

XFEL施設建設の現場から

XFEL施設の加速器棟と光源棟がついに竣工した。あわせて全長約650メートルに及ぶ巨大な建物である。4月の施設公開で初のお披露目が行われ、多くの来場者で賑わった。

加速器を納める長いトンネルに目を見張る子供達の姿が印象に残っている。前号のXFEL NEWSによると、トンネルの長さは16両編成の新幹線とほぼ同じらしい。ふいに、鉄道少年だった自分が初めて新幹線を見たときの興奮を思い出した。今も昔も、圧倒的なスケールは子供の心を魅了するようである。少なからず歳を重ねた現在、新幹線級の巨大マシンの建設に携わることができるとは、何とも幸運な巡り合わせである。帰り道、静けさを取り戻して悠々と佇む建物を見上げると、未知の世界を照らす夢の光への期待が胸の中を満たしていく。完成の日が実に待ち遠しい。

利用グループ
ビームライン建設チーム
登野 健介



(表紙の写真)
約650mの長さのXFEL建屋を上から見た様子。
手前から奥に向かって電子が加速され、レーザーが発生する。

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

このXFELニュースは、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(XFEL)」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。

■装置紹介(ゆかとけんさく)



「ゆかとけんさく」とはどんな装置?

「ゆかとけんさく」は、XFEL計画合同推進本部が発足する3年前に理化学研究所の新竹電子ビーム光学研究室でX線レーザー実現のために提案、開発された床研削装置。ダイヤモンドの粒子が金属に埋め込まれたダイヤモンドホイールで、コンクリートの床面を平坦に削るための装置だ。いかにして、コンクリート床面をミクロン精度に研削するか、最適なホイール回転速度、送り速度など、石材機器メーカーと共同で試行錯誤の末に開発に成功した。



- ①「ゆかとけんさく」でコンクリートを削っているところ。
- ② 幅約5cmのダイヤモンドホイール。
- ③「ゆかとけんさく」の全体。作業中は粉塵が出るのでビニールカバーをかける。

「ゆかとけんさく」の威力とは?

3月に完成したXFELの加速器棟と光源棟は、床として最も安定するコンクリートを材質とし、全長約630mの床を±5mmの精度で平坦になるように施工している。

しかし精密なマシンを安定に設置するためには、±数十マイクロン(1ミクロン=1/1000mm)というさらなる平坦性が要求される。平らでない床に椅子を置くと、その椅子もガタガタして安定しない。それと同じように、マシンを安定に設置するためには、床の平坦性の高さが求められるのである。また、表面が平らであるのと同時に、削った面がすべて同じレベルで水平になるように削っていくことも重要だ。これを可能にするのが「ゆかとけんさく」である。「ゆかとけんさく」で削った床はエアホックも十分できるくらいにすべすべになる。

床を削るのは、加速器棟内のクライストロンギャラリー、加速器収納トンネルと呼ばれる場所で約400mの長さにわたる。7月からのマシン据え付けに向けて、正確に、かつ急ピッチで毎日床を削っている。



「クライストロンギャラリー」と呼ばれる場所での作業の様子。装置は2台あり、1号機を「ゆか」、2号機を「けんさく」と呼んでいる。

【写真①】



【写真②】



写真①の青枠は「ゆかとけんさく」で削った跡。クライストロン・モジュレータ電源という大電力のマイクロ波を発生させる装置(写真②)の3本の足に合わせている。64セットものクライストロン・モジュレータ電源などの設置箇所をすべて研削する。

「ゆかとけんさく」で削った面のアップ。コンクリート内の大きな粒子の断面が見えている。

XFEL NEWS

X線自由電子レーザーニュース

No.7

世界が目指す
XFELの最前線

特集 / XFEL 3極ワークショップ

日欧米のXFEL計画を進める3機関間で3極ワークショップが開催され、それぞれの進捗状況や目指す方向性が明らかになってきた。



JASRI

2009.
July

7

X-ray Free Electron Laser News

X-ray Free Electron Laser

良きライバルは良き協力者でもある。

2009年2月27、28日アメリカで開催された3極ワークショップにおいて研究者の知恵と熱意が共有された。

3 E-XFEL/DESY LCLS/SLAC XFEL/SPring-8 極ワークショップ

世界で進むXFELプロジェクト

X線自由電子レーザー (XFEL) は、その非常に明るい光の特性やコヒーレント特性(※1)を活かして最先端のサイエンスを切り拓くことが期待されているが、XFEL装置の建設を進めているのは日本だけではない。今年2月に、XFEL計画を進めている日欧米の3つの機関による国際ワークショップが開催された。XFEL計画合同推進本部からは8名が参加し、活発な議論や現場見学を行った。

国	場所	XFEL装置の名称
日本	兵庫県西播磨 SPring-8サイト	XFEL/SPring-8 (仮称)
アメリカ	カリフォルニア州 SLAC国立加速器研究所	LCLS
ドイツ(ヨーロッパ等の13カ国共同)	ハンブルク ドイツ電子シンクロトロン (DESY)	E-XFEL

ヨーロッパ プロトタイプ機をフル活用し、チャレンジングな技術に挑む

DESYで建設中のE-XFELは、2015年に利用運転を予定しており、現在、加速器などが置かれるトンネルの建設を行っている。並行して、FLASHというプロトタイプ機がすでに利用されており、ユーザー運転は年間3,000時間を超えている。2009年秋には、安定運転のための改造が行われる。

アメリカ X線レーザー発生に一番乗り

LCLSは既存の高エネルギー物理用の加速器を改造することで、3極の内最も早く建設が完了し、調整に入っている。参加者は実験ホールやアンジュレータ(※2)ホール、さらに制御室で実際のビームチューニングの様子を見学した。2月のワークショップの際には、LCLS立上げ作業の最中であり、慌ただしい様子であったが、4月には驚くべき速さでX線レーザーの観測に成功した。2009年9月に原子分子光学、2010年前半に軟X線のステーションの利用実験が開始され、2010年秋には硬X線自由電子レーザーを利用するX線ポンプ・プローブ(※3)の利用が始まる予定である。

ワークショップを通じて

日本のXFELも加速器棟と光源棟が完成したことで、これからいよいよ装置の据付を始める段階にきた。日本のXFELのコンセプトである、より安定して使いやすいX線レーザーを目指し、一日も早いレーザー発振に向けて努力していく。

(※1)コヒーレント特性

光の波としての性質の1つ。複数の光の波同士の山と山、谷と谷がそろった(位相がそろった)状態をコヒーレントという。コヒーレント特性がよい光は、1つの波長の光が一定の方向に広がらずに進む。

(※2)アンジュレータ

磁石のN、Sを上下に周期的に配置し、その磁場によって、磁石の間を通り抜ける電子を小さく周期的に蛇行させ、明るい光を発生させる装置。

(※3)ポンプ・プローブ

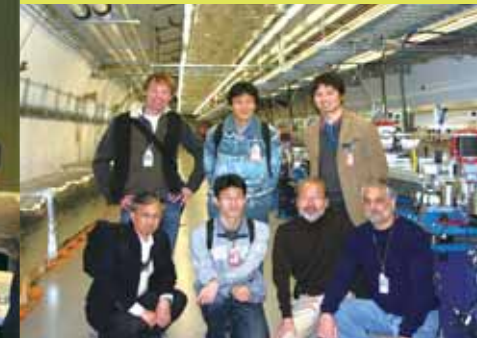
試料に光を照射したときに起こる状態変化を調べる方法の1つ。光を照射された試料に、さらに別の短時間の光を照射してその反射光などを調べることで、試料の状態変化を観察する。試料に変化を起こすために始めに照射する光をポンプ光、試料を調べるために後から照射する光をプローブ光と言う。



LCLSの実験ホールへ続く光輸送路。



LCLSの実験ホールの内部。トンネルの内寸は幅15m、長さ80m、高さ10mあり、SCSS試験加速器(日本のXFELのプロトタイプ機)を5セット以上並べることが可能。



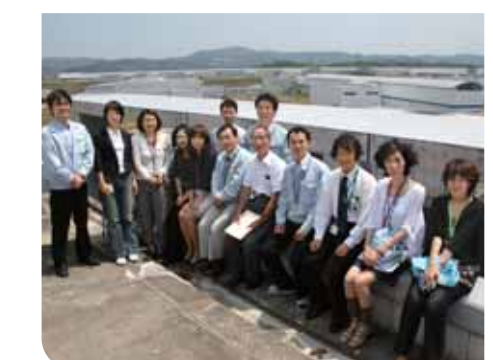
LCLSの巨大なアンジュレータホールでの記念撮影。アンジュレータ以外のすべての必要な機器が据え付けられている。

チーム紹介 (企画調整グループ+加速器建設グループ・建設チーム)

今回のチーム紹介は、研究を裏で支える事務部門を紹介いたします。X線自由電子レーザー計画合同推進本部の事務部門は企画調整グループと建設チームがあります。企画調整グループは、X線自由電子レーザー計画を推進するにあたって、主に(1)開発の企画及び調整(2)外部研究機関等との連携及び協力(3)研究員及び技術者の受入(4)委員会等に関する事務業務を行っています。その他に、合同推進本部の庶務全般に関する業務も行って、研究に欠かせない大型装置や精密機器から鉛筆1本まで多様な発注に関する手続きや予算管理、XFELについて広く知っていただくための



建設チーム事務担当



広報活動(このニュースも各グループの協力を得て企画調整グループが作成しています)、研究者の悩み相談まで、日々起こるさまざまな事柄について対応しています。建設チームは建物の工事をスムーズに進めるために関係部署との調整・研究者からの要望の取りまとめを行い、施工者への確に指示をする役割を担っています。現場では日々判断する場面があり、技術的に解決するために、毎日のように施工者と打合せを行っています。今年3月に加速器棟・光源棟の2棟を完成させ、現在は、ビーム輸送トンネル・実験研究棟に関する業務を進めています。

イベント報告とお知らせ INFORMATION

3月23日	第3回XFEL利用ワークショップ
3月25日	XFEL建屋・竣工式
3月30日	第5回XFEL安全性評価委員会
4月23日	トヨタ自動車(株) 名誉会長 豊田章一郎氏 見学
4月26日	第17回SPring-8施設公開
5月1日	神戸市立工業高等専門学校 見学
5月12日	第176回全トヨタ技術会議一行 見学



【第17回SPring-8施設公開】



【神戸市立工業高等専門学校 見学】

SCSS試験加速器(XFELプロトタイプ機)利用課題

審査の結果、2009A期(2009年4月~7月)のSCSS試験加速器利用課題に下記の12課題を採択しました。2009B期(2009年9月~12月)の利用課題の公募は6月30日をもって終了しました。次回の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/>)

課題分類	実験責任者名	実験責任者所属
一般	Kai Tiedtke	DESY
一般	齋藤 則生	産業技術総合研究所 計測標準研究部門
一般	鈴木 俊法	理化学研究所 基幹研究所
一般	彦坂 泰正	自然科学研究機構 分子科学研究所
一般	宋 昌容	理化学研究所 基幹研究所
一般	遠倉 信彦	大阪大学 レーザーエネルギー学研究中心
JST	米田 仁紀	電気通信大学 レーザー新世代研究センター
JST	上田 潔	東北大学 多元物質科学研究所
JST	八尾 誠	京都大学 大学院理学研究科
JST	八尾 誠	京都大学 大学院理学研究科
JST	西野 吉則	理化学研究所 放射光科学総合研究センター
JST	山内 薫	東京大学 大学院理学系研究科



SCSS試験加速器デザインパラメータ

電子エネルギー	250MeV(2.5億電子ボルト)
波長範囲	50~61ナノメートル(飽和条件)
光パルス長	1ピコ秒以下
光パルスエネルギー	10マイクロジュール以上
繰り返しレート	最大60パルス/秒(現状20パルス/秒)

※マイクロ、ナノ、ピコはそれぞれ10⁶(100万)分の1、10⁹(10億)分の1、10¹²(1兆)分の1を表す

※JST・科学技術振興機構(JST)を通じて国から委託を受けている研究課題

XFEL / Spring-8

加速器棟 Accelerator Building · 光源棟 Undulator Building



XFEL 加速器棟・光源棟完成写真

XFEL 加速器棟・光源棟建設工事

XFEL加速器棟・光源棟が平成21年3月25日に竣工しました。

延床面積約21,000㎡のほとんどが1階であり、全長約650mの施設になっています。

加速器棟は平成19年3月13日に着工(工期25ヶ月)、光源棟は平成19年7月9日に着工(工期20ヶ月)しました。XFELの建物はマシンの一部であるというコンセプトで設計・施工が行われ、設計段階から必要な精度を確保するための検討、施工時には実際に現地での施工試験等を行いながら工事を進めてきました。現在の日本の建築技術では難しい精度要求もありましたが、発注者、設計・監理者、施工者が一体となって進めていくことで、問題を解決していきました。

この特集では、建設工事の概要、特別な仕様、工事に携わった人たちを紹介します。

発注者：(独)理化学研究所

設計・監理：(株)日建設計

施工：加速器棟/建築工事：(株)鴻池組

電気設備工事：(株)きんでん

機械設備工事：三機工業(株)

光源棟/建築工事：(株)竹中工務店

電気設備工事：(株)きんでん

機械設備工事：(株)朝日工業社

工事の主な流れ



1 建物位置決定



2 基礎工事



3 コンクリート工事



4 鉄骨工事



5 内装工事



6 外装・外構工事



100%

50%

0%

■ 砕石置換工事(人工岩盤形成)

光源棟では建物を支持させる中硬岩まで掘削し、軟弱な土を除去しました。中硬岩の上部を清掃し、粒度調整砕石にセメント(重量比2.5%)を混ぜ、振動ローラーにて厚さ40cmごとに転圧しました。各層ごとに密度管理を行い、人工岩盤を形成しました。



中硬岩の状況



砕石置換の状況

■ 床の水平精度目標(±5mm)

加速器トンネル及びアンジュレータホールの床(全長約630m)を目標の±5mmの平坦さで完成しました。X線自由電子レーザー計画合同推進本部にて測量を行い、施工者にレベルの指示をしました。



測量の状況



加速器トンネル完成の状況

■ 工事関係者

施工にあたっては、想定外の問題が発生しましたが、技術的に解決し、工期内に完成することができました。工事を安全に進められたことが一番の成果です。



加速器棟・光源棟工事関係者

■ XFEL建物の計画

XFELの建物は、加速器棟・光源棟に加えて、現在建設中のビーム輸送トンネル及び実験研究棟により完成となります。全てが完成するのは平成22年5月末を予定しています。ビーム輸送トンネルは光源棟より分岐されるトンネルで、既存建物に接続されます。実験研究棟は光源棟に接続され、XFELの建物全長は、約700mになります。



実験研究棟完成イメージ

