

SPring-8 News

SPring-8ホームページアドレス ▶ <http://www.spring8.or.jp/>

2002.2
No.1



創刊にあたって	2
研究成果・トピックス ～ X線で1分子の動きを追う～	3～5
行事報告 / 行事一覧	6～8
SPring-8見学者	9
SPring-8 Flash / 今後の行事予定	10

創刊にあたって



(財)高輝度光科学研究センター放射光研究所
所長 吉良 爽

新装SPring-8ニュースの創刊にあたって

SPring-8に関する出版物はこれまで、「ひかりの丘から」というかたちで発行されていましたが、今年から内容を変えて、ニュース性のあるものに重点を置いた新しいものにする事になりました。内容としては、研究成果のトピックスを分かりやすく解説するとともに、研究会その他の各種行事や訪問等の記事などを掲載いたします。一般の方になるべく分かりやすい形で情報を提供し、SPring-8をよりよく理解していただくことを目標としています。

SPring-8の施設は、現在世界一の性能を持っていることは、放射光に関心を持つ世界中の科学者が認めることです。予定より早く、予期した性能を超えた機械が完成してしまったので、うまく完成して当たり前と言うような印象を世間に与えて損をしたのではないかという気がします。少し途中でつまずいて予定の期日に間に合わなくなりそうになり、逆転のアイデアと現場の不眠不休の努力で何とか予定通り完成した、などという形でテレビのドキュメントにでも取り上げられたら、世間に訴える力はずっと強かったかも知れない、などと思うことがあります。この施設の建設は、すばらしい新しいアイデアに支えられた緻密な計画に基づいています。だから、予定より早く世界一のものが出来たのです。

SPring-8の基本的な役目は、放射光と呼ばれる、科学や技術にとって非常に有用な光線を発生させることです。利用者はその光を使って、科学の研究や産業に役立つ測定を行います。出てくる光は世界一の品質です。今現在の難

を言えば、この高級な光を使う実験や測定を行うにはかなりの熟練を必要とするということでしょう。はじめから放射光の研究に携わっている人は、この熟練を獲得することは、利用するために当然のこととされているのですが、それ以外の利用希望者のなかには、その面倒な部分を専門家に支援してもらえないかと願っている人も少なくありません。特に産業界にはそのような要請が強いようです。そのような支援をするのは、この施設を運営している(財)高輝度光科学研究センター(JASRI)の重要な仕事の一つです。ただ、実際には、利用者の希望と現在提供できる支援には、時として隔たりがあることもあります。その理由は、基本的には支援のための十分な人材の確保の困難さにあります。もう一つは、この施設は物理から生物医学まで広い分野の人が利用しますが、それぞれの分野にはそれぞれの文化があり価値観があり、その違いが支援を要請する側と支援する側の意識のずれとなっているように思われる場合があります。しかし今は、折角の最高の施設から、最高の成果が出るようにとの願いを込めて、現状の中で最大限の努力をしています。

SPring-8は、外見は面白い形をしていますが、中に入れてみても特に目を引くような奇妙な物や動きがあるわけではなく、一般の方に興味を持っていただくのはなかなか難しいというのが私の実感です。この辺について、何か良いヒントがありましたら、ぜひ聞かせていただきたいものと考えています。また、この新装のSPring-8ニュースについても、ご意見を頂ければ幸いです。

研究成果

X線で1分子の動きを追う

(財)高輝度光科学研究センター
利用研究促進部門
生物・医学グループ副主幹研究員
佐々木 裕次

究極の計測法とは？

“最先端の計測技術”、“究極の計測科学”という言葉聞いて、なにを想像しますか？科学の話題で“最先端”とか“究極”などの枕詞を良く耳にしますが、それを聞いて、例えば、1つの原子や分子を見る、触る、操作するというイメージをすぐ思い浮かぶ方がいるとすれば、その方はかなりの科学通でしょう。最先端の科学はそんなレベルまで現在到達しようとしています。ここでは、物質を計る、特に生きた生体分子1個を原子の大きさ以下の精度で計る最先端計測科学について報告します。計測の世界では、日常的に原子や分子を見ることができます。原子や分子を見るための道具にはX線、電子線などの高いエネルギーを持った光源を使用することが一般的です。ここSPring-8で取り扱っている放射光は通常のX線光源よりも1億倍の強度を持っているので、非常に小さい試料を非常に速く、そして精度良く計測することができます。ではX線を用いた究極的な計測はどこまで可能になったのでしょうか？ここでいう究極的計測とは、1原子や1分子を見るということ、特に1つの原子や分子がどのような運動をしているか実時間で計測できることを指します。放射光を用いた今までの計測法では、原子や分子を10 - 100万個程度集めてその平均を測って、原子や分子の位

置や構造を決めていました。その精度は原子及び分子の集め方にもよりますが、原子の大きさの1/10程度の精度でした。でも、原子1個とか、分子1個とかの運動計測となると実時間計測は元より、現在までX線では全く不可能だと思われてきました。しかし、原子1個や分子1個の動きを正確に計測したいという要望は最近になって非常に多くの研究者から言われるようになってきて、特に生命科学の世界では、1つの生体分子の細胞内での運動が非常に重要視されるようになってきました。なぜなら、細胞の中の生体分子は集団でその役割を果たしていることは少なく、たった1つの分子で機能していることの方が圧倒的に多いからです。ここで、紹介するX線1分子計測法とは、こんな時代の要求に世界で初めて答えた画期的な新規計測法なのです。

1分子の動きの計り方は？

エネルギーの高い光で物質を見ようとすることは日常私達が使っている可視光よりも困難を伴います。それはX線が物を透過するという特徴からも理解できると思います。ですから、強度の強い放射光ですら1分子を計測することは到底不可能であるというのが現在までの常識でした。それも、動いている1分子の運動を実時間で高精度に計測しようというの

研究成果・トピックス

は夢のまた夢でした。図1がX線1分子計測の原理図です。計測したい1分子に比較的大きな結晶体を標識します。大きさは10ナノメートル（ナノメートルとは1メートルの10億分の1）程度、原子50個分程度の直径です。この1個のナノ結晶はX線の回折現象を利用すると1個のスポットとして検出されます。この高感度なX線の回折現象を利用することでX線1分子計測は実現したのです。ただ、だれもが思う疑問は、このナノ結晶の運動がはたして着目している1分子の運動を表現しているのかという点です。私は2年前にこれを実証しました。実験は簡単でした。運動の様子が分かっている高分子の末端にナノ結晶を標識して、予想される高分子の末端の運動がナノ結晶から読み取ることができるかどうか温度を変数として実験しました。その結果、ナノ結晶の運動から高分子の末端分子の運動が読めることが分かったのです。

DNA 1分子の超微細運動計測に成功！

次に生体1分子計測の例を示します。図2(a)のように、直径10-15nm程度のナノ結晶体を計測したい短い塩基列を持ったDNA1分子の末端に化学的に標識します。水溶液中で完全に自由なブラウン運動をしている分子では、標識したナノ結晶からの回折斑点を検出できません。それで、DNA分子は図にあるように基板表面に固定します。基板に固定された分子がブラウン運動をすることは既知の事実でした。実験の結果、標識されたナノ結晶も同様に運動することが明らかに

なりました。図2(b)を(a)と比較してください。この(b)が従来からのX線回折の実験です。X線回折を起こす物質をサンプルホルダーに固定して、正確な回折斑点を計測して回折を起こしたその物質自身の構造情報を得るわけです。X線1分子計測で使用されているナノ結晶は回折斑点を発生しますが、私はそこからの構造情報には全く興味はなく、その回折斑点の運動だけに興味があります。正にコロンブスの卵の発想ですが、これがX線1分子計測のエッセンスです。図2(c)はDNA分子の末端に標識されたナノ結晶からの回折斑点が動く様子です。検出画面の左下へと回折斑点が移動して行っていることが分かります。細かく解析すると、なんと原子の1/100の精度で計測できていました。夢のピコメートル精度の実現でした。実験は、大型放射光施設内のBL44B2というビームラインで行ないました。X線1分子計測では、回折角すべてで反射しなければ、1分子の連続的運動追跡は不可能です。ですから波長領域幅の広い、いわゆる白色X線が必要となります。この点は本来白色特性を持つ放射光光源が本実験を行う上で理想的な光源であると言えます。しか

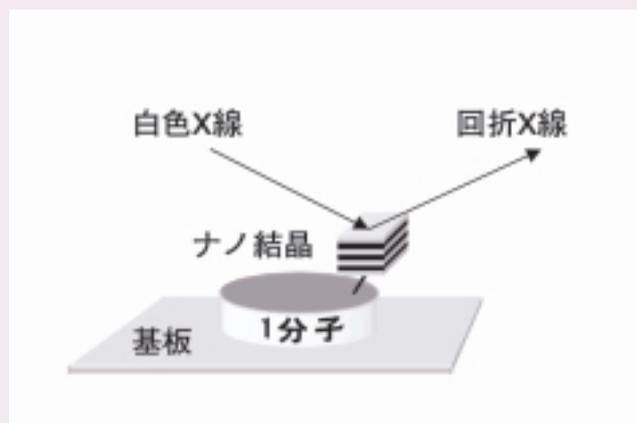


図1: X線1分子計測法の原理図

し意外にも、SPring-8のビームラインで白色X線を利用する実験は例外的なのです。検出系は、X線を可視蛍光に変換するX線イメージングインテンシファイヤーV5445Pを使用しました。可視蛍光はCCDカメラにて検出。この検出システムがビデオレイトのリアルタイムイメージングを可能にしました。サンプルは、厚さ7 μ mの水溶液層を挟んで両側にX線透過膜で封をしています。サンプルは温度制御可能でDNA分子の実験では5設定下で行なわれました。

今後のX線1分子計測の行方

現在計測を進めているサンプル系には、DNA以外に筋肉の主要成分であるミオシンやアクチン分子などがあります。特に、ミオシン分子では突然変異体を設計して、色々な水溶液条件下で分子内運動を計測しています。また、膜蛋白質分子の構造変化計

測の可能性も見出しており、視細胞内の主要生体分子であるバクテリオロドプシンの光誘導励起による内部構造変化も計測に成功し始めています。このように、非常に微細な構造変化、つまり分子内構造変化を実時間で検出して、構造変化と生体分子の機能発現との関係をモデルではなく、実際に同時計測して解析を進めています。ポストゲノム時代という言葉が新聞に多く取り上げられてもう1年以上がたちますが、次の生命科学の最大目標は生体分子の機能と構造の相関研究であることは疑う余地がなく、生命がどのようにして誕生、維持、そして死んで行くのかを完全に理解するためのスタートラインに私達は今、立っているのです。その計測方法論的突破口が1分子計測であり、その中でも、ずば抜けた位置決定精度を持っているX線1分子計測の可能性は、細胞内での機能発現計測を視野に入れて、日々進展しています。この新規計測方法によって、想像もし

ていなかった高度な生体分子の運動様式が浮き彫りにされる日が確実に近づいています。

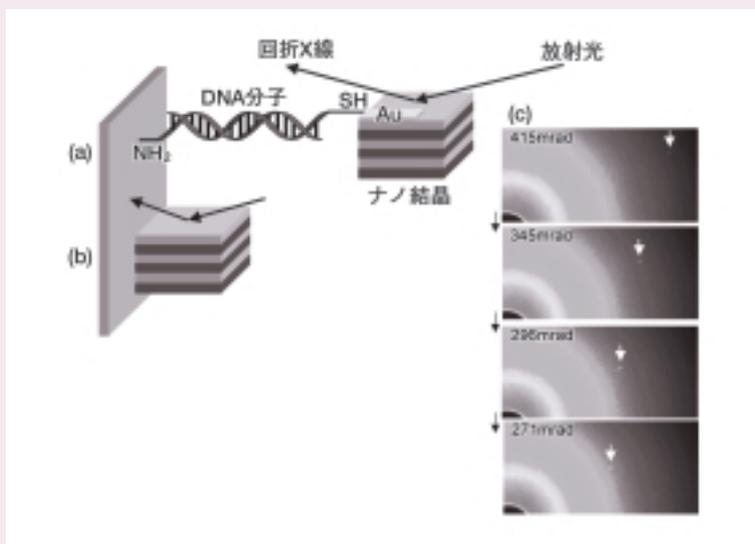


図2：
 (a) DNA分子は末端に導入されたアミノ基を介して基板に化学固定され、逆の端に導入されたSH基を介してナノ結晶の一部分に蒸着された金と反応させて修飾しています。
 (b) 基板上に物理吸着したナノ結晶。これが一般的なX線回折法のサンプル状態。ナノ結晶からの回折斑点は検出できません。
 (c) DNA分子に標識されたナノ結晶からの回折斑点の動画。各フレーム間は180ms。入射X線の位置は画像の左下部分。mradは回折角の単位。

第5回SPring-8シンポジウムを開催

平成13年10月10日と11日に、高輝度光科学研究センターとSPring-8利用者懇談会の共催で第5回SPring-8シンポジウムがSPring-8放射光普及棟において開かれ、200名を超える参加者がありました。例年、シンポジウムでは施設の現状、利用研究の成果、共同利用の状況などが報告され、利用者からの要望とその対応策の議論もあります。今回は19件の施設現状の口頭発表、2日目は8件の口頭での研究発表と委員会報告、それに47件のポスター発表がありました。

左上段の写真は口頭発表の様子です。計画・建設中のものを含め47本のビームラインの持つ最先端の実験設備と、それを生かした各分野の最先端の研究結果が発表されました。発表会場では立



口頭発表の様子

ち見の方もいるほどの盛況ぶりとなり、ここにきてSPring-8の高輝度放射光を活用することによる可能性が多く研究者に認識され、大きな期待が寄せられている感じが感じられました。左下段の写真はポスター発表の様子です。こちらは口頭発表会場の隣の部屋で行われました。口頭発表とは違い時間的にやや余裕があったせいか、納得のいくまで説明を受ける参加者の様子も見られました。こちらのほうは和気あいあいとした雰囲気があり、研究者間の交流もありました。



ポスター発表の様子

今回のシンポジウムは限られた時間の中、非常に内容の濃いものになったように思われます。来年度のシンポジウムにおいてはまた新たな研究成果が期待できそうです。なお、研究成果などのトピックス等についてはSPring-8のホームページにも掲載されています。

(企画調査部)

3極ワークショップをグルノーブルで開催

APS(アメリカ)、ESRF(フランス)、SPring-8(日本)の3つの大型放射光施設の間では、1993年5月に高輝度放射光に関わる共通の課題の研究開発などの相互協力について合意し、それ以降、定期的に「3極ワークショップ」を開催し、情報交換を行っております。

昨年11月14,15日には、フランス・グルノーブルにある大型放射光施設ESRFに約50名が集まり、6回目の3極ワークショップが開催されました。今回は、3施設で共に所長が交代して初めての会合で、新所長からそれぞれの施設の概要紹介があり、続いて、分野毎の研究発表が行われました。次回は、来年4月頃にシカゴで開催する予定です。

(所長室)

第5回SPring-8利用技術に関するワークショップを開催

平成13年12月17日と18日に、第5回SPring-8利用技術に関するワークショップが、高輝度光科学研究センターとSPring-8利用者懇談会の共催により、SPring-8普及棟において開催されました。放射光利用の研究を一層発展させるには光源、分光器、検出器などの装置の高性能化と新しい測定法の開発が必要です。このワークショップでは、これらについての研究討論が行われました。SPring-8は供用開始以来4年を超え、利用研究が軌道に乗り、優れた成果が次々につぎつぎに得られるようになってくるとともに、この先、技術基盤を強化して研究のさらなる飛躍をめざそうという雰囲気が出てきたように感じられます。

下記の4つのセッションが設けられましたが、今回は特に加速器のビーム性能を中心に据えたセッションが設けられたことが注目されます。加速器の高度化や多様なモードの運転は従来にない特性をもつ放射光の利用が可能になりますので、加速器の開発研究の進展が期待されます。

セッション1：「第3世代放射光源を用いた内殻励起ダイナミクス計測技術の最前線」

セッション2：「多波長異常分散法の高度な可能性に向けて - 高エネルギーから低エネルギー-X線 / XeからSまで - 」

セッション3：「純静水圧がもたらす高圧構造物性の新展開」

セッション4：「加速器によるビーム性能の改善と利用実験の新たな展開」

(利用業務部)

第6回播磨国際フォーラムを開催

播磨国際フォーラムとは、平成9年度に播磨科学公園都市の「まちびらき」とSPring-8の供用開始を契機に、この「HARIMA」が学術・産業・医学等の幅広い分野の研究者を集積した世界的な情報発信基地となることを目指して、SPring-8と兵庫県が主催者となってはじまりました。

平成14年1月13日から4日間の日程で開催された第6回は、大阪大学蛋白質研究所の月原富武教授を実行委員長として迎え、生物の様々な働きを高度に制御している「生体超分子複合体の構造形成」というテーマで国内外より約70名の研究者が参加して最新の研究成果について発表され、新たな発展につながる議論が活発になされました。

また、一般向け「講演会」では、姫路工業大学の吉川信也教授に「呼吸を司る分子、チトクロム酸化酵素の構造と働き」、Purdue大学のMichael G. Rossmann教授に「風邪の治療薬プレコナリールの開発」という題名で講演していただき約80名の参加者に長年の研究における苦労や学説の違い、ウイルスの構造解析から実際に風邪の新薬を開発する経過など最新の研究を解りやすい解説で講演していただきました。

(企画調査部)



行事報告

「トライやる・ウィーク」 中学生の“職場体験実習”

兵庫県では、平成10年度より県下の中学校2年生を対象に、春と秋、課外授業の一環として「トライやる・ウィーク」事業を実施しています。家庭と学校を離れ、地域の企業での職場体験実習を通して、生徒の「生きる力」を育むことが目的です。SPring-8では、新宮町、上郡町、三日月町の3町にまたがっており、これまでこの3町の中学校と播磨高原東中学校の生徒が参加してきました。今秋は11月5日から9日まで実施され、SPring-8へは新宮中学校から10人の参加がありました。



生徒たちは、まず施設見学を行い、その後2班に分かれ、施設の点検、利用者の受け入れ準備、見学者対応補助、資料整理等の業務を体験し、またスポーツ（卓球）を通して職員たちと交流しました。最終日にはこの一週間の実習成果を各班が壁新聞にまとめ、発表を行いました。

生徒たちがSPring-8を選んだ理由としては、「以前から興味をもっていたから」、「何度も訪れたが、もっと SPring-8 を詳しく知りたかった」や「最先端の科学技術を見たかった」などでした。地元の人たちのSPring-8への関心の高さを改めて感じました。生徒たちの体験実習を終えての感想は、「簡単だと思っていたが難しかった」、「大変な仕事だと思った」、「とにかく疲れた」なども含めて、全体としては概ね「楽しかった」、「勉強になった」など、有意義な一週間になったようです。

SPring-8としても、この体験学習を通して、生徒たちが勤労の大変さを知るとともに、科学技術により一層の興味を持ち、未来の研究者、科学者が数多く生まれることを期待しています。（総務部）

行事一覧

10月	10～11日	第5回SPring-8シンポジウム
	27日	医学利用研究発表会
11月	3日	兵庫県新宮町弥生祭り参加
	5～9日	トライやるウィーク開催
	14～16日	APS-ESRF-SPring-8三極ワークショップ（フランスESRFにて）
	19・22日	サイエンスアドベンチャースクール（SAS）開催
	24日	西播磨ふれあいフェスティバルに展示参加
12月	10日	第27回利用研究課題選定委員会
	17～18日	第5回SPring-8利用技術ワークショップ
	26日	第7回医学利用研究検討会
1月	14～16日	第6回播磨国際フォーラム

SPring-8見学者（11月～1月の施設見学者数：3,936名）

主な施設見学者

月	日	見学者	人数
11月	7日	文部科学省研究振興局ライフサイエンス課	2名
	19日	有機化学・物理化学研究者見学会 イタリアローマ大学、カナダトロント大学、オランダライデン大学、 アメリカニューヨーク大学（姫路工業大学理学部）	5名
	20日	兵庫県西淡町議会	18名
	27日	文部科学省研究振興局量子放射線研究課	3名
12月	3日	尾身科学技術政策担当大臣	2名
	8日	大阪電気通信大学工学部電子工学科	33名
	12・14日	放射線産業利用セミナー現地視察会	8名
	15日	姫路工業大学	20名
	20日	関西電力株式会社	2名
1月	15日	播磨国際フォーラム組織委員会	40名
	23日	日本原子力懇談会日本原子力学会関西支部	21名
	25日	E S R F 所長 William G. Stirling	1名
	30日	JASRI - PALシンポジウム	17名

尾身科学技術政策担当大臣SPring-8視察

平成13年12月3日に尾身科学技術政策担当大臣がSPring-8及び播磨科学公園都市の諸施設を視察されました。尾身大臣は、朝からSPring-8、ニュースバル、兵庫県粒子線医療センター、姫路工業大学高度産業科学技術研究所等を視察され、その後、兵庫県先端科学技術支援センターにおいて産業界の研究者、SPring-8の役員等とご昼食をとりながら「産官学の連携」について懇談されました。懇談の中で尾身大臣は、「播磨科学公園都市が重要な地域であることを理解した。SPring-8、姫路工業大学、粒子線医療センター、企業等が連携していい成果をあげてほしい。」と語られました。（総務部）



施設見学の
申し込み方法

電話で広報部へ問い合わせをした後、見学申し込みの文書を提出してください。文書記入事項は、団体名、見学希望日時、見学者人数、代表者名、連絡先、見学目的です。見学日の1週間前までに別紙にて見学者氏名と所属を記入した見学者リストをファックスにて提出してください。

(財)高輝度光科学研究センター 広報部

電話番号：0791-58-2785 ファックス番号：0791-58-2786

科学捜査に貢献！

兵庫県警察本部から寺田靖子研究員に感謝状

1月17日付けで、兵庫県警察本部（岡田薫本部長）から高輝度光科学研究センターの寺田靖子研究員に感謝状が授与されました。

この感謝状は、「兵庫県警の科学捜査にSPring-8の施設を利用した高エネルギー分析による鑑定技術開発に際して、基礎的段階から専門的知識技能をもって指導助言を行い、科学捜査の推進に協力したこと」に対して贈られたものです。

寺田研究員は、本研究センターの利用研究促進部門、顕微・分析グループに所属しており、今



回のことについて「感謝状を頂いて少し戸惑っていましたが、私個人に与えられたものではなく、チームラインの担当者や実験に携わった方々全員に与えられたものだと思います。今後も鑑識科学のサンプリングの方法などにSPring-8の放射光を有効に使っていただければありがたいと思います。」と感想を述べていました。

（広報部）

今後の行事予定

- 3月6～8日 国際テクノロジー総合展・技術会議に出展（幕張メッセ）
- 3月7日 第14回評議委員会、第25回理事会
- 3月20日 特定利用課題の中間評価
- 3月25日 産業利用トライアルユース成果速報会
- 4月27日 SPring-8一般公開
- 4月～11月 播磨産業リレーフェアの開催
西播磨テクノポリス圏域（4市10町）の産学官の総力を挙げて産業振興イベントを開催
【内 容】展示フェア、バーチャル博覧会、セミナーなど
【主 催】播磨産業リレーフェア実行委員会
（35団体で構成。事務局：中播磨県民局）
【連絡先】播磨産業リレーフェア実行委員会事務局
（中播磨県民局地域振興部商工課）千家、佐川
<http://www.harima2002.com>（プレオープン中）
TEL 0792-81-9260