

評価調査結果要約表

1. 案件の概要													
国名：インドネシア共和国	案件名：泥炭・森林における火災と炭素管理プロジェクト												
分野：環境・エネルギー	援助形態：地球規模課題対応国際科学技術協力 (SATREPS)												
所轄部署：地球環境部森林・自然環境グループ	協力金額（評価時点）：4.5 億円												
協力期間	先方関係機関：国家標準機構（BSN）、技術評価応用庁（BPPT）、国家航空宇宙局（LAPAN）、インドネシア科学院（LIPI）、林業省森林研究開発庁（FORDA）、パランカラヤ大学（UNPAR）												
（R/D）：2009 年 12 月～2014 年 3 月													
（延長）：	日本側協力機関：北海道大学、科学技術振興機構（JST）、国際協力機構（JICA）												
（F/U）：	他の関連協力：												
<p>1-1 協力の背景と概要</p> <p>インドネシア共和国（以下、「インドネシア」と記す）の低湿地には広範囲な熱帯泥炭が存在しており多量の炭素が蓄積されているが、20 世紀末の大規模な運河掘削と熱帯泥炭林の伐採の結果、火災や微生物分解による大気中への炭素放出が急速に進んでいる。熱帯泥炭の分布は東南アジアで 68%と圧倒的に多く、その 85%はインドネシアに存在する。1997 年から 1998 年に発生したエルニーニョ現象による火災では、泥炭を中心とする火災でインドネシア全体から 0.81Gt から 2.57Gt の炭素が発生したと推定されている。</p> <p>泥炭湿地から発生する炭素の管理の重要性が指摘され、昨今の気候変動をめぐる国際世論も相まって、泥炭湿地の管理の重要性が広く認識されるようになった。また、地球規模での環境問題に加え、泥炭地周辺の住民への健康被害、泥炭劣化に伴う雨期における土砂災害も深刻な状況である。</p> <p>衛星を用いた火災検知と火災予想モデルの開発、泥炭や森林の高精度測定、効率的な水管理及び泥炭のクリーン開発メカニズム（CDM）化や REDD 化の提言をするプロジェクトの要請が日本政府に承認された。2009 年 3 月に詳細計画策定調査を実施し、SATREPS 協力の枠組みにつき協議・合意し、同年 12 月 10 日に討議議事録（R/D）の署名を行い、プロジェクトが開始された。</p> <p>プロジェクト終了を 2014 年 3 月に迎えることから、終了時評価調査を実施することになったものである。なお、本評価調査には JST からの参加も得て実施した。</p>													
<p>1-2 協力内容</p> <p>(1) プロジェクト目標 泥炭・森林における火災と炭素管理を行うモデルが構築される。</p> <p>(2) 成果</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 火災検知及び火災予測システムが構築される。 2) 炭素量評価システムが構築される。 3) 炭素管理システムが構築される。 4) 統合的な炭素管理を行うための基盤が整備される。 <p>(3) 投入（評価時点）</p> <p>日本側：総投入額 4.5 億円</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">長期専門家派遣</td> <td style="width: 20%;">2 名</td> <td style="width: 30%;">機材供与</td> <td style="width: 20%;">約 8,960 万円</td> </tr> <tr> <td>短期専門家派遣</td> <td>239 名</td> <td>ローカルコスト負担</td> <td>約 8,086 百万ルピア（約 7,120 万円）</td> </tr> <tr> <td>研修員受入</td> <td>20 名</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>相手国側：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) カウンターパート（C/P）配置：UNPAR、LIPI、LAPAN、BSN、BPPT、FORDA 2) 事務所スペース・設備（BSN、UNPAR）及び各実施機関によるプロジェクト活動費（職員の国内旅 		長期専門家派遣	2 名	機材供与	約 8,960 万円	短期専門家派遣	239 名	ローカルコスト負担	約 8,086 百万ルピア（約 7,120 万円）	研修員受入	20 名		
長期専門家派遣	2 名	機材供与	約 8,960 万円										
短期専門家派遣	239 名	ローカルコスト負担	約 8,086 百万ルピア（約 7,120 万円）										
研修員受入	20 名												

費等)。例えば LIPI は 675 百万ルピア割り当て。		
2. 評価調査団の概要		
調査者	神内圭 (総括) JICA 地球環境部森林・自然環境保全第一課長 三戸森宏治 (評価計画) JICA 地球環境部森林・自然環境保全第一課 齋藤哲也 (評価分析) 日本工営株式会社 中村牧生 (JST 評価) JST 地球規模課題国際協力室 主任調査員	
調査期間	2013 年 10 月 13 日～2013 年 10 月 31 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) (成果 1) 火災検知及び火災予測システムが構築される。		
(指標 1) : 1-1 1km ² 以上の森林火災において、3つのモデル・コミュニティが16時間以内に火災情報を得る。また、延焼予測情報を8時間以内に受け取る。		
1-2 森林火災探知精度が80%以上となる。		
1-3 森林延焼予測の精度が50%以上となる。		
成果1はほぼ達成されている。		
目標である1km ² 以上の火災を80%の確度で検知し、16時間以内に周辺のターゲット村落に情報を伝達すること、また50%以上の確度での火災延焼予測システムが構築され、試験も実施されている。プロジェクト終了時まで、予測モデルの精度に関する確認を更に進める必要がある。		
(2) (成果 2) 炭素量評価システムが構築される。		
(指標 2) : 中央カリマンタン州の炭素量評価モデルが20%以下のエラー発生率で作成される。		
成果2はほぼ達成されている。		
炭素量評価は1) 航空レーザー計測、2) 年間CO ₂ 収支と地下水位の相関関係分析、3) 陸域生態系モデルから行われている。1) 及び2) については完成し、3) についてはモデルを開発中である。成果2の指標である誤差20%については、プロジェクト終了時点までに3) が完成した際に達成される見込みである。		
(3) (成果 3) 炭素管理システムが構築される。		
(指標 3) : 3-1 対象地70km ² において、適切な水位レベルのモデルが開発される。		
3-2 3-1のモデルを用いて、植生回復計画が開発される。		
3-3 地下水が質・量ともに明確となり、インフラストラクチャー整備計画を含んだ火災対策戦略が開発される。		
成果3はほぼ達成されている。		
1) 70km ² の対象地域において、広域地下水流動モデル(MODFLOW)が開発され、水路の建設以前やダム建設後の地下水位分布が明らかとなった。また適正な水位レベルを50mメッシュの地図上で示した。		
2) 炭素排出の削減には、適正水位の管理とともに、i) 火災管理、ii) 泥炭地の回復、及びiii) 再植林の有効性が明らかになった。		
3) 泥炭層での汲み上げ調査により消火活動に十分な地下水量が確認され、水質についても調査が行われた。また、プロジェクトで考案したコンパクト消防設備を私設消防団に貸与し、現在試行している。中古の消火ホースを日本の企業から供給する体制を構築した。この消火システムを国家防災庁(BNPB)に提案する予定である。		
(4) (成果 4) 総合的な炭素管理を行うための基礎が整備される。		
(指標 4) : 4-1 調査データや情報が活用される。		
4-2 炭素量評価モデルが20%以下のエラー発生率で作成される。		
4-3 総炭素排出量を1/3から1/5へ削減するための炭素管理システムが開発される。		
4-4 泥炭・森林における火災と炭素管理システムが、政策形成や制度構築プロセスに導入される〔例 気候変動に関する政府間パネル(IPCC)、国際標準化機構(ISO)、開発途上国における森林減少・劣化等に由来する排出の削減等(REDD+)プロジェクト実施等)〕。		
成果4はほぼ達成されている。		
多くの研究成果の公表及びデータベースの構築が行われた。		
1) 56本の原著論文が発表された。現在も複数が投稿中、並びに執筆中の段階にある。インパクトフ		

クターが高い学術誌に掲載された論文が複数あることに加え、成果が国際レベル及び日本・インドネシア両国における地域レベルで多くの会議、セミナー等で発表された。

地理情報システム (Web-GIS) が北海道大学のサーバーにインストールされ、データベースのプロトタイプが開発された。プロジェクトで購入及び作成したさまざまな衛星画像や主題図等が統合されている。

- 2) 誤差 20%以下の炭素収支モデルの構築については、プロジェクト終了までに成果 2 に関する取り組みを進めることにより達成される予定である。さらに、簡易性及び省コスト性の両者を満たすような統合計測・報告・検証 (MRV) システムを提案するため、ハイパースペクトル解析、土壌沈下計測などさまざまな手法が比較検討された。
- 3) 炭素排出量を 1/3 から 1/5 に削減するための炭素管理手法の開発については、プロジェクト終了までに主に成果 3 に関する活動によって達成される予定である。
- 4) 2009 年にエジプトで開催された ISO の技術委員会 207 (環境管理) において、BSN は森林破壊についての国際規格を提案した。以後、インドネシア政府は国際社会に向けて森林破壊についての国際規格を設定するための働きかけを続けている。インドネシア国内での規格の設定についても BSN を中心に議論が進められており、プロジェクト終了までに規格案が策定される見込みである。プロジェクトが主催した国際セミナーやワークショップは、国際的研究者のネットワーク構築に貢献したほか、MRV についての円卓会議がインドネシア国家気候変動協議会 (DNPI) との共催で継続的に開催された。

(5) プロジェクト目標の達成度

プロジェクト目標である泥炭森林管理手法の構築は、成果 1 から 4 の活動によりプロジェクト終了までに達成される見込みである。

なお、炭素排出量を 1/3 から 1/5 へ削減するための炭素管理手法はほぼ完成しており、最終的に定量的な検討を加える段階にある。またプロジェクトが提案する泥炭森林管理手法は、国際的にもインドネシア国内でも注目を浴びており、プロジェクトによるさまざまな発信の成果が現れてきている。

一方で、社会実装に向けた炭素削減方法及び統合的 MRV システムについて、プロジェクト終了までに成果の翻訳及び調整、モデル化やパッケージ化につなげていく努力が引き続き必要である。

3-2 評価結果の要約

(1) 妥当性

妥当性は非常に高い。

- 1) 2008 年 DNPI が、気候変動緩和に関する国家政策、プログラムの策定及び炭素取引のためのメカニズム形成等を担う機関として設置された。2009 年の気候変動枠組み条約 (UNFCCC) 第 15 回締約国会議 (COP15) では、インドネシア大統領が、温室効果ガスの削減目標として対 BAU (Business as usual) ¹比で 2020 年までに自国のみで 26%削減、国際的な支援を受けて更に 41%まで削減することを表明した。インドネシアにおける温室効果ガスの排出源は 60%以上が土地・森林セクターであることから、DNPI は削減ポテンシャルの 75%以上が土地利用、土地利用変化及び林業部門 (LULUCF)、泥炭での取り組みによるものとしている。
- 2) 2010 年には、UKP4 大統領開発管理調整ワーキングユニット (UKP4) と開発途上国における森林減少・劣化等による温室効果ガス排出量の削減 (REDD+) タスクフォースが設置され、2013 年に REDD+庁が設立された。さらに 2013 年には、自然林と泥炭地を対象とした 2 年間のモラトリアム (新規森林コンセッションの発給停止) が更新された。
- 3) 中央カリマンタン州は、2010 年に REDD+活動のパイロット州に選定され、中央カリマンタン州 REDD+ タスクフォース (KOMDA REDD+) が設置された。
- 4) 本プロジェクトのすべての C/P 機関は、泥炭地及び森林からの炭素排出削減を進めることについて強い意志を有している。
- 5) 日本の対インドネシア共和国国別援助方針 (2012 年) において、「環境保全・気候変動等の地球規模課題への対応能力 (中略) の向上に寄与するための支援等を行う。」と明記されており、2013 年に両国は二国間クレジット制度に関する署名を終えた。また、JICA が REDD+を推進するための日本インドネシア REDD+実施メカニズム構築 (IJ-REDD) プロジェクトを西及び中央カリマンタン州で開始した。

¹ 特段の対策活動をしない場合の将来予測値

(2) 有効性

有効性は中程度から高いと評価される。

- 1) 2013年10月時点で各成果の進捗状況はおおむね高いと評価された一方、プロジェクト目標及び4つの成果の指標が完全には満たされていないこと（特に定量的な指標）、また成果が関係者に十分に説明されていない。
- 2) 定量的指標を設定することは説明責任を果たす上で有効な一方で困難を伴う挑戦でもあったが、プロジェクト関係者は、指標が意味すること及びその検証の方法を一層検討し、プロジェクト目標に関する相互理解を深める必要がある。
- 3) 全体的には、各成果の活動において綿密かつ先進的な研究が行われており、プロジェクト終了時点で各成果が達成される見込みである。
- 4) インドネシア側からは、政策及び意思決定にプロジェクトの成果を十分に活用するために、成果の全体的な統合が必要であるとのコメントがなされている。

(3) 効率性

現時点までの本プロジェクトの効率性は高いと評価される。

- 1) プロジェクトの円滑な実施と効果的な運営に向けての日本人専門家の努力は、C/Pにもよく認識されている。プロジェクトにより供与された資機材は適切に使用されている。
- 2) 人的資源の投入は、C/P機関から専門性、投入の時期及び期間のいずれについても効率的であったと評価された。資機材の投入についても、C/P機関のニーズに合致しており効率的であったと評価された。
- 3) 日本での研修等は、C/P機関から高く評価された。研修に参加したC/P機関職員は、研修後、プロジェクトに効果的に貢献したと評価された。
- 4) 日本側（北海道大学）とインドネシア側（UNPAR）が1983年以降長期にわたり関係を築き、貴重な情報の蓄積を続けてきたことは特筆すべきである。本プロジェクトはこれまでの研究データの蓄積を成果として取りまとめるための重要な契機となった。
- 5) プロジェクト関係者間におけるコミュニケーション向上の必要性は、中間レビューに引き続いて指摘された。プロジェクト目標、成果及び活動が広範囲にわたるため、C/P機関は目標、成果、活動及びその相互の関連性について明確に理解できていない。また、プロジェクトの実施体制は、中間レビュー後に改善が図られたが、コミュニケーション向上に対しての貢献は限定的であった。
- 6) インドネシア側の投入は、事務所スペースや設備の提供を含む現物による貢献のほか、泥炭森林の実地活動に対するUNPARスタッフの貢献が大きくあった。一方、C/P予算の不足が生じた実施機関もみられた。

(4) インパクト

本プロジェクトがもたらしているインパクトは極めて大きい。

- 1) BSNにおいては、環境管理のためのISOへの提案文書（土壌劣化と森林減少に対する取組みの優良事例ガイドラン）の作成が、プロジェクトからの支援を得て進められている。
- 2) プロジェクトリーダーである大崎満教授は、「第5次IPCCガイドライン」の湿地（泥炭地を含む）に関する章の主要執筆者に選出された。またドイツのボンで開催されたUNFCCCの科学および技術の助言に関する補助機関（SBSTA）38で本プロジェクトの成果である統合MRV（測定・報告・検証）システムについて招待講演を行った。
- 3) プロジェクトの成果は日本の経済産業省及び環境省の支援で実施された3件のREDD+に関する実現可能性調査にも活用されており、大崎満教授は、これら調査の技術顧問を務めている。
- 4) 永年観察プロットにおける調査で明らかになった394種の植物のインベントリー情報は、インドネシア生物多様性戦略・活動計画（IBSAP）の策定に活用された。
- 5) 泥炭火災管理の重要性に対する認識の高まりから、（一社）北海道消防設備協会より3,000本の消火用ホースと50個のノズルがプロジェクトに対して寄贈された。
- 6) プロジェクトからの支援を受けて、カリマンタン5州の大学間連携により統合的な炭素管理・教育研究ネットワークを目指す「カリマンタン大学ネットワーク」が設立された。この試みは今後国家レベルでも取り入れられる見込みである。
- 7) 日本においては、2013年10月に日本泥炭地学会が設立され、大崎満教授が初代会長に選出された。本学会を通じ国際泥炭地学会及びインドネシア泥炭地学会と今後より一層の協調を進めていくことが期待される。
- 8) UKP4やDNPIに対して、プロジェクトより情報提供や提言が適宜行われている。
- 9) プロジェクトにより組織されたインドネシア国内専門家ワーキンググループが中部カリマンタン州の

REDD+実施に関わる活動計画案の骨子となる「REDD COE Kalteng」(文書などのリスト)を取りまとめた。

10) 本プロジェクトを通じ開発された計測データ遠隔転送システム (SESAME システム) はジャカルタ近郊のダムの水位情報の測定、伝送のために活用されている。

11) 多数の組織及び専門家の参加を通じ、既存のリソースをつなぎ、意見交換を行い、今後の協力を広げるための場として本プロジェクトが機能した。

(5) 持続性

自立発展性の現時点での見込みは高いと評価される。

近年大きく変化を続けてきたインドネシアにおける REDD+ の状況に対応するため、プロジェクトが取り組んだ点は評価できる。

1) インドネシア大統領とインドネシア政府からは、泥炭森林における炭素管理に向けて実効性のあるコミットメントが表明されており、同国において REDD+ の実施体制が整備されつつある。

2) プロジェクトを通じ、日本で学ぶ機会を得た C/P 20 名は、帰国後 C/P 機関の能力向上に貢献している。

3) プロジェクトの供与資機材は、適切に利用されている。持続性の面で鍵となるメンテナンス技術の習得のために、機材供与に合わせた利用・メンテナンスの研修が実施された。さらに、新規の資機材によってもたらされる効果を維持するためには、資機材利用計画の作成と利用状況のモニタリング・管理が重要となる。より環境の良い設置場所の検討が必要な精密機械も見られた。

4) プロジェクトを通じ、さまざまな課題に適用可能な多くの発見や技術開発がなされている。今後これら新しい知見や技術の利活用が期待されるが、自立発展性のためには、潜在利用者のための技術の翻訳、マニュアルやパンフレットの作成と広報、関連技術のパッケージ化などが必要である。

5) プロジェクトの実施機関である北海道大学は、UNPAR や LIPI と長期にわたる協力関係にある。現在、北海道大学は中央カリマンタン州における研究協力を続けるためにさまざまな資金ソースへの申請を進めているが、これらの取り組みが自立発展性に貢献することが期待される。また、UNPAR は、プロジェクトの成果を活用し、泥炭地に関する一般教養教育プログラムの実施を計画している。

6) IJ-REDD プロジェクトが 2013 年から 3 年間の事業として開始された。西カリマンタン州でパイロット活動、中央カリマンタン州で州政府の能力強化活動を行う予定であり、同プロジェクトの実施は本プロジェクトの自立発展性向上に繋がっている。

3-3 効果発現に貢献した要因

(1) 計画内容に関すること

これまでの長年にわたる北海道大学の現地での研究協力の蓄積が、本プロジェクトによる集中的な投入を経て、効率的な成果達成に結びついている。

(2) 実施プロセスに関すること

1) インドネシアにおいて、近年 REDD+ に関連する制度及び組織体制は大きく変化してきているが、プロジェクトはその変化に対応する形でさまざまな機関と連携し、国際社会に向けて積極的に働きかけたことで、極めて高いインパクトがあった。

2) 多くの関係者が協働したネットワークの構築及び研修や共同研究、機材供与を組み合わせた投入によりインドネシア側の能力向上と自立発展性の確保に貢献した。

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

プロジェクト完了時までには達成の見込みであるものの、終了時評価時点では、中間レビュー時に設定された成果の指標、特に定量的な指標についてプロジェクト関係者間での共通認識が不十分で、達成されていない指標の存在が確認された。

(2) 実施プロセスに関すること

インドネシア側との協調を進めるためには、多岐にわたる成果をインドネシア側が理解可能な形で統合し、泥炭地の炭素排出を削減するモデルや MRV の方法論について、関係者が議論する必要がある。インドネシア側から、社会実装につながる成果が分かりにくいとの声も聞かれており、プロジェクト終了時点で、成果をモデル化、パッケージ化し、分かりやすく提示することが望まれる。

3-5 結論

プロジェクト目標達成に向けて 4 つのコンポーネントから多くの研究成果を出していることを評価する。

また、研究成果を国際的に発信しており、「熱帯泥炭湿地林の炭素収支に対する攪乱の影響」等は高い評価を得ている。プロジェクトの適切な管理体制が構築されており、大人数かつ多機関が関わるプロジェクトを適切に運営している。

さらに、プロジェクト内容はインドネシア政府の温室効果ガス削減に関する政策等と関連しており、REDD+に関する議論の進展も本プロジェクトの妥当性を高めた。

活動成果を泥炭における炭素測定手法として確立し、インドネシア政府の関連機関に広く認知され、政策策定に資することが期待される。については、本プロジェクトはプロジェクト期間内に終了することが適切である。

3-6 提言

- (1) プロジェクト成果に対するインドネシア政府関係者の理解は必ずしも十分でなく、政策策定や意思決定に利用する段階には至っていない。泥炭森林管理手法やMRVシステム等のプロジェクト成果を政策策定者が活用するために、わかりやすく翻訳することが必要であり、簡明な提案書を政策決定権限者に提示することを提言する。
- (2) 将来の土地利用変化を予測することが中央カリマンタン州の主要関心事項であることが確認されたことに代表されるように、プロジェクト目標である泥炭森林における火災と炭素管理を行うモデル構築のためにはインドネシアの社会経済的側面を考慮した上で事業を進めることが重要である。
- (3) プロジェクト終了後にプロジェクト成果を引き継ぐ組織を確定する必要がある。また、泥炭火災対策、植林等の事業実施マニュアルがプロジェクト終了時まで準備される必要がある。
- (4) プロジェクトのPDMで設定した指標の達成度を確認したところ、プロジェクトから十分な情報が提供されていない箇所があることから、プロジェクト終了時点までに改めて定量指標の達成度について確認し、取りまとめることを提言する。
- (5) 供与機材の使用状況・管理状況は、調査団が確認した範囲ではおおむね適当であった。一方で、大学が直接購入し、日本から輸送した供与機材は適切に機材管理簿に記載されていないものがあつたので、早急な対応を求める。

3-7 教訓

- (1) プロジェクト成果を社会実装する際、土地利用政策等の社会経済的側面を考慮することが極めて重要であり、類似の科学技術協力を実施するにあたっては案件形成段階において社会実装の具体的な姿を想定したうえで、自然科学分野に加えて社会経済側面についても十分に検討することが重要である。
- (2) 多数の関係者が関与するSATREPSプロジェクトにおいては、プロジェクト内容について十分に理解し、関係者との良好なコミュニケーションをとれる事務担当者を、日本側及び相手国側双方に配置することが、プロジェクトの円滑な実施や成果の最大化に重要な役割を果たす。