

## 中間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：南部アフリカにおける気候予測モデルをもとにした感染症流行の早期警戒システムの構築プロジェクト
分野：保健医療	援助形態：技術協力プロジェクト (地球規模課題国際科学技術協力)
所轄部署：人間開発部 保健第一グループ 保健第二チーム	協力金額：2億9,000万円
協力期間	(R/D)： 2014年5月12日～ 2019年5月11日
	先方関係機関：科学技術省 (DST)、保健省 (DOH)、気候地球システム科学応用センター (ACCESS)、南アフリカ医学研究評議会 (SAMRC)、南アフリカ科学・工学研究評議会 (CSIR)、国立伝染病研究所 (NICD)、南アフリカ気象サービス (SAWS)、リンポポ州保健局 (LDOH)、リンポポ州保健局 (マラリア予防対策センター) (LDOH-Malaria)、ケープタウン大学 (UCT)、リンポポ大学 (UL)、プレトリア大学 (UP)、ヴェンダ大学 (UV)、西ケープ大学 (UWC)
	日本側協力機関：長崎大学熱帯医学研究所 (熱研)、国立研究開発法人 海洋研究開発機構 (JAMSTEC)
	他の関連協力：該当なし。
<p><b>1-1 協力の背景と概要</b></p> <p>マラリアや下痢症、肺炎などの感染性疾患は、気候の変動、具体的にはラニーニャ現象などの大気海洋相互作用や気温・降雨量などの季節変動の影響を受ける可能性があることが示唆されている。南アフリカ共和国（以下、「南アフリカ」と記す）を含む南部アフリカ地域ではこのような感染性疾患の危険に常にさらされている。しかしながら、気候変動と感染性疾患の発生との関係が強く示唆されていながら、その具体的な相関関係が科学的に証明されることがなかったため、気候に基づく感染症流行予測を用いた対策は今日まで実現していない。</p> <p>他方、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) の枠組みで実施された JICA 技術協力「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」(2010-2013) は、南アフリカと日本の研究機関の共同研究により、精度の高い気候変動予測システム (SINTEX-F) を開発した。「南部アフリカにおける気候予測モデルをもとにした感染症流行の早期警戒システムの構築プロジェクト」(以下、「本プロジェクト」と記す) は、先プロジェクトで開発した気候変動予測システムの予測性能を更に高めるとともに、特にマラリア、下痢性疾患及び肺炎について気候変動に基づく感染性疾患流行早期警戒システム (infectious Diseases Early Warning System : iDEWS) の構築と運用性の検証を目的とし、SATREPS の枠組みで2014年5月に開始された。</p> <p>今回実施の中間レビュー調査は、南アフリカ側関係機関と合同で本プロジェクトの目標達成度や成果等を分析するとともに、プロジェクトの残り期間の課題及び今後の方向性について確認し、合同中間レビュー報告書に取りまとめ、関係者間で合意することを目的として実施された。</p>	

## 1-2 協力内容

### (1) プロジェクト目標

南部アフリカへの適用に向けた先駆けとして、感染症対策のための気候予測に基づいた早期警戒システムモデルが確立される。

### (2) 成果

- 1) 特にマラリア、肺炎、下痢症について、気候に基づいた感染症流行予測モデルが開発される。
- 2) 気候予測に基づいた感染性疾患流行早期警戒システム (iDEWS) の運用指針がリンボ州で策定される。
- 3) iDEWS の予測性能と運用性が実証される。

### (3) 投入 (評価時点)

#### 1) 日本側

- ・ 専門家派遣：長期専門家 2 名 (疫学・医用昆虫学、業務調整) (42 人/月)、短期専門家合計 14 名 (13.8 人/月)
- ・ 機材供与：自動気象観測装置、顕微鏡や人工環境装置、マラリア診断装置などの研究機器、解析用パーソナルコンピュータ、解析用ソフトウェアなど
- ・ ローカルコスト負担：約 1,203 万 5,000 円
- ・ 外国人研究員の招へい：合計 12 名 (研究打合せ、シンポジウム参加・発表など)
- ・ 本邦研修：合計 3 名 (統計学的解析手法など)

#### 2) 南アフリカ側

- ・ カウンターパート (Counterpart Personnel : C/P) 配置：合計 46 名 (ACCESS : 1 名、SAMRC : 12 名、CSIR : 6 名、NICD : 1 名、SAWS : 6 名、LDOH : 1 名、LDOH-Malaria : 2 名、UCT : 3 名、UL : 6 名、UP : 2 名、UV : 4 名、UWC : 2 名)
- ・ 施設及び資機材：CSIR 及び LDOH-Malaria 内プロジェクト事務所スペース、LDOH-Malaria 内実験スペース、南アフリカ国内の全プロジェクト参画機関の既存の機器、プロジェクトに関係する利用可能なデータ、情報及び検体、CSIR 内テレビ会議システムの使用
- ・ ローカルコスト負担：リンボ州でのフィールド調査経費、入院患者情報データベース化のための経費、南アフリカ側 C/P 国内旅費・交通費、プロジェクト活動に必要な消耗品、プロジェクト事務所水道光熱費、研究機器や試薬など本邦調達物品の輸入通関費など

## 2. 評価調査団の概要

調査者	担当分野	氏名	所属
	団長・総括	金井 要	JICA 人間開発部 技術審議役
	協力企画	内山 咲弥	JICA 人間開発部 保健第一グループ 保健第二チーム 職員
	評価分析	井上 洋一	(株)日本開発サービス 調査部 主任研究員

	感染症対策研究	渡邊 治雄	AMED 国際事業部 医療分野国際科学技術共同研究開発推進事業 プログラムオフィサー 国際医療福祉大学大学院 教授
	計画・評価	石井 克美	AMED 国際事業部 国際連携研究課 主幹
調査期間	2016年9月19日～2016年10月4日		評価種類：中間レビュー

### 3. 評価結果の概要

#### 3-1 実績の確認

##### (1) 成果1

JAMSTEC は CSIR と協力しながら、海水を考慮した高解像度化した新型の大気-海洋結合モデルを用いた短期気候変動予測システム (SINTEX-F2) の開発に成功し、南部アフリカの気候予測の精度が大幅に向上した。また、SINTEX-F2 による地球規模季節予測情報の局地的な高解像度化 (ダウンスケーリング: 約 10km<sup>2</sup> 程度) にも成功している。

他方、感染症流行予測モデル開発に関しては、マラリアに関してはおおむね順調であるが、肺炎及び下痢症については、病院データのデータベース化が当初計画より大幅に遅れていることから、流行予測モデル開発が開始できていない。しかしながら、プロジェクトは肺炎、下痢症ともに気象データ (気温及び降水量) と一定の相関関係があることを示唆する予備試験結果を得ており、中間レビュー以降のモデル開発研究を加速させ、2017年3月頃をめどにすべての感染症流行予測モデルの開発を終了する予定である。

##### (2) 成果2

プロジェクトの前半は、成果1の下で iDEWS の基礎となる研究成果の創出に南アフリカ側、日本側とも注力してきた。プロジェクトの2年目頃からは iDEWS 準備委員会の設立に向けた準備を徐々に開始したが、LDOH で本プロジェクトの窓口となる人材の異動等により、中間レビュー時点では委員会設立に向けた最終的な準備を進めているところである。しかしながら、委員会の運用規約が作成されており、メンバーが確定でき次第、プロジェクトは iDEWS 準備委員会の下で運用指針の完成に向けて活動を加速する予定である。

##### (3) 成果3

現時点では具体的な iDEWS 開発に向けた活動はリンポポ州で開始されておらず、中間レビュー以降はより綿密なプロジェクト進捗管理の下でプロジェクト活動が加速される必要がある。

他方、指標の達成状況に示したとおり、隣国への iDEWS 適用も視野に入れた協力の可能性についてモザンビークの関係当局と協議が開始されている。また、国内の他州への iDEWS 適用を念頭に、プロジェクトは適用性検証のための他州の対象3疾患のデータの収集を MRC 主導で開始している。

##### (4) プロジェクト目標

本プロジェクトでは中間レビューまでに既に気候変動予測モデル開発、感染症流行予測モデル開発で合計 14 報の学術論文を発表しており、今後も多くの論文が発表されることが見込まれている。このことは、SATREPS として研究成果を創出する目的にかなうだけで

なく、間接的に両国の研究機関の研究能力の向上を示唆するものである。

プロジェクト期間前半は、主に「研究」活動を主体とした技術面の確立が活動の中心であったが、中間レビュー以降はリンポポ州内での iDEWS 運用指針の作成や予測性能・運用性の確認、他州や隣国への展開のための iDEWS パッケージ化など、研究成果の社会実装のための活動が中心となる。そのため、プロジェクト活動ではユーザーとなる LDOH 等南アフリカ側行政機関の強いリーダーシップやオーナーシップが発揮されることが必要であり、同時に、6 カ月程度の遅れも認められることから、プロジェクト期間終了までにモデルの開発を3つの対象疾患すべてで達成するためには、厳格な進捗管理を行うことが求められる。

### 3-2 評価結果の要約

#### (1) 妥当性

プロジェクトの妥当性はこれまで高く維持されている。

南アフリカを含む南部アフリカ諸国では感染症は依然として脅威であり、下痢症及び肺炎は南アフリカにおける5歳未満児死亡の上位2原因である。マラリアについては他の南部アフリカ諸国と比べるとよく制御されているが、モザンビークやジンバブエなどのマラリア浸淫国に国境を接している南アフリカ北東部、特に本プロジェクトの対象地域であるリンポポ州は依然としてマラリア感染リスクにさらされている。

南アフリカにおいて感染症対策の強化は「戦略計画 2015-2010」のなかで国家プログラム「一次医療サービス」に位置づけられ、感染症サーベイランスシステムの強化や国際保健規則 (International Health Regulation : IHR) に沿った公衆衛生上の緊急事態への備えと対応能力強化を推進するとしている。また、南アフリカ政府は日本との科学技術協力の実施を重視しており、2014年に南アフリカ科学技術省 (Department of Science and Technology : DST) と在南アフリカ日本大使館が共同で発表した “South Africa-Japan Cooperation in Science and Technology” のなかでも南アフリカでの科学技術協力における JICA の重要性や SATREPS の役割などが明記されるとともに、本プロジェクトの内容も紹介されている。

他方、WHO は地球温暖化などの気候変動が感染症など人の健康に対する影響について対策の必要性を明確に示している。特に “WHO Global Programme on Climate Change & Health” (2016) のなかで気候変動と健康に関する科学的根拠を得ることの重要性を示している。したがって、本プロジェクトを通じて気候変動とマラリア、肺炎、下痢症との相関関係や気候変動に基づいた感染症流行予測モデルの開発、予測情報に基づく行政的な対応などに関する科学的分析は、このような国際的要求にもかなうものと考えられる。

#### (2) 有効性

中間レビュー調査時点でのプロジェクトの有効性はおおむね高い。

気候変動予測モデルの開発については、SINTEX-F に南極の海氷の影響を考慮した改良を加えたことにより短期気候予測システムの高度化 (SINTEX-F2 の開発) に成功した。SINTEX-F2 の開発は気候変動予測モデル開発の分野では、1つのブレイクスルーといえる成果と考えられる。他方、感染症流行予測モデル開発については、マラリアでは順調に進捗しているが、肺炎や下痢症については紙ベースの病院入院情報の電子化とデータベース

化に遅れが生じており、中間レビュー時点でモデル開発に至っていない。しかしながら、プロジェクトはデータベース化が完了できれば、マラリアでのモデル開発のノウハウを活用して肺炎及び下痢症の流行予測モデル開発は比較的短期間で実施できることを見込んでいる。

中間レビュー以降は、少なくとも数カ月の予測期間で一定の予測精度を保證するような気候予測モデルと感染症流行予測モデルの連結のための研究が速やかに進められることが見込まれており、気候変動に基づいた感染症流行モデル開発にかかわる研究成果も学術誌に多く投稿されることが期待される。また、このように数多くの学術論文が国際誌に掲載されたことは、南アフリカ・日本国側双方の研究機関の機能強化や研究者の能力強化を間接的に証明していると考えられる。

### (3) 効率性

予期しない外部要因により一部の研究活動に遅延が生じたため、中間レビュー時点でのプロジェクトの効率性は中程度である。

JICA 長期専門家の着任や南アフリカ側研究機関間了解覚書（Memorandum of Understanding : MOU）署名の遅れにより、プロジェクトの本格的な開始が遅れた。また、南アフリカ側の病院入院データのデータベース化のための予算が利用できるようになるのが 2016 年に入ってからとなったため、肺炎及び下痢症の流行予測モデル開発が中間レビュー時点で開始されておらず、おおむね半年～1 年程度の遅延と考えられる。また、iDEWS 準備委員会の設立も LDOH の主要なメンバーの異動等により中間レビュー時点でメンバーの最終化を行っている段階である。本プロジェクトも当初予定から約半年程度の遅延である。

中間レビュー以降は肺炎及び下痢症の流行モデル開発を加速させるとともに、気象予測モデルと感染症流行モデルの連結作業と予測期間及び予測精度の検証などの研究活動に並行して、いよいよリンポポ州においてこれら研究成果の社会実装（iDEWS 運用指針の作成や運用性の検証など）へとプロジェクト活動はシフトする。つまり、プロジェクトの実施者もこれまでの研究者に加え、リンポポ州の行政組織が主体的に活動することとなる。また、iDEWS は将来的には感染症サーベイランスや災害対策のメカニズムに組み入れられることを念頭においていることから、iDEWS 適用に向けたプロジェクト活動は南アフリカの法的・倫理的基準に沿って実施される必要がある。以上のことから、中間レビュー以降はより厳密な進捗管理、成果管理を行うことが強く求められる。

### (4) インパクト

プロジェクトの実施によって、以下に示す正のインパクトが確認または期待されている。

SATREPS は研究成果の社会実装を強く意識した事業であり、プロジェクト目標にも「南部アフリカへの適用に向けた先駆けとして」と、感染症対策のための気候予測に基づいた早期警戒システムモデルが、プロジェクト期間終了後に南アフリカの自助努力によって他地域に適用されることを念頭においている。しかしながら、南アフリカの他州や隣国への適用を実現するには、プロジェクト期間内で iDEWS が行政システムの一部として機能す

ることを証明することが必要であるとともに、他地域への適用に向けたリソース分析（人材、コスト、時間など）と運用指針も含めたパッケージ化を完了することが必要である。中間レビュー時点ではプロジェクト全体としておよそ半年程度の遅延が認められており、厳密な進捗管理、成果創出管理の下で、プロジェクト活動を加速させる必要がある。

このほか、プロジェクトを通して確認、期待される正のインパクトとして、①南部アフリカの降水量の 10 年規模変動とマラリア患者数の関連、②データベース化された病院入院データの他の研究への活用、③ザニンマラリア研究所（Tzaneen Malaria Institute : TMI）の機能強化、が挙げられる。

#### (5) 持続性

プロジェクトによって生み出された便益の自立発展、自己展開は中間レビュー時点においても一定程度見込まれる。

##### 1) 政策的・制度的側面

南アフリカにおいて気候変動予測モデルや感染症流行予測モデル開発の技術力を高めながら、関連した研究成果に基づいた（根拠に基づく）感染症対策を行うことの政策的重要性はプロジェクト期間終了までのみならず、終了以降も継続することが強く見込まれるため、本プロジェクトの政策的持続性は中間レビュー時点においても一定程度期待できる。ただし、プロジェクトは iDEWS を行政システムの一部として運用することを念頭に、保健省 (Department of Health : DOH) や国家災害管理センター (National Disaster Management Centre : NDMC) などの国家機関や法律顧問の助言を得ながら、慎重に制度化に向けた活動を実施することが求められる。

##### 2) 財政的側面

上述のとおり iDEWS が感染症サーベイランスシステムや災害対策メカニズムの一部となれば、行政システムとして継続運営のための予算は担保されることが見込まれる。また、プロジェクトは iDEWS が将来的には南アフリカの他州や隣国で適用されることを念頭においていることから、プロジェクト活動の一部として運用コスト分析なども含めたパッケージ化を行うこととしていることから、継続運営のための予算計画に必要な情報はプロジェクトより提供される予定になっている。

##### 3) 技術的側面

iDEWS に関する技術的持続性に関しては、州もしくは国の行政システムの一部としての運用を念頭においていることから、一定の持続性は担保されるはずである。しかしながら、そのためには、リンポポ州の行政組織等の機能や役割、医療環境も考慮に入れた実現可能性の高い運用規定を作成することが求められる。

### 3-3 効果発現に貢献した要因

#### (1) 計画内容に関すること

特になし。

#### (2) 実施プロセスに関すること

本プロジェクトには実施機関だけで非常に多くの機関（合計 15 機関）が参加している

が、気候変動予測モデル開発にかかわる研究グループ、感染症流行予測モデル開発にかかわる研究グループともに、email や電話などを通して頻繁に連絡、協議等が行われている。このことは遠く離れた南アフリカと日本で共同研究が順調に実施され、上述したような研究成果が得られたことの一因と考えられる。

### 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

特になし。

#### (2) 実施プロセスに関すること

南アフリカ側のある実施機関は学生等に対する人材育成等に関しては大きなコミットメントがなされたが、諸事情により分担されていたある研究活動が主体的に実施されず、南アフリカに駐在する日本人研究者（JICA 専門家）が代わりに実施することによって、プロジェクトの進捗に対する負の影響を回避することができた。

本件は、同機関からプロジェクトに対して必要な投入が実施されなかったとの観点から、本プロジェクトの効率性を一定程度阻害したと考えられる。

### 3-5 結論

本プロジェクトは南アフリカ・日本国側双方の共同研究により科学的に重要な知見を生んでおり、その成果によってマラリア、下痢、肺炎の感染症対策に貢献することが期待される。

中間レビュー時点にて、妥当性と有効性は高く評価できる。妥当性は、南アフリカ・日本の科学技術政策及び感染症サーベイランスシステムの強化やIHRに沿った公衆衛生上の緊急事態への備えと対策能力強化といった南アフリカ保健省政策に合致している。有効性は、感染症予測モデルはマラリアで順調に開発されており、下痢症や肺炎においても関係者の協力の下、データが整理され気候との関係が解析されつつある。

効率性については中間レビュー時点では、外部要因により当初の予定より遅れがみられる活動が確認されたが、関係者の努力により研究の遅れは取り戻されつつあり、中程度であると考えられる。また、持続性については、プロジェクトによって生み出された便益の自立発展や広域展開は中間レビュー時点においても一定程度見込まれる。また、プロジェクトは学術的な成果に加え、特に南アフリカ・日本国側双方の若手研究者や学生の人材育成に大きな成果を生み出している。

なお、南アフリカと日本の研究機関の共同研究において、特に新規開発した短期気候変動予測システム（SINTEX-F2）を用いた研究から、以下のような重要な科学的知見を得ている。①南部アフリカ地域の降水量は季節変動や年々変動だけではなく、10年規模でゆっくり変動しており、②この変動が南太平洋から南インド洋に東進する海面気圧と海面水温の10年規模変動と強く相関していることが明らかとなった。③これに関連し、リンボポ州でのマラリア患者数はモザンビーク南部及びジンバブエ南部の降水量と3カ月のラグで正の相関が認められた。④また気候と下痢症の関連性に関する初期的な解析から、iDEWSが下痢症に対して適用できる可能性を示した。

### 3-6 提言（当該プロジェクトに関する具体的な措置、提案、助言）

#### (1) iDEWS の開発について

- ・中間レビュー以降は研究成果の社会実装（気候予測に基づいた iDEWS を感染症対策実用モデルとしてリンポポ州内で確立）のための活動が中心となる。iDEWS はリンポポ州もしくは南アフリカの感染症サーベイランスシステムや災害対策メカニズムなど既存の行政システムの一部として運用されることが想定されることから、DOH や NDMC、法律顧問などの外部アドバイザーの協力を得て、LDOH、LDOH-Malaria、TMI 及び南アフリカ及び日本の研究機関は iDEWS 準備委員会として適切な協力関係を構築していくこと。
- ・南アフリカの他州や隣国への適用に向けて iDEWS のパッケージ化を行う際には、リンポポ州での試験運用に基づく iDEWS 運用のためのコスト（人、物、金、時間）についても分析を行うこと。
- ・警報発令基準の設定、予測情報に基づいた行政対応、システム運用の責任機関などは疾患ごとに異なる。また、疾患の原因となる病原体によって予防対策方法や治療などの対応が異なることも想定される。したがって、プロジェクトは iDEWS 運用指針作成に感染症サーベイランス・レスポンスに十分な知識・経験を有した専門家の追加投入も検討すること。

#### (2) 肺炎と下痢症に関する iDEWS の開発について

- ・肺炎及び下痢症に関しては、病院入院患者データベース構築の遅れにより、プロジェクト工程に 6 カ月～1 年程度の遅れが認められることから、プロジェクト期間終了までにモデルの確立を 3 つの対象疾患すべてで達成するためには、厳格な進捗管理を行うこと。
- ・両疾患の発生率は気候との相関関係が認められている。また、南アフリカではマラリアに比して圧倒的に患者数や死亡者数が多いため、iDEWS を構築することについて一定の意義は認められる。しかしながら、疾患の種類や原因によって予防対策や治療法は異なるため、関係者間で両疾患をどのように定義するかについて共通理解を醸成すること。また、流行情報に基づいた具体的対応について、当該分野の専門家の協力も得ながら、エビデンスに基づき、リンポポ州の環境も考慮して慎重に iDEWS 準備委員会で協議を行うこと。

#### (3) 持続性の確保

- ・「気象に基づいた感染症流行予測モデル」を構成する「気象予測モデル」「感染症流行予測モデル」はともに複数のモデルが開発されているが、それらモデルはプロジェクト期間終了までに南アフリカ側研究機関に引き渡され、プロジェクト期間終了後は南アフリカ側でモデルの微修正を含めて維持・管理が継続されることが必要となる。プロジェクト終了後も iDEWS が南アフリカで継続的に活用されるためには、その際にモデルの引き継ぎを念頭に統合や簡素化も含め、プロジェクト期間終了後のシステム維持に向けた具体的な検討を開始すること。
- ・共同で研究を実施していくことにより南アフリカ側研究者の人材育成を継続すること。また、中間レビュー以降は iDEWS 開発のためのプロジェクト活動を通じて、プロジェ

クトはリンポボ州における感染症サーベイランスシステムの強化のための人材育成も可能な限り実施すること。感染症サーベイランス情報の精度向上は、感染症流行予測モデルの予測精度向上にも貢献する。

- (4) 他州や隣国への適用に向けた気候に基づく感染症流行予測モデルの適用可能性の検証
- ・本プロジェクトは南アフリカ内だけでなく、南部アフリカ諸国に対する iDEWS の適用も視野に入れている。既にリンポボ州と国境を接するモザンビークの関係当局と協議が開始されているが、プロジェクトは利用可能なデータ等を活用し、他国または国内の他州への適用可能性について検証すること。

### 3-7 教訓（当該プロジェクトから導き出された他の類似プロジェクトの発掘・形成、実施、運営管理に参考となる事柄）

- (1) 本プロジェクトは SATREPS の枠組みで実施されており、プロジェクトで生み出された研究成果を社会実装することを強く意識している。実際に、プロジェクトの前半は iDEWS の基礎となる研究成果の創出に重点がおかれ、後半ではそれらを基に対象州での iDEWS 適用を行うことが予定されている。

具体的には、本プロジェクトは協力期間内に研究成果（iDEWS）の社会実装に向けた運用性や適用性の検証を実施することを計画しており、それに伴ってプロジェクトの実施も研究機関に加えて iDEWS のユーザーである行政機関（DOH や州保健局、NDMC など）が主体的にプロジェクトを実施する必要がある。しかしながら、本プロジェクトのデザインの段階（詳細計画策定調査時）に DOH や州保健局との緊密な協力関係の構築の必要性が事前評価表で指摘されていたが、中間レビュー調査時点ではそれらの機関を中心に構成される iDEWS 準備委員会の組織化に想定以上の時間と労力を要し、プロジェクトの遅延の一因となっている。

これまでの期間でプロジェクトから得られる教訓としては、プロジェクトの協力期間のなかで研究成果の社会実装に向けた具体的な準備活動をプロジェクト活動に含むことは SATREPS の原則に沿うものであるが、研究者ではない研究成果のユーザー（行政組織等）による社会実装に向けた研究成果の検証等をプロジェクト活動の一部とする場合は、プロジェクトは実際の検証作業が開始される前にしっかりと協力関係、実施体制を構築できるよう、進捗管理を厳密に行うことが必要である。