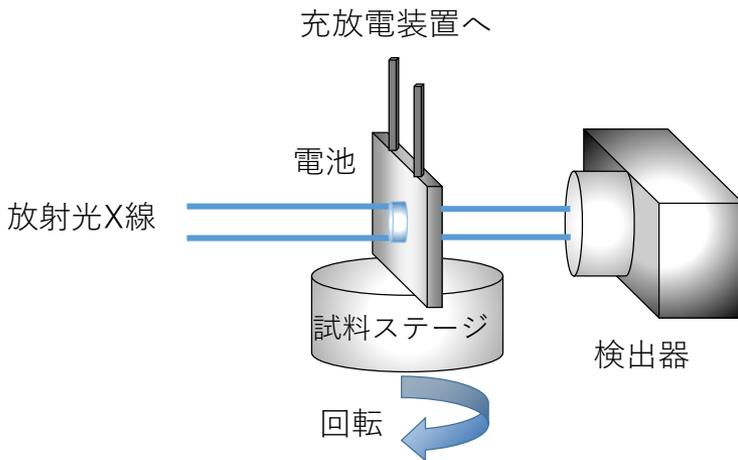


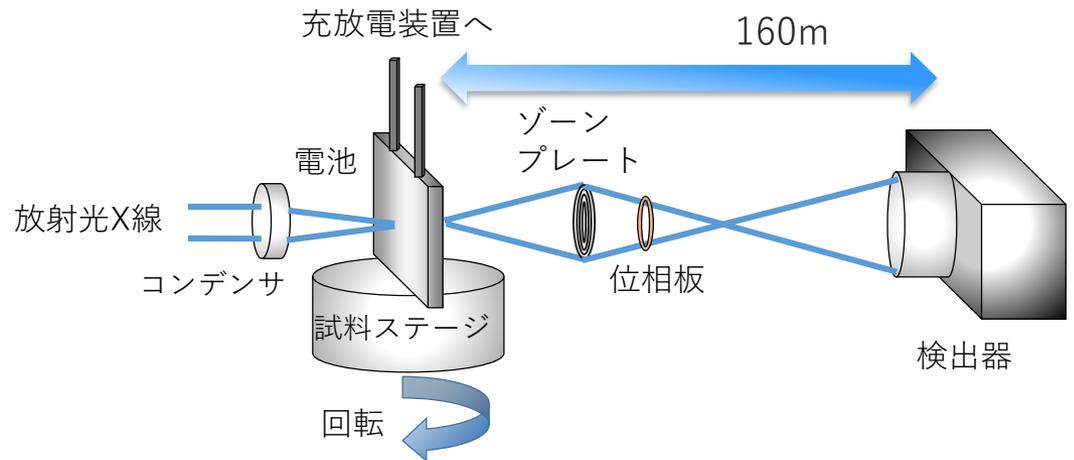
SPring-8, BL20XU、 μ -CT、nano-CT概要

- SPring-8, BL20XU 20~30keV
- μ -CTで測定しその観察結果からピンポイントでnano-CTが測定可能
- in-situ, Operando測定可能（充放電、引張試験等）



μ -CTのセッティング

視野：1mm \square
分解能：500nm/pixel
測定時間：1分



nano-CTのセッティング

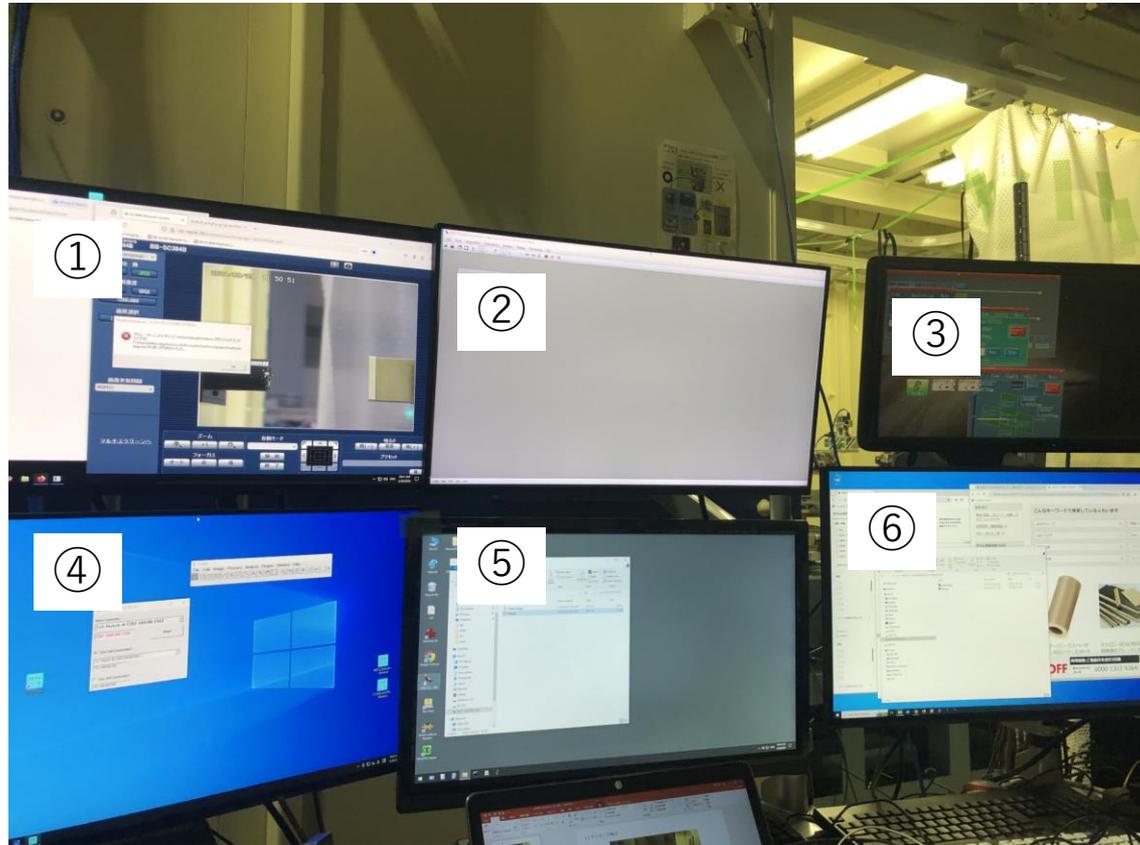
視野：60 μ m \square
オフセット測定：100 μ m \square
分解能：32nm/pixel
測定時間：20分

※上記情報は参考値。試料、測定条件で変化する。

表1 BL20XUでのCT測定モード

種類	内容	最小画素サイズ	視野	測定角度	測定枚数	測定時間 (1画像)	トータル測定時間	全スライス枚数
microCT	μ-CT マイクロ 投影像	500nm	1mm × 1mm × 1mm	180°	1800枚	50ms	約5分	2048枚
nanoCT p	nano-CT +位相板 結像	32nm	60μm × 60μm × 48μm	180°	1800枚	50ms	約5分	2048枚
nanoCT a	nano-CT 位相板なし 結像	32nm	60μm × 60μm × 48μm	180°	1800枚	500ms	約20分	1500枚
nanoCT p offset	nano-CT +位相板 +off set 結像	32nm	100μm × 100μm × 48μm	360°	3600枚	500ms	約40分	1500枚

1.1 モニターの構成



- | | |
|---------------|-----------------|
| ① : ハッチ内の映像 | ④ : CT操作メイン画面 |
| ② : nano-CT画面 | ⑤ : μ -CT画面 |
| ③ : 放射光情報 | ⑥ : 再構成画面 |

図1.1 モニター構成

1.2 ソフトの立上げ

- ④の画面のCT_2024Aをダブルクリック
※測定途中でソフトが落ちた時なども

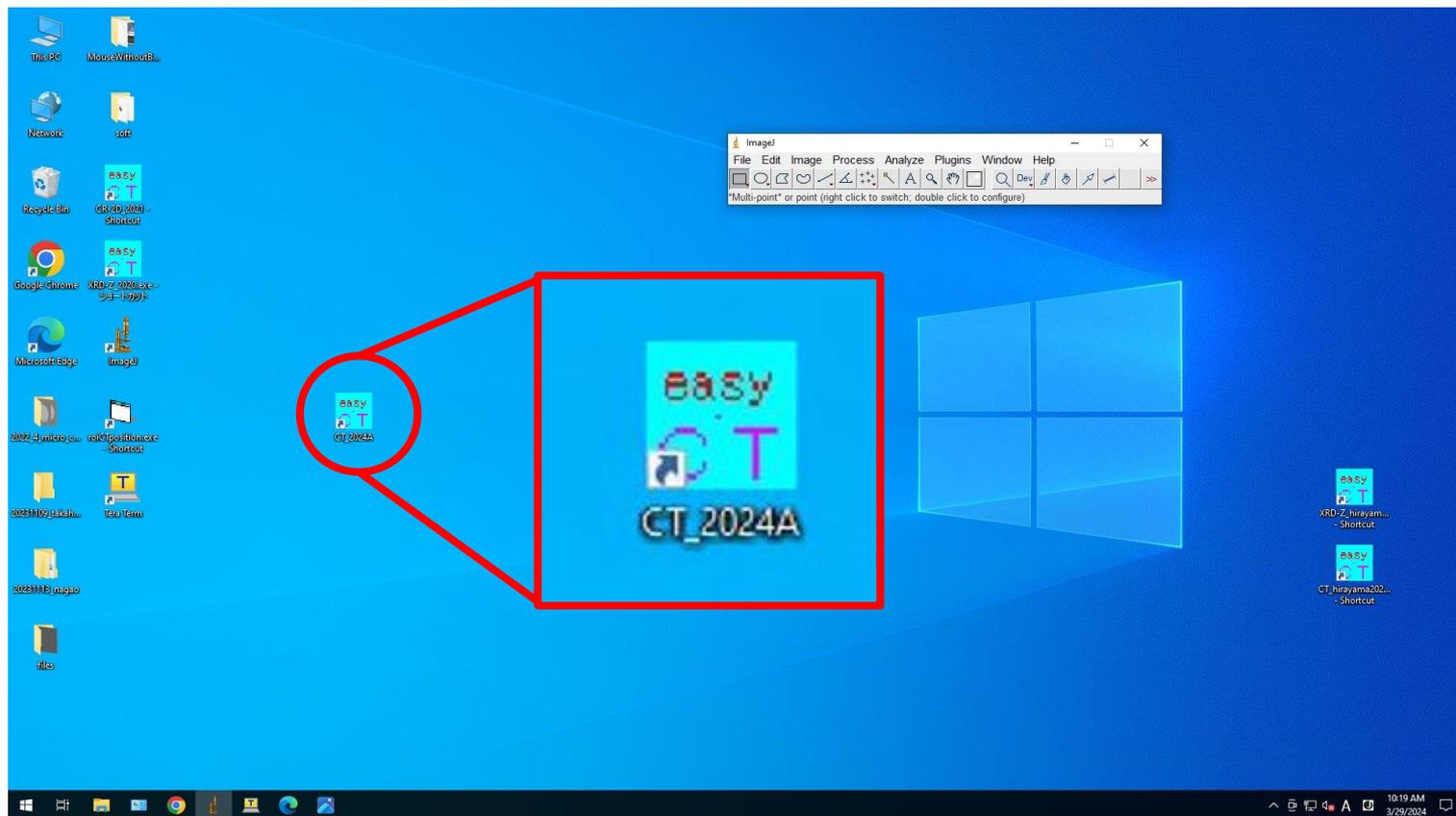


図1.2.1 ソフトの立上げ

1.2 ソフトの立上げ

以下の画面が出てくるので「Start」をクリックする。

※接続しない場合は再度「CT_2024A」を立ち上げる。何度か行くと接続する。

Input or Select TCP ID

Main Controller

1st Hutch A (192.168.99.150)

192.168.99.150

Start

Use Sub Controller?

1st Hutch B (192.168.99.151)

192.168.99.151

Use 3rd Controller?

192.168.99.156

☒ 1.2.2 Input or Select TCP ID

1.2 ソフトの立上げ

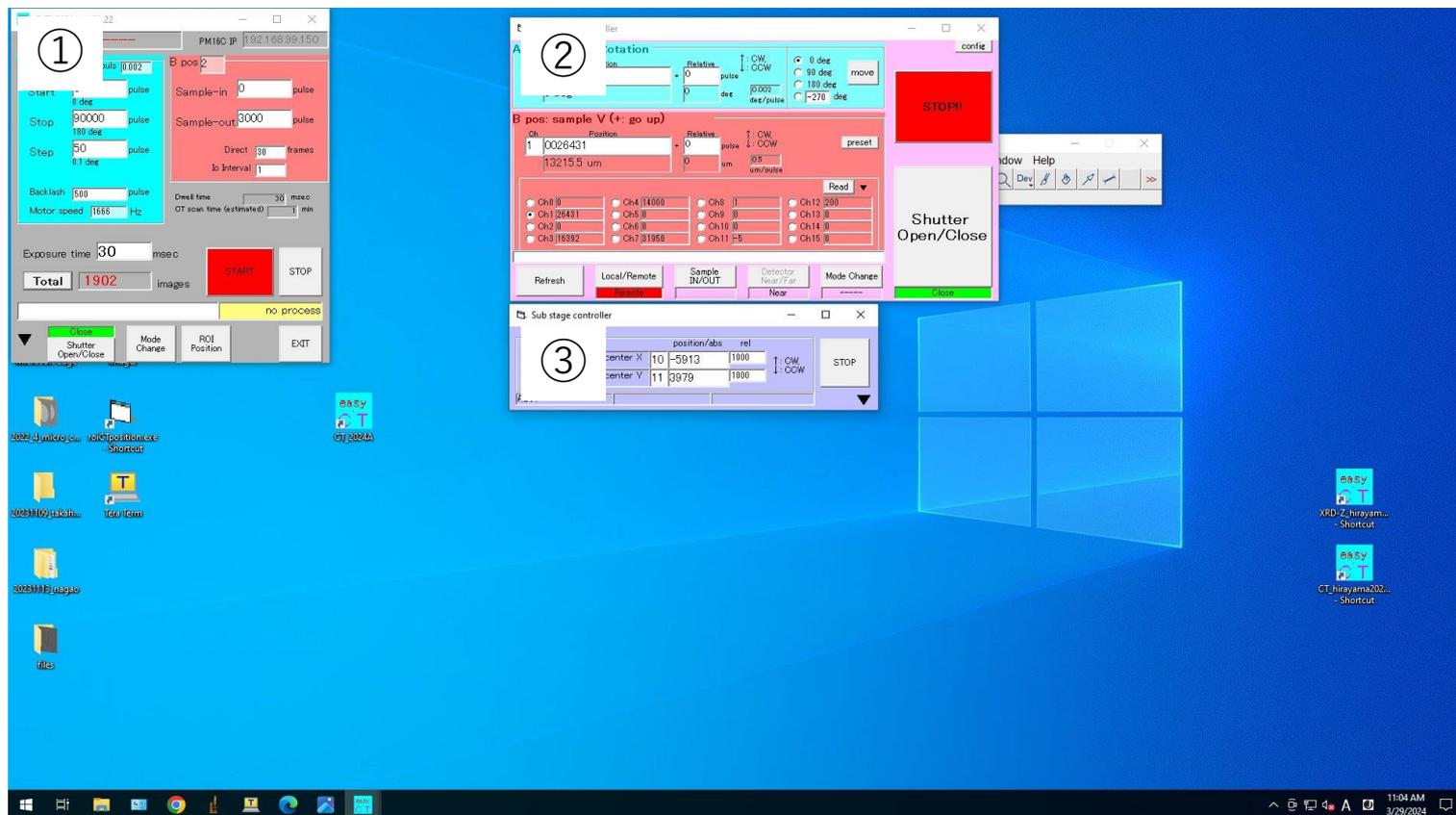


図1.2.3 初期画面

- ① : CT2024ver02.22、測定条件の情報、制御
※versionによって名前が変化する。
- ② : Main stage controller、ステージ、試料位置の情報、制御
- ③ : Sub stage controller、

2.1 μ -CTの立上げ

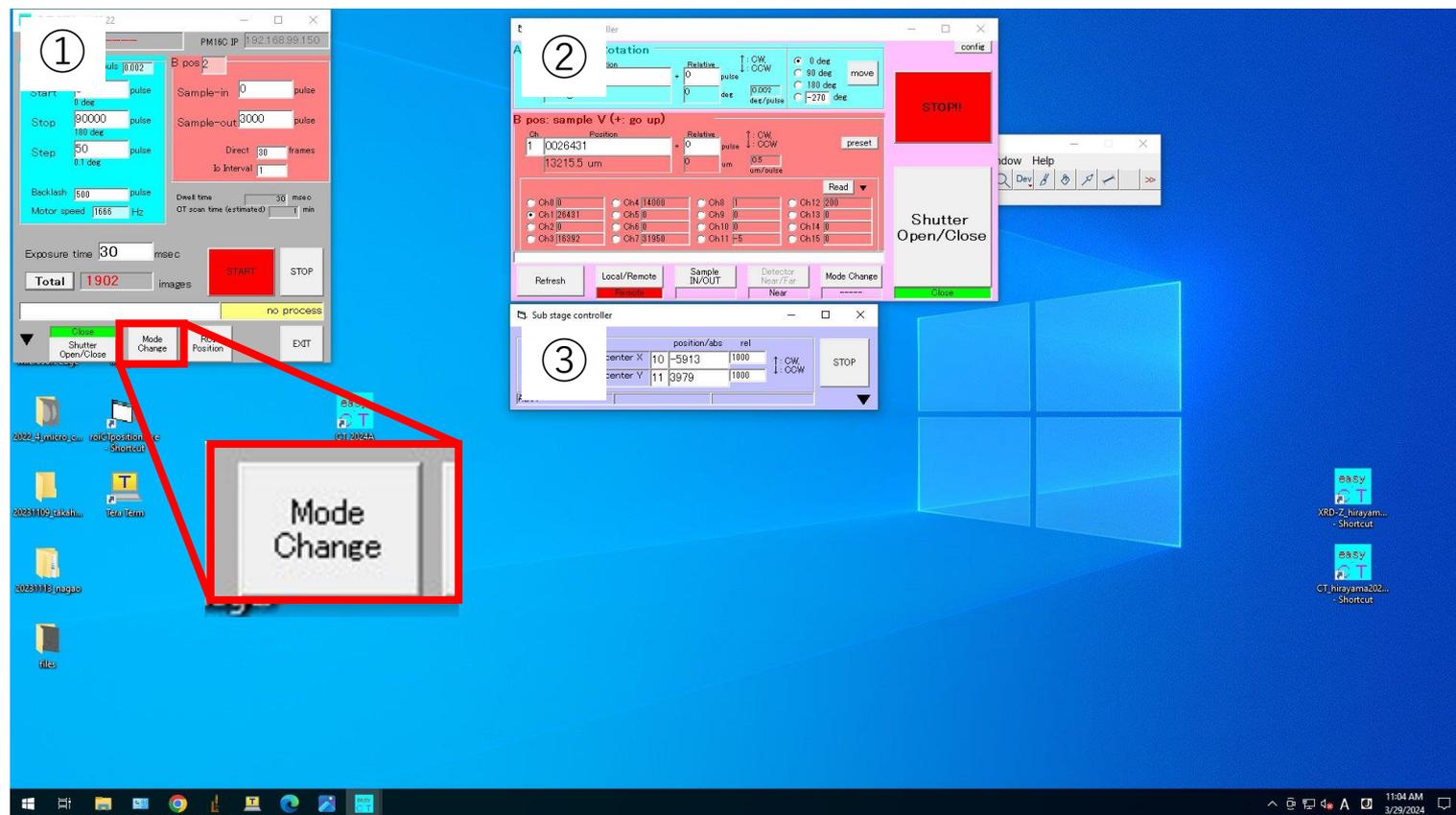
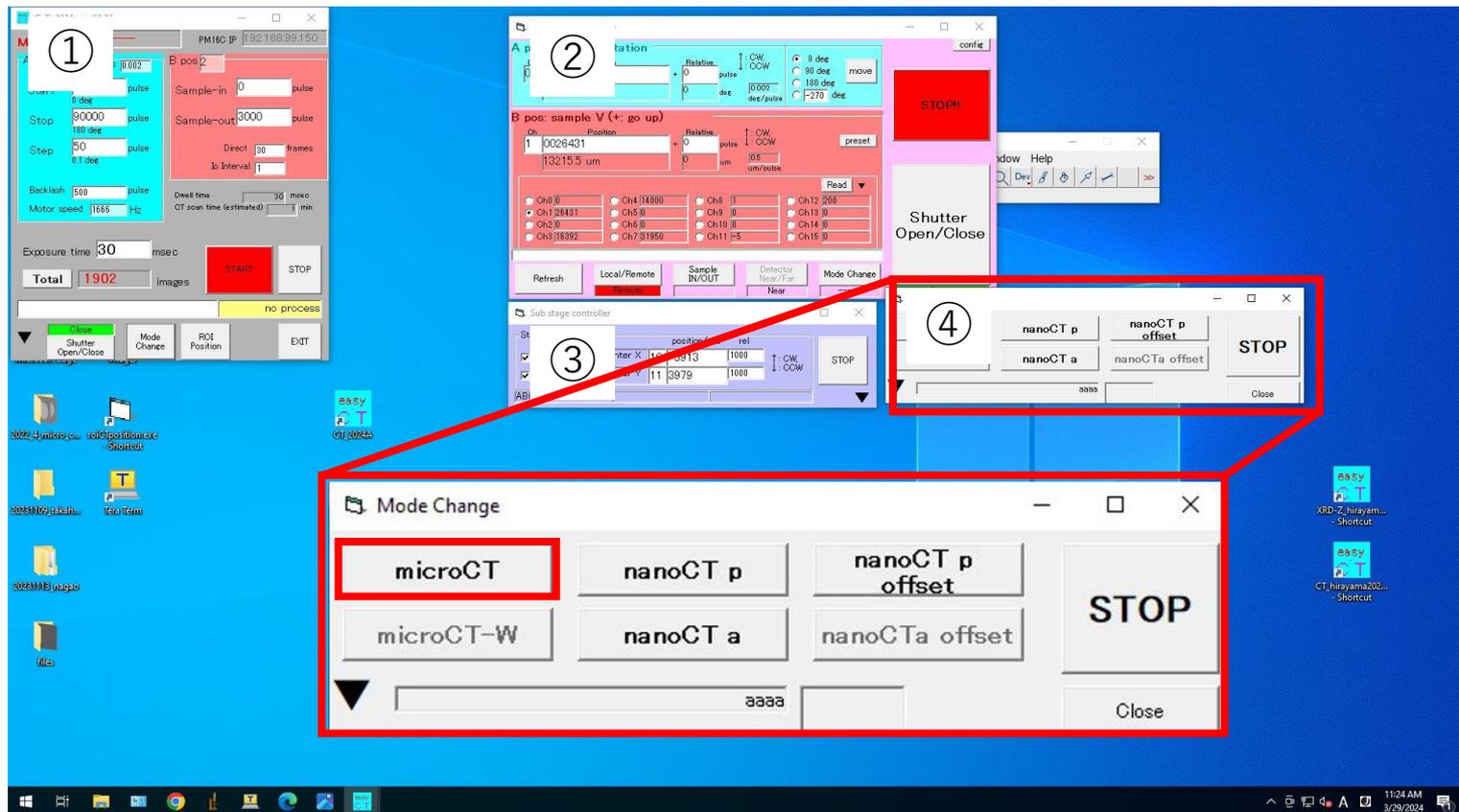


図2.1.1 μ -CTの立上げ

①：CT2024ver02.22の「Mode Chage」をクリックする。

2.1 μ -CTの立上げ



☒ 2.1.2 Mode Chage ウィンドウ

④ : 「Mode Chage」 の 「microCT」 をクリックする。

2.1 μ -CTの立上げ

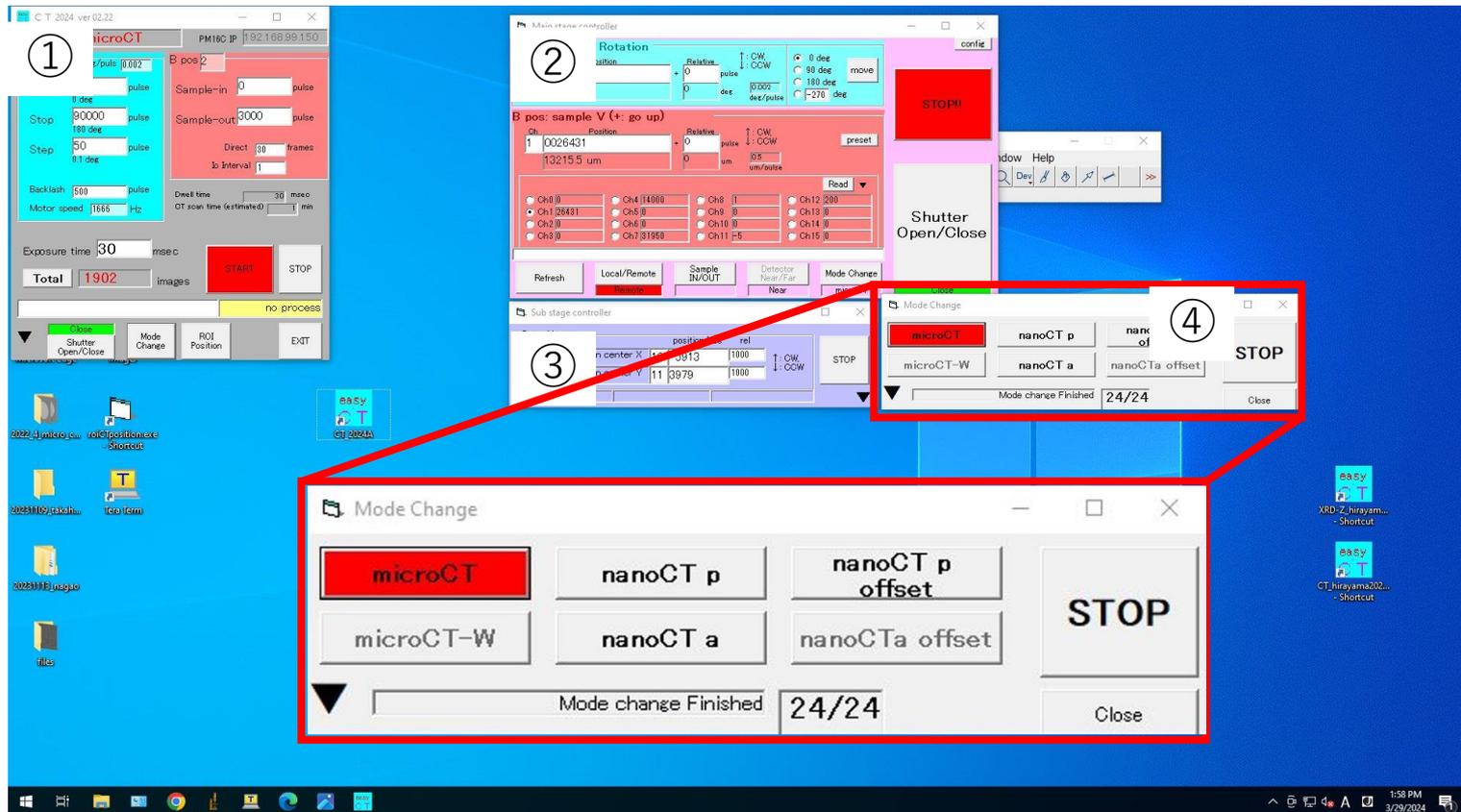


図2.1.3 μ -CT Mode

④： μ -CTモードになると「Mode Chage」の「microCT」が赤くなる。

2.1 μ -CTの立上げ

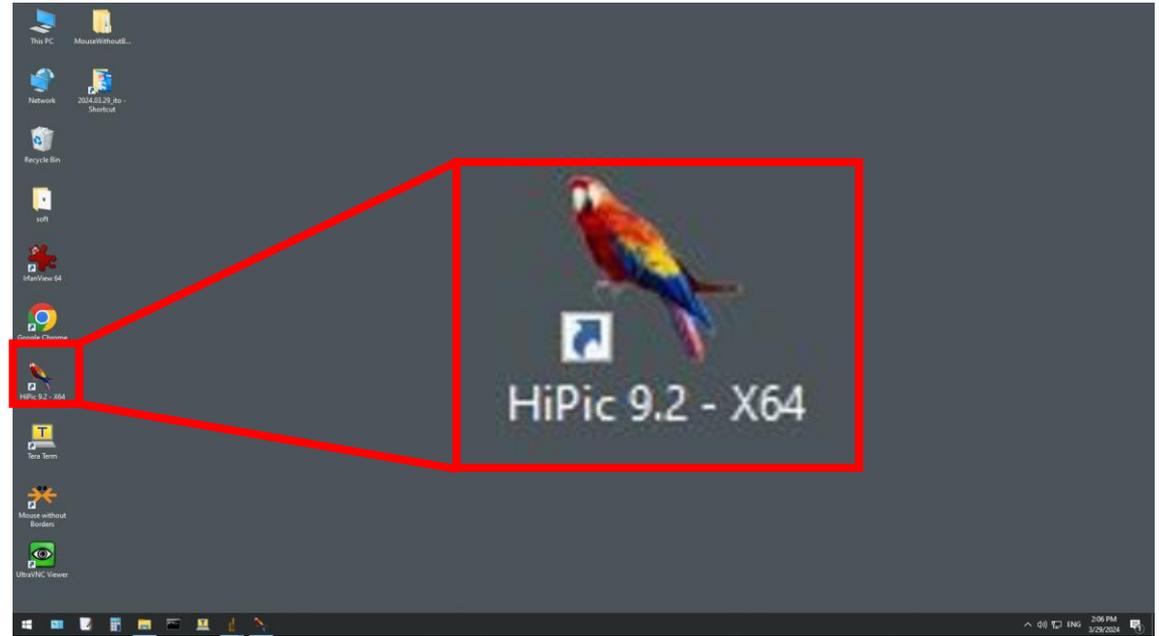


図2.1.4 HiPic 9.2立上げ

⑤モニターの「HiPic 9.2」をクリックする。

2.1 μ -CTの立上げ

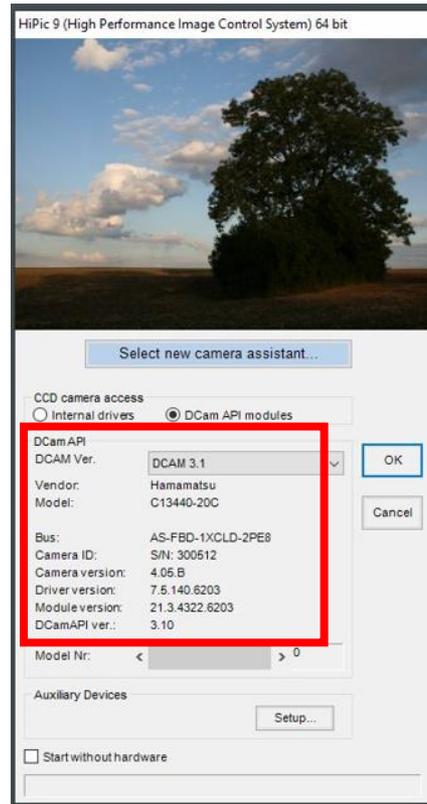


図2.1.5 検出器の接続

検出器の情報（赤枠）が得られていれば接続可能なので「OK」をクリックする。

2.1 μ -CTの立上げ

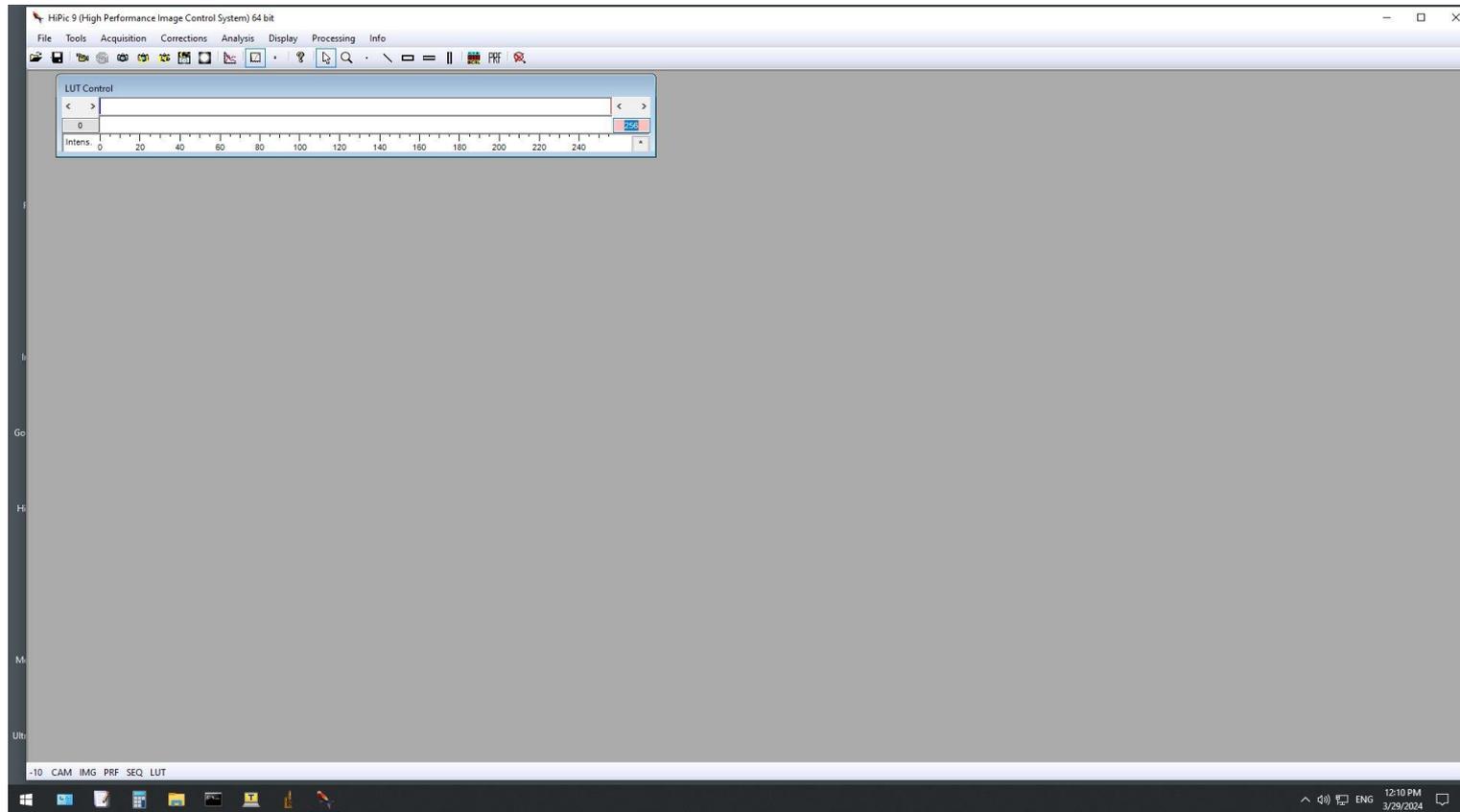


図2.1.5 HiPic 9が立上る

2.1 再起動後

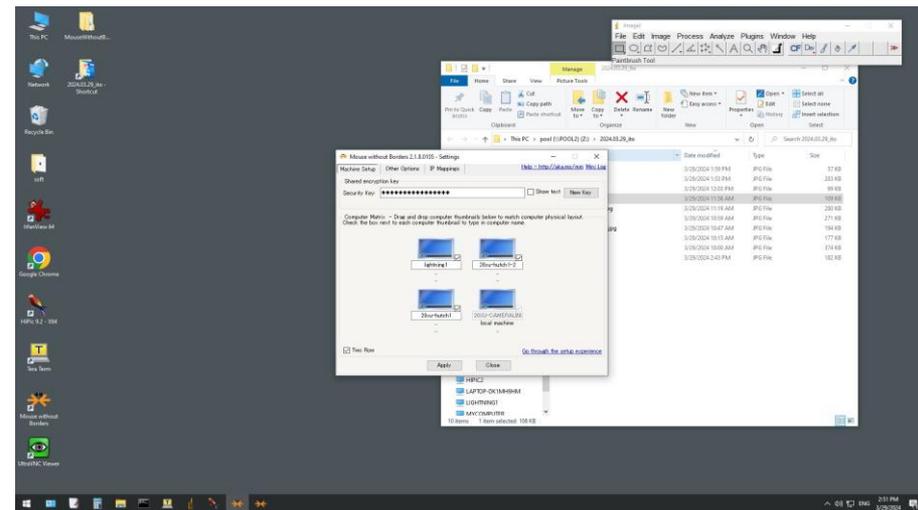
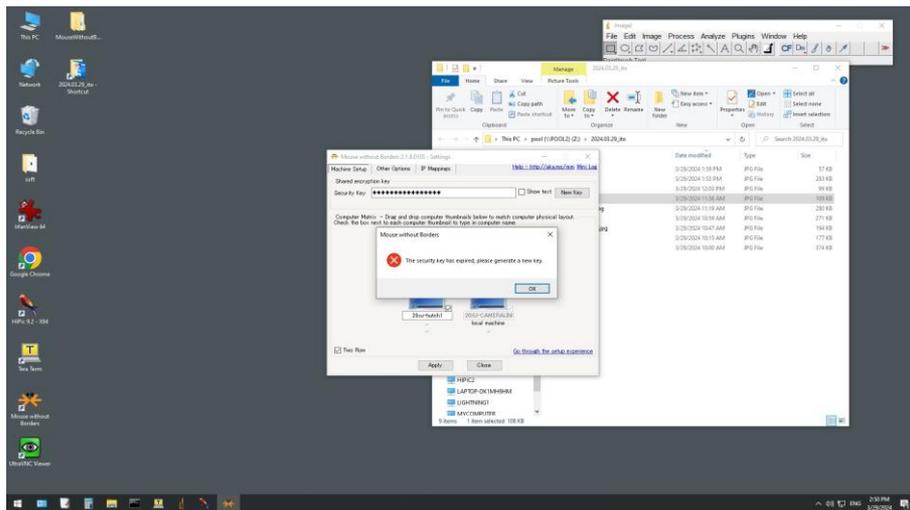


図2.1.6 各モニターでのキーボード、マウスの共用確認

2.2 X線入射準備

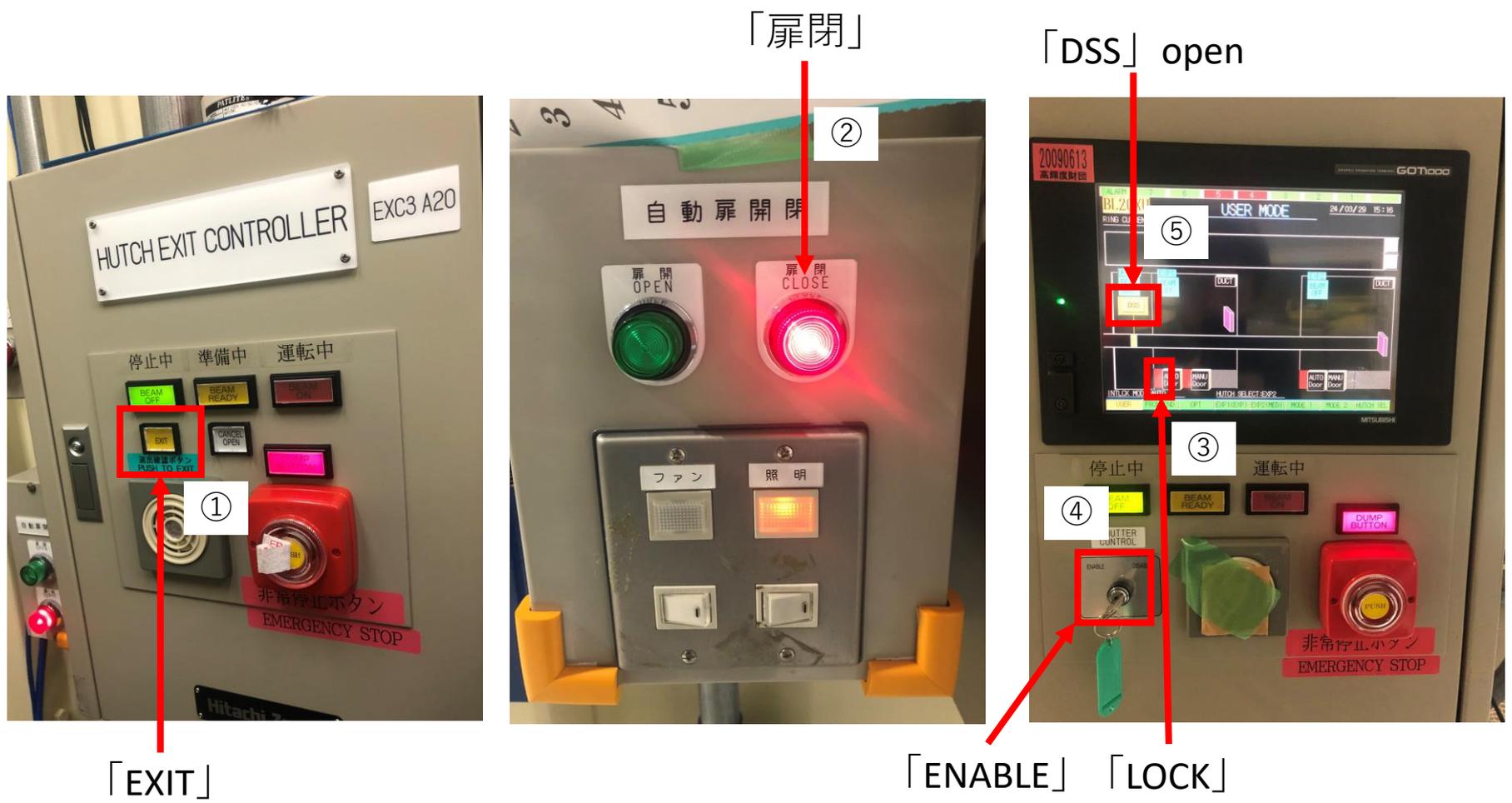
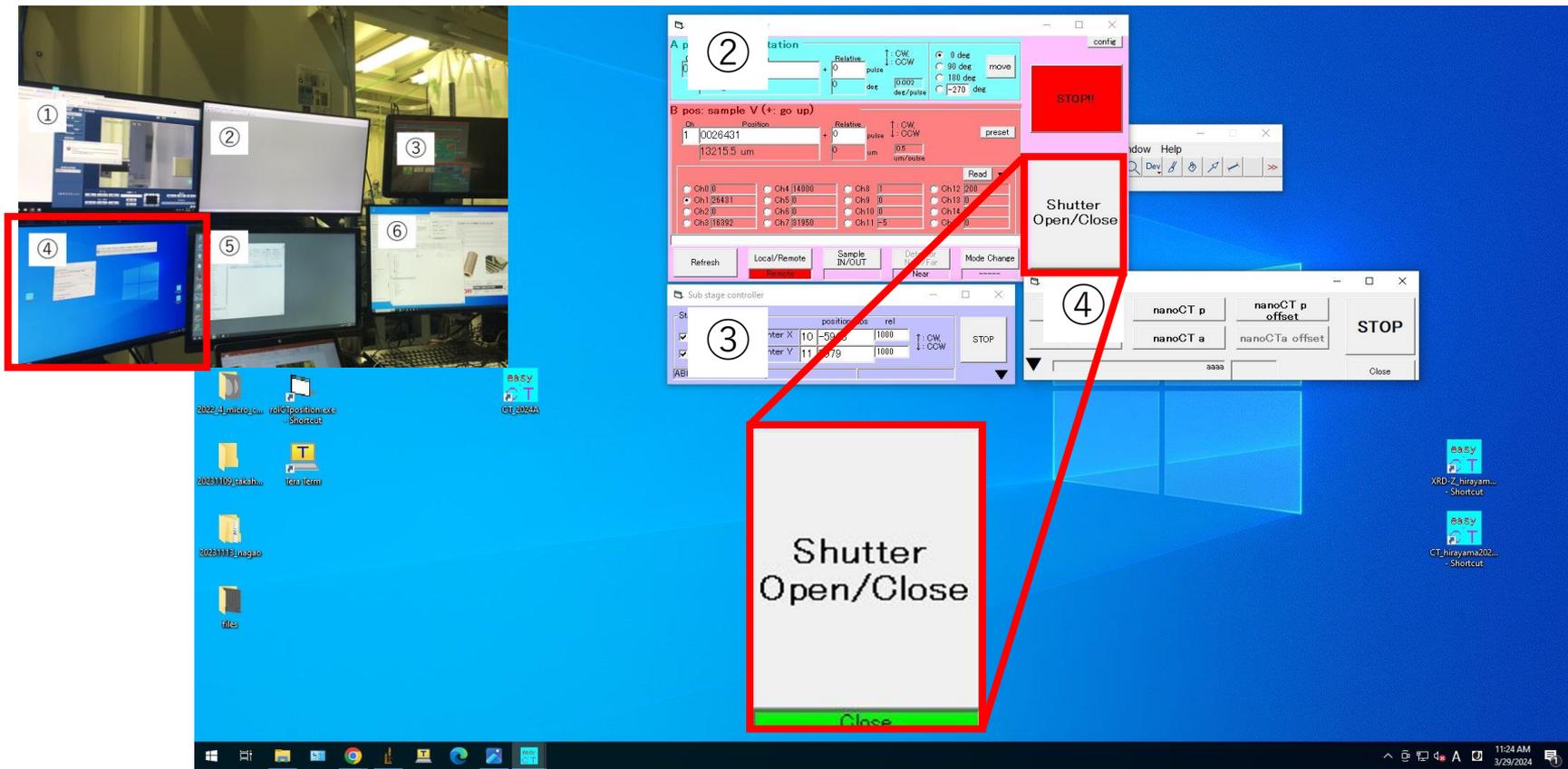


図2.2.1 ハッチからの退出及びX線入射

2.3 試料位置調整



☒ 2.3.1 Sutter Open

2.3 試料位置調整

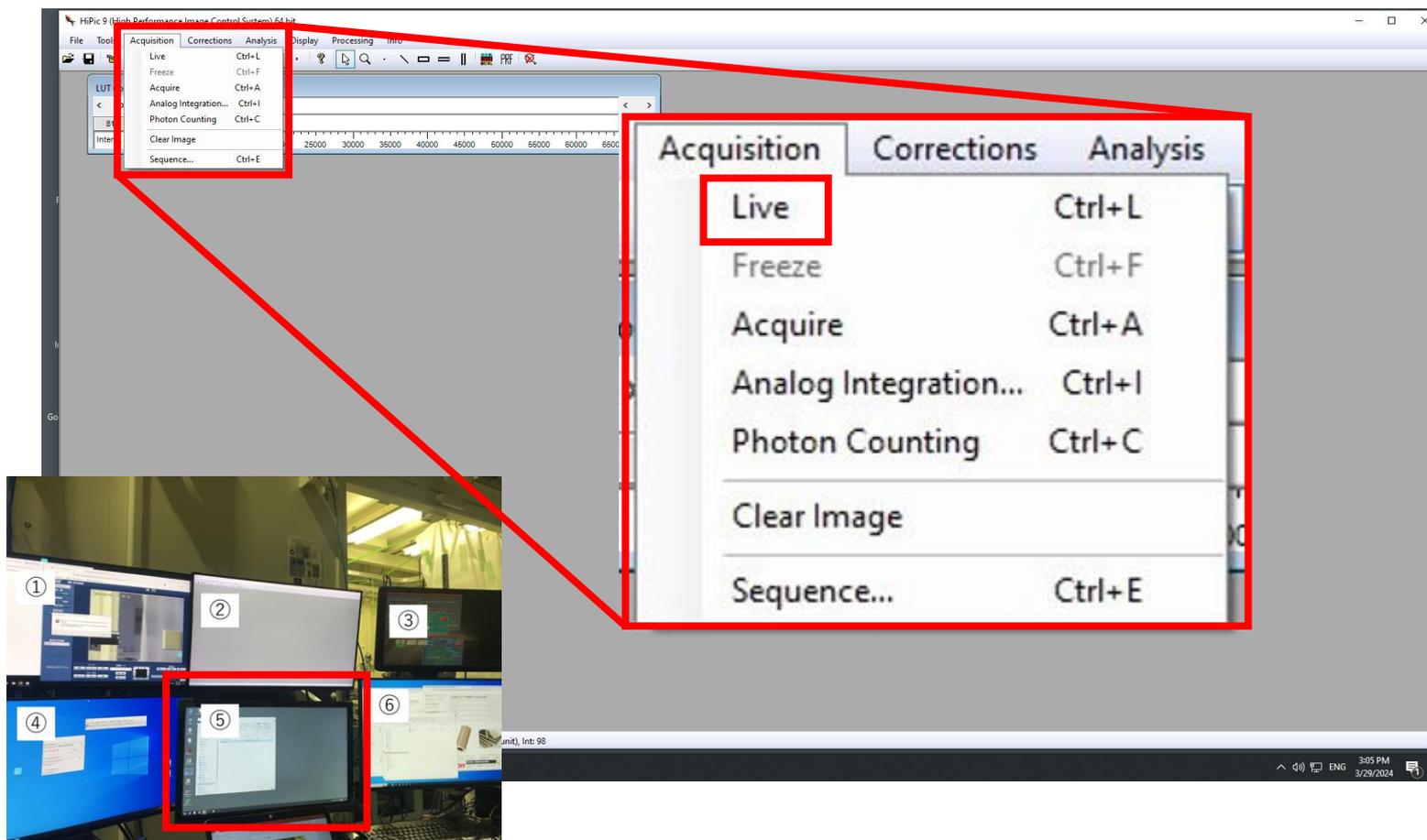
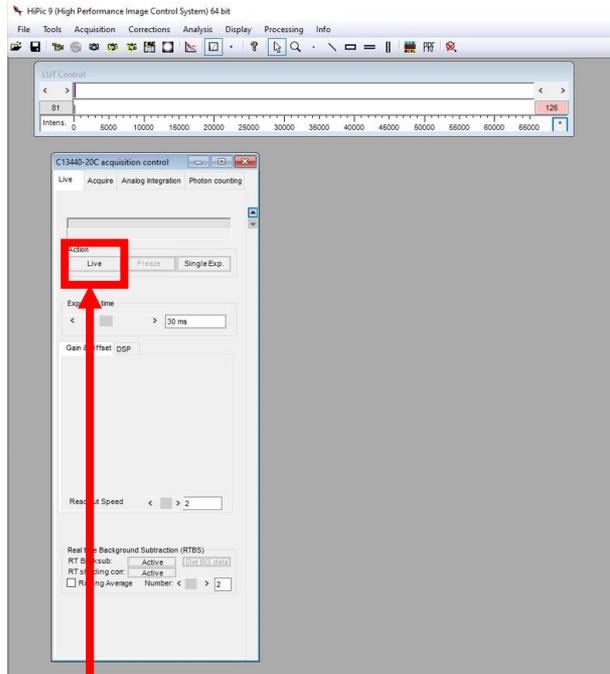
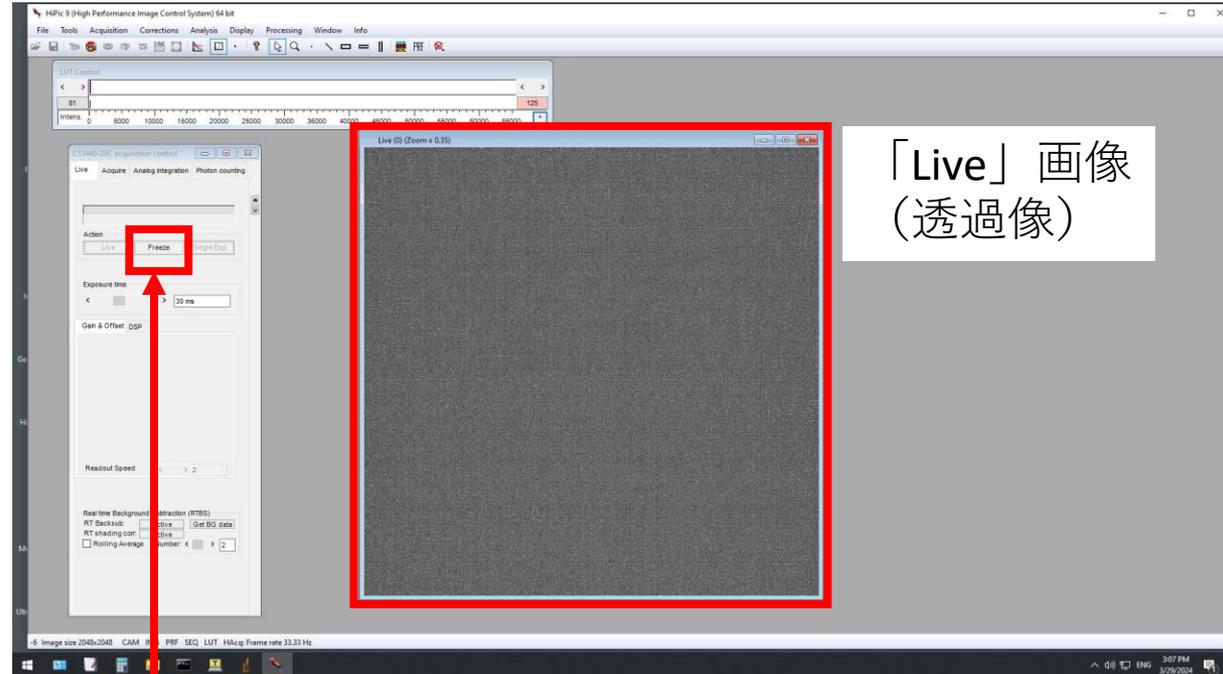


図2.3.2 Live画像

2.3 試料位置調整



「Live」 ボタン



「Freeze」 ボタン : Liveが停止する。

図2.3.3 Live画像

2.3 試料位置調整

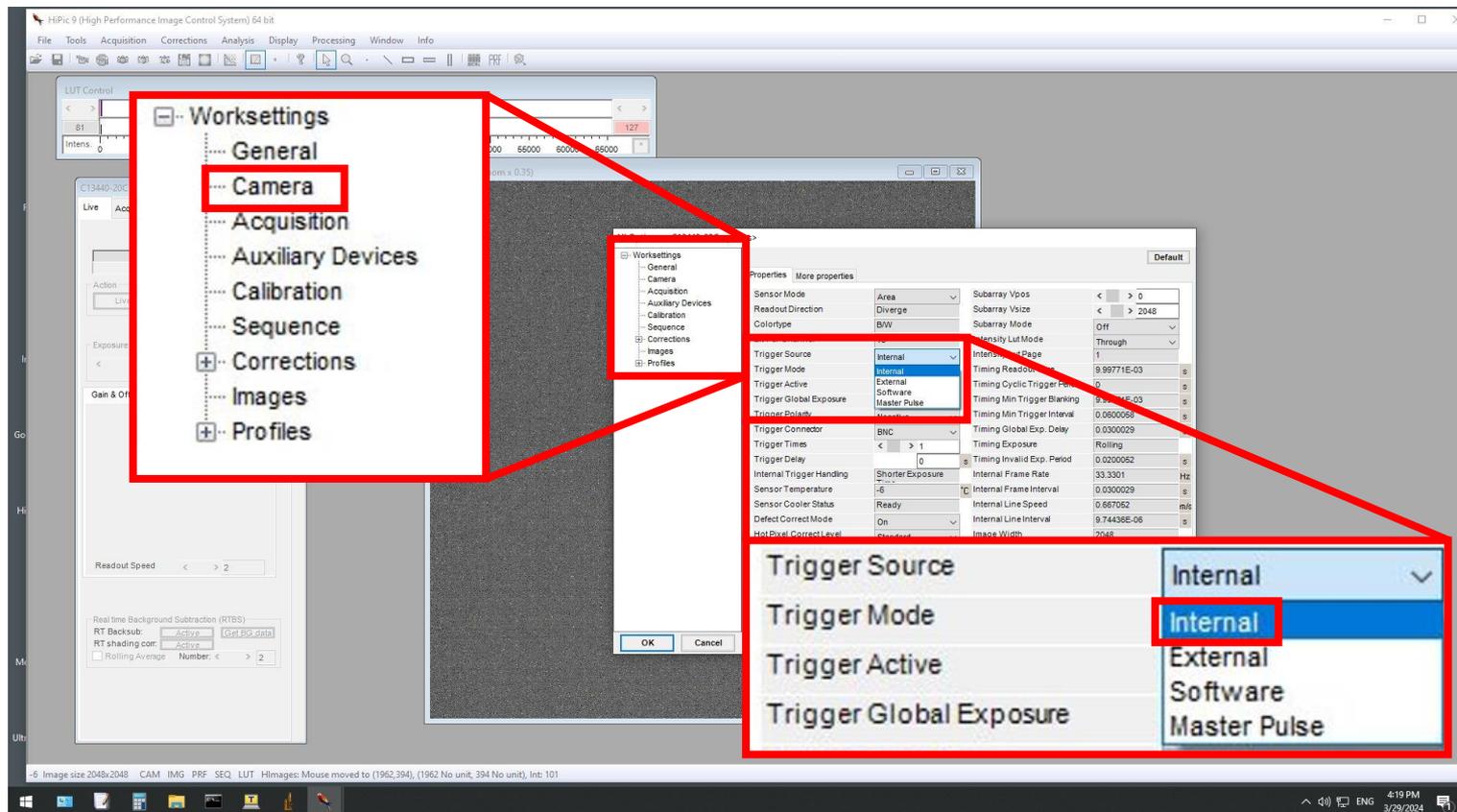


図2.3.4 Liveでは検出器がInternal

2.3 試料位置調整

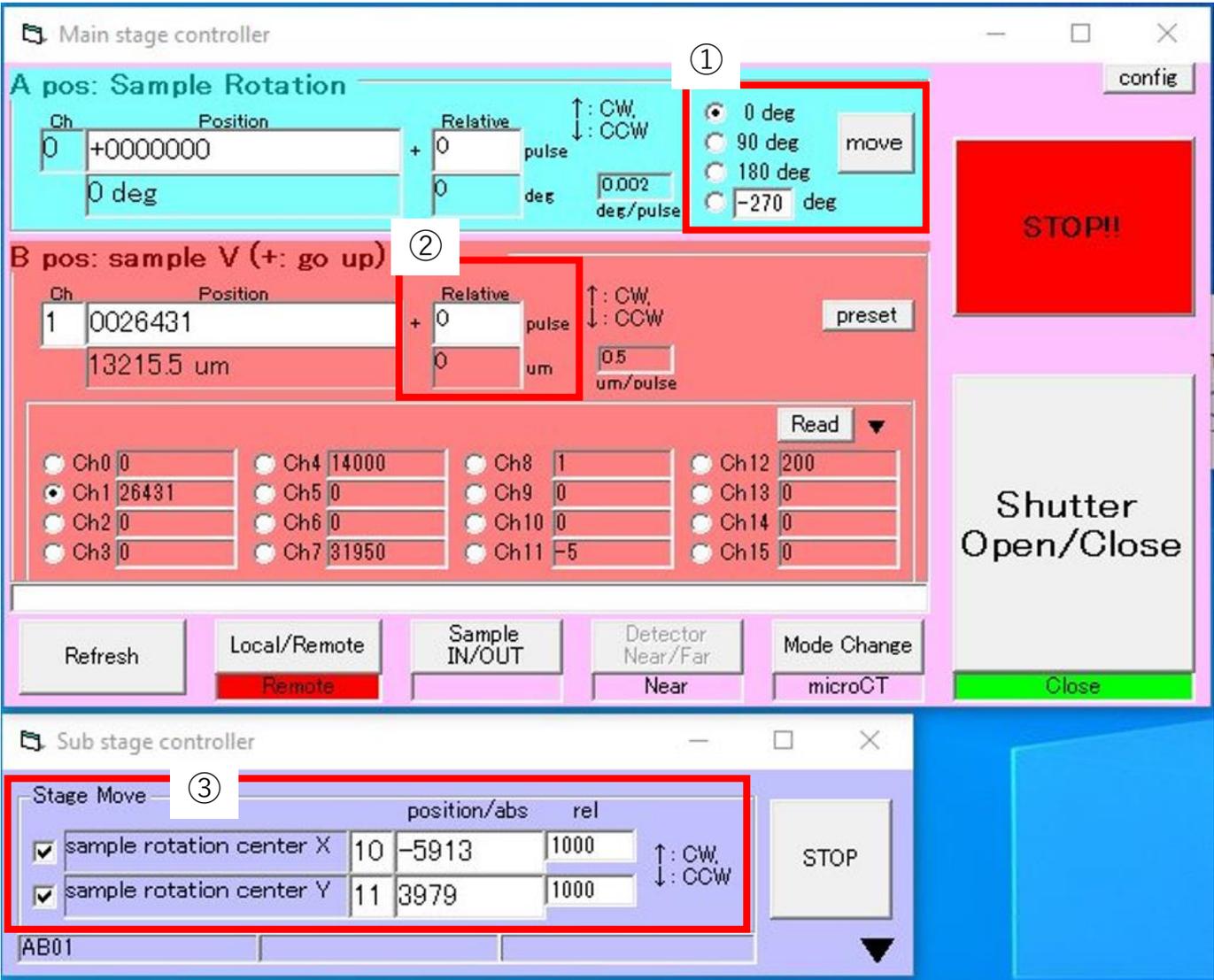
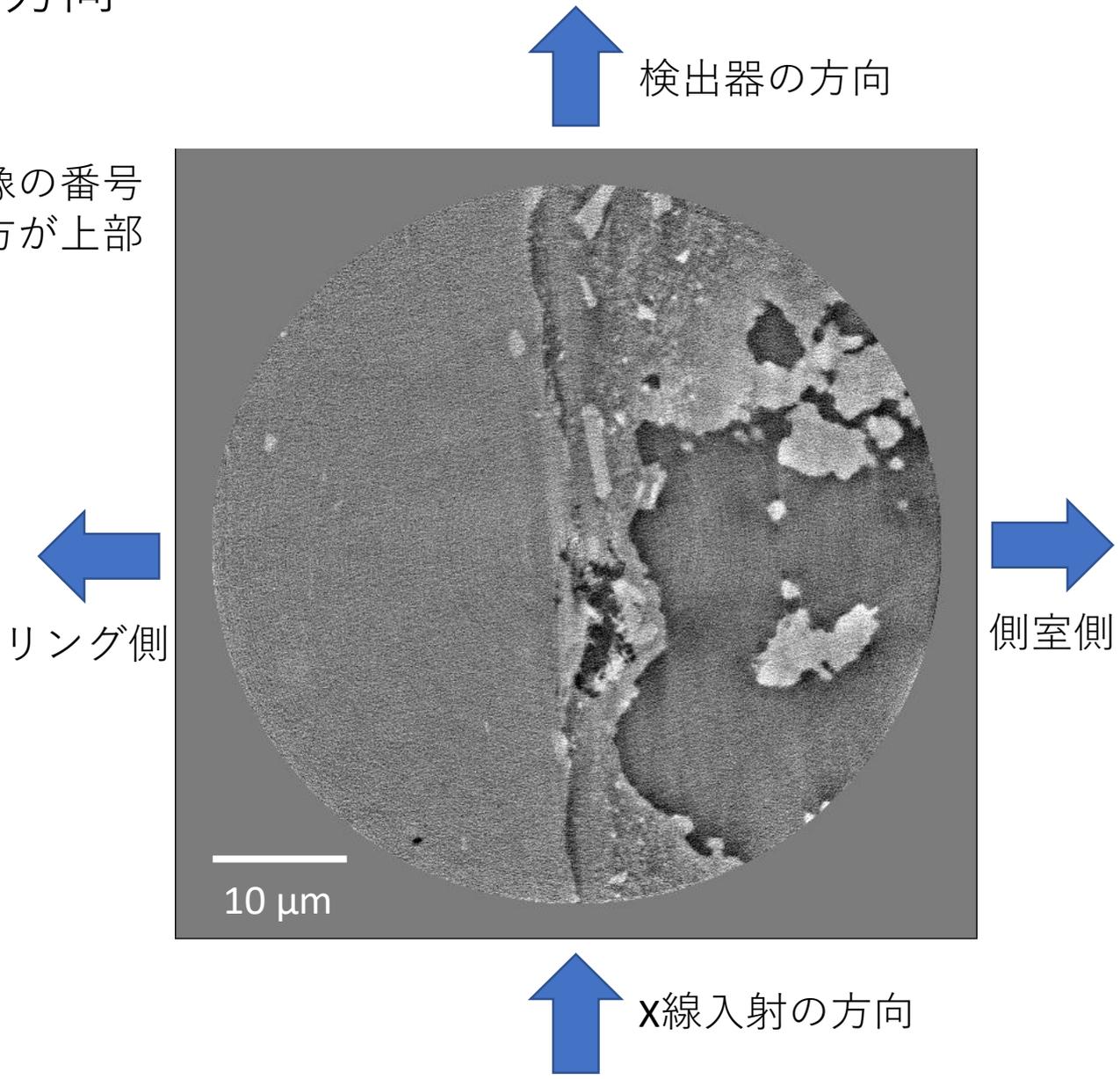


図2.3.5 試料位置調整 (Main stage controller、Sub stage controller)

2.3画像と方向

スタイス像の番号
が小さい方が上部



↑ 検出器の方向

← リング側

→ 側室側

↑ X線入射の方向

図2.3.6 画像と方向

2.4 μ -CT測定

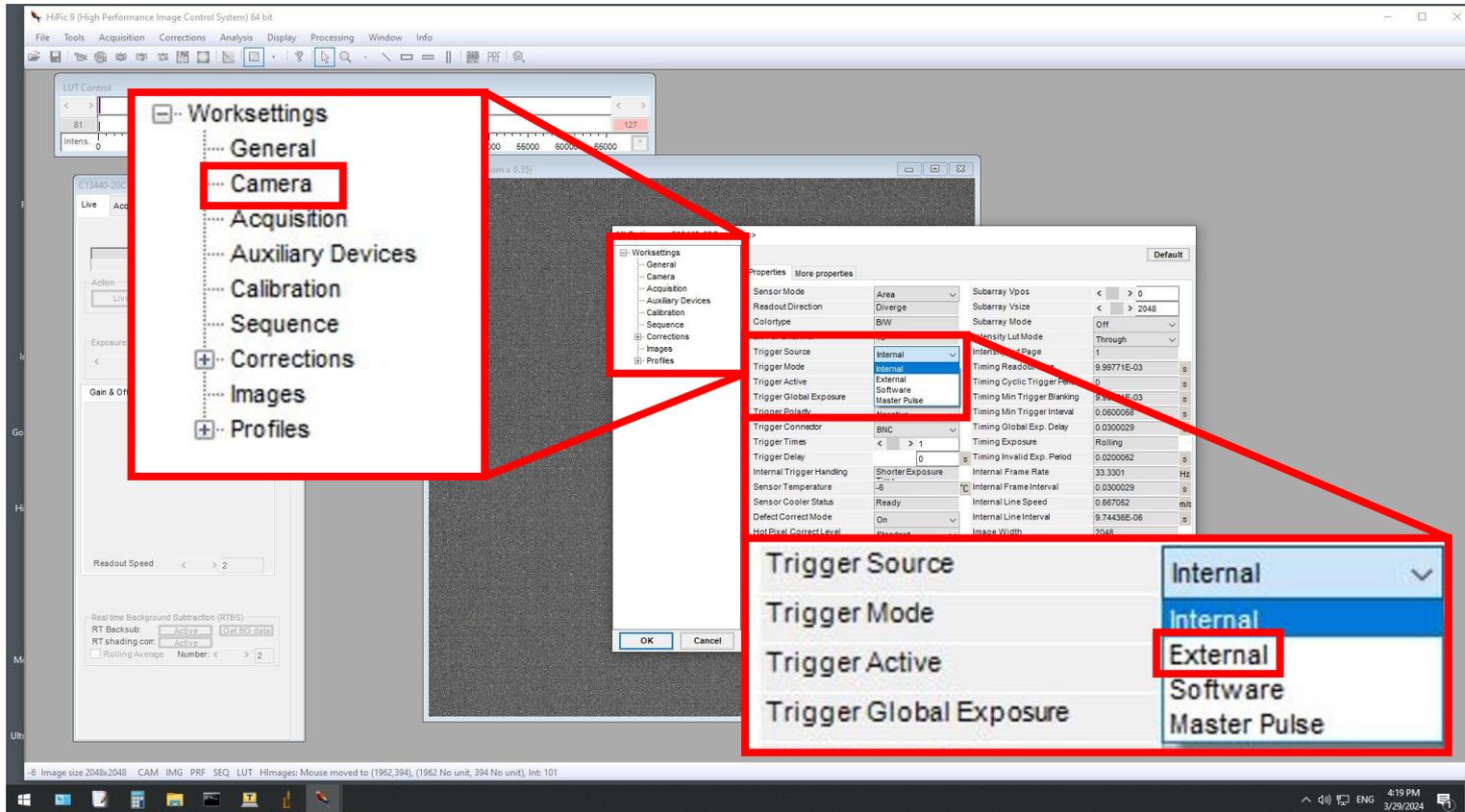


図2.4.1 測定では検出器がExternal

2.4 μ -CT測定

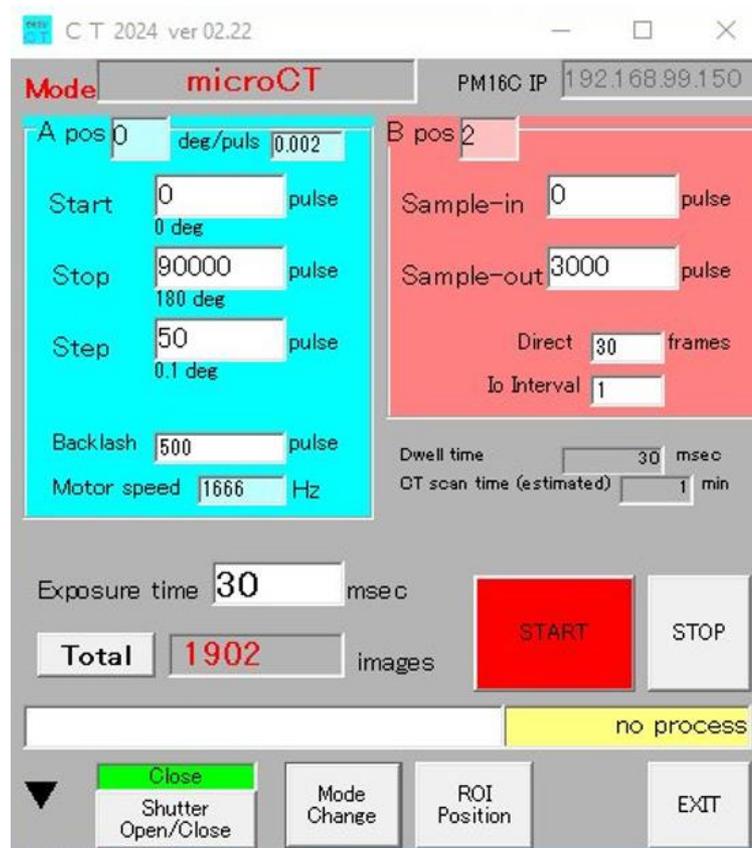
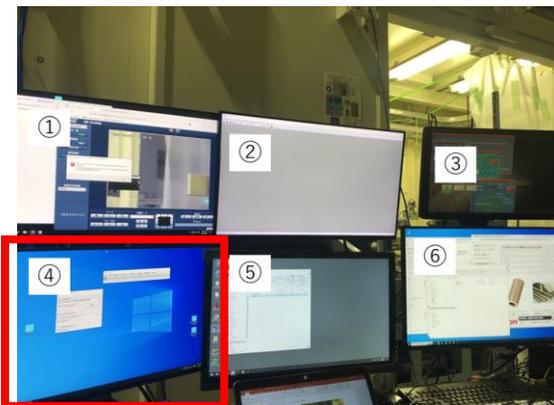


図2.4.2 μ -CT測定条件

2.4 μ -CT測定

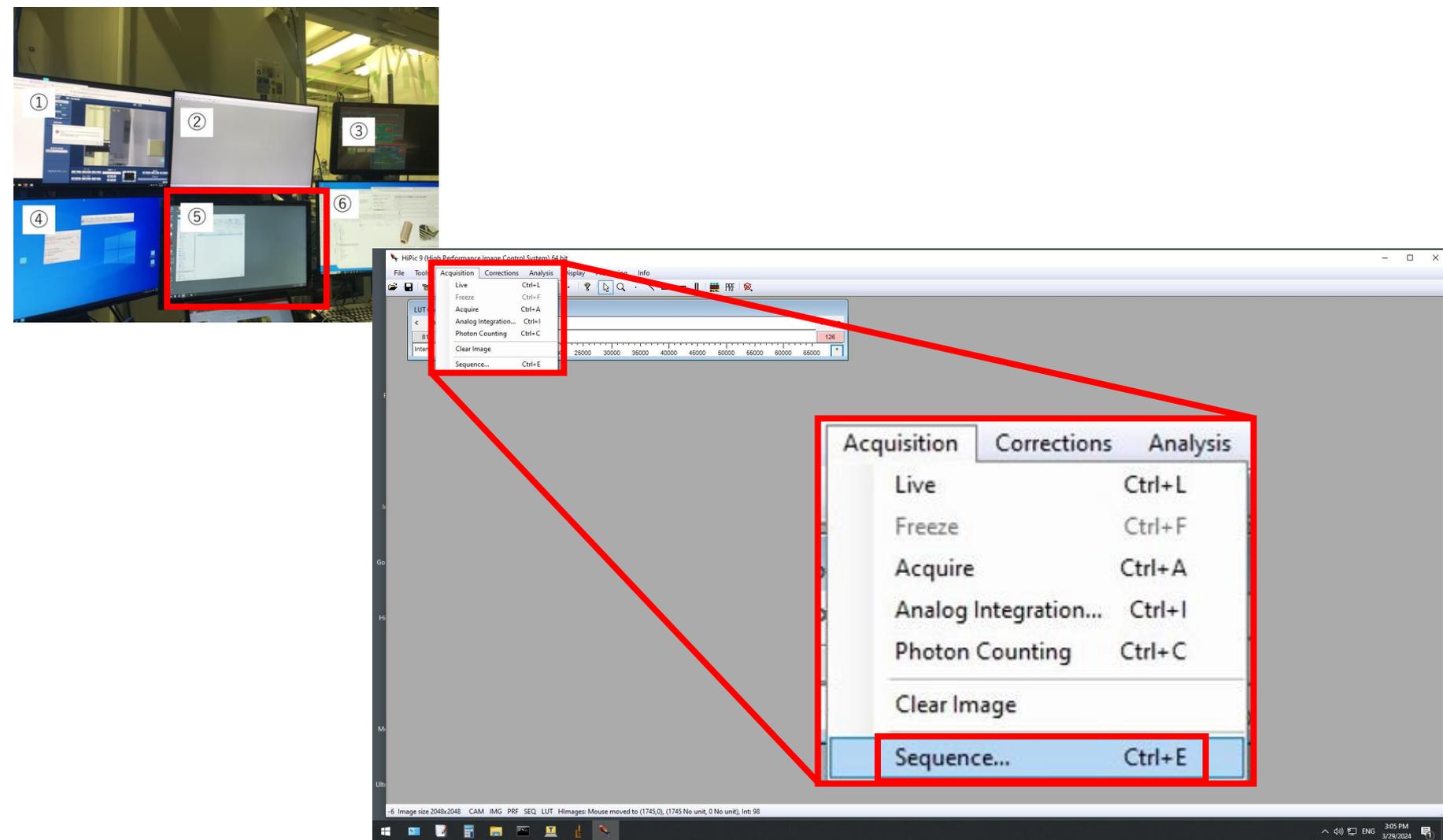


図2.4.3 No. of loopの変更

2.4 μ -CT測定

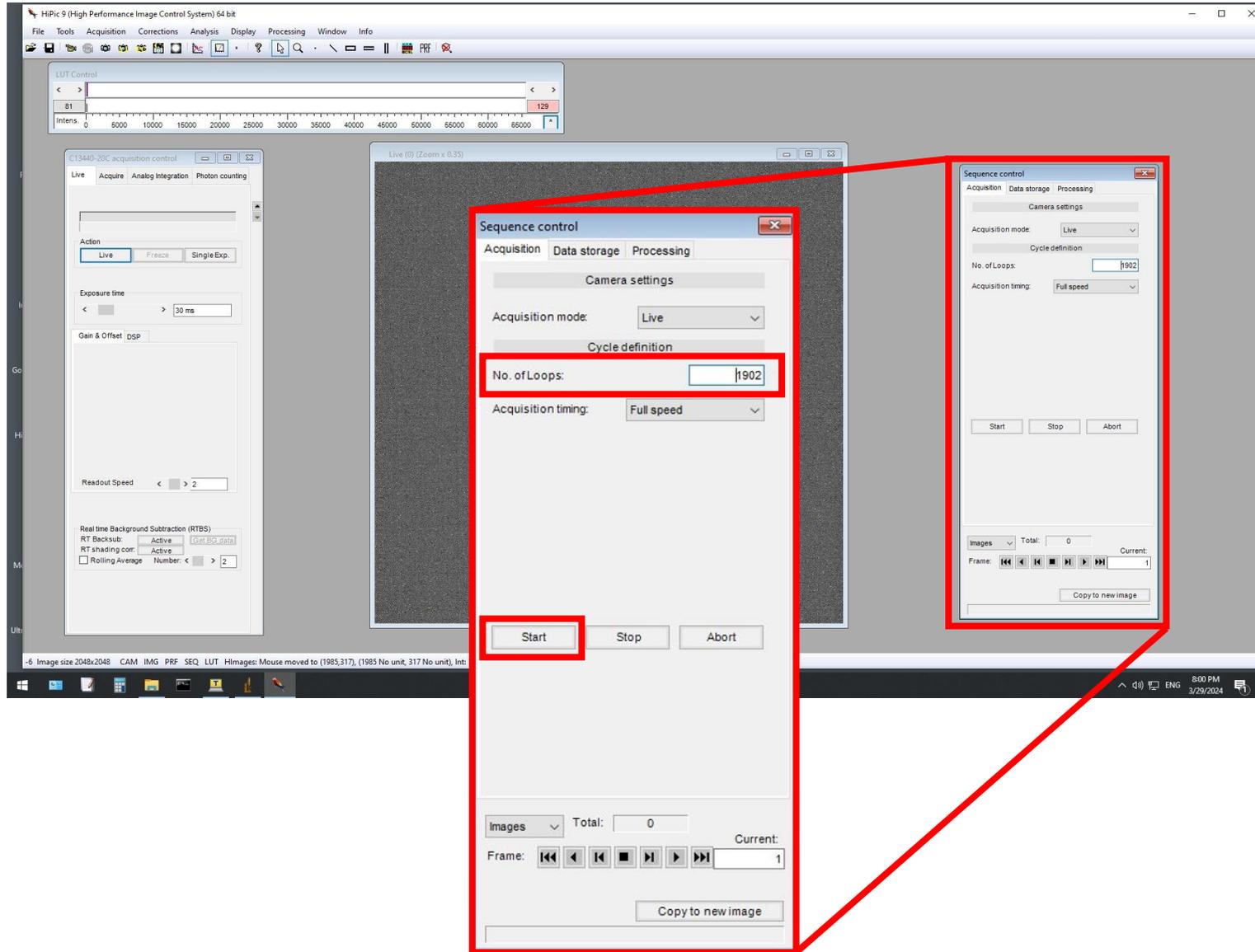


図2.4.4 No. of loopの変更、測定開始

2.4 μ -CT測定

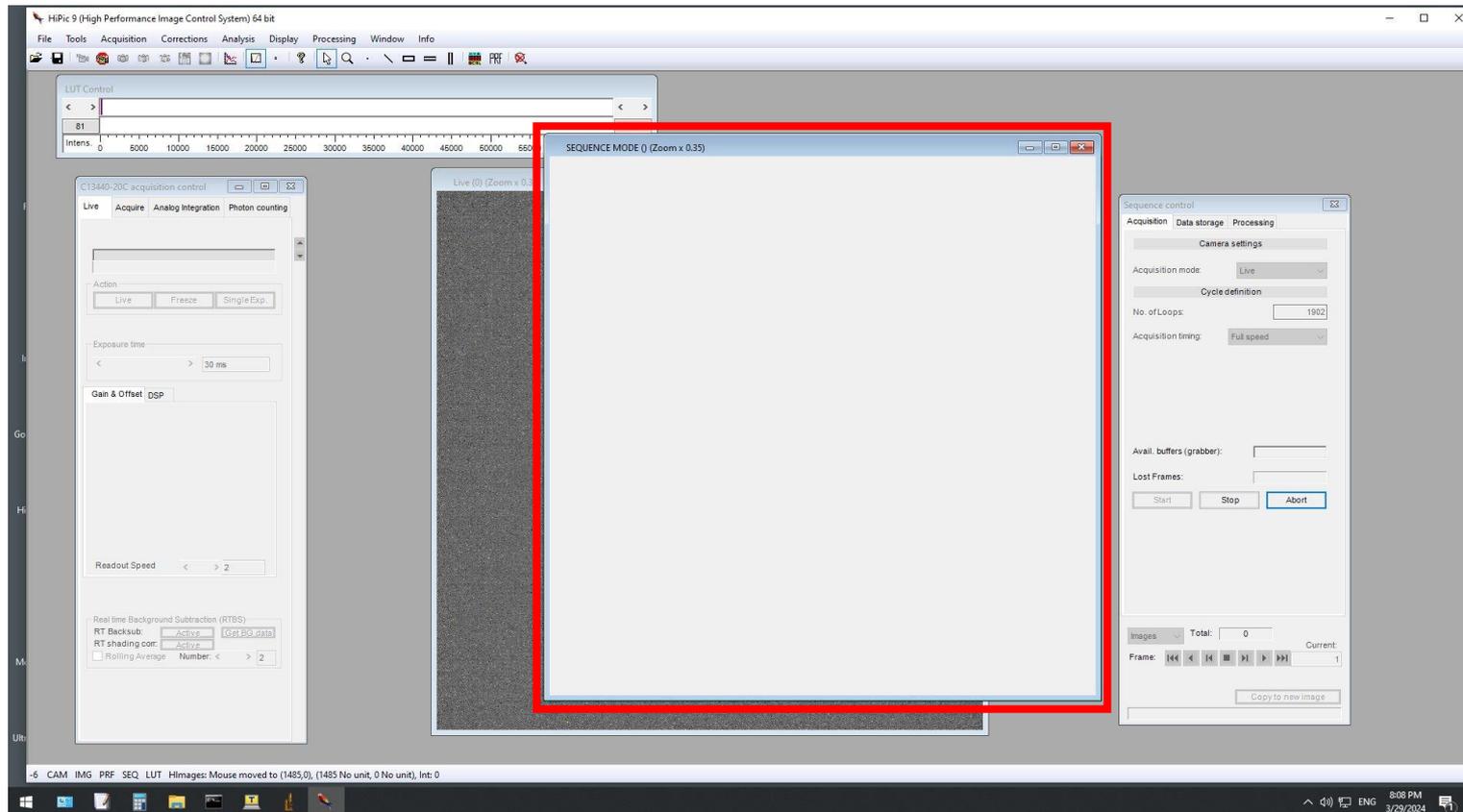


図2.4.5 No. of loopの変更、測定開始

2.4 μ -CT測定

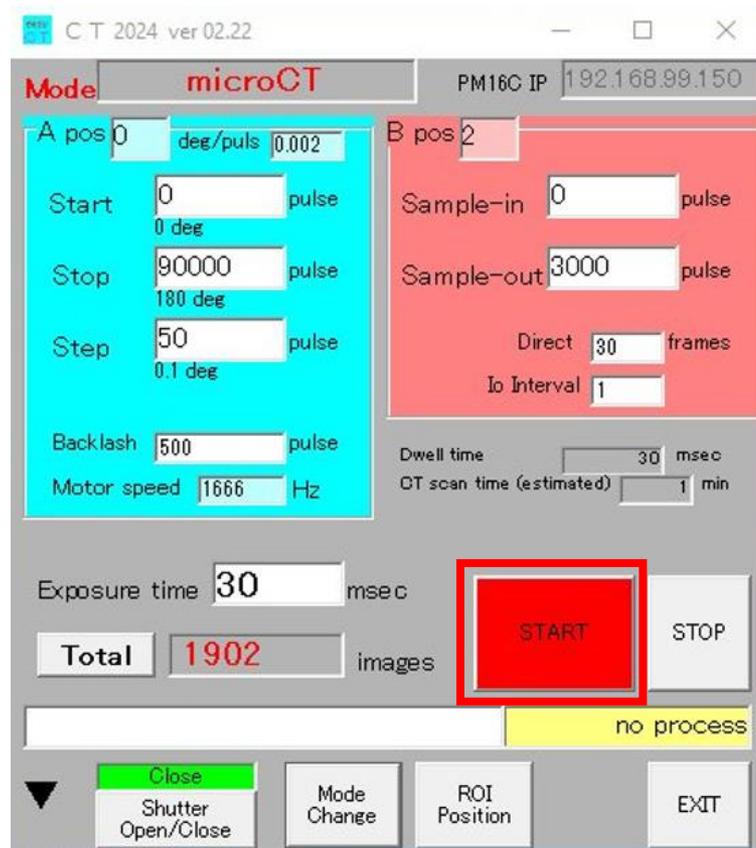
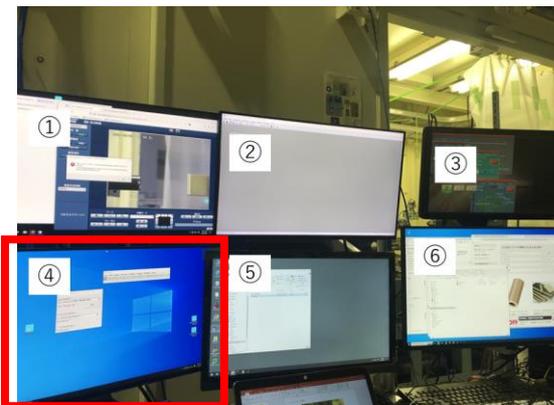


図2.4.6 測定開始

2.4 μ -CT測定

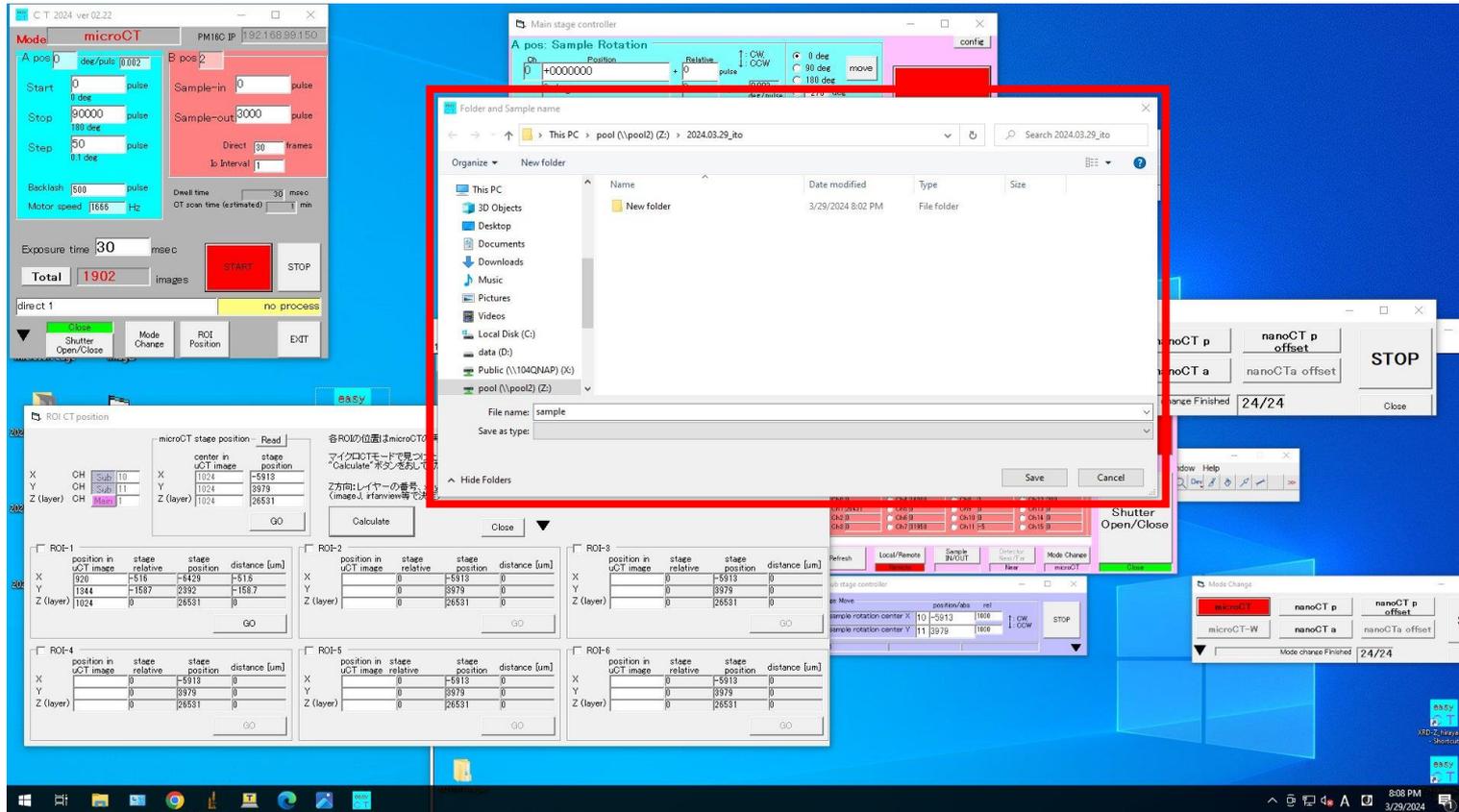


図2.4.7 データ保存フォルダ、試料名

2.4 μ -CT測定

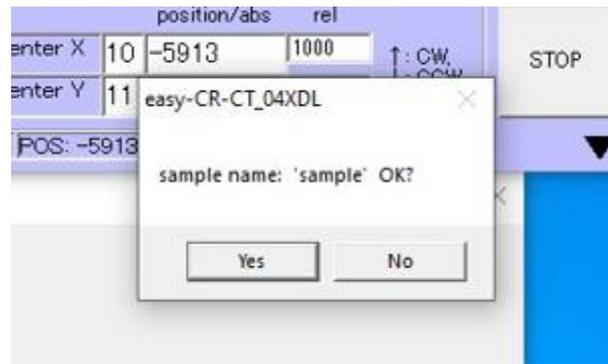


図2.4.8 試料名の確認

2.4 μ -CT測定

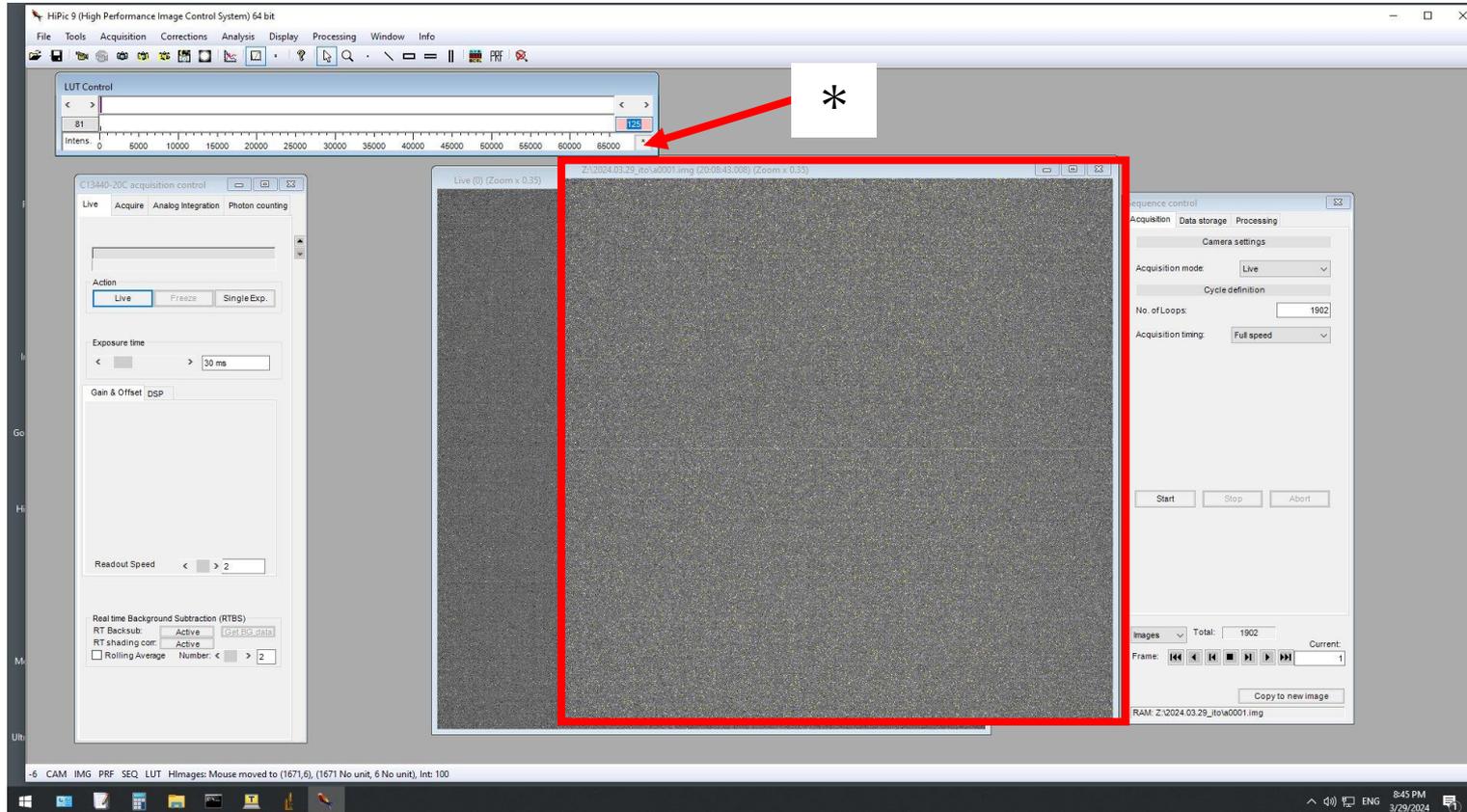


図2.4.9 測定中

2.4 μ -CT測定

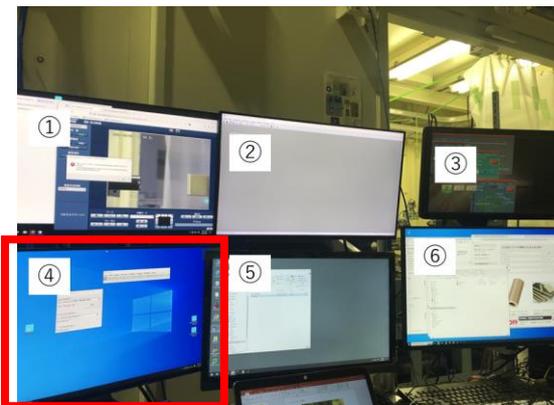


図2.4.10 測定終了

2.4 μ -CT測定

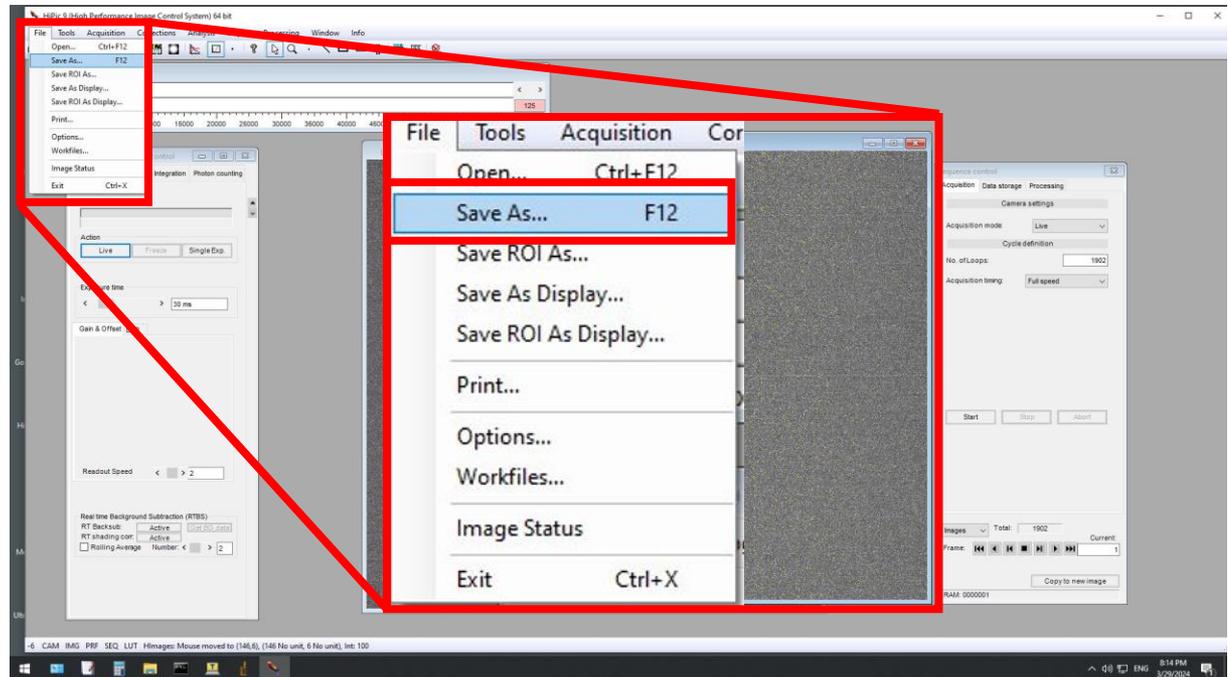
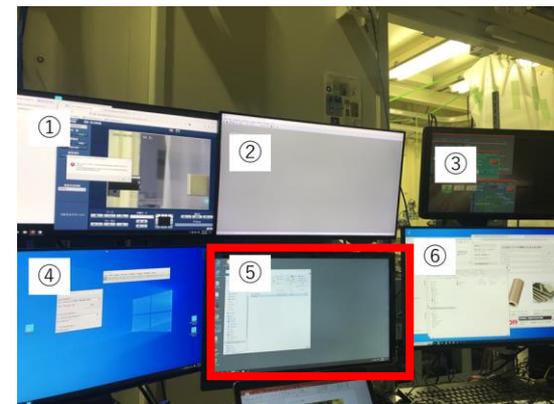


図2.4.11 データ保存

2.4 μ -CT測定

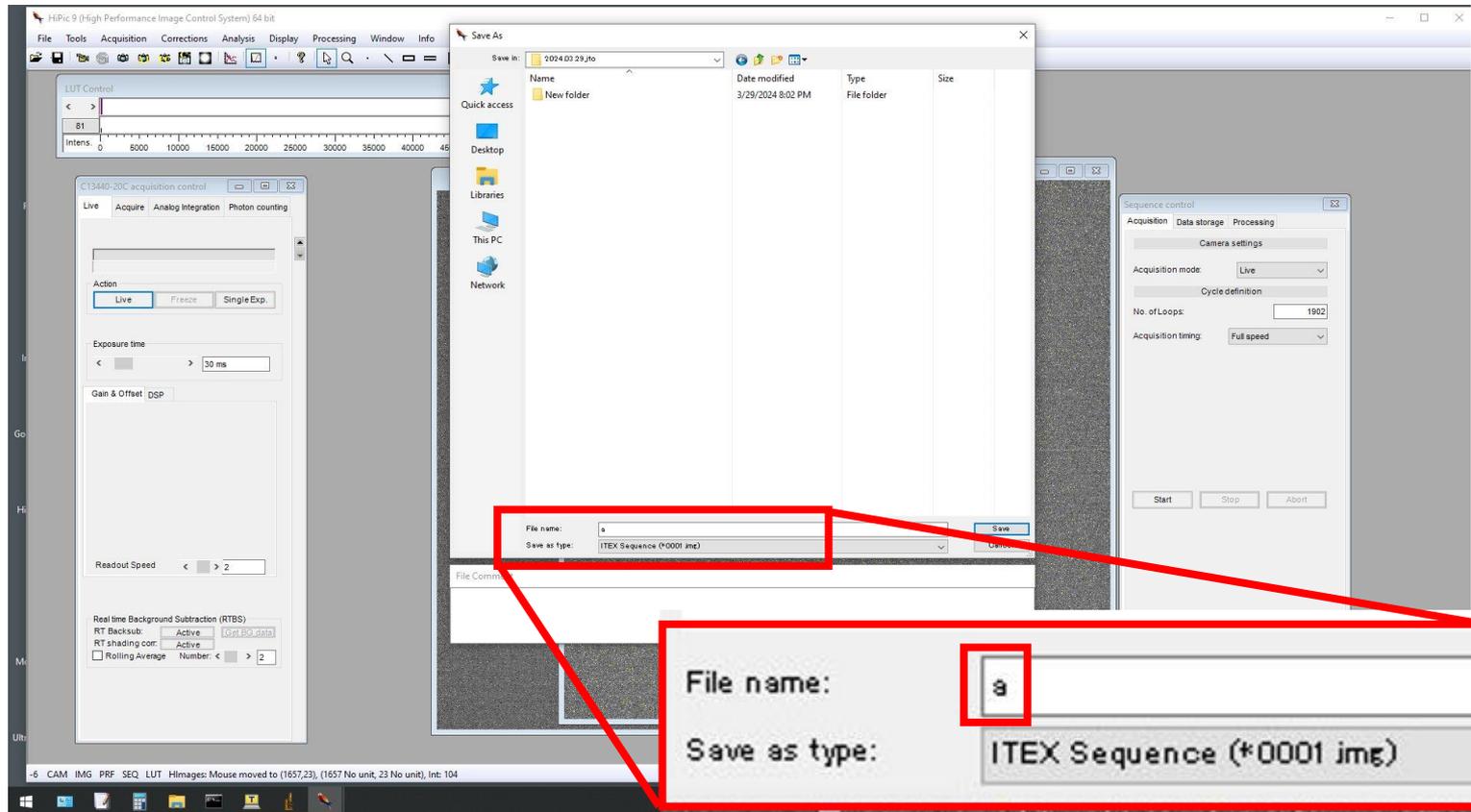


図2.4.12 データ保存

2.4 μ -CT測定

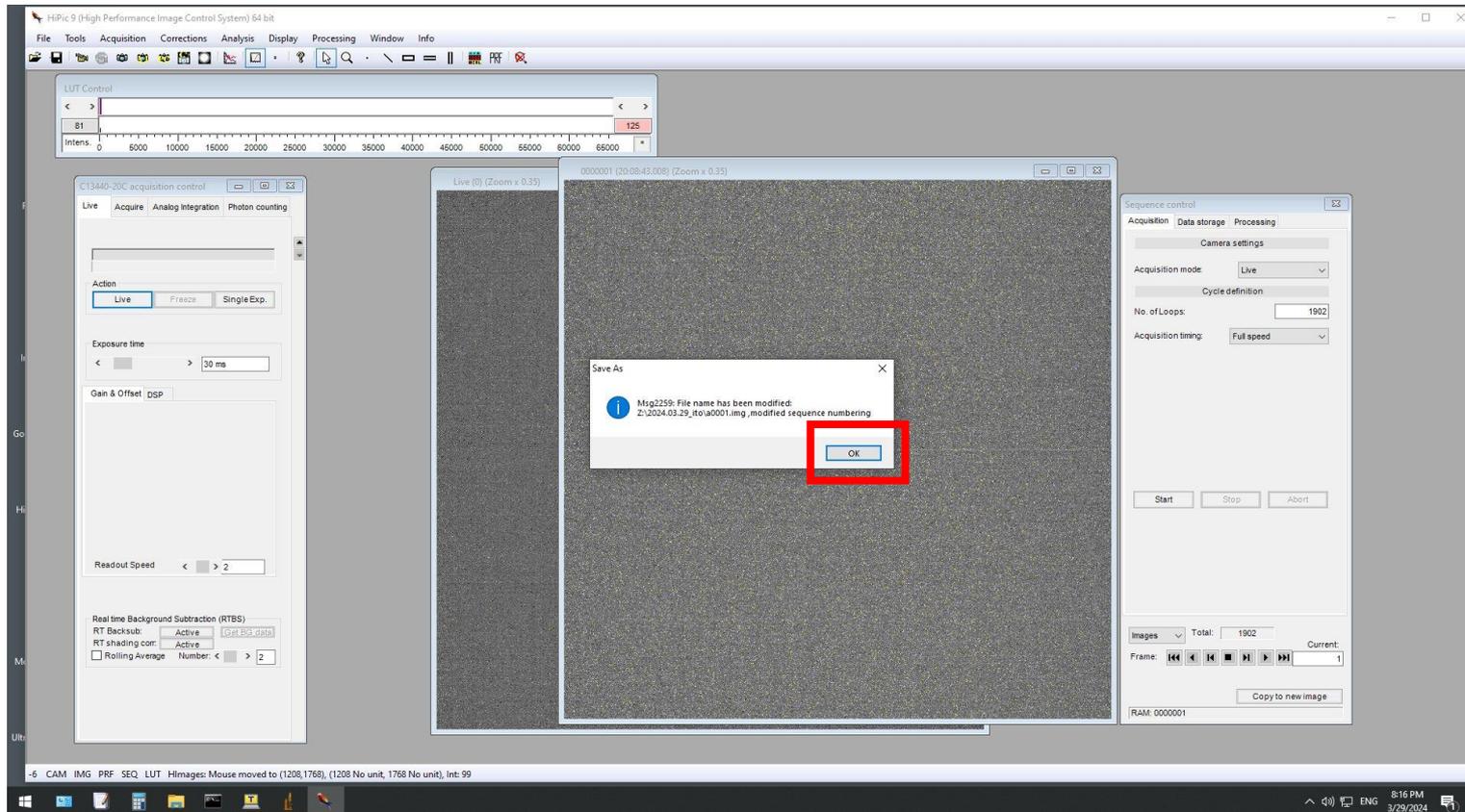


図2.4.14 データ保存

2.4 μ -CT測定

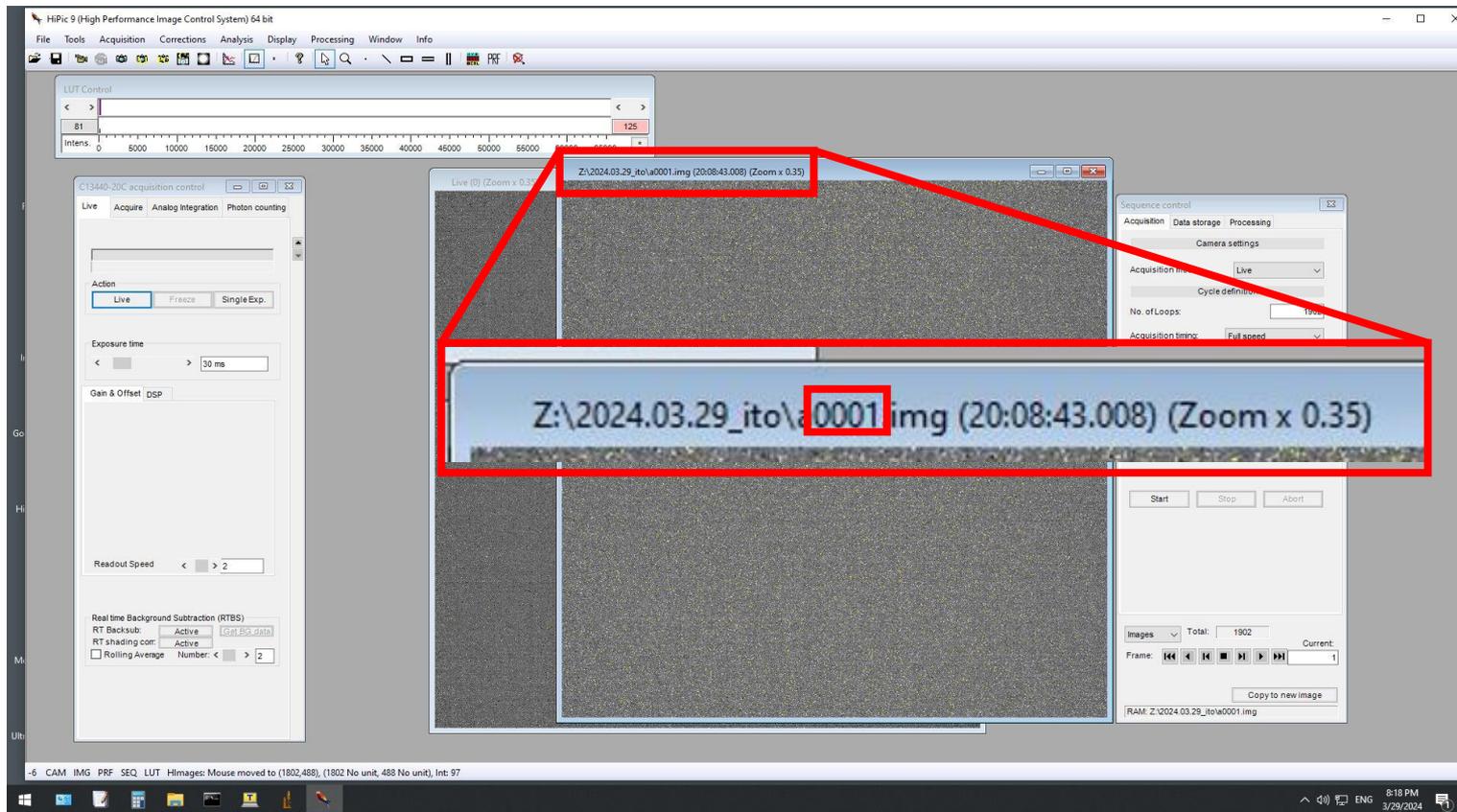


図2.4.14 データ保存中

2.4 μ -CT測定

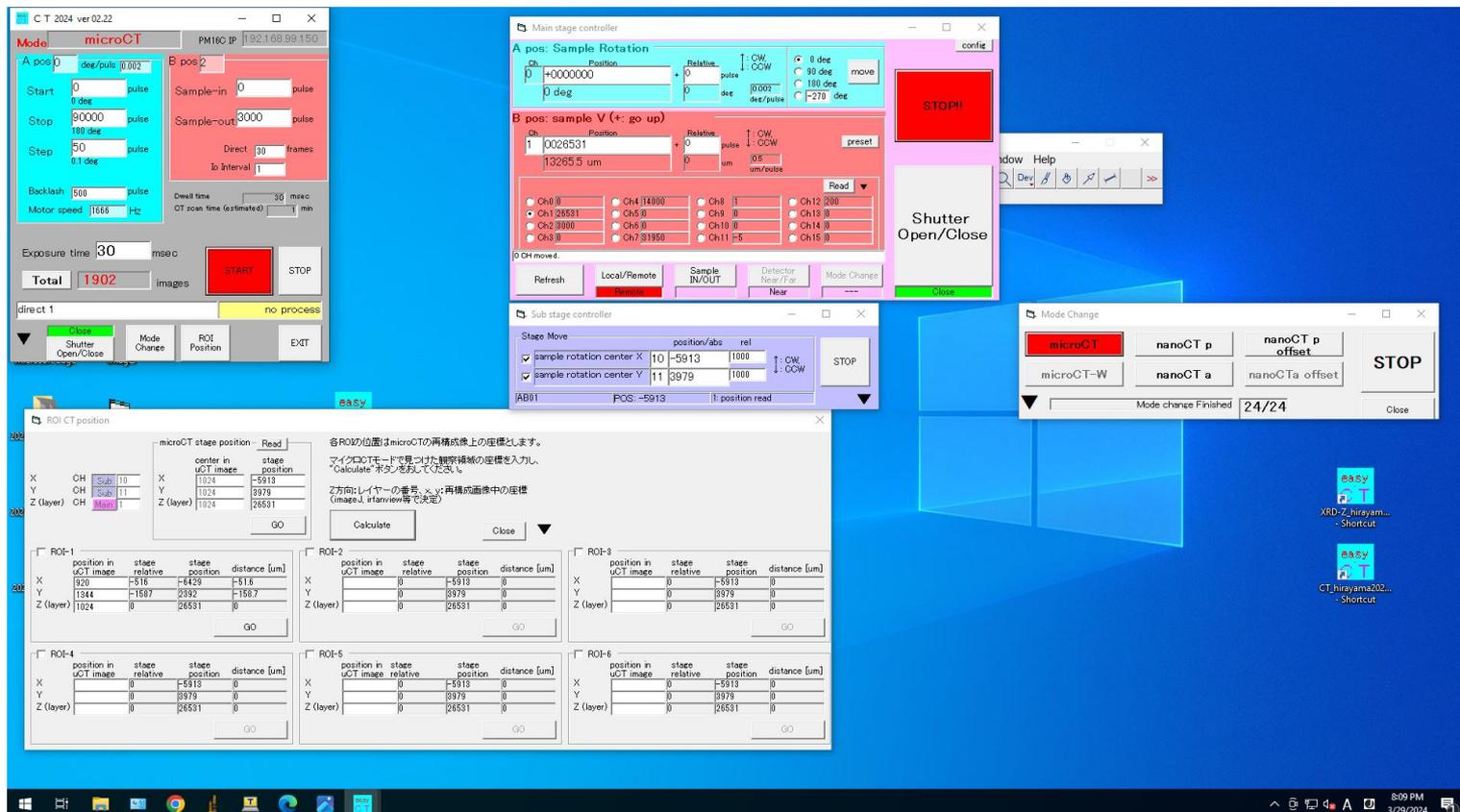


図2.4.14 モニター④のスクリーンショット (output.bmp)

3 再構成に利用するPC

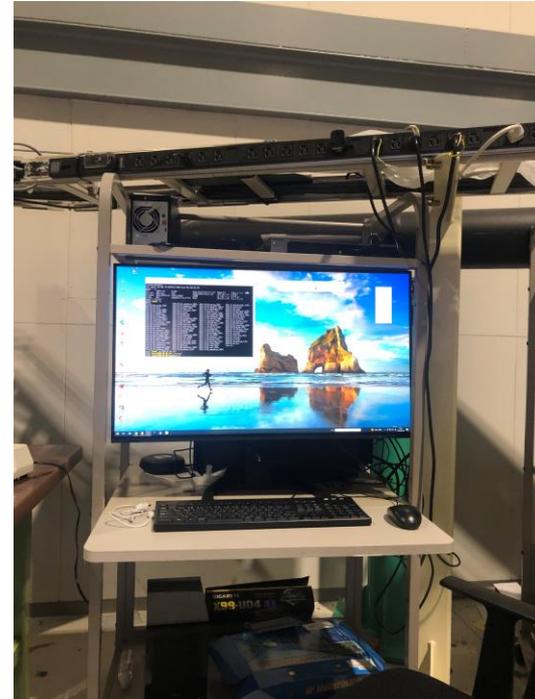
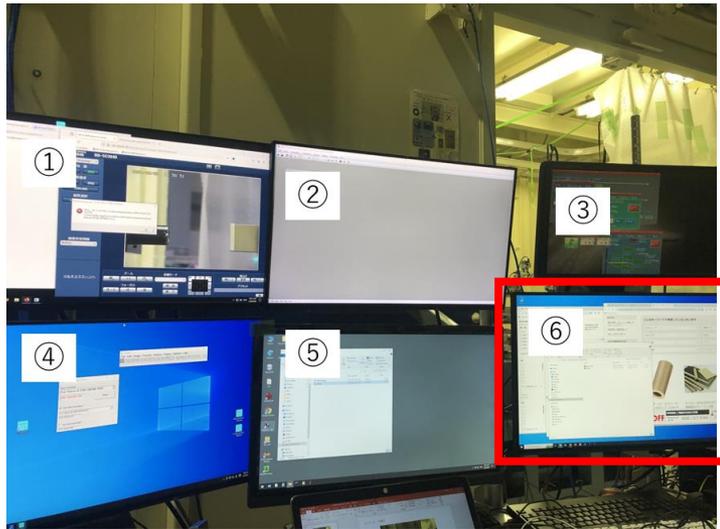


図3 再構成にはモニター⑥または背面のPCを再構成に利用

3.1 Tera Teamの起動

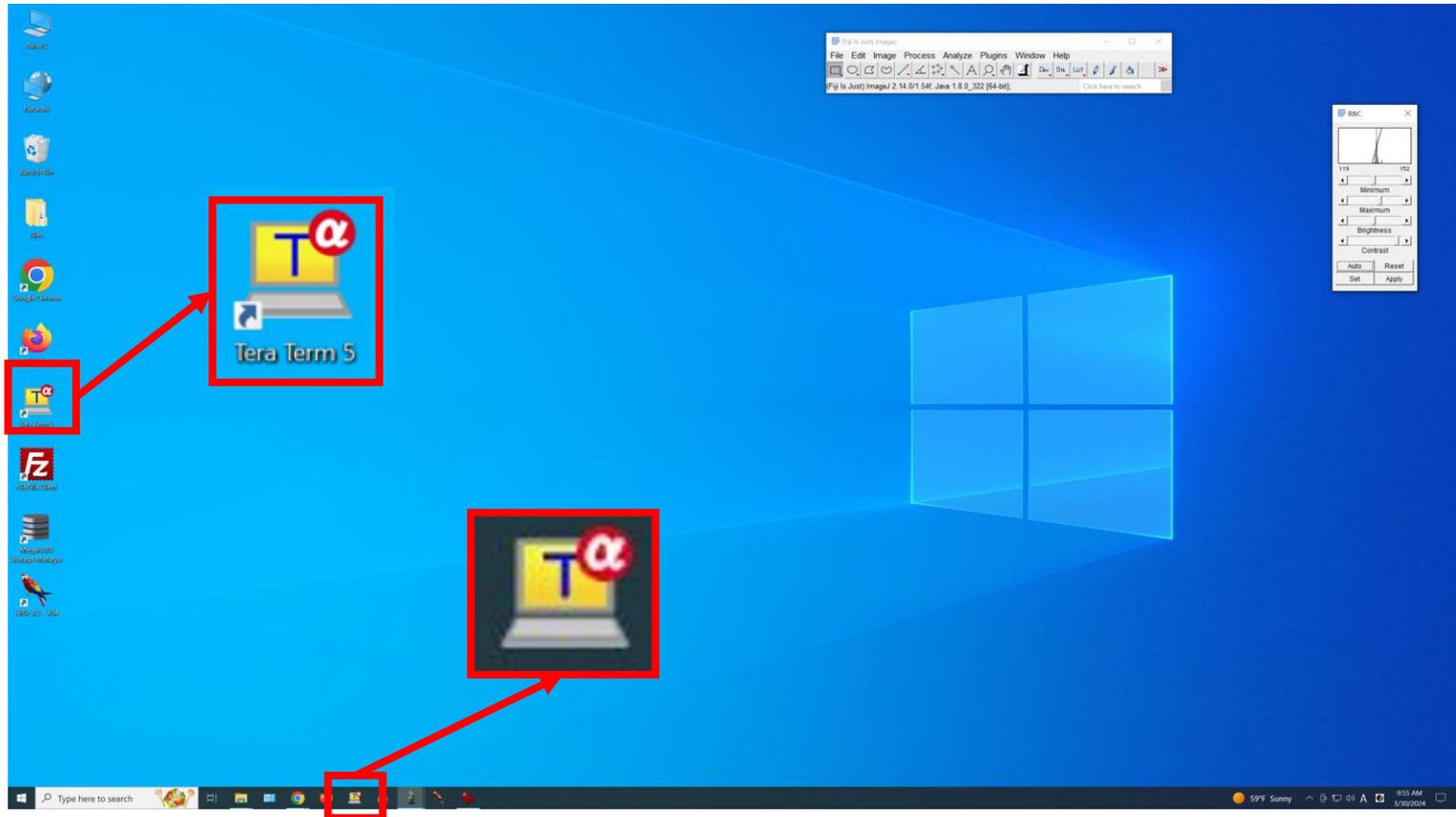


図3.1.1 Tera Teamの起動

3.1 Tera Teamの起動

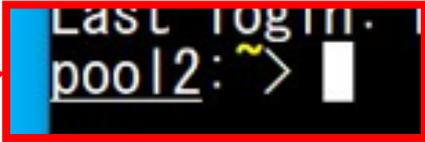
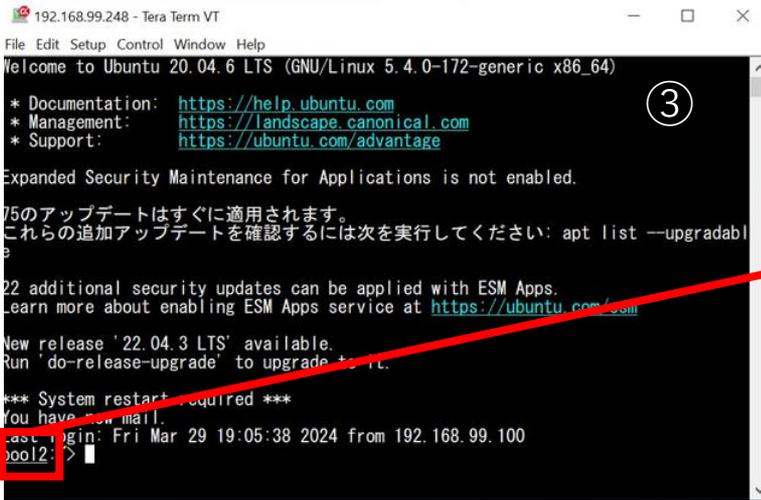
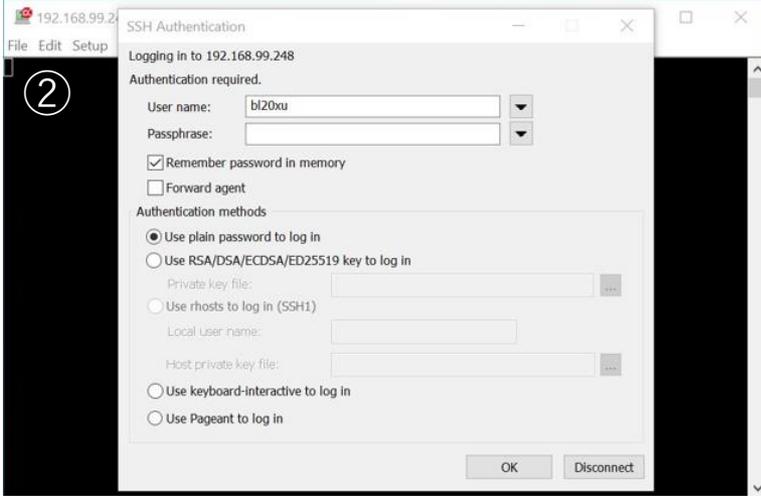
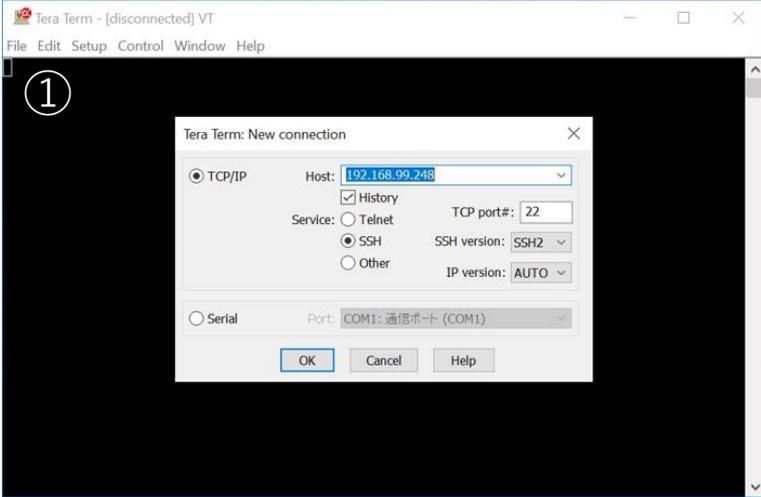


図3.1.2 Tera Teamの起動

3.2 作業フォルダへの移動

```
192.168.99.248 - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
Welcome to Ubuntu 20.04.6 LTS (GNU/Linux 5.4.0-172-generic x86_64)

* Documentation:  https://help.ubuntu.com
* Management:    https://landscape.canonical.com
* Support:       https://ubuntu.com/advantage

Expanded Security Maintenance for Applications is not enabled.

75のアップデートはすぐに適用されます。
これらの追加アップデートを確認するには次を実行してください: apt list --upgradabl
e

22 additional security updates can be applied with ESM Apps.
Learn more about enabling ESM Apps service at https://ubuntu.com/esm

New release '22.04.3 LTS' available.
Run 'do-release-upgrade' to upgrade to it.

*** System restart required ***
You have new mail.
Last login: Sat Mar 30 09:48:42 2024 from 192.168.99.100
pool2:~> ls
```

```
192.168.99.248 - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
Expanded Security Maintenance for Applications is not enabled.

75のアップデートはすぐに適用されます。
これらの追加アップデートを確認するには次を実行してください: apt list --upgradabl
e

22 additional security updates can be applied with ESM Apps.
Learn more about enabling ESM Apps service at https://ubuntu.com/esm

New release '22.04.3 LTS' available.
Run 'do-release-upgrade' to upgrade to it.

*** System restart required ***
You have new mail.
Last login: Sat Mar 30 09:48:42 2024 from 192.168.99.100
pool2:~> ls
bin/          mbox          ssdl@        ビデオ/
bin_old/     pool@        test/       ピクチャ/
bin_user/    prg/         tttmp.txt   ミュージック/
cm.cm*      public_html/ ダウンロード/ 公開/
cm8bit.cm   sand_key-file_v1.txt テンプレート/
date.csv    sand_value-file_v1-l.txt デスクトップ/
date_2023A.csv sand_value-file_v1.txt ドキュメント/
pool2:~> cd pool/
```

```
192.168.99.248 - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help

75のアップデートはすぐに適用されます。
これらの追加アップデートを確認するには次を実行してください: apt list --upgradabl
e

22 additional security updates can be applied with ESM Apps.
Learn more about enabling ESM Apps service at https://ubuntu.com/esm

New release '22.04.3 LTS' available.
Run 'do-release-upgrade' to upgrade to it.

*** System restart required ***
You have new mail.
Last login: Sat Mar 30 09:48:42 2024 from 192.168.99.100
pool2:~> ls
bin/          mbox          ssdl@        ビデオ/
bin_old/     pool@        test/       ピクチャ/
bin_user/    prg/         tttmp.txt   ミュージック/
cm.cm*      public_html/ ダウンロード/ 公開/
cm8bit.cm   sand_key-file_v1.txt テンプレート/
date.csv    sand_value-file_v1-l.txt デスクトップ/
date_2023A.csv sand_value-file_v1.txt ドキュメント/
pool2:~> cd pool/
pool2:~/pool> ls
```

```
192.168.99.248 - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help

2023.10.24_tune/          2024.03.29_ito/
2023.10.25_takahashi_1530/ info.txt
pool2:~/pool> cd 2024.03.29_ito/
```

図3.2.1 作業フォルダへの移動

3.3 再構成

```
192.168.99.248 - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
2023.08.01_tune/      2024.01.22_matsumoto_1430/
2023.09.30_BL_tune/  2024.01.24_watanabe_1030/
2023.10.02_bt_tune/  2024.01.26_koshitani_1055/
2023.10.03_yamashige_1059/ 2024.01.28_toda_1011/
2023.10.05_mashita_1208/ 2024.02.01_ito_2339/
2023.10.08_ito_2307/   2024.02.02_shimizu_1222/
2023.10.09_takeuchi_1431/ 2024.02.05_diffuser/
2023.10.11_matsumoto_1430/ 2024.02.06_yamashige_1059/
2023.10.12_ookuma_1214/  2024.02.09_akada_1532/
2023.10.14_maeda_1005/   2024.02.12_fukutani_1451/
2023.10.16_tune/        2024.02.14_nanoCT20kev/
2023.10.17_yamashige_1059/ 2024.02.14_sada/
2023.10.19_imai_1019/   2024.02.15_hirose_1408/
2023.10.21_ito_2308/    2024.02.17_sada/
2023.10.21_maruyama_2330/ 2024.02.17_tune/
2023.10.22_watanabe_1030/ 2024.02.18_machida_1154/
2023.10.24_tune/        2024.03.29_ito/
2023.10.25_takahashi_1530/ info.txt
pool2:~/pool> cd 2024.03.29_ito/
pool2:~/pool/2024.03.29_ito> ls
1.jpg* 3.jpg* 5.jpg* 7.jpg* 'New folder' /
2.jpg* 4.jpg* 6.jpg* 8.jpg* micro/
pool2:~/pool/2024.03.29_ito> cd micro/
pool2:~/pool/2024.03.29_ito/micro> |
```

```
192.168.99.248 - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
read a1889.img
read a1890.img
read a1891.img
read a1892.img
read a1893.img
read a1894.img
read a1895.img
read a1896.img
read a1897.img
read a1898.img
read a1899.img
read a1900.img
read a1901.img
output q1802.img
Energy,      20.000023kev
Gap,         50mm
FES_Hor,    1.187mm
FES_Ver,    0.49675mm
FES_Width,  0.816mm
FES_Height, 0.48mm
DTHI,       56397pulse
Current,    0.002252mA
NetPlane,   Si(111)
pool2:~/pool/2024.03.29_ito/micro> |
```

```
192.168.99.248 - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
pool2:~/pool/2024.03.29_ito/micro> reconst 1024
nshot = 1800, N10 = 2, total = 1804
TA mean      1356.810151   TASD      963.874781
TASD/TA mean 0.710398
Store Sinogram      0.121176 / sec
calculation layer   : 1024
sinogram file name  : s1024.sin
Width of image      : 2048
Number of projection : 1800
Rotation center     : 1026.500000
reconstruction     : 0.089951 / sec
Image size:         2048 x 2048
MAX and min:        112.877518 and -17.147144
CT image to:        16 bits TIFF.
Conv. const.:       504.027469   -17.147144
pixel size:         1.000000
Stored to:          rec1024.tif
pool2:~/pool/2024.03.29_ito/micro> |
```

図3.3.1 再構成

3.3 再構成

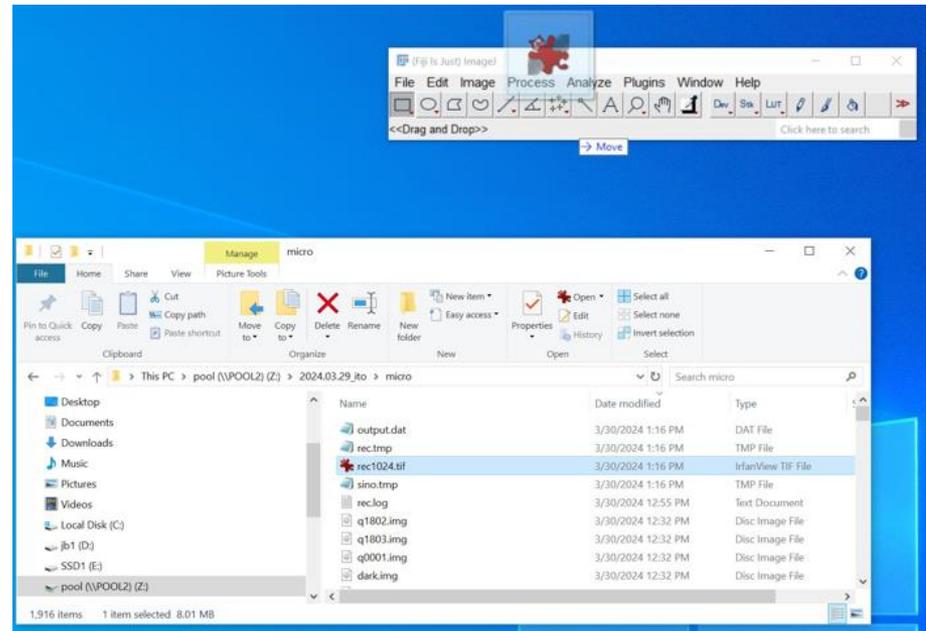
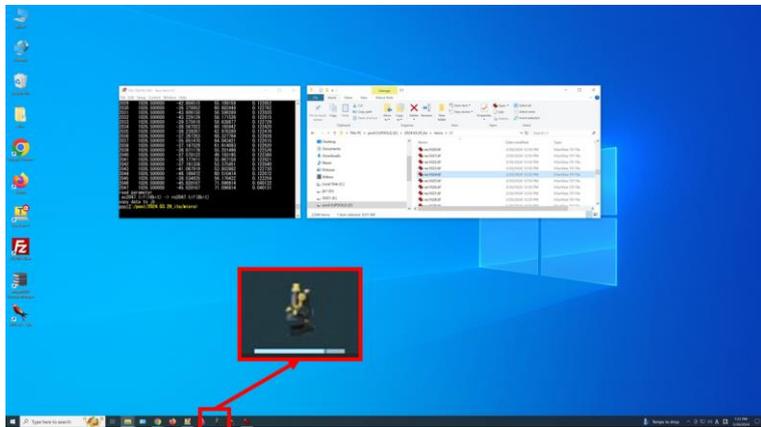


図3.3.2 ImageJの起動、rec1024.tifをImageJのツールバーにドロップ

3.3 再構成

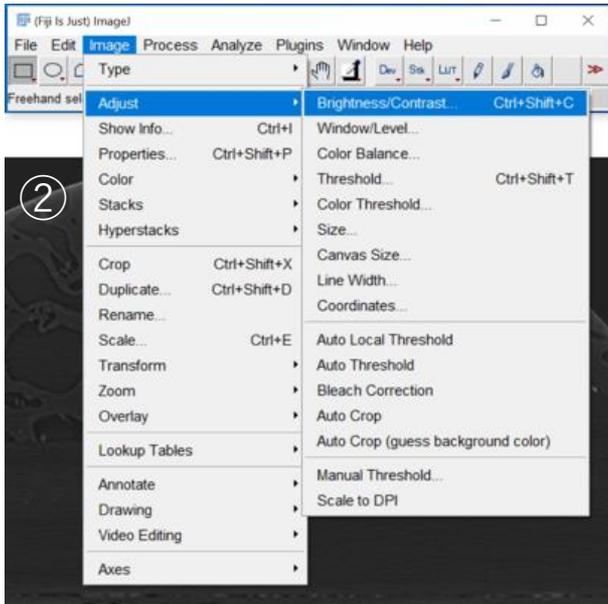
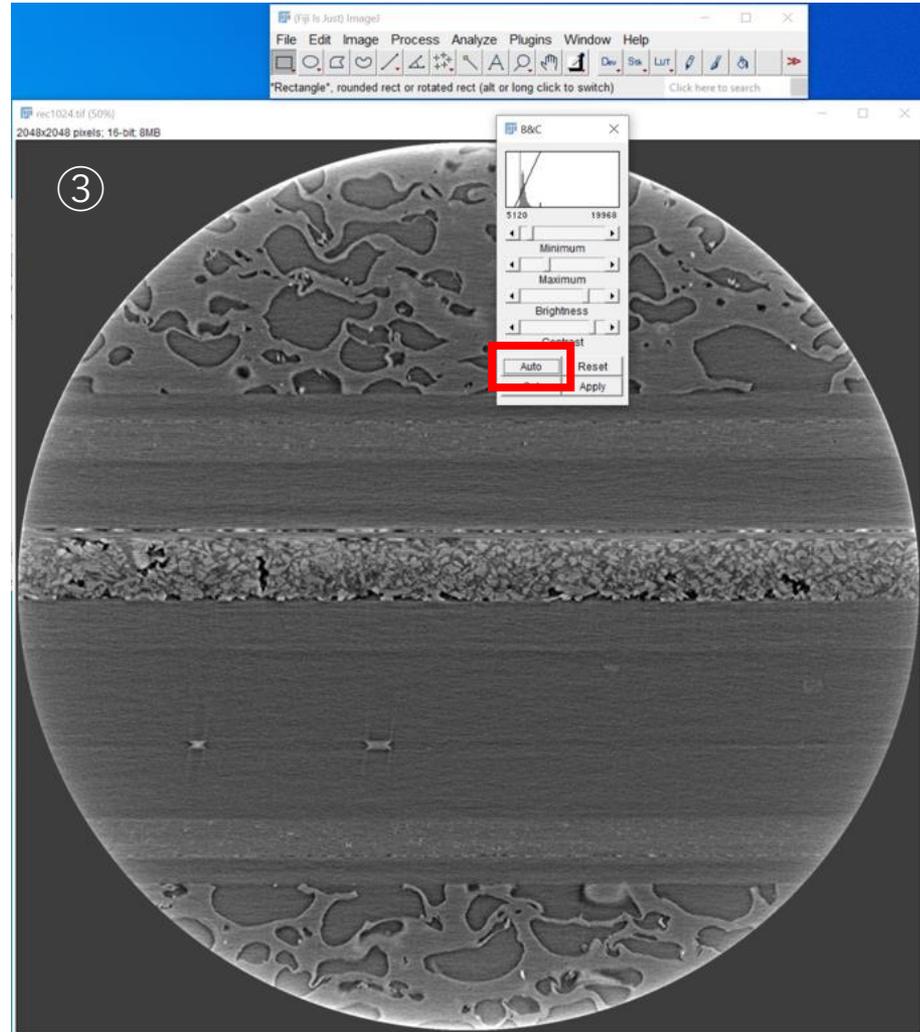
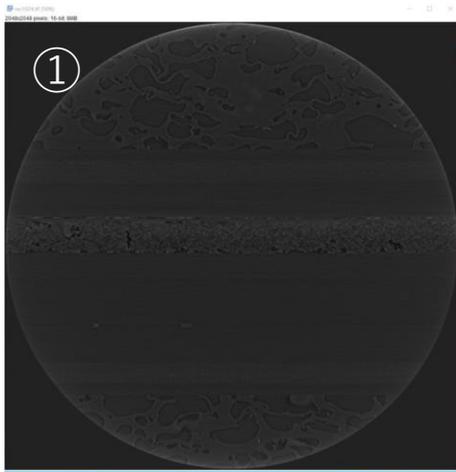


図3.3.3 ImageJによるコントラスト調整

3.4 3次元

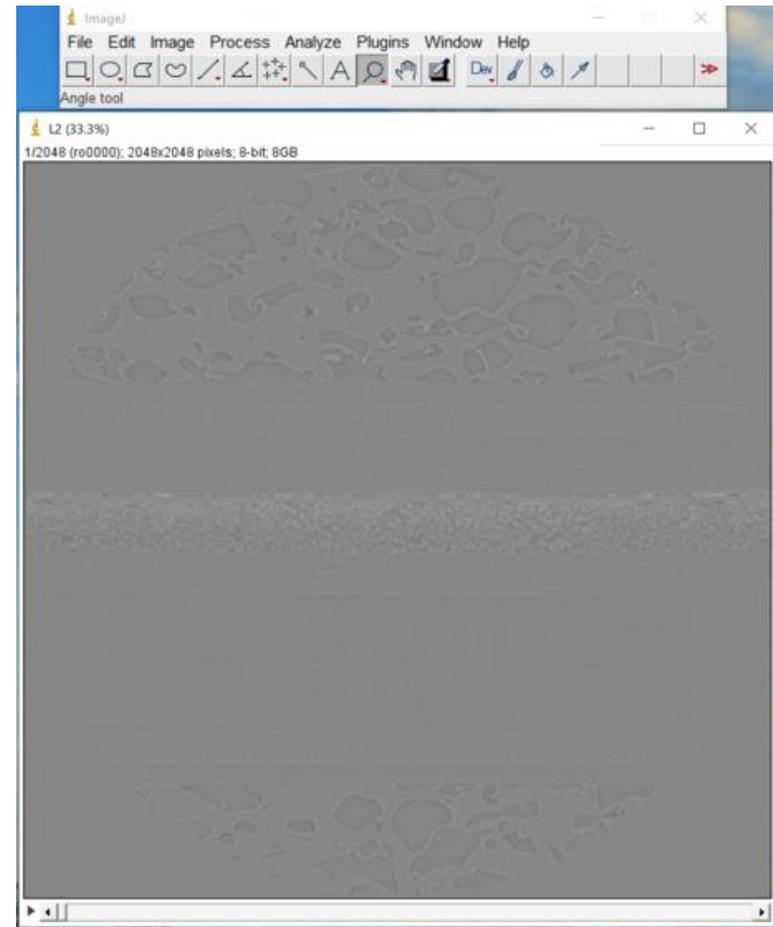
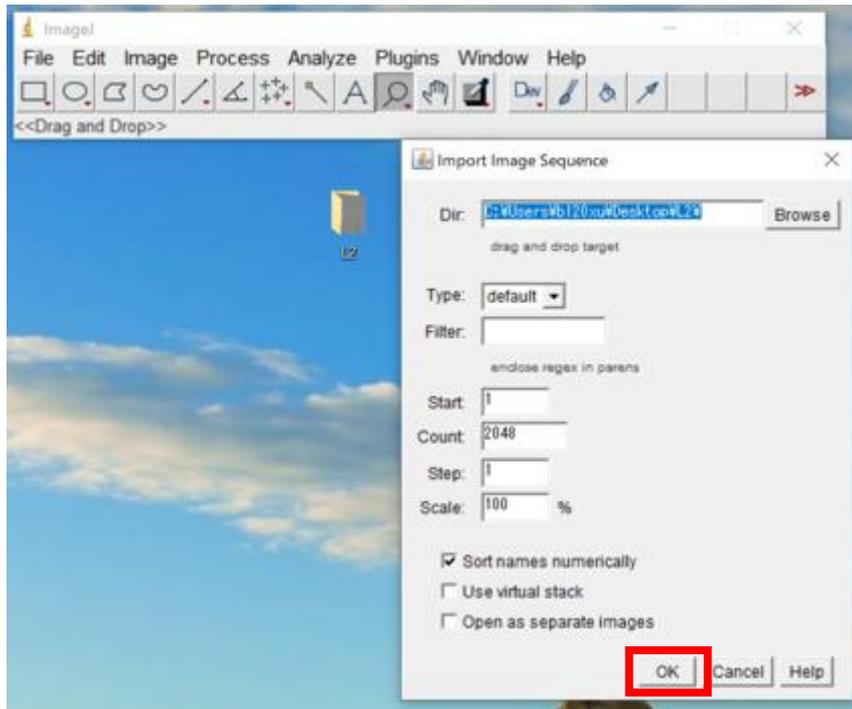


図3.4.1 ImageJのツールバーにL2フォルダをドロップ

3.4 3次元

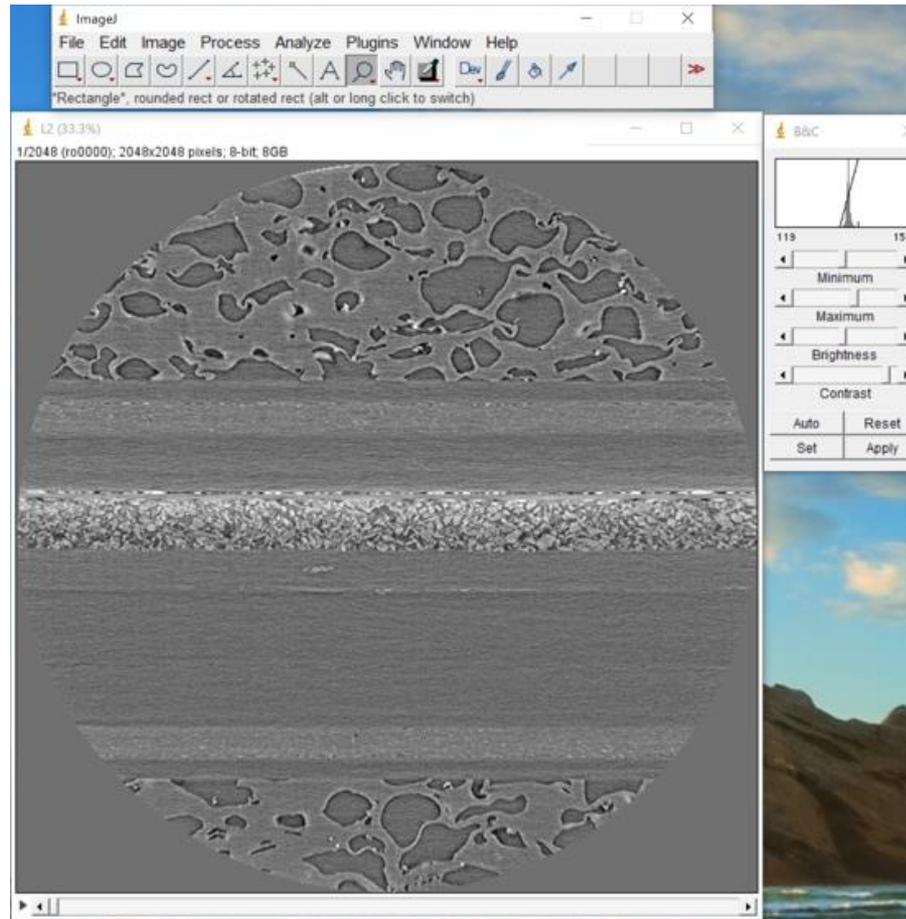


図3.4.2 ImageJでコントラスト調整

3.4 3次元

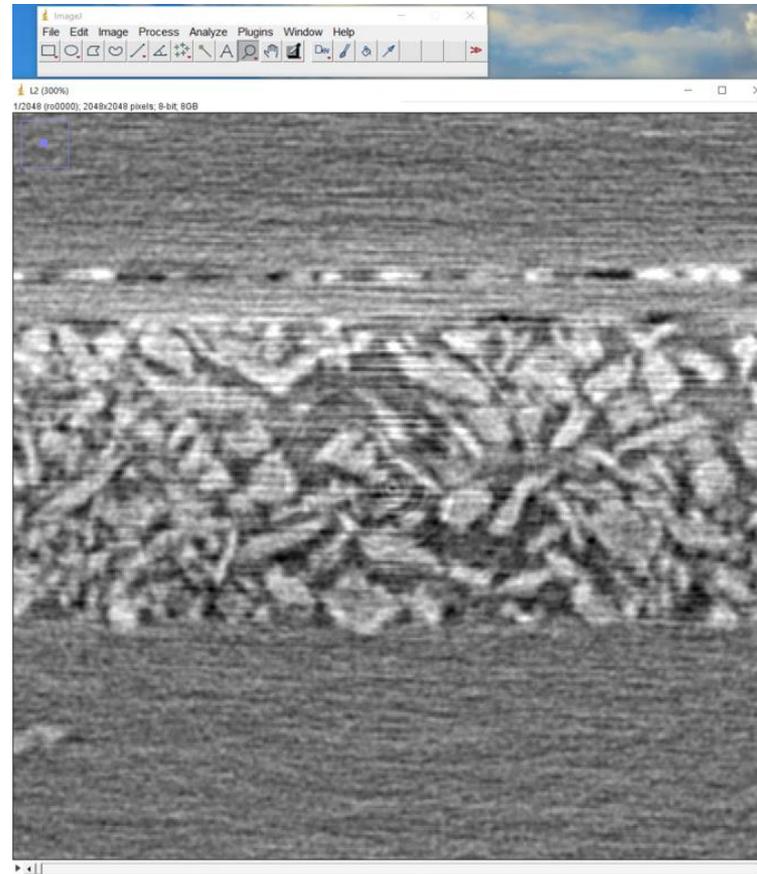


図3.4.3 ImageJで拡大縮小

3.5 ROIの決定

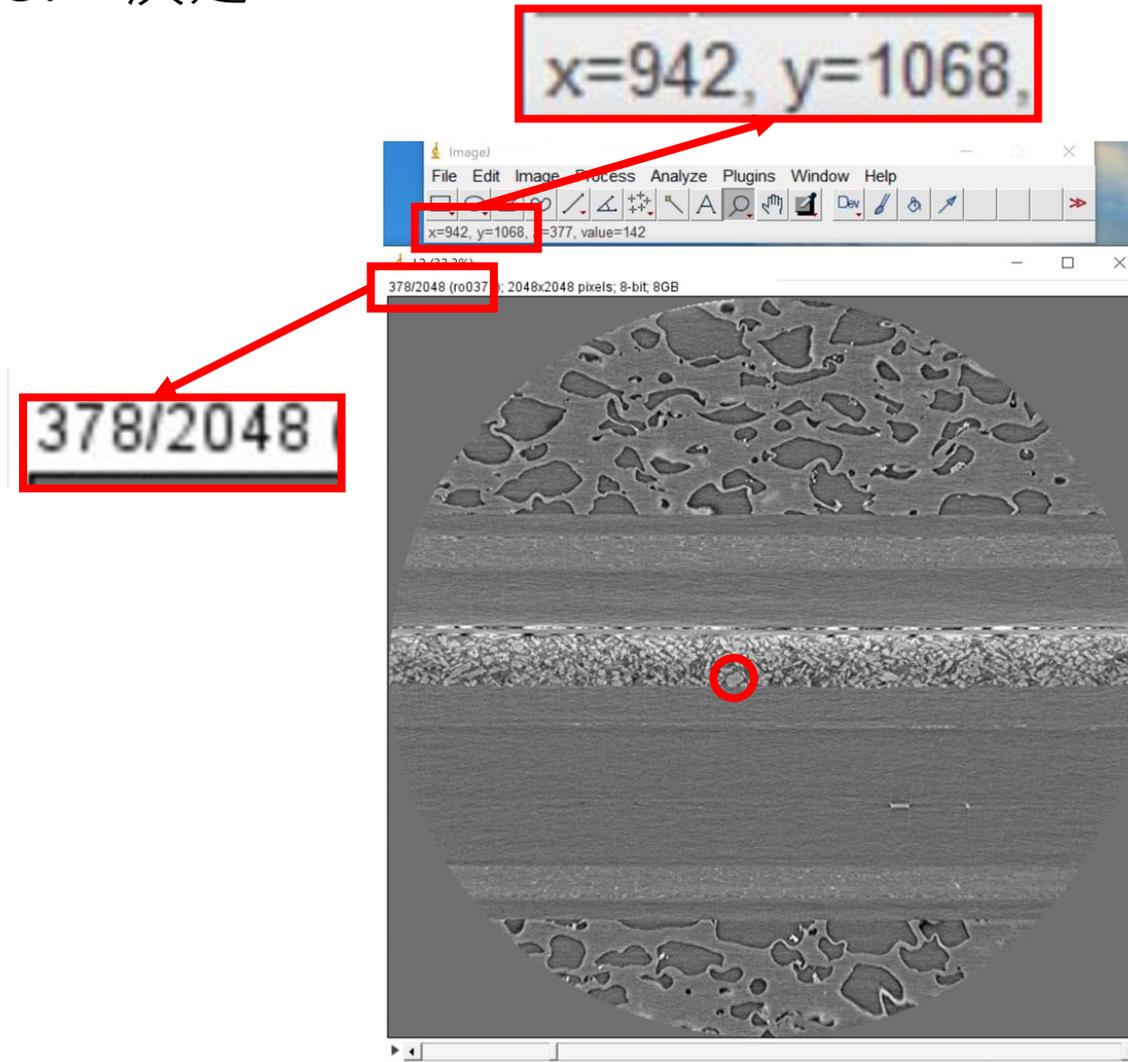


図3.5.1 layer（何枚目）、x座標、y座標

4.1 nano-CTの立上げ

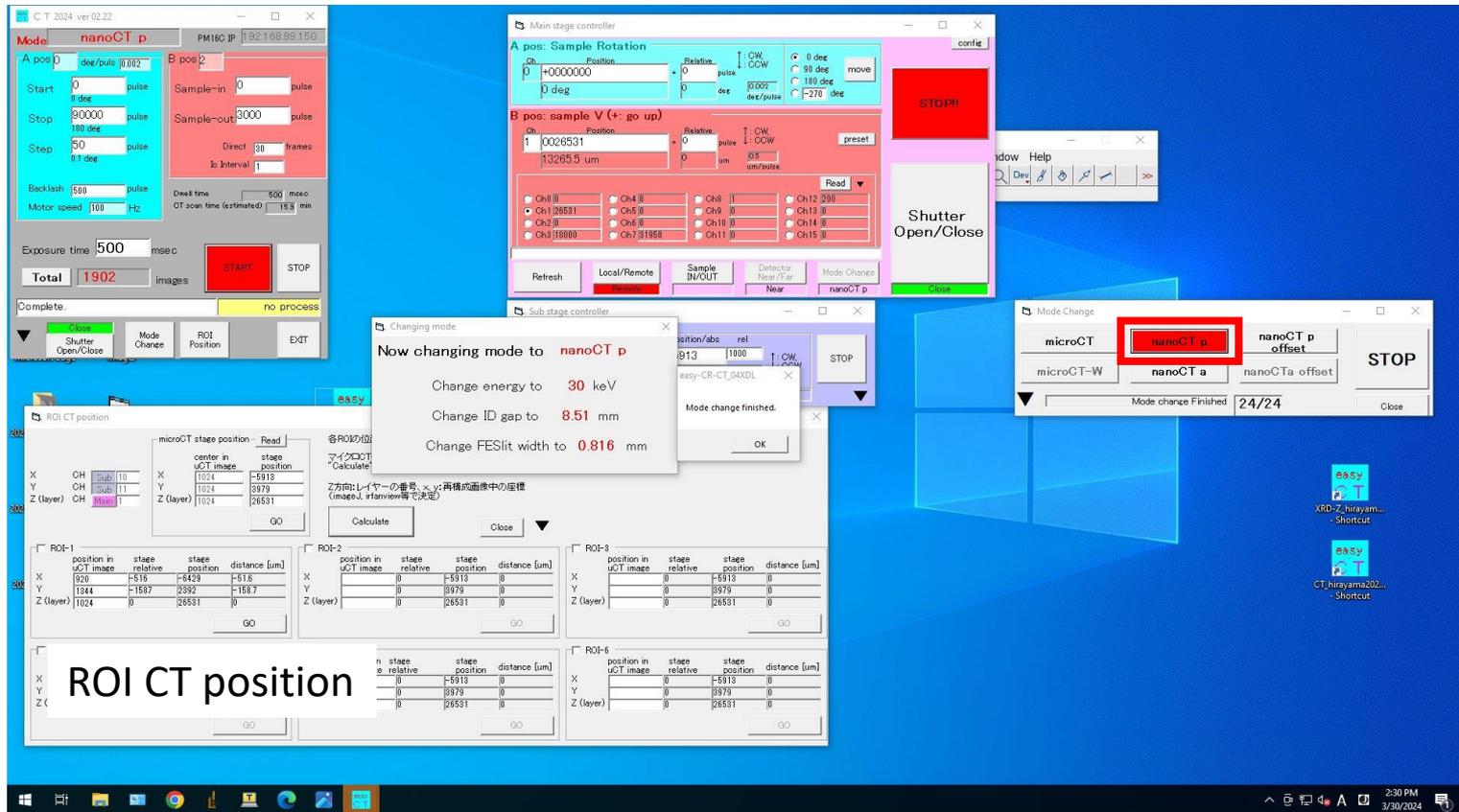


図4.1.1 nano-CT立上げ

4.1 nano-CTの立上げ

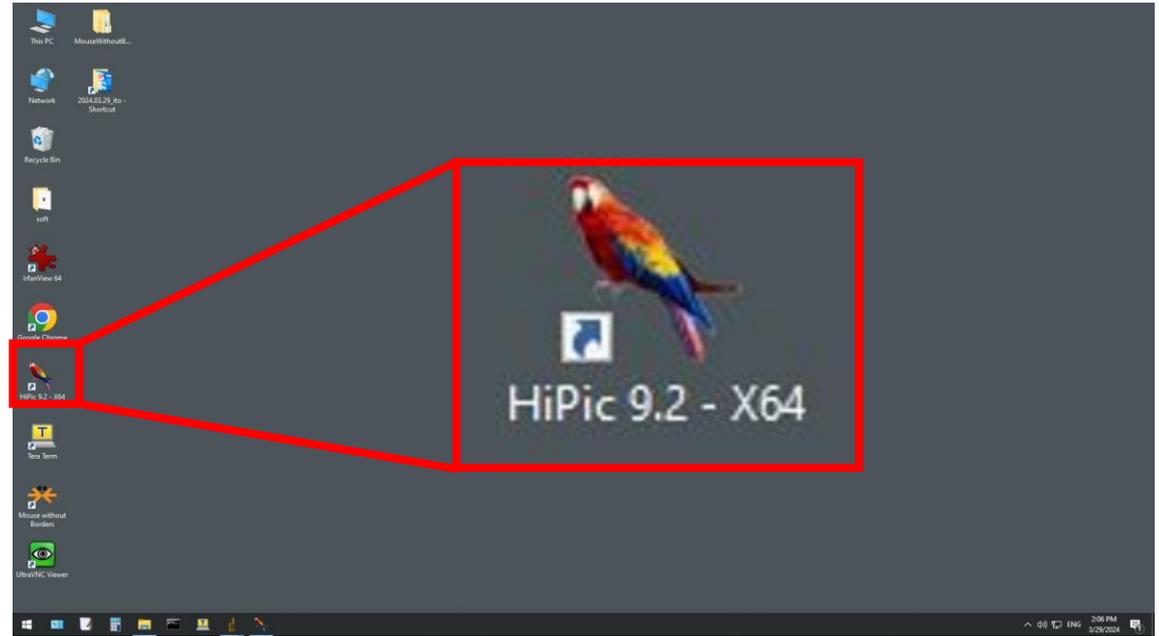
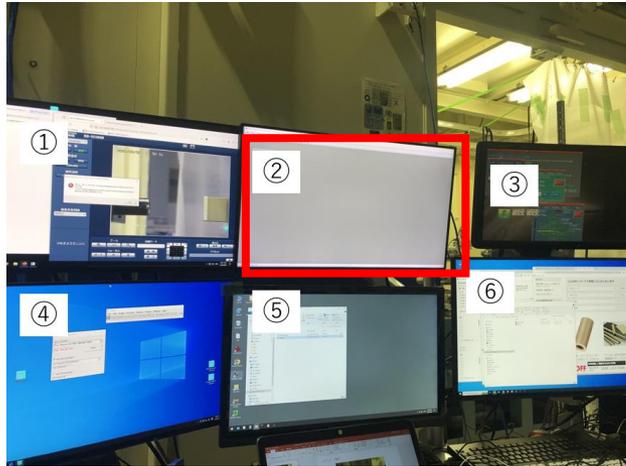


図4.1.1 HiPic 9.2立上げ

モニター②の「HiPic 9.2」をクリックする。

4.2 ROIの設定

easy

sample rotation center Y 11 376 easy-CR-CT_04XDL X

AB01 POS: 3761

Stage moved. OK

ROI CT position

microCT stage position Read

center in uCT image stage position

X	CH	Sub	10	X	1024	-5913
Y	CH	Sub	11	Y	1024	3979
Z (layer)	CH	Main	1	Z (layer)	1024	26531

GO

各ROIの位置はmicroCTの再構成上の座標とします。
マイクロCTモードで見つけた観察領域の座標を入力し、
"Calculate"ボタンをおしてください。

Z方向: レイヤーの番号、x, y: 再構成画像中の座標
(imageJ, irfanview等で決定)

Calculate Close

ROI-1

	position in uCT image	stage relative	stage position	distance [um]
X	942	-407	-6320	-40.7
Y	1068	-218	3761	-21.8
Z (layer)	378	-641	25890	-320.5

GO

ROI-2

	position in uCT image	stage relative	stage position	distance [um]
X		0	-5913	0
Y		0	3979	0
Z (layer)		0	26531	0

GO

ROI-3

	position in uCT image	stage relative	stage position	distance [um]
X		0	-5913	0
Y		0	3979	0
Z (layer)		0	26531	0

GO

ROI-4

	position in uCT image	stage relative	stage position	distance [um]
X		0	-5913	0
Y		0	3979	0
Z (layer)		0	26531	0

GO

ROI-5

	position in uCT image	stage relative	stage position	distance [um]
X		0	-5913	0
Y		0	3979	0
Z (layer)		0	26531	0

GO

ROI-6

	position in uCT image	stage relative	stage position	distance [um]
X		0	-5913	0
Y		0	3979	0
Z (layer)		0	26531	0

GO

図4.2.1 ROIの設定

5 nano-CT再構成

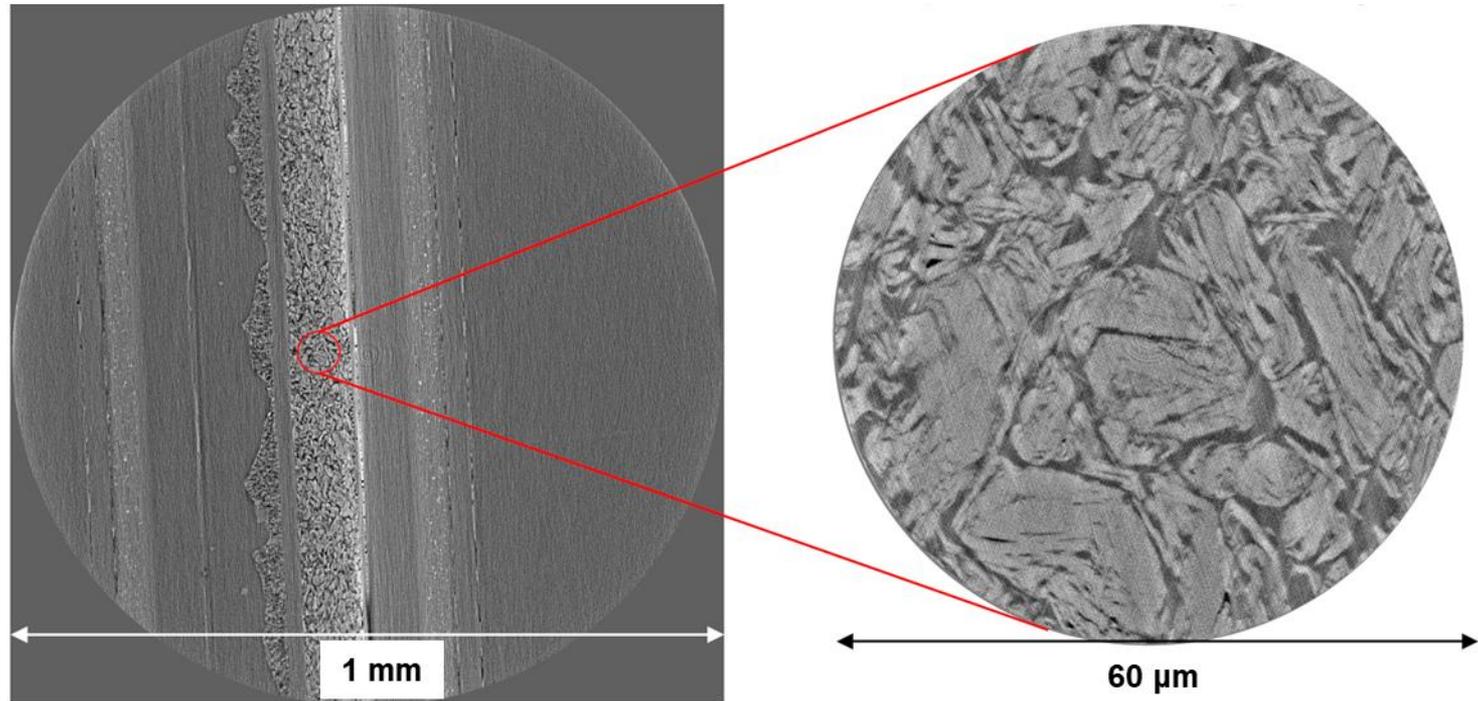


図5 nao-CT測定

5 nano-CT再構成

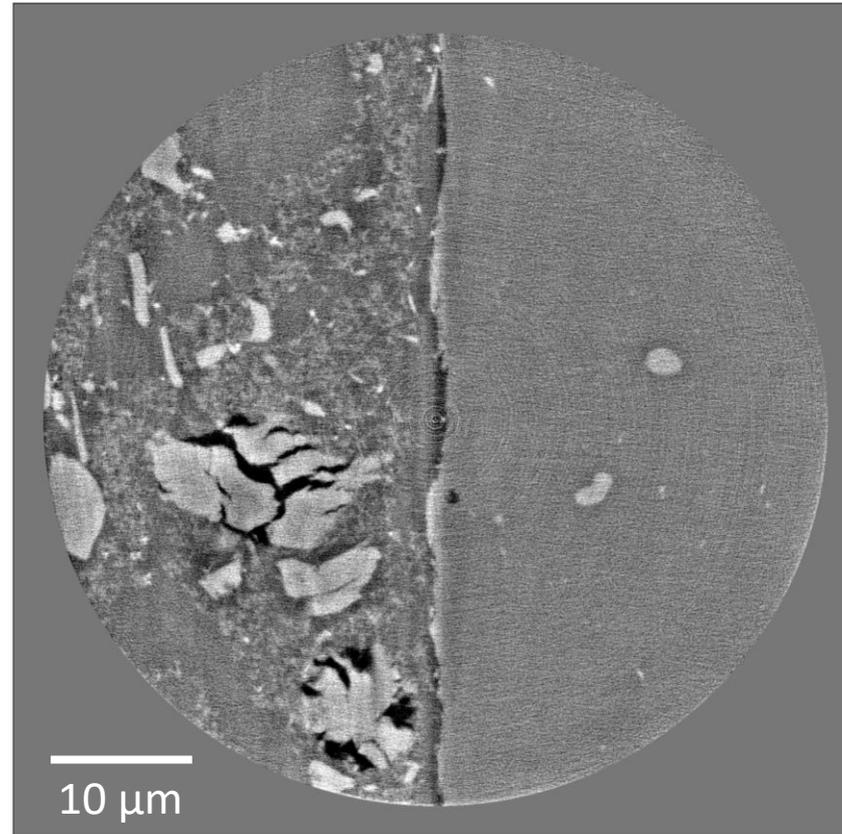
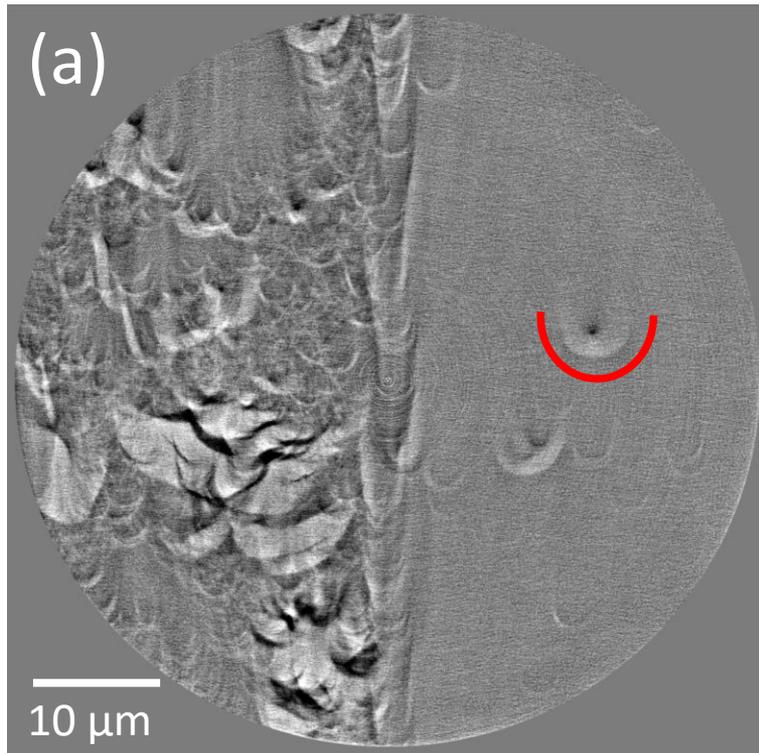
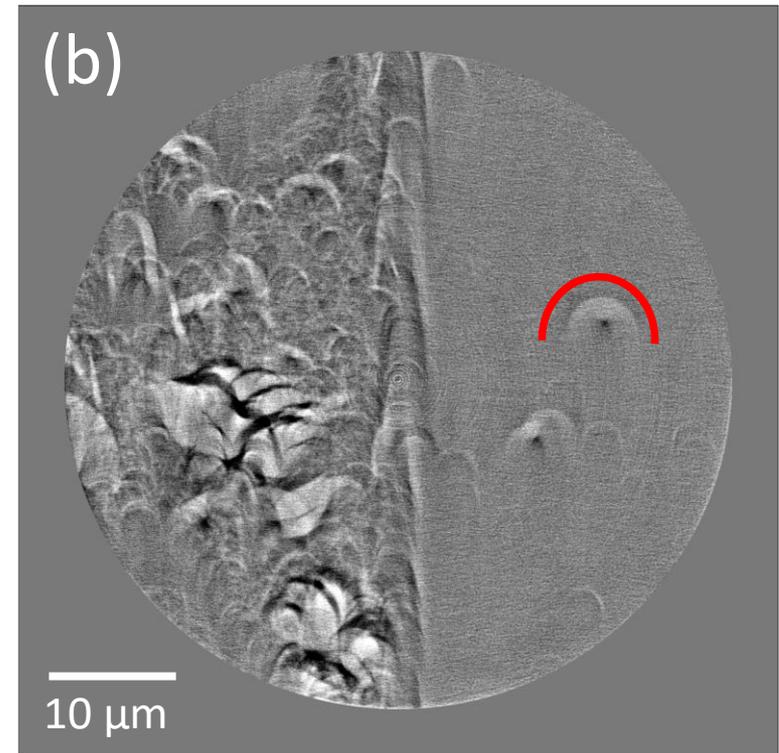


図5.1.1 回転中心が合っている再構成像

5 nano-CT再構成



(a) 回転中心が実際より試料下部（スライス番号が大きい）方にずれている場合



(b) 回転中心が実際より試料上部（スライス番号が小さい）方にずれている場合

図5.1.2 回転中心が合っていない再構成像

5 nano-CT再構成

```
nshot = 1800, NIO = 2, total = 1804
TA mean      132.334381      TASD      193.535520
TASD/TA mean  1.462473
Store Sinogram      0.104173 / sec
calculation layer   : 750
sinogram file name  : s0750.sin
Width of image      : 2048
Number of projection : 1800
Rotation center     : 951.000000
reconstruction     : 0.095716 / sec
Image size:        2048 x 2048
MAX and min:       18.814674 and -21.199242
CT image to:       16 bits TIFF.
Conv. const.:      1637.830157      -21.199242
pixel size:        1.000000
Stored to:         rec0750.tif

pool2:~/pool/2024.04.11_ito/5_initial_nano_for_manual> |
```

図5.1.3 スライス像750枚目の再構成像

5 nano-CT再構成

File Name	Date	Time	Type	Size
750-1251.tif	9/14/2024	12:26 PM	IrfanView TIF File	8,209 KB
750-1201.tif	9/14/2024	12:26 PM	IrfanView TIF File	8,209 KB
750-1151.tif	9/14/2024	12:26 PM	IrfanView TIF File	8,209 KB
750-1101.tif	9/14/2024	12:26 PM	IrfanView TIF File	8,209 KB
750-1051.tif	9/14/2024	12:26 PM	IrfanView TIF File	8,209 KB
750-1001.tif	9/14/2024	12:26 PM	IrfanView TIF File	8,209 KB
750-951.tif	9/14/2024	12:26 PM	IrfanView TIF File	8,209 KB
750-901.tif	9/14/2024	12:26 PM	IrfanView TIF File	8,209 KB
750-851.tif	9/14/2024	12:26 PM	IrfanView TIF File	8,209 KB
750-801.tif	9/14/2024	12:26 PM	IrfanView TIF File	8,209 KB
750-751.tif	9/14/2024	12:26 PM	IrfanView TIF File	8,209 KB
750-701.tif	9/14/2024	12:26 PM	IrfanView TIF File	8,209 KB

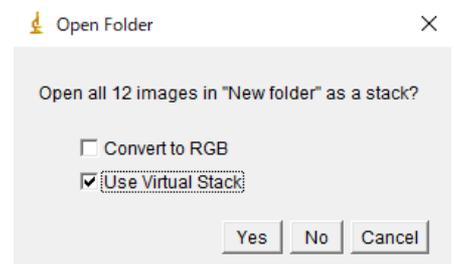
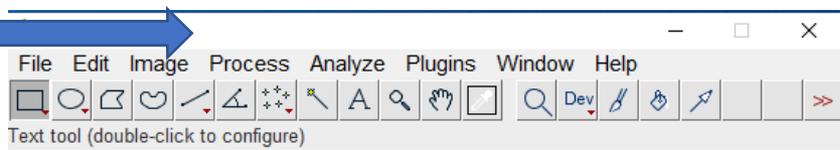


格納

※New folderはサーバー内には作らず、PCのデスクトップに作成する。



Drop



Use Virtual Stackに ✓
⇒Yes

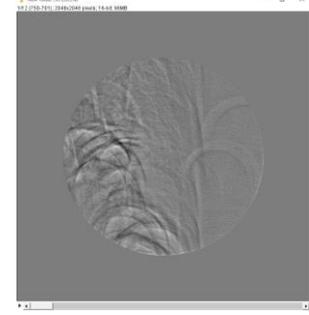


図5.1.4 回転中心の検討で出力されたファイル、ImageJでの表示方法

5 nano-CT再構成

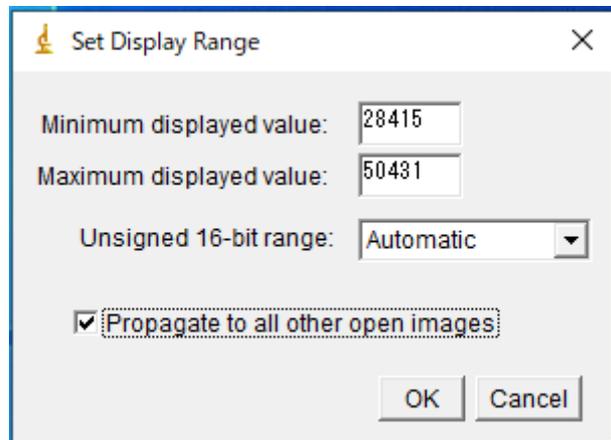
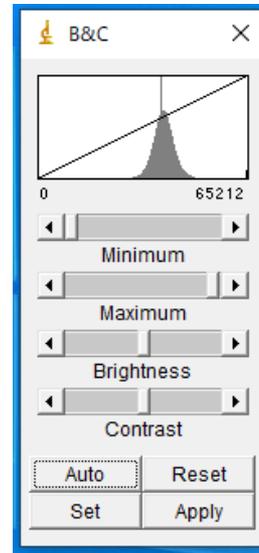
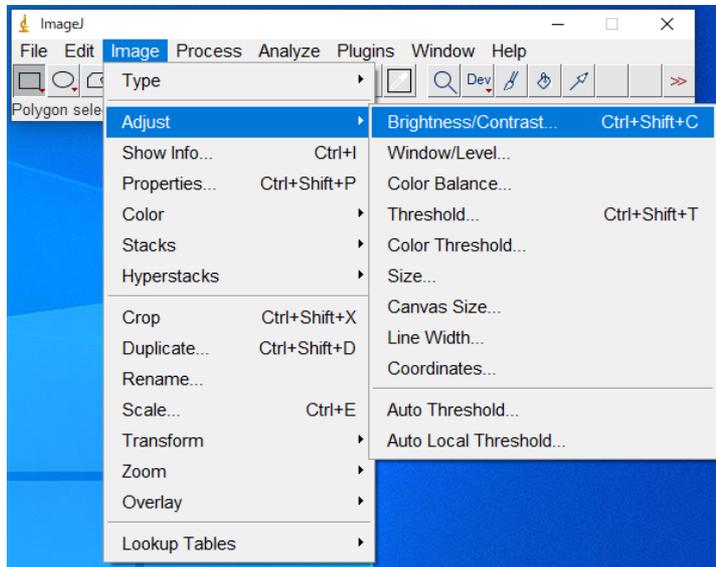


図5.1.5 コントラストの調整

5 nano-CT再構成

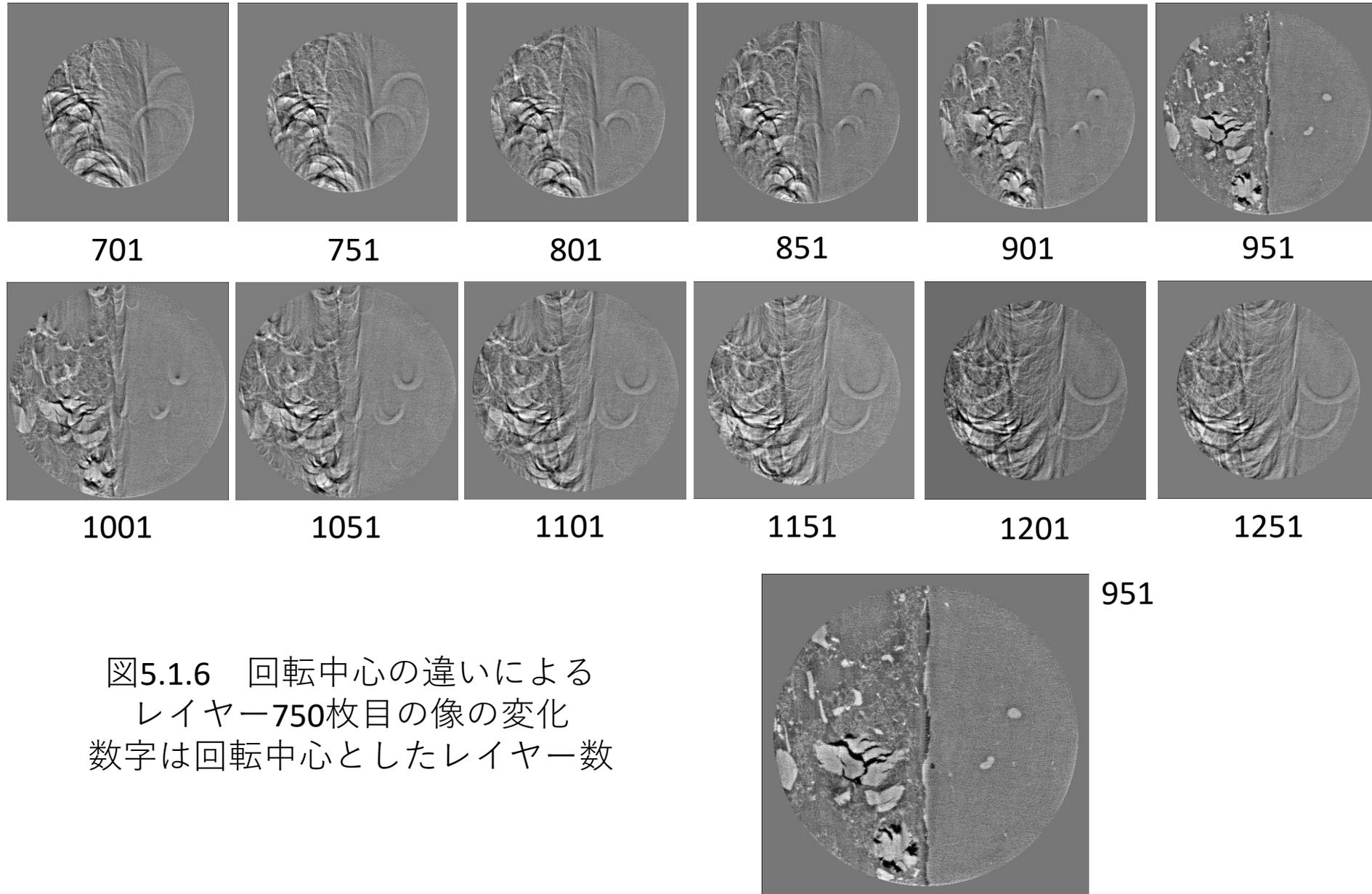


図5.1.6 回転中心の違いによる
レイヤー750枚目の像の変化
数字は回転中心としたレイヤー数

5 nano-CT再構成

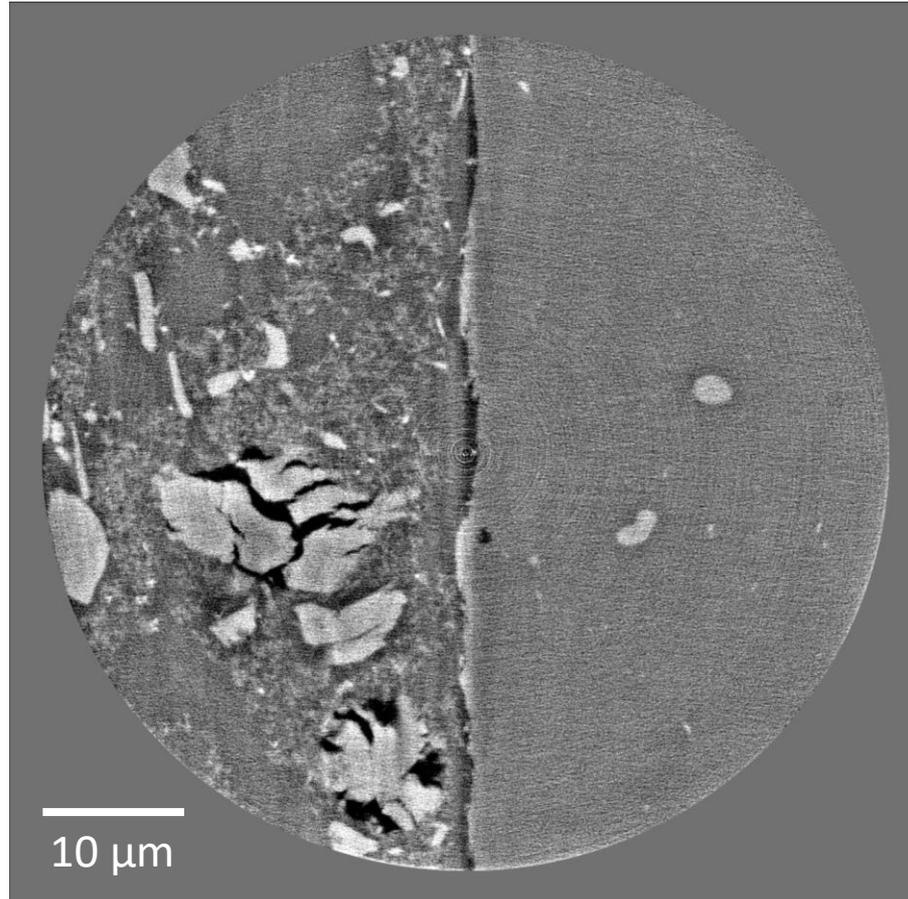


図5.1.7 回転中心を950.5とした時にレイヤー750枚目の再構成像