

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

北里大学医療衛生学部 武田徹

(株)日立製作所 中央研究所 米山明男、上田和浩

(独)産業技術総合研究所 計測フロンティア研究部門 竹谷聡

京都大学大学院医学研究科 山田重人

高エネルギー加速研究機構物質構造科学研究所 兵藤一行



HITACHI
Inspire the Next

概要

位相コントラストX線イメージング法は、被射体を通過した後に生じた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て、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。本課題では、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[1]の開発と、各種の生体試料や有機材料の非破壊観察への適用を目的として研究を行っている。

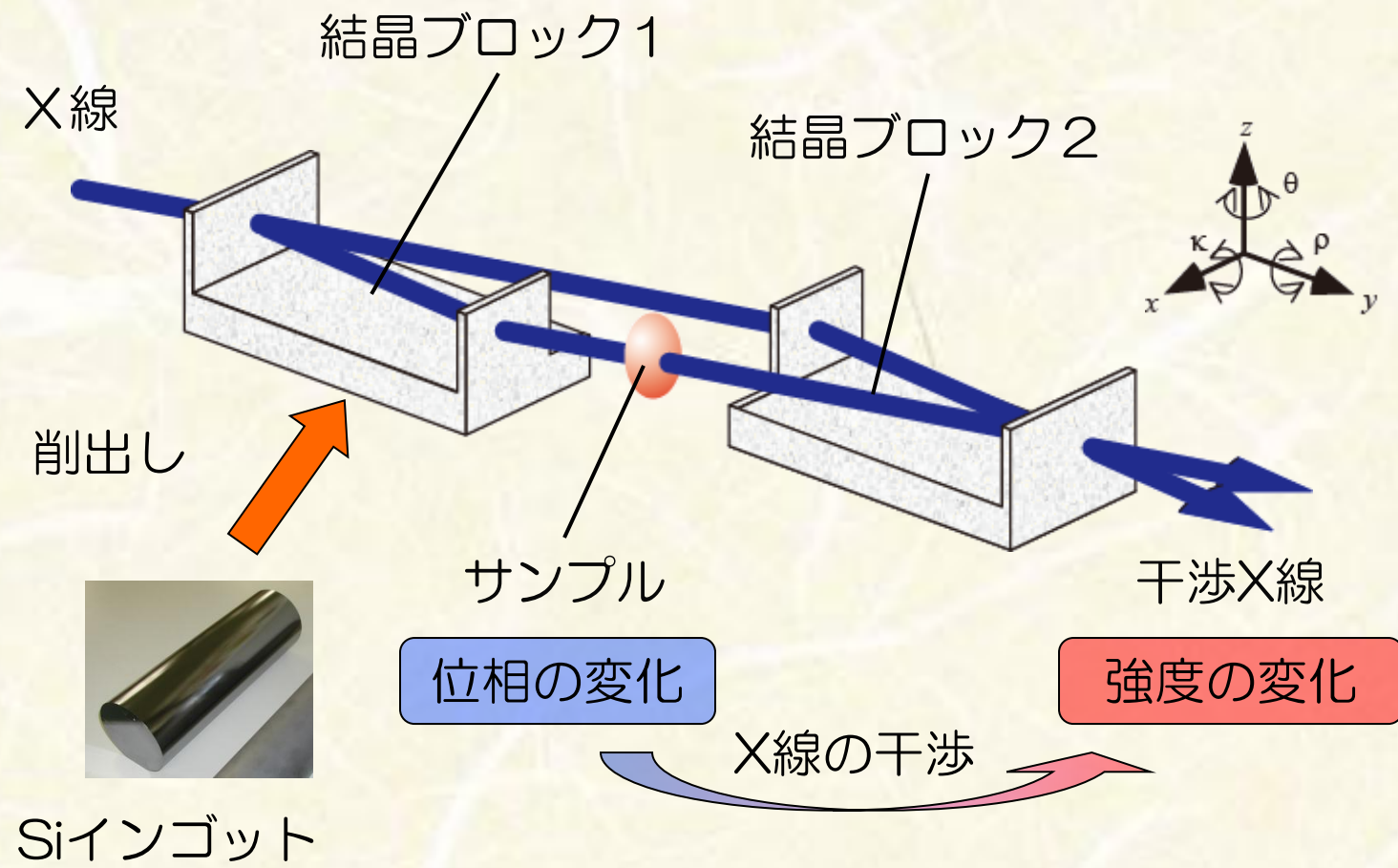
イメージングシステムがBL-14C2に常設化され、短時間での立ち上げ調整と干渉計システムの安定化が可能と成り、X線のエネルギー17.8 keVの撮影で、Visibilityが80%のX線干渉像を形成でき、従来の約1/2の0.3 mg/cm³という高い密度分解能で生体試料や有機材料の観察が可能となった。さらに、エネルギー35keVの撮影では、干渉計の安定化という面での有効性がさらに発揮され、厚い試料や大きな密度差を含む試料の高密度分解能の観察が可能になった。現在、生体試料やガスハイドレート等有機材料の観察を開始し、以前の画像以上に高精細な位相像が安定的に得られている[2]。さらに高空間分解能化や測定時間の短縮など、撮像に関する高性能化を進めている。

[1] Yoneyama A, et al., NIM A523:217-222, 2004.

[2] Takeya S, et al., J. Synchrotron Rad. (2010). 17, 813816



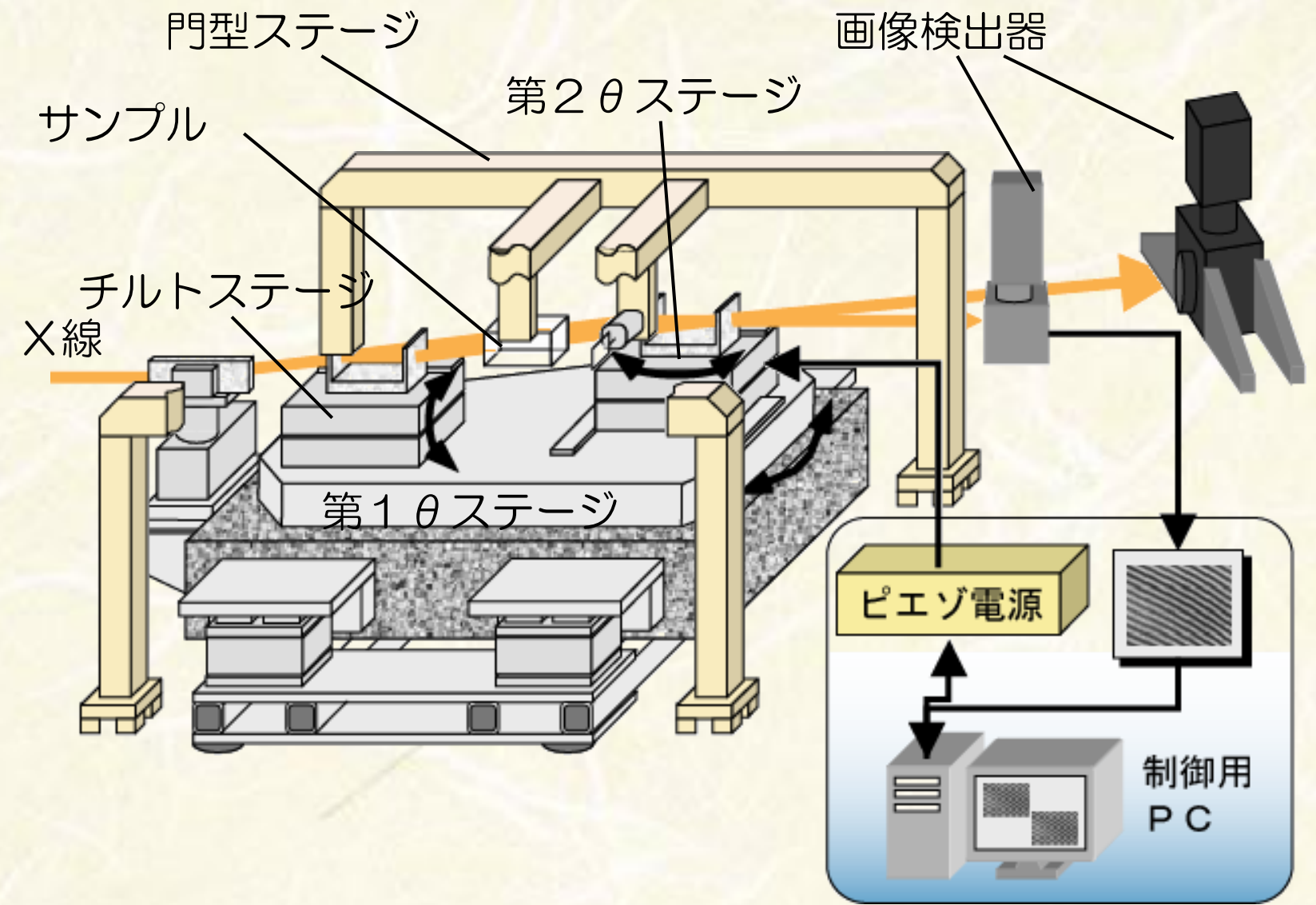
結晶分離型X線干渉計とイメージングシステム



結晶分離型X線干渉計
(位相変化を強度に変換)

干渉計に必要な安定性

結晶ブロック間の軸	必要な安定性
x, y, z, κ	—
θ	60 prad
ρ	10 μ rad



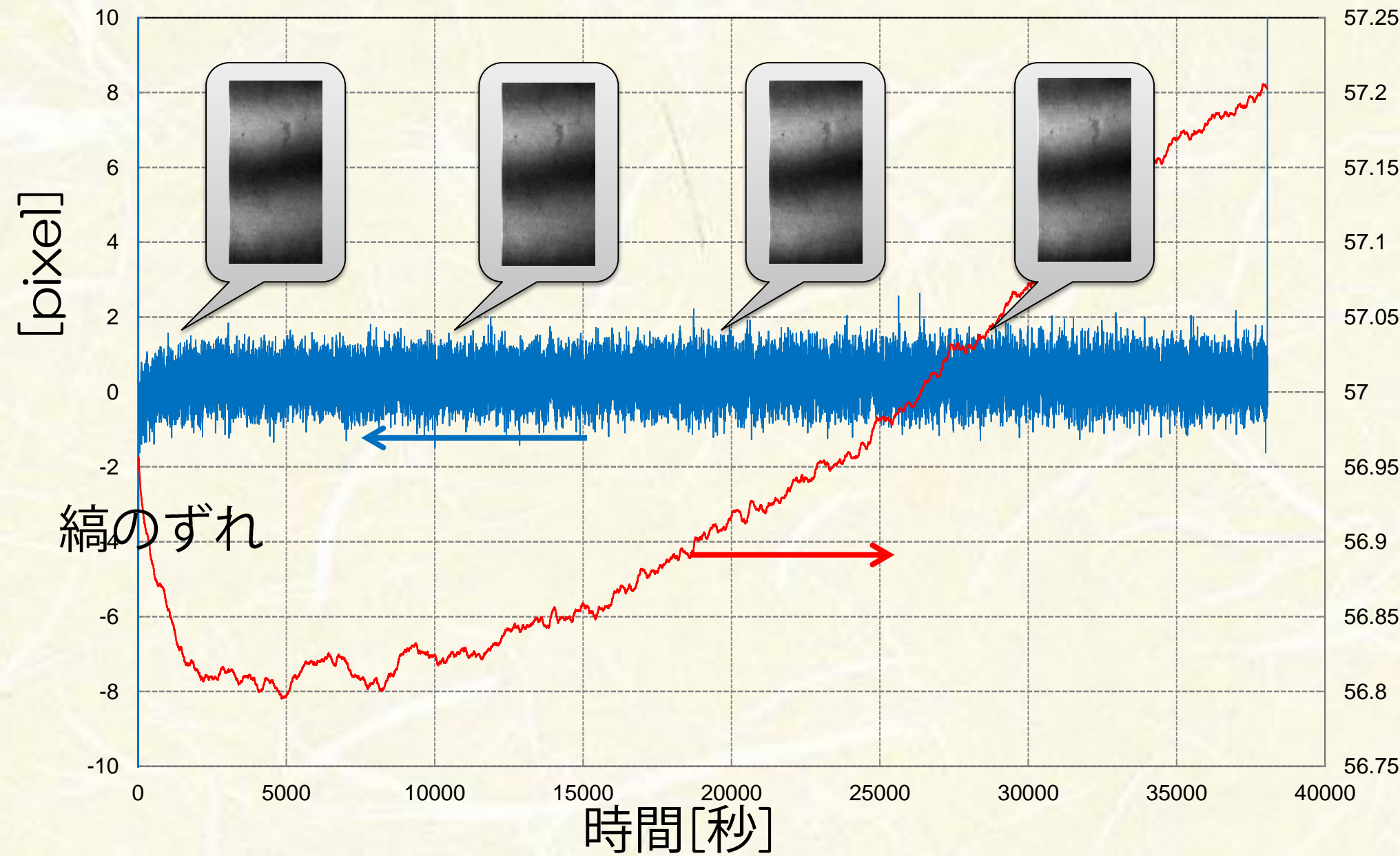
フィードバックシステム

干渉計を用いたイメージングシステム

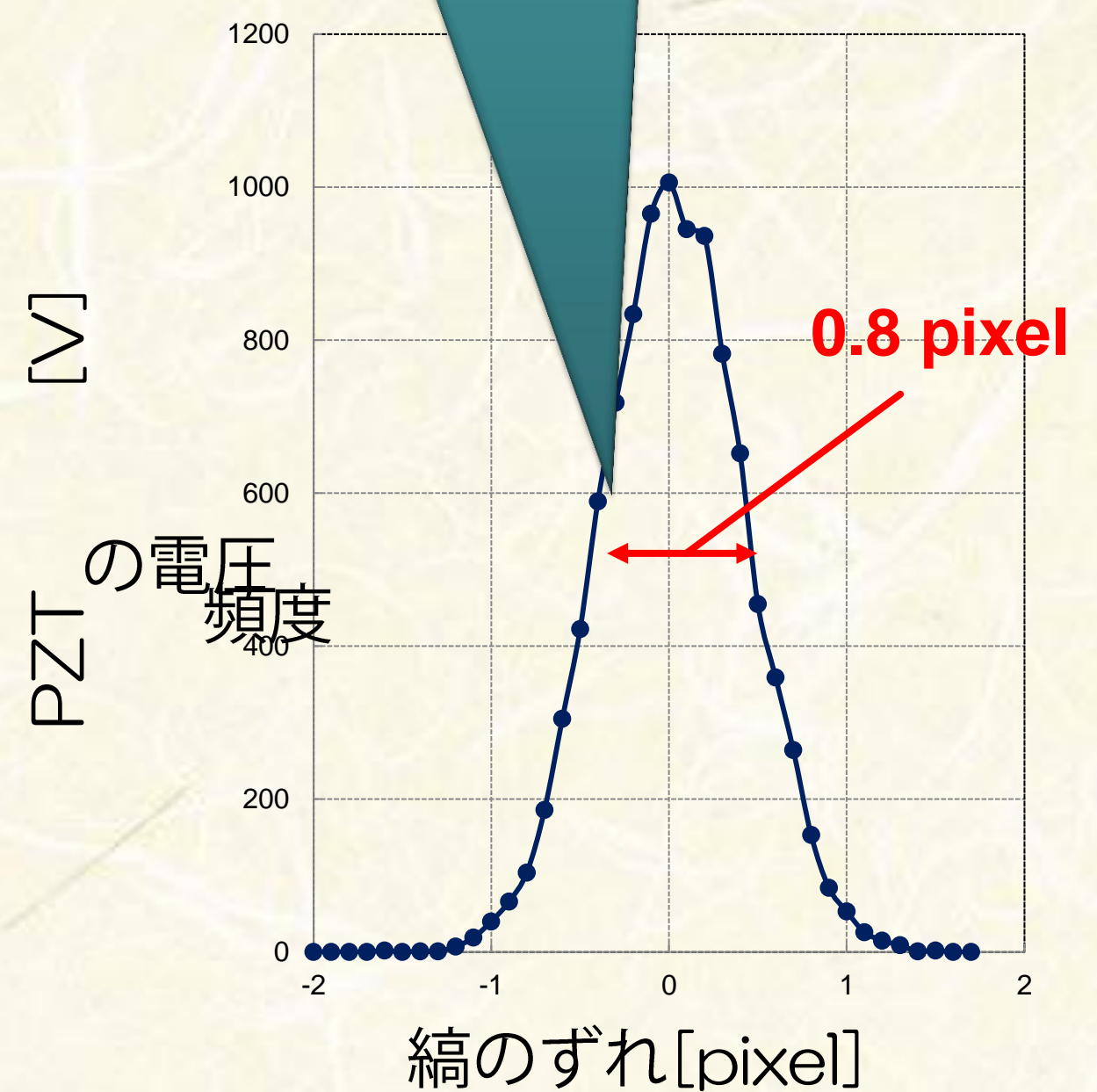


安定化の向上

位相の揺らぎ $\pi/50$
→ $\Delta\theta$ の 12 prad に相当



画像フィードバックシステムによる安定化結果
(エネルギー 17.8 keV)



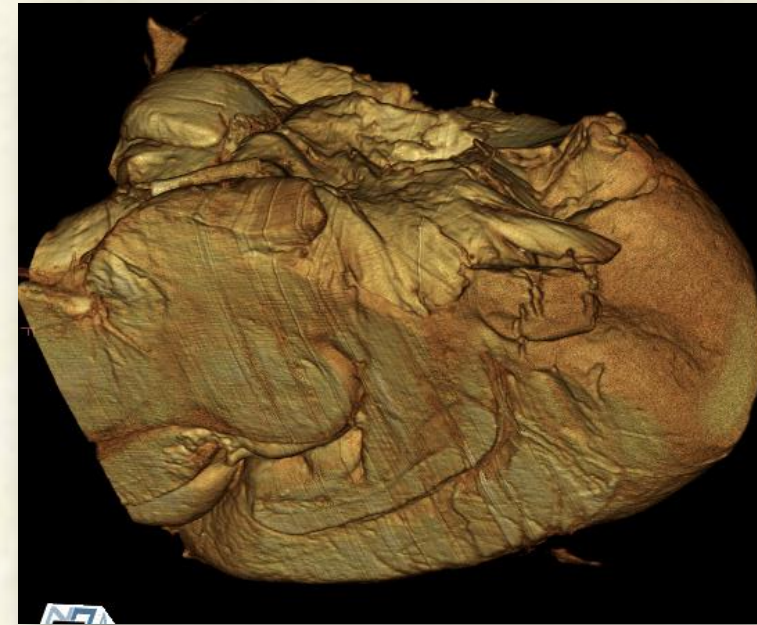
「ずれ」のヒストグラム
(10000~20000秒)



生体試料の3次元観察結果 I —ラット脳—

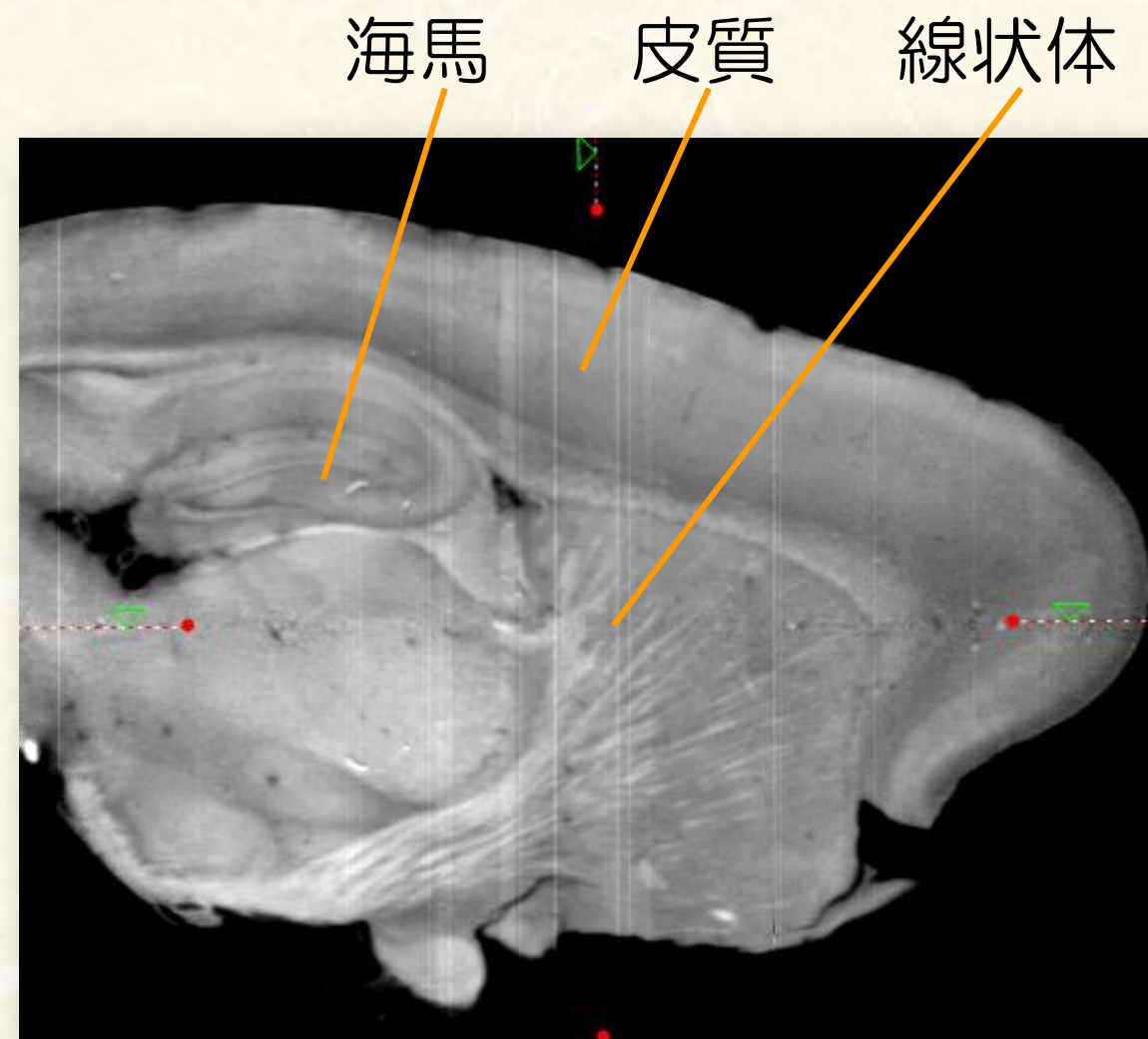
測定条件

エネルギー	17.8 keV ~35 keV
プロジェク ション数	200 ~500
測定時間	1~8時間
ピクセル サイズ	12.5 ~18 μm

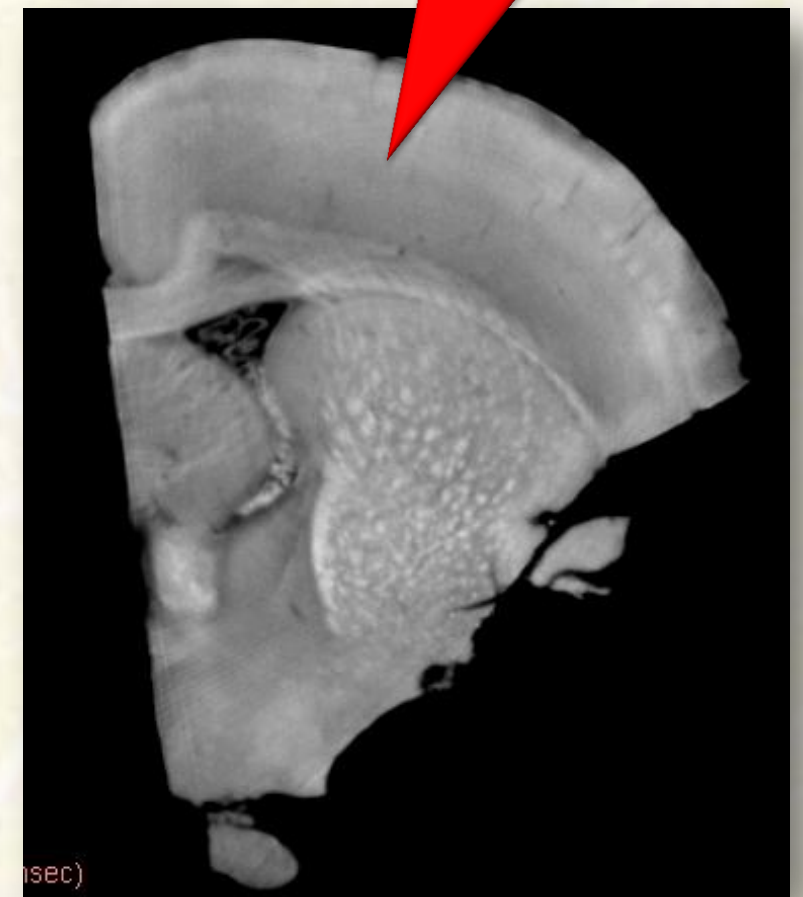


3次元像

密度分解能
~0.3 mg/cm³



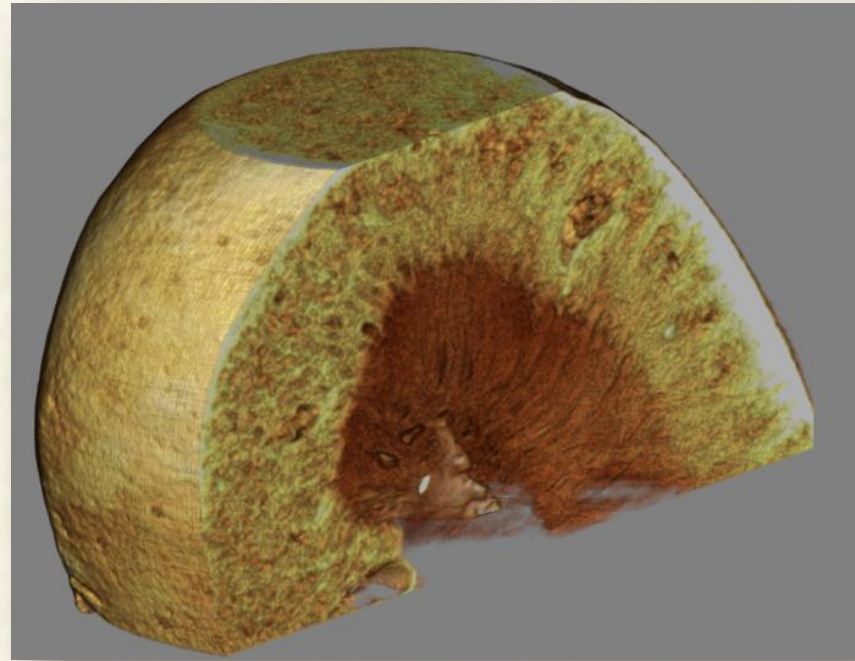
断面像



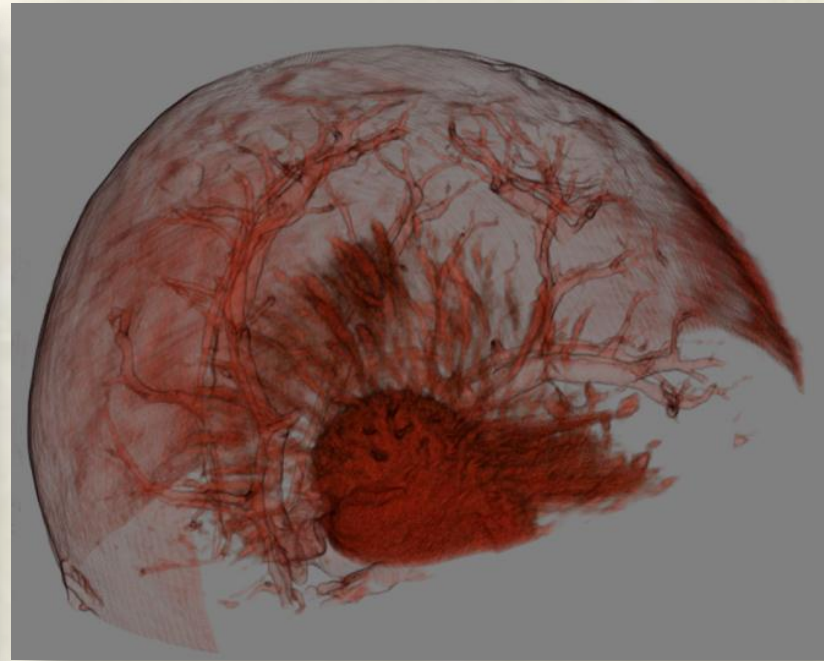
5 mm



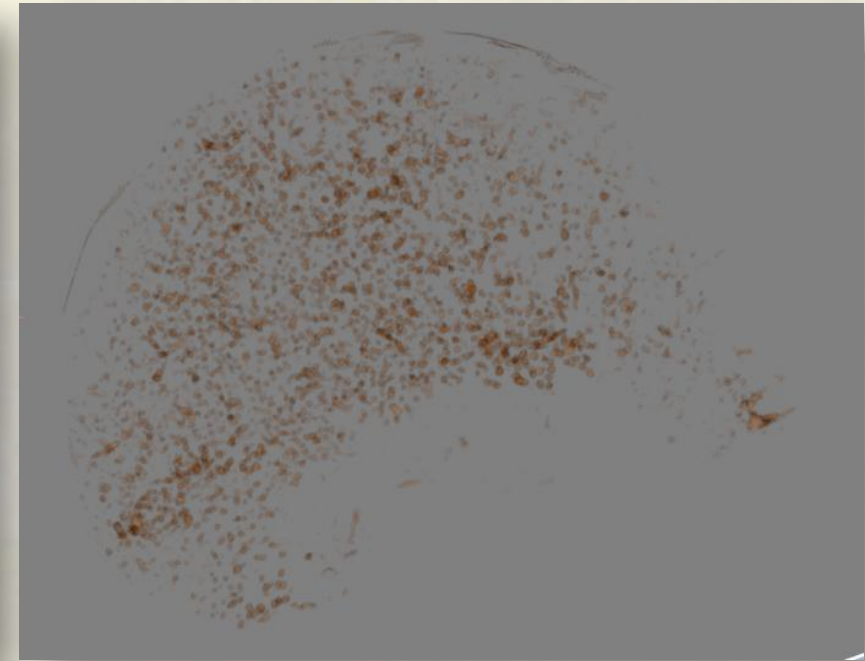
生体試料の3次元観察結果Ⅱ ーラット腎臓ー



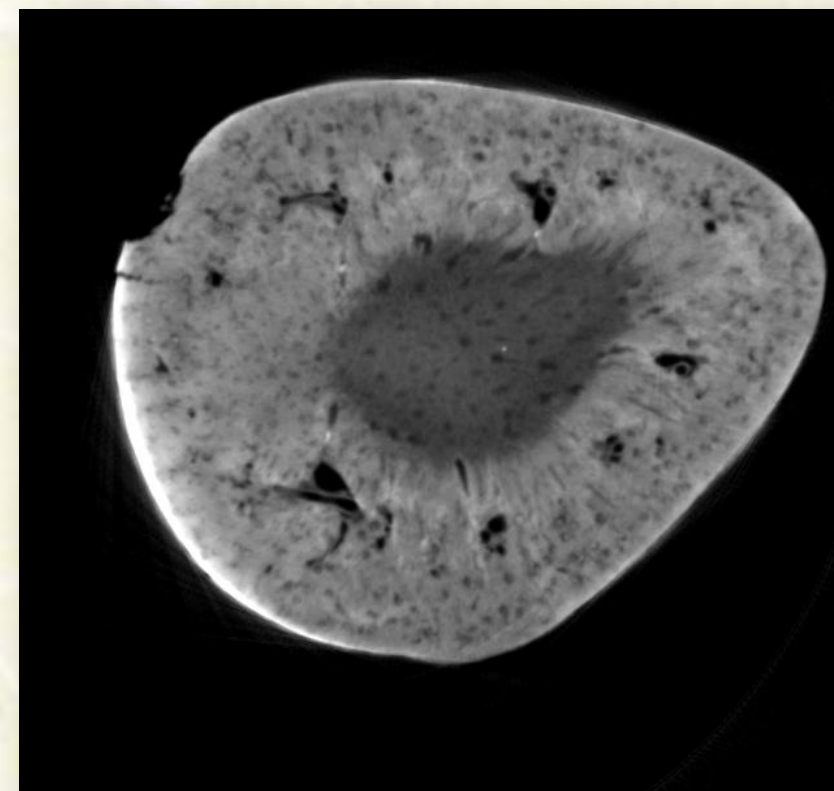
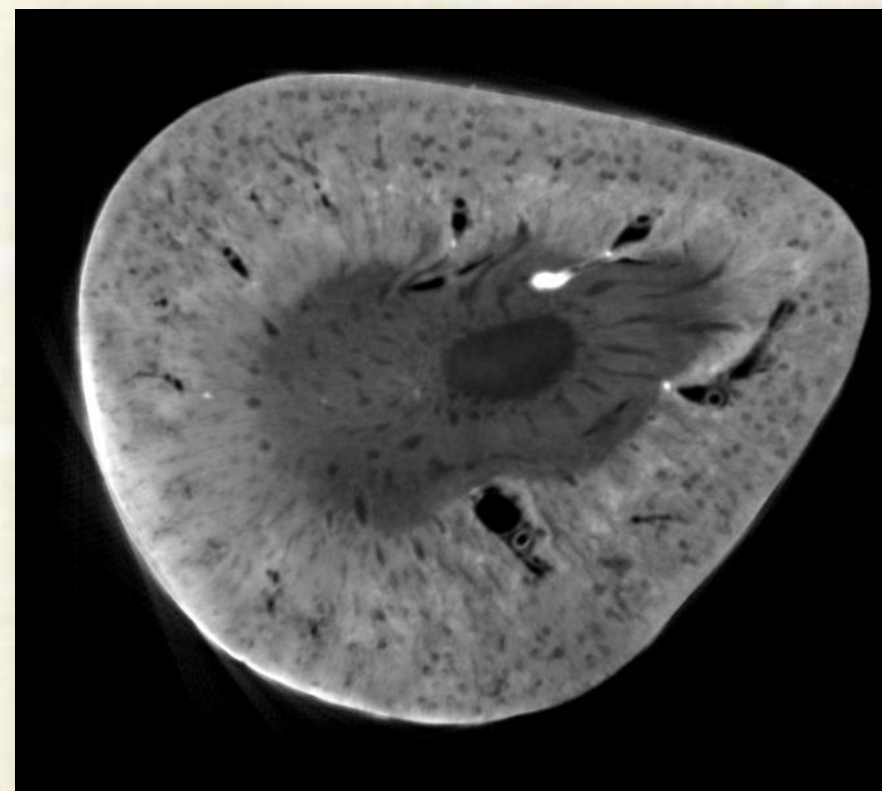
3次元像



血管強調像



糸球体抽出像



断面像

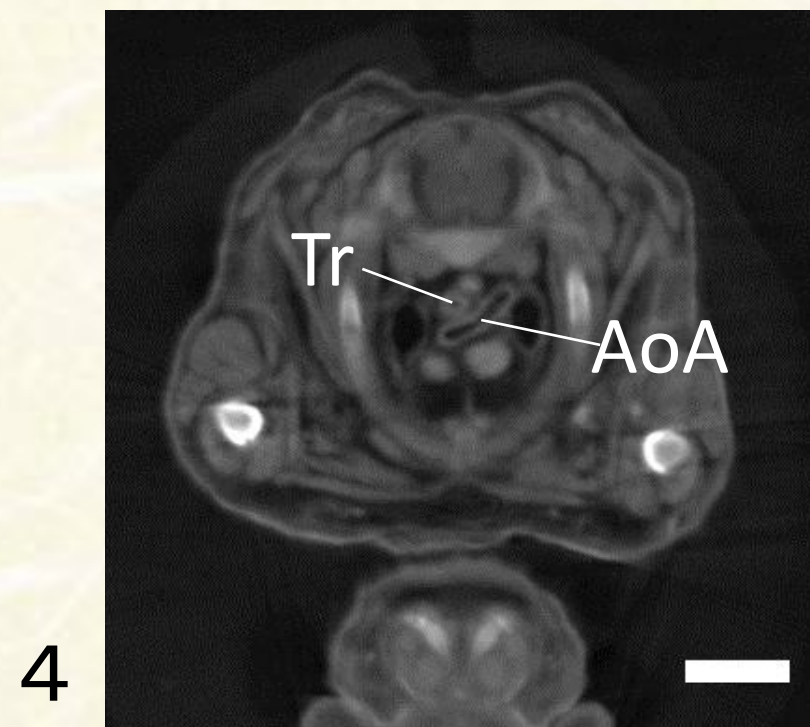
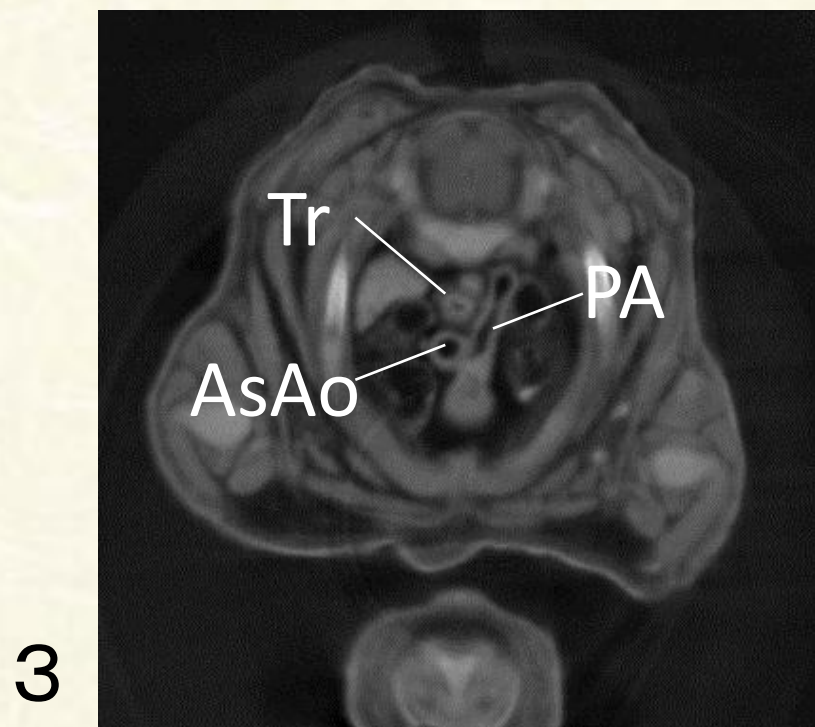
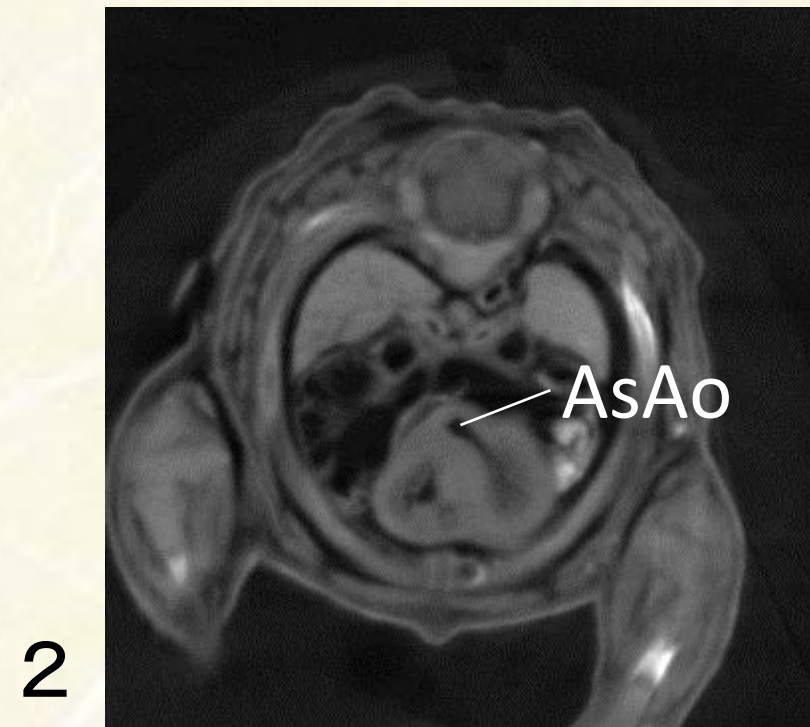
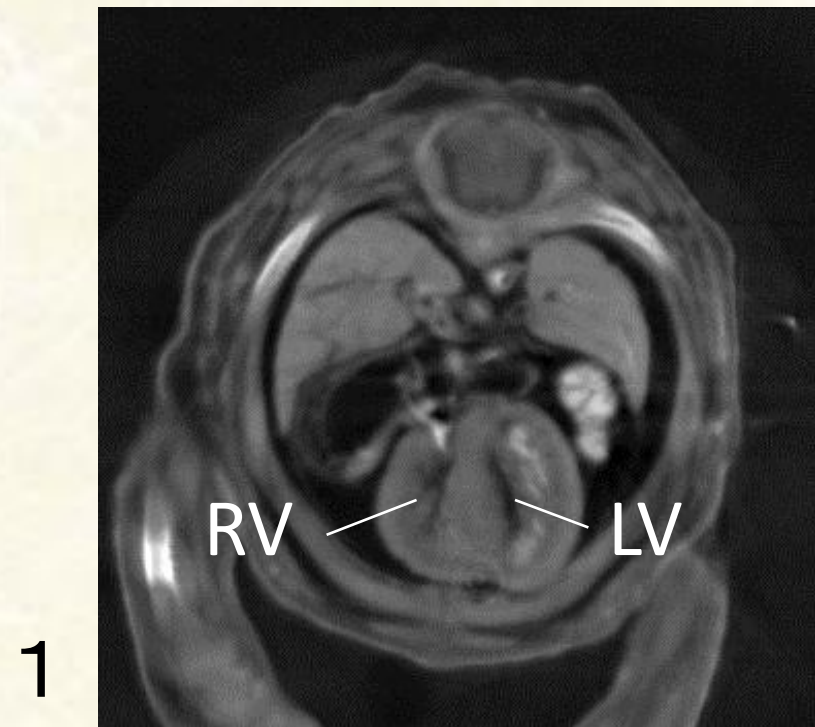
3 mm



HITACHI
Inspire the Next

生体試料の3次元観察結果Ⅲ —マウス胎児の心臓の解析—

(正常)



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

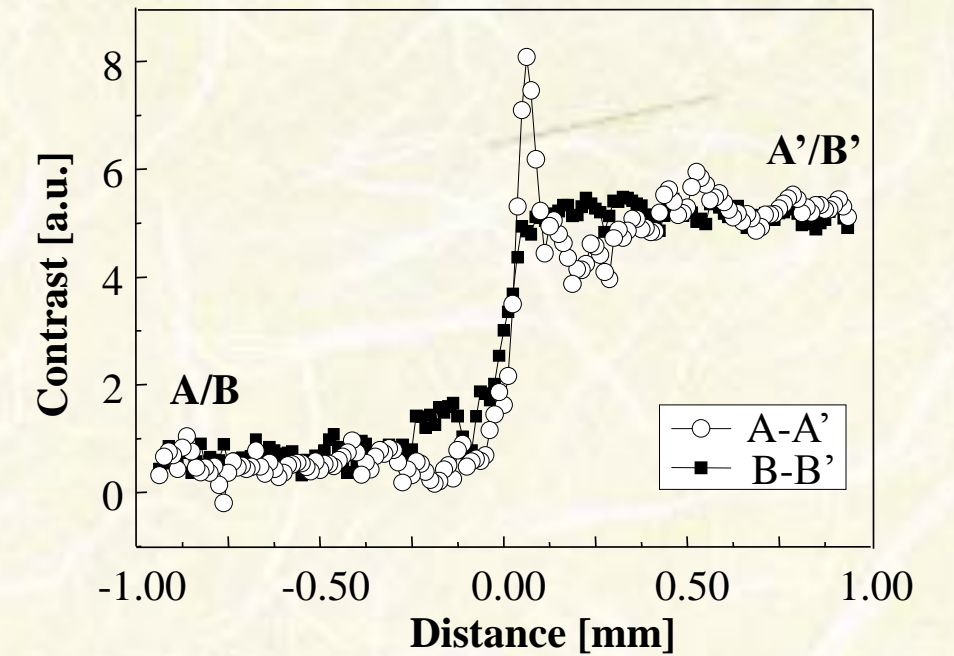
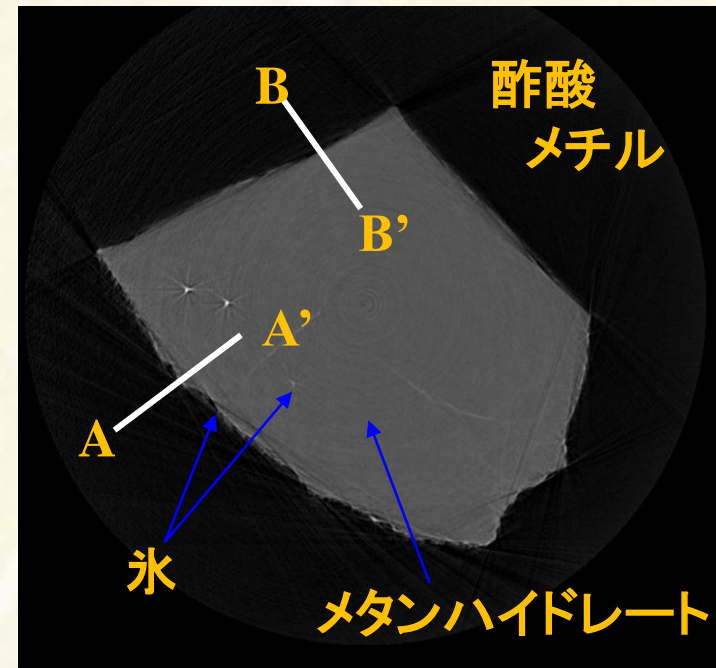
Bar = 1mm



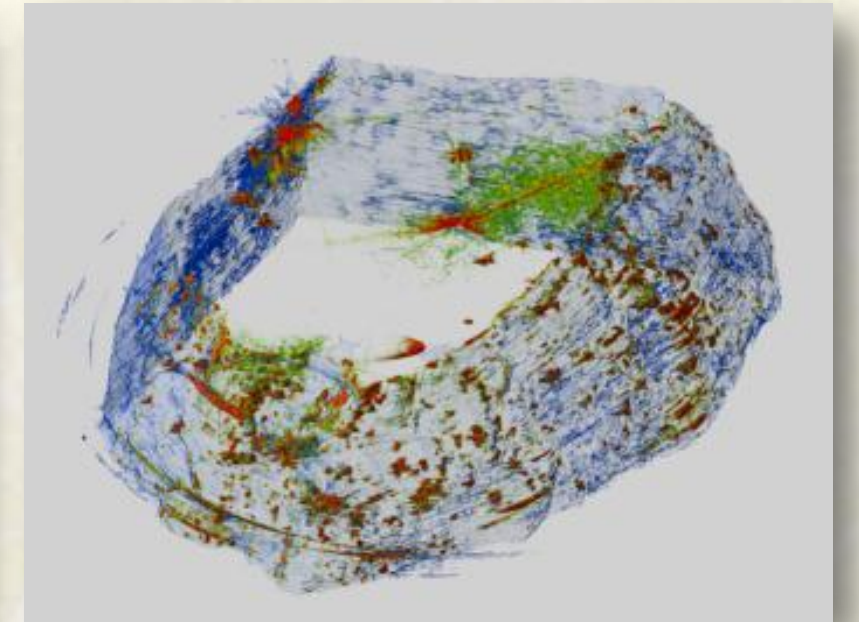
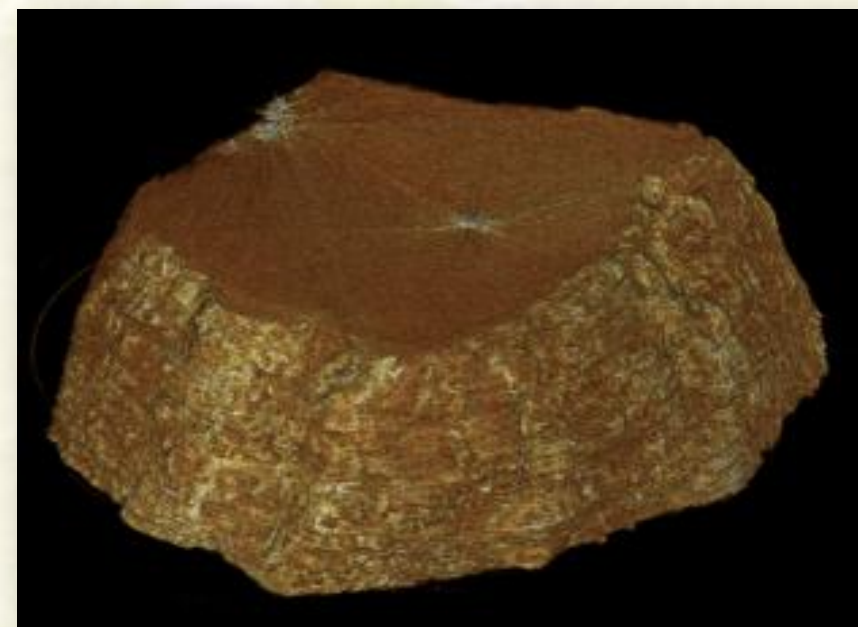
HITACHI
Inspire the Next

ハイドレートの3次元観察結果

NGH: Natural Gas Hydrate



2次元断面像と境界の密度プロファイル



表面

内部

3次元像

出典:NGHジャパン(株) HP

ハイドレート試料提供:三井造船(株)



HITACHI
Inspire the Next