

(CMIP5)に参加した以前のモデルMRI-CGCM3とMRI-ESM1を元に開発された。これらモデルは高精度な気候再現性を目指して多くの改良がなされた。この論文は、モデルの定式化の変更を記述し、その物理コンポーネントの基本的性能を評価する。新モデルは、旧モデルと同様の名目上100kmの大気および海洋コンポーネントの水平解像度を持つ。大気の鉛直層数は80層であり、以前のモデルの48層から増強されている。新しい層積雲スキームなど雲に関する様々な改良を重ねた結果、大気上端における短波、長波および正味の放射の誤差が顕著に減少し、CMIP5モデルと比較して十分小さくなった。改善した放射分布は、海洋に要求される南北熱輸送を正確にし、地上気温

(SAT)のバイアス軽減に寄与した。MRI-ESM2.0は平均気候だけでなく年々変動も現実的に再現する。例えば、鉛直高解像度化と非地形性重力波抵抗パラメタリゼーションの導入により、成層圏準2年振動が現実的に表現されるようになった。歴史実験において、MRI-ESM2.0は全球SATの最近数十年の変化をある程度良く再現するが、1950年代から1960年代にかけての気温低下とその後の気温上昇トレンドは観測と比較してやや過大評価である。MRI-ESM2.0は多くの面において以前のモデルMRI-CGCM3/MRI-ESM1より改善してきており、CMIP6で計画されている多くの実験において優れた性能を示すことが期待される。

Gerry BAGTASA：フィリピン北西部における熱帯低気圧による夏季モンスーン降雨の強化

Gerry BAGTASA: Enhancement of Summer Monsoon Rainfall by Tropical Cyclones in Northwestern Philippines

1958年から2017年までの6月から9月の間において、熱帯低気圧(TC)が北西太平洋(NWP)夏季モンスーンの流れに与える影響と、フィリピンの降水量へ与えるインパクトを調べた。フィリピン北西部にある8つの地上観測点で平均した日降水量を用いて、85、95、99パーセント以上の降雨量を伴う大雨事例(HPE)の日数を決定した。大雨事例の90パーセント以上が北西太平洋での熱帯低気圧の発生と対応し、フィリピンに上陸する熱帯低気圧は、大雨事例日の12.8~15.1%を占めるにすぎない。本研究では、大雨事例に対応する非上陸型の熱帯低気圧に着目する。解析の結果、非上陸型の熱帯低気圧は、フィリピン北西部におけるほぼ全ての大雨事例に対し遠隔的な影響を与える上で重要であることがわかった。

熱帯低気圧の経路と、大雨事例における夏季南西モンスーンの流れに対する影響を調査したところ、ほと

んど熱帯低気圧は、ルソン島北部と日本の沖縄とを結ぶ線に沿って移動したことがわかった。全ての大雨事例で合成した下層の流れは、南シナ海北部で深まるモンスーントラフと、そこから北緯20度に沿ってフィリピン北部から東経135度まで東に広がる、海面気圧1005-1007hPaの等値線で囲まれた「東に伸びるトラフ」で特徴付けられる。この東に伸びるトラフは、南西風の領域を南シナ海から東へ移動させ、西部ルソン島に沿った平均東西風を1.94~4.69倍に増加させ、そして「水蒸気コンベヤーベルト」として水蒸気フラックスを2.67~6.92倍に増加させた。これに加え、上位85パーセントの日降水量について、年間大雨日数に10年間あたり6.0%、大雨事例による年間総降水量に12.7%の大幅な増加傾向が見られた。これらは、近年における北西太平洋の熱帯低気圧の経路変化によるものである。

Libin MA・Karsten PETERS・Bin WANG・Juan LI：低解像度ECHAM6.3大気モデルを用いた確率的多重雲モデルのMJOに対する影響の再検討

Libin MA, Karsten PETERS, Bin WANG, and Juan LI: Revisiting the Impact of Stochastic Multicloud Model on the MJO Using Low-Resolution ECHAM6.3 Atmosphere Model

先行研究に引き続き、最先端のGCMであるECHAM6.3における確率的多重雲モデル(SMCM)のMJOへの影響をさらに調べた。ここでは、最近提

案された6つの力学指向診断指標に基づいて評価を行った。東インド洋および西太平洋の地表降水量のラグ-経度相関図では、以前に修正版ECHAM6.3で見

られた MJO 表現の標準設定からの改善が確認された。実際、修正版 ECHAM6.3は、この論文で評価した6つの MJO 関連診断のうちの5つにおいて標準版 ECHAM6.3よりも優れている。詳しく述べると、修正版 ECHAM6.3は(1)境界層水蒸気収束(BLMC)の東方伝播を首尾よくモデル化し、(2)対流圏下層における相当温位(EPT)の後方傾斜構造と対流圏上層におけるEPTの前方傾斜構造を捉え、(3)対流圏下層における非断熱加熱の後方傾斜

構造を示し、(4)850hPaおよび200hPaにおけるMJOに関係した水平循環と300hPaにおける非断熱加熱を適切に表現している。これら全ての評価は、GCMによって表現されるMJOの力学に対して対流パラメタリゼーションの定式化が極めて重要な役割を果たすことを裏付けるとともに、複雑なGCMsへのSMCMコンセプトの更なる応用と調査の必要性を示している。

Feng XUE・Fangxing FAN：西太平洋暖水プールの対流活動の6月と8月の有意な相関における局所的な大気海洋相互作用の役割

Feng XUE and Fangxing FAN: Role of Local Air-Sea Interaction in a Significant Correlation of Convective Activity in the Western Pacific Warm Pool between June and August

1979年から2013年の月平均外向き長波放射(OLR)データに基づき、西太平洋暖水プールの対流活動に6月-8月間の有意な相関を特定した。一方で6月-7月間と7月-8月間の相関は有意では無かった。解析により、6月と8月の一貫した対流偏差は通常は暖水プール上で対流が強い年に起こることが示された。この一貫した偏差には二つの前提条件、すなわち、先行する春季における暖水プールの高い海面水温(SST)と比較的弱いエルニーニョ・南方振動(ENSO)が必要である。典型的な年を選んだ解析から、6月の対流活動は春季に暖水プールのSSTが高い時に活発であることが示された。逆に、活発な対流活動は太陽入射を減少させ、また、局所的にSSTを下げるため、結果として7月の対流活動を抑制する。6月に対し7月は、対流活動が抑制されるために局所的なSSTは上昇する傾向がある。それに引き続き、

8月には暖水プールの対流活動は活発となる。この過程において、局所的な大気海洋相互作用が6月から8月の間のSST偏差の制御と6月と8月の一貫した対流活動偏差の形成に主要な役割を果たす。6月-8月間の暖水プール上の対流活動の季節内変動の理解には、さらに複雑な要因として、ENSO強制との関係が問題となる。1998年のような強いエルニーニョが減衰する年は、暖水プールの対流活動は6月から8月に抑制されて一貫した正のOLR偏差を示すため、エルニーニョ強制が6月と8月の対流活動の有意な正相関に貢献すると考えられる。しかし、2007年のような極端には強くないエルニーニョが衰退する年には、6月と8月の対流偏差は逆になる。概して、6月-8月間の対流活動の有意な相関において、局所的な大気海洋相互作用は主要な役割を果たすが、この相関はエルニーニョ強制の強さにも依存している。

Eun-Hee KIM・Eunhee LEE・Seung-Woo LEE・Yong Hee LEE：対流スケールモデルにおける地上GNSS天頂遅延量観測誤差の特徴と効果

Eun-Hee KIM, Eunhee LEE, Seung-Woo LEE, and Yong Hee LEE: Characteristics and Effects of Ground-Based GNSS Zenith Total Delay Observation Errors in the Convective-Scale Model

本研究では、韓国気象庁1.5km対流スケールモデルのデータ同化システムにおける地上GNSS(global navigation satellite system)天頂遅延量(zenith total delay; ZTD)データに対する修正された観測誤差のインパクトを評価した。朝鮮半島の全100カ所の

観測所のうち40カ所の地上GNSSデータを3次元変分法データ同化(3D-Var)を用いて同化した。ZTD観測誤差を、時空間的に変動する特徴を持つ誤差として、個々の観測所に対して事後診断した。それから、これらの観測所ごとの誤差データをデータ同化システ

ムに組み込み、そのインパクトを2016年7月の1ヶ月に対して評価した。

GNSSデータを用いた場合、下層大気における相対湿度の二乗平均平方根誤差 (RMSE) は T+0 から T+36時間までの期間で改善されることが分かった。従来モデルで用いられた誤差を診断された誤差の平均値に置き換えることでもよりよい結果が得られたが、

観測所ごとに異なる誤差を用いて得られた結果には及ばなかった。我々は観測誤差が可降水量と密接に関連していることを見だし、従って、季節的な特徴を反映した修正値を適用すべきである。加えて、効果は小さかったもののGNSSデータを用いたすべての実験は量的降水予報を改善した。

Fang-Ching CHIEN・Yen-Chao CHIU：台湾における南西風と降水に関する合成図解析

Fang-Ching CHIEN and Yen-Chao CHIU: A Composite Study of Southwesterly Flows and Rainfall in Taiwan

本研究は、暖候期 (春季, メイユ季, 夏季) における台湾上の (対流圏下層における) 南西風気流と降水の関係について調べたものである。南西風の事例はメイユ季にもっとも多く、次いで夏季に多い。南西風によって、メイユ季および夏季の降水の出現頻度は大きく上昇し、降水強度は全ての季節において増加する。台湾北部では南西風の出現確率が春季にもっとも多く夏季に向かって減少傾向にあるが、台湾南部ではこの傾向が逆転している。

春季における南西風気流は、主に中国東部における中緯度トラフの深まりによって形成される。太平洋高気圧の張り出しが東へ退き、トラフが台湾に近づく際、南西風と共に台湾の降水は増加する。メイユ季に

は、大気中の水蒸気の増加にともない、南西風の形成には春季に比べて太平洋高気圧の南西方向への拡大による寄与が増し、中緯度トラフと同程度となる。この南西風の軸は概ね台湾上空に位置し、太平洋高気圧の衰退とともに南西へ移動する。同時に水蒸気を多く含む領域が、北部南シナ海から台湾全土にわたって広がる。結果として、水蒸気を含んだ大気が強い南西風によって台湾上空に運ばれ、台湾における持続的な降雨をもたらす好条件を整える。夏季における南西風は、太平洋高気圧の南西への拡大および中国南東部に移動する熱帯低気圧によってもたらされる。熱帯低気圧が強いほど、また台湾により接近するほど、台湾における降水は強化される傾向にある。

尾瀬智昭：CMIP5モデルにおける夏季東アジア月平均降水量の将来変化と現在気候再現性への依存性

Tomoaki OSE: Future Changes in Summertime East Asian Monthly Precipitation in CMIP5 and Their Dependence on Present-Day Model Climatology

夏季東アジアの降水量将来変化予測におけるモデル現在気候再現性への依存性を調べるため、RCP8.5温暖化将来シナリオを想定した第5次結合モデル相互評価プロジェクト (CMIP5) マルチモデル温暖化予測実験の21世紀末25年平均の将来予測のうち、東アジアの気候値再現性が高いモデルに注目して解析した。これらのモデルの予測によれば、将来の夏季東アジアでは一様に降水量が増加するのではなく、地域によっては系統的に月平均降水量が減少する可能性が高まる。

CMIP5の36モデルアンサンブル平均の月平均700 hPa 循環の将来変化は、夏季をとおして日本列島南方の低気圧性循環偏差や日本付近における下降流偏差が見られるのが特徴である。この特徴がより明確なモ

デルは、現在気候実験の夏季東アジアで西風がより強く、熱帯でより降水量が多い傾向がある。したがって、CMIP5現在気候実験36モデルアンサンブル平均の東アジアの西風は観測に比べて弱い。観測の現在気候を再現するモデルアンサンブルでは、将来の夏季東アジアで地域的に強い下降流偏差を形成する傾向がある。その結果、「降雨域でさらに降水量が増加」する効果が支配的な夏季東アジアにおいても、地域的には月平均降水量が減少する可能性が高まる。

東アジアにおける将来の循環変化は、熱帯大気の安定化により鉛直運動が減少することに対応した北西太平洋の循環変化の一部として考えられる。将来における東アジアの大きな循環変化に必要な熱帯域の鉛直運

動の減少は、熱帯域での多量の降水と対応する強い上昇流がモデルの現在気候で再現されているためと考えられる。
