

目次

- 1 ビームラインの概要
- 2 輸送系の調整
- 3 実験ハッチ内機器の調整
- 4 XAFS測定の手順
- 5 制御ソフトの使用法
- 6 ユーザーの準備
- 7 トラブルシューティング

1 ビームラインの概要

- 本ビームラインでは、4.5～110(keV)のエネルギー領域で、XAFS測定を行うことが可能である。
- ビームラインは、光源、フロントエンド部、輸送チャンネル部及び実験ハッチ部からなる。
- 光源及びフロントエンド部は、コンクリート遮蔽壁内側の収納部に設置されている。
- フロントエンド部は、光源と輸送チャンネル部を繋ぐ部分で、輸送チャンネル部とはBe窓で真空分離されている。
- 輸送チャンネル部は、光学ハッチ内に設置されている。
 - 光学ハッチ内への入室は、ビームライン担当者及び許可を受けた者のみが許されている。
- ユーザーの操作する試料周り装置及び測定装置は、実験ハッチ部に設置されている。
- 光学素子(分光器、ミラー及びスリット)及び測定装置は、ハッチ外に設置されたユーザーPCから制御される。

1-1 光源

- 偏向電磁石光源 BL01B1
- 臨界エネルギー : 28.9(keV)
- 光源サイズ@ 2%カップリング
 - $x=0.182(\text{mm})$
 - $y=0.058(\text{mm})$
- 光源角度拡がり
 - $y'=0.065(\text{mrad})@10(\text{keV})$
 - 水平方向取り込み角 : 1.5(mrad)

1-2 フロントエンド部

- 機能
 - 可動マスクによる放射光ビームの粗整形
 - 余分な空間成分の除去
 - フィルターによる放射光低エネルギー成分の吸収
 - Be窓への熱負荷の軽減
 - X線ビームポジションモニター(XBPM)によるビーム位置のモニター
- 仕様
 - 可動マスク
 - 開放
 - フィルター
 - グラファイト : 0.3(mm)厚
 - 真空隔壁
 - Be : 0.25(mm)厚

1-3 輸送チャンネル部

- 目的
 - 実験ハッチ内で測定に使用する放射光の調整
 - サイズ
 - エネルギー

- エネルギー分解能
- 高調波成分除去
- 光学系の構成
 - SPring-8標準偏向電磁石ビームライン光学系
 - 前置コリメーターミラー
 - 可変傾斜配置二結晶分光器
 - 後置集光ミラー
 - ミラー傾き角に追従してコンポーネントの高さを変更する機構
 - 前置ミラー～後置ミラー間コンポーネント：傾斜架台上に設置
 - 後置ミラー～Be窓間コンポーネント：昇降架台上に設置
- 機能
 - 広エネルギー対応
 - 4.5～110keVまでの放射光を調整
 - 可変傾斜配置二結晶分光器により、一組の分光結晶で広エネルギー領域の分光
 - エネルギー領域：4.5～40(keV)
 - エネルギー分解能を高めるため、前置ミラーにより放射光の上下方向を平行光化した後、二結晶分光器で分光。
 - 分光された放射光は、後置ミラーにより上下方向を集光（試料位置で0.2(mm)以下）。
 - 両ミラーにはロジウムがコート。
 - 両ミラーの反射により、高調波成分の混入比率を 10^{-5} 以下に低減。
 - エネルギー領域：40(keV)以上
 - 両ミラーを光軸から外す。
 - 100%チューン状態での高調波の混入比<1%
 - 試料位置でのフォトン数の見積り： $10^9 \sim 10^{11}$ (phs/秒) with $E/E < 2 \times 10^{-4}$

1-4 実験ハッチ部

- 測定手法
 - イオンチェンバーを用いた透過法XAFS
 - Lytle検出器を用いた蛍光法XAFS
 - 単素子Ge検出器を用いた蛍光法XAFS測定（他ビームラインからの借用品により可能）
 - 電子収量法XAFS（他ビームラインからの借用品により可能）
 - 精密回転ステージによる全反射配置XAFS（他ビームラインからの借用品により可能）
- 試料温度調整
 - クライオスタット
 - 6.5～300(K)
 - 電気炉1
 - 300～1070(K)
 - 電気炉2
 - 300～1870(K)

2 輸送系の調整

- ビームライン輸送チャンネル部上流よりの光学素子の配置
 - TC SLIT1 前置ミラー 分光器 ストップ TC SLIT2 後置ミラー TC SLIT3
4DSLIT I0イオンチェンバー 試料 Iイオンチェンバー
 - ここで、
 - TC SLIT：輸送チャンネル部4象限スリット
 - 4DSLIT：実験ハッチ内4象限スリット
 - I0イオンチェンバー：入射光強度測定用イオンチェンバー
 - Iイオンチェンバー：透過光強度測定用イオンチェンバー
- 輸送系の調整は現状、ビームライン担当者もしくは担当者から許可を与えられた者のみが行うことができる。
- ユーザーは、ビームライン担当者と相談しながら輸送系機器の設定状態を決定し、調整を担当者に依頼する。
- 将来的には、輸送系の調整がユーザーにより行われるよう、準備中である。
- 輸送系の調整の主要部分は、各光学素子に対して作成されたデータテーブルを用いて、制御用ユーザーPC（Gaia）から半自動的に行われる。
- 制御は、谷田氏作成プログラム（LabVIEW4.0/WinNT）を用いて行う。
- 調整項目は、以下の3項目である。

- 分光器の結晶面設定
- ミラーの傾斜角設定
- スリット系の開口幅設定

2-1 分光器の調整

2-1-1 分光器の概要

- 設置位置
 - 光源から35.9 (m)
- 動作機構
 - 定位置出射二結晶分光器
 - 傾斜角可変型
 - 一組の結晶を用い、真空を破ることなく、広エネルギー領域に対応
 - Si(111)、Si(311)、Si(511)が選択可能
 - ボールガイド方式第一結晶並進ステージ
 - 低角領域で安定に動作
 - 第一結晶の並進移動時にボールガイド機構に起因するふらつきが生じ、放射光強度に変動が生ずる。
- 結晶
 - 第一結晶：フィン型直接水冷却平面結晶
 - 第二結晶：間接水冷却平面結晶
 - 結晶表面：Si(311)
 - 傾斜角回転軸：[011]
 - 結晶冷却水温度～20 ()
- エネルギースキャン
 - 分光器のBragg角の駆動範囲
 - メカの設計上の制限から、3.1～26.1 (deg) で駆動可能
 - スキャン方向
 - メカ動作の都合上、低角側から高角側 (高エネルギー側から低エネルギー側) ヘスキャンすること。
 - 分光器Bragg角の送り分解能
 - パルスモーターの最小送り量：0.2 (arcsec) = 5.5×10^{-5} (deg)
 - エンコーダーの最小読み取り量： 5×10^{-5} (deg) = 0.18 (arcsec)
 - エネルギースキャン時の刻み量： 6×10^{-5} (deg) 以上とすること。
 - 計測に要する時間
 - 分光器の送り速度はmedium speedに設定されている。
 - オシロスコープのチャンネル1にI0イオンチェンバーの出力を、チャンネル2にQuad counter(ORTEC 994)のリアパネルのoutput (カウント時に+5(V)を出力) を接続し、分光器駆動とカウンター計測のタイミングをモニターし、下記の時間を確認する。
 - 通常の送り動作に要する時間：0.5(秒)以下
 - 送り動作により分光器に生ずる振動停止までの待ち時間：0.5(秒)以下
 - 送りコマンドを送ってから振動が停止するまでの合計待ち時間：1(秒)程度とすること。

2-1-2 結晶面の選択

- 各結晶面の格子定数と回折可能なエネルギー範囲
 - Siの格子定数
 - $a=5. ()$
 - $2d(hkl)=2a/(h^2+k^2+l^2)^{1/2}$
 - Si(111)
 - $2d= 6.27096()$
 - 4.5～36(keV)
 - Si(311)
 - $2d= 3.27490()$
 - 8.6～70(keV)
 - Si(511)
 - $2d= 2.09032()$
 - 13.5～110(keV)
- ビーム強度
 - Si(311)を基準にした場合

- Si(111) : 2 ~ 3倍
- Si(511) : 1/2 ~ 1/3倍
- エネルギー分解能
 - 4.5 ~ 40(keV) : ミラー挿入時
 - Si(111) : $E/E \sim 2 \times 10^{-4}$
 - Si(311) : $E/E \sim 6 \times 10^{-5}$
 - Si(511) : $E/E \sim 3 \times 10^{-5}$

2-2 ミラーの調整

2-2-1 ミラーの概要

- 前置ミラー
 - 設置位置
 - 分光器の上流
 - 光源から32.9(m)
 - 機能
 - 高調波除去
 - 上下方向の平行光化によるエネルギー高分解能化
 - スリットにより同じエネルギー分解能にした場合に比べ、フォトン数が数倍多い。
 - 調整機構
 - 鉛直方向上はね型
 - クランプ回転式円筒面曲げ機構 (トヤマ製)
 - 母材
 - Si単結晶
 - サイズ : 1000(L)90(W)50(D)(mm)
 - 側面からの間接水冷却
 - Rhコート
 - 表面粗さ : 3() (rms)
 - 面精度 : 3(μ rad) (rms)
- 後置ミラー
 - 設置位置
 - 分光器の下流
 - 光源から35.9(m)
 - 機能
 - 高調波除去
 - 試料位置での上下方向の集光
 - 集光サイズ : 0.2(mm)以下
 - 調整機構
 - 鉛直方向下はね型
 - クランプ回転式円筒面曲げ機構 (トヤマ製)
 - 母材
 - SiO₂
 - サイズ : 1000(L)100(W)50(D)(mm)
 - Rhコート
 - 表面粗さ : 3() (rms)
 - 面精度 : 3(μ rad) (rms)

2-2-2 ミラーの設定

- ミラーの挿入の推奨
 - ミラーは、4.5 ~ 40(keV)の領域で十分な反射率を有する。
 - 反射率は図5-1を参照。
 - SPring-8偏向電磁石光源は高エネルギー領域までフォトン数が多い。
 - 高調波除去の観点から、4.5 ~ 40(keV)の領域では、やむを得ない状況以外はミラーの挿入を推奨。
 - 反射材としてRhがコートされているため、影響のあるエネルギー領域 (Re及びRh) では注意が必要。

- ミラーの傾き角
 - 推奨傾き角
 - 3次光の混入比率が 10^{-4} 以下になること。
 - 測定エネルギー領域で十分な反射率を持つこと。
 - 推奨傾き角は表5-1を参照。
 - 複数の元素について測定を行う場合
 - 可能であれば同一のミラー傾き角でなるべく多くの元素について測定が行えるよう選択すること。
- 後置ミラーによる集光の推奨
 - 放射光照射領域での試料の濃度及び厚さが均一である領域の確保が必要
 - 試料位置で放射光サイズが小さいことが望ましい。

2-3 スリット

2-3-1 スリット系の概要

- 全体の配置
 - 光学ハッチ内：TCSLIT1、TCSLIT2、TCSLIT3
 - 実験ハッチ内：4DSLIT
 - ビームライン輸送チャンネル部上流よりの配置

TCSLIT1 前置ミラー 分光器 ストップ TCSLIT2 後置ミラー TCSLIT3
 4DSLIT 10イオンチェンバー 試料 1イオンチェンバー
- ブレードの動作
 - 4つのブレードがユーザーPCより独立に制御可能な4象限スリット
- TCSLIT1
 - 設置位置
 - 前置ミラーの上流
 - 光源からの距離：32(m)
 - 試料までの距離：15(m)
 - 機能
 - 光源からの放射光を初段で整形
 - 前置ミラーまたは4DSLITに入射する放射光サイズを決定
 - 前置ミラーまたは4DSLITに過剰に余分に入射する光をカットすることを基本とする。
 - ミラーが挿入されない場合、縦幅からエネルギー分解能を決定する場合もある。
 - $E = (VSO + VTC1) * E / LTC1 \tan \theta_B$ (eV)
 - ここで、
 - VSO：光源の上下方向のサイズ～0.1(mm)
 - VTC1：TCSLIT1の上下方向のサイズ(mm)
 - LTC1：光源からTCSLIT1までの距離=32(m)
 - E：放射光のエネルギー(keV)
 - $\theta_B = \sin^{-1} (12.398 / E / 2d)$ ：分光器Bragg角
 - ブレード
 - Ta 1(mm)厚
 - 水冷却無酸素銅上に取付け
 - 縦幅
 - 最大開口幅：16(mm)
 - 送り分解能：0.1(mm/pls)
 - ミラーなしの場合：試料位置でのビーム縦幅/1.5*1.2(mm)
 - ミラー挿入の場合：ミラーの傾き角(mrad) × 1(m) × 0.5(mm)
 - 横幅
 - 最大開口幅：8(mm)
 - 送り分解能：0.1(mm/pls)
 - ミラーの有無に関わらず：試料位置でのビーム横幅/1.5*1.2(mm)
- TCSLIT2
 - 設置位置

- 分光器の下流側
- 後置ミラーの上流
- 光源からの距離：40(m)
- 試料までの距離：7(m)
- 機能
 - TCSLIT1からの寄生散乱、前置ミラー及び分光器からの表面粗さによる散乱をカットする。
 - メインの放射光成分は整形しない。
- ブレード
 - Ta 1(mm)厚
 - 無酸素銅上に取付け
- 縦幅
 - 最大開口幅：16(mm)
 - 送り分解能：0.1(mm/pls)
 - ミラーなしの場合：TCSLIT1縦幅*1.5(mm)
 - ミラー挿入の場合：TCSLIT1縦幅*1.2(mm)
- 横幅
 - 最大開口幅：8(mm)
 - 送り分解能：0.1(mm/pls)
 - ミラーの有無に関わらず：TCSLIT1縦幅*1.5(mm)
- TCSLIT3
 - 設置位置
 - 後置ミラーの下流側
 - 光源からの距離：44(m)
 - 試料までの距離：3(m)
 - 機能
 - TCSLIT1からの寄生散乱、前置ミラー、分光器及び後置ミラーからの表面粗さによる散乱をカットする。
 - メインの放射光成分は整形しない。
 - ブレード
 - Ta 1(mm)厚
 - 無酸素銅上に取付け
 - 縦幅
 - 最大開口幅：16(mm)
 - 送り分解能：0.1(mm/pls)
 - ミラーなしの場合：TCSLIT1縦幅*1.5(mm)
 - ミラー挿入の場合：TCSLIT1縦幅*1.2(mm)
 - 横幅
 - 最大開口幅：8(mm)
 - 送り分解能：0.1(mm/pls)
 - ミラーの有無に関わらず：TCSLIT1縦幅*1.5(mm)
- 4DSLIT
 - 設置位置
 - 実験ハッチ内最上流
 - 光源からの距離：47(m)
 - 機能
 - 試料に入射するビームサイズを最終段で決定するスリット。
 - 試料サイズに対し、過剰に余分な光をカットすることを基本とする。
 - ミラーが挿入されない場合、以下の関係式により、4DSLITの縦幅（4DZ）からエネルギー分解能を決定する。
 - $E = (VSO + V4D) * E / L4D \tan \theta_B$ (eV)
 - ここで、
 - VSO：光源の上下方向のサイズ～0.1(mm)
 - V4D：TCSLIT1の上下方向のサイズ(mm)
 - L4D：光源から4DSLITまでの距離=47(m)
 - E：放射光のエネルギー(keV)
 - $\theta_B = \sin^{-1}(12.398/E/2d)$ ：分光器Bragg角
 - ブレード
 - Ta 3(mm)厚

- 無酸素銅上に取付け
- 開口縦幅
 - 最大開口幅：20(mm)、最小開口幅：10～20(μm)
 - 送り分解能：2(μm/pls)
 - 第2ミラーによる集光なしの場合
 - 試料位置でのビーム縦幅
 - 第2ミラーによる集光ありの場合
 - 試料位置でのビームサイズ：0.2(mm)よりも一回り大きな0.5(mm)とする。
- 開口横幅
 - 最大開口幅：20(mm)、最小開口幅：10～20(μm)
 - 送り分解能：2(μm/pls)
 - ミラーの有無に関わらず、試料位置でのビーム横幅

2-3-2 スリット開口幅の設定時の原則

- 鉛直方向を集光しない場合
 - 試料位置での放射光サイズは、4DSLITの開口により制限する。
 - 4DSLITのブレードからの弾性・非弾性散乱、蛍光等が10イオンチェンバー以降の計測機器に入射し、μtのS/N比の劣化を引き起こす恐れがある。
 - 最上流のTCSLIT1の開口幅は、4DSLITに入射する放射光が開口よりも多少大きくなるよう設定する。
 - TCSLIT2及びTCSLIT3の開口巾は、放射光のメイン部分はカットせず、散乱光成分のみカットするよう設定する。
 - 4DSLITと10イオンチェンバーの間隔は十分に開く。
- 鉛直方向を集光する場合
 - TCSLIT2及びTCSLIT3の開口巾は、放射光のメイン部分はカットせず、散乱光成分のみカットするよう設定する。
 - TCSLIT1及び4DSLITの水平開口幅は、集光しない場合に準ずる。
 - TCSLIT1の上下開口幅は、ミラー中央部全長の1/2の領域に放射光が入射するよう設定する。
 - 4DSLITの上下開口幅は、XAFSスキャン中の放射光の位置のずれを考慮して0.5(mm)とする。

2-3-3 スリット開口幅の設定手順

- 試料に入射する放射光サイズを下記を考慮して決定する。
 - X線に対し均一な吸収行路を有している試料の領域
 - XAFSスペクトルのエネルギー分解能
- SLIT_01b1.viを起動し、試料位置での放射光サイズを入力すると、各スリット開口幅が自動的に設定される。(準備中)

3 実験ハッチ内機器の調整

3-1 全体の構成

- 計測機器、試料周りの装置類は昇降機構付定盤上に設置されている。
- ミラーの傾き角の変更に伴う放射光の高さ移動に追従して、定盤の高さは自動調整される。

3-2 機器リスト

3-2-1 ビーム位置合せ機器

- 4DSLIT
 - 2-3-1項参照
- 大型自動昇降ステージX Y キャリアー付定盤
 - 定盤部
 - アルミハニカム製
 - サイズ：放射光光軸方向2×1.2(m)
 - 上面：着磁性ステンレス鋼板
 - パルスモーター駆動上下微調機構
 - 移動範囲：0～250(mm)
 - 送り分解能：0.5(μm/pls)
 - 最大移動速度：1(mm/秒)
 - 防振パッド付
 - 手動式水平方向位置調整機構

- 光軸方向1軸 + 光軸直角方向1軸
- 0.1(mm)分解能表示
- 試料台、検出器台移動ステージ
 - 光軸方向中央部LMガイド
 - THK HRW 35CA
 - 光軸方向側方部LMガイド
 - THK HRW 17CA
 - 光軸直角方向LMガイド
 - THK HSR 15A
- 試料位置合せ用レーザー
 - 半導体レーザー
 - シグマ光機LD-33
 - 670(nm)
 - 出力1(mW)
 - コリメターレンズ付
 - ビーム拡がり：1(mrad)
 - ビーム径：5×2(mm)
 - 位置調整軸
 - 回転2軸：シグマ光機 -75LDH-(2)
 - Xステージ：シグマ光機 -211AS
 - 60×60(mm)
 - 上下微調整：シグマ光機 -301
 - h=25～31(mm)
- 試料位置合せ用測量機
 - オートレベル（自動水準器）：ニコンAS-2
 - 上下微調機構機構：ニコンオプティカルマイクロメータ3型
 - 上下調整精度：±0.1(mm)

3-2-2 試料周り機器

- 試料ホルダー設置用アルミ板
 - アルミ板上面から放射光光軸までの高さ：250(mm)
 - アルミ板は光軸に垂直・水平方向にLMガイドにより移動可能
 - アルミ台上に光学ベンチが設置
 - 大型薄型光学ベンチ
 - シグマ光機 -01T
 - 大型薄型光学ベンチ用キャリア
 - シグマ光機 -05-(1)～(7)
- 試料位置調整台
 - 上下位置調整台
 - 手動精密ラボジャッキ(中)
 - シグマ光機 -306-(2)
 - 上下調整幅：84～124(mm)
 - 手動精密ラボジャッキ(大)
 - シグマ光機 -306-(3)
 - 上下調整幅：102～174(mm)
 - パルスモーター駆動精密Zステージ
 - シグマ光機STM-20ZF
 - 120×120(mm)
 - 上下調整幅：66～84(mm)
 - 送り分解能：1(μm)
 - 水平位置調整台
 - 手動Xステージ
 - シグマ光機 -211AS、213AS、215AS
 - 水平調整幅：±10(mm)
 - パルスモーター駆動精密Xステージ

- シグマ光機STM-50X
- 水平調整幅：±25(mm)
- 高さ120×120(mm)
- 送り分解能：2(μm)
- 角度調整台
 - 手動 回転ステージ
 - シグマ光機 -401-(1)B
 - 角度調整幅：360(deg)
 - 手動 回転ステージ1
 - シグマ光機 -503Y
 - 角度調整幅：±20(deg)
 - 手動 回転ステージ2
 - シグマ光機 -503Y
 - 角度調整幅：±10(deg)
- ロッド、スタンド類
 - ロッド
 - シグマ光機 -18、 12
 - シグマ光機 -19、 20
 - ロッドスタンド
 - シグマ光機 -32、 12
 - シグマ光機 -33、 20
- 試料ホルダー
 - スライドマウンター
 - フィルターホルダー：シグマ光機 -56CS-(2)
 - スライドマウント：フジフィルムスライドマウント紙製ハーフ
 - スライド式レンズホルダー
 - シグマ光機 -41-(1)
 - max.25
 - シグマ光機 -41-(2)
 - max.60
 - V溝レール
 - 木製
- 低エネルギー領域用真空パス（準備中）
 - 設置位置：試料とイオンチェンバーの間
 - 真空排気：スクロールポンプ排気
 - スクロールポンプ駆動時の試料への振動伝達を防ぐため防震ゴム上に設置

3-2-3 試料温度調整機器

- 試料冷却装置（クライオスタット）
 - 性能
 - 温度制御領域：6.5～300(K)@試料位置
 - 温度安定性：±0.1(K)
 - 冷却速度：～1(時間)@室温 6.5(K)
 - 冷却能力：8 W セカンドステージ@20(K)
 - X線透過光測定用窓及び蛍光測定用窓付
 - 窓材：カプトン50(μm)厚
 - 製造元：長瀬産業
 - クライオスタット：ダイキン工業V204SC6LS
 - 温度コントローラー：Scientific Instruments INC. 9650
 - 温度センサー：シリコンダイオードセンサー SI410A
 - 上下位置調整台
 - パルスモーター駆動精密Zステージ
 - シグマ光機 -50ZFB
 - 上下調整幅：90～110(mm)

- 送り分解能：0.2(μ m/pls)
 - 試料ホルダー
 - 標準タイプ
 - 真鍮製
 - 3試料取付け可能
 - 側面励起光照射用
 - 真鍮性
 - 薄型
- 水冷小型電気炉
 - 性能
 - 最高使用温度：800()
 - 温度安定度： ± 0.1 ()/3(時間)
 - X線透過光測定用窓及び蛍光測定用窓付
 - 製造元：石川化工
 - 温度コントローラー：チノ Model SU
 - 恒温水循環装置：ORION Unit-cooler RKS-750V-A
 - 上下位置調整
 - 手動精密ラボジャッキ(中)
 - シグマ光機 -306-(2)
 - 上下調整幅：84～124(mm)
- 電気マッフル炉(準備中)
 - 性能
 - 最高使用温度：1700()
 - 温度安定度： ± 1 ()/10(時間)
 - 昇温速度：10()/(分)
 - X線透過光測定用窓及び蛍光測定用窓付
 - 製造元：品川白煉瓦
 - 温度コントローラー：特注品
 - 恒温水循環装置：ORION Unit-cooler RKS-750V-A

3-2-4 検出器

- イオンチェンバー
 - ガスフロー型イオンチェンバー
 - 応用光研S-1194A 1台
 - 電極長：140(mm)
 - ケース長：170(mm)
 - 電極間距離：10(mm)
 - 応用光研S-1196A 1台
 - 電極長：280(mm)
 - ケース長：310(mm)
 - 電極間距離：10(mm)
 - 共通仕様
 - 耐電圧：2000(V)
 - 窓材：Be 50(μ m)厚
 - フローガス
 - ボンベから濃度調整済のガスを供給
 - レギュレーター
 - 鈴木商館製ガス供給装置
 - 大流量：1(l/分) + 小流量：10(ml/分)切替
 - ボンベガス
 - He100(%)
 - N₂30(%) / He70(%)
 - N₂50(%) / He50(%)
 - N₂100(%)

- Ar15(%) / N₂85(%)
 - Ar25(%) / N₂75(%)
 - Ar50(%) / N₂50(%)
 - Ar100(%)
 - Kr50(%) / Ar50(%)
 - Kr100(%)
 - ガス密閉型イオンチェンバー
 - 応用光研S-1194A改造 1台
 - 電極長：140(mm)
 - ケース長：170(mm)
 - 電極間距離：10(mm)
 - 応用光研S-1196A改造 1台
 - 電極長：280(mm)
 - ケース長：310(mm)
 - 電極間距離：10(mm)
 - 共通仕様
 - 耐電圧：2000(V)
 - 窓材：Be 50(μm)厚
 - 封入ガス：Xe 1(atm)
 - 蛍光検出器
 - Lytle検出器
 - ガス行路長：50(mm)
 - 窓材：Be 50(μm)厚
 - ソーラーズリット材質：Al
-

3-2-5 計測器

- 計測系の接続
 - イオンチェンバー
 - イオンチェンバー 電流アンプ ローパスフィルター VFコンバーター カウンター
 - Lytle検出器
 - Lytle検出器 電流アンプ ローパスフィルター VFコンバーター カウンター
 - 計測機器
 - イオンチェンバー用高圧電源
 - 乾電池方式
 - 出力：540、1080、1620、2160(V) 各3ポート
 - 電流アンプ
 - Keithley Current Amplifier 428 3台
 - 増幅率：10³～10¹¹(V/A)
 - Dualローパスフィルター
 - NF回路設計Dual channel programable filter 3625
 - 入力：2ch
 - Dual VFコンバーター
 - SEIKO EG&Q DS-VFC2 2台
 - 変換率：10⁶(Hz)/10(V)
 - 入力：2ch
 - カウンター
 - ORTEC Quad Counter/Timer 974
 - 入力：3ch
-

3-2-6 周辺機器

- パルスモーターコントローラー
 - ツジ電子：PM16C-02N
 - 制御ポート：16ch
 - Manualによる制御及びユーザーPC(Gaia)によるGPIB制御可能

- 制御機器：実験ハッチ内のパルスモーター駆動機器の全て
- パルスモータードライバー
 - Meric：SPring-8標準Type 型
 - モーター電流：
- デジタルマルチメーター
 - Keithley：Multimeter 2000 2台
 - GPIBポート
- デジタルストレージオシロスコープ
 - Kenwood：Digital storage oscilloscope DCS-7020
 - 入力：2ch
 - 1MHz
 - RS232Cポート
- ペンレコーダー
 - Yokogawa 3057
 - 2ch portable detector

4 XAFS測定の手順

- 機器制御及び測定は、谷田氏作成BL01B1制御プログラム (LabView4.0/WinNT) を用いて行う。

4-1 計測機器の設置

4-1-1 検出器の設置

- イオンチェンバーの設置
 - イオンチェンバーの機種及び使用ガスを放射光吸収率表 (表4-1：準備中) を参照し選択する。
 - 実験ハッチ内に通線されているガスチューブを見つけ、イオンチェンバーに接続する。
 - 接続口はクイックカップリングになっており、メス側を縮めてからオス側に差し込んで接続する。
 - 取り外す場合には、一度メス側を縮めてから引き抜く。
 - 高圧ケーブルを接続する。
 - 高圧ケーブルの取り外しを行う場合は、感電防止のため、まず乾電池側でケーブルを取り外すこと。
 - 実験ハッチ外の遮蔽壁側に設置されたガスポンベの元バルブを1/4回転開く。
 - 切替バルブを大流量に設定し、イオンチェンバー内のフラッシングを行う。
 - フラッシングに要する時間：10～15(分)
 - 残ガスの有無はI0イオンチェンバーの出力が安定することで確認する。
 - より精密な残ガスの影響はXAFSスペクトルの k^3 を計算することにより確認できる。
- ライトル検出器の設置
 - 使用ガスを放射光吸収率表 (表4-1：準備中) を参照し選択する。
 - 電極の負電極に本体の-45(V)のケーブルを接続する。
 - signal outputは電流アンプKeithley428に接続する。
 - 本体内蔵の電流アンプはドリフトがある。

4-2-2 試料の設置

- 室温透過法用試料ホルダーの設置
 - 試料ホルダーの形状により、適当な試料台を選択する。
 - 上下・水平方向の微調をパルスモーター駆動ステージを用いて行う場合、必要なケーブルの結線を行う。
 - 上下方向用：Sample Z
 - 水平方向用：Sample X
 - 試料を取り付ける。
 - トース管を用い、各機器のおよその高さ調整を行う。
 - トース管の針先で検出器のカプトン窓に傷をつけぬよう注意すること。
 - 高エネルギー領域ではスリットブレード、試料等からのコンプトン散乱が増大するので、機器間に必要な距離をもって配置すること。
 - 配置例
 - 4DSLIT-I0イオンチェンバー上流端間：100(mm)
 - I0イオンチェンバー下流端-試料間：200(mm)
 - 試料-Iイオンチェンバー上流端間：200(mm)

- クライオスタット使用方法

- 各通線の接続を行い、無理な力が掛っていないことを確認する。
 - コンプレッサ動力線
 - 温度信号線
 - Heガス導入側ブレードホース
 - Heガス排気側ブレードホース
 - パルスモーター駆動Zステージ：クライオZ
- 試料を取り付ける
 - 標準タイプ
 - 試料を押さえ板で挿み、押さえ板をネジで締め付け固定する。
 - 必要に応じ、アルミテープで補強する。
 - 側面励起光照射用
 - アルミテープで貼り付け固定する。
- 試料ホルダーを測定時の角度位置に設置する。
 - 冷却筒上方にある固定ネジを緩め、冷却筒ごと回転する。
 - 再度固定ネジを締め付ける。
 - Heガス用ブレードホースに無理な力が掛っていないことを注意する。
- シュラウドを取り付ける。
- クライオスタットを測量機を用いて位置合わせする。
 - クライオスタットは振動するので、定盤にしっかりと固定すること。
 - 振動量 ~ ±10(μm)@試料位置
- クライオスタットの振動が検出器に伝達すると、計測電流値にノイズとして現れるので、特に信号ケーブルがクライオスタットに触れないよう、ケーブルの引き回しに注意すること。
- シュラウドを真空引きする。
 - リークバルブ：open、真空バルブ：closeにする。
 - スクロールポンプのスイッチONにする。
 - 真空バルブをゆっくりopenする。
 - シュラウド内部に急激な低圧化が生じ、カプトン窓が破れないよう気をつける。
 - リークバルブをcloseにする。
- クライオスタット温度コントローラーを作動する。
 - 温度コントローラーのスイッチをONする。
 - 設定希望温度を入力する。
 - 各温度領域用のPIDパラメーターを表4-2を参照し入力する。

- 水冷小型電気炉使用方法

- 各通線の接続を行い、無理な力が掛っていないことを確認する。
 - ヒーター線
 - 温度信号線2系統
 - N₂ガス導入・排気チューブ
- 試料を取り付ける。
 - 試料を押さえ板で挿み、押さえ板をネジで締め付け固定する。
- 冷却水循環装置との間の冷却水チューブを接続する。
 - 接続口はクイックカップリングになっており、メス側を縮めてからオス側に差し込んで接続する。
- 冷却水循環装置を作動する。
 - スイッチをONし、電気炉に冷却水を循環する。
 - 水温を25()に設定する。
- 炉内にN₂ガスを流す。
 - 大流量で15(分)フラッシングする。
 - 小流量で流し続ける。
- 電気炉温度コントローラーを作動する。
 - スイッチをONする。
 - 設定希望温度より10()低い温度を入力する。
 - 上記温度に到達後、設定希望温度を入力する。

4-1-2 計測機器間のケーブル接続

- 検出器からユーザーPC間の接続

- イオンチェンバーまたはLytle検出器のsignal out

|低ノイズタイプ同軸ケーブル
 電流アンプinput
 電流アンプoutput
 |低ノイズタイプ同軸ケーブル
 ローパスフィルターinput
 ローパスフィルターoutput
 |同軸ケーブル
 VFコンヴァーターinput
 VFコンヴァーターoutput
 |同軸ケーブル
 カウンターinput
 カウンターRS232Cポート
 |RS232Cケーブル
 ユーザーPC RS232Cポート

4-2 XAFSスペクトルの測定手順

4-2-1 料前スリットの位置及び開口幅決め

- 方法
 - 測定エネルギー位置で、4DSLITを入射光の中心位置から希望幅まで開く。
 - 分光器の結晶面切り換え、ミラーの傾き角調整後は、自動的に設定されている。
 - 後置ミラーによる上下方向集光の場合、上下方向のスリット巾は0.5(mm)をDefaultとする。
- 手順
 - PMC16のManual操作により、全ブレードを全開：-5000(pls)にし、10イオンチェンバーの出力を記録する。
 - 水平方向の中心位置決定
 - Channel 1ブレードを閉めていき、イオンチェンバーの値が半値になる位置とする。
 - 上下方向の中心位置決定
 - Channel 3ブレードを閉めていき、イオンチェンバーの値が半値になる位置とする。
- 注意点
 - 各Channelの原点位置のResetは禁止されている。

4-2-2 試料位置決め

- 手順
 - 試料位置でリナグラフを露光する。露光時間は、E(keV)/10(min)を目安とする。
 - リナグラフの入射光位置にオートレベラの視準十字線またはレーザー光を合わせる。
 - 試料位置をオートレベラの視準十字線（位置決め精度 ± 0.1 (mm)）またはレーザー光（位置決め精度 ± 0.5 (mm)）に合わせる。
- 注意点
 - リナグラフは、可視光に対する感光性も高いので、実験ハッチ内の室内灯を消し、暗くした状態で袋から取り出すこと。
 - リナグラフは、実験ハッチ内に放置しないこと。
 - リナグラフの露光時は実験ハッチ内の室内灯を消すこと。
 - オートレベラ及びレーザーの放射光からの保護のため、実験ハッチを退出する前に、レーザー上流に鉛板を設置すること。

4-2-3 エネルギー較正

- 方法
 - 適当な標準試料のXAFSスキャンを行い、較正用エネルギー値の位置で分光器のBragg角を表示するエンコーダーをリセットする。
- 手順
 - エネルギー較正用試料を選択する。
 - BL01B1に装備されている標準試料とその較正用エネルギー値（吸収端またはpre-edgeまたはpost-edgeのピーク）は、表4-1（準備中）に示されている。
 - 分光器を目的の吸収端エネルギー付近に位置に分光器ブラッグ角を移動する
 - 使用プログラム：Move
 - ロッキングカーブ測定（分光器第1結晶・第2結晶の平行度調整）を行い、分光器出射光強度を最大にする。
 - 使用プログラム：Rocking Measurement
 - 文献値の吸収端角度の周りで粗いXAFSスキャンを行い、吸収端の大凡の角度を決定する。
 - 使用プログラム：Measure PF Format XAFS-UseFilter
 - ピエゾによる第1結晶の角度補正：none（なし）

- スキャンパラメーター
 - Start angle : -0.1(deg)
 - Dest. angle : 0.1(deg)
 - Step angle : 0.01(deg)
- 大凡の吸収端角度の周りで細かいXAFSスキャンを行い、較正用エネルギー値の位置を正確に決定する。
 - 使用プログラム : Measure PF Format XAFS-UseFilter
 - スキャンパラメーター
 - Start angle : -0.01(deg)
 - Dest. angle : 0.01(deg)
 - Step angle : 0.0001(deg)
 - エネルギー較正のメカ側の精度
 - $E=0.0001 * /180 * E / \tan \theta_B$ (eV)
 - ここで、
 - $\theta_B = \sin^{-1} (12.398/E/2d)$: 分光器のブラッグ角
 - $\theta_B = 0.00005$ (deg) : 分光器のブラッグ角のエンコーダーによる読み取り分解能
- 較正用エネルギー値の位置に分光器ブラッグ角を移動する
 - 使用プログラム : Move
- 表4-1の較正角度の値を用いて、エンコーダーのリセットを行う。

4-2-4 テストXAFSスキャン

- XAFSスペクトルを測定するエネルギー領域を粗く短時間でスキャンし、スペクトルに異常がないことを確認する。

4-2-5 本XAFSスキャン

- 予め作成したパラメータファイルを用いて、XAFSスペクトルを測定する。

5. 制御ソフトの使用方法

- 谷田氏作成BL01B1制御プログラム (LabVIEW 4.0/WinNT) について述べる。

5-1 LabVIEWの基本操作

● 基本ボタン

- Runボタン



- Stopボタン



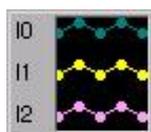
- Pauseボタン



- カーソルの座標表示

10	11050.0	3.00				
11	10750.0	3.00				
12	10550.0	0.00				

- プロットパターンの選択



- 各軸のオートスケールのON (右) / OFF (左)



- グラフの拡大・縮小



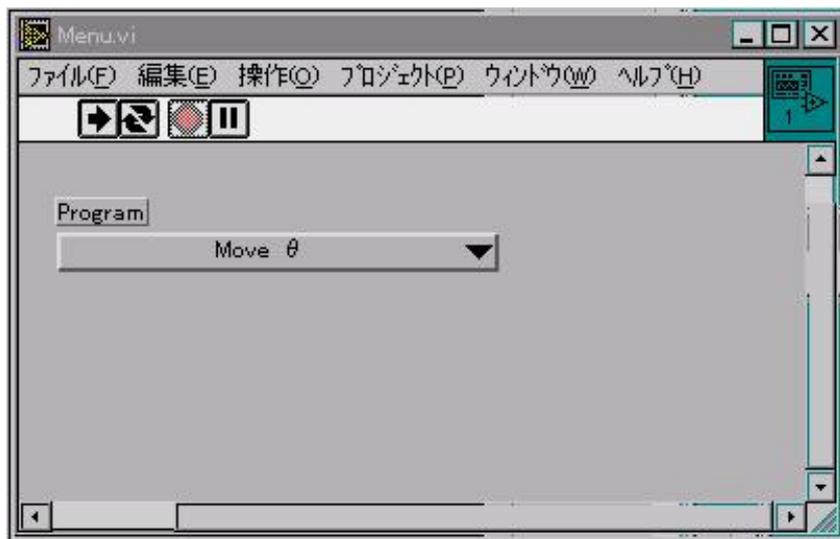
- カーソルの移動操作時



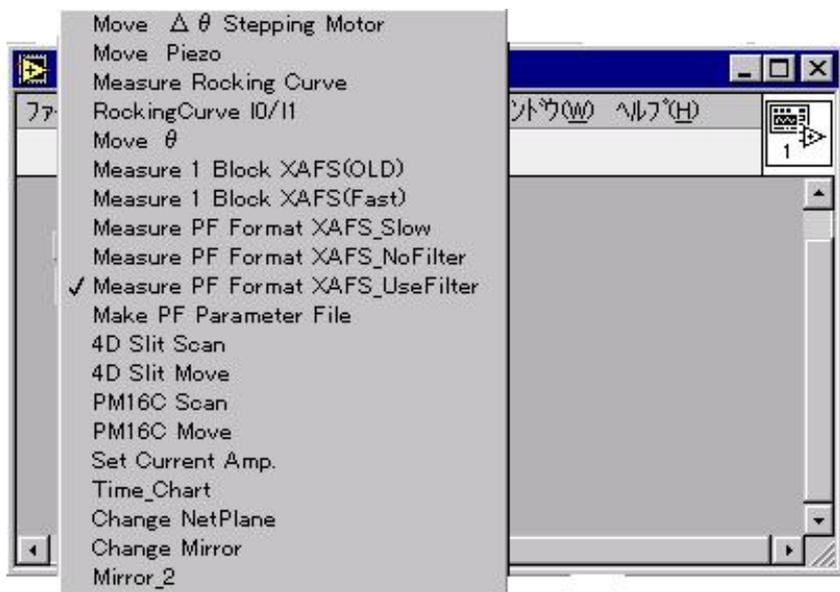
- 入力数値のDefault設定手順
 - プログラムがRunの場合は、S t o pする。
 - Control+Mを押し、text入力モードに切り替える。
 - Deaultに設定したい数値をwindowに入力する。
 - マウスの右ボタンをクリックし、デフォルト値の設定を選ぶ。

5-2 Menu.vi

- 動作内容
 - ユーザーの使用する制御プログラムは全てこのMenuの中に含まれている。
 - Menuから選択し、Runボタンをクリックする。
- 操作方法
 - Menu.viをクリックする。



-  をクリックすると、メニューwindowが現れる。

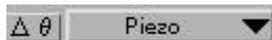


- 駆動するプログラムをマウスで選択する。
- Runボタンをクリックし、目的のプログラムを起動する。

5-3 Measure Rocking Curve

- 動作内容
 - ロッキングカーブ測定（分光器第1結晶・第2結晶の平行度調整）を行い、分光器出射光強度を最大にする。
 - スキャン後、強度最大位置に自動的に移動。
- 操作方法

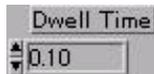
- M B S 及びDSSを開く。
- Menu.viから **RockingCurve I0/I1** を選択し、Runボタンをクリックする。
- 駆動素子の選択



- ピエゾアクチュエーターとステッピングモーターのいずれかを選択。
 - 通常は、ピエゾアクチュエーターを選択。
- スキャン範囲、送りの設定



- 1点毎の計測時間を設定する。(Default : 0.1sec)



- 粗くロックカーブ測定を行い、大凡の出射光強度のpeak位置を見つける。
 - Measure Start pulse : -10(V)
 - Scan Start pulse : -10(V)
 - Step pulse : 1(V)
 - Dest. pulse : 10(V)

- Runボタンをクリックする。
- 計測結果データを保存するファイル名を聞いてくるので入力する。
- 保存すると、計測が開始する。
- 計測後、結果が表示される。

ID Peak Pulse	ID Peak Count	ID FWHM Pulse	Center Pulse
0	0	0	0

- peak位置付近で細かくロックカーブ測定を行い、正確なpeak位置を見つける。
 - Measure Start pulse : -1(V)
 - Scan Start pulse : -1(V)
 - Step pulse : 0.1(V)
 - Dest. pulse : 1(V)

5-4 Move

● 動作内容

- 分光器の第一・第二結晶のBragg角度 の現在位置を読み取り、または移動を行う。

● 現在位置読み取り方法

- Menu.viから **Move θ** を選択し、Runボタンをクリックすると、下記のwindowが開く。



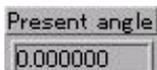
- 読み取りREADを選択する。



- 読み取り先はEncoderまたはBL-WS(Beamline workstation)のパルス数を選択する。(Default : Encoder)。



- Runボタンをクリックする。
- 現在位置が表示される。



● 移動の操作方法

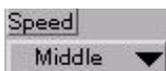
- 移動 MOVE を選択する。



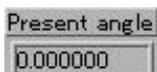
- 移動先の角度を入力する。



- 移動速度を設定する。(Default : Middle)



- Runボタンをクリックする。
- 移動終了後、現在位置が表示される。



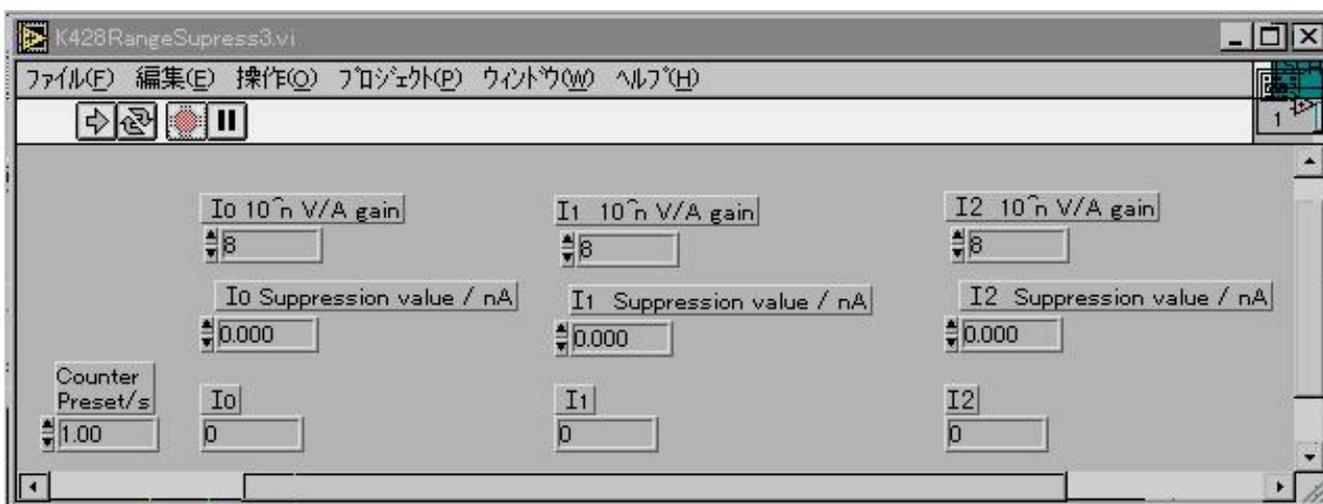
5-5 Set Current Amp.

● 動作内容

- イオンチェンバーの出力を増幅する電流アンプ (Keithley 486) のrangeとsuppress電流を設定する。

● 操作方法

- DSSを閉じる。
- Menu.viから **Set Current Amp.** を選択し、Runボタンをクリックすると、下記のwindowが開く。



- Runボタンをクリックする。
- Rangeを設定する。



- 自動的にSuppression電流値が設定される。
- 更にManualでSuppression電流値の微調整を行う。

Io Suppression value / nA
0.000

- Multimeterの表示電圧が負になると、Dark Countがカウントされる。

Io
0

- 表示されるDark Countが数十cpsになるように調整する。
- 必ず、Stopボタンをクリックし、終了する。
 - 終了しないで計測操作を行うと、ユーザーPCがハングアップする場合がある。

5-6 Measure PF Format XAFS-UseFilter

● 動作内容

- XAFS計測を行う。

● 操作方法

- Menu.viから **Measure PF Format XAFS_UseFilter** を選択し、Runボタンをクリックすると、windowが開く。
- Runボタンをクリックする。
- コメント文を入力する。

Sample name
AgNO3 pellet /1

- 計測の繰り返し回数を入力する。

Loop
1

- 計測結果を出力するファイルの形式を選択する。
 - KEK-PFの野村氏作成のフォーマットの旧形式と新形式から選択する。

Data Format
Old PF Format

- Counter3と4に入力される測定値の計測形式を選択する。
 - Transmission、Fluorescence、Yield法から選択する。

Counter Chanel 3 Counter Chanel 4
Transmission no use

- 計測時の待ち時間を入力する。
 - 通常、Defaultのままでよい。
 - 計測中に変更可能。

Wait
after θ Move/ms after Piezo Move/ms after Piezo tune/ms
1000 0 300

- 各測定点でのピエゾによるチューニング条件を設定する。
 - none : チューンしない。
 - ratio : 前の測定値にratioを乗じた値と比較し、小さかった場合のみピエゾチューンする。
 - initial : 計測開始点のみチューンする。
 - full : 全測定点でチューンを行う。
 - 計測中に変更可能。

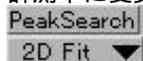
Piezo tune
full

- 測定開始点におけるピエゾの値を入力する。
 - 予め、ロッキングカーブ測定により、測定光のピークとなるピエゾの値を記録しておく。

Initial Piezo Peak pulse
12200

- ピエゾによるチューニング方法を設定する。
 - Max : チューンのMaxの位置に移動する。
 - 2D Fit : ピエゾチューンの測定値を2次関数で近似し、peak値に移動する。(Default)
 - 通常、2D Fitを全点で行うと、高い精度でピークの決定が行え、I0の変動が最もスムーズ。

- 計測中に変更可能。



- スキャン範囲、送りを相対値で入力する。
 - 前の測定点を中心としてピエゾスキャンを行う。

- 計測中に変更可能。



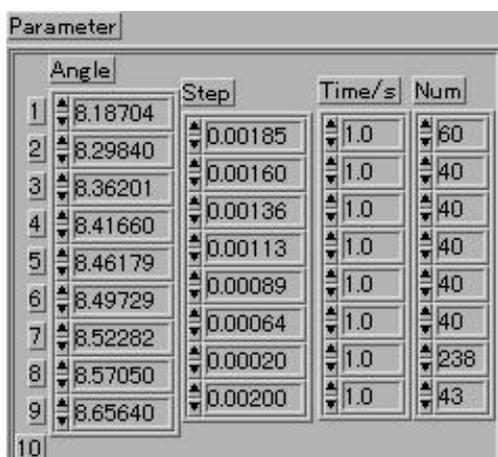
- 画面に表示するグラフを選択する。
 - 最大4面同時に表示可能である。
 - 計測中に変更可能。



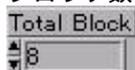
- パラメーターファイルを読み込む場合



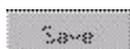
- パラメーターファイル名を入力する。
- パラメーターファイルが読み込まれる。



- パラメーターを手入力する場合
 - ブロック数を入力すると、ブロック数分の入力窓が入力可能になる。



- パラメーターファイルを保存する。

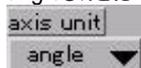


- 分光器結晶面の面間隔を入力する。



- パラメーターファイルの単位を選択する。

- angleまたはenergy



- 電流アンプの出力値に対するLow pass filterのカットオフ周波数を各ブロック毎に入力する。

- 通常、Default値(20Hz)でよい。



- 測定開始ボタンを押す。



- XAFSの測定結果を保存するファイル名を入力する。
- ピエゾスキャンのピーク値を保存するファイル名を入力する。
- 暗電流値の入力をする。

- input : 既知の値を手入力する。
- record : DSSを閉じ、計測する。

- 計測経過がグラフ表示される。

- X軸の単位を選択する。
- EnergyまたはAngle



6 ユーザーの準備

6-1 スケジュールの概案

6-1-1 測定予定試料数の概算

- ユーザーは、以下の所要時間を考慮して、測定予定試料数の概算を行うこと。
 - 光学素子セッティング変更
 - 結晶面切替 : 30(分)
 - ミラー傾き角変更 : 30(分)
 - エネルギー較正 : 20(分)
 - 試料位置調整
 - リナグラフ露光 + 測量機設置 : 20(分)
 - 最初の試料 : 20(分)
 - 2つ目以降 : 5(分)
 - XAFSスキャン前の分光器チューニング : 1(分)
 - イオンチェンバーのガス交換 : 15(分)
 - XAFSスキャンの際、データ蓄積時間以外に要する時間
 - 分光器の送り + カウンターとのやり取り : 1.5(秒)/1(点)
 - ピエゾチューニング : 1.5(秒)/1(点)

6-1-2 測定スケジュールの概案

- ユーザーは、以下の項目を考慮して、測定スケジュールを概案すること。
 - 光学素子のセッティングの変更回数が最小になるようにすること。
 - 前後のユーザーのセッティング状態を考慮すること。
 - セッティング状態はビームライン担当者より情報を得ること。
 - 光学素子や試料環境（温度等）の調整・変更は、10:00～18:00の間に完了すること。
 - ビームライン担当者との共同作業（データ取得が難しい測定、特別な試料セッティングが必要な測定等）は、10:00～18:00の間に完了すること。

6-2 実験条件、セッティングの決定

- ユーザーは、ビームタイム開始一週間前までに、測定を行う各試料に対して、下記の項目に対して決定を行い、ビームライン担当者に報告すること。
- アンケートは、ビームライン担当者からE-mailにより送付される。
- 決定に際しては、必要な場合、ビームライン担当者と相談を行うこと。
 - 分光器、ミラー及びスリットの設定条件の決定。
 - 2-1-2、2-2-2、2-3-2及び2-3-3項を参照すること。
 - 試料の測定の優先順位の決定。

7 トラブルシューティング

7-1 測定プログラムが突然動かなくなったときの対処

- 症状
 - 分光器のエンコーダが動かない。
 - カウンタが動かない。
 - デジタルマルチメータでモニターしているイオンチャンバーの電流値が変化しない。
- 以上の症状が発生したときには、7-1-1～7-1-5項に従って対処すること。

7-1-1 エンコーダとの通信エラーの場合

- エンコーダの表示に「ERROR 3」と表示されている場合、エンコーダの「CLR」ボタンを押すと角度が表示される。
 - エンコーダの電源は決して切らないこと。（メモリー機能がないため、値がリセットされてしまう）
 - 「ERROR 3」は、エンコーダの表示エラーのみで、読み取りは正常に行われているので、XAFSの測定には支障がない。
- 測定プログラムのStopボタンをクリックし、効くか確認する。
- Stopボタンが効いた場合、Runボタンをクリックして、測定が再開できるか確認する。
- 測定プログラムのStopボタンが効かない場合や、もう一度Runボタンをクリックしても動かない場合は、7-1-2へ進む。

7-1-2 カウンタとの通信エラーの場合

- 測定プログラムのStopボタンが効かない場合、カウンタとの通信エラーの恐れがある。
- 以下の操作により、カウンタの電源をリセットする。
 - カウンタ自身に電源スイッチはないので、NIM電源を入れ直す。
 - 機器保護のため、電源を切った後、再び電源を入れるまで、10秒ほど待つこと。
- 測定プログラムのStopボタンが効くか確認する。
- Stopボタンが効かない場合、7-1-3へ進む。

7-1-3 LabVIEW測定プログラムのトラブルの場合

- 測定プログラムのStopボタンが効かず、NIM電源を入れ直しても効果がない場合は、測定プログラムにトラブルがある恐れがある。
- 以下の操作により、測定プログラムを強制終了させる。
 - 「Ctrl」キー、「Alt」キー、「Del」キーの3つのキーを同時に押す。
 - 「タスクマネージャー」をクリックする。
 - 「LabVIEW 応答なし」と表示されているはずなので、それを選択し、「タスクの終了」をクリックする。
 - このとき「LabVIEW 実行中」と表示されていたり、表示が切り替われば、他の機器との通信エラー等が原因として考えられるが、念の為、終了しておいた方がよい。
 - 「待機」、「アプリケーションの終了」、「キャンセル」を選択できる画面が表示されるので、「アプリケーションの終了」を選択する。
 - LabVIEWが終了しない場合、7-1-4へ進む。
 - LabVIEWが終了した場合、再びLabVIEWの「Menu」プログラムから起動する。
- プログラムを強制終了させたことに伴い、他の機器との通信エラーが起っている恐れがあるので、7-1-1及び7-1-2に従い対処する。
- これでも改善されない場合は7-1-5に進む。

7-1-4 ユーザーPC (Gaia) のハングアップの場合

- コンピュータが何も反応しない場合や、LabVIEWの測定プログラムを終了できない場合は、コンピューターがハングアップしている恐れがある。
- 以下の操作により、コンピュータの再起動を行う。
 - 「Ctrl」キー、「Alt」キー、「Del」キーの3つのキーを同時に押し、画面上で「シャットダウン」をクリックする。
 - 上記操作もできないほどに致命的な状態になっている場合、止むを得ないので、電源ボタンを押し、パワーオフにする。
 - 電源ボタンを押してコンピュータを停止した場合は、コンピュータの保護のため、再び電源を入れるまで10秒ほど待つこと。
- これでも改善されない場合は7-1-5に進む。

7-1-5 BL-WSとの通信エラーの場合

- 以下の操作により、BL-WSとの通信エラーが起きていることを確認する。
 - プログラム「Move 」をRunする。
 - readでBL-WSの角度を読む。
 - 反応がなく角度が読めないときは、BL-WSとの通信エラー等の恐れがあるので、以下の対処を行う。
 - X端末をチェックし、画面上に何も表示されていなかったり、モノクロメーターの角度が明らかにおかしい場合、GUIの再起動を行う。
 - GUIの再起動の方法は下記のURLを参照すること。
 - http://okutsu/blcntl/Man_GUI/cde/cde.html
 - GUIの再起動後も症状が改善されない場合、上記URLの方法に従い、BL-WSのログアウトを行う。
 - ログイン時のアカウントとパスワードは共に「bluser」である。
 - それでも改善されない場合は、BL-WSに重大なエラーが生じている恐れがあり、SPring-8制御グループスタッフに対処してもらう必要があるため、内部スタッフに連絡すること。
-