

プログラム名： ユビキタス・パワーレーザーによる安心・安全・長寿社会の実現

PM名： 佐野雄二

プロジェクト名：XFEL 実証評価

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成 28 年度

研究開発課題名：

XFEL 実証評価

研究開発機関名：

国立研究開発法人理化学研究所

研究開発責任者

矢橋牧名

# I 当該年度における計画と成果

## 1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

平成 28 年度は(1)「広帯域光診断システムの開発」と(2)「高輝度電子ビーム輸送システムの開発」を実施する。

項目(1)については、加速器開発グループと十分に協議をしながら、広帯域光診断システムの設計を行う。具体的には、EUV から X 線の広い帯域にわたって、パルスエネルギー、空間プロファイル、スペクトルを診断するシステムを設計する。特に、スペクトロメータにおいては、広い波長範囲に対応するために、分光素子として透過型回折格子の利用を検討し、仕様を確定する。

項目(2)については、電子ビーム輸送系の設計を行う。並行して、加速器運転時の放射線安全を担保するための、ビームダンプの設置、インターロックシステムの構築、放射線計測システムの導入を行う。

## 2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

### 2-1 進捗状況

平成 28 年度に計画していた項目のうち、レーザー加速器ベースの X 線光源装置整備に先立って必要となる放射線安全を担保するシステム構築を重点的に進めた。具体的には、ビームダンプの設計及び製作、インターロックシステムの仕様策定と整備、放射線計測システムの検討と導入準備を行った。その他には、加速器開発グループと定期的に協議し、計画項目(1)については広帯域光診断システムの設計を、計画項目(2)については電子ビーム輸送系の設計を進めた。

### 2-2 成果

ビームダンプの設計に際しては、放射線遮蔽計算により設計の最適化を行った。その結果を図 1 に示す。レーザー加速器は遮蔽部内に設置される。遮蔽壁外への最大漏洩線量率は、ダンプがない場合には前方方向で  $1.4 \mu\text{Sv/h}$  であるが、適切なビームダンプを設置することにより、 $0.03 \mu\text{Sv/h}$  まで低減できることが確認された。一方、ダンプの設置により側方の線量率は上昇するが、最大漏洩線量率は  $0.01 \mu\text{Sv/h}$  程度である。この計算では電子ビームの条件として、プロジェクトで計画されているエネルギー  $1 \text{ GeV}$ 、電荷量  $50 \text{ pC}$  の電子ビームが  $0.1 \text{ Hz}$  の繰り返し周期で発生するとしている。この計算結果をも

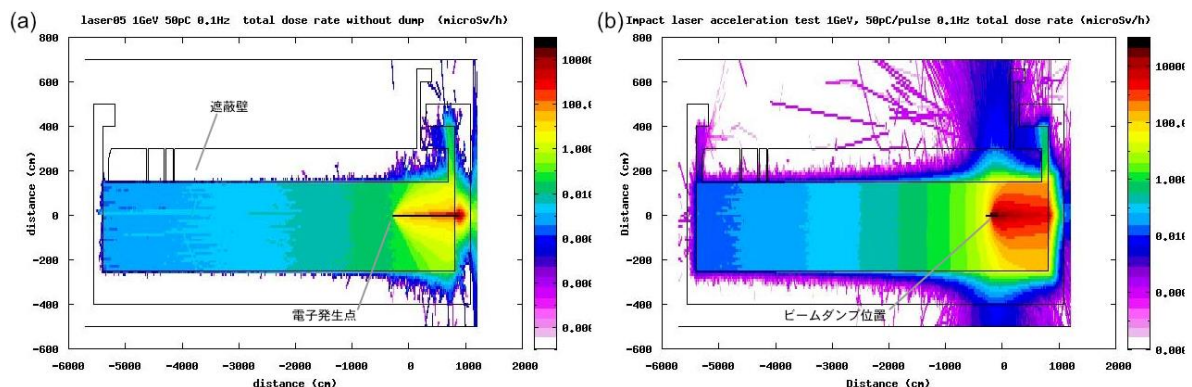


図 1.  $1 \text{ GeV}$ 、 $50 \text{ pC}$  の電子ビームが  $0.1 \text{ Hz}$  の繰り返し周期で発生した場合の漏洩線量率の見積もり結果。(a)ダンプがない場合。(b)適切なダンプを用いた場合。

とに製作したビームダンプの設計を  
図 2 に示す。ダンプの主な素材は  
SS400(鉄鋼)で、大きさは 10 cm 厚、  
20 cm 四方である。

インターロックは加速器運転時の放  
射線安全を担保するものと、レーザー  
安全を確保するものの2つからなる。  
レーザー安全インターロックについ  
ては、加速器開発グループと十分な協  
議を行い、レーザー加速器の調整作業  
に準じて複数のモードを使い分ける  
ことで安全性と効率性を両立できる  
よう設計した(図 3)。レーザーイン  
ターロックにおける加速器モードで  
は、パーソナルキーを利用した遮蔽部  
内への人の立ち入り制限と漏洩放射  
線計測システムにより、放射線安全を  
担保するための放射線安全インター  
ロックが機能する。放射線安全イン  
ターロックの概要を図 4 に示す。こ  
こで、本放射線計測システムには、超  
短パルスで高強度なレーザー光に由来  
する誘導 X 線を検知できることが求  
められる。本システムでは、高感度電  
離箱とエリアモニター用電離箱を組み  
合わせることによって、時間幅がサブ  
ナノ秒以下という非常に短パルスの  
誘導 X 線場を効率よく監視できるよう  
設計した。

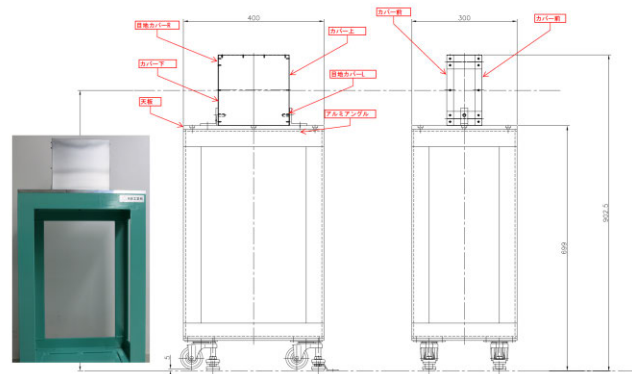


図 2. 設計・製作した鉄鋼製 10cm 厚ビームダンプ。



	Mode 1 レーザーメンテナンスモード	Mode 2A 実験設置アライメントモード	Mode 3 加速器モード
Laser room 1 への立ち入り	○	○	△
Laser room2 Accelerator room への立ち入り	○	○	×
フルアンプ	○ (フルエネルギー可)	× (フルエネルギー不可)	○ (フルエネルギー可)
ターゲットチャンバー前 機械シャッター (ゲートバルブ)	× (検光不可)	○ (検光可)	○ (検光可)

図 3. レーザーインターロック概要

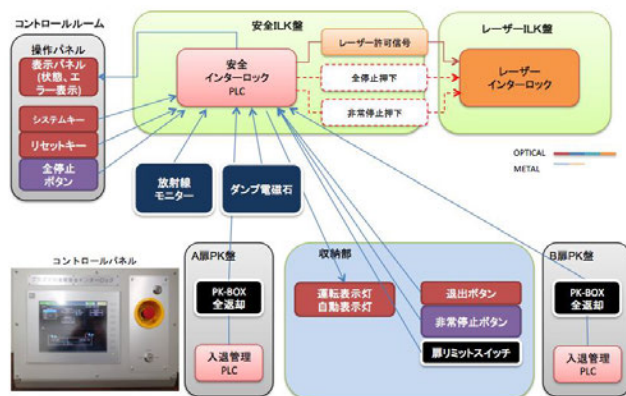


図 4. 放射線安全インターロック概要

### 2-3 新たな課題など

該当なし。

### 3. アウトリーチ活動報告

該当なし。