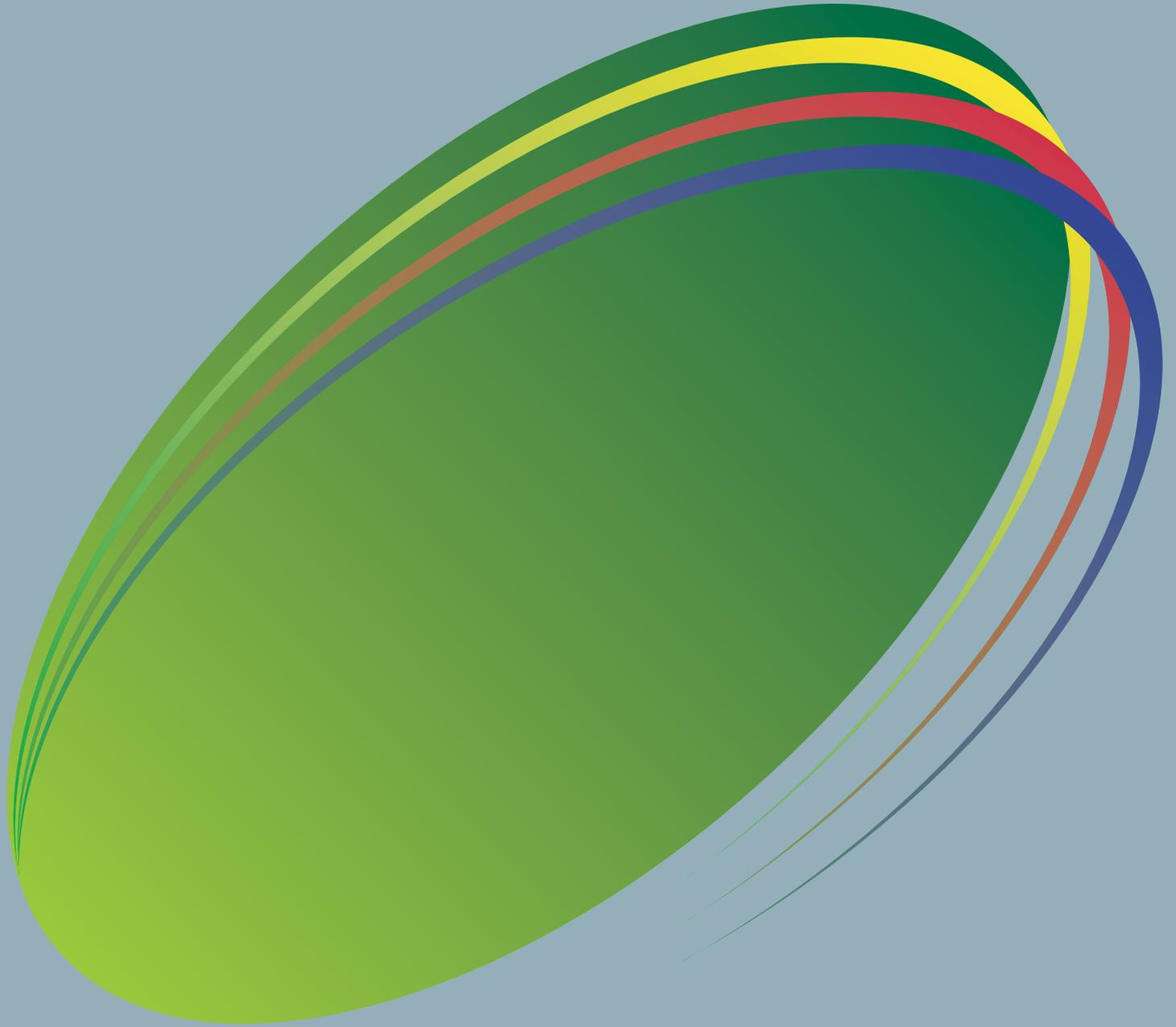


SPring-8

INFORMATION
[利用者情報]

Vol.8 No.6 2003.11



SPring-8 Information

目次 CONTENTS

所長の目線

Director's Eye

(財)高輝度光科学研究センター 副理事長、放射光研究所長
Director General of Synchrotron Radiation Research Laboratory, Vice President of JASRI

吉良 爽

KIRA Akira

392

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

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 所長室 計画調整グループ
Planning and Coordination Section, Director's Office, JASRI

393

論文発表の現状

Publications Resulting from Experiments at SPring-8

(財)高輝度光科学研究センター 利用業務部
User Administration Division, JASRI

395

2. ビームライン / BEAMLINES

ベンダーによる偏向電磁石ビームラインのサジタル集光

Synchrotron X-ray focusing by crystal bender

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, Kansai Research Establishment, JAERI

米田 安宏

YONEDA Yasuhiro

松本 徳真

MATSUMOTO Norimasa

(財)高輝度光科学研究センター ビームライン・技術部門
Beamline Division, JASRI

古川 行人

FURUKAWA Yukito

理化学研究所 播磨研究所

石川 哲也

Harima Institute, RIKEN

ISHIKAWA Tetsuya

397

3. 最近の研究から / FROM LATEST RESEARCH

X線回折法によるタンパク質の光誘起反応中間体構造解析

~ ヒトヘモグロビンにおける光誘起構造変化の直接観測 ~

X-ray structure analysis of photo-induced reaction intermediates of proteins

- Direct observation of photo-induced tertiary structural changes in human hemoglobin -

高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所
Institute of Materials Structure Science, High Energy Accelerator Research Organization (KEK)

足立 伸一

ADACHI Shin-ichi

理化学研究所 播磨研究所

城 宜嗣

SHIRO Yoshitsugu

横浜市立大学大学院 総合理学研究所

朴 三用

PARK Sam-Yong

Graduate School of Integrated Science, Yokohama City University

Jeremy R. H. Tame

自治医科大学 生理学講座

柴山 修哉

Department of Physiology, Jichi Medical School

SHIBAYAMA Naoya

401

新しいナノサイエンス - 酸素分子を一列にならべる -

New Nano Science for one-dimensional arrays of dioxygen

(財)高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門
Material Science Division, JASRI

高田 昌樹

TAKATA Masaki

京都大学大学院 工学研究科

北川 進

Graduate School of Engineering, Kyoto University

KITAGAWA Susumu

大阪女子大学 理学部

久保田 佳基

Faculty of Science, Osaka Women's University

KUBOTA Yoshiki

岡山大学 理学部

小林 達生

Faculty of Science, Okayama University

KOBAYASHI Tatsuo C.

大阪大学 極限科学研究センター

金道 浩一

Research Center for Materials Science at Extreme Conditions, Osaka University

KINDO Koichi

名古屋大学大学院 工学研究科

坂田 誠

Graduate School of Engineering, Nagoya University

SAKATA Makoto

406

tRNA修飾酵素による構造変化したtRNAの認識機構

Alter native Tertiary Structure of tRNA for Recognition by a Post - Transcriptional Modification Enzyme

東京大学大学院 理学系研究科
Graduate School of Science, The University of Tokyo

石谷 隆一郎

ISHITANI Ryuichiro

横山 茂之

YOKOYAMA Shigeyuki

413

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

第3回サンビーム研究発表会

The 3rd SUNBEAM Workshop

三菱電機(株) 先端技術総合研究所
Advanced Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Co.

上原 康

UEHARA Yasushi

416

5 . 告知板 / ANNOUNCEMENT

SPring-8サブグループ合同ワークショップ

「X線非弾性散乱を用いた物性研究」開催のご案内

Joint Workshop by SPring-8 Beamline and Reseach Subgroups ; "X-ray Inelastic Scattering and Materials Science II"

419

「SPring-8 Research Frontiers」表紙デザインの募集

Call for cover design of "SPring-8 Research Frontiers"

420

独立行政法人理化学研究所・播磨研究所 研究員公募

Job Opportunity at RIKEN Harima Institute

422

応用物理学会結晶工学分科会2003年・年末講演会

「放射光で測る・探す・作る」開催のご案内

Measurement, Criminal Investigation and Fabrication by Synchrotron Radiation

423

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

SPring-8 Campus Guide and Contact Numbers

424

SPring-8へのアクセス

Access Guide to SPring-8

427

播磨科学公園都市マップ

Harima Science Garden City Map

432

宿泊施設

Hotels and Inns

433

レストラン・食堂

Restaurants

435

「SPring-8利用者情報」送付先登録票

Registration Form for the Issue of "SPring-8 Information"

所長の目録

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 吉良 爽

これまでSPring-8に強く要望されていたことは、非熟練利用者の支援と試料の委託分析サービスである。前者についてはかなりのところまで実現されたが、後者についてはやっと昨年からの取り組みが始まったという状況にある。

これが遅れた理由は大雑把には次のようなところにある。この施設は、実験者自らが実験を行うためのものであり、第三者のための実験は、JASRI職員以外はしてはいけない、という法律解釈があった。すなわち、JASRI以外は受託分析を引き受けることができない、ということである。しかし、支援スタッフの不足に悩まされていたJASRIにはそれをやる余裕が無かった。時代とともに、上述の解釈が変わり、共用ビームラインにおいて第三者、例えば分析会社などが委託分析をしても良い、ということになり、昨年度からやっと試みが始まった。

一方、設備が整備されてきて運用の経験が蓄積されてくるにつれ、ある種のルーチン的なことは、施設側で行った方がはるかに効率が良いという認識が生まれてきた。多少失礼を承知で言えば、一部のビームラインでは、必ずしも放射光実験に慣れていない利用者が入れ替わり立ち代りやってきて、初歩的な説明を聞き、何となくぎこちなく装置を動かしてデータを取り、それを見て担当者は、機械を壊されないかとはらはらしている、というような場面が結構あると聞いている。これならば、熟練したスタッフが実験を代行した方が、時間の節約になるし、機器の条件の維持等でも有利なことが多いのである。このように、初期の単純な人手不足の議論から、それを補う効率向上の議論として、委託分析が浮上してきたのである。

委託分析を妨げてきたもう一つの理由として、日本の学界の、共同利用はすべて無料、という暗黙の常識があったのではなからうか。金を払ってでも、

必要なサービスを受けたい、と言う希望に対する議論は殆どされていなかった。現に産業からはしばしばそのような要望がなされていた。最低限の無料サービスはもちろん保存しておいて、それと並列に、有料のサービスを何種類か用意することを考える時期に来ている、いや、もっと早くそうすべきであった、と思う。

APSやESRFは産業利用のための有料サービスを早くから心がけていて、現在は、試料を急送便で送ると、何日以内(たとえば8日)にデータを送り返す、と言うサービスを行っている。SPring-8においても、このようなサービスを議論する機が熟していると感じている。

SPring-8運転・利用状況

財団法人高輝度光科学研究センター
所長室 計画調整グループ

平成15年8～9月の運転実績

SPring-8は7月12日から8月31日まで夏期長期運転停止期間として以下の作業・点検等を実施した。

夏期長期運転停止期間後の9月1日（蓄積リングは9月2日）から9月13日まではマシン及びビームライン調整の運転を実施した。

マシン及びビームライン調整期間は夏期長期運転停止期間に新規に設置された機器や既設の改造等を行った機器の調整と第6サイクル以降のユーザー運転に向けての調整を行い、放射光の提供は行わなかった。

1. SPring-8の長期停止期間中の主な作業

- (1) 線型加速器関係
 - モジュレーター点検作業
 - 電子銃点検作業
 - BPM設置作業
 - その他点検・整備作業
- (2) シンクロトロン関係
 - RF系定期点検作業
 - 電磁石電源点検作業
 - 電磁石フロースイッチ交換作業
 - その他点検・整備作業
- (3) 蓄積リング関係
 - 挿入光源据付・既設保守点検作業
 - FE既設改造及び保守点検作業
 - RF-Dステーション空洞交換・エージング作業
 - RF定期点検及びRFクライストロン電源冷却系改造作業
 - NEG活性化作業
 - 冷却水（L1真空系）系統改造作業
 - 電磁石架台内及び水平面測量
 - バンパ電磁石交換作業
 - 入射部OTRモニター設置作業
 - VME点検作業
 - その他点検・整備作業

(4) ユーティリティ関係

- 電気設備保守点検作業
- 冷却水設備保守点検作業
- 空調設備保守点検作業
- 防災設備保守点検作業
- その他定期点検・整備作業

(5) 安全管理関係

- 入退出管理システム定期点検
- 放射線監視システム定期点検
- 放射線監視設備定期点検
- 放射線安全インターロックシステム改修
- その他点検・整備作業

2. 装置運転関係

- (1) 運転期間（蓄積リング）
 - マシン及びビームライン調整期間
（9/2（火）～9/12（金））
- (2) 運転時間の内訳

運転時間総計	約244.5時間
装置の調整	約244.5時間
- (3) 主な調整内容
 - 新バンパ電磁石調整
 - 軌道調整、ディスパージョン補正
 - BPM再現性の確認、BPMオフセット測定
 - 2次元干渉計の測定
 - SSBT-BCMのタイミング測定
 - SSBTコリメータ（スリット）性能確認試験
 - 水平ビームサイズ・垂直エミッタンス測定
 - バンチ長測定及び純度測定
 - Bunch by Bunch Feedback性能確認試験
 - チューンセパレーション
 - ID調整
 - 各ビームライン調整
 - Top-upインターロック試験、総合運転試験
- (5) トピックス
 - 9月10日から9月12日まで第6サイクルから

の定時入射時のTop-up運転に向けて、総合調整を行った。

平成15年9月の運転・利用実績

SPring-8は9月17日から10月10日まで第6サイクル(4週間連続運転モード)の運転を実施中である。第6サイクルの運転・利用実績については次号にて掲載する。

今後の予定

- (1) 10月15日から12月19日まで中間運転停止期間をはさみ、4週間連続運転モードの運転(第7サイクル)と5週間連続運転モードの運転(第8サイクル)を行う。詳細な運転条件については決定しだい、ユーザーに報告する。
- (2) 12月20日から平成16年1月18日までマシンの冬期長期運転停止期間とし、加速器やビームラインに係わる機器の改造・点検作業、電気・冷却設備等の機器の点検作業等を行う予定である。
- (3) 冬期長期運転停止期間後の運転再開は平成16年1月19日から2月20日まで5週間連続運転モードの運転(第1サイクル)を行う。詳細な運転条件については決定しだい、ユーザーに報告する。

論文発表の現状

財団法人高輝度光科学研究センター 利用業務部

年別査読有り論文発表登録数 (2003年9月30日現在)

* 利用業務部が別刷りなどの資料を受け取り、SPring-8を利用したという記述が確認できたもののみをカウント (9月号までは論文発表等登録データベースに登録されたすべてをカウント)

Beamline Name		Public Use Since	~ 1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	total
Public Beamlines	BL01B1	XAFS	(1997.10)		15	17	34	24	8	98
	BL02B1	Single Crystal Structure Analysis	(1997.10)		2	5	3	9	14	41
	BL02B2	Powder Diffraction	(1999. 9)			12	25	30	21	88
	BL04B1	High Temperature and High Pressure Research	(1997.10)		3	2	8	12	17	45
	BL04B2	High Energy X-ray Diffraction	(1999. 9)			1	6	15	7	29
	BL08W	High Energy Inelastic Scattering	(1997.10)	2	5		4	14	5	37
	BL09XU	Nuclear Resonant Scattering	(1997.10)			5	5	3	9	29
	BL10XU	High Pressure Research	(1997.10)		2	10	12	20	21	74
	BL13XU	Surface and Interface Structure	(2001. 9)							6
	BL19B2	Engineering Science Research	(2001.11)							1
	BL20B2	Medical and Imaging I	(1999. 9)				1	12	15	4
	BL20XU	Medical and Imaging II	(2001. 9)						2	8
	BL25SU	Soft X-ray Spectroscopy of Solid	(1998. 4)		2	6	14	17	23	10
	BL27SU	Soft X-ray Photochemistry	(1998. 5)		3	2	8	10	19	10
	BL28B2	White Beam X-ray Diffraction	(1999. 9)					1	1	5
	BL35XU	High Resolution Inelastic Scattering	(2001. 9)				1	2		2
	BL37XU	Trace Element Analysis	(2002.11)							
	BL38B1	R & D (3)	(2000.10)					1	3	10
	BL39XU	Magnetic Materials	(1997.10)		4	8	7	17	5	7
	BL40B2	Structural Biology II	(1999. 9)				1	13	19	11
BL40XU	High Flux	(2000. 4)			1		3	2	1	
BL41XU	Structural Biology I	(1997.10)	1	1	12	13	19	26	18	
BL43IR	Infrared Materials Science	(2000. 4)					5	1	2	
BL46XU	R & D (2)	(2000.11)				1		3	1	
BL47XU	R & D (1)	(1997.10)		2	4	9	13	8	3	
Public Use at Other Beamlines	BL11XU	JAERI Materials Science II	(1999. 3)						2	1
	BL14B1	JAERI Materials Science I	(1998. 4)				2	2	7	1
	BL15XU	WEBRAM	(2002.10)							0
	BL19LXU	RIKEN SR Physics	(2002. 2)							1
	BL23SU	JAERI Actinide Science I	(1998. 6)				1	2	1	3
	BL29XU	RIKEN Coherent X-ray Optics	(2002. 2)							0
	BL44B2	RIKEN Structural Biology II	(1998. 5)			1		3	2	1
	BL45XU	RIKEN Structural Biology I	(1997.10)			1	2	6	5	3
subtotal			3	24	72	122	249	279	179	928
Contract Beamlines	BL12B2	NSRRC BM	(2001. 9)					1	3	2
	BL12XU	NSRRC ID	(2003. 2)							0
	BL15XU	WEBRAM	(2001. 4)					2	10	2
	BL16B2	Industrial Consortium BM	(1999. 9)					9	3	12
	BL16XU	Industrial Consortium ID	(1999. 9)				1	1	1	4
	BL24XU	Hyogo Prefecture	(1998.10)		2	3	13	21	15	6
	BL32B2	Pharmaceutical Industry	(2002. 9)							0
	BL33LEP	Laser-Electron Photon	(2000.10)		2	2	3	3	2	1
	BL44XU	Macromolecular Assemblies	(1997.10)					1	8	2
subtotal			0	4	5	17	38	42	14	120
JAERI and RIKEN Beamlines	BL11XU	JAERI Materials Science II			1	1	3	2	2	2
	BL14B1	JAERI Materials Science I			2		3	4	7	16
	BL19LXU	RIKEN SR Physics			1			4	3	8
	BL22XU	JAERI Actinide Science II								0
	BL23SU	JAERI Actinide Science I			2	1	2	13	11	9
	BL26B1	RIKEN Structural Genomics I								0
	BL26B2	RIEKN Structural Genomics II								0
	BL29XU	RIKEN Coherent X-ray Optics					2	15	9	4
	BL44B2	RIKEN Structural Biology II				3	13	18	19	13
	BL45XU	RIKEN Structural Biology I			1	2	4	17	15	10
subtotal			1	8	9	40	71	61	42	232
NET Sum Total			63	60	95	176	358	342	202	1296

NET Sum Total: 実際に登録されている件数(本表に表示していない実験以外に関する文献を含む)

複数ビームライン(BL)からの成果からなる論文はそれぞれのビームラインでカウントした。

このデータは論文発表等登録データベース (<http://4users.spring8.or.jp/pub/>) に9月30日までに登録されたデータに基づいており、今後変更される可能性があります。また、このデータをPDFファイル化したものがSPring-8論文検索ページ http://www.spring8.or.jp/JAPANESE/publication/paper_no/) でダウンロードできます。

・本登録数は別刷り等でSPring-8で行ったという記述が確認できたもののみとしています。SPring-8での成果を論文等にする場合は必ずSPring-8のどのビームラインで行ったという記述を入れて下さい。

成果発表出版形式別登録数 (2003年9月30日現在)

* 利用業務部が別刷りなどの資料を受け取り、SPring-8を利用したという記述が確認できたもののみをカウント
(9月号までは論文発表等登録データベースに登録されたすべてをカウント)

	Beamline Name	Public Use Since	Journals	Proceedings	Others	Total
Public Beamlines	BL01B1	XAFS (1997.10)	98	15	14	127
	BL02B1	Single Crystal Structure Analysis (1997.10)	41	8	7	56
	BL02B2	Powder Diffraction (1999. 9)	88	3	18	109
	BL04B1	High Temperature and High Pressure Research (1997.10)	45	5	20	70
	BL04B2	High Energy X-ray Diffraction (1999. 9)	29	4	8	41
	BL08W	High Energy Inelastic Scattering (1997.10)	37	5	18	60
	BL09XU	Nuclear Resonant Scattering (1997.10)	29	7	11	47
	BL10XU	High Pressure Research (1997.10)	74	7	18	99
	BL13XU	Surface and Interface Structure (2001. 9)	6		4	10
	BL19B2	Engineering Science Research (2001.11)	1	3	3	7
	BL20B2	Medical and Imaging I (1999. 9)	32	22	11	65
	BL20XU	Medical and Imaging II (2001. 9)	10	2	1	13
	BL25SU	Soft X-ray Spectroscopy of Solid (1998. 4)	72	1	19	92
	BL27SU	Soft X-ray Photochemistry (1998. 5)	52	2	11	65
	BL28B2	White Beam X-ray Diffraction (1999. 9)	7	5	2	14
	BL35XU	High Resolution Inelastic Scattering (2001. 9)	5		1	6
	BL37XU	Trace Element Analysis (2002.11)			1	1
	BL38B1	R & D (3) (2000.10)	14		3	17
	BL39XU	Magnetic Materials (1997.10)	48	4	19	71
	BL40B2	Structural Biology II (1999. 9)	44	2	3	49
BL40XU	High Flux (2000. 4)	7		5	12	
BL41XU	Structural Biology I (1997.10)	90	2	8	100	
BL43IR	Infrared Materials Science (2000. 4)	8	1	2	11	
BL46XU	R & D (2) (2000.11)	5		1	6	
BL47XU	R & D (1) (1997.10)	39	14	13	66	
Public Use at Other Beamlines	BL11XU	JAERI Materials Science II (1999. 3)	3			3
	BL14B1	JAERI Materials Science I (1998. 4)	12		5	17
	BL15XU	WEBRAM (2002.10)			1	1
	BL19LXU	RIKEN SR Physics (2002. 2)	1			1
	BL23SU	JAERI Actinide Science I (1998. 6)	7		3	10
	BL29XU	RIKEN Coherent X-ray Optics (2002. 2)				0
	BL44B2	RIKEN Structural Biology II (1998. 5)	7		1	8
	BL45XU	RIKEN Structural Biology I (1997.10)	17	3	3	23
subtotal			928	115	234	1277
Contract Beamlines	BL12B2	NSRRC BM (2001. 9)	6			6
	BL12XU	NSRRC ID (2003. 2)		2		2
	BL15XU	WEBRAM (2001. 4)	14		8	22
	BL16B2	Industrial Consortium BM (1999. 9)	12	6	17	35
	BL16XU	Industrial Consortium ID (1999. 9)	4	2	18	24
	BL24XU	Hyogo Prefecture (1998.10)	60	8	21	89
	BL32B2	Pharmaceutical Industry (2002. 9)			1	1
	BL33LEP	Laser-Electron Photon (2000.10)	13	21	2	36
	BL44XU	Macromolecular Assemblies (2000. 2)	11		1	12
subtotal			120	39	68	227
JAERI and RIKEN Beamlines	BL11XU	JAERI Materials Science II	11		2	13
	BL14B1	JAERI Materials Science I	16	4	8	28
	BL19LXU	RIKEN SR Physics	9	2	4	15
	BL22XU	JAERI Actinide Science II				0
	BL23SU	JAERI Actinide Science I	38	11	37	86
	BL26B1	RIKEN Structural Genomics I				0
	BL26B2	RIKEN Structural Genomics II				0
	BL29XU	RIKEN Coherent X-ray Optics	30	8	6	44
	BL44B2	RIKEN Structural Biology II	66	2	6	74
	BL45XU	RIKEN Structural Biology I	63	4	12	79
subtotal			233	31	75	339
NET Sum Total			1296	453	576	2325

Journals : 査読有りの原著論文、査読有りのプロシーディングと査読有りの学位論文

Proceedings : 査読なしのプロシーディング

Others : 発表形式が出版で、上記の二つに当てはまらないもの(総説、単行本、その他として登録されたもの)

NET Sum Total : 実際に登録されている件数(本表に表示していない実験以外に関する文献を含む)

複数ビームライン(BL)からの成果からなる論文等はそれぞれのビームラインでカウントした。

・本登録数は別刷等でSPring-8で行ったという記述が確認できたもののみとしています。SPring-8での成果を論文等にする場合は必ずSPring-8のどのビームラインで行ったという記述を入れて下さい。

ベンダーによる偏向電磁石ビームラインのサジタル集光

日本原子力研究所 関西研究所
放射光科学研究センター 米田 安宏、松本 徳真
財団法人高輝度光科学研究センター
ビームライン・技術部門 古川 行人
理化学研究所 播磨研究所
石川 哲也

Abstract

The performance of sagittal focusing for hard X-rays with a cylindrical bent crystal at the SPring-8 is described. The bending mechanism is designed for the SPring-8 standard bending-magnet beamlines. Two-dimensional focusing is achievable by combining sagittal horizontal focusing and vertical focusing mirror. The results underline that the two-dimensional focusing was achieved in the wide energy range by using an adjustable-inclined double crystal monochromator.

1. はじめに

偏向電磁石ビームラインは横方向の発散が縦方向に比べて非常に大きい。SPring-8の偏向電磁石ビームラインの横方向の発散は1.5mradで、これは光源から1m離れるとビームが1.5mmに広がることを意味している。例えばBL14B1では回折計が発光点から55m離れたところに設置されているが、この位置ではビームは82.5mmに広がってしまっている。このビームラインで使用している標準的なビームサイズが1mmであるから、スリットによってビームを成形してしまうとこのビームラインに導入されているX線ビームの1/82.5しか使っていないことになる。そこで広がったビームを集光し、実効的なビーム強度を増大するために偏向電磁石ビームラインでは集光素子が必須である。現在、SPring-8偏向電磁石ビームラインで最もポピュラーな横方向の集光素子はベンドシリンドリカルミラーである。しかし、ミラーの全反射条件を満たさない高エネルギー側の集光ができないことやアパーチャが小さいためにビームの多くをロスしてしまうなど、実験によってはベンドシリンドリカルミラーが不向きな場合もある。そこでBL14B1では分光器の第2結晶に弯曲結晶を用いて横方向の集光を行なう手法を採用し、結晶弯曲機構(ベンダー)と結晶の開発を行ってきた。ベンダー

に要求されている条件は以下の通りで、非常に厳しい。

1. SPring-8標準分光器の第2結晶としてインストールするため、ベンダーはコンパクトなものでなければならない。
2. ベンダー使用時でも分光器の定位置出射を可能にするため、ベンダーによって弯曲結晶の曲率を変えてもビームの出射位置が変わってはならない。
3. 偏向電磁石ビームラインのcritical energyが28.9keVであるため、広範囲のエネルギーに対応させなければならない。

こうした条件をクリアしたベンダーは1998年にBL14B1にインストールされた^[1]。幾何学的配置によって定位置出射が可能になったベンダー^[2]にアンチクラシカルバンドを避けるためのリブ付き結晶の組み合わせによって、flux densityは15倍となり、実用レベルに達したベンダーはBL14B1に次いでBL02B1、BL12B2にもインストールされた^[3,4]。

しかし、ベンダー用の結晶として、3mmピッチのリブ付き結晶を用いているため、集光サイズが3mmに制限されてしまっている。フォーカスサイズをさ

らに小さくしflux densityのゲインをかせぎたいというユーザーの声に応えるために、2002年10月より新しいデザインの結晶のR&Dを行なってきたので、現状を報告する。

2. サジタルフォーカスベンダー

ベンダーは先述したように、SPring-8標準分光器の結晶面を切替える機構に対応するためにコンパクトな設計にしてある(図1)。SPring-8の偏向電磁石ビームラインのほとんどの分光器は発光点からの距離が40m以内に設置してあるので、分光器位置でのビームの広がりは60mm以内である。従ってこのよう

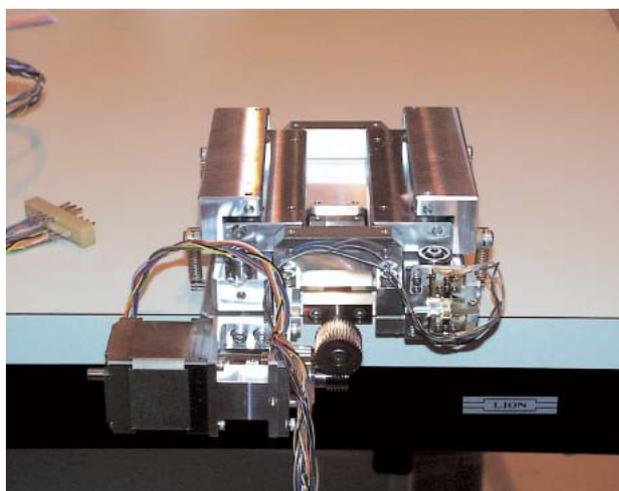


図1 結晶弯曲機構

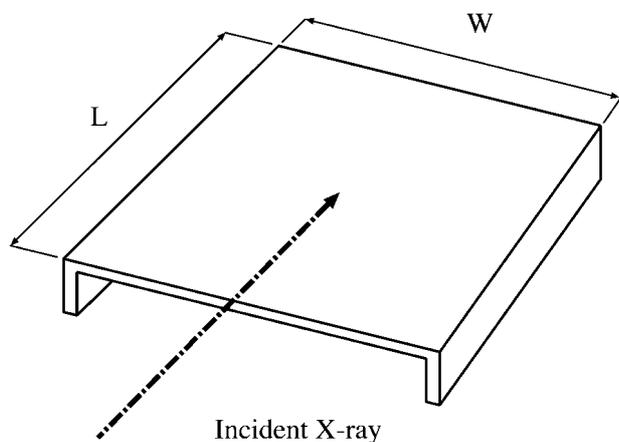


図2 SPring-8ベンダー用unribbed結晶

なコンパクトなベンダーでも、分光器位置では全てのビームを結晶で受けることができる。このベンダーに2mm厚の結晶をセットして円筒状に曲げ込んでビームを集光する。

ベンダーにセットする結晶は、従来の3mmピッチのリブのピッチを狭めるか、あるいはフラット結晶を使うことが考えられる。リブのピッチを狭める場合、結晶に入れる切れ込みの数が増えるために、受光ビームのロスが大きくなり、flux densityの大幅なゲインが見込めない。そこで、フラット結晶を用いた集光にトライすることにした。

フラットな結晶をそのままベンダーで曲げ込んで、アンチクラシカルベンディングのために、良好な集光ビームが得られない。

そこでKushnirら^[5,6]の文献を参考にして、図2のようなベンダー用結晶を新たに作製した。

この結晶を用いてもアンチクラシカルバンドは生じてしまうが、理想的な円筒部分を多く残すように結晶の縦横比を決めている。結晶はフラット配置の時、Si 311反射が使えるように加工した。

3. unribbed結晶のインストールとテスト

ベンダーの調整はまず、311反射を使って、10keV(= 22.246°)で行った。図3は結晶を曲げ込んで曲率を小さくしていった時のビームプロファイルをパラロイドフィルムで撮影したものである。曲率が小さくなるにつれて、ビームが集光していくのがわかる。

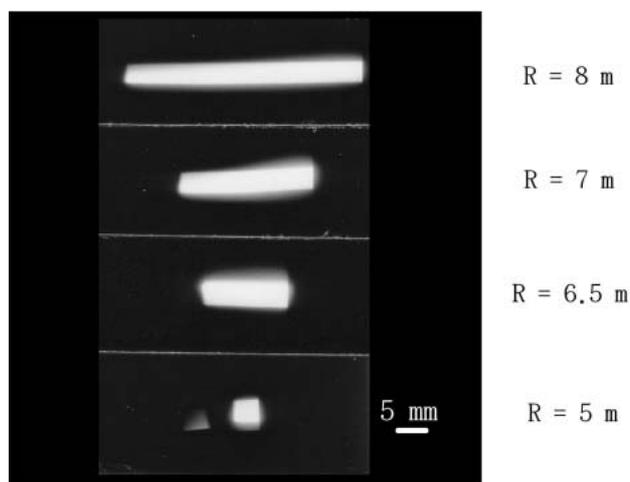


図3 集光ビームのプロファイル (BL14B1 実験ハッチミラーなし)

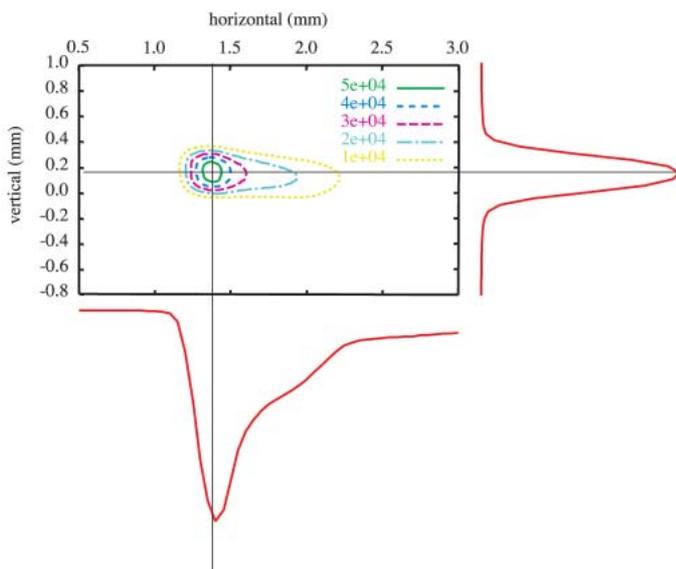


図4 10keV fine focusの時のビームプロファイル

ここで、ミラーを挿入し(4mrad)後置ミラーによる縦集光を行なった。この時のビームプロファイルを図4に示す。横方向はベンダーによって、縦方向はミラーによってサブミリ集光されている。

fine focusが得られた時の1 ロッキングカーブのプロファイルを図5に示す。非対称成分が少なく、均等に結晶が曲がっていることがわかる。イントリンシックな幅が、2.3arcsecであるが、倍に広がっている。このエネルギーでは、第一結晶に入射ビームが直入射するため、第一結晶の熱歪みを考慮する必要があるが、結晶を曲げ込む際のロッキングカーブ幅の広がりは少なく抑えられている。

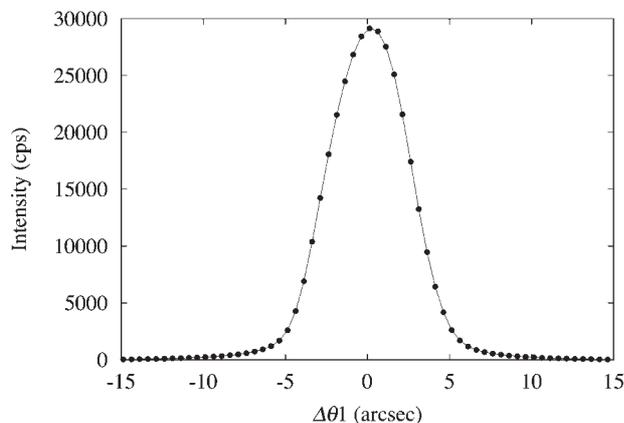


図5 1 rocking curve profile

全ての調整終了後、ダイナミカルバンドモードで金属箔の吸収端測定を行なった。ベンダーの最適な曲率半径はエネルギーによって異なる。良好な集光条件を吸収端測定中も保持するために、全ての測定点においてベンダーの曲率半径を最適化することをダイナミカルバンドモードという。金属箔はZn (K吸収端 = 9.663keV) とTi (K吸収端 = 4.965keV) を用いた。Znは311反射を、Tiは面切替えを行なって111反射を使って測定した。測定結果を図6に示す。比較のためにBL01B1で通常の平板結晶を使った測定結果も示してある。どちらも同じ測定結果となっていることから、ダイナミカルバンドモードによるエネルギーレゾリューションの劣化などは起こっていないことがわかる。

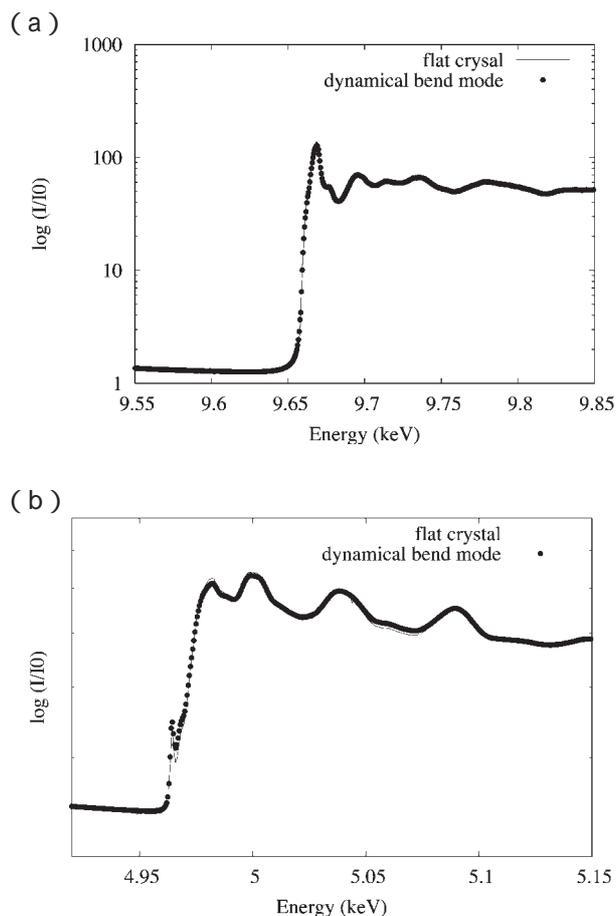


図6 (a) Si 311反射を用いて行なったZnフォイルの吸収端測定。(b) Si 111 反射を用いて行なったTiフォイルの吸収端測定。比較のためにベンダーを使わずにBL01B1で測定した結果を実線で示してある。

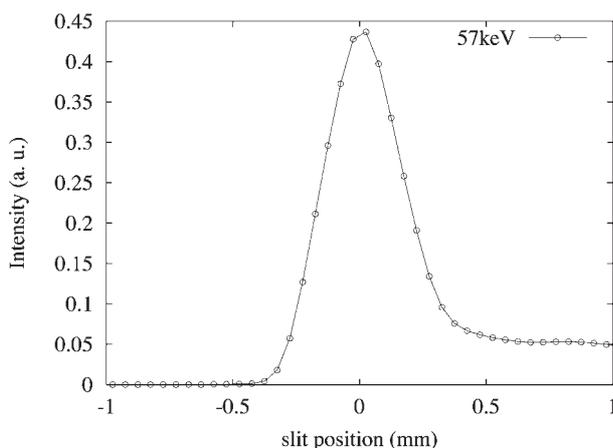


図7 57keV fine focusの時のビームプロファイル

ベンダーはベントシリンドリカルミラーでは集光出来ないような高エネルギー領域においてもビーム集光が可能である。図7は57keVにおいて、ビーム幅を0.4mmまで集光させたときのスリットスキャンで得られたプロファイルである。

このように、新しくデザインした結晶を使うことによって、横方向のビームサイズをサブミリ集光できるようになった。BL14B1では、Si 111反射と311反射を使って5~60keVまでの集光に成功している。また、高エネルギーX線をサンプル直前でスリットで成形するとバックグラウンドが増大するため、ベンダー集光は単に実効ビーム強度を増やすだけでなく、S/N比を上げることに有効である。

2003年の9月にBL19B2にもベンダーがインストールされたが、このベンダーはver.4である。結晶のみならず、弯曲機構も1998年に初期タイプのベンダーがインストールされて以来、ほぼ、年に1回の割合で改良バージョンが製作されている。これは、BL02B1やBL12B2などのビームラインから多くのフィードバックがあったため、これらのビームライン担当者やユーザーの方々に感謝の意を表します。

参考文献

- [1] Y. Yoneda, N. Matsumoto, Y. Furukawa and T. Ishikawa : *SPring-8 Annual Report 1998* (1998) 183.
 [2] Y. Furukawa and T. Ishikawa : *SPring-8 Annual Report 1995* (1995) 191.
 [3] Y. Yoneda, N. Matsumoto, Y. Furukawa and T. Ishikawa : *J. Synchrotron Rad.* **8** (2001) 18-21.

- [4] Y. Yoneda, N. Matsumoto, Y. Furukawa and T. Ishikawa : *Nucl. Instrum. Methods* **A467-468** (2001) 370-372.
 [5] V. I. Kushnir, J. P. Quintana and P. Georgopoulos : *Nucl. Inst. and Methods* **A328** (1993) 588-591.
 [6] J. P. Quintana, V. I. Kushnir and G. Rosenbaum : *Nucl. Inst. and Methods* **A362** (1995) 592-594.

米田 安宏 *YONEDA Yasuhiro*

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 : 0791-58-2637 FAX : 0791-58-2740
 e-mail : yoneda@spring8.or.jp

松本 徳真 *MATSUMOTO Norimasa*

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 : 0791-58-2637 FAX : 0791-58-2740
 e-mail : matsu@spring8.or.jp

古川 行人 *FURUKAWA Yukito*

(財)高輝度光科学研究センター 放射光研究所
 ビームライン・技術部門
 〒679-5198 兵庫県佐用郡三日月町光都1-1-1
 TEL : 0791-58-2726 FAX : 0791-58-0830
 e-mail : furukawa@spring8.or.jp

石川 哲也 *ISHIKAWA Tetsuya*

理化学研究所 播磨研究所
 〒679-5148 兵庫県佐用郡三日月町光都1-1-1
 TEL : 0791-58-2805 FAX : 0791-58-2810
 e-mail : ishikawa@spring8.or.jp

X線回折法によるタンパク質の光誘起反応中間体構造解析 ～ヒトヘモグロビンにおける光誘起構造変化の直接観測～

高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 足立 伸一
 理化学研究所 播磨研究所 城 宜嗣
 横浜市立大学大学院 総合理学研究科 朴 三用
 Jeremy R. H. Tame
 自治医科大学 生理学講座 柴山 修哉

Abstract

Proteins are encoded in genes and play a wide variety of functions in life. Three dimensional (3-D) protein structures, determined by conventional X-ray crystallographic technique and also by multidimensional nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy, have provided a solid base for understanding their 3-D architecture. However, relatively little information has been extracted from these studies about how the proteins do their tasks, because the 3-D structural information is essentially static. To understand the mechanistic details of how proteins function, it is crucial to know the dynamic features of the events that give rise to their designed functions. We have been working on cryogenic trapping technique of photoactive intermediates of proteins at the BL44B2, SPring-8, and here we present our experimental setup and direct observation of photo-induced tertiary structural changes in human hemoglobin.

1. はじめに

生体内のタンパク質の働きには、タンパク質構造の何らかの動き（構造変化、ダイナミクス）が必ず伴っている。それは、自分の体の中で日常的に行われている生理作用（例えば、呼吸や消化や筋肉の収縮・弛緩といったこと）を思い浮かべれば自ずと明らかである。現在、多くの大規模タンパク質構造解析プロジェクトにより蓄積されつつある構造情報のほとんどはタンパク質の安定な平衡状態の構造に関するものであるが、これらの構造情報にさらにタンパク質のダイナミクスに関する構造情報が加わることで、我々のタンパク質構造に対する知見はより重層的なものとなり、例えば新規医薬品の開発に対してより多角的な方針を与えることができると期待される。

結晶構造解析法と構造ダイナミクスとの関連を考えた場合、結晶構造解析の結果は原理的に平均構造付近の熱振動に関する情報を含んでいる。さらに、光や熱、圧力などの外的刺激により結晶全体または一部においてコヒーレントに非平衡状態を生成させることができる場合には、平衡状態から非平衡状態へ至る過程の構造解析が可能となる。非平衡状態を

構造解析する方法としては、低温条件下で非平衡状態を安定に蓄積する方法、ポンププローブ法によりトランジェントに生成した非平衡状態を短時間で測定する方法などが可能であるが、本稿では前者の方法で低温条件下でタンパク質の非平衡状態の結晶構造解析を行った例について紹介する。

2. タンパク質結晶学における試料冷却法

タンパク質結晶学の分野では、試料の放射線損傷による測定データの劣化が古くからの問題となっており、その対策として1980年代後半から液体窒素温度付近での結晶試料冷却法の開発が進められてきた^[1,2]。タンパク質結晶における放射線損傷は、放射線照射によって試料中の水分子がイオン化し、これによって生成する水和ラジカルがタンパク質分子を攻撃して、S-S結合の切断や脱カルボニル化といった構造変化を引き起こすことにより進行すると考えられており、その対処法として結晶試料凍結法が開発された。この方法では試料を液体窒素温度付近で凍結することにより試料中でのラジカルの拡散を抑えることができ、試料の損傷を劇的に低減することが可能となった。一方国内においては、試料冷却

技術の導入が海外に比べて比較的遅れていたが、1997年からSPring-8においてタンパク質結晶のX線回折実験が開始されて以降、室温実験では高輝度X線による試料の放射線損傷が致命的で全く測定にならないことが明白となり、試料冷却の技術が国内で爆発的に普及したという経緯がある。現在、SPring-8のすべてのタンパク質結晶構造解析用のビームラインにおいて低温の窒素ガスを試料に吹き付けるタイプの試料冷却装置が備え付けられており、ほとんどの場合90～100K付近の試料温度で実験が行われている。

一方、試料冷却技術の普及は、試料凍結法による短寿命反応中間体の結晶構造解析という別の重要な利用法も生み出した。この方法は低温下でタンパク質結晶中での反応速度を低下させ、結晶中に生成・蓄積する短寿命反応中間体を低温条件下で安定に捕捉（凍結トラップ）する方法である。これまでに、バクテリオロドプシンなどの光反応性タンパク質や、X線によるラジオリシスを受ける酸化酵素、光反応性のある基質（ケージド化合物）を含んだ酵素の結晶を試料として、反応中間体の凍結トラップによる構造解析が行われている^[3-5]。現在では試料冷却法があまりにも当たり前の技術になったため、低温トラップ実験をどこのビームラインにおいても手軽に試してみることが可能になった。我々は、理研構造生物学ビームラインBL44B2において、より進んだ低温トラップ実験を行うための装置整備を行い、その利用実験を進めてきた。そして最近、一酸化炭素結合型ヘモグロビン結晶を用いた光誘起短寿命中間体の結晶構造解析を行い興味深い結果を得たので、その成果について報告する。

3. 測定装置

我々は反応中間体構造解析を進めるために、理研構造生物学ビームライン（BL44B2）において装置の整備を進めてきた。それらは主に顕微分光装置とヘリウム吹き付け式の試料冷却装置の2点である。回折計、X線CCD検出器、測定制御装置、回折データ解析ソフトウェア等に関しては従来BL44B2で使用しているものをそのまま流用している。

3-1. 顕微分光装置^[6]

結晶に何らかの摂動を加えて反応を開始させ反応中間状態を作り出す場合、その摂動による結晶内反応の進行をモニターするために何らかの指針が必要

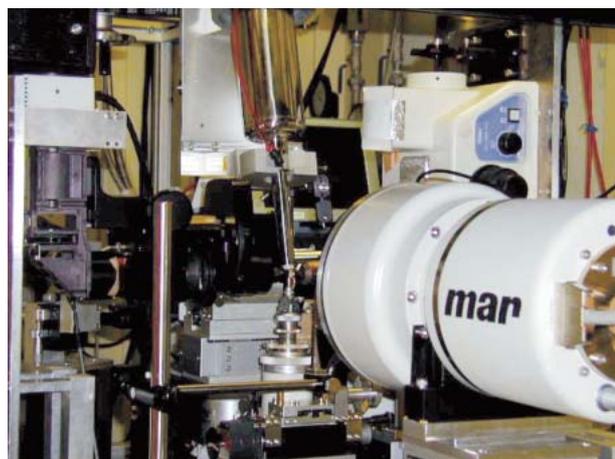


図1 BL44B2に設置された顕微分光装置

となる。一般にタンパク質は、紫外から可視部に電子遷移に由来する吸収を持つので、反応進行に伴う吸収スペクトル変化をモニターすることが原理的に可能である。ただし一般に、放射光ビームラインで測定に用いるタンパク質結晶のサイズは約100ミクロン角程度であり、またその形状も様々なので、その紫外可視吸収スペクトル測定は一般には容易ではなく、顕微光学系を使った分光測定が必要となる。また、結晶中のタンパク質濃度は溶液中とは比べ物にならないほど高いので、試料によっては入射光に対する透過光の比率が 10^{-5} 程度といった厳しい条件で測定をしなければならない。

図1に顕微分光装置を示す。我々は市販の落射蛍光型顕微鏡を改造し、これに分光部と検出部をつけることにより顕微分光装置を構築し、ビームラインの実験ハッチ内に設置した。そしてX線回折データ測定と同じセットアップでの結晶の顕微分光スペクトル測定を実現した。この装置は反応中間体のモニターだけでなく、X線照射による結晶試料の放射線損傷をモニターする上でも有用であることが示されている^[7]。

3-2. ヘリウム吹き付け式試料冷却装置^[8]

通常タンパク質構造解析ビームラインで使用されている冷却窒素ガス吹き付け式の冷却装置は最低温度90K程度までの設定が可能である。一般に、タンパク質結晶の放射線損傷を防ぐためにはこの程度の温度で十分であるが、結晶中の分子の熱振動をさらに低下させたい場合や、反応中間体をトラップするという目的のためには、より低い温度設定が必要となる場合も考えられる。この目的のために、25Kま

で温度設定が可能なヘリウム吹き付け式試料冷却装置（理学電機製）をビームラインに設置した。この装置では冷却ガスとして、乾燥窒素ガスの代わりにヘリウムガスを使用しており、2段階式のコールドヘッドによりコールドヘッド先端部は10Kに到達する。吹き出し口から5mmの位置に試料をおいた場合、最低到達温度25Kが可能である。

4. ヘモグロビンの光誘起反応中間体の低温結晶構造解析^[9]

我々はよく知られている酸素運搬タンパク質であるヘモグロビンを試料として、その光誘起反応中間体の低温結晶構造解析を試みた。肺において空気中から体内に取り込まれた酸素は、赤血球中にあるヘモグロビンに結合し、血管を通過して体内の各組織へと運ばれる。この際に、ヘモグロビンは単に酸素を着脱するだけでなく、酸素濃度の高い肺では酸素親和性を高くして、より多くの酸素を結合させ、逆に酸素濃度の低い末端組織では酸素親和性を低くして、組織により多くの酸素を与えることができる。このような、ヘモグロビンの酸素結合における酸素親和性調節の現象はアロステリック効果による協同性のモデルとして、古くから多くの研究者の研究対象となってきた。1960年代のMax PerutzらによるX線結晶構造解析研究から^[10]、ヘモグロビンは高酸素親和性型（relaxed型またはR型）と低酸素親和性型（tense型またはT型）の2つの4次構造をと

ることが明らかとなり、酸素結合が「引き金」となってR型とT型の間を構造転移するというtriggerモデルが提唱されている。しかし、R型でなぜ酸素親和性が高く、逆にT型で酸素親和性が低くなるのかという最も基本的な問題については、これまで多くの状況証拠が蓄積されているものの、それを直接的に証明する実験結果は得られていなかった。我々は、R型とT型ヘモグロビンの結晶を別々に調製し、低温条件下で結合した配位子分子を光によって解離させるという方法を用い、特にT型における構造歪みと低酸素親和性の関係を明らかにすることを試みた。

ヘモグロビンは、 $\alpha_2\beta_2$ という構造の類似した2種類のサブユニットそれぞれ2つずつが組み合わさって構成される $\alpha_2\beta_2$ タイプの4量体タンパク質である。それぞれのサブユニットはヘムと呼ばれる鉄含有補欠分子を含み、全体として4個の配位子分子を結合させることができる。我々は、配位子として酸素の代わりに酸素と同様な構造を持ち、より光解離効率の高い一酸化炭素（CO）分子を用い、ヘモグロビンに4つのCOが結合したR型ヘモグロビン結晶と、COが4つのサブユニットのうちの2つにだけ結合したT型ヘモグロビン結晶を作成した。T型結晶については、T型を保ったままCOを2個だけ結合させるために、ヘモグロビンに含まれる4個の鉄のうち、 α と β どちらかのサブユニットに含まれる2個の鉄をニッケルに置換することにより、このような状態の結晶を作成し、これらの結晶を用いてX

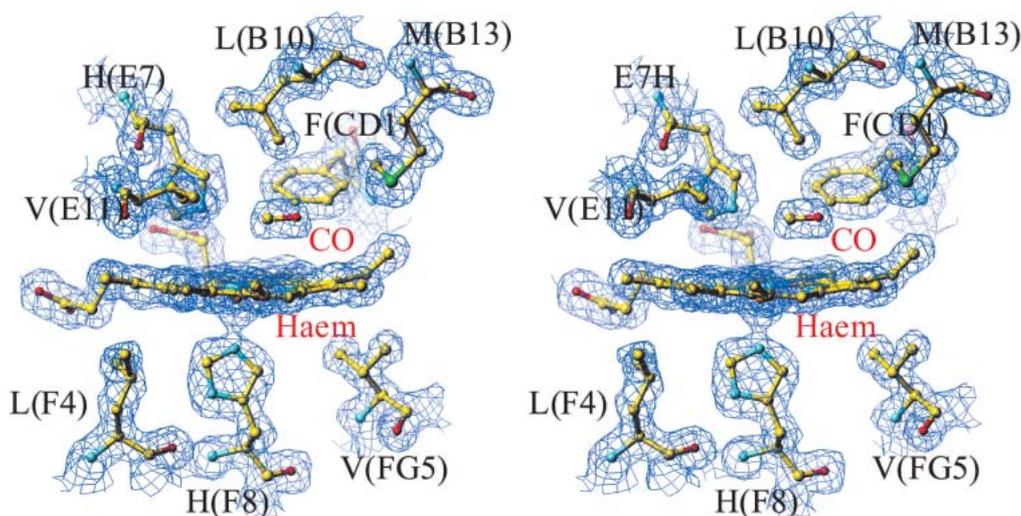


図2 T型ヘモグロビンCOにおいて、COが光解離した準安定状態の構造（サブユニットヘム周辺の2Fo-Fcマップ、1.3 Åレベル、ステレオ図）。

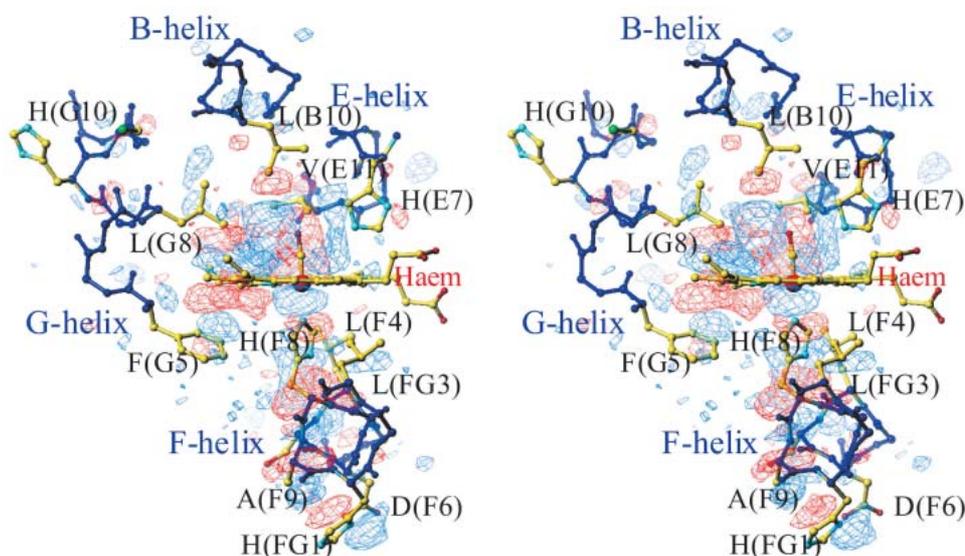


図3 T型ヘモグロビン サブユニットヘム周辺におけるCO光解離前後の電子密度変化。($F_{\text{light}} - F_{\text{dark}}$) を係数としたフーリエ図(± 3 レベル、ステレオ図)で表示した。赤の電子密度(負)は光解離前、青の電子密度(正)は光解離後の構造にそれぞれ由来する。

線回折データ測定を行った。この測定では、結晶を25 Kに冷却し、結晶に連続的にHe-Neレーザー(632.8nm, 15mW)を照射することによりヘモグロビンに結合したCOを解離させ、擬似的にヘモグロビンにCOが結合する直前の準安定状態を比較的長時間安定に作り出すことに成功した。この準安定状態を保ったまま、1.45 程度のX線回折強度データを得て、RおよびT型ヘモグロビンのCOが光解離した準安定状態の構造を決定することができた。測定データの統計精度と精密化パラメータの詳細については文献を参照していただきたい。

解明された構造から、光照射によって鉄から解離したCOは、タンパク質内部の鉄周辺の疎水的なポケット内で捕捉された状態でとどまっており、この実験によって、まさにヘモグロビンにCOが結合する直前の準安定状態が作り出されていることがわかる(図2)。さらにCO光解離によるヘモグロビン内部での構造変化をより詳細に見てみるために、 $(|F_{\text{light}}| - |F_{\text{dark}}|)$ を係数としたフーリエ合成図を計算した。各反射の位相は、光解離していない状態の構造解析から得られた原子座標を用いて計算した。図3に、T型構造でサブユニットにCOが結合した結晶についての差フーリエ図を示す。T型とR型結晶の比較から、T型結晶ではCOの光解離に伴ってヘム上部(COが結合した側)で構造変化が起こる

と同時に、鉄とヒスチジン残基(H(F8))との結合を介して、ヘム下方のタンパク質部分が押し出されるように移動する動き(ヘム下部の赤青色交互の電子密度に対応)が明瞭に観測された。すなわちT型結晶ではCO結合位置周辺に大きな構造歪みが蓄積されていることが明らかとなり、これらの構造歪みがT型ヘモグロビンの低酸素親和性の直接的な原因であると考えられる。さらに同じT型でもサブユニットとサブユニットでは、構造歪みの蓄積されている場所が有意に異なり、サブユニットではその歪みが鉄原子とヒスチジン残基(H(F8))との結合を介してFヘリックス方向に伝達されてゆくのに対して、サブユニットでは、鉄に結合したCOとその周辺のパリン側鎖(V(E11))の間の立体障害が主要な構造歪みとなっていることを明瞭に示すことができた。

5. 今後の展開

前述のとおり、ヘモグロビンに限らず生体内のすべてのタンパク質はその機能を発現するために「動き」を伴っている。この機能発現のための構造変化に迫るためには、単に通常の静的構造のX線結晶構造解析のアプローチだけでは困難であり、この研究のような機能発現に連携した動的構造解析が必須である。構造ゲノム科学の発展で多くのタンパク質の

静的構造が解析されつつある今日、タンパク質の機能発現機構を包括的に理解するためには、このようなアプローチが今後ますます重要になると考えられる。

6. おわりに

理研ビームラインにおける上記の装置開発は理研内部予算によって行われた。関係の方々に感謝いたします。

参考文献

- [1] H. A. Hope : Acta Cryst. **B44** (1988) 22.
- [2] T.-Y. Teng : J. Appl. Cryst. **23** (1990) 387.
- [3] H. Luecke et al. : Science **286** (1999) 255.
- [4] G. I. Berglund et al. : Nature **417** (2002) 463.
- [5] T. Ursby et al. : Acta Cryst. **D58** (2002) 607.
- [6] K. Sakai et al. : J. Appl. Cryst. **35** (2002) 270.
- [7] Y. Matsui et al. : J. Mol. Biol. **324** (2002) 469.
- [8] M. Nakasako et al. : Rev. Sci. Instrum. **73** (2002) 1318.
- [9] S. Adachi et al. : Proc. Natl. Acad. Sci. USA **100** (2003) 7039.
- [10] M. F. Perutz : Nature **228** (1970) 726.

足立 伸一 ADACHI Shin-ichi

高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 物質科学第二研究系
〒305-0801 茨城県つくば市大穂1-1
TEL : 029-879-6022 FAX : 029-864-3202
e-mail : shinichi.adachi@kek.jp

城 宜嗣 SHIRO Yoshitsugu

理化学研究所 播磨研究所 生体物理化学研究室
〒679-5148 兵庫県佐用郡三日月町光都1-1-1
TEL : 0791-58-2817 FAX : 0791-58-2818
e-mail : yshiro@postman.riken.go.jp

朴 三用 PARK Sam-Yong

横浜市立大学大学院 総合理学研究科 生体超分子システム科学専攻
〒230-0045 神奈川県横浜市鶴見区末広町1-7-29
TEL : 045-508-7229 FAX : 045-508-7366
e-mail : park@tsurumi.yokohama-cu.ac.jp

Jeremy R. H. Tame

横浜市立大学大学院 総合理学研究科 生体超分子システム科学専攻
〒230-0045 神奈川県横浜市鶴見区末広町1-7-29
TEL : 045-508-7228 FAX : 045-508-7366
e-mail : jtame@tsurumi.yokohama-cu.ac.jp

柴山 修哉 SHIBAYAMA Naoya

自治医科大学 生理学講座 生物物理学部門
〒329-0498 栃木県河内郡南河内町大字薬師寺3311-1
TEL : 0285-58-7308 FAX : 0285-40-6294
e-mail : shibayam@jichi.ac.jp

新しいナノサイエンス - 酸素分子を一行にならべる -

財団法人高輝度光科学研究センター
 利用研究促進部門 高田 昌樹
 京都大学大学院 工学研究科 北川 進
 大阪女子大学 理学部 久保田佳基
 岡山大学 理学部 小林 達生
 大阪大学 極限科学研究センター 金道 浩一
 名古屋大学大学院 工学研究科 坂田 誠

Abstract

We report the direct observation of dioxygen molecules physisorbed in the nanochannels of a microporous copper coordination polymer by the MEM (maximum entropy method)/Rietveld method, using in situ high-resolution synchrotron x-ray powder diffraction measurements. The obtained MEM electron density revealed that van der Waals dimers of physisorbed O₂ locate in the middle of nanochannels and form a one-dimensional ladder structure aligned to the host channel structure. The observed magnetic susceptibilities is characteristic of the confined O₂ molecules in one-dimensional nanochannels of CPL-1 (coordination polymer 1 with pillared layer structure).

1. はじめに

気体分子は、我々の身の回りに無尽蔵にある物質である。最近では、酸素などに圧力を加えて固体にすると超伝導になることなどがわかってきた。この様に、気体という物質は、我々にとって、新材料創生の可能性を秘めている。われわれは酸素を、金属錯体をベースとするナノポーラス構造を持つ固体中に吸着させると、気体分子が細孔中に規則正しく整列することを、SPring-8の高輝度X線を用いた放射光粉末回折により世界で初めて発見した^[1]。そこで、帯磁率を測定したところ、規則正しく整列した酸素分子に起因した磁性が発現することを見出した^[1]。本研究は、気体分子を細孔中に整列させることで、物性や機能を付加することができる、全く新しい概念の、そして新しい磁性や超伝導の可能性を秘めた、ナノ材料を、化学的に作り出すことが可能であることを示したものである。この成果は米国科学雑誌Scienceの12月20日号に掲載され^[1]、国内外で大きな反響を呼んだ。その研究成果について詳解する。

2. 新しい機能性材料 - 集積型金属錯体

これまでは、固体への気体吸着現象の材料への応用研究は、ゼオライトや活性炭を中心に吸着、分離、イオン交換から、不均一系触媒に亘る広い範囲で展

開されてきた。最近ではカーボンナノチューブ等も注目されている。このように従来の多孔性材料はゼオライトなどの無機材料と活性炭、カーボンナノチューブなどの炭素材料の2種に分類することができる。1996年、北川グループは、気体分子を吸着する物質として、従来のものとは全く異なる、金属錯体を用いる画期的な材料：多孔性集積型金属錯体の創出に成功した^[2]。この多孔性物質は、方向性のある結合手を持つ遷移金属イオンとそれをつなぐ有機分子を、室温、1気圧で水やアルコールなどの溶媒中で混ぜ、自己集合化現象を利用することにより、容易に化学合成できる配位高分子である。この多孔性配位高分子は「丈夫で安定、軽量」で、精密で均一な規則的に配列した多孔性骨格をデザインできる設計性に優れている。

その特徴は以下の様である。

- 1) 従来の材料ではつくりえない非常に均一で特異な空間構造を持つ。
- 2) 分子レベルから自在に設計でき、それら分子を混ぜるだけで目的の空間構造を作ることができる。
- 3) 数グラムでバスケットボールコートからサッカーグラウンドまでの表面積を持つものが合理的に合成できる。

この物質は、特殊な条件を一切用いなくても、1

気圧、室温の条件で化学合成できることから、産業化も容易であり、天然ガスなどの燃料の低圧で安定な大量吸蔵や燃料電池への応用やCO₂など温暖化ガスの選択的吸着、有害物質の分離といった応用が考えられ、次世代の素材として大きな期待が寄せられている物質である。図1の様に、様々な大きさや形状の細孔構造を持つ物質が合成され、メタン、水素、酸素などの燃料ガスの高効率な吸蔵材料への実用的な応用研究が中心に行われてきた。

しかし、気体分子が細孔のどの位置に、どのような向きに吸着されるか、肝心な構造情報は従来のX線結晶構造解析で決定することが難しく、全くわかっていなかった。このような構造情報は、この物質の吸着機構を理解し、目的とする細孔構造をデザインし合成する上で、必要不可欠である。そこで、SPring-8のBL02B2で、粉末X線回折による気体吸着のその場観察を行い、MEM/Rietveld法^[3-4]による解析で吸着された気体分子の電子密度イメージを試みた。

3. 放射光粉末回折による吸着された酸素分子の直接観察

本研究のために、我々はSPring-8の粉末回折ビームラインBL02B2にガス吸着その場観察用の試料ホルダーを開発した。図2に示したのがホルダーの写真である。このビームラインは通常試料を直径0.1~0.3mmのキャピラリーに封入して回折実験を行う。よって、キャピラリーをスウェジロックで支持する形のガス導入装置を作製した。その装置の写真を図2に示す。この様に、試料へのガス導入装置は非常に簡便な小型のもので、そのまま、回折形のクロスゴニオに装着でき、試料周りは通常の粉末回折実験と全く同じ実験配置で、ガス吸着のその場観察を行うことが可能である。これにガス充填システムを取り付けた大型デバイセラーカメラの模式図を図2に示す。

今回、実験に用いた物質は図3に示し

Coordination Polymer

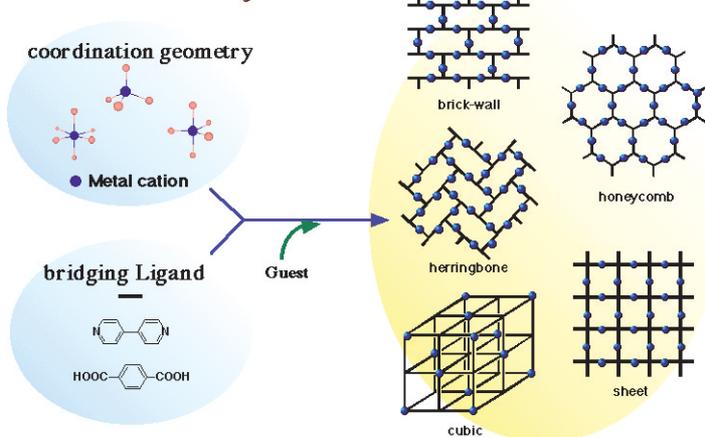


図1 金属錯体配位高分子

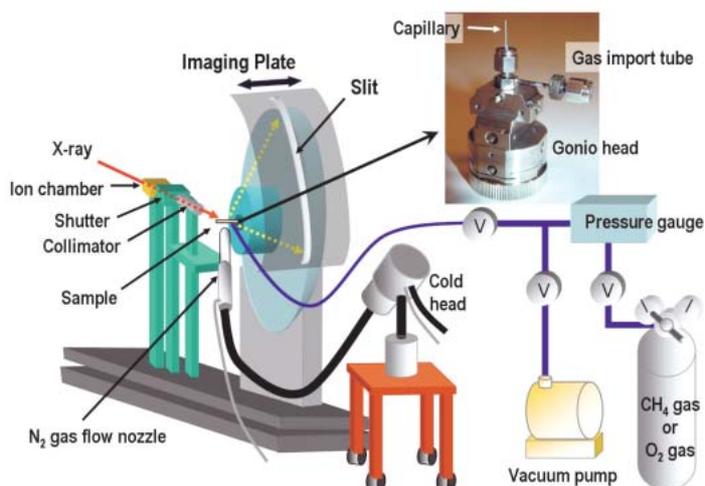


図2 BL02B2の大型デバイセラーカメラに設置された、粉末試料ガス吸着システム

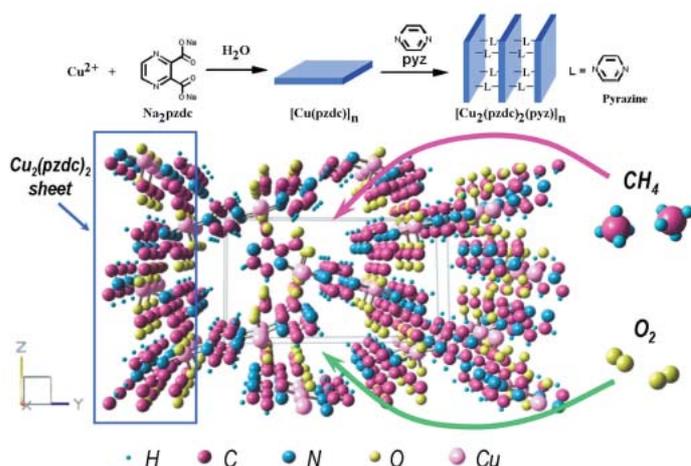


図3 CPL-1: $[Cu_2(pzdc)_2(pyz)]_n$ の構造モデル

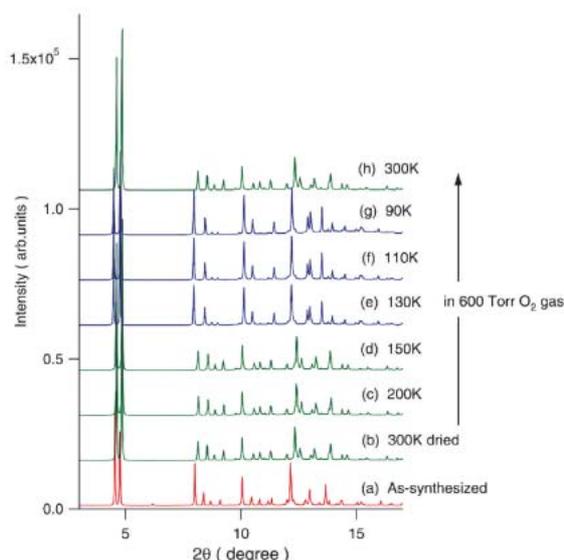


図4 CPL-1に酸素ガスを流しながら（600Torr）測定した粉末回折パターンの温度変化

たような均一な 4×6 の1次元細孔をもつ多孔性配位高分子で銅2価イオン、ピラジン、2,3-ピラジンジカルボン酸 $[\text{Cu}_2(\text{pzdc})_2(\text{pyz})]_n$ 、通称CPL-1(Coordination Polymer 1 with Pillared Layer Structure)と呼ばれる物質である。この物質は $[\text{Cu}(\text{pzdc})]_n$ の金属錯体の2次元シートにピラジン分子を架橋分子として、1次元細孔構造を形成している。この物質は、酸素分子を1気圧以下で低温で錯体を構成するCuイオン一個当たり異分子吸着する。

構造決定には単結晶を用いたX線回折実験が一般であるが、

気体吸着による体積変化により結晶が壊れる心配がない。試料の合成が単結晶よりも容易である。

X線回折強度が吸収や消衰効果による影響を受けにくい。

といった理由から、BL02B2での粉末回折実験により測定を行った。

図4は測定された粉末回折パターンの温度変化である。まず、試料を100℃まで加熱し真空引きにより、試料中の水分子を完全に取り除いた。その後、試料を室温に戻し、キャピラリー中の試料へ加える酸素圧力を1気圧よりも低い600Torrに保ち、低温窒素ガス吹き付け装置により90Kまで冷却しながら回折パターンを測定した。図を見て明らかのように、130Kを境に回折パターンの相対強度が大きく変化している。酸素を加えないで真空中で同じプロセスで測定した場合には、回折パターンの相対強度はほ

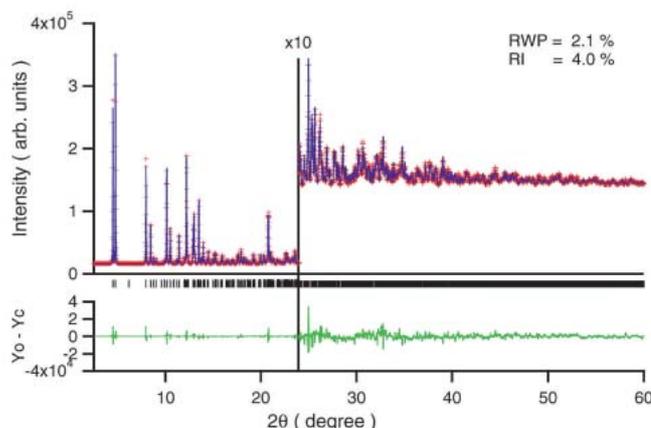


図5 酸素を吸着したCPL-1の90Kでのデータのリートベルト解析のパターンフィッティングの結果

んど変化しなかった。よって130Kを境にしたこの強度変化は酸素吸着による構造変化を表しているものと考えられる。

4. MEM/Rietveld法による酸素分子の電子密度イメージング

細孔中に吸着された酸素分子の位置と構造を決定するため、得られた粉末データをMEM/Rietveld法により解析した。この方法は、これまで、数多くの金属内包フラーレンのフラーレンケージ内の金属原子の内包構造をモデルフリーに決定することに成功した方法である^[4-9]。CPL-1の基本構造は単結晶X線構造解析ですでに決定されていた。本研究ではその構造情報を基にMEM/Rietveld解析を行った。解析に用いたデータは、酸素吸着させていない120Kのデータと酸素吸着させた90Kのデータで解析範囲は2θで53.3° ($d > 0.89 \text{ \AA}$)までとした。酸素吸着させてないデータのリートベルト解析の結果は、単結晶の解析結果とほぼ一致し、空間群は $P2_1/c$ で $a = 4.71534(6) \text{ \AA}$, $b = 19.828(2) \text{ \AA}$, $c = 10.7184(1) \text{ \AA}$, $\beta = 95.1031(10)^\circ$ であった。解析の信頼度因子は回折パターンに基づく R_{wp} と積分反射強度に基づく R_p がそれぞれ2.6%と3.3%となり非常に良い結果を得た。

一方、酸素を吸着させたCPL-1のデータの解析は、酸素分子を含む結晶構造モデルの構築が困難であるため、酸素分子の存在は仮定せずに、

MEM/Rietveld解析によりモデルフリー電子密度をイメージングし、細孔中の酸素分子の構造を決定した。解析の詳細については、原著論文ならびに筆者のレビューを参考にされたい。MEM解析はプログラムENIGMA^[10]を用いて行った。

まず、全く酸素分子を仮定しないモデルでのリートベルト解析を行ったところ R_{wp} と R_l はそれぞれ18.5%と54.2%で、構造を決定したとは言いがたい値であった。しかしながら、その結果を基に計算した回折パターンを各回折反射の観測強度を振り分け、

MEMにより電子密度をイメージングしたところ、細孔中に、吸着された酸素分子によるものと思われるダンベル型の2つのピークを持つ電子密度が現れた。そこで、その位置に酸素分子を置き、構造モデルを改良しMEM/Rietveld解析を進めていったところ、最終的に R_{wp} と R_l はそれぞれ2.1%と3.9%となり酸素分子を吸着しないCPL-1の構造解析とほぼ同レベルの最終結果を得た。図5にリートベルト解析の最終結果を示す。

図6に示したのは、基のCPL-1と酸素吸着した

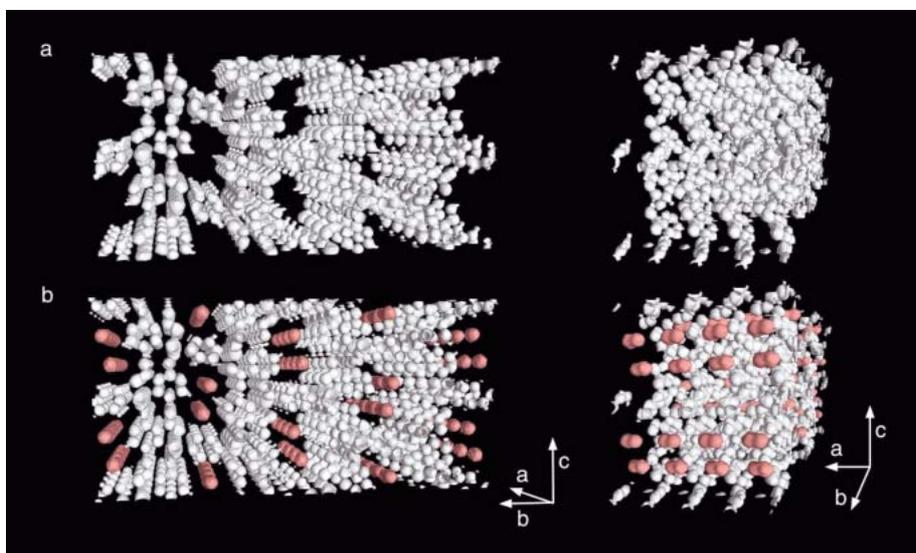


図6 CPL-1のMEM電子密度 (1.0 e^{-3})、(a) 酸素吸着前 (b) 酸素吸着後赤色で酸素分子の電子密度を示してある。

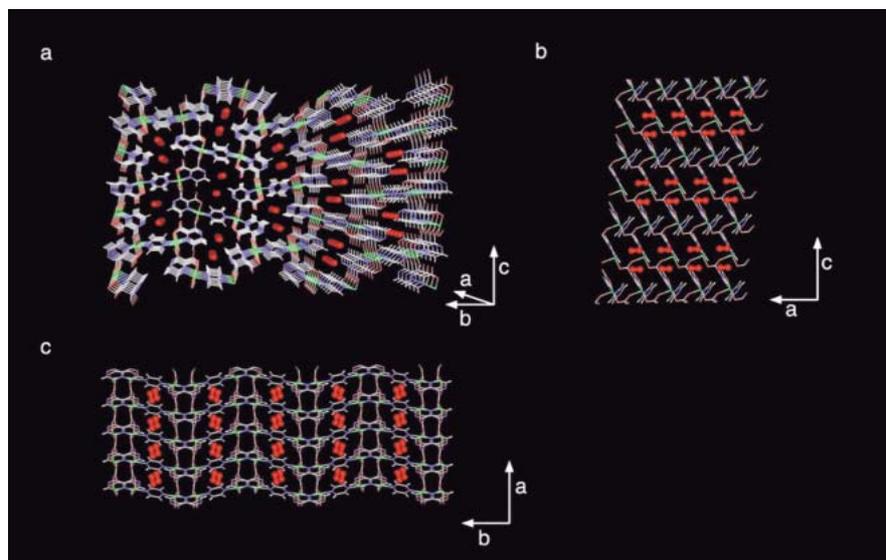


図7 決定されたCPL-1に吸着された酸素分子の構造モデル

CPL-1のMEM電子密度分布を $1.0e^{-3}$ の等電子密度面で示したものである。赤色で示したダンベル形の酸素分子が細孔中に一列に並んで規則正しくラダー構造を形成しているのがわかる。このように、我々は放射光回折データをMEM/Rietveld法により解析することにより、チャンネル構造内に吸着させた酸素分子が1次元配列構造を持つ事を世界で初めて見出した。図7に決定された構造モデルの図を示す。前述の様に、イメージングの過程では酸素分子は仮定せず、MEMの構造予測性により決定したものである。そして、この並んでいる酸素分子一個の電子の数をMEMの電子密度から求めると16であった。すなわち、酸素分子からの電荷移動はなく、物理吸着である事も明らかになった。

研究を始めた当初、我々は、酸素分子がこのように固体に近い状態で一列に規則的に並んだ構造を持つとは予想していなかった。吸着酸素分子にディスオーダーは無く、液体よりもむしろ固体に近い状態で細孔中に取り込まれている。110Kおよび130Kにおける回折パターンを解析することによって、90Kと同様のラダー構造を取っていることが明らかとなった。酸素は1気圧において54.4Kで固体となる。酸素分子の最近接間距離を調べたところ3.21 Åで、24K以下で現れる固体 α -O₂の3.2 Åとほぼ一致することがわかった。このようにCPL-1のナノ細孔中では、酸素分子は、低い圧力で、さらに80K近くの高温で固体の状態を取るバルクの固体酸素の凝固点(54.4K)よりも80K近くも高温で、酸素分子が固体に近い状態になるという驚くべき結果が得られたことになる。これは、ナノ細孔の強いコンファインメントの効果によるものであると考えられる。

5. 吸着された酸素分子の示す磁性

酸素分子はそれ自身が磁性を持つことが知られている。よって、一列に並んだ酸素分子によりバルクとしてこの物質が何らかの磁性を示すことが期待される。そこで我々は、この結果を基に、この酸素分

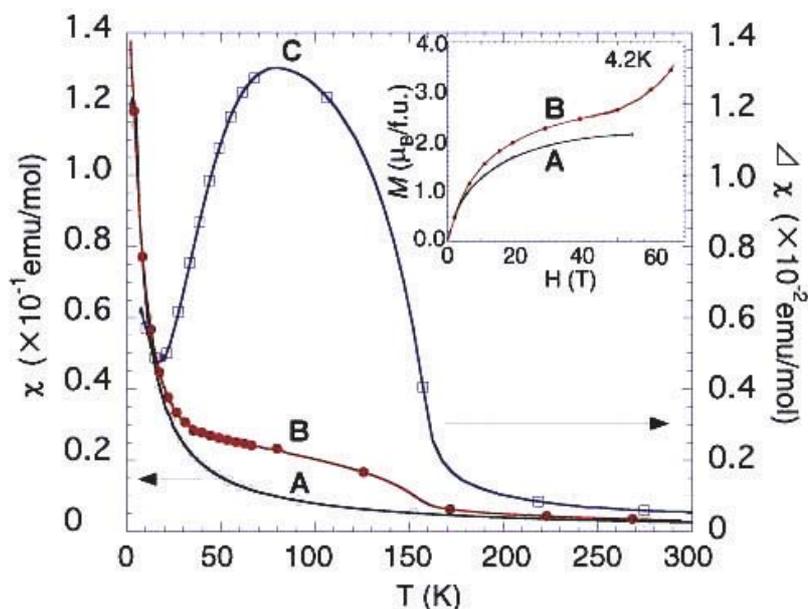


図8 CPL-1の帯磁率の温度変化 (A) 吸着前のCPL-1 (B) CPL-1に酸素を吸着させたもの。(C) (B) から (A) を差し引いたもの。

子を吸着させたCPL-1の帯磁率測定を行ったところ、図8のような結果を得た。CPL-1そのものは常磁性の典型的な帯磁率の温度変化を示すが、酸素を吸着させたCPL-1は、それとは異なる帯磁率曲線を示している。酸素からの寄与だけを観察するため、両者の差分を取ったところ、吸着酸素は細孔中で非磁性の基底状態を持つ、反強磁性ダイマーを形成していることが明らかとなった^[1]。さらに、バルクの固体酸素よりも強い反強磁性相互作用(-50K)が存在することも明らかとなった。90Kにおける吸着酸素のビブロンシフトは、常圧下での液体および固体酸素よりも9cm⁻¹程度高波数側にシフトしており、2GPaにおける固体 α -酸素と同程度の値を示した^[1]。この結果はナノ細孔中において酸素分子が強くコンファインメントを受けていることを示しており、上述のX線構造解析から得られた結果を支持するものであった。

6. 今後の展望

この様に、本研究により、ナノ細孔中に取り込まれた酸素分子がバルク状態では決して安定に存在することができない特異的集合構造を形成し、かつ、バルクとは異なる磁気的性質を示すことを明らかにすることができた。これは、気体分子を固体中に配

列させることで、気体分子に備わった物性を利用した機能発現を行うことが可能であることを初めて示したもので、気体を利用した新規ナノ物質の創生というナノテクノロジーの新しい方向性を生み出したと言える。集積型錯体構造は、様々な孔のサイズ、配列、そして吸着させる気体の種類によって、多種多様な新規機能性材料を創生することが可能である。また、気体の出し入れを利用したスイッチング材料などにも応用が期待される。現在、気体集積科学とでも呼べる材料創生の新しいパラダイムの構築を目指して、様々な多孔性骨格構造と気体分子について、合成・SPring-8での構造研究・物性研究を精力的に展開している。

本研究は、北浦 良氏（京都大学大学院工学研究科：現 豊田中央研究所）との共同研究である。また、SPring-8での測定にはJASRIの加藤健一氏に協力いただいた。本実験課題はナノテクノロジー総合支援プロジェクトの支援を受けて遂行されたものである。

参考文献

- [1] R. Kitaura, S. Kitagawa, Y. Kubota, T.C. Kobayashi, K. Kindo, Y. Mita, A. Matsuo, M. Kobayashi, H. Chang, T.C. Ozawa, M. Suzuki, M. Sakata and M. Takata : *Science*, **298** (2002) 2358-2361.
- [2] S. Noro, S. Kitagawa, M. Kondo and K. Seki : *Angew. Chem. Int. Ed* **39** (2000) 2081-2084.
- [3] M. Takata, E. Nishibori and M. Sakata : *Z. Kristallogr.* **216** (2001) 71-86.
- [4] M. Takata, B. Umeda, E. Nishibori, M. Sakata, Y. Saito, M. Ohno and H. Shinohara : *Nature*, **377** (1995) 46-49.
- [5] M. Takata, E. Nishibori, B. Umeda, M. Sakata, E. Yamamoto and H. Shinohara : *Phys. Rev. Lett.* **78** (1997) 3330-3333.
- [6] M. Fujimori, T. Nakayama, K. Kimura, T. Nakata, M. Takata, E. Nishibori, N. Machida and M. Sakata : *Phys.Rev.Lett.* **82** (1999) 4452-4455.
- [7] M. Takata, E. Nishibori, M. Sakata, M. Inakuma, E. Yamamoto and H. Shinohara : *Phys. Rev. Lett.* **83** (1999) 2214-2217.
- [8] C.-R. Wang, T. Kai, T. Tomiyama, T. Yoshida, Y. Kobayashi, E. Nishibori, M. Takata, M. Sakata and H. Shinohara : *Nature*, **408** (2000) 426-427.

- [9] K. Kirihara, T. Nakata, M. Takata, Y. Kubota, E. Nishibori, K. Kimura and M. Sakata : *Phys. Rev. Lett.* **85** (2000) 3468-3471.
- [10] H. Tanaka, M. Takata, E. Nishibori, K. Kato, T. Iishi and M. Sakata : *J. Appl. Cryst.* **35** (2002) 282-286.



高田 昌樹 TAKATA Masaki
(財)高輝度光科学研究センター
利用研究促進部門 I
〒679-5198
兵庫県佐用郡三日月町光都1-1-1
TEL・FAX : 0791-58-0946
e-mail : takatama@spring8.or.jp

昭和62年 広島大学大学院 理学研究科 博士課程
昭和62年 名古屋大学助手
平成 8 年 島根大学助教授
平成10年 名古屋大学助教授
平成15年 (財)高輝度光科学研究センター 主席研究員
専門 放射光構造物性
趣味 写真撮影



北川 進 KITAGAWA Susumu
京都大学大学院 工学研究科
合成・生物化学専攻
〒615-8510
京都市西京区京都大学桂
TEL : 075-383-2733
FAX : 075-383-2732

昭和49年 京都大学 工学部 石油化学科 卒業
昭和51年 京都大学大学院 石油化学専攻 修士課程修了
昭和54年 京都大学大学院 石油化学専攻 博士課程修了 工学博士
昭和54年 近畿大学 理工学部 助手
昭和58年 近畿大学 理工学部 講師
昭和63年 近畿大学 理工学部 助教授
平成 4 年 東京都立大学 理学部 化学教室
無機化学第一講座 教授
平成10年 京都大学大学院 工学研究科 教授



久保田 佳基 KUBOTA Yoshiki
大阪女子大学 理学部 環境理学科
〒590-0035
大阪府堺市大仙町2-1
TEL : 072-222-4811EXT.4343
FAX : 072-238-5539
e-mail : kubotay@center.osaka-wu.ac.jp

平成 5 年 名古屋大学大学院 工学研究科 博士後期課程中退
平成 5 年 大阪女子大学 学芸学部 基礎理学科助手
平成12年 大阪女子大学 理学部 環境理学科講師
専門 精密構造物性
趣味 ドライブ, 自然鑑賞, 写真撮影



小林 達生 KOBAYASHI Tatsuo C.
岡山大学 理学部 物理学科
〒700-8530
岡山市津島中3-1-1
TEL : 086-251-7826
FAX : 086-251-7830
e-mail : kobayashi@science.okayama-u.ac.jp

1988年 大阪大学大学院 基礎工学研究科 前期博士課程修了
1988年 神戸大学 助手 教養部
1990年 大阪大学 助手 基礎工学部
1996年 大阪大学 助教授 極限科学研究センター
2003年 岡山大学 教授 理学部
専門 磁性・超伝導
趣味 テニス・ゴルフ・スキー



金道 浩一 KINDO Koichi
大阪大学 極限科学研究センター
〒560-8531
大阪府豊中市待兼山町1-3
TEL : 06-6850-6685
FAX : 06-6850-6662
e-mail : kindo@rcem.osaka-u.ac.jp

昭和63年 大阪大学 理学研究科 前期課程修了
昭和63年 大阪大学 理学部 教務職員
平成2年 大阪大学 理学部 助手
平成6年 大阪大学 極限科学研究センター 助教授
平成14年 大阪大学 極限科学研究センター 教授
専門 強磁場物理
趣味 野球



坂田 誠 SAKATA Makoto
名古屋大学大学院 工学研究科
〒464-8603
名古屋市千種区不老町
TEL : 052-789-4453
e-mail : sakata@cc.nagoya-u.ac.jp

昭和49年 東京教育大学院 理学研究科 博士課程
昭和55年 名古屋大学 助教授
平成7年 名古屋大学 教授
専門 応用物理学

tRNA修飾酵素による構造変化したtRNAの認識機構

東京大学大学院 理学系研究科
石谷隆一郎
横山 茂之

Abstract

Transfer RNA (tRNA) canonically has the clover-leaf secondary structure with the acceptor, D, anticodon, and T arms, which are folded into the L-shaped tertiary structure. To strengthen the L form, post-transcriptional modifications occur on nucleotides buried within the core, but the modification enzymes are paradoxically inaccessible to them in the L form. In this study, we determined the crystal structure of tRNA bound with archaeosine tRNA-guanine transglycosylase, which modifies G15 of the D arm in the core, by using the X-ray diffraction data set collected at BL41XU, SPring-8. The bound tRNA assumes an alternative conformation (“*form*”) drastically different from the L form. All of the D arm secondary base pairs and the canonical tertiary interactions are disrupted. Furthermore, a helical structure is reorganized, while the rest of the D arm is single-stranded and protruded. Consequently, the enzyme precisely locates the exposed G15 in the active site, by counting the nucleotide number from G1 to G15 in the *form*.

tRNA、rRNA、snRNA等の機能を持つRNAには多種多様の修飾塩基（ACGU以外のヌクレオチド残基）が見出されているが、生命現象におけるその意義が近年ようやく明らかにされつつある。例えば真核生物のrRNAに非常に多く見出されるシュドウリジンなど、多くのRNA修飾の役割は不明であったが、近年の研究からこれらの修飾塩基の一部はRNAの高次構造の形成と安定化に重要であることが明らかになってきた。

RNAの構造を安定化している修飾サイトは、通常、RNAのドメイン間の相互作用など、高次構造的な相互作用（tertiary interaction）に関わっており、その結果、これらの修飾サイトはRNAの高次構造に埋もれて存在している。このようなRNAの高次構造的な相互作用は、比較的小さく単純な構造を持つtRNAにも多く存在している。特に、バリエブル・ループ、Dアームの一部で構成される、tRNAのL字型構造の中心部分（コア；図1）には、高次構造的な相互作用が形成されており、多くの修飾塩基がこの「コア」に埋もれている。従って、これらの高次構造を補強する修飾を行うtRNA修飾酵素は、最終的な折り畳みとは異なる構造を持つ、標的サイトが露出した状態のtRNAを認識して修飾を行っていると考えられる。

アーケオシン（7-formamidino-7-deazaguanosine）は、古細菌のtRNAのDループ上に存在する修

飾塩基である。Dループ上の15位はバリエブル・ループ上の48位と塩基対を形成し、さらにTループ上の59位とスタックしている（図1）。そのため、アーケオシンはこれら3つのループ間の相互作用を補強する楔のような役割をしていると考えられている。

アーケオシンtRNAグアニトランスグリコシラーゼ（ArcTGT）は、このアーケオシンのtRNAへの導入に関わる修飾酵素である。すなわち、ArcTGTはtRNA 15位グアニル酸残基のグアニンとアーケオシン前駆体preQ₀塩基を入れ替える反応を触媒する。ArcTGTの標的サイトはtRNAのコア構造に埋もれており（図1）、通常のL字型状態の

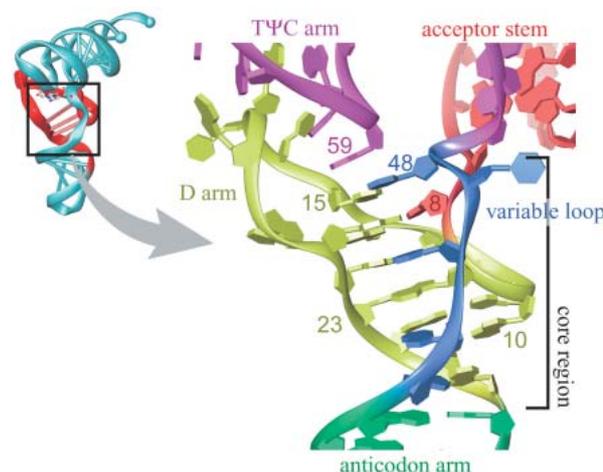


図1 tRNAコアの構造

tRNAでは、ArcTGTは標的サイトにアクセスすることが出来ない。そのためArcTGTは何らかの構造変化を起こしたtRNAに結合し、preQ₀塩基を導入していると推測される。tRNAの変異体解析の結果から、ArcTGTによるtRNA認識には正規のL字型の構造は必要ではなく、高次構造の一部が形成できないようなtRNA変異体でも効率よく認識されることが分かっている。また、ArcTGTはtRNAの配列に関係なく、位置特異的にDループ上の15位を認識して修飾を導入すると推測されているが、これらの具体的なメカニズムは不明であった。

我々は、「tRNA修飾酵素による構造変化したtRNAの認識機構」および「蛋白質による位置特異的な核酸認識の機構」を立体構造に基づいて明らかにすることを目的とし、ArcTGT・tRNA複合体のX線結晶構造解析を行い、結晶構造を3.3 分解能で決定した(図2)。

複合体の構造解析の結果、ArcTGTは大きく構造変化を起こしたtRNAに結合することが明らかになった(図3)。この構造変化したtRNAは、単に変性してしまうのではなく、修飾の標的部分が露出するようにtRNAの二次構造、三次構造が組み変わった「オルタナティブ」な高次構造(「型」構造と呼ぶ)をとっていた。この型tRNAでは、Dアームの構造が完全に破壊されU8位からU22位がtRNA本体から飛び出し、そのうちU8位からU17位がArcTGTに

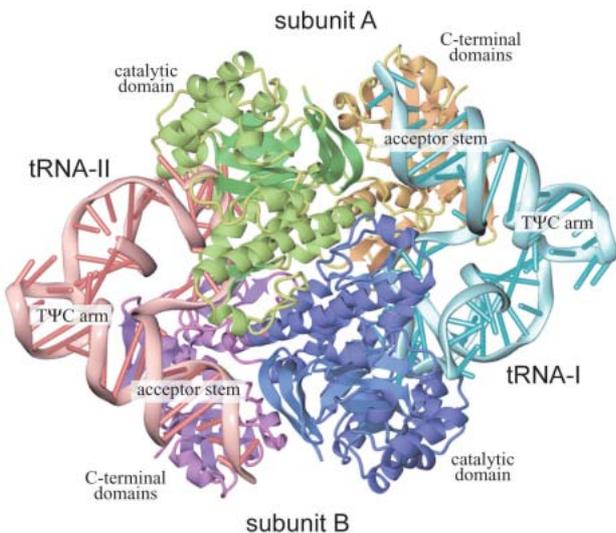


図2 ArcTGT・tRNA複合体の全体構造

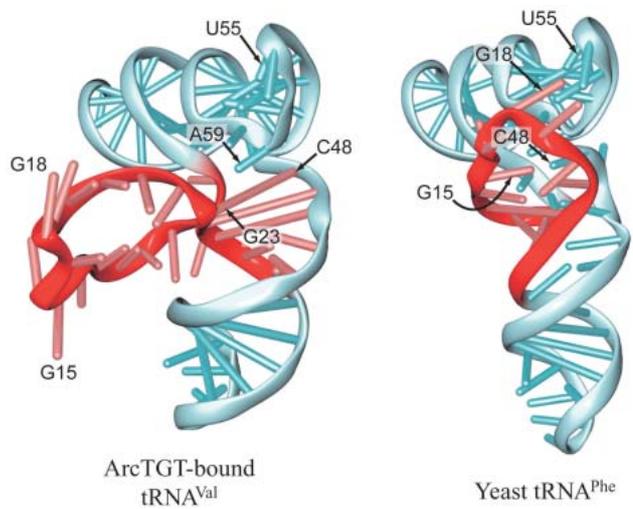


図3 ArcTGTに結合したtRNAの構造変化

認識されている。一方、正規のL型tRNAではDアームを中心にコア構造が構成されているが、型tRNAにおいては、元Dステムの一部とバリエブルループにより新たなステム構造と内部ループ構造よりなる「DVヘリックス」が形成され、型tRNAのアクセプター・アーム側とアンチコドン・アーム側を接続している。すなわちDVヘリックスは、L型tRNAにおけるコア構造と同様の役割を果たしていると考えられる。

さらに、ArcTGTによる配列非特異的かつ位置特異的なtRNA 15位の認識は、tRNAバックボーンの糖と磷酸を1残基ずつ認識することで達成されていた。ArcTGTのC末端ドメインはtRNAのアクセプター・ステムのバックボーンを正確に認識し、飛び出したDアームの付け根の部分U8位を酵素に対して正確に位置づけていた。さらにArcTGTは、U8位からA14位の(一本鎖になったRNAの)バックボーンを1残基ずつ認識し、ポリヌクレオチド鎖の長さを測ることで、正確にG15位を触媒部位に位置づけていた。ArcTGTのC末端ドメインは真核生物・古細菌のRNA修飾酵素に広く見出されるPUAドメインを含んでいる。PUAドメインの機能は未知であったが、今回の構造解析の結果から、位置特異的なtRNA認識において、アクセプター・ステムを酵素に対して正確な位置に結合させるという重要な役割を担っていることが明らかになった。ArcTGTの

PUAドメインはrRNA、snRNAのシュードウリジン化に関わるsnoRNPの触媒コンポーネントであるCbf5pのPUAドメインと特に相同性が高く、Cbf5pのPUAドメインも同様にRNAステムを認識することで位置特異的なRNA認識に関わっている可能性が示唆される。

石谷 隆一郎 *ISHITANI Ryuichiro*

東京大学大学院 理学系研究科 生物化学専攻
〒113-0033 東京都文京区本郷7-3-1
TEL : 03-5841-4394 FAX : 03-5841-8057
e-mail : ishitani@biochem.s.u-tokyo.ac.jp

横山 茂之 *YOKOYAMA Shigeyuki*

東京大学大学院 理学系研究科 生物化学専攻
理化学研究所 ゲノム科学総合研究センター 同研究所播磨研究所
〒113-0033 東京都文京区本郷7-3-1
TEL : 03-5841-4392 FAX : 03-5841-8057
e-mail : yokoyama@biochem.s.u-tokyo.ac.jp

第3回サンビーム研究発表会

三菱電機(株) 先端技術総合研究所
(産業用専用ビームライン建設利用共同体 合同部会長)
上原 康

1. はじめに

産業用専用ビームライン建設利用共同体(以下、共同体)は、エレクトロニクス、自動車、鉄鋼、電力など14の企業・法人から構成される団体で、SPring-8に専用ビームラインを2本保有している(BL16XU、BL16B2、通称・サンビーム)^[1]。1999B期よりビームラインのユーザ利用を開始し、構成各社が自社の製品開発に密着した実験を実施しているが、それらの成果を共同体外の方にも広く知っていただくために、JASRI殿のご支援の下、研究発表会を一昨年、昨年と開催してきた^[2]。本年は、9月5日(金)に第3回の研究発表会をSPring-8普及棟の大講堂で開催し、約120名の出席者を得て盛会裏に終えることができた。

本年は、昨年と同様、各社20分の持ち時間で14件の研究内容を報告した。発表会を重ねる毎に、各社からの発表もより具体的に製品開発に結びついたものになってきたと感じる。なお、発表会の内容を国外にも紹介できるように、発表梗概および発表スライドを英文表記に統一した。更に、昨年に実施した海外交流^[3]が縁で、Lucent Technologies(以下L社)・半導体物理研究部門責任者のDr. Isaacsを招聘し、特別講演をお願いした。氏からは、APSのマイクロビームを利用した解析技術や新たに発足するナノテクセンターの紹介など、非常に興味深い話題の提供があり、参加者からは非常に好評であった。

共同体は、放射光の産業利用促進、材料評価基盤技術の形成、放射光技術分野での人材育成、の3点をその事業目的に置いて活動してきた。本年6月には専用ビームライン設置に関わる中間評価を受け、「事業目的にほぼ適った活動をしている」という評価を受けたが、一方で「得られた成果を社会に見える形で公表するように努力すること」という指摘も頂いた。構成各社は、論文、特許や新聞発表などの形で成果の公表に努めているが、共同体としてまとめた成果発表はこの研究発表会が唯一であ

り、今後とも更により形で開催していきたい。

本稿では、まず02Bから03Aまでのサンビームおよび共同体の活動内容を総括し、次いで研究発表会の各社発表内容についてまとめる。

2. 共同体/サンビーム・この1年の活動

サンビームでは、実験課題は各社が申請し、それらの課題を効率的に行うようにビームタイムを計画し、ほぼ各社均等に配分している。02Bから03Aの1年の実績では、各社が平均23日利用した。この1年は、ビームライン機器の故障も少なく、ほぼ計画通りに各社利用を行うことができた。

共同体では、1999年7月のサンビーム完成以降も、各種X線検出器の増強や実験設備の改良を進めてきた。ビームラインの維持管理や機能向上は構成会社から選出された委員が共同で行っているが、機能向上の試用実験で得られた知見を公開するため、放射光学会のポスターセッションで結果を発表した^[4]。SPring-8を用いた実用的な材料評価技術の開発は共同体ミッションの1つであり、そこから得られた成果は今後も積極的に公表していく予定である。

3. 研究会での各社発表内容

発表順に題目、社名(略称)、発表者名および用いた材料評価技術を表1にまとめた。発表内容を製品分野別に分類すると、半導体関連が7件、電池材料と磁気デバイス関連がそれぞれ2件、素材一般が3件である。この件数はユーザ利用開始からこれまでの実験課題の分野比率をほぼ反映しており、サンビームの性格を表している。利用技術別では、XAFSが最も多く、X線回折がそれに続く。2本のビームラインの利用状況は、BL16B2の90%以上がXAFS、BL16XUの約50%がX線回折であり、発表の利用技術もこの割合にほぼ対応している。

シリコン半導体に関しては、ゲート絶縁膜解析が4件と多い。手法として、X線反射率や蛍光X線に

表1 第3回サンビーム研究発表会の各社発表概要

No.	表題	社名	発表者名	利用技術
1	Recent Applied Research of Synchrotron Radiation in Kobe Steel	コベルコ科研	渡部 孝	XAFS
2	A Study for Dislocation-Free Plastic Deformation Mechanism in a New Beta Type Ti Alloy	豊田中研	妹尾 与志木	XAFS
3	XAFS Analysis of Ceria Based Electrolytes Doped with Lanthanide Oxides	関西電力	出口 博史	XAFS
4	Local Atomic and Electronic Structures of Pt Catalysts Using EXAFS	NEC	小林 憲司	XAFS
5	Local Structure Analysis of Germanium in the Optical Fiber	住友電工	飯原 順次	XAFS
6	Structural Analysis of InN and GaInN Using XAFS and X-Ray Diffraction Method	ソニー	宮嶋 孝夫	XAFS
7	Peak Separation of In-plane Diffraction Patterns from Cu/NiFe Thin Film Using Anomalous Dispersion Effect	日立	上田 和浩	X線回折
8	Grazing Incidence X-Ray Diffraction of Longitudinal and Perpendicular Magnetic Recording Media for HDD	富士電機総研	大沢 通夫	X線回折
9	Crystallographic Characterization of Poly-Si Thin Films	三洋電機	西野 潤一	X線回折
10	Synchrotron X-Ray Topography Measurements on 4H-SiC Epitaxial Layer	電中研	鎌田 功穂	トポグラフィ
11	Structural Evaluation of Gate-Oxide/Si Interface by X-Ray CTR Scattering	富士通研	土井 修一	CTR散乱
12	Chemical State Analysis of SiO ₂ /Si by Wavelength-Dispersive X-Ray Fluorescence	松下テクノリサーチ	尾崎 伸司	蛍光X線
13	X-Ray Reflectivity Study on the Density and the Roughness of Silicon Oxide Thin Films under Various Fabrication Conditions	三菱電機	河瀬 和雅	X線反射率
14	X-Ray Reflectivity Study of Hafnium Silicate Thin Films Prepared by Thermal Chemical Vapor Deposition	東芝	山崎 英之	X線反射率

加え、CTR散乱の適用で界面の一原子層レベルの解析が行えることが示された。この技術は、昨年度にX線回折装置を改造し、軸の自由度が拡大したことにより可能になったものである。ゲート絶縁膜は超薄膜で材料系も複雑になってきており、放射光利用解析の有効性が更に高くなると予想される。化合物半導体に関しては、青色レーザー用InGaNや高耐圧パワーIC用SiCなど、次の日本産業を支えると期待されている材料の解析例が紹介された。磁気デバイスに関しては、材料の結晶性と特性との相関解明に関した報告があった。サンビームでは、磁性材料のより詳細な解析を行うために円偏光制御装置の導入を進めており、この分野での今後の飛躍を狙っている。

電池の触媒や電極についての2件の発表は、いずれも作製条件と機能およびそのときの材料構造に関する解析例であった。この分野では反応過程を追う動的観察がトレンドとなっているが、最適材料探求のための機能発現性の解明も重要なテーマである。

光ファイバ、Ti基合金、更にはナノメタルについても、機能発現性と特定元素周りの局所構造との関係についての研究例が報告された。過去に業界では「鼻ぐすり」と称されメカニズム不明のまま機能に有効とされてきた添加元素が、強力な放射光を利用することで徐々にその機能が明らかになってきている。これらの積み重ねから、新たな材料の創造が期待される。

4. 特別講演

L社のBell研究所は、APSにおいてMichigan大学、Howard大学と共同で専用ビームラインを運用している。Dr. Isaacsは、L社の半導体物理研究部門責任者としてビームラインを利用したナノ物質研究に従事してきており、昨年の我々のAPS訪問時に情報交換を行った縁で今回の講演を快諾いただいた。

講演では、APSのマイクロビームを利用した解析例として、強誘電体(PZT)薄膜と強磁性体(Cr)薄

膜の解析例について紹介があった。共に、次世代メモリ材料として期待されているものである。同チームラインではフレネルゾーンプレートを用いて約0.2 μ mのマイクロビームを形成しており、PZT薄膜の分極ドメインが繰返し電界印加で崩れていく様子や、Cr薄膜の単磁区動作などが明瞭に観察された例が紹介された。また、氏はこの8月から、Argonne国立研究所に新設のCenter for Nanoscale Materials所長に就任したということで、同センターの概略も紹介された。計画によると、APSのリング棟に直結する形でクリーンルームを擁する建物が建設され、高度な物質制御と計測が同時に行える、非常に有望な施設である。今後ともこれら施設との交流を深めることで、“friendly rival”の関係を築いていくことが重要であろう。

上原 康 UEHARA Yasushi

三菱電機㈱先端技術総合研究所 環境・分析評価技術部

〒661-8661 尼崎市塚口本町8-1-1

TEL : 06-6497-7538 FAX : 06-6497-7602

e-mail : Uehara.Yasushi@wrc.melco.co.jp

5. まとめ

「SPring-8で得られた結果がキーとなって新製品が生まれた」というホームランは非常に難しいが、「役に立ったよ」と社内で認められるヒットを積み上げ、且つそれらを分かり易く社外にも公表する、といった活動を継続発展させていく必要がある。今後とも、サンビームの活動にご指導、ご支援を賜るよう、よろしく願いいたします。

最後に、これまでと同様、会場準備や当日の運営など、JASRI利用業務部の方に多大な御協力をいただいた。また本年の研究会実施に当たっては、SPring-8利用推進協議会殿の後援もいただいた。ここに深くお礼申し上げます。

参考文献

- [1] 古宮 聡：SPring-8利用者情報 Vol.2, No.4 (1997) 18；平井康晴ほか：ibid. Vol.4, No.4 (1999) 16；泉 弘一ほか：ibid. Vol.4, No.4 (1999) 20；久保佳美：ibid. Vol.6, No.2 (2001) 103.
- [2] 平井康晴：SPring-8年報(2000年) 99, 101；広瀬美治：SPring-8利用者情報 Vol.7, No.6 (2002) 377.
- [3] SPring-8利用推進協議会研究開発部会ほか編：放射光海外施設調査報告書(2002年度).
- [4] 尾崎伸司ほか：第16回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム予稿集 (2003) 10P10；野中敬正ほか：ibid. 10P11；上村重明ほか：ibid. 10P37.

SPring-8サブグループ合同ワークショップ 「X線非弾性散乱を用いた物性研究」開催のご案内

2002年3月に開催されたPF研究会「X線非弾性散乱を用いた物性研究」での研究発表・相互交流を維持発展させるために、SPring-8利用者懇談会4サブグループ(SG)及び1研究会の合同開催による上記ワークショップを開催します。

開催日：2003年12月22日(月)、23日(火)

場 所：SPring-8放射光普及棟

主 催：以下のSPring-8利用者懇談会SG及び研究会

- (1) コンプトンSG
- (2) 核共鳴散乱SG
- (3) 高分解能非弾性散乱SG
- (4) X線発光解析SG
- (5) 理論研究会

発起人および世話人：

発起人：河田 洋(物構研)

世話人：岩住俊明(物構研)、小泉昭久(姫工大)

小谷章雄(播磨理研)、櫻井吉晴(JASRI)、辛 埴(東大物性研)

瀬戸 誠(京大)、田中良和(播磨理研)、七尾 進(東大生研)

馬越健次(姫工大)、水木純一郎(原研、JASRI)

問い合わせ先：

岩住俊明：高エネルギー加速器研究機構、物質構造科学研究所

TEL：029-864-5596 FAX：029-864-2801

e-mail：toshiaki.iwazumi@kek.jp

櫻井吉晴：高輝度光科学研究センター

TEL：0791-58-0802(ext.3803) FAX：0791-58-0830

e-mail：sakurai@spring8.or.jp

その他：本ワークショップのプログラムや最新情報は以下のホームページに掲載しています。

http://www.spring8.or.jp/j/user_info/riyou/

「SPring-8 Research Frontiers」表紙デザインの募集

大型放射光施設SPring-8での放射光利用研究の各分野で顕著な研究成果をピックアップして、利用成果の普及・啓蒙に供している英文論文集「Research Frontiers」の表紙デザインの募集をおこないますので、皆さん奮ってご応募ください。

記

1. 内 容 : 「Research Frontiers」表紙デザイン
「SPring-8 Research Frontiers」と西暦年号の文字を入れる。大型放射光施設SPring-8の研究論文集にふさわしいデザインとする。
2. 応募資格 : 資格は特に設けない。
3. 規 格 : A4版 フルカラーとする。
4. 応募期限 : 2004年1月16日(金)
5. 応募方法 : A4用紙にデザインを描く。パソコンで作成した場合は、カラープリンターで印刷し、デジタルデータとともに提出する。作品は、住所、氏名、電話番号、所属先を記入の上、下記応募先まで郵送又は持参するものとする。
6. 応募先・問い合わせ先 :
財団法人 高輝度光科学研究センター
利用業務部 マルシア M. オブチ
〒679-5198 兵庫県佐用郡三日月町光都1-1-1
TEL : 0791-58-2797 FAX : 0791-58-2798
内線 3885 E-mail : frontiers@spring8.or.jp
蓄積リング棟A2セミナー室

7. 選考方法：応募のあったデザインの中から、Research Frontiers編集委員会で選考の上決定する。
8. 発表：選ばれた作品については直接ご本人に通知する。
発表は、SPring-8利用者情報誌上で行う。
9. 使用：採択されたデザインは、平成16年に発行予定のResearch Frontiers 2003から使用する。
デザインは多少の変更を行って使用することがある。
10. 謝礼：採択分には、薄謝を進呈する。
11. その他：
 - ・当選作品の著作権等に関わる一切の権利は、財団法人 高輝度光科学研究センターに帰属する。
 - ・応募作品は返却しない。

以上

独立行政法人理化学研究所・播磨研究所 研究員公募

募集人員：1名

所 属：理論構造生物学研究室（主任研究員 三木邦夫）

研究内容：当研究室では、SPring-8の放射光を用いたX線結晶構造解析によって、生物学的に重要なタンパク質およびその複合体の立体構造を決定し、それが関与する生命現象の分子機構を構造生物学的に解明する研究を行っています。

応募資格：博士の学位を有する者。これまでの専門は問わないが、タンパク質の発現・精製、タンパク質の結晶構造解析（のいずれか）が行え、タンパク質結晶学に基盤を置いた構造生物学研究に意欲のある方を希望します。

着任時期：2004年4月1日以降

提出書類：(1)履歴書（市販のもので可、写真貼付）、(2)指導教官等（理研外部の方）よりの推薦書（理化学研究所理事長宛）、(3)本人に関する意見を求めうる方の氏名・連絡先（前項以外の方で2名まで）、(4)これまでの研究業績（800字程度）と採用後の抱負（200字程度）、(5)論文リスト、(6)代表的な論文の別刷、各3部（コピー可）。

応募締切：2003年12月19日（金）必着

連絡ならびに書類送付先：

〒679-5148 兵庫県佐用郡三日月町光都1-1-1

独立行政法人理化学研究所・播磨研究所 理論構造生物学研究室 三木邦夫

TEL：0791-58-2912 FAX：0791-58-2913

e-mail：miki@kuchem.kyoto-u.ac.jp

● 応用物理学会結晶工学分科会2003年・年末講演会 「放射光で測る・探す・作る」開催のご案内 ●

1. 開催日：2003年12月20日（土）13:00～17:30
2. 場所：学習院創立百周年記念会館3F小講堂
（東京都豊島区目白1-5-1、JR山手線目白駅下車徒歩3分 TEL：03-3986-0221代）
3. 主催：応用物理学会結晶工学分科会
（結晶工学分科会のホームページ <http://annex.jsap.or.jp/kessho/> もご覧下さい。）
4. 協賛：応用物理学会教育・公益事業委員会、日本放射光学会、立命館大学SRセンター、
フォトンファクトリー、(財)高輝度光科学研究センター(JASRI / SPring-8)
ナノテクノロジー総合支援プロジェクトセンター
5. 主旨：放射光とは、光速に近いスピードの荷電粒子（電子など）が磁石などで曲げられる時に放射される極めて強くまた極めて波長範囲の広い光（マイクロ波からX線まで）です。日本は世界有数の「放射光大国」で、世界最大の放射光施設（SPring-8）から世界最小の施設（立命館大AURORA）まで揃い、大きな成果を上げています。年末講演会では、これらの成果の内から身近で分かりやすいものを取り上げつつ、放射光の驚異的な威力を知って頂きたいと企画しました。
是非、お誘い合わせの上、お気軽に最先端の科学と技術を聞きにお越し下さい。
6. プログラム：

13:00-13:15	はじめに 最先端の科学を分かりやすく 竹田 美和（名古屋大学・工学研究科）
13:15-14:15	放射光とはどんなもの？何に使える？ 放射光とその威力 松井 純爾（姫路工業大学・理学研究科）
14:30-15:30	放射光はどこまでも追跡する 放射光を用いた科学捜査 村津 晴司（兵庫県警・科学捜査研究所）
15:30-16:30	放射光でタンパク質・酵素の仕組みを探る 巨大分子 - タンパク質・酵素 - の結晶成長と構造解析 山根 隆（名古屋大学・工学研究科）
16:30-17:30	放射光でモノ作りもできる 放射光によるナノ・マイクロマシンの作製 杉山 進（立命館大・理工学部）
7. 参加要領

参加受付：当日受付（事前登録の必要はありません）

参加費：(テキスト代・消費税込) 当日会場にてお支払いください。
結晶工学分科会会員* 1,000円 応用物理学会・協賛学会会員 1,500円
学生500円（分科会学生会員を新設しました。当日入会の方は更に割引有り）
高校生以下無料 一般 2,000円
* 結晶工学分科会賛助会社の方は結晶工学分科会会員扱いとします。
8. 問合せ先：竹田 美和（名古屋大学工学研究科） TEL：052-789-3363 FAX：052-789-3239
e-mail：takeda@numse.nagoya-u.ac.jp
藤崎 芳久（東京工業大学フロンティア研）
TEL：045-924-5874 FAX：045-924-5147
e-mail：fujisaki@pi.titech.ac.jp
伊丹 文子（応用物理学会事務局） TEL：03-3238-1043 FAX：03-3221-6245
e-mail：divisions@jsap.or.jp

< SPring-8 各部門の配置 > SPring-8 Campus Guide

< 食堂営業時間 Cafeteria Hours >
(毎日営業 Open Seven Days a Week)

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

< 放射光普及棟 >
Public Relations Center

広報部
Public Relations Div.

< 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.
3F	所長 副所長 ビームライン・技術部門 Director-General Deputy Director-General Beamline Div.	ビームライン・技術部門 Beamline Div.
2F	利用業務部 User Administration Div. 所長室 Director's Office 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 Executives	経理部 Financial Affairs Div. 企画調査部 Research and Planning Div. 総務部 人事課 Personnel Sec. General Affairs Div.



<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 Synchrotron Radiation Research Laboratory	加速器部門 Accelerator Div.	58-0851	58-0850
	ビームライン・技術部門 Beamline Div.	58-0831	58-0830
	利用研究促進部門 Materials Science Div.	58-0832	58-0830
	利用研究促進部門 Life and Environmental Science Div.	58-0833	58-0830
	施設管理部門 Facility Management Div.	58-0896	58-0876
JASRI 事務局 Administration Sector	総務部 General Affairs Div.	58-0950	58-0955
	経理部 Financial Affairs Div.	58-0953	58-0819
	企画調査部 Research and Planning Div.	58-0960	58-0952
	利用業務部 User Administration Div.	58-0961	58-0965
	広報部 Public Relations Div.	58-2785	58-2786
JASRI安全管理室 Safety Office	58-0874	58-0932	
健康管理室 Health Office	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	58-0933	58-0938	
原研事務管理部門 JAERI Dept. of Administrative Service	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

- [方法1] 0791-58-0803 にダイヤルする。 Dial the number 0791-58-0803
ツ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、ピーと鳴ったら、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	内線電話番号 Ext. Phone No.	PHS番号 PHS No.	外線電話番号 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	
BL11XU	4227	3155		
BL12B2(Taiwan)	4237		58-1867	58-1868
BL12XU(Taiwan)	4237		58-1867	58-1868
BL13XU	4258	3838	3739	
BL14B1	4267	3183		
BL15XU(NIMS)	4287	3620	3625	3626
BL16XU(Industrial Consortium)	4297	3631	3632	58-0223
BL16B2(Industrial Consortium)	4297	3633	3634	58-1804
BL19LXU	4371			
BL19B2	4372	3142	3143	
BL20XU	4373(S) 4810(B)	3144	3145	
BL20B2	4374(S) 4826(B)	3740	3741	
BL23SU	4407	3185		
BL24XU(Hyogo)	4417	3186	3187	3188
BL25SU	4427	3172	3173	
BL27SU	4457	3174	3175	
BL28B2	4477	3746	3747	
BL29XU	4491	3315	3316	
		3317	3318	
BL32B2(Pharmaceutical Industry)	4607	3592	3593	58-1882
BL33LEP	4609	3618		
BL35XU	4627	3151	3152	
BL37XU	4647	3736	3737	
BL38B1	4657	3146	3594	
BL39XU	4677	3176	3177	
BL40XU	4687	3153	3154	
BL40B2	4697	3750	3751	
BL41XU	4707	3178	3179	
BL43IR	4717	3748	3749	
BL44XU(IPR, Osaka-Univ.)	4727			58-1814
BL44B2	4737	3182		
BL45XU	4747	3180	3181	
BL46XU	4017	3752		
BL47XU	4027	3184		

(S) Storage Ring
(B) Biomedical Imaging Center
ユーザーグループに貸出しのPHS
PHS Numbers which are lending service from Users Office

<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
B3扉	b共7
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

- 中央管理棟 1F
Main Building 1F (NTT Phone*)
- 研究交流施設
Guest House Reception
(NTT Phones* and KDDI Phones)

*KDDIスーパーワールドカードも
使用できます。
KDDI SUPER WORLD CARD is available.

カード販売機設置場所
Vending Machine for KDDI SUPER WORLD
CARD is on the First Floor of Main Building .

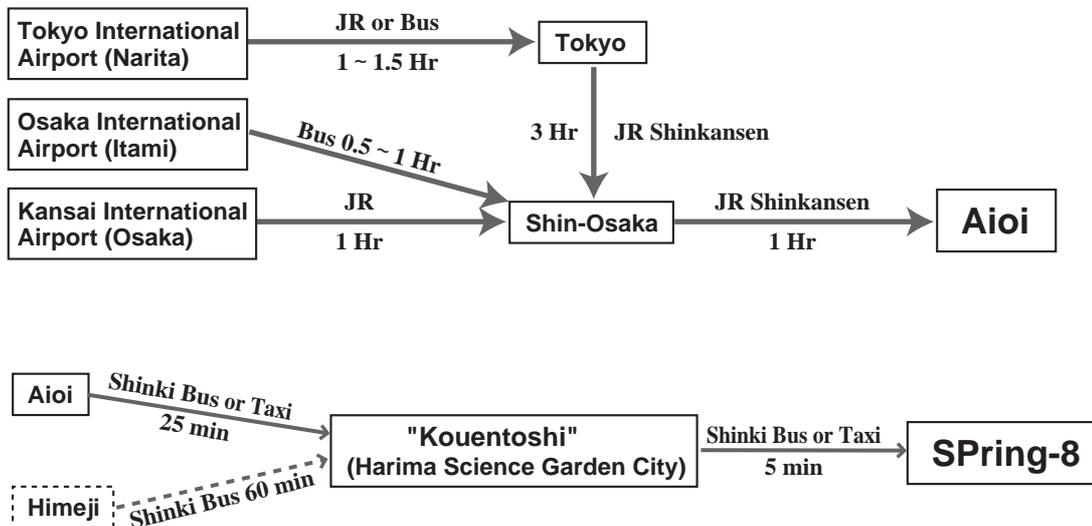
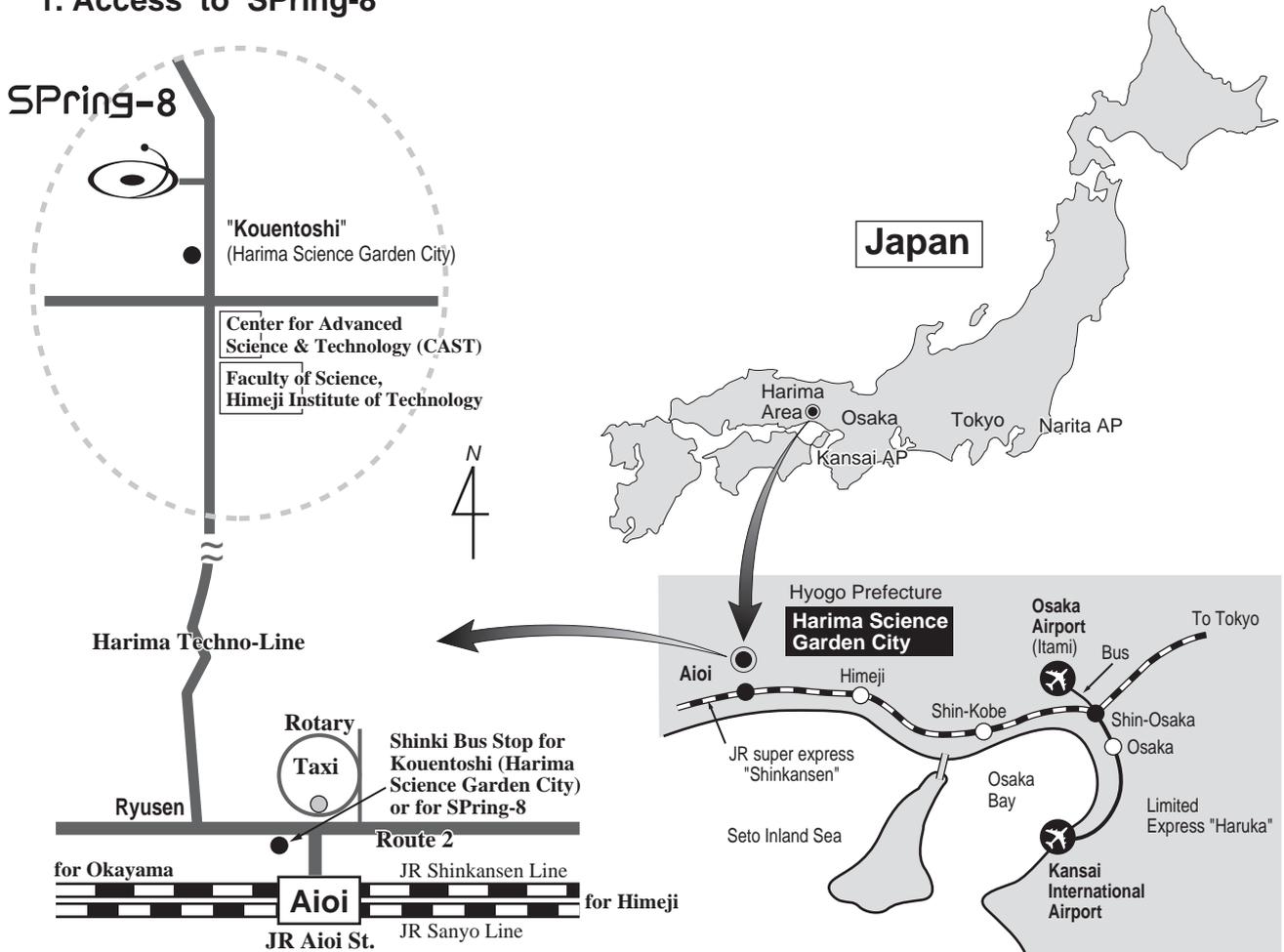
Beamline Contact Persons

as of 1st October 2003

Beamlines	Addresses	Contact Persons	E-mail
BL01B1	(XAFS)	T. Uruga K. Kato T. Honma	urugat@spring8.or.jp kkato@spring8.or.jp honma@spring8.or.jp
BL02B1	(Single Crystal Structure Analysis)	H. Ohsumi M. Mizumaki	ohsumi@spring8.or.jp mizumaki@spring8.or.jp
BL02B2	(Powder Diffraction)	K. Kato A. Kitano	katok@spring8.or.jp kitano@spring8.or.jp
BL04B1	(High Temperature and High Pressure Research)	K. Funakoshi	funakosi@spring8.or.jp
BL04B2	(High Energy X-ray Diffraction)	S. Kohara Y. Ohishi	kohara@spring8.or.jp ohishi@spring8.or.jp
BL05SS	(Accelerator Beam Diagnosis)	H. Ohkuma	ohkuma@spring8.or.jp
BL08W	(High Energy Inelastic Scattering)	M. Ito Y. Sakurai	mito@spring8.or.jp sakurai@spring8.or.jp
BL09XU	(Nuclear Resonant Scattering)	Y. Yoda Y. Imai	yoda@spring8.or.jp imai@spring8.or.jp
BL10XU	(High Pressure Research)	Y. Ohishi T. Adachi	ohishi@spring8.or.jp t_adachi@spring8.or.jp
BL11XU	(JAERI Materials Science II)	H. Shiwaku (JAERI)	shiwaku@spring8.or.jp
BL12XU	(NSRRC ID)	Y. Furukawa Y. Cai (Taiwan NSRRC)	furukawa@spring8.or.jp cai@spring8.or.jp
BL12B2	(NSRRC BM)	Y. Furukawa M. Tang (Taiwan NSRRC)	furukawa@spring8.or.jp mautsu@spring8.or.jp
BL13XU	(Surface and Interface Structures)	O. Sakata H. Tajiri	o-sakata@spring8.or.jp tajiri@spring8.or.jp
BL14B1	(JAERI Materials Science I)	Y. Nishihata (JAERI)	yasuon@spring8.or.jp
BL15XU	(WEBRAM)	Y. Furukawa	furukawa@spring8.or.jp
BL16XU	(Industrial Consortium ID)	H. Yoshikawa (NIMS) Y. Furukawa	hyoshi@spring8.or.jp furukawa@spring8.or.jp
BL16B2	(Industrial Consortium BM)	Y. Hirai (Industrial Consortium) K. Izumi (Industrial Consortium) S. Uemura (Industrial Consortium) Y. Furukawa	hirai@harl.hitachi.co.jp izumi@frl.cl.nec.co.jp uemura@spring8.or.jp furukawa@spring8.or.jp
BL17SU	(RIKEN Coherent Soft X-ray Spectroscopy)	Y. Hirai (Industrial Consortium) K. Izumi (Industrial Consortium) S. Uemura (Industrial Consortium) M. Oura (RIKEN)	hirai@harl.hitachi.co.jp izumi@frl.cl.nec.co.jp uemura@spring8.or.jp oura@spring8.or.jp
BL19LXU	(RIKEN SR Physics)	H. Ohashi	hohashi@spring8.or.jp
BL19B2	(Engineering Science Research)	Y. Tanaka (RIKEN) T. Honma	yotanaka@postman.riken.go.jp honma@spring8.or.jp
BL20XU	(Medical and Imaging II)	M. Sato A. Kitano	msato@spring8.or.jp kitano@spring8.or.jp
BL20B2	(Medical and Imaging I)	Y. Suzuki K. Takai	yoshio@spring8.or.jp takai@spring8.or.jp
BL22XU	(JAERI Actinide Science II)	K. Uesugi	ueken@spring8.or.jp
BL23SU	(JAERI Actinide Science I)	K. Umetani	umetani@spring8.or.jp
BL24XU	(Hyogo)	T. Inami (JAERI) A. Yoshigoe (JAERI) Y. Furukawa	inami@spring8.or.jp yoshigoe@spring8.or.jp furukawa@spring8.or.jp
BL25SU	(Soft X-ray Spectroscopy of Solid)	Y. Kagoshima (HIT) Y. Tsusaka (HIT) T. Muro	kagosima@sci.himeji-tech.ac.jp tsusaka@sci.himeji-tech.ac.jp muro@spring8.or.jp
BL26B1	(RIKEN Structural Genomics I)	T. Nakamura	naka@spring8.or.jp
BL26B2	(RIKEN Structural Genomics II)	T. Matsushita	matusita@spring8.or.jp
BL27SU	(Soft X-ray Photochemistry)	M. Yamamoto (RIKEN) M. Yamamoto (RIKEN) Y. Tamenori	yamamoto@postman.riken.go.jp yamamoto@postman.riken.go.jp tamenori@spring8.or.jp
BL28B2	(White Beam X-ray Diffraction)	H. Ohashi Y. Imai	hohashi@spring8.or.jp imai@spring8.or.jp
BL29XU	(RIKEN Coherent X-ray Optics)	K. Kajiwara	kajiwara@spring8.or.jp
BL32B2	(Pharmaceutical Industry)	K. Kato Y. Nishino	kkato@spring8.or.jp nishino@spring8.or.jp
BL33LEP	(Laser-Electron Photon)	Y. Furukawa Y. Katsuya (PCProt) Y. Ohashi	furukawa@spring8.or.jp katsuya@spring8.or.jp ohashi@spring8.or.jp
BL35XU	(High Resolution Inelastic Scattering)	T. Nakano (Osaka Univ.) A. Baron	nakano@rcnp.osaka-u.ac.jp baron@spring8.or.jp
BL37XU	(Trace Element Analysis)	S. Tsutsui	satoshi@spring8.or.jp
BL38B1	(R&D(3))	Y. Terada	yterada@spring8.or.jp
BL38B2	(Accelerator Beam Diagnosis)	H. Tanida K. Hasegawa	tanida@spring8.or.jp kazuya@spring8.or.jp
BL39XU	(Magnetic Materials)	S. Takano	takano@spring8.or.jp
BL40XU	(High Flux)	K. Tamura	tamura@spring8.or.jp
BL40B2	(Structural Biology II)	M. Suzuki N. Kawamura	m-suzuki@spring8.or.jp naochan@spring8.or.jp
BL41XU	(Structural Biology I)	K. Inoue T. Oka	katsuino@spring8.or.jp oka@spring8.or.jp
BL43IR	(Infrared Materials Science)	N. Shimizu (Crystal) K. Inoue (Small Angle) M. Kotera (Small Angle)	nshimizu@spring8.or.jp katsuino@spring8.or.jp mkotera@spring8.or.jp
BL44XU	(Macromolecular Assemblies)	M. Kawamoto H. Sakai	kawamoto@spring8.or.jp sakai@spring8.or.jp
BL44B2	(RIKEN Structural Biology II)	T. Moriwaki	moriwaki@spring8.or.jp
BL45XU	(RIKEN Structural Biology I)	Y. Ikemoto	ikemoto@spring8.or.jp
BL46XU	(R&D(2))	M. Yamamoto (RIKEN) E. Yamashita (Osaka Univ.)	yamamoto@postman.riken.go.jp eiki@spring8.or.jp
BL47XU	(R&D(1))	H. Naitou (RIKEN) Y. Kawano (RIKEN) M. Mizumaki S. Kimura A. Takeuchi M. Awaji	naitow@spring8.or.jp ykawano@spring8.or.jp mizumaki@spring8.or.jp kimuras@spring8.or.jp take@spring8.or.jp awaji@spring8.or.jp

Access Guide to SPring-8

1. Access to SPring-8



2. Contact Points for Transportation

JR-West (West Japan Railway Company)

Himeji Station (Ticket Office)	0792-22-2715
Aioi Station (Ticket Office)	0791-22-1400

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

Taxi

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

Limited Express (JR)

Narita International Airport (Tokyo) - Tokyo	¥2,940
Kansai International Airport (Osaka) - Shin-Osaka	¥2,980

Shinkansen (JR)

Tokyo - Himeji, Aioi (Hikari and Kodama)	¥15,210
Nagoya - Himeji (Hikari and Kodama)	¥8,380
Nagoya - Aioi (Hikari and Kodama)	¥8,700
Shin-Osaka - Aioi (Hikari and Kodama)	¥4,810

Shinki Bus

Himeji - SPring-8	¥1,140
Aioi - SPring-8	¥710
Aioi - Harima Science Garden City	¥660

Taxi

Aioi - SPring-8	About ¥5,500
Harima Science Garden City - SPring-8	About ¥1,000

JR Shinkansen Train Schedule and Shinki Bus Schedule

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

(revised on October 1, 2003)

Shinki Bus ;

(revised on April 1, 2003)

- : no run on Saturdays and Sundays and National Holidays,
- : no run on Saturdays and Sundays and National Holidays and 3/24 ~ 4/7, 7/28 ~ 8/31, 9/22 ~ 9/30, 12/25 ~ 1/7
- : no run on Saturdays and Sundays and National Holidays between Kouentoshi and SPring-8,
- : run on Saturdays and Sundays and National Holidays between Kouentoshi and SPring-8,
- : run on Saturdays and Sundays and National Holidays,

from Tokyo to Harima Science Garden City

Train name	Shinkansen						Shinki Bus		Shinki Bus		
	Shin-Tokyo	Shin-Yokohama	Nagoya	Kyoto	Shin-Osaka	Himeji	Himeji St.	Aioi	Aioi St.	Kouentoshi	SPring-8
									700	727	
K 629					612	650		703	730	755	
K 631					632	710		720	735	800	
									740	807	
									755	822	830
							740			→ 835	843
K 633					703	745		755	820	847	853
									830	857	905
N 39			640	717	731						
K2635					737	820		830	905	932	
H 331			656	744	759						
K 637					804	851		904	930	957	1003
K 493			714	802	817						
K2639					826	912		931	935	1002	1007
N 41	620	639	803	841	856				1000	1027	
K2645					915	1001		1012	1030	1057	1103
H 301	636	653	825	921	938	1014		1030	1100	1134	
N 3	650	709	834	912	927						
N 43	733	750	916	954	1009						
K2649					1015	1101		1112	1130	1157	1203
H 303	736	753	923	1021	1038	1114		1130			
N2007	813	832	958	1035	1051	1121	1150			→ 1245	
N 45	833	850	1016	1054	1109						
K 653					1115	1201		1212	1230	1257	1303
H 305	836	853	1023	1121	1138	1214		1230	1300	1334	
N 47	933	950	1116	1154	1209						
K2657					1215	1301		1312	1330	1357	
H 307	936	953	1123	1221	1238	1325		1335	1400	1427	
N 49	1033	1050	1216	1254	1309						
K2661					1315	1401		1412	1430	1457	1503
H 309	1036	1053	1223	1321	1338	1414		1430	1500	1527	
N 51	1133	1150	1316	1354	1409						

Train name	Shinkansen						Shinki Bus		Shinki Bus		
	Shin-Tokyo	Shin-Yokohama	Nagoya	Kyoto	Shin-Osaka	Himeji	Himeji St.	Aioi	Aioi St.	Kouentoshi	SPring-8
K 2665					1415	1501		1512	1530	1557	
H 311	1136	1153	1323	1421	1438	1514		1530	1600	1627	
N 53	1233	1250	1416	1454	1509						
K 669					1515	1601		1612	1630	1657	1703
H 313	1240	1257	1423	1521	1538	1614		1630	1700	1727	1733
H 369					1551	1621	1630			→ 1719	
N 55	1333	1350	1516	1554	1609						
K 673					1615	1701		1712	1730	1757	1803
H 315	1336	1353	1523	1621	1638	1725		1744	1810	1837	1843
N 57	1433	1450	1616	1654	1709						
K2677					1715	1801		1812			
H 317	1436	1453	1623	1721	1738	1814		1830	1841	1915	
N 59	1533	1550	1716	1754	1809						
K2681					1815	1901		1912	1915	1942	1948
H 319	1536	1553	1723	1821	1838	1914		1930	1945	2015	
N 61	1633	1650	1816	1854	1909						
K 685					1915	2001		2014	2020	2047	2055
H 321	1636	1653	1823	1921	1938	2014		2030	2050	2117	
N 137	1726		1909	1948	2002						
N 63	1733	1750	1916	1954	2009						
K2689					2015	2057		2109			
H 323	1736	1753	1923	2021	3038	2125		2135	2145	2212	
N 143	1826		2009	2048	2102						
N 65	1833	1850	2016	2054	2109						
K2693					2115	2157		2207			
H 325	1836	1853	2023	2121	2138	2214		2224			
N 151	1926		2109	2148	2202						
N 153	1933	1950	2116	2154	2209						
K2697					2215	2257		2307			
H 327	1936	1953	2123	2221	2238	2314		2324			
N 67	1950	2009	2134	2212	2227						

Stop at Shinagawa St.

HANDY TIPS AROUND HARIMA SCIENCE GARDEN CITY

from Hakata to Harima Science Garden City

Train name	Shinkansen				Shinki Bus		
	Hakata	Hiroshima	Okayama	Aioi	Aioi St.	Kouentoshi	SPring-8
H 302			603	620			
K2620			632	657	700	727	
N 40		600	641				
K2622			659	721	730	755	
					735	800	
					740	807	
					755	822	830
H2340		642	723				
H 304			732	753			
K2624		617	746	810	820	847	853
					830	857	905
N 44		740	821				
H 306			832	853	905	932	
H 344	639	755	836				
K2628		714	841	909	930	957	1103
					935	1002	1007
H 348	735	846	927				
H 308			931	953	1000	1027	
N2006	754	900	936				
K 632	607	804	946	1007	1030	1057	1103
H 350	835	946	1027				
H 310			1031	1053	1100	1134	
H 352	843	955	1036				
K 636	712	911	1045	1107	1130	1157	1203
N 10	922	1028	1104				
H 312			1117	1143			
N 50		1040	1121				
K2640		1008	1145	1207	1230	1257	1303
N 52		1140	1221				
H 314			1231	1253	1300	1334	
H 358	1043	1155	1236				
K2644		1111	1245	1307	1330	1357	
N 54		1240	1321				
H 316			1331	1353	1400	1427	
N2016	1154	1300	1336				
K 648	1014	1208	1345	1407	1430	1457	1503
N 56		1340	1421				
H 318			1431	1453	1500	1527	
H 362	1243	1354	1436				
K 652	1113	1311	1445	1507	1530	1557	
N 20	1322	1428	1504				
H 320			1517	1543	1600	1627	
H 366	1348	1500	1541				
K2656		1408	1545	1607	1630	1657	1703
N 60		1540	1621				
H 322			1631	1653	1700	1727	1733
H 370	1438	1555	1636				
K 660	1313	1511	1645	1707	1730	1757	1803
H 372	1535	1646	1727				
H 324			1731	1753	1810	1837	1843
N2026	1554	1700	1736				
K2664		1606	1745	1807	1841	1915	
N 64		1740	1821				
H 326			1831	1853			
H 376	1639	1755	1836				
K 668	1513	1711	1845	1907	1915	1942	1948
					1945	2012	
H 378	1733	1844	1926				
K2672		1808	1931	1953	2020	2047	2055
N 32	1820	1931	2006				
K 674	1646	1848	2010	2033	2050	2117	
H 332		1956	2039				
K 678	1712	1923	2045	2110			
N 38	1922	2033	2109				
K 680	1742	1949	2113	2133	2145	2212	
N 500	2005	2107	2141				
K2682		2026	2150	2211			
H 384	2010	2125	2207				
K 684	1850	2051	2211	2231			

from Harima Science Garden City to Hakata

Shinki Bus			Train name	Shinkansen				
SPring-8	Kouentoshi	Aioi St.		Aioi	Okayama	Hiroshima	Hakata	
			K 629	703	723	836	1027	
	640	706	K 631	720	739	910	1108	
			N 501		745	819	921	
	715	741	K 633	755	815	940	1149	
			N 39		820	856	1007	
			K2635	830	849	1010		
			H 331		854	935	1046	
	830	856	K 637	904	924	1055	1306	
			H 333		932	1016	1138	
913	920	946	K2645	1012	1033	1207		
	950	1016	H 301	1030	1047			
			H 355		1052	1133	1244	
1013	1020	1046	K2649	1112	1133	1308		
			N2007		1143	1219	1325	
	1050	1116	H 303	1130	1147			
			H 357		1152	1233	1344	
	1125	1158	K 653	1212	1233	1407	1606	
			H 359		1243	1324	1436	
1143	1150	1216	H 305	1230	1247			
			H 361		1252	1333	1444	
	1220	1246						
1213	1222	1248	K2657	1312	1333	1508		
			H 363		1338	1419	1532	
	1250	1316	H 307	1335	1352			
			N 49		1358	1439		
1313	1320	1346	K2661	1412	1433	1608		
			H 365		1443	1524	1636	
	1355	1428						
			H 309	1430	1447			
			N 51		1458	1539		
	1420	1446	K2665	1512	1533	1708		
			N2017		1543	1619	1725	
	1450	1516	H 311	1530	1547			
			N 53		1558	1639		
1513	1522	1548	K 669	1612	1633	1807	2004	
			H 369		1643	1724	1836	
1545	1550	1616	H 313	1630	1647			
			N 55		1658	1739		
	1620	1646	K 673	1712	1733	1909	2103	
			H 371		1738	1819	1932	
	1650	1716						
	1710	1736	H 315	1744	1800			
			N 23		1815	1851	1957	
1713	1722	1748						
	1740	1806	K2677	1812	1833	2008		
	1740	1811	H 375		1843	1924	2036	
1740	1745	1811						
1753	1800	1826	H 317	1830	1847			
			N 59		1858	1939		
1820	1830	1856	K2681	1912	1933	2108		
			N2027		1943	2019	2125	
			H 319	1930	1947			
			H 379		1952	2033	2144	
1858	1905	1931						
1922	1930	1956						
1925	1934	2000	K 685	2014	2034	2205	2553	
			H 381		2043	2124	2236	
			H 321	2030	2047			
			N 63		2058	2139		
1958	2005	2031	K2689	2109	2131	2302		
			H 385		2138	2219	2332	
	2045	2111	H 323	2135	2151			
			N 65		2158	2239		
2103	2110	2136	K2693	2207	2227			
			H 325	2224	2241			
			H2387		2252	2333		

from Harima Science Garden City to Tokyo

Shinki Bus			Train		Shinki Bus		Shinkansen					
SPring-8	Kouentoshi	Aioi St.	name	Aioi	Himeji St.	Himeji	Shin-Osaka	Kyoto	Nagoya	Shin-Yokohama	Tokyo	
			H 302	620		629	704	721	813		1013	
			K 2620	657		707	746					
			N 42			753	808	845	1010	1030		
640	706		K 2622	721		731	809					
			H 264			820	835	913		1113		
715	741		H 304	753		803	841	858	956	1126	1143	
			K 2624	810		825	904					
			N 44			910	925	1003	1130	1146		
			H 306	853		903	941	958	1056	1226	1243	
830	856		K 2628	909		925	1004					
			N 46			1010	1025	1103	1230	1246		
913	920	946	H 308	953		1003	1041	1058	1156	1326	1343	
			K 632	1007		1025	1104					
			N 48			1110	1125	1203	1330	1346		
950	1016											
1013	1020	1046	H 310	1053		1103	1141	1158	1256	1426	1443	
1025				→	1119							
			K 636	1107		1125	1204					
			N 50			1210	1225	1303	1430	1446		
1050	1116		H 312	1143		1153	1241	1258	1356	1526	1543	
1125	1158		K 2640	1207		1225	1304					
			N 52			1310	1325	1403	1530	1546		
1143	1150	1216										
1220	1246											
1213	1222	1248	H 314	1253		1303	1341	1358	1456	1622	1639	
			K 2644	1307		1325	1404					
			N 54			1410	1425	1503	1630	1646		
1250	1316											
1313	1320	1346	H 316	1353		1403	1441	1458	1556	1726	1743	
			K 648	1407		1425	1504					
			N 56			1510	1525	1603	1730	1746		

Shinki Bus			Train		Shinki Bus		Shinkansen						
SPring-8	Kouentoshi	Aioi St.	name	Aioi	Himeji St.	Himeji	Shin-Osaka	Kyoto	Nagoya	Shin-Yokohama	Tokyo		
			1355	1428	H 318	1453		1503	1541	1558	1656	1826	1843
			1415			→	1509						
			1420	1446	K 652	1507		1525	1604				
					N 58		1610	1625	1703	1830	1846		
			1450	1516	H 320	1543	1553	1641	1658	1756	1926	1943	
1513	1522	1548	K 2656	1607			1625	1704					
					N 60		1710	1725	1803	1930	1946		
1545	1550	1616											
1620	1646		H 322	1653			1703	1741	1758	1856	2026	2043	
					K 660	1707		1725	1804				
					N 62		1810	1825	1903	2030	2046		
1650	1716												
1710	1736												
1713	1722	1748	H 324	1753			1803	1841	1858	1956	2126	2143	
					K 2664	1807		1825	1904				
					N 64		1910	1925	2003	2130	2146		
1740	1806												
1740	1745	1811											
1753	1800	1826	H 326	1853			1903	1941	1958	2056	2226	2243	
1802	1810			→	1904								
1820	1830	1856	K 668	1907			1925	2004					
					N 66		2010	2025	2103	2230	2246		
1858	1905	1931	K 2672	1953			2004	2058					
					N 156		2118	2132	2209	2332	2348		
1922	1930	1956											
1925	1934	2000	K 674	2033			2043	2125					
					H 332		2133	2148	2238				
1958	2005	2031	K 678	2110			2120	2204					
2045	2111		K 680	2133			2143	2233					
2103	2110	2136	K 2682	2211			2221	2305					
					K 684	2231		2241	2321				

Stop at Shinagawa St.



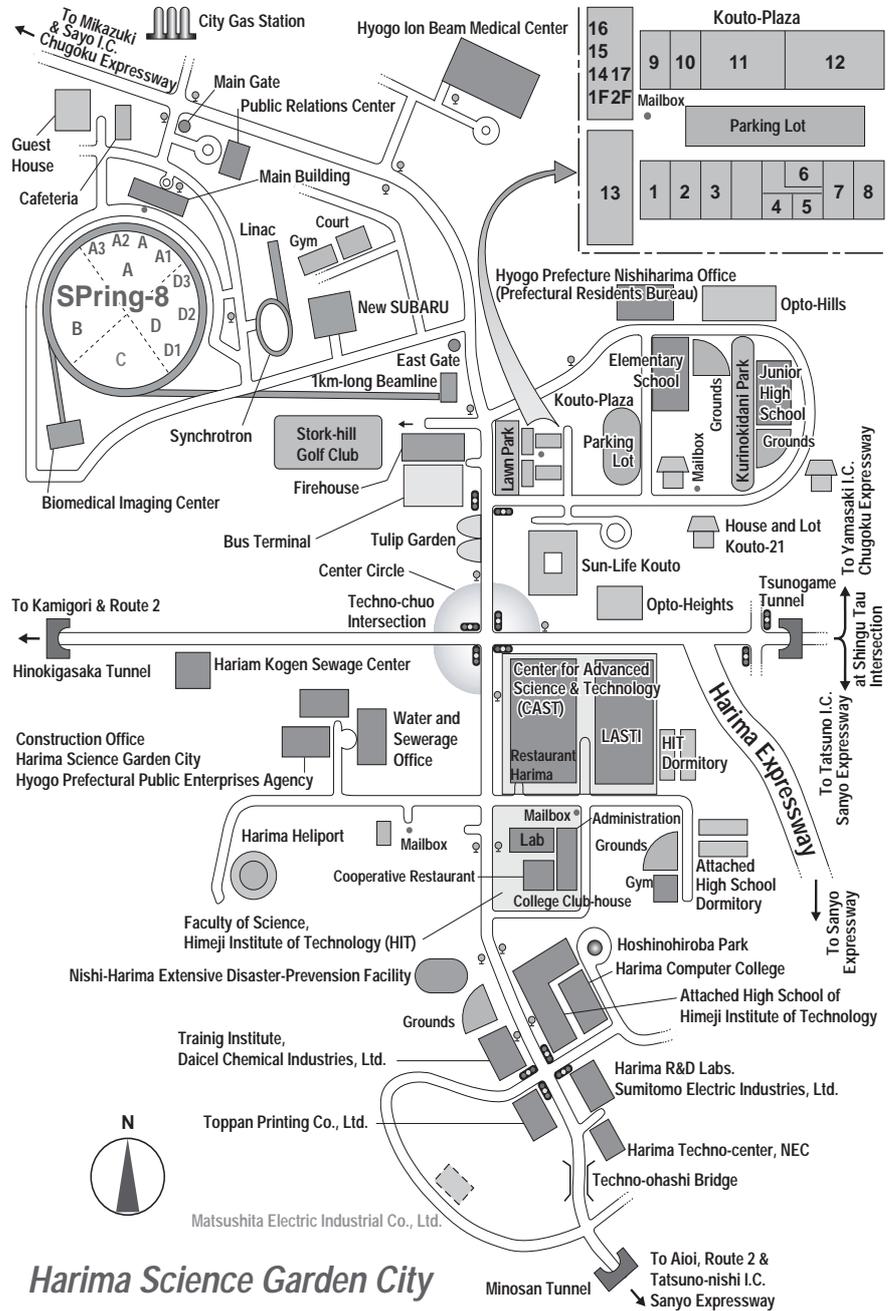
Morning Mist

(in Ako city)

Harima Science Garden City Map

Kouto Plaza Guide

- 1 Prima Vera (coffee house, miscellaneous goods and flowers)
 - Hours / 10:00 - 18:00
 - Closed on Thursday
- 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 / 11:00 - 14:00, 17:00 - 22:00
 - Closed on Sundays. Only in the evening on Saturday
- 4 Telephone Plaza - Techno Store (Electric appliances and Portable Telephones)
 - Hours / 10:00 - 18:00
 - Closed on Sundays and National holidays
- 5 Anzai OA Service (office applied products, expendable supplies, sale and repair service)
 - Hours / 10:00 - 17:00
 - Closed on Saturdays, Sundays and National holidays
- 6 Machine Cash Service Corner
 - Minato Bank
 - Himeji Credit Union
 - Banshu Credit Union
 - Hyogo Credit Union
 - Nishi-hyogo Credit Union
 - JA Hyogo-Nishi
 - 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)
- 7 Takamori Barbers and Beauty Parlor
 - Hours / 9:00 - 19:00
 - Closed on every Mondays, the 1st and the 3rd Tuesdays
- 8 Police Box
 - TEL : 0791-22-0110
- 9 Kouto Pharmacy
 - Hours / 10:00 - 18:00
 - Closed on Sundays and National holidays
- 10 Clean Shop - Kouto Store (a laundry)
 - Hours / 9:30 - 18:30
 - Closed on Sundays
- 11 Maruzen Kouto-Plaza Store (Books)
 - Hours / 10:30 - 19:00
 - Closed on Thursday
 - Closed on during the New Year Holidays
- 12 Co-op Mini Technopolis (a supermarket)
 - Hours / 10:00 - 20:00
 - Closed on during the New Year Holidays
- 13 Optopia (PR hall)
 - Hours / 10:00 - 17:00 (entrance / -16:20)
 - Closed during the New Year Holidays



- 14 Pure Light (western style restaurant)
 - Hours / 11:30 - 17:00
 - Closed on Tuesdays (but open for reservation)
- 15 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

- 16 Kojyou 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
- 17 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

Hotels and Inns

In the Harima Science Garden City

〔 I 〕 : Tax and Service charges included

〔 N 〕 : Tax and Service charges 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

Room rates per person per night

Special Room (2 rooms)	: 2 beds, a table and chairs, Bath and toilet	¥6,200 - ¥11,700	} [I]
Twin Room (9 rooms)	: 2 beds, bath and toilet	¥4,400 - ¥8,300	
Single Room (18 rooms)	: 1 bed, bath and toilet	¥4,400 - ¥5,500	
Specially discounted room rate for researchers		¥3,000 - ¥6,400	

(An application and a certificate are required. Contact JASRI Users Office)

Reservations are needed for breakfasts in both the western style (800 yen) and Japanese style (1,000 yen). [N]

Hotels and Inns in Aioi-city

() : Access 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. Rates : ¥4,800 - ¥9,000 per night [N]

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

Capacity : 60 persons. Rates : ¥5,800 - ¥6,300 per night with 2 meals [N]

Tokiwa Ryokan (5 min. by car) 2-20-15 Asahi, Aioi-shi, 678-0031. Tel : 0791-22-0444

Capacity : 15 persons. Rates : ¥6,500 per night with 2 meals [I]

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

Capacity : 18 persons. Rates : ¥6,500 per 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). Rates : ¥6,825 - ¥16,524 per night with 2 meals [I]

Hotels and Inns in Himeji-city

() : Access 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). Rates : ¥9,000 - ¥19,500 per 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). Rates : ¥7,500 - ¥18,000 per 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). Rates : ¥8,431 - ¥15,015 per night [I]

HANDY TIPS AROUND HARIMA SCIENCE GARDEN CITY

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

Capacity : 300 persons (Western style). *Rates* : ¥6,000 - ¥15,300 per night [I]

Himeji Washington Hotel Plaza (5 min. walk) 98 Higashiekimae, Himeji-shi, 670-0926. Tel : 0792-25-0111

Capacity : 172 persons (Western style). *Rates* : ¥8,316 - ¥15,592 per night [I]

SPring-8 Users : ¥6,500 - ¥ 9,000 per night [I]

Hotel Okuuchi (5 min. walk) 3-56 Higashinobesue, Himeji-shi, 670-0965. Tel : 0792-22-8000

Capacity : 426 persons (Western style). *Rates* : ¥6,352 - ¥12,705 per 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). *Rates* : ¥6,300 - ¥12,600 per night [I]

Himeji Green Hotel (12 min. walk) 100 Sakamoto-cho, Himeji-shi, 670-0016. Tel : 0792-89-0088

Capacity : 155 persons, (Western style). *Rates* : ¥6,700 - ¥12,500 per 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). *Rates* : ¥6,000 - ¥20,000 per 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). *Rates* : ¥5,900 - ¥13,500 per 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). *Rates* : ¥4,830 per 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). *Rates* : ¥5,500 - ¥15,000 per night [I]

Hotel Claire Higasa (5 min. walk) 22 Jyuunisomae-cho, Himeji-shi, 670-0911. Tel : 0792-24-3421

Capacity : 55 persons (Japanese and Western style). *Rates* : ¥7,035 - ¥13,000 per night [N]

Hoteiya Ryokan (6 min. walk) 24 Higashiekimae-cho, Himeji-shi, 670-0926. Tel : 0792-22-1210

Capacity : 42 persons (Japanese style). *Rates* : ¥9,000 - ¥10,000 per 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). *Rates* : ¥8,431 - ¥13,629 per 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). *Rates* : ¥6,352 - ¥20,790 per night [I]

Restaurants

Restaurants in the Harima Science Garden City

- Café&Restaurant “Ai Mates”** 1-19-4 Kouto, Mikazuki-cho, Sayo-gun, Tel : 0791-59-8150,
Hours : 9:00 - 17:00 17:00 - 21:00 (a subscription basis) Closed on Saturdays, Sundays and National holidays
Specialty : Light meals (fried vegetables, fried noodles,etc) &Drinks (coffee, beer, wine, etc) *Price* : ¥300 -
- Public House “Mansaku”** At “Kouto Plaza” in the Harima Science Garden City, Tel : 0791-59-8061,
Hours : 11:00 - 14:00 17:00 - 22:00, Closed on Sundays. Only in the evening on Saturday
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 17:00 - 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 -
- Restaurant Harima** At the Center for Advanced Science & Technology (CAST), Tel : 0791-58-0600,
Hours : 11:00 - 14:00 17:00 - 20:00 (Last orders 19:30) Closed during the New Year Holidays
Specialty : Japanese style Noodles and Dinners *Price* : ¥1,200 - ¥3,000
- “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

Restaurants in the vicinity of the Harima Science Garden City

- 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
- 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
- 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
 A gift shop for the local produce is right next to the restaurant. *Hours* : 9:00 - 17:00
- “Omoteya”** 168 Sanomune, Mikazuki-cho, Sayo-gun, Tel : 0790-79-2491
Hours : 11:30 - 16:00, Closed on Tuesdays and Wednesdays
Specialty : Tororomesizen
Price : ¥1,300
- Japanese Restaurant “Koma”** 76 Shimoazawara, Shingu-cho, Ibo-gun, Tel : 0791-78-0444
Hours : 14:00 - 20:00, Closed on Mondays
Specialty : grilled meat, seasonable dishes
Price : ¥800 -
- 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
- Restaurant “Yoshinoya”** 1645-9 Kamigori, Kamigori-cho, Ako-gun, Tel : 0791-52-0052
Hours : 11:30 - 21:00, Closed on Mondays
Specialty : Typical Japanese dishes (Sashimi, Tempura, Kabayaki, etc.), Kaiseki Ryori (a formal Japanese style dinner), noodles etc. *Price* : ¥780 -
- 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
- Chinese Restaurant “Kobe Han-ten”** At “Peiron-jyo” 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 - (¥5,000 -, a course of dishes, but reserave 6 peoples-)

F A X 送 信 票
FAX Sending Form
FAX : 0791-58-2798

〒679-5198 兵庫県佐用郡三日月町光都^{こうと}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 : 0791-58-2797

“SPring-8 Information” secretariat, JASRI
1-1-1 Kouto, Mikazuki-cho, Sayo-gun, Hyogo 679-5198, Japan

「SPring-8利用者情報」送付先登録票
Registration Form for the Issue of “SPring-8 Information”

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 save 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」、「談話室/ユーザ便り」募集について

「裏表紙」の写真・「談話室/ユーザ便り」に読者の皆様からの投稿をお待ちしております。特に「ぶらり散歩道」には播磨地方に関係した情報をお寄せ下さるようお願い致します。

「裏表紙」、「談話室/ユーザ便り」とも宛先は事務局まで

SPring-8 利用者情報 編集委員会

委員長	的場 徹	利用業務部
委員	高雄 勝	加速器部門
	竹下 邦和	ビームライン・技術部門
	廣沢 一郎	利用研究促進部門
	竹内 晃久	利用研究促進部門
	山田 正人	施設管理部門
	辻 雅樹	所長室
	高城 徹也	安全管理室
	大島 行雄	企画調査部
	牧田 知子	利用業務部
	原 雅弘	広報部
	渡辺 巖	利用者懇談会（大阪女子大学）
	鳥海幸四郎	利用者懇談会（姫路工業大学）
事務局	音村圭一郎	利用業務部

SPring-8 利用者情報

Vol.8 No.6 NOVEMBER 2003

SPring-8 Information

発行日 平成15年（2003年）11月16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



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

Japan Synchrotron Radiation Research Institute

〒679-5198 兵庫県佐用郡三日月町光都^{こうと}1-1-1
[広報部] TEL 0791-58-2785 FAX 0791-58-2786
[総務部] TEL 0791-58-0950 FAX 0791-58-0955
[利用業務部] TEL 0791-58-0961 FAX 0791-58-0965
e-mail : sp8jasri@spring8.or.jp
SPring-8 homepage : <http://www.spring8.or.jp/>