

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「バイオマス・廃棄物資源のスーパークリーン
バイオ燃料への触媒転換技術の開発」

採択年度：平成 28 年度/研究期間：5 年/相手国名：タイ王国

平成 30 年度実施報告書

国際共同研究期間^{*1}

平成 29 年 8 月 31 日から令和 4 年 8 月 30 日まで

JST 側研究期間^{*2}

平成 28 年 6 月 1 日から令和 4 年 3 月 31 日まで

(正式契約移行日 平成 29 年 4 月 1 日)

*1 R/D に基づいた協力期間（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=JST との正式契約に定めた年度末

研究代表者：椿 範立

国立大学法人富山大学・大学院理工学研究部（工学）・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	H28年度 (10ヶ月)	H29年度	H30年度	H31年度	R2年度	R3年度 (12ヶ月)
1. 各種バイオマス資源からの合成ガス製造技術開発						
1-1 前処理技術の開発						
1-1-1 原料調査・分析		← 資源特性・物性等の把握 →				
1-1-2 前処理試験				← 前処理条件の決定 →		
1-2 合成ガス製造技術の開発						
1-2-1 ガス組成制御技術の開発				← ガス組成制御技術の確立 →		
1-2-2 高効率ガス化技術開発				← 高効率ガス化技術の確立 →		
1-2-3 ガス精製技術開発				← ガス精製技術の確立 →		
1-2-4 触媒転換連結運転技術開発				← 触媒転換連結運転技術の確立 →		
1-2-5 石炭共ガス化技術開発					← 石炭共ガス化技術の確立 →	
2. 触媒転換によるバイオ燃料等製造技術の開発						
2-1 バイオ軽油製造技術開発						
2-1-1 高活性触媒の開発		← 高性能触媒技術 (生産性向上) 確立 →				
2-1-2 実用特性向上技術開発				← 実用性向上技術 (不純物耐性・低圧化) 確立 →		
2-1-3 合成ガス連結運転技術開発					← バンチスケール製造技術確立 →	
2-2 バイオガソリン製造技術開発						
2-2-1 高活性触媒の開発		← 高性能触媒技術 (生産性向上) 確立 →				
2-2-2 実用特性向上技術開発				← 実用性向上技術 (不純物耐性・低圧化) 確立 →		
2-2-3 合成ガス連結運転技術開発					← バンチスケール製造技術確立 →	
2-3 バイオメタノール製造技術開発						
2-3-1 高活性触媒の開発		← 高性能触媒技術 (生産性向上) 確立 →				
2-3-2 実用特性向上技術開発				← 実用性向上技術 (不純物耐性・低圧化) 確立 →		
2-3-3 合成ガス連結運転技術開発					← バンチスケール製造技術確立 →	
2-4 バイオLPG製造技術開発						
2-4-1 高活性触媒の開発		← 高性能触媒技術 (生産性向上) 確立 →				
2-4-2 実用特性向上技術開発				← 実用性向上技術 (不純物耐性・低圧化) 確立 →		
2-4-3 合成ガス連結運転技術開発					← バンチスケール製造技術確立 →	

研究題目・活動	H28年度 (10ヶ月)	H29年度	H30年度	H31年度	R2年度	R3年度 (12ヶ月)
3. 利用技術・全体システム構築に係る取り組み						
3-1 ハイ燃料等の利用技術等開発						
3-1-1 ハイ燃料等の分析・評価					ハイ燃料等・触媒の分析・評価	
3-1-2 ハイ燃料等の利用特性分析					ハイ燃料等利用特性把握	
3-1-3 ハイ燃料等の利用技術開発					ハイ燃料等利用技術確立	
3-2 社会実装のためのロードマップ作成に向けたプロセス・LCA解析、システム検討						
3-2-1 試験データ等によるプロセス解析					プロセス解析・評価	
3-2-2 試験データ等によるLCA解析					LCA解析・評価、CO2削減効果把握	
3-2-3 試作試料による利用実証						
3-2-4 事業化システム検討					事業化システム提案	
3-3 人材育成・情報発信・技術交流						
3-3-1 人材育成活動					試験・運転等マニュアル作成、論文数増加達成	
3-3-2 情報発信活動					公開見学会・シンポジウム開催	
3-3-3 技術交流活動					相手国研究者受入活動	

(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)

(該当事項なし)

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

- ・ 本プロジェクトでは、幅広い非可食系バイオマス資源（木質・農産残渣・廃棄物系）から、化石代替（軽油・ガソリン・LPG 等代替）となる高品位バイオ燃料・化学品を製造する技術を実証するとともに、具体的な事業化システムや製品品質・価格・利用方法等の社会実装提案を行うことを目指している。それにより、バイオマス資源が豊富な国・地域でそれらの資源を有効利用して高品位なバイオ燃料・化学品を製造する事業の創出につなげ、化石資源代替・地球温暖化対策に寄与する。また、相手国側と共同で実証や研究等の活動を行うことによる技術移転や人材育成にも取り組むこととしている。
- ・ 本年度は、現地での試験研究や実証等の活動基盤となるガス化機材を始めとする供与機材の供与を完了した。また、平成 29 年度までの活動に引き続き、本テーマに係る調査・研究や相手国側との密な情報共有・意見交換等を継続的に行い、取り組みの基礎となる連携体制を強化・深化させた。国内での要素技術開発等の技術的な活動基盤形成にも並行して取り組んだ。
- ・ これらにより、次年度以降の相手国側での本格的な活動に向けた基盤が確立できた。

(2) 研究題目 1：「各種バイオマスからの合成ガス製造技術開発」

研究グループ A（リーダー：国立大学法人富山大学 椿 範立）

研究グループ B（リーダー：一般財団法人石炭エネルギーセンター 橋本 敬一郎）

① 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

- ・ 本研究では、ガス化・触媒化学転換技術を用いることで、幅広い非可食系バイオマス資源（木質・農産残渣・廃棄物系）から化石代替（軽油・ガソリン・LPG 等代替）となる高品位バイオ燃料・化学品を製造する技術の開発・実証と社会実装提案を目指している。
- ・ ガス化技術を用いることで幅広いバイオマスを原料として利用でき、得られたバイオマスガスからは触媒化学転換により各種バイオ燃料・化学品製造を製造できることが特徴である。その一方で、触媒化学転換に用いるための合成ガスは高い品位が求められるため、ガス化工程においては合成ガス（ H_2 と CO を主成分とするガス）の組成（ H_2 と CO の比等）や性状（触媒被毒成分を含まない等）等を高度に制御する必要がある。また、運用においても後段の触媒化学転換工程と連結一貫・安定した操業技術等が求められる。
- ・ 本年度は、平成 29 年度までの原料性状調査やガス化条件・仕様検討等を踏まえ、供与機材のガス化ベンチ装置の設計・製作を行い、試運転で合成ガス製造を確認、相手国側への機材供与を完了した。また、相手国側に供与した機材において、触媒化学転換工程に利用可能な合成ガス製造を確認した。当初のプロジェクト体系、活動計画に沿って活動を推進しており、次年度以降の本格的な試験運転（触媒化学転換工程との連結運転・バイオ燃料等製造実証）等の活動基盤が確立できた。

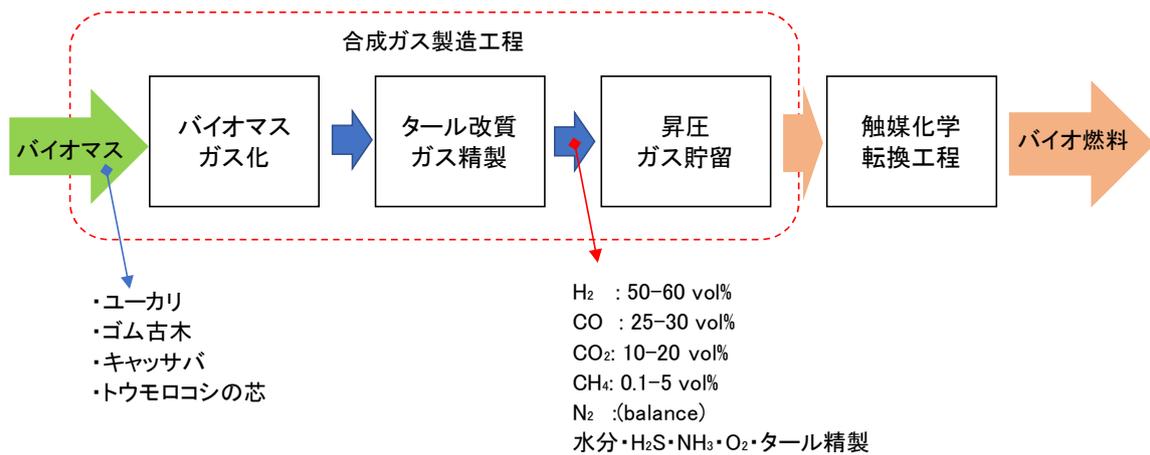


図 1 合成ガス製造工程概念図



図 2 供与機材（ガス化ベンチ装置・ガス貯留）

② 研究題目 1 のカウンターパートへの技術移転の状況

- ・ 機材の詳細仕様や具体的な設置方法・運用方法等について相手国側との打合せや現地調査等を通じて共同で検討し、機材供与・設置を完了した。機材供与活動において、国内・相手国のそれぞれにおいてカウンターパート立会のもと試験運転を行い、設備・機器仕様や操作方法等の伝達・研修などの技術移転活動を行った。



図 3 国内試験運転・研修

③ 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

- ・ 機材供与等の活動はほぼ当初計画に沿って進行している。
- ・ ガス化工程は、触媒化学転換工程と一体的に稼働させる必要があるため、操業の前提となるレイアウトやユーティリティ、制御や要員配置、運転時の役割分担等は、日本側・相手国側との間で認識に齟齬が生じないように確認しながら進めている。機材の設置やユーティリティ確保等を相手国側と連携して実施し、試験運転で合成ガス製造を確認できた。

④ 研究題目 1 の研究のねらい（参考）

- ・ 触媒化学転換工程に用いるガス化ガス（ H_2 と CO を主成分とする合成ガス）は、触媒化学転換に用いる触媒に悪影響を及ぼさないよう、ガス組成やガス中不純物等の性状を高度に制御する必要がある。一方、これらのガス化ガスの性状は、設備側の条件（ガス化システムの仕様等）だけでなく、原料の種類や性状などの設備以外の条件にも左右される。多種多様なバイオマス種に対応できることも技術の実用化・普及には重要となる。こうした点を踏まえて、現地の原料条件等に応じた設備仕様や前処理方法等に留意しつつ、各種条件への対応性や汎用性、稼働の安定性など事業化・普及も見据えた活動を行っている。
- ・ 相手国側における継続的な試験研究等に資するためにも、仕様や操作の簡易化、稼働・操業の安定性、安全対策等も重要となる。機材供与に際し、これらの点にも配慮した。また、データ取得や分析等の設備機器・体制の整備、手順の確認等も合わせて実施した。今後の現地での試験運転や技術移転に際しても引き続き考慮していく。

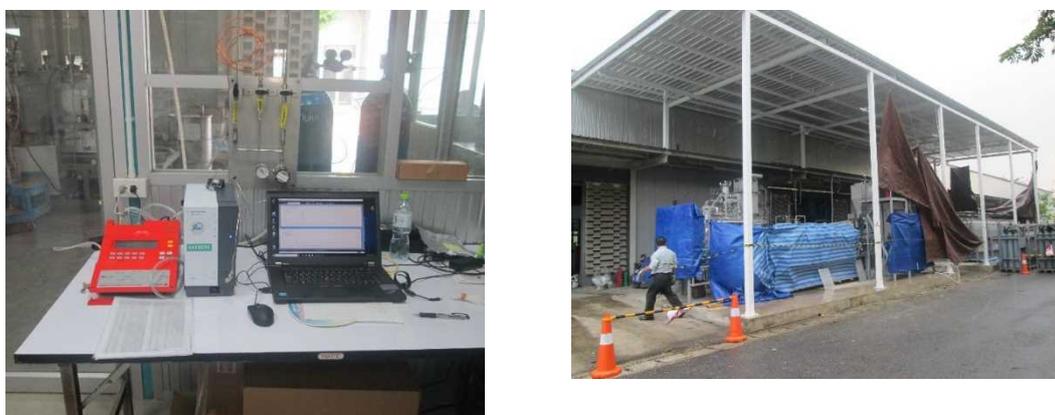


図 4 （左）ガス分析、（右）雷雨時の対応

⑤ 研究題目 1 の研究実施方法（参考）

- ・ バイオマスガス化の供与機材（ガス化ベンチ装置）を用い、相手国側で実際に収集される各種非可食系バイオマス資源（主試験対象原料：ユーカリ、ゴム古木、キャッサバ、トウモロコシの芯）を原料として用いた試験運転、触媒化学転換工程との連結・一体化した操業、各種バイオ燃料の製造実証等を行う。そこで得られた試験運転データや試料等の分析・評価等を通じて、技術確立・移転や社会実装提案にも取り組む。

(3) 研究題目 2 : 「触媒転換によるバイオ燃料等製造技術の開発」

研究グループ A (リーダー : 国立大学法人富山大学 椿 範立)

① 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

- ・ 本研究題目では、幅広い非可食系バイオマス資源 (木質・農産残渣・廃棄物系) を原料として製造された合成ガス (H_2 と CO を主成分とするガス) から、触媒化学転換により各種化石燃料等 (軽油・ガソリン・LPG 等) の代替となる高品位バイオ燃料・化学品を製造する技術の開発・実証と社会実装提案を目指している。
- ・ ガス化・触媒化学転換技術により、幅広い非可食系バイオマス原料から様々な化石代替燃料・化学品の製造が可能となることが特徴である。その一方で、バイオマス由来の合成ガスをバイオ燃料等へ転換する触媒化学転換工程においては、触媒の機能・耐久性等の向上や安定的な操業技術 (高温・高圧下での反応の実施)、装置・設備エンジニアリング、ガス化工程との連結一貫操業などの点が求められる。
- ・ 本年度は、平成 29 年度までの相手国側機材のエンジニアリング方法や操業条件・触媒の検討等を踏まえ、機材のエンジニアリングを実施、試験運転等を行った。合成ガスを用いて液体燃料・化学品の製造が可能であることを確認し、使用予定の相手国側の触媒化学転換ベンチ装置のエンジニアリングを完了した。
- ・ 当初のプロジェクト体系、活動計画に沿って活動を推進しており、次年度以降の本格的な試験運転 (バイオマスガス化 (ガス化ベンチ装置) との連結運転・バイオ燃料等製造実証) 等の活動の基盤が確立できた。



図 5 触媒化学転換工程エンジニアリング・試験運転

② 研究題目 2 のカウンターパートへの技術移転の状況

- ・ 触媒化学転換工程の運転、機材・設備の運用においては高温・高圧下での反応を安定・確実かつ安全に行うための適切な操業技術、知識・技能が必要となる。エンジニアリングや試験運転を相手国側と共同で行い、研修も合わせて実施することで技術移転に努めた。
- ・ 触媒化学転換工程では、核となる触媒の性能や特性等が重要となる。これらの開発や試験・分

析・評価等の活動を相手国側と連携して行い、技術移転とともに相手国側での研究・社会実装への自立的な取り組み基盤の形成にも取り組んでいる。

- ・ また、実用化・事業化、社会実装に際しては、触媒化学転換工程とガス化工程の各々の技術およびそれらの連結・一体となった操業技術等が求められる。こうした点を踏まえて、現地での実証計画の詳細の健闘や使用する設備・分析装置の確認等を現地で相手国側と共同で行った。



図 6 触媒化学転換工程における相手国側との共同活動・研修

③ 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

- ・ 機材エンジニアリング等の活動はほぼ当初計画に沿って進行している。
- ・ 触媒化学転換工程の研究に際しては、相手国側から研究者を受け入れるなど密な連携・共同研究活動を行っており共著論文成果も得た。
- ・ 研究グループにおいて、本研究題目の要素技術とも関係する顕著な成果（以下【参考】）が得られ、本プロジェクト関係者でも共有した。本技術の社会実装において重要になると考えられるコスト削減等に資するものと期待される。

【参考】「従来の定説を覆す新規な FT 合成触媒 ～コバルト含有量の大幅削減に成功～」

JST プレスリリース 2018. 8. 14 <http://www.jst.go.jp/pr/announce/20180814/index.html>

掲載論文 “Confined Small-sized Cobalt Catalysts Stimulate Carbon-Chain Growth Reversely by Modifying ASF Law of Fischer-Tropsch Synthesis” DOI: 10.1038/s41467-018-05755-8

④ 研究題目 2 の研究のねらい（参考）

- ・ 本研究題目では、幅広い非可食系バイオマス資源からバイオマスガス化により得られる合成ガス（ H_2 と CO からなるガス）を、日本が誇る触媒化学転換技術により各種化石燃料等（軽油・ガソリン・LPG 等）の代替となるバイオ燃料・化学品へと転換する技術の開発・実証と社会実装提案を目指している。
- ・ 対象としている触媒化学転換技術は、FT 合成（軽油代替・ガソリン代替対象）、LPG 合成（LPG 代替対象）、メタノール合成（メタノール代替対象）であり、社会実装を見据えた要素技術開発からスケールアップ等の応用技術開発までの幅広い領域が対象となる。これらについて、相手国側と共同で開発・実証等の活動を行いながら、相手国側で自立・継続的な社会実装への取り

組みがなされるような基盤を形成することとしている。

- ・ 相手国側における継続的な試験研究等に資するためにも、装置・設備の操業・メンテナンス等の運用技術や安全管理等の点も重要となる。機材エンジニアリング等に際し、これらの点にも配慮した。また、データ取得や分析等の設備機器・体制の整備、手順の確認等も合わせて実施した。今後の現地での試験運転や技術移転に際しても引き続き考慮していく。

⑤ 研究題目 2 の研究実施方法（参考）

- ・ 相手国側の触媒化学転換工程ベンチ装置（日本側がエンジニアリング供与）を中心に、核となる触媒化学転換技術に係る研究開発やラボ・ベンチスケール試験、サンプルの分析・評価等を通じて、要素技術開発・実証・社会実装提案検討をそれぞれ進めていくこととしている。
- ・ ベンチスケール試験では、相手国側で実際に収集される各種非過食系バイオマス資源（主試験対象原料：ユーカリ、ゴム古木、キャッサバ、トウモロコシの芯を想定）から得られたバイオマス由来合成ガスを用い、相手国側の触媒ベンチ装置で各種バイオ燃料・化学品（バイオ軽油・ガソリン・LPG・メタノール）を試験製造する。

(4) 研究題目 3：「利用技術・全体システム構築による社会実装提案」

研究グループ A（リーダー：国立大学法人富山大学 椿 範立）

研究グループ B（リーダー：一般財団法人石炭エネルギーセンター 橋本 敬一郎）

研究グループ C（リーダー：JXTG エネルギー株式会社 瀬川 敦司）

研究グループ D（リーダー：株式会社巴商会 秋永 富士夫）

① 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

- ・ 各種非可食系バイオマス資源（木質・農産残さ・廃棄物系）から、ガス化・触媒化学転換により高品位化石代替燃料・化学品（軽油・ガソリン・LPG 等）を製造する技術の実証と社会実装提案を目指し、原料・ガス化・触媒化学転換・利用の各ルートに係る調査・分析・評価や関連機関とのアライアンス形成、人材育成や情報発信等に取り組むこととしている。
- ・ 本年度は、平成 29 年度までの試験研究・実証、社会実装提案等に向けた各種協議や打合せ、現地調査や関連情報収集等の活動を継続的に行い、分析設備等の機材の供与を完了した。また、相手国側との共同での試験運転等の活動等を通じて、研修・指導等の技術供与・人材育成にも取り組んだ。
- ・ JCC（合同調整委員会：Joint Coordinating Committee）を開催（2018.6.21）、約 30 名が参加し、試験研究拠点（サラブリ）の状況や使用予定機材等を共同で確認した。
- ・ 当初のプロジェクト体系、活動計画に沿って活動を推進しており、次年度以降のより本格的な活動に向けた基盤が構築できた。

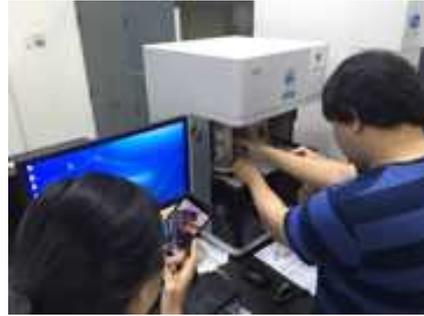


図 7 (左) JCC、(右) 触媒分析装置の供与

② 研究題目 3 のカウンターパートへの技術移転の状況

- ・ 本技術の実証・社会実装に向けて、バイオマスガス工程と触媒化学転換工程の各々の要素技術、および両工程の連結一貫操業・運用技術のそれぞれが必要となる。また、これら全体のプロセスや生成物等に係るエンジニアリング、分析・評価技術等も求められる。社会実装においては、これらのラボ～ベンチスケールの試験研究等の成果のスケールアップ・実用仕様構築などの実用技術も必要となる。相手国側における、これら全般に係る技術移転について関連する各機材供与とともに取り組み、現地への供与機材の設置・立ち上げや共著論文発表等の成果を得た。



図 8 現地への供与機材の設置・立ち上げ
(左：ガス化ベンチ装置、右：触媒化学転換ベンチ装置)

③ 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

- ・ 本研究題目に係る活動についても、他の研究題目と相互連携しながら相手国側と連携して推進しており、ほぼ当初計画に沿って進行している。
- ・ 触媒化学転換工程においては本研究の社会実装にも関連する顕著な成果(研究題目 2【参考】)が得られ本プロジェクト関係者でも共有した。

④ 研究題目 3 の研究のねらい(参考)

- ・ 各種非可食系バイオマス資源からの各種高品位化石代替燃料・化学品製造技術の実証・社会実装提案に向けて、バイオマス資源やガス化技術、触媒化学転換技術からその流通・利用まで、関連する各要素について技術開発や試験・分析、調査、協議等を行っていくこととしている。

⑤ 研究題目3の研究の実施方法（参考）

- ・ 実際に現地で収集されているバイオマス資源を用いて、ガス化・触媒化学転換技術の試験運転、サンプルの分析・評価等を行い、そこで得られたデータ等を踏まえて事業化検討や社会実装提案検討、事業化に向けた関連機関へのヒアリング・協議等やアライアンス形成を行うこととしている。
- ・ 本法は従来にない新たな手法によるバイオ燃料・化学品製造技術であることから、相手国側での本技術に対する理解・認知度向上に向けた情報発信や中長期的な社会実装推進の母体となる人材育成・体制形成にも取り組む。

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) 今後のプロジェクトの進め方及び留意点

- ・ 機材供与やその設置、試験運転などの相手国側での実作業、活動に際しては、詳細な役割・作業分担、具体的な作業内容、所掌区分等を確認し、工事や試験運転等の工程に大きな影響が生じないように留意している。現時点では、概ね当初の研究計画通りの進行と成果達成が可能な見通しである。
- ・ これまでの活動において、現地活動後に初めて明らかになった点や対応が生じた事項があった（対候対策やユーティリティ条件対応（下図）等）が、今後、相手国側でのより本格的な試験運転等の活動に際してもこうした想定外の事象等が立ち現れることも考えられる。出来る限り事前協議等でそれらの事態の回避を図るとともに、発生した事象に対しては相手国側や関係各位と密に連携・協力して解決に当たる。



図 9 （左）対候対策（外壁カバー等）、（中・右）供与機材の追加・調整等（カバー・ブロワ等）

(2) 成果達成の見通し

- ・ 本年度は、ガス化ベンチ装置供与や相手国側の触媒化学転換ベンチ装置エンジニアリング等を完了した。ほぼ当初のプロジェクト体系、活動計画に沿って活動を推進しており、次年度以降の本格的な相手国側での試験研究等の活動基盤を構築できた。今後、相手国側での試験運転等により具体的な成果につなげていく。
- ・ 相手国側での試験運転等の活動を中心に、データ・試料取得やそれらの分析・評価、システム・技術の改善改良、社会実装モデルの検討等の活動サイクルを回していくことで技術開発や社会実装提案、技術移転等の目標達成を目指す。

(3) 上位目標に向けての貢献や成果の社会的なインパクトの見通し

- ・ 本研究の上位目標達成や社会実装に向けては、技術分野だけでなく関連する社会制度など幅広い要素がかかわってくる。上位目標達成や社会的なインパクトの実現に向けて、本研究と平行してこれらの点も視野に入れた情報交換やアライアンス形成、関連周辺技術の開発等に取り組んでいる。より幅広い層への普及と関心の向上を図り、社会実装に向けた活動を加速化していきたい。

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

- ・ プロジェクト全体として、ほぼ当初のプロジェクト体系・計画に沿った活動を推進している。これまでの活動において、相手国側との考え方・認識の相違点の発生や役割分担等の調整の必要が生じたことがあり、今後、活動が活発化・本格化するに伴い、こうしたケースが増加することも考えられる。また、現状は、日本側から相手国側への技術供与・指導的な活動内容となる場合が多いが、今後相手国側の自立・継続的な取り組みにつなげていく必要がある。
- ・ これらの点に対して、メール等の通信手段や業務調整員の支援による事前調整などできるだけ予め細やかにより対応することでプロジェクトの円滑な推進を図ってきている。今後も相手国側やプロジェクト関係各位との密な連携を確保しつつ推進する。

(2) 研究題目 1：「各種バイオマスからの合成ガス製造技術開発」

研究グループ A（リーダー：国立大学法人富山大学 椿 範立）

研究グループ B（リーダー：一般財団法人石炭エネルギーセンター 橋本 敬一郎）

- ・ 本研究題目に関しては、ほぼ当初のプロジェクト体系・計画に沿った活動を推進している。
- ・ 具体的な個別の活動内容においては、活動内容や役割分担において考え方や認識の相違、要調整事項等が生じたこともあるが、都度の打合せ・協議等により対応している。具体的な現地活動において初めて明らかになった点（ユーティリティ条件の違い等）等も生じたがそれぞれ対応した。これらの経緯で計画より時間・経費を要したケースもあるため、今後の本格的な活動に向けてより一層マネジメントに留意する。
- ・ 日本とは諸条件が異なる現地での活動に際しては、どうしても想定しえなかった事態は起こり得ると考えられる。プロジェクト推進に際し、相手国側やプロジェクト関係各位との密な連携を保ち、これらの事象にも速やかに対応できるようにする。
- ・ 本研究題目の相手国側での自立的な研究活動につながるよう、試験運転等では技術移転に適した人員配置とするなどの点にも考慮する。

(3) 研究題目 2：「触媒転換によるバイオ燃料等製造技術の開発」

研究グループ A（リーダー：国立大学法人富山大学 椿 範立）

- ・ 本研究題目に関しては、ほぼ当初のプロジェクト体系・計画に沿った活動を推進している。他研究題目と同様、活動内容や役割分担において相違点、調整事項が生じたこともあるが、都度の打合せ・協議等により対応している。今後の本格的な活動に向けてより一層マネジメントに留意する。予期しえなかった事態にも速やかに対応できるように、相手国側やプロジェクト関係各位と密な連携を常に保ちつつ推進を図る。本研究題目の相手国側での自立的な研究活動につながるよう、試験運転等に際して考慮する。
- ・ 本研究題目では、相手国側の既存ベンチ装置を活用するため、その既存仕様等に影響される点がある。これらの点についても、相手国側やプロジェクト関係各位と密な連携により対応していく。

(4) 研究題目 3 : 「利用技術・全体システム構築による社会実装提案」

研究グループ A (リーダー: 国立大学法人富山大学 椿 範立)

研究グループ B (リーダー: 一般財団法人石炭エネルギーセンター 橋本 敬一郎)

研究グループ C (リーダー: JXTG エネルギー株式会社 瀬川 敦司)

研究グループ D (リーダー: 株式会社巴商会 秋永 富士夫)

- ・ 本研究題目に関しては、ほぼ当初のプロジェクト体系・計画に沿った活動を推進している。今後、現地での本格的な試験運転等の活動に際して、現地での試料回収や分析等の本研究題目についての活動もより本格化する。他研究題目と同様に相手国側やプロジェクト関係各位と密な連携を常に保ちつつ推進する。
- ・ 相手国側での自立・継続的な研究活動の立ち上げや社会実装に向けた取り組みの創出に向けて、関連する幅広い主体との連携構築などへと展開していく。また、研修受入や人材交流等を引き続き行っていく。

IV. 社会実装 (研究成果の社会還元) (公開)

(1) 成果展開事例

- ・ 相手国側の研究機関のホームページでプロジェクトの紹介サイトを開設、運営している。

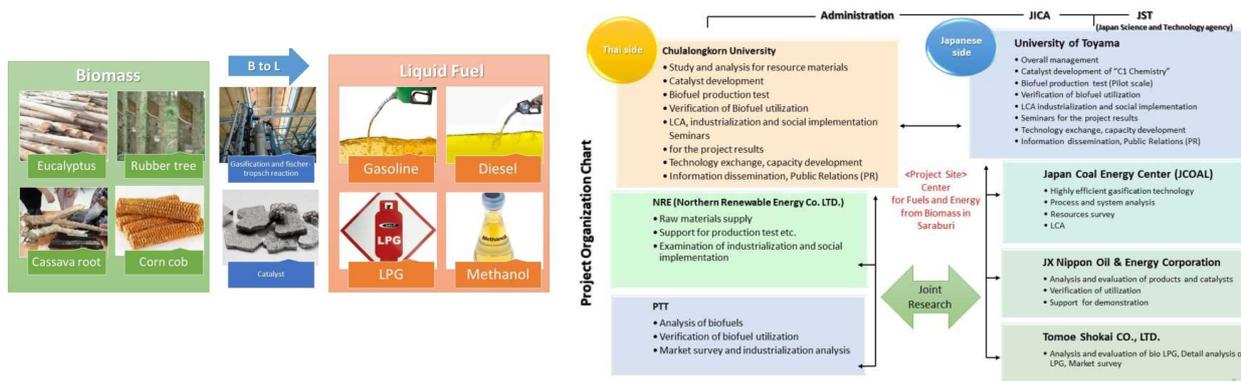


図 10 相手国側 (チュラロンコン大学) のホームページでのプロジェクト紹介

(2) 社会実装に向けた取り組み

- ・ 社会実装見据えた関連機関との情報交換・情報発信を通じて、相手国側の民間企業からの関心、参画意向が寄せられており、具体的な活動への組込みを検討している。
- ・ 相手国側の関係機関 (エネルギー省等) と定期的に情報交換・協議を行っている。

V. 日本のプレゼンスの向上 (公開)

- ・ 相手国側研究機関との共著論文の国際誌への発表 (本年度内計 2 報)、国際学会での発表 (3 回) 等を活発に行っている。

VI. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】 (公開)

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

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。)
2016	Qinhong Wei, Guohui Yang, Yoshiharu Yoneyama, Tharapong Vitidsant, Noritatsu Tsubaki, "Designing a novel Ni-Al ₂ O ₃ -SiC catalyst with a stereo structure for the combined methane conversion process to effectively produce syngas", Catalysis Today, 2016, Vol. 265, 36-44	10.1016/j.cattod.2015.08.029	国際誌	発表済	
2016	Rungravee Phienluphon, Peipei Ai, Xinhua Gao, Yoshiharu Yoneyama, Prasert Reubroycharoen, Tharapong Vitidsant, Noritatsu Tsubaki, "Direct fabrication of catalytically active FexC sites by sol-gel autocombustion for preparing Fischer-Tropsch synthesis catalysts without reduction", Catalysis Science & Technology, 2016, Vol. 6, 7597-7603	10.1039/C6CY01383J	国際誌	発表済	
2016	Chuang Xing, Peipei Ai, Peipei Zhang, Xinhua Gao, Ruiqin Yang, Noriyuki Yamane, Jian Sun, Prasert Reubroycharoen, Noritatsu Tsubaki, "Fischer-Tropsch synthesis on impregnated cobalt-based catalysts: New insights into the effect of impregnation solutions and pH value", Journal of Energy Chemistry, 2016, Vol. 25, 994-1000	10.1016/j.jechem.2016.09.008	国際誌	発表済	
2016	Jie Li, Guohui Yang, Yoshiharu Yoneyama, Tharapong Vitidsant, Noritatsu Tsubaki, "Jet fuel synthesis via Fischer-Tropsch synthesis with varied 1-olefins as additives using Co/ZrO ₂ -SiO ₂ bimodal catalyst", Fuel, 2016, Vol. 171, 159-166	10.1016/j.fuel.2015.12.062	国際誌	発表済	
2017	Natthawan Prasongthum, Rui Xiao, Huiyan Zhang, Noritatsu Tsubaki, Paweesuda Natewong, Prasert Reubroycharoen, "Highly active and stable Ni supported on CNTs-SiO ₂ fiber catalysts for steam reforming of ethanol" Fuel Processing Technology, 2017, Vol. 160, 185-195	10.1016/j.fuproc.2017.02.036	国際誌	発表済	
2017	Tien Quang Trieu, Guoqing Guan, Guoguo Liu, Noritatsu Tsubaki, Chanatip Samart, Prasert Reubroycharoen, "Direct synthesis of iso-paraffin fuel from palm oil on mixed heterogeneous acid and base catalysts", Monatshefte für Chemie-Chemical Monthly, 2017, Vol. 148, 1235-1243	10.1007/s00706-017-1963-3	国際誌	発表済	
2018	Suthasinee Pengnarapat, Peipei Ai, Prasert Reubroycharoen, Tharapong Vitidsant, Yoshiharu Yoneyama, Noritatsu Tsubaki, "Active Fischer-Tropsch synthesis Fe-Cu-K/SiO ₂ catalysts prepared by autocombustion method without a reduction step" J. Energy Chemistry, 2018, Vol. 27, 432-438	10.1016/j.jechem.2017.11.029	国際誌	発表済	
2018	Peipei Ai, Minghui Tan, Prasert Reubroycharoen, Yang Wang, Xiaobo Feng, Guoguo Liu, Guohui Yang, Noritatsu Tsubaki, "Probing the promotional roles of cerium in the structure and performance of Cu/SiO ₂ catalysts for ethanol production", Catalysis Science & Technology, Vol. 8, No. 24, pp. 6441-6451, 2018	10.1039/c8cy02093k	国際誌	発表済	
2019	"Designing a hierarchical nanosheet ZSM-35 zeolite to realize more efficient ethanol synthesis from dimethyl ether and syngas" Xiaobo Feng, Peipei Zhang, Yuan Fang, Witchakorn Charusiri, Jie Yao, Xinhua Gao, Qinhong Wei, Prasert Reubroycharoen, Tharapong Vitidsant, Yoshiharu Yoneyama, Guohui Yang, Noritatsu Tsubaki Catalysis Today, 2019, in press	10.1016/j.cattod.2019.02.054	国際誌	in press	

論文数 9 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 9 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。)
2016	Daisuke Ishihara, Jian Sun, Jie Li, Qinhong Wei, Noritatsu Tsubaki, "Expanding Small Pore Size of the Bimodal Catalyst with Surfactant and Its Application in Slurry-phase Fischer-Tropsch Synthesis" Chemistry Select, 2016, Vol. 1, 778-783	10.1002/slct.201600199	国際誌	発表済	
2016	Qihang Lin, Qingde Zhang, Guohui Yang, Qingjun Chen, Jie Li, Qinhong Wei, Yisheng Tan, Huilin Wan, Noritatsu Tsubaki, "Insights into the promotional roles of palladium in structure and performance of cobalt-based zeolite capsule catalyst for direct synthesis of C ₅ -C ₁₁ iso-paraffins from syngas" Journal of Catalysis, 2016, Vol. 344, 378-388	10.1016/j.jcat.2016.10.012	国際誌	発表済	トップレベル雑誌
2017	Lei Shi, Pengfei Zhu, Ruiqin Yang, Xiaodong Zhang, Jie Yao, Fei Chen, Xinhua Gao, Peipei Ai, Noritatsu Tsubaki, "Functional rice husk as reductant and support to prepare as-burnt Cu-ZnO based catalysts applied in low-temperature methanol synthesis" Catalysis Communications, 2017, Vol. 89, 1-3	10.1016/j.cattcom.2016.10.011	国際誌	発表済	
2017	Qinhong Wei, Guohui Yang, Xinhua Gao, Li Tan, Peipei Ai, Peipei Zhang, Peng Lu, Yoshiharu Yoneyama, Noritatsu Tsubaki, "A facile ethanol fuel synthesis from dimethyl ether and syngas over tandem combination of Cu-doped HZSM35 with Cu-Zn-Al catalyst" Chemical Engineering Journal, 2017, Vol. 316, 832-841	10.1016/j.cej.2017.02.019	国際誌	発表済	
2017	Jie Li, Jian Sun, Ronggang Fan, Yoshiharu Yoneyama, Guohui Yang, Noritatsu Tsubaki, "Selectively Converting Biomass to Jet fuel in Large-scale Apparatus" ChemCatChem, 2017, Vol. 9, 2668-2674	10.1002/cssc.201700059	国際誌	発表済	バイオマスからジェット燃料の大規模生産の最新技術

2017	Peipei Ai, Minghui Tan, Noriyuki Yamane, Guoguo Liu, Ronggang Fan, Guohui Yang, Yoshiharu Yoneyama, Ruiqin Yang and Noritatsu Tsubaki, "Synergistic Effect of a Boron-Doped Carbon-Nanotube-Supported Cu Catalyst for Selective Hydrogenation of Dimethyl Oxalate to Ethanol", Chemistry - A European Journal, 2017, Vol. 23, 8252-8261	10.1002/chem.201700821	国際誌	発表済	トップレベル雑誌
2017	Peipei Zhang, Li Tan, Guohui Yang, Noritatsu Tsubaki, "One-pass selective conversion of syngas to para-xylene", Chemical Science, 2017, Vol. 8, 7941-7946	10.1039/c7sc03427j	国際誌	発表済	トップレベル雑誌
2018	Jie Li, Yingluo He, Li Tan, Peipei Zhang, Xiaobo Peng, Anjaneyulu Oruganti, Guohui Yang, Hideki Abe, Ye Wang, Noritatsu Tsubaki, "Integrated tuneable synthesis of liquid fuels via Fischer-Tropsch technology", Nature Catalysis, Vol. 1, pp. 787-793, 2018	10.1038/s41929-018-0144-z	国際誌	発表済	トップレベル雑誌
2018	Qingpeng Cheng, Ye Tian, Shuaishuai Lyu, Na Zhao, Kui Ma, Tong Ding, Zheng Jiang, Lihua Wang, Jing Zhang, Lirong Zheng, Fei Gao, Lin Dong, Noritatsu Tsubaki, Xingang Li, "Confined small-sized cobalt catalysts stimulate carbon-chain growth reversely by modifying ASF law of Fischer-Tropsch synthesis", Nature Communications, Vol. 9, No. 1, pp. 3250, 2018	10.1038/s41467-018-05755-8	国際誌	発表済	トップレベル雑誌
2018	Jian Sun, Jiafeng Yu, Qingxiang Ma, Fanqiong Meng, Xiaoxuan Wei, Yannan Sun, Noritatsu Tsubaki, "Freezing copper as a noble metal-like catalyst for preliminary hydrogenation", Science Advances, Vol. 4, No. 12, pp. eaau3275, 2018	10.1126/sciadv.aau3275	国際誌	発表済	トップレベル雑誌
2018	Peipei Zhang, Guohui Yang, Li Tan, Peipei Ai, Ruiqin Yang, Noritatsu Tsubaki, "Direct synthesis of liquefied petroleum gas from syngas over H-ZSM-5 enwrapped Pd-based zeolite capsule catalyst", Catalysis Today, Vol. 303, pp. 77-85, 2018	10.1016/j.cattod.2017.09.001	国際誌	発表済	

論文数	11 件
うち国内誌	0 件
うち国際誌	11 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

著作物数 0 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
2018	Jun Bao, Noritatsu Tsubaki, "Design and Synthesis of Powerful Capsule Catalysts Aimed at Applications in C1 Chemistry and Biomass Conversion", The Chemical Record, Vol. 18, pp. 4-19, 2018		総説	発表済	

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

招待講演 0 件
口頭発表 0 件
ポスター発表 0 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
28	国際学会	椿範立(富山大)、Powerful capsule catalysts designed for new C1 chemistry reactions、第16回世界触媒大会、北京、中国、2016年7月4日	招待講演
28	国際学会	椿範立(富山大)、A New Low-Temperature Methanol Synthesis and Dimethyl Ether Synthesis、合成ガスとメタノール転換国際シンポジウム、北京、中国、2016年7月9日	招待講演
28	国際学会	椿範立(富山大)、New catalyst and new process in C1 chemistry.触媒と合成燃料国際セミナー、Trondheim市、ノルウェー、2016年6月5日	招待講演
28	国際学会	椿範立(富山大)、New frontiers of C1 chemistry: new processes and new catalysts. 第二回エネルギー化学と材料国際シンポジウム、合肥市、中国、2016年10月30日	招待講演
28	国際学会	椿範立(富山大)、New progress of syngas conversion: novel process and new-concept catalyst. 第一回日豪炭素資源利用シンポジウム、メルボルン、オーストラリア、2016年11月27日	招待講演
29	国際学会	Ai Peipei (富山大)、Design of Cerium Promoted Cu/SiO2 Catalysts for Selective Hydrogenation of Dimethyl Oxalate to Ethanol、第16回日韓触媒シンポジウム、札幌、2017年5月8日	口頭発表
29	国際学会	Zhang Peipei (富山大)、Direct synthesis of liquefied petroleum gas from syngas over H-ZSM-5 enwrapped Pd-based zeolite、第16回日韓触媒シンポジウム、札幌、2017年5月9日	口頭発表
30	国際学会	椿範立(富山大)、Controlling reaction direction by tailor-made C-C bond formation from C1 building blocks、International Symposium on Recent Progresses of Heterogeneous Catalysts for C1 Chemistry、Jeju Island、Korea、2018年11月1日	招待講演
30	国際学会	椿範立(富山大)、New catalytic reactions and their new catalysts in C1 chemistry、Cardiff Catalysis Institute - Hokkaido ICAT Joint International Symposium on Catalysis、Cardiff、England、2019年1月16日	招待講演
30	国際学会	王陽(富山大)、Solvent-Free Anchoring Nano-sized Zeolite on Layered Double Hydroxide for Highly Selective Transformation of Syngas to Gasoline-range Hydrocarbons、2nd Australia-Japan Symposium on Carbon Resource Utilization、Brisbane、Australia、2018年4月17日	口頭発表

招待講演 7 件
口頭発表 3 件
ポスター発表 0 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	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	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													
No.2													
No.3													

国内特許出願数 0 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	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	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
28	2016/3/21	触媒学会学会賞(技術部門)	担体との相互作用を制御した焼成型高活性脱硫触媒の開発と実用化	JXエネルギー(株) 関 浩幸	触媒学会	その他	
29	2018/2/27	日本エネルギー学会学会賞(学術部門)	C1化学の新規触媒開発および触媒プロセスの創成	椿 範立	日本エネルギー学会	その他	
29	2018/3/22	触媒学会技術進歩賞	超クリーン燃料製造に向けたFT合成およびワックス水素化分解用新規触媒開発	JXTGエネルギー(株) 関 浩幸	触媒学会	その他	

3 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
2018	2018/8/14	日本経済新聞	コバルトの使用量を大幅に削減できるカプセル型FT合成触媒を開発	10	3.一部当課題研究の成果が含まれる	
2018	2018/9/26	日経産業新聞	ガスからジェット燃料 ～富山大が変換触媒開発～	2	3.一部当課題研究の成果が含まれる	
2018	2018/9/7	科学新聞	従来の定説覆す 新FT合成触媒	1	3.一部当課題研究の成果が含まれる	

3 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)

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)	公開/ 非公開の別	概要
28	2016/11/14	SATREPS打合せ会議	富山大学 (日本)	16人(3人)	非公開	タイ側研究代表者等が国際学会(横浜)に参加時に富山大にて打合せ会議を行った。
29	2017/5/24	高岡市民講座: バイオマス産業について	高岡市役所(日本)	120人	公開	椿範立はバイオマスからのエネルギー製品、化学品の製造について講演した。
29	2017/10/5	新化学技術推進協会(JACI)セミナー: 低炭素社会を目指す新しいC1化学の触媒とプロセス	JACI本部(日本)	60人	公開	椿範立はバイオマスのガス化からのエネルギー製品、化学品の製造について講演した。
29	2017/11/14	研究推進打合せ	チュラロンコン大学 (タイ)	8人(4人)	非公開	日本側研究代表者等が相手国研究機関(タイ・チュラロンコン大学)を訪問し、研究推進に係る打合せを行った。
29	2017/11/29	研究推進打合せ	一般財団法人 石炭エネルギー センター (日本)	6人	非公開	日本側の各研究機関のグループリーダー等で研究推進に係る打合せを行った。
29	2017/12/27	低炭素領域H29年度年次報告会	JST東京本部別 館 (日本)	60人	非公開	低炭素領域の各事業の関係者による報告会、情報交換等を行った。
29	2018/3/2	研究推進打合せ	富山大学 (日本)	5人(2人)	非公開	タイ側研究代表者等が日本側研究機関(富山大学)を訪問し、研究推進に係る打合せを行った。
30	2018/5/19	富山市市民プラザ	富山市役所(日本)	90人	公開	日本側研究代表者(椿範立)が、「持続発展可能な社会を目指す: ごみからの航空機ジェット燃料製造プラント」という演題で講演した。
30	2018/6/18	供与機材の設置等に関する打合せ	チュラロンコン大学(タイ)	17人(3人)	非公開	タイ側現地への供与機材の設置等に際して付帯工事やユーティリティ等の現地状況の整備等に関する打合せを行った。
30	2018/6/20	研究推進、JCC開催に関する打合せ	チュラロンコン大学(タイ)	18人(3人)	非公開	研究の進捗状況や今後の試験研究予定、JCC(6/21予定)について打合せを行った。
30	2018/9/11 ~15	触媒反応ベンチ機材(メタノール合成)試験運転、オペレーション研修	チュラロンコン大学(タイ)	21人(9人)	非公開	商売反応ベンチ機材(メタノール合成)の立ち上げ・試験運転と相手国側と共同で実施、オペレーション研修等も実施した。

30	2018/10/25 ~26	ガス化ベンチ機材設置打合せ、試験 原料生産拠点確認	チュラロンコン大 学、NRE(タイ)	7人(5人)	非公開	ガス化機材設置予定場所(チュラロンコン大学 サラブリキャンパス)での具体的な設置に向け た作業・分担の打合せ、試験用原料の生産拠 点(NRE)の確認を行った
30	2018/11/13	研究推進打合せ	一般財団法人 石炭エネルギー センター (日本)	8人	非公開	日本側の各研究機関のグループリーダー等で 研究推進に係る打合せを行った。
30	2018/12/5 ~8	ガス化ベンチ機材国内試験運転、オペ レーション研修	NSテクノ(日本)	12人(3人)	非公開	供与予定のガス化ベンチ機材を国内で試験運 転を行い、相手国側を招聘してオペレーション 研修を行った。
30	2019/2/6~ 8	ベンチ機材設置、設置状況・全体概要 の確認	チュラロンコン大 学(タイ)	22人(5人)	非公開	ガス化ベンチ機材・触媒ベンチ機材の設置・整 備等を完了、全体機材状況等の確認を日本 側・相手国側共同で行った。
30	2019/3/2	小矢部市民教養講座	富山県小矢部 市総合会館(日 本)	30人	公開	日本側研究代表者(椿範立)が「低炭素社会を 実現する新エネルギー」という演題で講演し た。
30	2019/3/12- 15	2019NEW環境展	東京ビッグサイ ト(日本)	椿研出展説明者3人	公開	日本側研究代表者(椿範立)が、アジア最大級 の環境展に出展し、バイオマス技術を披露し た。
30	2019/3/22	文部科学省(科学技術・学術政策局) 報告・情報交換	文部科学省	7名	非公開	日本側研究代表者(椿範立)が文部科学省(科 学技術・学術政策局)を訪問、本事業について 報告するとともに、今後の社会実装に向けた取 り組み方などの情報交換・意見交換を行った

18 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
30	2018/6/21	第1回JCC	30人	本事業の概要・進捗状況説明、今後の予定、試験研究拠点見学 等

1 件

