

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

研究課題別終了時評価報告書

1. 研究課題名

短期気候変動励起域における海陸観測網最適化と高精度降雨予測

(2010年4月–2014年3月)

2. 研究代表者

2. 1. 日本側研究代表者：山中 大学 ((独)海洋研究開発機構 (JAMSTEC) 上席研究員)

2. 2. 相手側研究代表者：Fadli Syamsudin (技術評価応用庁 (BPPT) 天然資源局地球システム・減災研究室 研究室長)

3. 研究概要

本プロジェクトの目標は、「海大陸最先端研究拠点 (MCCOE) における海陸の観測網最適化と情報活用を通じ、地域内降雨変動に関する予測精度向上および影響 (洪水・渇水など) 対策立案のための基礎研究・開発を推進し、その成果を世界に発信する」ことである。具体的には、海洋起源の経年・季節内変動 (エルニーニョ、ダイポールモード、マデン・ジュリアン振動)、大陸起源のモンスーン (コールドサージ)、現地島嶼上で生みだされる日変化、の3要素を全て (100%) 検出可能とし、史上初めて「赤道熱帯域の気候・気象予測指針を確立」する。MCCOEでは、インドネシア人研究者による3要素の観測とそれに基づく1日後、1週間後、1年後の雨量予測を行い、気候とりわけ雨量の変動を直接原因とする社会影響 (洪水、渇水、農業生産など) を最大限緩和する政策提言をインドネシア政府に対して行うことを可能とする。また気候変動予測精度を左右するこの地域の観測を維持し成果を世界に発信することで、インドネシアを全地球観測網構築 (GEOSS; 2005~14年) の有力な推進国とし、日伊双方の研究者が協力して全世界の気候変動影響適応・緩和に貢献するものである。

4. 評価結果

総合評価 (A+ : 優れている (降雨変動の予測精度の向上を可能とすると共に、研究を継続・発展するための政府機関 (MCCOE) の設立に寄与した。これらは国際的な地球観測計画 (GEOSS) にも貢献すると期待できる))

研究代表者の強力なリーダーシップのもと、海洋起源の経年・季節内変動、大陸起源のモンスーン、島嶼上で生みだされる日変化、の3要素を検出可能とし、降雨変動の予測精度の向上を可能とした。また、海上・海洋観測装置の製作、二重偏波ドップラー気象レーダー、ウインドプロファイラーの保守・運用に関する技術などの移転がなされ、相手国は

それらの観測システムを運用しており、熱帯域の気象、気候変動予測に不可欠なデータの収集に貢献している。また、本プロジェクトの技術的支援により研究機関（MCCOE）が設立され、相手国が活動の継続・発展を開始している。今後の気象、気候分野における予測精度の向上とそれに基づく災害の軽減に向けた研究の推進および社会実装への着実な前進であると評価する。

以下に、評価項目における特筆すべき内容を列挙する。

4-1. 地球規模課題解決への貢献

【課題の重要性とプロジェクトの成果が課題解決に与える科学的・技術的インパクト】

本研究は、これまでデータの乏しかった熱帯域のインド洋と太平洋の接点にある広大な地域・海域において、気象レーダーと気候ブイによる観測網を構築し、当該地域のみならず全球規模での、特に、降水量に関する気候変動の解析・予測に多大な貢献をしたと高く評価する。また、本研究の成果により、今後も新たなデータが継続的に観測・分析・公開される見込みであり、科学的インパクトは高い。

【国際社会における認知、活用の見通し】

これまで観測の空白域であったインドネシア「海大陸」における大気・海洋観測データの国際発信が開始されており、世界の気候研究や気象・気候予測に活用されつつある。レーダー網は、GEOSS 初期成果の一つに数えられている。また、MCCOE は今後予定されている国際共同観測研究等に参加し地球規模での貢献を果たす方針を掲げており、国際社会において重要な地位を占めるものと思われる。

【他国、他地域への波及】

東南アジア諸国においてインドネシア「海大陸」での大気・海洋観測データの利用が進むとともに、他国においても同様の観測システムの構築が進む可能性があると考えられる。また、ASEAN の ASEAN 防災人道支援調整（AHA）センターは、災害マネジメントと緊急時対応においてインドネシアの大気・海洋観測を活用することに合意している。

【国内外の類似研究と比較したレベル】

地球規模で発生する熱帯域に特有の様々な現象と対象域の雨量等の気象との関係は、対象域のみならず、地球規模の大気の変動に係わっており、本研究成果は重要なものである。また、本プロジェクトで配置した気象レーダーや海洋気候ブイによる観測網は、我が国での観測網に比べればまだ初期段階であるが、インドネシアでこれらの観測網の維持ができる科学的および行政的な基盤を完成させたことは評価できる。

4-2. 相手国ニーズの充足

【課題の重要性とプロジェクトの成果が相手国ニーズの充足に与えるインパクト】

とくに社会的なインフラが充分には整備されていないインドネシアでは、地球温暖化に伴う豪雨などの極端気象現象に関する機構・気象変動を的確に把握しその予測を行うニーズは極めて高いと考えられる。また、このニーズに応じて行われた本研究はインドネシアでの気象予測の面で大きく貢献しつつある。

さらに、インドネシアにおいて都市域の高精度レーダーの運用を可能としたことで、特に短期の極端気象現象の監視、予測に対する期待が高まっており、実用に向けて先駆研究を実施する MCCOE への期待も高いと考えられる。

【課題解決、社会実装の見通し】

地域の気象（降雨等）状況の把握については十分な成果を挙げたと評価する。降雨予測精度の向上については独自に開発した予測モデルとは言えないが、インドネシア国内でのモデル開発グループ等が立ち上がっていることから日本およびインドネシアの連携の基でさらなる精度向上、活用範囲の拡大に向けて今後の発展が期待できよう。一方、極端現象の監視システム、気候変動の監視に関する観測システムの一部は既に実用化されている。研究機関 MCCOE による応用と改善に取り組む仕組みもできている。

【継続的発展の見通し（人材育成、組織、機材の整備等）】

観測機器に関する技術のインドネシア技術者への移転が着実に行われ、インドネシアの研究者への指導と共同研究にも積極的に取り組んでおり、観測網の構築、国家予算等で運用される研究機関 MCCOE の設立とも相まって、継続的発展の見通しは極めて高いと考えられる。また、インドネシア人から学位取得直後の 1 名をポスドクとして雇用したほか、地球規模枠国費留学生に採用された 1 名が 2014 年 9 月に学位取得見込みである。

【成果を基とした研究・利用活動が持続的に発展していく見込み（政策等への反映、成果物の利用など）】

インドネシア政府は MCCOE への今後五ヶ年の予算計上を表明するなど、引き続きこれまでの成果を継続・発展させる意向を明らかにしており、また、日本側研究機関も今後の支援・協力を継続するとのことであり、今後の持続的発展が期待できる。

4-3. 付随的成果

【日本政府、社会、産業への貢献】

気象、気候の予測精度の向上はインドネシアに進出している日本企業、在留日本人の安全や便宜に直接的に貢献する。観測機材などに関する技術は小さいながらも製作会社に貢献すると考えられる。また、将来的には気象、気候、特に台風の発生や規模および進路の予測精度の向上などで我が国にも利益をもたらす可能性がある。なお MCCOE には既に日本企業 5 社から、本研究の成果について活用の希望が寄せられている。

【科学技術の発展】

本研究成果は、学会でも高く評価されている。また、本研究による観測システムは、既に予測の向上、すなわち、豪雨・洪水の監視・予測指針や雨期入りの年々変動に関する予測指針の確立に活用されようとしている。今後さらに、データの蓄積と国際的な発信を通して、インドネシアならびに地球規模の気候・気象現象の解明と予測の向上が進展すると考えられる。

【世界で活躍できる日本人人材の育成（若手、グローバル化対応）】

若手人材の育成に関しては特に顕著な成果は見られないが、レーダー観測、ブイ観測、水文予測の分野で次世代を担う中堅リーダーを育成している。また、日本側研究代表者の強いリーダーシップの基で日本人研究者が学んだことは多かったと評価する。

【知財の獲得や国際標準化への取り組み、生物資源へのアクセスや、データ入手手法】

本研究の性質から、知財などの獲得は乏しかったが、日本のレーダー雨量推定法や気候ブイ観測法ならびにデータ品質管理システムや配信システム等をインドネシアの標準型として導入できたことは評価できる。

【その他の具体的成果物（提言書、論文、プログラム、試作品、マニュアル、データなど）】

原著論文も約 80 件と比較的多く、そのうちインドネシア人のファーストオーサーのものが 15 件、共著が 21 件とインドネシア側研究機関の論文発表への関与が高い。また、MCCOE には、日本仕様の観測データ品質管理システムやデータ公開システムが装備された。

【技術および人的ネットワークの構築（相手国を含む）】

本研究成果は、日本側代表研究者の熱意に満ちた長期間に亘るインドネシアとの共同研究活動の結果成就されたものである。インドネシア側との技術的ならびに人的信頼関係は極めて緊密であり、従来からのネットワークをさらに強化したものと高く評価する。また、本研究期間中に、日本側研究代表者の意志を継ぐ中堅研究者も育成されているので、このような関係が今後も継続されることを期待したい。

4-4. プロジェクトの運営

【プロジェクト推進体制の構築（他のプロジェクト、機関などとの連携も含む）】

日本の代表研究機関が全面的に本研究を支援したこと、また研究代表者がインドネシアに長期滞在したこともありインドネシア側関係者と深い信頼関係を保ち広い視野で強固な推進体制が構築された。その具体例としては、インドネシア代表研究機関（BPPT）の中に MCCOE を設立するという戦略目標のもとに構築されたプロジェクトの推進体制が極めてうまく機能し、気象気候地球物理庁（BMKG）と航空宇宙庁（LAPAN）を巻き込んで、目標通り

の成果を得ることができた。また、成果の活用・普及を目指して JICA の気候変動に関する技術協力プロジェクト等との連携、およびインドネシア国内の関係省庁を集めたワークショップの開催も成されている。

【プロジェクト管理および状況変化への対処（研究チームの体制・遂行状況や研究代表者のリーダーシップ）】

本プロジェクトは、日本側研究代表者の山中博士とインドネシア側研究代表者のファドリ博士の強い指導力によって推進されてきた。特に山中博士は、プロジェクト期間中 60% 以上をインドネシアに滞在して、持ち前の熱意と行動力によって、自ら研究開発活動にあたるとともに、関係機関との調整、連携、広報等のプロジェクトマネジメントに献身的に尽力した。両研究代表者のこうした熱いリーダーシップなしにはこの優れた成果はなかったと言っても過言ではない。

【成果の活用に向けた活動】

日本側研究代表者のインドネシア政府関係者への説明、協力要請などが積極的になされ、その結果インドネシアにおける本研究成果の活用の基盤は整ってきたと言える。また、インドネシア政府研究機関 MCCOE が本研究成果の継承を行うと考えられるので、この点からも成果は活用されるものと考えられる。

【情報発信（論文、講演、シンポジウム、セミナー、マスメディアなど）】

その他の具体的成果物の項で述べたように、情報発信は十分成されていると評価する。

【人材、機材、予算の活用（効率、効果）】

ブイ 1 号機の一部（洋上部分）が不可抗力により亡失したこと、および亡失部分の回収と 2 号機の設置がインドネシア政府の予算削減の影響を受け予定より遅れる結果となったが、ブイの開発、製作、運用の技術移転は成功裏に終わっているため、この分野での目標も基本的には達成されていると判断できる。

4-5. 今後の研究に向けての要改善点および要望事項

他のプロジェクトとの連携も含め、以下について期待するとともに要望したい。

- ① 当該地域の気象、気候予測の精度・信頼性を一層向上すること。
- ② 本研究の成果を広く東南アジア地域へ展開すること。
- ③ 世界に向けて情報発信を行うこと。

特に、①に関し、インドネシア地域の気象予測、地球規模の気候予測、温暖化予測においては、より詳細な精度の高い観測データが求められ、今後は観測点の増加とともに、特にリモートセンシングの測定データから気象要素を抽出する精度の向上が必要となる。また、これらのデータは、予測アルゴリズムの改善に劣らぬ貢献があり、さらに気候変動を

解析する上での重要な根拠となり得る。本プロジェクトで重視した観測データの増加あるいは解析精度の向上の成果を評価するにあたっては、新しい観測データネットワークに対する予測へのインパクトを客観的に比較する方法の導入を望む。目標の設定においても、既存のデータを増減させた場合の感度実験等について、データの影響範囲を吟味する等の工夫をすることで、判りやすく客観的で明確な評価が可能となるものと考えられる。②に関してはニーズが高いと思われる。これらの地域と連携することにより、本研究のさらなる進展も期待できる。

以上

研究課題名	短期気候変動起源地域における海陸観測網最適化と高精度降雨予測
研究代表者名 (所属機関・職)	山中大学 (海洋研究開発機構・上席研究員)
日本側研究機関	海洋研究開発機構・京都大学・神戸大学
研究期間	平成21年度採択(平成22年2月～26年3月)
相手国名	インドネシア共和国
主要相手国研究機関	技術評価応用庁、航空宇宙庁、気象気候地球物理庁

付随的成果	
日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> 世界気候変動研究における日本の指導的地位強化 日本の熱帯化への適応・影響緩和への科学(原因究明)・技術(監視・対策)両面の貢献 日本発の地球観測関連科学技術がG20のインドネシアに拡大し、関連の日本企業の参入も増進
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> ジャカルタ首都圏および西スマトラの豪雨・洪水に関するレーダーを用いた監視・予測指針の確立 インドネシア主要稲作地域の雨季入りの年々変動に関する太平洋・インド洋水温を用いた予測指針の確立
知財の獲得、国際標準化の推進、等	<ul style="list-style-type: none"> 日本のレーダー雨量推定、データ実時間インターネット公開システムのインドネシア国内での標準化 日本開発の気候バイおよび観測データ品質管理システムのインドネシアへの拡大と国際標準化
世界で活躍できる日本人材育成	<ul style="list-style-type: none"> 研究者育成(2名＝首都大客員准教授、京大研究員) 技術者育成(1名＝土木研究所技術研究員)
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> MCCOEを受け皿とした日伊共同研究の本格化 日本で育成したインドネシア気候・気象・水文研究者との連携(5名)および新規育成(D見込2名、他2名) 日本でのインドネシア人バイ技術者の育成(10名)
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	<ul style="list-style-type: none"> レーダー雨量のインターネット情報公開システム(SIJAMPANG) バイ海水温の品質管理・インターネット公開システム(InaTRITON) 査読付原著論文(国際学術誌印刷済・受理済計78件;内インドネシア人筆頭15件、共著21件)

上位目標

世界最暖の海水が育む活発な対流雲活動により地球規模大気循環を駆動する「海大陸」域の大気・海洋観測基盤を確立し、気候変動機構を明らかにすることにより、地球規模ひいては日本の気候変動予測精度を向上させるとともに、既に日本に拡大した熱帯的異常気象への適応や影響緩和の先例的具體策として貢献する。

インドネシアが日本と共に全地球観測網と気候変動研究を主導する国に成長する。

プロジェクト目標

短期気候変動起源地域での海陸観測網最適化を通じて、史上初の赤道熱帯特有の雲が作る異常気象の予測法を精度6割まで確立する。

「海大陸」域内の最適配置観測点での大気・海洋データを国際発信するとともに、二次的気候情報に変換してイ国内社会に広く利用させる(日伊共同の観測データ発信: 3年目まで、イ国研究者独自の2次的気候情報発信: 5年目まで)

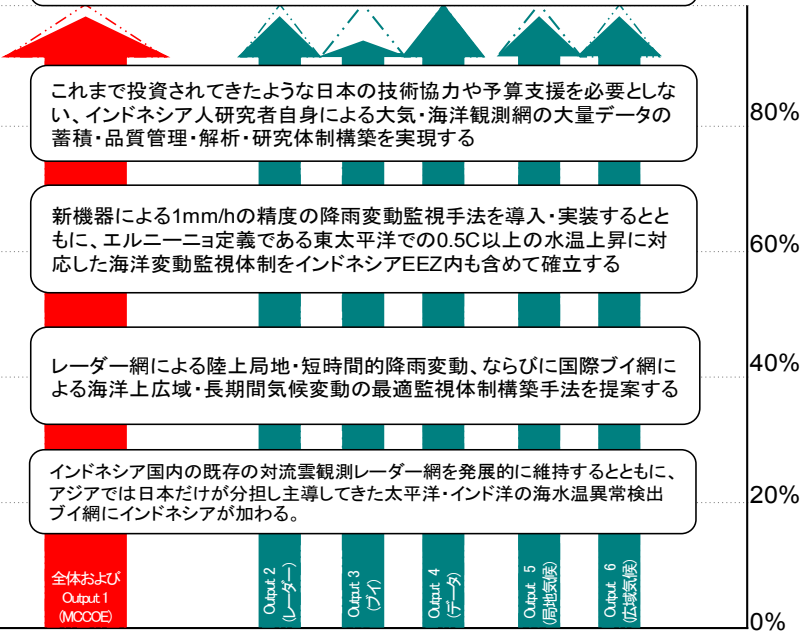


図1 成果目標シートと達成状況(2014年1月時点)