

氏 名	おお つか ゆう いち 大 塚 雄 一
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	工 博 第 1825 号
学位授与の日付	平 成 11 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	工 学 研 究 科 電 子 通 信 工 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	A statistical study of the mid-latitude ionosphere based on the MU radar observations (MUレーダー観測に基づく中緯度電離圏の統計的研究) (主査)
論 文 調 査 委 員	教 授 深 尾 昌 一 郎 教 授 津 田 敏 隆 教 授 佐 藤 亨

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、アジア圏唯一のインコヒーレント散乱 (IS) レーダーである京都大学MUレーダーを用いて中緯度電離圏F領域の熱的・力学的構造を統計的に明らかにし、電離圏の構造及び運動がそれに重畳する熱圏中性大気の影響を著しく受けていること証明したものであり、以下の6章で構成されている。

第1章は序論であり、本研究の対象である中緯度電離圏・熱圏の特徴及びMUレーダーを用いた電離圏研究の位置づけを行っている。ISレーダーは、複数の電離圏物理量の高度分布を時間的に連続して観測出来るという利点をもち、電離圏の熱的・力学的構造の解明にとって有力な観測機器である。ISレーダーは、緯度方向には赤道域から中・高緯度域まで存在しているが、経度方向にはMUレーダーが設置されるまでは欧米圏にしか存在しなかった。アジア圏ではMUレーダーが唯一のISレーダーであり、アジア圏における電離圏構造を明らかにすることは電離圏研究にとって重要な意味をもつことを指摘している。

第2章では、MUレーダー・システムとこれを用いた電離圏観測方法について述べている。また、ISレーダーとしては必ずしも感度が充分ではないMUレーダーによる観測から信頼出来る熱圏中性大気風速を推定するために、推定方法の改善を行っている。

第3章では、1986年から1995年までにMUレーダー観測によって得られた電離圏F領域における電子・イオン温度の統計解析を行い、これらの平均日変化、高度変化、季節及び太陽活動度依存性を明らかにしている。ISレーダー観測により得られた中緯度電離圏F領域における電子・イオン温度の統計解析は、本論文によって初めて行われたものである。日中における電子温度の時間変化、季節変化、太陽活動度依存性は、電子密度変化と逆相関を示し、イオン温度の変化は正の相関を示す。これは、電子とイオンとのクーロン衝突によって電子からイオンにエネルギーが輸送される過程が、電離圏プラズマの温度構造を決定する支配的な要因であることを示している。また、電子温度の日変化は、明け方及び夕方に顕著な極大を示す。この電子温度の極大は、太陽放射による加熱が原因であるが、北向きの中性大気風速が重要な成因となっていることを指摘している。

第4章では、電離圏の年変化、特に春と秋との差異(春・秋非対称性)に着目し、電離圏構造が熱圏構造の影響を受けていることを明らかにしている。電離圏電子密度の半年周期変動や、夏よりも冬に電子密度が高くなる冬期異常の現象はアイオノゾンデや人工衛星の観測によって従来から知られていたが、これらには高度方向の情報がないため、これ迄現象の物理機構について十分な理解がなされていなかった。本論文では、MUレーダー観測により1986年から1996年までに得られた、電子密度、電子・イオン温度、イオンドリフト速度及び熱圏中性大気風速データの統計解析を行い、中緯度電離圏F領域の年変化について高度変化を含めて明らかにすることによって、電離圏物理量の春・秋非対称性は、熱圏の春・秋非対称性が原因であることを明らかにしている。電離圏F領域下部においては中性大気組成の、F領域上部においては中性大気風速の

春・秋非対称が主な原因であることが明らかにされている。

第5章では、MUレーダーの特徴である、高速ビーム走査性を活かした移動性電離圏擾乱の観測を行い、熱圏大気重力波の水平伝搬特性を明らかにしている。1986年から1994年までに行われた58回のMUレーダー多ビーム同時観測データの解析に基づき、平均では、水平伝搬速度は周期（40～130分）に依らず240m/sであり、伝搬方向は南向きのものが多いことを明らかにしている。分散関係は従来の他観測結果と良い一致を示すこと、また大気重力波理論との比較から、エネルギー消散がなく鉛直波長が150～200kmとした場合と良く一致することを示している。さらに観測された大気重力波の水平伝搬速度について、時間変化、季節変化、太陽活動度依存性がほとんど見られないことを指摘している。

第6章は結論であり、本論文で得られた成果を要約している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、京都大学MUレーダーを用いて中緯度電離圏F領域の熱的・力学的構造を統計的に解析し、電離圏の構造及び運動がそれに重畳する熱圏中性大気の影響を著しく受けていることを明らかにしたものであり、得られた主な成果は次の通りである。

1. 約一太陽活動周期（11年）に及ぶMUレーダー電離圏観測データの統計解析を行い、アジア圏における中緯度電離圏F領域の平均的な熱的・力学的構造を明らかにした。
2. 熱圏中性大気風速の推定方法を改善し、ISレーダーとしては必ずしも感度が充分ではないMUレーダーに適した推定方法を開発した。
3. 電子温度の日変化が明け方及び夕方に顕著な極大を示すことを見出し、この現象の成因に北向きの中性大気風速が関わっていることを明らかにした。
4. 電離圏の年変化、特に春と秋との差異に注目し、電離圏構造が熱圏中性大気の影響を受けていることを明らかにした。特に高度変化に注目し、電離圏F領域下部では熱圏の大気組成が、F領域上部では中性大気風速が主に電離圏構造を支配していることを明らかにした。
5. MUレーダーの特徴である、高速ビーム走査性を活かした大気波動の観測を行い、電離圏中を伝搬する大気重力波の水平伝搬特性を明らかにした。

上記の成果は、レーダー観測データを統計的に解析することにより中緯度電離圏構造を明らかにし、それが熱圏中性大気の影響を著しく受けていることを記述したものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成11年2月3日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。