

令和8年1月20日

各報道機関文教担当記者 様

従来の約5倍の解像度を持つCT装置の開発に成功

金沢大学医薬保健研究域保健学系の市川勝弘教授、および医薬保健研究域保健学系／金沢大学附属病院整形外科の多田薫教授の研究グループは、従来のX線CT装置（※1）の約5倍の解像度（ボクセルサイズ：0.08～0.10 mm）を有する四肢専用の極超高解像度X線CT装置を開発することに成功しました。

臨床で一般的に用いられるX線CT装置の解像度（※2）は0.5 mm程度であり、0.1～0.2 mmとされる骨の微細構造（骨梁、※3）を描出する能力は持ちません。そこで、本研究グループは、CT装置のスキャン（※4）機構に含まれる、X線装置、検出器、回転機構等に対する研究を重ね、四肢骨梁を明瞭に描出できるレベルまで最適化しました。その結果、ボクセル（3次元データの構成単位）サイズを $0.08 \times 0.08 \times 0.08 \text{ mm}^3$ まで、極小化することに成功しました。このような極小ボクセルの装置は、これまで人体に適用できない実験セットしかありませんでした。今回開発した装置は、四肢をごく短時間でスキャンでき、被検者への負担が非常に少ないにもかかわらず、骨の微細構造を鮮明に描出することが可能です。

本開発システムは、すでに臨床応用可能な構成まで完成しており、将来、手や足の骨疾患や外傷の正確な診断に活用されることが期待されます。

本研究成果は、2025年11月13日に骨格放射線医学の専門誌『*Skeletal Radiology*』のオンライン版に掲載されました。

【研究の背景】

X 線 CT 装置は、全身がスキャンできる whole body タイプが主流であり、その解像度は 0.5 mm 程度と微小ではありません。このため、手や足の骨形態をおおまかに把握することはできますが、骨内部の微細構造である骨梁（0.1～0.2 mm）を描出することはできません。医療機器として承認されている四肢専用の装置は数少なく存在しますが、その解像度は全身用装置と大差なく 0.3～0.5 mm とされ、さらに全身用装置に比べて画像コントラストが劣るという課題があります。また、小動物用の CT 装置を、人体の手部に活用する研究事例はありましたが、撮影時間が約 2 分と非常に長く、撮影範囲も約 10mm とごく狭いため、臨床応用は現実的ではありませんでした。そこで本研究グループは、骨梁などの骨の微細構造を明瞭に描出し得る臨床応用可能な、これまでにない極超高解像度 CT 装置の開発を目指しました。

【研究成果の概要】

開発した装置は、低出力だが小型の X 線装置、0.099 mm の微小検出器素子からなる高解像度 X 線検出器（※5）、それらを配置したガントリ（架台）を 0.1 mm 以下の高い中心精度で回転させるモータドライブの機構から構成されています。**図 1** のような内部構造と外観であり、前面パネルを装着した状態では、手や足を挿入する開口を有するシンプルな構造で、すでに本学の倫理委員会による安全性試験を通過しています。撮影時間はわずか 6.5 秒で、最大で、122 mm×122 mm（スライス面）×51 mm（軸方向）の範囲を 0.08～0.10 mm の解像度で明瞭に画像化します。撮像時間を 10 秒程度に延長すれば、軸方向は 90 mm 程度に拡張できます。**図 2** は、倫理委員会の承認のもと撮影した、健常ボランティア 2 例の手部の断面画像です。左側は、横断面（軸に対して、垂直な面）画像、右側は、前額面（手のひらに平行な面）画像です。これらの画像のように、本装置はどの方向からでも骨の微細構造を詳細に観察することができ、また装置構成の工夫により、従来装置で指摘されているコントラスト劣化もありません。さらに、X 線被ばく量は 0.024 mSv と極めて低く、人体への影響はありません。（ICRP（国際放射線防護委員会）勧告（Publication 103）のボランティアへの最低レベル 0.1 mSv を下回ります。）

画像では、骨梁の一本一本が明確に分離して描出されており、もしこれらが、外傷などで損傷すれば手に取るように分かります。**図 3** は、近年臨床使用が可能となった 0.25 mm 検出器による CT 装置と解像度を比較した結果です。グラフが右に伸び、かつ、上にあるほど優れた解像度を表しますが、開発した装置の解像特性は、0.25 mm 検出器の装置を完全に凌駕しています。さらに**図 4** は、取得した手部の CT 画像から再構築した極めて写実性の高い 3 次元画像です。本研究グループでは、極超高解像度の CT 画像データを効率的に読影するための革新的画像化技術を開発しており、この画像のように、生体からあたかも標本を取り出したかのようなリアルな画像を生成することにも成功しました。

【今後の展開】

本研究成果により、整形外科領域の手、足、肘、膝において、骨の微細構造を詳細に観察することが可能となります。これにより、傷病の正確な診断、治療効果判定、および治癒過程の把握などにおいて X 線画像診断に革新をもたらすことが期待されます。

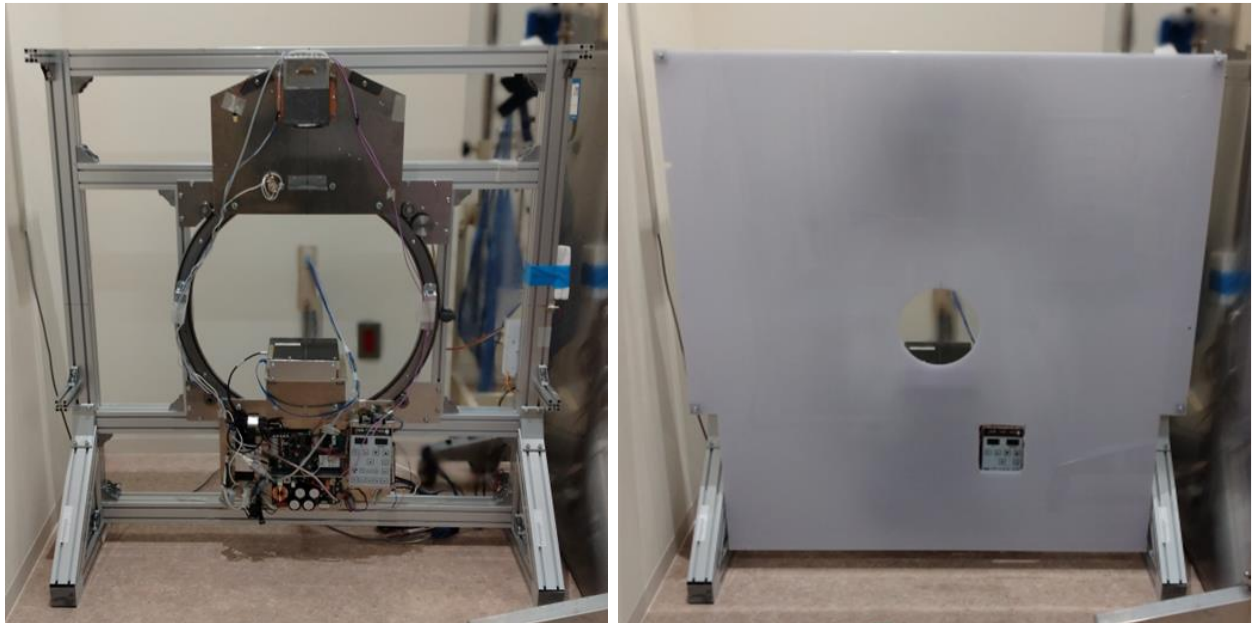


図 1：四肢用極超高解像度 X 線 CT の内部構成と前面パネル装着時の外観。

小型の X 線装置、0.099 mm の検出器素子からなる高解像度 X 線検出器、およびそれらを固定したガントリ（架台）を回転させるコンピュータ制御の機構から構成されています。回転しながら X 線を照射する一般的な CT スキャンを実施し、そのデータをコンピュータに送ることで 0.08～0.10 mm の微小ボクセルからなる 3 次元画像データを生成します。



図 2： 健常ボランティア 2 例の手部（手根骨部）の CT 画像。

手根骨や手関節の各骨の内部の微細構造（骨梁）がほぼ全て分離されかつ明瞭に描出されています。前額面とは掌に平行な面ですが、この画像から、3 次元方向の全てにおいて極超高解像度であることが見て取れます。

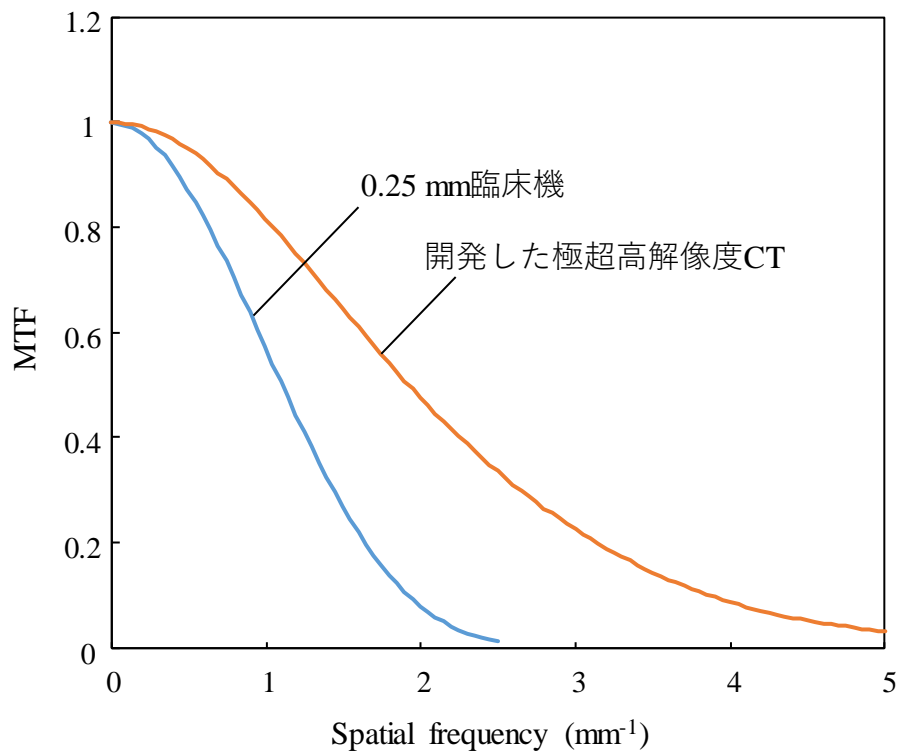


図 3 : 0.25 mm の検出器を持つ近年臨床使用が可能となった CT 装置との解像特性の比較。

グラフが右に行くほど、また上にあるほど、解像特性が優れていることを示します。開発した装置は、明らかに高解像度です。

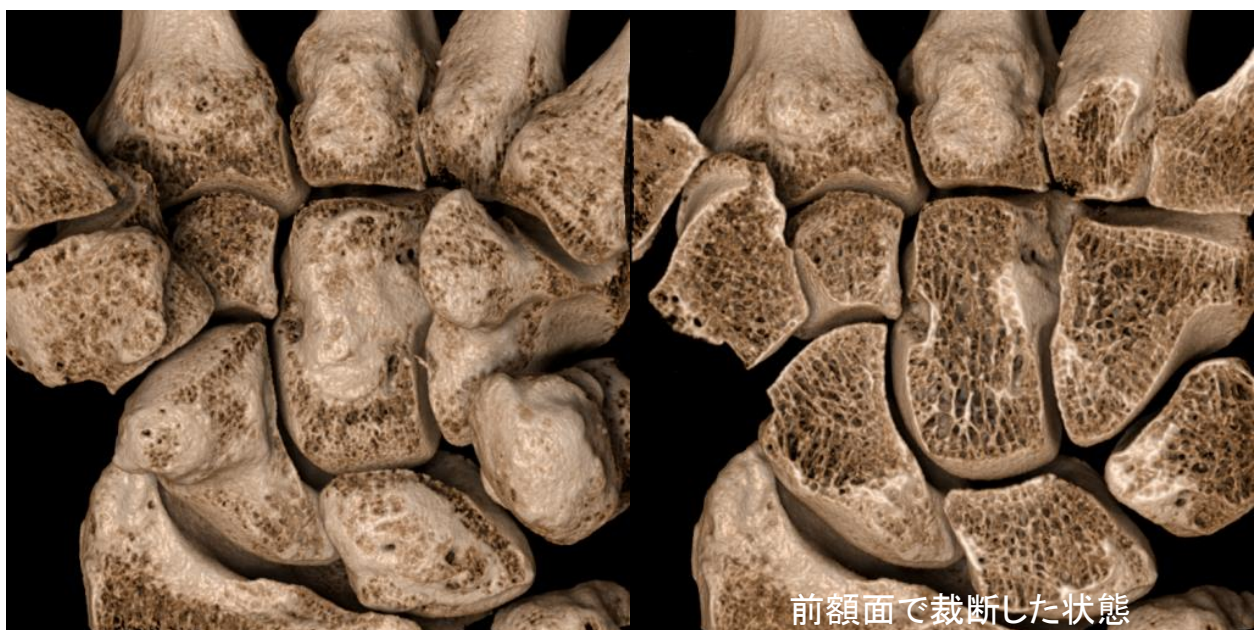


図 4 : 本装置の開発と並行して開発した写實的 3 次元画像生成法による画像

生体の CT 画像から、あたかも標本を取り出したかのような画像を生成可能です。極超高解像度の高精細データは非常に多くの画像枚数からなりますが、この画像を用いることで、詳細なデータを眼の前に置いて観察するように一望でき、必要に応じて裁断して内部の状況も確認できます。

【掲載論文】

雑誌名： *Skeletal Radiology*

論文名： Development and evaluation of an ultra-high-resolution cone-beam computed tomography system for hand and foot

(手および足部のための超高解像度コーンビーム X 線 CT 装置の開発と評価)

著者名： Wakiko Tani, Katsuhiko Ichikawa, Hiroki Kawashima & Kaoru Tada

(谷 和紀子、市川 勝弘、川嶋 広貴、多田 薫)

掲載日時： 2025 年 11 月 13 日にオンライン版掲載

DOI： 10.1007/s00256-025-05077-z

URL： <https://link.springer.com/article/10.1007/s00256-025-05077-z>

【用語解説】

※1 X線CT装置

X 線を使用して、体の内部をコンピュータ計算によって画像化できる装置。通常のレントゲン撮影の X 線画像では内部の臓器などは全て重なってしまい、分離して見ることはできないが、CT 装置は、断面画像を生成することによりそれを可能とします。

※2 解像度

どれだけ小さなものまで分離して観察できるかの指標。0.1 mm とした場合は、0.1mm のサイズの小さなものが複数近接していても、それらが分離して認識できます。

※3 骨梁

骨の内部にある微細に入り組んだ構造を有する骨質の柱や梁のことで、家の梁のように骨を内側から支え強度を保つ重要な役割を持ちます。

※4 CT 装置のスキャン

人体に X 線を照射しながら、人体透過後の X 線強度を記録すること。

※5 高解像度 X 線検出器

X 線の強度をデジタルデータとして記録する装置。検出器素子一つ一つのサイズが小さいことにより、より高解像度なデータ取得できます。

【本件に関するお問い合わせ先】

■研究内容に関すること

金沢大学医薬保健研究域保健学系 教授

市川 勝弘（いちかわ かつひろ）

TEL：076-265-2528

E-mail：ichikawa@mhs.mp.kanazawa-u.ac.jp

金沢大学医薬保健研究域保健学系 教授

多田 薫（ただ かおる）

TEL：076-265-2624

E-mail：tdkr@med.kanazawa-u.ac.jp

■広報に関すること

金沢大学医薬保健系事務部保健学支援課企画総務係

青野 真琴（あおの まこと）

TEL：076-265-2511

E-mail：t-hsomu@adm.kanazawa-u.ac.jp