

2024 年度パワーレーザー工学最終レポート課題

坂本 千明 *

2024/09

1 (1)

1.1 1990 年代の後半からレーザーのピーク出力の増大に貢献した技術

図 1 から 1990 年代の後半からレーザーのピーク出力の増大に貢献した技術として、CPA(チャープパルス増幅) 法が考えられます。CPA は 1985 年にロチェスター大学のレーザー物理学者である Rochester Strickland と Mourou(1985)、Maine と Mourou(1988)、Maine ら (1988) によって実証されました。[1]

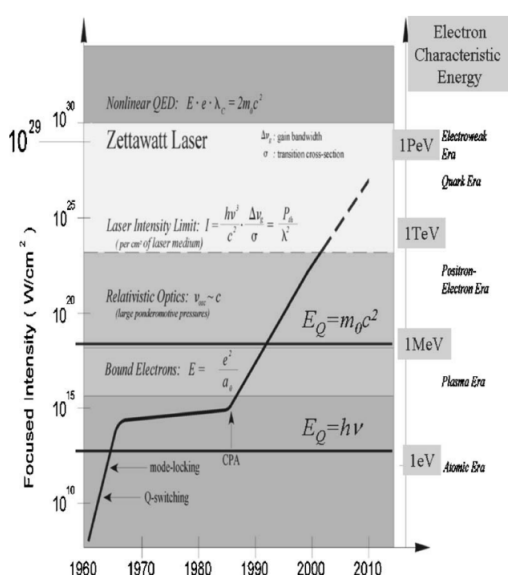


図 1 Laser intensity vs years

G. A. Mourou and T. Tajima. Rev. Mod. Phys. **78**, 309 (2006).

1.2 チャープパルス増幅

1.2.1 チャープパルス増幅の原理

まず、短く低エネルギーのパルスを単一モード光ファイバー内で意図的に伸張させて長いパルスを生成します。パルスは、群速度分散と自己位相変調の組み合わせによってファイバー内で線形チャープがかかります。伸張されたパルスは増幅され、その後、二重回折格子コンプレッサーによって圧縮されます。伸張されたパルスを増幅することで、自己集束が発生する前により高いエネルギーを達成することが可能になります。この増幅はチャープの線形性に影響を与えないため、パルスは完全に圧縮されます。不均質な媒質でチャープパルスを増幅することの潜在的な利点として、利得掃引が挙げられます。この場合、パルス幅に沿って周波数が変化するため、増幅されたパルスは利得飽和の影響を受けず、各周波数成分が独立して利得を得られます。[2]

1.3 チャープパルス増幅が現在のレーザー技術やレーザーの応用技術にもたらした意義、波及効果

CPA がもたらした意義、波及効果として、第一に、CPA 技術を使用した卓上システムが、従来よりも約 10 万～100 万倍高い強度を発生できるようになりました。第二に、CPA 技術は比較的低コストで既存の大規模なレーザー融合システムに容易に適用することができました。今日では、CPA は世界中

* 宇都宮大学 地域創成科学研究科 工農総合科学専攻

の主要なレーザーシステムに組み込まれており、日本 (Yamakawa ら、1991 年)、フランス (Rouyer ら、1993 年)、イギリス、アメリカ (Perry ら、1999 年) など使われています。これらの研究所における主な応用は、急速点火研究 (Tabak ら、1994 年) です。第三に、CPA レーザーはそのコンパクトさから、大規模な粒子加速器と組み合わせることができました。[1]

2 (2)

2.1 研究テーマ概要

図 2 のように高強度超短パルスレーザーをガス中に集光することで、プラズマが生成され、プラズマ中の電子の振動により、テラヘルツ電磁波が放射される。光学素子を用いたテラヘルツ電磁波放射は光学素子の損傷閾値以上のレーザー強度を用いることができない。そのため、プラズマを用いた電磁波放射源は入射エネルギーによる損傷の閾値が存在しないため、高出力化が期待できる。テラヘルツ電磁波強度の高出力化が期待されるとして、レーザーを集光して生成されたプラズマに静電場を印加する方法がある。研究目的は、レーザー伝搬軸方向とレーザー伝搬軸方向に垂直な方向に静電場を印加されたレーザー生成プラズマからのテラヘルツ電磁波放射の特性を解析することである。

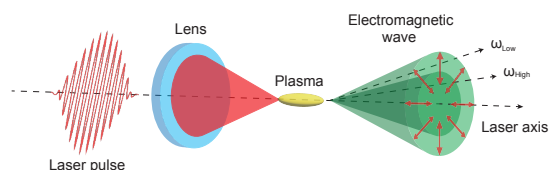


図 2 レーザー生成プラズマからのテラヘルツ電磁波放射

2.2 本講義と研究テーマの関連

自身の研究目的は、レーザー生成プラズマからの電磁波放射の原理を解明のため、レーザーによる電離やプラズマ生成と密接に関連しています。双極子からの電磁波放射モデルに基づく運動する電荷からの電磁波放射の理論はテラヘルツ電磁波放射源からの放射パターンを推定する際に欠かせないと感じています。また、プラズマに静電場を印加するため、アンジュレータ光源について学び、研究の理論構築に役立てたいと考えています。

参考文献

- [1] G. A. Mourou and T. Tajima. Rev. Mod. Phys. **78**, 309 (2006).
- [2] D. Strickland and G. Mourou, Opt. Commun. **56**, 219 (1985).