



Title	高強度超短パルスレーザーと固体ターゲットとの相互作用に関する理論的研究
Author(s)	加藤, 進
Citation	大阪大学, 1993, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/38209
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	加 藤 進
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 0 7 5 9 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 5 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	高強度超短パルスレーザーと固体ターゲットとの相互作用に関する理論的研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 三 間 罔 興 (副査) 教 授 西 原 功 修 教 授 加 藤 義 章 教 授 三 宅 正 宣 教 授 中 井 貞 雄 教 授 西 川 雅 弘 教 授 権 田 俊 一 教 授 青 木 亮 三 教 授 井 澤 靖 和

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、高強度超短パルスレーザーと固体ターゲットとの相互作用に関する理論的研究成果をまとめたもので、以下の 5 章より構成されている。

第 1 章は、緒論であり、高強度超短パルスレーザーと固体ターゲットとの相互作用の過去の研究成果と、本研究の目的および意義について述べている。

第 2 章では、高密度プラズマにおけるレーザーの古典吸収について調べている。レーザー電場による電子の有限振動幅の効果が、過去の研究では無視されている。しかし、レーザー強度が高くなると電子速度が熱速度に比べて無視できなくなり、電子-イオンの衝突が電子温度だけで支配されなくなるため、逆制動輻射によるレーザーの吸収率のレーザー強度依存性を求めている。また、最近の超短パルスレーザーによる実験における反射率についての考察も行っている。

第 3 章では、超短パルスレーザー光とターゲットとの相互作用において、高密度プラズマ中の原子もしくはイオンの高強度電場による直接電離過程が問題となるため、高密度プラズマ中の原子について時間依存するシュレーディンガー方程式を直接解く数値計算方法を開発し、超短パルスレーザー光によるイオン化レート等について議論を行っている。

第 4 章では、真空と高密度プラズマの境界でのレーザー光の異常吸収過程について議論している。そこで、密度勾配が急峻なプラズマにおける波動の崩壊が問題となり、流体方程式で電子の運動を記述できなくなるため、新しく拡張した電子流体シミュレーションの方法を開発している。その方法を用いて、密度のスケール長がレーザーによる電子の振動長より短い場合の異常吸収と波動の崩壊について調べる。

第 5 章は、結論であり本研究に於て得られた成果をまとめ、本研究の総括を行っている。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

最近、高強度超短パルスレーザー光を固体ターゲットに照射し、超短パルスの高輝度 X 線の発生することに関し研究が急速に進展しており、X 線源として工業および種々の研究への応用が期待されている。

本論文は、高強度超短パルスレーザー光と固体表面に発生するプラズマとの相互作用に関連し、光電離過程および逆制動放射や共鳴吸収過程を調べ、(1)光電離過程のレーザー強度依存性、(2)逆制動放射による吸収率への高密度プラズマ効果、および(3)P偏光超短パルスレーザーの固体表面における静電波の励起と共鳴吸収、を中心に行った理論的研究をまとめたもので、主な成果を要約すれば次の通りである。

- (1) 超短パルスレーザー光は固体密度のプラズマにより吸収されることになるが、その時の吸収率が固体内電子の縮退度、運動エネルギーおよび電離度の変化に依存していること、およびレーザー強度 $10^{18}\text{W}/\text{cm}^2$ 近傍で最大となることを見い出している。
- (2) 上記の理論研究の結果を実験の解析に適用し、実験結果との良い一致を得ている。
- (3) 高強度レーザー電場中における原子内電子の運動を解析するため、シュレーディンガー方程式の時間発展の計算機シミュレーションコードを開発している。
- (4) 固体密度プラズマ中の原子に作用する実効的なレーザー電場を評価するため、高密度プラズマのレーザー電場に対する非線形応答の表式を導出し、シミュレーションコードに導入することに成功している。
- (5) P偏光高強度超短パルスレーザーを照射したときの、固体内電子の真空中へのエミッション、それに伴う電子プラズマ波の励起およびレーザー光の吸収の各過程を明らかにし、レーザー光の吸収率のレーザー波長および強度依存性を明らかにしている。

以上のように、本論文は高強度超短パルスレーザーと固体ターゲットとの相互作用を明らかにし、発生する高密度プラズマの物性について多くの知見を与えており、プラズマ理工学、レーザー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。