

氏名	つつみ 堤	まさ 雅	き 基
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)		
学位記番号	工 博 第 1463 号		
学位授与の日付	平 成 7 年 5 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 工 学 専 攻		
学位論文題目	A Study of Atmospheric Dynamics near the Mesopause Using Radio Meteor Echoes (流星のレーダーエコーを用いた中間圏界面領域の大気力学に関する研究)		
論文調査委員	(主 査) 教 授 深 尾 昌 一 郎    教 授 木 村 磐 根    教 授 松 本 紘		

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、流星のレーダーエコーを利用した中間圏界面付近の大気観測法の開発・改良を行い、得られた観測データをもとにこの領域の内部重力波から惑星波までの様々な周期の大気波動の解析を行った結果をまとめたものであり、以下の6章よりなっている。

1章は序論であり、本研究の背景について述べている。高さ10-100kmの中層大気と呼ばれる領域は大気大循環の舞台となっているが、近年の研究からこの大循環の生成維持には大気中の様々な周期の波動現象が密接に関わっており、その理解が本質的に重要であることが分かってきた。なかでも高度70-100kmの中間圏界面領域はその上下に位置する大気層間で組成、電離度などが遷移する興味深い領域であるが、観測データの不足から未知の点が多い。本研究では特に、この高度領域に発生する流星をトレーサーとしたレーダー観測により、大気の力学的振舞いを明らかにすることを目的としている。

2章では流星レーダーおよびMU(Middle and Upper atmosphere)レーダーを用いた流星観測法の開発・改良について述べている。本研究で用いた流星レーダーは、1970年代より国内ですでに観測を行ってきた実績があるが、本研究においてシステムの刷新ならびに種々の自動回復機能、バックアップ機能の充実を行い、ほぼ無人状態での定常観測を1992年11月より赤道域のインドネシア共和国ジャカルタ近郊(6°S, 107°E)において実現した。また信楽(36°N, 136°E)のMUレーダーを用いた観測ではその柔軟な操作性を活かした観測法の開発を行い、流星観測としては飛躍的に時間・高度分解能の高い(1時間・1km)風速観測を実現することに成功した。さらに流星観測は比較的簡単な構成の受信システムで行えることから、流星エコー検出用の受信システムをMUレーダーに付加することでMUレーダーが流星観測モード以外の目的に使われているときにも流星エコーを取得できるよう改良を行った。

3章では、流星エコー強度の時間変化から推定される両極性拡散係数と、大気温度の関係について考察している。両極性拡散係数の時間変動成分は大気温度のそれで実現できることを本研究では見出した。従来より流星観測で行われてきた風速観測に加え、温度変動を同時に観測することは波動エネルギーの流れ

の方向やその空間構造を調べる上で本質的に重要な意味を持っている。観測された温度変動には様々な周期の成分が含まれており、周期1日の成分については大気潮汐波が関与していることが明らかとなった。

4章では短周期大気波動である内部重力波の観測結果について述べている。時間分解能の高いMUレーダー観測では、観測される風速および温度変動に内部重力波に対応した周期1日未満の成分が含まれ、両者の間の振幅および位相の関係は内部重力波の線形理論を満足していることを確認した。この観測法を応用して信楽上空における周期10時間程度の卓越重力波の水平伝搬方向を推定したところ、夏季には東向きに、冬期には西向きに伝搬する傾向を示し、これは下層大気から伝搬してくる際に平均風との相互作用によって選択効果を受けたためと解釈した。さらに東京都立大学のナトリウムライダーとの協同観測により慣性重力波が信楽と八王子で同時に捉えられ、2地点での位相差から考えられる伝搬方向が信楽での流星観測のみから推定された方向に一致することも示された。

5章においては惑星波の解析結果を記している。中間圏界面領域における惑星波の水平構造解明は観測点の不足から大変遅れている。本研究では信楽とジャカルタに加え、アデレイド、サスカツーン、クリスマス島での海外の研究グループのレーダーとの共同観測を通して、ロスビー波やケルビン波と考えられる水平構造を持つ波動の活動を捉えた。さらに準2日周期波動について初めてその温度・風速変動の同時観測に成功し、両者の関係からこの波が従来から予測されていた混合ロスビー重力波の一種であるとの結論を得た。

6章は結論であり、本論文で得られた成果の要約を述べている。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、流星のレーダーエコーを利用した中間圏界面付近の大気観測法の開発・改良、およびその観測データを用いた大気波動の解析結果をまとめたものであり、得られた主な成果は次の通りである。

1. 流星レーダーによるインドネシア赤道域中間圏界面領域の長期連続観測を実現するとともに、MUレーダーを流星観測に用いて時間高度分解能に優れた大気観測法を確立した。
2. 従来より流星エコーを利用して可能であった風速観測に加え、流星エコー強度の時間減衰率より求められる両極性拡散係数の時間変動成分から大気温度変動を推定する方法を提案・実用化した。
3. 観測された大気温度変動には様々な周期の成分が含まれ、一日周期の変動成分には大気潮汐波が関与していることを示した。
4. 慣性周期より周期の短い風速および温度変動成分について、両者の関係が内部重力波の線形理論を満足することを確認し、それを応用して内部重力波の伝搬特性を明らかにした。
5. アデレイド、サスカツーン、クリスマス島のレーダーとの共同観測によりこれまで未知の点の多かった中間圏界面領域の惑星波の水平構造について調べ、ロスビー波、ケルビン波と考えられる波動を捉えた。また準二日周期波の風速・温度変動同時観測に初めて成功し、混合ロスビー重力波の一種であるとの結論を得た。

上記の成果は、これまで風速測定にのみ用いられていた流星観測に温度変動測定という新しい局面を開き、観測・解析を通してその大気波動研究への有効性を示したものであり、学術上、実際上寄与するところ

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7年3月9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。