

Title	チャープパルスによるレーザー波形制御に関する研究
Author(s)	加藤, 義則
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40600
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	かとう よしのり 加藤 義則
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 13850 号
学位授与年月日	平成10年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科電磁エネルギー工学専攻
学位論文名	チャープパルスによるレーザー波形制御に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 中井 貞雄
	(副査) 教授 山中 龍彦 教授 中塚 正大 教授 西川 雅弘 教授 堀池 寛 教授 飯田 敏行 教授 三間 園興 教授 西原 功修 教授 権田 俊一

論文内容の要旨

本論文は、レーザー爆縮核融合に最適なレーザー波形を作り出すことを目的に、パルス巾の中で周波数が変化する、いわゆるチャープパルスを用いて、レーザー媒質を通過する際の利得を直接制御することにより任意のレーザー波形を生成する方法を提案し、実験およびシミュレーションでその原理的・技術的成立性を明らかにしている。

第1章では、本論文の背景と目的について述べている。

第2章では、実験に用いた高速の電気光学的変調システムに関する設計および動作特性について述べている。LiNbO₃を用いた高速の電気光学的変調システムにより、YAGレーザーによるレーザー波形制御実験に十分な最大36GHzの周波数変調(チャープパルス)が得られている。

第3章では、チャープパルスによるレーザー波形制御の原理とYAGレーザーを用いた基礎実験について述べている。実験結果は、2準位モデルのシミュレーションで説明でき、チャープパルスによるレーザー波形制御の技術的成立性を実証している。

第4章では、チャープパルスによるレーザー波形制御を実際の核融合用レーザーへ適用することに関して述べている。まず代表的な核融合用レーザーであるガラスレーザーに対して、多準位モデルの詳細な計算コードを開発している。次に実レーザーシステムの増幅特性と比較することにより十分な精度でレーザー増幅および周波数チャープによるレーザー波形の変化を評価できることを示している。入射レーザーパルス幅、入射レーザー強度に対する必要チャープ量の関係を明らかにし、最適な入射レーザー条件を明らかにしている。さらに非線形光学結晶による波長変換にともなうレーザー波形変化を考慮することで、必要チャープ量が減少することを示している。この計算コードを用いて、100kJレーザーによるレーザー爆縮に最適なレーザー波形を生成するためのチャープパルスを求め、求めたチャープパルスが現状の変調技術により実現可能なことを示している。

第5章では、爆縮に伴うターゲットサイズの縮小に対応するのに必要なレーザー集光位置の動的制御について述べている。2種の動的制御方法に関して長所・短所を明らかにし、チャープパルスによる方法では、レーザー波形制御との併用により爆縮効率の大幅な改善が可能であることを示している。

第6章では、研究結果を総括して本論文の結論を述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、レーザー爆縮核融合に最適なレーザー波形を作り出すことを目的に、チャープパルスを用いて、レーザー媒質の利得を直接制御することにより任意のレーザー波形を生成する方法を提案し、実験およびシミュレーションでその原理的・技術的成立性を評価したもので、主な結果は次の通りである。

- 1) YAG レーザーを用いた基礎実験に必要なチャープ量を明らかにし、 LiNbO_3 を用いた高速の電気光学的変調システムにより、YAG レーザーによるレーザー波形制御実験に十分な最大36GHzの周波数変調（チャープパルス）を実現している。
- 2) YAG レーザーを用いたチャープパルスによるレーザー波形制御の基礎実験を行い、実験結果が、2準位モデルのシミュレーションで説明できること、またチャープパルスによるレーザー波形制御の技術的成立性が高いことを明らかにしている。
- 3) 代表的な核融合研究用レーザーであるガラスレーザーに対して、多準位モデルの詳細な計算コードを開発し、実レーザーシステムの増幅特性と比較し、計算コードにより十分な精度でレーザー増幅および周波数チャープによるレーザー波形変化を定量的に評価できることを示している。
- 4) 入射レーザーパルス幅、入射レーザー強度に対する必要チャープ量の関係を明らかにし、入射レーザー条件を最適化する手法を確立している。さらに、波長変換にともなうレーザー波形変化について考慮することで、必要チャープ量が減少することを示している。
- 5) 100kJ レーザーによるレーザー爆縮に最適なレーザー波形を生成するためのチャープパルスを求め、求めたチャープパルスが現状の変調技術により実現可能なことを示している。
- 6) 集光位置の動的制御方法に関して典型的な2つの方法について、その長所・短所を明らかにし、チャープパルスによる方法では、レーザー波形制御との併用により爆縮効率の大幅な改善が可能であることを示している。

以上の結果は、レーザー核融合で重要な課題となっている最適レーザー波形の発生に関して、チャープパルスを用いて任意のレーザー波形を発生する方法を提案し、実験およびシミュレーションでその原理的・技術的成立性を明確にしたもので、レーザー工学、核融合工学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。