（様式４）

二国間交流事業 共同研究報告書

令和 5 年 4 月 28 日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

［日本側代表者所属機関・部局］
東京大学・大学院理学系研究科
［職・氏名］
教授・升本 順夫
［課題番号］
JPJSBP 120198201

1. 事 業 名 相手国:インドネシア(振興会対応機関:LIPI)との共同研究

2. 研究課題名

（和文） インド洋の海洋変動が海洋大陸の気候や生態系システムに及ぼす影響

（英文） Indian Ocean variability and its impact on climate and ecosystems of the maritime continent

3. 共同研究実施期間 平成 31 年 4 月 1 日 ～令和 5 年 3 月 31 日 (4 年 0 ヶ月)

【延長前】 平成 31 年 4 月 1 日 ～令和 4 年 3 月 31 日 (3 年 0 ヶ月)

4. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

Indonesian Institute of Sciences・Senior Researcher・A’an Johan Wahyudi

5. 委託費総額(返還額を除く)

本事業により執行した委託費総額		5,332,866 円
内訳	1年度目執行経費	2,337,500 円
	2年度目執行経費	620,366 円
	3年度目執行経費	2,375,000 円

6. 共同研究実施期間を通じた参加者数(代表者を含む)

日本側参加者等	8 名
相手国側参加者等	10 名

＊ 参加者リスト(様式 B1(1))に表示される合計数を転記してください(途中で不参加となった方も含め、全ての期間で参加した通算の参加者数となります)。

7. 派遣・受入実績 (注:2022 年度への繰越分は 4 年度目に記載)

	派遣		受入
	相手国	第三国	
1 年度目	3	0	4 (3)
2 年度目	0	0	0 ( )
3 年度目	0	0	0 ( )
4 年度目	2	0	2 (2)

＊ 派遣・受入実績（様式 B1(3)）に表示される合計数を転記してください。
派遣：委託費を使用した日本側参加者等の相手国及び相手国以外への渡航実績（延べ人数）。
受入：相手国側参加者等の来日実績（延べ人数）。カッコ内は委託費で滞在費等を負担した内数。

8. 研究交流の概要・成果等

(1)研究交流概要（全期間を通じた研究交流の目的・実施状況）

本共同研究では、インドネシア共和国のスマトラ島およびジャワ島の南岸に沿った熱帯インド洋南東部に発達する海洋湧昇域の物理、生物地球化学、および生態系に関する基礎的な特性を調べるとともに、東部インド洋における大規模場との関連や、湧昇システムの物理的な変動に伴う生物地球化学的変動と生態系動態との関係を統合的に明らかにすることを目的としている。この目的を達成するため、既存観測データの見直し、新たに取得されたデータの共同分析と解析、また数値モデル結果の共同解析を行い、東部インド洋湧昇域と周辺海域における分野横断的研究を進め、多くの新たな知見を得た。その際、日本とインドネシア双方の若手研究者の交流や研究技術の習得も積極的に行い、多様なキャリアパス形成に大きく貢献した。

(2)学術的価値（本研究交流により得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果）

本研究交流開始時には、インドネシア海域における物理場と生物地球化学的変動に関するレビューを行い、理解の現状と問題点を明らかにしたレビュー論文を発表した。その後の研究交流により得られた新たな知見や学術的成果は以下のとおり。

1. 人工衛星によるリモートセンシングデータおよび現場観測データを用いて、インドネシア海域の海面水温に見られる長期トレンドとその成因を調べた。特に、インドネシア海の平均海面水温に 0.19 ± 0.04 decade^{-1} の温暖化傾向があることを示し、その要因として降水量の増加傾向に伴う表層塩分の低下と混合層深度の浅化の影響が考えられることを示した。さらに、インドネシア通過流による熱輸送の効果も重要であることを示唆した。
2. 白鳳丸 KH-18-6 次研究航海で得られたベンガル湾および東部インド洋における海水中の微量金属元素を測定し、その分布を明らかにした。特に海水中の鉄濃度と硝酸塩濃度を比較し、植物プランクトンの生育の制限因子を検討した。大気を経由して輸送される鉄の重要性を明らかにした。
3. 人工衛星によるリモートセンシングデータおよび現場観測データを用いて、インドネシア海域の海面での粒子状有機炭素の時空間分布特性を明らかにした。大きな河川の河口付近の沿岸域や大陸棚においては陸域からの流入の影響を強く受ける一方、その他の海域では海洋由来物質が主成分となっている。また、南東モンスーンの時期に最大、北西モンスーンの時期に最小となる顕著な季節変動を示し、クロロフィル a 濃度と正相関、海面水温と負の相関を持つことを明らかにした。
4. 人工衛星によるリモートセンシングデータおよび海洋再解析モデルの結果を用いて、インドネシアのジャワ島南方海域における炭素と栄養塩循環に重要な生物地球科学的諸量の時空間分布を明らかにした。ジャワ島南方海域では、南東モンスーン期に起こる沿岸湧昇に伴い多くの要素が最大値を示すが、その分布はインドネシア通過流の影響を受けていること、また、沿岸に近い海域では年間を通じて粒子状有機炭素濃度が高いことが分かった。さらに、経年的な変動として、エルニーニョ現象とインド洋ダイポールモード現象が同時に発生している場合に生物地球科学的諸量のピークが現れることを明らかにした。

これらの新たに得られた知見は、インドネシア海域の生物地球科学的諸量の時空間的変動には、自然変動としての物理・化学的プロセスと人為的擾乱の組み合わせが大きな影響を与えることを示唆している。

(3)相手国との交流（両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果）

本共同研究の初年度には、インドネシアでのワークショップ開催（齊藤宏明氏、呂佳蓉氏の派遣）や、インドネシア研究者を日本へ招聘して共同分析・解析を行うことで分析・解析技術の習得（Iskhaq Iskandar 氏、A'an Johan Wahyudi 氏、Deni Okta Lestari 氏、Arief Rachman 氏の受入れ）を進めるなど、双方の研究能力向上に資するとともに、研究の展開の下地を作ることができた。残念ながらその後2年間は新型コロナウィルス感染症のためオンラインでの交流に限られてしまったが、着実に共同研究を進め、インドネシア多島海域や沿岸湧昇域の物理的変動特性と生物地球化学的変動との関連性に関する多くの知見を得ることができた。その後は、2022 年度にインドネシア科学院での共同研究討議を実施（升本順夫氏の派遣、2回）するとともに、東京大学等において共同研究討議を実施し（Iskhaq Iskandar 氏、A'an Johan Wahyudi 氏の受入れ）、共同研究を進めた。その成果は、複数の国際学術誌に掲載され、また国際学会等で発表し、多くの研究者から注目された。

(4)社会的貢献（社会の基盤となる文化の継承と発展、社会生活の質の改善、現代的諸問題の克服と解決に資する等の社会的貢献はどのようにあったか）

インドネシア南方の湧昇域変動およびそれらと広域場との関連に関する新たな知見を得ることで、科学的理解の基盤を強固なものとすることに貢献した。また、スマトラ島・ジャワ島沖湧昇域は、漁業が活発に営まれている海域であるとともに、領域規模から地球規模の気候変動にも影響を与える海域であり、温暖化傾向や人為起源の海洋環境ストレスへの対応に向けた科学的な基礎情報の提供に資するものとなる。

(5)若手研究者養成への貢献（若手研究者養成への取組、成果）

初年度には、双方の若手研究者が参加するワークショップを開催し、最新の研究動向を踏まえた議論を行うとともに、インドネシア側の若手研究者を招聘し、サンプルの分析技術やデータ解析手法の習得も考慮しながら共同研究を進め、若手研究者の研究推進やキャリアアップへ貢献することができた。特に、日本側で参画した若手研究者は、本共同研究期間に新たなポジションを獲得してステップアップしている。そのうちの1名（Idha Y. Ikhsani 博士）は東京大学において学位取得後、共同研究機関であるインドネシア科学院でのポジションを得ており、若手研究者養成の観点での大きな成果となっている。

(6)将来発展可能性（本事業を実施したことにより、今後どの様な発展の可能性が認められるか）

本共同研究を実施したことにより深い信頼関係を構築できたことは、今後、引き続き協力して研究を進める上で重要な基盤となる。2024 年には本共同研究の日本側研究者らが中心となって、東部インド洋における観測研究航海を実施するが、その際にも本共同研究の発展としての協力を行うことになっている。これらの共同研究は、「第2次インド洋国際調査」や「国連海洋科学の 10 年」など、現在国際的な枠組みで実施されている研究活動でも重要な貢献となる可能性が大きい。

(7)その他（上記(2)～(6)以外に得られた成果があれば記載してください）
例：大学間協定の締結、他事業への展開、受賞など

本共同研究を発展させる協力関係を長期にわたり継続させるため、インドネシア国立研究革新庁（BRIN; LIPI がその中に含まれる新たな研究組織）と東京大学との間での協力協定締結に向けた具体的な作業が開始されている。