

核医学部会誌

Vol. 37 No. 1 (通巻 72) 2016 年 4 月

CONTENTS

- 巻頭言 對間 博之
- お知らせ
- 第 72 回核医学部会プログラム(横浜市)
 - 1. 基礎講座 発表前抄録
 - 「核医学検査をバイオマーカーとするために求められること」
九州大学大学院医学研究院 保健学部門 医用量子線科学分野 佐々木雅之
 - 2. ミニシンポジウム 発表前抄録
 - シリーズ第 4 回 「核医学担当業務に必要な知識と技術」
飯森 隆志・山木 範泰
 - 1) 腫瘍 PET セントラル CI クリニック 越智 伸司
 - 2) 神経伝達機能 倉敷中央病院 松友 紀和
- 第 71 回核医学部会 ミニシンポジウム 発表後抄録
 - シリーズ第 3 回 「核医学担当業務に必要な知識と技術
(腎臓, 腫瘍・炎症系, 消化管)」
- TOPICS 「新しい心筋血流解析ソフトウェア“カーディオレポ[®]。”」
富士フイルム RI ファーマ株式会社 石川 丈洋
- 大学・研究室紹介 藤田保健衛生大学 医療科学部 放射線学科 市原 隆
- 第 20 回核医学技術研修会報告・印象記
- 第 15 回核医学画像セミナー報告・印象記
- 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・部会の参加にはポイントが付与されますので会員カードをご持参ください。

茨城県立医療大学 對間 博之

核医学部会（旧核医学分科会）は日本放射線技術学会で2つ目の専門分科会として1980年に設立され、これまで7人の分科会長のもと発展してきました。設立36年目になる昨年（2015年）の4月には名称を「分科会」から「部会」に変更し、新たにスタートしました。それから1年、私は8人目の部会長として9人の委員とともに部会運営を行ってきましたが、振り返るとさまざまな失敗をし、そのたびに、多くの人に支えていただきました。また大変、手前味噌で申し訳ありませんが、各委員がそれぞれの役割で献身的に活動していただいていることに感謝していることをこの一文だけ述べさせていただきます。

さて、現在の部会はよく「若返った」とおっしゃっていただけます。たしかに平均年齢は少しばかり若くなりましたが、単に若くなったわけではなく、ベテランと中堅そして若手をバランスよく配した布陣になっています。また、年齢だけでなく各専門領域や職種などについても同様で、会員の皆様にどういった貢献ができるか様々な視点から考えるために必要なバランスであると考えます。

バランスを考えた判断が非常に重要であることは、皆さんの経験の中にもおありだと思います。特にアジア人である我々には比較的共通にあるようで、仏教では「中道」、儒教では「中庸の精神」として古来より伝えられてきています。「中道」と「中庸」の精細な部分については厳密には、異なるようですが、浅学な私は両者の違いについて述べるに至りません。ただ、相互に対立矛盾するような極端な状態や思考を避けて、バランスをとって物事を実践するという意味では両者は共通しています。核医学部会に入会いただいている会員の皆さんの多くは、臨床の現場で働いておられると思いますが、それぞれの立場によってさまざまなバランスが問われているのではないのでしょうか？ 例えば「目指すべきものはジェネラリストか、スペシャリストか」、「必要なのは地域の活性化なのか、グローバル化なのか」などです。もちろん、これらのことには、単純な二元論的発想ではなく、時に「中道」、「中庸」の考えをもとに選択されていくものだと思います。

このような「中道」、「中庸」の考えを部会活動に活かすとき、私はバランスの“幅”と経時的な“変化”を考慮していきたいと思っています。「中庸」の「庸」は平凡という意味もあり、平均的で無難な位置と解釈されることがあります。しかし、良いバランスとは広い選択肢の中から、最適な位置を探すことだと思います。つまり、必要ならば偏った位置も時には選択しうるということです。そこで重要なことは、両極端な状態（二辺）をそれぞれ究めることで、バランスを取りうる“幅”を広くすることだと思います。本学会は、ジェネラリストからスペシャリストまで多彩な背景を有する会員がいる非常に稀有な学会だと思います。よって、核医学部会では、核医学専門技師のようなスペシャリストだけでなく、今後はローテーション勤務で核医学検査をされている会員の皆様にも焦点を当て、核医学技術に関する研究を促進するための叢書を発刊するなどの部会活動を展開したいと考えています。また、適切なバランスは、時間とともに常に“変化”します。よって、正しくニーズを捉え、自ら変化していくためには、周りの状況に耳を傾け、少し先に目線を置き、バランスを取りながら進むことが必要です。ただ、少し先の道を照らすアイディアは、きっと会員の皆様のご意見の中にあるのだと思っています。よって、なるべく多くの会員の皆様とお話をさせていただくことが部会運営のバランスを取るための最善の道だと我々は考えております。ぜひ、多くの会員の方に核医学部会にご入会いただき、部会活動に対するご意見、ご協力をいただきますよう、よろしくお願いたします。

核医学部会への入会案内

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1000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勤務で携わっている会員の方でも、気軽にご参加いただけることが出来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頂き、部会活動や情報交換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。

核医学部会の入会のメリット：

- 核医学検査技術の最新情報や、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参加費の割引が受けられます。
- 核医学部会誌の優先閲覧（部会会員は一般公開の3か月前）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。（<https://www.jsrt.or.jp/data/procedure/bunka-01/>）

最後に、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。

お知らせ

第 16 回核医学画像セミナーのご案内 ーデジタルファントムを使いこなすー

主催：公益社団法人 日本放射線技術学会 核医学部会
共催：公益社団法人 日本放射線技術学会 教育委員会
共催：公益社団法人 日本放射線技術学会 九州支部

核医学部会では、核医学画像の取り扱い知識と技術の理解・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企画しております。第 1 回から第 7 回まではデータ収集とフィルタ処理、第 8 回から第 14 回までは画像再構成と減弱補正に関して実施しました。

第 15 回からは内容をリニューアルしました。これまで学んできた知識と技術を、ファントム作成から、データ収集、画像処理、画像解析と言った一連の流れを全て受講者自らの手で行うハンズオン形式のセミナーを予定しております。特にファントム作成については、予め用意されているデジタルファントムを使用するのではなく、ファントム設計そのものから体験いただきます。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いたします。

記

日 時 : 平成 28 年 6 月 25 日 (土) 9 : 30 ~ 17 : 00

- プログラム -

9 : 00 ~ 9 : 30	受付
9 : 30 ~ 9 : 35	開講式
9 : 35 ~ 10 : 00	オリエンテーション
10 : 00 ~ 11 : 00	基礎講座『デジタルファントムの基礎、 データ収集から画像処理・評価の基礎』
11 : 00 ~ 11 : 10	休憩
11 : 10 ~ 12 : 00	演習 1 『デジタルファントム作成から画像再構成』
12 : 00 ~ 13 : 00	昼食
13 : 00 ~ 14 : 00	演習 2 『収集カウントとバターワースフィルタの関係』
14 : 00 ~ 14 : 10	休憩
14 : 10 ~ 15 : 40	演習 3 『空間分解能と対象物サイズとの関係』
15 : 40 ~ 16 : 40	結果報告および総括
16 : 40 ~ 17 : 00	閉講式

お知らせ

- 会 場 : 九州大学医学部保健学科本館 1F 実験・演習室
(福岡県福岡市東区馬出 3-1-1)
- 受 講 費 : 会員 6,000 円 (核医学部会会員 5,000 円)、非会員 12,000 円
(テキスト代含む、当日徴収)
- 定 員 : 30 名 (申し込み多数の場合は、地域および施設を考慮し選考させていただきますのでご承知おきください。)
- 申込方法 : 核医学部会ホームページ (<http://www.jsrt.or.jp/92nm>) に申込みフォームを設置いたします。ご確認ください、設置後にご登録をお願いいたします。
- 申込期間 : 平成 28 年 4 月 11 日 (月) ~ 5 月 27 日 (金)
- 携 帯 品 : ご自身のノートパソコン(OS:Windows XP 以上、Excel、画像解像度 1024×768 以上)をご用意下さい。部会からノートパソコンの貸し出しには、対応できません。また、マウスを持参していただくことをお勧めします。

なお、セミナーでは下記のソフトウェアを使用します。あらかじめ核医学部会ホームページ (http://www.jsrt.or.jp/92nm/prominence_dl/book.htm) より入手をお願いします。

Prominence Processor Ver.3.1

(本ソフトは Mac の OS には対応しておりません。また、仮想的に起動した Windows 環境における使用は仮想領域の作成方法により異なるため動作 (特に保存) については各自でご確認下さい。)

問 合 先 : 九州大学大学院 医学研究院保健学部門 三輪建太 (みわけんた)
E-mail: kenta5710@gmail.com

なお、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 15 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 1,000 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よう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/>)

第 21 回核医学技術研修会

テーマ 『 SPECT 画像における高分解能画像を探る! 』

主催：公益社団法人 日本放射線技術学会 核医学部会
共催：公益社団法人 日本放射線技術学会 教育委員会
共催：公益社団法人 日本放射線技術学会 東京支部

近年、様々な機能を搭載した核医学装置が登場しています。その中でも空間分解能補正に関しては、核医学装置メーカー全社から提供され臨床現場で使用される機会が増えています。また、SPECTにおいても定量化に向けた動きが進んでおり、骨シンチ検査における病変部の定量計測技術などが登場しています。最新のSPECT/CT装置では、新たな再構成法と共にCT情報とSPECT情報を高度に融合させ、より鮮明な画像を得ることが可能となっています。一方で、その使用法や得られる画像については議論が絶えません。また、使用するメーカーによっても特性が異なり術者は良く理解して使うことが求められています。

本研修会では、空間分解能補正の原理、特性などについて正しい理解と運用を行うために実際の装置（2検出器、3検出器）を用いて体験する研修会を企画しました。受講者にはファントム作成、撮像、結果解析といった実習を行っていただき、各装置の特性や空間分解能補正に対する理解を深めて頂きたいと思えます。

なお、本研修会受講による核医学専門技師認定機構の単位認定は30ポイントになります。

記

日 時： 平成28年11月19日・20日（土・日）

会 場： 東邦大学医療センター大森病院 5号館・7号館
〒143-8541 東京都大田区大森西6-11-1

受講費： 会員 12,000円（核医学部会員 11,000円）
非会員 24,000円（テキスト代等含む、当日徴収）

募集人数： 20名程度（申し込み多数の場合は、地域および施設を考慮し選考させて頂くことがあります）

申込方法： 核医学部会ホームページ（<http://www.jsrt.or.jp/92nm>）からエントリーしてください。

申込期間： 平成28年9月16日（金）～10月31日（月）（仮）

携 帯 品： 演習にはノートパソコン（OS：Windows XP以上、Excel）が必要になります。PCの貸し出しには、対応できませんのでご了承ください。またマウスを持参していただく事をお勧めします。

お知らせ

問合せ先： 千葉大学医学部附属病院 核医学検査室 飯森隆志
Tel： 043-222-7171 内線： 6307 PHS： 72867
E-Mail： iimori@chiba-u.jp

東邦大学医療センター大橋病院 核医学検査室 安藤猛晴
Tel： 03-3468-1251 内線： 3234
E-Mail： takeharu@themis.ocn.ne.jp

交通機関のご案内：

JR 蒲田駅 東口から

- ・バス（約 7 分） 2 番のりば「大森駅行」
「東邦大学」下車
- ・タクシー（約 5 分）

JR 大森駅 東口から

- ・バス（約 20 分） 1 番のりば「蒲田駅行」
「東邦大学」下車
- ・タクシー（約 10 分）

京浜急行 梅屋敷駅から

- ・徒歩（約 7 分）

宿泊が必要な方はご自身で宿の手配をお願いします。



核医学文献データベースについて

「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。

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。

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://www.jsrt.or.jp/92nm/db/db_index.htm

現在、厳選した182論文を掲載しています。会員の研究活動の一助になれば幸いです。

文献データベースのサンプル (部分抜粋)

論文名	A Monte Carlo Investigation of the Dual Photopeak Window Scatter Correction
コメント	散乱線補正における基本的な考え方を知る。また、DPW法での有用性を証明し、その後のTEW(triple energy window)法を開発する上で非常に参考になる文献である。光電ピークに隣接するウィンドウを設定することで散乱線を推定する考え方。基本的な考え方を単純なプレイナ画像で行い、その考え方がSPECT収集時での補正法に取り入れられた、非常に参考になる論文である。
概要	プレイナ画像によるモンテカルロシミュレーションによるDPW法(Dual photopeak window)を用いた散乱線補正の有用性を評価した。99m-Tcのポイントソース及びある広がりを持った線源を使用して均一及び不均一の吸収体についての評価をした。DPW法は、2つの単独のエネルギーウィンドウ内のカウント比でもって回帰式から散乱線を推定する。合算された2つのエネルギーウィンドウデータから各画素ごとの補正が可能となった。また、コンプトンウィンドウ(DEWS)法での比較において散乱係数値や真のLSFと散乱補正したLSFとの間の. . .

お知らせ

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

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覧いただき、ご応募いただけますようお願いいたします。

記

1. 第 11 回 核医学専門技師認定試験

開催日 平成 28 年 8 月 6 日（土）
開催地 日本医科大学 千駄木校舎 教育棟 2 階 講堂
(東京都文京区千駄木 1-1-5)
受験料 10,000 円
申込期間 平成 28 年 3 月 1 日から平成 28 年 3 月 31 日まで

2. 第 8 回 核医学専門技師養成講座（対象：認定試験受験予定者）

3. 第 9 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 平成 28 年 5 月 28 日（土）
開催地 日本医科大学 千駄木校舎 教育棟 2 階 講堂
(東京都文京区千駄木 1-1-5)
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 平成 28 年 2 月 20 日から定員になり次第締め切る予定。

4. 平成 28 年度 核医学専門技師認定更新

(対象：第 1, 6 回核医学専門技師認定試験合格者)

申込期間 平成 28 年 6 月 1 日から平成 28 年 6 月 30 日まで

*上記は、あくまで事業日程（予定）ですので、受講場所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 大阪府大阪市北区東天満 1-11-15 若杉グランドビル別館 702 号

核医学部会 事業報告および今後の関連企画についてのお知らせ

核医学部会 部会長 對間 博之

平素より核医学部会へのご参加，ご協力をいただき大変ありがとうございます。前年度の事業報告および，今後，開催予定の核医学部会関連企画についてお知らせいたします。各企画ではローテーション勤務の方から核医学専門技師までそれぞれのお立場にとって有益な内容を準備しておりますので，是非，会員の皆様にはこれらの企画にご参加いただけますよう，よろしく願いいたします。

記

【事業報告】

1. 第 71 回総会学術大会

教育講演，第 70 回核医学部会を開催した。また専門部会合同シンポジウム，入門講座，専門講座の開催に協力した。

2. 第 43 回秋季学術大会

教育講演，第 71 回核医学部会を開催した。また入門講座，専門講座の開催に協力した。

3. 核医学画像セミナーの開催

第 14 回核医学画像セミナー（札幌市，北海道支部共催）および第 15 回核医学画像セミナー（岡山市，中国，四国支部共催）を開催した。第 15 回から，講義内容，テキストを一新して実施した。

4. 核医学技術研修会の開催

第 20 回核医学技術研修会（大阪市，近畿支部共催）を開催した。

5. 核医学部会誌の発行

核医学部会誌（通巻第 70 号，第 71 号）を発刊した。

6. 核医学部会委員会の開催

部会委員会を 6 回開催した。（Web 会議 3 回を含む）

7. その他

塩化ラジウム（Ra-223）注射液を用いる内用療法の適正使用マニュアルの内容確認
医療法施行規則の一部を改正する省令の施行について（薬発第 188 号）の内容確認
Prominence Processor Version3.1 を核医学部会のホームページから入手できるようにした。

【今後の関連企画および事業計画】

1. 第 72 回核医学部会（総会学術大会），専門部会合同シンポジウム，専門講座ほか

開催日 平成 28 年 4 月 14 日（木）～17 日（日）

会場 パシフィコ横浜会議センターほか

教育講演（501）： 15 日（金） 8：50 ～ 9：50

核医学部会（501）： 15 日（金） 9：50 ～ 11：50

専門部会合同シンポジウム（F201+201）： 15 日（金） 14：50 ～ 17：50

専門講座（501）： 15 日（金） 8：00 ～ 8：45

15 日（金） 12：00 ～ 12：50

診断に役立つ基礎技術学（502）： 17 日（日） 8：00 ～ 8：45

日本核医学専門技師認定機構認定単位：

大会登録 20 ポイント＋核医学部会 15 ポイント＋入門・専門講座各 5 ポイント

2. 第 16 回核医学画像セミナー

開催日 平成 28 年 6 月 25 日（土）受講

会場 九州大学医学部保健学科（福岡市東区馬出 3-1-1）

受講料 会員 6,000 円（核医学部会員 5,000 円），非会員 12,000 円

申込期間 平成 28 年 4 月 11 日（月）～ 5 月 27 日（金）

日本核医学専門技師認定機構認定単位： 15 ポイント

3. 第 73 回核医学部会（秋季学術大会），入門講座，専門講座

開催日 平成 28 年 10 月 13 日（木）～15 日（土）

会場 大宮ソニックシティ（埼玉県さいたま市大宮区桜木町 1-7-5）

日本核医学専門技師認定機構認定単位：

大会登録 20 ポイント＋核医学部会 15 ポイント＋入門・専門講座各 5 ポイント

4. 第 21 回核医学技術研修会

開催日 平成 28 年 11 月 19 日（土），20 日（日）

会場 東邦大学医療センター大森病院（東京都大田区大森西 6-11-1）

受講料 会員 12,000 円（核医学部会員 11,000 円），非会員 24,000 円

申込期間 平成 28 年 9 月上旬～10 月下旬

日本核医学専門技師認定機構認定単位： 30 ポイント

5. 第 17 回核医学画像セミナー

開催日 平成 29 年 1 月～2 月
会場 未定（近畿支部内）
受講料 会員 6,000 円（核医学部会員 5,000 円）、非会員 12,000 円
申込期間 平成 28 年 11 月中旬～12 月中旬
日本核医学専門技師認定機構認定単位：15 ポイント

6. その他

放射線医療技術学叢書(36) 「初学者のための核医学実験入門」
（平成 28 年秋の発刊を予定しています。）

なお、上記には予定を変更する可能性があるものも含まれます。詳細な情報につきましては、順次、学会誌（部会誌）および核医学部会のサイトに掲載していきますのでご確認ください。

第 72 回核医学部会プログラム

開催日時 平成 28 年 4 月 15 日(金)
開催場所 パシフィコ横浜会議センター 501 室

教育講演 1 8:50 ~ 9:50

司会 三輪 建太

「PMT から SiPM へ? 未来の PET 装置について考える」

放射線医学総合研究所 山谷 泰賀

核医学部会

1. 基礎講座 9:50 ~ 10:30

座長 對間 博之

「核医学検査をバイオマーカーとするために求められること」

九州大学大学院 佐々木雅之

2. ミニシンポジウム 10:30 ~ 11:50

座長 飯森 隆志 ・ 山木 範泰

シリーズ 第 4 回 「核医学担当業務に必要な知識と技術」

1. 腫瘍 PET

セントラル CI クリニック 越智 伸司

2. 神経伝達機能

倉敷中央病院 松友 紀和

会員交流会のご案内

開催日時 2016 年 4 月 15 日(金) 20 時 00 分~22 時 00 分

開催場所 YEBISU DINING/えびすダイニング(Tel.045-263-9712)
横浜市中区尾上町 5-71 横浜シティタワー馬車道 1F

交 通 横浜市営ブルーライン関内駅 6 番口 徒歩1分
JR 京浜東北・根岸線関内駅北口 徒歩2分

HP: <http://yebisu-dining.com/>

会 費 5,000 円

申込方法 申込フォーム (<https://www.secure-cloud.jp/sf/1453408938ukZSyetQ>)

* 核医学部会受付においても参加申し込み可能です。

核医学検査をバイオマーカーとするために求められること

九州大学大学院医学研究院 保健学部門 医用量子線科学分野
佐々木雅之、三輪建太、赤松剛、松友紀和

核医学検査は生体の代謝や機能を画像化する検査として発展してきた。しかし、画像が表示できるがゆえに他の画像診断に比して劣る面が強調されがちで、核医学検査の特徴や有用性が評価されていない。核医学検査がバイオマーカーとして確立するには、いつ、どこで、だれが、何のために、どう撮影しても、同様に判定できる結果が得られなければならない。生体内の放射能分布を正確に測定する定量性が最も重要であり、得られる結果の

繰り返し性 repeatability と再現性 reproducibility が優れてなければならない。このためには、感度と空間分解能の改善が必須であり、ハードとソフトの開発がすすんでいる。また世界各地でガイドラインによる検査法や評価法の標準化 standardization がすすみ、さらに施設や装置毎の特性を合わせこむ調和化 harmonization の試みもなされている。今回は現在の状況と最近の進歩について紹介する。

ミニシンポジウム

シリーズ「核医学担当業務に必要な知識と技術」第 4 回

司会 千葉大学医学部附属病院 飯森 隆志
日本メジフィジックス株式会社 山木 範泰

今回のミニシンポジウムは「核医学担当業務に必要な知識と技術」として行うシリーズの 4 回目であり、機器、画像処理および製剤に起因するピットフォールについて、2 名の先生方にご講演を依頼しております。セントラル CI クリニックの越智伸司先生には腫瘍 PET 領域について、また倉敷中央病院の松友紀和先生には神経伝達機能領域について、日常業務を行う上で必要な「知識と技術」を先生方の経験を踏まえて、幅広くご講演していただく予定です。

核医学検査は病態生理の画像化を可能にする、古くから発展してきた検査であります。近年、装置と医療技術の高度化に伴い、より良い検査を行うためには、広い知識と高い技術が必要となってきました。正確な読影、診断を行うためには画像収集、処理等の技術的な面もさることながら、臨床的情報を読み解く知識も重要です。平成 22 年 4 月 30 日、厚生労働省医政局から『医療スタッフの協働・連携によるチーム医療の推進について』が通知され、知識・技術の向上、複

数の職種の連携に関する教育・啓発の推進等の取り組みが、積極的に進められることが望まれております。

しかし放射線領域だけに限っても、モダリティの高度化・多様化、そしてモダリティ間の横断的な画像診断が求められており、我々スタッフに対して広く深い専門知識が要求されます。さらに、新人・若手教育、専門技師を目指した人材育成を行うこと、高度先進医療に対応した画像情報の提供等、グローバルな知識の習得を目指すことも重要になってくると思われまます。そのためにも、担当するモダリティに必要な知識と技術の習得は、必須であると考えます。

本シンポジウムでは、講師の先生方の経験とそれに裏づけされた「知識と技術」を通して、核医学検査における読影補助について多角的に議論を行い、より具体的な方向性を導き出せればと考えております。皆様にとって核医学検査における知識と技術を学ぶ一助となれば幸いです。

核医学担当業務に必要な知識と技術 —腫瘍 PET—

社会医療法人禎心会セントラル CI クリニック
越智 伸司

1. はじめに

厚生労働省からの「医療スタッフの協働・連携によるチーム医療の推進について」の通知の中で画像診断における読影補助という診療放射線技師への大きな役割が与えられ、診放射線技師の読影力が求められてきている。FDG-PET の保険適用と同時に診断医の読影支援として診療放射線技師による一次読影をこれまで行ってきた。過去十数年の取り組みと実績について報告する。

2. 業務環境の整備

業務は撮影業務の他に MIP や FUSION の画像作成、CD-R 作成や画像出力など多くの処理を行わなければならない。できる限り読影業務の時間が確保できるようにこれらの処理を簡便かつ正確に行うためのソフトウェアやシステムを導入してきた。また、所見を拾い上げるという重要な役割を考慮し、精度管理可能なモニターを導入して読影精度が維持できるよう努めている。

3. 生理的集積と腫瘍集積

腫瘍の集積を的確に捉えるためには FDG の体内動態を把握すると共に生理学的な集積と異常集積を区別する知識が求められる。保険適用当初と比べて現在では適応疾患が拡大され早期胃がん以外の

悪性腫瘍が対象となり、幅広い腫瘍の知識も求められる。FDG-PET においては異常集積が所見の対象と思われがちであるが PET/CT の普及により、PET 集積がなく CT で確認される形態学的な腫瘍も所見の対象となり、PET 陰性癌についての知識も必要となる。

4. 読影レベルの向上

画像診断の知識が乏しい診療放射線技師にとって、読影レベルの向上は大きな課題であり個々のレベルアップにどのように取り組むか悩むところでもある。当院ではこれまで読影医とのカンファレンスを通じて用語の統一や所見入力標準化を行ってきた。また、同一レポートに診断医所見と技師所見の記入を行っているため、空き時間などに報告書確定後の医師所見との比較を行い、個々に読影への理解を深めている。

5. 実績

過去 11 年間で行った FDG-PET 検査は 38,707 例、そのうち 37,693 例(97.4%)の読影補助を行ってきた。診療放射線技師による見落としは 2,974 例(7.9%)で過剰な拾い上げは 2,083 例(5.5%)であった。その他には用語違い 200 例(0.5%)、SUV 違い 110 例(0.3%)、左右違い 38 例(0.1%)であった。

核医学担当業務に必要な知識と技術 — 神経伝達機能 —

倉敷中央病院 松友 紀和

1. はじめに

パーキンソン病 (Parkinson's disease : PD) は、レビー小体の出現を伴う全身疾患 (レビー小体病) に属する疾患で、レビー小体型認知症 (dementia with Lewy bodies : DLB) やレム睡眠行動障害 (REM sleep behavior disorder : RBD) もレビー小体病の一部とされている¹⁾。わが国では、これらの診断に¹²³I-FP-CITを用いたドパミントランスポータシンチグラフィ (ダットシンチ) や¹²³I-MIBG 心筋シンチグラフィ (MIBG 心筋シンチ) が用いられている。両検査から得られる結果は、レビー小体病に関連した病理学的変化を捉えており、その臨床的価値は高い。しかし、評価する部位 (機能) が異なるため、日常診療において使い分けが必要となる。また、両検査から得られる定量的指標は、収集処理条件や解析方法により大きく変化するため注意が必要である。

本シンポジウムでは、ダットシンチと MIBG 心筋シンチの臨床的意義について解説を行い、両検査をより信頼性の高い検査とするための技術的ポイントについて述べたい。

2. 放射性医薬品の特徴

¹²³I-FP-CIT は、黒質線条体ドパミン神経節前端末に存在するドパミントランスポータに特異的に結合するため、変性性

パーキンソンニズムの黒質変性を高い感度で検出できる。¹²³I-MIBG は心臓交感神経終末に取り込まれ、早期像は交感神経の分布、後期像は神経活動を反映していると言われている。両検査は異なる部位の病理学的変化を捉えているため、ダットシンチは、本態性震戦や薬剤性パーキンソン症候群の除外診断や抗 PD 治療対象を選択する際に有用となる。一方、MIBG 心筋シンチは、PD と PD 以外のパーキンソン症候群を鑑別する場合に選択される^{2,3)}。

アルツハイマー病 (Alzheimer's disease : AD) と DLB の鑑別診断においては、両検査ともに十分な診断精度を有している^{4,5)}。しかし、認知機能障害と運動障害を有する大脳皮質基底核症候群 (corticobasal syndrome : CBS) と AD の鑑別ではダットシンチが有用となる。また、大脳皮質基底核変性症 (corticobasal degeneration : CBD) や進行性核上性麻痺 (progressive supranuclear palsy : PSP) と DLB の鑑別診断については、ダットシンチで困難な場合が多く、MIBG 心筋シンチが有効となる。いずれにしてもダットシンチと MIBG 心筋シンチは相補的な役割にあるため、両検査の意義と目的を十分理解しておく必要がある。

3. 定量解析の現状と問題点

ダットシンチの定量解析には線条体の特異的結合能を表す specific binding ratio (SBR) が広く用いられている。SBR は、後頭葉などドパミントランスポータの密度が低い部位に対する特異的結合能による集積の程度を比として表したもので、SBR による診断能の向上がこれまでに報告されている⁶⁾。MIBG 心筋シンチでは、定量指標として心縦隔比

(heart-to-mediastinum ratio:H/M 比) が用いられている。H/M 比は心不全患者の予後予測や治療効果判定に加え、前述した PD と DLB の診断にも有用である。しかし、これらの定量指標はコリメータや画像再構成法、減弱・散乱線補正の有無、解析方法の影響を受けるため⁷⁾、定量値の妥当性について検証を行わなければならない。今後、標準的な評価方法を確立するためにもさまざまな検討が必要である。

4. まとめ

ダットシンチや MIBG 心筋シンチの臨床的有用性は高い。しかし、検査の精度や信頼性は、知識や技術によって高くも低くもなりうる。検査を適正に施行するためには、放射性医薬品の集積メカニズムや特徴、臨床的意義を理解しなければならない。また、診断に適した画像や定量指標を得るために収集処理条件の方法論を理解することも重要である。

参考文献

1) Langston JW. The Parkinson's complex: parkinsonism is just the tip of the iceberg. *Ann Neurol.*

2006; 59(4): 591-596.

2) Cummings JL, et al. The role of dopaminergic imaging in patients with symptoms of dopaminergic system neurodegeneration. *Brain.* 2011; 134: 3146-3166.

3) Taki J, et al. Peripheral sympathetic dysfunction in patients with Parkinson's disease without autonomic failure is heart selective and disease specific. *Eur J Nucl Med.* 2000; 27(5): 566-573.

4) O'Brien JT, et al. Dopamine transporter loss visualized with FP-CIT SPECT in the differential diagnosis of dementia with Lewy bodies. *Arch Neurol.* 2004; 61(6): 919-925.

5) Yoshita M, et al. Value of 123I-MIBG radioactivity in the differential diagnosis of DLB from AD. *Neurology.* 2006; 66(12): 1850-1854.

6) Booij J, et al. Imaging of dopamine transporters with iodine-123-FP-CIT SPECT in healthy controls and patients with Parkinson's disease. *J Nucl Med.* 1998; 39: 1879-1884.

7) Pareto D, et al. Iterative reconstruction with correction of the spatially variant fan-beam collimator response in neurotransmission SPET imaging. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2003; 30(10): 1332-1329.

核医学担当業務に必要な知識と技術

—腎臓編—

川崎医科大学附属病院 中央放射線部 三村浩朗

1. はじめに

腎臓核医学検査の特徴は、腎機能の種類あるいは腎疾患の特異性に考慮した放射性医薬品を用い、総腎・分腎・局所機能を評価可能なことである。臨床使用可能な放射性医薬品は、静態と動態シンチグラフィ用に分類され、 ^{99m}Tc -DMSA と ^{99m}Tc -DTPA および ^{99m}Tc -MAG₃ である。検査内容は、①画像診断としてガンマカメラを用いた体外計測法と②血液あるいは尿をウェルカウンタで計測し機能推定する試料計測法に分類される。今回、核医学検査を担当する診療放射線技師として必要な知識と撮像・解析技術について使用製剤毎に解説を行う。

2. 放射性医薬品の特徴

^{99m}Tc -DMSA の 1 回循環腎抽出率 (EF: extraction fraction) は 4~6% と低く経時的な腎への集積は緩徐で、血中投与約 5~6 時間後まで徐々に集積を続ける。尿中排泄は 2 時間後で 8~17% と少ないため、近位および遠位尿細管に集積した腎皮質の機能的形態評価が可能である。

新生児期や乳児期では、糸球体や尿細管の機能が未成熟なため、尿中排泄量が多く腎形態描出は不鮮明である。

^{99m}Tc -DTPA は 1 回腎循環で 20% (EF) が腎に摂取され、糸球体から尿中に濾過される。さらに尿細管での再吸収がなく、

理想的な糸球体濾過率 (GFR: glomerular filtration rate) 物質である。しかし、血漿蛋白と結合した分画が若干 (5%以下) 存在するため問題となる場合がある。定量評価指標としては GFR が算出される。

^{99m}Tc -MAG₃ は馬尿酸 (OIH) と同様に近位尿細管から尿中に排泄される。1 回腎循環での EF は 60% 前後であり、血漿蛋白との結合が高いため、糸球体濾過の割合は約 5% と少ない。血漿クリアランスより算出される有効腎血漿流量 (ERPF: effective renal plasma flow) は OIH よりも低値 ($420 \text{ ml/min}/1.73\text{m}^2$) である。尿細管への分泌機序は不明な点があり、血漿流量以外の要因で集積量が影響を受ける可能性がある。機能低下例では稀に肝から胆汁への排泄が亢進し、胆嚢描出が観察される場合がある。しかし、 ^{99m}Tc -MAG₃ は、 ^{99m}Tc -DTPA と比較して腎機能低下症例においても良好な腎抽出と尿中排泄の観察が可能であり、第一に選択される薬剤である。

おわりに

核医学技術に携わる診療放射線技師は、放射性医薬品の体内動態や集積メカニズムを十分に理解し、信頼性の高い画像や機能評価指標を得るための画像収集や再構成条件そして定量解析の方法論を理解しておく必要がある。

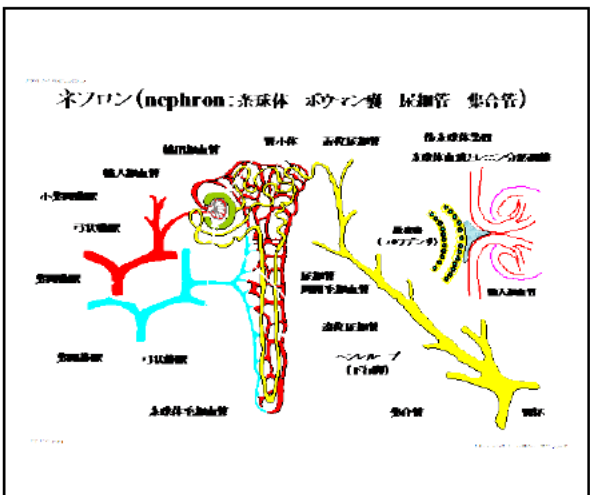
核医学担当業務に必要な 知識と技術

～ 泌尿器領域 ～

川崎医科大学附属病院
中央放射線部 三村浩朗

腎臓の主な生理機能

- ① 尿生成と代謝老廃物(尿素, 尿酸, クレアチニン)の排泄
(糸球体濾過による代謝物の尿中排泄)
タンパク質40g/day → アミノ酸(遊離型含む) → 尿素(人間), 尿酸(魚), アニミン(鳥)
- ② 電解質, 血液浸透圧, 酸塩基平衡(pH)の維持と調整
(尿細管再吸収・分泌調節による体液組成の恒常性)
- ③ 活性ビタミンD誘導体, エリスロポエチン, レニンの分泌
(骨代謝・造血・血圧調整の内分泌器官)



腎臓の解剖学的特徴

2種類の毛細血管による2つの機能

糸球体毛細血管:
 高圧系、高浸透性 (腎臓のみ: 細動脈 → 糸球体 → 細静脈)
 濾過機能(血液の濾過: 血流量、血圧に依存) 200 μm, 200万個/腎臓
1000ml/minの血流量 → GFR 110ml/min → 1ml/minの尿

尿細管周囲毛細血管:
 低圧系、豊富な穴 (細動脈 → 糸球体 → 細静脈)
 再吸収機能(栄養・恒常性必須成分の再吸収, 分泌)
 体液量調節(水, Na: 主要調節手段) 血液酸性度調節(重炭酸イオン: 遊離イオン)
Hの分泌(リソソムやアンモニアの処理) → Na HCO₃⁻の再吸収
 高効率な調節 $\text{HPO}_4^{2-} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_4^-$, $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{NH}_4^+$ 調節イオン

糸球体の血液濾過メカニズム

濾過機構: (エネルギー消費なし)
 輸入細動脈と輸出細動脈の受動的圧力差
 糸球体血管内とボウマン嚢腔内の浸透圧較差

濾過物質:
 低分子量物質(7万), 微小粒子(4nm)
 イオンや水分 糸球体は直径7 μm

濾過障壁:
 毛細管内皮細胞(壁)、基底膜(土)、有足細胞

選択的濾過:
 サイズ選択的障壁 アルブミン: 分子重6万の球状分子(直径15nm 直径4nm)
 (分子重15万以上タンパク質)
 荷電選択的障壁
 (分子重7~15万陰性電荷タンパク質: 基底膜が陰性に帯電)

尿細管の再吸収・分泌機能

再吸収機構:
 近位尿細管(長さ15cm)上皮細胞の微絨毛
(広大な表面積を確保)

再吸収・分泌物質:
 ブドウ糖、アミノ酸(100%)、小さなタンパク質
 水、電解質: Na⁺, Cl⁻, K⁺, HCO₃⁻
(身体状態により再吸収と分泌を調整)

尿細管の物質別再吸収率: (全長50mm=15 10 5 20)

	ブドウ糖	アミノ酸	Na ⁺	Cl ⁻	K ⁺	HCO ₃ ⁻	H ₂ O
近位尿細管	++	++	+++	+++	++	+++	+++
ヘンレ係膜	-	-	+	+	+	-	+
遠位尿細管	-	-	+	+	+	+	+
集合管	-	-	+	+	+	+	+
再吸収率(%)	100	100	99	99	95	100	99

調節イオン

使用可能な製剤の調製と性状

- ① 糸球体濾過物質 ^{99m}Tc -DTPA ($\text{C}_{14}\text{H}_{27}\text{N}_5\text{O}_{10}$ 393.4)
 室温に戻し、 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ (2~9ml)と振盪溶解し、2~5分放置 キット
 pH 4.0 ~ 4.5 浸透圧比 1
- ② 近位尿管分泌物質 ^{99m}Tc -MAG₃ ($\text{C}_{12}\text{H}_{17}\text{N}_3\text{O}_8$ 367.4)
 室温に戻し、 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ (1~2ml, 200~400MBq, 6時間以内溶出液)と
 振盪溶解し、95~99°C 10分加熱 15分放置 6時間以内の使用 キット・注射液
 pH 5.5 ~ 6.5 浸透圧比 2
- ③ 腎実質集積物質 ^{99m}Tc -DMSA ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_8\text{S}_2$ 182.2) キット・注射液
 室温に戻し、 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ (2ml)と30秒以上振盪溶解(液量増加に伴い腎集積低下)
 pH 2.0 ~ 3.5 浸透圧比 1 標榜後30分以内使用(酸化しやすい性質)

放射性医薬品の集積機序

① ^{99m}Tc -DTPA

1回循環抽出率
4% (0.2 × 0.2)
(Extraction ratio)

20%

^{99m}Tc -DTPAの1回腎循環は、20% (EF)
 糸球体から尿中に濾過
 尿管での再吸収が無
 理想的な糸球体濾過率物質
 (GFR: glomerular filtration rate) 血漿
 蛋白結合分画が若干 (5%以下)存在
 定量評価指標としてGFRが算出可能

EF: extraction fraction

放射性医薬品の集積機序

② ^{99m}Tc -MAG₃

1回循環抽出率
12% (0.6 × 0.2)

5%

^{99m}Tc -MAG₃の1回腎循環は約60%
 近位尿管から尿中に排洩
 血漿蛋白と高結合でGFRは約5%
 有効腎血漿流量*はOHIよりも低値
 (420 ml/min/1.73m²)
 尿管への分泌機序に血漿流量以外の
 要因有
 標榜低下例で胆汁排洩が亢進

*: effective renal plasma flow (ERPF)

放射性医薬品の集積機序

③ ^{99m}Tc -DMSA

1回循環抽出率
1% (0.05 × 0.2)
2時間後の集積率40~50%

5%

^{99m}Tc -DMSAのEFは4~6%と低い
 投与約5~6時間後まで近位-遠位
 尿管に緩徐な集積
 尿中排洩は2時間後で8~17%と少
 皮質近位尿管への集積機序
 ①糸球体濾過後、尿管で再吸収され
 尿管近位に分布する経路
 ②血中蛋白と結合し同側毛細血管から
 近位尿管の上皮細胞に直接変換する経路

尿中排洩
1時間後 4~8%
2時間後 8~17%

一般的な腎機能検査(血液と尿)

尿素窒素: 8~23 mg/dl
 腎機能の低下で尿素窒素の排泄が低下し血液中の値が上昇
 高値が原因で尿毒症

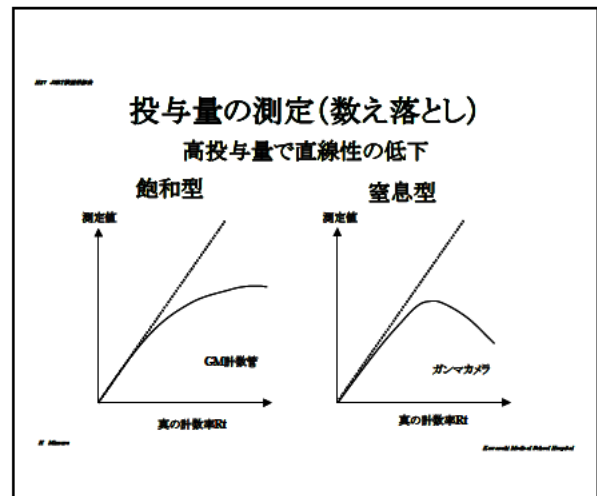
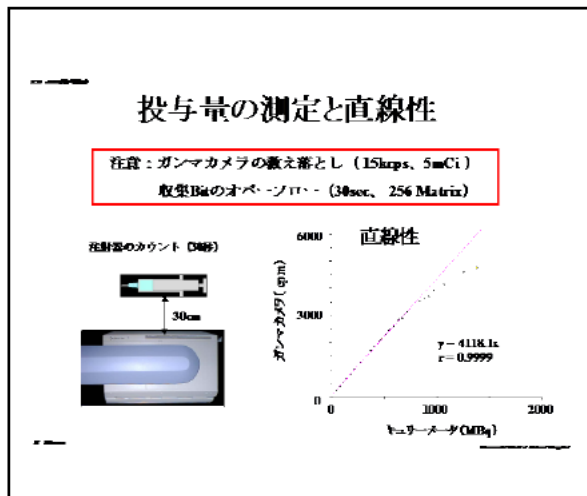
クレアチニン: 男 0.8~1.3 mg/dl 女 0.6~1.1 mg/dl
 腎障害で筋肉中のエネルギー代謝物であるクレアチニンの排泄が
 低下し血液中の値が上昇

尿酸: 男 3.8~7.5 mg/dl 女 2.4~5.8 mg/dl
 排泄機能の低下と尿酸生成の促進で血液中の値が上昇
 高値が原因で痛風

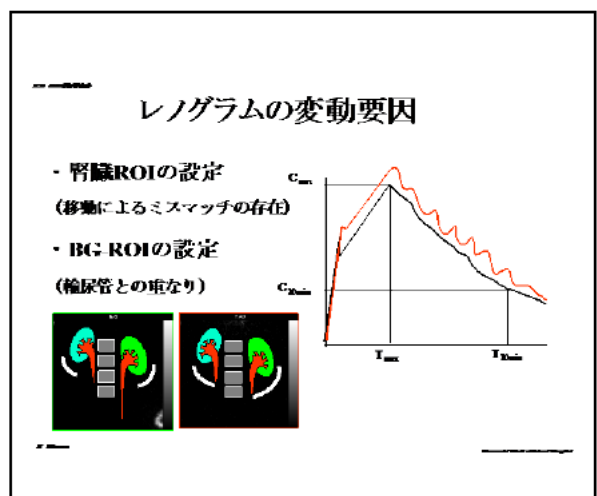
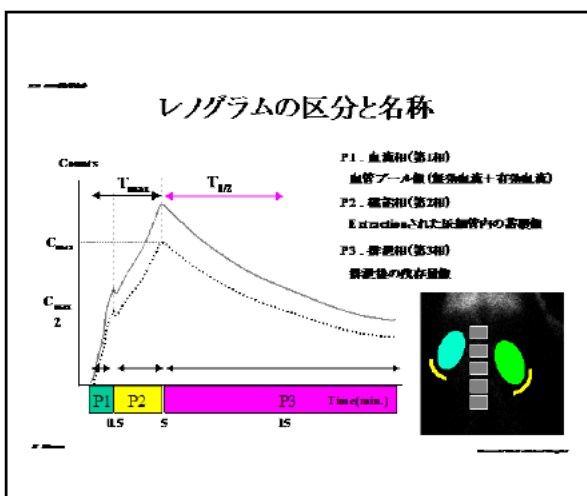
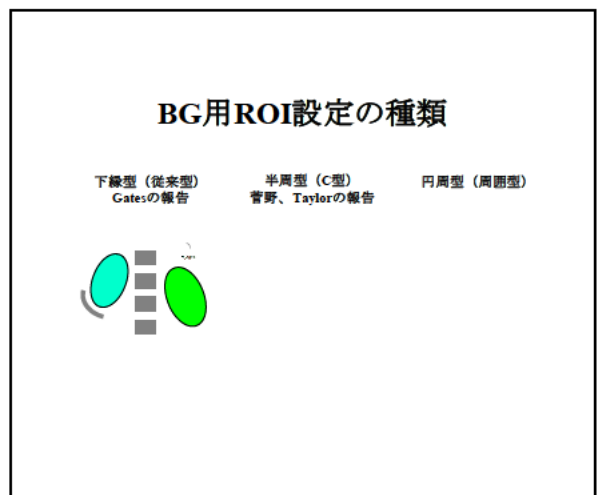
尿蛋白: ネフローゼ等の腎疾患により血液中に含まれる蛋白が尿中に漏出
潜血: 腎臓、膀胱、尿道の炎症や結石、腫瘍、前立腺炎等で尿中に血液を検出
尿糖: 糖尿病などの指標で一定量以上の尿中漏出
ウロビリノーゲン: 色素が腸内細菌で還元され(2+)以上で肝障害

分腎・総腎機能解析の注意点

1. 投与量の測定
(数え落とし、オーバーフロー、減衰補正)
2. 関心領域 (ROI) の設定
(呼吸性移動、腎臓とBG設定位置、画像加算の範囲)
3. 減弱補正法の選択
(実測法、推定法)
4. 摂取率の算出とモデル選択
(減衰補正、質量、回帰式に用いる1点採血法)



- ### 分腎・総腎機能解析の注意点
1. 投与量の測定
 (数え落とし、オーバーフロー、減衰補正)
 2. 関心領域 (ROI) の設定
 (呼吸性移動、腎臓とBG設定位置、画像加算の範囲)
 3. 減弱補正法の選択
 (実測法、推定法)
 4. 摂取率の算出とモデル選択
 (減衰補正、残量、回帰式に用いる1点採血法)



分腎・総腎機能解析の注意点

1. 投与量の測定
(散え落とし、オーバーフロー、減衰補正)
2. 関心領域 (ROI) の設定
(呼吸性移動、腎臓とBG設定位置、画像加算の範囲)
3. 減衰補正法の選択
(実測法、推定法)
4. 摂取率の算出とモデル選択
(減衰補正、残量、回帰式に用いる1点採血法)

減衰補正のための腎深さ計測

腎臓の深さ算出法

Tonnesenらの算出式

左腎: $D_L = 13.2x + 0.7$ (cm)
右腎: $D_R = 13.3x + 0.7$ (cm)

伊藤 (綱) らの算出式

左: $D_L = 17.05x + 0.13$ (cm)
右: $D_R = 16.55x + 0.66$ (cm)

伊藤 (和) らの算出式

左: $D_L = 14.0285x^{0.7554}$ (cm)
右: $D_R = 13.6361x^{0.6996}$ (cm)

内山らの算出式

左腎: $D_L = 0.36T - 0.08$ (cm)
右腎: $D_R = 0.32T + 0.87$ (cm)

Taylorらの算出式

左: $D_L = 161.7x + 0.27y - 9.4$ (mm)
右: $D_R = 153.1x + 0.22y + 0.77$ (mm)

$x = \text{体重 } W \text{ (kg)} / \text{身長 } H \text{ (cm)}$
 $y = \text{年齢 (成人)}$
 $T = \text{腹厚}$

腎の深さ算出法 (小児用)

Gordonの算出式

$$D \text{ (cm)} = 0.0742W + 2.3$$

W: 体重 (kg)
H: 身長 (cm)
Y: 年齢

Tauzeの算出式

$$D \text{ (cm)} = (0.82W - 0.36H - 0.06Y + 61.088) / 10$$

Raynaudの算出式

$$D \text{ (cm)} = 2.366 + 0.083W - 0.281H \quad 0 \sim 9 \text{ 歳}$$

$$D \text{ (cm)} = 3.686 + 0.028W - 0.248H \quad 9 \sim 19 \text{ 歳}$$

新生児の腎機能は成人の約30%
生後半年から1年で成人の機能値に
小児の投与量 = 成人投与量 $\times (Y+1) / (Y+7)$

算出法の差異による腎深の比較

(例) 45 years
175cm, 65kg
100counts

	Depth(cm)		Correction Counts	
	Lt.	Rt.	Lt.	Rt.
Tonnesen	5.60	5.64	235.6	237.0
US				
伊藤 (綱)	6.46	6.81	268.7	283.5
伊藤 (和)	6.64	6.82	276.2	283.9
CT				
Taylor	6.28	6.75	261.4	280.9

実測と各種推定による腎深の比較

	Rt renal depth	Lt renal depth
CT計測値	6.65 ± 1.15 [cm]	6.58 ± 1.19 [cm]
Tonnesen	5.39 ± 0.81	5.35 ± 0.81
伊藤 (和)	6.55 ± 0.79	6.36 ± 0.83
伊藤 (綱)	6.49 ± 1.01	6.14 ± 1.04
内山	5.84 ± 0.91	6.46 ± 1.03
Taylor	6.92 ± 0.96	6.53 ± 1.02

* ANOVA Scheffé

分腎・総腎機能解析の注意点

1. 投与量の測定
(数え落とし、オーバーフロー、減衰補正)
2. 関心領域 (ROI) の設定
(呼吸性移動、腎臓とBG設定位置、画像加算の範囲)
3. 減弱補正法の選択
(実測法、推定法)
4. 摂取率の算出とモデル選択
(減衰補正、残量、回帰式に用いる1点採血法)

腎摂取率-クリアランス相関法

$$\text{腎摂取率 (\%)} = \frac{\int R(t) dt / e^{-\lambda t} + \int L(t) dt / e^{-\lambda t}}{\% \text{ Injection dose} \times \text{投与 RI 量 (注射器のカウント数)}} \times 100$$

摂取率算出の積分時間: 1~2 min, 1.5~2.5 min, 2~3 min
BG用のROI設定位置: 腎臓下極型, C型, 全周型

腎摂取率を用いた回帰式の種類

Schlegel法 ($^{125}\text{I-OIH}$: 1-2min, 下極-ROI, Tonnesen)
 $\text{ERPF} = (\text{Cr.I} \times \text{Y}^2) / \text{ID} \times 100$

Gates法 ($^{99\text{m}}\text{Tc-DTPA}$: 2-3min, 下極-ROI, k-Itoh)
 $\text{GFR} = 9.81272 \times \% \text{ID} - 6.82519 \dots 1983\text{年}$

Taylor法 ($^{99\text{m}}\text{Tc-MAG}_3$: 2-3min, C型-ROI, Tonnesen)
 $\text{ERPF} = 8.242 \times \% \text{ID} - 8.04$

伊藤法 ($^{99\text{m}}\text{Tc-DTPA}$, $^{99\text{m}}\text{Tc-MAG}_3$: 1.5-2.5min, 下極-ROI, k-Itoh)
 $\text{GFR} = 13.15 \times \% \text{ID}^{0.787}$
 $\text{cTER}^* = 11.621 \times \% \text{ID} - 21.579 \times 1.73 / \text{BSA} \dots \text{adult}$
 $\text{cTER}^* = 19.459 \times \% \text{ID} + 11.258 \dots \text{children}$

RUNQ法 ($^{99\text{m}}\text{Tc-MAG}_3$: 1-2min, C型-ROI, k-Itoh)
 $\text{cTER} = 9.825 \times \% \text{ID} + 11.258$
 %ID: renal uptake Y: renal depth ID: injection dose

腎摂取率を用いた1コンパートメント解析

$$\frac{dB(t)}{dt} = -k \times B(t)$$

D (投与量) = R(t) + B(t)

$$\int_{t_1}^{t_2} R(t) dt = D \times \int_{t_1}^{t_2} (1 - e^{-kt}) dt \Rightarrow \text{RUR} = (t_2 - t_1) + (e^{-kt_1} - e^{-kt_2}) / k$$

$k = \alpha \times (e^{\beta \times \text{RUR}} - 1)$	積分時間	α	β
RUR: Renal uptake rate (T-Itoh)	1-2min	0.49026	1.35315
	2-3min	0.29544	1.32081

CL_{MAC} (血漿クリアランス) = $k \times \text{分布容積} \times 1.73 / \text{BSA}$
 分布容積 \approx 循環血漿量 小川の式 $(a \times \text{H}^3 + b \times \text{W} + c) \times (1 - \text{Ht}) \times 100$
 Dissmannの式 $\text{BSA} / 0.608 \times 1000$
 (body surface area) BSA: Du Boisの式, BSA: Haycockの式

2-compartment 解析法 (測定精度は採血回数に依存)

$$\text{Clearance} = \text{ID} \cdot a \cdot b / (A \cdot b + B \cdot a) = 0.693 \cdot \text{ID} / (A \cdot T_{1/2a} + B \cdot T_{1/2b})$$

ID: 全投与量 (cpm)
 K_1 と A: 細胞外液への拡散の勾配とY軸切片 (cpm/ml) (fast component)
 K_2 と B: 腎実質からの排泄の勾配とY軸切片 (cpm/ml) (slow component)
 T_p, T_s : FCとSCの半減期

まとめ

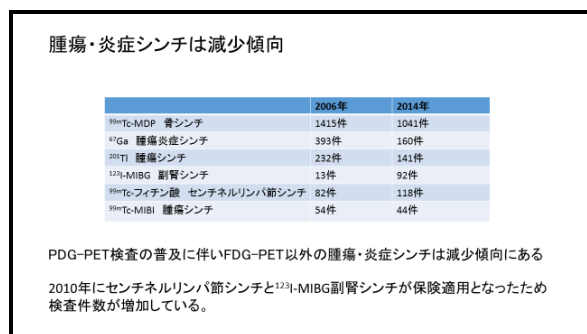
- 核医学検査は、総腎・分腎機能の評価に加えて利尿負荷やカプトルル負荷検査が可能である。
- 腎臓とBGのROI設定は、シネモードで確認する。
- 減弱補正に用いる腎深の推定式は、その特性を理解して使用する。
- 摂取率法に1回採血法を追加する意味は大きい。

核医学担当業務に必要な知識と技術 —腫瘍・炎症系シンチー

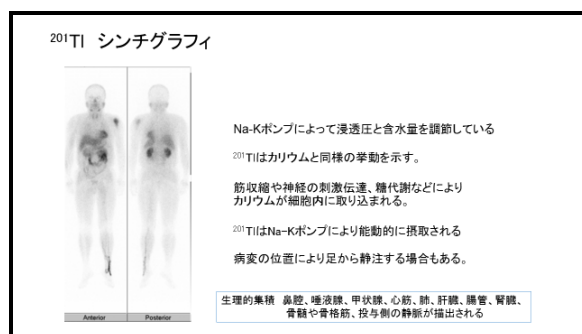
金沢大学附属病院 放射線部 米山 寛人

1. はじめに

PDG-PET 検査の普及に伴い FDG-PET 以外の腫瘍・炎症シンチは減少傾向にある。2010 年にセンチネルリンパ節シンチと ^{123}I -MIBG 副腎シンチが保険適用となったため検査件数が増加している (図 1)。



(図 1) 腫瘍・炎症シンチの検査件数

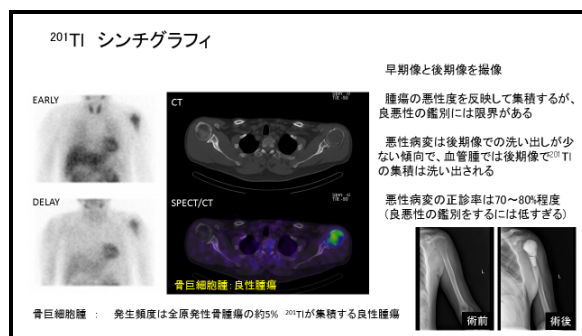


(図 2) ^{201}Tl の集積機序

^{201}Tl は腫瘍の悪性度を反映して集積するが、良悪性の鑑別には限界がある。悪性病変は後期像での洗い出しが少ない傾向で、血管腫では後期像で ^{201}Tl の集積は洗い出される。悪性病変の正診率は 70~80%程度で良悪性の鑑別をするのは難しい (図 3)。

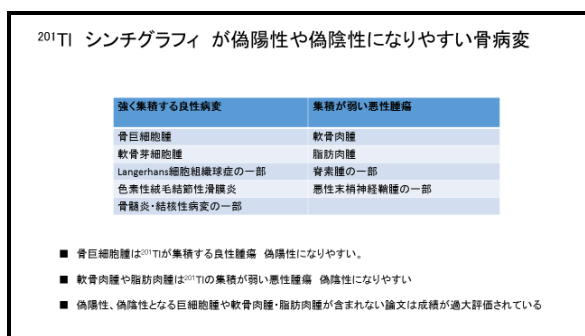
2. ^{201}Tl シンチグラフィ

^{201}Tl シンチでは、早期像に全身像とプラナ像 (腫瘍と心臓)、腫瘍の SPECT/CT 像および 3~4 時間後にプラナ像 (腫瘍と心臓)、腫瘍の SPECT 像を撮像する。 ^{201}Tl はカリウムと同様の挙動を示し、筋収縮や神経の刺激伝達、糖代謝などにより Na-K ポンプで能動的に細胞内に摂取される。生理的集積部位は鼻腔、唾液腺、心筋、肺、肝臓、腸管、腎臓、骨盤、骨格筋、投与側の静脈が描出される (図 2)。そのため、病変の位置により足から静注する場合もある。



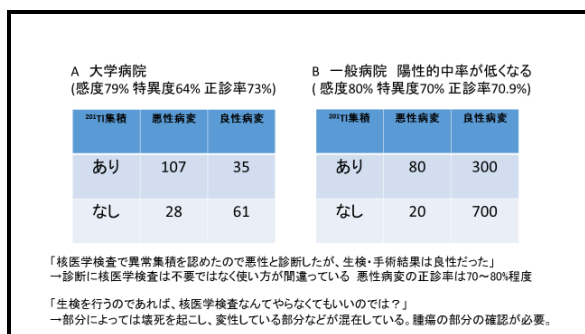
(図 3) ^{201}Tl は早期像と後期像を撮像

骨巨細胞腫は ^{201}Tl が集積する良性腫瘍で偽陽性になりやすい。軟骨肉腫や脂肪肉腫は ^{201}Tl の集積が弱い悪性腫瘍で偽陰性になりやすい (図 4)。



(図 4) 偽陽性や偽陰性になりやすい骨病変

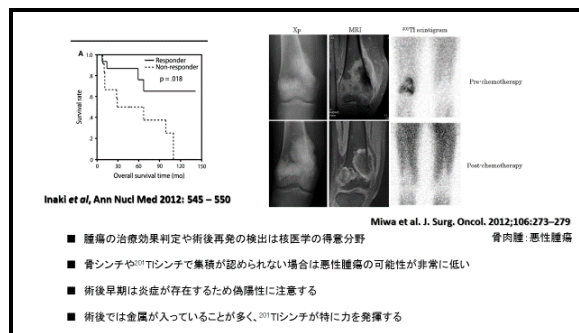
大学病院よりも一般病院の方が良性病変の患者が多く、陽性的中率が低くなる傾向にある。「核医学検査で異常集積を認めたので悪性と診断したが、生検・手術結果は良性だった」という意見が聞かれるが、診断に核医学検査が不要ではなく使い方が間違っている。悪性病変の正診率は70~80%程度である。「生検を行うのであれば、核医学検査なんてやらなくてはいいいのでは？」という意見も聞かれるが、部分によっては壊死を起こし、変性している部分などが混在しているため腫瘍の部分の確認が必要である(図5)。



(図 5) ²⁰¹Tl による良悪性の鑑別は困難

腫瘍の治療効果判定や術後再発の検出は核医学の得意分野である。骨シンチや²⁰¹Tl シンチで集積が認められない場合

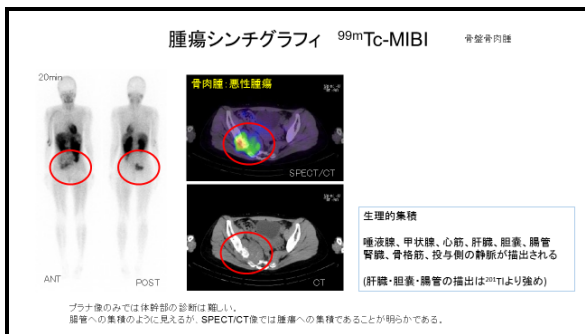
は悪性腫瘍の可能性が非常に低い。術後早期は炎症が存在するため偽陰性に注意する。また、術後では金属が入っていることが多く、²⁰¹Tl シンチなどの核医学検査が特に力を発揮する(図6)。



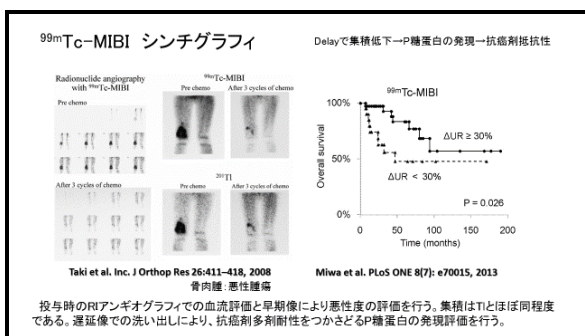
(図 6) ²⁰¹Tl による治療効果判定

3. ^{99m}Tc-MIBI シンチグラフィ

^{99m}Tc-MIBI シンチでは、早期像に RI アンジオグラフィ像とプラナ像(腫瘍と心臓)、腫瘍の SPECT/CT 像および 3~4 時間後にプラナ像(腫瘍と心臓)、腫瘍の SPECT 像および心筋の Gated SPECT を撮像する。プラナ像のみでは体幹部の診断は難しく、SPECT/CT 像により集積部位が明らかになる。生理的集積部位は唾液腺、甲状腺、心筋、肝臓、胆嚢、腸管、腎臓、骨格筋、投与側の静脈が描出される。肝臓や胆嚢、腸管の描出は ²⁰¹Tl よりも強めである。投与時の RI アンジオグラフィでの血流評価と早期像により悪性度の評価を行う。集積は Tl とほぼ同程度である。遅延像での洗い出しにより、抗癌剤多剤耐性をつかさどる P 糖蛋白の発現評価を行う(図7,8)。

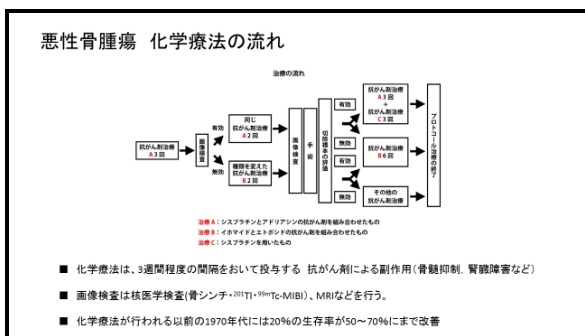


(図 7) ^{99m}Tc -MIBI による腫瘍シンチ



(図 8) ^{99m}Tc -MIBI による腫瘍シンチ

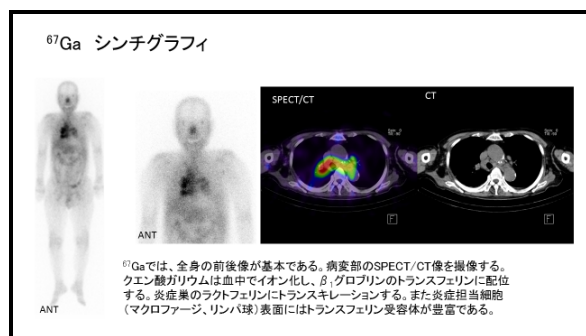
悪性骨腫瘍の化学療法は抗がん剤による副作用の骨髄抑制や腎機能障害を防ぐため 3 週間程度の間隔をおいて投与する。治療効果判定の画像検査は骨シンチ、 ^{201}Tl 、 ^{99m}Tc -MIBI、MRI などを行う。化学療法の効果が認められない場合は別の抗がん剤に切り替える。化学療法が行われる以前の 1970 年代には 20% 程度の生存率であったが現在では 50~70% にまで改善している (図 9)。



(図 9) 悪性骨腫瘍 化学療法の流れ

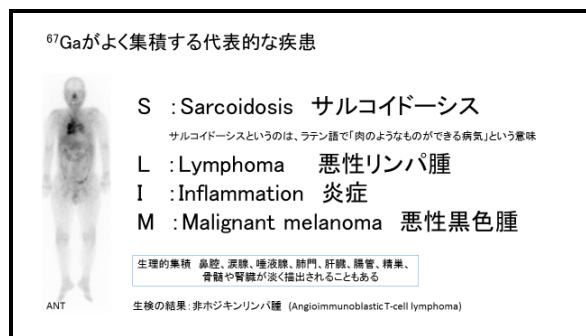
4. ^{67}Ga シンチグラフィ

^{67}Ga シンチは全身像が基本であり、病変があれば SPECT/CT 像を追加する。クエン酸ガリウムは血中でイオン化し、 β_1 グロブリンのトランスフェリンに配位する。炎症巣のラクトフェリンにトランスキレーションする。また炎症担当細胞 (マクロファージ、リンパ球) 表面にはトランスフェリン受容体が豊富である (図 10)。



(図 10) ^{67}Ga シンチの集積機序

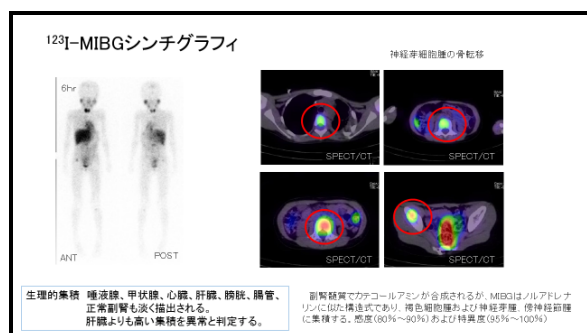
^{67}Ga がよく集積する代表的な疾患として S (Sarcoidosis:サルコイドーシス)、L (Lymphoma:悪性リンパ腫)、I (Inflammation:炎症)、M (Malignant melanoma:悪性黒色腫) があり、生理的集積部位は鼻腔、涙腺、唾液腺、肺門、肝臓、腸管、精巣、骨盤や腎臓が淡く描出されることもある (図 11)。



(図 11) ^{67}Ga がよく集積する疾患

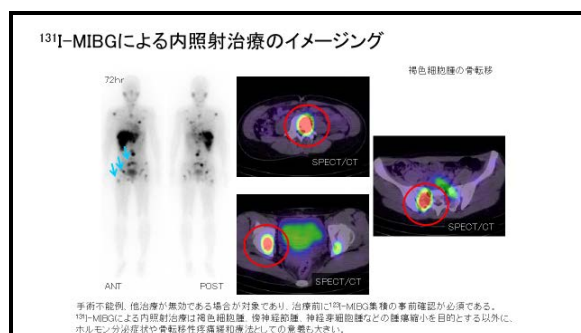
5. ^{123}I -MIBG シンチグラフィ

^{123}I -MIBG シンチでは、全身像を 6 時間後および 24 時間後に撮像し、24 時間後に SPECT/CT 像を撮像する。副腎髄質でカテコールアミンが合成されるが、MIBG はノルアドレナリンに似た構造式であり、褐色細胞腫および神経芽腫、傍神経節腫に集積する。感度は 80~90% および特異度は 95~100% である。生理的集積部位は唾液腺、甲状腺、心臓、膀胱、腸管、正常の副腎も淡く描出される。肝臓よりも高い集積を異常と判定する (図 12)。



(図 12) ^{123}I -MIBG シンチグラフィ

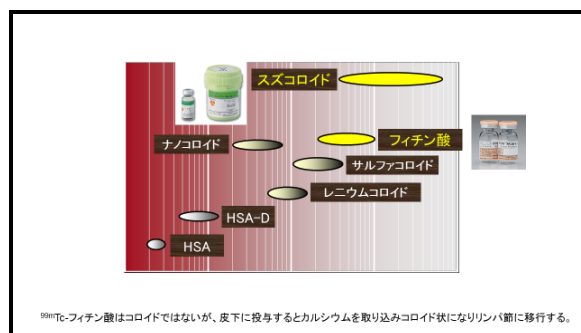
当院では ^{131}I -MIBG による内照射治療を行っており、手術不能例や他の治療が無効である場合が対象であり、治療前に ^{123}I -MIBG 集積の事前確認が必須である。 ^{131}I -MIBG による内照射治療は褐色細胞腫、傍神経節腫、神経芽細胞腫などの腫瘍縮小を目的とする以外に、ホルモン分泌症状や骨転移性疼痛緩和治療としての意義も大きい (図 13)。



(図 13) 内照射治療のイメージング

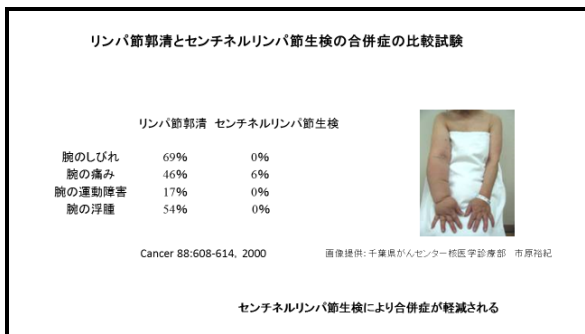
6. センチネルリンパ節シンチグラフィ

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -フィチン酸センチネルリンパ節シンチでは、プラナ像を 10 分後および 3~4 時間後に撮像し、3~4 時間後に SPECT/CT 像を撮像する。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -フィチン酸はコロイドではないが、皮下に投与するとカルシウムを取り込みコロイド状になりリンパ節に移行する (図 14)。



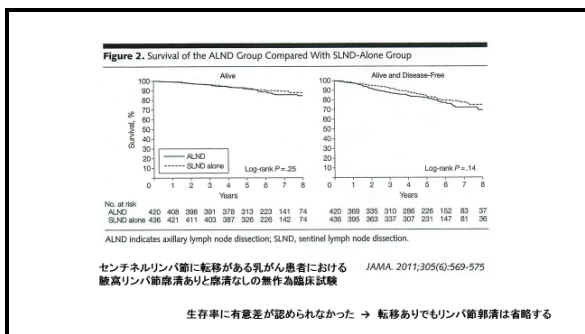
(図 14) $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -フィチン酸の集積機序

最初に転移する可能性が最も高いセンチネルリンパ節を検索し、生検 (病理診断) すれば領域全体のリンパ節の指標となる。リンパ節郭清とセンチネルリンパ節生検の合併症の比較試験では腕のしびれや痛み、運動障害、浮腫などの合併症がセンチネルリンパ節生検により軽減される (図 15)。

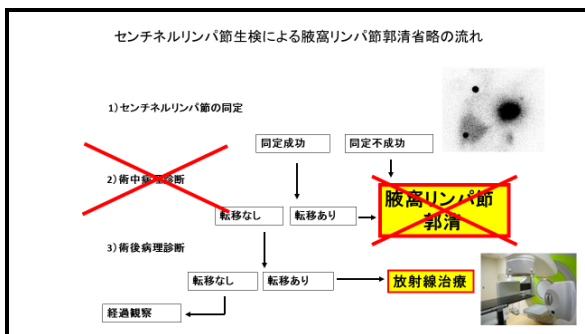


(図 15) センチネルリンパ節生検によるリンパ節郭清の省略で合併症が軽減

センチネルリンパ節に転移がある乳がん患者における腋窩リンパ節郭清ありと郭清なしの無作為臨床試験の結果より、両者の生存率に有意差が認められなかったため、当院では 2014 年より転移のある場合でも腋窩リンパ節郭清を行わず、腋窩部の放射線治療を行うことになった (図 16, 17)。

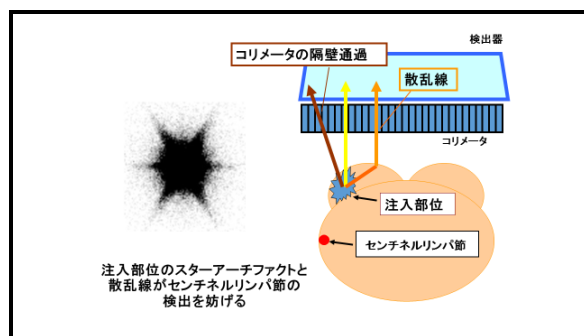


(図 16) 腋窩リンパ節郭清ありと郭清なしの無作為臨床試験

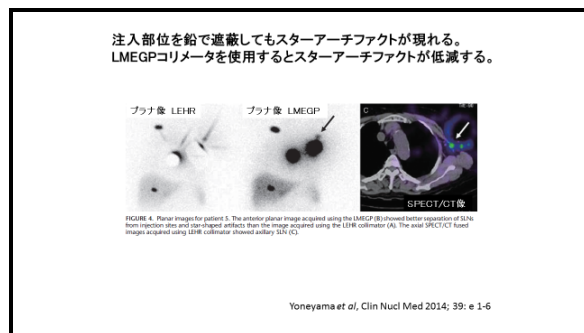


(図 17) 腋窩リンパ節郭清省略の流れ

センチネルリンパ節シンチグラフィにおいて注入部位のスターアーチファクトと散乱線がセンチネルリンパ節の検出を妨げる。そのために注入部位を鉛で遮蔽するが、LEHR コリメータだと注入部位を鉛で遮蔽してもスターアーチファクトが現れる。LMEGP コリメータを使用するとスターアーチファクトが軽減する (図 18, 19)。

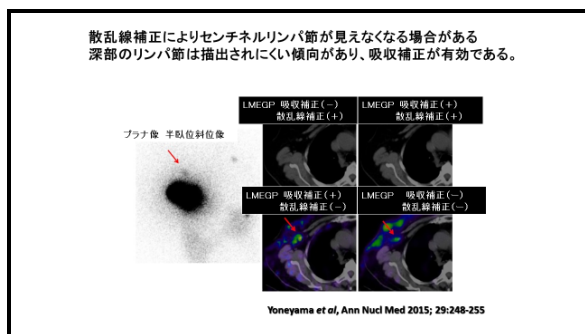


(図 18) 注入部位のスターアーチファクト



(図 19) LMEGP コリメータの使用によるスターアーチファクトの低減

SPECT/CT を撮像することによりセンチネルリンパ節の解剖学的位置の同定が容易になるが、散乱線補正によりセンチネルリンパ節が見えなくなることがある。また、深部のリンパ節は描出されにくい傾向があり、吸収補正が有効である (図 20)。



(図 20) 散乱線補正により SPECT/CT 像のセンチネルリンパ節が検出できなかった症例

臨床画像による評価ではセンチネルリンパ節の検出率は SPECT/CT 像において散乱線補正なし、吸収補正ありが最も検出率が高くなり、プラナ像よりも検出率が高くなった。しかし散乱線補正をかけることにより注入部位近傍のセンチネルリンパ節のカウントが低下したため検出率は低下した (図 21)。

56症例の臨床画像による評価 センチネルリンパ節の検出率

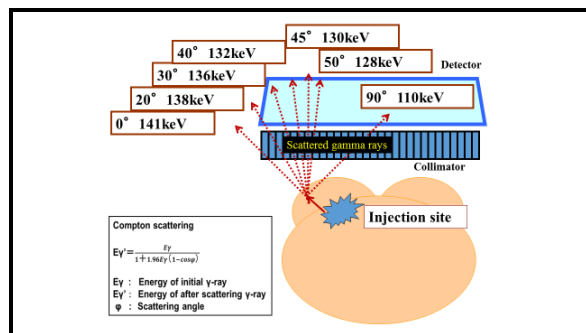
		減弱補正	
		あり	なし
散乱線補正	あり	78.6% (44/56)	78.6% (44/56)
	なし	98.2% (55/56)	89.3% (50/56)
プラナ像		94.6% (53/56)	

Yoneyama et al, Ann Nucl Med 2015; 29:248-255

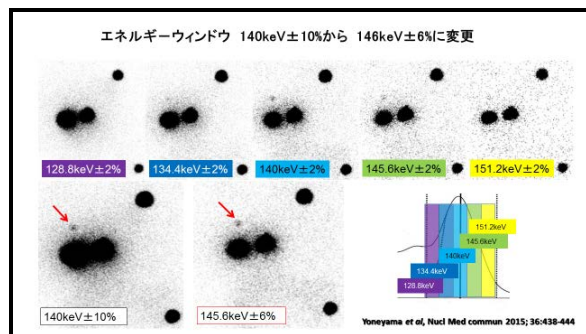
(図 21) SPECT/CT 像の散乱線・吸収補正とセンチネルリンパ節の検出率の変化

注入部位からの散乱線のエネルギーはその散乱角度により異なる。散乱角度が大きいほど散乱後のガンマ線のエネルギーが低くなる (図 22)。通常エネルギーウィンドウでは低いエネルギーの部分

も含まれているため散乱線が多く含まれる。エネルギーウィンドウを従来の $140\text{keV} \pm 10\%$ で撮像していたが、高エネルギー側にややシフトさせた $146\text{keV} \pm 6\%$ を使用することによりコントラストが改善した (図 23)。



(図 22) コンプトン散乱におけるガンマ線のエネルギーと散乱角度の関係



(図 23) エネルギーウィンドウを $140\text{keV} \pm 10\%$ から $146\text{keV} \pm 6\%$ に変更

7. まとめ

FDG-PET の普及により FDG-PET 以外の腫瘍核医学検査は減少している。また、核医学検査での腫瘍の良悪性の鑑別には限界がある。しかし、腫瘍の治療効果判定や術後の再発の検出は核医学の得意分野である。適切な SPECT/CT 像の撮像条件を設定することが重要であり、薬剤の集積機序や性質を正しく理解して、正しく使用すれば有用な検査になる。

核医学担当業務に必要な知識と技術 —消化管シンチ—

岡山済生会総合病院 画像診断科
県立広島大学大学院 総合学術研究科
長谷川大輔

1. はじめに

消化管シンチの種類は、肝アジアロシンチ、肝胆道シンチ、消化管出血シンチおよびタンパク漏出シンチなど多岐にわたっているため、今回は肝アジアロシンチを中心に述べる。

2. 肝臓の基礎知識

図 1 から 7 に、肝臓の基礎的な知識を示す。肝切除の基準、肝予備能および肝切除後肝不全の考え方は、肝アジアロシンチを用いて術後残肝機能を測定する際に必須の知識であるため、専門書を参考にして学習する必要がある。肝切除後肝不全は、2010 年に International Study Group of Liver Surgery (ISGLS) によって「術後 5 日目以降の総ビリルビン上昇・プロトロンビン時間延長」と定義され、その重症度を Grade A から C に分類された。この基準は新たな国際基準として今後広く用いられる可能性がある。

3. アシアロシンチの運用方法

図 8 から 24 に、アシアロシンチの基礎と当院の運用方法を示す。収集方法は、ダイナミック収集および SPECT 撮像が広く行われている。薬剤投与 30 分を過ぎると、肝機能が良好な症例では胆道排泄が始まるため、検査は可能な限り 30 分以内に終わらせる必要がある。また、ダイナミック収集の収集開始時間が、薬剤投与

前、薬剤投与直後、鎖骨下静脈に到達したタイミングなど、施設で統一する必要がある。これは、ヘパトグラム立ち上がり時間が変動することにより、定量指標に影響を及ぼすためである。得られたプラナー画像に対する心臓と肝臓の ROI の囲み方も施設で統一する必要がある。図 11, 12 に示すように、ROI の囲み方は多数の報告があるため、参考にしていただきたい。図 13, 14 に、SPECT 収集方法および画像再構成条件を示しているが、それぞれ最適な方法に関する報告はなく、装置毎に検討する必要がある。ただし、 γ 線の物理現象に対する補正（散乱・減弱）およびコリメータ開口補正は、画像の定量性を向上するため必須であると考えられる。

4. まとめ

図 26 に示すように、アシアロシンチの技術報告は非常に少ない。アシアロシンチは欧米で行われていないため、日本からエビデンスを更に発信していく必要がある。そのためにも今後、定量評価の標準化に向けた多施設による取り組みが必須と考える。

本日の内容

- 肝臓の基礎知識
- アジアロシンチの当院の運用方法
- アジアロシンチの課題と将来展望

岡山済生会総合病院

図 1

肝切除の基準

- 幕内基準は安全
 - 手術関連死亡率 0%, 合併症率 26.2%
Torzilli G, et al. Arch Surg 1999;134:984-992
- ICGは黄疸に修飾される
 - 肝門部胆管癌の多くは閉塞性黄疸を伴っている
前田敦行, 他. 胆道 2008; 22(4):500-506
 - アジアロシンチは黄疸に修飾されない
呉 勤, 他. 核医学 1996; 33:161-168
Mimura T, et al. Hepato-Gastroenterology 2001; 48:777-782

岡山済生会総合病院

図 4

肝臓がんの治療法

Liver damage	A, B			C	
	1	2, 3	4 ≤	1~3	4 ≤
Number of tumor	1	2, 3	4 ≤	1~3	4 ≤
Tumor size		3 cm ≥ 3 cm <		3 cm ≥	
Treatment	肝切除 RFA	肝切除 RFA	肝切除 TACE	肝移植	緩和ケア

肝癌診療ガイドライン2013
岡山済生会総合病院

図 2

肝予備能

- 正常な肝臓は30%しか機能していない
- 残りの70%は潜在的な機能(予備能)である

岡山済生会総合病院

図 5

肝切除の基準

胆水	非手術			
なし	あり			
血清総ビリルビン値	1.0mg/dl以下	1.1~1.5mg/dl	1.6~1.9mg/dl	2.0mg/dl以上
ICGR15分値	10%未満	10~19%	20~29%	30%以上
手術	2区域以上 2/3切除	区域切除 1/3切除	亜区域切除 1/6切除	部分切除

幕内雅敏, 外科診療 1987; 29: 1530-1536
岡山済生会総合病院

図 3

肝切除後肝不全

- いったん発症すると致命的となり得る最も重篤な合併症の一つ
- 生体肝移植以外に有効な治療法がない

術前に肝切除後の予備能評価を行うことは肝不全のリスクを下げるためにも重要。

岡山済生会総合病院

図 6

肝予備能測定方法

- Child-Pugh分類
採血結果と臨床症状より肝予備能を分類
- ICG負荷試験
色素を体内に入れることで肝予備能を測定
- アシアロシンチグラフィ
放射線医薬品を用いて肝予備能を画像化

}

全体的

全体的
&
局所的

岡山済生会総合病院

図 7

ヘパトグラム

- 心臓と肝臓にROIを設定

岡山済生会総合病院

図 10

内容

- 肝臓の基礎知識
- アシアロシンチの当院の運用方法
- アシアロシンチの課題と将来展望

岡山済生会総合病院

図 8

ROIの囲み方

- 心臓ROIは両心室(右室, 左室)を囲む。
高橋良昌, 他. 日放技学誌 2014; 70(8):799-804
- 心臓ROI内に肝臓を含まないように, そして再現性を担保するために, Lowerの閾値を高め設定する。
Koizumi M, et al. Ann Nucl Med 1992; 6(2):83-87

岡山済生会総合病院

図 11

撮像方法

- ダイナミック収集
 - 撮像機器: e-cam signature model (SIEMENS)
 - 使用薬剤: ^{99m}Tc-GSA
 - 撮像時間: 18分 (30秒間隔)
 - 正面像によるダイナミック収集

岡山済生会総合病院

図 9

ROIの囲み方

- 再現性が正方形ROIを用いることで改善
Ogasawara G, et al. Ann Nucl Med 2013; 27:487-491
- 肝臓ROIのみを使用した新たな定量指標
Miki K, et al. World J Gastroenterol 2013; 19(1):92-96

$$IOC = \frac{L(15) \times 2 - L(3) - L(27)}{L(27) - L(3)}$$

岡山済生会総合病院

図 12

撮像方法

- SPECT収集(薬剤投与20分後)
 - コリメータ：低エネルギー高分解能型 (LEHR)
 - マトリクスサイズ：128×128
 - ピクセルサイズ：3.3 mm
 - サンプルング角度：3度
 - 収集時間：12分 (2分×6回転)
 - 自動近接撮像
 - 自由呼吸下

岡山済生会総合病院

図 13

再構成条件

- 定量性が重要

再構成条件	Quantitative value (Bq/ml)
RR	0.0613
RR+AC	0.0727
RR+AC+SC	0.0816
True value	0.1004 Bq/ml

岡山済生会総合病院

図 16

再構成条件

- 分解能補正組み込み逐次近似再構成法
 - Flash 3D
 - Subsets : 6 Iterations : 15
 - Gaussian filter : FWHM = 6.6 mm
 - 減弱補正法 : CT減弱補正
 - 散乱線補正 : MEW法

岡山済生会総合病院

図 14

定量指標

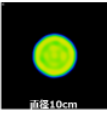
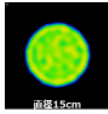
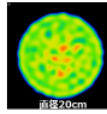
- HH15, LHL15, ICG(GSA)を算出
 - 血中消失率 $HH15 = \frac{H(15)}{H(3)}$
 - 肝集積率 $LHL15 = \frac{L(15)}{L(15)+H(15)}$
 - $ICG(GSA) = 175 \times LHL15 - 172.55$

岡山済生会総合病院

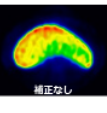
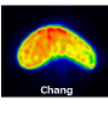
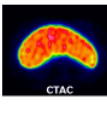
図 17

減弱補正法

- Chang法の特徴

* 唐敷中央病院 松友先生より提供
- 最適な減弱補正法の選択

岡山済生会総合病院

図 15

定量指標

- ICG(GSA)の換算式は施設間で異なる
 - $ICG(GSA) = 105 - LHL15 \times 101$
Tomiyasu S. et al. JJGS 2000; 33: 579-583
 - $ICG(GSA) = 119.6 - LHL15 \times 117.2$
Shima Y. et al. JJGS 2012
 - $ICG(GSA) = 114 - LHL15 \times 108$ (liver damage A)
 - $ICG(GSA) = -41 + HH15 \times 103$ (liver damage B)
Kawamura H. et al. JJGS 2004; 37: 14-20

岡山済生会総合病院

図 18

臨床例

- 70歳代 女性
- 主訴は検診時の腹部超音波検査で肝内胆管の拡張を指摘された
- 閉塞性黄疸の疑いで精査

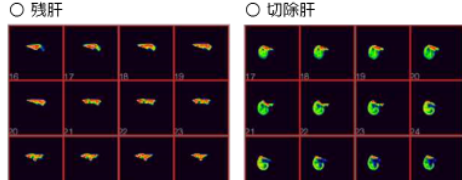
岡山済生会総合病院

図 19

臨床例

- アシアロシンチ

○ 残肝 ○ 切除肝



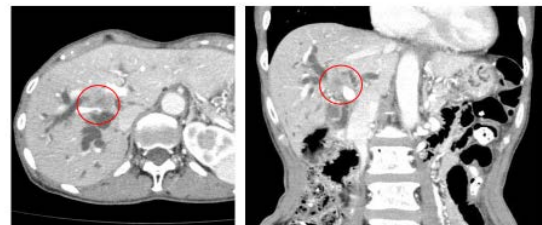
拡大右葉切除後の残肝推定ICG (GSA) = 28.8%

岡山済生会総合病院

図 22

臨床例

- CT画像



肝門部胆管癌疑い

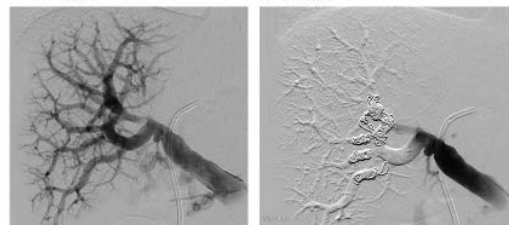
岡山済生会総合病院

図 20

臨床例

- 門脈塞栓術

○ 塞栓前 ○ 塞栓後

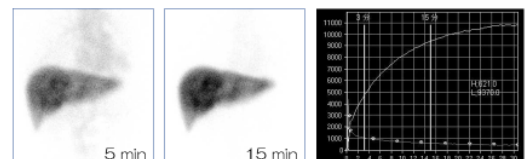


岡山済生会総合病院

図 23

臨床例

- アシアロシンチ



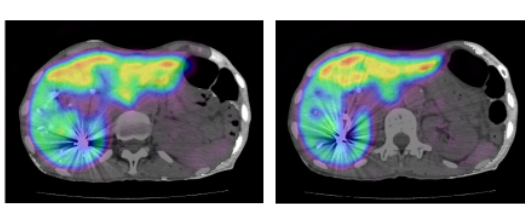
HH15 = 0.578 LHL15 = 0.938 ICG(GSA) = 8.4%
*ICG R15 = 18.8%

岡山済生会総合病院

図 21

臨床例

- アシアロシンチ(門脈塞栓後)



拡大右葉切除後の残肝推定ICG (GSA) = 18.3%

岡山済生会総合病院

図 24

本日の内容

- 肝臓の基礎知識
- アシアロシンチの当院の運用方法
- アシアロシンチの課題と将来展望

岡山済生会総合病院

図 25

定量指標の問題

- 標準化に向けた取り組みが必要
 - 肝癌診療ガイドライン2013年版
 - ・ 一般肝機能検査とICG負荷試験(grade B)
 - ・ アシアロシンチは組織学的肝障害度分類に優れている
 - ・ 血液所見や画像所見など総合的な判断が必要

定量指標の標準化に向けた取り組みを行い多施設による前向き検討が望まれる。

岡山済生会総合病院

図 28

技術的な問題

- 技術的な報告が少ない (64本中3本)

Category	Percentage
clinical	92%
technical	5%
others	3%

*キーワード: GSA, 2006-2014年 PubMed使用

岡山済生会総合病院

図 26

将来展望

- 三次元画像から定量指標の算出

- 二次元画像では過大評価または過小評価される
- SPECT画像を利用した定量指標(LUV_(BSA)など)

Yilei M. et al. Ann Surg Oncol 2015; 22(4):1301-1307
Yoshida M. et al. Jpn J Radiol 2012; 30:255-262

岡山済生会総合病院

図 29

定量指標の問題

- 施設間で用いる定量指標が異なる
 - コンパートメントモデル解析を利用

秀毛範至, 他. 臨床核医学 2006; 39(4): 56-58
Shunda D. et al. Nucl Med Commun 2013; 34(9): 893-899
 - 肝集積率の評価

Koizumi K. et al. Ann Nucl Med 1992; 6(2): 83-87
Yoshida M. et al. Jpn J Radiol 2012; 30:435-441
 - 時間放射能曲線から算出

Miki K. et al. World J Gastroenterol 2013; 19(1):92-96

岡山済生会総合病院

図 27

まとめ

- 肝臓に関する臨床知識
- アシアロシンチの定量指標
- ROIの囲み方に注意
- SPECT撮像および再構成条件の最適化
- 今後標準化に向けた取り組みが必要

岡山済生会総合病院

図 30

新しい心筋血流解析ソフトウェア“カーディオレポ。”

富士フイルム RI ファーマ株式会社 学術企画部
石川 丈洋

1. はじめに

臨床診断を助けるコンピュータソフトウェアは、computer-aided diagnosis あるいは診断治療の意思決定までを支援するという意味では clinical decision support system と呼ばれています¹⁾。

現在、心筋血流 SPECT 検査では心筋血流の評価に加え、心電図と同期させ、心周期の各位相の画像を得ることで心機能（ポンプ機能、壁運動など）の評価を行うことが一般化してきています。心筋血流と心機能はいずれもリスク評価における重要な指標であり、1つの検査で両方の指標を評価できるメリットは大きいと言えます。

これらの指標を定量的に解析するためには専用のソフトウェアが必要です。日本国内では Cedars Sinai Medical Center の Germano らが開発した Quantitative Gated SPECT (QGS)²⁾、および Quantitative Perfusion SPECT (QPS)³⁾が最も普及していますが、他にも Emory 大学で開発された Emory Cardiac Toolbox、Michigan 大学で開発された 4DM-SPECT などが利用されています。

なお、画像診断を行う上での大前提は原画像を丁寧に読影し異常の有無を判断することであり、異常の有無や程度を判断する際に、主観的な要素あるいは個人差を避けるためにソフトウェアによる客

観的な評価を参考にすることは有用ですが、不安定な結果しか出せないソフトウェアあるいは解析精度の低いソフトウェアは、むしろ適格な判断の妨げとなることが懸念されます。

そこで、適切に構築された標準データベースに加え、エキスパートの経験もが組み込まれたソフトウェアが有効に活かされるならば、本来の目的である診断支援ソフトウェアとしての役割を果たすこととなります。また、読影に精通したエキスパートの医師にとっても、多数の症例の読影が必要とされる日常業務において、核医学・放射線系の読影医や循環器医の診断精度向上、読影の個人差を解消できることは大きな利点となると考えられます。

2. 開発の経緯

カーディオレポ[®] (cardioREPO) は Gothenburg 大学 (スウェーデン) の臨床生理核医学 Edenbrandt 教授のもとで作られた人工ニューラルネットワーク (Artificial Neural Network, ANN) を用いた心臓解析法のプロトタイプ⁴⁻⁵⁾をもとに、金沢大学の中嶋憲一先生とスウェーデンの EXINI Diagnostis 社および富士フイルム RI ファーマ株式会社の共同開発により 2014 年 7 月に公開された心筋血流解析ソフトウェアです。公開当初は研究利用を目的としたソフトウェア

としてリリースしていましたが、2014年11月の医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律（医薬品医療機器法）の施行を受け、医療機器プログラムとしての認証申請を行い、2015年5月に認証を取得しています。（認証番号: 227ADBZX00090000）

3. ソフトウェアの特徴

1) ANN を用いた虚血診断

cardioREPO の従来のソフトウェアと異なる最大の特徴が ANN を用いた虚血診断です。

ANN では、例えば人間がたくさんの情報を統合して脳で判断するのと同じような過程、すなわちトレーニングとその適用の過程を経て、最終的診断に達する過程をコンピュータで実現しています（図1）。

通常、心筋血流 SPECT 画像から虚血を判定する際、負荷と安静の画像のカウント分布の比較、欠損の広がり、その大きさなど、様々な所見を読んで診断に用いています。人工知能のひとつである ANN は多数の特徴量に基づいて、ちょうど人間が診断するように総合的に虚血の有無を判定させる手法です。この方法が成功するためには、心筋血流 SPECT 画像上の異常の有無を多数症例で学習させる過程が必要となりますが、cardioREPO では約 1,000 例の ^{99m}Tc -MIBI による心筋血流 SPECT データから構築された患者データベースが学習に用いられています。

このような ANN の判定においては正解の定義が重要となりますが、

cardioREPO では正解を熟練した医師がどのように読むかという結果を正解と定義しています。すなわち、「冠動脈の有意狭窄部=SPECT 所見も異常」というような判定基準で学習が実施されているわけではありません。

2) 左室機能解析

心電図同期心筋血流 SPECT による左室機能解析においては、再現性が良くかつ精度の高い容積や駆出分画の算出が求められます。

左室輪郭抽出は解析プロセスの最も重要なステップであり、ソフトウェア毎に様々なアルゴリズムが用いられていますが、cardioREPO では欠損やノイズがあっても輪郭抽出の成功率が高いアルゴリズムとして左室全体の形状を active-shape model (ASM) で決定する方法を採用しています（図2）。更に cardioREPO では小心臓にも対応できる輪郭抽出方法も採用されています。

cardioREPO のプロトタイプを用いた検討⁶⁾では、男性と女性、通常と小さいサイズの心臓の比較においても同様の駆出分画が算出されることが確認されています。前述の QGS では小心臓の輪郭抽出が適切に行われないことが多く、収縮末期容積の過小評価がしばしば問題となっていました。cardioREPO では小心臓に対しても精度の高い解析が可能であり、本邦の高齢女性の約7割以上が小心臓である状況を考えるとそのメリットは大きいと考えられます（図3）。なお、駆出分画の正常値については、男女別の容積の正常値とともに、ソフトウェアの結果画面内に標準値として表示されます。

3) データベースに基づくスコアリング

cardioREPO では標準データベースに基づくスコアリングを採用しており、論文などのエビデンスでも使用されている summed stress score (SSS), summed rest score (SRS), summed difference score (SDS) の自動算出が可能です。スコアリングには日本核医学会ワーキンググループが作成した心筋血流 SPECT 標準データベース (JSNM 標準) ⁷⁾ を用いており、虚血量や予後評価におけるスコア計算にも対応しています。

4) Fourier 変換による位相解析

位相解析は 1980 年台に心電図同期心プールシンチグラフィが多くの施設で施行されていた当時は標準的な手法ですが、その後の心プール検査数の減少と共に利用される機会が少なくなっていました。しかし、近年においては心電図同期心筋血流 SPECT への応用が再評価され、心臓再同期療法 (CRT) などの適応決定における機械的非同期性 (dyssynchrony) の評価が注目されています。

心プールにおける位相解析が局所の容積変化あるいはカウント変化をもとにして計算しているのに対して、cardioREPO では壁厚変化すなわち心筋のカウント変化を元に計算を行っています。

この方法を用いることで、心電図同期心筋血流 SPECT データであっても結果が安定するものと期待されています。さらには、負荷-安静時の心機能の変化を観察し、壁運動を定量する際にも利用が可能です (図 4)。cardioREPO では Polar Map の画素ごとに位相解析する他のソ

フトウェアと同様の方法に加え、17 セグメントでの壁運動解析も同時に行われます。cardioREPO で求めている各指標の正常値を表 1 に示します。

4. 実臨床における有用性

1 か月以内に冠動脈造影 (CAG) と心筋血流 SPECT が施行された多肢病変を含む虚血性疾患 106 例 (70±10 歳、M/F=65/41) を対象に cardioREPO の虚血診断能についての検討が報告されています。⁸⁾

cardioREPO の自動スコアリングについて QPS との一致性を検討した結果、SSS、SRS、SDS とともに QPS との良好な相関が得られ、また、ANN により検出された異常領域と読影熟練者による診断との比較を行った結果、虚血と異常領域の診断精度は読影熟練者の結果を正解とした場合 ROC AUC=0.88 および 0.97 と高い診断能が示されています。

5. おわりに

cardioREPO は他のソフトウェアにはない ANN の利用や日本人データに適合した仕様、dyssynchrony 解析などの新しい視点を採用したソフトウェアです。医療機器プログラムとして日常診療に役立てていただければ幸いです。

*参考文献

- 1) Lomsky M, et al. Evaluation of a decision support system for interpretation of myocardial perfusion gated SPECT. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2008; 35(8): 1523-9.
- 2) Germano G, et al. Automatic quantification of ejection fraction from gated myocardial perfusion spect. *J Nucl Med*. 1995;36:2138-2147.
- 3) Germano G, et al. A new algorithm for the quantitation of myocardial perfusion SPECT. I: technical principles and reproducibility. *J Nucl Med*. 2000;41:712-9.
- 4) Johansson L, et al. Computer-aided diagnosis system outperforms scoring analysis in myocardial perfusion imaging. *J Nucl Cardiol*. 2014;21(3):416-23.
- 5) Edenbrandt L, et al. Area of ischemia assessed by physicians and software packages from myocardial perfusion scintigrams. *BMC Med Imaging*. 2014 Jan 31;14:5.
- 6) Nakajima K, et al. Improved quantification of small hearts for gated myocardial perfusion imaging. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2013; 40(8): 1163-70.
- 7) Nakajima K, et al. Creation and characterization of Japanese standards for myocardial perfusion SPECT: Database from Japanese Society of Nuclear Medicine Working Group. *Ann Nucl Med* 2007; 21: 505-511.
- 8) Nakajima K, et al. Diagnostic Performance of Artificial Neural Network for Detecting Ischemia in Myocardial Perfusion Imaging. *Circ J* 2015; 79: 1549-1556.

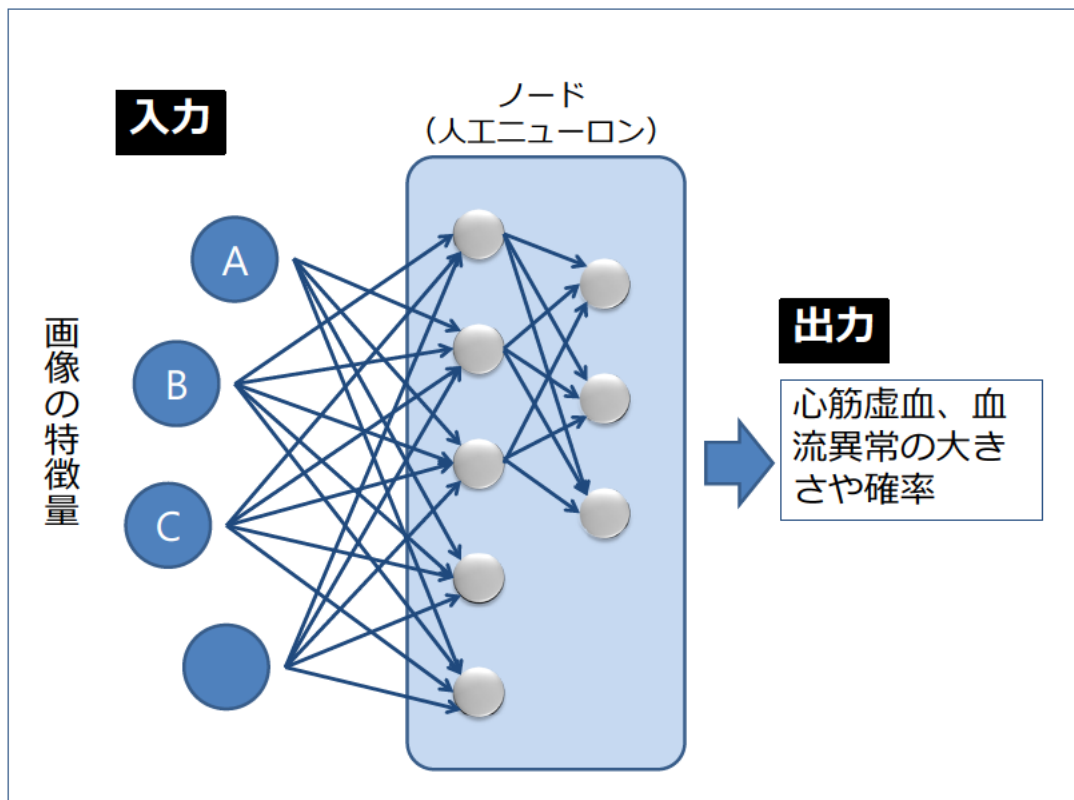


図1 人工ニューラルネットワーク



図2 Active shape model

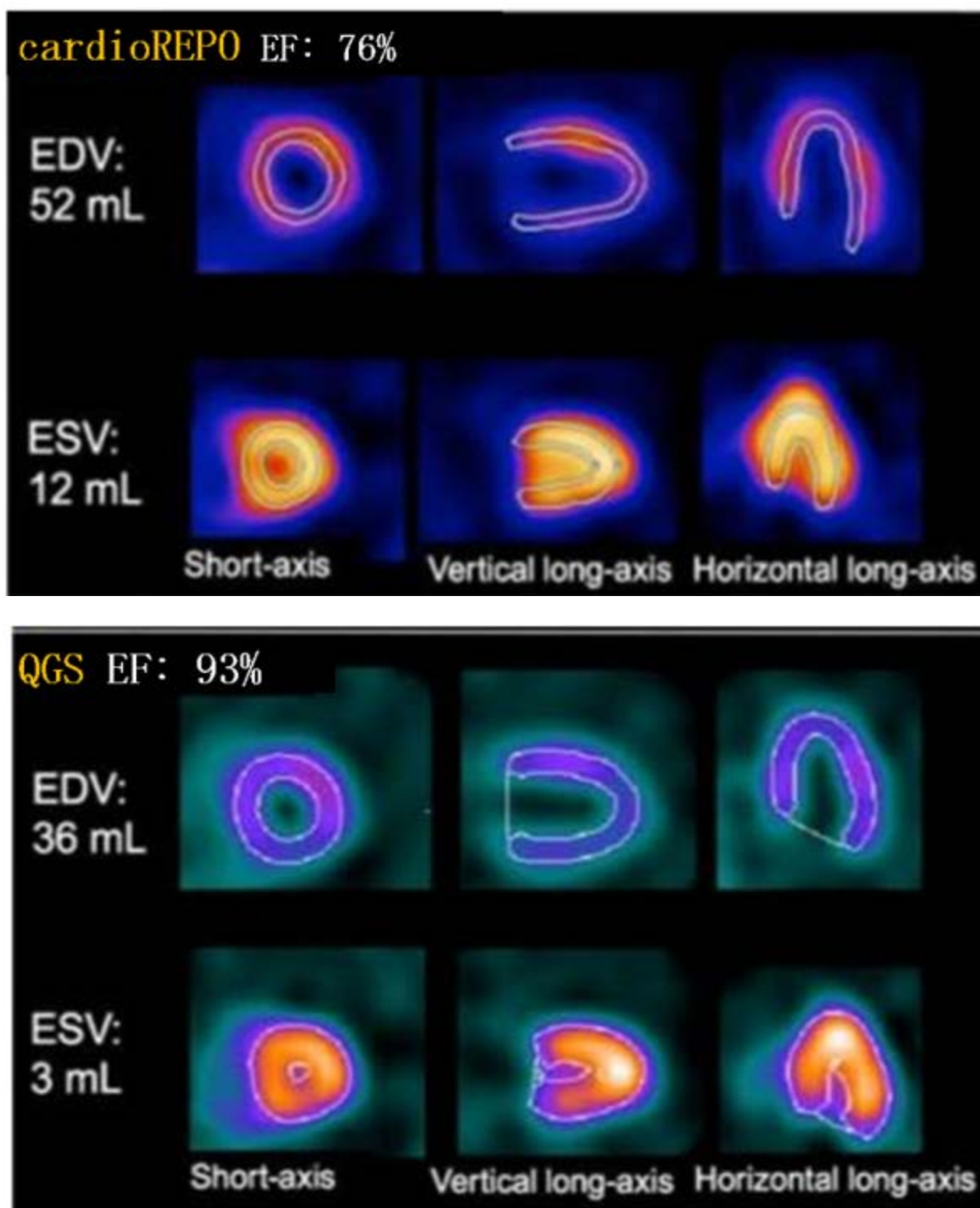


図3 小心臓における左室輪郭抽出
 (78歳 女性 small heart 症例、心エコー: EDV = 64mL、ESV = 15mL、EF = 77%)

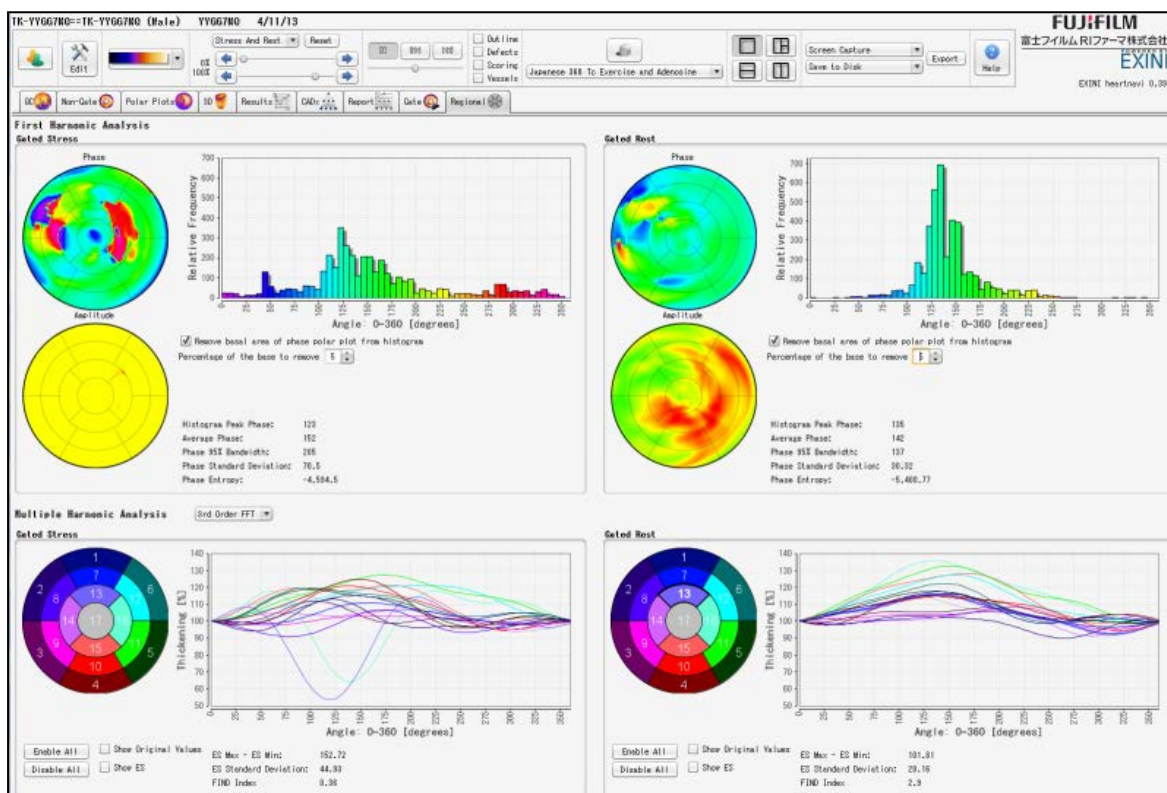


図 4 cardioREPO による局所心機能解析

● 対象: JSNM 血流標準データ (Tc-99m 心筋血流製剤)

	Mean (M)	M+2SD	解 説
位相解析指標			
Bandwidth (deg)	40	64	位相の95%が含まれるバンド幅
Phase SD (deg)	10.3	17.0	位相の標準偏差
Entropy (0-1)	0.43	0.56	位相の乱雑さを計算する指標
局所壁運動指標			
MDTES (%)	8.8	16.0	局所収縮末期時間の最大差
DTES-LS (%)	1.8	5.0	側壁/中隔の収縮末期時間差
SDTES (%)	2.3	4.0	局所収縮末期時間の標準偏差

表 1 位相解析指標の正常値

藤田保健衛生大学 市原研究室紹介

医療科学部 放射線学科 市原 隆

1. はじめに

藤田保健衛生大学は、1964年に設立され、現在は医学部、医療科学部（放射線学科・臨床検査学科・臨床工学科・看護学科・リハビリテーション学科・医療経営情報学科）、3つの教育病院、5つの研究所から構成される総合医科大学です。キャンパスは名古屋市中心部から名鉄とバスで約45分、地下鉄とバスで約50分の距離の愛知県豊明市にあります。

本研究室は我が国最初の4年制の診療放射線技師養成課程として開設された放射線学科に所属しています。放射線学科の定員は55名で愛知、岐阜、三重、静岡を中心に全国から学生が入学しています。

2. 建学の理念と研究室紹介

2-1. 獨創一理

「一人ひとりの想像力が新しい時代を切り拓く力となり得ること」を建学の理念としています。教授陣はこの理念を実践し「良き医療人」の育成をめざし、きめ細やかな指導を行うことが求められています。

2-2. 市原研究室

本研究室は2008年から私（市原）と夏目貴弘講師の二人で運営しています。2015年度の学生は、学部4年生（卒研生）が6名、大学院修士課程1年生が3名、2年生が1名、博士課程1年生が1名です。本研究室の修士学生は在学中に第1

種放射線取扱主任者試験の合格を必須要件にしています。近年は卒研生含む研究室メンバー全員が取得している状況が続いています。

研究テーマは(1) SPECT/CT・PET/CT画像定量解析の基礎的及び臨床的評価、(2) SPECT/CT 骨シンチ画像の定量性の改善による読影支援、(3) 脳、心筋、肝臓、膵臓等の動態 SPECT・PET 及び、その造影 CT、造影 MRI、X線アンギオ画像を用いた動態解析の基礎的及び臨床応用研究、(4) 各種診断装置により得られる経時的動態画像から対象臓器の機能を示す指標を用いて画像化する機能図作成に関する研究。このような多岐にわたる医用画像処理を当大学病院の放射線科をはじめ、各専門科との共同研究として MATLAB を用いて行っています。放射線技師にとって、MATLAB は簡単に各社診断装置の臨床画像を読み込んだり DICOM ビューワーへ出力することができ、さらに画像処理のプログラミング操作方法がとても簡単で理解しやすい特長があります。MATLAB を習得してもらうべく当研究室オリジナルの導入教育プログラムを用意しています。卒研時と修士1年の早期に導入教育をマンツーマン指導で始め、On the Job トレーニング方式で身につくよう指導しています。希望者には、卒業や修了後に本格的に臨床解析研究ができるよう継続的な支援をしています。現在、当研究室で作成

した MATLAB ソフトが共同研究企業のワークステーションと連携して動作し、ソフトの検証や臨床評価が簡便にすすめられる環境の構築を計画しています。研究室での学生と教員の活発な交流をすすめるために頻繁に学会参加や親睦会を行っています。オフタイムの楽しい活動など詳しくはホームページをご覧ください。

（“藤田保健衛生大学 市原研究室”で検索ください）

3. 最後に

診療放射線技師を志す学生さんは本学を選択肢のひとつに考えて頂ければ幸いです。このような研究室の紹介を行う機会を与えていただきました関係者の皆様どうもありがとうございます。今後とも本学、放射線学科そして市原研究室へのご指導、ご鞭撻の程、よろしくお願い申し上げます。



図2 研究室親睦会で篠島探検



図1 藤田保健生大学全景
(建築予定新棟含む)

第 20 回核医学技術研修会を終えて

核医学部会委員 西村 圭弘（国立循環器病研究センター）

平成 27 年 11 月 21 日(土)、22 日(日)の日程で「第 20 回核医学技術研修会」を日本放射線技術学会 近畿支部、教育委員会との共催にて開催いたしました。今回の会場は、大阪市中心部にある一般財団法人住友病院です。講義・演習は 14 階講堂、特別会議室、ファントムの作成と実験は地下 1 階の核医学検査室と会場を分けて行いましたが専用のエレベータ等の利用によりスムーズに移動することができ、充実した演習・実験ができました。研修参加者は、本受講者の定員 20 名に対して多数の応募があり 24 名にて研修を行いました。

今回は、「SPECT/CT を体験&理解する！」として、近年導入が進んでいる X 線 CT が搭載された SPECT/CT 装置を取り上げ、SPECT/CT 装置の技術と注意点、臨床応用する場合の利用方法、限界点について講義と実機を使用した実験、さらにはワークステーションを用いた画像処理と多岐にわたる研修でありました。



研修会の一日目は、まず技術研修会の進行、運営についてオリエンテーションを行い、施設利用に関する案内、研修会スケジュール、班分け、管理区域の入室方法等について説明した後、今回のテーマである“SPECT/CT を体験・理解する！”を取り上げた経緯について解説を行いました。引き続き行った講義では、SPECT/CT 装置の技術的な解説として①「SPECT/CT 装置の技術と注意点」②「SPECT/CT の利用にあたり知っておくべきこと」として SPECT/CT 装置の技術的な解説と、問題点についてファントム実験の結果を用いて報告しました。

第 20 回核医学技術研修会報告

PECT/CT 装置の有効性については、正確な減弱補正を行える点、CT 画像との融合画像が行える点ですが、これらの機能を精度よく行うには検査ベッドの患者荷重によるたわみの影響について理解する必要性について、実験データを交えて解説を行いました。



次に SPECT/CT 装置が臨床ではどの様に利用されているのか、臨床の第一線で活躍されている放射線科医、循環器内科医の先生方に講演をお願いしました。「腫瘍領域における SPECT/CT の有用性とピットフォール」では、腫瘍領域における臨床的有用性について、多くの症例提示を交えた報告があり、「循環器領域における SPECT/CT の有用性とピットフォール」では、循環器領域における SPECT/CT 装置の利用方法、症例報告および限界点について、詳細な報告が行われました。

一日目午後からはファントムの作成、データ収集等の実験・演習を行いました。実験は SPECT/CT 装置の SPECT と CT の位置のずれをファントム作成から始め、データ収集、ワークステーションによるデータ処理まで研修者自身が行うプロトコルを作成しました。また、減弱補正については、あらかじめデータ収集を行った 3D 脳ファントムデータを研修者各自の PC にインストールし、PC 上でデータの解析を行いました。ファントム作成の作業量、演習で用いるデータ量が多く、時間内に実験・演習が終わるか危惧しましたが、受講者の班ごとの相互協力、チューターの的確なサポートにより、スケジュール通り進めることができました。



第 20 回核医学技術研修会報告

研修会 2 日目は、二つの班に分かれ演習Ⅲ、Ⅳを行いました。少人数で演習を行うことにより演習の理解度を高めることができましたと考えます。演習は「SPECT/CT を用いた減弱補正における CT 管電圧の検討」、「減弱補正の有無による濃度直線性について」について、ファントム実験データから各自の PC でデータ処理、解析を行って補正効果の評価を行いました。

研修の後半では、研修者を 4 班に分け、演習 1～4 について班ごとにデータ解析を行い、今回の演習により明らかにできた事象についてグループディスカッションを行いました。その後、各班の代表者によるグループ発表をプレゼン形式で報告し、SPECT/CT 装置の有用性と現時点での問題点について研修者全員でディスカッションを行いました。短時間のグループディスカッションでしたが、各班とも新しい視点で SPECT/CT 装置を用いた演習結果の考察が報告されていました。



第 20 回核医学技術研修会報告

今回の研修会は、SPECT/CT 装置を用いて実際にファントムの作成から SPECT、CT 収集を行い、その収集データを使って各自が画像解析ソフトウェアを起動してデータ解析して評価するというもので、SPECT/CT 装置の原理から解析評価までを理解して実践することを目指した企画です。RI 放射濃度の調整やファントムの確保、実験人数分のワークステーションの確保、スケジューリング、解析データのインポート、装置のトラブル対応など、開催準備の段階において課題が多く不安がありましたが、事前のファントム実験や解析法の解説などのシミュレーション等による準備により大きな問題もなく、スムーズに研修会を終えることができました。また、開催後のアンケート結果からも多くの参加者から「臨床業務に十分参考になる知識が得られた」との回答を得ることができました。

最後になりましたが本研修会を実施するにあたり、近畿支部をはじめ本学会の関係各位ならびに多数の関係者の多大なるご支援を頂きました。ここに改めてお礼申し上げます。また、今回研修会に参加下さった皆様が自施設、地域でご活躍されることを期待しつつ本稿を終えることと致します。



第 20 回核医学技術研修会に参加して

国保旭中央病院 診療技術部放射線科
園城 敦司



この時期としては例年より少し暖かく旅行に出かけたくなる、そんな季節となった 11 月 21 日、22 日の 2 日間で第 20 回核医学技術研修会が大阪の住友病院にて開催されました。私はこの研修会には初参加となりますが、今年は当院にも SPECT/CT 装置が導入され、ひとつでも多くの知識を吸収して今後の業務に役立たせたいと思い参加しました。ローテーションとして核医学を担当しているくらいなので知識は浅く、曖昧にしている部分が多く不安を感じていたため、とてもよいタイミングでの研修会となりました。

さて今回の研修会のテーマでもある「SPECT/CT を体験&理解する！」では講義として SPECT/CT の有用性(位置ずれや減弱補正)や管理、運営などの説明があり、SPECT/CT の特徴や利点、欠点が理解できました。

講演としては循環器と腫瘍領域のそれぞれにおける SPECT/CT の有用性とピットフォールについて、減弱補正を中心に実症例を提示して話をして頂いたため、とても分かりやすい内容でした。

実験、演習では補正による画像評価や濃度直線性、CT 管電圧の違いなどパソコンを使用して確認する作業を行いました。操作の苦手な私はチューターの方に教えていただきながら無事に終えること

ができました。過去に減弱補正の影響についてあまり評価をしていない私には、グラフを用いた結果を見てとても分かりやすく今後は積極的に使用していくべきだと感じました。実験で作成したファントムについては身近にある物を工夫して使用している事に感心をするばかり。寝台の荷重によるたわみからの SPECT 画像と CT 画像の重ね合わせの精度を装置付属の Viewer を使用して確認し便利さを実感しました。

プログラムの最後はディスカッション、プレゼンテーションでした。我々の班は話し合いよりもパソコンを使って画像を作成し比較するといった作業に時間を使った感じもしましたが、皆さんの協力ですぐに上手にまとまりました。

交流会では、他施設の方との意見交換ができた事で今後の業務への取り組みに対してのモチベーションを維持する事ができそうです。

今回の研修会は分かりやすい内容で理解度も深まりました。SPECT/CT 装置の増加が今後も予想されるため、このような研修会はこれからは必要になってくるのではないのでしょうか。

最後になりますが、この研修会にご尽力いただきました西村先生をはじめ関係スタッフの皆さまに感謝いたします。

第20回核医学技術研修会 参加印象記

慶應義塾大学病院 中央放射線技術室
増田 裕二



私、診療放射線技師になって20年ほどたちますが、核医学は新人ローテーションで数ヶ月ほどかじっただけの初心者です。『20世紀のガンマカメラにはCTは付いていなかったな』とか『PETでTOF！MRIの間違いじゃないの？』などと、素人丸出しで核医学検査に挑んだのが2年ほど前のことでした。実際のルーチン検査は先人の残したマニュアルのおかげで『ぶっちゃけ！』仕事はできてしまいます。理論など知らないまま核医学検査をこなしていましたが、大事なことを忘れていました。当院は放射線技師育成機関の実習生受け入れ機関だったのです。平成生まれの実習生たちは情け容赦なく質問をしてくる。何も知らない私は、実習生に『自分で勉強しろ』と強がりを言いながら、裏に回って教科書を調べるのですが、このまま綱渡りでは大学病院の技師としてまずいと感じたのは数ヶ月ほどたってからでしょうか。それからは実習生や後輩技師に隠れてコソ勉の毎日でした。勉強を始めると教科書で理解できないことは多々あります。ならば手っ取り早く研修会に出た方が質問もできるし、何より核医学専門技師受験のための点数も貯まる。一石二鳥じゃないかと邪な考えを持ちながら今回の研修会に参加させてい

ただきました。

今回の研修会の内容は、SPECT/CTにおけるCTとSPECTの画像重ね合わせ精度やCT管電圧と減弱補正の有無による濃度直線性などを講演や演習で確認し、班に分かれて内容を検討後、プレゼンテーションを行うものです。これらの実験はめんどくさそうなので日々の仕事に追われていると絶対にやらないと思います（中のデータを見ると深夜に収集した物もありました。講師の先生ありがとうございました）。今回は基礎データ等あらかじめ用意していただいていたので、データを整理し検討するだけで済みました。

今回の研修を日々の仕事や、実習生への指導に役立てたいと思います。最後になりますが、年上のおっさんに丁寧に指導していただいた講師の先生方。大阪での泊まりの研修会に快く送り出してくれた妻に感謝いたします。

第 20 回核医学技術研修会 「SPECT/CT を体験&理解する！」を受講して

堺市立総合医療センター
大島 康慈



当施設は今年の7月より移転に伴い新しく総合医療センターとしてスタートを切り、同時に SPECT/CT が導入され4カ月が経ちました。検査のプロトコルも一通り組むことができ検査も順調に進んでいますが、SPECT/CT を十分に活用できているのか疑問に感じながら毎日検査を行っていました。

そのような中、去る平成27年11月21日、22日の2日間にわたり SPECT/CT についての研修会に参加する機会を得ました。

今回の研修では、SPECT/CT の技術や注意点、有用性についての講義や CTAC (CT を使用した減弱補正法) について画像処理プログラムを使用しての演習、SPECT 画像と CT 画像の重ね合わせ精度の実験を行いました。実験ではファントム作成方法を教えていただき大変貴重な経験をしました。研修の最後では各班にわかれ

てディスカッションを行い、その成果を発表しました。核医学のことはよくわかっているつもりでもディスカッションを通して、いろいろな意見を聞いているうちに、まだまだ知識が足りないと思いました。特に CT の被ばくについては核医学を行う技師1人1人が勉強をしていくことが今後大切になると感じました。管電圧や線量のことについて知識を持っていないと被ばくの問題についてしっかりと知識でプロトコルを組むことが出来ないということを再認識しました。今後の SPECT/CT は被ばくのことを十分考えた検査にしていかないといけないと強く思いました。

今回のセミナーを企画運営していただいた日本放射線技術学会核医学部会および近畿支部の先生方には貴重な体験をさせていただきありがとうございました。

第 20 回核医学技術研修会 「SPECT/CT を体験&理解する！」を受講して

藤沢市民病院 医療技術部 放射線室
谷川 文一



私は技師学校を卒業して約30年近く、昨年まで核医学検査に接する機会がありませんでした。勿論、知識は30年前のまま！とはならず頭の片隅にも残っていない状態で、Gaは腫瘍だったよね？骨シンチ！Tcだよ！実習では患者さんの前面をスキャンしたら検出器を後面に移動して！カウの実習もした覚えはあるぞ！…。この程度の知識のまま配属され、そこにはPET/CT, SPECT/CTなど習ったことも無いような検査機器や、カウは何処へ行ったのやらTcはデリバリーへと！完全に浦島太郎状態……。業務内容も作業員状態であり機械の動かし方を習い、データの解析もクリックする順番を覚えるだけ…。常に現場で業務ができれば検査内容をより深く追求できるのですが会議や業務調整などで離れることが多くなかなか勉強する時間ありませんでした。そこで、日頃から勉強会やセミナーなどに参加して知識を得る努力はしていましたが、技術学会HPでこの研修会を知り藁をも掴む思いで応募し参加させていただきました。

後輩からは核医学の分野の諸先輩方々にはアクの強い人はいない！どなたも優しく穏やかに教えてくれる人達ですよ！と聞かされていましたが、まさしくその

通り！この研修会は講義から実験、演習と原理から体感できる素晴らしい研修会で、参加されていた方々もこの様な私にも丁寧なフォローをしていただきました。参加するにあたり「実験、PC持参」とあり、基礎知識も乏しく正直躊躇いたしました。皆様の親切な指導により何とか付いていくことができましたが、最後のプレゼンの担当に当たらなかったことが（くじ運）何よりの幸いでした（苦笑）。

核医学の分野で研究、開発を行うための予備知識から実験方法まで土台となるプログラムで構成されていると思います。講師の方々もメーカーや第一線で活躍されておられる方々で目から鱗のお話はかりでした。会場も交通の便が良く施設も充実していてとても素晴らしかったです。懇親会は各方面の方々と知り合える良い機会だと思います。研修会では聴けなかったことや同じ境遇の人などと語らえるとてもいい雰囲気でした。飲めない私が一人で参加しても十分得るものがありました！！最後にこのような完成度の高い研修会を運営されているスタッフの方々に感謝、お礼を申し上げますと共にこの会の更なる発展を楽しみにしております。皆様、ありがとうございました。

第 15 回核医学画像セミナーを終えて

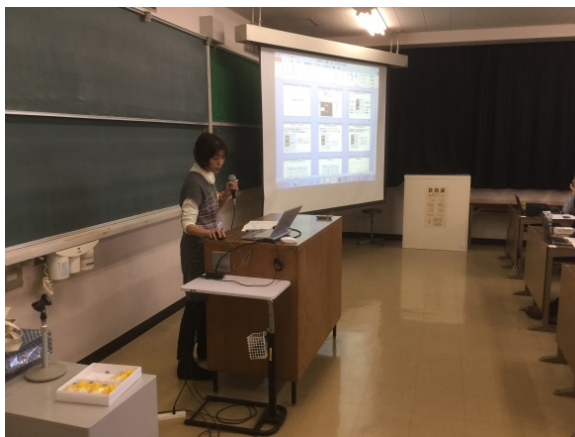
山木 範泰（日本メジフィジックス株式会社）

平成 28 年 1 月 24 日（日），第 15 回核医学画像セミナーが日本放射線技術学会核医学部会および中国・四国支部の共催で川崎医療短期大学において開催されました。当日は稀に見る寒波が来ており，天候が心配された中，多くの先生方にご参加頂きました。ありがとうございました。

今回のセミナーでは内容をリニューアルし，これまで学んできた知識と技術をデジタルファントム作成から，データ収集，画像処理，画像解析と言った一連の流れを全て受講者自らの手で行うハンズオン形式として実施いたしました。はじめに，基礎講義として「デジタルファントムの基礎，データ収集から画像処理・評価の基礎」を行い，その後，「デジタルファントム作成から画像再構成」，「収集カウントとバターワースフィルタの関係」，「空間分解能と対象物サイズとの関係」について 3 つの演習を行いました。演習は受講者を 5～6 名ずつのグループに分け，グループ内でのディスカッションを促すとともに，チューターを配置しスムーズに受講できる環境を作っていました。事前に Prominence Processor やファントムデータのダウンロードをお願いしておりましたが，受講者全員がしっかりと対応して頂き，トラブルなく演習を行う事が出来ました。演習後には，各グループの代表者から結果報告と総括が行われ，疑問点についての活発な討論も行われました。大きなトラブルもなく，最後まで意見交換が尽きない盛況なセミナーとなりました。



第 15 回核医学画像セミナー報告

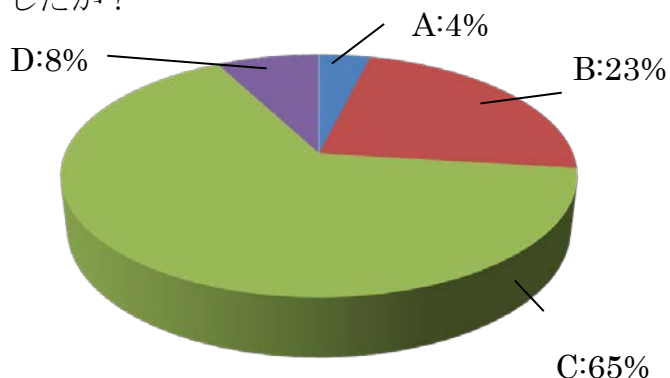


第 15 回核医学画像セミナー講習風景

15 回核医学画像セミナーアンケート結果

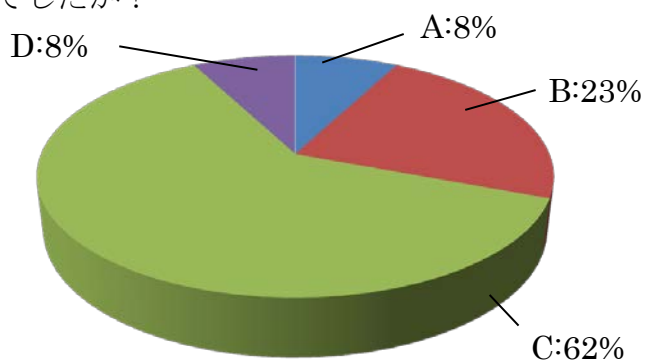
1. セミナーの難易度はいかがでしたか？

- A : 非常に難しかった 4%
- B : 難しかった 23%
- C : 適当であった 65%
- D : 簡単だった 8%
- E : 非常に簡単だった 0%



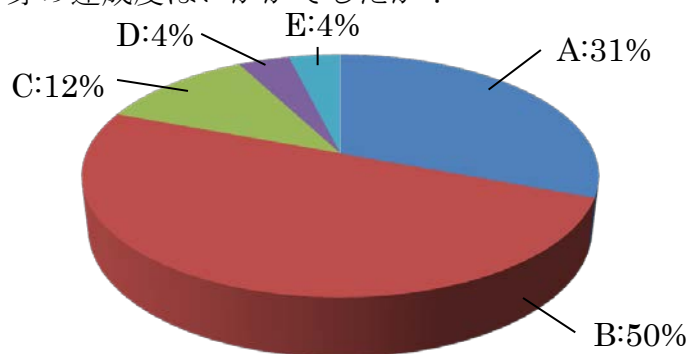
2. セミナーのボリュームはいかがでしたか？

- A : 非常に多かった 8%
- B : 多かった 23%
- C : 適当であった 62%
- D : 少なかった 8%
- E : 非常に少なかった 0%



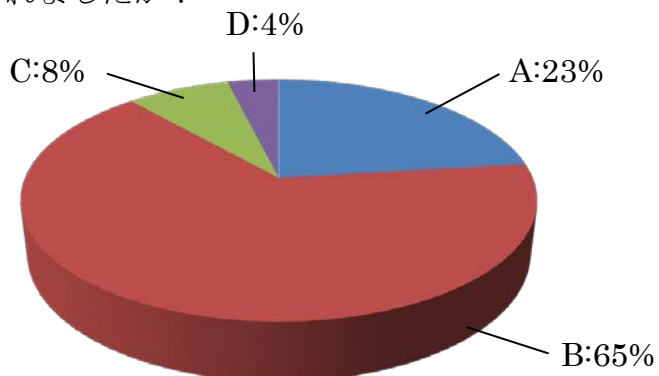
3. セミナーを受講されて、ご自身の達成度はいかがでしたか？

- A : 十分達成できた 31%
- B : ほぼ達成できた 50%
- C : どちらとも言えない 12%
- D : やや不十分であった 4%
- E : 不十分であった 4%



4. 臨床業務の参考になる知識がえられましたか？

- A : 非常に参考になる 23%
- B : 十分参考になる 65%
- C : 一部, 参考になる 8%
- D : やや物足りない 4%
- E : 全く参考にならない 0%



第 15 回核医学画像セミナー報告

本セミナーを開催するにあたり、運営等につきましては、川崎医科大学附属病院の三村浩朗先生、甲谷理温先生、会場をご提供頂きました川崎医療短期大学の林明子先生にお礼申し上げます。誠にありがとうございました。

今回は内容をリニューアルしてから初めての開催となり、テキスト、プレゼン資料等まだまだ至らないところがあったにも関わらず、講師、チューターの先生方、そして受講者のご協力のもと非常に良いセミナーを開催することが出来たと思います。次回以降についても継続して本セミナーを実施していく予定です。全国の核医学に従事する先生方のお役にたてるようなセミナーとなるよう、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。お近くで開催される場合には、是非ご参加頂きますようよろしくお願いいたします。

第 15 回核医学画像セミナーに参加して

山口大学医学部附属病院 放射線部
藤本 裕樹



平成 28 年 1 月 24 日に川崎医療短期大学において、第 15 回核医学画像セミナーが「デジタルファントムを使いこなす」をテーマに開催されました。第 15 回から内容をリニューアルされ、14 回まで学んできた知識と技術が生かされるように、ファントム作成から、データ収集、画像処理、画像解析といった一連の作業を、Prominence Processor Ver3.1 を用いて、自らの手で行うハンズオン形式でした。私は Prominence Processor をあまり触ったことがない上に、デジタルファントムを作成するということに興味を持ち、良い機会だと思い本セミナーに参加しました。当日は日本列島を大寒波が襲った悪天候であったが、岡山県は快晴で予定通りセミナーが開催され、多くの受講生が参加されていました。

オリエンテーション後、基礎講義として「デジタルファントムの基礎、データ収集から画像処理・評価の基礎」について講義を受けました。ここでは、コンピュータシミュレーションについて学び、Prominence Processor で処理可能なシミュレーションに関して学ぶことができました。また、デジタルファントムについても基礎から実験への応用まで学びました。

次に、演習1の「デジタルファントム作成から画像作成」として、本セミナーで使用する Cold, Hot ロッドのデジタルファントム(線源)の作成と、減弱係数(μ 値)画像の作成を行いました。作成したデジタルファントムを用いて、収集条件を設定し投影データの作成を行いました。全

て Prominence Processor 上で行うことができ、ファントム実験と比較して非常に簡便にできる印象を持ちました。

演習2の「収集カウントとバターワースフィルタの関係」として、演習1で作成したファントムを用いて、3 種類収集カウントを変化させたものを作成し、各々に対して、バターワースフィルタのカットオフ周波数を変化させ処理を行いました。作成したデータを NMSE 法によって評価しました。ここでは、カウントによる統計的変動の大きさとバターワースフィルタの強度の関係を把握することができました。

次に、演習3の「空間分解能と対象物サイズとの関係」として、Hot ロッドの直径を変化させたデジタルファントムを作成し、空間分解能を評価するため、円軌道で撮像した場合をシミュレーションし、軌道半径を変化させた投影データの作成と再構成を行い評価しました。ここでは、回転半径の違いと対象物の大きさによる、空間分解能の劣化に関して把握することができました。

締めくくりには班ごとに演習結果を報告し、討論および総括しました。班ごとにチューターの先生についていただき、割り振られた演習結果の何を考察したらよいかなどアドバイスをいただきながら討論することができ、セミナーの総復習には非常に良い時間でした。

最後になりますが、本セミナーの開催に際して御尽力くださった関係各位に感謝申し上げます。

第 15 回核医学画像セミナー In 岡山 に吹雪の中参加して

鳥取大学医学部附属病院 放射線部
崎本 翔太



第 15 回核医学画像セミナーに参加させていただきました。突然ですが、2016 年 1 月 24 日を覚えていらっしゃいますか？そうです、奄美市に 115 年ぶりの雪が観測された日です。米子市も最高気温が -0.4 度となり、朝は車のドアが凍結し閉まらなかったり、積雪と吹雪で視界が遮られたりと、トラブルに見舞われながらもなんとか会場にたどり着くことができました。

長い前置きになってしまいましたが、私が参加する 1 番の目的は実際に「PROMINENCE PROCESSOR」を用いて課題に取り組むことで、正しい使用方法を学び、必要となるためのために訓練することです。普段から使用すれば良いのですが、目的がなければきっかけをつかめず、またどこからはじめるべきか悩みます。そうしているうちに時間はどんどん過ぎ、いざ臨床での撮像条件の検討や研究の時に、活用することができません。セミナーでは講師やチューターの先生方のわかりやすい指導のもと、課題に取り組むことができます。また、評価の目的ごとに方法や結果がテキストにまとめられているため、復習を行うことが容易です。

内容は「デジタルファントムの基礎、データ収集から画像再構成」「収集カウ

トとバターワースフィルタの関係」「空間分解能と対象物サイズとの関係」の課題について取り組みました。

特に「デジタルファントムの作成」は、目からウロコでした。核医学のファントム実験というと、他のモダリティに比べ、たくさんのハードルが課されます。放射性医薬品の準備、実験者の被曝、ファントムの作成。また臨床データの使用に関しても、今後さらに倫理への配慮が求められます。このような環境の中で、なかなか検討を行いづらいと感じていました。しかし、デジタルファントムを使用することで、簡易的に評価が行えます。会場でも 180° 収集と 360° 収集の比較をされた方がいて、教科書に出てくるような画像が、パソコン上で簡単に作成できることに驚きました。最終的には実際に撮像し、検討しなくてはいけません。予備実験としては貴重なデータを得ることができます。あらかじめデジタルファントムを活用し、予備実験を行うことで、より適切な実験計画を立案できると感じました。

最後になりましたが、私にとって貴重な時間となりました。企画していただきました講師、チューターの先生方に厚く感謝申し上げます。

第 15 回核医学セミナーに参加して

川崎医科大学附属病院 中央放射線部
佐伯 悠介



1. はじめに

核医学部会より Prominence Processor (以下 Prominence) を用いて定期的に行われている核医学画像セミナーは、今回で 15 回を迎え新たにファントム作成から各種解析までを体験できる企画で興味があった。また開催場所が倉敷の母校である川崎医療短期大学であったため、Prominence の使用経験はなく、不安だったが参加した。

2. セミナーの内容

本セミナーは、講義「デジタルファントムの基礎、データ収集から画像処理・評価の基礎」と演習「デジタルファントム作成から画像再構成」「収集カウントとバターワースフィルタの関係」「空間分解能と対象物サイズとの関係」の 4 項目だった。また、総括ではグループで各講習の結果と考察について討論を行い、発表を行った。

3. 演習の感想

「デジタルファントム作成から画像再構成」では、Prominence を用いて任意の図形からファントムを構築した。講師の方々に指導していただけたおかげで操作は順調に行えた。「収集カウントとバターワースフィルタの関係」では、作成した。デジタルファントムの収集カウントとバターワースフィルタの最適遮断周波

数の関係を観察し、さらに Reference 画像と比較して NMSE を算出した。デジタルファントムでは Reference 画像が正確である点に興味を感じた。「空間分解能と対象物サイズとの関係」では、検出器の距離における空間分解能の劣化だけでなく部分容積効果の影響が理解しやすかった。Prominence によるデジタルファントムの収集は、実際のファントムを撮像することに比べると手間が少なく非常に優れたソフトだと感じた。

4. まとめ

今回の講習を経験して、今後は複雑なガンマカメラの基礎的な特性を Prominence を用いて一つずつ個別に理解しようと感じた。また、デジタルファントムを実際のファントムに即して作成し、その Reference 画像と実際のファントムのデータを比較し評価出来れば面白いと感じた。しかし、デジタルファントムの統計的変動（収集カウント）と実際のファントムを撮像した時の Activity および収集時間の関係を合致させることが非常に難しいポイントだと感じた。今回のセミナーを通してデジタルファントムと聞くと遥か遠い世界の事のように思っていたが、自分でも今後検討等を行いたいと感じた。セミナーに参加できて非常に有意義だった。

編集後記

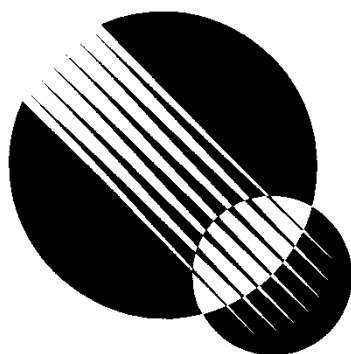
最近、図書館で古い核医学に関する書籍を読む機会があった。そこで手に取った本が「シンチグラフィの基礎と臨床：平松博・久田欣一著，1970年，金原出版株式会社」である。今から45年前，丁度ビートルズが解散した年に出版されたこの本には，本邦における核医学の源流と，現在の核医学との相違点を知るうえで重要な情報が多く記載されていた。放射性医薬品に用いられる核種としては ^{203}Hg ， $^{113\text{m}}\text{In}$ ， ^{197}Hg といった核種に関する記載が見受けられ，検査項目としては膾シンチ，胎盤シンチといった最近の教科書には登場しない項目が挙げられている。掲載されている45年以上前の臨床画像は打点方式のものが多く，我々が日常でよく見ている画像とはあまりにも異なっている。単純写真と並べるか，患者の輪郭をトレースすることで解剖的な位置関係の理解を可能としている。

その後， $^{99\text{m}}\text{Tc}$ や ^{123}I さらには ^{18}F 等の PET 核種を標識した新規放射性医薬品が多くの施設で利用可能になり，撮像に適したエネルギーの核種を用いることが可能となっている。また45年前には今後の展望として，18ビット以上のメモリ容量を持つ計算機と大容量磁気ディスク，表示用ブラウン管がデータの処理に必要であると挙げられているが，現在 PET/CT や SPECT/CT といった核医学装置が登場し，高いスペックのワークステーションがどの施設にも存在している。一方で当時既に定量的パターンの処理に向けて具体的に記述されており，シンチグラムの標準化についても検討されている。これらの分野に関しては45年経った今も，当学会や関連学会において進行中である。核医学の発展に貢献された先生方が，これほどまで明瞭に将来を見据えていたことに驚きを覚えた次第である。

日常の臨床業務を行う中で，数十年先を考えることは決して多くない。しかし学会として核医学の将来を考えることは重要である。「来年の事を言えば鬼が笑う」と言われるかもしれないが，当核医学部会でも「数十年後の核医学」を真剣に考え，新規会員やローテータに対して，核医学のモダリティに興味を持ってもらい，厳しい世間を渡って行けるような企画を実行していきたい。

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，厚く御礼を申し上げます。

(文責 花岡 宏平)



JAPANESE
SOCIETY
OF
RADIOLOGICAL
TECHNOLOGY

日本放射線技術学会 核医学部会委員

部会長	對間 博之	茨城県立医療大学
委員	飯森 隆志	千葉大学医学部附属病院
	市川 肇	豊橋市民病院
	小野口 昌久	金沢大学
	近藤 正司	(株)日立メディコ
	長木 昭男	倉敷中央病院
	西村 圭弘	国立循環器病研究センター
	花岡 宏平	近畿大学医学部附属病院
	三輪 建太	九州大学
	山木 範泰	日本メジフィジックス(株)

核医学部会誌 Vol. 37 No. 1 (通巻 72)

発行日 2016年 4月 1日

発行所 公益社団法人日本放射線技術学会
〒600-8107 京都市下京区五条通新町東入東鋸屋町 167
ビューフォート五条烏丸 3階

TEL 075 - 354 - 8989 FAX 075 - 352 - 2556

E-mail : office@jsrt.or.jp

URL : http://www.jsrt.or.jp

発行者 公益社団法人日本放射線技術学会核医学部会

E-mail : scnm-admin@umin.ac.jp

URL : http://www.jsrt.or.jp/92nm

部会長 對間 博之

編集委員 西村 圭弘, 花岡 宏平