

評価調査結果要約表

1. 案件の概要	
国名：ベトナム社会主義共和国	案件名：持続可能な地域農業・バイオマス産業の融合プロジェクト
分野：農業開発・農村開発	援助形態：技術協力プロジェクト（SATREPS）
所轄部署：農村開発部水田地帯第一課	協力金額（評価時点）：約3億6,000万円
協力期間（R/D）：2009年10月8日～2014年10月7日（5年間）	先方関係機関：ホーチミン市工科大学（HCMUT）、ホーチミン市科学技術部局（DOST-HCM）、熱帯生物学研究所（ITB）、ハノイ工科大学（HUST）
	日本側協力機関：東京大学生産技術研究所（IIS-UT）、東京大学大学院農学生命科学研究科（GSALS-UT）、農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所（NIRE-NARO）
	他の関連協力：
<p>1-1 協力の背景と概要</p> <p>ベトナム社会主義共和国は（以下、「ベトナム」と記す）、人口約8,600万人、国土面積約33万km²、山岳・丘陵地帯を多く有する国である。産業構造は、ドイモイ政策後、工業化が進んでいる一方、人口の70%は農業に従事するなど、農業は依然としてベトナムの主要産業である。</p> <p>かつて食料輸入国であったベトナムは、現在では、国民の主食であるコメの上位輸出国となるなど、生産量の拡大に成功している。一方で、人口は増加し続けているため、その消費量も年々増え続けている。加えて、過剰な森林伐採による土壌の流出や水不足に起因する作物の収穫量の減少や、近年、多発する洪水や干ばつ等、特に山岳地域の多い北部地域などでは、自給用の食料を確保できない農家が数多く存在するなど、長期的な食料の安定供給は大きな課題であり、食料安全保障の確保と米輸出の促進等、適切な農業生産構造の構築が開発方針として掲げられている。</p> <p>また、ベトナムにおいては、近年の経済成長に比例して電力需要が増大しており、電力・一次エネルギーの確実な供給を確保する必要に迫られている。今後のエネルギー需給は、エネルギー供給が年率4.5～5.5%程度の伸びに対して、エネルギー需要は年率5.5～7.5%程度の伸びと予測され、2015～2020年頃にはエネルギー純輸入国になると予測されている。</p> <p>このように経済が順調に成長する一方で、都市部と人口の約7割が居住する農村部との地域間格差が広がっている。</p> <p>これらベトナムの抱える諸課題に対し、①食料及びエネルギーの安定確保、②地球温暖化防止、③地域環境保全及び改善、④農村地域住民の生計向上及び貧困削減対策、となり得る社会システムを構築することを目的とした「持続可能な地域農業・バイオマス産業の融合」システムを構築し、実証する科学技術協力が要請された。本事業は、地域住民の生活と生計の安定及び地域の環境保全に資する研究の実施を行うものである。</p> <p>2009年8月、科学技術協力事業の協力内容を検討するために詳細計画策定調査団を派遣し、科学技術協力に係る協議議事録（M/M）の署名を行い、2009年10月8日にベトナム側と討議議事録（R/D）に署名し交換した。</p>	

1-2 協力内容

本事業では稲などのバイオマス資源が豊富なベトナム南部のパイロット地域において、畜産、果樹・野菜栽培、魚養殖などの複合的な一次産業の農業副産物や廃棄物等から、バイオエタノール、バイオガス、バイオプロダクツ等のバイオ燃料・資材等を生産、消費し、地産地消型のバイオマス活用システムの設計・構築とその実現に必要な研究技術開発を行い、「持続可能な地域農業・バイオマス産業の融合」システムのモデルの有効性を検証することを目的とする。

(1) プロジェクト目標

ベトナム南部地域において、稲わら等の未利用バイオマスからのバイオエタノール生産及び家畜排せつ物等の廃棄物系バイオマスからのバイオガス生産の複合化を中心とした「持続可能な地域農業・バイオマス産業の融合」システムの有効性が実証される。

(2) 成果

- 1) 「持続可能な地域農業・バイオマス産業の融合」システムの設計手法が明らかにされる。
- 2) 小規模分散型・地産地消型のバイオエタノール及びバイオガスの生産を中軸とするバイオマスリファイナリープロセスが農村地域において実証される。
- 3) バイオマスリファイナリープロセスを構成する新規の要素技術（稲わら、もみ殻などの農業残さ等を原料とするバイオ燃料・資材の製造技術）が研究開発される。

(3) 投入（評価調査時点）

1) 日本側

長期専門家派遣：1名（業務調整員）

短期専門家派遣：20名（合計1,972日）

本邦研修：業務出張22名、本邦研修2名（うち、1名は4度参加）

機材供与：HCMUT 研究プラント機材、タイミー村デモンストレーションプラント機材、コピー機・コンピュータ等オフィス機器等

現地活動費支出：合計2,599万4,805円（執行中の2014年度予算約37万9,700円¹を含む）

2) ベトナム側

C/P 職員の配置：HCMUT、DOST-HCM、ITB、HUST から合計32名

土地・施設・建物：HCMUT キャンパス内プロジェクトオフィス（電話設備あり）、HCMUT 研究プラントの建屋及び机・冷房機器・コピー機等の設備、炭化システム装置、電気炉（3台）、タイミー村バイオマスデモンストレーションプラントの用地、プラントの建屋、バイオガスシステム一式

活動経費：上記土地・施設・建物の経費を含む合計約9,714万3,480円²（執行中の2014年度予算約908万6,400円³を含む）

¹ 3,700米ドルを2014年度JICA統制レート4月～7月の平均値を用いて円に換算した。

² 226億4,440万ベトナムドンを各年のJICA統制レート平均値を用いて円に換算した。

³ 18億9,300万ベトナムドンを2014年度JICA統制レート4月～7月の平均値を用いて円に換算した。

2. 評価調査団の概要			
調査者	担当分野	氏名	所属
	総括	小林 健一郎	JICA 農村開発部水田地帯第一課 課長
	調査企画	朝川 知佳	JICA 農村開発部水田地帯第一課 職員
	評価分析	大橋 由紀	合同会社適材適所
	SATREPS 計画・評価 (*オブザーバー参加)	国分 牧衛	東北大学大学院農学研究科 教授
	SATREPS 計画・評価 (*オブザーバー参加)	梅村 佳美	独立行政法人科学技術振興機構 (JST) 地球規模課題国際協力室 調査員
調査期間：2014年7月23日～8月7日			調査の種類：終了時評価調査
3. 評価結果の概要			
3-1 実績の確認			
<p>(1) 成果1：「持続可能な地域農業・バイオマス産業の融合」システムの設計手法が明らかにされる。</p> <p>成果1は達成されたと判断できる。本成果は、バイオマス利活用を推進するためのPDCA (Plan-Do-Check-Action) サイクルにおいて、設計までをどのように進めるべきかが明らかにすることをめざすものであった。異なる地域特性をもつ3つの村落を対象とした基礎データ (地域の情報やバイオマス利用技術の情報) の収集・整理が行われ、それぞれの地域にバイオマス産業を組み込んだ場合の物質及びエネルギーフローが分析・評価され、バイオマス利活用モデル (バイオマスタウン) が提示された。タイミー村では圃場試験の結果を含む詳細解析も行われた。これらの結果、持続的な地域農業・バイオマス産業の融合システムの設計をどのように進めるべきかが取りまとめられ、バイオマス利活用による新たな農業の姿の例が示された。</p>			
<p>(2) 成果2：小規模分散型・地産地消型のバイオエタノール及びバイオガスの生産を中軸とするバイオマスリファイナリープロセスが農村地域において実証される。</p> <p>成果2は達成されたと判断できる。本成果では、HCMUT 研究プラントや対象となる農村のデモンストレーションプラントを設置・稼働することをめざしている。HCMUT 研究プラントでは稲わらを原料とするバイオエタノールのリファイナリープロセス、タイミー村デモンストレーションプラントでは木質バイオマスの炭化/発電複合プロセスと家畜排泄物のメタン発酵のプロセスが構築され、両プロセスともに設計に沿った性能が確認された。また各プラントでは、生産コストを下げるための研究や、必要な工学データの収集が行われた。予定していた活動はすべて完了しており、プラントでの調査・研究の結果はバイオマス利活用モデル (バイオマスタウンモデル) の設計・評価に活用された。</p>			
<p>(3) 成果3：バイオマスリファイナリープロセスを構成する新規の要素技術 (稲わら、もみ殻などの農業残さ等を原料とするバイオ燃料・資材の製造技術) が研究開発される。</p> <p>成果3は一部の先進的な研究がプロジェクト期間内には新規技術開発に至らなかったものの、着実に達成されてきたと評価できる。本成果では、バイオエタノール生産のためのリグノセルロース系バイオマス新規前処理・糖化、バイオ燃料、機能付加飼料・肥料、高付加価値物質の製造、バイオマスリファイナリープロセスにおける新規分離技術の技術開発がめざされた。各研究者の尽力の結果、それぞれの研究で新たな知見や技術が得られた。</p>			

特に分離技術においては、新規性の高い研究結果が得られた。その一方、スロー前処理・糖化技術等、プロジェクト期間内には新規技術開発に至らなかったものもあり、それらについては今後の研究継続やこれまでの研究結果の実用化が期待されている。

- (4) プロジェクト目標：ベトナム南部地域において、稲わら等の未利用バイオマスからのバイオエタノール生産及び家畜排せつ物等の廃棄物系バイオマスからのバイオガス生産の複合化を中心とした「持続可能な地域農業・バイオマス産業の融合」システムの有効性が実証される。

各活動の達成状況のとおり、パイロットプラントの実稼働が達成され、「持続可能な地域農業・バイオマス産業の融合」システムの有効性の実証が行われており、プロジェクトは目標達成に向けて着実に進捗を遂げてきたと評価できる。

3-2 評価結果の要約

(1) 妥当性

本プロジェクトは、環境負荷の低減やエネルギーの安定供給が求められるなか、未利用バイオマス資源が豊富に存在するベトナムの農村の現状やニーズに適合していること、国家グリーン成長戦略等ベトナム政府の政策と一致していること、日本の対ベトナム国別援助方針と整合していることが確認された。また、本プロジェクトのコンセプト・アプローチ・計画内容は適切であったと関係者から評価されており、バイオマスタウンのモデルシナリオとその中核となる小規模バイオマスリファイナリープロセスのパイロット試験施設は国内外から注目を浴びている。以上のことから、終了時評価時点でも引き続き高い妥当性が確認された。

(2) 有効性

本プロジェクトの研究活動を通して「持続可能な地域農業・バイオマス産業の融合」システムの設計手法が明らかになり、小規模分散型・地産地消型のバイオエタノール及びバイオガスの生産を中軸とするバイオマスリファイナリープロセスが示され、バイオマスリファイナリープロセスを構成する各種の要素技術の開発が進展した。これらの結果により設計されたバイオマス利活用モデルは、農業とバイオマス産業の融合をコンセプトとするバイオマスタウンの姿を提示している。これらのモデルは、農村における未利用バイオマスを利用することで村のエネルギー需要と比較して十分に大きなエネルギーを供給できるポテンシャルがあること、環境負荷を減少させることが確認されている点から、有効性が示されている。経済性の面では、メコンデルタの稲作地帯ではバイオエタノール生産において費用対効果の面でも有効なモデルとなり得るが、都市近郊のタイミー村ではバイオマスの炭化／発電プロセスのモデルの場合は自立運営で投資回収が見込まれる設計が可能であると判断される一方、バイオエタノール生産のモデルでは投資回収は難しいという試算結果が出ていることから、今後の課題として低コスト化及び実用化に向けた更なる技術開発が期待されている。

(3) 効率性

本プロジェクトの投入は開始当初には手続き上の遅れが生じたものの、その後は計画どおりに実施され、それらの投入を十分に活用した効率的な活動が行われた。その結果、上述のとおり達成状況を得ている。一部、研究の結果、期待された新技術の開発には至ら

なかったものもあるが、本プロジェクトで扱う新規要素技術の開発は研究の試行錯誤の積み重ねを必要とする難解な課題への挑戦であることから、プロジェクト研究メンバーの努力にもかかわらずプロジェクト期間中には新技術の開発に至らない研究が一部あり得ることは中間レビュー時にも予測されていたことである。日本側ベトナム側双方の関係者からは、プロジェクト期間後半も計画に従い成果の達成に向けて関係者が努力した結果であることから、プロジェクト期間内の結果としては十分なレベルの達成状況であると評価されている。

(4) インパクト

本プロジェクトでは正式な上位目標やスーパーゴールは設定されていないが、将来的にバイオスタウンの実現や地域農業・バイオマス産業の融合システムの運用が期待されるものである。そのような将来的な展開に向けて、本プロジェクトでベトナム初となるパイロットスケールのバイオマス研究プラントが2カ所導入されたことは有意義であったと評価される。また、本プロジェクトが提示したモデルの設計・評価手法、並びに界面活性剤添加による糖化速度促進とバイオエタノール気相吸着分離などの小規模分散型バイオエタノール生産を実現させるための要素技術の開発は、インパクトの高い成果であったと考えられている。一方、小規模分散型のバイオマス活用を促進するためには、そのための具体的な政策的支援、実用化に向けたビジネスモデル、事業化に必要な政府または民間の投資、バイオマス利活用を念頭においた農業生産基盤や作業機械の整備、バイオマス以外の再生可能エネルギー（小水力、太陽光など）や水環境保全技術との融合、他地域及び住民の理解促進など、さまざまな側面から検討され、実用化に向けた道筋が示される必要がある。なお、波及効果として、本プロジェクトのバイオマス活用に関する理解促進への貢献や、学術面での貢献、関連機関や民間企業との連携が促進されたことなどが確認された。

(5) 持続性

政策面では、ベトナム政府はバイオマス燃料の利用を本格的に推進しており、バイオマス活用促進への政策的支援の継続が期待できるなか、国家グリーン成長戦略の下、本プロジェクトの提示するバイオスタウンのコンセプトや技術に直結した小規模分散型のバイオマス活用においても、今後更なる政策的支援が期待できる。組織財政面では、HCMUTがLaboratory of Bioenergy and Biomassを新設し、機材購入のための150万米ドルの予算が確保されていること、再生可能エネルギーの研究を進めるためのResearch Institute for Sustainable Energy (RISE)を立ち上げるべくベトナム国家大学(VNU)にプロポーザルを提出しており、今年中の承認が期待できること、研究資金確保に向け各種プロポーザルが提出されていること、科学技術局(DOST)の研究ファンドが利用可能であることなどから、研究の継続が期待できる。技術面ではこれまでの研究の延長を行っていくうえで必要な技術や経験はベトナム側に蓄積されたと考えられている。資機材についても現在まで適切な管理が行われており、今後も研究に活用される予定である。

3-3 効果発現に貢献した要因と問題点及び問題を惹起した要因

(1) 効果発現に貢献した要因

- ・東大生研グループとHCMUTの協力関係はプロジェクト開始前の2004年から始まっており、良い関係性が構築されていたことが本プロジェクトの円滑な活動実施につながった。

- ・各種会議が定期的実施され、活動のマネジメントやモニタリングが効果的に行われた。
- ・ベトナム側の研究メンバー（特に学生や若手研究者）を技術習得や学会発表のために日本に招聘したことは、技術移転において効果的であった。また、ベトナム側関係者が日本のプラントを訪問する機会を設けたことは、関係者の理解促進に効果的であった。
- ・日本側の若手研究者が現地に中長期滞在する体制をとるとともに、研究代表者及びコアメンバーも頻繁に現地を訪れることで、プロジェクトの運営・進捗管理が滞りなく行われた。
- ・ベトナム側は責任者レベルでの人員交替はほとんどなく、中間レビュー以降は若手人材の交替も必要最低限に減少したため、活動の実施や技術移転がスムーズに行われた。なお、人員交替が生じた際には十分な引継ぎが行われ、影響が最小限に抑えられた。

（２）問題点及び問題を惹起した要因

- ・ベトナム側カウンターパート（C/P）機関の若手人材の雇用の慣例上、人員交替は避け難い状況にあり、プロジェクト前半ではプラントのスタッフ３名の交替が生じた際には活動の実施に影響を及ぼした。
- ・ベトナム側の会計年度における予算申請のスケジュールの問題で、2010年度の予算が確保できず、投入に遅れが生じた。その際、日本側の予算措置が必要となったとともに、ベトナム側 C/P は予算の捻出とその手続きが大きな負担となった。
- ・タイミー村のプラント用地の取得においては、ベトナムの土地管理に関する法律が複雑であり、用地手続きなど C/P 側も初めての経験であったことから、時間を要した。
- ・バイオ班の研究活動においては、当初ベトナム側では機材が不足しており、サンプルを日本に送って試験をするなどの手間や時間を要した。その後 2011 年に機材が入ってから改善された。

3-4 提言

（１）本プロジェクトの成果を踏まえた研究の発展継続

本プロジェクトの実施を通じ、ベトナム南部地域において、稲わら等の未利用バイオマスからのバイオエタノール生産及び家畜排せつ物等の廃棄物系バイオマスからのバイオガス生産の複合化を中心とした「持続可能な地域農業・バイオマス産業の融合」システムの有効性が実証された。同時に、実用化に向けて当面取り組むべき課題も明らかになった。

HCMUT はこれらに取り組むべく、RISE の立ち上げ準備を進めており、一部予算は既に確保されている。

ベトナム側研究機関は、このような機会を生かし、本プロジェクトで得られた成果を踏まえた実用化に向けての課題解決に学術的な観点から挑戦していくことが期待される。また、RISE 等今後の取り組みには ITB 等 HCMUT 以外の関係研究機関も参加できるよう配慮することも重要である。

日本側研究機関は、本プロジェクトを通じて構築されたベトナム側研究機関との共同研究体制を生かし、引き続きベトナム側研究機関の取り組みを支援することが期待される。

（２）社会実装に向けた行政機関や民間企業との連携

本プロジェクトで得られた成果を実用化していくためには、研究による課題解決のほかに、民間企業の参入や農民自身の取り組みが必要である。このためには、ベトナム中央政府や各省政府、人民委員会による民間企業や農民に対する補助金配付等政策的な誘導も有

効な手段となり得る。また、民間企業への積極的な情報公開による事業化の促進も、本プロジェクトの成果の有効活用につながる。

RISE 等今後の取り組みにおいては、行政機関、民間企業との連携も十分意識して取り組みを進める必要がある。

(3) アジア近隣諸国との連携強化

近年 ASEAN 諸国では、サトウキビ、キャッサバ、ジャトロファ、アブラヤシなど、さまざまなバイオマス原料からのバイオ燃料生産・利用に関する研究開発が精力的に進められており、バイオ燃料に対する需要も拡大している。今後は、さらに効率的かつ実用的なシステムの開発をめざして、日越のみならず、近隣アジア諸国との情報交換、連携にも力を入れて行っていただきたい。また、本プロジェクトで設置されたパイロットプラント施設は、ベトナム国内及び近隣 ASEAN 諸国の関連バイオマスプロジェクトにオープンラボとして広く開放されることが望まれる。

3-5 教訓

(1) 既存の人的交流を基礎としたプロジェクト形成の有効性

本プロジェクトにおけるベトナム側の主体的な取り組み（人的・予算的貢献）は他の技術協力プロジェクトと比しても特筆すべき点。研究機関は、行政機関に比してコアとなる人材の異動が少ないこともあるが、本プロジェクト開始前から構築されてきた両者の緊密な人的なネットワークに負うところが大きい。

今後の地球規模課題対応国際科学技術協力（SATREPS）案件形成においても、事前に両研究機関間でどれだけ人的ネットワークが構築されているか、より重要視されるべきである。

(2) 現地の事情を熟知した人材の投入

(1) の要因に加え、言葉を含む現地事情に精通した調整員の配置も本プロジェクトの成功要因のひとつであると考えられる。このような人員の育成や確保は今後も引き続き重要である。

(3) インターネット電話サービス等を利用した密な進捗共有体制の構築

本プロジェクトでは日々の進捗、報告、相談を電子メールやインターネット電話等で頻繁に行い、パイロットプラントにはウェブカメラを設置して、日本側がスムーズにモニタリングできる体制を構築した。これらの工夫は円滑な共同研究の実施に貢献した。

(4) 相手国の会計年度を考慮した予算計画作成の必要性

本プロジェクト開始時には、既にベトナム側の 2010 年度の予算申請は終了していた。その結果、ベトナム側のプロジェクト活動費の申請が行えず、プロジェクト活動に遅れが生じた。これに対応するため、日本側、ベトナム側双方で予算確保に取り組んだが、そのための調整や手続きが大きな負担となった。プロジェクトの計画時点で、相手国の予算申請スケジュールも考慮に入れた予算計画をたてる必要がある。