

サブテーマ名  
小型高輝度X線発生装置を用いた  
X線位相イメージング法の開発

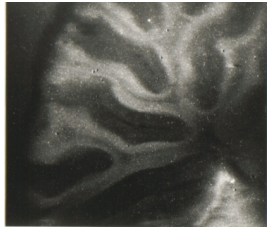
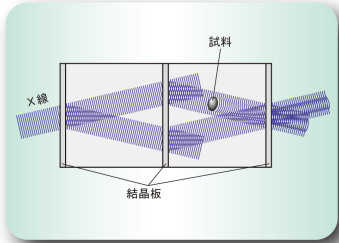
東北大学 多元物質科学研究所  
百生 敦

# X線位相イメージング開発の背景・視点

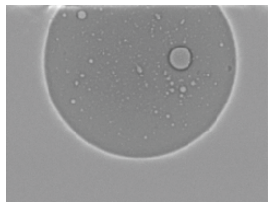
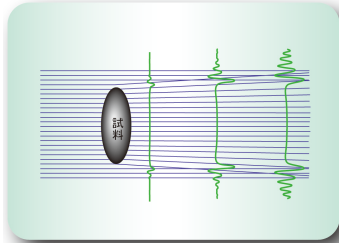
■ Concept: 従来X線画像では観察が難しい弱吸収物体(生体軟組織、高分子etc.)の可視化

■ 位相コントラスト法:

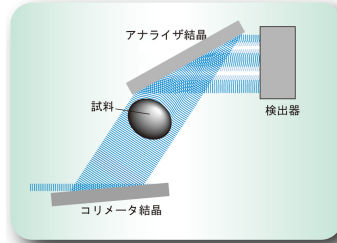
**Bonse-Hart X線干渉計**



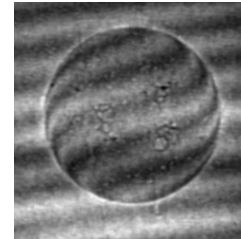
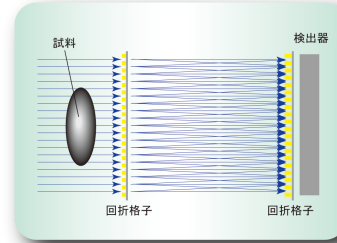
**伝播法 (in-line法)**



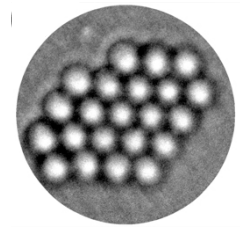
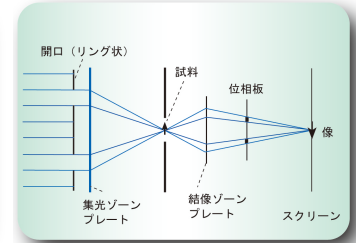
**DEI**  
Diffraction Enhanced Imaging



**X線Talbot干渉計**



**Zernike位相差顕微鏡**



■ 発展の方向性:

- ・ 実用化(医用画像診断、非破壊検査、etc.) シンクロトロン放射光施設技術からのスピノフ
- ・ 高度X線イメージング(X線顕微鏡、4D撮影、etc.)

■ コンプトン散乱X線源との相性

×

○

×

○

△

■ X線位相イメージング

△

○

# X線位相イメージング

## 位相コントラスト撮影:

光学系の工夫により、波面(等位相面)の形状を強度に変換して記録する。位相コントラスト画像といっても、吸収コントラストも通常含まれている。

## 位相計測:

位相コントラスト画像からコンピュータによる処理を経て、波面の形状を定量的に得ること。その際、吸収の寄与は分別される。

**X線位相コントラスト撮影 + X線位相計測技術**



**X線位相イメージング**

- 光学系の不完全さなどに寄生するコントラストを比較的容易に除去することができる。
- コンピュータによる測定後の処理に基づく画像理解が可能(X線位相トモグラフィなど)。
- 位相だけに注目しているのではなく、X線を複素振幅として理解・処理する技術。
- X線にある程度のコヒーレンスが求められる(完全コヒーレントである必要無し)。
- デコヒーレンスに基づく画像形成が最近注目されている。

# X線位相利用による医用機器開発の経緯

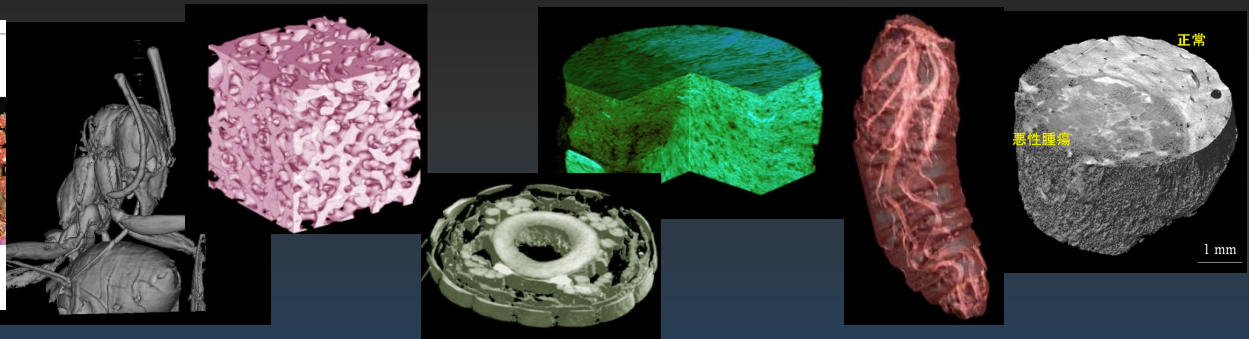
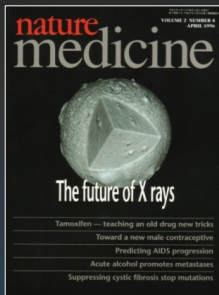
- 1990年代  
各種X線位相イメージング法の開発とシンクロトロン放射光を用いたデモンストレーション  
※巨大なシンクロトロン放射光施設では実用化に難。



Photon Factory (つくば)



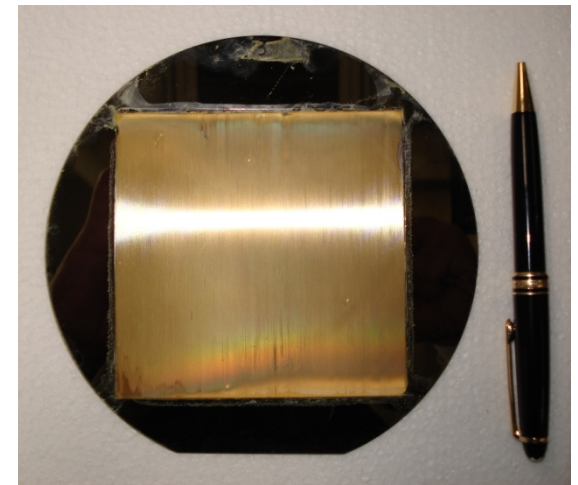
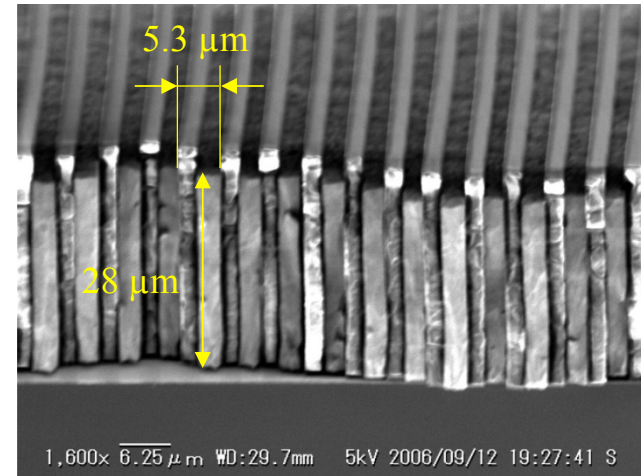
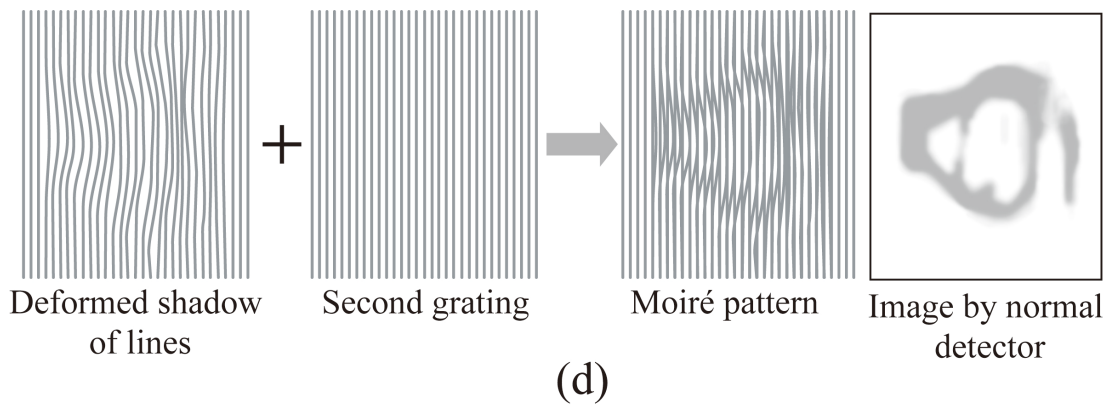
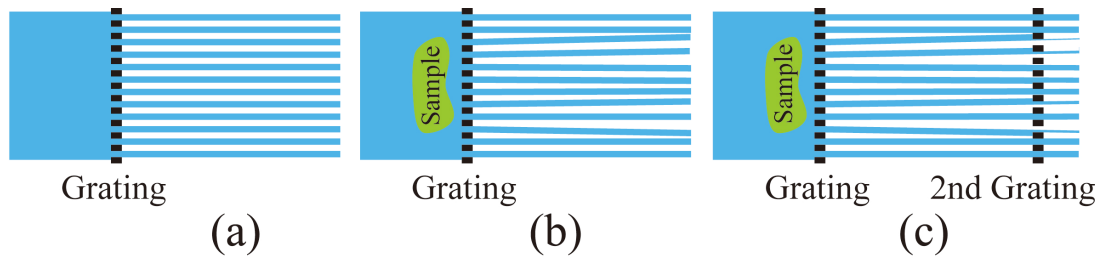
SPring-8 (西播磨)



- 2003年  
X線格子を用いた位相イメージング方式の発明  
※「いつでも、どこでも、だれでも」恩恵にあずかれるX線イメージングへのブレークスルー
- 2005年  
株コニカミルタ、PCM (Phase-Contrast Mammography) 発売
- 2004年  
科学技術振興機構のサポートによる医用機器開発に向けたプロジェクト開始
- 2009年  
医用画像診断を目指した最初のシステムを病院に設置
- 2010年  
医用画像診断を目指した二号機システムを病院に設置
- 2012年  
関節リウマチ診断用途で臨床試験開始

# X線の屈折を検出する方法

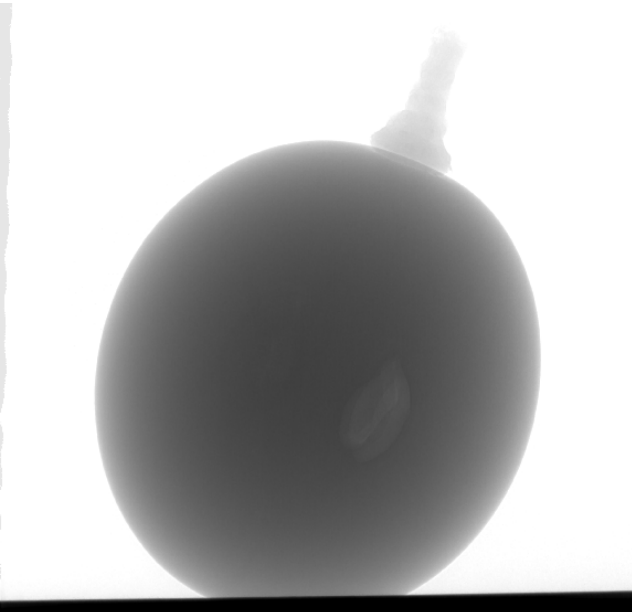
## X線Talbot干渉計



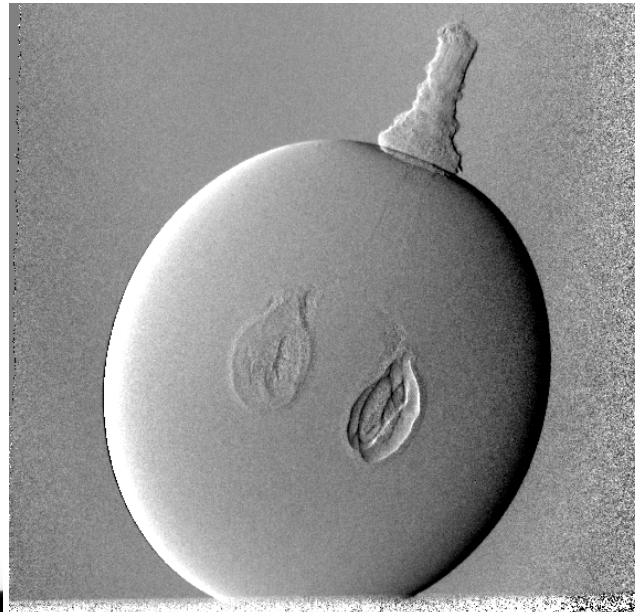
X線格子

# 三つのコントラスト画像

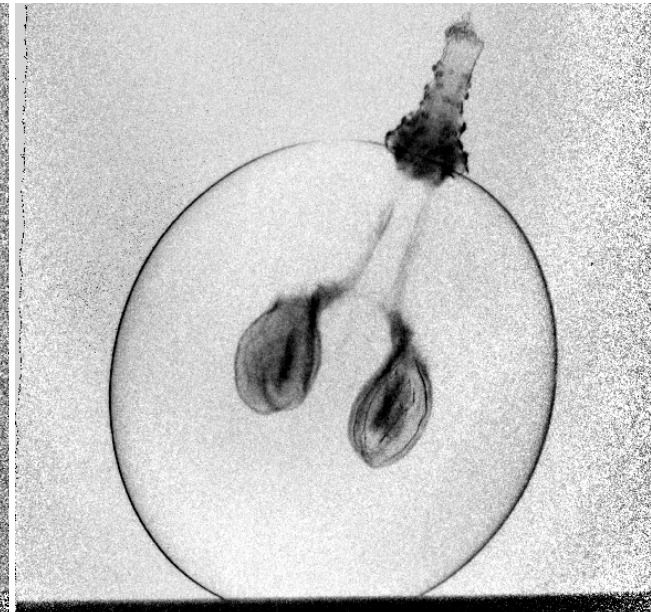
ぶどう



吸収像  
(従来相当画像)



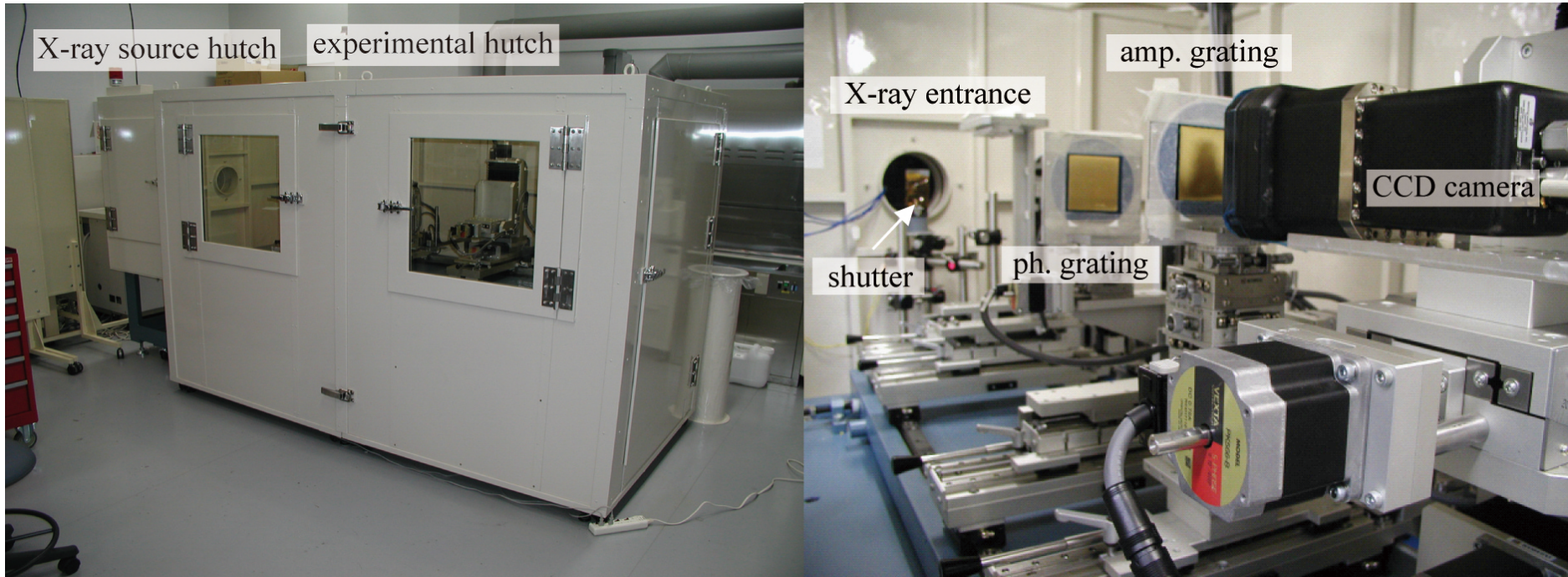
微分位相像  
(屈折画像)



Visibility像  
(散乱体分布画像)

X線Talbot干渉計で生成されるモアレ画像を、格子を並進させて複数枚計測し、簡単なコンピュータ演算により三つのコントラスト画像が生成される。

# X線Talbot干涉計装置

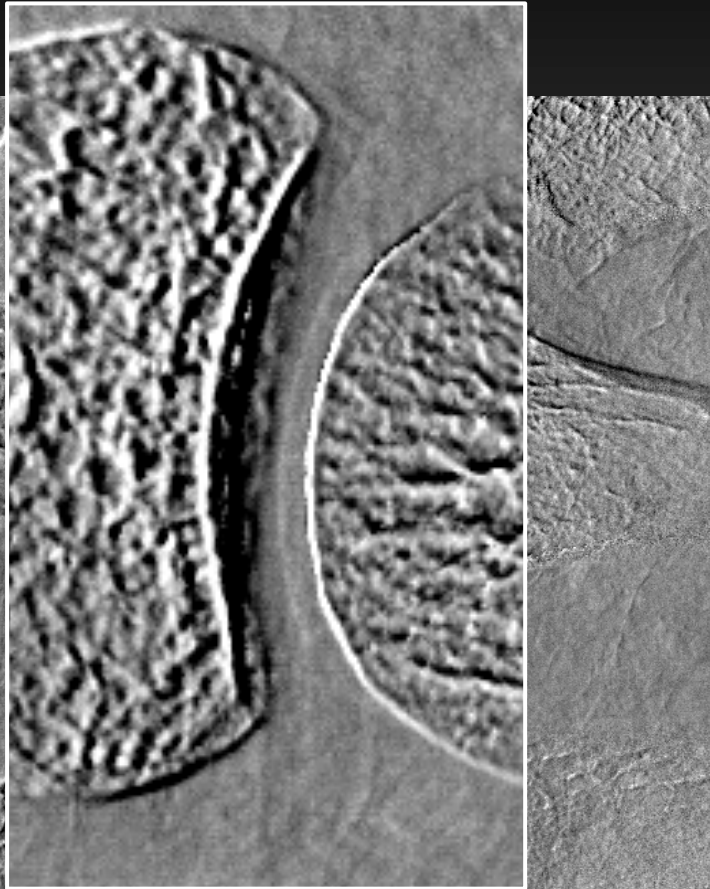


@東北大 多元研  
百生研究室

# 従来X線源を用いた病院設置縦型装置

本課題において、これ以上のパフォーマンス(画質、撮影時間、etc.)実現見込みが必要！

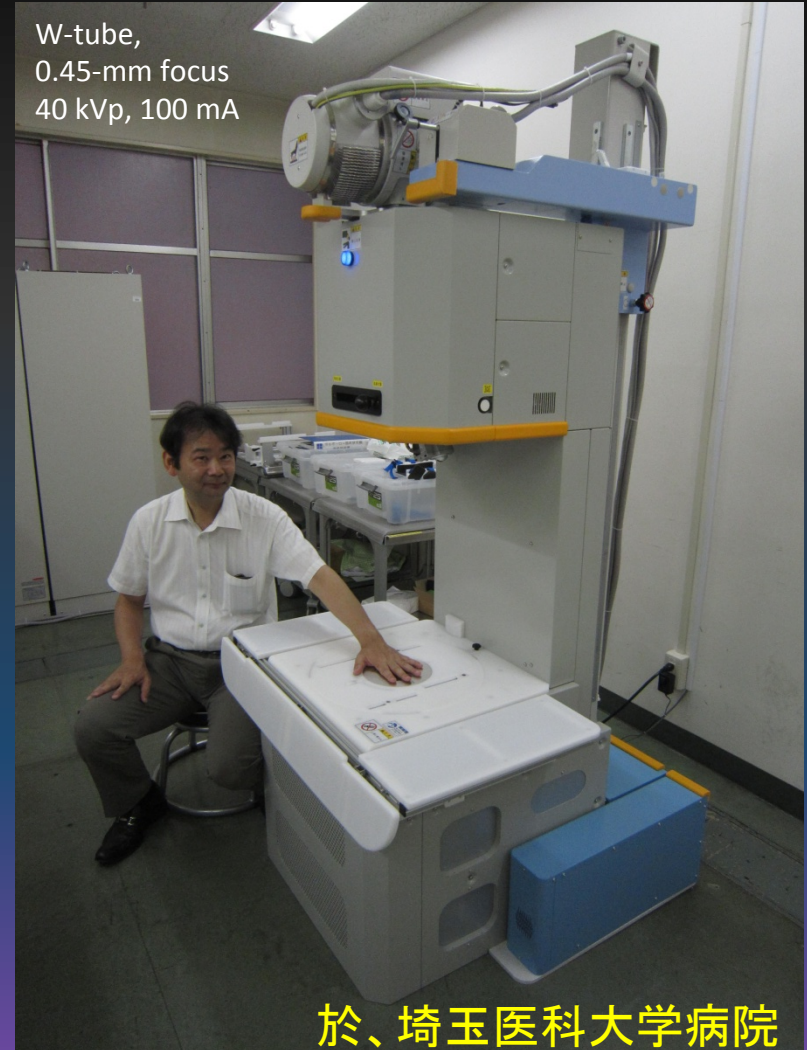
中指



人差し指

Measurement: 32 sec  
X-ray exposure: 19 sec  
Skin dose: **5 mGy**

W-tube,  
0.45-mm focus  
40 kVp, 100 mA



於、埼玉医科大学病院

J. Tanaka et al., *Z. Med. Phys.*, (2012) *in press*.  
A. Momose et al., *Philos. T. R. Soc. A*, *accepted*.

# 本小テーマの目的

レーザー逆コンプトン散乱X線源が、実用的X線位相イメージングのためのX線源として有効かつ効果的であることを示すこと

## 目標

- X線質に応じてX線格子を設計・製作し、X線Talbot干渉計を構築する
- X線Talbot干渉計を用いた位相イメージングを行い、画質評価を行う
- 位相イメージングパフォーマンス最適化のために、X線源側にフィードバックを図る

## 【平成25年度】

各参画機関と連携し、レーザー逆コンプトン散乱X線源の線質を鑑み、画像シミュレーションに基づいてX線Talbot干渉計の構成を決め、必要となるX線格子を試作する。

## 東北大メンバ



百生 敦(教授)

取りまとめ



Margie Parera Olbinado (博士研究員)

実験、画像処理



矢代 航(准教授)

画像データ処理プログラム整備