



Title	STUDY OF HIGH BRIGHTNESS X-RAY SOURCES GENERATED BY LASER PLASMAS
Author(s)	曾， 観明
Citation	大阪大学， 1993， 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/38187">https://hdl.handle.net/11094/38187</a>
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。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka



氏 名	曾 観 明
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 0 7 6 2 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	STUDY OF HIGH BRIGHTNESS X-RAY SOURCES GENERATED BY LASER PLASMAS (レーザープラズマによる強力X線源に関する研究)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 中井 貞雄 (副査) 教 授 西川 雅弘    教 授 三間 罔興    教 授 青木 亮三 教 授 三宅 正宣    教 授 井澤 靖和    教 授 権田 俊一 教 授 西原 功修

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、強力パルスレーザー光を集光し、固体ターゲットに投射することにより得られる高温、高密度プラズマからの強力X線輻射に関する研究成果をまとめたもので、次の8章から構成されている。

第1章は序論であり、本研究の背景と目的について述べている。

第2章はレーザープラズマ相互作用の物理、プラズマからの種々の輻射過程及び基本的なプラズマモデルについて述べている。

第3章では高繰返しX線発生装置の技術的な問題を明らかにし、その解決法を見いだすため、種々の新機能を導入したシステムの試作を行い、その成果をとりまとめている。

第4章ではX線輻射強度のレーザー強度、集光条件およびターゲット厚さに対する依存性を明らかにしている。

第5章では原子番号の6番のCから50番のSnまでの21種類の材料からの軟X線輻射スペクトルを詳細に調べ、電子温度、電子密度及び輻射輝度等を評価し、最適なプラズマ条件を求めている。

第6章では原子番号57番のLaから82番のPbまでの19種類の材料からの軟X線輻射の特性を詳細に調べ、電子状態との関連を議論している。

第7章ではレーザープラズマX線源をX線リソグラフィーとX線顕微鏡に応用し、その有効性を実証している。

第8章は結論であり、以上の研究により得られた結果をまとめ、本論文の総括を行っている。

### 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

高出力パルスレーザー光を集光し、固体ターゲットに投射することにより、ターゲット表面に高温、高密度プラズマを発生することができる。このようにして、発生したプラズマは種々工学的に応用されようとしている。その最大のもはレーザー爆縮核融合といわれているものであり、その研究を通して、レーザー生成プラズマの物性が詳細に調べられている。

その研究成果として、レーザープラズマにおける強力なX線輻射、レーザーエネルギーからX線エネルギーへの高効率変換が、新しいX線エネルギー応用の分野を拓くものとして注目されている。



本論文は、種々の原子番号の固体をターゲットとして用い、レーザープラズマからのX線輻射を詳細に調べることにより、そのX線源としての特性を明らかにするとともに、X線リソグラフィ、X線顕微鏡等への応用の可能性を評価したもので、主な成果は以下の通りである。

- (1) X線輻射特性のレーザー強度、集光条件、ターゲット厚さ等のパラメーターへの依存性を調べ、 $1 \times 10^{11} \sim 3 \times 10^{12}$  W/cm<sup>2</sup>のレーザー強度範囲で輻射強度が急激に上昇すること、ターゲット厚さを1  $\mu$ mまで薄くしても、100  $\mu$ m厚の $\frac{1}{2}$ 程度にしか減少しないことを見だし、X線源としての実用上の条件を明らかにしている。
- (2) 炭素から鉛にいたる種々の原子番号の物質計40種類について、そのレーザープラズマからのX線輻射強度及びそのスペクトルを詳細に調べ、実用上有用なデータベースを構築することに成功している。カーボンのような低原子番号ターゲットのプラズマからは強力な線スペクトルの放射が観測され、原子番号の増加に伴って、連続スペクトル、帯スペクトル、帯スペクトルに重畳した線スペクトル等に変化することを見だし、ターゲット物質の電子状態と関連してその物理を解明している。
- (3) 炭素のライマン $\alpha$ 線における絶対強度として、0.1%のバンド巾で $6.0 \times 10^{16}$  photon/s/mm<sup>2</sup>/mrad<sup>2</sup>が観測されている。これはウィグラーを設置したシンクロトロン装置からの放射光強度に匹敵するもので、レーザープラズマの強力X線源としての有用性を実証している。
- (4) 以上のようなX線源をリソグラフィ及びX線顕微鏡光源として用い、実際にサブミクロン微細パターン形成、及び像観測を行い、その実用性を実証している。

以上のように、本論文はレーザープラズマX線源の特性を明らかにし、その光源としての有用性を実験により実証し、物理的、技術的に数多くの知見を与えている。レーザー応用及びプラズマ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。