

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：超小型パワーレーザー

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：

高出力小型パワーレーザーの開発

研究開発機関名：

浜松ホトニクス株式会社

研究開発責任者

川嶋 利幸

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

高出力小型パワーレーザー開発における当該年度の目標は、パワーレーザーの技術開発、装置開発についてそれぞれ以下の通り設定した。

① 高出力小型パワーレーザー技術の開発

パルスエネルギー1J、繰り返し率 300Hz を出力するレーザー装置の設計を完了し、要素試験による検証を実施する。具体的には、レーザーヘッドの光増幅および熱特性を半導体レーザー (LD) 励起技術やセラミックスレーザー技術等の要素試験、評価をすることで、上記仕様を満たすレーザー装置の構成を確定する。

② 高出力小型パワーレーザー装置の開発

LD 励起技術やセラミックスレーザー技術に必要となる高出力小型パワーレーザー装置の主要構成部品およびレーザー装置を試作する。具体的には、レーザー発振器や増幅器等の主要コンポーネントを構成する励起用 LD、LD 用電源等について調達する。レーザー装置の構築および動作試験を行い、パルスエネルギー1J、繰り返し周波数 300Hz の出力を確認する。

③ 実検証試験への対応

実検証機を構築するために必要な仕様をユーザーと連携して検討し、ユーザーが平成 29 年度以降に実施する実検証試験に向けた対応の準備を開始する。具体的には、実検証試験に向けて使用環境を考慮した改良・機能追加等の対応に着手する。

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

高出力小型パワーレーザー技術の開発として主増幅器の LD 励起による照射分布の改善等を実施した。諸特性を評価することでレーザー装置の構成を確定した。

高出力小型パワーレーザー装置の開発として、レーザー前置増幅器および主増幅器の構築および特性評価を行った。これらを統合して全体システムの動作試験を行い、パルスエネルギー1J、繰り返し周波数 300Hz の出力を確認した。

実検証試験への対応として、ユーザー候補にレーザーを提供しフィジビリティスタディーを開始した。

2-2 成果

励起光のレーザー媒質への均一照射技術は高出力レーザーには必須の技術である。図1に主増幅器（ $\phi 12\text{mm}$ -Nd:YAG ロッド）の励起方法の改善前後の利得及び蛍光分布を示す。最大の 3.9J 励起において利得が 6.73 であったため、蛍光分布を確認したところ中心だけが強度が強く偏った分布を持っていた。励起方法を改善することで励起分布は比較的なだらかになり、このとき利得は 9 倍まで上昇した。主増幅器 1 への入力エネルギーを前置増幅器で得られた最大である 46mJ にまで上昇させることで 182mJ の出力が得られた。励起エネルギー 3.9J に対して抽出エネルギー 143mJ であり、光-光変換効率は 3.6% と目標である 13% に比べて低い。これは急に口径を大きくして増幅したため十分な飽和増幅ができていないためである。同等の熱負荷を与える増幅器を後段に並べることで熱特性を一部補償しながら増幅ができるため、後段の増幅器と同じ口径の Nd:YAG ロッドを使うこととした。これらの結果からレーザー装置の構成を確定した。レーザー発振器（OSC）、前置増幅器（Pre-AMP）と 3

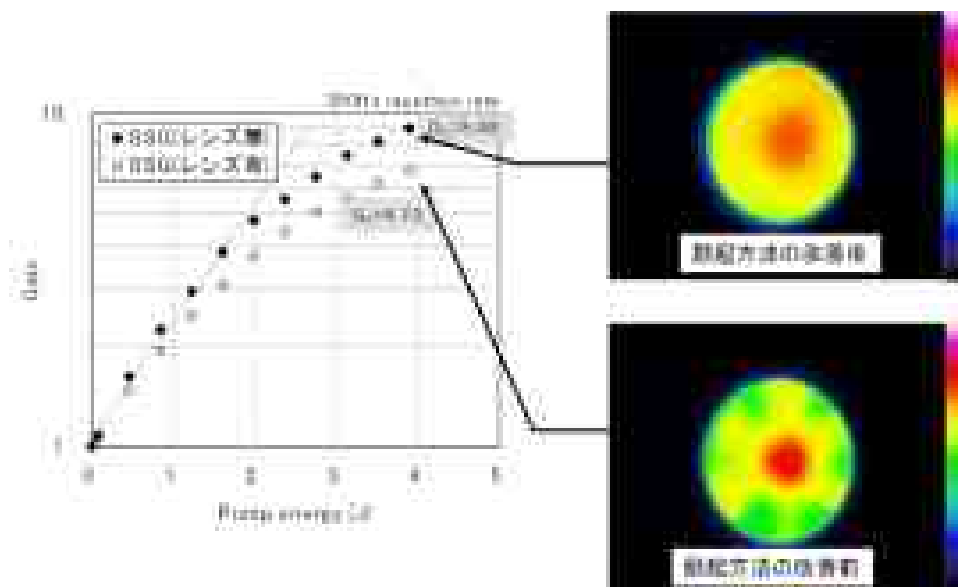


図1. 主増幅器の励起方法の改善前後の利得及び蛍光分布。

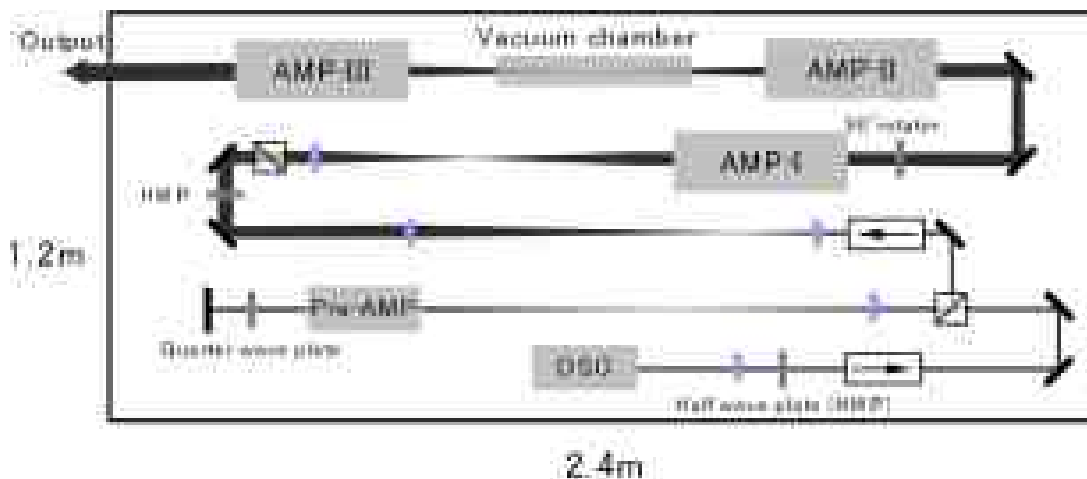


図2. レーザーシステムの構成図。

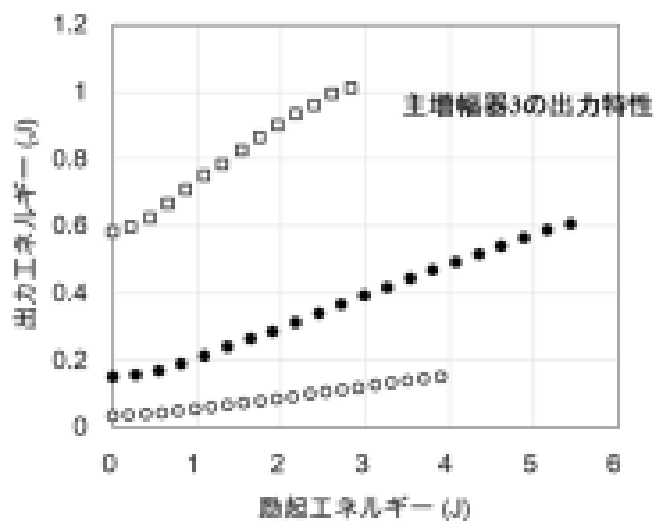


図 3. 主増幅器の出力特性.

台の主増幅器 (AMPI、II、III) で構成される MOPA 方式とした (図 2)。

全体システムの動作試験結果を図 3 に示す。主増幅器 1 の出力 (182mJ) を主増幅器 2 の入力光とした場合に 607mJ (平均出力 182W、繰返し周波数 300Hz) の出力を得た。さらにこの出力を主増幅器 3 へ入力した結果、励起エネルギー 2.9J の時に抽出エネルギーは 427mJ となり、全体システムからの出力エネルギー 1.01J (同 303W) が得られ所期の目標を達成した。

2-3 新たな課題など

主要コンポーネントを統合して全体システムを構築した結果レーザー出力の目標値を達成することができた。最終の主増幅器 3 において励起 2.9J に対して 400mJ のエネルギーを抽出しており効率は 13.8% となった。増幅器の性能としてまだ余力があるため更なる高出力化も可能ではある。しかしながら、主増幅器を 3 台使用していることによって全体効率が低いため、今後改良を加えてコンポーネントの構成数を減らして効率を上げていくと共に、全体システムの小型化を進めることが課題となる。

3. アウトリーチ活動報告

アウトリーチ活動として以下の展示会に出展およびシンポジウムへ参加し、本プログラムの趣旨説明およびユーザー候補の募集に向けた広報活動を行った。

- Photonix2016 (2016 年 4 月 6 日～8 日、東京ビッグサイト)
- ImPACT (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) 第 2 回公開シンポジウム (2016 年 6 月 13 日、JST 東京本部別館)