

国名	気候変動予測とアフリカ南部における応用プロジェクト
南アフリカ共和国	

I 案件概要

事業の背景	異常気象は、2つの海域の海面温度差により生じるインド洋のダイポールモード（IOD）現象や太平洋のエール・ニーニョ/ラ・ニーニャ現象が一因と考えられている。例えば、記録的な大雨が南アフリカに被害をもたらした際、亜熱帯IODの影響が示唆された。南アフリカは、インド洋と太平洋境界の地理的特質に基づく観測や、領域モデルのシミュレーション研究を行う、アフリカにおける稀有な研究拠点を形成したが、気候観測結果を解釈するシミュレーション研究は十分行われていなかった。他方、国連気候変動枠組み条約（UNFCCC）によるサブ・サハラアフリカの国別報告書では、科学的観測及び予測の能力の弱さを指摘されていた。こうした状況下、気候変動現象のメカニズムを明らかにし、気候変動及び気象現象を同時に扱うシミュレーション用予測モデルを構築し、シミュレーション結果を早期警報システムに適用するための研究が不可欠となっていた。		
事業の目的	本事業は、亜熱帯ダイポールモードのメカニズム及び長期気候変動メカニズムの解明、大気海洋結合循環に係る高解像度大気海洋結合モデル（SINTEX-F1）の開発、早期予測システム・プロトタイプの開発・向上、並びに気候変動研究に携わる科学者のネットワークづくりや、南アフリカにおける季節性気候予測の能力強化を図ることにより、アフリカ南部の環境問題対応に向けた季節性気候予測の適用とその応用力強化を目指した。		
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 想定された上位目標：なし 2. プロジェクト目標：アフリカ南部における環境問題に適用可能な季節性気候予測能力が強化される。 		
実施内容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 事業サイト：ケープタウン及びプレトリア 2. 主な活動：1) 亜熱帯ダイポールモードのメカニズム及び長期気候変動メカニズムの解明、2) SINTEX-F1の開発・展開、3) 早期予測システムのプロトタイプの開発・向上、4) 気候変動研究に携わる科学者のネットワークの構築 3. 投入実績 		
	日本側	相手国側	
事業期間	2010年4月～2013年3月	事業費	（事前評価時）300百万円、（実績）222百万円
相手国実施機関	科学技術省（DST：2019年よりDSI）、気候地球システム科学コラボレーション・アライアンス（ACCESS）、プレトリア大学（UP）、ケープタウン大学（UCT）、科学産業研究所（CSIR）、南アフリカ気象局（SAWS）、農業研究所（ARC）		
日本側協力機関	国立研究開発法人海洋研究開発機構、東京大学		

II 評価結果

【留意点】

<想定される上位目標及び社会実装>

本SATREPS事業では、事業デザイン時に想定される上位目標は設定されなかった。しかしながら、プロジェクト目標は、「アフリカ南部における環境問題に適用可能な季節性気候予測能力が強化される」である。そのため、「南アフリカにおける季節性気候予測が、アフリカ南部における環境問題への対応に適用される」は、想定される社会実装と仮定し、すなわち想定される上位目標として解釈できる。また、終了時評価報告書では、向上した気候予測システムの予測結果を、降雨日数などの農業向けの指数、降雨や温度変化の解析による干ばつ指数の開発に活用することが試みられた。したがって、本事後評価時において、SINTEX-Fによる季節性気候予測の適用状況を、本SATREPS事業により期待される正のインパクトの一部となる「想定される上位目標」とみなして検証を行った。

1 妥当性

【事前評価時・事業完了時の南アフリカの開発政策との整合性】

本事業は、気候変動に焦点を当てた地球規模の変化に対応する科学を含む基本的な課題を網羅し、2018年に気候科学及び気候変動対策において南アフリカが世界的リーダーとなることをビジョンとして示した、「10カ年イノベーションプラン」（2008年～2018年）など、地球規模課題に対応する科学技術に重点をおいた南アフリカの開発政策に合致していた。

【事前評価時・事業完了時の南アフリカにおける開発ニーズとの整合性】

本事業は、気候変動現象のメカニズム解明に向けた季節性気候予測能力の強化、気候変動と気象現象を同時にシミュレーションし、シミュレーション結果を早期警報システムへ適用するための予測モデル構築という、南アフリカのニーズに合致していた。

【事前評価時における日本の援助方針との整合性】

本事業は、2008年11月の政策対話及び2009年11月の第9回日本・南アフリカパートナーシップで合意された、「経済

¹ SATREPSとは、「地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム」（Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development）を指す。

成長加速化戦略」(ASCISA)及び「人的育成イニシアティブ」(JIPSA)に対する政策支援として、科学技術/気候変動プログラムを含む成長戦略に向けた人材育成に重点をおいた対南アフリカ援助政策に合致していた²。

【評価判断】

以上より、本事業の妥当性は高い。

2 有効性・インパクト

【プロジェクト目標の事業完了時における達成状況】

プロジェクト目標は、事業完了時まで達成された。SINTEX-Fの気候予測結果は、既存システムに含まれ、南アフリカ・リスク・脆弱性アトラス(SARVA)のウェブサイトにも普及している(指標1)。

【事業効果の事後評価時における継続状況】

本事業の効果は、事業完了後も継続している。SINTEX-Fのアウトプットは、季節性気候予測に向けた複合予測の一部を形成した。本SATREPS事業の研究成果の一部でもある、季節性気候予測によるデータのバイアス補正は、標準化された季節性気候予測データ処理過程の一部となった。農業研究所は、本SATREPS事業の参加者にデータを提供しており、別のSATREPS事業である「南部アフリカにおける気候予測モデルをもとにした感染症流行の早期警戒システムの構築(iDEWSプロジェクト)」(2014年～2019年)を含む、様々な事業にデータが利用されている。iDEWSプロジェクトは、本SATREPS事業の成果を活用しており、マラリアを対象疾患とした早期警戒システムはリンポポ州に向けて開発された。

季節性気候予測データは、ウェブサイトでは入手できないが新たなシステムと入れ替えられ、現在では要請ベースで入手ができるようになっており、ファイル転送プロトコール(FTP)により気候システム解析グループ(CSAG)のウェブサイトに格納されつつある。

当初設置された25カ所のAWSのうち、21カ所は今現在も機能しており、データ受信者からはポジティブなコメントが寄せられている。AWSは農業研究所により管理されているが、予算及び人員不足に直面している。他方、本事業完了後も気象観測網は維持されており、貴重なデータの収集が行われているものの、4つの観測所は、破損と盗難により使用されておらず、また、入れ替えも行われていない³。

【想定された上位目標の事後評価時における達成状況】

想定された上位目標は、事後評価時点で達成されていた。時系気候変動に対応するために、あらゆる天候予測を対象とした気象情報サービスの開発が進められている。SINTEX-Fは、研究成果の集合体を継続して包含してきており、依然として重要なモデルとなっている。上述のとおり、マラリアの早期警戒システム構築を目指すiDEWSプロジェクトを含め、研究成果を適用している複数の活動が見られる。両国の研究者により共著された論文には、「南アフリカ北東部におけるメイズ収量及び降水量予測に適用したSINTEX-F連動モデルの季節性予測」、「南部アフリカの夏季降雨の動態的季節性予測」等がある。

【事後評価時に確認されたその他のインパクト】

事後評価時点において、正のインパクトが数点確認された。上述のとおり、気象観測網は、事業完了後のiDEWSプロジェクトにより追加設置された21カ所のAWSにより拡大し、農業研究所の研究員は定常的に気象データを活用している。本事業は、季節性予測に係る技術研修やより高度な研究内容により、複数の科学者の能力向上につながった。

本SATREPS事業は農業研究所の様々な業務を改善し、また、民間コンサルタントは気象データを活用している。政府関係機関のみならず、広範な科学リテラシーが改善された。気象観測網は、学生や農家が日常生活における気候やその影響について関心を持つきっかけとなった。特に農家は、日常の計画や営農作業に気象データを活用し、AWSの維持管理支援を開始した。

本事業は、南アフリカ側研究者間のネットワークを向上させただけでなく、日本側カウンターパートとの関係を強化した。また、本事業は、南アフリカ及び日本の研究者間のより強固で広範なネットワークの構築につながった。さらに、南アフリカにおけるSCPに係る関係者グループの立ち上げのきっかけとなり、こうした機会がなければ協働することのなかった研究者間をつなぐこととなった。

【評価判断】

以上より、本事業の有効性・インパクトは高い。

プロジェクト目標及び上位目標の達成度

目標	指標	実績
プロジェクト目標 南アフリカ南部における環境問題に適用可能な季節性気候予測能力が強化される。	動態的気候予測結果が、社会的・科学的利用に向けて既存の環境データ配信システムに組み込まれる。	達成状況：達成/(継続) (事業完了時) ● SINTEX-Fの気候予測結果は、既存のシステムに組み込まれ、ウェブサイト(SARVA)より配信された。 (事後評価時) ● SINTEX-Fは、季節性気候予測に向けた複合的な成果の一部である。バイアス補正は、標準化されたデータ処理過程の一部となっている。 ● 本SATREPS事業の研究成果に基づく新たな研究事業としては、後継のiDEWSプロジェクトがマラリアに関するシステムの開発に向けて、本事業の成果を活用している。 ● 季節性気候予測データは、ウェブサイト上では入手できないものの、新たなシステムが導入され、現在では要請ベースで入手できるようになっており、FTPによりCSAGのウェブサイトに格納されつつある。当初設置された25カ所のAWSのうち、21カ所は今現在も機能しており、データ受信者からは前向きな評価を得ている。遠隔地にある4カ所のAWSは、破壊されたり盗難にあったりした。気象観測網は拡大しており、貴重なデータが観測網から収集されている。

² 外務省「ODA国別データブック2009年」

³ リンポポ州のAWSは盗難に遭い入れ替えが行われたが、入れ替えられたものも破壊されたことから違う場所に移動された。また、ンブマランガ及びウェスタン・ケープのAWSは、草原火災により焼失し、もう1カ所は破壊された。

<p>想定された上位目標 アフリカ南部の環境問題に対して南アフリカの季節性気候予測が適用される。</p>	<p>SINTEX-Fによる季節性気候予測が、アフリカ南部における環境問題の管理に適用される。</p>	<p>達成状況：達成 (事後評価時)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● マラリアの早期警戒システム構築を目指す iDEWS プロジェクトを含む、本事業の成果を活用したいくつかの実施中案件がある。 ● 時系気候変動に対応するために、あらゆる天候予測を対象とした気象情報サービスの開発が進められている。 ● 「南アフリカ北東部におけるメイズ収量及び流水量予測に適用した SINTEX-F 連動モデルの季節性予測」、「南部アフリカの夏季降雨の動的季節性予測」といった論文が南アフリカ側と日本側により共同執筆された。これらは、本事業が課題対象とした3つのテーマのうちの1つである農業に関するものであった。
--	---	---

(出所) 終了時評価報告書、ACCESS、プレトリア大学及び農業研究所への質問票調査及びインタビュー

3 効率性

本事業の実施期間及び事業費は計画内に収まり（計画比：各100%、74%）、本事業のアウトプットも計画通り発現した。よって、本事業の効率性は高い。

4 持続性

【政策制度面】

「国家環境適応戦略（案）」は、2019年5月に環境大臣より発表され、強まる気候変動の影響への計画策定とその実施を可能とするものである。環境省は、季節性気象予測の様々なセクターへの適応を含め、重要な発展を遂げている。リンボポ州保健局は、マラリアに関するシステムを適用している。保健省は、そのモニタリングを行っており、iDEWSプロジェクト下でリンボポ州保健局に適用された、マラリアに関するシステムの国家レベルでの適用を検討している。

【体制面】

iDEWSプロジェクトを含む、季節性予測データの適用に関する戦略的協力体制は、プレトリア大学、CSIR、SAWS、ACCESS及びその他機関のネットワークのもと継続している。また、上述のとおり、リンボポ州では季節性予測データを活用し構築されたマラリアに関するシステムが、リンボポ州保健局により適用されている。研究成果の持続的な適用に向け、iDEWS事務所を開設する予定である。

本事業で設置した全機材の維持管理については、設置された機関の維持管理計画に組み込まれるよう公式に委譲された。機材の所有権（維持管理の責任）は、SINTEX-Fは科学産業研究所に、AWSは農業研究所に移管された。多くのAWSは、気象観測網の維持管理計画に組み込まれ定期的に維持管理が行われており、農業研究所が日常的にデータ収集や処理をしている。他方、農業研究所は、気象観測網の維持管理及び拡大に向けて追加の職員が必要となっているものの、人員の補充は過去6年間行われていない。

社会実装については、政府職員の離職率の高さが課題となっている。

【技術面】

SAWS及び農業研究所は、AWSの運用と季節性予測データ用の気象データ収集を行える十分に訓練された職員を有している。次世代の季節予測システム（SINTEX-F2）が開発され、初代SINTEX-Fは使われなくなったことから、研究者や科学者は、SINTEX-Fのマニュアルは使用していない。

AWSの運営維持管理は、農業研究所の職員が十分な技術的知識・技能を有している。AWSの運営維持管理は、農業研究所の日常業務に組み入れられている。

【財務面】

本SATREPS事業で整備されたAWS維持管理に対する追加予算は配分されていないものの、農業研究所はメンテナンス計画に基づきAWSの維持管理を行っている。また、農業研究所は、気象観測網の拡大に向けては予算不足で、人員及び予算上の制約は悪化している状況にある。

ACCESSは、後継プロジェクトであるiDEWSプロジェクトの成功に大きく貢献し、南アフリカ側（SAWS、国立感染症研究所（NICD）、ACCESS/CISR、南アフリカ医学研究評議会SAMRC、リンボポ州保健局及び科学技術省）及び日本側（長崎大学、JAMESTEC及びJICA）間の合意に基づき、iDEWS事務所が2019年12月の南アフリカ科学フォーラムの期間中に開所される予定となっていた。同事務所は、科学技術省によりiDEWSプロジェクトの事業予算から配分される見込みである。季節性予測については、本事業の完了後、科学技術省からACCESSに対する予算配分はない。しかしながら、iDEWSプロジェクトの開始後、科学技術省は、ACCESSに対しiDEWSプロジェクトの事業予算を配分した。

【評価判断】

以上のとおり、研究機関の体制面及び財務面に問題が見られる。よって、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

5 総合評価

本事業は、アフリカ南部における環境問題対応に向けて、本事業で開発された南アフリカの季節性気候予測を活用し、プロジェクト目標及び上位目標を達成した。持続性については、気象観測網の拡大による、実施機関の人材不足及び予算不足があるものの、季節性気候予測データの適用に向け、戦略的協力態勢は維持されており、また、本事業で整備した機材は適切に維持・管理されている。

以上より、総合的に判断すると、本事業の評価は非常に高い。

III 提言・教訓

実施機関への提言：

- 科学技術省は、農業及び水分野に関する本事業の研究成果を発展させ、かつ、社会実装に向け、研究費申請を奨励すべきである。

JICA への教訓：

- 本 SATREPS 事業の実施を通じて、政府機関、大学及び研究機関の戦略的ネットワークが構築され、ネットワークは事業完了後も維持されている。これには、両国プロジェクト関係者がリーダーとなった研究者を中心に、継続的な意思疎通を行い日南ア両国関係者間の信頼関係を築く努力をしたことが大きく貢献している。具体的な活動としては、日本人

の若手研究者による南アフリカ側学生に対する講義、両国研究者間によるプロジェクトの研究成果にかかる論文指導、両国のシニア研究者による国際シンポジウム、セミナー、ワークショップ開催などが挙げられる。また、本 SATREPS 事業の成果を感染症分野で応用した後続案件（iDEWS）の存在も、本事業で構築されたネットワークの持続性に貢献したと考えられる。



季節変動予測に係る本 SATREPS 事業で調達した 6 カ所の自動気象観測所のうちのひとつ



季節変動予測会合に参加した本 SATREPS 事業の研究者
(プレトリア)