

終了時評価調査結果要約表

1. 案件の概要	
国名：南アフリカ共和国	案件名： (科学技術)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
分野：環境管理 - 地球温暖化	援助形態：地球規模課題に対応する科学技術協力
所轄部署：地球環境部 環境管理グループ環境管理第二課	協力金額（評価時点）：2.35億円 （国内協力機関である独立行政法人科学技術振興機構（JST）の資金を含まない）
協力期間	(R/D)：2010年2月26日 2010年4月～2013年3月
	先方関係機関： 科学技術省（Department of Science and Technology：DST） 気候地球システム研究応用センター（Applied Centre for Climate and Earth System Studies：ACCESS） 日本側協力機関： 独立行政法人科学技術振興機構（JST） 独立行政法人海洋研究開発機構（JAMSTEC）アプリケーションラボ 国立大学法人東京大学 大学院理学系研究科 他の関連協力：なし
1-1 協力の背景と概要	
<p>地球温暖化に伴って、気候変動がアフリカ南部地域に対してますます大きな影響を与えるといわれている。そのため、同地域における気候変動対策を進めるためには、南アフリカ共和国(以下「南ア」もしくは「南アフリカ」)を中核に、科学的な観測と予測モデルに基づく短期・中長期的な対策が必要不可欠である。南アでは、大気・海洋それぞれの動態を結合した予測モデル(大気海洋結合モデル)の構築に向けて、気象学及び海洋学の統合化を進めている状況にあり、予測精度向上に向けた研究開発は喫緊の課題となっている。</p> <p>日本側と南ア側の研究グループは、これまで個別にアフリカ南部の気候変動や海洋変動の研究を行っていたが、日本側研究グループのシミュレーション研究は、入手可能な現地のデータが少なく、その妥当性の検証が困難である一方、南ア側研究グループは、観測結果を解釈し、気候変動予測に向かうシミュレーション研究の遂行が不十分であった。このような状況において、南ア側が行ってきた観測と、日本側が主に開発してきた世界最高水準の大気海洋結合モデルによる大規模なシミュレーションを融合することによって、南部アフリカ地域の気候変動リスクに対する総合的な対策を可能にする学際的な研究及び行政的な対応策を促進することが期待されている。</p> <p>こうした背景のもと、地球規模課題対応国際科学技術協力(以下、SATREPS)案件、「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」は、アフリカ南部における気候予測システムの構築を目的に、ケープタウン大学及び気候・地球システム科学アフリカセンターをカウンターパート(C/P)機関とし、2010年4月から2013年3月までの3年間の予定で実施された。本プロジェクトでは、(独)海洋研究開発機構(JAMSTEC)をはじめ、東京大学等から年間にして延べ20名前後の研究者が南アに派遣されており、南アの研究者と共同で予測モデルの構築を進めてきた。</p> <p>2012年10月、プロジェクト終了を5か月後に控え、プロジェクト活動実績、成果を評価、確認し、今後のプロジェクト活動に対する提言及び類似事業の実施にあたっての教訓を導くことを目的として、終了時評価調査を実施した。</p> <p>なお、SATREPSは、JICAと(独)科学技術振興機構(JST)の共同スキームであり、本終了時</p>	

評価調査は、JICA・JSTの日本側と、南ア側 DST の合同評価調査とした。

1-2 協力内容

- (1) 上位目標
設定なし。
- (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気候予測システムが構築される。
- (3) 成果
1. 亜熱帯ダイポールモード現象と、そのアフリカ南部への影響の予測可能性が評価される。
 2. 大気海洋結合モデルを用いたアフリカ南部の季節気候予測が行われる。
 3. 大気海洋結合モデルが高精度化される。
 4. 異常気象の影響を緩和する早期予測システムのひな形が構築され運用される。
 5. 南部アフリカにおいて気候変動に関連する研究者のネットワークが強化される。
- (4) 投入（評価時点）
- 日本側：総投入額 約 2.35 億円（JICA のみ。JST 分は含まない。）
- | | |
|-----------|-----------|
| 長期専門家派遣 | 延べ 2 名 |
| 短期専門家派遣 | 延べ 66 名 |
| 機材供与 | 47,904 千円 |
| ローカルコスト負担 | 21,339 千円 |
| 研修員受入 | 延べ 27 名 |
- 相手国側：
- | | |
|----------------|--------------|
| カウンターパート・研究者配置 | 延べ 55 名 |
| 施設提供 | |
| ローカルコスト負担 | 約 4.31 百万ランド |

2. 評価調査団の概要

調査者	(1) 団長 安達 一郎 JICA 地球環境部 環境管理グループ 環境管理第二課長
	(2) 評価委員 安岡 善文 JST 研究主幹、東京大学名誉教授
	(3) 評価委員 高橋 昭男 JST 主任調査員
	(4) 協力企画 松岡 秀明 JICA 地球環境部 環境管理第二課
	(5) 評価分析 河原 里恵 株式会社 アールクエスト

調査期間 2012 年 10 月 7 日～2012 年 10 月 20 日 評価種類：終了時評価

3. 評価結果の概要

3-1 実績の確認

- (1) プロジェクト目標の達成状況
- プロジェクト終了時までには目標は達成されると判断される。指標は「新たなモデルを用いた力学的な気候予測の結果が南アフリカに現存する環境情報提供システムへ組み込まれること」であるが、すでにその結果はウェブサイトで公開、更新されている。

SINTEX-F モデルを利用した南半球の夏（12月-2月）における3ヶ月前からの降水量の予測の精度は相関計数 0.7、と気候予測研究の成功基準とされる相関係数 0.6 に比較して、0.1 の係数の向上が行われた。これにより SINTEX-F モデルの導入によってアフリカ南部地域における季節気候予測のシステムは向上したといえる。

また投入資機材であるコンピューターと自動気象観測装置の導入も気候予測の能力を大きく高めた。コンピューターを利用した結果の産物である季節気候予測はすでに南アフリカ側 SARVA (South African Risk and Vulnerability Atlas)、日本側 JAMSTEC のウェブサイトで夫々公開されており、今後はアフリカ南部地域の環境管理のために有効に活用されていくことが期待される。

将来はさらに季節気候予測の社会的応用が進められていくことが望まれる。

下記のとおりプロジェクトの産物の一つである学術論文の投稿数や出版数は合計で 44 と計画された数 (5) を大幅に上回っている。

- ・ 受理済：
出版済：国内：1、国際：32
印刷中：国内：0、国際：2
- ・ 投稿済：
国内：0、国際：9

(2) 成果の達成状況

成果 1

成果 1 では7つの活動がすべて計画どおりかつ成功裡に終了しており、それらの成果は計 24 本の論文にまとめられている。これらに加え、6本の論文が国際学術誌に投稿済みである。指標は3本以上の学術論文が査読付きの国際誌によって受理されることであるため、すでに達成済みである。

活動の主な成果は以下のとおりである。

- 1) 亜熱帯ダイポールモード現象のメカニズムが明らかにされた。発見などの成果は学術論文にまとめられた。
- 2) 高解像度大気海洋結合モデル (SINTEX-F) モデルを用い、亜熱帯ダイポールモード現象の影響の予測可能性が検証された。このモデルにより、世界初として亜熱帯ダイポールモード現象は1-2季節を先行して予測可能性であることに明らかにした。これらの成果は論文にまとめられ投稿された。
- 3) アガラス海流 (Agulhas Current) とベンゲラ海流 (Benguela Current) のシステムへの影響や変動性が検証された。これらの成果は論文にまとめられた。

成果 2

成果 2 の5つの活動は、自動気象観測装置で収集されたデータを用いた季節変動予測のダウンスケーリングの検証を除き、すべて終了済みである。この検証作業はプロジェクト終了時までには終了する見込みが高い。

本プロジェクトでは、既存の国際データセットを用いてダウンスケーリングが行われてきた。リンポポ州の20ヶ所と西ケープ州の5ヶ所に設置された自動気象観測装置により収集されてきたデータは、プロジェクト終了までにはプレトリア大学とケープタウン大学の研究者と日本側研修者の協働により、季節予測のダウンスケーリングの検証において活用される予定である。

指標は SINTEX-F を基にした季節予測結果が、ACCESS と JAMSTEC のウェブサイトで公開されること、少なくとも1本の学術論文が査読付きの国際誌に受理されることであり、日本、南アフリカともにウェブサイトで予測結果が掲載され、論文は5本受理されており、すでに達成済みである。

活動の主な成果は以下のとおりである。

- 1) 地球シミュレータを用い、SINTEX-F モデルによるアンサンブル予測実験を毎月、行い1年先までの季節変動予測を行った。グループ4の活動でそれらの予測結果がプロジェクトのウェブサイトに公開された。
- 2) 南ア側の既存モデルである気候研究予測 (WRF) モデルを用いてアフリカ南部地域のダウンスケーリング・シミュレーションが行われた。これらの成果は論文にまとめられた。
- 3) WRF モデルを用いて SINTEX-F モデルによる季節気候予測の結果のダウンスケールを行った。これらの成果は論文にまとめられた。

成果3

成果3の7つの活動はすべて終了済みで、成果は達成されている。

指標は1つ以上の学術論文が査読付き国際誌に受理されることであるが、すでに3論文が受理され、指標は達成されている。

活動の主な成果は以下のとおりである。

- 1) 南アフリカ、日本の両方で大気循環モデルを用いた共通の実験が実施され、結果が比較された。これらの成果は論文にまとめられた。
- 2) 大気大循環モデルの陸面強制 (特に、植生、アルベド、土壌水分についての特性) が海面強制にもたらす役割が考察された。これらの成果は論文にまとめられた。
- 3) UTCM (東京大学で開発した中解像度大気海洋結合モデル) が科学産業研究所 (CSIR) とプレトリア大学に設置された投入機材のコンピューターに移植された。

成果4

成果4の活動は南アフリカにそれまで現存した早期予測システムの改良、構築についての記録作成を除き、終了している。指標については SINTEX-F を基にした季節予測結果が ACCESS と JAMSTEC のウェブサイトで公開されており、上記の記録報告文の作成以外はすでに達成されている。また1本の学術論文の査読付き国際誌からの受理に対し、すでに5本の論文が受理されている。未完成の記録文の報告はプロジェクト終了までに作成される予定である。

活動の主な成果は以下のとおりである。

- 1) グループ2が行った季節気候変動予測の結果を用い、予測情報をウェブサイト (アフリカ南部地域の季節気候変動リスク・脆弱性にかかる情報ウェブサイト SARVA に掲載し、公開した
- 2) 上記のアフリカ南部地域の季節気候変動予測のウェブサイトにおける公開により、本プロジェクトで改善がなされた早期予測システムへのアクセスが可能となった。
- 3) プロジェクト終了までに南アフリカに現存した早期予測システムに SINTEX-F モデルによる予測結果が組み込まれ、早期予測システムの精度が改善されることが期待される。

成果5

成果5の活動はすべて成功裡に終了済みである。

指標の国際的な行事の開催は計8回、また派遣専門家によるセミナーシリーズやワークショップの開催回数は計10回と計画数をはるかに超え達成されている。

本プロジェクトの活動の成果として、以下に示す3つの異なるレベルで季節気候予測と変動に関わる研究者や研究機関のネットワークの構築と強化が実現した。今後もこれらのネットワークを通して交流の発展が期待されている。

- 南アフリカと日本間の2国間の交流と協働
- 南アフリカ国内の季節気候予測研究者・機関 (季節気候予測研究のコミュニティ) の交流と協働

- 南部アフリカ地域、南部アフリカ開発共同体（SADC）諸国間での連携

南アフリカ国内の研究者、研究機関による協働や連携は成果の達成に貢献しただけでなく、プロジェクトが当初に期待していなかった以上の大きなインパクト、結果が得られたと南アフリカ側 C/P から多くの賞賛の意見があった。これはプロジェクトの副産物として特筆すべきものである。南アフリカ国内の主たる気候予測、気候変動の研究機関が一同に一つのプロジェクトに参加するという同国では初めての機会を提供することとなった。またプロジェクトでの共同研究の経験を契機に南アフリカ国内の気候予測・変動の研究機関による四半期毎の予測結果の合同見解を調整、発表するためのフォーラムが組織され、2012年または13年年初よりその活動が開始される予定である。

3-2 評価結果の要約

(1) 妥当性 「高い」

プロジェクトの目標は南アフリカの「(国家) 経済成長加速化戦略 (AsgiSA)」(2005年)、DSTの「知識ベースによる経済開発を目指す革新10年計画：2008-2018年」に示す「人材育成計画」、「科学と研究開発の振興」と整合性は確保されている。またアフリカ大陸の気候変動に関する科学研究をリードしていくという南アフリカが目指す方向性とも一貫性がある。

また、南アフリカの季節気候予測システムの高精度化や組織的能力の向上が行われることは、直接裨益者である季節気候予測に関わる研究者、学生のニーズを見たしていたといえる。リンポポ州、西ケープ州を季節気候予測のダウンスケーリングの対象地域としたことも研究の実施や今後の季節気候予測結果の農業生産（リンポポ州）や気候データの変則性（西ケープ州）への活用の点において適切であったと判断される。

プロジェクトは日本政府の協力指針である地球的課題の気候変動への対応、人材育成や環境と科学分野の技術向上への協力を合致している。さらにJICA南アフリカ事務所の事業展開の重点分野である科学革新の創出のための人材育成やその成果としての社会還元への協力と整合性は確保されている。

(2) 有効性 「高い」

SINTEX-Fモデルを利用した南半球の夏（12月-2月）における3ヶ月前からの降水量予測の精度（0.7）は気候予測研究の成功基準とされる相関係数（0.6）と比較しても、より高い精度である。SINTEX-Fモデルの導入による気候予測の結果が得られることでアフリカ南部地域における季節気候予測システムの精度は高度化したといえる。

投入資機材のコンピューターと自動気象観測装置は南アフリカにおける季節気候予測の能力を高めることに繋がった。その成果である予測情報はすでにウェブサイトで公開、随時更新されており、今後はさらにアフリカ南部地域の環境管理への活用が行われていくことが期待されている。

本プロジェクトの成果の一部である学術論文の出版数は合計で44と、当初計画数を大きく上回った。また、プロジェクトの活動をとおり下記の3つの異なるレベルでの季節気候予測に関わる研究者・研究機関の交流とネットワークの強化が実現した。

- 南アフリカと日本間の2国間における交流と協働
- 南アフリカ国内の季節気候予測研究者・機関（気候変動研究のコミュニティ）間の連携の強化
- アフリカ南部地域：SADC諸国の連携

(3) 効率性 「高い」

調査の結果から、プロジェクトにおける投入は適切であったと判断され、活動の実施や成果の達成に向けて投入は効率良く活用された。

とりわけ資機材の投入は南アフリカの季節気候予測の能力向上に大きく貢献したと

研究者達からは大きな賞賛の意見が集まった。同国で初めての気候予測用として設置されたコンピューターは気候データの処理、計算、保管の面で大きな効果につながり、季節気候予測の精度や可能性を大きく高めた。

また、25セットの自動気象観測装置の投入は調達、設置時期の遅延があり、プロジェクト期間中にデータ収集が可能な期間が半年から1年間、短縮されることになったものの、現在、農業研究所（ARC）が同国内で保有する約600ヶ所の自動気象観測網に組み込まれ、着実に運用と管理が行われている。これらの投入は南アフリカ側の研究者・機関のニーズを満たしており、プロジェクトの活動で効率的に活用されている。

DST によるプロジェクト・ディレクター、ACCEESS のプロジェクト・マネージャー、南ア・日本双方の5つのワーキング・グループのメンバーは高い専門能力を備えていた。これにより、活動は概ね計画どおりに実施されており、アフリカ南部地域の季節気候予測のモデル改善、ダウンスケーリングや季節予測情報の公開等、数々の成果を生みだしてきた。

とりわけ ACCESS のプロジェクト・マネージャーの努力によって南アフリカ側の投入や活動の調整や監督が有効に行われてきた。また日本側のプロジェクトと JAMSTEC の調整担当者の努力もプロジェクト成功への大きな貢献要因となった。その他にプロジェクトの進行や成果の達成において効率性を阻害した大きな問題は生じなかった。

（4）インパクト「高いと見込まれる」

南アフリカにおいて季節気候予測の新たなモデルが導入され、そのモデルは南アフリカだけではなく SADC 諸国の季節気候予測のシステムでも運用が開始されている。それらの予測情報はウェブサイトで公開され、定期的更新がなされている。

季節気候予測の情報が今後、農業、保健衛生や水資源管理分野で適切に応用され、ユーザーに受容されることによって、自然環境や気候異変による生じるリスクが軽減されることが期待される。その結果として、プロジェクト成果の経済や社会への還元が期待される。

プロジェクトでは改善された気候予測システムで得られる結果を利用して、農業分野の特定の指数、例えば降雨日数、降雨や気温変化の分析を基に旱魃・日照の指数を計算するといった試みがなされた。将来はプロジェクトで導入、改善された予測システムの成果が社会的な還元につながる可能性が期待されている。

将来のインパクトに関連して、南アフリカでは気候予測やその研究発展を奨励する政策が継続される可能性は高いと見込まれる。

（5）持続性「高いと見込まれる」

政策・制度面

DST の戦略である「知識ベースによる経済開発を目指す革新10年計画：2008-2018年」によれば、南アフリカ政府は気候予測研究、またその成果の社会的な応用へむけてコミットしている。さらに国家戦略では、気候変動やその予測システムに関する科学知識や研究成果をアフリカ大陸へ伝播、主導していく立場を務めることを目標としている。CSIR、南ア気象局（SAWS）、ARC や大学等の気候予測を行っている機関において季節気候予測の研究、サービスと運用が今後も継続されていく可能性は非常に高い。

将来の気候予測情報の社会的還元の構想や方策についても南アフリカの ARC、医療研究所（MRC）や大学において夫々、準備や検討が行われている。

組織面

南アフリカの研究機関や高等教育の組織体制は十分に備えられており、人材の点ではプロジェクトで達成した成果の持続の可能性には問題はないと見込まれる。また南アフリカ側のプロジェクトに対するオーナーシップの意識は開始当初から高く、研究機関の

運用管理能力も非常に高いため、プロジェクトで生み出された成果の持続には問題はないと判断される。今後の成果や共同研究の継続については南アフリカ・日本の研究者間で覚書交換を行う等の構想があり、その具体的な準備が今後行われていくこととなっている。

財政面

評価調査の結果から、南アフリカの関係機関・大学は、今後の研究継続や機材活用の予算・経費の確保を行う手段を適切に講じており、各機関が独自の努力で予算措置を行うことは可能である。自立発展の面において財政上の大きな問題はないと判断できる。

技術面

南アフリカの研究機関・大学は研究継続については高い能力を備えている。さらに将来の南アフリカ国内の気候予測に関する研究者・研究機関の交流について、また南アフリカ・日本の2国間の研究者・機関の今後の協力継続の準備が構想されている。投入機材の管理・運用についてもコンピューター、自動気象観測装置ともに研究機関・大学に、維持管理の技術要員や予算の措置は適切にとられており、今後も大きな問題は生じないと判断される。

3-3 効果発現に貢献した要因

(1) 計画内容に関すること

南アフリカで初の気候予測専用コンピューター、また南アフリカ国内の気象観測ネットワークに組み込まれ運用維持管理されている自動気象観測装置の供与により、データ処理、計算、保管がスムーズに行えるようになった。

(2) 実施プロセスに関すること

本プロジェクトでは、南ア・日本双方の様々な機関からの研究者や行政官が関与しており、プロジェクト開始当初はこれら関係者との共通認識や意思疎通で困難もあった。しかしながら、両国関係者の継続的な努力によりそういった問題も少しずつ改善され、最終的にはこれら関係者間での信頼関係が醸成されるに至った。本プロジェクトの教訓として、互いの文化や習慣を理解し、意思疎通を図ることによる信頼関係の構築がプロジェクト成功のための最も肝要な点であるといえる。とりわけ、ACCESS のプロジェクト・マネージャー、JICA と JAMSTEC の調整担当それぞれの貢献は大きかったといえる。

日本側研究者による南ア大学生に対するレクチャーシリーズは、南ア側からは高い評価を得た。このようなプロジェクト成果に対する直接的な投入ではない活動でも、両国間の信頼関係構築につながり、特に共同研究といった SATREPS プロジェクトでは両者の良好な意思疎通、ひいては成果達成に貢献することが考えられる。

3-4 問題点及び問題を惹起した要因

(1) 計画内容に関すること

特に問題は生じなかった。

(2) 実施プロセスに関すること

南アフリカで慣行となっている研究機関・研究者のコストを含む予算システムと SATREPS で可能な研究費用の支出範囲について違い、ギャップがあるため、南ア側の研究者によっては SATREPS の活動への参加に時間、資源面で独自の努力や他の研究予算を充当する措置を取るなど、やや制約を感じたケースがあった。今後の他案件の準備や合意の際には、研究の予算確保には相手国のシステムやどのような手段や代替があるかの確認を含め、先方機関による自国研究者への予算確保等の措置が予め合意されることが望

ましい。

3-5 結論

評価調査団はプロジェクトの関連文書の検証、聞き取り調査、カウンターパート等との議論に基づき、また成果やプロジェクト目標を測る指標の達成度等を検証した結果、プロジェクト期間の終了までに計画された活動は終了し、成功裡に成果や目標の達成がされるものと判断する。

プロジェクトの結果、南アフリカにおける季節気候予測のシステムは精度が高まり、プロジェクト活動の成果をまとめた学術論文の出版数は合計で44、と当初の計画数を大幅に上回った。またプロジェクト活動の進捗とともに3つの異なるレベル（2国間、南アフリカ国内、SADC諸国間）で共同研究や交流をとおした気候予測の研究者や機関の間で密度の高い関係が構築されてきた。

今後は、プロジェクト成果である季節気候予測の情報が意思決定プロセスへ影響を与え、農業、保健衛生、水資源管理等の社会的な応用に活かされていくことが期待される。

3-6 提言

本プロジェクトでは、両国の様々な機関からの研究者や行政官が協力する場を提供し、ここで構築された協力体制は、プロジェクトの成果達成に大きく貢献した。これら協力関係はプロジェクト終了後においても研究の継続や社会実装において重要であり、関係醸成のための努力を引き続き継続することが望まれる。

季節気象予測のデータを社会で有効活用するためにも、農業、保健、災害対策、水資源といった様々な分野の関係者とも引き続きその活用可能性について協議していくことが望まれる。その際には、SAWSがACCESSと協力しながら、これら機関との調整役を果たすことが期待される。

3-7 教訓

本プロジェクトでは、南ア・日本双方の様々な機関からの研究者や行政官が関与しており、プロジェクト開始当初はこれら関係者との共通認識や意思疎通で困難もあった。しかしながら、両国関係者の継続的な努力によりそういった問題も少しずつ改善され、最終的にはこれら関係者間での信頼関係が醸成されるに至った。本プロジェクトの教訓として、互いの文化や習慣を理解し、意思疎通を図ることによる信頼関係の構築がプロジェクト成功のための最も肝要な点であるといえる。

日本側研究者による南ア大学生に対するレクチャーシリーズは、南ア側からは高い評価を得た。このようなプロジェクト成果に対する直接的な投入ではない活動でも、両国間の信頼関係構築につながり、特に共同研究といったSATREPSプロジェクトでは両者の良好な意思疎通、ひいては成果達成に貢献することが考えられる。

3-8 フォローアップ状況

本プロジェクトの成果を防災、農業、保健などの分野等で実際の社会で活用すべく、今後可能性を検討していく予定。