

(地球規模対応国際科学技術協力)

タイ王国

非食糧系バイオマスの輸送用燃料化基盤技術
中間レビュー調査報告書

平成25年8月
(2013年)

独立行政法人国際協力機構
産業開発・公共政策部

産公
JR
13-135

(地球規模対応国際科学技術協力)

タイ王国

非食糧系バイオマスの輸送用燃料化基盤技術
中間レビュー調査報告書

平成25年8月
(2013年)

独立行政法人国際協力機構
産業開発・公共政策部

目 次

写 真

略語表

中間レビュー調査結果要約表（和文・英文）

第1章 中間レビュー調査概要	1
1-1 中間レビュー調査の背景と目的	1
1-2 プロジェクト概要	1
1-2-1 プロジェクト名	1
1-2-2 プロジェクト期間	1
1-2-3 専門家・派遣分野	1
1-2-4 カウンターパート機関	2
1-2-5 プロジェクト枠組み（Master Plan）	2
1-3 合同レビュー調査団の構成	4
1-4 調査日程	4
1-5 調査手法	5
1-6 主要面談者	5
第2章 プロジェクトの実績	9
2-1 投入実績	9
2-1-1 日本側投入	9
2-1-2 タイ側投入	9
2-2 活動の達成状況	10
2-2-1 Task1に係る活動	10
2-2-2 Task2に係る活動	11
2-2-3 Task3に係る活動	12
2-2-4 Task4に係る活動	13
2-3 成果の達成状況	14
2-4 プロジェクト目標の達成状況	17
第3章 実施プロセス	18
3-1 プロジェクト実施及びモニタリング体制	18
3-2 コミュニケーション及び情報共有	18
3-3 タイ側のオーナーシップ	18
3-4 技術移転	19
第4章 評価5項目による評価	20
4-1 妥当性	20
4-2 有効性	21

4-3	効率性	21
4-3-1	日本側からの投入の効率性	21
4-3-2	タイ側からの投入の効率性	22
4-3-3	活動の効率性	22
4-4	インパクト	22
4-5	持続性	23
4-5-1	政策及びその他の支援	23
4-5-2	財政面	24
4-5-3	組織面	24
4-6	結論	24
第5章	提言	25

付属資料

1.	協議議事録（M/M）（Joint Mid-term Review Report を含む）	33
2.	評価グリッド	83
3.	改訂 PDM（和文、仮訳）	98

写 真



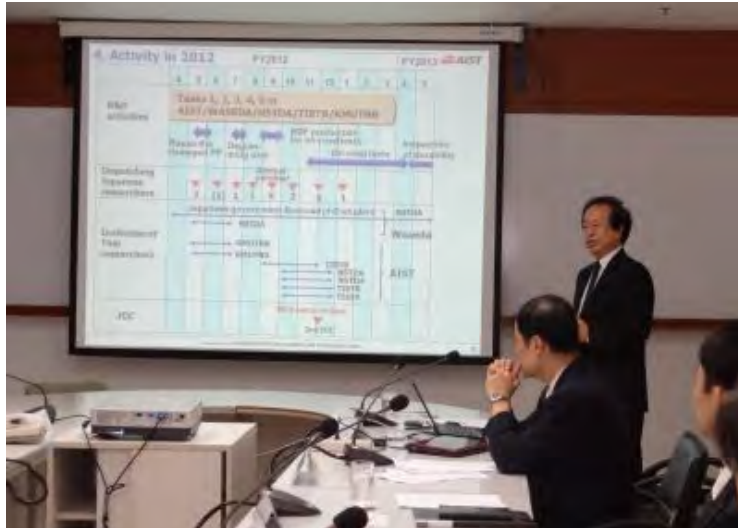
TISTR (科学技術研究院) に設置した BDF (バイオディーゼル燃料) 製造ユニット



TISTR に設置した BDF 改質ユニット



高品質 BDF を用いた実車試験試験車両



JCC における 葭村 研究代表 による プレゼンテーション



JCC における ミニッツ 署名

略 語 表

略 語	正式名称	日本語
AEDP	Alternative Energy Development Plan	代替エネルギー開発計画
AIST	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology	産業技術総合研究所
BDF	Biodiesel Fuel	バイオディーゼル燃料
C/P	Counterpart	カウンターパート
CPMO	Cluster Project Management Office	クラスタープロジェクト管理オフィス
DEDE	Department of Alternative Energy Development and Efficiency, Ministry of Energy	エネルギー省 代替エネルギー開発局
EAS	East Asia Summit	東アジアサミット
ERIA	Economic Research Institute for ASEAN and East Asia	東アジア・ASEAN 経済研究センター
FAME	Fatty Acid Methyl Ester	脂肪酸メチルエステル
GoJ	Government of Japan	日本政府
GoT	Government of the Kingdom of Thailand	タイ政府
JCC	Joint Coordinating Committee	合同調整委員会
JFY	Japanese Fiscal Year	会計年度（日本）
JPY	Japanese Yen	日本円
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JST	Japan Science and Technology Agency	科学技術振興機構
KMUTNB	King Mongkut's University of Technology North Bangkok	モンクット王工科大学ノースバンコク
LCA	Life Cycle Assessment	ライフサイクルアセスメント
MTEC	National Metal and Materials Technology Center	国家金属材料技術センター
MOST	Ministry of Science and Technology	科学技術省
M/M	Minutes of Meeting	協議議事録
NSTDA	National Science and Technology Development Agency	国家科学技術開発庁
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PDM	Project Design Matrix	プロジェクトデザインマトリックス
PO	Plan of Operations	活動計画
R/D	Record of Discussions	討議議事録
SATREPS	Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development	地球規模課題対応国際科学技術協力
SC	Steering Committee	運営委員会
THB	Thai Baht	タイバーツ
TISTR	Thailand Institute of Scientific and Technological Research	科学技術研究院
WU	Waseda University	早稲田大学

中間レビュー調査結果要約表

1. 案件の概要	
国名：タイ王国	案件名：非食糧系バイオマスの輸送用燃料化基盤技術
分野：資源・エネルギー	援助形態：技術協力プロジェクト（科学技術）
所轄部署：産業開発・公共政策部	協力金額（評価時点）：356,796 千円
協力期間	(R/D)：2010年5月16日～2015年3月31日
	先方関係機関：国家科学技術開発庁（NSTDA）、科学技術研究院（TISTR）、モンクット王工科大学ノースバンコク（KMUTNB）
	日本側協力機関：（独）産業技術総合研究所（AIST）、早稲田大学（WU）
	他の関連協力：
<p>1-1 協力の背景と概要</p> <p>タイ王国（以下、「タイ」と記す）における代替エネルギー研究の歴史は古く、1970年ころからプミポン国王が王室プロジェクトの一部として、バイオエタノール、バイオディーゼル燃料（Biodiesel Fuel：BDF）開発に取り組んでおり、現状ではパームなど食糧系バイオマスが主流となっている。他方、食糧を燃料に転換することはできれば回避されることが望ましく、その方法の検討が求められている。よって、タイ国内での非食糧系バイオ燃料開発のメカニズムの解明及び本燃料に係る試験標準化のニーズが高まっており、非食糧系バイオ燃料の有望な選択肢としてジャトロファオイル並びに余剰農業廃棄物が挙げられている。しかし、ジャトロファには毒性物質が含まれており、バイオ燃料として活用するためには毒性物質の除去が必要である。また、輸送燃料としての実用化に向けては品質向上のための基盤技術の構築が不可欠となっており、今後技術的な課題を克服する必要がある。</p> <p>これらの状況を受け、タイ政府から地球規模課題対応国際科学技術協力（SATREPS）プロジェクトとして、非食糧系バイオ燃料開発に係る基盤技術構築に関する要請がなされた。2009年9月に詳細計画策定調査が実施され、2010年2月に討議議事録（R/D）に署名がなされた。2010年5月より科学技術協力「非食糧系バイオマスの輸送用燃料化基盤技術」（以下、「本プロジェクト」）プロジェクトが開始され、タイで試験利用が始まりつつあるジャトロファオイルからのBDF製造におけるコスト低減やBDFの安全性確保と燃料品質確保に向けた技術の構築とともに、未利用のジャトロファ残渣のバイオオイル生成技術及び燃料化技術の確立に取り組んでいる。</p> <p>今般、プロジェクト期間の約半分が終了したことから、これまでのプロジェクト活動実績・経緯を検証し、評価5項目に沿った評価を行うとともに、プロジェクト後半期間の課題を確認し、提言を取りまとめることを目的とし、タイと合同で中間レビュー調査を実施することとした。</p>	
<p>1-2 協力内容</p> <p>(1) プロジェクト目標</p> <p>非食糧系バイオマスであるジャトロファを用いた輸送燃料製造の基盤技術が開発される。</p> <p>(2) 成果</p> <p>研究成果1：ジャトロファオイルからの安全で高品質なBDFの製造技術の構築</p> <p>1) 毒性懸念のないBDF製造のための解毒化技術が開発される。</p>	

- 2) 標準化された高品質 BDF 製造プラント化技術が開発される。
- 3) ジャトロファ BDF の改質のための触媒利用技術が開発される。
- 4) ジャトロファオイル留分から高品質 BDF 製造の CO₂ 削減効果が、ライフサイクルアセスメント (Life Cycle Assessment : LCA) によって明らかにされる。
- 5) 高品質 BDF の自動車燃料適合性が実証される。

研究成果 2 : ジャトロファ残渣のバイオオイル精製技術及び高品位輸送燃料化技術の構築

- 6) 急速熱分解によるジャトロファ残渣からのバイオオイル製造技術が開発される。
- 7) バイオオイル分離・安定化技術が開発される。
- 8) バイオオイルを石油系ガソリン及び軽油品質までに向上させるための脱酸素化及び水素化精製技術が開発される。
- 9) 現行の石油精製設備での利用を想定した、バイオオイルと石油基材の混合処理技術が開発される。
- 10) バイオ燃料製造の LCA による CO₂ 削減効果が明らかにされる。
- 11) ジャトロファ残渣由来バイオ燃料 (石油との混合油を含む) の自動車燃料適合性が実証される。

(3) 投入

1) 日本側

短期専門家/研究者 : 15 名、長期専門家 (業務調整) : 1 名

機材供与 : TISTR 向け機材 (高品質 BDF 製造パイロットプラント、脱ガム装置、同軸フューダ型熱分解炉、流動層型熱分解炉、熱分解炉付き GC-MS、真空ジェット脱水装置等)、国家金属材料技術センター (National Metal and Materials Technology Center : MTEC) /NSTDA 向け機材 (触媒反応実験装置、オートクレーブ、ラボスケール熱分解炉、CHNOS 分析器、液体クロマトグラフ、粘度計測器、真空乾燥器、管状炉等)、KMUTNB 向け機材 (高压マイクロ反応器、GC-MS、化学吸着分析器等)

本邦研修 : 21 名参加 (うち 2 名は 2 回)

ローカルコスト負担 : 約 335 万バーツ (2012 年 9 月末まで)

2) タイ側

カウンターパート (C/P) 配置 : 延べ 89 名

3 C/P 機関に日本人専門家用執務場所及びプロジェクト活動用のラボラトリーを設置、TISTR に BDF 製造パイロットプラント及び熱分解炉用のワークショップを設置

ローカルコスト負担 : 約 1,703 万バーツ (2012 年 9 月末まで)

2. 評価調査団の概要

調査者	担当分野	氏名	所属
	団長	小島 元	JICA 産業開発・公共政策部 資源・エネルギー第二課 企画役
	評価分析	齋川 純子	(株)コーエイ総合研究所 コンサルティング 第3部
	科学技術計画・評価	国分 牧衛	東北大学大学院 農学研究科 教授
	科学技術計画・評価	井上 千尋	JST 地球規模課題国際協力室 主査
調査期間	2012 年 11 月 21 日～12 月 5 日		評価種類 : 中間レビュー

3. 評価結果の概要

3-1 実績の確認

(1) 【Task1】 ジャトロファオイル留分からの高品質 BDF の製造に係る活動

- 1) 解毒化技術の研究
部分水素化によりホルボールエステルをほぼゼロに低減。
- 2) パイロットプラントの設計・開発、高品質 BDF の製造
高品質化設備を含むパイロットプラントを TISTR に設置、高品質 BDF の製造実現。
- 3.1) エステル交換用固定触媒の特定
新規触媒系を特定。
- 3.2) 酸化安定性向上のための水素化技術構築
多価不飽和脂肪酸メチルを部分水素化し、単価不飽和脂肪酸メチルに転換し、酸化安定性向上。水素化工程スケールアップを検討中。
- 3.3) 脱金属技術の構築
アルカリ金属・アルカリ土類金属・リン除去可能の吸着剤を部分水素化工程に含めた技術をラボレベルで開発。
- 3.4) 詳細分析技術の開発
GC 及び GC-MS を用いた詳細分析法を構築。
- 4) 高品質 BDF 製造の LCA 実施
ジャトロファ栽培～種子搾油工程の CO₂ 排出量の LCA 実施。

(2) 【Task2】 ジャトロファ残渣からのバイオオイルの製造に係る活動

- 6.1) 急速熱分解用触媒の探索
酸素分が低減し炭化水素成分を主成分とするバイオオイルを製造できるゼオライト系触媒やカーボン担持金属触媒を特定。
- 6.2) 急速熱分解炉の研究・開発
TISTR に流動層型急速熱分解炉パイロットプラントを設置、運転最適化を継続。
- 7.1) 分離技術の設計・研究
水溶性成分と非水溶性成分への分離方法を特定。連続式分離装置を設計・試作。
- 7.2) 安定化向上技術の研究・開発
酸化防止剤添加により、粘度上昇の抑制、安定性向上が確認。

(3) 【Task3】 バイオオイルの改質及びライフサイクルアセスメントに係る活動

- 8.1) 脱酸素化技術の研究・開発
直接脱酸素技術と水素化脱酸素技術につき検討し、石油系脱硫触媒をベースとした水素化精製方式が有用であることを実証。
- 8.2) 改質触媒の研究・開発
水素化脱酸素方式では CoMo 系硫化物触媒が優位であり、低硫黄バイオオイルの水素化脱酸素では Co 系金属触媒も有望であることを実証。
- 9) バイオオイルと石油基材の混合処理技術の研究・開発
混合処理は、バイオオイルの脱酸素と石油留分の脱硫を同時進行させ、CoMo 系硫化物触媒等の硫化状態維持に有効であることを実証。
- 10) 改質されたバイオオイルの LCA を実施
2013 年度より活動開始予定。

- (4) 【Task4】高品質 BDF 及びジャトロファ残渣由来バイオ燃料の自動車燃料適合性評価に係る活動
- 5.1) 高品質 BDF の材料適合性評価の実施
材料適合性は実証。
- 5.2) 高品質 BDF の燃焼特性評価の実施
部分水素化処理による高品質 BDF と従来型 BDF の燃料特性・排出ガス特性を検証(ほぼ同等)。燃焼方式を変えての検証を継続。
- 5.3) 高品質 BDF のエンジン特性評価の実施
BDF 混合軽油を用いエンジン試験を実施、エンジン特性・燃焼特性・排気特性への影響を検証。耐久性を実車試験にて実施中。
- 5.4) 高品質 BDF の燃焼特性シミュレーションの実施
エンジン運転条件最適化に向け、燃焼特性・排気特性評価を行うため、代用機構モデルを用いての数値シミュレーションを実施。
- 11) ジャトロファ残渣由来バイオ燃料の自動車燃料適合性実証
2013 年度より活動開始予定。

3-2 評価結果の要約

(1) 妥当性

本プロジェクトは、タイ側の開発政策〔第 11 次国家経済社会開発計画 (2011~2016 年)、代替エネルギー開発計画 (AEDP、2012~2021 年)〕、日本の ODA 政策〔対タイ王国国別援助方針 (案)、2012 年 10 月〕、C/P 機関のニーズに整合しており、妥当である。

(2) 有効性

成果の達成状況・見込み：
(研究成果 1)

【Task1】

- 1) 成果 1：部分水素化によりホルボールエステルは消滅、成果は既に達成されている。
- 2) 成果 2：高品質 BDF 製造プラントの運転が開始されており、成果は既に達成されている。
- 3) 成果 3：高品質原料からの高品質 BDF 製造は実現しており、成果は十分に達成されている。
- 4) 成果 4：高品質 BDF 製造の全プロセスの LCA を行うためには追加情報・データが必要。

【Task4】

- 5) 成果 5：BDF 混合軽油の材料適合性、エンジン燃焼特性評価を実施しており、本プロジェクトにて製造の高品質 BDF の自動車燃料適合性の実証は大いに見込める。

(研究成果 2)

【Task2】

- 6) 成果 6：触媒は既に特定されている。20kg/時間の処理能力の急速熱分解炉を TISTR に設置、今後運転が開始される。本成果は十分に達成されている。
- 7) 成果 7：ラボレベルではバイオオイル分離・安定化技術は構築されており、成果はあ

る程度達成されている。2013年6月までにNSTDAに設置予定の分離・安定化装置で検証を行う予定。

【Task3】

- 8) 成果8：模擬バイオオイルを用いてのラボレベルでは脱酸素化・水素化精製技術は開発、成果はある程度達成されている。ジャトロファ残渣から製造されたバイオオイルを用い検証予定。
- 9) 成果9：ラボレベルでは、模擬バイオオイルと石油基材の混合処理技術により、硫黄分が低減されており、成果はある程度達成されている。ジャトロファ残渣からのバイオオイルを用いての技術改良を進める予定であり、成果の十分な達成が見込める。
- 10) 成果10：活動は2013年度より開始予定である。

【Task4】

- 11) 成果11：活動は2013年度より開始予定である。

プロジェクト目標の達成状況・見込み：

本プロジェクトは順調に進捗している。研究成果1については、TISTR設置のパイロットプラントにより安全で高品質なBDFが製造されていることから、十分なレベルでの成果に既に達している。今後は高品質BDF製造プロセスの特性を更に解明するための実験活動が継続する。研究成果2については、ジャトロファ残渣からのバイオ燃料の製造及び改質に係る技術開発のための研究活動が実施されており、ある程度の成果がラボレベルでは出ている。TISTR設置の急速熱分解炉での実験が数カ月以内には開始され、十分な量のバイオオイルが製造される予定であることから、本研究成果達成に向けての技術開発活動も加速することが見込まれる。よって、現在の研究成果の達成状況及び今後の研究活動を考慮すると、プロジェクト終了時までにはプロジェクト目標は達成することが大いに見込まれる。

(3) 効率性

投入：

日本側からの投入（専門家の派遣、本邦研修、供与機材、現地業務費）は、質、量、タイミング的におおむね適切に行われている。本邦研修で得られた知識・技術は本プロジェクトの研究タスクだけでなく、他の研究活動に生かすとともに同僚にも共有しているとのことである。

タイ側C/Pはその専門分野・経歴を考慮して配置されており、これまでのメンバー交代もわずかである。タイ側の研究活動予算は十分とはいえないが、C/P機関の自己資金だけでなく外部機関から研究予算を確保する等の対応をしており、プロジェクト活動の遅延等の重大な影響は生じていない。

活動：

成果産出のために、プロジェクト活動は、おおむね効率的に進捗している。日本人専門家とタイ側C/Pの良好な協力関係、高品質BDF製造パイロットプラントの早期段階での運転開始、洪水被害からの短期間での復旧、民間部門からの支援等が、活動の効率性を促進している。

(4) インパクト

本プロジェクト実施を通じて、C/P 機関・その研究員の能力が向上してきている〔新たな知識・技術の習得、研究タスクの効率的・スムーズな遂行、具体的成果（有効な触媒の特定・高品質 BDF 製造等）、研究成果発表会・学会等での発表、論文・研究報告書の作成〕。

研究成果発表会、実車試験等を通じて、プロジェクトは各方面からの注目を集めており、これらの外部機関とのネットワークも広がっている。

高品質 BDF 製造技術の実用化については、タイ政府エネルギー省、日・タイ産業界等との協議が開始され、本プロジェクトで開発された技術に関心をもち始めている。

高品質 BDF 製造技術の他原料への適用について、ジェットロファ以外の原料を用いて BDF 製造パイロットプラントを運転し参考データを取得する計画が C/P 機関側から提示されている。

(5) 持続性

政策及びその他の支援：

AEDP は、再生エネルギーの活用、効率的な再生エネルギー技術の研究・開発の促進を掲げていることから、基本的には同分野に対するタイ政府からの支援は大いに見込める。また、本プロジェクトの技術の実用化に向けては、民間産業部門との協力関係を維持することが不可欠である。

財政面：

バイオ燃料製造に係る研究開発は NSTDA 及び TISTR の優先分野であることから、プロジェクト関連研究活動の継続のため、TISTR 自己資金及び NSTDA クラスタープロジェクト管理オフィス（Cluster Project Management Office : CPMO）「環境・エネルギークラスター」からある程度の研究予算が割り当てられることが大いに見込める。

組織面：

プロジェクト活動を通じて、C/P の研究能力及びプロジェクト運営能力は十分なレベルにまで向上している。また、C/P の大部分がプロジェクト終了まで及び終了後も定着する可能性は高いことから、プロジェクト関連研究活動を C/P 機関自身で継続できることが見込める。

3-3 効果発現に貢献した要因

(1) 計画内容に関すること

特になし。

(2) 実施プロセスに関すること

- ・ 日本人専門家・タイ側 C/P の良好な協力関係、プロジェクトへの積極的関与が、プロジェクト進捗を促している。
- ・ タイ側の C/P 機関の役割分担、責任体制は、プロジェクト初期段階で、日本・タイ国側双方で十分に協議された。また、C/P 研究者は自らの研究タスク・目標、そのプロジェクト目標との関連につき理解している。
- ・ JCC 会議、SC 会議等を通じて、プロジェクト活動進捗が定期的にモニターされ、課題への対応がなされている。
- ・ 各種会議、研究成果発表会等の行事、日本人専門家の派遣、本邦研修、E-mail 等を通じて、日本人専門家・タイ側 C/P 双方は十分なコミュニケーション・情報共有を行っ

ている。

- ・ タイ側 C/P 機関は、プロジェクト開始前にも、バイオエネルギー分野の研究開発の経験があり、ある程度の知識・技術のレベルに達していた。本プロジェクトにおける日本人専門家からタイ側 C/P への知識・技術の適切な移転により、C/P の知識・技術レベルは更に向上した。

3-4 問題点及び問題を惹起した要因

(1) 計画内容に関すること

特になし。

(2) 実施プロセスに関すること

特になし。

3-5 結論

プロジェクト目標達成のために、研究成果 1 と研究成果 2 の 2 つの研究成果が設定されている。本プロジェクトは順調に進捗しており、研究成果 1 については中間時点において十分なレベルの成果をもたらしている。本プロジェクトが、部分水素化による改質等の新技術を適用し高品質 BDF 製造を実現し、実車試験までつなげたことは特筆すべきことである。一方、TISTR 設置の急速熱分解炉での実験が開始され、2013 年中には十分な量のバイオオイルがジェットロファ残渣から製造される予定であることから、研究成果 2 に係る研究活動が加速することが見込まれる。よって、プロジェクト目標はプロジェクト終了時までに達成される見込みであることが合同調査団により確認された。

また、プロジェクト上位目標の達成見込み及び持続性については、プロジェクトが開発した技術にタイ政府が関心をもち、実用化に向けての関連研究活動への支援を行うか否かに影響されることが、確認された。

3-6 提言

(1) PDM の改訂

レビュー調査結果を踏まえ、以下のとおり、PDM 改訂を提言した（本提言は 12 月 4 日開催第 3 回 JCC にて承認済）。

- ・ 「人材育成・技術移転、BDF 製造技術の実用化」につき、活動、成果（その指標、入手手段）、前提条件を追加した。
- ・ プロジェクト目標指標 2、成果指標 4、5、7、10、11 につき、表現、達成目標年等を修正した。
- ・ 活動 2.1、2.2、3.4（3.4 と新規 8.3 に分割）につき、修正した。
- ・ 活動 5.5 を追加した。
- ・ 活動 11.3、11.4 を削除した。

(2) プロジェクト実施・モニタリング体制の更なる改善

実施・モニタリング体制の更なる改善のため、各研究タスクグループの活動進捗・課題・今後の活動スケジュールをタイムリーに共有・管理できるような仕組みの導入を検討すべきである。改訂 PDM をタイ側 C/P 及び日本人専門家の間で適切に共有すべきである。

(3) 不測の状況への対応に係る事前協議

科学技術協力プロジェクトは通常新たな技術分野を対象とするため、不測の状況がしばしば生じる。タイ・日本国側双方のプロジェクト関係者は、不測の状況に対応するための予算の確保方法につき、事前に十分に協議する必要がある。

(4) プロジェクトにより開発された技術の実用化

タイ・日本国側双方のプロジェクト関係者は、本プロジェクトにより開発された技術の実用化に向け、外部関係者（タイ政府、日・タイ民間産業部門等）の興味を促進し、その支援を得るためのアクションを継続することが求められる。また、ジェットロファ入手可能性はプロジェクトの方向性に影響するため、タイ及び周辺国におけるジェットロファの供給ポテンシャル及び関連要因の状況につき今後もフォローアップすべきある。

3-7 教訓

特になし。

3-8 フォローアップ状況

該当なし。

Summary of the Mid-Term Review Results

I. Outline of the Project	
Country: Kingdom of Thailand	Project title: Innovation on Production and Automotive Utilization of Biofuels from Non-Food Biomass
Issue/Sector: Energy and Mining	Cooperation scheme: Technical Cooperation (SATREPS)
Division in charge: Industrial Development and Public Policy Department	Total cost: 356,796 thousand JPY
Period of Cooperation	(R/D): 16 May 2010 to 31 March 2015 (Extension): (F/U) : (E/N)(Grant Aid)
	Partner Country's Implementing Organization: National Science and Technology Development Agency (NSTDA), Thailand Institute of Science and Technological Research (TISTR), King Mongkut's University of Technology North Bangkok (KMUTNB)
	Supporting Organization in Japan: National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Waseda University (WU)
Related Cooperation:	
<p>1. Background of the Project</p> <p>Research on alternative energy has a long history in the Kingdom of Thailand. Development of bioethanol and biodiesel have been addressed as parts of the Royal Projects since around 1970 and energy generated from food biomass such as oil palm are currently the mainstream. On the other hand, it is preferable to avoid utilizing food biomass for generating fuels; thus, examination on this method is required. Due to this background, there have been growing needs for clarification of development mechanism of non-food biofuels and standardization of tests on these biofuels in Thailand. Although Jatropha oils and surplus agriculture residues are listed as potential feedstock for production of non-food biofuels, Jatropha contain toxic materials such as phorbol ester, so their detoxification is needed for utilization as biofuels. Development of fundamental technologies for upgrading biofuels as automotive utilization is essential and technical problems are required to be overcome.</p> <p>Considering these situations, the Government of the Kingdom of Thailand (GoT) requested support of the Government of Japan (GoJ) under the form of scientific technical cooperation with aiming to innovate technologies of biofuels production from non-food biomass. In response to this request, detailed planning survey was conducted in September 2009 and the record of discussion (R/D) on technical cooperation project "Innovation on Production and Automotive Utilization of Biofuels from Non-Food Biomass" with the period from May 2010 to March 2015 was signed in February 2010.</p> <p>Since the Project has reached the halfway point, JICA has determined to conduct a mid-term review study for the purpose of reviewing the achievements of activities of the Project, evaluating them, and suggesting directions for latter half period of the Project.</p> <p>2. Project Overview</p> <p>(1) Project Purpose</p> <p>Fundamental technologies to produce biofuels from non-food biomass for automotive utilization are developed.</p> <p>(2) Outputs</p> <p><u>(For Research Achievement 1: Development of technologies to produce safe and high quality BDF from Jatropha oil)</u></p> <p><u>[Task 1]</u></p>	

- 1) Detoxification conversion technology for production of non-toxic BDF is developed.
- 2) Standardized production technology of high-quality BDF in a pilot-scale is developed.
- 3) Catalyst utilization technology for upgrading Jatropha BDF is developed.
- 4) CO₂ reduction effect of high quality BDF from Jatropha oil is clarified by the Life Cycle Assessment (LCA).

[Task 4]

- 5) Automobile fuel compatibility of high quality BDF produced by the Project is proven.

(For Research Achievement 2: Development of technologies to produce and upgrade bio-oils from Jatropha residues)

[Task 2]

- 6) Production technology of bio-oil from Jatropha residues by thermal/ catalytic conversion is developed.
- 7) Separation and stabilization technologies of bio-oil are developed.

[Task 3]

- 8) Deoxygenation and catalytic hydrotreating technologies for upgrading of bio-oils to the quality of petroleum gasoline and diesel oil are developed.
- 9) Co-processing technology of deoxygenated bio-oils and conventional petroleum, which can be utilized at a conventional petroleum refinery, is developed.
- 10) CO₂ reduction effect for using Jatropha derived oils as transportation fuels is clarified by the Life Cycle Assessment (LCA).

[Task 4]

- 11) Automobile fuel compatibility of bio-oils from Jatropha residues, including bio-oils upgraded with conventional petroleum, is proven.

(3) Inputs

Japanese side:

Dispatch of Experts: Fifteen short-term experts and one long-term expert (Project Coordinator)

Equipment: equipments for TISTR (pilot plant for high quality BDF production, degumming equipment, extruded-type fast pyrolyzer, fluidized bed pyrolyzer, pyrolyzer link with GC-MS, vacuum jet dehydrator, etc.), for MTEC/NSTDA (standard apparatus for catalytic reaction test, autoclave, lab-scale pyrolyzer, CHNOS analyzer, HPLC, viscosity meter, vacuum oven, tubular furnace, etc.), and for KMUTNB (high pressure micro-reactor, GC-MS, chemisorptions analyzer, etc.).

Local cost: around 3.35 million THB (by the end of September 2012)

Trainings in Japan: 21 persons (twice for 2 persons)

Total Cost 356,796 thousand JPY

Thai side:

Appointment of counterparts: 89 persons in total

Working spaces for Japanese experts and laboratories for the Project at all C/P organizations.

Workshop for BDF pilot plant and pyrolyzers at TISTR.

Local cost: 17.03 million THB (by the end of September 2012)

II. Review Team

Members of Review Team	<p>Mr. Gen Kojima, Leader, Advisor, Industrial Development and Public Policy Department, JICA</p> <p>Ms. Junko Saikawa, Evaluation Analysis, Consultant, KRI International Corp. (Observers)</p> <p>Dr. Makie Kokubun, SATREPS Planning and Evaluation, Professor of Tohoku University, Program Officer for Science and Technology Research Partnership for Sustainable</p>
------------------------	---

	Development (SATREPS) Ms. Chihiro Inoue, SATREPS Planning and Evaluation, Unit Chief, Research Partnership for Sustainable Development Division, Japan Science and Technology Agency (JST)	
Period of Review	21 November to 5 December 2012	Type of Evaluation: mid-term review
III. Results of Review		
1. Summary of Achievements		
<p>(1) Activities for [Task 1] Production of high quality BDF from Jatropha oil</p> <p>1) <u>R & D on detoxification technology</u>: Phorbol ester was vanished after partial hydrogenation.</p> <p>2) <u>Design and develop BDF production pilot plant and production of high quality BDF</u>: A high quality BDF production plant with treatments of upgrading was installed at TISTR. The plant has been operated to produce high quality BDF.</p> <p>3.1) <u>Identify heterogeneous catalysts</u>: New catalysts were identified.</p> <p>3.2) <u>Develop hydrotreating technologies for oxidation stability</u>: Technologies for enhancing oxidation stability that polyunsaturated fatty acid ester would be converted to monounsaturated fatty acid ester by partial hydrogenation were developed. Scale-up of this process is under examination.</p> <p>3.3) <u>Develop demineralization technology</u>: Technology incorporating the adsorbents eliminating alkali metal, alkali earth metal and P for BDF production was developed at laboratory scale.</p> <p>3.4) <u>Detailed analysis of BDF and bio-oils</u>: Detailed analysis method by using GC and GC-MS was developed.</p> <p>4) <u>Life Cycle Assessment on high quality BDF production</u>: LCA on the process from Jatropha cultivation to their milling/extraction was done.</p> <p>(2) Activities for [Task 2] Production and upgrading of bio-oil from Jatropha residues</p> <p>6.1) <u>Develop catalysts for catalytic fast pyrolysis</u>: Zeolite catalysts and carbon supported metal catalysts which could produce bio-oil composed mostly of hydrocarbon with lesser oxygen contents were identified.</p> <p>6.2) <u>Research and develop pyrolysis reactor</u>: Fluidized bed pyrolyzer was installed at TISTR. Its optimized operation will be examined.</p> <p>7.1) <u>Design and develop separation technologies</u>: Method to separate bio-oils into water soluble component and water insoluble component from lignin was identified. Proto-type separator was designed and its fabrication is underway.</p> <p>7.2) <u>Research and develop technologies for increasing stability</u>: Methods to suppress viscosity increase of bio-oils by polymerization were identified.</p> <p>(3) Activities for [Task 3] Upgrading bio-oils and Life Cycle Assessment</p> <p>8.1) <u>Research and develop deoxygenation technology</u>: It was found that hydrodeoxygenation was superior to direct deoxygenation (Decarboxylation).</p> <p>8.2) <u>Research and develop catalytic technology for upgrading</u>: It was found that CoMo sulfide catalysts had superiority in production of hydrocarbon fuels and that Co metal catalysts could function for hydrodeoxygenation of lower sulfur bio-oils.</p> <p>9) <u>Research and develop co-processing technologies of deoxygenated bio-oils with conventional petroleum</u>: It was found this co-processing could promote deoxygenation of bio-oils and desulfurization of petroleum fractions, and maintain the performance of CoMo sulfide catalysts.</p> <p>10) <u>LCA on biofuels production via. Pyrolysis-hydrotreating process</u>: It will be started from 2013.</p> <p>(4) Activities for [Task 4] Evaluation of automobile fuel compatibilities of high quality BDF and biofuels from Jatropha residues</p> <p>5.1) <u>Evaluate material compatibilities of high quality BDF</u>: It was verified.</p>		

5.2) Evaluate combustion behavior of the BDF: Combustion behavior and exhaust gas emission on both high-quality BDF with partial hydrogenation and conventional BDF with antioxidants were examined. Further investigation with different combustion systems will be continued.

5.3) Evaluate engine performance of the BDF: Engine experiments on BDF blended diesel oil were conducted. Effects on characteristics of engine performance, combustion behavior and exhausts were investigated. Durability tests of on-road vehicle and engine are underway.

5.4) Simulate combustion behavior of the BDF: Numerical simulation by using surrogate mechanism model was conducted for optimal conditions for engine operation.

11) Prove automobile fuel compatibility of bio-oils from Jatropha residues: It will be started from 2013.

2. Summary of Evaluation Results

(1) Relevance

Project is still relevant in view of consistency with Thai development policies (11th National Economic and Social Development Plan (2012-2016) and Alternative Energy Development Plan (AEDP, 2012-2012)), Japanese ODA policies (Japan's Country Assistance Policy for Thailand, draft, Oct. 2012), and the needs of C/P organizations.

(2) Effectiveness

Achievement of the Outputs

(For Research Achievement 1)

[Task 1]

- 1) Remaining phorbol ester was vanished after partial hydrogenation. This indicator was achieved.
- 2) A high quality BDF production pilot plant with capacity of 1 ton per day was started its operation. This indicator was achieved.
- 3) Production of high-quality BDF (from high-quality Jatropha oil) to meet 'EAS-ERIA Bio-Diesel Fuel Standards' and the Bio-Diesel Guidelines of the World Wide Fuel Charter was already realized.
- 4) Further data/information are required for LCA on whole process of high-quality BDF production.

[Task 4]

- 5) Evaluations of material compatibility and engine combustion of BDF blended with diesel oil have been conducted. It is expected that automobile fuel compatibility of high quality BDF produced by the Project would be proven.

(For Research Achievement 2)

[Task 2]

- 6) Fast pyrolysis catalysts for hydrodeoxygenation were identified. Fast pyrolyzer with capacity of treating 20kg/hour of residues was installed at TISTR, and its operation will be started. Thus, this indicator has been almost achieved.
- 7) Separation and stabilization technologies of bio-oil are developed at laboratory level. They would be tested at the separator cum stabilizer to be installed at MTEC/NSTDA.

[Task 3]

- 8) Deoxygenation and catalytic hydrotreating technologies were developed at laboratory level by using model bio oil over CoMo sulfide catalyst. They could be applied for bio-oil from Jatropha residues.
- 9) Sulfur content was decreased by using mixed model compound of Jatropha bio oil and woody tar over CoMo sulfide catalyst at laboratory level. This technology could be improved and applied for the real blended deoxygenated bio-oil with petroleum fractions.
- 10) Activities relating to this Output will be started from 2013.

[Task 4]

- 11) Activities relating to this Output will be started from 2013.

Achievement of the Project Purpose

The Project has been progressed quite smoothly. Regarding the Research Achievement 1, safe and high quality BDF was already produced at the pilot plant of TISTR; thus, this achievement has been already done with sufficient level. Since further efforts to find robust process characteristics for wide-range of feedstock quality would be continued, this achievement would be fully done by the end of the Project period. Activities relating to the Research Achievement 2 have been undertaken and certain level of outputs has been generated at laboratory level. Since experiments of fast pyrolysis reactor would be started at TISTR within several months and sufficient amount of bio-oils would be produced, these activities could be accelerated. Considering the current status of these achievements as well as future activities for these Research Achievements, the Project Purpose is highly expected to be accomplished by the end of the Project.

(3) Efficiency

Efficiency of Inputs:

Inputs from Japanese side (dispatch of Japanese experts, C/P trainings in Japan, provision of equipments, local cost expenditures) have been appropriately done in general, in terms of their quantity, quality, and timing. Participants for trainings in Japan commented that experiences and knowledge obtained from the trainings were very useful not only for their responsible tasks for the Project but also their other research duties.

Appropriate C/P researchers are assigned with consideration of their expertise and backgrounds. Although budgets of respective C/P organizations for the Project activities are not regarded as sufficient, they have dealt with these issues by obtaining other funds, which have contributed to avoiding critical delays in Project implementation.

Efficiency of Activities:

The Project activities have been progressed efficiently for generating outputs in general. Good collaborative relations of Japanese experts and Thai C/Ps, start operation of BDF production pilot plant at earlier stage, speedy rehabilitation from flood damages, etc. have facilitated efficiency of the activities.

(4) Impacts

Through the Project implementation, research and project operation capabilities of C/P organizations and their researchers have been enhanced: e.g. new knowledge/technologies, smooth and efficient implementation of their tasks, concrete outputs (effective catalysts, high quality BDF, etc.), presentation at workshops and academic society meetings, theses and research papers, etc.

Project has gathered attentions from outside parties through annual technical workshops and on-road tests of high quality BDF and has extended networks with them.

For practical applications of technologies of high quality BDF, some discussions with related outside parties (e.g. Ministry of Energy of Thailand, both Thai and Japanese industrial sectors) have been started, and they started having interests on these technologies developed by the Project.

It was found that technologies of BDF production from *Jatropha* could be applied for other feedstock. Actually, C/P organizations already proposed some idea to operate the pilot plant by using other feedstock for obtaining reference data.

(5) Sustainability

Policy and other supports: Since AEDP aims to promote utilization of renewable energy and to facilitate researches and development of efficient renewable energy technologies, policy supports from GoT for these fields are highly expected in general. In addition, maintaining collaborative relations with private industrial sectors are essential for practical application of the technologies developed by the Project.

Financial Aspects: It is highly expected that certain level of budgets would be allocated from NSTDA CPMO and TISTR's own fund since R & D relating biofuels are their prioritized fields.

Organizational Aspects: C/Ps' capacities for conducting researches and managing the project have been enhanced with sufficient level through the Project activities. In addition, most of these C/Ps are highly expected to stay in their organizations till the Project end and after its completion. Thus, C/Ps could continue the Project-related research activities by themselves even after the Project completion.

3. Factors that promoted realization of effects

(1) Factors concerning to Planning

None.

(2) Factors concerning to the Implementation Process

- Close and collaborative relations between Japanese experts and Thai C/Ps as well as their positive commitments to the Project have facilitated its smooth implementation.
- At the initial stage of the Project, divisions of duties and responsibilities of respective C/P organizations were sufficiently discussed between both Japanese and Thai sides. In addition, Thai C/Ps fully understand their research tasks and their targets as well as their relations to the Project Purpose.
- Progresses in the Project activities are regularly monitored through JCC meetings and SC meetings where solution measures are discussed once problems and delays occur.
- Through the Project related meetings, events such as technical workshops, dispatch of Japanese experts, C/P trainings in Japan, e-mails, communication and information sharing between Thai C/Ps and Japanese experts have been sufficiently and appropriately done.
- Thai C/P organizations already had experiences in research and development of bio-energy and reached to certain level of expertise and technologies before the Project started. Their knowledge/technologies have been further enhanced through appropriate transfer of knowledge/technologies from Japanese experts to Thai C/Ps.

4. Factors that impeded realization of effects

(1) Factors concerning to Planning

None.

(2) Factors concerning to the Implementation Process

None.

5. Conclusion

The Project has been quite smoothly and efficiently progressed, which has resulted in sufficient level of the Research Achievement 1 at the halfway point. It is particularly worth noting that the Project has realized production of high quality BDF by applying novel technologies such as upgrading by partial hydrogenation and has led to its on-road tests. Experiments of fast pyrolysis reactor would be started at TISTR and sufficient amount of bio-oils from Jatropha residues would be produced within next year, which could accelerate the activities for the Research Achievement 2. Thus, it was confirmed by the Review Team that the Project Purpose would be achieved by the end of the Project.

The Review Team found that the achievement of the Overall Goal and sustainability of the Project depends on whether the GoT would have interests on technologies developed by the Project and provide supports for continuation of the Project-related research activities and for practical application of these developed technologies.

6. Recommendations

(1) Revision of the PDM

Based on findings during the Mid-term Review, the Review Team proposed following modifications of the original PDM:

- Activities, Outputs (together with Objectively Verification Indicators and Means of Verification), and Preconditions relating to “human resources development/technology transfer, practical application of BDF production technologies” should be added.
- Regarding Indicators for Project Purpose 2, Outputs 4, 5, 7, 10, and 11, descriptions and target years should be revised.
- Activities of 2.1, 2.2, and 3.4 (divided into 3.4 and new 8.3) should be revised.
- Activities of 5.5 should be added.
- Activities of 11.3 and 11.4 should be deleted.

These proposed revisions were approved at the 3rd JCC Meeting held on 4th December 2012.

(2) Further improvement of Project implementation and monitoring

Introduction of the system for sharing progress in activities, critical issues occurred, and coming schedules of respective research groups with each other with more frequently should be considered.

Revised PDM should be appropriately shared among all C/Ps and Japanese experts.

(3) Advance discussions on how to deal with unexpected matters

Both Thai and Japanese sides of the Project are required to sufficiently discuss in advance how to ensure budgets for dealing with unexpected issues, which are often happened to SATREPS Project.

(4) Practical application of the technologies developed by the Project

Both Thai and Japanese sides of the Project are required to continue actions for promoting the interests of outside related parties (e.g. Thai government and both Thai and Japanese industrial sectors) on technologies developed by the Project and obtaining their supports. Since availability of Jatropha would affect future directions of the Project, supply potentials of Jatropha in Thailand and neighboring countries as well as other factors influencing the situations related to Jatropha should be followed-up.

7. Lessons Learnt

None.

8. Follow-up Situation

(Not applicable)

第1章 中間レビュー調査概要

1-1 中間レビュー調査の背景と目的

タイ王国（以下、「タイ」と記す）における代替エネルギー研究の歴史は古く、1970年ころからプミポン国王が王室プロジェクトの一部として、バイオエタノール、バイオディーゼル燃料（Biodiesel Fuel：BDF）開発に取り組んでおり、現状ではパームなど食糧系バイオマスが主流となっている。他方、食糧を燃料に転換することはできれば回避されることが望ましく、その方法の検討が求められている。

以上の背景から、タイ国内での非食糧系バイオ燃料開発のメカニズムの解明及び本燃料に係る試験標準化のニーズが高まっており、非食糧系バイオ燃料の有望な選択肢としてジャトロファ油並びに余剰農業廃棄物が挙げられている。しかしながら、ジャトロファには毒性物質（発ガン誘発性のあるホルボールエステルなど）が含まれており、バイオ燃料として活用するためには毒性物質の除去が必要である。また、輸送燃料としての実用化に向けては品質向上のための基盤技術の構築が不可欠となっており、今後技術的な課題を克服する必要がある。

これらの状況を受け、タイ政府から地球規模課題対応国際科学技術協力（Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development：SATREPS）プロジェクトとして、非食糧系バイオ燃料開発に係る基盤技術構築に関する要請がなされた。2009年9月に詳細計画策定調査が実施され、2010年2月に討議議事録（R/D）に署名がなされた。タイの国家科学技術開発庁（National Science and Technology Development Agency：NSTDA）、科学技術研究院（Thailand Institute of Scientific and Technological Research：TISTR）、モンクット王工科大学ノースバンコク（King Mongkut's University of Technology North Bangkok：KMUTNB）をカウンターパート（C/P）機関として、日本側実施機関として、産業技術総合研究所、早稲田大学が、2010年5月より科学技術協力「非食糧系バイオマスの輸送用燃料化基盤技術」（以下、「本プロジェクト」）を実施している（2015年3月まで）。本プロジェクトでは、タイで試験利用が始まりつつあるジャトロファオイルからのBDF製造におけるコスト低減やBDFの安全性確保と燃料品質確保に向けた技術の構築とともに、未利用のジャトロファ残渣のバイオオイル生成技術及び燃料化技術の確立に取り組んでいる。

今般、プロジェクト期間の約半分が終了したことから、これまでのプロジェクト活動実績・経緯を検証し、評価5項目に沿った評価を行うとともに、プロジェクト後半期間の課題を確認し、提言を取りまとめることを目的とし、タイと合同で中間レビュー調査を実施することとした。

1-2 プロジェクト概要

1-2-1 プロジェクト名

科学技術協力「非食糧系バイオマスの輸送用燃料化基盤技術」

1-2-2 プロジェクト期間

2010年5月16日～2015年3月31日

1-2-3 専門家・派遣分野

(1) (独) 産業技術総合研究所（National Institute of Advanced Industrial Science and Technology：AIST）

(2) 早稲田大学

1-2-4 カウンターパート機関

- (1) 国家科学技術開発庁 (NSTDA)¹
- (2) 科学技術研究院 (TISTR)
- (3) モンクット王工科大学ノースバンコク (KMUTNB)

1-2-5 プロジェクト枠組み (Master Plan)

(1) プロジェクト目標

非食糧系バイオマスであるジャトロファを用いた輸送燃料製造の基盤技術が開発される。

(2) 成果

研究成果 1：ジャトロファオイルからの安全で高品質な BDF の製造技術の構築

【Task1】

- 1) 毒性懸念のない BDF 製造のための解毒化技術が開発される。
- 2) 標準化された高品質 BDF 製造プラント化技術が開発される。
- 3) ジャトロファ BDF の改質のための触媒利用技術が開発される。
- 4) ジャトロファオイル留分から高品質 BDF 製造の CO₂ 削減効果が、ライフサイクルアセスメント (Life Cycle Assessment : LCA) によって明らかにされる。

【Task4】

- 5) 高品質 BDF の自動車燃料適合性が実証される。

研究成果 2：ジャトロファ残渣のバイオオイル精製技術及び高品位輸送燃料化技術の構築

【Task2】

- 6) 急速熱分解によるジャトロファ残渣からのバイオオイル製造技術が開発される。
- 7) バイオオイル分離・安定化技術が開発される。

【Task3】

- 8) バイオオイルを石油系ガソリン及び軽油品質までに向上させるための脱酸素化及び水素化精製技術が開発される。
- 9) 現行の石油精製設備での利用を想定した、バイオオイルと石油基材の混合処理技術が開発される。
- 10) バイオ燃料製造の LCA による CO₂ 削減効果が明らかにされる。

【Task4】

- 11) ジャトロファ残渣由来バイオ燃料 (石油との混合油を含む) の自動車燃料適合性が実証される。

¹ NSTDA 傘下にある 4 国家センターのうち、国家金属材料技術センター (National Metal and Materials Technology Center: MTEC) が本プロジェクトの実施にかかわっている。

(3) 活動

【Task1】 ジャトロファオイル留分からの高品質 BDF の製造

- 1.1 BDF 製造のための解毒化技術の研究を行う。
- 2.1 パイロットスケールでの標準化された高品質 BDF 製造プラント化技術の設計・開発を行う。
- 2.2 エンジンテスト用 BDF を製造する。
- 3.1 エステル交換用固体触媒を特定する。
- 3.2 酸化安定性向上のための水素化技術を構築する。
- 3.3 BDF 高品質化のための脱金属技術を構築する。
- 3.4 BDF 及びバイオオイルの詳細分析技術を開発する。
- 4.1 プロジェクトで提案した高品質 BDF 製造の LCA を行う。

【Task2】 ジャトロファ残渣からのバイオオイルの製造

- 6.1 急速熱分解用触媒を探索する。
- 6.2 バイオオイル製造用急速熱分解炉の研究・開発を行う。
- 7.1 ジャトロファ残渣バイオオイルの分離技術の設計・研究を行う。
- 7.2 バイオオイルの安定化向上のための技術の研究・開発を行う。

【Task3】 バイオオイルの改質及びライフサイクルアセスメント

- 8.1 バイオオイルの脱酸素化技術の研究・開発を行う。
- 8.2 バイオオイルの改質のための触媒の研究・開発を行う。
- 9.1 脱酸素化したバイオオイルと石油基材の混合処理技術の研究・開発を行う。
- 10.1 急速熱分解・酸化安定化プロセスによるバイオ燃料製造に関する LCA を行う。

【Task4】 高品質 BDF 及びジャトロファ残渣由来バイオ燃料の自動車燃料適合性評価

- 5.1 プロジェクトで製造した高品質 BDF の材料適合性評価を行う。
- 5.2 高品質 BDF の燃焼特性評価を行う。
- 5.3 高品質 BDF のエンジン特性評価を行う。
- 5.4 高品質 BDF の燃焼特性シミュレーションを行う。
- 11.1 ジャトロファ残渣由来バイオ燃料（軽油との混合油を含む）の材料適合性評価を行う。
- 11.2 ジャトロファ残渣由来バイオ燃料（軽油との混合油を含む）の燃焼特性評価を行う。
- 11.3 ジャトロファ残渣由来バイオ燃料（軽油との混合油を含む）のエンジン特性評価を行う。
- 11.4 ジャトロファ残渣由来バイオ燃料（軽油との混合油を含む）の燃焼特性シミュレーションを行う。

詳細については、付属資料 1. ミニッツ Joint Mid-term Review Report Annex-2 : PDM (original, September 2009) を参照。

1-3 合同レビュー調査団の構成

(1) 日本側

	担当分野	氏名	所属
JICA	団長	小島 元	JICA 産業開発・公共政策部 資源・エネルギー第二課 企画役
	評価分析	齋川 純子	株式会社コーエイ総合研究所 コンサルティング第3部
JST	科学技術計画・評価	国分 牧衛	東北大学大学院 農学研究科 教授
	科学技術計画・評価	井上 千尋	JST 地球規模課題国際協力室 主査

*JSTからのメンバーはオブザーバーとしての参加。

(2) タイ側

Leader	Dr. Paritud Bhandhubanyong	Project Director, NSTDA
Member	Ms. Peesamai Jenvanitpanjakul	Senior Research Supervisor, NSTDA
Member	Assoc. Prof. Siriluck Nivitchanyong	Project Manager, NSTDA
Member	Dr. Sutiporn Chewasatn	Deputy Project Manager, TISTR
Member	Dr. Surin Laosooksathit	Deputy Project Manager, KMUTNB

1-4 調査日程

現地調査は2012年11月21日から12月5日までの期間で実施された。

調査日程の概要は、以下のとおりである。

日付	調査スケジュール		
	齋川	小島/ 井上	国分
11/21 水	バンコク着 JICA タイ事務所、プロジェクト専門家（研究主幹、業務調整）との打合せ		
11/22 木	プロジェクト副マネジャー（TISTR）、TISTR C/P ヒアリング TISTR BDF 製造パイロットプラント、ラボラトリー視察		
11/23 金	プロジェクトダイレクター（NSTDA）、MTEC/NSTDA C/P ヒアリング MTEC/NSTDA ラボラトリー視察		
11/24 土	収集情報整理、レビューレポート作成		
11/25 日	収集情報整理、レビューレポート作成		
11/26 月	KMUTNB C/P ヒアリング、KMUTNB ラボラトリー視察		
11/27 火	シニアリサーチスーパーバイザー（NSTDA）、プロジェクトマネジャー（MTEC/NSTDA）、MTEC/NSTDA C/P ヒアリング		
11/28 水	エネルギー省 代替エネルギー開発局（Department of Alternative Energy Development and Efficiency, Ministry of Energy : DEDE）ヒアリング	バンコク着	
	チーム内ミーティング		
11/29 木	NSTDA 長官表敬、TISTR 長官表敬、TISTR プラント及びラボラトリー視		

		察、MTEC/NSTDA ラボラトリー視察、いすゞタイグループ技術センター ラボラトリー視察	
11/30	金	合同レビュー委員会 KMUTNB 副学長表敬、KMUTNB ラボラトリー視察	バンコ ク着
12/1	土	レビューレポート作成	
12/2	日	チーム内ミーティング	
12/3	月	合同レビュー委員会	
12/4	火	JCC 会合：レビュー結果報告、レビューレポートへの署名 JICA タイ事務所所長報告 バンコク発	
12/5	水	東京着	

1-5 調査手法

本中間レビュー調査は、日本側及びタイ側レビューチームの合同で実施された。

①プロジェクトチーム作成・提供資料のレビュー、②プロジェクト関係者 [プロジェクト専門家、タイ側 C/P 機関 (NSTDA、MTEC、TISTR、KMUTNB) 研究者・スタッフ、その他関係者 (エネルギー省 DEDE)] へのインタビュー、③パイロットプラント、ラボラトリー、活動への視察を通じて、必要情報・データの収集を行った。

これらの情報に基づき、プロジェクト実績（投入、活動）を確認し、アウトプット及びプロジェクト目標の達成状況・見込みにつき検証を行った。また、プロジェクトの実施プロセスについても確認をした。

そのうえで、以下の評価 5 項目の観点からの評価を行った。

1. 妥当性：プロジェクト目標は、タイ側の開発政策・ニーズ、日本の援助政策と整合性がとれているか。
2. 有効性：プロジェクト目標はどの程度達成されているか、アウトプットとの関係はどのようになっているか。
3. 効率性：いかに投入がアウトプット達成のために効率的（量、質、タイミング）に行われたか。
4. インパクト：プロジェクトの実施による正・負の直接・間接の効果はあるか。
5. 持続性：プロジェクト終了後に、その効果がどの程度持続する見込みがあるか。

プロジェクト実績、実施プロセス、評価 5 項目ごとに、評価設問を設定した評価グリッド（和文、英文）をまず作成した。同グリッドに基づき質問票を準備し、上記関係者に事前に配付したうえで、インタビューを実施した。レビュー結果を含めた評価グリッド（和文）を参考資料として添付する（付属資料 2. 評価グリッド）。

以上のレビュー結果を踏まえ、今後のプロジェクト活動の運営方針につき協議し、提言事項をまとめた。

1-6 主要面談者

(1) タイ側関係者

1) 国家科学技術開発庁 (NSTDA)

Dr. Thaweesak Koanantakool

President

Dr. Paritud Bhandhubanyong Project Director
Ms. Peesamai Jenvanitpanjakul Senior Research Supervisor

2) 国家金属材料技術センター (MTEC)

Mr. Werasak Udomkichdecha Executive Director
Assoc. Prof. Siriluck Nivitchanyong Project Manager
Dr. Nuwong Chollacoop Deputy Executive Director in Research and Development
Research Leader

Dr. Sumittra Charojrochkul Electrochemical Materials and System Lab.
Dr. Sittha Sukkasi Materials Technology for Hazardous Substances Free
Products Lab.

Ms. Parncheewa Udomsap Bioenergy Lab.
Dr. Peerawat Saisirirat Bioenergy Lab.
Mr. Teerapong Baitiang Bioenergy Lab.
Mr. Kiatkong Suwannakij Bioenergy Lab.
Ms. Vituruch Goodwin Bioenergy Lab.
Dr. Boonyawan Yoosuk Bioenergy Lab.
Ms. Buppa Shomchoam Bioenergy Lab.
Dr. Manida Tongroon Bioenergy Lab.
Ms. Thitimaporn Duangmanee Bioenergy Lab.
Dr. Yatika Somrang Bioenergy Lab.
Mr. Chalath Teeratitayangoon Bioenergy Lab.
Ms. Jiraporn Boonpo Bioenergy Lab.
Dr. Duangduen Atong Applied Ceramics Lab.
Dr. Viboon Sricharoenchaikul Applied Ceramics Lab.
Ms. Supawan Vichaphund Ceramics Processing Lab.
Dr. Jitti Mungkalasiri LCA Lab.
Ms. Wanwisa Thanungkano LCA Lab.

3) 科学技術研究院 (TISTR)

Mr. Yongvut Saovapruk Governor
Dr. Sutiporn Chewasatn Deputy Project Manager
Ms. Chanchira Sinoulchan Acting Director, International Relations Division
Dr. Siriporn Larpkiattaworn Research Leader

Ms. Phanthinee Somwongsa Materials Innovation Dept.
Ms. Laksana Kreethawate Materials Innovation Dept.
Dr. Nittaya Keawprak Materials Innovation Dept.
Dr. Wasana Khongwong Materials Innovation Dept.
Ms. Supranee Lao-Ubol Materials Innovation Dept.
Dr. Chanakan Asasutjarit Energy Technology Dept.
Ms. Thanita Sonthisawate Energy Technology Dept.

Ms. Lalita Attanatho	Energy Technology Dept.
Miss Chiraphat Kumpidet	Energy Technology Dept.
Mr. Nattawee Teeranant	Energy Technology Dept.
Dr. Thanee Utistham	Energy Technology Dept.
Dr. Wirachai Soontornrangson	Energy Technology Dept.
Mrs. Rommanee Wungdeethum	Energy Technology Dept.
Mr. Sophon Phromsuwan	Energy Technology Dept.
Mr. Apichat Junsod	Energy Technology Dept.

4) モンクット王工科大学ノースバンコク (KMUTNB)

Assoc. Prof. Dr. Chanasak Baitiang	Vice President, for Academic Affairs
Dr. Surin Laosooksathit	Deputy Project Manager Dean, Faculty of Applied Science
Dr. Sirisart Ouajai	Head, Department of Industrial Chemistry
Dr. Kraipat Cheekachorn	Head, Chemical Engineering Department
Dr. Sabaithip Tungkamani	Research Leader Industrial Chemistry and RCC group
Dr. Phavanee Narataruksa	Industrial Chemistry and RCC group
Dr. Tanakorn Ratana	Industrial Chemistry and RCC group
Dr. Samittichai Seeyangnok	Industrial Chemistry and RCC group
Dr. Chaiwat Yoonoo	Industrial Chemistry and RCC group
Dr. Rungsima Yeetsorn	Industrial Chemistry and RCC group

5) エネルギー省 代替エネルギー開発局 (DEDE)

Dr. Prasert Sinsukprasert	Director, Planning Division
Ms. Munlika Sompranon	Plan and Policy Analyst Professional Level, Planning Division
Ms. Vinuchada Talangsri	Plan and Policy Analyst Professional Level, Planning Division
Ms. Charoensri Huadmai	Consultant, DEDE
Ms. Chidchanok Choompalee	Foreign Relations Officer
Ms. Sutharee Kiatman	Engineer, Practitioner Level
Ms. Chanettee Sikhom	Scientist, Practitioner Level

(2) 日本側関係者

1) プロジェクト専門家/研究者

葭村 雄二	プロジェクトリーダー 産業技術総合研究所 新燃料自動車技術研究センター 上席研究員
西嶋 昭生	プロジェクト専門家 早稲田大学研究院 客員教授
三浦 義章	プロジェクト業務調整員

2) JICA タイ事務所

米田 一弘	所長
川端 智之	次長
三阪 史也	所員

第2章 プロジェクトの実績

2-1 投入実績

2-1-1 日本側投入

(1) 専門家派遣

短期専門家/研究者 15 名、長期専門家（業務調整員）1 名が派遣されている。2012 年 11 月半ばまでの派遣日数は、短期専門家/研究者合計 328 日、長期専門家 866 日である。詳細については、付属資料 1. Joint Mid-term Review Report Annex-3 (1)を参照。

(2) 本邦研修

延べ 21 名（うち 2 名は 2 回）が参加した。詳細については、付属資料 1. Joint Mid-term Review Report Annex-3 (2)を参照。

(3) 機材供与

プロジェクト（研究）活動に必要な、TISTR 向け機材（高品質 BDF 製造パイロットプラント、脱ガム装置、同軸フィーダ型熱分解炉、流動層型熱分解炉、熱分解炉付き GC-MS、真空ジェット脱水装置等）、MTEC/NSTDA 向け機材（触媒反応実験装置、オートクレーブ、ラボスケール熱分解炉、CHNOS 分析器、液体クロマトグラフ、粘度計測器、真空乾燥器、管状炉等）、KMUTNB 向け機材（高圧マイクロ反応器、GC-MS、化学吸着分析器等）が投入されている。これら供与機材の状態は良好で、プロジェクト活動に十分に活用されている²。詳細については、付属資料 1. Joint Mid-term Review Report Annex-3 (3)を参照。

(4) 現地業務費

2010 年度（2010 年 7 月～2011 年 3 月）は 171.8 万バーツ、2011 年度（2011 年 4 月～2012 年 3 月）は 105.3 万バーツ、2012 年度（2012 年 4 月～9 月）は 57.5 万バーツがプロジェクト活動に支出されている。

2-1-2 タイ側投入

(1) カウンターパートの配置

NSTDA（2 名）、MTEC/NSTDA（40 名）、TISTR（34 名）、KMUTNB（13 名）より、延べ 89 名がカウンターパート（C/P）として配置されている。詳細については、付属資料 1. Joint Mid-term Review Report Annex-4 (1)を参照。

(2) 施設及び機材の提供

日本人専門家用の執務場所及びプロジェクト活動用のラボラトリーが 3 C/P 機関で確保されている。また、TISTR では、BDF 製造パイロットプラント及び熱分解炉用のワークショップが設置されている。

² 2012 年 9 月に TISTR に設置された流動層型熱分解炉は運転開始のために部品の交換が必要となっている。2012 年 7 月に同じく TISTR に設置された脱ガム装置は最適運転に向け調整中である。

(3) 現地業務費

2010年度(2010年7月～2011年3月)は406.5万パーツ、2011年度(2011年4月～2012年3月)は482.7万パーツ、2012年度(2012年4月～9月)は813.7万パーツがプロジェクト活動に支出されている。

2-2 活動の達成状況

本プロジェクトでは、以下の4研究Taskの下、さまざまな活動が実施されている。

- 【Task1】 ジャトロファオイル留分からの高品質BDFの製造
- 【Task2】 ジャトロファ残渣からのバイオオイルの製造
- 【Task3】 バイオオイルの改質及びライフサイクルアセスメント
- 【Task4】 高品質BDF及びジャトロファ残渣由来バイオ燃料の自動車燃料適合性評価

PDM記載の活動計画、各活動の進捗状況は、下表のとおりである。

2-2-1 Task1に係る活動

PDM 記載の活動	活動状況	達成状況
1.1 BDF製造のための解毒化技術の研究を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・ ジャトロファオイル中のホルボールエステル(PE)の多くはBDF製造工程でグリセリン相に移行するため、BDF中の残存量は大幅に低減するが、部分水素化によりほぼゼロに低減できた。 ・ PEの分析法及び毒性評価法を確立。 	60~80%進捗 2013年3月まで継続
2.1 パイロットスケールでの標準化された高品質BDF製造プラント化技術の設計・開発を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・ BDFを1t/日規模で製造するPP(部分水素化、低金属・高酸化安定性処理による高品質化設備を含む)をTISTRに設置(2011年1月)。 ・ テスト運転後、パイロットプラントをタイ側に引き渡し(2011年5月)。 ・ タイ洪水により被害を受けたPPの被害状況確認調査、復旧工事、運転性能回復の確認(2012年5月)。 ・ ジャトロファオイル中のリン脂質分を低減するための脱ガム装置をTISTR内に設置(2012年7月)。 ・ パイロットプラント運転最適化については今後も継続。 	80~100%進捗 2015年3月まで継続
2.2 エンジンテスト用BDFを製造する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 洪水被害からの復旧後に高品質BDF製造プラントの運転を再開。エンジン評価、実車試験用の高品質BDFを産総研、早大、MTECに提供。 	80~100%進捗 2015年3月まで継続
3.1 エステル交換用固体触媒を特定する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 反応条件は塩基性触媒(CaO、MgO等)に比べて過酷になるものの、触媒成分の漏出懸念の少ない新規の触媒系(Fe/SiO₂、Ti-SAB15、ZnO/Al₂O₃等)を見出した。 ・ より高性能な次世代触媒を特定すべく研究活動を継続する。 	60~80%進捗 2015年3月まで継続

3.2 酸化安定性向上のための水素化技術を構築する。	<ul style="list-style-type: none"> 多価不飽和脂肪酸メチル（酸化劣化の要因物質）を部分水素化し、単価不飽和脂肪酸メチルに転換し、BDFの酸化安定性を向上させる技術を構築した。 貴金属触媒の長寿命化や水素化工程のスケールアップを検討中。 	80~100%進捗 2015年3月まで継続
3.3 BDF高品質化のための脱金属技術を構築する。	<ul style="list-style-type: none"> BDF中のアルカリ金属（Na、K等）、アルカリ土類金属（Ca、Mg等）、リン（P）の除去が可能な吸着剤を、BDFの部分水素化工程に組み込んだ技術をラボスケールで開発した。 PPに装置を設置、PPレベルでの検証を継続する。 	60~80%進捗 2015年3月まで継続
3.4 BDF及びバイオオイルの詳細分析技術を開発する。	<ul style="list-style-type: none"> BDF及びバイオオイルのガスクロマトグラフ（GC）及び質量分析器付きGC（GC-MS）を用いた詳細分析法を構築し、タイ側C/P機関と共有した。 	80~100%進捗 2015年3月まで継続
4.1 プロジェクトで提案した高品質BDF製造のLCAを行う。	<ul style="list-style-type: none"> ジャトロファ栽培等に係る情報入手のためタイでの現地調査を実施。 ジャトロファ栽培（土地利用変化の影響含む）から種子搾油による油分の回収工程に至るまでのCO₂排出量のLCAを実施。 回収された油分から高品質BDFの製造に至る工程でのLCAは今後も継続。 	40~60%進捗 2015年3月まで継続

2-2-2 Task2に係る活動

PDM 記載の活動	活動状況	達成状況
6.1 急速熱分解用触媒を探索する。	<ul style="list-style-type: none"> 無触媒の急速熱分解から得られたバイオオイル（酸素分～40wt%）に比べ、酸素分が低減し炭化水素成分を主成分とするバイオオイルを製造できるゼオライト系触媒やカーボン担持金属触媒を見出した。 酸素分ゼロに向け、触媒改良、性能アップのための研究を継続する。 	60~80%進捗 2015年3月まで継続
6.2 バイオオイル製造用急速熱分解炉の研究・開発を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ジャトロファ残渣の急速熱分解用の同軸スクリー型熱分解炉（TISTR）及び流動層型熱分解炉（産総研）の運転操作性や性状分析を通じた反応特性の評価を実施。 スケールアップの面からは流動層反応装置が優れており、TISTRにパイロットプラントを設置した。 流動層型急速熱分解炉の運転最適化を継続する。 	60~80%進捗 2015年3月まで継続
7.1 ジャトロファ残渣バイオオイルの分離技術の設計・研究を行う。	<ul style="list-style-type: none"> 攪拌状態の水相にバイオオイルを注入後、静置分離する水抽出法により、バイオオイルを水溶性成分とリグニン由来の非水溶性成分とに分離できることを見出した。 連続式分離装置を設計・試作した。 	40~60%進捗 2015年3月まで継続

7.2 バイオオイルの安定化向上のための技術の研究・開発を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・ バイオオイルへの酸化防止剤添加、部分水素化により、安定性が向上するかにつき実験を実施した。 ・ バイオオイルへの酸化防止剤添加により、重合に伴う粘度上昇が抑制され、安定性が増すことを見出した。 	40~60%進捗 2015年3月まで継続
----------------------------------	---	-------------------------

2-2-3 Task3に係る活動

PDM 記載の活動	活動状況	達成状況
8.1 バイオオイルの脱酸素化技術の研究・開発を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・ バイオオイル（リグニン由来成分）中には酸素分が約40wt%含まれている。直接脱酸素技術と水素化脱酸素技術につき検討し、コーク生成を抑制し改質脂収率を高めるためには、石油系脱硫触媒をベースとした水素化精製方式が有用であることを実証した。 ・ CoMo 硫化物触媒による模擬オイルの脱酸素率は80~95%であった。 	40~60%進捗 2015年3月まで継続
8.2 バイオオイルの改質のための触媒の研究・開発を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・ バイオオイル改質（水素化脱酸素方式）による炭化水素燃料製造では、NiMo や NiW 系硫化物触媒に比べ CoMo 系硫化物触媒が、触媒性能や芳香族炭化水素収率の面で優位であることを実証。 ・ 低硫黄バイオオイルの水素化脱酸素では、Co 系金属触媒も有望であることを実証。 	40~60%進捗 2015年3月まで継続
9.1 脱酸素化したバイオオイルと石油基材の混合処理技術の研究・開発を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・ バイオオイルと石油基材との混合処理は、バイオオイルの脱酸素と石油留分の脱硫を同時に進行させ、CoMo 系硫化物触媒等の硫化状態を維持（触媒劣化の抑制）するのに有効であることを実証した。 	40~60%進捗 2015年3月まで継続
10.1 急速熱分解・酸化安定化プロセスによるバイオ燃料製造に関するLCAを行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・ ジャトロファ残渣からバイオオイルが製造され、インベントリデータが揃った後に本活動は開始できる。 	2013年度より活動開始予定

2-2-4 Task4に係る活動

PDM 記載の活動	活動状況	達成状況
5.1 プロジェクトで製造した高品質BDFの材料適合性評価を行う。	<ul style="list-style-type: none"> 高品質原料から製造された高品質 BDF については材料適合性の実証された。BDF の質が確保されるならば、材料適合性は問題ない。 	60~80%進捗 2013年3月まで継続
5.2 高品質BDFの燃焼特性評価を行う。	<ul style="list-style-type: none"> 部分水素化処理による高品質 BDF と酸化防止剤添加の従来型 BDF の燃焼特性、排出ガス特性 (NO_x、Smoke、全炭化水素、CO) を検証した (ほぼ同等との結論)。 燃焼方式を変えての検証を継続する。 	60~80%進捗 2015年3月まで継続
5.3 高品質BDFのエンジン特性評価を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ジャトロファ BDF 混合軽油を用い、エンジン試験を実施し、エンジン特性、燃焼特性、排気特性への影響を検証した。 耐久性を実車試験にて実施中である。 	60~80%進捗 2015年3月まで継続
5.4 高品質BDFの燃焼特性シミュレーションを行う。	<ul style="list-style-type: none"> エンジン運転条件最適化に向け、燃焼特性及び排気特性評価を行うため、代用機構モデルを用いての数値シミュレーションを実施した。 エミッション低減と熱効率の確保につき、定量的予測を可能とするモデルの改良を行う予定。 	60~80%進捗 2015年3月まで継続
11.1 ジャトロファ残渣由来バイオ燃料(軽油との混合油を含む)の材料適合性評価を行う。	<ul style="list-style-type: none"> TISTR の急速熱分解炉によりジャトロファ残渣から高品質バイオオイルが十分な量を生産されるようになった後に、本活動は開始できる。 	2013年度より活動開始予定
11.2 ジャトロファ残渣由来バイオ燃料(軽油との混合油を含む)の燃焼特性評価を行う。	<ul style="list-style-type: none"> 同上 	2013年度より活動開始予定

11.3 ジェット ロファ残渣 由来バイオ 燃料(軽油と の混合油を 含む)のエン ジン特性評 価を行う。	・ 同上	2013 年度より 活動開始予定
11.4 ジェット ロファ残渣 由来バイオ 燃料(軽油と の混合油を 含む)の燃焼 特性シミュ レーション を行う。	・ 同上	2013 年度より 活動開始予定

2-3 成果の達成状況

PDM に示された指標に基づいた、成果の達成状況は下表のとおりである。

PDM 記載の成果		指標	達成状況
(研究成果 1)			
Task1	成果 1：毒性懸念のないバイオディーゼル燃料 (BDF) 製造のための解毒化技術が開発される。	1. 2012 年までに、BDF に含まれる毒性 (ホルボールエステル、PE) の含有量が安全なレベルまで低下する。	・ 部分水素化により PE は消滅しており、本指標は既に達成されている。
	成果 2：標準化された高品質 BDF 製造プラント化技術が開発される。	2. 2012 年までに、解毒化対策及び酸化安定性向上対策を組み込んだ BDF 製造プラント (1 日 1t 規模) が、タイのジェットロファオイル留分を使って連続運転が可能になる。	・ 高品質 BDF 製造プラント (1 日 1t 規模) の運転が開始されており、本指標は既に達成されている。
	成果 3：ジェットロファ BDF の改質のための触媒利用技術が開発される。	3. 2014 年までに、BDF の品質が東アジアサミット推奨品質及び世界燃料憲章バイオディーゼルラインをクリアする。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高品質の原料からの高品質 BDF 製造は実現しており、本指標は達成されている。 ・ 今後は低品質の原料から高品質 BDF 製造を可能とすべく、PP 実験条件の確認を継続する。本成果は 2014 年までに完全に達成される見込み。

	成果 4：ジャトロファオイル留分から高品質 BDF 製造の CO ₂ 削減効果が、ライフサイクルアセスメント (LCA) によって明らかにされる。	4. 2013 年までに、プロジェクトで提案された高品質 BDF 製造プロセスの CO ₂ 排出量が LCA によって算出される。	<ul style="list-style-type: none"> 高品質 BDF 製造の全プロセスの LCA を行うためには追加情報・データが必要であり、成果達成目標年は延長が必要である。
Task4	成果 5：高品質 BDF の自動車燃料適合性が実証される。	<p>5. 2013 年までに、BDF5%混合軽油が、日本の「品確法」のバイオ燃料（脂肪酸メチルエステル FAME）混合軽油の以下の基準（硫黄分を除く）を充足する。</p> <p>FAME 分<5 質量%</p> <p>トリグリセリド量<0.01 質量%</p> <p>メタノール分<0.01 質量%</p> <p>酸価 (TAN) <0.13mgKOH/g</p> <p>軽質有機酸（ギ酸、酢酸、プロピオン酸<0.003 質量%）</p> <p>酸化増加量（酸化安定性）<0.12mgKOH/g</p>	<ul style="list-style-type: none"> BDF 混合軽油の材料適合性、エンジン燃焼特性評価を実施しており、本プロジェクトで製造される高品質 BDF の自動車燃料適合性が実証されることは大いに見込める。 自動車燃料適合性の対象となる燃料の質が成果指標となっているため、再考が必要である。
(研究成果 2)			
Task2	成果 6：急速熱分解によるジャトロファ残渣からのバイオオイル製造技術が開発される。	6.1 2012 年までに、酸素分が 40 質量%以下になる脱酸素化用急速熱分解触媒が開発される。	<ul style="list-style-type: none"> 同触媒は既に特定されており、指標は満たされている。
		6.2 2014 年までに、1 日当たり処理量 500kg の触媒を利用したプロトタイプ急速熱分解炉が開発される。	<ul style="list-style-type: none"> 20kg/時間の処理能力の急速熱分解炉を TISTR に設置、今後運転が開始される。指標はほぼ達成されている。
	成果 7：バイオオイル分離・安定化技術が開発される。	<p>7.1 2012 年までに、生成バイオオイル中の固体微小粒子や水溶性分を分離し、輸送燃料原料となる非水溶性燃料を選択的に分離するバイオオイル分離・安定化技術が構築される。</p> <p>7.2 2014 年までに、プロトタイプ型の分離塔及び安定化処理装置が開発される。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ラボレベルでは技術は構築されている。NSTDA に設置される分離・安定化装置で検証を行う予定である。 分離・安定化処理装置の設計済み、2013 年 6 月迄に NSTDA に設置予定。

Task3	成果 8：バイオオイルを石油系ガソリン及び軽油品質までに向上させるための脱酸素化及び水素化精製技術が開発される。	8. 2012 年までに、ジャトロファ残渣由来バイオオイルの酸素分が 10~20 質量%に低減される。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 模擬バイオオイルを用いてのラボレベルでは本指標は満たされている。 ・ ジャトロファ残渣から製造されたバイオオイルを用い酸素化及び水素化を検証予定である。
	成果 9：現行の石油精製設備での利用を想定した、バイオオイルと石油基材の混合処理技術が開発される。	9. 2014 年までに、石油精製条件下で混合された、脱酸素バイオオイルと石油留分による高品質ガソリン及び軽油の品質が石油系ガソリン及び軽油の品質基準を満たす。(硫黄分 10-50ppm 未満、酸素分 0.1 質量%未満)	<ul style="list-style-type: none"> ・ ラボレベルでは、模擬バイオオイルと石油基材の混合処理技術により、硫黄分がかなりのレベルで低減されている。 ・ ジャトロファ残渣からのバイオオイルを用いての技術改良を進める予定であり、本指標が満たされることは見込める。
	成果 10: バイオ燃料製造のライフサイクルアセスメント (LCA) による CO ₂ 削減効果が明らかにされる。	10. 2013 年までに、ジャトロファ残渣の熱分解によるバイオオイル製造及び輸送燃料向け改質のプロセスにおける CO ₂ 排出量が LCA によって算出される。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 活動は開始されておらず、バイオオイル製造の状況を考慮し、成果達成目標年は延長が必要である。
Task4	成果 11: ジャトロファ残渣由来バイオ燃料 (石油との混合油を含む) の自動車燃料適合性が実証される。	11. 2014 年までに、ジャトロファ残渣由来バイオ燃料 (石油との混合油を含む) が、日本の「品確法」のバイオ燃料 (脂肪酸メチルエステル FAME) 混合軽油の以下の基準 (硫黄分を除く) を充足する。 FAME 分 < 5 質量% トリグリセリド量 < 0.01 質量% メタノール分 < 0.01 質量% 酸価 (TAN) < 0.13mgKOH/g 軽質有機酸 (ギ酸、酢酸、プロピオン酸 < 0.003 質量%) 酸化増加量 (酸化安定性) < 0.12mgKOH/g	<ul style="list-style-type: none"> ・ 本成果に係る活動は未着手である。 ・ 自動車燃料適合性の対象となる燃料の質が成果指標となっているため、再考が必要である。

2-4 プロジェクト目標の達成状況

PDM に示された指標に基づいた、プロジェクト目標のこれまでの達成状況及び今後の達成見込みは以下のとおりである。

PDM 記載の成果	指標	達成状況
<p>プロジェクト目標： 非食糧系バイオマスであるジャトロファを用いた輸送燃料製造の基盤技術が開発される。</p>	<p>1. 東アジアサミット推奨品質〔従来の EU 規格 (EN14214) の酸化安定性 6 時間を 10 時間以上に強化〕を確保した、BDF を 1 日 1t 規模で製造できるようになる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 東アジアサミット推奨品質を満たす高品質 BDF が TISTR 設置のパイロットプラントにより 1 日 1t 規模で製造された（高品質ジャトロファオイルが原料）。よって、本指標は達成されている。 ・ 今後の継続的な実験活動により、低品質ジャトロファオイルからでも高品質 BDF が安定的に製造できるようになることが見込める。
	<p>2. 研究で適用された技術によりジャトロファ残渣から製造されたバイオ燃料の品質が石油系ガソリンや軽油品質（硫黄分 10ppm 未満、酸素分 0.1 質量%未満）をクリアする。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ ジャトロファ残渣からのバイオ燃料の製造及び改質に係る技術開発のための研究活動が実施されており、これまでにある程度の成果がラボレベルでは出ている。 ・ TISTR 設置の急速熱分解炉での実験が 2013 年 3 月までには開始され、十分な量のバイオオイルが製造される予定である。よって上記技術開発のための活動も加速する予定である。

第3章 実施プロセス

3-1 プロジェクト実施及びモニタリング体制

日本人専門家、タイ側カウンターパート（C/P）双方の積極的関与により、プロジェクト活動はこれまで大きな変更・遅延もなく進捗している。TISTR に設置されたパイロットプラント等の設備及び機材は、2011年10月の洪水により被害を受けたが、2012年5月に復旧工事が実施され、パイロットプラントの性能は回復した。

プロジェクト開始前及び初期段階において、各 C/P 機関の役割分担、責任体制は、日本人専門家とタイ側 C/P の双方で十分に協議されており、プロジェクト実施体制は構築されているといえる。

プロジェクト全体の進捗は JCC 会議及び運営委員会（SC）会議にてモニターされている。JCC 会議は年1回開催され、当該年の進捗を確認したうえで、翌年の活動計画の承認を行っている。一方、SC 会議は、プロジェクトダイレクター、プロジェクトマネジャー、プロジェクト副マネジャー、シニアリサーチスーパーバイザー、各 C/P 機関の研究グループリーダー、日本側業務調整専門家³の出席のもと、2カ月に1回開催されている。同会議では、研究活動の進捗が共有され、重要課題が協議されている。C/P 機関ごとに四半期進捗報告書が作成され、JICA に提出されている。よって、本プロジェクトのモニタリング体制は十分に機能しているといえる。

加えて、研究成果発表会を年1回開催するとともに（2011年9月、2012年9月に開催）、研究者総会、ラボ訪問会も実施されている。これらの行事を通じて、C/P 機関及びその研究者の間の情報共有が促進されている。

3-2 コミュニケーション及び情報共有

本プロジェクト以前に、産総研と NSTDA 及び TISTR は研究活動協力の覚書を結んでおり、既に関係を築いていた。本プロジェクトでは、日本人専門家の頻繁なタイ訪問をはじめ、本邦研修、上記の会合・行事を通じて、日本人専門家とタイ側 C/P の関係は親密なものになっており、両者間のコミュニケーションはスムーズである⁴。多くの C/P が、問題が生じた際には日本人専門家に E-mail を通じて相談することができ、日本人専門家は適切なアドバイスをくれると回答している。

SC 会議やプロジェクト関連の行事を通じて、タイ側 C/P 機関三者間の情報共有及びコミュニケーションについてもスムーズである。各 C/P 機関内の情報共有については、SC 会議で協議されたことは内部会議及び E-mail を通じて適切に共有されている。

3-3 タイ側のオーナーシップ

タイ側 C/P 研究者は、その専門分野、経歴を考慮して、配置しており、プロジェクト活動のスムーズな実施につながっている。

PDM を認識し、その内容について理解している C/P は限られているが、ほぼすべての C/P が自らの研究タスク・目標、そのプロジェクト目標との関連につき理解している。プロジェクト活動への関与の度合いは人により異なるが、それぞれの C/P が自らの研究目標の達成に向け、研究活動に専心している。

³ 他の日本人専門家もタイ派遣期間中であれば出席する。

⁴ C/P へのインタビューでは、ほぼ全員が、両者のコミュニケーション及び情報共有はスムーズで適切であると回答している。

3-4 技術移転

タイ側 C/P 機関 (MTEC/NSTDA、TISTR、KMUTNB) は、プロジェクト開始前にも、バイオエネルギー分野の研究開発の経験があり、同分野では、ある程度の知識・技術のレベルに達していた。

本プロジェクトでは、技術指導のための日本人専門家のタイ派遣をはじめ、本邦研修、研究成果発表会、その他コミュニケーションを通じて、日本人専門家からタイ側 C/P への知識・技術の移転は適切になされている。インタビューした C/P のほぼ全員が、知識・技術移転の方法には満足しており、自らの知識・技術が向上したと回答している。

BDF 製造パイロットプラントの設置・運転開始、急速熱分解炉の設置等の重要事項については、日本人専門家のタイ派遣頻度を増やすなどの工夫をしている。TISTR の C/P からは、機器設置・運転開始における日本人専門家の指導は不可欠であり、それがなければパイロットプラントの運転にこぎつけるのは困難であったとのコメントがあった。

第4章 評価5項目による評価

4-1 妥当性

本プロジェクトは、以下のとおり、タイ側の開発政策、日本の ODA 政策、C/P 機関のニーズと整合しており、妥当である。

(1) タイ側開発政策との整合性

「第 11 次国家社会経済開発計画（2011～2016 年）」では、開発の方向性として、低炭素及び環境に優しい経済・社会に焦点を当てた自然資源及び環境資本の改善が掲げられている。エネルギー安全保障開発戦略として、バイオエネルギーの開発、エネルギー作物からのバイオエネルギーの生産性向上、バイオエネルギーの効率的活用等が含まれている。

「代替エネルギー開発計画（Alternative Energy Development Plan : AEDP、2012～2021 年）」は、再生エネルギーの活用、その技術産業開発、高効率再生エネルギー技術の研究・開発の促進を掲げている。同計画では、再生エネルギーのシェアを 2012 年の 7,413ktoe（全エネルギー需要の 10%）から、2021 年には 25,000ktoe（同 25%）にすることが目標とされている。2012 年 6 月現在 BDF 消費量は 250 万リットル/日であるが、同計画では 2021 年目標値が 597 万リットル/日に設定されている。

よって、BDF 製造の基盤技術開発をめざす本プロジェクトは、タイ政府の開発政策と合致している。

(2) 日本側の ODA 政策との整合性

対タイ王国国別援助方針（案、2012 年 10 月）において開発課題として掲げられている「研究能力向上及び研究機関・研究者間のネットワーク強化」「環境・気候変動対策」に、本プロジェクトは合致している。

(3) C/P 機関のニーズとの整合性

タイ側 C/P 機関（MTEC/NSTDA、TISTR、KMUTNB）は、再生エネルギー、特にバイオ燃料の分野での研究実績があり、同分野での専門性を有している。「エネルギーと環境」は NSTDA 研究開発戦略（2011～2016 年）5 クラスターの 1 つであり、KMUTNB の優先分野の 1 つでもある。また、KMUTNB は、研究活動実施支援、人材育成、パートナー機関との連携づくりをその戦略としている。よって、本プロジェクトは、C/P 機関のニーズに対応するものである。

2009 年 9 月に実施された詳細計画策定調査において本プロジェクトは妥当であることが確認され、本中間レビュー時においても、上記の点からも引き続き妥当であることが確認された。しかしながら、ジャトロファに係る状況に変化が生じている。2005～2006 年にはジャトロファ栽培を奨励する傾向があったが、経済的競争力の低さにより、ジャトロファ栽培への関心は減少しており、本プロジェクトでもジャトロファ原油確保が困難であるなどの影響が出ている。ただし、AEDP でも言及されているように、ジャトロファがバイオ燃料製造のための有望原料の 1 つであることには変わりはない。よって、ジャトロファ栽培及びサプライ・チェーン、これらに影響を与える要因の状況については今後もフォローアップが必要である。

4-2 有効性

本プロジェクトのプロジェクト目標達成を確認するために、「ジャトロファオイルからの安全で高品質な BDF の製造技術の構築」（研究成果 1）と「ジャトロファ残渣のバイオオイル精製技術及び高品位輸送燃料化技術の構築」（研究成果 2）という 2 つの研究課題に対応する指標が設定されている。

既述のとおり、本プロジェクトは順調に進捗している。研究成果 1 については、TISTR 設置のパイロットプラントにより安全で高品質な BDF が製造されていることから、十分なレベルでの成果に既に達している。高品質 BDF 製造プロセスの特性を更に解明するために、原料の質及び種類を変えての実験活動を継続することにより、本研究成果の更なる達成が見込める。

研究成果 2 については、既述したように、ジャトロファ残渣からのバイオ燃料の製造及び改質に係る技術開発のための研究活動が実施されており、これまでにある程度の成果がラボレベルでは出ている。TISTR 設置の急速熱分解炉での実験が数カ月以内には開始され、十分な量のバイオオイルが製造される予定であることから、本研究成果達成に向けての技術開発活動も加速することが見込まれる。

現在の研究成果の達成状況及び今後の研究活動を考慮すると、プロジェクト終了時までにはプロジェクト目標は達成することが大いに見込まれる。

4-3 効率性

4-3-1 日本側からの投入の効率性

日本側からの投入（専門家の派遣、本邦研修、機材供与、現地業務費）は、質、量、タイミング的におおむね適切に行われている。

(1) 日本人専門家派遣

インタビューした C/P の多くが、日本人専門家の派遣はその頻度・タイミング・期間の点からも適切であると認識している。日本人専門家がタイ不在時でも、E-mail 等を通じて、日本人専門家に相談することができると回答している。

(2) 機材供与

日本・タイ国側双方の度重なる協議に基づき、機材、特に特注機材の設計・仕様を決定しており、基本的には適切な機材がタイムリーに供与されている。供与された機材は、適切な管理がなされ、プロジェクト活動に十分に活用されている⁵。

(3) 本邦研修

C/P 研究者の本プロジェクトにおける研究タスク、同研究者からの意見、他業務との兼ね合いを考慮したうえで、研修員候補、研修内容・スケジュールを決めている。本邦研修に参加した C/P 研究者からのヒアリングによれば、大多数が、タイミング・期間は適切で

⁵ TISTR ワークショップのインフラ（電気、水）整備に時間がかかったため、高品質 BDF 製造パイロットプラント設置が多少遅延した。本プロジェクトは新たな技術分野を対象としているため、機材の設計・仕様決めは事前に十分な協議を行うものの、変更の必要性が生じるケースもある（例：流動層型熱分解炉）。

あり、内容も彼らの研究タスクに直結するものであり、日本人専門家の指導も適切であったと、回答している。また、本邦研修で得た知識・技術は本プロジェクトの研究タスクだけでなく、他の研究活動に生かすとともに同僚にも共有しているとのことである。

4-3-2 タイ側からの投入の効率性

(1) C/P の配置

既述したように、専門分野・経歴を考慮して C/P 研究者を配置している。また、これまでの C/P メンバーの交代はわずかである。これは、プロジェクト活動の効率的な実施につながっている。

(2) 現地業務費

本プロジェクト活動に係るタイ側の業務費は、それぞれの C/P 機関で確保されている。MTEC は自己資金及び NSTDA クラスタープロジェクト管理オフィス (Cluster Project Management Office : CPMO) の「環境・エネルギークラスター」から供与された研究資金 (2013 年 6 月までカバー) で本プロジェクト活動を賄っている。同様に、KMUTNB も自己資金と同クラスターからの研究資金を本プロジェクト活動のために確保している。両機関とも同 CPMO より追加研究資金を得るためのプロポーザルを提出する予定であり、承認される可能性は高いとのことである。TISTR については、本プロジェクト終了までは少なくとも年 200 万バーツの研究活動予算が既に確保されている。

これらの C/P 機関によれば、研究活動予算は十分とはいえないが、上記のような努力により研究予算を確保しており、プロジェクト活動の遅延等の重大な影響はこれまで生じてはいないとのことである。

4-3-3 活動の効率性

アウトプット (成果) 産出のために、プロジェクト活動は、おおむね効率的に進捗している。効率性に影響を与えた要因は以下のとおりである。

- ・ 日本人専門家とタイ側 C/P の良好な協力関係が、研究活動を促進し、期待された成果を生み出している。
- ・ プロジェクトの比較的早い段階で、高品質 BDF 製造パイロットプラントを設置し運転を開始できたことは、プロジェクトの目に見える成果を関係者に示し、プロジェクト実施を促進した。
- ・ 洪水被害からの復旧工事が比較的短期間で完了したことは、プロジェクト実施に対する関係者のモチベーションを維持するのに寄与した。
- ・ PTT、いすゞタイグループ等の民間部門からの支援が得られ、プロジェクトで製造した高品質 BDF の実車試験を含む自動車燃料適合性評価の実施が実現した。

4-4 インパクト

プロジェクト開始前には、以下のインパクト及び波及効果が想定されていた。

- ・ バイオ燃料の研究開発分野における組織能力向上及び人材育成
- ・ 高品質 BDF 製造技術の実用化

- ・ ジャトロファからの高品質 BDF 製造技術の他原料への適用
- ・ 輸送燃料以外への適用

これらの点につき、プロジェクトはこれまでに以下のインパクトをもたらしている。

(1) 能力向上

プロジェクト活動を通じて、C/P 機関及びその研究者の能力は向上してきている。インタビューした C/P のほぼ全員が、プロジェクト活動を通じて、バイオ燃料製造に係る知識・技術が向上したことに同意し、以下の例を挙げている。

- ・ 製造プロセス、プラント運転方法、実験機器・用具の取り扱い方法、実験手法、触媒反応手法、分析手法等の知識及び技術を習得した。
- ・ 関連知識・技術の習得後、自らの研究タスクをより効率的・スムーズに実施できるようになった。
- ・ 有効な触媒の特定、高品質 BDF の製造等、向上した知識・技術を活用しての成果が出ている。
- ・ SC 会議、年次研究成果発表会、学会等で、バイオ燃料製造に係る発表を行った。
- ・ バイオ燃料に関連するテーマの論文、研究報告書が作成され、学術誌にも投稿されている。

(2) 社会実装（実用化）

プロジェクトが開催した研究成果発表会は一般にも公開されたこと、PTT 及びいすゞタイグループの協力の下実施されている実車試験はマスコミに取り上げられたことから、本プロジェクトは外部からの注目を集めており、外部機関とのネットワークも広がっている。

高品質 BDF 製造技術の実用化については、エネルギー省、日・タイ産業界等との協議が開始されている。エネルギー省は、B10⁶等の本プロジェクトにて開発された技術に興味をもち始めている。また、タイ及び周辺国におけるジャトロファ供給可能性につき調査を実施した。これらの協議及び調査を通じて、社会実装に向けた課題が明らかになりつつある。

ジャトロファからの高品質 BDF 製造技術が他原料へ適用できることは既に判明している。TIRTR の C/P 研究者からは、ジャトロファ以外の原料を用いて BDF 製造パイロットプラントを運転し参考データを取得する着想が述べられている。

4-5 持続性

4-5-1 政策及びその他の支援

AEDP は、再生エネルギーの活用、効率的な再生エネルギー技術の研究・開発の促進を掲げていることから、基本的には同分野に対するタイ政府からの支援は大いに見込める。しかしながら、プロジェクト関連研究活動の継続及びプロジェクトで開発された技術の実用化に対して、具体的支援（政策への反映、財政的支援等）がなされるか否かは、これらの技術に対する政府の関心次第である。よって、今後もタイ政府、特にエネルギー省との継続的な対話が必要である。

本プロジェクトが開発した技術の実用化に向けその持続性を確保するためには、政策支援に

⁶ BDF 10%、軽油 90%の混合油。

加え、民間産業部門からの支援が不可欠である。プロジェクトは既に民間産業部門との協議を始めており、具体的支援も得ている（高品質 BDF の実車試験等）。このような民間産業部門との協力関係を今後も維持するための努力が必要である。

4-5-2 財政面

バイオ燃料製造に係る研究開発は NSTDA 及び TISTR の優先分野であることから、プロジェクト関連研究活動の継続のため、TISTR 自己資金及び NSTDA CPMO「環境・エネルギークラスター」からある程度の研究予算が割り当てられることが大いに見込める。ただし、研究予算のレベルは政策に影響を受ける。

4-5-3 組織面

プロジェクト活動を通じて、C/P の研究能力及びプロジェクト運営能力は十分なレベルにまで向上している。また、C/P の大部分がプロジェクト終了まで及び終了後も定着する可能性は高い。よって、プロジェクト関連研究活動を C/P 機関自身で継続できることが見込める。その場合も、日本側との研究連携関係が維持されることが C/P 側から望まれている。

4-6 結論

プロジェクト目標達成のために、「ジャトロファオイルからの安全で高品質な BDF の製造技術の構築」（研究成果 1）と「ジャトロファ残渣のバイオオイル精製技術及び高品位輸送燃料化技術の構築」（研究成果 2）の 2 つの研究成果が設定されている。本プロジェクトは順調に進捗しており、研究成果 1 については中間時点において十分なレベルの成果をもたらしている。なお、プロジェクトが、部分水素化による改質等の新技術を適用し高品質 BDF 製造を実現し、実車試験までつなげたことは特筆すべきことである。

一方、TISTR 設置の急速熱分解炉での実験が開始され、2013 年中には十分な量のバイオオイルがジャトロファ残渣から製造される予定であることから、研究成果 2 に係る研究活動が加速することが見込まれる。よって、プロジェクト目標はプロジェクト終了時までに達成される見込みであることが合同調査団により確認された。

また、プロジェクト上位目標の達成見込み及び持続性については、プロジェクトが開発した技術にタイ政府が関心をもち、実用化に向けての関連研究活動への支援を行うか否かに影響されることが、確認された。

第5章 提言

レビュー調査結果を踏まえ、順調なプロジェクト実施の継続、持続性を確保するために、以下の点を、調査団からプロジェクトチームに提言した。

(1) PDM の改訂

レビュー調査結果を踏まえ、調査団は現行の PDM（2009 年 9 月 11 日）を以下のとおり変更することを提案した。

現行 PDM	改訂提案	改訂理由
<p><u>プロジェクト目標指標</u> 2. The quality of biofuels from Jatropha residues produced by the Project satisfies the quality standards of petroleum gasoline and diesel oil (sulfur contents < 10ppm, oxygen < 0.1wt%) at laboratory level.</p>	<p><u>プロジェクト目標指標</u> 2. The quality of biofuels from Jatropha residues produced <u>and upgraded</u> by the Project satisfies the quality standards of petroleum gasoline and diesel oil (sulfur contents < 10ppm, oxygen < 0.1wt%) at laboratory level. <和訳> 2. 研究で適用された技術によりジャトロファ残渣から製造・改質されたバイオ燃料の品質が石油系ガソリンや軽油品質（硫黄分 10ppm 未満、酸素分 0.1 質量%未満）をクリアする。</p>	<p>プロジェクト目標指標 2 の達成のための活動は、ジャトロファ残渣由来のバイオ燃料の製造後にその改質を行うことであることから、製造だけでなく、改質という表現も追加した。</p>
<p><u>成果指標 4</u> 4. By 2013, CO₂ emission in the processes of high quality BDF production proposed by the Project is clarified by the Life Cycle Assessment (LCA).</p>	<p><u>成果指標 4</u> 4. <u>By 2014</u>, CO₂ emission in the processes of high quality BDF production proposed by the Project is clarified by the Life Cycle Assessment (LCA). <和訳> 4. <u>2014 年までに</u>、プロジェクトで提案された高品質 BDF 製造プロセスの CO₂ 排出量が LCA によって算出される。</p>	<p>活動の進捗をかんがみ、ターゲット年を延期した。</p>
<p><u>成果指標 5</u> 5. By 2013, 5% BDF-blended diesel produced in the process of the Project meets the following regulation of FAME blended diesel fuel in Japan (except for the sulfur content) : -FAME content < 5 mass % -Triglyceride content < 0.01 mass % -Methanol content < 0.01 mass % -Total Acid Number (TAN) < 0.13mgKOH/g</p>	<p><u>成果指標 5</u> 5. <u>By 2013, automobile fuel compatibility of BDF blended with diesel oil is proved by material compatibility evaluation and engine combustion performance evaluation.</u> <和訳> 5. <u>2013 年までに、材料適合性評価、エンジン燃焼特性評価により、BDF 混合軽油の自動車燃料適合性が実証される。</u></p>	<p>現行 PDM では、自動車燃料適合性の対象となる燃料の質が指標となっている。実証の実現を示す指標に変更した。</p>

<p>-Sum of organic acids (formic, acetic and propionic acids) < 0.003 mass % -Increment of Total Acid Number (Oxidation Stability) < 0.12mgKOH/g</p>		
<p><u>成果指標 7.1</u> 7.1 By 2012, technologies for bio-oil separation and stabilization which separate solid sediment and water-soluble fractions in bio-oil and selectively recover water-insoluble fractions for further upgrading to transportation fuel, is developed.</p>	<p><u>成果指標 7.1</u> 7.1 <u>By 2013</u>, technologies for bio-oil separation and stabilization which separate solid sediment and water-soluble fractions in bio-oil and selectively recover water-insoluble fractions for further upgrading to transportation fuel, is developed. <和訳> 7.1 <u>2013年</u>までに、生成バイオオイル中の固体微小粒子や水溶性分を分離し、輸送燃料原料となる非水溶性燃料を選択的に分離するバイオオイル分離・安定化技術が構築される。</p>	<p>活動の進捗をかんがみ、ターゲット年を延期した。</p>
<p><u>成果指標 7.2</u> 7.2 By 2014, a prototyped separator/ stabilizer of bio-oil in a pilot-scale is developed.</p>	<p><u>成果指標 7.2</u> 7.2 By 2014, a prototyped <u>separator cum stabilizer</u> of bio-oil in a pilot-scale is developed. <和訳> 7.2 2014年までに、プロトタイプ型の<u>分離・安定化処理装置</u>が開発される。</p>	<p>開発・設置されるのは、1つの装置（分離・安定化装置）であるため、実態に沿った形に変更する。</p>
<p><u>成果指標 10</u> 10. By 2013, CO₂ emission in the processes of biomass residues pyrolysis to bio-oils and following upgrading of bio-oils to transportation fuels is clarified by the Life Cycle Assessment (LCA).</p>	<p><u>成果指標 10</u> 10. <u>By 2014</u>, CO₂ emission in the processes of biomass residues pyrolysis to bio-oils and following upgrading of bio-oils to transportation fuels is clarified by the Life Cycle Assessment (LCA). <和訳> 10. <u>2014年</u>までに、ジャトロファ残渣の熱分解によるバイオオイル製造及び輸送燃料向け改質のプロセスにおける CO₂ 排出量が LCA によって算出される。</p>	<p>残渣由来のバイオオイル製造は今後の活動であることから、その製造工程が決定し、インベントリーデータが揃うことで、LCA が行えることから、ターゲットを現実的に延期した。</p>
<p><u>成果指標 11</u> 11. By 2014, biofuels derived from Jatropha residues, including biofuels derived from co-processing hydrodeoxygenated bio-oil with petroleum, meets the quality standard of petroleum gasoline and diesel oil. (sulfur content < 10ppm, oxygen content < 0.1wt% for neat processing; and sulfur content < 10-50ppm, oxygen content</p>	<p><u>成果指標 11</u> 11. <u>By 2014</u>, <u>automobile fuel compatibility of biofuels derived from Jatropha residues (including bio-oil blended with petroleum) is proved by material compatibility evaluation and engine combustion performance evaluation.</u> <和訳> 11. <u>2014年</u>までに、<u>材料適合性評価、エンジン燃焼特性評価により、ジャトロファ残渣由来のバイオ燃料（石油混合油を含む）の自動車燃料適合性が実証される。</u></p>	<p>現行 PDM では、自動車燃料適合性の対象となる燃料の質が指標となっている。実証の実現を示す指標に変更した。</p>

<p>< 0.1wt% of for co-processing)</p>		
<p><u>Task 5</u> 人材育成・技術移転、BDF 製造技術の実用化に係る記載はなし。</p>	<p>成果 <u>(For human resources development/technology transfer, practical application of BDF production technologies)</u> <u>【Task 5】</u> <u>12. Researchers involved with biofuels production and utilization are nurtured.</u> <u>13. Preparations for practical application of BDF production technologies are done.</u> < 和訳 > <u>(人材育成・技術移転、BDF 製造技術の実用化)</u> <u>【Task 5】</u> <u>12. バイオ燃料製造及び利用に係る研究者が育成される。</u> <u>13. BDF 製造技術の実用化に向けての準備が整う。</u></p>	<p>現行 PDM では、人材育成・技術移転、BDF 製造技術の実用化に係る活動及び成果は含まれていないが、同活動は Task 5 として実施されている。</p>
	<p>成果指標 <u>12. Number of research papers and presentations at academic conferences is increased.</u> <u>13.1 Issues (e.g. raw materials, technical/economic/environmental aspects, etc.) and future directions relating to practical application of BDF production technologies are clarified.</u> <u>13.2 Actions for practical application of BDF production technologies are taken (e.g. strengthening collaboration with primary industries, business enterprises, neighboring countries).</u> < 和訳 > <u>12. カウンターパート機関の研究者の学会発表、論文等の事績が増加する。</u> <u>13.1 BDF 製造技術の実用化に向けた課題（出発原料、技術・経済性・環境負荷等）、今後の方向性が明らかにされる。</u> <u>13.2 BDF 製造技術の実用化に向けてのアクション（一次産業・企業さらには周辺諸国との連携強化等）が取られる。</u></p>	<p>同上</p>
	<p>入手手段 <u>- Above-mentioned reports</u> <u>- Research papers, and presentations at academic conferences</u> <u>- Clarified issues and future directions/approaches</u> <u>- Actions for practical application of BDF</u></p>	<p>同上</p>

	<p><u>production technologies</u></p> <p><和訳></p> <p>- 上記報告書</p> <p>- 論文、学会発表実績</p> <p>- 実用化に向けた課題及び今後のアプローチ案</p> <p>- 実用化に向けてのアクション実績</p>	
<p><u>活動 2.1</u></p> <p>2.2 To design and develop pilot-scale standardized BDF production process.</p>	<p><u>活動 2.1</u></p> <p>2.2 To design and develop pilot-scale standardized BDF production process, <u>including the use of local available feedstock.</u></p> <p><和訳></p> <p>2.1 パイロットスケールでの標準化された高品質 BDF 製造プラント化技術の設計・開発を行う(ジャトロファに加えて他の入手可能な原料を用いる)。</p>	<p>高品質 BDF 製造技術の他原料への適用を確認したい旨の要望が C/P 研究者側からあり、日本人専門家も同意したことから、同活動を追加した。</p>
<p><u>活動 2.2</u></p> <p>2.2 To produce BDF for engine tests.</p>	<p><u>活動 2.2</u></p> <p>2.2 To produce BDF for engine <u>and on-road tests.</u></p> <p><和訳></p> <p>2.2 エンジンテスト・<u>実車試験用 BDF</u> を製造する。</p>	<p>当初計画には含まれていなかった実車試験が実施されている。</p>
<p><u>活動 3.4</u></p> <p>3.4 To conduct detailed analysis of BDF and bio-oils.</p>	<p><u>3.4 To develop detailed analytical methods of BDF.</u></p> <p><u>8.3 To develop detailed analytical methods of bio-oils.</u></p> <p><和訳></p> <p><u>3.4 BDF の詳細分析技術を開発する。</u></p> <p><u>8.3 バイオオイルの詳細分析技術を開発する。</u></p>	<p>BDF の詳細分析技術は Task 1 に関連するものであり、バイオオイルの詳細分析技術は Task 3 に関連するものであることから、現行 PDM での活動 3.4 の記載を 2 つに分けた。</p>
<p><u>活動 10.1</u></p> <p>10.1 To conduct Life Cycle Assessment on biofuels production via. Pyrolysis-hydrotreating process.</p>	<p><u>活動 10.1</u></p> <p>10.1 To conduct Life Cycle Assessment on biofuels production via. <u>Pyrolysis-hydrotreating and upgrading process.</u></p> <p><和訳></p> <p>10.1 急速熱分解・酸化安定化プロセスによるバイオ燃料製造・<u>改質</u>に関する LCA を行う。</p>	<p>上記プロジェクト目標 2 修正と同様の理由により、改質を追加した。</p>
<p><u>活動 5</u></p>	<p><u>活動 5</u></p> <p><u>5.5 To conduct on-road tests of the BDF.</u></p> <p><和訳></p> <p><u>5.5 高品質 BDF の実車走行試験を行う。</u></p>	<p>当初計画には含まれていなかった実車試験が実施されている。</p>
<p><u>活動 11.3</u></p> <p>11.3 To evaluate engine performance of the biofuels.</p>	<p>削除</p>	<p>これらの活動は、ジャトロファ残渣由来のバイオ燃料の製造工程が決定し、成分組成、混合比率が解明されるこ</p>

		とが前提である。本中間レビュー時に関係者で協議したところ、これらの前提条件がクリアした後活動を開始し成果を実現することは困難であることから、削除する結論となった。
活動 11.4 11.4 To simulate combustion behavior of the biofuels.	削除	同上
<u>Task 5</u> 人材育成・技術移転、BDF製造技術の実用化に係る記載はなし。	<u>【Task 5】 Human resources development/technology transfer, and practical application of BDF production technologies</u> <u>12.1 To conduct technical services, training courses and seminars for researchers of counterpart organizations.</u> <u>13.1 To examine strategies for practical application of BDF production technologies.</u> <u>13.2 To exchange information and discuss for strengthening collaborations among concerned parties (e.g. primary industries, business enterprises, universities, government, neighboring countries, etc.) for practical application of BDF production technologies.</u> <和訳> <u>【Task 5】 人材育成・技術移転及び BDF 製造技術の実用化</u> <u>12.1 カウンターパート機関研究者に対する、技術指導、研修、セミナー等を実施する。</u> <u>13.1 BDF 製造技術の実用化に向けた戦略を検討する。</u> <u>13.2 BDF 製造技術の実用化に向けて関連機関（一次産業・周辺諸国を含む産業界・大学・国）との情報交換・協議を行い、連携強化を図る。</u>	現行 PDM では、人材育成・技術移転、BDF製造技術の実用化に係る活動及び成果は含まれていないが、同活動は Task 5 として実施されている。
	<u>Preconditions</u> <u>Necessary budgets for examining practical application of BDF production technologies are ensured both in Thai and Japanese sides.</u> <和訳> 前提条件 <u>実用化に向けた検討促進のための予算措置が、日本・タイ側でなされる。</u>	同上

上記提案は、2012年12月4日に開催された第3回JCCにて承認された。改訂PDMについては、付属資料1. Joint Mid-term Review Report Annex-5 及び付属資料3. 改訂PDM（和文、仮訳）を参照。

(2) プロジェクト実施・モニタリング体制の更なる改善

本プロジェクトの実施・モニタリング体制は十分に機能しているといえる。実施・モニタリング体制の更なる改善のため、各研究タスクグループの活動進捗・課題・今後の活動スケジュールをタイムリーに共有・管理できるような仕組み（SC 会議の開催頻度の増加等）を導入することを検討すべきである。

PDM を認識し、その内容について理解している C/P 及び日本人専門家は限られていた。本中間レビューで提言した PDM 改訂を機に、改訂 PDM を C/P 及び日本人専門家の間で適切に共有すべきである。

(3) 不測の状況への対応に係る事前協議

科学技術協力プロジェクトは通常新たな技術分野を対象とするため、不測の状況がしばしば生じる。本プロジェクトにおいては、供与機材でその運転開始前に部品交換等が必要なケースが生じた。また、ジャトロファ原油の入手には予想以上の時間と費用を要した。プロジェクト実施における中断または遅延を避けるためにも、タイ・日本国側双方のプロジェクト関係者は、このような不測の状況に対応するための予算の確保方法につき、事前に十分に協議することが求められる。

(4) プロジェクトにより開発された技術の実用化

プロジェクト上位目標（本プロジェクトによるバイオ燃料製造技術の普及）の達成見込み及びプロジェクト持続性は、タイ政府、タイ・日本の民間産業部門等の本プロジェクトにより開発された技術への関心、その支援により、影響される。また、原料としてのジャトロファの入手可能性にも左右される。

既述したように、本プロジェクトによる技術の実用化に向け、これらの外部関係者との協議は開始されている。日本人専門家及びタイ C/P は、これら外部関係者の興味を促進し、その支援を得るためのアクションを継続することが求められる。また、ジャトロファ入手可能性はプロジェクトの方向性に影響するため、タイ及び周辺国におけるジャトロファの供給ポテンシャル及び関連要因の状況につき今後もフォローアップが必要である。

付 属 資 料

1. 協議議事録 (M/M) (Joint Mid-term Review Report を含む)
2. 評価グリッド
3. 改訂 PDM (和文、仮訳)

The Joint Mid-Term Review Report
on
Japanese Technical Cooperation (SATREPS) for
Innovation on Production and Automotive Utilization of Biofuels
from Non-Food Biomass
in the Kingdom of Thailand

Bangkok, Thailand
4 December 2012

小島 元

Mr. Gen Kojima
Leader
Japanese Mid-term Review Team
Advisor
Industrial Development and Public Policy
Department
Japan International Cooperation Agency

Paritud Bhandhubanyong

Dr. Paritud Bhandhubanyong
Leader
Thai Mid-term Review Team
Project Director
National Science and Technology Development
Agency (NSTDA)

TABLE OF CONTENTS

ABBREVIATIONS	1
1. OUTLINE OF THE MID-TERM REVIEW	2
1-1. BACKGROUND OF THE REVIEW	2
1-2. OBJECTIVES OF THE REVIEW	2
1-3. METHODS OF THE REVIEW.....	2
1-4. MEMBERS OF THE JOINT REVIEW TEAM.....	3
1-5. SCHEDULE OF THE REVIEW	3
1-6. LIST OF PERSONNEL VISITED BY THE REVIEW TEAM.....	4
2. OUTLINE OF THE PROJECT	6
2-1. BACKGROUND OF THE PROJECT.....	6
2-2. SUMMARY OF THE PROJECT.....	6
3. ACHIEVEMENTS OF THE PROJECT	8
3-1. ACHIEVEMENT OF INPUTS	8
3-2. ACHIEVEMENT OF ACTIVITIES.....	8
3-3. ACHIEVEMENT OF OUTPUTS	11
3-4. ACHIEVEMENT OF PROJECT PURPOSE.....	13
4. PROJECT IMPLEMENTATION PROCESS	14
4-1. PROJECT IMPLEMENTATION AND MONITORING SYSTEM	14
4-2. COMMUNICATION AND INFORMATION SHARING.....	14
4-3. OWNERSHIP OF THE THAI SIDE.....	15
4-4. TECHNOLOGY TRANSFER.....	15
5. RESULTS OF THE EVALUATION	16
5-1. RELEVANCE.....	16
5-2. EFFECTIVENESS	17
5-3. EFFICIENCY	17
5-4. IMPACT	19
5-5. SUSTAINABILITY.....	20
5-6. CONCLUSIONS.....	20
6. RECOMMENDATIONS	22

Annexes

Annex-1: Evaluation Grid

Annex-2: PDM (original, September 2009)

Annex-3: Inputs for the Project (Japanese side)

Annex-4: Inputs for the Project (Thai side)

Annex-5: Proposed Revised PDM

Annex-6: Proposed Revised Plan of Operation (PO)

Abbreviations

AEDP	Alternative Energy Development Plan
AIST	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
BDF	Biodiesel Fuel
C/P	Counterpart
CPMO	Cluster Project Management Office
DEDE	Department of Alternative Energy Development and Efficiency, Ministry of Energy
EAS	East Asia Summit
ERIA	Economic Research Institute for ASEAN and East Asia
FAME	Fatty Acid Methyl Ester
GoJ	Government of Japan
GoT	Government of the Kingdom of Thailand
JCC	Joint Coordinating Committee
JFY	Japanese Fiscal Year
JPY	Japanese Yen
JICA	Japan International Cooperation Agency
JST	Japan Science and Technology Agency
KMUTNB	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
LCA	Life Cycle Assessment
MTEC	National Metal and Materials Technology Center
MOST	Ministry of Science and Technology
M/M	Minutes of Meeting
NSTDA	National Science and Technology Development Agency
ODA	Official Development Assistance
PDM	Project Design Matrix
PO	Plan of Operation
R/D	Record of Discussion
SATREPS	Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development
THB	Thai Baht
TISTR	Thailand Institute of Science and Technological Research
WU	Waseda University

1. OUTLINE OF THE MID-TERM REVIEW

1-1. Background of the Review

The Project on “Innovation on Production and Automotive Utilization of Biofuels from Non-Food Biomass” (hereinafter referred to as “the Project”) in accordance with the Agreement on Technical Cooperation between the Government of Japan (GoJ) and the Government of the Kingdom of Thailand (GoT) was launched in May 2010. Since the Project has reached the halfway point, Japan International Cooperation Agency (JICA) has determined to conduct a mid-term review study for the purpose of reviewing the achievements of activities of the Project, evaluating them, and suggesting directions for latter half period of the Project.

1-2. Objectives of the Review

The objectives of the Mid-term Review are:

- (1) To identify the extent of achievement of the project purpose and outputs based on the R/D, the PDM, and the PO;
- (2) To identify the positive issues and negative issues, if any, for project implementation;
- (3) To evaluate the Project in terms of the five criteria (relevance, effectiveness, efficiency, impact and sustainability); and
- (4) To make recommendations on necessary measures for improvement of the Project.

1-3. Methods of the Review

The Mid-term Review is conducted:

- (1) jointly by Thai and Japanese review teams (hereafter referred to as “the Joint Review Team”);
- (2) by collecting data and information through;
 - i) examining the reports and documents prepared by the Project.
 - ii) interviewing Japanese experts/researchers, Thai counterparts (C/Ps), and authorities concerned.
 - iii) observing the Project sites.
- (3) by assessing the degree of achievement of the Project; and
- (4) by analyzing the overall achievement based on the five evaluation criteria listed below
 - i) Relevance: It measures the extent to which the Project is consistent with the priorities and policies of the target group, GoT and GoJ.
 - ii) Effectiveness: It concerns the extent to which the Project purpose has been achieved, in relation to the outputs produced by the Project.
 - iii) Efficiency: It measures the outputs in relation to the inputs, in terms of timing, quality and quantity.
 - iv) Impact: It refers to direct and indirect, positive and negative impacts caused by implementing the Project.
 - v) Sustainability: This is to question whether the Project effects will be sustained after the Project, focusing on institutional, financial and technical aspects.

Please see attached Evaluation Grid (Annex-1) for reference.

1-4. Members of the Joint Review Team

(1) Japanese team

Mr. Gen Kojima	Leader Advisor, Industrial Development and Public Policy Department Japan International Cooperation Agency (JICA)
Ms. Junko Saikawa	Evaluation Analysis Consultant, KRI International Corporation
Prof. Dr. Makie Kokubun	SATREPS Planning and Evaluation Tohoku University Program Officer, Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development (SATREPS)
Ms. Chihiro Inoue	SATREPS Planning and Evaluation Unit Chief, Research Partnership for Sustainable Development Division Japan Science and Technology Agency (JST)

(2) Thai team

Dr. Paritud Bhandhubanyong	Leader Project Director National Science and Technology Development Agency (NSTDA)
Ms. Peesamai Jenvanitpanjakul	Member Senior Research Supervisor, NSTDA
Assoc. Prof. Siriluck Nivitchanyong	Member Project Manager, NSTDA
Dr. Sutiporn Chewasatn	Member Deputy Project Manager Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR)
Dr. Surin Laosooksathit	Member Deputy Project Manager King Mongkut's University of Technology North Bangkok (KMUTNB)

1-5. Schedule of the Review

The Mid-Term Review was conducted from 21 November to 4 December 2012 for carrying out the following activities:

<i>Date</i>		<i>Activities</i>
21 st Nov.	Wed	Arrive at Bangkok. Meet with JICA Thai Office and JICA experts/researchers.
22 nd	Thu	Interview with Deputy Project Manager (Dr. Sutiporn Chewasatn) Interview with C/Ps of TISTR. Visit to pilot plant and laboratory at TISTR.
23 rd	Fri	Interview with Project Director (Dr. Paritud Bhandhubanyong) Interview with C/Ps of MTEC/NSTDA. Visit to laboratory at MTEC.
24 th	Sat	Information compilation and preparation of the report.
25 th	Sun	Information compilation and preparation of the report.
26 th	Mon	Interview with C/Ps of KMUTNB. Visit to laboratory at KMUTNB.
27 th	Tue	Interview with Senior Research Supervisor (Ms. Peesamai Jenvanitpanjakul) and Project Manager (Assoc. Prof. Siriluck Nivitchanyong) Interview with C/Ps of MTEC.
28 th	Wed	Interview with DEDE. Internal meeting.

29 th	Thu	Courtesy Call to NSTDA President (Dr. Thaweesak Koanantakool). Courtesy Call to TISTR Governor (Mr. Yongvut Saovapruk). Visit to pilot plant and laboratory at TISTR. Visit to laboratory at MTEC. Visit Isuzu Technical Center laboratory to observe on-road test vehicle.
30 th	Fri	Joint Review Meeting Courtesy Call to KMUTNB Vice President (Dr. Chnasak Baitiang). Visit to laboratory at KMUTNB.
1 st Dec.	Sat	Preparation of the report.
2 nd	Sun	Internal meeting.
3 rd	Mon	Joint Review Meeting.
4 th	Tue	JCC Meeting Leave for Japan

1-6. List of Personnel Visited by the Joint Review Team

<NSTDA>

Dr. Thaweesak Koanantakool	President
Dr. Paritud Bhandhubanyong	Project Director
Ms. Peesamai Jenvanitpanjakul	Senior Research Supervisor

<MTEC/NSTDA>

Mr. Weresak Udomkichdecha	Executive Director
Assoc. Prof.	Project Manager
Siriluck Nivitchanyong	Deputy Executive Director in Research and Development
Dr. Nuwong Chollacoop	Research Leader
	Bioenergy Lab.
Dr. Sumittra Charojrochkul	Electrochemical Materials and System Lab.
Dr. Sittha Sukkasi	Materials Technology for Hazardous Substances Free Products Lab.
Ms. Parncheewa Udomsap	Bioenergy Lab.
Dr. Peerawat Saisirirat	Bioenergy Lab.
Mr. Teerapong Baitiang	Bioenergy Lab.
Mr. Kiatkong Suwannakij	Bioenergy Lab.
Ms. Vituruch Goodwin	Bioenergy Lab.
Dr. Boonyawan Yoosuk	Bioenergy Lab.
Ms. Buppa Shomchoam *	Bioenergy Lab.
Dr. Manida Tongroon *	Bioenergy Lab.
Ms. Thitimaporn Duangmanee	Bioenergy Lab.
Dr. Yatika Somrang	Bioenergy Lab.
Mr. Chalut Teeratitayangoon	Bioenergy Lab.
Ms. Jiraporn Boonpo	Bioenergy Lab.
Dr. Duangduen Atong	Applied Ceramics Lab.
Dr. Viboon Sricharoenchaikul	Applied Ceramics Lab.
Ms. Supawan Vichaphund	Ceramics Processing Lab.
Dr. Jitti Mungkalasiri	LCA Lab.
Ms. Wanwisa Thanungkano	LCA Lab.

*Interview in Japan.

<TISTR>

Mr. Yongvut Saovapruk	Governor
Dr. Sutiporn Chewasatn	Deputy Project Manager
Ms. Chanchira Sinoulchan	Acting Director, International Relations Division
Dr. Siriporn Larpkiattaworn	Research Leader
	Materials Innovation Dept.

Ms. Phanthinee Somwongsa	Materials Innovation Dept.
Ms. Laksana Kreethawate	Materials Innovation Dept.
Dr. Nittaya Keawprak	Materials Innovation Dept.
Dr. Wasana Khongwong *	Materials Innovation Dept.
Ms. Supralee Lao-Ubol *	Materials Innovation Dept.
Dr. Chanakan Asasutjarit	Energy Technology Dept.
Ms. Thanita Sonthisawate	Energy Technology Dept.
Ms. Lalita Attanatho	Energy Technology Dept.
Miss Chiraphat Kumpidet	Energy Technology Dept.
Mr. Nattawee Teeranant *	Energy Technology Dept.
Dr. Thanee Utistham	Energy Technology Dept.
Dr. Wirachai Soontornrangson	Energy Technology Dept.
Mrs. Rommanee Wungdeethum	Energy Technology Dept.
Mr. Sophon Phromsuwan	Energy Technology Dept.
Mr. Apichat Junsod	Energy Technology Dept.

*Interview in Japan.

<KMUTNB >

Assoc. Prof. Dr. Chanasak Baitiang	Vice President, for Academic Affairs
Dr. Surin Laosooksathit	Deputy Project Manager
	Dean, Faculty of Applied Science
Dr. Sirisart Ouajai	Head, Department of Industrial Chemistry
Dr. Kraipat Cheekachorn	Head, Chemical Engineering Department
Dr. Sabaithip Tungkamani	Research Leader
	Industrial Chemistry and RCC group
Dr. Phavaneer Narataruksa	Industrial Chemistry and RCC group
Dr. Tanakorn Ratana	Industrial Chemistry and RCC group
Dr. Samittichai Seeyangnok	Industrial Chemistry and RCC group
Dr. Chaiwat Yoonoo	Industrial Chemistry and RCC group
Dr. Rungsima Yeetsorn	Industrial Chemistry and RCC group

<DEDE >

Dr. Prasert Sinsukprasert	Director, Planning Division
Ms. Munlika Sompranon	Plan and Policy Analyst Professional Level, Planning Division
Ms. Vinuchada Talangsri	Plan and Policy Analyst Professional Level, Planning Division
Ms. Charoensri Huadmai	Consultant, DEDE
Ms. Chidchanok Choompalee	Foreign Relations Officer
Ms. Sutharee Kiatman	Engineer, Practitioner Level
Ms. Chanettee Sikhom	Scientist, Practitioner Level

<JICA Thai Office>

Mr. Tomoyuki Kawabata	Senior Representative
Mr. Fumiya Misaka	Representative

<Japanese Experts/Researchers>

Dr. Yuji Yoshimura	Project Leader
	Prime Senior Researcher
	Advanced Industrial Science and Technology (AIST)
Dr. Akio Nishijima	Project Expert
	Professor
	Environmental Research Institute, Waseda University
Mr. Yoshiaki Miura	JICA Project Coordinator

2. OUTLINE OF THE PROJECT

2-1. Background of the Project

Research on alternative energy has a long history in the Kingdom of Thailand. Development of bioethanol and biodiesel have been addressed as parts of the Royal Projects since around 1970 and energy generated from food biomass such as oil palm are currently the mainstream. On the other hand, it is preferable to avoid utilizing food biomass for generating fuels; thus, examination on this method is required. Due to this background, there have been growing needs for clarification of development mechanism of non-food biofuels and standardization of tests on these biofuels in Thailand. Although *Jatropha* oils and surplus agriculture residues are listed as promising options for feedstock for production of non-food biofuels, *Jatropha* contain toxic materials such as phorbol ester, so their detoxification is needed for utilization as biofuels. Development of fundamental technologies for upgrading biofuels as automotive utilization is essential and technical problems are required to be overcome.

Considering these situations, the Government of the Kingdom of Thailand (GoT) requested support of the Government of Japan (GoJ) under the form of scientific technical cooperation with aiming to innovate biofuels from non-food biomass. In response to this request, detailed planning survey was conducted in September 2009 and the record of discussion (R/D) on technical cooperation project “Innovation on Production and Automotive Utilization of Biofuels from Non-Food Biomass” with the period from May 2010 to March 2015 was signed in February 2010. The Project has been implemented by National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) and Waseda University (WU) together with Thai counterparts of National Metal and Materials Technology Center (MTEC), one of the four national centers under National Science and Technology Development Agency (NSTDA), Thailand Institute of Science and Technological Research (TISTR), and King Mongkut’s University of Technology North Bangkok (KMUTNB).

2-2. Summary of the Project

The Project design is stipulated as follows:

(1) Overall Goal

The improved technologies for biofuels from non-food biomass by the Project are disseminated in Thailand.

(2) Project Purpose

Fundamental technologies to produce biofuels from non-food biomass for automotive utilization are developed.

(3) Outputs

(For Research Achievement 1)

[Task 1]

- 1) Detoxification conversion technology for production of non-toxic BDF is developed.
- 2) Standardized production technology of high-quality BDF in a pilot-scale is developed.
- 3) Catalyst utilization technology for upgrading *Jatropha* BDF is developed.

- 4) CO₂ reduction effect of high quality BDF from Jatropha oil is clarified by the Life Cycle Assessment (LCA).

[Task 4]

- 5) Automobile fuel compatibility of high quality BDF produced by the Project is proven.

(For Research Achievement 2)

[Task 2]

- 6) Production technology of bio-oil from Jatropha residues by thermal/ catalytic conversion is developed.
- 7) Separation and stabilization technologies of bio-oil are developed.

[Task 3]

- 8) Deoxygenation and catalytic hydrotreating technologies for upgrading of bio-oils to the quality of petroleum gasoline and diesel oil are developed.
- 9) Co-processing technology of deoxygenated bio-oils and conventional petroleum, which can be utilized at a conventional petroleum refinery, is developed.
- 10) CO₂ reduction effect for using Jatropha derived oils as transportation fuels is clarified by the Life Cycle Assessment (LCA).

[Task 4]

- 11) Automobile fuel compatibility of bio-oils from Jatropha residues, including bio-oils upgraded with conventional petroleum, is proven.

See Annex-2 for the Project Design Matrix (PDM) which was agreed on 11th September 2009, which includes more detailed description such as project activities and indicators.

3. ACHIEVEMENTS OF THE PROJECT

3-1. Achievement of Inputs

Please see Annex-3 and Annex-4.

3-1-1. Japanese Side

(1) Dispatch of Experts

Fifteen short-term experts/researchers and one long-term expert (Project Coordinator) were dispatched. Total assigned days by middle of November 2012 are 328 days for the former and 866 days for the latter.

(2) Counterpart (C/P) Training in Japan

Twenty-one persons in total (twice for two persons) were trained in Japan.

(3) Provision of Equipment

The equipments listed in the Annex-3 (3) were provided by Japanese side. They are basically in good condition and sufficiently utilized for the Project activities¹.

(4) Local Cost Expenditure

1.718 million THB for JFY2010 (2010.7-2011.3), 1.053 million THB for JFY2011 (2011.4-2012.3), and 0.575 million THB for JFY2012 (2012.4-2012.9) have been spent for the Project activities.

3-1-2. Thai Side

(1) Assignment of Counterpart (C/P) Personnel

Eighty-nine persons from NSTDA (2), MTEC/NSTDA (40), TISTR (34), and KMUTNB (13) have been assigned as C/P personnel for the Project.

(2) Facilities and Equipment

Working space or rooms for Japanese experts as well as laboratories for the Project are offered at all C/P organizations. The workshop for BDF pilot plant and pyrolyzers was set at TISTR. The equipments listed in the Annex-4 (2) were prepared by Thai side. They are utilized for the Project activities.

(3) Local Cost Expenditure

4.065 million THB for Year 2010 (2010.5-2011.3), 4.827 million THB for Year 2011 (2011.4-2012.3), and 8.137 million THB for Year 2012 (2012.4-2012.9) have been spent for the Project activities.

3-2. Achievement of Activities

The Project has undertaken many activities under 4 Tasks as follows:

- 1) Task 1: Production of high quality BDF from Jatropha oil.
- 2) Task 2: Production and upgrading of bio-oil from Jatropha residues.
- 3) Task 3: Upgrading Bio-oils and Life Cycle Assessment.

¹ Fluidized Bed Pyrolyzer installed at TISTR in Sep. 2012 is required for some modification before start of operation. Degumming Equipment installed at TISTR in Jul. 2012 is also required for optimal operation adjustment.

- 4) Task 4: Evaluation of automobile fuel compatibilities of high quality BDF and biofuels from Jatropha residues

Planned activities and those which have been undertaken are summarized as follows.

3-2-1. Activities under Task1

Activities in PDM	Status of Activities	Accomplish-ment
1.1 To research and develop detoxification technology for BDF production.	<ul style="list-style-type: none"> - Most of phorbol ester is transitioned to glycerine in BDF production process. It was verified that the remaining phorbol ester was vanished after partial hydrogenation. - Methods for phorbol ester and toxicological assessment were developed. 	60-80% will be completed by March 2013.
2.1 To design and develop pilot-scale standardized BDF production process.	<ul style="list-style-type: none"> - A high quality BDF production plant with treatments of detoxification, partial hydrogenation and demineralization was installed at TISTR in Jan. 2011. - After test operations in Feb. and March 2011, the plant was handed over to Thai side in May 2011. - Degumming unit was installed in July 2012. - Optimization of the pilot plant operation will be continued. 	80-100% will be continued till March 2015.
2.2 To produce BDF for engine tests.	<ul style="list-style-type: none"> - The plant has been operated since July 2011. - After repair of damages by flooding, operation of the plant was resumed to provide BDF to AIST, WU, and MTEC for engine and on-road tests. 	80-100% will be continued till March 2015.
3.1 To identify heterogeneous catalysts for transesterification.	<ul style="list-style-type: none"> - New catalysts such as Fe/SiO₂, Ti-SBA15, ZnO/Zeolite, ZnO/Al₂O₃ etc. which have more severe reaction conditions but lower possibilities of leakage than basic catalysts (CaO, MgO, etc.) were identified. - Research activities for identifying next-generation catalysts with high-performance will be continued. 	60-80% will be continued till March 2015.
3.2 To develop hydrotreating technologies for oxidation stability.	<ul style="list-style-type: none"> - Technologies for enhancing oxidation stability that polyunsaturated fatty acid ester would be converted to monounsaturated fatty acid ester by partial hydrogenation were developed. - Lengthening life-span of precious metal catalysts and scale-up of hydrogenation process are under examination. 	80-100% will be continued till March 2015.
3.3 To develop demineralization technology of BDF.	<ul style="list-style-type: none"> - Technology incorporating the adsorbents eliminating alkali metal (Na, K, etc.), alkali earth metal (Ca, Mg, etc.) and P for BDF production was developed at laboratory scale. - Verification on this technology at the pilot plant scale will be continued. 	60-80% will be continued till March 2015.
3.4 To conduct detailed analysis of BDF and bio-oils.	<ul style="list-style-type: none"> - Detailed analysis method on BDF and bio-oils by using gas chromatography (GC) and GC with mass spectrometry (GC-MS) was developed and shared with Thai CP organizations. 	80-100% will be continued till March 2015.
4.1 To conduct Life Cycle Assessment on high quality BDF production by the Project.	<ul style="list-style-type: none"> - Data/information on Jatropha cultivation and production of BDF were collected. - LCA on the process from Jatropha cultivation and their milling/extraction was done. - LCA on BDF production will be continued. 	40-60% will be continued till March 2015.

3-2-2. Activities under Task2

Activities in PDM	Status of Activities	Accomplish-ment
6.1 To develop catalysts for catalytic fast pyrolysis.	<ul style="list-style-type: none"> - Zeolite catalysts and carbon supported metal catalysts which could produce bio-oil composed mostly of hydrocarbon with lesser oxygen contents were identified. - Researches for improving these catalysts will be continued. 	60-80% will be continued till March 2015.
6.2 To research and develop pyrolysis reactor for catalytic fast pyrolyzer.	<ul style="list-style-type: none"> - Reaction profiles on pyrolyzers were assessed by analyzing operability and characteristics of extruded-type fast pyrolyzer (TISTR) and fluidized bed pyrolyzer (AIST). - Fluidized bed pyrolyzer was installed at TISTR and its operation will be started. - Optimization for extruded-type fast pyrolyzer will be continued. 	60-80% will be continued till March 2015.

7.1 To design and develop separation technologies of bio-oils from <i>Jatropha</i> residues.	<ul style="list-style-type: none"> - Method to separate bio-oils into water soluble component and water insoluble component from lignin was identified. - Proto-type separator was designed and its fabrication is underway. 	40-60% will be continued till March 2015.
7.2 To research and develop technologies for increasing stability of bio-oils.	<ul style="list-style-type: none"> - Methods to suppress viscosity increase of bio-oils by polymerization were identified. - Experiments with antioxidants and partial hydrogenation to stabilize bio-oil have been conducted. 	40-60% will be continued till March 2015.

3-2-3. Activities under Task3

Activities in PDM	Status of Activities	Accomplishment
8.1 To research and develop deoxygenation technology of bio-oils.	<ul style="list-style-type: none"> - Technologies of direct deoxygenation (Decarboxylation) and hydrodeoxygenation were examined, and it was found that the latter reaction is superior to the former one. - The activity for hydrodeoxygenation (HDO) of model oxygenated compound is approximately 80-95% over CoMo sulfide catalyst. 	40-60% will be continued till March 2015.
8.2 To research and develop catalytic technology for upgrading bio-oils.	<ul style="list-style-type: none"> - It was found that CoMo sulfide catalysts are superior to NiMo sulfide catalysts in terms of their capabilities and yields of aromatic hydrocarbons in production of hydrocarbon fuels by upgrading bio-oils. - It was verified that Co metal catalysts could function for hydrodeoxygenation of lower sulfur bio-oils. 	40-60% will be continued till March 2015.
9.1 To research and develop co-processing technologies of deoxygenated bio-oils with conventional petroleum.	<ul style="list-style-type: none"> - It was found that co-processing of bio-oils and conventional petroleum could promote deoxygenation of bio-oils and desulfurization of petroleum fractions, and maintain the performance of CoMo sulfide catalysts. 	40-60% will be continued till March 2015.
10.1 To conduct Life Cycle Assessment on biofuels production via. Pyrolysis-hydrotreating process.	<ul style="list-style-type: none"> - This activity could be started after normal production process of bio-oils from <i>Jatropha</i> residues in order to prepare inventory data. 	will be started from 2013.

3-2-3. Activities under Task4

Activities in PDM	Status of Activities	Accomplishment
5.1 To evaluate material compatibilities of high quality BDF produced by the Project.	<ul style="list-style-type: none"> - Material compatibilities of high quality BDF produced from <i>Jatropha</i> oil were verified. If quality of BDF is ensured, there would not be any problems relating to material compatibilities. 	60-80% will be continued till March 2013.
5.2 To evaluate combustion behavior of the BDF.	<ul style="list-style-type: none"> - Characteristics of combustion behavior, exhaust gas emission on both high-quality BDF with partial hydrogenation and conventional BDF with antioxidants were examined. - Further investigation will be continued with different combustion systems. 	60-80% will be continued till March 2015.
5.3 To evaluate engine performance of the BDF.	<ul style="list-style-type: none"> - Engine experiments on BDF blended diesel oil were conducted. - Effects on characteristics of engine performance, combustion behavior and exhausts were investigated. - Durability tests of on-road vehicle and engine are underway. 	60-80% will be continued till March 2015.

5.4 To simulate combustion behavior of the BDF.	<ul style="list-style-type: none"> - Numerical simulation by using surrogate mechanism model was conducted to estimate characteristics of combustion behavior and exhausts with an aim for optimal conditions for engine operation. - Improvement of the model will be done to enable quantitative prediction of heat release rate and exhaust gas. 	60-80% will be continued till March 2015.
11.1 To evaluate material compatibilities of biofuels derived from the bio-oils produced by the Project, including biofuels derived from co-processing bio-oils from Jatropha residues with conventional petroleum.	<ul style="list-style-type: none"> - This activity could be started after fast pyrolysis reactor at TISTR could produce sufficient amount of bio-oils from Jatropha residues with upgraded quality. 	will be started from 2013.
11.2 To evaluate combustion behavior of the biofuels.	<ul style="list-style-type: none"> - Same as the above. 	will be started from 2013.
11.3 To evaluate engine performance of the biofuels.	<ul style="list-style-type: none"> - Same as the above. 	will be started from 2013.
11.4 To simulate combustion behavior of the biofuels.	<ul style="list-style-type: none"> - Same as the above. 	will be started from 2013.

3-3. Achievement of Outputs

The status of achievements of the Project Outputs in terms of verification indicators as per PDM is shown as follows.

	Narrative Summary	Verification Indicators	Achievements
For Research Achievement 1			
Task 1	Output 1: Detoxification conversion technology for production of non-toxic BDF is developed.	1. By 2012, toxic content (phorbol ester) in BDF is reduced to the safety level.	- It was verified that the remaining phorbol ester was vanished after partial hydrogenation. Thus, this indicator was achieved.
	Output 2: Standardized production technology of high-quality BDF in a pilot-scale is developed.	2. By 2012, a high quality BDF production plant with detoxification and oxidation stabilization units is operated continuously for processing Jatropha oil in Thailand on a one-ton per day basis.	- A high quality BDF production with capacity of 1 ton per day was started its operation. Thus, this indicator was achieved.
	Output 3: Catalyst utilization technology for upgrading Jatropha BDF is developed.	3. By 2014, the quality of BDF satisfies the 'EAS-ERIA Bio-Diesel Fuel Standards' as well as the Bio-Diesel Guidelines of the World Wide Fuel Charter.	<ul style="list-style-type: none"> - Production of high-quality BDF (from high-quality Jatropha oil) to meet these standards was already realized. - Verification on experimental conditions at the PP to produce high-quality BDF from lower-quality Jatropha oil will be continued. Thus, it is expected that this Output would be fully achieved by 2014.
	Output 4: CO2 reduction effect of high quality BDF from Jatropha oil is clarified by the	4. By 2013, CO2 emission in the processes of high quality BDF production proposed by the Project	- Further data/information are required for LCA on whole process of high-quality BDF

	Life Cycle Assessment (LCA).	is clarified by the Life Cycle Assessment (LCA).	production. - It is expected that this Output would be achieved. However, it is better to extend the target year considering collection of necessary data/information.
Task 4	Output 5. Automobile fuel compatibility of high quality BDF produced by the Project is proven.	5. By 2013, 5% BDF-blended diesel produced in the process of the Project meets the following regulation of FAME blended diesel fuel in Japan (except for the sulfur content): -FAME content < 5 mass % -Triglyceride content < 0.01 mass % -Methanol content < 0.01 mass % -Total Acid Number (TAN) < 0.13mgKOH/g -Sum of organic acids (formic, acetic and propionic acids) < 0.003 mass % - Increment of Total Acid Number (Oxidation Stability) < 0.12mgKOH/g	- Evaluations of material compatibility and engine combustion of BDF blended with diesel oil have been conducted. Thus, it is expected that automobile fuel compatibility of high quality BDF produced by the Project would be proven. - Since present indicator for this Output shows quality of the fuels which would be targeted as automobile fuel compatibility, it is better to be changed.
For Research Achievement 2			
Task 2	Output 6. Production technology of bio-oil from Jatropha residues by thermal/ catalytic conversion is developed.	6.1 By 2012, fast pyrolysis catalyst for hydrodeoxygenation which make oxygen contents less than 40wt% is developed	- Since these catalysts were identified, this indicator has been achieved.
		6.2 By 2014, a prototyped pyrolysis reactor for catalytic fast pyrolyzer, which can treat 500kg of biomass residues per day, is developed.	- Fast pyrolyzer with capacity of treating 20kg/hour of residues was installed at TISTR. Its operation will be started. Thus, this indicator has been almost achieved.
	Output 7. Separation and stabilization technologies of bio-oil are developed.	7.1 By 2012, technologies for bio-oil separation and stabilization which separate solid sediment and water-soluble fractions in bio-oil and selectively recover water-insoluble fractions for further upgrading to transportation fuel, is developed.	- These technologies were already developed at laboratory level. They would be tested at the separator cum stabilizer to be installed at MTEC.
		7.2 By 2014, a prototyped separator/stabilizer of bio-oil in a pilot-scale is developed.	- The separator cum stabilizer was designed and would be installed at MTEC by June 2013.
Task 3	Output 8. Deoxygenation and catalytic hydrotreating technologies for upgrading of bio-oils to the quality of petroleum gasoline and diesel oil are developed.	8. By 2012, oxygen content of bio-oil from Jatropha residues is reduced by 10-20wt%.	- This standard of oxygen contents was achieved at laboratory level by using model bio oil over CoMo sulfide catalyst. The deoxygenation and catalytic hydrodeoxygenation technology could be applied for bio-oil from Jatropha residues once they are available
	Output 9. Co-processing technology of deoxygenated bio-oils and conventional petroleum, which can be utilized at a conventional petroleum refinery, is developed.	9. By 2014, the quality of the blended deoxygenated bio-oil with petroleum fractions and further upgraded under the conventional petroleum refining conditions meets the quality standard of petroleum gasoline and diesel oil. (sulfur content < 10-50ppm, oxygen content < 0.1wt%)	- Activities for this output have been carried out using mixed model compound of Jatropha bio oil and woody tar over CoMo sulfide catalyst. The sulfur content in upgraded woody tar is approximately 400-500 ppm. This technology could be improved and applied for the real blended deoxygenated bio-oil with

			petroleum fractions to achieve the standard content. Thus, this indicator is highly expected to be achieved by 2014.
	Output 10. CO2 reduction effect for using Jatropha derived oils as transportation fuels is clarified by the Life Cycle Assessment (LCA).	10. By 2013, CO2 emission in the processes of biomass residues pyrolysis to bio-oils and following upgrading of bio-oils to transportation fuels is clarified by the Life Cycle Assessment.	<ul style="list-style-type: none"> - Activities for this Output have not yet started. - It is better to extend the target year considering plan of activities.
Task 4	Output 11. Automobile fuel compatibility of bio-oils from Jatropha residues, including bio-oils upgraded with conventional petroleum, is proven.	11. By 2014, biofuels derived from Jatropha residues, including biofuels derived from co-processing hydrodeoxygenated bio-oil with petroleum, meets the quality standard of petroleum gasoline and diesel oil. (sulfur content < 10ppm, oxygen content < 0.1wt% for neat processing; and sulfur content < 10-50ppm, oxygen content < 0.1wt% of for co-processing)	<ul style="list-style-type: none"> - Activities for this Output have not yet started. - Since present indicator for this Output shows quality of the fuels which would be targeted as automobile fuel compatibility, it is better to be changed.

3-4. Achievement of Project Purpose

Status of indicators that measure attainment level of the project purpose is show as follows.

Narrative Summary	Verification Indicators	Achievements
Project Purpose: Fundamental technologies to produce biofuels from non-food biomass for automotive utilization are developed.	1. It is possible to produce Biodiesel fuel (BDF) which meets the 'EAS-ERIA Bio-Diesel Fuel Standards' (10.0 hours oxidation stability which is higher than the EU standard EN 14214 of 6.0 hours) on a one (1) ton per day basis.	<ul style="list-style-type: none"> - A high quality BDF to meet the 'EAS-ERIA Bio-Diesel Fuel Standards' was produced (from high-quality Jatropha oil) at the pilot plant of TISTR with capacity of 1 ton per day. Thus, this indicator was achieved. - It is expected that stable production of high quality BDF from even lower-quality Jatropha oil would be realized after continuous experimental activities.
	2. The quality of biofuels from Jatropha residues produced by the Project satisfies the quality standards of petroleum gasoline and diesel oil (sulfur contents < 10ppm, oxygen < 0.1wt%) at laboratory level.	<ul style="list-style-type: none"> - Activities for developing technologies on production of biofuels from Jatropha residues and their upgrades have been undertaken. Then, certain level of outputs has been achieved at laboratory level. - Experiments of fast pyrolysis reactor would be started at TISTR within March 2013 and sufficient amount of bio-oils would be produced. Thus, above activities for ensuring production and upgrading technologies could be accelerated.

4. PROJECT IMPLEMENTATION PROCESS

4-1. Project Implementation and Monitoring System

Since both Japanese experts and Thai C/P personnel have positively committed to the Project activities, the Project has been progressed as planned without major changes and delay. Although some facilities and equipment at TISTR were damaged by flooding in October last year, they have been rehabilitated in May this year and their operations were resumed.

Before starting of the Project and at its initial stage, divisions of duties and responsibilities of respective C/P organizations (MTEC/NSTDA, TISTR, and KMUTNB) were fully discussed between both Japanese and Thai sides. Thus, the project implementation structure was well prepared.

Overall implementation of the Project has been monitored by the JCC as well as the Steering Committee Meeting. The JCC meetings are held once a year where progress of the Project are reviewed and activities plans for coming year are approved. On the other hand, the Steering Committee Meeting is held bimonthly among Thai side with participation of Project Director, Project Manager, Deputy Project Managers, Senior Research Supervisor, research leaders from three C/P organizations, and JICA Project Coordinator. At these Meetings, progress in their activities is shared and critical issues are discussed. Quarterly progress reports are prepared by respective organizations and submitted to JICA. Thus, it could be said that the monitoring system for the Project has been established and functioned sufficiently.

In addition, annual workshops for presenting outcomes of the research activities were held (September 2011 and September 2012). Annual general meetings for C/P researchers and laboratory visits were also held. These events have facilitated information sharing and collaboration among C/P organizations and their personnel.

4-2. Communication and Information Sharing

Since MOU on technical cooperation was already concluded among AIST, NSTDA, and TISTR even before this Project started, they have established close relations. Through frequent visits of Japanese experts to Thailand, C/P trainings in Japan, and above-mentioned meetings and events, Thai C/P personnel and Japanese experts have established close relations; hence, their communication seems to be smooth. According to interviews with Japanese experts and C/Ps, nearly all think communication and information sharing between both parties are smooth and appropriate. Many C/Ps answered that they could consult with Japanese experts through e-mail once they face difficulties and Japanese experts would response to give appropriate guidance.

Information sharing and communication with other Thai organizations seem to be smooth through the Steering Meetings and other Project-related events. Regarding information sharing and communication within respective organizations, what discussed at the Steering Committee seems to be appropriately shared through frequent internal meetings and e-mails.

4-3. Ownership of the Thai Side

C/P researchers are assigned with consideration of their expertise and backgrounds, which have contributed to efficient implementation of the Project activities.

While those who have realized the PDM and understood its contents are limited, nearly all C/Ps seem to fully understand their tasks/responsibilities and their targets, and their relations to the Project Purpose with sufficient level. Although levels of commitments of C/Ps to the Project activities differ depending on their other duties, it seems that they have worked hard for achieving the targets of their tasks.

4-4. Technology Transfer

C/P organizations of MTEC, TISTR, and KMUTNB already had experiences in research and development of bio-energy and reached to certain level of expertise and technologies before the Project started.

Under this Project, it seems that knowledge and technologies have been appropriately transferred from Japanese side to Thai side through visits by Japanese experts to Thailand for technical guidance, C/P trainings in Japan, technical workshops, and other frequent communications. Nearly all C/Ps expressed their satisfactions with way of knowledge/technologies transfer and realization on enhancement of their knowledge/technologies.

Japanese side dispatched their experts to Thailand more frequently particularly for significant issues such as installation and operation start of the BDF pilot plant and fluidized bed pyrolyzer. Actually, it was commented by C/Ps in TISTR that operation of the pilot plant could not be started without appropriate guidance from Japanese experts.

5. RESULTS OF THE EVALUATION

5-1. Relevance

The Project is still relevant in view of consistency with Thai development policies, Japanese ODA policies, and the needs of C/P organizations as follows:

(1) Relevance to Thai development policies

In 11th National Economic and Social Development Plan (2012-2016), restoring natural resources and environmental capital with focusing low-carbon and environment-friendly economy and society is raised as its development direction. As an energy security strategy, promotion of efficient production of bio-energy from energy crops is included.

Alternative Energy Development Plan (AEDP 2012-2021) by Ministry of Energy aims to promote utilization of renewable energy, to support renewable energy technology production industry, and to facilitate researches and development of efficient renewable energy technologies. AEDP set the renewable energy share increasing from 7,413ktoe in 2012 (about 10% against the total energy demand) to 25,000ktoe in 2021 (about 25% against the same). In AEDP, the 2021 target of bio diesel consumption is set at 5.97million L/day while actual consumption as of June 2012 is 2.5million L/day.

Thus, the Project aiming to develop fundamental technologies to produce biofuels is in line with these Thai development policies.

(2) Relevance to Japanese ODA policies

The Project is in line with “enhancement of research capabilities and strengthening of network among researchers and research institutes” and “countermeasures for environmental and climate change issues” which are listed as prioritized development subjects in Japan’s Country Assistance Policy for Thailand (draft, 2012).

(3) Consistency with needs of C/P organizations

All C/P organizations of MTEC, TISTR and KMUTNB have conducted researches on the field of renewable energy, particularly on biofuels; thus they have expertise on these fields. In addition, one of 5 target clusters in NSTDA’s R&D Strategy (2011-2016) is “energy and environment”. Energy and environment are also prioritized areas of KMUTNB. KMUTNB has strategies of supporting research activities, enhancing capacities of researchers, and collaborating with other partner research institutes. In these regards, the Project is consistent with needs and expertise fields of C/P organizations.

The Project was judged to be appropriate at the time of the detailed planning survey in September 2009 and is still considered to be appropriate in terms of above-mentioned points; however, some conditions relating to *Jatropha* have been changed. Although there was the trend that cultivation of *Jatropha* was encouraged seven to eight years ago, interests on *Jatropha* cultivation have been decreased in recent years due to its low economic competitiveness; which would affect Project implementation and future directions after Project completion. However, *Jatropha* is still one of the potential feedstock for producing biofuels in addition to oil palm which is mentioned in the AEDP and is reason for selecting *Jatropha* as target crop of the Project. Thus, situations on *Jatropha* cultivation and its supply chain as well as factors for influencing these situations are required to be followed-up.

5-2. Effectiveness

Two indicators corresponding Research Achievement 1 “development of technologies to produce safe and high quality BDF from *Jatropha* oil” and Research Achievement 2 “development of technologies to produce and upgrade bio-oils from *Jatropha* residues” are set to verify the achievement of the Project Purpose.

As mentioned above, the Project has been progressed quite smoothly. Regarding the Research Achievement 1, safe and high quality BDF was already produced at the pilot plant of TISTR; thus, this achievement has been already done with sufficient level. Since further efforts to find robust process characteristics for wide-range of feedstock quality would be continued, this achievement would be fully done by end of the Project period.

On the other hand, activities relating to the Research Achievement 2 have been undertaken and certain level of outputs has been generated at laboratory level as mentioned earlier. Since experiments of fast pyrolysis reactor would be started at TISTR within several months and sufficient amount of bio-oils would be produced, these activities for ensuring Research Achievement could be accelerated.

Considering the current status of these achievements as well as future activities for these Research Achievements, the Project Purpose is highly expected to be accomplished by the end of the Project.

5-3. Efficiency

5-3-1. Efficiency of Inputs from Japanese Side

Inputs from Japanese side (dispatch of Japanese experts, C/P trainings in Japan, provision of equipments, local cost expenditures) have been appropriately done in general, in terms of their quantity, quality, and timing.

(1) Dispatch of Japanese Experts

According to interviews with C/Ps, many of them felt that frequency/timing/duration of visits by Japanese experts to Thailand are appropriate. They commented that they could consult with Japanese experts through e-mail and other means of communications although Japanese experts are out of Thailand.

(2) Provision of Equipment

Designs and specifications of equipments, particularly custom made ones were decided after repeated discussions between Japanese and Thai sides; thus appropriate equipments were provided basically with timely manner. Equipments provided have been properly managed and sufficiently utilized for Project activities².

(3) C/P Trainings in Japan

Candidates of trainees, schedule of trainings and their contents were decided considering tasks for the Project of C/P researchers, their opinions and their other duties if any.

² There was some delay in installation of the Pilot Plant at TISTR since it took time to arrange infrastructure for the workshop. However, this issue was already solved. Despite these discussions for designs and specifications, there were some cases that modifications were required (e.g. Fluidized Bed Pyrolyzer) since this Project is dealing with new technology fields.

According to interviews with C/P researchers who participated in trainings in Japan, most of them perceived that trainings were conducted with appropriate timing, duration, and contents since they were directly related to their responsible tasks for the Project and Japanese experts provided appropriate guidance to them. They also commented that what they obtained from trainings in Japan were utilized not only for their responsible tasks for the Project but also for their other duties as well as were shared with their colleagues.

5-3-2. Efficiency of Inputs from Thai Side

(1) Assignments of Counterparts

As previously mentioned, appropriate C/P researchers are assigned with consideration of their expertise and backgrounds, and there have been only small changes in these members, which have contributed to efficient implementation of the Project activities.

(2) Local Cost Expenditures

Budgets for implementing Project activities are acquired by three C/P organizations respectively.

For implementing the Project activities, MTEC have ensured their own budget and the budget provided for their five research projects from research fund of “environment & energy cluster” under NSTDA CPMO which have covered up to June 2013. KMUTNB have also ensured their own budget and the budget provided for their two research projects from the same “environment & energy cluster”. Both of them plan to submit the proposals for NSTDA CPMO to provide additional funds for their research activities, and there is high possibility that NSTDA CPMO would approve them. In case of TISTR, the budgets by the end of the Project have been already ensured at least 2million THB annually.

According to these C/Ps organizations, although their budgets are not regarded as sufficient, they have dealt with this issue by above-mentioned ways; which have contributed to avoiding critical delays in Project implementation.

5-3-3. Efficiency of Activities

It seems that the Project activities have been progressed efficiently for generating outputs in general. There are some factors which affected efficiency of the Project activities as follows:

- Good collaborative relations between Japanese experts and Thai C/Ps have facilitated research activities and generated results as expected.
- Pilot Plant for BDF production was installed and started its operation at relatively early stage of the Project, which have facilitated effective implementation of the Project by showing the concerned parties visible outputs of the Project.
- Rehabilitation from flood damage was completed within relatively short period, which contributed to maintaining motivations of concerned parties towards the Project implementation.
- With supports from private sector such as PTT (PTT Public Company Ltd.) and Isuzu Thailand Group, evaluation of automobile fuel compatibilities of high quality BDF produced by the Project including on-road tests was realized.

5-4. Impact

Following positive impacts or spread effects of the Project were expected before its start:

- Human resources development and strengthening of organizational capacities in research development fields on biofuels.
- Practical application of technologies on high quality BDF production.
- Application of technologies on high quality BDF production from *Jatropha* for using other feedstock.
- Application of biofuels for other utilizations than automotive utilization.

The Project has so far brought several impacts relating to these points as follows:

(1) Capacity Development

Research and project implementation capabilities of C/P organizations and their researchers have been enhanced. Nearly all C/Ps interviewed agreed with enhancement of their knowledge and technologies regarding biofuels production by the Project activities with giving some evidences below:

- They have obtained knowledge/technologies on production process, how to operate the plant, how to deal with equipment/tools, methods for experiments, catalytic methods, analytical methods, etc.
- They have become to implement their tasks more efficiently and smoothly after they have obtained related knowledge/technologies.
- Some results and outputs have been generated: identification of effective catalysts, actual production of high quality BDF, etc.
- They made presentations on these issues at the Steering Committee Meetings, annual technical workshops organized by the Project, academic society meetings, etc.
- Some theses, research papers, and academic journal articles on these issues have been produced.

(2) For Practical Application

Since annual technical workshops organized by the Project were open to public and on-road tests conducted with cooperation of PTT and Isuzu Thailand Group was taken up by the mass media, the Project has gathered attentions from outside parties (changing their recognitions on biofuels and *Jatropha*) and has extended networks with them.

For practical applications of technologies on high quality BDF productions, some discussions with related outside parties such as Ministry of Energy of Thailand, both Thai and Japanese industrial sectors, and so forth have been started. Through communications, Ministry of Energy started having interests on BDF production technologies developed by the Project (e.g. B10³). In addition, surveys on supply potentials of *Jatropha* in Thailand and neighboring countries were conducted. Through discussions with these related parties and surveys, issues for promoting practical application are becoming clear.

Regarding application of technologies on high quality BDF production from *Jatropha* for other feedstock, it was already found that these technologies could be applied for other feedstock. Actually, C/Ps of TISTR already expresses their idea to operate the BDF production pilot plant by using other feedstock for obtaining reference data.

³ 10% of BDF blended with 90% of petro diesel.

5-5. Sustainability

5-5-1. Policy and Other Supports

Since AEDP aims to promote utilization of renewable energy and to facilitate researches and development of efficient renewable energy technologies as previously mentioned, supports from Thai government for these fields are highly expected in general. However, whether they would provide concrete supports for continuation of the Project related research activities and for practical application of technologies developed by the Project depends on their interests on these technologies. Thus, continuous communication with the government, especially Ministry of Energy is required.

In addition to the policy supports, supports from private industrial sectors are essential for ensuring sustainability of the Project for its practical applications. The Project has already communicated with these private industrial sectors and obtained their concrete supports (e.g. from PTT and Isuzu Thailand Group for evaluation of automobile fuel compatibilities of high quality BDF including on-road tests). Continuous efforts by the Project to maintain such relations are required.

5-5-2. Financial Aspects

For continuation of the Project related research activities, it is highly expected that certain level of budgets would be allocated from TISTR's own fund and from "environment & energy cluster" under NSTDA CPMO" since researches and development relating to biofuels production are prioritized fields of NSTDA and TISTR. Level of budgets to be allocated would be affected by the government policy as previously mentioned.

5-5-3. Organizational Aspects

It could be observed that C/Ps' capacities for implementing researches and managing the project have been enhanced with sufficient level through the Project activities. In addition, most of these C/Ps are highly expected to stay in their organizations till the Project and after its completion. Thus, it could be said that they could continue the Project-related research activities by themselves even after the Project completion while continuous collaborative relations with Japanese side would be desirable.

5-6. Conclusions

Two Research Achievements, namely, 1) development of technologies to produce safe and high quality BDF from Jatropha oil, and 2) development of technologies to produce and upgrade bio-oils from Jatropha residues are set for achieving the Project Purpose. The Project has been quite smoothly and efficiently progressed, which has resulted in sufficient level of the former Achievement at the halfway point. It is particularly worth noting that the Project has realized production of high quality BDF by applying novel technologies such as upgrading by partial hydrogenation and has led to its on-road tests. Experiments of fast pyrolysis reactor would be started at TISTR and sufficient amount of bio-oils from Jatropha residues would be produced within next year, which could accelerate the activities for the second Achievement. Thus, it was confirmed by the Review Team that the Project Purpose would be achieved by the end of the Project.

The Review Team found that the achievement of the Overall Goal and sustainability of the Project

depends on whether the government would have interests on technologies developed by the Project and provide supports for continuation of the Project-related research activities and for practical application of these developed technologies.

6. RECOMMENDATIONS

Based on the findings, the Review Team would like to raise some matters regarded as necessary for further improving the Project implementation for the rest of the Project duration.

(1) Revision of the PDM

The Review Team recommends modification of the original PDM attached to the Minutes of Meeting signed on 11 September 2009 based on findings during this Mid-term Review as follows:

Original PDM	Proposal for Revision	Reasons for Revision
<u>Project Purpose Indicator 2.</u> The quality of biofuels from Jatropha residues produced by the Project satisfies the quality standards of petroleum gasoline and diesel oil (sulfur contents < 10ppm, oxygen < 0.1wt%) at laboratory level.	<u>Project Purpose Indicator 2.</u> The quality of biofuels from Jatropha residues produced <u>and upgraded</u> by the Project satisfies the quality standards of petroleum gasoline and diesel oil (sulfur contents < 10ppm, oxygen < 0.1wt%) at laboratory level.	Since not only production of biofuels from Jatropha residues but also their upgrading are included in Project activities for achieving Project Purpose Indicator 2, description of "upgrade" is added.
<u>Output Indicator 4.</u> 4. By 2013, CO2 emission in the processes of high quality BDF production proposed by the Project is clarified by the Life Cycle Assessment (LCA).	<u>Output Indicator 4.</u> 4. <u>By 2014</u> , CO2 emission in the processes of high quality BDF production proposed by the Project is clarified by the Life Cycle Assessment (LCA).	Considering the actual progress, target year is better to be extended from 2013 to 2014.
<u>Output Indicator 5.</u> 5. By 2013, 5% BDF-blended diesel produced in the process of the Project meets the following regulation of FAME blended diesel fuel in Japan (except for the sulfur content): -FAME content < 5 mass % -Triglyceride content < 0.01 mass % -Methanol content < 0.01 mass % -Total Acid Number (TAN) < 0.13mgKOH/g -Sum of organic acids (formic, acetic and propionic acids) < 0.003 mass % -Increment of Total Acid Number (Oxidation Stability) < 0.12mgKOH/g	<u>Output Indicator 5.</u> 5. <u>By 2013, automobile fuel compatibility of BDF blended with diesel oil is proved by material compatibility evaluation and engine combustion performance evaluation.</u>	Quality of fuels which are targeted as automobile fuel compatibility is set as an indicator in original PDM. Indicator showing achievement of proving automobile fuel compatibility of the target fuels is better to be set.
<u>Output Indicator 7.1</u> 7.1 By 2012, technologies for bio-oil separation and stabilization which separate solid sediment and water-soluble fractions in bio-oil and selectively recover water-insoluble fractions for further upgrading to transportation fuel, is developed.	<u>Output Indicator 7.1</u> 7.1 <u>By 2013</u> , technologies for bio-oil separation and stabilization which separate solid sediment and water-soluble fractions in bio-oil and selectively recover water-insoluble fractions for further upgrading to transportation fuel, is developed.	Considering the actual progress, target year is better to be extended from 2012 to 2013.
<u>Output Indicator 7.2</u> 7.2 By 2014, a prototyped separator/stabilizer of bio-oil in a pilot-scale is developed.	<u>Output Indicator 7.2</u> 7.2 By 2014, a prototyped <u>separator cum stabilizer</u> of bio-oil in a pilot-scale is developed.	Equipment developed and installed is a single one including functions of separator and stabilizer.
<u>Output indicator 10.</u> 10. By 2013, CO2 emission in the processes of biomass residues pyrolysis to bio-oils and following	<u>Output indicator 10.</u> 10. <u>By 2014</u> , CO2 emission in the processes of biomass residues pyrolysis to bio-oils and following	Since LCA could be conducted after confirming production process of bio-oils from Jatropha residues and preparing inventory data, target year

upgrading of bio-oils to transportation fuels is clarified by the Life Cycle Assessment (LCA).	upgrading of bio-oils to transportation fuels is clarified by the Life Cycle Assessment (LCA).	is better to be extended from 2013 to 2014.
<u>Output indicator 11.</u> 11. By 2014, biofuels derived from Jatropha residues, including biofuels derived from co-processing hydrodeoxygenated bio-oil with petroleum, meets the quality standard of petroleum gasoline and diesel oil. (sulfur content < 10ppm, oxygen content < 0.1wt% for neat processing; and sulfur content < 10-50ppm, oxygen content < 0.1wt% of for co-processing)	<u>Output indicator 11.</u> 11. By 2014, <u>automobile fuel compatibility of biofuels derived from Jatropha residues (including bio-oil blended with petroleum) is proved by material compatibility evaluation and engine combustion performance evaluation.</u>	Quality of fuels which are targeted as automobile fuel compatibility is set as an indicator in original PDM. Indicator showing achievement of proving automobile fuel compatibility of the target fuels is better to be set.
There is no description on outputs regarding Task 5.	<u>Outputs</u> <u>(For human resources development/technology transfer, practical application of BDF production technologies)</u> <u>(Task 5)</u> 12. <u>Researchers involved with biofuels production and utilization are nurtured.</u> 13. <u>Preparations for practical application of BDF production technologies are done.</u>	Although activities and outputs regarding human resources development/ technology transfer, and practical application of BDF production technologies are not included in original PDM, these activities have actually been conducted under Task 5.
	<u>Output Indicator</u> 12. <u>Number of research papers and presentations at academic conferences is increased.</u> 13.1 <u>Issues (e.g. raw materials, technical/economic/environmental aspects, etc.) and future directions relating to practical application BDF production technologies are clarified.</u> 13.2 <u>Actions for practical application of BDF production technologies are taken (e.g. strengthening collaboration with primary industries, business enterprises, neighboring countries).</u>	Same as the above.
<u>Activities 2.1</u> 2.2 To design and develop pilot-scale standardized BDF production process.	<u>Activities 2.1</u> 2.2 To design and develop pilot-scale standardized BDF production process, <u>including the use of reference BDF feedstock.</u>	C/Ps expressed their ideas to check applicability of high quality BDF production technologies by using other feedstock for the pilot plant. Since Japanese side agreed with this idea, this aspect is included in this activity.
<u>Activities 2.2</u> 2.2 To produce BDF for engine tests.	<u>Activities 2.2</u> 2.2 To produce BDF for engine <u>and on-road tests.</u>	On-road tests which are not included in original PDM have actually been started.
<u>Activities 3.4</u> 3.4 To conduct detailed analysis of BDF and bio-oils.	3.4 To develop <u>detailed analytical methods of BDF.</u> 8.3 To develop <u>detailed analytical methods of bio-oils.</u>	Since detailed analytical methods for BDF are relevant to Task 1 and those for bio-oils are relevant to Task 3, description on Activities 3.4 in original PDM is divided into two descriptions.
<u>Activities 10.1</u> 10.1 To conduct Life Cycle Assessment on biofuels production via. Pyrolysis-hydrotreating process.	<u>Activities 10.1</u> 10.1 To conduct Life Cycle Assessment on biofuels production via. Pyrolysis-hydrotreating <u>and upgrading process.</u>	Due to same reason for changing Project Purpose Indicator 2 above, "upgrading" should be added.

<u>Activities 5</u>	<u>Activities 5</u> <u>5.5 To conduct on-road tests of the BDF.</u>	On-road tests which are not included in original PDM have actually been started.
<u>Activities 11.3</u> 11.3 To evaluate engine performance of the biofuels.	Deleted.	Confirming production process of bio-oils from Jatropha residues and clarifying their component composition and blend ratio are pre-conditions for this activity. Concerned parties discussed this issue at this mid-term point and concluded that it was quite difficult to conduct this activity and achieve the output within the Project period after these pre-conditions are met; thus this activity should be deleted.
<u>Activities 11.4</u> 11.4 To simulate combustion behavior of the biofuels.	Deleted.	Same as the above.
There is no description on activities regarding Task 5.	<u>【Task 5】 Human resources development/technology transfer, and practical application of BDF production technologies</u> <u>12.1 To conduct technical services, training courses and seminars for researchers of counterpart organizations.</u> <u>13.1 To examine strategies for practical application of BDF production technologies.</u> <u>13.2 To exchange information and discuss for strengthening collaborations among concerned parties (e.g. primary industries, business enterprises, universities, government, neighboring countries, etc.) for practical application of BDF production technologies.</u> <u>Preconditions</u> <u>Necessary budgets for examining practical for practical application of BDF production technologies are ensured both in Thai and Japanese sides.</u>	Although activities and outputs regarding human resources development/ technology transfer, and practical application of BDF production technologies are not included in original PDM, these activities have actually been conducted under Task 5.

Please see the attached Proposed Revised PDM (Annex-5) and Proposed Revised Plan of Operation (Annex-6) for further details.

(2) Further improvement of Project implementation and monitoring arrangements

As previously mentioned, the project implementation and monitoring system have been functioned with sufficient level. Introduction of the system for sharing progresses in activities, critical issues occurred, and coming schedules of respective groups with each other with more frequently should be considered for further improvement of the project implementation and monitoring (e.g. increase in frequency of holding Steering Committee Meeting).

Those who have realized the PDM and understood its contents are limited both in Thai and Japanese sides. Taking an opportunity of revising the PDM, the revised PDM should be appropriately shared among all C/P researchers and Japanese experts.

(3) Advance discussions on how to deal with unexpected matters

Since the SATREPS Project usually deal with new technology fields, unexpected situations are often happened. In this Project, some modifications for the equipment provided are required before start of its operations. Regarding production of high quality BDF from Jatropha, it had to spend more time and budgets than expected to obtain Jatropha crude oils. For avoiding interruption or delay in project implementation, both Thai and Japanese sides of the Project are required to sufficiently discuss in advance how to ensure budgets for dealing with such unexpected situations.

(4) Continuous actions for practical application of the technologies developed by the Project and ensuring sustainability of the Project

It was found that the achievement of the Overall Goal (practical application and dissemination on technologies developed by the Project) and sustainability of the Project depends on the interests and supports from the related parties such as Thai government and both Thai and Japanese industrial sectors as well as availability of Jatropha as feedstock.

As previously mentioned, some discussions with outside related parties on this issue have been started. Both Thai and Japanese sides are required to continue such actions for promoting their interests and obtaining their supports. In addition, since availability of Jatropha would affect future directions of the Project, supply potentials of Jatropha in Thailand and neighboring countries as well as other factors influencing the situations related to Jatropha should be followed-up by the Project.

Annex-1: Evaluation Grid

Innovation on Production and Automotive Utilization of Biofuels from Non-Food Biomass in Thailand

Achievements			
Item	Main Questions/ Viewpoints	Sub-Questions Indications/Activities/Data to be Checked	Source of Data *
Inputs	Are inputs from Japanese side (dispatch of researchers/ experts, provision of equipment, C/P trainings, operating cost) made as planned? Are inputs from Thai side (C/P personnel, provision of building/facilities, operating cost) made as planned?	Actual achievements compiled by JICA Project Coordinator. Actual achievements compiled by JICA Project Coordinator.	Project documents, Researchers/ Experts Project documents, Researchers/ Experts, C/P
Output 1/ Activities	Output 1: →Research Achievement 1 Detoxification conversion technology for production of non-toxic BDF is developed. Activity 1 (Task 1-1): To research and develop detoxification technology for BDF production.	1. By 2012, toxic content (phorbol ester) in BDF is reduced to the safety level.	AIST NSTDA
Output 2/ Activities	Output 2: →Research Achievement 1 Standardized production technology of high-quality BDF in a pilot-scale is developed. Activity 2.1 (Task 1-2): To design and develop pilot-scale standardized BDF production process. Activity 2.2 (Task 1-3 (PP), 1-7): To produce BDF for engine and actual car tests.	2. By 2012, a high quality BDF production plant with detoxification and oxidation stabilization units is operated continuously for processing Jatropha oil in Thailand on a one-ton per day basis.	AIST NSTDA, TISTR
Output 3/ Activities	Output 3: →Research Achievement 1 Catalyst utilization technology for upgrading Jatropha BDF is developed. Activity 3.1 (Task 1-4): To identify heterogeneous catalysts for transesterification. Activity 3.2 (Task 1-5): To develop hydrotreating technologies for oxidation stability. Activity 3.3 (Task 1-6): To develop demineralization technology of BDF. Activity 3.4 (Task 1-8): To develop technologies for detailed analysis of BDF and bio-oils.	3. By 2014, the quality of BDF satisfies the 'EAS-ERIA Bio-Diesel Fuel Standards' as well as the Bio-Diesel Guidelines of the World Wide Fuel Charter.	AIST NSTDA, TISTR
Output 4/ Activities	Output 4: →Research Achievement 1 CO2 reduction effect of high quality BDF from Jatropha oil is clarified by the Life Cycle Assessment (LCA). Activity 4.1 (Task 1-9): To conduct Life Cycle Assessment on high quality BDF production by the Project.	4. By 2013, CO2 emission in the processes of high quality BDF production proposed by the Project is clarified by the Life Cycle Assessment (LCA).	AIST TISTR
Output 5/ Activities	Output 5: →Research Achievement 1 Automobile fuel compatibility of high quality BDF produced by the Project is proven.	5. By 2013, 5% BDF-blended diesel produced in the process of the Project meets the following regulation of FAME blended diesel fuel in Japan (except for the sulfur content): -FAME content < 5 mass % -Triglyceride content < 0.01 mass % -Methanol content < 0.01 mass % -Total Acid Number (TAN) < 0.13mgKOH/g -Sum of organic acids (formic, acetic and propionic acids) < 0.003 mass % -Increment of Total Acid Number (Oxidation Stability) < 0.12mgKOH/g	WU NSTDA, TISTR

Item	Main Questions/ Viewpoints	Sub-Questions Indications/Activities/Data to be Checked	Source of Data *
	<p>Activity 5.1 (Task 4-1): To evaluate material compatibilities of high quality BDF produced by the Project.</p> <p>Activity 5.2 (Task 4-3): To evaluate combustion behavior of the BDF.</p> <p>Activity 5.3 (Task 4-5): To evaluate engine performance of the BDF.</p> <p>Activity 5.4 (Task 4-7): To simulate combustion behavior of the BDF.</p>		AIST NSTDA
	<p>Output 6: → Research Achievement 2 Production technology of bio-oil from Jatropha residues by thermal/ catalytic conversion is developed.</p>	<p>6.1 By 2012, fast pyrolysis catalyst for hydrodeoxygenation which make oxygen contents less than 40wt% is developed. 6.2 By 2014, a prototyped pyrolysis reactor for catalytic fast pyrolyzer, which can treat 500kg of biomass residues per day, is developed.</p>	AIST NSTDA
Output 6/ Activities	<p>Activity 6.1 (Task 2-1): To develop catalysts for catalytic fast pyrolysis.</p> <p>Activity 6.2 (Task 2-2): To research and develop pyrolysis reactor for catalytic fast pyrolyzer.</p> <p>Task 2-3: To produce bio-oil from Jatropha residues and provide them to NSTDA.</p> <p>Output 7: → Research Achievement 2 Separation and stabilization technologies of bio-oil are developed.</p>		AIST NSTDA, TISTR
Output 7/ Activities	<p>Activity 7.1 (Task 2-4): To design and develop separation technologies of bio-oils from Jatropha residues.</p> <p>Activity 7.1 (Task 2-4): To research and develop technologies for increasing stability of bio-oils.</p> <p>Task 2-6: RS 2-6: To produce bio-oil with separation and stabilization technologies and provide them to AIST.</p>	<p>7.1 By 2012, technologies for bio-oil separation and stabilization which separate solid sediment and water-soluble fractions in bio-oil and selectively recover water-insoluble fractions for further upgrading to transportation fuel, is developed. 7.2 By 2014, a prototyped separator/ stabilizer of bio-oil in a pilot-scale is developed.</p>	AIST NSTDA
Output 8/ Activities	<p>Output 8: → Research Achievement 2 Deoxygenation and catalytic hydrotreating technologies for upgrading of bio-oils to the quality of petroleum gasoline and diesel oil are developed.</p> <p>Activity 8.1 (Task 3-1): To research and develop deoxygenation technology of bio-oils.</p> <p>Activity 8.2 (Task 3-2): To research and develop catalytic technology for upgrading bio-oils.</p>	<p>8. By 2012, oxygen content of bio-oil from Jatropha residues is reduced by 10-20wt%.</p>	AIST NSTDA
Output 9/ Activities	<p>Output 9: → Research Achievement 2 Co-processing technology of deoxygenated bio-oils and conventional petroleum, which can be utilized at a conventional petroleum refinery, is developed.</p> <p>Activity 9.1 (Task 3-3): To research and develop co-processing technologies of deoxygenated bio-oils with conventional petroleum.</p>	<p>9. By 2014, the quality of the blended deoxygenated bio-oil with petroleum fractions and further upgraded under the conventional petroleum refining conditions meets the quality standard of petroleum gasoline and diesel oil. (sulfur content < 10-50ppm, oxygen content < 0.1wt%)</p>	AIST KMUTNB

Item	Main Questions/ Viewpoints	Sub-Questions Indications/Activities/Data to be Checked	Source of Data *
	<p>Task 3-4: To produce upgraded bio-oils for engine tests.</p>		AIST
Output 10/ Activities	<p>Output 10. →Research Achievement 2 CO2 reduction effect for using Jatropha derived oils as transportation fuels is clarified by the Life Cycle Assessment (LCA).</p> <p>Activity 10.1 (Task 3-5): To conduct Life Cycle Assessment on biofuels production via. Pyrolysis-hydrotreating process.</p>	<p>10. By 2013, CO2 emission in the processes of biomass residues pyrolysis to bio-oils and following upgrading of bio-oils to transportation fuels is clarified by the Life Cycle Assessment (LCA).</p>	WU NSTDA, TISTR
Output 11/ Activities	<p>Output 11. →Research Achievement 2 Automobile fuel compatibility of bio-oils from Jatropha residues, including bio-oils upgraded with conventional petroleum, is proven.</p> <p>Activity 11.1 (Task 4-2): To evaluate material compatibilities of biofuels derived from the bio-oils produced by the Project, including biofuels derived from co-processing bio-oils from Jatropha residues with conventional petroleum.</p> <p>Activity 11.2 (Task 4-4): To evaluate combustion behavior of the biofuels.</p> <p>Activity 11.3 (Task 4-6): To evaluate engine performance of the biofuels.</p> <p>Activity 11.4 (Task 4-8): To simulate combustion behavior of the biofuels.</p>	<p>11. By 2014, biofuels derived from Jatropha residues, including biofuels derived from co-processing hydrodeoxygenated bio-oil with petroleum, meets the quality standard of petroleum gasoline and diesel oil. (sulfur content < 10ppm, oxygen content < 0.1wt% for neat processing; and sulfur content < 10-50ppm, oxygen content < 0.1wt% of for co-processing)</p>	AIST NSTDA AIST NSTDA WU NSTDA WU NSTDA
Human resources dev./ technology transfer	<p>Task 5-1: Researchers involved with BDF production and utilization are nurtured. -To conduct technical services, training courses, and seminars regarding BDF production and utilization.</p> <p>Task 5-2: Strategy for practical application of BDF production technologies is formulated and implemented. - To examine strategies for practical application of BDF production technologies. - To exchange information and discuss with concerned parties for practical application of BDF production technologies.</p>		
Project Purpose	<p>Project Purpose: Fundamental technologies to produce biofuels from non-food biomass for automotive utilization are developed.</p>	<p>1. It is possible to produce Biodiesel fuel (BDF) which meets the 'EAS-ERIA Bio-Diesel Fuel Standards' (10.0 hours oxidation stability which is higher than the EU standard EN 14214 of 6.0 hours) on a one (1) ton per day basis. 2. The quality of biofuels from Jatropha residues produced by the Project satisfies the quality standards of petroleum gasoline and diesel oil (sulfur contents < 10ppm, oxygen < 0.1wt%) at laboratory level.</p>	Project documents, Researchers/ Experts, C/P

Implementation Process and Five Evaluation Criteria				
Main Item	Main Questions/ Viewpoints	Sub-Questions Indications/Activities/Data to be Checked	Source of Data *	
Implementation Process	Progress of activities	Have activities been implemented as planned? Has project implementation system been functioned?	Project documents, Researchers/ Experts, C/P Project documents, Researchers/ Experts, C/P	
	Project implementation system	How has monitoring been done? Has it been well functioned?	Monitoring plan and actual monitoring situation. Situation on holding JCC, Steering Committee, etc. If monitoring system has not been functioned, what are problems?	Project documents, Researchers/ Experts, C/P
		Are decision making on project planning and implementation appropriate?	How to make decisions. Degree of satisfaction on way and process of decision-making. If it is not appropriate, what are problems?	Project documents, Researchers/ Experts, C/P
	Communication	Have the Japanese researchers/experts and Thai counterparts been communicating and sharing information sufficiently and smoothly?	Way of information sharing and opinion exchanges. Recognition of concerned parties. If they are not sufficient and smooth, what are problems?	Researchers/ Experts, C/P
	Ownership of Thai side	Have the appropriate and sufficient number of counterparts been assigned?	Assignments of counterparts.	Researchers/ Experts, C/P
		Do Thai counterpart institutions have deep understanding of and high participation/commitment to the Project? Has Thai side's budget been appropriately allocated to the Project?	Degree of satisfaction of concerned parties. Recognition of concerned parties.	Project documents, Researchers/ Experts, C/P
	Technical transfer	Do other concerned parties have deep understanding and high participation in the Project? Are there any problems in way of technical transfer?	Actual amount and timing of budget allocation: Recognition of concerned parties.	C/P Project documents, Researchers/ Experts, C/P
		Are there any other positive and negative factors affecting project implementation process? If yes, what are these factors?	Degree of satisfaction on way of technical transfer. If degree of satisfaction is low, what are points to be improved? Recognition of concerned parties.	Project documents, Researchers/ Experts, C/P
	Consistency with policies and needs	Is the Project (Purpose and Overall Goal) still relevant to Thai government development policies? Is the Project still relevant to Japanese ODA policy?	11 th National Economic and Social Development Plan (2012~2016) Alternative Energy Development Plan (2008~2022) Japan's Country Assistance Program for Vietnam (May 2006)	Project documents, (Researchers/ Experts), C/P JICA, (Researchers/ Experts)
		Is the Project still relevant to Japanese science and technology policy?	Principles of SATREPS.	SATREPS, Researchers/ Experts, C/P
Relevance	Is the Project relevant to the needs of the target areas, societies, and beneficiaries (counterpart organization, etc.)? Could approaches and design of the Project be regarded as the appropriate means of attaining its project purpose? Is selection of counterpart organizations appropriate?	Needs of counterpart organizations for technical cooperation. Progress situation of the Project. Recognition of concerned parties. Recognition of concerned parties.	Project documents, Researchers/ Experts, C/P Project documents, Researchers/ Experts Project documents, Researchers/ Experts	
	Does Japan have technological superiority in this field?	Recognition of concerned parties.	Project documents, Researchers/ Experts	
Effectiveness	Other issues	Recognition of concerned parties.	Project documents, Researchers/ Experts	
	Prediction on achievement of the project purpose Cause-effect relationship	Have circumstances surrounding the Project been changed after the detailed planning study in September 2009? Is it expected that the project purpose will be achieved by the end of the Project? Are there any positive or negative factors affecting achievement of the Project Purpose? Are the outputs of the Project sufficient and appropriate for achieving the Project purpose?	Project documents, Researchers/ Experts, C/P Project documents, Researchers/ Experts, C/P Project documents, Researchers/ Experts, C/P Project documents, Researchers/ Experts, C/P	

Efficiency	Degree of achievement of the Outputs	Has the outputs of the Project appropriately achieved?	Outputs achieved.	Project documents, Researchers/ Experts, C/P
Impacts	Cause-effect relationship	What are positive or negative factors affecting achievement of the outputs? Are quality, quantity and timing of the Project inputs appropriate for undertaking activities and generating outputs? Are the Project activities for promoting the attainment of the outputs appropriate (quantity, quality, and timing)?	Recognition of concerned parties. Inputs and outputs achieved. Recognition of concerned parties. Progress situation of the activities and outputs achieved. Recognition of concerned parties.	Project documents, Researchers/ Experts, C/P
	Prediction on achievement of the overall goal	Is it expected that overall goal of the Project will be achieved? Are there any factors impeding achievement of the overall goal?	Inputs, activities, and outputs achieved. Recognition of concerned parties.	Project documents, Researchers/ Experts, C/P
Sustainability	Spread effects	Are there any positive and negative impacts of the Project in terms of policy, economic, socio-cultural, environmental, and technical aspects? Are there any negative impacts by implementation of the Project? If yes, have any measures been taken for mitigating them?	Corresponding cases.	Project documents, Researchers/ Experts, C/P
	Policy and institutional aspect	Is it expected that policy and institutional support from Thai government for this field will be continued after the Project completion?	Corresponding cases. Future directions of related policies and regulations. Recognition of government officials.	Project documents, Researchers/ Experts, C/P, administrative documents and authority
	Financial and organizational aspect	Is it expected that the sufficient budget will be allocated from Thai government for sustaining the effects of the Project? Have capacities of counterpart organizations been developed for sustaining the effects of the Project?	Actual inputs. Future prospects of budget allocation. Recognition of concerned parties.	Project documents, C/P
	Technical aspect	Are equipment and materials provided for the Project appropriately managed and operated?	Actual inputs. Recognition of concerned parties. Capacity of counterparts on maintaining equipment and materials. Maintenance situation of equipment and materials.	Project documents, Researchers/ Experts, C/P
	Impeding factors	Is it expected that knowledge/skill transferred to counterparts through the Project activities will be established and developed in counterpart organizations? What are (will be) other negative factors affecting sustainability of the Project?	Recognition of concerned parties. Knowledge/skill acquisition situation of counterparts. Recognition of concerned parties.	Project documents, Researchers/ Experts, C/P

Note)

Project documents: Minutes for Study on Detailed Planning (Sep. 2009), Record of Discussion (Feb. 2010), Project Activities Reports by Project Coordinator, Interim Report, Minutes of JCC Meetings, other Project related documents.

Survey method: review on related documents, interview with concerned parties (researchers/experts, counterparts)

Concerned parties:

<Thailand> National Science and Technology Development Agency (NSTDA), Thailand Institute of Science and Technological Research (TISTR), King Mongkut's University of Technology North Bangkok (KMUTNB)

<Japan> National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Waseda University (WU)

Annex-2: Project Design Matrix (Original)

Project Name: Innovation on Production and Automotive Utilization of Biofuels from Non-Food Biomass in Thailand
 Target Group: National Science and Technology Development Agency (NSTDA)
 Thailand Institute of Science and Technological Research (TISTR)
 King Mongkut's University of Technology North Bangkok (KMUTNB)
 Thailand
 Project Area: Researchers, Engineering Firms and Policy Makers related to Development of Biofuels in Thailand
 Final Beneficiaries: Researchers, Engineering Firms and Policy Makers related to Development of Biofuels in Thailand

Duration: : January 2010 to December 2014 (5 years)

Date: September 11, 2009
 Version No.: PDM 0

Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumption
<p>Overall Goal The improved technologies for biofuels from non-food biomass by the Project are disseminated in Thailand.</p>	<p>By 2019, the improved technologies for biofuels from non-food biomass by the Project disseminated to researchers and engineering firms in Thailand through actions by the Thai research institutions engaged in the Project, including seminars, training courses, technical services, and so on.</p>	<p>Data from questionnaire for the participants of seminars, training courses, technical services by the research institutes engaged in the Project.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - The current policies on biofuels of Thailand are not changed. - The crude oil price does not go down from the current level. -The budgets for dissemination activities are provided.
<p>Project Purpose Fundamental technologies to produce biofuels from non-food biomass for automotive utilization are developed.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. It is possible to produce Biodiesel fuel (BDF) which meets the 'EAS-ERIA Bio-Diesel Fuel Standards' (10.0 hours oxidation stability which is higher than the EU standard EN 14214 of 6.0 hours) on a one (1) ton per day basis. 2. The quality of biofuels from Jatropha residues produced by the Project satisfies the quality standards of petroleum gasoline and diesel oil (sulfur contents < 10ppm, oxygen < 0.1wt%) at laboratory level. 	<ul style="list-style-type: none"> - Report of working group meeting by Task. - Quarterly Progress Report - Annual report - Annual report of Joint Meeting by AIIST-NSTDA/MTEC-TISTR-KMUTNB 	<ul style="list-style-type: none"> - In accordance with the Action Plan for bio-diesel promotion in Thailand, Jatropha production increases by the sufficient level. - A sufficient research budget for practical use of high quality BDF is obtained.
<p>Output (For Research Achievement 1) 【Task 1】 1. Detoxification conversion technology for production of non-toxic BDF is developed. 2. Standardized production technology of high-quality BDF in a pilot-scale is developed. 3. Catalyst utilization technology for upgrading Jatropha BDF is developed. 4. CO2 reduction effect of high quality BDF from Jatropha oil is clarified by the Life Cycle Assessment (LCA). 【Task 4】 5. Automobile fuel compatibility of high quality BDF produced by the Project is proven.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. By 2012, toxic content (phorbol ester) in BDF is reduced to the safety level. 2. By 2012, a high quality BDF production plant with detoxification and oxidation stabilization units is operated continuously for processing Jatropha oil in Thailand on a one-ton per day basis. 3. By 2014, the quality of BDF satisfies the 'EAS-ERIA Bio-Diesel Fuel Standards' as well as the Bio-Diesel Guidelines of the World Wide Fuel Charter. 4. By 2013, CO2 emission in the processes of high quality BDF production proposed by the Project is clarified by the Life Cycle Assessment (LCA). 5. By 2013, 5% BDF-blended diesel produced in the process of the Project meets the following regulation of FAME blended diesel fuel in Japan (except for the sulfur content): -FAME content < 5 mass % -Triglyceride content < 0.01 mass % -Methanol content < 0.01 mass % -Total Acid Number (TAN) < 0.13mgKOH/g -Sum of organic acids (formic, acetic and propionic acids) < 0.003 mass % -Increment of Total Acid Number (Oxidation Stability) < 0.12mgKOH/g 	<ul style="list-style-type: none"> - Report of working group meeting by Task. - Quarterly Progress Report - Annual report - Annual report of Joint Meeting by AIIST-NSTDA/MTEC-TISTR-KMUTNB 	<p>There is no substantial reformation in automobile engine technology.</p>

<p>(For Research Achievement 2)</p> <p>【Task 2】 6. Production technology of bio-oil from Jatropha residues by thermal/ catalytic conversion is developed. 7. Separation and stabilization technologies of bio-oil are developed.</p> <p>【Task 3】 8. Deoxygenation and catalytic hydrotreating technologies for upgrading of bio-oils to the quality of petroleum gasoline and diesel oil are developed. 9. Co-processing technology of deoxygenated bio-oils and conventional petroleum, which can be utilized at a conventional petroleum refinery, is developed. 10. CO2 reduction effect for using Jatropha derived oils as transportation fuels is clarified by the Life Cycle Assessment (LCA).</p> <p>【Task 4】 11. Automobile fuel compatibility of bio-oils from Jatropha residues, including bio-oils upgraded with conventional petroleum, is proven.</p>	<p>6.1 By 2012, fast pyrolysis catalyst for hydrodeoxygenation which make oxygen contents less than 40wt% is developed. 6.2 By 2014, a prototyped pyrolysis reactor for catalytic fast pyrolyzer, which can treat 500kg of biomass residues per day, is developed. 7.1 By 2012, technologies for bio-oil separation and stabilization which separate solid sediment and water-soluble fractions in bio-oil and selectively recover water-insoluble fractions for further upgrading to transportation fuel, is developed. 7.2 By 2014, a prototyped separator/ stabilizer of bio-oil in a pilot-scale is developed. 8. By 2012, oxygen content of bio-oil from Jatropha residues is reduced by 10-20wt%. 9. By 2014, the quality of the blended deoxygenated bio-oil with petroleum fractions and further upgraded under the conventional petroleum refining conditions meets the quality standard of petroleum gasoline and diesel oil. (sulfur content < 10-50ppm, oxygen content < 0.1wt%) 10. By 2013, CO2 emission in the processes of biomass residues pyrolysis to bio-oils and following upgrading of bio-oils to transportation fuels is clarified by the Life Cycle Assessment (LCA). 11. By 2014, biofuels derived from Jatropha residues, including biofuels derived from co-processing hydrodeoxygenated bio-oil with petroleum, meets the quality standard of petroleum gasoline and diesel oil. (sulfur content < 10ppm, oxygen content < 0.1wt% for neat processing; and sulfur content < 10-50ppm, oxygen content < 0.1wt% of for co-processing)</p>	<p>- Report of working group meeting by Task. - Quarterly Progress Report - Annual report - Annual report of Joint Meeting by AIST-NSTDAMTEC-TISTR-KMUTNB</p>	
--	--	---	--

Input		
<p>Activities</p> <p>[Task 1] Production of high quality BDF from Jatropha oil 1.1 To research and develop detoxification technology for BDF production. 2.1 To design and develop pilot-scale standardized BDF production process. 2.2 To produce BDF for engine and actual car tests. 2.3 To examine implementation strategy of BDF production. 3.1 To identify heterogeneous catalysts for transesterification. 3.2 To develop hydrotreating technologies for oxidation stability. 3.3 To develop demineralization technology of BDF. 3.4 To conduct detailed analysis of BDF and bio-oils. 4.1 To conduct Life Cycle Assessment on high quality BDF production by the Project.</p> <p>[Task 2] Production and upgrading of bio-oil from Jatropha residues 6.1 To develop catalysts for catalytic fast pyrolysis. 6.2 To research and develop pyrolysis reactor for catalytic fast pyrolyzer. 7.1 To design and develop separation technologies of bio-oils from Jatropha residues. 7.2 To research and develop technologies for increasing stability of bio-oils.</p> <p>[Task 3] Upgrading Bio-oils and Life Cycle Assessment 8.1 To research and develop deoxygenation technology of bio-oils. 8.2 To research and develop catalytic technology for upgrading bio-oils. 9.1 To research and develop co-processing technologies of deoxygenated bio-oils with conventional petroleum. 10.1 To conduct Life Cycle Assessment on biofuels production via. Pyrolysis-hydrotreating process. [Task 4] Evaluation of automobile fuel compatibilities of high quality BDF and biofuels from Jatropha residues 5.1 To evaluate material compatibilities of high quality BDF produced by the Project. 5.2 To evaluate combustion behavior of the BDF. 5.3 To evaluate engine performance of the BDF. 5.4 To simulate combustion behavior of the BDF. 11.1 To evaluate material compatibilities of biofuels derived from the bio-oils produced by the Project, including biofuels derived from co-processing bio-oils from Jatropha residues with conventional petroleum. 11.2 To evaluate combustion behavior of the biofuels. 11.3 To evaluate engine performance of the biofuels. 11.4 To simulate combustion behavior of the biofuels.</p>	<p>Japanese side [Dispatch of Japanese Experts] • Long-term Expert: Project Coordinator • Short-term Expert: ➢ Research Director/ Catalyst Technology for Upgrading of Bio-oil ➢ Vice Research Director/ Automobile Fuel Compatibility Evaluation ➢ Catalyst Technology for BDF Production and Upgrading ➢ Deoxygenation Technology for Bio-oil ➢ Life Cycle Assessment Technology ➢ Automobile Fuel Compatibility Evaluation ➢ Combustion Behavior Simulation ➢ Implementation Strategy</p> <p>[Machinery and Equipment] <NSTDA/MTEC> Standard Apparatus for Catalytic Reaction Test, Homogenizer, Rotary Evaporator, HPLC, Canopy, Autoclave, Lab-scale Pyrolyzer, Bio-oil Separator, CHNOS Analyzer, Oven, Vacuum Oven Tubular Furnace <TISTR> BDF Production Pilot Plant, Pyrolyzer link with GC-MS, Pilot-scale Extruded-type Pyrolyzer, ICP, Fluidized Bed Pyrolyzer, Vacuum Jet Dehydrator <KMUTNB> A set of High Pressure Micro-reactor, GC-MS, Chemisorption Analyzer, Peristaltic Pump, Dual Line Vacuum Manifold</p> <p>[Training in Japan] • BDF upgrading technologies • Detailed Analysis of BDF • Production technologies for bio-oils from Jatropha residues • Bio-oil upgrading technologies • Life Cycle Assessment • Evaluation of automobile fuel compatibility</p> <p>[Other Expenses]</p>	<p>Thai side [Counterpart Personnel] • Project Director • Project Manager • Project Co-manager • Project Coordinator • Research Staff: <NSTDA/MTEC> <TISTR> <KMUTNB></p> <p>[Land, Facilities, and Equipment] • Office space for Japanese experts • Laboratories • Necessary Equipments</p> <p><TISTR> • Office for Japanese Experts (Office in Energy Department) • Laboratories • Equipments</p> <p><KMUTNB> • Office space for Japanese Experts (Office in Department/ Faculty of Applied Science or Science and Technology Research Institute for Energy Department) • Laboratories • Equipments</p> <p>[Other Expenses] • Expendable expenses • Payroll cost for project staff (e.g. secretary) • Other necessary expenses</p> <p>Preconditions A sufficient research budget for the counterpart institutions are obtained.</p>

Annex-3: Inputs for the Project (Japanese Side)

(1) Dispatch of Experts

1) Short-Term

No	Name	Expertise	Period	Days	Affiliation
1	Dr. Yuji Yoshimura	Research Director/ BDF production from Jatropha oil/ Upgrading of bio-oils	2010/5/16 ~ 2010/5/18	3	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)
			2010/12/12 ~ 2010/12/16	5	
			2011/2/18 ~ 2011/2/27	10	
			2011/3/13 ~ 2011/3/23	11	
			2011/5/17 ~ 2011/6/1	16	
			2011/7/21 ~ 2011/7/30	10	
			2011/9/7 ~ 2011/9/15	9	
			2012/1/15 ~ 2012/1/21	7	
			2012/5/14 ~ 2012/6/9	27	
			2012/7/16 ~ 2012/7/21	6	
2012/8/13 ~ 2012/8/29	17				
2012/10/28 ~ 2012/11/2	6				
2	Prof. Yasuhiro Daisho	Evaluation of engine and emission performances of new fuels	2010/8/16 ~ 2010/8/20	5	Waseda University (WU)
3	Dr. Mitsuharu Oguma	Evaluation of engine and emission performances of new fuels	2010/8/16 ~ 2010/8/20	5	AIST
			2011/9/8 ~ 2011/9/11	4	
			2012/9/13 ~ 2012/9/15	3	
4	Prof. Makoto Nohtomi	Upgrading of bio-oils	2010/8/16 ~ 2010/8/20	5	WU
			2011/8/7 ~ 2011/8/11	5	
5	Prof. Akio Nishijima	Implementation Strategy/Capacity building and technology transfer	2010/8/16 ~ 2010/8/21	6	WU AIST
			2010/12/12 ~ 2010/12/16	5	
			2011/5/17 ~ 2011/5/24	8	
			2012/1/17 ~ 2012/1/21	5	
6	Prof. Masafumi Katsuta	Capacity building and technology transfer	2010/8/17 ~ 2010/8/20	4	WU
7	Dr. Yoshikazu Sugimoto	Upgrading of bio-oils	2010/9/27 ~ 2010/10/2	6	AIST
			2011/10/16 ~ 2011/10/27	12	
			2012/9/9 ~ 2012/9/15	7	
8	Dr. Makoto Toba	BDF production from Jatropha oil/Upgrading of bio-oils	2010/9/27 ~ 2010/10/2	6	AIST
			2011/1/24 ~ 2011/1/29	6	
			2011/2/13 ~ 2011/2/19	7	
			2011/9/25 ~ 2011/10/8	14	
			2012/9/9 ~ 2012/9/15	7	
9	Dr. Kazuhisa Murata	Production of bio-oils from Jatropha residues	2010/9/27 ~ 2010/10/2	6	AIST
			2011/9/5 ~ 2011/9/10	6	
			2012/9/9 ~ 2012/9/15	7	
10	Dr. Hideo Samura	Capacity building and technology transfer	2010/12/12 ~ 2010/12/14	3	AIST
			2011/6/26 ~ 2011/7/1	6	
11	Prof. Junichi Watanabe	Capacity building and technology transfer	2010/12/12 ~ 2010/12/16	5	WU
			2011/6/26 ~ 2011/7/1	6	
12	Prof. Takuya Kirikawa	LCA on BDF and high quality BDF	2011/8/7 ~ 2011/8/11	5	WU
13	Dr. Yoshizo Suzuki	R&D of pyrolyzer for catalytic fast pyrolysis	2011/9/25 ~ 2011/10/1	7	AIST
			2012/2/26 ~ 2012/3/1	5	
			2012/10/28 ~ 2012/11/2	6	
14	Dr. Takehisa Mochizuki	Production of high quality BDF from Jatropha oil	2012/5/24 ~ 2012/6/4	12	AIST
15	Ms. Yohko Abe	BDF production from Jatropha oil/Upgrading of bio-oils	2012/9/9 ~ 2012/9/15	7	AIST
				328	

2) Long-Term

No	Name	Expertise	Period	Days	Affiliation
1	Mr. Yoshiaki Miura	Project Coordinator	2010/7/4 ~ 2012/11/15	866	JICA

Annex-3: Inputs for the Project (Japanese Side)
(2) C/P Training in Japan

Name	Organization	Subject of Training	Duration	Related Output in PDM
1st Year (2010 - 2011)				
Ms.Thanita Sonthisawate	TISTR	Hydrotreating technology for improving oxidation stability of Jatropha biodiesel fuel (BDF)	2010/10/1 ~ 2010/12/23	3-2
Ms.Phanthinee Somwongsa	TISTR	Catalyst screening technology for catalytic fast pyrolysis of Jatropha residues	2010/10/1 ~ 2010/11/30	6-1
Dr. Thanee Utistham	TISTR	Development of a fluidised-bed pyrolyzer for fast pyrolysis of biomass residues	2010/9/1 ~ 2010/11/30	6-2
2nd Year (2011 - 2012)				
Dr. Manida Tongroon	MTEC/NSTDA	Evaluation of engine performances of the high-quality BDF	2011/7/15 ~ 2011/10/15	5-3
Mr. Kiatkong Suvannakij	MTEC/NSTDA	Materials compatibilities of high-quality BDF	2011/9/1 ~ 2011/11/30	5-1
Dr. Duangduen Atong	MTEC/NSTDA	Catalyst screening technology for catalytic fast pyrolysis of Jatropha residues	2011/10/1 ~ 2011/11/30	6-1
Dr. Viboon Sricharoenchaikul	MTEC/NSTDA	Catalyst screening technology for catalytic fast pyrolysis of Jatropha residues	2011/10/1 ~ 2011/11/30	6-1
Dr. Nuwong Chollacoop	MTEC/NSTDA	Evaluation of combustion behavior of the high-quality BDF	2011/10/1 ~ 2011/12/27	5-4
Ms. Pamcheewa Udomsap	MTEC/NSTDA	Heterogeneous catalysts for transesterification	2011/10/1 ~ 2011/12/27	3-1
Ms. Thanita Sonthisawate	TISTR	Detailed analyses of BDF and bio-oils	2011/10/1 ~ 2011/12/27	3-4
Dr. Siriporn Larpiattaworn	TISTR	Heterogeneous catalysts for transesterification	2011/11/1 ~ 2011/12/27	3-1
Dr. Chatchalida Boonpanaid	KMUTNB	Catalytic Technology for upgrading bio-oils	2011/11/1 ~ 2011/12/27	8-2
Dr. Tanakorn Ratana	KMUTNB	Deoxygenation technology of bio-oils	2011/11/1 ~ 2011/12/27	8-1
3rd Year (2012 - 2013)				
Dr. Monrudee Phongaksorn	KMUTNB	Deoxygenation technology of bio-oils	2012/5/8 ~ 2012/7/7	8-1
Dr. Sabaithip Tungkamani	KMUTNB	Catalytic Technology for upgrading bio-oils	2012/5/8 ~ 2012/7/7	8-2
Dr. Jitti Mungkalasiri	MTEC/NSTDA	LCA of high-quality BDF	2012/5/8 ~ 2012/7/7	6-1
Mr. Nattawee Teeranant	TISTR	Production of high-quality BDF	2012/9/3 ~ 2012/11/30	6-1
Ms. Buppa Puttasawat	MTEC/NSTDA	Heterogeneous catalysts for transesterification	2012/10/1 ~ 2012/12/27	3-1
Ms. Supralee Lao-Ubol	TISTR	Heterogeneous catalysts for transesterification	2012/10/1 ~ 2012/12/27	3-4
Dr. Wasana Khongwong	TISTR	Catalyst screening technology for catalytic fast pyrolysis of Jatropha residues	2012/10/1 ~ 2012/12/27	5-4
Dr. Manida Tongroon	MTEC/NSTDA	Evaluation of combustion behavior of high-quality BDF	2012/10/1 ~ 2012/12/27	3-1

Annex-3: Inputs for the Project (Japanese Side)

(3) Provision of Equipment

No.	Name	Details	Location	Cost (THB)	Cost (JPY)	Installation Date
1	Pilot Plant for high quality biodiesel fuel production	Custom made/Production Unit, Upgrading Unit	TISTR	(44,280,442.80)	120,000,000	19 Mar. 2011
2	Standard apparatus for catalytic reaction test	BEL-REA micro reactor, Micro GC	MTEC	5,181,000.00	(14,040,510)	7 Mar. 2011
3	Homogenizer	Thermo Fisher Scientific, T25 Digital	MTEC	72,000.00	(195,120)	7 Mar. 2011
4	Rotary evaporator	Buchi Rotary Evaporation Unit, Heating Bath, Vacuum Pump	MTEC	434,600.00	(1,177,766)	7 Mar. 2011
5	Canopy Hood	Custom made	MTEC	570,000.00	(1,510,500)	13 Mar. 2012
6	Autoclave	PARR High Temperature/High Pressure Reactor, Head and Cylinder and Internal Wetted Components	MTEC	1,177,000.00	(3,189,670)	7 Mar. 2011
7	Lab-scale pyrolyzer	Frontier Lab Double Shot Pyrolyzer, Auto Shot Sampler, Auto-shot Gas Reservoir	MTEC	1,540,000.00	(4,173,400)	7 Mar. 2011
8	CHNOS Analyzer	TruSpec CHN Elemental Determinator Package, Sulfur Module for TruSpec, TruSpec Oxygen Add-on Module	MTEC	4,077,000.00	(10,804,050)	6 Mar. 2012
9	Pyrolyzer link with GC-MS	Frontier Lab Double Shot Pyrolyzer, Agilent GC, MS, Auto injector	TISTR	3,704,000.00	(9,926,720)	9 Feb. 2011
10	Pilot-scale extruded-type fast pyrolyzer	Custom made	TISTR	792,000.00	(2,114,640)	7 Jun. 2011
11	ICP	PerkinElmer ICP-Optical Emission Spectrometer Optima 8000	TISTR	2,900,000.00	(7,221,000)	10 Jan. 2012
12	A set of high pressure micro-reactor	PARR Micro Reactor 100 mL (Fixed Head), T316 Stainless Steel Magnetic Drive	KMUTNB	955,000.00	(2,588,050)	7 Mar. 2011
13	GC-MS	Agilent GC 7890A, MSD 5975C, Auto Sampler	KMUTNB	3,216,000.00	(8,715,360)	7 Mar. 2011
14	Chemisorptions analyzer	BELCAT - B (x2)	KMUTNB/ TISTR	7,100,000.00	(18,815,000)	29 Mar. 2012
15	Fluidized bed pyrolyzer	Custom made	TISTR	3,120,000.00	(7,862,400)	28 Sep. 2012
16	HPLC	Agilent FC-AS, DAD VL, TCC, ALS, Quat Pump VL, Solvent Cabinet	MTEC	2,084,000.00	(5,647,640)	7 Mar. 2011
17	Viscosity Meter	Brookfield LVDV-II+Pro Extra, Refrigerated Bath	MTEC	592,500.00	(1,475,325)	22 Dec. 2011
18	Vacuum oven	MEMERT / MEM-E-VO500, Pump Module	MTEC	693,000.00	(1,878,030)	7 Mar. 2011
19	Tubular furnace	Carbolite HST12/400/3216P1	MTEC	500,000.00	(1,340,000)	21 Feb. 2011
20	Vacuum jet dehydrator	Oil Pure System VJ-50, Turbine Jet Centrifuge, Oil Water Separation, Oil Strainer Element	TISTR	1,682,243.00	(4,155,140)	10 Feb. 2012
21	Peristaltic pump	Reglo Analog MS-4/8-100	KMUTNB	80,600.00	(218,426)	7 Mar. 2011
22	Dual line vacuum manifold	Manifold, Vacuum Trap, Direct Drive Pump	KMUTNB	272,000.00	(737,120)	7 Mar. 2011
23	Degumming Equipment	Custom made	TISTR	(3,480,000.00)	8,700,000	31 Jul. 2012
	Total			88,503,385.80	236,485,867	

Annex-3: Inputs for the Project (Japanese Side)**(4) Local Cost Expenditure**

(Unit: THB)

Details of use	JFY 2010 (2010.7-2011.3)	JFY 2011 (2011.4-2012.3)	JFY 2012 (2012.4-2012.9)	Total
Purchase cost				
Materials (Jatropha Oil, Jatropha Residues)	1,027,200.00	428,000.00	112,000.00	1,567,200.00
Materials and apparatus for research activities	53,714.00	26,696.00	102,905.00	183,315.00
Office miscellaneous	24,044.00	5,760.00	30,601.00	60,405.00
Transportation and trip (include air ticket and car rental)	130,547.00	292,347.00	146,112.00	569,006.00
Communication and conveyance	47,866.00	60,650.00	20,000.00	128,516.00
Seminar, training, and conference	19,300.00	121,400.00	90,000.00	230,700.00
Dissemination (Printing and event)	-	29,960.00	21,721.00	51,681.00
Rental (Equipment for research)	132,252.00	-	-	132,252.00
Employment (Project assistant and translator)	283,421.00	88,121.00	52,071.00	423,613.00
Others	-	-	-	-
Total	1,718,344.00	1,052,934.00	575,410.00	3,346,688.00

Annex-4: Inputs for the Project (Thai Side)

(1) Assignment of C/P Personnel

No	Project Position	Name	Organization	Group/Division	Leader	Responsibility	Assignment Period*			
							2010	2011	2012	2013
1	Project Director	Dr. Paritkul Bhandubanyong	NSTDA			Project Management Steering Committee				
2	Project Manager	Ms. Siriluck Nivitchayong Deputy Executive Director in Research and Development	MTEC/NSTDA			Project Management Steering Committee				
3	Deputy Project Manager	Dr. Sutiporn Chevasatn Deputy Governor Research and Development for Sustainable Development	TISTR			Project Management Steering Committee				
4	Deputy Project Manager	Dr. Surin Laosooksathit Dean of Faculty of Applied Science	KMUTNB			Project Management Steering Committee				
5	Senior Research Supervisor	Ms. Peesamai Jenvitpaikul	NSTDA			Project Management Steering Committee				
6	C/P	Dr. Werasak Udonsichdech	MTEC/NSTDA	MTEC Director						
7	C/P	Dr. Thumrongrut Mungcharoen	MTEC/NSTDA	CPMO Director/Energy cluster						
8	Research Leader	Dr. Nuwong Chollacoop	MTEC/NSTDA	Bioenergy Lab, MTEC	Dr. Nuwong/ Dr. Sumritra	MTEC coordinator/ Detoxification/Fractionation/ Engine testing				
9	C/P	Mr. Atomo Yukimune	MTEC/NSTDA	MTEC Coordinator						
10	C/P	Dr. Ekkarat Vinyanit	MTEC/NSTDA	Failure Analysis and Materials Corrosion Lab, MTEC	Ms. Siriluck	Fractionation				
11	C/P	Dr. Sittha Sukkasi	MTEC/NSTDA	Materials Technology for Hazardous Substances Free Products Lab, MTEC	Ms. Siriluck	Fractionation				
12	C/P	Mr. Nitut Bunchoo	MTEC/NSTDA	Failure Analysis and Materials Corrosion Lab, MTEC	Dr. Ekkarat	Fractionation				
13	C/P	Mr. Wisanupong Khonrueng	MTEC/NSTDA	Failure Analysis and Materials Corrosion Lab, MTEC	Dr. Ekkarat	Fractionation				
14	C/P	Ms. Vituruch Goodwin	MTEC/NSTDA	Bioenergy Lab, MTEC	Dr. Nuwong	Solid catalyst/Fractionation				
15	C/P	Ms. Panchheewa Udonsap	MTEC/NSTDA	Bioenergy Lab, MTEC	Dr. Nuwong	Detoxification/Solid catalyst for BDF/Fractionation of bio-oil				
16	C/P	Dr. Boonyawan Yoonak	MTEC/NSTDA	Bioenergy Lab, MTEC	Dr. Nuwong	Solid catalyst for BDF/Fractionation of bio-oil				
17	C/P	Ms. Buppa Shomchoorn	MTEC/NSTDA	Bioenergy Lab, MTEC	Dr. Nuwong	Solid catalyst for BDF				
18	C/P	Dr. Duangduen Atong	MTEC/NSTDA	Applied Ceramics Lab, MTEC	Ms. Siriluck	Catalytic fast pyrolysis				
19	C/P	Dr. Viboon Sriharoenchaikul	MTEC/NSTDA	Applied Ceramics Lab, MTEC	Ms. Siriluck	Catalytic fast pyrolysis				
20	C/P	Mr. Teerapong Baitiang	MTEC/NSTDA	Bioenergy Lab, MTEC	Dr. Nuwong	Engine testing				
21	C/P	Mr. Kitakong Suwanakij	MTEC/NSTDA	Bioenergy Lab, MTEC	Dr. Nuwong	Engine testing				
22	C/P	Dr. Manida Tongroon	MTEC/NSTDA	Bioenergy Lab, MTEC	Dr. Nuwong	Engine testing				
23	C/P	Dr. Jitti Mungkalasiri	MTEC/NSTDA	LCA lab, MTEC	Ms. Siriluck	LCA				
24	C/P	Ms. Pornjimon Boonkam	MTEC/NSTDA	LCA lab, MTEC	Dr. Jitti	LCA				
25	C/P	Mr. Athiwat Jirajiraywech	MTEC/NSTDA	LCA lab, MTEC	Dr. Jitti	LCA				
26	C/P	Dr. Sumritra Charojrochikul	MTEC/NSTDA	Electrochemical Materials and System Lab, MTEC	Ms. Siriluck	MTEC coordinator				
27	C/P	Dr. Peernwat Saisirint	MTEC/NSTDA	Bioenergy Lab, MTEC	Dr. Nuwong	Engine testing				
28	C/P	Ms. Thitizaporn Duangmanee	MTEC/NSTDA	Bioenergy Lab, MTEC	Dr. Nuwong	Solid catalyst for BDF production/Fractionation of bio-oil				
29	C/P	Ms. Jiraporn Boorpo	MTEC/NSTDA	Bioenergy Lab, MTEC	Dr. Nuwong	Fractionation of bio-oil				
30	C/P	Ms. We-wisa Thanungkano	MTEC/NSTDA	LCA lab, MTEC	Dr. Jitti	LCA				
31	C/P	Ms. Ruthairat Wisanuswanako	MTEC/NSTDA	LCA lab, MTEC	Dr. Jitti	LCA				
32	C/P	Dr. Yatika Sonrang	MTEC/NSTDA	Bioenergy lab, MTEC	Dr. Nuwong	Fractionation of bio-oil				
33	C/P	Ms. Supavan Vichaphund	MTEC/NSTDA	Ceramics Processing Lab, MTEC	Dr. Duangduen	Catalytic fast pyrolysis				
34	C/P	Mr. Chalot Teeritayangoon	MTEC/NSTDA	Bioenergy Lab, MTEC	Dr. Nuwong	Solid catalyst for BDF				
35	C/P	Dr. Subongkol Topabool	MTEC/NSTDA	Bioenergy Lab, MTEC	Dr. Nuwong	Engine testing				
36	C/P	Ms. Chumjaijai Sukjameri	MTEC/NSTDA	Bioenergy Lab, MTEC	Dr. Nuwong	Engine testing				
37	C/P	Mr. Tanakorn Doungrakpanao	MTEC/NSTDA	Bioenergy Lab, MTEC	Dr. Nuwong	Engine testing				
38	C/P	Ms. Noranon Intaresont	MTEC/NSTDA	Failure Analysis and Materials Corrosion Lab, MTEC	Dr. Ekkarat	Fractionation				
39	C/P	Mr. Ukrit Sahapatsombut	MTEC/NSTDA	Bioenergy Lab, MTEC	Dr. Nuwong	Solid catalyst for BDF				
40	C/P	Mr. Jaroon Troset	MTEC/NSTDA	Failure Analysis and Materials Corrosion Lab, MTEC	Dr. Ekkarat	Fractionation				
41	C/P	Dr. Somsak Supasinwongkol	MTEC/NSTDA	Electrochemical Materials and System Lab, MTEC	Dr. Sumritra	Catalysis				
42	C/P	Ms. Panyaporn Kraae	MTEC/NSTDA	Bioenergy Lab, MTEC	Dr. Nuwong	Solid catalyst for BDF				
43	C/P	Ms. Sildara Thassanaprichaymont	MTEC/NSTDA	Applied Ceramics Lab, MTEC	Ms. Siriluck	Catalytic fast pyrolysis				
44	C/P	Mr. Seksan Pong	MTEC/NSTDA	Environment Management Lab, MTEC	Ms. Siriluck	LCA				
45	C/P	Dr. Chulima Eamchotchavalit	TISTR	Materials Innovation Dept.	Dr. Sutiporn	TISTR coordinator				
46	C/P	Dr. Chanakan Asanjarit	TISTR	Energy Technology Dept.	Dr. Chanakan	High-quality BDF in a pilot-scale				
47	C/P	Ms. Thamita Sonthisawate	TISTR	Energy Technology Dept.	Dr. Chanakan	High-quality BDF in a pilot-scale				
48	C/P	Ms. Lalita Attanatho	TISTR	Energy Technology Dept.	Dr. Chanakan	High-quality BDF in a pilot-scale				
49	C/P	Mr. Thaparat Karnhanont	TISTR	Energy Technology Dept.	Dr. Chanakan	High-quality BDF in a pilot-scale				
50	Research Leader	Dr. Siriporn Lampittavorn	TISTR	Materials Innovation Dept.	Dr. Siriporn/Dr. Chaina	TISTR coordinator/ BDF production/Solid catalyst/ Bio-oil production				
51	C/P	Ms. Plianthee Somwongsa	TISTR	Materials Innovation Dept.	Dr. Siriporn	Analysis properties of bio-oil				
52	C/P	Ms. Laksana Kreetisawate	TISTR	Materials Innovation Dept.	Dr. Siriporn	Solid catalyst for BDF/bio-oil				

Annex-4: Inputs for the Project (Thai Side)**(2) Equipment and Facilities Prepared by Thai side****Equipment**

Equipment	Institute	Year	Budget (Baht)
Networked GC with FPD/TCD detector	MTEC	2011	2,000,000
Balance	MTEC	2011	30,000
Temperature controlled chamber	MTEC	2011	24,000
Volumetric KF tritator unit	MTEC	2011	155,000
Air compressor	MTEC	2012	50,000
Oven (Model FD53)	MTEC	2012	50,125
Rancimat Compressor	MTEC	2012	45,000
GPC unit for HPLC	MTEC	2012	625,000
AVL smoke meter	MTEC	2012	1,440,000
Hot plate	MTEC	2012	41,000
Air Compressor	TISTR	2011.01.27	52,430
Air Dryer with Air Receiver	TISTR	2011.01.27	71,112.20
Hand lift	TISTR	2011.02.14	26,750
Mobile of Methoxide	TISTR	2011.01.24	79,180
Pump for Cooling tower	TISTR	2011.01.24	20,865
Hand pump and Hand Pump with Battery	TISTR	2011.01.24	95,230
RO system	TISTR	2011.02.14	25,145
Electric Boiler	TISTR	2011 June	850,714
Balance	TISTR	2011 Sep.	16,778
Prototype of Fluidized bed fast pyrolyser	TISTR	2012 Jan.	75,000
Pump for the lab of separation bio oil	TISTR	2012	15,000
Pressure Gauge	TISTR	2012	21,935
Reparation of Rancimat	TISTR	2012	61,729
Peroxide value measurement equipment	TISTR	2012	59,547
Parr reactor	TISTR	2012	700,000
Automatic Titrator Set for TAN & TBN	KMUTNB	2011	500,000
GC column	KMUTNB	2012	22,005
Reactive distillation unit	KMUTNB	2012	300,000
Syringe filter	KMUTNB	2012	24,026
Weight balance	KMUTNB	2012	60,000

Facilities

Facilities	Institute
Laboratory for the project	MTEC, TISTR, KMUTNB
Working space or room for Project Coordinator and Project Exp	MTEC, TISTR, KMUTNB
Workshop for the BDF Pilot Plant	TISTR
Workshop for the bench scale Pyrolyzers	TISTR

Annex-4: Inputs for the Project (Thai Side)**(3) Local Cost Expenditures****Year 2010 (2010.5-2011.3)**

(THB)

Description		MTEC/NSTDA*1	TISTR*2	KMUTNB*3	Total
1	Employment of Research assistant	157,460	312,000	55,000	524,460
	(not include permanent staff and researchers)	-	-	-	0
2	Equipment for analysis and testing	10,000	370,712	500,000	880,712
3	Materials (Jatropha Oil, Jatropha Residues)	-	-	-	0
4	Materials (Chemicals, Gas, and etc.) and apparatus	94,271	380,228	688,300	1,162,799
5	Construction and installation (include materials)	-	537,676	800,000	1,337,676
6	Modification and repair of equipment	-	-	-	0
7	Transportation (Trip, shipping, and to carry)	4,355	51,425	-	55,780
8	Dissemination (Printing and event)	-	-	-	0
9	Training	-	-	-	0
10	Others	103,951	-	-	103,951
Total		370,037	1,652,041	2,043,300	4,065,378

Year 2011 (2011.4-2012.3)

Description		MTEC/NSTDA*1	TISTR*2	KMUTNB*3	Total
1	Employment of Research assistant	592,285	312,000	180,000	1,084,285
	(not include permanent staff and researchers)	-	-	-	0
2	Equipment for analysis and testing	440,813	942,491	-	1,383,304
3	Materials (Jatropha Oil, Jatropha Residues)	-	-	-	0
4	Materials (Chemicals, Gas, and etc.) and apparatus	274,055	361,430	550,000	1,185,485
5	Construction and installation (include materials)	-	-	-	0
6	Modification and repair of equipment	-	728,900	-	728,900
7	Transportation (Trip, shipping, and to carry)	45,527	14,700	-	60,227
8	Dissemination (Printing and event)	-	166,164	-	166,164
9	Training	-	55,000	-	55,000
10	Others	163,726	-	-	163,726
Total		1,516,405	2,580,685	730,000	4,827,090

Year 2012 (2012.4-2012.9)

Description		MTEC/NSTDA*1	TISTR*2	KMUTNB*3	Total
1	Employment of Research assistant	685,816	208,314	252,200	1,146,330
	(not include permanent staff and researchers)	-	-	-	0
2	Equipment for analysis and testing	2,320,975	796,482	415,500	3,532,957
3	Materials (Jatropha Oil, Jatropha Residues)	-	1,048,270	-	1,048,270
4	Materials (Chemicals, Gas, and etc.) and apparatus	326,780	639,640	600,000	1,566,420
5	Construction and installation (include materials)	-	201,000	-	201,000
6	Modification and repair of equipment	-	270,729	-	270,729
7	Transportation (Trip, shipping, and to carry)	18,371	55,095	-	73,466
8	Dissemination (Printing and event)	-	-	-	0
9	Training	-	-	-	0
10	Others	297,590	-	-	297,590
Total		3,649,532	3,219,530	1,267,700	8,136,762

* 1: Figures include budgets for four research activities from CPMO of NSTDA.

* 2: Figures include budgets from CPMO of NSTDA (2million THB for 2011. 9-2012.9).

* 3: Figures include budgets for two research activities from CPMO of NSTDA (3.24 million THB for 2010.10-2012.9) and from KMUTNB (0.8million THB for 2010-2011).

Annex-5: Project Design Matrix (Revised)

Project Name: Innovation on Production and Automotive Utilization of Biofuels from Non-Food Biomass in Thailand
 Target Group: National Science and Technology Development Agency (NSTDA)
 Thailand Institute of Science and Technological Research (TISTR)
 King Mongkut's University of Technology North Bangkok (KMUTNB)
 Project Area: Thailand
 Final Beneficiaries: Researchers, Engineering Firms and Policy Makers related to Development of Biofuels in Thailand

Duration: : 16 May 2010 ~ 31 March 2015

Date: December 4, 2012
 Version No.: PDM 01

Narrative Summary	Objectively Verification Indicators	Means of Verification	Important Assumption
<p>Overall Goal The improved technologies for biofuels from non-food biomass by the Project are disseminated in Thailand.</p>	<p>By 2019, the improved technologies for biofuels from non-food biomass by the Project disseminated to researchers and engineering firms in Thailand through actions by the Thai research institutions engaged in the Project, including seminars, training courses, technical services, and so on.</p>	<p>Data from questionnaire for the participants of seminars, training courses, technical services by the research institutes engaged in the Project.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - The current policies on biofuels of Thailand are not changed. - The crude oil price does not go down from the current level. -The budgets for dissemination activities are provided.
<p>Project Purpose Fundamental technologies to produce biofuels from non-food biomass for automotive utilization are developed.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. It is possible to produce Biodiesel fuel (BDF) which meets the 'EAS-ERIA Bio-Diesel Fuel Standards' (10.0 hours oxidation stability which is higher than the EU standard EN 14214 of 6.0 hours) on a one (1) ton per day basis. 2. The quality of biofuels from Jatropha residues produced and upgraded by the Project satisfies the quality standards of petroleum gasoline and diesel oil (sulfur contents < 10ppm, oxygen < 0.1wt%) at laboratory level. 	<ul style="list-style-type: none"> - Report of working group meeting by Task. - Quarterly Progress Report - Annual report of Joint Meeting by AIST-NSTDA/MTEC-TISTR-KMUTNB 	<ul style="list-style-type: none"> - In accordance with the Action Plan for bio-diesel promotion in Thailand, Jatropha production increases by the sufficient level. - A sufficient research budget for practical use of high quality BDF is obtained.
<p>Output (For Research Achievement 1) 【Task 1】 1. Detoxification conversion technology for production of non-toxic BDF is developed. 2. Standardized production technology of high-quality BDF in a pilot-scale is developed. 3. Catalyst utilization technology for upgrading Jatropha BDF is developed. 4. CO₂ reduction effect of high quality BDF from Jatropha oil is clarified by the Life Cycle Assessment (LCA). 【Task 4】 5. Automobile fuel compatibility of high quality BDF produced by the Project is proven.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. By 2012, toxic content (phorbol ester) in BDF is reduced to the safety level. 2. By 2012, a high quality BDF production plant with detoxification and oxidation stabilization units is operated continuously for processing Jatropha oil in Thailand on a one-ton per day basis. 3. By 2014, the quality of BDF satisfies the 'EAS-ERIA Bio-Diesel Fuel Standards' as well as the Bio-Diesel Guidelines of the World Wide Fuel Charter. 4. By 2014, CO₂ emission in the processes of high quality BDF production proposed by the Project is clarified by the Life Cycle Assessment (LCA). 5. By 2013, automobile fuel compatibility of BDF blended with diesel oil is proved by material compatibility evaluation and engine combustion performance evaluation. 	<ul style="list-style-type: none"> - Report of working group meeting by Task. - Quarterly Progress Report - Annual report - Annual report of Joint Meeting by AIST-NSTDA/MTEC-TISTR-KMUTNB 	<p>There is no substantial reformation in automobile engine technology.</p>

<p>(For Research Achievement 2)</p> <p>【Task 2】 6. Production technology of bio-oil from Jatropha residues by thermal/ catalytic conversion is developed. 7. Separation and stabilization technologies of bio-oil are developed.</p> <p>【Task 3】 8. Deoxygenation and catalytic hydrotreating technologies for upgrading of bio-oils to the quality of petroleum gasoline and diesel oil are developed. 9. Co-processing technology of deoxygenated bio-oils and conventional petroleum, which can be utilized at a conventional petroleum refinery, is developed. 10. CO2 reduction effect for using Jatropha derived oils as transportation fuels is clarified by the Life Cycle Assessment (LCA).</p> <p>【Task 4】 11. Automobile fuel compatibility of bio-oils from Jatropha residues, including bio-oils upgraded with conventional petroleum, is proven.</p>	<p>6.1 By 2012, fast pyrolysis catalyst for hydrodeoxygenation which make oxygen contents less than 40wt% is developed. 6.2 By 2014, a prototyped pyrolysis reactor for catalytic fast pyrolyzer, which can treat 500kg of biomass residues per day, is developed. 7.1 By 2013, technologies for bio-oil separation and stabilization which separate solid sediment and water-soluble fractions in bio-oil and selectively recover water-insoluble fractions for further upgrading to transportation fuel, is developed. 7.2 By 2014, a prototyped separator cum stabilizer of bio-oil in a pilot-scale is developed. 8. By 2012, oxygen content of bio-oil from Jatropha residues is reduced by 10-20wt%. 9. By 2014, the quality of the blended deoxygenated bio-oil with petroleum fractions and further upgraded under the conventional petroleum refining conditions meets the quality standard of petroleum gasoline and diesel oil. (sulfur content < 10-50ppm, oxygen content < 0.1wt%) 10. By 2014, CO2 emission in the processes of biomass residues pyrolysis to bio-oils and following upgrading of bio-oils to transportation fuels is clarified by the Life Cycle Assessment (LCA). 11. By 2014, automobile fuel compatibility of biofuels derived from Jatropha residues (including bio-oil blended with petroleum) is proved by material compatibility evaluation and engine combustion performance evaluation.</p>	<p>- Report of working group meeting by Task. - Quarterly Progress Report - Annual report - Annual report of Joint Meeting by AIST-NSTDA/MTEC-TISTR-KMUTNB</p>	
<p>(For human resources development/technology transfer, practical application of BDF production technologies)</p> <p>【Task 5】 12. Researchers involved with biofuels production and utilization are nurtured. 13. Preparations for practical application of BDF production technologies are done.</p>	<p>12. Number of research papers and presentations at academic conferences is increased. 13.1 Issues (e.g. raw materials, technical/economic/environmental aspects, etc.) and future directions relating to practical application BDF production technologies are clarified. 13.2 Actions for practical application of BDF production technologies are taken (e.g. strengthening collaboration with primary industries, business enterprises, neighboring countries).</p>	<p>- Above-mentioned reports - Research papers, and presentations at academic conferences - Clarified issues and future directions/approaches - Actions for practical application of BDF production technologies</p>	

<p>Activities</p> <p>[Task 1] Production of high quality BDF from Jatropha oil</p> <p>1.1 To research and develop detoxification technology for BDF production.</p> <p>2.1 To design and develop pilot-scale standardized BDF production process, including the use of reference BDF feedstock.</p> <p>2.2 To produce BDF for engine and on-road tests.</p> <p>3.1 To identify heterogeneous catalysts for transesterification.</p> <p>3.2 To develop hydrotreating technologies for oxidation stability.</p> <p>3.3 To develop demineralization technology of BDF.</p> <p>3.4 To develop detailed analytical methods of BDF.</p> <p>4.1 To conduct Life Cycle Assessment on high quality BDF production by the Project.</p> <p>[Task 2] Production and upgrading of bio-oil from Jatropha residues</p> <p>6.1 To develop catalysts for catalytic fast pyrolysis.</p> <p>6.2 To research and develop pyrolysis reactor for catalytic fast pyrolyzer.</p> <p>7.1 To design and develop separation technologies of bio-oils from Jatropha residues.</p> <p>7.2 To research and develop technologies for increasing stability of bio-oils.</p> <p>[Task 3] Upgrading Bio-oils and Life Cycle Assessment</p> <p>8.1 To research and develop deoxygenation technology of bio-oils.</p> <p>8.2 To research and develop catalytic technology for upgrading bio-oils.</p> <p>8.3 To develop detailed analytical methods of bio-oils.</p> <p>9.1 To research and develop co-processing technologies of deoxygenated bio-oils with conventional petroleum.</p> <p>10.1 To conduct Life Cycle Assessment on biofuels production via. Pyrolysis-hydrotreating and upgrading process.</p> <p>[Task 4] Evaluation of automobile fuel compatibilities of high quality BDF and biofuels from Jatropha residues</p> <p>5.1 To evaluate material compatibilities of high quality BDF produced by the Project.</p> <p>5.2 To evaluate combustion behavior of the BDF.</p> <p>5.3 To evaluate engine performance of the BDF.</p> <p>5.4 To simulate combustion behavior of the BDF.</p> <p>5.5 To conduct on-road tests of the BDF.</p> <p>11.1 To evaluate material compatibilities of biofuels derived from the bio-oils produced by the Project, including biofuels derived from co-processing bio-oils from Jatropha residues with</p>	<p style="text-align: center;">Input</p> <p>Japanese side</p> <p>[Dispatch of Japanese Experts]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Long-term Expert: Project Coordinator • Short-term Expert: <ul style="list-style-type: none"> ➢ Research Director/ Catalyst Technology for Upgrading of Bio-oil ➢ Vice Research Director/ Automobile Fuel Compatibility Evaluation ➢ Catalyst Technology for BDF Production and Upgrading ➢ Catalyst Technology for Bio-oil production ➢ Deoxygenation Technology for Bio-oil ➢ Life Cycle Assessment Technology ➢ Automobile Fuel Compatibility Evaluation ➢ Combustion Behavior Simulation ➢ Implementation Strategy targeting real application <p>[Machinery and Equipment]</p> <ul style="list-style-type: none"> <NSTDA/MTEC> Standard Apparatus for Catalytic Reaction Test, Homogenizer, Rotary Evaporator, HPLC, Canopy, Autoclave, Lab-scale Pyrolyzer, Bio-oil Separator, CHNOS Analyzer, Oven, Vacuum Oven Tubular Furnace <TISTR> BDF Production Pilot Plant, Pyrolyzer link with GC-MS, Pilot-scale Extruded-type Pyrolyzer, ICP, Fluidized Bed Pyrolyzer, Vacuum Jet Dehydrator <KMUTNB> A set of High Pressure Micro-reactor, GC-MS, Chemisorption Analyzer, Peristaltic Pump, Dual Line Vacuum Manifold <p>[Training in Japan]</p> <ul style="list-style-type: none"> • BDF upgrading technologies • Detailed Analysis of BDF • Production technologies for bio-oils from Jatropha residues • Bio-oil upgrading technologies • Life Cycle Assessment • Evaluation of automobile fuel compatibility <p>[Other Expenses]</p>	<p>Thai side</p> <p>[Counterpart Personnel]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Project Director • Project Manager • Project Co-manager • Project Coordinator • Research Staff: <ul style="list-style-type: none"> <NSTDA/MTEC> <TISTR> <KMUTNB> <p>[Land, Facilities, and Equipment]</p> <ul style="list-style-type: none"> <NSTDA/MTEC> • Office space for Japanese experts • Laboratories • Necessary Equipments <p><TISTR></p> <ul style="list-style-type: none"> • Office for Japanese Experts (Office in Energy Department) • Laboratories • Equipments <p><KMUTNB></p> <ul style="list-style-type: none"> • Office space for Japanese Experts (Office in Industrial Chemistry Department/ Faculty of Applied Science of Science and Technology Research Institute for Energy Department) • Laboratories • Equipments <p>[Other Expenses]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Expendable expenses • Payroll cost for project staff (e.g. secretary) • Other necessary expenses 	<p>Preconditions</p> <p>A sufficient research budget for the counterpart institutions are obtained.</p> <p>Necessary budgets for examining practical for practical application of BDF production technologies are ensured both in Thai and Japanese sides.</p>
---	---	--	---

<p>conventional petroleum.</p> <p>11.2 To evaluate combustion behavior of the biofuels.</p> <p>【Task 5】 Human resources development/technology transfer, and practical application of BDF production technologies</p> <p>12.1 To conduct technical services, training courses and seminars for researchers of counterpart organizations.</p> <p>13.1 To examine strategies for practical application of BDF production technologies.</p> <p>13.2 To exchange information and discuss for strengthening collaborations among concerned parties (e.g. primary industries, business enterprises, universities, government, neighboring countries, etc.) for practical application of BDF production technologies.</p>			
--	--	--	--

Annex-6: Plan of Operation

Outputs	Activities	Institutes	JFY2010	JFY2011	JFY2012	JFY2013	JFY2014
【Task1】							
1. Detoxification conversion technology for production of non-toxic BDF is developed.	1.1 To research and develop detoxification technology for BDF production.	AIST NSTDA	Plan		↑		
2. Standardized production technology of high-quality BDF in a pilot-scale is developed.	2.1 To design and develop pilot-scale standardized BDF production process, including the use of reference BDF feedstock.	AIST NSTDA TISTR	Plan		↑		
	2.2 To produce BDF for engine and on-road tests.	AIST TISTR	Plan Actual	↓	↑		
3. Catalyst utilization technology for upgrading Jatropa BDF is developed.	3.1 To identify heterogeneous catalysis for transesterification.	AIST NSTDA TISTR	Plan		↑		
	3.2 To develop hydrotreating technologies for oxidation stability.	AIST TISTR	Plan		↑		
	3.3 To develop demineralization technology of BDF.	AIST TISTR	Plan		↑		
	3.4 To develop detailed analytical methods of BDF.	AIST TISTR	Plan		↑		
4. CO2 reduction effect of high quality BDF from Jatropa oil is clarified by the Life Cycle Assessment (LCA).	4.1 To conduct Life Cycle Assessment on high quality BDF production by the Project.	WU NSTDA TISTR	Plan		↑		
			Actual				
【Task2】							
6. Production technology of bio-oil from Jatropa residues by thermal/ catalytic conversion is developed.	6.1 To develop catalysts for catalytic fast pyrolysis.	AIST NSTDA TISTR	Plan		↑		
	6.2 To research and develop pyrolysis reactor for catalytic fast pyrolyzer.	AIST TISTR	Plan		↑		
7. Separation and stabilization technologies of bio-oil are developed.	7.1 To design and develop separation technologies of bio-oils from Jatropa residues.	AIST NSTDA	Plan		↑		
	7.2 To research and develop technologies for increasing stability of bio-oils.	AIST NSTDA	Plan		↑		
【Task3】							
8. Deoxygenation and catalytic hydrotreating technologies for upgrading of bio-oils to the quality of petroleum gasoline and diesel oil are developed.	8.1 To research and develop deoxygenation technology of bio-oils.	AIST KMUTNB	Plan		↑		
	8.2 To research and develop catalytic technology for upgrading bio-oils.	AIST KMUTNB	Plan		↑		
	8.3 To develop detailed analytical methods of bio-oils.	AIST KMUTNB TISTR	Plan		↑		
			Actual				

9. Co-processing technology of deoxygenated bio-oils and conventional petroleum, which can be utilized at a conventional petroleum refinery, is developed.	9.1 To research and develop co-processing technologies of deoxygenated bio-oils with conventional petroleum.	AIST KMU/TNB	Plan	↓	↓	↑
10. CO2 reduction effect for using Jatropha derived oils as transportation fuels is clarified by LCA.	10.1 To conduct Life Cycle Assessment on biofuels production via. Pyrolysis-hydrotreating and upgrading process.	AIST NSTDA TISTR	Plan	↑	↑	↑
[Task4]						
5. Automobile fuel compatibility of high quality BDF produced by the Project is proven.	5.1 To evaluate material compatibilities of high quality BDF produced by the Project.	AIST NSTDA	Plan	↓	↓	↑
	5.2 To evaluate combustion behavior of the BDF.	AIST NSTDA	Plan	↓	↓	↑
	5.3 To evaluate engine performance of the BDF.	WU NSTDA	Plan	↓	↓	↑
	5.4 To simulate combustion behavior of the BDF.	WU NSTDA	Plan	↓	↓	↑
	5.5 To conduct on-road tests of the BDF.	AIST WU NSTDA TISTR	Plan	↓	↓	↑
11. Automobile fuel compatibility of bio-oils from Jatropha residues, including bio-oils upgraded with conventional petroleum, is proven.	11.1 To evaluate material compatibilities of biofuels derived from the bio-oils produced by the Project, including biofuels derived from co-processing bio-oils from Jatropha residues with conventional petroleum.	AIST NSTDA	Plan	↑	↑	↑
	11.2 To evaluate combustion behavior of the biofuels.	AIST NSTDA	Plan	↑	↑	↑
[Task5]						
12. Researchers involved with biofuels production and utilization are nurtured.	12.1 To conduct technical services, training courses and seminars for researchers of counterpart organizations.	AIST WU	Plan	↓	↓	↑
	13.1 To examine strategies for practical application of BDF production technologies.	AIST WU NSTDA TISTR	Plan	↓	↓	↑
13. Preparations for practical application of BDF production technologies are done.	13.2 To exchange information and discuss for strengthening collaborations among concerned parties for practical application of BDF production technologies.	AIST WU NSTDA TISTR	Plan	↓	↓	↑

添付-2: 評価グリッド

タイ国 非食糧系バイオマスの輸送用燃料化基盤技術プロジェクト

実績の検証

項目	調査の視点/調査事項	確認すべき指標/活動/情報/データ	情報源・調査手法 ^注	調査結果
投入の実施状況	日本側投入(研究者/専門家派遣、機材供与、カウンタパート研修、現地業務費)は計画どおり実施されているか？	投入実績	プロジェクト資料、研究者/専門家	<ul style="list-style-type: none"> 短期専門家/研究者 15名(計328日)、長期専門家(業務調整員)1名(866日)が派遣されている(2012年11月半はまで)。 本邦研修: 21名参加(うち2名は2回) 機材供与: TISTR 向け機材(高品質BDF製造パイロットプラント、脱ガム装置、同軸フィード型熱分解炉、流動層型熱分解炉、熱分解炉付きGC-MS、真空ジェット脱水装置等)、MTEC/NSTDA 向け機材(触媒反応実験装置、オートクレーフ、ラボスケール熱分解炉、CHNOS 分析器、液体クロマトグラフ、粘度計測器、真空乾燥器、管状炉等)、KMUTNB 向け機材(高圧マイクロ反応器、GC-MS、化学吸着分析器等)が供与されている。これら供与機材の状態は良好で、プロジェクト活動に十分に活用されている。 ローカルコスト負担: 約335万バーツ(2012年9月末まで)
成果1・活動の達成状況	<p>タイ側投入(C/P、建物・施設、現地業務費)は計画どおり実施されているか？</p> <p>成果1: →プロジェクト目標指標1 毒性懸念のないバイオデューゼル燃料(BDF)製造のための解毒化技術が開発される。</p> <p>活動1.1(RS-1-1): BDF製造のための解毒化技術の研究を行う。</p>	<p>投入実績</p> <p>指標1: 2012年までに、BDFに含まれる毒性(ホルボールエステル)の含有量が安全なレベルまで低下する。</p>	<p>プロジェクト資料、研究者/専門家、C/P</p> <p>産総研 NSTDA</p>	<ul style="list-style-type: none"> NSTDA、MTEC/NSTDA、TISTR、KMUTNBより、延べ89名がC/Pとして配置されている。 3 C/P 機関に日本人専門家用執務場所及びプロジェクト活動用のラボラトリーを設置、TISTR に BDF 製造パイロットプラント及び急速熱分解炉用のワークショップを設置。 ローカルコスト負担: 約1,703万バーツ(2012年9月末まで) 成果指標は既に達成されており、本課題についての研究活動は2012年度中で完了予定である。
成果2・活動の達成状況	<p>成果2: →プロジェクト目標指標1 標準化された高品質BDF製造プラント化技術が開発される。</p> <p>活動2.1(RS-1-2): パイロットスケールでの標準化された高品質BDF製造プラント化技術の設計・開発を行う。</p>	<p>指標2: 2012年までに、解毒化対策及び酸化安定性向上対策を組み込んだBDF製造プラント(1日1t規模)が、タイルのジャトロフアオイル留分を使って連続運転が可能になる。</p>	<p>産総研 NSTDA、TISTR</p>	<ul style="list-style-type: none"> ホルボールエステル(PE)の分析法及び毒性評価法を確立。ジャトロフアオイル中のPEの多くはBDF製造工程でグリセリン相に移行するため、BDF中の残存量は大幅に低減するが、部分水素化によりほぼゼロに低減できた。 高品質(東アジアサミット推奨品質)BDF製造可を実証済みであり、成果は既に達成されている。 低金属・高酸化安定性のBDFを1t/日規模で製造するPP設計に資する基礎データを取得。 BDFを1t/日規模で製造するPP(BDFの部分水素化、低金属・高酸化安定性処理による高品質化設備を含む)をTISTRに設置(2011年1月)、試運転実施、高品質(東アジアサミット推奨品質)BDF製造可を実証済み。 テスト運転後、パイロットプラントをタイ側に引き渡し(2011年5月19日)。 タイ洪水により被害を受けたPPの被害状況確認調査、復旧工事、運転性能回復の確認(2012年5月)。 ジャトロフアオイル中のリン脂質分を低減するための脱ガム装置をTISTR内に設置(2012年7月)。 パイロットプラント運転最適化については今後も継続。

項目	調査の観点/調査事項	確認すべき指標/活動情報/データ	情報源・調査手法	調査結果
	活動 2.2(RS 1-3)(PP)、RS 1-7): エンジンテスト・実車試験用 BDF を製造する。	指標 3: 2014 年までに、BDF の品質が東アジアサミット推奨品質及び世界燃料憲章バイオディーゼルのラインをクリアする。	産総研 TISTR	<ul style="list-style-type: none"> ・エンジン評価用の高品質 BDF を産総研、早大、MTEC に提供(2010 年度)。 ・実車試験に提供する高品質 BDF (約 600L の部分水素化 BDF) の製造実施(2012 年度)。
成果 3.1	プロジェクト目標 ジャトロファ BDF の改質のための触媒利用技術が開発される。	指標 3: 2014 年までに、BDF の品質が東アジアサミット推奨品質及び世界燃料憲章バイオディーゼルのラインをクリアする。	産総研 NSTDA、 TISTR	<ul style="list-style-type: none"> ・高品質の原料からの高品質 BDF の製造は実現しており(従来技術+部分水素化技術)、本指標はクリアしている。今後は、低品質の原料から高品質 BDF の製造を可能とすべく、PP 実験条件の確認を継続する。
活動 3.1(RS 1-4):	エステル交換用固体触媒を特定する。		産総研 NSTDA、 TISTR	<ul style="list-style-type: none"> ・チタニウム担持金属酸化物触媒、特に、担持鉄触媒が高い活性を示すことを発見済(2009 年度)。 ・担持鉄触媒の改良継続: 脂肪酸メチルエステル純度、グリセリド類残存量が東アジアサミット品質を満たす触媒入手(2011 年度)。 ・脂肪酸メチルエステル純度、グリセリド類残存量が東アジアサミット品質を満たし、遊離酸含有量の多い原料でも優れた活性を示すチタン含有触媒を得た(2012 年度)。 ・反応条件は塩基性触媒に比べて過酷になるものの、触媒成分の漏出懸念の少ない触媒 (Fe/SiO₂, Ti-SAB15 等) である新規触媒系を特定した。 ・より高性能な次世代触媒を特定すべく研究活動を継続する。
成果 3.2	活動 3.2(RS 1-5): 酸化安定性向上のための水素化技術を構築する。		産総研 TISTR	<ul style="list-style-type: none"> ・多価不飽和脂肪酸エステル→一価不飽和脂肪酸エステルへ部分水素化する方法の検討: Pd(パラジウム)等の貴金属系触媒が多価不飽和結合の低圧部分水素化に有効であり、反応条件等の最適化により、望ましい一価不飽和脂肪酸エステル濃度の最大化を実証(2009 年度)。 ・ジャトロファオイルの脂肪酸組成の詳細分析による水素消費量の理論値とプラントにおける実測値がよく一致することを発見済。この水素消費量を指標とする運転最適化条件を見出し、PP 運転操作 DB 構築に資するデータを取得済(2011 年度)。 ・高品質ジャトロファ BDF をタイで製造された軽油基材と混合し、酸化安定性及び低温流動性につき確認→酸化安定性ランジマット誘導時間 20 時間以上、曇り点、流動点で顕著な悪化なし、実車走行試験に供給可能な品質と確認済(2012 年度)。 ・多価不飽和脂肪酸メチル(酸化劣化の要因物質)を部分水素化し、単価不飽和脂肪酸メチルに転換し、BDF の酸化安定性を向上させる技術を構築した。貴金属触媒の長寿命化や水素化工程のスケールアップを検討中。
活動 3.3(RS 1-6):	BDF 高品質化のための脱金属技術を構築する。		産総研 TISTR	<ul style="list-style-type: none"> ・BDF 中のアルカリ金属 (Na, K 等)、アルカリ土類金属 (Ca, Mg 等)、リン (P) の除去も可能な吸着剤を、BDF の部分水素化工程に組み込んだ技術を開発した。→残留金属量を 1ppm 以下に低減。 ・ラボスケールでの技術開発済。PP に装置を設置、PP レベルでの検証を継続する。
活動 3.4(RS 1-8):	BDF 及びバイオオイルの詳細分析技術を開発する。		産総研 TISTR	<ul style="list-style-type: none"> ・ジャトロファ残渣からのバイオオイルを油層と水層に分離し、油層はアルカリ処理→エーテル抽出して脂肪酸及びフェノール類を分離除去することにより、窒素化合物の同定が可能(2011 年度)。 ・BDF 及びバイオオイルのガスクロマトグラフ(GC)及び質量分析器付き GC(GC-MS)を用いた詳細分析法を構築し、タイ側 C/P 機関と共有した。
成果 4.1	環境持続可能性検証 ジャトロファオイル留分からの高品質 BDF 製造の CO ₂ 削減効果がライフサイクルアセスメント(LCA)によって明らかにされる。	指標 4: 2013 年までに、プロジェクトで提案された高品質 BDF 製造プロセスの CO ₂ 排出量が LCA によって算出される。		<ul style="list-style-type: none"> ・BDF 製造の全プロセスの LCA を行うためには追加情報・データが必要である。

項目	調査の視点/調査事項	確認すべき指標/活動/情報/データ	情報源・調査手法	調査結果
	活動 4.1(RS 1-9): プロジェクトで提案した高品質 BDF 製造の LCA を行う。		早大 NSTDA、 TISTR	<ul style="list-style-type: none"> ・BDF 製造に係る LCA 既存国内事例の情報収集、LCA の範囲・方針を整理。(2009 年度) ・タイにおけるジャトロファ栽培に伴う土地利用変化の環境評価に基本アプローチを整理。(2010 年度) ・タイの一部地域を対象としたジャトロファの持続的な栽培と生産に必要な要件を明確化、ジャトロファ栽培を通じて土地利用が周辺環境に与える影響を評価(炭素ストック・フロー量、GHG 排出量)。(2011 年度) ・ジャトロファ栽培と BDF 生産のライフサイクルコスト計算に供する各種データの収集、同データに基づくジャトロファ栽培の環境負荷・社会に対する影響(GHG 排出量、雇用創出、収入増)に関する LCA を実施。(2012 年度) ・ジャトロファ栽培等に係る情報入手のためタイの現地調査を実施。ジャトロファ栽培(土地利用変化の影響含む)から種子搾油による油分の回収工程に至るまでの CO₂ 排出量の LCA を実施。回収された油分から高品質 BDF の製造に至る工程での CO₂ 排出量は現在算出中である。 ・BDF 混合軽油の材料適合性、エンジン燃焼特性評価を実施しており、本プロジェクトにより製造される高品質 BDF の自動車燃料適合性が実証されることはいよいよ見込める。
成果 5.1(RS 4-1): プロジェクトで製造した高品質 BDF の材料適合性評価を行う。	成果 5.1:→技術実用化 高品質 BDF の自動車燃料適合性が実証される。	指標 5: 2013 年までに、BDF5%混合軽油が、日本の「品確法」のバイオ燃料(脂肪酸メチルエステル FAME)混合軽油の以下の基準(硫黄分を除く)を充足する。 FAME 分<5 質量% トリグリセリド量<0.01 質量% メタノール分<0.01 質量% 酸価(TAN) < 0.13mgKOH/g 軽質有機酸(ギ酸、酢酸、プロピオン酸<0.003 質量%) 酸化増加量(酸化安定性) < 0.12mgKOH/g	産総研 NSTDA	<ul style="list-style-type: none"> ・脂防酸組成ごとの潤滑性と極性の関連づけを検討。(2010 年度) ・製造された BDF の性能評価につき、長期放置試験、材料浸せき試験、潤滑性試験等を実施。(2011 年度) ・部分水素化処理による高品質 BDF は、酸化防止剤添加の従来型 BDF に比べ、同等の潤滑性を示し、銅部材への浸食影響もほとんどみられず、燃料配管ゴムホースの膨潤性は少なかった。 ・高品質原料から製造された高品質 BDF については材料適合性が実証された。BDF の質が確保されるならば、材料適合性は問題ない。 ・TISTR の PP で製造された BDF (JME、HJME、addHJME)につき、小型トラック用ディーゼルエンジンでの排出ガス性能比較を部分負荷試験にて実施。(2011 年度) ・取得データの解析、JME の適合性につき検証中。(2012 年度) ・部分水素化処理による高品質 BDF と酸化防止剤添加の従来型 BDF の燃焼特性、排出ガス特性 (NOx、Smoke、全炭化水素、CO) は同等であった。低負荷運転時の CO 排出量は、前者(高品質 BDF)の方が少なかった。 ・燃焼方式を変えての検証を継続する。
成果 5.2(RS 4-3): プロジェクトで製造した高品質 BDF の燃焼特性評価を行う。	成果 5.2:→燃焼特性 高品質 BDF の燃焼特性評価を行う。		産総研 NSTDA	<ul style="list-style-type: none"> ・エンジンテストベンチ(直列 4 気筒 2.2L ターボ過給乗用車用ディーゼルエンジン)の構築、基礎データ取得。(2009 年度) ・ジャトロファ BDF と成分構成等が類似している MO(オレイン酸メチル)と軽油の混合燃料を用いたエンジン試験を実施(着火特性、燃焼圧力、熱発生に与える影響はほぼなし)。(2010 年度) ・ジャトロファ BDF 混合軽油を用い、エンジン試験を実施、燃焼特性・排気特性に与える影響につき比較・検討。噴霧可視化装置の製作と噴霧撮影実施。(2011 年度)
成果 5.3(RS 4-5): プロジェクトで製造した高品質 BDF のエンジン特性評価を行う。	成果 5.3:→エンジン特性 高品質 BDF のエンジン特性評価を行う。		早大 NSTDA	<ul style="list-style-type: none"> ・エンジンテストベンチ(直列 4 気筒 2.2L ターボ過給乗用車用ディーゼルエンジン)の構築、基礎データ取得。(2009 年度) ・ジャトロファ BDF と成分構成等が類似している MO(オレイン酸メチル)と軽油の混合燃料を用いたエンジン試験を実施(着火特性、燃焼圧力、熱発生に与える影響はほぼなし)。(2010 年度) ・ジャトロファ BDF 混合軽油を用い、エンジン試験を実施、燃焼特性・排気特性に与える影響につき比較・検討。噴霧可視化装置の製作と噴霧撮影実施。(2011 年度)

項目	調査の視点/調査事項	確認すべき指標/活動/情報/データ	情報源・調査手法	調査結果
				<ul style="list-style-type: none"> ・BDFと軽油を4:6で混合した燃料(J40)を用い、ディーゼルエンジンへの適用性を確認するため、各種運転パラメータが燃焼と排出ガス成分に与える影響につき、実機試験を実施。BDF 混合軽油の噴霧可視試験結果に基づき数値シミュレーションを修正。(2012年度) ・BDFのモデル燃料としてのオレイン酸メチルや部分水素化ジャトロファ BDF と軽油との混合燃料実験から、バイオ燃料種のエンジン特性に及ぼす影響がほとんどないこと、バイオ燃料の使用は煤煙低減につながる事が確認された。 ・シミュレーション結果の検証、実用化にあたって、現状で使用しているバイオディーゼルとの比較を行う予定。
	<p>活動 5.4 (RS 4-7) : 高品質 BDF の燃焼特性シミュレーションを行う。</p>		<p>早大 NSTDA</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・BDF 燃焼反応機構を模擬するサロゲート反応機構につき検討。(2009年度) ・MO サロゲート反応機構モデルを燃焼反応モデルに導入。(2010年度) ・MO 反応機構モデルを用い、燃焼特性、排出ガス特性を予測し、エンジンの最適運転条件を探査することを目的とした数値シミュレーションを実施。(2011年度) ・燃焼と排出ガス特性の定性的変化を予測。熱発生率と排出ガスの定量的予測を可能とするモデル改善を予定。(2012年度) ・BDFのモデル燃料としてのオレイン酸メチルや部分水素化ジャトロファ BDF の燃焼シミュレーションモデルを構築し、粒子状物質(PM)や NOx の生成領域を数値計算により予測。 ・燃焼性状の影響や高圧噴射条件下における噴霧の挙動を確認するため、ディーゼル噴霧の可視化実験を実施する。3D-CFD コードを用いた計算を行い、燃焼、エンジン性能、環境性能への影響について確認する。燃焼特性シミュレーションによりエミッション低減と熱効率の確保を目的とした BDF 混合軽油使用時の運転パラメータ、設計パラメータの最適化を実施する。
<p>成果 6.1 → プロジェクト目標 指標 2 急速熱分解によるジャトロファ残渣からのバイオオイル製造技術が開発される。</p>		<p>指標 6-1: 2012年までに、酸素分が40質量%以下になる脱酸素化用急速熱分解触媒が開発される。 指標 6-2: 2014年までに、1日当たり処理量 500kg の触媒を利用したプロトタイプ急速熱分解炉が開発される。</p>		<ul style="list-style-type: none"> ・バイオオイル非水溶性成分(アルキルフェノール類が主成分)からガソリン等の炭化水素系燃料が製造可能な触媒が特定されている。よって、指標 6-1 については、既に満たされている。酸素分は可能であればゼロが望まし、触媒改良、性能アップを継続する。 ・20kg/時間の処理能力の急速熱分解炉を設置、今後オペレーションが行われる。
<p>成果 6.1 の活動状況</p>	<p>活動 6.1 (RS 2-1) : 急速熱分解触媒を探査する。</p>		<p>産総研 NSTDA, TISTR</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・パイロライザー付 GC-MS 及び石英製反応装置を整備し、ジャトロファ残渣の熱分解挙動に対する触媒効果を検討、固体酸の熱分解や水素化分解に及ぼす影響を検討。白金修飾 H-ZSM-5 触媒等が有用であると実証。(2009年度) ・粉砕器で作製した各種形状の試料からの液生成の比較を、熱重量分析及び急速熱分解により実施。パイロライザー付 GC-MS から得られる熱分解生成物データを定量化するための FID 検出器を増設。(2010年度) ・ジャトロファ試料の粒子径等の形状の影響を熱重量分析により検討。パイロライザー付 GC-MS による生成物の同定や触媒の有無による比較を継続。(2010年度) ・ゼオライト系に加え、Beta ゼオライト系、シリカ系、炭素系等につき、パイロライザー付 GC-MS にて有効性を検討。ゼオライト系触媒で問題とされる炭素質の生成を可能な限り抑える触媒及び反応条件を探査。非ゼオライト系触媒の探索。高品質化触媒の影響を及ぼすジャトロファオイル中の窒素化合物の同定法を検討。(2011年度) ・パイロライザー付 GC-MS による結果と、石英または金属製流動層反応装置での結果との再現性向上を念頭におき、実際の必要条件や好適な触媒の明確化を実施。(2012年度) ・無触媒の急速熱分解から得られたバイオオイル(酸素分 ~40wt%) に比べ、酸素分が低減炭化水素成分を主成分とするバイオオイルを製造できるゼオライト系触媒やカーボン担持金属触媒を見出した。

調査結果			
項目	調査の視点/調査事項	確認すべき指標/活動/情報/データ	情報源・調査手法
成果7の活動達成状況	活動6.2(RS 2-2): バイオオイル製造用急速熱分解炉の研究・開発を行う。		産総研 TISTR
	RS 2-3: バイオオイルの大量製造・NSTDA への提供	指標 7-1: 2012 年までに、生成バイオオイル中の固体微小粒子や水溶性分を分離し、輸送燃料原料となる非水溶性燃料を選択的に分離するバイオオイル分離・安定化技術が開発される。	産総研 NSTDA
成果8の活動達成状況	活動7.1(RS 2-4): ジャトロファ残渣由来バイオオイルの分離技術の研究・開発を行う。	指標 7-2: 2014 年までに、プロトタイプ型の分離・安定化処理装置が開発される。	産総研 NSTDA
	活動7.2(RS 2-5): バイオオイルの安定化向上のための技術の研究・開発を行う。	指標 8: 2012 年までに、ジャトロファ残渣由来バイオオイルの酸素分が 10~20 質量%に低減される。	産総研 NSTDA
	成果8:→プロジェクト目標 指標 2 バイオオイルを石油系ガソリン及び軽油品質まで向上させるための脱酸素化及び水素化精製技術が開発される。		産総研 KMUTNB
	活動8.1(RS 3-1): バイオオイルの脱酸素化技術の研究・開発を行う。		産総研 KMUTNB

調査結果

・バイオオイル製造用急速熱分解炉として、同軸フィーター型の熱分解炉の基本仕様を検討(2009 年度)。
 ・設計予備データ取得のため、ガラス系の小規模熱分解系を構築し、予備的に急速熱分解データを取得。流動型熱分解炉を備えた触媒利用分解反応装置を設計・設置し、タイ設置の熱分解システムとの比較に向けた準備。(2010 年度)。
 ・ステンレス反応管を用いた検討を実施→液収率の改善とともに、生成物における脱酸素、脱窒素を一層進めるための反応管の改良や反応条件設定の必要性を確認。(2011 年度)
 ・小型流動層反応器を用いたジャトロファキーの急速熱分解における液収率向上を目的とし、液体生成物凝縮部に設置した電気集塵器の有用性を検討。(2012 年度)
 ・ジャトロファ残渣の急速熱分解用の同軸スクルー型熱分解炉(タイ側)及び流動層型熱分解炉(産総研側)の運転操作性や性状分析を通じた反応特性の評価を実施。スケールアップの面からは流動層反応装置が優れており、TISTR にパイロットプラントを設置した。流動層型急速熱分解炉の運転最適化を継続する。
 ・パイロット規模(20kg/h)の急速熱分解炉が TISTR で稼働予定。

・指標 7-1 は、ラポレベルでは技術は構築されている。NSTDA に設置される分離・安定化装置で検証を行う(バイオオイルは TISTR 急速熱分解炉で製造されたものを使用)。
 ・分離・安定化処理装置の設計済み、2013 年 6 月までに MTEC/NSTDA に設置予定。

・攪拌状態の水相にバイオオイルを注入後、静置分離する水抽出法により、バイオオイルを水溶性成分とリグニン由来の非水溶性成分(改質原料として利用可能留分)とに分離できることを見出し、連続式分離装置を設計・試作した。

・バイオオイルは酸化や重合等のため劣化しやすく、長期間にわたる安定性が欠けるが、酸化防止剤の添加により、重合に伴う粘度上昇が抑制され、安定性が増すことを見出した。
 ・部分水素化による安定性の向上につき実験を実施した。

・模擬バイオオイルを用いてのラポレベルでは実証されている(このレベルの酸素量に低減)。NSTDA の分離・安定化処理装置で処理されたバイオオイルを使い、脱酸素化及び水素化を検証する。

・軽度脱酸素技術として、直接脱酸素型及び水素化型の技術開発を開始、脱酸素機構の差異を検討。(2009 年度)
 ・深度脱酸素用のアップグレードング触媒を探索。(2009 年度)

項目	調査の視点/調査事項	確認すべき指標/活動/情報/データ	情報源・調査手法	調査結果
成果9の活動達成状況	<p>活動8.2(RS3-2): バイオオイルの改質のための触媒の研究・開発を行う。</p> <p>成果9.1→プロジェクト目標 指標2 現行の石油精製設備での利用を想定した、バイオオイルと石油基材の混合処理技術が開発される。</p>	<p>指標9: 2014年までに、石油精製条件下で混合された、脱酸素バイオオイルと石油留分による高品質ガソリン及び軽油の品質が石油系ガソリン及び軽油の品質基準を満たす。(硫黄分 10-50ppm未滿、酸素分 0.1 質量%未滿)</p>	産総研 KMUTNB	<ul style="list-style-type: none"> ・回文式反応装置を用い、水素非存在下でのグアアコールの脱酸素反応により、直接脱酸素型の脱酸素触媒を検討。(2010年度) ・水素化型軽度脱酸素については、木質系タール(模擬バイオオイル)を原料とし、NiMo触媒を用いた流通式連続運転を実施し、得られた脱酸素油と石油留分との共処理を実施。(2010年度) ・スラリー床及び固定床反応器による木質系タール流通式脱酸素試験を実施。(2010年度) ・軽度脱酸素技術での、非硫黄物系シリカ担持コバルト触媒の有用性を検討。深度脱酸素技術で、残渣に含まれる窒素分の水素化脱酸素/脱硫及び脱酸素生成物分布に与える影響をモデル化合物で検討。軽度脱酸素技術の温和化・低コスト化に向け、スラリー床及び固定床反応器による不安定酸素化合物の分解前処理、前処理油の固定床型軽度脱酸素処理を実施(2012年度)。 ・バイオオイル(リグニン由来成分)中の酸素分は約40wt%。直接脱酸素技術と水素化脱酸素技術につき検討。コーク生成を抑制し改質脂収率を高めるためには、石油系脱硫触媒をベースとした水素化精製方式が有効であることを実証。比較的低温(< 260°C)と高温(300~350°C)の反応器からなる二段水素化脱酸素法が、触媒寿命の面で有利であると実証。 ・金属触媒による脱酸素反応、脂肪酸とフェノール類の触媒種による脱酸素挙動につき検討。(2011年度) ・バイオオイル改質(水素化脱酸素方式)による炭化水素燃料製造では、NiMoやNiW系硫化物触媒に比べCoMo系硫化物触媒が、触媒性能や芳香族炭化水素収率(オクタン価で有利)の面で優位であることを実証。低硫黄バイオオイルの水素化脱酸素では、Co系金属触媒も有望であることを実証。 ・ラポレベルでは、石油基材の混合処理技術により、この指標を満たすものが製造されている(産総研)。 ・模擬バイオオイルと木質タールの混合処理では(CoMo硫化物触媒を用いて)、硫黄分が400-500ppmに低減した(KMUTNB)。 ・ジャトロファ残渣からのバイオオイルを用いての技術改良を進める予定。
成果10の活動達成状況	<p>活動9.1(RS3-3): 脱酸素化したバイオオイルと石油基材の混合処理技術の研究・開発を行う。</p> <p>成果10.1→環境持続可能性 検証 バイオ燃料製造のCO₂削減効果がLCAによって明らかにされる。</p>	<p>指標10: 2013年までに、ジャトロファ残渣の熱分解によるバイオオイル製造及び輸送燃料向け改質のプロセスにおけるCO₂排出量がLCAによって算出される。</p>	産総研 KMUTNB	<ul style="list-style-type: none"> ・バイオオイルと石油基材との混合処理は、バイオオイルの脱酸素と石油留分の脱硫を同時に進行させ、CoMo系硫化物触媒等の硫化状態を維持(触媒劣化の抑制)するのに有効。混合する石油基材が軽質化するほど(灯油等)、バイオオイルの吸着阻害により、石油基材の脱硫が低下した。 ・ジャトロファ残渣の熱分解によるバイオオイル製造及び輸送燃料向け改質は基礎研究であり、プロセスの確立、高品質輸送用燃料が得られて初めてLCAも可能になる。現時点では2013年までにLCAを行うことは難しい。
成果10の活動達成状況	<p>活動10.1(RS3-5): 急速熱分解・酸化安定化プロセスによるバイオ燃料製造に関するLCAを行う。</p>		早大 NSTDA, TISTR	<ul style="list-style-type: none"> ・本活動は2013年より着手予定である。

項目	調査の視点/調査事項	確認すべき指標/活動/情報/データ	情報源・調査手法	調査結果
成果11・活動の達成状況	<p>成果11:→技術実用化 ジャトロファ残渣由来バイオ燃料(石油との混合油を含む)の自動車燃料適合性が実証される。</p> <p>活動11.1(RS 4-2): ジャトロファ残渣由来バイオ燃料(石油との混合油を含む)の材料適合性評価を行う。</p> <p>活動11.2(RS 4-4): ジャトロファ残渣由来バイオ燃料(石油との混合油を含む)の燃焼特性評価を行う。</p> <p>活動11.3(RS 4-6): ジャトロファ残渣由来バイオ燃料(石油との混合油を含む)のエンジン特性評価を行う。</p> <p>活動11.4(RS 4-8): ジャトロファ残渣由来バイオ燃料(石油との混合油を含む)の燃焼特性シミュレーションを行う。</p>	<p>指標11: 2014年までに、ジャトロファ残渣由来バイオ燃料(石油との混合油を含む)の「品確法」のバイオ燃料(脂肪酸メチルエステル FAME)混合軽油の以下の基準(硫黄分を除く)を充足する。 FAME 分 < 5 質量% トリグリセリド量 < 0.01 質量% メタノール分 < 0.01 質量% 酸価(TAN) < 0.13mgKOH/g 軽質有機酸(ギ酸、酢酸、プロピオン酸 < 0.003 質量%) 酸化増加量(酸北安定性) < 0.12mgKOH/g</p>	<p>産総研 NSTDA</p> <p>産総研 NSTDA</p> <p>早大 NSTDA</p> <p>早大 NSTDA</p>	<p>・本成果に係る活動は2013年より着手予定である。</p> <p>・パイロットプラントによる急速熱分解実験が2013年からTISTRで開始され、バイオオイルが大量に製造され、バイオオイル非水溶性成分がNSTDAで分離される予定。その後、バイオオイル非水溶性成分が産総研に送付され、改質処理され、改質バイオ燃料の材料適合性が産総研で評価される予定。</p> <p>・パイロットプラントによる急速熱分解実験が2013年からTISTRで開始され、バイオオイルが大量に製造され、バイオオイル非水溶性成分がNSTDAで分離される予定。その後、バイオオイル非水溶性成分が産総研に送付され、改質処理され、改質バイオ燃料の燃焼特性が産総研で評価される予定。</p> <p>・本活動は、ジャトロファ残渣由来バイオ燃料の製造プロセスが確立され、高品質のバイオ燃料が得られて初めて可能になる。よって、エンジン特性評価は今回の成果対象にすることは困難である(他に、燃料の品質・標準化や石油系燃料との割合、ガソリンエンジンの評価基準の選定、エンジン試験に必要なバイオ燃料の量の確保なども前提条件となる)と考えられる。</p> <p>・同上。</p>
人材育成・技術移転	<p>RS 5-1: バイオ燃料製造及び利用に係る研究者の育成。</p> <p>RS 5-2(活動2.3): BDF製造事業の実用化に向けた戦略。</p>		<p>・インバクトの箇所で確認。</p>	<p>・高品質BDF製造技術を実証するために、実車試験を開始。部分水素化技術の優位性・汎用性を示すため、タイ国エネルギー省やタイ石油産業との連携を行った。ジャトロファのサプライチェーンの構築に向け、タイ国内及び近隣諸国の供給ポテンシャル調査を実施。</p> <p>・実用化に向けた検討を開始しており、具体的な課題や目標が明らかになりつつある。</p>

項目	調査の視点/調査事項	確認すべき指標/活動情報/データ	情報源・調査手法	調査結果
プロジェクト目標の達成状況	プロジェクト目標：非食糧系バイオオマースであるジャトロファを用いた輸送燃料製造の基盤技術が開発される。	<p>指標 1： 東アジアサミット推奨品質〔従来の EU 規格 (EN14214)の酸化安定性 6 時間を 10 時間以上に強化〕を確保した、BDF を 1 日 1t 規模で製造できるようにする。</p> <p>指標 2： 研究で適用された技術によりジャトロファ残渣から製造されたバイオ燃料の品質が石油系ガソリンや軽油品質(硫黄分 10ppm 未満、酸素分 0.1 質量%未満)をクリアする。</p>	プロジェクト資料、研究者/専門家、C/P	<p>・東アジアサミット推奨品質を満たす高品質 BDF が TISTR 設置のパイロットプラントにより 1 日 1t 規模で製造された(高品質ジャトロファオイルが原料)。よって、本指標は達成されている。</p> <p>・今後の継続的な実験活動により、低品質ジャトロファオイルからでも高品質 BDF が安定的に製造できるようになることが見込める。</p> <p>・ジャトロファ残渣からのバイオ燃料の製造及び改質に係る技術開発のための研究活動が実施されており、これまでにある程度の成果がラボレベルでは出ている。</p> <p>・TISTR 設置の急速熱分解炉での実験が 2013 年 3 月までには開始され、十分な量のバイオオイルが製造される予定である。よって上記技術開発のための活動も加速する予定である。</p>

実施プロセス・評価 5 項目

大項目	小項目	調査の視点/調査事項	確認すべき指標/活動/情報/データ	情報源・調査手法	調査結果
実施プロセス	活動計画の進捗状況	活動計画は予定どおりに実施されているか？	活動計画、活動の実施状況→活動進捗を参照計画からの遅延、変更点は何か？遅延、変更の理由は何か？	プロジェクト資料、研究者/専門家、C/P	・タイ洪水のため、パイロットプラント本体部、改質装置部、運転制御盤、スチーム発生用ボイラー等が被害をうけた。2012年1月に被害状況調査を実施、5月に復旧工事が実施され、装置性能は回復した。
	実施体制	プロジェクトの実施体制は適切に機能しているか？	機能していない場合の問題は何か？	プロジェクト資料、研究者/専門家	・タイ各 C/P 機関の役割分担、各研究課題での研究者の責任体制を事前に十分に協議している。管理体制が十分に構築されている。 ・C/P3 機関のタイ国内での連携は十分でなかったため、タイ研修生を産総研に招へいする時期を合わせ、3機関の研究者が一堂に会し活動につき議論できる環境づくりを行った。 ・タイ側 C/P 機関は、2カ月に1回にSteering Committee (SC) 会議を開催し、進捗状況報告と討議を実施し、連携を深めている(三浦業務調整員も出席)。C/P 一般研究者も、自らの研究課題については十分に認識している。 ・3C/P 機関から進捗報告書が四半期ごとにJICAに提出されている。 ・第1回成果発表会(2011年9月9日)、第2回成果発表会(2012年9月13日)をバンコクにて開催。 日・タイ各グループの一層の情報交換、タイ側の連携強化、タイ社会に向けての公表という点で、有効であった。 ・研究者総会、ラボ訪問会を開催し、3C/P 機関間の連携を強化する工夫をしている。 →3C/P 機関の連携がとれている。 ・SC 会議で協議されたことは、各 C/P 機関内で適切に共有されている。
		モニタリングはどのように実施されているか？適切に機能しているか？	モニタリング計画・実施状況、JCC、Steering Committee 等の開催状況 モニタリング体制が機能していない場合の問題は何か？	プロジェクト資料、研究者/専門家	・JCC(1年に1回開催)において、研究活動実施内容・成果、次年度の研究計画等をレビューし、軌道修正を図りつつ研究を実施しており、比較的順調に推移している。 ・日・タイ両国両有識者からなる外部評価委員会を開催し(2012年3月15日)、プロジェクト全体、個別要素課題及び今度の計画等についての評価結果を、今後の研究展開に反映させる予定。
コミュニケーション	日本人研究者/専門家とタイ側 C/P とのコミュニケーションは十分スムーズか？	情報共有・意見交換の方法、コミュニケーションに係る満足度 十分スムーズでない場合の要因は何か？	研究者/専門家、C/P	・日・タイは共同研究の長い歴史(NEDOプロジェクト、NRIA 事業等)がある。本プロジェクトはタイ政府(MOST、駐日タイ大使館)も全面的に支援。 ・年間延べ12~13名のC/Pを日本に招へいし(本邦研修)、日本人専門家も頻繁に訪タイしている。不在時も e-mail 等で連絡を取り合っており、日・タイのコミュニケーションに問題はない。SC 会議、Progress Report 提出等で情報共有を行っている。 ・他 C/P 機関とのコミュニケーションは research leader を通じて行っている。 ・各 C/P 機関内のコミュニケーションは問題ない。	
	日本側関係者・機関(専門家、JICA 本部・タイ事務所、JST)間の連絡・協力はスムーズに実施されたか？	連絡・協力体制に係る満足度 スムーズでない場合の要因は何か？	研究者/専門家	・特に問題はない。タイに常駐している業務調整専門家がタイ側の意見を聴取している。	
オーナーシップ	C/P の配置は適切か？	C/P の配置、関係者の満足度	研究者/専門家、C/P	・産総研と NSTDA 及び TISTR は本プロジェクト以前から、研究活動協力 MOU を結んでいる。 ・C/P 機関の選定は適切である。 ・C/P 研究者は、その専門性を考慮して配置しており、適切である。研究員の異動もほとんどなし。本プロジェクトへのコミットメントの度合いは人により異なる(他業務との兼ね合い)。	

大項目	小項目	調査の視点/調査事項	確認すべき指標/活動/情報/データ	情報源・調査手法	調査結果
		C/P 機関のプロジェクトに対する認識、参加・コミットメントの度合いは高いか？	関係者の認識	プロジェクト資料、研究者/専門家、C/P	<p>プロジェクトディレクター(元 MTEC 所長、日本語ができる)、プロジェクトマネージャー(MTEC 副長官)、TISTR 長官のリーダーシップ等タイ側の積極的支援があり(対象分野での有識者であり、権限もあり)。→プロジェクトの円滑化・効率化に貢献。</p> <p>・C/P のプロジェクトへの理解、コミットメントは十分である。</p> <p>・パイロットプラント引渡式には、科学技術大臣及び駐タイ日本国大使も列席する等、日タイのトップ層の本プロジェクトへの理解が得られている。</p> <p>・毎年成果発表会を開催、1 回目は C/P の 3 割程度、2 回目はほぼ全員出席。プロジェクトへの認識が高まっている。</p> <p>・共同研究ということを理解し、他研究者・グループの task への興味をもってもらったための工夫として、Output ごとに進捗がわかる Monitoring Sheet を活用している。研究者は自分の task は十分理解している。→各 task の進捗をお互いに共有・管理できるような仕組み(成果、スケジュールがわかるもの)が必要。SC 会議では 2 カ月に 1 度、せめて 1 カ月に 1 度の update は必要である。</p> <p>・PDM を認識している C/P は限定されている。各人・グループの研究タスク及びターゲットについては理解している。</p>
	タイ側の予算措置は適切か？	投入実績、予算投入のタイムラグ	C/P	C/P	<p>・C/P 機関ごとにプロジェクト業務費を確保している。</p> <p>・TISTR: 会計年度(10月～9月)が日本と違うため、当初の予算確保が遅れた。本プロジェクトは最優先事項となっており、プロジェクト終了までの予算は確保されている(少なくとも年 200 万バーツ)。2011 年は洪水で予算執行が遅れたが、通常は問題なし。予算執行遅延による活動への影響の経験はなし。予算は限られているため、増加の必要はあり。</p> <p>・NSTDA: 研究開発に対する予算配分の権限あり。バイオエネルギー分野はホットイシューであり政府の関心・政策とも一致するので、予算確保は難しいことはない。</p> <p>・MTEC: 本プロジェクト業務費は、MTEC の basic budget と NSTDA の CPMP environment & energy cluster から供与される研究費(4group)に対し当初の 3 年分を供与(カバ)して。今後追加プロジェクトを提出予定で、承認される可能性は高い(ただし、時間を要する)。予算が理由で、研究活動が影響を受けたというケースはない。</p> <p>・KMUTNB: ここ 2～3 年は 2 プロポーザルに対して NSTDA より予算が供与(現在終了報告書を作成中)。大学からの予算は非常に限定的であるが、予算の件で活動には特に影響はなし。予算確保には時間を要する。</p>
	その他関係者のプロジェクトに対する認識、参加度は高いか？	関係者の認識	プロジェクト資料、研究者/専門家、C/P	プロジェクト資料、研究者/専門家、C/P	<p>・タイエネルギー省は BDF10%混合に興味を示し、JCC メンバーではないが、成果発表会には出席、意見交換を行っている。</p> <p>・活動(SC、成果発表会、研究者総会、ラホ訪問会)を通じて、他 task への理解は上がっている。</p> <p>・当初は想定していなかったが、自動車業界との協力体制ができてきている。実車試験はさすがにグレイグループが支援している。</p>

大項目	小項目	調査の視点/調査事項	確認すべき指標/活動/情報/データ	情報源・調査手法	調査結果
	技術移転	技術移転の方法は適切か？	C/P の満足度、満足度が低い場合の改善点は何か？適切でない場合の改善点は何か？	研究者/専門家、C/P	<ul style="list-style-type: none"> 対象分野ではタイC/P 機関は知識・技術は既にある程度のレベルにはあった。 重要事項については(高品質 BDF 製造 PP、急速熱分解炉等の設置)、日本人専門家のタイ派遣を頻繁にする設定にしている。 技術移転の方法は基本的には適切である。 本邦研修を長くする、日本人研究者のタイ派遣をより頻繁にする希望もあるが、他業務を考慮すると、現実的には現状で十分ではある。ガイダンスが必要な時は e-mail を通じて、適宜アドバイスを日本人専門家よりもらえている。 機器の設置(高品質 BDF 製造 PP、急速熱分解炉等の設置)では、日本人専門家の指導は不可欠であった。技術、知識だけでなく、分析的思考方法につき学ぶところあり。 日本側から技術移転により、技術・知識が向上している。
	その他の問題	プロジェクト実施過程で生じている問題や、効果発現に影響を与えた要因はあるか？	関係者の認識	プロジェクト資料、研究者/専門家、C/P	<ul style="list-style-type: none"> バイオ燃料の開発は国王プロジェクトである。MOST 長官が本プロジェクトの R/D の署名者である。プロジェクトデレクターは日本留学経験者であり、コミュニケーションはスムーズであり、タイ側関係者をうまくまとめている。 タイ側 C/P3 機関、日本側専門家との関係が良好である。タイ側 3 機関の連携も進んでいる。 PTT、いすゞダイグループ等の民間企業からの支援があった。 最先端技術を経験できる機会をプロジェクトが提供してくれている。 BDF 製造のためのジャトロファを必要量(1 回に 1t 分)確保するのが困難である。入手できる際にストックしており現状では問題はないが、引き続き留意すべき事項である。 TISTR で製造される高品質 BDF、ジャトロファ残渣からのバイオエタノールがプロジェクト活動に影響する。
妥当性	政策・ニーズとの整合性	プロジェクトはタイの政策と整合性が取れているか？	第 11 次国家社会経済開発計画(2012～2016 年)代替エネルギー開発計画(2012～2021 年)	行政資料、研究者/専門家、C/P	<ul style="list-style-type: none"> 第 11 次国家社会経済開発計画(2012～2016 年)では、開発の方向性として、低炭素及び環境に優しい経済・社会に焦点を当てた自然資源及び環境資本の改善が、エネルギー安全保障開発戦略として、バイオエタノールの開発、エネルギー作物からのバイオエタノールの生産性向上、バイオエタノールの効率的活用等が含まれている。持続的な自然資源・環境管理戦略として、低炭素及び環境に優しい社会への移行に向け、生産及び消費行動を再編していくことが挙げられている。 代替エネルギー開発計画(2012～2021 年)では、代替エネルギーの活用、その技術産業開発、高効率代替エネルギー技術の研究・開発の促進を掲げている。再生エネルギーのシェアを 2012 年の 7,413ktoe(全エネルギー需要の 10%)から 2021 年には 25,000ktoe(同 25%)にすることがめざされている。特にバイオディーゼルの 2012 年 6 月現在の消費量 250 万リットル/日を 2021 年には 597 万リットル/日とすることがめざされている。 同方針(案)では、「研究能力向上及び研究機関・研究者間のネットワーク強化」「環境・気候変動対策」が掲げられている。

大項目	小項目	調査の視点/調査事項	確認すべき指標/活動情報/データ	情報源・調査手法	調査結果
		プロジェクトは対象地域・社会、受益者(C/P 機関等)のニーズに対応しているか？	技術協力に対する C/P 機関のニーズ	プロジェクト資料、研究者/専門家、C/P	<ul style="list-style-type: none"> ・NSTDA, MTEC: 再生エネルギー、特にバイオエネルギー分野での研究を続けてきた。NSTDA R&D strategy (2011-2016)では、energy & environment は 5 focus clusters の 1 つである。Materials for Energy は MTEC の 9 Research Unit の 1 つである。LCA エユニットは 2006 年に MTEC に設置された。 ・TISTR: 再生エネルギー、特にバイオエネルギー分野での研究を続けてきた。ミッションとして、代替エネルギーの研究開発がある。プロジェクトでの技術移転、研究活動の参加を通じて、スタッフ及び組織の研究開発能力が向上している。 ・KMUTNB: 大学の戦略として、研究者の研究活動実施の支援(研究者の能力向上)、人材育成、パートナー機関との連携づくりがある。エネルギー、環境、ロボットは大学の優先分野である。バイオエネルギー生産分野の研究グループにおいてリーダーとなることが戦略である。→限定的な大学敷地においてプロジェクト活動スペースを確保するのは困難であるが、学長が本プロジェクト用に建物を優先的に割り当ててくれた。
	その他	詳細計画策定調査(2009年9月)以降、プロジェクトをとりまく環境の変化はないか？	関係者の認識	プロジェクト資料、研究者/専門家、C/P	<ul style="list-style-type: none"> ・2005～2006年にはジャトロファームがあり栽培を奨励していたが、エネルギー省アクションプランでは、ジャトロファーム栽培面積についてはトーンダウンしている(supply chainの構築は遅れ気味である)。 ・ジャトロファームは他の作物と比べて経済的な競争力が低く、ジャトロファーム栽培への関心が減少している(ジャトロファームよりもオイルパームに農業分野の関心がシフトしている)。 →原料のジャトロファーム確保が困難な状況になっている。 ・タイエネルギー省は 2011 年 5 月に BDF5 の政策をマンデートした。タイ政府の興味が BDF5→BDF10 にシフトしつつある。
有効性	プロジェクト目標の達成予測	プロジェクト終了までに、プロジェクト目標の達成の見込みはあるか？ プロジェクト目標の達成を促進・阻害する要因はあるか？	投入・アウトプットの実績、活動の状況 関係者の認識 関係者の認識	プロジェクト資料、研究者/専門家、C/P	<ul style="list-style-type: none"> ・上記プロジェクト目標達成状況・見込みを参照。 ・タイ政府からの支援状況がプロジェクト目標の達成に影響する。
	因果関係	アウトプット(成果)はプロジェクト目標を達成するのに十分か？ アウトプットの達成度は適切か？	アウトプット実績 関係者の認識 アウトプットの実績	プロジェクト資料、研究者/専門家、C/P	<ul style="list-style-type: none"> ・上記成果、プロジェクト目標達成状況・見込みを参照。 ・上記活動状況、成果達成状況を参照。
効率性	アウトプットの達成度	アウトプット達成を促進・阻害している要因はあるか？	関係者の認識	プロジェクト資料、研究者/専門家、C/P 研究者/専門家、C/P	<ul style="list-style-type: none"> ・洪水の被害を受けた。しかし短期間で復旧工事が完了した。復旧費用は JICA 全額負担であり、これに対しタイ側は感謝している。 ・プロジェクトの早い段階でパイロットプラントで高品質 BDF が製造できたことにより、関係者のモチベーションを維持できた。 ・KMUTNB: C/P はすべて講師であるため本プロジェクト活動の実験に十分な時間が割けない。関係する学生も経験が1～2年と短い。

大項目	小項目	調査の視点/調査事項	確認すべき指標/活動/情報/データ	情報源・調査手法	調査結果
	因果関係	アウトプット産出のための投入(質、量・コスト、タイムリંગ)は適切であるか？	投入・アウトプットの実績関係者の認識	プロジェクト資料、研究者/専門家、C/P	<ul style="list-style-type: none"> 日本人の専門家のタイ派遣は頻繁であった方がいいが今の状態でも問題はなし。 機材については、機材調達は、タイ側からの要請に基づき、タイ・日本側で協議し仕様を決める。特に、custom made のものは、協議を重ねている。JICA タイ事務所が調達・検収を実施。 TISTR の PP(+脱ガム装置)は産総研が調達したが、タイ側のインフラ(電源、水源)が整備されておらず、設置が多少遅延した。 SATREPS 案件では、新たな分野を対象にするケースが多い。調達機材についても前例がなく、調達後に modification が必要なケースもあり(例: TISTR 設置の流動層急速熱分解炉)。機材の変更パーツを日本で調達するには時間を要する。こうした場合の予算手当てにつき事前に考慮すべき。 実験活動を進めたいので機材の追加供与のリクエストがあった。タイ側からの機材供与も必要である。本邦研修 C/P 研究者の意見を聞きスケジュールを調整している。期間・時期ともに適切である。研修人数の増加リクエストもあり。 タイ側での研究活動と直接関連した内容である。その分野での専門性が高い日本人専門家からの指導は適切であった。実験方法、研究方法等を学ぶ。パイオニール改質につき自信がもてた。 研修で学んだことはプロジェクト研究活動及び他の研究活動に生かしている(研修と実際の活用との相違がある場合は、適宜日本人専門家に相談している)。他チームメンバー・学生にも共有している。 上記活動状況、成果達成状況を参照。
インパクト	プロジェクトがめざす方向との合致(上位目標達成の見込み)	アウトプット産出のための活動(質、量、タイムリંગ)は適切であるか？ プロジェクト実施により最終的にめざす方向に合致しているか？その道筋はどのように想定されるか？ 上位目標は達成される見込みか？上位目標の達成を阻害する要因はあるか？	アウトプットの実績、活動の状況 関係者の認識 投入・アウトプットの実績、活動の状況 関係者の認識	プロジェクト資料、研究者/専門家、C/P 研究者/専門家、C/P	<ul style="list-style-type: none"> 上位目標(開発した技術の普及)の達成は大いに見込める。本プロジェクトのBDF製造は、既存技術十部分解水素化技術による。部分水素化技術は、付帯技術として使えるため、今後の普及が期待される。水素化脱酸素化技術は、TOYOTA + JX-ENEOS がタイ政府に提案しており、エネルギー省アクションプランにも含まれている。ただし、これは大型精油所への適用となる。BDF 生産は中小企業が担っており、本プロジェクト提案の部分水素化技術は中小BDF製造業に付帯技術として適用できる。 BDF10%はタイエネルギー省も期待しており、これが mandate となれば、更なる支援が得られ、普及が加速化する可能性がある。 普及(その対象)、実用化につき検討すべきである。プロジェクト後については、外部関係機関と協議を始めている。高品質 BDF 及び残渣からのバイオオイル製造技術につき、成果があれば、今後の関連活動への予算の可能性が出てくる。 タイはさまざまなバイオマス原料がある。本プロジェクトの成果はさまざまな原料や違う分野に適用できる可能性がある。 ジャトロア供給ポテンシャルの関連から、タイ、周辺国の農業政策も確認する必要がある。

大項目	小項目	調査の視点/調査事項	確認すべき指標/活動/情報/データ	情報源・調査手法	調査結果
		政策・経済・社会文 化的側面・環境・技 術面への影響はあ るか？	該当する事例の確認	プロジェクト調 査資料、研究 者/専門家、 C/P	<p>能力向上について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクト活動により(供与機材含む)、C/P 機関・研究者の能力は向上した(知識・技術が向上した、新たな分野の知識・技術の取得)。 ・向上した知識・技術: 製造技術、品質向上技術(脱酸素技術)、検査技術、測定方法、分析方法、触媒反応手法、解毒技術、実験機器・用具の取り扱い方法、LCA 算出方法 ・スムーズにタスクを実施できるようになった: 問題に対処できる、機器が取り扱える、実験・検査・分析のスムーズな実施。 ・本プロジェクト活動の結果を大学での教授、他の研究活動に活用している。 ・高品質 BDF の製造、有効な触媒の特定等、成果が出ている。 ・SC 会議、研究成果発表会、学会等でのプレゼンテーションを行っている。 ・学生の論文(master, bachelor)(学生で本プロジェクト関連の研究を行っているケースあり)、学術論文の作成。 <p>社会実装/実用化について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・成果発表会には外部機関からの参加があり(50 名程度出席、石油分野関係者も参加)、ネットワークが広がっている。また、実車試験は、タイ側も広報活動を行っており、テレビ番組で取り上げられ、本プロジェクトへの注目が集まっている。 ・ジャトロファ栽培啓発のための事例として、本プロジェクトが取り上げられている。 ・本プロジェクトの研究課題である各要素技術は、ジャトロファ以外のバイオマスからのバイオオイル製造及び輸送用燃料製造等に適用可能である。→予算が確保されれば、コミュニティレベルでのパイロットプラントの設置、他原料の活用を考えられる。 ・ジャトロファ残渣由来のバイオオイルは、輸送用燃料基材のほか、幅広い用途が期待される。特に、地場産業における活用が図られることが期待される。 ・特設なし。
		本プロジェクト実施 による負の影響は あるか？それを軽 減する対策はとられ ているか？	該当する事例の確認	プロジェクト 資料、研究 者/専門家、 C/P	
持続性	政策・制度面	政策・制度面での支 援は協力終了後も 継続する見込み か？	関連政策・法規の動向、行政幹 部の認識	行政資料、 行政幹部、 研究者/専門 家、C/P	<ul style="list-style-type: none"> ・AEDP では、バイオ燃料利用増加のための技術的 solution が求められており、本プロジェクト成果は活用できる。同計画では再生エネルギーの活用が掲げられており、基本的には同分野に対するタイ政府の支援は見込める。 ・タイが ASEAN のバイオエネルギー開発の拠点になることが決定すれば、支援及び予算についても更に確保される。 ・本プロジェクトに対する、タイ政府からの具体的支援見通しは不明である。本プロジェクトで開発された技術次第でもある。関係機関との協議を進め、働きかけていく必要がある。

大項目	小項目	調査の視点/調査事項	確認すべき指標/活動/情報/データ	情報源・調査手法	調査結果
財政・組織面		プロジェクトの成果を持続するための十分な予算確保が見込めるか？	投入実績、予算措置の動向 関係者の認識	プロジェクト資料、C/P	<ul style="list-style-type: none"> ・エネルギー(再生エネルギー)は政府の優先分野であることは今後も続く。基礎研究であるために予算の継続は大いに見込める。 ・実用化、関連研究の継続については、エネルギー省からの支援次第である。部分水素化によるアップグレード技術は既存ディーゼル生産に適用できる(非食糧系だけでなく、食糧系にも適用可能)。BDF混合比率を高めることをエネルギー省がマニフェストと考えると、この技術展開への支援は得られることが大いに見込める。 ・NSTDA: 機材供与への支援をタイ側で行うのは難しい。本プロジェクトはタイ政府開発計画と関連しており、関連研究活動(継続、レベルアップ)を提案することはでき、承認される可能性は高い。機材も既にあり、人材も育ってきているので持続性は高い。 ・MTEC: 優先分野であることから自己資金は確保できる。NSTDA の環境・エネルギークラスターからの予算配分は大いに見込める。エネルギー省と話を始めているが、具体的支援については今のところ不確か。 ・TISTR: TISTR 内でプラオイティイは高い。民間部門からの支援可能性はあるが、知的財産権等につき協議の必要がある。研究活動の進捗を考慮して、プロジェクト後の予算確保について進める予定。 ・KMUTNB: 優先分野であることから、政府支援は見込める。 ・日本人専門家のガイダンスは引き続き必要であるが、問題が起きたときへの対処能力は既に備わっている。 ・関連研究を C/P 機関自身で継続する十分な能力は備わってきている。しかし、プロジェクト終了後も日本側との連携は維持したい旨の希望が C/P 機関よりあり。
		プロジェクトの成果を持続するための組織能力(人材配置、意思決定プロセス)は備わっているか？	投入実績 関係者の認識	プロジェクト資料、C/P	<ul style="list-style-type: none"> ・良好な状態で、適切に管理され、プロジェクト研究活動に十分に活用されている。
		投入された資機材の管理は適切に行われているか？	C/P による資機材の整備能力・整備状況、関係者の認識	プロジェクト資料、研究者/専門家、C/P	<ul style="list-style-type: none"> ・NSTDA と TISTR は再生エネルギー、特にバイオエネルギーをその研究の方向性としており、同研究への研究者へのアサインは今後も可能である。 ・3 C/P 機関では人の異動は少ない。
	技術面	移転された技術・知識は C/P 機関内で定着している見込みか？	CP の技術・知識習得状況、関係者の認識	プロジェクト資料、研究者/専門家、C/P	<ul style="list-style-type: none"> ・原料としての、ジャトロファのアベイラビリティ及びコストは、タイ政府の政策、実用化にも影響を与える。原料作物の確保(ジャトロファ栽培)につき、周辺国との連携が必要である。
	阻害要因	持続性を阻害するその他の要因はあるか？	関係者の認識	プロジェクト資料、研究者/専門家、C/P	

注) プロジェクト資料: 詳細計画策定調査時ミニッツ、R/D、事前評価表、中間評価実施報告書、業務調整員活動報告書、JCC ミニッツ、その他各種資料

調査手法: 資料のレビュー、関係者(研究者、C/P)へのインタビュー

関係者: <タイ側> 国家科学技術開発庁(NSTDA)、国家金属材料技術センター(MTEC)、科学技術研究院(TISTR)、モンクット王工科大学ノースバンコク(KMUTNB)

<日本側> (独)産業技術総合研究所(AIST)、早稲田大学(WU)

3. 改訂 PDM (和文、仮訳)

添付資料-3

Project Design Matrix

プロジェクト名: 非食糧系バイオマスの輸送用燃料化基盤技術

プロジェクト期 間: 2010年5月16日～2015年3月31日

対象機関: 国家科学技術開発庁 (NSTDA)
科学技術研究院 (TISTR)
モンクット王工科大学ノースバンコク (KMUTNB)
タイ国

日付: 2012年12月4日
Version No.: PDM 01

受益者: タイ国においてバイオ燃料開発に関係する、研究者、エンジニアリング会社、政策立案者

プロジェクト要約	指標	入手段	外部条件
<p>上位目標 本プロジェクトにより改良された非食糧系バイオマスによるバイオ燃料製造技術がタイで普及する。</p>	<p>本プロジェクトにより改良された非食糧系バイオマスによるバイオ燃料製造技術が、本プロジェクトのタイ側研究機関の活動(セミナー、研修コース、技術サービス等)を通じて、2019年までにタイの研究機関及びエンジニアリング会社に普及する。</p>	<p>本プロジェクトのタイ側研究機関によるセミナー、研修コース、技術サービスへの参加者への質問票からの情報</p>	<p>-バイオ燃料に関するタイ政府政策が変更されない。 -原油価格が現在のレベルから下落しない。 -普及のための予算が提供される。</p>
<p>非食糧系バイオマスであるジャatroファを用いた輸送燃料製造の基盤技術が開発される。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 東アジアサミット推奨品質[従来の EU 規格 (EN14214) の酸化安定性 6 時間を 10 時間以上に強化]を確保した、BDF を 1 日 1t 規模で製造できるようになる。 2. 研究で適用された技術によりジャatroファ残渣から製造・改良されたバイオ燃料の品質が石油系ガソリンや軽油品質(硫黄分 10ppm 未満、酸素分 0.1 質量%未満)をクリアする。 	<p>-各 Task 課題に係るワーキンググループ会議の報告書 -四半期進捗報告書 -年報 -AIST-NSTDA/MTEC-TISTR-KMUTNB 合同会議報告書</p>	<p>-タイにおけるバイオディーゼル振興に係るアクションプランに従い、ジャatroファが十分に増産される。 -高品質 BDF 実用化のための研究費が確保される。</p>
<p>アウトプット(成果) (研究成果 1) 【Task 1】 1. 毒性懸念のないバイオディーゼル燃料(BDF)製造のための解毒化技術が開発される。 2. 標準化された高品質 BDF 製造プラント化技術が開発される。 3. ジャatroファ BDF の改質のための触媒利用技術が開発される。 4. ジャatroファオイル留分からの高品質 BDF 製造の CO₂ 削減効果がライフサイクルアセスメント(LCA)によって明らかになる。 【Task 4】 5. 高品質 BDF の自動車燃料適合性が実証される。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2012 年までに、BDF に含まれる毒性(ホルボールエステルの含有量が安全なレベルまで低下する)。 2. 2012 年までに、解毒化対策及び酸化安定性向上対策を組み合わせ込んだ BDF 製造プラント(1 日 1t 規模)が、タイのジャatroファオイル留分を使って連続運転が可能になる。 3. 2014 年までに、BDF の品質が東アジアサミット推奨品質及び世界燃料標準バイオディーゼルの品質をクリアする。 4. 2014 年までに、プロジェクトで提案された高品質 BDF 製造プロセスの CO₂ 排出量が LCA によって算出される。 5. 2013 年までに、材料適合性評価、エンジン燃焼特性評価により、BDF 混合軽油の自動車燃料適合性が実証される。 	<p>-各 Task 課題に係るワーキンググループ会議の報告書 -四半期進捗報告書 -年報 -AIST-NSTDA/MTEC-TISTR-KMUTNB 合同会議報告書</p>	<p>自動車エンジン技術に大幅な革新がない。</p>

<p>(研究成果 2)</p> <p>【Task 2】 6. 急速熱分解によるジャトロファ残渣からのバイオオイル製造技術が開発される。</p> <p>7. バイオオイル分離・安定化技術が開発される。</p> <p>【Task 3】 8. バイオオイルを石油系ガソリン及び軽油品質までに向き上させるための脱酸素化及び水素化精製技術が開発される。</p> <p>9. 現行の石油精製設備での利用を想定した、バイオオイルと石油基材の混合処理技術が開発される。</p> <p>10. バイオ燃料製造の CO₂削減効果が LCA によって明らかにされる。</p> <p>【Task 4】 11. ジャトロファ残渣由来バイオ燃料(石油との混合油を含む)の自動車燃料適合性が実証される。</p>	<p>6.1 2012 年までに、酸素分が 40 質量%以下になる脱酸素化用急速熱分解触媒が開発される。</p> <p>6.2 2014 年までに、1 日当たり処理量 500kg の触媒を利用したプロトタイプ急速熱分解炉が開発される。</p> <p>7.1 2013 年までに、生成バイオオイル中の固体微小粒子や水溶性分を分離し、輸送燃料原料となる非水溶性燃料を選択的に分離するバイオオイル分離・安定化技術が開発される。</p> <p>7.2 2014 年までに、プロトタイプ型の分離・安定化処理装置が開発される。</p> <p>8. 2012 年までに、ジャトロファ残渣由来バイオオイルの酸素分が 10-20 質量%に低減される。</p> <p>9. 2014 年までに、石油精製条件下で混合処理された、脱酸素バイオオイルと石油留分による高品質ガソリン及び軽油の品質が石油系ガソリン及び軽油の品質基準を満たす。(硫黄分 10-50ppm 未満、酸素分 0.1 質量%未満)</p> <p>10. 2014 年までに、ジャトロファ残渣の熱分解によるバイオオイル製造及び輸送燃料向け改質のプロセスにおける CO₂排出量が LCA によって算出される。</p> <p>11. 2014 年までに、材料適合性評価、エンジン燃焼特性評価により、ジャトロファ残渣由来のバイオ燃料(石油混合油を含む)の自動車燃料適合性が実証される。</p>	<p>-各 Task 課題に係るワーキンググループ会議の報告書 -四半期進捗報告書 -年報 -AIST-NSTDA/MTEC-TIISTR-KMUTNB 合同会議報告書</p>	
<p>(人材育成・技術移転・BDF 製造技術の実用化)</p> <p>【Task 5】 12. バイオ燃料製造及び利用に係る研究者が育成される。</p> <p>13. BDF 製造技術の実用化に向けての準備が整う。</p>	<p>12. C/P 機関の研究者の学会発表、論文等の業績が増加する。</p> <p>13.1 BDF 製造技術の実用化に向けた課題(出発原料、技術・経済性・環境負荷等)、今後の方向性が明らかにされる。</p> <p>13.2 BDF 製造技術の実用化に向けてのアクション(二次産業・企業さらには周辺諸国との連携強化等)がとられる。</p>	<p>-上記報告書 -論文、学会発表実績 -実用化に向けた課題及び今後のアクション -一斉案 -実用化に向けてのアクション実績</p>	

投入		
<p>活動</p> <p>【Task 1】ジャトロフアオイルからの高品質 BDF の製造</p> <p>1.1 BDF 製造のための解毒化技術の研究を行う。</p> <p>2.1 バイロットスケールでの標準化された高品質 BDF 製造プラント化技術の設計・開発を行う(ジャトロフアに加えて他の入手可能な原料を用いる)。</p> <p>2.2 エンジンテスト・実車試験用 BDF を製造する。</p> <p>3.1 エステル交換用固体触媒を特定する。</p> <p>3.2 酸化安定性向上のための水素化技術を構築する。</p> <p>3.3 BDF 高品質化のための脱金属技術を構築する。</p> <p>3.4 BDF の詳細分析技術を開発する。</p> <p>4.1 プロジェクトで提案した高品質 BDF 製造の LCA を行う。</p> <p>【Task 2】ジャトロフア残渣からのバイオオイル製造</p> <p>6.1 急速熱分解用触媒を探索する。</p> <p>6.2 バイオオイル製造用急速熱分解炉の研究・開発を行う。</p> <p>7.1 ジャトロフア残渣由来バイオオイルの分離技術の設計・研究を行う。</p> <p>7.2 バイオオイルの安定化向上のための技術の研究・開発を行う。</p> <p>【Task 3】バイオオイル高品質輸送用燃料・LCA 評価</p> <p>8.1 バイオオイルの脱酸素化技術の研究・開発を行う。</p> <p>8.2 バイオオイルの改質のための触媒の研究・開発を行う。</p> <p>8.3 バイオオイルの詳細分析技術を開発する。</p> <p>9.1 脱酸素化したバイオオイルと石油基材の混合処理技術の研究・開発を行う。</p> <p>10.1 急速熱分解・酸化安定化プロセスによるバイオ燃料製造・改質に関する LCA を行う。</p> <p>【Task 4】高品質 BDF 及びジャトロフア残渣由来燃料の輸送用燃料適合性評価</p> <p>5.1 プロジェクトで製造した高品質 BDF の材料適合性評価を行う。</p> <p>5.2 高品質 BDF の燃焼特性評価を行う。</p> <p>5.3 高品質 BDF のエンジン特性評価を行う。</p> <p>5.4 高品質 BDF の燃焼特性シミュレーションを行う。</p> <p>5.5 高品質 BDF の実車走行試験を行う。</p> <p>11.1 ジャトロフア残渣由来バイオ燃料(石油との混合油を含む)の材料適合性評価を行う。</p> <p>11.2 ジャトロフア残渣由来バイオ燃料(石油との混合油を含む)の燃焼特性評価を行う。</p>	<p>Japanese side</p> <p>【Dispatch of Japanese Experts】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Long-term Expert: Project Coordinator ・ Short-term Expert: <ul style="list-style-type: none"> ➢ Research Director/ Catalyst Technology for Upgrading of Bio-oil ➢ Vice Research Director/ Automobile Fuel Compatibility Evaluation ➢ Catalyst Technology for BDF Production and Upgrading ➢ Catalyst Technology for Bio-oil production ➢ Deoxygenation Technology for Bio-oil ➢ Life Cycle Assessment Technology ➢ Automobile Fuel Compatibility Evaluation ➢ Combustion Behavior Simulation ➢ Implementation Strategy targeting real application <p>【Machinery and Equipment】</p> <p><NSTDA/AMTEC></p> <p>Standard Apparatus for Catalytic Reaction Test, Homogenizer, Rotary Evaporator, HPLC, Canopy, Autoclave, Lab-scale Pyrolyzer, Bio-oil Separator, CHNOS Analyzer, Oven, Vacuum Oven Tubular Furnace</p> <p><TISTR></p> <p>BDF Production Pilot Plant, Pyrolyzer link with GC-MS, Pilot-scale Extruded-type Pyrolyzer, ICP, Fluidized Bed Pyrolyzer, Vacuum Jet Dehydrator</p> <p><KMUTNB></p> <p>A set of High Pressure Micro-reactor, GC-MS, Chemisorption Analyzer, Peristaltic Pump, Dual Line Vacuum Manifold</p> <p>【Training in Japan】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ BDF upgrading technologies ・ Detailed Analysis of BDF ・ Production technologies for bio-oils from Jatroph residues ・ Bio-oil upgrading technologies ・ Life Cycle Assessment ・ Evaluation of automobile fuel compatibility <p>【Other Expenses】</p>	<p>Thai side</p> <p>【Counterpart Personnel】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Project Director ・ Project Manager ・ Project Co-manager ・ Project Coordinator ・ Research Staff: <NSTDA/AMTEC> <TISTR> <KMUTNB> <p>【Land, Facilities, and Equipment】</p> <p><NSTDA/AMTEC></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Office space for Japanese experts ・ Laboratories ・ Necessary Equipments <p><TISTR></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Office for Japanese Experts (Office in Energy Department) ・ Laboratories ・ Equipments <p><KMUTNB></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Office space for Japanese Experts (Office in Industrial Chemistry Department/ Faculty of Applied Science or Science and Technology Research Institute for Energy Department) ・ Laboratories ・ Equipments <p>【Other Expenses】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Expendable expenses ・ Payroll cost for project staff (e.g. secretary) ・ Other necessary expenses
		<p>前提条件</p> <p>C/P 機関の研究費が確保される。</p> <p>実用化に向けた検討促進のため の予算措置が、日本・タイ側でな される。</p>

<p>【Task.5】人材育成・技術移転及びBDF製造技術の実用化 <u>12.1 C/P 機関研究者に対する、技術指導、研修、セミナー等を実施する。</u> 13.1 BDF 製造技術の実用化に向けた戦略を検討する。 13.2 BDF 製造技術の実用化に向けて関連機関（一次産業・周辺諸国を含む産業界・大学・国）との情報交換・協議を行い、連携強化を図る。</p>			
---	--	--	--

