

氏名(本籍)	はせがわ 長谷川	あきら 聡	(千葉県)
学位の種類	博士(理学)		
学位記番号	博甲第2314号		
学位授与年月日	平成12年3月24日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	地球科学研究科		
学位論文題目	Local Spectral Energetics Analyses for Blocking Anticyclone Using the Orthonormal Wavelet Expansion (正規直交ウェーブレット展開を用いたブロッキング高気圧の局所スペクトルエネルギー解析)		
主査	筑波大学教授	理学博士	安成哲三
副査	筑波大学教授	理学博士	木村富士雄
副査	筑波大学講師	理学博士	田中博

論文の内容の要旨

これまで、大気のプロッキングの形成・維持過程を説明する理論として、長年の間に様々な仮説が立てられてきた。その中の有力な仮説の一つとして、ジェットの流れの際に東西には圧縮、南北には伸長された傾圧性擾乱の渦度強制によってプロッキングが維持されるという、“eddy straining” 仮説が挙げられている。

同様にスペクトルエネルギー論の立場からの説明では、プロッキングの形成・維持過程において、傾圧波動において有効位置エネルギーから変換された渦の運動エネルギーが、より大きなプラネタリースケールの渦へと変換されるというエネルギーの逆カスケードが重要であるとも言われている。しかし、フーリエ解析を元にしたスペクトルエネルギー解析では、空間スケールについて現象を分解することはできるものの、東西の位置に関する情報は失われてしまう。つまり、フーリエ展開を元にした従来のスペクトルエネルギー解析では、東西で局所的に発生するプロッキング高気圧のような現象を解釈することは困難であろうとの指摘もまたなされてきた。

そこで本研究ではフーリエ展開にかえて、正規直交ウェーブレット展開を元にした局所スペクトルエネルギー解析手法を開発した。正規直交ウェーブレット基底は、緯度圏上の東西の空間スケールと経度位置の情報を同時に取り扱うことができる。この性質をうまく利用したエネルギー解析手法を開発すれば、プロッキング高気圧のような局所的な現象に対して、その周辺の異なるスケールや東西位置の大気現象とプロッキング高気圧のエネルギーのやりとりを明らかにすることが可能となる。

本研究の目的は、正規直交ウェーブレット基底を用いた局所スペクトルエネルギー解析の手法を開発して、大気中のプロッキングの形成発達過程におけるエネルギーの流れをスケールと位置の関数として調べることによって、その形成発達過程を明らかにすることである。近年、同様の観点からの研究として、Fournier (1996) による研究があるが、本研究は、以下の点でこれと異なり、一歩進めた研究であると言える。

1) 物理空間で東西対称なウェーブレット基底を用いて解釈を容易にした、2) 傾圧変換項やジオポテンシャルフラックスの収束も評価した、3) 形成発達期の時間平均量だけでなく、時間変化の様子についても解析した、4) プロッキングのスケール・位置を適切に決定して解析を進めた、5) 複数イベントについて解析を行なった。

典型的な例として、まず1980年1月の太平洋プロッキングの形成過程を局所スペクトルエネルギー解析を用いて調べた。このプロッキングの形成期には、その東西の傾圧擾乱やプラネタリースケールの低気圧で傾圧変換を

通して得られた渦動運動エネルギーが波の相互作用を通して他の波の成分へとエネルギーを流出しており、その際にブロッキングの領域では波の相互作用を通して他の成分から運動エネルギーが流入していた。

合計10列のブロッキングについて同様の解析を行なうと、個々のブロッキングによって、時間発展の時期によって、運動エネルギーの増加に大きく寄与する変換量が異なっていた。うち8例については、オンセット時には波の相互作用による運動エネルギーの流入が重要であり、その際には、ブロッキング西側の同スケール低圧部や、ブロッキング周辺の総観規模擾乱で運動エネルギーの流出が見られた。残りの2例については、最盛期について同様の波の相互作用の寄与が見られた。また、波の相互作用が運動エネルギーの増加に寄与しない期間については、ジオポテンシャルフラックスの収束や、傾圧変換、順圧変換などの寄与が見られた。

以上のように、ブロッキングの形成発達過程を完全に解明したとは言えないものの、従来のスペクトルエネルギー解析からは得られなかったような経度位置の別に着目したブロッキング周辺でのスケール相互作用に関する情報を新たに得ることができた。

審 査 の 結 果 の 要 旨

長谷川君は博士課程大学院1年の時(1993年5月)に、日本気象学会にて大気大循環のスペクトルエネルギー解析というテーマで学会発表を行なって以来、同年7月には国際気象学大気物理学協会(IAMAP)の国際会議にて研究成果を口頭(英語)で発表するなど、大学院初期から活発に研究を行ってきた。彼の大学院前半の研究は、大規模大気循環場に含まれるプラネタリー波、高低気圧波動、メソ擾乱などの様々なスケールの擾乱をスケールごとに分離し、それらの現象が保持するエネルギーを定量的に分解評価しようというものである。このような彼の研究成果は、USAの一流国際誌Climate Dynamicsに投稿され受理されているが、審査委員会のはじめに、このようなスペクトルエネルギー解析の歴史的背景と彼自身の研究の動機やこれまでの研究結果について説明があった。

大学院後半になると、彼はそれまでのスペクトルエネルギー解析の知識の蓄積を、これまでに誰もやっていないウェーブレットエネルギー解析へと発展させた。審査委員会では、まずこの新しいエネルギー論の方法論的解説を行ない、その方法がおそらく最も有効と考えられる大気のプロッキング現象への応用結果を事例解析として紹介し、そこから得られる全く新しい発見について詳しく説明した、さらに、他のいくつかのプロッキング現象の事例についてもウェーブレットエネルギー解析を施し、その総合的評価と一般的結論を述べた。

審査委員から、方法論や論文の体裁について細かい質問やコメントが出されたが、彼の学位論文としてのオリジナリティーとその重要性は十分に認識され、満場一致で学位の授与が認められた。

よって、著者は博士(理学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。