

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）

研究課題別中間評価報告書

1. 研究課題名

ベトナムおよびインドシナ諸国における、バイオマスエネルギーの生産システム（植林・製造・利用）構築による多益性気候変動緩和策の研究（2011年10月－2016年9月）

2. 研究代表者

2. 1. 日本側研究代表者：前田 泰昭

（大阪府立大学 地域連携研究機構 特認教授）

2. 2. 相手国側研究代表者：Luu Van Boi

（ベトナム社会主義共和国 ベトナム国家大学ハノイ校 教授）

3. 研究概要

産油国であるベトナムでは、現在、経済発展とともに化石燃料の消費が増え続け、2020年には生産が消費の約半分になり、2025年には約1/3にまで減る。それに従って、政府でも再生エネルギーの生産を推奨している。また、焼き畑や戦争中の枯れ葉剤による土壌汚染などで広がった約900万haの荒廃地、さらに広大な石炭採掘跡地での土砂崩れ、洪水などの災害が危惧されており、防災のための植林も急務である。さらに、急速な経済発展に伴う都市部の粒子状物質と多環芳香族炭化水素などの大気汚染による健康被害と、山間部の貧困問題の改善が急がれている。

本研究では、これらの環境・社会問題を解決し、地球温暖化対策にも寄与する植林・製造・利用を一体化したバイオエネルギーの生産システムを構築する。

具体的には、原料の生産→BDF（バイオディーゼル燃料）のクリーンな製造→BDFの有効な利用→多益性気候変動緩和策の評価を一体として行うことを目的として、（1）最適なBDF原料樹種の選択と栽培方法の確立（2）汚染土壌の現況調査と、土壌汚染改善技術の開発（3）クリーンな高品質BDF製造プロセスの確立（4）BDFの公共交通機関、農業機械等への利用と大気汚染削減の評価（5）多益性の検証（気候変動対策、大気汚染および土壌汚染改善、貧困撲滅）と経済効果の評価を行う。

4. 評価結果

総合評価 （A＋：所期の計画をやや上回る取り組みが行われ、大きな成果が期待できる）

多様な原料から高品質BDFを製造できる共溶媒法を開発し、パイロットプラントの建設・運転による実証試験、ハロン湾の観光船に試験利用がなされるなど、BDFのクリーンな製造法の確立とその有効性の確認は計画通り順調に進んでいる。また、簡便なダイオキシン分析手法の技術移転や大気汚染物質連続観測体制の構築など、ダイオキシン土壌汚染および大気汚染の分野でも着実に成果を挙げつつあることは高く評価できる。

ダイオキシン汚染土壌に関して、ダイオキシン汚染地域のダイオキシン濃度は当初の予想と異なり非汚染地域と同程度であり、ダイオキシン汚染は一部の地域を除いてさほど深刻ではないことが明らかになった。そのため、ダイオキシンで汚染された荒廃地に *Jatropha* を植林し BDF を生産するとともに、ダイオキシンに汚染された土壌を改善するという、当初のスキームは変更せざるを得なくなった。また、BDF 生産のための最適植林・栽培技術の開発に関しては、気候・立地条件の異なる、数カ所での栽培試験は進められているが、成果が出ているとは言い難い。BDF 利用による大気汚染影響評価も、当初の目標を達成するにはまだ多くの課題が残されている。

当初の目的である「ベトナムにおける植林・製造・利用を一体化したバイオエネルギーの生産システムの構築」を堅持しつつ、研究の方向性を発散させることなく重点課題を整理して全体計画を立て直して欲しい。ベトナムにおけるバイオマス利用のポテンシャルを明らかにし、最適バイオマス導入シナリオを作成し、最終的にベトナム政府にバイオマスエネルギー戦略・政策を提言してもらいたい。

研究代表者の強いリーダーシップの下、相手国との強固な技術および人的ネットワークが構築されてきており、多くの論文発表などを通して両国の科学技術の発展にも寄与しつつある。今後、若手研究者、日本人の研究者の育成に留意して、さらに両国研究者間の連携を図り、地球規模課題の解決と両国の技術向上に貢献するプロジェクトとなるまで完成度を高めて欲しい。

4-1. 国際共同研究の進捗状況について

本研究の中心技術といえる共溶媒法による BDF 製造技術の有効性が実証されつつある。共溶媒法は、汎用性が高く、多様な原料から高品質 BDF を製造できるという点で優れた技術であり、本研究の科学的・技術的インパクトにおいて高く評価できる。また、本プロジェクトで製造した BDF がハロン湾の観光船で利用されるなど、実証試験を行っており、評価できる。

ダイオキシン汚染土壌をジャトロファで浄化しつつ、BDF を生産するという、当初の研究の狙いは、汚染土壌が意外に少なく、残された土地も軍の管理下にあって使えないなどの問題があり、研究計画の変更を強いられたが、よく立て直して研究を実施している。ジャトロファの育種、栽培技術の開発、炭鉱跡地などの荒廃地での植林、ジャトロファ以外の植物の利用の検討などが進められたことは、評価できる。また、土壌中ダイオキシンの簡易・迅速な分析手法が確立され、今後、ダイオキシン汚染マップが完成されることを期待する。

BDF 利用における大気汚染影響の評価に関しては、大気汚染観測機器が設置され、大気汚染物質の連続測定が開始されており、大気汚染状況についての基盤が整備された。今後、BDF 利用実証などによる課題の抽出に向けて、一層努力してほしい。

知財出願案件は、国内出願（1件）特願 2014-111531「米糠から生理活性物質を製造するため

の方法」が報告されており、日本側の努力の成果が出ている。

4-2. 国際共同研究の実施体制について

日本側研究代表者（大阪府立大学：前田特認教授）とベトナム側代表研究者（VNU ハノイ校：ホイ教授）をはじめ、両国の研究者間でのコミュニケーションは円滑になされており、両国の研究者間の連携関係は良好とみられる。

両国研究代表者は、相手国側の関連省庁や企業との連携形成も積極的に行っている。世界遺産登録のハロン湾で走る観光船に、本プロジェクトで製造した BDF の試験的な使用が実現したのは、ホイ教授の幅広い関連省庁とのネットワークとリーダーシップによるものといえる。また、パイロットプラントの視察には、日本企業（ヤンマー社など）が数社駆けつけ、高品質 BDF と高純度の副生グリセリンに興味を示したという報告からも、本研究の中間時点において、社会実装に向け、積極的にプロジェクトをリードしていることが伺え、評価できる。

しかし、研究の方向性が多角的に展開され、発散気味である。今後、整理した研究計画に則り、グループ・メンバー間で議論・情報共有を図りながら、必要な研究課題に集中し、BDF 技術の社会実装に向けて研究を推進していただきたい。

政策提言・戦略立案においては、グループ 5 の役割が重要となると考えられる。他のグループとの連携を十分とりつつ、BDF のみならず、ベトナムにおけるバイオマスエネルギー生産・消費の社会経済影響評価を進めていく必要がある。

相手国側に投入すべき供与機材の調達は、すべて完了しており、プロジェクト開始当初から活躍されていた業務調整員による調整・支援も大きい。

また、ベトナム側の研究費として、ベトナム財務省よりプロジェクト期間（5 年間）で約 116 万 US ドル（1.2 億円相当）の予算が付き、2013 年末までに約 67 万 US ドル（6800 万円相当）が、機材・備品等の調達、光熱費、人件費などに使われた。相手国側の本プロジェクトに対する財政面での積極的な関与も、本プロジェクトをスムーズに推進することが出来た大きな要因の一つと考えられ、評価できる。

4-3. 科学技術の発展と今後の研究について

技術レベルの向上への貢献は大きく、地球規模課題への貢献という意味でプロジェクトは進んでいるとみられる。共溶媒法による BDF の製造の優位性も示せば世界的にもインパクトは大きい。

また、ベトナム政府の戦略策定に寄与する高い水準での提言ができれば、他の新興国・地域へ

の展開も期待でき社会的なインパクトは大きい。今後プロジェクト終了に向け、社会実装およびその加速化のための課題を抽出し、成果に向けた着実な実施を期待したい。

日本人人材の育成面においては、相手国での日本人長期滞在者は研究代表者が主となっており、国際的に活躍できる日本人若手研究者の育成という点ではやや物足りないように思われる。

これまでの国際学術論文実績においては、国内 4 件、国際 23 件で、大半は共著論文として発表されている。また、招待講演(国内会議 2 件、国際会議 12 件)、口頭発表(国内会議 36 件、国際会議 2 件)と、学会などでも多くの発表がなされており、更に増加していくことが期待できる。

4-4. 持続的研究活動等への貢献の見込みについて

本プロジェクトによる技術移転により、ベトナムの大気汚染測定システムの構築およびダイオキシンの分析手法の確立がなされ、研究活動を実施していく基盤体制が整った。また、両国関係者間の信頼関係があり、今後を引き継がれる人的・技術的ネットワークが構築されてきていると思われ、持続的に研究活動が継続できることが期待できる。

共溶媒法の有効性は確認されており、現地の研究者が製造に携わっている。学会のほか、政府関係者、産業界などへの紹介も積極的に進められている上、ベトナムの観光船を BDF で運転するなどの実績もあることから、社会実装の可能性はあると考えられる。

ベトナム人若手研究者の育成面において、JICA 研修制度や文科省の大学推薦による国費外国人留学生 (SATREPS 枠) 制度の利用にとどまらず、日本側研究代表者は企業の奨学金等あらゆる手段を用いてベトナム人の若手研究者を日本に受け入れている。大阪府立大学では現在、14 人(修士課程が 3 人、博士課程が 11 人)が学び、このうち文科省の SATREPS 枠からは 2 人であり、本プロジェクトによって人的な交流が大きく促進されたと評価する。

4-5. 今後の課題

研究の方向性が、多角化しつつあり、当初の研究目標を達成するためには、課題を整理し、集中的に研究を実施していく必要があると思われる。今後、残り 1 年半の国際共同研究期間で成果目標を達成するために、以下に示す課題に集中して取り組んで頂きたい。

1. 植林面積にこだわることなく、BDF 生産のための最適な植林・栽培技術の開発に注力して頂きたい。BDF 生産のための最適な植林・栽培技術の開発を続け、ベトナムにおいて、一定量の BDF 生産のためには、どのような樹種をどこにどれだけ植林していけばいいのか、そのポテンシャルや戦略をまとめて頂きたい。
2. ダイオキシン汚染マップは完成させて欲しい。BDF 原料栽培によるダイオキシンの浄化にこだ

ならず、一般的な汚染土壌の浄化技術の開発を続けて頂きたい。

3. LCA、とくに経済性評価を正確に行い、本技術、本システムの優位性(位置付け)を明確にして頂きたい。他の BDF 製造法と共溶媒法の違い、できれば、バイオディーゼルだけでなく、バイオエタノールやバイオガスなどとの比較をコスト含め、検討いただきたい。その際、成果目標、たとえば、他の技術、システムに対する優位性や実用化のためにクリアすべきコストレベルなどを(計画書及び成果目標シートの)達成目標として定量的、具体的に明示して頂きたい。産業化への明確な道筋を立てられることを期待する。
4. グリセリンの有効利用、薬効成分の抽出よりも、共溶媒法による BDF 製造技術の開発に注力して頂きたい。そして、社会実装に向けて、共溶媒法の優位性を他のプロセスと比較しつつ、明確にしてほしい。また、各種原料のポテンシャルを考慮して、ベトナム全体で最適な BDF 生産、導入のシナリオを作成し、ベトナム政府の戦略に、BDF を含むバイオマスを明確に反映できるように、本プロジェクトから導出可能な政策提言をきちんとまとめて頂きたい。
5. 日本人若手研究人材育成にも注力いただきたい。

以上

JST成果目標シート	
研究課題名	ベトナムおよびインドシナ諸国におけるバイオマスエネルギーの生産システム(植林・製造・利用)構築による多益性気候変動緩和策の研究
研究代表者名(所属機関)	前田 泰昭 (大阪府立大地域連携研究機構 特認教授)
研究期間	H22採択(2011年10月1日～2016年9月30日)
相手国名/主要相手国研究機関	ベトナム共和国/ベトナム国家大学ハノイ校

付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	BDFの普及、グリセリンの利用、BDF原料の販売、凝固点降下剤、酸化防止剤などBDF利用のための周辺薬剤の販売、グリセリンから製造される超吸水ポリマーの普及、太陽光による水から水素発生へのグリセリンの加速効果
科学技術の発展	光触媒による水から水素発生へのグリセリン添加効果の解明、油脂成分の混合による沸点および凝固点の変化の解明(有機化合物の混による物理変化)
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	酸・塩基二段法の効率化、グリセリン精製技術・グリセリン利用技術の開発、BDF燃料使用基準の国際化、生物由来薬効化合物の抽出と利用の安全基準の設定 米ぬかから薬効成分の抽出の特許申請
世界で活躍できる日本人人材の育成	ベトナム側研究者と共同で20報以上の国際論文誌への投稿、グリセリン利用のための触媒の開発に関する国際論文誌5報の投稿、日本人学生の海外協力能力の強化
技術及び人的ネットワークの構築	ベトナム国家大学から招聘した研究者の修士取得3人および博士取得10人、近隣諸国への普及(ラオス、カンボジア、ミャンマー)との学術協定の締結の人材交流の実施
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	石炭採掘会社との植林地の協力、ベトナムと日本の政府間協定への本研究結果の利用、ヤンマー(農機具)との協力、本研究結果の国際出版社による本の出版(中間年と最終年の2回)

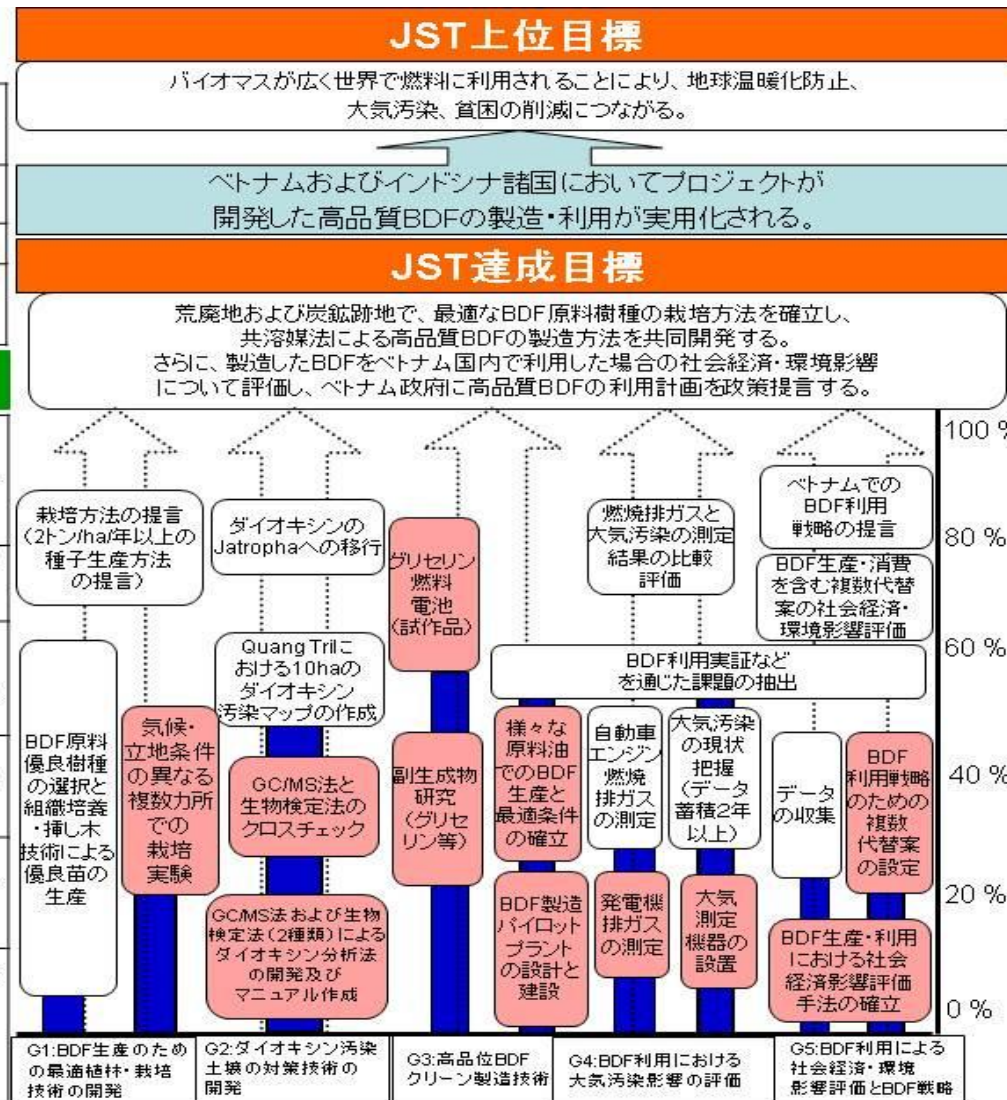


図1 成果目標シートと達成状況 (2014年12月時点)