

学位論文審査結果の概要

氏名	Ibnu Fathrio（イブヌ ファットリオ）
学位論文審査委員氏名	主査 小菅 正裕
	副査 石田 祐宣
	副査 野尻 幸宏
	副査 谷田貝 亜紀代
	副査 長瀬 智行
	副査 万田 敦昌
論文題目	<p>Evaluation of ocean heat advection role on sea surface temperature anomaly in ocean reanalysis models and Coupled Model Intercomparison Project phase 5 (CMIP5) models in western Indian Ocean</p> <p>（海洋再解析データおよび気候予測モデル群(CMIP5)に現れる西インド洋の海面温度偏差に与える熱移流の検証）</p>
審査結果の概要（2,000字以内）	
<p>本論文の審査は以下のように実施した。2018年1月25日の第1回審査では、予備審査における指摘事項を踏まえた発表を申請者が行い、質疑応答を通して内容の審査を行なった。論文博士としての審査であることから、予備審査時に課した、学位論文に関連のある専門分野からの3課題に対する解答についての審査も行った。次いで、2018年2月7日に公聴会を実施し、審査委員以外の参加者も含めた質疑応答を行った。公聴会后に第2回審査と最終判定を行った。以下において、博士論文の概要と審査結果について述べる。</p> <p>本論文は、西部インド洋に現れる海面温度偏差の原因を特定するため、海洋再解析データおよび第5次大気海洋結合モデル相互比較計画(Coupled Model Intercomparison Project phase 5. 以下CMIP5)の出力データを用い、対象領域境界面における海洋中熱移流の検証を行ったものである。</p> <p>インド洋では、周囲の気候変動に強い影響を与える ENSO（エルニーニョ・南方振動）と類似した海面温度の変動現象が見られ、インド洋ダイポール（Indian Ocean Dipole, 以下IOD）と呼ばれている。正のIODモードではアフリカ東部やインド西岸域の降水量を増加させるため、これらの地域での降水予測にとって、インド洋における海面温度変動メカニズムの解明は極めて重要である。気候変動を再現・予測するための大気海洋結合モデルとして、CMIP5 に用いられたモデル群がある。その予測精度の向上には各地域での検証が必要である。西部インド洋での検証実験により、正のIODモードと似た現象、すなわち海面温度の正の偏差の存在が知られている。しかし、既往の研究での検証は十分ではなく、大気海洋相互作用が複雑なこともあり、偏差が生じる原因は不明確であった。</p> <p>そこで本論文では、この偏差の原因を解明するため、海面温度偏差と海洋中の熱移流、および大気海面間の熱交換との関係に焦点を当てて解析を行った。解析には1982年～2012年の海洋再解析データ</p>	

と 1985 年～2004 年の CMIP5 モデル群過去検証実験のデータを用い、西部インド洋を西部アラビア海、西部赤道インド洋、南西部インド洋の 3 領域に分けて解析を行った。

まず現実の海面温度の変動要因を探るため、海洋再解析データによる解析を行った。アジア夏季モンスーンインデックスを用いて、解析対象期間を夏季南西季節風が弱い年（8 年）と強い年（10 年）に分けると、季節風が弱い年では 3 領域とも海面温度が高かったことが判明した。また、各対象領域における海面温度に対して、西部赤道インド洋では北半球春季の東西熱移流、西部アラビア海と南西部インド洋では鉛直熱移流との相関が高かった。これは、季節風の強弱が海洋表層の風成循環に影響を及ぼすためと推察される。一方、北半球冬季における西部赤道インド洋の海面温度は、鉛直熱移流との相関が高かった。これは、冬季は水温躍層が浅く、湧昇流の影響を受けやすいためと考えられる。

次に CMIP5 モデルについて検討した。全モデルの平均データでは夏季西部赤道インド洋において実測よりも海面温度が高かったが、個別には実測よりも高いモデルと低いモデルが存在した。海面温度の高い上位 4 モデルと低い 4 モデルでは、南西季節風強度の差が顕著であった。相関解析の結果、季節風の差が東西熱移流の差を生じ、海面温度偏差の原因となっていることがわかった。この結果は再解析データによる結果と整合的である。また、その移流熱源となる 5 月の南西部インド洋の海面温度は、3 月の東アフリカ沿岸流の影響を受けていることがわかった。

これらの結果は、西部インド洋における海洋力学の理解を進展させるとともに、今後の大気海洋結合モデルの改善に役立つ知見である。CMIP5 のモデルはグローバルな気候変動の予測を目的としているが、本論文のように地域を限った検証を通してモデルの改良が行われれば、グローバルな予測の精度も向上する。本論文は、西部インド洋におけるグローバルなモデルの予測精度が十分ではないことを具体的に示したことに加えて、海面温度偏差と相関の高い現象を抽出してその物理的背景を考察したことで、モデルの改良の方向性を示したことが高く評価される。

以上のことから、本論文は博士論文に相応しい内容であることを審査委員全員で確認した。本審査と公聴会における発表内容は、予備審査における指摘事項を改善したものとなっていた。本審査と公聴会における口頭試問の結果も総合し、本論文は学位論文審査に合格と判定した。また、専門分野からの課題に対する審査結果から、学力確認に合格と判定した。

学位論文の基礎となる参考論文

- (1) [Fathrio, I., S. Iizuka, A. Manda, Y. Kodama, S. Ishida, Q. Moteki, H. Yamada, and Y. Tachibana, 2017, Assessment of western Indian Ocean SST bias of CMIP5 models, Journal of Geophysical Research: Oceans, vol. 12, 3123-3140, DOI: 10.1002/2016JC012443.](#)
- (2) [Fathrio, I., A. Manda, S. Iizuka, Y. Kodama, and S. Ishida, 2017, Evaluation of CMIP5 models on sea surface salinity in the Indian Ocean, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, vol. 54, 012039, DOI: 10.1088/1755-1315/54/1/012039.](#)