

2018年度山本賞の受賞者決まる

受賞者：神山 翼（東京大学理学系研究科）

研究業績：温暖化強制に対する熱帯太平洋の海面水温
応答に関する研究

選定理由：

現在進行している地球温暖化において、気候場がどのように変化するか、それがどのように説明されるかは、気象学の大きな課題である。多くの気候モデルによる20-21世紀にかけての予測では、東部熱帯太平洋のほうが西部熱帯太平洋よりも大きく温暖化してウォーカー循環が弱まる、いわゆる「エルニーニョ的」変化傾向が予測されていることは広く知られている。しかし、少数ながらその逆の「ラニーニャ的」変化を予測するモデルもある。その中には、エルニーニョ・南方振動（ENSO）の再現性が比較的良好なモデルであるGFDL-ESM2Mも含まれる。そこで、神山 翼氏は、その例外的な応答が、いかにして生じたかを研究し、ラニーニャの応答が実現しうるメカニズムとして、「非線形 ENSO 温暖化抑制（Nonlinear ENSO Warming Suppression, NEWS）」仮説を提唱した。

神山氏は、GFDL-ESM2Mの予測では21世紀後半に極端なエルニーニョ（Extreme El Niño, EEN）が減少することに着目し、Jinらによる充填-放出振動子モデルによる解釈を試みた。同モデルに基づき2ボックスモデルを用い、熱帯の気温と温度躍層底部の水温の差がある閾値より大きくなると、海洋中の温度移流の効果の非線形性が弱まり、EENが発生しなくなることを示した。上記の温度

差は、温暖化が進行する中で一時的に拡大すると考えられる。それを模して温度差を徐々に増加させると、ある時点からEENが発生しなくなった。そして、この過程がGFDL-ESM2Mにおける熱帯太平洋の温度の推移と似ていることを指摘し、それを補強する解析結果を示した。EENがなくなることで、時間的に均した東部と西部の温度差が増加し、ラニーニャ的応答と捉えられる変化として現れる。この効果をNEWSと名付けた。気候モデルによる温暖化予測実験を集めたCMIP5データベースでは、ラニーニャ的傾向を示すモデルは少ないが、多くのモデルがEENによる東部熱帯太平洋のSSTの正の歪度を再現しないことから、モデルアンサンブルの予測が必ずしも確からしいとは限らないことを指摘した。

熱帯太平洋の水温変化の空間分布は温暖化研究の根幹に関わる。気候モデルによる平均的描像に捉われず、現実の気候システムが選択しうる多様な解を追究することは物理的理解に新展開をもたらさう。神山氏は、全球的に大きな影響をもたらす熱帯太平洋の将来変化について、定説とは異なる変化が起こる可能性を、海洋内部の力学に踏み込む丹念で論理的な解析によって明快に示した。その成果は、今後の温暖化研究に新展開をもたらさうと期待できる。

以上の理由により、日本気象学会は神山 翼氏に2018年度山本賞を贈呈するものである。

授賞対象論文：

Kohyama, T. and D. L. Hartmann, 2017: Nonlinear ENSO warming suppression (NEWS). *J. Climate*, 30, 4227-4251.

受賞者：林 未知也 (ハワイ大学気象学科)

研究業績：西風イベントとエルニーニョ・南方振動の相互作用に関する研究

選定理由：

中部熱帯太平洋赤道域において、強い海上西風偏差が数日から数週間持続する現象は西風イベントと呼ばれ、エルニーニョの発生時に頻りに観測される。西風イベントは赤道太平洋の海面水温を上昇させることでエルニーニョの発現を助長する一方、エルニーニョ時の暖かい海面水温が西風イベントを発生しやすくする。従って、西風イベントは、エルニーニョ・南方振動 (ENSO) における付加的なノイズではなく、相互作用する重要な要素の一つと考えられる。しかし、ENSO の時空間的なふるまいに西風イベントが果たす役割は十分に明らかにされていない。

林 未知也氏は、階層的な大気海洋結合モデルと観測データを用いることで、西風イベントと ENSO の結合を理解することを試みた。まず、全球気候モデル MIROC を用いたアンサンブル数値実験から、西風イベントに対する大気海洋の応答が季節によって大きく異なることを見出し、この季節依存性は海洋温度躍層の構造と東太平洋の降水帯の季節性によることを明らかにした。この結果に基づき、冬にピークを迎えるエルニーニョを最も効果的に強制する西風イベントの発生季節・経度の組み合わせを特定した。さらに、西風イベントはエルニーニョを効率的に増幅させるが、ラニーニャを減衰させる役割は小さいという非対称性があることも示した (論文 1)。

次に、西風イベントとその対現象である東風イベントを、大気・海洋の観測的データを用いて調べた。双方とも、太平洋暖水域上で発生し、中央太平洋の海面水温偏差に比例して発生頻度が増す。東風イベント発生頻度は西風イベントより遥かに少なく、この非対称性は下層西風の季節内周期成分に伴う局所的な発達過程の相違に起因することを明らかにした (論文 2)。

この結果を受けて、線形傾圧大気モデルによる数値実験を行い、局所的な対流偏差だけでなく、遠方の対流偏差もイベントを引き起こすのに重要であることを明らかにした。また、線形傾圧モデルと 1.5 層の海洋モデルからなる簡易大気海洋結合モデルにより、西風イベント発生の環境場依存性が、中部太平洋エルニーニョと東部太平洋エルニーニョという 2 つの型のエルニーニョの相対的な発生頻度を制御し得ることを示した (論文 3)。

上記のように、林氏は、西風イベントが ENSO の複雑性に果たす役割の重要性を明らかにした。その研究成果は、ENSO のメカニズムは、数年周期の大気海洋相互作用だけでなく、西風イベントのような高周波大気擾乱との相互作用までを包含すべきであることを示している。一連の成果は、ENSO が内包する階層的な時間変動の理解を深め、さらにその予測スキル向上や将来変化予測にとって幅広い時間スケールの現象の再現性が重要であることを示唆するものであり、高く評価できる。

以上の理由により、日本気象学会は林 未知也氏に 2018 年度山本賞を贈呈するものである。

授賞対象論文：

1. Hayashi, M. and M. Watanabe, 2016: Importance of background seasonality over the eastern equatorial Pacific in a coupled atmosphere-ocean response to westerly wind events. *Clim. Dyn.*, doi:10.1007/s00382-016-3481-0.
2. Hayashi, M. and M. Watanabe, 2016: Asymmetry of westerly and easterly wind events: Observational evidence. *SOLA*, 12, 42-45.
3. Hayashi, M. and M. Watanabe, 2017: ENSO complexity induced by state dependence of westerly wind events. *J. Climate*, 30, 3401-3420.

受賞者：本田 匠 (理化学研究所計算科学研究センター)

研究業績：新世代静止気象衛星観測のデータ同化に関する研究

選定理由：

静止気象衛星は、海上を含む広範囲を可視や赤外の波長帯を用いて観測し、数値天気予報に不可欠な情報をもたらす。2015年に世界に先駆けて運用が開始された新世代静止気象衛星ひまわり 8 号は、10分

間隔のフルディスク撮像を多波長で行うため、これまでの衛星では把握が困難だった、台風やメソ降水系を構成する個々の積乱雲の時空間変動までも捉えられるようになった。これを活用することで、数値天気予報が大きく向上することが期待される。

これまで、静止気象衛星による輝度温度観測の直接同化は、多くの現業機関で晴天域のみに限られてきた。これは、雲を詳細に表現する高解像度のシミュレーションが高コストなことに加え、雲域の観測が持つ誤差相関や、観測の影響範囲の局所化が難しいことが要因である。雲域を含む全天の同化手法が確立されていないため、新世代気象衛星の活用には、単により短時間間隔のデータを同化する以上の難しさがある。本田 匠氏は、理化学研究所で開発されているアンサンブルデータ同化システムSCALE-LETKFにひまわり8号の輝度温度観測を同化する機能を実装し、以下の2つのケーススタディにより、新世代気象衛星データ同化の大きな可能性を明らかにした。

本田氏はまず、2015年の台風第13号について水蒸気バンドの同化を試みた。その結果、台風の輝度温度パターンは著しく改善されるものの、予報開始後に台風中心気圧が急速に増加する非現実的な現象がみられた。これは、初期アンサンブルの台風のスペクトルが大きいことと、同化によって台風の力学的なバランスが崩れることに起因すると考えられる。そこで、同化データにベストトラックの位置と強度を含めることでスペクトルを減少させた上で、さらに、力学的なバランスを保ち、良い台風強度予報を与える水平局所化設定等を模索した。その結果、台風に伴う雲の水平パターンだけでなく、強度予報も顕著に改善し、予測が難しい台風の急発達も捉えら

れることを示した。ひまわりデータを30分間隔に間引いて同化すると、予報初期の強度低下が抑えられなかったことから、高頻度観測の利点が伺える。論文には、最も良い結果をもたらす水平局所化スケールよりも少し大きな値を設定すると計算が不安定化したことなど多くの情報を盛り込み、高頻度全天同化の難しさを浮き彫りにしたことも評価できる(論文1)。

本田氏はさらに、甚大な被害をもたらした平成27年関東・東北豪雨事例についても同様に、高頻度の水蒸気バンド観測を同化した。その結果、水蒸気の流入や台風位置が修正され、線状降水帯に伴う降水予報が著しく改善されたことを示した。結果を河川流量予測に活かすことで、洪水リスクを早期に捉えられる可能性を示した(論文2)。これらの研究は、新世代気象衛星利用の先駆的な成功例であり、今後の数値天気予報に大きな影響を与えると期待される。

以上の理由により、日本気象学会は本田 匠氏に2018年度山本賞を贈呈するものである。

授賞対象論文：

1. Honda, T., T. Miyoshi, G.-Y. Lien, S. Nishizawa, R. Yoshida, S. A. Adachi, K. Terasaki, K. Okamoto, H. Tomita and K. Bessho, 2018: Assimilating all-sky Himawari-8 satellite infrared radiances: A case of typhoon Soudelor (2015). *Mon. Wea. Rev.*, **146**, 213-229.
2. Honda, T., S. Kotsuki, G.-Y. Lien, Y. Maejima, K. Okamoto and T. Miyoshi, 2018: Assimilation of Himawari-8 all-sky radiances every 10 minutes: Impact on precipitation and flood risk prediction. *J. Geophys. Res. Atmos.*, **123**, 965-976.