

学 位 審 査 報 告 書

(ふ り が な) 氏 名	はまだ あつし 濱田 篤
学位 (専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 号
学位授与の日付	平成 22 年 7 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	理学研究科 地球惑星科学 専攻
(学位論文題目) 静止衛星赤外観測による熱帯域雲活動の推定に関する研究	
論 文 調 査 委 員	(主査) 里村 雄彦 教授 余田 成男 教授 石川 裕彦 教授

理 学 研 究 科

(続紙 1)

京都大学	博士 (理学)	氏名	濱田 篤
論文題目	静止衛星赤外観測による熱帯域雲活動の推定に関する研究		
(論文内容の要旨)			
熱帯域のメソスケール雲システムに伴って上部対流圏に広がる層状性・巻雲性の雲(上層層状雲)の、静止衛星の赤外輝度温度(TB)観測による雲頂高度および雲の光学的厚さの推定に関する研究を行った。 はじめに、東西数千 km にわたって発達した大規模雲システムが時間の経過とともに南北に分割する現象について解析を行った。分割された雲帯は上部対流圏に強い南北発散を伴っており、分割された南北両側部分はこの発散場に伴う南北風によって移動していた。分割された南北両側部分には線状の微細構造がみられ、その走向が雲頂高度付近の水平風によく一致していたことから、分割された南北両側部分を構成する雲は中央部分の積雲活動を起源とする上層層状雲域であることが強く示唆される。南北両側の雲域と軸上の雲域との間に現れる晴天域は、南北両側部分の線状雲域が中央部分の雲域から切り離されることで形成されていた。分割された雲帯内について TB 値の時間変化を調べた結果、西部赤道太平洋における平均的な日周期雲活動とよく一致していることが分かった。また、分割現象に伴って西進する活発な雲システムが雲帯の西端付近でみられ、その東西スケールおよび移動速度は積雲対流活動と結合した赤道波との関係を示唆していた。 次に、大規模雲システムの性状を解析するため、静止衛星 TB 観測を用いて、非降水上層層状雲の雲頂高度を推定する参照テーブルを作成した。海洋大陸での 3 か月間にわたる船舶搭載雲レーダー連続観測と静止衛星の同時観測例を抽出し、雲レーダー観測から得られた各観測事例の雲種および雲頂高度について、11μm 帯 TB(T_{11})およびその 12μm 帯 TB との差(ΔT_{11-12})を 2 変数とするパラメータ空間内の分布を示した後、T_{11} と ΔT_{11-12} の関数として雲頂高度およびその推定誤差を同時に推定する参照テーブルを作成した。放射伝達モデルを用いる物理的推定手法では、用いる仮定や観測データの質に関連して生じるバイアスや不確実性がある。しかし、本手法は直接観測を教師データに用いる経験的手法であるため、そのような不確実性が入り込まないことが特徴である。 この結果を 2006 年 4 月に打ち上げられた CloudSat 衛星による 2 年間の雲レーダー観測を教師データに用いて発展させ、降水の有無にかかわらず適用可能な雲頂高度および光学的厚さの推定テーブルを作成した。さらに、衛星天頂角・緯度・季節・昼夜・海陸の違いが雲頂高度推定値に与える影響を調べた結果、衛星天頂角の大きな領域で雲頂高度推定値に大きなバイアスを引き起こすこと、緯度および季節の影響は 15°S-15°N では小さいが、それよりも高緯度側では大きくなること、および、海陸および昼夜の違いによる影響は観測値の標準偏差に比べて小さいことが見いだされた。			

注)「論文内容の要旨」と「論文審査の結果の要旨」は、1 頁を 3 8 字×3 6 行で作成し、合わせて、3, 0 0 0 字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、4 0 0 ~ 1, 1 0 0 words で作成し、審査結果の要旨は日本語 5 0 0 ~ 2, 0 0 0 字程度で作成すること。

(論文審査の結果の要旨)

地球表面の約 40%は熱帯であり、熱帯の大気状態を知ることは地球規模で大気を理解するためには不可欠であるにも関わらず、その広い範囲を海洋が占めているため、広範囲に継続的な大気観測を地表面から行うのは困難である。特に、放射との相互作用を通じて地球システムのエネルギー収支に大きな影響のある上層雲の特性は、現在でも未だよく知られていない。本研究は、観測的知見の乏しい熱帯域上部対流圏に広がる層状性・巻雲性の雲(上層層状雲)について、継続的に均質なデータが得られる静止衛星の赤外輝度温度(TB)観測データを用い、雲頂高度および光学的厚さの推定に関する研究を行ったものである。

東西数千 km にわたる大規模雲システムの南北分割現象の解析においては、その形態学的特徴の記述や移動速度等の解析を行っている。その結果、積雲対流と結合した西進大気赤道波と関連した現象であったことや、分割された雲域での TB 日周期変化を見いだしている。大規模で劇的な現象であるものの注目されていなかった大規模雲システムの南北分割現象について、その基礎的知見を与えた成果である。

次に行った静止気象衛星 TB 観測による非降水上層層状雲の雲頂高度を推定するための参照テーブル作成においては、まず 3 ヶ月弱の熱帯域航海期間中という限られた時空間で船舶搭載雲レーダーデータを用いて参照テーブル作成の可能性を示し、次に広い時空間でデータが得られる軌道衛星搭載雲レーダーを用いることにより静止気象衛星ひまわりで観測できる熱帯域の広い範囲内で参照テーブルを作成した。作成されたテーブルによる雲頂高度推定誤差は 1km 程度であり、単一チャンネル TB 観測から求める雲頂高度推定誤差の数分の 1 と高精度なものになっている。申請者が用いた手法は、衛星毎、測器毎に参照テーブルを作成する必要があるものの、放射伝達モデルを用いる物理的推定手法に付随するバイアスや不確実性が存在しないことが利点である。さらに、テーブルの値は衛星天頂角による違いが大きいが、季節、海陸、昼夜による影響は小さいことも確かめ、信頼性の高いテーブルであることも示している。

本研究で作成された雲情報の推定テーブルを用いて推定した雲頂高度のマップは準実時間で WEB 上に公開されており、野外観測を行う際の参考資料やデータ解析研究資料として既に利用が始まっているなど、有用度の高い資料として観測・解析研究者の間で認知され始めている。また、雲頂高度や光学的厚さの精度良い値は、気候学的な地球システムエネルギー収支計算に有用であるだけでなく、雲を含む放射伝達計算モデル改良のための精度良い拘束条件を与えるものと期待できる。さらに、今後の気候研究に不可欠なツールとなる非静力学雲モデル計算結果の検証データにも応用可能であるなど、気候モデル研究者の間でも有用な情報として評価される成果である。

以上により、本論文調査委員会は、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 22 年 6 月 7 日論文内容とそれに関連した口頭試問を行った結果合格と認めた。