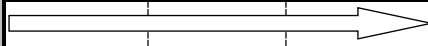


委託プロジェクト研究課題評価個票（中間評価）

研究課題名	環境負荷低減対策研究のうち温室効果ガス削減プロジェクトのうち東南アジアの小規模農家のための経済性を備えた温室効果ガス排出削減技術の開発			担当開発官等名	国際研究官
				連携する行政部局	農林水産技術会議事務局国際研究官室
研究期間	R 5 年～R 9 年（5 年間）			総事業費（億円）	1．1 億円（見込）
研究開発の段階	基礎	応用	開発		
					

研究課題の概要

<委託プロジェクト研究課題全体>

東南アジアでは、広大な水田や家畜ふん尿に起因する温室効果ガス（GHG）（※1）排出及び水質汚染が深刻化しており、これらの問題に対応する技術の開発が喫緊の課題である。一方、現地にGHG排出削減技術を広範に導入するには、その地域で入手の容易な資源・環境を活用しつつ、生産性の向上など農家が直接的なメリットを享受できる、導入の容易な技術の開発が必要である。東南アジアの水田からのGHG排出の削減のため、東南アジアの小規模農家にとって導入が容易で経済的利点がある「低メタン排出と高生産性を両立したイネ栽培管理技術」及び「家畜ふん尿を地域資源として活用した温室効果ガス（GHG）排出削減システム」を開発する。

<①：高強度節水管理と深根性イネ等の組合せによるGHG排出削減技術の開発（令和5～9年度）>

・（1）節水間断かんがい（AWD）（※2）等、水田土壌を慣行栽培よりも好氣的な環境に置くことのできる水管理と、（2）同環境でメタン排出の少ない既存イネ品種・系統を組み合わせたGHG排出削減のためのパッケージ技術の開発を図る。

<②：家畜ふん尿メタン発酵消化液の水稲作肥料としての利用時に排出されるGHG削減技術の開発（令和5～9年度）>

・畜ふん尿を原料とするメタン発酵によってバイオガス（※3）を生産する際に排出されるメタン発酵消化液（以下、消化液）を水稲作の肥料として活用する環境下で、GHG排出を削減する消化液中有機物低減技術の開発を目指す。

1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

中間時（2年度目末）の目標	最終の到達目標
①現地で調達・製作が必要機材類を含めて圃場試験の準備を完了させる。IR64及び農研機構・作物研が開発したIR64背景の3系統の輸出を行う。雨期作・乾期作で供試する全てのイネ品種・系統の種籾の増殖を完了させる。乾期作において、複数水準の水管理処理を導入した圃場試験を開始する。	①節水間断かんがい（AWD）に低メタンイネ在来品種や堆肥などの地域資源を組み合わせることにより、東南アジアにおける水稲栽培過程での水田からの単位面積当たりGHG排出を60%削減するイネ栽培管理技術を開発する。
②ベトナム・メコンデルタ地域の小規模メタン発酵装置導入畜産農家におけるBODセンサの設置及び消化液中残存有機物量のモニタリングを年度内に開始する。	②家畜ふん尿を原料とするメタン発酵によってバイオガスを生産する際の廃液であるメタン発酵消化液を水稲作の肥料として活用する環境下でGHG排出を20%削減するメタン発酵消化液中有機物低減技術を開発する。

2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題全体としてのアウトカム目標（R12年）

- ① 農家が生産性向上などの直接的なメリットを得られるイネ栽培管理技術の開発により、2030年までに同技術の普及活動が東南アジア2カ国以上で開始される。

- ② 家畜ふん尿を地域資源として活用した、畜産業におけるGHG排出削減システムの開発により、2030年までに同技術の普及活動が東南アジア1カ国以上で開始される。

【項目別評価】

1. 社会・経済の諸情勢の変化を踏まえた研究の必要性

ランク：A

①農林水産業・食品産業、国民生活の具体的なニーズ等から見た研究の重要性

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）（※4）第6評価報告書によると、人間活動が主に温室効果ガスの排出を通して地球温暖化を引き起こしてきたことには疑う余地がなく、1850～1900年を基準とした世界平均気温は2011～2020年に1.1℃の温暖化に達しており、温暖化を1.5℃又は2℃に抑えるには、この10年間に全ての部門において急速かつ大幅で、ほとんどの場合即時の温室効果ガスの排出削減が必要であると予測されている。また、東南アジア地域では、二期作や三期作が営まれる広大な水田からの膨大なメタン排出や、急激に拡大する畜産業からの家畜ふん尿に起因するGHG排出及び水質汚染が深刻化しており、これらの環境負荷を軽減するための技術開発が喫緊の課題である。一方、現地の零細小規模農家に対してGHG排出削減技術を広範に導入するには、その地域で入手の容易な資源・環境を活用しつつ、生産性の向上など農家が直接的なメリットを享受できるような技術の開発が必要である。

我が国の農業分野の地球温暖化対策に関する知見や技術等を活かし、東南アジア地域においてGHG排出削減に取り組むことは、地球温暖化を緩和し、我が国の安定的な農林水産業の発展に資するとともに、持続可能な開発目標（SDGs）（※5）に掲げられている世界の食料安全保障の確保、飢餓や貧困の撲滅等の推進にも寄与する。このことから、水田や畜産業からのGHG排出削減に向け、東南アジア各国との国際共同研究を通じて、現地の実情に即した技術の開発を速やかに行う必要がある。

②引き続き国が関与して研究を推進する必要性

平成28年5月に、GHGの排出抑制及び吸収（緩和策）の目標等を内容とする「地球温暖化対策計画」が閣議決定されたことを踏まえ、農林水産省は、農林水産分野における緩和策を総合的かつ計画的に推進するため、平成29年3月に「農林水産省地球温暖化対策計画」を策定した。

また、令和3年5月に「みどりの食料システム戦略」を定め、イノベーションを通じて食料・農林水産業の生産性と持続可能性の向上を図る取組を進めている。さらに、「みどりの食料システム戦略」を踏まえ、ASEAN地域における強靱で持続可能な農業・食料システムの構築に向けて我が国から提案した「日ASEANみどり協力プラン」は令和5年10月の日ASEAN農林大臣会合において全会一致で採択された。本事業は、同プランに記載され、明確かつ具体的な成果を出すべく日本がASEANと協力して進めていく事業に位置付けられている。

現在、農林水産省を含む政府全体で温暖化対策及び東南アジアの持続可能な農業・食料システムの構築に取り組んでおり、本課題は、引き続き国が関与して積極的に推進する必要がある。

2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性

ランク：A

①中間時の目標に対する達成度

〈課題①：高強度節水管理と深根性イネ等の組合せによるGHG排出削減技術の開発〉

本課題では、東南アジアの小規模農家が生産性向上等の直接的なメリットを得られるイネ栽培管理技術の開発に向け、AWD等、水田土壌を慣行栽培よりも好氣的な環境に置くことのできる水管理と、同環境でメタン排出の少ない既存イネ品種・系統等を組合せたGHG排出削減技術について、フィリピンの主要な稲作地帯の一つであるルソン島中央平原に位置するフィリピン稲研究所中央試験場、ベトナム・メコンデルタ地域にあるクロンデルタ稲研究所における検討を行う。

乾期作試験については、水管理においては、現地農家圃場で実施・普及可能な節水型かんがい手法として、AWDの他に、水資源不足が深刻なフィリピンでは「かんがいの時間間隔が異なる複数の輪灌かんがい」を、水資源が豊富なベトナムではより簡便な水管理である「中干＋出穂期以降の間断かんがい」を組み込む等、各試験地におけるニーズに合わせた節水栽培実施基準案を2件以上策定した。節水管理により水田土壌が好氣的環境におかれるが、その表層の乾燥が進むことでイネが水分ストレ

スを受けて収量に悪影響を及ぼす可能性があることから、本試験では農研機構・作物研が開発した深根性のイネ系統等を用いる。このIR64及び農研機構・作物研が開発したIR64背景のイネ3系統（※6）を、Material Transfer Agreementの締結、国際農研における栽培-植物防疫書による確認、現地機関における手続き等を経て、フィリピン、ベトナムへ輸出し、現地の植物防疫法に則った形での増殖を完了した。フィリピン、ベトナムにおける現地圃場試験の準備を完了し、複数水準の節水管理と深根性イネ等を組合わせた乾期1作目の圃場試験を開始した。

雨期作試験については、フィリピンにて、深根性以外の形質によるGHG排出削減の可能性探索に向けた圃場試験のためのイネ品種の種籾の増殖を完了し、雨期圃場試験を実施し、GHGの分析作業を完了した。現在、更なる分析・調査等を実施している。

＜課題②：家畜ふん尿メタン発酵消化液の水稲作肥料としての利用時に排出されるGHG削減技術の開発＞

本課題では、家畜ふん尿を原料とするメタン発酵によってバイオガスを生産する際に排出されるメタン発酵消化液を水稲作の肥料として活用する環境下で、水田からのGHG排出を抑制する技術の開発に向け、メタン発酵消化液中有機物濃度低減前処理法の開発とメタン発酵消化液中有機物濃度低減前処理による水田GHG排出削減効果の検証に取り組んでいる。

農研機構が山形東亜DKK株式会社等と共同で開発した発電微生物の活性を指標とした有機物量の経時的なモニタリングが可能なBODセンサを東南アジア地域における小規模畜産農家での簡易メタン発酵処理装置に導入することで現地の標準的なメタン発酵装置運用条件下における消化液中有機物残存量の推移を明らかにすることができる。そのため、ベトナム・メコンデルタ地域において、簡易メタン発酵処理装置を使用する畜産農家を選定した。上記畜産農家へのBODセンサ導入にあたり、メタン発酵消化液が測定レンジ上限を超えることから、現地農家で調達可能な地下水を利用した連続的な希釈装置の製作を完了した。一方、現地での豚熱の発生や、現地機関の輸入ライセンス不保持により現地畜産農家へのBODセンサの設置に至っておらず、現在カウンターパートを通じて輸入ライセンスを持つ業者を選定するなど、BODセンサの設置準備に向けた調整を実施している。

また、有機物濃度低減前処理がなされた消化液を肥料として使用する場合と、従来技術である前処理がなされていない消化液を使用する場合のGHG排出量を比較するため、ベトナム・カントー大学にて群落栽培とGHG排出量測定実施に向けた器材準備を完了するとともに、試験管スケールにおけるメタン生成量比較試験の実施のため、複数の農家や時期から採取された消化液試料を加圧試験管で嫌気培養した。複数の培養条件を変えて試験を実施し、メタン生成量の評価に適切な条件を検討した。その結果、メタン生成量の評価に最適な培養条件を確立した。

③ 最終の到達目標の今後の達成可能性とその具体的な根拠

課題①においては、土壌を常時湛水よりも好気的な環境に置くことで、コメ収量を維持しつつ、常時湛水水田と比べ約30%のGHG排出削減が可能であることが実証されている通常のAWDよりも土壌を更に好気的な環境に置く水管理と、耐乾性を有するイネ品種・系統等を組合わせたパッケージ技術の開発が計画通りに進行しており、最終目標の達成の可能性は高い。現在、GHG排出量及び収量結果に基づいて、水管理法の調節、対象品種・系統の絞り込みなどを行い、収量あたりGHG排出60%削減を目指す圃場試験を実施している。

課題②においては、メタン発酵消化液の水田利用および堆肥の燃焼利用マニュアルなどの我が国の知見を活用し、BODセンサから得られるメタン発酵消化液中残存有機物量情報に基づいた同有機物低減技術のプロトタイプを構築するとともに、有機物濃度低減前処理によるGHG排出削減効果の定量・評価を行うことで目標を達成できる見込みである。

現地での豚熱の発生や、現地機関の輸入ライセンス不保持により現地畜産農家へのBODセンサの設置に至っておらず、現在カウンターパートを通じて輸入ライセンスを持つ業者を選定するなど、BODセンサの設置準備に向けた調整を実施している。一方で、有機物低減技術の早期構築に資するよう、現地農家での有機物残存量の測定に先立ち、有機物濃度低減前処理によるGHG排出削減効果の定量的ための、試験管スケールでのメタン発酵消化液培養試験の予備実験を拡充・着手していることから、最終目標の達成の可能性は高い。

3. 研究が社会・経済等に及ぼす効果（アウトカム）の目標の今後の達成可能性とその実現に向けた研究成果の普及・実用化の道筋（ロードマップ）の妥当性	ランク：A
①アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具体的な根拠 課題①では、東南アジアにおける水稻栽培過程での水田からの単位面積当たりGHG排出を60%削減することができるパッケージ技術の開発が計画通りに進行しており、GHG60%削減パッケージ技術に加え、低メタン性に寄与する複数の形質を見出すことで、低メタン化を見据えた育種の方向性の提示できる等、これら本事業で得られた成果により、論文を2報以上公表することとしている。 課題②では、ベトナムにおいて、家畜ふん尿を地域資源として活用した、畜産業におけるGHG排出システムの開発が計画通りに進行しており、論文を1報以上公表する。 これらの取組は、我が国も参加する農業温室効果ガスに関するグローバル・リサーチ・アライアンス（GRA）の理事会の場などを利用し定期的に各国代表に共有しており、原著論文等として成果が公表される際に、東南アジア諸国へのより効果的なアピールが可能となる。 また、本事業、成果の普及を支援するため、課題①、課題②の成果から、イネ栽培管理技術について2カ国向け、畜産業におけるGHG排出削減システムについて1カ国向けの農家向け現地語マニュアルを作成する予定である。これを用いてフィリピン・ベトナムの業務委託先研究機関を通じて社会実装を行うこととしており、アウトカム目標の達成可能性は高い。 ②アウトカム目標達成に向け研究成果の活用のために実施した具体的な取組内容の妥当性 課題①において、協力研究機関であるフィリピンのフィリピン稲研究所、ベトナムのクローンデルタ稲研究所との連携、課題②においては、ベトナムのカントー大学と連携体制がとれており、研究成果の普及や社会実装を見据えた推進体制を構築している。これらの機関はそれぞれの分野で各国を代表する機関であり、計画段階から現地研究機関を通じて現地のニーズ・事情を聴きとりつつ事業実施をしていることから、業務委託先機関を通じスムーズな普及が可能である。また同時に、得られた研究成果の一部は、GRAのGHG測定ガイドラインの作成に活用され、広く普及することが見込まれる。 以上、アウトカム目標の達成に向けた研究成果の活用のために実施した取組内容は妥当である。 ③他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度 該当しない。	
4. 研究推進方法の妥当性	ランク：A
①研究計画の妥当性（的確な見直しが行われているか等） 外部有識者4名と関連する行政部局及び研究代表者によって構成する「委託プロジェクト研究運営委員会」を設置し、各小課題の進捗状況を確認し、行政ニーズや研究の進捗状況を踏まえ、実施計画の見直し、スケジュールの明確化、アウトカム目標達成に向けた戦略の構築などの確な進行管理に努めている。現在までの進捗状況から、アウトプット目標の達成も見込まれることから研究計画は妥当である。 ②研究推進体制の妥当性 本プロジェクト研究の実施に当たっては、委託プロジェクト研究運営委員会を年に2回開催し、推進状況の確認、研究計画・推進体制の見直し、研究成果の共有と知財戦略について議論を行っている。また、研究コンソーシアムの自主的な推進体制として、推進会議を随時開催し、コンソーシアム内の情報共有や意見交換を行っており、研究推進体制は妥当である。 ③研究課題の妥当性（以後実施する研究課題構成が適切か等） 研究課題を推進する上で、解決すべき技術的課題が明らかになれば、新たな専門家をコンソーシアムメンバーに加えるなど、研究体制の更新を行っている。さらに、本プロジェクト小課題の実施内容に関して、進捗状況に応じてプロジェクトの目的やアウトカム目標の達成に合致するように適宜修正を行っている。本プロジェクトでは、課題①や課題②で開発されたパッケージ技術をフィリピン、ベトナムで実証する計画となっており、研究目標を確実に達成するための課題構成は妥当である。	

④予算配分の妥当性（研究の進捗状況を踏まえた重点配分等）

委託プロジェクト研究課題全体で課題の進捗状況、研究成果の有効性や緊急性等を踏まえ、予算配分の重点化を行っている。本プロジェクト研究の課題は、計画通り進捗しており、最終目標の達成も見込まれることから、予算配分は妥当である。

【総括評価】

ランク：A

1. 委託プロジェクト研究課題の継続の適否に関する所見

- ・東南アジアの小規模農家に普及可能な温室効果ガス排出削減技術の開発を目指した重要課題である。
- ・フィリピン、ベトナムの2カ国で研究が順調に進行しており、研究目標の達成は可能である。
- ・先進国だけの取組では地球規模の気候変動の対策として不十分であることから、本研究による他地域での温室効果ガス削減の取組は非常に意義が大きく、現地での社会実装が期待され、継続すべき課題である。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・本プロジェクトは東南アジア2カ国以上とあり、プロジェクト後半あるいはプロジェクト終了後に向けて、フィリピン、ベトナム以外の国への展開についても検討していただきたい。
- ・研究成果が社会実装されるためには、現状の論文発表とマニュアル作成で十分かどうかご検討いただきたい。また現地機関との連携のもと、マニュアルの効果的な活用方法もあわせてご検討いただきたい。
- ・単発の農業生産支援だけで終わらず、当該地域での継続的生産性向上・温室効果ガス削減支援に展開するため、日本のスタートアップの取組やカーボンクレジットとの連携等、日本の強みを活かした事業展開を戦略的に検討し、日本のプレゼンスの維持・向上に繋げていただきたい。

[研究課題名] 環境負荷低減対策研究のうち温室効果ガス削減プロジェクトのうち東南アジアの小規模農家のための経済性を備えた温室効果ガス排出削減技術の開発

用 語	用 語 の 意 味	※ 番号
温室効果ガス (GHG)	赤外線を吸収して大気を暖める特性を持った気体の総称。GHGは、Greenhouse Gases (温室効果ガス) の略。人間活動によって増加した主なGHGには、二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素、フロンなどがある。	1
間断かんがい (AWD)	イネの播種後の活着期と開花期を除いて間断的にかんがいをおこなう技術。節水に加え、土壌中の酸素濃度を高めることで、土壌からのメタン排出削減に効果。AWDはAlternate Wetting and Drying (間断かんがい) の略。	2
バイオガス	バイオ燃料の一種。生物の排泄物等に含まれる有機物の発酵、嫌気性消化により発生するガス。	3
気候変動に関する政府間パネル (IPCC)	Intergovernmental Panel on Climate Changeの略。気候変動に関する最新の科学的知見を取りまとめて評価し、各国政府に助言と勧告を提供することを目的とした政府間機構。	4
持続可能な開発目標 (SDGs)	Sustainable Development Goalsの略。2015年9月の国連サミットで採択された「持続可能な開発のための2030アジェンダ」にて記載された2030年までに持続可能でよりよい世界を目指す国際社会共通の目標。	5
IR64及び農研機構・作物研が開発した深根性イネ3系統	国際稲研究所 (IRRI) が開発し東南アジアに広く普及した品種、また農研機構・作物研がIR64をベースとしてイネの根 (冠根) の角度を改変した準同室遺伝子系統 (Near Isogenic Lines, NILs) を開発。IR64は比較的浅く根を張るが、IR64背景3系統はそれぞれ、DR01-NILは深根、qsor1-NILは超浅根、DR01+qsor1-NILは普通、という根の形質を持つ。	6

② 東南アジアの小規模農家のための経済性を備えた温室効果ガス排出削減技術の開発【継続】

- ▶ 東南アジアは、世界的なコメ生産地域。近年、畜産業も急激に拡大。このため、水田や家畜ふん尿からのメタン等の温室効果ガス（GHG）の排出削減が、緊急かつ重要な課題。
- ▶ 他方、東南アジアの零細小規模農家へのGHG排出削減技術の導入を加速するためには、①低メタンイネ在来品種など、その地域で入手可能な資源（地域資源）を効果的に活用する、②農家が生産性向上などの直接的なメリットを得られるなど、現地の実情に即したものとすることが重要。
- ▶ 温室効果ガスの排出を削減し、東南アジアの農家が実践可能で直接的なメリットが得られる、イネ栽培管理技術及び家畜ふん尿処理技術を開発。

目標達成に向けた現状と課題

- ・水田や家畜ふん尿がGHG排出の原因として批判されていて、困るよ。
- ・GHG排出削減技術の導入が謳われているが、農家が得られる直接的なメリットが小さいので、なかなか農家にはピンとこない。
- ・GHGの排出削減ができて、かつ、農家にもメリットがある新たな技術が欲しい。

<イメージ>

技術普及員

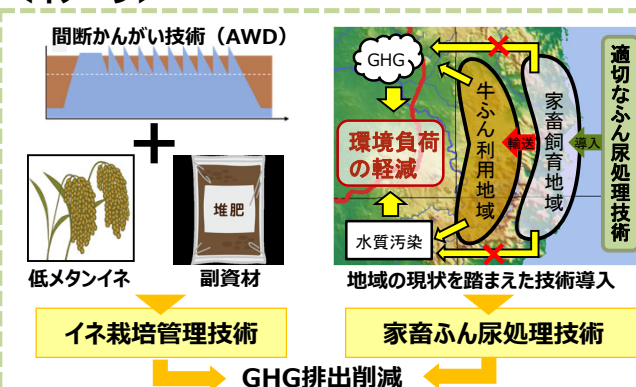


環境問題は分かるけど、もうからない技術導入はなあ・・・。

必要な研究内容

- ・間断かんがい（AWD）に、低メタンイネ在来品種や堆肥などの地域資源を組み合わせることにより、低メタン排出と高生産性を両立し、農家が実践可能なイネ栽培管理技術を開発。
（目標：水田からのGHG排出60%削減）
- ・家畜ふん尿の利用の現状把握、低GHG排出家畜ふん尿処理技術の利用等を通じて、家畜ふん尿を付加価値の高い地域資源（施肥資材、バイオガス等）として活用する畜産業からのGHG排出削減システムを開発。
（目標：家畜ふん尿処理過程でのGHG排出20%削減）

<イメージ>



社会実装の進め方と期待される効果

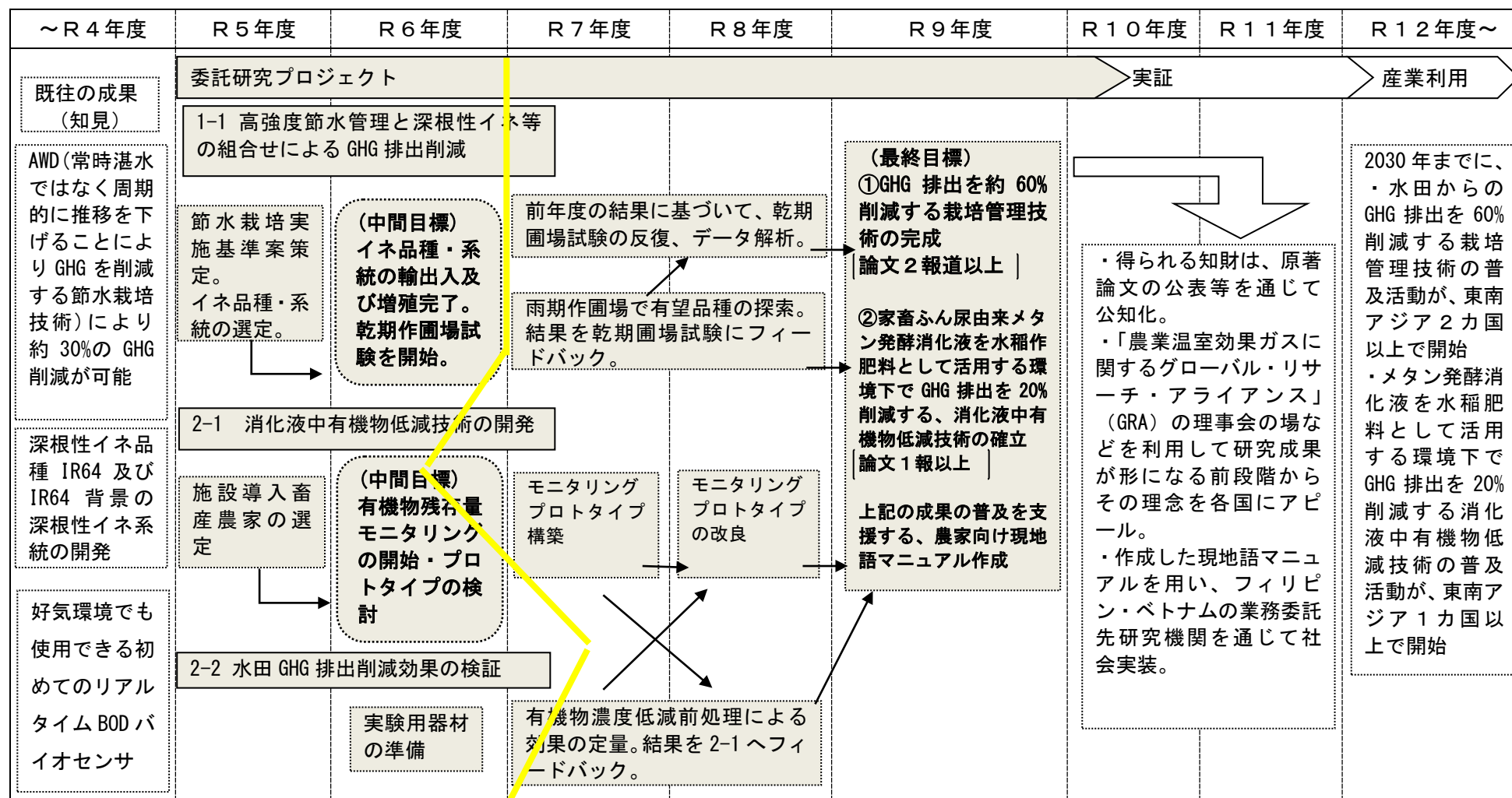
（「みどりの食料システム戦略」KPI達成への貢献）

- ・国研等有する国際研究ネットワークを通じて、我が国がGHG排出削減に資する技術開発を主導。
- ・地域資源の活用と経済的利益の向上の相乗効果により、現地の零細小規模農家への技術導入が促進。
- ・東南アジアの水田面積の15%、畜産業者の5%にGHG排出削減技術が普及されることで、地球規模課題の解決に貢献。
- ・東南アジアの各地域の食料システムを支える零細小規模農家の営農について、生産性の向上と持続性の維持。



【ロードマップ（中間評価段階）】

環境負荷低減対策研究のうち温室効果ガス削減プロジェクトのうち東南アジアの小規模農家のための経済性を備えた温室効果ガス排出削減技術の開発



東南アジアの小規模農家のための経済性を備えた温室効果ガス排出削減技術の開発

令和5～9年度

【背景】

東南アジアでは広大な水田や家畜ふん尿に起因するGHG 排出及び水質汚染が深刻化しており、この対策となる技術開発が喫緊の課題である。一方、現地にGHG排出削減技術を広範に導入するには、その地域で入手の容易な資源・環境を効果的に活用しつつ、生産性の向上など農家が直接的なメリットを享受できる、導入の容易な技術の開発が必要である。そこで、東南アジアの小規模農家が実践可能な「低メタン排出と高生産性を両立したイネ栽培管理技術」及び「家畜ふん尿を地域資源として活用した温室効果ガス（GHG）排出削減システム」を開発する。

【進捗状況】

① 高強度水管理と深根性イネ等の組み合わせによるGHG排出削減技術の開発（フィリピン、ベトナム）

現地圃場試験の準備を完了。各試験地におけるニーズに合わせた節水栽培実施基準案を策定。乾期1作目の圃場試験を開始。



② 家畜ふん尿メタン発酵消化液の水稻作肥料としての利用時に排出されるGHG削減技術の開発（ベトナム）

小規模メタン発酵装置を導入する畜産農家を選定し、BODセンサ導入に必要な装置の製作を完了。さらに、試験管スケールでのメタン発酵消化液培養試験の予備実験に着手。



BODセンサ関連装置



チャンバ測定の様子

【達成目標・期待される効果】

達成目標

- ① 水田からのGHG排出を60%削減する栽培管理技術の開発
- ② 上記環境下でGHG排出を20%削減する、メタン発酵消化液中の有機物低減技術の開発



期待される効果

- 2030年までに、
- ① 同技術の普及活動が東南アジア2カ国以上で開始
 - ② 同技術の普及活動が東南アジア1カ国以上で開始

研究代表機関：農研機構

協力機関：国際農研、日本大学文理学部