

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 23 日現在

機関番号：12601

研究種目：新学術領域研究（研究領域提案型）

研究期間：2010～2014

課題番号：22106001

研究課題名（和文）中緯度大気海洋結合系研究の推進と統括

研究課題名（英文）Promotion and Supervision of the "Hot Spot Project" on the Extratropical Ocean-Atmosphere Coupled System

研究代表者

中村 尚（NAKAMURA, HISASHI）

東京大学・先端科学技術研究センター・教授

研究者番号：10251406

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 37,010,000円

研究成果の概要（和文）：従来看過されてきた中緯度海洋の役割に着目し、「熱帯 寒帯」・「大陸 大洋」の2系統の「熱的せめぎ合い」をもたらす熱帯的な現象から寒帯的現象まで包括的に扱い、その実態把握から中高緯度気候・表層環境システムの成立ちを解明するという本課題の究極の目標に向け、本総括班のリーダーシップの下、各計画研究・公募研究が緊密に連携し、従来大気変動に対して受動的に回答するだけと考えられてきた中緯度海洋であっても、気候系の随一のhot spotである北西太平洋とその縁辺海では、多様な時空間規模の現象を介して海洋が能動的に大気に影響する事が初めて明確に示された。

研究成果の概要（英文）：Over the last five years, the "Hot Spot Project" on extratropical air-sea interaction has conducted comprehensive research, providing a number of pieces of evidence that extratropical ocean, especially the warm Kuroshio and its Extension east of Japan and an associated frontal sea-surface temperature gradient with the cool Oyashio, can actively influence the overlying atmosphere. In addition, the continental marginal seas, i.e., the Okhotsk, Sea of Japan, Yellow and East China Seas, are also found to influence the overlying atmosphere. These oceanic influences are through a variety of phenomena on various spatio-temporal scales, including cloud/precipitation systems and basin-scale flows.

研究分野：数物系科学

キーワード：大気海洋相互作用 気候系のHot Spot モンスーン 海洋前線 黒潮 親潮 縁辺海 気候変動

科学研究費助成事業 研究成果報告書

1. 研究開始当初の背景

本領域申請時に我々は、中緯度域で海洋から大気への熱力学的影響が集中する”気候系のhot spot”は黒潮等の強い暖流・寒流域であり、そこでの顕著な水温変動が大気にも影響し得る事を世界に先駆けて訴え、気候研究の新潮流を作ろうとしていたのである。欧米でも我々の成果に触発され、中緯度大気海洋相互作用の重要性を見直す動きがする中、我が国の研究者が創出した気候研究の新潮流を自らの手で一層本格化させ、世界の気候研究を引き続きリードするために、本領域を22年度に発足させた。

2. 研究の目的

本領域の目的は、我々が萌芽させた「気候系の形成と変動における中緯度海洋の能動的役割」という新パラダイムを、それが全球で最も顕著に現れる東アジア・北西太平洋域を主研究対象域として発展・深化させ、未解明の課題を追究し、気候研究の新概念を確立する事である。

3. 研究の方法

研究対象の空間規模に応じ、[A01]モンスーンアジア縁辺海、[A02]北西太平洋とモンスーン、[A03]大規模気候系における相互作用の3研究項目と、その下に計9つの計画研究班を設けた。総括班は全計画研究班と公募研究班(23・24年度は6班;25・26年度は9班)を連携させ、研究者間の相互啓発を促すよう配慮し、必要な助言を行った。大学院生を含め計100名程の構成員間の交流促進・情報共有のため、インターネット・コミュニティーを活用、領域全体会議を最低年1回は開催してきた。加えて、各計画研究班・公募研究班間の交流を促すため以下の工夫を行った。

① 研究班を横断した課題別ワーキンググループ(WG)の設定: 領域全体で取り組むべき4つの重要な課題につき、各計画研究班・公募研究課題相互間の研究連携を促すため、以下の課題別WGを設けた。①海洋前線・ジェットWG、②太平洋10年規模変動(PDV)WG、③④夏季・冬季モンスーンWG。

② 研究支援のため2つのチームを設けた。

① 観測研究支援チーム: A02-6班を核として構成され、現場観測の効果的実施のため、総合的計画立案と観測船や物品の手配、参加人員の効率的な配置などを実施した。そして、24年7月の集中観測では、黒潮続流沿いの強い水温前線を3隻の観測船が南北間の距離を保ち、数日間往復横断観測を行うという世界初の試みを成功させた。25年7月の集中観測では関連プロジェクトと連携し、船舶と航空機との我が国初の同時観測を日本東方海上の下層雲を対象に実現させた。25年4月には亜寒帯海洋前線帯に沿って白鳳丸を往復させ、水温前線と渦活動が大気に与える影響や水塊形成の解明への貴重なデータを得た。26年2~3月には黒潮続流南方での亜熱帯モード水形成を対象に現場観測を実施した。

② モデリング研究支援チーム: 海洋研究開発機構に属する6名により構成され、地球シミュレータで高解像度大気海洋モデル実験を実施し、その膨大な出力データを研究者に提供するために大規模なデータ集積装置とデータサーバの構築と運用・管理した。

③ 若手育成: 本領域の重要な目的である次世代を担う若手研究者育成のため、「若手研究者連絡会(YHS)」を総括班の下に組織した。

4. 研究成果

【A01】モンスーンアジア縁辺海における大気海洋相互作用

I. 瀬戸内海の水温・海上風への潮汐の影響

衛星・現場観測データの解析や領域大気モデル実験から、夏季の瀬戸内海では、潮汐混合の弱い「小潮」期に比べ、潮汐混合が強化される「大潮」期に海面水温が低下して大気下層の成層安定度が高まる結果、大気乱流による運動量混合が抑制されて海上風が弱まる傾向を見出した。

II. 植物プランクトン春季増殖による水温変化の評価と大気への影響の可能性

日本海では植物プランクトンの春季増殖による海色変化が、表層海洋の日射吸収率を増大させ海面水温を最大0.8℃も上昇させ得ることが衛星データから示された。その水温変化が、日本南岸における低気圧の発達過程に統計的に有意な遠隔影響を及ぼし得る事も領域大気モデル実験から示唆された。これは、「大気=海洋=生態系」結合過程の可能性を示唆する結果である。

III. 冬季モンスーンにより冷却された黄海からの大気を介したフィードバック

水深の浅い黄海はモンスーンにより強い冷却を被るが、モンスーンが例年になく強化され、中国大陸沿岸で水温低下が極端に進むと、それへの「気圧調節」応答として海上風が変化し、海面からの熱放出を緩和させる負のフィードバックを発見した。

IV. 東シナ海の季節的・長期的温暖化が九州の豪雨に与える影響 [A02・03との共同]

6月から8月にかけて東シナ海北部は急速に温暖化するため、7月半ばには梅雨前線に向けて吹く南西季節風が九州に近づいてもその対流不安定性が保たれるようになる。24年7月中旬に起きた「九州北部豪雨」を水平解像度3kmの領域大気モデルで再現し、海面水温を他の時期の場に差し替える感度実験から、東シナ海北部の水温の季節性が、九州西部での記録的な集中豪雨を梅雨末期(7月中・下旬)に限定させる要因である事を明らかにした。加えて、IPCC評価報告書による東シナ海と上空大気温暖化予測結果を加味して再実験を行い、今世紀末に同様な事例が発生した際の降水量増加とその不確実性を評価した。即ち、7月であれば雨量30%程も増加し、今世紀末には6月下旬にも記録的豪雨が発生し得る事を示唆した。

【A02】北西太平洋における大気海洋相互作用

用とモンスーンシステム

I. 黒潮統流域での集中観測 (A01・03 と共同)

24年7月上旬に黒潮統流域にて集中観測を実施し、143° Eに南北に配置された研究船3隻が相互の距離を保ち、水温前線を数日間往復横断しつつ、2時間毎のラジゾンデ観測や海洋表層観測を行う世界初の試みを成功させ、水温前線を挟んでの大気下層及び海洋表層の南北構造とその時間変化の両方を捉えた。南寄りから北寄りの風に変わって約半日で、下層雲高度に明瞭な南北差が形成される事や、前線の南北で下向き長波放射が平均で約20W/m²異なる事、初夏でも海面水温勾配が「気圧調節」を通じて水平気圧勾配を形成する事等を見出した。また、水温前線が数日で50kmも北上した事実を初めて捉え、このメカニズムを高解像度海洋モデル実験から明らかにした。更に重要な発見は、一般に利用されているどの客観解析データも、この観測された海面水温勾配の強度や時間発展の急速さをきちんと表現できていない事で、既存の水温データが海洋物理学・水産学の解析のみならず、高解像度領域大気モデルの境界条件としても不十分な事が判った。

II. 海洋サブメソスケール現象

黒潮やその統流付近で活発な直径100~300km程度の中規模渦に加え、微小渦やストリーマ等1~50km規模の「サブメソスケール現象」は、海洋の表層と内部との熱・物質交換を促して海洋循環や生態系に大きく影響し得る。A02は北太平洋域の大規模循環とサブメソスケール現象を同時に再現する超高解像度海洋シミュレーションを初めて実現し、冬季の深い混合層内で活発化するサブメソスケール現象が相互にかつ中規模渦とも干渉し合い、より大規模の現象に多大な影響を及ぼす様相を明らかにした。更に、黒潮統流域での海洋グライダー観測からサブメソスケール現象の実態を捉える事に成功した。

III. 亜寒帯海域準定常ジェットによる水塊輸送・栄養塩変動の解明 (A03 との共同)

衛星データや船舶、係留系、及び水中グライダーによる現場観測データに基づく包括的な調査から、黒潮統流から分岐して北東に暖水を運ぶ準定常ジェットが、東方海上を東流する親潮と合流し、顕著な水温勾配を持つ親潮前線を形成するとともに、親潮から栄養塩を取り込むことで暖かく栄養塩に富んだ生物生産に最適な環境が醸成する事が明らかとなった。こうして、北西太平洋亜寒帯前線帯が気候学的にも生物学的にもhotspotである事が明確となった。A03の成果も総合すると、準定常ジェットやそれに伴う海洋表層の生物生産が、黒潮統流の十年規模変動から影響される可能性が示唆される。

IV. 黒潮大蛇行の発生要因の特定

黒潮は通常本州南岸に沿う(非大蛇行流路)が、時折東海沖で大きく南方へ迂回する(大蛇行流路)。この仕組みは謎であったが、観測データとシミュレーションを統合した

長期海洋データから大蛇行発生に関わる3要因、即ち①東方海上の黒潮統流の状態、②東方から九州沖へ伝播してくる偏差、及び③台湾沖黒潮近傍の偏差、を特定し、大蛇行の発生し易さを指標化することで、過去に起きた大蛇行を概ね説明する事に初めて成功した。

V. 冬季モンスーン変動と爆弾低気圧活動

冬季モンスーンと海洋が日本近海で急発達する「爆弾低気圧」の活動に深く関わる事を、観測及び領域大気モデル実験から明らかにした。モンスーンが強いと水温勾配の影響が顕在化し、水温前線を挟んだ下層の南北気温差の強化と海からの熱・水蒸気供給の増加とを通じて、「爆弾低気圧」が黒潮とその統流域に集中化する傾向が見出された。

【A03】 大規模気候系における大気海洋雪氷相互作用

I. 北極振動を介した北極からオホーツクの海氷変動への遠隔影響 (A02 と共同)

オホーツク海で海氷被覆面積が最大となる3月と北極海で海氷被覆面積が最小となる9月における両海域の海氷変動が連動する傾向が発見された。即ち、オホーツク海の3月の海氷被覆面積の変動と、その半年前(9月)の北極海東シベリア沖の海氷被覆の変動との間に有意な正相関が観測データから発見され、その相関関係に中高緯度大気循環に卓越する「北極振動」が関わる事が分かった。また、この結果は大気海洋結合モデルによる予測再現実験からも検証された。

II. オホーツク海から亜熱帯への低塩水輸送の長期変動の機構解明 (A02 と共同)

1970年代半ば以降のアリューシャン低気圧の十年規模の強化を反映した北太平洋における海上風強化が、北太平洋の表層と中層をつなぐ子午面循環を強めた結果、オホーツク海からの低塩水輸送の増加し、亜熱帯循環域での塩分低下をもたらした事を明らかにした。モンスーンに伴う大気海洋相互作用の影響で亜寒帯域に形成された水塊が、混合を経ながらもサブメソスケールの輸送過程により亜熱帯海洋にまで達する可能性は係留ブイ観測でも確認されている。

III. 黒潮統流・亜寒帯前線帯域における海洋から大気への影響 (A02 と共同)

気候系のhot spotである黒潮統流域・亜寒帯前線帯では、黒潮統流からの熱供給による局所的「気圧調節」として海面気圧が低下し、平均場に明瞭な気圧の谷が形成される事、その北方の親潮前線の暖水側でも熱供給が極大となり、弱い気圧の谷が形成される事を発見した。これら気圧の谷では海上風の摩擦収束により上昇流があり、雲量や降水量も極大となることを衛星データから捉えた。また、親潮、黒潮統流に伴う各水温前線を挟んだ地表傾圧帯の形成要因が異なることも明らかにした。摩擦収束の弱い親潮前線近傍では海面からの顕熱供給差で気温勾配が維持されるのに対し、黒潮統流近傍では気圧の谷に強く収束する北風が気温勾配を強化するので

ある。そして、これらの大気応答が黒潮続流の十年規模変動に敏感なことも見出された。

メキシコ湾流や南西インド洋アガラス海流域など他の hot spot 域でも海洋から大気への能動的影響を確認した。この普遍化にて、海面水温分布に対する海上風応答への各過程の寄与を定量化する手法を開発した。

IV. 黒潮大蛇行が南岸低気圧径路と関東の降雪に与える影響 [A02・03 と共同]

東海沖の黒潮大蛇行による水温低下の影響で、冬季の南岸低気圧の経路が南下し、関東平野で降雪が起き易い傾向を長期観測データから発見した。これは高解像度大気海洋結合モデルでも再現され、大蛇行に伴う海面蒸発の抑制と下層大気傾圧性弱体化が低気圧の発達を抑制するよう働くこと等、黒潮の能動的影響が確認された。

V. ジェット捕捉ロスビー波がつなぐ大洋規模変動と北西太平洋・日本沿岸変動

東方の大洋規模の海上風変動で駆動される大規模な海洋波動（ロスビー波）が 3~4 年かけて黒潮続流域に達すると、南北に狭い海洋ジェットに捕捉され、黒潮続流の緯度と強度を十年規模で変動させ、更に東海地方沿岸の潮位も長期変動させる事を発見した。

VI. 黒潮続流・亜寒帯前線域の持続的水温偏差に対する大規模大気応答 (A02 と共同)

暖水渦等の海洋循環の変動に伴い、日本東方海上の亜寒帯前線帯の水温が上昇して前線帯が北方へ変位した状況では、暖かい海面から大気への熱・水蒸気供給増大という熱強制への応答として、地表アリューシャン低気圧の強弱をもたらす大洋規模の停滞性大気循環応答が励起されることが、長期観測データと大気海洋結合モデル実験、大気循環モデル実験から初めて明瞭に捉えられた。これは、移動性高低気圧の活動の持続的変化を介した北太平洋の 10 年規模変動に関わる海洋から大気循環へのフィードバックである。この大気応答は上空のジェット気流の蛇行を通じて北米の天候に影響する事も確認した。また、亜寒帯前線帯域の水温変動の近年の弱体化傾向に伴い、励起される大規模な大気波動も弱まったため、その遠隔影響としてのアラスカ冬季気温の変動も弱化した事も見出した。

VII. 冬季モンスーンの変動に伴う成層圏・対流圏結合変動の解明 (A01 と共同)

日本北方にブロッキング高気圧を形成し、冬季モンスーンの異常な強化をもたらす対流圏循環異常「WP パターン」が、惑星規模波動の秋から冬への季節的な増幅の異常な強化の現れであり、かつ他地域のブロッキング高気圧とは対照的に、北極上空の成層圏を寧ろ寒冷化させ成層圏オゾン減少にも寄与し得る事を見出した。WP パターンの形成に、対馬暖流やモンスーンの強弱による冬季日本海の水温変動が関わる可能性も示された。

VIII. 黒潮による対流組織化 (A01・02 と共同)

5~6 月に梅雨前線に向けて吹く熱帯からの暖湿な南西季節風が東シナ海南部を吹き

渡ると、積乱雲群が特に水温の高い黒潮沿いに発達し易く、気候学的にも 6 月に降水量の極大域を形成する事を明らかにした。

IX. 世界の気候系” hot spot” における温暖化の顕在化の発見

複数の異なる観測データから、5 大洋西部の中緯度暖流域が全海洋平均よりも 2~3 倍速く昇温した事実を発見した。長期的な海上風変化の影響が、海洋循環の強化や高緯度側へ拡張として暖流域に集中的に顕れたものと考えられ、「気候系の hot spot」としての中緯度暖流域の大気海洋相互作用の重要性が益々増大しつつある事を示す結果である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 154 件)

- ① Iwasaki, S., A. Isobe, and Y. Miyao: Fortnightly atmospheric tides forced by spring and neap tides in coastal waters, *Scientific Reports*, 査読有, 5 (2015), 10167, doi:10.1038/srep10167
- ② Takatama K., S. Minobe, M. Inatsu, R. J. Small: Diagnostics for Near-Surface Wind Response to the Gulf Stream in a Regional Atmospheric Model, *Journal of Climate*, 査読有, 28 (2015), 238-255, doi:10.1175/JCLI-D-13-00668.1
- ③ Masunaga, R., H. Nakamura, T. Miyasaka, K. Nishii, and Y. Tanimoto: Separation of climatological imprints of the Kuroshio Extension and Oyashio fronts on the wintertime atmospheric boundary layer: Their sensitivity to SST resolution prescribed for atmospheric reanalysis: *Journal of Climate*, 査読有, 28 (2015), 1764-1787, doi:10.1175/JCLI-D-14-00314.1
- ④ Manda, A., H. Nakamura, N. Asano, S. Iizuka, T. Miyama, Q. Moteki, M. Yoshioka, K. Nishii, T. Miyasaka: Impacts of a warming marginal sea on torrential rainfall organized under the Asian summer monsoon, *Scientific Reports*, 査読有, 4 (2014), 5741, doi:10.1038/srep05741
- ⑤ Okajima, S., H. Nakamura, K. Nishii, T. Miyasaka, A. Kuwano-Yoshida: Assessing the Importance of Prominent Warm SST Anomalies over the Midlatitude North Pacific in Forcing Large-Scale Atmospheric Anomalies during 2011 Summer and Autumn, *Journal of Climate*, 査読有, 27 (2014), 3889-3903, doi:10.1175/JCLI-D-13-00140.1
- ⑥ Isobe, A., S. Kako, and S. Iwasaki: Synoptic scale atmospheric motions modulated by spring phytoplankton bloom in the Sea of Japan, *Journal of Climate*, 査読有, 27 (2014), 7587-7602, doi:10.1175/JCLI-D-14-00277.1
- ⑦ Tomita, H., S.-P. Xie, H. Tokinaga, and

- Y. Kawai: Cloud Response to the Meandering Kuroshio Extension Front, *Journal of Climate*, 査読有, 26 (2013), 9393-9397, doi:10.1175/JCLI-D-13-00133.1
- ⑧ Takaya, K., and H. Nakamura: Inter-annual variability of the East Asian winter monsoon and related modulations of the planetary waves, *Journal of Climate*, 査読有, 26(2013), 9445-9461, doi:10.1175/JCLI-D-12-00842.1
- ⑨ Kuwano-Yoshida, A., B. Taguchi, and S.-P. Xie: Baiu rainband termination in atmospheric and atmosphere-ocean models, *Journal of Climate*, 査読有, 26(2013), 10111-10124, doi:10.1175/JCLI-D-13-00231.1
- ⑩ Wu, L., W. Cai, L. Zhang, H. Nakamura, A. Timmermann, 他7名: Enhanced warming over the global subtropical western boundary currents, *Nature Climate Change*, 査読有, 2 (2012), 161-166, doi:10.1038/nclimate1353
- ⑪ Taguchi, B., H. Nakamura, M. Nonaka, N. Komori, A. Kuwano-Yoshida, K. Takaya, A. Goto: Seasonal evolutions of atmospheric response to decadal SST anomalies in the North Pacific subarctic frontal zone: Observations and a coupled model simulation, *Journal of Climate*, 査読有, 25 (2012), 111-139, doi:10.1175/JCLI-D-11-00046.1
- ⑫ Sasaki, Y. N., S. Minobe, T. Asai, M. Inatsu: Influence of the Kuroshio in the East China Sea on the early summer (Baiu) rain, *Journal of Climate*, 査読有, 25 (2012), 6627-6645, doi:10.1175/JCLI-D-11-00727.1
- ⑬ Nonaka, M., H. Sasaki, B. Taguchi, H. Nakamura: Potential predictability of interannual variability in the Kuroshio Extension jet speed in an eddy-resolving OGCM, *Journal of Climate*, 査読有, 25 (2012), 3645-3652, doi:10.1175/JCLI-D-11-00641.1
- ⑭ Isobe, A., S. Kako: A role of the Yellow and East China Seas in the development of extratropical cyclones in winter, *Journal of Climate*, 査読有, 25 (2012), 8328-8340, doi:10.1175/JCLI-D-11-00391.1
- ⑮ Nishii, K., H. Nakamura, Y. J. Orsolini: Geographical dependence observed in blocking high influence on the stratospheric variability through enhancement or suppression of upward planetary-wave propagation, *Journal of Climate*, 査読有, 24 (2011), 6408-6423, doi:10.1175/JCLI-D-10-05021.1
- ⑯ Kosaka, Y., H. Nakamura: Mechanisms of meridional teleconnection observed between a summer monsoon system and a subtropical anticyclone. Part I: The Pacific-Japan pattern, *Journal of Climate*, 査読有, 23 (2010), 5085-5108, doi:10.1175/2010JCLI3413.1
- ⑰ Kuwano-Yoshida, A., S. Minobe, S.-P. Xie: Precipitation response to the Gulf Stream in an atmospheric GCM, *Journal of Climate*, 査読有, 23 (2010), 3676-3698, doi:10.1175/2010JCLI3261.1
- ⑱ Minobe, S., M. Miyashita, A. Kuwano-Yoshida, H. Tokinaga, S.-P. Xie: Atmospheric response to the Gulf Stream: Seasonal variations, *Journal of Climate*, 査読有, 23 (2010), 3699-3719, doi:10.1175/2010JCLI3359.1
- [学会発表] (計 197 件)
- ① Nakamura, H.: Multi-scale impacts of midlatitude oceanic frontal zones on the atmosphere, The 95th American Meteorological Society Annual Meeting (招待講演), 2015年1月5日, フェニックス (米国)
- ② Nakamura, H.: Extreme amplification of cold continental anticyclones associated with wintertime blocking highs, Polar-Lower Latitudes Linkages Workshop (招待講演), 2014年12月10日, バルセロナ (スペイン)
- ③ Nonaka, M.: subsurface ocean temperature structure change in association with negative Pacific Decadal Oscillation since the late 2000s, Asia Oceania Geosciences Society 11th Annual Meeting (招待講演), 2014年7月29日, ロイトン札幌ホテル (北海道札幌市)
- ④ Kawamura, R.: Large-scale water vapor transport by a Rossby wave response to typhoon forcing at the mature stage of the Baiu/Meiyu season, Takio Murakami Memorial Symposium on Tropical Meteorology and Monsoon (招待講演), 2014年7月28日, ホノルル (米国)
- ⑤ Nakamura, H.: Potential importance of a midlatitude oceanic frontal zone in the annular variability of the westerlies and its vertical connectivity, European Geosciences Union General Assembly 2014 (招待講演), 2014年5月1日, ウィーン (オーストリア)
- ⑥ Tachibana, Y.: A cause of the AO polarity reversal from winter to summer in 2010 and its relation to extreme hot summer associated with polar jet, summer AO and blocking, The Northern Hemisphere Polar Jet Stream and Links with Arctic Climate Change Workshop (招待講演), 2013年11月14日, レイキャベク (アイスランド)
- ⑦ Kawai, Y.: Intensive observations over the Kuroshio Extension front in the Baiu

- season, Frontal Scale Air-Sea Interaction Workshop (招待講演), 2013年8月7日, ボルダール (米国)
- ⑧ Nonaka, M.: Uncertainty and predictability in the Kuroshio Extension jet in an eddy-resolving OGCM, WCRP/CLIVAR Second International Symposium on Boundary Current Dynamics (招待講演), 2013年7月9日, Lijiang (中国)
- ⑨ Nakamura, H.: The Western Pacific teleconnection pattern: Its structure, dynamics and influence on the East Asian winter monsoon. 2013 AOGS Assembly (招待講演), 2013年6月26日, ブリスベン (オーストラリア)
- ⑩ Nakamura, H.: Multi-scale impacts of the extratropical ocean on the atmosphere: Roles of the western boundary currents and associated frontal zones. 50th Anniversary Spring Meeting, Korean Meteorological Society (招待講演), 2013年4月18日, ソウル (韓国)
- ⑪ Nakamura, H.: Air-sea interactions associated with the Agulhas system: Regional, basin-scale and hemispheric impacts. AGU Chapman Conference on "The Agulhas System and its Role in Changing Ocean Circulation, Climate, and Marine Ecosystems" (招待講演), 2012年10月9日, ステレンボッシュ (南アフリカ)
- ⑫ Minobe, S.: Linkages between Japanese sardines and gyre spin-up, GLOBEC/PICES Workshop on Forecasting Ecosystem Indicators with Process-based Models (招待講演), 2012年9月12日, ワシントン (米国)
- ⑬ Mitsudera, H.: Land-ocean interaction between the Amur River and the Sea of Okhotsk: Transport processes of nutrient matters in the intermediate layer of the Sea of Okhotsk. Fifth Joint Finnish-Japanese Symposium on Northern Environmental Research (招待講演), 2012年9月10日, Oulu (フィンランド)
- ⑭ Nakamura, H.: Air-sea interactions associated with midlatitude ocean fronts: multi-scale of the ocean on the atmosphere, 2012 AOGS Assembly (招待講演), 2012年8月13日, セントーサ島 (シンガポール)
- ⑮ Minobe, S.: Ocean to atmosphere feedback in mid-latitudes over western boundary currents, CLIVAR/WCRP Workshop on Decadal and Multi-decadal Variability in Pacific and Indian Ocean (招待講演), 2012年9月4日, 青島 (中国)
- [図書] (計 23 件)
- ① Nakamura, H., K. Nishii, L. Wang, Y. J. Orsolini, K. Takaya: Cold-air outbreaks over East Asia associated with blocking highs: Mechanisms and their interaction with the polar stratosphere, Cambridge

University Press (2015), in press.

- ② Minobe, S., B. Qiu, M. Nonaka, and H. Nakamura: Climate Changes: Multidecadal and Beyond, World Scientific (2015), 410pp.
- ③ Matsuura, T., R. Kawamura, and S. Iizuka: Climate Change and Environment (Impact of Deforestation in Indochina on Pacific-Indian Tropical Areas Simulated in CGCM), Scientific Publishers (2013), 286pp.
- ④ Onishi, T., H. Mitsudera, K. Uchimoto: Global Environmental Studies Part 3, The Dilemma of Boundaries (Numerical Simulation of Dissolved Iron Production and Transport in the Amur River and the Sea of Okhotsk), Springer (2012), 275pp.

[その他]

ホームページ等

<http://www.atmos.rcast.u-tokyo.ac.jp/hotspot/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中村 尚 (NAKAMURA HISASHI)
東京大学・先端科学技術研究センター・教授
研究者番号: 10251406

(2) 研究分担者

磯辺 篤彦 (ISOBE ATSUHIKO)
九州大学・応用力学研究所・教授
研究者番号: 00281189

立花 義裕 (TACHIBANA YOSHIHIRO)
三重大学・生物資源学研究所・教授
研究者番号: 10276785

早坂 忠裕 (HAYASAKA TADAHIRO)
東北大学・理学研究科・教授
研究者番号: 40202262

川村 隆一 (KAWAMURA RYUICHI)
九州大学・理学研究院・教授
研究者番号: 30303209

野中 正見 (NONAKA MASAMI)
独立行政法人海洋研究開発機構・アプリケーションラボ・グループリーダー代理
研究者番号: 90358771

川合 義美 (KAWAI YOSHIMI)
独立行政法人海洋研究開発機構・地球環境観測研究開発センター・主任研究員
研究者番号: 40374897

見延 庄士郎 (MINOBE SHOSHIRO)
北海道大学・理学研究院・教授
研究者番号: 70219707

三寺 史夫 (MITSUDERA HUMIO)
北海道大学・低温科学研究所・教授
研究者番号: 20360943

吉田 聡 (KUWANO-YOSHIDA AKIRA)
独立行政法人海洋研究開発機構・アプリケーションラボ・主任研究員
研究者番号: 90392969