

XFEL施設建設の現場から

XFELが建設されている播磨地方とその周辺はアウトドアアクティビティの宝庫と言うべきさまざまなスポットやイベントがある。冬にスキーができれば鉢伏や神鍋へ、夏には播磨灘でいるいなマリンスポーツを楽しむことができる。周辺の山々はハイキングに最適であり、また、ゴルフ場も多数存在する。イベントとしては、たとえば相生のバーオン競漕が有名で、SPring-8からも毎年参加している。下の写真は、宍粟市で毎年おこなわれている「どろんこバレー」のものである。筆者も何回か参加している。休耕田となった田んぼを利用して泥まみれになってバレーボールをする。日頃の張り詰めた業務からはなれて童心にかえるひとときである。XFELのような科学の最先端の仕事をしていると、「理科離れ」という言葉をよく耳に掛ける。それに似た現象として、「アウトドア離れ」もあるのではないかと感じている。ここでは、科学技術の先端に触れつつ、休日にはアウトドアを満喫できる環境が充実している

加速器建設グループ
ビーム診断チーム
前坂 比呂和



(表紙の写真)
SLEDの据え付けの様子

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

〒679-6148 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1

TEL : 0791-58-2849 FAX : 0791-58-2862

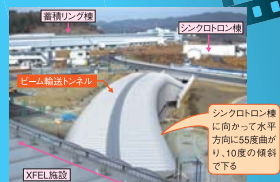
このXFELニュースは、第3期科学技術基本計画に基づき、「国家基幹技術」に位置づけられている「X線自由電子レーザー(XFEL)」の開発及び建設状況を広くお知らせするために発行しています。

■XFEL ビーム輸送トンネル

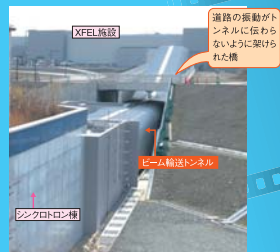
XFELビーム輸送トンネル(以下:トンネル)は、XFELの線型加速器で加速された8GeV高品質電子ビームをシンクロtron棟を經由してSPring-8(蓄積リング棟)へ送るための施設である。トンネルによりXFEL施設と既設のシンクロtron棟を接続し、電子ビームはトンネルを通り、その後は既存施設を利用して蓄積リング棟まで送られる。

トンネルの建設にあたり、必須条件が2つあった。トンネルを電子ビームの軌道に合わせることで、既設の道路の見直しである。前者については、電子ビームは水平方向に55度曲がり、垂直方向に10度下がる。また、XFEL施設と既設のシンクロtron棟の地盤レベル差が9mあるため、地盤レベルに合った基礎工法を選定した。後者はトンネルの上部に道路を通さなければならないこと、道路の振動がトンネルに伝わらないことが条件だ。このため、トンネル位置・レベルを考慮して、道路位置と勾配を決定し、トンネル上部に橋を架けることとした。

トンネルの外壁には、遮蔽コンクリートにXFEL施設の特徴である折板を貼り付け、統一感のあるデザインとし、電子ビームに合わせた形状により動きのある流れを表現した。XFEL施設の直線とトンネルの曲線が融合した建築の枠を超えた美しい施設となっている。



XFEL施設より撮影



シンクロtron棟より撮影

XFEL NEWS

X線自由電子レーザーニュース

No.9

400mをつなぐ ミクロとマクロの世界

特集/成功のための地道な作業

～据え付け・アライメント(位置調整)の現場を覗く②～



JASRI



2010.
Mar

3

X-ray Free Electron Laser News

最高のポテンシャルを支える秘密。

特集
据え付け・アライメント
(位置調整)の現場を覗く②

加速器棟トンネル

400mの道のり

スレッド
SLED (マイクロ波パルス圧縮機) と加速管の据え付け作業

約400mにおよぶ加速器棟トンネルでの据え付け作業は、まず350kgのSLEDをクレーンで持ち上げ、壁に取り付けることから始まる。SLEDとは加速器で使われるマイクロ波を蓄え、圧縮して加速管に送り込むための装置だ。表紙の写真は、その据え付け作業である。64台を約4m間隔で掛けていく。壁に付けることで、トンネル内の省スペースを実現している。

加速管は、SLEDを設置したところから並べられる。長さ2m・直径16cm・重さ200kgで、SLEDの倍の128本が、床から80cmの高さで、一直線に並ぶ。電子ビームはこれらの加速管を通り、エネルギーが高められていく。加速管のアライメント (位置調整) には、3次元測定機のレーザートラッカーを使い、各加速管の上下流に測定点を設け、±0.1mm以内で位置を調整している。

右の写真は、据え付けが完了した加速管とSLEDである。さらにこの後、各SLEDから加速管2本に大電力マイクロ波を伝達する導波管を接続し、冷却水配管や配線工事を行う。全ユニットの据え付けが完了するのは今年の秋だ。



CバンドのSLEDと加速管

巨大な真空装置

宇宙空間以上の真空の世界をつくる

XFELは、8GeV (80億電子ボルト) 電子ビームをつくる加速器とX線レーザーを発生するアンジュレータ部から成る全長約630mの巨大な真空装置だ。電子ビームが気体分子と衝突して失われないように装置内部の圧力は、超高真空 (10⁻⁷Pa) に保つ。これは国際宇宙ステーションがある軌道周辺の真空度10⁻⁶Paより低い値だ。



真空にするための装置は、真空ポンプ450台、導波管1,050本をはじめ、小さな部品まで数えると約250,000点に及ぶ。加速管とSLEDの据え付け作業後、これらの装置をひとつひとつ組み立てていく。

加速管内部は高い電圧による放電を避けるため、汚れがあってはならない。そのため、組み立て作業は、周りをパーティションで区切り、空気清浄器や無塵服を装備し、ほこりの数をモニタしながら、慎重に行う (下の写真)。指紋ひとつでも真空中に悪影響を与えるのである。組み上がった後、排気して、漏れ検出器を使って締結部を検査する。

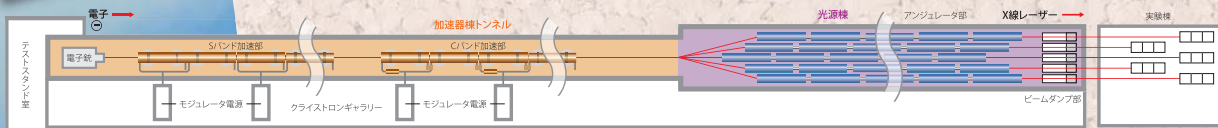
加速器トンネルでは、昨年8月から組み立てが始まり、全体の約2/3が予定どおり終了した。2月からは光源棟での真空作業も始まった。すべてが組み上がる今年10月、巨大な真空装置として稼働し始める。



真空装置の組立作業の様子



据え付け前の400m超トンネル
16高層階の新幹線がちょうど通りました!



アンジュレータは1m約5m、重さは約15tもある。



アンジュレータの据え付け作業開始

光源棟

アンジュレータ部の据え付け

丸い地球の上にならざるに据え付ける

XFELのアンジュレータ部 (長さ約120m) は、磁石列によって蛇行して進む電子群と、蛇行するたびに発生するX線が相互作用することによって波のそろった (コヒーレント) X線レーザーを発生させるという重要な部分である。そのためには高い精度でX線の光軸と電子ビーム軌道を合わせる必要がある。

電子ビーム軌道は磁石により曲げて修正できるが、X線 (光) は曲げることができないのでこのアンジュレータ部とはとにかく真っ直線に並べる必要がある。120mにわたって、軸からのズレはわずか0.1mmだ。

さて、重力方向を基準とする気泡や振り子を使った水準器やオートレベルを使用して水平に並べていくと、地球の丸みに沿って並べることになり、直線に並べたことにはならない。水平に直進する光と比べて地球の丸みに沿った曲線は100mで0.78mm、200mで3.14mm下方に離れていってしまう。このためアンジュレータ部に設置された据え付け用基準モノメントはこの地球の丸み分の補正が考慮されて調整されている。アンジュレータ部据え付け時には、レーザートラッカーの座標基準をこのモノメントからとることにより、僅かに傾いた座標系を作り位置調整を行っている。



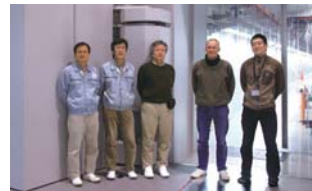
2010年2月の段階で18台中6台のアンジュレータの据え付けが終了している。9月には残りのアンジュレータなども全て据え付けられる予定である。



XFEL用語 » レーザートラッカー

機器の精密据え付けや測量に用いる3次元測定器の一種で、レーザー干渉計を使うため距離の精度がよく、鏡のターゲットをレーザー光が追尾しその中心位置がリアルタイムで3次元X、Y、Zミクロン単位で示される (写真参照)。80mくらい遠くまで測れるので、飛行機や自動車など曲面をターゲット球で滑らせ表面形状データを取り込む。

チーム紹介 — 《安全設計グループ》



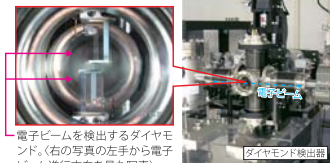
強力なX線レーザーの元となる電子。この電子を高いエネルギーに加速しX線レーザーを発生させる際に発生する放射線量を予測し、その発生を極力防ぎ、人を放射線から守ることが安全設計グループの仕事です。

電子銃、加速器及びアンジュレータが設置された加速器棟や光源棟では高エネルギーガンマ線や中性子が発生し、実験ホールではユーザーがX線レーザーを使用して実験を行います。これらの放射線の量や種類をシミュレーションやSCSS試験加速器での測定結果を参考に予測し、遮蔽体の厚さや材質を適切に決定します。

また、放射線量、人の出入、電子ビームが正しく輸送されているかなどを常時監視し、異常な事態が起きた場合には即座に加速器を停止させるためのインターロックシステムの設計を同プロジェクト内の制御グループなどと協力して行っています。

これらはXFEL施設を運営するために必要不可欠なものであり、他のグループと綿密な打ち合わせの上、安全かつ使いやすい施設を目指し設計しています。

さらに、一般的な放射線モニタに加えて、ダイヤモンドや光ファイバーを用いた検出器の開発も行っています。これらの検出器は人の安全だけでなく、X線レーザーを発生させるアンジュレータに使用している永久磁石が放射線によって減磁することを防ぐ役割も担っています。



電子ビームを検出するダイヤモンド。 (右の写真の左手から電子ビーム進行方向を見た写真)

イベント報告とお知らせ

INFORMATION

2009年 11月 1日	参議院 江田五月議員と後援会一斉 見学
11月 4日	Cheiron School 2009一斉 見学
11月 6日	衆議院 石井しろう議員 見学
11月 9日	リパール大学後援会 見学
11月27日	第5回X線自由電子レーザーシンポジウムを開催
11月30日	愛媛大学グローバルCOEインターンシップ一斉 見学
12月 2日	東北学院大学同高等学校 見学
12月15日	韓国釜山 広域市機振部からの取材
2010年 1月 9日	市民公開講座 「こんな分野もあつた!あなたの知らない科学」を開催
1月19日	愛知原簿会議員 杉原和明会長 見学
1月24日	第2回 サイエンスフェアin兵庫に出展



【東北学院大学同高等学校のみなさん】



【愛媛大学グローバルCOEインターンシップのみなさん】

4月29日 (木・祝) 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。去年とは違って、装置がずらりと設置されたXFEL施設にぜひ遊びに来てください!
今年も光源棟を初公開!

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

詳しくは
下記のQRコード
へアクセスしよ

「あなたの未来、科学の最先端!」
2010年 第18回
Spring-8
施設公開
4.29日
9:00-14:30

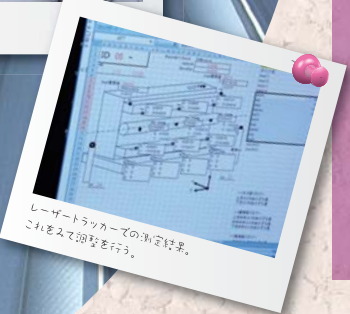
SCSS試験加速器 (XFELプロトタイプ機) 利用課題

審査の結果、2009C期 (2010年1~4月) のSCSS試験加速器利用課題に下記の11課題を採択しました。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/>

課題番号	実施責任者名	実施責任者所属
一	鎌倉 信徳	大阪大学 レーザーエネルギー学研究所
二	藤坂 泰正	新潟大学 理学部
三	岡本 一将	北海道大学 大学院工学研究科
四	Artem Rudenko	Max-Planck Advanced Study Group (ASG) at the Center for Free-Electron Laser Science (CFEL)
五	Changshu Song	理化学研究所 放射光科学総合研究センター
六	米田 仁紀	電気通信大学 レーザー・新世代研究センター
七	柳下 明	高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所
八	尾形 直	京都大学 大学院理学研究科
九	上田 遼	東北大学 多元物質科学研究所
十	山内 薫	東京大学 大学院理学系研究科
十一	西野 吉則	理化学研究所 放射光科学総合研究センター

SCSS試験加速器を利用した東北大学助教の福澤宏宣氏が日本物理学会若手奨励賞を受賞しました!

福澤氏は、SCSS試験加速器 (XFELプロトタイプ機) から発生するEUV (極紫外) レーザーを物質に照射して生じる反応を詳細に調べる測定装置を開発しました。同装置を用いて、EUVレーザーの非常に強い光によって生じる新しい現象を観察することに成功したことが評価されて、受賞につながりました。おめでとうございます!



レーザートラッカーでの測定結果、これをみて調整を行う。