

# 三次元画像処理技術を利用した獣医解剖学教育システムの構築

山田 一孝 [帯広畜産大学／助教授]

## 背景・目的

本邦において獣医学教育の見直しが叫ばれている昨今、特に臨床教育の充実が目の前の課題である。臨床教育にあたり、解剖学は避けて通ることのできない基礎獣医学である。しかし、従来の解剖学教育の主体は表面解剖であり、実際の臓器の立体的な位置についての教授にはあまり重点がおかれていなかった。一方、臨床で特に重要な点は、臓器の立体的な構造である。ところが、生体内臓器の立体的な構造の理解は難しく、平面のエックス線写真を観察しながら時間をかけて先輩から後輩へ「語り部」的に伝授されるものであった。本研究では、Multi Detector Computed Tomography (MDCT) と画像処理ワークステーションを利用した獣医解剖学教育支援システムについて報告する。本研究のゴールは臨床で役に立つ獣医解剖学(エックス線解剖学を含む)をより簡単に学ぶ方法の構築である。

## 内容・方法

本研究には、臨床的に健康な犬2匹および猫3匹を使用した。伏臥、仰臥、左側横臥および右側横臥の4体位についてCTを撮像した。撮像は、ケタミン10mg/kgおよびアセプロマジン 2 mg/kgの混合静脈内投与による全身麻酔下で行い、データ収集には2列の検出器より構成されるエックス線CT装置を使用した。撮像条件は、120kV、60 mA、スライス厚1.3mm、ヘリカルピッチ2.0、スキャンタイムは動物の大きさに合わせて45-75秒であった。三次元画像処理には、ハードウェアとして、Windows ProfessionalをオペレーティングシステムとしたIBMコンピュータを、ソフトウェアにはVirtual Place Advance TM(AZE, Tokyo, Japan)を使用した。動物の第一胸椎から股関節までをMDCTで撮像し、ダイコム出力した生データから矢状断像、水平断像、レイサム像(疑似エックス線像)および三次元像を再構成した。再構成画像から、重力による臓器の変位、エックス線解剖学の説明および三次元再構成画像について考察した。

## 結果・成果

### 重力による臓器の変位

従来用いられているエックス線像では、仰臥で撮影した場合のみ横隔膜の右脚と左脚が強調され、伏臥では重力の影響で横隔膜頂が頭側に変位するため右脚と左脚は強調されない。この現象はそれぞれの体位で撮影した再構成水平断像により説明が容易であった(図1)。同様に、左側横臥像と右側横臥像で異なる横隔膜面の描出について、それぞれの体位で撮影されたCTの水平断面像により、重力の影響で横隔膜面が移動することについての説明が可能であった(図2)。また、

臨床では、肺転移の確認を目的として、胸部を右側横臥と左側横臥の二方向から撮影することが常である。その理由を解釈するにあたり、下方に位置する肺葉は重力の影響で十分に含気していないことがレイサム像およびCT水平断面像で確認できた(図3)。この画像より、肺葉に存在する腫瘍を検出するためには、右側横臥および左側横臥の二方向からの撮影の重要性が示された。

### エックス線解剖学の説明

ワークステーションでは、横断像を撮像したデータから水平断像や矢状断像を同時に観察することが可能である。つまり、横断像、水平断像および矢状断像を同時に観察することにより、解剖学的な立体構造について理解が容易である。後大静脈は心臓尾側の右側傍正中を縦走する。ソフトウェア付属のナビゲータ機能により疑似エックス線像における後大静脈の位置するところを確認することができ(図4)、このことはエックス線解剖学の理解に役立つと考えられた。また、二次元のエックス線像では理解が困難である腹腔内腹側に位置する脾臓(図5)と腹腔内背側に位置する脾臓(図6)についても説明が容易である。同様に、従来のエックス線像からは区別が難しい結腸内ガスと胃内ガスの判別についても理解が可能であった(図7)。従来、これら画像の説明には放射線学教育者が「シェーマ」を描いて、あるいは「解剖写真」を示して、さらには「標本」を使っていた。しかし、画像処理技術を用いることで、生きている状態で生体内臓器の立体的な位置やエックス線解剖の説明が実現する。つまり、CTは臨床診断としてのみならず、非破壊的な獣医学教育のツールとしても使えるであろう。

### 三次元再構成画像

三次元的に再構成された画像を任意の方向に回転させたり、一部を削り観察する方法は、特に解剖学的理解が難しい関節の解剖(図8, 9)の理解に役立つ。更に、この方法では同一個体を用いての髄核融解療法の針刺入位置(図10, 白矢印)および腰椎間穿刺脊髄造影の穿刺位置(図10, ピンク矢印)の説明が容易であった。さらに、三次元画像をカッティングする機能により、肝臓、胆嚢、脾臓、胃をはじめとする腹腔内臓器を剖検することなく観察することが可能であった(図11)。この方法は獣医外科学教育における手術のシミュレーションにも応用可能である。また、獣医学を学ぶ学生にとって教育目的で生命を犠牲にする数を減らすことができると考える。

これらの画像処理では、造影剤を含んだ血管を描出することができる。獣医学領域においても門脈シャントの臨床例について造影CTの画像が既に報告されている。近い将来、造影剤を用いたコンピュータグラフィックによる血管解剖図は獣医学教育をさらに改善すると思われる。

### 今後の展望

本稿で紹介した教育支援システムは、標本ではなく、現実の生きている動物の同一個体で解剖学的形状を説明可能であるため、獣医学生の解剖学教育に対する理解と興味が高まり、充実した獣医解剖学教育の提供が可能となる。その結果、質の高い獣医師の養成が実現するであろう。以上、MDCTを用いた三次元画像処理技術を獣医学教育に利用することを提案する。

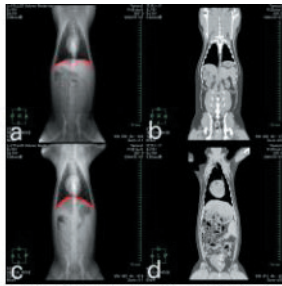


図1 イヌの背腹レイサム像 (a)、水平断面像 (b)、  
腹背レイサム像 (c) および水平断面像 (d)。横隔膜を  
示す赤線はAdobe Photoshop®により作成。

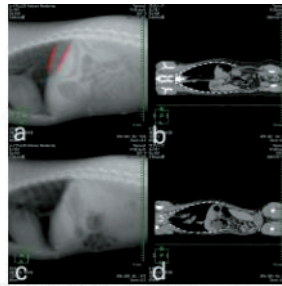


図2 イヌの左側横臥レイサム像 (a)、水平断面像 (b)、  
右側横臥レイサム像 (c) および水平断面像 (d)。横隔膜  
を示す赤線はAdobe Photoshop®により作成。

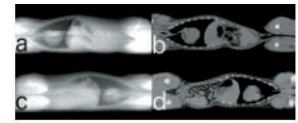


図3 イヌの右側横臥レイサム像 (a)、水平断面像 (b)、  
左側横臥レイサム像 (c) および水平断面像 (d)。下方に  
位置する肺葉は重力の影響で十分に含気していない。

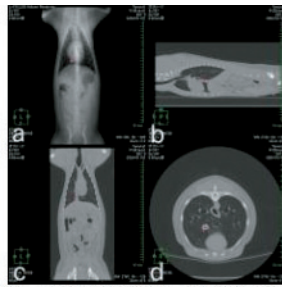


図4 イヌのレイサム像 (a)、矢状断面像 (b)、水  
平断面像 (c) および横断像 (d)。後大静脈を示す赤  
ドットはVirtual Place AdvancetMにより作成。

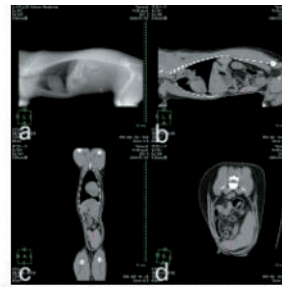


図5 イヌのレイサム像 (a)、矢状断面像 (b)、水  
平断面像 (c) および横断像 (d)。腹側に位置する脾臓を示す  
赤ドットはVirtual Place AdvancetMにより作成。

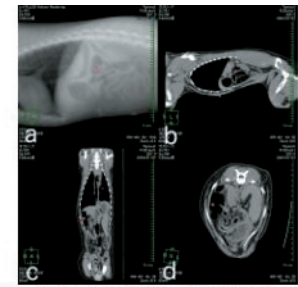


図6 イヌのレイサム像 (a)、矢状断面像 (b)、水  
平断面像 (c) および横断像 (d)。背側に位置する脾臓を示す  
赤ドットはVirtual Place AdvancetMにより作成。

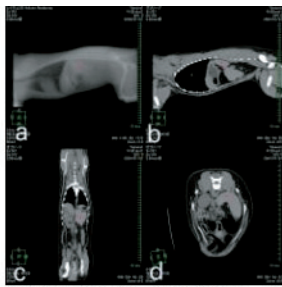


図7 イヌのレイサム像 (a)、矢状断面像 (b)、水  
平断面像 (c) および横断像 (d)。横行結腸内ガスを示す赤ドットはVirtual Place  
AdvancetMにより作成。胃内ガスと結腸ガスの区別が容易。



図8 イヌの肘関節の三次元再構成像。

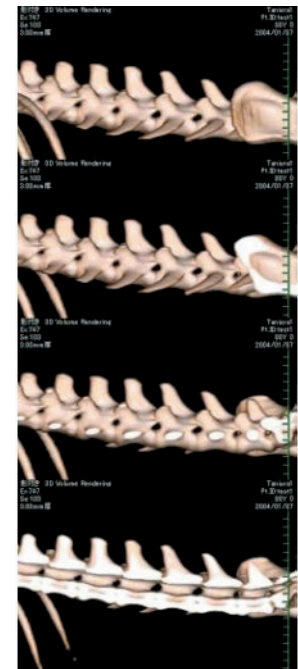


図9 イヌの腰部脊柱の三次元再構成像。

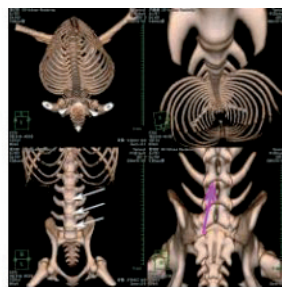


図10 イヌの骨格の三次元再構成像。髄核融解療法における針刺入部位を  
白矢印で、脊髓造影における刺入部位をピンク矢印で示す。患者そのもの  
を使って手技の説明が可能。矢印はAdobe Photoshop®により作成。

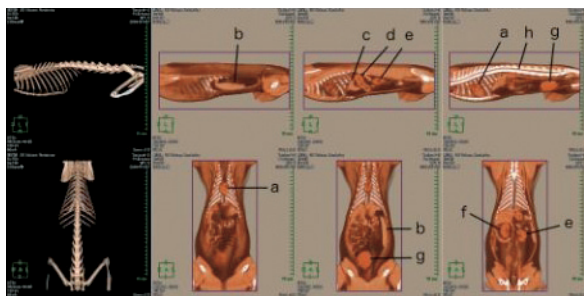


図11 ネコの心臓 (a)、脾臓 (b)、肝臓 (c)、胃 (d)、左腎臓 (e)、右腎臓 (f)、  
膀胱 (g) および脊柱管 (h) を非侵襲的に描出。