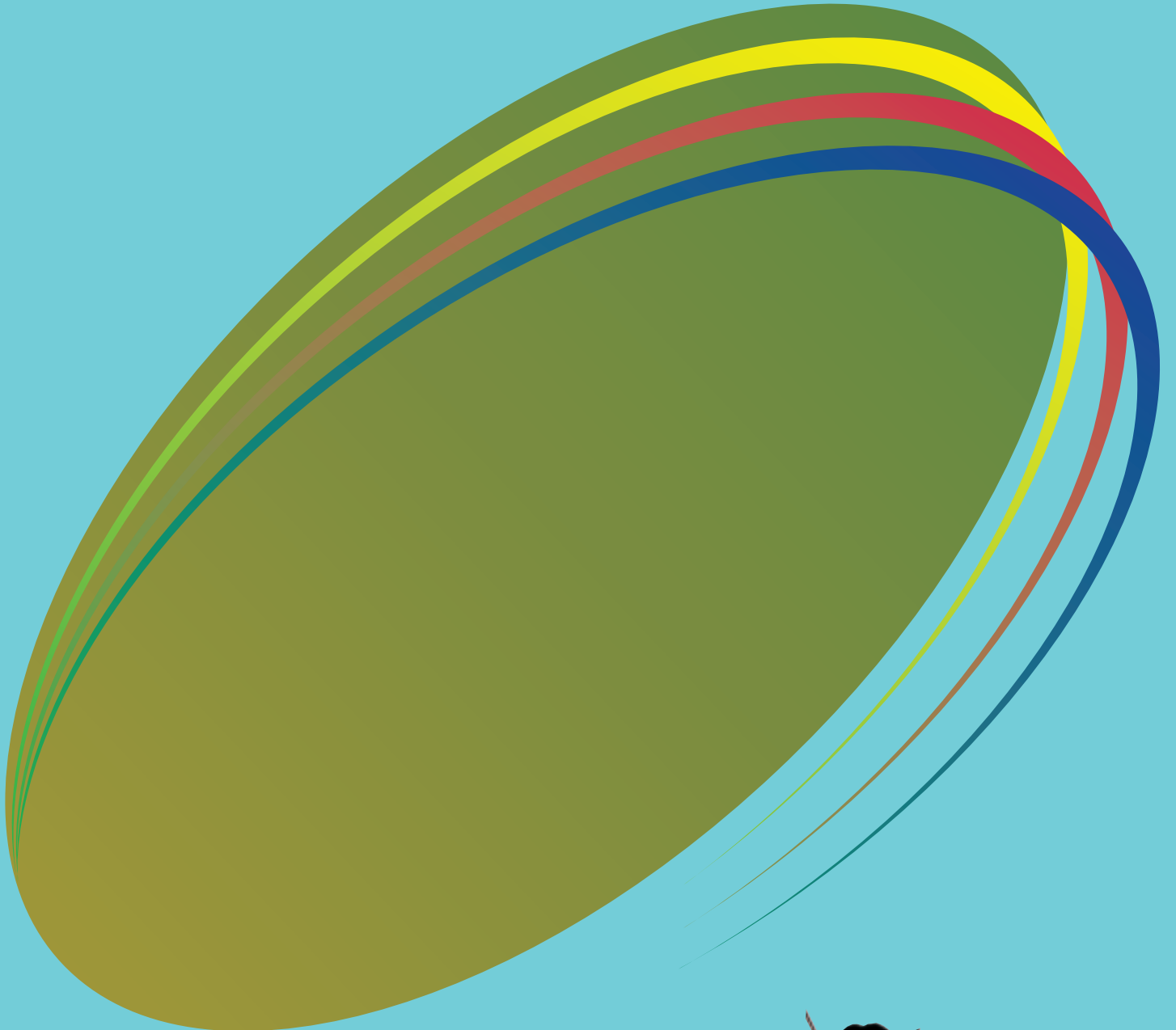


# SPring-8

INFORMATION  
[利用者情報]

Vol.5

No.4 2000.7



MUKUGE

## SPring-8 Information

### 目次

### CONTENTS

所長室から

From the Director's Office

21世紀のわが国科学技術とSPring-8

(財)高輝度光科学研究センター 副理事長、放射光研究所長 上坪 宏道  
 JASRI Vice President, Director of JASRI Research Sector KAMITSUBO Hiromichi ..... 250

### 1. SPring-8の現状 / PRESENT STATUS OF SPring-8

平成13年前期 (2001A) の課題応募締切について

The Next Deadline for Proposals ..... 253

SPring-8運転・利用状況

SPring-8 Operational News

(財)高輝度光科学研究センター 計画管理グループ  
 JASRI Planning Management Section ..... 254

### 2. 共用ビームライン / PUBLIC BEAMLINE

軟X線光化学ビームライン (BL27SU) の現状

Current Status of Soft X-ray Photochemistry BL27SU

(財)高輝度光科学研究センター 放射光研究所 利用促進部門 大橋 治彦  
 JASRI Experimental Facilities Division OHASHI Haruhiko  
 為則 雄祐  
 TAMENORI Yusuke ..... 256

### 3. 最近の研究から / FROM LATEST RESEARCH

X線CT法を用いた原始太陽系起源の隕石3次元構造の研究

A Research on Three-Dimensional Structures of Meteorites Originated

from the Primordial Solar System by Using X-ray CT Method

大阪大学大学院 理学研究科 土山 明  
 Graduate School of Science, Osaka University TSUCHIYAMA Akira  
 川畑 俊晴  
 KAWABATA Toshiharu  
 東京工業大学大学院 理工学研究科 上杉 健太郎  
 Graduate School of Science and Technology, Tokyo Institute of Technology UESUGI Kentaro  
 工業技術院地質調査所 地質情報センター 中野 司  
 Geological Survey of Japan NAKANO Tsukasa ..... 262

レーザー電子光 (逆コンプトンガンマ線) ビームの発生に成功

On the First Generation of Laser Electron Photons (Compton Backscattered  $\gamma$ -rays) at SPring-8

大阪大学 核物理研究センター、日本原子力研究所 先端基礎研究センター 藤原 守  
 Research Center for Nuclear Physics, Osaka University FUJIWARA Mamoru ..... 266

#### 4 . 研究会等報告 / WORKSHOP AND COMMITTEE REPORT

##### SPring-8構造生物産業応用研究会について Industrial Protein Research Association in SPring-8

(財)高輝度光科学研究センター  
Japan Synchrotron Radiation Research Institute (JASRI)

勝部 幸輝  
KATSUBE Yukiteru

..... 271

##### SPring-8ワークショップ「放射光と表面・界面の研究」報告 Report of SPring-8 Workshop on Surfaces and Interfaces

姫路工業大学 理学部、(財)高輝度光科学研究センター  
Faculty of Science, Himeji Institute of Technology and JASRI

馬越 健次  
MAKOSHI Kenji

..... 275

##### 第6回ESRF - APS - SPring-8 3極ワークショップ開催報告 Report on the 6th ESRF-APS-SPring-8 Workshop

日本原子力研究所 関西研究所 放射光科学研究センター  
Synchrotron Radiation Research Center, JAERI Kansai Research Establishment

下村 理  
SHIMOMURA Osamu

(財)高輝度光科学研究センター 放射光研究所  
JASRI Research Sector

宮原 義一  
MIYAHARA Yoshikazu

八木 直人  
YAGI Naoto

大熊 春夫  
OHKUMA Haruo

理化学研究所・播磨研究所  
RIKEN Harima Institute

石川 哲也  
ISHIKAWA Tetsuya

原 徹  
HARA Toru

(財)高輝度光科学研究センター 放射光研究所  
JASRI Research Sector

多田 順一郎  
TADA Junichiro

鈴木 昌世  
SUZUKI Masayo

..... 277

#### 5 . 談話室・ユーザー便り / OPEN HOUSE・A LETTER FROM SPring-8 USERS

##### 第3回播磨国際フォーラム、一般講演会のご案内 (兼 姫路工業大学理学部創設10周年記念講演会)

Announcement of Open Lecture, The 3rd Harima International Forum

..... 285

##### 第2回(2000年度)サー・マーティン・ウッド賞受賞候補者推薦要項

Sir Martin Wood Prize

..... 286

##### 西播磨とヨット

Yachting in the Inland Sea

..... 287

#### 6 . 播磨科学公園都市ガイドブック / HANDY TIPS AROUND HARIMA SCIENCE GARDEN CITY

SPring-8各部門の配置と連絡先 Phone and Fax Numbers in SPring-8

..... 292

SPring-8へのアクセス Access Guide to SPring-8

..... 294

播磨科学公園都市マップ Harima Science Garden City Map

..... 299

宿泊施設 Hotels and Inns

..... 300

レストラン・食堂 Restaurants

..... 302

「SPring-8利用者情報」送付先住所登録票 Registration Form for This Journal

# 所長室から

## 21世紀のわが国科学技術とSPring-8

財団法人高輝度光科学研究センター  
副理事長 放射光研究所長 上坪 宏道

わが国の学術研究・科学技術研究開発の基本方針は科学技術会議で検討され、10年毎の科学技術基本計画として纏められてきた。現在進められている次期基本計画の策定作業では、21世紀のわが国のあるべき姿として、「知的存在感のある国」「安全で安心感のある国」「国際競争力のある国」を挙げているとのことである。わが国が科学技術分野でフロントランナーの一員になり、創造的な知的活動で世界に貢献し尊敬される国になることを目指している。

このような考え方に則して言えば、SPring-8のような先端的研究基盤施設の役割は、知的存在感のある国造りの中心施設になることであり、安全で安心感のある国、国際競争力のある国の実現に寄与することであろう。そのためには、創造的な研究活動をより重視する共同利用方式に転換することが必要である。言い換えると、独創的な研究が競争的に進められ、秀れた研究成果を生み出す「フロントランナー型施設」としてSPring-8を運営して行く時代になって来ている。このように考えて、私たちは新しい共同利用の仕組みを検討して来た。そのなかで、これまでにまとまった案は諮問委員会や利用研究課題選定委員会などに提案し、その審議を経たものから順次実行に移してきている。ここでは最近の動きについて報告し、ユーザーの意見や批判を得たいと思っている。

### (特定利用制度)

特定利用制度は新しい共同利用制度の一環として制定されたものであり、この制度が順調にスタートし優れた成果を生み出していくことを期待している。最近2000Bから始まる特定利用制度の第1回課題募集が行われ、9件の応募があった。手法的により高度な実験に挑もうとするものが多く、また、目標とするサイエンスも新規制に富んでいるように思

われる。これらの提案は利用研究課題選定委員会特定利用分科会での書類審査、面接審査を経て利用研究課題選定委員会を選定され、3年間に亘る研究が始動することになる。

この制度の新設については諮問委員会で審議されたが、その中で、どのくらいのビームタイムをこの制度のために確保すべきかが議論された。この制度を有意義にするためには、できるだけ多くのビームタイムを割り当てる必要がある。分野によっては50%近くまで必要になるとの意見も出されたが、とりあえず共同利用に使われるビームタイムの10%~20%を限度として特定利用課題に提供することになった。しかし、今回提案された殆どの特定利用計画が、単独でもこのビームタイム枠を越える多くのシフト数を要求している。取りあえず各ビームラインには1つの特定利用課題しか認めないことにしているが、採択課題数が増加していくのは必至で、対応策としては最終的には運転時間増と、ユーザータイム増を実現して行く必要があろう。

特定利用制度では実験技術的により高度な手法や装置の開発を伴う研究課題も多い。この場合、実験チームのメンバーがSPring-8に常駐して研究開発にたずさわり、また、施設者側と密接に協力することが必要になる。さらに、テスト実験を行うための短いビームタイムを頻繁に確保することも必要になる。このような研究スペースの確保やビームタイム配分の仕方なども今後の検討課題である。

### (課題採択と申請課題の有効期間)

ユーザーがSPring-8を利用する場合、できるだけ効率的に実験を完了し、速やかに成果をまとめて発表することが望ましい。これはまた、SPring-8が先端的研究基盤施設として機能するための重要な要因である。そこで私たちは、どうすればSPring-8の性

能を十分に使いこなした実験を効率よく行えるかの検討を進めてきた。

この点に関連してSPring-8利用者懇談会は、共同利用についてアンケート調査を実施し、その整理を行っている。その結果をもとに、共同利用課題申請の有効期間を1年にするよう提案している。実験計画をたて実施する立場からは、申請課題の有効期間が半年というのは短すぎる。また、共同利用期間に予定されている実験をまだ行っていないのに、次期申請の締め切りが来たので継続申請を出さなければならない場合もある。このようなことが生じるのを防ぐ意味で有効期間を1年に延ばすことが望ましい、というのが意見の主な理由である。しかし実際には、1年の有効期間が必要かどうかは研究分野によって異なり、また、ビームラインにもよっている。この問題は特定利用制度とも関連しているので、その推移を見ながら検討したいと思っている。

一方重要な検討課題として、共同利用研究課題審査における課題採択率とシフト採択率の問題をあげることができる。SPring-8の場合、申請課題が多くて要求シフト数は利用できるシフト数の数倍になっている。ところがこれまで課題採択にあたっては、できるだけ多くの研究者に使ってもらおうという観点から、課題採択率を高くしてきた。そのため、多くの課題について配分シフトは要求シフトの30%以下に減らされる事態になっている。ところがESRF等ではその逆で、課題採択率は常時50%を下回るかわりシフト数はその課題を完了できる程度に与えられている。

課題選定委員会でこの問題を検討するために、私たちは委員会に提案する今後の方策を検討した。その結果、(1) ビームタイム配分はビームライン担当者が行うことにして、課題選定委員会は申請課題の評価のみを行う、(2) 評価の結果に従ってビームタイムを割り当てる場合、シフト採択率を上げて採択課題には実験が遂行できるシフトを与え、その期で予定した実験が完結できるようにする、(3) ビームタイムの配分は、ビームラインごとに柔軟にして実験できるようにする、という案にまとめ、課題選定委員会に検討をお願いした。このほか、実験に用いる試料の事前チェックや実験装置のテストを行うことができるテスト時間を設けることも今後早急に検討することにした。

このような案を実施するについても、実験分野(ビームライン)の独自性を考慮する必要がある。

そこで研究分野を分類して、(a)1回の実験に長い時間を使って実験する比較的少数のユーザーグループからなる分野(軟X線など)(b)比較的短いビームタイムを使う多数のユーザーグループがある分野(蛋白質立体構造解析など)(c)上記以外の分野とする。この中で(a)の分野では既に提案に近い運営を行っているので従来通りとし、(c)の分野で課題採択率を下げてシフト採択率を上げる方式を採用することにする。この場合、申請課題の有効期間1期(半年)内に採択された課題には、実験が終了するようビームタイムが配分されるので、原則として同一課題の継続申請は認めないことにする。この案では、採択された実験に必要ななら、ビームタイムを分割して配分することも可能にして、実験の効率を高めることを主眼にしているので、結果として多くのユーザーにSPring-8を利用させていただくことになると信じている。この案は課題選定委員会で審議中であるが、認められれば2001Aから実施したいと考えている。

(2001年以降の運転時間)

SPring-8の運転時間は1999年が約5000時間で、ユーザータイムはその70%に当たる3500時間弱である。2000年についても長期の夏期運転停止期間をとっているため、1999年とあまり変わらない全運転時間になると思われる。しかし2001年には夏期運転停止期間を短くする予定にしておき、全運転時間を5500時間ぐらいまで増やすことが可能で、そのため来年度予算に運転時間増と人員増を要求している。また、新設ビームラインの立ち上げ調整期間も短縮できるので、ユーザータイムには全運転時間の80%相当の4500時間を確保できるとしている。なお、2000Bではユーザータイムが極端に短くなっているため、マシン調整に予定している2001年第1サイクルをユーザータイムにあてて、共同利用期間を2001年1月末までに延長することも考えている。

#### 自由電子レーザー(FEL)の研究開発

現在JASRIはドイツDESY研究所から国際協力の提案を受けて検討中である。また、原研がアメリカDOEと進めている国際協力に、APSとSPring-8との協力が含まれている。両者ともまだ正式には実現していないが、協力の内容にX線領域の自由電子レーザー(FEL)開発を含んでいるのが特徴的である。とくにDESYの場合、TESLA計画でオンゲストロームFELの実現を目指しており、その際のキーテク

ノロジーである長尺アンジュレータの開発と高熱負荷光学素子の開発でSPring-8との協力を希望している。前者では真空封止型アンジュレータ技術に、後者では長尺アンジュレータビームラインの利用に注目している。

一方、理研では北村英男主任研究員が中心になって、SPring-8キャンパスでオングストロームFELの開発を行う計画を検討している。高性能線型加速器の開発も含む大型計画であるが、既存の線型加速器を部分的に利用して比較的少ない予算でX線領域FEL開発・利用の一番乗りを狙うことも考えられよう。いずれにせよ、そのためにはかなりのR&Dが必要になる。

ところで先日、藤家原子力委員長代理がSPring-8を視察され、長尺アンジュレータの組立現場を訪問された。その時SPring-8キャンパスにおけるFEL開発計画と、FELに関する国際協力が話題になった。SPring-8にはFELの開発の鍵ともなる技術があり、国際競争ではトップランナーになる可能性も有している。このような場合には、国際協力と国益のどちらを選ぶかという問題として広く検討すべきであろうと言うのがその場の結論であった。

FEL計画はまだきわめて初期の段階にあり、実現に向けて動き出すかどうかも定かでない計画である。今回は夏の夢物語として、本欄に書かせていただいた。

## 平成13年前期（2001A）の課題応募締切について

平成13年前期（2001A）に行う利用研究課題の応募締切は平成12年10月の予定です。  
締め切り日が決まり次第、以下のSPring-8のホームページに掲載いたします。

<http://www.spring8.or.jp/>

また、本誌次号（Vol.5, No.5）にも掲載いたします。

尚、成果専有利用については、本誌Vol.4, No.3（1999）38またはホームページ  
[http://www.spring8.or.jp/JAPANESE/user\\_info/sp8-info/data/4-3-99/4-3-99-2-p38.pdf](http://www.spring8.or.jp/JAPANESE/user_info/sp8-info/data/4-3-99/4-3-99-2-p38.pdf)  
を、

特定利用制度については、本誌Vol.5, No.2（2000）82またはホームページ  
[http://www.spring8.or.jp/JAPANESE/user\\_info/sp8-info/data/5-2-2k/5-2-2k-1-p82.pdf](http://www.spring8.or.jp/JAPANESE/user_info/sp8-info/data/5-2-2k/5-2-2k-1-p82.pdf)  
を参照してください。

## 刊行物の発行について

以下の刊行物が発行されましたのでお知らせします。

(1)「SPring-8 User Experiment Report No.4（1999B）」

平成11年後期（9月～12月）にSPring-8の共用ビームラインおよび専用ビームラインを用いて行われた成果非専有課題の利用報告書（英文）をまとめたもの。本文307頁。

(2)「SPring-8 ユーザーガイドver3.0（共用ビームライン版）」

共用ビームラインの利用研究課題の応募から実験終了までに必要な諸手続、提出書類や施設を利用する際に必要な情報を記載したもの。77頁。

PDFファイル版のダウンロードや、冊子の送付を希望される場合の申込みは以下のページから行うことができます。 [http://www.spring8.or.jp/JAPANESE/user\\_info/issue.html](http://www.spring8.or.jp/JAPANESE/user_info/issue.html)

## SPring-8運転・利用状況

財団法人高輝度光科学研究センター  
計画管理グループ

## 平成12年4～5月の運転・利用実績

SPring-8は4月5日から第5サイクル（4週間連続運転モード）中間点検作業による運転停止期間（4月29日～5月9日）を挟んで、5月10日から第6サイクル（3週間連続運転モード）の運転を実施した。

第5～6サイクルでは挿入光源のrf-BPMによる停止や落雷による停止等があり、放射光利用運転時間（ユーザータイム）内での故障等による停止時間（down time）は約3.4%であった。

放射光利用実績については、実験された共同利用研究の課題は合計221件、利用研究者は986名。専用施設利用研究の課題は合計67件、利用研究者は325名にのぼった。

## 1. 装置運転関係

## (1) 運転期間

第5サイクル（4/5（水）～4/28（金））

第6サイクル（5/10（水）～5/26（金））

## (2) 運転時間の内訳

運転時間総計 約945時間

装置の調整及びマシンスタディ 約153時間

放射光利用運転（ユーザータイム）時間  
約765時間

ユーザータイム内の故障等によるdown time  
約27時間

総利用運転時間（+）に対するdown time  
の割合 約3.4%

## (3) 運転スペック等

第5サイクル（マルチバンチ運転）

・24/29フィリング運転

・蓄積電流 1～99mA

第6サイクル（セベラルバンチ運転）

・406-bunch

・9-bunch train × 29

・蓄積電流 1～99mA

## (4) 主なdown timeの原因

SR-RF電源異常・反射異常によるInter lock

SR電磁石電源異常によるInter lock

火災報知器の発報によるビーム廃棄

挿入光源のrf-BPMによるInter lock

落雷による瞬時停電での機器の停止

## (5) トピックス

第5サイクルよりSR-RF Aステーションが復帰し運転を開始した。

中間点検期間中に線型加速器ではECS冷却配管増設工事、シンクロトロンではイオンゲージ交換、蓄積リングではレベル測定等の作業を行った。

## 2. 利用関係

## (1) 放射光利用実験期間

第5サイクル（4/6（木）～4/26（水））

第6サイクル（5/11（木）～5/24（水））

## (2) ビームライン利用状況

稼働ビームライン 共用ビームライン 17本

R&Dビームライン 1本

理研ビームライン 3本

原研ビームライン 3本

専用ビームライン 5本

共用利用研究課題 221件

共用利用研究者 986名

## (3) トピックス

BL10XUは第2サイクルから挿入光源の真空リークのため利用が制限されていたが、BL09XUについても同様に第5サイクルから利用が制限された。中間点検期間に挿入光源の修理を行い、第6サイクルから通常利用を再開した。

BL29XUは1km長尺部との接続のため閉鎖していたが第5サイクルより一部解除を行った。



大型放射光施設（SPring-8）使用許可第9次変更申請について平成12年5月30日付で許可となった。

### 3. ニュースバル関係

ニュースバルの第5～6サイクルは利用運転（焼き出し運転含む）及びマシンスタディを行った。第5サイクルでは順調に運転を行ったが、第6サイクルでは電磁石の補助電源及びクライストロン電源の故障があり5月16日から20日まで運転を停止した。

#### (1) 運転期間（土日は基本的に運転停止）

第5サイクル（4 / 6（木）～4 / 26（水））

第6サイクル（5 / 11（木）～5 / 24（水））

#### 今後の予定

- (1) 5月31日から6月16日まで第7サイクル（3週間連続運転モード）運転をセベラルバンチ運転、蓄積電流100mAで行う予定である。
- (2) 6月17日から8月27日までマシンの夏期長期運転停止期間とし、30m長直線部改造設置やビームラインの増設・各設備及び機器の点検作業等を行う予定である。
- (3) 夏期長期運転停止期間後の運転再開は8月28日からの予定で9月8日までマシン調整期間、9月12日から9月29日までマシン及びビームラインの調整期間としユーザーへの放射光の提供は行わない予定である。

## 軟X線光化学ビームライン (BL27SU) の現状

財団法人高輝度光科学研究センター  
放射光研究所 利用促進部門  
大橋 治彦、為則 雄祐

### 1. はじめに

BL27SUビームラインについて本誌で報告<sup>[1]</sup>して早いもので2年が経つ。当時はFigure-8型アンジュレータからのハート型のパワー分布<sup>[2]</sup>が初めて観測された感動覚めやらぬ時期で、一部ランチでユーザー利用が開始されたばかりであった。その後、この新型アンジュレータの詳細な評価実験<sup>[3]</sup>を経て、当初から計画<sup>[4]</sup>に盛り込まれていた高分解能回折格子型分光器や反応性気体試料の供給処理装置の設置が進められた。一時は毎月のように変貌していた現場だが2000年3月末にようやく大型機器の設置が一段落するに至り、建設期を脱したと考えている。

本稿では、BL27SUの概要を簡単に紹介した後、建設期に注力した分光器について述べ、次いで拡充期に転換しつつある実験ステーションの近況を報告する。

### 2. BL27SUの概要

#### (1) 建設期の共同利用研究テーマ

BL27SUは、多様な内殻励起光化学反応研究を推進するビームラインとして計画された。これまでに実施された共同利用の研究テーマを大別すると、物理化学的観点・手法に基づく反応動力学的研究：例えば高分解能軟X線を用いて、振動モード準位を規定した内殻励起分子の解離ダイナミクスの研究(CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O)(於ステーションc)、工学的観点に基づく探索的研究：軟X線励起の光CVD(chemical vapor deposition)法やアブレーション法による薄膜形成やエッチングなど新しい機能性材料の作製や反応の探索(Si系化合物、有機物)(於ステーションb)、ビームライン技術開発的研究：強度を損なわず空間的に軟X線を絞り込むための高集光光学系の開発(於ステーションa)や、新型アンジュレータ光の評価(於ステーションt)などがあげられる。

建設期特有の不自由をものともせずユーザーは顕著な成果をあげつつある。これらについては別途ユーザー自らが紹介する機会を頂戴することにしたい。

#### (2) 実験ステーションの構成

BL27SUは複数サブグループの相乗りビームラインという歴史的背景から、大きく分けて4つの実験ステーション(a, b, c及びt)に、十近くの実験装置がひしめき合っている。アンジュレータ光の評価を主たる目的として光学素子を通さないステーションtと、強度を優先するため分光素子を介さずミラーだけで構成された照射用のステーションa及びb、そして軟X線領域の超高分解能を用いるステーションcから構成される。これらは排他利用である。このうち実験ステーションa, b及びcはランチであるので、ビームを使わない保守・調整は独立に可能である。なお、実験ステーションb及びcは、b1, b2及びb3と、c1, c2及びc3のそれぞれ3連タンデム化が計画され、すでに一部運用を開始している。

### 3. 建設期のビームライン整備

#### (1) 建設期のビームライン整備状況

BL27SU建設期の最重点課題として、気体試料を窓なしで扱えるビームラインと複数の実験ステーションの整備、新開発の直線偏光アンジュレータの評価、高分解能軟X線分光器の建設及び大強度マイクロビーム形成光学系の試作、を4本の柱として、SPring-8内外の関係者の協力を得て、装置開発及び建設に注力した。以下に分光器の整備状況を紹介する。

#### (2) 分光器の仕様

BL27SUでは、0.1keVから2keVを超える広い範囲をカバーできる高分解能の軟X線分光器が求められ

た。特に光化学反応の対象として重要な軽元素（C，O，Nなど）のK殻励起が可能なエネルギー範囲から1keV前後でもエネルギー分解能 $10^4$ を実用的に提供する分光器が計画<sup>[5]</sup>された。

図1にBL27SUのcブランチの光学系の概要を示す。2枚の球面鏡（M21，M22）で偏角を離散的に選ぶが、エネルギー走査は収差補正型不等間隔刻線の平面回折格子の回転のみによって行う。回折格子はホログラフィック露光イオンビームエッチング法により製作された3面（G1，G2及びG3）をエネルギー範囲に応じて球面鏡との組合せで選択する。球面鏡と回折格子の一覧を表1に示す。レイトレースの検討からは、分解能がスロープエラーによって律速されていたため、当時製品として入手可能な最も高精度のスロープエラーを調査した上で、所望の分解能に必要な不可欠とされた0.1秒以下に製造管理された光学素子を手配した。

(3) 全イオン収量スペクトルの例

BL27SUの分光器は、SPring-8における他の軟X線ビームラインと同様に極めて高分解能を達成している。図2にNeの1s励起全イオン収量の計測結果を示す。これは吸収スペクトルに相当するものである。Neの1sから3pへの吸収は鋭いピークを示すことが

表1 分光器の回折格子と球面鏡の一覧

Energy	0.8-2.7keV	0.3-1.2keV	0.1-0.6keV
Grating	G1	G2	G3
Groove	1200/mm	1400/mm	600/mm
Mirror	M21	M22	M22
Angle	88.0deg	86.7deg	86.7deg
Material	Au / Si		

ら装置分解能の評価に好んで用いられてきたが、今や超高分解能の分光器を前にして役不足の感が否めない。これまでは自然幅による広がりをもローレンツ関数成分として除き、残りをガウス関数成分として分離し1次分光器の分解能を評価することが試みられてきた<sup>[6]</sup>。こうしたフィッティングによって見積もられた自然幅は新しい分光器が開発されるたびに更新されているが、最近では1sから3pへの吸収で比較的狭い自然幅として0.25 ( ± 0.020 ) eV程度<sup>[6]</sup>が報告されている。図2の吸収スペクトルでは半値全幅を取ったとしてもすでにこの自然幅と同等である。これでは信頼性よく波形分離することは困難であり、もはや自然幅の影響を含むこのような方法では評価不能であるくらい超高分解能に達している。これはSPring-8の軟X線ビームライン共通の贅沢な悩みであろう。

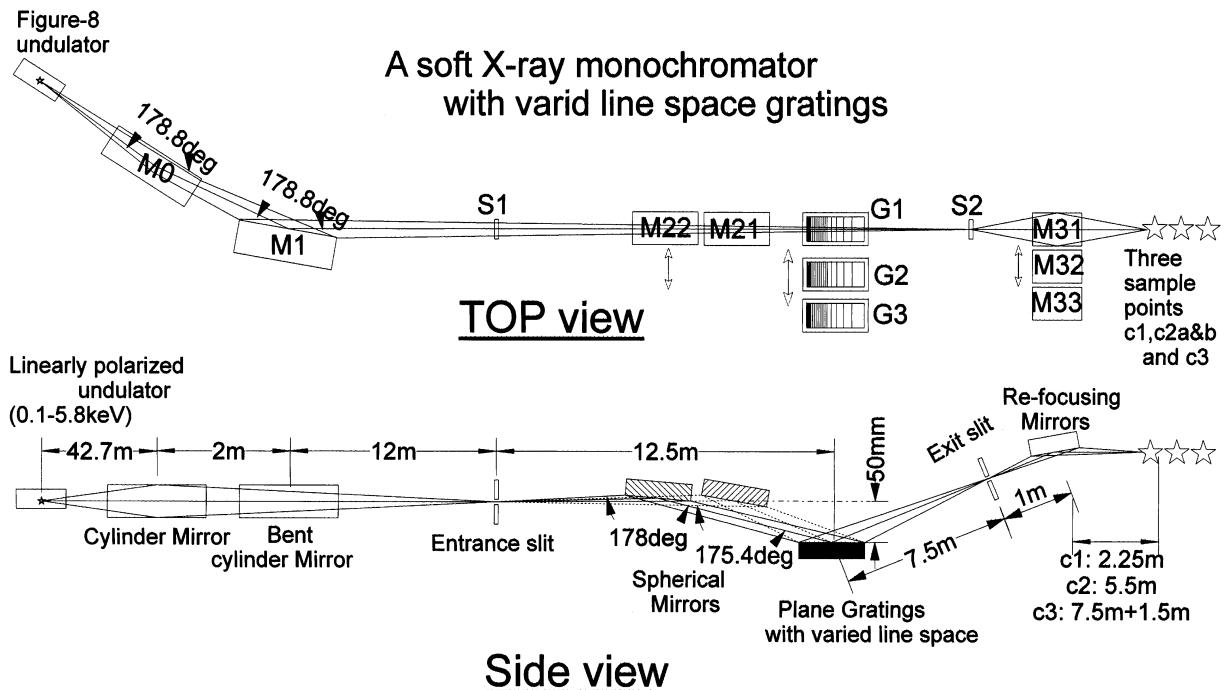


図1 BL27SU (cブランチ) の光学系概要

同様にN<sub>2</sub>の1sから \*への全イオン収量スペクトルを図3に示す。これも400eV付近で分光器分解能を評価するためによく用いられてきた。10<sup>4</sup>以上のエネルギー分解能の達成は、3番目のピークと1番目の谷の比が0.7以下が目安<sup>[7]</sup>とされるが、BL27SUで得られたこのスペクトルの場合、0.61程度である。この簡便な方法も評価の域を越えてしまっている。

#### (4) 高エネルギー軟X線領域の結果

上述の超高分解能とは一線を描くが、BL27SUの分光器をSPring-8の軟X線ビームラインの中で特徴付けているのが高エネルギー軟X線領域を積極的にカバーしている点である。2枚の前置鏡の入射角をととも89.4度と斜入射にすることにより、当初計画では見送られた軟X線結晶分光器が本来得意とするであろう2keV～3keVの領域を敢えて回折格子分光器によりカバーすることを試みた。高エネルギー領域まで分光器に取り込むことは、高次光の影響や熱負荷の点でデメリットとなる。しかし、同一の実験装置で広範な元素の内殻準位を励起可能とする利便性を考慮したもので、BL27SUの特徴のひとつとなろう。すでに1.7keV付近でKrの吸収スペクトルや光電子スペクトルの計測が進められており気相試料でも十分に信号が得られている。フォトダイオードの計測から試料点付近でのフラックスは水平偏光を1次光とした場合に1.7keVにておよそ10<sup>11</sup> photons / sec / 100mAを観測している。このときの分解能は4000程度である。固体ならばNaCl単結晶のCl吸収端近傍(2.7keV)での全電子収量の計測が試験的に行われ、入射出射スリットとも20μm程

度で、吸収ピーク付近で1k・counts / sec (ビーム電流100mA換算、検出器はMSP、74μrad × 5.5 μrad 取り込み) が得られている。

#### (5) 分光器の今後の課題

BL27SUで手にした超高分解能分光器の「出来」を知るために、高分解能の電子エネルギー分析器を用いた外殻軌道励起により生成した光電子の運動エネルギー計測などの手法を試みている。次項で紹介する気体用高分解能光電子分光装置は昨年度末に納品され、早速JASRIポスドクの清水雄一郎氏を中心に活躍し始めたところである。

一方でビームライン機器としての分光器の真価は、ワールドレコードもさることながら定常的に使える条件で「ユーザーがつこうてなんぼのもの」である。分解能が高くなったためにこれまでは見えなかった冷却水からの振動が問題となり、熱負荷による前置鏡や回折格子光学系の安定性が一層求められている。BL27SUには気相実験ユーザーが多く、分光器に対する要求は明るさも安定性も兼ね備えた上で、1keVで10<sup>4</sup>は当然とされ、さらに高分解能を欲する声は止まるところを知らないかのようである。ユーザーからの厳しい技術的要請に答えるために今夏計画している改造を前に、ビームライン担当者は緊張を未だ解けない。

放射光分光器を操作どころか走査すらしたことのなかった当時のビームライン担当者らによって1年程度の調整で簡便な方法では評価困難といえるくらいの超高分解能を達成できた。その理由は、SPring-8の安定で高性能な光源を背景に、琉球大学

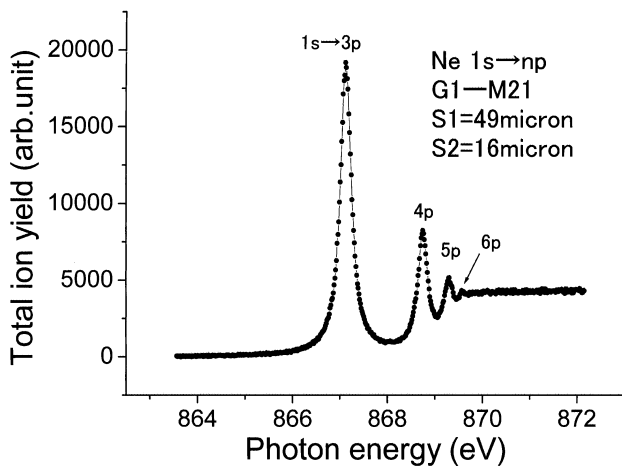


図2 Neの全イオン収量スペクトル

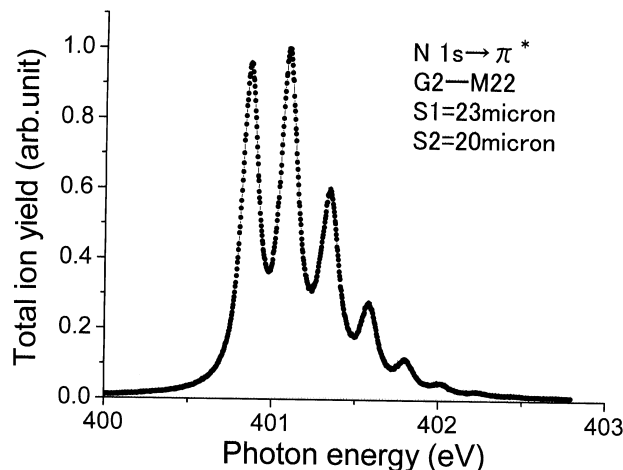


図3 N<sub>2</sub>の全イオン収量スペクトル

石黒英治先生をはじめとする関係者の強力な支援があったからに他ならない。さらに、有形無形のうちに引き継がれているPF、INS - SORとその取引先製造各社や、分光器を所内で積極的に自作してきたUVSORなどの多くの方々によって長年にわたって地道に蓄積された機器製造や設置に関するノウハウの賜物であり、この場を借りて先達に深く感謝したい。同時に、BL27SUで新たに試みているいくつかの技術課題について、その成否を広く知っていただくことは今後のより高性能な分光器建設に繋がるものと考え、何らかの機会に失敗談を含め報告できればと考えている。

#### 4. 拡充期のビームライン高度化整備計画

##### (1) ビームライン高度化整備計画

建設期に先送りになっていた以下の4つの重要課題については最重点項目として2000年度内をめどに共用開始や技術開発を推進する計画である。

- 反応性気体試料の供給処理装置
  - 気体試料用高分解能光電子分光装置
  - ユーザー持ち込み大型機器の受け入れ体制の強化
  - 軟X線マイクロビーム技術の高度化
- 以下では上述の ~ の現状を報告する。

##### (2) 反応性気体試料の供給処理設備

多様な光化学反応を対象とするには、反応性の高い気体試料は不可避である。いずれのプランチにおいても反応性気体の使用はビームライン計画段階から強く望まれていた。法令上、量の多少によらず届け出など特別な取り扱いを求められる $\text{SiH}_4$ （シラン）などの特殊高圧ガスを除き、ハロゲン、水素化物などの腐食性、可燃性の気体試料の供給・処理装置の設置を昨年度末に終えた（写真1）。

光化学実験で求められる気体試料は多種多様であるため全てについて対応することは困難である。むしろ入手可能な除害剤や漏洩検知器を検討し、反応性気体を4種類に大別し処理系を設計した。シリンダーキャビネットのボンベサイズを10ℓ以下とした上で、充填圧管理とあわせ持ち込み総量を規制する。さらに実験装置側でも使用量を限定する。

除害処理には火気を使っていない。除害後の排気系統は専用のダクトを敷設し、その先にさらに緊急用の大型除害塔（約1トン）を設けている。漏洩検知器や地震センサー等からの信号を専用のインターロックシステムで管理し、万一漏洩等を感じた場

合には、各種バルブの閉止はもとより、ボンベ元栓の自動閉止と同時に、周辺ビームラインに音声と警告灯による自動告知を行う。現在、SPring-8内外の専門家による安全委員会が管理・運用方法が厳しく審議されている。

運用上の留意点として、多くのユーザーが利用する共同利用機器に反応性ガスを導入した場合、機器への不純物残留が危惧される。現状復帰を原則とするので、予め履歴の残りにくい実験条件の設定、ベーキング処理や洗浄などを各ユーザーにお願いすることになる。また放射光施設ではすぐ隣には全く異なる分野の方が実験しているのが通例である。こうした点を踏まえた上で、特に慎重な取り扱いが求められる。安全が確保されてはじめて、多様な内殻励起光化学反応実験を遂行できるこの設備は、BL27SUの世界的競争力を増すことになる。

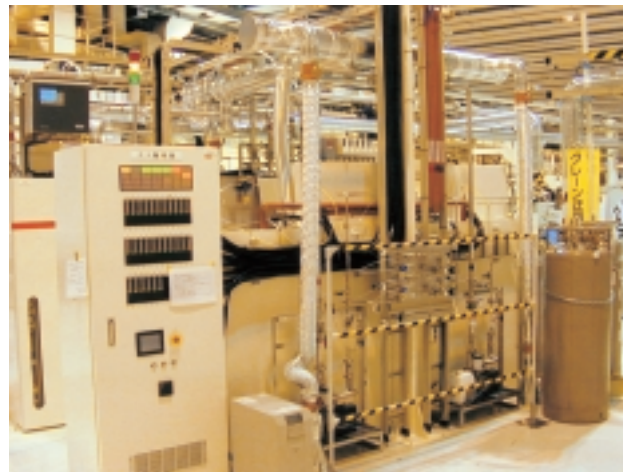


写真1 BL27SUの反応性ガス供給処理装置

##### (3) 気体用超高分解能光電子分光装置

ステーションcに装備されている円筒鏡型光電子アナライザ（CMA）は、小型で比較的明るい点で角度分解コインシデンス測定装置としては有利である。しかし、分解能は高々数百meVであり、BL27SUの超高分解能分光器の分解能を下回っており、自然幅よりもはるかに狭いエネルギー幅の光を用いた高分解能光電子測定には不十分である。

そこで、2次分光器として軌道半径200mmの半球型光電子アナライザ（GAMMADATA SCIENTA社製のSES2002）及び専用ガスセルを導入した（写真2）。同機は、1keV近くの高エネルギー電子に対しても電子エネルギー分解能13meV以下が達成可能である。

専用の差圧排気型のガスセルは窓なしでありながら希薄な気体試料の濃度を実効的に高め信号強度を稼ぐことができるように工夫されている。セルは800ℓ/s及び400ℓ/s、アナライザ本体は300ℓ/sの大流量型ケミカル対応ターボ分子ポンプでそれぞれ排気されている。セル入口には1mmのアパーチャが取り付けられている。このためこの装置よりも下流に機器を設置する際にはビームラインから退避させなければならない。頻繁なアライメント調整の労力を軽減するために、精密調整架台ごとレールに載せチャンバの真空を破ることなくビームラインへの接続と退避、アライメントが簡便に行える。

Figure-8型アンジュレータはギャップを変えるだけで水平・垂直の偏光面を選択できるため、この大型の半球型アナライザを回転させることなく偏光依存情報を取得できる。現在のところ、アンジュレータの1次光として260eV（ギャップ37mm）以上が利用可能になっているのでこの範囲ならば分光器を所望のエネルギーにセットした後は、ギャップを設定するだけで、半整数次の0.5次光あるいは1.5次光で垂直偏光、1次光或いは2次光で水平偏光の放射光を利用可能である。例えば、NeのK殻励起ならば、水平偏光を用いるならギャップを60.9mm（1次光866eV）とし、垂直偏光を用いるなら分光器はそのままギャップを77.5mm（1次光1.73keV）もしくは52.4mm（1次光577eV）に設定すればよい。大型の装置を回転させることなく偏光面が切り替わるFigure-8アンジュレータの特徴を生かした実験が可能である。高分解能分光器と整合性の高い機器として活躍が期待される。

#### （４）ユーザー持ち込み機器受け入れ体制の強化

BL27SUでは貴重なビームタイムを活用するために、実験中のランチ以外で平行して保守が可能となっている。さらにランチ中には既設機器にタンデムに接続できるユーザー持ち込み機器設置空間を用意している。ユーザー機器の持ち込み要請が具体化したことに伴い、以下の整備を進めている。

後置鏡集光点の多重化（1点から3点へ）

耐荷重1トンの大型ステージの設置

大型の持ち込み機器をビームタイム前にオフライン調整を行い、そのまま集光点に設置可能なように耐荷重1トンのレール付き大型ステージを設置している。これにより下流に設置された機器のビームタイム中でも、ビームライン近くでオフライン調整が

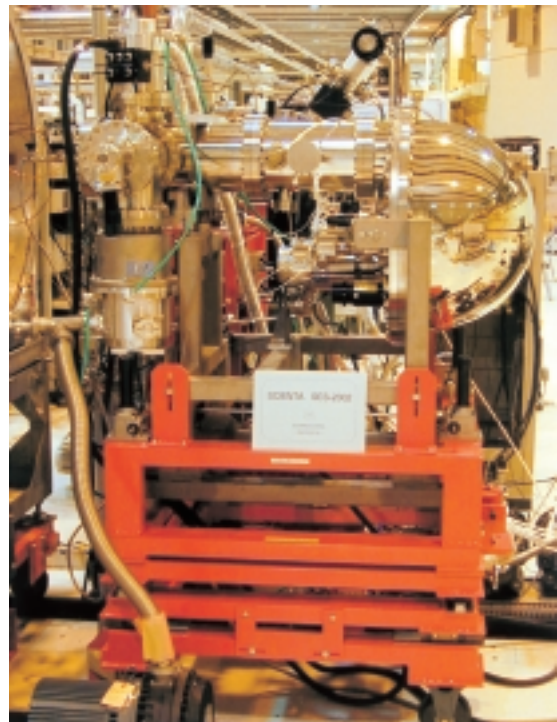


写真2 気体用高分解能光電子分光装置

可能となり、かつビームライン上に設置する際のアライメント調整の時間と労力が軽減される。今後さらに混雑が予想されるビームタイムの有効活用にも効果を発揮するものと期待される。

#### 5. むすび

BL27SUは軟X線光化学及び軟X線CVDサブグループワーキングメンバーそして多くのSPRing-8関係者の協力を得てこのように充実したビームラインとなった。ユーザーの方々にも職位年齢を問わず現場作業に汗を流していただいた。また、分光器やステーションcにおける多くの実験機器の制御ソフトウェアを開発した姫路工業大学修士課程の奥村裕紀氏のように、放射光実験はもとよりパソコンに馴染みのなかった彼がほとんど独力で実用的ソフトを作るなど、筆者らを含めここで経験を積みつつ活躍の場を見出してきた若手も多い。所属や年齢は言うに及ばず経験の有無も問わず、BL27SUに集う多くの人々が、がむしゃらに立ち上げてきた感が強く、先達の経験を必ずしも生かしきれず幾多の試行錯誤があった面も否めない。それでも、今や他の先行軟X線ビームラインと同様に一定の評価を得て共同利用に提供されていることを、貴重な経験を共有できた関係者一同誇りに感じていると信じている。

これからのBL27SUは十に及ぶ実験装置の運用に加え、反応性ガスの利用やユーザーによる大型実験装置の持ち込みなど、ユーザー相互の干渉やビームタイムの慢性的な不足が深刻となる事態が予見される。さらにユーザー層の拡大も予想される。貴重なビームタイムを有効に活用いただくため、建設期を終えたとはいえ、やむをえず技術的観点から利用上の細則や制限を設けることあることをご了解願いたい。ビームライン担当者として今春から新たに為則雄祐（JASRI利用促進部門）が当たるので相談を持ちかけていただきたい。

大橋 治彦 OHASHI Haruhiko

(財)高輝度光科学研究センター 放射光研究所 利用促進部門  
〒679-5198 兵庫県佐用郡三日月町光都1-1-1  
TEL : 0791-58-2750 FAX : 0791-58-2752  
e-mail : hohashi@spring8.or.jp

為則 雄祐 TAMENORI Yusuke

(財)高輝度光科学研究センター 放射光研究所 利用促進部門  
〒679-5198 兵庫県佐用郡三日月町光都1-1-1  
TEL : 0791-58-2750 FAX : 0791-58-2752  
e-mail : tamenori@spring8.or.jp

#### 参考文献

- [ 1 ] 大橋治彦：本誌Vol.3 , No.5 ( 1998 ) 12 .
- [ 2 ] 田中隆次、北村英男：本誌Vol.3 ,No.6( 1998 )19 .
- [ 3 ] T. Tanaka, T. Hara, M. Oura, H. Ohashi, H. Kimura, S. Goto, Y. Suzuki and H. Kitamura : Rev. Sci. Inst. **70** ( 1999 ) 4153.
- [ 4 ] 小谷野猪之助、奥山雅則：本誌 Vol.1, No.5 ( 1996 ) 14.
- [ 5 ] E. Ishiguro, H. Ohashi, Li-jun Lu, W. Watari, M. Kamizato and T. Ishikawa : J. Electro. Spectro. Relat. Phenom. **101-103** ( 1999 ) 979.
- [ 6 ] 例えば、M. Coreno, L. Avaldi, R. Camilloni, K. C. Prince, M. de Simone, J. Karvonen, R. Colle and S. Simonucci : Phys. Rev. **A59** ( 1999 ) 2494.
- [ 7 ] 例えば、O. Schwarzkopf, F. Eggenstein, U. Flechsig, C. Kalus, H. Lammert, U. Menthel, G. Reichardt, P. Rotter, F. Senf, T. Zeschke, and W. B. Peatman : Rev. Sci. Inst. **69** ( 1998 ) 3789.

## X線CT法を用いた原始太陽系起源の隕石3次元構造の研究

大阪大学大学院 理学研究科  
土山 明、川畑 俊晴

東京工業大学大学院 理工学研究科  
上杉 健太郎\*  
工業技術院 地質調査所  
中野 司

\*現在：財団法人高輝度光科学研究センター

### 1. はじめに

ある隕石の教科書には「宇宙からのタイムカプセル」という副題が添えられている。このような46億年前の太陽系誕生の謎を秘めている隕石は、始原隕石と分化隕石とに分けられる。前者は地球などの惑星が形成される以前に原始太陽系で形成され、以後ほとんど変化を受けていないのに対して、後者は母天体の溶融などにより分化して形成されたものである。始原隕石は、分類上コンドライト隕石に対応している。この隕石は、コンドリュールと呼ばれる、主として珪酸塩からなる径1mm程度の球粒を特徴

的に含むものである。コンドリュールは地球上の物質にはない特異なもので、その球状の外部形態およびガラスを含むなどの内部構造から、原始太陽系星雲での高温液滴の急冷物であると考えられている。

このような太陽系初期の謎を解く鍵であるコンドリュールについて、これまで多くの研究がなされてきた。とくに、近年の機器分析の発展に伴い、その化学的な特徴（主要元素および、微量元素組成や同位体組成とその不均一性）に関する情報は質・量ともに多い。一方、物理的な特徴（形状、表面構造、内部構造、サイズ分布など）に関する情報は、化学

### X-ray CT system

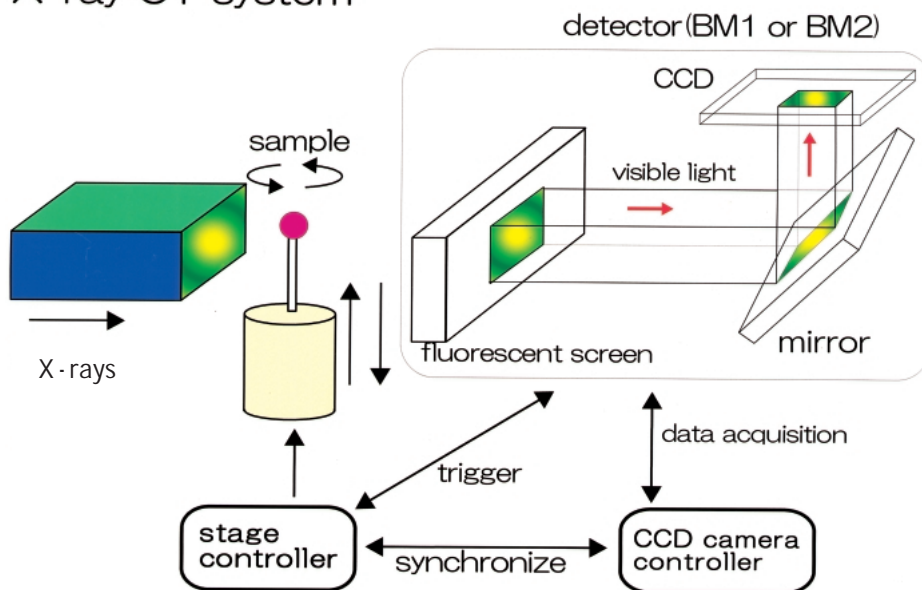


Fig.1 Schematic illustration of XTM ( X-ray tomographic microscope ) system developed at SPring-8  
Light source and monochromator are not shown.



的なものに比べて少なく、とくに3次元構造については、ほとんどわかっていないのが現状である。

X線CT法は物質の内部構造を非破壊で観察でき、X線の線吸収係数（LAC：linear attenuation coefficient）の空間分布として、CT像（スライス像）が得られる。また連続的にスライス像を積み重ねることにより、3次元構造が得られる。SPring-8においては、Uesugi et al.<sup>[1]</sup>がマイクロX線CT装置（XTM：X-ray tomographic microscope）の開発に成功した。X線CT法に、放射光、とくにSPring-8を用いる利点としては、（1）ビームの高フラックス密度、（2）コリメートされたビームが挙げられる。（1）によりX線の単色化が容易となり、これによってX線CT特有の光線硬化アーチファクトをなくすことができ、また再構成によって得られたCT画像のコントラスト（CT値と呼びLACに対応する）の定量的な評価が可能となる。一方、（2）により、高空間分解能3次元像が容易となる。我々は、このXTMを用いてコンドリュールを撮影し、その3次元構造から新しい情報を得たので、ここに紹介する。

## 2. 実験方法とその結果

サンプルは、コンドライトの一種であるアエンデ隕石から取り出したコンドリュールを用いた。これまでに16個の撮影をおこない、予備的な解析を終えている。一部のサンプルはCT撮影後、薄片を作成し、光学顕微鏡やSEM観察および微小部の元素分析（EPMA分析）をおこなっている。

実験はSPring-8のBL20B2でおこなった。実験装置は、サンプルと回転ステージとビームモニターとからなる（Fig.1）。用いた単色X線のエネルギーは18～25keVであり、透視像（300～360プロジェクション）からCBP（convolution back projection）法を用いて再構成をおこない、スライス像を得た（Fig.2a,2c）。さらにこれらのスライス像約180～280枚から、3次元構造を求めた（Fig.2b,2d）。このとき、透視像の撮影に1～3時間、再構成に3～10時間程度を要する。再構成画像は $5.83\mu\text{m} \times 5.83\mu\text{m} \times 5.83\mu\text{m}$ サイズのvoxel（3次元での画素）からなる。

コンドリュールの外形は不完全なものや、複数のコンドリュールが接合した複合コンドリュールを除くと、扁平な球状（オプレート状）あるいはそれに近いものである（偏平率：0.70～0.94）。表面には100～数100 $\mu\text{m}$ サイズのクレータをもつものが多い。コンドリュールの外形が真球からややずれているこ

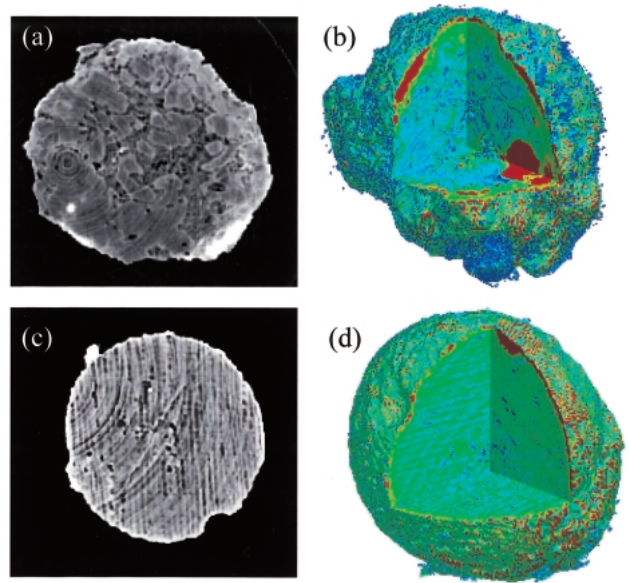


Fig.2 Sliced CT and three-dimensional images of chondrules (a)CT image of a porphyritic chondrule (about 1.5 mm in diameter) (b)Three-dimensional image of the porphyritic chondrule. (c)CT image of a barred olivine chondrule (about 1.5 mm in diameter) (d) Three-dimensional image of the barred olivine chondrule. Substances with brighter contrast in the CT images correspond to higher X-ray absorption regions. Voids are seen as objects with dark contrast. Objects with bright contrast are (Fe,Ni) metal and FeS. Objects with intermediate contrast are silicates (olivine, pyroxene and glass) Ring artifacts are also seen. The three-dimensional images are rendered in color (blue and red are low and high X-ray absorption regions, respectively).

とはよく知られていたことであるが、定量的に記載されたのは今回が初めてである。一方、コンドリュールの内部組織としては、（1）斑状の結晶がガラスあるいはメソスタシス（ガラスが再結晶して微細鉱物の集合体となったもの）中に存在する斑状組織、（2）2次元的には結晶方位を同じにした棒状のカンラン石（olivine： $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$ ）結晶が平行に並びその間をガラスあるいはメソスタシスが埋める棒状カンラン石（barred olivine）組織、などが知られており、今回のCT像からは、14個は斑状（例、Fig.2a,2b）、2個が棒状カンラン石（例、Fig.2c,2d）であることがわかった。今回の研究により、棒状カンラン石の詳細な3次元構造が始めて明らかとなり、3次元的には平行なカンラン石の板状結晶の並びであることが確認できた。さらに興味深いのは、板状

結晶の伸びの方向がオプレート状コンドリュールの短軸にほぼ垂直なことである (Fig.3)。またほとんどのコンドリュールには、内部に空隙 (<0.001~1 vol.%) が存在することがわかった (Fig.4)。このことは、空隙がコンドリュールの重要な構成要素のひとつであることを意味している。空隙の存在はこれまで指摘はされてきたが、隕石を切断する際の鉱物粒の脱落などと区別できなかったため、ほとんど重要視されてこなかった。

### 3. 高速回転していたコンドリュール

今回の3次元撮影により、コンドリュールの外形としては、球が偏平したオプレート状のものが多かったことがわかった。その原因としては、形成時に溶融状態にあったコンドリュール液滴が回転することにより扁平となった可能性が挙げられる。実際、我々のグループは先に工業用高分解能X線CT装置を用いて大きめの斑状コンドリュールの3次元撮影をおこない、CT法により初めてコンドリュール内の空隙を見出し、これらの空隙がオプレート状コンド

リュールの短軸に集中していることを見出した<sup>[2]</sup> (Fig.4a)。これは、遠心力により空隙が回転軸に集中したことを示唆し、コンドリュールが回転により偏平したという上記の仮定を支持している。今回の測定では、空隙が短軸にかなりよく集中するものは見出せなかったが、空隙は短軸に集中する傾向にある (Fig.4b)。完全に回転軸に集まらないのは、すでに存在していた斑晶や板状結晶が空隙の動きを止めていたためであろう。今後、空隙の3次元分布についての統計的な研究が必要であろう。

一方、今回のCT撮影で得られた棒状カンラン石の3次元構造について、他の棒状カンラン石コンドリュールも同じ構造をもっているかどうかを、薄片 (隕石試料を2次元的に薄くスライスしたもの) の光学顕微鏡観察により検証した。もしすべての棒状カンラン石コンドリュールはオプレート状の回転対称をもち、板状結晶が短軸に垂直であるならば、任意の切断面 (薄片) でも短軸とカンラン石の棒の伸びの方向とは垂直なはずである。様々なコンドライト隕石の薄片中の約40個の棒状カンラン石コンドリュ

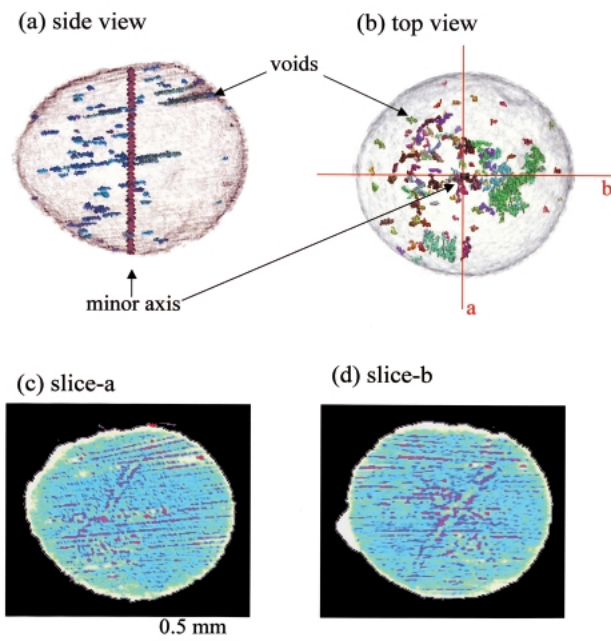


Fig.3 Three-dimensional structure of the barred olivine chondrule of Figures 2c and 2d (rendered in color)  
(a) Side view of the chondrule, which is in oblate shape. (b) Top view. (c) CT image along a line-a in the top view. (d) CT image along a line-b. Olivine crystal plates align in parallel inside of this chondrule. The orientation of the olivine plates is nearly normal to the minor axis of the oblate chondrule. Voids are also shown in (a) and (b).

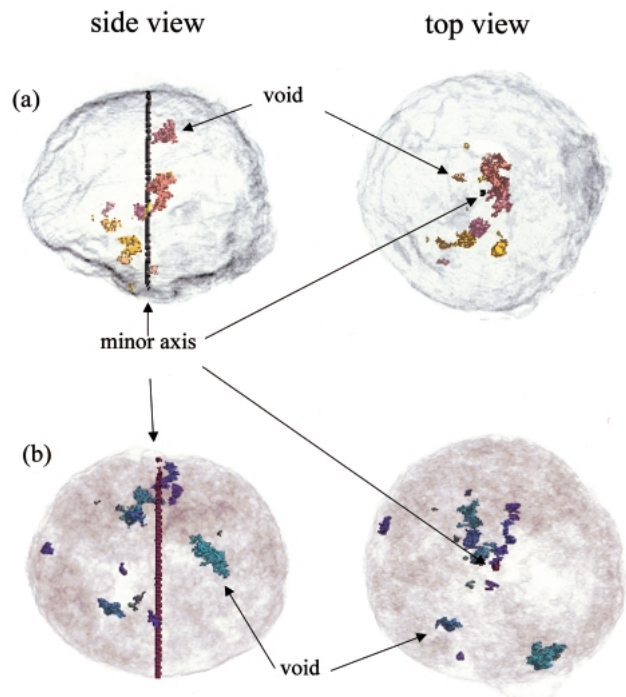


Fig.4 Three-dimensional structures of porphyritic chondrules (Side and top views of oblate chondrules are shown). (a) A chondrule observed by [2] (about 2.5mm in diameter). Voids are almost concentrated along the minor axis. (b) A chondrule observed in this study (about 1.5mm in diameter). Some voids are concentrated in the minor axis.

ールを観察した結果、90%は短軸とカンラン石の棒の伸びとはほぼ垂直であり、一方残りの10%は逆の構造をもっていることがわかった。この棒状カンラン石の3次元構造、すなわち、もともと真球状だったコンドリュール液滴が扁平になったことの原因としては、(1)コンドリュール液滴の回転によることと、(2)板状結晶の成長によることが考えられる。カンラン石の棒の伸びが短軸とはほぼ平行である逆構造も存在することから、(2)は否定される。おそらく逆構造は、回転しつつエアロダイナミックな影響(高速で星雲ガス中を運動)を受けたものである。(1)の場合でも、その具体的な3次元構造形成のメカニズムとしては、回転による液体内部での元素分別と液滴表面での板状結晶の核形成との相互作用などが考えられるが、はっきりとしたメカニズムは現状では不明である。

回転している微小液滴の形状は、遠心力と表面張力の釣り合いによる平衡形状を仮定すれば記述できる。Chandrasekhar<sup>[3]</sup>によると、平衡形状は次のように というパラメーターのみによって決まる。

$$\Sigma = \frac{3}{8} \frac{\rho \omega^2 R^3}{\sigma}$$

ここで、 $\rho$  は密度、 $R$  は液滴の赤道半径、 $\omega$  は角速度、 $\sigma$  は表面張力である。によって偏平率は一意的に決まるので、偏平率と密度、サイズ、表面張力(玄武岩メルトの値を用いた)より、回転速度を推定することができる。今回のCTによる3次元的なコンドリュール外形からは、50~500 rpsという高速でほとんどのコンドリュールが回転していたことになる。

コンドリュール液滴が原始太陽系星雲の自由空間に存在していたとき、回転していない方が不自然である。しかしながら、今回推定したような回転速度は、かなり高速である。このような高速回転は、コンドリュールの成因論に大きな制約を与える。コンドリュールは原始太陽系星雲で固体前駆物質がなんらかのメカニズムで加熱されて作られたと考えられているが、そのメカニズムには諸説があり渾沌としているのが現状である。高速回転を説明できるメカニズムとしては、小天体の衝突や、ダストを衝撃波が通過するときのガス抵抗による加熱などが挙げられる。今後、回転速度と他の物理パラメータとの相関を調べることにより、メカニズムを限定できるのではないかと考える。

謝 辞

財団法人高輝度光科学研究センターの鈴木芳生博士、八木直人博士、梅谷啓司博士には、本研究で用いたX線CT装置の開発および撮影でお世話になりました。神戸大学の城野信一博士には、回転液滴の安定形状について議論していただきました。また、いくつかのサンプルは、岡山大学の坂口千恵さん、茨木大学の野口高明博士、大阪大学の松田准一博士より提供していただきました。ここに謝意を表します。

参考文献

- [1] K. Uesugi, A. Tsuchiyama, T. Nakano, Y. Suzuki, N. Yagi, K. Umetani and Y. Kohmura : In *Developments in X-ray Tomography II*, ed. U. Bonse, *Proc. SPIE*, **3772** (1999) 214-221.
- [2] Kawabata, T., Tsuchiyama, A., and Kondo, M. : *Antract. Meteorites*, **XXIV** (1999) 64-66.
- [3] Chandrasekhar, S. : *Proc. Roy. Soc. London, Ser. A*, **286** (1965) 1-26.

土山 明 *TSUCHIYAMA Akira*

大阪大学大学院 理学研究科  
〒560-0043 豊中市待兼山町1-1  
TEL : 06-6850-5800 FAX : 06-6850-5480  
e-mail : akira@ess.sci.osaka-u.ac.jp

川畑 俊晴 *KAWABATA Toshiharu*

大阪大学大学院 理学研究科  
現在 : NECソフト株式会社  
〒136-8606 東京都江東区新木場1-18-6  
TEL : 03-5569-3333

上杉 健太郎 *UESUGI Kentaro*

東京工業大学大学院 理工学研究科  
現在 : (財)高輝度光科学研究センター 放射光研究所 利用促進部門  
〒659-5198 兵庫県佐用郡三日月町光都1-1-1  
TEL : 0791-58-2750 FAX : 0791-58-2752  
e-mail : ueken@spring8.or.jp

中野 司 *NAKANO Tsukasa*

工業技術院地質調査所 地質情報センター  
〒305-8567 つくば市東1-1-3  
TEL : 0298-61-3643 FAX : 0298-61-3643  
e-mail : tsukasa@gsj.go.jp

# レーザー電子光（逆コンプトンガンマ線） ビームの発生に成功

大阪大学 核物理研究センター  
日本原子力研究所 先端基礎研究センター  
逆コンプトンガンマ線核分光研究グループ  
藤原 守

## 1. はじめに

光は波と粒子の二重性を持つ。このことは、プランクの熱放射式<sup>[1]</sup>や光電効果<sup>[2]</sup>を習う時に教えられる。アメリカのコンプトンはケンブリッジ大学を卒業し、セントルイスのWashington大学で極めて巧妙なX線検出器を開発し、X線の結晶による散乱の精密測定を行なった。この測定結果は散乱X線がもとより長い波長を含みかつ、電子の反跳によってX線のエネルギーが散乱角度によって変化する実験事実を示していた<sup>[3]</sup>。これが光の粒子性を実証したとされる、コンプトン効果である。コンプトンは光の粒子性の証明によって1927年のノーベル賞を得た。この後、1928年に電子に対する相対論的Dirac方程式を用いて、Klein-Nishinaが自由電子に対するコンプトン散乱の断面積を求めたことは良く知られている<sup>[4]</sup>。

さて、逆の場合、光速に近い電子と光との衝突はどうなるのであろうか？ この場合は、走っている電子が、丁度、鏡のように光を跳ね返し、反射された光にエネルギーを与える。正面衝突で反跳された光、すなわち逆コンプトン光は、相対論的な空間の圧縮効果（ローレンツ効果）により、波長が圧縮される。電子エネルギーが大きくなればなるほど、ますますいい圧縮効果を得る。散乱光のエネルギー $E$ は

$$E = \frac{4}{mc^2 + 4} \frac{0E_e^2}{0E_e} \left( \frac{1}{1 + \left( \frac{E_e^2}{mc^2 + 4} \right)^2} \right) \quad (1)$$

と書ける。ここで、 $E_e$ 、 $0$ 、 $0$  はそれぞれ電子エネルギー、光のエネルギー、正面衝突後に散乱された角度である。ローレンツ因子  $\gamma = E_e/mc^2$  は上式を考える上でもっとも重要である。すなわち、逆コンプトン光のエネルギーは正面衝突の時、 $E = \frac{4}{mc^2 + 4} \frac{0E_e^2}{0E_e}$  となる。例えば、8GeV電子と351nmの

波長を持つアルゴンレーザー光 ( $0 = 2 hc/\lambda = 3.5\text{eV}$ ) の場合、そのエネルギーは2.4GeVに達する。照射したレーザー光のエネルギーを約7億倍増幅できるのである。

また、式1の  $\frac{1}{1 + \left( \frac{E_e^2}{mc^2 + 4} \right)^2} \approx \frac{1}{1 + \frac{1}{2} \frac{1}{2}}$  は逆コンプトン光の特性を決定する。すなわち、逆コンプトン光（ガンマ線）は電子と同じ方向で非常に狭い角度（ $1/\gamma$  程度）にやって来る。8GeVの場合、 $\gamma = 16,000$ である。電子と光の衝突場所から100メートル離れた場所でも、逆コンプトン光は半値巾で $\pm 0.62\text{cm}$ の空間的広がりしかないことになる。

これらの式の意味するところは重要である。すなわち、逆コンプトンガンマ線のエネルギーは電子ビームのエネルギーの2乗、エミッタンスは、ほぼ、電子ビームのエミッタンスで決定される。SPring-8は第3世代の放射光施設でも特に優れた、蓄積電子のエミッタンスを誇る世界最高の放射光施設である。このSPring-8の蓄積電子ビームの世界最高エネルギー（8GeV）及び極めて良いエミッタンスとレーザー光を組み合わせれば世界最高の優れたガンマ線ビームが期待できる<sup>[5, 6, 7]</sup>。

われわれの研究グループは、大阪大学核物理研究センター、名古屋大学、甲南大学、京都大学、高輝度光科学研究センター、日本原子力研究所先端基礎研究センターなどと協力し、大型放射光SPring-8施設の専用ビームライン（BL33LEP）で、つい最近、世界最高の逆コンプトンガンマ線ビームの発生に成功した。その強度は毎秒 $10^6$ 個以上に達しており、今後、容易に毎秒 $10^7$ に強度増強が出来ることを確認した。本稿ではそれまでに至る過程を紹介し、また、電子ビーム偏極に関する、最近の面白い測定結果も誌面を借りて紹介する。

## 2. レーザー電子光（逆コンプトンガンマ線）の発生と観測

この計画立案は平成6年から本格的に開始された。計画立案当初は、研究者仲間でも本当に施設を作り、実験に持って行けるのだろうかとの疑問の声が当然あった。平成6年から定期的にSPring-8、および核物理研究センターで計画実現のための技術検討会を開催し、SPring-8側からは熊谷、大熊、伊達、大橋さんらが計画の検討に常時参加し、核物理研究センターからは藤原や当時の博士研究員であった木梨、

堀田さん、後に中野さんらが計画検討に加わった。逆コンプトン光発生に向けてのビームラインも当初の計画には無かったが、世界できわめてユニークな実験が可能になるとの信念に燃えて、計画が練られて今回の成功にいたったものである。SPring-8の上坪所長や、当時、大阪大学核物理研究センター長であった江尻センター長や原研先端基礎研究センター伊達センター長の積極的な応援や、全国の核物理研究者、文部省、科学技術庁、両事務サイドの支援を受け、平成9年度頃から実際の建設が始まった。

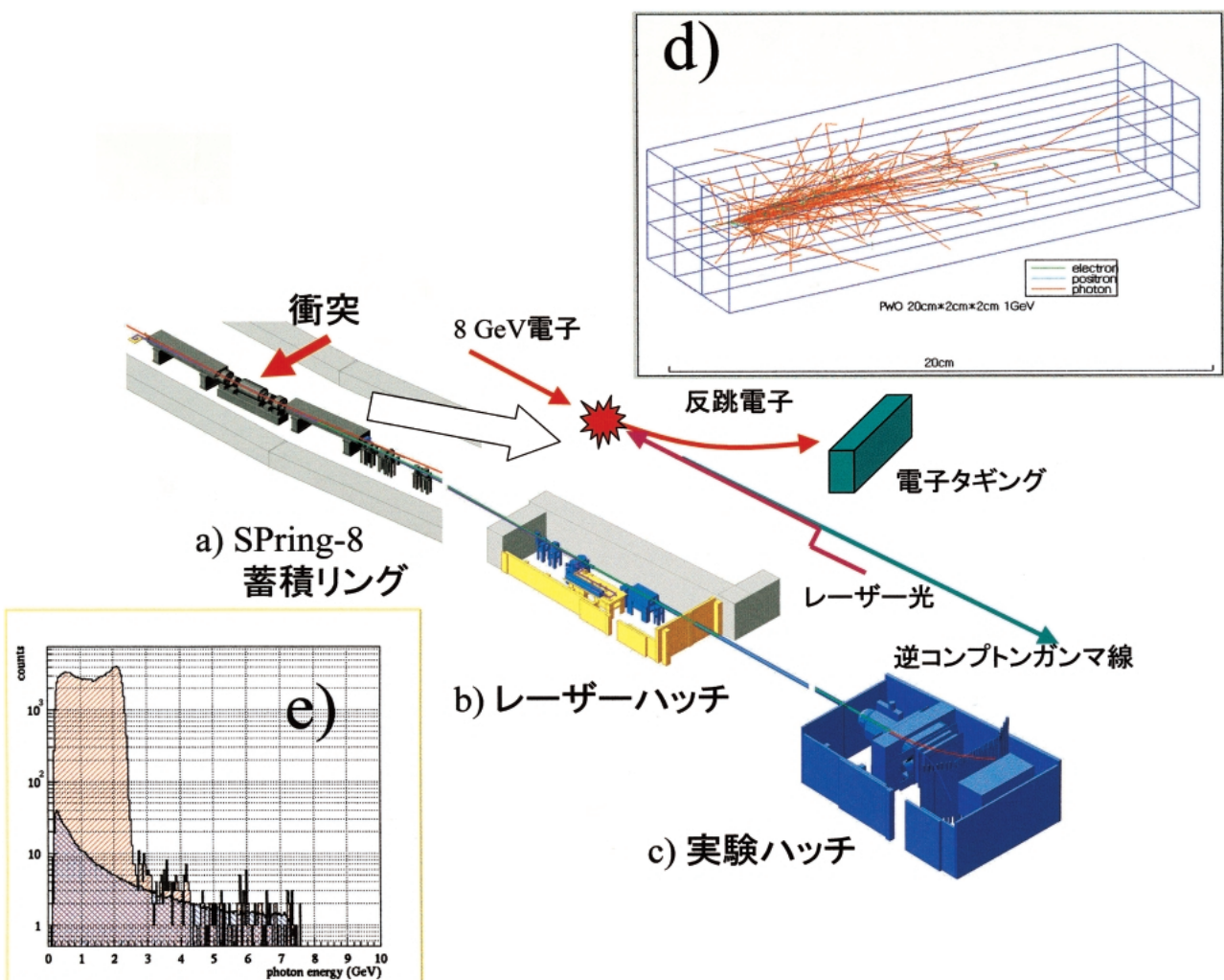


図1 SPring-8での逆コンプトンガンマ線の発生に関する実験装置

a) SPring-8の8GeV電子蓄積リング内の電子・レーザー光の衝突点、b) レーザーを蓄積リングの電子ビームと衝突させるためのレーザー入射室（Laser hutch） c) 光核反応による核反応生成物（中間子など）を測定する実験室および測定装置。反跳電子エネルギーを測定するための電子タギング、レーザー光、逆コンプトンガンマ線が発生する様子がイラストとして挿入されている。d) PWO（ $\text{PbWO}_4$ ）検出器による高エネルギーガンマ線の測定原理。全体の検出器は9個のPWOSynchレタから構成される。ガンマ線からの電子・陽電子対創生、ガンマ線の多重発生によるシャワー事象を捕まえる。e) アルゴンレーザーと8 GeV電子ビームにより測定された逆コンプトン光エネルギー・スペクトル。

平成9年度には蓄積リングの一部の改造を終了し、10年度には、レーザーハッチ、実験室が完成した。完成した実験室と逆コンプトン発生の様式図を図1に示す。レーザーハッチには25ワットのアルゴンレーザーが用意された。レンズと鏡を組み合わせ、約40メートル離れた衝突点でレーザー光の焦点が結ばれた。これらの装置は、平成11年6月初めにうまく用意ができた。平成11年7月の実験で、光と電子がうまく正面衝突すれば、逆コンプトン散乱による高エネルギーガンマ線は、鏡や真空窓に邪魔されることなく、大部分がレーザーハッチ内で観測できると研究者の期待は高まった。

高エネルギーガンマ線ビームの強度を測定するためには、新しい測定装置が必要である。このため山形大学で最近開発したPWOと呼ばれる新型検出器を高エネルギーガンマ線観測に使用した<sup>[8]</sup>。PWO結晶は鉛タングステンの酸化化合物結晶である。密度が $8.2\text{g/cm}^3$ と大きく、NaIシンチレータ( $3.67\text{g/cm}^3$ )などと比べて、発光量1/10程度と少ないながら、高エネルギーガンマ線を測定するには最適である。

PWO測定器による高エネルギーガンマ線が入ってきた時のガンマ線シャワーの様子は図1d)に示されている。1GeVを越す高エネルギーガンマ線が物質にあたるとそのほとんどが電子・陽子対創生によって消滅する。また、出来た陽子・陽電子は高エネルギーなので、「なだれ」のようにさらに陽子・陽電子をつくる。この現象を利用して測定しようというものだ。PWOは9個に分割され、9個のシンチ

レーターの発光の様子を精密分析することにより、さらに1mm以下の空間分解能ができる。

実験で測定された逆コンプトン光のエネルギースペクトルが図1e)に示されている。得られたスペクトルはまさに、逆コンプトン散乱から予想されるようにエネルギーEの関数として平坦になっている。比較のために、制動輻射からのガンマ線スペクトルも同時に示しているが、これは最大エネルギーが8GeVの $1/E$ のほぼ双曲線のような形をしている。逆コンプトン光強度も毎秒 $10^6$ 個以上となっていることが分かった。また、ガンマ線のエミッタンスも極めて良く、衝突点から40メートル離れた地点での広がり(水平方向で3mm、垂直方向で2mm以下)となっている。これらの広がり(ローレンツ因子から予想されるもの)とほぼ等しく、SPring-8での蓄積リング内で周回している8GeV電子ビームの指向性(エミッタンス)が極めて良いことも実証された(図2)。

### 3. 8 GeV蓄積電子は偏極しているのか？

図1で示したように、実験装置建設の第一段階はほぼそのピークを終えた。現在、研究者の大きな努力によって、実験装置、作られた放射線検出装置<sup>[9]</sup>の詳細なチェックが開始されている。8GeV電子が周回している蓄積リングの真空度は極めて良いとは言え、残留ガスはゼロではない。このガスに電子が衝突することによって出てくる制動輻射による8GeVに達するガンマ線が実験室にやってくる(図1参照)。これがPWO検出器では容易に測定出来る。

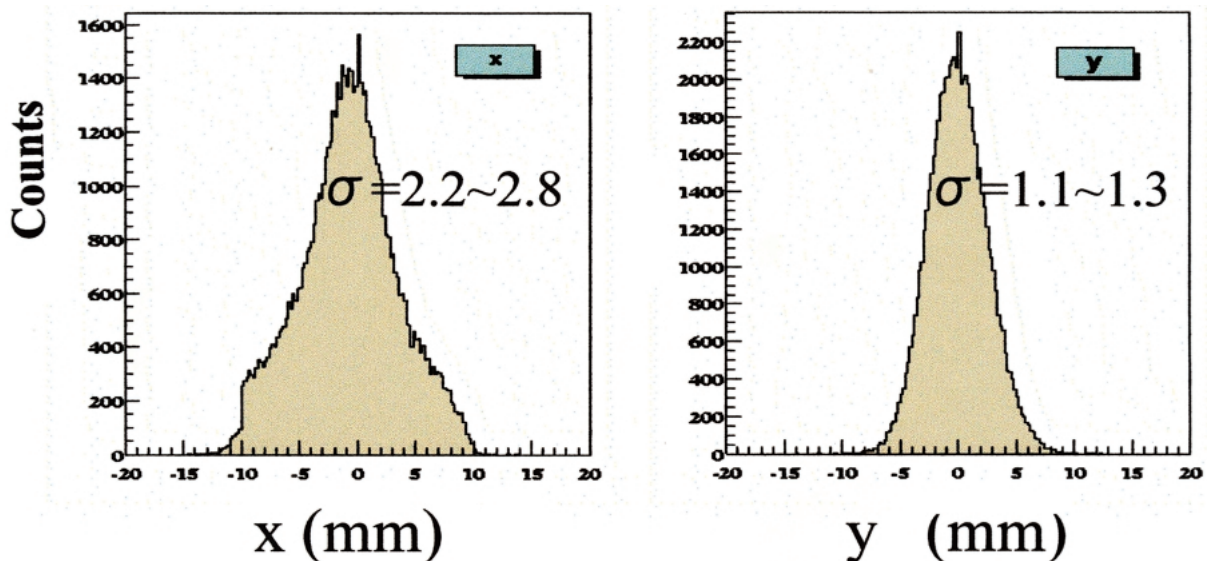


図2 PWO検出器で測定した逆コンプトン光の広がり 左図：水平方向の広がり、右図：垂直方向の広がり

このガンマ線を用いた最近の面白い測定結果を一つ紹介しよう。蓄積リングの中で周回している8 GeV蓄積電子は偏極しているのか？というのが素朴な疑問である。ご存じのように蓄積リング中の電子は放射光を出しながら周回している。二重極電磁石で方向を少し変えるたびに少しずつ電子のまわりにある電場の雲が剥ぎとられてこれが放射光となって電子の進行方向に放射されるのが放射光の発生機構である。もし、そうであれば、電子はリングを周回中に連続的に一方向にキックされている筈である。電子はスピンを持つ、コマのようなものであるから、ある方向に絶え間なくキックを受ければそのスピンはやがて上の方向を向き電子は偏極する。丁度、コマが片方から連続的にキックを受ければ回転を続けるのと似たような機構である。

さて、問題は電子ビーム偏極の程度である。これは蓄積リングのパラメーターで決定されSPring-8の場合は約67%と推定された。どのようにして測定するか？ 過去には、レーザーと偏極電子との逆コンプトン散乱でのTouschek効果を測定した例があった<sup>[10, 11, 12]</sup>。

なんとか新しい方法でかつ、物理的にも重要な実験が出来ないかと知恵を絞り、偏極電子が残留ガス

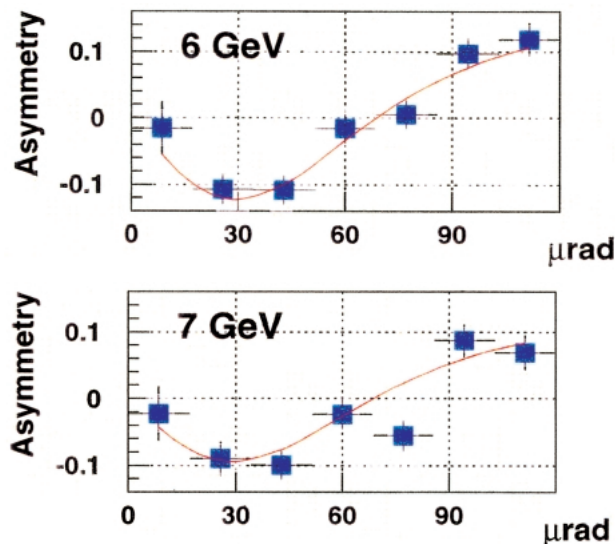


図3 偏極電子が蓄積リングの残留ガスと衝突して発生した6GeVと7GeV制動輻射ガンマ線の偏極効果による空間的非対称。ガンマ線の空間的非対称（縦軸）を20μradian以下の高精度測定を行い偏極効果が観測された。非対称はガンマ線エネルギー依存性を持つ。実線は60%の電子偏極を仮定した時に期待される空間的非対称（Z.Y. Kim氏提供）

と散乱して制動輻射を出す時に偏極効果によって発生ガンマ線に空間的な非対称が現れることを考え出した。これは、カナダ・サスカチュワン大学 Rangacharyulu、韓国ソウル国立大学大学院学生 Kim氏などとの議論で、制動輻射の高エネルギー側のガンマ線に顕著な空間非対称が期待できることが、明らかになったことがきっかけである。実際にPWOを用いれば、0.1mm程度の空間非対称が測定可能である<sup>[13]</sup>。我々の測定結果はSPring-8での電子偏極は60%以上（最大67%が理論の予想）であった。図3に示したのは測定結果である。詳細は誌面の都合で省かせていただくが、確かに空間非対称が観測された。この結果の意味は世界で初めて電子の偏極効果によって制動輻射ガンマ線に空間的な非対称が現れる事、また比較的、簡単かつユニークな方法で電子ビームの偏極度を測定する新しい手法が可能となることを実証したことである<sup>[14]</sup>。

#### 4. おわりに

我々の研究グループは逆コンプトンガンマ線を創り出し、1.5~3.5 GeV光の照射によって生成される中間子（1.04 GeV）を観測することによって、核子中のクォーク構造を探ろうとしている。ガンマ線ビームは予想どおりになっていることが確かめられた。また、ガンマ線の強度の向上を狙うための装置の改良も行ないつつある。しかしながら、研究全体で見ると、一里塚をようやく越えた段階であろう。

次のステップは実際に水素ターゲットに高エネルギー・ガンマ線をあて、中間子を観測することである。現在、平成12年5月17日から本格的な実験が継続され、すでに中間子が $K^+ + K^-$ に崩壊している事象が観測された。

その次のステップとして、偏極水素ターゲットを持ち込み、偏極ガンマ線と偏極ターゲットによる中間子発生の偏極量を観測する計画がアメリカ、フランス、日本の国際協力が進みつつある。これは、クォークとグルーオンの渦巻く核子の世界を覗ける観測となる。

現在、いろいろな実験・研究能力をもつ科学者グループが努力を傾注し、偏極ガンマによる測定を進めている。また、世界の研究者からの暖かい声援も得て、新しい実験として例えば、円偏極したガンマ線を作れるのは逆コンプトンガンマ線以外にはあり得ない特徴であるから、このことを利用したパリティの破れの実験なども検討されはじめている。

参考文献

- [ 1 ] M. Plank : Annalen der Physik **1** ( 1900 ) 719.
- [ 2 ] A. Einstein : Annalen der Physik **17** ( 1905 ) 144.
- [ 3 ] A.H. Compton : Phys. Rev. **22** ( 1923 ) 409.
- [ 4 ] V. O. Klein and Y. Nishina : Z. Phys. **52** ( 1929 ) 853.
- [ 5 ] 藤原 守、木梨 徹、堀田智明 : 日本放射光学会誌 **10** ( 1997 ) 23.
- [ 6 ] M. Fujiwara, T. Hotta, T. Kinashi, K. Takanashi, T. Nakano, Y. Ohashi, S. Daté, H. Ohkuma, and N. Kumagai : Acta Physica polonica B **29** ( 1998 ) 141.
- [ 7 ] 広瀬立成 : 日本物理学会誌 **54** ( 1999 ) 862.
- [ 8 ] H. Shimizu et al. : Nucl. Instruments and Method in Physics Research A 出版予定.
- [ 9 ] T. Nakano, H. Ejiri, M. Fujiwara, T. Hotta, K. Takanashi, H. Toki, S. Hasegawa, T. Iwata, K. Okamoto, T. Murakami, J. Tamii, K. Imai, K. Maeda, K. Maruyama, S. Daté, M.M. Obuti, Y. Ohashi, and H. Ohkuma : Nucl. Phys. A **629** ( 1998 ) 559c.
- [ 10 ] D.B. Gustavson, J.J. Murry, T.J. Phillips, R.F. Schwitters, C.K. Sinclair, J.R. Johanson, R. Prepost and D.E. Wiser : Nucl. Instr. and Meth. **165** ( 1979 ) 177.
- [ 11 ] D.P. Barber *et al.* : Nucl. Instr. and Meth. A **329** ( 1993 ) 79.
- [ 12 ] K. Nakajima *et al.* : Phys. Rev. Lett. **66** ( 1991 ) 1697.
- [ 13 ] 松村 徹 : 山形大学大学院修士論文 ( 2000 ).
- [ 14 ] C. Rangacharyulu, Z.Y. Kim, M. Fujiwara *et al.* : to be submitted.

藤原 守 *FUJIWARA Mamoru*

大阪大学 核物理研究センター

〒567-0047 茨木市美穂が丘10-1

TEL : 06-6879-8914 FAX : 06-6879-8899

日本原子力研究所 先端基礎研究センター

〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2-4

TEL : 029-282-5448 FAX : 029-282-5927



# SPring-8構造生物産業応用研究会について

財団法人高輝度光科学研究センター  
勝部 幸輝

## 1. はじめに

1990年の後半にはヒト・ゲノム計画が急速に進展し、その応用面でも遺伝子鑑定、遺伝子治療など大きな進展をみた。またヒト以外の生物種のゲノムについても解析が進み、クーロン羊やクーロン牛の誕生、遺伝子組替え農産物など、最近、遺伝子科学の華々しい成果が連日のように新聞紙上を賑わしている。このようにゲノム解析が進むにつれて構造遺伝子の機能解析の重要性が増し、構造ゲノム科学 (structural genomics) の進展が強く望まれるようになった。構造ゲノム科学は、「構造遺伝子が産生する蛋白質の構造と機能の関係を体系化する」ことを目的としている。この点においては構造生物学と同じであるが、構造ゲノム科学はゲノム科学に含まれていると考えられる。構造ゲノム研究の具体的な手順を図1に示す。この手順中の構造解析法には、X線法、NMR法、中性子線法および電子顕微鏡法などがあるが、構造解析結果の精度や方法論の発展度合いなどから、結晶を必要とするという欠点をもつものの、現在でもX線法が構造決定の主役を担っている。2000年6月20日現在、RCSB (Research Collaboratory Structural Bioinformatics) のPDB(Protein Data Bank) に登録されている12,547種の生体高分子の立体構造 (蛋白質: 11,129、蛋白質/核酸複合体: 550、核酸: 850、炭水化物: 18) のうち、その78%にあたる9,816種がX線法によって決定されたものである。今後もこの状態が続くものと思われる。

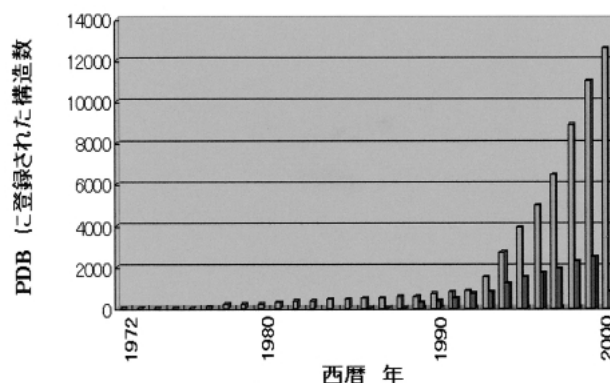


図2 PDBへの登録状況

黒影棒は各年度毎に新しく登録された数、  
他は累積数

## 2. 背景

図2はPDBに登録された構造数の変遷と各年毎に登録された構造数を示したものである。ここ10年間にその数は急激に増加している。これは、結晶の損傷を迎える凍結法の発達や高輝度放射光が利用できるようになったため、今までよりも少量でしかも微小な結晶でも十分に構造解析ができるようになったことによるものである。また遺伝子操作による蛋白質の発現技術、計算機技術、2次元X線検出器などの周辺技術の発展も大きく貢献している。さらに興味あることは、ここ5年間のPDBの利用者および新しい構造の登録者の主役は欧米の製薬企業の研究者であることである。また米国では、製薬化学企業12社が共同出資してIMCA (Industrial Macromolecular

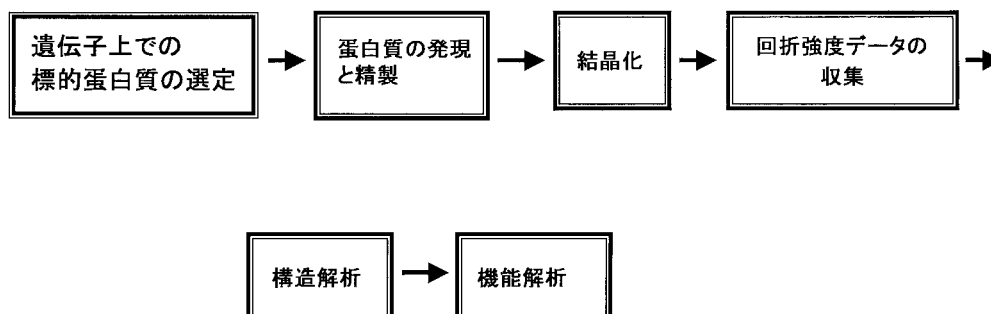


図1 構造ゲノム科学研究の実際的な手順

Crystallography Association) を組織して、APS (Advanced Photon Source) に自前のビームラインをもっている。これらのことは、蛋白質の立体構造の商業応用とくに原子レベルでの立体構造(原子構造)を基にした創薬(Structure-based Drug Design: SBDD)が、米国において確実に進展しつつあることを示している。SBDD成功のよい例がエイズ療法に用いるHIVプロテアーゼ阻害剤の開発にみられる。多くの製薬会社が競って抗エイズ剤の開発を目指したHIVプロテアーゼの変異体やプロテアーゼと阻害剤との複合体のX線構造解析を行い、その数は今までにPDBに登録され公開されたものだけでも100を超えている。それらのうち、少なくとも4種、Indinavir、Saquinavir、RitonavirおよびNelfinavirが実際の治療薬として今日用いられている。

### 3. 助走 発足

このような状況下で、わが国の蛋白質構造の応用面からの利用を目的とした蛋白質構造解析へのSPring-8の利用を啓蒙するため、1994年に(財)高輝度光科学研究センター(JASRI)の自主事業として、製薬企業を中心とした32社からなる「SPring-8蛋白質企業研究会」を発足した。この研究会では、1999年までの5年間、企業若手蛋白質構造研究者の育成、国内外の著名な蛋白質結晶学者による講演と勉強会、SPring-8のビームサイドで利用できるWindows3.1/95/98での構造解析ソフトウェアパッケージの開発などを行ってきた。講演会招聘講師は外国人延べ7人、日本人延べ18人であったが、外国人講師含めてそのほとんどが謝金なしの手弁当でお願いしたものである。これらの先生方にこの紙面をかりてお礼を申し上げます。図3にインターフェースの一例と、それを利用して得た電子密度図を示す。

SPring-8の蛋白質構造解析用ビームラインが順調に稼動しはじめ、また次第にその実績も挙がるにしたがって、参加企業から実際のSBDDを目的としたSPring-8利用による構造解析をやってみたいという意見がでてきた。一方JASRIサイドでも、企業がこのような目的にSPring-8を利用するときの詳細なビームラインの仕様を知りたいこと、また早期にこのような産業利用の具体的な成果を挙げたいという希望もあり、両者の意見が一致し、1999年の秋にSPring-8利用推進協議会、研究開発部会の下に「SPring-8構造生物産業応用研究会」が誕生した。こ

れはJASRI(代表者:植木利用促進部門長)と研究会(代表者:筆者)の間で共同研究を2年間行い、SPring-8利用による参加企業におけるSBDDを具体的に促進するものである。現在の参加企業のリストを表1(次項)に示す。

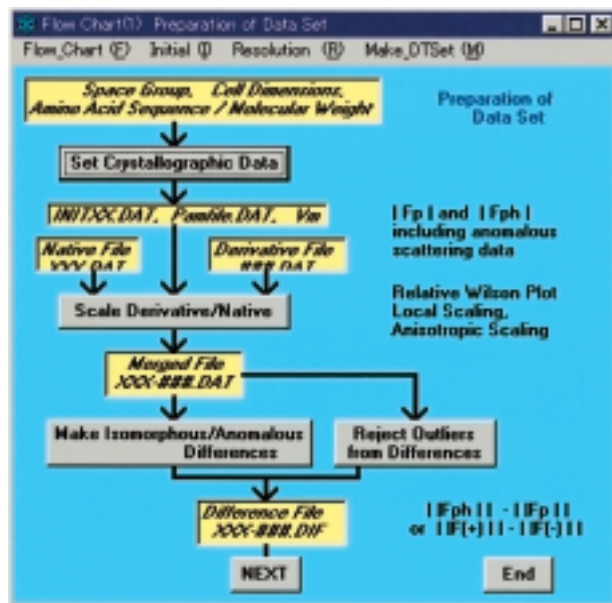


図3 (a) 研究会で開発した構造解析用プログラムインターフェースの一例

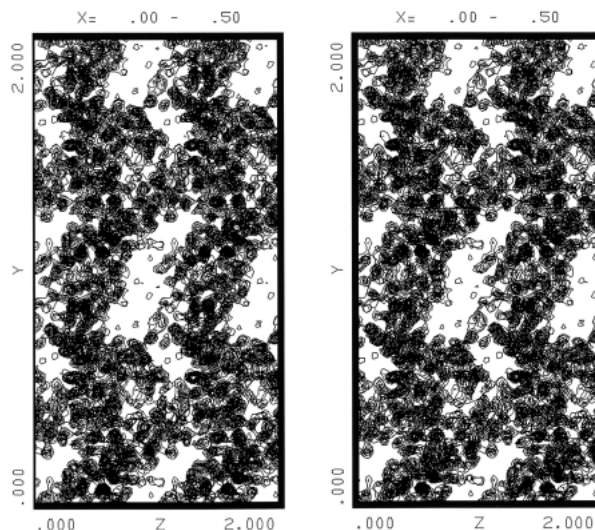


図3 (b) 図3 (a) を用いて計算した電子密度図 (蛋白質:細菌由来PLAZ)

### 4. 成果

それに先立ち、研究会の代表者が1999年B期に「広角汎用共用ビームラインのプロテオミクス応用研究」で課題申請を行い、1999年12月に12シフトのマシントイムの利用が許可され、研究会参加の数社

表1 参加企業リスト (順不同)

(財)大阪バイオサイエンス研究所	大正製薬(株)
(株)生物分子工学研究所	大日本製薬(株)
小野薬品工業(株)	藤沢薬品工業(株)
科研製薬(株)	持田製薬(株)
キッセイ薬品工業(株)	日本たばこ産業(株)
三共(株)	キリンビール(株)
塩野義製薬(株)	帝人(株)
田辺製薬(株)	住友化学工業(株)
中外製薬(株)	三菱化学(株)
日本ロシユ(株)	三菱スペース・ソフトウェア(株)
ファイザー製薬(株)	川崎重工業(株)
明治製菓(株)	理学電機(株)
ウェルファイド(株)	スプリングエイトサービス(株)

から提供された蛋白質試料を用いて、MAD法、構造精密化、分子置換法および微小結晶の利用の4つの異なるSPring-8利用法について構造生物学 ビームライン (BL40B2) で検討を行った。

MAD法は、セレンメチオニン化した蛋白質に適用した。用いる波長はXAFSの測定から1.0000 (remote 1)、0.9803 (edge)、0.9800 (peak) および0.9300 (remote 2) の4波長を選んだ。まずpeakの0.9800 の波長を用いて回折強度データを収集(結晶凍結法)して得られた ( $|F|$  ano) を用いたパターン合成および直接法からセレン原子の位置決定を試みた。方法の異なるこれら2つの方

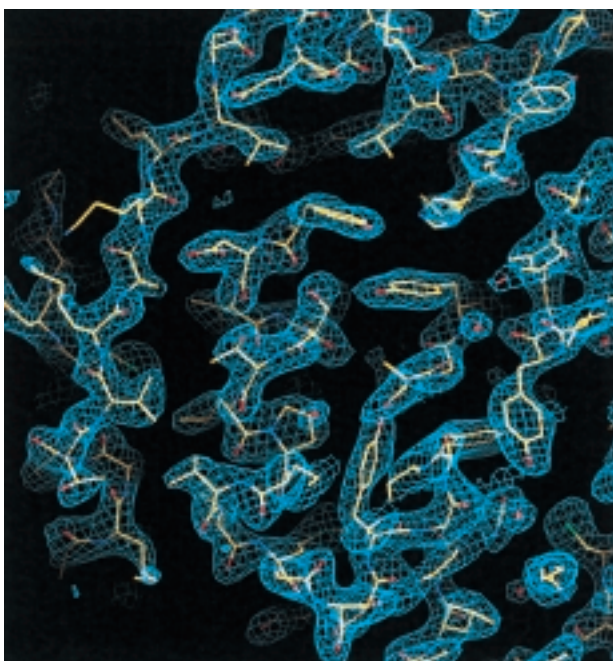


図4 RNAポリメラーゼ電子密度の一部

法で求めたセレン原子の位置(非対称単位内に9個)は、誤差の範囲でよく一致した。重原子位置が決定できたことを確認してから他の波長での強度測定を開始した。これらのデータセットから求めた位相を用いて得た電子密度は明瞭な分子境界を与え、MAD法の適用によって構造解析が可能であるデータが収集できたことを知った。これらの計算は前述の旧研究会で作成したソフトを用いてビームラインのサイトで行った。これは、これらのソフトがその場観的にデータの質を検証するのに有効なものであることを示している。データ収集の2ヶ月後に開かれた成果報告会において、この実験担当者から2.5 分解能での完全構造の解析結果が報告され、参加者らはSPring-8の威力をあらためてまざまざと見せ付けられた。

次にMR法の適用例を示す。これは‘日本たばこ産業(株)’の宮野氏(現理研播磨研究所)と吾郷氏がHCVウイルス由来NS5Bの新規結晶系の構造解析を、IquvをモデルとしたMR法で行ったもので、現在、2.5 分解能でR=26%である。その電子密度の一部を図4に示す。また高分解能データ取得による構造精密化実験は、プロスタグランジンD合成酵素構造の精密化で、大阪バイオサイエンス研究所の裏出氏と阪大・工の井上氏が行ったものである。現在、1.7 分解能でR=20%である。図5の電子密度図からもわかるように、芳香環の真ん中に穴がある極めて良好な電子密度図が得られている。

以上、1999 BのBL40B2で得られた成果の概略を述べたが、いずれも予想外の成果が得られ、2月に

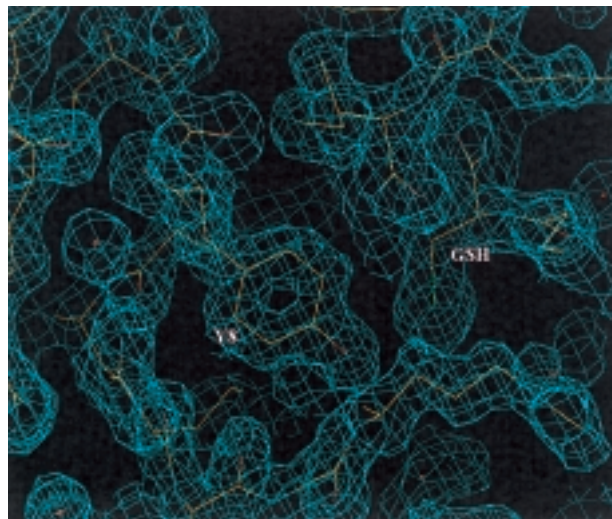


図5 プロスタグランジンD合成酵素電子密度図の一部

行った成果報告会では活発な質問・討論が長時間にわたって行われた。

## 5. 今後

今日では、SPring-8の出現によりわが国の蛋白質結晶学の様相が根本的に変化しつつあることが、今回の成果報告会で実感することができた。しかし、SPring-8利用以前の過程で解決しなければならないいくつかの問題がある。その1つが結晶化である。本研究会では蛋白質結晶化についても知恵を出し合って解決していくよう努力することにしている。2002年には国際宇宙ステーションに日本の実験棟「きぼう」が打ち上げられることになっている。微小重力場利用による蛋白質の結晶化も1つの方策かも知れないと筆者は思っている。従来、微小重力場による結晶化は、実験室レベルのX線発生機の利用を想定して、結晶を大きく成長させることに重点がおかれていた。このため、微小重力場利用による蛋白質の結晶成長に対していろいろと批判があった。しかしSPring-8のような超高輝度の放射光を利用する場合は、乱れの少ない微小結晶(50×50×50 $\mu\text{m}^3$ 程度)が最適である。このような微小結晶の作成には、原理的に宇宙環境が適しているものと思われる。もう1つの問題は、標的蛋白質のセレノメチオニン化の効率化である。この問題も本研究会における重要な研究課題として取り上げていくことにしている。

最近、日本製薬工業協会内において、APSのIMCAのように自前のビームラインをSPring-8に持とうとする意見がはじめ、真剣に委員会で検討されている。また、放射光の製薬企業の産業利用を調査するため、この秋に米国、英国、欧州に調査団を派遣することを決定している。ポストゲノムとしての構造ゲノム科学が国際協力の下で基礎および応用の両面から推進されようとしている今日、このような動きが製薬企業内にあることを、筆者は大変喜んでいる。

勝部 幸輝 KATSUBE Yukiteru

(財)高輝度光科学研究センター

〒679-5198 兵庫県佐用郡三日月町光都1-1-1

TEL : 0791-58-0960 FAX : 0791-58-0952

e-mail : katsube@spring8.or.jp

# SPring-8ワークショップ「放射光と表面・界面の研究」報告

姫路工業大学 理学部  
財団法人高輝度光科学研究センター  
馬越 健次

SPring-8ワークショップ「放射光と表面・界面の研究」は、SPring-8の中央管理棟講堂において6月2日(金)、高(財)輝度光科学研究センター(JASRI)およびSPring-8利用者懇談会の主催により開催された。このワークショップは、昨年の「SPring-8磁性研究ワークショップ」(利用者情報 Vol.5, No.1, p.42)に引き続き、SPring-8利用者懇談会のサブグループ横断的なワークショップである。当日はユーザービームタイムであったにも関わらず57名と多くの参加者があった。

タイトルからも分かるように表面・界面の分野は、基礎研究から応用研究まで広範囲であり、また、用いられる光も赤外からX線まで広範囲にわたる。世話人には、高橋敏男(東大物性研)、岩見基弘(岡山大理)、難波孝夫(神戸大理)、奥山雅則(阪大基礎工)、水木純一郎(原研関西研)の各氏と私があたった。時間的制約から全ての分野にたっぷり時間をかけるわけにも行かなかったが、現在建設中

のビームライン、できたてのビームラインの概要の紹介から、すでに出始めたビームラインの結果、未だ試みられてはいないが今後SPring-8で成果が期待される実験、さらには理論の発表まで活発な議論がなされた。

内容としては、各ビームラインないしはステーションの概要、放射光による励起を利用した新物質あるいは半導体材料の創製とその物性評価、表面・界面構造決定、赤外光を利用した分光、そしてそれらに対応した理論であった。個々の講演内容は紹介しないが、プログラムを最後に示す。

全体として、表面・界面研究におけるSPring-8にかける期待が大きいと感じさせるものがあった。ビームライン建設もかなり進行し、利用フェーズに移りつつあるSPring-8では、今後もサブグループを横断的に結ぶテーマ、すなわち「研究対象」をテーマとしたワークショップが活発に開かれることが期待される。

## - プログラム -

はじめに	馬越 健次(姫工大理、JASRI)
電子励起による新機能半導体のマテリアルデザイン	吉田 博(阪大産研)
電子励起によるシリコン表面新物質相の創製と改変	谷村 克己(名大理)
SPring-8 BL27SU CVDステーションの概要とSiの 軟X線窒化	金島 岳(阪大基礎工)
Figure-8アンジュレータを用いたPTFEの軟X線照射効果	毎田 修(阪大基礎工)
シリコン酸化膜の原子構造	志村 考功(阪大工)
有機シラン超薄膜の表面凝集構造	高原 淳(九大有機基礎研)
	梶山 千里(九大工)
電気化学における固液界面構造	高橋 正光(原研)
SPring-8 BL43 IR表面科学ステーションの概要	桜井 誠(神戸大理)
複合測定装置HREELS-STMと赤外分光	須藤 彰三(東北大理)
埋め込み金属層基板を用いた赤外反射吸収分光と 水素吸着Si表面の詳細構造	宇理須恒雄(分子研)

原子吸着金属表面の時間分解二光子光電子スペクトル

坂上 護 (阪大工)

笠井 秀明 (阪大工)

興地 斐男 (和歌山高専)

有賀 哲也 (京大工)

魚住 孝幸 (阪府大工)

下村 勝、虻川 匡司、

高桑 雄二、河野 省三

(東北大科計研)

田尻 寛男、

高橋 敏男 (東大物性研)

垣谷 公德、吉森 昭夫

(岡山理大)

水木 純一郎 (原研)

金属表面における電荷密度波相転移

表面、バルク効果を考慮した共鳴逆光電子分光の理論

表面内殻シフト分解光電子回折による表面構造解析

S(111) 表面における(Ag,Au) 超構造の構造

S(111) 3×3Ag表面での構造相転移

おわりに

馬越 健次 MAKOSHI Kenji

姫路工業大学 理学部

〒678-1297 兵庫県赤穂郡上郡町光都3-2-1

TEL : 0791-58-0151 FAX : 0791-58-0570

e-mail : makoshi@sci.himeji-tech.ac.jp

## 第6回ESRF - APS - SPring-8 3極ワークショップ開催報告

(執筆順)

日本原子力研究所 放射光科学研究センター  
下村 理  
財団法人高輝度光科学研究センター  
放射光研究所 宮原 義一  
八木 直人、大熊 春夫

理化学研究所 播磨研究所  
石川 哲也、原 徹  
財団法人高輝度光科学研究センター  
放射光研究所 多田 順一郎  
鈴木 昌世

## 1. はじめに(下村 理)

標記ワークショップが4月9日から12日にかけてSPring-8で開催された。参加者は今年末で所長を退任するESRFのPetroff所長やアメリカでの中性子計画の中心人物にもなって多忙なAPSのMoncton所長も含めて、ESRFから11名、APSから13名、SPring-8からは30名以上、総勢60名以上の賑やかなワークショップとなった(表1参照)。このワークショップは3施設間での協力研究、共同研究を目的に1994年にESRFで開かれたのが第1回で、それ以降ほぼ毎年場所を持ち回りで開いてきている。今回のプログラムを表2に示す。ワークショップは9日の午後の施設見学から始まった。前回SPring-8で開いたときにはまだ、施設はできていなかったもので、このワークショップとしては最初の見学である。2日目は施設のOverviewとScientific Highlightsについて各施設からの報告があった。3日目は二つのセッションに分かれ、session 1ではマシン、Insertion Device(ID)、Radiation Safetyまた、session 2では Beamlines、Experimental Initiativesについて講演と討論が行わ

れた。

今回は既に各施設が順調に利用のモードに入っていることもあって、マシンではより安定な運転を目指す方向が議論されるとともに、Scientific HighlightsやExperiment Initiativesでの議論が、新たに設けられた放射線物理についてのセッションも含めて活発に行われた。また、測定モードの自動化についての提案があったことも新しいフェーズに入ったことを感じさせた。さらに、将来計画についての報告も行われたが、各施設の状況に応じてやや方向の異なる展開がみられた。各セッションの内容については座長からの報告を参照されたい。

会議の最後にこのワークショップの今後についての議論が行われ、最初とフェーズは異なっていることはあるものの、今までに果たしてきた役割は大きく、さらに継続していきたいと声が大きく、次回はESRFで2001年秋頃に行うことで意見が一致した。さらに、今後研究協力していく課題として表3に示すものが取り上げられ、その一部については4日目(12日)に早速議論が行われた。

表1 主な参加者のリスト(順不同)

## ESRF (11)

Y. Petroff, C. Kunz, F. Comin, M. Wulff, P. Marion, A. Freund,  
J.M. Filhol, A. Ropert, J. Chavanne, J.C. Biasci, P. Berkvens

## APS (13)

D. Moncton, J.Galayda, T. Rauchas, G.Decker, K. Kim,  
D. Horan, G. Srajer, E. Gluskin, S. Sinha, D. Mills  
W. Lee, P. K. Job, G. Shenoy,

## SPring-8 (30+)

H. Kamitsubo, S. Kikuta, N. Kumagai, T. Ueki, O. Shimomura, M. Hara, Y. Miyahara, H. Kitamura, T. Ishikawa, J. Tada, A. Ando, H. Ohkuma, Masayo Suzuki, Y. Asano, Y. Suzuki, N. Yagi, Y. Sakurai, M. Ishii, H. Aoyagi, T. Tanaka, S. Takahashi, Y. Tanaka, Y. Saito, Motohiro Suzuki, T. Hara, H. Ohno, F. Sakauchi, Y. Inoue, M. Iizumi, K. Joko, M. Yanokura,

表2 プログラム

Monday, April 10

Opening Address

SPring-8 H. Kamitsubo

Overview I, II ( 9 : 00 ~ 12 : 30 )( Chair : H. Kamitsubo, Y. Petroff, D. Moncton )

ESRF : Y. Petroff ( 30 ) , J. M. Filhol ( 30 )

APS : D. Moncton ( 20 ) , J. Galayda ( 20 ) , T. Rauchas ( 20 )

SPring-8 : H. Kamitsubo ( 60 )

Highlights I, II ( 14 : 00 ~ 17 : 30 )( Chair : N. Yagi, C. Kunz, G. Shenoy )

ESRF : C. Kunz ( 30 ) , F. Comin ( 30 )

APS : G. Shenoy ( 30 ) , S. Sinha ( 30 )

SPring-8 : S. Kikuta ( 30 ) , T. Ueki ( 30 )

Tuesday, April 11

Machine I, II ( 9 : 00 ~ 12 : 30 )( Chair : H. Ohkuma, J.M. Filhol, K. Kim )

ESRF : Planned machine development : J.M. Filhol ( 30 )

Machine parameter measurements using 1000 turn BPM : A. Ropert ( 20 )

Planned testing of the ultimate performances of SR crotch absorbers ]

: J.C.BiaJ ( 15 )

APS : Status and plans for APS beam stabilization : G. Decker ( 30 )

RF systems : D. Horan ( 20 )

Fourth Generation Source a la SASE, Characteristics and Progress

: K. Kim ( 25 )

SPring-8 : Current status of SPring-8 machine : N. Kumagai ( 30 )

Current status of New SUBARU : A. Ando ( 20 )

Beamlines I, II ( 9 : 00 ~ 12 : 30 )( Chair : T. Ishikawa, A. Freund, D. Mills )

ESRF : Performances on the new high power front-end : J.C. Biasci ( 20 )

High heat-load optics : A. Freund ( 30 )

APS : Optics modeling : W. Lee ( 20 )

SPring-8 : Beamlines and optics : T. Ishikawa ( 30 )

Front end for 25m ID : S. Takahashi ( 20 )

Beam monitor : H. Aoyagi ( 20 )

Insertion Devices ( 14 : 00 ~ 15 : 30 )( Chair : T. Hara )

ESRF : Recent development on insertion devices : J. Chavanne ( 20 )

APS : Developments of undulator lines for the 4th generation SR sources

: E. Gluskin ( 20 )

SPring-8 : Recent development on insertion devices : H. Kitamura ( 20 )

Construction of 25m ID : T. Tanaka ( 20 )



Radiation safety ( 16 : 00 ~ 17 : 30 ) ( Chair : J. Tada )

ESRF : Safety issues : P. Berkvens ( 30 )

APS : Radiation physics : P.K. Job ( 30 )

SPring-8 : Radiation physics : Y. Asano ( 30 )

Experimental initiatives I, II ( 14 : 00 ~ 17 : 30 ) ( Chair : Masayo Suzuki, M. Wulff, S. Sinha )

ESRF : Time-resolved experiments, streak camera : M. Wulff ( 30 )

APS : Optics - Looking Ahead to the Next Generation : D. Mills ( 30 )

Plans for the high magnetic field facility at the APS beamline

: G. Srajer ( 20 )

SPring-8 : Laser synchronization system : Y. Tanaka ( 20 )

X-ray modulation spectroscopy : Motohiro Suzuki ( 20 )

Site-selective XAFS : M. Ishii ( 20 )

Imaging at SPring-8 : Y. Suzuki ( 20 )

Performance of soft x-ray beamlines : Y. Saito ( 20 )

表3 今後の研究協力課題と担当者

	ESRF	APS	SPring-8
( 1 ) High Heat Load : Crotch	Biasci		Gluskin Ohkuma
( 2 ) High Heat Load : Front End and Optics	Freund	Mills	Ishikawa Kitamura
( 3 ) Orbit Stabilization	Farvacque	Deker	H. Tanaka S. Sasaki
( 4 ) Beamline Automization	Comin	Lee	Ueki
( 5 ) Detectors	Graafsma	Ross	Ma. Suzuki
( 6 ) Neutron Dosimetry	Berkvens	Job	Asano

## 2. Overview ( 宮原 義一 )

各施設の全体報告については、ESRF、APS、SPring-8の順で行われた。SPring-8からの報告については省略するとして、ESRFとAPSからはそれぞれ以下のような紹介があった。

ESRFの蓄積リングのビーム寿命は2/3 fill mode、200mAで65時間である。エミッタンスは水平、垂直方向でそれぞれ3.8nmrad、10pmrad ( 結合度、0.25% ) まで下がった。これにより輝度は平面型アンジュレータID23 ( L = 5m、g = 11mm ) で10keVまで $4 \times 10^{21}$  ( 通常単位 )、真空封止型アンジュレータID11 ( L = 1.6m、g = 6mm ) で60keVまで $10^{19}$  ( 通常単位 ) になった。永久磁石と電磁石を結合した楕円偏向ウィグラー ( 偏光切り替え10Hz ) が設

置された。バンチモード別では単バンチ ( 15mA )、16バンチ ( 90mA )、2/3 fill ( 200mA ) がそれぞれ5、16、67%の割合で運転された。

ビーム軌道の安定化では水平、垂直方向でともに0.01 ~ 200Hzの帯域で1 $\mu$ mの安定度が得られた。垂直方向では16個のビーム位置モニターと補正磁石を用いてリング全体の軌道安定化を行っている。垂直方向では2台のIDについてだけ2個の位置モニターと4個の補正磁石を用いて局所的に補正している。いずれも4.4 kHz の高速負帰還をかけている。ユーザ用の運転では95%の稼働率であった。ビーム落ちは平均で32時間に一回の割合であった。主な原因は高周波関係で、そのほか冷却水系、制御系等の誤作動がある。以前から問題であった高圧電源の変動 ( 年に300

~400回)に対しては60~70回ディーゼル発電機が作動して改善されている。冷却水には銅の微粒子が混入するという問題がおきている。また4極磁石や真空ゲージの接続ケーブルは放射線による劣化が進んだため交換している。今年度はユーザー用とマシン研究用の運転にそれぞれ5600、1400時間、維持用に1800時間が予定されている。マシンは7~8週連続運転し、毎週1日のマシン実験がある。短パルスレーザ(85femtosec)やパルス磁場とX線を組み合わせた実験が進行している。産業界の利用も昨年度から急速に増加し、今年度は400シフトが予定されている。

APSのビームラインは稼働中、立ち上げ中、建設中がそれぞれ29、5、4本である。昨年度ユーザー用の時間は5054時間で稼働率は94%、利用者数は1222名であった。今年度のマシン運転の時間配分はESRFとほぼ同じである。2週連続運転し、中日にマシン実験がある。蓄積リングでは建設当初から陽電子ビームを用いてきたが、電子ビームに切り替えた。ビーム落ちは1日平均で0.89回である。エミッタンスは現在8nmradで、近く3.5nmradに下げるラティスを検討している。ビーム電流100mA、バンチ数28、結合度1%でビーム寿命は20時間である。ビーム軌道安定度は0.4~30Hzの帯域で水平、垂直方向でそれぞれ1.8 $\mu$ m、1.3 $\mu$ mである。160個の電子ビーム位置モニターと38個の補正磁石を用いて1.6kHzでリング全体の負帰還軌道補正をかけている。ビーム電流とともに電子ビーム位置モニターの位置がずれるという問題がある。X線ビーム位置モニターを用いた軌道補正の実験に成功した。このモニターの感度をあげるために、上流下流の偏向磁石からの放射光が混入しないようにアンジュレータの前後でビーム軌道を少し変えることを検討している。

Top-up運転(連続入射)の実験として2分毎の入射を24時間継続し、ビーム電流が100mA  $\pm$  0.15 mAに保持された。入射ビームの軌道振幅は水平方向で $\pm$ 2.5mmであったが、入射用パルス磁石のタイミングや波形の調整、補正磁石のプログラミングにより $\pm$ 0.8mmに抑制された。放射線レベルは通常入射とほとんど変わらないが、真空チェンバの口径5mmのアンジュレータのところが少し高く3mR/hrであった。この時アンジュレータが動作中であったかどうか不明。ビームラインのシャッターはこの場合だけでなく通常運転でもビーム入射時開けられている。

入射用ライナックを用いて自己増殖型自由電子レ

ーザ(SASE)の実験に成功した。電子ビームのエネルギー217MeV、レーザ波長530nmである。近い将来ライナックを増強してビームエネルギー700MeV、波長51nmのSASEを計画している。

### 3. Highlights (八木 直人)

Scientific Highlightsのセッションでは、ESRF、APS、SPRING-8の各施設から最近の利用研究のトピックスについて報告があった。発表者は、ESRFがC. KunzとF. Comin、APSがG. ShenoyとS. Sinha、SPRING-8が菊田と植木であった。SPRING-8はさておいて、ESRFとAPSから紹介のあった利用研究は次のようなものだった。

#### ESRF

蜘蛛の糸の形成過程における構造変化を追いかけたmicrodiffraction実験  
 剪断力下での脂質の格子形成の回折実験  
 X線スペckル実験  
 液体リチウムのコンプトン散乱実験  
 ソーラスリットを使った液体の鉄の回折実験  
 共鳴散乱の偏光解析による酸化バナジウムの軌道縮退の研究  
 タンパク質結晶構造解析ビームラインの利用の増大と自動測定法の開発  
 心臓冠動脈造影の臨床研究とdiffraction-enhanced imaging  
 化学触媒の表面構造の研究  
 フレネル回折像から位相画像を計算で求める方法

#### APS

CVD環境下におけるGaN(0001)の表面構造  
 半導体集積回路のイメージング  
 核共鳴散乱を用いた153GPa高压下での鉄のフォノンの研究  
 高エネルギー非弾性散乱によるベリリウムの価電子の形状因子測定  
 X線を用いたアストロラーベ(天体観測儀)の鑑定  
 タンパク質結晶構造解析ビームラインの利用の増大と高分解能構造解析  
 狭い領域に閉じ込められた液体のX線散乱実験

両施設に共通することは、産業に役立つ放射光の利用法の研究が熱心に進められていることで、特にAPSでは顕著であった。施設を代表しての利用研究の紹介だということを示し引いても、放射光の利用

法に変化の兆しを感じられた。一般の回折・散乱実験に加えて蛍光X線分析やマイクロトモグラフィーなどが代表的な手法として挙げられていたが、現状ではまだ各論がほとんどで、一般に広く産業利用に用いられるかどうかは今後の問題である。

新しさという意味では、APSのSinhaが自身の研究として紹介した数ナノメートルのギャップに挟んだ液体のX線散乱実験は、技術的な難しさからデータの質からも世界のトップを行くものだった。このような先端的な実験技術の開発と平行して、ESRFのタンパク結晶構造解析のようにビームラインの使い易さを追求する流れもあり、放射光の利用の拡大と大衆化の方向への変化も感じられた。第三代放射光の「本格的な利用フェーズ」とは、このような流れを指すのであろう。

#### 4. Machine (大熊 春夫)

MachineのセッションではESRFから3件、APSから3件、SPring-8から2件の発表があった。

最初に、ESRFの加速器の責任者であるJ.M. Filholから“Planned machine development”と題した講演があった。ビーム室の縦方向の高さ8mm(チェンバ外形の高さ10mm)の挿入光源部真空チェンバに関する計画が述べられ、分布型NEGを有したAnte-chamber、あるいはLHCのためにCERNで開発されたビーム室内面にNEGの成分であるTi、Zr、Vをスパッタリングで蒸着したチェンバを考えているとの話があり、LHCタイプのものが有望で、年内に8mmチェンバのテストをしたいとの報告があった。また、200mA運転時に挿入光源のGapを11mmにする計画、更に蓄積電流200mAから300mAへの増強計画があり、高耐熱アブソーバの開発が重要であることが述べられた。また、ビームの安定性を増すために、全ての架台に水平方向の振動を抑制する機構を取り付け、8Hz付近の架台の主固有振動が低減出来たという話も紹介された。

A. Ropertからは、“Machine parameter measurements using turn by turn BPM system”と題した講演があり、既存のBPMシステムにturn by turnで分解能 $1\mu\text{m}$  (rms) を目指した軌道測定が出来るシステムを付加し、それをういたMachine parameterの測定が述べられた。振幅依存性チューンシフトについて、理論からの予想値と測定データから求めた値との比較、turn by turn BPMで求めたベータ関数の測定値と異なった方法による測定値

との比較、運動量依存性チューンシフトの理論値との比較等が紹介された。SPring-8でも同様のシステムがあり、同様の測定がされているが、分解能は現状ではESRFの方が勝っているようである。

ESRFの3人目はJ.C. Biasciで、“Planned testing of the ultimate performances of crotch absorbers”と題した講演であった。まず、現状の蓄積リングのクロッチアブソーバ、基幹チャンネルアブソーバ、スリット等についての解析結果が述べられ、ほとんどのものは蓄積電流の増強に対してまだ余裕があるが、いくつかのものについては再設計する必要があることが示された。再設計の前に現状のアブソーバの限界を調べるために、基幹チャンネルにアブソーバを設置して挿入光源からの放射光を照射し、温度上昇や応力の測定を行うテスト計画が述べられた。

APSの1人目は、G. Deckerによる“Status and plans for APS beam stabilization”と題した講演で、現状のビーム位置安定性はビームフィードバックを行うことにより、 $0.016 \sim 30\text{Hz}$ の周波数範囲で垂直方向で $1.8\mu\text{m}$  (rms)、水平方向で $2.0\mu\text{m}$  (rms) が実現されていることが報告された。また、リングの軌道周長もRF周波数を変化させる事により補正しているとのことであった。

D. HoranからはAPSのLinac、陽電子貯蔵リング、ブースターリング、蓄積リングについての“RF systems”の講演があった。まず、現状のRFシステムについてはかなり詳細な紹介があった。また、APSは現状では蓄積電流100mAで運転しているが、将来の150mAの運転に対応するために、RFパワーの増強を計画していることが述べられた。RFシステムの主トラブル原因が述べられた後に、各加速器のRFシステムの問題点とその改良についての話があり、将来計画としてテストスタンドの完成、パラレルクライストロンによる運転、FEL計画のためのLinacのRFシステムの性能向上等が挙げられていた。

K. Kimは“Fourth generation source a la SASE, characteristics and progress”と題して、FEL第4世代光源について、かなり基礎的なところから話を始めた。波長1オングストロームのSASEのためにはエネルギー10GeV以上、エミッタンス10pmrad、ピーク電流3000Aの電子ビームが必要であること、それを実現するためにRFフォトカソード電子銃、パルス圧縮器等を用いたLinac-Based SASEについての話があり、第4世代放射光施設のイメージ、またLCLS計画が語られた。最後に長波長領域での

SASEの検証実験が進められているDESYのTTF、米国内のVISAとAPSのLEUTLについての話があり、SASEは現実のものに成りつつあるという言葉で締めくくられた。

SPring-8からの初めの講演は、N. Kumagaiからの“Current status of SPring-8 machine”と題したSPring-8蓄積リングの基本的な性能についての話であった。運転時間、ユーザーモードでのバンチフィリング、ビーム寿命、基本パラメーター、ビームの安定性等についての話があった。また、リングのオプティクスを昨年の秋にHybridからHHLVと呼ばれるものに変更し、運動量アクセプタンスが約3%となったことも述べられた。

続いて、ニュースバルのA. Andoから“Current status of New SUBARU”と題した講演があり、New SUBARUのコミッショニング経過と現状について、真空度とビーム寿命の改善、ベータ関数、COD、運動量依存性チューンシフト、モーメントムコンパクションファクターなどの基本パラメーターの測定についての話があった。

全般的に3施設とも既存の蓄積リングの安定化、ビームの高性能化に関する話が多く、今まで蓄積してきた技術をより詳細に検討して、少しでも放射光源としての性能向上を目指そうという姿勢が感じられた。セッション以外の所での話題も、それらについての他の施設の情報を持って帰ろうという話が多かった。

## 5. Beamlines (石川 哲也)

本セッションは3施設のOptics責任者である、Aneas Freund、Dennis Mills、石川哲也がチェアし、ESRFからJ.C.Biasci、A. Freund、APSからW. Lee、SPring-8からT. Ishikawa、S. Takahashi、H. Aoyagiの報告が行われた。

ESRFは、現状の200mA運転を300mAに上げる計画が進行中であり、また真空封止型アンジュレータも導入されたことにより、フロントエンドの耐熱性の強化が必要になっている。J.C.Biasciの報告は、このために開発中の新型フロントエンドに関するものであり、290W/mrad<sup>2</sup>の放射パワーに対応するためのものである。ちなみに現状でのESRFフロントエンドは140W/mrad<sup>2</sup>の最大パワーに対応しており、SPring-8標準アンジュレータビームラインの1/3である。

A.K.Freundは、ESRFのX-ray Opticsの最近の進

展を、High Heat Load Optics、Mirrorの精度向上、マルチレイヤーに関して紹介した。High Heat Load Opticsでは、三施設が協力して進めた有限要素法による歪場を使って高木方程式を解く数値シミュレーションを、実際の実験結果と比較し熱歪のある結晶でのロッキングカーブプロファイルがシミュレーションで再現できたことが報告された。また、イオンビームフィギャリングを使って高精度ミラーを作成した例が報告され、ミラー光学系はX線のコヒーレンスを壊すという、今までの常識が常識で無くなりつつあることを実感させた。また、FELでのX線光学系についても議論された。

W-K. Leeは、APSで開発された直接室素冷却結晶の現状を報告するとともに、高木方程式の数値シミュレーションの現状報告を行い、この件に関して3研究所が一層の協力を進めることを提案した。

T. Ishikawaは、SPring-8分光器の現状を報告するとともに、新しく建設された1000mビームライン及び建設中の30mアンジュレータビームラインの詳細を報告し、これらがインターナショナルにオープンなビームラインとして用いられることを紹介した。S. Takahashiは、SPring-8の30mアンジュレータビームラインでのフロントエンドに関する報告を行い、世界最高熱負荷への対処方法を示した。また、H. Aoyagiは、SPring-8でのX線ビームモニターの開発状況を紹介した。

## 6. Insertion Devices (IDs) (原 徹)

ESRFにおける最近のID開発状況についてJ.Chavanneから紹介があった。現在11台のウィグラーセグメントと、51台のアンジュレータセグメントが設置されており、特徴的なIDとして、準周期アンジュレータや、電磁石と永久磁石を組み合わせたヘリカルアンジュレータがある。このヘリカルアンジュレータは、1Hzでの偏光方向の切り替えをユーザー実験で実現している。開発中のIDとして、2000年6月から製作を開始する4台の真空封止アンジュレータ(ギャップは0~30mmまで可変で、架台高さを±5mmの範囲で調節可能)、APPLE-タイプのヘリカルアンジュレータや3Tウィグラーの説明がなされた。またハイブリッドデバイス固有の、環境磁場によるエラーについての発表もあった。

APSからはE.GluskinがDevelopments of undulator lines for the 4th generation SR sourcesについて話した。SASEを実現させるために要求される、ID磁

場の精度について発表がなされた。SASEの例としてAPSとLCLSを挙げ、条件がより厳しくなるLCLSについて具体的な概算値が報告された。例えばID磁場のエラーが $6 \times 10^{-4}$ だと出力が20%落ちてしまい、また許容値の $1.3 \times 10^{-4}$ 以下にエラーを抑え込むには、数十mのアンジュレータにおける温度差を0.1程度に安定させ、ギャップ精度を $1.2 \mu\text{m}$ 以下にすることが必要となる。さらに高精度の磁場測定も不可欠である。

SPring-8のID開発の現状がH.KitamuraからCurrent Status of Insertion Devices at SPring-8という題で報告された。これまでに、真空封止15台と真空外5台の計20台のIDがリングに設置済みで、中にはリポルバー型IDなどの新しいタイプの挿入光源も含まれる。また、2000年夏に設置される25mIDの建設状況や、形状変換部などのコンポーネントの改良、真空封止ミニポールアンジュレータの開発状況なども報告された。

また、SPring-8最初の長直線部用IDの建設について、T.TanakaがConstruction of 25-m Insertion Deviceと題して講演し、真空封止型を長尺IDに採用する利点や、磁場測定の方法、磁石の入れ替えと回転による磁場調整方法とその結果などが報告された。

## 7. Radiation Safety (多田 順一郎)

このセッションでは、ESRF、APS、SPring-8それぞれから一題ずつの発表があった。登録された演題名(Safety Issues、Radiation PhysicsおよびRadiation Physics)からは、どんな話が飛び出すか全く予測不可能で、座長にとってスリリングなセッションであった。

ESRFのP. Berkvenは、“Safety Issues”と題した発表で、bubble detectorを用いた積分型検出器で蓄積リングからの漏洩中性子線をサーベイした結果( $< 2 \mu\text{Sv}/4\text{hr}$ )に基づく判断と、光学ハッチに鉛遮蔽を追加(6mm~8mm ただし、IDビームラインの光学ハッチでは2cm)することにより、実験ホールをfree accessにすることが報告された。なお、フランスの法令が規定する公衆の被曝の年度度は、EC directiveに依りて、本年5月に5mSvから1mSvに引き下げられる。追加する遮蔽の厚さを決めるために実施した、TLD (with phantom)・電離箱およびAPSの鉛ガラスシンチレータを用いた制動放射の線量とスペクトル分布の測定について報告があった。

APSのP.K. Jobは、“Radiation Physics programs

at the APS”と題した発表で、鉛ガラス・シンチレータとTLD (with phantom)を用いた制動放射の測定について報告し、ガス制動放射のパワーに対して、 $\sim 10^{-8} \text{ W}/\text{mA} \cdot \text{ntorr}$ という実験式を示した。また、APSの1996年6月から1999年5月までの運転期間に、IDの表面の線量が $\sim 10^7 \text{ rad}$  ( $10^5 \text{ Gy}$ )であったことから、IDの永久磁石の放射線損傷について、大強度線源を用いて実験を行い、放射線照射による磁力の減衰は $\sim 0.998/500 \text{ Mrad}$ 程度であるという結果を得たことが報告された。

SPring-8のY. Asanoは、“Measurement of Gas Bremsstrahlung at the SPring-8 Insertion Device Beamline using PWO Scintillator”と題した発表で、タングステン酸鉛シンチレータの性能評価と、IDがhigh- の場所にあるかlow- の場所にあるかの違いが発生するガス制動放射に及ぼす影響、およびガス制動放射による線量についての報告があった。タングステン酸鉛シンチレータが超高エネルギー光子成分を含むガス制動放射のスペクトル測定に適した特性を有し、実測の結果と計算機シミュレーションによる評価ともよく一致していることが示された。通常のID直線部からのガス制動放射の強度に対して $\sim 26 \text{ nW}/10^{-8} \text{ Pa}/\text{mA}$ という評価が示された。また、測定に基づくガス制動放射による実効線量率が、高 のIDでは $\sim 16 \text{ nSv}/\text{s}/10^{-8} \text{ Pa}/\text{mA}$ 、低 のIDでは $\sim 9 \text{ nSv}/\text{s}/10^{-8} \text{ Pa}/\text{mA}$ と評価されることが報告された。

## 8. Experimental Initiatives (鈴木 昌世)

M. Wulff (ESRF)は、「ESRFに於けるピコ秒計画の現状と展望」というテーマで講演した。Laser&X-ray pump-probe実験、Julich chopper、optical micro-focusing spectrometer、jitter free streak camera等の手法・装置の説明に加えて、MbCO結晶中で解離・再結合するCOの挙動、MbCO  $F_{\text{light}}-F_{\text{dark}}$ 差異、GaAsの瞬間加熱及び遷移過程、溶液中のヨードの光化学反応など、フェムト秒領域に於ける実験事例が報告された。D. Mills (APS)は「APSに於けるX線光学-現状と次世代」と題して講演を行った。光学系の高熱負荷問に関連してdirect cryo-cooled thick silicon monochromatorを、また高エネルギーX線に関連してbent Laue crystal monochromatorを紹介した。また、electroplating、sputtering等の手法との比較に於いて、focused ion beam (FIB)を用いて製作された

X-ray zone plateが議論された。さらに、次世代の放射光源としてFELの諸特性を想定した上で、その輝度・パルス幅を保存しつつ、集光、分岐、遅延を実現するX線素子が検討され、非線形X線光学、2光子吸収過程等も考察された。G. Srajer (APS) は「APSに於ける高磁場研究施設 (NHMFL) の計画」と題する講演を行った。同計画は、低温・高磁場に於ける物性をAPSの高輝度・高単色なX線を用いて研究しようと志向するもので、CMR oxides、high  $T_c$  superconductor、exchange spring magnets、quasi-1D metallic conductors、Co/Ir-Co/Rh trilayers、magnetic transition in rare earth materialsなど豊富な研究対象が提示された。現在、高磁場発生用電磁石の概念設計が進行中であり、計画が順調に進展した場合、明年1月以降に、本格的な設計に移行すると述べた。

Y. Tanaka (SPring-8) は「SPring-8に於けるレーザー同期システム」と題する講演を行い、BL29XUに設置されたRF master oscillatorと同期して稼働するmode-locked Ti : sapphireレーザーシステムを紹介した。Motohiro Suzuki (SPring-8) は「硬X線領域に於ける変調スペクトルスコピー」と題して、helicity 変調を利用したX-ray magnetic circular dichroism (XMCD)、エネルギー変調を利用した高分解能XAFSを紹介した。M. Ishii (SPring-8) は「サイト選択的XAFS」と題する講演を行い、X線を用いて特定不純物準位にある電子を選択的に電離し、誘導される電気容量の変動を測定してXAFSスペクトルを得るといった新しい手法を紹介した。Y. Suzuki (SPring-8) は、「SPring-8に於けるX線マイクロイメージング」と題して、Fresnel zone plateを用いたX-ray micro-beam/scanning microscopy及びimaging microscopy、refractive lensを用いたimaging microscopy、並びにmicro-tomographyに関する最近の成果を報告した。Y. Saito (SPring-8) は「軟X線ビームラインの性能」と題して、energy resolution、photon flux、circular polarization、higher-order light contribution等の観点からBL23、25、27SUの各ビームラインを紹介すると共に、Ce compoundsに関するhigh-resolution bulk sensitive photoemissionの先端的成果を示した。

下村 理 SHIMOMURA Osamu

日本原子力研究所 関西研究所 放射光科学研究センター  
〒679-5148 兵庫県佐用郡三日月町光都1-1-1  
TEL : 0791-58-2635 FAX : 0791-58-2740  
e-mail : simomura@spring8.or.jp

宮原 義一 MIYAHARA Yoshikazu

(財)高輝度光科学研究センター 放射光研究所  
〒679-5198 兵庫県佐用郡三日月町光都1-1-1  
TEL : 0791-58-0872 FAX : 0791-58-0850  
e-mail : miyahara@spring8.or.jp

八木 直人 YAGI Naoto

(財)高輝度光科学研究センター 放射光研究所 実験部門  
〒679-5198 兵庫県佐用郡三日月町光都1-1-1  
TEL : 0791-58-0831 FAX : 0791-58-0830  
e-mail : yagi@spring8.or.jp

大熊 春夫 OHKUMA Haruo

(財)高輝度光科学研究センター 放射光研究所 加速器部門  
〒679-5198 兵庫県佐用郡三日月町光都1-1-1  
TEL : 0791-58-0851 FAX : 0791-58-0850  
e-mail : ohkuma@spring8.or.jp

石川 哲也 ISHIKAWA Tetsuya

理化学研究所 播磨研究所 X線干渉光学研究室  
〒679-5148 兵庫県佐用郡三日月町光都1-1-1  
TEL : 0791-58-2805 FAX : 0791-58-2807  
e-mail : ishikawa@spring8.or.jp

原 徹 HARA Toru

理化学研究所 播磨研究所 X線超放射物理学研究室  
〒679-5148 兵庫県佐用郡三日月町光都1-1-1  
TEL : 0791-58-2809 FAX : 0791-58-2807  
e-mail : toru@spring8.or.jp

多田 順一郎 TADA Junichiro

(財)高輝度光科学研究センター 安全管理室  
〒679-5198 兵庫県佐用郡三日月町光都1-1-1  
TEL : 0791-58-0874 FAX : 0791-58-0932  
e-mail : tada@spring8.or.jp

鈴木 昌世 SUZUKI Masayo

(財)高輝度光科学研究センター ビームライン部門  
〒679-5198 兵庫県佐用郡三日月町光都1-1-1  
TEL : 0791-58-1842 FAX : 0791-58-0830  
e-mail : msyszk@spring8.or.jp

## 第3回播磨国際フォーラム、一般講演会のご案内 (兼 姫路工業大学理学部創設10周年記念講演会)

1. 日 時 2000年7月31日(月) 午後1時45分～5時30分
2. 会 場 兵庫県立先端科学技術支援センター(CAST)大講堂  
〒678-1201 兵庫県赤穂郡上郡町光都3丁目1-1  
TEL: 0791-58-1100 FAX: 0791-58-1166
3. 主 催 播磨国際フォーラム組織委員会  
(財)高輝度光科学研究センター、理化学研究所、日本原子力研究所  
兵庫県、(財)ひょうご科学技術協会、兵庫県立姫路工業大学
4. 講 演  
「宇宙の構造を探る」  
池内 了(名古屋大学大学院理学研究科 教授)  
  
「インターネット時代を拓くエレクトロニクス」  
渡辺久恒(日本電気株支配人、システムデバイス・基礎研究本部長)  
  
「物質科学のロマン」  
金森順次郎(前大阪大学総長)
5. 参加要領 参 加 料: 無料  
申込み方法: 下記の問い合わせ先に、FAXもしくはe-mailにてお申込み下さい。
6. 世 話 人 小谷章雄(東大物性研、オーガナイザー)、馬越健次(姫工大理)  
圓山 裕(岡大理)
7. 問い合わせ先  
フォーラム事務局: 兵庫県企画管理部 教育・科学技術局(科学技術政策課)  
担当 杉浦  
TEL: 078-362-3053 FAX: 078-362-4466  
e-mail: mikihiko\_sugiura@go.phoenix.pref.hyogo.jp
8. そ の 他 講演の要旨は、SPring-8のホームページに掲載されています。  
[http://www.spring8.or.jp/JAPANESE/harima\\_forum/](http://www.spring8.or.jp/JAPANESE/harima_forum/)

## 第2回（2000年度）サー・マーティン・ウッド賞 受賞候補者推薦要項

凝縮系科学に関する日英の科学技術交流のための“ミレニアムサイエンスフォーラム”では、凝縮系科学に関わる若手研究者にインセンティブとモチベーションを与えるため、“サー・マーティン・ウッド賞”を創設致しました。

下記の要領により、受賞候補者の推薦を募集します。

1. 対象分野 広い意味の凝縮系科学（例：固体物理学、固体化学、材料科学、表面物理）
2. 候補者 日本における研究機関で、凝縮系科学における優れた業績をあげた40歳以下（2000年4月1日現在）の若手研究者。国籍は問わない。
3. 賞の内容 受賞は毎年1件ないし2件とし、受賞者には賞状、賞金50万円と英国のいくつかの大学への講演旅行の機会が与えられます。
4. 推薦依頼先 関係専門分野の有識者、関連諸学会
5. 推薦件数 各推薦者、推薦団体からそれぞれ一件とします。
6. 推薦方法 所定の推薦用紙に必要事項をご記入の上、締切期日までに到着するよう下記事務所にお送り下さい。  
自薦も受け付けます。自薦の場合には、候補者の業績内容を最も良く理解していると考えられ、当方より問い合わせ照会のできる2名の方の氏名、所属、肩書き、連絡先を記入して下さい。
7. 締切期日 2000年8月1日（火）
8. 選考 ミレニアムサイエンスフォーラム実行委員会にて審査、選考します。
9. 決定 2000年9月の予定です。
10. 賞の贈呈 2000年10月ないし11月に東京英国大使館で行う予定です。
11. 推薦書提出先及び連絡先  
〒135-0047 東京都江東区富岡2-11-6  
オックスフォード・インストゥルメンツ株式会社  
ミレニアムサイエンスフォーラム事務局  
TEL：03-5245-3251 FAX：03-5245-4472  
E-mail：oikk-hr@oxford-instruments.ne.jp





## 西播磨とヨット

財団法人高輝度光科学研究センター  
放射光研究所 加速器部門  
武部 英樹

20年以上前のことになりますが、池袋のデパートを散策していたとき、偶然「パルコ」で体験ヨット講習会員を募集していたのを見つけ、すぐに飛びつきました。鎌倉海岸で新型ディンギーの発表会を兼ねた催しでした。北海道から東京へ出てきて1年少々だった私は、まだ鎌倉海岸がどんな存在かも知らず（サザンオールスターズもまだデビュー前だったと思う）ただ暖かい海にあこがれていました。それまでは夏休みには札幌市内からは石狩湾や小樽や銭函の海岸に海水浴に行っていました。3分も泳ぐとすぐ上がって焚き火をしなくてはとも泳ぐ気にはなれない気候で海水浴＝バレーボールというイメージでした。そんなわけで東京の夏の海岸のその暑さが好きでした。ましてや風の力だけでどこにも行けるヨットの不思議さは更に青年の冒険心・好奇心をかき立てるものがあつたのでしょ

う。そんな私も大都会の雑踏に長く暮らしていると、次第に田舎の空気を求める様になりました。山や川や海の大自然に大変そそられます。理研に入所してから葉山でのヨットや西伊豆の海岸線のドライブは最高でしたが、帰り道の渋滞にはどうしても慣れ切れませんでした。そして初めて播磨に車で来たとき、揖保川沿いの道を走った時の爽快感、そして御津～室津の七曲がり（250号線）の山の緑と海の青さのコントラスト等々、魅了させられるものばかりでした。通勤でSPring-8のある科学公園都市に行く（相生からの）道は日光や那須高原を走っているような毎日に感じます。 - - これを読まれてるかたはもっと別な地名をあてはめて考える方も多いことと思いますが。

御津のシーショアホテルを始めとして室津・相生・赤穂には大阪や神戸からも土日はドライブに来ている車も多いようです。大阪方面から西に向かってくると、明石、加古川、姫路の工場地帯が続いて、

この辺りが最初の自然海岸地帯であるからでしょう。岩見港、室津港・相生港にはヨットがたくさん係留されてます。しかも係留費や艇置料がお安い。そこで自分でヨット・ボートを持ちたいという方もおられるのではないのでしょうか。事実、大阪、神戸にお住まいのかたで、相生近辺に係留しているボート・ヨット乗りが多いようです（神戸・大阪方面への日曜の帰りはやはり渋滞するそうですが）。時速900kmの世界の旅客機のパイロットで大阪方面から来られて西播磨で5ノット（時速9km）のヨットを楽しんでおられる方もいます。いかに産業や科学技術が発達しようとも、いつの時代でも自然を愛するという人の心は変わらないものなのでしょう。

### 1. ヨットの醍醐味

ヨットは水の抵抗と風の力だけで動きます。クルーザーの様な大きなヨットは係留するとき安全の為にエンジンを利用します。このために船舶免許が必要です。しかし小さなディンギーと呼ばれるヨットは免許不要ですが、操縦には十分な知識と練習が必要です（姫路市の木場にはレンタルディンギーがありますが、経験の無い方は借りられないでしょう）。小さなヨットはその分、ちょっとした風でも迫力満点です。エンジン無しで港を出入りする緊張感もたまりません。これをもっと押し進めると、ウィンドサーフィン（正しくはボードセーリング）に到達します。新舞子、赤穂（恋が浜、千種川河口）にも良くウィンドサーフィンを見かけますが年々数が減っているようです。

私はよくヨット部の仲間と一緒に相生湾の野瀬埠頭から家島諸島等にクルージングします。エンジンで港を出た25フィート（7m）のヨットがセールを上げ、風速2～5mの南西の風を受けてエンジンを切り、風だけの力で走った時の波の音だけの静けさには、多くの方が感動するようです。（この静けさの

中で、人生を考える事が...)

また風速4~10mもあれば、これはもうスポーツとしての醍醐味です。順風満帆という言葉は「全て順調で爽快に物事が進む」という意味ですが、実はヨットは後ろからの順風はさほど爽快ではなく、むしろアビームと呼んでいる真横からの風の時に一番スピードも出ますし、むしろ風に向かって45度位で進んでいるときの方がいかにも進んでるぞという気持ちが出て楽しい。

ヨットの上では勿論魚釣りも可能です。しかし意外と釣りをされるヨット乗りは多くありません(山菜取りの登山家が多くないのと同じでしょうか?)。家島諸島のタンガ島(青井港)に青井荘という食事どころがあり、生け簀から網で魚を掬いさばいてもくれますがヨットで釣った魚を持ち込んでOKです。

さて、ヨット乗りと言っても、様々なタイプがあります。レース派、ブルーウォーター派(注1)、グルメ派、遠距離航海派、ロマティック派、色々です。相生湾ヨットクラブにもそれぞれ、ワインやチーズを大きなヨットの中で味わう方、レースを主催し人を大勢集めお祭りをする方、レースに時間とお金をつぎ込む方、奄美大島や鹿児島くらいまで毎年遠距離航海する方、様々おられますが全て人間関係を楽しんでいる様に見受けられます。

ヨットはチームワークが何より大事で、これを怠ると生命に危険が及びます。しかしながら、ヨットを何年もやっているとおのずから人間も好きになって行きます。(シングルハンドで一人航海と言う方は少ない様ですが。)

楽な航海もあれば、荒れ狂う嵐との格闘もあります。天気を予測し出発を中止する勇気も必要です。大自然との戦いと和解。無事に航海を終えた時の安堵感がまたヨットの醍醐味の1つです。

(注1) BlueWaterと言うヨットのメーカーが由来。スピードを競う軽いレース艇とは対照的に、安定感があり、クルーズを楽しむ様に作られていた。)

相生、室津、赤穂の海岸線を海の上から眺める景色もまた格別で、一度皆さんも試される事をお勧めします。大自然を題材にした絵画や写真にヨットが出てきても全く異様では無いでしょう。それだけ自然に溶け込んだ乗り物でもあるということでしょう。



家島(タンガ島からの帰り)



海から行くホテルリマーニ(牛窓)

ヨットを介しての人や大自然との触れあい・コミュニケーション、これこそかけがえのないヨットの醍醐味なのかもしれません。

私は理研時代にヨット部に入って葉山港でディンギーに乗っていましたが、日帰りクルージングでは江ノ島や佐島に行く程度で、千葉や大島にはクルーザーでなければ行けませんでした。それと対比して西播磨からは行くべき島が多いのが魅力です。一泊をすれば小豆島、牛窓、徳島、淡路島も射程距離には入ります(こちらでは経費がお安く済むのでクルーザー乗りが多く、ディンギーはあまり見ません)。また何よりも、公園都市や姫路からでも、港まで十分で行けるとい事が魅力です。

## 2. ヨット・ボートを持ちたいという方に

ヨットはエンジンが付いていれば船検を5年に一度受けなければなりません。1~2万円以下の費用です。重量税や固定資産税はありません。しかし海に浮かべておけば貝が付着するので1年に1~2度の掃除・ペンキ塗りをしてやります。河口近くに係留している船を係留権付きで買えば、淡水のため貝が付着しにくいようです。または陸揚げしておけば数年間に1度の掃除・ペンキ塗りです。お安いですが、しかし海は荒れ者です。自然を侮ってはいけません。常に万全の体制で海に出るようにして下さい。

さて初めてご自分で船を持ちたいと思われる方もおられるでしょうが、一人や二人で購入しても利用しきれない事が多いと思います。されば、会員性のクラブに入って、ハーバーにお任せというのも有意です。初めての方は特に地元の方から色々教わっておいた方が安全です。

相生や赤穂には マリーナとかがあって、ヤマハ等のレンタルボートのクラブもあり1回1万円前後

で借りられますが、もちろん船舶免許を取っておく事が必要です。

船舶免許が無くても相生や赤穂のヨットクラブに入って(あるいはビジターで) クルージングを楽しめます。

ご自分でヨット・ボートの勉強したい方はヨット関係専門誌(ヨット百科/舵社、月刊誌:舵、オーシャンライフ等)をご覧下さい。また映画では ウィンズ(FF Coppola監督) キャプテンロン(カートラッセル主演)をご覧になることをお勧めします。ちょっと毛色が違いますが、太陽がいっぱい(アランドロン)も別な意味でお勧めです。しかし、船舶免許の講習会を受けてベテランの講義を聞かれることはいつか必ずその先生の言葉の有り難みを感じる時がくるとおもいます。

西播磨: 姫路、相生、赤穂近郊のヨット・マリン Club、Bayside Pointの紹介 を表1に示しますが、詳細は最後に記してあるwwwを参照して下さい。

SPring-8利用者で短期間、播磨にお越しのかたで、暇が出来たのでちょっと羽を伸ばしてみたいと言う方はSPring-8ヨットクラブにお声を掛けてください。

表1 ヨット・マリンClub, Bayside Pointの紹介

- |     |  |
|-----|--|
| 姫路  | ・姫路ヨットハーバー (木場Yacht Club) ショップ<br>バルコ マリンエージェンシー (姫路市八家 0792-46-2836)<br>ダイビングショップ: タクヨー (姫路市文化会館の北 0792-82-8823)  |
| 新舞子 | ・Hotel SeaShore、新舞子荘 (国民宿舎)  |
| 室津  | ・室津ヨットハーバー (07932-4-0351)<br>相生荘の下よりR250を室津、姫路方向へ約500m、炭屋、住栄丸の隣(地図)<br>ボート陸置き料 年間20~30万円から<br>・Havas Bay (Jet Ski Club, Restaurant) 同、姫路方向へ約2000m<br>(揖保郡御津町室津1269-1 07932-4-0194)<br>HAVAS BAY BEACH member's Price List (1999)<br>入会金 + 100,000円 年会費: 20,000円<br>ビーチ・施設・漁協海面使用料: 2,500円/艇、水上バイク艇庫 月6,000円) |
| 相生  | ・相生湾ヨットクラブ (市民団体、メンバーたまり場は相生のだるく亭)<br>係留港は野瀬マリンパーク公園の横<br>・大島のコスモマリーナ (0791-22-0098)(民間会社)<br>・大淀マリーナ (0791-22-0847)(民間会社)<br>・相生荘 (国民宿舎)  |

- 赤穂 ・赤穂ヨットクラブ（市民団体）
  - ・日生マリーナ赤穂店（0791-43-2233）
  - ・赤穂海浜公園（海水浴場、オートキャンプ場）
  - ・恋が浜（Windsurfing Club、Jetski等の非公式な海岸）
- 日生 ・フュージョン（民間のマリンスポーツクラブ）
  - ・頭島、鹿久居島...
- 牛窓 ・牛窓ヨットハーバー（県営）HOTEL リマーニ（クルージングサービスも）
  - ・ヨットもあるペンション
- その他 観光地など
  - ・家島諸島（タンガ島、防勢島、西島、インゲ島...）
  - ・小豆島
  - ・淡路島

### 3. SPring-8 Yacht Clubの設立とその背景

終わりにSPring-8 Yacht Clubを紹介しておきます。1993年に出来上がりつつある電磁石や電源の搬入場所・方法を検討するための出張で、相生に宿を取っていました。9時過ぎに夕食を取る場所を探して駅から南へ歩いて行けども行けどもレストランらしきお店が無く、だんだん街明かりが無くなって寂しい気持ちになって来た時やっと一軒見つけた「だるく亭」と言う店に飛び込みました。そこには「舵」と言うヨット専門雑誌が置いてあり、お店のマスターがヨットをされているとお聞きし、明るい光が見えた気持ちでした。ペーロンヨットレースが5月最終日曜日にあると聞きすぐ参加しました（実はそのマスターは相生湾ヨットクラブの会長であることを

知ったのはそれから二年ほどしてからです）。このころはちょうどバブル最盛期で、相生アクアポリス計画が出来ていて、IHIの工場の一部を立派なヨットハーバーにする予定もありました。しかしその後のバブル崩壊で、計画は縮小され、ペーロン城が出来たということです。今も兵庫県が相生の野瀬埠頭にボート用棧橋を作る計画を立ててますが、遅々として進んでないようです。相生湾ヨットクラブは野瀬マリンパークの横に海上係留している艇が現在26艇以上あり、阪神大震災で神戸から避難してきた艇もあります。

相生湾ヨットクラブとはそのように出会いましたが、その後、和光から理研ヨット部の先輩にあたる関監事が播磨に着任し、JASRI研究所所長の上坪さんや以前SESにおられた坂入さんらと共同出資され



室津ヨットハーバー（住栄丸）

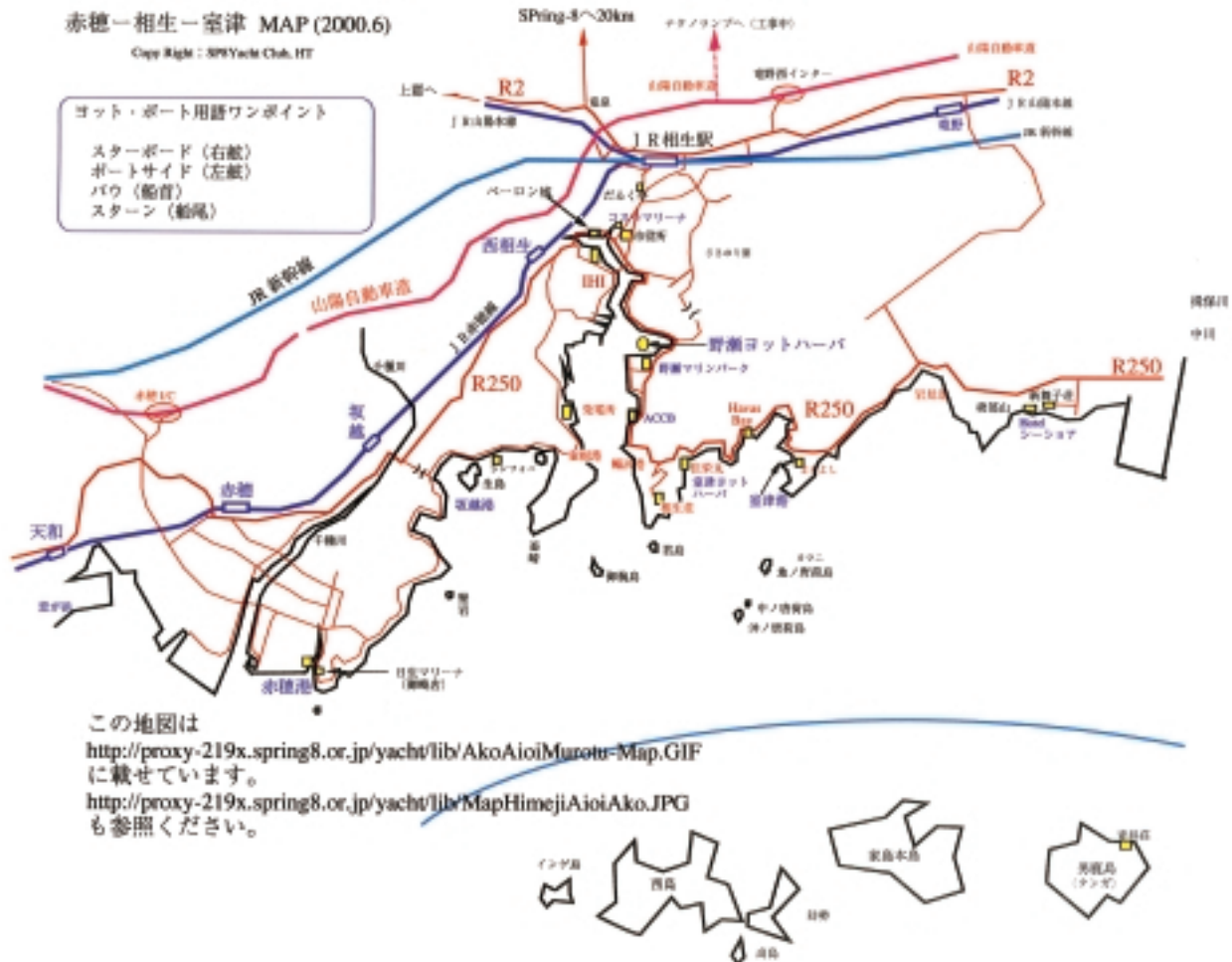


SPring-8 Yacht Club（野瀬埠頭）

てフランスの設計のエキュメドメールという25フィートの艇（艇名リバイバル）を購入され、SPirng-8 Yacht Club を作って運用して下さいと言うことになりました。今では、30人前後のクラブ員があり、常時入れ替わり立ち替わりでヨットに乗って、ペロンヨットレースや、タンガ島日帰りクルーズやらで、地元のヨット好きの仲間と親しんでいます。大勢集まった時には、相生湾ヨットクラブの他の25～40フィートクラスのヨットに応援に来て頂いており、教わる事も多く、大変お世話になっております。SPring-8に来られた方は、クラブに入ってもよし、

ビジターでもよし、是非、ヨットなる物を経験し、その魅力を堪能して頂ければオーナー達も喜ばれることでしょう。大勢の方にヨットを理解して頂き、ヨット人口をまだまだ増やしてヨットハーバーもたくさん整備して頂きたいと思っております。

ヨット部の連絡先や、詳細については  
<http://proxy-219x.spring8.or.jp/yacht/index.html>  
<http://proxy-219x.spring8.or.jp/yacht/sp8yc-guide.html>  
 を参照してください。



地図（西播磨 西部地区のヨット、マリン関係）

< SPring-8 各部門の配置と連絡先 >  
**SPring-8 Campus Guide**

< 食堂営業時間 Cafeteria Hours >  
 ( 毎日営業 Open on Everyday )

大食堂	Main Cafeteria
朝食	8:00 ~ 9:30
Breakfast	
昼食	11:30 ~ 13:30
Lunch	
夕食	17:30 ~ 19:30
Dinner	
喫茶室	9:00 ~ 14:00
Tea Room	15:00 ~ 21:30

神姫バス バス停  
 Bus Stop for Shinki-bus  
 (SPring-8 相生、姫路)  
 Aioi, Himeji



<中央管理棟>  
Main Building

	西 West Side	東 East Side
4F	加速器部門 Accelerator Div.	加速器部門 Accelerator Div. 実験部門 Experimental Div.
3F	ビームライン部門 Beamline Div.	原研関西研 JAERI Kansai Research Establishment
2F	利用業務部 Users Office 利用促進部門 Experimental Facilities Promotion Div. 安全管理室(受付) Safety Office (Reception)	原研事務管理部門 JAERI Administration Office 理研事務管理部門 RIKEN Administration Office
1F	総務部 General Affairs Div. 役員室 Executive Office	経理部 Finance Div. 企画調査部 Planning Div.

<ユーザー用談話室>

Lounge for Users

場所 Door	室名 Room No.
A3扉	a共7
B2扉	b共4
B4扉	b共9
C1扉	c共3
D1扉	d共3
D3扉	d共9

<公衆電話の設置場所>

- Public Telephone Corner
- 蓄積リング棟  
A中央扉  
A-center Door in  
Storage Ring  
(KDD Phone)
  - 研究交流施設  
Guest House  
Reception  
(NTT Phones and  
KDD Phones)
  - 中央管理棟  
Main Building  
(NTT Phone)

<各部門の連絡先>

Contact Numbers (Phone and Fax)

市外局番はすべて 0791  
Area Code Number : 0791

	連絡先代表番号 Key Numbers	
	TEL	FAX
JASRI 放射光研究所 Research Sector	加速器部門 Accelerator Div. 58-0851	58-0850
	ビームライン部門 Beamline Div. 58-0831	58-0830
	実験部門 Experimental Research Div. 58-0831	58-0830
	利用促進部門 Experimental Facilities Div. 58-2750	58-2752
	施設管理部門 Facility & Utilities Div. 58-0896	58-0876
JASRI 事務局 Administration Sector	総務部 General Affairs Div. 58-0950	58-0955
	経理部 Finance Div. 58-0953	58-0819
	企画調査部 Planning Div. 58-0960	58-0952
	利用業務部 Users Office <b>58-0961</b>	<b>58-0965</b>
	広報部 Public Relations Div. <b>58-2785</b>	<b>58-2786</b>
JASRI安全管理室 Safety Management Office	58-0874	58-0932
保健室 Health Care Center	58-0898	
正門 Main Gate	58-0828	
東門 East Gate	58-0829	
研究交流施設管理棟受付 Guest House Reception	<b>58-0933</b>	<b>58-0938</b>
原研事務管理部門 JAERI Administration Office	58-0822	58-0311
原研関西研 JAERI Kansai Research Establishment	58-2701	58-2740
理研事務管理部門 RIKEN Administration Office	58-0808	58-0800
理研播磨研(構造生物学研究棟) RIKEN Harima Institute	58-2809	58-2810
ニューズバル New SUBARU	58-2503	58-2504

<外部からのビームラインへの連絡>

Contact for SPring-8 Beamlines from Outside the Campus in Japan

[方法1] 0791-58-0803 にダイヤルする。 Dial the number 0791-58-0803  
ツーーツーツと聞こえたら、内線番号又はPHS番号をダイヤルする。  
If you hear rapid tones "two two two two", dial the Ext. Phone No. or PHS No.

[方法2] 0791-58-0802 にダイヤルする。 Dial the number 0791-58-0802  
英語と日本語での説明後、ビーと鳴ったら、0をダイヤルする。  
After some English and Japanese statements, you hear the sound "Pii", then dial "0".  
次の説明後、内線番号又は、PHS番号をダイヤルする。  
After some statements, dial the Ext. Phone No. or the PHS No.

ビームライン Beamline	内線TEL番号 Ext. Phone No.	PHS番号 PHS No.	外線TEL番号 Phone No.	外線FAX番号 FAX No.
BL01B1	4047	3160 3161		
BL02B1	4057	3162 3163		
BL02B2	4067	3742 3743		
BL04B1	4087	3164 3165		
BL04B2	4097	3744 3745		
BL08W	4127	3166 3167		
BL09XU	4147	3168 3169		
BL10XU	4217	3170 3171		
BL12B2(台湾)			58-1867	58-1868
BL12XU(台湾)			58-1867	58-1868
BL14B1	4267	3183		
BL15XU(無機材研)			58-0223	
BL20B2	4814(医)	3740 3741		
BL16XU(産業界)	4291	3631 3632	58-1804	58-1802
BL16B2(産業界)	4301	3633 3634		
BL23SU	4407	3185		
BL24XU(兵庫)	4411	3186 3187	3188 58-1808	58-1807
BL25SU	4427	3172 3173		
BL28B2	4477	3746 3747		
BL27SU	4457	3174 3175		
BL39XU	4677	3176 3177		
BL40XU	4687	3153 3154		
BL40B2	4697	3750 3751		
BL41XU	4707	3178 3179		
BL43IR	4717	3748 3749		
BL44XU(蛋白研)	4727		58-1814	58-1814
BL44B2	4727	3182		
BL45XU	4017	3180 3181		
BL46XU	4017	3752		
BL47XU	4027	3184		

ユーザーグループに貸出しのPHS  
PHS Numbers which are lending service from Users Office

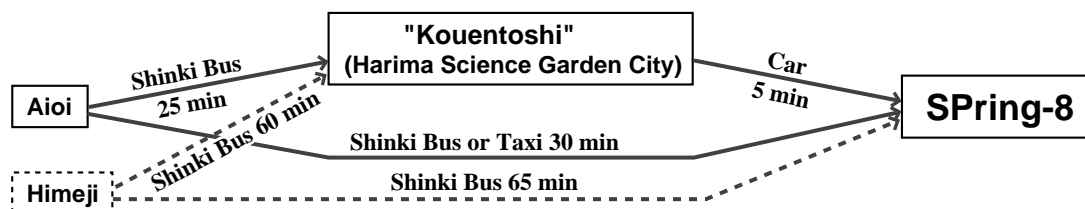
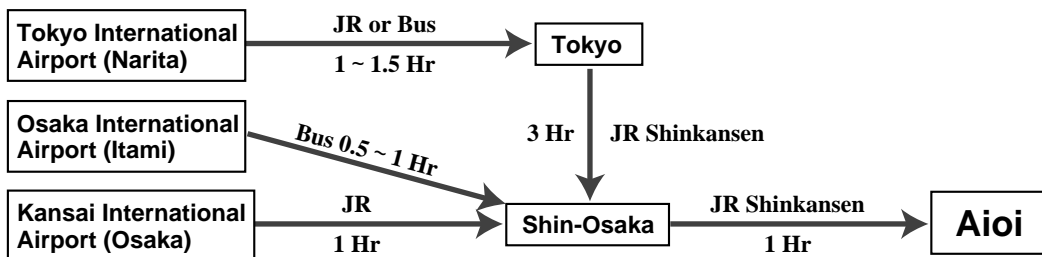
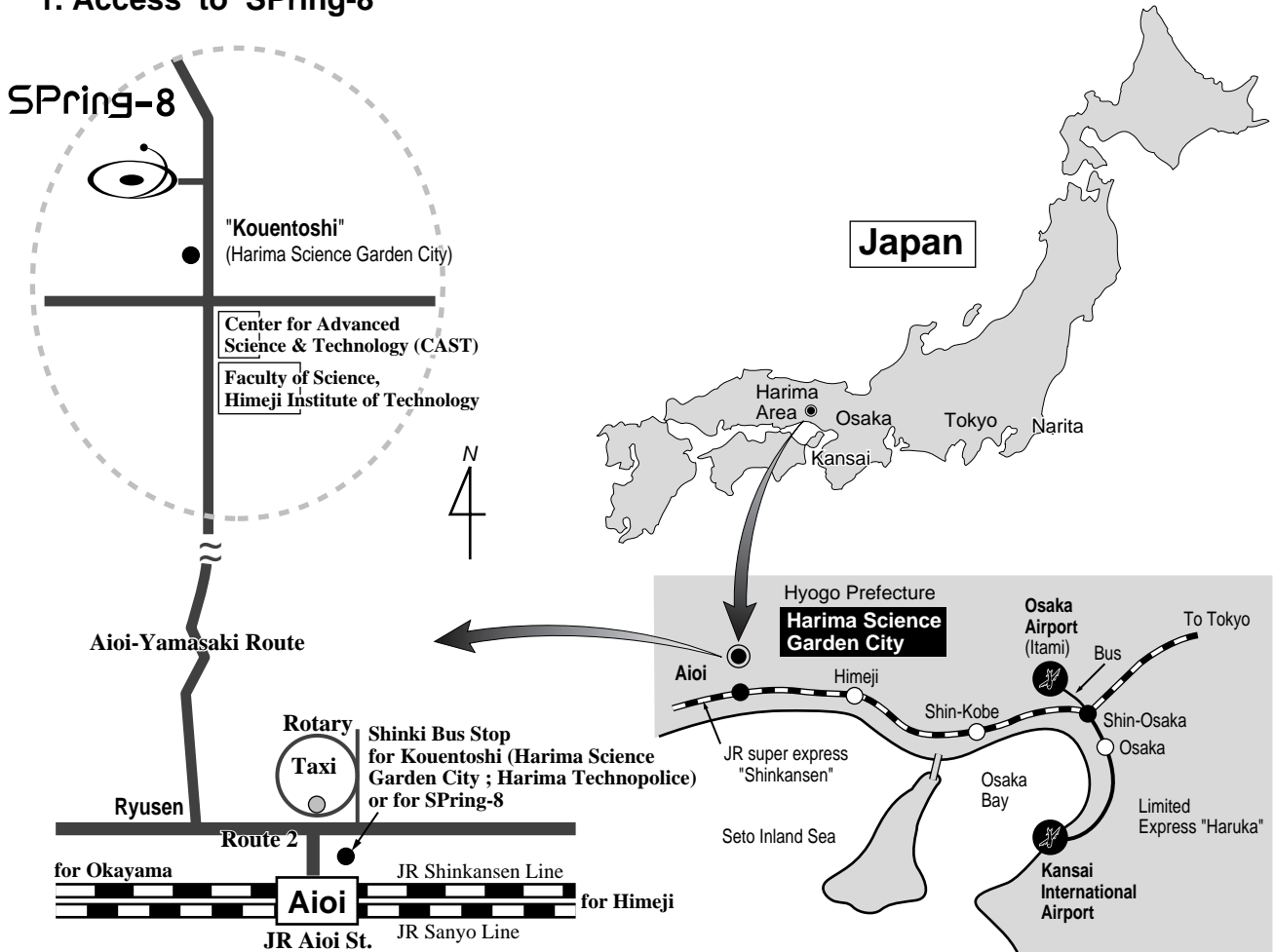
ビームライン担当一覧 (2000年4月1日)

BL01B1 (XAFS)	宇留賀	urugat@spring8.or.jp
BL02B1 (結晶構造解析)	池田	ikedan@spring8.or.jp
BL02B2 (粉末結晶構造解析)	山片	yamakata@spring8.or.jp
BL04B1 (高温構造物性)	舟越	funakosi@spring8.or.jp
BL04B2 (高エネルギー X線回折)	大石	maiko@spring8.or.jp
	水牧	ohishi@spring8.or.jp * <sup>1</sup>
	依田	mizumaki@spring8.or.jp
BL08W (高エネルギー非弾性散乱)	石井(真)大石 * <sup>1</sup>	yoda@spring8.or.jp
BL09XU (核共鳴散乱)	塩飽(原研)	ishiim@spring8.or.jp
BL10XU (高圧構造物性)	西畑(原研)	shiwaku@spring8.or.jp
BL11XU (原研 材料科学)	石川(理研)	yasuon@spring8.or.jp
BL14B1 (原研 材料科学)	矢橋	ishikawa@spring8.or.jp
BL19LXU* (理研 物理学)	鈴木(芳)	yabashi@spring8.or.jp
BL20XU* (医学・イメージング)	鈴木(芳)* <sup>2</sup> 、梅谷	yoshio@spring8.or.jp * <sup>2</sup>
BL20B2 (医学・イメージング)	上杉	umetani@spring8.or.jp
	安居院(原研)	uken@spring8.or.jp
BL23XU (原研 重元素科学)	室	agui@spring8.or.jp
BL25SU (軟X線固体分光)	大橋(治)	muro@spring8.or.jp
BL27SU (軟X線光化学)	為則	hohashi@spring8.or.jp
	山崎(裕)	tamenori@spring8.or.jp
BL28B2 (白色X線回折)	玉作(理研)	yamazaki@spring8.or.jp
BL29XU* (理研 物理学 (長尺))	山崎(裕)	baron@spring8.or.jp
	Baron	yamazaki@spring8.or.jp
BL35XU* (高分解能非弾性散乱)	田中(良)(理研)	baron@spring8.or.jp
	谷田、三浦 * <sup>3</sup>	ytanaka@postman.riken.go.jp
BL38B1* (R&D(3))	鈴木(基)	tanida@spring8.or.jp
BL39XU (生体分析)	井上	m-suzuki@spring8.or.jp
BL40XU (高フラックス)	三浦	katsuno@spring8.or.jp
BL40B2 (構造生物学)	河本	miurakk@spring8.or.jp * <sup>3</sup>
BL41XU (構造生物学)	木村	kawamoto@spring8.or.jp
BL43IR (赤外物性)	足立(理研・JASRI)	kimura@spring8.or.jp
BL44B2 (理研 構造生物学)	山本(理研・JASRI)	sadachi@spring8.or.jp
BL45XU (理研 構造生物学)	水牧	yamamoto@postman.riken.go.jp
BL46XU (R&D(2))	鈴木(芳)	mizumaki@spring8.or.jp
BL47XU (R&D(1))	淡路(理研)	yoshio@spring8.or.jp
		awaji@spring8.or.jp

\*建設中ビームライン

## Access Guide to SPring-8

### 1. Access to SPring-8





## 2. Contact Points for Transportation

JR Western Japan (JR Nishi Nihon)			
Himeji Station	0792-22-2715	Ticket Office	0792-25-3461
Aioi Station	0791-22-1400	Ticket Office	0791-22-1402
Shinki Bus			
Himeji Office	0792-89-1188	Omnibus Information Office	0792-85-2990
Aioi Office	0791-22-5180	Aioi JR Station Office	0791-22-1038
Aioi Shinki Taxi (Aioi Station)	0791-22-5333		
Aioi Taxi (Aioi Station)	0791-22-4321		
Shingu Taxi (Harimashingu Station)	0791-75-0157		
Harima Taxi (Nishikurusu Station)	0791-78-0111		

## 3. Fares

Shinkansen	
Tokyo ~ Himeji, Aioi (Hikari and Kodama)	15,210 yen
Nagoya ~ Himeji (Hikari and Kodama)	8,380 yen
Nagoya ~ Aioi (Hikari and Kodama)	8,700 yen
Osaka ~ Aioi (Hikari and Kodama)	4,810 yen
Shinki Bus	
Himeji ~ SPring-8	1,140 yen
Aioi ~ SPring-8	710 yen
Aioi ~ Harima Science Garden City	660 yen
Taxi	
Aioi ~ SPring-8	About 5,500 yen

## 4. Car Rental

Transportations in and around of the SPring-8 and the vicinity is not very good. Since it is inconvenient to rely on only buses and taxis all the time, here, an information on a car rental is provided.

**Station Rent-a-Car** (Open all year, 8:00 am~8:00 pm. Telephone: 0791-23-3356)

At Aioi Station, exit from the South Exit and go down the stairs to the street level. The rental office is about 30 meters to the right. They have a car made available on the spot but a reservation on the previous day is recommended. A discount is available if the Rail and Rent-a-Car tickets is purchased.

Rental Charge : for compact car (ex. Carola, Sunny or Lancer class cars)

8,500 yen for 6 hours      11,700 yen for 12 hours      13,500 yen for 24 hours

JR Shinkansen Train Schedule and Shinki Bus Schedule

Shinkansen Train Name ; K : Kodama, H : Hikari, N : Nozomi

(revised on 3/11/2000)

Shinki Bus ;

- : no run on Sundays and National Holidays,
- : no run on Saturdays and Sundays and National Holidays,
- : no run on Sundays and National Holidays and 3/24 ~ 4/7, 6/29, 7/29 ~ 8/31, 9/23 ~ 9/30, 12/25 ~ 1/7 and the 2nd 4th Saturdays,
- : no run on Sundays and National Holidays between Kouentoshi and SPring-8,
- : no run on Saturdays and Sundays and National Holidays between Kouentoshi and SPring-8,

Ⓜ : run on Sundays and National Holidays

(revised on 3/11/2000)

from Tokyo to Harima Science Garden City

Train name	Shinkansen					Shinki Bus			Shinki Bus		
	Tokyo	Shin-Yokohama	Nagoya	Kyoto	Shin-Osaka	Himeji	Himeji St.	Aioi	Aioi St.	Kouentoshi	SPring-8
K601					612	654		704	700	727	
									735	800	
K603					634	713		728	740	807	
									800	827	832
H355					710	740	750			→ 855	900
K605					713	753		807	830	857	902
									835	902	
N 33			641	718	732						
K607					740	825		838	900	927	
K611					821	903		919	930	957	1002
									1005	1030	1037
H111	613	630	809	854	910						
K615					916	958		1012	1030	1104	
H141	631	648	827	920	938	1016					
K617						1031		1044	1100	1127	
H143	745		952	1031	1049	1128	1200			→ 1305	
K621						1131		1144	1200	1227	1232
H115	807	823	1003	1047	1104						
K623					1116	1158		1209	1230	1304	1309
H145	845		1052	1131	1149	1228					
K625						1231		1244	1300	1327	
H117	907	923	1103	1147	1204						
K627					1216	1259		1315	1330	1357	1402
H147	945		1152	1231	1249	1328					
K629						1331		1345	1400	1427	
H119	1007	1023	1203	1247	1304						
K631					1316	1358		1413	1430	1457	1502
H151	1045		1252	1331	1349	1428					
K633						1431		1444	1500	1527	
H121	1107	1123	1303	1347	1404						
K635					1416	1459		1515	1530	1557	1602

Train name	Shinkansen					Shinki Bus			Shinki Bus		
	Tokyo	Shin-Yokohama	Nagoya	Kyoto	Shin-Osaka	Himeji	Himeji St.	Aioi	Aioi St.	Kouentoshi	SPring-8
H153	1145		1352	1431	1449	1528					
K637						1531		1545	1600	1627	
H123	1207	1223	1403	1447	1504						
K639					1516	1558		1609	1630	1657	
H103	1238	1255	1429	1524	1541	1612	1630			→ 1735	
H155	1245		1452	1531	1549	1628					
K641						1631		1644	1700	1727	1732
H125	1307	1323	1503	1547	1604						
K643					1616	1659		1715	1730	1757	1802
										1758	1803
H157	1345		1552	1631	1649	1728					
K645						1731		1744	1810	1837	
H127	1407	1423	1603	1647	1704						
K647					1716	1758		1813	1825	1859	
H161	1445		1652	1731	1749	1828					
K649						1831		1844	1850	1917	1922
H129	1507	1523	1703	1747	1804						
K651					1816	1858		1909	1935	2002	
H163	1545		1752	1831	1849	1928					
K653						1931		1944	2005	2032	2037
H131	1607	1623	1803	1847	1904						
K655					1916	1958		2009			
H165	1645		1852	1931	1949	2028					
K657						2031		2043			
H245	1707	1723	1903	1947	2004						
K659					2016	2058		2109	2140	2207	
H135	1807	1823	2003	2047	2106	2139					
K661						2144		2158			
H255	1821		2013	2102	2118						
K663					2132	2211		2221			
N 29	1956		2134	2212	2226						
K665					2238	2317		2327			

from Hakata to Harima Science Garden City

Train name	Shinkansen				Shinku Bus		
	Hakata	Hiroshima	Okayama	Aioi	Aioi St.	Kouentoshi	SPring-8
K 600			632	652	700	727	
H 110		600	645				
K 602			659	721	730	755	
					735	800	
N 4		629	705				
K 604			713	734	740	807	
					800	827	832
K 606		622	745	805	830	857	902
K 608		645	804	827	835	902	
					900	927	
H 354	639	752	835				
K 610		719	846	910	930	957	1002
N 8	727	833	909				
K 612		746	913	937	1005	1032	1037
H 360	753	908	945				
K 614	608	804	950	1010	1030	1104	
H 360	753	908	945				
K 616	651	846	1015	1037	1100	1127	
N 12	927	1033	1109				
K 620		940	1113	1137	1200	1227	1232
K 622	816	1017	1142	1208	1230	1304	1309
N 14	1035	1137	1211				
K 624	842	1047	1215	1237	1300	1327	
H 102	1049	1206	1244				
K 626		1116	1250	1310	1330	1357	1402
N 16	1127	1233	1309				
K 628	945	1146	1313	1337	1400	1427	
K 630	1014	1213	1342	1408	1430	1457	1502
N 18	1235	1337	1411				
K 632		1248	1415	1437	1500	1527	
H 368	1239	1351	1435				
K 634	1118	1317	1446	1510	1530	1557	1602
N 20	1327	1433	1509				
K 636		1344	1513	1537	1600	1627	
K 638	1212	1416	1542	1608	1630	1657	
N 22	1435	1537	1611				
K 640		1448	1615	1637	1700	1727	1732
H 104	1449	1606	1644				
K 642	1310	1517	1650	1710	1730	1757	1802
						1758	1803
N 24	1527	1633	1709				
K 644	1342	1546	1713	1737	1810	1837	
H 374	1553	1708	1745				
K 646		1614	1750	1810	1825	1859	
K 648	1424	1642	1804	1827	1850	1917	1922
H 376	1639	1750	1835				
K 652	1545	1744	1902	1925	1935	2002	
N 28	1727	1833	1909				
K 654	1610	1804	1929	1953	2005	2032	2037
H 382	1858	2010	2053				
K 660	1749	1946	2102	2125	2140	2207	

from Harima Science Garden City to Hakata

Shinku Bus			Train name	Shinkansen			
SPring-8	Kouentoshi	Aioi St.		Aioi	Okayama	Hiroshima	Hakata
	645	711	K 603	728	748	908	
			N 33		821	858	1003
	730	756	K 605	807	827	954	1201
			H 357		842	926	1037
	800	826	K 607	838	859	1024	
			N 1		913	948	1049
	810	836	K 609	901	921	1037	
			H 359		932	1017	1127
845	850	916	K 611	919	937		
905	910						
			H 361		950	1033	1146
915	920	946	K 613	958	1018	1135	1334
			H 363		1046	1129	1241
	950	1016	K 617	1044	1112	1237	1436
			H 365		1134	1212	1326
1015	1020	1046	K 619	1109	1137	1302	1500
			N 7		1211	1248	1353
	1050	1116	K 621	1144	1214	1331	
			H 101		1235	1314	1430
	1110	1143	K 623	1209	1238	1401	1602
			N 9		1309	1344	1445
1145	1150	1216	K 625	1244	1312	1430	
			H 369		1329	1412	1526
	1220	1246	K 627	1315	1337	1503	1701
			N 11		1411	1448	1553
1245	1250	1316	K 629	1345	1414	1533	
			N 13		1509	1544	1645
1335	1340	1413	K 633	1444	1512	1630	
			H 373		1529	1612	1726
1415	1420	1446	K 635	1515	1537	1702	1904
			N 15		1611	1648	1753
	1450	1516	K 637	1545	1614	1731	
			H 103		1635	1714	1830
1515	1520	1546	K 639	1609	1638	1801	2001
			N 17		1709	1744	1845
	1550	1616	K 641	1644	1712	1830	
			H 375		1729	1812	1926
1615	1620	1646	K 643	1715	1737	1903	2101
	1650	1716	K 645	1744	1806	1935	2134
			N 19		1811	1848	1953
	1720	1746					
1735	1740	1806	K 647	1813	1839	2001	2201
			H 377		1846	1929	2041
1815	1820	1846	K 651	1909	1937	2106	
			N 23		2011	2048	2153
	1902	1928	K 653	1944	2014	2147	2332
			H 105		2035	2114	2230
1925	1930	1956	K 655	2009	2038	2156	
			H 383		2046	2129	2241
2040	2045	2111	K 661	2158	2218	2333	
			H 387		2246	2328	
	2208	2234					

**from Harima Science Garden City to Tokyo**

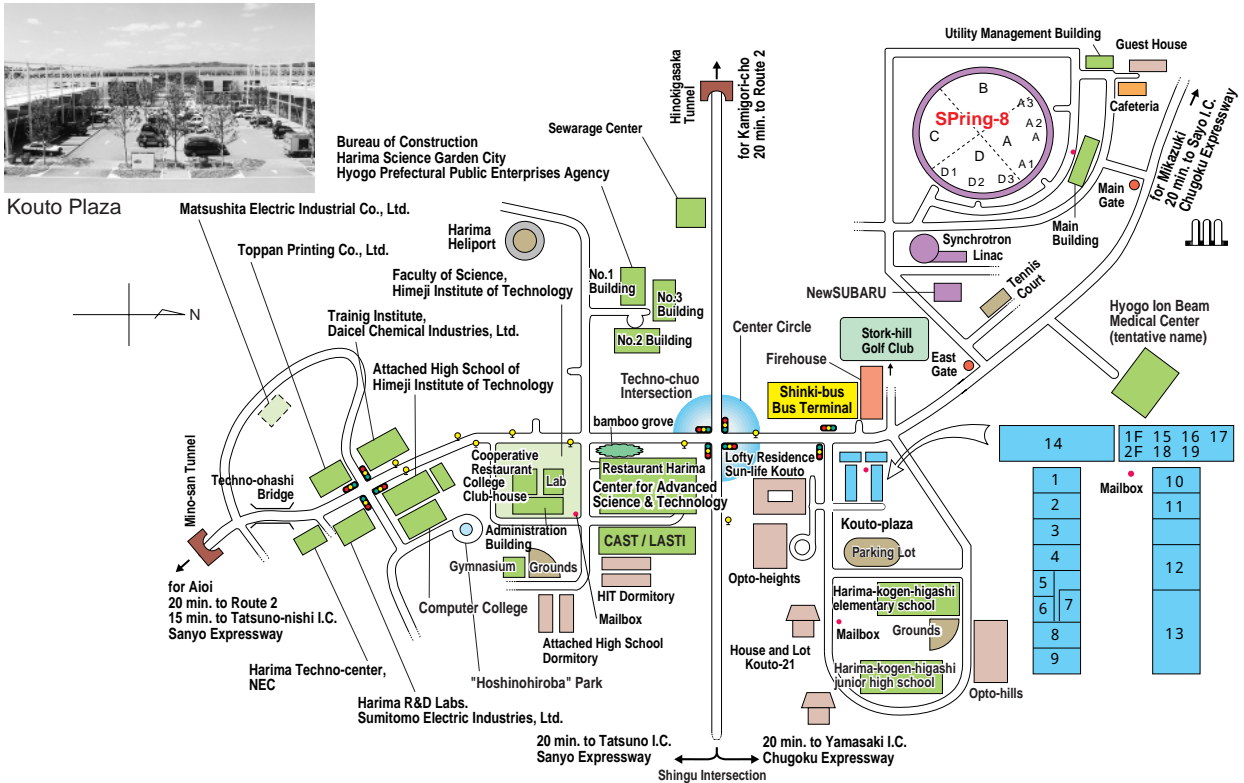
Shinkai Bus		Train		Shinkai Bus		Shinkansen					
S	Spring-8 Kouentoshi Aioi St.	name	Aioi	Himeji St.	Himeji	Shin-Osaka	Kyoto	Nagoya	Shin-Yokohama	Tokyo	
645	711	K 602	721		731	808					
		H 218				817	834	918	1056	1114	
730	756	K 606	805		820	904					
		H 112				917	934	1018	1156	1214	
Ⓢ800	826										
810	836	K 610	910		920	1003					
		H 114				1017	1034	1118	1256	1314	
845	850	K 612	937		948						
905	910										
		H 152				956	1033	1050	1128	1335	
915	920	K 614	1010		1020	1103					
		H 116				1117	1134	1218	1356	1414	
950	1016	K 616	1037		1048						
		H 154				1056	1133	1150	1228	1435	
1015	1020	K 618	1110		1120	1203					
		H 232				1204	1221	1305		1500	
1025				→	1129						
1050	1116	K 620	1137		1148						
		H 156		→	1156	1233	1250	1328		1535	
1110	1143	K 622	1208		1220	1303					
		H 236				1304	1321	1405		1600	
1145	1150	K 624	1237		1248						
		H 158				1256	1333	1350	1428	1635	
1220	1246	K 626	1310		1320	1403					
		H 238				1404	1421	1505		1700	
1245	1250	K 628	1337		1348						
		H 160				1356	1433	1450	1528	1735	
1335	1340	K 632	1437		1448						

Shinkai Bus		Train		Shinkai Bus		Shinkansen					
S	Spring-8 Kouentoshi Aioi St.	name	Aioi	Himeji St.	Himeji	Shin-Osaka	Kyoto	Nagoya	Shin-Yokohama	Tokyo	
		H 162				1456	1533	1550	1628	1835	
1355				→	1459						
		H 164		→	1508	1540	1557	1653	1825	1842	
1415	1420	K 634	1510		1520	1603					
		H 246				1604	1621	1705		1900	
1450	1516	K 636	1537		1548						
		H 166				1556	1633	1650	1728	1935	
1515	1520	K 638	1608		1620	1703					
		H 128				1717	1734	1818	1956	2014	
1550	1616	K 640	1637		1648						
		H 168				1656	1733	1750	1828	2035	
1615	1620	K 642	1710		1720	1803					
		H 130				1817	1834	1918	2056	2114	
1650	1716	K 644	1737		1748						
		H 170				1756	1833	1850	1928	2135	
1720	1746										
1735	1740	K 646	1810		1820	1903					
		H 260				1904	1921	2005	2146	2203	
1805	1810			→	1914						
		K 652	1925	→	1937	2022					
		H 134				2043	2100	2148	2326	2343	
1815	1820	K 650	1910		1920	2003					
		H 264				2007	2024	2108	2251	2308	
1902	1928										
1925	1930	K 656	2026		2036	2115					
		N 68				2118	2133	2210	2332	2348	
2040	2045	K 660	2125		2135	2214					
2208	2234										



the Ibo River (in Shingu-cho, Ibo-gun)

## Harima Science Garden City Map



### Kouto Plaza Guide

- 1 Prima Vera (coffee house, miscellaneous goods and flowers)
  - Hours / 9:00 ~ 18:30
  - (in winter time 10:00 ~ 18:00)
  - Closed on Mondays (Open, if Monday is a Holiday)
- 2 Kiraku-Techno Store (Japanese style restaurant)
  - Hours / 11:00 ~ 14:00, 17:30 ~ 20:00
  - Closed on Sundays and National holidays
- 3 Public House "Mansaku"
  - Hours / 17:00 ~ 22:00
  - Closed on Sundays
- 4 JA Techno-rapisu Store (Nishi-harima region special products and gardening articles)
  - Hours / 10:00 ~ 18:00
  - Closed on Thursdays
- 5 Telephone Plaza - Techno Store (Electric appliances and Portable Telephones)
  - Hours / 10:00 ~ 18:00
  - Closed on Sundays and National holidays
- 6 Anzai OA Service (office applied products, expendable supplies, sale and repair service)
  - Hours / 10:00 ~ 17:00
  - Closed on Saturdays, Sundays and National holidays

### 7 Machine Cash Service Corner

- Sakura Bank
- Minato Bank
- Himeji Credit Union
- Banshu Credit Union
- Hyogo Credit Union
- Nishi-hyogo Credit Union
- JA Nishi-harima
- JA Iryuu
- JA Sayo-gun

- Hours / 10:00 ~ 17:00
- Closed on Sundays and National holidays
- Deposit and transfer: closed on Saturdays, Sundays and National holidays
- (Only Minato Bank Opens)

### 8 Takamori Barbers and Beauty Parlor

- Hours / 9:00 ~ 19:00
- Closed on every Mondays, the 1st and the 3rd Tuesdays

### 9 Police Box

TEL : 0791-22-0110

### 10 Kouto Pharmacy

- Hours / 10:00 ~ 18:00
- Closed on Sundays and National holidays

### 11 Clean Shop - Kouto Store (a laundry)

- Hours / 9:30 ~ 18:30
- Closed on Sundays

### 12 Maruzen Kouto-Plaza Store (Books, rental CDs and Videos)

- Hours / 10:00 ~ 22:00
- Closed on New Year Holidays

### 13 Co-op Mini Technopolis (a supermarket)

- Hours / 10:00 ~ 20:00
- Closed on Tuesdays
- Only Midori Bank

### 14 Optopia (PR hall)

- Hours / 10:00 ~ 17:00 (entrance / ~16:20)
- Closed during the New Year Holidays

### 15 Pure Light (western style restaurant)

- Hours / 11:30 ~ 17:00
- Closed on Tuesdays (but open for reservation)

### 16 Nishi-harima Kouto-plaza Post Office

- Exchange and insurance/ 9:00 ~ 16:00
- Mailing/ 9:00 ~ 17:00
- Machine cash service
- Monday ~ Friday 9:00 ~ 17:30
- Saturday 9:00 ~ 12:30

### 17 Kojoyou Clinic (internal medicine, surgery, pediatrics, obstetrics and gynecology, rehabilitation)

- Hours / 9:00 ~ 12:00, 14:00 ~ 17:00
- Closed on Saturdays, Sundays and National holidays

### 18 Ogawa Dental Clinic

- Hours / 9:00 ~ 12:00, 13:30 ~ 18:00
- Saturdays / 9:00 ~ 12:00, 13:30 ~ 15:00
- Closed on Wednesdays, Sundays and National holidays

### 19 Administrative Organ Service Corner (administrative affairs service, resident card, seal impression registration, etc.)

- Hours / 10:00 ~ 16:00
- Closed on Saturdays and Sundays

## Hotels and Inns

**In the Harima Science Garden City** [ I ] : Tax and Service charge included  
[ N ] : Tax and Service charge not included

### *Center for Advanced Science & Technology (CAST)*

Address : Harima Science Garden City, 3-1-1 Kouto, Kamigori-cho, Ako-gun, Hyogo, 678-1205

Tel : 0791-58-1100

Price/room/night

Special Room (2 rooms) : 2 beds, a table and chairs, Bath and toilet 7,800 ~ 11,700 yen

Twin Room (9 rooms) : 2 beds, bath and toilet 5,500 ~ 8,300 yen

Single Room (18 rooms) : 1 bed , bath and toilet 5,500 yen

Reservations are needed for breakfasts in both the western style (500 yen) and Japanese style (1,000 yen).

**Hotels and Inns in Aioi-shi** ( ) : Distance from JR Aioi Station

**Aioi Station Hotel** (1 min. walk) 1-5 Hongo-cho, Aioi-shi, 678-0006. Tel : 0791-24-3000

Capacity : 90 persons. Price : 4,800 ~ 9,000 yen a night [ N ]

**Kaiun Ryokan** (5 min. by car) 1-2-2 Asahi, Aioi-shi, 678-0031. Tel : 0791-22-2181

Capacity : 60 persons. Price : 5,800 ~ 6,300 yen a night with 2 meals [ N ]

**Kikuya Ryokan** (8 min. walk) 1-4 Kakiuchi-cho, Aioi-shi, 678-0022. Tel : 0791-22-0309

Capacity : 18 persons. Price : 6,500 yen a night with 2 meals [ I ]

**Aioi-So, Kokumin-Shukusha** (20 min. by car) 5321 Kanegasaki, Aioi, Aioi-shi, 678-0041. Tel : 0791-22-1413

Capacity : 168 persons (Japanese style rooms). Price : 6,825 ~ 16,524 yen a night with 2 meals [ I ]

**Hotels and Inns in Himeji-shi** ( ) : Distance from JR Himeji Station

**Hotel Sun Garden Himeji** (1 min. walk) 100 Minamiekimae-cho, Himeji-shi, 670-0962. Tel : 0792-22-2231

Capacity : 260 persons (western style rooms). Price : 9,000~19,500 yen a night [ N ]

**Himeji Castle Hotel** (8 min. walk) 210 Hojo, Himeji-shi, 670-0947. Tel : 0792-84-3311

Capacity : 299 persons (Japanese and western style rooms). Price : 7,500 ~ 18,000 yen a night [ N ]

**Hotel Sun route Himeji** (1 min. walk) 195-9 Ekimae-cho, Himeji-shi, 670-0927. Tel : 0792-85-0811

Capacity : 150 persons (Western style). Price : 8,431 ~ 15,015 yen a night [ I ]

**Hotel Himeji Plaza** (3 min. walk ) 158 Toyosawa-cho, Himeji-shi, 670-0964. Tel : 0792-81-9000

Capacity : 300 persons (Western style). Price : 6,000~15,300 yen a night [ I ]

**Himeji Washington Hotel Plaza** (5 min. walk) 98 Higashiekimae, Himeji-shi, 670-0926. Tel : 0792-25-0111  
*Capacity* : 172 persons (Western style). *Price* : 8,316 ~ 15,592 yen a night [ I ]

**Hotel Okuuchi** (5 min. walk) 3-56 Higashinobesue, Himeji-shi, 670-0965. Tel : 0792-22-8000  
*Capacity* : 426 persons (Western style). *Price* : 6,352 ~ 12,705 yen a night [ I ]

**Himeji City Hotel** (10 min. walk) 1-1 Higashi-shinonome-cho, Himeji-shi, 670-0046. Tel : 0792-98-0700  
*Capacity* : 120 persons (Japanese and Western style). *Price* : 6,300 ~ 12,600 yen a night [ I ]

**Himeji Green Hotel** (12 min. walk) 100 Sakamoto-cho, Himeji-shi, 670-0016. Tel : 0792-89-0088  
*Capacity* : 155 persons, (Western style). *Price* : 6,700 ~ 12,500 yen a night [ I ]

**Himeji Orient Hotel** (8 min. walk) 111 Shio-cho, Himeji-shi, 670-0904. Tel : 0792-84-3773  
*Capacity* : 49 persons (Japanese and Western style). *Price* : 6,000 ~ 20,000 yen a night [ I ]

**Business Hotel Chiyoda** (8 min. walk) 166 Kubo-cho, Himeji-shi, 670-0916. Tel : 0792-88-1050  
*Capacity* : 60 persons (Japanese and Western style). *Price* : 5,900 ~ 13,500 yen a night [ I ]

**Business Hotel Tsubota** (5 min. walk) 2-81 Hojoguchi, Himeji-shi, 670-0935. Tel : 0792-81-2227  
*Capacity* : 69 persons (Japanese and Western style). *Price* : 4,830 yen a night [ I ]

**Business Hotel Yoshinobu** (5min. walk) 98 Shinobu-cho, Himeji-shi, 670-0917. Tel : 0792-22-4655  
*Capacity* : 49 persons (Japanese and Western style). *Price* : 5,500 ~ 15,000 yen a night [ I ]

**Hotel Claire Higasa** (5 min. walk) 22 Jyuunisyomae-cho, Himeji-shi, 670-0911. Tel : 0792-24-3421  
*Capacity* : 55 persons (Japanese and Western style). *Price* : 7,035 ~ 13,000 yen a night [ N ]

**Hoteiya Ryokan** (6 min. walk) 24 Higashiekimae-cho, Himeji-shi, 670-0926. Tel : 0792-22-1210  
*Capacity* : 42 persons (Japanese style). *Price* : 9,000 ~ 10,000 yen a night with 2 meals [ N ]

**Highland Villa Himeji** (20 min. by car) 224-26 Hirominesanhinotani, Himeji-shi, 670-0891. Tel : 0792-84-3010  
*Capacity* : 81 persons (Japanese and Western style). *Price* : 8,431 ~ 13,629 yen a night with 2 meals [ I ]

**Hotel Sunshine Aoyama** (15 min. by car) 4-7-29 Aoyamaminami, Himeji-shi, 671-2223. Tel : 0792-76-1181  
*Capacity* : 90 persons (Western style). *Price* : 6,352 ~ 20,790 yen a night [ I ]

## Restaurants

### Restaurants in the Harima Science Garden City

---

**Restaurant Harima** At the Center for Advanced Science & Technology (CAST), Tel : 0791-58-0600,  
*Hours* : 9:00 ~ 20:00 (Last orders 19:30) Closed during the New Year Holidays  
*Specialty* : Japanese style Noodles and Dinners *Price* : 1,000 ~ 3,500 yen

**Public House “Mansaku”** At “Kouto Plaza” in the Harima Science Garden City, Tel : 0791-59-8061,  
*Hours* : 17:00 ~ 22:00, Closed on Sundays  
*Specialty* : Grilled chicken, Japanese hotchpotch, fried food, many kinds of sake

**Japanese Restaurant “Kiraku”** At “Kouto Plaza” in the Harima Science Garden City, Tel : 0791-58-0507,  
*Hours* : 11:00 ~ 14:00 17:30 ~ 20:00, Closed on Sundays and National holidays  
*Specialty* : Japanese style lunch (grilled meat, a bowl of rice with a fried pork, etc.) *Price* : 900 yen ~

**“Harima club”** 3-7-1 Kouto, Kamigori-cho, Ako-gun, Tel : 0791-58-0009,  
*Hours* : 10:00 ~ 22:00, Closed on Mondays  
*Specialty* : OKONOMIYAKI (Japanese style pizza) *Price* : 350 ~ 750 yen

### Restaurants in the vicinity of the Harima Science Garden City

---

**Hand Made Udon “Aoi”** 2353-1 Yamanosato, Kamigori-cho, Ako-gun, Tel : 0791-52-0965  
*Hours* : 11:00 ~ 20:00, Closed on Tuesdays ( Wednesday, if Tuesday is a Holiday)  
*Specialty* : Home made noodles *Price* : 480 ~ 1,000 yen

**Restaurant “Yoshinoya”** 1645-9 Kamigori, Kamigori-cho, Ako-gun, Tel : 0791-52-0052  
*Hours* : 11:30 ~ 21:00, Open all year, except Dec. 30 through Jan. 4  
*Specialty* : Typical Japanese dishes ( Sashimi, Tempura, Kabayaki, etc.), Kaiseki Ryori ( a formal Japanese style dinner), noodles etc. *Price* : 780 yen ~

**Montana** 623-1 Nouji, Shingu-cho, Ibo-gun, Tel : 0791-75-5000  
*Hours* : 7:30 ~ 21:00 (the last orders: 20:30) Closed on the second and the fourth Mondays  
*Specialty* : Light meals ( Hamburgers, Cutlets, fried noodles, etc.) *Price* : 550 ~ 830 yen

**Kurusu Restaurant** 711 Kajiya, Shingu-cho, Ibo-gun, Tel : 0791-78-0743  
*Hours* : 9:00 ~ 20:00, Closed on Sundays  
*Specialty* : Family style dishes and noodles *Price* : 400 ~ 850 yen, Inexpensive.

**Chinese Restaurant “Haru”** Sueno, Mikazuki-cho, Sayo-gun, Tel : 0790-79-2973  
*Hours* : 11:00 ~ 21:00, Closed on Wednesdays  
*Specialty* : noodles, Chinese lunch, gyoza (fried dumplings stuffed with minced pork).  
*Price* : 450 ~ 900 yen

**Volcano Mihara Bokujo** Mihara Bokujo, Mikazuki-cho, Sayo-gun, Tel : 0790-79-3777  
*Hours* : 11:00 ~ 20:00, Closed on Wednesdays  
*Specialty* : Spaghetti and pizza. *Price* : 800 ~ 1,200 yen

**Ajiwai no Sato, Mikazuki** 1266 Noino, Mikazuki-cho, Sayo-gun, Tel : 0790-79-2521  
*Hours* : 10:00 ~ 17:00, Closed on Tuesdays  
*Specialty* : Country style vegetarian menu with organically grown vegetables and home made Soba noodles.  
Reservations required for Prix Fixe Dinner menus  
*Price* : 500 ~ 4,000 yen  
A gift shop for the local produce is right next to the restaurant. *Hours* : 9:00 ~ 17:00

**Chinese Restaurant “Kobe Han-ten”** At “Peiron-jo” 8-55 Naba-minamihon-machi, Aioi-shi, Tel : 0791-23-3119  
*Hours* : 11:00 ~ 15:00 16:30 ~ 21:00, Closed on Tuesdays  
*Specialty* : Typical Peking dishes, noodles, a course of dishes  
*Price* : 600 ~ 50,000 yen (a course of dishes for 8 people~)



# F A X 送 信 票

## FAX Sending Form

〒679-5198 兵庫県佐用郡三日月町光都<sup>こうと</sup>1-1-1  
 (財)高輝度光科学研究センター「SPring-8 利用者情報」事務局  
 TEL : 0791-58-0961 FAX : 0791-58-0965  
 1-1-1 Kouto, Mikazuki-cho, Sayo-gun, Hyogo 679-5198, Japan  
 JASRI SPring-8 Information secretariat

### 「SPring-8利用者情報」送付先住所登録票

#### The issue of SPring-8 User Information Registration Form

新規・変更・不要 いずれかを で囲んで下さい  
 Newly・Modify・Disused circle your application matter

フリガナ			
氏 名 Name			
勤務先/所属機関 Place of work / Institution	(旧勤務先) (Previous Institution)		
部 署 Post		役 職 Title	
所在地 Address	〒		
T E L		F A X	
E-mail			

既に本誌が送付されている方は、新規の登録は不要です。その他の方で送付希望の方がおられましたらご登録下さい。

Please register by this form who would like to have this issue by continuous delivery, but you need not newly register when you have already received this issue by mail.

本誌は【無料】で配布しておりますので、経費節約のためご不要の方がおられましたら、お手数ですがご連絡下さいますようお願い申し上げます。(この送信票をご使用下さい。)

This issue is free of charge, so to cut down the expenses, if you need not this issue any more, please notify us by this form.

本誌は、SPring-8の利用者の方々に役立つ様々な情報を提供していくことを目的としています。ご意見、ご要望等がございましたら、上記事務局まで、ご遠慮無くお寄せ下さい。

This issue is aimed to inform some useful matter for the SPring-8 users, so if you have anything to comments or requests, please let us know without any hesitation.

コメント  
Comments

## 裏表紙の絵画について

「平成10年度播磨科学公園都市と未来の科学の夢絵画展」 佳作

作者：姫路市立安室小学校3年生（当時） 由利高志さん

題名：ぼくの考えたみ来の街

説明：この絵は、ぼくが知らない未来の街です。ぼくは未来に行ったことがないからそうぞうしてかきました。まん中にあるのが学校です。絵の中には、今の世界にはどこをさがしてもいないような生き物がいっぱい住んでいます。ぼくが一番気に入っているのが、空にうかんでいるねこがたの飛行機です。ぼくも乗りたいです。

## SPring-8 利用者情報 編集委員会

委員長	河西 俊一	利用業務部
委員	山下 明広	加速器部門
	矢橋 牧名	ビームライン部門
	梅谷 啓二	実験部門
	柏原 泰治	利用促進部門
	鈴木 威男	施設管理部門
	辻 雅樹	放射光研究所（計画管理）
	渡辺 眞樹	安全管理室
	中瀬 竜也	企画調査部
	牧田 知子	利用業務部
	原 雅弘	広報部
	圓山 裕	利用者懇談会（岡山大学）
	水木純一郎	利用者懇談会（原研）
	事務局	乾 稔史

## SPring-8 利用者情報

Vol.5 No.4 JULY 2000

### SPring-8 Information

発行日 平成12年（2000年）7月18日

編集 SPring-8 利用者情報編集委員会

発行所 放射光利用研究促進機構  
財団法人 高輝度光科学研究センター  
TEL 0791-58-0961 FAX 0791-58-0965

（禁無断転載）



題「ぼくの考えたみ来の街」

姫路市立安室小学校3年生（当時）

由利高志くんの作品です