



核医学物理学・保健物理学分野

TOKYO METROPOLITAN UNIVERSITY

首都大学東京

担当教員 福土政広
井上一雅

研究内容

核医学や保健物理学（放射線防護）および放射線科学教育に関する研究を行っております。
主な研究は以下となります。

臨床および小動物PET・SPECT撮像技術に関する研究

- PET/CT検査における呼吸同期撮像法の定量性向上に関する研究
- PET/CT画像の画質評価指標の精度向上に関する研究
- RI内用療法における放射線医薬品の集積部位の可視化・定量化に関する研究
- SPECT・近赤外光画像の高精度融合技術に関する研究 など

環境放射線・能に関する研究

- 各種環境下におけるラドンおよびトロン動態メカニズムの解析
- 福島原発事故関連の環境放射線・能の変化に関する調査研究
- 高自然放射線地域における環境放射線量のベースラインの確立に関する研究 など

放射線被ばくによる生体影響に関する研究

- ガンマ線および中性子線照射後のDNA損傷応答の年齢依存性
- 乳がんの分子生物学的メカニズムと線質依存性 など

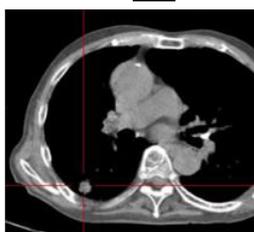
放射線管理技術に関する研究

- α線スペクトロサーベイメータの開発
- 土壌中放射能深度分布計測装置の開発 など

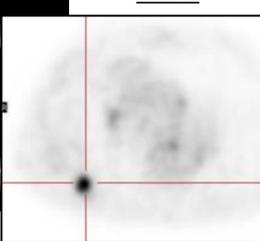
主な共同研究先

東京大学大学院、放射線医学総合研究所、東京都健康長寿医療センター、徳島大学大学院、香川大学、国立がん研究センター（築地、柏）、米国・ハーバード大学医学部、インド・ポンディシュリー大学、ベトナム・国立チョウライ病院 など

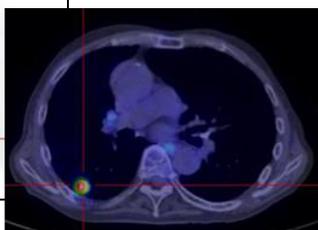
CT



PET



PET/CT

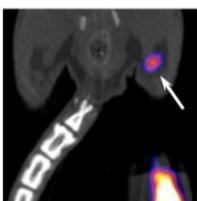


PET/CT検査における肺がん症例（呼吸同期有）

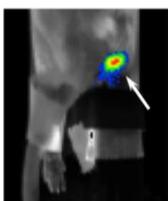
CT



SPECT/CT

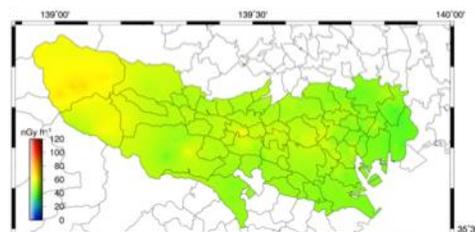


FL

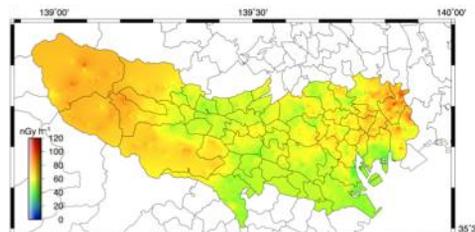


多機能分子プローブを投与したマウス膝下の
センチネルリンパ節イメージング

事故前



事故後



東京都内の福島原発事故前後の
環境放射線量の変化

本分野から現在までに博士16名、修士35名を輩出しており、臨床・研究・教育の分野で活躍
しております（平成29年度末時点）。研究意欲の高い研究生をお待ちしております。

放射線治療物理学分野

担当教員 齋藤秀敏

最先端の放射線治療に関する物理学、工学、治療技術に関する最新の理論および患者情報、治療ビーム情報、治療計画、吸収線量計算、解析、精度管理における最新の課題について教育と研究を行っています。

放射線治療物理学分野の推奨科目を受講することによって、医学物理士認定機構によって認定された医学物理士教育コース修了に要するほとんどの単位を取得することができます。

次のようなテーマに関する研究を行っています。

- 体内吸収線量計算の高速化・高精度化に関する研究
- 各種検出器による吸収線量計測精度向上に関する研究
- 高精度放射線治療のための画像利用に関する研究
- 医療用加速器の放射化に関する研究
- 各種情報を利用した体内線量分布再構成に関する研究
- 医学物理のためのe-learning教材の開発

学内で利用できる機材

- 医用電子直線加速器
(Varian Clinac 21EX、図2)
- 放射線治療計画コンピュータ(XiO 7台)
- 各種電離箱線量計
- ガラス線量計
- 各種ファントム、他

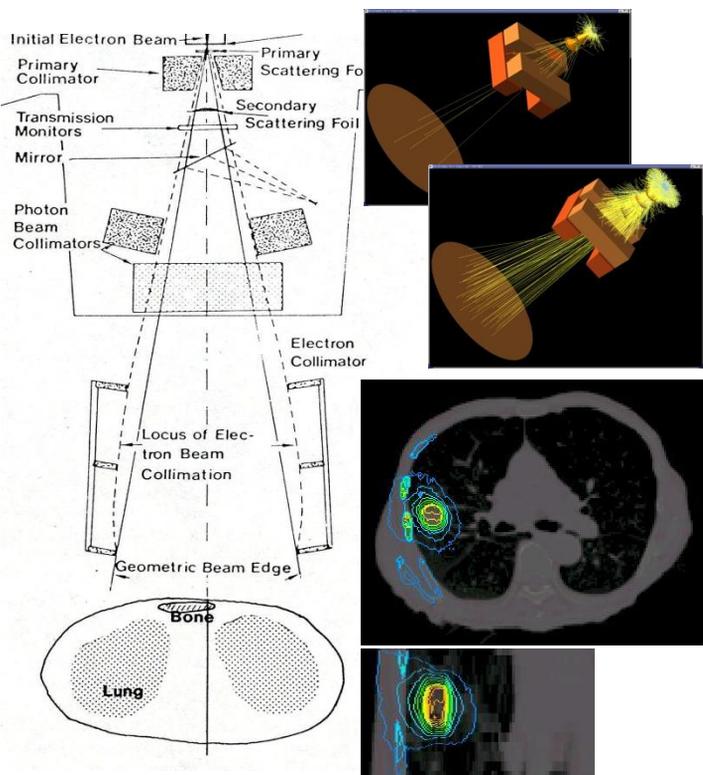


図1 研究の概略図



図2 大学内で利用できる電子直線加速装置

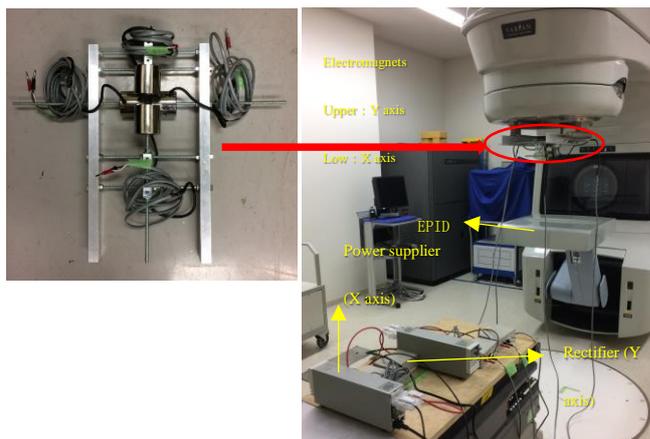
放射線治療物理学分野

担当教員 明上山 温

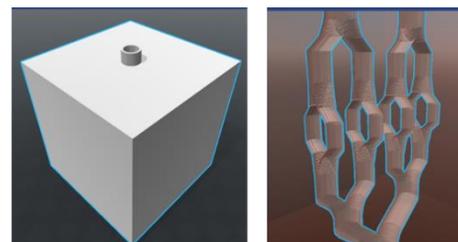
放射線治療に関係した研究として、高精度放射線治療のための新しい装置の開発、高エネルギーX線・電子線による高画質イメージング、安全な放射線治療のための自動患者認証など最新のテーマを、理学・工学的な知識とプログラミングにより実現する研究を行っています。

主な研究テーマ

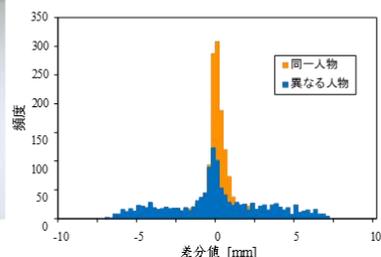
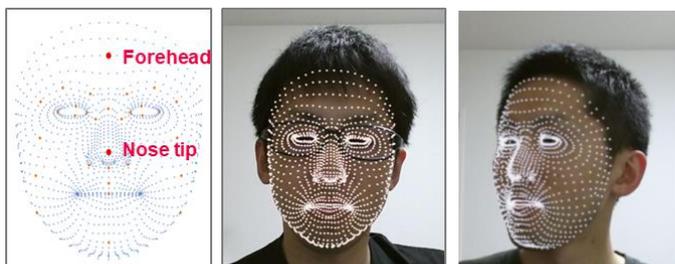
- ・ MV-CBCT の高画質画像再構成
- ・ 加速器による新しい画像の撮像法
- ・ 新しい血管走行ファントムの開発
- ・ GPU を用いた放射線物理シミュレーションの高速化
- ・ 体内線量分布計算のためのモンテカルロ計算の高速化



電磁石を用いた電子線の偏向による画像取得装置の開発
電子線の偏向によるバーチャルボーラスの開発



新しい血管走行ファントムの開発

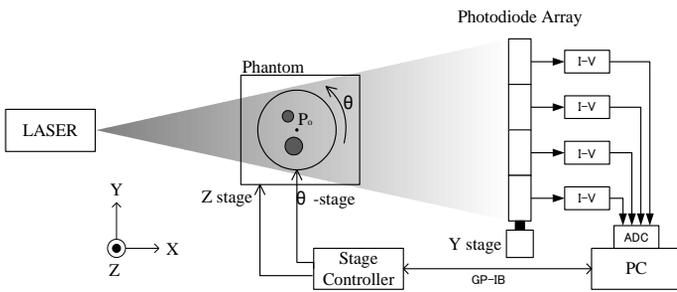


Kinect を用いた顔認証による患者認証の自動化

[研究]

1. レーザー光を用いた教育用模擬X線CT装置システムの検討

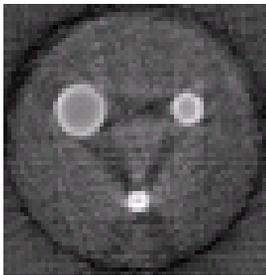
レーザー光を用いた光CT装置システムを構築し、X線CT装置の動作原理および画像再構成について理解を深めるための教育用模擬装置システムについて検討する。現在、シングルヘリカル模擬CT装置が完成し、マルチスライス方式への移行を検討する。



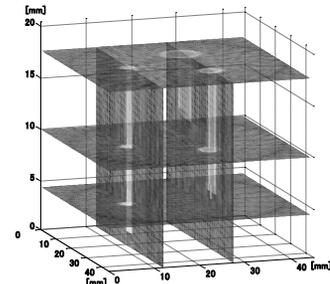
模擬CT装置の構成



シングルヘリカル模擬CT装置の外観



ファントムの模擬CT画像



ファントムの3D再構成画像

2. X線装置の日常管理に用いる

簡易形測定器の開発

X線装置の日常管理普及のため、材料費が安価で必要な性能を満足するX線出力計や管電流計などの簡易形測定器を開発し、最適な日常管理方法について検討する。



日常管理用簡易形測定器システム

[教育]

- ・ 特論では、微小電流の計測と信号ケーブルの特性等に関する講義を行う。
- ・ 演習では、マイクロプロセッサを用いた基本的な計測法等について演習する。

医用計測システム学分野

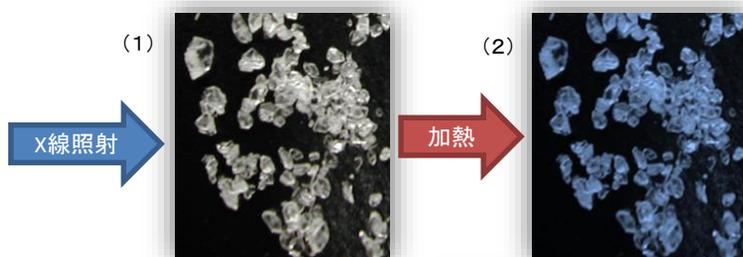
真正浄光

研究室の方針: 自分で問題を解決できる力(自己解決能力)を育てることを大事にします。誰も答えを知らない問いに挑戦してみてください。放射線に感応する発光体の合成、化学分析、光測定、解析、計測システムの開発まで、当研究室で経験することができます。

研究内容: “熱蛍光”という古典的な現象を利用した新しい放射線計測デバイスの開発と、そのメカニズムに関する研究を行っています。

現在取り組んでいる主な研究課題

1. 熱蛍光体による荷電粒子線イメージングデバイスの開発に関する研究 (共同研究先:放射線医学総合研究所)
2. 精密熱蛍光解析によるLET測定法に関する研究 (共同研究先:放射線医学総合研究所)
3. 高精度放射線治療計画の検証システムの開発に関する研究
4. 熱蛍光体を利用した中性子イメージングデバイスの開発に関する研究 (共同研究先:近畿大学原子力研究所, 京都大学原子炉実験所)
5. 自然環境下に直接設置可能な熱蛍光板によるオートラジオグラフィ法の開発に関する研究



熱蛍光

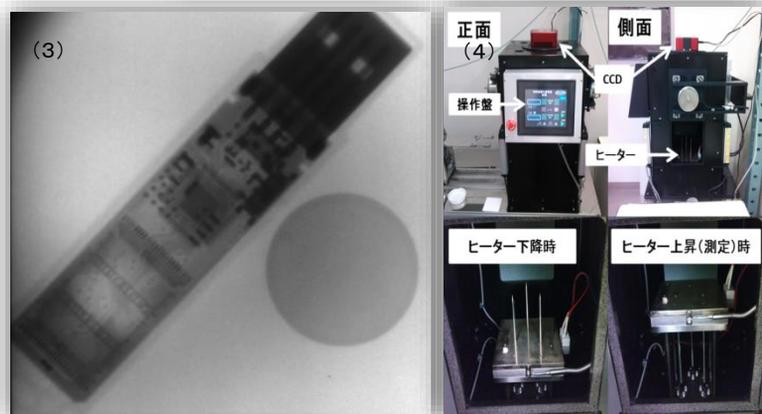
X線などの放射線を照射した結晶(1)に、熱を加えると発光がみられることがあります(2)。この発光は“熱蛍光”と呼ばれ、照射した放射線の量に相関した光を放ちます。その特性を利用して個人被曝線量計等に利用されています。

2次元化

熱蛍光を示す結晶を2次元に分布させると放射線イメージングデバイスとして利用できます。写真(3)は、当研究室で開発した熱蛍光板状線量計によるUSBと1円玉のX線写真で、(4)は測定器です。

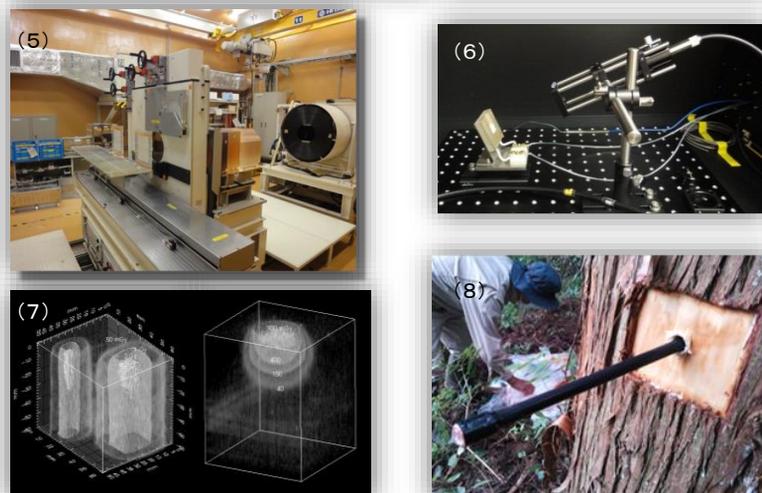
(特許出願 6件)

とても分解能の高い画像が取得できます。これは、高精度放射線治療計画の検証や、ホウ素中性子補足療法、環境放射線測定に関するイメージングデバイスとして利用できます。既存の線量計と異なる情報を取得できる新しい線量計として期待されており、新聞や雑誌にも紹介されています。



高精度化と3次元化

放射線医学総合研究所の重粒子線がん治療装置(5)や近畿大学原子炉・京都大学原子炉を利用する研究では、熱蛍光による放射線の線質・線量分布測定法を開発することに取り組んでいます。そのためには、熱蛍光を精密に測定(6)することやメカニズムを解明することが重要になります。



その他、3次元の線量分布測定(7)や、伐採することなく生木中の放射線分布を経時的に測定できるシステム(8)の開発にも取り組んでいます。これは、流動経路の特定に有効で除染対策等に役立ちます。

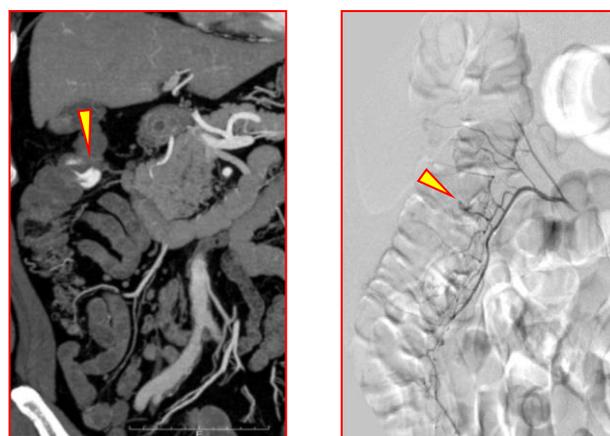
医用画像診断学分野

古川颯、白川崇子

我々の研究室では、CT (computed tomography), MRI (magnetic resonance imaging), US (ultrasound) を中心とした画像診断および、Interventional Radiology に関する臨床研究を主に行います。第1に、救急疾患の早期発見や適切な治療選択につながる画像診断の発展を目標に、さまざまな疾患患者の画像を収集、解析し、検査法の特徴と限界を明らかにし、より精度の高い検査、診断法の開発をめざします。第2に、消化管の蠕動運動や臓器の形態に関する形態機能画像とその評価法を開発します。第3に、最新の超音波技術を用いて、表在臓器（皮膚・皮下、軟部組織、甲状腺、乳腺）に関する診断法を開発します。下段には、画像の進歩により診断が可能になったさまざまな臨床例を供覧します。

主な研究課題

- # 消化管出血に関する MDCT の診断能と適応
- # 腸管虚血に関する MDCT の診断能
- # さまざまな急性腹症、消化管疾患に関する研究
- # MRI を用いた消化管蠕動運動の機能解析
- # 肝硬変患者の肝形態変化の画像解析
- # 表在臓器に関する超音波診断



A : 造影 CT coronal image B : Angiography

図 1 : 上行結腸憩室出血症例



A : Barium study

B : MRI (SSFSE with fat saturation)

C : MRI (SSFSE)

図 2 : Crohn disease

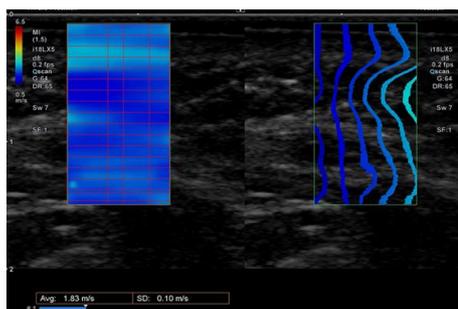


図 3 : 頬筋の超音波エラストグラフィ

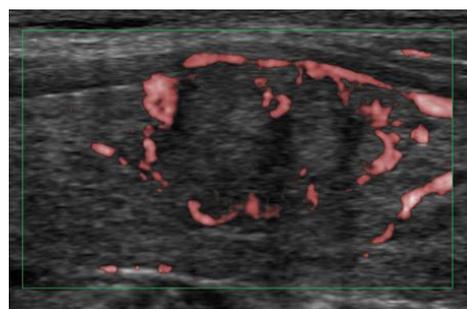


図 4 : 甲状腺腫瘍の超音波パワードプラ

放射線計測学分野

担当教員 加藤 洋 (Prof., Ph. D.)

生体中の微量元素濃度分布を核的方法で分析しています。核的方法として中性子放射化分析法，荷電粒子励起X線分析法などを適用し，ppm，ppbオーダの定量値を得ています。

X線診断領域エネルギーに対する鉛フリー放射線防護材の物理的特性，防護能力などの評価を行っています。その際に，実効エネルギーを基準としますが，X線源の構造，付加フィルタなどによる線質変化により評価が異なるため，細部まで議論していきます。

研究テーマの例

- 診断用X線装置の空気カーマ率の実測と計算方法
- X線管装置の固有ろ過の簡易的算出方法の検討
- 線質変化を伴わないフィルタ線量計の開発
- 乳房透視の具現化
- ターゲット/フィルタの組み合わせによる線量強度分布
- 環境試料水中のトリチウム濃縮
- 無鉛ボードの遮へい能力の検証および計算による推定
- 放射線防護材の光子減弱比に対するMCシミュレーションの適用
- X線診療室従事者の頭髮中鉛濃度，など

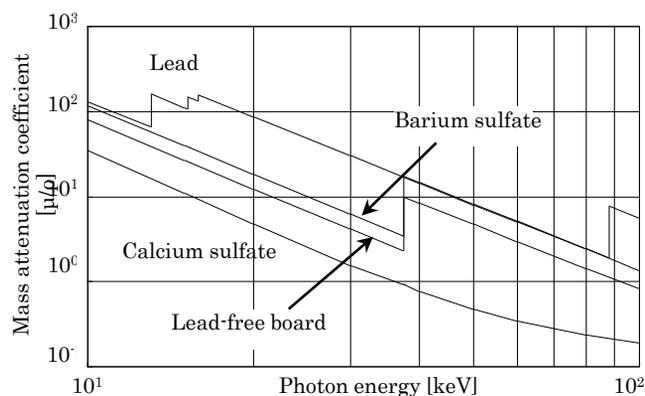


図1 無鉛ボードの質量エネルギー吸収係数



図2 工業用X線装置

1. 研究 病気や障害で苦しんでいる患者様や障害者およびその家族をはじめ、臨床現場で働く医療技術者に役立つ研究をテーマとして研究を進めていきます。

1. MRIによる脳機能解析（機能的MRI&拡散テンソル解析）

MR装置を利用して脳の賦活部位を同定したり、脳神経線維の走行異常を検出したりすることで、脳疾患の回復過程を明らかにしたり新しい診断法を開発します。また、解析のための新しい画像処理法やMR撮像法（fMRIやDiffusion）のプログラミングもおこなっています。

2. MRIの新しい撮像法の開発

本研究室では、さまざまな新しい臨床用MR装置の撮像シーケンスや画像再構成法の開発をおこなっています。撮像シーケンスのプログラミングはPhilips社のGOALC、画像再構成法の開発はC言語またはITT社のIDLやMathworks社のMATLABという言語を使用しています。

3. 動画像処理によるコンピュータ診断支援（Computer Assisted Diagnosis ; CAD）

画像中の物体を追跡する動画像処理法を医学に応用し、胃のX線透視像による消化器診断や心筋ゲートSPECT検査画像から3次元心筋動態解析などコンピュータ診断法を開発しています。

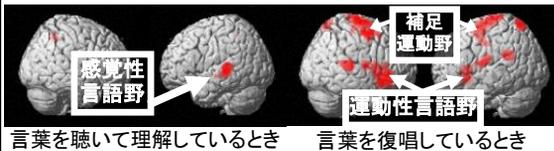
4. 危機管理およびペーシェントケア

医療スタッフが現場で一番多く失敗することは何か？また、患者に対する接遇法などについて意識調査をおこなっています。

機能的MRI

言語機能は左脳だけを使うというのは本当か？

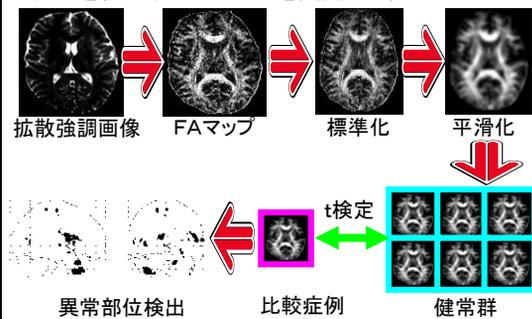
言葉の復唱は①言葉を聴いて理解する(感覚性言語)②言葉を声にして復唱(運動性言語)として左脳が関与しているということは約100年前から言われていましたが、それを可視化することができませんでした。昨年、これらの状態を世界に先駆けて可視化に成功し、言葉の発語に左脳だけでなく右脳も関与していることを明らかにしました。この研究は言語障害が回復過程を明らかにし、言語治療の効果判定に役立ちます。



拡散テンソル解析

画像診断で精神病を診断できるか？

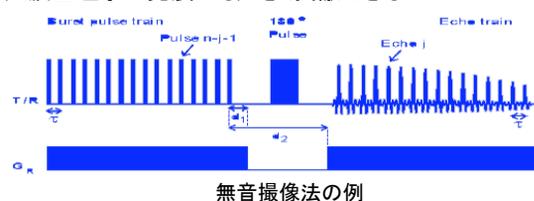
強迫性障害や統合失調症(精神分裂病)はシナプスの配列が普通と違うと言われてる。そこで、神経配列の異常を検出するシステムを開発した。



MR Iの新しい撮像法の開発

全く騒音のしないMR撮像法の開発

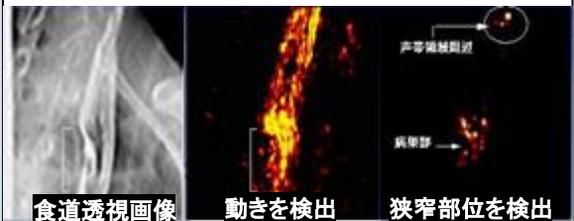
MR装置は放射線を使わずに人体の断層像が得られるという特徴があるが、撮像時に大きな騒音が発生する。本研究の実用化により、MR検査室にBGMなどを流しながら検査が可能となるなど、検査室環境を大きく変革させることができるとされる。さらに、脳機能撮影においては音声や音などの刺激の解析が可能となり、大脳生理学の発展にも大きく貢献できる。



動画像処理によるCAD

熟練医師の消化器診断法をPCで再現

X線透視検査は医師により診断されているが、診断する医師の熟練度で病気の診断精度が大きく異なるといわれている。本研究は、熟練医師による診断をコンピュータで再現することを目的とした診断支援システムを開発する。これまでの成果では、動画像処理により、狭窄部位を特定することが可能となった。



2. 教育

研究室で独自に作成した言語習得カリキュラムを受講することで、医用画像処理やMR撮像シーケンスについて理解を深め、誰でもプログラミングができるようになります。病院や研究所および企業の中核として活躍できる人材の育成に努めます。

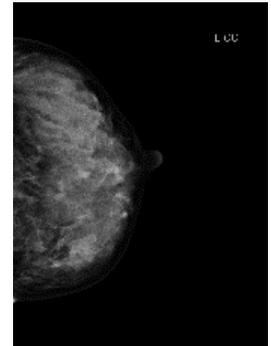
研究について

主として画像診断機器システムの画質向上，および医療被ばくの最適化について検討を行うため，各医用画像機器の測定，解析を行う。

✓ 乳がん画像に関する研究

現在，乳がん検診に推奨されている検査方法は**マンモグラフィ**であり，画像の乳腺濃度は，がん発見に影響を及ぼす．特に高濃度乳房は発がんリスクの高い所見の一つとされている．そこで，画質と被ばくの両面から装置の特性解析を行い，乳房用X線装置の最適化を検討する。

PMMA(mm)		
Breast Thickness(mm)	1	40
Air Karma(mGy)	7.667	
Breast Thickness(mm)	40	
HVL(mmAl)	0.338	
Spectrum	Mo/Mo	
Breast Glandularity(%)	50	
Average Glandular Dose(mGy)	1.747	



✓ 医療被ばくの最適化に関する研究

2015年に我が国の医療被ばくにおける**診断参考レベル**が策定された．そこで，医療現場における画質と被ばく線量の最適化について検討する。

✓ 診断用放射線機器の精度管理に関する研究

近年ではIEC規格として画像診断機器の日常試験方法として，**受入試験**，**不変性試験**等の品質保証に関して審議，発行が進んでおり，随時JIS化されている．これらの規格を基に診断用X線装置の精度管理について検討する．



教育について

X線診断機器学を中心として，医用画像診断装置の最近の動向や安全，および品質保証について最新のIECや論文など取り込んだ教育を行うとともに，X線測定技術の習得方法などを実践的に行う。

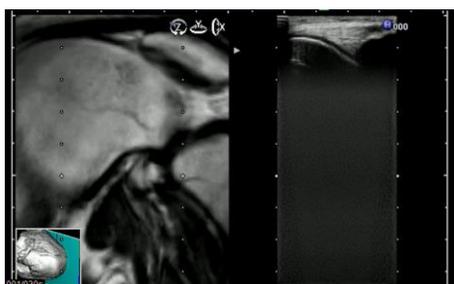
医用画像解析や教育工学に取り組んでいます。

1. 超音波画像の画質評価

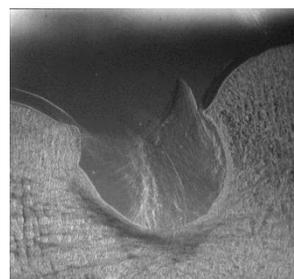
- 乳がん自動検診システム開発。
- 変形性膝関節症予備群を対象とした検診システム開発。

2. 医学応用のための放射光イメージング

- 屈折コントラスト法におけるトモシンセシス画像再構成の開発。



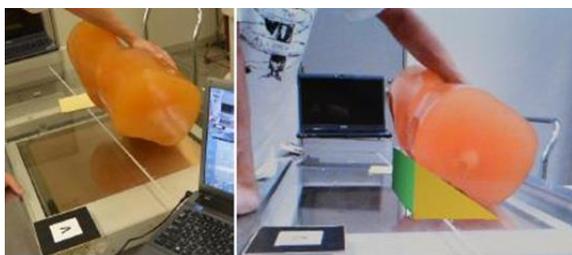
MRIと超音波画像の同時表示



単色X線による靭帯と軟骨描写

3. 放射線技術学教育支援システムの開発

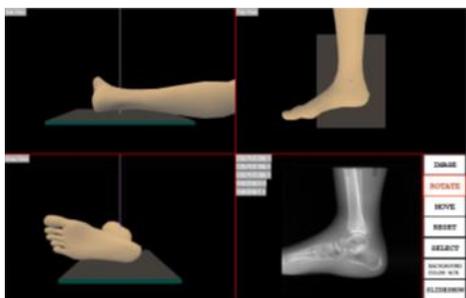
- 拡張現実 (AR) 技術にポジショニング支援の研究と応用。
- CTデータを用いたX線撮影画像の教育用シミュレーション。



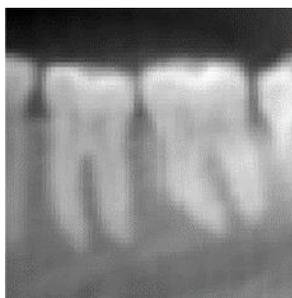
リアル映像と拡張現実による仮想角度計



体位情報に合った撮影シミュレーション



3D-CG表示例



歯科X線シミュレーション

医用画像情報学分野

乳井嘉之

1. 『研究』

解析的および統計的画像再構成法を用いて、医用画像のイメージングに関する基礎的研究を行っています。主にトモシンセシスの画像再構成に関する研究、逐次近似的画像再構成法を用いた少数方向から得られる X 線画像からの画像再構成に関する研究を行っています。

74 frames

focal spot

SID: 110cm

20°

撮影断層面

8.0cm

天板

7.5cm

FPD

トモシンセシスの再構成画像

SA 法

FBP 法

Shepp & Logan ファントム

サイノグラム

再構成画像

血管ファントムのプロジェクションデータ

再構成画像

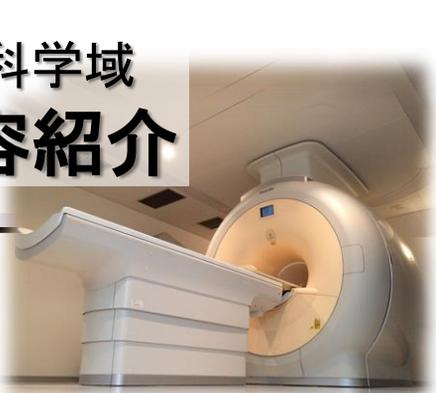
2. 『教育』

医用画像情報学特論では画像再構成法の基本原理について講義し、医用画像情報学特論演習では、実際に簡単な画像再構成プログラムを作成して、各種パラメータ（投影方向数、繰り返し計算回数等）を変化させて画像再構成の理解を深めてもらいます。



首都大学東京

人間健康科学研究科 放射線科学域 沼野研究室の研究内容紹介



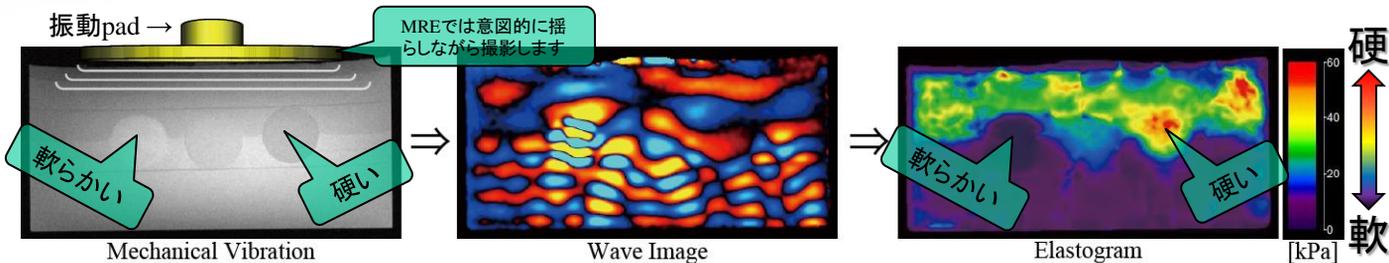
沼野研究室の研究テーマ... **MRI**

これまで画像化が難しかった生体内の情報をMRIによって可視化する技術进行研究しています。

”硬さ”を画像化する技術:Elastography

A Simple Method for MR Elastography: A Gradient-Echo Type Multi-Echo Sequence. Magn. Reson. Imaging 2015 33:31-7

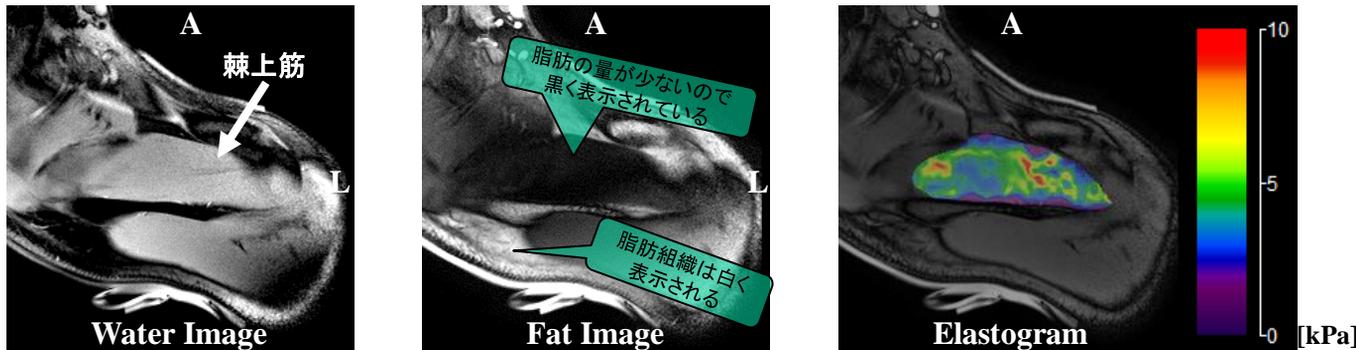
MRI製造メーカーの技術に頼らないMR Elastography(MRE)を提唱し、独自技術によるMREを実証しました。MREはこれまでのMRI技術で画像化できなかった、生体内部の”硬さ”を画像化することができます。これにより、これまで画像化が不可能だった”硬さの分布”を反映した画像情報を得ることが可能です。



新しいMRE撮像法の開発

首都大学東京健康福祉学部研究安全倫理委員会(受理番号10085.13001) 特願2015-196828
Simultaneous Acquisition of MR Elastography and Two-point Dixon Imaging. ECR 2018: ESR/EFRS Radiographer Awards

組織内の水・脂肪・硬さの画像を同時に得ることができる新しいMRE撮像法を開発しました。



体内には多量の脂肪組織が存在しており、脂肪組織からの信号がMRI画像に影響を及ぼして、画質を低下させる場合がしばしばみられます。また、組織が含有する脂肪の有無を知ることで、より正確な診断情報が得られる場合もあります。よって、多くのMRI撮像において、水・脂肪の分離画像化(もしくは脂肪抑制画像法)の付帯が一般的です。新しく開発したMRE撮像法は、これまで測定が困難であった身体の深い部分にある組織(例えば棘上筋など)の硬さと、組織の内の脂肪の有無を同時に測定・画像化することができます。

新しいMRI対応振動装置の開発

特許 第5376593号
Magnetic Resonance Elastography using an air ball-actuator. Magn. Reson. Imaging 2013 31:939-46

現行の音圧式加振装置



- ・低い振動周波数での加振に限定される。(MREの画像分解能が低くなる)
- ・スピーカと振動padを繋げるチューブの長さが数メートルに及ぶ。(振動エネルギーのロスが多い)

新しい加振装置



- 音圧式加振装置と比べて、
- ・高い振動周波数での加振が可能(MREの画像分解能が高くなる)。
 - ・振動発生源が直接的に対象を加振できる(振動エネルギーのロスが少ない)。
 - ・振動発生源を小型化できる体内からの加振も技術的には可能。
 - ・装置が小型でも振動は強力。
 - ・音圧式と同様に、非磁性体部品で構成されているので、MRIに影響を及ぼさない。
- 有利な点

本研究室では、実現性が比較的高いMRE技術と共に、次世代のMRE技術を担う機器の開発も同時並行で進めています。