

JAERI-Tech
2001-043



JP0150740



SPring-8原研軟X線ビームラインBL23SUの
H12年運転・整備記録

2001年 7月

安居院 あかね・吉越 章隆・中谷 健
齊藤 祐児・寺岡 有殿・横谷 明徳

日本原子力研究所
Japan Atomic Energy Research Institute

REPORTS

本レポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。
入手の問合せは、日本原子力研究所研究情報部研究情報課（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村）あて、お申し越しください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

This report is issued irregularly.

Inquiries about availability of the reports should be addressed to Research Information Division, Department of Intellectual Resources, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195, Japan.

© Japan Atomic Energy Research Institute, 2001

編集兼発行 日本原子力研究所

SPring-8 原研軟X線ビームラインBL23SUのH12年運転・整備記録

日本原子力研究所関西研究所放射光科学研究センター

安居院 あかね・吉越 章隆・中谷 健・斎藤 祐児・寺岡 有殿・横谷 明徳

(2001年5月9日受理)

SPring-8 の原研軟X線ビームラインBL23SUは1996年から建設が本格的に始められた。1999年後半に入り、各実験ステーションがビームラインに設置され始めるとともに、測定方法の開発のひとつとして挿入光源の周期的連続位相駆動による偏光切り替え実験が試みられた。本報告では、2000年に行われた挿入光源、分光器、制御システム等のビームラインの整備・調整に関して、SPring-8 の運転スケジュールに沿ってまとめる。

Highlights of SPring-8 BL23SU in 2000

Akane AGUI, Akitaka YOSHIGOE, Takeshi NAKATANI, Yuji SAITO_H,
Yuden TERAOKA and Akinari YOKOYA

Synchrotron Radiation Research Center
Kansai Research Establishment
Japan Atomic Energy Research Institute
Mikazuki-cho, Sayou-gun, Hyogo-ken

(Received May 9, 2001)

Commissioning of SPring-8 BL23SU started in 1996 and the beamline has been constructed. The insertion device, monochromator and other beamline equipments have been installed and tuned. The beamline setting and tuning have been continued. Experiments using synchrotron radiation tried in this year. Magnetic circular dichroism (MCD) measurement has been tried and achieved by driving periodic phase shift of ID23. In this document, we report highlights of BL23SU in 2000.

Keywords: Soft X-ray Beamline, BL23SU, SPring-8, APPLE-2 Undulator, COD, Variable Polarization, Helicity Switching

目次

1. はじめに.....	1
2. 各サイクルの記録	
2.1 第1サイクル.....	7
2.2 第2サイクル.....	9
2.3 第3サイクル.....	15
2.4 第4サイクル.....	21
2.5 第5サイクル.....	23
2.6 第6サイクル.....	26
2.7 第7サイクル.....	29
2.8 夏期停止期間.....	31
2.9 第8サイクル.....	33
2.10 第9サイクル.....	35
2.11 第10サイクル.....	37
2.12 第11サイクル.....	39
2.13 第12サイクル.....	43
2.14 冬期停止期間.....	45
3. 結語.....	59
謝辞.....	60
参考文献.....	61
付録： BL23SU関連発表リスト(2000年).....	62

Contents

1. Introduction.....	1
2. Highlights from the Cycles	
2.1 The 1st Cycle.....	7
2.2 The 2nd Cycle.....	9
2.3 The 3rd Cycle.....	15
2.4 The 4th Cycle.....	21
2.5 The 5th Cycle.....	23
2.6 The 6th Cycle.....	26
2.7 The 7th Cycle.....	29
2.8 Summer Shutdown.....	31
2.9 The 8th Cycle.....	33
2.10 The 9th Cycle.....	35
2.11 The 10th Cycle.....	37
2.12 The 11th Cycle.....	39
2.13 The 12th Cycle.....	43
2.14 Winter Shutdown.....	45
3. Summary.....	59
Acknowledgments.....	60
References.....	61
Appendix: Publication List Related to BL23SU in 2000.....	62

1. はじめに

大型放射光施設 SPring-8 の原研軟 X 線ビームライン BL23SU は、1996 年から本格的に建設が開始され、1997 年に着工された。挿入光源から得られる高輝度放射光は、フロントエンド及び分光光学系から構成されるビーム輸送系によって、実験ステーションに導かれる。現在、表面化学実験、生物照射実験、光電子分光実験、磁気円 2 色性実験のための各実験ステーションの整備が進められている。1999 年には、一部実験ステーションのビームラインへの設置が進められ、本格的に放射光利用実験を進めるための調整が行われている。また、JASRI (Japan Synchrotron Radiation Research Institute) からの共同利用実験も開始された。

Figure 1.1 にビームライン BL23SU の概要を示す。ここで、ビームラインとは、挿入光源、分光器、制御システム等を含めた BL23SU における放射光実験に必要不可欠なものを総合して言うこととする。詳細は、巻末に挙げる参考文献を参照していただきたい。

BL23SU は、SPring-8 の蓄積リングの IN23 の 4m 直線部の上流側 2m 部分に設置された、可変偏光アンジュレーター (variably-polarizing undulator) ALPPE-2 (advanced planar polarized light emitter type-2) を挿入光源 (ID23) としている。そのエネルギー範囲は、円偏光基本波のピークで概ね 0.5 keV から 3 keV である。このアンジュレータは、周期長 12 cm、周期数 16 で上下各 2 列の磁石列の位相を変えることによって、水平偏光、垂直偏光、円偏光、橢円偏光と任意の偏光を放射できる。また、本光源は、偏光を高速で周期的に切り替えることができる特徴を備えている。Figure 1.2 に磁石列の構造を示す。上下各 2 列、計 4 列の磁石列は、互いに対角にある 2 組の磁

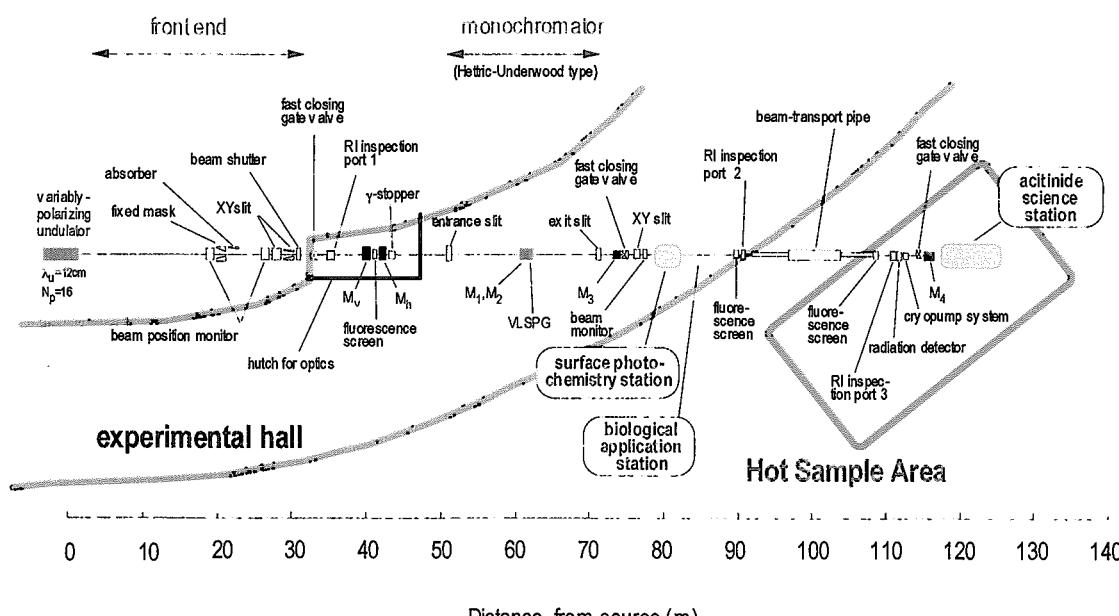


Figure 1.1: Outlook of BL23SU.

This is a blank page.

石列によってビーム軸上で斜め方向の磁場をつくり、アンジュレータの磁場の方向を反転させる。対角の磁石の組を対角線上もう一方の組に対してビーム軸に $\lambda u/2$ ($-\lambda u/2$) 動かすと円偏光の向きを変えることができる。ID23のもっとも重要な特徴である連続左右円偏光の高速切り替えは、磁石列の位相駆動を繰り返すことによって得られる。機械的には最大 0.5 Hz のスイッチングが可能な仕様である。

BL23SU では分光光学機器として、不等刻線間隔平面回折格子 (VLSRG: Varied line spacing plane grating) 分光器を採用しており円偏光で 0.5 keV-1.8 keV を

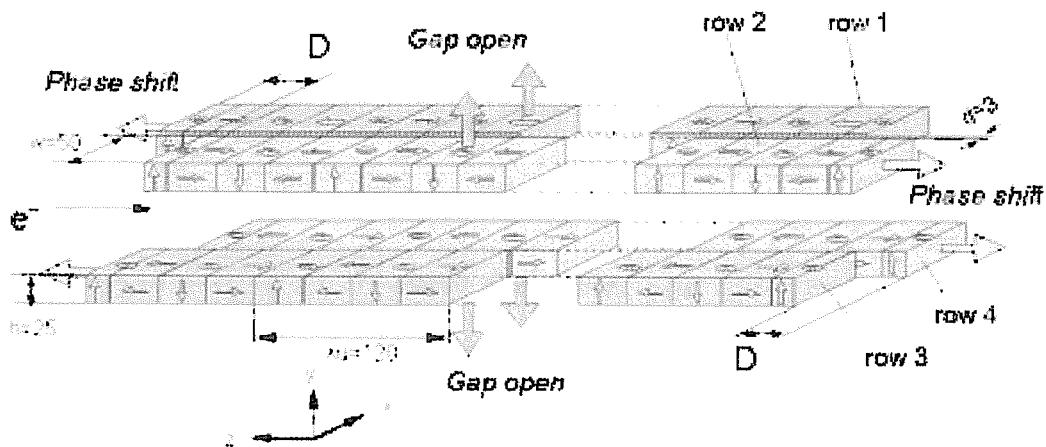


Figure 1.2: The magnetic structure and movement of the double-array undulator, APPLE-2. λu and D indicate the magnetic period length and the phase shift distance, respectively. (Yokoya *et. al.*: Synchrotron Rad. 5, 10 (1998)).

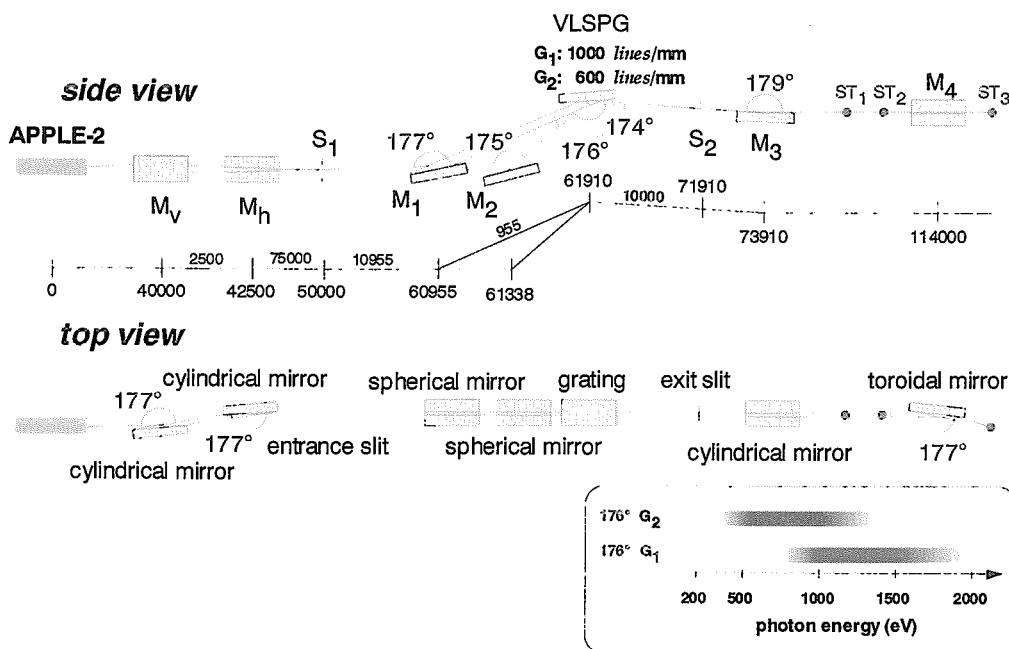


Figure 1.3: Outline of the monochromator system of BL23SU (Saitoh *et. al.*: Nucl. Instrum.).

This is a blank page.

分光するように設計されている。これは、Spring-8 の共用軟X線ビームライン BL25SU とほぼ同型である。Figure 1.3 にその光学系の概要を示す。光学系は前置鏡 (M_v, M_h)、分光器 (S1-M1 (M2) -VLSPG-S2)、後置鏡 (M3, M4) からなる。前置集光の一つである M_v は、入り口スリット S1 上に、縦方向に放射光をサジタル集光する。出口スリット S2 を通った放射光は、M3-M4 間で縦横共にコリメイトされる。ビームラインの光源から最下流の実験ステーションまでの距離は 120 m 以上あり、2つの建て屋、(蓄積リング棟 (実験ホール) と RI 棟) にまたがる。トロイダル鏡 M4 は、RI 棟に置かれている。

Spring-8 の運転スケジュールは「サイクル」によって分割されており、ビームラインの整備、R&D、運営は Spring-8 の運転サイクルに合わせて行われている。本報告ではビームラインの 2000 年の運転・整備の状況を、その運転サイクル沿ってまとめる。第 2 章に各サイクルの様子を図及び写真とともに説明するが、Table 1 に一年の流れをまとめた。ビームラインは先述のようにさまざまな構成要素からなるが、Table 1 では、利用実験、分光器、挿入光源、その他に分けた。

利用実験の詳細にはここでは触れないが、巻末に、BL23SU に関する、2000 年に雑誌・学会等に発表されたも主なものを付録にまとめた。

Table 1: Log of BL23SU in 2000A and 2000B periods.

サイクル(BL)	分光器	利用実験	挿入光源	その他
2000A_1st (Jan. 24-27)	冬季シャットダウン明け調整	表面化学実験/放射光初導入 (Jan. 24)	位相依存の軌道歪み補正 (MS: Jan. 20, 0:00-9:00)	BL担当者交代
2000A_2nd (Feb. 3-16)	ビームライン調整 (ビームライン評価ステーション等)	表面化学実験/生物照射実験 JASRIユーザー実験(生物) JASRIユーザー実験(気体)	位相依存の軌道歪み補正 (MS: Feb. 18, 6:00-14:00)	
2000A_3rd (Feb. 24-Mar. 8)	ビームライン調整	表面化学実験/生物照射実験 JASRIユーザー実験(生物) JASRIユーザー実験(気体)	位相依存の軌道歪み補正 (MS: Mar. 8, 21:00-9, 2:00)	
2000A_4th (Mar. 16-29)	ビームライン調整	表面化学実験/生物照射実験 特別ユーザー実験(気体)	位相依存の軌道歪み補正 (MS: Mar. 30, 12:00-20:00) BLでの影響調査	BL23SU夕食会 (Mar. 13)
2000A_5th (April. 6-26)	ビームライン調整 (強度)	表面化学実験/生物照射実験 特別ユーザー実験(気体)	BLでの影響調査	
2000A_6th (May. 11-24)	ビームライン調整 (強度)	表面化学実験/生物照射実験 特別ユーザー実験(発光)		光学ハッチ外壁補修後サーベ 連続位相駆動User利川認知 (May 9)
2000A_7th (June 1-14)	ビームライン調整 ID周期的位相駆動実用初試験	表面化学実験/生物照射実験		
夏季運転停止期間	新グレーティング等設置 光学素子調整用モーター追加			XAFS11(July) SR12000 (Sep.)
2000B_8th (Sep. 20-29)	夏季シャットダウン明け調整		SR長周期部設置後 ID調整	
2000B_9th (Oct. 5-18)	新グレーティング, M1等調整	表面化学実験/生物照射実験 JASRIユーザー実験(生物)	STM調整 (BL: Oct. 5, 1:00-9:00) 島取西部地震関連ID再立ち上げ	サーボモータ起因CODの発見 SP8シンポ(Oct. 20)
2000B_10th (Oct. 26-Nov. 8)	ビームライン調整 (連続位相駆動)	表面化学実験/生物照射実験 JASRIユーザー実験(生物)	STM調整 (BL: Oct. 26, 8:00-10:00) ID23诱发軌道振動調査 (MS: Nov. 9, 9:00-21:00)	
2000B_11th (Nov. 16-28)	ビームライン調整	表面化学実験/生物照射実験 JASRIユーザー実験(生物)		Phaseブレーキの導入 スポットサイズ測定装置据付
2000B_12th (Dec. 6-20)	ビームライン調整 スポットサイズ測定装置試験	表面化学実験/生物照射実験	ID23機器トラブル (Dec. 8)	
冬季停止期間			ID23新真空チャンバー等据付 (Dec. 22-Jan. 13)	

This is a blank page.

2. 各サイクルの記録

2.1 第1サイクル

2000A 第一サイクル前のSpring-8冬季停止期間に、実験ホール内の実験ステーションの配置が大幅に変えられた。Figure 2.1.1に1999B(1999B:1999年下半期)と2000A(2000A:上半期)での配置を示す。1999Bで放射光の光子束を測定するために、生物セクションに設置されていたイオンチャンバー(佐野他、JAERI-Tech、2000-081(2000))を実験準備室に移動した。表面2セクションで試験的に実験が行われていた円磁気二色性(MCD)装置は、将来の本格利用を念頭において、RI棟に移動した。オンラインで整備が進められてきた表面化学実験ステーションが、表面1セクションに設置された。表面化学実験ステーションのビームラインへの据付作業の様子をFigure 2.1.2に示す。

これにともない分光光学系評価用装置である、ガス吸収測定装置と固体吸収測定装置が表面2セクションへ移設された。真空立ち上げ、冬季停止期間中のユーティリティ定期点検なども行われた。

表面化学実験ステーションでは、反応ガス照射下での固体表面反応分析を放射光を利用して行なうことが計画されているため、ステーションからビームラインへのガスの流入を防ぐために差動排気システムが整備されている。ビームラインの真空は、概ね 10^{-7} Pa程度であるのに対し、表面化学の実験には超真空が必須である。この差動

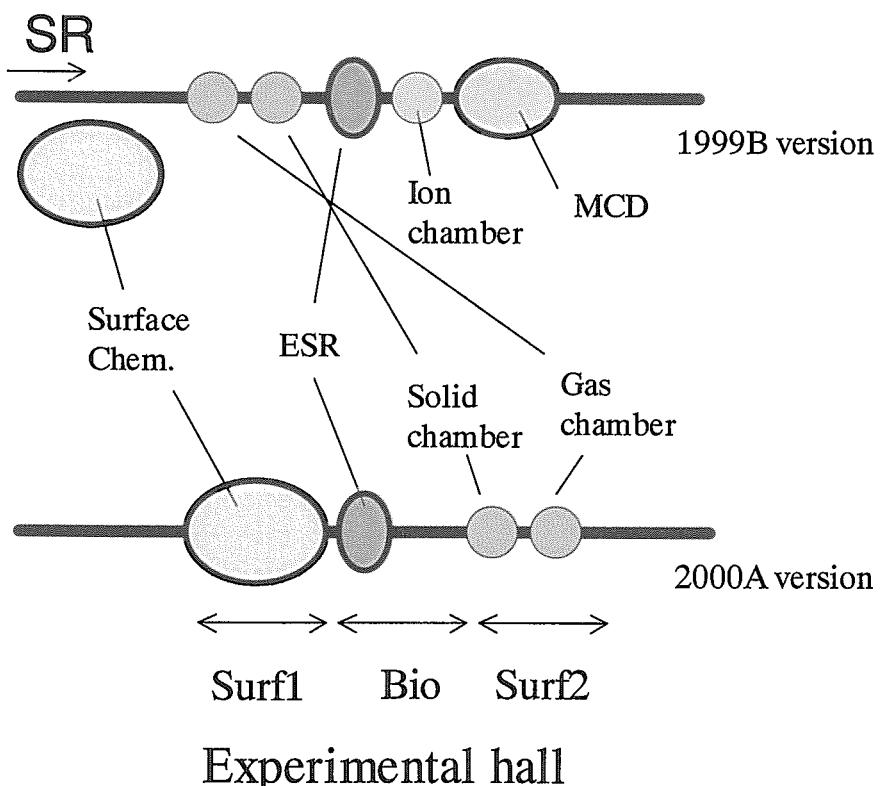


Figure 2.1.1: Layout of experimental stations in the experimental hall.

This is a blank page.

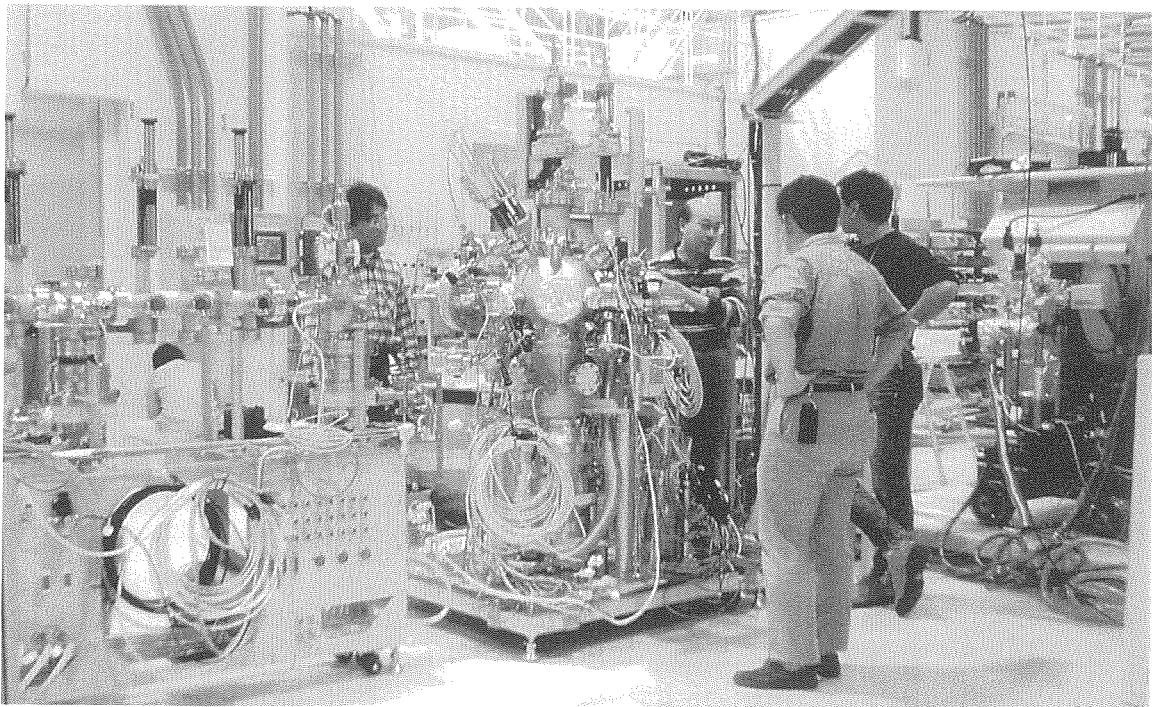


Figure 2.1.2: Setting of the surface chemistry end-station on BL23SU at SPring-8. (1999 Dec. 29)

排気システムは、ステーションをビームラインに接続した通常の状態で、 10^{-8} Paよりよい真空を保つ働きもしている。2000年1月24日に表面化学実験ステーションに初めて放射光が導入された。設置当初は、主に光電子分光装置の調整が行われた(寺岡他、JAERI-Tech、2000-080 (2000))。

また、ビームライン評価用装置は移設後に、各種測定機器、真空立ち上げ、ネットワーク通信機器の運転試験が行われた。固体光吸收測定装置は、真空が移設前に比べ若干悪化したものの、ベーキング等により改善された。ガス光吸收測定装置は、MCPへの印加電圧調整に不都合があったが、これも第2サイクルには改善できた。

サイクル前のマシンスタディ期間には、ID23の位相駆動に起因する蓄積リングのCOD(Closed Orbit Distortion)補正のためのスタディを行った(2000 Jan. 0:00-9:00)。

2.2 第2サイクル

ビームライン調整(分解能、光強度、制御系等)のためにガスの光吸收スペクトル、固体の金の光吸收スペクトルが測定された。光の強度は1999Bと同程度であることが確認された。

表面化学実験ステーションでは、放射光を用いた光電子分光実験のための調整実験が行われた。生物照射実験ステーションにおいては電子スピニ共鳴装置(SLEEPERS)の調整実験が行われた。

BL23SUの初めてのJASRI枠ユーザーとして、表面化学グループの横谷氏、赤松氏との共同研究で神戸大学・中川チームが、「アミノ酸のNEXAFS実験とXNCD(X-ray

This is a blank page.

Natural Circular Dichroism)実験」を行った。Figure 2.2.1 (a) に、各メンバーにビームライン概要を説明している様子を示す。

また、理化学研究所の大浦・山岡のチームにより気相多価イオンの光吸収実験がRI棟にて行われた。この実験チームに属する Spring-8 のサイトスタッフ

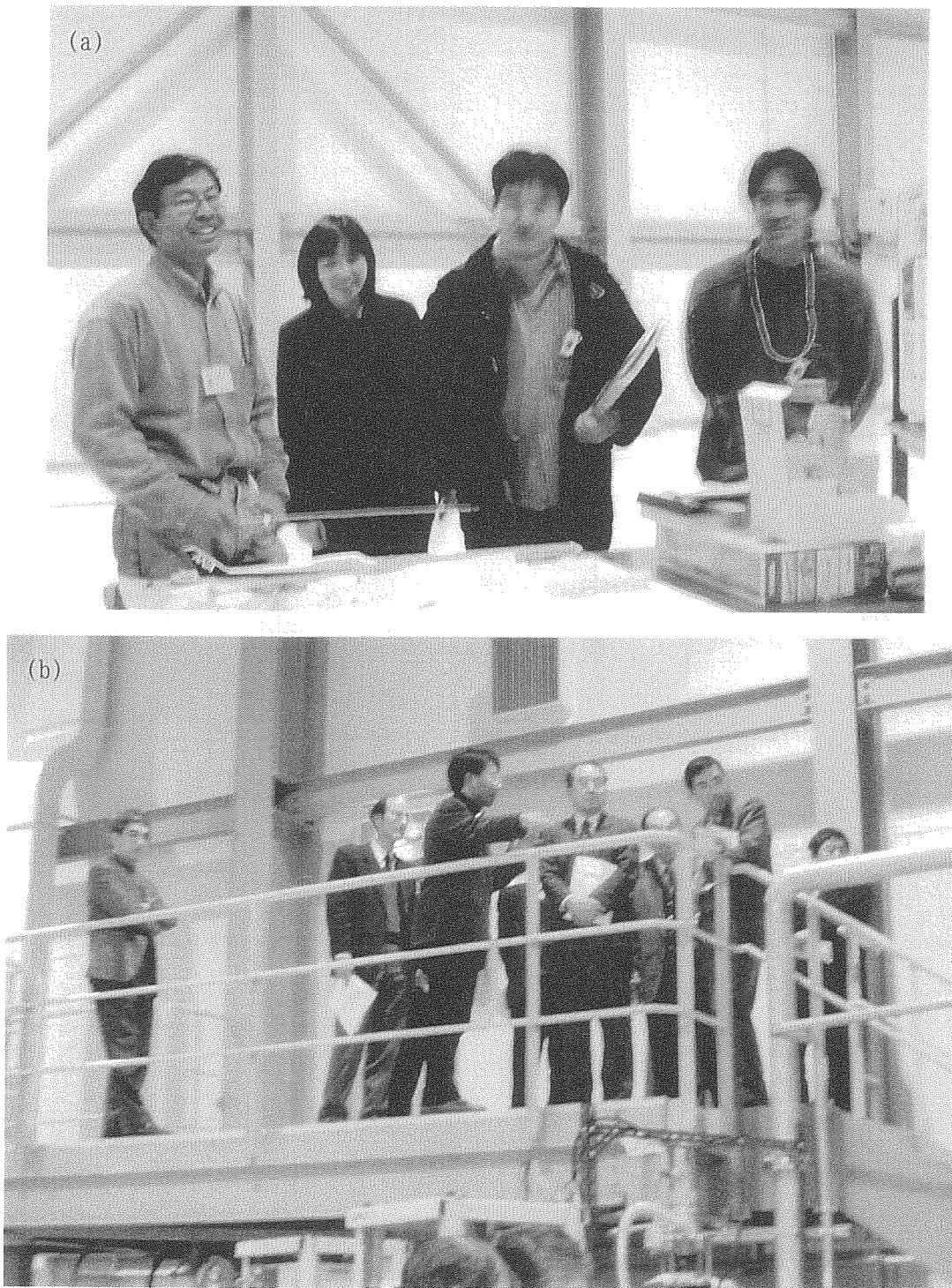
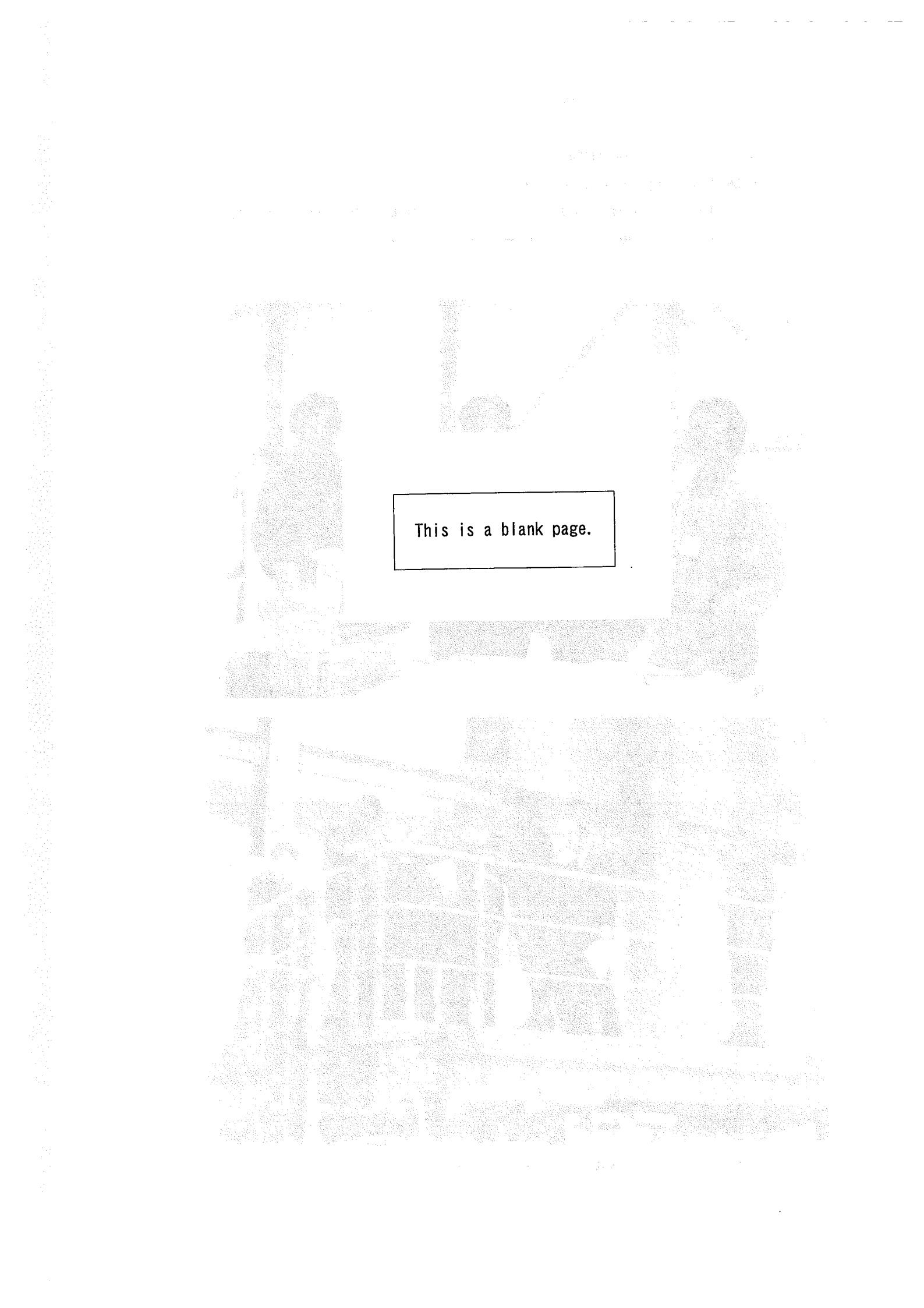


Figure 2.2.1 (a) JASRI Users from Nakagawa Laboratory of Kobe University (2000 Feb. 26). (b) Giving accounts of BL23SU for the group of inspectors (2000 Feb. 8).



This is a blank page.

には、BL23SU建設初期にフロントエンド部分等、BL23SUの基幹部分の立ち上げ際の多くの御協力をいただいている。このため、実験はビームラインの評価も念頭に行われた。この実験は高強度の光を必要とする実験であったが、BL23SUの挿入光源と分光器のパフォーマンスにより実験は成功した (Oura *et al.* Phys. Rev. A63, (2000) 0014704)。

また、2月8日には原研外部評価委員会による観察が行われた。約30分にわたるBL23SUの観察中、分光器、表面化学実験ステーション、生物照射実験ステーション、光電子ステーションの説明を行った。Figure 2.2.1(b)に評価委員に対して実験ホール内を説明している様子を示す。



Figure 2.2.2: (a) Central Control Room. (b) Gathering in front of the monitor CRT of rf-BPMs.

This is a blank page.

ID23は第1章で述べたように周期的高速位相駆動が可能であるという特徴を有する。しかし、同時に、位相駆動の際に電子蓄積リングの電子軌道を乱し加速器の運転に悪影響を与えるという問題も抱えている。そのため、サイクル後のマシンスタディでは、引き続きID23の位相駆動に起因する蓄積リングのCOD補正のためのマシンスタディが行われた(2000 Feb. 18, 6:00-14:00)。このスタディはID23の磁石列を動かしたときに生じる磁場の誤差が与えるCODの変動を押さえるために行われた。補正電磁石(STM:Steering Magnet)の励磁量を決めるなどを主な目的としている。この調整は、磁気円2色性等の偏光を積極的に利用した実験研究を推進する上で必須のものである。マシンスタディは主に中央制御室でSPring-8のCODをモニターしながら、ID23のSTMの励磁量を決めることが行われた。これはJASRIの加速器制御運転、BL制御、光診断チーム等の御協力によって行っている。Figure 2.2.2(a, b)に中央制御室でのマシンスタディの様子を紹介する。

2.3 第3サイクル

前サイクルと同様、ビームライン調整、表面化学実験ステーション調整実験、生物照射実験ステーションの調整実験が行われた。各研究グループによる実験については、それぞれの関連文献を参照されたい。

JASRI枠では、理研の大浦・山岡チームによる気相実験及び神戸大学・中川チームの生物実験が引き続き行われた。山岡氏の実験の途中で光の強度が三分の一程度に低下するという問題が生じた。原因は調査中である。幸い分解能を要求しない実験だったため、強度の確保を優先して出口スリットを調整することで対応した。

サイクル後のマシンスタディでは、引き続きID23の位相駆動に起因する蓄積リングのCOD補正のためのスタディが行われた(2000 March. 8, 21:00-March. 9, 2:00)。COD補正のためのSTM励磁量のスタディには、位置モニターに蓄積リングのrf-BPMが用いられた。さらに、周期的連続位相駆動時の、他のビームラインでの光軸の様子は、各ビームラインに設置されたXBPMでモニターされた。

ID23の0.125 Hzでの位相駆動をモニターするためには、計測の同時性、時間分解能の精度が通常のXBPMデータ収集系よりも高いことが要求される。このためにPHSトリガー信号システムを用いた計測系が導入された(工藤他、特許2000-193817)。Figure 2.3.1にPHSトリガー信号システムの(a)中央制御室でのデータ取り込みの様子と(b)BL23SUに置かれた装置を示す。Fig. 2.3.1(a)の右側画面にPHSトリガー信号システムの信号、左側画面にSPring-8データベースの信号の様子が写っている。

Figure 2.3.2にID23連続位相駆動時のXBPMシグナルの様子を示す。Figure 2.3.2(a)はID23の位相とギャップの値、そのときのBL11XU、BL39XU、BL47XUの(b)水平方向及び(c)垂直方向のXBPMの様子を示す。XBPMは、各ビームラインのフロントエンド部に設置されており、光源点から20 mほどの位置にある。Figure 2.3.2ではデーターのとり始めをゼロとしてプロットしている。実験中蓄積電流は1 mAで、COD自動補正は行われていない。ID23の位相駆動の周期が0.1Hzに対し、XBPMから

This is a blank page.

のデータは6秒置きに各機器から一点取り込まれた。図からID23の磁石列を動かしたことによる軌道の乱れはほとんど感知されておらず、STM励磁による軌道補正が有效地に働いていることがわかる。

さらに、計測の同時性と時間精度を上げた、PHSトリガーシステムを用いた計測結果をFigure 2.3.3に示す。このシステムでは各機器からデータを17秒に1024点取り込むことができ、かつPHS通信を用いることによって±1msの精度で一致させることができる。Figure 2.3.3にこのシステムで測定されたXBPMの(a)水平方向及び(b)垂直方向のBL11XU、BL39XU、BL47XUのXBPM様子を示す。図内にID23の位相を示している。XBPMで観測された水平、垂直方向のID23の位相駆動に連動した揺れはプラス、マイナスともに4ミクロン以内に押さえられている。

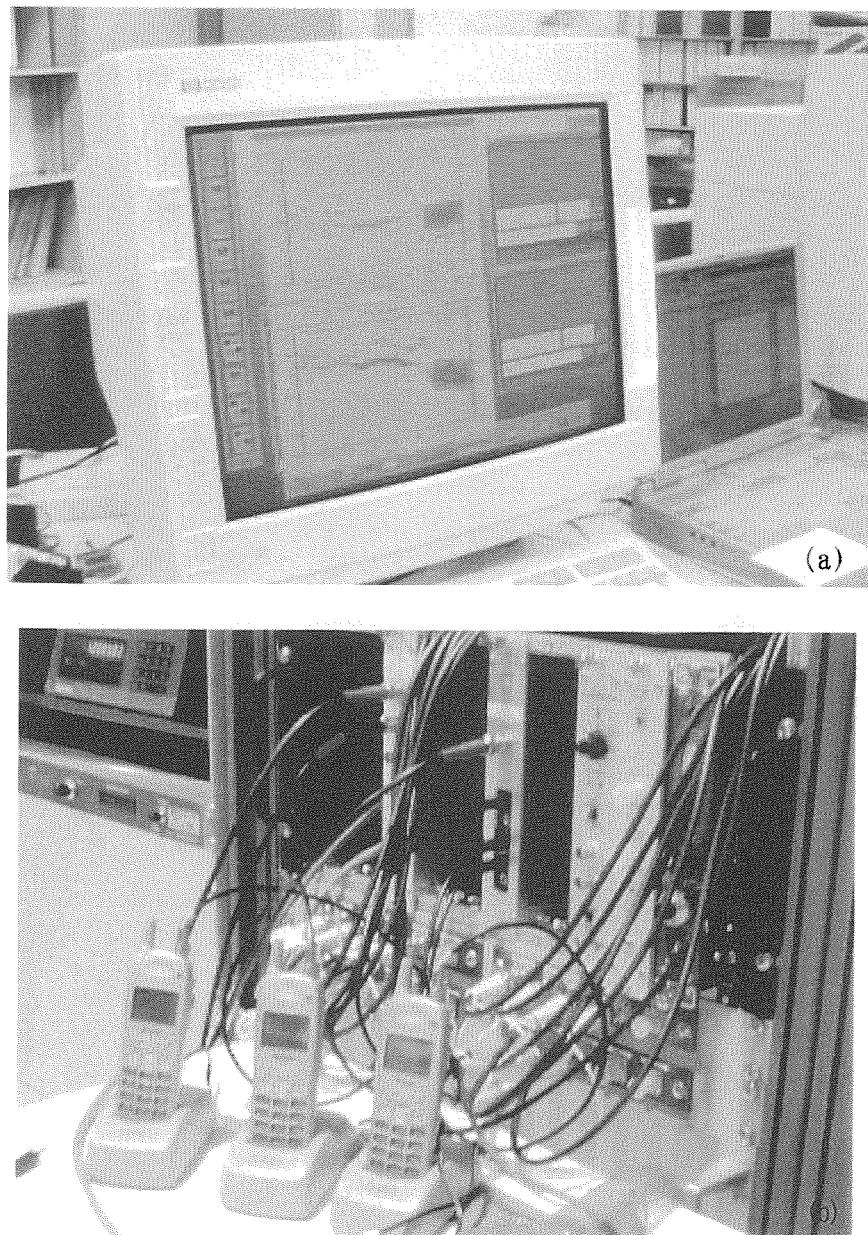


Figure 2.3.1: (a)At CCR, Data from rf-BPM. (b) PHS trigger system at BL23SU.

This is a blank page.

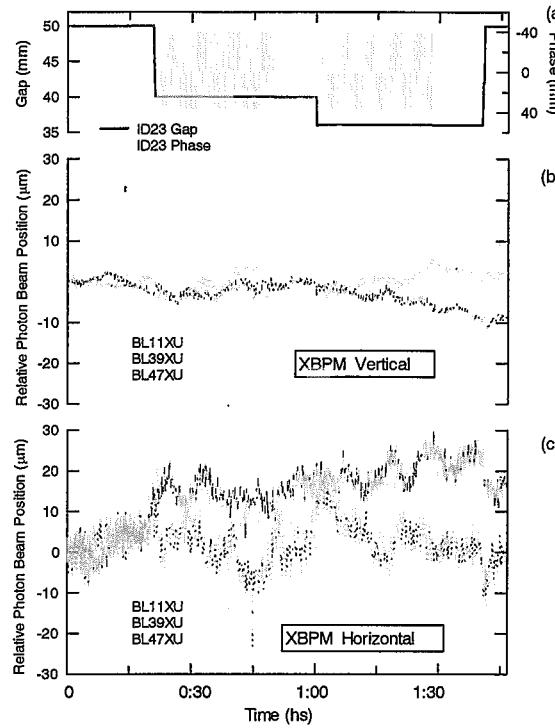


Figure 2.3.2 (a) The phase shift and gap positions of ID23. The relative photon beam positions in (b) vertical and (c) horizontal of BL11XU, BL39XU, and BL47XU during the phase and gap changing of ID23. The XBPM sampling rate was one point per 6 sec, while for gap and phase of ID23 sampling rate was 1 point per 10 sec.

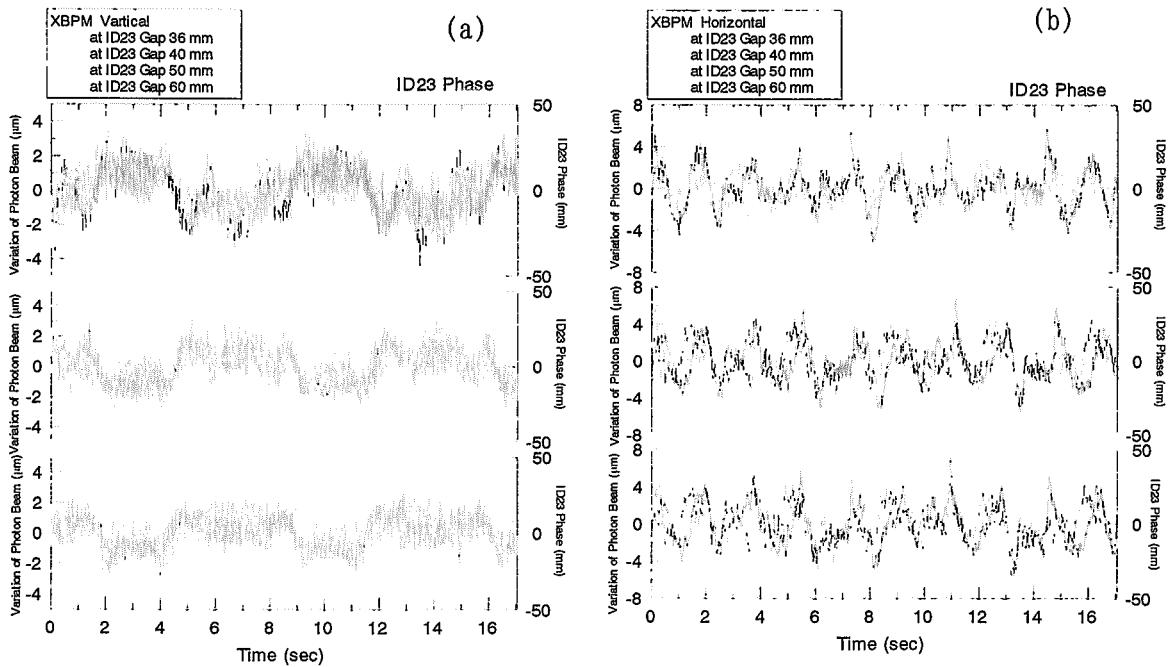


Figure 2.3.3 The variation of photon beam position in horizontal (a) and vertical (b) simultaneously observed at BL11XU, BL39XU, and BL47XU using the PHS trigger system with ID23 phase shift drive at gap of 36 mm and 60 mm. Sampling rate was 1024 points per 17 sec. Solid lines indicate the phase poison of ID23.

This is a blank page.

Figure 2.3.2 及び Fig. 2.3.3 に示された結果から、STM 励磁補正は蓄積リングの運転に支障がない程度にできることが分かったが、今後もさらに精度を上げる必要があるため、スタディは継続している。

2.4 第4サイクル

前サイクルのマシンスタディで、ID23 の位相駆動のための COD 補正の方法にひとつの方針ができた。さらに、実験ステーションでの試験実験の本格的開始や、JASRI 枠のユーザー受け入れが始まったことなどから、これらをもって、BL23SU の建設に一つの区切りがついてきたとみなした。Figure 2.4.1 は、BL23SU の立ち上げに、御尽力・御協力いただいた、加速器、制御、安全管理室、フロントエンドチーム、光ビーム診断チーム、計画調整グループなど、SPring-8 関係者、原研関係者をお招きし、3 月 13 日に SPring-8 食堂で催した夕食会の様子である。

ガス光吸収スペクトル、固体光吸収スペクトルを検討することにより、第3サイクルに起こった光強度の低下は、前置鏡の不良に原因があるという見通しが得られた。第4サイクルではミラーの調整は行わず、そのままの状態で経過を観察することとした。

表面化学実験ステーションでは、主に放射光光電子分光を行うための調整実験が引き続き行われた。生物照射実験ステーションでは、ESR 装置の調整実験が行われた。

JASRI 枠のユーザータイムは、消化されていたが、理研の大浦・山岡チームの気

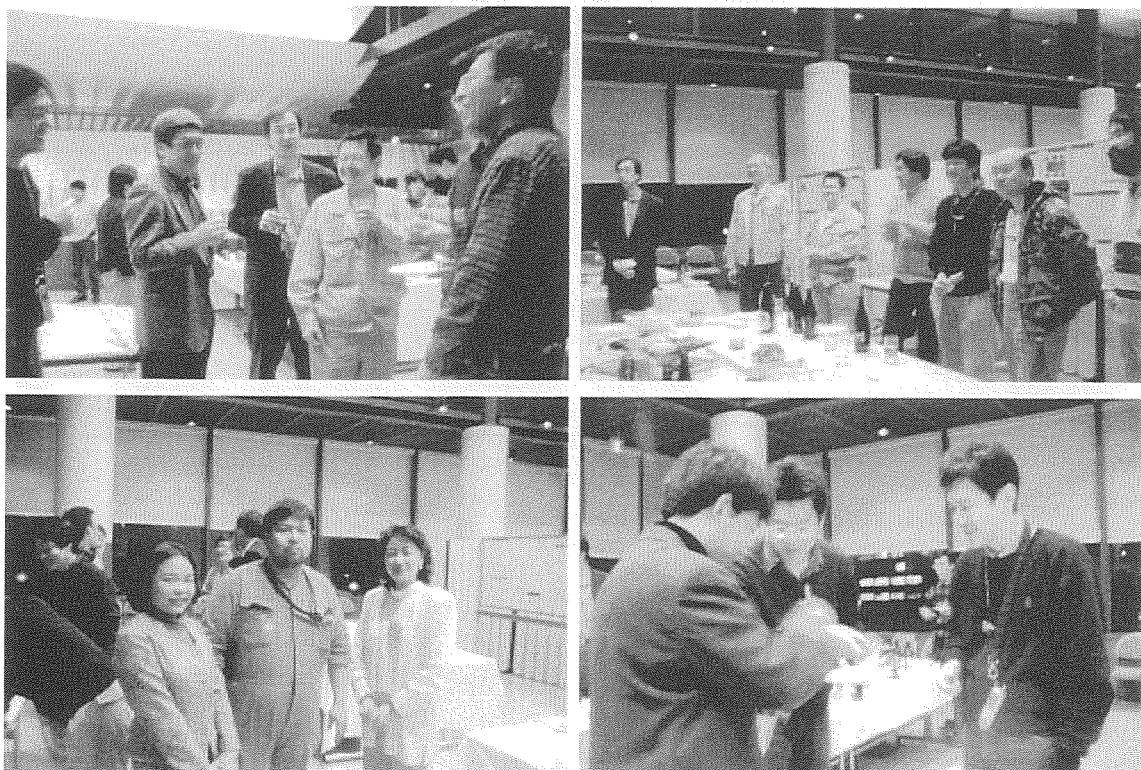


Figure 2.4.1: Snapshots from BL23SU banquet at SPring-8 canteen (2000 March 13).

This is a blank page.

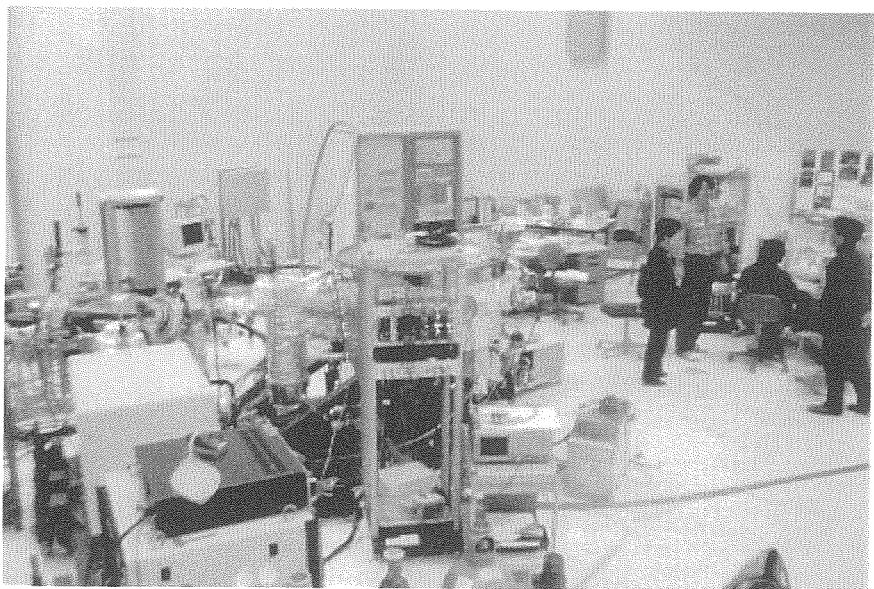


Figure 2.4.2 Gas phase photoionization experiments were performed at BL23SU (RI section) at SPring-8 (2000 Feb. 8)..

相実験が、引き続き RI 棟にて行われた。この実験の延長は、放射光科学研究センター長の特別処置によって推進された。Figure 2.4.2 の実験の様子を紹介する。

サイクル後のマシンスタディは、引き続き ID23 の位相駆動に起因する蓄積リングの COD 補正のために行われた (2000 March. 30, 12:00-20:00)。このマシンスタディ時には、有志のビームライン (BL02B1, BL10XU, BL25SU) の研究者により、実際の実験ステーションでの光強度や集光に ID23 の位相駆動の影響が生じるかどうか測定に御協力いただいた。この測定は、第 5 サイクルにおいても引き続き行われた。

2.5 第 5 サイクル

ガス光吸收スペクトル、固体光吸收スペクトルを検討することにより、第 3 サイクルから生じている光強度の低下を調査した。

表面化学実験ステーションでは、調整実験が引き続き行われた。生物ステーションでは、ESR 装置の調整実験が行われた。生物ステーションは、ビームラインの真空悪化を防ぐ処置を施す必要があると分かった。

サイクル前の BL 調整の時間中に ID23 の位相駆動運転を行い、他のビームラインで実際の光強度や集光に影響がみられるか測定に協力していただいた。BL02B1, BL10XU ではイオンチャンバーを用いて光強度がモニターされ、BL25XU では実験の測定例として固体の光吸收スペクトルが測定された。各測定者のコメントから、ID23 の位相駆動は現状では、それぞれの実験に悪影響を与えるものでないことが分かった。

この結果は、SPring-8 利用系の立ち上げ会議で報告された。その立ち上げ会議用資料を Figure 2.5.1 (a, b, c) に示す、ID23 の連続位相駆動を SPring-8 ユーザーモードで試験的に運用することに問題はないとの見解が示された。しかし、他のビームラインの実験精度の向上に伴い今後問題となる可能性もあるため、ID23 の運用は当面、中央

This is a blank page.

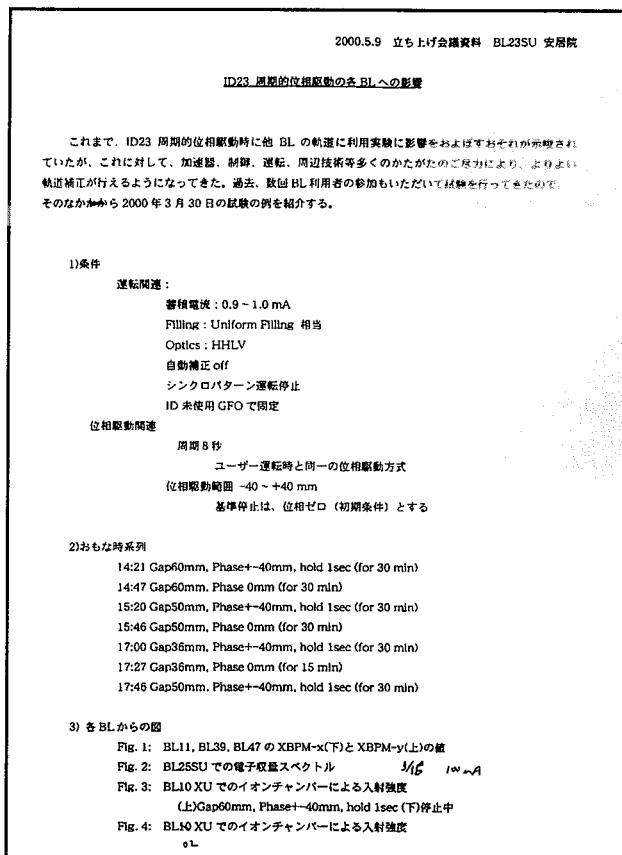


Figure 2.5.1(a): Document 1 for TACHIAGE-KAIGI (2000 May 9)

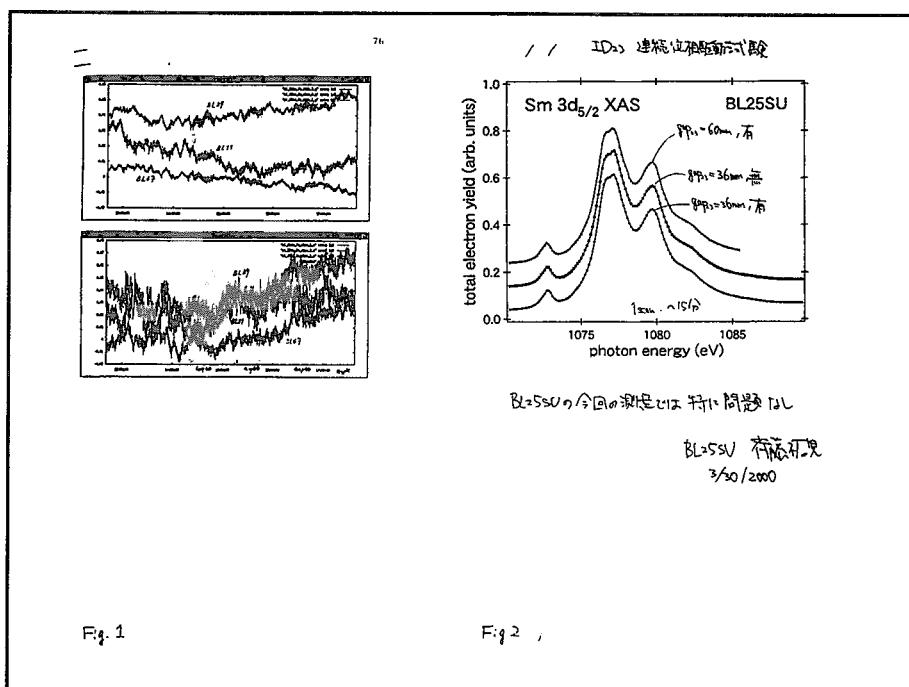


Figure 2.5.1(b): Document 2 for TACHIAGE-KAIGI (2000 May 9).

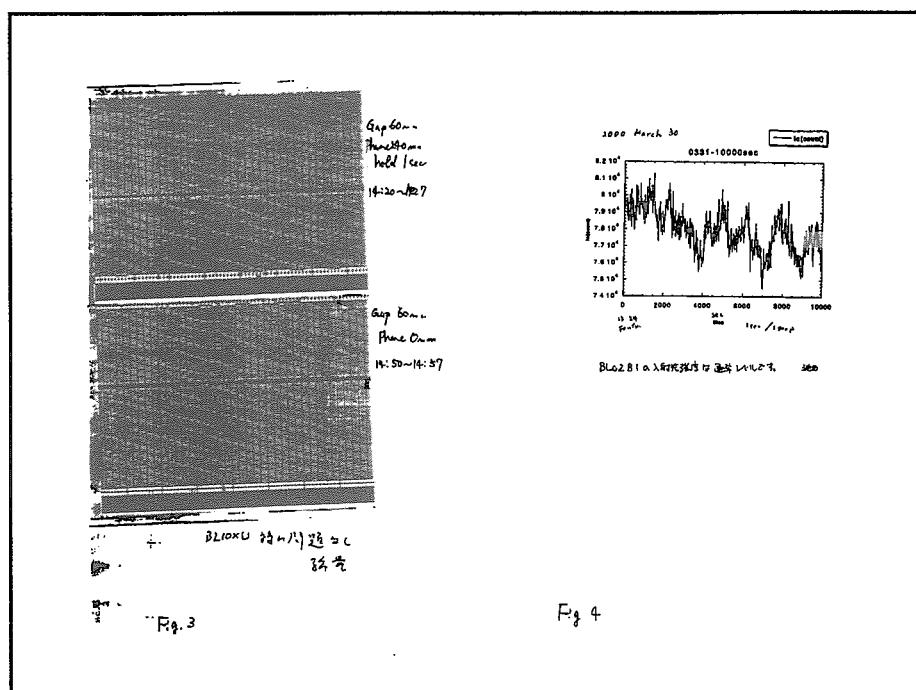


Figure 2.5.1(c): Document 3 for TACHIAGE-KAIGI (2000 May 9).

制御室等SPring-8関係各所との連絡をとりつつ行うこととした。

2.6 第6サイクル

ID23のミニマムギャップ(36 mm)のとき、BL23SUの光学ハッチから漏洩する放射線量は、円偏光モードではSPring-8の安全基準を満たしていた。しかし、水平偏光モードではハッチ後面部で1700 cpmの漏洩があったため、規制上の問題はなかつたが、水平偏光の使用に自主規制もうけていた。これについて、浅野氏(原研・放射光物性研究センター)の御協力の下、補助遮蔽を行った。

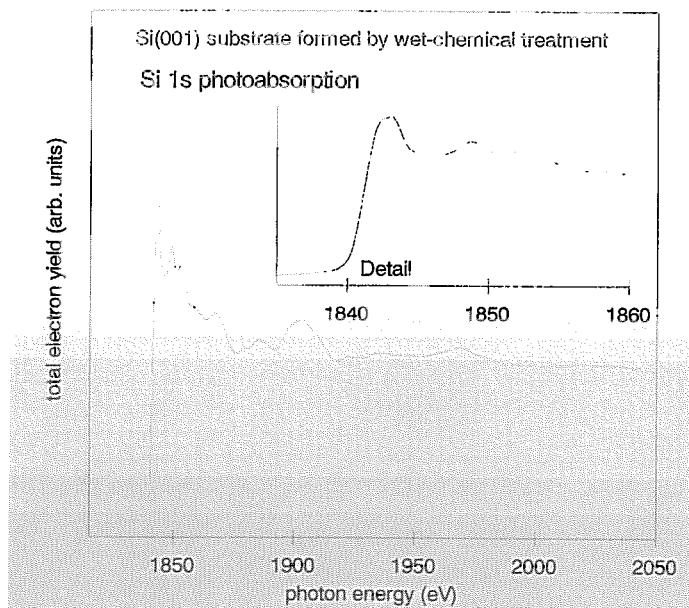
この放射線補助遮蔽により、ID23のギャップが36 mmで水平偏光利用した際、有効に機能しているか、5月12日にJASRI安全管理室によって補修後サーバーが行われた。測定の結果、同部で1000 cpm未満に放射線遮蔽が行われていることが確認された。これを受け、ID23のギャップを36 mmとして水平偏光モードでの使用の自主規制を解除した(Figure 2.6.1)。しかし、直線偏光は円偏光に較べ放射パワーが強いため、ミラー等光学素子へのダメージ等が問題になることが危惧されるため、直線偏光を積極的に利用したビームライン調整実験は当面行わないこととした。

ガス光吸収スペクトル、固体の金の光吸収スペクトルを検討することによって、前サイクルから観察している光強度の低下は、前置鏡(Mh)の調整不良であることが分かった。Mhの調整により、第2サイクルの始めの光強度程度まで回復することができた。将来、前置鏡取り付け機構を改善する必要があると思われる。

BL23SUは、設計上0.5-1.8 keV(円偏光使用時)をカバーする。しかし、高エネルギー側での有効性を調べるために、1.8 keV以上の測定例としてSi-1sのXAFSスペクトル測定が試みられた。この結果をFigure 2.6.2に示す(Yoshigoe et al., Syn-

管理区域及び境界 空間線量当量率測定結果 (蓄積リング放射光ビームライン)(補修後サベイ) 定格出力			確認 印	安全管理 室長	管理区域 責任者	測定 責任者
測定対象	<input checked="" type="checkbox"/> 常時人の立ちに入る管理区域線量 <input type="checkbox"/> 管理区域境界線量 <input type="checkbox"/> その他()					
測定場所	<input checked="" type="checkbox"/> SR棟 <input type="checkbox"/> RI実験棟 <input type="checkbox"/> 医学利用実験棟 <input type="checkbox"/> BL-23SU <input checked="" type="checkbox"/> 光学ハッチ() <input type="checkbox"/> 実験ハッチ() <input checked="" type="checkbox"/> その他(ビームパス)					
測定目的	<input type="checkbox"/> 収納部 <input type="checkbox"/> 光学ハッチ() <input type="checkbox"/> 実験ハッチ() <input type="checkbox"/>					
測定日時	平成12年5月19日10時10分~/10時30分					
測定者	小川洋樹、谷口(BL)					
運転条件	SR運転条件: filling: 29K(τ_{beam} 10min), 93.7 mA, 8GeV ビーム輸送経路: SR蓄積時 光源: <input type="checkbox"/> BM, <input checked="" type="checkbox"/> ID Gap: 36.0 mm					
放電取出手	<input type="checkbox"/> XY <input checked="" type="checkbox"/> TC 縦: 3.0 mm, 横: 3.0 mm					
件	放射光取出手: <input type="checkbox"/> FE <input checked="" type="checkbox"/> 光学ハッチ() <input type="checkbox"/> 実験ハッチ() フロントエンド: MBS: <input type="checkbox"/> 開 <input checked="" type="checkbox"/> 閉 光学ハッチ: DSS: <input type="checkbox"/> 開 <input checked="" type="checkbox"/> 閉					
散乱条件	—					
測定器	<input checked="" type="checkbox"/> 電離箱型サーベイメータ (IOS - 313 BG: <1.0 μ Sv/h, <input checked="" type="checkbox"/> GMサーベイメータ (TGS - 133, 感面積20cm ² , BG: 20 cpm (TGS - 121, 感面積5cm ² , BG: 10 cpm)					
測定方法	サーベイメータ線 <input type="checkbox"/> X線 <input type="checkbox"/> 軟X線 <input type="checkbox"/> その他() BGを含む。					
測定条件	<input type="checkbox"/> 機器表面 <input type="checkbox"/> 作業空間 <input type="checkbox"/> 床上1m <input type="checkbox"/> その他()					
測定結果の記入方法: 表面線量を各機器の単位(μ Sv/h, cpm, cps)で、図中に数値を記入する。 電離箱は直接値を、GM型は()内に値をそれぞれ記入する。 但し、数値記入の無い測定点はBGを示す。						
注意:MBS:放射光ビームラインシャッター, DSS:下流シャッター, XY: XYスリット(FE内), TC: TCスリット(光学ハッチ内)						
財団法人 高輝度光科学研究所センター						

Figure 2.6.1: Result sheet for BL23SU radiation survey.

Figure 2.6.2 : Si 1s photoabsorption spectra of Si(001) substrate. Silicon oxide thin film on the substrate was formed by wet-chemical treatment using NH_4OH .

This is a blank page.

chrotron Rad. (2001). 8, 502)。Si K吸収端からXAFS振動領域($k \sim 8 \text{ \AA}^{-1}$)まで測定するのに十分な強度と分解能があることが分かった。

表面化学実験ステーションでは引き続き調整実験が行われた。生物照射実験ステーションではDNAのNEXAFS (Near Edge X-ray Absorption Fine Structure)の調整実験が行われた。

2.7 第7サイクル

ビームライン調整のためにガスの光吸收スペクトル、固体の金の光吸收スペクトルを測定した。光強度の低下は確認されたなかった。

表面化学実験ステーションでは調整実験が行われた。生物照射実験ではDNAのNXSAFSの調整実験が行われた。

5月9日に立ち上げ会議においてユーザーモードでのID23の連続位相駆動運転が認知され、5月12日の水平偏光使用自主規制の解除うけて、IDの連続位相駆動による、MCD測定系の立ち上げをビームラインにてようやく開始した。(安居院他、日本物理学会第55回年次大会)。

測定系の概念図をFigure 2.7.1に示す。測定はユーザーPCから挿入光源、分光器、試料電流測定をコントロールできる。測定の一例としては、(1) ID・右円偏光→

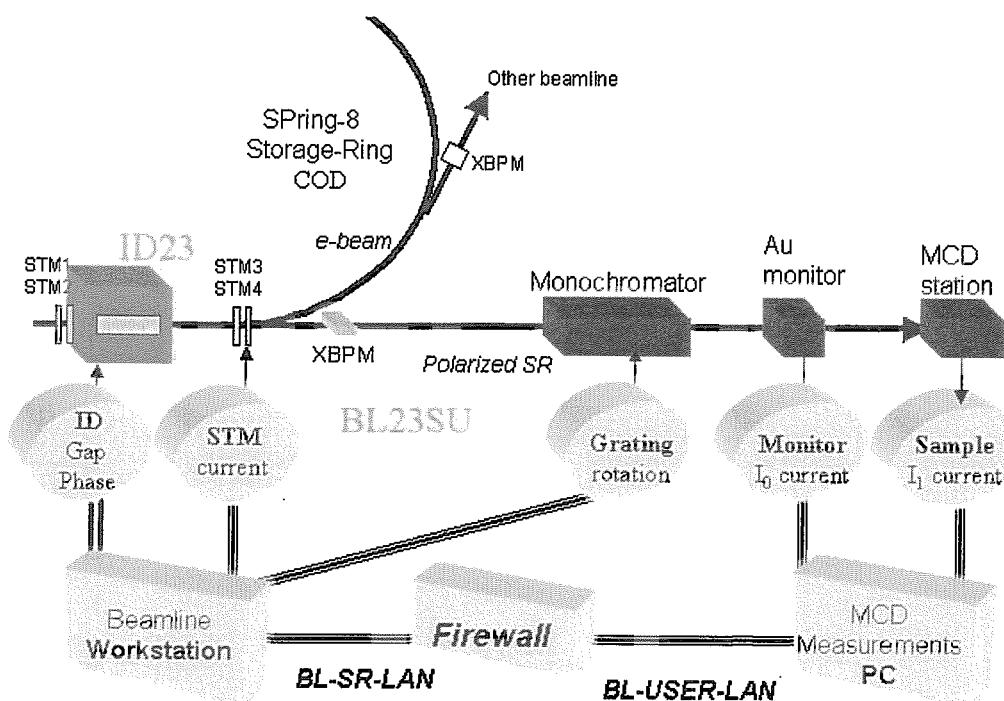


Figure 2.7.1 : Schematic illustration of the MCD measurement control system at the BL23SU with ID23 at SPring-8. Experimenters can carry out the MCD measurements via the SPring-8 networks, including BL-SR-LAN and BL-USER-LAN. VMEs and BL-X-terminals are omitted.

This is a blank page.

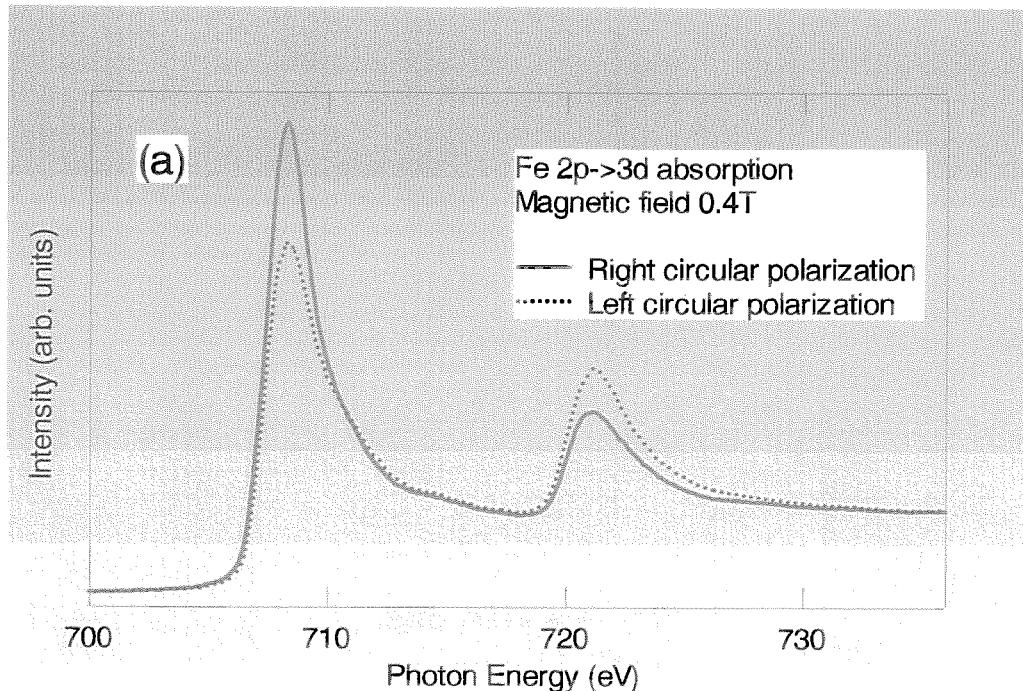


Figure 2.7.2 : Fe 2p soft x-ray absorption spectra at 0.4 Tesla. Solid and dashed curves represent spectrum with right and left circular polarization, respectively.

(2) 分光器・次のエネルギーへスキャン→(3) 試料電流、入射光モニター電流測定→
 (4) ID・左円偏光→(5) 分光器・次のエネルギーへスキャン→(6) 試料電流、入射光モニター電流測定→(1) 繰り返す、という手順で右円偏光と左円偏光で吸収測定を行う。

蒸着した純鉄のFe 2pの内殻吸収を磁場0.4 Teslaの下で試験的に測定した結果をFigure 2.7.2 に示す。いわゆる鉄の吸収スペクトルが左右円偏光で測定でき、この計測系の有効性が確かめられた。しかしながら、測定制御プログラムの安定性や、ID運転に伴うCODへの影響など、解決しなければならない問題も多いことがあらめて分かった。

2.8 夏期停止期間

夏季停止期間中の7月27日-8月1日にSPring-8主催で第11回X線吸収微細構造国際会議(XAFS11)が赤穂で催された。BL23SU関係では、6件(JASRI枠含む)の発表が行われた。また、会議のなかのSPring-8サイトツアーにおいて、特に軟X線関係の研究者の強い希望により、軟X線ビームラインの見学ミニツアーを急遽企画実施した。Figure 2.8.1にその時参加したメンバーの集合写真を示す。このミニツアーには、アメリカ、カナダ、スウェーデン、ドイツ、日本の放射光施設の主要なメンバーが参加しており、アットホームな雰囲気の中でBL23SUを始めとするSPring-8軟X線ビームラインを見学し、交流を深めることができた。また、BL23SUに対する関心の

This is a blank page.



Figure 2.8.1 : Spring-8 soft x-ray beamline tour on XAFS11 (2000 July 30).

高さを改めて感じることもできた。8月21-25日にドイツ・ベルリンで催された、The 7th International Conference on Synchrotron Radiation Instruments (SRI2000) では、BL23SUの分光器の性能が初めて紹介された(Y. Saitoh *et al.*, SRI2000)。

9月に入り分光器の回折格子の切り替え機構と出口スリットの位置調整機構にモーター駆動機構が取り付けられ、ビームライン制御用ワークステーションのGUIから操作できるようになった。

また、回折格子の一部入れ替えも行われた。現在は、メカニカルルーリング600 lines/mmが2枚、メカニカルルーリング1000 lines/mm、ホログラフィックルーリング1000 lines/mmの計4枚の回折格子がセットされており、必要に応じて切り替えて使えるようになっている。

ビームラインインターロックシステム、通称PLCがPLC2000にバージョンアップされた。

2.9 第8サイクル

夏の停止期間に、Spring-8蓄積リングのラティスが大幅に改造された。とくに長直線部に30mアンジュレーターが設置され、加速器的にはまったく異なるリングになったといわれている。これに応じて、ID23のCOD補正用STMの励磁量を変える必要が生じた。有効な補正関数がなければ、位相駆動のみならずギャップの開閉だけでもCODに大きな影響を与えるので、まず、IDのギャップ値に関する調整が行われた。調整はBL調整の時間で8時間行われた。ID23の駆動範囲は広いため限られた時間内に

This is a blank page.

全ての領域を調整することはできなかったが、利用頻度の高いギャップ36 mmから50 mm、位相±40 mmで調整が行われた。ただし、CODへの影響を最小限にするために、ギャップの変更はいったん位相を0 mmにしてから行うようにGUI上で制限をかけた。

2.10 第9サイクル

BL調整時間に、第8サイクルに引き続きSTM補正関数の作成が行われ、運用範囲は36 mmから60 mm、位相範囲±40 mmとすることができた(Oct. 5, 1:00-9:00)。これからも補正の精度を上げるために調整を続ける必要がある。

10月6日13:30頃、鳥取県西部地震が起き、SPring-8サイトでは、震度4を記録し蓄積電子のビームロスが引き起こされた。加速器の再運転前に安全点検のため、収納部の中に入り各種安全点検を行った。ID23では、収納部内でのIDの目視による安全点検と、遠隔操作でのギャップと位相の原点確認を行った。

分光器の調整は、夏期停止期間中に取り付けた、モーター駆動機構の動作確認、回折格子の調整を中心に行われた。M1にモーター駆動機構が取り付けられたため、M1、M2の切り替えが容易に行えるようになった。特に、M2と600 lines/mmを組み合わせることにより、低エネルギー側での強度が上ることが確認された。Figure 2.10.1にM2と600 lines/mmを組み合わせることによって測定したN₂ガスの吸収スペクトルを示す。リュードベルグ領域の微細構造が、はっきりと観測できた。

表面化学実験ステーションではシリコンの酸化過程の放射光光電子分光を用いた”その場”観察実験が行われた。生物照射実験では、DNAのXAFS実験が行われた。JASRI枠ユーザーは2000Aに引き続き、「アミノ酸のNEXAFS実験とNCD(Natural Circular Dichroism)実験の試み」に関する課題を、神戸大学・中川チームが行った。

サイクル中にID位相駆動停止時にもID23に起因すると見られるCODの乱れが観察された。原因追究を次サイクルのマシンスタディで行うことになった。

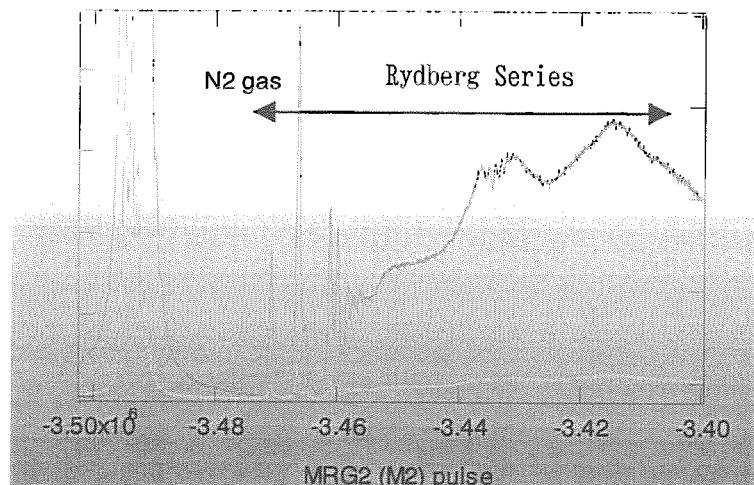


Figure 2.10.1 N₂ gas 1s absorption spectrum taken with the combination of M2 and 600 lines/mm grating.

This is a blank page.

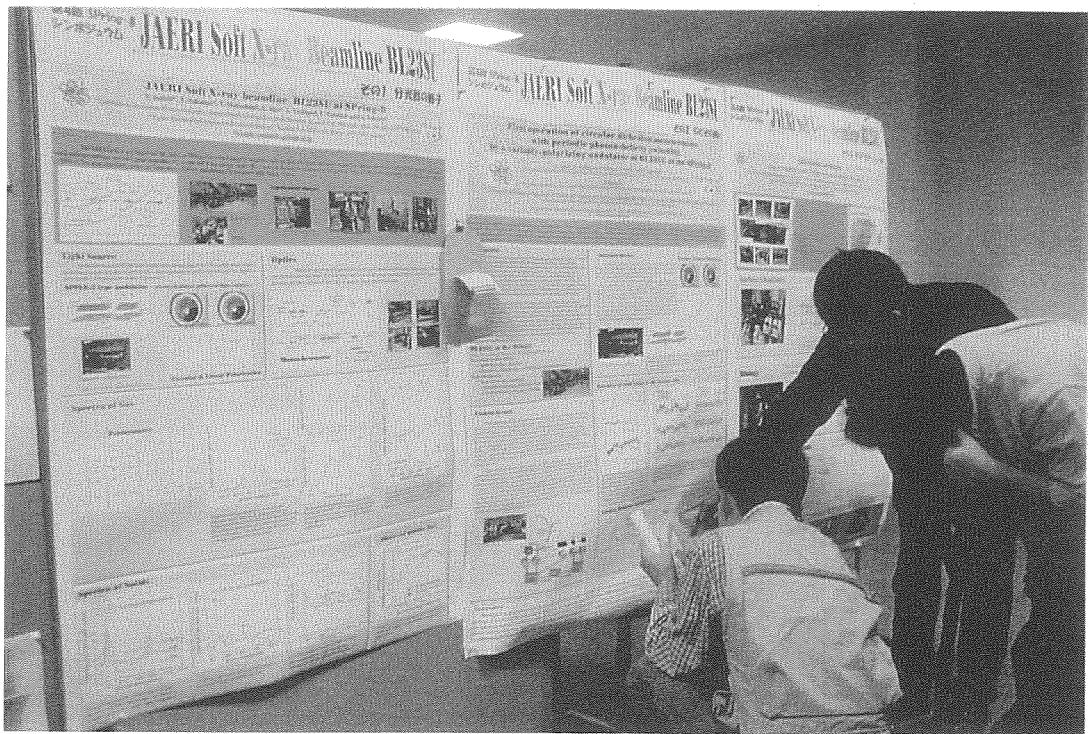


Figure 2.10.2 : Snap photo from the 4 th Spring-8 simposium (2000 Oct 20).

10月20日には、第4回SPRING-8シンポジウムが、SPRING-8普及棟で行われた。BL23SUからは、分光器の性能の紹介、挿入光源連続位相駆動によるMCD測定系の試みの紹介、エンドステーションのビームラインでの試験実験の紹介が行われた。Figure 2.10.2にBL23SU関係のポスター発表の様子を示す。

2.11 第10サイクル

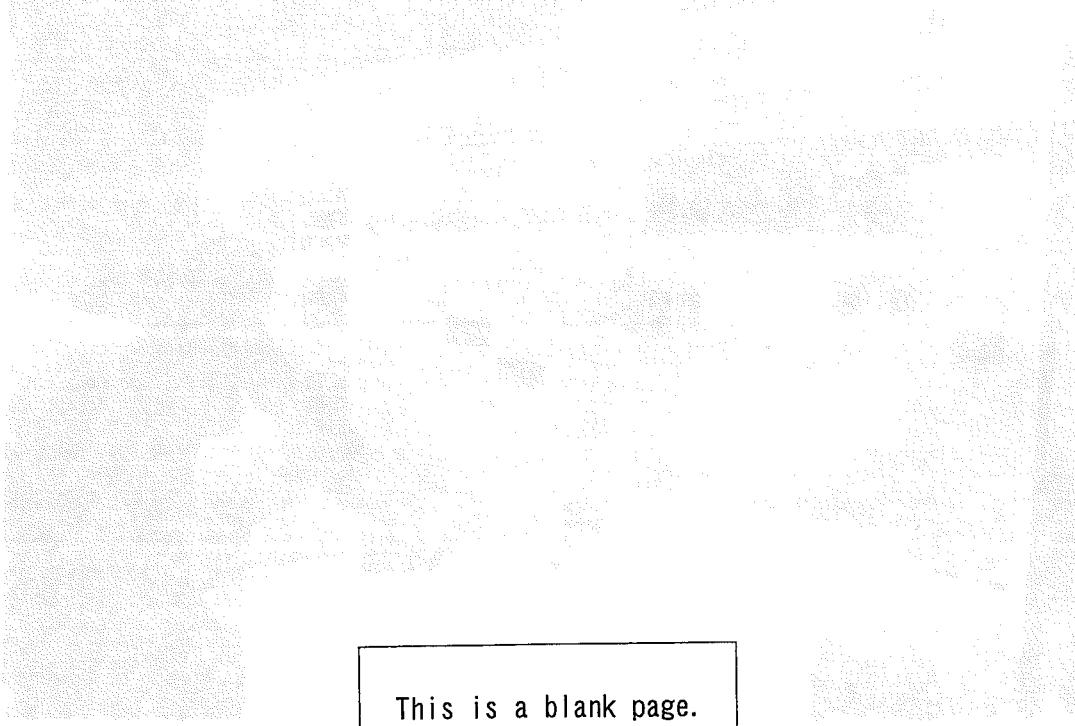
前サイクルに見つかったID23が誘起するCOD変動の原因の一つにサーボモーターの振動が考えられ、停止期間中に振動量の実測が試みられた。サーボモーターはID23の高速位相駆動を可能にする重要な部分である。Figure 2.11.1(a)に位相駆動用サーボモーターを(b)に測定の様子を示す。マイクロゲージを磁石列にあて、モーターのオン/オフによる振動量の測定を試みたが、この方法では振動を捕らえることができなかった。

BL調整では引き続き補正電磁石の調整が行われた(Oct. 26, 8:00-10:00)。分光器調整は、主に高エネルギー側で光吸収測定などを検討し調整が行われた。

表面化学実験ステーションでは、シリコンの酸化過程の”その場”観察実験が引き続き行われた。生物照射実験ではDNAのXAFS実験が行われた。また、挿入光源の連続位相駆動によるMCD測定系の試験運転も行われた。

JASRI枠ユーザーは神戸大学・中川チームが、「アミノ酸のNEXAFS実験とNCD実験の試み」に関する実験を引き続き行った。

マシンスタディでは、サーボモーターとCODの相関が調査された(Nov. 9, 9:00-21:00)。ID23にはサーボモータの位相駆動が停止時に、電磁ブレーキをかけ振



This is a blank page.

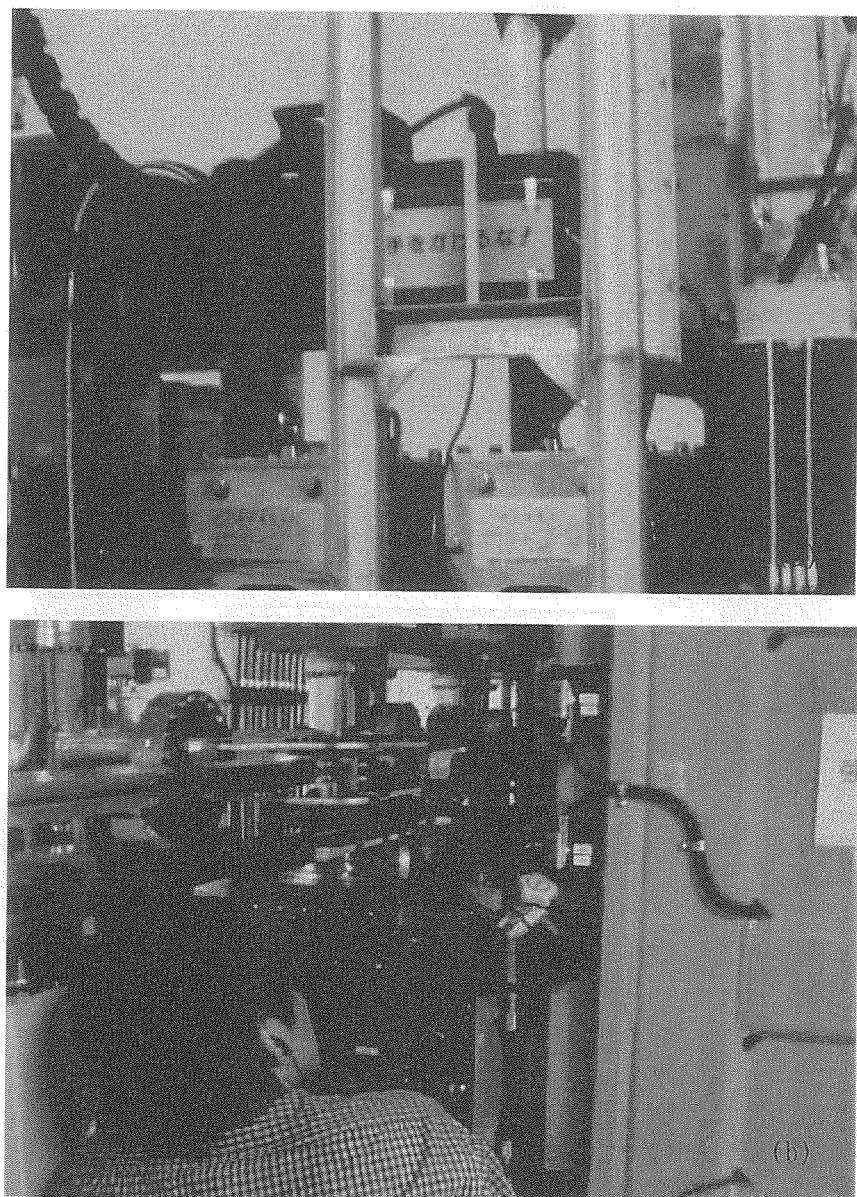


Figure 2.11.1 (a) Servomotor for ID23 phase shift. (b) Study of vibration from the motor. (2000 Oct.).

動を機械的に止めることができる機構を備えている。このブレーキのオフ時はCODに有意の振動があらわれ、オンのときは押さえられることが分かった。このことから、サーボモーターに起因するIDの磁石列の微細な振動によって、ストレージリングの蓄積電子の軌道に乱れを引き起こしていることが確実と分かった。この振動を最小にする方法として、挿入光源の連続位相駆動時以外は、電磁ブレーキをかける対策をほどこすこととした。

2.12 第11サイクル

前回のマシンスタディで、ID23のサーボモーターが発する振動によるCODの乱れが確認され、今サイクルから、位相駆動を停止しているときは電磁ブレーキをか

This is a blank page.

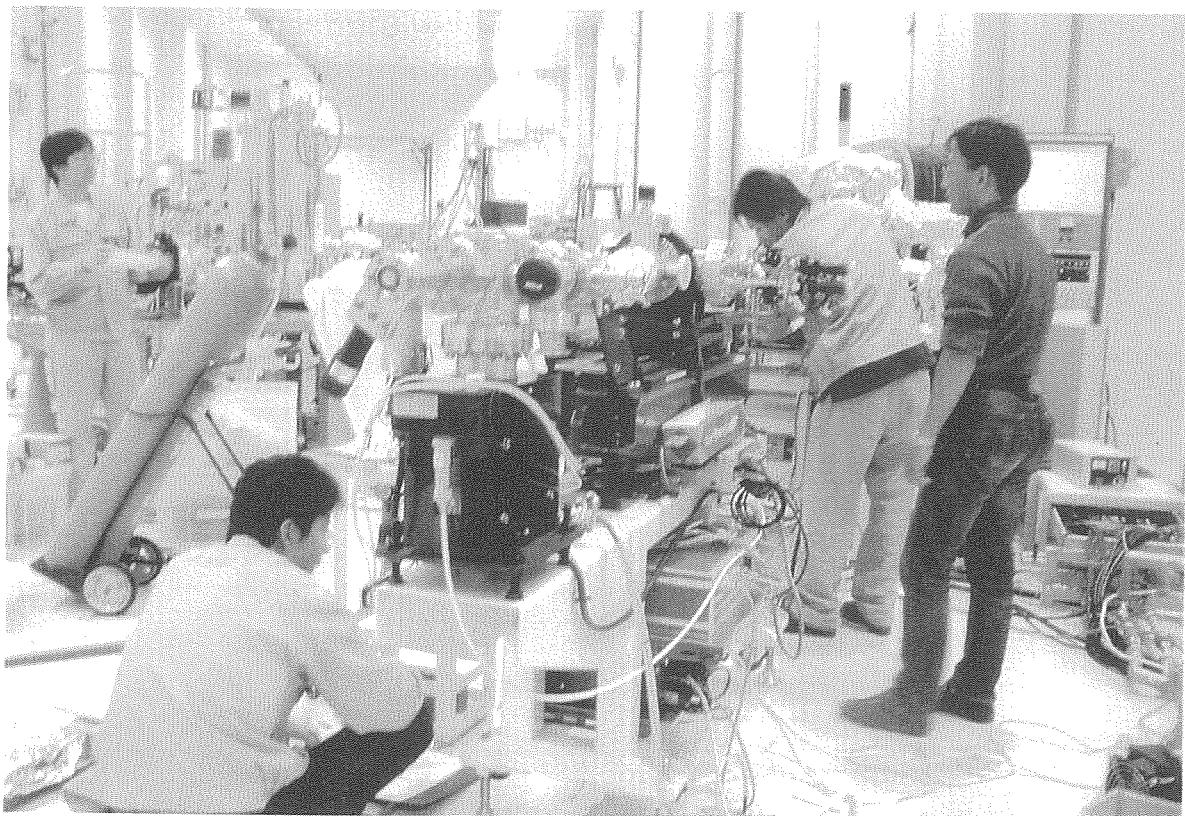


Figure 2.12.1 : The spot size measurement chamber was set on the beamline. (2000 Nov.).

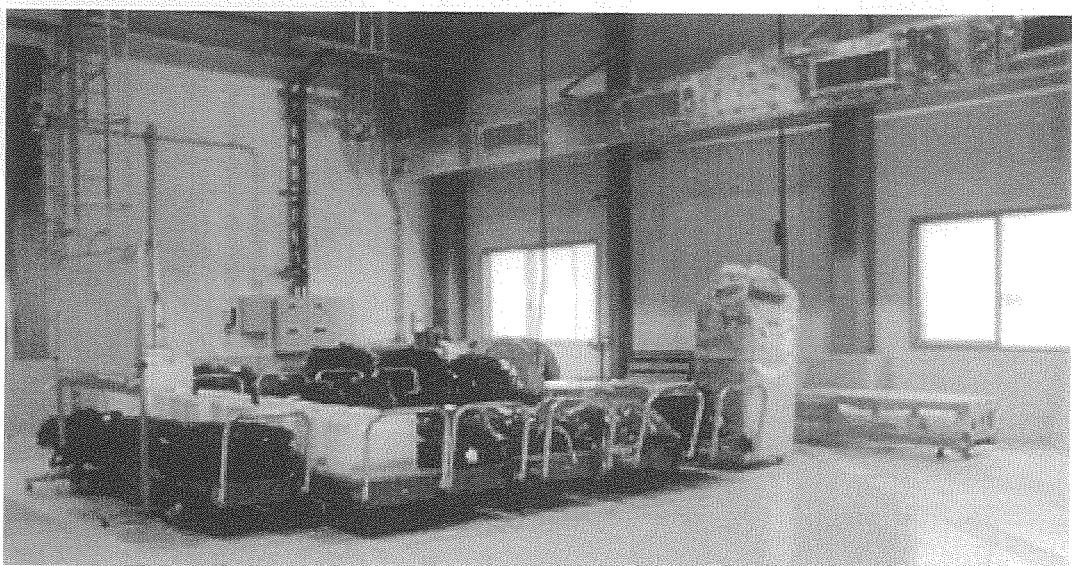


Figure 2.12.2 : The new chamber and electronics.

け、位相駆動が必要となったときのみ解除する機能を取り入れた。この操作のために、ビームライン制御用 GUI にその機能が追加された。

ビームライン調整では、主に標準物質の光吸収スペクトルを用いたエネルギー較正が試みられた。表面化学ステーションではシリコンの酸化過程のその場観察実験

This is a blank page.

が行われた。生物ステーションではDNAのXAFS実験が行われた。JASRI枠ユーザーは、引き続き、「アミノ酸のNEXAFS実験とNCD実験の試み」に関する実験を、神戸大学・中川チームが行った。

後置鏡での集光効果を測定するために、スポットサイズ測定装置がビームライン最後尾に据え付けられ、真空立ち上げ等が行われた。据付の様子をFigure 2.12.1に示す。また、冬期停止期間に設置されるID真空チャンバーが納品された。Figure 2.12.2にその様子を示す。

2.13 第12サイクル

ビームライン調整では主に標準物質の吸収スペクトルを利用したエネルギー較正が試みられた。しかし、ビームライン制御用プログラムのテスト中、ID位相駆動で想定以上の移動が起きたため中断された(2000 Dec. 8)。これはプログラムから指定した位相とは異なった値に磁石列が動き、そこで異常信号が働きIDの動きが止まりネットワークからコントロールできなくなるというものであった。このような停止機構は機器の安全確保機能の一つである。ただし、磁石列が止まった位置はSTM補正範囲外で、かつ磁石列の動きのソフトリミット範囲外であった。これは制御系の問

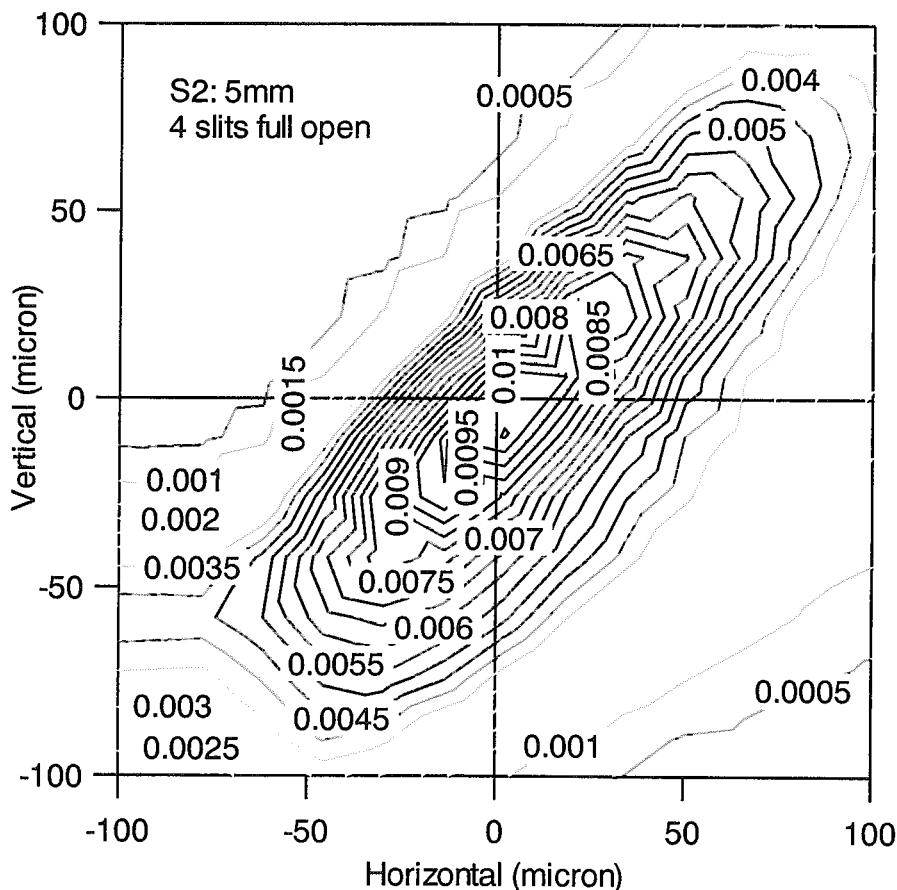


Figure 2.13.1 : Image of the beam spot taken at the spot size measurement chanber. (2000 Dec.).

This is a blank page.

題であり、調査、解決が進められることとなった。

磁石列が止まった位置がSTM補正範囲外であったため、SPring-8のCODは大きく乱れ、垂直方向で400ミクロン以上軌道を動かした。IDの磁石列の位置を読む機構が正しく働いているか、本体に異常がないか等を確認するために、SPring-8の入射時間に合わせて収納部に入り目視で検査した。第12サイクルは8時、20時の一日二回入射であったので20時の入射時に、一旦、ビームを破棄した後に行われた。このためユーザー時間は1時間ほどロスされてしまった。この場を借りて関係各位の御理解・御協力に感謝いたします。目視の結果故障等の異常はなかったので遠隔操作で磁石列の原点出し等の再立ち上げを行った。

表面化学実験ステーションではシリコンの酸化過程のその場観察実験が行われた。生物照射実験ではDNAのXAFS実験が行われた。JASRI枠ユーザーは、引き続き、「アミノ酸のNEXAFS実験とNCD実験の試み」に関する実験を、神戸大学・中川チームのが行った。

前サイクルに設置された、スポットサイズ測定装置の試験実験が行われた。Figure 2.13.1にその測定例を示す。等高線はビームの大きさ、強さに対応している。この装置の、微小ビームスポットサイズの測定に対する有用性が明らかになった。

2.14 冬期停止期間

BL23SUの挿入光源用真空チャンバーは、ストレージリングコミッショニング時に設置されたため、加速器側の要請により真空槽を広く(内寸24.5 mm、外寸28.5 mm)する必要があった。この真空チャンバーでの挿入光源の磁石列の最小ギャップは36 mmである。このとき円偏光使用時のファーストハーモニクスのピークでカバーできる最小値は0.5 keV程度であった。今回は、0.28 keV低いエネルギーまでファーストハーモニクスでカバーできるように、真空チャンバーを薄くするための改造をした。新しい真空チャンバーは内寸15 mm、外寸19 mmとなりギャップを25 mmまで閉めることができる。実際の低エネルギーでの運用は放射線安全管理申請など必要な各種手続きが終了した後になる。Fig. 2.14.1に新たに設置された挿入光源の側面図を示す。Figure 2.14.2にチャンバーの代表的な断面を示す。

この25 mm真空チャンバーの製作・据付に関し、2000年4月から12月まで7回の打ち合わせが行われた。SPring-8冬期停止期間の2000年12月22日から2001年1月14日に取り付け作業が行われた。チャンバーの製作、取り付けは、JARSI真空グループの大石氏の監督のもと、既存の挿入光源を担当した石川島播磨重工業(株)が行った。Figure 2.14.3に据付作業の様子を示す。

Figure 2.14.4に、これまでの、下流側のSTM付近での、(a)ミニマムギャップ36mm用チャンバー(厚み:28.5 mm)と、今回設置された(b)ミニマムギャップ25mm用チャンバー(厚み:19 mm)の様子を示す。

Figure 2.14.5に、(a)ミニマムギャップ36 mm用チャンバーと(b)ミニマム

ギャップ25 mm用チャンバーをAPPLE-2の下流から見た様子を示す。ギャップはフルオープン時の300mmになっている。36 mm用チャンバーにはCOD補正を粗く行えるロングコイルが設置されていたが、25mm用チャンバー据付時に取り外された。Figure 2.14.5 (a)でチャンバーを挟んでいる白い枠がそれである。25mm用チャンバー取り付け時には、地震が起ったときに挿入光源の磁石列の動きを20 msec以内に止めるための振動センサーと、異物が磁石列の間にあるとき磁石列の動きを止めるためのレーザーセンサーも設置された。放射線によるダメージを防ぐために20 mmの鉛製保護箱に入れて設置された。Figure 2.14.5 (b)のAPPLE-2の側にある黄色い箱がそれである。

Figure 2.14.6にミニマムギャップ36 mm用チャンバーとミニマムギャップ25 mm用チャンバーのそれぞれのミニマムギャップ時の様子を示す。ミニマムギャップ25mmの実際の運用は後になるが、これは機械的リミットスイッチの試験のために行った。Figure 2.14.7に横から見た様子を示す。また、振動センサーも20 mmの鉛箱に入れられ、チャンバー本体に取り付けられた様子をFig. 2.14.8に示す。

振動センサー、レーザーセンサーの実際の運用は装置の性能や放射線耐性などが確認された後となる。

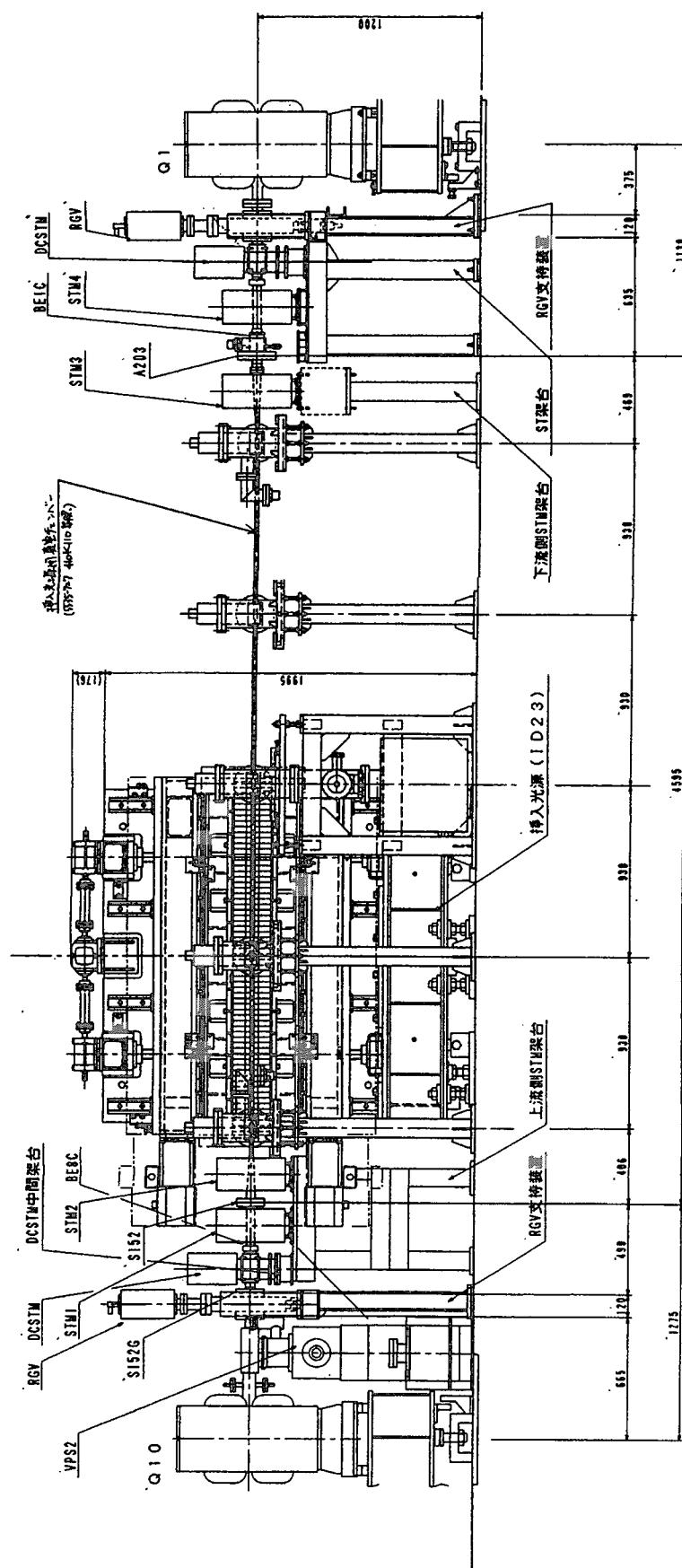


Figure 2.14.1 : Side view of ID23 with 25mm chamber.

This is a blank page.

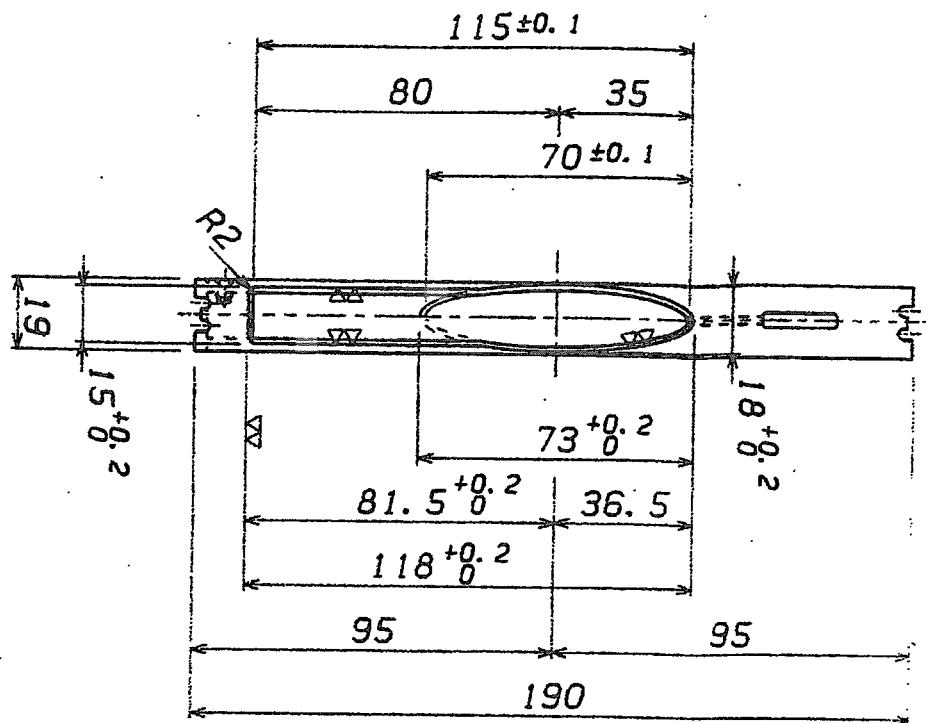


Figure 2.14.2 : Cross section of the new ID chamber.



Figure 2.14.3 : Instaration of the new ID-chamber promoted by IHI. (2000.12.26).

This is a blank page.

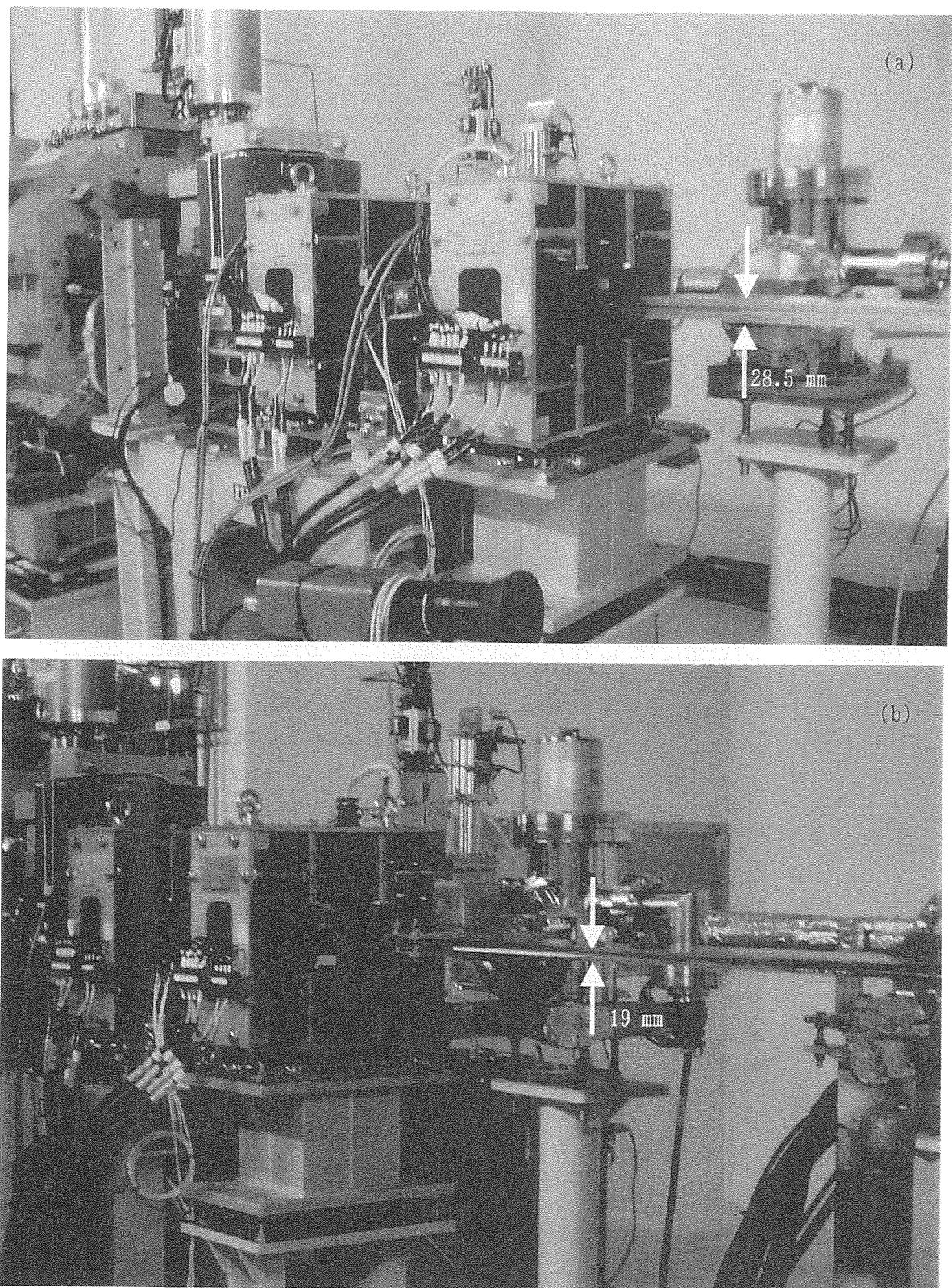


Figure 2.14.4: (a) 36 mm gap chamber and the downstream STMs. Thickness is 28.5 mm (2000 Oct.). (b) 25 mm gap chamber and the downstream STMs. Thickness is 19 mm. (2001 Jan. 13).

This is a blank page.

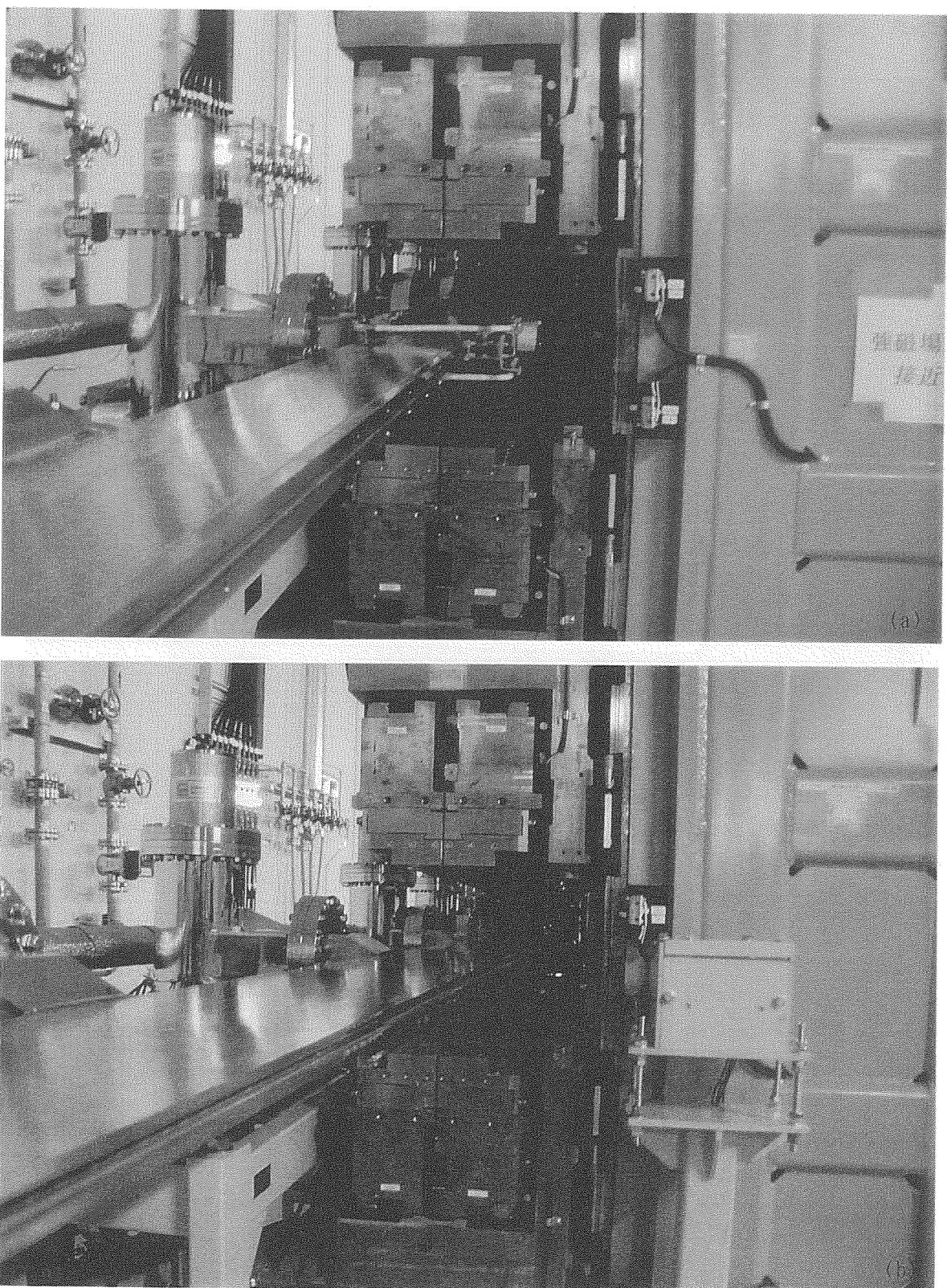


Figure 2.14.5 : (a) 36mm gap chamber and the long coil (2000 Oct.). (b) 25mm gap chamber (2001 Jan. 13). Long coil of 36mm chamber was taken away. The yellow box by APPLE-2 is a laser sencer box.

This is a blank page.

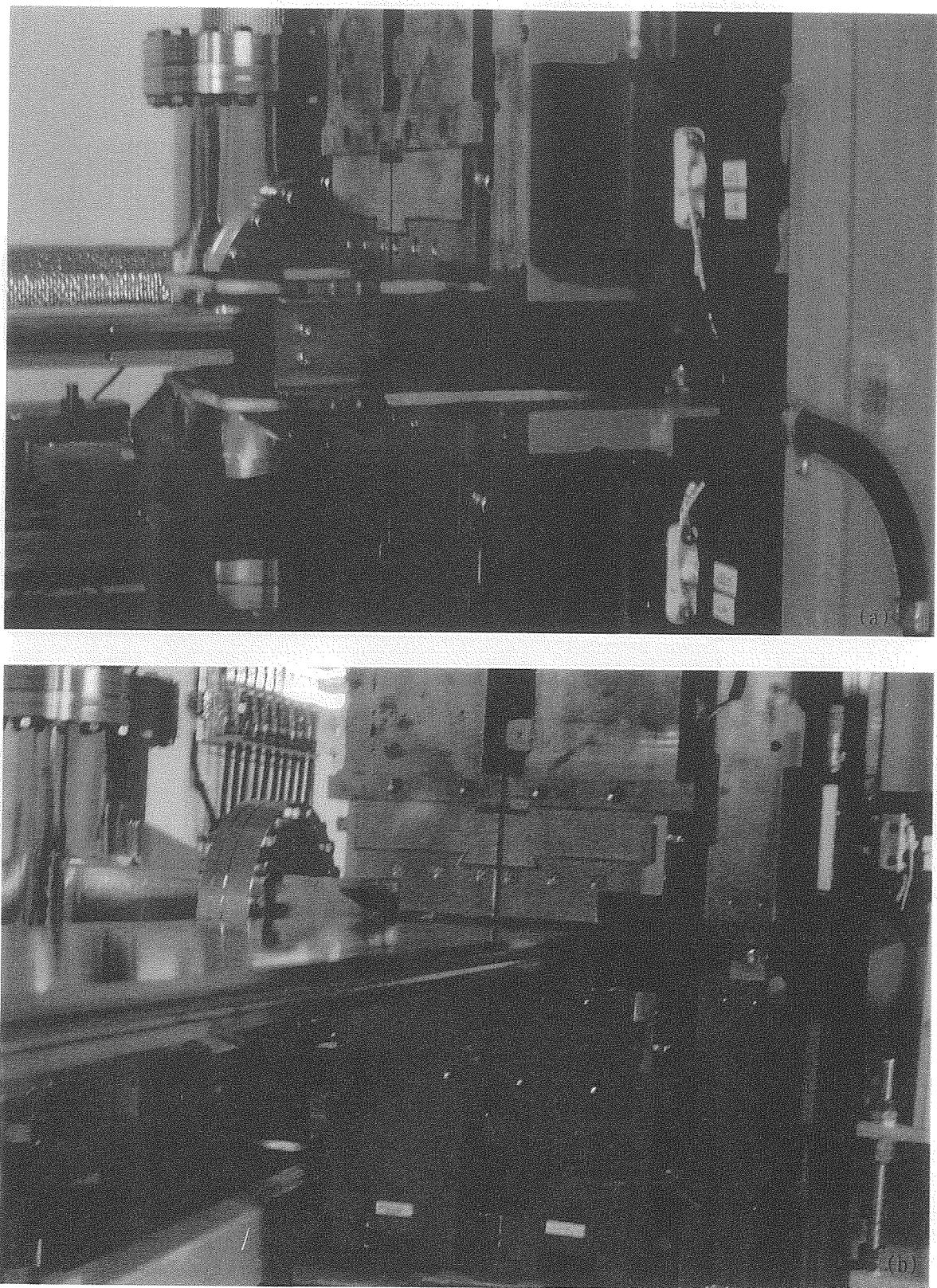


Figure 2.14.6 : (a) Minimum gap distance 36 mm (2000 Oct.), (b)Minimum gap distance 25 mm (2001 Jan.13.).

This is a blank page.

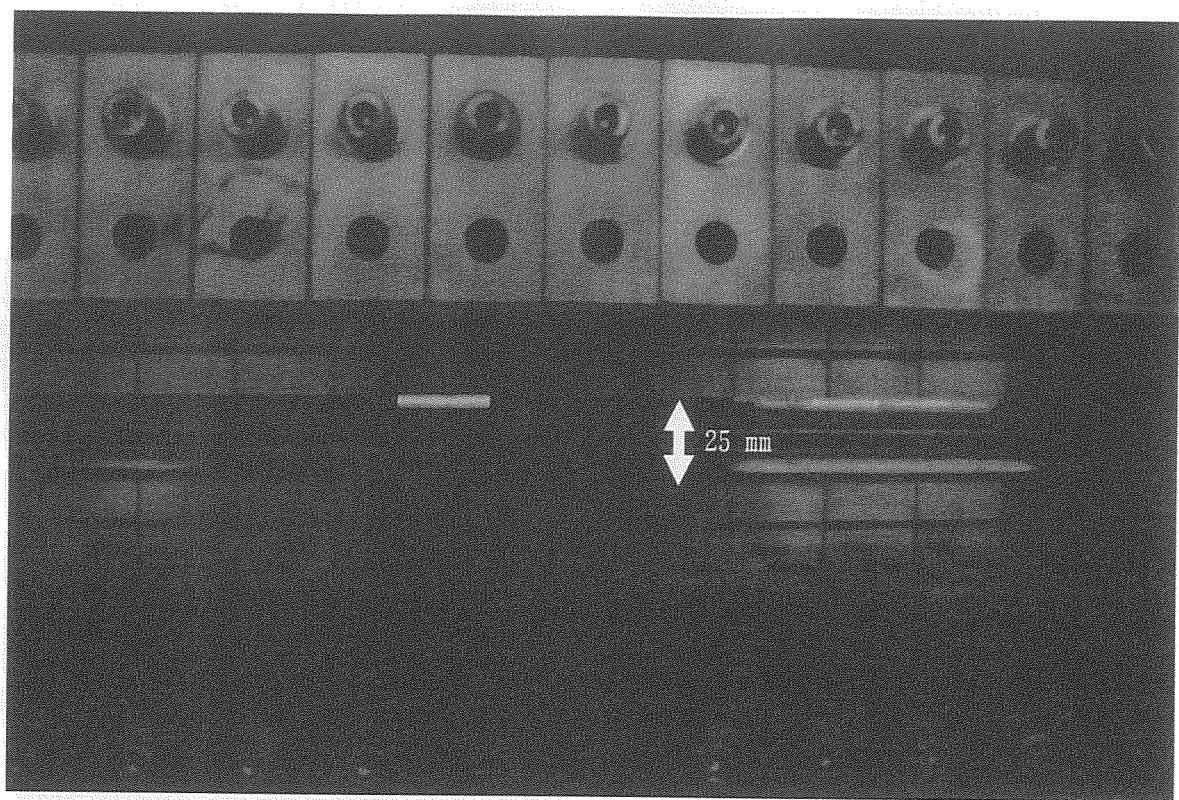


Figure 2.14.7 : Minimum gap distance 25 mm after the new ID chamber installation (2001 Jan. 13).

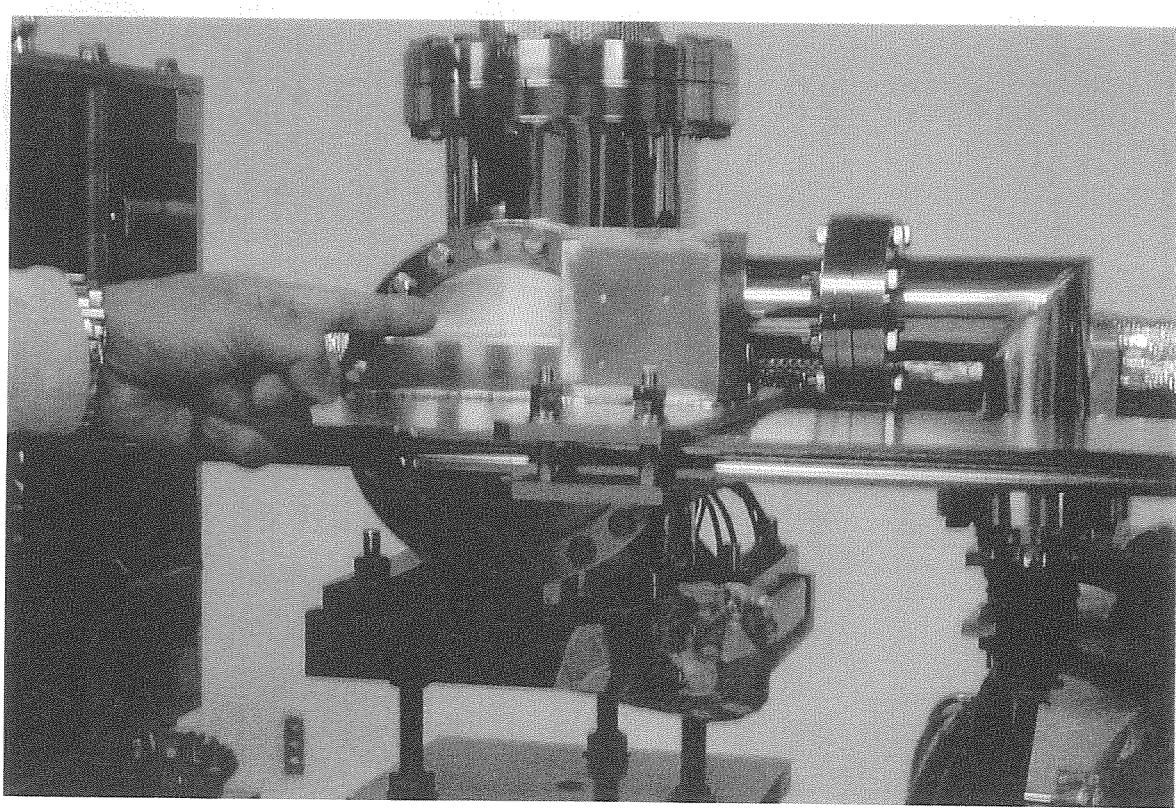


Figure 2.14.8 : Vibrometarsensor box for ID23(2001 Jan. 13).

This is a blank page.

3. 結語

2000年(SPring-8の2000A及び2000B)に行われた、挿入光源及び分光光学系の調整・整備や、各実験ステーションで開始された実験調整について報告した。挿入光源に関しては、運用時の蓄積電子に対するCODを補正するマシンスタディは精力的に行われた。周期的高速偏光切り替えを積極的に利用した実験の立ち上げも行えるようになった。分光器には、回折格子、ミラー、モーター駆動機構などが設置され整備された。

2001年は、冬期期間中に行われた、IDチャンバーに伴う最大放射パワーの上昇に対する、遮蔽対策、放射線管理への変更申請が進められる。また、ID駆動に対するCOD補正もその精度向上とともに、その運用範囲を広げる必要がある。Mhチャンバーの改良、ID駆動シーケンサーの改良、XBPMの改造、その他、分光器のエネルギー較正の簡易化、R&Dなど取り組む予定である。

RI棟での利用実験も開始される予定である。隣接のBL22XUの建設も始まるため、機器の保安対策や、工事に伴うダストやノイズへの対策も必要となろう。

謝辞

放射光実験を推進する上では、実験ステーションの整備ばかりでなく、分光器、真空装置、挿入光源、蓄積リングなどの整備・連携も、とても重要です。また、それらは制御システム、ユーティリティ、インターロックなどにより有機的に繋がっています。従って、放射光実験は、それらに関わる多くの方々のご協力、ご尽力によって可能であるといえます。

挿入光源の製作、運用では、主に、原研光源開発グループ島田太平氏、宮原義一博士が尽力されました。IDの調整にあたっては加速器・運転・制御グループの中均博士、高雄勝博士、早乙女光一博士、大熊春夫博士他の多大なる御協力をいただきました。ID23の運転に伴うCODの精密測定には、JASRI光ビーム診断チーム青柳秀樹博士、工藤統吾博士、S. Wu 博士、佐藤一道博士の御協力をいただきました。IDの制御は、竹内政雄博士の御協力をいただきました。位相駆動MCD測定のための測定制御システムは松下智裕博士が共同研究として作成しました。光学ハッチの遮蔽計算は浅野芳裕氏に行っていただきました。新IDチャンバーに関しては大石真也氏、備前輝彦博士に多くの御協力をいただきました。

ビームライン周辺の工作、真空作業などでは川瀬武彦氏、東山将弘氏の迅速丁寧な対応に感謝いたします。また、SPring-8利用系の計画調整とBL23SUの運用を結んで下さった、木村洋昭博士、村瀬智子氏に感謝します。水牧仁一朗博士を始め、SPring-8スタッフや、日々BL23SUを支えてくださった多くの方々に深く感謝いたします。

最後になりましたが、BL23SUにご理解いただき、立ち上げや整備を推進して下さった下村理放射光科学研究所センター長に感謝いたします。

参考文献

<ビームライン>

Soft X-ray Beamline Specialized for Radioactive Materials Equipped with Variably-polarizing Undulator, A. Yokoya, T. Sekiguchi, Y. Saitoh, T. Okane, T. Nakatani, T. Shimada, H. Kobayashi, M. Takao, Y. Teraoka, Y. Yahashi, S. Sasaki, Y. Miyahara, and T. A. Sasaki, J. Synchrotron Rad. 5, 10 (1998).

<挿入光源>

S. Sasaki, K. Kakuno, T. Takada, T. Shimada, K. Yanagida, and Y. Miyahara, Nucl. Instrum. Methods A331, 763 (1993).; S. Sasaki, K. Miyata, and T. Takada Jpn. J. Appl. Phys. 31, L1794 (1992).

<制御系>

Construction of JAERI Soft X-ray Beamline for Actinide Materials, T. Nakatani, Y. Saitoh, Y. Teraoka, T. Okane, and A. Yokoya, J. Synchrotron Rad. 5, 536 (1998).; 原研軟X線ビームライン(BL23SU)用挿入光源の制御系の開発、平松洋一、島田太平、宮原義一、JAERI-Tech 99-082.

<分光器>

First results from the Actinide Science beamline BL23SU at SPring-8, Y. Saitoh, Y. Teraoka, A. Agui, A. Yoshigoe, A. Yokoya, Nucl. Instrum. Methods (2001), to be published.; Silicon and oxygen K-edges x-ray absorption spectra of chemical treated silicon substrates, A. Yoshigoe, A. Agui, Y. Saitoh, T. Nakatani, T. Matsushita, and A. Yokoya, J. Synchrotron Rad. 8, 502, (2001).

<表面化学実験ステーション>

Construction of surface reaction analysis apparatus and its application to initial oxidation of silicon surfaces, Y. Teraoka, A. Yoshigoe, JAERI Kansai Annual Report, (2000); 表面反応分析装置の製作とそのSi(001)表面の初期酸化過程分析への応用、寺岡有殿、吉越章隆、佐野睦、JAERI-Tech 2000-080.; Design of surface chemistry end-station of BL23SU in SPring-8 Y. Teraoka, A. Yoshigoe, Jpn. J. Appl. Phys. 38, Suppl.38-1, 642-645 (1999).

<生物照射実験ステーション>

EPR spectrometer Installed in a Soft X-ray Beamline at SPring-8 for Biophysical Studies, Akinari Yoyoya and Ken Akamatsu, Nucl. Instrum. Methods (2001), to be published

<挿入光源の周期的連続位相駆動による偏光切り替え実験>

First Preparation of Circular Dichroism Measurements with Periodic Photon-Helicity Switching by a Variably-polarizing Undulator at BL23SU at SPring-8, A. Agui, A. Yoshigoe, A. Yokoya, Y. Saitoh, Y. Hiramatsu, T. Shimada, T. Nakatani, T. Matsushita, Y. Miyahara, H. Tanaka, M. Takeuchi, T. Bizen, S. Sasaki, M. Takao, H. Aoyagi, T. P. Kudo, K. Satoh, S. Wu, H. Ohkuma, Rev. Sci. Inst. to be submitted.

付録

BL23SU関連発表リスト(2000年)

<雑誌等>

Commissioning of surface chemistry end-station in BL23SU of SPring-8
Y. Teraoka and A. Yoshigoe
Appl. Surf. Sci. 169-170 (2001) 738-741.

X-ray absorption near edge structures of DNA or its components around the oxygen K-shell edge
K. Akamatsu and A. Yokoya
Radiation Research 155 (2001) 449-452.

First results from the Actinide Science beamline BL23SU at SPring-8
Y. Saitoh, T. Nakatani, T. Matsushita, A. Agui, A. Yoshigoe, Y. Teraoka,
and A. Yokoya
Nucl. Inst. Methods, 印刷中

First Operation of Circular Dichroism Measurements with Periodic Photon-Helicity Switching by a Variably-polarizing Undulator at BL23SU at SPring-8
A. Agui, A. Yoshigoe, A. Yokoya, Y. Saitoh, Y. Hiramatsu, T. Shimada, T. Nakatani, T. Matsushita, Y. Miyahara, H. Tanaka, M. Takeuchi, T. Bizen, S. Sasaki, M. Takao, H. Aoyagi, T. P. Kudo, K. Satoh, S. Wu, and H. Ohkuma
Rev. Sci. Inst. 投稿中

X-ray absorption near-edge structure (XANES) spectral changes of 2-deoxy-D-ribose by irradiation within the energy region around the oxygen K-shell absorption edge
K. Akamatsu and A. Yokoya
J. Synchrotron Rad. (2001). 8, 1001.

Oxygen K-edge X-ray absorption near edge structures (XANES) of sublimated films of amino acids
M. Tanaka, K. Nakagawa, T. Koketsu, A. Agui and A. Yokoya
J. Synchrotron Rad. (2001). 8, 1009.

Soft X-ray absorption spectra of ilmenite family
A. Agui, M. Mizumaki, Y. Saitoh, T. Matsushita, T. Nakatani, A. Fukaya and E. Torikai
J. Synchrotron Rad. (2001). 8, 907.

A grating monochromator of BL23SU at SPring-8 covering silicon and oxygen K-edges
A. Yoshigoe, A. Agui, T. Nakatani, T. Matsushita, Y. Saitoh and A. Yokoya
J. Synchrotron Rad. (2001). 8, 502.

XAS and MCD studies in $\text{Eu}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{Mn}_{0.3}$
M. Mizumaki, Y. Saitoh, A. Agui, K. Yoshii, A. Fujimori and S. Nakamura
J. Synchrotron Rad. (2001). 8, 440.

Initial oxidation of Si(001) induced by translational kinetic energy of O_2 supersonic molecular beams
A. Yoshigoe, M. Sano, and Y. Teraoka
Jpn. J. Appl. Phys. 39, (2000) 7026.

Photoionization of Ne^{3+} Ions in the Region of 1s-2p Autonization Resonance
M. Oura, H. Yamaoka, K. Kawatsura, J. Kimata, T. Hayaishi, T. Takahashi,
T. Koizumi, T. Sekioka, M. Terasawa, Y. Itoh, Y. Awaya, A. Yokoya, A.
Agui, A. Yoshigoe, and Y. Saitoh
Phys. Rev. A63, (2000) 14704.

<紀要等>

表面反応分析装置の製作とその Si(001) 表面の初期酸化過程分析への応用
寺岡有殿、吉越章隆、佐野睦
JAERI-Tech, 2000-080 (2000)

多段式イオンチャレンバーによる光子束の絶対値測定
佐野睦、吉越章隆、寺岡有殿、斎藤則夫、鈴木功
JAERI-Tech, 2000-081 (2000)

Construction of surface reaction analysis apparatus and its application to initial oxidation of silicon surfaces
Y. Teraoka, A. Yoshigoe
JAERI Kansai Annual Report.

Soft X-ray beamline -BL23SU- at Spring-8
A. Agui, A. Yoshigoe, Y. Saitoh, Y. Teraoka, A. Yokoya
JAERI KANSAI Annual Report.

Soft x-ray beamline -BL23SU- at the Spring-8
A. Agui, A. Yoshigoe, Y. Saitoh, Y. Teraoka, A. Yokoya
SPRING-8 Annual Report.

Synchronous Beam Diagnostic System using Cordless Telephones at Spring-8
T. Kudo, H. Aoyaagi, K. Sato, S. Wu, S. Shimada, Y. Hiramatsu, S. Sasaki,
A. Yokoya, A. Agui, A. Yoshigoe, T. Ishikawa, H. Kitamura
SPRING-8 Annual Report.

< 学会発表等 >

BL23SU Present Status その1
斎藤祐児、中谷健、松下智裕、安居院あかね、吉越章隆、寺岡有殿、横谷明徳
第4回SPRING-8シンポジウム、(2000, Oct.)

BL23SU Present Status その2
安居院あかね、斎藤祐児、中谷健、松下智裕、吉越章隆、横谷明徳
第4回SPRING-8シンポジウム、(2000, Oct.)

BL23SU Present Status その3
安居院あかね、斎藤祐児、吉越章隆、寺岡有殿、水牧仁一朗、赤松憲、横谷明徳
第4回SPRING-8シンポジウム、(2000, Oct.)

挿入光源の周期的位相駆動による軟X線円二色性測定系の立ち上げ
安居院あかね、吉越章隆、横谷明徳、斎藤祐児、中谷健、松下智裕、島田大平、宮原義一、田中均、高雄勝、早乙女光一、大熊春夫、青柳秀樹、工藤統吾、S. Wu、佐藤一道、竹内政雄、備前輝彦
日本物理学会第55回年次大会 (2000, Sep.)

Initial stages of oxygen chemisorption on Si(001) surfaces induced by translational kinetic energy of O₂ at room temperature
A. Yoshigoe and Y. Teraoka
The 19th European Conference on Surface Science (2000, Sep.)

Si K-edge NEXAFS of Si(001) surfaces oxidized by supersonic O₂ molecular beams
Y. Teraoka and A. Yoshigoe
The 11th International Conference on X-ray Absorption Fine Structure (2000, June)

Silicon and oxygen K-edges x-ray absorption spectra of chemical treated silicon substrates
A. Yoshigoe, A. Agui, T. Nakatani, T. Matsusita, Y. Saitoh, and A. Yokoya
The 11th International Conference on X-ray Absorption Fine Structure (2000, June)

Soft x-ray absorption spectra of limenite family

A. Agui, M. Mizumaki, Y. Saitoh, A. Fukaya, and E. Torikai
The 11th International Conference on X-ray Absorption Fine Structure
(2000, June)

Oxygen K-edge X-ray absorption near edge structures (XANES) of sublimated films of amino acids
M. Tanaka, K. Nakagawa, K. Akamatsu, A. Agui, and A. Yokoya
The 11th International Conference on X-ray Absorption Fine Structure
(2000, June)

X-ray Absorption Near Edge Structures (XANES) Spectra Changes of 2-Deoxy-D-Ribose by Irradiation within Energy Reagion around Oxygen K-shell Abosorption edge
K. Akamatsu and A. Yokoya
The 11th International Conference on X-ray Absorption Fine Structure
(2000, June)

XAS and MCD studies in Eu_{0.6}Sr_{0.4}Mn_{0.3}
M. Mizumaki A. Agui, Y. Saitoh et al.
The 11th International Conference on X-ray Absorption Fine Structure
(2000, June)

First results from the Actinide Science beamline BL23SU at SPring-8
Y. Saitoh, T. Nakatani, T. Matsushita, A. Agui, A. Yoshigoe, Y. Teraoka,
A. Yokoya
7th International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation,
(2000 Aug.)

EPR Spectrometer Installed in a Soft X-ray Beamline at SPring-8 for Biophysical Studies
A. Yokoya and K. Akamatsu
7th International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation,
(2000 Aug.)

Synchronous BeamDiagnostic System using Cordless Telephon at Spring-8
T. P. Kudo, H. Aoyagi, K. Sato, S. Wu, H. Tanaka, S. Sasaki, T. Nakatani,
M. Takeuchi, T. Shimada, Y. Hiramatsu, A. Yokoya, A. Agui, A. Yoshigoe, H.
Ohkuma, Y. Miyahara, T. Ishikawa, and H. Kitamura
7th International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation,
(2000 Aug.)

Photoemission study on Initial Oxidation of Si(001) Surfaces with Supersonic O₂ Molecular Beams
Y. Teraoka and A. Yoshigoe
The 47th American Vacuum Society International Symposium (2000 Oct.)

Si(001)面の初期酸化における酸素分子の並進運動エネルギーの影響
寺岡有殿、吉越章隆
第1回表面エレクトロニクス研究会、(2000)

Present Status of Surface Chemistry End-Station at BL23SU in SPring-8
A. Yoshigoe, M. Sano, and Y. Teraoka
The 65th Okazaki Conference, (2000, Aug.)

Construction of Surface Reaction Analysis Apparatus at BL23SU and its Application to Silicon Initial Oxidation Analysis (invited)
Y. Teraoka, A. Yoshigoe, and M. Sano
Workshop on Surface and Interface Study using Synchrotron Radiation,
(2000)

<特許>

特許2000-193817
工藤統吾、青柳秀樹、吳樹奎、佐藤一道

国際単位系(SI)と換算表

表1 SI基本単位および補助単位

量	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質量	モル	mol
光度	カンデラ	cd
平面角	ラジアン	rad
立体角	ステラジアン	sr

表3 固有の名称をもつSI組立単位

量	名称	記号	他のSI単位による表現
周波数	ヘルツ	Hz	s ⁻¹
压力、応力	ニュートン	N	m·kg/s ²
エネルギー、仕事、熱量	パスカル	Pa	N/m ²
工率、放射束	ジュール	J	N·m
電気量、電荷	ワット	W	J/s
電位、電圧、起電力	クロン	C	A·s
静電容量	ボルト	V	W/A
電気抵抗	フーリード	F	C/V
コンダクタンス	オーム	Ω	V/A
磁束	ジーメンス	S	A/V
磁束密度	ウェーバ	Wb	V·s
インダクタンス	テスラ	T	Wb/m ²
セルシウス温度	ヘンリー	H	Wb/A
光束度	セルシウス度	°C	
光强度	ルーメン	lm	cd·sr
放射能	ルクス	lx	lm/m ²
吸収線量	ベクレル	Bq	s ⁻¹
線量当量	グレイ	Gy	J/kg
	シーベルト	Sv	J/kg

表2 SIと併用される単位

名称	記号
分、時、日	min, h, d
度、分、秒	°, ', "
リットル	L
ト	t
電子ボルト	eV
原子質量単位	u

$$1 \text{ eV} = 1.60218 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$1 \text{ u} = 1.66054 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

表5 SI接頭語

倍数	接頭語	記号
10 ¹⁸	エクサ	E
10 ¹⁵	ペタ	P
10 ¹²	テラ	T
10 ⁹	ギガ	G
10 ⁶	メガ	M
10 ³	キロ	k
10 ²	ヘクト	h
10 ¹	デカ	da
10 ⁻¹	デシ	d
10 ⁻²	センチ	c
10 ⁻³	ミリ	m
10 ⁻⁶	マイクロ	μ
10 ⁻⁹	ナノ	n
10 ⁻¹²	ピコ	p
10 ⁻¹⁵	フェムト	f
10 ⁻¹⁸	アト	a

(注)

- 表1～5は「国際単位系」第5版、国際度量衡局1985年刊行による。ただし、1eVおよび1uの値はCODATAの1986年推奨値によった。
- 表4には海里、ノット、アール、ヘクタールも含まれているが日常の単位なのでここでは省略した。
- barは、JISでは流体の圧力を表わす場合に限り表2のカテゴリーに分類されている。
- EC閣僚理事会指令ではbar、barnおよび「血圧の単位」mmHgを表2のカテゴリーに入れている。

換算表

圧	MPa(=10 bar)	kgf/cm ²	atm	mmHg(Torr)	lbf/in ² (psi)
力	1	10.1972	9.86923	7.50062 × 10 ³	145.038
	0.0980665	1	0.967841	735.559	14.2233
	0.101325	1.03323	1	760	14.6959
	1.3322 × 10 ⁻⁴	1.35951 × 10 ⁻³	1.31579 × 10 ⁻³	1	1.93368 × 10 ⁻²
	6.89476 × 10 ⁻³	7.03070 × 10 ⁻²	6.80460 × 10 ⁻²	51.7149	1

$$\text{粘度 } 1 \text{ Pa}\cdot\text{s}(N\cdot\text{s}/\text{m}^2) = 10 \text{ P(ポアズ)}(\text{g}/(\text{cm}\cdot\text{s}))$$

$$\text{動粘度 } 1 \text{ m}^2/\text{s} = 10^4 \text{ St(ストークス)}(\text{cm}^2/\text{s})$$

エネルギー！・仕事・熱量	J(=10 ⁷ erg)	kgf·m	kW·h	cal(計量法)	Btu	ft · lbf	eV	1 cal = 4.18605 J(計量法)	
								1	= 4.184 J(熱化学)
	1	0.101972	2.77778 × 10 ⁻⁷	0.238889	9.47813 × 10 ⁻⁴	0.737562	6.24150 × 10 ¹⁸		= 4.1855 J(15 °C)
	9.80665	1	2.72407 × 10 ⁻⁶	2.34270	9.29487 × 10 ⁻³	7.23301	6.12082 × 10 ¹⁹		= 4.1868 J(国際蒸気表)
	3.6 × 10 ⁶	3.67098 × 10 ⁵	1	8.59999 × 10 ⁵	3412.13	2.65522 × 10 ⁶	2.24694 × 10 ²⁵		
	4.18605	0.426858	1.16279 × 10 ⁻⁶	1	3.96759 × 10 ⁻³	3.08747	2.61272 × 10 ¹⁹	仕事率 1 PS(仮馬力)	
	1055.06	107.586	2.93072 × 10 ⁻⁴	252.042	1	778.172	6.58515 × 10 ²¹	= 75 kgf·m/s	
	1.35582	0.138255	3.76616 × 10 ⁻⁷	0.323890	1.28506 × 10 ⁻³	1	8.46233 × 10 ¹⁸	= 735.499 W	
	1.60218 × 10 ⁻¹⁹	1.63377 × 10 ⁻²⁰	4.45050 × 10 ⁻²⁶	3.82743 × 10 ⁻²⁰	1.51857 × 10 ⁻²²	1.18171 × 10 ⁻¹⁹	1		

放射能	Bq	Ci
	1	2.70270 × 10 ⁻¹¹
	3.7 × 10 ¹⁰	1

吸収線量	Gy	rad
	1	100
	0.01	1

照 射 線 量	C/kg	R
	1	3876
	2.58 × 10 ⁻⁴	1

線 量 當 量	Sv	rem
	1	100
	0.01	1

