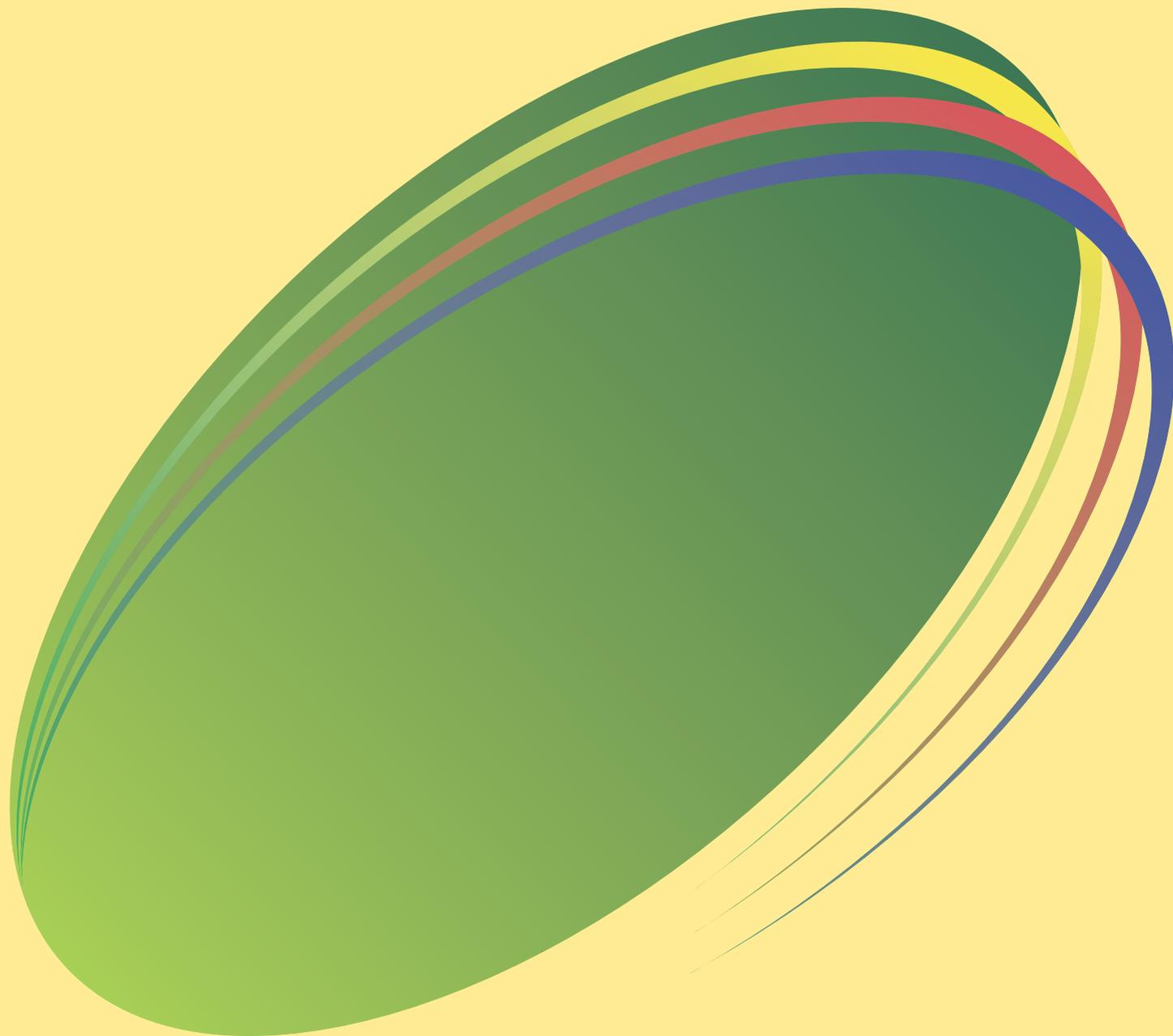


ISSN 1341-9668
SPring-8 Document
D2008-001

SPring-8

INFORMATION
[利用者情報]

Vol.13 No.1 2008.1




JASRI

SPring-8 Information

目次 CONTENTS

新年ご挨拶
New Year's Greeting

(財)高輝度光科学研究センター 会長 川上 哲郎
Chairman of JASRI KAWAKAMI Tetsuro 1

1. SPring-8の現状 / Present Status of SPring-8

産業利用ビームライン、および (BL19B2、BL14B2およびBL46XU)における
2008A 第2期(平成20年6月~7月)の利用研究課題の募集について
Second Call for 2008A Proposals for BL14B2, BL19B2 and BL46XU June-July 2008

登録施設利用促進機関(財)高輝度光科学研究センター
A Registered Institution for Promoting Synchrotron Radiation Research, JASRI 2

平成20年度に指定されたパワーユーザーの紹介
A Newly Designated Power User FY 2008

(財)高輝度光科学研究センター 利用業務部
User Administration Division, JASRI 13

専用施設の新規設置について

登録施設利用促進機関(財)高輝度光科学研究センター
A Registered Institution for Promoting Synchrotron Radiation Research, JASRI 14

SPring-8運転・利用状況
SPring-8 Operational Status

(財)高輝度光科学研究センター 研究調整部
Research Coordination Division, JASRI 15

論文発表の現状
Statistics on Publications Resulting from Work 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 17

最近SPring-8から発表された成果リスト
List of Recent Publications

(財)高輝度光科学研究センター 利用業務部
User Administration Division, JASRI 19

2. ビームライン / BEAMLINES

放射光利用者のための同期型508MHzカウンターについて
The 508MHz - Synchronous Counter for Synchrotron Radiation Users

(財)高輝度光科学研究センター 加速器部門 川島 祥孝
Accelerator Division, JASRI KAWASHIMA Yoshitaka
大橋 裕二 OHASHI Yuji 28

3. 最近の研究から / FROM LATEST RESEARCH

ダイヤモンドを超伝導に導く格子振動
Phonon in Superconducting Diamond

(独)日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門 Moritz Hoesch
Quantum Beam Science Directorate, Japan Atomic Energy Agency
水木 純一郎 MIZUKI Jun'ichiro 39

4 . 利用者懇談会研究会報告 / RESEARCH GROUP REPORT(SPring-8 USERS SOCIETY)		
放射光応力・ひずみ評価研究会の活動状況 Current Activities of the Research Group on Stress/Strain Analysis Using Synchrotron Radiation		
名古屋大学大学院 工学研究科 Department of Applied Chemistry, Graduate School of Engineering, Nagoya University	秋庭 義明 AKINIWA Yoshiaki	44
X線トポグラフィ研究会の現状報告 Current Activities of the X-ray Diffraction Topography Group		
富山大学 理学部 Faculty of Science, University of Toyama	飯田 敏 IIDA Satoshi	
大阪大学 大学院工学研究科 Graduate School of Engineering, Osaka University	志村 考功 SHIMURA Takayoshi	
(財)高輝度光科学研究センター 産業利用推進室 Industrial Application Division, JASRI	梶原 堅太郎 KAJIWARA Kentaro	50
ナノ組織損傷評価研究会の活動状況と今後の展望 Activity Report and Future Vision of the Research Group of Explication of the Damage Mechanism of Materials in Nano Scale		
東北大学大学院 工学研究科 Graduate School of Engineering, Tohoku University	三浦 英生 MIURA Hideo	
東北大学 理事 Executive Vice President of Tohoku University	庄子 哲雄 SHOJI Tetsuo	56
5 . 研究会等報告 / WORKSHOP AND COMMITTEE REPORT		
第11回SPring-8シンポジウム報告 Report of The 11th SPring-8 Symposium		
(財)高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門 Research & Utilization Division, JASRI	鈴木 基寛 SUZUKI Motohiro	63
6 . 談話室・ユーザー便り / OPEN HOUSE・A LETTERS FROM SPRING-8 USERS		
利用者懇談会総会および利用促進委員会報告 - 第2期研究会募集の経緯などについて - Reports on General Meeting and Activity Advancement Committee of SPring-8 Users Society		
	SPring-8利用者懇談会 SPring-8 Users Society	69
利用者懇談会第二期研究会募集について Advertise of Second Term Research Groups of SPring-8 Users Society		
	SPring-8利用者懇談会 利用促進委員会 Activity Advancement Committee of SPring-8 Users Society	70
7 . 告知板 / ANNOUNCEMENT		
2007年におけるSPring-8関係功績の主な受賞 Award-winning Achievements on SPring-8 in 2007		71
2007年の刊行物の発行について SPring-8 Publication in 2007		77
「SPring-8利用者情報Vol.12(2007年発行)」バックナンバーの紹介 Back Numbers "SPring-8 Information Vol.12"		78
「SPring-8利用者情報」送付先登録票 "SPring-8 Information" Subscription Request Form		81

新年ご挨拶



財団法人高輝度光科学研究センター
会長 川上 哲郎

明けましておめでとうございます。

ご家族お揃いで、すがすがしい新春を迎えられましたことを心から
慶び申し上げ、皆様にとりまして実り多き1年になりますことをお祈り
いたします。

本年度は、一昨年7月より新たに「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律（新SR法）」が施行されてはじめての年度となり、財団は「登録施設利用促進機関」として、「利用者選定業務」及び「利用支援業務」を行う一方、SPring-8の維持管理、運営につきましては、設置者である理化学研究所の入札を経て財団が業務を受けるという体制になりました。

また、ご高承のとおり、SPring-8は供用を開始してから昨年10月で10年の歳月が経過いたしました。10月19日には姫路のホテルにて、理化学研究所との共催でSPring-8供用開始10周年記念式典が、300名のご参加をえて盛大に開催され、過ぎにし10年を振り返るとともに、SPring-8の現代的意義をアピールしたところでございます。

その際報告されましたが、現在49本のビームラインが稼働し、平成9年10月の供用開始から平成19年7月までに、のべ約78,000人の研究者が利用し、およそ11,600件の課題が実施され、数多くの成果が輩出されました。特にSPring-8の産業利用促進をめざした、「戦略活用プログラム」や「重点産業利用課題」により、昨年度は約180社、延べ2,300人の民間企業の利用があり、着実に成果を上げてきております。

SPring-8サイト内では、X線自由電子レーザー（XFEL）の本格工事が昨年より開始され、2010年度の完成を目指す一方、兵庫県の独自施設として、ナノテクセンターの工事も、急ピッチで建設が進められています。また、一時期、建設が滞っておりました、SPring-8の空ポートについても新規に数本の専用ビームラインが計画、審議中であり、さらなる増設が進み始めました。

こうした環境の変化を踏まえながら私どもは、供用開始後10年を経て新たな歴史をつくるべく、利用者の皆様と協力して、未踏分野を拓く使命を遂行してまいり所存でございます。

どうか皆様には、倍旧のご支援、ご協力を賜りますようお願い申し上げます。

平成20年度に指定されたパワーユーザーの紹介

財団法人高輝度光科学研究センター
利用業務部

平成15年度より導入したパワーユーザー制度について、従来のパワーユーザー指定制(非公募)から、平成20年度より全てのユーザーに対しパワーユーザーになり得る機会を設ける公募制に変更しました。今回の応募に対して、パワーユーザー審査委員会で審査の結果、次の方がパワーユーザーに指定されましたので、紹介いたします。

利用者指定型に指定するパワーユーザー(平成20年度)

1. 氏名(所属)

小賀坂 康志(国立大学法人名古屋大学)

2. 期間

平成20年4月1日から平成24年度末まで

3. 主題

研究テーマ: 次世代X線天文学に資する、X線望遠鏡システム評価技術の開発

装置整備: X線天体観測装置の評価技術の高度化

利用研究支援: 当該装置を用いた利用実験の支援

4. ビームライン: BL20B2

5. 概要

硬X線領域(10~100keV)における光学系による撮像観測研究は、次世代天文学の大きな柱の一つであり、2010年代の衛星計画実現に向けて国際的な開発競争が展開されている。我が国は2013年打ち上げのNeXT衛星計画を推進しており、世界に先駆けて硬X線撮像観測の実現を目指している。

こうした背景をふまえ、BL20B2の新しい利用技術として、長期利用課題「飛翔体搭載用硬X線結像光学系システムの性能評価実験」(2004A~2006B)において開発・確立した実験技術の基盤化を行い、我が国の次期X線天文衛星プロジェクトNeXT計画に搭載予定のX線望遠鏡システムの性能評価研究を推進する。

さらに、当該ビームラインを我が国のみならず海外の宇宙開発研究のための放射光利用拠点とす

べく、パワーユーザーグループを組織して、先導的利用研究を展開する。これにおいては、X線天体観測装置の特性評価実験を行うユーザーに対して支援を行い、この分野における新規放射光利用を開拓促進する。また、評価技術の高度化のための研究開発を、新規開拓したユーザーと協力して行う。

硬X線撮像観測装置開発の分野では、較正実験の標準施設というものが存在しない。今後、各国が衛星搭載装置を開発するにあたって、性能評価の標準技術を整備提供することで、次世代のX線天文学研究へ大きく貢献することが期待できる。

6. パワーユーザー審査委員会での評価コメント

本申請は、我が国の次期X線天文衛星プロジェクトNeXTに搭載予定のX線望遠鏡システムの性能評価実験を中心に、BL20B2ビームラインを我が国のみならず海外の宇宙開発研究のための放射光利用拠点とすることを視野に入れた、大変特色のあるものである。硬X線を対象としたX線望遠鏡システムの評価技術は、次期X線天文衛星プロジェクトNeXTのみならず、次世代X線天文学にとっての基幹技術である。第3世代放射光源SPring-8は、このような次世代X線天文学にとっての基幹技術開発に最も適したX線光源であることは、疑問の余地はない。実際に、実験責任者は、この事実が気が付きこれまで2004A期から2006B期に亘る期間、長期課題として「飛翔体搭載用硬X線結像光学系システムの性能評価実験」を遂行し、個別研究としての成果を挙げている。この長期課題により、硬X線を対象としたX線望遠鏡システムの評価技術にとって、SPring-8が極めて優秀な光源であることが実証されている。

パワーユーザー利用研究課題として見たときには、本申請は、(1)科学的技術的妥当性については、硬X線天文学推進に重要な貢献が期待できることから、非常に高く評価できる。また、(2)PU

として長期に利用する研究目標及び研究計画は、NeXT計画との関連も明確で、問題がないものと判断できる。

実験ステーション設備の観点からは、(1)装置の扱いの習熟度に関しては長期課題の経験があるので、十分な習熟度があるものと思われる。(2)装置開発の協力に関しても、長期課題の経験から判断して、問題がないものと思われる。

利用研究の拡大・推進の観点からは、(1)利用研究の推進・拡大に関しては、X線天文学という一分野での基幹技術であるので、科学者の数と言うような量的な部分で判断すれば、限定的なものがあるかもしれないが、その分野の研究者がほとんど全て利用するかどうかと言う質的な見方をすれば、可能性は非常に大きいものと判断できる。技術の基盤化と拠点形成という言葉にそれが表れている。現在、マックス・プランク研究所のPANTERが、

いわば「硬X線較正標準施設」となっているようであるが、光源の性質としては、SPring-8の方が優れていることは、純粋科学的に判断して間違いないので、是非、世界標準になるように努力して欲しい。(2)ユーザー支援に関しては、技術的側面からは問題がないものと思われる。

その他、(1)平和利用、技術的实施可能性、安全性に関しては、全く問題がないものと判断できる。

専用施設の新規設置について

登録施設利用促進機関
財団法人高輝度光科学研究センター

平成19年3月に専用施設設置計画の趣意が認められた提案のうち、下記の設置実行計画が提出され、審査を行った結果、平成19年11月5日に以下のビームラインの設置が認められました。

東京大学物質科学アウトステーションビームライン

提案者：国立大学法人東京大学 小宮山宏

豊田ビームライン

提案者：株式会社豊田中央研究所 石川宣勝

として長期に利用する研究目標及び研究計画は、NeXT計画との関連も明確で、問題がないものと判断できる。

実験ステーション設備の観点からは、(1)装置の扱いの習熟度に関しては長期課題の経験があるので、十分な習熟度があるものと思われる。(2)装置開発の協力に関しても、長期課題の経験から判断して、問題がないものと思われる。

利用研究の拡大・推進の観点からは、(1)利用研究の推進・拡大に関しては、X線天文学という一分野での基幹技術であるので、科学者の数と言うような量的な部分で判断すれば、限定的なものがあるかもしれないが、その分野の研究者がほとんど全て利用するかどうかと言う質的な見方をすれば、可能性は非常に大きいものと判断できる。技術の基盤化と拠点形成という言葉にそれが表れている。現在、マックス・プランク研究所のPANTERが、

いわば「硬X線較正標準施設」となっているようであるが、光源の性質としては、SPring-8の方が優れていることは、純粋科学的に判断して間違いないので、是非、世界標準になるように努力して欲しい。(2)ユーザー支援に関しては、技術的側面からは問題がないものと思われる。

その他、(1)平和利用、技術的实施可能性、安全性に関しては、全く問題がないものと判断できる。

専用施設の新規設置について

登録施設利用促進機関
財団法人高輝度光科学研究センター

平成19年3月に専用施設設置計画の趣意が認められた提案のうち、下記の設置実行計画が提出され、審査を行った結果、平成19年11月5日に以下のビームラインの設置が認められました。

東京大学物質科学アウトステーションビームライン
提案者：国立大学法人東京大学 小宮山宏

豊田ビームライン
提案者：株式会社豊田中央研究所 石川宣勝

SPring-8運転・利用状況

財団法人高輝度光科学研究センター
研究調整部

平成19年11～12月の運転・利用実績

SPring-8は11月6日から12月20日までマルチバンチ及びセベラルバンチ運転で第5サイクルの運転を実施した。第5サイクルでは蓄積リングのバンチ純度悪化による再入射等があったが、全体としては順調な運転であった。総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0.6%であった。

放射光利用実績については、実施された共同利用研究の実験数は合計428件、利用研究者は2112名で、専用施設利用研究の実験数は合計170件、利用研究者は816名であった。

1. 装置運転関係

(1) 運転期間

第5サイクル（11/6（火）～12/20（木））

(2) 運転時間の内訳

運転時間総計	約1053時間
装置の調整及びマシンスタディ等	約190.5時間
放射光利用運転時間	約857時間
故障等によるdown time	約5.5時間
総放射光利用運転時間(ユーザータイム= +) に対するdown timeの割合	約0.6%

(3) 運転スペック等

第5サイクル(マルチバンチ及びセベラルバンチ運転)

- ・ 1/14-filling + 12 bunches
- ・ 160 bunch train × 12 (マルチバンチ)
- ・ 203 bunches
- ・ 入射は20～30秒毎(セベラルバンチ時)もしくは2～3分毎(マルチバンチ時)にTop-Upモードで実施。
- ・ 蓄積電流 8 GeV、～100mA

(4) 主なdown timeの原因

蓄積リングのバンチ純度悪化による再入射
ダンプボタンの誤操作によるアボート

(5) トピックス

蓄積リングでのバンチ純度悪化に伴い、11月12日17時、12月5日10時に一旦ビームを廃棄し再入射を行っている。

2. 利用関係

(1) 放射光利用実験期間

第5サイクル（11/9（金）～12/17（月））

(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	26本
専用ビームライン	14本
理研ビームライン	7本
加速器診断ビームライン	2本

共同利用研究実験数	428件
-----------	------

共同利用研究者数	2112名
----------	-------

専用施設利用研究実験数	170件
-------------	------

専用施設利用研究者数	816名
------------	------

(3) トピックス

第5サイクルより、トップアップ運転時の入射間隔をインターバル優先モードから電流値優先モードに変更している。これにより、マルチバンチの入射間隔を2～3分毎、セベラルバンチの入射間隔を20～30秒毎としている。

平成19年12月の運転実績

SPring-8は12月21日から平成20年1月21日までマシンの冬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実施している。

今後の予定

(1) 冬期運転停止期間後は平成20年2月22日から2月29日まで第6サイクルの運転を行う。但し、2月22日から2月25日まではマシン及びBL立

ち上げ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。詳細な運転条件については決定しだいユーザーにSPring-8のWWW等で報告する。

- (2) 第6サイクルの運転終了後は平成20年3月1日から4月1日までマシンの年度末運転停止期間とし、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。

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 (2007年11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

Beamline Name		Public Use Since	~1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	total	
Public Beamlines	BL01B1	XAFS (1997.10)			15	17	34	24	18	18	27	34	17	204	
	BL02B1	Single Crystal Structure Analysis (1997.10)		2	5	3	9	15	15	10	9	9	4	81	
	BL02B2	Powder Diffraction (1999. 9)				13	26	35	48	41	33	24	23	243	
	BL04B1	High Temperature and High Pressure Research (1997.10)		3	4	9	13	17	8	23	11	8	7	103	
	BL04B2	High Energy X-ray Diffraction (1999. 9)					6	15	8	18	12	13	17	89	
	BL08W	High Energy Inelastic Scattering (1997.10)		2	5		4	14	5	10	9	10	16	11	86
	BL09XU	Nuclear Resonant Scattering (1997.10)				5	5	4	10	13	7	6	8	5	63
	BL10XU	High Pressure Research (1997.10)			2	10	12	20	21	19	21	28	15	21	169
	BL13XU	Surface and Interface Structure (2001. 9)								7	12	18	14	12	63
	BL19B2	Engineering Science Research (2001.11)								6	14	20	17	5	62
	BL20B2	Medical and Imaging (1999. 9)				5	14	16	12	25	10	7	6	95	
	BL20XU	Medical and Imaging (2001. 9)						2	13	4	7	5	8	39	
	BL25SU	Soft X-ray Spectroscopy of Solid (1998. 4)			2	6	14	17	23	13	30	35	14	17	171
	BL27SU	Soft X-ray Photochemistry (1998. 5)			3	2	8	10	19	17	23	41	32	14	169
	BL28B2	White Beam X-ray Diffraction (1999. 9)					1	1	1	9	7	8	5	3	35
	BL35XU	High Resolution Inelastic Scattering (2001. 9)					1	2		5	8	5	3	9	33
	BL37XU	Trace Element Analysis (2002.11)								1	12	11	9	11	44
	BL38B1	Structural Biology (2000.10)						1	4	13	25	30	35	16	124
	BL39XU	Magnetic Materials (1997.10)			4	8	7	18	5	11	16	10	10	14	103
	BL40B2	Structural Biology (1999. 9)					1	15	24	30	31	30	25	23	179
BL40XU	High Flux (2000. 4)				1	1	3	3	3	9	9	11	10	50	
BL41XU	Structural Biology (1997.10)		1	1	13	14	21	30	35	47	52	51	29	294	
BL43IR	Infrared Materials Science (2000. 4)						5	1	5	6	10	5	4	36	
BL46XU	Engineering Science Research (2000.11)					1		3	6	3	8	10	2	33	
BL47XU	HXPES・MCT (1997.10)			2	4	9	13	9	6	16	25	18	11	113	
Public Use at Other Beamlines	BL11XU	Quantum Dynamics (1999. 3)						3	3	1	1	2	1	11	
	BL14B1	Materials Science (1998. 4)				2	2	9	5	1	2	3	5	29	
	BL15XU	WEBRAM (2002. 9)								3	4	8	6	21	
	BL17SU	RIKEN Coherent Soft X-ray Spectroscopy (2005. 9)											1	1	
	BL19LXU	RIKEN SR Physics (2002. 9)								1	3	1		5	
	BL22XU	Quantum Structural Science (2004. 9)									1	4		5	
	BL23SU	Actinide Science (1998. 6)				1	2	1	4	2	4	9	6	29	
	BL29XU	RIKEN Coherent X-ray Optics (2002. 9)							1	1		3	1	6	
	BL44B2	RIKEN Structural Biology (1998. 5)			1			2	2	1	2	3			11
BL45XU	RIKEN Structural Biology (1997.10)				1	2	6	5	9	9	5	4	7	48	
Subtotal			3	24	75	130	258	302	354	455	488	432	326	2847	
Contract Beamlines	BL08B2	Hyogo Prefecture BM (2005. 9)												0	
	BL11XU	Quantum Dynamics (1999. 3)		1	1	3	3	2	3	7	6	6	10	42	
	BL12B2	NSRRC BM (2001. 9)						1	3	16	19		1	58	
	BL12XU	NSRRC ID (2003. 2)								1		5		6	
	BL14B1	Materials Science (1998. 4)			2		2	4	7	5	7	4	3	36	
	BL15XU	WEBRAM (2001. 4)						2	14	9	3	3	13	47	
	BL16B2	Industrial Consortium BM (1999. 9)						9	3	1	1	2	6	23	
	BL16XU	Industrial Consortium ID (1999. 9)				1	1	1	1	4	4	5	1	18	
	BL22XU	Quantum Structural Science (2004. 9)									1	3	11	6	21
	BL23SU	Actinide Science (1998. 6)			2	1	2	13	11	11	13	5	5	5	68
	BL24XU	Hyogo Prefecture ID (1998.10)			2	3	13	21	18	12	11	8	6	3	97
	BL32B2	Pharmaceutical Industry (2002. 9)									6	3	2	2	13
	BL33LEP	Laser-Electron Photon (2000.10)			2	2	3	3	2	1					13
	BL44XU	Macromolecular Assemblies (2000. 2)						1	9	10	18	22	32	19	111
Subtotal			0	9	7	24	58	70	70	90	83	89	53	553	
RIKEN Beamlines	BL17SU	Coherent Soft X-ray Spectroscopy (2005. 9)									2	5	3	3	13
	BL19LXU	SR Physics (2002. 9)			1			4	3	2	11	6	12	7	46
	BL26B1	Structural Genomics (2001. 9)								2	18	35	22	9	86
	BL26B2	Structural Genomics (2001. 9)								1	5	4	6	3	19
	BL29XU	Coherent X-ray Optics (2002. 9)				2	15	9	18	11	13	5	4	77	
	BL44B2	Structural Biology (1998. 5)				4	13	19	20	29	22	18	16	10	151
BL45XU	Structural Biology (1997.10)				1	2	4	17	16	14	21	20	15	9	134
Subtotal			1	3	8	32	54	46	73	89	96	79	45	526	
NET Sum Total			63	60	99	183	369	371	437	559	587	509	375	3612	

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://www.spring8.or.jp/ja/users/intellectual_property/article/publicfolder_view) に2007年11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。

・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 (2007年11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

Beamline Name		Public Use Since	Refereed papers	Proceedings	Other publications	Total
Public Beamlines	BL01B1	XAFS (1997.10)	204	38	28	270
	BL02B1	Single Crystal Structure Analysis (1997.10)	81	11	15	107
	BL02B2	Powder Diffraction (1999. 9)	243	13	40	296
	BL04B1	High Temperature and High Pressure Research (1997.10)	103	8	25	136
	BL04B2	High Energy X-ray Diffraction (1999. 9)	89	6	19	114
	BL08W	High Energy Inelastic Scattering (1997.10)	86	6	28	120
	BL09XU	Nuclear Resonant Scattering (1997.10)	63	13	17	93
	BL10XU	High Pressure Research (1997.10)	169	13	34	216
	BL13XU	Surface and Interface Structure (2001. 9)	63	7	21	91
	BL19B2	Engineering Science Research (2001.11)	62	26	22	110
	BL20B2	Medical and Imaging (1999. 9)	95	43	37	175
	BL20XU	Medical and Imaging (2001. 9)	39	21	16	76
	BL25SU	Soft X-ray Spectroscopy of Solid (1998. 4)	171	3	25	199
	BL27SU	Soft X-ray Photochemistry (1998. 5)	169	11	16	196
	BL28B2	White Beam X-ray Diffraction (1999. 9)	35	13	11	59
	BL35XU	High Resolution Inelastic Scattering (2001. 9)	33	4	4	41
	BL37XU	Trace Element Analysis (2002.11)	44	8	22	74
	BL38B1	Structural Biology (2000.10)	124	10	8	142
	BL39XU	Magnetic Materials (1997.10)	103	10	35	148
	BL40B2	Structural Biology (1999. 9)	179	8	30	217
BL40XU	High Flux (2000. 4)	50	8	21	79	
BL41XU	Structural Biology (1997.10)	294	2	28	324	
BL43IR	Infrared Materials Science (2000. 4)	36	10	13	59	
BL46XU	Engineering Science Research (2000.11)	33	8	5	46	
BL47XU	HXPES・MCT (1997.10)	113	40	41	194	
Public Use at Other Beamlines	BL11XU	Quantum Dynamics (1999. 3)	11	2		13
	BL14B1	Materials Science (1998. 4)	29	1	8	38
	BL15XU	WEBRAM (2002. 9)	21	11	4	36
	BL17SU	RIKEN Coherent Soft X-ray Spectroscopy (2005. 9)	1			1
	BL19LXU	RIKEN SR Physics (2002. 9)	5			5
	BL22XU	Quantum Structural Science (2004. 9)	5			5
	BL23SU	Actinide Science (1998. 6)	29	2	10	41
	BL29XU	RIKEN Coherent X-ray Optics (2002. 9)	6			6
	BL44B2	RIKEN Structural Biology (1998. 5)	11		3	14
BL45XU	RIKEN Structural Biology (1997.10)	48	5	6	59	
Subtotal			2847	361	592	3800
Contract Beamlines	BL08B2	Hyogo Prefecture BM (2005. 9)				0
	BL11XU	Quantum Dynamics	42	2	3	47
	BL12B2	NSRRC BM (2001. 9)	58			58
	BL12XU	NSRRC ID (2003. 2)	6	4		10
	BL14B1	Materials Science	36	7	18	61
	BL15XU	WEBRAM (2001. 4)	47	1	8	56
	BL16B2	Industrial Consortium BM (1999. 9)	23	8	27	58
	BL16XU	Industrial Consortium ID (1999. 9)	18	5	26	49
	BL22XU	Quantum Structural Science	21	2	1	24
	BL23SU	Actinide Science	68	15	50	133
	BL24XU	Hyogo Prefecture ID (1998.10)	97	13	36	146
	BL32B2	Pharmaceutical Industry (2002. 9)	13		2	15
	BL33LEP	Laser-Electron Photon (2000.10)	13	22	3	38
BL44XU	Macromolecular Assemblies (2000. 2)	111		18	129	
Subtotal			553	79	192	824
RIKEN Beamlines	BL17SU	Coherent Soft X-ray Spectroscopy	46	1		47
	BL19LXU	SR Physics	46	4	10	60
	BL26B1	Structural Genomics	86	1	13	100
	BL26B2	Structural Genomics	19	1	9	29
	BL29XU	Coherent X-ray Optics	77	14	14	105
	BL44B2	Structural Biology	151	2	10	163
	BL45XU	Structural Biology	134	4	30	168
Subtotal			559	27	86	672
NET Sum Total			3612	739	978	5329

Refereed Papers: 査読有りの原著論文、査読有りのプロシーディングと博士論文

Proceedings: 査読なしのプロシーディング

Other publications: 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、賞、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。

最近SPring-8から発表された成果リスト

財団法人高輝度光科学研究センター
利用業務部

SPring-8において実施された研究課題等の成果が公表された場合はJASRIの成果登録データベースに登録していただくことになっており、その内容は以下のURL (SPring-8論文データベース検索ページ) で検索できます。

http://www.spring8.or.jp/ja/users/intellectual_property/article/publicfolder_view

このデータベースに登録された原著論文の内、平成19年10月～11月にその別刷もしくはコピー等を受理したもの(登録時期は問いません)を以下に紹介します。論文の情報(主著者、巻、発行年、ページ、タイトル)に加え、データベースの登録番号(研究成果番号)を掲載していますので、詳細は上記検索ページの検索結果画面でご覧いただくことができます。また実施された課題の情報(課題番号、ビームライン、実験責任者名)も掲載しています。課題番号は最初の4文字が「year」、次の1文字が「term」、後ろの4文字が「proposal no.」となっていますので、この情報から以下のURLで公表している、各課題の英文利用報告書(SPring-8 User Experiment Report)を探してご覧いただくことができます。

http://www.spring8.or.jp/ja/support/download/publication/user_exp_report/publicfolder_view

今後も利用者情報には発行月の2ヶ月前の月末締めで、2ヶ月分ずつ登録された論文情報を掲載していく予定ですが、データベースは毎日更新されていますので、最新情報はSPring-8論文データベース検索ページでご確認ください。なお、実験責任者のかたには、成果が公表されましたら速やかに登録いただきますようお願いいたします。

課題の成果として登録された論文
Acta Crystallographica Section F

主著者	研究成果番号	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
Takayuki Arai	11477	63 (2007) 765-767	2003A0437	BL41XU	三木 邦夫	Crystallization and Preliminary X-ray Crystallographic Study of [NiFe] Hydrogenase Maturation Factor HypE from <i>Thermococcus kodakaraensis</i> KOD1
			2003B0863	BL41XU	三木 邦夫	
			2004A0676	BL41XU	三木 邦夫	
			2004B0838	BL41XU	三木 邦夫	
			2005A0854	BL41XU	三木 邦夫	
			2005B1798	BL41XU	三木 邦夫	
			2006A2716	BL41XU	三木 邦夫	
			2006B2664	BL41XU	三木 邦夫	
			2007A1296	BL38B1	三木 邦夫	
Shigeru Sugiyama	11548	63 (2007) 896-898	2006B6806	BL44XU	井上 豪	Preparation, Crystallization and Preliminary Crystallographic Analysis of Old Yellow Enzyme from <i>Trypanosoma cruzi</i>
			2006B1642	BL38B1	井上 豪	
Toshio Hakoshima	11589	63 (2007) 49-51	C04B7426	BL44XU	北野 健	Crystallographic Characterization of the Radixin FERM Domain Bound to the Cytoplasmic Tails of Adhesion Molecules CD43 and PSGL-1
Toshio Hakoshima	11590	63 (2007) 196-199	2002B0740	BL41XU	岡田 健吾	Preparation and Preliminary X-ray Diffraction Analysis of Crystals of Bacterial Flagellar Sigma Factor ²⁸ in Complex with the ²⁸ -binding Region of its Antisigma Factor, FlgM
			2002B0813	BL41XU	岡田 健吾	
Tomoyuki Mori	11593	63 (2007) 844-847	2006B1644	BL38B1	箱嶋 敏雄	Crystallographic Characterization of the Radixin FERM Domain Bound to the Cytoplasmic Tail of Adhesion Molecule CD44
Guntur Fibriansah	11595	62 (2006) 20-22	2005B1799	BL41XU	熊坂 崇	Crystallization and Preliminary Crystallographic Analysis of Endo-1,3- glucanase from Alkaliphilic <i>Nocardioopsis</i> sp. Strain F96

主著者	研究成果番号	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
Hiroyuki Akama	11661	61 (2005) 131-133	C04A7115	BL44XU	中江 太治	Preliminary Crystallographic Analysis of the Antibiotic Discharge Outer Membrane Lipoprotein OprM of <i>Pseudomonas aeruginosa</i> with an Exceptionally Long Unit Cell and Complex Lattice Structure
			C03B7327	BL44XU	村上 聡	
			C03A7327	BL44XU	村上 聡	
			C02B7318	BL44XU	中江 太治	
			C02A7318	BL44XU	中江 太治	
			C01B7126	BL44XU	中江 太治	
C01A7126	BL44XU	中江 太治				

Japanese Journal of Applied Physics

Yoshiyuki Yamashita	10907	46 (2007) L77-L79	2005A0161	BL27SU	山下 良之	Soft X-ray Absorption and Emission Study on the Silicon Oxynitride/Si(100) Interface
Yuichi Shimakawa	11493	46 (2007) L845-L847	2006A1664	BL13XU	島川 祐一	Direct Observation of B-site Ordering in Multiferroic $\text{Bi}_2\text{NiMnO}_6$ Thin Film
			2006B1543	BL46XU	島川 祐一	
			2007A1969	BL13XU	島川 祐一	
Takaya Mitsui	11616	46 (2007) 821-825	2006A3501	BL11XU	三井 隆也	Generation and Application of Ultrahigh Monochromatic X-ray Using High-Quality $^{57}\text{FeBO}_3$ Single Crystal
			2005B3501	BL11XU	三井 隆也	
Takaya Mitsui	11617	46 (2007) L382-384	2006A3501	BL11XU	三井 隆也	Ultrahigh-Pressure Measurement in the Multimegabar Range by Energy-Domain Synchrotron Radiation ^{57}Fe -Mössbauer Spectroscopy Using Focused X-rays
			2006B3501	BL11XU	三井 隆也	
Takaya Mitsui	11618	46 (2007) L703-L705	2007A3501	BL11XU	三井 隆也	Synchrotron Radiation Mossbauer Spectroscopy Using Doppler-shifted 14.4 keV Single-line ^{57}Fe -Mössbauer Radiation
			2006B3501	BL11XU	三井 隆也	
Takaya Mitsui	11619	46 (2007) L930-L932	2007A3501	BL11XU	三井 隆也	Variable-Frequency Nuclear Monochromator Using Single-Line Pure Nuclear Bragg Reflection of Oscillating $^{57}\text{FeBO}_3$ Single Crystal

Physical Review B

Tomohiro Matsushita	11498	75 (2007) 085419	2005A0445	BL25SU	松下 智裕	Three-dimensional Atomic-arrangement Reconstruction from an Auger-electron Hologram
Hisao Kobayashi	11531	76 (2007) 134108	2004A0514	BL10XU	小林 寿夫	Pressure-induced Amorphization of CuFeS_2 Studied by ^{57}Fe Nuclear Resonant Inelastic Scattering
			2003B0099	BL09XU	小林 寿夫	
Takanori Hattori	11598	76 (2007) 144206	2002B0143	BL04B1	辻 和彦	Pressure-induced Structural Change of Liquid InAs and the Systematics of Liquid III-V Compounds
Tetsu Ichitsubo	11660	76 (2007) 140201(R)	2006A1057	BL35XU	細川 伸也	Nanoscale Elastic Inhomogeneity of a Pd-based Metallic Glass: Sound Velocity from Ultrasonic and Inelastic X-ray Scattering Experiments
Akio Kimura	11682	76 (2007) 115416	2003B0673	BL25SU	木村 昭夫	Electron Correlation and Magnetic Properties of $c(2 \times 2)$ $\text{CuMn/Cu}(001)$ Two-Dimensional Surface Alloys
			2003A0233	BL25SU	木村 昭夫	
Junichi Takaobushi	11727	76 (2007) 205108	2006A1606	BL29XU	田中 秀和	Electronic Structures of $\text{Fe}_{3-x}\text{M}_x\text{O}_4$ ($M=\text{Mn}, \text{Zn}$) Spinel Oxide Thin Films Investigated by X-ray Photoemission Spectroscopy and X-ray Magnetic Circular Dichroism

Journal of Physics: Conference Series

Hajime Tanida	11495	83 (2007) 012019-012023	2007A1316	BL39XU	谷田 肇	Development of the Total-Reflection XAFS Method for the Liquid-liquid Interface
Noriyuki Yoshimoto	11502	83 (2007) 012026	2007A1419	BL13XU	吉本 則之	Thin-film Structure of Semiconducting End-capped Origothiophenes
Naoki Awaji	11513	83 (2007) 012034	2007A1559	BL25SU	淡路 直樹	Soft X-ray Resonant Magnetic Reflectivity Study on Induced Magnetism in $[\text{Fe}_{70}\text{Co}_{30}/\text{Pd}]_n$ Super-Lattice Films
			2007A5100	BL16XU	淡路 直樹	
Yohko Yano	11588	83 (2007) 012024	2007A1197	BL37XU	矢野 陽子	X-ray Reflection from a Water Surface Investigated by a New Liquid Interface Reflectometer at Spring-8
Masamitsu Takahashi	11656	83 (2007) 012006	2006A3503	BL11XU	高橋 正光	X-ray Diffraction Study of Self-Organization of InAs Islands on GaAs(001)

Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America

主著者	研究成果番号	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
Mitsunori Shiroishi	10047	103 (2006) 16412-16417	2005A0878	BL41XU	神田 大輔	Structural Basis for Recognition of the Nonclassical MHC Molecule HLA-G by the Leukocyte Ig-like Receptor B2 (LILRB2/LIR2/ILT4/CD85d)
Norihisa Yasui	11545	104 (2007) 9988-9993	2007A6915	BL44XU	高木 淳一	Structure of a Receptor-binding Reelin Fragment and Mutational Analysis Reveal a Recognition Mechanism Similar to Endocytic Receptors
Masaki Mishima	11592	104 (2007) 10346-10351	C03B7420	BL44XU	岡田 健吾	Structural Basis for Tubulin Recognition by Cytoplasmic Linker Protein 170 and Its Autoinhibition
Kunitoshi Shimokata	11613	104 (2007) 4200-4205	C00A701	BL44XU	吉川 信也	The Proton-pumping Pathway of Bovine Heart
			C00B7001	BL44XU	吉川 信也	Cytochrome c Oxidase
			C01A7001	BL44XU	吉川 信也	
			C01B7001	BL44XU	吉川 信也	
			C03A7001	BL44XU	吉川 信也	
			C03B7001	BL44XU	吉川 信也	
			C04A7001	BL44XU	吉川 信也	
Kazumasa Muramoto	11615	104 (2007) 7881-7886	C00A701	BL44XU	吉川 信也	A Histidine Residue Acting as a Controlling Site for
			C00B7001	BL44XU	吉川 信也	Dioxygen Reduction and Proton Pumping by
			C01A7001	BL44XU	吉川 信也	Cytochrome c Oxidase
			C01B7001	BL44XU	吉川 信也	
			C02A7001	BL44XU	吉川 信也	
			C02B7001	BL44XU	吉川 信也	
			C03A7001	BL44XU	吉川 信也	
C03B7001	BL44XU	吉川 信也				
C04A7001	BL44XU	吉川 信也				
C04B7001	BL44XU	吉川 信也				

Applied Physics Letters

Kouichi Takase	11467	90 (2007) 161916	2006A0096	BL02B2	西堀 英治	Charge Density Distribution of Transparent <i>p</i> -Type Semiconductor (LaO)CuS
			2003B0453	BL02B2	高瀬 浩一	
			2002B0326	BL02B2	高瀬 浩一	
Su Jae Kim	11470	91 (2007) 062913	2006A0096	BL02B2	西堀 英治	Direct Observation of Oxide-Ion Stabilization in Layered Ferroelectric Bi _{3.25} La _{0.75} Ti ₃ O ₁₂
			2006A1115	BL02B2	野口 祐二	
			2006B0096	BL02B2	西堀 英治	
Katsuya Yamamoto	11717	91 (2007) 162909	2006A1115	BL02B2	野口 祐二	High-Oxygen-Pressure Crystal Growth of Ferroelectric Bi ₄ Ti ₃ O ₁₂ Single Crystals
			2006B1410	BL02B2	野口 祐二	
			2007A1529	BL02B2	野口 祐二	
Hyo-Jong Lee	11730	91 (2007) 202116	2007A1819	BL13XU	嶺岸 耕	Structural Investigation of Nitrided <i>c</i> -sapphire Substrate by Grazing Incidence X-ray Diffraction and Transmission Electron Microscopy

Biochemical and Biophysical Research Communications

Tsunehiro Mizushima	11542	362 (2007) 1079-1084	2006B6832	BL44XU	水島 恒裕	Crystal Structure of Ufc1, the Ufm1-conjugating Enzyme
Yasufumi Umena	11572	350 (2006) 249-256	C05A7226	BL44XU	森本 幸生	The Crystal Structure of L-lactate Oxidase from <i>Aerococcus viridans</i> at 2.1Å Resolution Reveals the Mechanism of Strict Substrate Recognition
			2004A0652	BL41XU	森本 幸生	
			2004B0598	BL38B1	森本 幸生	
Shu Jie Li	11573	358 (2007) 1002-1007	C05A7226	BL38B1	森本 幸生	Crystallographic Study on the Interaction of L-lactate Oxidase with Pyruvate at 1.9Å Resolution
			2004A0652	BL44XU	森本 幸生	
			2004B0598	BL41XU	森本 幸生	
			2005B6726	BL38B1	森本 幸生	
			2006A1422	BL44XU	森本 幸生	
			2006A1717	BL38B1	森本 幸生	
Takeshi Murakawa	11582	342 (2006) 414-423	2005B6706	BL44XU	岡島 俊英	Quantum Mechanical Hydrogen Tunneling in Bacterial Copper Amine Oxidase Reaction

Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena

主著者	研究成果番号	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
Tatsuo Gejo	11063	155 (2007) 119-123	2006A1028	BL27SU	下條 竜夫	The Investigation of Ionization Threshold Region of Ar Cluster by Observing of Fluorescence Lifetime
Tatsuo Gejo	11065	156-158 (2007) 274-278	2003B0274	BL27SU	下條 竜夫	The Vibrational Structure of the Lowest Energy Satellite Bands in the C 1s Core Level Photoemission of CO
			2005A0033	BL27SU	下條 竜夫	
FangZhun Guo	11496	156-158 (2007) 482-485	2005A0646	BL27SU	奥田 太一	Spin Reorientation at the Interface of Fe/NiO(001)

Journal of Non-Crystalline Solids

Masanori Inui	11537	353 (2007) 3376-3379	2003A0025	BL28B2	乾 雅祝	X-ray Diffraction Measurements for Liquid Ge-Si Alloys using Synchrotron Radiation
			2003B0017	BL28B2	乾 雅祝	
Masanori Inui	11538	353 (2007) 3371-3375	2002A4020	BL28B2	田村 剛三郎	Wide and Small Angle X-ray Scattering Measurements for Expanded Fluid Se Accompanying the Semiconductor-Metal and Metal-Nonmetal Transition
			2003B0205	BL04B2	乾 雅祝	
			2004B0069	BL04B2	乾 雅祝	
Shuuta Tahara	11506	353 (2007) 1994-1998	2005A0711	BL04B2	武田 信一	Structure of the Molten Silver Chloride

Physical Review Letters

Hiroshi Fujihisa	10908	98 (2007) 175501	2004A0541	BL10XU	赤浜 裕一	Incommensurate Structure of Phosphorus Phase IV
Atsushi Yamasaki	11032	98 (2007) 156402	2001A0158	BL25SU	難波 孝夫	Coexistence of Strongly Mixed-Valence and Heavy-Fermion Character in SmOs ₄ Sb ₁₂ Studied by Soft- and Hard-X-Ray Spectroscopy
			2002A0433	BL25SU	今田 真	
			2004B0250	BL25SU	今田 真	
Kim Nygård	11695	99 (2007) 197401	2005A0438	BL08W	Hamalainen Keijo	Configurational Energetics in lce <i>1h</i> Probed by Compton Scattering

Biochemistry

Jai Kaushik	11565	45 (2006) 7100-7112	2001A0089	BL41XU	油谷 克英	Completely Buried, Non-Ion-Paired Glutamic Acid Contributes Favorably to the Conformational Stability of Pyrrolidone Carboxyl Peptidases from Hyperthermophiles
			2001A0565	BL40B2	油谷 克英	
			C01B7149	BL44XU	山縣 ゆり子	
Yen-Cheni Chiu	11583	45 (2006) 4105-4120	C02A7304	BL44XU	岡島 俊英	Kinetic and Structural Studies on the Catalytic Role of the Aspartic Acid Residue Conserved in Copper Amine Oxidase

Electrochimica Acta

Yasuhiro Konishi	11478	53 (2007) 186-192	2005B0126	BL37XU	小西 康裕	Microbial Deposition of Gold Nanoparticles by the Metal-Reducing Bacterium <i>Shewanella algae</i>
Masaaki Hirayama	11516	53 (2007) 871-881	2004B0418	BL14B1	菅野 了次	Characterization of Electrode/electrolyte interface using <i>in situ</i> X-ray Reflectometry and LiNi _{0.8} Co _{0.2} O ₂ Epitaxial Film Electrode Synthesized by Pulsed Laser Deposition Method

The EMBO Journal

Terukazu Nogi	11544	25 (2006) 3675-3683	2007A6915	BL44XU	高木 淳一	Structure of a Signaling-competent Reelin Fragment Revealed by X-ray Crystallography and Electron Tomography
Kyouko Itoh	11614	26 (2007) 1713-1725	C00A701	BL44XU	吉川 信也	Structures and Physiological Roles of All the Integral Lipids of Bovine Heart Cytochrome <i>c</i> Oxidase
			C00B7001	BL44XU	吉川 信也	
			C01A7001	BL44XU	吉川 信也	
			C01B7001	BL44XU	吉川 信也	
			C02A7001	BL44XU	吉川 信也	
			C02B7001	BL44XU	吉川 信也	
			C03A7001	BL44XU	吉川 信也	
			C03B7001	BL44XU	吉川 信也	
			C04A7001	BL44XU	吉川 信也	
			C04B7001	BL44XU	吉川 信也	

FEBS Letters

主著者	研究成果番号	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
Sergei Vasil'ev	11561	561 (2004) 111-116	2004B0286	BL41XU	沈 建仁	The Orientations of Core Antenna Chlorophylls in Photosystem II are Optimized to Maximize the Quantum Yield of Photosynthesis
Keisuke Kawakami	11563	581 (2007) 4983-4987	2007A1241	BL41XU	沈 建仁	Location of PsbY in Oxygen-evolving Photosystem II Revealed by Mutagenesis and X-ray Crystallography
			2006B6813	BL44XU	神谷 信夫	

Journal of Applied Crystallography

Kenichi Eguchi	10987	40 (2007) s264-s268	2006A1534	BL40B2	櫻井 和朗	Salt-concentration Dependence of the Structure and Form Factors for the Wormlike Micelle Made from a Dual Surfactant in Aqueous Solutions
			2006A1510	BL40B2	櫻井 和朗	
			2005B0405	BL40B2	櫻井 和朗	
			2005B0150	BL40B2	Jeong Yeonhwan	
Andrew Quantock	11697	40 (2007) 335-340	2006A1012	BL40XU	Quantock Andrew	Small-Angle Fibre Diffraction Studies of Corneal Matrix Astructure: a Depth-Profiled Investigation of the Human Eye-Bank Cornea

The Journal of Biological Chemistry

Shinichi Terawaki	11591	282 (2007) 19854-19862	2005A0035	BL41XU	北野 健	Structural Basis for Type II Membrane Protein Binding by ERM Proteins Revealed by the Radixin-neutral Endopeptidase 24.11 (NEP) Complex
Genji Kurisu	11649	280 (2005) 2275-2281	2004A7132	BL44XU	楠木 正巳	A Structural Basis of <i>Equisetum arvense</i> Ferredoxin Isoform II Producing an Alternative Electron Transfer with Ferredoxin-NADP ⁺ Reductase

The Journal of Physical Chemistry C

Kazu Okumura	11508	111 (2007) 14426-14432	2007A1417	BL01B1	奥村 和	In-Situ QXAFS Studies on the Dynamic Coalescence and Dispersion Processes of Pd in the USY Zeolite
Hiroshi Noguchi	11737	111 (2007) 248-254	2006A1659	BL02B2	金子 克美	Evaluation of an Effective Gas Storage Amount of Latent Nanoporous Cu-Based Metal-Organic Framework

Journal of Physics and Chemistry of Solids

Satoshi Tsutsui	11691	68 (2007) 2099-2102	2004B0143	BL08W	筒井 智嗣	Magnetic Compton Scattering Study of NpNiGa ₅
			2005A0436	BL08W	筒井 智嗣	
Nobuyoshi Hosoito	11706	68 (2007) 2153-2157	2005B0262	BL39XU	細系 信好	Distribution of the Magnetic Scattering Amplitudes in the Fe/Cu Multilayer Investigated by Resonant Magnetic Diffraction with Circularly Polarized Hard X-rays

Journal of Physics: Condensed Matter

Shinji Kohara	11694	19 (2007) 506101	2004B0751	BL08W	小原 真司	Structural Studies of Disordered Materials using High-Energy X-ray Diffraction from Ambient to Extreme Conditions
			装置技術	BL04B2		
Masanori Inui	11698	19 (2007) 466110	2006B1146	BL35XU	乾 雅祝	Viscoelastic Narrowing of a Collective Mode in Molten CsCl Observed by Inelastic X-ray Scattering

Journal of Synchrotron Radiation

Ryuta Mizutani	10885	14 (2007) 282-287	2006B1716	BL20XU	水谷 隆太	Computed Tomography Imaging of the Neuronal Structure of <i>Drosophila</i> Brain
			2006A1191	BL47XU	上杉 健太郎	
Masaki Oura	11521	14 (2007) 483-486	理研	BL17SU		Degree of Circular Polarization of Soft X-rays Emitted from a Multi-Polarization-mode Undulator Characterized by Means of Magnetic Circular Dichroism Measurements
			2003B0258	BL25SU	中村 哲也	

Journal of the American Chemical Society

Robyn H. Moore	11584	129 (2007) 11524-11534	2005B6706	BL44XU	岡島 俊英	Trapping of a Dopaquinone Intermediate in the TPQ Cofactor Biogenesis in a Copper-containing Amine Oxidase from <i>Arthrobacter globiformis</i>
Katsumi Kaneko	11726	129 (2007) 12362-12363	2007A1447	BL02B2	金子 克美	Double-Step Gas Sorption of a Two-Dimensional Metal-Organic Framework
			2006B1587	BL02B2	金子 克美	

Journal of the Korean Physical Society

主著者	研究成果番号	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
Satoshi Wada	9357	46 (2005) 303-307	2003B0029	BL02B2	八島 正知	Size Dependence of Dielectric Properties for nm-sized Barium Titanate Crystallites and Its Origin
Yoshihiro Terado	11468	51 (2007) 764-767	2006A0096	BL02B2	西堀 英治	Charge Density Distribution of PbHfO ₃ in Antiferroelectric Phase

Journal of the Physical Society of Japan

Koji Yoshida	11536	76 (2007) 11-12	2004B0635	BL35XU	山口 敏男	Inelastic X-ray Scattering of Sub- and Supercritical Methanol
Masahiro Nagao	11711	76 (2007) 103706	2006B4504	BL15XU	長尾 全寛	Diffuse Phase Transition and Anisotropic Evolution of Nanodomains in Nd _{0.2} Sr _{0.8} MnO ₃

Molecular Cell

Satoshi Watanabe	11474	27 (2007) 29-40	2003A0437	BL41XU	三木 邦夫	Crystal Structures of [NiFe] Hydrogenase Maturation Proteins, HypC, HypD and HypE: Insights into Cyanation Reaction by Thiol Redox Signaling
			2003B0863	BL41XU	三木 邦夫	
			2004A0676	BL41XU	三木 邦夫	
			2004B0838	BL41XU	三木 邦夫	
			2005A0854	BL41XU	三木 邦夫	
			2005B1798	BL41XU	三木 邦夫	
			2006A2716	BL41XU	三木 邦夫	
			2006B2664	BL41XU	三木 邦夫	
Tsuyoshi Imasaki	11512	28 (2007) 57-67	2007A1296	BL38B1	三木 邦夫	Structural Basis for Substrate Recognition and Dissociation by Human Transportin 1
			理研	BL44B2		
			2005B1811	BL41XU	橋本 博	

Advanced Materials

Yoshitake Toda	11676	19 (2007) 3564-3569	2005A0154	BL47XU	細野 秀雄	Work Function of a Room-Temperature Stable Electride [Ca ₂₄ Al ₂₈ O ₆₄] ¹⁴⁺ (e ⁻) ₄
----------------	-------	------------------------	-----------	--------	-------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

American Mineralogist

Shigeaki Ono	11479	92 (2007)	2003B0031	BL04B1	小野 重明	In situ Observation of the Decomposition of Kyanite at High Pressures and High Temperatures
		1624-1629	2004A0007	BL04B1	小野 重明	

Cell

Kenji Inaba	11540	127 (2006)	2006A6805	BL44XU	稲葉 謙次	Crystal Structure of the DsbB-DsbA Complex Reveals a Mechanism of Disulfide Bond Generation
		789-801	2005B6702	BL44XU	稲葉 謙次	

Channels

Atsushi Nakagawa	11530	1 (2007) 39-45	C03A7000	BL44XU	山下 栄樹	Structural Diversity in the Cytoplasmic Region of G Protein-gated inward Rectifier K ⁺ Channel
------------------	-------	-------------------	----------	--------	-------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------

Chemosphere

Satoshi Mitsunobu	11748	70 (2008)	2006A1596	BL01B1	光延 聖	Abiotic Reduction of Antimony(V) by Green Rust (Fe ₄ (II)Fe ₂ (III)(OH) ₁₂ SO ₄ ·3H ₂ O)
		942-947	2006B1704	BL01B1	光延 聖	

Coordination Chemistry Reviews

Yoshiki Kubota	11546	251 (2007) 2510-2521	2005B0846	BL02B2	北川 進	Observation of Gas Molecules Adsorbed in the Nanochannels of Porous Coordination Polymers by the <i>in situ</i> Synchrotron Powder Diffraction Experiment and the MEM/Rietveld Charge Density Analysis
----------------	-------	-------------------------	-----------	--------	------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Crystal Research and Technology

Noriyuki Yoshimoto	11658	42 (2007) 1228-1231	2007A1419	BL13XU	吉本 則之	Characterization of in-plane Structures of Vapor Deposited Thin-Films of Distyryl-Oligothiophenes by Grazing Incidence X-ray Diffractometry
--------------------	-------	------------------------	-----------	--------	-------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

The FASEB Journal

主著者	研究成果番号	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
Stuart Hooper	11659	21 (2007) 3329-3337	2006B0002	BL20B2	Lewis Rob	Imaging Lung Aeration and Lung Liquid Clearance at Birth

Geochimica et Cosmochimica Acta

Yoshio Takahashi	11743	71 (2007) 5180-5190	2001B0393	BL01B1	高橋 嘉夫	An Atomic Level Study of Rhenium and Radiogenic Osmium in Molybdenite
			2003B0384	BL37XU	高橋 嘉夫	
			2004B0169	BL37XU	高橋 嘉夫	
			2005B0181	BL37XU	高橋 嘉夫	
			R04A0023	BL38B1	宇留賀 朋哉	

IEEE Transactions on Applied Superconductivity

Tomoya Horide	11522	17 (2007) 3729-3732	2006A1385	BL40B2	松本 要	Vortex Pinning by Gold Nanorods in GdBa ₂ Cu ₃ O _{7-x}
			2005A0245	BL40B2	松本 要	Thin Films

IEICE Transactions on Electronics

Ichiro Hirose	11625	E90-C (2007) 2070-2075	2006A1818	BL46XU	廣沢 一郎	Effect of Rubbing on Polymers for Liquid Crystal Alignment Film Studied by Grazing-Incidence X-ray Diffraction and Reflection Ellipsometry
---------------	-------	---------------------------	-----------	--------	-------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Infection and Immunity

Shunichi Nishikubo	11674	74 (2006) 7014-7020	C03A7423	BL44XU	片柳 克夫	Single Nucleotide Polymorphism in the Cytolethal Distending Toxin B Gene Confers Heterogeneity in the Cytotoxicity of <i>Actinobacillus actinomycetemcomitans</i>
			2004B0934	BL40B2	片柳 克夫	

Journal of Alloys and Compounds

Keiji Itoh	11507	446-447 (2007) 19-22	2006A1308	BL04B2	伊藤 恵司	Structure of Amorphous CeFe ₂ D _{3,9} Observed by X-ray and Neutron Diffraction
------------	-------	-------------------------	-----------	--------	-------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------

The Journal of Biochemistry

Kentaro Iwata	11622	142 (2007) 413-419	2005B6500	BL44XU	鈴木 守	High-resolution Crystal Structure of α_2 -Microglobulin Formed at pH 7.0
---------------	-------	-----------------------	-----------	--------	------	---------------------------------------------------------------------------------

Journal of Materials Research

Katsuhiro Nomura	11480	22 (2007) 2647-2650	2003B0977	BL01B1	蔭山 博之	Ultramarine Colored : Solid-phase Elution of Pt into Perovskite Oxides
------------------	-------	------------------------	-----------	--------	-------	------------------------------------------------------------------------

Journal of Molecular Biology

Takeshi Hiromoto	11604	364 (2006) 878-896	2001B0385	BL40B2	山口 宏	Crystal Structure of 3-Hydroxybenzoate Hydroxylase from <i>Comamonas testosteroni</i> Has a Large Tunnel for Substrate and Oxygen Access to the Active Site
			C04B7128	BL44XU	山口 宏	

Journal of Physical Chemistry C

Michio Okada	11721	111 (2007) 17340-17345	2006A1609	BL23SU	岡田 美智雄	Unravelling the Role of Steps in Cu ₂ O Formation via Hyperthermal O ₂ Adsorption at Cu(410)
			2005B0049	BL23SU	笠井 俊夫	

Journal of the Electrochemical Society

Masaaki Hirayama	11517	154 (2007) A1065-A1072	2003B0135	BL14B1	菅野 了次	Characterization of Electrode/Electrolyte Interface with X-Ray Reflectometry and Epitaxial-Film LiMn ₂ O ₄ Electrode
			2004B0418	BL14B1	菅野 了次	

Key Engineering Materials

Kiyohito Okamura	11675	352 (2007) 65-68	2005B0880	BL04B2	岡村 清人	Atomic-scale Structure of Polymer-route Si-C-O Fibers Observed by Synchrotron Radiation X-ray Diffraction
------------------	-------	---------------------	-----------	--------	-------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------

Macromolecules

主著者	研究成果番号	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
Tsukasa Miyazaki	11715	40 (2007) 8277-8284	2004B0103	BL40B2	宮崎 司	Structure Model of a Poly(vinyl alcohol) Film Uniaxially Stretched in Water and the Role of Crystallites on the Stress-Strain Relationship
			2005A0014	BL40B2	宮崎 司	
			2006B1210	BL40B2	宮崎 司	

Nature

Motoyuki Hattori	11523	448 (2007) 1072-1075	2006B2658	BL41XU	濡木 理	Crystal Structure of the MgtE Mg ²⁺ Transporter
---------------------	-------	-------------------------	-----------	--------	------	------------------------------------------------------------

Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B

Akihiro Iwase	10887	256 (2007) 429-433	2005A0295	BL39XU	岩瀬 彰宏	Study on Irradiation-Induced Magnetic Transition in FeRh Alloys by Means of Fe K-edge XMCD Spectroscopy
			2004B0420	BL39XU	岩瀬 彰宏	

Polymer Journal

Mikihito Takenaka	11738	39 (2007) 1112-1116	2004B0096	BL45XU	竹中 幹人	Self-Assembling in Polymerization Processes of N-Isopropylacrylamide
			2005A0690	BL45XU	竹中 幹人	
			2006A1123	BL45XU	竹中 幹人	

Protein Science

Takahiko Yamamoto	8610	15 (2006) 152-161	2001A0336	BL38B1	甲斐 泰	Crystal Structure of TBP-interacting Protein(<i>Tk</i> -TIP26) and Implications for Its Inhibition Mechanism of the Interaction between TBP and TATA-DNA
			2004B0538	BL40B2	井上 豪	
			C00A73G	BL44XU	甲斐 泰	

Proteins : Structure, Function, and Bioinformatics

Guntur Fibriansah	11596	69 (2007) 683-690	2005B1799	BL41XU	熊坂 崇	The 1.3Å Crystal Structure of a Novel Endo- α -1,3-glucanase of Glycoside Hydrolase Family 16 from Alkaliphilic <i>Nocardiposis</i> sp. Strain F96
			理研	BL26B1		

Review of Scientific Instruments

FangZhun Guo	11497	78 (2007) 066107	2005B0246	BL17SU	Guo FangZhun	Characterization of Spectroscopic Photoemission and Low Energy Electron Microscope Using Multipolarized Soft X Rays at BL17SU/SPring-8
			2006A1174	BL17SU	Guo FangZhun	

Thin Solid Films

Kiyoshi Nomura	11620	515 (2007) 8645-8648	2005B3501	BL11XU	三井 隆也	Room-temperature Magnetism in Chemically Oxygenated Conducting Oxide Sr ₂ FeCoO ₆
-------------------	-------	-------------------------	-----------	--------	-------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------

Structure

Shun-ichi Sekine	11541	14 (2006) 1791-1799	2003B0309	BL41XU	関根 俊一	Structural Bases of Transfer RNA-dependent Amino Acid Recognition and Activation by Glutamyl-tRNA Synthetase
			C04B7113	BL44XU	関根 俊一	

Surface Science

FangZhun Guo	11511	601 (2007) 4686-4689	2004B0561	BL27SU	奥田 太一	Surface Antiferromagnetic Domain Structures of NiO(001) Studied using UV Photoemission Electron Microscope
-----------------	-------	-------------------------	-----------	--------	-------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------

材料 (Journal of the Society of Materials Science, Japan)

Kenji Suzuki	11494	56 (2007) 585-593	2005B0042	BL02B1	鈴木 賢治	Residual Stress in Zirconia Coating by EB-PVD Method
			2006A1752	BL02B1	鈴木 賢治	
			2005B0812	BL02B1	川村 昌志	

課題以外の成果として登録された論文

Journal of Molecular Biology

主著者	研究成果番号	雑誌情報	課題番号	ビームライン	タイトル
Wakana Iwasaki	11475	371 (2007) 123-136	理研 理研	BL44B2 BL45XU	The Asymmetric Structure of the Stationary Phase Survival Protein SurE Tetramer from <i>Thermus thermophilus</i> HB8
Ikuko Hayashi	11515	372 (2007) 918-926	装置技術	BL44XU	Crystallographic Evidence for Water-assisted Photo-induced Peptide Cleavage in the Stony Coral Fluorescent Protein Kaede
Bagautdin Bagautdinov	11567	373 (2007) 424-438	理研	BL26B1	Crystal Structures of Shikimate Dehydrogenase AroE from <i>Thermus thermophilus</i> HB8 and its Cofactor and Substrate Complexes: Insights into the Enzymatic Mechanism
Kozo Morimoto	11600	360 (2006) 117-132	装置技術	BL44XU	The Asymmetric IscA Homodimer with an Exposed [2Fe-2S] Cluster Suggests the Structural Basis of the Fe-S Cluster Biosynthetic Scaffold

Acta Crystallographica Section F

Seong Kim	11473	53 (2007) 556-559	理研	BL45XU	Crystallization and Preliminary X-ray Analysis of the Oxygenase Component (HpaB) of 4-Hydroxyphenylacetate 3-Monooxygenase from <i>Thermus thermophilus</i> HB
Hisashi Mizutani	11566	63 (2007) 792-794	理研	BL26B1	Purification, Crystallization and Preliminary X-ray Analysis of the Fumarylacetoacetase Family Member TTHA0809 from <i>Thermus thermophilus</i> HB8

Physical Review B

Munetaka Taguchi	11519	76 (2007) 169901(E)	理研	BL29XU	Erratum: Bulk Screening in Core-level Photoemission from Mott-hubbard and Charge-transfer Systems [Phys. Rev. B 71, 155102 (2005)]
Kouji Horiba	11520	76 (2007) 155104	理研	BL17SU	Electronic Structure of LaNiO _{3-x} : An <i>in situ</i> Soft X-ray Photoemission and Absorption Study

Applied Physics Letters

Ayako Ohmura	11534	91 (2007) 151904	原研	BL22XU	Photochromism in Yttrium Hydride
-----------------	-------	---------------------	----	--------	----------------------------------

Japanese Journal of Applied Physics

Masaru Kitamura	11501	46 (2007) 4330-4332	装置技術	BL15XU	Rocking Curve Calculation for YB ₆₆ Crystal
--------------------	-------	------------------------	------	--------	--------------------------------------------------------

Journal of Physics and Chemistry of Solids

Akane Agui	11690	68 (2007) 2148-2152	原研	BL23SU	Microscopic Magnetic Property of Perpendicular Magnetic Films of Dy _x Co _{100-x} Measured Using Soft X-ray Magnetic Circular Dichroism
---------------	-------	------------------------	----	--------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Journal of Physics: Conference Series

Hiroshi Takahashi	11581	83 (2007) 012022	理研	BL45XU	Small Angle X-ray Scattering Study on Effect of Replacement of Hydrogen Oxide (H ₂ O) by Deuterium Oxide (D ₂ O) on Anionic Phospholipid Bilayers
----------------------	-------	---------------------	----	--------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Journal of the Physical Society of Japan

Takaya Mitsui	11654	74 (2005) 3122-3123	原研	BL11XU	Nuclear Resonant Scattering of Synchrotron Radiation by ¹⁵⁸ Gd
------------------	-------	------------------------	----	--------	---------------------------------------------------------------------------

Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A

Kazuki Ito	11580	582 (2007)	装置技術	BL44B2	Novel Fast-arrayed CCD X-ray Detector using Interline Transfer-type CCD for Time-resolved X-ray Diffraction Measurements
		673-682	装置技術	BL45XU	

Structure

Yuu Hirano	11476	15 (2007) 963-976	理研	BL44B2	Structural Studies of the Cpx Pathway Activator NlpE on the Outer Membrane of <i>Escherichia coli</i>
------------	-------	----------------------	----	--------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------

材料 (Journal of the Society of Materials Science, Japan)

Jun-ichi Shibano	11720	56 (2007) 985-992	原研	BL14B1	Measurement of Internal Strain in Materials Using High Energy Synchrotron Radiation White X-Rays
---------------------	-------	----------------------	----	--------	--------------------------------------------------------------------------------------------------

産業利用ビームライン、および（BL19B2、BL14B2およびBL46XU）における2008A第2期（平成20年6月～7月）の利用研究課題の募集について

登録施設利用促進機関
財団法人高輝度光科学研究センター

産業利用に特化し、主として「重点産業利用課題」を受け入れる産業利用ビームライン、および（BL19B2、BL14B2およびBL46XU）では、各利用期をさらに2期に分けて課題募集を行っています。2008A第2期（平成20年6月～7月）の利用期間について利用研究課題を募集します。以下の要領でご応募ください。

1. 募集対象のビームラインと供給ビームタイム

以下の表に募集対象のビームラインと供給ビームタイムを示します。

ビームライン	手法、装置	供給ビームタイム [1シフト=8時間]
産業利用 (BL19B2)	粉末回折装置 多軸回折計 X線イメージングカメラ 極小角散乱	90シフト程度
産業利用 (BL14B2)	XAFS	90シフト程度
産業利用 (BL46XU)	多軸X線回折計、薄膜構造評価用X線 回折計、硬X線光電子分光装置	90シフト程度

ビームライン・ステーションの整備状況はSPring-8ホームページのビームライン情報：

http://www.spring8.or.jp/ja/users/current_user/bl/
でご確認ください。不明な点はそれぞれのビームラインの担当者にお問い合わせください。また、SPring-8利用事例データベース：

http://www.spring8.or.jp/ja/users/new_user/industrial/publicfolder_view
もご利用ください。

2. 募集する課題の種類

- (1) 重点産業利用課題
- (2) 成果専有課題（一般課題）

(3) 成果公開・優先利用課題

3. 応募方法

(1) オンラインで提出するもの

Webサイトを利用した電子申請となります。郵送、宅配、FAX、メール、持ち込みによる申請は受け付けません。以下のUser Informationウェブサイトから申請してください。

User Information : <https://user.spring8.or.jp/>

トップページ>ログイン>課題申請/利用計画書>課題申請/利用計画書作成

新規作成の「New」をクリックすると『成果の形態および課題種』の選択画面に移動しますので、まず成果を専有するまたは成果を専有しないの該当するほうをチェックしてください。そうすると選択可能な課題種の「START」ボタンの色が変わりますので、申請したい課題種の「START」ボタンをクリックしてください。以下の表に課題の選択を示します。

課題	成果を専有する/しない	課題種「START」ボタン
重点産業利用課題	しない	重点産業利用課題
成果専有課題（一般）	する	一般課題
成果公開・優先利用課題	しない	成果公開優先利用課題

ログインするには、ユーザーカード番号とパスワードが必要です。まだユーザーカード番号を取得していない方は、ユーザー登録を行ってください。

なお、実験責任者は、ログインのアカウントのユーザー名で登録されるため、代理で課題申請書を作成する場合は、実験責任者のユーザーカード番号で作業のうえ、提出する必要があります。その場合、アカウントやパスワードの管理は実験責任者の責任の下でお願いします。

また、Web申請にあたり、申請者（実験責任者）だけでなく共同実験者も全員ユーザー登録が必要と

なります。従って申請者（実験責任者）は、課題の申請手続きを行う前に、共同実験者に対してユーザー登録を行うように指示してください。

詳しい入力方法については、
https://user.spring8.or.jp/1_2_proposal_p.jspまたは
 利用者情報Vo1.12, No.6（2007年11月号）467ページをご参照ください。

(2) オフラインで提出するもの

下に示す表1にオフラインで提出する書類の一覧を示します。成果専有で申請する場合は、課題申請の後に、成果専有利用同意書を提出していただく必要があります。当該のフォームをUser Informationウェブサイトよりダウンロード後、料金支払いの責任者が記名・捺印のうえ、郵送してください。

成果公開・優先利用課題は、成果公開優先利用同意書および競争的資金申請書のうち、研究目的と研究計画についての部分のコピー（申請書に放射光を利用する研究であることが触れられていない場合は、補足説明をつけてください。一度採択された課題の二期目以降の応募の場合は、新年度に提出したものを）を郵送してください。その際には封筒に「成果公開優先利用書類」と朱書きしてください。

(3) 申請項目

申請に必要な項目を盛り込んだ下書きファイル
 重点産業利用課題
https://user.spring8.or.jp/files/draft_application/industrial_draft.doc
 成果専有課題（一般）
https://user.spring8.or.jp/files/draft_application/general_p_draft.doc

成果公開・優先利用課題

https://user.spring8.or.jp/files/draft_application/grant-aided_draft.doc

をご用意しておりますので、ダウンロードしてご利用ください。重点産業利用課題の下書き様式を本誌に縮小して添付しています。下書きファイルに記入してからWebにコピー・ペーストで入力されると、一通り内容を確認した上で入力できますので便利です。また、共同実験者やコーディネーターとの打ち合わせにご利用ください。

(4) 重複申請の禁止について

重点産業利用課題の各分類（「新規利用者」「新領域」「産業基盤共通」「先端技術開発」（後述））間での重複申請はできません。

4. 応募締切

平成20年3月18日(火)
 午前10時JST（提出完了時刻）

電子申請システムの動作確認はしておりますが、予期せぬ動作不良等の発生も考えられます。申請書の作成（入力）は時間的余裕をもって行っていただきますようお願いいたします。

Web入力に問題がある場合は9. 問い合わせ先(1)へ連絡してください。応募締切時刻までに連絡を受けた場合のみ別途送信方法の相談を受けます。

オフライン書類の郵送期限

成果専有利用同意書：平成20年3月25日必着
 成果公開優先利用同意書、研究目的と研究計画のコピー：平成20年3月21日必着

表1 オフラインで提出する書類一覧

課 題	書 類	ダウンロードURL	提出方法
重点産業利用課題	な し		
成果専有課題（一般）	成果専有利用同意書	https://user.spring8.or.jp/pdf/F01-PP.pdf	郵 送
成果公開・優先利用課題	成果公開優先利用同意書	https://user.spring8.or.jp/pdf/F01-PG.pdf	郵 送
	成果公開優先利用同意書および競争的資金申請書のうち、 <u>研究目的と研究計画についての部分のコピー</u>		郵送またはPDFファイルに変換して電子メール添付にて送付

5. 申請受理通知

申請が完了し、データが正常に送信されれば、受理通知と申請者控え用の誓約事項のPDFファイルがメールで送られますので、確認してください。メールが届かない場合は申請が受理されていない状態になっており、申請ページでエラーがでている、または「提出」操作を行っていない可能性がありますので、必ず確認してください。

6. 課題の概要

(1) 重点産業利用課題

1) はじめに

「重点産業利用課題」が領域指定型の重点研究課題として、平成19年1月26日に重点領域推進委員会で指定を受けました。

SPring-8を含む先端大型研究施設における産業利用の更なる促進を目的に、平成17年度(2005B期)より文部科学省のプログラムとしてSPring-8戦略活用プログラムが実施されて支援体制の整備が進み、利用実績も増加すると共に産業利用推進室の活動も軌道に乗りました。今後、継続的に産業界での活用を推進し、一層の成果を生み出すため、平成19年度(2007A期)以降、SPring-8における重点研究課題として産業利用領域を指定しました。これは、ここで中断することなく継続的に支援活動を推進する趣旨であります。

また、我が国の科学技術政策の柱となる第3期科学技術基本計画の「社会・国民に支持され、成果を還元する科学技術」の中で、科学技術の成果をイノベーションを通じて社会に還元する努力を強化することが謳われています。SPring-8では、大学、国立試験研究機関、独立行政法人などの公的部門と民間企業という枠を越えた産官学連携の推進と、それに基づいた産業利用の推進と成果の社会への還元が期待されています。そこで、産業界にとって有効な利用手法の開発が産官学連携により積極的に展開されるとの観点から、「重点産業利用課題」では民間企業のみならず、大学等の公的部門からの応募も受け入れるものとします。

2) 重点産業利用課題の分類

本プログラムで募集する課題のカテゴリを「新規利用者」、「新領域」、「産業基盤共通」と「先端技術開発」の4つに大別します。

「新規利用者」とは、申請代表者が、これまで、

一般課題への応募などを含め、SPring-8を利用したことのない利用者を指します。但し、事業規模が相当程度大きく事業範囲が多岐に及ぶ企業で、これらの企業が既に利用している場合には、既に利用している事業分野とは異なる新規分野からの新たなユーザーであれば、「新規利用者」として認めます。なお、「新規利用者」として応募をお考えの方は、事前に後述9. 問い合わせ先(2)のSPring-8相談窓口にご連絡いただくようお願いします。

「新領域」とは、申請者の利用経験に関係なく、これまでSPring-8で実施されることがない産業領域、あるいは、近年開発された新手法を用いることによって新たな展開が可能になる産業領域を指します。新領域の例示を下記に示しますが、これ以外でも新規性が認められる研究領域であれば、新領域の対象になります。

例1: コンクリート等建築資材(三次元内部構造をX線CTによる撮影)

例2: ヘルスケア(毛髪や皮膚の構造をX線回折・散乱および透視画像で解析)

例3: 医薬品原薬(粉末X線回折による構造解析)

例4: 高エネルギーX線光電子分光法(薄膜材料の内部界面の状態解析)

例5: 環境負荷物質微量分析(大気・水などの重金属汚染物質の化学状態)

例6: 耐腐食構造材(金属材料の表層やサビの構造・状態分析)

例7: 高密度記録装置(DVD, HDD等の新規記録材料の薄膜構造・状態分析)

「産業基盤共通」とは、複数の企業を含むグループが一体となってそれぞれの産業分野(各企業)に共通する課題を解決する、あるいは産業利用に有効な手法の共同開発を目的として、新計測技術の確立、共通課題のデータベース化等を図る研究を指します。したがって、申請代表者が複数の企業を含むグループを取りまとめて、1つの課題として申請していただきます。ここでいう「複数の企業」とは、それぞれ参加する企業が同等かつ独立に成果を利用できる関係にあることを想定しています。また、産官学連携の研究グループによる利用の場合には、学と官は「複数の企業」とはカウントされません。なお、本分類の課題を終え共通の問題を解決した後は、それぞれの企業が、自社の問題を成果専有課題

などを申請して解決する流れを想定しています。

「先端技術開発」とは、ユーザーが実施するイノベーション型の技術開発課題で、成果の企業業績への貢献、あるいは社会還元を目指した研究を指します。

応募分類がご不明の場合には、適宜SPring-8相談窓口にご連絡いただければ対応します。なお、分類の趣旨に従って審査されますが、分類間の優先度は特にありません。

3) 参考：1年課題について(今A期は募集なし)

1年にわたる計画的利用により研究開発が着実に進むなど、1年を通して複数回実験を行うことに重要な意味がある課題を1年課題といい、B期のみ募集です。1年課題はB期と次のA期にチームタイムを配分するものです。A期には募集しません。なお、対象とするのはBL14B2とBL19B2のチームラインにおける「新領域」、「産業基盤共通」および「先端技術開発」です。

4) 重点産業利用課題の審査について

課題の選考は、学識経験者、産業界等の有識者から構成される「利用研究課題審査委員会」(以下「課題審査委員会」という。)により実施されます。課題審査委員会は、「重点産業利用領域」として領域指定された趣旨に照らして優秀と認められる課題を選定します。審査は非公開で行われますが、申請課題との利害関係者は当該課題の審査から排除されます。また、課題審査委員会の委員は、委員として取得した応募課題および課題選定に係わる情報を、委員の職にある期間だけでなくその職を退いた後も第三者に漏洩しないこと、情報を善良な管理者の注意義務をもって管理すること等の秘密保持を遵守することが義務付けられています。なお、審査の経過は通知いたしませんし、途中段階でのお問い合わせにも応じられませんので、ご了承ください。

審査は以下の観点に重点を置いて実施します。

- (i) 科学技術における先端性を有すること
- (ii) 産業利用上の成果創出に資すること
- (iii) 課題分類の趣旨に合致すること
- (iv) 研究手段としてのSPring-8の必要性
- (v) 実験内容の技術的な実施可能性
- (vi) 実験内容の安全性

5) 成果公開について：報告書提出と報告書公開延期申請

SPring-8を利用して得られた解析結果および成果は、以下の利用報告書に取りまとめて提出していただきます。

(i) 利用報告書Experiment Report(英文または和文)
利用終了日から60日以内にオンライン提出してください。報告項目(様式14)は、SPring-8ホームページの「提出書類」を参照してください。

URL : https://user.spring8.or.jp/15_4_before_p.jsp

(ii) 重点産業利用課題報告書(和文)

課題採択後に利用業務部より送付される文書に記載しております締切日までに提出してください。なお、提出方法は「電子データ(原則としてMSワード)」を電子メールまたは郵送で所定の宛先に提出していただきます。

上記の報告書のうち「利用報告書Experiment Report」は、2008A期終了後60日目から2週間後にWeb公開します。「重点産業利用課題報告書」は印刷公表とします。ただし、提出した上記2つの報告書に関して、利用者が製品化や特許取得などの理由により公開の延期を希望し、所定の手続き(詳細は次のURLを参照http://www.spring8.or.jp/ja/news/announcement/priority_indu_ext_repo/)により認められた場合には、上記2つの報告書共に公開を最大2年間延期することができます(2つの報告書自体は、締切日までに必ず提出していただきます)。公開延期期間満了時には、公開延期理由の結果・成果の報告をしていただきます。

利用報告書の提出数がある程度まとまった段階で、利用報告会を開催しますので、公開延期が認められた課題を除き、SPring-8が開催する報告会での発表をお願いいたします。

また、SPring-8を利用して得られた成果に関しては、成果公開を延期中のものを含めて、特許出願、特許取得、製品化につながった場合は、速やかにその概要を報告していただきます。

SPring-8の対外的なPR等のため、成果の使用について別途ご相談させていただくことがあります。

(2) 成果専有課題(一般課題)

成果公表の義務がない課題で、科学技術的妥当性の審査を行わないなど、審査が簡略化されます。成

果を公表しないのでビーム使用料が課せられます。2008A第2期分として通常利用の扱いとしてビーム使用料は1シフト(8時間)あたり480,000円(税込)です。

(3) 成果公開・優先利用課題

SPring-8の利用が欠かせない研究で、大型研究費の獲得等により一定の評価を経た課題について、この評価を尊重して、優先利用料金を支払うことにより科学技術的妥当性についての二重審査を行わず、安全性、技術的可能性およびSPring-8の必要性の審査だけで優先的に利用できる、成果公開を前提とした課題です。

1) 応募資格

申請者(実験責任者)が以下の競争的資金(一般に公開された形で明確な審査を通過して得られた大型研究費を有する公的な課題と定義)において、総額2千万円以上(再委託等で別の研究機関に配分される額を除いた額)の研究課題の採択をうけた方、あるいは総額2千万円以上の研究課題の採択をうけた方から再委託で当該年度500万円以上を配分された課題分担者を対象とします。

(i) 国が実施する競争的資金(所管省庁は問いません)

科研費補助金、科学技術振興調整費など

(ii) 独立行政法人などの政府系機関が実施する競争的資金

JST、NEDO、医薬品機構など

対象とする競争的資金は内閣府総合科学技術会議が公表しているものを基本とします。

<http://www8.cao.go.jp/cstp/compefund/ichiran.html>
大学内ファンド、民間資金によるファンド、日本国外のファンドは対象外とします。

競争的資金を受けた課題の趣旨とSPring-8利用申請の内容が異なると認められる場合は、対象外とされることがあります。

2008A期より人材育成を目的として評価された大型競争的資金獲得課題も、募集対象とします。

2) 優先利用料：131,000円/シフト(税込)

3) 応募についての注意等

長期の競争的資金であっても、課題申請は利用期ごとに行っていただきます。

申請に先立ち、申請者はビームライン担当者と連絡を取り、必要シフト数を算出してください。

なお、申請のWeb必須入力項目は以下のとおりです。

- ・実験課題名(日本語および英語)と研究分野分類・研究手法分類
- ・希望ビームラインと所要シフト数
- ・安全に関する記述
- ・SPring-8を必要とする理由
- ・実験方法とビームライン選定の理由
- ・競争的資金の情報(制度名/公募主体/資金を受けた課題名/研究代表者名/課題の概要/実施年度/資金額)

この他にオフラインで提出していただく書類があり、3. 応募方法(2)に示しています。

7. 審査結果の通知等

審査結果は、申請者に対して、平成20年4月末に文書にて通知します。

8. その他

(1) 消耗品の実費負担について

利用実験において実験ハッチにて使用する消耗品の実費(定額分と従量分に分類)について、共用ビームタイムを利用する全ての利用者にご負担いただきます。

定額分：10,300円/シフト(税込)

(利用者別に分割できない損耗品費相当)

従量分：使用に応じて算定

(液体ヘリウム、ヘリウムガスおよびストックルームで提供するパーツ類等)

なお、2008A期において外国の機関から応募される課題(成果専有課題を除く)については、国費による消耗品費の支援を受けています。従って、消耗品費については利用者が支払う必要はありません。

詳細についてはWebより「SPring-8における消耗品実費負担に対応する利用方法の詳細について」(<http://www.spring8.or.jp/ja/news/announcement/070129rev/>)をご覧ください。

(2) 知的財産権の帰属

課題実施者がSPring-8を利用することによって生じた知的財産権については、課題実施者に帰属します。なお、JASRIスタッフが共同研究者として実施している場合は、ご連絡ください。JASRIスタッ

フの発明者としての認定につきましては、ケース毎に判断します。

(3) 生命倫理および安全の確保

生命倫理および安全の確保に関し、申請者が所属する機関の長等の承認・届出・確認等が必要な研究課題については、必ず所定の手続きを行っておく必要があります。なお、以上を怠った場合または国の指針等（文部科学省ホームページ「生命倫理・安全に対する取組」を参照）に適合しない場合には、審査の対象から除外され、採択の決定が取り消されることがありますので注意してください。

(4) 人権および利益保護への配慮

申請課題において、相手方の同意・協力や社会的コンセンサスを必要とする研究開発または調査を含む場合には、人権および利益の保護の取り扱いについて、必ず申請前に適切な対応を行っておいてください。

9. 問い合わせ先

(1) 課題Web申請について

〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1
財団法人高輝度光科学研究センター 利用業務部
TEL : 0791-58-0961
e-mail : sp8jasri@spring8.or.jp

(2) SPring-8相談窓口

〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1
財団法人高輝度光科学研究センター 産業利用推進室
TEL : 0791-58-0924
e-mail : support@spring8.or.jp

相談窓口では「このような研究をしたい」という要望から、SPring-8の必要性、手法の選択や具体的な実験計画の作成まで、ご相談を受け付け、コーディネーターを中心に課題申請のご支援をさせていただきます。

ページ4：研究の目的、位置付け

10. 研究の目的、位置付け（最大全角 2200 文字以内）（入力必須項目）

提案課題のあらましましと達成すべき目標、費機開並びに業界・分野での位置付けを記入してください。なお、公募分類でB（新領域）を選択した場合は、産業分野もしくは新規手法の利用としてどのような新領域か、C（産業基盤共通）を選択した場合は、産業分野もしくは手法開発としてどのような共通課題か、に留意して記入してください。

（下記の説明・記入例など完成時は消去ください）

1. 本課題の社会的背景、重要性、ニーズ等について出来るだけ具体的に記述ください。
2. 本課題に関する費機開の取り組み状況と今回の実験の概要、達成目標等を簡潔に記述ください。
3. 今回得られた結果および達成した目標の成果が社会あるいは企業に対して及ぼす影響および貢献について記述ください。
4. その他、研究の目的や位置付けに関連する事項がある場合には簡潔に記述ください。

ページ5：課題内容、実験計画、今後の展開

11. 課題内容、実験計画、今後の展開（最大全角 2,200 文字以内）（入力必須項目）

以下の項目について記入してください。文中には、対応する番号も必ず記載してください。

1. SPring-8の利用により、なにをどう解決しようとしているか
2. 具体的な実験内容（どんな情報を得たいか、試料数や測定条件、それらが何故必要か）
3. 利用を希望するビームライン選定理由
4. 使用する試料（試料の種類、形状、サイズ、組成、濃度など詳細に記述してください。実験可能性やビームタイム等の判断に必須です。例えば、XAFS、XPS では組成と濃度、薄膜では膜厚などです。また、特に多量の試料の場合、その必然性を明確にしてください。）
5. 測定時の試料環境など特殊な条件や増設装置
6. 申請者グループの当該課題に関連するこれまでの研究
7. 調査状況（当該課題を実施するにあたり、放射光以外で調べたこと。）
8. 今後の展開（予想される結果の利用及び製品開発等への波及効果など）

提案課題の目的、計画、実験方法等が分かる図表を添付する場合は、「画像ファイル添付」から追加できます。その際、添付書類に対応するキャプションを文中に記載してください（例：「Fig.1」）。

1. SPring-8 での測定が必要理由も記述ください。既に他の事例で SPring-8 での結果が報告されていたれば、その活用法との差異を含めて今回の手法について記述ください（完成時は消去ください）。
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
6. これまでに SPring-8 で実施した関連した課題があれば、それを含め、今回の実験を必要とするに至った経緯を簡潔に記述ください（完成時は消去ください）。
7. SPring-8 での測定が必要となる技術的根拠あるいは測定への参考となる予備的な成果があればお示しください（完成時は消去ください）。
- 8.

実験手法等について記述する箇所について不明の場合は必ず事前に下記窓口へ相談してください。コーディネーターが対応します。

（財）高輝度光科学研究センター 産業利用推進室
TEL: 079 1-58-0924 e-mail: support@spring8.or.jp

ページ6：画像ファイル添付

1.2. 研究の目的、または議題内容の記述の中で使われる図表を3ファイルまで添付できます。
注) アップロード可能なファイル形式は、JPG、GIF、PNGで、ファイルサイズ制限は各1MBです。

Fig. 1:

Fig. 2:

Fig. 3:

5

別紙1 研究分野分類表

大分類	小分類		キーワードの一例
	コード番号	小分類名称	
加速器科学・ビームライン技術研究			
加速器科学	A01.10	線型加速器	電子銃、高周波加速、電磁石、真空技術、診断技術、
	A01.20	円型加速器	軌道解析、高周波加速、電磁石、真空技術、診断技術、
	A01.30	加速器制御	制御機器、ネットワーク、制御ソフトウェア、
	A01.40	次世代光源	次世代光源加速器、自由電子レーザー、
	A01.50	加速器利用線源	線源、陽電子源、中性子源、
	A01.60	レーザー電子光源	逆コンプトン散乱、
ビームライン技術	A01.90	その他	
	A02.10	放射光光源	挿入光源、偏向磁石光源
	A02.20	ビームライン技術	フロントエンド(基幹チャンネル) 輸送チャンネル機器、真空工学、熱応力解析、ビーム診断、
	A02.30	光学系	光学機器(分光、偏光、集光) 光学素子、測定法開発
	A02.40	検出系	ガス検出器、固体検出器、高速時分割測定、
	A02.50	制御系	ハードウェア、ソフトウェア、インターロック、
	A02.60	放射線物理	X線標準場、遮蔽計算、
素粒子・原子核科学	A02.70	ビームライン診断	X線強度モニター、ビームポジションモニター、
	A02.90	その他	
	A03.10	素粒子物理	素粒子、宇宙線、高エネルギー物理学、宇宙物理、
放射光利用研究	A03.20	原子核科学	核物理、
	A03.90	その他	
生命科学	放射光利用研究		
	A10.10	構造生物学(結晶)	タンパク質構造・機能、酵素反応、
	A10.20	構造生物学(非結晶)	筋肉、2次元膜、骨細胞、タンパク質溶液、構造・機能、
	A10.30	生物物理学	生体膜・受容体・チャンネル、フォールディング、1分子計測、
	A10.40	医薬作用解析	医薬-タンパク質複合体構造、医薬分子設計、ゲノム製薬、
	A10.50	細胞生物学	細胞構造、細胞機能、
	A10.60	放射線生物学	細胞・DNAレベルの放射線効果、
	A10.70	生物イメージング	イメージング、トモグラフィー、X線CT、
A10.90	その他		

大分類	小分類		キーワードの一例
	コード番号	小分類名称	
医学応用	A20.10	生体イメージング	イメージング、トモグラフィー、X線CT、
	A20.20	放射線診断	医学診断イメージング、疾患部微細構造、
	A20.30	放射線治療	放射線効果、
	A20.40	医学材料	医科用材料、歯科用材料、生体機能材料、
	A20.90	その他	
物質科学・ 材料科学	A30.10	構造物性	結晶構造、電子密度分布、
	A30.12	構造相転移	構造相転移、磁気・電子相転移、構造ゆらぎ、時間分解構造解析、
	A30.14	ナノ構造物質	量子ナノ構造、ナノ材料、メソスコピック系、分子構造、ガス吸着、
	A30.20	表面界面物性	表面界面構造、表面変調構造、薄膜、多層膜構造、サーファクタント効果、表面あらさ、結晶成長過程、表面融解、表面新物質層、
	A30.30	ランダム物質構造	アモルファス物質、液体・融体、ガラス、気体、超臨界物質、
	A30.35	ソフトマテリアル物性	ソフトマテリアル、高分子、有機薄膜、液晶、
	A30.40	電子構造	電子構造、バンド構造、
	A30.42	半導体物性	半導体、分子性固体・有機半導体、電子デバイス、
	A30.45	光物性	イオン結晶、
	A30.48	誘電体物性	誘電体、構造相転移、
	A30.50	金属物性	金属、準結晶、イメージング
	A30.55	超伝導物性	超伝導体、有機超伝導体、
	A30.60	磁気物性	磁気構造、磁性体、磁性多層膜、磁場誘起構造相転移、有機磁性体、
	A30.65	強相関電子系物質	
	A30.70	格子・原子ダイナミクス	フォノン物性、弾性波、原子拡散、
	A30.80	原子核物性	超微細相互作用、核共鳴、メスパワー効果、核励起、
A30.90	その他		
化学	A40.10	原子・分子	原子・分子・クラスター分光、イオン脱離、多価イオン原子過程、放射光励起化学反応、励起分子構造、
	A40.20	無機化学	無機固体、金属錯体、
	A40.30	有機化学	有機固体、有機光化学、
	A40.35	高分子化学	高分子構造、繊維、
	A40.40	表面・界面化学	表面化学反応、触媒反応、化学プロセス、溶液化学、ガス吸着、
	A40.45	電気化学	電気化学反応、電極反応、電池電極材料、電析、
	A40.50	化学分析	微量元素分析、状態分析、
	A40.55	化学状態解析	化学結合、脂質、構造・機能、
	A40.60	赤外物性	分子振動、赤外顕微分光、磁気光学、
	A40.70	照射効果	内殻励起反応、新素材創製、素材改質、X線CVD、
A40.90	その他		
地球・惑星科学	A50.10	地球科学	固体地球科学、地殻・マントル・コア物質、地質学、
	A50.20	岩石・鉱物学	地球惑星物質、マグマ、鉱物資源、
	A50.30	高温・高圧物性	粘性、音速、
	A50.90	その他	
環境科学	A60.10	環境分析科学	微量化学分析、マッピング、
	A60.20	環境物質	エアロゾル、環境汚染物質、
	A60.30	生物物質	生体微量物質分析、
	A60.90	その他	
産業利用	A80.10	エレクトロニクス	電子デバイス、量子デバイス、光子素子、ストレージ素子、表示素子、圧電素子、デバイス評価、
	A80.12	半導体・電子材料	半導体材料、電子材料、素子用薄膜、蛍光体、
	A80.14	磁性材料	磁性材料、磁気多層膜、スピンエレクトロニクス、磁気デバイス、
	A80.16	超伝導材料	超伝導体材料、超伝導デバイス、
	A80.20	金属・構造材料	金属材料、構造機能材料、機械部品、建築材料、格子歪み、残留応力、腐食、破壊、イメージング
	A80.30	無機材料	無機材料、セラミックス、ガラス、ガス吸着材料、微粒子、コロイド、
	A80.32	有機材料	高分子、有機材料、液晶、ゴム、繊維、フィルム、イメージング
	A80.34	触媒化学	工業触媒、触媒作用、表面化学反応、
	A80.36	電気化学	電気化学反応、電極反応、電池電極材料、
	A80.40	環境材料	環境分析、汚染処理、環境触媒、リサイクル、環境負荷低減技術、
	A80.42	エネルギー・資源	燃料電池、太陽電池、デバイス、
	A80.50	製薬	タンパク結晶、薬用低分子結晶、薬品、
	A80.60	食品・生活用品	食品、化粧品、生活用品、
	A80.80	微細加工・照射効果	リソグラフィー、LIGA、電析、X線照射反応、
A80.90	その他		
その他	A90.10	考古学	
	A90.20	鑑識科学	科学捜査
	A90.50	安全管理	
	A90.90	その他	

別紙2 研究手法分類表

大分類	小分類		キーワードの一例
	コード番号	小分類名称	
X線回折	M10.10	単結晶回折	多波長異常分散法、X線結晶構造解析
	M10.20	粉末結晶回折	リートベルト解析、最大エントロピー法、エネルギー分散法
	M10.30	表面・界面構造回折	CTR、微小角回折法、表界回折、その場X線回折
	M10.40	定在波法	表面吸着原子構造解析、界面構造解析
	M10.50	反射率法	異常分散法、深さ電子密度解析
	M10.80	歪み解析	マイクロビームX線回折
	M10.90	その他	逆格子イメージング法、時間分解回折法、ドメインサイズ解析
X線散乱	M20.10	小角散乱	微小角散乱、GISAXA、SAXS / WAXS同時測定
	M20.20	中角散乱	非晶質・液体散乱
	M20.30	散漫散乱	
	M20.90	その他	スペックル
X線磁気散乱	M25.10	磁気散乱	磁気回折、磁気共鳴散乱
	M25.20	ATS散乱	
	M25.90	その他	
X線非弾性散乱	M30.10	非弾性散乱	高分解能非弾性散乱
	M30.20	核共鳴散乱	核励起
	M30.30	コンプトン散乱	コンプトン磁気散乱
	M30.40	発光分光	共鳴X線非弾性散乱、寿命幅フリーXANES、軟X線発光分光
	M30.90	その他	
X線・ 軟X線吸収分光	M40.10	XAFS	XANES、DAFS、マッピング
	M40.20	蛍光X線分析	元素・質量分析、化学状態分析、マッピング
	M40.30	磁気吸収	磁気円二色性、LS分離、マッピング
	M40.40	軟X線分光	発光分光、XMCD、角度分解イオン収量、光電子光イオン同時計数、イオン収量スペクトル、XAS、吸収・発光スペクトル、飛行時間質量分析法、部分イオン収量法、変調分光
	M40.50	赤外分光	赤外顕微鏡、赤外顕微分光、低温・高圧・高磁場下赤外分光
	M40.90	その他	
光電子分光	M50.10	光電子分光	硬X線光電子分光、共鳴光電子分光、軟X線角度分解光電子分光、軟X線光電子分光、リアルタイム光電子分光
	M50.20	光電子顕微鏡(PEEM)	局所位置選択XAFS、局所領域光電子分光、磁気状態イメージング、電子状態イメージング
	M50.30	光電子回折・光電子ホログラフィ	二次元光電子分光、オージェ電子回折、立体原子顕微鏡
	M50.40	コインシデンス分光	電子・イオン同時計測運動量画像分光、TOF質量分析、光電子・光イオン同時計測分光
	M50.90	その他	
X線イメージング	M60.10	X線トポグラフィ	白色、平面波、マイクロビームトポグラフィ
	M60.20	X線CT	マイクロCT、位相CT、屈折コントラストCT
	M60.30	X線ホログラフィ	フーリエ変換ホログラフィ、ホログラフィ顕微鏡
	M60.60	X線顕微鏡	位相差顕微鏡、分光顕微法、走査型顕微鏡
	M60.90	その他	
X線光学	M80.10	回折・散乱・吸収	測定方法、基礎理論
	M80.20	共鳴散乱	異常散乱・回折法原理
	M80.30	位相光学	干渉計、コヒーレンス
	M80.40	量子光学	非線型光学、強度ゆらぎ
	M80.90	その他	
特殊環境実験	M85.10	高圧、高温、強磁場	大容量高圧プレス、エネルギー分散型X線回折、X線ラジオグラフィ
	M85.90	その他	
その他	M90.90	その他	

放射光利用者のための同期型508MHzカウンターについて

財団法人高輝度光科学研究センター
加速器部門 川島 祥孝、大橋 裕二

1. はじめに

最近SPring-8のいくつかのビームラインから、SPring-8の基本周波数508.58MHzと、特に我々がSPring-8の電子ビームを制御するために開発した同期型508MHzカウンター（508MHz Synchronous Universal Counter、以後508MHz SUCと書く）について、問い合わせが増えてきていることもあり、本誌を通して説明をする必要があると考えようになってきた。SPring-8の蓄積リングの運転が開始されると同時に、蓄積リングの電子ビームの状況について放射光を使って調べてくれたBL09XUの関係者とその周辺の方たち、そして供用開始の初め頃からSPring-8に所属しているビームライン担当者の方たちを除くと、新しい人たちが毎年のように増加し、新しくビームラインの担当になられた方、さらにビームラインで実験される方々に対して508MHz SUCに関し理解していただくと同時に、実験のために508MHz SUCを上手に使っていただくため、基本周波数と508MHz SUCについて説明をする必要を感じてきた。昨年でSPring-8も利用運転を開始して10年目を迎え、新しいビームラインも数多く増えてきた。我々加速器側から見て感じているのは、各ビームラインの実験が、SPring-8を運転し始めた最初の頃は、電子ビームからの放射光を単に利用する実験であったという状況から、最近では蓄積リングに蓄積中の電子ビームが位置を占めることができる場所（それをRFバケットと呼ぶ）の中の特定の電子集団からの放射光と同期させる実験が増加してきたことを感じる。このように蓄積中の電子ビームに同期した実験をするビームラインはある特定のRFバケットからの放射光に実験装置を常に同期させておくために508MHz SUCを使うことになる。ここでは、SPring-8において放射光利用者に有効に放射光を利用していただくために、さらに、日本だけでなくとどまらず世界にある放射光施設ならどこでも放射光実験に利用できるのを、我々の開発した508MHz

SUCについて説明を行う。

2. 基本周波数（508.58MHz）の分配について

まず、SPring-8の加速器全体を動かしている基本周波数^[1]を理解していただくことから始める。図1に示したように、蓄積リングの内周側には電子ビームにエネルギーを与える高周波（RFと呼ぶことにする）加速装置を設置しているステーションが4ヶ所あり、それぞれがRFのA、B、C、Dステーションと名前がつけられている。そして基本周波数を発生する場所としてEステーションがある。ここから光ファイバーを用いて蓄積リングのRF各ステーションのB、C、DそしてAステーションの順に基本周波数の信号を送信し、最後に基本周波数を送り出したEステーションに戻る。Eステーションでは基本周波数を送り出した信号とAステーションから戻ってきた信号の位相の差を検出し、この位相差が一定の値を保つようにPLL（Phase-Locked Loop）と呼ばれる装置で一年中位相が安定に保たれている。2000年以前まではAステーションは出来ていなかったの、放射光利用者のために基本周波数を実験ホ

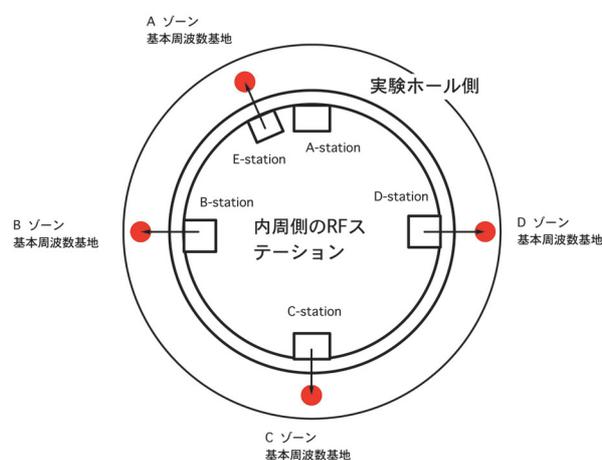


図1 蓄積リングのRFステーションと実験ホール側の基本周波数基地との位置関係

ール側に送るため、508.58MHzはB、C、DそしてEの各RFステーションから蓄積リングを越えて同軸ケーブルまたは光ファイバーにて実験ホール側に送信してきた。実験ホール側に送信する前の基本周波数の位相は、各RFステーションから送信された段階において非常に安定に保たれている。位相の精度は1°以下であり、それを時間精度にすると約6ps以内に収まっている。但し、実験ホール側に送信する基本周波数の信号に関しては、その位相を安定に保つためのPLL装置は設置されていない。しかし、基本周波数信号を送信するために使っている同軸ケーブルまたは光ファイバーは、敷設されている環境温度が変化しても位相が動き難いよう作られた特殊な製品で位相補償型と呼ばれるケーブルを用いている。さらに、実験ホール全体が外気と遮断され一年中空調機が働いており、ケーブル周辺の温度は、屋外に設置する場合と異なり、比較的安定した温度の環境下にあるので、実験ホールで基本周波数を使う利用者の要求を満足する水準にあるものと思われる。今後どこかのビームラインで、ある特定のRFバケットに同期した実験を実施したい利用者がさらに増加してくるものと想像されるので、今後そのようなことを考えている利用者の方たちは、基本周波数の信号をどこでもらい使用できるのか各ビームライン担当者に相談し対応していただきたい。

3. 508MHz SUCについて

3-1. 歴史的背景

最初に歴史的な開発経過を簡単に説明しようと思う。SPring-8の建設計画当初、我々は埼玉県和光市にある理化学研究所（以下「理研」）で蓄積リングに関する設計製作のR&D作業を開始した。そして我々は電子ビームにエネルギーを与えるための加速器本体の一部である高周波加速装置全体の試験開発を始めたのが1991年の1月であった。高周波加速器を実際、動作させ問題点を洗い出し、その問題が実機で発生しないよう日夜研究に励んでいた。そのような時、SPring-8の加速器全体を見ていただけると解るように、SPring-8全体は線型加速器、ブースターシンクロトロン（以上が現、日本原子力研究開発機構が担当）そして蓄積リング（理研担当）から構成され世界一大きい放射光専用施設だけあって、電子ビームを発生する線型加速器を始め、加速器全体を安定に制御するためにはどのように基本周波数を分配したらよいか、また電子ビームを安定に制御

するにはどうしたらよいか我々RFグループ内で日夜議論をしていた。そのような時、SPring-8利用者懇談会から提出された報告書を読むと、放射光利用者は単バンチ運転からマルチバンチ運転を含むさまざまな蓄積リングのビームフィリングパターンを要求していることが解った。加速器全体の安定化と放射光利用者の要求を全て満足させるため、我々は電子ビームを制御するため高周波加速システムの設計製作と同時にタイミングシステムを構築しなければならないと思うようになり、日本原子力研究開発機構側の方たちと協議しながら理研側で我々が設計することにした。精密なビーム制御を実行するにはタイミングシステムの時間精度を厳しく要求するいくつかの装置を新たに開発しなければならないことが明らかになった。それらの新しく開発した装置の一つが508MHzを直接同期して数えることができるカウンターであった。当時508MHzという高周波を直接、それも同期してカウントできるICはガリウムとヒ素の化合物からできたものしかなく（注意：当時単なる分周器なるICは手に入れることはできた。しかしこれでは同期することができない）、この化合物を用いた製品を特別我々のために企業に製造依頼することは非現実的なことであった。そんな時、和光理研の近くにあった自動車会社ホンダの研究所でF1のエンジンが開発されており、そのエンジン制御用電子機器を納入していたモトローラ株式会社の営業の方が筆者の一人を知っていて理研に立ち寄り、モトローラが開発した市販の超高速で動作するICを紹介してくれたお陰で508MHzを直接同期して数えることが可能となった。それが、いわゆる508MHz SUCを開発することができるきっかけとなった。そしてモトローラ社製のICを用いて、最初16ビットのプロトタイプカウンターを開発し実際508.58MHzを数え落としなく動作するか、考えられる数々の実験を繰り返した。その初めのプロトタイプ16ビット508MHz SUCの前面の写真を図2に示す。各種試験を合格したので、この成功に気を良くした我々は本番用の30ビットタイプ508MHz SUCを開発することにした。

3-2. 508MHz SUCの基本的動作について

この508MHz SUCを世界中の電子蓄積リングで利用できるよう我々は最初から世界共通規格とすることを考え、世界共通規格のNIMモジュールとした。さらに世界中の電子蓄積リングで使用されてい

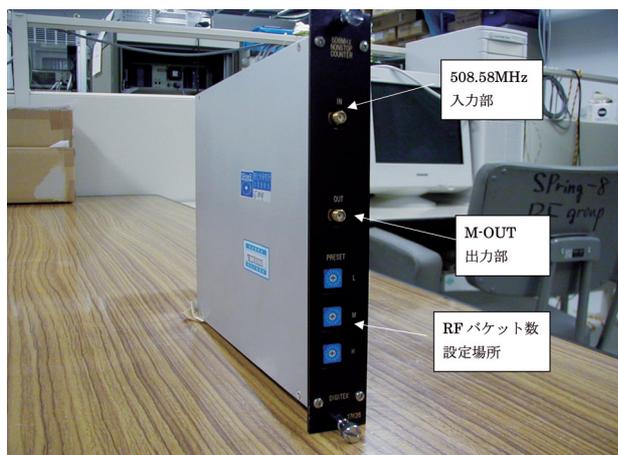


図2 1992年に最初に作ったプロトタイプ16ビットで構成された508MHz SUC

る基本周波数は、我々の知る限りにおいて、多分SPring-8の508.58MHzが最も高い周波数である。ちなみに隣のNewSUBARUは500MHzである。従って、508MHz以下の周波数なら世界中どこでも使用できるということである。

それでは508MHz SUCの基本動作についてひとつずつ説明していこう。

(ステップ1) RFバケット数の設定

加速器の場合、基本周波数を数えて、正確な時間間隔を作ることが最も大切なことであるし、さらに基本周波数を数えるカウンターを放射光利用者及びビームモニターとして使う時、彼らが最も基本として必要とする情報は周回周波数である。まず、蓄積リングの全RFバケット数、これをNと定義すると、SPring-8の蓄積リングの場合はN=2436個ある。別の例として、隣にあるNewSUBARUの蓄積リングの場合はN=198個ある。508MHz SUCは最初Nの値をセットする必要がある。予めこの値を固定していない理由は、上記したように世界中の電子ビーム蓄積リングならどこでも利用できるように、508MHz SUC利用者が電子蓄積リングの全RFバケット数に応じて変更できるようにするためである。その方法は図3（注意：これは次に述べる30ビットタイプの実際の内部である）に示すように、NIMモジュールの横のアルミ製板をネジで止めているのでこれを外してディップスイッチを使ってNの値を設定しなければならない。なお、Nの値は10進数ではなく2進数で設定しなければならない。

具体的な例としてSPring-8のRFバケット数につ

いて説明する。RFバケット数2436は10進数であるが、デジタルを扱う場合、2進数で扱わなければならない。その場合、2進数の0（zero）から始まるのでRFバケット設定値は2436ではなく、2435という数字となる。これを2進数で表現すると

$$2435_{10} = 1001, 1000, 001_{12} \quad (3-1)$$

となる。このように2進数で表現すると2435という数字を表現するために12ビット必要となる。後に16進数も必要となるので簡単のため4ビット毎にカンマを入れた。10進数の2435は16進数で表現すると

$$2435_{10} = 983_{16} \quad (3-2)$$

となる。Nの値を設定し終わると、アルミのフタを閉じて次にNIMピンに差し込んで電源を入れ、電子蓄積リングの基本周波数信号を入力する。

(ステップ2) 基本周波数の入力

高周波を扱う場合BNCコネクタのような、ネジ止めできないものは使用すべきではない。ケーブルが風などによる振動のため、信号の位相が動く。つまり時間が不正確になる（タイムジッターとして現れる）等の問題が発生する。それらを極力抑えるため、高周波専用のSMAコネクタを用いて基本周波数を入力できるようにした。入出力のケーブルは全てSMAコネクタで取り合うようになっている。SMAコネクタの取り付けは専用のトルクレンチで取り付けなければならない。入力レベルは2から3dBmあれば十分である。dBmの単位に慣れていない方は、入力の信号を、オシロスコープを用いて入力インピーダンスを50Ωに設定して信号を見

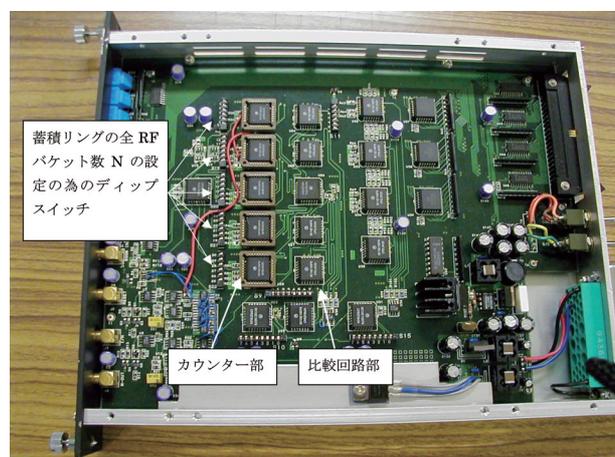


図3 30ビットタイプ508MHz SUCの実際の回路。全RFバケット数Nを設定する場所は示したようにディップスイッチで2進数を用いて設定することになる。

た時、信号レベルが±100mVから500mVあれば十分である。これで基本的に動き始める。

(ステップ3) 入出力について

30ビットタイプの508MHz SUCの場合を例として図4に示すようにモジュール前面パネルには入力2個、出力2個がある。そして四角い形の16進数で表示したロータリースwitchを用いて利用者が手動で任意のRFバケット数(ここではMとする、以降任意のRFバケットの番号を、Mを用いて表現する)を設定できる。さらに背面にはリモート、ローカルのswitchと前面パネルにあったのと同じ任意のRFバケット番号Mを設定するためのDサブコネクター入力がある。さらに、M-OUTの出力が一回のみか、連続か選択するswitchがある。これについては後でさらに説明をする。利用者が任意のRFバケット番号に同期した信号を欲しい場合、リモートに設定すると外部媒体、SPring-8の場合であればVMEを通して背面パネルにあるDサブコネクター入力部から任意のRFバケット番号を設定できるし、ローカルにすれば前面パネルからロータリースwitchを用いて設定できる。但し、蓄積リングのRFバケット番号Mの値が、全RFバケット数の合計した値であるNを越えた値を入力すると、次に述べるM-OUTの出力から信号は出ないで注意しなければならない。

前面パネル入力部のRESET入力信号、出力部の1/N-OUT, M-OUTそれぞれの出力信号はこれも国際規格のNIMレベルとしている。この定義はゼロボルトからマイナス0.8ボルトの負の信号であ

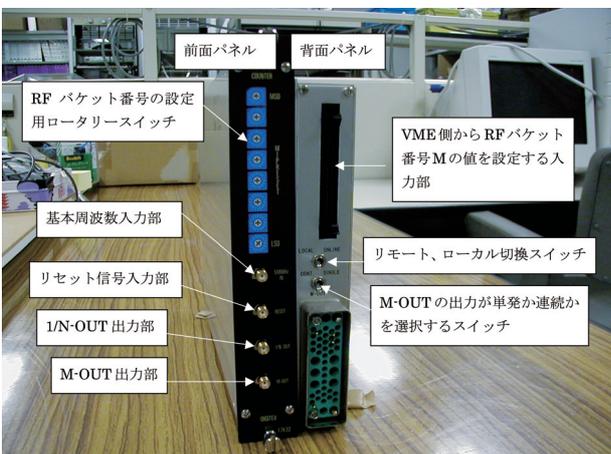


図4 30ビットタイプ508MHz SUCモジュールの前面のパネルと背面のパネル

る。特に出力は50 終端で初めて信号が判明する。背面にあるRFバケット番号入力部のレベルはSPring-8の制御グループが指定したVMEを用いて入力することを考えてTTLレベルのオープンコレクターとした。

最後に背面パネルには、M-OUT出力が連続的に出るか、RESET信号が再び入力されない限り一回だけしか出ないかを選択するswitchがある。これは508MHz SUCを時間遅延器として利用するときの便宜を考慮して取り付けてある。詳しくは後ほど説明する。

(ステップ4) 内部回路の動作について

30ビットタイプの508MHz SUC内部回路の動作については簡単なブロック図を図5に示した。同期型のカウンターは簡単な構成から出来ている。その説明をすると、まずステップ1で設定した蓄積リングの全RFバケット数Nの値を、ディップswitchを用いて2進数で設定する。そして基本周波数信号を入力するところがあり、サイン波は矩形波に変換され分配器を通して数を数えるICの中に入る。このカウンター部は普通の動作と逆の、設定したNの値から小さい数字の方にカウントダウンする。このカウンター部が最も重要な部分である。それはこのカウンター部が基本周波数に完全に同期して動作することが出来なかったからである。SPring-8の場合508.58MHzを基本周波数として使っており、1クロックの時間間隔は約1.97nsである。さらにこのカウンター部は、例えばSPring-8の全RFバケット数2435(注意: 2進数を考慮して2436としなかった)からカウントダウンして0(zero)になると1/N-OUT(注意: 1/Nとした理由は基本周波数を分周するという意味から採用した)から信号が一発出力されるやいなや、再びN=2435から自動的にカウントダウンが始まる。これを繰り返す。この繰り返しの周期は加速器の言葉で表現すると「周回周波数」と呼ばれ、電子一個がある位置から出発し蓄積リングを一周して戻ってきた時間が周回周波数の一周に等しくなる。SPring-8の場合、一周は正確に

$$1.96625\text{ns} \times 2436 = 4.7898\mu\text{s} \quad (3-3)$$

となる。そして1/N-OUTからパルス的に出力される信号はまさに周回周波数そのものであり、周波数にすると約208.776kHzに相当する。

次に図5に戻って、ある特定のRFバケットに入っている電子ビームからの放射光のみ利用したいと

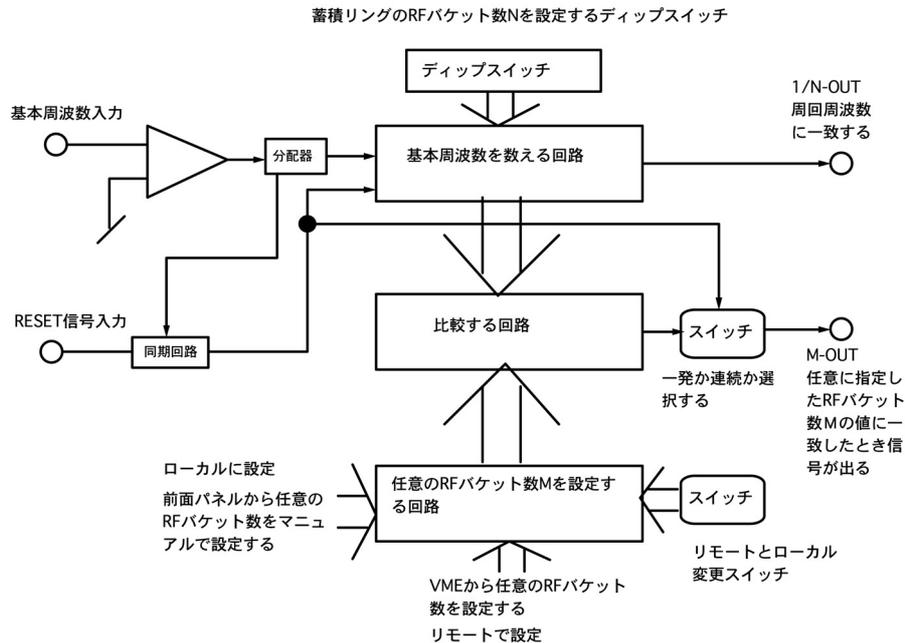


図5 30ビットタイプ508MHz SUCの動作原理を説明するためのブロック図

いう放射光利用者がいるとする。その任意のRFバケット番号を外部または図4に示したロータリースイッチを用いて入力する。その値をMとしてセットする。そうするとNの値からカウントダウンしているカウンター部の値がMの値に一致した時、図5の「比較する回路」部から信号が一発出力される。ここで、ステップ3で述べたことが理解される。それはセットしたMの値がNの値より大きければ「比較する回路」部においてお互いの値が一致することが全くないので出力信号が出ないことが理解されると思う。繰り返すと、この出力信号は外部RESETが入力されるまで一回だけ出すようにするかどうかを背面パネルの選択スイッチで決定することができる。さらに放射光利用者はロータリースイッチを用いて利用したい特定の電子ビームからの放射光のみ現場で選択することができる。但し、このロータリースイッチ部は16進数で設定できるようになっているので初心者には厄介である。これらのことを考慮してできるだけ10進数で設定ができるよう後で述べるように最新の16ビットタイプの508MHz SUCの開発へとつながる。16ビットタイプの前に、30ビットタイプの開発について次に述べる。

4. 30ビットタイプ508MHz SUCの開発

SPring-8で加速器として電子ビーム制御とビームモニター、そして放射光利用者が自由に使えるよ

う、開発予算の範囲内で全てに適用可能とするために16ビットから30ビットに増やしたものをこの段階で最終的に設計した。30ビットとした最大の理由は、線型加速器を經由しブースターシンクロトロンで8 GeVに加速された電子ビームを蓄積リングへ入射する頻度が約1秒に一回、つまり1Hzで実行されることが決まっていたので508.58MHzを1秒以上同期して数え正確な時間を制御するためには30ビットが必要であった。これだけのビットがあれば基本周波数を用いて最大2秒以上まで正確な時間間隔を任意に作ることができるようになる。ビームモニター用と放射光利用者に対しては、蓄積リングを電子が一周するのにかかる時間は(3-3)式から約4.8μsなので16ビットあれば十分である。前述したように508MHz SUCを使う利用者を満足させ、かつ少ない開発費で全部の機能を盛り込むためには30ビットあれば十分なので最終的な設計はそれで進めることにした。プロトタイプの16ビットタイプの508MHz SUC開発は1992年、続いて30ビットの一号機が完成したのが1994年であった。当初、基本周波数の508.58MHzを入力し、その信号を矩形波に変換する最初のコンパレーターのICが高速で動作するため熱により故障が発生した。この部分は通常のコンパレーターから故障の少ない高速のラインレーザーに変更し、故障が少なくなった。さらに30ビットの同期型のカウンター部のICも発熱のため故

障した。故障の予防として、発熱を逃がすためにICの上に空冷のオートバイのエンジン部が表面積を増やして冷却効率を良くするためにフィンを取り付けているように、これと同じ原理のフィンをICに直接取り付け冷却効率を上げるよう改造した。このように508.58MHzを同期して数えるためには超高速で動作するICを多数使用しなければならない。そのためには電流を多く流さなければならない。この30ビットタイプ508MHz SUCの最大の弱点は「熱」である。この30ビットタイプ508MHz SUCを使う利用者はできるだけ冷却用空冷ファンを回しながら使用していただくようお願いしたい。

それでは30ビットタイプ508MHz SUCの使い道について説明する^[2]。

4-1. 分周器として使用

基本周波数がSPring-8の508.58MHzより小さい周波数を用いる場合、508MHz SUCはどこにおいても利用可能である。それでは分周器として使うための方法を具体的に説明することにする。SPring-8の場合、放射光利用者がよく用いるのは周回周波数である。これは前述したように、蓄積リングの全RFバケット数をNとすると、SPring-8の場合N=2436個あるし、隣のNewSUBARUの場合では198個ある。3-2節のステップ1で述べたように、これらNの値を2進数として処理しセットする。N=2435（注意：何度も書くが2進数なので0から数え始めるので一つ少ない数字となる）をセットすると基本周波数の508.58MHzを分周することに等しくなる。具体的には $508.58\text{MHz}/2436=0.208776\text{MHz}=208.776\text{kHz}$ となる。これがSPring-8の周回周波数であり、30ビットタイプの508MHz SUCの1/N-OUTから出力信号がNIMレベル（国際規格で50 に終端しないと信号は見えない）である。出力にあえて1/N-OUTとしているのは分周の意味を込めるためである。

SPring-8ではレーザー装置を加速器の基本周波数に同期する人たちが増加してきた。彼らは基本周波数を16分周したいとか、奇数の数字の1/7分周したいとか質問に来られる。レーザーの専門の方は奇数の分周は出来ないと思い込んでいる人がいて我々の方が驚いたことがある。上記したように奇数であろうが偶数であろうが508MHz SUCを用いれば簡単に分周器として動作させることができる。Nの値はとにかく1より大きい整数であればよい。

4-2. 基本周波数に同期した正確な遅延時間製造機として使用

これは加速器側で最も必要とする使用方法である。SPring-8では電子ビームの入射は1Hzということ述べた。長い遅延時間を必要とする利用者は、先ず図3において、全RFバケット数Nの設定方法で説明したように30ビットの最大のビットを立てるとよい。これで少なくとも基本周波数に同期して1秒以上の遅延時間（注意：500MHz帯を使った場合）を設定することができる。そしてローカルに前面パネルのロータリースイッチまたはVMEを通して遠隔で、Mの値を設定する。RESET信号が入力されてから正確に基本周波数の1周期の時間間隔をtとすると、そのM倍した時間 $T(t = t \times M)$ がM-OUTから出力される。その信号が繰り返し出力されるか（注意：この意味は、 $t \times N$ の時間間隔で繰り返して出力されるということ）次のRESETが入力されるまでM-OUTから出力されるかどうかは利用者が背面パネルのスイッチで決定することができることは既に述べたところである。特に加速器を制御する目的なら、RESET信号も基本周波数に同期した信号を使うことを勧める。但し、このRESETの信号のタイミングは基本周波数に同期しているので非常に微妙な位相調整が必要である。これについては我々が書いた専門の論文^[2]を読んでいただくことを推奨するにとどめる。

4-3. 任意のRFバケット番号Mに蓄積している電子ビームからの放射光を利用する目的で使用

これは蓄積中の電子ビームをモニターするために使うことと同じである。放射光利用者は3-2節のステップ1で説明した方法に従って508MHz SUCのディップスイッチを用いて、蓄積リングの全RFバケット数Nを設定する。SPring-8の場合は2435（=2436 - 1）とする。別の例としてNewSUBARUの場合N=197（=198 - 1）を設定する。そして、放射光利用者は望みの特定のRFバケットからの放射光に照準を絞るためにMの値を任意に選択し実験装置をそのパンチに同期して運転することができるようになる。

以上の説明で、ほとんどの放射光利用者には問題なく利用できるものと思われる。ところが特定のRFバケットに入っている電子ビームからの放射光とレーザーとの同期を要望する利用者があり、30ピ

ットタイプの508MHz SUCでは不備な点も見つかったので、それらの問題点を解決した新しい16ビットタイプの508MHz SUCを開発した。これからの放射光利用者は、以下に述べる16ビットタイプを利用することを勧める。

5. 新16ビットタイプ508MHz SUCの開発

プロトタイプとして1992年に16ビットタイプを開発したことを述べた。ここでは30ビットタイプの問題点を列挙すると同時に、放射光利用者には16ビットタイプで十分なので新しい改良を施すことになった。図6に示す新16ビットタイプの508MHz SUCについて紹介する。

以下、30ビットタイプの使用経験から問題点を揚げ、それら問題点を解決するために実施したことを列挙する。

(1) 任意のRFバケット番号Mの設定においてローカルモードの場合、前面パネルに設置したロータリースイッチを用いて16進数で設定するのは不慣れで困る。

解決策：前面パネルにおいて、Mの値を10進数にてデジタルで表示させ、だれでも簡単にMの値を設定できるようにした。ついでに、全RFバケット数Nの値もスイッチ一つで表示できるようにした。こうすることにより、使用中の508MHz SUCがどの加速器に対応しているのか直ちに判明する。もし自分の使用中の508MHz SUCが例えばSPring-8ならば、設定値 $N=2435$ としなければ

ならない。方法は、モジュールの横のパネルを開けてディップスイッチで従来通り設定することにした。Nの値の設定を簡単にすると利用者が間違っ

(2) リモート・ローカルのスイッチとM-OUTの出力の連続、不連続のスイッチが背面パネルにあり取り扱いがめんどうである。

解決策：前面パネルに移動した。背面パネルはMの値をVMEで設定するためのDサブのコネクタだけとした。

(3) ICの熱の問題

解決策：これが我々にとって一番大きい問題であった。加速器側の要求と放射光利用者と区別して考えることとし、使用電力を減らすためにICの数を減らした。そして30ビットから16ビットタイプを開発することとした。新しい16ビットタイプの508MHz SUC 1号機のプロトタイプを製造し、実験室で調査した後、BL09XUで1年間使っていただき全く故障することなく問題は発生しなかった。

(4) M-OUT及び1/N-OUT出力信号の時間幅が約20nsと長い場合、問題が発生する。具体的に実際発生した問題点を述べる。SPring-8のあるビームラインで放射光とレーザーを同期するための装置を製作していた時発生した。まず、基本周波数508.58MHzの16分周した値、約84.76MHzの信号を30ビットタイプの508MHz SUCで作

り、この分周した信号でレーザーシステムを動かそうとした。ところがM-OUTからの出力信号が変化しないのである。その理由は直ぐ判明した。それは84.76MHzという信号の繰り返しの時間間隔は約11.8nsと非常に短い。ところがこの30ビットタイプの508MHz SUCの1/N-OUT及びM-OUTの出力信号の時間幅は約20nsと固定型に作っていたので当然出力が変化しないのである。

解決策：1/N-OUT及びM-OUTの出力信号の時間幅をトリマーで利用者が自由に時間幅を設定できるようにし、最少の出力時間幅は数nsから扱えるようになった。

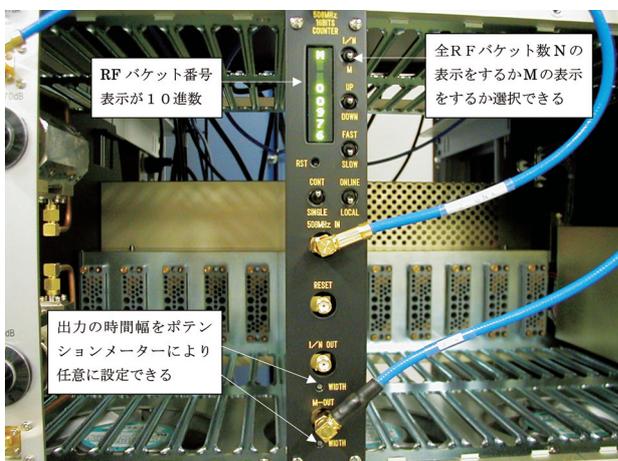


図6 新しく数々の改良を施した16ビットタイプ508MHz SUCの前面パネルの写真、RFバケット数(Mの値)の表示が10進数で表されている。

(5) Mの値に応じて出力に時間差が発生する問題

問題を詳しくのべると、図5に示した30ビットタイプの508MHz SUC動作原理においてM-OUTの出力信号は508.58MHzをカウントダウンしているカウンタ値とMの値が一致した時、信号が発生することは既に説明した。つまり、508.58MHzをカウントダウンしている部分は、どのようなカウンタ値でも比較回路に出す信号は全て508.58MHzに同期して出力される。ところが、比較回路は全く508.58MHzに同期していないのでMの値に対応し、ほんのわずかではあるが(100ps以内の値)時間のズレが発生していた。これが問題になる実験屋さんもいるかもしれない。もっと定量的に説明すると、Mの値を、例えば50と設定したとする。そしてSPring-8の場合ではなく、時間間隔のキリのよい500MHzを基本周波数とすると、そのクロック間の時間間隔は2.0nsである。従って期待する時間差は $50 \times 2.0\text{ns} = 100.0\text{ns}$ となる。ところが、時間精度としてpsで時間間隔を測定できるサンプリングオシロスコープを用いた場合、100.05nsなどという値が実際出てくる。この時間差、0.05ns (=50ps) という値は前記したように比較回路の中の時間の遅れ、あるいは進みで発生するものである。しかもその値は、Mの値に

応じて変化する。これはどのような高速の媒体を用いても発生するものである。

解決策：M-OUTの出力部において、Mの値が変更されても、それらの出力部で時間差がまったく消え去るようになるため図7に示したようにM-OUTおよび1/N-OUTの出力部に同期回路を設置し、どのようなMの値であってもその出力部において時間差が発生しないようにした。具体的に述べるとMとして上記のM = 100をセットすると、M-OUTからの出力時間幅は $100 \times 2.0\text{ns} = 200.000\text{ns}$ という値となる。これでどのようなMの値に対しても端数が発生することがなくなった。

6. 新しい16ビットカウンタ開発段階で発生した問題点

新しい16ビットタイプの508MHz SUCは前述5節で説明した問題点を解決するように追加回路を施して、一号機が納品されたのが2001年の3月である。実際、30ビットタイプの508MHz SUCを開発する時、和光理研から引き継いで兵庫県の西播磨に来て、苦労したので今度は簡単にできると思っていた。ところが基本周波数の508.58MHzを測定に用いるサンプリングオシロスコープのトリガ信号としてM-OUTの信号のタイムジッターを測定

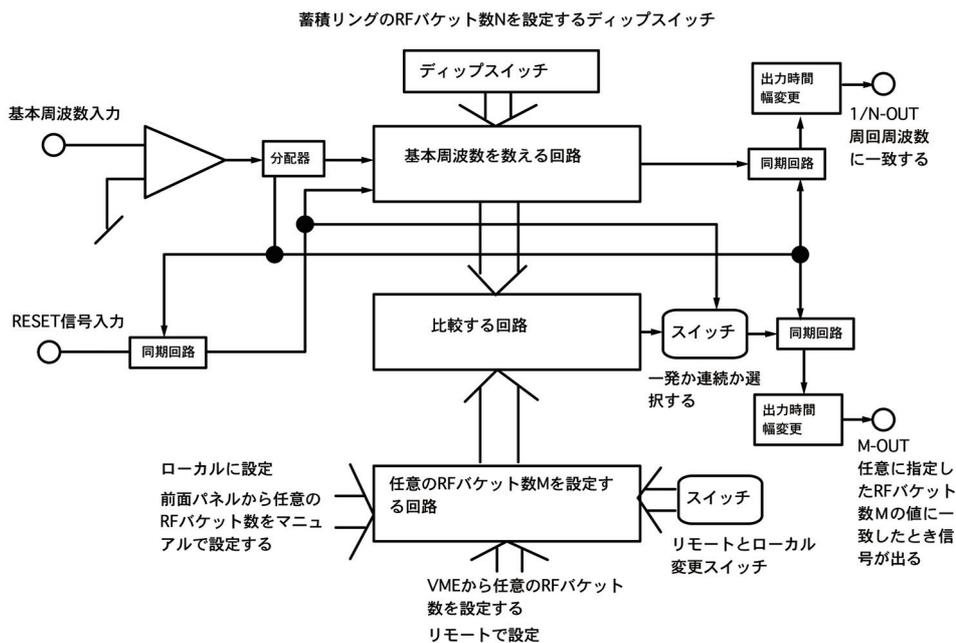


図7 新しい16ビットタイプの508MHz SUC回路のブロック図。出力回路部に同期回路を追加し、さらに出力信号の時間幅を変更できるようにした。

してみると、約35ps離れた2山の分布図が得られた。このようなことは30ビットタイプの508MHz SUCでは全く見られなかった現象であった。ちなみに30ビットタイプの508MHz SUCを用いたタイムジッターの測定における標準偏差値は2ps以内であり、この値はサンプリングオシロスコプの測定限界の値である。ここからが、この問題解決の長い道のりの始まりであった。新しい機器を世界最初に開発してゆくには色々な困難がありどのように解決していったのか、これから新しい機器を開発する若い人たちの参考になればと思い、この場を借りて述べることにする。

新しく作った16ビットタイプの508MHz SUCにおいて追加した回路は出力段階における同期回路（フリップ・フロップ回路）である。従って、この追加した部分の同期回路がタイムジッターを発生しているという仮定の下に、この部分だけ単独に別の回路として組み立てタイムジッターが発生するか調査した。ところがこれは白であった。しかし、この同期回路の調査を進めてゆくと、よい勉強になったことがある。それはコンピューターのCPU開発メーカーにおいてCPUのパッケージの中は全てCPUが持つ時計（インテルの速いCPUでは2GHz以上ある）に同期して回路を働かさなくてはならない。しかし、回路の中を信号が伝達する時に発生する遅延が、2GHzを越す高速クロックに同期する際、不定になる問題が発生し、現場の開発で最大の問題点の一つになっていることが判明した。これは大きな収穫であった。

次に問題にしたことは、508MHz SUCは高周波である508.58MHzに同期して動作しているので通常の回路基盤では全く動作しない。回路基盤は全て計算機で自動的に計算し、全ての回路基板間を結ぶ線はマイクロストリップラインと呼ばれ、インピーダンスが全て50Ωとなっている。この50Ωが成立していない場合、信号伝達において反射が発生しタイムジッターを測定した時の分布図が2山になっても不思議ではない。このことを、基盤を組み立てた製造会社に確認してもらったが問題はないという返事であった（注意：マイクロストリップラインの回路パターンを設計できるのは日本でも非常に限られた会社しか出来ないそうである）。

最終的に、30ビットタイプのものと16ビットタイプの508MHz SUCとの違いは使用しているICの製造会社が異なっている点であった。そしてとうとう

解ったことは、図7において、508.58MHzを受け入れ、それを分配している分配器と書いたICのメーカーが今回はモトローラ社製とは異なる別のメーカーを用いていた。この部品を30ビットタイプの508MHz SUCではモトローラ社の製品としていた。新規に開発した16ビットタイプの場合、モトローラ社以外の製品を用いていた。そのICを別メーカーからモトローラ社製に変更したら、なんと驚いたことにタイムジッターとして見える分布図の2山は完全に消えてしまい正常になった。それが解ったのは2003年の末であった。我々を悩ませ続けた問題の解決までに、実に3年近くかかった。このように通常のオシロスコプではpsの時間領域は見えないのでICの製造会社側も全く問題ないと判断し製品として出荷したのであるだろうか。ところが試験する我々が見ると、何時も20ps前後のタイムジッターの分布図に2山が見えていた。原因の元となったICメーカーも製造はしたが、IC内部で問題が発生していることに全く気付いていないように思える。このように全く新しい装置を開発する場合、たった一個のICでも問題が発生すると全く使い物にならなくなる。ICを製造するメーカーの問題にまで発展してしまった今回の騒動ではあるが、実は似たような問題が1991年頃発生したのでその例を述べる。実際我々が経験した問題として、SPring-8の加速空洞の開発をしている時、空洞内を真空に引くために使ったイオンポンプが、メーカーの性能値に達していないことを我々が発見した。この製品の製造会社は和光理研の我々の実験場所に来て、我々に対して、「あなた方の測定の仕方が間違っているのではないか」という質問をするので、我々は、その会社の方に、「我々の行った作業工程はこのLog Bookに書いていますのでそれを全部参照してよいので、メーカーさんの好きなように再調査してはいかがでしょうか？」と提案すると、そのメーカーは我々の実験場所、1週間かけて調査を実施した。その結果はというと、我々の測定方法は完全に正しく、メーカーさんの製品に述べている性能が全く出していないことを認めた。こうしてこのイオンポンプの製造会社は2から3年間製造ラインを停止し、調査したとのことである。現在そのメーカーのイオンポンプは非常によい製品となっている。ところでその問題のICを製造したメーカーがその後、どうなったか我々は知らない。

7. 実験ホールで508MHz SUCを使う時の問題点

これから508MHz SUCを用いた実験装置を考えている人達の参考になると思うので、SPring-8の実験ホールにおいて実験に使用中発生した問題について述べる。

30ビットタイプと16ビットタイプの508MHz SUCに共通して発生した問題として、BL33LEPで発生した具体的問題について述べる。508.58MHzを数える時、まれに基本周波数の1クロックの時間幅である約1.97nsの整数倍で時間が飛ぶという問題である。オシロスコープでは特に異常は見られず、全ての信号のアイソレーションや（注意：DC的にアースを切り離すこと）508.58MHzの入力部にバンドパスフィルターを挿入し、数々の処置をしたが問題解決には至らなかった。ところで、実験ホール側の放射光利用者が使うAC100V電源には、かなりのリップルが乗っていることを皆さんご存知だろうか？ KEKでもそうであるが、加速器施設において加速器装置全体が大きなノイズ発生源であることを知るべきである。特にアナログ信号を扱う実験屋さん、自らの実験装置をノイズから保護するため交流100V電源のリップルをできるだけ取り除き安定な電圧を供給する装置であるAVR（自動電圧調整器：Automatic Voltage Regulator）を導入する必要があると非常に大切であるということ唱え、最初に実験装置のために導入したのが筆者達の知る限りにおいて、今は無くなった東京大学原子核研究所の研究者達であった。その伝統がKEKに引き継がれ高エネルギーの実験ホールに配置され、それぞれの実験装置にとって必需品としてAVRは空気のように常識的な装置として使用されている。筆者達の担当部門である加速器の高周波制御装置を設置している場所は、当然AVRが導入されており、さらに装置全体のアースは一点アースとなっている。さてビームライン33番に戻ると、簡単には問題が解決しないので、試しにAVRを設置した。その途端、全く問題が発生しなくなった。このようにAVRを導入する、しないでノイズベースが顕著に変化する場合は単純であるが、オシロスコープで信号を見て、たとえ正常のように見えても時間的に時々発生するノイズはオシロスコープでは発見できるものではない。例えばビームラインで508MHz SUCを用いた実験をしない場合でも、実験装置が正常に運転できかつ正常なデータ取得をするためにはAVRを導入すべきであることを筆者達は推奨する。

8. 謝辞

和光理研において加速器運転の電子ビーム制御、ビームモニターそして放射光利用者にとって絶対必要となる508MHz SUCの開発を我々が始めたのが1991年であった。そのような高速の電子回路を安価で製造してくれるメーカーを教えくれ、かつ使用するICについても教えてくれたのが、高エネルギー物理分野の実験屋として新しい装置を日夜開発し続けているKEKの谷口 敬さんである。何時も彼は困った時には著者達の相談にのってくれてはよい考えを提案してくれお世話になっている。そして彼に紹介され、実際回路を製造してくれたのが株式会社デジテックス研究所であり、担当者が石原康男さんである。彼には最初、和光理研に御足労願ひ、我々の設計思想を理解していただきプロトタイプの製造を始めて1号機が完成したのが約半年以上経過した時である。プロトタイプの製品を和光理研に彼が直接持参してくれた。その時、筆者の一人が彼に、「これが完成すると、将来世界中の電子蓄積リングで使われるようになりますよ」といったことがある。事実、この508MHz SUCは海外の放射光施設でも需要が増してきている。それから彼とは10年以上の付き合いになる。特に新しい16ビットタイプの508MHz SUC開発では、作ってはことごとく失敗し、本当にお互い苦労した。それでもひるまず完成することができたのは石原康男さんのお陰であり心から感謝しています。

SPring-8の実験ホール側において、いち早く508MHz SUCを使って実験してくれたのが依田芳卓さんである。さらにレーザーと放射光との同期をとるため508MHz SUCを使って実際実施したのが田中隆次さんである。彼らから色々と使用上でのコメントをいただき新しいタイプの16ビットカウンタ開発に活かすことができ感謝しています。

参考文献

- [1] 川島 祥孝：SPring-8利用者情報、Vol.4, No.3 (1999) 4.
- [2] H. Suzuki, H. Ego, M. Hara, T. Hori, Y. Kawashima, Y. Ohashi, T. Ohshima, N. Tani and H. Yonehara : Nucl. Instrum. and Methods Phys. Res. A**431** (1999) 294-305.

川島 祥孝 *KAWASHIMA Yoshitaka*

(財)高輝度光科学研究センター 加速器部門
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1
TEL : 0791-58-0851 FAX : 0791-58-0850
e-mail : kawasima@spring8.or.jp

大橋 裕二 *OHASHI Yuji*

(財)高輝度光科学研究センター 加速器部門
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1
TEL : 0791-58-0851 FAX : 0791-58-0850
e-mail : ohashi@spring8.or.jp

ダイヤモンドを超伝導に導く格子振動

独立行政法人日本原子力研究開発機構
量子ビーム応用研究部門 放射光科学研究ユニット
Moritz Hoesch、水木 純一郎

1. はじめに

物性物理に全く興味がなく耳を傾けない方でも、「ダイヤモンド」と聞くと「うん？」と振り向いてくれるでしょう。ダイヤモンドは宝石の王様として人類の歴史の中で君臨し続けていることは皆さんよくご存じのことと思います。これが固体物理のホットなテーマとなっているのだから面白いものです。この発端は、2004年にロシアのグループによってダイヤモンドにホウ素を高濃度に入れることによって超伝導が発見されたことに始まります^[1]。もともと純粋なダイヤモンドは良質な絶縁体ですが、ホウ素やリンを僅かに添加すると半導体的な性質を示すことが知られており、シリコン(Si)やガリウムヒ素(GaAs)などに続く次世代の高周波高出力デバイスなどへの応用が期待され世界各国で研究が進められていますので、ホウ素をダイヤモンドにドーピングすることは新しい試みでも何でもありません。ただ違うのは、電子デバイス目的では、キャリアを放出する不純物であるホウ素濃度は、 $\sim 10^{18} \sim 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 程度ですが、超伝導が発見されたダイヤモンドには、ボロンがその2桁以上も多く含まれていることです。それでは、この宝石の王様が、なぜ超伝導という物質科学の中でも最もホットなテーマを提供してくれたのか、その機構解明をすることにしましょう。活躍したのはX線非弾性散乱法で、BL35XUのビームラインです。

2. 超伝導のおさらい

超伝導現象は、マイナスの電荷を持つ電子がお互いに引力を及ぼしあってペアを作る結果として電気抵抗が完全にゼロとなる現象で、1911年にカマリン・オンネスによって水銀を絶対温度の4 Kに冷やすことによって発見されました。これは量子効果がマクロな状態として現れたものです。1950年代にこの不思議な現象を説明する理論(BCS理論:理論発表者であるBardeen, Cooper, Schriefferの3人の

頭文字をとったものです。)が提唱されました。この理論は、本来反発し合うはずの電子が引力を及ぼし合ってペアを作る原因は、結晶を構成している原子の振動(格子振動)と電子が相互作用した結果である、というもので、この機構はBCS機構と呼ばれています。超伝導現象の魅力は、超伝導体で電線を作ると電気エネルギーを全くロスすることなく全世界に配送することが可能となり、エネルギー革命が実現することです。しかし、残念なことに超伝導状態を発現させるためには低温に冷やさなければなりません。皆さんよくご存じの高温超伝導体といわれる銅酸化物でも136Kまで冷やさなければならず、室温超伝導には程遠く固体物理の重要研究テーマの一つとなっています。

室温超伝導体創製のアプローチとして、酸化物超伝導体などの新規超伝導体の発現機構を解明し、それを設計指針としてより高い超伝導転移温度(T_c)を示す物質合成を行う方法が考えられます。しかし、これも容易ではなく、例えば銅酸化物超伝導体が発見されて以来20年経過した今も多くの研究者の努力にもかかわらずその発現機構に関しては未だ確定した見解が得られていないのが現状です。

3. X線非弾性散乱を成功に導いたホウ素注入ダイヤモンド

先に紹介したロシアの研究グループは、高温高圧下でホウ素を高濃度に注入したダイヤモンドを合成していましたが、様々な実験に利用される良質単結晶を得ることは困難でした。ところが、早稲田大学の川原田教授のグループは、気相合成法によって高濃度にホウ素を注入したダイヤモンド結晶作成に成功し、物質・材料機構の高野主任研究官グループによって超伝導特性が測定され、今では超伝導転移温度 T_c が11Kのものが確認されています。気相合成法では、適当な基板を選ぶことにより単結晶作成も可能で、事実、川原田教授のグループは厚さ100 μm 、

面積 $10 \times 10 \text{mm}^2$ の単結晶作成に成功しました。これでX線非弾性散乱実験が可能となったわけです。今回のX線非弾性散乱に用いられたホウ素注入ダイヤモンドは、Si(001)の上に $\sim 1 \mu\text{m}$ のSiC、さらにその上に種結晶となる $\sim 1 \mu\text{m}$ の単結晶ダイヤモンドを成長させたものを基板として準備したものの上に成長させたものです(図1)。これで得られた単結晶の方位は、基板に垂直な方向がダイヤモンドの(001)方向になります。この結晶の T_C は、超伝導オンセットで6.4K, 超伝導ミッドポイントで4.2Kです[2]。

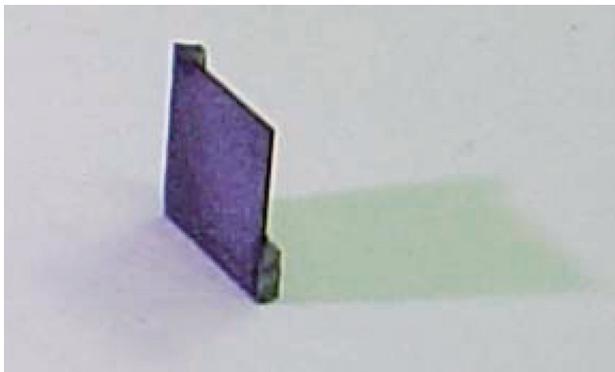


図1 CVDで作成されたダイヤモンド超伝導体の単結晶薄膜

4. X線非弾性散乱による格子振動観察[2]

なぜ格子振動に注目したのかは、超伝導のおさらいの章で述べたことで納得していただけたと思います。超伝導発現がBCS機構であれば、格子振動が電子ペアの糊付けの役目を果たしていますので、格子振動を観測すればそれに糊付けの証拠が現われているはず。このことは、我々の銅酸化物高温超伝導体や[3, 4]、A. Q. R. Baronらの MgB_2 [5]のX線非弾性散乱実験で議論されています。

X線非弾性散乱実験は、共用ビームラインBL35XUで行いました。このビームラインは、エネルギー分解能が数meVを達成しており、ビーム強度を考慮すれば世界最高性能を持っています。今回の実験では、入射X線エネルギー15.82keV、エネルギー分解能6.4meVの条件で測定を行いました。測定した試料は、3. で説明した T_C が4.2Kの超伝導ダイヤモンドと、参照試料として同じく気相合成法で作成した窒素が注入されたダイヤモンド単結晶です。窒素が入ったダイヤモンドを参照試料とした理由は、気相合成法で作成した試料固有の影響を排除

するためです。この電気特性は純ダイヤモンドと同じく絶縁体で、格子振動も純ダイヤモンドと変わらないことを確認しています。

格子振動は、それが進む方向とその大きさ(これらを波数ベクトルで表し、振動の波長の逆数に比例する量で運動量ともいう)、振動の固有分極ベクトル及び、そのときのエネルギーの四つの要素が決まれば状態が決定されます(格子振動の分散関係といえます)。我々は、ダイヤモンドの格子振動の中で最もエネルギーの高い縦波光学振動モード(LO-モード)に注目し、超伝導を示さない非超伝導ダイヤモンド(先に述べた窒素入りダイヤモンド)と超伝導ダイヤモンドのLO-モードの分散関係を観測し比較しました。図2に観測されたX線非弾性散乱スペクトルの例を示します。横軸は入射X線がダイヤモンドの格子振動を励起することによって失ったエネルギー、縦軸は散乱されたX線の強度です。図の点というのは逆格子の原点にあたるもので、格子振動の運動量がゼロの点に相当します。また、X-点、L-点はそれぞれ[00]方向、[]方向の逆格子空間でのゾーン境界点を意味していません。散乱強度は、試料方位と入射、及び散乱X線との幾何学的な関係で決まるファクターがあるため、今回の実験配置では、縦波振動モードしか観測されないものになっています。ただし、L-点では横波振動モードも観測でき、図2c)にそれを示しています。TA、TOはそれぞれ横波音響振動モード、横波光学振動モードです。ここで注目したいのは、立方体のダイヤモンド構造の対角線方向([]方向)と向かい合う面方向([00]方向)のそれぞれのLO-モードの点でのエネルギーです。超伝導ダイヤモンドのエネルギーが非超伝導ダイヤモンドのそれと比較して低くなっているのが観測されている(ソフト化している)のが解るでしょう。点でのLO-モードの実空間での原子の動きを示したのが図3で、コーナー原子と中央に位置する原子が同じ方向に、それらの間に位置する原子は反対方向に動く振動です。このエネルギーの低下は運動量が大きくなるにしたがって(X-点やL-点に向かって)小さくなっていくことも観測されています。さらにスペクトルのピーク幅に注目しますと、点で超伝導ダイヤモンドのピーク幅が非超伝導ダイヤモンドに比べて広がっていることも観測されています。これらをまとめたのが図4です。横波光学振動モードもL-点で少しソフト化しているようで

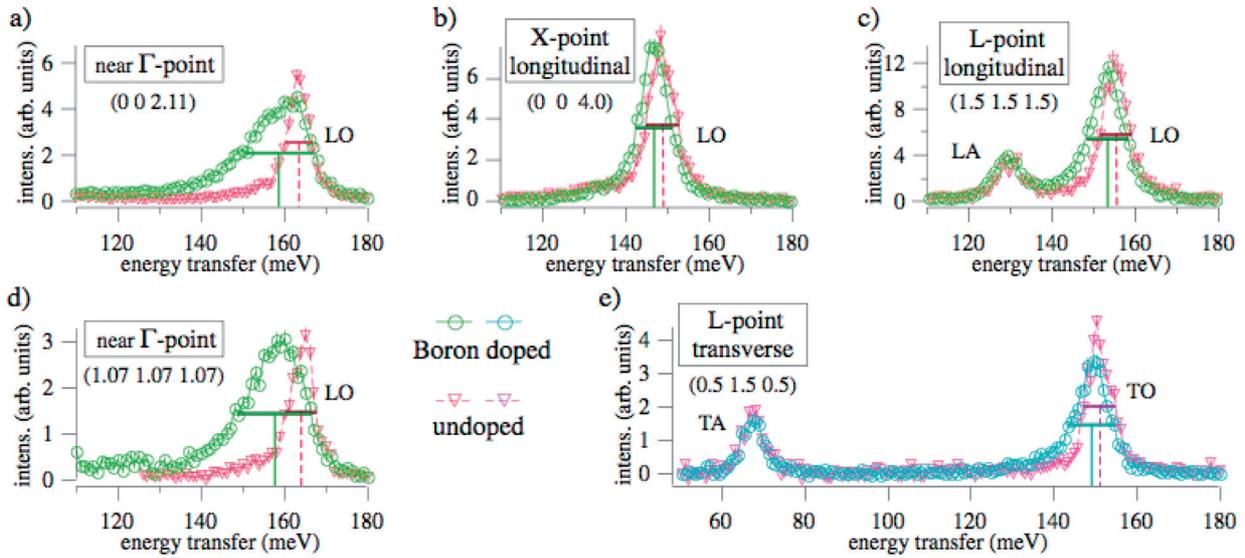


図2 非弾性X線散乱スペクトル。a), b) は [001] 方向に進む格子振動のそれぞれゾーン中心近傍、ゾーン境界、c), d) は [111] 方向に進む格子振動のそれぞれゾーン境界、ゾーン中心近傍のスペクトル。スペクトルで緑は超伝導体、赤は非超伝導体のもの。e) はゾーン境界での横波格子振動成分のスペクトル。

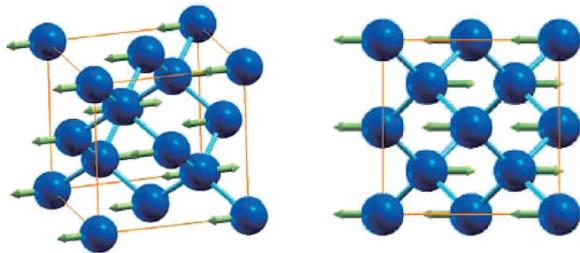


図3 ダイヤモンドの160meV近傍のゾーン中心点 (Γ -point) における縦波光学モード (LO-モード) の実空間での動きを表している。左は3次元表現、右は (100) 面での投影。

す。しかし、音響振動モードはほとんどソフト化していません。格子振動がソフト化することや、ピーク幅が広くなることは、その格子振動モードが電子と強く相互作用している (電子 - 格子相互作用が強い) ことを意味しており、これらの実験事実から電子が最高エネルギーの縦波光学振動モードと強く相互作用をしてこれが超伝導発現の引き金になっていることが予想されます。あるモデルで定義される電子 - 格子相互作用の強さに対応する量 ($q \chi(q)$ は格子振動の運動量) を、今回の実験データと電子状態計算から得られるフェルミエネルギーやそこでの電子状態密度の値を利用して計算することができ、それを図4(c)に示しています。これもソフト化が観測されている運動量領域で (q) が大きくなっていることがわかります。

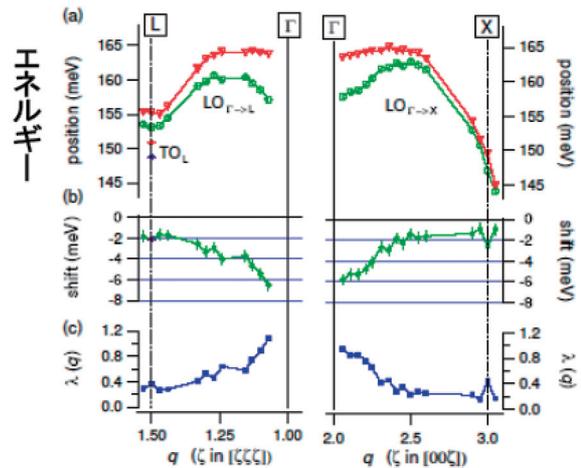


図4 (a) 緑色、赤色はそれぞれ超伝導体、非超伝導体の最も高いエネルギーを持つ縦波光学振動モード (LO-モード) の分散関係、(b) ソフト化の程度 (超伝導体のLOのエネルギー マイナス 非超伝導体のLOのエネルギー) (c) 実験データから計算された電子 - 格子相互作用。

ここまでをまとめますと、ホウ素注入ダイヤモンドの超伝導発現は、約160meVという非常に高いエネルギーの縦波光学振動モードが電子間に引力を与える働きをしており、超伝導状態を安定化させていることが示唆され、基本的にはBCS機構が働いていると結論できるでしょう。(横波光学振動モードもL-点で縦波光学振動モードと同程度にソフト化しており、このモードも超伝導発現に重要な働きをし

ていることが予測されます。)

5. ダイヤモンドで室温超伝導は可能?

ダイヤモンドが高いエネルギーの格子振動を持っているのは、ダイヤモンドが一番安定で、かつ硬い物質であるという性質によっています。今回の実験研究で、ダイヤモンドの超伝導発現は他の物質にはない高いエネルギーの格子振動の働きによることがわかりました。それでは、ダイヤモンドを使えば今までにない高い温度で超伝導になる!?という期待を持っていいのでしょうか。期待が持てる事実としてホウ素注入量の「低さ」が挙げられます。1. で半導体デバイスの場合と比較すると2桁も多い不純物であるホウ素が注入されていると述べましたので矛盾したことをいっているように思われるかもしれませんが、しかし、高温超伝導体として発見以来20年以上が経過した今も研究が盛んにおこなわれている銅酸化物は、モット絶縁体にキャリアを注入して超伝導が発現していますが、この注入量に比べてダイヤモンドの場合は1桁以上も低い注入量で、最高11Kの T_C を示す超伝導体が創成されています。キャリア数で規格化すると「高温超伝導体」の仲間入りです。 T_C を上げるためにもっとホウ素を注入できないものでしょうか。そこで電子状態がどのようになっているか大変気になります。T. Yokoyaらは角度分解光電子分光実験を行い、フェルミ面付近の電子が占有しているバンドの形のホウ素濃度依存性を観測しています^[6]。彼らは、ダイヤモンドのバンド描像が成り立つ、すなわちホウ素を注入することによってrigid band(電子状態密度分布(DOS))の形は変えずに電子が占有しているエネルギー位置を変えるモデル的にフェルミレベルが下がってきて価電子帯を切り金属的になりこれが超伝導を発現させる電子状態であると解析しています。このような考え方に基づいた理論的な計算もあります^[7, 8]。しかし、半導体物性の立場から考えますと、不純物であるホウ素を注入すると価電子帯上端から0.37eVのところの不純物レベル(アクセプターレベル)が形成されることはよく知られています。ダイヤモンド超伝導体には、ホウ素が 10^{21}cm^{-3} 以上も注入されており、不純物レベルがバンドを形成していることが容易に予測されます。また、不純物散乱効果も大きく、rigid band的描像が成り立つとは考えにくい舞台です。この考え方に基づいた理論的な計算が、T. Shirakawaらによってなされており、T. Yokoyaらの実験結果

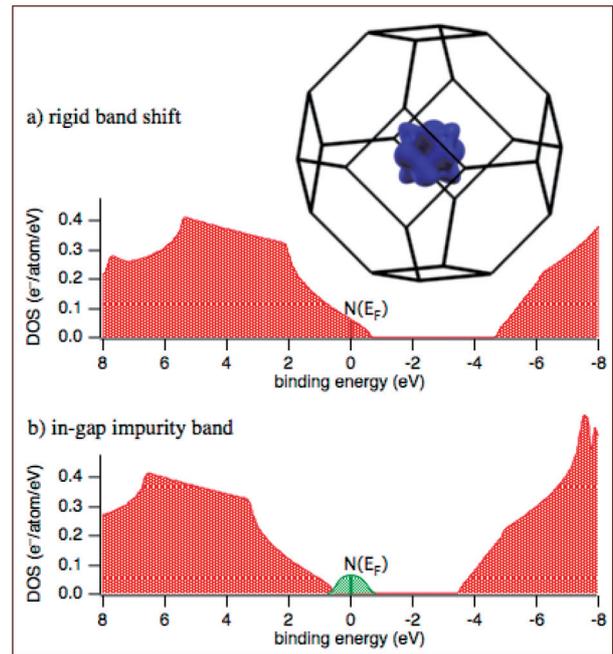


図5 電子状態密度のエネルギー依存性の概念図。a) rigid bandモデル、b) 不純物バンドモデル、横軸はエネルギーでフェルミエネルギー (E_F) を原点にしている。縦軸は電子状態密度 (DOS) を表している。

を半定量的に説明しています^[9]。これら2つの異なった考え方を概念図で説明したのが図5です。上がrigid band描像、下が不純物バンド描像です。非常に興味を持たれるのは、T. Shirakawaらの論文では、ホウ素を決まった格子位置に炭素と置換して注入する(すなわちホウ素を秩序よく注入する)ことができれば、簡単に T_C を上げることができることを提案していることです。現状では、ホウ素を 10^{21}cm^{-3} 以上の高濃度に注入することも大変困難な技術ですが、その上、ホウ素をダイヤモンドの格子に秩序よく注入するなんて無理だと思うでしょう。私もそう思います。が、原子を一層一層制御して結晶を作ることができるMBE法やCVD法が、今では当たり前のように研究室、産業界で活躍しています。これらの技術が開発される以前には、「それは無理」と思われていたに違いありません。ですから結晶作成技術が進歩し、もし前述した結晶が創成され、しかも理論的な予測が正しければ「室温超伝導体」も夢でなくなるかも知れません。

なお、この研究は、福田竜生(原子力機構)、竹之内智大(早稲田大)、川原田洋(早稲田大)、高野義彦(物質・材料研究機構)、長尾雅則(物質・材料研究機構)、A. Q. R. Baron(JASRI/理研)、筒井

智嗣 (JASRI)、J. P. Sutter (JASRI、現 : DIAMOND) らとの共同研究によってなされたものです。

参考文献

- [1] E. A. Ekimov et al.: Nature **428** (2004) 542.
- [2] M. Hoesch et al.: Phys. Rev. B**75** (2007) 140508(R).
- [3] T. Fukuda et al.: Phys. Rev. B**71** (2005) 06050(R).
- [4] K. Ikeuch et al.: J. J. Appl. Phys. **45** (2006) 1594.
- [5] A. Q. R. Baron et al.: Phys. Rev. Lett. **71** (2005) 197004.
- [6] T. Yokoya et al.: Nature **438** (2005) 648.
- [7] L. Boeri et al.: Phys. Rev. Lett. **93** (2004) 237002.
- [8] K. W. Lee and W. E. Pickett : Phys. Rev. B**73** (2006) 075105.
- [9] T. Shirakawa et al.: J. Phys. Soc. Jpn. **76** (2007) 014711.

Moritz Hoesch

(独)日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門
放射光科学研究ユニット (現 : ESRF)

水木 純一郎 MIZUKI Jun'ichiro

(独)日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門
放射光科学研究ユニット長
〒679-5148 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1
TEL : 0791-58-2635 FAX : 0791-58-0311
e-mail : mizuki@spring8.or.jp

放射光応力・ひずみ評価研究会の活動状況

名古屋大学大学院 工学研究科
秋庭 義明

1. 設立趣旨および活動方針

機械構造用部材の設計や維持管理のためには、部材中に内在する残留応力や作用応力を正確に把握することが必要である。近年では、複雑、微小、極薄構造よりなる要素開発が活発であり、非破壊的な応力・ひずみ評価技術の確立が急務となってきている。本研究会は、SPring-8を利用して材料・構造物中の内部応力・ひずみを非破壊で計測する実験技術を開発し、新しい材料・構造の設計手法、安全・安心の保証技術手法に発展させることを目的としている。そのために、以下のような具体的な開発研究を実施している。

- 1) 微小材料、コーティング材、先端複合材料、セラミックスおよび複雑形状部材を対象とした応力測定手法の提案。
- 2) マイクロ・ナノ領域のひずみ・応力計測技術の開発。
- 3) 材料・構造物中のイメージングと応力の同時計測技術の開発。
- 4) 放射光を利用した材料・構造の劣化・寿命評価手法の開発。
- 5) 技術力のブレークスルーに値する課題への放射光の適用と放射光応力評価を基礎とした新産業技術の開拓。
- 6) 応力評価・損傷評価への放射光の利用技術の産業利用を目的としたデータベースの構築。
- 7) 産業界の技術者のSPring-8での実験技術のポテンシャルアップによる利用促進。
- 8) 放射光による応力測定の国際的標準的測定法の確立。

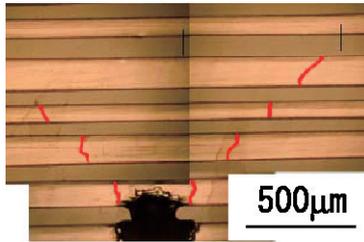
以上の内容について、年間3回程度の研究会を開催して情報の共有化を図っている。以下にこれまでに得られた代表的な成果を概説する。

2. 応力・ひずみ評価

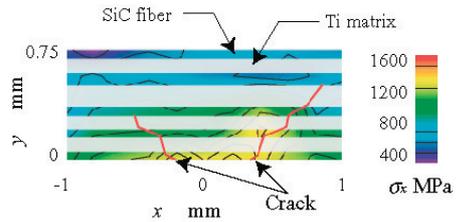
2-1. 局所領域の応力解析

構造部材にき裂が検出された場合、そのき裂の危険性を評価することが求められる。外負荷が既知の場合には、き裂寸法から破壊力学的解析によって危険性が把握できるが、不明な場合にはき裂近傍の応力分布をもとに危険性を評価することができる。また、き裂近傍の応力分布を高精度に把握することによって破壊機構を明らかにすることも可能となり、高信頼性を備えた構造の設計や新材料の開発に極めて有用な情報を得ることができる。き裂近傍には急峻な応力勾配が存在するために、高精度解析のためには高空間分解能が要求され、微小領域の測定が不可欠となる。放射光は高輝度かつ高指向性の特性を有するため、実験室X線では不可能なミクロン単位の領域の応力が測定できる。

航空機産業では高効率なエンジンが要求され、軽量かつ高温強度に優れる材料の開発がブレークスルーを担うキーテクノロジーとなっている。タービン部材として最も期待が大きく各国で開発に鎬を削っているのが、炭化ケイ素長繊維で強化されたチタン合金複合材料である。その長期信頼性を確保するためには、疲労破壊の防止が最も重要な事項であり、疲労破壊機構の理解とともに強度評価手法の確立が求められている。図1(a)は複合材料に発生した疲労き裂(赤線で強調されている)の例である^[1]。強化繊維に平行に外荷重が負荷されるとき、その負荷応力がさほど大きくない場合には、図のように強化繊維を破壊することなく母材であるチタン合金の部分のみを二つに分岐した疲労き裂が進展する。強化繊維は疲労き裂の進展に対して抵抗となるため、破壊に対する抵抗を定量的に捉えることができれば破壊防止のみならず破壊するまでの寿命を求めることができる。図1(b)は複合材料中の個々の強化繊維の応力の分布を詳細に測定した結果であり、このようなマッピングをもとにして、破壊機構を明ら



(a) 疲労き裂

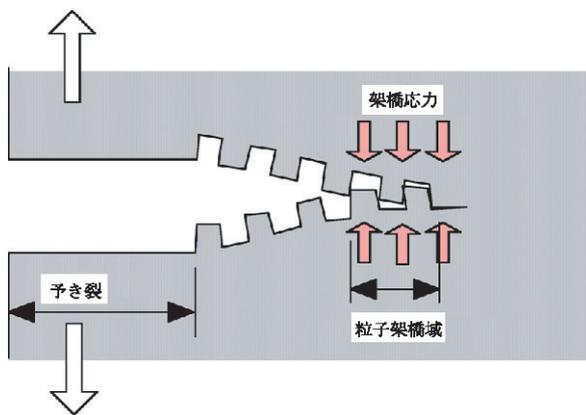


(b) 繊維応力のマッピング

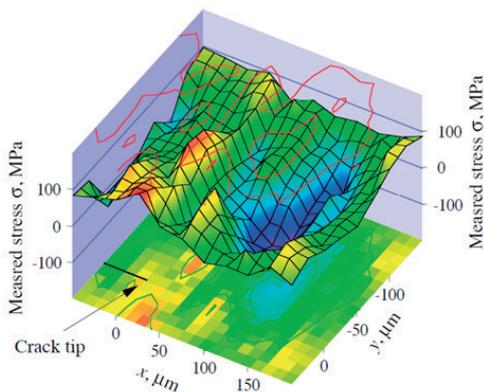
図1 長繊維強化金属基複合材料

かにすることができる。

耐摩耗および耐熱材料としてセラミックスは極めて有用である。しかしながら、脆性的な性質を有することから、信頼性の要求される部材への適用には限界があった。これに対して、近年では微構造を制御することから高じん性な材料の開発が進められている。図2(a)に示すように、破壊面でのき裂同士



(a) 強じん化機構



(b) き裂近傍の応力マッピング

図2 高じん性セラミックス

が干渉する微視構造の創製による高じん化材料の開発が試みられている。図2(b)はき裂近傍の応力マッピングであり^[2]、き裂先端近傍の遮蔽領域やじん性向上の効果を定量的に捉えることができる。このように放射光は、高強度な新材料の開発に際して極めて有益な情報を得ることができる。

一般に、部材の破壊は材料の表面を起点とするため、部材強化のためには表面近傍に圧縮の応力を付与することが有効である。近年原子力産業で問題となっている応力腐食割れでは、表面近傍の引張応力が原因となるため、あらかじめ圧縮の残留応力を導入することによって破壊を防止することができる。水中で高出力のレーザーを材料表面に照射することによって、表面近傍に発生する高圧プラズマを利用してピーニング処理を行うことができる。レーザーピーニングではパルスレーザーが連続的に照射されるが、必ずしも施工条件と残留応力の発生機構の関連が明らかになっていない。図3は1パルスのレーザーによって導入された照射痕近傍の応力分布である^[3]。照射痕の中心では引張りの残留応力が測定されてお

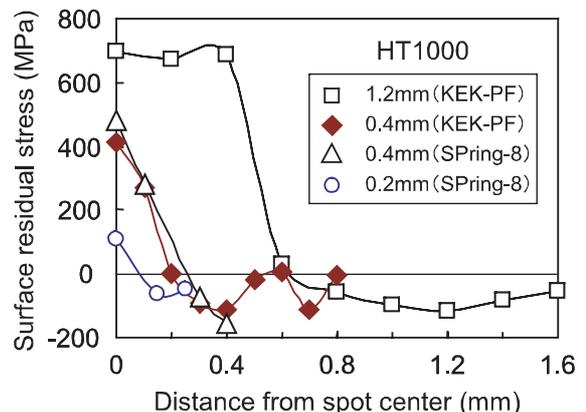


図3 レーザー痕近傍の応力分布

り、連続照射で得られる圧縮残留応力は照射痕周囲に導入される圧縮域の重ね合わせによって形成されることが明らかにされた。この結果をふまえて材料内部の応力分布評価へと展開されており、最適施工条件が検討されている。

2-2. 薄膜・コーティング材の内部応力解析

電子デバイスでは、配線として金属薄膜が利用されるが、薄膜に発生する応力や通電によるマイグレーションを原因とする断線が問題となる。薄膜では回折に寄与する体積が減少するため実験室X線では十分な回折強度が得られないが、微小部の応力測定と同様に高輝度の放射光を用いることによって極薄膜の応力測定が可能である。英らは膜厚8nmの銅薄膜の応力測定が可能であることを示しており^[4]、MEMSや集積回路の実部材の微小部測定への展開が期待される。また、配線では通電による発熱と冷却の繰返しが問題となるため、加熱および冷却の熱サイクル下での内部応力変化のその場観察も実施されている。図4は厚さ600nmの銅薄膜の熱サイクル中の内部応力変化である^[5]。薄膜と基板との線膨張係数による内部応力の変化や、高応力作用下での金属薄膜のクリープ変形に起因する応力変化が詳細に捉えられている。また、これらの変化は、図中の実線で表わされるように、理論的な解析結果ともよく一致することが示された。

一方、高エネルギーの放射光を用いると部材内部の応力分布を捉えることができる。高効率タービンの開発に際してはタービンの入口温度を高めることが必須であるため、耐熱合金の外側をセラミックス

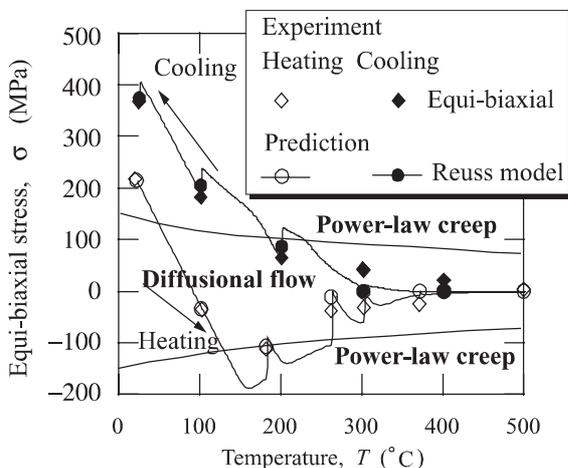


図4 銅薄膜の熱サイクル下の内部応力変化

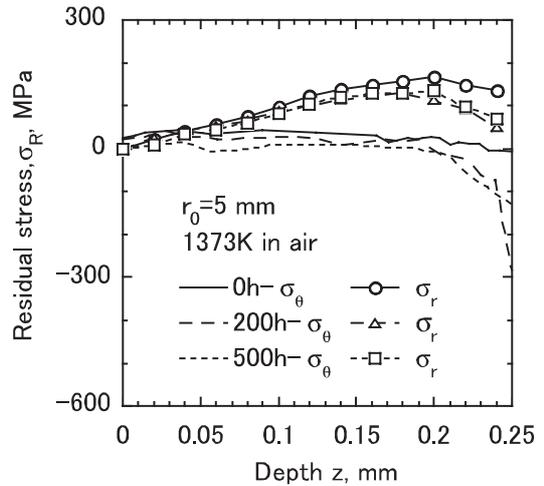


図5 遮熱コーティングの剥離応力分布

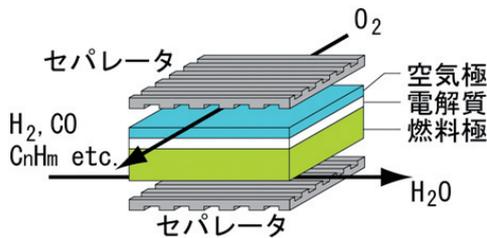
の遮熱コーティングによって保護する工夫がなされている。このとき重要な因子がコーティング層の耐剥離強度であり、やはり応力の問題となる。図5は実験室X線と放射光を融合したハイブリッド測定法によって、遮熱コーティングの剥離応力を測定した結果である^[6]。ボンドコート層と遮熱コーティング層の界面近傍で剥離強度が増加する傾向が捉えられており、これらの結果をもとに耐剥離性に優れたコーティング施工条件の検討が可能となった。

固体酸化物型燃料電池は、燃料極、電解質および空気極の三層構造で構成される(図6(a))。稼働時には高温環境下におかれるため線膨張係数の差が問題となり、各層の厚みや組成の最適化が要求される。このような多層材料の場合においても、高エネルギーの放射光を用いることによって、試料に損傷を与えることなく上側の層を透過して下層の情報を得ることができる。図6(b)は稼働時の還元雰囲気から、シャットダウン時に相当する酸化雰囲気におかれた時の内部応力変化のその場観察結果である^[7]。酸化時には組成中のNiがNiOに変化するため体積変化が生じ、ジルコニア相には800K近傍で引張応力が生じる。高信頼性の要素開発のためには、引張応力をいかに減じるかが課題となる。

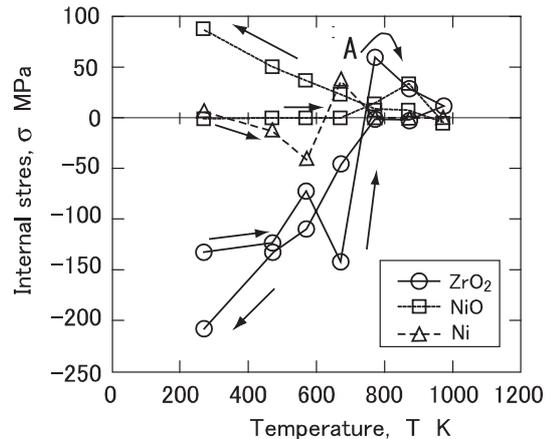
3. 測定手法の高度化

3-1. 侵入深さ一定法

通常の実験室X線による応力測定では、光学系によって並傾法と側傾法が使い分けられる。このとき、両者の測定法ではX線の侵入深さが大きく異なる。複数の回転軸を駆使し、並傾法と側傾法を組み合わ



(a) 単セルの構成



(b) 酸化過程の応力変化

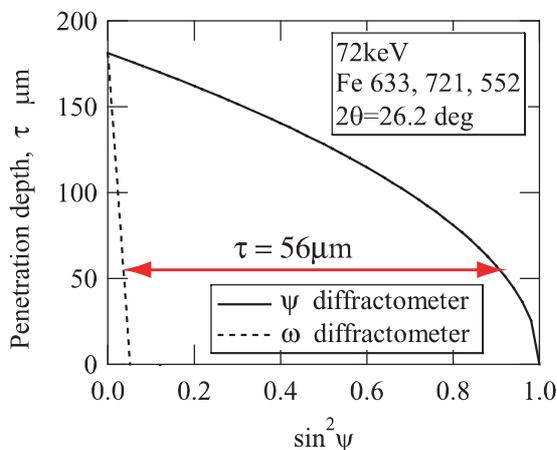
図6 固体酸化物型燃料電池

せることによって、X線の侵入深さが一定のままに
 応力測定を行うことができる侵入深さ一定法が本研
 究会で開発されている。図7(a)は、鉄に72keVの
 単色X線を照射した時の侵入深さと、試料の傾斜角
 の関係を示したものである。破線で表わされる並
 傾法と実線の側傾法との領域で、侵入深さ一定の
 ままで応力測定が可能である。図7(b)はショット
 ピーニングによって表面に圧縮の残留応力を付与
 した部材の内部応力分布である^[8]。従来は電解研
 磨等によって表面近傍層を逐次研磨することによ
 って研磨量と応力の関係(図中の実線)が求められ
 ていたが、多くの労力と時間が必要であるとともに表
 面除去による補正が不可欠であった。しかしながら、
 高エネルギーの放射光を用いることによって貴重な

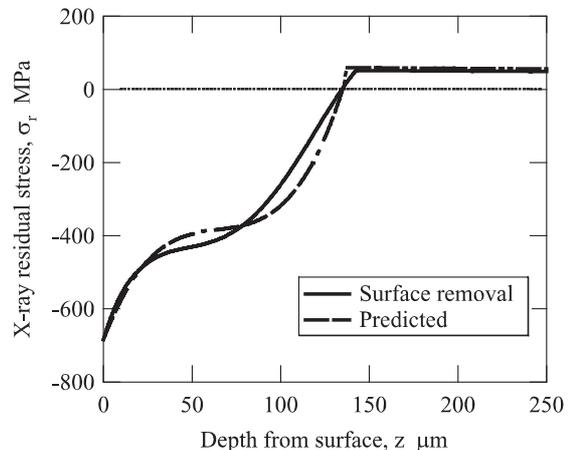
試料でも損傷を与えることなく、図中の一点鎖線
 のように高精度な内部応力解析が可能となる。

3-2. ひずみスキャンニング法

高エネルギーのX線を用いたもう一つの方法とし
 て、入射側と受光側のスリットを用いてX線の照射
 領域を制限することによって、任意の位置のひず
 み・応力を求める方法がある。これはひずみスキャ
 ニング法と称され、中性子法でも用いられている方
 法である。この手法は比較的容易にひずみ分布を測
 定することができるため有用であるが、試料表面近
 傍で測定領域が部材表面からはみ出る場合には表面
 効果が生じ、正確なひずみを求めることが困難にな
 る。これに対して受光側に二つのスリットを置いた



(a) 侵入深さと試料傾斜角の関係



(b) ショットピーニング材の応力分布

図7 侵入深さ一定法

場合や、アナライザを設置したときに生じる表面効果を幾何学的に補正する手法が開発され^[9,10]、高精度なひずみ測定を可能にしている。

4. 内部欠陥のイメージング

部材強度には前述のように作用応力が重要であるが、部材内部に存在する欠陥の影響も大きく、欠陥の高精度検出技術の開発は重要である。さらに、破壊機構を議論する場合には破壊をもたらすき裂の進展挙動を明らかにする必要がある。図8はガラス短繊維強化高分子基複合材料のき裂検出の例である^[11]。直径13ミクロンのガラス繊維を強化材として射出成形された部材中に発生した疲労き裂を、放射光による高分解能CTによって検出した。ガラス繊維から発生した疲労き裂が明瞭に捉えられていることがわかる。これより疲労強度に及ぼす強化繊維の役割を抽出することが可能で、高強度な複合材料の開発に有用な情報を得ることができた。この他、アルミニウム合金等の金属材料の表面改質材におけるき裂進展挙動解析も試みられており^[12]、疲労破壊に対する高精度寿命予測のための貴重なデータが蓄積されている。

5. おわりに

本研究では産業应用到直結した工業製品の要素開発をはじめとして、部材設計のための強度・寿命解析の高度化、さらには新しい構造用材料の開発に関する貴重な成果を上げてきた。また、放射光ならではの特徴を活用した新しい解析技術の開発を通して、従来不可能と考えられていたデータの取得を可能にしてきた。産業界においては、これまでに集約されてきた知識と経験に基づく設計手法や加工法に依存するところが多く、その原理原則の理解が不十分なことが新しい展開への障害となっている場合が

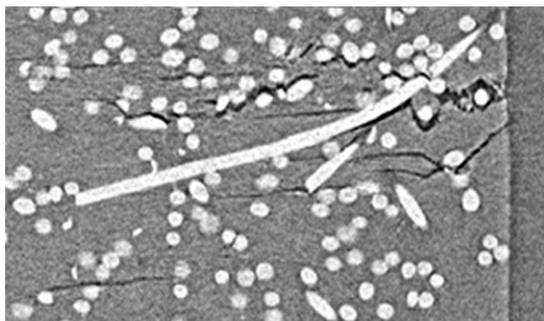


図8 高精度CTによる複合材料のき裂検出

ある。放射光は、それら障害をブレイクスルーするための一手段として有望である。多少なりとも本研究会で得られた結果が、新しい材料・構造の設計手法、安全・安心の保証技術手法の開発に寄与できれば幸いである。

参考文献

- [1] Y. Akiniwa, T. Fujii, H. Kimura and K. Tanaka : "Evaluation of fiber bridging stress of short fatigue cracks in SCS-6/Ti-15-3 composite", *Fatigue and Fracture of Engineering Materials and Structures*, **30** (2007) 258-266.
- [2] 坂井田喜久、森祥太郎、田中恒輔："放射光X線を用いたアルミナのき裂面架橋応力場のその場測定と靱性評価"、日本材料学会第42回X線材料強度に関するシンポジウム講演論文集、(2007) 132-137 .
- [3] 佐野雄二、内藤英樹、田中寛大、秋田貢一、大谷眞一、梶原堅太郎、佐藤眞直："放射光によるパルスレーザー照射面の残留応力分布測定"、日本材料学会第40回X線材料強度に関するシンポジウム講演論文集、(2005) 103-106 .
- [4] T. Hanabusa, K. Kusaka and O. Sakata : "Residual stress and thermal stress observation in thin copper films", *Thin Solid Films*, **459** (2004) 245-248.
- [5] 田中啓介、伊藤登史政、秋庭義明、太田裕之："熱サイクルを受ける銅薄膜中の内部応力の放射光によるその場測定"、*材料*、**53**(2004) 728-733.
- [6] 鈴木賢治、川村昌志、菖蒲敬久、田中啓介、秋庭義明："曲面上の遮熱コーティングの残留応力と変形特性"、*材料*、**55** (2006) 634-640.
- [7] 田中啓介、秋庭義明、木村英彦、鶴飼健司、横山美鈴、水谷安伸："酸化・還元サイクルをうけるSOFCの内部応力の放射光その場測定"、日本材料学会第41回X線材料強度に関するシンポジウム講演論文集、(2006) 52-57.
- [8] 秋庭義明、木村英彦、丸小慶介、鈴木剛、田中啓介："ショットピーニングによる表面強加工材の残留応力分布と疲労強度"、日本材料学会第56期学術講演会講演論文集、(2007) 265-266.
- [9] 町屋修太郎、秋庭義明、鈴木賢治、田中啓介、栗村隆之、小熊英隆："高エネルギー放射光を用いたひずみスキニング法による残留応力分布測定"、*日本機械学会論文集(A編)*、**71**

(2005) 1530-1537.

- [10] 菖蒲敬久、水木純一郎、鈴木賢治、秋庭義明、田中啓介 : "アナライザを用いたひずみスキャンニング法の表面効果の補正"、材料、**55** (2006) 101-108.
- [11] 岡秀樹、成田量一、秋庭義明、田中啓介 : "ガラス短繊維強化PBT樹脂材料の低サイクル疲労特性"、材料、**56** (2007) 406-413.
- [12] Y. Sano, K. Akita, K. Masaki, Y. Ochi, M. Sato and K. Kajiwara : "Non-destructive characterization of laser-peened materials with synchrotron radiation of SPring-8", Proc. ATEM'07, JSME-MMD, (2007) OS3-2-4.

秋庭 義明 AKINIWA Yoshiaki

名古屋大学大学院 工学研究科 機械理工学専攻

〒464-8603 名古屋市千種区不老町

TEL : 052-789-4673 FAX : 052-789-3109

e-mail : akiniwa@mech.nagoya-u.ac.jp

X線トポグラフィ研究会の現状報告

富山大学 理学部 飯田 敏
 大阪大学 大学院工学研究科
 志村 考功
 財団法人高輝度光科学研究センター
 産業利用推進室 梶原 堅太郎

1. 設立趣旨と活動方針

結晶性物質内には単位胞から結晶の外形に至るまでの種々の階層レベルの空間スケールにおいて種々の高次構造が存在することが知られており、それらがその物質の示す特性・機能と深く係っていることが知られている。X線トポグラフィは結晶中の高次構造、構造不均一の実空間分布をX線の回折・散乱によってコントラストをつけて可視化しようとするイメージング手法である。高次構造の中でも特に、電子密度分布の差が小さく、X線に大きな位相変化をもたらすような構造変化（例えば転位や積層欠陥のようなもの）を高いコントラスト比で、非破壊で可視化するとき威力を発揮する。

X線トポグラフィ研究会はX線トポグラフィビームラインサブグループを引き継いだ形で2006年4月に設立された研究会である^[1]。現在の会員数は24名である。本研究会の活動目的はX線トポグラフィ技術の開発・改良とその利活用に関する科学・関連工学を探究することである。先端的X線トポグラフィ技術の開発においてはSPring-8シンクロトン放射光の大強度、高輝度、高エネルギー、高干渉性などの特徴を十分に生かし、空間分解能、実時間観察の時間分解能、コントラスト比の飛躍的向上を目指す。開発された技術・手法の適用範囲を従来観察評価が困難であったようなものへと格段に広げる。新たに開発された回折イメージング技法の適用範囲拡大においては、各種無機および有機人工結晶、人工多層膜、人工不均一構造の評価だけではなく、電子デバイスなどの内部に存在する格子欠陥や格子ひずみを非破壊的に観測し、デバイス特性の最適化・高性能化に資することなどを通して、産業利用を志向するグループとの連携・共同を強化する。研究会の具体的な活動としては、X線トポグラフィおよび関連技術に関する最新情報の交換と新規アイデアの醸成を目的とした研究会会合を企画立案・開催する。

SPring-8におけるX線トポグラフィ実験は、主と

してBL20B2とBL28B2で実施されている^[2,3]。BL28B2では白色X線が利用できる。X線の画像検出器としては、X線フィルム、原子核乾板、イメージングプレート、CCDを基とする可視光変換型の二次元検出器、CMOSセンサーを基とするフラットパネル検出器などが利用できる。また、低温用クライオスタートや高温電気炉なども準備されている。これらの装置を用いて、ラウエ法トポグラフィが種々の結晶に適用されている。ラウエ法トポグラフィは完全性の高い結晶から完全性の低い結晶まで、広い適用範囲を持つ。試料結晶の温度などの外的条件を変えても常に回折スポットがあるので、実時間観察などで威力を発揮する。また、白色マイクロX線とX線半導体検出器とを組み合わせると走査型のイメージングも行われている。BL20B2は単色X線が利用できる200m長のビームラインである。大きなビームサイズ、高い平行度、などの特徴を生かした単色X線トポグラフィが実施されている。これら2つのビームライン以外にも、BL20XU、BL16B2、BL24XUなどで本研究会会員による回折イメージングの研究が実施されている。

2. 研究会開催、活動等の報告

平成18年度

2007年1月13日に放射光学会年会にあわせて、研究会を広島国際会議場内において開催した。10名の参加を得て、X線回折トポグラフィに関する最近の情報の会員相互による共有と意見交換を行った。議事内容は、旧トポグラフィビームラインサブグループからX線トポグラフィ研究会への移行の経過報告（富山大学、飯田敏）、BL28B2の課題採択状況や実験ハッチ改造計画（JASRI、梶原堅太郎）、GaNの逆格子マッピング法による研究紹介（九州工業大学、鈴木芳文）、国際会議XTOP2006における話題紹介（九州工業大学、鈴木芳文）、白色X線トポ・トモグラフィの手法による単結晶評価（ZnTeや有機強磁

性結晶)に関する研究紹介(島根大学、水野薫)であった。参加者全員によるX線トポグラフィ研究会の今後の活動計画についての意見交換も行った。

平成19年度

2007年8月3日に大阪大学、吹田キャンパスにおいて開催した。17名の参加を得て、X線回折トポグラフィに関する最近の情報の会員相互による共有と意見交換を行った。議事内容は次の通りである。(1)新規会員の紹介、研究会の目的、今回のプログラムの注目点(X線トポグラフィの三次元化、SiCのX線トポグラフィ)(富山大学、飯田敏)、(2)出席者全員による自己紹介、(3)気相法有機単結晶の構造評価に関する研究紹介(山口東京理科大学、城貞晴)、(4)伝導性チタン酸ストロンチウムの自発歪に関する研究紹介(広島工業大学、尾崎徹)、(5)共鳴散乱を利用するトポグラフィに関する研究紹介(埼玉工業大学、根岸利一郎)、(6)ステップスキャンニングセクショントポグラフィによるSi転位の三次元分布に関する研究紹介(JASRI、梶原堅太郎)、(7)硬X線マイクロビーム回折イメージングによるSiの微小欠陥観察に関する研究紹介(九州シンクロトロン光研究センター、川戸清爾)、(8)マイクロビームX線3Dトポグラフィに関する研究紹介(富士電機アドバンステクノロジー(株)、田沼良平)、(9)SiCのトポグラフィに関する研究紹介(豊田中央研究所、山口聡)、(10)材料/デバイス研究者のツールとしてのX線トポグラフィ考と題する話題提供と提案(産業技術総合研究所、山口博隆)

これらの議事内容からこの分野の研究者が対象とする物質は、たんぱく質結晶、有機結晶から無機天然物結晶、産業利用を目指した人工半導体結晶やそれらを用いたデバイスまで、非常に多岐に亘ることがわかる。結晶中の転位や析出物などの格子欠陥の特性評価だけでなく、格子欠陥の発生、伝播、終端の様子の観察からより良い結晶成長条件やデバイスのプロセス条件探索のために知見を得ることを目指している。X線トポグラフィは結晶中の三次元高次構造の二次元投影図であったが、X線トポグラフィの三次元化に関する研究紹介があり、その有用性が改めて認識された。従来の二次元検出器を用いたX線トポグラフィとマイクロビームを用いた走査型の回折イメージングの相補的利用が有効であろうことも分かった。

3. 研究例の報告

3-1. 白色X線を用いたステップスキャンニングセクショントポグラフィによるシリコン結晶中の転位像の特徴(BL28B2)

転位線の三次元の位置情報は、転位線の発生や伝播のメカニズムを理解するうえで重要な情報である。格子欠陥の三次元分布を観察する手法はトポ・トモグラフィ^[4]があるが、BL28B2ではステップスキャンニングセクショントポグラフィを用いた格子欠陥の三次元分布観察法が開発された^[5]。ステップスキャンニングセクショントポグラフィはトポ・トモグラフィと比較して、実験のセッティングが簡単なことや断面像の再構成に特別な画像処理が必要ないことが特徴である。ステップスキャンニングセクショントポグラフィの開発に関する報告では結晶粒の三次元分布が紹介されているが、ここではこの手法の基礎的なデータを取得することを目的に、CZシリコンインゴットのネック部における転位の三次元分布を観察した結果を報告する。

実験の原理を簡単に説明する。完全に近い結晶とシート状に成形した球面波X線とを用いてラウエケースのトポグラフを観察すると、結晶中の格子歪みの分布を示した擬似的な断面像(セクショントポグラフ像)が得られる。試料を走査しながらいくつかの部分の断面像を撮影し、これらの像をコンピュータ上で積み重ねることによって、結晶中の格子歪みの三次元分布を推測することができる。

実験はBL28B2のトポグラフィ実験ステーションで行った。図1に試料写真と実験配置図を示す。

偏向電磁石光源から発生した白色X線をスリットで上下方向のサイズを0.03mmに成形し、試料に照射した。<001>方向に引き上げられたCZシリコンインゴットのネック部からの004反射のセクショントポグラフ像を可視光変換型のX線CCDカメラで測定した。段階的に試料を走査し、それに同期して画像を測定した。

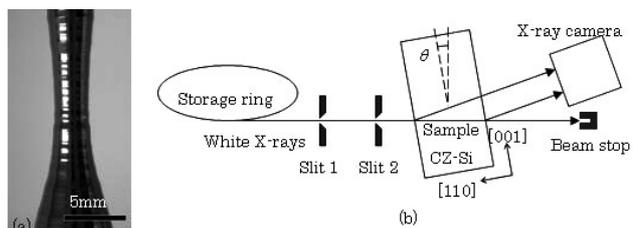


図1 試料写真(a)と実験配置図(b)

20keVのX線により撮影された代表的なセクショントポグラフィ像と再構成した正面からと側面からの断面像を図2に示す。

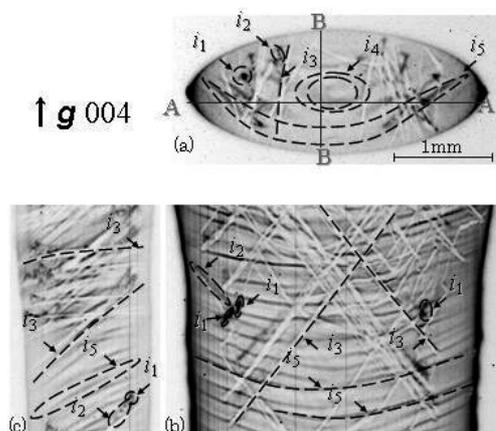


図2 20keVのX線による、シリコン単結晶の代表的なセクショントポグラフィ像(a)および、再構成した断面像A-A(b)と断面像B-B(c)。

セクショントポグラフィ像中に観察された代表的な5つのコントラストを矢印で示した。コントラスト*i*₁、*i*₂と*i*₃はそれぞれ転位線のdirect image、intermediary imageおよび dynamical imageである。コントラスト*i*₄はペンデル縞である。コントラスト*i*₅の起源や発生メカニズムは不明である。試料表面の凹凸に起因すると推測している。これらの像は再構成像中にも観察されており、再構成像中に矢印で示されたものがそれである。異なるX線エネルギーでも観察を行い、これらのコントラストがエネルギー依存性を有することが分かった。

コントラスト*i*₁の位置は転位線の位置を示しており、また、強度が強いため、強度の閾値でこのコントラストのみ抽出し、三次元表示することで、転位線の三次元分布を直感的にかつ精度良く理解することが可能である。図3に、この方法で抽出した転位線の三次元分布図を示す。

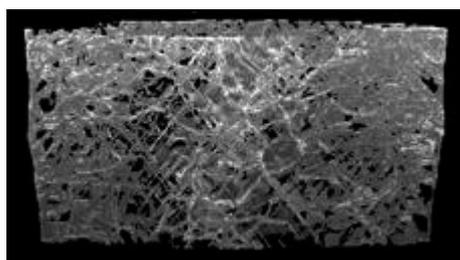


図3 転位線の三次元分布像

いくつかの転位線について、すべり面や転位線の形状などを調べた結果はトポ・トモグラフィの結果と一致しており、転位線の三次元分布観察が可能であることが分かった^[6]。

3-2. 広領域X線トポグラフィによる歪みSiウェーハの結晶性評価 (BL20B2)

シリコンLSIの高性能化は主にデバイスの微細化によってなされてきた。しかしながら、微細化による高性能化は物理的限界を迎えており、微細化に頼らない手法が求められるようになっている。その手法の一つとして、MOSFETs (Metal-oxide-semiconductor field effect transistors) のチャネル領域に歪みSiを導入し、キャリア移動度の向上を図る手法が検討されている。

歪みSiデバイスの作製法のひとつとして、歪みSiウェーハを用いる手法が提案されている。この手法の利点は、比較的大きな歪みを印加することが可能であり、かつ、従来のデバイス作製プロセスに適用が容易であるという点である。しかしながら、歪みSiウェーハの結晶性が悪いという問題があり、実用化に向けてその改善のための努力が勢力的に行われている。

放射光を用いたX線回折法は、非破壊による薄膜の結晶性評価法として非常に有効な方法である。近年の各種分析機器の発達により、試料の局所領域における構造情報を得ることは比較的容易になってきている。しかし、ウェーハサイズでの原子レベルでの結晶性評価は容易ではない。ウェーハよりも大きなビームサイズを用いたX線トポグラフィを適用することにより、ウェーハ全体における結晶不均一性の可視化が可能となる。歪みSiウェーハの実用化のためには、ウェーハ全体での結晶性評価が不可欠であり、本研究では、広領域X線トポグラフィを歪みSiウェーハの評価に適用した。

ここでは、sSOI (strained Si on Insulator) ウェーハと呼ばれる歪みSiウェーハの結果について紹介する。完全に緩和したSiGe基板上にSiをエピタキシャル成長すると、その格子定数の違いのため、面内に伸びた歪みSi層が形成される。sSOIウェーハは水素イオン注入を用いたLayer transfer技術を用いて、この歪みSi層を別のウェーハに酸化膜を介して貼り合わせたものである。歪みSi層の厚さが70nm、直径300mmのsSOIウェーハの測定結果について示す。

トポグラフィ測定は全長200mの中尺ビームラインBL20B2にて行った。試料位置での水平方向のビー

ムサイズは最大300mmであり、12インチのsSOIウェーハ全面について試料を走査することなく一括測定することが可能である。

測定の際の配置を図4に示す。回転で試料表面へのX線の入射角を決定し、回転でブラッグ条件を満たすように調整を行った。そのときの強度プロファイルを図5に示す。

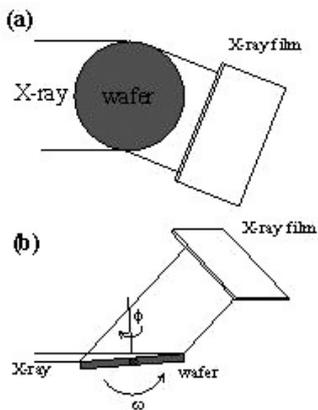


図4 測定配置図。(a)上面図、(b)側面図。

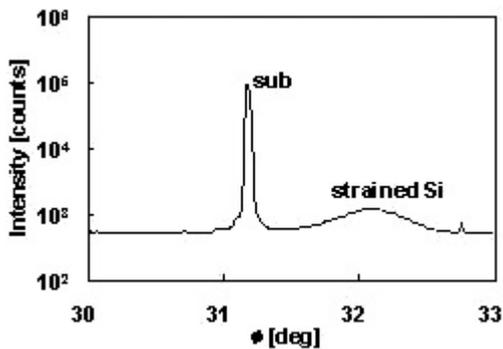


図5 スキャンによる強度分布

歪みSi層からの反射が基板からの反射とはっきりと分離して測定されていることがわかる。この反射を用いて測定したトポグラフィ像を図6に示す。

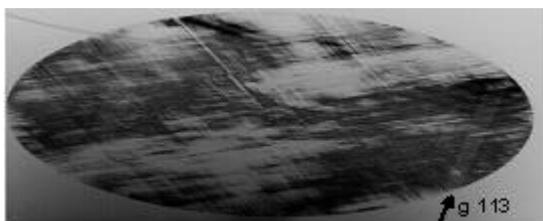


図6 歪みSi層のトポグラフィ像

[110]方向に走る格子状のコントラストが観測されており、また、ウェーハ全体の均一性も非常に悪いことがわかる。現在は一連のこれらのトポグラフィ像から歪みや格子面傾斜分布を抽出するための解析を行っている。

3-3. 平面波X線を用いた回折トポグラフィと局所ゴニオメトリー (BL20B2 & BL20XU)

完全に近い結晶と平面波X線とを用いてラウエケースの回折強度曲線を測定すると、回折強度曲線に特徴的な強度の振動が観察される。この強度振動は試料結晶中の格子歪みに敏感に応答して変化することが知られている^[7,8]。従来、平面波X線を用いた回折強度曲線測定は比較的広がった平面波X線と点状X線検出器とを用いて測定されることが通例であった。今回我々は二次元X線検出器と平面波X線を用いて、高い空間分解能(数ミクロンの画素サイズ)で空間分解された局所的回折強度曲線を測定することに成功した。

実験はBL20B2およびBL20XUの医学利用棟実験ステーションで行った。リング棟光学ハッチのSi311あるいは111二結晶モノクロメーターで30keV X線を取り出した。医学利用棟の実験ハッチ2にSi220非対称反射コリメーターを設置し、X線の平行度を高めると共にビームの上下方向の幅を拡大した。

図7に実験配置の模式図を示す。

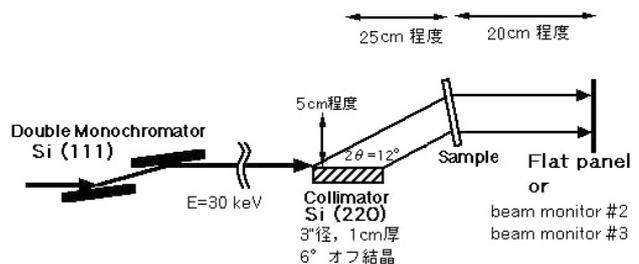


図7 実験配置の模式図

低速引き上げas-grown CZ-Si結晶の220反射平面波X線トポグラフィのX線入射角依存性を可視光変換型のX線CCDカメラで測定した。得られた代表的平面波X線トポグラフィを図8に示す。

平面波X線トポグラフィのX線入射角依存性を再構成することによって、空間分解された回折強度曲線(ロッキングカーブ)を数ミクロンの画素サイズ毎

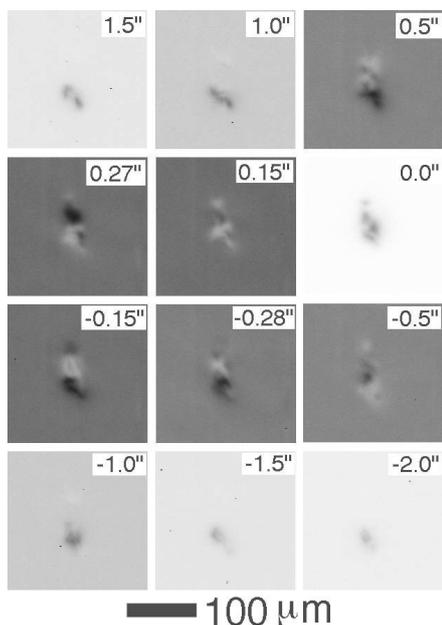


図8 CZシリコン結晶中微小欠陥の平面波X線トポグラフィの入射角依存性。ブラッグからのずれを秒角で示してある。

に得ることができる(図9、10参照)。

この手法は局所的格子歪みの精密測定が重要になる分野で特に有効である。今後この手法を、より空間分解の高い方向へ、より測定時間を短縮し実時間観察へとつなげる方向へ、より多様な物質の構造評価へと発展させる必要がある。

4. 終わりに

X線トポグラフィは比較的古い(歴史と伝統のある)X線イメージング手法の一つであるが、シンクロトロン放射光の高度な利用とデジタル二次元検出器の高性能化で今後ますます進展するものと期待される。X線トポグラフィの特徴である広い観察領域の確保と、高い空間分解能と実時間分解能との両立を目指したい。実験技術的には重なる部分もある他のX線イメージング手法の研究グループとの交流、連携を進めてゆきたい。X線トポグラフィ実験手法の高度化だけでなくその手法の適用範囲も、これまでの比較的結晶完全性の高い試料からより完全性が低い現実結晶へ、試験片から実デバイスへ、と広がるであろう。さらには、実材料を実環境でその場観察・評価する方向に進展するのではないかと期待している。そのために、産業利用を志向する研究グループとの連携・共同を今後もさらに進めると

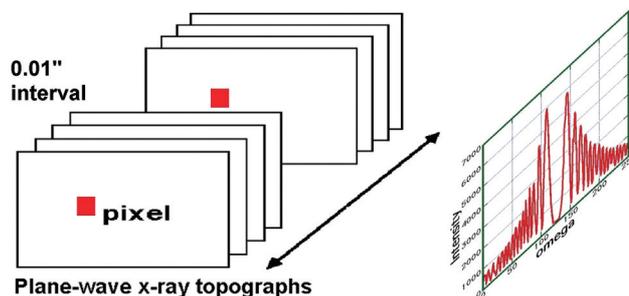


図9 デジタルトポグラフィの組から画像データを再構成することにより回折強度曲線を得る。

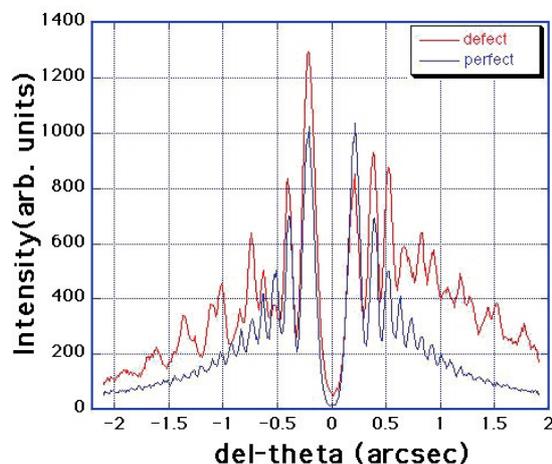


図10 空間分解された回折強度曲線の例。微小欠陥近傍の歪んだ領域の回折強度曲線と欠陥から離れた領域の回折強度曲線とを比較した。

もに、X線トポグラフィ像の解析・解釈のための環境・ソフトウェアの整備を図ることによって、本実験手法の利用拡大につなげたい。

参考文献

- [1] X線トポグラフィ研究会のHPが開設されていません。URLは<http://www-asf.mls.eng.osaka-u.ac.jp/Xtopo/>
- [2] Y. Chikaura et al.: J. Phys. D : Appl. Phys. **34** (2001) A158-A162.
- [3] 近浦ほか: 応用物理 **71** (2002) 1386-1390.
- [4] W. Ludwig et al.: J. Appl. Cryst. **34** (2001) 602-607.
- [5] T. Mukaide et al.: J. Synchrotron Rad. **13** (2006). 484-488.
- [6] K. Kajiwara et al.: physica status solidi (a) **204** (2007) 2682-2687.

- [7] 石川哲也 : 応用物理 **57**(1988)1496-1504.
[8] 木村滋、石川哲也、松井純爾 : 日本結晶成長学
会誌 **21**(1994)76-87.

飯田 敏 IIDA Satoshi

富山大学 理学部
〒530-8555 富山市五福3190
TEL : 076-445-6585 FAX : 076-445-6549
e-mail : sxiida@sci.u-toyama.ac.jp

志村 考功 SHIMURA Takayoshi

大阪大学 大学院工学研究科
〒565-0871 吹田市山田丘2-1
TEL & FAX : 06-6879-7281
e-mail : shimura@mls.eng.osaka-u.ac.jp

梶原 堅太郎 KAJIWARA Kentaro

(財)高輝度光科学研究センター 産業利用推進室
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1
TEL : 0791-58-0802 FAX : 0791-58-0830
e-mail : kajiwara@spring8.or.jp

ナノ組織損傷評価研究会の活動状況と今後の展望

東北大学大学院 工学研究科
三浦 英生、庄子 哲雄

1. 研究会設立の趣旨

21世紀の人類社会の維持発展には、地球環境保護対策やクリーンエネルギーシステムの開発、高度情報化通信社会を支える様々なデバイス、機器の開発、あるいは医療福祉、介護支援技術の開発などが不可欠であり、工学の果たすべき役割は一層重要なものになっています。また、新技術の開発に加えて、既存の経年機器の維持運営あるいは延命化も、限りある資源の有効活用という観点からは避けて通れません。したがって、安全や安心な社会基盤を構築するためには、最新鋭の機器開発においては性能やコストと同時に信頼性の創り込み (Built-In Reliability) が重要な課題となりますし、経年機器の維持運営においては、損傷の非破壊評価あるいはモニタリング技術と修復技術の開発が重要になるものと考えられます。様々な構造材料や新機能材料の性能や信頼性は、材料を構成する元素の配列とその安定性で決定されています。したがって工学における材料設計とは、所望の性能や信頼性を実現する元素の配列規則を決定すること、及びその配列規則を乱す欠陥や不純物あるいは環境因子などを定量的に解明し、その制御方法を確立すること、といっても過言ではありません。

そこで本研究会では、図1の概念図にも示しますように、マイクロデバイスから大型機器構造物を含む機械システムの破壊メカニズムや強度発現機構のナノレベルでの解明を通して未来機械産業の基盤を構築すると共に、社会の安全と信頼性向上へ貢献することを目的としています^[1]。特に、エネルギー機器に使用される構造材料の破壊あるいは損傷過程のクライテリアをナノ組織内部の応力・ひずみ解析と結晶構造あるいは組成のゆらぎ、変動解析を通して解明するとともに、安全で安心な社会構築の基盤である高信頼次世代エネルギーシステム用構造材料の設計指針の確立を目指しています。

ナノ領域における本質的な物理化学事象を単に従

来の連続体の力学を基盤とした機械工学的な視点で捉えるのではなく、原子の結合状態の変化とそれを引き起こす電磁気的あるいは化学的相互作用の視点を加えて量子力学的に整理することで、従来からその対応に苦慮してきた個体ばらつきあるいは時空間分布の発現メカニズムを解明し、その制御方法を確立することを目指しています。

本研究会は平成18年度に新たに発足したばかりですので、当面のSPRING-8での実施予定研究としましては以下の4テーマを重点テーマと位置付けています。

1) 原子力構造材料の応力腐食割れ挙動の解明

高温高圧水環境におけるステンレス鋼あるいはNi基超合金表面におけるき裂の発生と成長をIn-situで連続的に観察する要素技術を開発するとともに、応力・ひずみ状態と環境因子との相互作用に基づく化学反応で生じる酸化物組成分析を行い、損傷過程を支配する化学的因子と力学的因子を定量的に解明することを目指します。特に、き裂先端近傍のナノ領域における分析に集中し、実機想定負荷環境における破壊のクライテリア解明を通し高信頼耐熱合金設計指針の確立を目指します。

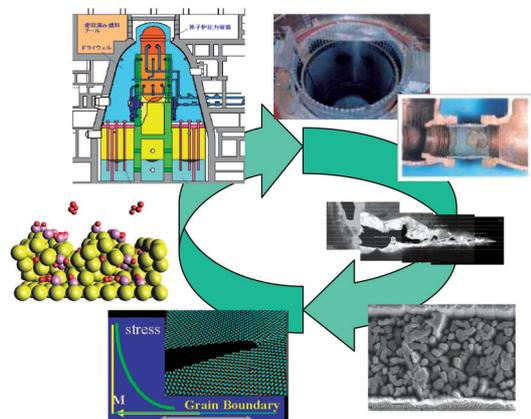


図1 ナノスケールでの破壊メカニズムの本質解明に基づくメガシステムの信頼性設計の概念図

2) ガスタービン構造材料の高温熱疲労・クリープ損傷機構の解明

ガスタービンやジェットエンジンには高温耐熱材料としてNi基超合金が活用されています。特に発電用ガスタービンにおいては、地球環境保護という視点から炭酸ガスの排出量を削減するため、燃焼ガス温度の高温化が求められており、現在運転されているプラントでの最高温度は1,500℃に達しています。しかし、本合金が高温環境で負荷を受けると、ナノスケールで微細分散強化された金属組織が、負荷応力の主軸に直交する方向に粗大化、層状化して急激に強度が低下することが明らかとなり、最悪の場合はタービン翼が瞬時にして破壊してしまうことが懸念されています。この組織変化は、負荷応力に依存した異相境界近傍における構成原子の異方的拡散挙動によるものである可能性が高いことから、In-situで主要構成元素の拡散挙動を追跡分析し、損傷のクライテリアを定量的に解明するとともに、高耐熱合金設計指針を確立することを目指しています。

3) 燃料電池システム用高信頼電極材料の開発

化石燃料の燃焼をベースとした発電システムに替わる次世代エネルギーシステムとして固体酸化物型燃料電池が注目されています。この燃料電池システムでは、空気中の酸素を効率よく電気化学的に還元させる高性能電極の開発と、その長寿命化が重要課題となっています。燃料電池を運転すると、電気化学反応の進行に伴って電極内部の局所的な酸素量や電子状態が変化します。これが、構成イオンの拡散や内部応力の発生、あるいは微細構造の変化など、電極の性能と寿命を決める因子に大きな影響を及ぼすことが明らかになってきました。そこで、電極表面や電極/電解質界面近傍における構成金属イオンの電子状態をIn-situ観察する技術を開発することで、電極内部で生じる様々な現象を明らかにし、長期間の動作を保證する高信頼性電極材料の設計に貢献することを目指します。

4) 次世代半導体向け高誘電率絶縁材料電磁物性の時空間ゆらぎの解明

次世代半導体向け絶縁材料の多くはペロブスカイト結晶構造を有し、局所的バンドギャップが結晶組成ゆらぎや結晶ひずみ分布に依存して大きく変動することが分子動力学解析から明らかになっています。そこで結晶組成揺らぎ状態を制御した材料を試作し、極微領域の結晶組成と応力・ひずみ状態及び電荷密度分布を並行して分析し、材料物性支配因子

を定量的に解明するとともに、その揺らぎ制御指針を確立することを目指しています。

以上の研究により「ものづくり」を科学的な合理性を持って実現でき、結果として分布広がりを極小化することが可能になるものと考えています。また、従来大型構造物の設計において当然のように使用されてきた安全率を安心して1.0に向け極小化することで社会的な安全と安心を経済的な負担を軽減しながら実現することが可能になるものと考えています。

本研究会の統一テーマとして「機械科学に基づく機能的インターフェースの創成と制御：Interface Integrity」を掲げ、材料設計、構造設計あるいは製造プロセスの設計に適用できるナノの世界の現象の本質を把握した学問体系を構築するとともに、材料設計手法を確立し具体的に提案することを推進していきたいと考えています。

2. 研究会の活動状況

2-1. 原子力材料のマイクロ領域残留応力評価

原子力材料の強度信頼性評価においては、応力腐食割れという環境助長型の破壊メカニズム解明が重要な研究課題となっています。この破壊現象は、高温高圧水環境中におけるステンレス鋼材料の腐食反応が鋼中の残留応力と環境水中の不純物との相互作用で局所的に加速され、成長した強度の低い酸化膜が破壊し、その先端近傍に形成される応力やひずみの集中場でさらに酸化膜の成長が助長され、き裂の発生や進展が継続的に進行するというものです。この化学反応と残留応力の相互作用を定量的に解明することを目的に、図2に示しましたビームライン(BL24XU)を活用し、鋼内部のマイクロ領域における残留応力分布測定を進めています。本実験では、試験片表面に引張ひずみが作用するように負荷治具を試作し、ビーム径を2 μmに絞り、多結晶材料内部の残留ひずみ(応力)測定を試みました。その結果、従来から応力腐食割れの起点になっていると考えられていたランダム粒界近傍の残留応力が、結晶粒内の平均残留応力と比較して約25%も大きな値となっていることを実証することができました。今後各種結晶粒界近傍の残留応力計測を推進し、応力腐食割れ発生メカニズムの定量的な解明を実現したいと考えています。

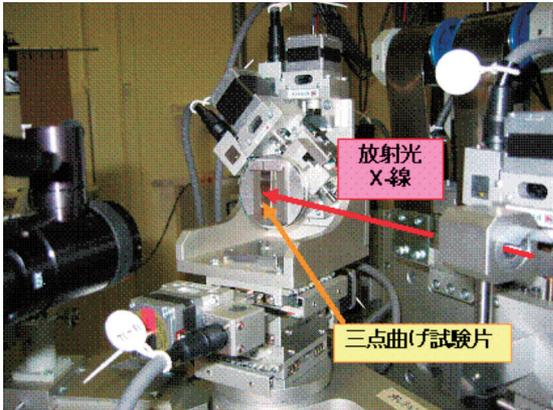
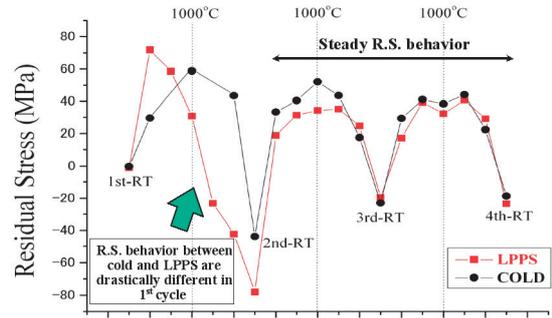


図2 BL24XUにおけるマイクロ領域残留応力計測

2-2. ガスタービン用耐熱遮蔽コーティング皮膜の残留応力評価

地球環境保護という観点から炭酸ガスの放出量を削減するため、ガスタービンシステムでは燃焼ガス温度の高温化が望まれています。現在、世界最高温度となる1,500 級ガスタービンが東北電力㈱の東新潟発電所で稼動しており、さらに1,700 級システムの開発が進められています。このような高温に耐えるタービン翼用耐熱合金は存在しないため、合金表面にセラミック製の耐熱コーティング皮膜を形成することでシステム全体の高温化が図られています。しかし、セラミック材料と金属材料間では線膨張係数差に起因した熱応力の発生が避けられないこと、セラミック材料が酸素を透過するため合金との界面近傍では合金の酸化反応が進行すること、などが原因でコーティング皮膜内部の残留応力が増加し、皮膜の割れやはく離が生じるという問題が顕在化しつつあります。また、皮膜形成時に膜中に残留する応力の変動も無視できないことが明らかになりつつあります。そこで、ビームラインBL02B1の高温X線残留応力測定技術を活用し、残留応力変動の少ない皮膜形成方法の開発を推進しています。

従来はプラズマ溶射という方法で皮膜を形成していましたが、大掛かりな設備が必要なことと、残留応力が熱履歴に依存して複雑に変化することが知られており、システムの安定性が懸念されています。そこで新たに、コールドスプレー法と呼ばれる数10 μ m径の粒子を常温近傍で高速流体を用いて付着させる方法の採用を提案しています。熱遮蔽セラミック膜とNi基耐熱合金間の接合金属層を両成膜方法で形成し、残留応力の熱履歴依存性を評価した事例を図3に示します。実際のガスタービン稼動熱履歴



LPPS: R.S. behavior of 1st cycle is different from 2nd and 3rd cycles
Cold: R.S. behavior of all cycle is steady

図3 ガスタービン翼用耐熱コーティング皮膜残留応力の熱履歴依存性の製造方法依存評価事例

を模擬しながら高温X線回折を連続的に実施したところ、従来の成膜方法では残留応力が熱履歴に依存して大きく変動するのに対し、新提案方法では初期から熱履歴には依存しない安定した変化を示すことを実証することができました。本知見を活用し、今後高信頼・高性能材料及びその製造方法の最適化研究を推進していきたいと考えています。

2-3. ガスタービン用耐熱合金の高温損傷評価

高信頼・高性能ガスタービンシステムの開発においては、耐熱遮蔽コーティングの信頼性向上に加えて翼用合金の耐熱性向上も並行して検討することが不可欠です。従来ジェットエンジンも含め耐熱合金としてNi基超合金が使用されています。この合金は、図4に示すように結晶粒内に共晶組織であるNi₃Al層を微細析出させることで高温強度を向上させています。しかし近年、900 以上の高温で長期間遠心力に起因した一軸負荷が作用すると、微細分散した組織が図中に示したように負荷と直交方向に粗大化、層状化してしまい、この分散強化機構が破壊さ

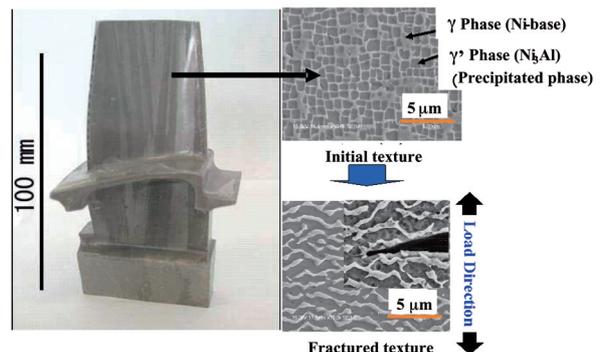


図4 高温損傷に伴うNi基超合金の微視組織変化

れることで急速に亀裂が発生進展し破断に至る現象が存在することが明らかになっています。この現象は、高温環境のみでは生じないことが確認されており、明らかに合金元素の応力起因の異方的な拡散現象に基づくものです^[2]。したがって、本合金の耐熱特性向上には、この異常拡散メカニズムの解明と、その抑止技術の確立が不可欠となっています。

通常のX線回折装置では共晶系からなるナノスケールの微細分散組織が混在した結晶の回折ピークを分離検出することは極めて困難です。そこでBL02B2ラインのX線回折技術を活用し、二相分離しているNi₃Al相のみの回折ピークを分離検出し、高温損傷過程における結晶構造変化を観察した事例を図5に示します。図中の右端に示した数値は高温損傷の進行度合いを示しています。損傷初期には回折ピークは低角側にシフトしており、これは主として結晶中の引張残留応力の増加によるものと考えています。さらに損傷が進行すると、残留応力は緩和されますが、急速に結晶性が低下し、損傷の進行度合いが80%を超えると、明確な回折ピークが消失し、結晶性が著しく低下することが明らかとなりました。損傷初期は原子の拡散距離も短いために相変態時の原子供給は十分になされ、微細組織変化（層状化）時でも結晶性は維持されるものと考えられます。しかし、損傷の進行に伴う拡散距離の増加に伴い、各構成元素の拡散速度の相違に基づき、相変態に必要な組成の維持が困難になり、結晶性が低下、相分離の破壊という視点では材料の均質化が進行するも

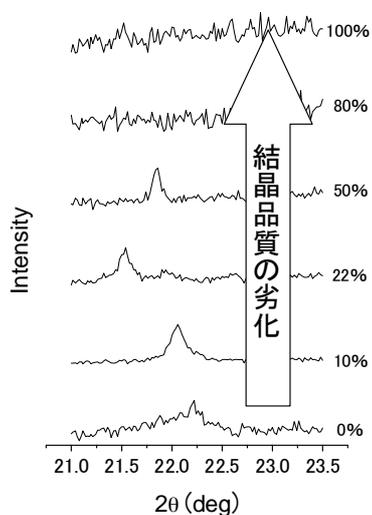


図5 高温損傷進行過程におけるNi基超合金内分散強化相 (Ni₃Al相) 結晶構造の変化

のと考えています。構成元素の中では最も融点が低く、かつ分散相の主要構成元素でもあるAlの拡散がこの損傷を支配しているものと考えており、このAlの異方的拡散メカニズムを解明することで、合金の耐熱特性向上設計指針が得られるものと期待しています。

2-4. 燃料電池用電極材料の信頼性評価

化石燃料資源の枯渇が懸念される中、次世代の新たな発電システムの開発が世界的にも重要な課題となっています。ご存知のように燃料電池は、小規模なシステムでも高い効率で電気と熱を供給できるジェネレーションシステムの最有力候補として開発が進められています。この燃料電池システムの中で、最も高い効率が期待されているのが固体酸化物形燃料電池 (SOFC) です。SOFCでは、空気極に遷移金属酸化物が用いられており、その性能と耐久性を向上させることが重要な開発課題の一つとなっています。これらの酸化物層の表面では酸素が吸着、イオン化 (酸素還元反応) し、さらに内部や表面を拡散して電解質に達します。この反応過程の駆動力は、電極の微細構造の内部に発生した酸素活量の勾配です。このため、電極構成材料中の遷移金属イオンは、電極内部の場所や電流の変化に応じて、異なる酸化状態をとり、内部応力の発生や拡散の原因となることから、長期的な耐久性や信頼性を向上させるため、電極内部の酸素活量分布の評価方法の確立が重要課題となっています。しかし、燃料電池における電極材料の状態を正しく評価するためには、制御された環境 (酸化性ガス雰囲気) かつ800 前後での反応分析を行わなければならない、従来の実験手法では電極の情報を直接観察することが不可能でした。

そこで、図6に示す、制御された雰囲気下において、マイクロメーターレベルの位置分解能で、透過・蛍光XAFS分析を可能にする試料ホルダーを独自に開発し、BL01B1、BL37XUを活用して、空気極における電極状態のIn-situ観察 (分析) に成功しました^[2]。その結果、温度や雰囲気変化、あるいは通電により、燃料電池空気極材料の電子構造や局所結晶構造が変化することを初めて明らかにすることができました。また、異種相を積層させた構造を持つ新規な空気極における特定原子の異常原子価状態の発生を明らかにし、これを利用した、酸素交換反応を飛躍的に促進させる高性能電極も考案しています。これらの分析から、燃料電池の高信頼化 (材質劣化

雰囲気制御透過型マイクロ
XAFS測定用高温試料ホルダ

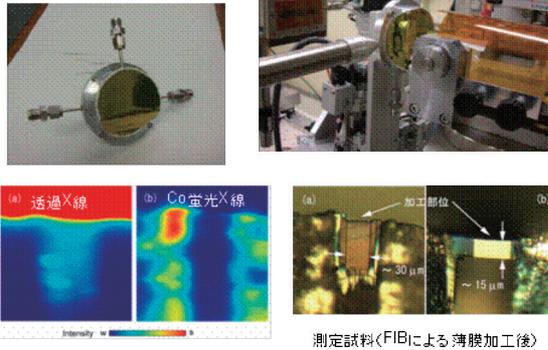


図6 燃料電池反応電極表面近傍の化学反応進行過程 In-situ分析

の抑制)と高性能化(酸素交換反応効率の向上)を両立する次世代材料システムの設計指針が確立できたものと考えています。

2-5. 次世代半導体デバイス用高誘電率薄膜の信頼性評価

半導体デバイスの高集積化(微細化)と高性能化を継続するためには、トランジスタやコンデンサ用絶縁膜の膜厚を薄膜化することが不可欠であり、従来使用してきたSiO₂薄膜では膜厚を1nm以下にしなければなりません。しかし、このような厚さ領域ではトンネル電流の増加を抑制できないため、高誘電率材料の研究開発が進められています。多くの候補材料の中でHfO₂が有力材料として注目されていますが、Si基板やトランジスタ電極との界面制御など多くの課題があり、必ずしも満足した性能や信頼性は得られていません。

このHfO₂薄膜形成には有機ガスを使用することが多く、膜内部には必然的に炭素が混入します。また、下地材料の表面酸化などの影響で化学量論的な組成(Hf:O=1:2)から酸素欠損が生じやすく、理想的な膜組成を得ることは極めて困難な状況です。また、Si結晶を積極的にひずませることで、電子や正孔の移動度を向上できることが明らかになり、トランジスタ電極や絶縁薄膜を内部応力の高い状態で堆積したひずみSiトランジスタなども実用化され始めています。このため、トランジスタ絶縁膜にも結果として高い応力(ひずみ)が残留することになります。このような薄膜内部の点欠陥や応力・ひずみの発生は、HfO₂薄膜内部の結晶構造をひずませるため、材料のバンド構造すなわちバンドギャッ

プにも変化を生じさせ、結果として実効的な誘電率も変化させることが懸念されます。そこで量子分子動力学解析を応用し、このような点欠陥や応力・ひずみがHfO₂薄膜のバンドギャップに及ぼす影響を定量的に解析した結果、酸素欠損や格子間炭素はバンドギャップ内に不純物準位となるドナー準位を局所的に形成し、その領域のバンドギャップを著しく低下させること、引張ひずみの作用もバンドギャップを低下させること、などを明らかにしました^[3]。したがって、HfO₂薄膜の絶縁特性は点欠陥密度や残留応力(ひずみ)状態で大きく変化する可能性があります。そこで、酸素欠損や格子間炭素濃度が異なるHfO₂薄膜を準備し、BL15XUの光電子分光法を応用して薄膜内部におけるハフニウムや酸素の化学結合状態を分析するとともに、Fermi準位端近傍のバンド構造変化の有無を測定しました。

結晶欠陥として、酸素欠損濃度と格子間炭素濃度の異なる試料を準備し、この二種類の試料内部における各元素の化学結合状態とFermi端近傍の価電子帯構造を詳細に分析しました。図7にハフニウムの

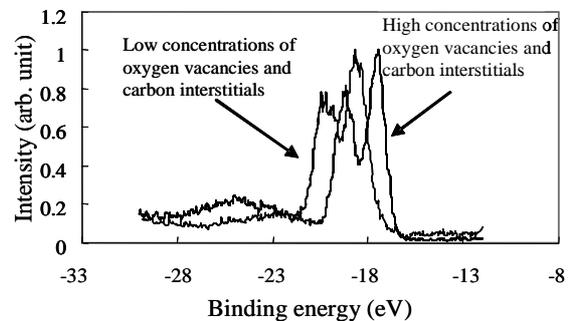


図7 結晶欠陥起因のHf-4f軌道電子の結合エネルギー変化測定例

4 f 軌道電子の化学結合エネルギー状態の変化を観察した例を示します。結晶欠陥濃度が高い試料において、スペクトルのピーク位置が低結合エネルギー側にシフトしていることが明らかになりました。同様な変化は酸素スペクトルでも認められ、試料内部での原子結合状態が相対的に不安定になっている状況を明らかにすることができました。この原子結合状態の変化に起因して、Fermi準位近傍の価電子帯構造にも変化が生じることが図8に示しますように明らかになりました。結晶欠陥密度が高い試料のバンド幅、すなわちバンドギャップが、結晶欠陥密度の低い試料のそれよりも約1eV減少していること

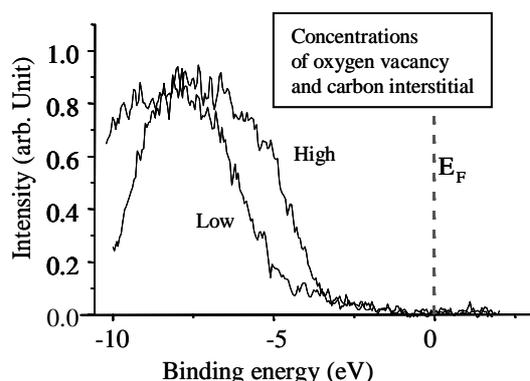


図8 結晶欠陥起因のFermi端近傍バンド構造変化の測定例

を実証できました。この結果は量子分子動力学解析で予測したものと定性的に一致しています。したがって、 HfO_2 薄膜の応用には、膜の組成制御（結晶欠陥制御）も極めて重要であることが明らかとなりました。

3. 今後の放射光活用高度化計画

これまで述べてきましたように、本研究会では様々な構造材料の性能発現メカニズムと破壊あるいは損傷過程をナノスケールで分析し、各材料の性能向上あるいは劣化の支配因子を解明するとともに、その制御方法を開発することで、安全で安心な社会を構築する基盤技術の確立を目指しています。この約1.5年間の活動で、原子力容器用ステンレス鋼や次世代半導体用高誘電率薄膜における材料、構造の製造プロセスにおける材質（性能、信頼性）ゆらぎ因子の解明研究や、ガスタービン用耐熱コーティング皮膜と耐熱合金あるいは燃料電池用電極材料などの実使用環境における材質劣化メカニズムの解明研究が大きく進展したものと考えています。これらの研究成果は、確実に次世代安全・安心社会インフラ用高信頼・高性能材料、構造の開発に貢献できるものです。本報告でも紹介させて頂いた研究成果は、従来の工学研究手法では困難であった物理化学現象の発現メカニズムを、放射光を活用して初めて明らかにできたもので、改めて放射光活用研究の意義を認識することができました。これまでの研究成果を踏まえ、さらなる分析技術の高度化に挑戦していきたいと考えています。

具体的には、まず高温、高圧、雰囲気制御（酸化、還元、腐食、流体、ガス）過酷環境下における材料劣化過程のIn-situ観察技術の開発があります。特に

力学的負荷と環境制御を両立させる試料ホルダーの開発に挑戦したいと考えています。高濃度ガスや高圧水などを透過させながら信号品質を損なわない計測システムの開発が最重要課題と考えています。また、材質のナノ、アトミックスケール空間分布解析（空間分解能：数100 μm 数10～数100nm）技術、すなわち測定ビーム径の微細化技術も重要な開発課題です。これにより分析の対象もバルク多結晶から結晶粒界、界面/表面近傍の極微領域に拡大され、組成や結晶欠陥分布（ゆらぎ）と様々な物理化学的性質の相関性解明研究が加速できるものと期待しています。コンピュータグラフィック技術を活用した不純物や析出物のナノスケールでの可視化も可能になるはずで、き裂の初生過程の観察が可能になるものと期待しています。また、化学反応の本質解明という視点では、計測の時間分解能の向上も必須課題です。パルス波のパルス幅縮小とビーム強度の向上により化学反応のIn-situ観察や経時変化分析などを実現したいと考えています。

4. おわりに

科学技術基本政策でも重要な研究課題と位置づけられている、安全で安心な社会基盤を構築するために本研究会活動をさらに活性化させ、材料機能発現機構と製造、使用環境下劣化機構の科学的合理性を持った本質解明を目指し、放射光を応用した、過酷環境下でのナノスケール時空間分解In-situ分析の確立を推進していきたいと考えています。

参考文献

- [1] 三浦英生：「ナノスケールの材料力学」日本機械学会論文集(A)、第72巻、第717号(2006) 595-601.
- [2] M. Rai, K. Amezawa, Y. Uchimoto, Y. Tomii, T. Kawada and J. Mizusaki : " Electronic and Local Structures of $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{CoO}_3$ Studied by X-Ray Absorption Spectroscopy " 210th Electrochemical Society Meeting, A1- #12 (2007).
- [3] K. Suzuki, Y. Ito and H. Miura : " Influence of Oxygen Composition and Carbon Impurity on Electronic Reliability of HfO_2 " IEEE Simulation of Semiconductor Processes and Devices, vol.12 (2007) 165-168.

三浦 英生 MIURA Hideo

東北大学大学院 工学研究科

附属エネルギー安全科学国際研究センター

〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-11-712

TEL&FAX : 022-795-6986 (4311)

e-mail : hmiura@rift.mech.tohoku.ac.jp

庄子 哲雄 SHOJI Tetsuo

東北大学 理事

〒980-8577 仙台市青葉区片平二丁目1-1

TEL&FAX : 022-217-4852 (4854)

e-mail : tshoji@rift.mech.tohoku.ac.jp

第11回SPring-8シンポジウム報告

財団法人高輝度光科学研究センター
利用研究促進部門 鈴木 基寛
(第11回SPring-8シンポジウム実行副委員長)

1. はじめに

第11回SPring-8シンポジウムが2007年10月29日(月)~30日(火)に、SPring-8放射光普及棟にて開催された。参加者は前を上回る258名(外部:133名、施設内部:125名)であった。今回のシンポジウムは1997年10月の供用開始からちょうど10周年の節目であり、建設期から成熟した利用期へと差し掛かったSPring-8の将来を考える好機である。また、2006年4月に行われたSPring-8利用者懇談会の研究会再編成から二度目の会議となる。シンポジウムの企画にあたり、実行委員会でこれらの点を勘案した結果、(1)SPring-8供用開始10周年記念講演を行う、(2)パネルディスカッション形式の総合討論を行い、その中で今後の施設の高度化について議論する、(3)研究会からの活動報告に施設への要望や高度化のアイデアを盛り込むこと、をプログラムの柱とした。また前回に引き続き、SPring-8利用推進協議会から推薦いただいた講演者による産業利用に関する招待

講演をお願いし、産学の研究交流の場となることを期待した。加えて、ユーザーと施設側との意見交換はシンポジウムの重要な目的であるため、事前に研究会に施設への意見・要望をアンケートで募り、講演に反映させることを試みた。なお、今回から独立行政法人理化学研究所が主催者として加わり、財団法人高輝度光科学研究センター(登録施設利用促進機関)、SPring-8利用者懇談会の3団体の共催としてシンポジウムは開催された。

2. 会議内容

シンポジウムは理研 壽榮松所長とJASRI 吉良理事長の挨拶で開会した(写真1)。SPring-8運営における理研とJASRIの役割や、XFEL完成後にはXFEL+SPring-8を利用者の共用に供する施設とする計画について話があった。続いて、文部科学省 研究振興局 基礎基盤研究課の桑田加速器科学専門官からご挨拶をいただいた。施設側報告として、



写真1 SPring-8シンポジウム講演の様子

JASRI 大野専務理事からは、2006年7月から2007年7月に行われた「科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 研究評価部会 SPring-8評価作業部会」での評価・提言内容について報告があり、優れた成果と施設の最大限の活用が求められている点が強調された。また、産業利用研究の割合が順調に伸びていること、それに関連して成果専有利用料も増加していることが示された。JASRI 高田利用研究促進部門長からは、ビームラインの利用状況、2007年8月に行われたJASRI組織再編について報告があった。5件の専用施設(BL)設置計画の趣意書が選定されたことが示された。SPring-8施設のアップグレードに関しては、今年度から検討を開始し、2019年に大規模な改造を開始する計画が提示された。JASRI 大熊加速器部門長からは、最近の加速器部門の取り組みとして、バンブ電磁石の傾き調整によるTop-up入射時の蓄積ビーム振動抑制と、長直線部カウンター6極電磁石の導入について報告があった。ユーザーからの要望、質問に回答する形で、短パルス放射光生成の可能性や低アルファオブティクス、4 GeV運転スタディの現状と可能性、大電流バンチ運転について丁寧に説明され、大変わかりやすかった。理研の石川センター長からは、XFEL計画とプロトタイプ機の現状について報告があった。1 km ビームラインに並行する形で、2010年完成予定で建設が進んでいること、プロトタイプ機ではアンジュレータを交換することでレーザー発振が飽和に至ったことが示された。質疑応答では、海外のXFEL施設と比べて最もコンパクトでありながら最も短波長の発振が可能であるというSCSSの利点が再確認された。

施設側の現状報告の後、物構研の飯田氏(利用研究課題審査委員長)から課題選定状況の報告があり、1年課題や複数BL希望の申請時の注意点などが説明された。つづいて、長期利用課題の事後評価を兼ねた「飛翔体搭載用硬X線結像光学系システムの性能評価実験」に関する報告が名古屋大学 小賀坂氏からあった。天体観測用の硬X線望遠鏡の評価効率や精度がSPring-8を使うことで飛躍的に向上したとのことであり、ロマンを感じさせる講演であった。

昼食休憩後は、SPring-8利用者懇談会の坂井会長の挨拶の後、研究会からの報告が行われた。今回のシンポジウムでは、施設への要望とその回答を講演に盛り込むために、研究会の講演時間を35分間たっぷり取った。そのため、利用者懇談会で協議し、34

研究会のうち口頭発表を10研究会に限らせていただいた。トップバッターの、原子分子の内殻励起研究会の上田氏(東北大学)からは小数均等バンチモードの必要性が訴えられ、加速器や時間分解測定を行う研究者との活発な議論が行われた。理論研究会の石原氏(東北大学)からは、「理論家も実験に参加する!」という力強いメッセージが発信された。高分子薄膜・表面研究会の高原氏(九州大学)からは、活発な研究会活動の報告の後、アンジュレータ放射光によるGISAXSの有機薄膜試料への有用性が示された。休憩をはさんで、高圧物質科学研究会、核共鳴散乱研究会を代表して小林氏(兵庫県立大学)からは、高圧物性研究に特化したビームラインの高度化の方向性が示された。構造物性研究会の北川氏(九州大学)、結晶化学研究会の小澤氏(兵庫県立大学)による講演では、BL02B1に汎用的な構成の新型単結晶カメラを導入する計画が示された。講演終了後、利用者懇談会の利用促進委員会報告と総会が行われた。その後、食堂で開かれた懇親会は大盛況であった。こうして1日目のセッションを終了した。

2日目の午前中は前日に引き続き、研究会からの報告が行われた。ナノ組織損傷評価研究会の三浦氏(東北大学)、地球惑星科学研究会の入船氏(愛媛大学)、スピン・電子運動量密度研究会の小泉氏(兵庫県立大学)、固体分光研究会の関山氏(大阪大学)の講演が行われた。

午前中最後のセッションは、産業利用に関する招待講演であった。SPring-8利用推進協議会の推薦により、講演者として八田氏(JASRI)、井上氏(株式会社カネボウ化粧品)をお招きした。講演はX線小角散乱法を用いた皮膚・毛髪構造の研究およびヘアケア製品への応用という身近で大変興味深いお話であった。

午後からは、普及棟中講堂において、13時から14時30分までのコアタイムとしたポスターセッションが行われた(写真2)。研究会から33件、共用ビームライン16件、理研・専用施設14件、パワーユーザー活動報告5件、長期利用課題中間報告9件、合計77件の発表があった。そして今回はJASRI利用業務部からも力作ポスターの発表があった。ユーザーからの質問への回答や、課題申請システムについて報告があり、聴衆で賑わっていた。全体的にポスターボードの前に多くが集まり、専門的な議論や意見交換が活発に行われていたと感じた。



写真2 ポスター発表の様子

14時30分からは大講堂に会場を戻し、JASRI 菊田参与によるSPring-8供用開始10周年記念講演「SPring-8の過去・現在・未来」が行われた（写真3）。SPring-8の計画段階から、建設、供用開始にいたる歴史が菊田氏のご経験とともに語られた。SPring-8のビーム特性を活用したこの10年間での研究成果の特色をまとめられた後、今後、高エネルギーX線や長直線部といったSPring-8ならではの特徴を活用することの重要性を強調された。さらに、SPring-8とXFELを百貨店と専門店に例えられ、共存共栄を目指す方向性が示された。

15時20分から、総合討論がパネルディスカッション形式で行われた（写真4）。この総合討論は、前回のシンポジウムから採り入れられたプログラムである。パネラーは、理研 石川センター長、JASRI 堀江コーディネーター、日本原子力研究開発機構 水木放射光科学研究ユニット長、JASRI 高田利用研究促進部門長、JASRI 大熊加速器部門長、JASRI 鈴木研究調整部長の6名が登壇した。

司会進行役の坂井利用者懇談会会長より、総合討論の主旨とテーマ内容についての説明があった。今回の議題は、第一部：現在の施設への意見・要望等、第二部：SPring-8の将来・高度化計画である。第一部では、坂井会長からアンケート結果の報告の後、効率的なビームタイムの利用形態や停止期間等運転計画に関して、パネラーから現状についての見解が述べられた。ビームラインのスクラップ&ビルドについては、高度化委員会で検討中であるが、利用促進委員会を通じて利用懇研究会からも意見を出して

ほしいとのことであった。続く第二部は、3名のパネラーからの5分程度の問題提起で開始された。最初のパネラーである石川センター長からは、XFELとSPring-8を融合した施設として最適化していく方向性が示された。SPring-8の次をそろそろ考え始める時期に来ているとのことであった。二人目のパネラーである堀江コーディネーターからは、ユーザーの立場でのSPring-8の利用について提案があった。今後10年で、対象分野の拡大、ユーザーの拡大（X線の専門家から物作りの専門家へ）、産学共同の形をすすめていきたいというお話があった。3人目のパネラーの水木ユニット長からは、ESRFアップグレードミーティングの報告があった。ESRFの半数のビームラインが今後アップグレードの対象となること、ナノ科学、時分割、極限条件、タンパクや高分子の構造と機能、X線イメージング、という5つの重点研究領域（Highlight areas）を設定して高度化を行っていく方針などが紹介された。この後、全体討論に入り会場からの質問や意見を募ったが、



写真3 菊田惺志氏による供用開始10周年記念講演



写真4 総合討論（パネルディスカッション）の様子

場とパネラー間での議論は発展せず、パネラー同士での意見交換が主になってしまった。ESRFのバイオ分科のユーザーミーティングでは、アップグレードのためにリングの運転を停めるなど認めないという意見が出て大荒れになったそうである。本SPring-8シンポジウムも最大規模のユーザーミーティングであり、会場からの積極的な発言がなかったことは、ESRFとSPring-8のユーザーの温度差を感じて少々残念であった。とはいえ、パネラーからは高度化計画に関する新しい話題も引き出せ、有意義であった。最後に青木SPring-8シンポジウム実行委員長による閉会の辞をもって、2日間にわたる会議を終了した。

3. おわりに

今回のシンポジウムでは事前にアンケートを実施するという新しい試みを行った。研究会代表者およびメンバー各位にはアンケートにご協力くださり感謝申し上げます。また、研究会からの意見に対してご回答いただいたビームライン担当者や関係部署にもお礼申し上げます。各研究会からの講演には、研究会の活動・成果や、施設への要望・高度化がバランス良く盛り込まれており、前回以上に効果的な意見交換が行えたと感じている。一方で、反省点としては、質疑応答が例年よりも少なく、討論の盛り上がり欠けていた。また、総合討論は前回に引き続きプログラムの目玉として設定したつもりだったが、聴衆はあまり多くなく、活発な討論には至らなかった。実行委員会としては、プログラムに議題やパネラーの顔ぶれなどを早めに掲載するべきだったと、反省している。特に若手の参加が少なかったことや、研究会報告で施設スタッフの聴衆が少ないことは今後の課題である。本シンポジウムは研究分野が多岐にわたっており、専門外の講演はとっつきにくい点があるかもしれない。しかし、ビーム性能に対する要求や装置のスクラップ&ビルドなどは全ての研究会にとって共通点の多い話題である。このような話題を共有し、ユーザー主導で議論を進めていく姿勢をもっと利用者懇談会会員は持つ必要があるように思う。SPring-8シンポジウムは学会のような研究発表の場というだけでなく、施設に対してユーザーが忌憚なく意見交換する場であるという認識を持って出席してはどうだろうか。

最後に、例年以上に大変な作業であったにもかかわらず、シンポジウムを無事に終えることができた

のは、青木SPring-8シンポジウム実行委員長をはじめとする実行委員の方々、そして坂井SPring-8利用者懇談会会長のご尽力のおかげです。この場を借りてお礼申し上げます。また会場設営や撤収作業に携わって下さったJASRIテクニカルスタッフの方々、当日会場係を務めていただいた兵庫県立大の学生の皆さんにも感謝いたします。

第11回SPring-8シンポジウム実行委員

委員長

青木 勝敏 (日本原子力研究開発機構)

副委員長

鈴木 基寛 (JASRI利用研究促進部門)

委員

池田 直 (岡山大学)

猪子 洋二 (大阪大学大学院)

小澤 芳樹 (兵庫県立大学)

櫻井 伸一 (京都工芸繊維大学)

高橋 功 (関西学院大学)

池本 夕佳 (JASRI利用研究促進部門)

熊坂 崇 (JASRI利用研究促進部門)

佐藤 眞直 (JASRI産業利用推進室)

高田 恭孝 (理化学研究所)

高野 史郎 (JASRI加速器部門)

竹内 晃久 (JASRI利用研究促進部門)

広野 等子 (JASRI制御部門)

舟越 賢一 (JASRI利用研究促進部門)

古川 行人 (JASRI制御部門)

鈴木 昌世 (JASRI研究調整部長)

垣口 伸二 (JASRI研究調整部)

射延 文 (JASRI研究調整部)

平野 志津 (JASRI利用業務部)

第11回SPring-8シンポジウムプログラム

10月29日(月)

Session : SPring-8の現状

9:20-9:35 開会の挨拶

壽榮松 宏仁(理化学研究所播磨研究所
所長)

吉良 爽(高輝度光科学研究センター
理事長)

WORKSHOP AND COMMITTEE REPORT

9:35-9:40	ご挨拶 桑田 悟(文部科学省 研究振興局 基礎基盤研究課 加速器科学専門官)	度化 小林 寿夫(兵庫県立大学)
9:40-10:00	施設全体の管理・運営 大野 英雄(高輝度光科学研究センター)	16:35-17:10 SPring-8における結晶化学研究 小澤 芳樹(兵庫県立大学)
10:00-10:30	ビームラインの利用・運転状況 高田 昌樹(理化学研究所播磨研究所/高輝度光科学研究センター)	17:10-17:30 利用促進委員会報告 松原 英一郎(京都大学)
10:30-10:45	コーヒーブレイク	17:30-18:10 SPring-8利用者懇談会総会 18:20-19:30 懇親会
10:45-11:05	加速器・光源の現状 大熊 春夫(高輝度光科学研究センター)	10月30日(火) Session : 利用者懇談会研究会の活動報告
11:05-11:25	XFELの現状 石川 哲也(理化学研究所播磨研究所)	9:00-9:35 ナノ組織損傷評価研究と今後の放射光活用高度化計画 三浦 英生(東北大学)
11:25-11:45	課題審査委員会報告 飯田 厚夫(高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所)	9:35-10:10 地球深部物質科学の新展開に向けて 入船 徹男(愛媛大学)
Session : 長期利用課題報告		10:10-10:45 スピン・電子運動量密度研究会の活動 小泉 昭久(兵庫県立大学)
11:45-12:20	飛翔体搭載用硬X線結像光学系システムの性能評価実験 小賀坂 康志(名古屋大学)	10:45-11:00 コーヒーブレイク
12:20-13:15	昼食	11:00-11:35 SPring-8の固体分光 - 赤外分光から軟・硬X線光電子分光まで 関山 明(大阪大学)
Session : 利用者懇談会研究会の活動報告		Session : 招待講演 SPring-8利用推進協議会招待講演
13:15-13:25	利用者懇談会会長挨拶 坂井 信彦(SPring-8利用者懇談会会長/高輝度光科学研究センター)	11:35-11:55 皮膚・毛髪 of 構造研究の基礎から応用へ 八田 一郎(高輝度光科学研究センター)
13:25-14:00	原子分子の内殻励起研究会の活動報告 上田 潔(東北大学)	11:55-12:05 X線小角散乱法を用いた毛髪キューテイクルの構造解析 井上 敬文(株式会社カネボウ化粧品)
14:00-14:35	相関電子物性研究におけるX線散乱・分光の役割と理論研究 石原 純夫(東北大学)	12:05-12:10 質疑応答
14:35-15:10	SPring-8における高分子薄膜・表面研究会の取り組み 高原 淳(九州大学)	12:10-13:00 昼食
15:10-15:25	コーヒーブレイク	13:00-14:30 ポスターセッション
Session : 利用者懇談会研究会の活動報告		Session : 招待講演 SPring-8供用開始10周年記念講演
15:25-16:00	構造物性研究会の活動報告 北川 宏(九州大学)	14:30-15:10 SPring-8の過去・現在・未来 菊田 惺志(高輝度光科学研究センター)
16:00-16:35	高圧科学に対するイノベーションと高	Session : 総合討論

15:20-16:30 総合討論（パネルディスカッション）

パネラー：

石川 哲也(理化学研究所播磨研究所)

堀江 一之(高輝度光科学研究センター)

水木 純一郎(日本原子力研究開発機構)

高田 昌樹(理化学研究所播磨研究所
/高輝度光科学研究センター)

大熊 春夫(高輝度光科学研究センター)

鈴木 昌世(高輝度光科学研究センター)

進行役：

坂井 信彦 (SPring-8利用者懇談会
会長/高輝度光科学研究センター)

16:30 閉会の辞

青木 勝敏 (シンポジウム実行委員長
/日本原子力研究開発機構)

鈴木 基寛 *SUZUKI Motohiro*

(財)高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門

〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1

TEL : 0791-58-0832 FAX : 0791-58-1873

e-mail : m-suzuki@spring8.or.jp

利用者懇談会総会および利用促進委員会報告 - 第2期研究会募集の経緯などについて -

SPring-8利用者懇談会

第11回SPring-8シンポジウムの開催にあわせて、利用者懇談会は10月29日の総会に先立ち「利用促進委員会報告」を行いました。昨年度は、利用促進委員会報告は総会に組み込まれましたが、今年度は重要な報告事項がありましたので総会に先立ち別時間枠が準備されました。以下にそれぞれを要約します。(なお、今回の総会報告を受けて後日11月22日、評議員会で第二期研究会活動方針が取り決められました。併せて「利用者懇談会第二期研究会募集について」の記事を参照ください。)

1. 利用促進委員会報告

委員長代行の高原淳副委員長よりつぎの四項目の説明がなされました。

- (1) 「SPring-8利用者情報」に34研究会の紹介記事を順次掲載しているが、一巡するのは次年度に持ち越されられると思われる。
- (2) 平成19年度第一回利用促進委員会(5月18日)審議の内容について

昨年度の活動状況を評価して、今年度の旅費を傾斜配分する案も議論に挙がったが、新しい研究会システムが施行されて期間が短いこともあり、今年度の活動が速やかに開始できることに配慮し、配分の基本方針として研究会構成員数に応じた配分($a \times N + b$, a , b は定数、 N は研究会構成員数)を実施すること。予算節約のため、SPring-8シンポジウムに合わせた研究会開催を推奨する。また旅費等の支援はあくまでも研究会活動の補助であり、自助努力による研究会の活性化を要望する。

(3) 研究会の現状について

668名の会員がいずれかの研究会に参加している(全会員数の44%にあたる)そのうち複数の研究会に参加している会員数は168名で、約3/4は一つの研究会のみに参加している。今年度10月以前に5つの研究会が開かれ、今回のSPring-8シンポジウムに合わせて開催する予定の研究会は17である。

(4) 第二期研究会公募について

当研究会は各研究分野としてどのようにSPring-8を活用すべきかを研究討論する場である。学会等でなされるような個々の研究者の成果を情報交換するのみに留まることなく、SPring-8を利用する研究のさらなる進歩、改革につながるような研究活動を奨励する。

第一期の分野名称は継続する。

研究会活動補助は、第一期と同様に構成員数に応じた配分とする。

今後の手続き日程(案)

平成19年

- ・11月: 利用促進委員会は第二期研究会活動方針を策定し、評議員会はそれを決定。

- ・12月: 申請書作成

平成20年

- ・1月: 募集開始
- ・1月末~2月初旬: 募集締め切り
- ・3月初旬: 第二期研究会承認
- ・4月: 第二期研究会発足

2. 利用者懇談会総会

出席者105名で定足数を満たし成立しました。会員の互選で渡辺巖氏(立命館大学)が議長に選出されました。会員総数は10月26日現在で1,521名でした。坂井会長より、このSPring-8シンポジウムを研究会活動の2カ年の成果の報告の場としたいこと、第二期研究会の申請準備が開始されていること、会費未納者の自動的退会をルール化することが検討されていることが伝えられました。利用幹事より今年度研究会活動状況と第二期研究会公募について要約した報告がなされました。そのほかの幹事報告として、会計幹事より予算執行報告、編集幹事よりSPring-8利用者情報の執筆状況、行事幹事より来年1月の合同シンポジウム(1月12~14日: 立命館大学びわこ草津キャンパス)開催についてそれぞれ報告がありました。

利用者懇談会第二期研究会募集について

SPring-8利用者懇談会
利用促進委員会

総会で伝えられた第二期研究会活動方針は、11月22日に開かれた第3回評議員会で、つぎのように承されました。

「SPring-8利用者懇談会は、各研究分野として、どのようにSPring-8を活用すべきかを研究討論する場であり、学会でなされるような個々の研究者の成果を情報交換するのみに留まることなく、SPring-8を利用する研究の更なる進歩、改革につながるような研究活動を奨励する。すなわち、研究会・研究分野の動向から、今後10年後の展望をまじえてSPring-8においてどのようなサイエンスを展開したいか、その実現には何が必要か（BL建設、装置アップグレード、運転モードの要望など）を議論し、精選した具体的目標を掲げ、施設側に積極的にはたらきかけることができるような活動を期待する。

第二期研究会活動のひとつとして、各研究会が関わる研究でSPring-8の利用をとおして挙げた供用開始後10年間の科学的研究成果を整理して公表することに協力願いたい。」

分野名称は継続しますが、新規提案も歓迎します。第二期末期に分野の見直しを検討する予定です。今後の申請に関するスケジュールは、下記の通りを予定しておりますが、後日変更が有り得ますので、随時確認をお願いします。

平成20年 1月12日	拡大利用促進委員会にて申請内容の説明、募集開始
2月15日	申請締め切り
3月初旬	第二期研究会の利用促進委員会案を評議員会にて承認
4月	第二期研究会発足

なお、第一期研究会活動報告は利用促進委員会が総括し、利用者情報およびWebページに掲載して公開されることとなりました。各研究会からの原稿の締め切りは平成20年7月31日です。

2007年におけるSPring-8関係功績の主な受賞

2007年一年間に、SPring-8関係の研究で受賞した主な功績を以下に紹介します。

「加速器学会奨励賞」を財団法人高輝度光科学研究センター 富澤宏光副主幹研究員が受賞

加速器学会では、主として若手研究者を対象とし、特に主体性、意欲が顕著と認められる、加速器の物理および技術に関する優れた研究（博士論文を含む）に対して奨励賞を授与している。

受賞者紹介

富澤 宏光 財団法人高輝度光科学研究センター 加速器部門 副主幹研究員

功績名：フォトカソードRF電子銃の高安定化・高性能化に関わる技術開発

富澤氏は、フォトカソードRF電子銃の研究において、極低エミッタンス電子ビームの実現と評価において必要不可欠な3つの成果を挙げた。

- 1．レーザー光源の長期安定化と3次元パルス形状制御技術の開発。このうち、「透過型カソード用ファイバーバンドル3次元パルス整形技術」の発明では特許を取得。
- 2．化学エッチングによる表面処理によるRF電子銃空洞の世界最高カソード表面電界190MV/mを実現。これによりRFエージング時間の大幅短縮が実現した。
- 3．電子銃空洞内のエージング状態を残留ガス元素から分析する放電分光装置の開発と電子銃空洞内の残留ガス元素分析方法を確立した。

これらの研究成果は、米国、欧州、ロシア、アジア等の第一線の加速器・レーザー研究者等から非常に高く評価され、特に「3次元パルス形状制御技術」は、国内外の研究機関ですでに採用、あるいは採用見込みとなっている画期的な技術である。また、これら研究開発において、独自のアイデアを提案し、それを自身が実験で実証し、科学技術の進展にとって最も重要な、安定性と再現性の高いデバイスを実現した。これらの功績が高く評価され、今回の受賞となった。

「第5回ひょうごSPring-8賞」を株式会社東芝 佐野雄二技監が受賞

ひょうごSPring-8賞とは、SPring-8における様々な成果の中から、社会経済全般の発展に寄与することが期待される研究成果をあげた方々を顕彰し、SPring-8についての社会全体における認識と知名度を高めることを目的として平成15年度より兵庫県が設置した賞である。

受賞者紹介

佐野 雄二 株式会社東芝 電力・社会システム技術開発センター 技監

功績名：レーザーピーニング衝撃法による材料改質の研究 - 安全性向上への寄与 -

時間幅が数ナノ秒でピーク出力の高いレーザーパルスを水中の材料に照射すると、材料の表面に高圧のプラズマが発生する。そのときの衝撃作用を利用して材料表面の改質処理を行う技術がレーザーピーニングである。処理により材料の表面には圧縮の残留応力が形成されるため、応力腐食割れ（SCC）や疲労によるき裂の発生とその進展が抑制される。

佐野氏が行った研究では、SPring-8の高輝度・高エネルギーで透過性の高いX線を使用することにより、レーザーピーニング処理した材料の残留応力の深さ分布を非破壊で測定した。それにより、レーザーピーニング処理の効果を検証するとともに、適正な処理条件を確立した。また、SPring-8の平行なX線を使用した断層撮影（CT）を行うことによって、疲労き裂の3次元形状とその進展の様子を非破壊で確認した。その結果、レーザーピーニング処理した材料では疲労によるき裂の進展が大幅に抑制されることを確認した。レーザーピーニングは、既に国内の原子炉への適用が進められているが、航空機や自動車部品、橋梁などへの応用も検討されている。また、海外の原子炉への適用も期待されている。この功績が高く評価され、今回の受賞となった。

授賞式は12月21日に兵庫県公館において行われた。

「N. L. Bowen Award」を東北大学大学院 大谷栄治教授が受賞

実験岩石学の権威であるN. L. Bowenの名を冠したこの賞は1981年に創設され、火山学・地球化学・岩石学の分野において優れた業績のある研究者に授与される賞で、毎年1～2名が選ばれている。

受賞者紹介

大谷 栄治 東北大学大学院 理学研究科 地学専攻 教授

功績名：地球深部条件における地球物質（特にメルト）の物理的・化学的性質

(Physical and chemical properties of Earth materials (particularly melts) under deep Earth conditions)

地球内部のマントルに存在する水は、マントルを構成する珪酸塩鉱物の物理・化学特性に大きく影響を及ぼすため、地球深部物質を研究する上で欠かすことのできない非常に重要な要素である。

大谷教授のグループは、SPring-8の高輝度X線回折を用いた高温高圧下における含水珪酸塩鉱物の実験的研究により、マントル構成鉱物の相平衡関係および鉱物の相転移に及ぼす水の影響を解明し、地球内部の水の挙動について明らかにしてきた。また同グループはX線吸収法を用いて、珪酸塩マグマおよび鉄合金融体の高温高圧下における密度を精度よく測定することにも成功し、メルトの密度に対する温度・圧力の効果についても解明している。

大谷教授が長年にわたって取り組んできた超高温高圧下における地球内部物質の物理的・化学的性質に関する研究により、地球内部における水・マグマの果たす重要な役割が明らかとなった。その中でも特に放射光X線を用いた含水鉱物の相平衡関係と珪酸塩メルトの物性測定といった先駆的な研究が国際的に高く評価され、今回の受賞となった。

なお、大谷氏は、この賞における日本人として初の受賞者である。

授賞式と受賞講演は2007年12月にサンフランシスコで開催されるAGU fall meetingで行われた。



過去掲載分

平成19年度「文部科学大臣表彰・科学技術賞（開発部門）」を独立行政法人理化学研究所 石川哲也放射光科学総合研究センター長が受賞

受賞者紹介

石川 哲也 独立行政法人理化学研究所 播磨研究所
放射光科学総合研究センター長

功績名：大型放射光X線光学系の開発

詳細は2007年7月号（Vol.12, No.4）の343ページをご覧ください。

「本多記念研究奨励賞」を財団法人高輝度光科学研究センター 中村哲也主幹研究員が受賞

受賞者紹介

中村 哲也 財団法人高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門 主幹研究員

功績名：放射光を用いた新しい磁気測定に関する研究

詳細は2007年7月号（Vol.12, No.4）の343ページをご覧ください。

「アレキサンダー・フォン・フンボルト研究賞」を愛媛大学 入船徹男 地球深部ダイナミクス研究センター長が受賞

受賞者紹介

入船 徹男 愛媛大学 地球深部ダイナミクス研究センター長

詳細は2007年7月号（Vol.12, No.4）の344ページをご覧ください。

「平成18年度高分子学会賞」を京都大学化学研究所 金谷利治教授、名古屋大学大学院工学研究科 松下裕秀教授が受賞

受賞者紹介

金谷 利治 京都大学 化学研究所 教授

功績名：高分子結晶化と高次構造形成機構の精密解析と制御

受賞者紹介

松下 裕秀 名古屋大学 大学院工学研究科 教授

功績名：複合高分子の精密分子設計と階層的な多相構造制御

詳細は2007年7月号 (Vol.12, No.4) の345ページをご覧ください。

「日本物理学会第12回論文賞」を独立行政法人日本原子力研究開発機構 野村拓司研究員が受賞

受賞者紹介

野村 拓司 独立行政法人日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門
放射光科学研究ユニット放射光量子シミュレーショングループ 研究員

論文(功績)名：Perturbation Theory of Spin-Triplet Superconductivity for Sr_2RuO_4

詳細は2007年11月号 (Vol.12, No.6) の515ページをご覧ください。

「日本物理学会第1回若手奨励賞」を大阪大学大学院基礎工学研究科 関山明助教、財団法人高輝度光科学研究センター 鈴木基寛主幹研究員、独立行政法人日本原子力研究開発機構 服部高典研究員、妹尾仁嗣研究員が受賞

受賞者紹介

関山 明 大阪大学大学院 基礎工学研究科 物質創成専攻
物性物理工学領域 助教

功績名：バルク敏感光電子分光の開拓と強相関物質電子状態の解明

受賞者紹介

鈴木 基寛 財団法人高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門 主幹研究員

功績名：X線円偏光変調法による磁気分光法の開発とナノスケール磁性体への応用

受賞者紹介

服部 高典 独立行政法人日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門
放射光科学研究ユニット放射光高密度物質科学研究グループ 研究員

功績名：放射光を用いた高圧下におけるX線回折手法の開発および液体・結晶の精密構造解析

受賞者紹介

妹尾 仁嗣 独立行政法人日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門
放射光科学研究ユニット放射光量子シミュレーショングループ 研究員

功績名：分子性導体における電荷秩序の理論研究およびその物性の系統的理解の探求

詳細は2007年11月号 (Vol.12, No.6) の515ページをご覧ください。

「第21回日本IBM科学賞」を東京工業大学 廣瀬敬教授、財団法人高輝度光科学研究センター 佐々木裕次主幹研究員が受賞

受賞者紹介

廣瀬 敬 東京工業大学大学院 理工学研究科 地球惑星科学専攻 教授

功績名：ポストペロフスカイト相の発見と地球コア・マントル境界域の研究

受賞者紹介

佐々木 裕次 財団法人高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門 主幹研究員

功績名：X線1分子追跡法の考案とその融合領域への応用

詳細は2007年11月号 (Vol.12, No.6) の517ページをご覧ください。

2007年の刊行物の発行について

以下の刊行物が出版されていますのでお知らせします。

(1) SPring-8 Research Frontiers 2006

平成17年9月から平成18年7月の期間にSPring-8のビームラインで実施された利用成果のハイライトと施設の現状をまとめたもの。全209頁。英文。平成19年9月発行。

(2) SPring-8 News

一般向けにSPring-8の情報を提供。ニュース性に重点をおき、研究成果のトピックスをわかりやすく解説。全6頁。和文。隔月発行。

< 電子出版ホームページURL >

http://www.spring8.or.jp/ja/support/download/publication/publicfolder_view

http://www.spring8.or.jp/en/support/download/publication/publicfolder_view

< 刊行物オンライン申込みホームページURL >

http://www.spring8.or.jp/ja/support/download/publication/online_request/publicfolder_view

http://www.spring8.or.jp/en/support/download/publication/online_request/publicfolder_view

「SPring-8利用者情報Vol.12(2007年発行)」バックナンバーの紹介

ハイライト

・ 新年ご挨拶	JASRI会長 川上 哲郎	1月号
・ 理事長の目線	JASRI理事長 吉良 爽	3,7,11月号

SPring-8の現状

・ JASRI国際諮問委員会 (JIAC 2006) 報告	JASRI 研究調整部	1月号
・ 第17回共同利用期間 (2006A) において実施された利用研究課題	JASRI 利用業務部	1月号
・ 2003Bおよび2004A採択長期利用課題中間評価について	JASRI 利用業務部	1月号
・ 「2003A期、2003B期実施開始の長期利用課題の事後評価」について	JASRI 利用業務部	1月号
・ SPring-8運転・利用状況	JASRI 研究調整部	1月号
・ 論文発表の現状	JASRI 利用業務部	1月号
・ 最近SPring-8から発表された成果リスト	JASRI 利用業務部	1月号
・ 第18回共同利用期間 (2006B) において実施された利用研究課題	JASRI 利用業務部	3月号
・ 第19回 (2007A) 利用研究課題の採択について	JASRI 利用業務部	3月号
・ 利用研究課題選定委員会を終えて、分科会主査報告 1 - 生命科学分科会 -	大阪大学大学院 福山 恵一	3月号
・ 利用研究課題選定委員会を終えて、分科会主査報告 2 - 散乱・回折分科会 -	兵庫県立大学大学院 籠島 靖	3月号
・ 利用研究課題選定委員会を終えて、分科会主査報告 3 - XAFS・蛍光分析分科会 -	北海道大学 朝倉 清高	3月号
・ 利用研究課題選定委員会を終えて、分科会主査報告 4 - 分光分科会 -	広島大学大学院 平谷 篤也	3月号
・ 利用研究課題選定委員会を終えて、分科会主査報告 5 - 産業利用分科会 -	(財)ひょうご科学技術協会 松井 純爾	3月号
・ 利用研究課題選定委員会を終えて、分科会主査報告 6 - 長期利用課題分科会 -	東京工業大学 佐々木 聡	3月号
・ 2007A期の研究課題選定を終えて	東京工業大学 佐々木 聡	3月号
・ 2007A採択長期利用課題の研究紹介	JASRI 利用業務部	3月号
・ 2005A採択長期利用課題中間評価について	JASRI 利用業務部	3月号
・ 2005A期、2005B期、2006A期、2006B期実施開始の長期利用課題の紹介	JASRI 利用業務部	3月号
・ SPring-8利用者アンケート等 (平成18年9月実施) の結果について	JASRI 研究調整部 / 利用業務部	3月号
・ SPring-8運転・利用状況	JASRI 研究調整部	3月号
・ 論文発表の現状	JASRI 利用業務部	3月号
・ 最近SPring-8から発表された成果リスト	JASRI 利用業務部	3月号
・ 2007B SPring-8共用ビームライン利用研究課題の募集について	JASRI	5月号
・ 2007B 重点ナノテクノロジー支援課題およびナノネット支援課題の募集について	JASRI / 原子力機構 / (独)物質・材料研究機構	5月号
・ 2007B 重点産業利用課題の募集について	JASRI	5月号
・ 2007B 重点メディカルバイオ・トライアルコース課題の募集について	JASRI	5月号
・ 2007B 萌芽的研究支援 利用研究課題の募集について	JASRI	5月号
・ 放射光に関わる加速器、ビームライン機器、計測機器等の研究の募集について (萌芽的研究支援 2)	JASRI	5月号
・ 2007B 長期利用課題の募集について	JASRI	5月号
・ 2007B SPring-8成果公開・優先利用課題の募集について	JASRI	5月号
・ SPring-8放射光専用施設の現状について	JASRI 利用業務部	5月号
・ SPring-8専用ビームライン建設について	JASRI 利用業務部	5月号
・ 平成18年度の諮問委員会等の活動状況	JASRI 企画室 / 利用業務部	5月号
・ 先端大型研究施設戦略活用プログラム実施報告	JASRI 産業利用推進室 古宮 聡	5月号
・ SPring-8運転・利用状況	JASRI 研究調整部	5月号
・ 論文発表の現状	JASRI 利用業務部	5月号
・ 最近SPring-8から発表された成果リスト	JASRI 利用業務部	5月号
・ 2005B採択長期利用課題中間評価について	JASRI 利用業務部	7月号
・ SPring-8運転・利用状況	JASRI 研究調整部	7月号
・ 論文発表の現状	JASRI 利用業務部	7月号
・ 最近SPring-8から発表された成果リスト	JASRI 利用業務部	7月号
・ 第20回 (2007B) 利用研究課題の採択について	JASRI 利用業務部	9月号

・ BL14B2(産業利用) BL19B2(産業利用)およびBL46XU(R&D)における 2007B第2期(平成19年12月~平成20年2月)の利用研究課題の募集について	JASRI	9月号
・ 産業利用 ビームラインBL14B2におけるXAFS測定代行(試行)課題の募集について	JASRI	9月号
・ SPring-8運転・利用状況	JASRI 研究調整部	9月号
・ 論文発表の現状	JASRI 利用業務部	9月号
・ 最近SPring-8から発表された成果リスト	JASRI 利用業務部	9月号
・ 第19回共同利用期間(2007A)において実施された利用研究課題	JASRI 利用業務部	11月号
・ SPring-8戦略活用プログラム課題の利用報告書等公開延期許可期間満了課題について	JASRI 産業利用推進室/利用業務部	11月号
・ 2008A SPring-8共用ビームライン利用研究課題の募集について	JASRI	11月号
・ 2008A 重点ナノテクノロジー支援課題およびナノネット支援課題の募集について	JASRI/原子力機構/ (独)物質・材料研究機構	11月号
・ 2008A 重点産業利用課題の募集について	JASRI	11月号
・ 2008A 重点拡張メディカルバイオ課題の募集について	JASRI	11月号
・ 2008A 重点メディカルバイオ・トライアルユース課題の募集について	JASRI	11月号
・ 2008A 萌芽的研究支援 利用研究課題の募集について	JASRI	11月号
・ 2008A 長期利用課題の募集について	JASRI	11月号
・ 2008A SPring-8 成果公開・優先利用課題の募集について	JASRI	11月号
・ SPring-8 専用ビームライン建設について	JASRI 利用業務部	11月号
・ SPring-8運転・利用状況	JASRI 研究調整部	11月号
・ 論文発表の現状	JASRI 利用業務部	11月号
・ 最近SPring-8から発表された成果リスト	JASRI 利用業務部	11月号
・ 共用ビームラインBL46XUの名称変更のお知らせ	理研/JASRI	11月号

ビームライン

・ 産業利用 ビームラインBL14B2(XAFS)の紹介	JASRI 産業利用推進室 本間 徹生	5月号
------------------------------	---------------------	-----

最近の研究から

・ 「単元素バルク金属ガラス」はまぼろしだった ~Zr、Tiの高温高圧下における非晶質化の検証~	原子力機構 服部 高典/齋藤 寛之 内海 涉/青木 勝敏	1月号
・ 軟X線角度分解光電子分光による物質の3次元電子構造の解明	スプリングエイトサービス(株) 金子 洋/岡島 由佳 大阪大学大学院 関山 明/矢野 正雄 今田 真/菅 滋正	3月号
・ 2003A期、2003B期実施開始の長期利用課題研究紹介	JASRI 利用研究促進部門 室 隆柱之	5月号
・ 超高圧実験で探る地球のマン틀最深处	東京工業大学大学院 廣瀬 敬 (独)海洋研究開発機構 巽 好幸	5月号
・ 多剤排出トランスポーターの立体構造と作動機能	大阪大学 村上 聡	5月号
・ 2003B期実施開始の長期利用課題研究紹介	JASRI 利用業務部	7月号
・ Nuclear Resonance Vibrational Spectroscopy (NRVS) of Iron-Sulfur Enzymes for Nitrogen Fixation and Hydrogen Metabolism	University of California Stephen P. Cramer	7月号
・ 複合高分子の精密分子設計と階層的多相構造制御	名古屋大学大学院 松下 裕秀	9月号
・ 高分子結晶化と高次構造形成機構の精密解析と制御	京都大学 金谷 利治	9月号

利用者懇談会研究会報告

・ 核共鳴散乱研究会の現状報告	京都大学 瀬戸 誠	5月号
・ マイクロナノトモグラフィー研究会の活動状況	豊橋技術科学大学 戸田 裕之 JASRI 利用研究促進部門 上杉 健太郎	7月号
・ 高分子薄膜・表面研究会の現状	九州大学 高原 淳 JASRI 利用研究促進部門 佐々木 園	7月号
・ 「固体分光」研究会活動報告	名古屋大学大学院 曾田 一雄	7月号
・ 原子分子の内殻励起研究会の現状報告	(独)産業技術総合研究所 齋藤 則生 兵庫県立大学大学院 下條 竜夫	9月号
・ 金属疲労損傷評価研究会	神戸大学大学院 中井 善一	9月号

研究会等報告

・ ソフト界面科学研究会の現状報告	九州大学大学院	荒殿 誠	1月号
	宇都宮大学	飯村 兼一	
・ 高分子科学研究会の活動	豊田工業大学大学院	田代 孝二	1月号
	住友化学㈱	山口 登	
・ 第10回SPring-8シンポジウム報告	JASRI 利用研究促進部門	舟越 賢一	1月号
・ 「赤外光励起による新物質プロセッシング」研究会	大阪大学	白井 光雲	3月号
・ JASRI/SPring-8研究講演会「女性研究者が手がける有機・高分子材料科学 - 放射光利用研究の現状と将来 - 」を開催して	JASRI 利用研究促進部門	佐々木 園	9月号
・ 第7回SPring-8夏の学校を終えて	JASRI 利用研究促進部門	八木 直人	
	兵庫県立大学大学院	籠島 靖	
	JASRI 利用研究促進部門	鈴木 芳生 / 木村 洋昭	9月号
・ 第4回産業利用報告会	JASRI 産業利用推進室	廣沢 一郎	11月号

談話室・ユーザー便り

・ SPring-8利用者懇談会 会長挨拶 心機一転	JASRI	坂井 信彦	5月号
----------------------------	-------	-------	-----

告知板

・ 2006年におけるSPring-8関係功績の主な受賞	1月号
・ 2006年の刊行物の発行について	1月号
・ 「SPring-8利用者情報Vol.11 (2006年発行)」バックナンバーの紹介	1月号
・ 2006年におけるSPring-8関係功績の受賞	3月号
・ 独立行政法人理化学研究所 播磨研究所 放射光科学総合研究センター パロン物質ダイナミクス研究室 協力研究員募集	3月号
・ 第9回(2007年度)サー・マーティン・ウッド賞受賞候補者推薦要項	5月号
・ 最近のSPring-8関係功績の受賞	7月号
・ SPring-8供用10周年について	7月号
・ 第4回産業利用報告会のご案内	7月号
・ SPring-8供用10周年事業	
・ SPring-8供用開始10周年記念シンポジウムについて	9月号
・ 最近のSPring-8関係功績の受賞	11月号

「SPring-8利用者情報」送付先登録票

“SPring-8 Information” SUBSCRIPTION REQUEST FORM

(財)高輝度光科学研究センター 利用業務部図書情報課 「SPring-8 利用者情報」事務局
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1 - 1 - 1
TEL: 0791-58-2797 FAX: 0791-58-2798

“SPring-8 Information” Secretariat, Library and Information Sec., User Administration Div.
Japan Synchrotron Radiation Research Institute (JASRI)
1-1-1 Kouto, Sayo-cho, Sayo-gun, Hyogo 679-5198 JAPAN
TEL: +81-(0)791-58-2797 FAX: +81-(0)791-58-2798

いずれかを で囲んで下さい。 新規・変更・不要 (既に本誌がお手元に届いている場合は、新規の登録は不要です。)

Please check the appropriate box.

Add my name Change my subscription information Stop my subscription

フリガナ			
氏名 Name			
勤務先/所属機関 Affiliation	(旧勤務先) (Previous Affiliation)		
部署 Department/Division		役職 Job Title	
所在地 Address	〒		
TEL		FAX	
E-mail			

その他の方で送付を希望される方は、本票に必要事項を記入のうえ、図書情報課 (Fax: 0791-58-2798)までお送り下さい。

If you wish to subscribe to the "SPring-8 Information," please fill out and send this form to the Library and Information Section by fax at +81-791-58-2798.

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、ご要望等ございましたら、ご連絡ください。

The SPring-8 Information aims at providing useful information for SPring-8 users. If you have any comments or suggestions, please feel free to contact us.

上記の個人情報(名前、メールアドレス、連絡先等)は、SPring-8利用者情報誌発送以外の目的では利用いたしません。

We only use the personally identifiable information above (name and e-mail/postal addresses) to send you the "SPring-8 Information." We will not use the information for any other purposes.

ご意見/ご要望：
Comments and suggestions:

「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	坂尻佐和子	企画室
	辻本 繁樹	研究調整部
	平野 志津	利用業務部
	淡路 晃弘	広報室
	藤田 貴弘	加速器部門
	佐野 睦	光源・光学系部門
	岩本 裕之	利用研究促進部門
	廣沢 一郎	産業利用推進室
	八尾裕香子	施設管理部
	鳥山 喜章	安全管理室
	鳥海幸四郎	利用者懇談会 編集幹事(兵庫県立大学)
	森本 幸生	利用者懇談会 編集幹事(京都大学)
事務局	松本 亘	利用業務部
	山田 正人	利用業務部

SPring-8 利用者情報

Vol.13 No.1 JANUARY 2008

SPring-8 Information

発行日 平成20年(2008年)1月16日

編集 SPring-8 利用者情報編集委員会

発行所 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)



雪化粧の蓄積リング棟と三原栗山



財団法人 高輝度光科学研究センター
Japan Synchrotron Radiation Research Institute

〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都^{こうと}1-1-1
[広報室] 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/>