



IMSS
物質構造科学研究所



2FZPブーミング光学系のための STARSベース統合制御システムの開発

西村龍太郎^{1,2}

仁谷浩明¹、柴崎裕樹^{1,2}、若林大佑^{1,2}、平野馨一^{1,2,3}、小菅隆¹、
鈴木芳生¹、杉山弘^{1,2}、五十嵐教之^{1,2}、船守展正^{1,2,4}

¹ 高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 放射光実験施設

² 総合研究大学院大学 先端学術院先端学術専攻 物質構造科学コース

³ 筑波大学大学院 理工情報生命学術院 数理物質科学研究群

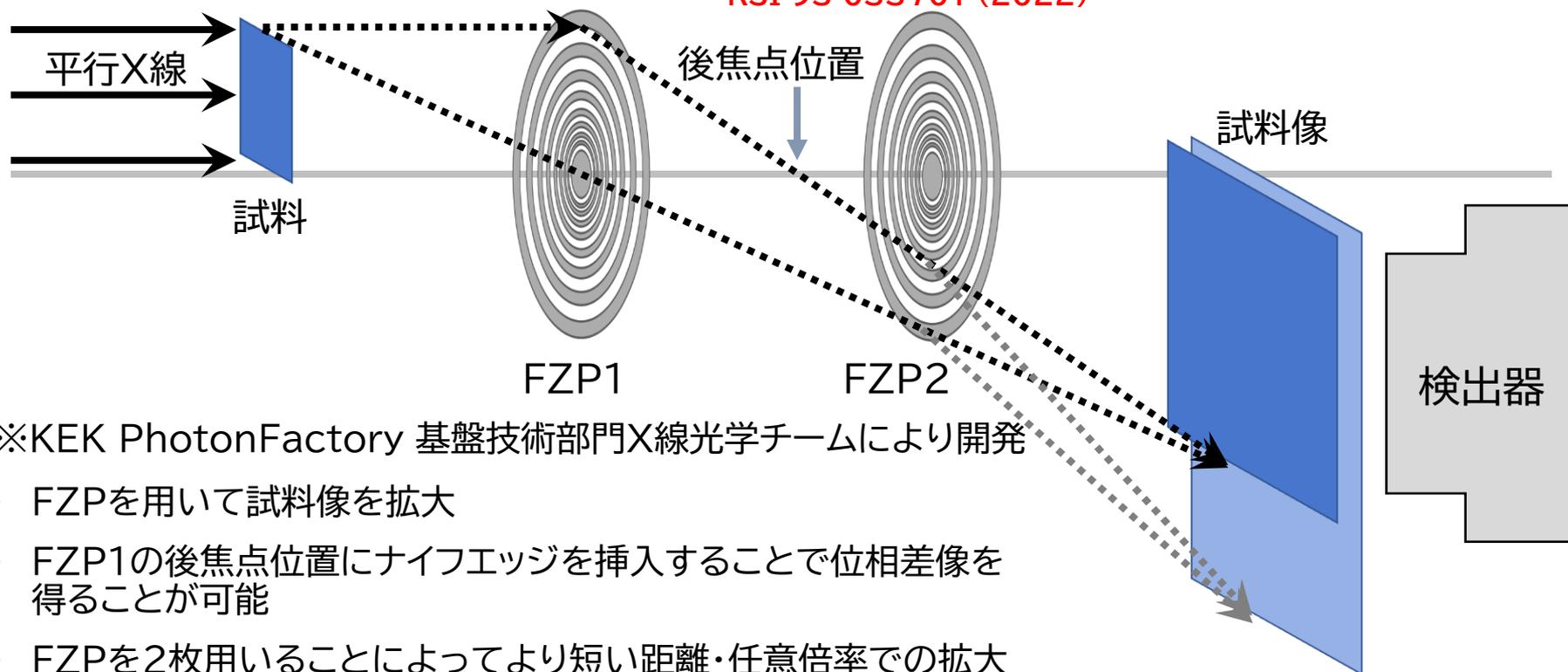
⁴ 東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻

Outline

- 2FZPズームング光学系について
- STARSについて
- 検出器共通STARSコマンド
- 2FZPズームング光学系制御・測定システム
 - 統合制御システムコントロールソフトウェア
 - 測定例
- まとめ・今後

フレネルゾーンプレート(FZP)ズーミング光学系による X線イメージング

Wakabayashi, D. et al.,
X-ray zooming microscopy with two Fresnel zone plates,
RSI 93 033701 (2022)

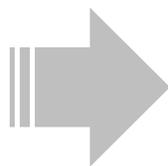


※KEK PhotonFactory 基盤技術部門X線光学チームにより開発

- FZPを用いて試料像を拡大
- FZP1の後焦点位置にナイフエッジを挿入することで位相差像を得ることが可能
- FZPを2枚用いることによってより短い距離・任意倍率での拡大が可能

解決したい課題

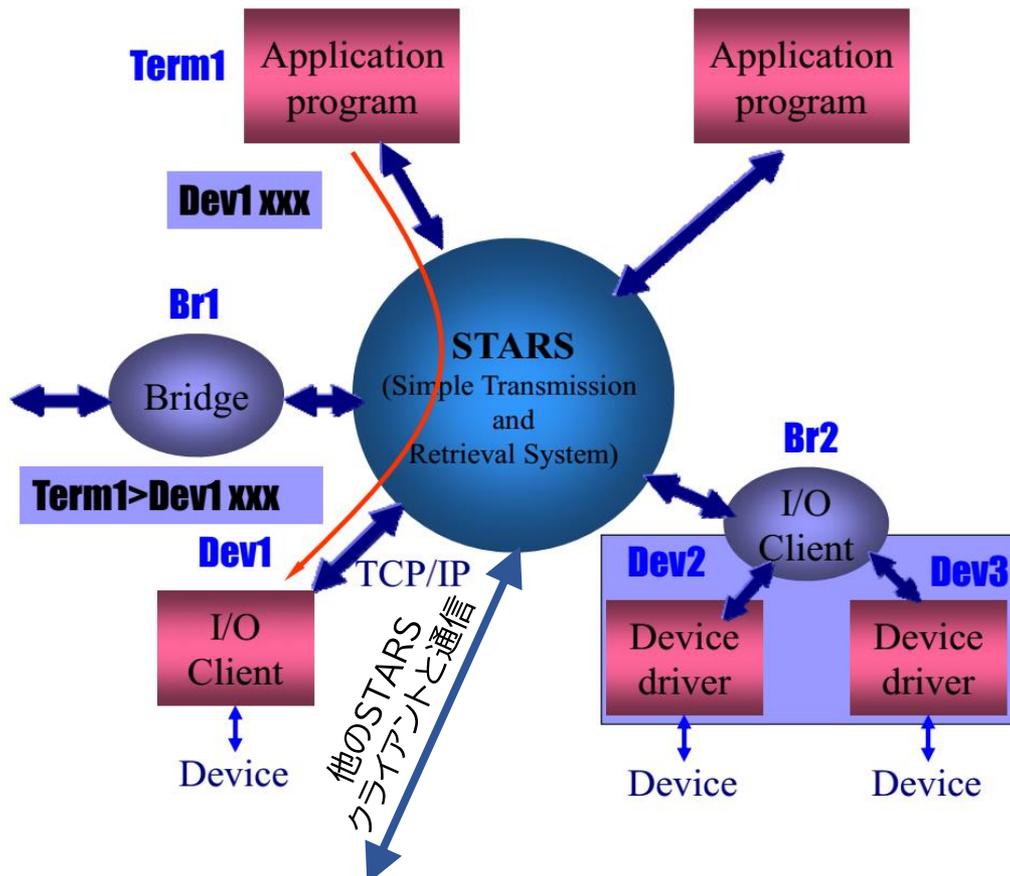
- 倍率調整・試料位置調整・ナイフエッジの抜差し等、測定までの調整項目は多岐にわたる
- 撮像対象・エネルギーによって適切な検出器に変更したい



STARSによる統合制御システムを構築
/
X線検出器用の共通STARSコマンドを整備

STARS

Simple Transmission And Retrieval System



- PFで開発・運用中の制御フレームワーク
- アプリケーションと測定器の通信を仲介するシステム
- スター型トポロジで1対1もしくは1対多の情報交換が可能

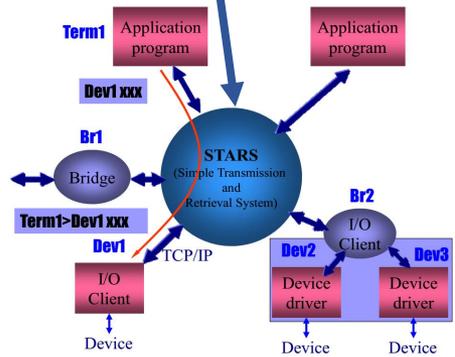
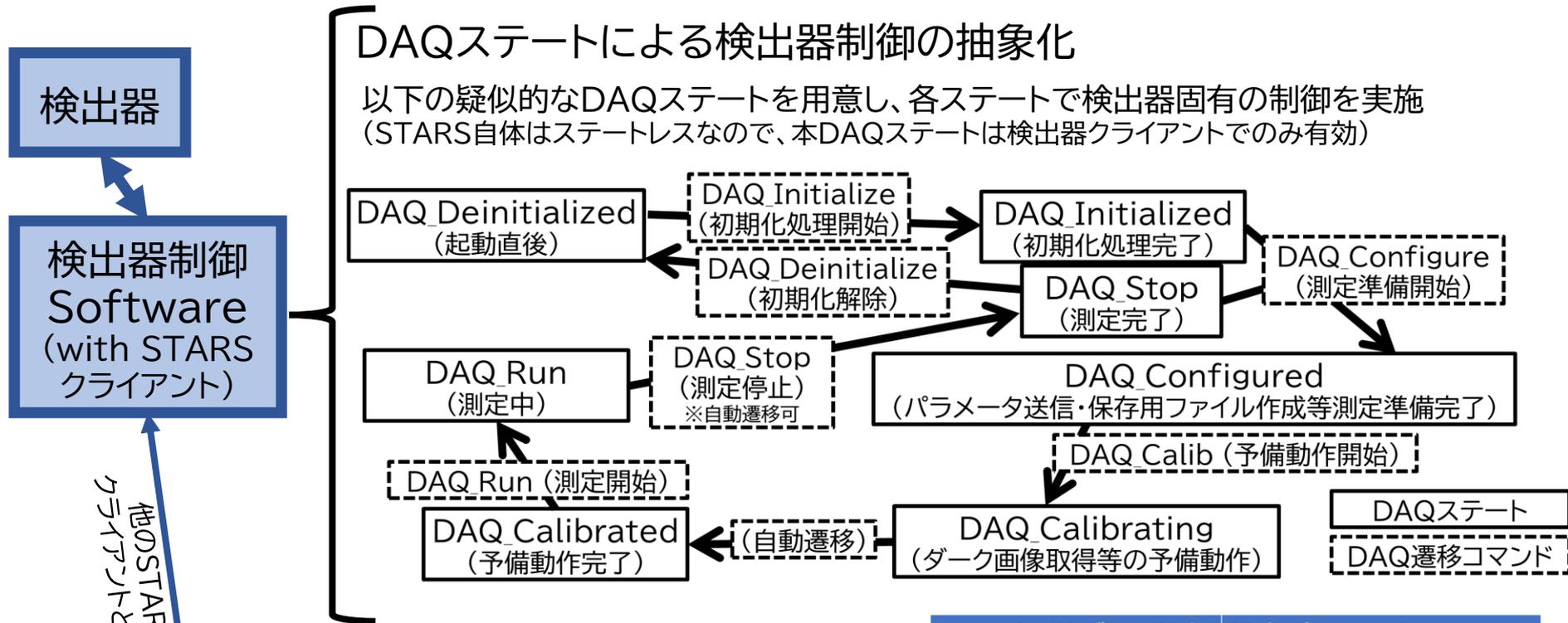
→実験ステーションでの測定・制御を連動させ、自動化・省力化・高度化

※同様の仕組みとしては、EPICS、TANGO、MADOCA、TINE等

詳細については下記に記載
<https://stars.kek.jp/>



統合制御のためには検出器の制御ソフトウェアにも
 STARSインターフェースの搭載が必要

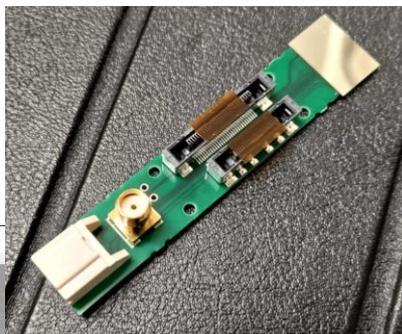
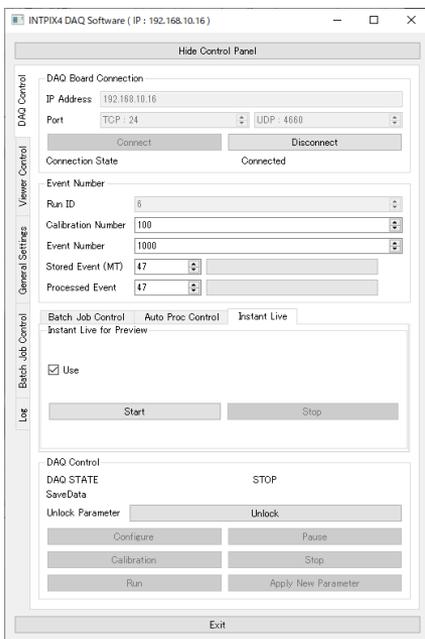


一部のよく使われる
パラメータ設定コマンド
については実装を
推奨するものとして用意
(コマンド/サブノードの
両方で実装)

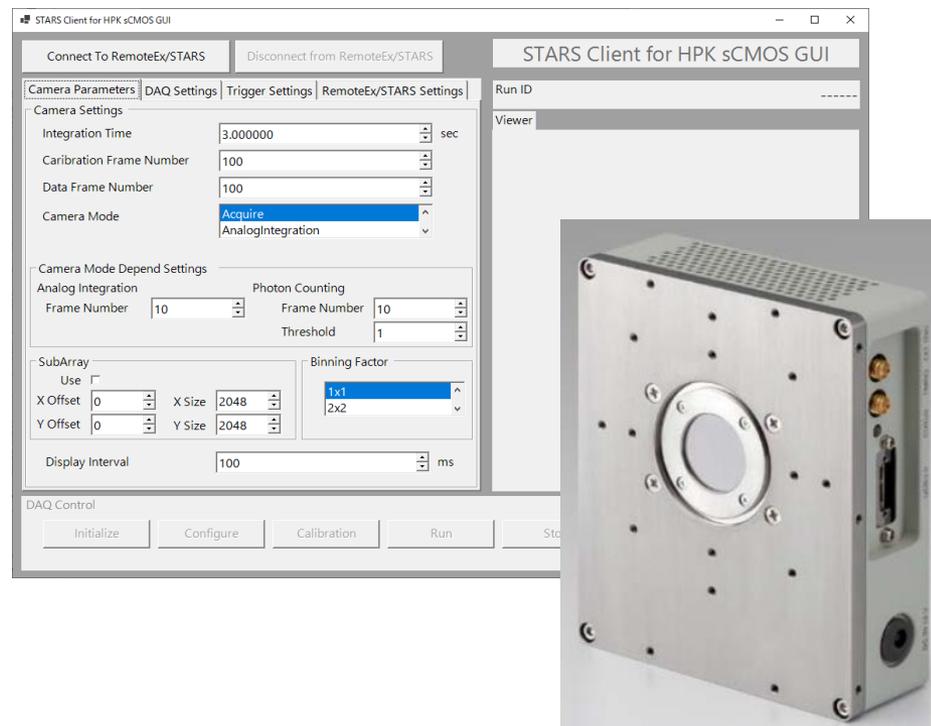
コマンド/サブノード名	設定パラメータ
INTEGT	フレーム当たり露光時間
FNUM_C	ダーク画像 取得フレーム数
FNUM_D	測定(撮像)時 取得フレーム数
RUNID_EN	RunIDを有効化
RUNID_NUM	RunID番号設定
JSONParam	その他のパラメータ 一括設定用コマンド (JSON形式)

検出器共通STARSコマンド 対応検出器

SOIPIX検出器 (INTPIX4NA)



sCMOS検出器 (浜ホトC12849-111U)

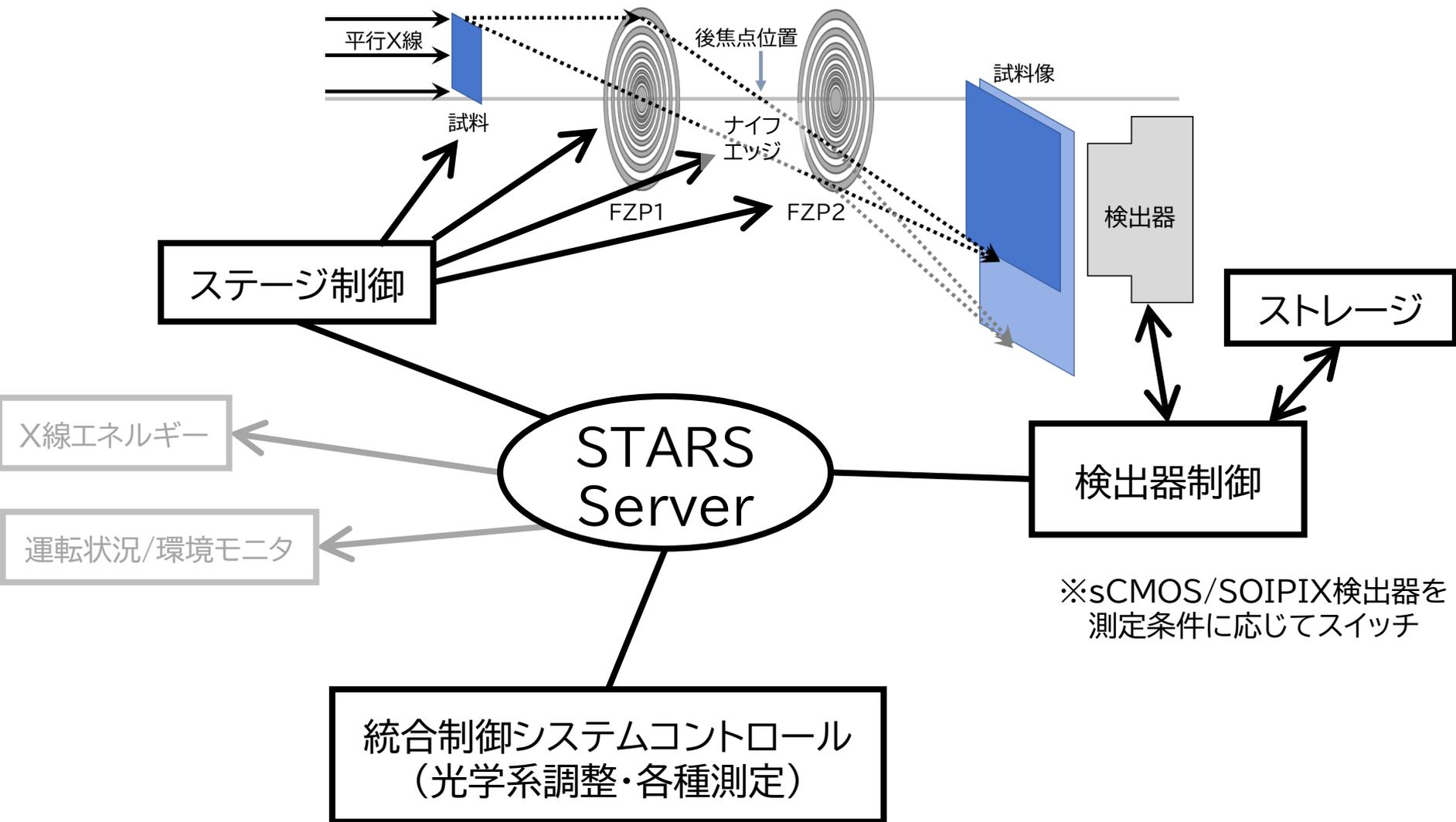


その他

- Gpixel GSENSE400BSIベースSX検出器
- Dectris Eiger 2

等にも対応・開発中

2FZPブーミング光学系制御・測定システム



2FZPブーミング光学系制御・測定システム 統合制御システムコントロールソフトウェア (光学系調整・各種測定)

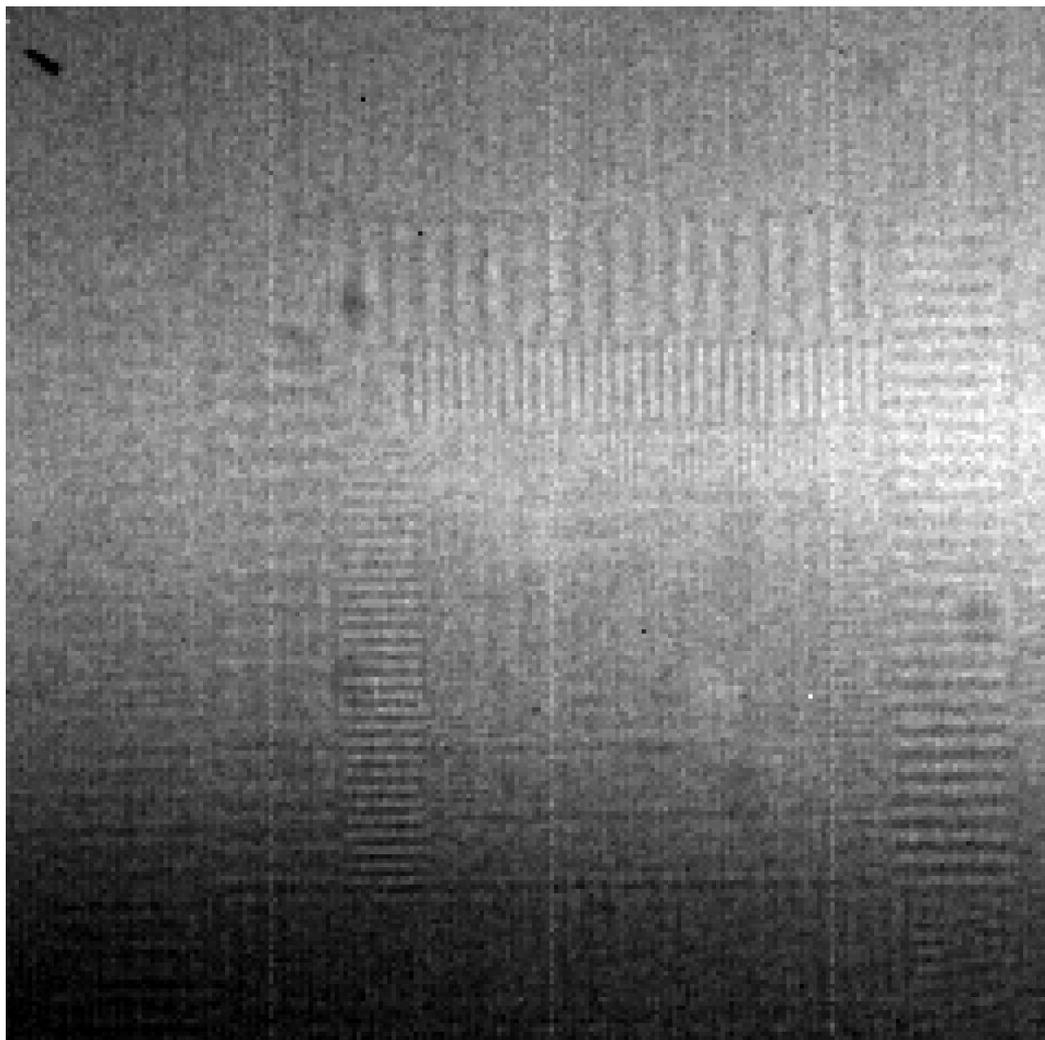
- 光学系調整
 - フォーカス調整データ取得
 - 拡大倍率調整
- 試料位置調整
- 各種測定
- 静止像撮像
- CT/ラミノグラフィ測定
- 2次元マッピング撮像

が可能

- 各種パラメータはJSONフォーマットで記録
- ソフトウェアの内部構造は今後の応用展開に備えた拡張性重視設計

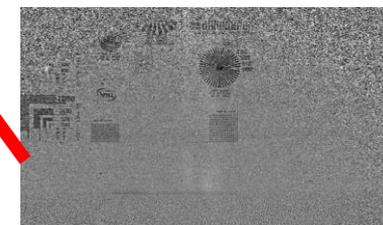
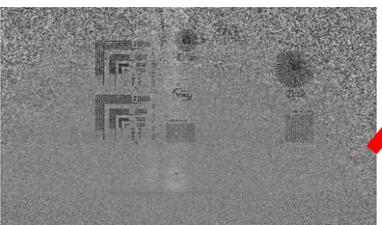
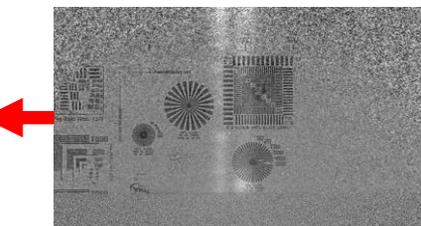
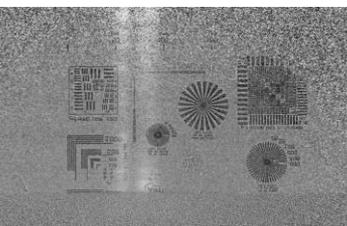
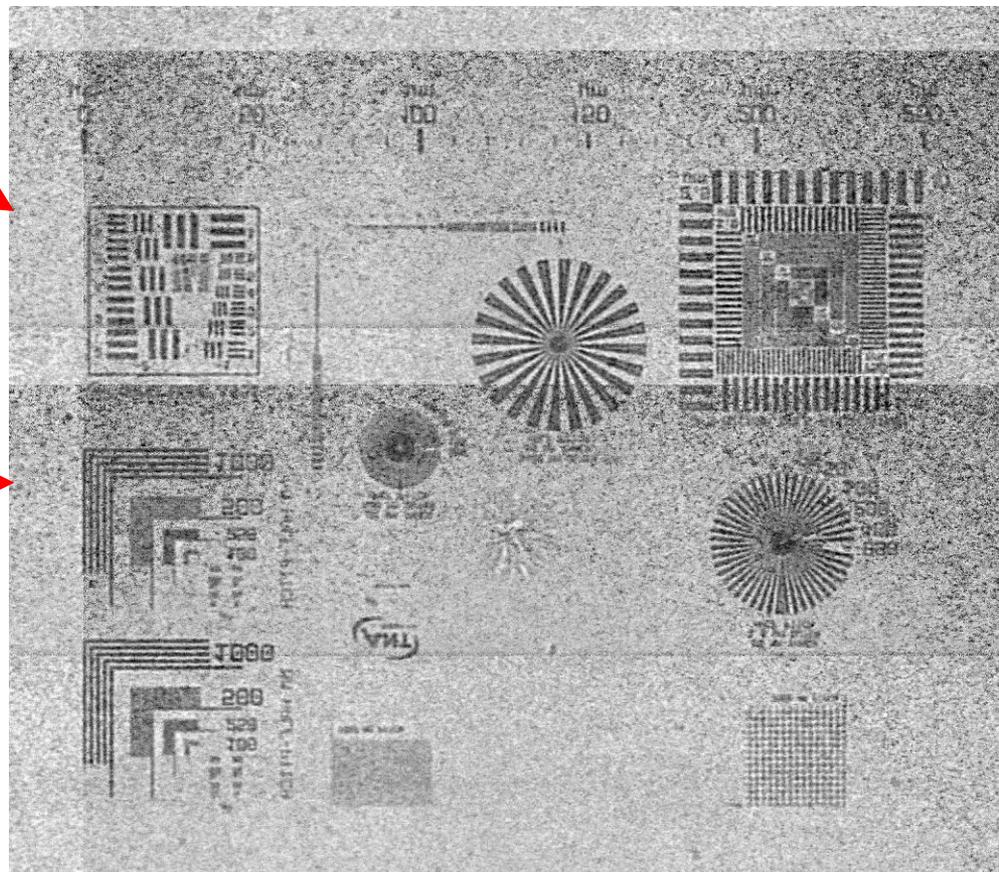
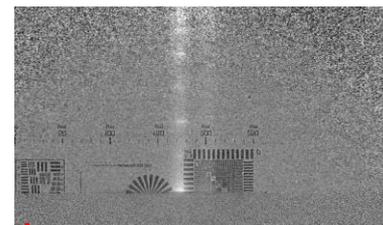
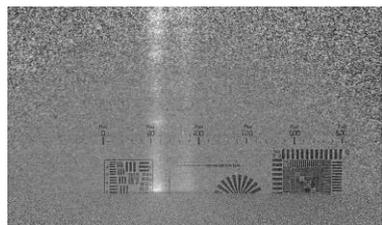
測定例@AR-NE1A

ズームング光学系におけるフォーカス調整



測定例@AR-NE1A

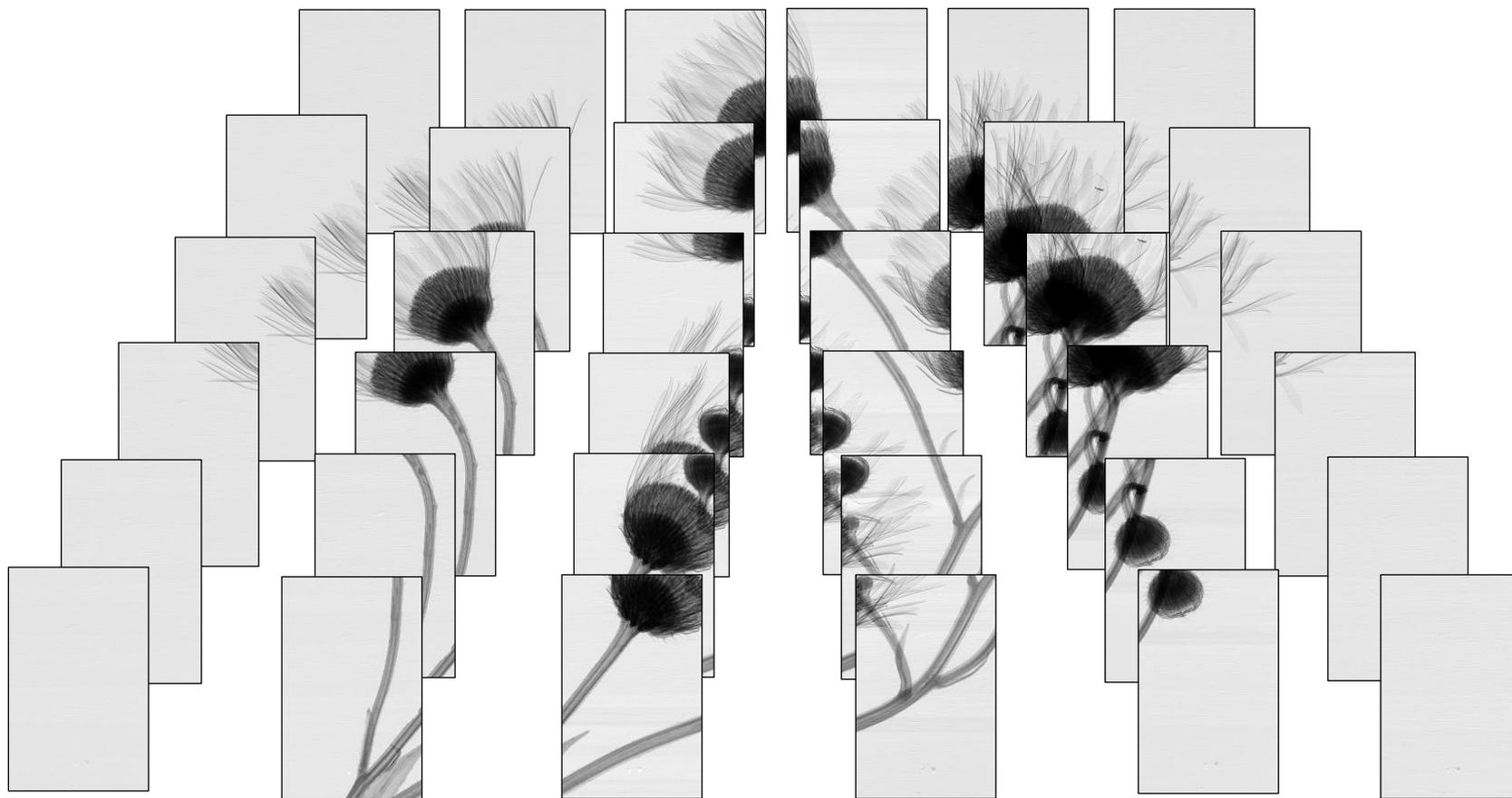
2次元マッピング撮像(2×3ショット)による
実視野を超える大視野撮像例



(試料:テストチャート)

測定例@BL-14B

2次元マッピング撮像(6×6ショット)による
実視野を超える大視野撮像例



測定例@BL-14B

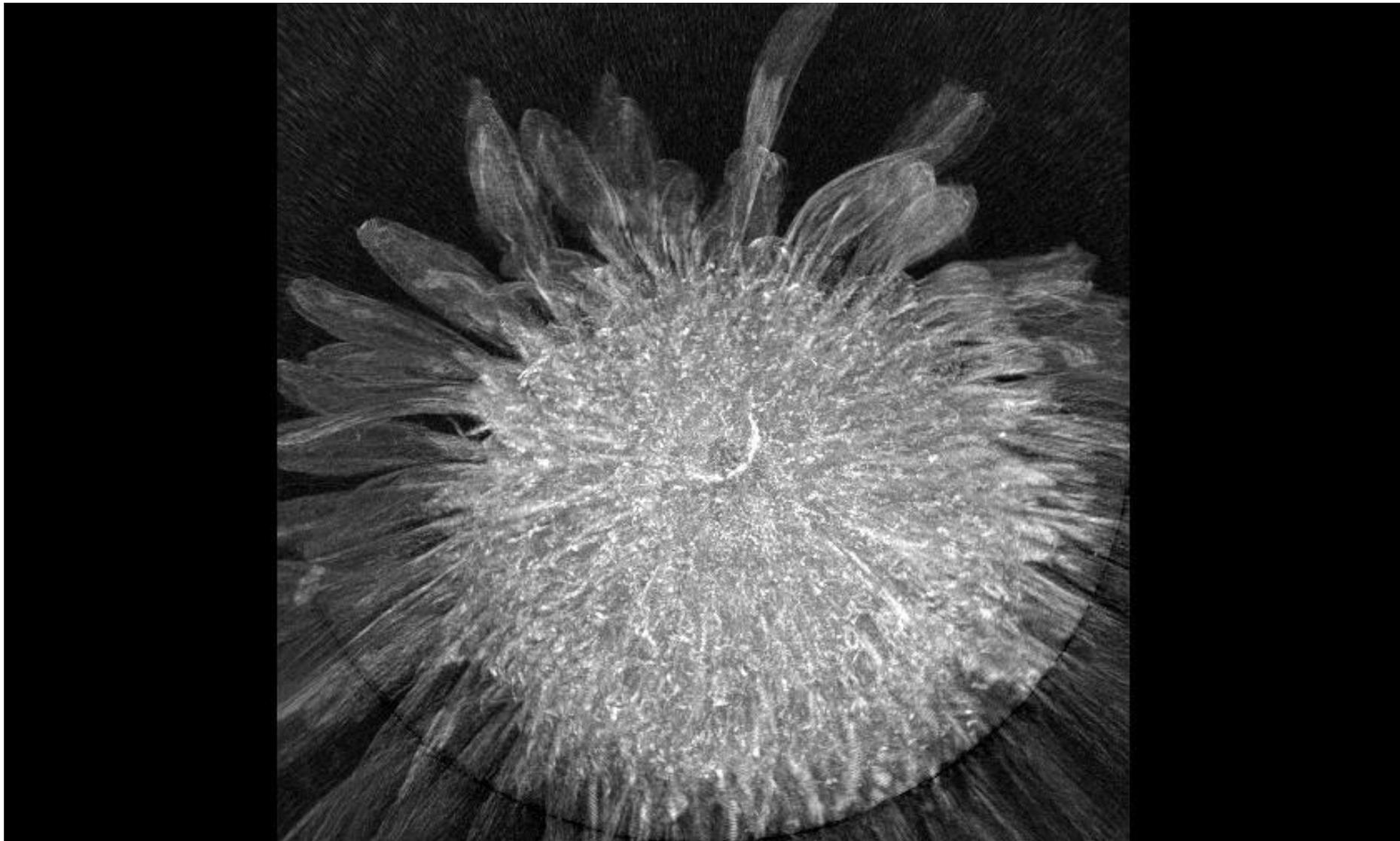
2次元マッピング撮像(6×6ショット)による
実視野を超える大視野撮像例



(試料:ヒメジオオンの花)

測定例@BL-14B

CT撮像(試料:ヒメジョオンの花)



まとめ・今後に向けて

PF開発の2FZPズーミング光学系のユーザー利用に向けて、

- STARSフレームワーク
 - 検出器共通STARSコマンド
- を用いた統合制御システムを開発した

動作確認としてAR-NE1A・BL-14Bにおいて本システムによる測定を実施し、想定通りの動作を確認できた

現在、AR-NE1Aでは本システムを用いた測定として、
拡大視野でのX線ラミノグラフィ測定等の取り組みが進行中

統合制御システムもBL担当者・ユーザーからのフィードバックを基に
随時アップグレードを継続
機械学習を用いたフォーカス調整の完全自動化等も検討中

ご清聴頂き
ありがとうございました