

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム(SATREPS)

研究課題別終了時評価報告書

1. 研究課題名

「インドネシアにおけるバイオマス廃棄物の流動接触分解ガス化・液体燃料生産モデルシステムの開発」(2014年6月～2019年6月)

2. 研究代表者

2.1. 日本側研究代表者： 野田玲治 (群馬大学 大学院理工学府環境創生部門 准教授)

2.2. 相手国側研究代表者：スリ・ジャンクン・スンボゴ・ムルティ

(技術評価応用庁 工学博士)

3. 研究概要

本研究課題の目的は、インドネシアのプランテーションや農林産物集積・加工場等で発生するバイオマス廃棄物を原料にして、比較的容易に設置・運転・保守が可能なガス化と液体燃料生産プロセスを開発することであり、幅広い運転条件範囲でも不安定化しにくいループシール構造を持たせた「高度安定型内部循環流動層」、および、循環流動層の媒体としてインドネシアにおいて低コストで入手が容易な粘土触媒を採用してタールを除去する点に技術的特徴がある。

当初のプロジェクト目標は、「インドネシアにおいて、能力250kW以上のバイオマスガス化プラントと能力100L/時以上のメタノール合成プラントを設置し、継続的に運転する」であったが、低圧メタノール合成設備をスケールアップしてデモンストレーション設備を建設する上で、計画段階での「適正技術」的なアプローチでは安全性等の問題があることが明らかになり、研究者から計画の見直しにより、最終的に下記を目標とした。

- ① 能力50kW以上のバイオマスガス化パイロットプラントを稼働させ、バイオマスガス化において未解決の課題である流動層ガス化炉の安定化、タール除去プロセスの高度化、チャー抜き出し機構とチャーの資源化技術を確立する。
- ② 小規模ガス化にマッチしたメタノール合成プロセスを提案し、プロトタイプ試験を行う。
- ③ ガス発酵エタノール合成プロセスの基礎的検討を行い、小規模ガス化における実効性を検証する。
- ④ バイオマスガス化と液体燃料製造プロセスの運転手法、ならびに人材育成とネットワーク形成を含めたインドネシアにおけるバイオマス利用スキームを確立する。

4. 評価結果

総合評価：A (所期の計画と同等の取組みが行われている)

プロジェクト前半で大幅な研究体制と研究計画の見直しが必要となったが、中間段階で適切に計画と成果目標の修正がなされた。バイオマスのガス化パイロットプラントに関しては、コールドモデルによる要素技術研究の成果を踏まえて、適切に設計・製作され試運転まで達成した。研究期間内で十分な実証運転のデータが取得できなかったことは残念であるが、インドネシア側研究機関（BPPT）が今後も研究開発を積極的に継続していくことを表明しており、今後の展開と大きな成果が期待できる。

技術的には、パルス型ループシール開発、および、タール除去能の高い粘土触媒の探索・利用等で学術的にも実用的にも重要な研究成果が得られた。

以上のことから、初期の計画と同等の取組が行われたと評価する。

4-1. 地球規模課題解決への貢献

【課題の重要性とプロジェクトの成果が課題解決に与える科学的・技術的インパクト】

パーム油の廃棄物である EFB を原料としてガス化・発電・メタノール合成するプロジェクトは、現地国では環境対策の一つとしても緊急性の高い課題である。開発技術は、バイオマス廃棄物の処理・利用法として他の方式に対し相対的コスト優位性を持つ可能性が高く、種々のバイオマス廃棄物に対応できる汎用性がある点と併せて、技術的ポテンシャルは高い。また、バイオマスガス化において未解決課題であった流動安定化、タール処理およびチャーの抜き出しと再資源化に取り組んだもので、その科学的・技術的インパクトは高く評価できる。

しかしながら、ガス化装置の完成が遅れ、装置全体としての成立性および機能の検証が未達であり、その意味ではインパクトを示す状況に至っていない。

【国際社会における認知、活用の見通し】

バイオマスガス化プロセスは、世界中で開発が進められており、更にパーム油を生産する東南アジアでは特に課題として認知度が高い。汎用性のある有用な技術であり、技術の優位性が実証できれば広く活用されていくと考えられる。今後、システムとしての機能の検証により更にアピールする事が求められる。

【他国、他地域への波及】

汎用性のある技術、システムであり、今後の進展により、他国、他地域に普及できる可能性は高い。

【国内外の類似研究と比較したレベルや重要度】

粘土を用いた循環流動層でのガス化技術はユニークで、安定した操業ができる可能性が大きく、バイオマスの処理・利用システムとして、比較的小規模ながら低コストという点で他の方式に対する相対的優位性を持つ可能性が高い。同方式の研究としては世界的にトップレベルであると認められる。

4-2. 相手国ニーズの充足

【課題の重要性とプロジェクトの成果が相手国ニーズの充足に与えるインパクト】

インドネシアは国策としてバイオエネルギーの導入を積極的に推進しており、本プロジェクトで開発された技術を BPPT のバイオマスプログラムの中核技術として研究継承し育てていくことになっており、成果は相手国のニーズに合致したものとなっている。バイオマスの処理・利用は、相手国にとって重要な課題であり、本プロジェクトで開発されている技術、システムに対する期待は大きく、今後も開発を継続する熱意を示している。バイオマス廃棄物の有効利用はインドネシアにおける重要課題であり、また現地で産出する粘土を利用することの意味も大きい。環境面でも EFB 処理に困っており、高い熱効率が期待できるガス化技術が完成するとインパクトは大きい。

【課題解決、社会実装の見通し】

鍵となる技術開発として、1) 循環流動層の開発、2) ガス化技術の開発、3) メタノール合成技術、4) ガス発酵法の開発が挙げられているが、課題解決の見通しは1)については高いが、2) 3)についてはプロジェクトの遅れにより実証運転が未完である。4)については基礎実験の段階で、課題解決の見込みはついていない。また、システムとしての機能が充分検証されていないこと、規模が縮小されたため実用化までにもう一段階のスケールアップと実証が必要である点など、社会実装まではまだ距離があり、社会実装の見通しは、標準かやや高いと評価できる。

【継続的発展の見通し（人材育成、組織、機材の整備等）】

インドネシア側研究機関（BPPT）は、既に継続研究の予算を確保しており、今回開発したガス化設備（50KW のパイロットプラント）を活用して、研究開発を継続して社会実装を目指していく計画であり、継続的発展の見通しは立っている。人材面も含めた研究開発体制は既にひととおり整っており、当面は問題無く継続発展の見通しは高いと評価される。

【成果を基とした研究・利用活動が持続的に発展していく見込み（政策等への反映、成果物の利用など）】

前項同様、プロジェクト終了後も BPPT による継続的な開発について、予算の裏付けもあり、持続的発展の見込みは高い。ただし、社会実装の担い手となる企業の参画、政策等への反映が、これからの活動と成果に依存しており、不確実性があると言える。

4-3. 付随的成果

【日本政府、社会、産業への貢献】

本研究の成果によりインドネシアとの持続的な発展に貢献できれば、BPPT と日本側研究者との連携から、企業が参画することにより日本の産業への貢献の可能性もある。そのためにも、今後も連携強化が期待される。

【科学技術の発展】

要素技術開発として、パルス型ループシール、ならびにタール除去能の高い粘土触媒の探索・利用等、科学技術の発展と将来の脱炭素化に貢献しているといえる。併せて、メタノール合成プロセス開発での触媒技術は、C1 化学の基礎技術として重要であり、インドネシアの科学技術の発展に寄与することが期待できる。

【世界で活躍できる日本人人材の育成（若手、グローバル化対応）】

2 名の若手研究者が長期間現地に滞在して共同研究に参加し、また、複数の日本人学生も両国で相手国学生・研究者と交流しつつ研究を進める経験を積むことができた。これらの活動を通じて、日本人人材の育成に役立ったと評価できる。

【知財の獲得、国際標準化、生物資源へのアクセス、データ入手】

本プロジェクトの成果による特許の出願の実績がある。国際標準化が今後の課題と考えられる。

【その他の具体的成果物（提言書、論文、プログラム、試作品、マニュアル、データなど）】

査読論文はインドネシア側との共著論文が 1 件と少ないが全体で 11 報と標準的なレベルであり、また、学会口頭発表が 53 件と多く成果物の水準はやや高いと評価できる。今後も、システム全体のデータの収集と公開が求められる。

【技術および人的ネットワークの構築（相手国を含む）】

BPPT を中心に人的ネットワークが強化された点が高く評価できる。今後とも維持・発展する事が期待される。

4-4. プロジェクトの運営

【プロジェクト推進体制の構築（他のプロジェクト、機関などとの連携も含む）】

プロジェクトの中間段階で組織体制の見直しを行って以降、群馬大学と BPPT の間で強力な推進体制が再構築され、BPPT が主体性を発揮して積極的に活動している点でやや高いと評価される。

【プロジェクト管理および状況変化への対処（研究チームの体制・遂行状況や研究代表者のリーダーシップ）】

プロジェクト初期に運営上の問題が生じプロジェクト管理として不適切な部分があったが、中間段階で研究体制および研究計画の大幅な変更・修正を行い、適正なプロジェクト管理・執行がはかられた。結果的に、相手国の持続的な研究活動の実施にも貢献する非常に望ましい方向になった。この間、研究代表者はインドネシア側と議論を積み重ね、方針の変更を実現した点において、研究代表者のリーダーシップは高く評価できる。

しかしながら、結果的にデモンストレーション設備の完成が大幅に遅延しシステムとしての運転データが採れなかった。プロジェクト当初の計画が、設備スケールや安全性の点から多少無理があったことは否定できない。

【成果の活用に向けた活動】

プロジェクト終了後、本プロジェクトの成果のうちバイオマスガス化技術のビジネス化を目的

として、複数の日本企業が JST による「SATREPS プロジェクト成果を活用した SDGs ビジネス化支援プログラム」に応募し、採択された。現在、研究代表者と参画企業で、本プロジェクトの成果であるガス化設備の製品化、同設備による村落での電力供給の事業化を目指した検討が継続されている。今後、企業や政府の現業部署、マスメディアなどへに向けて、いっそうのアピールが必要と考えられる。

【情報発信（論文、講演、シンポジウム、セミナー、マスメディアなど）】

学会などに対する情報発信の他、国際セミナー2回開催、プロジェクトによる News letter も10号発行するなどの努力は評価できる。一方、民間企業、政府、マスメディアなどへの情報発信が課題のひとつである。

【人材、機材、予算の活用（効率、効果）】

プロジェクト初期に人材・予算が有効に使われなかった事例があり、後半改善されたものの、全体として遅れが生じた。しかしながら、ガス化パイロットプラントについては、実物大のワールドモデルでの実験結果を活用して、非常に合理的に設計された設備が、日本では考えられない低コストで建設できた点、予算の活用という点で効率的であったと評価できる。

5. 今後の研究に向けての要改善点および要望事項

今後とも BPPT を中心とした相手国研究機関との研究協力体制を維持し、パイロットプラントでの実証試験を積み重ねてシステムとしての機能の検証、運転パラメータの最適化などを早急に進め、基本技術の確立に努めることが期待される。

更に、社会実装のためには、両国で連携しながら特許の取得、国際標準化などを推進し、更に両国の民間企業に対する働きかけも積極的に展開してほしい。また、社会実装を想定する規模でのシステム全体のエネルギー収支、および、期待される CO₂ 削減量を明らかにしてほしい。

研究面では、タール関連の技術の検討がなお必要と考えられる。たとえば、ガス分解温度をパラメータにして、タール発生量、組成、後段の触媒への影響などについて定量的なデータ取得を進め、本技術開発を更に進めることを期待する。

以上

JST成果目標シート

インドネシアにおけるバイオマス廃棄物の流動接触分解ガス化と液体燃料生産モデルシステムの開発
野田玲治 (群馬大学理工学研究院 准教授)
H25採択(平成26年4月1日～平成31年3月31日)
インドネシア共和国/技術評価応用庁, ティアン・デサ財団

付随的成果

商品の普及	<ul style="list-style-type: none"> 粘土触媒流動接触分解ガス化プロセスが未利用バイオマスのガス技術として認知され、日本を含めた多くの地域でその導入検討が始まる 低コスト低圧メタノール合成技術が広く認知され、その応用方法の検討が始まる
プロセス技術の新展開	<ul style="list-style-type: none"> パルス操作ルーブシールの実用化によって高度安定型流動層技術が確立し、この技術を用いた接触反応炉等の開発が始まる
特許出願	<ul style="list-style-type: none"> パルス操作ルーブシールの特許出願 低コストメタノール合成触媒の特許出願 チャー抜き機構の特許出願
レビュー付雑誌への掲載等	<ul style="list-style-type: none"> 粘土触媒流動接触分解ガス化プロセスおよび液体燃料生産プロセスの性能について掲載 粘土触媒流動接触分解ガス化プロセスおよび液体燃料生産プロセスの経済性について掲載 パルス駆動ルーブシールによる高度安定型流動層の性能について記載
人材育成	<ul style="list-style-type: none"> 相手側研究者の日本国内招聘研修によるスキルアップ 現地における技術研修プログラムの実施によるスキルアップ 日本側の若手研究者の問題解決力や国際共同研究運営能力の向上

JST上位目標

現地に適応的な、バイオマス廃棄物の流動接触分解ガス化と液体燃料生産システムが普及する。

開発したバイオマス廃棄物の流動接触分解ガス化プロセスおよびメタノール合成プロセスの技術的・経済的実行可能性が認知される。

プロジェクト目標

- ①インドネシアにおいて、能力50kW以上のバイオマスガス化パイロットプラントを稼働させ、バイオマスガス化において未解決の課題である流動層ガス化炉の安定化、タール除去プロセスの高度化、チャー抜き出し機構とチャーの資源化技術を確立する。
- ②小規模ガス化にマッチしたメタノール合成プロセスを提案し、プロトタイプ試験を行う。
- ③ガス発酵エタノール合成プロセスの基礎的検討を行い、小規模ガス化における実効性を検証する。
- ④バイオマスガス化と液体燃料製造プロセスの運転手法、ならびに人材育成とネットワーク形成を含めたインドネシアにおけるバイオマス利用スキームを確立する。

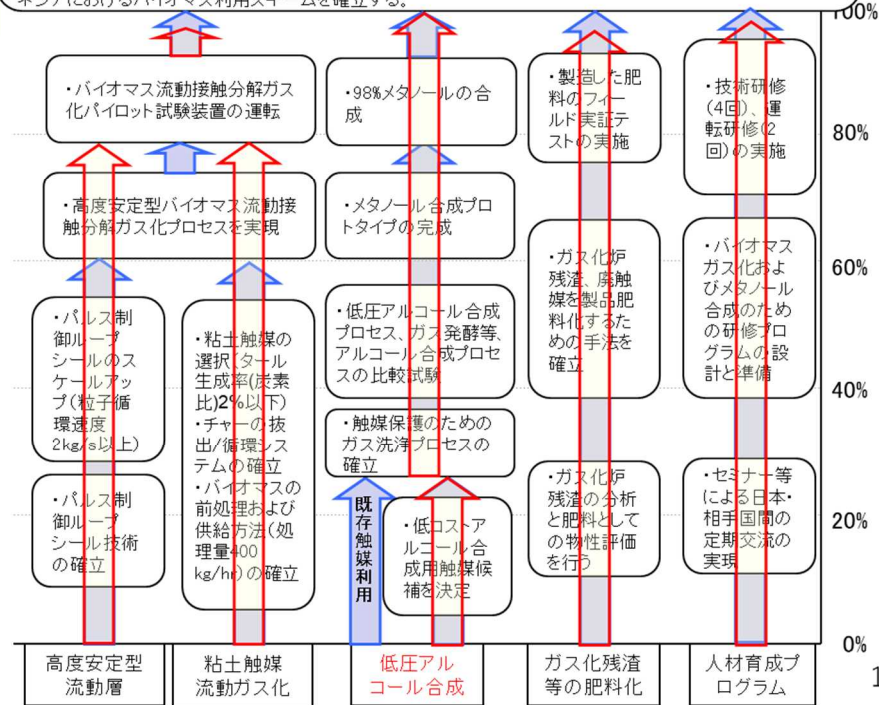


図1 成果目標シートと達成状況 (2019年6月時点)