

論文審査の結果の要旨

氏名 杉 正人

毎日の天気予報は、数値天気予報モデル（数値予報モデル）の出現によって格段に精度が向上した。数値予報モデルは、全球の大気運動や雲、降水等を物理法則に従って計算するもので、ラジオゾンデや衛星データから毎日推定、作成される大気状態を初期値として、1週間程度先までの予測計算を行う。本研究は、このような数値予報モデルを用いて季節予報や気候変化の予測といった長期予測の可能性を論じたものである。ここで用いられた数値予報モデルは、気象庁で実際に毎日の天気予報に用いられていたもので、申請者が中心となって開発したものである。本論文では、観測された海面水温を境界条件として与えた長期積分にもとづく季節予報可能性、および、二酸化炭素の増加による地球温暖化時の台風の変化という2つの研究課題が取り上げられている。

第1章においては、元々は1週間程度の天気予報用として開発されてきた数値予報モデルが、より精度の高い放射や雲、地表面過程などの各種物理過程を実装されるにつれ、より長期間の計算にも耐えるモデルとなり、気候予測研究に有力な手段となりうる事が論じられ、本研究の意義と位置づけが述べられる。

引き続き、第2章においては、水平解像度約300 kmのモデルに1955年から1988年の観測された海面水温を境界値として与えた長期積分結果を用いて、季節平均値の予測可能性、とくにその季節や地域依存性が論じられる。これは、大気に比べてゆっくりと変化し、また、熱容量も格段に大きい海面水温が仮に完璧に予測されたとしたときの予測可能性、すなわち、潜在予測可能性を論じるもので、力学的方法による実際の季節予報の可能性についての基本的な知見を与える。海面水温に規定されない大気の内部分動成分によるサンプリング誤差を避けるため、初期値の異なる3つの積分が行われた。潜在予測可能性は、3つのアンサンブル間の分散のうち海面水温と同期した（予測可能な）成分と全分散との比で定義される。

モデルは熱帯での海面水温に対する応答をよく再現していた。潜在予測可能性も高く、80%を越える領域が広く熱帯域をおおっている。しかしながら、およそ緯度30度より極側の中高緯度では、大気の内部分動の割合が大きく、潜在予測可能性が低い。多くの地域で20%以下である。しかし、例外もあり、冬の北米大陸はエルニーニョの影響を受けて潜在予測可能性がやや高いことが示された。気圧、気温の変動にくらべ、降水量の予測ははるかに困難である。また、同じ熱帯でもブラジル北東部のように比較的予測可能性の

高い領域もあれば、夏のインドモンスーン降水量のように予測困難なものもあることが示された。第2章における研究は、世界各国のモデルグループによる引き続き同種類のアセスメントの先駆をなしたものである。

第3章においては、水平解像度約120kmという高解像度のモデルを用いて、地球温暖化時の台風の変化のシミュレーションが行われた。低解像度の気候モデルであらかじめ予測された海面水温の二酸化炭素倍増時の増分を、1979-88年の実際に観測された海面水温に上乘せすることによって、年々変動を含む海水温の予測値を得る。観測水温とこのようにして作った温暖化時の海水温を与えてそれぞれ10年間のシミュレーションを行い比較する。モデルでシミュレートされる台風は、やや強さが弱いものの、現実の個数分布や経路等をよく再現することが確認された。温暖化時の海面水温を与えた積分では、温暖化によって水蒸気、そして降水量が増加するにもかかわらず、台風の個数が有意に減少するという興味深い結果が得られた。その原因を解析した申請者は、温暖化による気温の上下成層の安定化に伴い、熱帯の大気大循環が弱まることを見出した。水蒸気増加に比べて降水量増加が相対的に小さいことも重要な要素であるとした。また、地域的な台風個数の変化をみると北西太平洋での減少量がもっとも大きく、他地域ではやや増加する場所もある。申請者は、このような地域差の原因が温暖化時の海面水温変化の空間パターンに強く規定されていることを明らかにした。

全球大気を計算する数値予報モデルや大気大循環モデルで台風のような水平スケールが小さく強い気象擾乱をシミュレートすることは難しい。本研究では、数値予報の現業用に開発された高速高解像モデルのメリットを十分に生かして台風の再現を可能にし、また、その温暖化時の変化について解釈を与えた。台風などの激しい気象擾乱の変化は社会的にも注目されているところである。予測結果のモデルによる違いなど世界各国の研究グループがこぞって追試、検証実験を行うことが予想される。世界に先駆けて行われた本研究の意義は大きい。

なお、本論文第2章は、川村隆一、佐藤信夫氏との、また、第3章は、野田彰、佐藤信夫氏との共著であるが、論文提出者が主体となって計算及び解析をおこなったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

よって、博士（理学）の学位を授与できると認める。