

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 29 日現在

機関番号：17102

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：22106005

研究課題名（和文）東アジアモンスーン変動と黒潮・黒潮続流との双方向作用のメカニズム

研究課題名（英文）Mechanisms of two-way interactions between the East Asian Monsoon variability and the Kuroshio Current/Kuroshio Extension

研究代表者

川村 隆一（KAWAMURA, Ryuichi）

九州大学・理学（系）研究科（研究院）・教授

研究者番号：30303209

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 91,610,000円

研究成果の概要（和文）：全球大気再解析等のデータ解析とその検証のために高解像度数値モデル（全球大気海洋結合モデル等）を駆使することで、(1)冬季東アジアモンスーン域の温帯低気圧活動に対する黒潮・黒潮続流の受動的および能動的役割の定量的評価、(2)黒潮・黒潮続流域の冬季の海水温上昇傾向が南岸低気圧の活動ならびに太平洋沿岸の降水量増加傾向をもたらすメカニズムの解明、(3)梅雨期の黒潮続流域の海水温フロントの強化と下層西風との相互作用の解明、(4)台風が遠隔海域から多量の水蒸気を集積させるプロセスの解明、(5)日本海の海水温上昇が北日本の冬季降水量の増加や夏季の豪雨災害に与える影響評価、など重要な学問的知見が得られた。

研究成果の概要（英文）：Using both various observational data and high-resolution numerical models on regional and global scales, we clarified (1) the passive and active roles of the Kuroshio Current/Kuroshio Extension in extratropical cyclone activities in the winter monsoon regions, (2) the significant contribution of the SST increase over the Kuroshio Current/Kuroshio Extension to the increases in wintertime rainfall along the Pacific coast and associated cyclone activity, (3) the interaction between the SST front intensification and low-level westerlies along the Baiu frontal zone, (4) how the typhoons have the potential to accumulate large amounts of moisture from distant tropical oceans, and also assessed (5) how the SST increase over the Japan Sea impacts the wintertime rainfall variability and summertime heavy rainfall events in northern Japan.

研究分野：気象学、気候力学

キーワード：気象学 海洋物理・陸水学 モンスーン 黒潮・黒潮続流 気候変動

1. 研究開始当初の背景

日本近海では西岸境界流である黒潮や黒潮続流が低緯度海域から多量の熱を輸送しており、冬季東アジアモンスーン地域と重なり合っている。暖流上に非常に乾燥かつ相対的に寒冷なモンスーン気流が吸送する結果、海面から多量の熱および水蒸気が大気へ供給されている。気候系の "hot spot" として黒潮・黒潮続流を際立たせているのが東アジアモンスーンの存在である。中緯度域のアジア大陸東岸におけるこのような大規模大気海洋相互作用は世界的にみても稀有な現象である。"hot spot" が対流圏全層にまで影響を及ぼす熱源として作用するためには、大気の擾乱活動の役割が必須である。

冬季モンスーンが強化すると、黒潮・黒潮続流付近で急速に発達する温帯低気圧(爆弾低気圧)の経路や最大発達率を示す地理的位置が集中化すること、集中化の主要因として黒潮・黒潮続流域の下層大気の傾圧性の強化が見出されている。さらに、発達した爆弾低気圧が励起源となり、定在ロスビー波束の伝播によってハワイや北米にまで影響が及んでいる事が明らかになっている。

また、夏季において最も特徴的な現象である梅雨前線が停滞する地理的位置は黒潮・黒潮続流域に重なり合っており、梅雨前線上で小低気圧が急速に発達すると、低気圧に伴う凝結熱が同様に励起源となり、偏西風下流方向に遠隔影響を及ぼすこと、台風が黒潮・黒潮続流域に接近してくると、定在ロスビー波束を励起し、暖湿気流の流入に伴って梅雨前線活動を強める一方、黒潮続流に沿って下流方向にロスビー波列が形成され、北米にまで達している現象が発見された。

このように、冬季の爆弾低気圧、夏季の梅雨前線上の小低気圧や台風などの総観規模擾乱が、黒潮・黒潮続流域の活発な大気海洋相互作用の影響を受けながら発達していくことで、北西太平洋の "hot spot" の影響が単に黒潮・黒潮続流周辺だけに限定されたものではなく、グローバルに影響を与えていることが明らかになりつつある。

一方、東アジアモンスーンの極端な変動は日本に深刻な異常気象をもたらすことがわかっている。テレコネクションの力学プロセスを考慮すると、異常気象発生要因は常に日本の西方からもたらされる。しかし、集中豪雨や豪雪などをもたらす現象の実体は総観スケール・メソスケールの擾乱群である。日本周辺を東進あるいは北進する総観規模擾乱(温帯・熱帯低気圧など)が黒潮・黒潮続

流域の大気海洋相互作用により急速に発達し、太平洋沿岸域や日本海沿岸域に多量の降水量や降雪量をもたらすポテンシャルをもっている。言い換えるならば、総観規模擾乱活動の変調を介して、黒潮・黒潮続流域の大気海洋相互作用が東方や南方から日本の降水量・降雪量変動に影響を及ぼしていると言える。その意味で、西方からの定在ロスビー波束による遠隔強制と黒潮続流域の大気海洋双方向作用による東方からの局所的な強制が、日本における異常気象発生の主要因の一つとなっていると考えられる。したがって、遠隔応答と同様に、黒潮続流域の大気海洋双方向作用による局所応答(間接的インパクト)も定量的に評価できなければ、異常気象災害をもたらすような顕著現象の全体像を理解することは困難である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、メソスケール低気圧や温帯低気圧などの総観規模擾乱が黒潮・黒潮続流域との間で起こし得る大気海洋結合変動、及び冬季・夏季東アジアモンスーンの大規模変動と総観規模擾乱の相互作用との相対的役割を評価することである。これを通じ、東アジアモンスーン変動の予測可能性と異常気象災害をもたらす顕著現象発生のポテンシャルを定量的に評価するという独創的研究を推進する。

3. 研究の方法

研究手法は、全球大気再解析・衛星データ・海洋観測データの解析による実態解明と、高解像度大気大循環モデルや全球大気結合モデル、領域大気モデル等による数値実験による検証である。具体的には、下記課題の研究を推進する。

(1)冬季東アジアモンスーンの変動に対する総観規模擾乱活動の変調の解明：特に黒潮・黒潮続流域の海水温勾配がもたらす下層傾圧性と潜熱フラックスが総観規模擾乱の発達に果たす相対的な役割を定量的に評価する。(2)東アジアモンスーンの強制による黒潮続流の力学的応答の解明：北西季節風、温帯低気圧、熱帯低気圧、前線などによる海洋への影響を、衛星観測データやフロートデータを用いて解析を進める。(3)黒潮続流域の海水温変動による梅雨前線・総観規模擾乱活動などの大気応答の解明：高解像度大気海洋結合シミュレーションについては、特に北西太平洋域の低気圧活動の長期変動に対して大気海洋相互作用の果たす役割に注目し

て解析を進める。(4)領域大気モデルを用いた日本の気温・降水量・潮位変動への影響評価：領域大気モデルのアンサンブル実験に基づいて、冬季を中心に低気圧擾乱活動に対する黒潮の役割の解析を行う。(5)西太平洋の海洋性モンスーン変動の遠隔作用：高解像度大気海洋結合モデルの長期積分結果等から、黒潮/黒潮続流域での海洋の数十年規模変動に伴い、梅雨前線にどのような変質が生じているかを明らかにする。

4. 研究成果

(1) 冬季モンスーン変動が日本周辺の温帯低気圧（特に爆弾低気圧）活動の集中化・散在化に寄与している事が観測及び領域大気モデルの再現実験から明らかになった。具体的には、強モンスーンの環境下において海面水温（SST）水平勾配の影響が顕在化し、海面乱流熱フラックスの増加、下層の傾圧性強化を通して急速に発達する低気圧の活動の集中化がより顕著になり、一方、弱モンスーンでは、SST 勾配の影響が相対的に弱まり、結果的に爆弾低気圧活動が黒潮・黒潮続流域に集中せずに東偏する傾向が見出された。

(2) 冬季東アジアモンスーンに伴う降水活動や、それに伴う黒潮/黒潮続流域の海洋場の変動や、低気圧活動や大規模な循環場の変動を調べた結果、近年では日本の南岸の陸上を含む黒潮/黒潮続流域で冬季の降水が大幅に増加していることが分かった。この増加は低気圧活動の活発化と関連している。低気圧活動が活発になると南からの水蒸気の流入や降水が増えるので、潜熱加熱が増大し、結果として亜熱帯ジェットが強化、北上する。このことが低気圧活動のさらなる活発化に寄与し、正のフィードバックが効いていると考えられる。近年、黒潮/黒潮続流域の海面水温は上昇傾向にあるが、このような海面水温の上昇は、低気圧活動の変動に対する外部強制のひとつであるとみなせることが分かった。

(3) 冬季日本海の海水温変動が日本の冬季降水量変動へ与える影響をデータ解析と数値実験により調査した。1980年以降、日本海の極前線の北東部での海洋の内部力学に起因する海水温変動と日本海沿岸の東北地方の降水量変動との間に有意な相関関係が見られた。また、領域大気モデルに実際の海水温を与えた実験と年々変動を除去した海水温を与える実験を行い、両者で再現される降水量変動の違いを調べた結果、年々変動を含む海水温を与えた実験の方が、観測された降水量変動を

良く再現していた。これらから、日本海極前線の北東部の海水温変動が、冬季日本海沿岸の降水量変動に影響を与える可能性が示唆された。

(4) 高解像度結合モデルMIROC4hによる高解像度大気海洋シミュレーションの現在気候実験の結果をまとめた。MIROC4hは冬季の黒潮蛇行をよく再現しており、黒潮流軸変動に対する低気圧活動の応答が見出された。具体的には、黒潮大蛇行は冬季の温帯低気圧の発達経路を南偏させ、発達の抑制により下流方向に海面更正気圧を上昇させるインパクトがあることがわかった。海面からの潜熱フラックスの減少並びに下層傾圧性の弱化和矛盾しておらず、冬季の低気圧活動に果たす黒潮の能動的役割が明らかになった。また、MIROC4hを用いた近未来予測実験から、フィリピン付近の海水温変動が熱帯低気圧活動に与える影響およびその将来変化の特徴を明らかにした。

(4) 梅雨期については、梅雨期の下層西風が黒潮続流域における水温フロントの強化に寄与している事をアルゴフロート等各種観測データおよび全球海洋モデル OFES を用いて明らかにした。また、黒潮域で海水温分布が積雲対流を通して海上風速に影響を与えている可能性が高い事が観測データの解析によって得られた。

(5) 大規模大気循環の観点より、梅雨前線の活動度と熱帯低気圧活動の経年変動における共変動性を明らかにした。大気海洋結合GCM内の梅雨前線活動に数十年規模変動が出現するかどうかを検証、特に黒潮続流域のSST偏差、上向き熱フラックス偏差による梅雨前線活動の変調プロセスを診断した。また梅雨前線の活動について、6月と7月の経年変動に相違があり、互いに異なる経年変動メカニズムを明示した。さらに、夏季の中緯度海面水温の決定要因について、上層海洋での対流・拡散による季節躍層下への熱浸透が夏季海面水温の上昇を大きく抑制している事を定量的に評価した。

(6) 台風が台風熱源のロスビー波応答と背景場の流れとの相互作用を通して、遠く離れた熱帯海域から多量の水蒸気を集積させるポテンシャルをもっており、台風中心近傍の可降水量（鉛直積算水蒸気量）は台風直下の海域からよりもむしろ遠方の海域からの水蒸気供給によって維持されている事例があることを見出した。この知見は台風発達における大気海洋相互作用の役割との間の相対的重要性を検討する必要性を示唆している。また、台風と太平洋高気圧のスケール間相互

作用と梅雨前線活動への遠隔作用についても新しい知見が得られた。

(7) 2013年8月の秋田・岩手豪雨災害事例に注目し、領域大気モデルの数値実験を実施して中緯度海洋が大気に与える影響を評価した結果、日本海の水温が高いほど降雨量が増加する傾向になる事を見出した。これは大気への潜熱供給量の増加によるものだけではなく、顕熱により大気下層が暖められ水蒸気含有量が増えた結果、大気不安定度が増加するためと解釈できる。特筆すべき点は、下層大気不安定度の変化に伴い、降水域自体も変化する傾向が見られた事である。

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58件)

Hosoda, S., M. Nonaka, T. Tomita, B. Taguchi, H. Tomita, and N. Iwasaka, 2015: Impact of downward heat penetration below the shallow seasonal thermocline on the sea surface temperature. *J. Oceanogr.*, DOI 10.1007/s10872-015-0275-7, 査読有

Chen, T.-C., Tsay, J.-D. J. and Matsumoto, J. 2015. Development and formation mechanism of the Southeast Asian winter heavy rainfall events around the South China Sea: Part II – Multiple interactions. *J. Climate*, 28: 1444-1464, DOI: 10.1175/JCLI-D-14-00171.1, 査読有

Chen, T.-C., Tsay, J.-D., Alpert, J. and Matsumoto, J. 2015. Development and formation mechanism of the Southeast Asian winter heavy rainfall events around the South China Sea: Part I – Formation and propagation of cold surge vortex. *J. Climate*, 1417-1443, DOI: 10.1175/JCLI-D-14-00170.1, 査読有

Kudo, T., R. Kawamura, H. Hirata, K. Ichianagi, M. Tanoue, and K. Yoshimura (2014): Large-scale vapor transport of remotely evaporated seawater by a Rossby wave response to typhoon forcing during the Baiu/Meiyu season as revealed by the JRA-55 reanalysis. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 119, 8825-8838, doi:10.1002/2014JD021999, 査読有

Hirata, H., and R. Kawamura (2014): Scale interaction between typhoons and the North Pacific subtropical high and associated remote effects during the Baiu/Meiyu season. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 119, 5157-5170, doi:10.1002/2013JD021430, 査読有

Manda, A., H. Nakamura, N. Asano, S. Iizuka, T. Miyama, Q. Moteki, M. Yoshioka, K. Nishii, and T. Miyasaka: Impacts of a

warming marginal sea on torrential rainfall organized under the Asian summer monsoon, *Scientific Reports*, DOI: 10.1038/srep05741, 2014, 査読有

Kunoki, S., A. Manda, Y.-M. Kodama, S. Iizuka, K. Sato, I. Fathrio, T. Mitsui, H. Seko, Q. Moteki, S. Minobe and Y. Tachibana: Oceanic influence on mesoscale structure of the Baiu rainband in the East China Sea, *Journal of Geophysical Research*, 2014, in press, 査読有

Yamaura, T. and T. Tomita, 2014: Two physical mechanisms controlling the interannual variability of Baiu precipitation. *J. Meteor. Soc. Japan*, 92, 305-325, 査読有

Kamae, Y., H. Shiogama, M. Watanabe, and M. Kimoto, 2014: Attributing the increase in Northern Hemisphere hot summers since the late 20th century. *Geophys. Res. Lett.*, 41, 5192-5199, doi:10.1002/2014GL061062, 査読有

Sato, K., J. Inoue, and M. Watanabe, 2014: Influence of the Gulf Stream on the Barents sea ice retreat and Eurasian coldness during early winter. *Env. Res. Lett.*, doi:10.1088/1748-9326/9/8/084009, in press, 査読有

Yamazaki, K., and M. Watanabe, 2014: Effects of extratropical warming on ENSO amplitudes in an ensemble of a coupled GCM. *Clim. Dyn.*, doi:10.1007/s00382-014-2145-1, in press, 査読有

Hayasaki, M., R. Kawamura, M. Mori, and M. Watanabe (2013): Response of extratropical cyclone activity to the Kuroshio large meander. *Geophys. Res. Lett.*, 40, 1-5, doi:10.1002/grl.50546, 査読有

Tomita, T., T. Yamaura, and Y. Kuwazuru, 2013: Decadal-scale modulation of atmospheric circulation change at the onset of the western North Pacific summer monsoon. *SOLA*, 9, 161-165, doi:10.2151/sola.2013-036, 査読有

Iizuka, S., M. Shiota, R. Kawamura, and H. Hatsushika (2013): Influence of the monsoon variability and sea surface temperature front on the explosive cyclone activity in the vicinity of Japan during northern winter. *SOLA*, 9, 1-4, 査読有

Hirata, H., and R. Kawamura (2013): Remote forcing and response of tropical cyclones over the Bay of Bengal to the Asian jet variability in late fall. *SOLA*, 9, 27-31, 査読有

Chikamoto, T., M. Kimoto, M. Watanabe, M. Ishii, and T. Mochizuki, 2012: Relationship between the Pacific and Atlantic stepwise climate change during the 1990s. *Geophys. Res. Lett.*, 39, doi:10.1029/2012GL053225, 査読有

- Hayasaki, M., and R. Kawamura (2012): Cyclone activities in heavy rainfall episodes in Japan during spring season. *SOLA*, 8, 45-48, 査読有
- Yamashita, Y., R. Kawamura, S. Iizuka, and H. Hatsushika (2012): Explosively developing cyclone activity in relation to heavy snowfall on the Japan Sea side of central Japan. *J. Meteor. Soc. Japan*, 90, 275-295, 査読有
- Seo, K.-H., J.-H. Son, S.-E. Lee, T. Tomita, and H.-S. Park, 2012: Mechanisms of an extraordinary East Asian summer monsoon event in July 2011. *Geophys. Res. Lett.*, 39, doi: 10.1029/2011GL050378, 査読有
- Yamaura, T and T. Tomita, 2012: Covariability between the Baiu precipitation and tropical cyclone activity through large-scale atmospheric circulations. *J. Meteor. Soc. Japan*, 90, 449-465, 査読有
- 21 Iizuka, S., K. Dairaku, W. Sasaki, N.N. Ishizaki, S.A. Adachi, H. Kusaka, and I. Takayabu: Assessment of Ocean Surface Winds and Tropical Cyclones around Japan by RCMs, *Journal of Meteorological Society Japan*, 90B, 91-102, 2012, DOI: 10.2151/jmsj.2012-B08, 査読有
- 22 Nishii, K., T. Miyakawa, H. Nakamura, Y. Kosaka, S. Yokoi, Y. N. Takayabu, H. Endo, H. Ichikawa, T. Inoue, K. Oshima, N. Sato, and Y. Tsushima, February, 2012: Relationship of the reproducibility of multiple variables among global climate models. *J. Meteor. Soc. Japan*, 90A, 87-100, doi:10.2151/jmsj.2012-A04, 査読有
- 23 Takahashi, C., N. Sato, A. Seiki, K. Yoneyama, and R. Shirooka, 2012: Projected future change of MJO and its extratropical teleconnection in East Asia during the northern winter simulated in IPCC AR4 Models. *SOLA*, 7, 201-204, 査読有
- 24 Shiota, M., R. Kawamura, H. Hatsushika, and S. Iizuka (2011): Influence of the East Asian winter monsoon variability on the surface cyclogenesis over the East China Sea in late winter. *SOLA*, 7, 129-132, 査読有
- 25 Tomita, T., Yamaura, T., and T. Hashimoto (2011): Interannual variability of the Baiu season near Japan evaluated from the equivalent potential temperature. *J. Meteor. Soc. Japan*, 89, 517-537, 査読有
- 26 Lestari, R. K., M. Watanabe, and M. Kimoto, 2011: Role of air-sea coupling in the South China Sea summer monsoon. *J. Meteor. Soc. Japan*, 89A, 283-290, 査読有
- 27 Lee, Y.-Y., J.-S. Kug, G.-H. Lim, and M. Watanabe, 2011: Eastward shift of the Pacific/North American pattern on an interdecadal time scale and an associated synoptic eddy feedback. *Int. J. Climatol.*, doi:10.1002/joc.2329, 査読有
- 28 Kim, H.-J, K. Takata, B. Wang, M. Watanabe, M. Kimoto, T. Yokohata, and T. Yasunari, 2011: Global monsoon, El Nino, and their interannual linkage simulated by MIROC5 and the CMIP3 CGCMs. *J. Climate*, 24, 5604-5618, 査読有
- 29 Seiki, A., Y. N. Takayabu, T. Yasuda, N. Sato, C. Takahashi, K. Yoneyama, and R. Shirooka, 2011: Westerly wind bursts and their relationship with ENSO in CMIP3 models. *J. Geophys. Res.*, 116, D03303, doi:10.1029/2010JD015039, 査読有
- 30 Roxy, M., and Y. Tanimoto (2011): Influence of sea surface temperature on the intraseasonal variability of the South China Sea summer monsoon. *Clim. Dyn.*, DOI 10.1007/s00382-011-1118-x, 査読有
- 31 Tanimoto, Y., T. Kanenari, H. Tokinaga, and S.-P. Xie (2011), Sea level pressure minimum along the Kuroshio and its extension. *J. Climate*, 24, 4419-4434, 査読有
- 32 Sakai, K., R. Kawamura, and Y. Iseri (2010): ENSO-induced tropical convection variability over the Indian and the Western Pacific Oceans during the northern winter as revealed by a self-organizing map. *J. Geophys. Res.*, 115, D19125, doi:10.1029/2010JD014415, 査読有
- 33 Iizuka, S., 2010: Simulations of wintertime precipitation in the vicinity of Japan: Sensitivity to fine-scale distributions of sea surface temperature. *J. Geophys. Res.*, 115, doi:10.1029/2009JD012576, 査読有
- [学会発表](計 168 件)
- Hirata Hidetaka, Kawamura Ryuichi, Kato Masaya, Shinoda Taro, An important role of the moisture supply from the Kuroshio Current/Kuroshio Extension in the rapid development of an explosive cyclone, AGU 2014 Fall Meeting, 2014.12.16, San Francisco, USA.
- KUMARI ANITHA, Kawamura Ryuichi, Tetsuya Kawano, The moisture transport during Typhoon Man-yi through moisture conveyor belt from Indian Ocean and South China Sea - a case study using WRF model, The 2014 Autumn Meeting of the Meteorological Society of Japan, 2014.10.21, Fukuoka International Congress Center.
- Tomita, T., T. Yamaura, and Y. Kuwazuru 2014: Decadal-Scale Modulation of Atmospheric Circulation Change at the Onset of the Western North Pacific Summer Monsoon, AOGS 11th Annual Meeting, 2014.08.01, Sapporo, Japan.
- Satoshi Iizuka, Kawamura Ryuichi, Impact of Interannual SST Variability in the Vicinity of SST Fronts Around Japan on the Winter

Atmosphere, AOGS 11th Annual Meeting, 2014.07.29, Sapporo, Japan.

Sato, N., M. Nonaka, Y. Sasai, H. Sasaki, and R. Shirooka. The SST front maintained by early-summer westerly wind in the Kuroshio/Kuroshio Extension region. AOGS 11th Annual Meeting, 2014.07.29, Sapporo, Japan.

Kawamura Ryuichi, Tadasuke Kudo, Hidetaka Hirata, Kimpei Ichianagi, Masahiro Tanoue, Kei Yoshimura, 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, 2014.07.02, Univ. of Hawaii, Honolulu.

Hirata Hidetaka, Kawamura Ryuichi, A Dynamic Relationship between Typhoon Activity, the North Pacific High and the Tropical Intraseasonal Oscillation in Boreal Summer, 31st Conference on Hurricanes and Tropical Meteorology, 2014.04.02, San Diego, California, USA.

Watanabe, M., Toward reliable projection of the regional climate variability in a warming climate. Toward predictive dynamics of regional climate change, February 20-21, 2014, La Jolla, USA.

Tomita, T., T. Yamaura, and Y. Kuwazuru, Modulation of Atmospheric Circulation around the Onset of the Western North Pacific Summer Monsoon. AGU Fall Meeting 2013, December 9 - 13, 2013, San Francisco, USA.

Iizuka Satoshi, Kawamura Ryuichi, Impact of SST resolution on cyclone activity over the Kuroshio, 2012 AGU Fall Meeting, 2012.12.07, San Francisco, USA.

Tomita, T. and B. Taguchi, Interdecadal Change in Development of the Baiu Front in a Coupled GCM. AGU Fall Meeting 2012, December 3 - 7, 2012, San Francisco, USA.

Hayasaki, M., R. Kawamura, M. Mori, and M. Watanabe, Cyclone activities over northwestern Pacific in the high resolution general circulation climate model (MIROC4h), Japan Geoscience Union Meeting, 2012.05.23, Makuhari, Japan.

[図書] (計 6 件)

渡部雅浩, 丸善、地球温暖化の事典、分担執筆、2014、452p.

渡部雅浩, 木本昌秀、日本気象学会、エルニーニョ・南方振動(ENSO)研究の現在、気象研究ノート、228号、2013、230p.

Matsuura, T., R. Kawamura, and S. Iizuka (2013): Impact of deforestation in Indochina on Pacific-Indian tropical areas simulated in CGCM. In: *Climate Change*

and Environment, J. Sundaesan et al., Eds., Scientific Publishers, 1-20pp.

Iizuka, S., and T. Matsuura: Analysis of tropical cyclone activity in the southern hemisphere using observation and CGCM simulation, Cyclones: Formation, Triggers and Control, Nova Science Publisher Inc., 37-60, 2012

川村隆一、丸善、モンスーン・季節風「風の事典」、分担執筆、2011、267p.

富田智彦、朝倉書店、梅雨の気候と経年変動 図説地球環境 - 観測・予測 - , 分担執筆、2010.

[その他]

ホームページ等

爆弾低気圧情報データベース

http://fujin.geo.kyushu-u.ac.jp/meteorol_bomb/index.php

6. 研究組織

(1) 研究代表者

川村 隆一 (KAWAMURA, Ryuichi)
九州大学・大学院理学研究院・教授
研究者番号：30303209

(2) 研究分担者

飯塚 聡 (IIZUKA, Satoshi)
独立行政法人防災科学技術研究所・観測・予測研究領域・主任研究員
研究者番号：40414403

佐藤 尚毅 (SATO, Naoki)
東京学芸大学・自然科学系・講師
研究者番号：90392935

富田 智彦 (TOMITA, Tomohiko)
熊本大学・大学院自然科学研究科・准教授
研究者番号：20344301

渡部 雅浩 (WATANABE, Masahiro)
東京大学・大気海洋研究所・准教授
研究者番号：70344497

(3) 連携研究者

谷本 陽一 (TANIMOTO, Youichi)
北海道大学・大学院地球環境科学院・教授
研究者番号：00291568

松本 淳 (MATSUMOTO, Jun)
首都大学東京・大学院都市環境科学研究科・教授
研究者番号：80165894

川野 哲也 (KAWANO, Tetsuya)
九州大学・大学院理学研究院・助教
研究者番号：30291511