

SPring-8 これまでの取組について

平成26年6月10日(火)

理化学研究所 放射光総合研究センター

石川 哲也



建設期間:1991年~1997年

供用開始:1997年10月

蓄積リング:電子エネルギー;8 GeV 周長;1500 m

総面積:1,410,000 m² (141 ha) 標高: 280-290 m

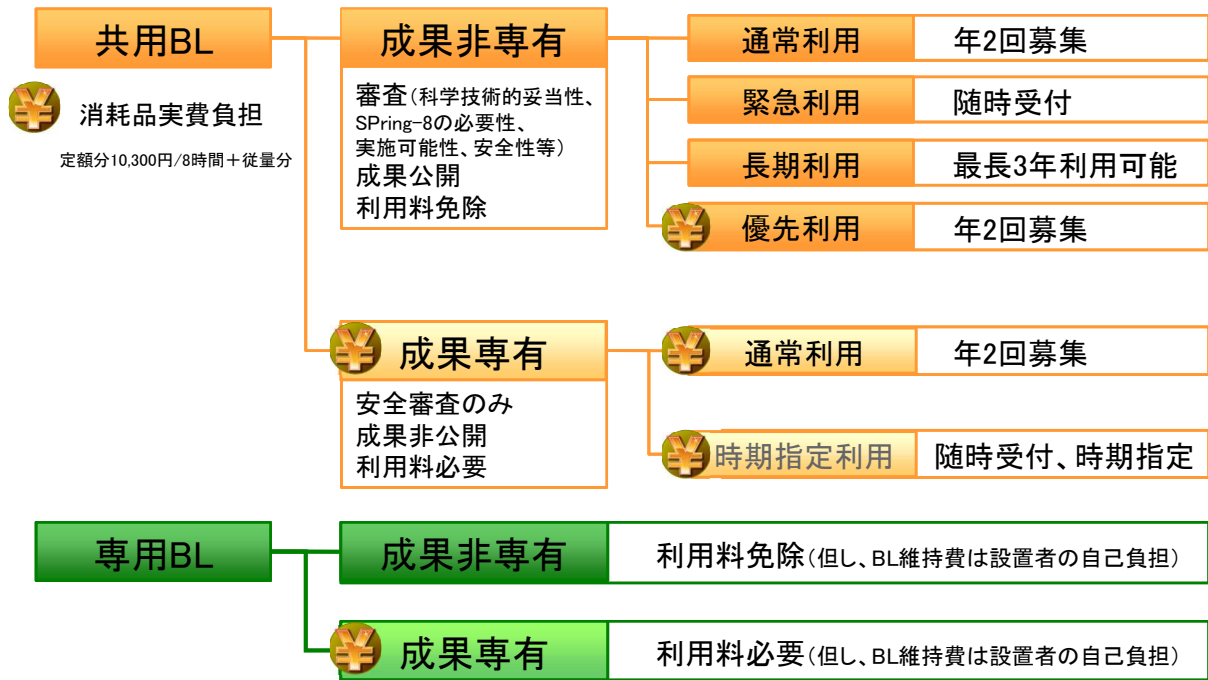
2013年度 実施実験課題数:1,804件

利用者数 :13,381人(産業界20%)

総累計利用者数:16.8万人

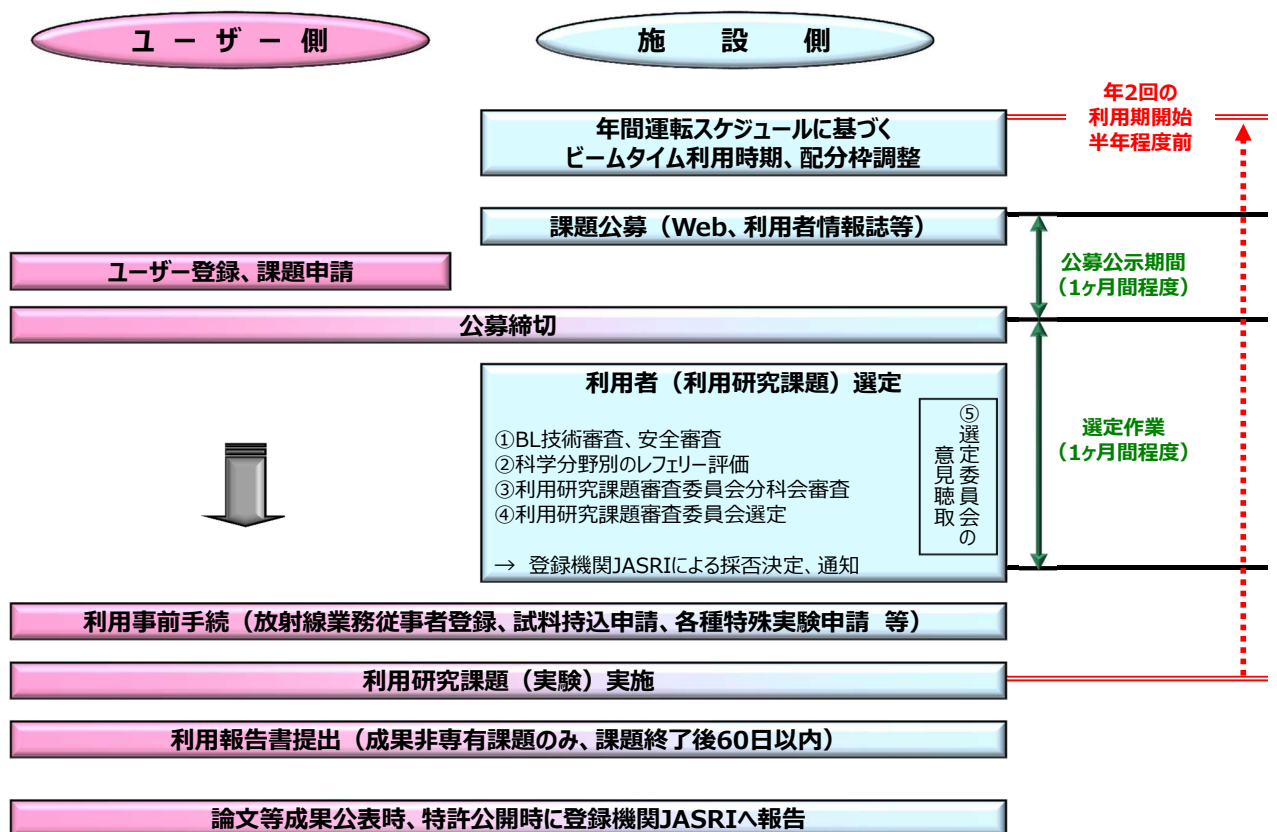
施設利用制度

- **成果を公開する（非専有）** 利用は施設利用料金（運営費回収方式によるビーム使用料）を**免除**
- **成果を公開しない（専有）** 利用は施設利用料金（運営費回収方式によるビーム使用料）を**徴収**
- 成果の公開有無に拘わらず利用に係る実費を徴収（平成18年度下期より「消耗品実費負担制度」を導入）
- これらは、全利用者同一基準で適用



注）成果専有の通常利用における利用料は、共用BL：480千円／8時間、専用BL：312千円／8時間

施設利用スキーム ～課題申請から報告まで～



SPring-8の主な経緯 ～計画発足から建設～

昭和63年(1988年) 10月:	原研・理研 大型放射光施設研究開発共同チーム発足
平成元年(1989年) 6月:	大型放射光施設の立地を兵庫県播磨に決定
平成2年(1990年) 12月:	財団法人高輝度光科学研究センター(JASRI)設立
平成3年(1991年) 11月:	SPring-8建設工事着手
平成6年(1994年) 10月:	「特定放射光施設の共用の促進に関する法律」施行
平成9年(1997年) 3月:	偏光電磁石からの発生を確認
10月:	SPring-8供用開始
平成15年(2003年) 10月:	理化学研究所が独立行政法人化
平成17年(2005年) 4月:	SCSS整備開始
10月:	(独)理化学研究所、JASRIによる二者体制への移行
平成18年(2006年) 3月:	SCSS完成
4月:	X線自由電子レーザーSACLA整備開始
7月:	「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律」施行
平成19年(2007年) 10月:	SPring-8供用開始10周年記念式典等実施
平成23年(2011年) 3月:	SACLA完成
6月:	SACLA発振
平成24年(2012年) 3月:	SACLA供用開始

SPring-8の主な経緯 ～開発&高度化～

平成3年(1991年) 11月:	SPring-8建設工事着手
平成7年(1995年) 4月:	★標準型二結晶分光器、偏光の制御に関する開発を開始
平成9年(1997年) 3月:	偏光電磁石からの発生を確認
5月:	アンジュレータ放射光の発生を確認(BL47XU)
10月:	SPring-8供用開始(ビームライン10本)
平成10年(1998年) 5月:	蓄積電流100 mAを達成(エミッタンス 6.6 nm ² rad)
平成12年(2000年) 6月:	★kmビームライン(BL29XU)の運転開始
9月:	★硬X線コヒーレント回折イメージングに関する開発を開始
10月:	★25mアンジュレータビームライン(BL19LXU)の運転開始
平成13年(2001年) 5月:	大阪大学と共同で★光学素子(ミラー)の開発を開始
平成16年(2004年) 5月:	ユーザータイム時の★トップアップ運転開始
平成17年(2005年) 9月:	ユーザータイム時の低エミッタンス運転開始(3.4 nm ² rad)
平成25年(2013年) 5月:	さらなる★低エミッタンス化(2.4 nm ² rad)
平成26年(2014年) 5月:	57本のビームラインが運転中

★は詳細を後述

施設の高度化 ~Key Words~

加速器光源

低エミッタンス 6 nm·rad → 3.4 nm·rad → 2.4 nm·rad
 軌道安定化 (盤石な岩盤 + 振動対策 + 温度安定化)
トップアップ運転
 多様なバンチモードと高いバンチ純度



電子ビーム
 偏向電磁石 (88台) 電子ビームの軌道を曲げる(1台で約4度)
 4極電磁石 (470台) 電子ビームの散逸を防ぎしぼる
 6極電磁石 (300台) 4極電磁石の働きを助けて電子ビームの安定性を高める

挿入光源

標準真空封入アンジュレータ
 独立チューニング
 25 m 長尺アンジュレータ (コヒーレントX線光学, 非線形光学)
 ヘリカル, F-8アンジュレータ (→低熱負荷軟X線分光器, 偏光可変)
 短周期アンジュレータ (~20 mm, 15 mmクライオ (R&D))



XFEL実現にも大きく貢献した真空封止アンジュレータ

分光器

標準型二結晶分光器
 高エネルギー分光器 (~100 keV)
高分解能分光器, アナライザ
 (HAXPES, RIXS, IXS, NRS, HBT)
 軟X線回折格子分光器 (不等刻線密度)
 トリクロメータ (高速MAD法への応用)
 ダイヤモンド移相子 (高速スイッチング)

コヒーレントX線光学素子

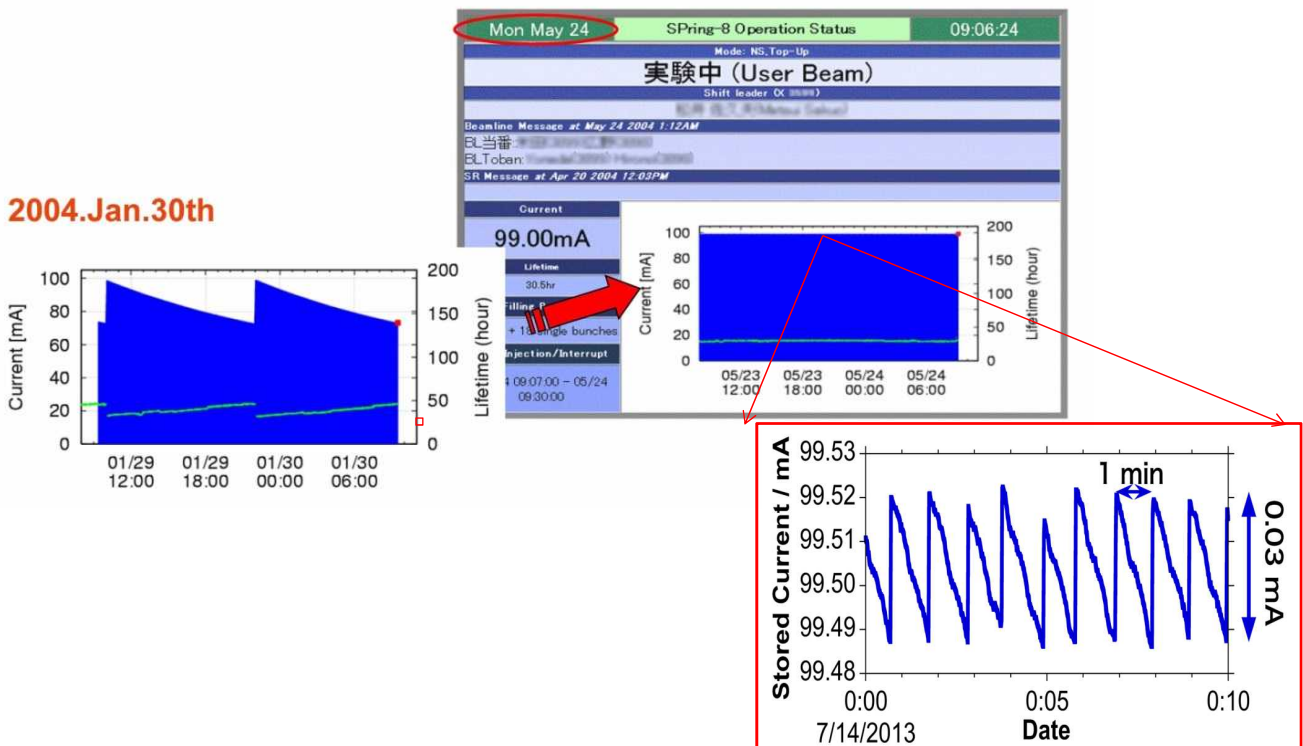
中尺, 長尺ビームライン
Osakaミラー (EEM, 精密計測)
 7 nm集光
 スペックルフリーベリリウム窓

計測技術

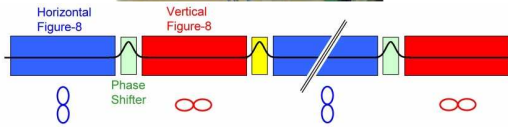
リモートアクセス
 ロボット化

施設の高度化 ~トップアップ運転~

◆トップアップ (継ぎ足し) 入射による光源強度の安定化



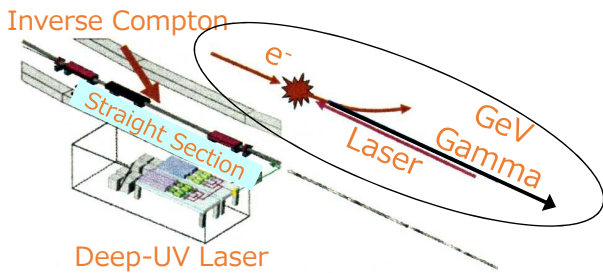
施設の高度化 ～世界で唯一の30m長直線部～



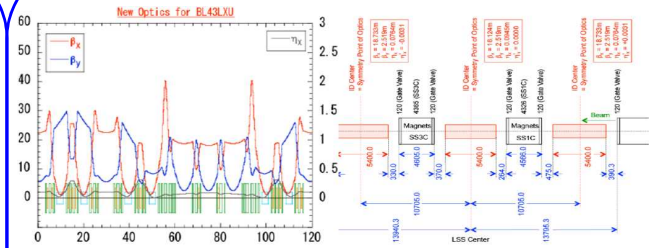
東大物質科学アウトステーション (07LSU)
可変偏光アンジュレータ (2009～)



理研物理科学 (19LXU)
世界初の25mアンジュレータ (2000～)



阪大レーザー電子光 (31LEP)
高輝度ガンマ線生成 (2013～)



理研量子ナノダイナミクス (43LXU)
長尺短周期アンジュレータ (2012～)

施設の高度化 ～分光器のフロンティア～

1995年から開発



標準型二結晶分光器
(31本のビームラインで使用)

Si 111 DCM

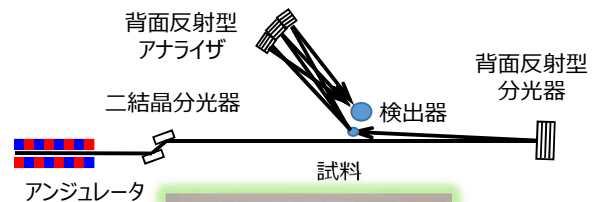


Undulator

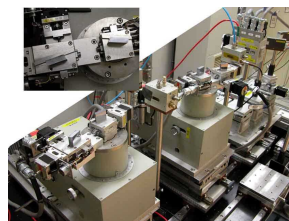
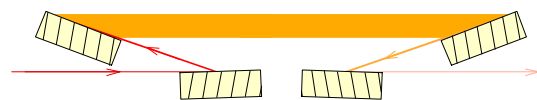
Si *nnn* channel-cut
monochromator



HAXPES用後置分光器
~40 meV@8 keV



高分解能アナライザ
~1 meV @20 keV



世界最高分解能分光器
120 ueV@14 keV

施設の高度化 ～光学素子の超精密加工～

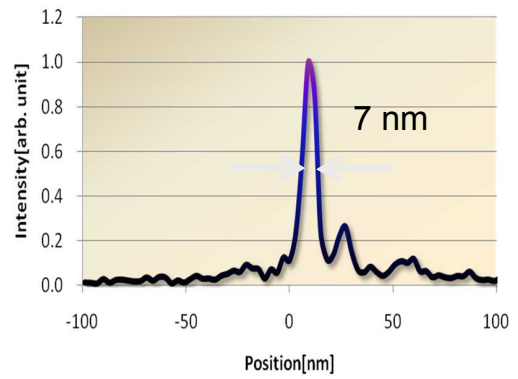
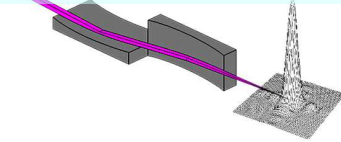
2001年から開発

“Osakaミラー”



- EEM
- ナノメートル形状計測・加工
- 波動光学

Kirkpatrick-Baez mirror

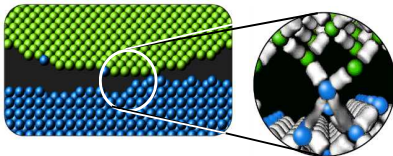


EEM加工

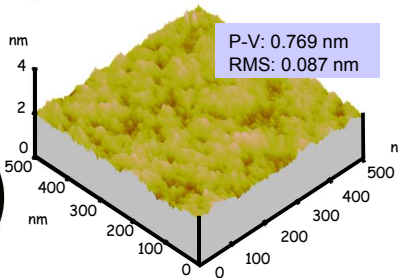
超純水の流れ

粉末粒子

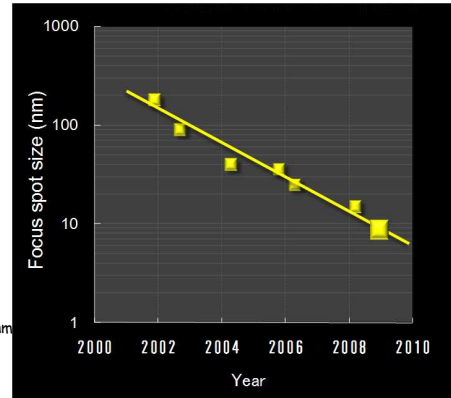
加工物



加工物表面原子を原子単位で除去



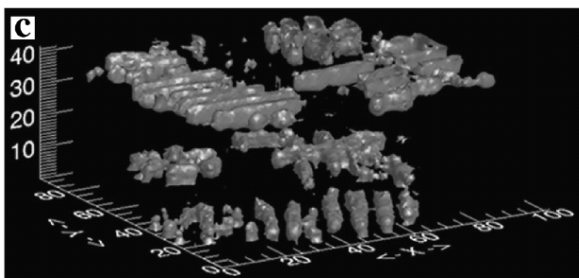
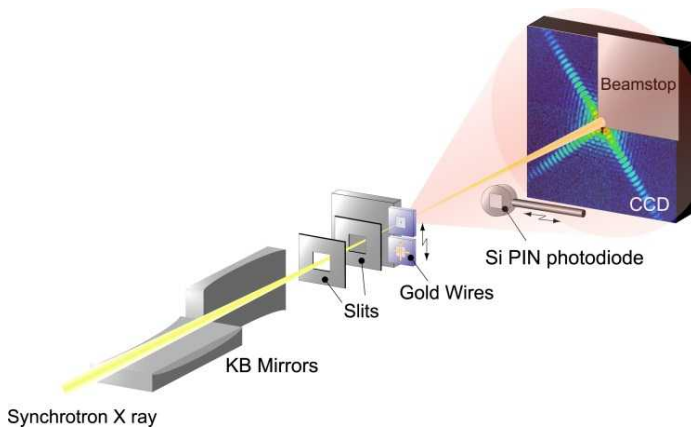
EEM加工面 (加工量: 8 nm)



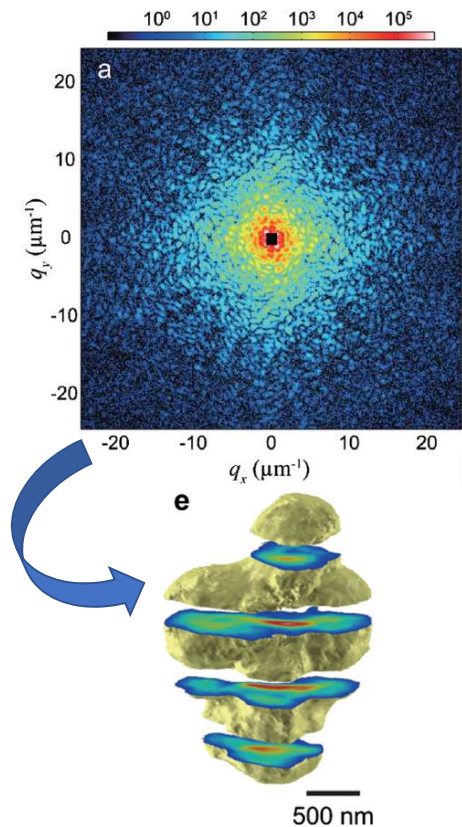
H. Mimura & K. Yamauchi et al.
Nature Phys. 2009

施設の高度化 ～硬X線コヒーレント回折イメージングのパイオニア～

2000年から開発



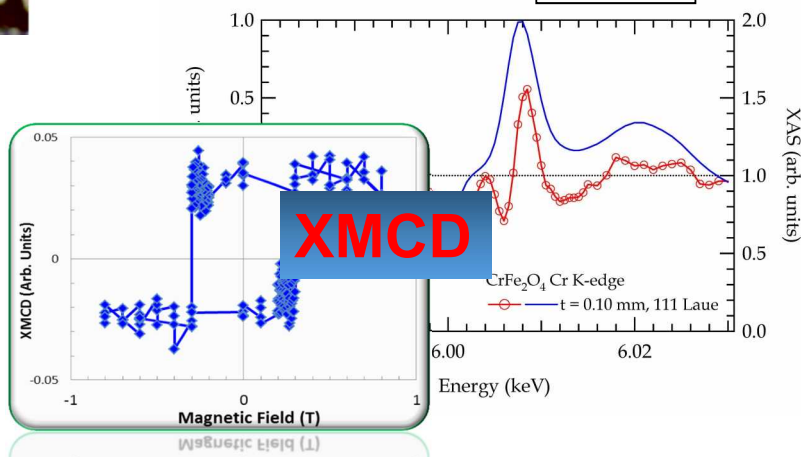
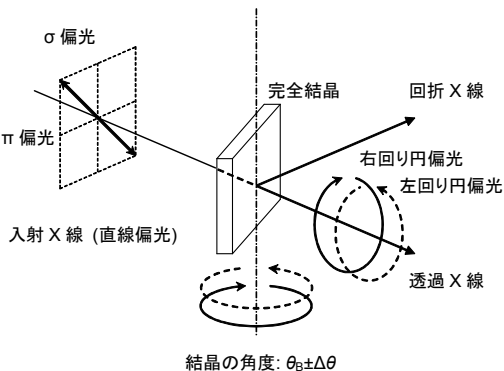
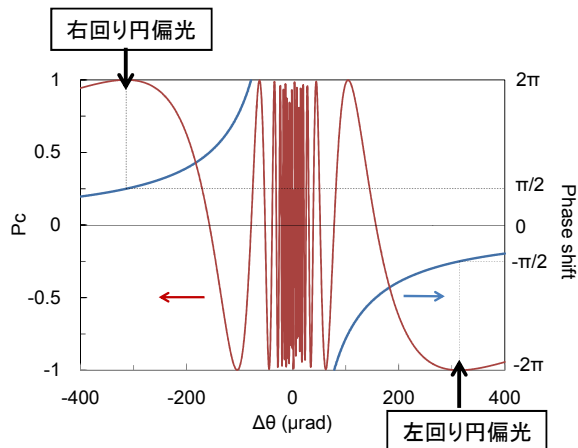
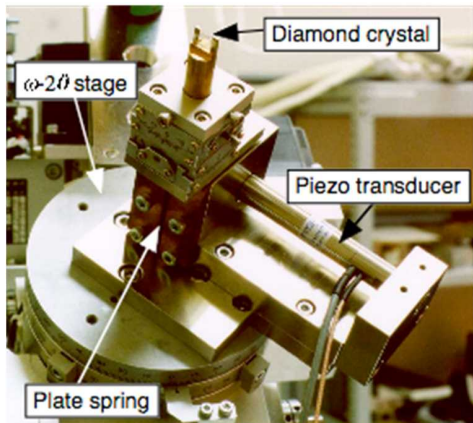
世界初の硬X線コヒーレントイメージング
Miao et al, PRL 2002



ヒト染色体のイメージング
Nishino et al, PRL 2009

施設の高度化 ~偏光の制御~

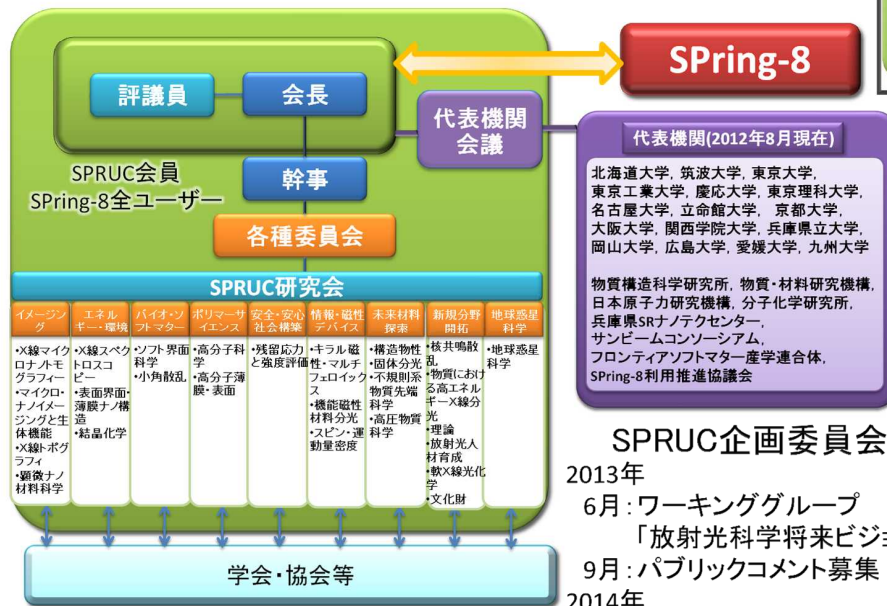
1995年から開発



ユーザーとの連携

SPring-8ユーザー共同体
(SPring-8 User Community; SPRUC)

ボランティア指向の組織(利用者懇談会)から
ミッション指向・共有型の組織(SPRUC)へ
会員:登録全ユーザー:約11,600人(H.26.5.21現在)



代表機関(2012年8月現在)
北海道大学, 筑波大学, 東京大学, 東京工業大学, 慶応大学, 東京理科大学, 名古屋大学, 立命館大学, 京都大学, 大阪大学, 関西学院大学, 兵庫県立大学, 岡山大学, 広島大学, 愛媛大学, 九州大学
物質構造科学研究所, 物質・材料研究機構, 日本原子力研究機構, 分子化学研究所, 兵庫県SRナノテクセンター, サンビームコンソーシアム, フロンティアソフトウェア産学連合体, SPring-8利用推進協議会

SPRUC企画委員会

- 2013年
 - 6月:ワーキンググループ「放射光科学将来ビジョン白書」骨子
 - 9月:パブリックコメント募集
- 2014年
 - 4月:「SPRUC放射光科学将来ビジョン白書」中間報告書 提出

グランドビジョンに基づく SPring-8II計画

SPring-8シンポジウム2012
(8月25日-26日 大阪大学)
パネル討論「放射光科学のグランドデザインとSPRUCの果たすべき役割」

