

(続紙 1)

京都大学	博士 (理学)	氏名	野口峻佑
論文題目	アンサンブル予報を用いた成層圏周極渦変動の力学と予測可能性の研究		
(論文内容の要旨)			
<p>成層圏突然昇温現象が発現すると、それに伴う顕著な成層圏循環偏差は、その後の数週間程度の期間にわたって、対流圏に統計的に有意な循環偏差を引き起こすことが、これまでの観測的研究から明らかにされている。また、このような対流圏への下方影響を伴う成層圏循環偏差は、1週間程度以上を予測期間とする中長期予報の予測精度向上に寄与している可能性も指摘されている。しかしながら、既存の研究では、成層圏循環変動の平均的な予測可能性や、急激な時間発展を示す極渦分裂型成層圏突然昇温の予測特性は未解明であった。また、成層圏極渦分裂を引き起こす力学要因も明らかではなかった。そこで本研究では、7 冬季にわたって蓄積された気象庁1か月アンサンブル予報データを用いて、冬季成層圏循環変動の平均的な予測可能性について統計解析を行った。さらに、予報開始日の間隔が1日という高頻度で、25メンバーからなる大規模なアンサンブル予報実験を実施し、2009年1月に発生した顕著な極渦分裂型成層圏突然昇温の生起メカニズムと予測特性について解析を行った。</p> <p>まず、成層圏循環変動の平均的な予測可能性の特徴を明らかにするため、気象庁1か月アンサンブル予報データを用いて、成層圏周極渦変動を代表する北極点温度について解析を行った。この解析では、季節内変動が大きい冬季成層圏循環の特徴を加味して、月毎に平均した予測値のアンサンブルスプレッドと系統的誤差に着目した。また、アンサンブルスプレッドの時間発展に初期誤差成長モデルを適用することにより、成層圏北極点温度の予測可能期間の上限を定量的に見積もった。その結果、予測可能期間の上限は、初冬に最大35日に達した後、季節進行とともに徐々に減少し、晩冬には20日となることが明らかになった。また、成層圏北極点温度予測値は、初冬では高温バイアス、晩冬では低温バイアスを持つという系統的誤差の特徴的な季節内変動が明らかになった。さらに、初冬における高温バイアスは、対流圏を起源とする惑星規模波の鉛直伝播ではなく、成層圏内における惑星規模波の南北伝播の再現性に起因することが示された。</p> <p>次に、2009年1月に発生した極渦分裂型成層圏突然昇温の予測特性と生起要因を明らかにするため、高頻度の大規模アンサンブル予報実験を実施した。その結果、この極渦分裂型突然昇温の予測可能期間は6日程度で、既存の研究で解析された変位型成層圏突然昇温の予測可能期間に比べ極端に短いことが明らかになった。また、極渦分裂が生じる直前に、予測の初期値に対する鋭敏性が極めて大きくなることも見出した。さらに、その鋭敏性は、成層圏における惑星規模波の伝播の特徴とも有意に関連し、極渦の分裂を再現した予測では、惑星規模波は持続的に対流圏から成層圏へと上方伝播するのに対し、再現できなかった予測では、惑星規模波は成層圏で下方伝播し、惑星規模波の対流圏からの上方伝播が抑制されることも明らかになった。また、このような成層圏における惑星規模波の伝播の違いは、成層圏帯状風構造の違いとも関連することが示された。</p> <p>このように、本研究によって、冬季成層圏循環の平均的な予測可能性の特徴と、2009年1月に発生した極渦分裂型成層圏突然昇温の生起要因、及び、その予測特性が明らかになった。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

冬季に発現する成層圏突然昇温に代表される顕著な成層圏循環偏差は、対流圏での循環偏差の形成やその予測精度にも大きな影響を及ぼすため、成層圏循環偏差の形成要因と、その予測可能性を明らかにすることは重要である。しかし、従来の研究では、予報開始日の間隔が1週間程度と低頻度で実施された既存の現業予報などを用いた事例解析が主であったため、顕著な季節内変動成分を含む成層圏循環の平均的な予測可能性や、急激な時間発展を示す極渦分裂型成層圏突然昇温の発生要因や予測特性は明らかではなかった。そこで、申請者は、7冬季という長期間にわたって蓄積された気象庁1か月アンサンブル予報データと、独自に実施した予報開始日の間隔が1日という高頻度の大規模アンサンブル予報実験結果を用いて、冬季成層圏循環の平均的な予測可能性と、2009年1月に発生した顕著な極渦分裂型成層圏突然昇温の生起要因や予測特性について解析を行った。

まず、気象庁1か月アンサンブル予報データを用いた冬季成層圏循環の平均的な予測可能性に関する解析では、季節内変動の大きな冬季成層圏循環の特徴を加味して、月毎に平均したアンサンブルスプレッドと系統的誤差の時間発展に注目した着眼点が新しい。また、初期誤差成長モデルを用いてアンサンブルスプレッドの時間発展を表現し、成層圏循環の予測可能期間の上限を初めて定量的に見積もったことは高く評価できる。さらに、このような工夫された解析により、成層圏循環の予測可能期間の上限や系統的誤差の様相が、季節内で大きく変動することを見出したことも高く評価できる。

次に、申請者は、2009年1月の極渦分裂型成層圏突然昇温の生起要因と予測特性を明らかにするため、現業予報モデルと同程度の予測性能を持つ大気大循環モデルを用いて、予報開始日の間隔が1日という高頻度の大規模アンサンブル予報実験を独自に実施した。成層圏循環の予測に関する研究において、このような高頻度で大規模なアンサンブル予報実験を行ったのは本研究が世界で初めてであり、その試みの新規性と着眼点は高く評価される。申請者は、この予測実験の解析から、2009年1月に生起した極渦分裂型成層圏突然昇温の予測可能期間が6日程度と、既存の研究で2週間程度と示された変位型成層圏突然昇温の予測可能期間に比べ極端に短いことを初めて明らかにした。また、極渦分裂の直前には、予測の初期値に対する鋭敏性が極めて大きくなるという成層圏循環の予測特性における興味深い変動も初めて指摘している。さらに、極渦変位型成層圏突然昇温の予測に関する既存の研究では、対流圏における惑星規模波の波源の再現性が予測結果に大きな影響を与えることは示されていたが、本研究によって、極渦分裂型成層圏突然昇温では、極渦分裂直前の成層圏内における惑星規模波の伝播や帯状風構造が、その生起に有意な影響を及ぼすことが示されたことは、成層圏における大気力学に新たな知見を与えており、高く評価できる。

このように申請者の研究は、冬季成層圏循環の平均的な予測可能性や、極渦分裂型成層圏突然昇温の発現過程やその予測特性に関する新しい知見を与えており、気象学・応用気象学の分野において重要な貢献をしたものとして高く評価できる。よって、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28年1月19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。

要旨公表可能日： 年 月 日以降