

核医学部会誌

Vol. 39 No. 1 (通巻 76) 2018 年 4 月

CONTENTS

- 巻頭言 奥田 光一
- お知らせ
- 第 76 回核医学部会プログラム(横浜市) ミニシンポジウム 発表前抄録
「核医学実験の核心に迫る: PET 実験編」 花岡 宏平 甲谷 理温
 - 1. PET 実験を始めるための基礎知識 川崎医科大学附属病院 甲谷 理温
 - 2. 性能評価領域での研究法 群馬県立県民健康科学大学 大崎 洋充
 - 3. 脳 PET 領域での研究法 東京都健康長寿医療センター研究所 我妻 慧
 - 4. 腫瘍 PET 領域での研究法 九州大学病院 筒井 悠治
- 特別講演 Initiatives to characterize and improve quantitative imaging with positron emission tomography (PET) University of Washington Paul Kinahan
- 第 75 回核医学部会 ミニシンポジウム 発表後抄録
「核医学実験の核心に迫る: シミュレーション実験編」
 - 1. SIMIND 藤田保健衛生大学 白川 誠士
 - 2. Prominence Processor 杏林大学 松友 紀和
 - 3. PHITS 帝京大学 椎葉 拓郎
 - 4. XCAT phantom 金沢医科大学 奥田 光一
- TOPICS 「全身用半導体 SPECT-CT Discovery NM/CT670 CZT の紹介」
GE ヘルスケア・ジャパン株式会社 岡 大輔
- 大学・研究室紹介 名古屋大学大学院医学系研究科 加藤 克彦
- 第 19 回核医学画像セミナー 報告・印象記
- 第 22 回核医学技術研修会 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・部会の参加には会員カードをご持参ください。

金沢医科大学 奥田 光一

研究に行き詰まったときや、新しい研究アイデアが浮かばない場合、みなさんはどのように対処されていますか？研究者によって対処方法は千差万別だと思いますが、私は原点に戻り、何のために研究をしているのかと自問します。そうすると、いつも決まったふたつの答えが返ってきます。ひとつは人類の幸せのために、もうひとつは真実が知りたいという自己の欲求に応えるためです。今回は後者の真実を知ることについて考えてみたいと思います。

ここでの真実とは、自然法則の根幹をなす原理・原則といった大げさなものではなく、目の前にある研究課題の原因として考えます。私が核医学の研究をはじめてから10年経過しましたが、今までに真実にたどり着けた研究課題はひとつもありません。研究の全体を表すパズルはほぼ完成しますが、真実が数ピース足りない状態で残ってしまうのです。この原因は明らかで、ラジオアイソトープが確率現象に基づいた物質であることが事の発端です。さらにこのラジオアイソトープを複雑なシステムから成り立っているヒトに投与し、そこから体内の情報を取り出すことは容易ではなく、確信のある真実を導き出すことがどれだけ困難であるかはみなさんご存知の通りです。

真実がベールに包まれているため私は核医学研究が神秘的に見え（ることもあり）ます。研究を続けている中で真実を垣間見たような錯覚に触れ、もう一度この感覚を体験したくなるのです。そこで、私たちは様々な道具を使って真実に近づく努力をします。ファントムや統計学はそのいい例ではないでしょうか。シンプルな形状のものや複雑な解剖学的形状のアクリルフントムは、核医学機器の性能評価や臨床画像の最適な作成条件および解析方法の決定には不可欠です。また、統計学は確率変動に基づくデータの中から真実により近い結果を選択するヒントを与えてくれます。一般的に自然科学は普遍性を扱うため、原理・原則を疑うことはありませんが、応用科学である核医学はこのように与えられた結果を様々な側面から考察することで真実に近づきます。さらに、開発が続けられているモンテカルロ・シミュレーションコードに加え、デジタルファントムを自作することが可能となり、核医学実験のシミュレーションが容易に行えるようになってきました。これらの核医学シミュレーションも実験結果から真実に近づくためのアプローチの一つとして利用することができるパワフルなツールです。

今回の核医学部会誌には第75回核医学部会のミニシンポジウム「核医学実験の核心に迫る：コンピュータシミュレーション編」の発表後抄録が紹介されています。抄録を通してシミュレーション実験の魅力が伝われば幸いです。また、本年度から核医学シミュレーションに関する学術班研究を推進する予定ですので、本抄録で興味を持たれた先生がいらっしゃいましたら、一緒にシミュレーション実験をやってみませんか。

核医学部会 入会のご案内

日本放射線技術学会 核医学部会会長
對間博之（茨城県立医療大学）

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

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

核医学部会の主な活動：

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



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

核医学部会入会のメリット：

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

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

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

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

文献データベースの活用

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

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

本データベースは部会の専門性を活かして以下の特長があります。

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

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

本データベースは核医学部会HPから無料で閲覧・ダウンロード可能です。

http://nm.jsrt.or.jp/db/ronbun_DB_ver4%20_2010624

会員の研究活動の一助になれば幸いです。

お知らせ

第20回核医学画像セミナー ーデジタルファントムを使いこなすー

日本放射線技術学会 教育委員会, 核医学部会, 東北支部

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います。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います。特にファントム作成については、あらかじ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します。

日時：平成30年6月16日（土）13：00～17日（日）12：00

会場：東北大学病院 歯科セミナー室1, 2（〒980-8574 宮城県仙台市青葉区
星陵町1-1）

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。）

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

プログラム：

6月16日（土）

13：00～13：30	受付
13：30～13：50	開講式、オリエンテーション
13：50～14：50	基礎講座『デジタルファントムの基礎』、（10分間休憩）
15：00～15：50	演習1『デジタルファントム作成から画像再構成』
15：50～16：50	演習2『収集カウントとバターワースフィルタの関係』 （10分間休憩）
17：00～17：30	核医学研究サポート- あなたの疑問にお答えします -

6月17日（日）

9：30～10：00	演習3『空間分解能と対象物サイズとの関係』
10：00～10：30	データ整理、プレゼンテーション資料作成（10分間休憩）
10：40～11：30	結果報告および総括
11：30～12：00	閉講式

お知らせ

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

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

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

はじめに、申込の手順（<http://www.jsrt.or.jp/data/seminar-entry/>）をご一読ください。

※お申し込み後、登録確認メールを受信できない場合は、お問い合わせください。

申込期間：平成 30 年 4 月 9 日(月)から 5 月 25 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）をご用意ください。ノートパソコンの貸し出しは行っておりません。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://nm.jsrt.or.jp/blog.html>）より入手をお願いします。

Prominence Processor Version.3.1

（本ソフトは Mac の OS には対応していません。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ください。）

問合先：東北大学病院 診療技術部放射線部門

小田桐 逸人（おだぎり はやと）

E-mail：h-odagiri@rad.hosp.tohoku.ac.jp

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

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

お知らせ

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

日本放射線技術学会 教育委員会, 核医学部会, 近畿支部

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

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

日時: 平成 30 年 9 月 30 日 (日) 9:00~17:00

会場: 一般財団法人 住友病院 講堂 (〒530-0005 大阪府大阪市北区中之島 5 丁目 3-20)

定員: 30 名

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

プログラム (案):

08:30 ~ 09:00	受付
09:00 ~ 09:30	開講式, オリエンテーション
09:30 ~ 10:30	基礎講義 (合同)
10:30 ~ 10:45	休憩
10:45 ~ 12:15	講義: 性能評価 (初級者) 実習: ホフマンファントム作成 (中級者)
12:15 ~ 13:15	昼食
13:15 ~ 14:45	実習: 線源およびプールファントム作成 (初級者) 講義: 画質評価 (中級者)
14:45 ~ 15:00	休憩
15:00 ~ 15:45	グループディスカッション
15:45 ~ 16:45	結果報告および総括 (合同)
16:45 ~ 17:00	閉講式

お知らせ

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

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

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

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

をご一読ください。

※お申し込み後、登録確認メールを受信できない場合は、お問い合わせください。

申込期間：平成 30 年 8 月 1 日～9 月 7 日

問合先：東北大学病院 診療技術部放射線部門

小田桐 逸人（おだぎり はやと）

E-mail：h-odagiri@rad.hosp.tohoku.ac.jp

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

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

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

お知らせ

第 23 回核医学技術研修会

ーポジトロン核種を使って実験しよう！ー

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，中国・四国支部

待ちに待ったポジトロン核種を使つての PET/CT 実験の研修会が開催されます。今までの核医学技術研修会では，主に SPECT 実験を主に行ってきました。しかし，「日本放射線技術学会員の皆様からの熱い要望にお応えしよう！」と，遂に PET/CT 実験の研修会を開催することとなりました。

診療放射線技師になって初めてファントム実験をやってみようという初学者から，ファントム作成で困った経験をお持ちの方，さらに今までに何回か PET 実験を行つてみた経験者の方が一緒になって学んでみませんか？熱い二日間を共に過ごして，参加者全員がスキルアップし研究仲間を増やしましょう。

★是非，ご参加ください。

「さぬきうどん」の研修はあるのか・・・？

記

日時：平成 30 年 11 月 23 日（金・祝），24 日（土）

会場：香川大学医学部附属病院

〒761-0793 香川県木田郡三木町池戸 1750-1

定員：25 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いただきますのでご承知おきください。）

受講費：会員 12,000 円（核医学部会会員 10,000 円）
非会員 24,000 円（テキスト代含む）

研修内容（案）：講義・実習「PET/CT 実験計画の考え方」
講義・実習「PET 画像の定量」
実習 「ファントム実験」
グループディスカッション・プレゼンテーション

お知らせ

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

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

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

(<http://www.jsrt.or.jp/data/seminar-entry/>) をご一読ください。

※お申し込み後、登録確認メールを受信できない場合はお問い合わせください。

申込期間：9月頃の予定

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）をご用意ください。ノートパソコンの貸し出しは行っておりません。また，マウスを持参していただくことをお勧めします。

問合先：倉敷中央病院 放射線部
長木 昭男（ながき あきお）
E-mail：nagaki@kchnet.or.jp

＊本研修会受講の核医学専門技師認定機構の単位認定が 40 ポイントになりました。核医学部会に入会されている方は受講費が 2,000 円割引されます。これを機に核医学部会への入会を併せてよろしくお願い申し上げます。部会入会申し込みページ（<https://www.jsrt.or.jp/data/procedure/bunka-01/>）

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

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

平成 30 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 13 回 核医学専門技師認定試験

開催日 平成 30 年 8 月 4 日(土)
会場 日本医科大学 教育棟
受験料 10,000 円
申込期間 平成 30 年 3 月 1 日から平成 30 年 3 月 31 日まで

2. 第 10 回 核医学専門技師養成講座(対象: 認定試験受験予定者) 40 単位

3. 第 11 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 30 年 5 月 26 日(土)
会場 日本医科大学 教育棟
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 30 年 2 月 20 日から定員になり次第締め切る予定。

4. 平成 30 年度 核医学専門技師認定更新

(対象: 第 8 回核医学専門技師認定試験合格者および第 3 回認定更新者)

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

5. 核医学実践セミナー (対象: 核医学専門技師) 40 単位

日時、会場等 調整中(詳細が決まり次第、HP に掲載します)

*核医学専門技師実践セミナーの開催は未定です。

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

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

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

Check

核医学部会のFacebookを 開設しました！



学会公認は
核医学部会が初!!



JSRT 核医学部会

@jsrt.nm



JAPANESE
SOCIETY
OF
RADIOLOGICAL
TECHNOLOGY

核医学部会
NUCLEAR MEDICINE



🔍 検索して見つけてください(^^♪

皆様の「フォロー」や「👍 いいね！」を
お待ちしております。

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

- 部会誌やホームページよりもいち早く情報をお届け
- 情報交換会や学会会期中の様子など、FBだけの情報も
- 部会員にはイベントの招待状が届くことも・・・
- 写真や画像での情報提供が盛りだくさん
- 核医学部会に興味があるJSRT会員の方もフォロー可能
→お知り合いの方を是非、ご招待ください♪



海外講演・第 76 回核医学部会プログラム

開催日 平成 30 年 4 月 14 日(土)
開催場所 パシフィコ横浜会議センター 502

Invited Lecture 2／特別講演 2【英→日同時通訳】 14:00～15:00

司会 国際医療福祉大学 三輪 建太

「Initiatives to characterize and improve quantitative imaging with positron emission tomography (PET)」

University of Washington Paul Kinahan

核医学部会 15:00～17:00

総合司会 東北大学病院 小田桐 逸人

1. 部会報告

核医学部会長 對間 博之

2. ミニシンポジウム

司会 近畿大学高度先端総合医療センター 花岡 宏平
山口大学医学部附属病院 甲谷 理温

「核医学実験の核心に迫る： PET 実験編」

1. PET 実験を始めるための基礎知識 山口大学医学部附属病院 甲谷 理温
2. 性能評価領域での研究法 群馬県立県民健康科学大学 大崎 洋充
3. 脳 PET 領域での研究法 東京都健康長寿医療センター研究所 我妻 慧
4. 腫瘍 PET 領域での研究法 九州大学病院 筒井 悠治

核医学実験の核心に迫る：PET 実験編

近畿大学高度先端総合医療センター 花岡 宏平

山口大学医学部附属病院 甲谷 理温

2000 年以降，FDG の供給が製薬企業により行われるようになったことや，PET/CT が普及したこと，さらには保険診療が拡大されたことが相成り，現在本邦では年間 60 万件もの FDG PET 検査が施行されている．また近年では認知症を対象とした新規 PET 製剤を用いた検査が大いに注目をされており，PET 検査の医療における役割はますます大きくなることが予想されている．

一方で，PET 検査の高い定量性を担保するためには，装置の性能を把握し精度管理を行ったうえで，事前の PET 実験によって最適な収集条件や画像処理条件を見出し，臨床の状況に応じて反映させていく必要がある．

PET 実験においては，線源として短半減期の非密封放射性同位元素を用いるため，被ばくや汚染の防止と対策，ファントム作成の再現性，放射性同位元素の半減期など注意すべき点が多い．

本シンポジウムでは，PET 実験を始めるための基礎講座，性能評価領域での研究法，脳 PET 領域での研究法，腫瘍 PET 領域での研究法について 4 名のシンポジストに発表をお願いした．本シンポジウムを通じて，PET 実験を高精度かつ安全に施行するためのテクニックや目的に応じた実験方法，得られたデータを評価・考察するうえでのポイントに関してともに学び，より高度化していく PET 装置や新規 PET 薬剤を臨床利用するうえで有効に活用していただきたい．

なお本シンポジウムは，「放射線医療技術学叢書(37) 初学者のための核医学実験入門」の執筆者に講演をしていただく．事前に一読してからシンポジウムに参加されるとより理解が深まると思われる．

核医学実験の核心に迫る：PET 実験編 PET 実験を始めるための基礎知識

山口大学医学部附属病院 甲谷 理温

PET の研究は、ファントムを用いた実験と臨床データ（ボランティアを含む）を用いた臨床研究の 2 つに大別される。今回は、ファントム実験についての基礎知識を述べる。近年の PET 装置は高性能化が進み、仕様説明書どおりにスイッチを押せばキレイな PET 画像を得ることができる。しかし本当にそれでよいのだろうか？PET 画像は、検出器、データ収集方法、被検者の状態、画像再構成法および処理パラメータによって大きく異なる。PET 実験の目的は、装置の性能を熟知し、最適な撮像条件、画像処理条件などを臨床（人体）にフィードバックすることである。そのためにはファントム実験を必ず行うことが必須と思われる。また高精度で変動の少ない定量値を提供するため、常に PET 装置の精度管理を行わなければならない。さらに、新たな撮像技術などは、事前にファントム実験を行った後に臨床使用しなければならない。PET 実験に必要な知識を、1) 実験計画書、2) 実験者の放射線防護、および 3) 高精度な実験の 3 点にわたって述べる。

1) 実験計画書 「とりあえず実験をやってみよう！」の考え方は、実験精度が保てないばかりでなく実験者の無用な被ばく増大に繋がる。PET 実験に限らず高

精度の実験を行うためには、必ず実験計画書（手順書）の作成が必要である。実験計画書は、実験の目的、予想される結果、およびその評価方法など図表を交えて必ず書き込んでおく。実験計画書は、何度も書き込みを繰り返し、修正を行うことによって実験内容がより明確化される。これらの計画書は、スライド作成および論文執筆のための重要な資料となる。

2) 実験者の放射線防護 放射性同位元素 (radio isotope: RI) 実験において実験者の被ばくは、体内摂取による体内被ばくと体外被ばくとに分けられる。体内被ばくは、細心の注意を払って実験を行うことによって防ぐことが可能である。いっぽう、体外被ばくを防ぐ方法は、「短時間、距離をとる、遮蔽」の放射線防護の 3 原則を基準に考える。

3) 高精度な実験 PET 実験において、高精度の実験を行うために最も必要なことは、核種や半減期の入力および各実験に使用する装置の時刻を合わせることである。 ^{18}F の半減期を 110 分で計算することは、臨床では全く問題ない。しかしながら高精度の実験を行う上では、陽電子放出核種の半減期はできる限り正確に入力することが望ましい。

核医学実験の核心に迫る：PET 実験編 性能評価領域での研究法

群馬県立県民健康科学大学 大崎 洋充

近年、PET を取り巻く環境の取り分け大きな変化は、PET 臨床研究のためのガイドラインの策定と施設認証制度の構築であろう。ポスト FDG が本格的に臨床研究として推進され、保険適応になるための環境整備が日本核医学会等により推進されていることは、極めて有意義である。施設認証では、高い精度の PET 検査が実施可能であるか否かが、有識者の監査員によって現場訪問の上に客観的かつ厳格に審査される。施設認定を受けるためには、PET 装置および周辺機器の保守管理が適切に行われていることが必須である。現時点で撮像認証では、施設認定における性能評価の実施の有無は問われておらず、メーカー推奨の点検項目を点検頻度で適切に実施することが重要である。

一方、PET 装置の性能は日々変動し、過去の報告で経年的な性能低下およびオーバーホール的重要性が示唆されている。本邦では、日本画像医療システム工業会 (JESRA) が「PET 装置の保守点検基準(JESRA TI-0001*B-2017)」を策定しており、1) Daily QC, 2) ノーマライズおよびクロスキャリブレーション, 3) SUV 確認の極めて簡易的な定期的点検項目が推奨されている。本邦で策定された「がん FDG-PET/CT 撮像法ガイド

ライン」(以下、撮像法ガイドライン)では、1 年ごとの人体を模擬したファントム試験による画質や定量性の確認が推奨されている。これらのガイダンスは、性能評価の定期的な実施を推奨していないが、PET 装置の性能変化が取り分け年単位の長期にわたって行われる臨床研究に及ぼす影響は未だ十分に議論されておらず、PET 装置の性能変化に関して観察することが望ましいと考えられる。さらに、次世代型の半導体 PET/CT 装置が臨床に用いられるようになり、これらの PET 装置の経時的な安定性および施設間差も十分に明らかとなっておらず、PET 装置の性能評価は、我々診療放射線技師の今後の重要な研究課題となると思われる。

本邦には、National Electrical Manufacturers Association (NEMA) の性能評価および撮像法ガイドラインに準拠した解析ソフトウェア(PETquact)が開発され、ユーザー向けに公開されている。各 PET/CT 装置にインストールされた性能評価用の解析ソフトウェアが有償もしくは限定的に提供されている状況では、PETquact は性能評価領域の研究に極めて有用なツールである。

本講演では、PET 装置の性能評価法の実際および研究的意義を概説する。

核医学実験の核心に迫る：PET 実験編 脳 PET 領域での研究法

東京都健康長寿医療センター研究所 我妻 慧

脳 PET 領域のファントム実験法として明確に定められているものとしては、日本核医学会の「 ^{18}F -FDG とアミロイドイメージング剤を用いた脳 PET 撮像のためのファントム試験手順書」と「 ^{11}C -メチオニンを用いた脳腫瘍 PET 撮像のためのファントム試験手順書」がある。前者は ^{18}F -FDG を用いた認知症 PET 検査を、後者は ^{11}C と ^{18}F を標識したアミロイド PET 検査を対象としている。いずれも多施設臨床研究や先進医療を施行するにあたり、研究代表者が PET 撮像施設認証を取得する必要があると判断した場合に実施されている。しかし、これらの試験手順書の実験手法や解析法は、今後診療で実施される可能性のある PET 検査の撮像・画像再構成条件の決定や、個別の研究等に応用可能である。

^{18}F -FDG の脳 PET やアミロイド PET はいずれも脳にびまん性に分布する集積を示し、機能低下領域や特徴的な集積分布パターンから異常所見を検出する。そのため、局在的な薬剤集積を評価する腫瘍 PET とは異なる評価法が求められる。 ^{18}F -FDG とアミロイド PET の試験では、ホフマン 3D ファントムとプールファントムの 2 種類のファントムを使用する。ホフマン 3D ファントムは脳の構造を 3 次元的に模擬しており、PET 画像

の分解能を視覚的に評価可能である。また、アミロイド PET の陽性、陰性の判定で重要となる灰白質と白質のコントラストを算出できる。プールファントムは画像ノイズと視野内均一性を評価できる。薬剤の集積分布を評価するにあたって、画像ノイズや視野内の不均一性は視覚的・統計学的な評価の際に妨げになる。

メチオニン PET の試験では Brain Tumor (BT) ファントムを用いる。BT ファントムは胴体ファントムと同様に、封入されているアクリル球に放射性同位元素を満たすことで脳腫瘍を模擬することができる。胴体ファントムと異なり、10 mm 以下のアクリル球を撮像するため、同一スライス内に全てのアクリル球の中心を描出できるようにポジショニングは注意を要する。評価指標は、7.5 mm 球の描出と相対リカバリ係数、バックグラウンドの定量性、コントラストである。

本講演では、上述した脳 PET 研究で利用されるファントムを用いた実験手法と解析法を中心に、脳 PET 領域の研究を進めるうえで求められることを解説する。

核医学実験の核心に迫る：PET 実験編 腫瘍 PET 領域での研究法

九州大学病院 筒井 悠治

^{18}F -FDG-PET 検査は腫瘍や炎症の病巣診断として、臨床的に最も幅広く利用されている PET 検査のひとつであるといえる。その使用目的は、ステージング、腫瘍の良悪性診断、治療計画、予後予測や治療効果判定など多岐にわたる。こうした PET 診断を高精度に実施するためには PET 装置の性能を把握しておくことが重要であり、その性能評価方法として、日本核医学会および日本核医学技術学会から「がん FDG-PET/CT 撮像法ガイドライン」「 ^{18}F -FDG を用いた全身 PET 撮像のためのファントム試験手順書」が公開されている。上記のガイドラインおよび手順書では、NEMA IEC Body ファントムを用いたファントム実験手順および評価方法が詳細に記述されており、多くの施設で最も広く用いられている基礎的実験のひとつであると考えられる。

本講演では、腫瘍 PET 領域での実験法として、前述した実験方法に加えて、ホット球ーバックグラウンド濃度比、腫瘍サイズ、腫瘍形状、呼吸性移動について臨床条件を想定し模擬したファントム実験方法について解説する。ガイドラインやファントム試験手順書では 4:1 と設定しているホット球ーバックグラウンド濃度比と腫瘍サイズを変化させて、

各条件における描出能の違いを検討する。また、近年幅広い分野で注目されつつある腫瘍の形状や内部構造を用いた不均一性評価について、基礎的なファントム実験方法とその解析方法について解説する。通常ファントムは寝台上へ設置し静止させた状態でデータ収集を行うことが多いが、実際の臨床では被験者の呼吸性移動の影響を受けることが知られている。呼吸性移動に関する PET 実験として、呼吸同期 PET の有用性について呼吸性移動を模擬したファントム実験により呼吸移動対策について検討する。さらに、こうした収集や処理過程を経て算出した SUV を、装置間および施設間で比較するための手法である harmonization を行うためのファントム実験方法により至適条件を検討する。

腫瘍 PET 領域における様々なファントム実験方法や解析方法、またそれぞれに対する注意点の解説を通じて、各々の施設における PET 実験の一助となれば幸いである。

Initiatives to characterize and improve quantitative imaging with positron emission tomography

University of Washington Paul Kinahan

Abstract

The ability to assay both tumor biologic features and the impact of therapeutic approaches on tumor biology is fundamental to anticancer therapy development. Advances in quantitative molecular imaging, particularly positron emission tomography (PET), have enabled quantitative to be an in vivo assay technique, capable of measuring regional tumor biology without perturbing it. Clinical trials that test the safety and therapeutic benefit of promising treatments are essential in translating new knowledge into tangible benefits for patients with cancer. In translating new drugs and methods into clinical trials and clinical practice, PET imaging can also serve to identify patients most likely to benefit from specific anticancer treatments. However, there are challenges in characterizing and improving quantitative imaging that arise from a lack of standardization, variations in clinical practice, and differences between PET scanners. Several large-scale initiatives, such as the Quantitative Imaging Biomarkers Alliance (QIBA) and the Quantitative Imaging Network (QIN) have developed methods that address these challenges. These initiatives enhance the ability of molecular imaging as a unique tool for drug development, complementary to traditional assay methods, and as a powerful method for guiding targeted therapy in clinical trials and clinical practice.

Biography

Paul E. Kinahan is a professor and vice chair for research in the Department of Radiology, University of Washington, with joint appointments in Physics, Radiation oncology, and Bioengineering. He is director of UWMC PET/CT imaging physics and head of the Imaging Research Laboratory. He received his BSc and MSc in Engineering Physics from the University of British Columbia and his PhD in Bioengineering in 1994 from the University of Pennsylvania. His research includes optimizing the physics of PET/CT imaging, the use of statistical image reconstruction methods, objective assessment of image quality, and the use of quantitative analysis in oncology imaging. He was a member of the team that developed the first PET/CT scanner. He has served as President of the SNMMI Computer and Instrumentation Council, Vice Chair of the SNMMI Scientific Program Committee for Instrumentation and Data Analysis, President of the American Board of Science in Nuclear Medicine, co-chair of the RSNA Quantitative Imaging Biomarkers Alliance (QIBA) FDG-PET/CT Technical Committee, and other roles. He is currently a member of the Science Council of the AAPM and AAPM liaison to the RSNA. In 1997 he was awarded the IEEE-NPSS Young Investigator Medical Imaging Science Career Award. He is a Fellow of the IEEE and the AAPM, and in 2012 he received the SNMMI Ed Hoffman Memorial Award for outstanding contributions in the field of computers and instrumentation in Nuclear Medicine.

核医学実験の核心に迫る：コンピュータシミュレーション編

SIMIND

藤田保健衛生大学 白川 誠士

1. はじめに

SIMIND (Simulation System for Emission Tomography)は、核医学イメージングの専用モンテカルロシミュレーション・コードである。臨床用のガンマカメラの設計、プラナー・SPECT 収集の条件を設定でき、核医学イメージングの研究に比較的簡単に導入することができる。今回のシンポジウムは、放射線医療技術学叢書：初学者のための核医学実験入門に執筆した「シミュレーション実験に必要な知識と技術」を中心とし、SIMIND のダウンロード・インストール、実行方法（チュートリアルの利用）、シミュレーション結果の精度評価、SIMIND の応用利用について行った。

2. SIMIND のダウンロード・インストール

SIMIND はスウェーデンのルンド大学のホームページよりダウンロード可能である（図 1）。使用するオペレーティングシステムのバージョンに合ったコードをダウンロードし、解凍処理を行う。インストール・マニュアルに従って、指定フォルダの作成、環境変数に path を追加することにより実行可能となる。

3. SIMIND の実行方法

SIMIND は change.exe と simind.exe の 2 つのプログラムから構成されている。ガンマカメラの設計、シミュレーション（収集）・パラメータの設定は、change.exe（図 2）を用いて行う。

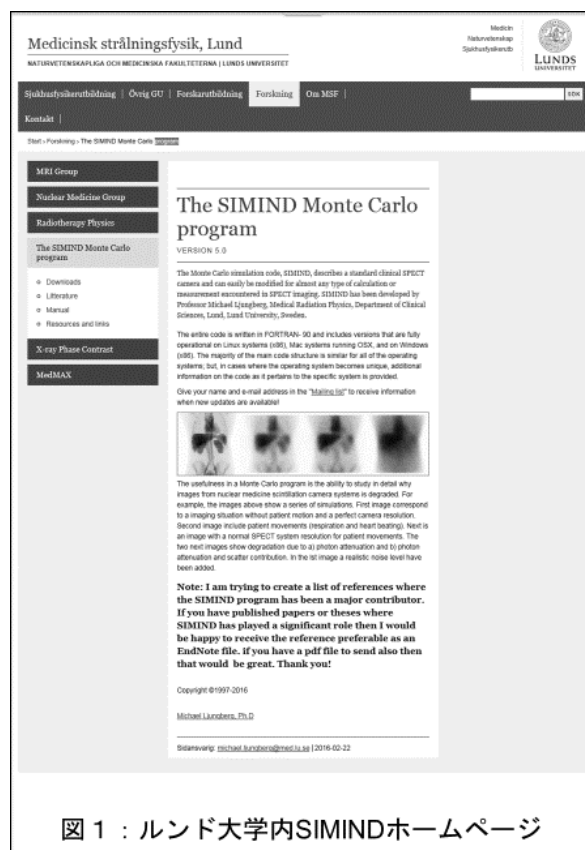
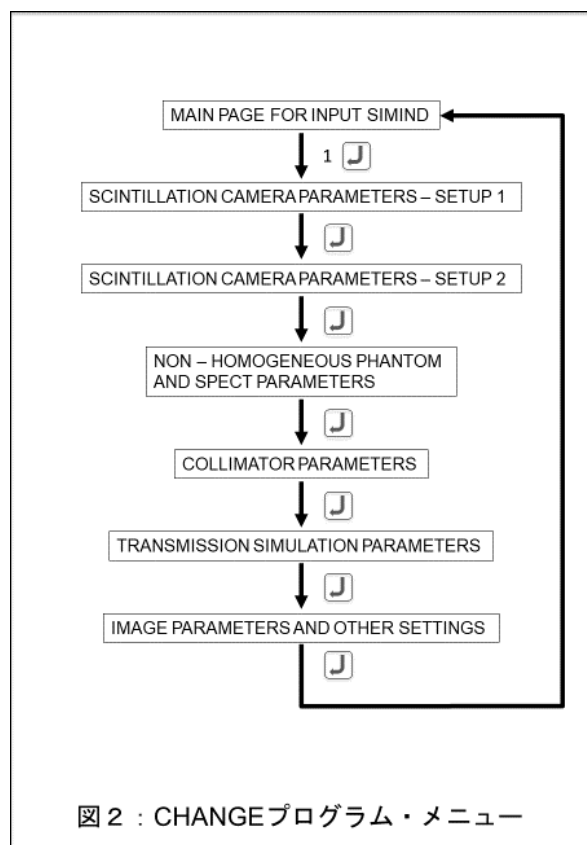
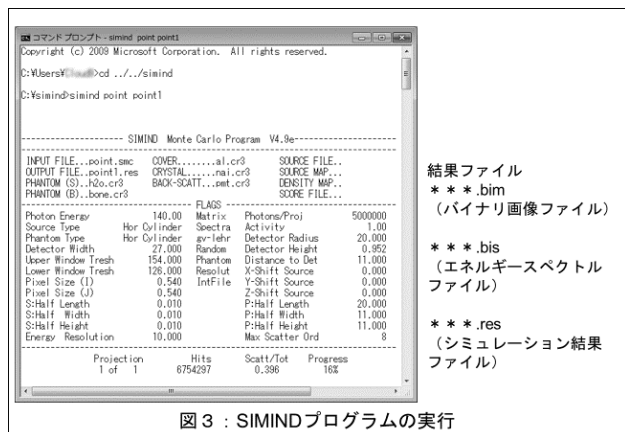


図 1：ルンド大学内SIMINDホームページ

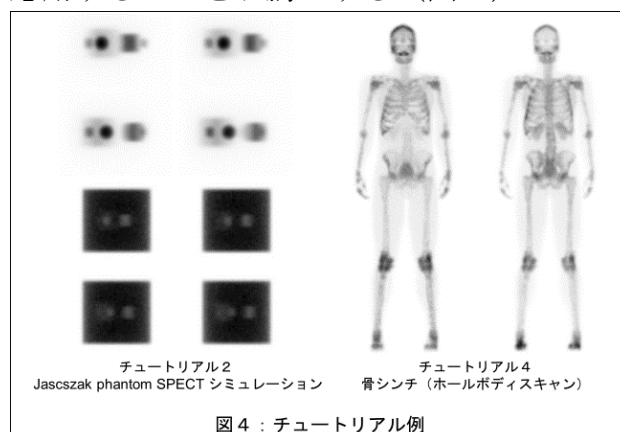


シミュレーションの実行は、SIMIND の設定パラメータ保存ファイル (*.smc) を用い、コマンドプロンプト上で simind.exe により行う (図 3)。



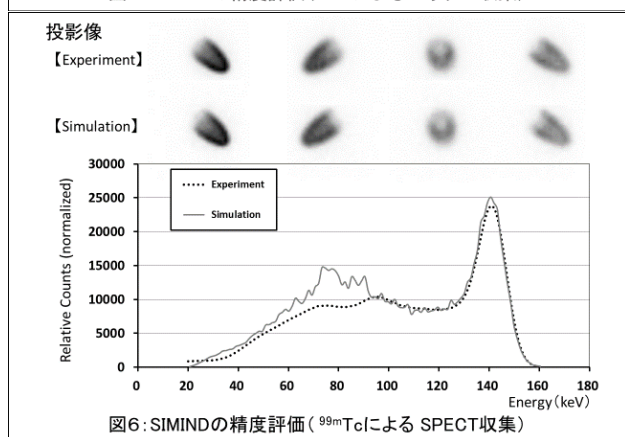
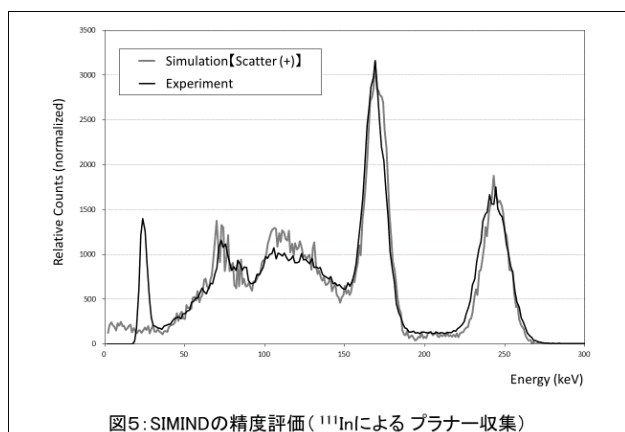
シミュレーションが終了すると、バイナリ画像 (*.bim), エネルギースペクトル (*.bis) などのファイルが保存される。画像ファイルは Image J などのソフトで表示できる。SIMIND には 8 つのチュートリアルが用意されており、これらを参考に独

自の研究目的にあったシミュレーションへ応用することをお薦めする (図 4)。



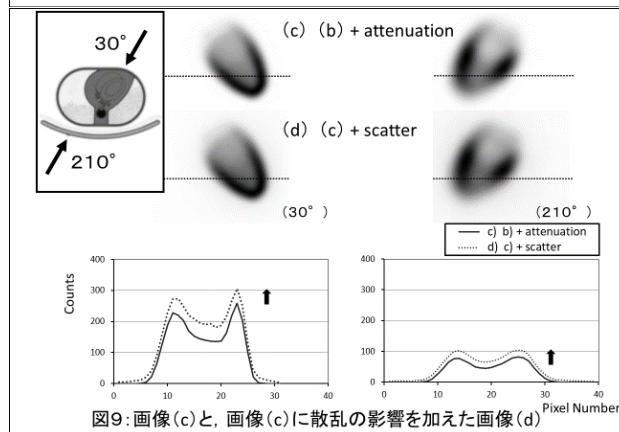
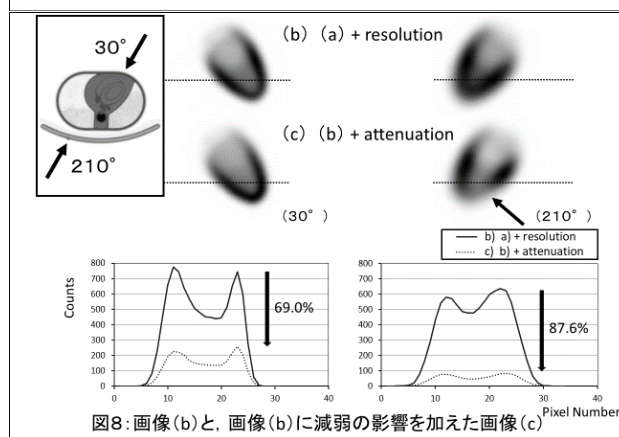
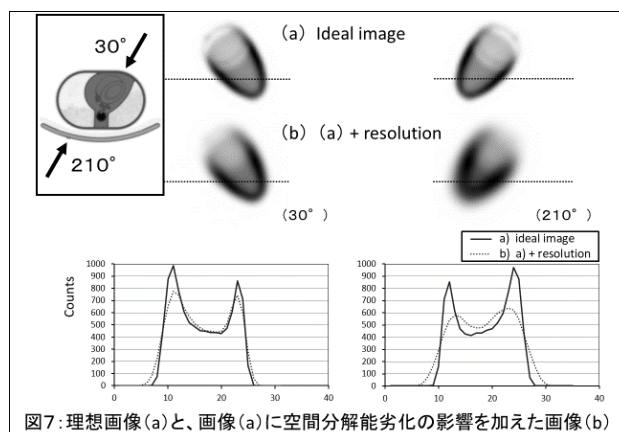
4. シミュレーション結果の精度評価

このように SIMIND を用いることにより、簡便に核医学画像のシミュレーションが可能となる。しかし、その画像が実測画像に即したものかを検証することが重要である。シンポジウムでは、プラナー収集 (^{111}In) と SPECT 収集 ($^{99\text{m}}\text{Tc}$) において、実測実験と比較したエネルギースペクトル、投影画像を示した。線源—検出器間距離 0cm の ^{111}In の点線源におけるシミュレーション (Scatter (+)) と実測実験のエネルギースペクトルを図 5 に示す。シミュレーションでは、約 23keV の Cd-X 線のピークは検出されていない。しかし、収集エネルギー範囲内では、両者はほぼ一致し良好な結果が得られた。また、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ における SPECT シミュレーション、実測実験の投影画像とエネルギースペクトルを図 6 に示す。両者のエネルギースペクトルは 80keV の周辺を除いてはよく一致し、視覚的に両画像に大きな違いがないことが認められた。



5. SIMIND の応用利用

シミュレーションは、実測の核医学イメージングでは取得できない光子の減弱、散乱などの重要なパラメータを推定することが可能である．図7～9に、理想画像に分解能劣化、減弱、散乱の各因子を付加した画像をそれぞれ示す．このように物理系因子、計測系因子が画像に及ぼす影響を個々に評価でき、SIMIND はガンマカメラ設計の最適化、画像再構成アルゴリズム、減弱・散乱・分解能補正法などの精度評価に応用可能である．さらに研究のみでなく、教育への導入も有効であると考えられる．



核医学実験の核心に迫る:コンピュータシミュレーション編

Prominence Processor

杏林大学 松友 紀和

はじめに

Prominence Processor は、核医学画像処理技術カンファレンス（呼称：プロミネンスカンファレンス）により開発された核医学画像処理解析ソフトウェアパッケージで、日本放射線技術学会核医学部会のホームページ（<http://nm.jsrt.or.jp/blog.html>）からダウンロード可能である。Prominence Processor は、汎用 PC 上で稼動し、1) 既存の装置で撮像したデータの処理が可能、2) 理論に忠実なアルゴリズムを採用、3) デジタルファントムや投影データをはじめとするシミュレーションデータの作成が可能、などの特徴を有しており、画像再構成やフィルタ処理をはじめとするさまざまな処理が可能である（図 1）。また、ROI 解析や normalized mean square error (NMSE)、パワースペクトル解析などさまざまな解析方法も搭載されており、教育への使用や基礎実験への応用が可能である¹⁻⁵⁾。

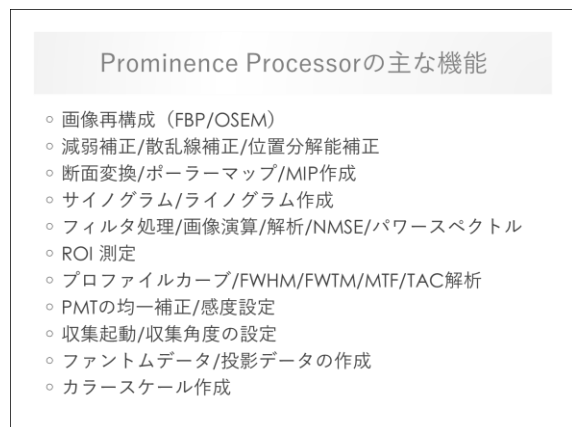


図 1

本稿では、臨床に使用している実際の装置では検証することができない「検出器の不具合・故障」を Prominence Processor を用いて再現することで、Prominence Processor の活用方法の一例を提示する。

1. SPECT 回転中心ずれ

SPECT 回転中心ずれは、SPECT 画像にリング状のアーチファクトを発生させる⁶⁾。そのため、社団法人日本画像医療システム工業会規格「ガンマカメラの性能の保守点検基準 JESRA X-0067*C²⁰¹⁷」⁷⁾では、SPECT 回転中心ずれを毎月測定し、そのずれが 0.5 ピクセル以内に収まるよう定めている。しかし、ずれが起きる頻度は不明で、臨床画像でずれが生じた場合にどのようなアーチファクトが観察されるか明確ではない。そこで Prominence Processor を用いて SPECT 回転中心ずれを再現し、SPECT 画像への影響を検証した。

まず、デジタルファントムを作成するツールである「Diagrammatic Numerical Phantom」を用いて点線源を作成し、次に「Generation of Projection Data」を用いてプロジェクションデータを作成した。プロジェクションデータの作成条件は、一般的に臨床で使用されている条件とした。SPECT 回転中心ずれは、作成したプロジェクションデータを一定方向に移動させることで再現するこ

とができる。そこで、プロジェクションデータを「Image Processing」の Affine Transform を利用してピクセル単位で移動させ、SPECT 回転中心ずれを生じさせたプロジェクションデータを作成した。プロジェクションデータを 1~3 ピクセル移動させた場合の SPECT 画像とサイノグラムを図 2 に示す。

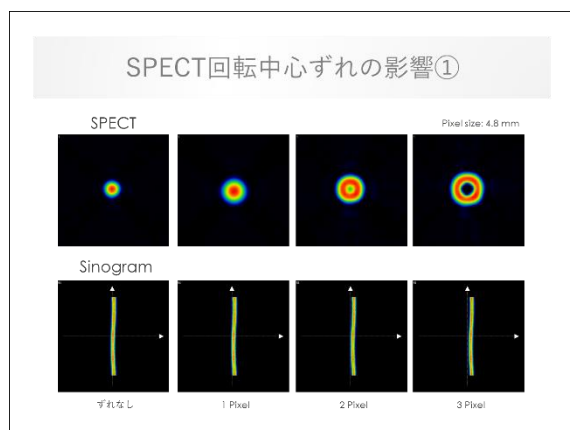


図 2

画像再構成法は、FBP 法で、サイノグラムの作成に「Generation of Sinogram and Linogram」を使用した。

点線源の SPECT 画像は、ずれが大きくなることで点状からリング状に変化していることがわかる。また、ずれが大きくなることでサイノグラムが中心点から移動していることを視覚的にとらえるができる。図 3 は、心筋 SPECT 画像と ^{123}I -FP-CIT SPECT 画像に点線源と同じ方法を用いて回転中心ずれを生じさせたものである。ずれが 1 ピクセルを超えることで SPECT 画像にひずみが生じていることがわかる。実際に SPECT 回転中心ずれを経験することはごく稀（おそらくほぼ皆無）と思われるが、Prominence Processor では簡単に再現できるので教育への応用が期待できる。

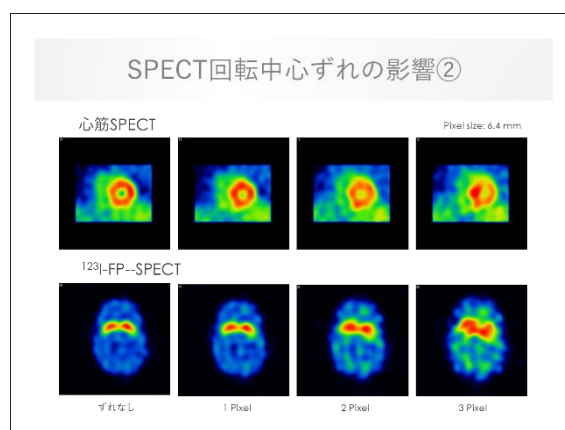


図 3

2. 検出器間の感度差

現在使用されている SPECT 装置の多くは、2 検出器、または 3 検出器で構成されているため、複数の検出器を用いて SPECT 画像を撮像する 경우가ほとんどである。しかし、検出器間に感度差が発生した場合、SPECT 画像にどのような影響が生じるかあまり知られていない。また、検出器間の感度差測定は、日本画像医療システム工業会規格で定められているものの、保守管理において感度差を測定している機器メーカーは無く、その影響も不透明である。そこで、検出器間の感度差が SPECT 画像に与える影響を検証した。

シミュレーションデータの作成方法を図 4 に示す。この検証では円柱ファントムを作成した。プロジェクションデータ



図 4

を作成するツールを用いて円柱ファントムのプロジェクションデータ (120 投影) を作成し、「Projection editor」の Extract でプロジェクションデータを検出器 1 (1~60) と検出器 2 (61~120) に分割した。

次に「Image Processing」の Calculation を用いて、検出器 1 のプロジェクションデータに係数 (0.1~0.9) を乗じて収集カウントを低下させ、検出器間の感度差を再現した。最後に「Projection editor」の Merge でそれぞれのプロジェクションデータを結合し、FBP 法による画像再構成を行った。

図 5 に検出器間に感度差が生じた場合の SPECT 画像と平均 SPECT カウントを示す。感度差を大きくしても SPECT 画像に左右差やアーチファクトは観察されず、一見して画質に大きな問題はない。しかし、平均 SPECT カウントは、感度差が大きくなることで低下する結果となった。

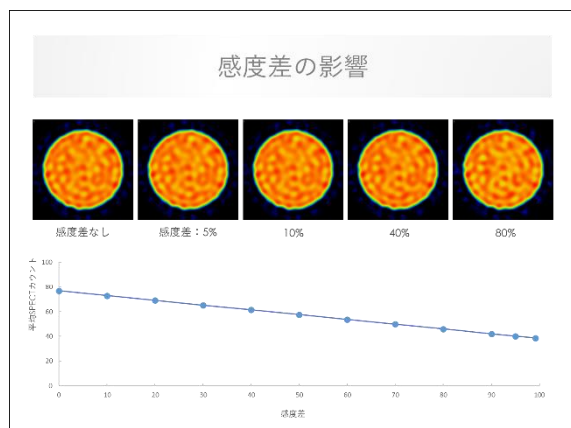


図 5

今回のシミュレーションのように均一な集積では、検出器間に感度差が生じても収集カウントの低下が生じるのみで、SPECT 画像に左右差は生じない。図 6 に均一な集積に対して感度差がある状態

で撮像したサイノグラムと、集積に左右差がある場合 (感度差はない) のサイノグラムを示す。両者のサイノグラムは明らかに異なっており、検出器間の感度差が左右差を生まないことを視覚的に理解することができる。しかし、これは均一なファントムによる検証であり、心筋 SPECT や骨 SPECT など不均一な集積を呈する場合ではアーチファクトを生じる可能性も否定はできない (筆者の知る限り検証されていない)。

検出器間に感度差が生まれることで問題となるのは、平均 SPECT カウントの変化である。これは定量検査で使用される校正係数 (CCF) が変化してしまうことを意味しており、結果的に定量精度の低下を招きかねない。近年、骨 SPECT や腫瘍 SPECT で定量化が進められており、定量精度を保つためにも機器の管理は重要であることが示された。

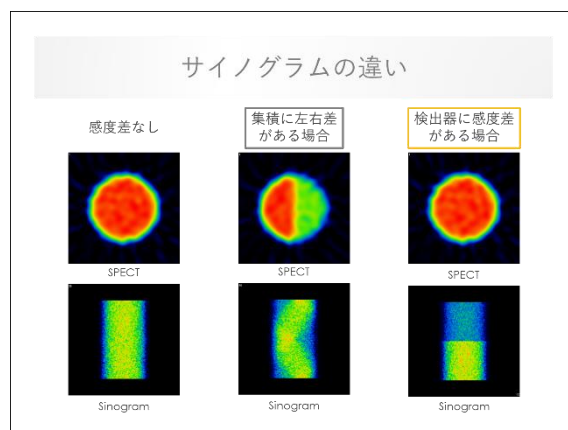


図 6

3. 視野均一性の影響

一般的なアンガー型シンチレーションカメラでは、1 検出器あたり 60 本程度の光電子増倍管 (photomultiplier tube: PMT) が使用されており、PMT は、光信号を変換して増幅させるだけでなく、シンチレータ面のどの位置にガンマ線が

入射し、発光したのか、位置を同定する役割を持っている。そのため、PMT の感度にばらつきが生じると検出器内の均一性が低下し、SPECT 画像にリングアーチファクトを発生させる⁸⁾。そのため、定期的な均一補正データの取得や日常点検および定期点検として SPECT 画像の均一性を目視で確認する必要がある。しかし、PMT の不具合に遭遇する場面は非常に少ないため、視野均一性がどの程度低下するとアーチファクトが発生するか、また視覚的に認識可能であるか教育的な知見を得ることが難しい。このシミュレーションでは、視野均一性を疑似的に低下させ、アーチファクトの発生と視覚的な描出能を検証した。

使用したデジタルファントムは円柱ファントムで、一般の臨床で用いられる条件でプロジェクションデータを作成した。次に「Correction of Acquisition System」の Generation of Uniformity Data を使用して、PMT の感度を段階的に低下させた均一補正データを作成した (図 7)。この作成した均一補正データを「Correction of Acquisition System」の Uniformity Correction で

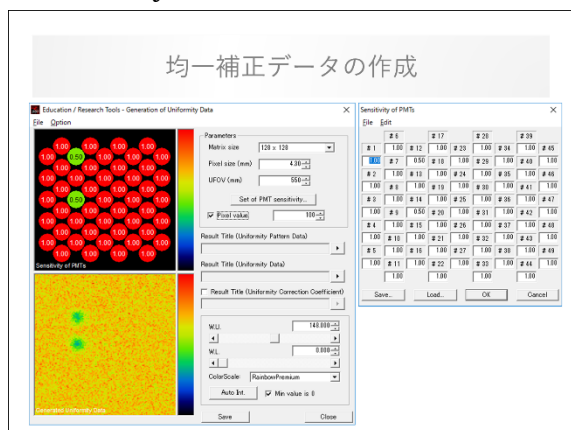


図 7

プロジェクションデータに乗じれば、視野均一性を低下させた検出器で撮像した

プロジェクションデータを得ることができる。図 8, 9 に視野均一性を低下させた検出器で撮像したプロジェクションデータと SPECT 画像を示す。画像再構成法は FBP 法で、ノイズ除去フィルタとしてバターワースフィルタ (遮断周波数; 0.5 cycles/cm, 次数; 8) を使用した。プロジェクションデータでは、視野均一性を低下させても欠損様のアーチファクトを確認することができない。一方、SPECT 画像では、視野均一性が 2%以上低下することでリングアーチファクトが発生していることがわかる。このように SPECT 画像はプロジェクションデータよりも視野均一性の影響を鋭敏に反映するため、目視による SPECT 画像の確認は、大切な点検項目であることがシミュレーション結果から理解することができる。

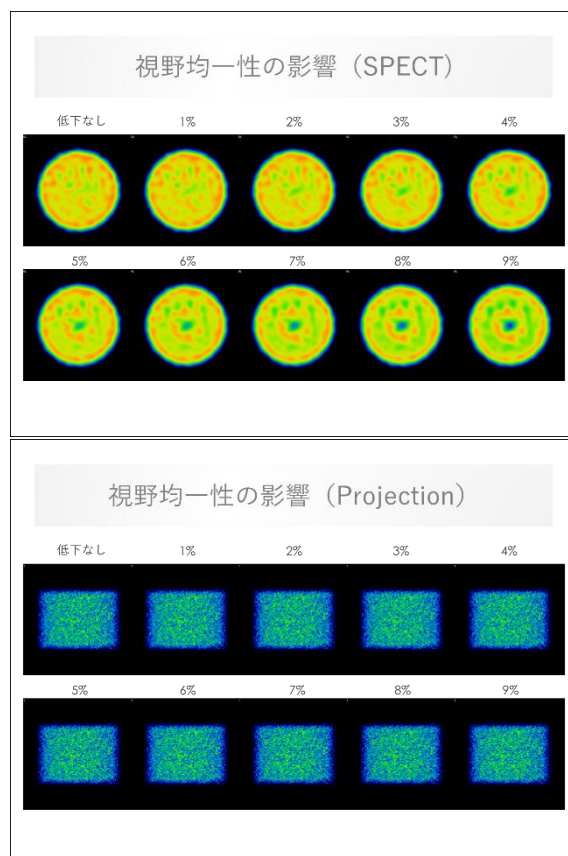


図 8, 9

まとめ

シミュレーションの利点は、物理現象を数値化してカスタマイズできることである。また、シミュレーションをうまく利用することで、装置の故障など測定困難な状況を再現した研究も可能である。Prominence Processor は、機能に制限があるものの、簡単な操作で統計変動や散乱、減弱、空間分解能の劣化を考慮したさまざまなシミュレーションデータの作成が可能である。本稿が新たな研究のきっかけとなれば幸いである。

参考文献

- 1) 前田 壽登, 山木 範泰, 東 眞. 教育, 研究用核医学データ処理解析ソフトウェアパッケージの開発について. 日放技学誌 2012; 68(3): 299-306.
- 2) 藤原 秀司, 陰山 真吾, 磯田 康範, 他. SPECT の投影数が再構成画像に及ぼす影響—シミュレーションデータを用いた FBP 法と ML-EM 法の比較—. 日放技学誌 2010; 66(12); 1587-1597.
- 3) 松友 紀和, 大西 英雄, 長木 昭男. シミュレーションファントムを用いた減弱補正アルゴリズムの評価. 日放技学誌 2011; 67(5): 534-540.
- 4) 松友 紀和, 田中 崇史, 長木 昭男, 他. シミュレーションデータを用いた逐次近似画像再構成法に対するノイズ除去処理の検証. 日放技学誌 2014; 70(8): 773-783.
- 5) 飯塚 一則, 山木 範泰, 久木 裕也, 他. SPECT 収集角度と収集軌道が画像に与える影響について—心筋デ
- イジタルファントムスタディ—. 日放技学誌 2015; 71(6): 520-526.
- 6) Cerqueira MD, Matsuoka D, Ritchie JL, et al. The influence of collimators on SPECT center of rotation measurements: artifact generation and acceptance testing. J Nucl Med. 1988; 29(8): 1393-1397.
- 7) (社) 日本画像医療システム工業会規格. ガンマカメラの性能の保守点検基準 JESRA X-0071*C-2017.
- 8) Harkness BA, Rogers WL, Clinthorne NH, et al. SPECT: quality control procedures and artifact identification. J Nucl Med 1983; 11(2): 55-60.

核医学実験の核心に迫る：コンピュータシミュレーション編 PHITS の核医学分野への応用

帝京大学 椎葉 拓郎

はじめに

欧州や北米などの地域において、核医学治療は分子プローブ開発や、臨床応用などが試みられ、精力的に研究が進められている。最近では治療 (therapeutics) と診断 (diagnosis) を併せた造語である”theranostics”と言う考え方が広く認知されるようになった。個別化医療への要望が高まる中で、 ^{131}I を用いた甲状腺癌の治療などに代表される theranostics が以前から行われてきた核医学に対する期待は大きい。

我が国においては、現在 β 線放出核種である ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{90}Y 、 α 線放出核種である ^{223}Ra の 4 核種のみが保険適応されており、米国や欧州と比べるとやや遅れをとっていると言わざるを得ない。この背景には、診療報酬の低さや、放射線管理の煩雑さなど、幾つかの要因が考えられる。

核医学治療が個別化医療に対応していくためには、効率的に標的に集積する新たな分子プローブの開発だけではなく、個別の線量評価、すなわち、個人によって異なる標的臓器やそれ以外への吸収線量の把握が重要であると考えられる。核医学治療のように、実際に測定器を用いた線量評価ができない場合には、モンテカルロシミュ

レーションが有用なツールとなり得る。本稿では、モンテカルロシミュレーションコード Particle and Heavy Ion Transport code System (PHITS) を核医学治療分野に応用し、放射性核種による線量評価への基礎的な検討について紹介する。

1. PHITS について

PHITS[1]は、日本原子力研究開発機構などによって開発が進められている汎用モンテカルロシミュレーションコードである。医学物理分野のみならず、宇宙科学、加速器の遮蔽設計などの分野で実績を挙げている。近年、PHITS の光子および電子の輸送計算に EGS5 が組み込まれたことによって、医学物理領域でのさらなる応用が見込まれる。PHITS を利用するには、講習会への参加が最も効率的である。詳細は、PHITS のホームページ (<https://phits.jaea.go.jp/indexj.html>) を参照頂きたい。

2. PHITS の計算精度の検証

筆者らは、核医学治療に用いられる代表的な放射性核種の PHITS の計算精度について検討した[2]。本邦で用いられる放射性核種は、ほとんどが β 線放出核種であるため、電子の計算精度を調べた。電子のシミュレーション精度は、規格化された距離あたりに失う

エネルギーの関数として dose point kernel (DPK) を用いて評価することが一般的である. DPK は, 次式で求めることができる.

$$F(r / R_{CSDA}) = \frac{\delta E(r)/E}{\delta r/R_{CSDA}} \quad (1)$$

ここで, r は球の中心からの距離, δr は線量を取得する球殻の厚さ, $\delta E(r)$ は球殻 $r + \delta r$ の間で失うエネルギー, E は電子の初期運動エネルギー, R_{CSDA} は連続減速近似飛程を表す. 放射性核種の場合は, (1) 式の R_{CSDA} を 90% の運動エネルギーが失われる距離, E を核種の平均エネルギーに変えることで算出が可能となる.

水, および骨における電子の DPK の一部を Figs. 1–3 に, 放射性核種の計算結果の例として ^{131}I の水および骨における DPK を Figs. 4, 5 に示す. PHITS の計算結果は, 先行研究における GATE や FLUKA といった他のシミュレーションコードの計算結果と良く一致した. これらの結果から, PHITS を β 線を用いた核医学治療の線量評価に用いることの妥当性が示された. ただし, α 線に関しては, 別の物理モデルを用いるため検証が必要である.

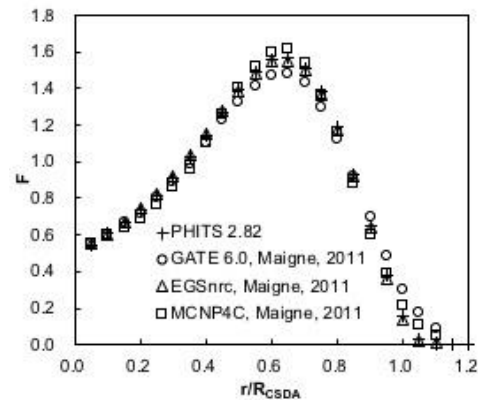


Fig. 1 水における 15 keV 電子の DPK.

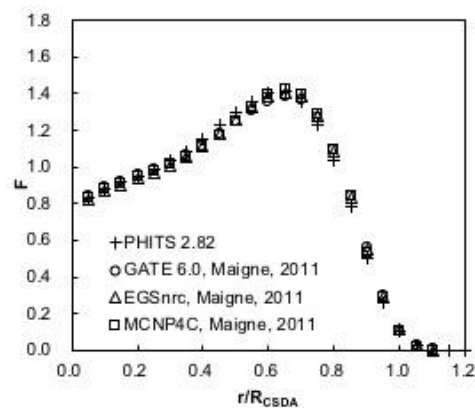


Fig. 2 水における 1 MeV 電子の DPK.

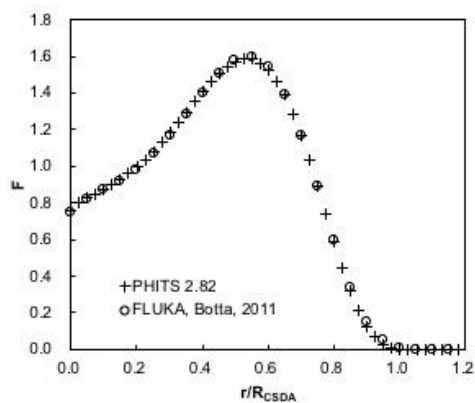


Fig. 3 骨における 1 MeV 電子の DPK.

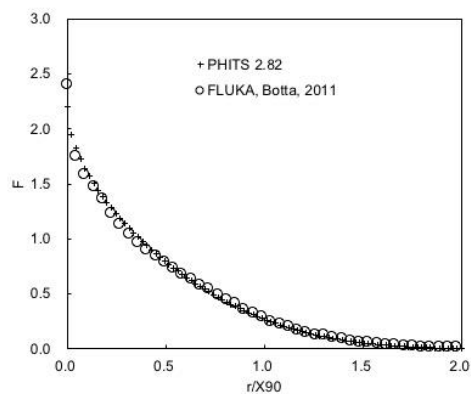


Fig. 4 水における ^{131}I の DPK.

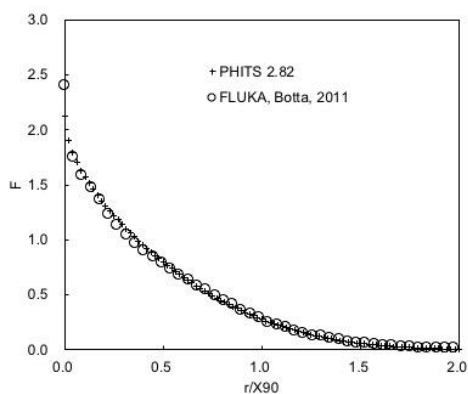


Fig. 5 骨における ^{131}I の DPK.

3. ICRP Publication 110 人体ファントムを用いたシミュレーション

PHITS では, ICRP Publication 110 で報告されている成人の人体ファントム(Fig. 6)を利用することが可能である. このファントムを利用するためには, ICRP Publication 110 を購入し, PHITS 事務局に連絡し, 所定の手続きを行う必要がある.

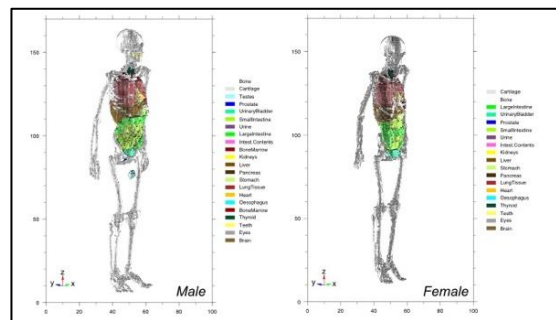


Fig. 6 ICRP110 人体ファントムを PHITS に読み込んだ画像. 左: 男性, 右: 女性

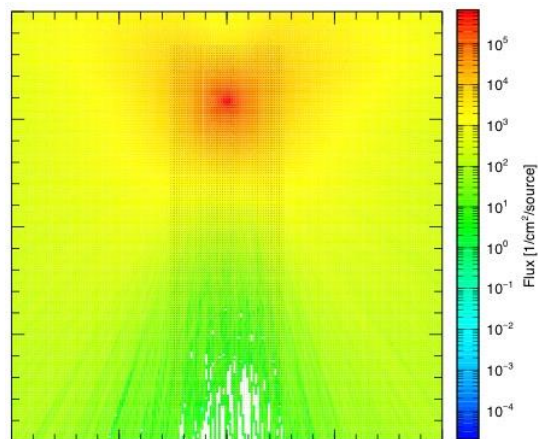
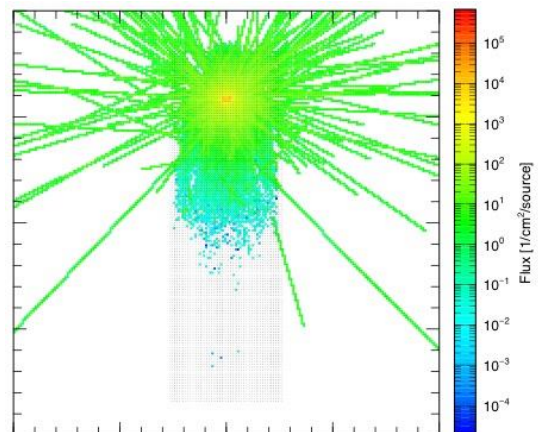


Fig. 7 ICRP Publication 110 人体ファントムの甲状腺に 100 MBq の ^{131}I を分布させた時の電子(上)と光子(下)のフラックス.

Fig. 7 に 100 MBq の ^{131}I を人体ファントムの甲状腺に均等に分布させた場合の電子と光子のフラックスを示す。電子と光子ともに甲状腺付近のフラックスが高くなっていることがわかるが、体外にも電子と光子の軌跡を確認することができる。

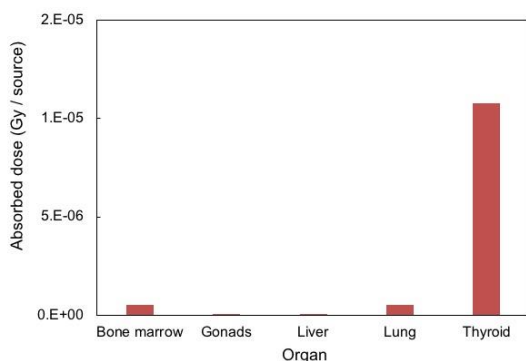


Fig. 8 ICRP Publication 110 人体ファントムの甲状腺に 100 MBq の ^{131}I を分布させた時の各臓器の吸収線量。

Fig. 8 に各臓器の ^{131}I による吸収線量を示す。甲状腺が高い値を示し、肺や骨髄にもわずかに吸収線量が認められる。核医学治療における放射性核種の吸収線量の評価では、放射性核種が人体に取り込まれてから完全に体内から消失するまでの吸収線量の積分が必要となるが、提示したデータは、特定の時間における吸収線量であることにご注意頂きたい。

核医学治療の吸収線量の算出では、PET や SPECT 収集を経時的に行い、これらの画像から体内の放射能分布

を得て、用いた放射性核種の DPK とコンボリレーションする方法が採られる。したがって、PET や SPECT 収集の定量性も算出される吸収線量に影響するため、シミュレーションと収集の両者の精度を追求する必要があることは言うまでもない。

終わりに

本稿では、PHITS を核医学治療に応用するための基礎的な検討結果について概説した。PHITS は光子や電子のシミュレーションコードとして十分な計算精度を有しており、核医学治療に応用可能である。今後は個別の線量評価に向けて、臨床的な検討が必要である。

参考文献

- [1] Iwamoto Y, Sato T, Hashimoto S, Ogawa T, Furuta T, Abe S, Kai T, Matsuda N, Hosoyamada R, Niita K. Benchmark study of the recent version of the PHITS code, J. Nucl. Sci. Technol. 54:5, (2017) 617-635.
- [2] Shiiba T, Kuga N, Kuroiwa Y, Sato T. Evaluation of the accuracy of mono-energetic electron and beta-emitting isotope dose-point kernels using particle and heavy ion transport code system: PHITS. Appl Radiat Isot. 128, (2017) 199-203.

核医学実験の核心に迫る：コンピュータシミュレーション編

XCAT phantom

金沢医科大学 奥田 光一

1. はじめに

近年、核医学実験を仮想的に行うための技術が整備されてきた。そのため、専門的な知識を必要することなくシミュレーションを実施することも可能となっている。核医学実験を行うためには、ファントムと撮像機器(ガンマカメラ, PET カメラ)が必要であるが、核医学シミュレーション実験も同様に、デジタルファントムとファントムから放出される光子の輸送を計算するためのモンテカルロシミュレーションコードが必要である(図 1)。本稿では、心拍動や呼吸を再現することが可能な 4D extended cardiac-torso (XCAT)デジタルファントムについて概説し、XCAT ファントムを用いた核医学シミュレーション実験結果を紹介する。

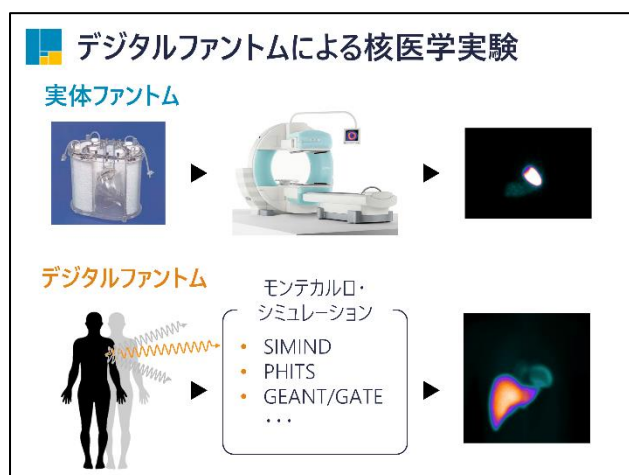


図 1 核医学シミュレーション実験の概要

2. XCAT ファントムができるまで

XCAT ファントムは Duke 大学の Dr.Segars, Johns Hopkins 大学の Dr.Tsui らによって開発された(1-3)。当初は MCAT ファントムと呼ばれるシンプルな形状のデジタルファントムであったが、その後 NCAT ファントム, XCAT ファントムと改良が続けられてきた(図 2)。現在, XCAT ファントムを使用するためには Duke 大学とライセンス契約を行い, 毎年ライセンス費用を支払う必要がある。

XCAT デジタルファントム
4D Extended Cardiac-Torso (XCAT) Phantom

開発者

- W. Paul Segars, Ph.D. Duke Univ.
- B.M.W. Tsui, Ph.D. Johns Hopkins Univ.

アカデミックライセンス料金

- 初年度 \$800~\$1000
- 翌年度から \$400

Papers

- Segars WP et al. Med Phys 2008;35:3800-8.
- Segars WP et al. Proceedings of the IEEE 2009;97:1954-68.
- Segars WP et al. Med Phys 2010;37:4902-15.

MCAT Phantom

▼

XCAT Phantom

図 2 XCAT デジタルファントムの概要

XCAT デジタルファントムは実際の検体の断面写真(米国国立医学図書館, 画期的なヒト解剖画像プロジェクト The Visible Human Project®)を基にして作成されている(図 3)。

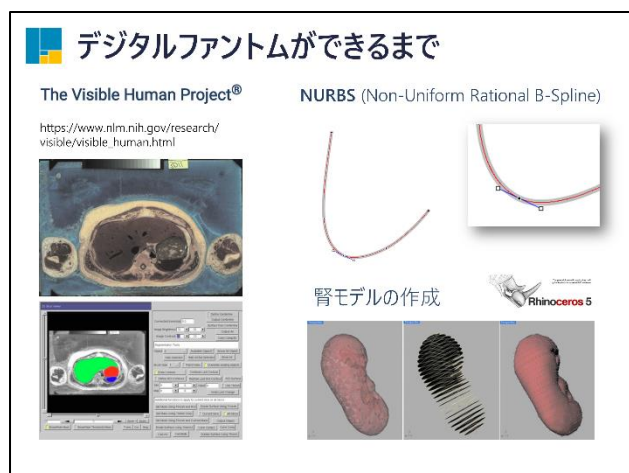


図 3 デジタルファントムの作成過程

断面写真から画像解析によって各臓器に分けられるが、臓器の境界面は荒い曲面となるため、Non-uniform rational B-spline モデルを用いて滑らかな曲面に変換している。しかしながら、断面写真からは XCAT ファントムの特長である心臓の動きや呼吸の動きを再現することができない。そこで、心臓 MR および呼吸同期 CT を行なった患者画像データを解析し、動きを数値モデル化することで、心拍動および呼吸性体動をコンピューター上で再現することを可能にしている。

3. デジタルファントムの設計

XCAT ファントムを作成するためには、寸法、体格、呼吸による臓器の変位量、心拍動にともなう容積の変化、線量等の情報を数値で与える必要がある(図 4)。

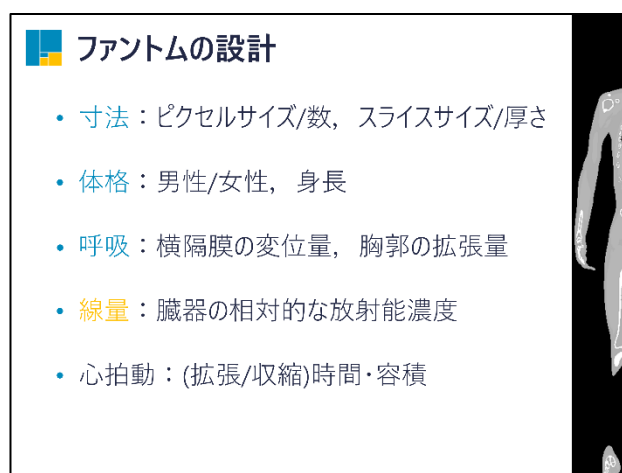


図 4 ファントムを作成するための設計値

体内の線量分布については、使用する核種のエネルギーを設定し、さらに 76 の領域に分かれているため、それぞれの領域での線量を規定する必要がある。心臓だけでも、左室、右室、左房、右房およびそれぞれの腔内の血流の放射能濃度まで規定することが可能である。

このようにして数値パラメータを規定することで、コンピューター上でデジタルファントムを作成することが可能となる。核医学シミュレーション実験を行う場合、線減弱係数と線量分布を表した 2 種類のデジタルファントムを作成する必要がある。図 5 は日本人の標準体型の男性および女性のモデルを作成した結果である。今回は心臓、肝臓、肺の相対的な放射能濃度をそれぞれ 100, 20, 10 とし、バックグラウンドは 5 としている。

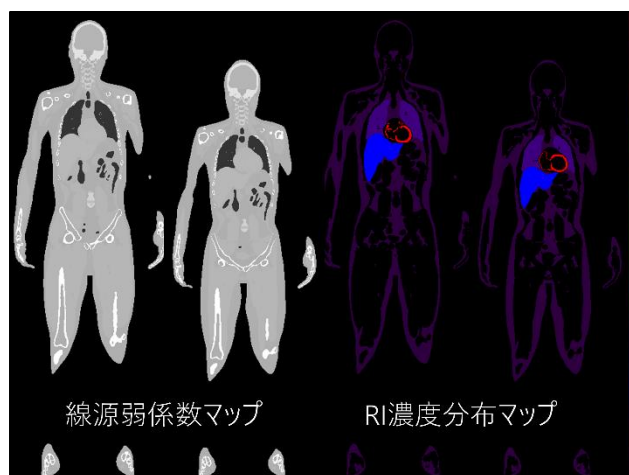


図 5 デジタルファントム(左:男性, 右:女性)

4. デジタルファントムを使ったシミュレーション実験

デジタルファントムの放射能濃度の設計値を変化させることで、複数のファントム実験条件を容易に比較することが可能である。図 6 は放射能濃度の心肝比を 100:100, 100:60, 100:20 としてデジタルファントムモデルを作成し、モンテカルロシミュレーションコード SIMIND を使い、正面像を作成した結果である。また、心肝比が 100:20 のデジタルファントムモデルについては、SPECT 撮像を行い、再構成画像を作成した。

次に XCAT ファントムの特長である心拍動や呼吸性の体動を再現した 4 種のデジタルファントムモデルを作成した: 1. 静態モデル, 2. 心拍動のみを加えたモデル, 3. 呼吸性の体動を加えたモデル, 4. 心拍動および呼吸性体動を加えたモデル。これらのモデルを用いて、プロジェクション画像を作成し、そこから心臓の短軸像および極座標マップを作成した(図 7)。それぞれのモデルを比較することで、解剖学的な動きが心臓のカウント分布に与える影響を詳細に捉えることが可能となる。このような検討は

従来のアクリルファントムや臨床症例での検討は不可能であるため、デジタルファントムを使ったシミュレーションのメリットであると言える。

心・肝・肺 放射能濃度比較モデル

- ・ 静態ファントムにて放射能濃度を心筋(100) 肺(10)に固定し、肝を10から100まで変化

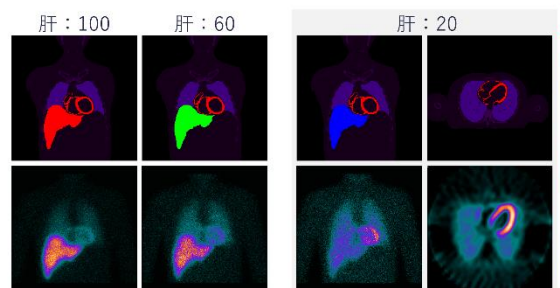


図 6 心と肝の放射能濃度比を変化させたデジタルファントム実験

結果: 拍動・体動が心筋カウントに与える影響

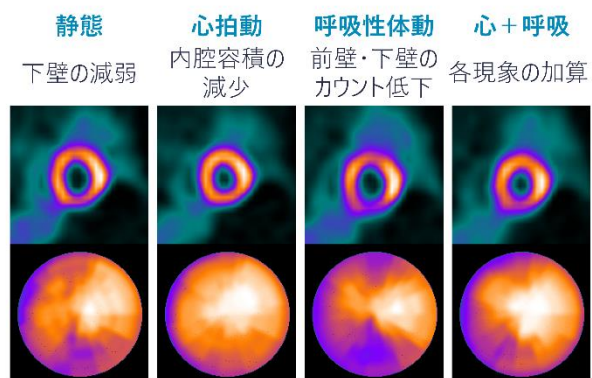


図 7 心拍動および呼吸性体動が心筋カウント分布に与える影響

最後に呼吸性の体動の変位が心筋カウント分布に及ぼす影響を検討した(4)。そのために、横隔膜の変位量を 0mm から 50mm に設定し、胸郭の広がりをも 0mm から 30mm に変化させたときのデジタルファントムモデルを作成し、シミュレーションを行った。ファントムモデルでは呼吸性体動

が大きくなるに従い、頭尾方向の動きの影響が放射能濃度マップに出現する（前壁および下壁において、見かけ上、放射能濃度が低下する）。さらに、これらのモデルから極座標マップを作成すると、頭尾方向の動きに伴って前壁と下壁の心筋カウントが低下し、さらに変位量にともなって心筋カウントの低下の割合が変化することを確認できる。

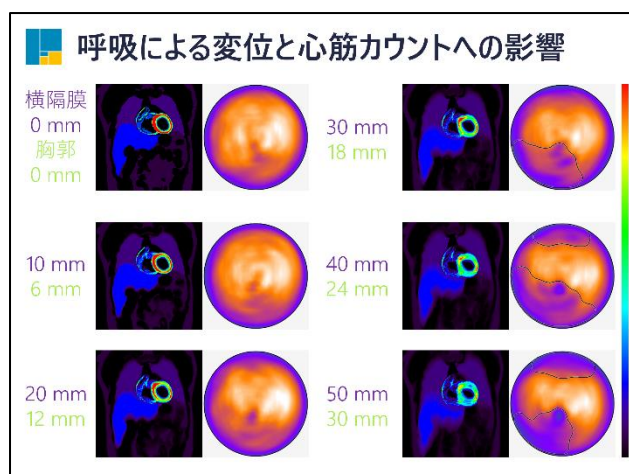


図 8 呼吸性体動の変位量が心筋カウント分布に与える影響。心拍数を 60 回/分、呼吸数を 12 回/分としてモデルを作成し、RR 分割数を 16 とし、プロジェクション画像を作成した。

5. まとめ

モンテカルロシミュレーションコードと XCAT デジタルファントムを組み合わせることで仮想的に臨床の核医学検査を模擬した実験を行うことが可能となる。このデジタルファントムは SPECT だけでなく、PET においても同様に使用することが可能であるため、核医学シミュレーション実験での有用性は非常に高い。今後は心電図同期だけでなく、呼吸同期等の検討に用いることもできるのではないかと考えられる。

参考文献

- (1) Segars WP, Mahesh M, Beck TJ, Frey EC, Tsui BMW. Realistic CT simulation using the 4D XCAT phantom. Med Phys 2008;35:3800-8.
- (2) Segars WP, Sturgeon G, Mendonca S, Grimes J, Tsui BM. 4D XCAT phantom for multimodality imaging research. Med Phys 2010;37:4902-15.
- (3) Segars WP, Tsui BMW. MCAT to XCAT: The Evolution of 4-D Computerized Phantoms for Imaging Research. Proceedings of the IEEE 2009;97:1954-68.
- (4) Okuda K, Nakajima K, Kikuchi A, Onoguchi M, Hashimoto M. Cardiac and Respiratory Motion-induced Artifact in Myocardial Perfusion SPECT: 4D Digital Anthropomorphic Phantom Study. Annals of Nuclear Cardiology 2017;17-00005.

全身用半導体 SPECT-CT Discovery NM/CT670 CZT の紹介

GE ヘルスケア・ジャパン株式会社 岡 大輔

1. はじめに

Discovery NM/CT670 CZT は、世界で初めて CZT 検出器を搭載した全身用 SPECT/CT 装置です(図 1.)。研究用として、また高性能の臨床用機器として新たな可能性を持った装置となります。この技術革新により、診断におけるベネフィット、また新しい検査方法への対応にも期待されています。

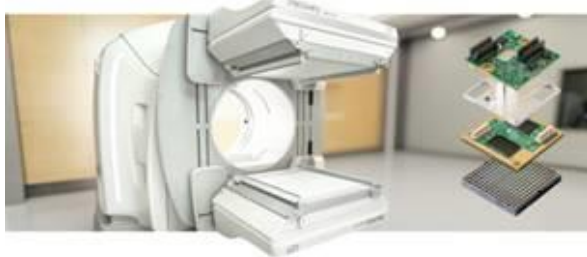


図 1. Discovery NM/CT670 CZT

本装置は、CZT の特性である高コントラスト分解能、散乱線成分の低減により従来に比べエネルギーウィンドウを $\pm 5\%$ に狭めることが可能です。さらに、高いエネルギー分解能を活かし 2 核種同時収集検査におけるエネルギーピークの弁別が容易になります。また、リストモード機能により、収集後に収集時間やエネルギーウィンドウなどの収集条件を自由に変更可能です。これらの特長を活かした Discovery NM/CT 670 CZT は、核医学研究の領域、臨床領域において新たな可能性を持った装置と言えます。

2. 半導体カメラによる高エネルギー分解能と高空間分解能の実現

従来の SPECT 装置で使用されている NaI シンチレータの場合、ガンマ線が被検者から放出され診断画像となるまでの

間には、蛍光への変換、電子化、光電子増倍管 (PMT) での増幅、などいくつかの過程を経ています。図 2.で示す通り従来の検出器と半導体検出器の変換効率を比較すると、約 47 倍の差 (700 vs 33,000 electrons) が存在し、この変換効率がエネルギー分解能に大きく影響します。

NaI シンチレータの空間分解能は PMT サイズやフォトン到達率にも影響するため、この点でも CZT 検出器は大変有利だと言えます。図 3.に実際の PMT と半導体素子の写真を示します。半導体素子は PMT に比べて極めてコンパクトに設計されています。

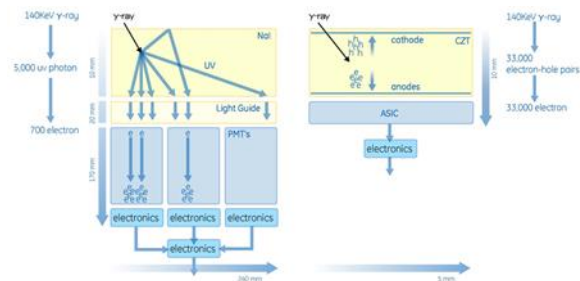


図 2. 従来タイプ検出器と半導体検出器



図 3. PMT と半導体検出器比較

2.46mm のピクセルにより高空間分解能を実現

3. 高計数率特性により安定した定量精度を維持

昨今、セラノスティクスという概念が核医学の世界で話題に上がり、前立腺がんをはじめ様々な分野で期待が高まっています。セラノスティクスにおいて重要なのは、投与量の高い薬剤をいかに数え落としなく計数し、全身、または臓器ごとの定量精度をいかに高めるかという事です。

従来の装置では真のカウントが高値になればなるほど数え落としが起こり、正確な画像や定量値を得る事が困難でした。一方、Discovery NM/CT 670 CZT は高い計数率特性を持つため、数え落としが圧倒的に少なく、より正確な画像、定量値を得る事が期待できます。

従来装置と Discovery NM/CT 670 CZT における計数率特性の比較を示します(図 4)。従来装置(緑のライン)と比較して、Discovery NM/CT 670 CZT(赤、青ライン)は真のカウントと実測カウントが直線の関係になっており、高カウント領域でも数え落としが非常に少ない事が示されています。

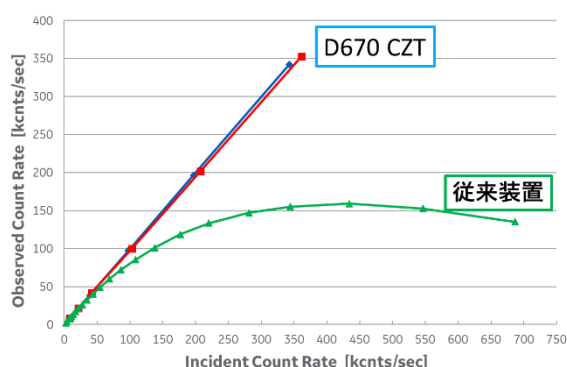


図 4. 計数率特性の比較

4. Discovery NM/CT 670 CZT のもたらす患者様、先生方へのメリット

半導体検出器(図 5.)を搭載し、前述したような特長を持つ Discovery NM/CT 670 CZT は、様々な点で患者様、先生方

に大きなメリットをもたらす可能性を秘めています。

- ・低被ばく*
- ・収集時間の短縮による負担の軽減
- ・病変検出能の向上や、早期診断
- ・定量性の向上による治療や病期診断における確信度の向上

など



図 5. 半導体(CZT)検出器

5. さいごに

セラノスティクスが大きな注目を集めるにつれ、臓器ごとの被ばく量、治療効果判定を正確に行うことの重要性が認識されつつあります。

GE の核医学専用ワークステーション Xeleris4.0 に搭載されている定量解析ソフト「Q.Metrix」(図.6)は、従来の核医学画像に絶対値定量評価 (SPECT-SUV) をプラスすることで、より客観的な評価が可能となりました。また、「Dosimetry tool kit」(図 7.)を使用することにより臓器ごとのアイソトープの滞留時間を計算する事で、臓器ごとの被ばく量を算出する事も可能です。

治療効果判定には、継時的な変化を定量的に数値として追跡することが欠かせないと言われており、Q.Metrix や Dosimetry tool kit はその期待に応えら

れる定量アプリケーションだと確信しています。

私たち GE ヘルスケアは、皆様とこの新しい技術とともに、更なる核医学の発展に貢献できることを楽しみにしています。

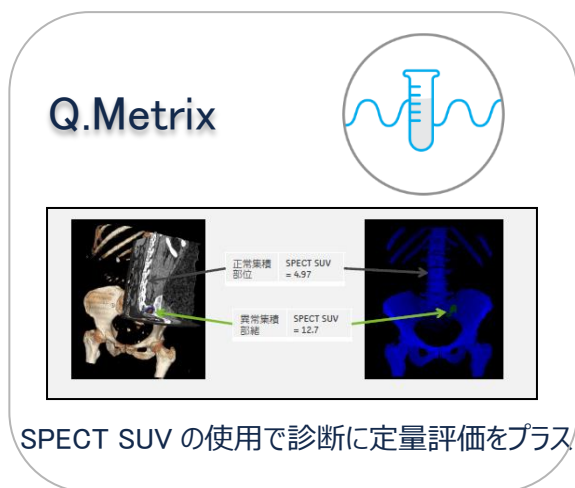


図 6. 定量解析ソフト Q.Metrix

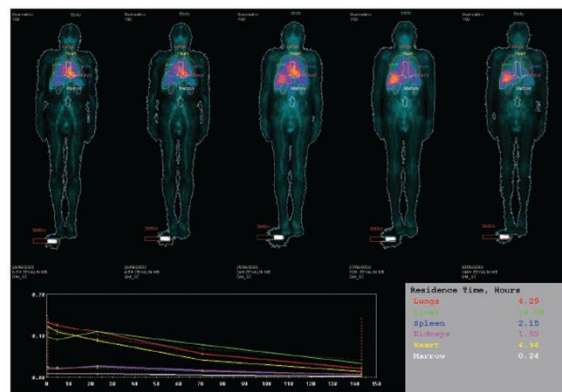


図 7. Dosimetry tool kit

*)実際の被ばく量は撮影条件や部位、体格等によって変動します。

核医学診断用装置 Discovery NM/CT 670
 認証: 222ACBZX00088000
 類型: Discovery NM/CT 670 GZT

ジー (GENIE)
 認証: 20700BZY00161000
 類型 ジニーエクセラリスシリーズ

JB56187JA

名古屋大学大学院医学系研究科 加藤研究室

名古屋大学大学院医学系研究科 医療技術学専攻医用量子科学講座
加藤 克彦

名古屋大学医学部保健学科(5 専攻・12 大講座)は、平成 9 (1997) 年 10 月 1 日付けで、それまでの名古屋大学医療技術短期大学部を改組し、医学部に設置されました。平成 24 (2012) 年 4 月に保健学科は大学院講座化されて現在の名称になっています。

名古屋大学医学部は 150 年近い歴史があります。明治 4 (1871) 年 5 月元町役所に仮医学校が設置されたのが発祥とされています。その後、明治 6 (1873) 年 11 月医学講習場(西本願寺別院)、明治 9 (1876) 年 4 月公立医学講習場、明治 9 (1876) 年 6 月公立医学所、明治 11 (1878) 年 4 月公立医学校(堀川東河畔、天王崎町)、明治 14 (1881) 年 10 月愛知医学校と改称され、明治 27 (1894) 年 8 月愛知医学校に看護婦養成所と産婆養成所が創設されました。これが医学部保健学科の発祥とされています。

その後、愛知医学校は明治 34 (1901) 年 8 月愛知県立医学校、明治 36 (1903) 年 7 月愛知県立医学専門学校となり、大正 3 (1914) 年 3 月に現在の昭和区鶴舞町に新築・移転し、大正 9 (1920) 年 7 月愛知医科大学に昇格し、昭和 6 (1931) 年 5 月官立移管して名古屋医科大学となりました。昭和

14 (1939) 年 4 月名古屋帝国大学が創設されて、名古屋医科大学は名古屋帝国大学医学部となりました。そして、終戦後の学制改革により、新制名古屋大学に移行しました。

昭和 30 (1955) 年 7 月に医学部附属診療エックス線技師学校が設置されました。これが名古屋大学医学部保健学科放射線技術学専攻の始まりです。昭和 41 (1966) 年 4 月医学部附属診療エックス線技師学校に専攻科が設置され、昭和 44 (1969) 年 4 月医学部附属診療放射線技師学校と改称され、昭和 52 (1977) 年 10 月名古屋大学医療技術短期大学部(東区大幸南)の設置に伴い、昭和 55 (1980) 年 4 月名古屋大学医療技術短期大学部診療放射線技術学科に移行しました。このときに診療放射線技術学科は鶴舞キャンパスから現在の東区の大幸キャンパスに移動しました。平成 9 (1997) 年 10 月 4 年制の名古屋大学医学部保健学科が創設され、その放射線技術科学専攻となりました。さらに、平成 14 (2002) 年 4 月名古屋大学大学院医学研究科を医学系研究科に改称し、医学系研究科に修士課程医療技術学専攻を設置、平成 16 (2004) 年 4 月博士課程(後期課程)が設置され、修士課程は名前が変

更され博士課程（前期課程）となり、平成 24 (2012)年 4 月医学部保健学科は大学院講座化されました。

加藤研究室は、筆者が名古屋大学医学部放射線科から平成 20 年 4 月 (2008)に名古屋大学医学部保健学科放射線技術学専攻の教授として移動したのが始まりです。核医学の技術的なことから臨床的なことまで幅広く研究をしています。当初は大学院生、卒業研究生はいませんでした。次第に増加し、平成 30 (2018)年 2 月現在で、博士課程（後期課程）2 名、博士課程（前期課程）4 名（1 年 2 名、2 年 2 名）、卒業研究 8 名（学部 4 年 4 名、3 年 4 名）の計 14 名の大所帯となっています。

また、加藤研究室は、同研究室の博士課程（後期課程）で学位を取得した現名古屋大学医学部附属病院放射線技術部門の阿部真治技師長をはじめ、現在名古屋大学大学院医学研究科博士課程（後期課程）医療技術学専攻に在籍している名古屋大学医学部附属病院放射線部の診療放射線技師、同博士課程（前期課程）医療技術学専攻を修了して名古屋大学医学部附属病院放射線部に就職した診療放射線技師、核医学が好きで核医学の研究をしている名古屋大学医学部附属病院放射線部の診療放射線技師等と共同して研究活動を行っています。また、同博

士課程（前期課程）の出身者の就職先は近隣が多く、名古屋大学医学部附属病院放射線部（末澤正太郎、丹羽亜利紗、土屋沙貴、小芝有美子）や名古屋東医療センター（藤田祐介）等です。同研究室で卒業研究を行った者の就職先も、愛知県、岐阜県、三重県、静岡県が多いです。

勉強会は火曜日の夜を主体として不定期に開催しているのですが、総勢 20 名を超えるメンバーが集まり、熱い議論を展開しています。20 名以上集まると現在の核医学技術学研究室では手狭で、入りきらないので、附属病院の診療放射線技師も参加しやすいということも考え、現在は医学部医学科基礎研究棟（講義棟）のゼミ室を毎回借りて勉強会を開催しています。卒業研究の学部学生には、卒業研究の発表会の前までに国内の学会、研究会で 2 回程度研究発表を、大学院生には、多い人で国際学会に 4 回程度（最低 2 回）、国内の学会には 5 回程度研究発表を行うことにしています。学会発表前には、予演会を兼ねた勉強会が頻回に開催されます。

今までの大学院生の研究テーマを以下に記載します。

「I-123 IMP の肺野と脳の時系列収集データを用いた非採血脳血流定量推定法の検討」

「I-123 IMP の収集データによる非侵

襲性局所脳血流量の測定： ^{15}O -water autoradiography 法との比較」

「 In-111 のデュアルフォトピークを用いたプラナー収集による放射エネルギー推定」

「心臓用多焦点型ファンビームコリメータを用いた心筋血流シンチグラフィの至適収集条件に関する研究」

「肺及び脳からの I-123 IMP 収集データを用いた非侵襲的脳血流量測定法の簡便化と有用性の実証」

「 I-131 シンチグラフィを用いた甲状腺癌全摘術後の転移巣の評価に関する研究」

「甲状腺機能亢進症に対する I-131 内用療法後の甲状腺への I-131 集積定量と治療効果予測に関する検討」

「 F-18 THK-5351 を用いる脳 PET タウイメージング検査において脳以外の高集積部位からの放射線が standardized uptake value に与える影響に関する研究」

「心臓用多焦点型ファンビームコリメータを用いた Tl-201 と I-123 による心筋 2 核種同時収集法に関する研究」

「SPECT-CT 装置を用いた心縦隔比計測に散乱補正が与える影響に関する研究」

「PET 解析ソフトウェア間における SUV・MTV の変動に関する数値ファントムを用いた検討」

「慢性血栓塞栓性肺高血圧症の Dual-

Energy CT による重症度診断：肺換気・血流シンチグラフィとの比較」

学部学生の卒業研究のテーマも必ず学会発表を行うことにしていますので、専門的な内容となっています。最近の卒業研究やその他の研究テーマの一部を以下に述べます。

「 $^{99\text{m}}\text{Tc-MAG3}$ 腎動態シンチグラフィおよびイヌリンクリアランス試験で得られる腎機能評価指標の相関性分析」

「SPECT 撮像における $^{123}\text{I-MIBG}$ 定量化に向けた基礎検討」

「 $^{123}\text{I-MIBG}$ — $^{201}\text{TlCl}$ 2 核種同時収集を用いた心筋交感神経シンチグラフィにおいて $^{201}\text{TlCl}$ が心縦隔比へ与える影響」

「骨シンチグラフィの定量解析に用いる BCF の測定精度に関する検討」

「ドパミントランスポータシンチグラフィにおける解析ソフトの有用性に関する研究」

「ソマトスタチン受容体シンチグラフィの初期経験および至適撮像プロトコルの検討」

「去勢抵抗性前立腺癌の骨転移に対する ^{223}Ra 内用療法(ゾーフィゴ治療)における集積評価と最適撮影条件の決定」

等です。

脳核医学, 腫瘍核医学, 甲状腺核医学, 心臓核医学, 腎臓核医学, 各種ソ

フトウェア評価, 甲状腺癌アブレーション治療後の診断シンチグラフィに関する多施設共同研究等など, 様々な領域に関して研究を進めています. 筆者自身は臨床核医学特に腫瘍核医学に関して研究を進めています. マンパワーは圧倒的に不足しています. 核医学, 核医学技術に関して研究したい方, 学位を取得したい方はお気軽にご連絡下さい. 今後ともよろしくお願い申し上げます.



図1 米国核医学会 (SNM、デンバー、2017年6月)



図2 ヨーロッパ核医学会 (EANM、ウイーン、2017年10月)



図3 研究室のメンバーと (2018年1月30日)

問い合わせ先

加藤克彦

名古屋大学大学院医学系研究科医療
技術学専攻医用量子科学講座

〒461-8673

名古屋市東区大幸南1丁目1-20

TEL : 052-719-1590

医局 : 052-744-2327

アイソトープPET室 : 052-744-2553

FAX : 052-719-1589

E-mail :

katokt@med.nagoya-u.ac.jp

参考文献

1. 名古屋大学大学院医学系研究科・医学部医学科ホームページ
2. 名古屋大学大学院医学系研究科・医学部保健学科ホームページ

第 19 回核医学画像セミナーを終えて

東北大学病院 小田桐 逸人

平成 29 年 9 月 16 日(土), 17 日(日)の 2 日間で, 第 19 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東京支部, 関東支部の共催で茨城県立医療大学において開催されました。

電車遅延の影響も心配されましたが, 開始時間が遅れることなくことなく, 多くの先生方にご参加頂き開催することができました。ありがとうございました。

今回のセミナーでは前回に引き続き, 第 14 回までの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用いて **Prominence Processor** を使用し, デジタルファントム作成, 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。

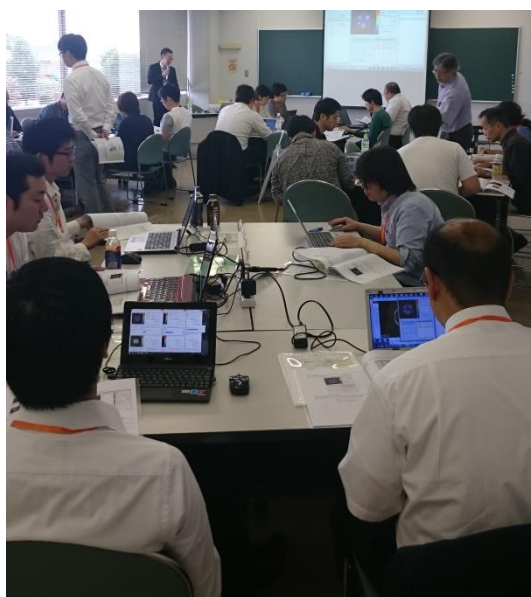
演習は受講者を 5 から 6 名ずつのグループに分け, グループ内でのディスカッションを促すとともに, チューターを配置しスムーズに受講できる環境を作っていました。事前に **Prominence Processor** や解析用エクセルファイルの準備をお願いしておりましたが, 受講者全員がしっかりと対応して頂き, スムーズに演習を行う事が出来ました。

新企画の『核医学研究サポート-あなたの疑問にお答えします-』では, 日常の疑問に講師や受講者どうし意見を交換する場面もあり, 日頃の疑問を解決できる場を提供することができました。2 日目の演習後には, 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。3 連休中の開催で, しかも台風が接近する中, ご参加いただいた受講者の皆様に心より感謝いたします。

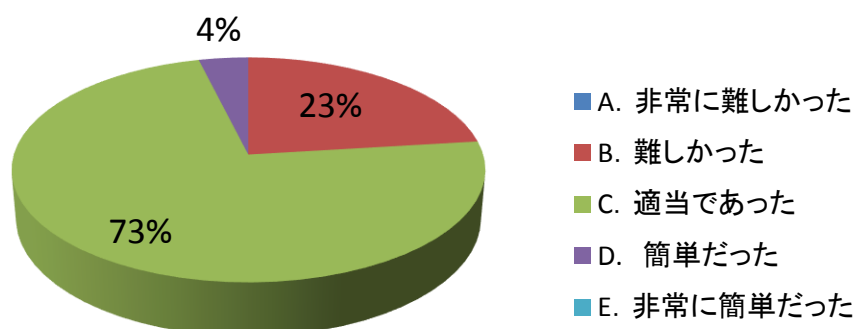
第 19 回核医学画像セミナー報告

第 19 回核医学画像セミナー講習風景

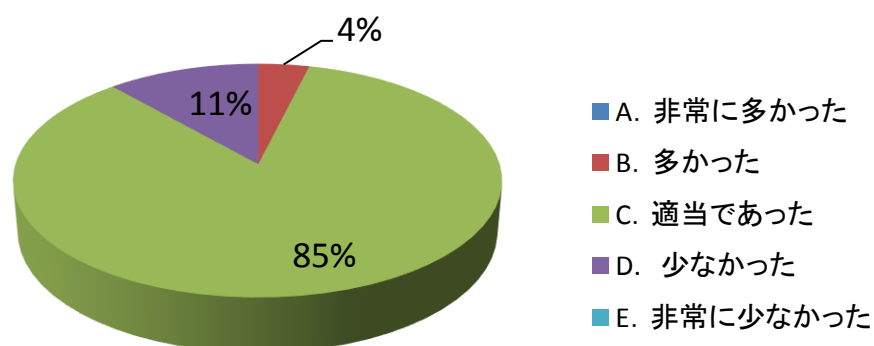


第 19 回核医学画像セミナーアンケート結果

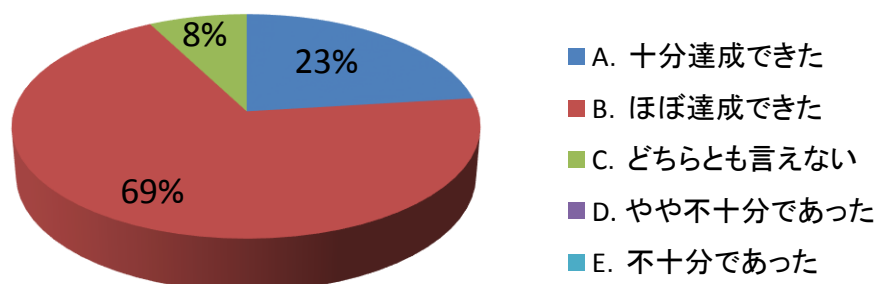
セミナーの難易度はいかがでしたか？

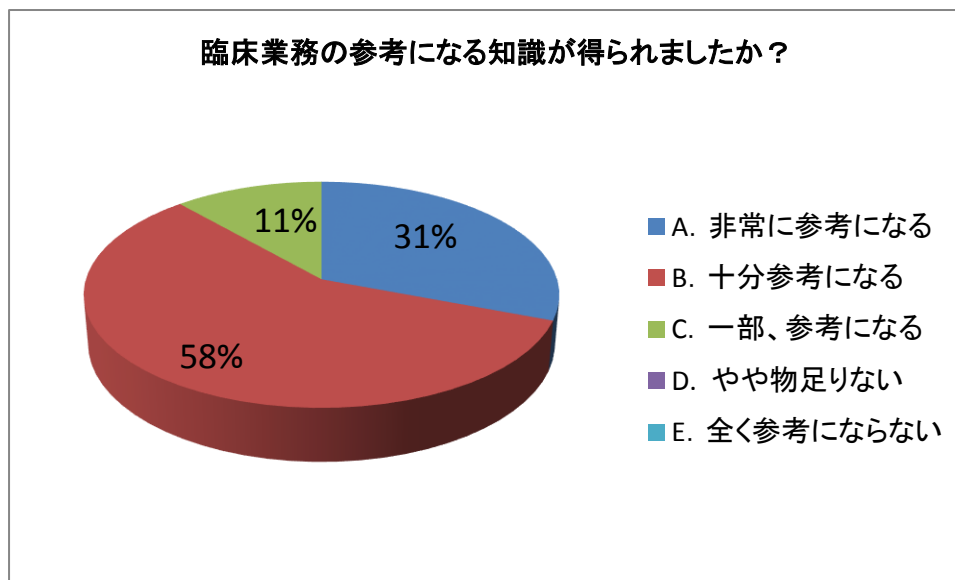


セミナーのボリュームはいかがでしたか？



セミナーを受講されて、ご自身の達成感はいかがでしたか？





本セミナーを開催するにあたり、茨城県立医療大学の施設を利用させていただき、茨城県立医療大学の對間部会長をはじめ、サポーターの皆様にお礼申し上げます。誠にありがとうございました。

講師として参加いただいた山木先生には、テキスト、プレゼン資料作成などサポートしていただき、大変感謝しております。

今回のセミナーは、講師、サポーター、受講者のご協力のもと非常に意義のあるセミナーを実現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、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、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際には、是非ご参加頂きますようよろしくお願いいたします。

集合写真（受講者と講師）



第 19 回核医学画像セミナー印象記 ～プロミネンスを使ってみる～

茨城県立中央病院 倉田 悟至



皆さんは普段の業務や研究で、核医学画像処理解析ソフトウェア **Prominence Processor Version3.1**（以下、プロミネンス）をお使いの経験はあるでしょうか。核医学関連のシミュレーションソフトはいろいろあると思いますが、プロミネンスはインターネット上で入手可能なフリーソフトであり、動作もそこまで複雑ではないのでお世話になっている方も多いと思います。私もプロミネンスを使っていろいろな検討をしてみたいとは思っていたのですが、独学でこれを使いこなすのは一苦勞ですし、誰かに教わろうにも、こうしたソフトの扱いに精通した方は周りにはなかなかいらっしゃいません。

そんな中、私の母校である茨城県立医療大学において先日、第 19 回核医学画像セミナーが開催され、私も参加させていただきました。セミナーのテーマは「デジタルファントムを使いこなす」ということで、プロミネンスをインストールした PC を持参し、2 日間に渡るグループワークを行いました。

セミナーではシミュレーションで使うデジタルファントムの設計・作成から自分達で行いました。講師の先生方の指導の下、自作したデジタルファントムを使い種々の条件やパラメータが画像に与える影響について検討しました。プロ

ミネンスの使い方を学ぶだけでなく、普段の検査ではその過程が分かりづらいフィルタ処理などが画像に与える影響についても改めて理解を深めることができました。

そして、ただソフトの使い方を教えて終わらないのが核医学画像セミナーですね。セミナー最後のグループワークでは、プロミネンスを使って何ができるかをグループ内でディスカッションし、それを発表し合いました。セミナーに参加された先生方は皆さん発想力豊かで、メーカー毎に計算式の違うフィルタを使った画像への影響の比較・検討、検出器距離が画像へ与える影響の検討など、自分では考えつかなかったアイデアが次々飛び出します。こうした議論が行えるのは、様々な施設で核医学検査に従事する先生方が集まり、グループワークを行う本セミナーならではのと思います。おかげで、大変充実した時間を過ごさせていただきました。今回の経験は、間違いなく今後の業務、研究に生かせるものになると感じています。

最後に、本セミナーを企画していただいた皆様、セミナーでお世話になった先生方に深く感謝申し上げます。

第 19 回 核医学画像セミナーに参加して

国立がん研究センター東病院
放射線技術部 柳澤 かおり



今回のセミナー参加を決意した一番の理由は、ハンズオン形式であることでした。講義のみより、実際に演習を行いながら受講することで、より実践的に学べるのではないかと考えたからです。また“デジタルファントムを使いこなす”というテーマも魅力的でした。

セミナーは2日間の日程で、台風18号が開催地・茨城県を横断する予報の中、1日目は始まりました。各班5名程度にグループ分けされ、まずはデジタルファントムについての基礎的な講義を受けた後、各自 Prominence Processor の演習を行いました。テキストは、後から見直してもわかるよう配慮されており、演習中もスタッフサポートをその場で受けられるので、操作で不安になることはありませんでした。

また、研究に関する相談コーナーでは、受講者が日頃感じている悩みに対して、講師の先生方からのアドバイスのみならず、受講者間でも意見を出し合いながら話し合いは行われました。研究の始め方・データのまとめ方についての質問や、デジタルファントムの検討結果を臨床に用いる際の注意点などに対して、経験年数だけでなく、知識レベルや働く環境も異なるメンバー間での話し合いは、新たな視点にも気づくことができるようなとて

も刺激的な時間でした。

大雨となった2日目は演習を行った後、各班で話合ってセミナー総括のプレゼンテーションを行いました。総括といってもその発表内容は各班に委ねられ、デジタルファントム作成の長所を挙げたり、シミュレーション結果をどう臨床応用していくかを述べたり、演習した内容をまとめる班など、様々でした。

今回のようなハンズオン形式でのセミナーは、ソフトの基礎的な操作方法を効率よく、かつ正しく理解することができ、デジタルファントムの魅力を知る良いきっかけとなりました。今後は、臨床画像を検討する上での解析ツールとして活用していきたいと思います。また、他施設の方と交流する機会も多く、新たな良き出会いの場にもなりました。

最後に、このような貴重な機会を与えて頂きました関係者の皆様に感謝申し上げます。



Photo 班員の皆様と

第 19 回 核医学画像セミナーに参加して

筑波大学附属病院 放射線部
岩坂 明美



核医学画像は分解能が悪く、正しい評価や診断をするためには、ファントム実験よりカメラの性能を把握し、最適な撮像条件と画像処理条件を決定する必要がある。今回、ファントム実験を始めるきっかけをつくるため、セミナーに参加した。

セミナーの内容は、グループワークで Prominence Processor Ver.3.1 を使用し、デジタルファントムを作成し、データ収集、画像再構成、画像解析と言った一連の流れを受講するもの。まず、デジタルファントムの基礎講義から始まり、その後、演習 1 として『デジタルファントム作成から画像再構成』、演習 2 として『収集カウントとバターワースフィルタの関係』、演習 3 として『空間分解能と対象物サイズとの関係』をハンズオン形式で学んだ。セミナー終了後にグループで意見交換し、セミナーの考察、発表を行うというものだった。

私は、このソフトを使うのが初めてだったので、PC 上で仮想的にファントムを作成し、自由な条件で投影データ、画像の再構成まで行え、そこからさまざまなことが検討できることに驚き、感動した。ファントム実験初心者の私にとって、実際にファントム実験を行う前に実験の計画

や模擬実験的なことが出来るツールがあるということは、とても心強いと感じた。また、各グループの考察・発表の中で、このソフトの長所や短所についても様々な討論があり、実際のファントム実験では統計学的誤差などがあるため、ソフト上での結果と同じ結果にならないことも教授していただいた。大変勉強になる 2 日間であった。今後、このセミナーで得た知識を臨床・研究に活かしたいと思う。

このような有意義な企画を考え開催・実行していただいた核医学部会の皆様・講師の皆様に深く感謝申し上げます。

第 19 回核医学画像セミナー in 茨城に参加して

東京医科大学茨城医療センター

放射線部

野竹亮吾



この度、第 19 回核医学画像セミナーに参加させていただきました。私が核医学検査に携わるようになって約 3 年が経ちますが、日々の検査業務をこなす事に精一杯で、画質評価や測定、ファントム実験などに手が出ない状況でした。また、自施設で実験するにもファントムも多くなく、さらに核種の準備も容易ではない、さらには実験しようにも方法が解らないといった事も実験に手が出せない要因でした。疑問に思ったことを直ぐに確かめられない事は自分としても不本意でした。

そんな時にこの核医学画像セミナーの事を知り、しかも地元で開催されるという事で締め切りギリギリに申し込みをして参加させていただきました。

セミナーで使った **Prominence Processor** というシュミレーションソフト（お恥ずかしながらこのセミナーで知りました）は、かねてよりの疑問であった、撮像 **Protocol** のどのパラメータをどう変化させれば、画像・画質がどのように変化するのかわかり得るソフトでした。このソフトを使用すれば自分の好きな仮想ファントムに任意のパラメータを設定できる、また費用も時間も掛からない、思い立ったらいつでも検証ができるという点で、自分のニーズに合致していると

感じました。また実際にソフトを使用して講義を受けてみると、先生方の講義や資料のおかげで違和感なく使用できましたし、慣れてしまえばさほど難しい操作もなかったので、とても簡便にデジタルファントム実験ができると感じました。

またセミナーも 2 日間のいう構成だったので、あまり詰め込みすぎずにゆったりとした雰囲気で行えましたし、グループ編成での講義形式も普段話せない方々と交流を深められたことは非常に価値のある経験だったと思います。そして最後にはグループ発表という形で 2 日間の成果を発表する機会がありましたが、私はグループを代表して発表させていただきましたが、短い時間の中グループで話し合って、よりグループの仲が深まったと感じました。このグループ形式は今後もし是非とも残していただきたいと思いますし、また是非参加させていただきたいと思います。

～謝辞～

核医学の入り口に立ったばかりの若輩者の私に、對間先生をはじめ各先生方が大変親切にまた丁寧にご指導頂きましたことに大変感謝しております。今後も何かのご縁がありましたら、何卒よろしくお願い致します。

第 19 回核医学画像セミナーに参加して

東北大学病院

佐藤 光



私が今回参加した理由は、上司からのお願いというのがありますが、先日核医学の解析を行う際に本講習で用いたプロミネンスプロセッサを使用したことにあります。

私は現在脳血流シンチの画像出力の際の表示方法について調べています。補正方法を変化させるとどのように画像の見え方が変わるのか、それに対して表示方法をどう変えたらよいのか、というものです。このアプリケーションを使えば実際にファントムの撮影をせずとも自分で仮想ファントムを作成でき、さらに自由に画像再構成が可能とのことでした。面白いアプリケーションだと思ったのと同時に、これを詳しく学んで現在の研究に生かしたいと思ったのが参加のきっかけでした。

セミナーに関してですが、自分のパソコンを持ち寄って行うものということで（当然なのですが）勝手に難解な内容を行うものと思い込んでいました。しかし実際に参加してみると、わかりやすく基礎から始め、徐々に発展した内容に進むようになっていたので学びやすい講習だったように感じました。また、周りにスタッフの先生方もいらしたので落ち着いて臨むことができました。この講習で学習したことを次の自分の研究に生かそう

と思える、とても為になる講習だったと思います。

本講習では最後に核医学に関する質問コーナーを設けていました。今回が初めての試みだったそうなのですが、今回多くの大学が参加し、経験年数のさまざまな方が多かった中、核医学初心者から経験の長い方までそれぞれの方に向けて丁寧に回答されていたのが印象的でした。

今回の講習に参加して、アプリケーションについても学習できましたが、核医学全般に関する貴重なお話も多く伺えたのがありがたく思いました。なかなか他大学の方とお話することも多いわけではないので、今後もこういった講習に参加することでいろいろな方と交流を得たいと思います。

今回お忙しい中このような有益な講習会を開いていただいた先生方、また参加者の方々、ありがとうございました。

第 22 回核医学技術研修会を終えて

豊橋市民病院 市川 肇

平成 29 年 11 月 18, 19 日に豊橋市民病院（愛知県豊橋市）にて第 22 回核医学技術研修会を開催いたしました。遠方から 22 名の方々にご参加いただき、感謝申し上げます。

今回のテーマは「ステップアップ！ガンマカメラ実験」と題しまして，“実験計画・SPECT の各種補正の理解を深める”，“ファントムの製作にチャレンジする”，“研究仲間を作る”ことを目的としました。これらのサブテーマは私自身がこれまでの 10 年間に感じてきた「どうやって実験計画を立てればいいのか？」，

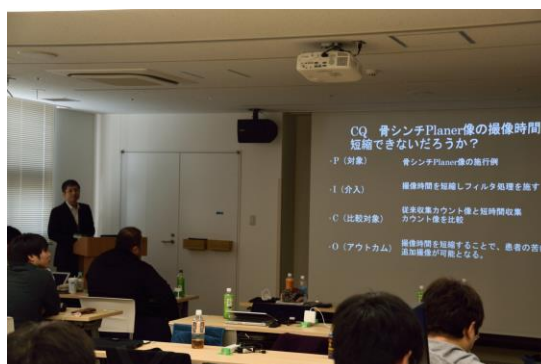
「SPECT 画像に関する理解を深めたい」，「こんなファントムがあったらいいのに」，「研究仲間が欲しい」という思いから至ったものです。これらを二日間に凝縮したため，参加いただいた皆さんには開始早々からアクセル全開で頑張ってください，少々戸惑いもあったかと反省しております。

前述のとおり，豊橋市民病院三浦室長の開会挨拶が終わるやいなや，講義「実験計画の考え方」が始まり，事前に持参するようにお願いしていた“日頃の疑問”

を実験計画の立案のために“research question”に構造化するという実習を交えて行いました。この講義に続く山木先生の「SPECT の各種補正について」においてもハンズオン形式で，各種補正の過程を手計算で画素値を求めることにより SPECT 画像の理解を深めてもらいました。山木先生の非常に分かりやすい講義に夢中になっている参加者の皆さんの熱心な姿が印象的でした。これらの講義以降はグループ毎に「実験計画書の作成」や島田工場長 (!?) の「ファントム製作実習」という全く息つく暇もないプログラムで 1 日目を終えました。

2 日目はグループ毎に作成した実験計画に従って「ファントム実験」，「データの解析」や，ドリル等の工具の使い方に関する実習を行いました。開催前は正直，ファントム実験までたどり着けるだろうか？と心配しておりましたが，皆さんが真剣に取り組んでいただいたお陰ですべてのグループがミッションクリアしました。後半のグループディスカッションでは，「昼食の時間です」，「ディスカッション終了です」とアナウンスしてもディス





カッションが止まらず、熱く語っている姿が印象的でした。

研修会の最後は恒例のプレゼンテーション大会を行い、どの班の方々も日頃から非常に素晴らしい疑問を持ちながら業務に携わっているのだと感心しました。本研修会が契機となって、各参加者の研究の進展、また、共同研究に発展することを切望しています。

最後になりましたが、本研究会を開催するにあたり多大なご協力をいただいた豊橋市民病院の島田秀樹先生、加藤豊大先生、谷口裕輝先生、豊川市民病院の渡邊洋一先生、小林徹丸先生、成田記念病院の三須義直先生に感謝申し上げます。



第 22 回核医学技術研修会に参加して

済生会横浜市東部病院 伊東 利宗



「ファントムを DIY！」あまりにインパクトのある題目に気付けば参加申し込みをしていた。平成 29 年 11 月 18 日、19 日に豊橋市民病院において、第 22 回核医学技術研修会が開催された。研修会の概要は「実験計画の立案」、「ファントム製作」、「ファントム実験」、「グループディスカッション」ということで、このボリュームを 2 日間で？本当に？ただ、大変魅力のある内容なので期待感を抱き豊橋へ向かった。

私は核医学業務にも従事をしていますが、当直を含めローテーターとしての勤務をしています。周りのスタッフも同じ環境ですので、「ファントム実験しよう！」と思っても、時間をかけてのディスカッションが行えずに自身の考えに基づいての実験を行っていた。限られた時間の中で、計画も疎かにとにかく結果を急いでいた。そのようなこともあり、基礎的なミスも多発し結果として多くの無駄な時間を費やしてきたように感じる。そのような背景からも、今回の研修は、同じベクトルを持った仲間とディスカッションを行いながら一つの研究計画を構築し、間では実際のアイデアを具体的な形への変換の可能性を含んだファントム作成と、まさに私に必要なツールが凝縮された内容であった。

1 日目の午前中は実験計画の考え方と、

各種補正についてのハンズオン形式の講義を行い、実際にそれらの講義を踏まえて、各人が日常の疑問(Clinical Question)からその疑問を研究対象とした、具体的かつ明確な疑問(Research Question)までの構造化を行い、各班でそこから一つ班研究課題として、ディスカッションの中から決定した。決定後は、より詳細な研究計画を構築するために、RQ を進化させる為により深いディスカッションを行った。私は班長として班員の方達の意見を集約し、実行する立場であったが自身の能力不足のためご迷惑をおかけする場面もあった。しかし、班員の方たちの協力もあり大まかな方向性と評価手法まで決定することができた。午後は、Sphere ファントムを実際に構築するという斬新な実習が行われた。一つ一つの工程が非常に繊細で、集中力を要したが構築できた時の爽快感は最高であった。同時にこれの何倍ものファントムをいくつも構築されてきた豊橋市民病院の方たちの偉大さを痛感した。「アイデアは形にできる」を実感させて頂いた時間であった。

2 日目はより深いファントム構築として、アクリルの板から球型にするまでの実演と演習を行った。身近なちょっとした物で構築可能であることに非常に感心した。その後は、実際のファントムを使

用し RI 薬剤を封入しファントム収集までの一連を行った。当班は事前に収集データを頂いていたので, Cold でのシミュレーションと他班の構築・収集を見学した。午後からは, 実際に研究計画書の仕上げとプレゼンの資料作りを班員全員で協力して行った。実質数時間のディスカッションでもそれなりの研究計画を構築することができ安堵している。プレゼンも他班の方やチューターの先生方との熱いディスカッションが行え, 大変有意義であった。

この研修会では様々なことを学んだが, チューターの長木先生が最後に仰った

「自分の研究は自分が一番理解しているが, 同時に自分が一番理解できていない」が全てではないだろうか。一つの研究を構築するためには, 複数の人の客観的指摘がなければ成り立たない。だから, 研究はチームなのではないだろうか。私も「善意ある否定」を言って頂ける仲間を沢山作り, 研究活動を行っていければと思っている。

最後になりますが, このような素晴らしい研修会を企画し, 準備から運営までご尽力いただいた実行委員の方々, 核医学部会の先生方に厚くお礼申し上げます。

『ステップアップ！ガンマカメラ実験 ーファントムを DIYー』 参加して

香川大学医学部附属病院 前田幸人



第 22 回核医学技術研修会『ステップアップ！ガンマカメラ実験 ーファントムを DIYー』が愛知県豊橋市の豊橋市民病院にて開催され、参加させていただきました。この研修を受ける上で、最初に私が疑問に思ったのは、「DIY って何???」でした。みなさんご存知でしょうか。DIY は Do It Yourself の頭文字をとったもので、「自身でやる」の意味です。お金を払ってひとにやらせるのではなく、自分自身で何かを作ったり、修理したりする活動のことです。恥ずかしながら、私は本研修で初めてこの DIY を知りました。研修内容はファントムを DIY だけでなく、実験計画書の作成についても学べる内容でした。

ファントムを DIY では、豊橋市民病院の島田秀樹先生を師匠とし、20 数名の弟子が球体ファントムを作成しました。途中で球体ファントムが壊れたりした方もいらっしゃいましたが、参加者全員一生懸命作成しました。私が作成した球体ファントムは決して綺麗ではありませんでしたが、自分が作成した世界に一つしかない球体と思うとなんとも言えない気持ちになりました。

実験計画書の作成では、各班にわかれ班ごとに実験計画書を作成しました。その計画書をもとに実験も行い、グループディスカッションを経てプレゼンテーションを行いました。これまで自分の研究において、研究途中で何を求めたかったのだろうと思うことが何度もありました。このような実験計画書を作成して研究を進めていけば、研究の途中で迷うことも少なかったのかなと以前の自分を振り返ることができました。

本研修会は座学だけでなく、実際に実験等を行うことのできる良い研修会ということは以前より聞いておりましたが、私はこれまでこの研修会には参加したことがありませんでした。しかし、実際に研修を受けてみて、非常に素晴らしい企画であり、今後も参加したいと思います。開催地によっては交通費もかかり、講習会費用も 1 万を超えますが、ぜひ参加して、しっかり勉強し、ディスカッションできる仲間を作って欲しいと思います。

第 22 回 核医学技術研修会に参加して

川崎医科大学附属病院 徳重 祥也



豊橋市民病院にて開催された第 22 回核医学技術研修会に参加させていただきました。現在核医学部門の所属ではなく、また臨床経験も少ないですが、以前から核医学に興味があり、また「ファントムを DIY!」という魅力的なプログラムを拝見し参加を決意しました。セミナーは 2 日間にわたって行われ、内容はファントムを実際に作ってみることや、日常の疑問をどのように実験・研究可能にするかまでの考え方、また、私のような核医学初心者に優しい SPECT の各種補正に関する講義でした。

最初は実験計画の考え方と SPECT の各種補正について講義して頂きました。実験計画の考え方では、核医学に限らず日常業務で感じた疑問 (Clinical Question : CQ) を、実際に研究・実験目的を具体的かつ明確に伝える最も短い文章 (Research Question : RQ) に変換していく方法を講義して頂きました。SPECT の各種補正については、基本的な散乱・減弱補正を実際に計算から求めたり、空間分解能補正の注意点など各種補正の重要な内容をとても分かりやすく講義して頂きました。

実習では、1 グループ 6 ～ 7 人の 3 グループに分かれ「ファントムを DIY」や実際の実験計画を行いました。「ファントムを DIY」では、ホームセンターで販売されているアクリルから実際に NEMA ファントム等で使用している球体ファン

トムを作る方法を事細かに教えて頂きました。作成する方法や材料が意外にもホームセンター等で手に入るもので作成されており、特に驚いたのが平面のアクリルを球体状に曲げる際に使う球体の土台も講師の先生が作成されていたことでした。また、ロッド部分にねじ穴を作成する際も大変難しく、講師の先生が作成されたきれいなファントムを作れるようになるためには、知識・技術の習得が必須だと感じました。

実際の実験計画では、私たちが核医学検査時に感じた疑問である CQ を簡易実験等行い RQ に変換していきました。私はまだ、論文等も書いたことがなく、学会発表もあまり行ったことがないため、グループの先生方の考え方や意見がとても勉強になりました。最後のプレゼンテーションでは、各グループの報告に対して、会場全体からいろいろな意見が出て圧倒されてしまい、自分の核医学に関する知識の少なさを痛感し、同時にこれから頑張って勉強して少しでも講師の先生、参加された先生のような放射線技師になっていきたいと感じました。

ファントムの作成、実験計画の考え方という貴重な研究会に参加させていただき、あっという間の 2 日間となりました。最後になりますが、半年以上前から研究会の準備にご尽力くださった講師の先生方、核医学部会の先生方、関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

第 22 回核医学技術研修会に参加して

千葉大学医学部附属病院 梅澤 哲郎



今回の研修会は“ガンマカメラ実験ファントムを DIY”というテーマでした。ファントムを自分で作成するというのは考えになかったため、どんな体験ができるのか興味が湧きました。また私は核医学の経験が浅く、まだまだ知らないことが多いので少しでもこれからの研究やステップアップにつなげたいと思い、研修会に参加させていただきました。

初めに、実験計画の考え方について講義していただきました。日常業務の中での疑問をどのように実験につなげていくかの考え方を学ぶことができました。

次に SPECT の各種補正法について講義していただきました。教科書を読むだけでは理解しづらかったことが、画像を交えてわかりやすく教えていただき理解することができました。

講義の次は、グループごとで実際に日常業務の疑問 (Clinical Question) を 1 つ決め、そこから研究するうえでの目的を具体的かつ明確に伝える短い文章 (Research Question) に変え、それを具体化し、実験計画書の作成を行いました。箇条書きで埋めていくため、考えやすかったです。

次にファントム作成の講義と実習を行いました。2 日間を通して、アクリルの板から NEMA Body phantom

の 22mm 球を作成しました。アクリル板を熱して半球を作り電熱線で切断し、ヤスリで磨いて接着し、球を作成しました。支持棒にもネジとネジ穴を作り接着しました。ネジ穴を掘るなど考えていなかったためとても驚きました。全部が初めてのことで、とても貴重な体験ができました。

2 日目には、実験計画書を下にファントムを作成し、撮像をしました。その後、グループ内でディスカッションしながらスライドを作成し、代表者が発表を行いました。この 2 日間で、臨床の疑問から実験、発表まで行えたことで、流れを把握することができ大変勉強になりました。また他施設の方とディスカッションを行うことで、色々な意見が聞けて、とても有意義な時間を過ごすことができました。

今回の研修会で学んだことを今後の実験や研究に活かしていきたいと思います。

編集後記

今年の冬は、観測史上〇〇という言葉をよく耳にした厳しい冬であった。しかし、日本には四季があり必ず春が訪れる。編集後記を執筆している現在、東京では桜が咲き誇り、我が家の庭に植えている桜もピンク色のつぼみをつけ、今日にでも咲き始めるのではないだろうか。桜（ソメイヨシノ）は、世界中の人々に愛されている花（樹木）であり世界各地で植樹が行われている。桜は、つぼみが膨らみ始めたと思ったら花が咲き、あっという間に満開となる。そして桜吹雪が舞う。この数日間の一連の光景すべてに見応えがあり、見ている私たちを幸せにしてくれる。

桜の季節は別れと出会いの季節でもある。先日、私の大学院の恩師（先生）が定年退職された。先生は、私にとって恩師と言うよりも勉学・研究の師匠である。先生は、研究に関して一切の妥協を許さない厳しい方であったが、現在こうやって執筆できていることも、研究の「け」の字から徹底的に訓練していただいた先生のおかげであることは間違いない事実である。この場をお借りして、深く感謝申し上げたい。ここで、私が 20 代の時に人生の師匠と定める方から教えていただいた言葉を紹介する。

「師匠は弟子を選べない。しかし、弟子は師匠を選ぶことができる。」
師匠の存在は、本当に幸せなことであると心に深く感じさせていただいた。次は新しい出会いを楽しみに新年度を迎えたい。

話は戻るが、桜は美しい花を咲かせるために、一年のほとんどの期間を人の目に見えないところでひたすら準備を行っている。我々、診療放射線技師、研究者も同じではないだろうか。多忙な業務や日常生活の中にもかかわらず、日々少しずつでも研究時間を確保し、地道に努力し続けた者だけが、研究成果（論文）という美しい花を咲かせることができると。

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

（文責 甲谷 理温）