

氏名	津田敏隆 つだとし たか
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第1480号
学位授与の日付	昭和57年7月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	Kyoto Meteor Radar and its Application to Observation of Atmospheric Tides (京都大学流星レーダーとそれを用いた大気潮汐の研究)
論文調査委員	(主査) 教授 加藤 進 教授 小川 徹 教授 木村 磐根

### 論文内容の要旨

本論文は京都大学流星レーダーの設計・製作と、当レーダーを用いて行った観測とそのデータ解析による大気潮汐波の研究、更に大気潮汐波の理論的研究について述べたもので7章より成っている。

第一章は序論で太陽一日及び半日周期大気潮汐、太陰一日及び半日周期の大気潮汐の励起、伝搬、超高層での振舞とこの分野の従来の研究について述べている。更に、此等の大気潮汐を含む超高層大気運動の観測に対する流星レーダーのもつ意義と、現在活動中の流星レーダー観測国際ネットワークについて説明している。

第二章は、大気潮汐の古典論に立脚した、太陽一日周期大気潮汐の理論的研究結果について述べている。地上より 20~70 km の大気中に存在するオゾン層の太陽放射吸収に伴う加熱が大気潮汐波励起の主要な源であることは従来からも分っていたが、この源の季節変化が、超高層で観測される、太陽一日周期大気潮汐の季節変化を説明できる点を初めて明らかにしている。

また、海陸の分布や地形の変化に起因する水蒸気分布の非一様性、地上近くの大気境界層の乱流拡散の非一様性によって、地上近傍の加熱は太陽時の他、局所的状況にも依存する。それが作り出す一日周期潮汐波は、従来からも地上の微気圧中に見出されている、太陽の運行に同期しない非伝搬潮汐成分であることを明らかにした。これは、局所的な加熱によるので、高調波モードになり、垂直波長も短くなるが、これはヒカマルカ大型レーダーの最近の観測結果を旨く説明できると結論している。

第三章は京都大学流星レーダーの設計と製作について述べたものである。本レーダーは滋賀県甲賀郡信楽町の山中で現在も活動している。この装置は、31.6 MHz の電波を用いたパルス型ドップラーレーダーであるが、小型コンピュータでシステムの動作は完全に制御されている。これに必要なソフトウェアの開発も本研究の一部である。また3本の受信アンテナより成る位相切換型電波干渉計法を採用し、流星飛跡で散乱されたレーダパルスの到来仰角、方位を検出している。この干渉計システムの較正では、近くに、高度約 400m まで小型気球を上げ、これに小型送信機を搭載し、その送信電波をレーダー受信システムで受けることによって実施している。パルス往復時間より、散乱源である流星飛跡までのレンジを測定する

ことと組合せて、高度分解能は約 1.5 km であると述べている。周波数のドップラー変位より、速度は、最大 100 m/s まで約 2 m/s で決定できると説明している。

第四章は流星レーダー観測の基本となる流星飛跡の高さ分布、季節変化について考察している。高速で地球大気に突入する流星は大気分子と衝突してプラズマの飛跡を 80~110 km の高度に作り出す。この飛跡は局所的な大気の流れと共に移動するのでこれを追尾し大気運動を決定できる。この流星飛跡の出現数の高度分布が季節的に変動する有様を観測し、これは大気圧の局所的季節変化によるものであること、その圧力変化は従来知られている大気モデルの与える変化と矛盾しないことを述べている。また送信信号の減衰が飛跡の拡散によるとして、減衰時間より拡散係数を通して推定した温度変化もこの結果と同様であることが明らかになったとしている。

第五章では、太陽一日及び半日周期潮汐の流星レーダー観測と結果の説明を行っている。1979年、1980年に亘って、約 150 日間の観測で得られたデータより、潮汐波の季節及びより短期間変動を明らかにした。そして一般に高さ分布は複数の波動モードの干渉であると説明している。また、他の地点での観測データも利用し、潮汐波の緯度分布について論じ、一日潮汐が第二章の理論結果で説明できる可能性を指摘しているが、低緯度の観測データの不足がより明確な結論を困難にしていると述べている。

第六章は、1979、1980年の観測データより太陰潮汐を検出できたことを述べている。超高層の風より直接太陰潮汐の半日のみならず一日潮汐をも検出できたのは新しい意義を持つものとして、その意義について説明を行っている。

第七章は総括で、京都大学流星レーダーが超高層大気潮汐の観測に有効な施設であるが、地球規模の現象である大気潮汐の解明には世界中の同時観測、低緯度や南半球観測のより充実が必要であると結んでいる。

## 論文審査の結果の要旨

流星は高速度で地球大気に突入し、空気分子と衝突する結果、超高層（地上 80~110 km）にプラズマ飛跡を作り出す。この飛跡は局所的大気運動と共に移動するので、飛跡の運動をレーダーで追尾することにより超高層大気運動を測定できる。これが流星レーダーの原理である。本論文は京都大学流星レーダーの設計・製作と、これを用いて行った観測によるデータ解析の結果に基づく大気潮汐の研究、更に大気潮汐の理論的研究を述べたものである。主な研究成果は次の通りである。

1. 京都大学流星レーダーとして、小型コンピュータで制御され、動作が確実で使用し易いシステムを開発した。採用したデジタル的位相切換型電波干渉計システムにより、約 1.5 km の精度で流星飛跡の高度が決定できるシステムを確立した。これは大気運動の高度分布を高精度で決定できるシステムである。これ等の特徴から、現在本レーダーシステムは国際的に推薦されている標準小型システムとなった。

2. 流星飛跡出現数の高度分布を観測し、その季節変化を明らかにした。この原因が超高層の温度変化に伴う局所的圧力変化であること、この値が、従来知られている大気モデルの与える圧力変化と矛盾しないことを明らかにした。更に、受信信号強度の減衰を飛跡拡散によるものとし、減衰時間の季節変化より拡散係数を通して温度の季節変化を求め、これも同様な値になることを指摘した。

3. 2ヶ年の長期に亘って、大量の観測データを得、これより観測点の超高層中での太陽大気潮汐の振舞を明らかにした。更に結果を大気潮汐理論に基づいて、明確に説明した。即ち垂直分布は複数モード間の干渉、一日潮汐の季節変化は、励起源のオゾン層の変化によるとした。これは、オゾン層のモデルを用いて理論計算を行い、詳しい考察を行った結果の結論である。

4. 3と同様なデータより、詳しい統計的判定をした後、太陰潮汐を検出することに成功した。半日潮 ( $M_2$ -潮) のみならず一日潮 ( $O_1$ -潮) の成分を超高層大気運動より求めたのは新しい成果であり、振幅、位相の高度分布、季節変化の解析結果は、大気太陰潮研究に大きく貢献したと云える。

5. 理論的研究では、3で述べたもの以外、非伝搬太陽一日周期潮汐の研究を行っている。地球表面近くでの大気潮汐の熱源としては水蒸気による太陽放射吸収に伴う加熱、境界層中の乱流による地球表面よりの熱の拡散が考えられるが、これ等は海陸、地形によって変化するため、加熱は太陽時の他、局所的状況にもよる。励起される潮汐も従って太陽と共に西に移動するもの以外の成分を含有する。この非伝搬潮汐の励起について、いくつかの熱源モデルを想定し理論計算を行っている。これは新しい結果であり、観測的に知られている地上微気圧変動の世界分布の説明を可能にしている。また最近の南米ペルーの大型レーダー観測で検出された、短い垂直波長の大気潮汐の説明も与えている。

以上要するに、本論文はコンピュータ制御による高精度流星レーダーシステムの設計・製作と、これによって見出された超高層太陽・太陰潮汐の新しい知見を述べたもので、学術上、実際上寄与するところが少なくない。

よって本論文は、工学博士の論文として価値あるものと認める。