

国際科学技術共同研究推進事業

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

研究領域「低炭素社会の実現に向けた高度エネルギーシステムに関する研究」

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
と液体燃料生産モデルシステムの開発」

採択年度：平成 25 年度/研究期間：5 年/相手国名：インドネシア

平成 27 年度実施報告書

国際共同研究期間^{*1}

平成 26 年 6 月 13 日から平成 31 年 6 月 12 日まで

JST 側研究期間^{*2}

平成 25 年 5 月 22 日から平成 31 年 3 月 31 日まで

(正式契約移行日 平成 26 年 4 月 1 日)

*1 R/D に記載の協力期間 (JICA ナレッジサイト等参照)

*2 開始日=暫定契約開始日、終了日=R/D に記載の協力期間終了日又は当該年度末

研究代表者：野田玲治

群馬大学大学院理工学府・准教授

I. 国際共同研究の内容（公開）

1. 当初の研究計画に対する進捗状況

(1)研究の主なスケジュール

研究題目・活動	H25年度 (5ヶ月)	H26年度	H27年度	H28年度	H29年度	H30年度 (12ヶ月)
1-1) 高度安定型流動層の確立						
1-1-1. ハールズ制御ループシールの構造・制御方法検討	←→		*1			
1-1-2. スケールアップ手法の検討		←→				
1-1-3. ハイロットスケールコールドモデル実験			←→			
1-1-4. デモンストレーションプラントによる実証					←→	
1-2) 粘土触媒の探索・最適化						
1-2-1. 粘土鉱物試料の収集		←→	*2			
1-2-2. 各種粘土鉱物の触媒活性評価		←→		←→		
1-2-3. 物理化学的構造評価と活性機構解析				←→		
1-3) チャー抽出/循環機構の開発						
1-3-1. チャー抽出/循環機構の検討・設計		←→				
1-3-2. コールドモデルによる試験			←→			
1-3-3. デモンストレーションプラントによる実証					←→	
1-4) バイオマスの前処理及び供給方法の確立						
1-4-1. 前処理・供給方法の検討		←→				
1-4-2. プロトタイプによる試験			←→			
1-4-3. デモンストレーションプラントによる実証					←→	
1-5) ガス化残渣の肥料化技術の確立						
1-5-1. ガス化残渣の肥料としての物性評価		←→			←→	
1-5-2. ガス化残渣の肥料化プロセスの検討				←→		
1-5-3. 肥料化デモンストレーションプロセスによる実証					←→	
1-5-4. 製造した肥料のフィールド試験						←→
1-6) デモンストレーションプラントによる実証						
1-6-1. デモンストレーションプラントの設計				←→		
1-6-2. デモンストレーションプラントの建設				←→	←→	

1-6-3. 実証試験						←	→
2-1) 低コストメタノール合成触媒の開発							
2-1-1. 候補触媒の一次スクリーニング	←	→	*3	←	→		
2-1-2. 触媒機構の解明と触媒高性能化の検討			←	→			
2-1-3. 実用機への適用検証						←	→
2-2) 低圧メタノール合成プロセスの確立							
2-2-1. 原料ガスの前処理方法の検討	←	→	*4	←	→		
2-2-2. パイロットプラントの設計			←	→			
2-2-3. パイロットプラントの製作・試験					←	→	
2-2-4. デモンストレーションプラントの設計					←	→	
2-2-5. デモンストレーションプラントの建設						←	→
2-2-6. 実証試験						←	→
3-1) 人材育成							
3-1-1. 研修プログラムの準備	←	→	↔	↔	↔		
3-1-2. 研修プログラムの実施			←	→	←	→	←
3-2) ネットワーク形成							
3-2-1. 国際的セミナー開催			↔				↔
3-2-2. ニュースレターの発行	←	→				←	→

*1 研究の過程で別構造のアイデアが生じたため、その検証を 1-1-2 と平行してすすめる。

*2 H26 年度に目標の 5 種類以上の粘土は収集したが、インドネシアの粘土は広範に存在するため、さらに評価対象種をふやす。

*3 当初は群馬大学のみにて行う予定であったが、BPPT においても並行して開発を行い、両者で情報交換しつつ進めることとしたため、期間を延長。

*4 現地における実験装置の製作と薬品入手に時間がかかったため、実験期間を延長。

(2) プロジェクト開始時の構想からの変更点(該当する場合)

低コストメタノール合成システムの開発については、当初計画では、デモンストレーションプラントとして 100L/時の低圧メタノール合成プラントを設置し、運転することとしていたが、プラントの安全確保および予算上の制約により、プラントの規模を縮小することとした。また、FT 合成や、DME 合成など、バイオマスガス化の生成ガスを原料とする、他の液体燃料生産プロセスとの比較・得失を、フィジビリティスタディ等を通じて明らかにすることは、その後の社会実装を進める観点から有意義である。それらから、JST 達成目標の①を次の通り修正し、③を追加することとした。

JST 達成目標

旧	新
①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メタノール合成プラントを設置し、継続的に運転する	① 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、 <u>ガス化生成ガスを原料とするメタノール合成プラント</u> を設置し、継続的に運転する

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

	③開発したバイオマスガス化プロセスと組み合わせ可能な、液体燃料生産技術オプション間の得失を明らかにする。
--	--

2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト (公開)

(1) プロジェクト全体

本研究の目的は、インドネシアのプランテーションや農林産物集積・加工場等で比較的容易に設置・運転・保守が可能で、さらに現地の技術者らが自国の技術水準にあわせて自発的にプロセス改善を進めていくことのできる、「適正」なバイオマス廃棄物のガス化と液体燃料生産プロセスを開発し、人材育成、ネットワーク形成を含め、その普及のための基盤を整備することである。本研究プロジェクト期間内に、インドネシア国内において、ガス化装置能力 250kW 以上のバイオマスガス化と、1.5MPa 以下の低圧メタノール合成プラントを稼働させ、これを継続的に運転する。さらに、開発した技術を担う人材を育成し、バイオマスエネルギー普及のためのネットワークを形成して、開発した技術の普及基盤を整備する。

概ねすべての研究課題において、スケジュールに沿って進捗している。カウンターパートである BPPT およびディアン・デサ財団の寄与も拡大しつつあり、概ね順調と考える。28 年度は、27 年度までに得られた知見を元にデモンストレーションプラントの設計を行い、製作を開始する。一部の研究題目(1-1), 1-3), 1-4), 2-1))で若干の遅れが生じているが、1-1)については、従来型のループシール構造でガス供給方法を変更する形で対応が可能であることが判明しており、28 年度に予定しているデモンストレーションプラントの設計では従来構造をベースとして設計を進めることができるため、大きな問題とはならない。他の項目の遅れについても、デモンストレーションの設置スケジュールには大きな支障をもたらさないと考えられる。デモンストレーションプラントの設置場所は、平成 28 年 2 月の段階では複数の候補地と交渉中であり、決定までには、いまま少し時間が必要であるが、設置作業開始予定の 28 年度後半までには決定できるものと判断している。

(2) 研究題目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確立

① 研究題目1のねらい

従来の先進国技術と比べて、設置コスト・運転コストが画期的に安価であり、インドネシアにおいて容易に入手・交換・修理が可能な部品で構成され、高度な制御に依存せずとも、広い運転条件で安定なバイオマスの接触分解ガス化技術を確立する。これまでに、APEX、ディアン・デサ財団らがインドネシアにおいて実証実験を行ってきた粘土触媒を用いた内部循環流動層ガス化プロセスを基に、より幅広い運転条件での安定運転を実現するための技術開発を行う。

群馬大学グループ(リーダー:野田玲治)

主に基礎的な現象の把握に基づいて、要素技術の開発を進める。当該年度は、高度安定流動層のためのループシール構造の最適化、スケールアップ、ガス化残渣の物性評価を中心となって推進する。また、粘土鉱物の触媒活性評価において、粘土鉱物の基礎的物性評価を担当する。

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

APEX グループ(リーダー:井上 斉 (田中 直))

これまでの粘土触媒による流動接触ガス化プロセス開発の経験を活かし、本プロジェクトで要求される要素技術ならびにプロセス開発を行う。当該年度は、BPPT と協力して調達した粘土の触媒活性評価を実施する。また、ガス化炉からのチャー抽出機構を組み込んだコールドモデル試験装置を製作し、実験を通じてチャー抽出機構を決定する。

BPPT グループ(リーダー:Adiarso)

インドネシアにおける要素技術、プロセス開発ならびに原料、資源等の調達、社会実装を、日本側と協力しつつ進める。当該年度は、群馬大学および APEX と協力して調達した粘土鉱物の触媒活性評価を実施する。また、バイオマスの前処理および供給システムの試作および運転試験を行う。

YDD グループ(リーダー:Anton Soejarwo)

これまで APEX と共同で実施してきた粘土触媒による流動接触ガス化プロセス開発の経験を活かし、本プロジェクトで要求される要素技術ならびにプロセス開発を支援する。当該年度は、APEX で実施するガス化炉からのチャー抽出・循環技術、バイオマスの前処理および供給システムの開発の支援を行う。

②研究題目 1 の研究実施方法

群馬大学(GU)、APEX、BPPT、YDD が協力して以下のタスクを実施する。

1-1 高度安定流動層の確立

1-1-1 パルス制御ループシールの構造・制御方法の検討

2次元流動層ループシール評価装置を使用して、ループシール構造の最適化(ガス吹き込み位置、パルス間隔等)の最適条件を明確化する。

1-1-2 スケールアップ手法の検討(©GU・APEX・BPPT・YDD)

新型ループシール構造のスケールアップ手法を検討する。スケールアップしたループシール構造の粒子循環特性を実験的に把握し、スケールアップのための方法論を確立する。1-6-1 で確定するプロセスフローから要求される粒子循環量、背圧変化範囲、流入チャー粒径の範囲で安定的な粒子循環を実現することが最低目標であり、将来のプロセス拡張にも対応できるように可能な限り広い範囲で安定なループシール構造を確立する。

1-1-3 パイロットスケールコールドモデル実験(©APEX・BPPT・YDD・GU)

1-1-2 で決定した安定化ループシール構造を、パイロットプラント規模にスケールアップし、その動作を確認するためのコールドモデル実験である。このコールドモデルにおいては、1-3 のチャーの抽出/循環機構のテストも合わせて行うため、その機構との整合性に留意する。コールドモデル実験の結果が良好であれば、実証プラントにおいて広い運転条件範囲で安定なループシール構造を実証する。

1-1 27年度達成目標
1-1-1 ループシール最適構造の明確化
1-1-2 新規ループシール構造のスケールアップ手法の確立
1-1-3 デモンストレーションプラント用ループシール構造の決定(粒子循環速度:2 kg/s以上の達成)

1-2 粘土触媒の探索・最適化

1-2-2 各種粘土鉱物の触媒活性評価(◎BPPT・GU・APEX)

前年度までに収集した鉱物資源のタール分解活性および粉碎性、また粉碎物の流動化特性、流動層内での粉化特性等を実験的に評価し、実証プラントでの利用に最適な触媒を選択する。

1-2 27年度達成目標

1-2-2 好適な粘土触媒(※)の選択

※700℃、ER=0.05、Steam/Biomass 比=1の時、油性タールの生成率(炭素比)2%以下
--

1-3 チャー抽出/循環機構の開発

1-3-1 チャー抽出/循環機構の検討・設計(◎APEX・YDD・BPPT・GU)

前年度実施した現地調査ならびに各機関のもつ知見や技術を踏まえて、ガス化炉からチャーを抽出す、あるいは再生塔に循環するための機構の候補を確定させる。

1-3-2 コールドモデルによる試験(◎APEX・YDD・BPPT・GU)

1-3-1 で決定した候補機構を、実機スケールのコールドモデルによって動作確認し、問題点に対する対策を確立し、デモンストレーションプラントに適用するチャー抜き出し/循環機構を決定する。

1-3 27年度達成目標

1-3-1 チャー抽出/循環機構の概念設計の完了

1-3-2 コールドモデル実験によるチャー抽出/循環機構の安定運転の確認

1-4 バイオマスの前処理および供給方法の確立

1-4-2 プロトタイプによる試験(◎BPPT・APEX・YDD・GU)

前年度の結果に基づいて、1-4-2としてハンドリングシステムとガス化炉投入システムのプロトタイプを設計・製作し、試運転する。

1-4 27年度達成目標

1-4-2 プロトタイプ試験による、250kW内部循環流動層(※)に適用可能なバイオマス前処理および供給プロセスの確定

※バイオマス処理量(供給速度)400 kg/hr以上。

1-5 ガス化炉残渣の肥料化技術の確立

1-5-1 ガス化残渣の肥料としての物性評価(◎GU・APEX・BPPT)

パイロットプラントならびにデモンストレーションプラントから副生するチャーの化学的および物理的性状を把握して肥料としての潜在性や適合性を調査する。栄養塩類の含有率だけでなく、有害物質の含有量も調査することで安全性にも配慮した検討を行う。

1-5 27年度達成目標

1-5-1 残渣の分析データと肥料適合性の評価

③研究題目1の当初の計画(全体計画)に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

1-1-1 パルス制御ループシールの構造・制御方法の検討

【進捗目標】ループシールの最適構造(ガス吹き込み位置、パルス間隔)の決定

26年度に製作した可変圧力2次元流動層コールドモデル試験装置を利用して、パルス吹き込み位置および

パルス間隔について検討を行った。現状の構造では、一か所のパルスのみでの粒子循環は不可能であり、2 か所以上からのパルス供給が必要であることが分かった。3 か所パルスガス供給システムあるいは2 か所パルス+1 か所連続ガス供給システムにおいて、連続ガス供給システムよりも高い性能を示すことを明らかにした。最も性能の良い3パルスシステムについて、1-1-2以降で詳細に検討することとした。

1-1-2 スケールアップ手法の検討(©GU・APEX・BPPT・YDD)

【進捗目標】新規ループシール構造のスケールアップ手法の確立

3パルスシステムについて、粒子循環速度とパルス供給タイミングとの関係について、スケールアップのための定式化に着手した。1-1-1でのループシール構造の決定に時間を要したことから、1-1-2の研究機関を半年程度延長し中間評価までに完了することとした。

1-1-3 ハ°イロットスケールコールドモデル実験(©APEX・BPPT・YDD・GU)

【進捗目標】デモンストレーションプラント用ループシール構造の決定(粒子循環速度:2 kg/s以上の達成)

3次元コールドモデルループシール試験装置による粒子輸送実験準備を完了した。1-1-1および1-1-2の成果に基づいて実験を行う関係から、1-1-2の完了後に実験に着手し、28度中にループシール構造の実証を完了することとした。

1-2-1 粘土鉱物試料の収集(活動の追加)

評価対象の粘土として、2014年度の段階で、既に当初目標の5種類を超える6種類の粘土は収集していたが、インドネシアでは粘土が広範な地域に存在するため、さらに探索を行って、6種類の粘土を得、昨年度分と合わせて以下の12種類の粘土を収集した。

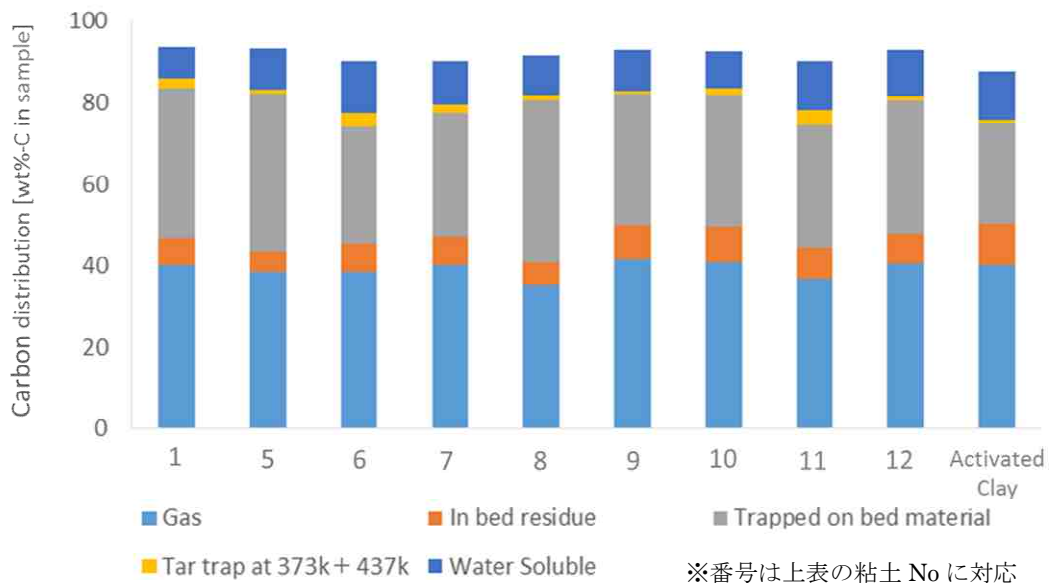
No	入手日	産地	外観	入手先	備考
①	17 Nov.2014	Jampang, Banten	赤土状	Pusat Teknologi Sumber Daya Meneral, BPPT	
②	1 Des 2014	Cileungsi, Jawa Barat	白色パウダー	PT.Tohoma Mandiri	Ca-Bentonite 一度、熱的処理を行って粉砕、篩分けしたと見られる。化学処理はしていないことを確認済
③	8 Jan 2015	Kec.Leuwiliang, Bogor Jawa Barat	茶色パウダー	PT Bentonit Alam Indonesia	水分4.44%、かさ密度0.79、75μm以上の粒子30%
④	8 Jan 2015	Kec.Leuwiliang, Bogor Jawa Barat	黒色パウダー	PT Bentonit Alam Indonesia	水分4.73%、かさ密度0.70、75μm以上の粒子13%
⑤	20 Jan 2015	Kec.Punung, Kab.Pacitan, Jawa Timur	黄銅色がかった白色、土状	PT Indonesia Bentonite	Ca-Bentoniteという説明を受けた
⑥	20 Jan 2015	Kec.Punung, Kab.Pacitan, Jawa Timur	やや緑がかった黒色、土状	Dinas Pertambangan dan Energi, Kab.Pacitan	Na-Bentoniteという説明を受けた
⑦	6 May 2015	Kab.Pacitan, Jawa Timur	灰色がかった黒色、石状	CV. Manunggal Perkasa	Na-Bentoniteという説明を受けた
⑧	26 May 2015	Kab.Pacitan, Jawa Timur	灰色がかった黒色、石状	CV. Manunggal Perkasa	Ca-Bentoniteという説明を受けた
⑨	29 Mei 2015	Bogor, Jawa Barat	赤色がかった黒色、石状	PT.Sibelco Lautan Mineral	Ca-Bentoniteという説明を受けた
⑩	10 Dec 2015	Blitar, Jawa Timur Selata	茶色、粒子状	PT.Duta Alam Permai	Ca-Bentoniteという説明を受けた。
⑪	11 Dec 2015	Blitar, Jawa Timur Selata	やや緑がかった白色、石状	CV. Mitra Karya Utama	Na-Bentoniteという説明を受けた
⑫	11 Dec 2015	Trenggalek, Tulungagung, Pacitan	やや茶がかった白色、石状	CV. Mitra Karya Utama	Ca-Bentoniteという説明を受けた

1-2-2 各種粘土鉱物の触媒活性評価(◎BPPT・GU・APEX)

【進捗目標】好適な粘土触媒(※)の選択

※700℃、ER=0.05, Steam/Biomass 比=1 の時、油性タールの生成率(炭素比)2%以下

これまでに収集した粘土の、バイオマスガス化触媒としての活性・適性を評価するために、日本とインドネシアそれぞれで、活性評価用の小規模ガス化炉を設置し、評価実験を行った。収集した 12 種類のうち、パウダー状のサンプル(流動化が困難)を除く 9 種類の粘土について活性を評価した。比較のために、日本から持参した活性白土(酸性白土を酸で処理し活性を高めたもの)や、活性のないシリカサンドを用いた実験も行った。評価した粘土のうち、パチタン産 Ca ベントナイト(Indonesia Bentonite 社)、ボゴール産 Ca ベントナイト(Sibelco Lautan Mineral 社)、ブリタール産 Ca ベントナイト(Duta Alam Permai 社)ベントナイトは、650℃、Steam/Biomass 比=1 の条件下での油性タールの生成率(炭素比)が、それぞれ 0.99%、0.68%、1.29%であり、目標の 2%以下を充たしている。これらは酸処理を行っていないにもかかわらず、酸処理をして活性を高めた活性白土(同条件下で油性タールの生成率 1.07%)と同等かそれを上回るタール吸着能を示している。



粘土触媒活性評価実験結果(炭素収率にもとづく生成物の分布)

1-3-1 チャー抽出/循環機構の検討・設計 (©APEX・YDD・BPPT・GU)

【進捗目標】チャー抽出/循環機構の概念設計の完了

大径のバイオマスを投入した場合の、バブリング流動層表面に浮遊する粗大チャーの抽出しあるいは循環機構として、昨年度は、再生塔への循環方式を優先して、概念設計を検討した。ところが、その後、プロセスの熱バランスを検討した結果、粘土に吸着されたタール由来の炭素分と、チャーのすべてを燃焼させると熱が余剰となり、チャーの抽出が必要であることが判明した。チャーの抽出を行い土壌還元すれば、バイオマス中のミネラルの多くはチャーに移行するため、それを再び土壌に戻すことができ、チャーの微生物涵養作用とあいまって、バイオマスの持続可能な生産に資することができる。また、チャーの土壌還元は、大気中の二酸化炭素の固定にもつながる。

このため、あらためて大径のチャーの抽出機構を検討し、シンプルなベルトコンベアタイプのものを考案し(特許申請済)、流動層パイロットプラントコールドモデルに組み込んだ。

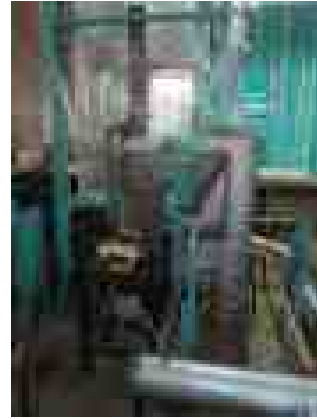
1-3-2 コールドモデルによる試験 (©APEX・YDD・BPPT・GU)

【進捗目標】コールドモデル実験によるチャー抽出/循環機構の安定運転の確認

1-3-1 で考案したチャーの抽出機構を組み込んだ流動層パイロットプラントコールドモデルを設計し、製作を終えた。当該プラントは、流動層の相似則をふまえて、デモンストレーションプラントの2分の1のスケールで設計され、ブロアー(2基)、ガス化炉、再生塔、チャー供給器、チャー抽出機構、サイクロンを具備している。



動層パイロットプラントコールドモデル



チャー抽出機構

1-4-2 プロトタイプによる試験 (©BPPT・APEX・YDD・GU)

【進捗目標】プロトタイプ試験による、250kW内部循環流動層に適用可能なバイオマス前処理および供給プロセスの確定(※)
※バイオマス処理量(供給速度)400 kg/hr以上。

2014年度の時点では、デモンストレーションプラントの設置先として北スマトラ州の国営第4ヌサンタラ農園企業が有望であり、同企業傘下のアブラヤシ搾油工場には、アブラヤシ空房を、二軸式粗粉碎機、スクリープレス、シュレッター処理しているところがあった。ガス化原料としては、スクリープレス出口の中間処理物が、原料として適正な大きさであると考えられたため、それを前提に次にその乾燥方法ならびにガス化炉への供給方法を検討し、乾燥方式としては、再生塔排ガスの廃熱を利用した熱交換方式、供給方式としては、閉塞防止機構付ロータリーバルブによる定量供給と、ダブルダンパー・スクリーフィーダー方式の供給器を優先的にテストする方針とした。ところが、その後、設置先が流動的となり、またこの活動(1-4-2)を担当するBPPT側の設計検討にも時間を要している。このため、2016年7月から開始される予定のデモンストレーションプラント設計ワークショップの中で、BPPTを支援しつつ、バイオマスの前処理と供給プロセスの設計を完成させ、若干の試行錯誤を含みつつも、そのままデモンストレーションに組み込む方針とした。

1-5-1 ガス化残渣の肥料としての物性評価 (©GU・APEX・BPPT)

【進捗目標】残渣の分析データと肥料適合性の評価

パーム空果房(以下、EFB)を原料としたバイオマスガス化プロセスからの固体残渣の肥料として利用可能性を評価するとともに、利用技術を確立するための知見を得ることを目的として、EFB、チャーおよび灰の性状と肥料成分の特徴を実験的に調査した。

試料となるEFBは、長さが5mm程度の繊維状となるように小型粉碎機にて破碎して実験に供した。性状を比較するための対照として、廃棄物系バイオマスである下水汚泥(WS)および鶏ふん(PM)を1mm程度以下に破碎して用いた(いずれもコンポスト化されたもの)。使用したEFBの工業分析値は、水分8.8%、揮発分77.7%、固定炭素8.1%および灰分5.4%であり、元素分析値は、炭素43.6%、水素5.4%、窒素0.8%および酸素50.2%であった。特に灰分と窒素含量において、WSやPMに比べて非常に小さい傾向があった。

チャーおよび灰は、電気ヒーターで温度制御可能な内径約30mmの石英ガラス製反応管内で調整した。所

【平成27年度実施報告書】【160531】

定量の原料を入れたアルミナボートを反応管の中央部に設置し、チャーでは、窒素ガス雰囲気下において約 150°C/min で室温から昇温した後に 700°C に 1 時間保持して調整した。

また、灰の調整では、空気雰囲気下において室温から昇温後、815°C で 30 分間保持した。

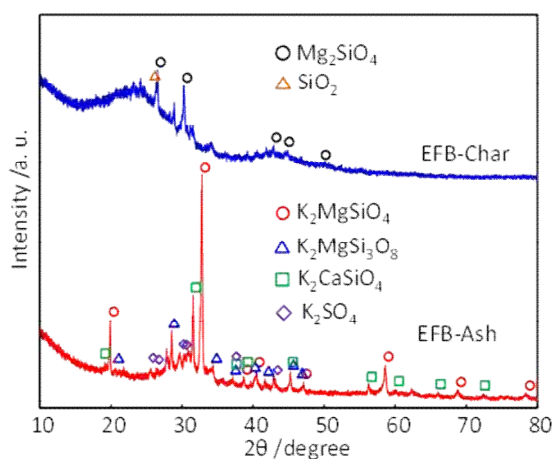
原料ならびに調整したチャーや灰を試料として、ED-XRD 分析で無機成分組成の概略を調べるとともに、肥料元素であるリンおよびカリウムに対しては、肥料等試験法等に基づいて含有量ならびに溶出性を把握した。また、XRD および SEM-EDS 分析を行い、チャーや灰中でのカリウムの存在形態を調査した。

EFB に由来する各試料のリンおよびカリウム含有量を対照として用いた WS および PM での結果と合わせて表 1 に示す。EFB に由来する試料は、リン含有量が小さいもののカリウム含有量が高いことが特徴であり、灰においては重量比で 30% に達していることがわかる。これに対して、対照系の WS ではリン含有量が高いもののカリウムが非常に乏しく、PM では両元素がほどほどに含有されていた。また、原料の単位重量当たりに換算した数値の比較から、700°C 程度での熱分解で生成するチャー中には原料中のリンやカリウムがほとんど残留している一方で、800°C 程度では減少傾向が認められ、高温条件での揮発等に伴う残留率低減の可能性が示唆された。

各試料のリンおよびカリウム含有量

	P content [mg-P/g-DS]	P content* [mg-P/g-RM]	K content [mg-K/g-DS]	K content* [mg-K/g-RM]
EFB-RM	0.8	0.8	14.2	14.2
EFB-Char	2.9	0.8	51.1	14.5
EFB-Ash	13.8	0.5	335	13.2
WS-RM	42.5	42.5	3.5	3.5
WS-Char	93.8	42.7	8.7	4.0
WS-Ash	137	43.1	10.5	3.3
PM-RM	29.9	29.9	37.8	37.8
PM-Char	56.3	29.6	61.9	33.4
PM-Ash	55.7	29.0	64.2	33.4

* 原料の乾燥重量あたりでの換算値



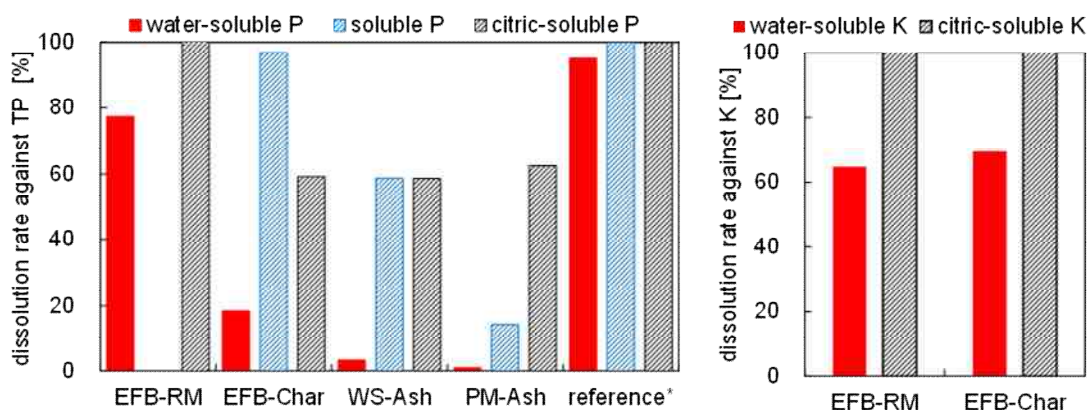
EFB 由来試料の XRD スペクトル

EFB に由来するチャーと灰の XRD チャートを図 1 に示す。灰中のカリウムは結晶性であり、マグネシウムやカルシウムを含むケイ酸化合物や硫酸塩として存在していることがわかった。一方、チャー中では、炭素質が豊富であることによる影響もあってか、結晶性のカリウム塩を明確に検出することはできなかった。そのため、

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

SEM-EDS 分析でマイクロな領域での組成について検討したところ、カリウムは全体にわたりいたるところに存在しているものの、ケイ酸化合物の形成は認められなかったことから、今後さらに検討の必要は残されているものの、チャー表面に例えば C-O-K 等のような複合体が形成されているものと考えられた。なお、ED-XRD による測定で EFB のチャーや灰には、1.5～3.0%程度のケイ素のほか、鉄、カルシウム、マグネシウム、イオウ等が含有されていることが確認された。

EFB 由来の試料からのリンならびにカリウムの溶出性を図 2 に示す。なお、リンの溶出性における対照系とは、過リン酸石灰のことである。EFB 原料中でリンは水溶性が高いものの、チャーでは著しく水溶性が低下しており、熱分解過程でリン形態が変化していることが示唆された。可溶性ならびにく溶性については WS や PM 由来の灰試料と同様であった。一方、カリウムの溶出性については、原料とチャーで大差がなく、水溶性も比較的高いことがわかった。一般に肥料としての即効性は、水溶性が高いほど大きく、次いで可溶性、く溶性の順になることが知られており、例えば、高い代表的な化成肥料である過リン酸石灰中のリンはほとんどが水溶性である。上述した含有量データも考慮すると、EFB 由来の固体残渣は、カリウム源としての肥料効果が期待される。また、他のバイオマス由来残渣と混合することによりリン含有量が小さいことを補う効果も期待される。今後は、栽培試験等を通じて、実際の肥料効果や微量共存物質の影響を検討する予定である。



各試料からのリンおよびカリウムの溶出性 a): リン, b): カリウム

④研究題目 1 のカウンターパートへの技術移転の状況

本邦研修において、ループシール内の粒子挙動のモデル化を日本側研究者とインドネシア側研究者で開始した。流動化挙動の評価装置の試作や実験を共同ですすめることで、インドネシア側研究者の流動化現象の理解を進めることができた。

粘土鉱物試料の収集や、収集した粘土触媒の活性評価実験は、BPPT の研究スタッフと共同で進めた。粘土鉱物試料の収集としては、協力してデータを集めた後、ワルギアントロ氏、イムロン氏とともに。スラバヤ市近郊、ボゴール市などの粘土製造会社計 4 社を訪問し、サンプルを入手した。小規模流動層ガス化炉による評価実験は、イムロン氏、ノビオ氏、アティ氏らとともに行っており、現地側でも実験方法、分析方法を体得している。実験結果は 4 月 16 日、5 月 22 日、5 月 27 日、6 月 22 日、9 月 10 日、10 月 22 日、12 月 21 日、1 月 21 日、2 月 16 日に行われた BPPT との定例ミーティングで他の研究者と共有した。

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

粘土触媒評価方法として群馬大学で保有する BET 比表面積、蛍光 X 線分光分析、および X 線回折のうち、X 線分析操作を除いたすべての作業について、日本側研究者とインドネシア研究者（アティ氏）が共同して作業分担することで、インドネシア側の分析・解析方法の理解を進めるとともに、情報共有をスムーズに行うことができた。インドネシアでのラボ試験結果と日本側での触媒評価結果をもとに、現在、共著による論文作成を進めており、協働体制が順調に進展しつつある。

⑤研究題目 1 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

ジョクジャカルタのジャナバドゥラ大学の研究者が、本事業で開発に取り組んでいる、バイオマスの流動層ガス化技術に関心を持ち、自分たちも研究を始めたいと申し入れてきた。このため、流動層技術のワークショップを行い、また、本事業にいたる以前に用いていた流動層コールドモデルを譲り渡すなどして、同大学における研究開始を支援している。

(3) 研究題目 2: 低コストメタノール合成プロセスの確立

①研究題目 2 のねらい

一般的な高圧単段プロセス(5~10MPa)でなく、低圧多段プロセス(1~1.5MPa、4~5段)とすることで、メタノール収率を大きく下げることなく、耐圧設計等の技術的要求を緩和したプロセスの確立を目指す。具体的な開発プロセスは、群馬大学、APEX、BPPT、YYD を中心とし、エンジニアリング会社等もふくめた開発チームで進める。

群馬大学グループ(リーダー:野田玲治)

低コスト触媒の開発および高活性化の検討を中心に研究を推進する。当該年度は、低コスト触媒調整法として、蒸発乾固法、スプレー造粒法、イオン交換法の適用について検討する。また、群馬大学および BPPT で試作された触媒の物性評価ならびに性能評価を実施する。

APEX グループ(リーダー:井上 斉(田中 直))

低圧メタノール合成プロセスおよび合成ガスの前処理プロセスの開発を中心に研究を推進する。当該年度は、原料ガスの前処理方法の検討を行う。

BPPT グループ(リーダー:Adiarso)

低コスト触媒の開発の群馬大学と協力して遂行する。また、低圧メタノール合成パイロット試験装置を APEX と協力して製作し、メタノール合成実験を行う。

YYD グループ(リーダー:Anton Soejarwo)

低圧メタノール合成プロセスおよび合成ガスの前処理プロセスの開発の支援を行う。

②研究題目 2 の研究実施方法

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

2-1 低コストメタノール合成触媒の開発

2-1-1 候補触媒の一次スクリーニング(◎GU・BPPT・APEX)

次の二つの方針で、日本、インドネシア相互で開発に取り組み、情報交換しながら進める。

a. 粘土担体の含浸法による低コスト触媒の開発(◎GU)

文献調査によれば、最も活性の高いメタノール合成触媒は、アルミナ担体の CuO/ZnO 触媒で、そのモル組成は Cu:Zn:Al=6:3:1 である。従来は、比表面積と活性種である Cu の分散性を向上するために共沈法で合成しているが、調整に手間がかかる。含浸法についての研究も行われており、アルミナ担体に Cu および Zn を含浸させて調整した触媒でも一定の性能が得られるという報告がある。これらをふまえて、現地調達した粘土を担体とし、大量調整が容易な含浸法で金属を担持して、安価なメタノール合成触媒を調整・製造する手法を確立する。

b. 新規金属担持触媒(◎BPPT,APEX)

従来用いられていなかった、Ni,Fe,Ga,Mo 等の金属を、非晶質シリカアルミナやゼオライトなどの担体に担持し、マイクロリアクターによってその活性を評価しつつ、スクリーニングを進める。

2-1-2 触媒機構の解明と触媒高性能化の検討(◎GU・BPPT・APEX)

2-1-2 の成果に基づいて、現地で調達・製造可能な低コスト触媒の絞り込みを行い、デモンストレーションプラントでの使用の可否を決定するとともに、新規低コスト触媒機構の解明と高性能化の検討を行う。

2-1 27年度達成目標
2-1-1 各種触媒調整法による低コスト触媒調整の可能性の明確化
2-1-2 低コスト触媒調整方法の確立

2-2 低圧メタノール合成プロセスの確立

2-2-1 原料ガスの前処理方法の検討(◎APEX・BPPT・YDD・GU)

構造がシンプルで現地でも製造・保守が容易な原料ガスの前処理プロセスの概念設計を行う。

2-2-2 パイロットプラントの設計(◎APEX・BPPT・YD・GU)

ベンチスケールまたはパイロットスケールのメタノール合成プラントの設計を完了する。

2-2-3 パイロットプラントの製作・試験(◎BPPT・APEX・YDD・GU)

2-2-2 で設計したベンチスケールまたはパイロットスケールメタノール合成プラントを製作・据付して、プラント立ち上げまで完了する。

2-2 27年度達成目標
2-2-1 原料ガス前処理プロセスの好適運転条件の明確化
2-2-2 パイロットプラントの設計完了
2-2-3 低圧メタノール合成パイロットプラントの製作・据付・立ち上げ

③研究題目2の当初の計画(全体計画)に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

2-1-1 候補触媒の一次スクリーニング

【進捗目標】各種触媒調整法による低圧メタノール合成触媒調整の可能性の把握

合成ガス(H₂, CO)からのメタノール合成用触媒として、工業的に Cu/ZnO/Al₂O₃ 触媒が用いられている。しかしながら、Cu 価格の高騰に伴い触媒の高コスト化が懸念される。よって Cu/ZnO/Al₂O₃ に代わる安価なメタノール

ール合成用触媒の開発が望まれている。使用金属量を低減させ、安価な触媒を調製する方法として、担持金属である Cu および ZnO を担体により高分散化させることが挙げられる。本年度は、群馬大学で蒸発乾固法、イオン交換法により、インドネシアで含浸法、共沈法により、メタノール合成触媒を製作し、その評価を開始した。

2-1-2 触媒機構の解明と触媒高性能化の検討(©GU・BPPT・APEX)

【進捗目標】デモンストレーション試験で利用する新規触媒の決定

26 年度に製作した連続メタノール合成試験装置の物質収支を確認し定量性を向上させるために、従来 TDC で検出してきたメタノールを FID で検出し、未反応の水素および CO を TCD で検出する装置へ改修を行った。これにより、いくつかの装置上の問題点が判明し、その改良を行った。商用触媒を用いたメタノール合成試験の物質収支を下図に示す。物質収支は 97%以上となり、十分な精度でメタノール合成反応を評価できた。



商用触媒によるメタノール合成試験結果

本装置によって、2-1-1 において群馬大学および BPPT で試作した触媒を同一条件下で統一的に比較することができるようになった。これにより、28 年度中にデモンストレーション試験における新規触媒利用の可否を決定することとした。

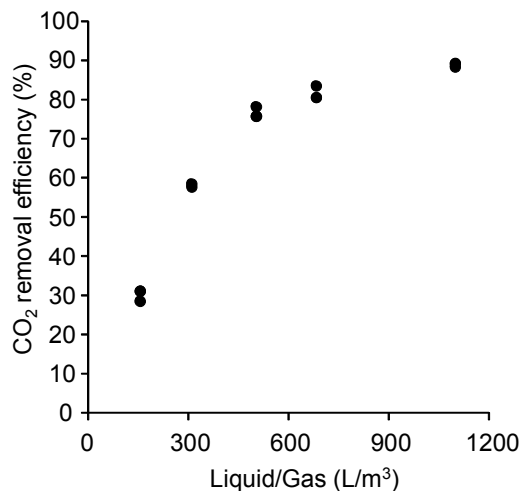
2-2-1 原料ガスの前処理方法の検討(©APEX・BPPT・YD・GU)

【進捗目標】原料ガス前処理プロセスの好適運転条件の明確化

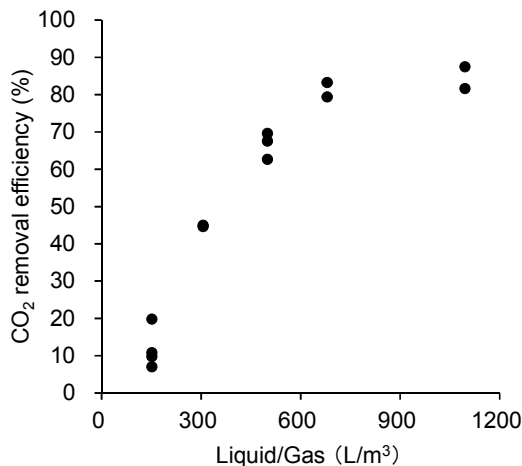
昨年度までに設計・製作したメタノール合成原料ガス前処理実験装置を用いて、ガス化生成ガス中の夾雑ガス除去実験を引き続き実施した。バイオマスのガス化により得られたガス化ガスは、メタノール合成の原料となる一酸化炭素と水素の他に、二酸化炭素や硫化水素を含む。二酸化炭素は、合成の際に水素と反応し水を生じるため、水素：一酸化炭素比を不利にするだけでなく、生成されたメタノール純度を低下させる。また、硫化水素はメタノール合成触媒を被毒する。これらの夾雑ガスの安価でシンプルな除去方法として、アルカリ溶液を用いたスクラバー洗浄を試みた。実験は、二酸化炭素の単独除去、硫化水素の単独除去、二酸化炭素と硫化水素の同時除去をそれぞれ実施した。二酸化炭素の単独除去実験では、液ガス比 500 L/m³ 以上で除去率 80%を達成し、硫化水素の単独除去実験においても、検出限界以下(<0.05 ppm)まで除去された。ガス化ガスの組成を模した模擬ガスによる二酸化炭素と硫化水素の同時除去実験では、二酸化炭素の単独除去実験と比較すると二酸化炭素除去率が全体的に低下したが、

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

液ガス比 673 L/m³ 以上で 80% の二酸化炭素除去と検出限界以下までの硫化水素除去が同時に達成できた。アルカリ溶液による一酸化炭素の吸収も懸念されたが、同時除去実験における一酸化炭素の減少率は 10% 程度であることが確認された。これらの実験により、安価でシンプルなアルカリ溶液を用いたスクラバー洗浄法がガス精製に有効であることが示唆された。



二酸化炭素単独除去実験における各液ガス比における二酸化炭素除去率



二酸化炭素と硫化水素の同時除去実験における各液ガス比における二酸化炭素除去率

2-2-2 パイロットプラントの設計 (©APEX・BPPT・YD・GU)

【進捗目標】パイロットプラントの設計完了

ガス化生成ガスからのメタノール合成は、10~15 気圧程度の低圧多段式プロセスで行うことになっている。設計にあたり 2015 年 5 月 8 日と 6 月 2 日に、低圧多段式メタノール合成を開発した長崎のバイオマスエナジー社を訪問し、低圧メタノール合成パイロットプラントの設計図および平衡計算ソフトを受領し、低圧メタノール合成にかかわる原理的説明を受けた。受領した設計図を参考に、現地で製作する低圧メタノール合成パイロットプラントの詳細設計を行った。設計内容については、原則月 1 回実施している BPPT 側との定例ミーティングで共有した。

2-2-3 パイロットプラントの製作・試験 (©BPPT・APEX・YDD・GU)

【進捗目標】低圧メタノール合成パイロットプラントの製作・据付・立ち上げ

2-2-1 で製作した設計図をもとに、ジャカルタおよびスルボンにある現地製作会社 3 社 (SINAR REJEKI、MEGA JAYA TEKNIINDO、PT. PILAR MANDIRI) を訪問し、見積もり依頼を行った。結果的には、SINAR REJEKI 社からのみ見積書を受領した。同社は、メタノール合成原料ガス前処理実験装置の製作を依頼した会社でもあり信頼に足ることから、10 月中旬に同社に製作を発注した。2016 年 3 月 29 日に再度バイオマスエナジー社を訪問し、低圧メタノール合成パイロットプラントの見学をするとともに、実験計画や注意点についてアドバイスをもらった。この訪問の際、現地で製作中の装置にいくつか改良点が見つかり、SINAR REJEKI 社に改良点の追加を依頼した。2016 年 5 月 4 日に装置を納入し、昇温チェックおよびリークチェックを行った。昇温チェックでは目的温度の 200℃ 程度まで昇温されることを確認したが、リークチェックでは、リアクターに挿入している熱電対からの漏れが確認されたため、

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

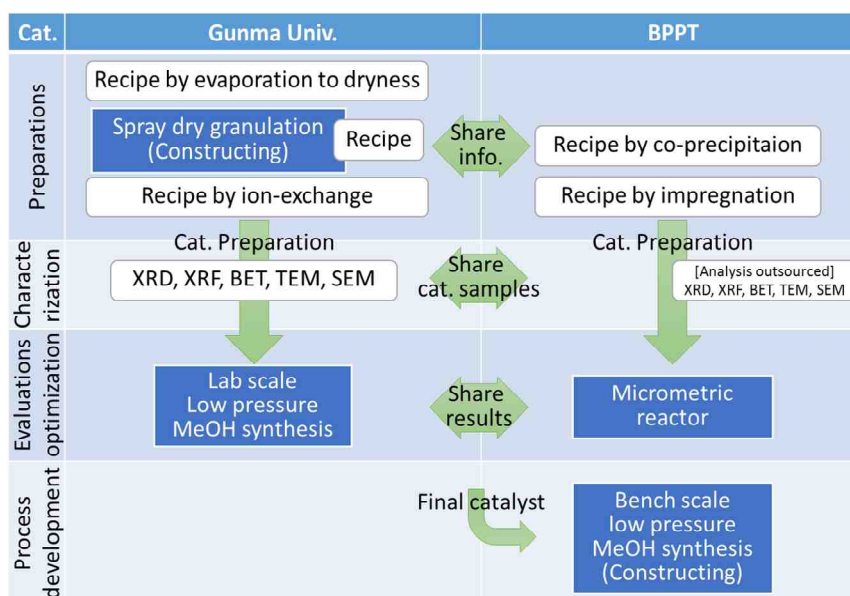
現在、漏えい対策を行っている。



低圧メタノール合成パイロットプラント

④研究題目2のカウンターパートへの技術移転の状況

低コストメタノール合成触媒開発の方向性を群馬大学およびBPPT間ですり合わせを行い、以下のような枠組みで研究を進めることで合意した。本枠組みによって、インドネシア側研究者も主体的に触媒開発に従事するとともに、日本側との情報共有も円滑に図れることが期待できる。



上記枠組みに基づいて、本邦研究において3名のインドネシア研究員を受け入れ、特に触媒の基礎物性評価（比表面積、元素組成分析、表面観察等）方法の体得を中心に研修を行った。また、連続メタノール合成試験装置を用いて、インドネシアで製作した触媒の活性評価を行い、インドネシア側での研究結果との比較ならびに意見交換を行うことで、両者の情報共有を進めた。

メタノール合成原料ガス前処理実験は、BPPTの研究スタッフ（ハディ氏、プリマ氏）とともに行って
【平成27年度実施報告書】【160531】

おり、研究の遂行を共有するとともに、実験手法を体得してもらっている。低圧多段式メタノール合成装置の設計に当たっては、2015年6月22日、8月20日、9月10日、10月22日にBPPT側と打合せを行い、設計原理やパラメーターについて理解を共有しつつ、設計をまとめた。SINAR REJEKI社に装置の製作を依頼した後は、月1回実施しているBPPTとの定例ミーティングにおいて、納入されるまでの製作進捗状況について共有している。

⑤ 研究題目2の当初計画では想定されていなかった新たな展開

バイオマスエナジー社より、低圧多段式メタノール合成プロセスに関する収率計算法の開示を受けたが、それによると、本事業で開発に取り組む粘土を触媒とする流動接触分解ガス化による生成ガスからのメタノール収率は、乾燥重量のバイオマス1トン当たり64L程度になり、当初想定したよりも相当に低いと見込まれた。但し、これについては、近々運転開始するメタノール合成パイロットプラントで実際に確認する予定である。

一方、最近、ガス発酵法の技術の開発が進んできており、常温・常圧～数気圧のマイルドな条件で実施できること、原料ガスの組成に関する制約が少ないこと、原料ガス中の不純物に対する耐性が強いことなどから、この技術は、本事業のガス化プロセスと組み合わせて、インドネシアで社会実装するための、液体燃料生産の技術選択肢として有望と考えられた。

以上のことから、デモンストレーションプラントの技術選択をいったん保留し、メタノール合成パイロットプラントの運転を行って、上の収率の問題を確認するとともに、ガス発酵技術の小規模実験を行ってその有効性を確かめ、それらをふまえて、デモンストレーションプラントで実証する技術を選択することに方針変更した。

(4) 研究題目3:人材育成とネットワーク形成

①研究題目3のねらい

現地で、バイオマス廃棄物のエネルギー利用を推進しようとする人材に対して、バイオマス廃棄物のエネルギー利用とそれに関わる技術に関する理解を深め、関連する人々や組織の間の連携を深めて、開発したプロセスを始めとするバイオマスエネルギー利用技術の発展と適用拡大をはかる。

【群馬大学グループ】

流動層要素技術および触媒技術について、現地研究者等を対象とした高度な研修プログラムを実施する。また、現地教育プログラムも実施、国際セミナーも開催およびニュースレターの発行を支援する。

【APEXグループ】

人材育成のための技術研修プログラムの確立と当該研修の実施、ネットワーク形成のための国際セミナーの開催支援ならびにニュースレターの発行支援を行う。

【BPPTグループ】

人材育成のための研修プログラムを実施するとともに、ネットワーク形成のための国際セミナーの開催、ニュースレターの発行を行う。

【YDDグループ】

【平成27年度実施報告書】【160531】

人材育成のための技術研修プログラムの実施支援、国際セミナー開催支援およびニュースレター発行の支援を行う。

②研究題目3の研究実施方法

3-1 人材育成

3-1-2 研修プログラムの実施(◎APEX・YDD・BPPT・GU)

平成 26 年度に準備した、現地でバイオマス廃棄物のエネルギー利用を技術的に担う人材を育成するための技術研修を 1 回以上実施する。

3-1 達成目標
3-1-2 研修プログラム(技術研修1回、参加者25名以上)の実施

3-2 ネットワーク形成

3-2-1 国際セミナーの開催(◎BPPT・APEX・YDD・GU)

3-2-2 ニュースレターの発行(◎BPPT・APEX・YDD・GU)

バイオマス廃棄物のエネルギー利用に関する理解を深め、それに関与し、推進しようとする人々や組織の間の連携を深めて、開発したプロセスを始めとするバイオマスエネルギー利用技術の発展と適用拡大をはかるため、国際的なセミナーを計 1 回開催し(3-2-1)、また、ニュースレターを年 2 回(各号 750 部以上)発行する。

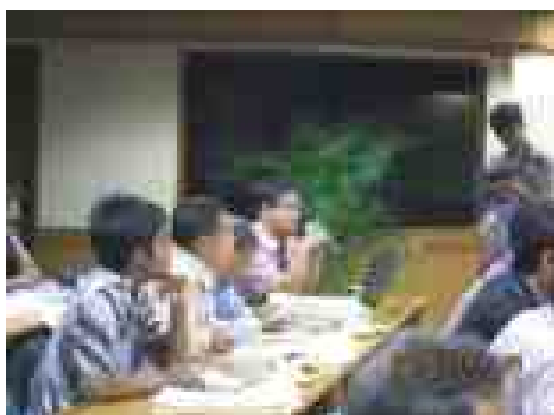
3-2 達成目標
3-2-1 国際セミナーの開催(参加者100名以上)
3-2-2 ニュースレターの発行(2回/年、各750部以上)

③研究題目3の当初の計画(全体計画)に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

3-1-2 研修プログラムの実施(◎APEX・YDD・BPPT・GU)

【進捗目標】 研修プログラム(技術研修1回、参加者25名以上)の実施

バイオマス廃棄物のエネルギー利用技術に関する研修プログラムを、“Technical Training Program for Utilizing Biomass as an Energy Resource”と題し、2015 年 11 月 10、11、12 日の 3 日間にわたって、ジャカルタの BPPT 本庁において開催した。席に限りがあることおよび研修の内容を鑑み、対象者を大学、国営農園、地方政府研究開発機関に絞った。参加者 30 名を想定していたところ、最終的には約 50 名が参加した。研修後に実施したアンケートでも概ね好評であった。



【平成 27 年度実施報告書】【160531】

研修プログラムの様子

3-2 ネットワーク形成

3-2-1 国際セミナーの開催(©BPPT・APEX・YDD・GU)

【進捗目標】国際セミナーの開催(参加者100名以上)

日本とインドネシアの最新のバイオマス・エネルギー政策および研究について知見を深めるとともに、バイオマス・エネルギー関係者のネットワークを構築することを目的として、2016年2月17日に“Appropriate Technology for Biomass Derived Fuel Production”と題する国際セミナーを、ジャカルタのBPPT本庁で開催した。内容を鑑み、全国の大学、国営農園、地方政府研究開発機関およびバイオマス・エネルギー関連の民間企業に招待状を配布し、最終的に約120名が出席した。セミナー終了後に実施したアンケートでも概ね好評であった。また、このセミナーの様子は、翌日にはBPPTのウェブサイトに掲載された。

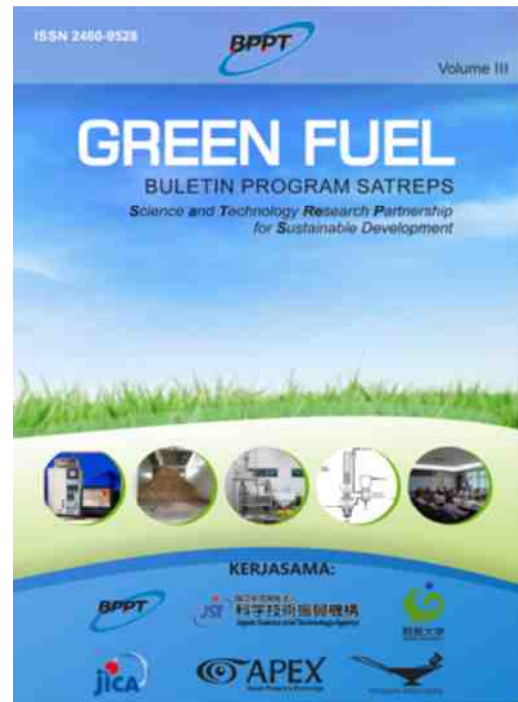
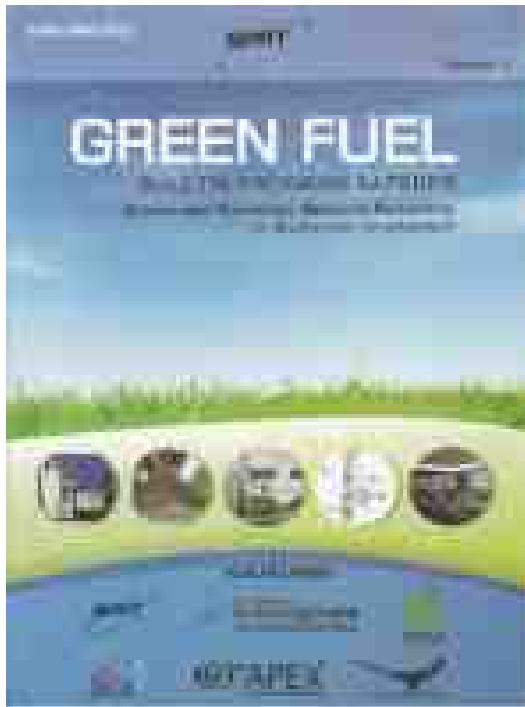


3-2-2 ニュースレターの発行(©BPPT・APEX・YDD・GU)

【進捗目標】ニュースレターの発行(2回/年、各750部以上)

今期間(2015年6月～2016年5月)には、第2号および第3号を各750部発行し、うち約600部を関係機関に配布した。内容は、技術開発や実験に関する進捗報告、関連する技術の解説、JCC、セミナーなどの報告等である。

【平成27年度実施報告書】【160531】



ニュースレター (GREEN FUEL) 2 号および 3 号

④研究題目3のカウンターパートへの技術移転の状況

技術研修プログラムの実施内容について、BPPT と協議しつつ具体化を進めた。またニュースレターも、編集方針の策定、執筆、校正を BPPT と連携的に進めた。

⑤研究題目3の当初計画では想定されていなかった新たな展開

特になし。

II. 今後のプロジェクトの進め方、および成果達成の見通し（公開）

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確立

概ねすべての研究課題において、スケジュールに沿って進捗している。カウンターパートである BPPT および ディアン・デサ財団の寄与も拡大しつつあり、概ね順調と考える。28 年度は、27 年度までに得られた知見を元に デモンストレーションプラントの設計を行い、製作を開始する。一部の研究題目 (1-1), 1-3), 1-4)) で若干の遅れが生じているが、1-1) については、従来型のループシール構造でガス供給方法を変更する形で対応が可能であることが判明しており、28 年度に予定しているデモンストレーションプラントの設計では従来構造をベースとして設計を進めることができるため、大きな問題とはならない。他の項目の遅れについても、デモンストレーションの設置スケジュールには大きな支障をもたらさないと考えられる。デモンストレーションプラントの設置場所は、平成 28 年 2 月の段階では複数の候補地と交渉中であり、決定までには、いまだ少し時間が必要であるが、設置作業開始予定の 28 年度後半までには決定できるものと判断している。本技術は、アブラヤシ空房のような不定形で大径のバイオマスを含め、トウモロコシ穂軸、ヤシ殻、サトウキビ残渣などの農業・農園系廃棄物、製材残渣、間伐材、剪定枝、竹材等の林業系廃棄物など、多様なバイオマスを処理できることに特徴があり、普及にかかわるインパクトはたいへん大きいものがある。

2. 低コストメタノール合成システムの開発

低圧多段式メタノール合成プロセス開発は、おおむねスケジュール通り進んでいるが、安全対策やガス改質等による追加的コストが必要であり、予算の制約から適切な規模を再考する必要がある。また、バイオマスエナジー社から最近開示を受けた低圧多段式メタノール合成の収率計算法によると、粘土を触媒とする流動接触分解ガス化で得られる生成ガスの組成では、あまり高いメタノール収率は期待できない。一方、近年、ガス発酵法の技術の開発が進んできており、常温・常圧～数気圧のマイルドな条件で実施できること、原料ガスの組成に関する制約が少ないこと、原料ガス中の不純物に対する耐性が強いことなどから、この技術は、本事業のガス化プロセスと組み合わせて、インドネシアで社会実装するための、液体燃料生産の技術選択肢として有望と考えられた。

以上のことから、デモンストレーションプラントの技術選択をいったん保留し、メタノール合成パイロットプラントの運転を行って、上の収率の問題を確認するとともに、ガス発酵技術の小規模実験を行ってその有効性を確かめ、それらをふまえて、デモンストレーションプラントで実証する技術を選択することに方針変更した。

Ⅲ. 国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など（公開）

(1) プロジェクト全体

本プロジェクトの眼目は、現地の社会的・経済的等の条件に適した〈適正技術〉の開発にあり、そのような技術こそが、まさに社会実装につながると考えられる。開発した技術が実際に普及し、継続的に使われていくためには、現地の社会に受け入れられる程度に低コストであること、技術が適用される地域の産業基盤と人材において、運転と保守管理が可能であることが重要である。

本事業では、そのような条件を充たすために、通常の触媒と比べて格段に安価であり、入手も容易な粘土を触媒としたバイオマス接触分解ガス化技術の確立を目指している。それにより、ターンの削減をはかるとともに、大径・不定形な多種のバイオマスの投入を可能とし、原料の粉碎費用も削減している。さらに、設計を極力自主的に行い、無駄を省いたシンプルな構造とし、装置のほとんどすべてを現地生産が可能なものとして、設計・製作費用も格段に安価で、かつ地元で製造と補修をコントロールできるプロセスとする計画である。さらに、バイオマスガス化炉後段に設置可能な液体燃料製造プロセスのオプションとして、現地で製作・運転しやすい10～15気圧程度の低圧メタノール合成プロセスと簡便なガス洗浄プロセスの組み合わせで、触媒を被毒する不純物除去に加えて、合成プロセスに不都合な二酸化炭素をも効率的に除去し、高いメタノール収率を有する適正メタノール製造プロセスの確立をめざしている。しかし、メタノール合成プロセスは、安全対策のための設備コストやCO/H₂比を調節するための改質プロセスが必要となる可能性があるなど、ガス化プロセスに比べると複雑化しやすい。そのため、よりシンプルな構造、かつ温和な条件でアルコール合成が可能なガス発酵技術もひとつのオプションとして可能性を検討することとした。

上記のような技術の開発は、日本側の技術に全面的に依拠するものでもなければ、単にインドネシア側が独自で技術開発するものでもない。両者がもつ技術を持ち寄り、新しい発想を求めながら、技術的背景や経済状況等を理解することによってはじめて、真にインドネシアに実装可能なプロセスを創出しようと考えられる。そのような考え方を相手国研究機関と共有し、実践していくために、(2)、(3)、(4)で述べるような工夫をしている。

また、プロジェクトの完遂には、両国研究機関の本プロジェクトへの積極的な関与が重要であり、プロジェクト開始時設定したプロジェクト全体の役割分担について、進捗に伴って各機関でコミット可能な課題が発生した場合には、積極的に関与してもらえよう運営に務めている。実際に、(2-2-1)メタノール合成触媒開発では、群馬大学とBPPTで役割を分担し、両拠点で情報共有しながら研究をすすめる体制が構築されている。

(2) 研究題目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確立

群馬大学グループ（リーダー：野田玲治）

研究課題を推進するために設定した各研究活動について、日本側とインドネシア側の研究者が密接に関与しつつ研究を進めている。(1-1)「高度安定流動層の確立」では、日本側へ研修で受け入れたBPPTの研究員1名が、日本側研究者と共同で実験を進めており、情報共有、技術の習得と同時に、技術開発そのものへも積極的に関与している。(1-2)「粘土触媒の探索・最適化」では、インドネシア側で粘土触媒の評価を行い、群馬大学で実施した粘土触媒評価結果と併せて、粘土触媒活

【平成27年度実施報告書】【160531】

性に影響する因子を明確化しつつあり、現在、共著論文を準備中である。

APEX グループ（リーダー：井上 斉（田中 直））

粘土鉱物試料の収集や、収集した粘土の活性評価試験に当たっては、常に現地側の研究者と共同でこれを行い、現地側が関連の素養を涵養し、技術を習得することを促して、追って自立的に研究を行ってもらえるように努めた。また、前述のように、正式な共同研究機関ではないものの、流動層を用いたバイオマスエネルギー利用技術開発に関心を持つ現地の大学を支援し、ワークショップを開催したり、以前利用していた流動層実験設備を譲ったりしつつ、同大学の流動層研究の開始を支援している。

(3) 研究題目 2：低コストメタノール合成プロセスの確立

群馬大学グループ（リーダー：野田玲治）

(2-1)「低コストメタノール合成触媒の開発」について、群馬大学と BPPT での役割分担を情報共有の仕組みを構築した。日本側へ研修で受け入れた BPPT の研究員が、日本側研究者と共同で実験を進めており、情報共有、技術の習得と同時に、技術開発そのものへも積極的に関与している。

APEX グループ（リーダー：井上 斉（田中 直））

メタノール合成原料ガス前処理実験は、BPPT の研究スタッフとともに行っており、研究の遂行を共有するとともに、実験手法を体得してもらっている。また、低圧多段式メタノール合成装置の設計に当たっては、その設計原理や設計手法に関する理解を、BPPT の研究者と共有しつつ、これを進めた。それらにより、現地側の主体性を引き出し、関連する技術を体得してもらえるようくふうしている。

(4) 研究題目 3：人材育成とネットワーク形成

群馬大学グループ（リーダー：野田玲治）

- ・インドネシア 3 名の研究員を研修生として受け入れた。
- ・BPPT 等で学位取得を目指す研究員を対象として、群馬大学大学院での学生としての受け入れを行う具体的な方法について、引き続き検討が必要と考えられた。

APEX グループ（リーダー：井上 斉（田中 直））

当団体では、これまで排水処理分野におけるプログラム研修を、計 13 回、合計 600 名以上に対して実施してきた経験がある。全般に当該研修は参加者に好評を博しており、終了時のアンケートでも、非常に役に立ったとする回答が 6-7 割を占める。バイオマスのエネルギー利用に関わる適正技術のプログラム研修を企画するに当たっても、その経験を生かして、参加者が実際にバイオマスエネルギー開発に取り組んでいく強力な手がかりとなるように、技術の原理や設計手法の理解と演習を重視したプログラムを組むように努めた。初回の研修では、十分にその意図が果たせなかったが、次回以降改善を図りたい。

IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

(1) 成果展開事例

(2) 社会実装に向けた取り組み

デモンストレーションプラントの設置先として、PT Perkebunan Nusantara III (PTPNⅢ、国営第三農園企業)を第一候補として交渉を進めているが、先方は歓迎の意向である。この PTPNⅢは、インドネシア全国の国営農園企業を統括するホールディングカンパニーとしての位置を占めている。また、それ以外にも巨大企業グループであるシナール・マスグループの、PT Sinar Mas Agro Resources and Technology (PT SMART)社からも、受け入れを歓迎する旨の表明がある。それらのアブラヤシ搾油工場に設置されるデモンストレーションプラントが順調に稼働すれば、それは技術が広範な波及力を持つことにつながると考えられる。

V. 日本のプレゼンスの向上 (公開)

- ・2015年4月13日、バンドゥン工科大学工業技術学部化学技術研究プログラムの来賓講師として講義し(APEX、井上)、バイオマスエネルギー等の適正技術開発を論じた。参加者約120名。
- ・2015年8月22日、インドネシア大学で開催された、TICA2015ファイナリスト発表イベントにて、招待講演者として講演し(APEX、井上)、バイオマスエネルギー等の適正技術開発について紹介した。参加者約70名。
- ・2015年10月13日、ジャナバドラ大学工学部機械工学科創立19周年記念セミナー『エネルギー自立のための再生可能エネルギー開発』にて、招待講演者として講演し(APEX、井上)、約100名の参加者に、バイオマスエネルギー開発を始めとする適正技術開発について論じた。
- ・2015年2月17日に開催した国際セミナー「バイオマス由来燃料生産のための適正技術」が、インドネシアのTVRI(インドネシア国営テレビ)に取り上げられ、放映された。
- ・2015年12月14日、プラウイジャヤ大学機械工学部太陽・代替エネルギーラボラトリーの来賓講師として講義し(APEX、井上)、バイオマスエネルギー分野における適正技術開発を論じた。参加者約50名。

VI. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】 (公開)

(エクセル表にて報告)

VII. 投入実績【研究開始～現在の全期間】 (非公開)

VIII. その他 (非公開)

以上

【平成27年度実施報告書】【160531】

VI. 成果発表等

(1) 論文発表等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 原著論文(相手国側研究チームとの共著)

年度	著者名, 論文名, 掲載誌名, 出版年, 巻数, 号数, はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)

論文数 0 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 0 件
 公開すべきでない論文 0 件

② 原著論文(上記①以外)

年度	著者名, 論文名, 掲載誌名, 出版年, 巻数, 号数, はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)
2014	Ben-Shui Wang, Jing-Pei Cao, Xiao-Yan Zhao, Yue Bian, Chong Song, Yun-Peng Zhao, Xing Fan, Xian-Yong Wei, Takayuki Takarada, "Preparation of nickel-loaded on lignite char for catalytic gasification of biomass", Fuel Processing Technology, in press		国際誌	in press	
2014	Suparin Chaiklangmuang, Keisuke Kurosawa, Liuyun Li, Kayoko Morishita, Takayuki Takarada, "Thermal Degradation behavior of coffee Residue Comparison with Biomasses and Its Product Yields from Gasification, Journal of the Energy Institute, in press		国際誌	in press	
2014	Cheewasu Phuhiran, Takayuki Takarada, Suparin Chaiklangmuang, "Hydrogen-rich gas from catalytic steam gasification of eucalyptus using nickel-loaded Thai brown coal char catalyst", International Journal of Hydrogen Energy, 39, 3649-3656 (2014)		国際誌	出版済み	
2015	Boodsakorn Kongsomart, Takayuki Takarada, "Preparation of activated carbons from teak sawdust using chicken dropping compost and empty fruit bunch", International Journal of Biomass and Renewables, 4 (2015) 1-7.		国際誌	発表済	
2015	Boodsakorn Kongsomart, Naokatsu Kannari, and Takayuki Takarada, "Catalytic effects of biomass-derived ash on Loy Yang brown coal gasification", International Journal of Biomass and Renewables. Accepted		国際誌	accepted	

2015	田中直(井上齊)、アジア地域に適合的な、粘土触媒を用いたバイオマスの流動層ガス化技術の開発、太陽エネルギー、2016年3月、Vol42, No.2, 通巻232号		国内誌	発表済	

論文数 6 件
うち国内誌 1 件
うち国際誌 5 件
公開すべきでない論文 0 件

③その他の著作物(相手国側研究チームとの共著)(総説、書籍など)

年度	著者名, タイトル, 掲載誌名, 巻数, 号数, 頁, 年		出版物の種類	発表済 / in press / acceptedの別	特記事項
2014	GREEN FUEL (Vol1, 2014)		機関紙	出版済み	
2015	GREEN FUEL (Vol.2, 2015)		機関紙	出版済み	

著作物数 2 件
公開すべきでない著作物 0 件

④その他の著作物(上記③以外)(総説、書籍など)

年度	著者名, 論文名, 掲載誌名, 出版年, 巻数, 号数, はじめ-おわりのページ		出版物の種類	発表済 / in press / acceptedの別	特記事項
2014	Nao Tanaka "Teknologi Tepat Guna dan Dunia Alternatif - Berdasarkan Pengalaman Prakteik di Indonesia"(2014)		書籍	出版済み	コンパス・グラメディアグループのBhuhana Ilmu Populer社より出版

著作物数 1 件
公開すべきでない著作物 0 件

⑤研修コースや開発されたマニュアル等

年度	研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数	開発したテキスト・マニュアル類	特記事項

VI. 成果発表等

(2) 学会発表【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 学会発表(相手国側研究チームと連名)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
2015	国際学会	Hitoshi Inoue, Sudo Yuta(APEX), Hermanto Sujarwo, Anton Soejarwo(Light of the Village Foundation), Tomohide Watanabe, Reiji Noda(Gunma Univ.), "Fluidized bed biomass gasification using clay catalyst as multipurpose process for renewable fuel production, sustainable biomass production and carbon fixation", ECO-BIO 2016, Rotterdam, The Netherlands, 6-9 March 2016	ポスター発表

招待講演 0 件
口頭発表 0 件
ポスター発表 1 件

② 学会発表(上記①以外)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
2014	国内学会	宝田恭之、「褐炭を用いた微粒子調整とその応用」、粉体工学会2014年度春季研究発表会、京都、2014年5月29日～30日	口頭発表
2014	国際学会	Yudha Purna Nugraha, Yuki Ishihara, Takatoshi Kimoto, Keiichi Kubota, Tomohide Watanabe: Control effects of oxygen permeation on the performance of single-chamber microbial fuel cells, Water and Environment Technology Conference 2014, Conference Abstract p.56, June 28-29, Tokyo, 2014.6.29	口頭発表
2014	国際学会	Jing-Pei Cao, Aya Matsushima, Keiichi Kaneko and Takayuki Takarada, "LOW-TEMPERATURE CATALYTIC REFORMING OF VOLATILE MATTER FROM BIOMASS PYROLYSIS", Grand Renewable Energy 2014, Tokyo 2014.7.29	口頭発表
2014	国内学会	渡邊智秀, 長谷川英利, 小林裕樹, 窪田恵一: 廃棄物系バイオマスの熱分解チャーにおけるリンの特性, 化学工学会第46回秋季大会, 講演要旨集X305, 福岡市, 2014.9.17-19	口頭発表
2014	国内学会	小松真太郎, 神成 尚克, 宝田 恭之、「触媒流動層内での触媒担持褐炭の熱分解・ガス化」、第51回石炭科学会議、仙台、2014年10月21日～23日	口頭発表

2014	国内学会	杉本将哉 野田玲治, 3室内部循環流動層のためのJ-typeループシールの粒子循環量モデル, 第20回流動化・粒子プロセッシングシンポジウム, P1-3, 岡山市, 2014.12.11-12	ポスター発表
2014	国内学会	井口 栞, 野田 玲治, インドネシアに適合した低コストメタノール合成触媒, 化学工学会第80年会, XB245, 2014.3.19-21	口頭発表
2014	国内学会	武井寛人, Yudha Purna Nugraha, 窪田恵一, 小森正人, 渡邊智秀: 一槽式微生物燃料電池によるフェノール含有廃水の処理特性, 第49回日本水環境学会年会, 年会講演集p.710, 金沢市, 2015.3.16-18	ポスター発表
2015	国際学会	Boodsakorn Kongsomart, Takayuki Takarada, 「Preparation of activated carbon and catalytic coal gasification using biomass ash.」, The Seventh International Conference on Clean Coal Technologies (CCT2015), 17-21 May 2015	口頭発表
2015	国内学会	Boodsakorn KONGSOMART, Naokatsu KANNARI, Takayuki TAKARADA (Gunma University) Li LIUYUN (Niigata University), Catalytic CO2 gasification of a brown coal using biomass ash as a catalyst, 日本エネルギー学会第24回大会、札幌コンベンションセンター、2015年8月3日	口頭発表
2015	国際学会	Boodsakorn Kongsomart, Naokatsu Kannari, Shintaro Komatsu, Takayuki Takarada (Gunma University), Li Liuyun (Niigata University), Low Temperature Catalytic Gasification of Brown Coal Using Biomass, International Conference on Coal Science & Technology 2015 (ICCS&T 2015), Melbourne, Australia, Melbourne Convention and Exhibition Centre, Sep 28, 2015	口頭発表
2015	国際学会	Naokatsu Kannari, Battsetseg Tsedenbal, Keisuke Nagatomo, Takayuki Takarada (Gunma University), EFFECTS OF COAL RANK ON LOW TEMPERATURE OXIDATION OF COALS, The 13th China-Japan Symposium on Coal and C1 Chemistry, Dunhuang, Gansu, China, September 2, 2015	口頭発表
2015	国際学会	Boodsakorn Kongsomart, Battsetseg Tsedenbal, Shintaro Komatsu, Naokatsu Kannari, Takayuki Takarada (Gunma University), LOW TEMPERATURE CATALYTIC GASIFICATION OF BROWN COAL USING EMPTY FRUIT BUNCH, The 13th China-Japan Symposium on Coal and C1 Chemistry, Dunhuang, Gansu, China, September 2, 2015	口頭発表
2015	国際学会	Boodsakorn Kongsomart, Battsetseg Tsedenbal, Shintaro Komatsu, Naokatsu Kannari, Takayuki Takarada (Gunma University), LOW TEMPERATURE CATALYTIC GASIFICATION OF BROWN COAL USING CHICKEN DROPPINGS, The 13th China-Japan Symposium on Coal and C1 Chemistry, Dunhuang, Gansu, China, September 1, 2015	ポスター発表

2015	国際学会	Boodsakorn Kongsomart, Battsetseg Tsedenbal, Naokatsu Kannari, Takayuki Takarada (Gunma University), PREPARATION OF ACTIVATED CARBON FROM TEAK SAWDUST WITH EMPTY FRUIT BUNCH ASH, The 13th China-Japan Symposium on Coal and C1 Chemistry, Dunhuang, Gansu, China, September 1, 2015	ポスター発表
2015	国際学会	Boodsakorn Kongsomart, Battsetseg Tsedenbal, Naokatsu Kannari, Takayuki Takarada (Gunma University), PREPARATION OF ACTIVATED CARBON FROM TEAK SAWDUST BY USING CHICKEN DROPPING COMPOST AS AN ACTIVATION AGENT, The 13th China-Japan Symposium on Coal and C1 Chemistry, Dunhuang, Gansu, China, September 1, 2015	ポスター発表
2015	国際学会	Liuyun Li, Aya Matsushima, Yuto Sekiya, Tadaaki Shimizu (Niigata University), Naokatsu Kannari, Takayuki Takarada (Gunma University), LOW-TEMPERATURE GASIFICATION OF BIOMASS VOLATILE USING ANI-LOADING BROWN COAL CHAR AS A CATALYST, The 13th China-Japan Symposium on Coal and C1 Chemistry, Dunhuang, Gansu, China, September 2, 2015	ポスター発表
2015	国際学会	Liuyun Li, Hideyuki Matsumura, Tadaaki Shimizu (Niigata University), Chika Satomi, Naokatsu Kannari, Takayuki Takarada (Gunma University), EFFECTS OF LIMONITE ORE AND STEAM ADDITION ON MODEL HYDROCARBON PHENOL DECOMPOSITION, The 13th China-Japan Symposium on Coal and C1 Chemistry, Dunhuang, Gansu, China, September 2, 2015	口頭発表
2015	国際学会	Attitaya Saythong, Metta Chareonanch, Nongnuch Rueangjitt (Chiang Mai University), Takayuki Takarada (Gunma University), SILICA RECOVERY FROM STEEL SLAG-INDUSTRIAL WASTE RESIDUE FOR USE IN SYNTHESIS OF ZSM-5 ZEOLITE CATALYST, The 13th China-Japan Symposium on Coal and C1 Chemistry, Dunhuang, Gansu, China, September 1, 2015	口頭発表
2015	国際学会	Attitaya Saythong, Metta Chareonpanich, Nongnuch Rueangjitt (Chiang Mai University), Takayuki Takarada (Gunma University), PREPARATION OF SILICA GEL FROM STEEL SLAG-INDUSTRIAL WASTE BY BASE LEACHING PROCESS, The 13th China-Japan Symposium on Coal and C1 Chemistry, Dunhuang, Gansu, China, September 1, 2015	ポスター発表
2015	国際学会	T. Takarada, N. Kannari, S. Komatsu, "Pyrolysis and steam gasification of metal-loaded brown coals in fluidized bed", The 3rd Joint Meeting of Strategic Japanese-Chinese Joint Research Program, Shonan Village Center, Oct. 26~27, 2015	口頭発表

2015	国際学会	S. Komatsu, N. Kannari and T. Takarada, "Pyrolysis and steam gasification of metal-loaded brown coals in fluidized bed" 1st SEOULTECH-GU Joint Seminar on Cooperation of Politics and Technology, Gunma University, Jan. 13, 2016	ポスター発表
2015	国際学会	B.Kongsomart, B.Tsedenbal, S.Komatsu, N.Kannari and T.Takarada, "Low temperature catalytic gasification of brown coal by using biomass" 1st SEOULTECH-GU Joint Seminar on Cooperation of Politics and Technology, Gunma University, Jan. 13, 2016	ポスター発表
2015	国際学会	B.Kongsomart, N.Kannari and T.Takarada, "Utilization of chicken dropping compost for activated carbon preparation and catalytic gasification" 1st SEOULTECH-GU Joint Seminar on Cooperation of Politics and Technology, Gunma University, Jan. 13, 2016	ポスター発表
2015	国際学会	Yudha Purna Nugraha, Hiroto Takei, Keiichi Kubota, Tomohide Watanabe: Phenol degradation in a single-chamber microbial fuel cell, Water and Environment Technology Conference 2015, Tokyo, 2015.8.5-6	ポスター発表
2015	国内学会	小林裕樹, 窪田恵一, 渡邊智秀: 廃棄物系バイオマスのガス化におけるリンの挙動と特徴, 化学工学会群馬大会2015, 桐生市, 2015.11.27-28	口頭発表
2015	国内学会	木下翔吾, 窪田恵一, 小森正人, 渡邊智秀: 微生物燃料電池におけるフェノール分解に伴う発電の可能性, 第50回日本水環境学会年会, 徳島市, 2016.3.16-18	口頭発表
2015	国内学会	野田玲治, 「Biomass energy conversion based on an "appropriate technology" suitable for a local community」, 第2回日中環境ワークショップ, 富士吉田, 2015年4月17-19日	口頭発表
2015	国際学会	Reiji NODA, Masaya SUGIMOTO and Yuya MACHIDA, 「Development of three compartment internal circulating fluidized bed for liquid fuel production from biomass」, FBC22, Finland, June 14-17, 2015	口頭発表
2015	国内学会	井口栞, 野田玲治, "インドネシアに適合した低コストメタノール合成触媒", 第23回日本エネルギー学会大会P-5, 札幌, 2015年8月3-4日	ポスター発表
2015	国内学会	孫燕, 野田玲治, "バイオマス流動接触分解ガス化のための粘土触媒の評価", 化学工学会第47回秋季大会S219, 札幌, 2015年9月9-11日	口頭発表

2015	国内学会	井口葉, 野田玲治, “インドネシアに適合した低コストメタノール合成触媒”, 化学工学会第47回秋季大会M304, 札幌, 2015年9月9-11日	口頭発表
2015	国内学会	孫燕, 野田玲治, “バイオマス流動接触分解ガス化のための粘土触媒の評価”, 化学工学会群馬大会2015A201, 桐生, 2015年11月27-28日	口頭発表
2015	国内学会	井口葉, 野田玲治, “インドネシアに適合した低コストメタノール合成触媒”, 化学工学会群馬大会2015A207, 桐生, 2015年11月27-28日	口頭発表
2015	国内学会	孫燕, 野田玲治, “バイオマス流動接触分解ガス化のための粘土触媒の評価”, 第21回流動化・粒子プロセスシンポジウム(FB21)P-15, 北九州, 2015年12月10-11日	ポスター発表
2015	国内学会	井口葉, 野田玲治, “インドネシアに適合した低コストメタノール合成触媒”, 第21回流動化・粒子プロセスシンポジウム(FB21)P-12, 北九州, 2015年12月10-11日	ポスター発表
2015	国内学会	Noda Reiji, “Biomass utilization based on appropriate technologies”, 化学工学会第81年会N304, 大阪, 2016年3月13-15日	口頭発表
2015	国内学会	(BPPT, Indonesia) *Bralin D., Adiarso, Joni P., Galuh Wm., Nurdiah R., Tyas P., Septina I., Abdul H., Anindhita, “Progress of SATREPS-Biomass Project: Development of Low Cost Catalyst for Methanol Synthesis, ”, 化学工学会第81年会N315, 大阪, 2016年3月13-15日	口頭発表
2015	国内学会	孫燕, 野田玲治, “バイオマス流動接触分解ガス化のための粘土触媒の評価”, 化学工学会第81年会ZAP361, 大阪, 2016年3月13-15日	ポスター発表
2015	国内学会	上原巧, 野田玲治, “内部循環流動層ループシール安定性に及ぼす背圧差の影響”, 化学工学会第81年会ZAP309, 大阪, 2016年3月13-15日	ポスター発表
2015	国内学会	井上齊(APEX), “Development of Fluidized Bed Biomass Gasification Using Clay Catalyst as an Appropriate Technology for Asian Countries”, 化学工学会、関西大学、2016年3月15日	口頭発表

招待講演	0	件
口頭発表	25	件
ポスター発表	16	件

VI. 成果発表等

(3) 特許出願【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 国内出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	その他 (出願取り下げ等についても、こちらに記載して下さい)	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する外国出願 ※
No.1	2016-43736	2016/3/7	流動層から固形物を分離する方法および装置	特定非営利活動法人 APEX	特許(国内)	無			井上 齊	特定非営利活動法人 APEX	
No.2											
No.3											

国内特許出願数 1 件
 公開すべきでない特許出願数 0 件

② 外国出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	その他 (出願取り下げ等についても、こちらに記載して下さい)	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する国内出願 ※
No.1											
No.2											
No.3											

外国特許出願数 0 件
 公開すべきでない特許出願数 0 件

VI. 成果発表等

(4) 受賞等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 受賞

年度	受賞日	賞の名称	業績名等 (「〇〇の開発」など)	受賞者	主催団体	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項

0 件

② マスコミ(新聞・TV等)報道

年度	掲載日	掲載媒体名	タイトル/見出し等	掲載面	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項

0 件

VI. 成果発表等

(5) ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等の活動【研究開始～現在の全期間】(公開)

① ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

年度	開催日	名称	場所 (開催国)	参加人数 (相手国からの招聘者数)	概要
2014	2015/2/28	群馬大学・APEX合同ワークショップ 「アジア地域に適した、バイオマス廃棄物のガス化と液体燃料生産技術の開発をめざして」	日本	32名	SATREPS事業のこれまでの取り組みや実施中の課題や展望を論じながら、アジアに適合的なバイオマスエネルギー技術の開発と普及を論じた。
2015	2015/4/13	“Teknologi Tepat Guna dan Dunia Alternatif – Berdasarkan Pengalaman Praktek di Indonesia”	バンドウン工科大学(インドネシア)	約120名	バンドウン工科大学工業技術学部化学技術研究プログラムの来賓講師として講義(APEX、井上)。バイオマスエネルギー等の適正技術開発を論じた。
2015	2015/7/8	「適正技術とこれからの国際協カ-インドネシアでの実践から」	東京工業大学(日本)	52名	国際開発学会「工学と国際開発」研究部会主催『適正技術シンポジウム:工学と国際開発の融合に向けて』の講師としてバイオマスエネルギー等の適正技術開発について紹介(APEX、井上)。
2015	2015/8/22	“Teknologi Tepat Guna dan Dunia Alternatif – Berdasarkan Pengalaman Praktek di Indonesia”	インドネシア大学(インドネシア)	約70名	TICA2015ファイナリスト発表イベントにて、招待講演者として講演(APEX、井上)。バイオマスエネルギー等の適正技術開発について紹介。
2015	2015/9/10	BPPT長官ウングル・プリヤント氏との面談	BPPT本部(インドネシア)	4名	事業の進捗状況を報告し、業務調整員を紹介。今後、定期的に報告と意見交換の機会を設けることとした。
2015	2015/10/13	“Pengembangan Teknologi Tepat Guna Pemanfaatan Energi Biomassa di Indonesia”	ジャナバドラ大学(インドネシア)	約100名	ジャナバドラ大学工学部機械工学科創立19周年記念セミナー『エネルギー自立のための再生可能エネルギー開発』にて、招待講演者として講演(APEX、井上)。

2015	2015/11/10 - 2015/11/12	現地技術研修「Technical Training Program for Utilizing Biomass as an Energy Resource」	インドネシア	約50名	バイオマス廃棄物からバイオマス・エネルギーを創出する技術の理論と実践を学んでもらうとともに、バイオマス・エネルギー関係者のネットワークの構築。
2015	2015/12/14	“Teknologi Tepat Guna Dimensi Baru dan Dunia Alternatif”	プラウイジャヤ大学(インドネシア)	約50名	プラウイジャヤ大学機械工学部太陽・代替エネルギーラボラトリーの来賓講師として講義(APEX、井上)。
2015	2016/2/17	国際セミナー「Appropriate Technology for Biomass Derived Fuel Production」	インドネシア	約120名	日本とインドネシアの最新のバイオマス・エネルギー政策および研究について知見を深めるとともに、バイオマス・エネルギー関係者のネットワークの構築。

9 件

②合同調整委員会(JCC)開催記録(開催日、議題、出席人数、協議概要等)

年度	開催日	議題	出席人数	概要
2015	2015/5/28	事業の進捗状況の確認、翌年度の年次計画の策定、課題の検討	約40名	研究者リストの更新、メタノール合成デモンストレーションプラントの規模は格別に定めないこと、高度安定型流動層開発、粘土触媒最適化、低コストメタノール合成触媒開発、低圧メタノール合成プロセス開発それぞれの活動の実施期間の延長等について議論し、合意。

1 件

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
プロセス技術の新展開	<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250kW以上のバイオマスガス化プラントとガス化ガスを原料とする液体燃料製造プラントを設置し、継続的に運転する
- ②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。
- ③開発したバイオマスガス化プロセスと組み合わせ可能な、液体燃料生産技術オプション間の得失を明らかにする。

