


# かけはし

大阪大学放射線技術科学学友会  
会誌第 21 号  
令和 3 年 10 月 1 日発行

 大阪大学  
放射線技術科学 学友会

 お問い合わせ

学友会について

学友会の歴史

活動報告

OB・OGの「今」

学生さん  
お役立ち情報

重要なお知らせ

阪大放射線技術科学専攻の公式twitterを開設しました！



学友会ホームページのトップページより引用

## 2021年度大阪大学放射線技術科学学友会

### 総会および講演会のご案内 (Web 開催)

日時：令和3年11月20日(土) 14:00~16:00

- 総会 (14:00 ~ 14:30)
- 教育講演 (14:30 ~ 15:00)  
「だれでもわかるディープラーニング入門」  
大阪大学医学系研究科保健学専攻  
画像科学技術研究室 石田 隆行 教授
- 研究室紹介 (3 研究室) (15:00 ~ 16:00)
  - ・ 生体物理工学講座 画像定量解析研究室 田中 壽 教授
  - ・ 生体物理工学講座 生体機能イメージング研究室 小山内 実 教授
  - ・ 生体物理工学講座 医学物理学研究室 西尾 禎治 教授

参加方法は学友会ホームページをご参考願います。

ホームページアドレス <https://handaihousha-gakuyuukai.jp>



## — 目 次 —

- P.2 巻頭言 小水 満 氏 (医療短大3期)
- P.3 研究室紹介  
医学物理学研究室 西尾 禎治 教授  
医用光学研究室 近江 雅人 教授  
画像科学技術研究室 石田 隆行 教授  
画像定量解析研究室 田中 壽 教授  
医学系研究科附属ツインリサーチセンター 高橋 洋人 准教授  
生体機能イメージング研究室 小山内 実 教授  
病態超音波医学研究室 鎌田 佳宏 教授  
分子イメージング学研究室 福地 一樹 教授  
放射線腫瘍学研究室 小泉 雅彦 教授  
医用磁気共鳴学研究室 木村 敦臣 准教授  
先端画像技術学研究室 齋藤 茂芳 准教授  
放射線情報学研究室 沼崎 穂高 准教授
- P.27 研究室・教員リスト
- P.28 第10回施設紹介  
森ノ宮医療大学 診療放射線学科 船橋 正夫 氏 (医療短大9期)  
(郵送した会誌にはない写真も掲載しております。)
- P.34 テクニカルレポート  
株式会社フィリップス・ジャパン 望月智広 氏 (保健学科11期)
- P.39 会員寄稿  
今に繋がる山の教訓 土井 司 氏 (医療短大8期)
- P.45 編集後記

---

## 巻頭言

小水 満（医療短大3期）

COVID-19 感染拡大で学友会活動の制限が余儀なくされている状況下で、学友の皆様の日々のご苦勞をお察しいたします。

さて、デジタル化を促進するデジタル庁が9月1日に発足します。趣旨は、「デジタル技術やデータを活用して、利用者目線に立って新たな価値を創出するデジタルトランスフォーメーション（DX）」で、「これまでのデジタル化のように、紙や対面で行っていた手続を単にオンラインでできるようにするなど、従来のやり方をデジタルに置き換えるだけの、digitization ではなく、デジタルを前提とした次の時代の新たな社会基盤を構築するという digitalization の観点の重要性」を具現化するものとあります。

デジタル技術といえばコンピュータで、1950年ごろから本格的にハードウェアやソフトウェアが開発されてきました。私が、診療放射線技師として病院に入職したころのX線画像は、フィルム／増感紙系を用いたアナログX線写真で、その画質改善のための画像評価に夢中になり、デジタル評価技術を一生懸命学んだものでした。その後、デジタル画像保管や画像ネットワーク化が進み、まさにアナログからデジタル化への digitization が行われてきたことは周知の通りです。

現在の一般的なデジタル技術は、自動運転、通貨、ロボット産業、将棋、囲碁、ゲーム、など多くの分野で、人工知能(AI)、3次元プリンティング、仮想的労働者(RPA)、IoT(Internet of Things)などが、社会でデジタルテクノロジーとして利用されています。また、医療画像領域においては、X線CTがコンピュータ技術革新と最も密接に進化し、AIによる画像再構成技術や画像診断技術が向上しています。これらは、デジタル庁が推進する新たな時代の社会基盤を構築するという digitalization の観点の重要性」に繋がっているデジタル時代になると思います。

一方、2年近くのCOVID-19感染拡大防止策では、AIを使って人間の行動を制御する試みもありましたが、人間は、自分の関心、興味、価値観によってアナログ的に行動することから、結局デジタル的に完全に制御できない状況です。COVID-19と共存のためには、人間自身がアナログとデジタルの思考を整理しなければならないことを突き付けられているように思います。

診療放射線技師は、常に最先端機器を駆使して診療に携わってきました。働き方改革の一つの医師のタスクシフトによる診療放射線技師の業務拡大では、造影検査、核医学検査などの静脈路確保のアナログ技術が求められます。デジタル技術中心の放射線診療業務からアナログ技術の業務拡大への対応には、従来の診療放射線技術思考を整理する意識改革が必要ではないでしょうか。

---

## 大阪大学医学部保健学科 研究室紹介

まえがき

—2021 年度大阪大学大学院医学系研究科保健学専攻の研究室紹介にいたるまで—

学友会事務局 永吉 誠

2021 年 8 月末日、石田会長をはじめとする学友会役員で web 会議を開催し、本年度の学友会総会・講演会の開催可否や会誌『かけはし』の発刊について議論を行いました。

今年度の学友会総会・講演会については、新型コロナウイルス蔓延の終息が見通せないため、会場開催ではなく、web にて開催されることになりました。

本誌『かけはし』におきましては、例年ですと、前年度の総会・講演会・懇親会の内容や様子を文章や写真で紹介します。しかし、前年度の総会・講演会は、新型コロナウイルス感染防止の観点から開催をとりやめたため、『かけはし』に掲載する本項目の文章や写真は、原稿が無いような状況に陥りました。このような窮地の状況を打開すべく web 会議で「この機会に保健学科の研究室紹介をしてはどうか」という提案があり、各研究室の先生のご意向をうかがいながら、今年度の『かけはし』では「大阪大学大学院医学系研究科保健学専攻の研究室紹介」を掲載することになりました。

同窓生・卒業生はもちろん、これから研究室に配属となる現役の学部生にとっても、研究室の情報は興味深いと思います。ぜひ、この機会に、現在の研究室の様子をご覧になっていただくと幸いです。

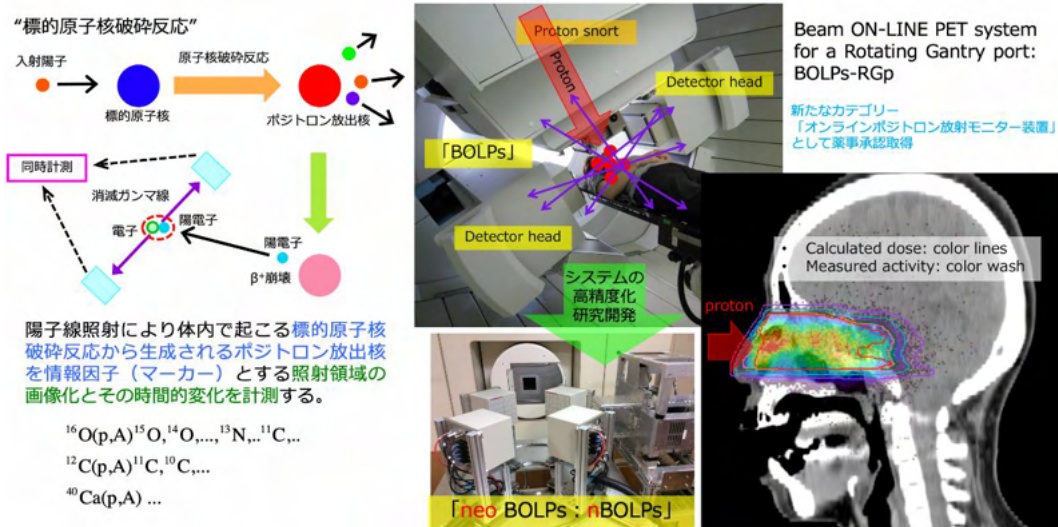
またこの度は、大変お忙しい中、各研究室の紹介のための資料作成にご協力いただいた先生方に、厚く御礼申し上げます。

がんの放射線治療では、放射線と照射する人体との相互作用による物理反応から、化学反応、生物反応が連鎖し、腫瘍細胞を殺傷します。医学物理学とは基礎物理学を基盤とする、放射線物理学、原子核物理学、原子・分子物理学、放射線計測学、電磁気学、物理数学、情報工学、医学、生物学などの幅広い学問の結集体であり、その知識及び成果を医学へ展開する学術分野が医学物理学分野・放射線技術学分野です。放射線治療の高精度化には、医学物理学及び放射線技術学の研究開発が重要です。大学や研究所においては革新的な医学物理学研究及び開発、研究者の育成を主体的に実施する人材が必要不可欠です。また、医学物理学・放射線技術学は物理学の医学への応用と考える人がいますが、それは必ずしも正しい考えではありません。放射線と人体との物理相互作用及び生体的反応などの未知の現象が数多く残っており、放射線治療の高精度化を目指す上で、それらを解明することも医学物理学・放射線技術学の大きな役割の一つです。

本学の医学物理学研究室では、臨床現場や大学・研究所で活躍出来る医学物理士の研究教育と人材育成を目指しております。本学の特徴でもある、医学と理学、工学との横断的で充実した研究環境を活用することで、医療ニーズから生まれる先端的なシーズ研究の実施による教育を行っております。以下、医学物理学研究室で実施している粒子線治療に関する研究テーマを2つ紹介させていただきます。

#### 「体内陽子線照射領域可視化・腫瘍線量応答性観測システムの研究開発」

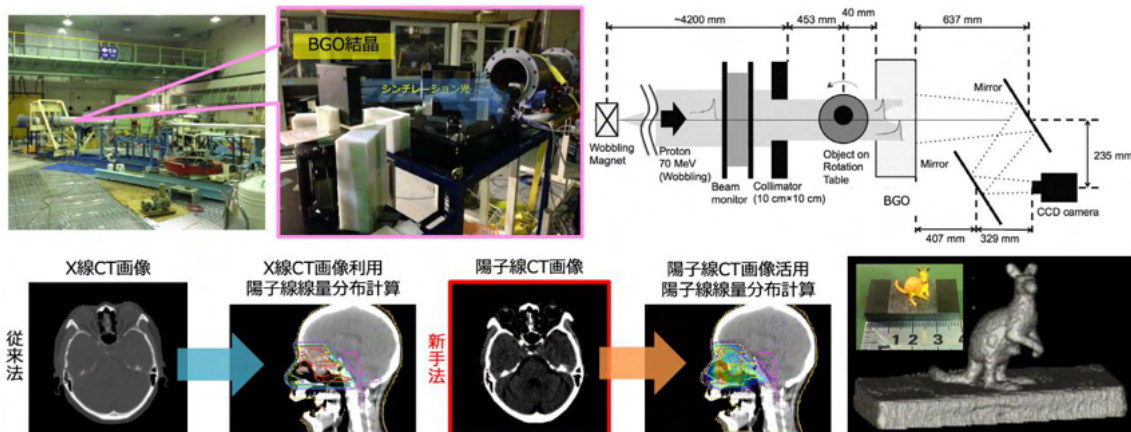
放射線は目に見えないために実際の陽子線治療では腫瘍への確に照射されたかを確認出来ていない問題点がありました。そこで、本研究では入射陽子と患者体内中の人体構成原子核との標的原子核破砕反応による生成ポジトロン放出核を情報因子とすることで体内照射領域可視化システムの研究開発を行っています。更に標的原子核破砕反応により腫瘍内で生成されるポジトロン放出核の位置及び強度の時間的変化を観測することで、照射線量に対するそれらの時間的変化に法則があることを観測しました。本システムの研究開発を進めることで、腫瘍への確に陽子線を照射すること及び腫瘍の線量応答性を観測できる可能性があり、患者個別に対する最適な処方線量による新たなテラレーメイド陽子線治療への実現が期待出来ます。また、陽子線治療のみでなく、重粒子線治療への活用も視野にシステムの研究開発を行っています。



(体内陽子線照射領域可視化・腫瘍線量応答性観測システム)

「陽子線 CT 画像取得システムの研究開発」

ブラックピークを活用する陽子線治療では患者体表と腫瘍までの距離に対応する飛程の計算精度が重要となります。現在、X線CT画像を用いた陽子線飛程計算では3%の計算誤差が存在すると言われています。本研究では治療と同じ線種である陽子線を用いたCT画像によって飛程精度問題を解決するために、陽子線CT画像を取得可能な新たな計測システムを開発しました。本システムを用いることで、世界で初めて複雑な構造をした物体の画像化に成功しました。本システムを活用し、様々な条件での陽子線CT画像の取得と得られたデータの詳細解析を進めることで、陽子線の体内中飛程の計算精度の向上を目指しています。



(陽子線 CT 画像取得システム)

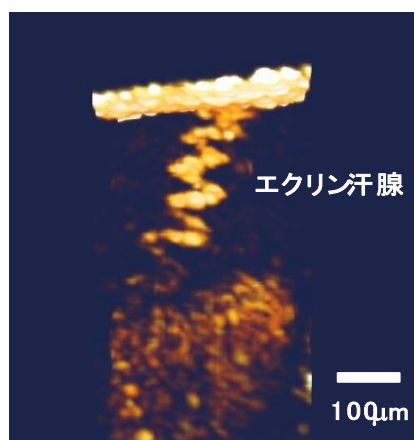
## 1. 研究室の概要

当研究室は私が着任以来 2012 年～現在まで至っており、これまで学部学生 36 名（平成 24 年度～令和 2 年度）が卒業し、博士前期課程 15 名（平成 25 年度～令和 2 年度）が修了している。卒業生達は現在、診療放射線技師や医療系企業等で活躍している。研究室のメンバーは私と齋藤茂芳准教授、大学院生、学部学生、特任研究員及び招へい研究員で構成されている。研究テーマは光による断層イメージング法を中心として生体の構造・機能を検出し、これをもとに臨床現場で利用できる光診断法を提案・開発することを目的としている。

## 2. 研究活動の紹介

当研究室では光（レーザー光）を用いた生体計測・診断やイメージングの研究を行っている。光コヒーレンストモグラフィー（OCT）は生体表皮下数 mm の断層イメージを約 10 ミクロンの高い空間分解能で取得できる技術である。この OCT は 1990 年初頭に開発され、現在では眼科の網膜診断をはじめ、循環器系、皮膚科、消化器外科、産婦人科、泌尿器科等々で臨床応用が検討されている。当研究室では、タイムドメイン方式 OCT（TD-OCT）と光周波数掃引方式 OCT（SS-OCT）の開発を行ってきた。特に SS-OCT は数 10kHz 以上の繰り返し周波数でライン走査を行うためにリアルタイムで断層イメージを得ることができる。この SS-OCT を用いて OCT の生理学分野への応用研究をおこなっている。時系列に OCT を取得するダイナミック OCT を発案し、交感神経に支配される表皮直下にある汗腺や末梢血管系の生理機能を OCT によって鮮明に観察・追跡できることを実証した。精神性発汗においては、これまでの発汗計では検知できない新たな内部発汗現象を見出した。また、心拍に同期して脈動する直径約 1mm の小動脈の実時間 OCT や上腕圧迫／解放に反応する小静脈の動態観測に成功した。末梢血管系は汗腺と同様に交感神経の支配下にあり、刺激に対する小動脈の収縮する過程を in vivo 観察することに成功した。これらの成果は自律神経活動の新しい評価につながるものとして注目されている。さらに、OCT 画像において連結抽出処理と適応しきい値法を用いてエクリン汗腺の精密な 3 次元構造解析と瞬時発汗量測定を行った。臨床診断応用として多汗症診断への適応を検討した。多汗症患者の汗腺体積と導管半径が健常者に比べて太く発達していることが構造解析により明らかになった。また、OCT によるアレルギー性皮膚炎の経時的観察手法を用い、アレルギー反応による表皮の肥厚と末梢血管系が拡大する様子をとらえることに成功した。これらはアレルギー性皮膚炎の発症過程や即時形・遅延型反応の解明に有用な知見を与えるものとして期待される。

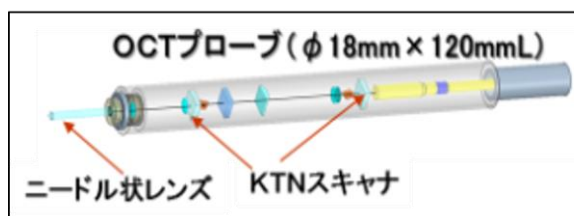
平成 24 年度から企業との共同研究を進めており、



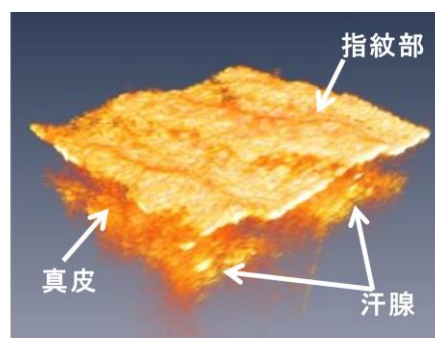
エクリン汗腺のOCTイメージ

特に電気光学結晶（KTN）を用いた新たな OCT の開発を行っている。KTN 結晶は高い電気光学（EO）効果を持ち、高速且つ広い偏向角の光偏向特性を有する。我々は KTN 波長掃引光源を用いた 200kHz で動作する高速 SS-OCT を開発した。また、KTN 光偏向器を OCT イメージングに適応する新たな en face 方式 TD-OCT を提案し、従来のタイムドメイン方式では達成することのできなかった大幅な速度の向上（100 倍以上）を実現した。この高速化により、OCT の 3 次元計測への進展が期待できる。本研究は日本医療研究開発機構（AMED）の支援を受けて開発を行ったものである。

さらに、整形外科領域における主に膝関節での軟骨検査や皮膚科領域への応用として、KTN 光スキャナーを用いた硬性内視鏡型 OCT を開発し、世界で初めて硬性内視鏡による生体組織の 3 次元 OCT イメージングに成功した。本研究は共同研究の企業と共に新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の支援を受けて開発を行ったものである。



硬性内視鏡型OCTプローブ



ヒト指先の3次元OCTイメージ

### 3. 教育活動の紹介

医学部保健学科放射線技術科学専攻の教員として、これまで学生・大学院生の教育および研究活動を行ってきた。レーザー光と生体との相互作用の物理的メカニズムの解明に興味があり、これを医用工学の分野に活かすことを目的に教育・研究を進めている。

学部学生は卒業時に国家試験を控えており、学部での教育・実習が重要である。現在、学部学生に対して医用工学Ⅰ、医用工学Ⅱ、医用工学（検査技術科学専攻）、医用光学の講義、及び医用工学実験、医用機器工学実験を担当している。博士課程の学生に対して、生体光学・医用画像工学特論、医用光エレクトロニクス特論を担当している。また社会人教育として、大阪大学ナノ社会人教育プログラムに参画している。



## 画像科学技術研究室の紹介

画像科学技術研究室

教授：石田隆行 助教：上田康之，山崎明日美

診療放射線技師の通常業務は、様々なモダリティを駆使した「医療画像の作成」にあります。これには「撮影する診療放射線技師の習熟スキル」「モダリティの性能」「対象疾患への理解」などの高度な知識と技術を結集させて”優れた”医療画像を作成しています。近年、画像診断は日進月歩の技術革新に伴い、かつては考えられなかったような飛躍を遂げています。しかし、最先端の機器も「適切な撮影を選択」、「的確に画像を評価」し、「正しい画像診断」なくしてその恩恵にあずかることはできません。高度に進歩した医療技術は、一方で業務量の増加という側面も与えました。日常の膨大な業務に潜む潜在的なリスク、診療放射線技師として日々の業務を行っている皆様もこれらのリスクに心当たりがあるのではないのでしょうか。近年の放射線診断関連の技術革新は、医療リスクの低減や膨大な業務の効率的な運用など、機器を操作したり画像診断をしたりといった医療従事者に向けた「支援機能」に関しての進歩が多く見られるようになりました。この近年の技術革新の主軸が、石田研究室のメインテーマでもある「人工知能技術」です。

石田研究室では、人工知能・機械学習を用いた医療画像解析を中心に関連する分野を広く研究しています。近年の Deep Learning の発展に伴い、石田研究室では「画像診断における読影の補助」となりうる「コンピュータ支援診断」や、医療画像が持つ病変表現能力の可能性を引き出す「超解像技術」など、医療現場が抱える諸問題への適応や、精度向上のための基礎的なアルゴリズムの開発・検証を Deep Learning model による臨床応用を前提とした実践応用手法にて研究しています。また、単純 X 線画像、CT 画像、MR 画像などの画像解析や評価、診断に役立つ新しい画像処理法やイメージング法の開発も行っています。例えば、Deep Learning model を用いた骨粗鬆症の診断支援、胸部病変の検出、といったテーマで研究を進めています。現在は石田（研究室主宰、教授）と上田（助教）、山崎（助教）の 3 名の教員が所属しています。また、博士号取得された方の中から 3 名に招へい教員をお願いしています。研究テーマをいくつか紹介します。

1. 胸部 X 線画像の鎖骨による骨粗鬆症検出 (Fig. 1 参照)
2. 微小石灰化像の強調処理法開発 (Fig. 1 参照)
3. 医療画像を利用した生体認証
4. 視覚特性を考慮したオーバーオール画質評価 (Fig. 2 参照)

上田は、被写体となった患者が「本当に正しい患者であるか」という診療放射線技師の永遠のテーマに向き合い、医療画像の付帯情報と被写体となった患者が「本当に正しいか？」を自動で評価する「生体認証技術」や、診療放射線技師のベーシックスキルともいえる「撮影ポジショニング」を外部的カメラで観測、認識、そして修正判断を下すことのできる機械知能を作成する等「コ

ンピュータビジョンの応用技術」に取り組んでいます。山崎は、画像処理や画像表示条件、ディスプレイの特性を含んだオーバーオール画質評価の研究に人間の視覚、知覚特性を取り入れ、より視覚的な感覚に近い画質評価指標の追究をおこなっております。

また石田研究室には、博士後期課程の大学院生が5名（内社会人3名）所属しており、博士号取得を目指して励んでいます。修士号を取得した方は、企業や研究職、博士号を取得した方は研究職につく場合が多いですが、臨床で活躍している方もいます。いずれにせよ、それぞれの興味と強みを生かして非常に多方面で活躍していることも石田研究室の特徴です。

大学院への進学には、自身の研究テーマの設定が必要になってきます。すでに確立した研究テーマが設定できている方、いつでも石田研究室を訪ねてください。その研究で博士号にチャレンジしましょう。自身の研究テーマの設定に悩んでいる方、石田研究室では、研究の前段階にある「研究課題を発見する能力」、言い換えれば自分のやりたいことや研究テーマの種を見つける能力も重要視しています。私たち教員も含めた議論や交流などの様々な経験から、徐々に自分のやりたい研究を見つけていくことも重要なスキルだと思っています。所属教員3名共に診療放射線技師として10年以上の経験を有しており、放射線技術学に関する研究であれば、ほぼ全領域で相談可能だと思います。

学友会会員の皆さま、母校にて博士号取得にチャレンジしたいと考えておられる方は、石田までお問い合わせください。

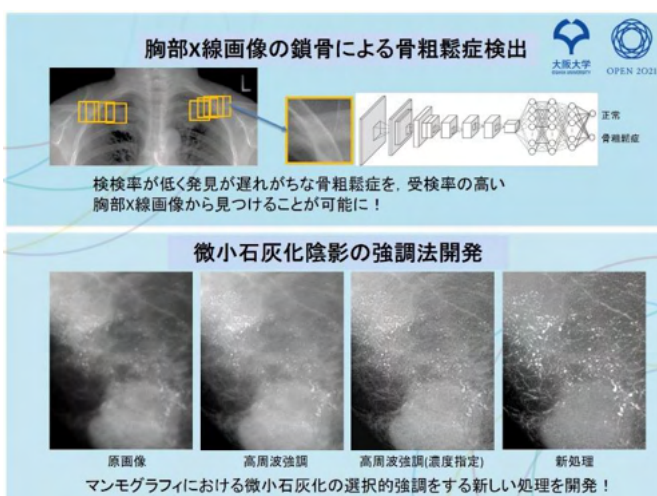


Fig.1 研究 1, 2



Fig.2 研究 4

画像科学技術（石田）研究室ホームページ

<https://sahswww.med.osaka-u.ac.jp/~img-tech/index.html>

( Email: tishida@saha.med.osaka-u.ac.jp )

## 生体理工学講座 画像定量解析研究室

### 1. 人員 (2021年8月20日現在)

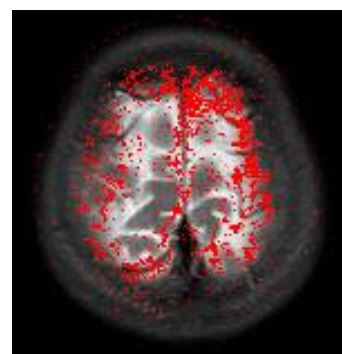
田中 壽 (教授) tanaka-h@sahs.med.osaka-u.ac.jp

高橋洋人 (准教授 ツインリサーチセンター)

大学院生 (M2 2名、M1 4名) 学部生 6名

### 2. 研究内容

大阪大学大学院医学系研究科の富山憲幸教授のご厚意により、主に大阪大学医学部附属病院のMRIのデータによる研究を行っている。阪大病院放射線部の技師さんには多大なご協力をいただき、この場を借りて感謝を申し上げます。



#### 2-1. 脳脊髄液の頭蓋内挙動 (glymphatic system)

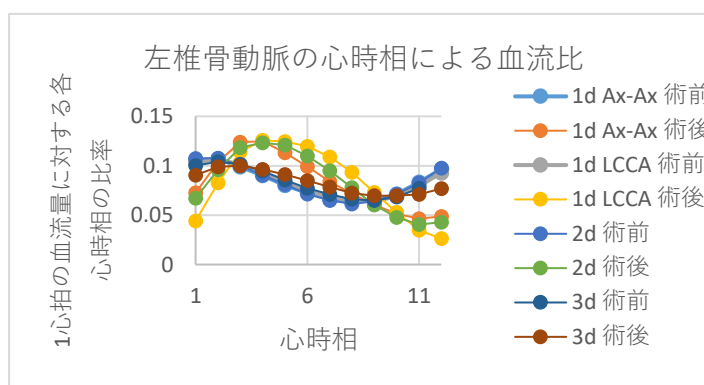
脳内の老廃物を排出する経路は長い間の謎であった。近年頭蓋内にあるリンパ組織類似的な glymphatic system が提唱され、注目を集めている。我々は被験者の T2map と拡散強調画像を撮影し、NNLS (non-negative least squares) により T2 値と拡散係数を脳内の各部位に対して求め、glymphatic system を解明しようとしている。

上図は 2021 年日本磁気共鳴医学会で発表する予定のスライドで、多くの T2 値成分のなかで T2=833ms の画像のものである。脳内の老廃物の排出により、T2 値がこの程度になるという説があり、老廃物排出の結果を見ている可能性がある。(計算アルゴリズム 阪大病院放射線部 高尾様、荻原様による)

#### 2-2 phase-contrast 法による脳血管血流の測定

MRI の phase contrast 法により、各血管の血流量を測定することが可能になる。この測定には血管に直交する撮影断面の設定が大事であるが、NOVA というシステムを採用し、MRI 装置と連動させることにより撮影断面の自動設定および血流量の半自動測定を可能にしている。この研究は心臓血管外科と共同で行い、大動脈弓へのステント留置前後の内頸動脈、椎骨動脈の血流量という他の方法では得られないユニークな測定を行っている。

右図は TEVAR 後の血流の時相を見たものであり、debranching の術式により血流のカーブに変化が認められる。



#### 2-3 MRurography への尿中 glucose の影響

Glucose には化学交換により緩和を促進する作用があり、このため MRurography で低信号を示す可能性がある。阪大病院放射線部の川畑様により開発していただいたパルスシーケンスを使って被験者膀胱の R2 値、尿中の glucose 濃度の測定を行い、その他の parameter についても考察、報告した。

## 2-4 Parkinson 病

ツインリサーチセンター所属の高橋先生は、パーキンソン病の専門家で 2020 年に限っても下記の 3 演題で国際学会にて講演をしている。

### European Congress of Radiology

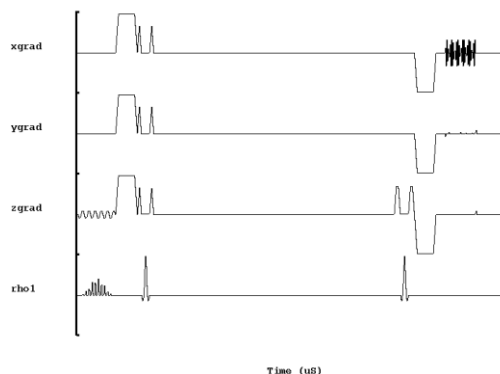
Multimodal imaging to quantify serial changes of the putamen region during a precursor state and the early stage of Parkinson's disease

### Radiological Society of North America

An image evaluation of consecutive nigrosome 1 changes during the early stages of Parkinson's disease development using quantitative analysis and visual assessment

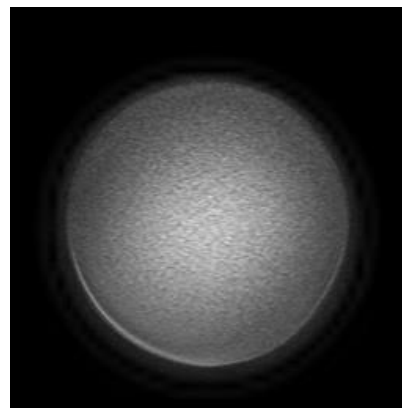
The role of the substantia nigra pars compacta and the locus coeruleus on neuromelanin magnetic resonance imaging in evaluating the precursor state and the severity of Parkinson's disease

当研究室の大学院生、学部生の指導も担当させていただいて、2021 年の日本医学放射線学会にて 2 演題の発表を行った。



## 2-5 筋肉 MRI

高齢化に伴い、筋肉量の減少（サルコペニア）が重要な問題になっている。加齢により筋線維が太い速筋から細い遅筋へ変化することが知られている。また同様に加齢により、筋線維の走行方向が特に羽状筋（例 腓腹筋）で変化することが予想される。このことを定量化するために、筋線維の直径、走行を MRI にて精度よく求めることを目指している。その準備として T2 値が 30ms 程度と短い筋肉でも信号減衰がほとんどなく、拡散時間を延長できるパルスシーケンスである stimulated echo 法の作成を前述の高尾様、川畑様と共に行っている。まだ作成途中であるが、上右図は現在得られているパルスシーケンスのチャートと画像（ $b$  1000s/mm<sup>2</sup>,  $\Delta$ 115ms,  $\delta$ 6.8ms）である。



## 3. その他

保健学科では就職担当もしています。当学科の学生、院生は口下手なものも多く、面接では点数が伸びないかもしれませんが、雇っていただければ必ず役に立つ人材と思います。ぜひ貴院でもご採用をお願いします。また上記研究課題に限らず、臨床 MRI 全般についても興味がありますので、共同研究のご提案があればご連絡ください。

大阪大学大学院医学系研究科附属ツインリサーチセンター  
高橋洋人

私は令和2年度より保健学科の建物内にありますツインリサーチセンターというところへ赴任しており早1年強が経ちました。まずこのあまり聞きなれない名前であるツインリサーチセンターというところについて簡単に説明させてください。

大阪大学大学院医学系研究科附属ツインリサーチセンターは、初代センター長の早川和生名誉教授が30年以上に亘り集めてきた主に高齢の双生児12,000組強のレジストリー（登録簿）を元に、平成21年（2009年）4月に設立されました。一卵性双生児は予防医療を完成させるために必須の研究対象だが、“一卵性双生児は250人に一組と少なく”、“成人では独立しているため発見が困難”であり、“二人同時に協力してもらおうのも困難”、そして“高齢化が進んでいる”ということから、今後必要になる双生児研究が効率よく速やかに実施できるようにするため、平成23年（2011年）に双生児研究基盤を構築することを計画した。これは、あらかじめ双生児の方の検診を実施し、双生児の方の基本データ、疫学データ、臨床検査データ、遺伝子多型データ、DNAメチル化データ等を収集、整理、保存したデータバンクと、DNA、RNA、血清を採取、分離、保存したバイオバンクを構築するプロジェクトである、とされています。このセンターが設立され約10年がたっており、実際に検診を受け、ゲノムをはじめとする様々な生体情報を500組以上の双生児の方から収集しており、こうした双生児研究に特化した研究機関は日本唯一のものであります。

私がここに赴任した主な理由は、数は多くはないのですが脳のMRIデータも併せて収集されており、これを用いた画像研究成果を出すことを求められている点です。放射線医学分野、画像診断を長く行ってきた私にとってはこれまでと全く異なる環境であり、慣れるのが大変で未だ慣れないことばかりなのですが、研究面では放射線科医にあまりなじみのないゲノム情報に広く触れることができるのが特長かと思っております。

ここで双生児研究の肝について少しお話ししますと、一卵性双生児と二卵性双生児を含む双生児のデータを用いて、様々な表現型（体の形態、また疾患含む）への遺伝因子、環境因子の関与の程度を調べることができます。原理として一卵性双生児は完全に遺伝子が同一、二卵性双生児は50%同じであると仮定し、さらにペア内の共有環境やそれぞれの異なる固有の環境などの因子を組み合わせた双生児解析法を用いて研究がなされています。

私自身のバックグラウンドや研究内容についてなのですが、全身を診る放射線診断学の中でも、特に脳神経領域の画像診断（neuroradiology）を専門としてきました。この領域の専門家である神経放射線科医は、数の多い脳血管障害（出血や梗塞等）に加え、まれである脳腫瘍や脳炎、さらには小児の代謝疾患や高齢者の神経変性疾患に至るまで多種多様な疾患の評価を担当します。CTやMRIから得られる脳神経の情報は多彩で、脳やその周辺の血管構造などの頭蓋内の詳細な形態情報を得られるようになっていきます。特にMRIは様々な種類の撮影方法が考案され続けており脳神経の詳細な変化をとらえ病態解明の進歩に寄与しています。

こうした日進月歩の画像診断技術を用いて、研究面ではこれまでパーキンソン病やアルツハイマー病といった神経変性疾患に対する画像評価の研究を続けてきました。これらの神経変性疾患の評価、診断は現在主に神経内科専門医の診察により行われておりますが、これに放射線診断画像による客観的評価を加えより診断精度を高めてゆこうというのが目的です。最新の撮影技術を用いることで、アルツハイマー病における脳の萎縮の程度や脳内を走行する神経線維の変性の程度、またパーキンソン病の評価において重要なドーパミン細胞の減少や鉄の沈着などを数値で評価するなどして、詳細な疾患の診断、病態解明への研究が続けられています。

ツインリサーチセンターでは双子の方の多くの脳画像情報（主に MRI）があり、一卵性と二卵性の方のデータを比較することで脳の形態や機能に与える先天的（遺伝的）な因子と後天的（環境的）な因子の関与の程度についてわかるといわれています。脳は人体において数ある臓器のなかでいまだ不明な点が多い部位であり、2013年にはアメリカがオバマ政権下で Brain Initiative を掲げ、強力に脳科学研究を推進し始めました。当センターにおいては数多くの双子の方に協力いただき貴重なデータが収集されています。これらを用いて多くの面白い研究などで、発信できればいいなと考えています。

生体機能イメージング研究室は、私が平成 31 年 2 月に東北大学大学院医学系研究科から赴任した際に発足した研究室です。現在のメンバーは私の他、助教の細井理恵先生、田村篤史先生、技術補佐員の小林美和さんと、博士前期課程学生 6 名、4 年次学生 5 名の合計 15 名で構成されています。

当研究室では脳・神経系、特に大脳皮質-大脳基底核-視床ループの機能解明を目指した研究を行なっています。脳・神経系は分子、細胞、局所神経回路、大規模神経回路、脳全体が階層構造を成して情報を処理しているため、その機能解明をするためには、すべての階層の情報を同一個体から得て、解析する必要があります。そのために、我々はマルチスケール・マルチモーダルイメージングの実践を目指しています (図 1)。この中でキーとなるイメージング技術が、定量的活動依存性マンガン造影 MRI (quantitative Activation-Induced Manganese-enhanced MRI, qAIM-MRI) と極微細蛍光内視鏡イメージングシステム (Ultra-thin Fluorescence Endoscope Imaging System, U-FEIS) です。

qAIM-MRI は、次の二つの原理に基づいて、神経活動の履歴を全脳で定量化できる方法です。i)  $Mn^{2+}$  は MRI で定量化可能な  $H^+$  の縦緩和時間 ( $T_1$ ) を短縮する。ii)  $Mn^{2+}$  は  $Ca^{2+}$  と同様に神経活動依存的に細胞内に流入するが、 $Ca^{2+}$  排出機構から排出されにくいいため、細胞外に  $Mn^{2+}$  があれば、神経活動が高い細胞ほど多くの  $Mn^{2+}$  が細胞内に蓄積する。この qAIM-MRI により、パーキンソン病モデルマウスにおける神経活動異常領域の同定や、疼痛関連脳領域の全脳イメージングに成功しています (参考文献 1-4)。現在は、複数の共同研究により、様々な脳・神経系の機能発現メカニズムに関わる研究を進めています。

独自のイメージング技術である U-FEIS は、我々が企業と共同で開発した低侵襲、高時空間分解能を持つ新しい内視鏡イメージングシステムです。この U-FEIS は、空間分解能がマイクロメートルオーダー、時間分解能がミリ秒オーダーのイメージングを可能にします。この U-FEIS の内視鏡部を脳内に刺入することで、脳の深部の機能イメージングが可能であり、自由行動下の動物にも適用可能な技術です (参考文献 4-6)。

さらに、小山内と田村助教が以前から専門としている急性脳スライス標本を用いた *in vitro* イメージングや電気生理計測も行っております (参考文献 7, 8)。qAIM-MRI や U-FEIS による *in vivo* イメージングだけでは、細胞レベルでの脳機能発現メカニズムに迫ることはできません。そのため、*in vitro* イメージングも組み合わせることにより、細胞レベルから個体レベルに至る多階層の情報を得ることができ、複雑な層構造を成している脳・神経系の機能発現メカニズムや精神・神経疾患の発症メカニズムに迫ることができます。

また、助教の細井先生は、核医学イメージングを専門にされており、脳内の受容体分布や代謝計測などによる研究を推進されています。

これらの比較的新しいイメージング技術と従来からある計測方法を駆使して、マルチスケール・マルチモーダルイメージングを行い、技術開発も進めながら、脳・神経系の機能発現メカニズムの解明や、脳・神経疾患の発症メカニズムの解明を目指した研究を推進します。

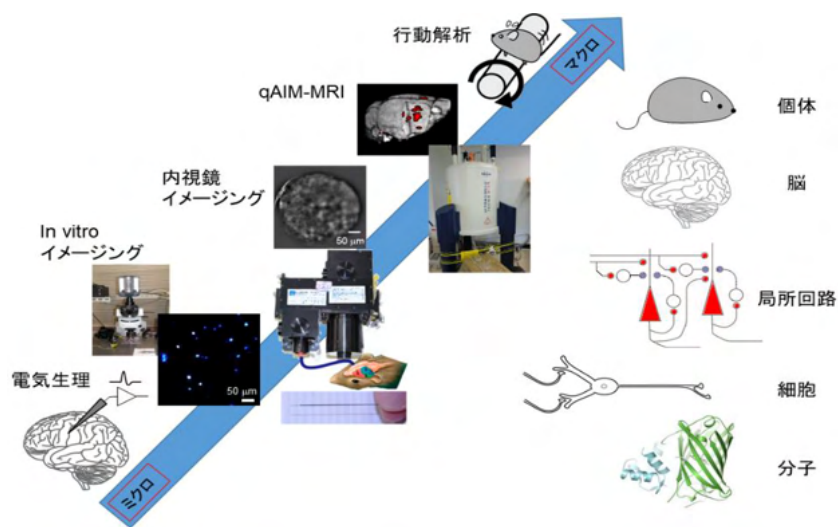


図 1. 生体機能イメージング研究室が目指すマルチスケール・マルチモーダルイメージング

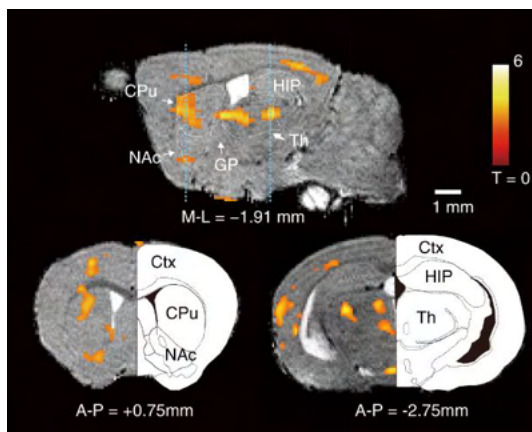


図 2. qAIM-MRI によりパーキンソン病モデルマウスで神経活動に変化があった領域の可視化に成功 (参考文献 1 から引用)。

参考文献

1. Kikuta S et al. Scientific Reports 5: 12800, 2015. doi: 10.1038/srep12800.
2. Inami C et al. Frontiers in Neural Circuits 13: 74, 2019. doi: 10.3389/fncir.2019.00074
3. 小山内 実ら. パーキンソン病の Visual View 「MRI によるパーキンソン病重症度の可視化」. Frontiers in Parkinson Disease 10: 30-34, 2017.
4. 虫明 元ら. 第 3 章 生理機能の解析 4 多機能生理計測プラットフォーム, マウス&ラットモデル作製・解析プロフェッショナル, 先端モデル動物支援プラットフォーム編, 羊土社, 202-220, 2021.
5. Osanai M et al. Advances in Experimental Medicine and Biology 1293: 471-479, 2021. doi: 10.1007/978-981-15-8763-4\_31
6. Osanai M et al. Neuroscience Research 75: 46-52, 2013. doi: 10.1016/j.neures.2012.10.008
7. Fukabori R et al. Journal of Neuroscience 40(43): 8367-8385, 2020. doi:10.1523/JNEUROSCI.1720-20.2020
8. Tamura A et al. PLoS ONE 9(1):e85351, 2014. doi:10.1371/journal.pone.0085351



保健学科生体物理工学講座病態超音波医学研究室の鎌田佳宏と申します。当教室は初代、別府慎太郎先生（1994～2008年）、二代目中谷敏先生（2008～2020年）という循環器領域の超音波診断研究の分野で大きな功績を残された先生方の後を引き継いで私で三代目となります。私は消化器内科医であり、2021年2月に当教室の教授に着任して以降、消化器疾患領域の超音波診断研究のため日々奮闘しております。

私は、1995年に大阪大学医学部を卒業後、大阪大学第二内科（松澤佑次教授）に入局いたしました。そして大阪大学医学部附属病院にて医師としての研鑽を開始しました。その後市立川西病院、兵庫県立西宮病院にて消化器内科医として診療に従事させていただきました。1999年に大阪大学大学院に入学し、非常に希な先天性尿素サイクル異常症の病態解明、遺伝子解析の研究に従事させていただく機会を得、patient oriented researchの手法を深く学ぶことができました。その後第二内科で発見されたアディポネクチンの研究を開始し、肥満による肝疾患進展の病態解明について研究を開始しました。そして、肥満関連疾患である非アルコール性脂肪性肝疾患（NAFLD: nonalcoholic fatty liver disease）の臨床・基礎研究を開始しました。2005年には臓器別再編成により、消化器内科（林紀夫教授、竹原徹郎教授）でNAFLDの研究をさらに発展させ、現在も研究を継続しています。

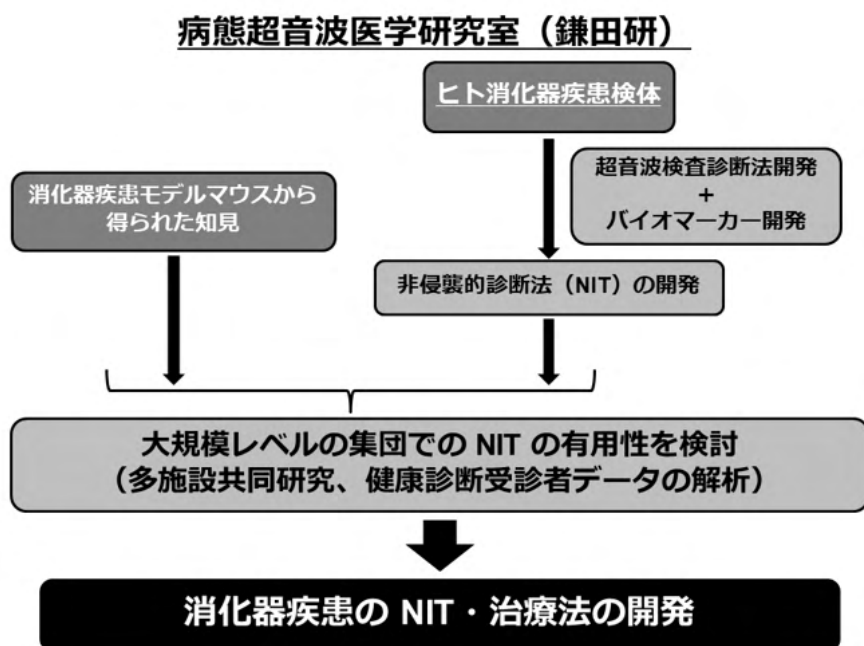
ライフスタイルの変化により、肥満者が世界中で増加し、いわゆるメタボリックシンドローム患者数は増加の一途をたどっています。肥満はメタボリックシンドローム関連の糖尿病、脂質異常症、高血圧症のみならず、消化器疾患を含む慢性炎症性疾患や悪性腫瘍の発症増加および病態悪化を来します。肥満により悪化する消化器疾患として肝疾患（脂肪肝、肝細胞癌）、膵疾患（慢性膵炎、膵癌）、消化管疾患（大腸癌）などが有名です。これら疾患の病態を解明し、新規診断法、治療法を開発することは喫緊の課題です。私たちの研究室では消化器疾患を対象に、その病態解明を基盤とした新たな診断法、治療法の開発を目指しています。

NAFLD患者は現在日本で約2000万人いると推定されています。NAFLDは非進行性の非アルコール性脂肪肝（NAFL: nonalcoholic fatty liver）と進行性の非アルコール性脂肪肝炎（NASH: nonalcoholic steatohepatitis）に分類されます。NASHは進行性の脂肪肝で、肝硬変・肝細胞癌へと進展しうる病態です。NAFLDの鑑別診断には現時点では侵襲的な検査である肝生検が必須であり、非侵襲的診断法（NIT: non-invasive test）の開発が望まれています。またNAFLDには確立された治療法がなく、効果的な治療法の開発も強く望まれています。2011年から保健学専攻・生体病態情報科学講座にて三善英知先生の下、糖鎖とNAFLDの研究に従事する機会をいただきました。糖鎖はタンパク質に付く糖の鎖のことであり、病態や細胞によって異なるため、腫瘍マーカーなどをさまざまなバイオマーカーに利用されています。三善研究室ではNAFLDをはじめ、ヒト・マウスの多数の消化器疾患バイオマーカーを見いだすことに成功しました。現在遺伝子改変マウスを用いてこれらバイオマーカーの生物学的機能解明について研究を進め、治療法開発も目指しています。

病態超音波医学研究室ではこれまでの研究に加え、超音波検査を用いて NIT の開発を進め、バイオマーカーと組み合わせたより精度の高い消化器疾患の NIT 開発を目指していきます。生検不要の精度の高い NIT 開発によって、患者負担の軽減、高リスク群の囲い込み、治験薬開発に貢献できるものと確信しております。

当研究室の研究テーマは下記のようなものがあります。興味のある方は研究室のホームページをご参照ください (<https://www.med.osaka-u.ac.jp/pub/advancedgh/index.html>)。

- 1.超音波検査を用いた消化器疾患の非侵襲的診断法 (NIT) 開発
- 2.消化器疾患の病態解明 (基礎研究)
- 3.消化器疾患バイオマーカーの開発 (臨床研究、基礎研究)
- 4.消化器疾患 の病態解明と新規診断法・治療法開発
- 5.非アルコール性脂肪性肝疾患 (NAFLD) 患者の栄養指導の基盤形成のための栄養研究 (管理栄養士の先生方との共同研究)
- 6.肝臓組織病理診断法開発のために数理モデルを用いた NAFLD 肝臓病理診断法の開発 (大阪大学基礎工学部との共同研究)。



同門の皆様、核医学の研究を行っております「分子イメージング学」教室主催の福地です。

私はこれまで国立循環器病（研究）センター、静岡県立総合病院、その他の診療機関で放射線診断専門医ならびに核医学専門医として過ごし、心臓核医学と PET 核医学を専門として参りました。また、大阪大学大学院、UCLA 留学中は小動物イメージングの基礎～実践を学ばせていただきました。そのようなバックボーンから 2013 年の本学科赴任以来、臨床核医学の問題点の解決、小動物を用いたトレーサの動態解明の 2 本柱で研究をさせていただいております。

臨床研究では、テクネチウム製剤による負荷心筋シンチグラフィ 1 日法における、負荷/安静時の投与量比が、1980 年代の欧米の治験でなんとなく決められていたことを改めて知り、ファントムで至適な投与量比を検討しました。また、心臓核医学検査による被ばくの世界調査に日本のデータがほとんど反映されていないことを知り、全国の心筋シンチグラフィの患者被ばくを調査し、諸外国との比較からさらなる被ばく低減の必要性を改めて明らかにしました。基礎実験は、国循勤務時代に心筋血流製剤や FDG が（褐色）脂肪細胞に集積することを報告させていただいたことを契機に、脂肪細胞の代謝に興味を持ち続けておりましたので、本学では疾患モデルを作成し、脂肪細胞の糖代謝に関して、北海道大学獣医学部の先生と共同研究をさせていただいております。また現在は、心臓核医学のトレーサを使って、腸内フローラと宿主の関連を核医学的に計測する実験系の確立にトライしております。

大学院博士後期課程に関しては、これまで 2 名の学位取得のお世話をし、現在、他に 2 名の方を指導させて頂いております。院生は他大学の教員 2 名を含む、いずれも社会人学生です。核医学が領域横断的研究範囲を有する特徴から、診療放射線技師に限らず、基礎研究や治験のマネジメントをしている方も指導しております。診療放射線技師の大学院指導としては、臨床の現場である程度経験を積み、日々の業務から、問題点や疑問点を拾い上げ、それを自分なりの方法論で解決する研究スタイルを推奨しています。これは必ずしも臨床研究のみを指すものではなく、臨床での疑問の解決に必要であれば、動物実験、ファントム実験、シミュレーションなど基礎的なアプローチやアイデアを提案させていただきます。

本学科赴任以来、学会に参加すると技術系セッションで多くの技師さん達の発表を聞くように心がけていますが、技師さんの発表には、面白いテーマや発想を感じる一方、まとめ方や考察にツメの甘さを感じるものが少なくありません。僣越ながら、そのような研究の交通整理を通して、本学 OB および OG の技師さんのお役に立ちたいと思っています。従いまして、臨床研究に興味があるが、今ひとつ方法論がわからない、臨床研究をやっているがまとめ方に不安がある、自分の研究を世界（国際雑誌掲載）レベルにブラッシュアップしたいなどの希望がある方がいらっしやれば是非、相談に乗らせていただきたく存じます。

仕事をしながら研究をし、論文投稿をすることは大変な努力が必要です。そして、そのようにして得た学位には、現時点で、目に見えるインセンティブがあるとはいえません。しかしながら話を学会発表に戻しますと、臨床研究を学会発表されている技師の方が一定数いて、技師主導の

学会も複数存在することは、取りも直さず、診療放射線技師はキャリアが続く限り、学びもアップデートし続けなければいけないことを意味します。自施設の機器が更新されれば、機器の性能を評価し、特性を理解する。新しい放射性薬剤が発売になれば、検査のプロトコルを考えて自施設の現状に落とし込むことが必要になります。そのような局面において、大学院での研究とその成果を論文として国際雑誌に掲載させたという経験は大きな財産になるものと考えます。

核医学は、放射線医学の中でも、専門医が慢性的に少ない分、核医学検査部門の技師のマンパワーが部門のアクティビティを決定している分野です。今後、新しいトレーサの出現に伴う施設認定、専門技師資格、タスクシフティングなど核医学部門での診療放射線技師の役割は今以上に重要となると思われます。その際に、学位を有し、研究と臨床の両面から若いローターを指導する能力に長けた人材が重宝がられる可能性があります。

繰り返しになりますが、臨床での経験を研究に発展させたいと考えているようでしたら、微力ながら一肌脱ぎたいと思います。よろしくお願いします。

## 放射線腫瘍学研究室

教授：小泉雅彦 助教：皆巳和賢

当研究室は、現在、放射線治療が抱える課題や更なる放射線治療の成績向上を放射線生物学的観点から探究しています。多くの学生が切磋琢磨し、日々研究を行っています。医学物理学研究室（西尾研）と放射線情報学研究室（沼崎研）と「放射線治療クラスター」を組んでいます。医学専攻放射線治療学講座（小川研）と、学外連携大学院である大阪重粒子線センター、大阪国際がんセンター、兵庫県立粒子線医学センター、また関西医科大学放射線科学講座と共同研究体制を敷いております。臨床腫瘍学・医学物理学・放射線生物学を3つの柱とし、それぞれの分野に対する議論を行う事で多角的な思考を育む環境を提供しています。さらに、X線・ $\gamma$ 線・陽子線・重粒子線と現在治療が行われている線質の全てを利用できる、日本でも数少ない研究機関です。

<研究室の様子>

当研究室は現在、博士後期課程8名（社会人を含む）、博士前期課程9名、学部学生6名が在籍しています。普段は、各自が自分で計画を立て個々の研究テーマに取り組んでいます。その為、研究室にコアタイムを設けることはしていません。研究とはあくまで「主体的」に行うものであり、誰かに強制されるものでないという考えを学生に伝えています。とは言え、全くバラバラに各自が研究を遂行しているわけではありません。各テーマには、メンターとなる教員が配置されています。そのメンターに各学年の学生が均等に分配されており、教員-学生間のみならず、学生同士での議論や実験サポートができる環境になっています。自ら考え意見を発信する事の大切さを育む事ができる土壌が当研究室にはあると考えています。

また、研究進捗発表の場として、毎週火曜日の16:50から、「放射線治療クラスター」を形成する3つの研究室が一堂に会する、合同カンファレンスを実施しています。この中には、生物研究・物理研究・臨床研究を行うスタッフならびに学生が居り、それぞれの分野の視点から意見される為、新たな発見や思考が生まれる事もあります。また、生物班は毎月第4週の月曜日に、医学科放射線治療学教室との合同勉強会が、物理班は毎週金曜日にミーティングが開催されており、より専門的な議論を交わす場も設けています。米国の2つの研究拠点（Indiana University, City of Hope National Medical Center）とも共同研究を行っており、海外留学が可能な点も当研究室の特色かと思います。一方、例年は新入生歓迎会、忘年会、卒業生送別会など研究外で親睦を深める行事を行っていますが、現在はコロナ禍情勢を鑑みて取りやめています。



合同カンファレンスの様子

慢性閉塞性肺疾患（COPD）は、近い将来の罹患率および死亡率の急速な上昇が予測され、健康・長寿社会にとって大きな脅威となりつつあります。早期診断法や治療薬開発という喫緊の課題に対応すべく、MRI・CT・PET等の画像診断法を含めた最新の研究が進められていますが、呼吸のダイナミックな機能評価の難しさが障壁となっています。しかるに、近年、 $^{129}\text{Xe}$  や $^3\text{He}$ の超偏極MRIが登場し、この壁を打破しつつある状況です。当研究室では、世界的に先駆けて超偏極Xe-MRIによる革新的肺機能診断システムの構築を企図し、肺疾患の前臨床評価に導入すると共に、治療戦略をリードする事を目指しています。以下に、これまでの取り組みと研究成果について詳細を述べます。

連続フロー型超偏極キセノン(Hyperpolarized Xe: HPXe)製造装置の開発：キセノン等希ガスの感度を飛躍的に向上する超偏極(Hyperpolarized)MRIが基礎的発展を遂げ、臨床応用が視野に入ると同時に創薬を目指した前臨床評価にも導入可能となりつつある。このような状況に対して、当研究室では独自のHPXe生成技術の開発および改良に注力してきた。当初は、プロトタイプ連続フロー型超偏極希ガス製造装置開発から始め、本装置によりHPXeの信号強度としてバッチ式製造時で約5万倍、連続フロー式製造時において約5千倍の感度増強を達成した。

上述のバッチ貯蔵式HPXe装置を改良し、連続フロー型超偏極希ガス製造装置を開発した(図1)。本装置により約1ℓ/時以上のHPXe連続供給を可能とし、これを利用して、MRIにてマウス肺形態・機能画像の取得に成功した。また、装置開発の過程で「光ポンピング法にて偏極操作を行う際、低圧条件(0.15気圧)下で行う事により感度の基準である偏極率が10%程度(理論値は100%)、即ち感度にして約1万倍にも向上する」という事実を見出した。これは、高圧条件下が好ましいとする常識を覆す発見であり、この発見に基づいて他に類を見ない連続フロー型超偏極希ガス製造装置を製造する事に成功し、約2ℓ/時の流量でHPXeを連続供給しながら撮像を行う手技を確立した。

これにより、マウス肺のシネMRI画像を実に0.02秒/枚という高時間分解能で取得することを可能とし、呼気位相と吸気位相を分離撮像できた。これらの画像をもとに、換気割合、ガス交換能および灌流を機能診断する手法を開発した(図2)。以上の成果は文献1にまとめた。

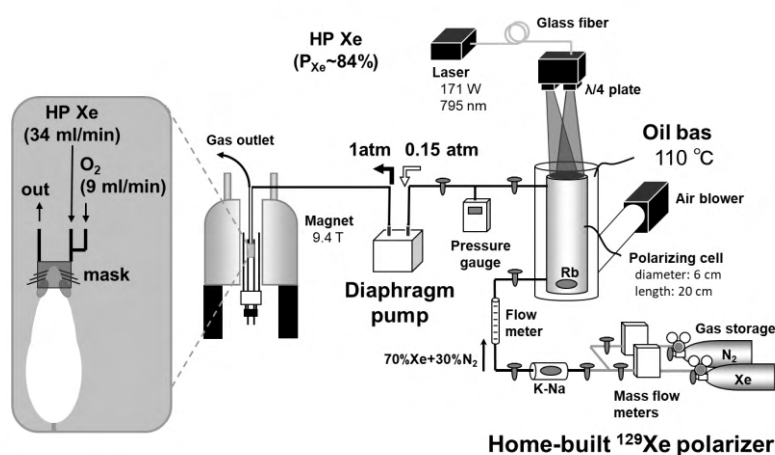


図1

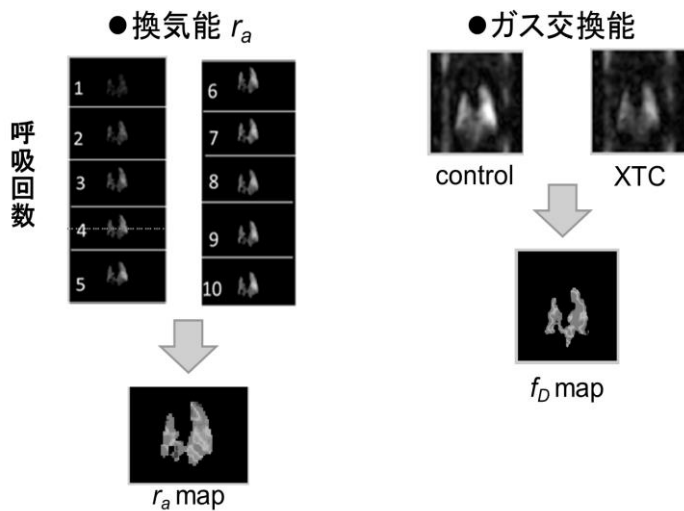


図2 HPXe MRI 肺機能診断システムによる呼吸機能評価

信号強度の呼吸回数依存性から換気能( $R_a$ )を、体内移行した Xe 信号強度変化からガス交換能( $f_D$ )を数値マップ化できる。

HPXe-MR による前臨床評価系の構築と新薬探索への応用： HPXe-MRI 肺機能診断に基づく前臨床評価系を構築し、これを COPD、肺気腫および肺線維症モデルマウスに適用して病態診断に資するバイオマーカーの提唱を行うとともに、新薬探索への応用を図りピルビン酸エチル (EP)が有効であることを見出した(文献 2)。併せて、HPXe 凝縮装置の開発を終了した。本装置は、消光剤として添加する有機ガスを分離するための凝縮器と 163K まで冷却可能な冷凍機から構成され、簡易な取扱いにて偏極率向上を図る事ができ、約 20%の偏極率を達成した(文献 3,4)。

連続フロー型超偏極希ガス MRI システムで得られるキセノン信号を 8 万 4 千倍増強する事に成功し、超偏極キセノン製造装置開発の根幹部分を終了した。一方、装置開発と並行して COPD モデルマウス作成手技を確立し、10 週間のタバコ煙暴露で肺気腫による肺胞破壊を伴う COPD モデルマウス作成に成功した。このモデルを使用して EP の薬効評価を行った。本 COPD モデルは暴露開始後 6 週間で著明な肺機能低下が観測され、この時点から EP 投与を開始すると肺機能低下の進行を止めると同時に肺胞破壊を完全に抑制し、COPD に対する有効な治療薬候補であることを実証できた(文献 5)。

1. Imai H., et al., Development and Application of Mouse Imaging Using Hyperpolarized Xenon, *in: M. S. Albert et al., eds., Hyperpolarized and Inert Gas MRI in Research and Medicine*, Elsevier, San Diego, Chap. 8, pp.115-129 (2017).
2. Hodono S. et al., Ethyl Pyruvate Improves Pulmonary Function in Mice with Bleomycin-induced Lung Injury as Monitored with Hyperpolarized  $^{129}\text{Xe}$  MR Imaging., *Magn Reson Med Sci.* 2018; 17: 331-337.
3. Hodono S. et al., Hyperpolarized  $^{129}\text{Xe}$  MRI using isobutene as a new quenching gas. *NMR Biomed.* 2016; 29: 1414-1419.
4. Imai H. et al., Continuous flow production of concentrated hyperpolarized xenon gas from a dilute xenon gas mixture by buffer gas condensation. *Sci Rep.* 2017; 7: 7352.
5. Kimura A. et al., Treatment response of ethyl pyruvate in a mouse model of chronic obstructive pulmonary disease studied by hyperpolarized  $^{129}\text{Xe}$  MRI. *Magn Reson Med.* 2017; 78: 721-729.

## 先端画像技術学研究室



\* 研究室ホームページ 右の QR コードをご覧ください

### ・メンバー

教員 齋藤 茂芳 准教授 (国立循環器病研究センター 先端医療技術開発部 室長)  
特任研究員 3 名  
特任事務員 1 名  
学生 博士課程 3 名 (福地研 1 名・近江研 2 名)・修士課程 4 名・学部生 3 名

### ・教員および研究室紹介

私は東北大学医療技術短期大学部を卒業後、診療放射線技師として臨床に従事し、東京都立保健科学大学、英国マンチェスター大学大学院、東北大学大学院、放射線医学総合研究所を経て、2011 年から村瀬教授 (2018 年 3 月退官)、2019 年から近江教授とともに研究と教育を行っており、阪大に来て今年で 10 年になります。

当研究室は准教授に着任した 2020 年 6 月にスタートしました。現在は保健学専攻の研究環境整備に力を入れており、2017 年 11 月に前臨床用 1.5T-MRI、2019 年 7 月に前臨床用 7T-MRI (左下図)・動物飼育室、2019 年 12 月に小動物用マイクロ CT を導入・設置しました。また、学外ではクロスポイントメント制度を利用し国立循環器病研究センター先端医療技術開発部で前臨床 7T-MRI (右下図)・ヒト用 64 列 CT の管理・運用に携わっています。前臨床イメージングの環境整備および高磁場 MRI を用いた先端画像技術や病態診断技術の開発を学生とともに行っていきます。

7T-MRI 保健学科

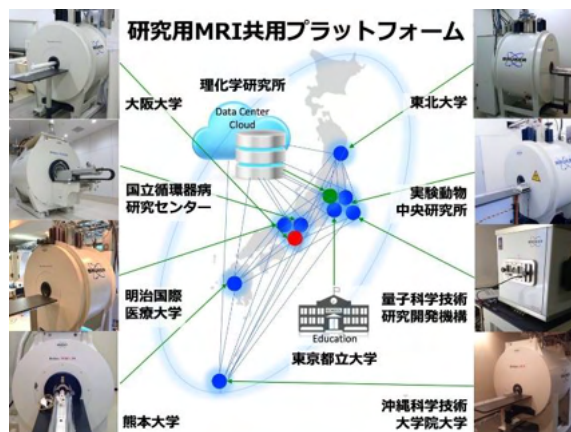


7T-MRI 国立循環器病研究センター



### ・研究用 MRI 共有プラットフォーム

2021 年 7 月から文部科学省「先端研究基盤共用促進事業 (先端研究設備プラットフォームプログラム) 令和 3 年度~令和 7 年度」に採択されました。本事業では、当研究室を中心とし、国内有数の先端的な MRI 研究施設における装置の整備と効率的な運用に向けた大規模な研究施設・設備間のネットワークの構築を目指しています。





•研究論文一覧 (Researchmap 齋藤茂芳)

右のQRコードをご覧ください



•研究テーマ

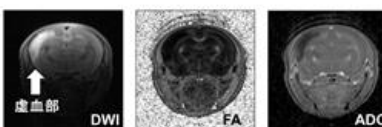
本研究室では脳と心臓を中心に、様々な臓器・疾患を対象としたイメージング研究を推進しています。下記に脳と心臓の具体的な実験例を挙げます。

：脳疾患モデルへの先端画像技術の適用

脳疾患には、脳梗塞や脳出血などの脳血管障害、アルツハイマー病などの神経変性疾患、神経膠芽腫などの脳腫瘍などがあり、MRIは最も有効な画像診断技術となっています。

胎生期低酸素虚血性脳症

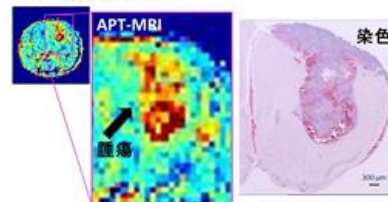
・麻酔下で新生児ラットの左側頸動脈の二重結紮と離断  
・低酸素負荷 8%酸素下



A Ohki, S Saito et al. MRI (2019)

マウス脳腫瘍 APT-CESTイメージング

・神経芽細胞腫 Neuro-2A



M Tanoue, S Saito et al. MRI (2019)

既存の解剖学的な評価法に加え、水分子拡散イメージング (DTI, NODDI, 左上図)、脳代謝物イメージング (MRS, CEST, 右上図) などの最先端のイメージング技術を積極的に応用し、より詳細に病態診断や治療効果判定を可能とする新たな画像バイオマーカーの探索を目指しています。

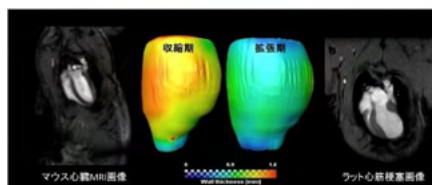
：心疾患モデルへの先端画像技術の適用

臨床で用いられている心臓の画像診断技術は心臓の拡張や収縮に伴う容積や形態的な変化を捉えることで心機能や心筋の病態を評価しています。そのため心臓の形態変化が起きる前の早期病変や形態変化を伴わない疾患の評価は困難です。当研究室では前臨床用超高磁場 7T-MRI を用い高分解能心機能イメージング (左下図) や心筋組織性状イメージング法の開発を行い、心疾患モデルへの適用を行うことで、心疾患病態の早期検出、形態変化を伴わない心筋組織変性の検出を

新生児マウスの心発達評価



心筋壁厚マッピングと心筋梗塞モデル



S Saito et al. MRI (2019)

目指します。現在までに、マウスの心筋壁厚マッピングの開発 (MRI 2017, 右下図)、拡張型心筋症モデルにおける心機能低下の早期検出 (Sci Rep 2017) を行いました。

•共同研究の受け入れ

前臨床生体イメージング技術を用いた共同研究を幅広く募集しています。ご興味があれば齋藤までご連絡ください。一緒に研究をしましょう！

E-mail: saito@sahs.med.osaka-u.ac.jp TEL: 06-6879-2477

学友会会員の皆様，保健学科教員の保健学科 4 期生の沼崎です。

現在は医学物理学研究室内に放射線情報学研究室が入っている形になっており，医学物理学研究室の西尾禎治教授とともに教育・研究を行っております。さらには小泉雅彦教授の放射線腫瘍学研究室とも連携し，「放射線治療クラスター」として，放射線治療に関連する教育・研究を合同で行っております（図 1）。この度は学友会雑誌「かけはし」に研究室紹介として掲載させて頂けるということで，当研究室の概要に関して簡単に紹介いたします（放射線腫瘍学研究室，医学物理学研究室に関する紹介はそれぞれの教授の先生の記事をご覧ください）。

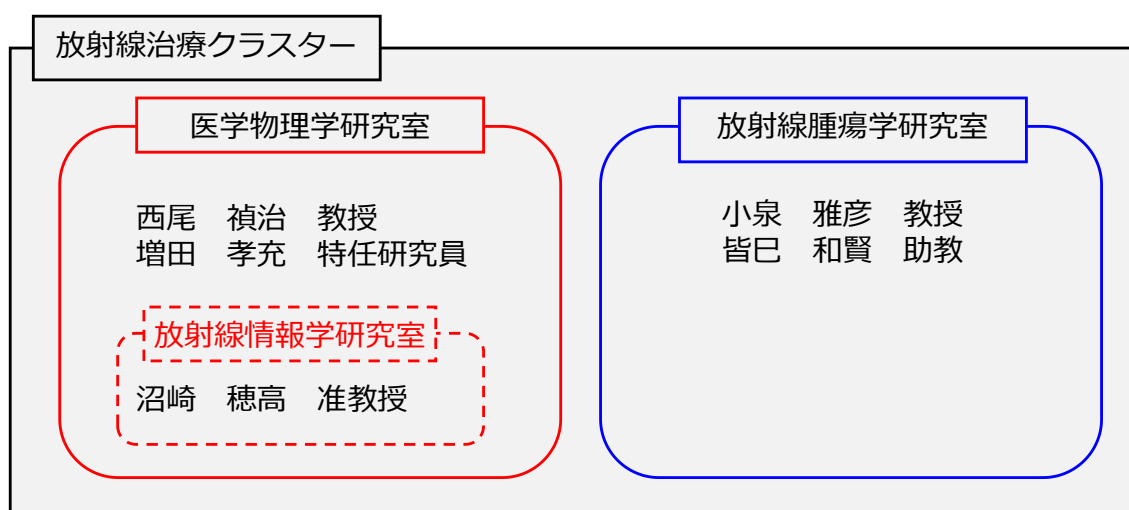


図 1. 放射線治療クラスター概要

当研究室では放射線診断，放射線治療の枠にとらわれず，放射線に関わる様々な情報を扱う研究として，現在は以下のテーマを中心に研究を行っております。

- 全国的な放射線治療情報の収集と分析  
日本放射線腫瘍学会（JASTRO）が学会事業として行っている全国的な放射線治療の構造調査，症例登録（JROD）のデータセンターを量子科学技術研究開発機構 QST 病院と連携して行っております。
- 粒子線治療の QA/QC に関する研究  
大阪重粒子センターと連携して研究を行っています。現在センターでは水ファントムと 2 次元検出器を用いた測定による患者 QA を行っていますが，独立したビームモデルと照射ログファイルを用いた新しい QA システムを構築し，患者 QA の効率化を進めています。また，実際の治療において，何らかの理由により照射が中断し日程が後ろにずれた場合，生物学的効

果は亜致死的損傷修復によって低下すると予想されますが、この効果は臨床の治療計画システム (TPS) では考慮されていないため、亜致死損傷修復を考慮した線量最適化アルゴリズムを開発し、スキャンング炭素イオン放射線治療の線量分布への影響を評価しています。

- ・ コンピューター画像診断支援に関する研究

肺癌は浸潤の程度で予後に大きな差が出ますが、浸潤の程度を定量的に判別する方法はありません。現在、ホモロジーの概念を基にした画像解析法により胸部 CT 画像の解析を試みています (図 2)。具体的には胸部 CT 画像における肺腺癌の浸潤の程度の判別を行っています。

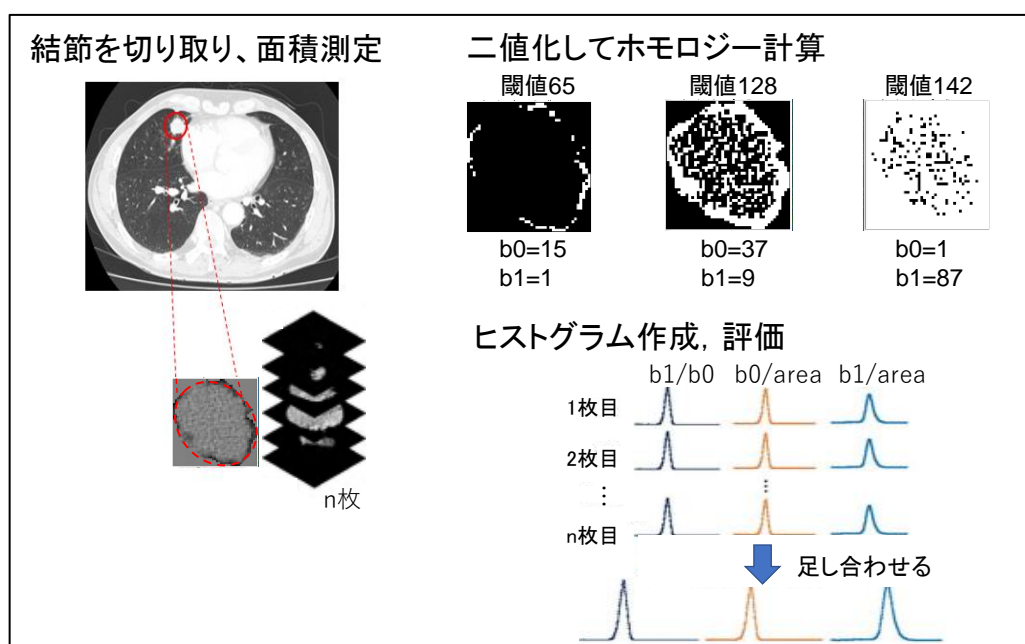


図 2. ホモロジーを用いた画像解析例

- ・ 医用画像処理と画質評価に関する研究

大阪母子医療センターと連携した研究を開始しました。乳幼児・小児は成人と比較し放射線感受性が高いことから、成人と同等の高画質画像を得るために必要な放射線量を照射することはできず、結果として現時点では診断可能ではあるものの高画質とは言えません。画質を改善する深層学習モデルを乳幼児・小児単純 X 線画像に用いることで画質の向上を試み、最終的には撮影条件の見直しを行い被ばく低減につなげる研究を行っています。

上記のように診断・治療の枠にとらわれず、様々な研究を行っております。もし興味がある方がいましたが、沼崎までご連絡いただければ幸いです。

## 研究室・教員リスト

研究室名	職名	氏名
画像科学技術	教授	石田 隆行（学友会会長）
	助教	上田 康之 山崎 明日美
医用光学	教授	近江 雅人
	准教授	齋藤 茂芳（先端画像技術学研究室）
生体機能イメージング	教授	小山内 実
	助教	細井 理恵 田村 篤史
放射線腫瘍学	教授	小泉 雅彦
	助教	皆巳 和賢
画像定量解析学	教授	田中 壽
	准教授	高橋 洋人 （ツインリサーチセンター兼任）
医学物理学	教授	西尾 禎治
	准教授	沼崎 穂高（放射線情報学研究室）
分子イメージング学	教授	福地 一樹
病態超音波医学	教授	鎌田 佳宏
	准教授	木村 敦臣（医用磁気共鳴学研究室）

---

## 第10回 施設紹介 ～ 森ノ宮医療大学 診療放射線学科 ～

船橋 正夫（医療短大9期）

今回ご紹介する森ノ宮医療大学は、森ノ宮と云いますが、JR 森ノ宮にはありません。コスモスクエアと云いますが、大気圏内です。大阪湾に面し、ときに貨物船の汽笛が遠く響き、海風が頬を撫でていく立地にあります。

### 1. はじめに

2020年4月、森ノ宮医療大学に診療放射線学科が開学しました。医療系総合大学を目指す本学が満を持して診療放射線学科の開学を実現したのです。開学にあたって事前準備に奔走されたのは大阪大学（阪大）の卒業生で医療技術短期大学部（医短）19期の小縣裕二先生でした。現在学科長を務めてらっしゃいます。本学科には阪大OBの教員が6名在籍しています。前述の小縣先生をはじめ医短10期大西英雄教授、保健学科1期山本浩一教授、保健学科6期垣本晃宏講師、保健学科9期山畑飛鳥助教、そして医短9期船橋です。医師を除く学科教員は9名ですので、半分以上が阪大卒ということになります。

### 2. 森ノ宮医療大学の特長

本学は現在保健医療学部のための1学部ですが、2022年4月より保健医療学部を「看護学部」「総合リハビリテーション学部」「医療技術学部」の3学部に変更し、7学科を有する関西最大級の「医療系総合大学」へと体制が整備されます。本学の特長はまさに医療系総合大学という点にあります。ではどのような学科があるかというと、「看護学科」、「理学療法学科」、「作業療法学科」、「臨床検査学科」、「臨床工学科」、「診療放射線学科」、「鍼灸学科」などです。他に大学院及び専攻科として、「保健医療学研究科 看護学専攻（修士課程）」、「保健医療学研究科 医療科学専攻（博士後期課程）」。専攻科として「助産学専攻科」などの教育体制となっています。この謳い文句が効いて（?）、看護・医療・保健・衛生分野での関西エリア志願度1位だそうです（リクルート進学総研「進学ブランド力調査2020」より引用）。

また、本学が最も力を入れているのは、7学科を有する大学独自のチーム医療教育です。IPE(Inter Professional Education)という専門職間連携教育として1年時のチーム医療見学実習から始まり、IPEカリキュラムとしての「医療コミュニケーション」「チーム医療論」や、IPW(Inter Professional Work)論として実践さながらのケースカンファレンスを展開しています。ここでは医療系総合大学ならではの環境を生かし、学科混成のグループを編成し、症例をテーマに「ケースカンファレンス（症例検討会）」を行います。各学科の学生たちが一つのチームの中で専門領域の特長を生かして、各々の立場で患者の疾患にどう取り組むかが議論され、各グループの成果を発表会で披露します。この内容が素晴らしいグル

ープは学長より表彰されます。

ちなみに、現在は青木元邦学長（元阪大准教授）ですが、2021年3月まで学長は荻原俊男先生（現森ノ宮医療大学名誉学長、元阪大病院病院長・阪大名誉教授）、副学長に吉岡敏治先生（元阪大助教授、元大阪急性期・総合医療センター病院長）と、その他にも阪大出身の教員が多く、非常に阪大色の強い大学といえるかもしれません。

### 3. 診療放射線学科の学生たち

2020年診療放射線学科に入学した1期生は90名（現89名）、2021年2期生は93名が希望に胸を膨らませて森ノ宮の門をくぐりました。ちなみに定員は80名です。合格後に辞退して他学へ…という学生が少なかったそうです（知らんけど）。どこでも同じかもしれませんが、1期生はコロナ禍のため授業はWebでオンライン/オンデマンド、学祭もなければクラブ活動も休止、たまに講義室で顔を合わせてもマスク姿で、お互い素顔を見たことがない、…という悲惨な日々が続きました。が、現在はハイブリッド授業を行い対面も交えて元気に明るく学修しています。定期試験前ともなると、多くの学生たちが質問のために教員のもとを訪れます。私の学生時代と比較すると、彼らは超真面目です。中には「試験に出るとこ教えてください！！」などとふざけた連中（お前が云うなって？）も、、、いつの時代も学生は変わらないのかもしれませんが。学生たちの出身高校を眺めると、偏差値70のエリート校から55前後の普通の高校まで、非常に幅の広い学力の学生が集まっています。出身地域も多彩で関西だけではなく地方からの学生も多く在籍しています。まだまだ無名の大学ですが、TVで放映されたラジエーションハウス効果で、この2年間は多くの受験生が集り。学生たちが主体となって運営するオープンキャンパスもコロナに負けず活気に溢れています。

### 4. 診療放射線学科の設備

診療放射線学科は2020年に完成したばかりの“さくらポート”にあります。1階に実習室、2階にカフェ、3階・4階が講義室、5階が教員スペース（研究室）で学生たちの自習スペースも用意されています。

1階の実習室には多くの機器が導入されていますのでご紹介いたします。一般撮影2室、X線TV室、X線CT室、乳房撮影室、MRI室、VERT専用室（放射線治療）、予備室などの設備に加えて、操作室は実習中の画像観察や画像解析のための広い空間が用意されています。一般撮影室では全自動で天井走行が位置合わせし、トモシンセシスが撮影できるシステムが導入されています、また、CBCTやDSAが可能なモバイル型C-アーム装置、VR技術で治療装置を体験できるVERTなど、他の教育機関にない設備を備えています。

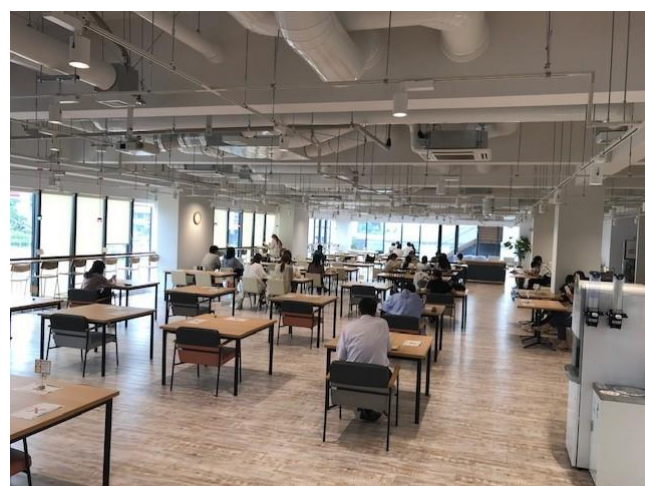
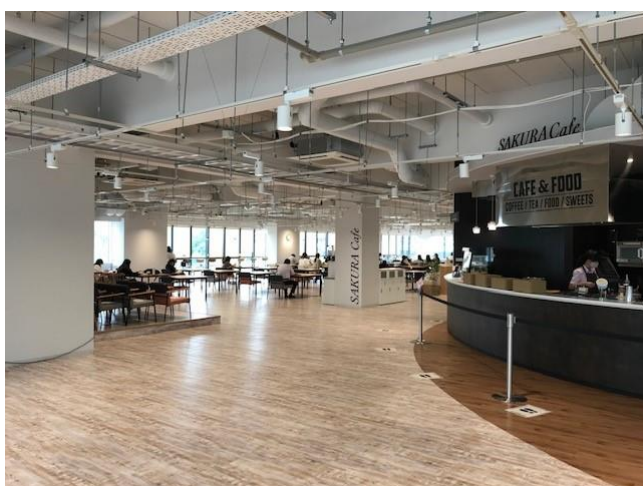
さくらポートには講義室や実習室とともにSAKURA cafeがあり、学生たちの憩いの場として自習したりおしゃべりしたり自由に使える空間が用意されています。そのほか大学としては、びっくりするほど大きな体育館や図書館、複合型スポーツ施設（グラウンド的な…）

などがあり、日ごろはクラブ・サークルなども活発に活動しているようですが、現在はコロナ禍で休止中です。

森ノ宮医療大学診療放射線学科のご紹介はここまでです。自分の過去を棚に上げて学生たちに「勉強頑張れ」などと恥ずかしげもなく話す日々です。ときにクラブの後輩たちの言葉が胸をよぎります「先輩だけは教員になったらあかんのとちゃいますか」…すまんってしました。



森ノ宮医療大学 さくら棟の遠景



SAKURA café：おしゃれな空間 学生たちの憩いの場



一般撮影装置 全自動で  
天井走行が撮影位置へ！  
トモシンセシスも搭載



X線TV装置



X線CT装置 (16列)



ポータブルCアーム装置 (FPD)  
DSA から CBCT まで最新鋭の装置です



Open-MRI <0.3T>



デジタルマンモグラフィ2台





VR 技術を導入した放射線治療実習  
英国で開発された「VERT」では、がん  
の放射線治療の臨床現場を講義室内に  
VR 技術で再現し、3D メガネを通して  
体験・学修することができます。



クルックス管による実験風景



学生たちの実習風景  
エクセルでデータ整理



PACS を利用した画像解剖実習



実習室の空間  
画像解析や討論の場となります



講義室



研究室の窓から見える大阪湾の眺め  
貨物船の手前はコスモスクエア駅  
♪ソーダ水の中を～♪



5階のウッドデッキから眺めるATC

※「施設紹介」における写真は、送付した会誌には掲載されておりません。  
ご了承ください。

---

## テクニカルレポート

### フィリップス MRI のトピックス

株式会社フィリップス・ジャパン 望月 智広（保健学科 11 期）

保健学科 11 期生の望月と申します。卒業以来、定期的を送付いただく「かけはし」を拝読して同級生や近い先輩・後輩の近況を把握したり、医療現場の現状やテクニカルな部分について勉強させて頂いたり、毎回楽しみにしております。まさか自分がその原稿の執筆依頼をいただくとは思ってもみませんでした、貴重な機会をいただき感謝申し上げます。

私は卒業してフィリップスに入社以来、一貫して MR クリニカルアプリケーションスペシャリストを担当しております。臨床経験が無いこと、他モダリティの経験が無いことを不利に感じた場面もありますが、現場の先生方にもお世話になりつつ、日進月歩の MRI の技術に後れを取らないよう自身の知識・技術を常にアップデートする 13 年間でした。今後も日々勉強を重ね、微力ながらユーザーの皆様、医療に貢献できるよう努力して参ります。

さて、今回はテクニカルレポートということで、フィリップス MRI の技術的なトピックスをご紹介します。MRI の歴史を紐解くと、フィリップスでは撮像時間短縮ツールである SENSE や 3.0T における MultiTransmit 技術など、革新的な技術をいち早く提供してきたと自負しておりますが、今回はここ数年の技術開発の中からハードとソフトに関して一点ずつ挙げさせていただきます。

#### ヘリウムフリー BlueSeal マグネット搭載 Ingenia Ambition 1.5 T

現在の主流である超電導 MRI は、マグネットを冷却して超電導状態を維持するために液体ヘリウムを大量に必要とします。しかし、昨今世界中でヘリウムの需要が高まり、更に原料となるヘリウムガスを採掘可能なガス田が元々少ないことから、近い将来に供給不足となることが危惧されています。

新たに開発された Ingenia Ambition 1.5 T に搭載されている BlueSeal マグネットは、Micro-cooling テクノロジーによりわずか 7 リットルの液体ヘリウムで超電導状態を維持することができます。従来のマグネットにおける液体ヘリウム必要量が約 1500 リットルであったことと比較するとその差は歴然で、画期的な技術であると言えます。また、万が一クエンチ（液体ヘリウムが気化して磁場が落ちてしまう現象）が発生した場合には、気化したヘリウムが屋外に排出されず装置内に留まるため再利用することができ、-269 度まで冷却することで

再度磁場を立ち上げることが可能です。この技術により、安全性の向上に加え、

- 液体ヘリウム補充コストの削減
  - 装置の軽量化、クエンチパイプ（クエンチ時に気化したヘリウムを屋外へ排出するための排気管）が不要となることに伴う施工コストの削減
  - ビル内の高層階など MRI 設置環境の自由度の高まり
- といった経営面のベネフィットが生まれます。

更に、新機能「EasySwitch Solution」も搭載され、ユーザー側で一時的な消磁・励磁を行うことができます。例えば、予期せぬ吸着事故の発生時などに一時的に磁場を落とし、吸着物を取り除いたあとに磁場を復旧させ、装置のダウンタイムを最小限に抑えることが可能となります。このように、BlueSeal マグネット搭載の Ingenia Ambition 1.5T はヘリウムへの依存度が低く、長期的な視点における様々なコスト負担を低減するという明確なコンセプトを提供いたします。

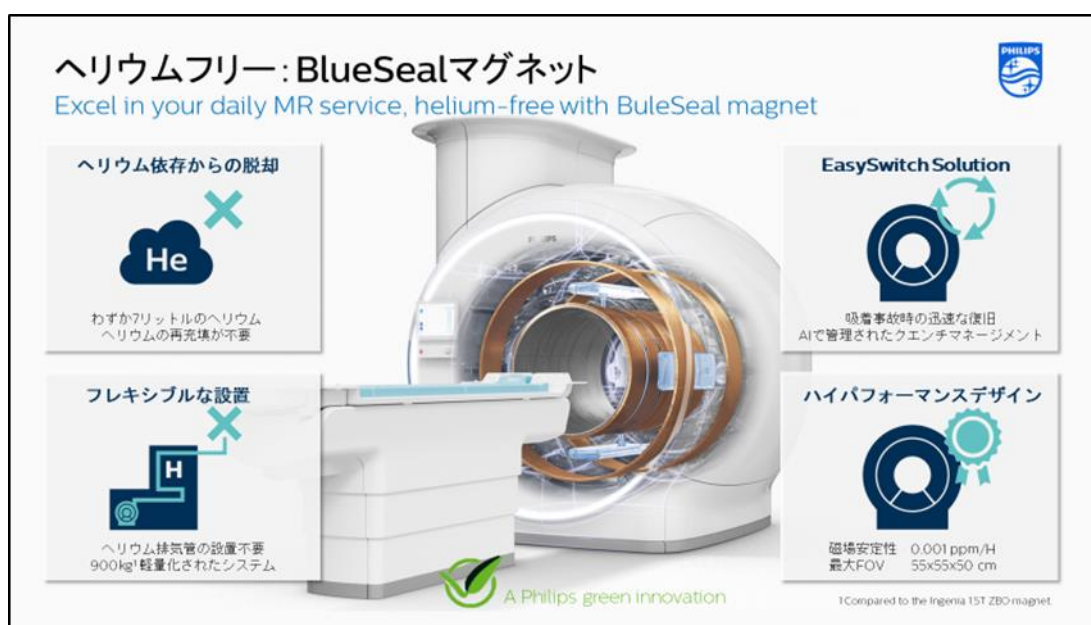


図 1. Ingenia Ambition 1.5T の概要

## Compressed-SENSE

MRI は多様なコントラストが得られ、非侵襲的にさまざまな情報を得ることができ、一方で長い撮像時間を要する画像診断装置であり、その短縮は常に与えられ続けた課題であると言えます。一般的に MRI はフーリエ変換を基に構築されており、画像再構成に必要なサンプリング数は Field Of View (FOV) と空間分解能によって決まります。撮像時間を短縮するためにはデータを間引く（アンダーサンプリングする）必要がありますが、画像にはアーチファクトが発生します。このアーチファクトをどのように除去するか、あるいは展開するかという点に様々な理論が存在しますが、k-space 内をランダムサンプリングし、スパース（疎）であるという仮定に基づき画像再構成を行う Compressed sensing がその一つとして注目されてきました。フィリップスでは

長年培ってきた時間短縮技術 SENSE (Parallel imaging) と融合させた Compressed-SENSE を数年前より製品展開し、現在広く普及し始めています。

理論の全体的な説明は巷に溢れていますので、その技術の根幹をなす“スパース性”“SENSE との融合”という二つのキーワードをピックアップして簡単にお示します。

- スパース性

“スパース性”の理解のために、 $x, y, z$  を未知数とする簡単な連立方程式を挙げます。

- $x + y + 2z = 1$

- $x - 2y - z = -2$

当然ながら未知数に対して式が足りず、このままでは解を一つに定めることはできません。しかしここに“ $x, y, z$ のうち二つは0である”という条件を付加すると、 $x=0, y=1, z=0$ という解が定まります。このように、“未知数の多くが0である”ことをスパースと呼びます。

MRI で収集される信号は、 $x, y, z$  のようにピクセルごとの信号値を直接求められるわけではなく、“ $x + y + 2z = 1$ ”のような形で得られます。それらの未知数を求めるため、位相方向のマトリックスの数だけ位相エンコードという作業を行い、信号収集を繰り返す必要があります。(※MRIの詳細な原理については割愛させていただきます。)これがMRI撮像に時間を要する理由なのですが、ここに“スパース性”が加われば、エコー収集の繰り返し回数を少なくしてもピクセルごとの信号値を求められ、画像を再構成できるということになります。

白黒(コントラスト)がハッキリしている画像は元々スパース性が高いと言えますが、MRIの多様なコントラストの全てに対してそのまま当てはまるわけではありません。しかし、画像再構成の過程でWavelet変換という周波数解析処理を行うことによりMRI画像はスパース性の高い画像に変換されることが知られており、上記の理論を適用することが可能となります。

- SENSE との融合

Compressed SENSE は、図 2 に示す通り Compressed sensing の画像再構成のループに SENSE を統合した“One-Go”方式のアルゴリズムを採用しています。具体的には、ランダムサンプリングされたデータをフーリエ逆変換する際に、コイルリファレンスデータの情報も加えた SENSE の関係式を加えます。コイルの正確な感度情報、コイル間の非相関性、測定対象の信号範囲、ノイズレベルなど SENSE に必要とされた情報を最大限に生かし、データ補完の精度を高めることが可能となります。

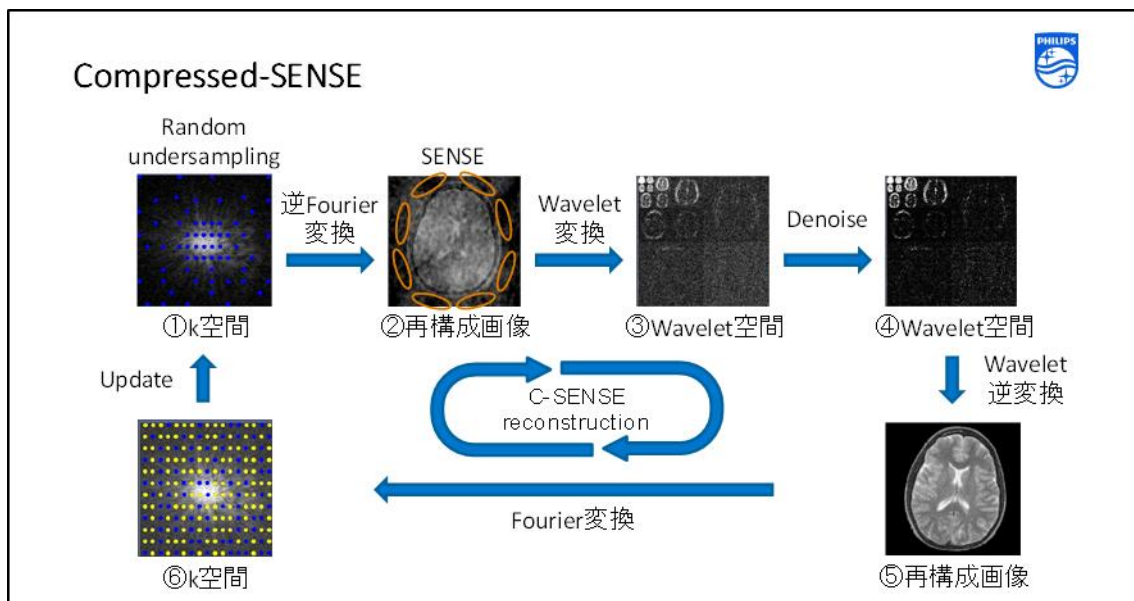


図 2. Compressed-SENSE の画像再構成

更に、Compressed-SENSE では k-space のサンプリング技術にも工夫が施されています。k-space の特徴として、中心に近い低周波成分は画像コントラストに寄与する非常に重要な情報であることが知られています。一般的な Compressed sensing に用いられるランダムサンプリングは、場合によっては低周波成分も大きく間引かれ、高速化を図ると情報の重大な劣化を招いてしまい、少ない情報から理想的な画像を得るためには限界がありました。そこで Compressed-SENSE には Optimized Variable-density sampling が採用され、k-space の中心（低周波成分）を密に、周辺（高周波成分）を疎にランダムサンプリングされています（図 3）。k-space の低周波成分を重点的に実収集することにより、淡い組織間コントラストを呈する対象組織においても情報の劣化を最小限に抑え、実際の画像を推定しやすくなります。

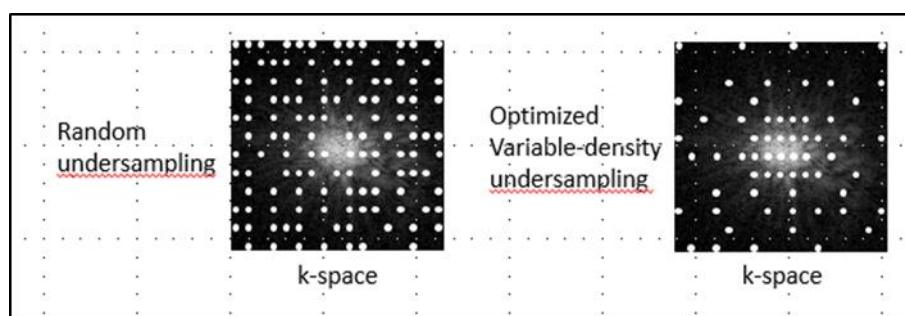


図 3. k-space のサンプリング方法

また、Compressed sensing は一連の再構成処理を閾値以上の信号となるまで繰り返すため、開発時から画像再構成時間が課題となっていました。実際の臨床で高速化が可能となっても、撮像

時間以上の画像再構成時間がかかっている場合は臨床使用は困難であると言わざるを得ません。その点、Compressed-SENSE は SENSE との融合によりそもそもノイズ成分やアーチファクトの少ない画像を取得しているため、ノイズ除去処理を効率的に行うことができ、結果として実用的な画像再構成時間を可能としています。

Compressed-SENSE は 2D、3D、Spin echo、Gradient echo のシーケンスに対応するため汎用性が高く、全身領域で幅広い臨床的価値を提供可能です。たとえば撮像時間の短縮により、上腹部や心臓領域における同期撮像・息止め撮像の成功率が向上することや、検査枠内で臨床価値の高いプラスアルファのシーケンスを追加して診断能の向上につなげる効果も期待されます。また、1 日あたりの検査件数増加、時間外労働の短縮といった生産性向上に関するデータも出ています。加えて、撮像時間短縮によって生じる時間を患者に接する時間にあて、患者が抱える検査ストレスの低減や余裕をもった検査を行うことで、医療事故に繋がるエラーやインシデントを低減する効果が得られたとの報告も上がっています。

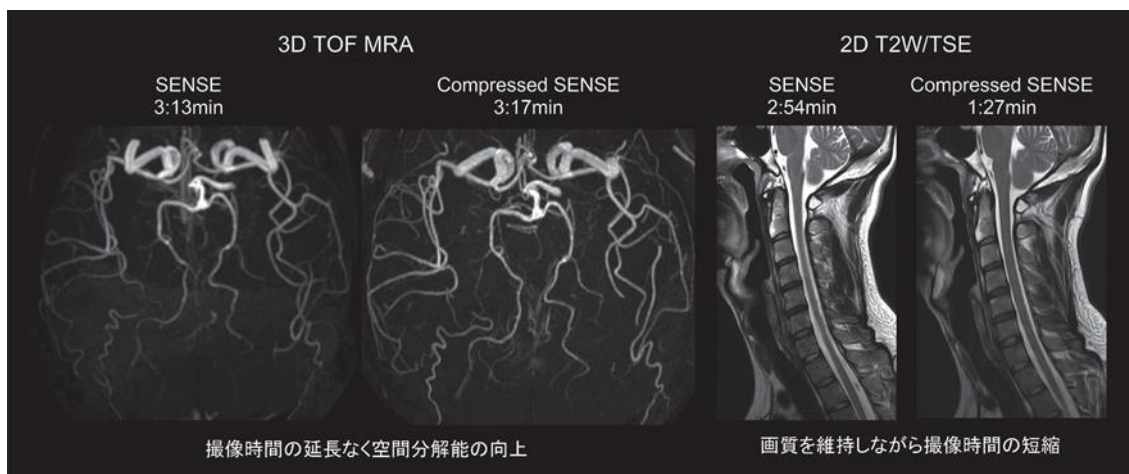


図 4. Compressed-SENSE を使用した臨床例

今後、時代は AI の利用に向かうと思われませんが、SENSE の技術開発で培ったノウハウが Compressed sensing の実用化に活かすように、Compressed-SENSE の技術により積み上げたものと AI とが組み合わせられた開発が必須になると考えられ、期待するところです。

#### おわりに

最後になりますが、コロナ禍という未曾有の事態の中、それぞれのお立場、役職におかれましての日々のご貢献に感謝申し上げます。我々もこれまでのような現地訪問の形を取ることが難しい状況ですが、リモートツールなどを活用しながら皆様にできる限りのサポートを提供し、MRI、医療の更なる発展に向けて努めて参ります。

この度執筆の場を与えていただきました学友会役員の皆様に改めて御礼申し上げます。

---

## 会員寄稿

### 今に繋がる山の教訓

社会医療法人高清会 高井病院 土井 司（医療短大8期）

#### 1. はじめに

医療短大時代に始めた山登りを今もささやかながら続けているが、若い頃の山での経験が今の私の思考回路の基盤を形づくり、しかも医療安全を考えるうえで大きく影響を及ぼしている。それもこれも、その都度いい友達や先輩に巡り合い、後輩に恵まれたので仕事も遊びもそれなりに楽しくやっていたのだと思う。これを読んで、私を知る人は「なるほど」「やっぱり」と思われるかもしれないが、そうでない人は、人の性格を形成する過程やきっかけを感じ取っていただければ幸いである。

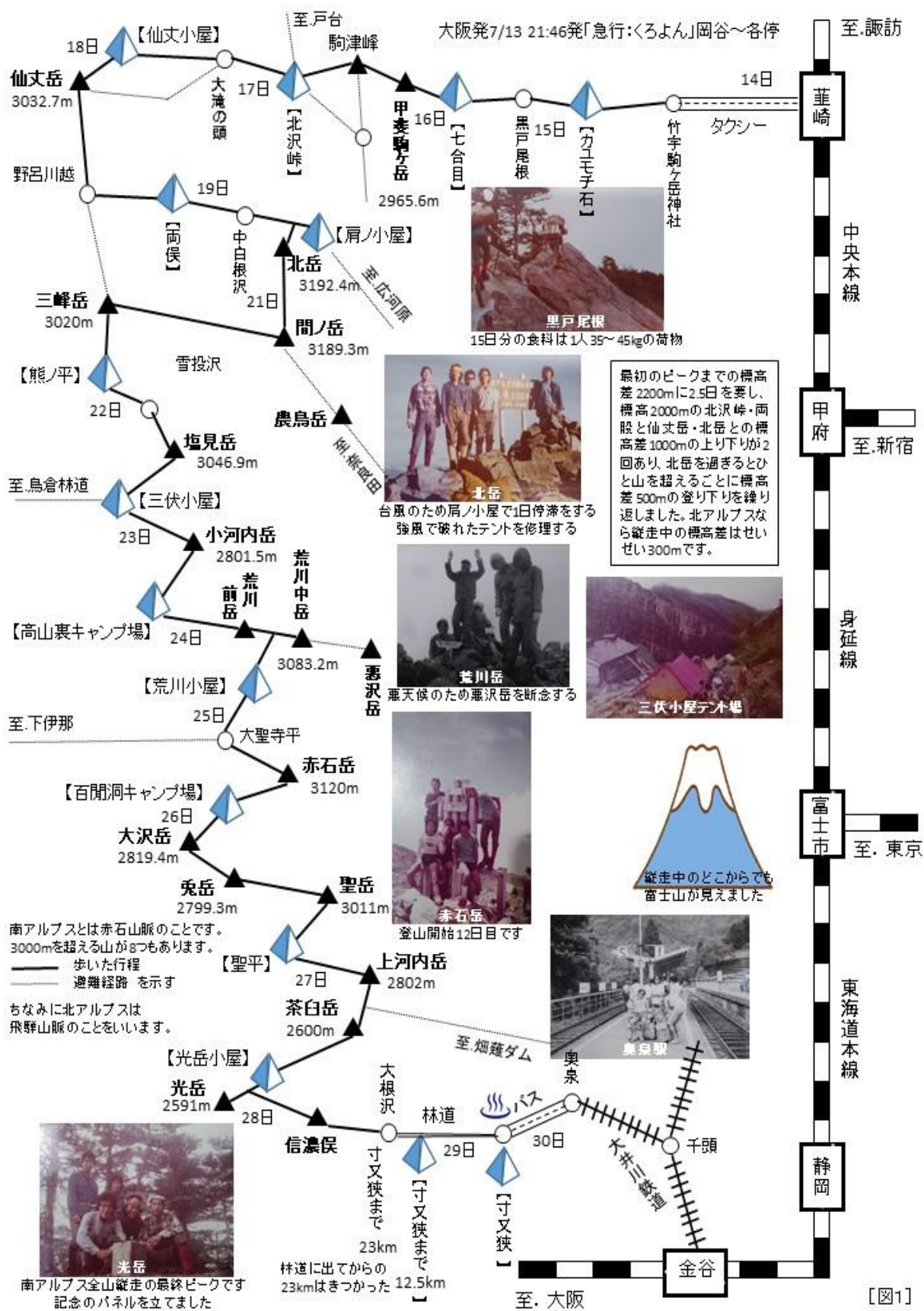
#### 2. ワンダーフォーゲル部は全員がレギュラー

高校までしていたバスケットボールは、レギュラーが5人、ベンチ入り12人だったので、12人のメンバー登録に入らなければ試合には絶対に出ることのできない完全な実力主義の世界だった。それが医療短大のワンダーフォーゲル部では男性も女性も全員がひとつのパーティとして構成されるのがカルチャーショックであった。4月から6月にかけて、六甲山で歩荷（ポッカ）と言って30～50kgの砂袋を担いで体力づくりをするが、体力差はより歴然となる。それでも北アルプスの夏山を楽しむために、体力のある者は体力の不足する者の分まで荷物を持ち、それでも楽しむ余裕のある体力をつければいいのであるが、自ずと限界がある。上級生になって、さらに上を目指す機運が高まり、春には積雪期の白山に挑戦し、さらに夏山では男女別々のパーティを編成し、女性陣は10日間の後立山連峰縦走、男性陣は17日間の南アルプス全山縦走を成し遂げた〔図1〕。しかしその裏には、練習不足で体力の追いつかない部員に夏山から遠慮していただいており、部員全員の夏山より上位の山を目指すために人選をしたという事実がある。

#### 3. 先輩はお金持ち

村尾先輩と一番合戦先輩は土曜日になると、よく学校に来られた。ワンダーフォーゲル部なので、練習に対するしごきはないが、そのあとのお酒の付き合いがたいへんで、1年生の時は多弁な説教と飲まされるのが嫌で来てほしくなかった。しかし、いつしかお酒を飲み連れて行ってもらえることが楽しみになり、今度はいつ来てくれるのかが待ち遠しくなっていた。今更に、先輩方はお金持ちだったのだと思う。





#### 4. 相手は自然「なるようにしかならへん」 馴染まなあかん

山は自然との戦いであると人は言うが、戦うからしんどいのであって馴染むことが一番である。雨や雪に見舞われている時は、冷たくて辛いものは辛い。でもどうすることもできないのも事実である。開き直るしかない。

登山は生活そのものが一体となる。自分自身や皆が辛い時、疲れている時にどうすればいいのか？ 一番の癒しになるのが、穏やかに心身を保つことと「笑い」である。この心境を得られたのは”新谷”という友人の存在である。彼のマイペースと何があっても泰然と構える姿と笑いを誘う言動は、私のその後のスタイルに大きく影響を与えた。大事な山行ではいつも彼が先頭を歩き、私がラストを歩いた。

テントに入ると雨で濡れた下着を着替えてすっきりしたいものであるが、着替えは最大 2 着、1 着は下山後の風呂に入った後にとっておくので、体力さえあれば、そのまま着ていると最も早く乾くことを私たちは知っている。少々濡れていようが、気にしたらあかん。

雨が降り足元では雷も鳴っているアルプスの稜線での出来事である。私たちはカップを着ているのに、傘をさして歩いていた佐藤先輩がおもむろに停まった。何をするかと思っていると突然おにぎりを食べたしたのである。テント場まで1時間弱なので急ぎたいところであるが、たとえ雨が降っていようと慌てたらあかん。これくらい度胸が据わっていないとダメなのである。

テントにはいる時には、登山靴を脱ぐのは当たり前と思いませんか？ 夏山ではテント外のフライシートの下に靴を並べておくのが常であったが、積雪期になると靴はテントの中に入れておく。それに慣れてくると、普段でも邪魔くさくなってテントの中で靴を履くようになる。そして厳冬期（ウイスキー以外はすべて凍る）では、今度は靴に浸み込んだ水が凍って朝に靴が履けなくなるので、靴を履いたまま寝る。ついには、10本爪アイゼンもテントの中で付けるようにまでなる。冬のテント生活はなかなかのものである。

#### 5. 安全行動

##### (1) 休憩

山に行く景色のいいところで休みたいものであるが、どこでもいいという訳にはいかない。追い越す人やすれ違いの人が無理なく通れるように十分に余裕のあるところで休憩を取るのももちろんであるが、周辺から落石などのない安全なところで休むのが鉄則である。また歩行中もどこかに危険が潜んでいないか、周囲のいろんなところに目を配りながら歩かなければならない。

##### (2) 後ろを振り返る

縦走でない時は、同じ道を往復登山することがある。夏のアルプスは人も多く道標も行き届いているので道に迷うことはないが、地方の山では標識が行き届いていないことも多い。登り道でY字形に道が合流する時に、必ず振り返って、来た道を見るようにしている。上る時の景色と下る時の景色では大きく違うことが多く、この分岐点で道を間違わないように下る方の道を確認しておくのである。街の中でもいっしょなのに、どういう訳か飲み屋から出ると駅への帰り道を間違える。

### (3) 下見

積雪期の山を計画する時には、無積雪期に必ず下見に行き、道標代わりに木々の高いところに赤いビニールテープを巻いていく。それは雪が積もると道がなくなり分岐点がわからなくなるだけでなく、ガスに覆われたときの道標にもなるのである。それにもまして周囲の山や谷の形などの風景を頭に入れておくと本番の時に役に立つ。

### (4) 稜線（尾根）を歩く

積雪期に怖いのは雪崩である。谷筋の道は雪崩の巣と言われる。したがって登山道が谷筋に付いている場合は、早くに尾根に取り付いて尾根筋を登る [写真 1]。尾根筋は雪が積もっていると歩きやすいこともあるが、岩稜であることも多く、何がなんでも直登なので、その時は岩登りの要領でザイルを使って登攀する [写真 2]。岩稜を登攀することの危険性は尾根筋を歩くよりはるかに高いが、雪崩の危険性のある道は選ばない。自分達の技量が足らずに死ぬことはあっても、自身ではどうすることもできない予測される危険性の中に身を置くことはないと考えるからである。



両側とも断崖です



危険な所ではひとりずつザイルで確保しながら登る

(5) 自分の命は自分で守る  
危険なところを通過する際に、1本のザイルに何人もが繋がって安全確保をして

いる場面を見ることがあるが、私たちは絶対にしない。なぜなら1人が滑落すれば、滑落した人がすぐに確保体制ができなければ全員が巻き込まれてしまうからである。熟練者であっても助けられるのはせいぜい1人である。大勢いれば何とかなるは大間違いである。なのでザイルは深い信頼関係のある2人でしか繋がらない。雪山初心者をザイルに繋いで連れていく行為は、もし自分がミスをすれば初心者もろとも死ぬことになるので、私にはできない。初心者も自分も、自分の命を守るために練習をすることである [写真 3]。



ピッケルを使っての滑落停止訓練

(6) 赤旗は命の綱

積雪期のアルプスは、灌木帯を抜けるとただっ広い雪原である。晴れているとすばらしい景色が見渡せ、道に迷うこともなく最高であるが〔写真4〕、ひとたびガスに覆われると薄暮の世界となり稜線と空中との境界がわからなくなり（スノーアウト）、歩いてきた足跡も消えてしまう非常に危険な状況となる。一瞬に覆われるのですぐに引き返すこともできない。



写真4

晴れていれば積雪期は快適です

このような状況を想定して、積雪期に赤旗は欠かせない。約2mの笹竹の先に赤旗を縫い付けたものを20本ほど持って行くのだが、決して軽いものではない。灌木帯を抜けると、これを視線の届く200~300m間隔に突き刺して登っていくのである。基本的に天気のいい時にしか行動しないので、この行為はほとんどが無駄になる。しかし、これが役に立ったことが1度だけある。要するに遭難しかけたのである。五竜岳頂上に到着した途端にガスに巻かれ、視界がなくなったのである。来た道に戻ろうと赤旗を2本見つけた後に赤旗を見失った。風に飛ばされたのだと思ってそのまま尾根を下ったが、赤旗も見つからず見覚えのない景色が出てきた。「きっと道を間違えている。山頂まで一度戻ろう」というのがその時の判断である。山頂にいったん戻り、少し下ったところから派生していると記憶している尾根への分岐点を探した。しばらくして稜線から少し下がったところに赤旗を見つけた。「助かった！」吹雪のため、登ってきたときの足跡は完全に消えていた。これが唯一無二の赤旗に命を助けられた経験である〔写真5〕。



写真5

九死に一生を得る

出発前

帰着後

早朝は眩しいくらいの快晴でした

吹雪のためテントが半分埋まっていました

今後天候が悪化するとはこの時はみじんも思いませんでした

矢印の赤旗のおかげで無事帰ってこれました

### (7)無茶はあかん

北海道の山は夏でも多くの雪が残っている。知床半島の羅臼岳に熊の湯から単独行で登った時、雪渓の途中で道を間違い獣道（けものみち）に突入した。この尾根を登れば絶対に頂上の着くとの確信の元、あやふやな道を進むがついには灌木帯に前進を阻まれた。今更戻ることも嫌で前進を試みたが低木が生い茂っていて前進もままならない。「もしここで死んだら遺体はみつからへんやろうなあ」って思うほどであった。気持ちを奮い立たせて進むうちに上の方から声が聞こえ「助かった!」と思った。頂上へは、登山道とは違う草むらからの出現となり少しバツが悪かった [写真 6]。



死にかけたのでへろへろです

### 6. 山登の教えは医療安全に通じる

山登りは、天気さえ良ければ、道にさえ間違わなければ、安全で楽しいスポーツ（遊び）であるが、自然に接するほど、少々無頓着であるかのように自然に身体を委ねることもできなければならない。その一方で、周到な準備とリスクに対して冷静な判断が求められる場合に備えなければならない。特に積雪期は訓練を積んだ者の世界であり、リスク観念が欠落した者が挑戦できるほど安易なものではない。

1) 学生時代の長期の山行経験から、「学生時代にはお金はないが時間がある。社会人になるとお金はあるが時間がない」。だから学生さんには「今しかない時間を有効に使いなさい」と言う。2) 自然と対峙するには心を穏やかに保ち、些細なことにとらわれず、笑いを忘れず楽観的でありつつも冷静であることが求められる。そして安全な行動を実践するために、常に周囲に目を配り危険を予測し、客観的に危険性を判断できる尺度を持つことが必要である。3) 赤旗の教訓は、安全確保が 99.9%の無駄な（結果的に役に立たなかった）行動のうえに成り立つことの実例である。4) 羅臼では、経験則による判断は非常に危険であることを戒めている。しかし、基礎体力（physical）がなければ何事も始まらないのも事実であり、それに加えて心の体力（mental）がないと大自然は楽しめない。

医療安全は、できて当たり前、できなかった時だけ非難される、成果の評価しにくい分野である。山登りも登頂の喜びは得られるが、無事に帰ってくるのがゴールである。そのために普段から周到な準備を進め、山では何が起こっても泰然と構え、冷静に判断ができる心を鍛え、リスクに対する予測力や判断力を身に付けるための情報収集や訓練、そしてすべてを楽しめる気持ちを備えてこそ山登りが「遊び」になるのだと思っている。医療安全は遊びではないが、リスク観念や取り組み方がよく似ていると思いませんか。

## 編集後記

2021年2月より医療従事者を対象に先行スタートした新型コロナウイルス感染症のワクチン接種もいまや国民の半数以上が2回接種を終え、7月には1年延期されていた東京オリンピック・パラリンピックも開催され、また来年にはワクチンパスポートによる行動制限の緩和が提言されており、新型コロナウイルスと共存する新たな生活様式が国民に浸透し始めていると感ずるこの頃です。

昨年開催されなかった学友会総会も今年はWeb開催を予定しており、かけはしの表紙も例年とは異なり、ホームページの紹介を兼ねたトップページと総会の案内として代用させていただいています。このコロナ禍でWebを用いた学会やミーティングは当たり前のよう生活や仕事の一部として普及してきていますが、また現地で総会が開催されみなさまとお会いすることができることを願っています。

(2021年9月)

保健学科16期生 矢畑 勇武

発行：大阪大学放射線技術科学学友会

大阪府吹田市山田丘1-7 大阪大学医学部保健学科内

事務局：大阪大学医学部附属病院医療技術部放射線部門技師室内

〒565-0871

大阪府吹田市山田丘2-15

TEL：06-6879-6812 FAX：06-6879-6814

ホームページ (<https://handaihousha-gakuyuukai.jp/>)

Eメール：kakehashi@hp-rad.med.osaka-u.ac.jp

発行責任者：石田 隆行

事務局長：永吉 誠

編集委員：上田 淳平、矢畑 勇武、池田 博貴