

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)  
研究課題別中間評価報告書

**1. 研究課題名**

短期気候変動励起源地域における海陸観測網最適化と高精度降雨予測 (2009. 6-2014. 3)

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

**3. 研究概要**

本プロジェクトの上位目標は、短期気候変動励起源地域であるインドネシア地域の気候変動メカニズムを解明すると共に、日々（数日先）及び季節（6 カ月から 1 年程度先）の気候（特に降雨量）について高精度の予測を可能とすることである。

本プロジェクトでは、海陸の観測網最適化と情報活用により、地域内の気候変動に関する予測精度向上と影響（洪水・渇水など）対策立案のための基礎研究・開発を推進し、その成果を社会に還元すること、および今後の研究、運営の基点となる海大陸最先端研究拠点（MCCOE）の創設に資することを目的としている。

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、世界で初めて「赤道熱帯域の気候・気象予測指針」を確立する。MCCOE は、この分野の研究を継続推進し、成果を世界に発信すると共に、インドネシア人が中心になり、3 要素の観測とそれに基づく翌日から 1 年程度先の気候、とりわけ降雨量を予測し、そ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ものである。本プロジェクトでは MCCOE の機能と構成などについて検討、提案する。

この地域は日本の気候にも大きな影響を与えており、これらの成果は、日本の気候予測にも寄与するものである。

**4. 評価結果**

**総合評価（A+：所期の計画やや上回る取り組みが行われており、大きな成果が期待できる）**

プロジェクト全般において、国際共同研究は極めて順調に進展している。

観測装置の設置、観測システムの構築、技術移転、MCCOE 設立に向けての協力などが計画通り進行している。

特に、MCCOE のコンセプト及び機能、構成案を検討、提案するなど、本プロジェクトが大きく寄与していることは特筆に値する。

加えて、主要な要素技術、すなわちブイ、各種レーダーなどの観測技術、計算プログラムなども順調に開発、整備されている。購入機器の有効活用の面では、可搬式マルチパラメーターレーダーMPR、ブイ1号基 Ina-TRITON が導入された結果、観測網が充実したことにより今後の成果創出が期待される。

更に、「降雨予報」の社会還元の一環として、レーダー網を活用したプロトタイプの実時間降雨監視システム「SIJAMPANG」（ジャカルタ近郊をカバー）が開発され、インターネットを通じ、試行的に情報発信されている。今後、データ品質の改善等が行われ、本格的稼働に繋がっていくものと期待される。

この地域における詳細な観測データは、研究を通して気候予測の精度向上に大きく貢献することが期待される。また、気候の変化を的確に把握するためには、過去の長期間の整理されたデータが必須である。本プロジェクトは、これらのデータの改善に着実に取り組んでいる。

プロジェクトの後半で重要となってくる観測機器の運用にかかるインドネシア技術者、および予測の研究に携わる同国研究者の養成は、研究代表者のリーダーシップにより順調に進められている。本プロジェクトが取り組む目標の一つである地球規模の気候変動予測精度の向上は、ハードルの高い目標であるが、現地の研究者・技術者が意義を理解し継続的に取り組んでいくことが期待される。

#### 4-1. 国際共同研究の進捗状況について

全般に、国際共同研究は順調に進展している。

ブイ、各種レーダーなどの観測技術、計算プログラムなどの主要な要素技術の開発、整備に加え、特に、「降雨予報」の社会還元の一環として、レーダー網を活用したプロトタイプの実時間降雨監視システム「SIJAMPANG」が開発され、インターネットを通じ、試行的に情報発信されている。今後、本格的稼働に繋げていくべくデータ品質の改善等が期待される。

一方、季節などのより長期の気候予測については、開発、検証が進展しているが、時間的制約もあり、プロジェクト期間中は精度、信頼性の検証は部分的なものにとどまり、全体的な検証は本プロジェクト終了後となる見通しである。

MCCOE が入居予定の研究棟は、BPPT（技術評価応用庁）の予算で建設が進んでおり今年度中に完工予定である事が確認された。

当該 MCCOE には3つの機能（観測、データ（収集、分析）、研究）を設けることが本プロジェクトの両国の研究者によって提案・計画されている。MCCOE の詳細についてはまだ最終決定はなされていない段階と推察されるが、MCCOE のコンセプト及び機能について、本プロジェクトが大きく寄与していることは特筆に値する。

ただし、これまでの研究活動は、日本の研究者が蓄積してきた観測技術・研究成果等のインドネシア側への移転、観測機器の投入、MCCOE 設立への貢献など、研究インフラの整備に関するものが中心であり、国際的あるいは日本における科学技術の発展に寄与する研究成果はこれからであるとも言える。

成果発表、リテラシーでは、論文数（国内 2、国際 58（イ側筆頭 9 件）、口頭発表（国内 96、国際 239 件）共に高いレベルにある。成果発表に際しては acknowledgment に SATREPS 名を記述するよう再確認した。又アウトリーチの一環として、特に本年 3 月に現地にて開催された、「MPR と Ina-TRITON ブイの披露ワークショップ」には 200 名を越す参加者があり、SATREPS の情報発信に大きく貢献した。

#### 4-2. 国際共同研究の実施体制について

両国の研究代表者の優れたリーダーシップのもとに、国際共同研究が順調に展開されていることが改めて確認された。

既存の日本側で研究用に使用していた観測機器の一部をインドネシアに移管するなど、研究コストを意識しながら、より優れた成果が得られるよう、工夫している。

日本側の研究代表者が現地に長期間滞在（延べ年間 6 カ月程度）しており、共同研究体制の維持管理が十分行われている。両国関係者の意思疎通、各サブグループのリーダー間のコミュニケーションも円滑である。両国の人材育成も進展している。

研究者とのインタビューを通じ、特にブイ開発運用チーム参加メンバー間の連携意識は高いと理解できた。ブイの自律的運用に向け日本側での積極的な技術指導・教育が奏功しているものと思われる。又、レーダー運用グループにおいては、新規導入した MPR（可搬式マルチパラメーターレーダー）の操作技術が向上、3 名の技術者が育成されつつあり、自立的運用に向け前進していることが確認された。その一方で、これらのグループ活動が単なる技術移転、設置作業に終わる恐れもある。技術、機器・システムの国際標準化などについても検討してもらいたい。

研究協力機関である LAPAN (航空宇宙庁), BMKG (気象気候地球物理庁) は現業省庁であるため、固有の業務をこなしながらの本プロジェクトへの参加となっている。この為、定期的にミーティングに参加する事は必ずしも容易ではない。

改善策として、代表研究者と各グループリーダー間のみならず、参加メンバー全員とプロジェクトの進捗状況などを共有するよう、両国代表研究者の努力に期待する。

国際共同研究はコンプライアンスに基づいて実施されている。

#### 4-3. 科学技術の発展と今後の研究について

本プロジェクトが狙う具体的な社会実装として、気象レーダー網及び海洋観測網を構築し、それによって得られるデータを品質管理・蓄積・分析し、「高精度の降雨予測情報」を発信することを目指している。

既にプロトタイプとして SIJAMPANG が試行されており、検証と高精度化に向け研究が進んでいる。最終的には、気象情報の発信省庁である BMKG (気象気候地球物理庁) から降雨予測として発信されることになろう。

他方、本プロジェクトの重要な最終目標のひとつは、「広域気候予測」と「局地気候対策」である。広域気候予測については、例えば LAPAN において、JAMSTEC の SINTEX-F (高解像度大気海洋結合モデル) の予報出力結果を活用し、統計的予測手法の構築を目指している。モデル結果の検証には時間を要するが方向性として問題なく、成果を期待したい。局地気候対策では、短期気候変動に極めて脆弱であり、且つ Food Security の観点からも重要なコメ生産地 (ジャワ島、カリマンタン島中心) にターゲットを絞り豪雨洪水予測の確立を目指している。

日本の気候は、インドネシア周辺の海水分布、気象現象の影響を強く受けることが認識されてきている。この地域における気象、海洋観測が、インドネシア研究者により定期的に行われ、情報が発信されることは、インドネシア地域における研究にとどまらず、地球規模の気候、気象予測の改善に貢献することが期待される。この点についても成果目標を明確にするようにしてもらいたい。

相手国の人材育成支援は順調に進展している。日本の気候へのインパクトが無視できない地域における日本人研究者の新たな研究も進められていることから、そのなかで日本人人材の育成が期待できる。

#### 4-4. 持続的研究活動等への貢献の見込みについて

MCCOE は、インドネシア国内はもとより、世界に向けての研究、情報発信の拠点となることを意

図しており、そのコンセプトと機能の提言は本プロジェクトの大きな成果である。本プロジェクトの具体的貢献内容を明確にしておくべきである。

MCCOE の設立のほか、インドネシア研究者の育成、セミナーの開催および大気水圏科学学会の設立が進められており、人的交流および研究の自立的発展が期待される。

ジャカルタ近郊をカバーするプロトタイプの実時間降雨監視「SIJAMPANG」が試行的にインターネットを通じ情報発信されている。しかしながら、本格的な稼働に繋げるには、データ品質の一層の改善と高精度の降雨予測が不可欠である。

更なる国際共同研究の進展により、当該降雨予測システムが本格的に稼働されることを期待する。

本プロジェクトにおける観測技術、研究項目は、地球的規模の気候変動に関する研究、あるいはゲリラ豪雨等のきわめて詳細な観測を活用した予測の初期値の稠密で高度な解析、あるいは確率的要素の導入も検討されるべき不確定性要素の混在する気象予測であり、解決すべき高度で多くの研究課題がある。インドネシアの気象・気候予測と直結した社会還元を短期間で実現するのは相当の困難が予想される。ロードマップのようなものを作成する必要があるか検討してもらいたい。

広域気候予測については、開発、検証は進展しているものの、全体的な精度、信頼性の検証は時間的制約もあり、プロジェクト期間中は部分的なものにとどまる見込みである。本プロジェクト終了後も確実に成果の検証が出来るよう、高いレベルの研究成果を創出することで相手国研究者へのインセンティブとしてもらいたい。

#### 4-5. 今後の課題

- ①MCCOE 設立に向けた本プロジェクトの具体的貢献内容を明確にしてもらいたい。
- ②「海陸観測網最適化」とあるが何を目的として「最適化」していくのかを明確にもらいたい。
- ③予測精度や信頼性（確度）に関する成果目標をより具体的、定量的に示してもらいたい。
- ④気候予測技術の開発整備とその検証および局地気候変動対策研究を計画通り遂行してもらいたい。
- ⑤現在は口頭での説明や抽象的な表現に止まっているが、日本の気候予測などへの貢献内容などを計画書、成果目標シートなどに具体的に明示してもらいたい。
- ⑥当該 SATREPS の研究成果が持続的に活用されていく為には、相手国での独自の競争的研究資金等の研究予算の獲得が不可欠であり本プロジェクトでの研究成果がその後押しに繋がることを期待したい。
- ⑦終了時の成果として、「観測・予測の精度」に言及されているが、いわゆる日本の天気予報の

精度評価(100点を最大とする数値評価)のやり方は、予測の領域、対象期間、予測先行時間、判定項目の違いにより、数値が大きく変動する。また観測精度、広域計算精度、局地計算精度をかけたあわせる精度指標は、予測の利用側からも客観性からも疑義を生じる可能性がある。項目それぞれに、改善がより理解しやすい客観的な評価について検討されたい。

⑧研究が将来的な社会実装に貢献するには、研究成果が現業に活用されることが重要であることから、BMKG等の現業機関と、連携を進めていくことが望ましい。また、社会実装のロードマップのようなものを検討してもらいたい。

⑨適応策の観点から、水文分野も含めて日本にある技術は移転する方向で検討して欲しい。

本プロジェクト終了までに、残されるこれらの課題も念頭におき、引き続き国際共同研究が進められることを期待する。

以上

付随的成果		
日本の科学技術への貢献	<ul style="list-style-type: none"> <li>赤道熱帯域の観測最適化による全地球規模気候予測の高精度化</li> <li>世界の気候変動研究における日本の指導的地位の強化</li> <li>他の日伊共同プロジェクトへの正確な気候情報</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本など温帯の近年の熱帯化への適応・影響緩和における応用</li> <li>日本発の地球観測科学技術のインドネシアへの拡大</li> <li>常時数万の在留邦人の安全を守るための正確な気象情報</li> </ul>
レビュー付雑誌への掲載	<ul style="list-style-type: none"> <li>短期・局地気候(Outputs 2, 4, 5): 10件以上</li> <li>長期・広域気候(Outputs 3, 4, 6): 10件以上</li> <li>以上の内インドネシア人筆頭: 10件以上</li> </ul>	
人材育成	<ul style="list-style-type: none"> <li>若手研究者を2名(日・伊各1名)、技術研究者・技術者を計3名、本課題で雇用・育成する</li> <li>日本側中堅研究者のうち少なくとも5名を本課題を通じ国際的指導力ある研究者に育成する</li> <li>終了後両国若手研究者の昇格・昇任を目指す</li> </ul>	
科学技術の対話/情報発信	アウトリーチ活動 日本国内1回/年 伊国内3回/年	メディア掲載 日本国内2回以上、 伊国内20回以上

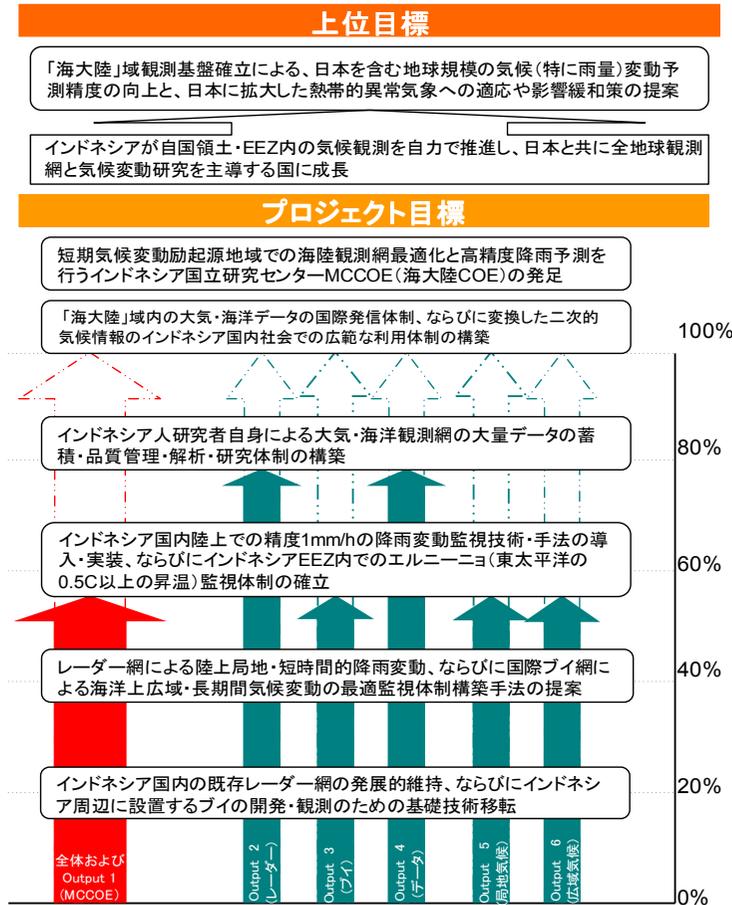


図 1 成果目標シートと達成状況 (2012年9月時点)