

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

研究課題別終了時評価報告書

1. 研究課題名

「食料安全保障を目指した気候変動適応策としての農業保険における損害評価手法の構築と社会実装」(研究期間：2017年4月1日～2022年9月30日)

2. 研究代表者

2-1. 日本側研究代表者： 本郷 千春

(千葉大学 環境リモートセンシング研究センター 准教授)

2-2. 相手国側研究代表者： ババ バルス

(ボゴール農科大学農学部 教授)

3. 研究概要

本プロジェクトは、水稻の農業保険制度の試行的取り組みを開始したインドネシア(米生産が世界第3位)を対象として、「気候変動の適応策である農業保険のインドネシアにおける普及を通して国際的な規模での食料安全保障に貢献する」ことを上位目標に、「農業保険制度の中核である損害評価を効果的・効率的に遂行可能な新しい損害評価手法を構築し社会実装する」ことをプロジェクト目的に以下の5つの研究題目で構成される。

- (1) 損害評価手法の構築・運用のための情報基盤の整備(干ばつ害、病虫害、水害の損害評価に係る衛星、ドローン、GIS、実測調査データなど)
- (2) 客観的、効率的、広域的な新たな損害評価手法の構築
- (3) 現行の評価手法と新たな損害評価手法の統合及び改良
- (4) 新たな損害評価手法の社会実装
- (5) 評価手法の開発および運用に関するキャパシティ・ディベロップメント

プロジェクトでは、インドネシアで最も人口が多いジャワ島(約1億4千万人)の西ジャワ州(約5千万人)に立地するボゴール農科大学(Institut Pertanian Bogor、以下 IPB)を研究代表機関に、社会実装のため西ジャワ州政府農政局(Provincial Agricultural Agency of West Java)、さらに比較対象として社会条件が異なり地理的アクセスが良い小スンダ列島のバリ州(約4百万人)に立地するウダヤナ大学(University of Udayana)、バドゥン県農政事務所(Badung District Agricultural Extension Office of Bali)が参画する。また、日本側は、代表研究機関の千葉大学に加え、東京大学、東北大学、日本大学が共同研究機関として参画し、公益社団法人全国農業共済協会を協力機関とする。

4. 評価結果

総合評価：A+ 優れている

(所期の計画をやや上回る取組みが行われ、大きな成果が期待できる)

本プロジェクトはインドネシアの水田稲作を対象とし、農業保険制度の運用に不可欠な、干ばつ害、病虫害、水害の被害状況に応じた定量的な評価手法を効率化し、西ジャワ州で社会実装することを目標としていた。気候変動によるリスク軽減のためにインドネシア政府が始めた農業保険制度においては、損害評価の効率性・客観性など多くの問題を抱えていたが、本プロジェクトは、リモートセンシングなどの革新的な技術を損害評価に導入することにより、これらの問題を解決できる見通しを示した。研究開発当初から、水田を養殖池に転換する現地の慣行にも対応しながら技術的な課題を解決し、ペストオブザーバー（損害評価員）がこれらの技術を使う時のガイドラインの出版まで至ったことは高く評価できる。

本プロジェクトで開発した損害評価手法は、現場のペストオブザーバー、西ジャワ州農政局、農業省作物保護局などから高い評価を得ている。開発した手法は、テクニカルガイドラインとして取り纏められており、今後は農業省による承認を受けた後、実際の損害評価で活用される見通しであることから、社会実装の見通しはある程度立っていると言える。また、従来、被害査定にあたっていたペストオブザーバーが新規の評価手法の有効性や利便性を高く評価した点、実務者であるペストオブザーバーらの人的資源開発を伴った点も社会実装として評価したい。

また、IPBにGITIIA (Geospatial information and technologies for the integrative and intelligent agriculture) という新たなプログラムが設置され、農業空間情報及び損害評価に関する講義やトレーニングの提供、評価に必要なデータの管理と提供等の役割を担っていくほか、農業リモートセンシングの研究者や関係者のコミュニティ作りとその運営を行う計画である。GITIIA の発足により、研究面においても本プロジェクトの成果が継続的に発展することが期待される。

4-1. 地球規模課題解決への貢献

【課題の重要性とプロジェクトの成果が課題解決に与える科学的・技術的インパクト】

地球規模の気候変動により、食料生産ひいては食料安全保障への悪影響が懸念されている。農業保険は、食料安全保障のための重要な社会インフラであるが、農業保険制度における損害評価には、評価の効率性・客観性などに課題があり、農業保険の普及を妨げる一因となっていた。本プロジェクトは、リモートセンシングなどの最新技術を農業保険での損害評価に導入するものであり、本プロジェクトの成果はこれらの課題解決に大きなインパクトを与えたと考えられる。

衛星等のリモートセンシング技術は既に様々な分野で実用化されており、近年は画像解析のAI化など技術的な進展が著しいが、本プロジェクトでは、損害評価の客観性を担保するための衛星データやドローンデータの取得と解析方法について、現状の科学技術の一部

を拡張するような取り組みを行った。新規の技術開発を追求するよりも、災害による水田の損害を迅速かつ定量的に評価したいという現地のニーズに合わせた技術開発で着実に成果を挙げたと言え、SATREPS ならではの技術開発の好事例と考えられる。

干ばつ、病虫害、水害などによる農作物の損害評価が合理化（迅速化、省力化、客観化、観測・分析データのデジタル化など）され、農業保険の普及、ひいては農家の収入の安定化とそれによる農業の維持、振興に寄与することが期待される。将来的には、農業政策や農家の経営（被害の軽減、作物の選定や作業管理など）に活用できる可能性もある。

【国際社会における認知、活用の見通し】

リモートセンシング技術は既に長い開発の歴史があり、様々な分野で利用されているが、発展途上国においてはリモートセンシングを活用した社会実装は始まったばかりである。とりわけ、農業保険分野における活用の可能性を示した点において、本プロジェクトは一定のインパクトを与えたと言える。

プロジェクトは、フランスやスペインの農業保険会社・農業省などへのアウトリーチ活動を行い、2022年9月には3ヶ国（日本、インドネシア、フランス）のワークショップを開催した。また、論文出版や学会発表を積極的に行い、ワークショップやセミナーも数多く開催している。当面は、インドネシアの当該州での活用に限定されるであろうが、当該州以外への情報発信が活発になされ始め、国際的にも認知されつつあることから、本プロジェクトの成果が国際社会で活用される見通しも高い。

【他国、他地域への波及】

インドネシアは世界有数のコメの生産国であるが、国内の需要も高いため、米作に関する様々な要請に対応することには大きな意義があり、今回のプロジェクト対象地のみならず他地域へのインパクトも見込まれる。また、本プロジェクトで開発した損害評価手法は、農業保険制度を利用している国々や、同様の問題を抱える他の発展途上国での活用が可能である。農業保険に限定すると、損害評価式などが地域によって異なることもあるためそのまま広く普及することは難しいと思われるが、農作物の栽培と被害状況についての迅速かつ高精度の把握は多くの地域でニーズがあり、今後の活動によって広く波及できる可能性がある。

さらに、プロジェクトにおいて開発された技術は、一義的には農業保険のための損害査定的手法高度化のためであったが、結果として、今後様々な用途に利活用し得るGISとリモートセンシング技術の基盤を築くことにも貢献したと言える。プロジェクトで開発したリモートセンシングによる農作物の観測技術は、農作物の生育状況把握や収量予測など、より広い農業分野にも適用できるため、他国や他地域への波及の可能性も期待できる。

【国内外の類似研究と比較したレベルや重要度】

リモートセンシング技術の分野では既に極めて多様な研究がなされている。干ばつ害や水害評価の手法についても多くの既存研究があり、本プロジェクトで開発した手法の優位

性は十分に明らかではない。本プロジェクトにおいて取り組まれた画像解析手法の新規性についても、国内外での類似研究と比べれば標準的であると言え、個々の要素技術については学術的に際立ったものは少ない。

他方、新たな損害評価手法の有効性を現場で丹念に検証・確認した点については評価できるものであり、プロジェクトにおいて確立した手法は総合的な損害評価システムとして世界トップレベルにあると言える。また、本プロジェクトで開発した BLB（イネ白葉枯病）被害域の抽出手法には、新規性がある。

4-2. 相手国ニーズの充足

【課題の重要性とプロジェクトの成果が相手国ニーズの充足に与えるインパクト】

インドネシアでは農業保険制度における損害評価において、ペストオブザーバーの高齢化や人員不足、担当地域の広さ、評価方法の不正確さと非効率性など多くの問題を抱えていた。また、農業保険の普及にあたって、農地の被害状況の把握の際に客観性の担保が問題となっていた。本プロジェクトは、リモートセンシングなどの革新的な技術を損害評価に導入することにより、これらの問題の解決を目指すものであり、相手国の強いニーズに基づいている。ペストオブザーバーを人的資源として巻き込み、リモートセンシングによる必要な精度での査定手法の開発と、その運用に向けた中央省庁への働きかけまでの一連の行程を、プロジェクト実施期間中に達成したことについては高く評価したい。

また、インドネシアでは若者の農業離れが深刻な問題となっており、ドローンや画像解析などのハイテクを駆使する本プロジェクトは、農業の近代化と魅力化に貢献し、若者にアピールすることも期待される。

【課題解決、社会実装の見通し】

本プロジェクトで開発した損害評価手法は、現場のペストオブザーバー、西ジャワ州農政局、農業省作物保護局などから高い評価を得ている。開発した手法は、テクニカルガイドラインとして取り纏められており、農業省はこのガイドラインを承認した後、準備の整った州から順に実際の損害評価で活用することを想定しているため、社会実装の見通しはある程度立っている。少なくともフィールドサイトであった西ジャワ州では成果の活用が具体的に検討されており、社会実装が進展する可能性は高いと思われる。なお、研究代表者らは、西ジャワ州を対象としたリモートセンシング技術の応用研究において、2022 年から科研費の国際共同研究加速基金（JSPS）を獲得しており、引き続き現地に関与できる点も社会実装を促進すると思われる。

方法論が確立され、試行された段階であるため、今後は必要なコストやデータ基盤の整備、ならびに客観性を含めた社会的評価や投資効果についての整理が求められる。具体的には、成果を確実かつ広範囲に社会実装するために、①観測・分析コストの低減（現状はコスト評価も不足）、②信頼性の確保（個々の現象についての観測の妥当性が確認された段階であり、

それらを組み合わせた総合的な損害評価の精度についての確認は一部にとどまっている)、
③利用者にとっての使いやすさの向上、運営体制の確立、保険以外での活用(農業政策、農作業などへの反映)などの改善を更に期待したい。

【継続的發展の見通し(人材育成、組織、機材の整備等)】

プロジェクト終了後も研究開発と社会実装についての活動が具体的に検討されており、継続される見通しである。IPBの既存の研究センターの部門の中に、GITIIAという新たなプログラムが設置され、IPB内の複数学部と共同で運営されるタスクフォース的な組織として、SATREPS終了後は農業リモートセンシング情報のセンター的機能を継続していくことが期待される。また農業空間情報及び損害評価に関する講義やトレーニングの提供、評価に必要なデータの管理と提供等の役割を担っていく計画であり、本プロジェクトの成果を継続的に発展させられる可能性は高い。他方で、今回の成果を持続的に発展させていくためには、ペストオブザーバーの再教育、ドローンなどの機材の整備、多量の衛星データの処理の仕組みなど、カウンターパート側の組織的な努力が必要である。インドネシア側の財政面や組織面に問題がないかについては、不確定さが残る。

【成果を基とした研究・利用活動が持続的に発展していく見込み(政策等への反映、成果物の利用など)】

西ジャワ州農政局や農業省作物保護局では、本プロジェクトで開発した損害評価手法を高く評価しており、さらに本プロジェクトでは対象としなかった6種類の病虫害やイネ以外の作物への適用も、今後検討してほしいとの意向である。IPBや日本側の研究者は、こうした要望に応えるため、後継プロジェクトの予算確保に努めており、日本側では科研費の国際共同研究加速基金が2022年10月に交付内定した。こうした状況から、研究・利用活動が持続的に発展し、その成果が地方農政局や農業省などから認知・利用される可能性は高い。

州レベルでこのようなガイドラインが承認されれば実際の査定に使うことが出来るため、今後の持続性が期待できる。なお、ガイドラインの実利用に関して国レベルでの承認がどの段階まで必要なのかについては、今後も確認を行っていく必要がある。

4-3. 付随的成果

【日本政府、社会、産業への貢献】

インドネシアは、日本国にとって東南アジアにおける重要なパートナーであり、本プロジェクトを通じて日本のプレゼンス向上に役立った。また本プロジェクトで開発された損害評価手法は、日本の農業にも適用できる可能性がある。日本国内での技術活用の具体的な場面については明確に示されていないが、日本の保険事業や日系企業のビジネスにつながる可能性はあると思われる。国情に応じて、日本とインドネシアでは農業保険制度における損害査定方法のアプローチが異なるが、我が国においても水田稲作は未だ農業分野で大きな比率を占めている。米作を主食栽培する国同士でさまざまな問題点を調査し、検討する意義

は大きいと思われるので今後を期待をしたい。

【科学技術の発展】

衛星データやドローンによる農地の観測・解析は、農業の近代化において重要なツールとなりうる。本プロジェクトは、農業保険における損害評価への利用に焦点を絞っていたが、農作物の生育状況の正確で迅速な広域的把握、収穫量の予測などにも活用可能な技術であり、今後の発展や応用分野の拡大が期待される。病虫害に関しては、ドローンと衛星画像データによる観測・被害の推定が新規に開発されたほか、農地の状況や被害状況を総合的に評価できる技術が一通り整ったことを評価したい。

【世界で活躍できる日本人人材の育成（若手、グローバル化対応）】

新型コロナウイルスの蔓延により、約 2 年間にわたり海外での活動が制限された負の影響は若手の研究者にとって大きい。しかしながら、コロナ禍以前のプロジェクト期間においては、インドネシアでの現地調査や会議に日本人の若手研究者や各大学の多数の学生が同行している。若手研究者や学生が積極的に学会発表や論文発表を行い、国際学会及び国内学会で4件の発表賞・論文賞を受賞している。また、特任助教がインドネシアをテストサイトとした研究が、科研費事業に採択された。これらのことから、日本人の若手人材の育成は順調に行われたと判断される。

【知財の獲得や、国際標準化への取り組み、生物資源へのアクセスや、データ入手手法】

解析に使用する衛星データは、自動的に入手できる仕組みが整えられた。ペストオブザーバーに対してドローンによるデータ取得のトレーニングを行い、ペストオブザーバーが主体的にデータ取得できるようになった点は評価できる。ただし、知財の獲得や国際標準化への取り組みの面においては標準的であり、今後の課題の一つと言える。

【その他の具体的成果物（提言書、論文、プログラム、試作品、マニュアル、データなど）】

本プロジェクトで開発した損害評価手法は、リモートセンシング技術による損害評価を実施するためのテクニカルガイドラインとして取り纏められた。社会実装に向けて、実務者が利用する具体的な参照ガイドラインを完成させた点は大いに評価できる。なお、本プロジェクトで開発した損害評価手法において、データのダウンロードから解析までの処理が Python スクリプトによって自動処理される仕組みである。稲の移植日推定の全自動化処理によって Google ドライブにデータが自動的に保存されたため、ペストオブザーバーによる損害評価業務の省力化と迅速化が可能となった。

このテクニカルガイドラインは、農業省の承認を得た後、各州の農政局のペストオブザーバーによって、実際の損害評価で活用される見込みである。本プロジェクトにおいては、相手国政府、州政府、研究機関、その他の関係者との連携は緊密であり、農業省に対する上記ガイドラインの提示やペストオブザーバー用のハンドブック（マニュアル）の作成も適切なプロセスで実施されてきた。プロジェクトで開発したテクニカルガイドラインが、そのまま

州レベルでのガイドラインとして活用されることに期待したい。

【技術および人的ネットワークの構築（相手国を含む）】

研究代表者が過去10年以上にわたる国際共同研究で築いてきた人的ネットワークを基に、日本側とインドネシア側の研究機関の間には強い信頼関係が構築された。インドネシア側ではIPBなどの研究機関と西ジャワ州農政局などの行政機関との間に強い人的ネットワークが築かれており、研究機関から行政機関への技術移転と、行政機関から研究機関への現場ニーズの伝達などがスムーズに行われたと言える。関係機関との連携は緊密になされており、今後の継続性も明確である。

また、損害査定を実際に行っているペストオブザーバーを取り込んでその再教育を行うことにより、ペストオブザーバーがリモートセンシング技術による損害査定を実務レベルで活用するための具体的な道筋を示したことは大きな成果である。

4-4. プロジェクトの運営

【プロジェクト推進体制の構築（他のプロジェクト、機関などとの連携も含む）】

研究開発の推進体制はしっかり構築されている。日本側とインドネシア側の研究機関の間では頻りに情報交換と議論が行われ、プロジェクトの円滑な遂行が図られた。また研究成果の社会実装に向けて、西ジャワ州農政局などもカウンターパートに加えられたが、これらの行政機関と研究機関の間でも、強い連携と適切な役割分担がなされたため、プロジェクトを円滑に推進することができた。さらに農業省など上位の行政機関への働きかけにおいても、プロジェクト側の緊密な連携体制が有効に働いた。

他方で、実用化（開発されたシステムの運営）の体制については、今後運用を担っていくインドネシア政府の財政や組織により左右される可能性もあるため状況を注視していく必要がある。

【プロジェクト管理および状況変化への対処（研究チームの体制・遂行状況や研究代表者のリーダーシップ）】

コロナ禍により日本人研究者が渡航できなくなった状況下では、ペストオブザーバーに対する研修をオンラインで実施し、ペストオブザーバーが自らデータを取得できるようになった。また実装トライアルはインドネシア側が主体となって実施したため、結果的にインドネシア側の主体性向上に繋がった。コロナ禍以前は半年に一回・対面での開催であった損害評価科学委員会（Scientific Committee for Damage Assessment、以下、SC）がオンライン開催へ変更となったことが功を奏し、2ヶ月に一度の頻度で実施されることとなったオンラインのSC分科会にペストオブザーバーや州政府職員も積極的に参加するようになり、以前よりも現場の声を直接聞く機会が増えた。このように、コロナ禍という想定外の事態に対して、プロジェクトは柔軟かつ効果的に対応した。研究代表者のリーダーシップも優れており、プロジェクトを強力に推進し、コロナ禍にありながらも期待された成果をしっかりと達成

したことを評価したい。

【成果の活用に向けた活動】

社会実装に向けては、インドネシア側カウンターパートとの協議に基づき、まず現場での実務を担うペストオブザーバーと協働し、次に損害評価と農業保険の実務の責任を負う州政府レベルでの理解と認知を得、その上で国レベルに対して州の主導で認知を得るというステップを踏むのが確実なアプローチであるとの共通認識を持って活動した。その結果、国レベルの農業省が本プロジェクト成果の有効性を認識し、これを支持する旨の公式レターを西ジャワ州農政局長宛に発行するに至っており、上記のアプローチが適切であったことが証明された。

【情報発信（論文、講演、シンポジウム、セミナー、マスメディアなど）】

相手国との共著論文 18 件、国内単独論文 21 件、学会発表 144 件、ワークショップ・セミナー117 件などに加え、本プロジェクトの活動が現地新聞に複数回にわたり取り上げられており、情報発信は十分に行われた。西ジャワ州農政局など相手国メンバーが中心となって積極的に現地メディアに対し情報発信の働きかけを行ってきた点は、今後もより自立的にインドネシア側が社会実装を進めていく上で重要である。

【人材、機材、予算の活用（効率、効果）】

供与したドローンと搭載されているセンサ類は、ペストオブザーバーが農地でのデータ取得に活用している。IPB に設置されたデータストレージ (NAS) や関連するパソコン類は、データ保管・解析・配布などに活用されている。SATREPS 供与の機材を使って学位を取得した学生は、学部 32 名、修士 1 名、博士 4 名に及び、機材が十分に活用されていることを示している。他方で、日本からの機材の導入に 1 年の遅れが生じた点については今後の課題である。5 年の研究期間において 1 年の遅れは大きいと思われるので、このような遅延が無いよう、事前に念入りな調査をしておく必要があったと思われる。

4-5. 今後の課題・今後の研究者に対する要望事項

- 本プロジェクトの成果の横展開においては、圃場パーセルデータの整備や、大量の衛星データの処理・保管・配布などについて、LAPAN など他機関との協働も必要となる可能性もあるので、引き続きご検討をお願いしたい。
- 社会実装のプロセスで必要となる、客観的な被害状況の把握にかかわる事項やドローンなどの投資効果に関する整理が求められる。また、今回開発された評価手法の導入は単純に損害評価段階の効率化に留まるものではなく、農業保険制度全般への波及効果についても検討が必要である。加えて、インドネシア全土の地理情報データの基盤整備についても検討が必要と判断される。
- 引き続き、GIS データの取得、及び GIS データへの衛星・ドローン画像の一元化作業に注力して頂きたい。水田農地の管理という観点からは農業関係の行政がしっかり関わ

っていく必要があると思われるので、必要なデータを確実に獲得するために、今後とも関係部署に積極的に働きかけを行ってほしい。

- ◆ 研究開発の継続と社会実装のための体制の維持・強化、予算の獲得に注力してほしい。また、社会実装に必要なコストの評価と低減、評価結果についての信頼性の明確化およびシステムの使いやすさの向上にも、引き続き取り組んでほしい。農地の状況や被害状況を迅速かつ広範囲に把握できる本プロジェクトの評価手法を生かし、農業保険以外の農政（例えば治水）や農業経営（作物や栽培方法の選択、農作業の日程管理、病虫害対策など）への活用についても、今後の課題として検討をお願いしたい。また、これによりコストパフォーマンスが改善されることを期待する。

以上

JST成果目標シート

研究課題名	食料安全保障を目指した気候変動適応策としての農業保険における損害評価手法の構築と社会実装
研究代表者名(所属機関)	本郷 千春 千葉大学・環境リモートセンシング研究センター
研究期間	2016年度～2022年度(5年間)
相手国名/主要相手国研究機関	インドネシア共和国/ボゴール農科大学 ウダヤナ大学 West Java Provincial Agriculture Office Badung District Agriculture Office in Bali Province

付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> グローバルな食料安全保障実現への貢献 気候変動適応策の国際的展開への貢献 日本の民間保険会社のインドネシアでの事業展開 インドネシアでの保険産業の育成を促進
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> リモートセンシングデータ等の農業保険分野での適用拡大 アジア稲作のニーズに適した損害評価手法の構築と展開 農業保険の国際的技術コミュニティの形成 UAVデータの適用分野の拡大 病虫害被害の新たな評価方法が確立
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> 各種自然災害に対応したアジア稲作損害評価技術の獲得 空間情報を活用した水稲収量推定手法の確立 日本独自の損害評価手法の国際化を促進
世界で活躍できる日本人人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> アジア稲作の損害評価専門家の育成 若手研究者に対する国際的研究推進の現地教育 技術と制度・社会・産業との相関関係の研究者育成 農業保険の専門家人材の育成
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> 農業保険の国際的技術コミュニティの形成と主導 農業リモートセンシング専門家ネットワーク構築 インドネシアの農業保険機関との関係構築
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	<ul style="list-style-type: none"> 損害評価ハンドブック 損害評価ガイドライン 損害評価手法・社会実装に係る論文 損害評価手法運用に必要な情報基盤 農業保険と食料安全保障の現状と将来への提言

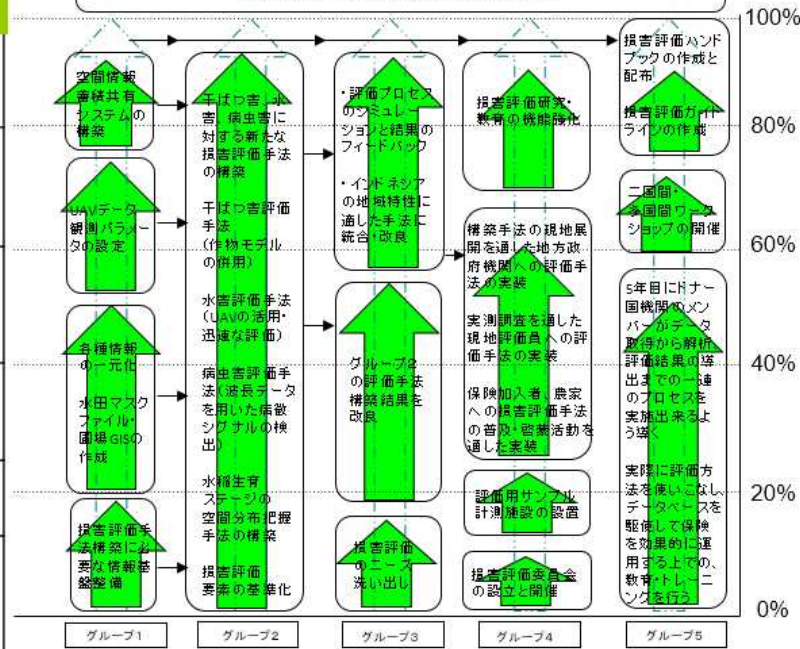
上位目標

気候変動の適応策である農業保険のインドネシアにおける普及を通して国際的な規模での食料安全保障に貢献する

新しい損害評価手法がインドネシアの農業保険制度に組み込まれると同時にASEAN諸国での農業保険制度の普及に活用される

プロジェクト目標

農業保険制度の中核である損害評価を効果的・効率的に遂行可能な新しい損害評価手法を構築し社会実装する



成果目標シートと達成状況(2022年5月時点)