

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 6月 8日現在

機関番号：11101

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21540449

研究課題名（和文） 世界の亜熱帯収束帯の特性と形成のメカニズム

研究課題名（英文） Characteristics and formation mechanisms of the subtropical convergence zones in the global atmosphere

研究代表者

児玉 安正（KODAMA YASUMASA）

弘前大学・大学院理工学研究科・准教授

研究者番号：30205421

研究成果の概要（和文）：亜熱帯域には3つの顕著な降水帯（亜熱帯収束帯）があり、梅雨前線帯はそのひとつである。本研究では、各収束帯の生成メカニズムについて研究した。SACZ（南大西洋収束帯）について、ブラジル高原の影響をデータ解析と数値実験の両面から調べた。亜熱帯ジェット気流の役割に関連して、ジェット気流に伴う対流圏中層の暖気移流と降水の関係を論じた Sampe and Xie(2010)仮説が梅雨前線帯だけでなく、SACZとSPCZ（南太平洋収束帯）にも当てはまることを示した。梅雨前線帯が南半球の収束帯に比べて向きや緯度が異なることについて、黒潮の影響を論じた。

研究成果の概要（英文）：There are three subtropical convergence zones (STCZ) in the global atmosphere. The Baiu frontal zone is one of them. We studied mechanisms how each STCZ is maintained. We examined the roles of the Brazilian Plateau in maintaining the SACZ (South Atlantic convergence zone) by data analysis of long-term observation and numerical experiments. On the roles of subtropical jets, we found that the hypotheses proposed by Sampe and Xie (2010), in which warm advection by jet in the middle troposphere may intensify the rainfall along the Baiu frontal zone, can be applied for the SACZ and the SPCZ (South Pacific convergence zone). The Baiu frontal zone has direction and latitudes differ from those of the other STCZs in the Southern Hemisphere. Dynamic influence of Kuroshio current on these unique features of the Baiu frontal zone was discussed using observational data of the ocean.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・気象，海洋物理，陸水学

キーワード：亜熱帯収束帯，SACZ，SPCZ，梅雨前線帯，亜熱帯ジェット気流，大気海洋相互作用

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 亜熱帯域には梅雨前線帯を含む3つの顕

著な降水帯（亜熱帯収束帯）があり、代表者は、これら収束帯の大規模な特徴と共通性、熱帯モンスーンとの関わりについて研究し

てきた。しかし、それらの生成メカニズムについて、未解明の点も多い。とくに、周囲の地形との関係や亜熱帯ジェット気流との関係について理解を深める必要がある。

## 2. 研究の目的

(1) 南米から南大西洋に伸びる SACZ (南大西洋収束帯) の形成メカニズムについて、新しい視点としてブラジル高原の影響に着目した調査を行う。

(2) 亜熱帯収束帯と亜熱帯ジェット気流の関わりについて、最近 Sampe and Xie(2010)が梅雨前線を対象に提唱した仮説が、南半球の亜熱帯収束帯である SPCZ(南太平洋収束帯)、SACZ について成立するかについて調べる。

(3) 他の亜熱帯収束帯に比べて高緯度にあり、東西に伸びるという特異性を持つ梅雨前線帯の維持メカニズムについて、黒潮・黒潮続流域の大気・海洋相互作用に着目して調べる。

## 3. 研究の方法

(1) 長期間のデータの統計解析と領域大気モデルを用いた数値実験。

(2) 大気再解析データを用いた解析

(3) 海洋と大気の観測データの解析

## 4. 研究成果

(1) 梅雨前線帯と SACZ は、いずれも大陸の東岸で発達する亜熱帯収束帯であるが、南米大陸では海岸付近にブラジル高原という大規模な山塊があり、それが SACZ に影響を与えている可能性が指摘されていた。そこで、従来研究が不足していたブラジル高原の影響についてデータ解析と数値実験により系統的な研究を行った。まず、統計解析により、SACZ は、ブラジル高原を通る位置にあるとき、最も発達することを示した。中国大陸上の梅雨前線でも卓越しやすい領域の存在が指摘されているが、ブラジル高原と SACZ の関係ほど明瞭ではない。次に循環場を解析し、SACZ がブラジル高原上で発達するメカニズムとして、高原の南西側に低気圧性循環が生じ、それが SACZ に沿った下層の収束を強めることを指摘した。最後に、ブラジル高原の影響を検討する数値実験を行った。ブラジル高原の細かな起伏に富んだ地形を表現するため、

従来の研究に比べ高い空間分解能を有するモデルを用いて、次のような実験を行った。0:標準実験(図1a)、1:ブラジル高原の細かな起伏を除く(図1b, 1d)、2:ブラジル高原を除く(図1c)、3:ブラジル高原はそのままに保ち、ブラジル高原上の降水を止める(図1e)。以上の実験で、標準実験に比べて最も SACZ の活動が弱まったのは3であったが、1、2でもブラジル高原上と SACZ の降水は弱まった。このことから、SACZ の形成にかかわるブラジル高原の役割としては、地形が大規模な気流に力学的な影響を与えることよりも、起伏に富んだ高原上のおそらくメソ的なプロセスで降水が強化されることが最も重要であり、高原上の降水が大気の熱源として働くことで高原の南西側に低気圧性循環を形成し、SACZ の下層収束を強めることがわかった。本研究は Journal of Climate 誌に掲載された(Kodama et al. 2012)。

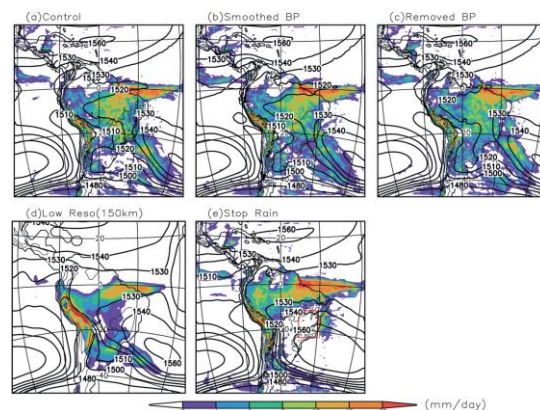


図1 SACZ に対するブラジル高原の影響を検討した感度実験の結果。

(2) 最近、Sampe and Xie(2010)が、亜熱帯ジェット気流に沿った対流圏中層の暖気移流が、背の高い対流の発生を助ける作用を持つことに注目して、梅雨前線帯の降雨域が亜熱帯ジェットに沿うこと説明する仮説を発表し注目を集めた。そこで、SPCZとSACZについて、対流圏中層の暖気移流と対流活動の関係について調べた。その結果、南半球のこれらの亜熱帯収束帯についても、亜熱帯ジェット気流に伴う暖気移流と降水帯、及び対流圏中層の上昇流との間に位置の一致が見られた。Sampe and Xie(2010)仮説が、梅雨前線だけでなく、南半球の亜熱帯収束帯にも成り立つことが明らかになった。

(3) 亜熱帯収束帯の一つである梅雨前線帯は、他の亜熱帯収束帯と比べて高緯度側に位置している、季節進行とともに北上するなど特

異なる性質を持つが、黒潮／黒潮続流域における大気海洋相互作用がこのような性質に寄与している可能性が、観測データの解析によって示唆された。一般には春から夏にかけては海面水温の南北勾配は緩和されていくが、梅雨前線帯においては勾配がむしろ強化される。これは前線帯の両側での傾圧性を強化し、前線帯の維持、強化に寄与すると考えられる。梅雨前線帯では活発な対流活動が下層に強い西風をもたらすが、この西風による海面での風応力の回転は、前線帯の北側で反時計回り、南側で時計回りとなる。このため、前線帯の北側でエクマン湧昇が生じ、梅雨期の海面水温の上昇が抑制される。現地観測データを解析した結果、実際に、梅雨前線帯の北側で海水が持ち上げられている可能性が示された。

#### 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 11 件)

①Takahashi, C., K. Yoneyama, N. Sato, A. Seiki, R. Shirooka, and Y. N. Takayabu, 2012: The Madden-Julian Oscillation and extratropical teleconnection over East Asia during the Northern winter in IPCC AR4 climate models. *J. Meteor. Soc. Japan*. (in press).

②Nishii, 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. 2012: Relationship of the reproducibility of multiple variables among global climate models. *J. Meteor. Soc. Japan* (in press).

③Sato, K., J. Inoue, Y.-M. Kodama, and J. E. Overland, 2012: Impact of Arctic sea-ice retreat on the recent change in cloud-base height during autumn. *Geophysical Research Letters*. 39, L10503, 6pp doi:10.1029/2012GL051850

④Y.-M. Kodama, T. Sagawa, S. Ishida, and T. Yoshikane, 2012: Roles of the Brazilian Plateau in the formation of the SACZ. *J. Climate* 25, 1745-1758.

⑤Takahashi, 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.

⑥Yokoi, S., Y. N. Takayabu, K. Nishii, H. Nakamura, H. Endo, H. Ichikawa, T. Inoue, M. Kimoto, Y. Kosaka, T. Miyasaka, K. Oshima, N. Sato, Y. Tsushima, and M. Watanabe, 2011: Application of cluster analysis to climate model performance metrics. *J. Appl. Meteor. Clim.* 50, 1666-1675.

⑦Moteki, Q., K. Yoneyama, R. Shirooka, H. Kubota, K. Yasunaga, J. Suzuki, A. Seiki, N. Sato, T. Enomoto, T. Miyoshi, and S. Yamane, 2011: The influence of observations propagated by convectively coupled equatorial waves. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.* 137, doi:10.1002/qj.779.

⑧T.V. C. Sarma, Y.-M. Kodama, and T. Tsuda, 2011: Characteristics of atmospheric waves in the upper troposphere observed with the Gadanki MST Radar. *RAS S. J. Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*. 73, 1020-1030.

⑨Y.-M. Kodama, M. Katsumata, S. Mori, S. Satoh, Y. Hirose, and H. Ueda, 2009: Climatology of warm rain and associated latent heating derived from TRMM-PR observations. *J. Climate*, 22, 4908-4929.

⑩Y.-M. Kodama, Y. Tomiya and S. Asano, 2009: Air mass transformation along trajectories of airflow and its relation to the vertical structures of the maritime atmosphere and clouds in Yamase events. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 87, 665-685.

⑪Kozu, T., Y.-M. Kodama, Y. Shibagaki, T. Shimomai, M. Kawashima, and S. P. Alexander, 2009: Diurnal and intraseasonal variation of UTLS vertical wind disturbance in the equatorial region and its relation to tropospheric convective activities, *Earth, Planets and Space*, 61(4), 535-544.

[学会発表] (計 1 件)

① Y.-M. Kodama, 2011: Roles of the Brazilian Plateau in the formation of the

SACZ. IUGG2011 メルボルン、オーストラ  
リア(2011 6-2 - 7-13)

[その他]  
ホームページ等  
[http://www.st.hirosaki-u.ac.jp/~kodama/  
#senmon](http://www.st.hirosaki-u.ac.jp/~kodama/#senmon)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

児玉 安正 (KODAMA YASUMASA)  
弘前大学・大学院理工学研究科・准教授  
研究者番号：30205421

### (2) 研究分担者

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

### (3) 連携研究者

二宮 洸三 (NINOMIYA KOZO)  
独立行政法人海洋研究開発機構・地球環  
境変動領域・特任上席研究員  
研究者番号：60292950

川村 隆一 (KAWAMURA RYUICHI)  
富山大学・大学院理工学研究科・教授  
研究者番号 30303209

吉兼 隆生 (YOSHIKANE TAKAO)  
独立行政法人海洋研究開発機構・地球環境  
変動領域・主任研究員  
研究者番号 40392964

