

南アフリカ共和国
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
終了時評価調査報告書

平成 25 年 4 月
(2013 年)

独立行政法人国際協力機構
地球環境部

環境
J R
13-132

南アフリカ共和国
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
終了時評価調査報告書

平成 25 年 4 月
(2013 年)

独立行政法人国際協力機構
地球環境部

目 次

目 次

地 図

プロジェクト対象位置図

写 真

略語表

評価調査結果要約表（和文、英文）

第1章 終了時評価調査の概要	1
1-1 調査団派遣の経緯と目的	1
1-2 調査団の構成と調査期間	2
1-3 主要面談者	3
1-4 プロジェクトの概要	4
第2章 評価の方法	7
2-1 評価の方法	7
2-2 データ収集方法	7
2-3 5項目評価の評価基準	7
2-4 評価調査の制約・限界など	8
第3章 プロジェクトの実績	9
3-1 投入実績、成果の実績	9
3-2 プロジェクト目標の達成度	15
第4章 評価結果	17
4-1 5項目ごとの評価	17
4-2 結論	19
第5章 提言と教訓	21
5-1 提言	21
5-2 教訓	21
第6章 所感	22
6-1 JST 報告及び所感	22
6-2 JICA 調査団所感	26
付属資料	
1. 評価グリッド（英文）	31
2. ミニッツ（英文）	51

3. 「気候変動予測とアフリカ南部における応用」 終了報告書	83
--------------------------------------	----

南アフリカ共和国 地図



写 真



DST での協議風景



プロジェクトで供与したコンピュータ



成果発表シンポジウム



プレトリア大学での協議風景



JCC における終了時評価調査報告



ミニッツ署名後、握手を交わす調査団長と
DST 代表

略 語 表

略語	正式名称	日本語
ACCESS	Applied Centre for Climate and Earth System Studies (former name : African Centre for Climate and Earth System Studies)	気候地球システム研究応用センター(旧名) 気候地球システム研究アフリカセンター
ARC	Agricultural Research Council	農業研究所(独立運営機関であるカウンシル)
ASGISA	Accelerated and Shared Growth Initiative for South Africa	経済成長加速化戦略
C/P	Counterpart	カウンターパート
CHPC	Center for High Performance Computing	高度コンピュータ・センター
CSIR	The Council for Scientific and Industrial Research	科学産業研究所(独立運営機関であるカウンシル)
DMC	Drought Monitoring Centre	旱魃・日照観測モニタリングセンター
DST	Department of Science and Technology	科学技術省
FrAM	Frontier Atmosphere Model	フロンティア大気大循環モデル
GGM	Department of Geography, Geoinformatics & Meteorology (University of Pretoria)	(プレトリア大学) 地理、地理情報と気象学部
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	気候変動に関する政府間パネル(地球温暖化についての学術的な政府間機構)
JAMSTEC	Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology	独立行政法人海洋研究開発機構
JCC	Joint Coordinating Committee	合同調整委員会
JFY	Japanese fiscal year	日本の会計年度(4月より開始)
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JIPSA	The Joint Initiative on Priority Skills Acquisition	人的育成イニシアティブ
JST	Japan Science and Technology Agency	独立行政法人科学技術振興機構
M/M	Minutes of Meeting	協議議事録
MOU	Memorandum of Understanding	覚書(合意書)
MRC	Medical Research Council	医療研究所
PO	Plan of Operation	活動計画
R/D (RD)	Record of Discussions	討議議事録
RSA	Republic of South Africa	南アフリカ共和国
SADC	South African Development Community	南部アフリカ開発共同体

略語	正式名称	日本語
SAEON	South African Environmental Observation Network	南アフリカ環境監視ネットワーク
SATREPS	Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development	地球規模課題対応国際科学技術協力
SARVA	South African Risk and Vulnerability Atlas	アフリカ南部地域の環境・気候変動についての情報を掲載するウェブサイト (CSIR が管理・運営)
SAWS	The South African Weather Service	南アフリカ気象庁
SINTEX-F	Scale Interaction Experiment-Frontier	高解像度大気海洋結合モデル
UCT	University of Cape Town	ケープタウン大学
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	気候変動に関する国際連合枠組み条約
UP	University of Pretoria	プレトリア大学
UT	University of Tokyo	東京大学
UTCM	University of Tokyo Coupled Model	東京大学・大気海洋結合モデル
WRF	Weather Research and Forecasting	気候研究予測
ZAR	South African Rand	南アフリカ・ランド (通貨)

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 (DST) 気候地球システム研究応用センター (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ている。このため、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、「南アフリカと記す」）を中核に、科学的な観測と予測モデルに基づく短期・中長期な対策が必要不可欠である。南アフリカでは、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>日本側と南アフリカ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、南アフリカ側研究グループは、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、南アフリカ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 (Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development : 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研究応用センター (Applied Centre for Climate and Earth System Studies : ACCESS) 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、独立行政法人海洋研究開発機構 (Japan</p>	

Agency for Marine-Earth Science and Technology : 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、南アフリカの研究者と共同で予測モデルの構築を進めてきた。

2012 年 10 月、プロジェクト終了を 5 カ月後に控え、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。

なお、SATREPS は、JICA と独立行政法人科学技術振興機構 (Japan Science and Technology Agency : JST) の共同スキームであり、本終了時評価調査は、JICA・JST の日本側と、南アフリカ側科学技術省 (Department of Science and Technology : 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) アフリカ南部において、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)

- 1) 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
- 2) 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

	担 当	氏 名	所 属
調査者	団長・総括	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
	評価委員	安岡 善文	JST 研究主幹、東京大学名誉教授
	評価委員	高橋 昭男	JST 主任調査員
	協力企画	松岡 秀明	JICA 地球環境部 環境管理第二課
	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～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、既にその結果はウェブサイトで公開、更新されている。

日本・EU 共同開発による大気海洋結合モデル〔高解像度大気海洋結合モデル (Scale Interaction Experiment-Frontier : SINTEX-F)〕を利用した南半球の夏 (12月～2月) における3カ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 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。コンピュータを利用した結果の産物である季節気候予測は、既にアフリカ南部地域の環境・気候変動についての情報を掲載するウェブサイト (South African Risk and Vulnerability Atlas : SARVA)、日本側 JAMSTEC のウェブサイトそれぞれ公開されており、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1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、

既に達成済みである。

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) SINTEX-F 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 から 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。リンボポ州の 20 カ所と西ケープ州の 5 カ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、既に達成済みである。

活動の主な成果は次のとおりである。

- 1) 地球シミュレータを用い、SINTEX-F 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) 南アフリカ側の既存モデルである気候研究予測 (Weather Research and Forecasting : 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 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、既に 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・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既に達成されている。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、既に 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 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二国間の交流と協働
- ・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（South African Development Community : 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 1 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めざす革新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、めざ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)、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に合致している。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を利用した南半球の夏(12~2月)における3カ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つながった。その成果である予測情報は既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二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（Agricultural Research Council：ARC）が同国内で保有する約600カ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・マネジャー、南アフリカ・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、活動はおおむ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。そのほか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早魃・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」

1) 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めざす革新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向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、南アフリカ気象局（The South African Weather Service : SAWS）、農業研究所（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 of 構想や方策についても南アフリカの ARC、医療研究所（Medical Research Council : MRC）や大学においてそれぞれ、準備や検討が行われている。

2) 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などの構想があり、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。

3) 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。

4) 技術面

南アフリカの研究機関・大学は研究継続について、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・日本の二国間の研究者・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、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、また南アフリカ国内の気象観測ネットワークに組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、南アフリカ・日本国側双方のさまざま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フリカ大学生に対するレクチャーシリーズは、南アフリカ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、南アフリカ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、C/P 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（二国間、南アフリカ国内、SADC 諸国間）では、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生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、両国のさまざま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、水資源といったさまざま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、南アフリカ・日本国側双方のさまざま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フリカ大学生に対するレクチャーシリーズは、南アフリカ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、今後の可能性を検討していく予定。

Summary of Terminal Evaluation Study Results

1. Outline of the Project	
Country: Republic of South Africa	Project title: Prediction of Climate Variations and its Application in the Southern African Region
Sector: Environmental Management – Gloval Climate Change	Cooperation scheme : Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development (SATREPS)
Division in charge: Environmental Management Division 2, Environmental Management Group, Global Environment Department	Total cost : 235 million yen
Period of Cooperation	(R/D) February 26, 2010
	April 2010 to March 2013
	Partner country's implementing organization : Department of Science and Technology (DST) Applied Centre for Climate and Earth System Studies (ACCESS)
	Supporting organization in Japan: Japan Science and Technology Agency (JST) Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC) The University of Tokyo
	Related cooperation : NA
1-1 Background of the Project	
<p>The Project, focusing on the Southern African region, promotes climate variation prediction with research aimed at development of a new Ocean-atmosphere coupled general circulation models through the collaborative research with the climate research institutions in South Africa. This model predicts climate variation and clarifies its impacts specifically on the Southern African regions with improved accuracy. The weather/ climate variation prediction system, using data from satellite and ocean observatory, is expected to downscale to the regional or local level, such as Limpopo and Western Cape regions in South Africa as well as verification of the prediction. With the verified downscaled prediction, climate prediction for the next several months to several years will also be attempted. It is also expected to enhance systems for climate prediction research in South Africa, through conducting collaborative academic research and strengthening the networks.</p>	
1-2 Project Overview	
(1) <u>Overall goal</u>	
Overall goal was not set.	
(2) <u>Project purpose</u>	
Capacity of seasonal climate prediction in South Africa is enhanced so that it can be applied to management of environmental problems in the Southern African Region.	
(3) <u>Outputs</u>	
1) Predictability of the Subtropical Dipole Mode and its influence on the Southern African Region is evaluated.	

- 2) Seasonal climate prediction for the Southern African Region becomes available by use of an ocean-atmosphere coupled general circulation model.
- 3) Ocean-atmosphere coupled general circulation models are improved.
- 4) A prototype of early prediction system for mitigating impacts of abnormal weather is developed and implemented.
- 5) Network for scientists involved in climate variations research is strengthened in the Southern African Region.

(4) Inputs (to the point of the terminal evaluation study)

1) Japanese side :

Dispatch of long-term-experts	2 persons
Dispatch of short-term-experts	66 persons
Provision of equipment	47,904,000 yen
Local Cost	21,339,000 yen
Invitation of trainees	27 persons

2) South African side :

Assignment of 55 counterparts (for management and researchers: some are overlapped)
Provision of facilities
Local cost ZAR4.31 million

2. Evaluation Team

Members of evaluation team	<p>(1) Mr. Ichiro Adachi (Leader) Director, Environmental Management Division 2, Environmental Management Group, Global Environment Dept., JICA</p> <p>(2) Prof. Yoshifumi Yasuoka Professor Emeritus, the University of Tokyo Program Officer, Research Partnership for Sustainable Development Division, JST</p> <p>(3) Mr. Akio Takahashi Senior Staff, Research Partnership for Sustainable Development Division, JST</p> <p>(4) Mr. Hideaki Matsuoka Deputy Director, Environmental Management Division 2, Environmental Management Group, Global Environment Dept., JICA</p> <p>(5) Ms. Rie Kawahara R-Quest Corporation</p>	
Evaluation period	October 7 – 20, 2012	

3. Results of Evaluation

3-1 Project Performance

(1) Achievement of the Project Purpose

It is highly expected that the Project Purpose will be achieved by the end of the Project. A planned indicator was attained as climate prediction results from SINTEX-F are already included in the pre-existing prediction system of South Africa, and disseminated and updated regularly through

the website (“SARVA”).

Seasonal prediction of precipitation in austral summer (December-February) by the SINTEX-F model achieved anomaly correlation coefficient of 0.7 with lead-time of 3 months. This is higher than the anomaly correlation of 0.6, which is regarded as the criterion for successful prediction in the climate prediction community. Thus, by incorporating the SINTEX-F prediction results, the existing prediction system in South Africa is enhanced.

Also, supplied computers that were solely devoted to seasonal climate prediction and downscaling, and supplied AWSs, that will be used for verification of downscaled seasonal prediction, are contributing to enhanced capacity of seasonal climate prediction in South Africa. The above climate prediction information has been already disseminated through the web sites in both South Africa and Japan, and will be applied to management of environmental problems in the Southern African Region. The South African researchers have made a first attempt of application by incorporating the SINTEX-F results to crop and stream flow models, and more societal applications are expected in future.

Numbers of scientific research papers published and submitted to the international journals are 44 in total, and this is far more than expectations in numbers as summarized below. .

- Accepted:
Published: In Japan: 1, International: 32
In Press: In Japan: 0, International: 2
- Submitted:
In Japan: 0, International: 9

(2) Achievement of the Results

Output 1

All the 7 planned activities were successfully completed, and the results of all activities were reported in 24 published research papers. In addition, 6 papers were already submitted to the international journals. As a comparison with the indicator planned, far more numbers of publications were made successfully.

24 research papers were accepted and published by peer reviewed international journals as compared with more than 3 research paper in the plan.

Major achievements through the activities are as follows:

- 1) The mechanism of Subtropical Dipole Modes was clarified. Major findings were reported in research papers.
- 2) Predictability of Subtropical Dipole Modes was assessed using the SINTEX-F model, and it was shown for the first time that the model can successfully predict the Subtropical Dipole Modes at lead time of up to 1-2 seasons. These results were reported in a submitted paper.
- 3) Variability in the Agulhas and Benguela systems was examined. Major findings were reported in research papers.

Output 2

All the 5 planned activities were completed. Seasonal climate prediction is verified by the pre-existing international datasets. Weather data collected during the Project period at the weather stations installed in Limpopo (20) and Western Cape (5) regions will be used for verification of

downscaling seasonal prediction by University of Pretoria and University of Cape Town with the Japanese researchers by the end of the Project period.

Seasonal prediction is conducted by SINTEX-F, and the prediction results were posted on the web-sites of JAMSTEC and CSIR (Web-sites: SA: Risk and Vulnerability Atlas, CSIR), as it was planned.

Five research papers were accepted by peer reviewed international journals, and 1 research paper was submitted to an international journal as compared with acceptance of at least one scientific research paper in the plan.

Major achievements of the activities are as follows.

- 1) Using the Earth Simulator, ensemble prediction experiments of the SINTEX-F model were conducted every month for seasonal prediction up to one year lead. These prediction results were posted on the project web site as a part of Group 4 activity.
- 2) Downscaling simulations for the Southern African Region were conducted using the WRF model. Results from these simulations were reported in a research paper.
- 3) Seasonal prediction results from SINTEX-F model were downscaled using the WRF model. These prediction results are reported in a research paper.

Output 3

All the 7 activities were completed. As compared with the indicator that aimed acceptance of more than one scientific research paper, 3 research papers listed below were accepted and published.

Major achievements of the activities are as follows.

- 1) Common experiments were conducted using general circulation models in both Japan and South Africa. These results were reported in research papers.
- 2) Roles of land-surface forcing in relation to ocean forcing are examined by modifying vegetation specification, albedo, and soil moisture in general circulation models. These results were reported in a research paper
- 3) The UTCM was installed in computers supplied by JICA to CSIR and University of Pretoria.

Output 4

Output 4 was mostly achieved, and it is expected that all the activities planned will be completed by the end of the Project. A report, which describes how the existing early prediction systems, has not been made yet, but it is planned to be prepared by the end of the Project. Access to the augmented system was already established by posting seasonal prediction results on the website named "South African Risk and Vulnerability Atlas" in South Africa.

Major achievements of the activities are as follows.

- 1) Results from seasonal prediction conducted by Group 2 are posted on the Project web site.
- 2) Regional predictions for the Southern African Region are posted on the Project web site.
- 3) The existing early prediction systems will be augmented by incorporating seasonal prediction results from the SINTEX-F model by the end of this Project.

Output 5

All of the 3 activities were successfully completed. In comparison with the indicators, the

followings are attained. Eight times of international events were organized in total for 3 years as compared with at least 1 time in the plan. Ten times of seminar series and workshops were organized in South Africa as compared with at least 1 time annual in the plan.

As listed below, 3 levels of interactions among researchers and organizations on climate forecasting were enhanced during the course of the Project. These interactions are expected to be further strengthened in future.

- Bilateral interactions between South Africa and Japan
- Intra-South African climate research/forecast institutions
- Linkage with the SADC countries

Regarding the intra-South African interactions, this was the first time for such a large number of the South African climate research institutions to be involved in as single Project. As a by-product and outcomes of the Project, “forum” composed of the partners relating climate forecasting/research in South Africa is under preparation, and it will be started quarterly around the end of 2012 or the beginning of 2013. SAWS will play a pivotal role to coordinate the forum with coordination of ACCESS.

3-2 Summary of the Evaluation Results

Results of five criteria evaluation are summarized in five ratings. The highest rate is “very high”, and followed by “high”, “fair”, “low” and “very low”.

(1) Relevance: Relevance for the Project is judged to be very high

Purpose of the Project is consistent with the South Africa’s national policies on human resources development and strengthening science, which are both addressed in “Accelerated and Shared Growth Initiative for South Africa (AsgiSA) (2005).” It is also consistent with the DST’s strategy of “INNOVATION TOWARDS A KNOWLEDGE-BASED ECONOMY: Ten-Year Plan for South Africa (2008 – 2018),” in which South Africa’s prospects to improve competitiveness and economic growth through the production and dissemination of knowledge and Research and Development. The plan stipulates that South Africa is in the position to lead scientific research in response to “the climate change” in the African continent.

The Project satisfies the need of the planned direct-beneficiaries, such as researchers and students, through enhancing institutional capacity for the climate prediction research community and the climate prediction systems in South Africa. Selecting Limpopo and Western Cape regions, as the downscaling sites, was also appropriate in light of utilization of the downscaling data for both the scientific researches, and application to agricultural productions (Limpopo) in future, and climate data validation (Western Cape).

The Project is also in line with Japan’s foreign policy on contributing to global measures against climate change, and Japan’s cooperation policies in South Africa, which emphasize capacity enhancement of human resources and technologies in the science and environmental sectors. JICA also prioritizes to support generation of innovation in scientific fields and thus its societal application will realize the benefits of society.

(2) Effectiveness: Effectiveness of the Project is judged to be high.

Seasonal prediction of precipitation in austral summer (December-February) by the SINTEX-F model achieved anomaly correlation coefficient (0.7) with lead-time of 3 months, and this is higher (+1) than the anomaly correlation (0.6), which is regarded as the criterion for successful prediction in the climate prediction community. Having the SINTEX-F prediction results, the existing prediction system in South Africa is thus enhanced.

Supplied computers and AWS also contribute to enhance capacity of seasonal climate prediction in South Africa. The climate prediction information is already started to be disseminated through the web sites, and will be applied to management of environmental problems in the Southern African Region. Total number of scientific research papers published and submitted is 44, as a part of deliverables/products, during the Project were far more than expectation.

Also the Project generated the 3 different levels of interactions among researchers and organizations on climate research/forecasting in South Africa as follows.

- Bilateral interactions between South Africa and Japan
- Intra-South African climate research/forecast institutions
- Linkage with the SADC countries

(3) Efficiency: Project was implemented efficiently

According to interviews to both South African and Japanese side researchers, it was pointed out inputs from the both sides were appropriate, and used in efficient ways to carry out the activities and to produce the expected Outputs.

In particular, as stated, equipment supplied by JICA during the course of the Project was highly appreciated and satisfied needs of the South African researchers. In particular, provision of computers, which are solely devoted to use for seasonal climate prediction and downscaling, and AWS, which will be used for verification of downscaled seasonal prediction and incorporated into the national weather station system by ARC, contributed for enhancing capacity of climate prediction in South Africa. While procurement and installation of 25 sets of the AWS were delayed, and it made periods of collecting the weather data shortened a half year to one year, as compared with the initial plans. However, after the installation, the AWS is already integrated into the ARC's national weather station networks, which are composed of more than 600 weather stations. They are well operated and maintained by ARC as it was expected in the plan.

Deployment of Project Director (DST), Project Managers (ACCESS) and 5 working group members in both the South African and the Japanese sides were with high capability and expertise, so that progress of the activities were made as planned in successful ways. In particular, endeavors by Project Manager from ACCESS for supervision and coordination of the South African side activities and inputs, and the coordinators from JICA and JAMSTEC to bridge the both country side members, are highly recognized as one of key contributing factors for success among the both sides of researchers. There was no significant negative factor affecting efficiency during the course of the Project.

(4) Impact: Impact of the Project is judged to be very high

Impact is prospected to be high since the Project attained creation and operation of improving climate seasonal forecasting models. Improved climate forecasting system is already running not only in South Africa but also for SADC countries as the results of the Project, and prediction is posted and updated regularly in the web sites.

If seasonal climate prediction information is suitably applied and accepted for sectors of agriculture, health/sanitation and water resources, it is expected that risks from extreme climate and natural environments are mitigated. Thereby economic and social impacts of the Project results would be evaluated high.

In the Project, the use of the Output from the improved climate forecasting systems was attempted to produce tailored indices in agriculture, such as number of rain days, drought indices by analyzing rainfall and temperature changes. Possibilities of societal application, by using the result of developed and improved forecasting systems, will be expanded further in future.

It is highly anticipated that policies and strategies on facilitating scientific advancement on seasonal climate forecasting/prediction in South Africa will not be changed, and continues after the Project.

(5) Sustainability: Sustainability is judged to be high

1) Institutional/policy aspects

As DST's plan of "INNOVATION TOWARDS A KNOWLEDGE-BASED ECONOMY: Ten-Year Plan for South Africa (2008 – 2018)" stipulates, improvement of scientific knowledge regarding climate forecasting/prediction and its social application for mitigating risks to society is committed by the South African government. The government also anticipates the scientific knowledge and researches on climate changes and forecasting/prediction systems to apply for the extend area in the Africa continents and to play the leading roles in the region, as stated in the national strategies. Thereby, it appears that continuity of research and operation of the improved climate forecasting systems by forecasting, research and service institutions such as CSIR, SAWS, ARC and Universities in South Africa, are ensured.

Ideas and possible means of applying the forecasting information to the societal benefits in future have been already under development at some institutions, such as ARC, MRC and universities.

2) Organizational aspects

There is adequate human resources development at the research institutions and higher education systems.

Sense of the ownership on the Project, and the achievement of the Project has been high since the start of the Project, and ensured by the South African side. There are also sufficient and very appropriate operation and management capabilities to keep the Outputs generated by the Project at the research institutions in South Africa. There are also ideas between the South African side and the Japanese researcher side to prepare MOU or an agreement to keep the relations and a joint research in further.

3) Financial aspects

According to the finding in the evaluation study, South African research institutions and universities have good measures to secure budget /finance for continuing the Outputs of the Project, and to continue running supplied equipment by their own efforts.

4) Technical aspects

Each institution and university has high capacity to manage continuity of researches (mostly exchanges of individual researchers between two countries, or JAMSTEC's partnerships with these institutions), and operation and maintenance of equipment after the Project are also ensured by the South African side.

3-3 Factors that promoted realization of effects

(1) Factors concerning the planning contents

Due to the provision of computers for climate prediction and AWSs, data collection, analysis and handling could be processed smoothly.

(2) Factors concerning the implementation process

- Interactions between the South African and Japanese researchers through the joint researches
- Consolidation of relations/linkages among the South African climate forecasting research institutions
- High standard expertise, accumulated experiences and knowledge of Japanese side research institutions/researchers
- Supply of computers, which made possible data processing, model simulation and data storing, and AWSs, which are now integrated into the national weather station system, and run and managed well in South Africa.
- Efforts made by DST's Project Director, ACCESS's Project Managers and coordinators of JICA and JAMSTEC.

3-4 Factors that impeded realization of effects

(1) Factors concerning the planned contents

There is no particular issue to be noted.

(2) Factors concerning the implementation process

According to the interview results from South African researchers, there are gaps on funding systems between practices in South African research institutions and funds disbursed by SATREPS. In South Africa, most of the budget at the research institutions is generated from their earnings based on a contract with clients. On the other hand, there is no finance arrangement to cover costs on research activities in SATREPS. As a result, some South African working group members found a little difficulties and restriction to allocate their time and labor for the SATREPS activities, and needed to find financial resources by themselves to involve the SATREPS activities.

Reflecting this lessons and experience, it is necessary to build consensus and make agreements on possible budgetary arrangement, and options on financial resources for the research activities by the

partner countries before starting Projects in the future similar projects.

3-5 Conclusion

The Project has completed most of the necessary tasks for achieving the planned Outputs. According to the series of related document reviews, interviews and discussions in both South African and Japanese sides, the Evaluation Team concludes that all the planned Outputs and Project Purpose will be successfully achieved by the end of the Project.

As stated, the existing prediction system in South Africa has been enhanced, and scientific research papers published during the course of the Project were 44, which are far more than expected numbers in the plan. The 3 different levels of interactions among the both countries' researchers and organizations on climate forecasting started and deepened, as activities of the Project were preceded.

It is expected that the results and Outputs, such as information of seasonal climate prediction, will be adopted in future decision making processes for the benefit of the society in the field of agriculture, medical/health and water resources among others.

3-6 Recommendations (Specific measures, suggestions and advices)

This Project gave a good opportunity to researchers, administrators and coordinators from different institutes in South Africa and Japan collaborated and built the basis for the seasonal climate prediction and its application. These efforts should be continued to achieve not only the Project purpose but further benefit to the scientific field as well as the society even after the Project period.

It is recommended that the possibility of dissemination of the information acquired from the seasonal climate prediction model be continuously discussed with prospective stakeholders in various field, such as agriculture, health (infectious diseases), disaster management, and water resource management, so that the usefulness of the model can be broadly acknowledged. Thus, SAWS will take the initiative to coordinate this with these stakeholders and this will happen in partnership with ACCESS.

3-7 Lessons Learned (References drawn from this Project to develop and formulate, implement and administer further projects)

Although there were some difficulties at the beginning of the Project with regards to a shared common understanding of the Project among the researchers and administrators from different institutes, the relationship has gradually improved with continuous effort of communication from both South African and Japanese sides, and as a result, a trustful relationship has been established between both sides. It was acknowledged that the frequent communication and building of firm relationship among stakeholders were keys to the success of the Project.

The lecture series carried out for university students was positively evaluated by the South African side. In this activity, Japanese researchers visited universities in South Africa and gave lectures to young students on climate variations etc. Although this activity was not directly linked to the Outputs of the Project, it has had a significant impact to strengthen the relationship between South African and Japanese sides. It is also noted the Project also provided good opportunities for the students and the relatively younger researchers to present their research results to workshop audiences and notable senior researchers. This would contribute in view of capacity building in the field of climate forecasting research, and benefit the scientific advancement in future for both the South African and Japanese sides.

3-8 Follow-ups

Possibility to apply the results of this Project in disaster management, agriculture, health sectors etc. will be continuously studied.

第1章 終了時評価調査の概要

1-1 調査団派遣の経緯と目的

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には、南アフリカ共和国（以下、「南アフリカ」と記す）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。南アフリカでは、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。

日本側と南アフリカ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きたが、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、南アフリカ側研究グループは、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、南アフリカ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し、一層の成果を挙げられることが期待されている。

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（Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development : 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研究応用センター（Applied Centre for Climate and Earth System Studies : ACCESS）をカウンターパート（Counterpart : 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（Japan Agency for Marine-Earth Science and technology : 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フリカに派遣されており、南アフリカの研究者と共同で予測モデルの構築を進めてきた。

今回実施した終了時評価では、2013年3月のプロジェクト終了を控え、プロジェクト活動実績、成果（アウトプット）を評価、確認するとともに、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た。

なお、SATREPSは、JICAと（独）科学技術振興機構（Japan Science and Technology Agency : JST）の共同によるスキームであり、本終了時評価調査は、JICA・JSTの日本側と南アフリカ側科学技術省（Department of Science and Technology : DST）の合同評価調査とした。

本調査の目的は下記のとおり。

- (1) 投入実績、活動実績、プロジェクト目標達成度を、プロジェクトの内容について定めた覚書（Memorandum of Understanding : MOU）¹に基づき、南アフリカ側と確認・評価し、課題と問題点の整理を行う。
- (2) JICA事業評価ガイドラインに基づき、5項目（妥当性、有効性、効率性、インパクト、

¹ 通常技術協力プロジェクト実施の際に交わす討議議事録（R/D）のことを、南アフリカでは覚書（MOU）と呼ぶ。

持続性)の観点から評価を実施し、プロジェクトが順調に成果発現に向けて実施されているかを検証する。

(3) 上記の調査結果に基づき、今後の活動計画に関する提言を行う。

(4) 前記変更や、評価結果を合同評価レポートにまとめ、合同調整委員会 (Joint Coordinating Committee : JCC) にて承認、今後の活動に反映させる。

1-2 調査団の構成と調査期間

調査団は以下のとおり、南アフリカ・日本国側双方の合同メンバーにより構成された。

<南アフリカ側>

氏名	所属
Ms. Lisa du Toir	DST、Development Partnerships、局長
Ms. Eudy Mabuza	DST、Development Partnerships、局次長

<日本側>

担当分野	氏名	所属
団長・総括	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
評価委員	安岡 善文	JST 研究主幹、東京大学名誉教授
評価委員	高橋 昭男	JST 主任調査員
協力企画	松岡 秀明	JICA 地球環境部 環境管理グループ 環境管理第二課
評価分析	河原 里恵	株式会社 アールクエスト

現地調査は、平成 24 年 (2012 年) 10 月 7 日から 10 月 20 日の間に実施された。

	月日		調査日程
1	10月 7日	日	河原団員ケープタウン着
2	10月 8日	月	南アフリカ側研究者インタビュー ケープタウンからプレトリアへ移動
3	10月 9日	火	農業研究所 (ARC) インタビュー
4	10月10日	水	南アフリカ気象庁 (SAWS)、科学技術省 (DST)、ACCESS インタビュー
5	10月11日	木	科学産業研究所 (CSIR)、プレトリア大学 (UP) インタビュー
6	10月12日	金	CSIR インタビュー、JICA 南アフリカ事務所 協議
7	10月13日	土	資料整理
8	10月14日	日	資料整理 安岡・高橋団員プレトリア着

9	10月15日	月	安達・松岡団員プレトリア着 ARC、プレトリア大学、JICA 南アフリカ事務所 協議
10	10月16日	火	SAWS 協議、在南アフリカ日本大使館 表敬訪問
11	10月17日	水	DST、ACCESS 協議 研究者によるシンポジウム
12	10月18日	木	研究者によるシンポジウム JCC
13	10月19日	金	JICA 南アフリカ事務所 協議
14	10月20日	土	調査団プレトリア発

1-3 主要面談者

(1) 南アフリカ側

1) 科学技術省 (DST)

Ms. Lisa du Toit Director, Development Partnership
Ms. Eudy Mabuza Deputy Director, Development Partnership

2) 科学産業研究所 (CSIR)

Mr. Jaco Theron ICT Service Center
Dr. Willem Landsman Researcher
Dr. Francois Engelbrecht Atmospheric Modeling Specialist

3) 気候地球システム研究応用センター (ACCESS)

Dr. Neville Sweijd Operation Manager

4) ケープタウン大学 (UCT)

Dr. Babatunde Abiodun Lecturer & Researcher, Dept. of Environmental & Geographical Sciences
Prof. Bruce Hewitson Climate System Analysis Group, Dept. of Environmental & Geographical Sciences
Dr. Mathieu Rouault Dept. of Oceanography

5) プレトリア大学 (UP)

Prof. Hannes Rautenbach Head, Dept. of Geography, Geoinformatics and Meteorology

6) 農業研究所 (ARC)

Mr. LC Kaempffer Project Manager, Climate Monitoring, ARC, Institute for Soil Climate and Water
Mr. Derick Vermaak Agro-climatology, Climate Monitoring and Information, ARC, Institute for Soil Climate and Water

7) 気象局 (SAWS)

Mr. Asmarom Baraki Researcher, Long-range Forecast, Dept. of Operation
Mr. Cobus Olivier Researcher, Long-range Forecast, Dept. of Operation

(2) 日本側

1) 独立行政法人海洋研究開発機構 (JAMSTEC)

山形 俊男 アプリケーションラボ 所長
高橋 桂子 アプリケーションラボ先端情報システム
 創成理工学プログラムディレクター
ベヘラ・スワディン 短期気候変動応用予測研究プログラム
 兼アプリケーションラボ
佐久間 弘文 短期気候変動応用予測研究プログラム
名倉 元樹 アプリケーションラボ
宮本 直子 研究支援部 支援第1課

2) 東京大学

東塚 知己 大学院理学系研究科 准教授

3) プロジェクト専門家

櫻井 巖 業務調整員

1-4 プロジェクトの概要

プロジェクト目標、成果及び成果達成のために計画された活動は以下のとおり。

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。

成果1：亜熱帯ダイポールモード現象と、アフリカ南部への影響の予測可能性が評価される。

活動：

1-1 南インド洋の亜熱帯ダイポールモード現象の発生と減衰メカニズムを、観測データと大気海洋結合大循環モデルの解析により明らかにする。他の気候変動モード（南極環状モードなど）との関係を検証する。

1-2 南インド洋と南大西洋の亜熱帯ダイポールモード現象の（アフリカ南部の気候への）影響を検討する。また、Agulhas と Benguela（気象現象の固有名詞）のシステムへの影響についても検証する。さらに、イベントによる違いも検証する。

1-3 観測データとの比較を通じ、気候変動に関する政府間パネル（Intergovernmental Panel on Climate Change：IPCC）が使った約20の大気海洋結合モデルによる、亜熱帯ダイポールモード現象の再現性を検証する。

1-4 観測データとの比較を通じ、前記の結合モデルによる、亜熱帯ダイポールモード現象の

アフリカ南部の気候への影響の再現性を検証する。

- 1-5 再現性の良い結合モデルを選び、亜熱帯ダイポールモード現象の、自然の変化と地球温暖化に伴う長期変動のメカニズムを明らかにする。
- 1-6 これまでに SINTEX-F で行われた 1982 年から現在までのアンサンブル予測実験結果の詳細な解析を行い、亜熱帯ダイポールモード現象の影響を受けるアフリカ南部の降水量と気温がどのくらいの先行時間・正確性をもって、予測できるのかを明らかにする。
- 1-7 亜熱帯ダイポールモード現象の、イベントごとの予測精度の違いの原因を検証する。

成果 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。

活動：

- 2-1 1 年先までの季節予測を行うために、地球シミュレータで SINTEX-F1 によるアンサンブル予測実験を毎月実施する。リンポポ州の高解像シミュレーションのために、南アフリカ側の既存の大気モデル (WRF/C-CAM) を再構築し、これらのモデルにより得られた結果を、SINTEX-F1 の結果との比較に使用する。
- 2-2 リンポポ州における降雨パターン、さらには亜熱帯ダイポールモード現象と地球の海面水温がリンポポ州の降雨に与える影響を検討する。
- 2-3 WRF モデルと C-CAM モデルをより大きなコンピュータ [ケープタウンにある高度コンピュータ・センター (Center for High Performance Computing : CHPC)] に移設し、リンポポ州に関する初めての季節予測シミュレーションを行い、毎月初めに定期的に運用する。気候研究予測 (Weather Research and Forecasting : WRF)、PRECIS5 及び伸縮可能なグリッドをもつ大循環モデルのシミュレーションを、複数モデルによる季節予測解析の枠組みとして運用する。
- 2-4 比較として、既存の統計的ダウンスケーリング手法を適用する。
- 2-5 地球シミュレータを使い、西ケープ州を対象としたシームレス・ダウンスケーリングのためのモデル開発を行う。

成果 3：大気海洋結合モデルが高精度化される。

活動：

- 3-1 南アフリカの C-CAM モデルと海洋モデルを結合させた大気海洋結合モデルと CAM-EULAG モデルと、海洋モデルを結合させた大気海洋結合モデル、及び 3 つのバージョンの UTCM6 モデルを共通の実験により比較し、観測データとの比較を通して検証する。
- 3-2 上記の 3 つの大気海洋結合モデルを用いて、アフリカ南部の経年変動と気候変動モード (例えば、インド洋ダイポールモード現象、エルニーニョ / 南方振動、南極振動、南極環状モード等) との関係を検証する。
- 3-3 観測データよりアルベド (気象現象の固有名詞) の季節変動の状況を検証する。
- 3-4 上記の 3 つの大気海洋結合モデルにより、陸面強制 (植生、土壌水分等) の役割を検証する。
- 3-5 東京大学・大気海洋結合モデル (University of Tokyo Coupled Model : UTCM) を南アフリカ側の研究者に提供する。
- 3-6 異なる大気海洋結合モデルの積雲対流パラメタリゼーション・スキームを比較し、観測

データとの比較を通して評価する。

3-7 以上の結果より、海面水温の決定要因を考察する。

成果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。

活動：

4-1 これまでの SINTEX-F1 で試みられた再現実験結果を踏まえ、気候変動予測によるインパクトを評価する。

4-2 活動2-1により得られた予測結果を、プロジェクトのウェブサイトで公開し、予測結果をアップデートするシステムも（同時に）構築する。

4-3 活動2-1で得られた地域予測結果を、ウェブサイトやその他のメディアで公開し、予測結果をアップデートするシステムを構築する。

4-4 気候変動予測の変数を組み入れ、最終出力に必要とされる形に変換する数理サブ・モデルをシステムの一部として構築する。

4-5 上記の成果を踏まえ、既存の早期予測システムを改善する

成果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。

活動：

5-1 毎年、科学的な国際会議を開催する。

5-2 科学者の交流のために技術的なワークショップや、講習会（セミナー）を開催する。

5-3 傑出した南アフリカと、日本の研究者のプロジェクトへの参加を促進する。

第2章 評価の方法

2-1 評価の方法

JICAの「新JICA事業評価ガイドライン第1版(2010年)」に基づき、調査を実施した。評価の方法は以下のとおりである。

- 1) 評価グリッド(英語)に基づき測定した投入、活動の進捗と成果、プロジェクト目標の指標と比較した達成度の確認
- 2) 実施プロセスの検証
- 3) 評価5項目に基づくプロジェクト活動や達成した成果、プロジェクト目標に関する評価
- 4) グッドプラクティス、提言と教訓の抽出

2-2 データ収集方法

主に下記の方法でデータと情報を収集した。

- 1) プロジェクトの関連文書のレビュー
- 2) 南アフリカ側カウンターパート、研究者、日本人研究者、専門家やその他の関係機関への聞き取り調査

2-3 5項目評価の評価基準

(1) 妥当性

プロジェクト目標や成果が南アフリカ政府の開発政策、裨益者のニーズ及び日本政府やJICAの支援方針に合致しているか、をレビューし、プロジェクトの整合性や必要性を再度、検証した。またプロジェクト計画の論理整合性も再確認した。

(2) 有効性

調査時点での成果とプロジェクト目標の達成の程度、またプロジェクト期間終了時までにはそれらの成果や目標が達成されるかどうかの見込みを分析した。またプロジェクト計画が有効なものであったかどうかを検証した。

(3) 効率性

投入と成果の関係、活動における投入のプロセス、タイミング、質や量を検証した。また投入が成果達成にどのように貢献したかについて分析を行った。

(4) インパクト

本プロジェクトの結果として生じる正負及び直接・間接の波及効果を検証した。調査対象にはプロジェクト開始当初に想定していなかったインパクトも含む。

(5) 持続性

プロジェクト期間の終了後に達成された成果や効果が維持・拡大されてゆく可能性があるかどうかを政策・制度、組織、財政、技術の側面についてそれぞれ検証を行った。

2-4 評価調査の制約・限界など

本プロジェクトでは、各成果達成のための活動は日本側、南アフリカ側のグループ別の研究者間でさらに分化された小グループあるいは、個々研究者間のパートナーシップによるタスクベースにより実施されてきた。よって、従来の技術協力プロジェクト案件の評価と比較して、成果達成のための活動の実施状況やプロセス、またそれらがあらかじめ計画された活動計画（Plan of Operation : PO）に沿って計画とおりに実施されていたかどうか、計画どおりに行うことが良かったのかどうか、同時に計画どおりに行わないことがあったとしても、それは結果的に有効な成果を生み出すには妥当性が高かったかどうか等の把握と分析は、やや困難な面があった。

地球規模課題対応国際科学技術協力（SATREPS）である本プロジェクトは、研究事業が主体であり、通常技術協力プロジェクトと比較して、成功するか否かは不確定な要素が大きいと思われる。また、C/P の能力強化や社会実装については、直接的な成果達成というよりは、将来的な筋道をたてるといった意味合いが強い。今回は、通常技術協力プロジェクトと同様の手法で評価を行ったが、上記の理由からも、SATREPS などの評価方法検討の余地はあると思われる。

第3章 プロジェクトの実績

3-1 投入実績、成果の実績

3-1-1 投入

日本側

(1) 人材

1) 5つのワーキング・グループメンバー（付属資料2参照）

- ・グループ1：8名
- ・グループ2：10名
- ・グループ3：7名
- ・グループ4：10名
- ・グループ5：4名＋研究者全員

2) 以上5グループの研究員の南アフリカへの派遣回数：延べ66回

3) JICA派遣による業務調整員：延べ2名

(2) 在外事業強化費（注：ここでの金額はJICAからの予算のみであり、JSTからの予算・支出実績を含まない）

- ・JFY 2010：5,326千円
- ・JFY 2011：5,781千円
- ・JFY 2012：10,232千円（予定）

(3) 南アフリカ側研究者の本邦への招へい回数：延べ27回（付属資料2参照）

(4) 資機材（付属資料2参照）

- ・自動気象観測装置、フェンス：25台
- ・コンピュータクラスター：2セット
- ・ディスクアレー：7セット
- ・コンピュータワークステーション：4セット

南アフリカ側

(1) 人材

1) 任命された主なカウンターパート：

- ・プロジェクト・ディレクター：DST
- ・プロジェクト・マネジャー：ACCESS マネジャー

2) プロジェクト・リーダー：ACCESS/CSIR

3) 5つのワーキング・グループメンバー（構成は研究者、調整担当者）

- ・グループ1：9名
- ・グループ2：9名
- ・グループ3：11名
- ・グループ4：22名

- ・グループ5：2名＋研究者全員

(2) プロジェクト執務室

- ・高度コンピューターセンター (CHPC) (ケープタウン)
- ・科学産業研究所 (CSIR) (プレトリア)

(3) 南アフリカ側の経費 (付属資料2参照)：おおよそ4.31百万ランド

(注：2012年10月の終了時評価調査時に、ACCESSから得た情報に基づく。用途別の支出等の詳細情報は、プロジェクト終了時までに明らかにすることとなっている)

※為替レート

ZAR 1=9.464円 (2012年10月)

1) ACCESS支出 (DSTがACCESSへ支出したSATREPS用予算)：1,556,800ランド

2) ACCESSの研究テーマである「気候変動」への研究予算：

(=DSTからACCESSへ配分した予算であり、科学研究者報酬、科学研究用予算と20名の学生への奨学金から構成される)：2,750,000ランド

上記経費に下記のコストは含まれていない。

- ①各研究機関や大学が得た気候変動にかかる研究予算のうち、SATREPS関連活動に要した経費・コスト
- ②ACCESS職員がSATREPSあるいはテーマ1の研究に要した時間や労力等について、経費・コスト換算をしたもの

ACCESSによれば、SATREPSに参加したC/Pメンバーの所属機関や大学は複数にわたるため、経費合計は容易には算定できないとの説明があった。ただし、南アフリカ側の合計支出金額は、調査時点に示す4.31百万ランドよりはるかに大きい数字であると推測されるとのこと。

3-1-2 成果

(1) 成果1

成果1は、「亜熱帯ダイポールモード現象とそのアフリカ南部地域への影響の予測可能性の評価を実施すること」をめざすものである。7つの活動はすべて計画どおり成功裡に終了し、それらの成果は計24本の論文にまとめられ出版されている。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。

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) SINTEX-F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から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) とベンゲラ海流 (Benguela) 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。

指標と達成度の比較は以下のとおりである。

<指標 3-1 >

指 標	達成の状況	評 価
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。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 24 本の論文が査読付きの国際誌に受理され、出版された。主な出版物は下記のとおり。 1) Rouault, M., 2012 : Bi-annual intrusion of tropical water in the northern Benguela upwelling, <i>Geophysical Research Letters</i>, 39, L12606, doi : 10.1029/2012GL052099. 2) Morioka, Y., T. Tozuka, and T. Yamagata, 2010 : Climate variability in the southern Indian Ocean as revealed by self-organizing maps. <i>Climate Dynamics</i>, 35, 1075-1088. 3) Morioka, Y., T. Tozuka, and T. Yamagata, 2011 : On the growth and decay of the subtropical dipole mode in the South Atlantic. <i>Journal of Climate</i>, 24, 5538-5554. ・ 加えて 6 本の論文を国際学術誌に投稿済みである。 	達成済

(2) 成果 2

成果 2 は、「大気海洋結合モデルを用いアフリカ南部地域の季節気候予測を実施すること」をめざすものである。5 つの計画された活動は、自動気象観測機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いて、すべて終了済みである。

これまでは、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。投入機材であるリンポポ州の 20 カ所、と西ケープ州の 5 カ所に設置された自動気象観測機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 (University of Pretoria : UP) とケープタウン大学 (University of Cape Town : UCT) 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。

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 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公開された。
- 2) 南アフリカ側の既存モデルである 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 による気候季節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。

指標と達成度の比較は以下のとおりである。

<指標 3-2 >

指 標	達成の状況	評 価
SINTEX-F を基にした季節予測結果が ACCESS と JAMSTEC のウェブサイトにて公開される。	<ul style="list-style-type: none"> ・ SINTEX-F を用い、気候季節変動を予測した。 ・ グループ 4 が上記の予測結果を受け、ウェブサイトに掲載する活動を行った。JAMSTEC と CSIR はそれぞれのウェブサイトで上記の予測結果を公開している。〔注：CSIR による公開は CSIR が管理・運営するアフリカ南部地域の気候季節変動リスク・脆弱性にかかる情報ウェブサイト（South African Risk and Vulnerability Atlas : SARVA）〕 	達成済
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。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 合計 6 つの論文が作成された。そのうち 5 本は査読付きの国際学術誌に受理され、出版済みである。残り 1 本は投稿済みである。主な論文は以下のとおり。 ・ Ratnam J.V., S.K. Behera, Y. Masumoto, K. Takahashi and T. Yamagata, 2011 : A simple regional coupled model experiment for summer-time climate simulation over southern Africa. <i>Climate Dynamics</i>, doi : 10.1007/s00382-011-1190-2. 	達成済

(3) 成果 3

成果 3 は「大気海洋結合モデルの高精度化」をめざすものである。7 つの活動は終了済みで、成果は達成されている。

活動の主な成果は以下のとおりである。

- 1) 南アフリカ・日本国側双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) 東京大学・大気海洋結合モデル（University of Tokyo Couple Model : UTCM）が CSIR と UP に設置された投入機材のコンピュータに移植された。

指標と達成度の比較は以下のとおりである。

< 指標 3-3 >

指 標	達成の状況	評 価
1 つ以上の学術論文が査読付き国際（学術）誌に受理される。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 下記の 3 論文が査読付き国際（学術）誌に受理され、出版済みである。 1) Engelbrecht FA, Landman WA, Engelbrecht CJ, Landman S, Roux B, Bopape MM, McGregor JL and Thatcher M (2011) . Multi-scale climate modeling over southern Africa using a variable-resolution global model. <i>Water SA</i>, 37 647-658. 2) Tozuka T, Doi T, Miyasaka T, Keenlyside N, Yamagata T (2011) . Key factors in simulating the equatorial Atlantic zonal sea surface temperature gradient in a coupled general circulation model. 3) <i>Journal of Geophysical Research</i>, 116, C06010, doi : 10.1029/ 2010JC006717. Richter I, Xie SP, Wittenberg AT, Masumoto Y (2012) . Tropical Atlantic biases and their relation to surface wind stress and terrestrial precipitation. <i>Climate Dynamics</i>, 38, 985-1001. 	達成済

(4) 成果 4

成果 4 はアフリカ南部地域において「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、運用されること」をめざすものである。

活動の主な成果は以下のとおりである。

- 1) グループ 2 が行った気候季節変動予測の結果を用い、予測情報をウェブサイトに掲載し、公開した
- 2) 上記のアフリカ南部地域の気候季節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 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。

プロジェクトの活動としてそのスコープには含まれていなかったが、南アフリカ側研究者メンバーにより、上記の成果を受けた気候季節予測を社会活用するための初めての試みが行われた。これは SINTEX-F を用いて得た季節予測の結果、農業作物と流水のそれぞれのモデルに統合させたものであり、この試みの成果は論文にまとめられた。

指標と比較した調査時点の達成度は以下のとおりである。

<指標 3-4 >

指 標	達成の状況	評 価
新規の予測結果を組み込むことによって、現存する早期予測システムがどのように改良されたのか、が記された報告書が出版される。	<ul style="list-style-type: none"> ・南アフリカに現存した早期予測システムに SINTEX-F 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。 ・改良にかかる報告書は未完成である。プロジェクト終了までに上記の改良や、その成果について報告書が作成される予定である。 	おおむね達成済
改良された上記システムが構築される。	<ul style="list-style-type: none"> ・アフリカ南部地域の気候季節変動の予測をウェブサイト (SARVA) に掲載し、公開した。 	達成済

(5) 成果 5

成果 5 は「南部アフリカ地域における気候変動に関連する研究者のネットワークの強化」をめざすものである。3つの活動はすべて成功裡に終了済みである。

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気候季節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じ、交流の発展が期待されている。

- 1) 南アフリカと日本間の二国間の交流と協働
- 2) 南アフリカ国内の気候季節予測研究者・機関（気候季節予測研究のコミュニティ）の交流と協働
- 3) 南部アフリカ地域、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、と南アフリカ側の 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1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。

さらに本プロジェクトの経験を契機に、南アフリカで SAWS、CSIR、ARC、医療研究所 (Medical Research Council : MRC)、旱魃・日照観測モニタリングセンター (Drought Monitoring Centre : DMC) や大学等の気候季節予測研究のコミュニティによる気候変動フォーラム (National Seasonal Climate Outlook Forum : NASCOF) が 2012 年末から 2013 年初旬まで開催する予定である。このフォーラムは四半期毎に会合を持ち、気候変動の予測に関する報告や予測見解の調整、また予測結果をユーザーへ発表していくことを目的としており、ACCESS の支援を得て、SAWS がフォーラムでの中心的役割を果たすことになっている。

指標と比較した達成度は下記のとおりである。

<指標 3-5 >

指 標	達成の状況	評 価
毎年、国際的な行事が少なくとも1回開催される。	・国際的な行事の開催：計8回 JFY 2010：3回 JFY 2011：4回 JFY 2012：1回	達成済
毎年、日本から南アフリカに派遣される専門家により、少なくとも1回の特別セミナーシリーズが開催される。	・セミナーシリーズやワークショップの開催回数：計10回 JFY 2010：2回 JFY 2011：7回 JFY 2012：1回	達成済

3-2 プロジェクト目標の達成度

- 1) プロジェクト目標は「アフリカ南部地域における環境問題に適用可能な新しい季節気候予測システムの構築」をめざすものである。プロジェクト終了時まで、この目標は達成されることが予測できる。
- 2) SINTEX-Fを利用した南半球の夏(12～2月)における3カ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の導入によって、アフリカ南部地域における気候季節予測のシステムは向上したといえる。
- 3) 投入資機材であるコンピュータと、自動気象観測機の導入も気候予測の能力を大きく高めた。コンピュータを利用した結果の産物である気候季節予測は、既に南アフリカ (SARVA)、日本双方のウェブサイト (JAMSTEC) でそれぞれ公開されており、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。
- 4) 南アフリカ側の研究者により SINTEX-Fを用いた気候予測の結果を、農産物と流水のモデルに組み込む試みが既に行われている。将来はさらに気候季節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1つである学術論文の投稿数や出版数は、合計で44と計画された数をはるかに超えている。

受理済：		
出版済み	国内：1件	国際：32件
印刷中	国内誌：0件	国際誌：2件
投稿済み：		
国内	0件	国際：9件

プロジェクト目標の達成度と指標との比較は下記のとおりである。

<指標 3-6 >

指 標	達成の状況	評 価
力学的な気候予測の結果が、社会的・科学的利用のため、現存する環境情報提供システムに組み込まれる。	・南アフリカに現存する環境情報提供システム（SARVA：2011年より開始）に、新たに SINTEX-F を組み込んだ季節気候予測の結果が公表され、定期的に更新されている。	達成済

第4章 評価結果

評価5項目による分析結果は下記のとおりである。評価の5段階は、最も上位が「非常に高い」、次いで「高い」、「普通」、「低い」、「非常に低い」の順となっている。

4-1 5項目ごとの評価

(1) 妥当性：「非常に高い」

プロジェクト実施の妥当性は非常に高い。

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めざす革新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めざす方向性とも一貫性がある。

また、南アフリカの気候季節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、直接裨益者である気候季節予測に関わる研究者、学生のニーズを満たしていたといえる。リンポポ州、西ケープ州を気候季節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、今後の気候季節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に合致している。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」

有効性は高いと判断される。

SINTEX-Fを利用した南半球の夏(12～2月)における3カ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、より高い水準(+0.1)である。SINTEX-F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気候季節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と自動気象観測機材は、南アフリカにおける気候季節予測の能力を高めることにつながった。その成果である予測情報は既にウェブサイトで公開、更新されてきており、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、当初計画数をはるかに上回った。また、プロジェクトの活動をとおし下記の3つの異なるレベルでの気候季節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。

- 1) 南アフリカと日本間の二国間における交流と協働
- 2) 南アフリカ国内の気候季節予測研究者・機関(気候変動研究のコミュニティ)間の交流と協働
- 3) 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てきた。

とりわけ資機材の投入は、南アフリカの気候季節予測の能力向上に大きく貢献したと研究者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、気候季節予測の精度や可能性を大きく高めた結果となった。

25セットの自動気象観測機の投入は調達、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、現在は同国内で約600カ所に存在するARCの気象データ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、ACCEEのプロジェクト・マネジャー、南アフリカ・日本国側双方の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、活動はおおむね計画どおりに実施されており、アフリカ南部地域の気候季節予測のモデル改善、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。そのほか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」

プロジェクトのインパクトは高い、と見込まれる。

南アフリカにおいて気候季節予測のモデルが導入され、そのモデルは南アフリカだけではなく、南部アフリカ開発共同体（South African Development Community：SADC）諸国の気候季節予測のシステムにも運用されてきている。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。

これらの気候季節予測の情報が今後農業、保健衛生や水資源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インパクトが賞賛あるいは評価されることとなろう。

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早魃・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」

プロジェクト終了後も達成された目標、成果や成果が持続される可能性は高く、持続性は高いと見込まれる。

1) 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めざす革新 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を通して自然環境のリスク軽減を行っていくことにコミットしている。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、SAWS、ARC や大学等の気候予測を行っている機関において気候季節予測の研究、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 of 構想や方策についても、南アフリカの ARC、MRC や大学においてそれぞれ準備や検討が行われている。

2) 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などの構想があり、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。

3) 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、おのおの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。

4) 技術面

南アフリカの研究機関・大学は研究継続について、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・日本の二国間 (JAMSTEC・東京大学) 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、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。

4-2 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、C/P 等との協議に基づき、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。

本プロジェクトの結果、南アフリカにおける気候季節予測のシステムは精度が高まり、プロジェクト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（二国間、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気候季節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、水資源利用等の社会的な応用に生かされていくことが大いに期待される。

5項目評価の概要は下記のとおりである。

(1)「妥当性は高い」:

プロジェクトは南アフリカの国家政策と整合し、気候予測研究者・機関のニーズに合致している。また日本の協力政策との整合性も確保されている。

(2)「有効性は高い」:

5つのワーキング・グループの活動の結果、成果はほぼ達成済みであり、プロジェクト目標もプロジェクト終了時までには満足に達成される可能性は高い。

(3)「効率性は高い」:

投入は活動で有効に活用され、成果を効果的に生み出してきたと判断できる。

(4)「インパクトは高いと見込まれる」:

南アフリカにおいて季節予測モデルが改善され、その結果、気候予測の精度は高度化した。南アフリカだけでなく、アフリカ南部地域の気候季節予測の情報としてウェブサイトにも公開され、定期的更新がなされている。また、プロジェクトを通じて、南アフリカと日本の二国間の研究者・機関の共同研究や交流が深まり、南アフリカ国内の気候予測に関わる研究者・機関の連携が強固となるなど、生産的な知的交流がもたらされた。

(5)「持続性は高いと見込まれる」:

将来はプロジェクトの成果である気候季節予測が、気候変動に対する脆弱性の軽減や他の実務分野への応用等、社会的活用が更になされていくことが期待されている。

第5章 提言と教訓

5-1 提言

本プロジェクトでは、両国のさまざま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、水資源といったさまざま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。

5-2 教訓

本プロジェクトでは、南アフリカ・日本国側双方のさまざま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フリカ大学生に対するレクチャーシリーズは、南アフリカ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。

第6章 所感

6-1 JST 報告及び所感

(1) 現地調査で確認された事項

1) 国際共同研究の達成状況について

プロジェクトはほぼ当初の予定どおりに進捗している。特に、SINTEX-F による南半球中緯度帯における気候変動予測、また WRF モデルを用いたダウンスケールによる南アフリカの気候変動予測については、多くの新たな知見が得られており、その成果を高く評価することができる。

得られた成果は例えば、

- ・ 中緯度地域における亜熱帯ダイポールモード現象の予測が可能となったこと
- ・ 南アフリカ地域における降雨、海面温度の予測精度が向上したこと（相関係数 0.7）
- ・ 大西洋赤道域の海面水温を東京大学・大気海洋結合モデル（UTCM）によって、世界で初めて再現できたこと
- ・ アフリカ南部の降水量に影響を与える亜熱帯ダイポールモード減少（南インド洋の西側の海面水温が平年よりも暖かくなり、東側の海面水温が平年よりも冷たくなる現象）の発生メカニズムを解明したこと

などが挙げられる。

一方で、成果の社会実装については、モデル予測の結果がウェブで公開されるなどの成果が得られているものの、本プロジェクトで導入したモニタリングステーション（25カ所）の稼働が1年ほど遅れたことなど、また、社会実装を担う機関の活動開始が遅れたことなどにより、やや進展に遅れが見られる。残りの5カ月の期間に進展が見られることを期待したい。

当初、出口戦略を担う機関として ARC（農業研究所）を想定していたが季節気候予測情報を出せる機関が SAWS（南アフリカ気象庁）であることから、採択時以降、本プロジェクトに参画するようアプローチした結果、先端に行く研究成果の創出に呼応、漸く本プロジェクト開始2年目から主要メンバーの1つとなった。

終了時評価調査報告書において、成果の出口戦略を担う機関として SAWS が認定されたことで、本プロジェクト終了後の社会実装が南アフリカの SAWS、ARC 中心で展開されるという確証を得るに至り、本プロジェクト後の研究の持続性が確認された。

また、研究ネットワークの一環として展開された、気候変動予測研究についての南アフリカ学生（主に黒人学生）へのレクチャーシリーズは、南アフリカ側から高く評価されていることが確認された。

黒人学生のレベル向上は南アフリカ政府の喫緊の国家目標でもあり、レクチャーシリーズを通じ、南アフリカに貢献している点も評価に値する。

SATREPS を通じて、省庁間ネットワークでの共同研究が実現したこと、双方の若手研究者が互いの文化、国民性を理解できたことに関し、「研究成果を越えた、大きな成果であった」との南アフリカ側のコメントも記録しておきたい。まさに SATREPS のめざすところであろう。

2) 国際共同研究の実施体制について

当初、ACCESS（気候地球システム研究応用センター）を代表研究機関、DST（南アフリカ科学技術省）・CSIR（科学産業研究所）・UCT（ケープタウン大学）・UP（プレトリア大学）を共同研究機関としてスタートした。その後、成果の出口戦略を担う機関としてARC（農業研究所）、そしてSAWS（南アフリカ気象庁）が参画、より研究体制が強化されていった。

一方、相手国側の研究マネジメントにおいては、Prof. Phillander、その後 Dr. Adehoke に交代、現在は不在の状況となっている。南アフリカ固有の事情で交代したものと推察されるが、南アフリカ側の研究体制が、省庁を超えるものである点、プレトリアとケープタウンという地理的問題、人種問題等を内包したものであったことから、全体を掌握すべき研究代表者の交代はプロジェクトにとって大きな痛手であった。

同時に、本プロジェクトは研究期間が3年と他のプロジェクトに比較すると短いものである。

プロジェクト後半から、研究成果の創出に呼応、出口を担う ARC、SAWS も国際共同研究に参加、季節気候予測研究の加速に弾みがついた。

上述のマネジメント体制下であったものの、短期間に多くの成果が得られているのは、山形研究代表の強力な指導力があつたからであり、その推進方策や体制構築は高く評価したい。特に、当初予定されていた南アフリカ側の研究代表者が交代するなどの不測の事態が生じたにもかかわらず、南アフリカ側の体勢を何とか維持した指導力は高く評価できる。南アフリカ側のまとめ役である Dr. Neville の高い指導力も高く評価したい。

3) 成果発表、リテラシーについて

原著論文発表については、下記の成果が現地にて確認された。

出版済論文	国内（和文）誌 1 件	国際（欧文）誌 31 件
印刷中論文	国内（和文）誌 0 件	国際（欧文）誌 2 件
投稿中論文	国内（和文）誌 0 件	国際（欧文）誌 10 件
招待講演	国内 1 件	国際会議 18 件
口頭発表	国内会議 2011 年	国際会議 136 件
ポスター発表	国内会議 4 件	国際会議 3 件

また、南アフリカのダーバンで開催された第17回気候変動枠組条約締約国会議（COP17）において、両国研究者も参加した会場にて本プロジェクトがNHK World、NHK BS World Wave にとり挙げられ、日本・世界に向け発信された。

日本人の若手研究者においては、論文投稿数、多くの国際シンポジウムにおける研究発表数など、非常に高い研究能力を発揮、世界の最先端を走る囑望される研究者に成長しているものと認められる。

特に東大大学院生においては、在学中本プロジェクトを通して4本もの論文を執筆、現在ポスドク研究員として国際的に活躍している。

4) 科学技術の発展と今後の研究について

当初、研究成果である季節気候予測情報の発信と出口戦略を担う機関として SAWS を想定していたが、詳細計画策定調査時及び、国際共同研究開始1年目でも SAWS との接触に苦労を強いられた。その後、シンポジウムへの招へいを通し最先端の研究レベルに接した時点から、本プロジェクトへ積極的に参画、SAWS の CEO(最高経営責任者)のコミットメントをも取り付け現在に至った。

終了時評価報告書にも、JCC(合同調整委員会)の議長である DST(南アフリカ科学技術省)から、今後の成果の社会実装は SAWS が担うものと確認され明記された。

ARC は、季節気候予測情報を、リンポポ州地域の農家やワイン産業に発信するとともに、SAWS においては、気象予想のリーガルボディとして本研究成果を取り込み、南部アフリカ地域に情報発信していくことも確認された。

既にウェブに情報を提供しているが、南アフリカ側での研究の進展に伴い、その情報も高度化していくものと期待される。

当面、短期降雨情報、早期旱魃警報等で活用される見込みにある。

一方、季節気候予測技術を活用した、農業のみならず、感染症等保健衛生分野、災害対策等防災分野、水資源分野等への応用が期待されている。

特に感染症分野においては、既に日本と南アフリカ側との共同研究立ち上げへの取り組みがなされている模様である。

5) 持続的研究活動等への貢献の見込みについて

コンピュータ、AWS 等導入機材の維持管理は南アフリカ側にて確保されることとなっていることから、季節気候予測の研究、季節気候サービスの運用が今後も南アフリカ側でなされていくことが確認された。

また、本プロジェクトを通し育成された両国の若手研究者間でのネットワークが構築され、SATREPS を契機に設立された NSCOF を核に拡大していくことにより、アフリカにおける気候変動予測研究のレベルが、更に引き上げられるものと期待される。

一方、南半球の中緯度における季節変動予測の研究成果により、気候変動予測モデルの適応範囲が拡大し、日本での気候変動予測技術の開発に大きく貢献することが期待される。

6) コンプライアンスについて

両国での研究活動においてデータ管理等含め、コンプライアンスが順守されている事が確認された。

(2) プロジェクト終了までの今後の課題

引き続き研究成果の論文発表に加え、設置が遅れたモニタリングステーション(25カ所)の本格稼働の結果、稠密な観測データ収集が可能となることから、リンポポ州、西ケープ州でのダウンスケーリングによる結果の検証等により、新たな知見の創出が期待される。

(3) プロジェクト終了後の課題

- 1) 季節気候予測の出口戦略を SAWS が担うとの方針である。具体的な運用とそのツール含め、南アフリカ側の手に委ねられるが、引き続き維持されるであろう研究者ネットワークにより、その成果実装が着実に進展されることを期待したい。
- 2) コンピュータシステム、SAWS 気象観測ステーション等導入機材の維持管理含めた運用管理については、導入先 (UP、UCT、CSIR、ARC、SAWS) からはプロジェクト終了後も万全の管理をする旨の確約を得ている。

一方、本プロジェクト期間中、日本側から ODA で提供してきた地球シミュレータ使用料の負担を今後、南アフリカ側負担で対応ができるのかという面で課題がある。

JAMSTEC と南アフリカ側との間で新たな国際共同研究を立ち上げて対応することも検討されている。

- 3) 本プロジェクトを契機として SAWS と ACCESS が中心となって設立された気候変動フォーラム (NSCOF) が、日本と南アフリカ共和国以外の SADC 諸国を巻き込んだ気候変動研究の核となって、ネットワークを拡大することを期待したい。
- 4) 南アフリカ側から非常に高い評価を得たレクチャーシリーズの後継プログラムは、ACCESS のミッションにも合致している。ACCESS 側からは、学生や若手研究者の指導を監督する人材 (指導教官) が極端に不足しているため、引き続き日本側からの支援を期待する旨が表明されている。

本プロジェクトを契機に、進展機運にある当該レクチャーシリーズの後継版が JICA 現地でも検討されていくものと思われる。

- 5) 南部アフリカ地域への本研究成果の適用については、SADC (南部アフリカ開発共同体) を活用することも考えられる。特に SADC の中にある SAWS が責任機関である SASPCPS (南アフリカ季節気候変動予測システム) を通し、周辺国へ展開することが将来的に可能となるものと期待される。

(4) プログラム運営における教訓

- 1) 「CP ファンド」が確実に出るのかを「事前に」開始時に、徹底的に確認する。
- 2) 「省庁間横断プロジェクト」の場合、その「デリカシー」を把握しておく。
- 3) 「出口戦略を担うリーガルボディ」がどこか、を事前に知っておく。
- 4) 出口を担う機関と具体的な出口が何かという「End Point」を明確にして合意する。
- 5) 「長期滞在の研究者」を確保しておく。学生の派遣も視野に入れておく、
- 6) 「主要導入機材のスペック」提供を前倒しで進め、「調達・搬入の遅れ」を最大限回避する。
- 7) 「C/P 負担費用」が提案時から厳格に C/P に伝達されているかを認識しておく。
- 8) 南アフリカ固有の問題が非常に複雑で、重層的な南北問題 (プレトリアとケープタウン)、大学間問題 (伝統的白人大学と黒人系大学間の格差拡大)、人種問題 (和蘭系と英国系、白人と黒人・アフリカーンス間、地域間格差、排除された白人・黒人層の存在)、デリケートな省庁間関係、組織と人員配置構成 (黒人優遇制度の徹底) 等を理解しておく。
- 9) プロジェクト終了後、成果をまとめた「SATREPS 成果集」の発刊については検討の

価値あり。

6-2 JICA 調査団所感

(1) プロジェクト評価について

当初のプロジェクト計画書に書かれている成果は、評価結果のとおりほぼ達成されていると判断された。若手研究者の教育についても、レクチャーシリーズといった取り組みを行い、その芽は大きく育ってきている。これらの取り組みを総合的に計画し進められた、山形先生をはじめとした日本側研究者の取り組みが、大きくこの成果に反映されたものと考えている。

社会実装については、気象観測計のデータ活用が不十分な点など、SATREPS としてめざす部分では課題がある。しかし調査団としては、3年という短い期間で、SAWS という機関を通して、今回のプロジェクトで発展された予測情報が実際に流されることが開始された、ということは非常に大きなインパクトであったと判断している。また、当初の案件計画書から評価すると、成果は十分に達成されており、プロジェクト設計が適切にされていたものと判断している。

プロジェクトの成果を、きちんと「達成」と評価することと併せて、社会実装という SATREPS の重要ではあるが困難な側面を進化させていくためには、こうしたプロジェクトの成果と課題を、評価の観点から離れて、別途整理することも必要であろう。

SATREPS 案件に求められる評価調査のあり方については、従来の技術協力プロジェクトで行っている5項目評価での評価が適切かどうかを含めて、評価方法を SATREPS 用に若干変更していくことも検討する必要があると感じている。

(2) 南アフリカ側関係機関の能力

調査を通じて、本プロジェクトの関係機関を訪問し意見交換を行った。各機関とも、日本側研究チームが中心となって開発した「大気海洋結合モデル」の重要性、先進性を評価し、領域モデルへの展開を非常に重要と考えていることを確認した。

プロジェクト開始当初にはプロジェクト関係機関として入っていなかった SAWS も、本プロジェクトの成果を高く評価し、既に連携した形でのモデルの活用を開始し、さらには若手研究者への指導、育成に対して大きな期待を寄せていた。最終的には、南アフリカ側関係者間の合意のもと、本成果の活用は SAWS が中心となって担っていくことが確認されたことも、プロジェクト成果の持続性につながるものである。

ARC は、気候予測・気象予測の農業への適用を非常に重要な課題として考えており、地球温暖化の影響を考慮したモデル研究を行っており、専門の研究者を抱えている。そのため、自動気象観測装置もこのプロジェクトで供与されたものを含めて約 600 台を有し、各ステーションの管理も問題なく、ネットワークを構築したうえでデータを収集・分析していた。また、今回の供与機材は、標高の違った地点に配置を行い、研究の観点からも非常に重要な拠点となっているとの説明があった。機材供与プロセスで、南アフリカに輸出するための手続きに時間がかかり、最終的な設置に遅れが出たことから、データの本格的な活用はこれからの状況であった。データの収集は開始されており、プロジェクトで改良された領域モデルへの検証等をこれから終了までの半年で行っていけることも確認した。

また、ワークステーションの管理なども視察した。UP 内のコンピュータステーション専用室に設置され、他の機材と同様に整理管理されており、研究に活用されていることを確認した。また、CSIR、UCT にもそれぞれワークステーションが導入されているが、成果発表会のなかでも、これらのワークステーションを活用した研究成果の報告がなされ、今後の活用は全く問題ないと判断される。

このように、南アフリカのレベルは、他途上国のレベルとは異なる認識が必要である。こうした共同研究、かつ最新の知見を活用した形で進めるにあたっての途上国側の研究機関のレベルは、機材の適切な維持管理、また将来的な活用などを鑑みた場合、非常に重要だと考えられる。

(3) 各関係機関のコーディネーターの重要性

各関係者のインタビュー、また JCC の場でも、研究者を支えるための調整者の重要性が非常に強調されていた。今回のプロジェクトでは、南アフリカ側の ACCESS のネビル博士、日本側では JAMSTEC 宮本氏、そして JICA が派遣した業務調整員(高橋氏、櫻井氏)である。また、ネビル博士の、南アフリカ側関係者への粘り強い調整力も大きな役割を果たした。実施、各研究機関の立場を考え動かれていたことが、南アフリカ側の連携がなんとか保たれた要員であろう。こうした研究機関同士の連携を高めながら調整を行っていく「キーパーソン」的な人は非常に重要と考えられる。

他方で、ACCESS の人員不足は否めない。多大な予算を扱っているにもかかわらず、事務スタッフ含めて絶対的な数が少なく、かなりの調整を日本側業務調整員に頼っている状況もうかがえた。

シンポジウム開催等を含めて、研究を進めるためのロジは膨大なものになる。成果拡大のために、上層部に働きかけるとなれば、プロトコルも含めて、さらに増加するものと考えられる。また、研究関係機関の調整となると、信頼関係の構築から入る必要があり、単に事務手続きを行う業務だけにとどまらない。SATREPS プロジェクトの調整業務をどう扱っていくかは、本案件の状況を見ても課題と考えられる。SATREPS 他案件を含めて、調整業務を単なるコストとして考えるのではなく、成果発言のために必要な予算として考えて整理していくことが重要であろう。

(4) 研究者間のネットワークについて

ほとんど関係のなかった研究者間のネットワークが、若手研究者を含めて構築されていることは大きな財産である。これを達成した、地道な努力の困難さについては、何らかの記録として残していく必要性を感じた。最終シンポジウムでも、本プロジェクトの、経緯含めた成果本の発刊の提案がなされており、非常に意義がある試みであろう。

これは、研究者間のネットワークを構築するだけでも時間がかかることを関係者できちんと認識することが必要である。また研究者間での最終的な信頼が形成されたのは、調整業務と併せて、日本側研究者の研究が非常にハイレベルであったこともあると考えられる。最新の研究を核とし、それを理解し受け入れるパートナー国の研究者が存在するといったことも重要な要素であろう。また、研究間での競争があるなかで、当初予定していた人事の変更や C/P の交代といったことも柔軟に検討すべきことであろう、信頼を得られたパートナーとの

関係を構築したことが、今回のプロジェクトの取り組みにおいて、短期間の成果発現にもつながっている。

また、博士課程の学生が、日本・南アフリカ国側双方のハイレベルの研究者を前に英語でプレゼンを行うといったことが実現されていることは、もっと評価されているものである。

こうした日本と南アフリカの研究者、研究所間の関係を財産としてどう活用していくのか、新たな課題を抱えていると感じた。

(5) プロジェクト実施上の課題

南アフリカ関係機関と共同研究を進めるうえで、いくつか困難な点も明らかになっている。SATRESP のスキームに起因するもの、南アフリカ側の実体性の問題等があるが、今後のプロジェクト実施にあたっての課題という側面もあることから、以下の4点を挙げる。

- 1) JST からの報告にもあるとおり、メインの C/P 機関である ACCESS の代表が、プロジェクト途中から空席になったことである。これは、単に「異動」し空白になったというだけでなく、上級ポストに黒人を配置しないといけないといった、政治的理由も含まれているとの説明も日本側関係者からは聞いた。こうした、南アフリカが有する政治状況への配慮も重要な点であった。
- 2) アパルトヘイトの負の遺産でもあるが、黒人の優秀な研究者が十分に育っていない状況でもあり、本プロジェクトの主要な C/P は白人研究者が大半であった。黒人研究者への支援として、本プロジェクトではレクチャーシリーズを開催したが、研究者を育てる観点からも非常に重要な取り組みであった。1) とも関連するが、共同研究の取り組みのなかで、関連技術の普及といった部分も重要であろう。
- 3) 南アフリカ側研究者からは、プロジェクト実施にあたっての研究費用、人件費等の支援がほとんど得られていないとのことで、プロジェクト開始当初は、C/P 経費への支出が限定される日本の技術協力学スキームに対する理解が得にくかった。他方で、DST のなかでは研究費が配分されているという話も確認されている。既存の技術協力の枠組みで SATREPS を実施していることもあり、共同研究との整合性を取ることに苦勞する場面もあった。他のプロジェクトでも言及されているが、開始前の詳細計画策定調査において、SATREPS プロジェクトの仕組みなどについて、十分説明することが重要であろう。
- 4) 本プロジェクトでも、供与機材の設置に時間がかかり、プロジェクト進捗に多少の影響が出た。SATREPS プロジェクトで供与される機材は特殊な仕様が多く、購入手続きにかなりの時間を有する。SATREPS の案件も今後採択されていくなかで、機材購入のプロセスをどう迅速に実施していくのか、JICA 内での検討も必要と考えられる。

(5) 今後について

ODA という文脈と、科学技術外交の文脈をどう発展させていくか、まだ整理すべきところが多いものと感じる。調整コスト、機材の特殊性に伴う手配の遅延といったロジの問題、研究者のネットワークといった財産の活用、社会実装の展開に向けたより具体的な戦略である。

具体的な戦略は、各プロジェクトで考えていくことも重要であるが、それ以上に他事項との連携も必要であろう。

付 属 資 料

1. 評価グリッド (英文)
2. ミニッツ (英文)
3. 「気候変動予測とアフリカ南部における応用」終了報告書

Evaluation Grid of
Prediction of Climate Variations and its Application in the Southern Africa Region at Terminal Evaluation
November 02, 2012

Evaluation Criteria	Evaluation Questions		Data/information Required	Findings and Evaluation at Terminal Evaluation
	Main Questions	Sub-questions		
Examination of Achievement	Inputs	Were Inputs carried out as planned (<u>the SA side</u>)	Comparison with the initial/original plan (Experts (Expertise), C/P deployment, Budget, Equipment and Facilities, Timing of Inputs)	<p><Inputs of the SA side></p> <p>1) <u>Personnel</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Project Director: DST • Project Manager: ACCESS manager • Project Leader: ACCESS/CSIR • Group Leaders • Members/researchers of the Working Groups (Annex 2) <ul style="list-style-type: none"> • Group 1 : 9 • Group 2 : 9 • Group 3 : 11 • Group 4 : 22 • Group 5 : 2+all group members <p>• Appropriate researchers were assigned at the planning stage, and there were some changes of the members during the course of the Project.</p> <p>• In particular, leaders assigned each group were appropriate, and with high capabilities, so they contributed to produce the results of the Project.</p> <p>• Changes of the group members did not affect much the progress of Project activities. In general, the project management of the SA side has been well coordinated and supervised by the Project Manager from ACCESS.</p> <p>2) <u>Project office space</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CHPC (Cape Town) • CSIR (Pretoria) <p>3) <u>Expense</u>: (Annex 5) (Identified as of October 2012, information was obtained from ACCESS. More details will be clarified later.)</p>
		Was deployment of counter-parts appropriate?	Numbers, Position, Expertise	
		Activity cost and supply of equipment	Cost, of activity cost & equipment, contents and timing	
		Project implementation, management and support structure	Project implementation, management and support structure	
		Were Inputs carried out as planned (<u>the Japanese side</u>)	Comparison with the initial/original plan (Experts /Expertise, Budget, Equipment and Facilities, Timing of Inputs)	
		Expert dispatch	Numbers, expertise, timing, duration	
		C/P training in Japan and in SA	Numbers, expertise, timing, duration	
		Supply of equipment	Types, numbers, purpose of inputs	
		Activity cost	Budget and expense	

Evaluation Grid of
Prediction of Climate Variations and its Application in the Southern Africa Region at Terminal Evaluation
November 02, 2012

				<ul style="list-style-type: none"> • Expense by ACCESS (from DST) for 3 years: about 4.3million ZAR. Details identified as of October 2012 are as follows: <ul style="list-style-type: none"> • ZAR 1,556,800 (for SATREPS from DST to ACCESS) (see Annex 5) • ZAR 2,750,000 (for ACCESS' research fund and bursaries on a theme of "climate change". This was disbursed from DST) Note: The above total expenses do not include <ul style="list-style-type: none"> • Funding allocated to climate change related researches, which participated members, organizations and universities allocated or granted for the SATREPS related research use. • The costs in kind, such as time allocated by ACCESS partners to the work, both in SATREPS and ACCESS's won research theme. <p><Inputs of the Japanese side> (Annex 2)</p> <p>1) <u>Personnel</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Japanese researchers/experts of the 5 Working Groups <ul style="list-style-type: none"> • Group 1 : 8 • Group 2 : 10 • Group 3 : 7 • Group 4 : 10 • Group 5 : 4 +all researchers • <u>Dispatch of the Japanese side researchers/experts to SA</u> : In total 66 times • <u>Japanese Coordinators dispatched by JICA</u>:2 persons <p>2) <u>Local operation costs</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Expense by the Japanese (JICA only, not including fund from JST) side: <ul style="list-style-type: none"> • JFY 2010 : JY 67,012,000 • JFY 2011 : JY123,028,000 • JFY 2012 approved budget : JY44,167,000 <p>3) <u>Invitation of the SA side researchers/experts to Japan</u>: (Annex 3) In total 27 times</p>
--	--	--	--	---

Evaluation Grid of
Prediction of Climate Variations and its Application in the Southern Africa Region at Terminal Evaluation
November 02, 2012

				<p>4) List of machinery and equipment (Annex 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inputs of the Japanese side were mostly appropriate, and did not cause a major problem on progress of implementing the activities. • There was a delay of procurement of automatic weather station (AWS) equipment. As a result of the delay, the use of the collected data by the AWSs for verification of downscaling was late for about 6 months to 1 year in the Project. By the end of the Project the data will be used for verification of downscaling seasonal prediction by both the SA and the Japanese researchers. • In particular, supply of computers, which are devoted to use for seasonal climate prediction and downscaling is very highly appreciated by the SA side researchers. They enhanced capacity of seasonal forecasting in SA climate research community, and made it possible to bring the new model of climate forecasting and new scientific knowledge to SA.
--	--	--	--	--

Evaluation Grid of
Prediction of Climate Variations and its Application in the Southern Africa Region at Terminal Evaluation
November 02, 2012

Examination of Achievement of Outputs	<p>Is <u>Output 1</u> “Predictability of the Subtropical Dipole Mode and its influence on the Southern African Region is evaluated” achieved as planned? (Comparison with the activity plans and the indicator)</p>	<p>1) Activities</p> <ul style="list-style-type: none"> • Progress and completion status of the 7 planned activities <p>2) Indicator</p> <ul style="list-style-type: none"> • More than three scientific research papers are accepted by peer reviewed international journals. 	<p>[Output 1]</p> <p>1) <u>Activities: Completed.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • All the 7 activities were successfully completed as planned. • Major achievements through the activities are as follows: <ol style="list-style-type: none"> i) The mechanism of Subtropical Dipole Modes is clarified. Major findings are reported in research papers. ii) Predictability of Subtropical Dipole Modes is assessed using the SINTEX-F model, and it is shown for the first time that the model can successfully predict the Subtropical Dipole Modes at lead time of up to 1-2 seasons. These results are reported in a submitted paper. iii) Variability in the Agulhas and Benguela systems is examined. Major findings are reported in research papers. <p>2) <u>Indicator: Achieved (Annex 7)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • The results of all activities were reported in 24 published research papers. In addition, 6 papers were already submitted to the international journals. As a comparison with the indicator planned, far more publications in numbers were made successfully.
	<p>Is <u>Output 2</u> “Seasonal climate prediction for the southern African region becomes available by use of an ocean-atmosphere coupled general circulation model.” achieved as planned? (Comparison with the activity plans and the indicators)</p>	<p>1) Activities</p> <ul style="list-style-type: none"> • Progress and completion status of the 5 planned activities <p>2) Indicators</p> <ul style="list-style-type: none"> • Seasonal prediction products based on SINTEX-F are posted on the web site of ACCESS and JAMSTEC. • At least one scientific research paper is accepted by a peer reviewed international journal 	<p>[Output 2]</p> <p>1) <u>Activities: Mostly completed</u> excepting for the use of date collected by AWS for verification of downscaling seasonal prediction</p> <ul style="list-style-type: none"> • All the 5 planned activities were completed. Seasonal climate prediction is verified by the pre-existing international datasets. • Weather data collected during the Project period at the weather stations installed in Limpopo (20) and Western Cape (5) regions will be used for verification of downscaling seasonal prediction by University of Pretoria and University of Cape Town with the Japanese researchers by the end of the Project period. • Major achievements of the activities are as follows. <ol style="list-style-type: none"> i) Using the Earth Simulator, ensemble prediction experiments of the SINTEX-F model are conducted every month for seasonal prediction up to one year lead. These prediction

Evaluation Grid of
Prediction of Climate Variations and its Application in the Southern Africa Region at Terminal Evaluation
November 02, 2012

				<p>results are posted on the project web site as a part of Group 4 activity.</p> <p>ii) Downscaling simulations for the Southern African Region are conducted using the WRF model. Results from these simulations are reported in a research paper.</p> <p>iii) Seasonal prediction results from SINTEX-F model are downscaled using the WRF model. These prediction results are reported in a research paper.</p> <p>2) <u>Indicators: Achieved.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Indicator 1: <ul style="list-style-type: none"> • Seasonal prediction is conducted by SINTEX-F through the activities by Group 2. • The Group 4 posted on the web-sites of JAMSTEC and CSIR (Web-sites: South African Risk and Vulnerability Atlas (CSIR), managed by CSIR) • Indicator 2: <ul style="list-style-type: none"> • In total 6 research papers were written. Among them, 5 were published by peer reviewed international journals, and 1 research paper was submitted to an international journal.
		<p>Is <u>Output 3</u> "Ocean-atmosphere coupled general circulation models are improved" achieved as planned? (Comparison with the activity plans and the indicators)</p>	<p>1) Activities</p> <ul style="list-style-type: none"> • Progress and completion status of the 7 planned activities <p>2) Indicators</p> <ul style="list-style-type: none"> • More than one scientific research paper is accepted by peer reviewed international journals. 	<p>[Output 3]</p> <p>1) <u>Activities: Completed.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • All the 7 activities were completed as planned. • Major achievements are as follows: <ul style="list-style-type: none"> i) Common experiments are conducted using general circulation models in both Japan and South Africa. These results are reported in research papers. ii) Roles of land-surface forcing in relation to ocean forcing are examined by modifying vegetation specification, albedo, and soil moisture in general circulation models. These results are reported in a research paper. iii) The UTCM is installed in computers supplied by JICA to CSIR and University of Pretoria. <p>2) <u>Indicators: Achieved.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Indicator 1: <ul style="list-style-type: none"> • Seasonal prediction is conducted by SINTEX-F through the activities by Group 2.

Evaluation Grid of
Prediction of Climate Variations and its Application in the Southern Africa Region at Terminal Evaluation
November 02, 2012

				<ul style="list-style-type: none"> • The Group 4 posted on the web-sites of JAMSTEC and CSIR (SA's web-site: SARVA) • Indicator 2: <ul style="list-style-type: none"> • In total 6 research papers were written. Among them, 5 were published by peer reviewed international journals, and 1 research paper was submitted to an international journal. For example,
		<p>Is <u>Output 4</u> “development and improvement of a prototype of early prediction system for mitigating impacts of abnormal weather” achieved as planned? (Comparison with the activity plans and the indicators)</p>	<p>1) Activities</p> <ul style="list-style-type: none"> • Progress and completion status of the 5 planned activities <p>2) Indicators</p> <ul style="list-style-type: none"> • A report describing how the existing early prediction systems are augmented by incorporating new prediction results is published. • Access to the augmented system is established. 	<p>[Output 4]</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Activities: Mostly completed</u> excepting for a report that describing in what ways the existing early prediction systems are augmented by incorporating new prediction results. • Major achievements are as follows: <ol style="list-style-type: none"> i) Results from seasonal prediction conducted by Group 2 are posted on the Project web site. ii) Regional predictions for the Southern African Region are posted on the Project web site. iii) The existing early prediction systems will be augmented by incorporating seasonal prediction results from the SINTEX-F model by the end of this Project. • <u>Indicators: Mostly achieved</u> excepting for making a report of Indicator 1. • Indicator 1: <ul style="list-style-type: none"> • The existing early prediction systems are augmented by incorporating SINTEX-F prediction results, and a report describing the above will be prepared by the end of the Project. • Indicator 2: <ul style="list-style-type: none"> • Seasonal prediction results can be obtained through South African Risk and Vulnerability Atlas, CSIR.
		<p>Is <u>Output 5</u> “Network for scientists involved in climate variations research is strengthened in the Southern African Region” achieved as planned? (Comparison with the activity plans and the indicators)</p>	<p>1) Activities</p> <ul style="list-style-type: none"> • Progress and completion status of the 3 planned activities <p>2) Indicators</p> <ul style="list-style-type: none"> • At least one international event is organized 	<p>[Output 5]</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Activities: Completed.</u> • All the 3 activities were successfully completed. Also, as listed below, 3 levels of interactions among researchers and organizations on climate forecasting are enhanced during the

Evaluation Grid of
Prediction of Climate Variations and its Application in the Southern Africa Region at Terminal Evaluation
November 02, 2012

<p>Examination of Implementation</p>	<p>Progress of Activities</p>	<p>Are activities carried out as planned for <u>Output 1</u>?</p>	<p>every year.</p> <ul style="list-style-type: none"> At least one specialist seminar series per year is given by scientists from Japan in South Africa or vice versa. 	<p>course of the Project. These interactions are expected to be further strengthened in future.</p> <ul style="list-style-type: none"> Bilateral interactions between South Africa and Japan Intra-South African climate research/forecast institutions Linkage with the SADC countries <p>Regarding the intra-South African interactions, this was the first time for such a large number of the South African climate research institutions to be involved in as single Project.</p> <p>As a by-product and outcomes of the Project, "NASCOF : National Seasonal Climate Outlook Forum" composed of the partners working for climate forecasting/research in South Africa, such as SAWS, ARC, MRC, CSIR, DMC and universities, will be organized in order to coordinate the seasonal prediction and to disseminate the prediction for the prospected users' quarterly form the end of 2012 or the beginning of 2013. SAWS will play a pivotal role of NASCOF with coordination of ACCESS.</p> <p><u>Indicators: Achieved</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Indicator 1: <u>International events organized</u> : in total 8 times: FY 2010: 3 time, FY 2011: 4 times, FY 2012: 1 time Indicator 2: <u>Seminar series and workshops organized</u>: in total 10 times: FY 2010: 2 time, FY 2011: 7 times, FY 2012: 1 time <p>[Research papers/Publications in total]</p> <ul style="list-style-type: none"> Total numbers of scientific research papers published and submitted to the international journals: 44, and numbers of the research paper made were far more than the original plan. <u>Accepted</u>: Published: In Japan: 1, International: 32 In Press: In Japan: 0, International: 2 <u>Submitted</u>: In Japan: 0, International: 9
	<p>Progress and completion status of the planned activities to each Outputs</p>	<p>Progress and completion status of the planned activities to each Outputs</p>	<p>In general, most of the activities were carried our as planned while some activities were delayed by different reasons, such as a delay</p>	

Evaluation Grid of
Prediction of Climate Variations and its Application in the Southern Africa Region at Terminal Evaluation
November 02, 2012

Process		Are activities carried out as planned for <u>Output 2</u> ?		<p>of equipment procurement, which also caused a delay of starting use of weather data collected at the AWSs in the above-mentioned 2 regions.</p> <ul style="list-style-type: none"> According to the Japanese side experts, all the remaining works will be carried out by the end of the Project.
		Are activities carried out as planned for <u>Output 3</u> ?		
		Are activities carried out as planned for <u>Output 4</u> ?		
		Are activities carried out as planned for <u>Output 5</u> ?		
	Progress of Date/model Transfer and Capacity Building of the Students in SA	Are progress of date/model transfer and capacity building of the students in SA appropriate and progressed well?	Methods, timing and targets of date/model transfer and capacity building	<ul style="list-style-type: none"> Progress of date/model transfer and capacity building of the students in SA were carried out appropriately, and the results were highly recognized/appreciated by the SA side. There are 3 major contents on date/model transfer and technical transfer issues as flows: <ol style="list-style-type: none"> Installations of 2 models to the following organizations in SA were completed in a successful manner. <ol style="list-style-type: none"> WRF (Univ. of Pretoria) UTCM (Univ. of Pretoria, CSIR) Seasonal predictions/Outputs from SINTEX-F are provided to CSIR every month (from September 2012) Lecture series to university students were organized during the course of the Project (Annex 6) : in total 16 times
Institutional Set-up for Project Management	Is organizations and institutional arrangement on Project Management appropriate on implementation & monitoring system?	Project Operation and Monitoring systems, and effectiveness of the system	<ul style="list-style-type: none"> Organizations and institutional arrangement on Project management was appropriate. JCC: held 3 times in SA as follows: <ol style="list-style-type: none"> August 2010 with 24 attendants on discussions of specific activities by each Group August 2011 with 27 on Mid-term review and ways toward October 2012: Joint Terminal evaluation, sustainability of Outputs, outcomes and possibility for social application after the Project Activities of the Project were carried out by the Group basis (under supervision of the Group Leaders of each country side), and in particular there were sub-divided groups or individual partners to carry out the tasks. According to the interview to the researchers of the both SA and Japanese sides, it was found no problem on the project management excepting for that differences of the funding 	
	Is organizations and institutional arrangement on project management effective for communication within the Project?	Communication systems and channels within the Project		
	Organizations and institutional arrangement on decision making appropriate?	Decision making mechanism and its relevance		

Evaluation Grid of
Prediction of Climate Variations and its Application in the Southern Africa Region at Terminal Evaluation
November 02, 2012

				systems for research activities between the conventional system practiced in SA and the resources from SATREPS made the SA researchers a little constraints to involve activities of SATREPS.
	Deployment of C/Ps	Is allocation of counter-parts appropriate? (Numbers and deployment of C/Ps) CPs participation of C/Ps to the Project activities active and adequate?	Numbers and deployment of C/Ps	<ul style="list-style-type: none"> • Adequate numbers of CPs with high expertise (researchers/ coordinators) were assigned for each Groups and key members of the Group were actively participated. • Project Manager (ACCESS) and Group Leaders were with very high capabilities to manage activities and to produce the Outputs.
	Recognition of the Project by CPs	Is recognition to the Project by CPs high?	Recognition for the Outputs and Project Purpose by the CPs	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Individual Group activities:</u> • CPs had a high sense of the ownership from the beginning, and recognized well, in general, on importance and possible impact of the Project. • According to the interview result with the Japanese experts, as the Project went on, CPs' recognition became more solid, and more participated actively through the activities of the Group. • <u>International Seminar, Symposium, Workshop, Lecture Series:</u> • Through opportunities to sharing knowledge and results of the Project by workshops etc., the CPs and attendants increased recognition of the Project.

Evaluation Grid of
Prediction of Climate Variations and its Application in the Southern Africa Region at Terminal Evaluation
November 02, 2012

<p>Relevance</p>	<p>Conformity of the Project Purpose to the National Development Plans of SA</p>	<p>Is enhancing capacity of seasonal climate prediction/forecasting important in the National Development Plans/strategy?</p>	<p>National and sector policies in SA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • It is <u>consistent with the SA's national policies</u> on human resource development and strengthening science as stipulated in the following documents: <ul style="list-style-type: none"> • Accelerated and Shared Growth Initiative for South Africa (AsgiSA) (2005), in which human resource development (leadership) and capacity development of state organisations are addressed. • Joint Initiative on Priority Skills Acquisition (JIPSA) (2006) , in which skill development of the youth (increase in enrollment of engineering, reconstruction of technical training, strengthening science in school etc.) is addressed. • It is also <u>consistent with the DST's policy</u> documents as follows: <ul style="list-style-type: none"> • "INNOVATION TOWARDS A KNOWLEDGE-BASED ECONOMY: Ten-Year Plan for South Africa (2008 – 2018)," in which South Africa's prospects to improve competitiveness and economic growth through the production and dissemination of knowledge leads to economic benefits, and enriches all fields of human skills/capacity are aimed. • The knowledge-based economy will be driven by four elements: <ul style="list-style-type: none"> • Human capital development • Knowledge generation and exploitation (R&D) • Knowledge infrastructure • Address the "innovation" bridging between research results and socioeconomic outcomes. • It aims that South Africa is the position to lead scientific research in response to "the climate change" in the African continent. It anticipates that mitigation of risks on natural environment such as "drought and flood patterns and incidence of infectious diseases" by "understanding and projecting changes of the physical system," "the impact of these changes" and by promoting research on prevention and early warning system.
-------------------------	--	---	---	--

Evaluation Grid of
Prediction of Climate Variations and its Application in the Southern Africa Region at Terminal Evaluation
November 02, 2012

Conformity with needs of beneficiaries	Were the selection of the target groups and areas adequate?	<p>Selection method of targets and their needs, conformity with Project activity objectives</p> <p><u>Direct beneficiaries:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Researchers 2) Students <p><u>In-direct beneficiaries:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Farmers, 2) Public service organizations to provide climate and weather forecasting/predicting data to the clients, such as ARC, SAWS, MRC. 3) The people in South Africa 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Selection of the target groups:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Selection of the direct and in-direct beneficiaries was appropriate. • Groups of the in-direct beneficiaries were not yet received direct benefit during the Project period due to outreach activities are not within the scope of the Project. • <u>Selection of Areas:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Selecting <u>South Africa and the extended region around SA</u> for research and downscaling was appropriate in view of Project Purpose, with which “capacity enhancement of seasonal climate prediction” in particular, at the SA climate research related institutions (“climate research community” in SA) was aimed. • As it was expected, capacity of predictability was enhanced by the improved forecasting model and supplied computers etc., and this contributed to improvement in seasonal climate forecasting systems to manage environmental problems in the SA region. • <u>Selecting Limpopo and Western Cape regions</u> as the downscaling sites was also appropriate. It is expected the seasonal prediction data will be used for managing agricultural productions (in Limpopo) and climate data variation (in Western Cape).
	Do Project Purpose and Outputs meet with needs of the target group and areas?	Validity to response needs of the target groups and areas	<ul style="list-style-type: none"> • “Capacity enhancement of seasonal climate prediction,” as Project Purpose and Outputs stipulate, met the needs of the planned direct-beneficiaries, such as researchers and students, through enhancing institutional capacity for the climate prediction and the climate prediction systems in South Africa.
	Are there ripple effects for people beyond impacts on the target group and areas?	Ripple effects produced for people other than the target group (if any)	<ul style="list-style-type: none"> • As mentioned above, social application of the obtained Outputs and Purpose of the Project will be the next step to be carried out. Thereby there is not much the ripple effect for the people at the end of the Project. • In case social application will be taken place in future, by applying the results of the researches to mitigating risks of natural environment for agriculture, water use and health/sanitation etc., the ripple effect the Project and impact to the extend people, such as farmers and habitants, will be generated and reached.

Evaluation Grid of
Prediction of Climate Variations and its Application in the Southern Africa Region at Terminal Evaluation
November 02, 2012

	Relevance of approaches	Were approaches taken in the Project appropriate to achieve objectives and to solve the sector issues?	Achievement and impacts brought regarding the sector issues	<ul style="list-style-type: none"> Approaches taken during the Project were appropriate. Joint researches among the SA and Japanese researchers, formulating 5 Working Groups, were very effective manners to carry out tasks and to achieve the Outputs (increasing predictability of seasonal forecast, downscaling, etc.) and Purpose of the Project It enhanced capacity in terms of not only “accuracy of seasonal prediction by incorporating the SINTEX-F prediction results” but also “institutional capacity through consolidating linkages among the climate research community in SA.
	Relevance to Japan and JICA policy/ strategies	Is the Project along with Japan’s ODA policy to SA?	Japanese and JICA’s ODA Policies/strategies to SA	<ul style="list-style-type: none"> Project is in line with Japan’s initiatives on contributing to reinforce global measures against climate change, as stated in the Japan’s foreign policy. Purpose of the Project is consistent with Japan’s cooperation policies in South Africa, which emphasize capacity enhancement on human resources and technologies on the science and environmental sectors. It is also consistent with a support of environmental sectors in the southern African region by the Japanese Government Cooperation on capacity development on the scientific knowledge and technology field is one of the JICA’s priority areas for cooperation in South Africa. According to the priority of the JICA South Africa, it also aimed to support that having the enhanced human capacity, generating innovation and social application/reflection of the advancement will be realized for the benefits of society.

Evaluation Grid of
Prediction of Climate Variations and its Application in the Southern Africa Region at Terminal Evaluation
November 02, 2012

Effectiveness	Achievement of Project Purpose Are indicators of Project Purpose satisfied?	Is Project Purpose, “Capacity of seasonal climate prediction in South Africa is enhanced so that it can be applied to management of environmental problems in the Southern Africa region.” achieved by the end of the Project?	Progress of achievement to Project Purpose	<ul style="list-style-type: none"> • It is expected Project Purpose will be achieved by the end of the Project period in a successful manner. • Accuracy of a climate prediction system in SA was enhanced by incorporating the SINTEX-F prediction results. For example, seasonal prediction of precipitation in austral summer (December-February) by the SINTEX-F model achieved anomaly correlation coefficient of 0.7 with lead-time of 3 months. This is higher than the anomaly correlation of 0.6, which is regarded as the criterion for successful prediction in the climate prediction community. • Supplied computers that are solely devoted to seasonal climate prediction and downscaling and supplied AWS that will be used for verification of downscaled seasonal prediction are contributing to enhanced capacity of seasonal climate prediction in South Africa. • The above climate prediction information is already disseminated through the web sites in both South Africa and Japan, and will be applied to management of environmental problems in the Southern African Region. • The South African side has made a first attempt of application by incorporating the SINTEX-F results to crop and stream flow models, and more societal applications are expected in future. • Total numbers of scientific research papers published and submitted to the international journals during the Project were 44, and it was far more than expectations. Total numbers, as of October 2012, are summarized as follows: <ul style="list-style-type: none"> • <u>Accepted:</u> Published: In Japan: 1, International: 32 In Press: In Japan: 0, International: 2 • <u>Submitted:</u> In Japan: 0, International: 9
		Is an indicator of Project Purpose, “dynamical climate prediction results are included in the existing environmental data dissemination system for societal as well as scientific use.” satisfied?	Achievement in a view of indicators	<ul style="list-style-type: none"> • It is evaluated achieved. • Climate prediction results from SINTEX-F for the South African region are included in the pre-existing system, and disseminated and updated regularly through the website (SARVA).

Evaluation Grid of
Prediction of Climate Variations and its Application in the Southern Africa Region at Terminal Evaluation
November 02, 2012

	Factors contributed to achieve the Project Purpose (Degree of achievement for Outputs)	What are contributing factors for achievement?	Positive factors for carrying activities and achieving Outputs	<ul style="list-style-type: none"> • According to the experts' perspectives of the both sides, the follows issues are identified as contributing factors and possibly negative factors to be improved or considered. <p><u>Positive/contributing factors:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Members' high professional expertizes</u> • <u>Bilateral partnerships and interactions</u> among researchers of the both countries were very exciting experiences, and became good stimulus. • <u>Consolidation of linkages among the SA climate research institutions.</u> This was the first time for such a large number of the South African climate research institutions to be involved in as single Project. • <u>Intellectual capacity of the Japanese side,</u> such as larger institutional capacity, chances to expose new knowledge and a larger stock of researchers (numbers) etc., are high on the Japanese side, thereby there were opinions arose that the SA side was more benefitted from the interactions. • <u>Provision of computers,</u> with high capacity for data process, simulation and storage, which are solely devoted to use for seasonal climate prediction. This made possible to apply an improved model of forecasting to SA, and thus enhanced capacity of climate prediction in SA. • <u>AWSs</u> were also incorporated into the national weather station network by ARC. • <u>Project manager (ACCESS), coordinators of JICA and JAMSTEC:</u> their endeavors, coordination and supervision made the Project accomplished.
		Are adequate good practices of produced through activities?	Status of generating cases of Good Practices	<p><u>Good practices:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bilateral joint research/interactions between the SA and Japan sides • Linkage/network consolidation among almost all the climate related researchers/intuitions as the first time in SA. This will be developed as NASCOF (National Seasonal Climate Outlook Forum) to coordinate research Outputs among the seasonal forecasting community in SA
	Factors hampered to achieve the Project purpose	Degree of influence by personnel change or resignation of C/Ps	Numbers, timing and reasons of changes and resignation of C/Ps	<ul style="list-style-type: none"> • There were some changes in personnel in the course of the Project, such as research leaders of the SA side. However, it was not affected onto progress of the Project since key implementers of the research activities were riot changed.

Evaluation Grid of
Prediction of Climate Variations and its Application in the Southern Africa Region at Terminal Evaluation
November 02, 2012

		Is the SA sides able to prepare appropriate and enough budget?	Data on budget and finance of the SA side	<ul style="list-style-type: none"> • As described prior, expense by ACCESS (from DST) for 3 years was about 4.31million ZAR. • It is judged that adequate budget was prepared by DST and ACCESS. However, there were opinions that the SA researchers felt it was not appropriately allocated to satisfy the SA researchers for fill activities, according to the interview results. <p><u>Factors or to be considered for improvement:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Other factors, which could be discussed by the SA side researchers, and to be considered for improvement on the SATREPS planning and implementation are as follows: • <u>Consultation in the planning process to the SA side:</u> <ul style="list-style-type: none"> • There were opinions from the SA side that in the planning stage, there was not much chance to be consulted with different stakeholders from the SA side (on both project planning and research activity planning). • <u>Differences in the funding systems between the SA research Institutions and resources available by SATREPS</u> <ul style="list-style-type: none"> • The SA researchers saw sometimes there were difficulties to manage time to take part in the Project due to the funding system gap. Large parts of finance sources at the SA institutions are composed of the earning from the clients (research fund earned as a contract to researchers).
		Possibly negative factors to be improved or considered for carrying activities and achieving Outputs.	Other factors and consequences	

Evaluation Grid of
Prediction of Climate Variations and its Application in the Southern Africa Region at Terminal Evaluation
November 02, 2012

Efficiency	Appropriateness of quantity, quality and timing of inputs from the Japanese side	Are number, expertise, timing, duration of dispatched Japanese experts?	Number, expertise and length of dispatch	<ul style="list-style-type: none"> • According to interviews to both the SA and Japanese side experts, it was pointed out that number, expertise, timing, duration of dispatched Japanese experts (in total 66 times) was mostly appropriate. • Both sides of researchers/coordinators stated dispatching experts to foreign countries (both to SA and to Japan) for a certain period were, in fact, a challenge in view of a management due to other duties. • While there were opinions that the length of dispatching the Japanese side experts were rather short (1-3 weeks range), majority of the both sides researchers stated about 2 weeks were enough to generate and confirm research results at the visiting countries. • Communication via internet and Skype was major means of discussing the work procedures etc. among the researchers in the course of the Project. • All the tasks were demarcated among the working group members at the both countries for the activity implementation.
		Are number, training contents, period and timing of invitation of researchers/coordinators to Japan appropriate?	Records of invitation (number, courses, training contents, length and timing)	<ul style="list-style-type: none"> • All the researchers in interviews for the SA side responded that invitations of researchers/coordinators to Japan (in total, 27 times) were very appropriate, and highly effective to increase their scientific knowledge and to carry out research activities. (Annex 3)
		Are type, quantity and timing of equipment provided from Japan are appropriate?	Types, volumes, timing of equipment provision Needs of both the Japanese and the SA sides for the Project implementation	<ul style="list-style-type: none"> • Equipment, such as computer and AWS, supplied by the Japanese side was highly appreciated and satisfying needs of the SA side as described prior. The Computers and AWS were highly utilized for activities, and maintained well, according to the interview and observation results. • O&M status of the equipment was found good very good (depending on the equipment) according to observation and discussions with the researchers and technical personnel of the delivered institutions. • Timing of procurement for AWS was delayed. This influenced duration of possible collecting weather data at the 2 sites, in particular in Limpopo, was shorter (6 month to 1 year) than the plan. It resulted in delaying to start using the local data for verification of downscaling of seasonal prediction about 6 months. The collected data for the summer season (December 2012 to February 2013) by AWS will be used by the end of the Project.

Evaluation Grid of
Prediction of Climate Variations and its Application in the Southern Africa Region at Terminal Evaluation
November 02, 2012

	Appropriateness of quantity, quality and timing of inputs from the SA side	Is deployment of Project Director, Manager, and research group member appropriate?	Number, deployment and expertise of Project Director, Manager, research group member etc.	<ul style="list-style-type: none"> • Deployment of Project Director (DST), Manager (ACCESS) and 53 working group members (Annex 2) of the SA side was appropriate, and contributed to produce Outputs in effective ways. • Capability and expertise of key management members and group members were high and satisfied with the Japanese researchers too. • In particular, endeavors by the ACCESS Manager, as Project Manager, to supervise/coordinate the SA side activities and inputs, and high capabilities of the Group Leaders are highly recognized as one of key contributing factors for success among the both sides of researchers/coordinators.
	Appropriateness of project management	Is JCC functioning as it is expected?	Times, frequency and participants and issues decided at the JCCs	<ul style="list-style-type: none"> • JCC was held 3 times for 3 years. Agendas discussed at the time of JCC were: <ol style="list-style-type: none"> i) August 2010: Discussions of specific activities by each Group ii) August 2011: Mid-term review and ways toward iii) October 2012: Joint Terminal evaluation, sustainability of Outputs, outcomes and possibility for social application after the Project
		Is Project meeting held regularly?	Times, frequency, purposes and participants of the meeting, communication among Japanese Experts and C/Ps	<ul style="list-style-type: none"> • According to the interview results, necessary regular communication was kept mostly via internet communication among each Group and task members. They themselves decided the day for regular contacts or discussions via internet.
	Factor hampered achievement of efficiency	Are there negative factors affecting realizing efficiency?	Factors inhibiting on realizing efficiency of the Project	<ul style="list-style-type: none"> • There was no significant negative factor, which affected efficiency in the course of the Project.

Evaluation Grid of
Prediction of Climate Variations and its Application in the Southern Africa Region at Terminal Evaluation
November 02, 2012

Impact (Prospect)	Economic and social aspects	Will benefits of the SA people and possible influences regarding the development of the seasonal climate prediction and risk mitigation on natural environment through the achievement of the future goal?	Changes/influences possibly to be brought by achieving the future goal	<ul style="list-style-type: none"> In August 2011, the workshop was held in Limpopo, and the farmers were invited to the workshop. They presented their need for seasonal forecast. In the Project, Group 4 posted the climate prediction information in South African regions on the web-site (SARVA) and updating regularly. It is expected that this will be applied to management of environmental problems in the Southern African Region. The South African researchers has made a first attempt of application by incorporating the SINTEX-F results to crop and stream flow models, and more societal applications are expected in future. After seasonal climate forecasting/predicting data is applied and accepted for the use for mitigating the risk of fragility from the natural environment, economic and social impacts on agriculture, health/sanitation, and use of water resources will be anticipated.
	Other aspects	Are there other unexpected benefits?	Possible influences on policies, laws, institutional set-up, social-economic impact to communities and stakeholders	<ul style="list-style-type: none"> Impact is prospected to be high since the Project attained positive impact in improving the SA's climate seasonal forecasting system by incorporating the Output from the SINTEX-F model. This improved climate forecasting system is already running and regularly updated not only in South Africa but also on prediction for the SADC regions as the results of the Project as posted in the web-site.
Sustainability (Prospect)	Institutional aspects	Will the policy on climate forecasting/prediction continue after the Project?	Law, regulation, plans and commitment of agencies	<ul style="list-style-type: none"> Policies and strategies on facilitating scientific advancement on climate forecasting/prediction in SA will not be changed, and continues after the Project as stipulated in the national strategies such as "AsgiSA, 2005" and the DST's policy below. Improvement of scientific knowledge of climate forecasting/prediction and its social application toward mitigating risks to society is committed by the SA government, as it is stipulated on "INNOVATION TOWARDS A KNOWLEDGE-BASED ECONOMY: Ten-Year Plan for South Africa (2008 – 2018)" by DST.

Evaluation Grid of
Prediction of Climate Variations and its Application in the Southern Africa Region at Terminal Evaluation
November 02, 2012

		Will support from related agencies continue??	Perception of related agencies, experts and C/Ps, future needs and feasibility	<ul style="list-style-type: none"> Climate forecasting institutions such as SAWS, CSIR, ARC and other research institutions continue researches of the seasonal climate prediction, and continue to utilize the models and system enhanced by the Project. 	
		Will the system developed in the Project to be applied in the extended areas (such as the SADC region)?	Future plans and direction on climate data collection, research and operation/social application of the data	<ul style="list-style-type: none"> As posted in the website (SARVA), seasonal prediction information for the SADC region is already available as the Product of the Project. The SA government anticipated the scientific knowledge and researches on climate changes and forecasting/prediction systems to apply for the extend area in the Africa continent, and to play the leading roles in the region, as stated in the national strategies. 	
		Is the vision for climate prediction in the SA and social application defined clearly?	Vision on climate prediction and its social application Perception of experts and C/Ps	<ul style="list-style-type: none"> According to the result of interviews, it was found that ideas and possible means of applying the prediction information for the societal benefits/for delivering to the end-users have been already under developing at some institutions in SA, such as ARC, MRC and universities. 	
	Organizational aspects		Are human resources development and education plans on climate prediction adequately prepared in the SA?	Human resources development/education plan Training and capacity development plan	<ul style="list-style-type: none"> There is adequate and good human resources development institutions/higher education systems/scholarship arrangement on studying climate changes and prediction for the youth in SA, such as universities and the bursaries from the SA government and DST. As Lecture Series were organized for students by the Project, it is highly expected the similar lecture series or opportunities for knowledge will be continuously organized by the SA side.
			Do research institutions and universities have operation and management capabilities to keep the Outputs/results of after the Project completion?	Operation and management status Perception of Japanese experts and C/Ps	<ul style="list-style-type: none"> There are sufficient and very appropriate operation and management capabilities to keep the Outputs generated by the Project at the research institutions and universities in SA. There are also ideas/preparation between the Japanese researcher side and the SA researcher sides on the continuous partnerships/interactions on the research, and to up-keep the Outputs by exchanging the MOU etc.in future.
			Is the sense of ownership on the achievement of the Project held by the SA side?	Perception of Japanese experts and C/Ps	<ul style="list-style-type: none"> Sense of the ownership on the achievement of the Project has been high from the beginning, and ensured by the SA side.

Evaluation Grid of
Prediction of Climate Variations and its Application in the Southern Africa Region at Terminal Evaluation
November 02, 2012

	Financial aspects	Are financial resources secured by the SA side?	Budget /finance of CP agencies Perception of Japanese experts and C/Ps	<ul style="list-style-type: none"> According to the finding in the evaluation study, research institutions and universities have good measures to secure budget/finance for continuing the Outputs of the Project and to operate and maintained equipment supplied by their efforts.
	Technical aspects	Degree of capacity development of C/Ps and its continuity	Institutional arrangement and intension of research, operation and O&M, dissemination of the data on climate prediction	<ul style="list-style-type: none"> Having the institutional/organizational capacity of the climate forecasting community enhanced by the Project, prospects on sustaining the Project Outputs and achievement are high.
		Is the Project incorporated mechanism to sustain the achievement of the Project, dissemination and social application?	Institutional arrangement and intension of research, operation and O&M, dissemination of the data on climate prediction Perception of Japanese experts and C/Ps	<ul style="list-style-type: none"> Social application of seasonal climate prediction is an issue of the next step, and the use of data and mechanism for dissemination and its delivery channels to the end-users has not ensured yet (it is beyond of the scope planned for the Project). While it is not within a scope of the Project, the South African researchers has made a first attempt of application by incorporating the SINTEX-F results to crop and stream flow models, and the societal applications are expected in future
		Are the use and O&M of supplied equipment carried out in proper manners?	Operation and O&M status, and availability of technical personnel and budget for O&M	<ul style="list-style-type: none"> According to the interview result, each institution has sufficient capacity to manage continuity of researches (mostly interactions of an individual researcher's basis or JAMSTEC's partnerships with the institutions). It is appeared that running and maintenance of supplied equipment after the Project is ensured by the SA side.
		Is any factor which may hamper sustainability?	Risk factors on research on climate prediction system, operation, O&M, and social application	<ul style="list-style-type: none"> There is no significant factor which can be a risk for sustainability on both SA and the Japanese sides, while it will be depending on the availability of research funds of the both sides as the nature of scientific research.
	Overall Sustainability	Considering the above issues, is system or ideas for sustainability ensured by the SA side?	Organizational arrangement , communication channels, and budget preparation Perception of Japanese experts and C/Ps	<ul style="list-style-type: none"> It is concluded there is high possibility on sustainability of the Project Outputs and outcomes by efforts of responsible institutions by both the SA and the Japanese sides.

**MINUTES OF MEETINGS
BETWEEN
THE JAPANESE TERMINAL EVALUATION TEAM
AND
DEPARTMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
ON
PREDICTION OF CLIMATE VARIATIONS AND ITS APPLICATION IN THE
SOUTHERN AFRICAN REGION**

The Japanese Terminal Evaluation Team (hereinafter referred to as “the Japanese Team”), organized by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”) and Japan Science and Technology Agency (hereinafter referred to as “JST”), visited the Republic of South Africa from October 7 to 20, 2012 for the purpose of conducting the joint terminal evaluation on Japanese technical cooperation for the Project for Prediction of Climate Variations and its Application in the Southern African Region (hereinafter referred to as “the Project”) on the basis of the Memorandum of Understanding (hereinafter referred to as “MOU”) signed on February 26, 2010.

During its stay in South Africa, the Japanese Team had a series of discussions and exchanged views with the South African Terminal Evaluation Team (hereinafter referred to as “the South African Team”).

As a result of discussions, the South African Team and the Japanese Team mutually agreed upon the Joint Terminal Evaluation Report attached as appendixes.

Pretoria, October 18, 2012



Mr. Ichiro Adachi
Leader
Japanese Terminal Evaluation Team
Japan International Cooperation Agency
(JICA)



Mr. Mmboneni Muofhe
Chief Director
International Resources
Department of Science and Technology
(DST)

THE ATTACHED DOCUMENT

I. Terminal Evaluation Report

The Joint Evaluation Team (hereinafter referred to as “The Team”) consisting of both the South African and the Japanese members presented the results of the Joint Terminal Evaluation Report (attached as Appendix I) to the Joint Coordinating Committee (hereinafter referred to as “JCC”). The members of the JCC considered and approved its contents and confirmed the termination of the Project as planned.

II. Other Issues Discussed

- (1) Both Japanese and South African sides agreed that continuous efforts will be made to sustain the relationship even after the Project to achieve further outcomes.
- (2) Both Japanese and South African sides agreed that the Project member list was updated on the JCC.

List of Appendix

Appendix I: Joint Terminal Evaluation Report

M (B)

Joint Terminal Evaluation Report
for
“Prediction of Climate Variations and its Application
in the Southern African Region”

October 18, 2012

Joint Terminal Evaluation Team

M

3

Abbreviations	3
1. Introduction	4
1.1 Objectives of the Terminal Evaluation	4
1.2 Members of the Team	4
1.3 Schedule of the Terminal Evaluation	5
1.4 Methodology of the Terminal Evaluation	5
2. Outline of the Project	6
3. Project Performance	9
3.1 Inputs	9
3.2 Outputs	11
4. Evaluation results	16
4.1 Relevance	16
4.2 Effectiveness	17
4.3 Efficiency	17
4.4 Impacts	17
4.5 Sustainability	18
5. Conclusion	19
6. Recommendations and Lessons Learnt	21
6.1 Recommendations	21
6.2 Good Practices and Lessons Learnt	

M (3)

Abbreviations

ACCESS	Applied Centre for Climate and Earth System Studies (former name: African Centre for Climate and Earth System Studies)
ARC	Agricultural Research Council
ASGISA	Accelerated and Shared Growth Initiative for South Africa
C/P (CP)	Counterpart
CGCM	Coupled General Circulation Model
CHPC	Center for High Performance Computing
CSIR	the Council for Scientific and Industrial Research
DMC	Drought Monitoring Centre
DST	Department of Science and Technology
FrAM	Frontier Atmosphere Model
GGM	Department of Geography, Geoinformatics & Meteorology (University of Pretoria)
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
JAMSTEC	Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology
JCC	Joint Coordinating Committee
JFY	Japanese fiscal year
JICA	Japan International Cooperation Agency
JIPSA	The Joint Initiative on Priority Skills Acquisition
JST	Japan Science and Technology Agency
M/M	Minutes of Meeting
MOU	Memorandum of Understanding
PO	Plan of Operation
R/D (RD)	Record of Discussions
RSA	Republic of South Africa
SADC	South African Development Community
SAEON	South African Environmental Observation Network
SATREPS	Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development
SARVA	South African Risk and Vulnerability Atlas
SAWS	The South African Weather Service
SINTEX-F	Scale Interaction Experiment – Frontier
UCT	University of Cape Town
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UP	University of Pretoria
UT	University of Tokyo
UTCM	University of Tokyo Coupled Model

1. Introduction

The Project entitled “Prediction of Climate Variations and its Application in the Southern African Region” has been implemented since April, 2010 for 36 months based on the MOU signed on February 26, 2010 between JICA and the South African Department of Science and Technology.

In August 2011, the progress was reviewed in the mid-term of the Project, and five months before the completion of the Project term, the terminal evaluation was conducted to evaluate whether the Project has achieved been achieving the expected Outputs and the Project Purpose. The Objectives of the terminal evaluation are summarized in the following 1.1.

1.1 Objectives of the Terminal Evaluation

The evaluation was conducted with the following objectives:

- (1) To review the progress of the Project, and evaluate the achievement in accordance with the five evaluation criteria (relevance, effectiveness, efficiency, impact and sustainability).
- (2) To extract the factor to promote/impede the effect of the Project
- (3) To consider the necessary actions to be taken further, and make recommendations and suggestions for ensuring sustainability of what the Project accomplished.
- (4) To extract good practices and lessons learned which could be applied to other similar and future Projects of JICA/JST.
- (5) To summarize the results of the evaluation in an evaluation report.

1.2 Members of the Joint Evaluation Team

The Joint Evaluation Team consisting of both South African and Japanese members was organized. The Team members are as follows.

South African Side:

- (1) Ms. Lisa du Toir
Director: Development Partnerships, DST
- (2) Ms. Eudy Mabuza
Deputy Director: Development Partnerships, DST

M (2)

Japanese Side

- (1) Mr. Ichiro ADACHI (Team Leader)
Director, Environmental Management Division 2
Environmental Management Group
Global Environment Department, JICA
- (2) Prof. Yoshifumi YASUOKA
Professor Emeritus, the University of Tokyo
Program Officer, Research Partnership for Sustainable Development Division, JST
- (3) Mr. Akio TAKAHASHI
Senior Staff, Research Partnership for Sustainable Development Division, JST
- (4) Mr. Hideki MATSUOKA
Deputy Director, Environmental Management Division 2
Environmental Management Group
Global Environment Department, JICA
- (5) Ms. Rie KAWAHARA
Managing Director, R-QUEST Corporation

1.3 Schedule of the Terminal Evaluation

The evaluation was conducted from October 8 to October 19, 2012. The detailed schedule is attached as Annex 1.

1.4 Methodologies of the Terminal Evaluation

1.4.1 Methodologies of the Evaluation

The evaluation was conducted based on the JICA's Project Evaluation Guideline (revised version) and its methodology was as follows:

- Assessment of the achievement level of the Project Purpose and Outputs through the review of Inputs, Activities, and Indicators based on the Evaluation Grid
- Review of implementation process
- Evaluation by means of the five evaluation criteria
- Extraction of good practices and lessons learned

1.4.2 Data collection method

The Team collected data and information through:

- Reviews of related documents;
- Interviews with the South African Project counterparts, Japanese researchers (experts), and others concerned;

M ③

1.4.3 Criteria of Evaluation for Analysis

(1) Relevance

Relevance of the Project was reviewed as the validity of the project purpose and overall goal in connection with the development policy of the government of South Africa, and needs of the beneficiaries and also by the logical consistency of the project plan. Simultaneously, correlation with the JICA policies was also confirmed in the process.

(2) Effectiveness

Effectiveness was assessed by evaluating the extent to which the Project has achieved outputs by the time of the terminal evaluation as well as the probability to attain the Project purpose by the end of the Project duration. Furthermore, validity of the project design was also evaluated.

(3) Efficiency

Efficiency of the Project implementation was analyzed by reviewing correlation between inputs and outputs. In the process, timing, quality and quantity of inputs, linkage and/or duplication between the Project and other activities of other organizations in similar fields were reviewed.

(4) Impact

Impacts of the Project activities were identified by focusing both on positive and negative, direct and indirect impacts caused or to be caused by the Project. These impacts included the impacts which had not been originally expected in the Project plan. In addition, probability to attain the overall goal and contribution of the Project were evaluated.

(5) Sustainability

Sustainability of the Project was evaluated on organizational, financial, technical, and social/environmental aspects with consideration of the extent to which the achievement of the Project will be sustained or expanded after the Project period.

2. Outline of the Project

The Project has been carried out since 2010. The Project Purpose and expected Outputs are as follows:

Project Purpose

Capacity of seasonal climate prediction in South Africa is enhanced so that it can be applied to

management of environmental problems in the Southern African Region.

Outputs

Output 1

Predictability of the Subtropical Dipole Mode and its influence on the Southern African Region is evaluated.

- Activity 1-1: Using observational data and outputs from an ocean general circulation model, the onset and decay mechanisms of the Subtropical Dipole Mode in the South Indian Ocean and South Atlantic Ocean are clarified. Possible relations with other climate modes (e.g. Southern Annular Mode) are also examined.
- Activity 1-2: Influences of the Subtropical Dipole Mode in the South Indian and South Atlantic Oceans are investigated, including the impacts on the Agulhas and Benguela systems. Differences among events are also examined.
- Activity 1-3: Skills to simulate the Subtropical Dipole Mode in about 20 coupled models that is used by IPCC are examined in comparison with observational data.
- Activity 1-4: Skills of these coupled models to simulate influences of the Subtropical Dipole Mode on the Southern African Region are examined in comparison with observational data.
- Activity 1-5: After selecting coupled models with high skills, mechanisms for long term variation associated with natural variability and global warming in the Subtropical Dipole Mode are clarified.
- Activity 1-6: Using outputs from ensemble model experiments of the SINTEX-F model from 1982 to the present, predictability of the precipitation and temperature over the Southern African Region influenced by the Subtropical Dipole Mode is examined to clarify how long in advance and how accurately can we predict them.
- Activity 1-7: Causes of differences in the prediction skills among each Subtropical Dipole Mode event are examined.

Output 2

Seasonal climate prediction for the Southern African Region becomes available by use of an ocean-atmosphere coupled general circulation model.

- Activity 2-1: Using the Earth Simulator, ensemble prediction experiments of the SINTEX-F model are conducted every month for seasonal prediction up to one year lead. Existing model setups in RSA (WRF/C-CAM) are configured for high resolution simulations over Limpopo province. Results from those existing

models are used for comparisons with SINTEX-F runs.

- Activity 2-2: Studies on rainfall patterns over the Limpopo Province, as well as the influence of the Subtropical Dipole Mode and global sea surface temperatures on the Province's rainfall are conducted. The results will be used for skill testing.
- Activity 2-3: The WRF and C-CAM models are loaded on a bigger computer (CHPC in Cape Town) and first seasonal forecast simulations over the Limpopo Province are performed. This system is designed to run on a routine basis at the beginning of each month. Here, the WRF, PRECIS, and stretched grid GCM simulations, forced by the AOGCM output, are included in the multi-model seasonal forecasting analysis framework.
- Activity 2-4: For comparison, existing statistical downscaling methods are applied.
- Activity 2-5: A model for seamless downscaling targeted at the Western Cape Province is developed using the Earth Simulator.

Output 3

Ocean-atmosphere coupled general circulation models are improved.

- Activity 3-1: Model inter-comparison of GCMs in RSA and Japan in a common experiment design is conducted and model results are validated against observational data.
- Activity 3-2: The GCMs are used to explore inter-annual variability in relation to the main hemispheric modes (e.g. Indian Ocean Dipole, El Niño-Southern Oscillation, Antarctic Oscillation, Southern Annular Mode, etc.) and the Southern African Region.
- Activity 3-3: Seasonal variations in albedo are examined using observational data.
- Activity 3-4: Roles of land-surface forcing in relation to ocean forcing are examined with the three GCMs, especially with regards to vegetation specification, albedo, and soil moisture.
- Activity 3-5: The UTCM code is released to the South African partners for further simulations based on the outcomes of the above experiments.
- Activity 3-6: The convection schemes of the different GCMs are compared in their response under common synoptic modes, and evaluated against observational data.
- Activity 3-7: Based on the results of the above simulations, what controls sea surface temperature is examined.

Output 4

A prototype of early prediction system for mitigating impacts of abnormal weather is developed and implemented.

M (3)

- Activity 4-1: Using outputs from past ensemble hindcast model experiments of the SINTEX-F model, impacts from predictions of climate variations are evaluated.
- Activity 4-2: Seasonal predictions from global models are posted on the project web site, and the system that updates the above predictions is constructed.
- Activity 4-3: Regional predictions are posted on the project web site and other disseminating media, and the system that updates the above predictions is constructed.

Output 5

Network for scientists involved in climate variations research is strengthened in the Southern African Region.

- Activity 5-1: Annual international scientific event is co-hosted.
- Activity 5-2: Exchanges of scientists to participate in technical workshops and seminars take place.
- Activity 5-3: The participation of outstanding South African and Japanese researchers and students in the project is encouraged.

3. Project Performance

3.1 Inputs

3.1.1 The Japanese side

(1) Inputs of Personnel

- Japanese researchers of the 5 Working Groups (Annex 2)
 - Group 1 : 8
 - Group 2 : 10
 - Group 3 : 7
 - Group 4 : 10
 - Group 5 : 4 + all researchers

Dispatch of the Japanese side researchers to SA : 66 times

- Japanese Coordinators dispatched by JICA
 - Ms. Kaoru Takahashi from July 2010 to March 2012
 - Mr. Iwao Sakurai from March 2012 to March 2013

(2) Local operation costs

- Expense by the Japanese (JICA only, not including fund from JST) side:

- JFY 2010 : JY 67,012,000
- JFY 2011 : JY123,028,000
- JFY 2012 approved budget : JY44,167,000

(3) Invitation of researchers to Japan (Annex 3)

- Visit of the SA researchers to Japan: 27 times

(4) List of machinery and equipment (Annex 4)

3.1.2 The South African Side

(1) Personnel (Annex 2)

- Major personnel assigned for the Project:
 - Project Director: DST
 - Project Manager: ACCESS operational managers
 - Project Leader(s) from ACCESS/CSIR
 - Working Group Leaders
 - Members/researchers of the 5 Working Groups
 - Group 1 : 9
 - Group 2 : 9
 - Group 3 : 11
 - Group 4 : 22
 - Group 5 : 2 + all researchers

(2) The Project office space

- CHPC (Cape Town)
- CSIR (Pretoria)

(3) Expense by the SA side (Annex 5)

(Identified as of October 2012, information obtained from ACCESS, the details, such per item, or more details will be clarified later.)

- 1) Expense by ACCESS (Budget allocated from DST for SATREPS) for 3 years as stated in Annex 5 : ZAR 1,556,800
- 2) DST funds to ACCESS, in particular related to “theme 1 (Group 1)” on “climate variability” : (This was to be used for scientists, research and student bursaries (20 students): ZAR 2,750,000

Total: ZAR 4.31 million

M (3)

Note: The above expenses do not include:

- Funding allocated to climate change related researches, which participated organizations and universities into SATREPS allocated or granted for the SATREPS related research use.
- The costs in kind in the form of time allocated by ACCESS partners to the work, both in SATREPS and ACCESS Theme 1.

3.2 Outputs

3.2.1 Output 1

The Output 1 is aimed at “Predictability of the Subtropical Dipole Mode and its influence on the Southern African Region is evaluated.”

All the 7 planned activities were successfully completed as planned, and the results of all activities were reported in 24 published research papers. In addition, 6 papers were already submitted to the international journals. As a comparison with the indicator planned, far more numbers of publications were made successfully.

Major achievements through the activities are as follows:

- 1) The mechanism of Subtropical Dipole Modes is clarified. Major findings are reported in research papers.
- 2) Predictability of Subtropical Dipole Modes is assessed using the SINTEX-F model, and it is shown for the first time that the model can successfully predict the Subtropical Dipole Modes at lead time of up to 1-2 seasons. These results are reported in a submitted paper.
- 3) Variability in the Agulhas and Benguela systems is examined. Major findings are reported in research papers.

The comparison with indicator is described as follow:

Indicators	Achievement	Status
More than three scientific research papers are accepted by peer reviewed international journals.	<ul style="list-style-type: none"> • 24 research papers were accepted and published by peer reviewed international journals. Three major publications are as below: <ol style="list-style-type: none"> 1) Rouault, M., 2012: Bi-annual intrusion of tropical water in the northern Benguela upwelling, <i>Geophysical Research Letters</i>, 39, L12606, doi: 10.1029/2012GL052099. 2) Morioka, Y., T. Tozuka, and T. Yamagata, 2010: Climate variability in the southern Indian Ocean as revealed by 	Highly Achieved

M 3

	<p>self-organizing maps. <i>Climate Dynamics</i>, 35, 1075-1088.</p> <p>3) Morioka, Y., T. Tozuka, and T. Yamagata, 2011: On the growth and decay of the subtropical dipole mode in the South Atlantic. <i>Journal of Climate</i>, 24, 5538-5554.</p> <ul style="list-style-type: none"> In addition, 6 research papers were submitted to the international journals. 	
--	--	--

3.2.2 Output 2

The Output 2 is aimed at “Seasonal climate prediction for the Southern African Region becomes available by use of an ocean-atmosphere coupled general circulation model.”

All the 5 planned activities were completed. Seasonal climate prediction is verified by the pre-existing international datasets. Weather data collected during the Project period at the weather stations installed in Limpopo (20) and Western Cape (5) regions will be used for verification of downscaling seasonal prediction by University of Pretoria and University of Cape Town with the Japanese researchers by the end of the Project period.

Major achievements of the activities are as follows.

- 1) Using the Earth Simulator, ensemble prediction experiments of the SINTEX-F model are conducted every month for seasonal prediction up to one year lead. These prediction results are posted on the project web site as a part of Group 4 activity.
- 2) Downscaling simulations for the Southern African Region are conducted using the WRF model. Results from these simulations are reported in a research paper.
- 3) Seasonal prediction results from SINTEX-F model are downscaled using the WRF model. These prediction results are reported in a research paper.

Achievement based on the indicators is also shown below.

Indicators	Achievement	Status
Seasonal prediction products based on SINTEX-F are posted on the web site of ACCESS and JAMSTEC.	<ul style="list-style-type: none"> Seasonal prediction are conducted by SINTEX-F through the activities by Group 2. The Group 4 posted on the web-sites of JAMSTEC and CSIR (Web-sites: SA: Risk and Vulnerability Atlas, CSIR) 	Achieved
At least one scientific research paper is accepted by a peer reviewed international journal	<ul style="list-style-type: none"> In total 6 research papers were written. Among them, 5 were published by peer reviewed international journals, and 1 research paper was submitted to an international journal. For example, Ratnam J.V., S.K. Behera, Y. Masumoto, K. Takahashi and T. Yamagata, 2011: A simple regional coupled model experiment for 	Achieved

M R

	summer-time climate simulation over southern Africa. <i>Climate Dynamics</i> , doi:10.1007/s00382-011-1190-2.	
--	---	--

3.2.3 Output 3

The Output 3 is aimed at “improvement of Ocean-atmosphere coupled general circulation models.” All the 7 activities were completed, and major achievements are as follows:

- 1) Common experiments are conducted using general circulation models in both Japan and South Africa. These results are reported in research papers.
- 2) Roles of land-surface forcing in relation to ocean forcing are examined by modifying vegetation specification, albedo, and soil moisture in general circulation models. These results are reported in a research paper.
- 3) The UTCM is installed in computers supplied by JICA to CSIR and University of Pretoria.

Indicators	Achievement	Status
More than one scientific research paper is accepted by peer reviewed international journals.	<p>3 research papers listed below were accepted and published by peer reviewed international journals.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Engelbrecht FA, Landman WA, Engelbrecht CJ, Landman S, Roux B, Bopape MM, McGregor JL and Thatcher M (2011). Multi-scale climate modeling over southern Africa using a variable-resolution global model. <i>Water SA</i>, 37 647-658. • Tozuka T, Doi T, Miyasaka T, Keenlyside N, Yamagata T (2011). Key factors in simulating the equatorial Atlantic zonal sea surface temperature gradient in a coupled general circulation model. <i>Journal of Geophysical Research</i>, 116, C06010, doi:10.1029/2010JC006717. • Richter I, Xie SP, Wittenberg AT, Masumoto Y (2012). Tropical Atlantic biases and their relation to surface wind stress and terrestrial precipitation. <i>Climate Dynamics</i>, 38, 985-1001. 	Achieved

3.2.4 Output 4

The Output 4 is aimed at “development and improvement of a prototype of early prediction system for mitigating impacts of abnormal weather” in South Africa. Major achievements of

M (3)

activities are as follows:

- 1) Results from seasonal prediction conducted by Group 2 are posted on the Project web site.
- 2) Regional predictions for the Southern African Region are posted on the Project web site.
- 3) The existing early prediction systems will be augmented by incorporating seasonal prediction results from the SINTEX-F model by the end of this Project.

Although it was not included in planned activities, the South African side made a first attempt for societal application of seasonal forecasting by incorporating SINTEX-F results to crop and stream flow models, and this attempt is reported in a research paper.

The Progress with regard to the indicators is as below:

Indicators	Achievement	Status
A report describing how the existing early prediction systems are augmented by incorporating new prediction results is published.	• The existing early prediction systems are augmented by incorporating SINTEX-F prediction results, and a report describing the above will be prepared by the end of the Project.	Mostly achieved.
Access to the augmented system is established.	• Seasonal prediction results can be obtained through South African Risk and Vulnerability Atlas, CSIR.	Achieved

3.2.5 Output 5

The Output 5 is aimed at “Network for scientists involved in climate variations research is strengthened in the Southern African Region.” All the 3 activities were successfully completed. Also, as listed below, 3 levels of interactions among researchers and organizations on climate forecasting are enhanced during the course of the Project. These interactions are expected to be further strengthened in future.

- Bilateral interactions between South Africa and Japan
- Intra-South African climate research/forecast institutions
- Linkage with the SADC countries

Regarding the intra-South African interactions, this was the first time for such a large number of the South African climate research institutions to be involved in as single Project. As a by-product and outcomes of the Project, “forum” composed of the partners relating climate forecasting/research in South Africa, such as SAWS, ARC, MRC, CSIR, DMC and universities, has been held every half-year currently. In this forum, SAWS plays a pivotal role with coordination of ACCESS.

M (5)

The achievement in comparison with the indicators is as below.

Indicators	Achievement	Status
At least one international event is organized every year.	<ul style="list-style-type: none"> International events organized: in total 8 times. JFY 2010: 3 times, JFY 2011: 4 times, J FY 2012: 1 time. 	Achieved
At least one specialist seminar series per year is given by scientists from Japan in South Africa or vice versa.	<ul style="list-style-type: none"> Seminar series and workshops organized : In total 10 times JFY 2010: 2 times, JFY 2011: 7 times, J FY 2012: 1 time. 	Achieved

3.3 Achievement of the Project Purpose

The Project Purpose is “Capacity of seasonal climate prediction in South Africa is enhanced so that it can be applied to management of environmental problems in the Southern Africa region.” It is highly expected that the Project Purpose will be achieved by the end of the Project.

For example, seasonal prediction of precipitation in austral summer (December-February) by the SINTEX-F model achieved anomaly correlation coefficient of 0.7 with lead-time of 3 months. This is higher than the anomaly correlation of 0.6, which is regarded as the criterion for successful prediction in the climate prediction community. Thus, by incorporating the SINTEX-F prediction results, the existing prediction system in South Africa is enhanced.

Also, supplied computers that are solely devoted to seasonal climate prediction and downscaling and supplied AWS that will be used for verification of downscaled seasonal prediction are contributing to enhanced capacity of seasonal climate prediction in South Africa. The above climate prediction information is already disseminated through the web sites in both South Africa and Japan, and will be applied to management of environmental problems in the Southern African Region. The South African side has made a first attempt of application by incorporating the SINTEX-F results to crop and stream flow models, and more societal applications are expected in future.

Total numbers of scientific research papers published and submitted to the international journals, as a part of deliverables/ products, during the Project were far more than expectations as summarize below.

M (2)

- Accepted:
Published: In Japan: 1, International: 32
In Press: In Japan: 0, International: 2
- Submitted:
In Japan: 0, International: 9

The Progress and achievement status of the Project Purpose as compared with the planned indicator is summarized below.

Indicators	Achievement	Status
Dynamical climate prediction results are included in the existing environmental data dissemination system for societal as well as scientific use.	Climate prediction results from SINTEX-F are included in the pre-existing system and disseminated through the website (SARVA).	Achieved

4. Evaluation results

Results of five criteria evaluation are summarized in five ratings. The highest rate is “very high”, and followed by “high”, “fair”, “low” and “very low”.

4.1 Relevance: Very high

Purpose of the Project is consistent with the South Africa’s national policies on human resources development and strengthening science, which are both addressed in “Accelerated and Shared Growth Initiative for South Africa (AsgiSA) (2005).” It is also consistent with the DST’s strategy of “INNOVATION TOWARDS A KNOWLEDGE-BASED ECONOMY: Ten-Year Plan for South Africa (2008 – 2018),” in which South Africa’s prospects to improve competitiveness and economic growth through the production and dissemination of knowledge and Research and Development. The plan stipulates that South Africa is in the position to lead scientific research in response to “the climate change” in the African continent.

The Project satisfies the need of the planned direct-beneficiaries, such as researchers and students, through enhancing institutional capacity for the climate prediction research community and the climate prediction systems in South Africa. Selecting Limpopo and Western Cape regions, as the downscaling sites, was also appropriate in light of utilization of the downscaling data for both the scientific researches, and application to agricultural productions (Limpopo) in future, and climate data validation (Western Cape).

~ 3

The Project is also in line with Japan's foreign policy on contributing to global measures against climate change, and Japan's cooperation policies in South Africa, which emphasize capacity enhancement of human resources and technologies in the science and environmental sectors. JICA also prioritizes to support generation of innovation in scientific fields and thus its societal application will realize the benefits of society.

4.2 Effectiveness: High

According to examination of achievement, Project Purpose is achieved successfully for the following reasons.

Seasonal prediction of precipitation in austral summer (December-February) by the SINTEX-F model achieved anomaly correlation coefficient of 0.7 with lead-time of 3 months, and this is higher than the anomaly correlation of 0.6, which is regarded as the criterion for successful prediction in the climate prediction community. Having the SINTEX-F prediction results, the existing prediction system in South Africa is thus enhanced.

Supplied computers and AWS also contribute to enhance capacity of seasonal climate prediction in South Africa. The climate prediction information is already started to be disseminated through the web sites, and will be applied to management of environmental problems in the Southern African Region. Total number of scientific research papers published and submitted is 44, as a part of deliverables/ products, during the Project were far more than expectation.

Also the Project generated the 3 different levels of interactions among researchers and organizations on climate research/forecasting in South Africa as follows:

- Bilateral interactions between South Africa and Japan
- Intra-South African climate research/forecast institutions
- Linkage with the SADC countries

4.3 Efficiency: High

According to interviews to both South African and Japanese side researchers, it was pointed out inputs from the both sides were appropriate, and used in efficient ways to produce the expected Outputs.

In particular, as stated, equipment supplied by JICA during the course of the Project was highly appreciated and satisfied needs of the South African researchers. In particular, provision of computers, which is devoted to use for seasonal climate prediction and downscaling, and AWS, which will be used for verification of downscaled seasonal prediction and incorporated

M (2)

into the national weather station system by ARC, contributes for enhancing capacity of climate prediction in South Africa.

Deployment of Project Director (DST), Project Manager (ACCESS) and 5 working group members in both the South African and the Japanese sides were with high capability and expertise, so that progress of the activities were made as planned in successful ways. In particular, endeavors by Project Manager from ACCESS, the coordinators from JICA and JAMSTEC, for supervision and coordination of the South African side activities and inputs, are highly recognized as one of key contributing factors for success among the both sides of researchers. There was no significant negative factor affecting efficiency in the course of the Project.

4.4 Impacts: Prospected to be High

Impact is prospected to be high since the Project attained creation and operation of improving climate seasonal forecasting models. Improved climate forecasting system is already running not only in South Africa but also for SADC countries as the results of the Project, and prediction is posted and updated regularly in the web sites.

If seasonal climate prediction information is suitably applied and accepted for agriculture, health/sanitation, and water resources, it is expected that impacts from extreme weather are mitigated. Thereby economic and social impacts of the Project results would be evaluated high. In the Project, the use of the Output from the improved climate forecasting systems was attempted to produce tailored indices in agriculture, such as number of rain days, drought indices by analyzing rainfall and temperature changes. As attempted in the Project, possibilities of societal application, by using the result of developed forecasting system, will be expected in future.

Polices and strategies on facilitating scientific advancement on climate forecasting/prediction in South Africa is not changed, and continues after the Project.

4.5 Sustainability: Prospected to be High

There is high possibility on continuity of the attained Project Purpose, Outputs and outcomes. Thereby sustainability of the Project is prospected to be high.

Institutional aspects

Polices and strategies on facilitating scientific advancement on seasonal climate forecasting/prediction in South Africa will not be changed, and continues after the Project. As DST's plan of "INNOVATION TOWARDS A KNOWLEDGE-BASED ECONOMY: Ten-Year Plan for South Africa (2008 – 2018)" stipulates, improvement of scientific knowledge regarding climate forecasting/prediction and its social application for mitigating risks to

society is committed by the South African government. The government also anticipates the scientific knowledge and researches on climate changes and forecasting/prediction systems to apply for the extend area in the Africa continents and to play the leading roles in the region, as stated in the national strategies.

It appears that there is no doubt in continuity of research and operation of the improved climate forecasting systems by forecasting, research and service institutions such as CSIR, SAWS, ARC, and Universities.

Ideas and possible means of applying the forecasting information to the societal benefits in future have been already under development at some institutions, such as ARC, MRC and universities in South Africa.

Organizational aspects

There is adequate human resources development at the research institutions and higher education systems.

Sense of the ownership on the Project, and the achievement of the Project has been high since the start of the Project, and ensured by the South African side. There are also sufficient and very appropriate operation and management capabilities to keep the Outputs generated by the Project at the research institutions in South Africa. There are also ideas between the South African sides and the Japanese researcher side to prepare an MOU etc.in future to keep the relations and research progress further.

Financial aspects

According to the finding in the evaluation study, South African research institutions and universities have good measures to secure budget /finance for continuing the Outputs of the Project, and continue running supplied equipment by their own efforts.

Technical aspects

Each institution and university has high capacity to manage continuity of researches (mostly exchanges of individual researchers between two counties, or JAMSTEC's partnerships with these institutions), and operation and maintenance of equipment after the Project also appears very ensured by the South African side.

M (

5. Conclusion

The Project has completed most of the necessary tasks for achieving the planned Outputs. According to the series of related document reviews, interviews and discussions with the stakeholders in both South African and Japanese sides, the Evaluation Team concludes that almost all the Outputs and indicators for Project Purpose have been successfully achieved.

As stated, the existing prediction system in South Africa has been enhanced, and scientific research papers published during the course of the Project were far more than expected in numbers. Having the Project, the 3 different levels of interactions among the both countries' researchers and organizations on climate forecasting started and deepened along with activities of the Project.

It is expected that the results and Outputs, such as information of seasonal climate prediction, will be adopted in future decision making processes for the benefit of the society in the field of agriculture, medical/health and water resources among others.

As for the five evaluation criteria:

- (1) Relevance is very high because of the Project's consistency with the policies of the South African side, needs of the climate forecast research institutions and the policies of the Japanese side;
- (2) Effectiveness is high since the Project Purpose has been successfully achieved based on the Outputs based on the successful results of the 5 working group activities to achieve Outputs;
- (3) Efficiency is also high because of the utilization of resources and inputs to produce Outputs in effective manners;
- (4) Impact is expected to be high since the Project attained very positive achievements in improving seasonal forecasting models that were already running not only in South Africa but also for SADC countries as the results of prediction are posted and updated regularly on the web sites. The Project also brought intellectual exchanges through interactions of researchers in the both countries, and consolidation of the intra-South African climate research community;
- (5) Sustainability is expected to be high since there are future prospects in applying seasonal climate forecast, as the results of the Project, could be adopted for the societal benefits in mitigating risks from vulnerability of an extreme climate, and other practical usage.

M

3

6. Recommendations, Good Practices and Lessons Learnt

6.1 Recommendations

- (1) This Project gave a good opportunity to researchers, administrators and coordinators from different institutes in South Africa and Japan collaborated and built the basis for the seasonal climate prediction and its application. These efforts should be continued to achieve not only the Project purpose but further benefit to the scientific field as well as the society even after the Project period.
- (2) It is recommended that the possibility of dissemination of the information acquired from the seasonal climate prediction model be continuously discussed with prospective stakeholders in various field, such as agriculture, health (infectious diseases), disaster management, and water resource management, so that the usefulness of the model can be broadly acknowledged. Thus, SAWS will take the initiative to coordinate this with these stakeholders and this will happen in partnership with ACCESS.

6.2 Good Practices and Lessons Learnt

- (1) Although there were some difficulties at the beginning of the Project with regards to a shared common understanding of the Project among the researchers and administrators from different institutes, the relationship has gradually improved with continuous effort of communication from both South African and Japanese sides, and as a result, a trustful relationship has been established between both sides. It was acknowledged that the frequent communication and building of firm relationship among stakeholders were keys to the success of the Project.
- (2) The lecture series carried out for university students was positively evaluated by the South African side. In this activity, Japanese researchers visited universities in South Africa and gave lectures to young students on climate variations etc. Although this activity was not directly linked to the Outputs of the Project, it has had a significant impact to strengthen the relationship between South African and Japanese sides. It is also noted the Project also provided good opportunities for the students and the relatively younger researchers to present their research results to workshop audiences and notable senior researchers. This would contribute in view of capacity building in the field of climate forecasting research, and benefit the scientific advancement in future for both the South African and Japanese sides.

Annex 1: Schedule of Evaluation Study

Date		Activities	Place
8-Oct	Mon	Interview at University of Cape Town	Cape Town
9-Oct	Tue	Interview at ARC, ACCESS/CSIR	Pretoria
10-Oct	Wed	Interview at SAWS, DST, ACCESS/CSIR	Pretoria
11-Oct	Thu	Interview at CSIR, University of Pretoria	Pretoria
12-Oct	Fri	Interview at CSIR, JICA SA Office	Pretoria
13-Oct	Sat	Reporting, Interview to JAMSTEC/Univ. of Tokyo Researchers	Pretoria
14-Oct	Sun	Reporting	Pretoria
15-Oct	Mon	Courtesy Calls to ARC, Univ. of Pretoria, JICA SA Office	Pretoria
16-Oct	Tue	Courtesy Calls to SAWS, Embassy of Japan	Pretoria
17-Oct	Wed	Preparation meeting for JCC at DST, Courtesy Calls to DST, ACCESS/CSIR, Symposium	Pretoria
18-Oct	Thu	Symposium JCC	Pretoria
19-Oct	Fri	De-briefing to JICA SA Office	Pretoria
20-Oct	Sat	Leaving JHB	

M 6

Annex 2

LIST OF SOUTH AFRICAN COUNTERPARTS AND JAPANESE RESEARCHERS
As of October 2012

Group Work	South Africa	Japan
1 Predictability of the Subtropical Dipole Mode and its influence on the Southern African Region is evaluated	Dr. Juliet Hermes	Dr. Swadhin K. Behera*
	Prof. Chris Reason	Dr. Tomoki Tozuka
	Dr. Nicolas Fauchereau	Dr. Jing-Jia Luo
	Dr. Mathieu Rouault*	Dr. Ingo Richter
	Dr. Francois Engelbrecht	Dr. Motoki Nagura
	Dr. Hailey MacIntosh	Dr. Takeshi Izumo
	Dr. Francois Dufois	Dr. Wararu Sasaki
	Mr. Michael Kent Mr. Patrick Vianello	Dr. Chaoxia Yuan
2 Seasonal climate prediction for the southern African region becomes available by use of an ocean-atmosphere coupled general circulation model.	Prof. Hannes Rautenbach *	Dr. Keiko Takahashi*
	Dr. Willem Landman	Dr. Swadhin K. Behera
	Prof. Bruce Hewitson	Dr. Ryo Onishi
	Dr. Mark Tadross	Dr. Yukio Masumoto
	Dr. Babatunde Abiodun	Dr. Takeshi Sugimura
	Mr. Robert Maisha	Dr. Yuya Baba
	Dr. Joel Botai	Dr. Shinichiro Kida
	Dr. Chris Lennard	Dr. Jayanthi V. Ramam
	Dr. Tando Ndarana	Dr. Yosuke Yamashiki
	Dr. Satyaban B. Ratna	
3 Ocean-atmosphere coupled general circulation models are improved	Prof. George Philander	Prof. Toshio Yamagata
	Dr. Willem Landman	Dr. Tomoki Tozuka*
	Dr. Babatunde Abiodun	Dr. Takeshi Izumo
	Dr. Francois Engelbrecht*	Dr. Pascal Oettli
	Ms. Mary-Jane Bopape	Dr. Yushi Morioka
	Prof. Chris Reason	Ms. Junko Moriyama
	Prof. Bruce Hewitson	Mr. Takahito Kataoka
	Dr. Chris Lennard	
	Dr. Mathieu Rouault	
	Mr. Asmerom Beraki	
	Dr. Natalie Burls	
Mr. Kamora Lawal		
4 A prototype of early prediction system for mitigating impacts of abnormal weather is developed and implemented.	Prof. Hannes Rautenbach	Dr. Hirofumi Sakuma*
	Dr. Willem Landman*	Dr. Yasumasa Miyazawa
	Mr. Chris Jack	Dr. Masami Nonaka
	Dr. Emma Archer	Dr. Mototaka Nakamura
	Dr. Peter Johnston	Dr. Sergey Varlamov
	Dr. Sepo Hachigonta	Dr. Hidenori Aiki
	Mr. Terry Newby	Dr. Kotaro Takaya
	Dr. Jane Olwoch	Dr. Hitoshi Tamura
	Ms. Christen Engelbrecht	Dr. Toru Miyama
	Dr. Makomo Matlou	Dr. Ruchao Zhang
	Mr. Asmerom Beraki	
	Dr. Cobus Olivier	
	Dr. Hamisai Hamandawana	
	Dr. Nhlonipho Nhlabatsi	
Mr. Derick Vermaak		

		Mr. Fagnie De Fries	
		Dr. Johan Malherbe	
		Dr. Mxolisi Shongwe	
		Dr. Mokhele Moeletsi	
		Dr. Obed Phahlane	
		Mr. Chris Kaempffer	
		Dr. Gugu Zuma-Netshukhw	
5 Network for scientists involved in climate variations research is strengthened in the southern African region.		Dr. Neville Swejrd*	Prof. Toshio Yamagata*
		Prof. George Philander	All the above team members
		All the team members	Dr. Motoyoshi Ikeda
			Dr. Masaaki Wakatsuchi
Project Coordinator			Ms. Naoko Miyamoto
			Ms. Kaoru Takahashi Mr. Iwao Sakurai

*Group Leader

Annex 3 List of Invitees from South Africa to Japan (group members)

	Name	Duration	Organisation	Group	Purpose
1	George Philander	Nov 29-Dec 04, 2010	ACCESS	3, 5	Symposium, Workshop
2	Neville Sweijd	Nov 28-Dec 04, 2010	ACCESS	5	ditto
3	Juliet Hermes	Nov 27-Dec 04, 2010	SAEON		ditto
4	Mathieu Rouault	ditto	UCT	1	ditto
5	Peter Johnston	Nov 29-Dec 04, 2010	ditto	4	ditto
6	Hamisai Hamandawana	ditto	ARC	4	ditto
7	Hennes Rautenbach	Dec 14-Dec 24, 2010	UP	2, 4	Symposium
8	Willem Landman	Dec 14-Dec 24, 2010	CSIR	2, 3, 4	ditto
9	Babatunde Abiodun	Mar 6-Mar 21, 2011	UCT	3	Symposium, Workshop
10	Francois Engelbrecht	Mar 13-Mar 19, 2011	CSIR	1, 3	Symposium, Workshop
11	Hannes Rautenbach	Mar 12-Mar 20, 2011	UP	2, 4	Symposium, Workshop
12	Chris Lennard	Mar 15-Mar 19, 2011	UCT	2, 3	Symposium, Workshop
13	Francois Dufois	Oct 12-Oct 29, 2011	UCT	1	Simulation analysis
14	Nhlonipho Nhlebat	Oct 12-Oct 23, 2011	ARC	4	Research preparation
15	Christina Engelbrecht	ditto	ARC	4	Data analysis
16	Jacobus Olivier	ditto	SAWS	4	UTCM model
17	Willem Landman	ditto	CSIR	2, 3, 4	Data analysis
18	Francois Engelbrecht	Oct 12-Oct 27, 2011	CSIR	1, 3	ditto
19	Chris Lennard	Oct 12-Oct 23, 2011	UCT	2	ditto
20	Mathieu Rouault	Oct 12-Oct 22, 2011	UCT	3	ditto
21	Joel Botai	Oct 12-Oct 23, 2011	UP	2	Down scaling
22	Jimmy Adegoke	Oct 19-Oct 29, 2011	ACCESS	5	Symposium
23	Neville Sweijd	Oct 21-Oct 30, 2011	ditto	5	ditto
24	Michael Kent	Oct 18-Nov 30, 2011	UCT	1	Statistical methods
25	Hannes Rautenbach	Nov 19-Nov 26, 2011	UP	2, 4	Down scaling
26	Hannes Rautenbach	Apr 9-Apr 15, 2012	UP	2, 4	Symposium
27	Makome Matlou	Apr 9-Apr 15, 2012	Parliament	4	Symposium
28	Willem Landman	Aug 18-Sept 2, 2012	CSIR	2, 3, 4	Research discussion
29	Jacobus Olivier	ditto	SAWS	4	ditto
30	Johan Malherbe	ditto	ARC	4	ditto
31	Patrick Vianello	ditto	UCT	1	ditto
32	Francois Engelbrecht	ditto	CSIR	3	ditto
33	Kamoru Lawal	ditto	UCT	3	ditto
34	Robert Maisha	ditto	UP	2	ditto

Annex 3 List of Invitees from South Africa to Japan (others)

	Name	Duration	Organisation	Purpose
1	Michael J. McPhaden	Dec 02-04, 2010	NOAA	Symposium
2	Shang-Ping Xie	Nov 30-Dec 04, 2010	U of Hawaii	Symposium
3	Ping Chang	Nov 30-Dec 04, 2010	Texas A&M University	Symposium
4	Satheesh Shenoi	Nov 30-Dec 04, 2010	Indian National Center for Ocean Information Services	Symposium
5	Dunxin Hu	Nov 30-Dec 04, 2010	Chinese Academy of Science	Symposium
6	Thorsten Mauritsen	Dec 14-19, 2010	Max Planck Institute for Meteorology	Symposium
7	Lisan Yu	Dec 14-19, 2010	Woods Hole Oceanographic Institution Physical Oceanography	Symposium
8	Arun Kumar	Dec 14-19, 2010	National Oceanic and Atmospheric Administration	Symposium
9	Qinyu Liu	Dec 14-19, 2010	Ocean University of China	Symposium
10	Caroline Ummenhofer	Dec 14-19, 2010	University of New South Wales	Symposium
11	Silvio Gualdi	Dec 14-19, 2010	Centro Euromediterraneo per i Cambiamenti Climatici	Symposium
12	Thando Ndarana	Feb 18-26, 2011	SAWS	Capacity development
13	Stephanie Landman	Feb 18-26, 2011	SAWS	Capacity development
14	Obed Phahlane	Feb 18-26, 2011	ARC	Capacity development
15	Mokhele Moeletsi	Feb 18-26, 2011	ARC	Capacity development
16	Samuel Molekwa	Feb 18-26, 2011	ARC	Capacity development
17	Tshepo Mahuma	Feb 18-26, 2011	MRC	Capacity development

Annex 4 List of Supplied Equipment (From Japan)

FY2010

Items	Quantity	Institutions Installed	Date of Equip. Arrival	Purposes/Usage	Cost (Rand)
Automatic Weather Stations (AWS)	15	ARC	2011.3.25	Collection of Meteorological Data in Limpopo	880,463.43
Fencing Materials for AWS	15 sets	ARC	2011.3.30	Installation of Stockade Fence for AWS	104,342.83
Computer Cluster & Peripheral Equipment	2 sets	CSIR-PTA, UCT-CSAG	2011.3.25	Analysis of Meteorological Data in the Southern African Region	995,961.00
Disk Array & Peripheral Equipment	5 sets	CSIR-PTA, UCT-CSAG, UP, ARC, SA	2011.3.25	Analysis of Meteorological Data in the Southern African Region	947,048.16
Computer Workstation	1	UP	2011.3.11	Analysis of Meteorological Data in the Southern African Region	71,769.84
Total in FY2010/11					2,999,585.26

FY2011

Items	Quantity	Institutions	Date of Equip. Arrival	Purposes/Usage	Cost (Rand)
Automatic Weather Stations (AWS)	10	ARC	2011.10.24	Collection of Meteorological Data in Limpopo and Western Cape	597,484.31
Fencing Materials for AWS	10 sets	ARC	2011.10.31	Installation of Stockade Fence for AWS	130,009.17
Disk Array & Peripheral Equipment	2 sets	CSIR-PTA, UCT-CSAG	2011.10.25	Analysis of Meteorological Data in the Southern African Region	259,422.96
Computer Workstation	3 sets	UCT-OCG	2011.10.25	Analysis of Meteorological Data in the Southern African Region	128,564.64
Blade Server	1st	SAWS	2011.10.25	Analysis of Meteorological Data in the Southern African Region	192,718.14
Total in FY2011/12					1,308,199.22

Abbreviation of Organizations :

- * ARC: Agricultural Research Council
- * CSIR-PTA: Council for Scientific and Industrial Research, Pretoria
- * SAWS: South African Weather Service
- * UCT-CSAG: University of Cape Town, Climate System Analysis Group
- * UCT-OCG: University of Cape Town, Department of Oceanography
- * UP: University of Pretoria

Total of FY2010/11 and FY2011/12	4,307,784.48
----------------------------------	--------------

Annex 5 Expense by the South African side

As of October 2012

Expenses by ACCESS

Exchange Rate, SA Rand 1 = JY 10

No.	Item	Details	Expense (in SA Rand)	Notes
1	Travel	Domestic, Foreign	65,000.00	Symposium, Meeting
2	Personnel		1,100,000.00	
3	General Administratio	Administrative Equipment etc.	10,000.00	
4	Airfare	Airfare of the South African Researchers to/from Japan, etc.	80,000.00	Exchange of researches with the Japanese researchers and related
5	Allowance/per diem	Allowance/per diem to the participants of Lecture series (45participants)	291,717.85	Eastern Cape, Western Cape, Gauteng and Kuvazulu-Natal
6	Meeting	Cot for venue arrangement and others for the exchanges of researches	10,000.00	Pretoria, Limpopo
	Total		1,556,717.85	

Note Travel cost includes the cost of ZAR 241,717.85 for the lecture series held at Zululand University, Kuwazulu-Natal (although details are not confirmed) in August and September 2011.

M

3

Annex 6

Lecture Series organized from 2010 to 2012

(As of Sep. 06, 2012)

Date	Venue for lectures and seminars
February 22-March 8, 2011	University of Pretoria
	South African Weather Service, Pretoria
	University of Western Cape
	University of Cape Town
	Rhodes University
October 11-20, 2011	University of Fort Hare
	Cape Peninsula Technical University
	University of Pretoria
	South African Weather Service, Pretoria
March 4-14, 2012	University of Fort Hare
	University of Cape Town
	South African National Antarctic Programme (SANAP)
	Rhodes University
	University of Pretoria
	South African Weather Service
August 25-September 02, 2012	University of ZuluLand

M (3)

**Annex 7 Published and Submitted Research Papers during the Course of the Project
(As of October 17, 2012)**

Approved:

Published: In Japan: 1, International: 32

In Press: In Japan: 0, International: 2

Submitted:

In Japan: 0, International: 9

List of Publications Published

1. Mostly related to G1 activities: 24

- 1) Rao, S. A., J.-J. Luo, S. K. Behera, and T. Yamagata, 2009: Generation and termination of Indian Ocean Dipole events in 2003, 2006 and 2007. *Climate Dynamics*, 33, 751-767.
- 2) Nakamura N., H. Kayanne, H. Iijima, T. R. McClanahan, S. Behera, and T. Yamagata, 2009: Mode shift in the Indian Ocean climate under global warming stress. *Geophysical Research Letters*, 36, L23708. doi:10.1029/2009GL040590.
- 3) Doi, T., T. Tozuka, and T. Yamagata, 2010: The Atlantic Meridional Mode and its coupled variability with the Guinea Dome. *Journal of Climate*, 23, 455-475.
- 4) Luo, J.-J., R. Zhang, S. Behera, Y. Masumoto, F.-F. Jin, R. Lukas and T. Yamagata, 2010: Interaction between El Niño and extreme Indian Ocean Dipole. *Journal of Climate*, 23, 726-742.
- 5) Izumo, T., J. Vialard, M. Lengaigne, S. Masson, S. Cravatte, C.B. Montegut, J.-J. Luo, S. K. Behera, and T. Yamagata, 2010: Role of Indian Ocean in extending El Niño predictability. *Nature Geoscience*, 3, 168-172.
- 6) Morioka, Y., T. Tozuka, and T. Yamagata, 2010: Climate variability in the southern Indian Ocean as revealed by self-organizing maps. *Climate Dynamics*, 35, 1059-1072.
- 7) Masumoto, Y., 2010: Sharing results of a high-resolution ocean general circulation model under multi-discipline framework - A review of OFES activities -. *Ocean Dynamics*, 60, 633-652.
- 8) Taguch, F. Noguchi, M., 2010: Kaimen Suion Zensen, *Tenki*, 57, 423-425.
- 9) Izumo, T., S. Masson, J. Vialard, C. de Boyer Montegut, S. K. Behera, G. Madec, K. Takahashi, and T. Yamagata, 2010: Low and high frequency Madden-Julian oscillations in austral summer: Interannual variations. *Climate Dynamics*, 35, 669-683.
- 10) Behera, S. K., and T. Yamagata, 2010: Imprint of the El Niño Modoki on decadal sea level changes. *Geophysical Research Letters*, 37, L23702, doi:10.1029/2010GL045936.
- 11) Richter, I., S. K. Behera, Y. Masumoto, B. Taguchi, N. Komori, and T. Yamagata, 2010: On the triggering of Benguela Niños: Remote equatorial versus local influences. *Geophysical Research Letters*, 37, L20604, doi:10.1029/2010GL044461.

- 12) Aiki, H., J. P. Matthews, and K.G. Lamb, 2011: Modeling and energetics of tidally generated wave trains in the Lombok Strait: Impact of the Indonesian Throughflow. *Journal of Geophysical Research*, 116, C03023, doi:10.1029/2010JC006589.
- 13) Luo, J.-J., S. K. Behera, Y. Masumoto, and T. Yamagata, 2011: Impact of Global Ocean Surface Warming on Seasonal - to - Interannual Climate Prediction. *Journal of Climate*, 24, 1626-1646.
- 14) Morioka, Y., T. Tozuka, and T. Yamagata, 2011: On the growth and decay of the subtropical dipole mode in the South Atlantic. *Journal of Climate*, 24, 5538-5554.
- 15) Engelbrecht, F. A., W. A. Landman, C. J. Engelbrecht, S. Landman, B. Roux, M. M. Bopape, J. L. McGregor, and M. Thatcher (2011), Multi-scale climate modeling over southern Africa using a variable-resolution global model, *Water SA*, 37 647-658.
- 16) Nakamura, M., 2012: Impacts of SST anomalies in the Agulhas Current System on the regional climate variability. *Journal of Climate*, 25, 1213-1229.
- 17) Nagura, M., and M. J. McPhaden, 2012: The dynamics of wind-driven intraseasonal variability in the equatorial Indian Ocean. *Journal of Geophysical Research*, 117, C02001, doi:10.1029/2011JC007405.
- 18) Tozuka, T., T. Doi, T. Miyasaka, N. Keenlyside, and T. Yamagata, 2011: Key factors in simulating the equatorial Atlantic zonal sea surface temperature gradient in a coupled general circulation model. *Journal of Geophysical Research*, 116, C06010, doi:10.1029/2010JC006717.
- 19) Yokoi, T., T. Tozuka, and T. Yamagata, 2012: Seasonal and interannual variations of the SST above the Seychelles Dome. *Journal of Climate*, 25, 800-814.
- 20) Richter, I., S.-P. Xie, A.T. Wittenberg, and Y. Masumoto, (2012): Tropical Atlantic biases and their relation to surface wind stress and terrestrial precipitation, *Climate Dynamics*, 38, 985-1001.
- 21) Ratnam, J.V., S.K. Behera, Y. Masumoto, K. Takahashi, and T. Yamagata, (2012): Anomalous climatic conditions associated with the El Niño Modoki during boreal winter of 2009, *Climate Dynamics*, 39, 227-238.
- 22) Rouault, M., Roy, S. S. and Baling, R. C. (2012), The diurnal cycle of rainfall in South Africa in the austral summer. *International Journal of Climatology*, doi: 10.1002/joc.3451
- 23) Backeberg B. C., Penven Pierrick, and Rouault M. (2012) Impact of intensified Indian Ocean winds on mesoscale variability in the Agulhas system, *Nature Climate Change*, 2012, doi:10.1038/nclimate1587
- 24) Dufois, F., Rouault, M., (2012) Sea surface temperature in False Bay (South Africa): Towards a better understanding of its seasonal and interannual variability. *Continental Shelf Research*, 43, 24-35, <http://dx.doi.org/10.1016/j.csr.2012.04.009>

2
3

2. Mostly related to G2 activities: 5

- 1) Wang, B., J.-Y. Lee, I.-S. Kang, J. Shukla, C.-K. Park, A. Kumar, J. Schemm, S. Cocke, J.-S. Kug, J.-J. Luo, T. Zhou, B. Wang, X. Fu, W.-T. Yun, O. Alves, E. K. Jin, J. Kinter, B. Kirtman, T. Krishnamurti, N. C. Lau, W. Lau, P. Liu, P. Pegion, T. Rosati, S. Schubert, W. Stern, M. Suarez, and T. Yamagata, 2008: Advance and prospectus of seasonal prediction: assessment of the APCC/CHPAS 14-model ensemble retrospective seasonal prediction (1980-2004). *Climate Dynamics*, 33, 93-117.
- 2) Luo, J.-J., 2010: Indian Ocean Dipole [in "State of the climate in 2009"]. *Bulletin of American Meteorological Society*, 91, S103-S105.
- 3) Lee, J.-Y., B. Wang, I.-S. Kang, J. Shukla, A. Kumar, J.-S. Kug, J. K. E. Schemm, J.-J. Luo, T. Yamagata, X. Fu, O. Alves, B. Stern, T. Rosati, and C.-K. Park, 2010: How are seasonal prediction skills related to models' performance on mean state and annual cycle? *Climate Dynamics*, 35, 267-283.
- 4) Ratnam J.V., S.K. Behera, Y. Masumoto, K. Takahashi and T. Yamagata, 2011: A simple regional coupled model experiment for summer-time climate simulation over southern Africa. *Climate Dynamics*, doi:10.1007/s00382-011-1190-2.
- 5) Onishi, R. and K. Takahashi, (2012): A Warm-Bin-Cold-Bulk Hybrid Cloud Microphysical Model, *Journal of the Atmospheric Sciences*, Vol. 69, 1474-1497.

3. Mostly related to G3 activities: 3

- 1) Tozuka, T., T. Doi, T. Miyasaka, N. Keenlyside, and T. Yamagata, 2011: Key factors in simulating the equatorial Atlantic zonal sea surface temperature gradient in a coupled general circulation model. *Journal of Geophysical Research*, 116, C06010, doi:10.1029/2010JC006717.
- 2) Richter, I., S.-P. Xie, A.T. Wittenberg, and Y. Masumoto, (2012): Tropical Atlantic biases and their relation to surface wind stress and terrestrial precipitation, *Climate Dynamics*, 38, 985-1001.
- 3) Engelbrecht, et al (2011): *title of research paper etc. will be clarified later*

List of Publications in Press (After Approved):

1. Mostly related to G1 activities: 1

- 1) Kataoka, T., T. Tozuka, Y. Masumoto and T. Yamagata, 2012: The Indian Ocean subtropical dipole mode simulated in the CMIP3 models. *Climate Dynamics*, doi:10.1007/s00382-011-1271-2.

2. Mostly related to G2 activities: 1

- 2) Sasaki, W., J.-J. Luo, and S. Masson, Tropical cyclone simulation in a high-resolution atmosphere-ocean coupled general circulation model, Chapter 9 in "Cyclones: Formation,

Triggers and Control", K. Oouchi and H. Fudeyasu, eds., Nova Science Publishers, New York, in press

List of Submitted Research Papers:

1. Mostly related to G1 activities: 6

- 1) Morioka, Y., T. Tozuka, and T. Yamagata, 2012: How is the Indian Ocean subtropical dipole excited?, Submitted to *Climate Dynamics*.
- 2) Ratna, S.B., S. Behera, J. Venkata Ratnam, K. Takahashi, and T. Yamagata, 2012: An index for tropical temperate troughs over southern Africa. Submitted to *Climate Dynamics*.
- 3) Nagura, M., W. Sasaki, T. Tozuka, J.-J. Luo, S.K. Behera and T. Yamagata, 2012: Longitudinal biases in the Seychelles Dome simulated by 34 ocean-atmosphere coupled general circulation models. Submitted to *Journal of Geophysical Research*.
- 4) Yuan, C., T. Tozuka, J.-J. Luo, and T. Yamagata, 2012: Predictability of the Subtropical Dipole Modes in a coupled ocean-atmosphere model, Submitted to *Climate Dynamics*.
- 5) Richter, I., S.-P. Xie, S. K. Behera, T. Doi, and Y. Masumoto, 2012: Equatorial Atlantic variability and its relation to mean state biases in CMIP5, Submitted to *Climate Dynamics*.
- 6) Richter, I., S. K. Behera, Y. Masumoto, B. Taguchi, H. Sasaki, and T. Yamagata, 2012: A new type of interannual variability in the equatorial Atlantic, Submitted to *Nature Geoscience*.

2. Mostly related to G2 activities: 1

- 1) Ratnam JV, SK Behera, SB Ratna, H Rautenbach, C Lennard, J.-J. Luo, Y Masumoto, K Takahashi and T Yamagata (2012) Dynamical downscaling of austral summer climate forecasts over southern Africa using a simple regional coupled model. Submitted to *Journal of Climate*.

3. Mostly related to G3 activities: 1

- 1) Sasaki, W., K.J. Richards, J.-J. Luo, 2012: Role of vertical mixing originating from small vertical scale structures above and within the equatorial thermocline in an OGCM, submitted to *Ocean Modeling*.

4. Mostly related to G4 activities: 1

- 1) Sakuma, H., H. Aiki, A. Bofing, T. Iizumi, W. Landman and T. Yamagata, 2012: Generic bias correction for the short-term climate variability prediction. To be submitted to *Geophysical Research Letters*.

地球規模課題対応国際科学技術協力 (SATREPS)

環境・エネルギー研究分野「気候変動の適応又は緩和に資する研究」領域

気候変動予測とアフリカ南部における応用

(南アフリカ共和国)

終了報告書

期間 平成22年4月－平成25年3月

代表者氏名: 山形 俊男

(独立行政法人海洋研究開発機構 アプリケーションラボ所長)

§ 1. プロジェクト実施の概要

アフリカ南部は自然に強く依存した生産形態をとっており、気候変動リスクに対して極めて脆弱である。異常気象に伴う被害を軽減するため、南アフリカ共和国(以降「南ア」)では大気海洋結合大循環モデルに基づいた気候変動予測技術の向上が喫緊の課題となっている。そこで、本プロジェクトでは、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の能力の強化を目指した。

アフリカ南部の気候変動現象の予測を行うためには、まず現象の理解が不可欠である。そこで、アフリカ南部の降水に大きな影響を与える南インド洋と南大西洋の亜熱帯ダイポールモード現象、及びベンゲラ・ニーニョ現象(南半球のアフリカ西岸で発生する気候変動現象)の発生・減衰メカニズムの研究を行い、その詳細を明らかにした。また、IPCC が用いた最先端の大気海洋結合モデルの結果を用いて、亜熱帯ダイポールモード現象、アフリカ南部の降水の季節変動、およびインド洋熱帯域南西部のセーシェルドームの再現性を調べた。さらに、不確定性の大きい積雲対流のパラメタリゼーションに注目して大気海洋結合モデルの開発を行い、大西洋赤道域の海面水温の平均場を再現することに世界で初めて成功した。この成果は、本プロジェクトで行う高解像度大気海洋結合モデル(SINTEX-F)による広域季節予測の精度を大きく向上させるものである。さらに、南アの複数のモデルと日本側の大気海洋結合モデルを同じ条件で駆動して性能を比較し、再現性の向上に必要な要因を特定した。

これらの現象の把握および大気海洋結合モデルの開発と並行して、SINTEX-F による広域予測を毎月行い、1 年先までの季節予報をホームページで公開した。特に、今まで予測が難しいとされてきた中緯度の気候変動現象(亜熱帯ダイポールモード現象)の予測に世界で初めて成功した。この広域予測結果をアフリカ南部にダウンスケールするために必要な領域大気モデル Weather Research and Forecast (WRF) を再構成し、ダウンスケール結果を観測データとの比較により検証した。具体的には、2011 年 7 月から 12 月までの SINTEX-F モデルの予報結果をダウンスケールし、降雨量と地表面温度の空間分布を高い精度で再現した。さらに、地球シミュレータを使い、西ケープ州をターゲットとしたシームレス・ダウンスケーリングのためのモデル開発を行い、西ケープ州のブドウの生育に重要な霧の再現に成功した。

これらの成果をふまえ、これまで南アで行われてきた古いタイプの予測手法を先端的な大気海洋結合モデルによるアンサンブル予測に移行させる試みを行った。SINTEX-F モデルの予測データを南アのアンサンブル結合モデル予測システムに組み込むため、SINTEX-F の予測実験のデータを日本側から南ア側に提供した。広域予測結果ならびにダウンスケールされた地域予測結果を配信するウェブサイトを構築すると共に、予測データの直接的な社会応用に向けて季節予測システムから出力される様々なデータのバイアスを補正する汎用的な手法を開発した。

これらの研究成果に加えて、日本及び南ア双方の研究参加者が参加する 11 の国際シンポジウムと 7 の国際ワークショップを開催すると共に、日本側研究者 14 名が南ア各地の大学で集中講義を行い、南ア側研究者 17 名が日本で研修を行った。日本側研究参加者によるカウンターパートへの技術移転も領域大気モデル(WRF)のプレトリア大学への移植、中解像度大気海洋結合モデル(UTCM)の南ア科学産業技術研究所(CSIR)およびプレトリア大学への移植等、順調に行われた。

§ 2. プロジェクト構想 (および構想計画に対する達成状況)

(1) 当初のプロジェクト構想

本プロジェクトでは、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の能力の強化を目指した。本プロジェクトは5つのグループに分かれて進められた。グループ1は亜熱帯ダイポールモード現象等の気候変動現象の発生・減衰メカニズム、及び長期変動メカニズムを解明する。また、これらのアフリカ南部への影響についても明らかにする。グループ2は大気海洋結合モデルを用いた地球規模の気候変動予測とアフリカ南部(特に、リンポポ州と西ケープ州)にダウンスケーリングした異常気象予測を連携させ、異常気象の影響の軽減に貢献する。グループ3は大循環モデルを用いた感度実験を通して大気海洋結合モデルを高精度化させ、早期予測システムの精度を向上させる。グループ4は気候変動予測の結果を様々な社会活動における被害や災害を軽減するための応用研究に結びつける事と、予測結果を配信するサービスの改良を行う。グループ5は南部アフリカ地域において気候変動に関連する研究者のネットワークを構築する。

(2) 新たに追加・修正など変更したプロジェクト構想

グループ1で亜熱帯ダイポールモードのメカニズムを調べる際、当初は南インド洋の亜熱帯高気圧であるマスカリン高気圧の強化と南偏のメカニズムを調べる予定であった。これは先行研究ではマスカリン高気圧の強化と南偏による風系の変化により潜熱偏差が生じ、亜熱帯ダイポールモード現象が発生するとされてきたためである。しかし、本プロジェクトの平成21年度の研究により、潜熱偏差により直接、海面水温偏差が形成されるのではなく、潜熱偏差により混合層厚偏差が生じ、短波放射に対する感度が変わることによって、海面水温偏差が形成されることが新たに分かった。南大西洋の亜熱帯ダイポールモード現象についても、先行研究では潜熱偏差の重要性が示唆されているが、南インド洋の現象と同様に混合層厚偏差による短波放射に対する感度の違いが重要かどうかをまず調べる必要があると考え、平成22年度にその研究を行ったところ、南大西洋の亜熱帯ダイポールモード現象も南インド洋の亜熱帯ダイポールモード現象と同様のメカニズムによって発生することが明らかになった。

グループ3では、東京大学で開発された中解像度大気海洋結合モデル(UTCM)を南ア側に提供することになっていたが、南ア側研究者の要望に応え、新たに季節予報を行えるバージョンにアップグレードし、インストール作業も行った。南ア側の研究者が、独自に使用できるよう、使用方法を解説するとともに、使用方法をまとめたテクニカル・レポートを手渡した。

グループ4に関しては、2010年12月のシンポジウムおよびミーティングにおいて、「早期予測システム」のデータの配信形態について活発な議論があった。この配信形態については、全体計画の中での具体的な目標として挙げられてはいないものの、データ活用の一側面としては重要なものである。南ア側の内部事情が許す範囲において何が出来るのかを模索するワークショップを2010年度内に開催する方向で調整したが、南ア側の諸事情のため、実際の開催は年度を超えた2011年4月となった。ACCESSの全面的協力を得て、「Seasonal forecasting information dissemination workshop」が4月に開催され、そこで季節予測が持つ可能性と予測データの配信についての今後の在り方が検討された。後日、ACCESSの統括マネジャーのNeville Sweijd博士も述べているように、このワークショップはそれまで南ア内ではバラバラであった季節予測の研究活動を、今後の社会的活用を視野に入れたより包括的な活動へと発展させるというモーメンタムを南アの各機関が始めて共有したという点において、単なる科学研究という事を超える大きなプロジェクトの成果であったと言える。

§ 3. プロジェクト実施体制・投入実績

3. 1. プロジェクト実施体制

※注意 下表における「種別」欄の○印等は、各々、以下の通り。

○：研究代表者又は主たる共同研究者

*：SATREPS 研究費(委託費も含む)により人件費を支出した者

(1)「亜熱帯ダイポールモード現象のメカニズムと予測可能性」グループ

①研究参加者

【日本側】

種別	氏名	所属	役職	参加時期
○	Behera, K. Swadhin	海洋研究開発機構	チームリーダー	2009. 6. 1～2013. 3. 31
	東塚 知己	東京大学	准教授	2009. 6. 1～2013. 3. 31
	Jing-Jia Luo	海洋研究開発機構	主任研究員	2009. 6. 1～2011. 12. 31
	Richter, Ingo	海洋研究開発機構	研究員	2009. 6. 1～2013. 3. 31
※	名倉 元樹	海洋研究開発機構	特任研究員	2010. 10. 1～2013. 3. 31
	Takeshi Izumo	東京大学	特任助教	2010. 10. 1～2011. 12. 31
※	佐々木 亘	海洋研究開発機構	ポストドクトラル研究員	2010. 10. 1～2013. 3. 31
	土井 威志	海洋研究開発機構	研究員	2012. 5. 1～2013. 3. 31
	袁 潮霞	海洋研究開発機構	ポストドクトラル研究員	2012. 7. 1～2013. 3. 31

【相手国側】

種別	氏名	所属	役職	参加時期
○	Dr. Mathieu Rouault	University of Cape Town	Senior Scientist	2010.4.1～2013.3.31
	Dr. Juliet Hermes	South African Environmental Observation Network	Senior Scientist	2010.4.1～2013.3.31
	Prof. Chris Reason	University of Cape Town	Professor	2010.4.1～2013.3.31
	Dr. Francois Engelbrecht	Council for Scientific and Industrial Research	Senior Scientist	2010.4.1～2013.3.31
	Dr. Hailey Macintosh	Council for Scientific and Industrial Research	Scientist	2010.4.1～2013.3.31
	Dr. Francois Dufois	University of Cape Town	Scientist	2010.4.1～2013.3.31
	Dr. Nicolas Fauchereau	University of Cape Town	Scientist	2010.4.1～2013.3.31
	Mr. Michael Kent	University of Cape Town	Scientist	2010.4.1～2013.3.31

種別	氏名	所属	役職	参加時期
	Mr. Patrick Vianello	University of Cape Town	Scientist	2010.4.1～2013.3.31

②研究項目

アフリカ南部の降水に大きな影響を与える気候変動現象の予測を行うためには、まず現象の理解が不可欠である。そこで、本グループでは、亜熱帯ダイポールモード現象等の気候変動現象の発生・減衰メカニズム、及び長期変動メカニズムを解明する。また、これらのアフリカ南部への影響についても明らかにする。

(2)「季節予測とダウンスケーリング」グループ

①研究参加者

【日本側】

種別	氏名	所属	役職	参加時期
○	高橋 桂子	海洋研究開発機構	プログラムディレクター	2009. 6. 1～2013. 3. 31
	Behera, K. Swadhin	海洋研究開発機構	チームリーダー	2009. 6. 1～2013. 3. 31
	升本 順夫	海洋研究開発機構	プログラムディレクター	2009. 6. 1～2013. 3. 31
	山敷 庸亮	海洋研究開発機構	招聘主任研究員	2009. 6. 1～2013. 3. 31
	大西 領	海洋研究開発機構	研究員	2009. 6. 1～2013. 3. 31
	杉村 剛	海洋研究開発機構	研究員	2009. 6. 1～2012. 3. 31
	馬場 雄也	海洋研究開発機構	研究員	2009. 6. 1～2013. 3. 31
	木田 新一郎	海洋研究開発機構	研究員	2009. 6. 1～2013. 3. 31
	Jayanthi V. Ratnam	海洋研究開発機構	研究員	2009. 6. 1～2013. 3. 31
※	Satyaban B. Ratna,	海洋研究開発機構	ポストドクトラル研究員	2010. 11. 1～2013. 3. 31

【相手国側】

種別	氏名	所属	役職	参加時期
○	Prof. Hannes Rautenbach	University of Pretoria	Professor	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Dr. Willem Landman	Council for Scientific and Industrial Research	Senior Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Prof. Bruce Hewitson	University of Cape Town	Professor	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Dr. Mark Tadross	University of Cape Town	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Dr. Babatunde Abiodun	University of Cape Town	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Mr. Robert Maisha	South African Weather Service	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Dr. Joel Botai	University of Pretoria	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31

種別	氏名	所属	役職	参加時期
	Dr. Chris Lennard	University of Cape Town	Senior Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Dr. Tando Ndarana	South African Weather Service	Senior Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31

②研究項目

大気海洋結合モデルを用いた地球規模の気候変動予測とアフリカ南部(特に、リンポポ州と西ケープ州)にダウンスケーリングした異常気象予測を連携させ、異常気象の影響の軽減に貢献する。

(3)「大気海洋結合モデルの高精度化」グループ

①研究参加者

【日本側】

種別	氏名	所属	役職	参加時期
	山形 俊男	海洋研究開発機構	アプリケーションラボ所長	2009. 6. 1～2013. 3. 31
○	東塚 知己	東京大学	准教授	2009. 6. 1～2013. 3. 31
	Takeshi Izumo	東京大学	特任助教	2009. 6. 1～2012. 3. 31
※	Oettli, Pascal	東京大学	特任助教	2010. 10. 1～2013. 3. 31
	守山 純子	東京大学 海洋研究開発機構	嘱託	2010. 4. 1～2012. 6. 30 2012. 7. 1～2013. 3. 31
	森岡 優志	東京大学	大学院生	2009. 6. 1～2012. 3. 31
	森岡 優志	海洋研究開発機構	JSPS 外来研究員	2012. 4. 1～2013. 3. 31

【相手国側】

種別	氏名	所属	役職	参加時期
	Prof. George Philander	Applied Center for Climate & Earth Systems Science (ACCESS)	Professor	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Dr. Willem Landman	Council for Scientific and Industrial Research	Senior Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Dr. Babatunde Abiodun	University of Cape Town	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
○	Dr. Francois Engelbrecht	Council for Scientific and Industrial Research	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Ms. Mary-Jane Bopape	Council for Scientific and Industrial Research	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Prof. Chris Reason	University of Cape Town	Professor	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Prof. Bruce Hewitson	University of Cape Town	Professor	2010. 4. 1～2013. 3. 31

種別	氏名	所属	役職	参加時期
		Cape Town		
	Dr. Chris Lennard	University of Cape Town	Senior Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Dr. Mathieu Rouault	University of Cape Town	Senior Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Mr. Asmerom Beraki	South African Weather Service	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Mr. Kamoru Lawal	South African Weather Service	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Mr. David Ogier	South African Weather Service	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Dr. Natalie Burls	University of Pretoria	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31

②研究項目

本研究で使用される高解像度大気海洋結合モデル(SINTEX-F1)やIPCCが使用した大気海洋結合モデルには、雲や降水過程等のパラメタリゼーション(サブグリッド・スケールの現象の影響をパラメータを用いてモデル化すること)に大きな不確実性が残る。そこで、大循環モデルを用いた感度実験を通して、大気海洋結合モデルを高精度化させ、早期予測システムの精度を向上させる。

(4)「早期予報システムの改良」グループ

①研究参加者

【日本側】

種別	氏名	所属	役職	参加時期
○	佐久間 弘文	海洋研究開発機構	チームリーダー	2009. 6. 1～2013. 3. 31
	宮澤 泰正	海洋研究開発機構	チームリーダー	2009. 6. 1～2013. 3. 31
	野中 正見	海洋研究開発機構	チームリーダー	2009. 6. 1～2013. 3. 31
	中村 元隆	海洋研究開発機構	主任研究員	2009. 6. 1～2013. 3. 31
	Varlamov, Sergey	海洋研究開発機構	主任研究員	2009. 6. 1～2013. 3. 31
	相木 秀則	海洋研究開発機構	研究員	2009. 6. 1～2013. 3. 31
	高谷 康太郎	海洋研究開発機構	研究員	2009. 6. 1～2013. 3. 31
	美山 透	海洋研究開発機構	研究員	2009. 6. 1～2013. 3. 31
	田村 仁	海洋研究開発機構	研究員	2009. 6. 1～2013. 3. 31
	章 若潮	海洋研究開発機構	技術研究主任	2009. 6. 1～2013. 3. 31

【相手国側】

種別	氏名	所属	役職	参加時期
	Prof. Hannes Rautenbach	University of Pretoria	Professor	2010. 4. 1～2013. 3. 31
○	Dr. Willem Landman	Council for Scientific and Industrial Research	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Mr. Chris Jack	Council for Scientific and	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31

種別	氏名	所属	役職	参加時期
		Industrial Research		
	Dr. Emma Archer	Council for Scientific and Industrial Research	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Dr. Peter Johnston	University of Cape Town	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Dr. Sepo Hachigonta	University of Cape Town	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Mr. Terry Newby	Agricultural Research Council	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Dr. Jane Olwoch	University of Pretoria	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Ms. Chritien Engelbrecht	Agricultural Research Council	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Dr. Makomo Matlou	University of Pretoria	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Mr. Asmerom Beraki	South African Weather Service	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Mr. Jacobus Olivier	South African Weather Service	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Dr. Hamisai Hamandawana	Agricultural Research Council	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Dr. Nhlonipho Nhlabatsi	South African Weather Service	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Mr. Derick Vermaak	South African Weather Service	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Mr. Fagmie De Fries	South African Weather Service	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Dr. Johan Malherbe	South African Weather Service	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Dr. Mxolisi Shongwe	South African Weather Service	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	De. Mokhele Moeletsi	Agricultural Research Council	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Mr. Obed Phahlane	Agricultural Research Council	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Mr. Chris Kaempffer	Agricultural Research Council	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Dr. Gugu Zuma-Netshiukhw	Agricultural Research Council	Scientist	2010. 4. 1～2013. 3. 31

②研究項目

2009年には第三回世界気候会議が開かれ、地球温暖化に伴うと考えられている気候変動の変調と極端現象が大きな社会・経済的な被害を人類社会に及ぼしている事を受け、気候変動予測の結果を、様々な社会活動における被害や災害を軽減するための応用研究に結びつける事と、その結

果得られる有効なデータ配信のサービスの重要性が確認された。本研究課題の中のサブテーマとしての応用研究「早期予測システムの改良」は、まさに、この様な世界的な動きとシンクロする応用研究活動を、アフリカ南部という具体的な地域において行う事をねらいとするものである。

(5)「研究者ネットワークの構築」グループ

①研究参加者

【日本側】

種別	氏名	所属	役職	参加時期
○	山形 俊男	海洋研究開発機構	アプリケーションラボ所長	2009. 6. 1～2013. 3. 31
	若土 正暁	北海道大学	名誉教授	2011. 4. 1～2013. 3. 31
	池田 元美	海洋研究開発機構	特任上席研究員	2010. 7. 1～2013. 3. 31
	宮本 直子	海洋研究開発機構	特任事務副主任	2009. 6. 1～2013. 3. 31
	全研究参加者			2009. 6. 1～2013. 3. 31

【相手国側】

種別	氏名	所属	役職	参加時期
○	Dr. Jimmy Adegoke	The Council for Scientific and Industrial Research (CSIR)	Director	2010. 4. 1～2011. 12. 31
	Dr. Neville Sweijd	Applied Center for Climate & Earth Systems Science (ACCESS)	Operation Manager	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	Prof. George Philander	Princeton University	Professor	2010. 4. 1～2013. 3. 31
	All members			2010. 4. 1～2013. 3. 31

②研究項目

南部アフリカ地域において気候変動に関連する研究者のネットワークを構築する。このことを通して、南部アフリカ地域における気候変動予測精度を向上させ、アフリカ南部社会の持続的な成長に貢献することを目指す。

§ 4. プロジェクト実施内容及び成果

4.0 プロジェクト全体

(1) グループを統合した全体の成果

本プロジェクトでは、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の能力の強化を目指した。これまでのこの種の応用研究を簡単に振り返ってみると、天気予報より長期の季節予報の難しさが主な原因で、応用研究に用いられる気候データは過去のデータを統計処理したものが殆どであると言える。しかし、大気海洋結合モデルによる力学的手法に基づく気候変動予測研究がここ 10 年で大きく進展した事と、温暖化による気候変動パターンの変調の為に過去の統計データがあまり役に立たないという 2 つの事実に基づき、本プロジェクトでは、ダウンスケーリング手法も含め、力学的手法を中心に応用研究を展開して行く方針をとった。従来、南アにおける応用研究で用いられていた季節予測モデルはインド洋の海面水温と南ア東部の降水量とを結びつける統計的なモデルであり、本研究で提案している大気海洋結合モデルと力学的ダウンスケーリングを組み合わせた手法とは大きく異なる。本研究で用いる大気海洋結合モデル SINTEX-F は熱帯インド洋における重要な気候変動モードであるインド洋ダイポールの予測に世界で初めて成功したモデルであり、そのような意味において季節予測の先端を行く力学モデルである。予測精度が何よりも重要となる応用研究において、このような先端的なモデルを応用研究に結びつける事は世界的にも大きなインパクトを与えるものであると言える。

具体的には本プロジェクトは 5 つのグループに分かれて進められた。気候変動現象のメカニズムの理解を目指すグループ 1、広域季節予測の実施とその南ア領域へのダウンスケールを行うグループ 2、大気海洋結合モデルの改良を行うグループ 3、得られた予測結果を配信するシステムの改良を行うグループ 4、および研究者間のネットワーク構築を行うグループ 5 である。

まず、南アへの影響が大きい気候変動現象のメカニズムの解明が行われた。南インド洋と南大西洋の亜熱帯ダイポールモードの成長と減衰のメカニズムの解明、熱帯大西洋のベンゲラ・ニーニョ現象のメカニズムの解明、およびこれらの現象の南アの降水への影響の評価が数値モデルおよび観測データを用いて行われた(グループ 1)。さらに、IPCC が用いた 20 ないし 30 の最先端の大気海洋結合モデルのアウトプットを用い、亜熱帯ダイポールモード、アフリカ南部の降水の季節変動、およびインド洋南西部のセーシェルドームの再現性を調べた(グループ 1)。大気海洋結合モデルにおいてこれらの現象の再現が妨げられている要因の 1 つは従来の大気海洋結合モデルが熱帯大西洋の海面水温の平均場を再現できないことであった。そこで東京大学で開発された UTCM モデルを用いて積雲対流のパラメタリゼーションへの感度実験を行い、世界で初めて熱帯大西洋の海面水温の平均場の再現に成功すると共に、再現に必要な要因を特定した(グループ 3)。また南アの複数の大循環モデルと日本側の大循環モデルを同じ条件で駆動し性能比較を行うことで再現性の向上に必要な要因を特定した(グループ 3)。これらのモデル開発と並行して、世界最先端の性能を持つ SINTEX-F モデルを用いて季節予報を毎月行い、結果をホームページで公開した(グループ 2)。SINTEX-F のアンサンブル予測実験結果の解析を行い、SINTEX-F モデルが亜熱帯ダイポールモード現象を 1-2 季節先行して予測できることを確認した(グループ 1)。これは今まで難しいとされてきた中緯度の気候変動現象の予測に成功した世界初の例であり、SINTEX-F が南アの季節予報に関して高い性能を持っていることを示している。この SINTEX-F による広域予測結果を領域気象モデル WRF を用いて南ア領域にダウンスケールした(グループ 2)。具体的には、2011 年 7 月から 12 月までの SINTEX-F モデルの予報結果をダウンスケールし、降雨量と地表面温度の空間分布が高い精度で再現できることを示した。また、観測データの解析及び大気大循環モデルを用いた実験によって、Tropical Temperature Trough (以下、TTT) 等南アの気象現象とエルニーニョやエルニーニョもどきなどの気候変動との関連性を調べ、南アの気象現象の予測可能性を議論した(グループ 2)。さらに、シームレス・ダウンスケーリングのためのモデル開発を行い、大気海洋結合モデルを使用して超高解像度のシミュレーションが可能であることを示し、台風や西ケープ州の霧の再現、リンポポ州 Mariepskop における複雑形状地形上の詳細な風況場を再現できることを明らかにした。(グループ 2)。

これらの成果をふまえ、これまで南アで行われてきた古いタイプの予測手法を先端的な大気海

洋結合モデルによるアンサンブル予測に移行させる試みを行った。SINTEX-F の予測データを南アの新たに開発しつつあるアンサンブル結合モデル予測システムに組み込むため、SINTEX-F の過去再現実験のデータを日本側から南ア側に提供し、南ア側が応用研究への活用を目的とした準備活動に入った(グループ 4)。広域予測結果ならびにダウンスケールされた地域予測結果を配信するウェブサイトを構築し、早期予報システムを改良した(グループ 4)。予測データの直接的な応用利用に向けて、季節予測システムから出力される様々なデータのバイアスを補正する汎用的な手法を開発した(グループ 4)。

人的交流としては、日本及び南ア双方の研究参加者が参加する 11 の国際シンポジウムと 7 のワークショップを開催すると共に、日本側研究者 14 名が南ア各地の大学で集中講義を行い、南ア側研究者 17 名が研修生として日本で研修を行った(グループ 5)。日本側研究参加者によるカウンターパートへの技術移転も領域大気モデル(WRF)のプレトリア大学への移植、中解像度大気海洋結合モデル(UTCM)の南ア科学産業技術研究所(CSIR)およびプレトリア大学への移植等、順調に行われた。

(2)今後期待される効果

本課題では、アフリカ南部の異常気象予測を行ってきたが、こうして蓄積された中高緯度の異常気象予測のノウハウは、南アと赤道を挟んでほぼ同じ緯度帯にある日本の異常気象予測技術の向上にも貢献することが期待される。また、数年先までの短期気候変動予測の実用化による新しいソフト産業(気候データ・サービス)の創成にもつながることが期待される。

本課題は、海外で活躍できる日本人材の育成にも貢献した。東京大学大学院理学系研究科の大学院生として本課題に携わった森岡優志は、「アフリカ南部の気候に影響を及ぼす亜熱帯ダイポールモードの形成と減衰のメカニズム」に関する博士論文をまとめ、博士(理学)を取得した。卒業後、ポスドク研究員になり、来年度は、海外でポスドク研究員として研究を行う予定である。修士課程から実質的に参画した片岡崇人は博士課程に進学し、本研究で着目したインド洋の亜熱帯高気圧の変動とオーストラリア大陸西岸における顕著な大気海洋変動の関係について新しい知見を得て、学位論文に発展させる予定である。今後、本プロジェクトのレガシーを生かしてゆくことが期待される。

本課題で得られた知見や開発された手法は、他地域に展開することも可能で、例えば、南米へ応用することが可能である。南米とアフリカ南部は、1)共に海が多い南半球に位置しており、地形性の複雑な気候の影響を受けにくいいため、北半球に比べれば数値シミュレーションを行うことが容易である、2)南大西洋や南太平洋にも亜熱帯ダイポールモードに類似した現象が存在しており、気候変動モードのメカニズムも良く似ていることが既に分かっている、3)どちらも発展途上国が多く、季節予測が現地の農業等に与える影響が大きい、などの共通点がある。このため本課題と類似のプロジェクトを南米に展開することによって成果が得られる可能性が高い。また、アンゴラ等アフリカ南部他地域への展開も同様の理由で可能であると考えられる。

4.1 「亜熱帯ダイポールモード現象のメカニズムと予測可能性」グループ(JAMSTEC、東京大学)

(1)研究実施内容及び成果

①概要

アフリカ南部の降水に大きな影響を与える気候変動現象の予測を行うためには、まず現象の理解が不可欠である。そこで、本グループでは、亜熱帯ダイポールモード現象等の気候変動現象の発生・減衰メカニズム、及び長期変動メカニズムを解明すると同時に、これらのアフリカ南部への影響についても明らかにした。また、亜熱帯ダイポールモード現象の予測可能性の評価も行い、初めて中緯度の気候変動現象の予測に成功したことを示した。

②研究実施方法

1-1 南インド洋と南大西洋の亜熱帯ダイポールモード現象の発生と減衰メカニズムを観測データと海洋大循環モデルの解析により明らかにする。他の気候変動モード(南極環

- 状モードなど)との関係を検証する。
- 1-2 南インド洋と南大西洋の亜熱帯ダイポールモード現象の(アフリカ南部の気候への)影響を調べる。また、アガラス域とベンゲラ域からの影響についても検証する。さらに、イベントによる違いも検証する。
- 1-3 IPCC が使った約 20 のモデルについて、亜熱帯ダイポールモード現象の再現性を、観測データとの比較を通して検証する。
- 1-4 上記の結合モデルによる亜熱帯ダイポールモード現象のアフリカ南部の気候への影響の再現性を、観測データとの比較を通して検証する。
- 1-5 再現性の良い結合モデルを選び、亜熱帯ダイポールモード現象の自然変動と地球温暖化に伴う長期変動の様子と、そのメカニズムを明らかにする。
- 1-6 これまでに高解像度大気海洋結合モデル(SINTEX-F)で行われた 1982 年から現在までのアンサンブル予測実験結果の詳細な解析を行い、亜熱帯ダイポールモード現象の影響を受けるアフリカ南部の降水量と気温がどのくらいの先行時間をもって予測できるのかを明らかにする。
- 1-7 亜熱帯ダイポールモード現象の、イベントごとの予測精度の違いの原因を究明する。

③ 実施内容と成果

【1-1】

亜熱帯ダイポールモード現象は、南インド洋と南大西洋に発生する気候変動現象で、その正(負)の現象が発生すると、各海盆の南西部で平年よりも海面水温が高く(低く)なり、北東部で平年よりも海面水温が低く(高く)なる。本課題の開始前には、正の亜熱帯ダイポールモード現象は、亜熱帯高気圧の強化と南偏による風系の変化により、南西部では蒸発による冷却(=潜熱放出)が弱まり、北東部では蒸発による冷却が強まるために発生すると広く受け入れられていた。しかし、先行研究では、海洋表層の混合層厚が季節・経年変動するにも関わらず、混合層厚を一定とした熱収支解析を行っていたため、メカニズムが正しく理解されていない可能性が考えられた。そこで、本課題で、混合層厚の変動を考慮に入れた熱収支解析を行ったところ、潜熱放出では、海面水温偏差(海面水温の平年からのずれ)を定量的に説明できないことが判明した。そして、さらに詳細な解析を続けた結果、新しい発生メカニズムを提唱するに至った。具体的には、まず、亜熱帯高気圧の変動により、南西部(北東部)に正(負)の潜熱偏差が現れる。すると、南西部(北東部)の混合層が異常に薄く(厚く)なり、太陽からの短波放射により混合層が暖まりやすく(暖まりにくく)なる。その結果、南西部(北東部)に正(負)の海面水温偏差が成長し、正の亜熱帯ダイポールモード現象が発達する。その後、南西部(北東部)に負(正)の潜熱・長波放射偏差が現れるため、海面水温偏差は減衰する。また、混合層内の海水温度とその直下の温度差も大きく(小さく)なるため、エントレインメント(混合層への下層の冷たい水の取り込み)による冷却効果が増大(減少)し、海面水温偏差の減衰に寄与する。以上の結果は、当初の研究計画で予定していた観測データと海洋大循環モデルの解析に加えて、大気海洋結合モデルの結果の解析に基づいている。これらは、アフリカ南部に異常気象を引き起こす原因の 1 つである亜熱帯ダイポールモード現象の理解を進める上で貴重な発見である。上記の研究成果は論文#10, #18, #29 で出版された。さらに、大気海洋結合モデル(UTCM)を用いた感度実験により他の気候変動モードとの関係について調べたところ、エルニーニョ/南方振動や南極周極波動等の他の気候変動現象が、亜熱帯高気圧の経年変動に影響を与えることによって、亜熱帯ダイポールモード現象を発生させていることが明らかになり、論文#47 で成果を発表した。

【1-2】

南インド洋と南大西洋の亜熱帯ダイポールモード現象のアフリカ南部の気候への影響を調べた。その結果、正の亜熱帯ダイポールモード現象が発生すると、アフリカ南部の降水が増加し、負の亜熱帯ダイポールモード現象が発生すると、アフリカ南部の降水が減少

する傾向にあることが明らかとなった。さらに、この影響が海面水温偏差の現れる位置に依存することも明らかになった。具体的には、海面水温偏差がアフリカ大陸に近い時の方が影響も大きく現れた。また、2つの亜熱帯ダイポールモード現象のアフリカ南部への相対的な重要性を調べたところ、南大西洋の亜熱帯ダイポールモード現象の影響の方が強いことが明らかになった。以上の成果は、論文#10, #18, #29 で出版された。

亜熱帯ダイポールモード現象以外の気候変動現象の影響についても研究を行った。エルニーニョ現象とエルニーニョもどき現象のアフリカ南部への影響の違い、インド洋と大西洋の気候変動の影響等について得られた研究成果を論文#2, #8, #13, #14, #16, #21, #24, #25, #26, #28, #32, #39, #48、投稿中論文#1, #4 で発表した。ベンガラ・ニーニョ現象の発生についても、亜熱帯高気圧の変動が、アフリカ西岸に沿って吹く風の強さを変えることによって、影響を与えていることを明らかにした。この研究成果は、論文#15, #36 で出版された。アガラス域については、南ア側研究者とも協力して、インド洋の温暖化が南インド洋と南アの近海に与える影響を調べた。ここ数十年でインド洋熱帯域の海面水温は上昇し、降雨量が増加したため、熱帯域と亜熱帯域の気圧差が増加し、風系が強化されることで、南インド洋の亜熱帯循環の強化とアガラス海流の温暖化が生じていることがわかった。これらの研究成果は、論文#3, #12, #20, #22, #33, #34, #35、印刷中論文#3、投稿中論文#2, #3 にまとめられている。

【1-3,1-4】

IPCC 第4次レポートで使用された約20のモデルデータを入手し、アフリカ南部の降水の季節変動の再現性を観測データとの比較を通して検証した。また、亜熱帯ダイポールモード現象の再現性とそのアフリカ南部の気候への影響の再現性を観測データとの比較を通して検証すると同時に、再現性の向上に関する提言(亜熱帯高気圧の変動を再現することが重要)を行った。例えば、亜熱帯ダイポールモード現象の再現性については、海面水温偏差パターンの相関係数で評価したところ、平均0.65であった。本課題で使用した高解像度大気海洋結合モデル(SINTEX-F)では、相関係数が0.88あり、本モデルの性能の高さも明らかとなった。以上の成果を論文#37 で出版した。

本課題開始当初は予定していなかったが、アフリカ南部に甚大な被害をもたらすサイクロンの発生場所でもあるインド洋熱帯域南西部のセーシェルドームの再現性をIPCC 第5次レポートで使用される約30の結合モデルデータによって調べた。その結果、インドモンスーンからオーストラリアモンスーンに遷移する際に発生する赤道インド洋上の西風を再現することが重要であることが分かった。この成果は論文#49 で出版した。

【1-5】

亜熱帯ダイポールモード現象の自然変動と地球温暖化に伴う長期変動の様子と、そのメカニズムを明らかにするために、まず、観測データの解析を行った。その結果、亜熱帯ダイポールモード現象の振幅が、近年、減少傾向にあることが明らかになった。そこで、このトレンドが、自然変動の一部なのか、地球温暖化に伴う変化なのかを明らかにするためにIPCCで使用されている結合モデル実験の内、産業革命前の二酸化炭素濃度を使用した実験と二酸化炭素濃度が1%ずつ増加する実験の結果を解析した。しかし、ほぼ全てのモデルで、亜熱帯ダイポールモード現象の振幅に違いは見られなかった。また、亜熱帯ダイポールモード現象の発生周期についても調べたところ、最近、周期が短くなり、約2年となっていることもウェーブレット解析の結果から示された。以上の成果は、論文#52 にまとめられている。

本課題を通して、南アの降雨量の観測データを入手することができたので、上記の大気海洋結合モデルの解析に加えて、観測データの解析からも自然変動と地球温暖化に伴う長期変動の関係について南ア側研究者と共同で調べた。特に、南アのいくつかの地方における極端現象の10年規模変調に関する研究を行い、極端現象の10年規模変調が地球温暖化に関連した気候変動モードのトレンドに関連があることを発見した。また、エルニ

エルニーニョやラニーニャの 10 年規模変動も南半球夏季に発生する極端現象の発生頻度に関連があることも示唆された。以上の成果を論文#54、投稿中論文#3 にまとめた。

【1-6,1-7】

これまでに行われた高解像度大気海洋結合モデル(SINTEX-F)による 1982 年から現在までのアンサンブル予測実験結果の解析を行い、予測可能性の評価を行った。季節予報の研究分野では、一般的に予測精度が相関係数で 0.6 以上ある場合に、予測可能であるとされており、本課題でもこの国際的な基準を採用することにした。亜熱帯ダイポールモード現象は、1 月に最も発達することから、何ヶ月前から 1 月の亜熱帯ダイポールモード現象の状態を相関係数 0.6 以上で予測できるかを調べたところ、南インド洋については、2ヶ月前の 11 月から予測でき、南大西洋については、5ヶ月前の 8 月から予測できることが示された。これは今まで難しいとされてきた中緯度の気候変動現象の予測に成功した世界初の例であり、このグループで得た成果の中でも特に価値の高い成果である。また、イベントごとの予測精度の違いを調べた。実施方法 1-1 で、エルニーニョ現象が亜熱帯高気圧に変動をもたらし、亜熱帯ダイポールモード現象を引き起こすことが明らかになっていたので、エルニーニョ現象と同時に発生した場合とそうでない場合の予測精度の違いを調べた。その結果、エルニーニョ現象と同時に発生した 1997-98 年の南インド洋と南大西洋の亜熱帯ダイポールモード現象については、6ヶ月前の 7 月から両海盆の現象が予測できる等、エルニーニョ現象と同時に発生した亜熱帯ダイポールモード現象の方が予測可能性の高いことも明らかになった。さらに、アフリカ南部における降水量の予測精度の評価も行い、10 月開始の予測で夏季の降水量を相関係数 0.68 で予測できることが明らかとなった。以上の成果を論文#52 にまとめた。

本グループの指標は、3 本の論文が国際誌に受理されることであったが、30 本の論文が出版され、1 本の論文が印刷中、4 本の論文が投稿中であるので、論文数では、約 10 倍の成果を挙げたことになる。カウンターパートへの技術移転としては、国際誌に投稿した論文を提供するとともに、南ア側研究者にその詳細を説明した。

(2)研究成果の今後期待される効果

本課題で亜熱帯ダイポールモード現象の発生メカニズムを解明したが、これにより、他の気候変動現象のメカニズムの理解も深まることが期待される。また、世界で初めて中緯度の気候変動現象の予測に成功したことにより、今後、多くの国々の研究機関が同様のチャレンジを行い、中緯度の気候変動予測研究が活性化されることが予想される。その結果、中緯度で発生する異常気象をより正確に予測することができるようになり、異常気象の影響を軽減できることが期待される。さらに、IPCC で用いたモデルを解析して得られた知見は、IPCC による地球温暖化予想にも貢献することが期待される。

4.2 「季節予測とダウンスケーリング」グループ(JAMSTEC)

(1)研究実施内容及び成果

① 概要

大気海洋結合モデルを用いた地球規模の気候変動予測を行うと同時に、その予測結果を領域モデルによりアフリカ南部(特に、リンポポ州と西ケープ州)にダウンスケーリングした。

② 研究実施方法

2-1 地球シミュレータで、SINTEX-F によるアンサンブル予測実験を毎月行い、1 年先までの季節気候を予測する。南ア側の既存のモデル(WRF)がリンポポ州の高解像シミュレーションのために再構築される。この既存のモデルの結果は、SINTEX-F の結果との比

較に使われる。

- 2-2 リンポポ州における降雨パターン、さらには亜熱帯ダイポールモード現象と全球の海面水温がリンポポ州の降雨に与える影響について研究される。
- 2-3 WRF モデルがより大きなコンピューターにロードされ、リンポポ州における初めての季節予報シミュレーションが行われる。このシステムは、毎月はじめに日常的に運用されることを目的に設計される。大気海洋結合モデルの結果によって強制された WRF モデルのシミュレーション結果が、複数モデルによる季節予報解析の枠組みに含まれる。
- 2-4 比較として、既存の統計的ダウンスケーリング手法が適用される。
- 2-5 地球シミュレータを使い、西ケープ州およびリンポポ州をターゲットとしたシームレス・ダウンスケーリングのためのモデル開発を行う。

③ 実施内容と成果

【2-1】

全球規模の季節予測は、多くの国の現業機関や研究機関で行われるようになってきたが、本課題で広域気候予測に用いる高解像度大気海洋結合モデル (SINTEX-F) の熱帯域における予測精度は世界一である。この SINTEX-F による広域予測実験を地球シミュレータで毎月実施し、1 年先までの季節予報を行った。2010-2011 年にかけて発生したラニーニャ現象の予報に成功する等、大きな成功を収めている。この広域予測結果は、「早期予報システムの改良」グループの活動の一環として、ホームページで公開している。SINTEX-F や季節予報については、論文#1, #6, #7, #9, #11, #17, #40, #41, #42, #43, #44, #50 として、出版されている

【2-2】

TTT (Tropical Temperate Trough) はリンポポ州を含む南アにおける夏季降水量の大部分をもたらす気象現象である。この TTT の発生を特定する指標を作成し、極端現象に関する解析を行った。その結果、熱帯太平洋で発生するエルニーニョ・南方振動現象 (ENSO) と南アにおける TTT の発生数との間に有意な関連を発見した。ラニーニャが発生した年には TTT の発生が多くなる一方で、エルニーニョの発生年には TTT が少ないことが分かった。これは ENSO の影響で南アの大气の平均場が変化し、TTT の発生数に影響を与えるためである。この結果は ENSO の予測に基づき TTT の発生数を予測できることを示唆している。以上の結果を論文#46 に取りまとめ、出版した。

さらに、エルニーニョとエルニーニョもどきが南アの降雨に与える影響を調べた。従来型のエルニーニョ現象では主に赤道太平洋東部の海面水温が上昇するのに対し、エルニーニョもどき現象では赤道太平洋中央部の海面水温が上昇する。近年の研究は地球温暖化に伴ってエルニーニョもどきの発生頻度が増えていることを指摘しており、エルニーニョもどきに関する研究は気候変化への対応を考察する上で重要である。南アへの影響に関しては、従来型のエルニーニョは南アに干ばつをもたらすことが知られている。一方、エルニーニョもどきの場合には南アに深刻な干ばつは発生せず、むしろ降雨量が増加する地方がある。この差異の原因を観測データの解析と大気大循環モデルによる数値実験によって調べた。その結果、エルニーニョが発生した年には南大西洋の亜熱帯高気圧がアフリカ大陸南部へ張り出し降雨の発生を抑制していることが分かった。高気圧の張り出しはエルニーニョもどきの年には顕著ではなく、平常通りの降雨が発生し得る。以上の成果は、投稿中論文#2 にまとめられている。

【2-3】

本課題で開始した大気海洋結合モデルによる広域気候予測結果を領域モデルに取り入れたアフリカ南部におけるダウンスケーリングは、世界初めての取り組みである。このダウンスケーリングに必要な領域気象モデル (WRF) を以下の 2 つの段階に分けて再構築した。1) WRF モデルを海洋混合層モデルと結合したモデル実験の実施、2) WRF モデルを

用いて南アの気候の再現性に関する感度実験の実施。このようにして構築した領域モデルを使って 2011 年 12 月から 2012 年 2 月までの SINTEX-F モデルの予測結果をダウンスケールし、降雨量と地表面温度の空間分布を高い精度で再現した。個別の現象に関しては、WRF モデルを用いて大気再解析データをダウンスケールすることで周期の短い気象現象を再現し、メカニズムを調べた。また、プレトリア大学の Rautenbach 教授と共同で同大学に導入された計算機を用い、2009 年 12 月から 2010 年 2 月にかけて南アで観測された気象イベントを再現した。WRF モデルの結果は、本課題で設置された自動気象観測装置によっても検証された。以上の成果は、論文#19、印刷中論文#2、投稿中論文#5 にまとめられている。

【2-4】

既存の統計的ダウンスケーリング手法(model output statistics (MOS))を適用し、その予測スキルを評価した。夏季降水量の予測精度を地域ごとに評価したところ、高い地域で相関係数 0.6、低い地域で相関係数 0.2 であった。これは、4.1 に記載した高解像度大気海洋結合モデル(SINTEX-F)の精度よりも低く、SINTEX-F の優位性が確認された。この成果は、論文#4 として出版されている。

【2-5】

地球シミュレータを用いた西ケープ州をターゲットとしたシームレス・ダウンスケーリングのためのモデル開発を行い、大気海洋結合モデルを使用して超高解像度シミュレーションが可能であることを示すとともに、大気海洋相互作用を詳細に捉えることに成功した。このシームレス・ダウンスケーリングのモデルにより、世界で初めて南ア西ケープ州の霧の再現に成功した。また、ダウンスケーリングの事例として、リンポポ州 Mariepskop における複雑形状地形上の詳細な風況場を再現できることを明らかにするとともに、超高解像度大気海洋結合モデル(MSSG)を用いて大気海洋結合シミュレーションを実施し、台風の発生が捉えられることを検証した。モザンビークチャンネル領域における大気海洋結合作用が、台風の進路よりもむしろ台風の発生と発達に影響を与えることがわかった。また、超高解像度の SINTEX-F を用いた熱帯低気圧の再現が可能であることを示し、SINTEX-F から MSSG へのシームレスシミュレーションが実質的に可能であることを示した。これらのモデルの成果は、論文#30, #45 で発表している。

カウンターパートへの技術移転の状況としては、WRF モデルの鉛直 23 層、水平解像度 30km、対象領域 8°E-102°E,40°S-3°S のバージョンを日本側研究参画者の Jayanthi. V. Ratnam がプレトリア大学の JICA によって供与された計算機に 2010 年 8 月 18 日に移植し、モデルのセットアップ等の補助を行った。本グループの指標の 1 つとしては、少なくとも 1 本の論文が国際誌に受理されることであったが、17 本の論文が既に受理されている。また、もう 1 つの指標である季節予測情報の公開も「早期予報システムの改良」グループと共同で行った。

(2)研究成果の今後期待される効果

南アの農家のほとんどはダムや灌漑設備に頼らない零細農家で、降雨に頼って農業を営んでいる。水管理施設を持たない彼らにとって降雨の不足は収穫物の品質の低下に直結する。このような状況に対し、SINTEX-F を用いた季節予測とそのダウンスケールの結果に基づき干ばつを予測し、対策を取ることで、農作物の品質や収量が落ちるリスクを軽減できる可能性がある。日本側研究者が南アの零細農家を訪問した際には、季節予測結果が南アで配信されることを心待ちにする声が聞かれた。

4.3 「大気海洋結合モデルの高精度化」グループ(東京大学)

(1)研究実施内容及び成果

① 概要

本研究で使用する高解像度大気海洋結合モデル(SINTEX-F1)や IPCC が使用した大気海洋結合モデルには、雲や降水過程等のパラメタリゼーション(サブグリッド・スケールの現象の影響をパラメータを用いてモデル化すること)に大きな不確定性が残る。そこで、大循環モデルを用いた感度実験を通して、大気海洋結合モデルを高精度化させ、早期予測システムの精度を向上させた。

② 研究実施方法

- 3-1 南ア側と日本側の循環モデルが共通の実験で比較される。また、観測データとの比較を通して検証される。
- 3-2 上記の 3 つの大循環モデルを用いて、アフリカ南部の経年変動と気候変動モード(例えば、インド洋ダイポールモード現象、エルニーニョ/南方振動、南極周極波動、南極環状モード等)との関係を調べる。
- 3-3 観測データよりアルベドの季節変動を調べる。
- 3-4 陸面強制(特に、植生、アルベド、土壌水分について)の役割が3つの大気海洋結合モデルによって調べられる。
- 3-5 UTCM(東京大学で開発した中解像度大気海洋結合モデル)が南ア側の研究者に提供される。
- 3-6 異なる大気海洋結合モデルの積雲対流パラメタリゼーション・スキームが比較される。また、観測データとの比較を通して評価する。
- 3-7 以上の結果より、何が海面水温を決定するかを考察する。

③ 実施内容と成果

【3-1】

南ア側の CCAM(等角立方体格子を用いた大気モデル)と CAM-EULAG(非静水圧の大気モデル)、及び、東京大学の循環モデル FrAM の 3 つのバージョンで共通の実験を行った。具体的には、1982 年から 2008 年までの海面水温、海氷分布の観測データを用いて、大気循環モデルを駆動する実験を、各モデルにつき 5 ケース行った。モデル結果を解析し、観測データとの比較を行ったところ、雨季の開始時期のシミュレーションが特に難しく、その原因は、南インド洋の亜熱帯高気圧の強さと位置に大きな影響を与える西太平洋熱帯域の上昇流のモデル・バイアスにあることが明らかとなった。定量的には、パラメタリゼーションの改良等により、アフリカ南部の各月の降水パターンの再現性については、相関係数で最大 0.45 から 0.8 への改善が見られた。これは、信頼区間 90%で統計的に有意な精度の改善になる。以上の研究成果は、論文#27, #53 で発表されている。

【3-2】

アフリカ南部の経年変動に影響を与える気候変動モードの内、特にエルニーニョ/南方振動について、詳細にモデル結果を解析し、関係を調べた。その結果、エルニーニョ/南方振動は、アフリカ南部の夏季の降水の大部分をもたらす熱帯-温帯トラフの現れる場所や頻度に影響を与えていることが明らかとなった。具体的には、エルニーニョ現象が発生すると、熱帯-温帯トラフの出現頻度は減少し、出現場所も北へずれるため、南アは乾燥傾向になるのに対し、ラニーニャ現象が発生すると、熱帯-温帯トラフの出現頻度は増大し、出現場所も南へずれるため、南アは多雨傾向になることがわかった。以上の研究は、両国の研究者が共同で行い、その成果は、論文#53 にまとめられている。

【3-3】

観測では大西洋赤道域の年平均海面水温は東部よりも西部の方が暖かいが、既存の全ての大気海洋結合モデルではこの平均場を再現することができなかった。これが多くの結合モデルで大西洋赤道域の主要な気候変動モードである大西洋ニーニョの再現や予測ができない一因となっている。また、大西洋赤道域はアフリカ南部の気候にも影響を与えるベンゲラ・ニーニョの発生海域でもあり、大西洋赤道域の平均場を再現することはアフリカ南部の気候変動の予測を行う上でも重要な課題である。このモデル・バイアスを改善する一環として、観測データよりアルベド(太陽からの入射光に対する反射光の比)の季節変動を調べ、これをモデルで再現することが、重要であることが明らかとなった。そして、大気海洋結合モデルの実験により、特に、南米北部(アマゾン)のアルベドが、アフリカ南部の気候に影響を与える大西洋赤道域の海面水温をより現実的に再現するために、重要であることが示された。具体的には、海面水温のバイアスが、上記により、最大 0.5°C改善した。以上の研究成果は、論文#31として出版された。

【3-4】

大気海洋結合モデル内のアルベド、土壌水分を変えた感度実験を行い、特に大西洋赤道域の大気循環、海面水温への影響を調べた。その結果、例えば、コンゴ盆地のアルベドと土壌水分を増加させると、地表気温が 4°C下がることにより、大西洋赤道域の海面水温がより現実的に再現できるようになることなどが明らかになった。具体的には、海面水温のバイアスが、最大 2°C改善した。この研究成果は、論文#31として出版された。

【3-5】

カウンターパートへの技術移転の一環として、東京大学で開発された中解像度大気海洋結合モデル(UTCM)が、2010年8月18日に日本側研究参画者の東塚知己によって、南ア側研究参画機関の南ア科学産業技術研究所(CSIR)に移植された。移植先は、本課題を通して JICA が CSIR に供与したクラスター計算機である。その後、当初の予定にはなかったが、南ア側研究者の要望に応え、季節予報を行えるバージョンにアップグレードし、2011年8月24日に移植した。この季節予報モデルの使用方法をまとめたマニュアルも作成し、南ア側研究者に手渡した。以上の技術移転は、南ア側研究参画者から高く評価され、2011年10月6日、JST&世界銀行情報センター(PIC 東京)共催写真 パネル展&コーヒーアワー「人工地球で南アの農業が変わる」に中川文部科学大臣(当時)が視察に来られた際、南ア側研究参画者から直接、謝意が伝えられた。また、実施方法 1-1 に用いられた CAM-EULAG を改良する際の参考にするため、UTCM が、2011年3月9日に東塚知己によって、ケープタウン大学の研究者に提供され、さらに、JICA がプレトリア大学に供与したワークステーションにも UTCM が 2012年6月6日にインストールされた。なお、このモデルを用いた季節予報で、南ア気象局の Cobus Olivier が博士課程の研究を行うことになっており、日本側研究参画者の東塚知己が副指導教員として指導にあたることになっている。この指導を通してプロジェクト終了後のフォローアップが行われる予定である。

【3-6】

上記で述べた大西洋赤道域のモデル・バイアスを改善するための研究が数多く行われてきたが、様々な結合モデルの比較に基づいていたため主要な原因を突き止めるに至っていなかった部分もあった。そこで、本課題において、東京大学で開発された UTCM モデルを用い、積雲対流のパラメタリゼーションのみを変えて 3 つの実験を行ったところ、その内の 1 つで、大西洋赤道域の年平均海面水温の東西勾配の再現に世界で初めて成功した。実験結果を詳細に比較したところ、3 つの要素が冷舌の発達において重要であることが明らかとなった。1) 北半球の春の南米北部における降水の極大:この降水域に風が収束するため、このスキームを用いた実験では大西洋赤道域において赤道湧昇を引き起こす現実的な東風が吹いていた。従来の多くの結合モデルではこの降水が過小評価されて

いた。2) 大西洋の熱帯収束帯の位置: 多くの結合モデルにおいて、大西洋の熱帯収束帯が南半球にまで移動してしまうのに対し、このスキームを用いた実験では、観測と同様に北半球に位置していた。その結果赤道域では南東貿易風が吹き、冷舌の発達が進められていた。3) 西アフリカ・モンスーンに伴うアフリカ沿岸を吹く南風: 南半球で沿岸湧昇を引き起こし、これが移流やロスビー波によって西へと広がっていく。従来の多くの結合モデルでは、この南風の強度が観測の半分以下であったのに対し、このスキームを用いた実験では観測された強度とほぼ同等であった。この新たな知見は、広域予測に用いる SINTEX-F の精度向上につながる可能性があるだけでなく、国内外の大気海洋結合モデルの精度の向上に貢献する可能性がある。それぞれのモデルには、それぞれのモデル固有のバイアスが存在するので、他のモデルについても同様の解析を行ったところ、上記の結果が検証された。以上の研究成果は、論文#5, #23, #51 で出版された。

【3-7】

以上の結果より、課題開始時に比べて、海面水温の決定に重要なプロセスが明らかになった。

本グループの指標としては、1 本以上の論文が国際誌に受理されることであったが、既に 6 本の論文が出版済みである。また、3-5 で述べたように、カウンターパートへの技術移転の一環として、東京大学で開発された中解像度大気海洋結合モデル (UTCM) の移植作業も行われた。

(2) 研究成果の今後期待される効果

本グループでは、大気海洋結合モデルの高精度化を行うために、複数のモデルで様々な感度実験を行った。こうして得られた知見は、季節予報に用いられる大気海洋結合モデル (本課題で使用している高解像度大気海洋結合モデル (SINTEX-F) のみならず、他の大気海洋結合モデルも含む) の高精度化に役立ち、予測精度のさらなる向上につながることを期待される。また、南ア側の研究参画機関に季節予報の行える大気海洋結合モデルを移植したことから、本課題の終了後も南ア側が独自に季節予報を行うことが期待される。本課題によって精度の向上した季節予報は、世界各地で発生する異常気象の影響を軽減するために重要な貢献をするものと思われる。

4. 4 「早期予報システムの改良」グループ (JAMSTEC)

(1) 研究実施内容及び成果

① 概要

2009 年には第 3 回世界気候会議が開かれ、地球温暖化に伴うと考えられている気候変動の変調と極端現象が大きな社会・経済的な被害を人類社会に及ぼしていることを受け、気候変動予測の結果を、様々な社会活動における被害や災害を軽減するための応用研究に結びつけることと、その結果得られる有効なデータ配信のサービスの重要性が確認された。本グループの研究活動は、まさに、このような世界的な動きとシンクロする応用研究活動を、アフリカ南部という具体的な地域において行うことを狙いとするものである。

② 研究実施方法

- 4-1 これまでの SINTEX-F で試みられた再現実験結果を活用して、気候変動予測からの影響を評価する。
- 4-2 活動 2-1 により得られた予測結果を、プロジェクトのウェブサイトで公開し、上記予測結果をアップデートするシステムも (同時に) 構築する。
- 4-3 活動 2-2 で得られた地域予測結果を、ウェブサイトやその他のメディアで公開し、予測結果をアップデートするシステムを構築する。

- 4-4 気候変動予測の変数を組み入れ、最終出力に必要とされる形に変換する数理サブ・モデルをシステムの一部として構築する。
- 4-5 上記の成果を組み入れ、現在ある早期予測システムを強化する。

③ 実施内容と成果

【4-1】

気候変動予測からの影響の評価は、「亜熱帯ダイポールモード現象のメカニズムと予測可能性」グループと「季節予測とダウンスケーリング」グループと共同で行ったため、その成果については、4.1 と 4.2 に記載されている。特に、これまでに SINTEX-F で行われた予測実験の結果に model output statistics (MOS)を適用し、過去の予測について評価を行った結果については、印刷中論文#1 で報告されている。

【4-2】

活動 2-1 により得られた予測結果を、以下のウェブサイト

- <http://www.jamstec.go.jp/frcgc/research/d1/iod/seasonal/outlook.html>
- <http://www.sarva.org.za/>
- <http://www.gfcsa.net/csir.html>

で公開し、上記予測結果をアップデートするシステムも同時に構築した。2 番目の South African Risk and Vulnerability Atlas (SARVA)は、南ア気象局 (SAWS) を通して、South African Development Community (SADC)全体に現在予測データを配信しているシステムである。

【4-3】

地域予測結果についても以下のウェブサイト

- <http://www.gfcsa.net/csag.html>

で公開されており、予測結果をアップデートするシステムが構築されている。

【4-4】

予測データの社会的な活用を目指す第 1 ステップとして、エンドユーザーとして農業分野における作物モデルの使用者を念頭に置き、南ア側の研究者だけではなく、主に SATREPS 主催のシンポジウムに招待した日本や欧州の研究者とも交流し、応用研究の促進を行ってきた。南ア側でもこれまで構築した季節予測システムの既存のデータを穀物予測に適用する試験的統計解析を行ったが、日本側の具体的な活動として、季節予測システムから出力される様々なデータのバイアスを補正するために、データの種類に依存しない汎用的なバイアス補正法を開発し、その検証を南アだけでなく、東南アジアやオーストラリア等の地点でも行い、良好な結果を得た。この新たな補正法の有効性は、日本の農業関係者からも注目され、2012 年 3 月には、3 年に一度開かれる(独)農業環境技術研究所の気象環境研究会から招待を受け、講演を行った。

また、応用研究の一環として、SINTEX-F の予測データと統計モデルを用いて、南ア側と共同で作物収量や河川流量の予測を行い、その予測精度を相対動作特性スコア(正しく予測できた割合等から算出でき、スコアが 0.50 以上の場合、予測精度があると言える)によって評価した。南ア北東部の灌漑設備がない場所でのトウモロコシの収量予測を 11 月から行った場合、平年以上の収量については 0.68、平年以下の収量については 0.65 のスコアが得られ、予測能力が認められた。一方、河川流量については、平年以上の流量については 0.77、平年以下の流量については 0.60 のスコアが得られ、こちらも予測能力が認められた。以上の成果は、印刷中論文#1 にまとめられている。

【4-5】

グループの主目標は、世界の気候に大きな影響を及ぼすエルニーニョやインド洋ダイポールモードの予測において非常に優れた性能を持つ高解像度大気海洋結合モデル (SINTEX-F) の予測データを、南アのアンサンブル結合モデル予測システムに組み込むことにより、予測性能を強化することである。それを行うために、SINTEX-F の予測実験の結果を南ア側に提供し、南ア側もデータの取り込みを行った。

以上の成果を組み入れ、現存の早期予測システムを強化した。本報告書の末尾に付録「開発された早期予測システムの概要と先駆ける応用研究例」が添付されている。この報告書の作成は、本グループの指標の 1 つである。また、実施方法 4-1 と 4-2 を行ったことにより、予測結果にアクセスできるようになったので、本グループのもう 1 つの指標である「強化されたシステムへのアクセスが確立される」も達成された。

(2)研究成果の今後期待される効果

§1 における本プロジェクト実施の概要の冒頭に記されている様に、アフリカ南部は、旱魃や洪水等の被害といった気候変動リスクに対して脆弱な地域である。加えて、近年においては、極端現象が世界で多発する傾向が見られ、2012 年の東南アジア地域におけるフィリピンでの洪水や、また米国における熱波の影響による作物生産への大打撃は新聞紙上でも大きく取り上げられた最新のニュースである。このような状況下にあつて、本プロジェクト研究はアフリカ南部の気候に影響を与えるインド洋、大西洋における大気・海洋相互作用の先端的基礎研究から、その予測の現場における南ア気象局が行う現行の予測モデルの改良や、更にはその予測データを用いた作物モデルの予測や洪水予測モデルの先駆ける研究を含む幅広い研究活動を並列的に推進させ、季節予測の改善並びにその応用の幅を大きく拡大したと言える。この成果は、正に顕著現象が増加する地球環境下にあつて、早期予測システムが社会に対して果たすべきその役割の可能性を大きく高めたと言える。

現在も本課題の予測システム改善の成果としての社会的活用の 1 つとして、①リンポボ州のトウモロコシ生産の予測、②リンポボ州やコマチ貯水池を含む南アの主な河川流量の季節予測、③南アにとっても重要なエルニーニョの指数についての予測情報発信の準備が行われている。これは、SINTEX-F の予測データに model output statistics (MOS)を適用し、2012-2013 年の南半球の夏季を対象にして最初の実タイムの予測を行い、その結果を SARVA で発表するための準備である(付録参照のこと)。

社会実装されれば、農業分野・感染症対策・水管理に好影響を与えることが期待される。農業は南アの重要な産業の 1 つであり、農作物の苗を植える春に、夏から秋にかけての降水量がわかれば、苗の間隔を変えることによって秋により多くの収穫が得られる。このような社会応用を行うためには、長期予報のデータを単に農家に知らせるのではなく、稲作全体に関わる農業マネジメントの一つとして気象・気候データを位置づけ、各要素間の関係を調べる調査研究を行い、その成果を一つのシステムにまとめあげて、総合的な農業マネジメントを行うことが求められる。このようなシステムの構築は、今後、農業気象を含めた農業研究者との協同によりなされるべきであろう。感染症対策に関しては、本課題が特に対象としているリンポボ州では降水量の多い年にマラリアがより多く発生する。またリンポボ州には野生動物が保護されていることで有名なクルーガー国立公園があり、前もって降水量がわかっているれば対策が取りやすくなる。その結果、観光産業にもプラスになるであろう。水管理に関しては、南アではオレンジ川やヴァール川の上流にダムがあり、水量の管理に季節予報が用いられている。より正確な季節予報により、小雨傾向が予測される時は放水量を減らす等、適切な水管理をすることができる。

4.5 「研究者ネットワークの構築」(JAMSTEC、東京大学)

(1) 研究実施内容及び成果

① 概要

南部アフリカ地域において気候変動に関連する研究者のネットワークを構築する。このことを通して、南部アフリカ地域における気候変動予測精度を向上させ、アフリカ南部社会の持続的な成長に貢献することを目指した。

② 研究実施方法

- 5-1 国際イベント(シンポジウム等)を毎年1回開催する。
- 5-2 両国の研究者が参加する技術的なワークショップやセミナーを開催する。
- 5-3 両国の優秀な研究者が、本課題に参加することを奨励する。

③ 実施内容と成果

【5-1】

年に1回、国際シンポジウム等の国際イベントを開催することになっているが(実施方法5-1)、本課題で主催したものは、以下の通りである。

【平成21年度】

- 2009年12月3日に両国の研究者(南ア側からは6名の研究者)が参加するJAMSTECアプリケーションラボ 国際シンポジウム「南アフリカにおける気候変動と亜熱帯海洋の役割」を東京(女性と仕事の未来館)にて開催した。南アだけでなく、他のアフリカの国(ジンバブエ、ケニア)からも講演者を招聘した。講演要旨をまとめた proceedings を出版した。

【平成22年度】

- 2010年8月20日に南アプレトリアの科学技術省にて、本課題のキックオフ・シンポジウムを開催した。
- 2010年12月2日-3日にユネスコ政府間海洋学委員会(IOC)創設50周年シンポジウム「気候変化と変動におけるインド洋と太平洋の役割」を国連大学にて開催した。講演要旨をまとめた proceedings を出版した。
- 2010年12月16日-18日に SATREPS 国際シンポジウム「気候予測と社会のための気候情報」を会津大学にて開催した。

【平成23年度】

- 2011年8月19日に一般市民向けの公開講座『季節気候: 私たちは何を予測できるのか?』を南ア科学技術省内で開催した。
(<http://www-aos.eps.s.u-tokyo.ac.jp/~tozuka/SATREPS/pdf/PublicLecture08192011.pdf>)。
- 2011年8月22日-23日に国際シンポジウム『気候変動予測とアフリカ南部における応用』を南アのプレトリア大学で開催し、3年間のプロジェクトの中間地点までに得られた研究成果を両国の研究参加者が発表した。
(<http://www-aos.eps.s.u-tokyo.ac.jp/~tozuka/SATREPS/pdf/symposium08222011.pdf>)。
- 2011年10月20日-21日に SATREPS シンポジウム『アフリカ南部における気候変動予測とその応用』を東京大学にて開催した。3年間のプロジェクトの中間地点までに得られた研究成果を両国の研究参加者が発表した。南ア側の研究者を11名招聘した。また、社会実装までの道筋についても討論が行われた。
- 2011年12月3日に国際シンポジウム「気候変化モデルのテストとしての気候変動」をダーバンで開催した。これは、ダーバンで行われた COP17 のサイドイベントとして、行われた。

【平成24年度】

- 2012年4月11日-13日に国際シンポジウム「気候変動に関する国際シンポジウム -

基礎的研究から応用利用まで」を東京大学にて開催し、プロジェクトの成果が発表された。講演要旨をまとめた proceedings を出版した。

- 2012年10月17日－18日に SATREPS Semifinal Symposium をプレトリアで開催した。南ア側で開催される最終シンポジウムで、両国の研究者が、本課題で得られた研究成果を発表した。
- 2013年2月28日に、SATREPS シンポジウム「変化する惑星に生きる-シミュレーションで切り拓く未来の地球」を品川のココヨホールにて開催予定。3年間のプロジェクトの研究成果を両国の研究参加者が発表する予定。講演要旨をまとめた proceedings も出版準備中である。

以上の講演や議論を通して、今後、研究を進めて行く上での貴重な指針を得ることができた。

【5-2】

両国の研究者が参加するワークショップやセミナーも年に1回、開催することになっているが、本課題で主催したものは、以下の通りである。

【平成21年度】

- 2009年12月4日に海洋研究開発機構横浜研究所内において、JAMSTEC アプリケーションラボ 国際ワークショップ「インド洋と大西洋における気候変動」を開催した。講演要旨をまとめた proceedings を出版した。

【平成22年度】

- 2010年8月25日に南アケープタウンの西ケープ大学にて、国際ワークショップ「季節変動と経年変動」を開催した。
- 2011年2月20日から3月10日まで南アのプレトリア大学、西ケープタウン大学、ローズ大学、南ア気象局にて日本側研究参加者が集中講義を行うとともに、南アの研究者や学生と議論ならびに情報交換を行った。

【平成23年度】

- 2011年4月5日－6日に南アプレトリアで行われた季節予報情報の伝達に関するワークショップに日本側研究参加者も2名参加し、講演を行った。
- 2011年8月25日に SATREPS ワークショップ をリンポポ大学で開催した (<http://www-aos.eps.s.u-tokyo.ac.jp/~tozuka/SATREPS/pdf/workshop08252011.pdf>)。現地の農家も参加し、どのような季節予報情報を必要としているかなど、農業分野への応用について有益な話し合いも行われた。
- 2011年8月25日に日本-南ア海洋力学ワークショップをケープタウン大学で開催した。
(<http://ma-re.uct.ac.za/2011/08/south-africa-japan-satreps-workshop-on-ocean-dynamics/>)
- 日本側研究参加者3名による集中講義を2011年10月8日－10月23日にイーストロンドン、ケープタウン、プレトリアにて開講した。
- 南ア側から7名を招聘し、理解者協力者との連携促進するためのワークショップを2012年2月22日に海洋研究開発機構で開催した。
- 2012年3月5日－15日にかけて、日本側研究参加者4名による集中講義を南アで行った。

【平成24年度】

- 2012年8月22日－9月4日に、日本側研究参加者4名による集中講義を南アリチャーズベイで行った。
- 2013年3月1日に、若手研究者を中心にワークショップを海洋研究開発機構にて開催する予定である。

以上により、南部アフリカ地域において気候変動に関連する研究者のネットワークの構築を推進することができた。

【5-3】

プロジェクト実施体制の表からも明らかなように、本課題には、両国の多くの研究者が参加した。

本グループの指標は、国際シンポジウム、ワークショップ／セミナーをそれぞれ年 1 回ずつ行うことであったが、上記のように、それ以上の回数が開催された。カウンターパートへの技術移転の状況としては、上記の国際シンポジウム、ワークショップの際の講演や議論、その際に出版された proceedings を通して、気候変動予測技術情報が交換された。

(2)研究成果の今後期待される効果

本課題によって構築された気候変動に関連する研究者のネットワークは、今後もアフリカ南部における気候変動研究において、中心的な役割を果たすことが期待される。南ア側研究者は、本課題の重要な成果の 1 つとして、南ア内の研究者同士の交流が深まり結び付きが強くなったことを挙げている。具体的な研究テーマを研究する「グループ」の形成はなされていないが、個々の研究者間では研究交流が活発化しており、こうして構築された研究者ネットワークは本課題終了後も継続される。実際、プレトリア大学の Rautenbach 教授からは、本課題終了後も、実り多い共同研究を継続したいということで、日本側のポスドクを雇用したいという申し入れがあった。また、本課題のレガシーのもと、気候予測の感染症分野への応用についてプロジェクトを立ち上げるべく、これまでの共同研究者に両国の医学関係者を加えて話し合いが始まっており、これに本課題参画者も積極的に協力している。

本課題の日本側研究参画者が行った集中講義を受講した南アの学生は、気候変動分野を含む様々な分野で活躍することが期待される。また、本課題での共同研究や交流を通して、特に、両国の若手の研究参画者の間には、共同研究者以上の深い結びつきが生まれた。このような関係は、今後、数十年にわたって続き、両国の研究者が今後も協力しながら、気候変動研究分野において貢献していくことが期待される。

§ 5. 成果発表等(2013年3月26日現在)

(1)原著論文発表

出版済論文:国内(和文)誌1件、国際(欧文)誌53件

印刷中論文:国内(和文)誌0件、国際(欧文)誌3件

投稿中論文:国内(和文)誌0件、国際(欧文)誌5件

出版済

1. Wang, B., J.-Y. Lee, I.-S. Kang, J. Shukla, C.-K. Park, A. Kumar, J. Schemm, S. Cocker, J.-S. Kug, J.-J. Luo, T. Zhou, B. Wang, X. Fu, W.-T. Yun, O. Alves, E. K. Jin, J. Kinter, B. Kirtman, T. Krishnamurti, N. C. Lau, W. Lau, P. Liu, P. Pegion, T. Rosati, S. Schubert, W. Stern, M. Suarez, and T. Yamagata, 2008: Advance and prospectus of seasonal prediction: assessment of the APCC/CliPAS 14-model ensemble retrospective seasonal prediction (1980-2004). *Climate Dynamics*, 33, 93-117. 【グループ2】
2. Rao, S. A., J.-J. Luo, S. K. Behera, and T. Yamagata, 2009: Generation and termination of Indian Ocean Dipole events in 2003, 2006 and 2007. *Climate Dynamics*, 33, 751-767. 【グループ1】
3. Nakamura N., H. Kayanne, H. Iijima, T. R. McClanahan, S. Behera, and T. Yamagata, 2009: Mode shift in the Indian Ocean climate under global warming stress. *Geophysical Research Letters*, 36, L23708, doi:10.1029/2009GL040590. 【グループ1】
4. Landman, W. A., M.-J. Kgatuke, M. Mbedzi, A. Beraki, A. Bartman, and A. du Piesanie, 2009: Performance comparison of some dynamical and empirical downscaling methods for South Africa from a seasonal climate modelling perspective. *International Journal of Climatology*, 29, 1535-1549. 【グループ2】
5. Doi, T., T. Tozuka, and T. Yamagata, 2010: The Atlantic Meridional Mode and its coupled variability with the Guinea Dome. *Journal of Climate*, 23, 455-475. 【グループ3】
6. Luo, J.-J., R. Zhang, S. Behera, Y. Masumoto, F.-F. Jin, R. Lukas and T. Yamagata, 2010: Interaction between El Niño and extreme Indian Ocean Dipole. *Journal of Climate*, 23, 726-742. 【グループ2】
7. Luo, J.-J., 2010: Indian Ocean Dipole [in "State of the climate in 2009"]. *Bulletin of American Meteorological Society*, 91, S103-S105. 【グループ2】
8. Izumo, T., J. Vialard, M. Lengaigne, S. Masson, S. Cravatte, C.B. Montegut, J.-J. Luo, S. K. Behera, and T. Yamagata, 2010: Role of Indian Ocean in extending El Niño predictability. *Nature Geoscience*, 3, 168-172. 【グループ1】
9. Lee, J.-Y., B. Wang, I.-S. Kang, J. Shukla, A. Kumar, J.-S. Kug, J. K. E. Schemm, J.-J. Luo, T. Yamagata, X. Fu, O. Alves, B. Stern, T. Rosati, and C.-K. Park, 2010: How are seasonal prediction skills related to models' performance on mean state and annual cycle? *Climate Dynamics*, 35, 267-283. 【グループ2】
10. Morioka, Y., T. Tozuka, and T. Yamagata, 2010: Climate variability in the southern Indian Ocean as revealed by self-organizing maps. *Climate Dynamics*, 35, 1059-1072. 【グループ1】
11. Masumoto, Y., 2010: Sharing results of a high-resolution ocean general circulation model under multi-discipline framework - A review of OFES activities -. *Ocean Dynamics*, 60, 633-652. 【グループ2】
12. 田口文明、野中正見, 2010: 海面水温前線, *天気*, 57, 423-425. 【グループ1】
13. Izumo, T., S. Masson, J. Vialard, C. de Boyer Montegut, S. K. Behera, G. Madec, K. Takahashi, and T. Yamagata, 2010: Low and high frequency Madden-Julian oscillations in austral summer: Interannual variations. *Climate Dynamics*, 35, 669-683. 【グループ1】
14. Behera, S. K., and T. Yamagata, 2010: Imprint of the El Niño Modoki on decadal sea level changes. *Geophysical Research Letters*, 37, L23702, doi:10.1029/2010GL045936. 【グループ1】

15. Richter, I., S. K. Behera, Y. Masumoto, B. Taguchi, N. Komori, and T. Yamagata, 2010: On the triggering of Benguela Niños: Remote equatorial versus local influences. *Geophysical Research Letters*, 37, L20604, doi:10.1029/2010GL044461. 【グループ 1】
16. Aiki, H., J. P. Matthews, and K. G. Lamb, 2011: Modeling and energetics of tidally generated wave trains in the Lombok Strait: Impact of the Indonesian Throughflow. *Journal of Geophysical Research*, 116, C03023, doi:10.1029/2010JC006589. 【グループ 1】
17. Luo, J.-J., S. K. Behera, Y. Masumoto, and T. Yamagata, 2011: Impact of global ocean surface warming on seasonal-to-interannual climate prediction. *Journal of Climate*, 24, 1626–1646. 【グループ 2】
18. Morioka, Y., T. Tozuka, and T. Yamagata, 2011: On the growth and decay of the subtropical dipole mode in the South Atlantic. *Journal of Climate*, 24, 5538–5554. 【グループ 1】
19. Ratnam J.V., S.K. Behera, Y. Masumoto, K. Takahashi, and T. Yamagata, 2012: A simple regional coupled model experiment for summer-time climate simulation over southern Africa. *Climate Dynamics*, 39, 2207–2217. 【グループ 2】
20. Nakamura, M., 2012: Impacts of SST anomalies in the Agulhas Current System on the regional climate variability. *Journal of Climate*, 25, 1213–1229. 【グループ 1】
21. Nagura, M., and M. J. McPhaden, 2012: The dynamics of wind-driven intraseasonal variability in the equatorial Indian Ocean. *Journal of Geophysical Research*, 117, C02001, doi:10.1029/2011JC007405. 【グループ 1】
22. Beal, L., W. P. M. De Ruijter, A. Biastoch, R. Zahn, and SCOR/WCRP/IAPSO Working Group 136 (M. Cronin, J. Hermes, J. Lutjeharms, G. Quartly, T. Tozuka, S. Baker–Yeboah, T. Bornman, P. Cipollini, H. Dijkstra, I. Hall, W. Park, F. Peeters, P. Penven, H. Ridderinkhof, J. Zinke), 2011: On the role of the Agulhas system in ocean circulation and climate. *Nature*, 472, 429–436. 【グループ 1】
23. Tozuka, T., T. Doi, T. Miyasaka, N. Keenlyside, and T. Yamagata, 2011: Key factors in simulating the equatorial Atlantic zonal sea surface temperature gradient in a coupled general circulation model. *Journal of Geophysical Research*, 116, C06010, doi:10.1029/2010JC006717. 【グループ 3】
24. Behera, S., and T. Yamagata, 2011: Dynamics of the Indian and Pacific Oceans, Chapter 4 of *Environmental Hazards: The Fluid Mechanics and Geophysics of Extreme Events*, 99–131. 【グループ 1】
25. Luo, J.-J., 2011: Ocean dynamics not required? *Nature*, 477, 544–546. 【グループ 1】
26. Phillipon, N., M. Rouault, Y. Richard, and A. Favre, 2011: The influence of ENSO on winter rainfall in South Africa. *International Journal of Climatology*, 32, 2333–2347. 【グループ 1】
27. Engelbrecht, F. A., W. A. Landman, C. J. Engelbrecht, S. Landman, M. M. Bopape, B. Roux, J. L. McGregor, and M. Thatcher, 2011: Multi-scale climate modelling over southern Africa using a variable-resolution global model. *Water SA*, 37, 647–658. 【グループ 3】
28. Yokoi, T., T. Tozuka, and T. Yamagata, 2012: Seasonal and interannual variations of the SST above the Seychelles Dome. *Journal of Climate*, 25, 800–814. 【グループ 1】
29. Morioka, Y., T. Tozuka, S. Masson, P. Terray, J. J. Luo, and T. Yamagata, 2012: Subtropical dipole modes simulated in a coupled general circulation model. *Journal of Climate*, 25, 4029–4047. 【グループ 1】
30. Onishi, R., and K. Takahashi, 2012: A warm-bin--cold-bulk hybrid cloud microphysical model. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 69, 1474–1497. 【グループ 2】
31. Richter, I., S.-P. Xie, A.T. Wittenberg, and Y. Masumoto, 2012: Tropical Atlantic biases and their relation to surface wind stress and terrestrial precipitation. *Climate Dynamics*, 38, 985–1001. 【グループ 3】
32. Ratnam, J. V., S. K. Behera, Y. Masumoto, K. Takahashi, and T. Yamagata, 2012: Anomalous climatic conditions associated with the El Niño Modoki during boreal winter of 2009. *Climate*

- Dynamics, 39, 227-238. 【グループ 1】
33. Rouault, M., S. S. Roy, and R. C. Balling (2012), The diurnal cycle of rainfall in South Africa in the austral summer. *International Journal of Climatology*, doi: 10.1002/joc.3451. 【グループ 1】
 34. Backeberg, B. C., P. Penven, and M. Rouault, 2012: Impact of intensified Indian Ocean winds on mesoscale variability in the Agulhas system. *Nature Climate Change*, 2, 608-612. 【グループ 1】
 35. Dufois, F., and M. Rouault, 2012: Sea surface temperature in False Bay (South Africa): Towards a better understanding of its seasonal and interannual variability. *Continental Shelf Research*, 43, 24-35. 【グループ 1】
 36. Rouault, M., 2012: Bi-annual intrusion of tropical water in the northern Benguela upwelling. *Geophysical Research Letters*, 39, L12606, doi:10.1029/2012GL052099. 【グループ 1】
 37. Kataoka, T., T. Tozuka, Y. Masumoto, and T. Yamagata, 2012: The Indian Ocean subtropical dipole mode simulated in the CMIP3 models. *Climate Dynamics*, 39, 1385-1399. 【グループ 1】
 38. Dufois, F., P. Penven, C. Whittle, and J. Veicht, 2012: On the warm nearshore bias in Pathfinder monthly SST products over eastern boundary upwelling system. *Ocean Modelling*, 47, 113-118. 【グループ 1】
 39. Richter, I., S. K. Behera, Y. Masumoto, B. Taguchi, H. Sasaki, and T. Yamagata, 2012: A new type of interannual variability in the equatorial Atlantic, *Nature Geoscience*, 6, 43-47. 【グループ 1】
 40. Manatsa, D., L. Unganai, C. Gadzirai, and S. K. Behera, 2012: An innovative tailored seasonal rainfall forecasting production in Zimbabwe. *Natural Hazard*, 64, 1187-1207. 【グループ 2】
 41. Sasaki, W., K. J. Richards, and J.-J. Luo, 2012: Role of vertical mixing originating from small vertical scale structures above and within the equatorial thermocline in an OGCM. *Ocean Modelling*, 57-58, 29-42. 【グループ 2】
 42. Shongwe M.E., M. Rouault, B. C. Hewitson, B. J. Garanganga, A. Beraki, L. N. Ntsangwane, S. Behera, and B. Pohl, 2012: Climate related activities within The Southern African Development Community (SADC) region, *CLIVAR Exchanges*, 60, 23-23. 【グループ 2】
 43. Landman, W. A., and A. Beraki, 2012: Multi-model forecast skill for mid-summer rainfall over southern Africa. *International Journal of Climatology*, 32, 303-314. 【グループ 2】
 44. Landman, W. A., D. DeWitt, D.-E. Lee, A. Beraki, and D. Lötter, 2012: Seasonal rainfall prediction skill over South Africa: One- versus two-tiered forecasting systems. *Weather and Forecasting*, 27, 489-501. 【グループ 2】
 45. Sasaki, W., J.-J. Luo, and S. Masson, 2012, Tropical cyclone simulation in a high-resolution atmosphere-ocean coupled general circulation model, Chapter 9 in "Cyclones: Formation, Triggers and Control", K. Oouchi and H. Fudeyasu, eds., Nova Science Publishers, New York. 【グループ 2】
 46. Ratna, S. B., J. V. Ratnam, S. K. Behera, K. Takahashi, and T. Yamagata, 2012: An index for tropical temperate troughs over southern Africa. *Climate Dynamics*, doi: 10.1007/s00382-012-1540-8. 【グループ 2】
 47. Morioka, Y., T. Tozuka, and T. Yamagata, 2012: How is the Indian Ocean subtropical dipole excited? *Climate Dynamics*, doi:10.1007/s00382-012-1584-9. 【グループ 1】
 48. Manatsa, D., S. Barnabas, and S. K. Behera, 2012: Shifts in IOD and their impacts on association with East Africa rainfall. *Theoretical and Applied Climatology*, doi: 10.1007/s00704-012-0610-5. 【グループ 1】
 49. Nagura, M., W. Sasaki, T. Tozuka, J.-J. Luo, S. K. Behera, and T. Yamagata, 2012: Longitudinal biases in the Seychelles Dome simulated by 34 ocean-atmosphere coupled general circulation models. *Journal of Geophysical Research*, doi:10.1029/2012JC008352.

【グループ 1】

50. Sasaki, W., K. J. Richards, and J.-J. Luo, 2012: Impact of vertical mixing induced by small vertical scale structures above and within the equatorial thermocline on the tropical Pacific in a CGCM. *Climate Dynamics*, doi:10.1007/s00382-012-1593-8. 【グループ 2】
51. Richter, I., S.-P. Xie, S. Behera, T. Doi, and Y. Masumoto, 2012: Equatorial Atlantic variability and its relation to mean state biases in CMIP5. *Climate Dynamics*, doi:10.1007/s00382-012-1624-5. 【グループ 3】
52. Yuan, C., T. Tozuka, J.-J. Luo, and T. Yamagata, 2013: Predictability of the Subtropical Dipole Modes in a coupled ocean-atmosphere model. *Climate Dynamics*, in press. 【グループ 1】
53. Tozuka, T., B. J. Abiodun, and F. A. Engelbrecht, 2013: Impacts of convection schemes on simulating tropical-temperate troughs over southern Africa. *Climate Dynamics*, doi:10.1007/s00382-013-1738-4. 【グループ 3】
54. Engelbrecht, C. J., F. A. Engelbrecht, and L. L. Dyson, 2013: High-resolution model-projected changes in mid-tropospheric closed lows and extreme rainfall events over southern Africa. *International Journal of Climatology*, 33, 173-187. 【グループ 1】

印刷中

1. Malherbe, J., W. A. Landman, C. Oliver, H. Sakuma, and J.-J. Luo, 2013: Seasonal forecasts of the SINTEX-F coupled model applied to maize yield and streamflow estimates over north-eastern South Africa. *Meteorological Applications*, in press. 【グループ 4】
2. Ratnam J. V., S. K. Behera, S. Ratna, H. Rautenbach, C. Lennard, J.-J. Luo, Y. Masumoto, K. Takahashi, and T. Yamagata, 2013: Dynamical downscaling of austral summer climate forecasts over southern Africa using a simple regional coupled model. *Journal of Climate*, in press. 【グループ 2】
3. Cronin, M., T. Tozuka, A. Biastoch, J. Durgadoo, and L. Beal, 2013: Prevalence of strong bottom currents in the Greater Agulhas System. *Geophysical Research Letters*, in press. 【グループ 1】

投稿中

1. Ratnam, J. V., S. K. Behera, Y. Masumoto, and T. Yamagata: Tropical Pacific influences on the austral summer precipitation of southern Africa. Submitted to *Climate Dynamics*. 【グループ 1】
2. Rouault, M., and S. Behera: Ocean atmosphere trend in the Indian Ocean. Submitted to *Climate Dynamics*. 【グループ 1】
3. Behera, S. K., J. V. Ratnam, M. Rouault, K. Takahashi, and T. Yamagata: Decadal variations of extreme rainfall events over South Africa. Submitted to *Journal of Climate*. 【グループ 1】
4. Sasaki, W., T. Doi, K. J. Richards, and Y. Masumoto: ENSO influence on the equatorial Atlantic through the Walker circulation in a CGCM. Submitted to *Journal of Climate*. 【グループ 1】
5. Ratna S, B., J. V. Ratnam, S. K. Behera, C.J.deW. Rautenbach, T. Ndarana, K. Takahashi, and T. Yamagata: Performance assessment of three convective parameterization schemes in WRF for downscaling summer rainfall over South Africa, Submitted to *Climate Dynamics*. 【グループ 2】

(2) 研修コースや開発されたマニュアル等

- ① 研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数
2011年10月-11月、2012年2月、2012年8月の3度にわたって、気候変動研究及び数値シ

ミュレーションに関する議論、および数値モデルの出力の供与を目的として南ア研究者および学生計 21 名の研修を行い、全員修了した。

② 開発したテキスト・マニュアル類

- JAMSTEC アプリケーションラボ 国際シンポジウム「南アフリカにおける気候変動と亜熱帯海洋の役割」(2009 年 12 月 3 日開催)の Proceedings
- JAMSTEC アプリケーションラボ 国際ワークショップ「インド洋と大西洋における気候変動」(2009 年 12 月 4 日開催)の Proceedings
- ユネスコ政府間海洋学委員会 (IOC) 創設 50 周年シンポジウム「気候変化と変動におけるインド洋と太平洋の役割」(2010 年 12 月 2 日-3 日開催)の Proceedings
- JAMSTEC アプリケーションラボ 国際シンポジウム「気候変動に関する国際シンポジウム - 基礎研究から応用まで」(2012 年 4 月 11 日-13 日開催)の Proceedings
- SATREPS シンポジウム「変化する惑星に生きる-シミュレーションで切り拓く未来の地球」(2013 年 2 月 28 日)の Proceedings
- 大気海洋結合モデル (UTCM) による季節予報について解説したマニュアル

(3) その他の著作物 (総説、書籍など)

① 詳細情報

- J.-J. Luo, 佐々木 亘, S. K. Behera, 山形 俊男, 2009: 数値モデルを用いた季節予測、INNOVATION NEWS、11 巻、6-7.

(4) 国際学会発表及び主要な国内学会発表

① 招待講演 (国内会議 1 件、国際会議 19 件)

1. 山形俊男 (APL/JAMSTEC)、地球シミュレータが見た異常気象と気候変動 - 持続可能な社会の形成に向けて -、会津 IT サマーフォーラム 2009、会津大学、2009 年 9 月。
2. Behera, S. K. (APL/RIGC/JAMSTEC), Climate variability and coastal security, UNITAR Series on Sea and Human Security Workshop, Hiroshima, Sep. 2009.
3. Takahashi, K. (JAMSTEC), Multi-scale multi-physics seamless simulation for weather and climate prediction on the Earth Simulator, 2nd German-Japanese Workshop on Computational Mechanics, Yokohama, Mar. 2010.
4. Behera, S. K. (JAMSTEC), The unusual El Niño of 2009, APCC Annual Symposium, Busan, South Korea, Jun. 2010.
5. Luo, J.-J. (JAMSTEC), Interaction between El Niño and extreme Indian Ocean Dipole, 2010 Western Pacific Geophysics Meeting, Taipei, Jun. 2010.
6. Izumo, T. (The University of Tokyo), Influence of the Indian Ocean Dipole on following year's El Niño, 2010 Western Pacific Geophysics Meeting, Taipei, Jun. 2010.
7. Yamagata, T. (JAMSTEC), Climate change, variation and sustainable green energy, Renewable Energy 2010, Yokohama, Jun. 2010.
8. Behera, S. K. (JAMSTEC), Recent progresses in climate predictions of the Indo-Pacific sector, Workshop on Climate Science and Emerging Issues in Asia, IIT, Delhi, India, Jul. 2010.
9. Behera, S. K. (JAMSTEC), Changing climate in Indo-Pacific sector, Asia Oceania Geosciences Society 2010, Jul. 2010.
10. Behera, S. K. (JAMSTEC), Recent progresses in climate predictions of the Indian Ocean sector, CLIVAR WGSIP Panel Meeting, Buenos Aires, Argentina, Jul. 2010.
11. Behera, S. K. (JAMSTEC), Climate variability and coastal security, UNITAR Series on Sea and Human Security Workshop, UNU, Japan, Sep. 2010.
12. Yamagata, T. (JAMSTEC), Thoughts on climate problems for more appropriate adaptation measures, STS forum 7th Annual Meeting, Kyoto, Oct. 2010.
13. Yamagata, T. (JAMSTEC), Climate variations and their impact on society, India-Japan

- Symposium on Emerging Technologies, Indian Embassy, Oct. 2010.
14. Tozuka, T. (The University of Tokyo), Interannual variations of the Seychelles Dome, 10th International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography, Noumea, New Caledonia, Apr. 2012.
 15. Yamagata, T. (JAMSTEC), Predictability of the Subtropical Dipole Modes in the Atlantic and Indian Oceans (4th International workshop on Modeling the Ocean, Japan Agency for Marine–Earth Science and Technology, Yokohama, May 2012.
 16. Doi, T. (JAMSTEC), Seasonal forecast by SINTEX-F. CMCC-LOCEAN Meeting, Bologna, Italy, Nov. 2012.
 17. Nagura, M. (JAMSTEC), The dynamics of wind-driven intraseasonal variability in the equatorial Indian Ocean. AGU Fall Meeting, San Francisco, USA, Dec. 2012.
 18. Tozuka, T. (The University of Tokyo), Variability of the Seychelles Dome and its possible connection to the Madden-Julian Oscillation, AGU Fall Meeting, San Francisco, USA, Dec. 2012.
 19. Yamagata, T. (JAMSTEC), Impact of the Indian Ocean Dipole on climate variations in the southern part of the Eurasian Continent. AGU Fall Meeting, San Francisco, USA, Dec. 2012.
 20. Doi, T. (JAMSTEC), Attribution and impacts of warm SST biases over the eastern coastal Pacific and Atlantic in the coupled model SINTEX-F, AGU Fall Meeting, San Francisco, USA, Dec. 2012.

② 口頭発表 (国内会議 19 件、国際会議 128 件)

1. 森岡優志(東京大学)、南インド洋の亜熱帯ダイポールモード現象がアフリカ南部の降水量に及ぼす影響、2009 年度日本海洋学会春季大会、東京大学、2009 年 4 月。
2. 東塚知己(東京大学)、気候変動予測とアフリカ南部における応用、2009 年度日本海洋学会秋季大会シンポジウム「陸域と海洋の相互作用-海から陸・陸から海へ」、京都大学、2009 年 9 月。
3. Behera, S. K. (APL/RIGC/JAMSTEC), Roles of oceans in Indo-Pacific climate variations, 2009 年度日本海洋学会秋季大会シンポジウム「陸域と海洋の相互作用-海から陸・陸から海へ」、京都大学、2009 年 9 月。
4. Luo, J.-J. (JAMSTEC), Seasonal-to-interannual Climate Prediction Using the SINTEX-F CGCM: ENSO and IOD predictions, 2009 年度日本海洋学会秋季大会シンポジウム「陸域と海洋の相互作用-海から陸・陸から海へ」、京都大学、2009 年 9 月。
5. 森岡優志(東京大学)、南インド洋亜熱帯ダイポールモードに伴う混合層水温偏差の形成機構、京都大学、2009 年 9 月。
6. Behera, S. K. (JAMSTEC), Climate variations related to Indo-Pacific Oceans, University of Tokyo-KAIST Joint Symposium, Kashiwa, Oct. 2009.
7. 森岡優志(東京大学)、Climate variability in the southern Indian Ocean as revealed by self-organizing maps, GCOE コロキウム, 箱根, Nov. 2009.
8. Yamagata, T. (JAMSTEC), Thoughts on climate problems and introduction of a new Japan-Republic of South Africa bilateral project, Symposium on Climate Variations in Southern Africa and Roles of Subtropical Oceans, Tokyo, Dec. 2009.
9. Takahashi, K. (JAMSTEC), Ultra-high resolution climate model development for societal applications using the Earth Simulator, Symposium on Climate Variations in Southern Africa and Roles of Subtropical Oceans, Tokyo, Dec. 2009.
10. Sakuma, H. (JAMSTEC), On the aims of our climate application researches and the present status of domestic and international collaborations, Symposium on Climate Variations in Southern Africa and Roles of Subtropical Oceans, Tokyo, Dec. 2009.
11. Behera, B. (JAMSTEC), The Indian Ocean influence on the climate variations of southern Africa, Symposium on Climate Variations in Southern Africa and Roles of Subtropical Oceans,

- Tokyo, Dec. 2009.
12. Luo, J.-J. (JAMSTEC), Seasonal-to-interannual climate prediction using SINTEX-F numerical model: ENSO, IOD and their impacts, Symposium on Climate Variations in Southern Africa and Roles of Subtropical Oceans, Tokyo, Dec. 2009.
 13. Tozuka, T. (University of Tokyo), Climate simulations in the University of Tokyo Coupled Model, Symposium on Climate Variations in Southern Africa and Roles of Subtropical Oceans, Tokyo, Dec. 2009.
 14. Richter, I. (JAMSTEC), On the link between warm events in equatorial and southeast Atlantic warm events as inferred from model simulations and observations, Workshop on Climate Variations in Indo-Atlantic Oceans, Yokohama, Dec. 2009.
 15. Ratnam, J. V. (JAMSTEC), Response of Indian monsoon to sea surface temperature anomalies over different regions of Pacific, Workshop on Climate Variations in Indo-Atlantic Oceans, Yokohama, Dec. 2009.
 16. Kida, S. (JAMSTEC), Ocean, atmosphere and land interactions around Maritime Continent, Workshop on Climate Variations in Indo-Atlantic Oceans, Yokohama, Dec. 2009.
 17. Morioka, Y. (University of Tokyo), Climate variability in the southern Indian Ocean as revealed by self-organizing maps, Workshop on Climate Variations in Indo-Atlantic Oceans, Yokohama, Dec. 2009.
 18. Onishi, R. (JAMSTEC), Spectral-bin cloud microphysics scheme in MSSG and its applications, 2nd OFES international workshop and ESC-IPRC joint workshop on Computationally-intensive modeling of the climate system, Honolulu, USA, Dec. 2009.
 19. Morioka, Y. (University of Tokyo), Climate variability in the southern Indian Ocean as revealed by self-organizing maps, 2009 AGU Fall Meeting, San Francisco, USA, Dec. 2009.
 20. 東塚知己(東京大学)、大気海洋結合モデルによる大西洋赤道域の海面水温の再現性、2010年度日本海洋学会春季大会、東京海洋大学、2010年3月。
 21. 森岡優志(東京大学)、南大西洋亜熱帯ダイポールモードの形成機構、2010年度日本海洋学会春季大会、東京海洋大学、2010年3月。
 22. Tozuka, T. (University of Tokyo), Impact of Indo-Pacific Climate Variations on Different Scale Processes, 日本地球惑星科学連合 2010年大会, 幕張, 2010年5月。
 23. Behera, S. K. (JAMSTEC), Indian Ocean Subtropical Dipole Mode and Its Influence on the Southern African Region, 日本地球惑星科学連合 2010年大会, 幕張, 2010年5月。
 24. Masumoto, Y. (JAMSTEC), Simulated oceanic evolutions associated with the 2006 Indian Ocean Dipole event, 2010 Western Pacific Geophysics Meeting, Taipei, Jun. 2010.
 25. Luo, J.-J. (JAMSTEC), Influence of Indian Ocean Dipole on ENSO, AGU 2010 Meeting of The Americas, Iguassu Falls, Brazil, Aug. 2010.
 26. Yamagata, T. (JAMSTEC), Climate Prediction and its Rich Application, South Africa-Japan SATREPS Kick-Off Symposium, Pretoria, Republic of South Africa, Aug. 2010.
 27. Behera, S. (JAMSTEC), Challenges in Climate Predictions of Southern Africa, South Africa-Japan SATREPS Kick-Off Symposium, Pretoria, Republic of South Africa, Aug. 2010.
 28. Tozuka, T. (University of Tokyo), Indian Ocean Subtropical Dipole Mode and its influence of the Southern African Region in coupled models, South Africa-Japan SATREPS Kick-Off Symposium, Pretoria, Republic of South Africa, Aug. 2010.
 29. Luo, J.-J. (JAMSTEC), Climate predictions using SINTEX-F CGCM: ENSO, IOD and South Africa, South Africa-Japan SATREPS Kick-Off Symposium, Pretoria, Republic of South Africa, Aug. 2010.
 30. Masumoto, Y. (JAMSTEC), Seamless simulation of climate variations and its application to South African region, South Africa-Japan SATREPS Kick-Off Symposium, Pretoria, Republic of South Africa, Aug. 2010.
 31. Sakuma, H. (JAMSTEC), New activity in APL: Large-scale crop model development and its

- potential application to SATREPS South Africa project, South Africa–Japan SATREPS Kick–Off Symposium, Pretoria, Republic of South Africa, Aug. 2010.
32. Masumoto, Y. (JAMSTEC), The Indian Ocean climate variability, SATREPS Workshop on Seasonal and Inter–Annual Climate Variability, Cape Town, Republic of South Africa, Aug. 2010.
 33. Behera, S. (JAMSTEC), Major drivers for South African climate variations, SATREPS Workshop on Seasonal and Inter–Annual Climate Variability, Cape Town, Republic of South Africa, Aug. 2010.
 34. Richter, I. (JAMSTEC), Local and remote triggers of Benguela Nino, SATREPS Workshop on Seasonal and Inter–Annual Climate Variability, Cape Town, Republic of South Africa, Aug. 2010.
 35. Izumo, T. (The University of Tokyo), Influence of the Indian Ocean Dipole on following year’s El Nino and its impacts, SATREPS Workshop on Seasonal and Inter–Annual Climate Variability, Cape Town, Republic of South Africa, Aug. 2010.
 36. Kida, S. (JAMSTEC), Seasonal and inter–annual sea surface temperature variability over the Indonesian Seas, SATREPS Workshop on Seasonal and Inter–Annual Climate Variability, Cape Town, Republic of South Africa, Aug. 2010.
 37. Varlamov, S. M. (JAMSTEC), Web–based climate prediction data delivery and analysis tools for the end–users and researchers, SATREPS Workshop on Seasonal and Inter–Annual Climate Variability, Cape Town, Republic of South Africa, Aug. 2010.
 38. Takahashi, K. (JAMSTEC), Seamless simulation of climate variations and its application to South African region, SATREPS Workshop on Seasonal and Inter–Annual Climate Variability, Cape Town, Republic of South Africa, Aug. 2010.
 39. Luo, J.–J. (JAMSTEC), Interaction between El Niño and extreme Indian Ocean Dipole, SATREPS Workshop on Seasonal and Inter–Annual Climate Variability, Cape Town, Republic of South Africa, Aug. 25, 2010.
 40. Tozuka, T. (The University of Tokyo), Indian Ocean Subtropical Dipole Mode and its influence on the Southern African Region in UTCM, SATREPS Workshop on Seasonal and Inter–Annual Climate Variability, Cape Town, Republic of South Africa, Aug. 2010.
 41. Ratnam, J. V. (JAMSTEC), Influence of Subtropical Indian Ocean Dipole on the regional climate of South Africa, SATREPS Workshop on Seasonal and Inter–Annual Climate Variability, Cape Town, Republic of South Africa, Aug. 2010.
 42. Onishi, R. (JAMSTEC), High–resolution cloud simulation using the MSSG, SATREPS Workshop on Seasonal and Inter–Annual Climate Variability, Cape Town, Republic of South Africa, Aug. 2010.
 43. Ikeda, M. (JAMSTEC), Let’s learn together how we develop our capacity toward sustainable world, SATREPS Workshop on Seasonal and Inter–Annual Climate Variability, Cape Town, Republic of South Africa, Aug. 2010.
 44. 片岡崇人(東京大学)、CMIP3 モデルで再現された南インド洋亜熱帯ダイポールモード現象、2010 年度日本海洋学会秋季大会、網走、2010 年 9 月。
 45. 森岡優志(東京大学)、南大西洋亜熱帯ダイポールモードの減衰機構、2010 年度日本海洋学会秋季大会、網走、2010 年 9 月。
 46. 佐々木亘(JAMSTEC)、パラメタライズされた鉛直微細構造の熱帯太平洋への影響、2010 年度日本海洋学会秋季大会、網走、2010 年 9 月。
 47. Morioka, Y. (The University of Tokyo), The generation of the subtropical dipole mode in the South Atlantic, 2010 SASAS conference, Bloemfontein, South Africa, Sep. 2010.
 48. Sasaki, W. (JAMSTEC), Impact of parameterized interleaving process on the Pacific equatorial undercurrent and amplitude of tropical interannual variability in a CGCM, 2010 SASAS conference, Bloemfontein, South Africa, Sep. 2010.

49. Ratnam, J. V. (JAMSTEC), Influence of the Subtropical Indian Ocean Dipole on the regional climate of South Africa, 2010 SASAS conference, Bloemfontein, South Africa, Sep. 2010.
50. Richter, I. (JAMSTEC), On the triggering of Benguela Niños - equatorial vs. local forcing, 17th Conference on Air Sea Interaction, Annapolis, Maryland, USA, Sep. 2010.
51. Nonaka, M. (JAMSTEC), Internal variability of the Kuroshio Extension Current in OFES North Pacific regional model: a preliminary result, 3rd OFES Workshop, JAMSTEC, Yokohama, Nov. 2010.
52. Tozuka, T. (The University of Tokyo), Indian Ocean Subtropical Dipole Mode and its influence on the Agulhas Current, 3rd OFES Workshop, JAMSTEC, Yokohama, Nov. 2010.
53. Masumoto, Y. (JAMSTEC), Simulated oceanic evolutions associated with the 2006 Indian Ocean Dipole event, 3rd OFES Workshop, JAMSTEC, Yokohama, Nov. 2010.
54. Kida, S. (JAMSTEC), The impact of the Indonesian Throughflow and tidal mixing on the SST over the Indonesian Seas, 3rd OFES Workshop, JAMSTEC, Yokohama, Nov. 2010.
55. Aiki, H. (JAMSTEC), The combined pressure and potential energy flux in the global ocean, 3rd OFES Workshop, JAMSTEC, Yokohama, Nov. 2010.
56. Morioka, Y. (The University of Tokyo), The generation of the Subtropical Dipole Mode in the South Atlantic, Mini-Workshop on Seasonal to Interannual Climate Variations, Tokyo, Nov. 2010.
57. Kataoka, T. (The University of Tokyo), Indian Ocean Subtropical Dipole Mode simulated in the CMIP3 models, Mini-Workshop on Seasonal to Interannual Climate Variations, Tokyo, Nov. 2010.
58. Oettli, P. (The University of Tokyo), Vaal-Orange Region: Relationships between monthly rainfall, sea-surface temperatures and atmospheric circulation for the period 1970-1999, Mini-Workshop on Seasonal to Interannual Climate Variations, Tokyo, Nov. 2010.
59. Izumo, T. (The University of Tokyo), Influence of the Indian Ocean Dipole on following year's El Niño: Mechanisms, interactions and interdecadal stability, Mini-Workshop on Seasonal to Interannual Climate Variations, Tokyo, Nov. 2010.
60. Tozuka, T. (The University of Tokyo), Role of the South China Sea Throughflow in the global climate system, Mini-Workshop on Seasonal to Interannual Climate Variations, Tokyo, Nov. 2010.
61. Behera, S. (JAMSTEC), ENSO, ENSO Modoki, IOD and SIOD impacts on SA rainfall, SATREPS Workshop on Climate Variations and Predictions for Southern Africa, Tokyo, Dec. 2010.
62. Tozuka, T. (The University of Tokyo), Tropical and extratropical influences on SA climate, SATREPS Workshop on Climate Variations and Predictions for Southern Africa, Tokyo, Dec. 2010.
63. Izumo, T. (The University of Tokyo), Tropical and extratropical influences on SA climate, SATREPS Workshop on Climate Variations and Predictions for Southern Africa, Tokyo, Dec. 2010.
64. Morioka, Y. (The University of Tokyo), SIOD and SAOD variations and impacts on SA, SATREPS Workshop on Climate Variations and Predictions for Southern Africa, Tokyo, Dec. 2010.
65. Richter, I. (JAMSTEC), Benguela Niño and its impacts, SATREPS Workshop on Climate Variations and Predictions for Southern Africa, Tokyo, Dec. 2010.
66. Kataoka, T. (The University of Tokyo), SIOD and SAOD in CMIP3 results, SATREPS Workshop on Climate Variations and Predictions for Southern Africa, Tokyo, Dec. 2010.
67. Nagura, M. (JAMSTEC), Impact of IT on SAOD and SA rainfall, SATREPS Workshop on Climate Variations and Predictions for Southern Africa, Tokyo, Dec. 2010.
68. Kida, S. (JAMSTEC), IT variations in high resolution ocean models, SATREPS Workshop on

- Climate Variations and Predictions for Southern Africa, Tokyo, Dec. 2010.
69. Aiki, H. (JAMSTEC), IT variations in high resolution ocean models, SATREPS Workshop on Climate Variations and Predictions for Southern Africa, Tokyo, Dec. 2010.
 70. Luo, J.-J. (JAMSTEC), SINTEX-F1 predictions of SIOD and SAOD, SATREPS Workshop on Climate Variations and Predictions for Southern Africa, Tokyo, Dec. 2010.
 71. Sasaki, W. (JAMSTEC), Present status of SINTEX-F2 developments and some results, SATREPS Workshop on Climate Variations and Predictions for Southern Africa, Tokyo, Dec. 2010.
 72. Ratnam, J. (JAMSTEC), Downscaling experiments and plans, SATREPS Workshop on Climate Variations and Predictions for Southern Africa, Tokyo, Dec. 2010.
 73. Ratna, S. (JAMSTEC), Plans for downscaling of SINTEX-F1 predictions, SATREPS Workshop on Climate Variations and Predictions for Southern Africa, Tokyo, Dec. 2010.
 74. Tozuka, T. (The University of Tokyo), UTCM model development status and plans for predictions, SATREPS Workshop on Climate Variations and Predictions for Southern Africa, Tokyo, Dec. 2010.
 75. Morioka, Y. (The University of Tokyo), SIOD and SAOD in UTCM, SATREPS Workshop on Climate Variations and Predictions for Southern Africa, Tokyo, Dec. 2010.
 76. Oettli, P. (The University of Tokyo), Plans for developing crop models for SA, SATREPS Workshop on Climate Variations and Predictions for Southern Africa, Tokyo, Dec. 2010.
 77. Sakuma, H. (The University of Tokyo), Plans for developing early warning system for SA, SATREPS Workshop on Climate Variations and Predictions for Southern Africa, Tokyo, Dec. 2010.
 78. Yamagata, T. (JAMSTEC), Ocean-related climate variability and extreme weather events, International Symposium "Roles of the Indo-Pacific Oceans in Climate Change and Variability in Commemoration of the 50th Anniversary of IOC/UNESCO", United Nations University, Dec. 2010.
 79. Masumoto, Y. (JAMSTEC), Climate variability in the tropical Pacific Ocean, International Symposium "Roles of the Indo-Pacific Oceans in Climate Change and Variability in Commemoration of the 50th Anniversary of IOC/UNESCO", United Nations University, Dec. 2010.
 80. Behera, S. (JAMSTEC), The Indian Ocean research: Past, present and future, International Symposium "Roles of the Indo-Pacific Oceans in Climate Change and Variability in Commemoration of the 50th Anniversary of IOC/UNESCO", United Nations University, Dec. 2010.
 81. Tozuka, T. (The University of Tokyo), Subtropical Dipole Mode and its influence on the Southern African Region, International Symposium "Roles of the Indo-Pacific Oceans in Climate Change and Variability in Commemoration of the 50th Anniversary of IOC/UNESCO", United Nations University, Dec. 2010.
 82. Takahashi, K. (JAMSTEC), Toward forecasting regional weather/climate with ultra high resolution downscaling, International Symposium "Roles of the Indo-Pacific Oceans in Climate Change and Variability in Commemoration of the 50th Anniversary of IOC/UNESCO", United Nations University, Dec. 2010.
 83. Luo, J.-J. (JAMSTEC), Successful predictions of the Indian Ocean climate, International Symposium "Roles of the Indo-Pacific Oceans in Climate Change and Variability in Commemoration of the 50th Anniversary of IOC/UNESCO", United Nations University, Dec. 2010.
 84. Yamagata, T. (JAMSTEC/The University of Tokyo), Climate and society, SATREPS Symposium on climate prediction and information for the society, The University of Aizu, Dec. 2010.

85. Luo, J.-J. (JAMSTEC), Predictions of the ENSO/IOD and beyond using SINTEX-F1, SATREPS Symposium on climate prediction and information for the society, The University of Aizu, Dec. 2010.
86. Takahashi, K., and Y. Baba (JAMSTEC), Dynamical downscaling of weather phenomena over South Africa, SATREPS Symposium on climate prediction and information for the society, The University of Aizu, Dec. 2010.
87. Ratnam, J. (JAMSTEC), Inter-comparison of regional models for the simulation of precipitation over South Africa during austral summer, SATREPS Symposium on climate prediction and information for the society, The University of Aizu, Dec. 2010.
88. Ratna, S. (JAMSTEC), Downscaling of a weather event over South Africa using WRF model, SATREPS Symposium on climate prediction and information for the society, The University of Aizu, Dec. 2010.
89. Sasaki, W. (JAMSTEC), Role of small vertical-scale mixing in tropical Pacific, SATREPS Symposium on climate prediction and information for the society, The University of Aizu, Dec. 2010.
90. Masumoto, Y. (JAMSTEC), IndOOS: Present status and some science highlights, SATREPS Symposium on climate prediction and information for the society, The University of Aizu, Dec. 2010.
91. Yokoi, T. (The University of Tokyo), Seasonal and interannual variations of the SST above the Seychelles Dome, SATREPS Symposium on climate prediction and information for the society, The University of Aizu, Dec. 2010.
92. Behera, S. (JAMSTEC), Tropical and subtropical climate impacts on South African rainfall variations, SATREPS Symposium on climate prediction and information for the society, The University of Aizu, Dec. 2010.
93. Tozuka, T. (The University of Tokyo), Toward Realistic Simulation of the Equatorial Atlantic Zonal SST Gradient in a CGCM, SATREPS Symposium on climate prediction and information for the society, The University of Aizu, Dec. 2010.
94. Izumo, T. (The University of Tokyo), IOD role in El Nino Triggering: Mechanisms, Interactions and Impacts on African rainfall, SATREPS Symposium on climate prediction and information for the society, The University of Aizu, Dec. 2010.
95. Nagura, M. (JAMSTEC), Role of Indonesian Throughflow in Subtropical Indian Ocean Variations, SATREPS Symposium on climate prediction and information for the society, The University of Aizu, Dec. 2010.
96. Morioka, Y. (The University of Tokyo), SISD and SASD Variations in SINTEX-F1 Model Simulations, SATREPS Symposium on climate prediction and information for the society, The University of Aizu, Dec. 2010.
97. Sakuma, H. (JAMSTEC), Climate Information for the Crop Modeling in South Africa, SATREPS Symposium on climate prediction and information for the society, The University of Aizu, Dec. 2010.
98. Oettli, P. (The University of Tokyo), Role of Climate Simulation in Crop Modeling of West Africa, SATREPS Symposium on climate prediction and information for the society, The University of Aizu, Dec. 2010.
99. Varlamov, S. (JAMSTEC), Development of Climate Informatics for the Societal Applications, SATREPS Symposium on climate prediction and information for the society, The University of Aizu, Dec. 2010.
100. Richter, I. (JAMSTEC), On the role of along-shore wind anomalies in the development of Benguela Niños, AGU Fall Meeting, San Francisco, USA, Dec. 2010
101. Izumo T. (The University of Tokyo), Influence of the Indian Ocean Dipole on following El Niño: mechanisms, interactions and interdecadal stability, 2011Yonsei CTL - AORI - Hanyang EMS

- KORDI Joint winter workshop on Climate Change and Variability, Gangwondo, Korea, Feb. 2011.
102. Morioka, Y. (The University of Tokyo): Generation mechanism of the subtropical dipole modes simulated in a coupled general circulation model, Mini-workshop on Simulation and Prediction of Climate Modes Influencing the Southern African Region, The University of Tokyo, Mar. 2011.
 103. Tozuka, T. (The University of Tokyo): Key factors in simulating the equatorial Atlantic zonal SST gradient in UTCM, Mini-workshop on Simulation and Prediction of Climate Modes Influencing the Southern African Region, The University of Tokyo, Mar. 2011.
 104. Oettli, P. (The University of Tokyo): Spatio-temporal structures of monthly OLR over the tropical region as revealed by a self-organizing map, Mini-workshop on Simulation and Prediction of Climate Modes Influencing the Southern African Region, The University of Tokyo, Mar. 2011.
 105. 森岡優志(東京大学)、大気海洋結合モデルで再現された亜熱帯ダイポールモードの形成機構、日本海洋学会春季大会、千葉、2011年3月。
 106. Richter, I. (JAMSTEC), Relationship of SST biases to winds and terrestrial precipitation, Workshop on Coupled Ocean-Atmosphere-Land Processes in the Tropical Atlantic, Miami, USA, Mar. 2011.
 107. Ratna, S. B. (JAMSTEC), Extreme weather events associated with tropical-extra tropical interaction over southern Africa and its temporal evolution, International Symposium on Climate Variations: From Basic Research to Rich Applications, The University of Tokyo, Apr. 2012.
 108. Nagura, M. (JAMSTEC), The dynamics of wind-driven intraseasonal variability in the equatorial Indian Ocean, International Symposium on Climate Variations: From Basic Research to Rich Applications, The University of Tokyo, Apr. 2012.
 109. Tozuka, T. (The University of Tokyo), Interannual variations of the sea surface temperature above the Seychelles Dome, International Symposium on Climate Variations: From Basic Research to Rich Applications, Tokyo, Apr. 2012.
 110. Yamagata, T. (JAMSTEC), Impacts of the Indian Ocean Dipole on climate variations of the southern part of Eurasian Continent. International Symposium on Climate Variations: From Basic Research to Rich Applications, The University of Tokyo, Apr. 2012.
 111. 山形俊男(JAMSTEC)、大気の流れと海の流れが織り成す気候変動(日本機械学会 流体工学部門講習会「自然現象の流れ:風・粒子拡散・海流」日本機械学会 信濃町煉瓦館、2012年4月24日)
 112. Ratna, S. B. (JAMSTEC), Seasonal simulation of heavy rainfall events over southern Africa using a high-resolution regional model: sensitivity to cumulus parameterization schemes, The 10th International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography (10ICSHMO). The Tjibaou Cultural Center, Nouméa, New Caledonia, Apr. 2012.
 113. Oettli Pascal (The University of Tokyo), Spatial patterns of intraseasonal OLR anomalies, as revealed by a self-organizing map. Influence on southern Africa rainfall. The 10th International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography (10ICSHMO). The Tjibaou Cultural Center, Nouméa, New Caledonia, Apr. 2012.
 114. Yamagata, T. (JAMSTEC), Using cutting edge science to understand climate variation and its impact on society, 13th Meeting ICSU Regional Committee Meeting, Kuala Lumpur, Apr. 2012.
 115. Richter, I. (JAMSTEC), Two types of Atlantic Niños: ENSO-like vs. off-equatorially forced events, EGU General Assembly, Vienna, Austria, Apr. 2012.
 116. Richter, I. (JAMSTEC), A new perspective on the weak relationship between ENSO and Atlantic Niños, Japan Geoscience Union Meeting 2012, Makuhari, May 2012.

117. Morioka, Y. (JAMSTEC), On triggering mechanisms of the Indian Ocean subtropical dipole, Japan Geoscience Union Meeting 2012, Makuhari, May 24 2012.
118. Ratna, S. B. (JAMSTEC), Influence of La Nina on extreme rainfall over southern Africa associated with tropical temperate troughs, Japan Geoscience Union Meeting 2012, Makuhari, May 2012.
119. Nagura, M. (JAMSTEC), The dynamics of wind-driven intraseasonal variability in the equatorial Indian Ocean, Japan Geoscience Union Meeting 2012, Makuhari, May 2012.
120. Tozuka, T. (The University of Tokyo), Interannual variations of the sea surface temperature above the Seychelles Dome, Japan Geoscience Union Meeting 2012, Makuhari, May 2012.
121. Kataoka, T. (The University of Tokyo), On a mechanism of the Indian Ocean subtropical dipole mode simulated in the CMIP3 models, Japan Geoscience Union Meeting 2012, Makuhari, May 2012.
122. Oettli Pascal (The University of Tokyo), Spatial patterns of intraseasonal OLR anomalies, as revealed by a self-organizing map. Japan Geoscience Union Meeting 2012, Makuhari, May 2012.
123. Yamagata, T. (JAMSTEC), Impacts of the Indian Ocean Dipole on climate variations of the southern part of Eurasian Continent, Japan Geoscience Union Meeting 2012, Makuhari, May 2012.
124. Yamagata, T. (JAMSTEC), Predictability of the Subtropical Dipole Modes in the Atlantic and Indian Oceans. Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, Pretoria, Republic of South Africa, Jul. 2012.
125. 山形俊男 (JAMSTEC)、大気海洋の流れの予測に向けた研究の歴史と社会展開、海洋政策研究財団第 1 回セミナー、日本財団、2012 年 7 月。
126. 山形俊男 (JAMSTEC)、地球気候変動の今—アプリケーションラボの挑戦— (地球環境未来都市研究会設立記念シンポジウム—地球環境未来都市をデザイン する—、横浜開港記念会館講堂、2012 年 7 月。
127. 山形俊男 (JAMSTEC)、宇宙分野と海洋分野の連携、第 11 回国家経営勉強会、(株)PHP 研究所、2012 年 8 月。
128. Yamagata, T. (JAMSTEC), Predictability of interannual variability. Symposium on Five Controversies in Climate Science, Princeton University, USA, Sep. 2012.
129. Richter, I. (JAMSTEC), Interannual variability in the equatorial Atlantic: CMIP5 simulations vs. observations, Tropical Atlantic Variability Meeting / PIRATA-17 Meeting, Kiel, Germany, Sep. 2012.
130. 森岡優志 (JAMSTEC)、南太平洋の亜熱帯ダイポールの形成機構、日本海洋学会秋季大会、静岡、2012 年 9 月。
131. 名倉元樹(JAMSTEC) 34 の大気海洋結合モデルにおけるサーシェルドームの東西位置、2012 年度日本海洋学会秋季大会、東海大学(静岡県静岡市)、2012 年 9 月 14 日-16 日。
132. Morioka, Y. (JAMSTEC), How is the Indian Ocean subtropical dipole excited?, 2012 SASAS Conference, Cape Town, Republic of South Africa, Sep. 2012.
133. Ratna, S. B. (JAMSTEC), Downscaling extreme summer season rainfall over South Africa using the high resolution WRF model, 2012 SASAS Conference, Cape Town, Republic of South Africa, Sep. 2012.
134. 山形俊男 (JAMSTEC)、気候変動と農業、日本学術会議第 4 回農業環境工学分科会、2012 年 10 月
135. Ratna, S. B. (JAMSTEC), Simulation of extreme seasonal climate over South Africa using the high resolution Weather Research and Forecasting (WRF) model, AGU Chapman Conference on "The Agulhas System and its Role in Changing Ocean Circulation, Climate, and Marine Ecosystems", Stellenbosch, Republic of South Africa, Oct 2012.
136. Morioka, Y. (JAMSTEC), How to generate the Indian Ocean subtropical dipole in a coupled

- GCM, AGU Chapman Conference on "The Agulhas System and its Role in Changing Ocean Circulation, Climate, and Marine Ecosystems", Stellenbosch, Republic of South Africa, Oct 2012.
137. Nonaka M. (JAMSTEC), Upper ocean heat content, SST, and surface heat flux in midlatitude oceanic frontal zones, AGU Chapman Conference on "The Agulhas System and its Role in Changing Ocean Circulation, Climate, and Marine Ecosystems", Stellenbosch, Republic of South Africa, Oct 2012.
 138. Nagura, M. (JAMSTEC), Dynamics of the Seychelles Dome simulated by 34 ocean-atmosphere coupled general circulation models, AGU Chapman Conference on "The Agulhas System and its Role in Changing Ocean Circulation, Climate, and Marine Ecosystems", Stellenbosch, Republic of South Africa, Oct. 2012.
 139. Kataoka, T. (The University of Tokyo), Skills of CMIP3 models in simulating Indian Ocean Subtropical Dipole and its influence on the Southern African Region, SATREPS Semifinal Symposium, Pretoria, Republic of South Africa, Oct. 2012.
 140. Morioka, Y. (JAMSTEC), How is the Indian Ocean subtropical dipole excited? SATREPS Semifinal Symposium, Pretoria, Republic of South Africa, Oct. 2012.
 141. Nagura, M. (JAMSTEC), Longitudinal Biases in the Seychelles Dome simulated by 35 ocean-atmosphere coupled general circulation models, SATREPS Semifinal Symposium, Pretoria, Republic of South Africa, Oct. 2012.
 142. Yuan, C. (JAMSTEC), Seasonal prediction of South African summer precipitation, SATREPS Semifinal Symposium, Pretoria, Republic of South Africa, Oct. 2012.
 143. Richter, I. (JAMSTEC), An assessment of tropical Atlantic climate and interannual variability in CMIP5, SATREPS Semifinal Symposium, Pretoria, Republic of South Africa, Oct. 2012.
 144. Ratna, S. B. (JAMSTEC), An index for tropical temperate troughs over southern Africa. SATREPS Semifinal Symposium, Pretoria, Republic of South Africa, Oct. 2012.
 145. Oettli, P. (The University of Tokyo), The Self organizing map, a new approach to apprehend the effect of the Madden-Julian Oscillation on the intraseasonal variability of rainfall in the Southern-African Region, SATREPS Semifinal Symposium, Pretoria, Republic of South Africa, Oct. 2012.
 146. Nagura, M. (JAMSTEC), Longitudinal biases in the Seychelles Dome simulated by 34 ocean-atmosphere coupled general circulation models, AGU Fall Meeting, San Francisco, USA, Dec. 2012.
 147. Richter, I. (JAMSTEC), "Equatorial Atlantic variability and its relation to mean state biases in CMIP5", AGU Fall Meeting, San Francisco, California, USA, Dec. 2012.

③ ポスター発表 (国内会議 4 件、国際会議 6 件)

1. 森岡優志 (東京大学)、Climate Variability in the Southern Indian Ocean as revealed by self-organizing maps、GCOE キックオフ会議、東京工業大学、2009 年 11 月 14 日。
2. Morioka, Y. (The University of Tokyo), Climate variability in the southern Indian Ocean as revealed by self-organizing maps, 2010 Ocean Sciences Meeting, Portland, USA, Feb. 2010.
3. 佐々木亘 (JAMSTEC), 熱帯の水溫躍層における流速の鉛直微細構造が果たす役割、日本海洋学会春季大会、千葉、2011 年 3 月。
4. 名倉元樹 (JAMSTEC), ENSO サイクルの停滞に関する研究 ～1998 年から 2002 年までの事例解析～、日本地球惑星科学連合 2012 年度連合大会、千葉幕張、2012 年 5 月。
5. 佐々木亘 (JAMSTEC) エルニーニョとブラジル北東部の降水の関係に対する熱帯大西洋の役割、2012 年度日本海洋学会秋季大会、静岡、2012 年 9 月。
6. Yuan, C. (JAMSTEC), Predictability of the Subtropical Dipole Modes in a coupled ocean-atmosphere model, AGU Chapman Conference on "The Agulhas System and its Role in Changing Ocean Circulation, Climate, and Marine Ecosystems", Stellenbosch, Republic of

- South Africa, Oct. 2012.
7. Kataoka, T. (The University of Tokyo), A mechanism of the Indian Ocean subtropical dipole mode simulated in the CMIP3 models, AGU Chapman Conference on "The Agulhas System and its Role in Changing Ocean Circulation, Climate, and Marine Ecosystems", Stellenbosch, Republic of South Africa, Oct. 2012.
 8. Tozuka, T. (The University of Tokyo), Interannual variations of the Seychelles Dome and its possible influence on the upstream of the Agulhas Current, AGU Chapman Conference on "The Agulhas System and its Role in Changing Ocean Circulation, Climate, and Marine Ecosystems", Stellenbosch, Republic of South Africa, Oct. 2012.
 9. Sasaki, W. (JAMSTEC), Role of tropical Atlantic SST on the relationship between ENSO and precipitation over the Atlantic ITCZ, AGU Fall Meeting, San Francisco, Dec 2012.
 10. Tozuka, T. (The University of Tokyo), Toward realistic simulation of the southern African rainfall in an AGCM, AGU Fall Meeting, San Francisco, USA, Dec. 2012.

(5)知財出願

①国内出願 (0 件)

特になし

②海外出願 (0 件)

特になし

③その他の知的財産権

特になし

(6)受賞・報道等

① 受賞

- 羅京佳:平成 23 年度科学技術分野 文部科学大臣表彰若手科学者賞(2011 年 4 月 20 日)
- Babatunde J. Abiodun: WCRP Open Science Conference 最優秀発表賞(2011 年 10 月 28 日)

② マスコミ(新聞・TV等)報道(プレス発表をした場合にはその概要もお書き下さい。)

- 2009 年 11 月 10 日に JAMSTEC アプリケーションラボ 国際シンポジウム-南アフリカにおける気候変動と亜熱帯海洋の役割-(2009 年 12 月 3 日開催)に関するプレス・リリースを行った。(詳細は、ホームページを参照:

http://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20091110/。

- 読売新聞夕刊「ニホンを元気にする研究:異常気象予測で減災」(2010 年 7 月 1 日)
- NHK ワールドワイド(2011 年 12 月 6 日 PM8:00)
- BS1 ワールドウェブトゥナイト(2011 年 12 月 6 日 PM10:00)
- JCN Network に「U. of Tokyo Professor Uses a New Supercomputer Model to Accurately Predict 2012 Seasonal Climate Patterns」というタイトルで本課題が紹介された。
<http://www.japancorp.net/press-release/24809/u.-of-tokyo-professor-uses-a-new-supercomputer-model-to-accurately-predict-2012-seasonal-climate-patterns> (2012 年 1 月 31 日)

③ その他

- 南ア側研究参画機関のプレトリア大学のホームページで紹介
(<http://web.up.ac.za/default.asp?ipkCategoryID=3523&ArticleID=5450>)
- JST Science News 「今年の猛暑をスーパーコンピュータで予測」
- 南ア側研究参画機関の南ア環境観測ネットワークのニューズレターで紹介
(<http://www.saeon.ac.za/enewsletter/archives/2011/february2011/doc09>)
- JST 事業成果ホームページで本課題が紹介される

「南アフリカの異常気象の解明・予測に成功」

(<http://www.jst.go.jp/seika/seika9.html>)

- 南ア Applied Center for Climate and Earth Systems Science (ACCESS) が本課題を紹介するビデオを作成
- 文部科学省平成 22 年度版科学技術白書 (Pg.16)で本課題が紹介される。
- 『文部科学広報』【平成 24 年 7 月号】にて、特集「世界と一体化した国際活動の戦略的展開」に SATREPS 関連の記事に本課題が紹介される
(<http://www.koho2.mext.go.jp/152/>)

(7)成果展開事例

①実用化に向けての展開

本課題の予測システム改善の成果としての社会的活用の 1 つとして、①リンポポ州のトウモロコシ生産の予測、②リンポポ州やコマチ貯水池を含む南アの主な河川流量の季節予測、③南アにとっても重要なエルニーニョの指数についての予測情報発信の準備が行われている。この予測結果は、SARVA で発表されることになっている。

また、2012 年 10 月に行われた本課題最後の合同調整委員会において、南アの現業官庁である気象局が、実用化のイニシアチブを取ることが確認され、議事録にも記載された。

② 社会実装(研究成果の社会還元)への展開活動

特になし

§ 6. プロジェクト期間中の主なワークショップ、シンポジウム、アウトリーチ等の活動

① “ワークショップ、シンポジウム、小中高での特別授業、地域での講演、研究機関の一般公開での講演、その他チーム内ミーティング（主なもの）を行った場合、月日、名称、場所、参加人数、目的や内容などを記入。”

年月日	名称	場所 (開催国)	参加人数 (相手国からの 招聘者数)	概要
2009年 12月3日	JAMSTEC アプリケーションラボ 国際シンポジウム —南アフリカにおける気候変動と亜熱帯海洋の役割—	東京都・女性と仕事の未来館(日本)	120人 (相手国からの招聘者数は、6人)	アフリカ南部に異常気象や極端現象をもたらす気候変動現象のメカニズムの解明とその予測に向けた研究をされている方々に講演していただくとともに関連のある産業界等の方々との意見交換を行い、本プロジェクトの今後の方向性の検討に役立てる。
2009年 12月4日	JAMSTEC アプリケーションラボ 国際ワークショップ—インド洋と大西洋における気候変動—	神奈川県・(独)海洋研究開発機構 横浜研究所 三好記念講堂(日本)	50人 (相手国からの招聘者数は、6人)	アフリカ南部に異常気象や極端現象をもたらすインド洋と大西洋の気候変動現象に関する研究を行っている研究者に講演を行っていただくことにより、本プロジェクトの今後の方向性の検討に役立てる。
2010年 8月20日	キックオフ・シンポジウム	プレトリア(南ア)	70人	本課題のキックオフ・シンポジウムを南アの科学技術省内で開催した。
2010年 8月25日	国際ワークショップ「季節変動と経年変動」	ケープタウン(南ア)	60人	アフリカ南部の季節変動やアフリカ南部に影響を与える経年変動に関する研究発表を行うと同時に、討論を行うことにより、本プロジェクトの今後の方向性の検討に役立てる。
2010年 12月2日 -12月3日	ユネスコ政府間海洋学委員会(IOC)創設50周年シンポジウム「気候変化と変動におけるインド洋と太平洋の役割」	国連大学(日本)	350人 (相手国からの招聘者数は、6人)	地球規模課題対応国際科学技術協力事業の課題「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」と合同で、両課題の研究結果の発表を行った。
2010年12月 16日-18日	国際シンポジウム「気候予測と社会のための気候情報」	会津大学(日本)	50人 (相手国からの招聘者数は、2人)	気候予測と予測情報の伝達に関する研究発表を行うと同時に、討論を行うことにより、本プロジェクトの今後の方向性の検討に役立てる。
2011年 2月20日 -3月10日	SATREPS レクチャーシリーズ	プレトリア大学、西ケープタウン大学、ローズ大学、南ア気象局(南ア)	80人	日本側研究参加者による集中講義が行われた。

2011年4月 5日-6日	季節予報情報の伝達に 関するワークショップ	プレトリア (南ア)	40人	本課題で得られた季節予報情報を いかにして伝達するかについて議 論が行われた。
2011年 8月19日	公開講座『季節気候： 私たちは何を予測でき るのか?』	プレトリア (南ア)	18人	南アの一般市民向けに季節予報に 関する講演を両国の研究者が行っ た。
2011年8月 22日-23日	国際シンポジウム『気候 変動予測とアフリカ南部 における応用』	プレトリア (南ア)	50人	3年間のプロジェクトの中間地点ま でに得られた研究成果を両国の研 究参画者が発表した。
2011年 8月25日	SATREPS ワークショップ	リンポポ(南 ア)	15人	現地の農家も参加し、どのような季 節予報情報を必要としているかな ど、農業分野への応用について有 益な話し合いも行われた。
2011年 8月25日	日本-南ア海洋力学ワ ークショップ	ケープタウ ン(南ア)	20人	本課題で行われている研究の内、 海洋物理に関する研究成果につい ての発表、議論が行われた。
2011年 10月6日	独立行政法人科学技術 振興機構、世界銀行情 報センター共催の写真 パネル展	東京 (日本)	40人	写真パネル展&コーヒーアワーで 日本側研究参画者が講演を行っ た。
2011年 10月14日	独立行政法人科学技術 振興機構、世界銀行情 報センター共催の写真 パネル展	東京 (日本)		中川正春文部科学大臣が視察の 際、本課題の説明を日本側参画者 2名と南ア側1名が 行った。
2011年10月 10日-11日	SATREPS レクチャーシリ ーズ ワークショップ	イーストロ ンドン(南ア)	50人	日本側研究者によるレクチャーシリ ーズを行った。
2011年10月 13日-14日	SATREPS レクチャーシリ ーズ ワークショップ	ケープタウ ン(南ア)	55人	日本側研究者によるレクチャーシリ ーズを行った。
2011年10月 17日-20日	SATREPS レクチャーシリ ーズ ワークショップ	プレトリア (南ア)	76人	日本側研究者によるレクチャーシリ ーズを行った。
2011年10月 20日-21日	SATREPS シンポジウム 『アフリカ南部における 気候変動予測とその応 用』	東京大学 (日本)	60人	3年間のプロジェクトの中間地点ま でに得られた研究成果を両国の研 究参画者が発表した。南ア側の研 究者を11名招聘した。また、社会実 装までの道筋についても討論が行 われた。
2011年 12月3日	国際シンポジウム『気候 変化モデルのテストとし てのアフリカの気候変 動』	ダーバン (南ア)	50人	南アのダーバンで行われた COP17のサイドイベントとして行わ れた。
2012年 2月23日	SATREPS ワークショップ 『気候・天気予報とアフリ カ南部における応用』	(独)海洋研 究開発機構 東京事務所 (日本)	30人	理解者・協力者促進を目的として、 南アから若手研究者7名を招聘し、 ワークショップを開催した。
2012年3月 5日-15日	SATREPS 日本側研究 参画者による集中講義	ケープタウ ン、イース トロンドン、 グラハムズ タ	30人	日本側研究者によるレクチャーシリ ーズを行った。

		ウン、プレトリア(南ア)		
2012年4月 11日-13日	International Symposium on Climate Variations: From Basic Research to Rich Applications	東京大学 (日本)	129人	これまでの気候変動研究を振り返り、気候変動についての我々の理解の現状を把握し、解決すべき問題点や今後の研究の方向性を探るための議論を行った。初日はAPLが推進している「SATREPS-南ア」プロジェクトのシンポジウムとし、南部アフリカ域の気候変動を中心に議論が行われた。
2012年 8月22日 -9月4日	SATREPS 日本側研究 参画者による集中講義	リチャーズ ベイ(南ア)	50人	日本側研究者によるレクチャーシリーズを行った。
2012年10月 17日-18日	SATREPS Semifinal Symposium	プレトリア (南ア)	30人	南アで開催される最終シンポジウムで、本課題で得られた研究成果を発表した。
2013年 2月28日	APL-SATREPS シンポジ ウム「変化する惑星に生 きる～シミュレーションで 切り拓く未来の地球～」	ココヨホ ール(日本)	182人	前半部では、本課題で得られた成果の最終報告を各グループのリーダーが行い、後半部では、シミュレーションが切り拓く「未来の地球」について紹介する。
2013年 3月1日	ワークショップ	東京大学 (日本)	25人	グループリーダー以外の研究参画者が本課題で得られた成果の最終報告を行う。

② 合同調整委員会開催記録
(開催日、出席者、議題、協議概要等)

年月日	出席者	議題	概要
2010年8月10日	南ア側 11名 日本側 13名	THE FIRST JOINT COORDINATING COMMITTEE	
2011年8月19日	南ア側 09名 日本側 18名	THE SECOND JOINT COORDINATING COMMITTEE	
2012年10月18日	南ア側 11名 日本側 11名	THE THIRD JOINT COORDINATING COMMITTEE	

§ 7. 国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など

(1) 共同研究全体

- 研究プロジェクトの促進のために、相手国側研究者や類似の研究を行っている第三国の研究者を招聘し、シンポジウムとワークショップを開催した。
- メールやテレビ会議等でマスタープランに関する議論を行ってから詳細研究計画策定調査に臨んだが、相手国側研究者の多くはマスタープランに目を通しておらず、詳細研究計画策定調査の最後に両国が合意したミニッツに含まれていたマスタープランに対して、帰国後、相手国側研究者から再修正を求められた。このようなことが起こらないようにするためにも詳細研究計画策定調査の前に日本側の中心的な研究者が相手国側を訪問し、マスタープランに関する事前の打合せを行っておくことが必要だと感じられた。
- 本課題の推進には、現業官庁(気象局等)との協力が欠かせない。そこで、昨年度の詳細研究計画策定調査の時には会うことのできなかった現業官庁関係者をキックオフ・シンポジウムに招聘し、本課題について話し合いを行った。
- プロジェクトの成果等をより効率的に伝達するために、本課題のホームページを新たに開設した。また、Friends of SATREPS も積極的に活用するようにした。

(2) 「亜熱帯ダイポールモード現象のメカニズムと予測可能性」グループ

- 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に大きな影響を及ぼす気候変動現象や海洋変動の研究を別々に行ってきた。本課題を通して、南ア側が行ってきた観測や領域モデリングによるシミュレーションと日本側が主に行ってきた世界最高水準の高解像度大気海洋結合モデルによる大規模シミュレーションを融合することによって、より一層の成果を挙げられることができた。

(3) 「季節予測とダウンスケーリング」グループ

- 対象地域に対するダウンスケーリングによる季節予測および気象予測は、現地における観測データと予測結果を、研究開発の各段階において、比較、検証、解析し、その結果をモデル開発および観測状況へ迅速にフィードバックすることが研究開発の滞りない進展に必要不可欠である。したがって、現地における観測システムを把握するグループとの密接な情報交換による研究開発の展開が必要であり、その認識を共有することで、現地に適応した予測モデル、および予測システムの構築ができた。
- ダウンスケーリング予測の検証に用いる自動気象観測装置の設置については、設置場所の選定、維持・管理、盗難や野生動物による破壊の防止等について考える必要がある。既に設置済みの観測装置を最大限に活用する配置を考案し、設置時には特別な柵や設置場所の厳選により盗難や破壊のリスクを軽減した。
- 領域大気モデル(WRF)が2010年8月18日に日本側研究参画者の Jayanthi V. Ratnum によって南ア側研究参画機関のプレトリア大学に移植された。南ア側研究者が独自に使用することができるように今後もサポートを続けていく予定である。

(4) 「大気海洋結合モデルの高精度化」グループ

- 詳細研究計画策定調査の際に、相手国側研究者が使用している計算機(スパコン)を視察することができた。これにより、相手国側の計算機能力を把握することができ、大気海洋結合モデルを導入する際の貴重な指針を得ることができた。
- 東京大学で開発された中解像度大気海洋結合モデル(UTCM)が、2010年8月18日に日本側研究参画者の東塚知己によって、南ア側研究参画機関の CSIR に移植された。南アを訪問する前に、実際にインストールする計算機の詳細を聞く等、綿密にメールで打合せを行ったため、半日の作業でインストールすることに成功した。南ア側研究者が独自に使用することができるように今後もサポートを続けていく予定である。

(5) 「早期予報システムの改良」グループ

- 特に研究の応用という側面では、複数の分野の研究者が絡み、更には彼らが属している機関どうしの微妙な関係が存在するために、短時間でコンセンサスを得る事が難しい状況となっている。特に、今回の3年という期間で限られたプロジェクトでは、国家的な視点での防災が絡む様な予測結果を、社会へ発信する事は当初想像していた以上に時間のかかる課題であるという事を再認識している状況である。その様な状況の中であって、当初大きな困難を感じていたが、予測データの有効利用を目的としたワークショップが一つのきっかけとなり、各機関間の協力が徐々に深まっていった。

(6) 「研究者ネットワークの構築」グループ

- 本課題主催のイベントには、日本と南アの多くの研究者が参加した。また、南ア大気科学学会には2010年から毎年研究参画者数名が参加し、講演を行った。このような活動によって研究者ネットワークの構築が推進された。
- 集中講義は日本側研究参画者の技術や研究内容を南ア側の研究者や学生に分かりやすく伝えるという点で有意義であった。それによって今までプロジェクトに関与していなかった研究者とも知り合うことができ、共同研究の可能性も広がったと考えられる。また、南ア側の研究者や学生の教育レベルは日本側と比べて遜色ないものの、大気と海洋の力学の専門家が少ない。他分野の研究者や学生にも理解できるように発表を構成すべきである。

§ 8. 結び

本プロジェクトは気候変動リスクに脆弱なアフリカ南部において、大気海洋結合大循環モデルによる中緯度における世界初の季節予測とそのダウンスケーリング情報を展開し、異常気象による被害を軽減するシステムの能力強化を目指したものである。1) 異常気象を引き起こす原因となる気候変動現象を解明できたこと、2) 中緯度の気候変動予測可能性を世界で初めて示すことができたこと、3) 南ア 기상局の協力により、気候変動予測情報を社会展開することが可能になったこと、4) 現地研究者による自動気象観測装置を用いた現場検証と導入したコンピューターにより、大気海洋大循環モデルによる予測実験が開始されたこと、5) 農業(トウモロコシの収穫予測)、河川流量予測、感染症への応用など、気候変動予測情報の更なる発展が見えてきたことなど、本プロジェクトの本来の目標を十分達成しただけでなく、次の広範な展開も見えてきたと確信している。本プロジェクトを通して現地の機関間連携がよくなったことで感謝されたが、これは望外の喜びであった。

現地での集中講義、シンポジウム、ワークショップ、また日本での研修、シンポジウムも数多く開催され、若手、シニアを問わず両国研究者間に緊密な連携がなされるようになったのは今後に向けた大きな財産である。既に本プロジェクト終了後の自発的な交流計画も生まれている。計画期間中に東京大学で2名(日本人学生と中国人留学生)の大学院生が学位を取得し、現地から1名が論博制度を活用して留学中である。未来につながるプロジェクトになったのは研究代表者として嬉しい。このような素晴らしい SATREPS プロジェクトが数年の一期計画で終了せざるを得ないのはとても残念である。さらなる次元を目指せるような発展形の計画も可能になるようなプログラムが準備されているとよいのではないだろうか。本プロジェクトは南アを対象としたが、気候変動予測情報は地政学的な情報の基盤となるものであり、世界各国で展開されている環境保全や人の健康に関係する、多くの SATREPS 計画に貢献できるのではないかと考える。



集合写真



会議風景



自動気象観測装置 (供与機材)



シンポジウム



南アの大学生への集中講義



モデルのインストール作業

以上

§ 9. PDM の変遷 (該当する場合)

(当初 PDM から終了までのすべての改訂 PDM および PDM 改訂経緯の解説)

該当無し

【付録】

開発された早期予測システムの概要と先駆け的应用研究例

グループ4の主目的は、力学的季節予測モデルの出力を新しく開発する早期警戒システム(EWS)の入力として取り込み、EWS をルーチンベースで稼働する事である。南アフリカ共和国(南ア)における既存の季節予測モデルは、予測業務や研究を行っている世界の先端的機関から導入された複数のモデルから成るものであり、今回の SATREPS プロジェクトにより、このモデル群に日本からのモデルが加わり、新システムが構築される。新予測システムを中核とする新 EWS とは、予測システムのモデル出力を、予測業界で長らく知見として蓄えられた通称 MOS (Model Output Statistics) と呼ばれる統計的手法でモデル出力のバイアスを取り除き、一般社会へ気候情報を発信するシステムの事である。その重要性から、これまでも SADC(南部アフリカ開発共同体)地域の降雨量と気温の予測は既存の EWS から発信されていたが、本プロジェクトの貢献として、SINTEX-F が加わった事により、世界の気候変動にとっての重要な海域である熱帯太平洋と南アにとって特に重要な南西インド洋域の海面温度予測が新システムの出力に加わった事は大きな特徴である。この新要素に加え、プロジェクトの最終段階で、予測データを用いて今後展開されるであろう応用研究の先駆けの試みとして、作物(トウモロコシ)収量と河川流量予測に関する検証も行ったので、以下に、新システムの概要と共に、応用研究の基礎的検証についても報告する。

The multi-model seasonal forecasting system for SADC under development in South Africa

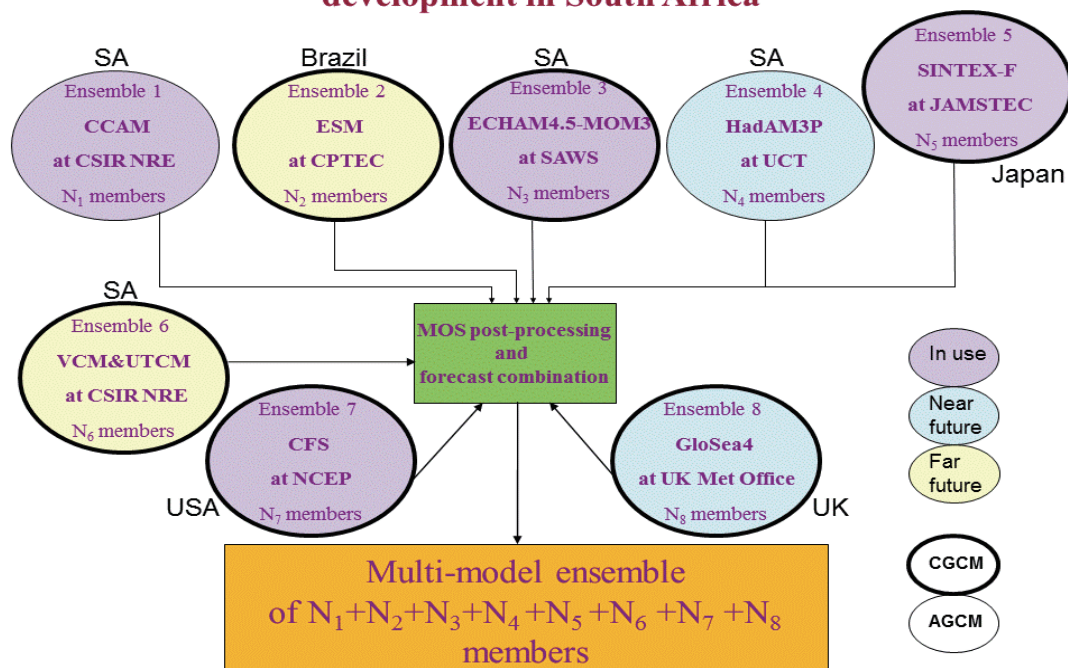
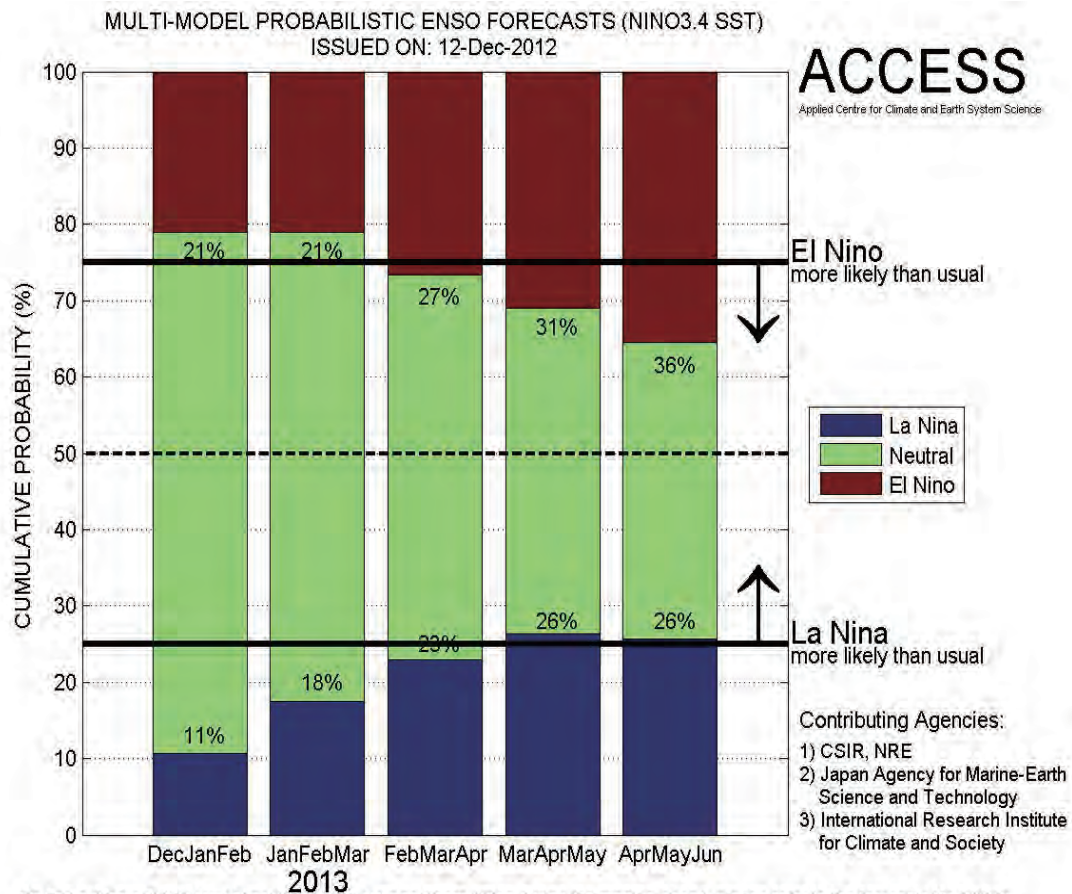


図1: 南アで開発中の複数モデルによる予測システム概略図

南アの季節予測モデルは、どこの機関でも行っている複数モデルの出力を重ね合わせモデル誤差を軽減する手法を採用している。この複数モデルの構成を図1に示す。右上にある SINTEX-F モデルが本プロジェクトで導入されたものである。海面水温予測においては、途上国における気候情報の活用を支援するという目的で設立されたコロンビア大学地球研の気候予測研究所 (IRI) のデータライブラリーからのデータを使用して、SINTEX-F の予測誤差を抑える統計処理をしたデータを最終データとしたものを出力している。この海面水温予測を行う目的は、次の二つである。1) 南アの気候モデルを駆動するための下部境界条件を得る。2) Nino3.4 や南西インド洋という気候変動予測において重要な海域での予

測を与える。これらの予測は SADC を対象地域とする South African Risk and Vulnerability Atlas (SARVA) に発表され、予測は毎月更新される。昨年の 12 月に発表されたエルニーニョ予測の 1 例を図 2 に示す。右下には本プロジェクトに日本側から参画した海洋機構の名前が記されている。



To find out how ENSO may affect the rainfall over southern Africa during the months ahead, please refer to the forecasts for SADC: http://rava.qsens.net/themes/climate_template/

図2: 2012 年に発表された確率的エルニーニョ予測。赤色、青色、緑色がそれぞれエルニーニョ、ラニーニャ、中立示している。例えば、赤色が 75%ラインを超えて下へ張り出した場合は、エルニーニョが起る確率が高くなった事を示している。

新システムによる海面温度予測(全球並びに重要な海域の予測)は月の第2週目に行われる。複数モデルによる予測システムの出力は、上述した IRI の“気候予測ツール”を用いて、まず統計的手法でバイアスを除き、その後重ね合わせを行う。このツールを用いて行われた旧システムの検証は SARVA のサイトで見る事ができる。新システムに関しては、これまでに行った SINTEX-F の出力を用いた 2, 3 の検証をサイトに置いた。

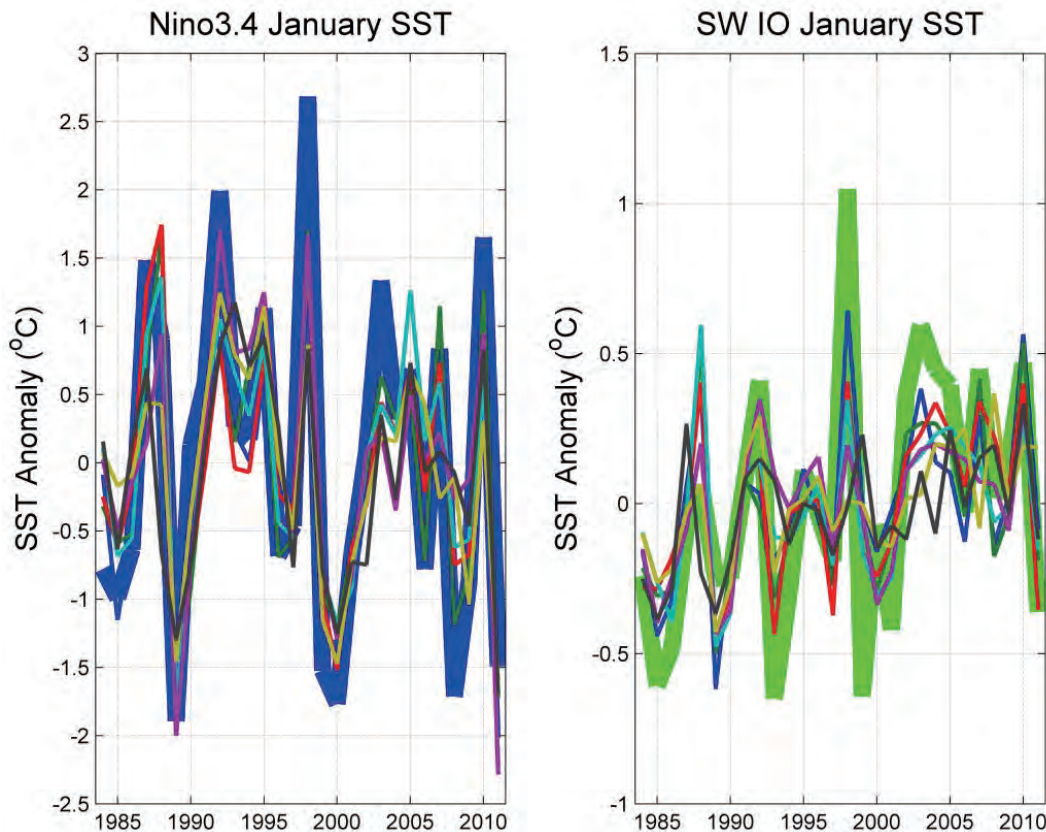


図3: 太平洋 Nino3.4 域と南西インド洋におけるバイアス補正された SINTEX-F による海面温度偏差の過去再現値と観測との比較図。左図 Nino3.4 の太い青線と右の図の太い緑線は、それぞれ 1984 年から 2011 年にかけての1月の偏差で、細い線は7か月に予測された過去再現値である。

上図3は、Nino3.4と南西インド洋(5° S to 20° S; 55° E to 80° E)の気候予測上重要な海域における SINTEX-F の補正された過去再現値である。海面温度偏差を対象とし、過去のデータを用いて7か月予測を模倣した実験結果を観測値と共に示したものであり、高い予測可能性が見て取れる。

予測データを用いた応用研究については、統計的ダウンスケーリングを SINTEX-F の予測結果に適用して、リンポポ州におけるトウモロコシの収量予測と、リンポポ州を含む南アの東北部の積算された河川流量予測を行った。MOS と呼ばれるモデル出力統計に必要な入力値として、1996 年から 2011 年に亘る 16 年間における 12 月、1 月、2 月の 850hPa の高度場を与え検証を行い、なかなかの予測可能性がある事が示され、その詳しい報告は Malherbe (2012)等によって論文発表された。この成功は、今後のより進んだ作物生育モデルによる収穫量予測への先駆的研究として位置付けられるものである。図4は、確率予測の評価の為に Mason と Graham によって導入された ROC(relative operating characteristic) と呼ばれるスコアで示した穀物(トウモロコシ)収量(左)と河川流量(右)に関する1か月予測の検証図である。ROC スコアとは、確率予測を、「当たり」と「外れ」という「二値の判断」に翻訳する為に導入されたスコアである。まず「当たり」、「外れ」を定量的に定義する為に必要な閾値を設定して、それに基づき、ある期間で行われた予測の成功率(hit rate)と不成功率(false-alarm rate)を図に点としてプロットする。次に、閾値を色々変えて同様のプロットを行う。その結果は、複数の点の集まりになるが、それらを不成功率を横軸に、成功率を縦軸とした座標に、0%~100%で規格化された閾値を範囲にプロットしたものが、図4で示されるダイアグラムである。ROC スコアとは、点を繋いで得られる折れ線の下側に来る領域の面積で定義される量で、一般的にこの折れ線が対角線の上に来る場合はスコアは 0.5 以上となり、その様な場合、予測は「当たり」、「外れ」の確率が半分半分になるランダム予測よりは価値がある事になる。この例では、「平年値より高い」、「平年値より低い」という二つの分類の両者に対して、収量予測と河川流量のスコアは 0.5 以上となっている。

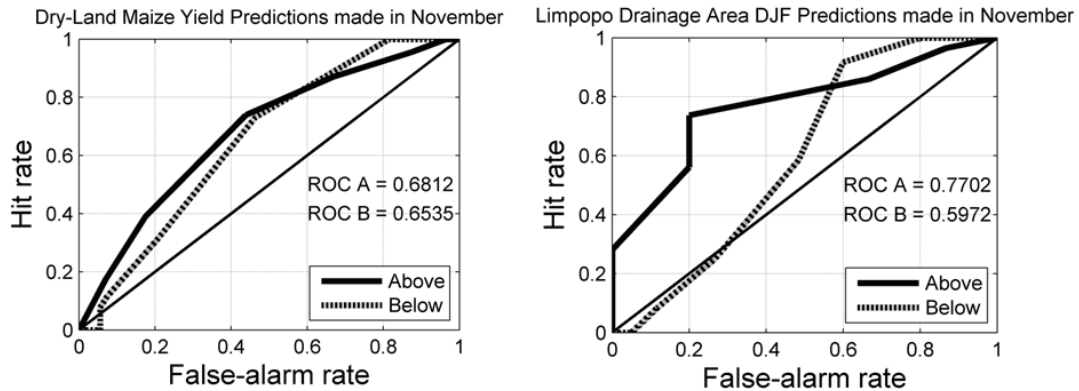


図4:16 年間のデータを使用して得られた、南アにおけるトウモロコシ収量(左)と河川流量(右)予測に関するROCスコア。Aは平年値より上、Bは平年値より下を表す。

エルニーニョ予測やインド洋南西部の海面温度予測は、この両者が南アの気候に大きな影響を及ぼす為に非常に重要なものである。海面温度予測情報に加え、それを穀物収量予測や洪水の発生等に関する確率的予測に翻訳する事は、社会活動における意思決定にとって価値ある情報である。以上で説明した成果は、SINTEX-Fの予測結果を用いて、本プロジェクトで改良・開発した予測システムが、そのような価値ある情報を成功裏に作り出す事ができる事を示したものである。

