

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

「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」(2013年11月～2017年11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： アディアルソ (技術応用評価庁 エネルギー資源・化学産業技術センター センター長)

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、ガス化と液体燃料生産プロセスを開発するものであり、その手段として、インドネシアで入手が容易な低コストの粘土触媒を用いるとともに、循環流動層に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ることで様々なバイオマス廃棄物に対して適用できる「高度安定型内部循環流動層」を開発し、得られたガスを低圧メタノール合成プロセスに供給するアプローチを採用した。群馬大学、特定非営利活動法人 APEX、インドネシア技術応用評価庁 (BPPT)、インドネシア NGO YDD の共同研究体制で研究を開始した。

上位目標は、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、現地に適合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ことである。

当初のプロジェクト目標 1 として、「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が提案され、JICA 中間評価現地調査での評価団レビューにおける提言を受け、最終的に下記のプロジェクト目標見直しが合意された：

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デモンストレーション設備を稼働させ、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、プロセス・デベロップメント・ユニット (PDU、触媒層体積：～数 L) による原理実証試験を行う。
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（当初のプロジェクト目標2、変更なし）

また、研究題目は以下の3つである：

- ① 粘土を流動媒体とするバイオマス接触分解ガス化プロセスの開発。
- ② 低コスト液体燃料生産プロセスの開発
- ③ 人材育成とネットワーク形成

研究題目については、プロジェクト目標見直しに伴い研究内容や、研究機関の分担について見直しが行われ、APEXが研究から離脱し、当初APEXで予定していた研究を、群馬大学とBPPTが分担する事、研究題目②の一部として追加されるガス発酵エタノール合成プロセスの基礎的検討を、バンドン工科大学（ITB）が分担する事になり、研究体制をそれに合わせて再編した。

4. 評価結果

総合評価（A－：所期の計画とほぼ同等の取組みが行われ、一定の成果が期待できる）

パルス型ループシールの性能向上や粘土触媒の探索等において、いくつかの重要な研究成果が得られているものの、中間評価時点までの活動はやや問題が多かったと言わざるを得ない。すなわち、パイロットプラントの設計・建設に関する開発方針や、実施体制の見直しが必要となった結果、当初の予定より開発スケジュールが遅れている。

しかしながら、研究計画が望ましい方向に変更され、また研究体制も再構築された。具体的には、デモンストレーション設備の規模を見直し、インドネシア側代表研究機関のBPPTの役割を強化した。これら変更後の体制をしっかりと運用すれば、特にガス化炉の開発ではかなりの成果が期待できる。

ただし、追加されたガス発酵エタノール生産は基礎研究段階であり、メタノール化プロセスについても収率改善等に大きな課題があり、社会実装には距離がある点が懸念される。これらの点を考慮し、開発の焦点を絞り選択と集中を強める事も検討しながら開発を行ってほしい。

4-1. 国際共同研究の進捗状況について

研究計画から見た進捗状況については、パルス型ループシールの2点駆動による性能向上、活性及びタール除去能の高い粘土触媒の探索等において、いくつかの重要な研究成果が得られている。

デモンストレーション設備の規模を縮小したが、それによりきめ細かく柔軟な実験が可能となるメリットがある半面、社会実装に向けては一層の取り組みが求められる。

新たに追加されたガス発酵エタノール生産は新たな展開の一つとも言えるが、基礎研究段階で

ありプロジェクト期間中に成果が挙げられるのか懸念が残る。また、低圧メタノール合成プロセスにも収率改善等に大きな課題があり、液体燃料の社会実装には距離があると言わざるを得ない。

これらの事実から、国際共同研究の進捗状況は、全般的に概ね順調に進捗しているが、事業実施期間内にしっかりした成果を得るには、更なる実施計画の精査と進捗管理が必要であると判断される。

4-2. 国際共同研究の実施体制について

中間評価現地調査（JICA 中間レビュー）前までの国際共同研究体制は、どちらかと言えば、日本側がやや一方的に研究内容・研究体制を決めて指導する形の運営であった。そのため、インドネシア側研究機関の不満と参加意欲の低さが目立っていた。また、共同研究機関での研究費の執行状況についても一部に問題が見られた。

それらの問題点について、中間評価現地調査において評価チームによる指摘が有り、改善の方向性が提言された。その後、研究代表者と相手国研究代表機関である BPPT の間で本質的な改善に向けた真摯な議論がなされ、研究計画と研究体制の大幅な見直しを行い、研究費の執行の問題点も改善された。

この様に要請に応じて大幅な計画変更を成し遂げ新たな研究体制を作り上げたことは、評価できる。その過程での議論を通して BPPT の本研究課題へのコミットメントが目に見えて高まった点は、今後に期待できる。また、研究代表者のリーダーシップについても、向上が認められる。

以上の結果から、国際共同研究の実施体制については、課題があったが改善されたと判断される。

4-3. 科学技術の発展と今後の研究について

今後の研究題目は、流動層ガス化技術・タール除去技術・低圧メタノール合成技術・ガス化固形残さ肥料化技術・ガス化で生成したガスのガスエンジン利用技術・ガス発酵技術と多彩であるが、本研究グループの持つ特徴ある技術に焦点を絞り、大きな成果を上げることが期待される。

本研究グループの独自の技術については、必ずしも実用化が容易でない点もあるが成功したときのインパクトは相当大きいと考える。また、社会実装のシナリオを明確にして研究を進めることにより、大きな成果が期待できると考える。全般に、計画見直し後の研究の方向性と実施体制は妥当で有り、成果が期待できると考えられる。

学術的な成果として、相手国側研究チームとの共著の著作、共同の学会発表はあるものの、共著の原著論文が出版されていない。日本人若手研究人材の育成について、長期の研究員派遣は行われているものの、相手国人材の育成に比べ量的にやや物足りなさがあり、今後期待したい。相互の人的交流が一層発展する事を念願する。これらの事実から、今後の努力があれば、科学技術の発展と今後の研究成果には期待できると判断できる。

4-4. 持続的研究活動等への貢献の見込みについて

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、プロジェクト目標を達成することにより、研究・利用活動が持続的に発展していくことが期待できる。パイロット設備の規模が縮小されたこともあり、事業化していくためには、例えば1号機は公的資金の活用などの手段を検討する必要がある。

この種の技術を実用化するためには、プロジェクト後も研究開発が継続することが不可欠であり、そのように持って行く努力が後半に強力に行われることを望む。その点、BPPT については、もともと日本の研究機関で研究歴のある研究者が多く参加している点、研究の分担が増え主体的に研究にとりくみつつある点などから、プロジェクト終了後も連携が継続されることが期待できる。研修プログラムの実施、ニュースレターの発行、国際セミナーの開催等の努力にも期待できる。

これらの事実から、今後の一層の努力によりプロジェクト目標が達成されれば、持続的研究活動等への貢献は期待できると考えられる。

5. 今後の課題・今後の研究者に対する要望事項

今後、残りの国際共同研究期間で成果目標を達成するために：

- ・試験装置を完成し、プロジェクト期間内およびその後の有効な試験の実施。
- ・ガス化炉の規模縮小により、きめ細かな実験が可能となる一方で、社会実装に向けた一層の取り組みが求められる。実用化する際のガス化炉の規模とそれに至るシナリオを明確にした上で、研究開発を進めて欲しい。
- ・ガス化プラント能力の規模をスケールダウンすることで、多様な試験やアイデアを試すことができるようになり、インドネシア側の意欲が高まるプラスの効果もあるが、規模的には社会実装までの道のりが長くなった。事業期間内に明確に意義のある成果を挙げ、社会実装に結び付けられる内容になるように、ガス化デモプラントを軸に他の研究項目（メタノール合成、ガス発酵エタノール合成、ガスエンジン等）を見直す等、さらに具体的な計画の修正を検討し、経済性評価や社会実装への道筋をしっかりと示すことが大切である。
- ・ガス化技術・タール除去技術開発に比べ、メタノール合成の開発、ガスエンジンでの実証確認などの技術的問題は小さいと思う。テーマ毎に開発の優先順位を明確にして、スピーディーな開発を期待する。また社会実装のためのコスト評価なども行っていただきたい。そのためには事業化関係者との一層の連携強化を、図っていただきたい。

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, ディアン・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
プロセス技術の展開	<ul style="list-style-type: none"> パルス操作ループ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、この技術に応用した接触反応炉等の開発が始まる
特許出願	<ul style="list-style-type: none"> パルス操作ループシールの特許出願 低コストメタノール合成触媒の特許出願 チャー抜出機構の特許出願
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 パルス駆動ループ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

現地に適合的な、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。

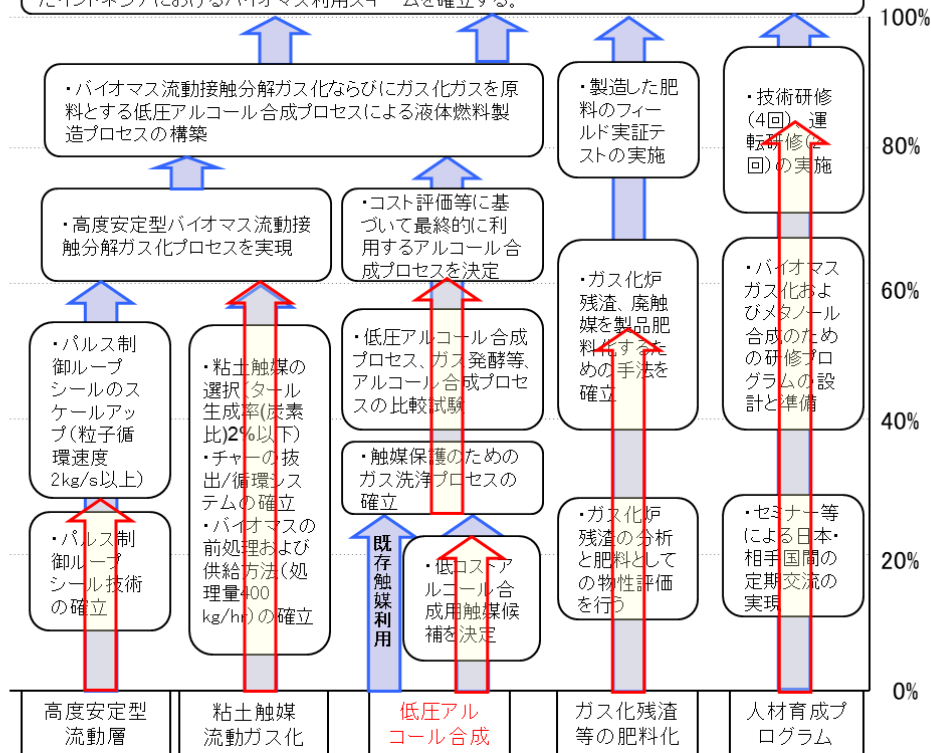


図 1. 成果目標シートと達成状況 (2017年9月時点)