

SAGA-LS における 高機能放射光イメージングの開発状況と将来展開

米山明男

九州シンクロトロン光研究センター ビームライングループ

放射光は大強度かつ平行という理想的なX線源であり、その特徴を活用することによって、高空間・高時間・及び密高度分解能の計測だけでなく、全く新しい原理に基づいた新規計測を実現することができる。本発表では SAGA LS で進めている白色放射光を用いた走査型X線蛍光顕微鏡、準単色放射光を用いた ms のリアルタイム 2 次元観察や高速CT、及び位相コントラスト法を用いた高精細 3 次元観察について、システムの概要や主な観察結果について紹介する。さらに、現在開発を進めている環境制御型(温度)CT、デュアルエネルギーCT評価システム、3Dプリンターを用いた高精細な実体化、及びX線サーモグラフィーなどと併せて、SAGA LS におけるイメージング技術の将来展開について紹介する。

SAGA-LSにおける 高機能放射光イメージングの 開発状況と将来展開

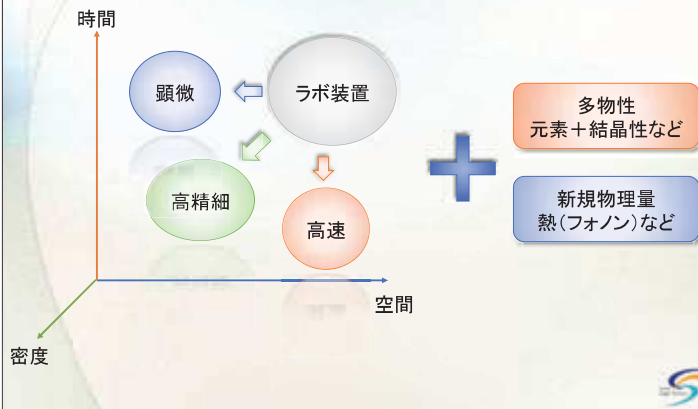
九州シンクロトロン光研究センター
ビームラインGr
米山明男

目次

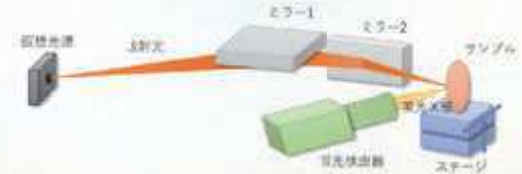
1. 放射光の特徴とイメージングへの活用
2. 高空間分解能イメージング(X線顕微鏡)
3. 高時間分解能イメージング(リアルタイム)
4. 高密度分解能イメージング(位相イメージング)
5. 将来展開

1. 放射光の特徴とイメージングへの活用

放射光: 大強度、平行、単色: レーザーに近い輝度の高いX線

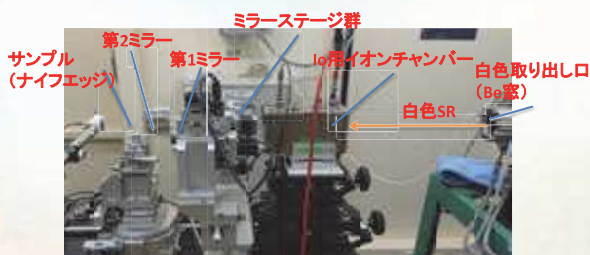


2. 高空間分解能イメージング 2.1 白色X線顕微鏡の構築



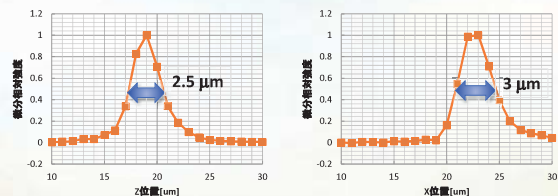
方式	走査型(STXM)
集光光学系	縦横独立した2枚全反射ミラー (KBミラー)
設置BL	BL07白色ハッチ
エネルギー	~7 keV
ビーム径	~数ミクロン

2.2 X線顕微鏡の写真



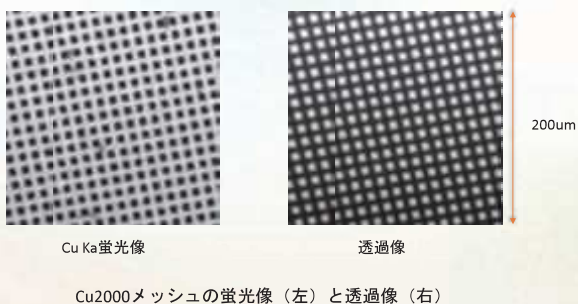
BL07 白色ハッチに構築したX線顕微鏡

2.3 ビーム形状の計測結果



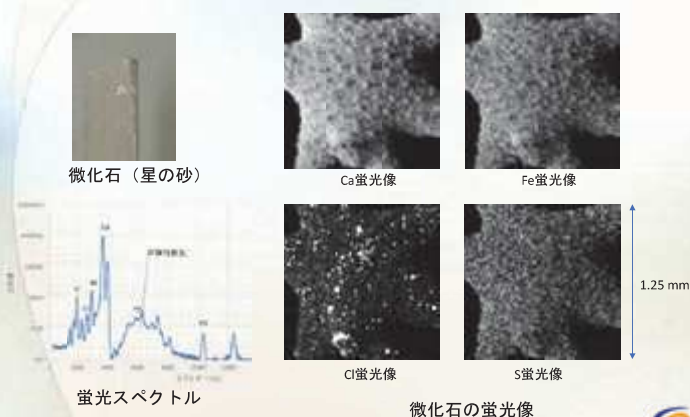
ナイフエッジスキャンによるビームプロファイルの計測結果
縦: 2.5 μm (左)、横: 3 μm (右) に集光
(サイズはTC1の開口に依存)

2.4 金属メッシュの観察結果

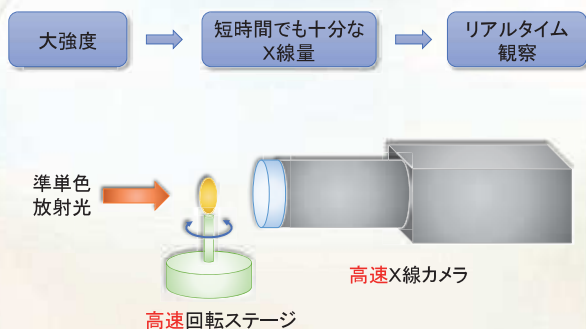


A. Yoneyama, XOPT 2019

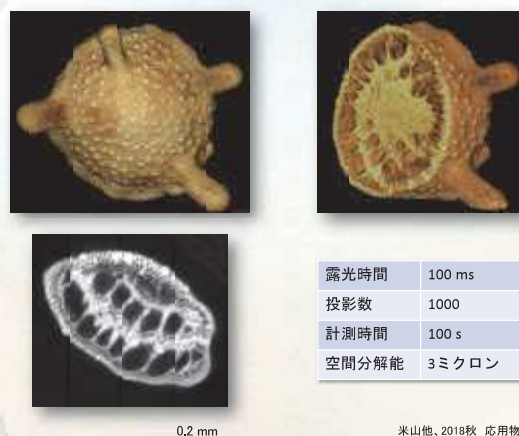
2.5 微化石の観察結果



3. 高時間分解能イメージング（リアルタイム、4DCT）



3.2 高速マイクロCT —微化石の観察例—

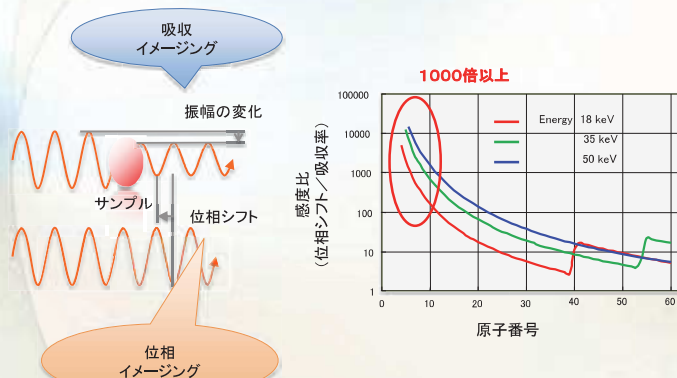


米山他、2018秋 応用物理学会

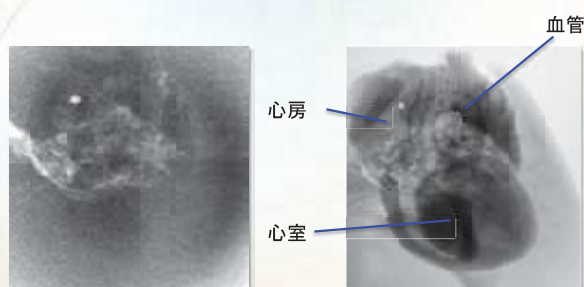
3次元実体化



4. 高密度分解能（高感度）イメージング 一位相情報の利用—



4.1 位相イメージングの観察例



吸収イメージング
(レントゲン)

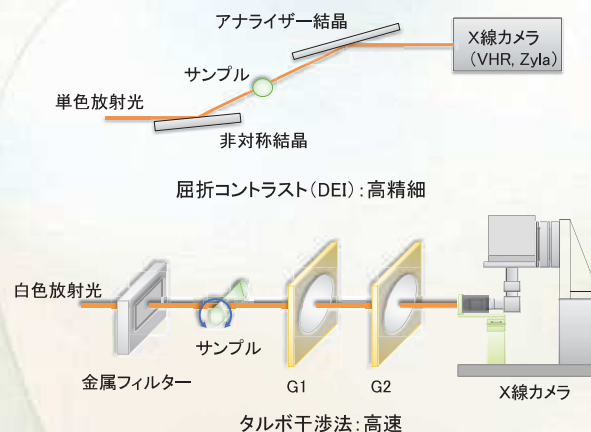
位相イメージング

ラット心臓の測定例(同一被曝量)

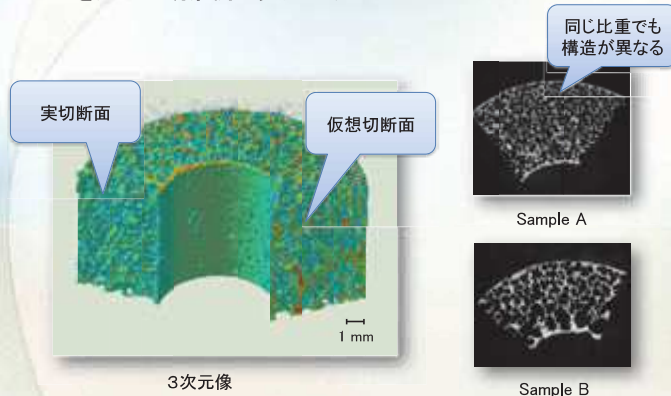
試料提供: 北里大学



4.2 SAGA-LSにおける位相イメージング



4.3 DEIを用いた観察例ー発泡ポリマー



3次元像

発泡ポリマー(絶縁材料)の測定例



4.4 DEIを用いた観察例ー野菜ー

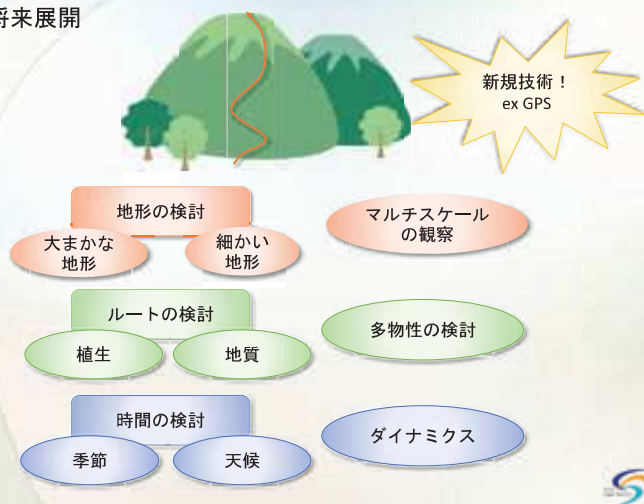


インゲン豆

ブロッコリー



5 将来展開



・X線顕微鏡

多物性同時観察: 元素種、密度、結晶性、化学状態
実験室系X線CTとの組合せ(マルチスケール)

・リアルタイム観察

msのダイナミクス
放射光のパルス特性を利用したポンプ＆プローブ

・高感度観察

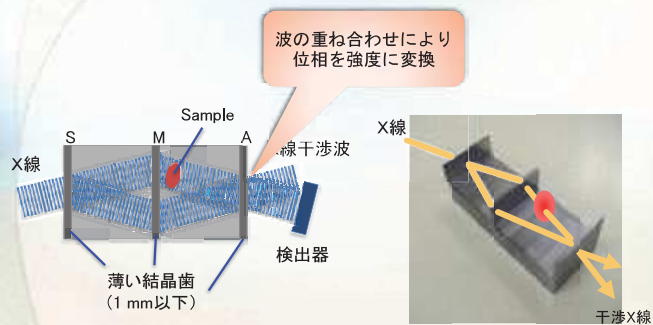
結晶X線干渉計を用いた非破壊観察
熱の伝搬(X線サーモグラフィー)

・その他

低温下における非破壊観察



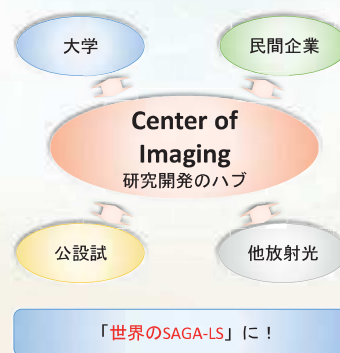
X線干渉法—結晶X線干渉計の利用—



X線干渉計の模式図

X線干渉計の写真

オンリーワンのコア計測技術の創出



謝辞

産業技術総合研究所 物質計測標準研究部門
高エネルギー加速器研究機構 構物質構造科学研究所
北里大学 医療衛生学部

佐賀県農業試験研究センター 野菜・花き部

(株)日立製作所研究開発グループ
九州シンクロtron光研究センター

竹谷敏氏
兵藤一行准教授
武田徹教授
Thet Thet Lwin講師
月足公男氏
坂本健一郎氏
松本茜氏
馬場理香氏
メンバー各位