

線型放射光研究開発グループ

X-ray Free Electron Laser (XFEL) Research and Development Group

グループディレクター 石川 哲也

ISHIKAWA, Tetsuya

播磨研究所に於いて、放射光物理科学研究として進められていたX線自由電子レーザー(SPring-8 Compact SASE Source: SCSS)要素技術開発は、平成13年度に開始して以来3年間で基幹部分が完了した。これを受けて、平成16年度に実機製作に関わる様々な検討を行った後、平成17年度には250MeV線型加速器をベースとするプロトタイプを建設することになった。その上で、平成18年度から4年計画で本格的な8GeV線型加速器をベースとする硬X線自由電子レーザーを建設すべく様々な準備が進められている。このような状況に鑑み、平成16年11月に播磨研究所に線型放射光研究開発グループが設置された。

平成17年度に於ける本研究開発グループの主たる活動は、250MeV線型加速器をベースとしたプロトタイプの建設と、その後の本格的X線自由電子レーザー建設に向けての概念設計作業、利用計画立案、広報宣伝活動である。

播磨研究所の組立調整棟に、プロトタイプ用放射線シールドを新設し、その中にプロトタイプ加速器を配置した。平成17年8月末のシールド完成後、2ヶ月で加速器設置作業を行い、11月にはビーム試験を開始した。試験加速器で明らかになった多くの加速器ハードウェアの問題点は、実機製作に向けて有益な情報を与えるとともに、設計思想としては間違っていないとの確証を与えた。

平成16年度末に実施された、実機建設のための国際レビューでは、当初概念設計案で示した6GeV線型加速器を8GeVとするようにとの勧告を受けた。より高エネルギーX線発生を狙うため、および、将来のSPring-8蓄積リングへの入射を考慮したためである。この勧告に基づき、平成17年度には、8GeV線型加速器をベースとした計画への変更作業が進められた。

コヒーレントな硬X線を発生するX線自由電子レーザーは次世代放射光源として、平成18年度からの第三期科学技術基本計画の新たな柱となる「国家基幹技術」の候補として取り上げられた。そこに至る過程で、日本放射光学会において、特別シンポジウムが開催され、また放射光の将来計画を議論する特別検討委員会が組織され、X線自由電子レーザーに関する集中的な検討が行われた。この結果、X線自由電子レーザーを放射光の次期計画として放射光学会が推奨するとの結論を得た。放射光学会では、更に夏に実施された若手シンポジウムに於いても、X線自由電子レーザーに関する議論が行われた。

利用計画の立案作業と、広報宣伝活動は多種のシンポジウム等で行われた。いくつかを紹介すると、大阪大学蛋白研究所シンポジウム、放射光検出器ワークショップ、フォトン・ファクトリー研究会、UK-Japan セミナー、FEL Conference、SPring-8 シンポジウムなどである。

文部科学省内にも、X線自由電子レーザーに関する評価作業部会が設置され、様々な観点からの評価が実施された結果、平成18年度からの実機建設に進むことが了承された。さらに総合科学技術会議の評価を受けて、平成18年度予算で実機建設を始めることが決定した。

X線自由電子レーザー建設が予算化され、実施段階に進んだことから、当線型放射光研究開発グループの使命は終わったため平成17年度末をもって終了し、実機製作が始まる平成18年度には、新たにX線自由電子レーザー計画推進本部を組織することとなった。

3. 超高干渉性光学系開発研究

研究担当者：石川、玉作、田中（義）、香村、田中（良）、西野、矢橋（石川X線干渉光学研究室）；原、北村（北村X線超放射研究室）

平成18年度から始まる第三期科学技術基本計画で、我々が開発してきたX線自由電子レーザーが「国家基幹技術」の候補として取り上げられたことにより、本研究プログラムも様々な影響を受けた。平成16年度11月に実機建設にむけての組織として「線型放射光研究開発グループ」が設置され、実機建設計画の策定、サイエンスケースの掘り起こしなどが行われてきた。平成18年度からの実機建設予算が認められたことに伴い、このグループを平成17年度末で終了し、新たに平成18年度より「X

線自由電子レーザー計画推進本部」を、和光本部に組織することになった。このような進展に伴って、X線自由電子レーザーのためのX線光学系開発を行う本研究プログラムも、当初計画された要素技術開発よりも、平成17年度に建設されたプロトタイプ装置の利用技術検討や、実機でのX線光学系検討が大部分を占めるようになってきた。また、予算面でも昨年度に引き続きプロトタイプ建設に大部分が振り分けられ、光学系開発研究は2年連続で大幅な見直しが必要となった。

このために、本年度の光学系開発は、昨年度までに開発の基幹部分が終了している超平坦ミラーの高度化研究と、それを利用した計測システムの開発が主なものとなった。昨年度までに表面粗度1ナノメートルp-v以下の

非球面ミラー加工法や、その表面上に表面形状を変えずに重金属をコーティングする技術を、大阪大学との共同研究で確立してきた。このような非球面ミラーを組み合わせた Kirkpatrick-Baez 型集光光学系を用いて、30 ナノメートル以下の焦点サイズを持つX線集光系の開発を進め、高分解能走査型蛍光X線顕微鏡などの応用研究を実施している。ここで開発された集光ミラーは、X線自由電子レーザーでの光学素子として非常に重要である。とくに、高可干渉性X線を扱う光学系では、表面形状誤差などによるスペックル生成が大きな問題となるため、スペックルを生じない形状精度の確保と、それに必要な形状計測法の開発を視野にいたした開発研究が進められている。

一方で、平成 18 年度からの実機建設に向けて、X線自由電子レーザー利用研究の幅広い掘り起こしを行った。強光子場中の原子・分子科学、ナノマテリアルの時間変化計測、単一生体高分子の原子分解能イメージング等、X線自由電子レーザーの実現によりはじめて研究が可能となる科学技術分野は多数存在するが、平成 22 年の実機完成に向けて、関連研究者間の連携を、オールジャパンで活性化し、完成後直ちに成果が上げられる体制作りの検討が行われた。

The X-ray Free Electron Laser (XFEL) Research and Development Group completed a 250 MeV prototype. The group prepared the construction of 8 GeV hard x-ray free electron laser facility in 2006-2009 fiscal years.

Staff

Head

Dr. Hideo KITAMURA

Members

Dr. Toru HARA

Dr. Takashi TANAKA

Dr. Masamitsu Watanabe

Dr. Katsutoshi SHIRASAWA*1

*1 Special Postdoctoral Researcher

in collaboration with

Dr. Tetsuya ISHIKAWA (Coherent X-Ray Optics Lab.)

Visiting Members

Prof. Kazumichi NAMIKAWA(Fac. Edu., Tokyo Gakugei Univ.)

Trainees

Mr. Daisuke IWAKI (Fac. Sci., Himeji Inst. Tech.)

Miss Rieko Tsuru (Fac. Sci., Himeji Inst. Tech.)
