimetry の各種計算方法(MIRD 法とモンテカルロ法)、ソフトの比較、SNMMI2021 で報告がありました「Lu-177 Dosimetry Challenge2021」の内容について詳しく講義がありました。Lu-177 の場合はエネルギーウィンドウ・コリメータの選択・クロスキャリブレーションファクタの測定方法・コンツールリング (輪郭設定)・Model やカーブフィッティングによって結果は大きく異なることは再現性を求めていく中で目から鱗の発見となりました。その後「Lu-177 Dosimetry

Challenge2021」で使用されました CT 画像を用いて実際にコンツールリングを行いました。解析者間で比較してみても 30%以上の誤差が含まれており、同解析者内でも同一患者の別時相の画像において 30%以上の誤差が生じました。

VOI の囲う方法にも Axial 画像のみを使用した場合、Coronal 画像を用いた場合やどちらも用いた場合などで誤差が変わる可能性があり、カーブフィッティングについては特に遅い時相の画像がないと 200%近くの誤差を含むとありましたが、実際に計算してみるとその通り大きな誤差を含むことが分かり、自施設にて再度囲い方のマニュアルの整備を行う必要性を感じました。計算ソフトにおいても無料で使用できるソフトを多くご紹介いただきましたので、実際に使用してみてソフト間での比較等も行っていこうと思います。

本研修会では東京都内の診療放射線技師が私のみで寂しい思いがありましたが、全国からモチベーションのある方と意見を交わす貴重な機会となりました。今後も積極的に参加していきたいと思っています。本研修で学んだことを、今後の研究・臨床に活かしていきたいと思っています。

第9回核医学オンラインジャーナルクラブ 参加報告記
第9回核医学オンラインジャーナルクラブ ー特別編ー 開催報告
論文査読プロセスを執筆者目線で体験してみよう

藤田医科大学 椎葉 拓郎

第9回核医学オンラインジャーナルクラブ (OJC) 特別編を2023年11月9日に開催しました。従来のOJCでは学術雑誌に掲載された論文を著者に紹介いただく内容でしたが、今回の特別編は、論文執筆-査読-査読への返信案作成の一連のプロセスを執筆者・査読者の観点から考える企画としました。

この企画のために、5月初旬から奈良県総合医療センターの阪本由夏先生に投稿前の論文原稿をご準備いただき、9月には核医学部会委員の奥田光一先生によりプレ査読として投稿前の論文に対するコメントを作成いただきました。その後、阪本先生にはOJC開催日に合わせて査読コメントに対する返信案をご用意いただきました。

阪本先生からは、研究内容とプレ査読コメントに対する返信案の紹介に加え、研究発表した内容を論文化することのハードルの高さ、プレ査読メジャーコメントに対する返信案作成における苦悩についてお話し頂きました。私も強く頷きながら拝聴しましたが、きっと論文を書いた経験のある方ならば、誰しも共感いただける悩みではないかと思えます。

奥田先生からは、査読者としての姿勢、メジャー・マイナーコメントのそれぞれの意味や、今回のプレ査読コメントについてどのように対応すると良いかを例示して頂きました。短い期間に査読をする必要があると、つい粗探しに終始してしまうことがあります。査読者

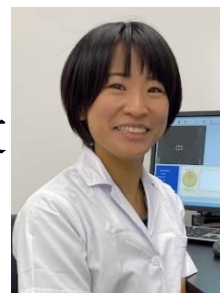
は投稿された論文の良い点を見つけ、執筆者と一緒に科学を進歩させる論文に育てる姿勢が極めて重要だと感じました。

初めて論文を執筆する人にとっては、論文の書き方がわからない、書き始めたものの本当にこれで良いのかわからず不安、査読コメントにどう対処したらよいかわからない、といった問題が多くあります。このような時には、指導者に相談することが解決への近道です。もし、身近に指導者となる方がいらっしゃらなければ、JSRTの各地方支部で行われている研究・論文作成支援事業を積極的に利用してみたいかがでしょうか。当然ながら、OJCや各種セミナーの際に核医学部会委員にご相談いただいても構いません。

今回のOJCの開催にあたり、ご参加いただきました皆様、阪本先生をご紹介いただいた核医学部会 神谷委員に感謝いたします。最後に、本企画は、阪本先生と奥田先生の多大なご尽力により実現しました。心より感謝申し上げます。

第9回核医学オンラインジャーナルクラブ 参加報告記
第9回核医学オンラインジャーナルクラブ
プレゼンターとして参加して

奈良県総合医療センター 阪本 由夏



2023年11月9日(木)に開催された、第9回核医学オンラインジャーナルクラブ「特別編 論文査読プロセスを執筆者目線で体験してみよう」に、プレゼンターとして参加をさせていただきました。

私は、これまで研究発表の経験はありますが、論文を執筆した経験はありません。

今回、2022年 秋季学術大会で発表した内容を論文化し、技術学会誌に投稿したいと思っていたところ、関係者の先生にお声がけいただきました。声をかけていただいたのは、2023年4月のJRCが終了した直後でした。内容としては、論文のプレ査読結果を共有することで参加者の皆様に査読プロセスを体験してもらいつつ、内容に関して意見を頂戴する、というものでした。最初、「公開処刑になる可能性があるのか」と怖い気持ちになりました。一方で、この機会を逃してしまったら、きっと一生、論文を書くことはできないのではないかとも思いました。私事になりますが、日々の業務、家事、子育て、学会会場で頂戴し

た指摘が解決できないことを言い訳にして、ほぼ何も進んでいなかったのです。私も研究内容を形に残したいと考えておりました。なんとか形にして、プレ査読へ提出させていただきました。不備がある箇所やルール等の書き方をご指摘いただいたことに加え、査読をされる先生がどのように考えながら読んでくださっているのか、大変勉強になりました。

「まずは書いてみる」という、私にとってはとても大きなハードルを、一つ乗り越えることができたかなと思っています。せっかく頂戴した機会を無駄にしないよう、このまま論文文化を実現したいと考えております。

結びになりますが、お声がけ頂いた大阪大学医学部附属病院 神谷貴史先生、藤田医科大学 椎葉拓郎先生、特に、ご多忙の中、プレ査読をおこなってくださいました弘前大学 奥田光一先生に感謝申し上げます。また、ご意見をくださいました参加者の皆様にも感謝申し上げます。

『特別編 論文査読プロセスを執筆者目線で体験してみよう』 に参加して

帝京大学福岡医療技術学部診療放射線学科

関川祐矢



2023年11月9日（木）に開催されました第9回核医学オンラインジャーナルクラブ（OJC）に参加させていただきました。今回は特別編であり、これまでのOJCとは少し異なる内容となっていました。これから投稿予定の論文とその論文のプレ査読、プレ査読に対する答えを題材とし、執筆者目線、査読者目線で考えられるところを共有していくという内容でした。

まずは、論文を執筆された先生に研究内容についてお話いただき、研究内容に対する理解を深めることができました。次に、その研究論文に対するプレ査読結果内容を説明していただき、査読結果に対して考えたことや率直な感想をお伺いすることができました。さらに、査読結果に対する答えを共有いただき、どのような方法で執筆されたかを説明いただき、執筆者目線としてどのように対応していけば良いかご教示いただきました。続いて、プレ査読された先生からのご意見も共有いただき、どのようなプロセスで査読を行ったか、査読時に心がけている内容などをお話いただき、査読者の方が普段どのような目線から査読されているか分かりました。その後のディスカッションでは、執筆された先生が特に苦労したポイントなど知ることができました。査読者の先生や査読のポイントに関することも深くお伺いすることができ、普段お伺いできることのない査読に対する向き合い方に関して

も知ることができました。

多忙な勤務の中、一つの論文を仕上げる苦労は計り知れるものではなく、大変なご苦労だったと思います。私自身、査読結果が届いた後に確認する勇気が必要であると感じており、誰しも苦労する査読結果に対する向き合い方を共有でき、少し安堵いたしました。今後、論文執筆していく上での心持ちのあり方も考えるきっかけになり、大変勉強になりました。また、査読された先生の査読のモットーとして「論文の良いところを見つけてその部分を伸ばす」ということを大事にされているとお伺いし、大変感銘を受けました。今後、査読者になる機会があれば、私もこの言葉をモットーとして、より良い研究を国内外に発信していきたいと思いました。査読者がリジェクトする時のポイントもご教示頂き、先行研究調査や新規性の重要性を感じることができました。今後の論文執筆の糧となる非常に有用な情報ばかりでした。

この企画では、査読依頼・査読結果・レスポンスの一つ一つが丁寧に解説されており、論文を書き始める方々に必要なエッセンスやポイントが多く含まれていました。また、私を含め、これから論文を書いていく先生方にとって、モチベーションの高まる内容であったと感じています。また次の企画があれば、是非参加させていただきたいと思います。

論文査読プロセスを執筆者目線で体験してみよう

大阪大学医学部附属病院

小谷航志



第9回オンラインジャーナルクラブ「論文査読プロセスを執筆者目線で体験してみよう」がWebexにて開催されました。私は現在、論文投稿を目指している身であり右も左も分からない状態ですので、今回の斬新な企画を、楽しみに参加させていただきました。

まず、プレゼンターの先生がご厚意により投稿前の論文内容を紹介してくださいました。その論文は弘前大学の奥田先生によって事前に査読されており、その査読に対するプレゼンターの先生の返答も含め、査読返答の作法についても分かりやすく説明されました。

その後、奥田先生から査読依頼が届いてから査読を完了するまでの実際の流れと、査読を行う際のポイントを説明していただきました。さらに、投稿者が査読に向き合う際の心意気や解釈方法についても詳細に解説してくださいました。

また、終了後の意見交換では、参加した先生方が熱心に意見を交換し、論文投稿についてだけでなく研究に関する多様で有益な情報が共有されました。このような交流を通じて、新たな視点を得られ、学びが広がりました。

前述した通り、私自身は論文投稿を目指す立場であり、この体験を通じて、論文執筆に励

むプレゼンターの先生の心境や研究に対するリアルな悩みが垣間見ることができ身が引き締まる思いでした。さらに、このセミナーが無ければ知り得なかった、査読者側の視点を知る貴重な体験ができたことで、今後の論文投稿において大いに役立つのではないかと考えております。投稿できた際には、査読者の皆様は時間のない中で真摯に査読を行い、その結果をまとめていただいていることから、しっかりと意図を読み取り敬意を払って返答しようと思いました。

特に印象に残ったことはモチベーションを保って論文投稿を進める方法についてのアドバイスでした。私自身、研究発表では締め切りが迫ることがモチベーションの源でした。しかし、論文投稿においては締め切りがないため、モチベーションを保って研究を進めることに不安がありました。そこで、先生方からのアドバイスには、メンターを見つけることが挙げられました。身近にメンターが見つからない場合は各地方で開催されている論文作成のセミナーなどに参加することも一つの手段だと教えていただきました。

この体験を通して、更なる成長を遂げられるように精進したいと思います。

『第 10 回オンラインジャーナルクラブ』の ファシリテーターをさせていただきました

九州大学病院 山下 泰生



「皆様、初めての方もそうでない方も、よろしくお願ひ致します。」帝京大学の椎葉先生よりマイクを譲り受け、そんな挨拶で始めた第 10 回オンラインジャーナルクラブのファシリテーターでした。参加者の半数は見知った方でしたので、ファシリテーターとして、話題に困ったときには気兼ねなく無茶振りしようなどと考えながら進行しておりました。

さて今回は、福島県立医大の右近直之先生の $^{211}\text{At-MABG}$ の dosimetry に関する論文でした。 $^{211}\text{At-MABG}$ は、 $^{131}\text{I-MIBG}$ (商品名：ライアット) のヨードに代えて、国内製造可能な α 線放出核種である ^{211}At を標識した核医学内用療法に用いる治療薬であり、今後の臨床使用に向けた phase1 治験が進行中の、注目のアイソトープ治療薬です。本会では、 $^{211}\text{At-MABG}$ を投与されたマウスの主要臓器における放射線量を経時的に調査し、MIRD 法のモデルに基づき、人での臓器線量を推定された、右近先生の論文のご紹介に加え、査読時のコメントへの返答作法についても活発なディスカッションが繰り広げられました。質疑は、ご紹介頂いた論文に関するものに留まらず、今後の研究に関することや dosimetry の現状や課題など多岐に渡り、大変有用でフレッシュ

な意見交換を拝聴することができました。私自身、右近先生のお話を伺い、 $^{211}\text{At-MABG}$ への期待が益々膨らみ、将来の臨床利用を待ち望む思いが強まりました。加えて、高い治療効果と安全を担うであろう、核医学画像による dosimetry は、核医学に携わる放射線技師としての我々の使命であり、大きな責任を再確認することができました。

本来、ファシリテーターとは、中立な立場で会を円滑に進行する「まとめ役」が仕事ですが、普段の臨床で核医学治療の Dosimetry に携わる私にとっては、右近先生の論文はストライクゾーンのだ真ん中であり、つつい多くの質問を投げかけてしまいました。ファシリテーターとして至らない点もありましたが、参加者の方々からの質問により、論文には記載のない、裏側にある事情や根拠を知ることができ、本オンラインジャーナルクラブの素晴らしさを垣間見ることができました。

最後に、ファシリテーターにご推薦頂きました、奥田先生、椎葉先生はじめ核医学部会の皆様に感謝を申し上げます。また、ご講演賜りました右近先生と参加された皆様のお陰で大変有意義な時間を得ることができました。どうもありがとうございました。

第 10 回核医学オンラインジャーナルクラブ のプレゼンターを担当して

福島県立医科大学 右近 直之



日本放射線技術学会核医学部会主催『第 10 回核医学オンラインジャーナルクラブ (Online Journal Club: OJC)』の最終回としてプレゼンターを担当いたしましたので、本稿をお借りして本会参加の所感を述べさせていただきます。まずは大変貴重な経験をさせていただき、関係各位並びにファシリテーターを担当いただきました九州大学病院の山下 泰生先生には厚く御礼申し上げます。

OJC は、論文の著者自身が抄読担当者となり、掲載された論文に関して具体的に発表を行う企画であり、論文の詳細な内容だけでなく、研究の着想や経緯、掲載に至るまでの査読者とのやり取りや掲載雑誌の選択等の過程の講演を行いました。発表は全体を通して 1 時間程度で、研究内容に 30 分程度、ディスカッションに 30 分程度であるため、質疑応答を十分に行うことができるのが特徴です。

第 10 回 OJC では、私が 2020 年に報告した “Human dosimetry of free ^{211}At and meta- ^{211}At]astatobenzylguanidine (^{211}At -MABG) estimated using preclinical biodistribution from normal mice” の紹介をさせていただきました。私自身の立場は病院勤務の診療放射線技師とは少し異なり、臨床検査を行いながら動物、細胞実験等の基礎研究を並行して行っています。本論文はその基礎研究をもとにした内容になります。

本研究は、動物実験を基に ^{211}At -MABG を投与されたヒトの臓器吸収線量の計算を異なるソフトウェアで実施した際の結果の違いを考察したものです。 ^{211}At は α 線放出核種の一つであり、高い治療効果が見込まれますが組織の吸収線量評価がとても重要な放射性同位元素のひとつと考えられています。 α 線は飛程が短いため組織内の局在をできるだけ反映した吸収線量評価が必要となり、本論文ではソフトウェアの違いによって臓器への過大評価、過小評価が発生することを報告いたしました。

研究内容の発表後は研究を行う際から論文投稿での苦勞した点を報告し、自分なりの意見もお伝えいたしました。ディスカッションでは、私から逆に意見募集を行い査読が返ってきた際のレスポンスレターをどのように執筆するかのご意見を参加者の皆様から頂きました。皆様概ね似たような記載で大変参考になるものでした。

OJC は第 10 回で最終回となりますが、これまでご担当されてこられた藤田医科大学の椎葉先生、弘前大学の奥田先生には深く敬意を表するとともに、重ねて感謝申し上げます。最後までお読みいただき誠にありがとうございました。

第 10 回 核医学オンラインジャーナルクラブ 参加報告

九州大学病院 綿貫 裕晃

第 10 回 核医学オンラインジャーナルクラブが web にて開催され、参加させて頂きましたのでご報告致します。テーマは「核医学治療の線量評価」でした。私が今回参加した理由は、放射性同位元素を標識した薬剤を用いて治療を行う核医学治療において、臓器の吸収線量を評価することは重要であり、興味があったためでした。内容は、今回の論文の著者である福島県立医科大学の右近直之先生がスライドを用いて研究の流れや論文の内容などを解説するというものでした。

初めに研究施設の紹介や当該研究を行った理由などのお話がありました。英語論文に出てくる薬剤である $^{211}\text{At-MABG}$ についても知ることができて大変勉強になりました。

今回ご紹介頂いた英語論文を事前に読んでいましたが、英語論文を読むことに慣れておらず、線量評価を行うための計算方法や計算ソフトのことなど、十分に内容を把握できていなかったのが不安でしたが、論文の内容がスライドに分かりやすくまとめられており、十分に内容を理解することができました。

また、実験する上で苦労したことや、論文投稿に関するポイントもたくさん教えてもらい

ました。査読者とのやり取り内容などを実際に見せて頂くことができたので、今後の論文投稿に大変役立つ内容でした。

今回参加して特に印象に残っていることは、論文の中に出てくる 2 つの計算ソフトである (OLINDA/EXM) version 2.0 と IDAC-Dose 2.1 の同じ組織に対する計算結果の大きな差について直接質問させて頂いたことです。右近先生から OLINDA は組織の input 値が固定であり、IDAC は組織の input 値が任意で入力できるためであるというご回答を頂きました。線量評価の研究をするにあたり、計算方法だけでなく、計算ソフトの違いによる検討も行うという研究内容の幅広さに感銘を受けると同時に自分の研究内容をもっと充実させる必要性を痛感しました。

今回の核医学オンラインジャーナルクラブに参加して英語論文を執筆するための貴重な経験をさせて頂くことができました。

核医学に興味がある方なら誰でも参加しやすく、有益な内容ですので、今後も開催されることを願っております。最後に、この会を運営して頂いた皆様方にこの場を借りて御礼申し上げます。

第 10 回オンラインジャーナルクラブに参加して

大阪大学医学部附属病院 甘樂 楓



私は 1 月 17 日に開催された、第 10 回オンラインジャーナルクラブに参加させていただきました。

今回は福島県立医科大学の右近先生が執筆され、EJNMMI Physics に掲載されました「Human dosimetry of free ^{211}At and meta- ^{211}At]astatobenzylguanidine (^{211}At -MABG) estimated using preclinical biodistribution from normal mice」についてご講演いただきました。(https://doi.org/10.1186/s40658-020-00326-7)

正常マウスにおける、フリーの ^{211}At と ^{211}At -MABG の生体分布を測定し、得られた生体内分布からマウスおよびヒトに外挿した各臓器の線量評価が行われていました。現在、この結果を基に、福島県立医科大学附属病院で行われている ^{211}At -MABG 治験の投与量の決定が行われているそうです。論文中に使用された、線量評価に用いる OLINDA/EXM と IDAC-Dose について解説してくださり、線量評価の方法に全く無知な私でも、分かることができました。OLINDA/EXM では腸管の内容物から、腸管の線量評価を行います。しかし、 α 線は飛程が短く内容物から腸管の細胞には届かないために、内容物から推定すると腸管の吸収線量は過小評価されているとのことでした。

画像から dosimetry をする研究が多くされていますが、 α 線核種の場合は飛程の関係から、集積箇所が内容物か腸管かによって被ばく線量が変わってしまうために、高い分解能を有した画像から正確に集積箇所を描出することが必要だと感じました。

今回、実際に右近先生がやり取りされた Responses Letter を講演に出してくださいました。私はまだ、論文を投稿した経験が無いので、実際に Reviewer とのやり取りが拝見でき、具体的なイメージができ勉強になりました。Responses Letter は本文を超える量あったそうで、返信までの期間も 1 か月と、中々大変な様子も垣間見えました。また、線量計算は黎明期だったそうで、Reviewer によって使用する用語が異なることもあり、新しい分野ならではのと思いました。

個人的には寂しいですが、今回がオンラインジャーナルクラブの最終回でした。オンライン開催のために、手軽に参加できながらも、執筆された論文に対する思いや解説から裏話まで貴重なお話を聞くことができ、大変有意義な時間であり、論文に対する意欲が上がりました。もし現地開催で行われた際には足を運びたいと思います。

最後に、オンラインジャーナルクラブに携わる先生方に厚く御礼申し上げます。

核医学を愛する皆様、ご機嫌いかがでしょうか？

大阪大学医学部附属病院 神谷 貴史

核医学部会誌に最後まで目を通していただきありがとうございます。年始に発生した震災による被害で大変な思いをされている方々にお見舞いを申し上げるとともに、復興へ少しずつでも積み重ねられていくことを祈念しております。

今回の編集後記のタイトルは1968年から20年にわたって放送されたサッカー番組の口上を参考にさせていただきました。現在、サッカーはメジャーな人気スポーツとして地域文化の振興に寄与しつつあると思いますが、この番組は半世紀以上も前のマイナーな時代からサッカーを愛する視聴者とともに文化の一端として脈々と継続されてきました。

核医学治療に関しても、現在はまだマイナーな治療法であることは否めませんが、I-131ヨウ化ナトリウムを使用した核医学治療は50年以上の歴史とエビデンスが積み重ねられてきております。2024年4月の第88回核医学部会シンポジウムにおいても「核医学の未来」と題して、Lu-177を中心とした新しい核医学治療に焦点を当てて、先行する外部照射に少しでも近づくための内容が予定されております。当院でも神経内分泌腫瘍の症例を少しずつ積み重ねておりますが、新たな問題点も出てきております。前立腺癌に対する核医学治療薬剤が保険承認されるまでに解決できるヒントが提示されるかと思っておりますのでシンポジウムを大変楽しみにしております。

また、今回の原稿ではアルツハイマー型認知症に対する治療薬「レケンビ®」に関する寄稿をいただくことができました。この疾患修飾薬に関しても20年を超える研究結果が積み重ねられた結果の保険承認になり、文中にもありますが症例選択にPET検査が重要な役割を担っております。新しい疾患修飾薬に関しても治験が順調に進んでいるようで、保険承認が待たれるところです。頭部領域のPET検査に関しても需要が大きくなっていくものと考えられます。

最後になりますが、核医学部会誌のダウンロード数が2021年比で1.5倍を超えていると報告を受けました。2022年3月に専門部会の一つ目の登録費が無償化になった効果も多少あるかと思っておりますが、何よりも執筆していただきました各先生方の原稿が核医学部会員にとって意義の大きい内容だったことが最大の要因だと思います。編集担当の一人として、改めて大変感謝申し上げます。先輩方が築き上げてくれた核医学部会をこれからも皆様と一緒に進めていければと思っておりますので、今後ともどうぞよろしくお願いたします。また、部会誌への掲載を希望する内容などがございましたら、ご連絡いただければありがたく存じます。