



Title	衝撃波による電離現象の研究
Author(s)	中井, 貞雄
Citation	大阪大学, 1966, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/28948">https://hdl.handle.net/11094/28948</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">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏名・(本籍)	中 井 貞 雄
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 932 号
学位授与の日付	昭和 41 年 3 月 28 日
学位授与の要件	工学研究科電気工学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位文論題目	衝撃波による電離現象の研究
論文審査委員	(主査) 教授 山中千代衛 (副査) 教授 山村 豊 教授 西村正太郎 教授 犬石 嘉雄 教授 藤井 克彦 教授 小笠原光信 教授 伊藤 博

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は著者が本学大学院に在学中に行なった衝撃波による気体の加熱、電離、プラズマ形成及びプラズマ計測法の開発に関する研究成果の大略をまとめたものである。

超高温プラズマを発生するには、その性質に関する精細な知識が必要である。そのためには高温プラズマ計測法が確立されていなければならない。しかるに計測法の開発には高温プラズマが必要である。この矛盾はプラズマ研究に常に付随しその進歩を妨げているのが現状である。この問題を解決する 1 つの方法として衝撃波テストプラズマを用いるのが極めて有力である。すなわち衝撃波によれば過渡的にではあるが比較的容易に高温、高密度の質のよいプラズマが発生でき、しかもその状況があらかじめ理論的に予知しうる。又核融合をめざした装置のうち特にパルス運転をなすものには必ず衝撃波による電離、加熱の機構が導入される。したがって本研究の成果は核融合プラズマ物理の分野において非常に重要である。また衝撃波による電離現象は電気工学的にも重要な基礎過程である。特に電界電離の場合は電子にエネルギーが注入され現象が進展するのに対し衝撃波電離では原子、イオンにエネルギーが与えられるため放電研究の立場からも最近大いに注目されるようになってきた。

著者は、かかる衝撃波による電離現象を放電工学的立場から研究し、フロントでの電離の機構を中心とし、それに付随する緩和現象の解明を行ない、併せてプラズマ計測法の開発を行なった。

本論文は本文 9 章、付録 2、付図 1 よりなる。

第 1 章は衝撃波電離現象の特性、高温プラズマ物理及びその他の工業技術の分野における衝撃波現象の問題点をのべ、本研究の意義を明らかにしている。

第 2 章には、衝撃波管について、その流体力学的解析を与え、さらにかかる解析のみではときえな電離を伴う高速衝撃波管につき衝撃波の発生、伝搬、管内の流れの状況等を、主として電気工学的

手法により実験的に解明した結果をまとめている。

第3章では、このような衝撃波により発生するプラズマの諸元を理論計算により求め、他のプラズマ発生装置によるプラズマと比較し、その特質を明らかにしている。

第4章では、プラズマとマイクロ波の相互作用を明らかにし、急しゅんなプラズマ境界面におけるマイクロ波複素反射係数を与える、さらに plasma slab におけるマイクロ波電力の反射及び透過係数を求め、第5章、第6章の実験の理論的基礎を与える。

第5章では、著者が開発した 10 Gc マイクロ波反射測定装置を電磁衝撃波管に適用して得たいろいろな興味ある測定結果を与える。特に本測定で検出されたフロント前方に存在する precursor electron は高速衝撃波の電離現象において重要な役割を演じているものと推論している。

第6章では、70 Gc ミリ波測定装置を圧力衝撃波管に適用し、直接電子密度及び衝突周波数を測定することにより、フロントにおける電離緩和過程を明らかにしている。

第7章においてはマイクロ波測定が不可能な高密度プラズマ計測法として光学干渉法を開発した結果について述べている。

第8章においては、以上の実験結果を考慮してフロントにおける電離緩和の解析を行なって、その状況を明らかにしている。

第9章は結論であって、以上8章にわたってのべた研究成果を総括し、得られた結果を明らかにしている。

## 論文の審査結果の要旨

本論文は「衝撃波による電離現象の研究」と題し、著者が本学大学院電気工学専攻博士課程在学中に行なった衝撃波による気体の加熱、電離、プラズマ形成及びプラズマ計測法の開発に関する研究成果をまとめたものである。内容は本文9章、付録2、付図1よりなる。

第1章は緒論であって、衝撃波電離現象の特性など、プラズマ物理、放電工学の分野における衝撃波現象の問題点をのべ、本研究の意義を明らかにしている。

第2章では、研究に使用した各種衝撃波管の動作原理を示すとともに、電離現象が導入されて来る場合の経過を電気工学的手法により解明した結果を与える。

第3章では、このような衝撃波により発生するプラズマの特性を数値計算により求め、さらに他の方法により得られるプラズマと比較を行ない、衝撃波プラズマの特質を明らかにしている。

第4章では、プラズマとマイクロ波との相互作用を明らかにし、急しゅんなプラズマ境界面におけるマイクロ波反射係数図表を与える、またプラズマ塊におけるマイクロ波の反射及び透過係数を求め、以下の章の実験に対する基礎を与える。

第5章は本論文の中心であって、著者が開発した 10 Gc マイクロ波反射測定装置を電磁衝撃波管に適用して、得られた興味ある実験結果を与える。特に本測定により検出されたフロント前方に存在するプリカーサ電子は電離現象の初期段階において重要な役割を果しているものと推論している。

第6章では、70 Gc ミリ波干渉計測を圧力衝撃波管に適用し、直接電子密度および衝突周波数を測定し、フロントの電離緩和過程を明らかにしている。

第7章では、マイクロ波測定が不可能になる高密度プラズマの計測にレーザー干渉計を導入し、強い衝撃波フロントの診断に適した方法を開発し、それによる実験結果を述べている。

第8章においては、以上の実験結果を考慮して衝撃波フロントにおける電離機構を論じている。

第9章は結論であって、以上8章にわたってのべた研究成果を総括し、衝撃波により得られるプラズマは過渡的ではあるが高温、高密度であって、プラズマ研究上極めて有用なテストプラズマであることを述べむすびとしている。

本論文は高温高密度プラズマを実現する手段として衝撃波による電離、加熱の過程がきわめて有用であることを示し、特にテストプラズマとして衝撃波プラズマの性質を明らかにし幾多の新知見を得ている。又同時にプラズマ診断法としてマイクロ波方式、レーザー方式に新しい考案を実施し、かがやかしい成果を得ている。本研究はこの方面的研究の最もせん端を行くもの一つと考えられる。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。