



SPring-8 次期計画 2019シンポジウム事務局  
財団法人高輝度光科学研究センター(JASRI)  
研究調整部 研究業務課  
TEL:0791-58-0949 FAX:0791-58-0988  
e-mail:2019symposium@spring8.or.jp



# SPring-8次期計画2019シンポジウム

光科学の明日

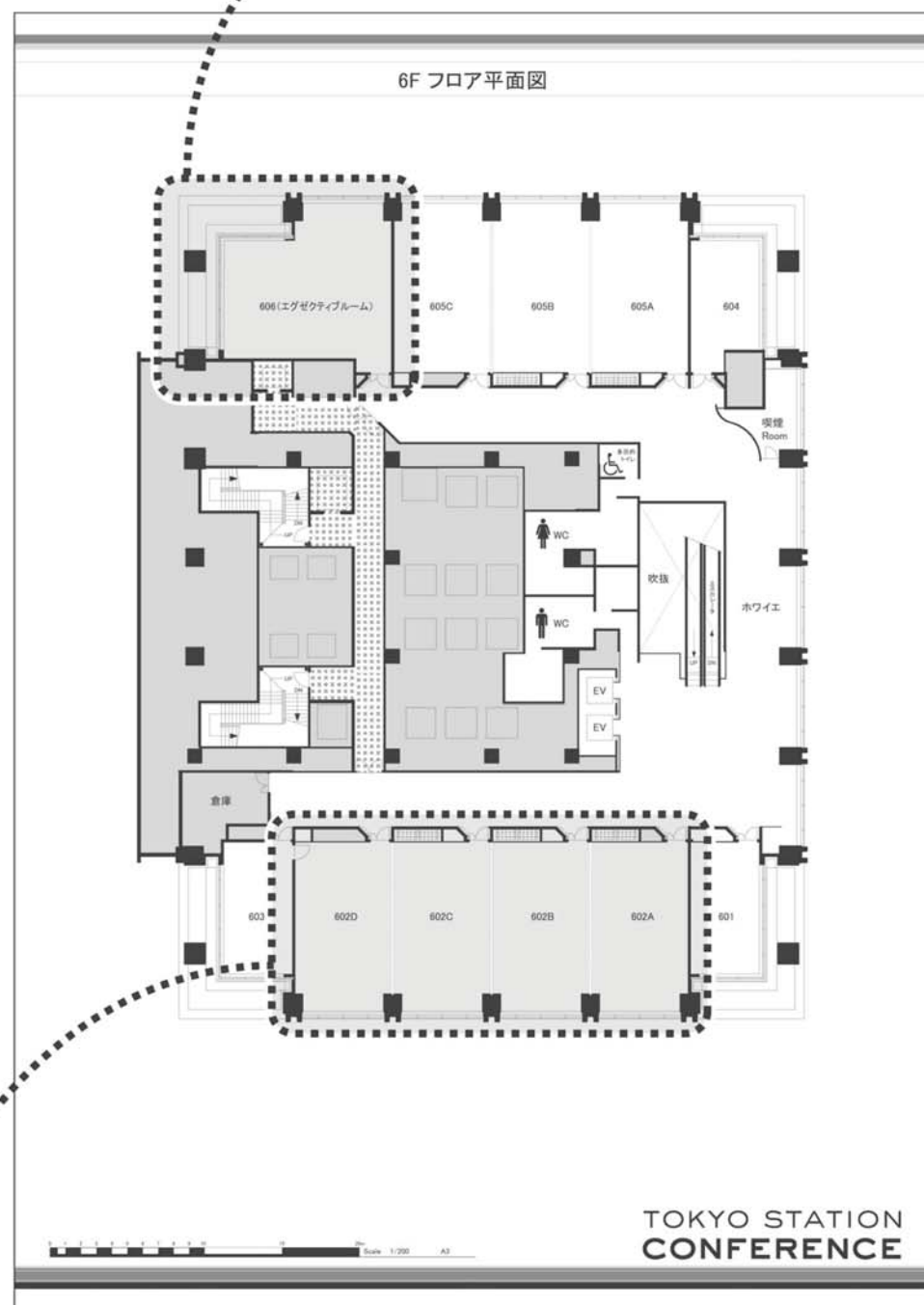
会 期 ▶ 2009年6月19日(金)

主 催 ▶ 独立行政法人 理化学研究所  
▶ 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)

後 援 ▶ 日本放射光学会

<http://www.spring8.or.jp/ja/users/meeting/2009/2019symposium>

懇親会会場 (17:00~18:30)



SPring-8 次期計画 2019 シンポジウム会場 (9:45~16:30)

# SPring-8 次期計画 2019 シンポジウム ～光科学の明日～

主 催：独立行政法人 理化学研究所  
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)

後 援：日本放射光学会

日 時：2009年6月19日(金) 9:45~16:35

場 所：東京ステーションコンファレンス6階 602(ABCD)



## SPring-8 次期計画 2019 シンポジウムについて

SPring-8 では、2019 年を目処に新たな利用研究を支える硬 X 線放射光源として生まれ変わるべく、次代を担う理研・JASRI の若手研究者を中心としたワーキンググループを発足させ、SPring-8 の次期計画を検討しています。本計画の目的は、施設の大規模アップグレードによって光源性能を飛躍的に向上させることにより、新たな光科学を展開することです。加えて、現在建設が進む次世代光源「XFEL」との相乗利用を可能とすることが大きな特色です。本シンポジウムでは、SPring-8 の次期計画に関して、将来鍵となる研究分野での光科学の展望、および施設（加速器・光源・ビームライン）のアップグレードについての講演が行われます。参加者全員による自由討論も予定しています。SPring-8 ユーザーの方々はもとより、新たな光科学や新放射光源の開発に興味をお持ちの方々に至るまで、多くの方々の活発な議論を期待しております。

SPring-8 高度化計画検討委員会 委員長

石川哲也



## プログラム

- |       |                                    |                                 |
|-------|------------------------------------|---------------------------------|
| 9:45  | 開会挨拶                               | 石川哲也 (SPring-8 高度化計画検討委員会委員長)   |
| 9:50  | 挨拶                                 | 文部科学省                           |
| 9:55  | SPring-8 次期計画の概要                   | 矢橋牧名 (理研 /SPring-8)             |
| 10:25 | サイエンスの展望                           | 鈴木基寛 (JASRI/SPring-8)           |
| 11:00 | 加速器計画の展望                           | 早乙女光一 (JASRI/SPring-8)          |
| 11:30 | ビームライン光学系の展望                       | 山崎裕史 (JASRI/SPring-8)           |
| 11:50 | ----- 昼食 -----                     |                                 |
| 13:30 | 放射光によるバイオイメージング：その可能性と未来           | 前島一博 (国立遺伝学研究所 構造遺伝学研究センター)     |
| 14:05 | 最先端ナノテクノロジーと放射光の関わり                | 松井真二 (兵庫県立大学 高度産業科学技術研究所)       |
| 14:40 | ----- 休憩 -----                     |                                 |
| 14:55 | 光応答物質における相転移ダイナミクス                 | 所裕子 (JST さきがけ / 東京大学大学院 理学系研究科) |
| 15:30 | SPring-8 次期計画によって開かれる高エネルギー密度科学の展望 | 藤岡慎介 (大阪大学 レーザーエネルギー学研究中心)      |
| 16:05 | フリーディスカッション                        |                                 |
| 16:30 | 閉会挨拶                               | 後藤俊治 (SPring-8 高度化計画検討委員会)      |
| 17:00 | ----- 懇親会 (17:00~18:30) -----      |                                 |
|       | 会場：6 階 606 (エグゼクティブルーム)            |                                 |

## SPring-8次期計画の概要

理化学研究所／SPring-8 矢橋 牧名

前世紀まで、科学技術は、社会活動の拡大と生活の利便性の向上に大きく貢献してきたが、21世紀に入り、成熟した社会をいかに持続的に発展させるかという課題が新たに立ち上がってきている。エネルギー、環境、医療、情報といった関連研究を飛躍的に発展させるためには、従来は取り扱うことが困難であった複雑かつ多様な物質・生命系に対しても、極めて高い精度と信頼性をもって観測し、本質の理解につなげることが非常に重要である。

X線は、その短波長特性と高い透過力を活かして、対象を破壊することなくありのままの「ピコワールド」を観察できるプローブとして、現代の科学技術に不可欠の存在である。特に、SPring-8に代表される第3世代大型放射光源は、高輝度X線を供することにより、様々な学術研究や産業応用の進展に貢献してきた。一

方で、最先端の研究が進むにつれ、SPring-8といえども、対称性の低い複雑な系への対応や、複数手法の組み合わせによるマルチディメンジョン計測を行うためには、強度が決定的に不足している、或いはデータ取得に膨大な時間がかかることが判明しつつある。

諸外国との競争も苛烈になっていく中で、我が国の放射光施設が最先端の科学に長期にわたって貢献し続けるためには、光学系・検出系の開発とともに、光源加速器の革新にも腰を据えて取り組まなければならない。SPring-8は、高度化計画検討委員会、及び若手有志のワーキンググループにおいて、SPring-8次期計画としての大規模なアップグレードの検討を開始した。講演では、計画の概要について報告を行う。

## サイエンスの展望

JASRI利用研究促進部門／SPring-8 鈴木 基寛

SPring-8は最高性能の第三世代放射光リングとして、最先端の光科学に寄与してきた。特筆すべき成果として、機能物質の構造および電子・磁気状態の精密解析、マイクロX線ビームによる時分割・顕微測定、地球内部の物性研究、巨大タンパク質の精密構造解析、強相関系物質のフォノン状態の解明、X線回折顕微鏡によるナノ3次元観察等が挙げられる。これらはSPring-8の高輝度硬X線ビームを活用しつくして得られた成果であり、さらなるブレークスルーをもたらすには、現状の光源性能を大きく凌駕した新光源が必須となる。

SPring-8次期計画においては、今後10年、20年先に鍵となるサイエンスを見据えた施設のアップグレードとアプリケーションの開発

を進めていく。ナノサイエンスの探求はそのひとつの柱である。物質をナノレベルの構造で組み合わせた新機能材料は、われわれの社会活動や生活を支える主要なテクノロジーであり、その重要性は今後ますます高まっていく。同時に、ナノスケールの構造・電子状態とマクロな物性との相関は、物質基礎科学の未開拓の領域である。次期計画ではナノメートルの空間分解能をもつ放射光プローブによる物質評価を実現し、ひいては新機能物質の創成にも貢献する。講演では、このほかに極端条件科学やXFELとの相乗利用についても述べる。

## 加速器計画の展望

JASRI 加速器部門／SPring-8 早乙女 光一

SPring-8 は1997年の供用開始以来、優れた性能を持つ安定な放射光光源として多くのユーザーに利用され、成果をあげてきた。供用開始から10年以上が経過した今日において、次の10年以降を展望するとき、放射光利用の新たな局面とサイエンスを切り開くべく、大幅な性能向上をもたらす施設のアップグレードを実施することは必須とも言えるであろう。

本講演では、現在の蓄積リングを極限近くまで改造する案を紹介し、このようなアップグレードの1つの方向性を示す。計画案では、蓄積リングの電磁石配置、運転エネルギー、挿入光源パラメータ、蓄積電流値などを総合的に見直し、必要な改造を大幅に取り入れる

ことよって、放射光の平均輝度を現在の100倍またはそれ以上にまで増強させることを目標とする。これにより、NSLS-II、PETRA-III、PEP-Xなど、現在建設中もしくは計画段階にある海外のリング型新光源を、次期SPring-8は平均輝度で凌駕し、将来においてもなお最先端の放射光施設としてユニークな研究成果を輩出することが可能となろう。

## ビームライン光学系の展望

JASRI光源・光学系部門／SPring-8 山崎 裕史

第3世代放射光施設SPring-8の特徴として、光源の高輝度・低エミッタンス性や、長尺ビームラインの存在が挙げられる。光源の高輝度・低エミッタンス性により、ビームの中から位置、角度、エネルギーの特に揃った部分を抜き取って使用しても十分な強度が得られる。そのようなX線を長尺ビームラインで使用することにより、新しいコヒーレントX線光学が生まれてきた。例えば、X線コヒーレンスを解析する技術に加えて、コヒーレントX線を使用したマイクロスコピや、X線をミラーでコヒーレントに集光する技術が生み出されている。今やミラーの集光性能は10nmに達する勢いである。

従来のミラーの集光性能の向上はミラー製

作技術の進展に伴うものであったが、今後の1nm集光はミラーのアクセプタンスの増大によってもたらされる。しかし、現在の加速器性能では既に集光光学系とのマッチングを取ることができない状態にある。先の低エミッタンス性は光源の鉛直方向のみであり、水平方向のエミッタンスを小さくし、輝度を向上させることが必要になる。講演では次期SPring-8において、加速器とビームラインの光学的マッチングが取れた場合のX線ビームの性能を評価し、ナノプローブとしてのX線を供給するビームライン検討案を提示する。

## 放射光によるバイオイメージング：その可能性と未来

国立遺伝学研究所 構造遺伝学研究中心 前島 一博

私たちはX線を用いて、人体の設計図であるヒトゲノムの折り畳み構造について解析してきた。直径2nm、全長2mにも及ぶヒトゲノムDNAは、まず、塩基性蛋白質ヒストンに巻かれ、ヌクレオソームになり、さらに折り畳まれて直径約30nmのクロマチン繊維を形成するとされている。しかしながら、このクロマチン繊維がどのようにして、最終的に直径約0.7 $\mu$ mの分裂期染色体や、直径10 $\mu$ mの細胞核の中に折り畳まれているのか？については全くの謎であり、長年に渡って生物学者たちの興味を集めてきた。古くから提唱されているモデルでは、「30nmのクロマチン繊維が、100nm、200nmと、らせん状の階層構造を形成している」と予想されている。間期の核

内の太いファイバーはクロモネマファイバーと呼ばれている。

しかしながら、SPRING-8の強力な放射光をもちいた解析、また「生きた状態」に近い細胞観察ができるクライオ電子顕微鏡観察では、ヌクレオソームに相当する11nm散乱のピーク以上の大きな構造は検出されていない。つまり、ヌクレオソーム繊維の不規則な折り畳みによって成り立っていると考えている。このことは、古くから提唱されているモデルが必ずしも正しくない可能性を示唆している。

本シンポジウムでは、X線を用いた私たちの仕事、さらには「生命」を明らかにするためのバイオイメージングの可能性と未来について考えてみたい。

## 最先端ナノテクノロジーと放射光の関わり

兵庫県立大学 高度産業科学技術研究所 松井 真二

超微細加工ナノテクノロジーの進展はめざましく、電子ビームおよび集束イオンビームを用いた10nmレベルの直接加工およびナノインプリントを用いた転写が可能になっている。この最先端ナノ加工技術を、先端機能材料の加工や生体材料のマニピュレーション等に应用することにより、これら先端機能材料および生体材料のナノ計測が可能になり、新サイエンス分野を開拓することができる。

ここでは、集束イオンビームおよびナノインプリントを用いたナノ加工技術の紹介を行う。さらに、超微細ナノテクノロジー (Technology) と先端科学研究 (Science) が共同 (Science & Technology) することにより、最先端の研究成果が創出できる事例について紹介する。

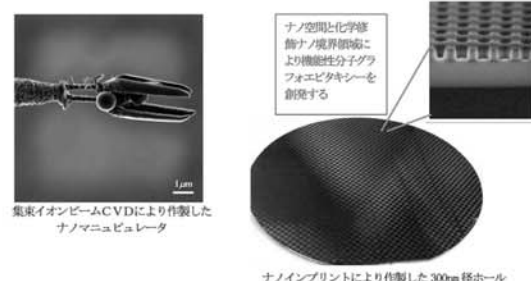
### 1. 集束イオンビームによる立体ナノ構造形成技術

集束イオンビーム励起表面反応を用いた立体ナノ構造形成技術は、(1)集束イオンビームのビーム径が5nmまで収束できるので、3次元CADデータを用いて、数10nmレベルの立体ナノ構造形成が可能である。さらに、(2)原料ガスを変えることにより、金属、半導体、絶縁体等、多種の材料で、3次元ナノ構造形成が可能である。これらの特徴を有する立体ナノ構造形成技術を利用することにより、集束イオンビームを用いた三次元ナノテクノロジーは、エレクトロニクス、メカニクス、オプティクスからバイオテクノロジーまで広範

囲にわたるナノテクノロジーの中核技術として期待されている。

### 2. ナノインプリント技術

ナノインプリントは、光ディスク製作では良く知られているエンボス技術を発展させ、その解像性を高めた技術であり、凹凸のパターンを形成したモールドを、基板中の液状ポリマー等へ押し付けパターンを転写するものである。この技術を光素子や半導体素子あるいは、ナノ構造材料形成等新たな応用へ展開しようとする試みが進められており、10nmレベルのナノ構造体を、安価に大量生産でき、かつ高精度化が可能となりうる技術として近年注目を浴びている。1995年にプリンストン大学のChou教授が、ポリマーのガラス転移温度付近で昇温、冷却過程により10nmパターン転写が可能であるナノインプリント技術を発表した。



## 光応答物質における相転移ダイナミクス

JSTさきがけ/東京大学大学院 理学系研究科 所 裕子

近年、固体材料における光物性の研究が盛んに行われている。光で磁気や電気などの物性をコントロールする光応答材料は、光記録媒体・エレクトロニクス材料という応用的観点から期待が高まっている。一方、光誘起の相転移現象は、非平衡現象の解明という統計力学の命題に対する固体モデル系として大いに注目されている。従って、光誘起相転移を伴う磁気物性の創製および動的挙動の解明は、基礎および応用の両面から極めて重要な研究課題の一つであると考えられる。光磁性材料を設計するには、電子状態を光化学的に転換させることで磁性を変化させる方法が有効である。そのような要請に応えるには、電荷移動錯体などの相転移物質が有効である。

私達は、分子磁性材料の一つであるシアノ架橋型金属錯体を対象物質として、研究を行

ってきた。シアノ基で金属イオンが架橋されたシアノ架橋型金属錯体は、電荷移動型構造相転移や強磁性相転移などを発現する興味深い物質群である。その中でも、RbMnFeシアノ錯体は、巨大な温度ヒステリシスを伴った電荷移動相転移や光誘起相転移などを示す大変興味深い物質であることをこれまでに見出してきた。このような物性は、この物質における混合原子価状態、ヤーン・テラー効果、格子欠陥の量などの巧みなバランスにより発現することがわかってきた。本講演では、この物質群の電荷移動型構造相転移、強磁性相転移、および光磁性現象に関して紹介し、相転移ダイナミクスに基づく新しい非平衡相転移現象の可能性に関する展望についてもあわせて紹介する。

## SPRING-8次期計画によって開かれる高エネルギー密度科学の展望

大阪大学 レーザーエネルギー学研究中心 藤岡 慎介

関西には世界に誇れる大型光科学施設が複数存在している。SPRING-8は当然その一つであるが、大阪大学レーザーエネルギー学研究中心 (<http://www.ile.osaka-u.ac.jp/>) の激光XII号 & LFEXレーザー装置もその一つであると言える。SPRING-8と激光XII号レーザーを有機的に相互活用出来れば、他に類を見ない極めてユニークな研究展望が開かれるはずである。

激光XII号レーザー (10kJ/1ns, 10TW) と LFEXレーザー (10kJ/1ps, 10PW) を集光し物体に照射すると、物体は瞬時に加熱されプラズマになる。その結果発生する圧力は容易に10万気圧を越え、その温度は1千万度に達し、まさに星の内部に匹敵するような高温、高圧、高密度状態が地上で作り出される。このような高エネルギー密度状態のプラズマを、核融合エネルギー開発、超高压物性、地球惑星科学、天文学などの研究に利用している。

レーザーで生成されるプラズマは、小さく (<1mm)、短寿命 (<1ns) で、遠赤外から極端紫外の光に対して不透明であり、かつ高速 (>100km/s) で運動する。故に、折角生成した極限状態をプローブし、正確な物理量を明らかにすることが非常に難しい。SPRING-8やXFELといった先進的光源を高エネルギー密度プラズマ研究に活用することで、これまで見えなかった現象が見られるようになり、新しい研究アイデアが生まれる。

本講演では、まず激光XII号レーザーとLFEXレーザーの性能を述べ、これらの装置で研究されている高エネルギー密度状態のプラズマ科学の現状を二、三紹介する。これらの研究が現在直面している壁について整理した上で、SPRING-8やXFELによってこれらの壁が破られるか否かについて、自由な立場から検討してみたい。

## シンポジウム開催予定

### SPring-8 シンポジウム・SPring-8 産業利用報告会 合同コンファレンス

#### — SPring-8 利用の学術と産業の融合 —

今年初めて、SPring-8 シンポジウムと SPring-8 産業利用報告会の合同開催により、放射光科学から放射光技術へ、そして放射光技術から産業技術へという学術活動から社会貢献に至るまでの利用研究活動を俯瞰・概観することで、より実質的な産学官の連携を図り、また各段階でのフィードバックチャンネルを確保して、一層の成果創出を促す場とします。

【開催日時】 2009年9月3日（木）10：00 開始～4日（金）18：00 終了（予定）

【場 所】 東京ステーションコンファレンス5階

【主 催】（独）理化学研究所、（財）高輝度光科学研究センター（登録施設利用促進機関）、産業用専用ビームライン建設利用共同体、（財）ひょうご科学技術協会、SPring-8 利用者懇談会

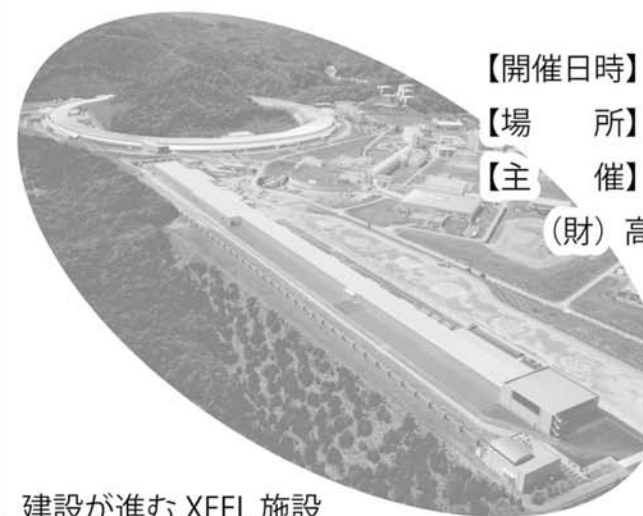
【共 催】 SPring-8 利用推進協議会

詳細については近日中に SPring-8 ホームページ <http://www.spring8.or.jp/> にて公開予定

問い合わせ先：（財）高輝度光科学研究センター 研究調整部

TEL：0791-58-0987 FAX：0791-58-0988

### 第5回 X線自由電子レーザーシンポジウム



建設が進む XFEL 施設

【開催日時】 2009年11月27日（金）午前10時～（予定）

【場 所】 東京都内（未定）

【主 催】 文部科学省（予定）、（独）理化学研究所、（財）高輝度光科学研究センター（登録施設利用促進機関）、

問い合わせ先：

X線自由電子レーザー計画合同推進本部

企画調整グループ

TEL：0791-58-2849 FAX：0791-58-2862

E-mail：project-xfel@riken.jp

その他のワークショップ、講習会等の予定は SPring-8 ホームページでご紹介しています

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