

プログラム名：ユビキタス・パワーレーザーによる安全・安心・長寿社会の実現

PM名：佐野 雄二

プロジェクト名：レーザー加速XFEL実証

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成27年度

研究開発課題名：レーザー加速統合プラットフォーム(拠点)

研究開発機関名：大阪大学光科学センター

研究開発責任者：兒玉 了祐

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

本プロジェクトではマルチステージング航跡場加速を実証し、レーザー航跡場加速電子駆動 XFEL を達成するための実験プラットフォーム構築を目標としている。平成 27 年度は前年度に設計した、マルチステージング航跡場加速に最適な専用レーザーシステムの発注作業と必要な設備の設置及び建設、設計したレーザーシステムに最適なパルス圧縮器の設計及び発注作業を行うことを目標とした。レーザーシステム及びパルス圧縮器は平成 28 年度末までに設置する予定である。

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

本年度は前年度に設計したマルチステージング航跡場加速に最適な専用レーザーシステムの発注作業及び設計したレーザーシステムに最適なパルス圧縮器の設計及び発注作業を行った。

レーザーシステムは前年度設置した大阪大学の調達委員会により技術審査が行われ設置業者が決定し、現在平成 28 年度末設置へ向けた打ち合わせを行った。また、安定性を追求したマルチステージング航跡場加速専用レーザーシステムを設置する場所は、適切なクリーン度、温度湿度及び風速管理が必要とされることが明らかとなった。レーザーシステムには様々な熱源が存在するが、それらの影響を最小限に抑えることが重要であり、レーザー室設計においては電源室を分離する等の対処を行った。

パルス圧縮器は設計したレーザーシステムはマルチステージング航跡場加速のために 3 つのレーザービームが射出する。これらを最適なパルス幅に圧縮し、安定に実験装置へ伝送するための高い安定性を備えたコンプレッサー開発がプロジェクト成功の鍵となることが明確になった。3 つのパルス圧縮器を独立に構築することにより、ビームの相対的なポインティングが不安定になることが予測されるため、1 つの真空容器内に設置し、かつ歪みの少ない真空用テーブルを設計した。

2-2 成果

図 1 は 1B レーザー加速統合プラットフォームの開発計画である。平成 27 年度はマルチステージング航跡場加速に最適な専用レーザーシステムの発注作業及び周辺設備の整備、また、設計したレーザーシステムに最適なパルス圧縮器の設計及び発注作業を行った。レーザーシステム及びパルス圧縮器は当初計画した通り平成 28 年度末までに設置する予定で変更はない。

図 2 は設置するレーザーシステムの概念図である。当初レーザーシステムは分離された複数の光学テーブル上に設置する予定であったが、より安定性を確保するために、連結さ



図 2 マルチステージング航跡場加速専用レーザーシステムの概略図

れた光学テーブルに集約し安定化を計ることにした。射出されるレーザービームのパラメータの変更はない。これまでに大阪大学内での調達委員会を立ち上げ正式な事務手続きが完了した。平成 28 年度末のレーザーシステム納入予定地 (大阪大学未来戦略光科学連携センター理化学研究所放射光科学総合研究センター内 組立調整棟) へ向けて業者との詳細な調整を行った。

レーザーシステムの設置環境は装置に対して十分に大きいクリーンルームを設置するだけでなく、適切なクリーン度、温度湿度及び風速管理が必要とされる。レーザーシステムには電源等様々な熱源が存在するが、それらの影響を最小限に抑えるため、レーザー室と電源室を分離した。レーザー室は平成 27 年度末に設置済みであり、平成 28 年度に理化学研究所設備との接続を行う予定である。

設計したレーザーシステムは 3 つのレーザービームが射出され、それぞれのパルス幅を個別に調整する必要があるため、3 つの圧縮器が必要となる。しかしながら独立の真空容器内に設置することにより、相対的なビームポインティングが悪くなる可能性があるため、単一真空容器内に全てのパルス圧縮器を設置する独自のパルス圧縮器を開発することとなった。図 3 はパルス圧縮器の概念図である。一般的な真空容器内用テーブルは、金属板 (無垢板) を加工し製作するが、サイズが大きくなると歪みが避けられない。3 つのパルス圧縮器を精度よく調整することが可能になるよう、特殊な構造を有したテーブルを開発し安定化を目指している。平成 27 年度に 3 つのパルス圧縮器を構築するに最適な設計を行い、大阪大学内での調達委員会を立ち上げ正式な事務手続きを進めた。上記レーザーシステム及びパルス圧縮器は平成 28 年度末までに設置が完了する予定であり計画通りである。

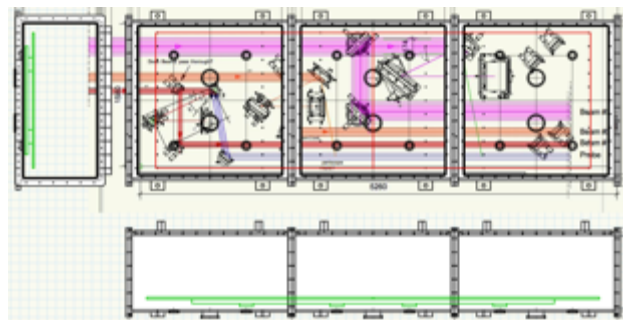


図 3 専用パルス圧縮器の概念図

2-3 新たな課題など

レーザー加速統合プラットフォームにおける研究開発目標は世界初のレーザープラズマ加速器及び射出された電子による放射光発生である。このような施設は世界的に例がなく、今後モデルケースになるよう加速器としてのシステム開発も行うべきである。既存の加速器施設の運用方法、システムを参考にしながらレーザープラズマ加速器に適した革新的なシステム思想を構築する必要がある。現在、平成 29 年度のプラットフォーム実験開始へ向けて、理化学研究所を参考にシステムの基礎設計を進めている。

計画書記載の通り、レーザーシステムの予算を抑えるための方策 (低繰り返し化、システムの簡素化、モニターの簡素化、システム化への自助努力) を行っている。同時に本格的な運用と開発を行うために、限られた予算でどこまで国際競争力を持ち効率的なビームラインの設計を行えるかが課題となる。

3. アウトリーチ活動報告

特になし