

平成 27 年 3 月 31 日

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 26 年度

研究開発課題名：

ビーム計測・制御技術の開発

研究開発機関名：

独立行政法人日本原子力研究開発機構

研究開発責任者

神門 正城

## 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

航跡波計測装置の開発

航跡場分布をシングルショットで計測する装置設計のためのパラメータ検討を行う。

J-KAREN レーザーによる電子加速試験

原子力機構で整備中の J-KAREN レーザーを用いて、ブースター加速部の実証を行うための理論検討を進める。

レーザー安定化試験

レーザー安定化試験ベンチを構築のための、除振台と概念設計を進める。

### 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

航跡場計測に関しては、100 fs パルスを用いた場合の計測をまず考えた。信号光と参照光を用意し、信号光で航跡場生成領域と相互作用させ、参照光は真空中を通し、その差分をとることで計測光の揺らぎに起因するノイズを低減させる必要があることがこれまでの研究で明らかとなっている。今回、必要な分解能を検討した結果、従来の同軸方式では、参照光がプラズマ領域にかかってしまうため、光路を信号光と完全に分離させるマッハ・ツェンダー方式を考案した。図1に配置案を示す。この新しい方式では、リファレンスを用意できるが、振動には弱いため、インライン方式やマイケルソン方式と今後比較を行う。

ブースター加速部での安定加速のための理論検討を行ない、エネルギー分散を改善する方法を考案した。この方法は、電子ビームがレーザーパルスを追い越した場合に、エネルギーが揃うというレーザー加速の特性を使うものであるが、追い越すためには長尺プラズマが必要なこと、追い越しの際のレーザー場での電子ビームの擾乱を検討する必要がある。これらの詳細な性能はシミュレーションを行う必要があるためシミュレーション計算機の構築の設計を行った。レーザーパルスの長尺シミュレーションについては、次年度に整備するクラスターPCの性能評価を行ない、10cm級の加速を3次元シミュレーションが2週間程度で計算可能であることを確認した。

安定化試験ベンチに関しては、日本原子力研究開発機構関西光科学研究所での設置場所の検討を行ない、候補を2つに絞り込み、必要な改造、補強の調査を行った。また、除振台の性能について、機械式と空気ばね式の比較調査を行ない、今後デモ機での実測評価を行うこととした。さらに、既存レーザーで揺らぎ原因の一つであるタイミングジッターの問題に取り組むために、現在電氣的な同期で行っている部分を、オシレータ光から分岐させた光を増幅し波長変換するシステムの検討を行った。これにより、現在1ns程度のジッターがps程度に抑えられることでスペクトル強度が安定化される見込みである。

#### 2-2 成果

航跡場計測に関しては、レーザーパルス幅100fsの場合の設計を検討し、マッハ・ツェンダー方式のセットアップを考案した。

ブースター加速試験のためのパラメータ検討を行ない、エネルギー分散を改善するための追い越し手法を考案した。

レーザー安定化試験のため、温度・湿度の変位の小さい、振動の小さい環境構築の検討を行った。除振台については、実地でのデモ比較により仕様を決定することとした。加えて、既存レーザーでスペクトル揺らぎの要因と考えられるジッターを低減させるシステムの設計を行った。

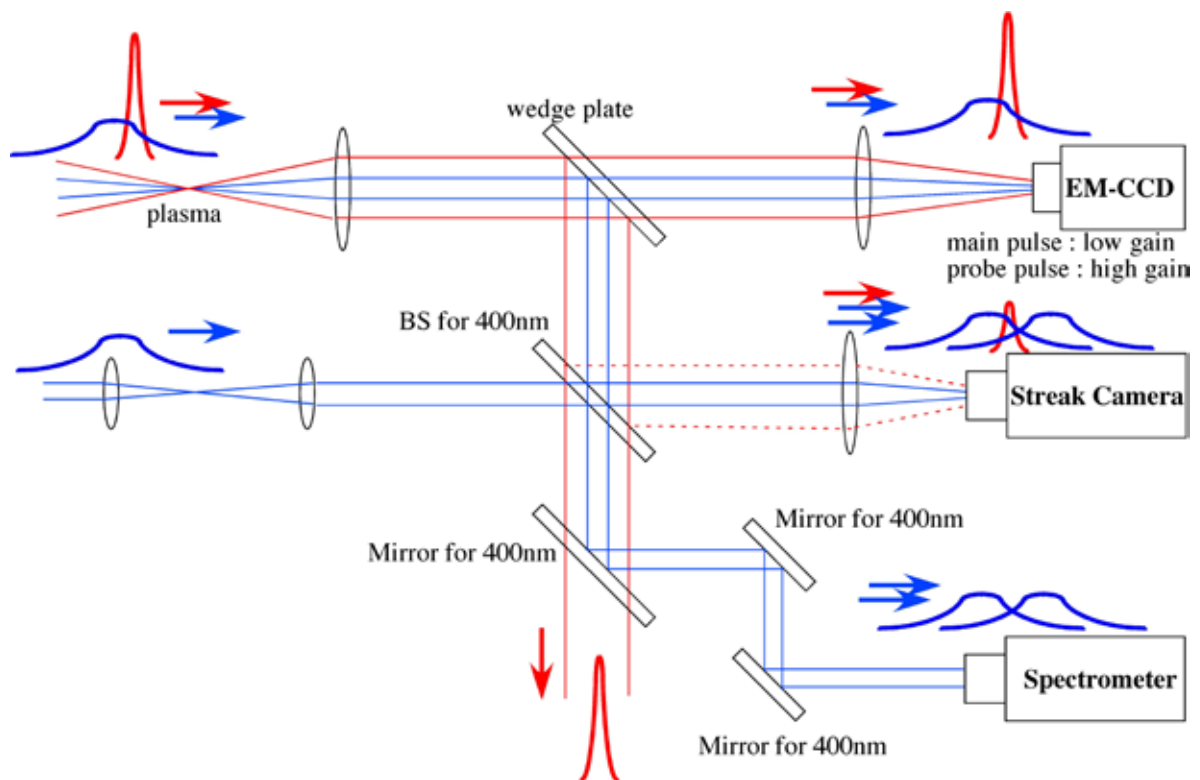


図 1: 低密度プラズマで計測する場合の周波数領域干渉計の概念図。マッハ・ツェンダー方式の構成。

### 2-3 新たな課題など

なし

### 3 . アウトリーチ活動報告

今年度は特に活動は行っていない。