

2013年度堀内賞の受賞者決まる

受賞者：野中正見（独立行政法人海洋研究開発機構地球環境変動領域）

研究業績：太平洋における経年から十年スケール変動に関する海洋数値モデルを用いた研究

選定理由：最大の大洋である太平洋において、様々な海流や温度・塩分などの性質がどのように変動し、それはどういったメカニズムに因るものかを明らかにすることは、気候システムにおける海洋の役割を議論する上で重要な研究テーマである。これらの問題に対して、野中正見氏は海洋数値モデルを用いて多くの重要な研究を行ってきた。

まず野中氏は、熱帯太平洋の十年規模変動について、それまで重要と考えられていた中緯度北太平洋起源の水溫偏差は、北太平洋低緯度の渦位の壁に阻まれて熱帯までは伝播し得えず、逆に南太平洋亜熱帯起源の水溫伝播が赤道域の水溫に影響を与え得ることを示した。また、水溫偏差の水平移流以外にも亜熱帯セルと呼ばれる南北鉛直循環の寄与が重要であること、そして中緯度の海上風の変化も赤道水溫に影響を与えることを示した。これらの成果は、降水分布の持続的変動を介して熱帯から中緯度の広い範囲の大気循環に影響を与え得る熱帯太平洋の変動を理解する上で重要な貢献である。

次に野中氏は、黒潮統流・亜寒帯前線域の変動メカニズムの解明に向けた研究に取り組んだ。この海域は、十年規模変動の振幅が特に大きく、大気への熱的強制的観点からも重要と考えられている。野中氏は、約10 km という非常に高い水平解像度を持つ渦解像海洋大循環モデルを観測された大気強制の下で50年間積分した実験結果を用いて、黒潮統流前線と亜寒帯前線という二つの海洋前線の南北移動により持続的な強い水溫偏差が生じること、そしてこの変動に海洋渦と海洋ジェットとの相互作用が関わっていることを初めて明確に示した。さらに、これら海洋前線の変動には、海上風変動により北太平洋中央部で励起され、数年かけて伝播してくる海洋ロスビー波が重要であり、これに基づく黒潮統流流速の有意な予測が3年程度のリード時間で可能なことを、海洋分野では先駆的な渦解像モデルによるアンサンブル実験によって明らかにした。海洋ロスビー波の線形的な伝播を仮定した予測可能性の議論は従

来からなされてきたが、海洋の内在的変動が強い渦解像モデルを用いても、非線形性が重要な黒潮統流になお数年の予測可能性があることを野中氏は世界で初めて示したのである。これらの研究により、非常にダイナミックな黒潮・親潮システムがどのように変動するのかが明らかとなった。

上記以外にも野中氏は、太平洋の水塊変動や地形により生じる空間規模の比較的小さな風分布が海洋循環をどのように駆動するのかという問題についても優れた研究を行っている。このように、海洋数値モデルを用いた太平洋の変動研究において、野中氏は世界的にも抜きん出た貢献を成し遂げてきた。野中氏の海洋物理学における研究は、熱帯から中緯度にわたる広範な太平洋の海洋変動を包括的に理解する上で重要な成果を挙げており、気象学、とりわけ気候力学の発展・向上に大きな影響を与えている海洋循環力学の研究を格段に発展させたものと認められる。

以上の理由により、日本気象学会は野中正見氏に2013年度堀内賞を贈呈するものである。

主な論文リスト

- Nonaka, M., S.-P. Xie and K. Takeuchi, 2000: Equatorward spreading of a passive tracer with application to North Pacific interdecadal temperature variations. *J. Oceanogr.*, **56**, 173-183.
- Nonaka, M. and S.-P. Xie, 2000: Propagation of North Pacific interdecadal subsurface temperature anomalies in an ocean GCM. *Geophys. Res. Lett.*, **27**, 3747-3750.
- Xie, S.-P., T. Kunitani, A. Kubokawa, M. Nonaka and S. Hosoda, 2000: Interdecadal thermocline variability in the North Pacific for 1958-97: A GCM simulation. *J. Phys. Oceanogr.*, **30**, 2798-2813.
- Xie, S.-P., W. T. Liu, Q. Liu and M. Nonaka, 2001: Far-reaching effects of the Hawaiian Islands on the Pacific Ocean-atmosphere system. *Science*, **292**, 2057-2060.
- Hosoda, S., S.-P. Xie, K. Takeuchi and M. Nonaka, 2001: Eastern North Pacific Subtropical Mode Water in a general circulation model: Formation mechanism and salinity effects. *J. Geophys. Res.*, **106**, 19671-19681.
- Tomita, T., S.-P. Xie and M. Nonaka, 2002: Estimates

- of surface and subsurface forcing for decadal sea surface temperature variability in the mid-latitude North Pacific. *J. Meteor. Soc. Japan*, **80**, 1289-1300.
- Nonaka, M., S.-P. Xie and J.P. McCreary, 2002: Decadal variations in the subtropical cells and equatorial Pacific SST. *Geophys. Res. Lett.*, **29**, 1116, 10.1029/2001GL013717.
- Yu, Z., N. Maximenko, S.-P. Xie and M. Nonaka, 2003: On the termination of the Hawaiian Lee Countercurrent. *Geophys. Res. Lett.*, **30**, 1215, doi:10.1029/2002GL016710.
- Hosoda, S., S.-P. Xie, K. Takeuchi and M. Nonaka, 2004: Interdecadal temperature variations in the North Pacific Central Mode Water simulated by an OGCM. *J. Oceanogr.*, **60**, 865-877.
- Xie, S.-P., H. Xu, W. S. Kessler and M. Nonaka, 2005: Air-sea interaction over the eastern Pacific warm pool: Gap winds, thermocline dome and atmospheric convection. *J. Climate*, **18**, 5-25.
- Sasaki, H. and M. Nonaka, 2006: Far-reaching Hawaiian Lee Countercurrent driven by wind-stress curl induced by warm SST band along the current. *Geophys. Res. Lett.*, **33**, L13602, doi:10.1029/2006GL026540.
- Nonaka, M., J.P. McCreary and S.-P. Xie, 2006: Influence of midlatitude winds on the stratification of the equatorial thermocline. *J. Phys. Oceanogr.*, **36**, 222-237.
- Tomita, T. and M. Nonaka, 2006: Upper-ocean mixed layer and wintertime sea surface temperature anomalies in the North Pacific. *J. Climate*, **19**, 300-307.
- Nonaka, M., H. Nakamura, Y. Tanimoto, T. Kagimoto and H. Sasaki, 2006: Decadal variability in the Kuroshio-Oyashio Extension simulated in an eddy-resolving OGCM. *J. Climate*, **19**, 1970-1989.
- Sasaki, H., Y. Sasai, M. Nonaka, Y. Masumoto and S. Kawahara, 2006: An eddy-resolving simulation of the quasi-global ocean driven by satellite-observed wind field. *J. Earth Simulator*, **6**, 35-49.
- Nonaka, M. and H. Sasaki, 2007: Formation mechanism for isopycnal temperature-salinity anomalies propagating from the eastern South Pacific to the equatorial region. *J. Climate*, **20**, 1305-1315.
- Taguchi, B., S.-P. Xie, N. Schneider, M. Nonaka, H. Sasaki, Y. Sasai, 2007: Decadal variability of the Kuroshio Extension: Observations and an eddy-resolving model hindcast. *J. Climate*, **20**, 2357-2377.
- Sasaki, H., M. Nonaka, Y. Masumoto, Y. Sasai, H. Uehara and H. Sakuma, 2008: An eddy-resolving hindcast simulation of the quasi-global ocean from 1950 to 2003 on the Earth Simulator. *High Resolution Numerical Modelling of the Atmosphere and Ocean*, Chapter 10, W. Ohfuchi and K. Hamilton (eds.), Springer, New York, 157-186.
- Nonaka, M., H. Nakamura, Y. Tanimoto, T. Kagimoto and H. Sasaki, 2008: Interannual-to-decadal variability in the Oyashio and its influence on temperature in the subarctic frontal zone: An eddy-resolving OGCM simulation. *J. Climate*, **21**, 6283-6303.
- Chiba, S., H. Sugisaki, M. Nonaka and T. Saino, 2009: Geographical shift of zooplankton communities and decadal dynamics of the Kuroshio-Oyashio currents in the western North Pacific. *Glob. Change Biol.*, **15**, 1846-1858.
- Taguchi, B., B. Qiu, M. Nonaka, H. Sasaki, S.-P. Xie and N. Schneider, 2010: Decadal variability of the Kuroshio Extension: Mesoscale eddies and recirculations. *Ocean Dyn.*, **60**, 673-691.
- Sasaki, H., S.-P. Xie, B. Taguchi, M. Nonaka and Y. Masumoto, 2010: Seasonal variations of the Hawaiian Lee Countercurrent induced by the meridional migration of the trade winds. *Ocean Dyn.*, **60**, 705-715.
- Nonaka, M., H. Sasaki, B. Taguchi and H. Nakamura, 2012: Potential predictability of interannual variability in the Kuroshio Extension jet speed in an eddy-resolving OGCM. *J. Climate*, **25**, 3645-3652.
- Sasaki, H., S.-P. Xie, B. Taguchi, M. Nonaka, S. Hosoda and Y. Masumoto, 2012: Interannual variations of the Hawaiian Lee Countercurrent induced by potential vorticity variability in the subsurface. *J. Oceanogr.*, **68**, 93-111.
- Nonaka, M., S.-P. Xie and H. Sasaki, 2012: Interannual variations in low potential vorticity water and the subtropical countercurrent in an eddy-resolving OGCM. *J. Oceanogr.*, **68**, 139-150.

受賞者：横田達也（独立行政法人国立環境研究所地球環境研究センター衛星観測研究室）

研究業績：温室効果ガス観測技術衛星「いぶき（GOSAT）」プロジェクトの推進

推薦理由：温室効果ガス観測技術衛星 GOSAT は、主要な温室効果ガスである二酸化炭素とメタンのカラム平均濃度の全球分布を計測するとともに、大気輸送に関するインパース解析により正味の全球二酸化炭素吸収排出量を推定することを目的としてい

る。GOSAT は、国立環境研究所、環境省、宇宙航空研究開発機構の3者の共同プロジェクトとして推進され、2009年1月に宇宙航空研究開発機構により成功裏に打ち上げられ、世界初かつ唯一の温室効果ガス観測専用の衛星として、現在まで順調に観測を継続している。

横田達也氏は、計測工学の専門家として、2004年よりGOSATのデータ処理アルゴリズムの開発などを担当し、2006年からは、国立環境研究所GOSATプロジェクトのリーダーの任に就き、同研究所が担当する高次プロダクト作成アルゴリズムの開発、データ処理運用システムの開発・運用、検証計画の立案・実施、サイエンスチーム事務局等の活動を牽引してきた。また、同研究所と米国ジェット推進研究所(JPL)間で技術協力に関する合意書を2009年に取り交わし、当時OCO(Orbiting Carbon Observatory)衛星の開発研究に当たっていたJPLとの研究協力を強力で推し進めた。

これらの活動を通して、GOSATによる二酸化炭素およびメタンのカラム平均濃度であるレベル2、レベル3プロダクトをはじめ、インバースモデルを用いた全球正味二酸化炭素吸収排出量マップ、全球3次元の二酸化炭素空間分布などのレベル4プロダクトの作成を主導し、2012年12月までに標準プロダクトとして公式に一般公開した。これらのプロダクトは、世界で初めて、衛星観測による温室効果ガス濃度データを活用して全球の二酸化炭素収支を推定したものであり、地上観測データを得ることのできない地域での観測を可能にするGOSATの有用性を実証したという重要な意義をもつ。

このように、計測工学、とりわけ分光スペクトル解析の専門家としての経験を活かした、GOSATプロジェクトの推進に関わる横田氏の業績は、特に地球温暖化原因物質の動態の理解と将来予測の精緻化、温暖化対策評価などに不可欠な温室効果ガスの衛星観測データ・プロダクトの提供という工学的側面から、気象学との境界領域の研究を著しく発展させ、気象学における炭素循環研究の進展に大きく貢献したものと認められる。

以上の理由により、日本気象学会は横田達也氏に2013年度堀内賞を贈呈するものである。

主な論文リスト

Bril, A., S. Oshchepkov and T. Yokota, 2008: Correction

of atmospheric scattering effects in space-based observations of carbon dioxide: Model study of desert dust aerosol. *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transf.*, **109**, 1815-1827.

Saito, R., J. M. Hacker, G. Inoue and T. Yokota, 2008: Attempt to identify sources of atmospheric methane and carbon dioxide concentrations found in in situ aircraft measurements over Southern Australia. *J. Geophys. Res.*, **113**, D14108, doi:10.1029/2007JD009392.

Oshchepkov, S., A. Bril and T. Yokota, 2008: PPDF-based method to account for atmospheric light scattering in observations of carbon dioxide from space. *J. Geophys. Res.*, **113**, D23210, doi:10.1029/2008JD010061.

Eguchi, N. and T. Yokota, 2008: Investigation of clear-sky occurrence rate estimated from CALIOP and MODIS observations. *Geophys. Res. Lett.*, **35**, L23816, doi:10.1029/2008GL035897.

Yokota, T., Y. Yoshida, N. Eguchi, Y. Ota, T. Tanaka, H. Watanabe and S. Maksyutov, 2009: Global concentrations of CO₂ and CH₄ retrieved from GOSAT: First preliminary results. *SOLA*, **5**, 160-163.

Bril, A., S. Oshchepkov and T. Yokota, 2009: Retrieval of atmospheric methane from high spectral resolution satellite measurements: a correction for cirrus cloud effects. *Appl. Opt.*, **48**, 2139-2148.

Saito, R., T. Tanaka, H. Hara, H. Oguma, T. Takamura, H. Kuze and T. Yokota, 2009: Aircraft and ground-based observations of boundary layer CO₂ concentration in anticyclonic synoptic condition. *Geophys. Res. Lett.*, **36**, L07807, doi:10.1029/2008GL037037.

Chevallier, F., S. Maksyutov, P. Bousquet, F.-M. Bréon, R. Saito, Y. Yoshida and T. Yokota, 2009: On the accuracy of the CO₂ surface fluxes to be estimated from the GOSAT observations. *Geophys. Res. Lett.*, **36**, L19807, doi:10.1029/2009GL040108.

Yoshida, Y., H. Oguma, I. Morino, H. Suto, A. Kuze and T. Yokota, 2010: Mountaintop observation of CO₂ absorption spectra using a short wavelength infrared Fourier transform spectrometer. *Appl. Opt.*, **49**, 71-79.

Ota, Y., A. Higurashi, T. Nakajima and T. Yokota, 2010: Matrix formulations of radiative transfer including the polarization effect in a coupled atmosphere-ocean system. *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transf.*, **111**, 878-894.

Frankenberg, C., J. B. Fisher, J. Worden, G. Badgley, S. S. Saatchi, J.-E. Lee, G. C. Toon, A. Butz, M. Jung, A. Kuze and T. Yokota, 2011: New global observations

- of the terrestrial carbon cycle from GOSAT: Patterns of plant fluorescence with gross primary productivity. *Geophys. Res. Lett.*, **38**, L17706, doi:10.1029/2011GL048738.
- Oguma, H., I. Morino, H. Suto, Y. Yoshida, N. Eguchi, A. Kuze and T. Yokota, 2011: First observations of CO₂ absorption spectra recorded in 2005 using an airship-borne FTS (GOSAT TANSO-FTS BBM) in the SWIR spectral region. *Int. J. Remote Sens.*, **32**, 9033-9049.
- Oshchepkov, S., A. Bril, S. Maksyutov and T. Yokota, 2011: Detection of optical path in spectroscopic space-based observations of greenhouse gases: Application to GOSAT data processing. *J. Geophys. Res.*, **116**, D14304, doi:10.1029/2010JD015352.
- Yoshida, Y., Y. Ota, N. Eguchi, N. Kikuchi, K. Nobuta, H. Tran, I. Morino and T. Yokota, 2011: Retrieval algorithm for CO₂ and CH₄ column abundances from short-wavelength infrared spectral observations by the Greenhouse gases observing satellite. *Atmos. Meas. Tech.*, **4**, 717-734.
- Uchino, O., N. Kikuchi, T. Sakai, I. Morino, Y. Yoshida, T. Nagai, A. Shimizu, T. Shibata, A. Yamazaki, A. Uchiyama, N. Kikuchi, S. Oshchepkov, A. Bril and T. Yokota, 2012: Influence of aerosols and thin cirrus clouds on the GOSAT-observed CO₂: a case study over Tsukuba. *Atmos. Chem. Phys.*, **12**, 3393-3404.
- Uchino, O., T. Sakai, T. Nagai, K. Nakamae, I. Morino, K. Arai, H. Okumura, S. Takubo, T. Kawasaki, Y. Mano, T. Matsunaga and T. Yokota, 2012: On recent (2008-2012) stratospheric aerosols observed by lidar over Japan. *Atmos. Chem. Phys.*, **12**, 11975-11984.
- Yoshida, Y., N. Kikuchi and T. Yokota, 2012: On-orbit radiometric calibration of SWIR bands of TANSO-FTS onboard GOSAT. *Atmos. Meas. Tech.*, **5**, 2515-2523.
- 横田達也, 青木忠生, 江口菜穂, 太田芳文, 吉田幸生, S. Oshchepkov, A. Bril, R. Desbiens, 森野 勇, 2008: GOSAT 搭載温室効果ガス観測センサ (TANSO-FTS) 短波長赤外バンドのデータ処理手法. *日本リモートセンシング学会誌*, **28**, 133-142.
- 横田達也, 2010: 衛星「いぶき」による二酸化炭素とメタンの全球分布とその変化. *日本赤外線学会誌*, **20** (1), 14-15.
- 横田達也, 吉田幸生, 森野 勇, 内野 修, 松永恒雄, 渡辺 宏, S. Maksyutov, 2010: 温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」による地球環境計測. *日本赤外線学会誌*, **20** (1), 18-23.
- 横田達也, 2011: 日本の衛星による大気中温室効果ガスの計測. *計測と制御*, **50**, 832-839.