

## 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

### 研究課題別追跡評価報告書

#### 1. 研究課題名

持続可能な地域農業・バイオマス産業の融合 (2009年10月～2014年10月)

#### 2. 研究代表者 ※所属はプロジェクト終了時

2-1. 日本側研究代表者：迫田 章義 (東京大学生産技術研究所 教授)

2-2. 相手側研究代表者：Phan Dinh Tuan (ホーチミン市工科大学 副学長)

#### 3. 研究概要

農業を産業基盤とするベトナムなどの開発途上国では、近年、バイオ燃料用作物の需要が増大する中、食料生産能の維持・拡大と共に、生産地域環境を保全しながら近代化・工業化への道を歩むことが重要な課題である。そのためには、持続可能な地域農業とバイオマス産業の融合を図ることが有用であり、本研究では、ベトナム南部を対象とし、地域ごとの特徴を理解した上で、複合的な農業副産物・廃棄物などからバイオ燃料・資材などを生産・消費する地産地消型バイオマス利活用システムを設計・構築し、その具現化に必要な要素技術開発を行った。具体的には、プロセスの設計・構築・運転を行うことにより、本システムが持続可能であり、かつ、農業国の将来に必要なことを明示することで、ベトナムだけでなく農業を産業基盤とする開発途上国などに広く普及していく礎を築くことを目指した。

本研究における、主な研究コンポーネントは以下の通りであった。

- 1) 本研究が提案・検証する「持続可能な地域農業・バイオマス産業の融合システム」の設計手法を確立する。
- 2) 小規模分散型、地産地消型のバイオエタノールおよ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および要素技術群の研究開発を実施し、実証段階、実用化段階で利用されるレベルでの検証および体系化を行う。
- 3) 現地にパイロット試験施設を構築し、農業を産業基盤とする途上国等の視察・見学・意見交換等の場を提供することにより、これらの国や地域に広く普及・発展するための基盤を整備する。

#### 4. 評価結果

再生可能エネルギーを基本とするエネルギーの地産地消の概念は、低炭素社会の実現に向けた重要な考え方であり、関連の技術開発は喫緊の課題である。本プロジェクトが、ベトナムにおけるバイオマス燃料やバイオマス発電に関する研究の先鞭をつけたことの意義は大きく、プロジェクト終了後も、ベトナムにおいて本プロジェクトの研究成果を踏まえた発展的な研究が、大学の支援を受けて実施されていることから、ベトナムのバイオマス政策や大学における研究・教育方

針に刺激を与えたと考えられる。

本プロジェクトの終了後も研究の継続が図られていることは、日本、ベトナムの両国の研究者が新たに原著論文を公表していることから確認できる。ベトナム側の主要参画者は大学の学長やセンター長など高い地位へ昇進し、本プロジェクトでホーチミン市工科大学に設置されたパイロットプラントは現在も教育や学術研究に利用されている。これらのことから、本プロジェクトの成果は人材育成や研究の発展につながり、さらには相手国における自立的な展開を促したと評価できる。

以上の通り、本プロジェクト終了後の総合的な展開状況は極めて優れていると評価できる。しかしながら、研究の継続や要素技術の改良開発における進展が確認できる一方で、その実用化のために解決すべき課題は多く、今後、本プロジェクトの研究成果や供与機材を活用して、課題解決に向けた取組みが進められることが期待される。

#### 4-1. 研究の継続・発展

日本側共同研究機関である農研機構は、民間企業が環境省から受託した CO<sub>2</sub>削減効果に関する検証事業において、本プロジェクトの関連技術、具体的には生ゴミ循環システムの構築と有機性廃棄物メタン発酵に関する調査研究を実施した。

また、ベトナム側では、ホーチミン市工科大学がその監督機関であるベトナム国家大学ホーチミン校からの研究予算の支援を受け、バイオマス素材を稲わら以外の植物資源や廃棄物資源とする後継プロジェクトを実施した（2014年～2018年）。さらに、ベルギーの大学との共同研究において稲わらからのリグニン回収に関する発展的な研究も継続している。このように、相手国において大学による予算措置や外国機関との共同研究資金を活用して研究が継続されていることは高く評価できる。

本プロジェクトでは2つの実証プラントが建設されたが、このうちホーチミン市工科大学内のバイオエタノールの製造を行うパイロットプラントは、現在は「バイオ燃料・バイオマス研究実験室（以下、「バイオマス研究室」とする。）」として格上げされ、現在も教育やその後の学術研究に活用されている。本プラントについては将来のバイオマス研究やより大規模な実証のための基礎知見を提供する場として大いに期待される。一方、ホーチミン市郊外の農村（タイミー村）に建設された、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したデモンストレーションプラントは、維持はされているものの、稼働はしていない。これは、相手国側の社会システム的な影響が一要因となっていると考えられるが、稼働に至っていない結果について、今後検証が行われ、機材の有効活用が図られることが期待される。

#### 4-2. 地球規模課題の解決に向けた科学技術の進展への貢献

プロジェクト終了後、日本、ベトナム両国の研究者によって、多様な分野における論文発表がなされた。本研究の成果が一定の評価を得ていることは、研究代表者がプロジェクト終了後、日本水環境学会学会賞（2016年）および日本吸着学会学術賞（2017）を受賞したことや、日本側共

同研究機関である農研機構の複数研究者が、バイオマス利用促進のためのメタン発酵消化液の液肥利用に関する研究などについて、農業農村工学会の学術賞・研究奨励賞を受賞したことなどから確認できる。

本プロジェクトが目指した地域資源を活用したバイオマス産業の確立は、バイオエネルギー生産のあり方として世界的にも重要な概念である。プロジェクト期間内には、本プロジェクトで設置した2つの実証プラントにおいて、地産地消型のバイオリファイナリーシステムの可能性と技術の統合化が実証された。プロジェクト終了後、ベトナム側ではバイオマス素材をプロジェクトで対象とした稲わらからホテイアオイ、バナナの皮、カカオの皮、ゴムくず、アカシアくずなど他の植物資源や廃棄物を資源とする研究に発展し、ベルギーのゲンツ大学との共同研究では稲わらからのリグニン回収に関する研究が継続して実施された。さらに、セルロース系バイオエタノールに関する研究に関連して、細菌セルロースやナノセルロースなど他のバイオマスにも研究が拡大されている。このように開発された技術が現地において実証され、継続して技術開発が進められたことは、ベトナムにおけるバイオマス発電に関する研究の啓発やその発展に貢献したと考えられる。

#### 4-3. 地球規模課題の解決および社会実装に向けての発展

ホーチミン市工科大学内のパイロットプラントは、ベトナム国家大学ホーチミン校からの研究資金により、バイオマス実験室として現在も教育や学術研究に活用されている。さらに、2017年にはバイオマス研究とその成果の実用化に多様な関係者が参画できるよう、ホーチミン市工科大学内に「持続可能なエネルギー研究所 (RISE)」が設置され、バイオマス実験室もこの管轄下に置かれた。これらのことから、ホーチミン市工科大学内のパイロットプラントは、ベトナム国におけるバイオマス利用の促進に向けた、一つの基盤的な施設となっていることが認められる。

一方で、タイミー村に設置されたデモンストレーションプラントは、予算不足の問題もあり稼働していない。上述の通り、要素技術における研究の継続やその進展は認められるが、実験室レベルの研究と、開発された技術の現地実証およびその継続には乖離があり、プロジェクトの当初目標であった地域農業とバイオマス産業の融合については、プロジェクト終了後の現在もなお大きな課題となっている。システムの実用化に向けては、プラント建設費用と生産物であるバイオエタノールの価格差など費用対効果の向上に向けた検討が必要であり、実用化への道はまだ遠いと言わざるを得ない。しかしながら、本プロジェクトにより地産地消型のバイオリファイナリーシステムがモデルとして提示されたことの意義は大きい。デモンストレーションプラント自体の性能は社会実装には不十分ではあるものの、これを活かした現地実証試験が今後新たに進められるなど、バイオマスタウン構想のモデル実証に向けて供与された機材が有効活用されることを期待する。

#### 4-4. 日本と相手国の人材育成や開発途上国の自立的な研究開発能力の向上

プロジェクト当時、ベトナム側でコーディネーターの役割を担っていたホーチミン市工科大学の Thi Kim Phung 准教授は、本プロジェクトで実施したコーヒー殻や果物残渣からのバイオエタノール精製において、2016年には ASEAN-U.S. Science Prize のファイナリスト、2017年には「アジアの科学者 100 人」に選ばれた。その他、相手国の主要な共同研究者も、学長やセンター長など、大学内で高い地位に昇進しており、彼らによって教育現場におけるバイオマス研究に大きな指導力が発揮されることが期待できる。これらのことから、本プロジェクトの成果が、相手国における人材育成、および自立的な研究開発能力の向上に繋がったと評価できる。これは、ベルギーとの共同研究や、ホーチミン市工科大学内におけるバイオマス素材に関する研究が、相手国共同研究者によって主導的に実施されたことから裏付けられ、「地域農業とバイオマス産業の融合」に向けた将来の展開をもたらすことが期待される。

また、日本側では、共同研究機関の若手研究者がバイオマス発酵微生物の研究で学位を取得し、メタン発酵消化液の液肥としての利用に関する研究において農業農村工学会研究奨励賞を受賞するなど、日本人若手研究者の育成への貢献も高く評価できる。

#### 4-5. 日本と開発途上国との国際科学技術協力の強化、科学技術外交への貢献等

一次産業廃棄物の有効利用は、農林業がさかんなベトナムにおいて重要であり、本プロジェクトの研究成果は、日本側において民間企業との連携にも繋がっていることから、目覚ましい発展を遂げるベトナムとの科学技術外交への貢献が認められる。

また、上述の Thi Kim Phung 准教授の「アジアの科学者 100 人」受賞時には、SATREPS プロジェクトの経験談がベトナムの新聞紙上で報道された。これはベトナムにおける日本の科学技術協力のプレゼンス向上に寄与したと考えられる。

以上

研究課題名	持続可能な地域農業・バイオマス産業の融合
研究代表者名 (所属機関)	迫田 章義 (東京大学生産技術研究所)
研究期間	H21採択 平成21年10月から平成26年9月(5年間)
相手国名	ベトナム
主要相手国研究機関	ホーチミン市工科大学

### 付随的成果

技術の普及	・現地および日本における民間企業や研究機関などを対象とした研究成果のセミナー開催。 ・現地で構築・運転するパイロット試験施設が農業を産業基盤とする途上国等からの視察・見学・意見交換等の場となる。
日本のプレゼンスの向上	・ベトナムー日本の協力体制の確立。現地の理解が得られやすい「科学技術外交」であるため。 ・ベトナム以外の農業を産業基盤とする途上国等とも類似の関係が構築されることによる、アジアにおけるわが国の環境・エネルギー問題に関する大きな貢献。
特許出願・知的財産管理	・共同研究を通じて得られた知的財産についての特許の取得 ・関連する知的財産に関し守秘義務協定や技術移転協定等の知財管理を行う
レビュー付雑誌への掲載	・査読付き論文誌への掲載数 (テーマ例: Gas Phase Adsorption of Bioethanol from Whole Fermentation Broth)
人材育成	・ベトナム側研究者などの研修によるスキルアップ ・日本側の若手研究者の人材育成
他地域、他国への展開	・水田などの農地の食料生産機能を維持する重要性をワークショップ開催等により他国に展開する。 (国際的な食料供給能力の確保のみならずアジア地域の水環境保全、生態系保全の観点から重要。)

### 上位目標

稲などのバイオマス資源が豊富な「ベ」国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・消費する地産地消型のバイオマス活用システムが実現する。

研究内容・成果がベトナム政府、地元農民などに認められ、ベ国内での実用化、普及への展望が明らかになる

### 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。  
(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。)

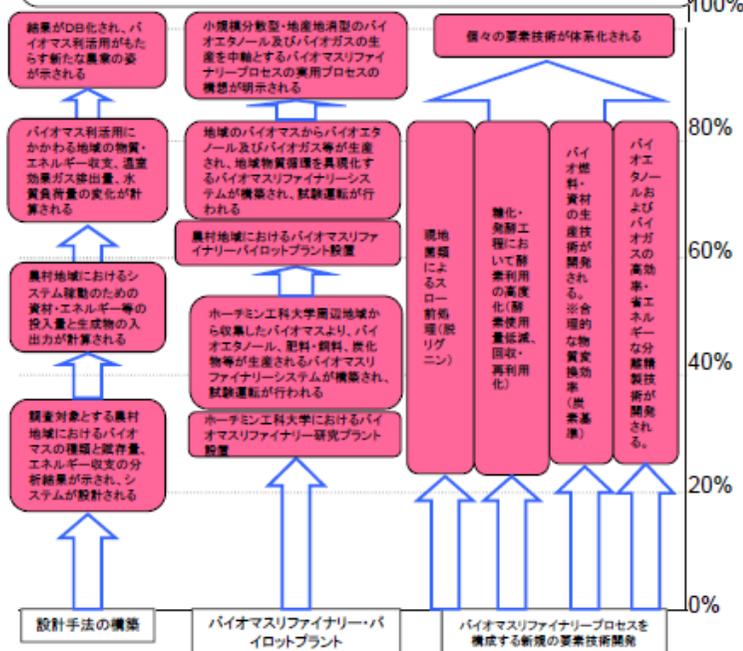


図1 プロジェクト終了時における成果目標シートと達成状況