

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	良く制御されたイオン源のためのレーザーアブレーションプラズマの縦磁場によるガイド
Title(English)	Guiding of laser ablation plasma by axial magnetic field for a well-controlled ion source
著者(和文)	池田峻輔
Author(English)	Shunsuke Ikeda
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10096号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:堀岡 一彦,高山 健,長谷川 純,林崎 規託,河村 徹,岡村 昌宏
Citation(English)	Degree:, Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10096号, Conferred date:2016/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名		池田 峻輔	
論文審査 審査員		氏 名		職 名		氏 名	職 名
	主査	堀岡 一彦		教授	審査員	河村 徹	講師
	審査員	高山 健		連携教授		岡村 昌宏	研究員
		長谷川 純		准教授			
		林崎 規託		准教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は、Guiding of laser ablation plasma by axial magnetic field for a well-controlled ion source（よく制御されたイオン源のためのレーザーアブレーションプラズマの縦磁場によるガイド）と題し、高フラックスのイオンを供給するために重心速度を持って移動するプラズマと軸対称な磁場との相互作用について述べたもので、英文で記述され 6 章で構成されている。 第 1 章 Introduction では、重イオン加速器の現状と課題について述べるとともに、高フラックスの重イオン源が様々な分野への応用に必要とされていること、レーザーアブレーションによって生成されるプラズマは高フラックスのイオンを供給できる能力を持つこと、アブレーションプラズマを加速器の高フラックスイオン源として用いるためには外部磁場による制御が必要であることを述べ、本研究の背景を述べるとともに研究目的を明らかにしている。また、磁場によってガイドされるプラズマの振舞いは複雑で予測が難しいが、磁気レイノルズ数 Rm を相似パラメータとして規格化した磁気流体モデルを考察することによって統一的な理解が可能であることを指摘している。 第 2 章 Effect of Axial Magnetic Field on Plasma Dynamics では、軸対称磁場を印加することによって変調を受けたレーザーアブレーション・プラズマフラックスを時間・空間分解測定することによって、プラズマ挙動に及ぼす磁場の影響を明らかにしている。また、典型的なプラズマフラックスから電子温度を評価し、上記の相互作用領域の典型的な磁気レイノルズ数は 1 の程度であることを示し、プラズマ中への磁場の拡散と移流とが同等に影響を及ぼすことを指摘している。 第 3 章 Response of Axial Magnetic Field against Plasma Plume Injection では、磁気プローブを用いた計測により、プラズマの入射に伴う磁場の応答を明らかにしている。また、時間空間分解で測定された磁場の分布は、2 章で議論したプラズマフラックスの分布と対応付けができることを示している。プラズマブルームは磁場と相互作用することによって磁化されるが、磁化の進行は内部構造を有し、反磁性の程度はブルームの外側と中心軸付近、先端部と終端部で異なること、磁化の程度の違いがプラズマフラックスの制御に大きく影響していること、さらには、磁場分布を再構築することによって反磁性電流の分布を求め、プラズマの入射によって磁場は非対称に応答すること、軸方向と半径方向に非対称に分布する反磁性電流分布がプラズマ中のイオンにレンズ的な効果とノズル的な効果を及ぼしていることを明らかにしている。これらの振る舞いは、相互作用が $Rm \sim 1$ の条件下で進行することで理解できるとし、さらに制御性を高くするには高い Rm の条件で相互作用させることが必要であることを指摘し、次章に示す実験結果の位置づけを説明している。 第 4 章 Guiding at Hot-dense Plasma Region では、より高温・高速で相互作用するアブレーション初期に磁場で制御することを試みた結果について述べている。アブレーション初期に磁場で制御されたプラズマのイオンフラックスのピークは 5 倍程度に増加すること、フラックスの増加はブルームの全領域に亘ることを示している。また、これらの結果は、2 章と 3 章で議論された点を裏付けるものであることを指摘している。

第5章 **Plasma Control with Pulsed Magnetic Field** では、アブレーションプラズマで供給されるフラックスを長パルス化するためにはプルーム終端部分の制御が必要であることを指摘している。また、高速のプラズマと相互作用させることと短パルスの磁場でプラズマを制御することは等価であることを示すとともに、パルス磁場コイルと駆動電源を製作し、イオンフラックスの制御を行っている。その結果、プルームの伝搬に対する磁場の印加のタイミングと強さによってフラックスを制御できること、適切に制御されたプラズマはことを実証している。

第6章 **Conclusions** では、得られた結果を要約し結論としている。

以上を要するに、本研究は高フラックスのイオン供給能力を持つアブレーションプラズマを軸対称の磁場によって制御するための基本的な機構を明らかにしたものであり、理学上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士（理学）の学位論文として十分な価値があると認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。