

資料

ライフサイエンスのためのアイソトープ測定機器(第五シリーズ)
“ライフサイエンスにおけるイメージング”

VI. 実験動物用汎用型 X 線 CT

田部井俊明

Reprinted from
RADIOISOTOPES, Vol.56, No.4
April 2007



Japan Radioisotope Association

<http://www.jrias.or.jp/>

資 料



ライフサイエンスのためのアイソトープ測定機器 (第五シリーズ) “ライフサイエンスにおけるイメージング”

VI. 実験動物用汎用型 X 線 CT[†]

田部井俊明

アロカ株式会社 研究所

198-3577 東京都青梅市今井 3-7-19

Key Words : X-ray CT, laboratory animal, contrast medium, bone mineral density, body composition

1. はじめに

1・1 実験動物用汎用型 X 線 CT の登場

X 線コンピュータ断層撮影法 (X-ray Computed Tomography) に基づく X 線 CT は、英国 EMI 社により 1973 年に初めて商品化された。以後、医用装置として急速に全世界に普及し、今では各種疾病診断に不可欠な装置として定着している。

医用装置としての X 線 CT の有用性については論をまたず、ここで改めて述べるまでもないが、X 線 CT は現在では、医学以外の用途、例えば工業用非破壊検査等にも利用されており、その応用範囲は極めて広い。

動物を対象とした X 線 CT には、愛玩動物や畜産動物を対象とした動物用医療機器と、実験動物を対象とした非医療機器の 2 種がある。動物用医療機器としての X 線 CT は、体の大きさに関する人体との類似性等から人間用 X 線 CT が転用される場合が多いが、ラットやマウス等の実験動物を対象とする場合には、専用

装置が別途必要となる。

実験動物用 X 線 CT としては、90 年代前半に骨密度計測の専用装置として海外製品が国内に導入され、またその後、骨の微細構造 (骨梁構造) の分析を目的とした高解像度型の装置 (マイクロ CT) も開発され、商品化されるようになった。

前者 (骨密度計測専用 X 線 CT) は骨密度計測に特化した装置であり、骨密度計測機能を持つ反面、画像解像度が必ずしも十分ではなく、ラットやマウスの汎用画像診断に供することはできなかった。また、後者 (高解像度型 X 線 CT) は高解像度撮影の特長を生かして、従来、切片作成の後、顕微鏡で観察するしか方法のなかった骨の微細構造を、非破壊的に、また三次元的に観察・定量することを可能にし、骨の分析・評価に大きな役割を果たしたといえる。しかし、この装置は、高解像度という特質の代償として撮影領域が極めて狭い (例えば、直径約 10 mm) という欠点を持っており、このため、前者と同じく、ラットやマウスのための汎用画像診断装置としては適さないものであった。

本誌で紹介する装置は、ヒトにおいて医用 X 線 CT が存在し、これによって様々な診断が行われるように、動物実験においても動物専用高解像度型 X 線 CT にて様々な観察を行いたいという研究者の潜在的な要求に応えることを意図した装置であり、画像診断にとどまらず、骨密

[†]Instruments for Radiation Measurement in Life Sciences (5), “Development of Imaging Technology in Life Sciences” VI. X-ray CT for Laboratory Animals.

Toshiaki TAMEGAI : Aloka Co., Ltd., Tokyo Works Research Laboratory, 3-7-19, Imai, Ome-shi, Tokyo 198-3577, Japan.

度や体脂肪等の計測機能をも備えている汎用装置（実験動物用汎用型 X 線 CT：以下、本装置という）である。本装置は今後、動物実験のための有用な機器のひとつとして重要な役割を果たしてゆくことが期待されている。

1・2 利用研究分野

本装置のように、医用途ではなく動物実験用途に特化した X 線 CT は、世界的に見て類例が少ない。医薬品の薬理研究や機能食品の開発等に際しては動物実験が不可欠であるため、動物実験の現場に X 線 CT が導入されれば、医用 X 線 CT が医療の場に革命的効果をもたらしたように、これによるメリットは計り知れないものがあるものと期待される。

本装置は基本的には画像診断装置、すなわち、形態観察装置としての機能が第一義ではあるが、研究支援機器としてはそれだけでは十分ではない。各々の研究には客観的事実の立証が要求され、このため定量性が不可欠である。断面積や体積計測は無論のこと、体脂肪計測や骨計測等の計測機能が備わっていてこそ研究支援に役立つ。実験動物を対象とした X 線 CT に不可欠な要件は「定量性」であり、この意味で、「実験動物用 X 線 CT は、計測装置である」と言っても過言ではない。

本装置の利用が期待される研究分野は広範囲にわたる。下記に本装置のその例を示すが、この他にも多くの臨床応用/用途があるものと考えられる。

1・2・1 薬品開発

1) 薬理研究/薬剤開発

- ・抗肥満薬
- ・骨粗鬆症治療薬
- ・糖尿病治療薬
- ・血糖値降下薬
- ・抗がん剤
- ・抗リウマチ薬
- ・動脈硬化/高血圧治療薬
- ・骨折治療促進剤

- ・変形性関節症治療薬
- ・骨再生薬（歯周病治療薬）
- ・開胸治癒促進剤
- ・慢性腎不全治療薬
- ・（糖尿病性）腎症治療薬
- ・筋ジストロフィー治療薬
- ・多発性筋炎治療薬
- ・その他

2) 各種試験及び観察

- ・毒性試験
- ・腎結石の有無判定
- ・寄生虫の有無判定
- ・肥満モデル動物の作成/検証
- ・骨粗鬆症モデル動物の作成/検証
- ・その他

1・2・2 食品開発

1) 機能食品の開発・研究

- ・ダイエット食品
- ・各種サプリメント
- ・カルシウム添加食品
- ・飲料、乳製品
- ・その他

1・3 X 線 CT の利点

1・3・1 非侵襲性（生体観察）

本装置は、体外から X 線を照射することによって画像を得ようとするものであるから、X 線による被ばく線量が十分に小さく、対象物にその影響が及ばない限り、侵襲性は極めて少ない。このため、下記に挙げる利点が生まれる。

- 1) 対象物が生きたまゝの状態を観察/定量が可能である。
- 2) 同一個体の継続的観察・定量が可能である。
- 3) 「動物の愛護及び管理」の精神に則る。

1・3・2 統計学的有意差の検定が容易

動物実験では、複数の動物で構成される動物群を用いて投薬効果等の経過観察を行い、統計学的有意差の有無を論ずる場合がある。この時、各動物群の間に個体の対応関係があるのか否か、言い換えれば、同一の動物から構成される動物

群を継続的に観察しているのか、或いは、各動物群は屠殺等により実験の各ステージで失われ、異なる動物から構成される動物群を観察しているのかは、統計学的有意差の検定に大きな影響を及ぼす場合がある。

前者の場合には「関連群間検定」が適用され、後者の場合には「独立群間検定」が適用されることになるが、各動物群を構成する動物数が同じである場合には、両者の間には有意差の検定において大きな差を生ずる場合が少なくない（前者の方が有意差の有無の判定が容易である場合が多い）。逆に、有意差検定の感度を同じにする場合には、前者の場合は少ない動物数で実験を遂行できることを示唆しており、ここに非侵襲的観察/同一個体の継続観察の有利さがある。

1・3・3 動物作成費、購入費、管理費等の低減（経済的効果）

前項で述べた、非侵襲性及び実験の統計学的利点は、経済的視点に立てば、動物の作成費、購入費、飼育管理費等の低減という形で現れる。一般的に言って各実験に用いられる病態モデル動物の作成・飼育には多額の費用が発生するのが常であり、このことを考えると経済的利点は明らかである。

1・3・4 実験工数の削減（人的効果）

本装置が持つ体脂肪計測機能や骨計測機能を利用すれば、実験の省力化が可能となる。

体脂肪計測を例にとれば、マウスの体脂肪量を解剖と秤量によって計測する場合は約 30 分を要し、ラットの場合は約 1 時間を要する。これに対し、同じ実験を本装置によって行えば、5～10 分で結果を得ることができるため、実験の大幅な省力化が可能となり、研究者は余剰の貴重な時間を他の業務/研究にあてることができる。

1・3・5 定量性

本装置が持つ各種計測機能の活用により定量的実験が可能となる。計測機能には、1) 形状計測機能（距離計測、面積計測、体積計測）、2) 体

脂肪計測機能（内臓脂肪計測、皮下脂肪計測）、3) 骨計測機能（骨密度計測、骨形態計測、力学指標計測）等がある。

1・3・6 三次元表示

三次元表示機能を用いることにより、二次元画像や計測数値では把握が困難であった病変部等の視覚的・直感的把握が容易になる。本装置を用いた実験結果及びそれに関連する研究成果を第三者に理解してもらうための強力なツールともなり得る。

1・3・7 設置及び運用が容易

X 線 CT といえば、まず頭に浮かぶのは医用 X 線 CT であろう。医用 X 線 CT は、1) 大型で、2) 放射線管理区域、及び、3) 診療放射線技師が必要であり、（性能・機能面をさておいても）容易には設置・運用ができないというのが社会通念であると思われる。

しかし、本誌で紹介する実験動物用汎用型 X 線 CT は小型実験動物の撮影に特化したものであるため、1) 装置が小型である。2) 放射線管理区域は不要であり、一般実験室のどこにでも設置できる。3) X 線作業主任者の選任が不要である。4) 装置の移動が容易である等の特長を有しており、装置の設置・運用は極めて容易である。

2. 実験動物用汎用型 X 線 CT の概要

2・1 装置の構成及び外観

医用装置であれ、実験動物用装置であれ、装置はほとんどの場合、走査装置とデータ処理装置の二種の装置から構成されるのが一般的である。走査装置は、投影データの収集を受け持ち、データ処理装置は画像再構成をはじめとする各種演算及び表示を受け持つ。

走査装置はそのシステム特有の機能・仕様を備えた専用装置と言える。一方、データ処理装置は、動物実験での利用を意図した装置では、汎用のパーソナルコンピュータや汎用のワークステーションが利用される。

図 1 に装置の構成及び外観の例を示す。



図1 装置の構成及び外観

2・2 装置の仕様

ここで仕様を例示する装置（アロカ社：LaTheta）は、実験動物のCT撮影を行うための専用装置である。撮影対象をラットやマウス等の小型動物に限定し、それらに最適なX線エネルギーが選択され、X線検出器も高密度配列のものが採用されているため、医用X線CTを用いて動物を撮影する場合と比較してコントラストの良い画像、解像度の良い画像が得られる。更にQCT法（定量的CT法：Quantitative Computed Tomography）による骨密度計測や体脂肪計測も可能である。

図2に示されるX線管と被写体の幾何学的関係の相違から、撮影視野の異なる下記の4種がある。

- 1) 大視野型（主用途：ラット）
- 2) 中視野型（主用途：マウス）
- 3) 小視野型（主用途：摘出骨）
- 4) 可変視野型（主用途：ラット、マウス、及び摘出骨）

2・2・1 特徴

- 1) 計測機能を備えている。

画像観察だけでなく、骨密度や体脂肪率等の各種計測が可能である。

- 2) 撮影視野の切り替えが可能。

撮影視野を3段階に切り替えることができる

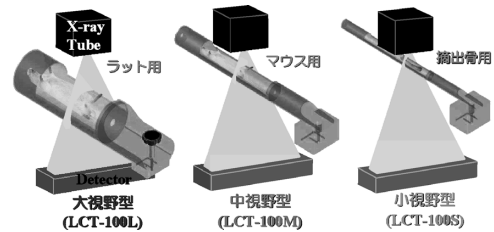


図2 撮影視野と被写体との関係
(視野可変型は本図のいずれかを任意に選択可能)

ため、検体の大きさや研究目的に応じて最適な撮影が可能である。

- 3) CT画像や計測結果の外部出力が可能。

断層画像や各種計測結果をファイルとして出力することができるため、市販の汎用画像処理ソフトウェアや汎用表計算ソフトウェア等を用いて、使用者が独自でデータ処理を行うことが可能である。

- 4) 一般実験室への設置が可能である。

「X線照射ボックス」を備えているため、装置自体が放射線管理区域であるとみなされる。

2・2・2 概略仕様

- 1) 走査方式：第三代方式
- 2) 測定対象：ラット、マウス等の小型動物及び摘出検体
- 3) X線検出器：512 CH. 一次元検出器
- 4) X線発生器
 - ①管電圧：35/50 kV
 - ②管電流：1 mA
- 5) 撮影範囲：30～120 mm 直径
- 6) 最大スライス数：160 スライス
- 7) 画像マトリックス：480×480
- 8) 画素解像度：0.06～0.25 mm
- 9) 標準走査時間：約4.5～36秒/スライス
- 10) 外形寸法：約730mm(幅)×約950mm(奥)×約1160mm(高)
- 11) 所要電源：AC 100 V, 8 A 以下
- 12) 重量：約190 kg

2・2・3 構成

- | | |
|------------|----|
| 1) 走査装置 | 1 |
| 2) データ処理装置 | 1式 |

3. 撮影手技

3.1 手順撮影

本項では、2.2 項で概略仕様を示した装置を実際に用いて動物の CT 撮影を行う手技について概説する。

3.1.1 準備

1) 装置の準備

- ・装置の校正
- ・撮影条件の事前設定

2) 動物の準備

- ・動物の麻酔

撮影において、動物の安静や体動抑制のため、麻酔は必須である。

- ・動物の造影（必要に応じて）

CT 画像は、骨、脂肪組織及び除脂肪組織の 3 成分の複合画像である。観察対象組織がこれらの各成分と類似する CT 値を有する場合（例えば、腫瘍を観察対象とする場合等）には、ヨード系造影剤を事前に静脈投与することにより、組織識別力の高い画像を得ることができる。3.2.2 項に撮影例を示す。

3.1.2 予備撮影（スカウト撮影）

CT 撮影位置を指定するために、CT 撮影に先立って二次元 X 線透過画像を撮影する。この画像に基づいて、CT 撮影の開始位置及び終了位置を決定する。

1) 予備撮影

- ・注積情報の設定
- ・撮影条件の設定
- ・撮影前の最終確認
 - ・動物の体位等の確認
 - ・麻酔関係の確認
 - ・造影剤配管等の確認

2) CT 撮影の開始位置/終了位置の設定

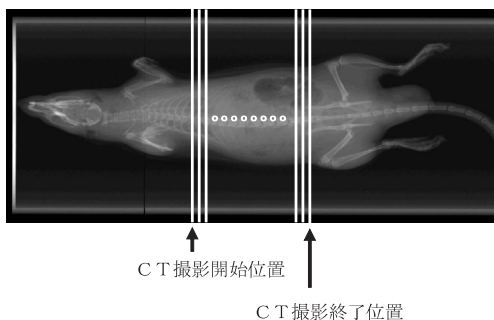


図3 CT撮影位置の設定

3.1.3 CT撮影

所定の操作により CT 撮影を開始する。この間、撮影された画像はリアルタイムで表示装置に表示される。3.2 項に造影撮影を含む撮影例を示す。

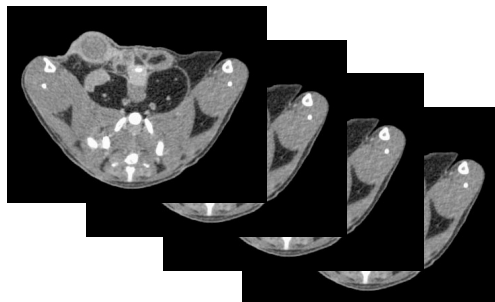


図4 CT画像の表示

3.1.4 三次元表示（必要に応じて）

この表示機能を用いることにより、二次元画像や計測数値では把握が困難であった病変部等の視覚的・直感的把握が容易になる。また、本装置を用いた実験結果及びそれに関連する研究成果を第三者に理解してもらうための強力なツールともなり得る。3.2.3 項に具体例を示す。

3.1.5 後処理

- 1) 動物の後処理（麻酔覚醒処置等）
- 2) 装置の後処理

3.2 CT画像の例

- 3.2.1 頭部・胸部・腹部 単純 CT 画像
(造影剤を使用しない CT 画像)



図5 ラット頭部横断像



図8 マウス頭部横断像



図6 ラット胸部横断像 (肺野条件)

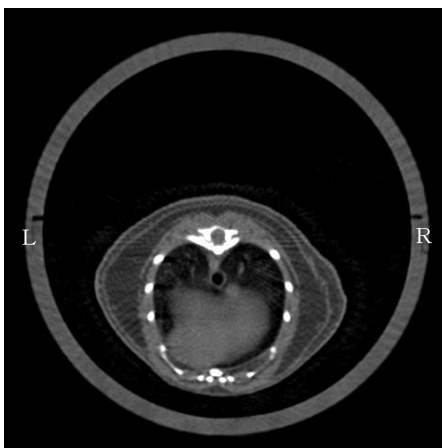


図9 マウス胸部横断像 (肺野条件)

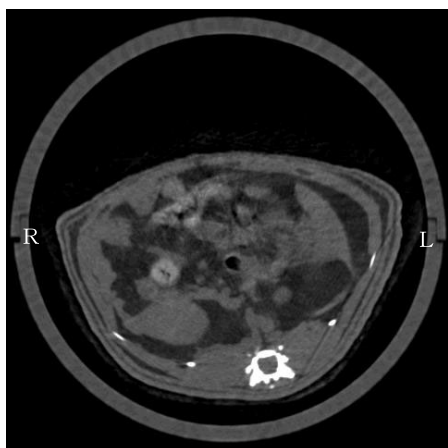


図7 ラット腹部横断像

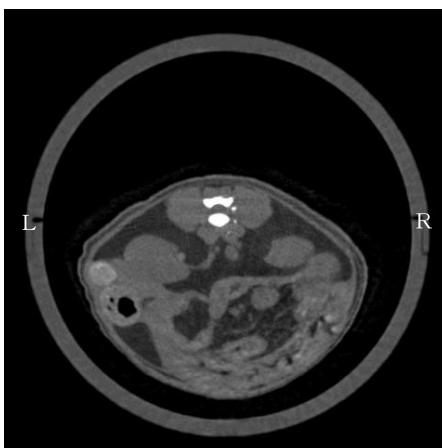


図10 マウス腹部横断像

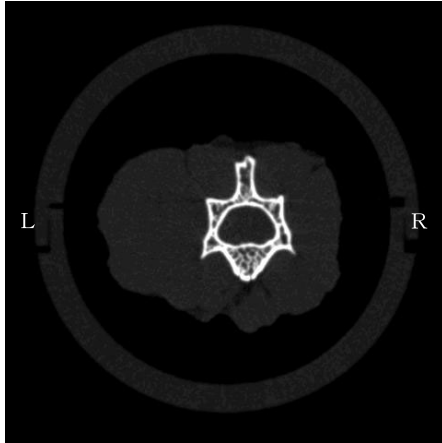


図 11 ラット摘出腰椎横断像



図 14 マウス全身造影冠状断像

3・2・2 造影 CT 画像

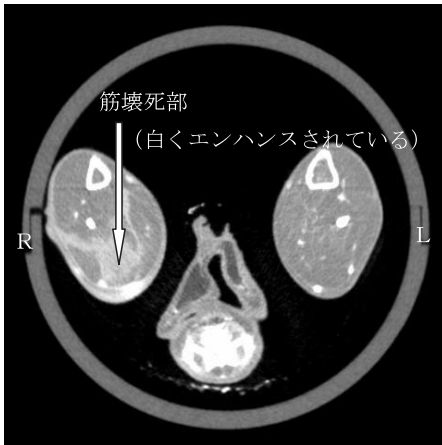


図 12 ラット下肢造影横断像

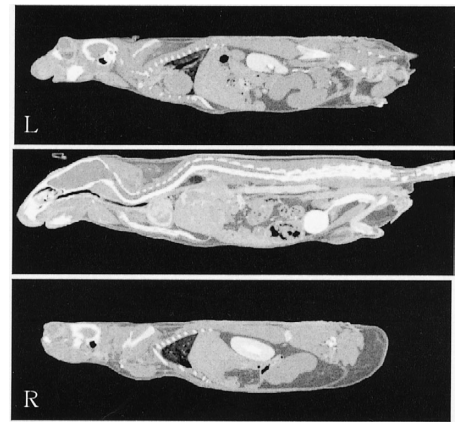


図 15 マウス全身造影矢状断像

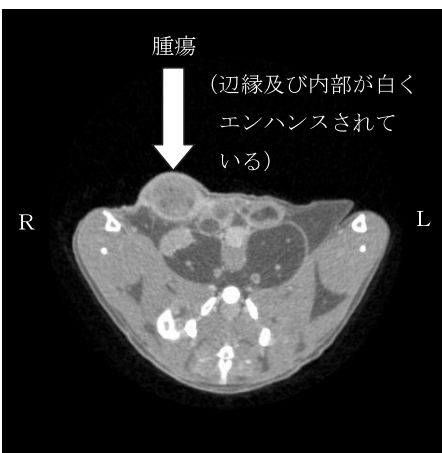


図 13 マウス腹部造影横断像

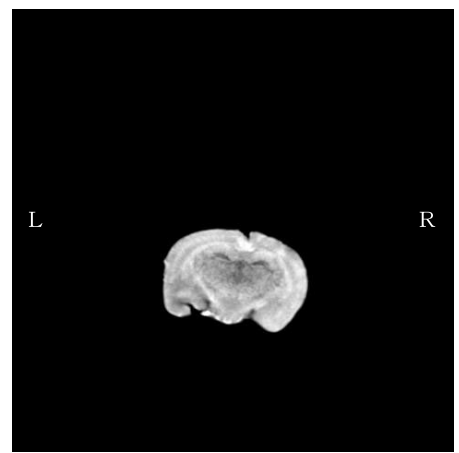


図 16 マウス摘出脳横断像 (ゴルジ染色)

3・2・3 三次元画像



図17 マウス全身3D像 (表示閾値変更)

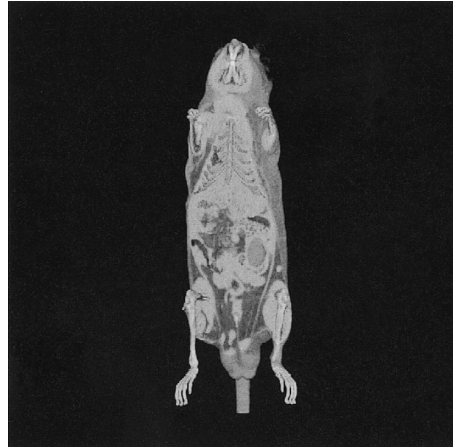


図20 マウス全身3D像

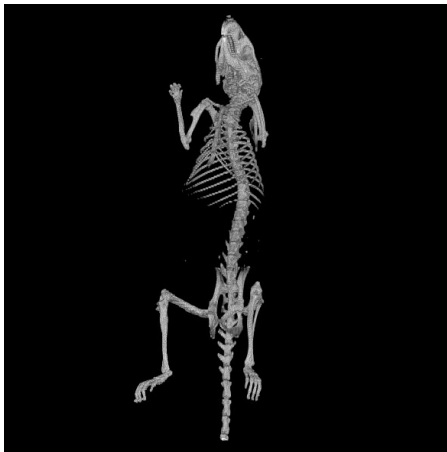


図18 マウス全身3D像 (骨格表示)

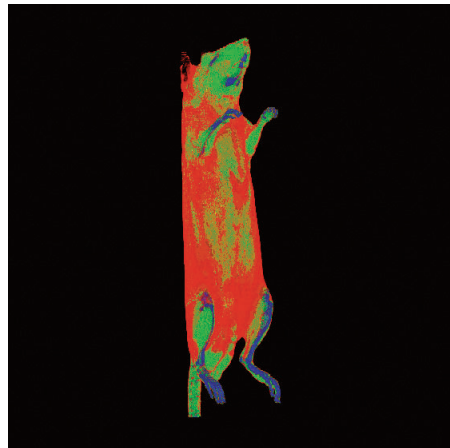


図21 マウス全身3D像 (体成分表示) (青：骨 赤：脂肪組織 緑：除脂肪組織)

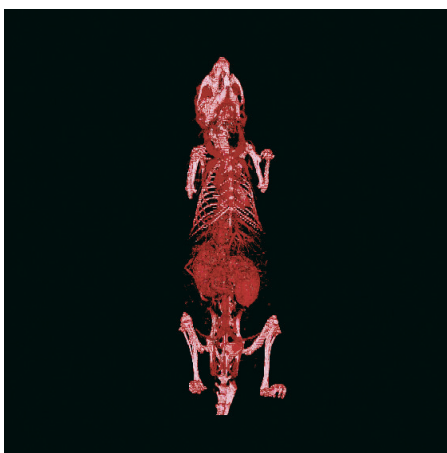


図19 マウス全身造影3D像 (CT アンギオ)

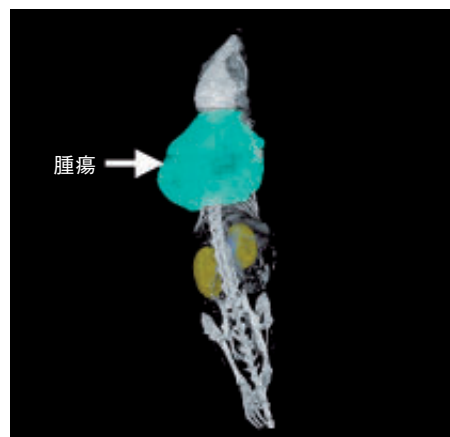


図22 担がんヌードマウス全身造影3D像

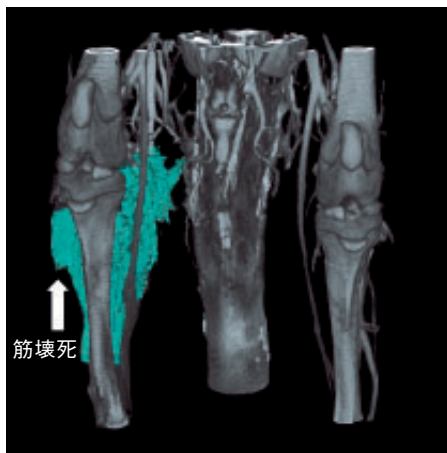


図 23 ラット下肢造影 3D 像



図 24 マウス腹部造影 3D 像 (CT アンギオ)



図 25 ラット頭蓋骨 3D 像 (骨格表示)

4. 臨床応用

得られた断層画像の観察や定性的評価のみによって実験の目的が達成される場合もあるが、特定の生体パラメータを計測し、これらのパラメータの動物群間差の有無を統計的に分析する等、定量分析が別途必要となる場合も多い。

既に述べたとおり、本装置ではこういった要求に応えるために、得られた断層画像に対して、分析、定量、特殊表示等の「処理」を加えることができる。このデータ処理機能には下記のものがある。

1) 幾何学計測

- ① 距離
- ② 断面積
- ③ 体積

2) 骨計測

① 骨密度 (骨中ミネラル成分の定量)

- ・ 全骨密度
- ・ 皮質骨密度
- ・ 海綿骨密度

② 骨形態 (骨構造の分析)

- ・ 皮質骨厚
- ・ 皮質骨面積比率
- ・ 骨梁面積比率

③ 力学指標 (骨強度)

- ・ 最小断面 2 次モーメント (曲げ応力)
- ・ 断面 2 次極モーメント (ねじれ応力)

3) 体脂肪計測

- ① 総体脂肪
- ② 内臓脂肪・皮下脂肪

4) 三次元表示

これらのうち、ここでは骨計測と体脂肪計測をとりあげ、これらの計測値の再現性、正確度等、計測の信頼性について概説する。また、本装置による X 線被ばくが生体 (マウス) に及ぼす影響についても実験的に明らかにする。

4.1 骨計測

骨粗鬆症治療薬の薬理研究やカルシウム機能

食品の開発等において骨計測がしばしば行われる。この骨計測において最も重要な特質のひとつは、計測値の再現性である。ここでは、マウス、ラットそれぞれの摘出骨の骨密度を計測する場合における計測値の再現性を検証する。

各骨評価パラメータの計測結果の再現性は表1に示されるとおり、マウスの骨梁面積比率を除き、全ての骨評価パラメータの再現性は1%以下(0.05~0.78%)であった。

二重エネルギー X 線吸収法 (DEXA 法) による平面骨密度計測の場合、ラットやマウスの摘出大腿骨の再現性は 1% 前後といわれている。これと比較しても極めて優れた結果であり、投薬効果の判定等、微小骨量変化の検出に十分使用可能であると考えられる。

表1 骨評価パラメータの再現性

観察項目	計測再現性 (%)	
	ラット摘出骨 n = 20	マウス摘出骨 n = 10
皮質骨密度	0.05	0.10
海綿骨密度	0.33	0.78
全骨密度	0.06	0.06
平面骨密度	0.19	0.00
皮質骨厚	0.25	0.23
皮質骨面積比率	0.23	0.19
骨梁面積比率	0.18	2.00
最小断面2次モーメント	0.33	0.19
断面2次極モーメント	0.17	0.24

4・2 体脂肪計測

肥満、特に内臓脂肪の過多は、ヒトにおいて、糖尿病、高血圧症、高脂血症、高尿酸血症等、様々な生活習慣病の大きなリスクファクタであることが知られており、肥満とこれら生活習慣病との合併によるメタボリックシンドロームは、動脈硬化性疾患の発症頻度を大きく高めるものとして最近注目されている。

このため、肥満の改善や肥満に伴う各種疾患の治療を目的とした医薬品や機能食品の開発が多方面で行われており、動物実験においても肥満の定量評価は重要課題のひとつである。本装置は、この肥満の定量評価を目的として、皮下脂肪と内臓脂肪を個別に計測する機能を備えて

いる。

体脂肪計測の信頼性を検証するために、1) 体脂肪計測の再現性、2) 体脂肪計測の正確度(同一検体に対する、X線CTによる計測結果と解剖による計測結果の比較)を行った。

4・2・1 体脂肪計測の再現性

マウスに対する体脂肪計測の再現性(%CV)は、表2に示されるとおり、0.09~0.56%であり、いずれの計測項目も1%を下回る良好な再現性を示した。無侵襲・非接触の計測法としては十分な再現性を持つことが示された。

表2 体脂肪計測の再現性 (マウス)

計測項目	計測再現性(%CV)
全身の総除脂肪量	0.09
全身の総脂肪量	0.23
内臓脂肪量	0.56
皮下脂肪量	0.14
全身の体脂肪率	0.23

n = 5

4・2・2 体脂肪計測の正確度

表3及び図26に示されるとおり、ラットに対する解剖による体脂肪計測値と本装置による計測値の間には極めて高い相関($r=0.995\sim 0.996$)があり、回帰式の傾斜も1に近いため、従来の解剖による体脂肪計測に代えて、本装置により体脂肪計測を行い得ることが強く示唆される結果となった。

4・3 X線被ばくの影響

本装置は被写体の同一部位に対して持続的にX線を照射し続けるため、他のX線撮影装置(レントゲン装置等)と比較した場合、被ばく線量は大きいものと考えなければならない。この状況下でも本装置によるCT撮影が真に「非侵襲的」と言えるためには、CT撮影の間に被写体が受けるX線による被ばく線量が必要最小限に抑えられており、CT撮影が被写体に及ぼす放射線学的影響が無視できるという

ことが実証されていなければならない。

この実証を目的として、本装置を用いて X 線照射 (CT 撮影) を受けた実験動物の放射線学的影響度評価実験を行った。

放射線の生体に対する障害には様々なものがあるが、確定的影響として最も早期に影響が現われるのは「白血球の減少」であるとされている。このため、放射線の影響度観察項目として、血液所見 (白血球数, 赤血球数, ヘマトクリッ

ト値) に観察項目を絞って実験を実施した。また、本装置による骨密度計測や体脂肪計測には CT 撮影のための X 線照射が不可避であるため、これらも観察項目の中に含めることとした。

実験動物はマウスとし、これらを「対照群」(実験期間中、X 線を全く照射しない群)、「通常被ばく群」(毎週 1 回の割合で X 線照射を行う群)、「高被ばく群」(2 日に 1 回の割合で X 線照射を行う群) の 3 群に分け、観察項目の各々につい

表 3 体脂肪計測結果

体重 (g)	ラットの体脂肪計測結果			
	X線CTによる計測結果		解剖による計測結果	
	内臓脂肪量 (g)	皮下脂肪量 (g)	内臓脂肪量 (g)	皮下脂肪量 (g)
199	2.61	2.66	2.67	2.78
277	6.54	5.39	6.39	5.71
346	12.66	11.75	11.82	10.99
482	17.74	10.64	16.32	10.45
363	13.71	8.14	13.97	8.96
195	2.27	2.84	2.77	4.01
259	6.62	4.03	7.62	4.17
485	18.43	14.59	19.03	15.00
490	27.26	17.59	26.57	17.18

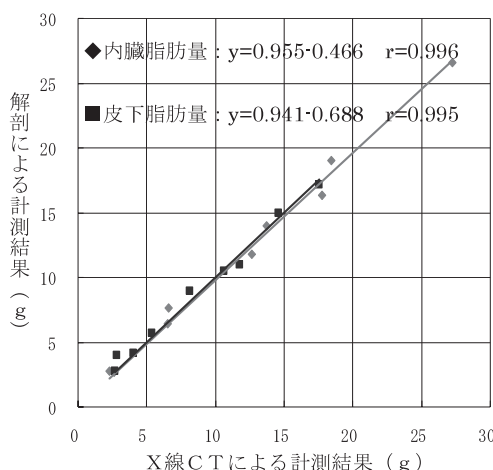


図 26 本装置と解剖による体脂肪計測結果の比較
補足説明: y 切片を 0 とした場合の、回帰式傾斜 (解剖計測値/CT 計測値) は次のとおり。
・内臓脂肪: 0.99
・皮下脂肪: 1.02

表 4 X 線被ばくの影響

観察項目	高被ばく群	通常被ばく群
1) 造血器官に対する影響		
・白血球数	N. S.	—
・赤血球数	N. S.	—
・ヘマトクリット値	N. S.	—
2) 上記以外の急性障害		
・出血、下痢、下血、 嘔吐、紅斑、色素沈着、 脱毛、食欲低下	発現せず	発現せず
3) 骨密度		
・皮質骨密度	N. S.	N. S.
・海綿骨密度	N. S.	N. S.
・全骨密度	N. S.	N. S.
4) 体脂肪		
・体脂肪率	N. S.	N. S.
・総体脂肪量	N. S.	N. S.

注: 1)、3)及び4)項は、下記の検定に拠った。

- ・ 2 群間検定: Welch の方法による t 検定
- ・ 3 群間検定: Scheffe の方法による多重比較
- ・ $p < 0.05$

注: 2)項は、生理的変化の「観察」に拠った。

表 5 本装置による被ばく線量の例

撮影視野	撮影の種類	被ばく線量 (mSv)
大視野 (ラット用)	予備撮影	0.36
	C T 撮影	3.8
中視野 (マウス用)	予備撮影	0.86
	C T 撮影	25.4

使用線量計: 放射線熱蛍光線量計

て、対照群との比較により、X線被ばくの影響の有無を判定した。X線照射期間は2週間、観察期間はX線照射期間を含んで6週間とした。その結果を表4に、本装置による被ばく線量の測定結果を表5に示した。

全ての観察項目において、「通常被ばく群」はもちろん、過度のX線照射を加えた「高被ばく群」においても、X線被ばくの影響（確定的影響）は全く観察されなかった。

5. おわりに

冒頭でも述べたとおり、医用装置としてのX線CTは、医療の現場で必要不可欠な装置として既にその地位を確かなものになっているが、本誌で紹介した実験動物を対象とした装置は、未だ十分な普及には至っていない。

薬理研究等、動物実験の世界では、ヒトについて行われる診断や検査、とりわけ画像診断は、動物に対しても積極的に行いたいと言うのが多くの研究者の願いであり、このため、本装置以外にも医用機器由来の実験動物用機器の登場が期待されているところである。

このため実験動物用汎用型X線CTは、医用機器由来の実験動物用機器のひとつとして、また、最近話題となっている分子イメージングを担う機器のひとつとして、今後、機能強化や改良が図られ、ますます多用されてゆくものと期待される。

一方、X線CT撮影、特に単純X線CT撮影では、軟部組織の細かな性状の描出力に欠ける面があり、このことがX線CTのひとつの限

界であるとも言われる。しかし、適切なX線造影剤の併用により、動物を対象とする場合でも、医用X線CTの場合と同様に、十分な軟部組織描出力が得られることが今までの臨床応用例から次第に明らかになりつつある。

装置の改良の必要性/重要性は無論のこと、こうした機器応用手技の検討・改善も動物実験を支える重要な柱のひとつとなるものと思われる。

なお、本稿の作成にあたり、大阪バイオサイエンス研究所第二研究部殿から貴重な臨床データや多数の画像のご提供を頂いた。本紙面を借りて感謝の意を表したい。

文 献

- 1) 裏出良博, 有竹浩介, 実験動物用X線CT (LaTheta)による各種パラメータの解析, *Isotope News*, 4, 2-8(2005)
- 2) 岩城隆昌他, マウスの断面解剖アトラス, アドスリー, 東京(2001)
- 3) P. Flecknell 著, 倉林 譲監修, ラボラトリーアニマルの麻酔, 学窓社(1998)
- 4) 高橋栄明 編集, 骨形態計測ハンドブック 第2版, 西村書店(1997)
- 5) 松本 淳 監修, 骨形態計測 Vol.9 骨塩定量法の発達, 西村書店(1992)
- 6) やさしい放射線とアイソトープ, 日本アイソトープ協会, 東京(1986)
- 7) 市原清志, バイオサイエンスの統計学, 南光堂, 東京(1991)
- 8) 安衛法便覧 労働調査会, 東京(2005)
- 9) 実験動物用X線CT LaTheta 仕様書 アロカ株式会社(2004)