

(表紙の写真)開発したX線顕微鏡の真空室内部

URL : <http://www.riken.jp/XFEL/>

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
X線自由電子レーザー計画合同推進本部
〒679-5148 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1
TEL : 0791-58-2849 FAX : 0791-58-2862

第3期科学技術基本計画に基づき、「国家基幹技術」に位置づけられている「X線自由電子レーザー」の開発及び建設状況を広くお知らせするために発行しています。

Column

心のシンフォニーを聴かせたい

XFEL施設建設の現場から

昨年の12月より新しくXFELプロジェクトに加わり、この数ヶ月広報という仕事柄、たくさんのメンバーに接するチャンスに恵まれました。そして感じたのがXFELプロジェクトのチームはオーケストラそのもの。指揮者、研究者、技術者、運転員、事務員、装置、施設などなど、演奏者も楽器も多岐にわたります。メンバーは、全国各地、そしてフランス、中国など様々な場所から集まってきており、それぞれの分野で経験豊かな人ばかりです。しかしそれが揃っただけではもちろん、すばらしい音楽は奏でられません。各個人の日々惜しまぬ努力、楽器・演奏者の最高のコンディションがそろい、そして各楽器が共鳴して初めて、今まで聞いたことのない夢の音楽が奏でられるのです！そしてそれこそが夢の光、XFELですね。メンバーの一員として素敵な音色を奏でられるよう頑張りたいです！

企画調整グループ
湊 伊里子



■建築物紹介

加速器トンネル



新幹線線路



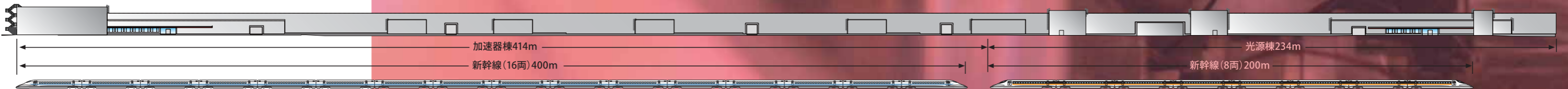
据付・アライメントチーム



ドクター・イエロー

XFEL施設の建設工事では、床レベル精度を全長約650mに渡り、±5mmの精度で平らに施工している。床レベル精度を特に要求する加速器やアンジュレータを設置する床は、数十ミクロン(1ミクロン=1/1000mm)の精度が必要であり、建設工事後に床を磨くことで床をさらに平らにする。ちなみに日本が誇る幹線のぞみの線路は10m間で高低差許容限度が±4mmであり、線路のメンテナンスはドクターイエローにより測定・管理を行っている。なお、XFELでのドクターイエローは、据付・アライメントチームが行っている。

現在建設中のXFEL施設(加速器棟・光源棟)は全長約650mになる。新幹線と比較してみると、加速器棟は16両編成の新幹線(のぞみ)とほぼ同じ長さになる。とても長い建物である。光源棟は8両編成の新幹線(ひかりレールスター)とほぼ同じ長さになる。また、加速器トンネルの内寸は(幅)4.5m×(高)4.1m×(長)400mで、新幹線(のぞみ)がちょうど納まる大きさである。さらにXFEL施設は長くなる予定で、最終的には全長約700mにもなる建物である。



■XFEL建屋(上)と新幹線(下)の比較

XFEL NEWS

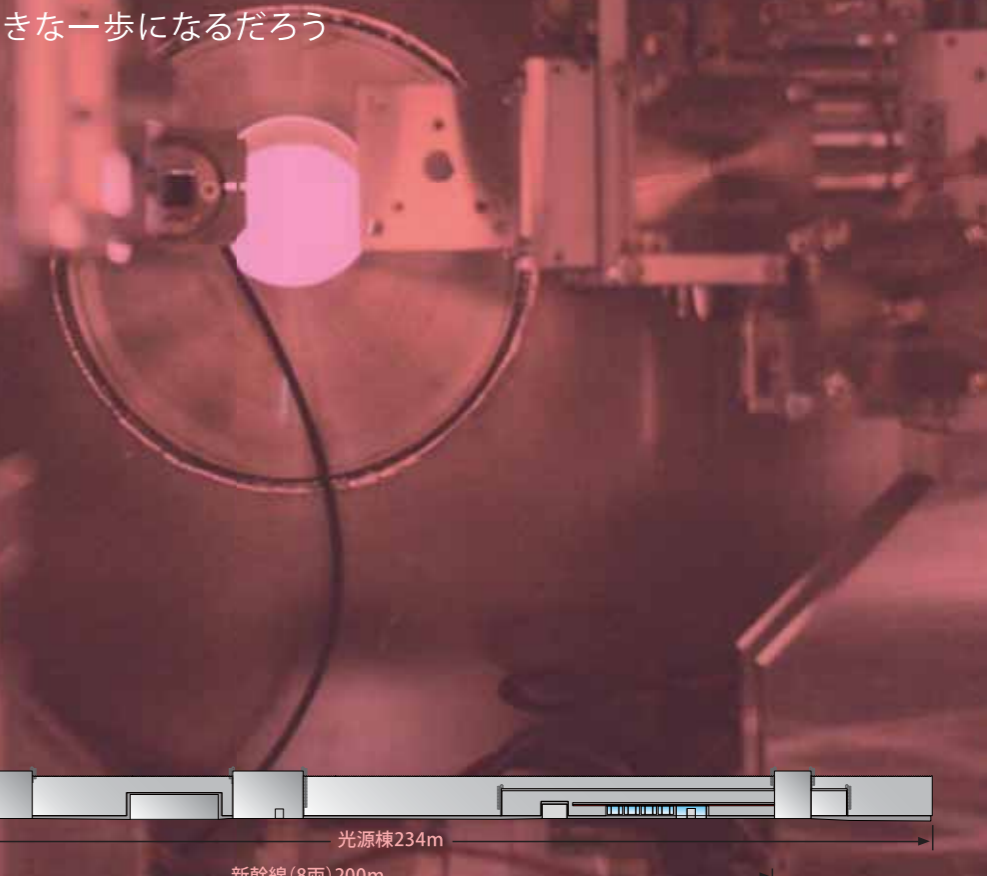
X線自由電子レーザーニュース

No.6

XFELの可能性に 新たな確信を得た

特集/染色体の3次元イメージング化に成功

この革新的なアイデアによる研究成果は
細胞生物学・医学応用にとって大きな一歩になるだろう



2009. 3
March

3

X-ray Free Electron Laser News

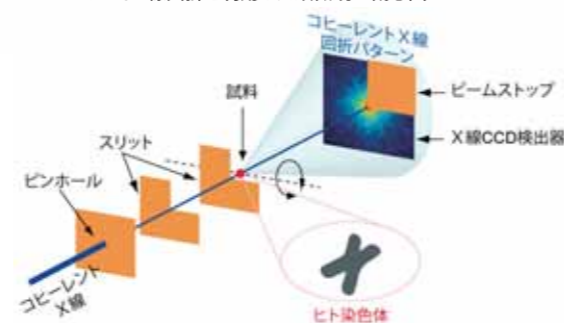
細胞の中を3次元観察できる X線顕微鏡を開発

X線自由電子レーザー (XFEL) を使えばさらに高解像度のイメージングが可能に

細胞の中を高コントラストで3次元観察できる X線イメージング技術が誕生

顕微鏡技術は、目で見える光を使ったものから、電子線を活用した電子顕微鏡、非常に細い針で物質を見る原子間力顕微鏡など、さまざまな方式のものへと広がっている。最近では、波長の短いX線を活用したX線顕微鏡も使われるようになっていく。理研の西野吉則専任研究員、前島一博専任研究員らは、XFEL利用推進研究課題の一環※1として、細胞の内部構造を高いコントラストで丸ごと3次元観察できる新しいタイプのX線顕微鏡※2を開発し、ヒト染色体の内部構造を観察することに成功した。

■コヒーレントX線回折を利用した顕微鏡の概念図



ヒト染色体内部の軸状構造を、 特定のタンパク質を標識することなく初観察

これまでの顕微鏡技術では、細胞や細胞小器官の内部を丸ごと観察することはとても難しかった。電子を用いる顕微鏡では、厚さ1マイクロメートル(100万分の1メートル)を超える細胞等は厚すぎて観察できず、X線を用いた場合にも、細胞等は薄すぎてX線がそのまま透過してしまい、やはり観察は困難だった。

研究グループは、コヒーレント(光の波の山と山、谷と谷がそれぞれ揃って重なっている状態)X線回折※3を利用した斬新なX線顕微鏡を開発し、ヒト染色体の内部構造を3次元で観察した。今回の測定には、XFEL施設に隣接する大型放射光施設SPring-8で得られるX線(の内、ごく一部のコヒーレントな部分)が用いられた。光るタンパク質を入れて目印にしたり、特定の場所を染色したりすることなく、細胞の内部構造を丸ごと高いコントラストで3次元観察したのは世界で初めてのことで。

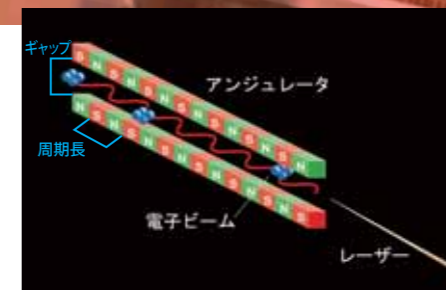
X線自由電子レーザーを使った 医学応用への期待

この研究により、コヒーレントX線回折を利用した新技術が、細胞の内部構造を高いコントラストで観察するのに優れていることが証明された。これは、病院で人体のX線CT※4撮影を行うように、細胞の内部構造をX線で3次元観察できる技術が確立したことを意味している。さらに、完全にコヒーレントなX線自由電子レーザーと組み合わせれば、解像度の飛躍的向上が望めるだけでなく、創薬の鍵を握る膜タンパク質の構造解析など、医学上重要な応用への道が開かれる。

この研究成果は、科学雑誌『Physical Review Letters』(1月9日号)の表紙を飾り、『Physics Today』(2月1日号)や『Nature』(1月15日号)のResearch Highlightとして取り上げられたほか、朝日新聞等にも大きく掲載された。今回の成果によって、XFELの利用研究の方向性が示され、今まで以上にXFEL完成への期待が高まるだろう。



加速器建設グループ 光源チーム紹介



電子ビームから光を取り出す "アンジュレータ"

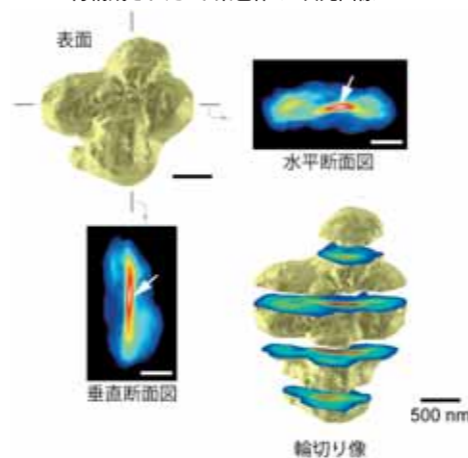
XFELにおいてレーザー発振を実現するためには、磁石によって電子ビームを曲げた際に光が放出される現象を利用して、電子ビームから光を取り出す必要があります。この磁石の設計、開発、試験を担当しているのが光源チームです。磁石と言っても棒磁石やU字磁石などのような一般的なものではなく、「アンジュレータ」と呼ばれる特殊な磁石を利用します。アンジュレータは上の図のように、交互に並べたN極とS極の永久磁石の間を電子ビームが通過することによって効率的に光を取り出す装置です。

施設の規模をよりコンパクトにするためには、隣接した永久磁石の長さ(周期長)をより短く、また電子ビーム通過位置での磁場をより強くする必要があります。XFELでは、長年に亘ってSPring-8で培われてきた技術を利用した「真空封止型アンジュレータ」と呼ばれる高性能のアンジュレータが採用されています。

下の写真は昨年完成したアンジュレータの試作機で、周期長は18 mm、磁石全体の長さは5mです。XFELではこれと同じアンジュレータを18台並べる予定です。これほど長いアンジュレータはこれまで建設されたことはなく、その性能を十分に発揮しレーザー発振を実現するためには、これまで以上にアンジュレータの微調整を慎重に行う必要があります。また、レーザー光の性能を損なわないために、ギャップと呼ばれる上下磁石の距離を1マイクロメートル(=1/1000ミリメートル)以下という精度で制御することが必要です。これは従来のアンジュレータに要求される精度の約1/10という厳しい値です。光源チームでは磁場やギャップなどをより正確に測定するための新しい手法を開発し、試作機を利用した試験を行ってきました。これらの結果を元に、18台分のアンジュレータの製造が昨年11月から始まっています。今年の7月以降順次完成し、来年の9月までには全てのアンジュレータが光源棟に設置される予定です。



■再構成されたヒト染色体の3次元画像



イベント報告とお知らせ

INFORMATION

12月9日(火)・1月13日(火) 出張授業 佐用町立三日月中学校
XFEL建設地からすぐ近くの三日月中学校2、3年生を対象に2回の出張授業を行いました。XFEL企画調整グループの木田グループディレクターらが講師を務め、偏光板マジックやホタルイカの発光実験などを交えながら「光」やXFELについて楽しく勉強してもらいました。



12月12日(金) 第4回X線自由電子レーザーシンポジウム
「世界が注目する日本の技術・コンパクトX線レーザー」をテーマにXFELシンポジウムを東京国際交流館(お台場)にて開催し、一般、企業、大学等から384名の方々のご参加をいただきました。
■要旨集はこちら <http://www.kuba.co.jp/XFEL04/>



1月24日(土) スーパーサイエンスハイスクール
武庫川女子大学附属高等学校にて講演
「21世紀の光:X線レーザー」と題して、北村英男 光源研究開発グループディレクターが講演を行い、約110名の生徒さんが熱心に耳を傾けてくれました。



4月26日(日) SPring-8 施設公開のご案内

今年もSPring-8キャンパスで施設公開を開催します。今年は完成したばかりのXFEL施設も初公開。装置が未設置の広い建屋は今年しか見られません。ぜひ遊びに来てください!

http://www.spring8.or.jp/ja/news/facility_event/open_sp809/



SCSS試験加速器 (XFELプロトタイプ機) 利用課題について

2009A期(5~7月予定)利用課題の公募は2月27日をもちまして終了いたしました。たくさんのご応募ありがとうございました。次回利用課題の公募については、ホームページでお知らせいたします。
(URL:<http://xfeluser.riken.jp/>)

