

2009S2-006

分離型X線干渉計を用いた生体及び材料 イメージングに関する研究

Two crystal interferometer based phase-contrast X-ray
imaging for biology and material science

武田徹¹、米山明男²、上田和浩²、竹谷敏³、
山田重人⁴、兵藤一行⁵

1.北里大学医療衛生学部

2.(株)日立製作所 中央研究所

3.(独)産業技術総合研究所 計測フロンティア研究部門

4.京都大学大学院医学研究科

5.高エネルギー加速研究機構物質構造科学研究所

概要

位相コントラストX線イメージング法は、X線の位相シフトを画像化する手法で、吸収によるX線の強度変化を画像化する従来のイメージング法に比べ、軽元素に対して約1000倍高感度である。このため、生体の軟部組織や有機材料などの軽元素で構成されたサンプルを、高コントラストな画像として観察することができる。本課題は、光学結晶分離型のX線干渉計を用いて位相シフトを検出する大視野位相イメージングシステムの開発・改良と、各種の生体試料や有機材料に対する非破壊観察への応用を目的として研究を行っている。

本課題1期にイメージングシステムがBL-14C2に常設化され、干渉計システムの安定化により、Visibilityの改善による画質改善と多数試料の撮影が可能となってきた。今期は最終年度であるが震災により、実験時間が激減したが、生体組織の固定法が画像に与える影響や最適な撮影条件等に関する基礎的検討、胎児発生過程での病的形態変化、氷床等の観察を行った。さらに、高空間分解能化や測定時間の短縮などを進めるため、撮像系の高性能化を現在進めている。



イメージングシステムの写真

観察視野	60 * 40 mm (17 keV) 25 * 40 mm (35 keV)
X線のエネルギー	15 ~ 35 keV
空間分解能	~40ミクロン、 10ミクロン
測定方法	投影像 CT ラミノグラフィー
測定時間	10秒 (投影像) 2 ~ 3時間 (CT、高精細) 10分 ~ 10秒 (CT、高速)

18 keV: visibility80%: 0.3mg/ml 密度分解能
撮影X線のエネルギー: 18 & 35 keV
35KeVでも良好な画像

本課題の年次計画

初年度
(2009年)

2年度
(2010年)

3年度
(2011年)

常設化

震災

単色器構築

高機能化

評価と試用実験

生体試料(動物試料、胎児標本)の測定

In vivo観察

特殊環境下の測定

有機材料の測定

DEIの特性評価と最適撮影対象の検討

常設化と震災等: 実質 > 1年6ヶ月の実験期間

Wiggler 故障(3ヶ月)

研究成果

1. 固定標本の観察

組織固定法による画像の変化

エタノール固定法では、組織間の画像コントラストを高め種々の病変を明瞭化しうるが、高エネルギーでの撮影(35keV)が必要である。

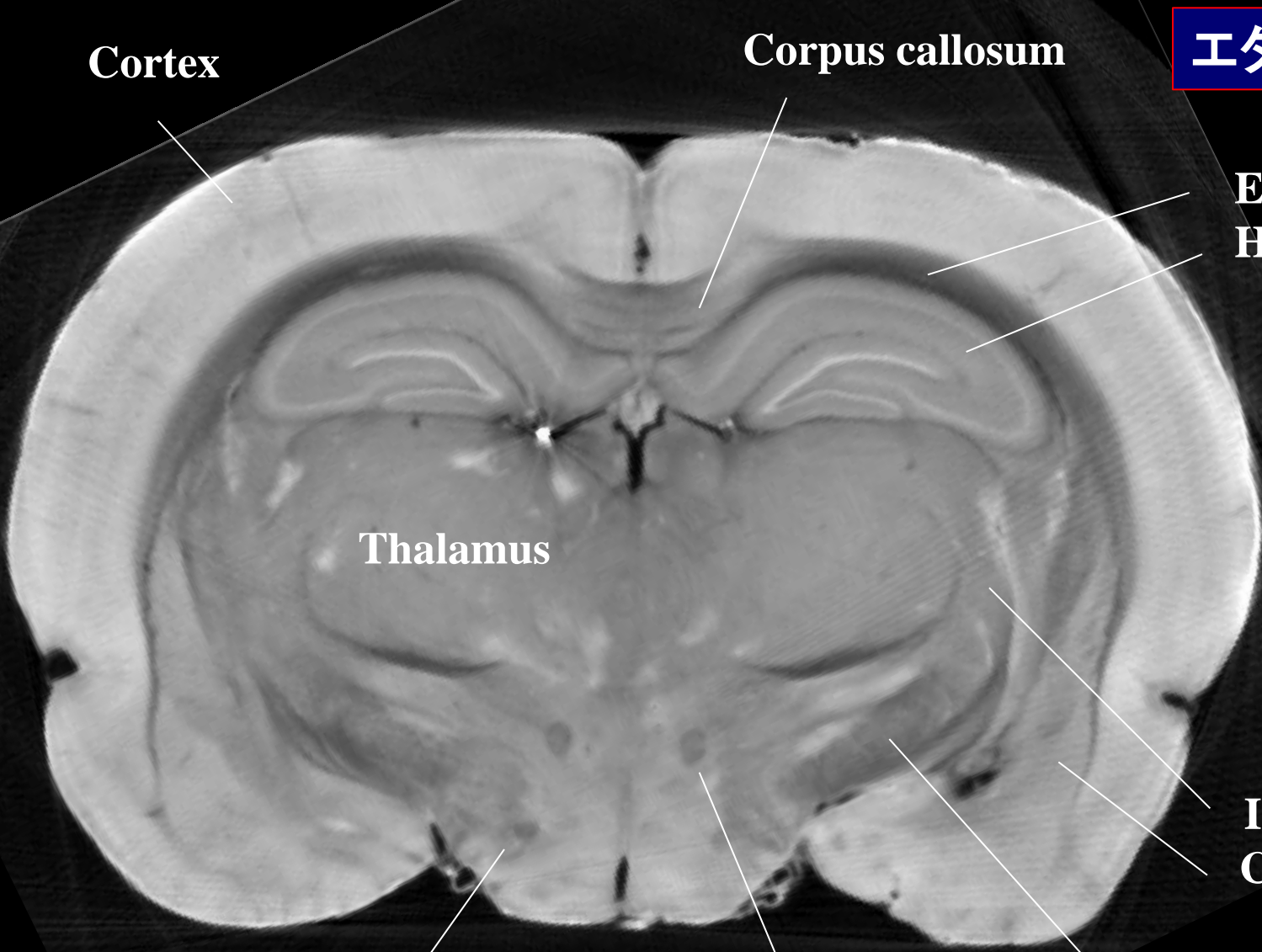
人胎児等の早期発生過程

位相コントラスト法を発生学に応用した。
マウスの正常・異常胚の撮像を試み、形態診断が可能であることが明らかとした。

2. 氷床の観察

新たに開発した低温チャンバーにより、低温(−85°C~室温)環境下での安定した測定が可能になった。また、特殊環境下での長時間測定が可能になり、本光学系の性能(高密度分解能)を活かした撮影が可能になった。

エタノール固定



Cortex

Corpus callosum

External capsule

Hippocampus

Thalamus

Internal capsule

Caudoputamen

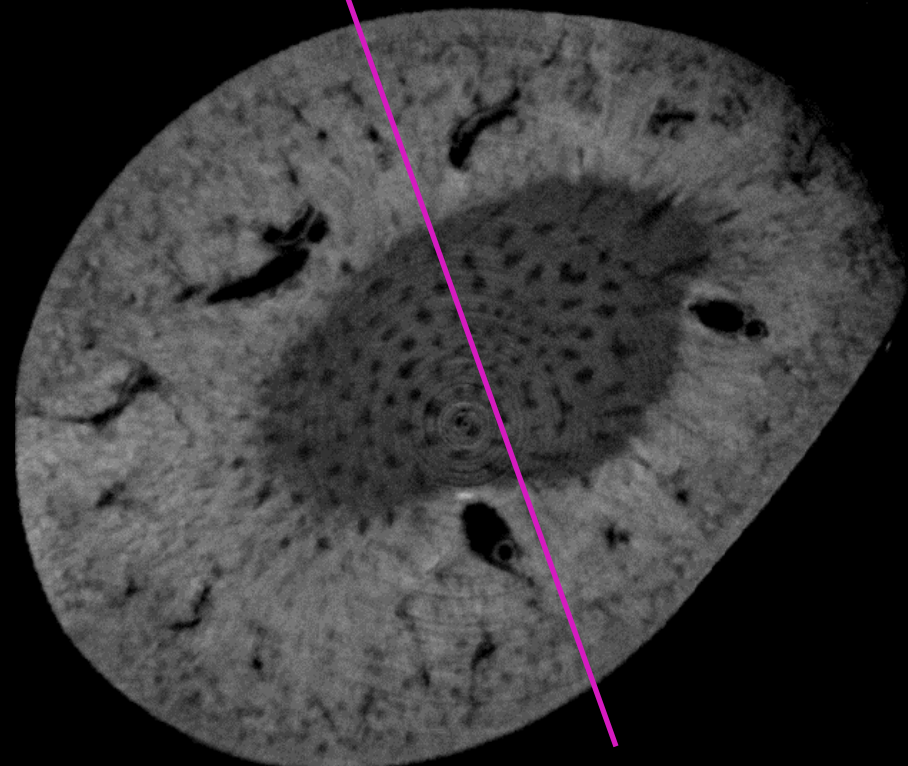
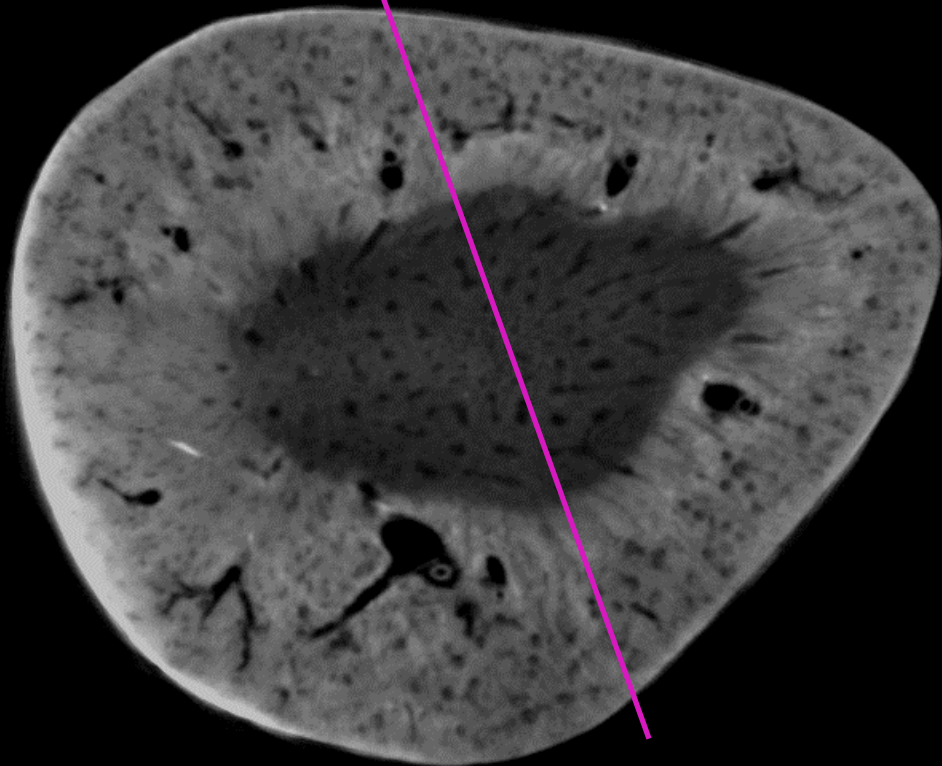
Cerebral peduncle

Column of fornix

Mammilithalamic tract

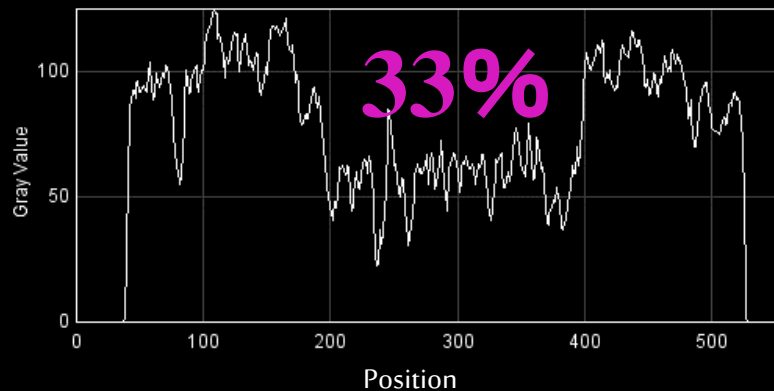
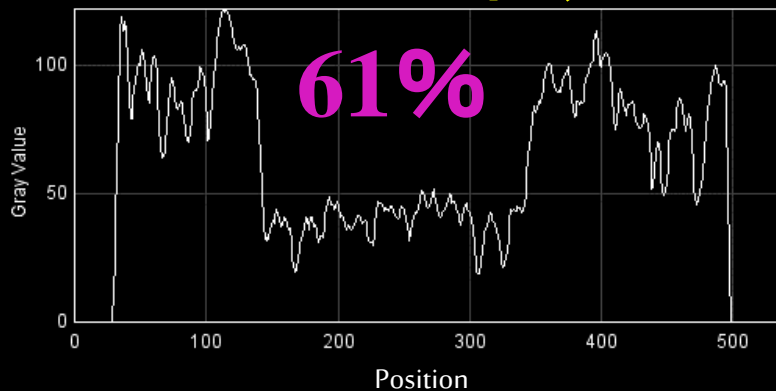
コントラスト比の比較

エタノール固定の方が
糸球体を明瞭に描出。



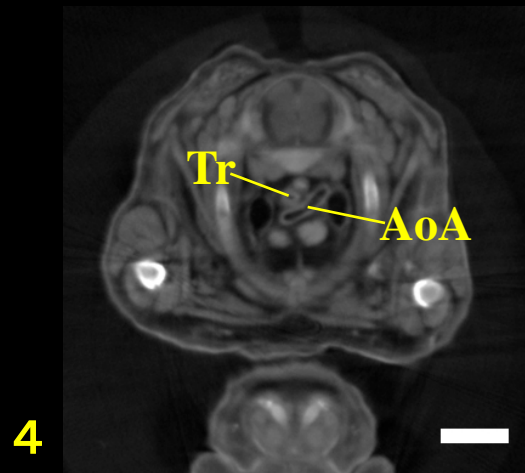
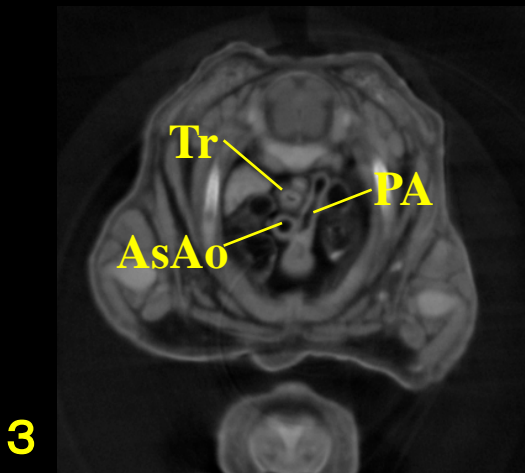
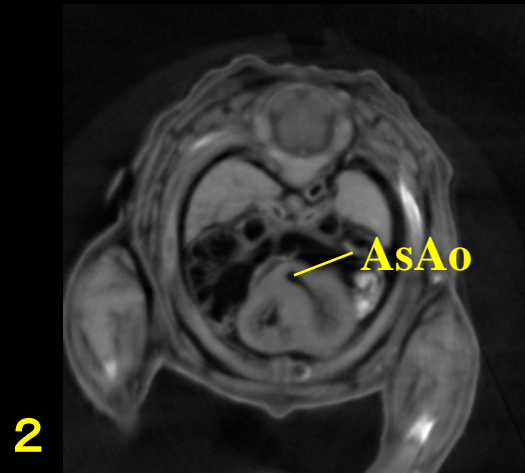
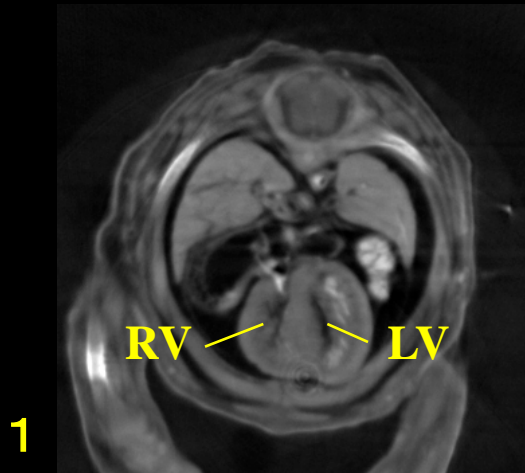
エタノール固定

ホルマリン固定



マウス心臓の解析(特に心室と流出路について)

(正常)



Bar = 1mm

1~4は胸部の横断面、上からの視点で見たものを尾側から頭側へと並べたもの。

心臓からの血液は右心室、左心室(1)からの「流出路」と呼ばれる太い血管に流れ込む。

左心室から上行大動脈(2)、右心室から肺動脈(3)という大きな血管が伸びる。上行大動脈は左心室を出た直後に一旦肺動脈(3)の右側へと移り(3)、大動脈弓という形で再度左側へと走行する(4)。

AoA: 大動脈弓

AsAo: 上行大動脈

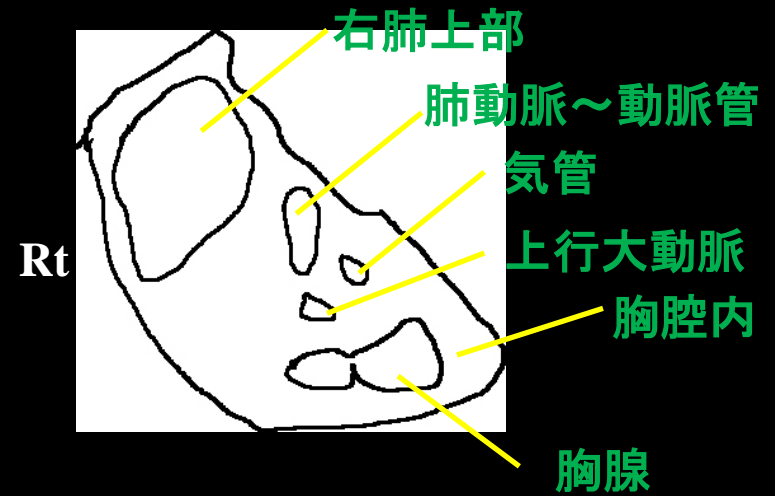
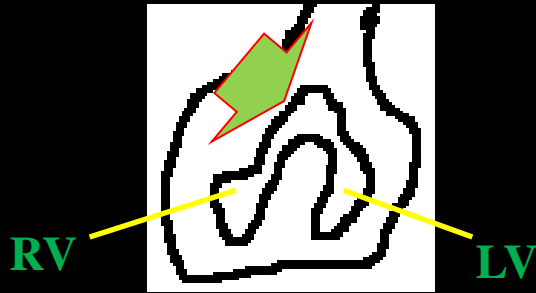
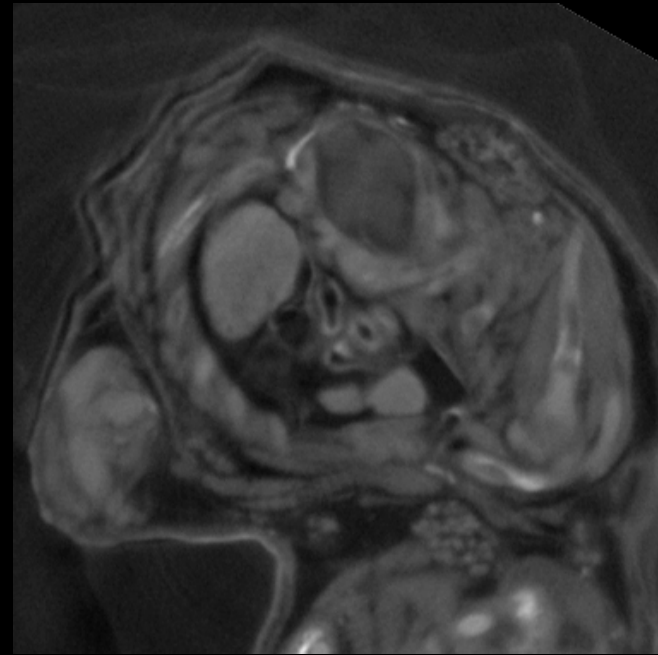
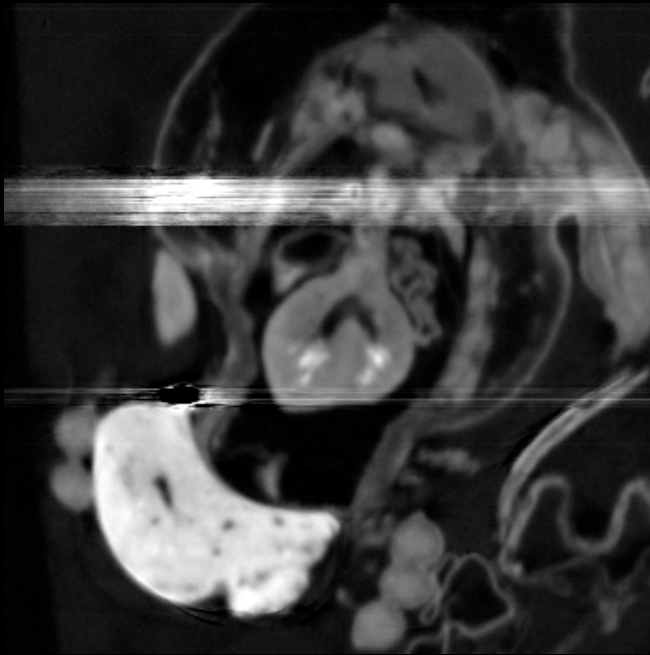
PA: 肺動脈

RV: 右心室

LV: 左心室

Tr: 気管

(異常)



マウス症例1:心室中隔欠損
緑色の三角の先端部で、右室と
左室の間の壁が欠損している。

マウス症例2:右大動脈弓、右動脈管
通常は気管の左側を通るべき大血管系
が、右側を通っている。

特殊環境下の測定

温度: -85°C ~ 室温

圧力: 常圧 (乾燥窒素)

連続運転時間:

12~24時間 (液体窒素供給により延長可能)

南極氷床氷中のエアハイドレート

