

受賞者：齋藤 泉（名古屋工業大学）

研究業績：回転球面上の二次元乱流における赤道西風ジェット形成メカニズムに関する研究

選定理由：

木星や土星のような木星型惑星における大気運動は、東西風が緯度によってその向きを変える帯状構造と、赤道付近に存在する強い西風ジェットという、二つの顕著な形態的特徴を持つ。先行研究では、回転球面上の二次元乱流場において自発的に生ずる流れのパターンとしてこれらの特徴を解釈する試みが行われてきた。しかし、回転球面上の二次元乱流から、堅牢な赤道西風ジェットが出現するメカニズムは未解明であり、地球流体力学における大きな課題の一つとして残されていた。齋藤 泉氏は、ニュートン冷却を散逸過程とする回転球面上の二次元乱流場で出現する赤道西風ジェットの形成メカニズムについて、系の固有モードであるハフモードに着目する斬新な力学的着想に基づいた理論・数値的研究を行った。

まず、固有値解析により、回転球面上の浅水方程式の固有モードであるハフモード、特に、ロスビーモードの位相構造がニュートン冷却の導入によって変形し、それに伴う西風運動量収束によって赤道域で西風加速が生じることを見出した。また、ロスビーモードの位相構造の変形はニュートン冷却によるロスビーモードの散逸が高緯度域で大きくなるために生じており、高緯度域での大きな散逸を補償するロスビー波の赤道域から高緯度域への伝播によって赤道域での西風加速が生じるという理論的解釈も提示した。次に、変形されたハフモードに伴う帯状風加速を表現する弱非線型モデルに基づく理論的手法により、ランダムな渦強制を与えた場合における平均帯状風の時間発展を記述する予測方程式を作成することに成功した。さらに、この方程式が、多数の非線型数値シミュレーションで出現する赤道西風ジェットの時間発展を、定量的に良く表現することも確認した。このようにして、ニュートン冷却を散逸過程とする回転球面上の二次元乱流場で出現する赤道西風ジェットは、変形されたロスビーモードに伴う帯状風加速によって形成されることが初めて明らかになった。

以上のように、齋藤氏は、独創的な力学的着想に基づく理論・数値的研究により、回転球面上の二次元乱流における赤道西風ジェットや帯状構造の形成メカニズムに関する新しい力学的知見を得ることに成功した。

以上の理由により、日本気象学会は齋藤 泉氏に 2016 年度山本賞を贈呈するものである。

授賞対象論文：

Saito, I. and K. Ishioka, 2015: Mechanism for the formation of equatorial superrotation in forced shallow-water turbulence with Newtonian cooling. *J. Atmos. Sci.*, **72**, 1466-1483.

受賞者：高麗正史（東京大学）

研究業績：極域対流圏界面雲の出現に関する力学的研究

選定理由：

最新の衛星搭載ライダー観測により、極域の上部対流圏・成層圏に出現する雲の3次元分布や季節変化が徐々に明らかになりつつある。特に冬季極域の低温な下部成層圏に出現する極成層圏雲は激しいオゾン層破壊に関係する雲として注目され、多くの研究がなされている。一方、上部対流圏雲と極成層圏雲は同時出現する頻度が高いという興味深い事実も見出されてきた。しかし、この領域での雲量変動についての力学的解釈に関する研究は少なく、特に同時出現に関しては、対流活動に伴う水蒸気の成層圏への輸送など、漠然とした議論が行われるにとどまっていた。これに対し、高麗正史氏は、CALIPSO (Cloud-Aerosol Lidar and Infrared Pathfinder Satellite Observations) 衛星に搭載された雲エアロゾルライダーによる高解像データおよび再解析データをもとに、極域対流圏界面に現れる雲に関する2つの力学的研究を行った。

まず、高麗氏は、極域対流圏界面と極成層圏雲の同時出現に関して詳細に調べた。渦位に基づく力学的な対流圏界面を定め、2007～2011年の5年間にわたるCALIPSO衛星観測データと再解析データの統計解析を行ったところ、極成層圏雲と同時出現するのは、上部対流圏雲というよりも、高度9～11kmの対流圏界面雲と呼ぶべき現象であることを突き止めた。つづいて、同時出現のメカニズムとして、対流圏の背の高いブロッキング高気圧に伴う渦位アノマリーが低緯度からの水蒸気輸送と成層圏低温をもたらす要因であると考えた。そして、同時出現頻度とブロッキング頻度の経度分布の類似性や、高気圧性渦位アノマリーに相対的な経度を取ったときの極成層圏雲の組成分布の調和性を丁寧に解析することにより、これを立証した。先行研究で報告されていた事例についても解析を行い、このメカニズムが働いていたことを確認している【論文1】。

次に、高麗氏は、衛星観測データおよび再解析データの解析から、2009年、2010年、および2012年の3年間の北半球冬季に発生した成層圏突然昇温時に、北半球高緯度の対流圏界面付近における対流圏雲量が減少していることを発見した。そして、最新理論を用いた3次元構造を含む残差循環の詳細な解析により、対流圏界面における雲量減少が、ラグランジュ的な下降流に伴う昇温、対流圏界面の約1kmに及ぶ下降、圏界面付近の安定度の上昇に伴うことを明らかにした。この発見の意義は、成層圏・対流圏力学結合の一側面として、ブリューワー・ドブソン循環の短期変動が極域の対流圏の雲量に及ぼすことを初めて明確にしたことにある。これは力学的のみならず、成層圏の対流圏への影響が、雲量の変動に伴う放射を介しても及ぶことを示唆する重要な結果とみなすことができる【論文2】。

以上のように、高麗氏は、大量の衛星観測データと再解析データを組み合わせ、最新理論を含む丁寧な力学的、統計的解析を行うことで、極域上部対流圏雲が対流圏界面に及ぶことと、その出現頻度に関する対流圏ブロッキング、成層圏ブリューワー・ドブソン循環の役割を明確に示すことに成功した。

以上の理由により、日本気象学会は高麗正史氏に2016年度山本賞を贈呈するものである。

授賞対象論文：

1. Kohma, M. and K. Sato, 2013: Simultaneous occurrence of polar stratospheric clouds and upper-tropospheric clouds caused by blocking anticyclones in the Southern Hemisphere. *Atmos. Chem. Phys.*, **13**, 3849–3864.
2. Kohma, M. and K. Sato, 2014: Variability of upper tropospheric clouds in the polar region during stratospheric sudden warmings. *J. Geophys. Res.*, **119**, 10100–10113.