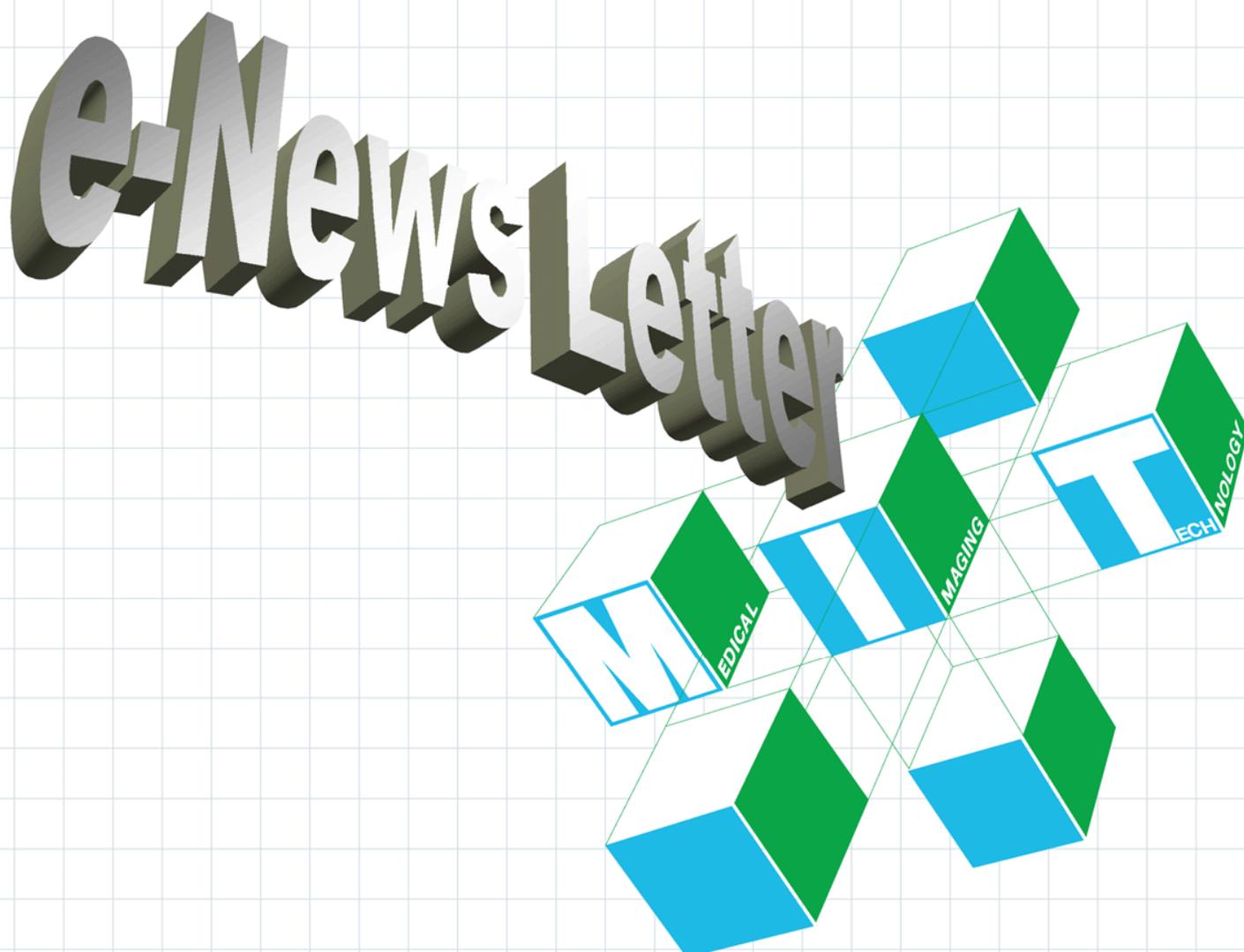


JAMIT

The Japanese Society of Medical Imaging Technology



日本医用画像工学会

2021. 12 e-ニュースレター NO. 40 (通算 94)

目 次

「追悼 田中栄一先生」

田中栄一先生を偲んで

JAMIT 会長 工藤博幸(筑波大学)

・・・1

「JAMIT 大会ハンズオンセミナー報告」

JAMIT 深層学習ハンズオンセミナー開催報告

原 武史(岐阜大学)

・・・4

「MIT 誌アブストラクト紹介」

Medical Imaging Technology (MIT 誌) 掲載論文アブストラクト紹介

・・・5

追悼 田中栄一先生

田中栄一先生を偲んで



JAMIT 会長 工藤博幸*

2021年8月21日に、田中栄一先生がご逝去されました。私は、現日本医用画像工学会（JAMIT）の会長であると同時に CT 画像再構成分野の研究者であり、2つの立場から田中先生の業績について述べ追悼の意を表します。

田中栄一先生と JAMIT

まず、JAMIT と田中先生について述べます。JAMIT が創設されたのは 1986 年で、初代会長は桑原道義先生（京都大学名誉教授）でしたが、田中先生は JAMIT の前身である「CT 物理技術研究会」と「医用画像工学研究会」の会長を務められました。当時の医用画像工学分野は、電気・電子・物理・化学・応用物理・原子核科学・放射線医学などさまざまな分野の研究者が混ざった境界領域と位置づけられ、研究者や関連企業一同が集まって議論する医用画像工学専門の学会や集会は希少でした。先生はその必要性にいち早く気づき、JAMIT 創設の中心人物として大きく貢献されました。JAMIT を創設した方と言っても過言ではありません。さらに、医用画像工学に関する幅広い技術をまとめたハンドブックの必要性を唱えられ、「医用画像工学ハンドブック」（JAMIT 編集、篠原出版発行）の編集委員長としてご尽力され 1994 年に出版に至りました。その中身を眺めてみると、技術の内容は古くなっているものの多様な医用画像技術の原理がわかりやすくまとめられており、高品質に仕上がっています。先生の、研究に関することは手を抜かない姿勢が現れていると感じます。その手を抜かない姿勢は、尾川

浩一先生（法政大学）が編集委員長として 2012 年に出版された、新版の「医用画像工学ハンドブック」（JAMIT 出版）に受け継がれています。

また、田中先生は本当に研究が大好きで高齢になっても第一線研究者として活躍され、成果を自ら JAMIT 大会にてご発表され、多くの招待講演も行われました。特に私が印象に残っている先生のご講演は、第 15 回 JAMIT 大会（JAMIT1996）にて行われた特別講演「画像再構成問題—理論と直感」と、第 33 回 JAMIT 大会（JAMIT2014）チュートリアルにて行われた講演「研究放談—エレガントな解答」でした。いずれの講演においても、先生が手がけてこられたいくつかの核医学や CT の画像再構成問題を例として、理論と直感は結びつくこと、エレガントな解答は簡潔できれいであること、ひらめきは考え続ける者のみにやってくるなど先生の特長を力説して聴衆に伝えられました。さらには、日本画像医療システム工業会（JIRA）が公開している医用画像電子博物館にも、菅野巖先生と共著で「日本におけるポジロン断層（PET）装置の研究開発のあゆみ—初めての PET 画像から 25 年目を迎えて—」という記事を執筆されています。（https://www.jira-net.or.jp/vm/chronology_pet-ct_references_03.html）

最近でも、田中先生は JAMIT のことを気にかけて大変心配してくださり JAMIT 大会によく参加され、さらには「JAMIT の発展に役立ててください」と高額のご寄付をいただきました。そして、そのご寄付を原資にして 2015 年に「田中栄一記念賞（MIT 誌論文賞）」を創設することができ、

*筑波大学システム情報系（〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1）

現在の JAMIT に定着しています。

私が田中先生の訃報を知ったのは 8 月 26 日でしたが、しばらく前にお元気な姿を拝見していたので本当に驚き、残念な気持ちでいっぱいでした。その後、先生の多彩な分野における著しい業績や先生との思い出を振り返り追悼の意を表すため、第 40 回 JAMIT 大会 (JAMIT2021) 会期中に JAMIT 主催 (日本医学物理学会, 日本医学放射線学会, 日本核医学会, (株) 浜松ホトニクス共催) で「田中栄一先生追悼の集い」を行いました。オンラインを含め約 80 名の方が参加され、田中先生の業績を振り返るとともに数多くの温かい言葉が寄せられました。当日参加がかなわなかった方や、後で訃報を知った方も数多くいると思われ、追悼の集いを録画した動画を YouTube で公開しており、すでに視聴回数は 450 回を超えています。

(<https://www.youtube.com/watch?v=ShOMvHzCzlg&feature=youtu.be>)

田中栄一先生の画像再構成分野の業績

私は CT 画像再構成分野の田中先生を目標に研究を行ってきた人間でもあり、以下に先生の画像再構成分野における業績を紹介します。核医学や X 線 CT 装置で断層撮影が可能になったのは 1970 年代前半ですが、先生はその頃 (年齢にして 40 代後半) に画像再構成に関する研究を始められました。先生が手がけてこられた画像再構成分野のトピックスを表 1 にまとめて示します。おのおのはその当時の重要テーマとされたものであり、独創的なアイデアで難題を突破して国際雑誌に多くの論文を発表されました。以下に業績の骨子をレビューします。1970 年代には当時まだ出始めであった「フィルタ補正逆投影 (Filtered Back Projection, FBP) 法」の研究に取り組み、雑音伝搬を最適化した 2D 再構成フィルタの発見、3D 再構成フィルタの発見などの成果をあげられました。1980 年代には「SPECT の吸収補正」, 「PET の逐次近似画像再構成」, 「飛行時間差 (Time-of-Flight) を用いた PET の画像再構成」, など PET

1970年代	FBP法のフィルタ関数の研究 (2Dの雑音伝搬を最適化するフィルタの発見, 3D再構成フィルタの発見)
1980年代	SPECTの吸収補正, PET逐次近似画像再構成, タイムオブフライトPETの画像再構成
1990年代	3D-PETの画像再構成(3D Pseudo FBP法, フーリエリビンゲ)
2000年代	逐次近似画像再構成法DRAMA, 検出器パイルアップ問題

表 1 田中栄一先生が手がけられた画像再構成分野の研究トピックス (全部ではない)。

や SPECT の装置に直結する画像再構成法の研究を行われ、数多くの成果をあげられました。1990 年代には、PET 装置が 2D データ収集から 3D データ収集を行うように変革した時代であり、それに対応した 3D-PET 画像再構成法の研究をいち早く手がけられ、優れた業績をあげられました。

私は、田中先生の画像再構成研究のすばらしさは以下の 2 点に由来すると考えています、

- (1) 画像再構成分野の研究者は数学で物事を考える方が 90 パーセントだが、先生は天性と実験物理から学んだ鋭い直感を持っており、数学では不可能な発想や問題解決を行う魔法の能力を持っていた。
- (2) 数値実験やプログラムが非常に上手で、膨大な実験結果をコンパクトにグラフにまとめ実験結果から規則性や真実を見抜いたりするのは、真に千里眼のようであった。

上記に加えて、先生は純粹さ、誠実さ、公平さを持った研究者でした。その一端として、先生と後述する DRAMA という逐次近似画像再構成法の共同研究を行った際、論文が完成してからプログラムに (実験データには影響を与えないと思われる) 些細なバグが見つかったことがあり、先生は「嘘をつくことになるから嫌だ」とおっしゃり実験データの取り直しをされました。

私は、2000 年頃に田中先生から声をかけていただき、DRAMA (Dynamic Row-Action Maximum Likelihood Algorithm) という名称の PET や SPECT

に用いる逐次近似画像再構成法の共同研究を行いました。内容の骨子は以下のような研究です。当時、PET や SPECT の画像再構成は収束が速いブロック反復型の OS-EM (Ordered Subsets EM) 法で行われていましたが、雑音伝搬が悪く最尤推定解に収束しない問題点が未解決でした。その問題点を解決するキーは画像の更新量を表す緩和係数 (Relaxation Parameter) の制御にありましたが、先生は「一反復内で緩和係数を可変にして雑音のバランスをとる」巧妙な緩和係数制御法を発見され、ブロック反復型逐次近似法の雑音伝搬特性の問題を解決することに成功しました。DRAMA の研究において先生が私に期待したことは、

「DRAMA に数学的に厳密な理論をつけてほしい」ということでしたが、当時必死で考えましたものの最終的に曖昧性がある理論しか構築できず、先生の直観は数学を上回ることを実感しました。そして、DRAMA は国内の PET 装置において

実用化に至り、現在も (株) 島津製作所や (株) 浜松ホトニクスで稼働しています。よく「DRAMA は快心の研究になった」と自己評価されていました。

最後に、先生は国際雑誌に論文を発表することに強いこだわりを持っておられ、“IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference” や “Meeting on Fully 3D Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine” など、画像再構成分野の著名国際会議に頻繁に参加され、特に Fully 3D Meeting ではプログラム委員を務められました。そのため、愛想が良く他人から好かれるお人柄もあり、国際的な人脈が非常に豊富で、医用画像分野における日本の研究力を世界にアピールするのに貢献したのは間違いありません。その鋭い直観から、現代における研究の国際化を数十年前に予見しておられたように感じます。

JAMIT 深層学習ハンズオンセミナー開催報告

原 武史

JAMIT 大会では恒例となりつつあるハンズオンセミナーは、2021 年度で 5 回目の開催を終えました。ハンズオンセミナーは、大会のチュートリアル講演とも連携しています。COVID-19 対策のため、チュートリアル講演はハイブリッド形式で実施し、ハンズオンセミナーは大会サテライト企画として大会翌日にオンライン形式でのみ実施しました。チュートリアル講演会は、AI 関連の研究は大規模化し多機関で共同で実施されることも多くなってきたため、「GitHub とその周辺：大学と企業でのプロジェクト管理」として教育委員会が企画しました。3 つの講演で構成されており、木戸尚治先生と滝沢穂高先生の座長のもと、「コロナ禍における AI 研究：特に arXiv, GitHub, オープンデータとオープンサイエンス活用総論」（中田典生先生）、「バイオインフォマティクス分野のアプリケーション開発における GitHub の活用とその実際」（小野浩雅先生）、「医療機器開発企業における共同研究のための環境と実際の運用について（事例を交えて）」（大村和元先生）として実施しました。中規模なプロジェクトを実施する場合には必ず必要となるプロジェクト管理に関して、さまざまな見地から実例を挙げてご講演いただきました。

ハンズオンセミナーは、10 月 16 日 10 時から 17 時頃まで、Zoom を利用してオンライン形式で実施しました。10 時からは「入門編：環境構築から自然画像の分類」、11 時 10 分からは「画像の分類と回帰：自分で構築するデータベースの利用」、13 時からは「領域抽出と領域分割:SSD と U-Net」、

14 時 10 分からは「異常検知：AutoEncoder による教師なし学習入門」、15 時 20 分からは「GAN による画像生成：フェイク画像の作成入門」、16 時 20 分からは「自由演習・Q&A」として実施しました。これまでは TensorFlow を利用していましたが、2021 年度からは PyTorch に変更したため、改めて入門編を実施し、DataLoader などの仕組み、学習方法、評価方法の手順を解説しました。

総参加者数は 58 名であり、そのうち 41 名の参加者からアンケートの回答が得られました。セミナー 1 週間前に公開した PyTorch のセットアップは 41 名中 39 名ができ、全体の満足度に関しては、大満足：16 名 (40%) とまあまあ満足：17 名 (42%) でした。演習時間は 37 名 (91%) の方が「ちょうどよい」と回答していました。次年度の開催希望は、内容による：7 名 (18%)、タイミングが合えば：19 名 (47%)、ぜひ希望する：15 名 (37%) でした。対面での開催希望はわずか 3 名 (8%) で、プログラミングに関しては、画面が手元でよく見えるオンライン開催のほうが好評のようでした。

本セミナーは AI ブームにあやかり 2017 年に開始し、3 年程度で終わるようにも予想していましたが、まだまだやる必要があるようです。

最後になりましたが、スタッフとしてセミナー開催をお手伝いいただきました小田昌宏先生（名古屋大学）、近藤世範先生（新潟大学）感謝申し上げます。このセミナーの開催について、コミニルタ科学技術振興財団からの支援を賜りました。この場を借りて御礼申し上げます。

Medical Imaging Technology (MIT 誌)

掲載論文アブストラクト紹介

JAMIT 会員の方の全文アクセス方法

JAMIT 会員の方は、(各論文アブストラクトの上にある) J-STAGE のリンクから全文を無料で閲覧することが可能です。閲覧するために必要なユーザ ID とパスワードは、jamit-announce メールングリストにて年に一度お知らせしていますが、お忘れになった場合は JAMIT 事務局 (jamit@may-pro.net) にメールでお問い合わせください。

非会員の方の全文アクセス方法

公開から 2 年以上が経過した MIT 誌論文は、上記の(会員向けと同じ) J-STAGE のリンクから無料で全文にアクセスすることが可能です。一方、公開から 2 年未満の論文は 2014 年 12 月まで非会員の方が全文を閲覧する手段は冊子体を探していただくしかありませんでしたが、問い合わせが多いのと、より多くの方に MIT 誌の論文を読んでもらうため、株式会社メテオが運営している Medical Online を通して有料で論文を販売する枠組みを整備して 2015 年 1 月から正式運用を開始しました。非会員の方は、(各論文アブストラクトの上にある) MO のリンクをクリックしていただければ、有料で Medical Online にて論文単位で希望の論文を購入することが可能です。

Medical Imaging Technology Vol. 39 No. 4 (2021 年 9 月号)

特集／教師なし・弱教師あり学習の最新の研究動向とその医療応用

<特集論文>

教師なし・半教師あり・弱教師あり学習の最先端とバイオ医療画像応用

備瀬竜馬

【J-STAGE】 【MO】

バイオ医療画像解析分野において、深層学習をはじめとした教師あり機械学習手法がさまざまなタスクに応用され、高精度の認識を実現している。しかし、観察対象種・病気の種類・イメージングモダリティに合わせ、個別に専門家が教師あり学習に必須な大量の教師データを作成するのは高コストである。本稿では、なるべく少ない教師データ作成コストで機械学習を可能とする教師なし・半教師あり・弱教師あり学習に関して、どのような問題設定および手法があるかの概略を述べ、筆者が取り組んだ具体例を紹介する。

キーワード：半教師学習、弱教師学習、クラスタリング、教師なしドメイン適応

* * *

＜特集論文＞

教師なし画像セグメンテーションのベーシックな手法と深層学習ベースの手法の紹介

金崎朝子

【J-STAGE】 【MO】

教師なし画像セグメンテーションは、医用画像処理をはじめとするさまざまな研究分野において重要な技術である。教師なし画像セグメンテーションのベーシックな手法は、何らかの人間が設定した特徴量に基づき、特徴類似度と空間的連続性を考慮した方法で画素のクラスタリングを行う。これに対し、筆者らは畳み込みニューラルネットワーク（CNN）の教師なし学習を画像セグメンテーションに応用する手法を提案した。提案した CNN は、一般的な教師あり画像セグメンテーションと同様に、入力画像の各画素がどのクラスターに属するかを推定する。しかし、画素ラベルの教師信号やネットワーク事前学習を一切必要とせず、対象画像の入力時にはじめてネットワークの学習を行う。本稿では、このような教師なし画像セグメンテーションを行う従来のベーシックな手法、および深層学習を用いた筆者らの提案手法について解説する。

キーワード：画像処理，深層学習，教師なし学習，画像セグメンテーション

* * *

＜特集論文＞

三次元点群を利用した物体の位置姿勢認識技術の動向

秋月秀一

【J-STAGE】 【MO】

本稿では、点群を使った物体の位置姿勢推定手法を紹介する。この技術は、特定の 3D モデルの姿勢を推定するインスタンスレベル姿勢推定と、未学習の物体の姿勢を推定する、カテゴリーレベル姿勢推定の 2 つの問題設定が存在する。両者の問題設定について、代表的な研究事例を紹介する。また、筆者らの最近の取り組みとして、自己教師付き学習によるカテゴリーレベル姿勢推定を紹介する。

キーワード：インスタンスレベル姿勢推定，カテゴリーレベル姿勢推定，点群処理，6DoF 姿勢

* * *

＜特集論文＞

生成型深層モデルと教師なし異常検知手法の医学応用

花岡昇平

【J-STAGE】 【MO】

医用画像処理において、教師なし異常検知は重要なタスクである。一方、生成型深層モデルと教師なし異常検知との間には深い関係がある。本稿ではまず生成型モデルについて概説し、生成型深層モデルをいくつか紹介する。そのうち、それらによる医用画像に対する教師なし異常検知の試みについ

ていくつかの報告を述べる。最後に、最新の手法である自己教師あり学習による表現学習を用いた異常検知についても触れる。

キーワード：生成型モデル，深層学習，異常検知，医用画像処理

* * *

<サーベイ論文>

拡散反射光から得られる分光情報を利用した生体機能イメージング

西舘 泉

【J-STAGE】 【MO】

分光情報を利用した計測法では、丸ごとの生体や生きた細胞組織から得られる吸収・散乱スペクトル情報の解析によって生体の機能および組織形態を評価することができる。数ある分光イメージングの中でも、定常白色光源を用いた拡散反射分光イメージングは簡易な光学システムで実現可能であり、基礎研究から臨床診断まで幅広い応用が期待できる。本稿では、拡散反射光に含まれる分光情報を利用することで、生体の機能や病態的变化に関わる色素タンパクの挙動や細胞・組織の形態変化を評価するための方法と *in vivo* 生体医用イメージングへの応用について、筆者らの研究成果も交えて最近の研究動向を報告する。

キーワード：スペクトルイメージング，インビボイメージング，拡散反射スペクトル，生体内クロモフォア，光散乱

* * *

<研究論文>

サポートベクター回帰を用いた脳年齢推定と機種間ハーモナイゼーション

舞草伯秀，BEHESHITI Iman，曾根大地，木村有喜男，重本蓉子，千葉英美子，佐藤典子，松田博史

【J-STAGE】 【MO】

MRI から得られる脳体積（ベイズ推定による事後確率）分布から、機械学習法を用いた回帰モデルに基づく脳年齢推定は、アルツハイマー病や側頭葉てんかんなどの脳変性の進行動態を表すバイオマーカーとして着目されている。しかしながら、MRI は磁場強度の違いなどにより撮像された画像品質が異なるため、得られた解析値に機種間差（measurement bias）が存在することが知られており、これが機械学習の汎化性を著しく減少させることが知られている。本研究では、一般線形モデルを経験的ベイズ推定により拡張した ComBat 法を脳体積値に適応し、脳年齢推定の汎化性が向上することを示した。

キーワード：磁気共鳴撮像装置，サポートベクター回帰，機械学習，脳年齢推定，脳神経変性疾患

* * *

＜研究論文＞

C型コンプトンPETのシミュレーション

—検出器欠損影響の低減効果の検証—

仁科 匠, 田島英朗, 田久創大, 錦戸文彦, 菅 幹生, 山谷泰賀

【J-STAGE】 【MO】

例えばMRIに後付けできるアドオンPETなど、リングの一部を開放化したC型PETによりPETの応用が広がる可能性がある。その一方で、測定データの欠損に起因した強いアーチファクトが再構成画像に発生してしまう。そこでわれわれは、開放部と対向する位置に散乱検出器を追加して、欠損情報をコンプトンカメラの原理により補うC型コンプトンPETを提案し、開発を進めている。本研究では、C型コンプトンPETのアーチファクト低減効果をモンテカルロシミュレーションによって検討した。具体的には、半径20cm、開放部の角度が115度のC型PETの内側に、散乱検出器を半径15cmで円弧状に配置したジオメトリを模擬した。視野中心に配置した円柱ファントムを再構成し、定量的に評価した結果、視野領域全体における円柱内部の画素値の割合が89%から95%に増加したことから、アーチファクト低減に有効であることが示された。

キーワード：PET, コンプトンカメラ, 画像再構成, モンテカルロシミュレーション, PET/MRI

* * *

＜研究速報＞

単純腹部CT画像からの大腸領域抽出法の検討

安倍和弥, 武尾英哉, 永井優一, 縄野 繁

【J-STAGE】 【MO】

現在、医療のさまざまな分野において画像支援診断（CAD: computer-aided diagnosis）の研究・開発が行われている。大腸は、周辺臓器との分離の難しさから、CTを用いてのCAD開発はあまり行われてこなかった。最近では、内視鏡検査の高精度化やCTコロノグラフィー検査の普及などから大腸がんの発見などを目的としたCADの研究が行われている。しかし、内視鏡検査やCTコロノグラフィー検査は事前準備が必要であり、特にCTコロノグラフィーにおいては炭酸ガスの注入による大腸の拡張を行う点から、一部の症例では大腸に負担がかかるために検査自体が行いにくいなどの問題もある。本研究では、腹部検診時に撮影する単純腹部CT画像から大腸領域を抽出する手法についての研究・開発を行った。提案する多段階式抽出法は、閾値を高い値から徐々に低い値に変動させながら二値化を行い、特徴をもとに最適形状を抽出する手法である。本手法を用いることにより、大腸に負担を与えるCTコロノグラフィー検査などを行わずにCAD開発に用いる画像を取得できる。ダイス係数を用いた本手法での抽出結果とグランドトゥルースの一致率は82%となり、本手法での抽出性能が確認できた。

キーワード：大腸, 多段階式領域抽出, 単純腹部CT画像, CAD

* * *

＜講座＞

深層学習による画像認識入門（3）自己符号化器と異常検知

原 武史，松迫正樹

【J-STAGE】 【MO】

深層学習は、データ駆動型の仕組みで画像分類や領域分割などを実現してきた。これは、入力するデータと正解の関係を大量のデータで学習したといえる。この仕組みを使って分類の問題に取り組む場合、まれに起こる事象に対応するためにはまれな事象のデータを大量に集める必要があるが、現実的には不可能な取り組みとなり得る。異常検知は、大量の正常データを用いて正常な特徴の範囲を定め、そこからの逸脱により異常の程度を判定する考え方に基づいて、まれな事象の分離を実現する考え方である。本稿では、自己符号化器（AutoEncoder）を用いた特徴の抽出方法とその評価方法について述べる。

キーワード：Deep learning, TensorFlow, Keras, AutoEncoder, ROC

Medical Imaging Technology Vol. 39 No. 5（2021年11月号）

特集／医学応用に向けたコンプトンカメラ/コンプトンイメージングシステム開発

＜特集論文＞

Whole Gamma Imaging の研究開発

田久創大，田島英朗，吉田英治，錦戸文彦，仁科 匠，山谷泰賀

【J-STAGE】 【MO】

Whole gamma imaging (WGI) は「検出可能なガンマ線をすべて画像化に生かす」ことを基本概念とした、新しい核医学診断のための画像化技術である。PET にコンプトンイメージングの機能を追加することで、今まで使われてこなかった放射性核種をイメージングに利用できるようになる。このWGI が真価を発揮するためには、PET 検出器リングの内側に挿入する散乱検出器リングの高性能化が鍵となる。本稿の前半部では、WGI の原理と、コンセプト実証のための散乱検出器および試作機の開発状況を中心に紹介する。後半部では、陽電子放出に加えて高エネルギーガンマ線を放出する ^{89}Zr や ^{44}Sc などの核種を有効活用する新しいイメージング手法や、既存MRI をPET/MRI にアップグレード可能なC型Compton PET など、WGI の応用について紹介する。

キーワード：核医学診断，PET，コンプトンイメージング，WGI

* * *

<特集論文>

コンプトン PET ハイブリッドカメラによる PET/SPECT 診断・治療における
多核種撮像技術の開発

島添健次, 上ノ町水紀, 吉野将生

【J-STAGE】 【MO】

核医学における多核種撮像技術は、個体レベルでの複数分子の動態を同一座標、時間軸上で観測することを可能にするため、PET (positron emission tomography), SPECT (single photon emission CT) 診断および RI (radio isotope) 内用療法 of 定量化において進展が期待されている。本稿では、われわれの提案してきたコンプトンカメラと PET をハイブリッド化する、コンプトン PET ハイブリッドカメラの開発の現状について紹介するとともに、アクティブコリメーターを用いた手法、今後のコンプトンカメラの改良および改善技術として複数光子の時空間相関を用いた撮像技術の可能性について紹介する。日本がこの分野を先導し、日本発の新たな核医学診断装置が登場することを期待する次第である。

キーワード：コンプトン PET, コンプトンカメラ, PET, SPECT, カスケードガンマ線

* * *

<特集論文>

群馬大学におけるコンプトンカメラの研究開発

酒井真理

【J-STAGE】 【MO】

群馬大学では、宇宙航空研究開発機構 (Japan Aerospace Exploration Agency; JAXA) と量子科学技術研究開発機構 (National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology; QST) 高崎量子応用研究所との共同研究で医療用コンプトンカメラの開発を進めてきた。群馬大学のコンプトンカメラは散乱体と吸収体に Si と CdTe の半導体検出器を用いており、高いエネルギー分解能と高い空間分解能を有している。特に低エネルギーの γ 線測定に適しており、核医学診断分野で最も広く利用されている ^{99m}Tc のイメージングも可能である。これまでさまざまな実験を行い、臨床試験にも成功した。また、群馬大学では重粒子線治療を行っていることから、重粒子線の飛程測定に関する研究も行っている。本稿ではこれまでの研究成果を紹介するとともに、そこから得られた研究課題についても言及する。

キーワード：Si/CdTe コンプトンカメラ, 核医学, 粒子線モニタリング, 画質評価

* * *

<特集論文>

電子飛跡型コンプトンカメラの研究開発

黒澤俊介

【J-STAGE】 【MO】

電子飛跡型コンプトンカメラは、ガンマ線 1 光子ごとにその到来方向とエネルギーを判別できる次世代のガンマ線撮像装置である。本稿では、当該カメラの撮像の仕組み、開発の歴史、さらなる改良に向けた現在の取り組み、および、医療への応用などについて簡単にレビューする。

キーワード：コンプトンカメラ，三次元飛跡，ガス検出器，シンチレーター，ガンマ線

* * *

<特集論文>

コンプトンカメラを用いたアクティブ動態イメージング

片岡 淳，小俣陽久，増渕美穂，越川七星

【J-STAGE】 【MO】

コンプトンカメラは 1970 年代に、ガンマ線をイメージングする画期的手法として宇宙分野と医療分野で独立に提案され、その後は分野間の交流が皆無であった。一方で、電力・スペース・重量が著しく限られる衛星実験で突き詰めた高度な技術は医療イメージングにおいても必ず有用であり、逆に高感度・高精度の画像が求められる医療の厳しい要求は、宇宙の身近な実験室として大きな恩恵をもたらす。本稿では、近年開発が目覚ましい高性能シンチレーターと光センサーMPPC (multi-pixel photon counter) を用い、廉価かつ超小型のコンプトンカメラを基盤としたアクティブ動態イメージングについて紹介する。特に、宇宙・原子核（基礎科学）と医療（臨床・治療イメージングなど）の連携がもたらす技術革新や、宇宙実験から得た新たな発想として、薬剤の革新的放射化イメージング法についても提案する。

キーワード：核医学診断，薬剤伝達（DDS）可視化，放射化イメージング

* * *

<研究論文>

Chest X-ray Anomaly Detection Based on Changes in Anatomical Structures Due to Disease

Kenji KONDO, Masahiro ISHII, Shinichi FUJIMOTO, Masato TANAKA

Masaki KIYONO, Harumi ITOH, Hirohiko KIMURA

【J-STAGE】 【MO】

We report a chest X-ray (CXR) anomaly detection method based on models of normal anatomical structures (ASs). Conventional computer-aided diagnosis (CAD) methods for CXR involve machine learning of predetermined target lesions; thus, these methods are unable to detect and diagnose unknown lesions. As such, we are building a new CAD system to model normal ASs and detect anomalies based on changes in ASs due to disease. The method consists of AS segmentation by U-Net, index calculation from the segmented AS region, and anomaly detection compared with the distribution of normal indices. The position, size, and continuity of the segmented ASs were used as indices. Six structures near the central shadow, which tend to be easily overlooked on CXR, were used as the target ASs. For the anomaly detection evaluation, 240 normal cases and 255 abnormal cases were used, and an average sensitivity of 0.774 and specificity of 0.827 for each AS were

obtained. However, abnormalities that do not affect the currently used indices cannot be detected. In the future, we plan to apply this method to other ASs and the entire lung and adopt other indices, such as features that directly reflect image patterns.

Key words : chest X-ray, anomaly detection, anatomical structure, normal model, semantic segmentation

JAMIT e-News Letter No. 40(通算 94 ※)

発行日 2021年12月15日

編集兼発行人 北坂孝幸

発行所 **JAMIT** 日本医用画像工学会

The Japanese Society of Medical Imaging Technology

<http://www.jamit.jp/>

〒104-0033 東京都中央区新川1-5-19 茅場町長岡ビル6階

株式会社メイプロジェクト内 日本医用画像工学会事務局

TEL: 03(6264)9071 FAX: 03(6264)8344 E-mail: jamit@may-pro.net

※本誌の前身であるCADM News Letterからの通算号数です。