

国名	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
ベトナム	

## I 案件概要

事業の背景	ベトナムでは、人口増加に伴う食糧・エネルギー不足、環境悪化及び経済的格差が大きな問題になりつつあった。これらの問題に対処するため、ベトナム政府は「農業農村開発部門5カ年計画（2006年～2010年）」において、合理的で効果的な自然資源の抽出に係る研究と適用、環境汚染コントロール・処理への技術適用、農村部における科学技術の研究と適用を図っていた。一方、日本では、2006年3月に閣議決定された「バイオマス・ニッポン総合戦略」に基づき、地域の特性を生かしたバイオマスの生産・収集、変換、利用までの総合的なシステムを構築する「バイオマスタウン構想」の策定が推進されていた。		
事業の目的	本事業は、ベトナム南部地域において、「持続可能な地域農業・バイオマス産業の融合」モデルの設計手法の開発、小規模分散型・地産地消型バイオマスリファイナリー <sup>(※)</sup> プロセスの開発と実証、同プロセスを構成する主要技術の研究・開発を通じて、バイオマスからのバイオエタノールやバイオガス等のバイオ燃料及びバイオ資材の生産を中心とした同モデルの開発と実証を図り、もってバイオマスタウンの実現及び地域農業・バイオマス産業の融合システムの運用に寄与することを目指す。 ※バイオマスリファイナリー：バイオマスをすべて余すところなく物質やエネルギーとして使うこと。		
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 想定された上位目標：なし</li> <li>2. プロジェクト目標：ベトナム南部地域において、バイオマスからのバイオエタノールやバイオガス等のバイオ燃料及びバイオ資材の生産を中心とした「持続可能な地域農業・バイオマス産業の融合」モデルが開発・実証される。</li> </ol>		
実施内容	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 事業サイト：ホーチミン市工科大学（HCMUT）及びホーチミン市クチ県</li> <li>2. 主な活動：HCMUTにおけるバイオマスリファイナリーパイロットプラント及びバイオマスリファイナリー・デモンストレーションプラント（村落レベルでの「持続可能な地域農業・バイオマス産業の融合」実証用）の構築と運用、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の新規前処理・糖化に係る新規技術の開発、バイオ燃料、機能付加肥料・飼料、他の高付加価値物質の、地元のバイオマス資源からの製造、バイオマスリファイナリーのための新規分離精製技術の開発等</li> <li>3. 投入実績</li> </ol>		
	日本側	相手国側	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 専門家派遣 21人</li> <li>(2) 研修員受入 2人</li> <li>(3) 機材供与 HCMUT バイオマスリファイナリーパイロットプラント機器、タイミー村におけるデモンストレーションプラント、コピー機・コンピュータ等の事務機器他</li> <li>(4) ローカルコスト</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) カウンターパート配置 32人</li> <li>(2) 土地、建物、事務所：HCMUTにおけるプロジェクト事務所、バイオマスリファイナリーパイロットプラント用の建物・施設、炭化システム装置、電気炉、タイミー村デモンストレーションプラントの用地、建屋、バイオガスシステム一式</li> <li>(3) ローカルコスト</li> </ol>	
協力期間	2009年10月～2014年10月	協力金額	（事前評価時）380百万円、（実績）348百万円
相手国実施機関	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）/ベトナム科学技術院（VAST）		
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）		

## II 評価結果

### 【留意点】

本 SATREPS ではプロジェクト・デザイン・マトリックス（ロジカルフレームワーク）は作成されず、上位目標も設定されなかった。一方、終了時評価調査結果要約表には、「将来的にバイオマ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」との記載がある。この「期待」は上位目標としてはレベルが高すぎるため、スーパーゴールとみなしたうえで「その他のインパクト」の一つとして検証した。そして、想定された上位目標については、ロジックに基づいて「バイオマス他の再生可能エネルギーに係る研究が拡大し、実用化に向けて、研究結果が潜在的な再生可能エネルギー開発事業者・政策決定者に共有される」と設定した。この、想定された上位目標の達成度の検証は、次の二つの点（実質的には指標としての役割をもつ）に基づいて行った。

- ①本事業の研究成果に基づいた、バイオマス他の再生可能エネルギーに係る研究の拡大
- ②実用化に向けた、研究結果の潜在的な再生可能エネルギー開発事業者・政策決定者への共有

### 1 妥当性

#### 【事前評価時・事業完了時のベトナム政府の開発政策との整合性】

「事業の背景」に記したとおり、本事業は事前評価時、「農業農村開発部門5カ年計画（2006年～2010年）」と整合性があった。事業完了時においては、「2011年から2020年の国家グリーン成長戦略及び2050年までのビジョン」が、クリーン・再生可能エネルギーの利用、環境にやさしい体制に基づいたグリーン工業及びグリーン農業、持続可能なエネルギー消費などの戦略的タスクを掲げていた。

<sup>1</sup> SATREPS とは、「地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム」（Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development）を指す。

【事前評価時・事業完了時のベトナムにおける開発ニーズとの整合性】  
 稲作・畜産など農業を中心とした産業構造をもつベトナム農村地域には、入手の容易なバイオマス資源（エネルギー源になり得る）が豊富に存在しており、バイオマスの効果的利活用と同時に環境・エネルギー問題への寄与が必要とされていた。事前評価時のこのような状況は、事業完了時も同様であった。

【事前評価時における日本の援助方針との整合性】  
 2008年10月の第8回ASEAN+3農林大臣会合において、「東アジアにおけるバイオマスタウン構想普及支援事業」が承認された。同事業では、日本は東アジアに対し「バイオマスタウン」の取り組みを発信し、持続的バイオマス利活用を普及していくこととされた。事業の対象地域にはホーチミン市が含まれていた。また、本事業は「対ベトナム国別援助計画（2009年）」における重点分野の小項目のうち「資源・エネルギー安定供給」「自然環境保全」「地方開発・生計向上」に照らして妥当であった。

【評価判断】  
 以上より、本事業の妥当性は高い。

2 有効性・インパクト

【プロジェクト目標の事業完了時における達成状況】  
 本事業は、事業完了時にプロジェクト目標を達成した。小規模分散型・地産地消型バイオマスリファイナリープロセスが開発され、バイオマスリファイナリー・パイロットプラント及びデモンストレーションプラントが、HCMUT及びホーチミン市タイミー村にそれぞれ設置され、「持続可能な地域農業・バイオマス産業の融合」コンセプトが構築された。このコンセプトに沿って作成されたモデル・シナリオのうちいくつかは経済的効率性（投資回収の見込み）があるとの分析結果が得られたが、そうではなかったものもあった。そのため、本事業の終了時評価では、低コスト化と実用化に向けた技術開発のため、さらなる研究の必要性が指摘された。

【事業効果の事後評価時における継続状況】  
 本事業の効果は、事後評価時まで一部継続している。本事業の主要な研究結果の多くが研究活動において継続的に利用されている。HCMUTのバイオマスリファイナリー・パイロットプラントは、HCMUTの予算負担によりバイオ燃料・バイオマス研究実験室（以下、「バイオマス実験室」という）の設備に格上げとなり、本事業にて供与された実験室用機器は学術研究及び教育に引き続き使用されている。もっとも、パイロットプラント自体は時々使用されるのみとなっている。これは、本事業後の後続研究が主に実験室レベルの試験を伴うもので、パイロット的な試験を行う機会が少ないためである。実験室の職員は、他大学を招待し、それらの大学の学生に対し、パイロットプラントを活用した実践的トレーニングを行うことを計画している。一方、同プラントの維持のため警備員が配置されているほか、HCMUTは他の研究機関や民間企業を招待しての活用を数度にわたり試みているものの、タイミー村のデモンストレーションプラントは、本事業完了後は稼働していない。同プラントは、事業実施中はバイオエタノールを実際に生産する実証活動に用いられていたが、生産コストが高いままであるため、本事業後に継続している研究の多くははまだ実験室内の活動にとどまっている。

【想定された上位目標の事後評価時における達成状況】  
 想定された上位目標は、事後評価時まで達成された。HCMUTは本事業で開発された技術を用いて研究を継続し、技術の適用に関心を示した民間企業に対して研究結果を共有している。それらの活動は、本事業の成果を活用した社会実装に向けた取り組みとみなすことができるが、実用化までには、上述のような経済的効率性に向けた課題が引き続き存在している。また、本事業の終了時評価で提言された地方行政機関との協力（初期費用を補助金により支援し、農家や民間企業が新技術を適用しやすくする）は実現していない。これに関連し、HCMUTは研究とその成果の実用化に多様な関係者が参加できるように、2017年に持続可能なエネルギー研究所（RISE）を設置した。バイオマス実験室もRISEの管轄とされたが、予算の制約などを理由として、同実験室が2019年2月に同大学化学工学部に移転されるまで、RISEの機能は限定的であった。

【事後評価時に確認されたその他のインパクト】  
 自然環境への負の影響はみられなかった。スーパーゴールレベルの目標については、バイオマスタウンは産出物の価値に比してコストが高いため、いまだ実現していない。他の正のインパクトの一つとして、本事業に参加した研究者の能力向上がHCMUTより指摘された。例えば、それらの研究者はリグノセルロース系バイオエタノールについての研究から新たなアイデアを得て、バクテリアセルロースやナノセルロースなど他のバイオマス形態についての研究を進展させたとのことである。

【評価判断】  
 以上のように、プロジェクト目標、想定された上位目標ともに達成されたが、事業完了時においてバイオマスリファイナリーのデモンストレーションプラントが稼働していないなど、一部事業効果の継続に課題が認められた。よって、本事業の有効性・インパクトは中程度である。

プロジェクト目標及び上位目標の達成度

目標	指標	実績
プロジェクト目標 ベトナム南部地域において、バイオマスからのバイオエタノールやバイオガス等のバイオ燃料及びバイオ資材の生産を中心とした「持続可能な地域農業・バイオマス産業の融合」モデルが開発・実証される。	パイロットサイトにおいて、地産地消型バイオマスリファイナリーシステムが構築され、廃棄物系および未利用バイオマスから、バイオエタノール、バイオガス及び農業資材等が生産されると共にパイロットプラントが稼働する。	達成状況：達成（一部継続） （事業完了時） ・小規模分散型・地産地消型バイオマスリファイナリープロセスが指定どおり開発され、研究活動により同プロセスの主要な技術が開発された。 ・バイオマスリファイナリー・パイロットプラントがHCMUTに設置され、運用された。同プラントでは、稲わらを原料とし、アルカリ含浸を前処理として、その後、同時糖化発酵によりバイオエタノールが生産された。 ・デモンストレーションプラントがホーチミン市タイミー村に設置され、運用された。同プラントはリグノセルロース系バイオマスの炭化・発電複合プロセスと家畜排泄物のメタン発酵を併設する構成となっていた。 （事後評価時） ・バイオマスリファイナリープロセスの主要技術は、バイオマス実験室（バイオマスリファイナリー・パイロットプラントから格上げ）のさらなる研究の基本的なバックグラウンドとして活用されている。 ・リグノセルロース系バイオエタノール生産コストを下げるためのさらなる研究

		が行われている。バイオマス実験室では、稲わら（本事業で使用）以外の他のリグノセルロース系バイオマスであるホテイアオイ、ゴムの木の木くず（副産物）、アカシアの木くず、古紙リサイクル工場からの製紙汚泥（スラッジ）を用いた比較研究も実施されている。研究結果は、少なくとも七つの国際・国内論文または研究発表にて報告された。 ・デモンストレーションプラントは稼働していない。
想定された上位目標 バイオマス他の再生可能エネルギーの係る研究が拡大し、実用化に向けて、研究結果が潜在的な再生可能エネルギー開発事業者・政策決定者に共有される。	（指標1）本事業の研究成果に基づいた、バイオマス他の再生可能エネルギーに係る研究の拡大  （指標2）実用化に向けた、研究結果の潜在的な再生可能エネルギー開発事業者・政策決定者への共有	達成状況：達成 （事後評価時） ・上記「プロジェクト目標」に記したように、研究は拡大している。 ・HCMUT はベルギーのゲント大学と共同で、稲わらからのリグニン回収の研究を行っている。リグニンは、バイオマス加工からの副産物の一つ。  達成状況：達成 （事後評価時） ・市場向けバイオガスの開発に関心を示した株式会社東芝向けに情報を提供した。 ・本事業後、HCMUT が本事業の研究結果を企業に共有し、また試験・実験サービスを提供したケースが以下の2件あった。 - Tin Thanh Co. Ltd：ホテイアオイからのバイオエタノール生産試験（2015年） - An Giang Plant Protection Company：米ぬかからのライススピリッツ生産パイロット実験（2014年）

（出所）終了時評価報告書、HCMUT 質問票回答・聞き取り

### 3 効率性

本事業の協力金額、協力期間ともに計画内に収まった（計画比：92%、100%）。アウトプットは計画どおり産出された。よって、効率性は高い。

### 4 持続性

#### 【政策制度面】

「2030年までの再生可能エネルギーの発展戦略及び2050年までのビジョン」及び「バイオマス発電プロジェクトの開発支援メカニズムに関する決定24/2014/QD-TTg」（2014年）（バイオマスプロジェクトへの融資及び税制上の優遇措置に係る規則）など、バイオマスエネルギーを含む再生可能エネルギーを推進するための強力な政策枠組みがある。しかし、バイオマスの地域農業への融合に係る研究を推進することに特に言及した政策はいまだ存在しない。

#### 【体制面】

HCMUT（化学工学部）、HUST（化学工学部及びクロマトグラフィ教育開発センター）、ITB（応用微生物学科）はそれぞれ、本事業の研究結果の利活用を担当する部署を指定済みである。これらの機関によれば、人員不足に起因する困難がないため、各部署の職員数は十分といえるとのことである。一方、DOSTにおいては、本事業担当の職員が退職し、その後本事業の結果をフォローする職員は配置されていない。

#### 【技術面】

HCMUTの研究者は本事業完了後も、本事業開発の技術をバイオマス研究に活用している。本事業供与機材の運営・維持管理技術は、それら機材の継続的な活用を通して十分なレベルに保たれている。しかし、HUST、ITB、DOSTでは事業完了後にバイオマスに係るプロジェクトがなく、職員が技術を維持する機会がない状態である。

#### 【財務面】

HCMUT及び同大学がメンバー校として所属するベトナム国家大学（VNU）は、バイオマス実験室の実験室用機器をアップグレードするための予算を継続的に配分している。ただし、それらの予算はプロジェクトベースの予算であり経常的な運営・維持管理予算ではない。一方、HUST、ITB、DOSTは関連プロジェクトがないため、予算も配分されていない。

HCMUT のバイオマス関連研究費

研究	金額 (USD)	財源	予算期間
バイオマス実験室の分析装置アップグレード	1,500,000	VNU	2014-2016
プロジェクト B2018-20-02：木くずのバイオエタノールへの変換に係る研究	50,000	VNU	2018-2020

（出所）HCMUT

本事業で整備された施設の運営・維持管理予算

項目	金額 (USD) 及び財源		
	2016	2017	2018
HCMUT のバイオマスリファイナリーパイロットプラントの運営・維持管理	5,000 VNU 研究資金	7,500 HCMUT 研究資金	20,000 VNU 研究資金
タイミー村デモンストレーションプラントの警備員給与	2,400 HCMUT 研究資金	2,400 HCMUT 研究資金	2,400 HCMUT 研究資金

（出所）HCMUT

#### 【評価判断】

以上より、政策制度面、体制面、技術面、財務面に一部問題があり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

### 5 総合評価

本事業は、「持続可能な地域農業・バイオマス産業の融合」モデルの開発・実証というプロジェクト目標を達成した。事業効果は次に述べるように一部継続している。HCMUT は主要な研究結果の多くを継続・発展させるとともに、バイオマスリファイナリー・パイロットプラントを実験室試験の中で使用してきたが、HCMUT はバイオエタノール生産のデモンストレーションプラントの活用を改善するまでには至っていない。持続性については、HCMUT の組織体制と技術能力は研究活動のために確保されている。ただし、バイオマス研究に特化した政策がない、HCMUT 以外の実施機関における関連テーマの研究がない（よって研究資金もない）など、政策制度、体制、技術、財務の各側面に一部問題もみられた。

以上より、総合的に判断すると、本事業の評価は高いといえる。

### III 提言・教訓

実施機関への提言：

- ・バイオマスリファイナリー・パイロットプラントの運営・維持管理費用は研究資金から支出されており、事後評価時点での金額は十分である。しかし将来的には、より多くの運営・維持管理予算を要するような高額な修理も発生すると思われる。したがって、HCMUT は研究資金とは別の、運営・維持管理予算の配分を検討することが望まれる。
- ・タイミー村のデモンストレーションプラント及び HCMUT のバイオマスリファイナリー・パイロットプラントの稼働状況は十分ではない。HCMUT は他の地方省や、一部地域でバイオマス開発を支援している GIZ などのドナー機関と協力してバイオマス開発計画を策定する機会を探ることが望まれる。

JICA への教訓：

- ・本事業では、研究対象の技術の経済的効率性をより重視したり、研究成果を地域の関係者により広く共有したりすることで、地域の状況に即した研究成果の応用が促されたのではないだろうか。また、実施機関が事業完了後に研究能力（人材、機材含む）をベトナムの状況に即した形でどのように活用するかをより検討できていれば、持続性の向上に貢献していたと思われる。



HCMUT のバイオマスリファイナリー  
パイロットプラント



HCMUT のバイオマスリファイナリー  
関連機器



タイミー村デモンストレーションプラント