

# 超高強度レーザー LFEX 装置の増幅部オペレーション

○森尾登、松尾悟志、川上雄平、河端宏治、辻公一

大阪大学 レーザーエネルギー学研究センター

## 1. はじめに

大阪大学レーザーエネルギー学研究センターでは、1983年から稼働している20kJレーザー激光XII号<sup>1)</sup>を用いた慣性核融合研究が行なわれてきている。その成果として、高速点火方式が有望視されてきている。この方式の原理実証を行なうための装置として、超高強度レーザーLFEX(Laser for Fast Ignition Experiment)装置<sup>2)</sup>の建設が行なわれている。

図1に当センターのレーザー室全景を示す。LFEX装置の増幅部は、レーザー室の空きスペースに建設された。

LFEX装置の増幅部において、ほぼ当初目標を達成出来る事が分かり、オペレーションについても安定に動作しているので、本報告でこれらの内容について発表する。



図1. レーザー室全景

## 2. LFEX 装置増幅部の構成

LFEX装置の最終目標出力エネルギーは、パルス幅： $\sim 10\text{ps}$ 、立ち上がり時間： $1\sim 2\text{ps}$ で10kJとしている。しかし、このようなパルス幅が短く輝度の高いレーザー光をそのまま増幅する事は、困難である。そのためLFEX装置では、全体を3つのセクションに分けている。まず、パルス幅100fsのレーザー光を発生させ、この超短パルスを一端、分散によって数ns程度のパルス幅に引き延ばす発振器部、このビーム径を拡大して増幅する増幅部、そして、先ほどとは逆の分散を与えて、パルス幅を数psまで再圧縮し、集光させるリアエンド部がある。ここでは、増幅部について述べる。

発振器部から来たレーザー光の性能は、  
パルス幅： $\sim 5\text{ns}$ 、スペクトル幅： $\sim 6\text{nm}$ 、  
ビーム径： $22\text{mm}\phi$ 、エネルギー： $\sim 15\text{mJ}$ である。このレーザー光を前置増幅器列の4パスロッド増幅器で増幅した後、4ビームに分割する。各ビームに分かれたレーザー光は、それぞれ15.5mm角のビームに整形され、さらに2台の50mm $\phi$ ロッド増幅器2台で増幅し、約6.8cm角のビームに拡大され、主増幅器列に入る。図2に1ビームの主増幅器列光路レイアウトを示す。レーザー光は、可変形鏡(DFM75)で反射して主増幅器部の

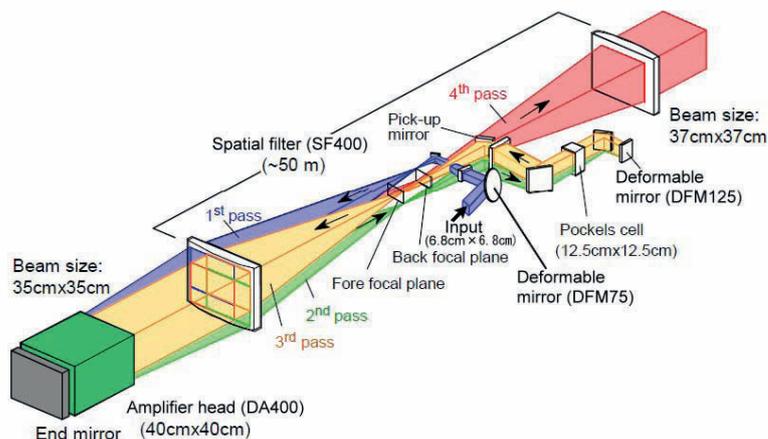


図2. LFEX 1ビームの主増幅器列光路レイアウト

スペーシャルフィルター(SF400)の焦点近傍付近に入射する。スペーシャルフィルターレンズで平行光にされたレーザー光は、約 35cm 角のビーム径に拡大され、主増幅器(DA400)で増幅される。DA400 には、幅 81cm、高さ 46cm、厚み 4cm の角型のレーザーガラスが 1 ビーム当たり 8 枚用いられている。これらを 4 パスさせる事によって、増幅効率を高めている。まず、これらを通過して増幅されたレーザー光(1 パス)は、反射鏡(End mirror)で折り返されて、再度 DA400 を通過し増幅される(2 パス)。SF400 に再度入射した後、焦点近傍付近に置かれたピックアップ鏡で外部に取り出される。そして、2 台目の可変形鏡(DFM125)で折り返され、SF400 に戻し、同様に 3 パス、4 パス増幅を行なう。4 パス後のビームは、SF400 の出射レンズで約 37cm 角の平行光にして、直径 1.3m の超伝導磁石を用いたファラデー回転子と薄膜偏光子でできた光アイソレーターおよび全反射鏡を組み合わせて、リアエンド部のあるターゲットチェンバー室に送られる。増幅部最終段での得られた性能は、1 ビームにおいて、最高出力:約 3kJ、パルス幅:約 2.5ns、スペクトル幅:約 3nm(中心波長:1053nm)である。このレーザー光をリアエンド部に送り、最終目標性能を得るためのパルス圧縮調整等が行なわれる。

### 3. 増幅部のオペレーション

増幅部のオペレーションには、各光路での光軸調整、ビームパターンの波面の調整及び計測、増幅器の充放電制御及びフラッシュランプ電流計測、ショット時の各増幅段でのエネルギー及び増幅部最終段でのパルス幅、スペクトル幅、ビームパターン像(NFP)、集光パターン像(FFP)の計測がある。これらの制御を行なうためのコントロール室にメイン PC、光軸制御 PC、波面制御 PC、増幅光モニター PC、データ収集 PC があり、すべての操作がほぼ一人で行える様に設計されている。これらの PC 同士及び PC と制御機器との通信は、主に Local Area Network(LAN)で行なわれている。図 3 に LFEX 装置の制御システム概略図を示す。ミラージンバルドライバーやピンホールドライバーは、RS232C 接続のみの機器であるため、RS232C から LAN への変換器を入れて、LAN による制御を行なっている。

オペレーション内容には、光軸調整モードとショットモードがある。光軸調整モードは、カメラに写っているレーザーパターンの位置を画像処理解析し、自動的にミラージンバルを動かして、光軸調整を行なっている。

ショットモードでは、ショット前に各 PC に条件設定を行う事によって、充放電やショット後のデータを収集するようになっている。

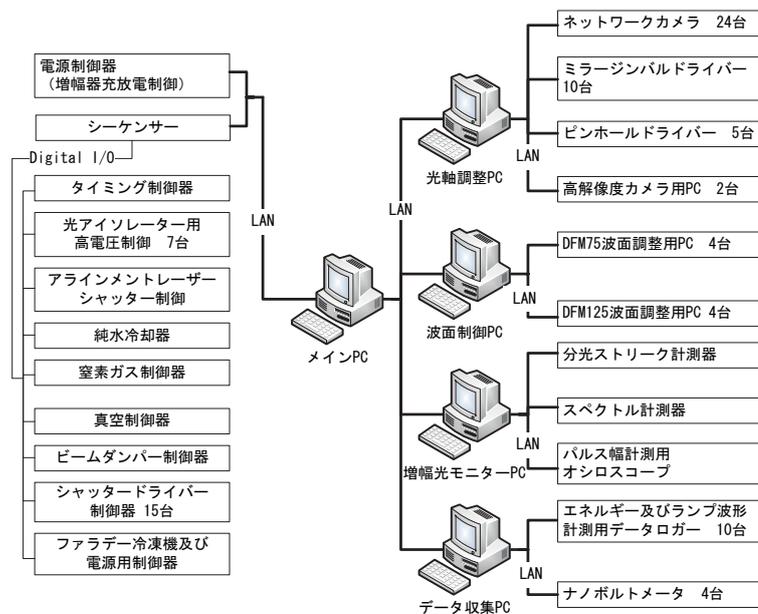


図 3. LFEX 装置の制御システム概略図

### 4. まとめ

LFEX 装置の建設が行なわれ、増幅部において、初期目標である性能をほぼ達成出来る事が分かった。またオペレーションについても LAN による機器制御方式をとる事で、使い勝手の良い装置となっている。発表では、LFEX 装置の増幅部の構成と得られた性能データ及びオペレーションの詳細について報告する。

#### 参考文献

- 1) 山中千代衛、「レーザー研究」 Vol.11, (1983), P586
- 2) 宮永憲明、金邊忠、奥田功、北川米善、中塚正大、「プラズマ・核融合学会誌」 Vo 1.81 増刊, (2005), P48