

(地球規模対応国際科学技術協力)

タイ王国
バイオマス・廃棄物資源の
スーパークリーンバイオ燃料への
触媒転換技術の開発
詳細計画策定調査報告書

平成 28 年 12 月
(2016年)

独立行政法人国際協力機構
産業開発・公共政策部

産 公
J R
16-095

(地球規模対応国際科学技術協力)

タイ王国
バイオマス・廃棄物資源の
スーパークリーンバイオ燃料への
触媒転換技術の開発
詳細計画策定調査報告書

平成 28 年 12 月

(2016 年)

独立行政法人国際協力機構

産業開発・公共政策部

目 次

目 次

事業実施地域位置図

写 真

略語表

第1章 詳細計画策定調査の概要	1
1-1 背景	1
1-2 調査の目的	1
1-3 調査団の構成	1
1-4 調査日程	2
1-5 主要面談者	2
第2章 調査結果の要約	4
2-1 協力の背景・必要性の確認	4
2-2 プロジェクトの概要	4
2-3 先方負担事項の確認	5
2-4 協議議事録の締結	5
2-5 留意点	6
2-6 団長所感	6
第3章 本プロジェクト協力の必要性と位置づけ（事業背景と必要性）	8
3-1 タイのエネルギーセクター（バイオ燃料）とスーパークリーンバイオ燃料への 触媒転換技術の現状及び問題点	8
3-2 バイオマス資源の技術開発にかかわる本事業の位置づけ （タイ政府国家政策上における本事業の位置づけ）	10
3-3 タイのバイオマスセクターに対する我が国及び JICA の援助方針と実績	10
3-4 他の援助機関によるプロジェクト	10
3-5 実施機関の概要と課題	10
第4章 協力の枠組み	12
4-1 プロジェクト概要	12
第5章 事前評価結果	17
5-1 評価5項目による評価結果	17
付属資料	
1. M/M（R/D案を含む）	25

2. PDM（和文）	55
3. PO（和文）	57
4. 技術用語注釈	67

事業実施地域位置図



出所：CIA World Factbook

写 真

チュラロンコン大学主要カウンターパート



タラポン教授（研究代表）
サラブリ・バイオマス燃料エネルギーセンター長



プラサート准教授
理学部化学技術学科長

チュラロンコン大学（サラブリ・バイオマス燃料エネルギーセンター）視察



メタノール・フィッシャー・トロプシュ法 (FT)
合成反応装置



水熱合成反応装置（ヒロ社製品）



ガス化装置（本事業で屋根等を整備し新機材
を設置する予定）



FT 反応装置（高温高圧で爆発の危険があるため
取り扱いには留意が必要）

タイ石油公社 (PTT) 技術研究所



本事業に関する研究員
(左2名: FT等触媒研究、右2名: 代替燃料開発研究)



ガス精製プラント (JX社による設計)

北部再生可能エネルギー(株) (NRE) バイオマス工場

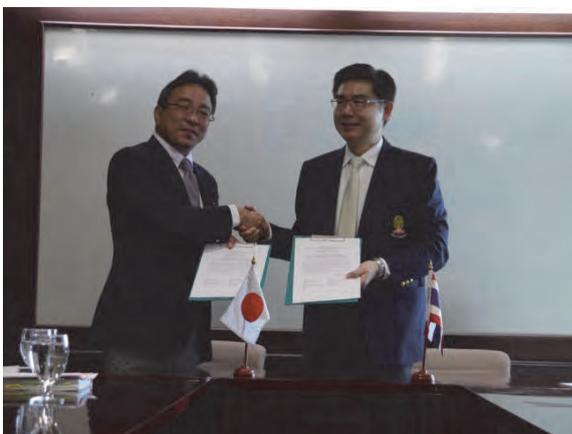


NRE バイオマス工場 (Chachoengsao 県)



各バイオマス加工サンプル

協議議事録 (M/M) 署名式 (チュラロンコン大学)



署名式
(右: ブンディット チュラロンコン大学学長)



署名後の集合写真

略 語 表

略語	正式名称	和文
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
BTL	Biogas to Liquids	バイオガスの液化
CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
CEO	Chief Executive Officer	最高経営責任者
C/P	Counterpart	カウンターパート
CU	Chulalongkorn University	チュラロンコン大学
DEDE	Department of Alternative Energy Development and Efficiency	代替エネルギー開発・効率局
EPPO	Energy Policy and Planning Office	エネルギー政策・計画局
EWEC	East-West Economic Corridor	東西経済回廊
FAME	Fatty Acid Methyl Ester	脂肪酸メチルエステル
FT	Fischer-Tropsch (process)	フィッシャー・トロプシュ法
GOJ	Government of Japan	日本政府
GOT	Government of Thailand	タイ政府
JCC	Joint Coordinating Committee	合同調整委員会
JCOAL	Japan Coal Energy Center	一般財団法人石炭エネルギーセンター
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JST	Japan Science and Technology Agency	国立研究開発法人科学技術振興機構
LCA	Life Cycle Assessment	ライフサイクル・アセスメント
M/M	Minutes of Meetings	協議議事録
MSW	Municipal Solid Waste	都市固体廃棄物
NRE	Northern Renewable Energy Co.	北部再生可能エネルギー株式会社
PDM	Project Design Matrix	プロジェクト・デザイン・マトリックス
PO	Plan of Operation	活動計画
PTT	Petroleum Authority of Thailand	タイ石油公社
PTT RTI	Petroleum Authority of Thailand Research and Technology Institute	タイ石油公社技術研究所
R/D	Record of Discussions	討議議事録
RDF	Refuse Derived Fuel	ごみ固形燃料
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
SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標

第1章 詳細計画策定調査の概要

1-1 背景

タイ王国（以下、「タイ」と記す）では、近年、エネルギー需要が年率約4～5%で成長し、国内でのエネルギー供給量やエネルギー輸入依存度の増加が見込まれていることから、経済負担や温室効果ガス排出量の増大が懸念されている。この対策の一環として、化石燃料を代替する燃料の利用が促進されており、すべての燃料に占めるバイオ燃料の割合を高めることが喫緊の課題¹となっている。他方で、従来のバイオ燃料では、可食系資源を利用した際の穀物市場の混乱等の課題があった。また、農業国であるタイでは、豊富に賦存する農産副産物や加工残渣などの非可食系バイオマスからバイオ燃料を生産することに取り組んでいるが、バイオエタノールやバイオディーゼルは、対象資源が限られ、既存石油系燃料と品質や利用特性も異なることから普及障壁に直面している。

当該国政府はバイオ燃料の効果的な活用を推進すべく、2015年に改定した“Alternative Energy Development Plan”（代替エネルギー開発計画（AEDP））において、総燃料に占めるバイオ燃料の割合を2036年までに25%まで高める目標を掲げている。

かかる状況のもと、本事業では、当該国に豊富に賦存するバイオマス資源から各種バイオ燃料・化学品（軽油・ガソリン・メタノール・LPG）を製造する技術の開発を行う我が国の技術を活用した熱化学的変換（C1化学）²による「先進バイオ燃料」を開発し、かかる技術を国内へ普及、促進することを目指すものである。

1-2 調査の目的

プロジェクトに関する現状把握、情報収集を行い、カウンターパート（Counterpart：C/P）となるチュラロンコン大学（Chulalongkorn University：CU）、タイ石油公社（Petroleum Authority of Thailand：PTT）、北部再生可能エネルギー（株）（Northern Renewable Energy Co.：NRE）等、タイ国関係機関とプロジェクト実施の妥当性、プロジェクトの目的、内容、実施体制について協議し、協議議事録（Minutes of Meeting：M/M）をまとめることを目的とする。

1-3 調査団の構成

	氏名	分野	所属
1	林 宏之	総括／団長	JICA 産業開発・公共政策部 参事役
2	川俣 大和	協力企画	JICA 産業開発・公共政策部 資源・エネルギーグループ第一チーム 調査役
3	松本 彰	評価分析	A&M コンサルタント有限公司 代表取締役
4	椿 範立	研究代表	富山大学大学院理工学研究部 教授
5	神本 正行	研究総括	科学技術振興機構（JST）研究主幹 弘前大学学長特別補佐
6	上坂 圭介	研究評価	JST 国際科学技術部 主任調査員

1 2015年時点での総燃料に占めるバイオ燃料の割合は6.65%（Alternative Energy Development Plan in 2036）

2 合成ガス（水素と一酸化炭素の混合ガス）やメタン、メタノール等の炭素数1の化合物を原料に用いて、炭素数2以上の化合物を合成する技術。原理上、炭素を含むあらゆる資源が利用できることから、バイオマスをはじめとする多くの有機資源が原料となる。

1-4 調査日程（2016年9月5日～16日まで。）

Date		Mission Member	Consultant (Mr. Matsumoto)
4-Sep	Sun		From Tokyo to Bangkok
5-Sep	Mon		9:00 Meeting with JICA Office 14:00 Visit Chulalongkorn University (CU) (Courtesy call with Prof. Tharapong and researchers related to the Project, Interview with Prof. Tharapong, Visit CU laboratory and rooms)
6-Sep	Tue		10:30 Visiting Chulalongkorn University Saraburi Campus Interview to Prof. Tharapong and observe
7-Sep	Wed		Visit PTT (Courtesy call with researchers related to the project, Interview with researchers, Observe research
8-Sep	Thu		Visit Northern Renewable Energy Co. (NRE) (Courtesy call with researchers related to the project, Interview with researchers, Observe plant laboratory)
9-Sep	Fri		Visiting Chulalongkorn University (Interview with researchers related to the project, and discussion of Drafting PDM/PO/List of C/Ps)
10-Sep	Sat		Documentation
11-Sep	Sun	From Tokyo to Bangkok Internal Meeting	Documentation Internal Meeting
12-Sep	Mon		9:00 Meeting with JICA Thailand Office 13:00 Courtesy call to Chulalongkorn University (CU) Prof. Tharapong & Asst. Prof. Dr. Prasert (Discussion about draft of M/M and R/D with C/Ps (Mainly Chulalongkorn Univ. Professors) Visiting CU laboratory facilities and rooms
13-Sep	Tue		10:00 Visiting Chulalongkorn University Saraburi Campus and observe plant facilities (Interview to Prof. Tharapong and other staff in Saraburi) 14:00 Visiting PTT (Visit laboratory facilities and Interview)
14-Sep	Wed		10:00 Visiting Northern Renewable Energy Co. (NRE) (Visit plant facilities and Interview)
15-Sep	Thu		13:30 Visiting CU (Professor. Tharapong & Asst. Prof. Dr. Prasert) and Discussion of M/M at CU
16-Sep	Fri		08:00 Signing of M/M at CU with President 17:00 Report to JICA Thailand Office Departure From Bngkok
17-Sep	Sat		Arrive at Tokyo

1-5 主要面談者

(1) タイ側関係者

1) チュラロンコン大学 (Chulalongkorn University : CU)

- ・ブンディット大学長 (学長 Dr. Bundhit Eua-arporn)
- ・ポルキット教授 (理学部 学部長 Dr.Polkrit Sangvanich)
- ・ティラユット教授 (理学部 副学部長、化学学科教授 Dr.Tirayut Vilaivan)
- ・タラポン教授 (化学技術学科併設：サラブリ・バイオマス燃料エネルギーセンター長) (元同大学副学長兼理学部化学技術学科長 Prof. Dr. Tharapong Vitidsant)

- ・ プラサート准教授 (理学部化学技術学科長 Asst. Prof. Dr. Prasert Reubroycharoen)
 - ・ プラパン准教授 (理学部化学技術学科 Dr. Prapan Kuchonthara)
 - ・ チャワリット准教授 (理学部化学技術学科 Dr. Chawalit Ngamcharussrivichai)
 - ・ ナピダ准教授 (理学部化学技術学科 Dr. Napida Hinchiranan)
 - ・ シラックス准教授 (理学部化学技術学科 Dr.Sirilux Poompradub)
 - ・ ルンラヴィー (理学部化学技術学科 Dr.Rungravie Phienluphon)
- 2) サラブリ・バイオマス燃料エネルギーセンター
- ・ シルチャイ工場長 (Mr.Sirichai Ratanavara, Plant Manager, “Biomass Center”, CU)
- 3) タイ石油公社技術研究所 (Petroleum Authority of Thailand Research and Technology Institute : PTT RTI)
- ・ タナ主任研究員 (Dr.Thana Sornchamni, Process Technology Department)
 - ・ スパワット研究員 (Dr.Supawat Dechparot Process Technology Department)
 - ・ ステイポン主任研究員 (Mr.Suttipong Tunyapisetsak, Researcher, Petroleum Products and Alternative Fuels Research Department)
 - ・ スチャダ研究員
(Dr. Suchada Butnark, Petroleum Products and Alternative Fuels Research Department)
 - ・ コンタープ研究員
(Dr. Kornthape Prasirtsiriphan, Petroleum Products and Alternative Fuels Research Department)
- 4) 北部再生可能エネルギー (株) (Northern Renewable Energy Co. : NRE)
- ・ パチャリ代表取締役 (Mr. Phatchari Nitsiriphat, CEO/NRE)
- 5) NRE 社プラント工場
- ・ ジャル (Mr, Jaru Nataranakul, Process Engineer, Ayutaya Plant, NRE)
 - ・ プラモート (Mr. Pramote Inthanee, Production Manager, Ayutaya Plant, NRE)
 - ・ チュラウィット (Mr. Tullawit Wongsed, Production Assistant Manager, Ayutaya Plant, NRE)
- (2) 日本側関係者
- 1) プロジェクト専門家／研究者
- ・ 米山嘉治 富山大学大学院理工学研究部 准教授
 - ・ 渡邊庸雄 一般財団法人石炭エネルギーセンター 部長代理
 - ・ 関 浩幸 JX エネルギー株式会社中央技術研究所 フェロー
 - ・ 池田ワランチット 富山大学工学部
- 2) JICA タイ事務所
- ・ 田中啓生 所 長
 - ・ 柳内将成 次 長
 - ・ 大塚高弘 所 員
 - ・ 宮下陽二郎 企画調査員
 - ・ スパポー 所員 (Ms.Supaporn La-Ngao, Program Officer)
- 3) 国立研究開発法人科学技術振興機構 (Japan Science and Technology Agency : JST)
- ・ 小林義英 シンガポール事務所 バンコク駐在員

第2章 調査結果の要約

2-1 協力の背景・必要性の確認

我が国政府の対タイ王国国別援助方針（2012年12月）では、援助重点分野として「持続的な経済の発展と成熟する社会への対応」、開発課題として「研究能力向上・ネットワーク強化」を掲げ、その中で「研究能力向上・ネットワーク強化」を協力プログラムとしても掲げており、本事業はこの方針に合致する。また、持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals : SDGs）ゴール7「万人のための利用可能で、安定した、持続可能で近代的なエネルギーへのアクセス」、及び13「気候変動とその影響への緊急の対処」に貢献すると考えられる。

2-2 プロジェクトの概要

(1) 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）スキームに関する説明

タイ側関係者に対し、改めて SATREPS 事業の概要及び実施にあたっての留意点を説明し、スキームへの理解に齟齬がないことを確認した。

(2) 実施体制の確認

以下の実施体制をタイ側関係者と確認した。

1) タイ側実施体制

研究代表機関：チュラロンコン大学

共同研究機関：PTT、NRE

その他関係機関：エネルギー省代替エネルギー開発・効率局（Department of Alternative Energy Development and Efficiency : DEDE）、エネルギー政策・計画局（Energy Policy and Planning Office : EPPO）を合同調整委員会（Joint Coordinating Committee : JCC）やセミナー等に招待することを確認。

2) 日本側実施体制

研究代表機関：国立大学法人富山大学

共同研究機関：一般財団法人石炭エネルギーセンター、JX エネルギー株式会社、一般社団法人 HiBD 研究所、株式会社巴商会

(3) 協力概要

プロジェクト・デザイン・マトリックス（Project Design Matrix : PDM）案及び活動計画（Plan of Operation : PO）案をもとにプロジェクトの目的・成果・スケジュール等を説明し、タイ側関係者と基本的な合意に至った。合意したプロジェクト概要を以下に示す。

1) 上位目標と指標

上記目標：本プロジェクトにより開発された化石代替燃料技術を活用したバイオ燃料事業の事業化への基盤が促進される。

指標：タイの民間セクターにおいて開発した化石代替燃料の利用割合が増加する。

2) プロジェクト目標と指標

プロジェクト目標：非可食系バイオマス（木質、農業、廃棄物系）資源を利用した化石代替燃料

の製造技術を開発し、社会実装に向けた提言がなされる。

指標 1: ガス化・転換工程の開発を通じ、タイの非可食系バイオマスから粗製化石代替燃料の製造プロセスが確立される。

指標 2: 上記粗製化石代替燃料に適切な後処理を適用することにより、化石代替燃料として使用可能であることが確認される。

指標 3: 上記粗製化石代替燃料のタイ国内の社会実装（経済・環境性評価並びに有効性、タイの政策に合致したロードマップ作成等）が提案される。

3) 成果

成果 1: 非可食系バイオマス資源からの合成ガス製造技術が開発される。

指標

- 1.1 タイの非可食系バイオマス資源の前処理技術が開発される。
- 1.2 バイオマスのガス化技術が開発される。

成果 2: 触媒転換によるバイオ燃料等製造技術が開発される。

指標

- 2.1 バイオ軽油製造技術が開発される（触媒＋運転技術）。
- 2.2 バイオガソリン製造技術が開発される。
- 2.3 バイオメタノール製造技術が開発される。
- 2.4 バイオ LPG 製造技術が開発される。

成果 3: 利用検証や全体システム構築にかかる取り組みにより社会実装提案がなされる。

指標

- 3.1 化石代替燃料等として、バイオ燃料等が利用できることが確認される。
- 3.2 各種バイオ燃料等の社会実装のためのロードマップがドラフトされる。
- 3.3 バイオ燃料等の製造・利用にかかる人材が育成される。
- 3.4 プロジェクトによって、開発された技術や得られるバイオ燃料等の社会的認知が高められる。

2-3 先方負担事項の確認

討議議事録（Record of Discussions : R/D）案をもとに、タイ側負担事項を説明し、当初案どおり負担することで合意した。ただし、機材の据付けについての日本側との役割分担は機材の仕様を決定する過程で詳細の協議が必要。主な先方負担事項は以下のとおり。

(1) C/P の配置（研究者等）

(2) 施設と設備

- 1) チュラロンコン大学バンコクキャンパス、及びサラブリーキャンパス内の研究施設
- 2) プロジェクト実施に必要なインフラの整備（研究機材、機材設置にかかる屋根の設置等を含む）
- 3) 研究実施のための消耗品

2-4 協議議事録の締結

添付のとおり、上記の協議・合意事項を取りまとめ、M/M を締結した。

2-5 留意点

特に以下の点を案件実施にあたり、重要な留意事項として合意した。

(1) 機材調達に関する双方の分担事項の確認

タイの港までは日本側負担、それ以降の輸送、据付け、運転はタイ側が負担することで基本的に合意した。ガス化装置に関連する屋根の取付けや、床面等の簡易な土木工事の実施はタイ側で責任をもって行うことで合意した。据付けに関して、日本側から技術的なスーパーバイズを行う人員を派遣することで合意した（ただし、帰国後の日タイ間の継続的な協議の結果、プラント据付けに関する双方の責任分担について、さらに詳細な検討が必要であることを確認したため、継続的に調整中）。

(2) タイ側研究者の国内移動費用

タイ側研究者のタイ国内移動費用はタイ側で負担することで合意した。

(3) 関連省庁の巻き込み

社会実装を見据え、タイ側の関連省庁を JCC やセミナー等に招待するなど、積極的に巻き込むことで合意した。具体的にはエネルギー省（DEDE、EPPO を含む）を想定。

(4) 機材リスト

R/D に添付する機材リストは R/D 署名までに最終化することで合意した。

(5) 第三者責任保険

第三者責任保険はタイ側で適用可能な保険を調査し、タイ側の名義で付保することで合意した。なお、保険料は在外事業強化費で対応可能。

(6) 経済性評価・分析

社会実装に向けては、原料の調達から、燃料製造プロセス、販売に関する経済性評価が重要であることで合意した。また、これに関する調査をプロジェクト当初から実施することで合意した。調査方法は追って検討する予定。

(7) 北部及び東北部地域（東西経済回廊（East-West Economic Corridor : EWEC）周辺）の原料活用の検討

北部及び東北部地域と都市部の経済格差にかんがみ、北部もしくは東北部地域からの原料調達、流通を検討することで合意した。特にタイ政府が開発に力を入れている東西経済回廊周辺を重点的に検討することで合意した。

2-6 団長所感

(1) 今回の詳細計画策定調査に当たり、チュラロンコン大学側との十分な事前調整をいただいた富山大学椿先生をはじめとする皆様に御礼申し上げたい。特にタラポン教授以下のプロジェクトの C/P の皆様との信頼関係が構築されていることを確認できたことは、本プロジェクト実施体制の構築及び今後 5 年間にわたり、さまざまな調整が想定されることを考慮すると非常に望ましい状

況にあると思われる。今後は NRE、PTT 等の関係者も含め、一層の信頼関係の醸成を期待したい。

- (2) 協議、視察ともに順調に実施することができたが、プロジェクトに必要な機材については、R/D 署名時までには機材リストを作成することになっている。特にガス化用設備の調達やチュラロンコン大学サラブリキャンパスの既存 FT 設備の改修（冷却性能強化等）については、今後日・タイ双方での詰めが必要であることが確認された。機材調達は、他の SATREPS 案件のみならず通常の ODA 案件（技術協力プロジェクト）においても、プロジェクト全体工程に大きな影響を与える要素となるため、とりわけ今回議論となった据付けから試運転までの一連の作業における業務分担につき、慎重な対応が必要である。
- (3) また、今回の協議及び事務所との内部打ち合わせを通じ、社会実装に向けた取り組みについて、当方（JICA）より、経済性の分析及び評価をプロジェクト初年度から実施いただくよう申し入れし、M/M にも反映した。プロジェクト開始直後から、正確なコスト分析や評価を行うことは困難であることは十分承知しているものの、プロジェクト終了後の社会実装段階を見越したバイオマス原材料の安定的な確保と価格の大幅な変動の可能性等を可能な限り前広に検討することにより、より早い段階から関係省庁への働きかけも可能となる。特にタイにおける東西経済回廊開発の重要性を考慮すると、同回廊沿線の開発に資する政策への働きかけは、社会実装を後押しする可能性を高めることにつながると考えられることから、こうした分野に知見を有する機関の協力を得ることも検討していくことが望ましい。
- (4) 最後に、大ミッションとなった今回の調査団の受け入れと同行に尽力いただいた事務所に感謝申し上げるとともに、先乗りのうえ、情報収集と細部の日程調整にご尽力いただいた松本評価分析団員に御礼申し上げ、結びとしたい。

第3章 本プロジェクト協力の必要性と位置づけ（事業背景と必要性）

3-1 タイのエネルギーセクター（バイオ燃料）とスーパークリーンバイオ燃料への触媒転換技術の現状及び問題点

タイは約 51 万 4,000km²（日本の約 1.4 倍）の国土をもつ、人口約 6,796 万人（2015 年）³の国である。2014 年の名目国内総生産（GDP）は 3,738 億ドル、1 人当たり GDP は 5,445 ドルで、東南アジア経済をリードする主要国である⁴。

タイでは、近年、エネルギー需要が年率約 4～5% で成長し、国内でのエネルギー供給量やエネルギー輸入依存度の増加が見込まれていることから、経済負担や温室効果ガス排出量の増大が懸念されている。この対策の一環として、化石燃料を代替する燃料の利用が促進されており、すべての燃料に占めるバイオ燃料の割合を高めることが喫緊の課題となっている。他方で、従来のバイオ燃料では、可食系資源を利用した際の穀物市場の混乱等の課題があった。また、農業国であるタイでは、豊富に賦存する農産副産物や加工残渣などの非可食系バイオマスからバイオ燃料を生産することに取り組んでいるが、バイオエタノールやバイオディーゼルは、対象資源が限られ、既存石油系燃料と品質や利用特性も異なることから普及障壁に直面している

当該国政府はバイオ燃料の効果的な活用を推進すべく、2015 年に改定した AEDP において、総燃料に占めるバイオ燃料の割合を 2036 年までに 25% まで高める目標を掲げている。

かかる状況のもと、本事業では、当該国に豊富に賦存するバイオマス資源から各種バイオ燃料・化学品（軽油・ガソリン・メタノール・LPG）を製造する技術の開発を行う熱化学的変換（C1 化学）により、特に非可食系バイオマスを原料とした既存石油系燃料と同品質の「先進バイオ燃料」を開発し、かかる技術を国内へ普及、促進することに期待が寄せられている。

<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。タイの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（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、同計画では、再生エネルギーのシェアを 2012 年の全エネルギー需要の 10% から、2021 年には、同「25%」に引き上げるとの目標が定められた。

また、同計画は 2013 年に改定、さらに 2015 年、同計画を新たに見直し、「AEDP（2015～2036 年）」を作成。新 AEDP 計画では、2036 年に再生エネルギーのシェアを全エネルギー消費の「30%」を目標に挙げており、シェア目標の内訳は、電気 20%（4.27%、5,588 ktoe（石油換算千トン））、熱 36%（19.15%、25,088 ktoe）、バイオ燃料 25%（6.65%、8,712 ktoe）となっている⁵（表 3-1 参照）。

新 AEDP では、2036 年までに再生可能エネルギーによる発電を 19,684MW とする計画で、内訳

3 国連人口統計より引用、<http://www.un.org/en/development/desa/population/>

4 JETRO 資料より引用、https://www.jetro.go.jp/world/asia/th/stat_01.html

5 “Thailand Integrated Energy Blueprint（Special Issue 2016）”, EPP0 Journal, Ministry of Energy より引用。

は太陽光発電を 6,000MW、風力発電を 3,002MW、バイオマス発電を 5,570MW、バイオガス発電を 1,280MW（内訳は廃棄水・物で 600、燃料作物で 680）、都市廃棄物（MSW）500MW 他としている。一方、バイオ燃料は、8,712 ktoe とする計画で、内訳は、バイオエタノール 2,103、バイオディーゼル 4,405、圧縮メタンガス 2,023 などとなっている（表 3-2 を参照）⁶。

なお、同計画で、再生エネルギー開発促進戦略として、①原料及び再生エネルギー技術の準備（生産能力と原料工程管理にかかる開発を主目的）、②再生エネルギー生産・利用・潜在市場の拡大（再生エネルギー生産及び消費能力の拡大を目的）、③再生エネルギーに関する知識と事実への啓もうやアクセスの拡充（再生エネルギー生産及び消費の効率化と持続性に対する自覚や理解が目的）が掲げられており、バイオ燃料については、特に研究開発や人材育成の重視が掲げられている。

表 3-1 代替エネルギー開発計画（AEDP 2015～2036）目標

Energy	Share of RE (%)		RE Consumption Target by 2036 (ktoe*)	Final Energy Consumption at 2036 (ktoe)
	Status as of 2014	Target by 2036		
Electricity	9	15-20	5,588.24	27,789
Heat	17	30-35	25,088.00	68,413
Bio-fuel	7	20-25	8,712.43	34,798
Re: Final Energy Consumption	12	30	39,388.67	131,000

*ktoe: kilotons of oil equivalent（石油換算千トン）

表 3-2 新 AEDP（2015～2036）における輸送用再生エネルギー生産目標数値

Fuel types	Status at the end of 2014		Target year 2036	
	10 ⁶ litter/day	ktoe	10 ⁶ litter/day	ktoe
1. Biofuel	2.89	909.28	14.00	4,404.82
2. Ethanol	3.21	872.88	11.30	2,103.50
3. Pyrolysis oil			0.53	170.87
4. Compressed bio-methane (ton/day)			4,800.00	2,023.24
5. Other alternative fuels*				10.00
Total (ktoe)				8,712.43
Fuel demand in transportation sector				34,798.00
Ratio of biofuel production in transportation sector (%)				25.04

* such as Bio-oil, hydrogen etc.

⁶ “Alternative Energy Development Plan (2015-2036)” : エネルギー省（Sep, 2015）計画及び発表資料より引用。

3-2 バイオマス資源の技術開発にかかわる本事業の位置づけ（タイ政府国家政策上における本事業の位置づけ）

以上のような背景のもとで、タイ政府は同国に豊富に賦存するバイオマス資源から各種輸送用バイオ燃料・化学品（軽油・ガソリン・メタノール・LPG）を製造する技術の開発を行う「バイオマス・廃棄物資源のスーパークリーンバイオ燃料への触媒転換技術の開発」のためのプロジェクトが「地球規模課題対応国際科学技術協力（SATREPS）案件」としてタイ政府から要請された。

3-3 タイのバイオマスセクターに対する我が国及び JICA の援助方針と実績

我が国は2012年12月に策定した「対タイ王国 国別援助方針（経済協力計画）」において、タイは中進国入りしたものの、持続的に社会・経済を発展させていくためには、競争力強化を通じた更なる経済成長が重要としたうえで、援助国でもあるタイと、開発パートナーとして、両国の強みを活用した協力を展開することは、中進国に対する開発協力のモデル構築の観点からも効果的であるとしている。また、日本とタイの政治・経済・社会面での緊密な関係を踏まえた戦略的パートナーシップに基づき、双方の利益増進につながる協力を推進する基本方針を打ち出している。その中で、「持続的な経済の発展と成熟する社会への対応」を掲げ、日タイ連携による研究能力向上、研究機関や研究者間のネットワーク強化の支援を行うことを重点分野（中目標）と位置づけている。

なお、同開発課題として「研究能力向上・ネットワーク強化」を掲げ、その中で「研究能力向上・ネットワーク強化」を協力プログラムとしても掲げており、本研究はこの方針に合致する。また、SDGs ゴール7「万人のための利用可能で、安定した、持続可能で近代的なエネルギーへのアクセス」、及びゴール13「気候変動とその影響への緊急の対処」に貢献すると考えられる。タイにおけるこれまでのバイオ燃料に関する実績としては、以下の案件が実施済み、または実施中である。

- ・ 非食糧系バイオマスの輸送用燃料化基盤技術（2010年5月～2016年3月：SATREPS）⁷
- ・ 低品位炭とバイオマスのタイにおけるクリーンで効率的な利用法を目指した溶剤改質法の開発プロジェクト（2013～2018年：SATREPS）⁸
- ・ 新バイオディーゼルの合成法の開発（2010年5月～2015年3月：SATREPS）⁹

3-4 他の援助機関によるプロジェクト

特になし。

3-5 実施機関の概要と課題

相手国代表機関のチュラロンコン大学（タイ語：จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย、英語：Chulalongkorn University）は1917年に設立され、タイにおいて最も古い歴史をもち、かつ国内の最高学府であり、権威ある国立大学である。

また、本プロジェクトにおけるC/P機関となる、同チュラロンコン大学・バイオマス燃料エネルギーセンターは、長年バイオマス利用技術を研究しており、資源特性や収集・加工技術にも知見を有している。

さらに、タイ側の研究代表者であるタラポン教授（Prof. Dr. Tharapong Vitidsant）は、同大学の元副

⁷ 次ウェブサイト概要説明あり：<http://www.jica.go.jp/project/thailand/011/outline/index.html>

⁸ 次ウェブサイト概要説明あり：<http://www.jica.go.jp/oda/project/1300724/index.html>

⁹ 次ウェブサイト概要説明あり：https://www.jst.go.jp/global/kadai/h2203_thailand.html

学長・理学部化学技術学科長であり、現在は、同大のバイオマス研究を統括するサラブリ・バイオマス燃料エネルギーセンター長の要職にあり、基礎研究から実証に至る幅広い研究実績とタイの産学官にわたる豊富なネットワークを有している。

また、本研究対象の「次世代バイオ燃料」は同大における重点プロジェクトに位置づけられており、チュラロンコン大学のサラブリ・バイオマス燃料エネルギーセンターには、既に FT 合成のベンチプラント装置（気泡塔三相流動反応塔、富山大学技術）とメタノール合成のベンチプラント（固定床反応塔）が設置されている。このメタノール合成のベンチプラントでは触媒の入れ替えによって LPG の大規模生産も可能であるなど、豊富な研究基盤を有している。

また PTT は、天然ガス事業、石油事業を行うエネルギー関連ではタイで最大の企業であり、PTT RTI の豊富な試験・分析機材を利用しつつ、PTT RTI のスタッフと協力して試験分析を行い、将来の社会実装の検討も可能である。なお、PTT RTI はこれまで JICA との技術協力での協力実績も豊富にある。

さらに、相手国協力機関の NRE 社は、ユーカリ栽培やペレット・廃棄物固形燃料製造を行っており、原材料の供給をはじめ、幅広いバイオマス資源を対象に具体的な前処理法を含めた試験や検討も可能である。

第4章 協力の枠組み

4-1 プロジェクト概要

(1) プロジェクトの目的と意義

本プロジェクトは、以上に述べたプロジェクトの背景と必要性にかんがみ、JST との共同事業として、タイの研究機関と共同で、同国に豊富に賦存するバイオマス資源から各種輸送用バイオ燃料・化学品（軽油・ガソリン・メタノール・LPG）を製造する技術の開発を行い、かつ研究開発成果の社会実装を目指すとともに、先方実施機関の能力強化を通じたシステムや制度の機能を構築し、人づくりを行うものである。

本プロジェクトで対象とする研究開発課題は、エネルギーの輸入依存度が高いタイの政策、計画に沿うものであり、また相手国機関であるチュラロンコン大学のサラブリ・バイオマス燃料エネルギーセンターには、既にバイオマスエネルギー施設があり、FT 合成とメタノール合成パイロットプラントを有していることから、日本側の最新技術（新規触媒反応、触媒、反応塔、運転ノウハウ）と、タイのバイオマス資源、運転要員の融合、施設・機材の活用によって、効果的かつ実効性のある共同研究が遂行可能である。この点が、JICA 技術協力プロジェクトの枠組みで共同研究を実施する根本的意義である。

さらに、日本の研究機関にとっては本研究課題において JST 事業による国内での研究開発を進めると同時に、本技術協力プロジェクトとの連携・補完によってバイオマス・廃棄物資源の利用による社会実装を実現できる研究開発が進められるメリットがある。また、本プロジェクトで開発した技術や研究成果の社会実装結果をフィードバックして、日本における更なる新技術開発の種を得ることも期待される。

一方、タイの実施・協力機関にとっては、日本で開発された技術や研究成果を基礎として、それをタイに適したものに進化・深化させることができ、所定の研究開発成果を短期間に上げることが期待できる。また、共同研究を実施することで、タイ側実施機関の研究開発能力の向上につながり、研究成果の ASEAN 諸国や世界への波及・イノベーションにも貢献でき、更なる発展の可能性につながることが期待される。

(2) プロジェクトの実施体制（相手国関係機関と協力体制）

1) 実施機関（C/P 機関）

本プロジェクトの実施機関は、「チュラロンコン大学」、「PTT」、及び「NRE」の3機関である。各機関の概要は次頁の表のとおり。

本プロジェクトでは以下に記述するように3つの成果を設定するが、このうち、チュラロンコン大学が成果1から成果3までの達成にかかわるすべての活動に責任をもつとともに、プロジェクト全体の責任機関として各研究機関の調整、取りまとめを行う。

プロジェクトの総括責任者（プロジェクトダイレクター）と実施責任者（プロジェクトマネージャー）は、ともにチュラロンコン大学の管理者とする。PTT と NRE 社は実施・協力機関として、それぞれ成果1と成果2の達成にかかわる諸活動に関与し、その遂行に責任をもつとともに、成果3の社会実装に関する提案、協力、支援を行う。また、3つの成果それぞれに対応する「タスク・チーム」を形成し、両国の担当者が活動に参加し、緊密な情報交換・共有を行いつつ、共同研究・開発を実施していく予定である。

プロジェクトサイトは、首都バンコクにあるチュラロンコン大学を中心的な実施場所とし、並行して研究活動の一部は、実証実験のパイロットサイトとして、チュラロンコン大学のサラブリ・テクノパークセンター敷地内にある「バイオマス燃料エネルギーセンター」（バンコクから車で約2時間）で行う。

さらに、研究課題（成果）に応じて、PTT と NRE 社においても研究開発活動を一部実施する（たとえば、PTT の場合、アユタヤにある PTT RTI に、触媒機器・分析機材はじめプラント施設が整っており、FT 実験・分析をはじめ、チュラロンコン大学のサラブリ・バイオマス燃料エネルギーセンターでの実験と並行して同様のテストを行うことを想定。NRE 社の場合、特段、自社プラントでの研究活動はなく、原材料の供給とサラブリ・バイオマス燃料エネルギーセンターでの研究活動への参加など限定的だが、プロジェクト後半、製品化や事業化の際の検討を行ってもらおう予定）。

なお、ガス化・触媒化学転換による、高品位なバイオ燃料・化学品の製造技術開発結果の利用促進を図り、将来的な制度的インパクトの発現を可能にするために、チュラロンコン大学をはじめとした JCC を形成し、効果的な情報共有とプロジェクトの有効性・インパクトの拡大を目指すこととする。

プロジェクト実施体制の詳細については、R/D 案の Annex VII (1) 及び (2) として、「プロジェクト組織図（英文）」に示されている。

＜本プロジェクトに関連する 4 つの実施・協力機関＞

1. チュラロンコン大学¹⁰

同大学は 1917 年に設立され、タイにおいて最も古い歴史をもち、かつ国内の最高学府であり、権威ある国立大学である。学生数は、約 4 万人（うち、学部生 2.6 万、修士 0.98 万、博士 0.27 万など）。また、教員 4,270 人をはじめ、各部職員（2,842 人）、その他雇用（796 人）と、計 8,000 人ほどが在籍（2015 年現在）。海外の大学との交流も盛んで、日本との交流が最も深い（既に 212 もの日本の大学ないし機関とパートナー協定締結）。

同大には、21 の学部があり、本件と関連する理学部（Faculty of Science）も、その 1 つ¹¹。理学部のうち、本件と関連する学科は、「化学技術学科（Department of Chemical Technology）」。同学科は 1959 年に創設され、学生は、学部生約 2,000 人、修士課程 400 人、博士課程 20 名からなる。また、教員は、現在 27 名が在籍（うち、16 名の教員：今回のタイ側研究代表となるタラポン教授ほかと、11 名の事務局職員）。同学科棟の 1 階には事務局や教授室、食堂等があり、18 階に研究・実験棟はじめ大会議室等がある。

なお、同大の運営は主に政府からの補助金をはじめ、給与等で賄われている一方、研究予算は全体で 1,788 百万バーツ（1,661 事業）を受託しており、特に海外からの受託ないし共同研究資金は、1,419 百万バーツ（731 事業）と約 8 割を占めている。

¹⁰ 次の大学ウェブサイト：<http://www.chula.ac.th/en/> 及び次の冊子より引用・分析。“Chulalongkorn University; Facts & Figures 2016”, “A quick Tour of Chulalongkorn University”

¹¹ 同大ウェブサイトより引用：<http://www.chula.ac.th/en/about/cu-at-a-glance>

2. バイオマスセンター敷地内にある「バイオマス燃料エネルギーセンター」(サラブリ・バイオマスセンター)

チュラロンコン大学・バイオマス燃料エネルギーセンターは、長年バイオマス利用技術を研究しており、資源特性や収集・加工技術にも知見を有している。バンコクから車で約2時間(100km)。

また、タイ側の研究代表者であるタラポン教授¹²(Prof. Dr. Tharapong Vitidsant)は、同大学の元副学長、元理学部化学技術学科長であったが、2016年3月に定年退職。しかし、65歳まで次の5年間は同大で引き続き教鞭を執り、研究を進めることになっている。現在は、同大のバイオマス研究を統括するバイオマス燃料エネルギーセンター長の要職にあり、基礎研究から実証に至る幅広い研究実績とタイの産学官にわたる豊富なネットワークを有している。また、同教授はとりわけ FT 合成、メタノール合成等、C1 化学の研究を長年行ってきており、これらに関する論文は 50 報を超えている。

また同じく、同大のプラサート准教授(Asst. Prof. Dr. Prasert Reubroycharoen)は、現在タラポン教授のあと、理学部化学技術学科長に2016年4月より就任。プラサート氏は、もともと、日本側代表者の富山大学椿教授の下で研究指導を受け、富山大学で博士の学位を取得しており、C1 化学の研究歴が豊富である。このような経緯もあり、これまで10人以上のチュラロンコン大学からの留学生を富山大学椿研究室で受け入れており、帰国後は全員博士の学位を取得しているなど、チュラロンコン大学と富山大学との関係は親密である。

なお、本研究対象の「次世代バイオ燃料」は同大における重点プロジェクトに位置づけられており、チュラロンコン大学のバイオマス燃料エネルギーセンターには、既に FT 合成のベンチプラント装置(気泡塔三相流動反応塔、富山大学技術)とメタノール合成のベンチプラント(固定床反応塔)が設置されている。このメタノール合成のベンチプラントでは触媒の入れ替えによって LPG の大規模生産も可能であるなど、豊富な研究基盤を有している。

同センターは2009年にタイ政府予算で建設が行われ、広大な敷地内にプラント施設が整備されており、また研究・運営体制の陣容としては、バイオマス関係に限っていえば、チュラロンコン大学の修士課程(化学技術学科)50人中15人、博士課程2名、さらにポスドク1名(2015年、富山大で博士課程完了)が、研究中。

また同バイオマス燃料エネルギーセンターの保守維持体制として、プラント長はじめ、ほか4名の支援スタッフ(テクニシャンレベル)が雇用されている。本件開始の際には、同常駐支援スタッフ5名に加えて、4名のエンジニア(うちチュラロンコン大学から2名、さらに PTT 及び NRE 社から各1名)、さらに2名の修士学生を活動に従事させる計画(計11名)となっている。

同バイオマス燃料エネルギーセンターの最近の研究活動としては、「Pt-Au 触媒に係る合成ガス中のコバルトの優先酸化」(Preferential oxidation of Co in synthesis gas over Pt-Au catalyst)や、「甲殻類シェルの廃棄物の冷却剤処理」(Treatment of waste coolant by crustacean shell)等がある。

12 タラポン教授の経歴は次のとおり：http://www.sc.chula.ac.th/department/Chemical_Technology/staff/tvs.htm

3. PTT¹³

PTT は、タイで天然ガス事業、石油事業を行うエネルギー関連企業で、同国最大の企業であり、多くの子会社を有する。特に、天然ガス、石油の採掘から精製、生産、輸送、精製、販売まで幅広い業務を担い、上流から下流までの一貫操業を行っている。上流分野は傘下の PTTEP (PTT Exploration and Production) が担当しており、石油精製事業は TOC (Thai Oil) や BCP (Banchak Petroleum) など、5 製油所に資本参加している。なお、PTT は多国籍化並びに総合エネルギー企業へと飛躍することを目指して、上流の探鉱開発だけでなく、海外での製油所計画等、石油精製や石油化学事業においても、アジア各国で投資を強化している模様。

PTT は、1978 年の特別法 (Petroleum Authority of Thailand Act) によって、工業省傘下に設立された政府全額出資の国営企業として創設。2001 年に株式会社となり、同年 12 月にタイ証券取引所に上場し、一部民営化された (“PTT Public Company Limited”)。現在も、タイ財務省が同社株式の 52.32% を保有している。間接出資分を合算すると約 68% を、タイ政府が出資 (PTT は 1959 年予算手続法や 2005 年公的債務管理法で規定される国営企業の地位にあり、その債務は公的債務の一部とされ、財務省がその財務状況を監視している)。

本社は、「555 Vibhavadi Rangsit Road, Chatuchak」。

本件のなかでは、下記の活動を担うことを想定している。

- ・バイオ燃料等の試験分析 (及び触媒技術開発も一部担う)
- ・バイオ燃料等利用検証・実証
- ・市場調査・商業化検討等

4. NRE¹⁴

NRE 社は、2011 年創業で、ユーカリ栽培やペレット・廃棄物固形燃料製造を行い、またタイ北部に 160 km² のユーカリ森林を有している模様。なお、同社社長の父親が経営する「Eastern Energy plus Company (EEP)¹⁵」は、ごみ廃棄物管理を行う企業で発電所等を運営し、現在毎日 4,000 トンもの、ごみを埋め立てている模様 (具体的な詳細は不明)。なお、チュラロンコン大学と EEP 社はじめ、数社は共同研究として、サラブリ・バイオマス燃料エネルギーセンターにて、廃棄物 (プラスチック・野菜残渣) のオイル熱分解 (Pyrolysis) 及び油化 (混合オイル) の実験研究を行っている。

NRE 本社は、「9/251 UM Tower 25th Floor, Ramkhamheang Road. Suanluang, Bangkok」(バンコク郊外)。また、バイオマス製造工場は次のとおり 2 カ所 (Chachoengsao 県及び Surat Thani 県)。なお、タイ北部にバイオマス燃料を利用した発電施設の建設を計画予定中。

- ・位置：【前者】 154-0-96 Rais. On 304 Road. Amphoe Phanom Sarakham, Chachoengsao Province (チュラロンコン大学のバイオマス燃料エネルギーセンターから約 120km : 1 時間ほど)。同工場には、プラント工程管理及び生産管理マネージャーの 2 名をはじめ、作業員、支援要員 (事務職、警備員、ドライバー等)、計 50~60 人が働いている。

【後者】 86/5 Moo 2. Highway 4032 Pak Chalui Sub-district. Tha Chang district. Surat Thani

13 同社のウェブサイトより引用：<http://ptt.listedcompany.com/links.html> <http://www.pttplc.com/en/Pages/home.aspx>

14 同社のウェブサイト及び企業冊子より引用：<http://www.nrethailand.com/en/index.php>

15 要請書段階では、同 EEP 社並びに NRE 社双方とも協力企業としての記載あり。同社のウェブサイト (英語) は、次のとおり。
<http://www.easternenergyplus.com/eng.html>

- ・規模：9.90 MW biomass power plant（まだ操業されているわけではなく、発電所計画段階）【双方とも】
 - ・燃料用ペレット生産（木質ペレット）：生産能力【前者】1,800 tons/month、【後者】3,000 tons/month
 - ・炭プラント（Briquette Charcoal）：生産能力 200 tons/month 【前者】
 - ・木質チップ：生産能力 12,000 tons/month 【前者】
- 同社のバイオチャー（炭）製品名は、「NCQ BIO-CHAR Briquette Charcoal」¹⁶。
本件のなかでは、下記の活動を担うことを想定している。
- ・現地原料提供・加工
 - ・試験運転等協力
 - ・商業化・事業性検討

2) 人的リソース確保の可能性

本プロジェクトは SATREPS 案件として JST と JICA が共同実施するもので、日本側研究代表機関として既に国立大学法人富山大学が選定されている。当該大学の教員・研究者さらに協力機関による日本側専門家チームの主要人材（短期専門家候補）は既にリストアップされており、タイ側関係機関と共同研究・開発を実施するうえでの日本側の人的リソース確保に問題はない。

これらの人材は当該技術課題で世界的な実績を有しており、日本国内またタイとの共同研究において本プロジェクトで対応する技術課題分野で一定の知見、経験、成果を蓄積してきており、本プロジェクトでの共同研究・開発において、それらの成果を活用して効果的・実用的な新技術を確立・適用できる可能性を有している。なお、日本側専門家チームの研究総括は、既述のように富山大学の椿教授が担当し、研究副総括として富山大学の米山准教授が、本件の共同研究・開発の全体調整を行うこととなっている。富山大学とチュラロンコン大学は大学間交流協定を締結しており、その研究協力体制が構築されていることに加え、椿教授はタイ側研究代表者であるタラポン教授と長年の共同研究実績を有し、継続的に所属学生を互いに留学させている。また、プラサート准教授は、椿研究室の卒業生であり、日タイ研究グループ間で強固な協力関係が築かれている。

<研究代表者の実績並びに技術・知見>

C1 化学転換技術においては、研究代表者（椿教授）が同分野で、世界的な実績を有し、世界に先駆けて超臨界相における炭化水素合成、固体触媒反応、カプセル触媒を研究し FT 合成やメタノール合成の新合成法を確立している。

なお、富山大学・椿研究室は、日本国内すべての BTL、GTL、CTL*事業に参加してきており、触媒、反応器、プロセスを基礎から応用まで研究を行っている。

また、主たる研究者の 1 人である藤元氏（HiBD）は、メタノール合成触媒とゼオライト触媒の物理混合触媒を用いて、合成ガスから LPG を直接合成する研究を長年行っている（Appl.Catal.A, 2014）。これらの研究代表者の有する知見を活かして、① 高性能な「バイモダル触媒」による軽油代替燃料製造技術、② 「カプセル触媒」によるガソリン代替燃料製造技術、③ 従来にない熱力学平衡上有利な「低温・低圧」条件下でのメタノール製造技術、④ 新規な直接合成法による LPG 製造技術、をそれぞれ開発する計画である。

* 付属資料 4 参照

16 同社のウェブサイトに製品の説明あり：<http://www.ncqbiochar.com/en/product.php>

第5章 事前評価結果

5-1 評価5項目による評価結果

(1) 妥当性

本プロジェクトは以下の理由から妥当性が高いと判断できる。

タイ政府はバイオ燃料の効果的な活用を推進すべく、「環境にやさしい成長」を重要政策に位置づけ、2021年までに化石代替エネルギー比率を25%に引き上げる（AEDP改定計画では2036年に30%に引き上げる）などの目標を掲げて再生可能エネルギー導入に積極的に取り組んでいることから、本プロジェクトは同国の政策と整合性があるといえる。

特に、農業国であるタイに豊富に賦存する農産副産物や加工残渣などのバイオマスから輸送用燃料の生産に取り組んでおり、幅広い原料が利用できる。石油系燃料と同等の品位・利用特性の製品が得られるガス化・触媒化学転換技術のニーズが高まっていることから、本件実施の意義は大きい。

また、我が国の対タイ経済協力計画において、日本とタイの政治・経済・社会面での緊密な関係を踏まえた戦略的パートナーシップに基づき、双方の利益増進につながる協力を推進する基本方針を打ち出している。そのなかで、「持続的な経済の発展と成熟する社会への対応」を重視し、日タイ連携による研究能力向上、研究機関や研究者間のネットワーク強化の支援を行うことを重点分野と位置づけていることから、我が国の援助政策とも整合性があるといえる。

(2) 有効性

本事業の以下の理由から有効性が見込める。

各種バイオマス廃棄物からガス化を行い、触媒転換によるバイオ燃料（軽油・ガソリン・メタノール・LPG）を製造するために必要な技術の開発が成果1と2に示されており、そのために必要な活動も網羅されている。また、試験実験に必要な原材料は、タイ側の協力企業から無償供与される予定で、「タイの自然・社会・経済環境条件に適合する」ための活動も取り入れられている。加えて、成果3にて利用検証や全体システム構築にかかる取り組みを行うことになっている。そのため、プロセス・LCA解析、システム検討を行うことは当然ながら、人材育成、情報発信、社会実装に向けた産学官の関連主体・機関との連携強化を図る活動も取り入れられ、社会実装にかかる活動が網羅され、想定される研究成果を将来的に社会還元、社会実用へ結び付けるための活動の道筋も明確である。以上のことから、これらの一連の活動の推進によってプロジェクト目標が達成されることが見込まれる。

なお、今回、技術開発を行う際に用いる熱化学的変換（C1化学）は下記のとおり、その特徴及び優位性を有しており、こうした我が国の高度なC1化学技術・バイオマス転換技術に加えて、先方タイ側の研究基盤・取り組みとの有機的な連携により、バイオマス・廃棄物資源から、ガス化・触媒化学転換¹⁷により高品位なバイオ燃料・化学品、すなわち「スーパークリーン燃料」製造の社会実装を目指すことからその有効性は高い。

¹⁷ ガス化では、成型・炭化等の前処理技術、触媒転換に適したガスを高効率に得るガス化法やガス精製・組成制御技術等を開発する。触媒化学転換では、各目的製品に適した高性能触媒の開発、バイオ燃料等製造試験、製品分析・利用検証等による研究開発を行う計画。

<CI 化学の優位性・特性>

- ・バイオマスをはじめとする、あらゆる有機資源が原料として利用できる（また、食糧と競合しないバイオマス資源の利用を想定しており、バイオ燃料製造が食糧生産や土地利用等に負の影響を及ぼさないことも利点である）。
- ・得られる製品は、既存の石油系燃料（化石由来液体燃料）とほぼ同等の組成、品質をもち、既存インフラ下でそのまま利用できる。
- ・触媒を変えることで生産物種類も制御できるなど、技術の汎用性もきわめて高い。

(3) 効率性

本プロジェクトは以下の理由で効率性が見込める。

今回、実施機関の中心となるチュラロンコン大学と富山大学とは、大学間交流協定を締結しており、多くの研究連携の実績があり、これまでも共同研究や留学生の受け入れなどの密な交流¹⁸があることから、効率的なプロジェクトの実施が見込まれる。

日本側（研究代表者等）の有する CI 化学技術をはじめ、高度な触媒技術やタイ側の有するベンチプラント等の研究基盤を活用して、タイの多種多様な未利用バイオマス資源から各種輸送用バイオ燃料・化学品（軽油・ガソリン・LPG 代替）を製造する技術の開発を行い、双方が連携することで初めて達成可能となる高度な成果を目指すものであり、活動の費用対効果は高いと見込まれる。さらに、今回、日本側チームに参加する共同機関、人材の有する技術・知見を最大限、活用することで、効率的な実施展開が見込まれる。

また、今回、試験・実験に必要な原材料については、タイ側の協力企業（NRE 社）から無償提供される、さらに試験分析・解析もチュラロンコン大学だけでなく、協力企業（PTT RTI）の施設を利活用することで合意を得ていることから、原料調達費はじめ、分析コストの低減が見込まれる。

なお、本プロジェクトでは、タイで課題となっているバイオマス資源の利用、再生可能エネルギー導入への寄与が見込めるほか、地球規模課題である CO₂ 削減や輸送用液体バイオ燃料製造の開発にも貢献することが期待される。

<日本側の実施・協力機関の有する技術・知見>

既に、研究代表者の実績並びに技術・知見は記したが、日本側の実施・協力機関の有する技術・知見は次のとおり。

- ・JCOAL：バイオマスと石炭の同時ガス化プラント、バイオマスガス化プラント開発実績
- ・JX エネルギー(株)：日本 GTL 技術研究組合¹⁹に参画、ベンチパイロット・デモプラントまでの実績を有する。
- ・一般社団法人 HiBD 研究所：合成ガスからの LPG 合成技術
- ・株式会社巴商会：ガスの専門企業、高度な分析・精製技術

18 これまで、研究代表者である富山大学の椿研究室とチュラロンコン大学のタラボン教授研究室の連名共著原著学術論文は 40 報以上。また、15 名にのぼるチュラロンコン大学からの留学生、研修スタッフが、富山大学椿研究室から富山大学博士あるいは両大学の Joint Dr.degree の形で留学・卒業し、現在タイの大学、中央官庁、石油・ガス・電力企業で活躍中である。なお、富山大学とチュラロンコン大学は、交流協定校（学費免除、単位認定）となっている。

19 国産の天然ガス液体燃料化技術（JAPAN-GTL）を推進し、世界レベルの GTL は（Gas To Liquids）技術の実用化を目指すべく官民一体で開発するための共同体で、現在、研究開発を実施中。次ウェブサイトサイトを参照：
http://www.meti.go.jp/policy/tech_promotion/kenkyuu/05_10.html

(4) インパクト

本プロジェクトでは、我が国の高度な C1 化学技術・バイオマス転換技術と、タイ側の研究基盤・取り組みの有機的な連携により、スーパークリーン燃料製造の社会実装、実用化に向けて、以下のようなインパクトあるいは波及効果が見込まれる。

<社会実装の具現化>

本プロジェクトの社会実装の具現化を現時点で描くことは容易でないが、たとえば、事業・商業化という点では、まずは本件で開発される予定のスーパークリーン燃料製造技術を活用し、製造施設・プラントの建設が構想され、設計、開始されることがもっとも望ましい形である。また、事業・商業化には原料が安定的かつ安価な値段で調達可能であることが条件となり、原料調達から流通、製造、販売、利用の一連のバリューチェーンの構築が重要となる。

しかしながら新技術の導入や実用化には、その事業コストはじめ、経済性が確認されること、技術導入に関する民間ベースのマーケティング活動が行われることが求められる。今回、活動 3 で、産学官の関連主体・機関との情報交換や協議を行い、連携強化を図る予定ながら技術導入にかかり、産学民あわせ新技術への関心、理解の促進や巻き込みなど、積極的な情報発信・啓もう、更にはマーケティング活動も重要であることは留意すべきである。

なお、研究成果を社会実装につなげるために必要な条件、社会実装への道筋など、社会実装に向けた活動計画を作成し、プロジェクト期間中に関係者間で協議し、アクションを取ることが期待されている。

<社会実装に向けた活動計画>

(a) 研究成果を社会実装につなげるために必要な条件

本研究成果の社会実装には、バイオ燃料のサプライチェーン全体（原料調達・加工・バイオ燃料製造・流通）への研究成果の組み込みが必要になる。また、スケールアップや低コスト化等の事業化検討、事業スキーム構築、製品流通の規格・ルールづくりなども求められる。

社会実装への工程としては、およそ 10 年程度以内での商用実証事業の立ち上げを経て 2030 年頃（15 年程度以内）に事業化に至るなどの流れが現時点で想定されるが、技術開発・商用実証段階では、タイ政府の支援施策や企業の参画等による資金の確保も重要になると考えられる。

また、プラント設計や製造設備の運転には、触媒化学やプラント操作等の幅広い専門知識が求められることから、人材育成についても計画的に行う必要がある。

(b) 社会実装への道筋

本プロジェクトは、廃棄物・未利用バイオマス資源からのスーパークリーン燃料・化学品製造技術を確立し、同研究開発成果を利用し、タイにおける社会実装を目指すものである。社会実装に向け、上記条件に対して、プロジェクト期間にできる活動及び相手国 C/P 機関に必要となってくる役割、それらについての活動計画については以下のとおり。

本研究は、基礎的なラボ・スケールでの研究から、実バイオマスを用いた合成ガス製造（ガ

ス化)・バイオ燃料製造試験、ベンチ・スケール試験までを網羅しているほか、社会実装に向けて必要となる生成物分析・評価や利用実証、LCA*解析等によるシステム検討も活動計画に含んでいる。研究実施体制においても、実用化を担う予定の相手国機関や本分野で商業活動を行っている民間企業(日本・相手国側双方)の参画も得ている。本研究から得られた知見や構築された体制に基づいて、切れ目なく社会実装に向けた取り組みに移行することが期待できる。

本研究期間中に、要素技術の研究開発をはじめとし、現地のバイオマス原料を用いたバイオ燃料製造、製品分析・評価、利用実証のバイオ燃料のサプライチェーン全般にかかる活動を実施し、各段階における課題と対策の把握を行う。また、社会実装を見据えた事業化検討・体制構築・規格検討、人材育成にも取り組む予定である。

* 付属資料4 参照

<グローバル人材の育成及び相互交流の深化>

タイ側研究機関では、社会実装に向けた取り組みを本研究以降にも主体的に推進できるよう、人材育成や推進体制を整備することも重要となるが、相手国代表機関のチュラロンコン大学では、多くの研究スタッフや学生を本研究に参画させる計画のほか、本分野の有力な企業である PTT、NRE 社の参画を得て、事業化検討を本研究活動と並行して実施することとしている。

また今回、プロジェクトの遂行中、タイの若手スタッフ、大学院生に対し、触媒技術のほか、高圧設備の運転、実験技術等を伝達するのみならず、タイからの関係留学生を富山大学で、これまで同様、引き続き受け入れる計画である。一方、日本側からも若手研究者や大学院生を現地に派遣し、試験設備を共同操業するなど、密な連携、協力を保ちながら、研究活動が実施される予定である。これらの取り組みを通じて、世界・日本に貢献できる、グローバル人材の育成並びに、日タイとの相互交流の深化も期待される。

<タイ国内の資源の有効利用と格差是正>

日タイ両国で推進中の「日メコン連結性イニシアティブ」については、タイ国内での南北間の地域的な経済的格差が存在していることから、その是正・解消のため、タイ北部(東北部を含む)のインフラ整備を推進するだけでなく、いかに地域格差を是正するか、そのための産業化、事業化が求められている。特に北部、東北地域の農村の活性化については、同地域の資源、すなわち農産副産物や加工残渣などのバイオマス資源を有効活用することができれば、格差是正・解消にもつながる。こうしたことから、本件の中では資源調査活動だけでなく、将来の事業化実現に当たっては、経済開発の観点から東西経済回廊を活用したバイオマス原料の調達、流通を検討することで先方とも合意しており、北部、東北部の資源の利活用が期待される。

(5) 持続性

持続性については下記の理由で見込まれるが、留意すべき点もある。

妥当性の項で記したとおり、エネルギーの輸入依存度が高い、タイ国内のエネルギー需要は毎年約4~5%の割合で増大していることもあり、AEDPで化石代替エネルギー比率を現在の15%から2021年までに25%に、また2036年に30%まで引き上げるなどのターゲット数値を設定し、具体的かつ長期的な目標を掲げている。このように、タイ政府は、再生可能エネルギー導入に積極

的であり、バイオマス産業の実用化の可能性、継続性も高く、その政策は持続すると予想できる。なお、社会実装を見据え、本件ではタイ側の関連省庁、特にエネルギー省関連部局を巻き込むことで合意している。

また、C/P 機関のチュラロンコン大学はタイ国内の最高学府であり、国立大学であることから、プロジェクト終了後も引き続き、関連する研究の継続が期待できる。さらに、チュラロンコン大学と富山大学とは大学間交流協定を締結し、これまで既に多くの研究連携の実績及び交流があることから、同関係の強化、深化の継続性も見込まれる。

一方、政府の政策とも関連するが、プロジェクトの成果、すなわち研究開発を継続させる予算については、チュラロンコン大は現在、年間約 5,000 万円程度の予算を供与され、そのうち、約 2,000 万円を本プロジェクト、とりわけバイオマス燃料エネルギーセンターでの活動に投入する予定（5 年で約 1 億円）であり、ある程度の予算の継続も期待される。またタイ側の協力機関についても、PTT は同国最大の石油関連企業でありタイ政府が株式の過半数を有する国有企業である。また NRE 社も、原料、触媒代金など、換算すると数千万円程度の支出を想定するなど、プロジェクト期間中はもちろんのこと、その後の事業成果の活用や継続について、現時点では問題がない。

最後に、プロジェクトで導入、活用された機器・装置の所有権は、本プロジェクト終了後も原則としてタイ側に帰属する。サラブリ・バイオマス燃料エネルギーセンターに設置する装置や機材についても同様であるが、事業終了後の所有権や保守・維持管理等に関しては、今回の詳細計画調査にて、チュラロンコン大学と事前に合意を得ている。

付 属 資 料

1. M/M (R/D 案を含む)
2. PDM (和文)
3. PO (和文)
4. 技術用語注釈

1. M/M (R/D 案を含む)

MINUTES OF MEETINGS
BETWEEN THE JAPANESE DETAILED PLANNING SURVEY TEAM
AND
THE AUTHORITIES CONCERNED OF
THE KINGDOM OF THAILAND
ON
JAPANESE TECHNICAL COOPERATION FOR
THE PROJECT FOR COMPREHENSIVE CONVERSION OF BIOMASS AND
WASTE TO SUPER CLEAN FUELS BY NEW SOLID CATALYSTS

The Japanese Detailed Planning Survey Team (hereinafter referred to as “the Team”), organized by Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”) and headed by Mr. Hiroyuki HAYASHI, visited Kingdom of Thailand from September 4 to September 16, 2016, for the purpose of formulating the technical cooperation program for the Project for Comprehensive Conversion of Biomass and Waste to Super Clean Fuels by New Solid Catalysts (hereinafter referred to as “the Project”).

During its stay, the Team had a series of discussions with Thai authorities concerned with respect to the implementation of the Project.

As a result of the discussions, the Team and Thai authorities concerned agreed on the matters referred to in the document attached hereto.

Bangkok, September 16, 2016



Mr. Hiroyuki HAYASHI
Leader
Japanese Detailed Planning Survey Team
Japan International Cooperation Agency
Japan



Prof. Bundhit Eua-arporn, Ph.D
President
Chulalongkorn University
Kingdom of Thailand

ATTACHED DOCUMENT

I. TITLE OF THE PROJECT

Both sides agreed that the title of the Project will be “the Project for Comprehensive Conversion of Biomass and Waste to Super Clean Fuels by New Solid Catalysts”.

II. RECORD OF DISCUSSIONS

The Record of Discussions (hereinafter referred to as “R/D”), which stipulates the framework of the Project, will be finalized and signed by the representatives of Chulalongkorn University (hereinafter referred to as “the University”) and JICA Thailand Office after notification of approval of implementation of the Project by both the University and JICA Headquarters. Though both sides agreed that it would be desirable that the R/D would be signed at the earliest, the schedule is subject to change in accordance with approval process by the authorities. Both sides agreed on the provisional R/D shown in ANNEXURE.

III. FRAMEWORK OF THE PROJECT

1. Project Implementation Scheme

Both sides noted that the Project is implemented under the “Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development” (hereinafter referred to as “SATREPS*”) promoted by JICA and Japan Science and Technology Agency (hereinafter referred to as “JST”) in collaboration.

JICA will take measures for the technical cooperation such as dispatch of Japanese experts, provision of equipment and training of personnel, and other supports related to the Project in Kingdom of Thailand. JST will support the Japanese research institutes/researchers for the Project activities in Japan.

The Project will be carried out in principle under the normal procedures of the Japanese technical cooperation scheme.

*SATREPS aims to develop new technologies and their applications for tackling global issues, and also aims at capacity development of researchers and research institutes in both countries of Japan and a recipient country.

2. Project Implementation Arrangement

Both sides confirmed the project implementation arrangement as ANNEX VII of the draft R/D.



3. Project Design Matrix (PDM)

Both sides agreed to use the Logical Framework (Project Design Matrix: PDM) (shown in Annex I of the draft R/D) as a tool for project management including monitoring and evaluation of the Project. Both sides confirmed the PDM version number 0. The PDM can be modified as needed during the Project after mutual consultations by both sides.

4. Cooperation Period of the Project

The duration of the technical cooperation for the Project will be five (5) years from the date of first dispatch of JICA experts.

5. Project Site

Both sides confirmed that the Center of Fuels and Energy from Biomass in Saraburi and Department of Chemical Technology, Chulalongkorn University will be used for a core research laboratory, and project activities will be carried out mainly there. Additionally, a part of the planned activities will be undertaken by PTT Public Company Limited (hereinafter referred to as "PTT") and Northern Renewable Energy Co., LTD. (hereinafter referred to as "NRE").

IV. TENTATIVE PLAN OF OPERATION

The tentative Plan of Operation (hereinafter referred to as "PO") for the whole project period is shown in ANNEX II of the draft R/D. The activities of the Project are subject to change within the scope of the R/D with mutual consultations when necessity arises in the course of implementation of the Project.

V. EQUIPMENT NECESSARY FOR THE PROJECT

1. Equipment List (provisional)

The provisional equipment list necessary for the Project is shown as ANNEX IV of the draft R/D. The Team explained that the equipment to be procured under the Project should be carefully selected with due consideration for the necessity and justification as well as various factors including capability of the Thai researchers, budget appropriation, availability of technical support and ability for proper operation and maintenance. The Thai side agreed to it.

2. Operation and Maintenance of the Equipment

Both sides confirmed that Thai side should be responsible for proper operation and maintenance of the Equipment provided by the Japanese side, whose property shall belong to the Thai side.

#

T. Mito

VI. OTHERS

1. Joint Research Agreement between Japanese and Thai Research Institutes

Both sides agreed that the University and relevant institutions in Japan and Kingdom of Thailand should reach an agreement to execute the collaborative research in accordance with the PDM of the Project in the draft R/D.

The agreed documents (the Joint Research Agreement) should contain the necessary items including intellectual properties.

2. Joint Coordinating Committee (JCC)

Both sides confirmed that Joint Coordinating Committee would be established as shown in the draft R/D.

3. Other Remarks for Implementation of the Project

(1) Burden sharing between JICA and the University on equipment/facilities necessary for the Project

Both sides confirmed that the University's responsibilities on equipment/facilities are shown as II 1. (2) in the draft R/D, while JICA's responsibilities on equipment/facilities are shown as II 1. (1) (b) in the draft R/D.

(2) Allowance for domestic travel expense

Both sides agreed that domestic travel expense including daily allowance and accommodation expenses for Thai researchers should be borne by the University.

(3) Involvement of relevant ministries and agencies in Thailand

Both sides agreed that relevant ministries and agencies such as the Ministry of Energy, Department of Alternative Energy Development and Efficiency (DEDE), and/or Energy Policy & Planning Office (EPPO) should be involved in the JCC, other related conferences and seminars for accelerating achievement of the project purpose, especially for social implementation.

(4) List of machinery and equipment

Both sides agreed that "List of Machinery and Equipment" shown as annex IV of the R/D shall be filled out by the signing of the R/D.

(5) Third party liability insurance

Both sides agreed that the University shall cover necessary third party liability insurance for any accidents against third personnel caused by any activities through the Project period.



(6) Economic analysis and evaluation

JICA emphasized that in order to develop the road map for social implementation, it is important to conduct economic analysis and evaluation, such as cost estimation for the total process of biomass to liquid, and simulation of collecting raw materials and competition in the domestic market, etc. Both sides agreed to commence preliminary analysis and evaluation work from the beginning of the Project.

(7) Contribution to mitigation of economic disparities between northern part and urban areas in Thailand

JICA emphasized that the Project is requested to take into consideration of collecting raw materials from northern part of Thailand utilizing East-West Economic Corridor (EWEC), in view of mitigation of economic disparities between northern part of Thailand and urban areas.

ANNEXURE: Draft Record of Discussions (R/D)



Draft

RECORD OF DISCUSSIONS

ON

**THE PROJECT FOR COMPREHENSIVE CONVERSION OF
BIOMASS AND WASTE TO SUPER CLEAN FUELS BY NEW
SOLID CATALYSTS**

IN

THE KINGDOM OF THAILAND

AGREED UPON BETWEEN

CHULALONGKORN UNIVERSITY

AND

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Bangkok, MONTH XX, 2016

Mr. Hiroo Tanaka
Chief Representative
Thailand Office
Japan International Cooperation Agency
Japan

Prof. Bundhit Eua-arporn, Ph.D
President
Chulalongkorn University
Kingdom of Thailand



Based on the Minutes of Meetings on the Detailed Planning Survey on “the Project for Comprehensive Conversion of Biomass and Waste to Super Clean Fuels by New Solid Catalysts” (hereinafter referred to as “the Project”) signed on September 16, 2016 between Chulalongkorn University (hereinafter referred to as “the University”), Petroleum Authority of Thailand (hereinafter referred to as “PTT”), Northern Renewable Energy Co., Ltd. (hereinafter referred to as “NRE”) and the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”), JICA held a series of discussions with the University and relevant organizations to develop a detailed plan of the Project.

Both parties agreed the details of the Project and the main points discussed as described in the Appendix 1 and the Appendix 2 respectively.

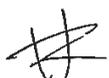
Both parties also agreed that the University, the counterpart to JICA, will be responsible for the implementation of the Project in cooperation with JICA, coordinate with other relevant organizations and ensure that the self-reliant operation of the Project is sustained during and after the implementation period in order to contribute toward social and economic development of Kingdom of Thailand.

The Project will be implemented within the framework of the Agreement on Technical Cooperation signed on November 5, 1981 (hereinafter referred to as “the Agreement”) and Note Verbales to be exchanged between the Government of Japan (hereinafter referred to as “GOJ”) and the Government of Thailand (hereinafter referred to as “GOT”).

Appendix 1: Project Description

Appendix 2: Main Points Discussed

Appendix 3: Minutes of Meetings on the Detailed Planning Survey on the Project



Appendix 1

PROJECT DESCRIPTION

Both parties confirmed that there is no change in the Project Description agreed on in the Minutes of Meetings (hereinafter referred to as "M/M") for the Detailed Planning Survey on the Project signed on September 16, 2016 (Appendix 3).

I. BACKGROUND

In recent years, global warming is one of the most important agendas in the international community. In order to address this issue, reduction of usage of fossil fuels is required to decrease the greenhouse effect gas such as CO₂. In the Kingdom of Thailand, there is a long history on the research of alternative energy. Development of bioethanol and biodiesel has been addressed as parts of the Royal Projects since around 1970, however energy from biomass is currently generated from edible biomass such as oil palm and sugarcane. In order to refrain from competition against food market, it is preferable to avoid utilizing edible biomass. Thus Thailand recently has an emphasis on developing alternative fuel especially from non-edible resources.

Based on this situation, GOT has set the national policy that the percentage of alternative energy to fossil fuel will be increased up to 25 % by 2021. For achieving this target, GOT has promoted biofuel for the purpose of transportation which has a big impact for global warming. However, there are several technical challenges for dissemination such as quality level of the biofuel.

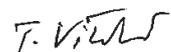
Considering these situations, GOT requested support of GOJ under the form of scientific technical cooperation (SATREPS) with aiming at developing the production technology of alternatives to fossil fuels using non-edible biomass waste resources. In response to this request, a detailed planning survey was conducted in M/M that mentioned the mutual understanding for this project as attached.

II. OUTLINE OF THE PROJECT

Details of the Project are described in the Logical Framework (Project Design Matrix: PDM) (Annex I) and the Plan of Operation (Annex II).

1. Input

- (1) Input by JICA
 - (a) Dispatch of Experts
 - 【Short-term Experts】
 - Research Leader
 - Chief Researchers
 - Participatory Researchers
 - External Experts
 - 【Long-term Expert】
 - Project Coordinator



(b) Machinery and Equipment

- Gasification bench facilities
- Bench plant facilities for catalytic chemical conversion (Engineering)
- FT synthesis laboratory test facilities
- Methanol synthesis laboratory test facilities
- LPG synthesis laboratory test facilities

In case of importation, the machinery, equipment and other materials under II-1(1) (b) above will become the property of GOT upon being delivered on CIF (cost, insurance and freight) basis to the Thai authorities concerned at the ports and/or airports of disembarkation. Installation supervisor(s) and operation supervisor(s) for the above facilities will be dispatched from Japanese side.

(c) Training in Japan

- Catalytic chemical conversion technology (FT synthesis, Gasoline synthesis, Methanol synthesis, LPG synthesis)
- Analysis and evaluation for products and catalyst
- Gasification bench facilities
- Bench plant facilities for catalytic chemical conversion
- Process and LCA analysis

(2) Input by the University

The University will take necessary measures to provide at its own expense:

- (a) The University's counterpart personnel and administrative personnel as referred to in II-2;
- (b) Suitable office space in Bangkok and Saraburi campus with necessary equipment;
- (c) Supply or replacement of machinery, equipment, instruments, tools, spare parts and any other materials including utilities necessary for the implementation of the Project other than the equipment provided by JICA;
- (d) Construction/ modification of related facilities such as roofing works and/or civil works;
- (e) Information as well as support in obtaining medical service;
- (f) Means of transport and travel allowances for the Thai researchers for official travel within Thailand;
- (g) Credentials or identification cards;
- (h) Available data (including maps and photographs) and information related to the Project;
- (i) Running expenses necessary for the implementation of the Project; and
- (j) Expenses necessary for transportation within Thailand of the equipment referred to in II-1 (1) (b) as well as for the installation (in principle), operation and maintenance thereof.

2. Implementation Structure

The project organization chart is given in the Annex VII. The roles and assignments of relevant organizations are as follows:



(1) Project Implementation Institutions

<Thai Side>

- 1) Chulalongkorn University (Representative Research Institution)
 - (a) Project Director
Head, Center of Fuels and Energy from Biomass, Chulalongkorn University in Saraburi
 - (b) Project Manager
Project Director will appoint the Project Manager in charge of research monitoring of the project management, coordination and logistics.
- 2) PTT
- 3) Northern Renewable Energy (NRE)

<Japanese Side>

- 1) University of Toyama (Representative Research Institution)
- 2) Japan Coal Energy Center (JCOAL)
- 3) JX Nippon Oil & Energy Corporation
- 4) HiBD Laboratory Association
- 5) Tomoe Shokai Co., LTD.

(2) Roles of Person Concerned

- 1) The Project Director will bear overall responsibility for the administration, coordination and implementation of the Project.
- 2) The Project Director will appoint the Project Manager being responsible for implementation, managerial and technical matters of the Project.
- 3) The Project Director will appoint Deputy Project Manager(s) in charge of research monitoring of the project management, coordination and logistics, if necessary.
- 4) The leader of JICA Experts (Research representative) will give necessary technical guidance, advice and recommendations to the Project Director and Project Manager on any matters pertaining to the implementation of the Project.
- 5) The JICA Experts will give necessary technical guidance, advice and recommendations to Thai counterpart personnel on any matters pertaining to the implementation of the Project.

(3) Joint Coordinating Committee

Joint Coordinating Committee (hereinafter referred to as "JCC") will be established in order to facilitate inter-organizational coordination. JCC will be held at least once a year and whenever deems it necessary. JCC will review the progress, revise the overall plan when necessary, approve an annual work plan, conduct evaluation of the Project, and exchange opinions on major issues that arise during the implementation of the Project. A list of proposed members of JCC is shown in the Annex VIII.

3. Project Site(s) and Beneficiaries

Project Sites are Center of Fuels and Energy from Biomass, Chulalongkorn University in Saraburi ("Biomass Center") and Department of Chemical Technology, Chulalongkorn University, Thailand.

Beneficiaries are researchers and enterprises related to the Project.

#

T. VILV

4. Duration

The duration of the Project will be five (5) years from the date of the first dispatch of JICA Expert(s).

5. Reports

The University and JICA Experts will prepare the following reports in English.

- (1) Monitoring Sheets on semiannual basis until the project completion as shown Annex IX
- (2) Project Completion Report at the time of project completion

6. Environmental and Social Considerations

The University agreed to abide by 'JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations' in order to ensure that appropriate considerations will be made for the environmental and social impacts of the Project.

III. UNDERTAKINGS OF THE UNIVERSITY AND GOT

1. The University will take necessary measures to:

- (1) ensure that the technologies and knowledge acquired by the Kingdom of Thailand nationals as a result of Japanese technical cooperation contributes to the economic and social development of the Kingdom of Thailand, and that the knowledge and experience acquired by the personnel of the Kingdom of Thailand from technical training as well as the equipment provided by Japanese side will be utilized effectively in the implementation of the Project; and
- (2) grant privileges, exemptions and benefits to the Japanese side referred to in II-1 (1) (a) above and their families, which are no less favorable than those granted to JICA Experts of third countries performing similar missions in the Kingdom of Thailand under the Colombo Plan Technical Cooperation Scheme.

2. The University and GOT will take necessary measures to:

- (1) provide security-related information as well as measures to ensure the safety of the JICA Experts;
- (2) permit the JICA Experts to enter, leave and sojourn in the Kingdom of Thailand for the duration of their assignments therein and exempt them from foreign registration requirements and consular fees.
- (3) exempt the JICA Experts from taxes and any other charges on the equipment, machinery and other material necessary for the implementation of the Project;
- (4) exempt the JICA Experts from income tax and charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to them and/or remitted to them from abroad for their services in connection with the implementation of the Project; and



- (5) meet taxes and any other charges on the equipment, machinery and other material, referred to in II-1 (1) (b) above, necessary for the implementation of the Project.
3. The University and GOT will bear claims, if any arises, against the JICA Experts resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with, the discharge of their duties in the implementation of the Project, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the JICA Experts.

IV. MONITORING AND EVALUATION

JICA and the University will jointly and regularly monitor the progress of the Project through the Monitoring Sheets based on the Project Design Matrix (PDM) and Plan of Operation (PO). The Monitoring Sheets will be reviewed every six (6) months.

Also, Project Completion Report will be drawn up one (1) month before the termination of the Project.

JICA will conduct the following evaluations and surveys to verify sustainability and impact of the Project and draw lessons. The University is required to provide necessary support for them.

1. Ex-post evaluation three (3) years after the project completion, in principle
2. Follow-up surveys on necessity basis

V. PROMOTION OF PUBLIC SUPPORT

For the purpose of promoting support for the Project, the University will take appropriate measures to make the Project widely known to the people of the Kingdom of Thailand.

VI. MISCONDUCT

If JICA receives information related to suspected corrupt or fraudulent practices in the implementation of the Project, the University and relevant organizations will provide JICA with such information as JICA may reasonably request, including information related to any concerned official of the government and/or public organizations of the Kingdom of Thailand.

The University and relevant organizations shall not, unfairly or unfavorably treat the person and/or company which provided the information related to suspected corrupt or fraudulent practices in the implementation of the Project.

VII. MUTUAL CONSULTATION

JICA and the University will consult each other whenever any major issues arise in the course of Project implementation.



VIII. AMENDMENTS

The Record of Discussions may be amended by M/M between JICA and the University. However, PO may be amended in the Monitoring Sheets.

The minutes of meetings will be signed by authorized persons of each side who may be different from the signers of the Record of Discussions.

Annex I	Logical Framework (Project Design Matrix: PDM)
Annex II	Tentative Plan of Operation (PO)
Annex III	List of Japanese Experts
Annex IV	List of Machinery and Equipment
Annex V	Tentative List of Thai Counterparts and Administrative
Annex VI	List of Office Spaces and Facilities
Annex VII	Project Organization Chart
Annex VIII	A List of Proposed Members of Joint Coordinating Committee
Annex IX	Format of Project Monitoring Sheet



#

Project Design Matrix (PDM)

Annex I Logical Framework (Project Design Matrix: PDM)

Project Title: Project for Comprehensive Conversion of Biomass and Waste to Super Clean Fuels by New Solid Catalysts
Counterpart Agency & Implementing Agency: Chulalongkorn University & PTT, Northern Renewable Energy Co., Ltd.
Target Group: Environment/Energy sector related researchers and enterprises in Thailand
Period of Project: 2017-2022 (5 Years)
Project Site: Thailand

Version 0
Dated September 16 2016

Pilot Plant Site: Center of Fuels and Energy from Biomass, Chulalongkorn University in Saraburi ("Biomass Center")

Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumption	Achievement	Remarks
Overall Goal The technologies for alternatives to fossil fuel are utilized for creating as bases to industrialization.	Advancement of private sector development in Thailand toward industrialization of alternatives to fossil fuel	•Research Reports at Chulalongkorn University •Article/documents related to the industrialization of Fossil alternative fuel in Thailand			
Project Purpose Production technology of alternatives to fossil fuel using biomass waste resources (quality of wood, farm outputs, waste system, etc.) is developed, and the Project proposes for the social implementation.	1. Development the manufacturing process for producing crude fuel alternative to fossil fuel using biomass waste resources in Thailand through the development of a gasification and switch conversion process 2. Confirmation of the availability of crude oil for alternatives to liquid fossil fuel for transportation in a practical evaluating procedure Application of appropriate post-processing to the crude fuel mentioned above and confirmation of the availability of alternative fuel 3. Proposal of social implementation of alternative fuel mentioned above (economic/ environmental evaluation and its validity, road maps in line with Thai policy)	•Project reports/Project Activity Records •Design documents •Experimental and analysis data •Field data on demonstration experiment in Pilot plant •Related documents/papers on social implementation of alternative fuel •Guideline and brochure related to production technology of fossil alternative fuel using biomass waste resources	•Energy policy of Thai government (especially on "BIOFUELS") remains unchanged. •Biomass waste resources remains inexpensive and can be utilized permanently. •In case of environmental change around the Project (such as deteriorating crude fuel price and/or biomass resource utilization), supports and cooperation from the Thai government can be gained.		
Outputs [Task1] A synthesis gas production technology from biomass waste resources is developed. 1.1. Preprocessing technology of biomass waste resources is developed in Thailand. 1.2. Gasification technology of biomass is developed.	1.1. Establishment of preprocessing condition depending on a kind of biomass waste resources in Thailand 1.2.1. Establishment of process condition and operation skills by composition of the gasification gas (Target of achievable process condition) *The ratio of [H ₂]/[CO] ; 1-2 *The ratio of [H ₂]+[CO] ; around 80% 1.2.2. Establishment of process condition and operation skills enabling more than 60% by a carbon conversion factor of gasification gas or cold water gas efficiency 1.2.3. Establishment of process condition and operation skills to reduce impurities of gasification gas to the level that a catalytic conversion process is acceptable 1.2.4. Establishment of gasification process suitable for the connection driving with catalytic conversion process	•Project reports/Project Activity Records •Design documents •Experimental and analysis data •Field data on demonstration experiment in Pilot plant •Process and result reports/data on technology development •Manuals and brochure related to Preprocessing and Gasification technology	•During the Project period, biomass waste resources remains inexpensive and can be utilized. •Destructive social unrest such as terrorism or civil strike does not occur in Thailand.		
[Task2] Production technologies such as biofuel by catalytic conversion are developed. <Biodiesel production technology> 2.1. Biodiesel production technology is developed (catalytic + operational technology). (Biodiesel, FT)	2.1.1. Development of high active catalyst (Target of active catalyst: Productive capacity target) *STY=600g-oil/kg-cal.h 2.1.2. Development of active catalyst (low-pressure synthetic characteristics, impurities tolerance and selective improvement (C11-19 fraction ratio)) having high practical use properties 2.1.3. Demonstration of Biofuel light oil production by connection driving with synthesis gas production	•Project reports/Project Activity Records •Design documents •Experimental and analysis data •Field data on demonstration experiment in Pilot plant •Process and result reports/data on production technology development •Manuals and brochure related to production technology			
<Biogasoline production technology> 2.2. Biogasoline production technology is developed. (Biogasoline, FT)	2.2.1. Development of high active catalyst (Target of active catalyst: Productive capacity target) *STY=500g-oil/kg-cal.h 2.2.2. Development of active catalyst (low-pressure synthetic characteristics, impurities tolerance and selective improvement (C5-10, iso body fraction ratio)) having high practical use properties 2.2.3. Establishment of connecting process condition and operation skills with synthesis gas production				
<Biomethanol production technology> 2.3. Biomethanol production technology is developed.	2.3.1. Development of high active catalyst (Target of active catalyst: Productive capacity target) *STY=500g-oil/kg-cal.h 2.3.2. Development of active catalyst (Low temperature/pressure synthetic characteristics, impurities tolerance, selective improvement) having high practical use properties 2.3.3. Demonstration of the Biomethanol production by connection driving with synthesis gas production				

7/21/16

Handwritten mark resembling a stylized 'A' or '1'.

<p><Bio-LPG production technology> 2.4. Bio-LPG production technology is developed.</p>	<p>2.4.1. Development of high active catalyst (Target of active catalyst: Productive capacity target) *STY=450g-LPG/kg-cat.h 2.4.2. Development of active catalyst (Low temperature/pressure synthetic characteristics, impurities tolerance, selective improvement) having high practical use properties 2.4.3. Demonstration of the bio-LPG production by connection driving with synthesis gas production</p>			
<p>[Task3] Proposals for social implementation are made by verification of the Project products and formulation of a whole system. 3.1. It is confirmed that biofuels are utilized as alternatives to fossil fuels. 3.2. Road map for social implementation utilizing various biofuels is drafted. 3.3. Human resources related to production/application technology of the alternatives to fossil fuel using biomass waste resources are developed. 3.4. Social recognition related to the developed technologies and/or provided biofuel gained through the Project is raised.</p>	<p>3.1.1. Establishment of production process and process condition by analytical comparison between trial products of alternative fuels to fossil fuel and existing fossil fuel 3.1.2. Identification of fuel performance and advantage (efficiency, energy yield, effluent emission characteristic) of trial products of biofuels 3.1.3. Identification of usage (composition, quality adjustment, supply method) of trial products of biofuels 3.2.1. Calculation of various biofuel products performance (energy recovery, balance, yield, assumption of production cost) by process analysis 3.2.2. Calculation of CO2 reduction effect of various biofuel products by LCA analysis 3.2.3. Drafting of road map (include business model, time frame, policy recommendation, etc.) through process and LCA analysis 3.3.1. Preparation of 'Biofuel manufacturing test Manual' (operational test of synthesis gas production and catalytic conversion in line with connectivity and consistency) for counterparts 3.3.2. Development of operation and maintenance of facilities necessary for the study of synthesis gas production and catalytic conversion in Thailand 3.3.3. Numbers of presentation at international seminars and/or publication of research papers related to the Project by young researcher of counterparts in Thailand 3.4. Increase of information sharing towards a broad audience relating to developed technologies and biofuel product through public symposium and facility tours in Thailand</p>	<p>•Project reports/Project Activity Records •Design documents •Experimental and analysis data (compared to existing fossil fuel) •Field data on demonstration experiment in Pilot plant •Process and result reports/data on technology development •Manuals and brochure related to biofuel utilization •Roadmap (draft) •Biofuel manufacturing test Manual •O&M manual of facilities •Training and HRD reports •Introductory paper/Project brochure on biofuel research and technology development •Presentation papers at international seminars and publication of research papers •Public symposium reports •Open Seminar/workshop/facility tours participants' list •Newsletters/Project brochure</p>		

(Remarks) *sty*= "Space,Time,Yield", LCA= Life Cycle Assessment, FT= Fischer-Tropsch

Handwritten signature or initials.

Activities(draft)	Inputs		Important Assumption
	Japan	Thailand	
<p>[Task1]Develop synthesis gas production technologies from various biomass waste resources.</p> <p>1.1.Develop preprocessing technology.</p> <p>1.1.1. Discuss and select resource materials used through material study and analysis</p> <p>1.1.2. Undertake study to specify characteristics of local biomass waste resources (quality of wood, farm outputs, waste system, etc.) and conduct pretreatment (crushing, drying, carbonization).</p> <p>1.1.3. Design and develop gasification technologies suitable for synthesis gas production with catalytic conversion.</p> <p>1.1.4. Perform gasification test using the treated raw materials (modified materials by pretreatment) of local biomass resources.</p>	<p>[Dispatch of Japanese Experts]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Long-term Experts: Project Coordinator: 1 person • Short-term Experts: several persons (Research representative) • Catalytic conversion technologies (Chief Researchers) • Gasification technologies & process/LCA analysis & system • Analysis & evaluation of trial products of biofuels 	<p>[Counterpart Personnel]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Project Director • Project Manager • Representative(s) of PTT and NRE • Research Staffs <p>[Land, Facilities, and Equipment]</p> <ul style="list-style-type: none"> • <Chulalongkorn University> • Space for Project office(s) and meetings (Bangkok and Saraburi Campus) • Testing & Analytical Facilities • Testing Building and Main utility (electricity, water, fuel) • Pretreatment facilities (crushing, drying, carbonization) • Raw materials costs & storage space for trial products of biofuels/samples for performance test • Main Facilities (Prototype of bench plant of catalytic conversion) • Gas buffer tank, gas flare • Waste fluid, residual substance processing space and facilities • Space and facilities for storing raw material 	<p style="text-align: center;">Pre-conditions</p> <ul style="list-style-type: none"> • Counterpart agency & Implementing agency collaborate fully and secure their resource available. • Confirm place and facilities of demonstration plant • Confirm analytical facility, equipment and utilities
<p>1.2. Develop technologies of a synthesis gas production.</p> <p>1.2.1. Develop technology for controlling gas compositions.</p> <p>1.2.2. Develop technology of high performance gasification.</p> <p>1.2.3. Develop technology of gas purification.</p> <p>1.2.4. Conduct trial operation in connection with catalytic conversion, and develop driving technology.</p> <p>1.2.5. Perform co-gasification test with coal.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Catalytic conversion technologies (Participatory Researchers) • Gasification technologies & process/LCA analysis & system • Analysis & evaluation of trial products of biofuels 	<ul style="list-style-type: none"> • <NRE> • Space and facilities for storing raw material • Pretreatment facilities (crushing, drying, carbonization) 	
<p>[Task2]Develop production technologies such as biofuel by catalytic conversion.</p> <p>2.1.Develop technology of biodiesel production.</p> <p>2.1.1. Develop technology of high active catalyst.</p> <p>2.1.2. Develop technology for improving practicality.</p> <p>2.1.3. Build light oil production system using catalytic conversions by bench plant scale, and develop technology of biofuel light oil production in connection with synthesis gas production.</p> <p>2.1.4. Perform test by bench plant in laboratory, and develop practical technology using samples for performance test.</p> <p>2.2. Develop technology of biogasoline production.</p> <p>2.2.1. Develop technology of high active catalyst.</p> <p>2.2.2. Develop technology for improving practicality.</p> <p>2.2.3. Build gasoline production system using catalytic conversions by bench plant scale, and develop technology of biogasoline production in connection with synthesis gas production.</p> <p>2.2.4. Perform test by bench plant in laboratory, and develop practical technology using samples for performance test.</p> <p>2.3. Develop technology of biomethanol production.</p> <p>2.3.1. Develop technology of high active catalyst.</p> <p>2.3.2. Develop technology for improving practicality.</p> <p>2.3.3. Build methanol production system using catalytic conversions by bench plant scale, and develop technology of biomethanol production in connection with synthesis gas production.</p> <p>2.3.4. Perform test by bench plant in laboratory, and develop practical technology using samples for performance test.</p> <p>2.4. Develop technology of bio-LPG production.</p> <p>2.4.1. Develop technology of high active catalyst.</p> <p>2.4.2. Develop technology for improving practicality.</p> <p>2.4.3. Build LPG production system using catalytic conversions by bench plant scale, and develop technology of bio-LPG production in connection with synthesis gas production.</p> <p>2.4.4. Perform test by bench plant in laboratory, and develop practical technology using samples for performance test.</p>	<p>[Machinery and Equipment]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gasification bench facilities • Bench facilities (engineering) for catalytic chemical conversion • FT synthetic laboratory facilities • Methanol synthetic laboratory facilities • LPG synthetic laboratory facilities <p>[Training in Japan]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Catalytic conversion technologies (FT/Gasolines /Methanol /LPG synthesis) • Analysis & evaluation of trial products of biofuels • Gasification bench facilities • Bench plant facilities for catalytic conversion • Process/LCA analysts <p>[Other Expenses]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Other expenses necessary for the Project Activities 	<ul style="list-style-type: none"> • <PTT> • Testing & Analytical Facilities <p>[Other Expenses]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Raw materials costs for testing /examinations • Main utility (electricity, water, fuel) • Waste fluid, residual substance processing • Employment costs for Project staff (office workers) • Expendable supplies, maintenance costs • Domestic travel allowance for Thai researchers 	
<p>[Task3]Propose social implementation by verification of the Project products and formulate a whole system.</p> <p>3.1.Analyse and evaluate trial products of alternative fuels to fossil fuel such as "BIOFUELS", and examine for the utilization.</p> <p>3.1.1. Conduct analysis of biodiesel /biogasoline /bio-LPG, and evaluation according to the standard of light oil /gasoline / LPG.</p> <p>3.1.2. Conduct test and analysis of fuel performance and advantage (efficiency, energy yield, effluent emission characteristic) of trial products of biofuels.</p> <p>3.1.3. Perform test, analysis and examination to affect the usage (composition, quality adjustment, supply method) of trial products of biofuels.</p> <p>3.2. Perform process and LCA analysis, and examine the system.</p> <p>3.2.1. Conduct process analysis using data obtained by test operation.</p> <p>3.2.2. Conduct LCA analysis using data obtained by test operation.</p> <p>3.2.3. Examine for the utilization of trial products of biofuels and using samples for performance test.</p> <p>3.2.4. Consider the Industrialization and social implementation (including drafting of road map).</p> <p>3.3. Conduct capacity building activities</p> <p>3.3.1. Operate biofuel production test (synthesis gas production and catalytic conversion in line with connectivity and consistency) and prepare 'Biofuel manufacturing test Manual'.</p> <p>3.3.2. Develop facilities necessary for the laboratory test using catalytic conversions, and for the test by bench plant of synthesis gas production and catalytic conversion.</p> <p>3.3.3. Conduct technical advice, training and seminars for counterparts.</p> <p>3.4. Conduct activities for disseminating information through public symposium and facility tours in Thailand.</p> <p>3.5. Share information with related 'industry-academia-government' agencies for social implementation for enhancing collaboration.</p>		<p style="text-align: center;"><Issues and countermeasures></p>	

S.M.A. 2

#

Annex II Tentative Plan of Operation (PO)

Activities	Sub-Activities	Year	1st Year				2nd Year				3rd Year				4th Year				5th Year				Responsible Organization		Achievements	Issue & Countermeasures	
			I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	Japan	Thai			
			Plan																								
Output 1: A synthesis gas production technology from biomass waste resources is developed.																											
	Output 1.1. Preprocessing technology of biomass waste resources is developed in Thailand.		Plan																								
		Actual	Development																Operation								
	Adjustment of Preprocessing facility		Plan																								
		Actual	Implementation																Operation								
	Pretreatment Technical development		Plan																								
	1.1.1. Undertake study to specify characteristics of local biomass waste resources (quality of wood, farm outputs, waste system, etc.) and conduct pretreatment (crushing, drying, carbonization).		Implementation																Operation								
	1.1.2. Design and develop gasification technologies suitable for synthesis gas production with catalytic conversion.		Implementation																Operation								
	1.1.3. Perform gasification test using the treated raw materials (modified materials by pretreatment) of local biomass resources.		Implementation																Operation								
	Actual		Implementation																Operation								
Output 1.2. Gasification technology of the biomass is developed.																											
		Plan	Development																								
	Actual		Development																								
	1.2.1. Develop technology for controlling gas compositions.		Plan																								
		Actual	Examination																Development		Operation						
	1.2.2. Develop technology of high performance gasification.		Plan																								
		Actual	Examination																Development		Operation						
	1.2.3. Develop technology of gas purification.		Plan																								
		Actual	Examination																Development		Operation						
	1.2.4. Conduct trial operation in connection with catalytic conversion, and develop driving technology.		Plan																								
		Actual	Examination																Development								
	1.2.5. Perform co-gasification test with coal.		Plan																								
	*Design, manufacture, setting & trial operation, adjusting of gasification facility		Implementation																Operation								
		Actual	Implementation																Operation								
Output 2: Production technologies such as biofuel by catalytic conversion are developed.																											
	Output 2.1. Biodiesel production technology is developed (catalytic + operational technology).		Plan																								
		Actual	Development																								
	2.1.1. Develop technology of high active catalyst.		Plan																								
		Actual	Development																Application								
	2.1.2. Develop technology for improving practicality.		Plan																								
		Actual	Development																Application								
	2.1.3. Build light oil production system using catalytic conversions by bench plant scale, and develop technology of biofuel light oil production in connection with synthesis gas		Plan																								
		Actual	Examination																Development								
	2.1.4. Perform test by bench plant in laboratory, and develop practical technology using samples for performance test.		Plan																								
	*Bench plant facilities for catalytic chemical conversion (FT synthesis, engineering)		Implementation																Operation								
		Actual	Implementation																Operation								

2.1.4

Annex II Tentative Plan of Operation (PO)

Activities	Sub-Activities	Year	1st Year				2nd Year				3rd Year				4th Year				5th Year				Responsible Organization		Achievements	Issue & Countermeasures
			I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	Japan	Thai		
			Gantt chart area with activity bars and labels (e.g., Development, Examination, Application, Operation)																							
	Output 2.2. Biogasoline production technology is developed.	Plan	[Gantt chart for Output 2.2]																							
		Actual	[Gantt chart for Output 2.2]																							
	2.2.1. Develop technology of high active catalyst.	Plan	[Gantt chart for 2.2.1]																							
		Actual	[Gantt chart for 2.2.1]																							
	2.2.2. Develop technology for improving practicality.	Plan	[Gantt chart for 2.2.2]																							
		Actual	[Gantt chart for 2.2.2]																							
	2.2.3. Build gasoline production system using catalytic conversions by bench plant scale, and develop technology of biogasoline production in connection with synthesis gas production.	Plan	[Gantt chart for 2.2.3]																							
		Actual	[Gantt chart for 2.2.3]																							
	2.2.4. Perform test by bench plant in laboratory, and develop practical technology using samples for performance test. *Bench plant facilities for catalytic chemical conversion (Gasoline synthesis, engineering)	Plan	[Gantt chart for 2.2.4]																							
		Actual	[Gantt chart for 2.2.4]																							
	Output 2.3. Biomethanol production technology is developed.	Plan	[Gantt chart for Output 2.3]																							
		Actual	[Gantt chart for Output 2.3]																							
	2.3.1. Develop technology of high active catalyst.	Plan	[Gantt chart for 2.3.1]																							
		Actual	[Gantt chart for 2.3.1]																							
	2.3.2. Develop technology for improving practicality.	Plan	[Gantt chart for 2.3.2]																							
		Actual	[Gantt chart for 2.3.2]																							
	2.3.3. Build methanol production system using catalytic conversions by bench plant scale, and develop technology of biomethanol production in connection with synthesis gas production.	Plan	[Gantt chart for 2.3.3]																							
		Actual	[Gantt chart for 2.3.3]																							
	2.3.4. Perform test by bench plant in laboratory, and develop practical technology using samples for performance test. *Bench plant facilities for catalytic chemical conversion (Methanol synthesis, engineering)	Plan	[Gantt chart for 2.3.4]																							
		Actual	[Gantt chart for 2.3.4]																							
	Output 2.4. Bio-LPG production technology is developed.	Plan	[Gantt chart for Output 2.4]																							
		Actual	[Gantt chart for Output 2.4]																							
	2.4.1. Develop technology of high active catalyst.	Plan	[Gantt chart for 2.4.1]																							
		Actual	[Gantt chart for 2.4.1]																							
	2.4.2. Develop technology for improving practicality.	Plan	[Gantt chart for 2.4.2]																							
		Actual	[Gantt chart for 2.4.2]																							
	2.4.3. Build LPG production system using catalytic conversions by bench plant scale, and develop technology of bio-LPG production in connection with synthesis gas production.	Plan	[Gantt chart for 2.4.3]																							
		Actual	[Gantt chart for 2.4.3]																							
	2.4.4. Perform test by bench plant in laboratory, and develop practical technology using samples for performance test. *Bench plant facilities for catalytic chemical conversion (LPG synthesis, engineering)	Plan	[Gantt chart for 2.4.4]																							
		Actual	[Gantt chart for 2.4.4]																							

Handwritten signature or initials.

Duration / Phasing	Plan		Actual																				Remarks	Issue	Solution
	Year	1st Year	2nd Year	3rd Year	4th Year	5th Year																			
Monitoring Plan	Year	1st Year				2nd Year				3rd Year				4th Year				5th Year							
Monitoring		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV				
Joint Coordinating Committee	Plan	■																							
	Actual	■																							
Set-up the Detailed Plan of Operation	Plan	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
	Actual	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Submission of Monitoring Sheet	Plan		■																						
	Actual		■																						
Monitoring Mission from Japan	Plan																								
	Actual																								
Joint Monitoring	Plan		■	■																					
	Actual		■	■																					
Post Monitoring	Plan																								
	Actual																								
Reports/Documents	Plan																								
	Actual																								
Project Completion Report	Plan																								
	Actual																								
Public Relations	Plan																								
	Actual																								
Reporting / Public relations	Plan																								
	Actual																								
	Plan																								
	Actual																								

SWA I

Annex III List of JICA Experts

1. Long-term Expert

One (1) long-term expert will be dispatched as the Project Coordinator for the smooth implementation of the Project.

2. Short-term Experts

Short-term experts, who will take part in the Project as listed below, will be dispatched several times a year during the project period.

At the beginning of each Japanese fiscal year (JFY), JICA will provide the plan of dispatching short-term experts for the coming JFY.

No.	Name	Organization
1	Dr. Noritatsu Tsubaki	Research Leader Professor, Department of Applied Chemistry, School of Engineering, University of Toyama
2	Dr. Yoshiharu Yoneyama	Department of Applied Chemistry, School of Engineering, University of Toyama
3	Dr. Guiging Liu	
4	Mr. Fang Yuan	
5	Mr. He Yingluo	
6	Mr. Thachapan Atchimarungsri	
7	Dr. Keiichiro Hashimoto	Japan Coal Energy Center (JCOAL)
8	Mr. Yasuo Watanabe	
9	Dr. Hiroyuki Seki	JX Nippon Oil & Energy Corporation
10	Dr. Kaoru Fujimoto	HiBD Laboratory Association
11	Mr. Takashi Hiramoto	Tomoe Shokai Co., Ltd.

In case of transfer/posting or retirement of counterpart personnel, his/her successor will be designated by respective organization immediately.

#

T. V. E. S.

Annex IV List of Machinery and Equipment

No	Equipment	Responsibility	Installed Place	Related Output	Priority
Equipment to be installed in XXX					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
Equipment to be installed in XXX					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
Equipment to be installed in XXX					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

Note:

- 1) The above-mentioned Equipment is limited to those which are indispensable for the transfer of technology by JICA Experts.
- 2) Content, specifications, and quantity of the Equipment will be decided through mutual consultations.

[Handwritten signature]

T. H. U.

Annex V Tentative List of Thai Counterparts and Administrative

No.	Name	Organization
1	Dr.Tharapong Vitidsant	Research Leader Head, Center of Fuels and Energy from Biomass, Chulalongkorn University in Saraburi ("Biomass Center")
2	Dr. Prasert Reubroycharoen	Department of Chemical Technology, Faculty of Science, Chulalongkorn University
3	Dr. Prapan Kuchonthara	
4	Dr. Chawalit Ngamcharussrivichai	
5	Dr. Napida Hinchiranan	
6	Dr. Sirilux Poompradub	
7	Dr. Suda Kiatkamjornwong	
8	Dr. Rungravee Phienluphon	
9	Dr. Boontawee Lertpanyapornchai	
9	Dr. Paweesuda Natewong	
10	Mr. Saranpong Kamsrisuk	
11	Ms. Nattaya Chanhuab	
12	Ms. Thanyawan Sanyapat	
13	Dr. Kanit Wattanavichien	Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University
14	Mr. Sirichai Ratanavaraha	Center of Fuels and Energy from Biomass, Chulalongkorn University in Saraburi ("Biomass Center")
15	Ms. Pornchanok Kaewtawee	
16	Dr. Witchakom Charusiri	Srinakharinwirot University
17	Dr. Montree Thongkam	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
18	Dr. Wittawat Ratanathavorn	Rajaphat Suan Dusit University
19	Dr. Chanatip Samart	Thammasat University
20	Mr. Phatchari Nitsiriphat	Northern Renewable Energy Co. Ltd. (NRE)
21	Mr. Surasith Changkachitta	
22	Mr. Jaru Natakaranakul	
23	Dr. Thana Sornchammi	PTT Research and Technology Institute (PTT-RTI)
24	Mr. Supawat Dechparot	
25	Dr. Rungroj Chuvaree	
26	Ms. Nuchanart Siri-nguan	
27	Mr. Suttipong Tunyapisetsak	
28	Mr. Kornthep Prasirtsriphan	
29	Dr. Suchada Butnark	
30	Dr. Anurak Winitorn	

In case of transfer/posting or retirement of counterpart personnel, his/her successor will be designated by respective organization immediately.

Annex VI List of Office Spaces and Facilities

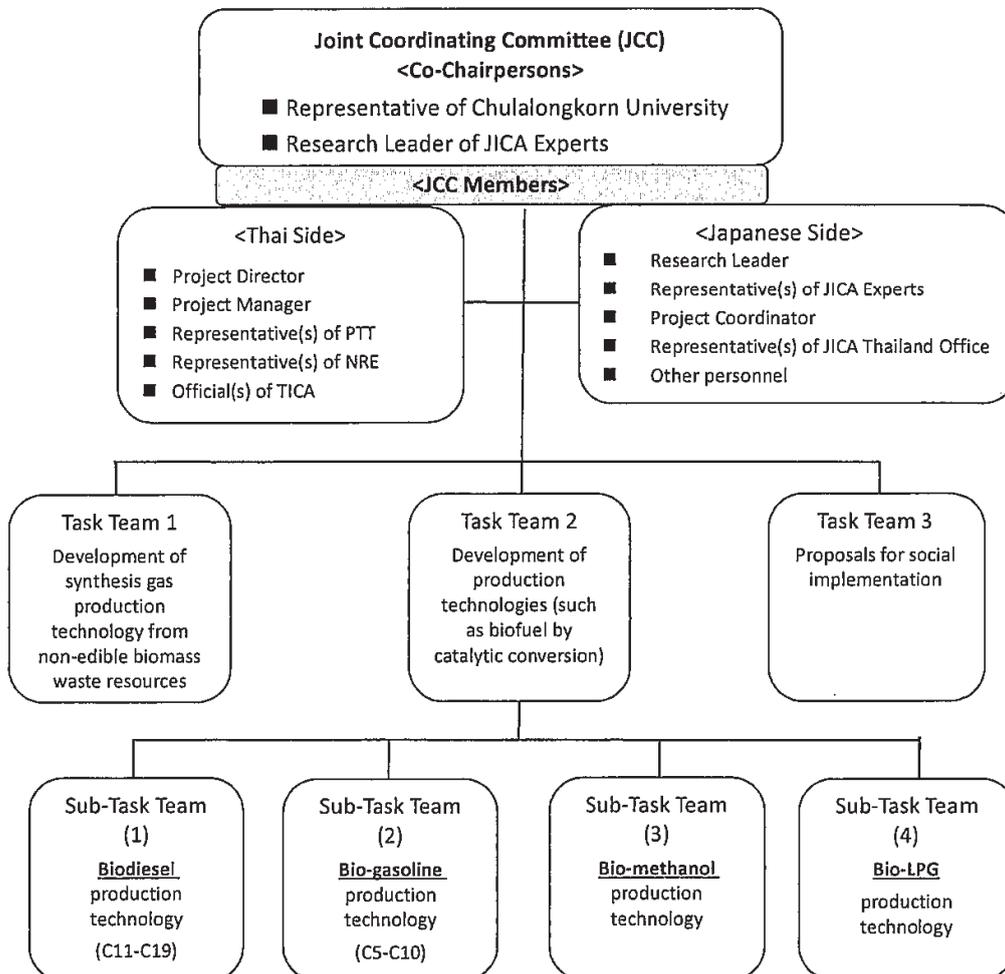
Thai side shall provide following office space and facilities for the Project.

1. The Office space and facilities in Chulalongkorn University (Bangkok and Saraburi campus) necessary for the performance of duties by JICA Experts.
2. Space and building for setting the machinery and equipment which will be provided by JICA.
3. Facilities such as electricity, gas, water, telephones, internet connection and furniture necessary for the Project activities and operational expenses for utilities.
4. Other facilities mutually agreed upon as necessary

#

7. 

Annex VII (1) Project Organization Chart

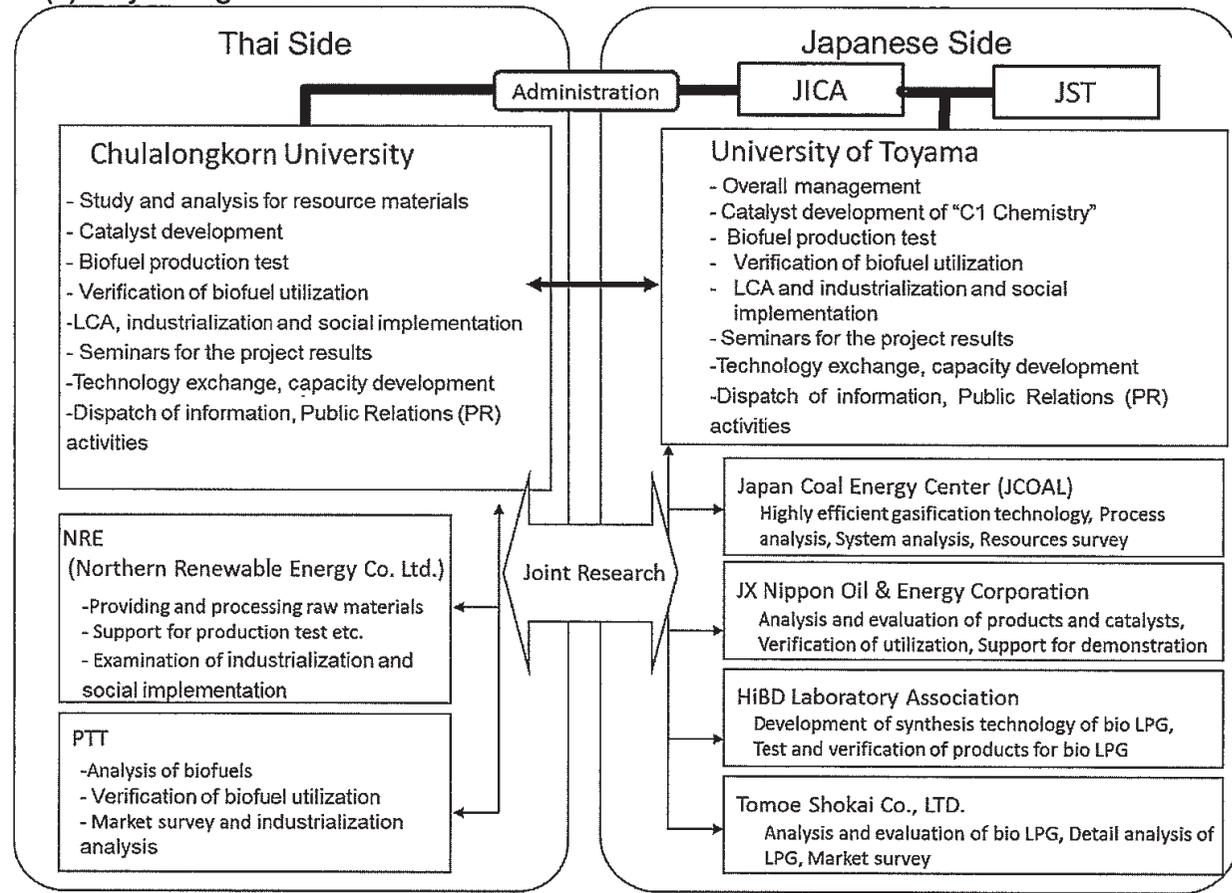


#

T. V. A.

#

Annex VII (2) Project Organization Chart



JST: Japan Science and Technology Agency

7.11.15

Annex VIII Joint Coordinating Committee (JCC)

1. Functions

The Joint Coordinating Committee (hereinafter referred to as "JCC"), composed of members listed Section 2 below, will meet at least once a year and whenever the necessity arises. The main functions of JCC shall be as follows;

- (1) To approve the annual operational work plan of the Project based on the tentative schedule of implementation within the frame work of the R/D
- (2) To review the progress and achievements of the Project
- (3) To revise the overall plan of the Project
- (4) To conduct evaluation of the Project
- (5) To examine major issues arising from or in connection with the Project
- (6) To work out the modification of the activities depending on the necessity

2. Members of JCC

The JCC will be composed of the following members.

<Co-Chairpersons>

Representative of Chulalongkorn University and Research Leader of JICA Experts

<Thai side>

- Project Director
- Project Manager
- Representative(s) of PTT
- Representative(s) of NRE
- Official(s) of the Thailand International Cooperation Agency (TICA)

<Japanese side>

- Research Leader
- Representative(s) of JICA Experts dispatched by JICA
- Project Coordinator
- Representative(s) of JICA Thailand Office
- Other personnel concerned to be decided and /or dispatched by JICA

<Observers>

- Official(s) of the Embassy of Japan in Bangkok, Thailand
- Representative(s) of Japan Science and Technology Agency (JST)
- Other official(s) appointed by the Co-Chairpersons



TO Chief Representative of JICA Thailand OFFICE

Project Monitoring Sheet

Project Title :

Version of the Sheet: Ver. ●● (Term: Month, Year - Month, Year)

Name:

Title: Project Director

Name:

Title: Research Leader

Submission Date:

I. Summary

1 Progress

1-1 Progress of Inputs

1-2 Progress of Activities

1-3 Achievement of Output

1-4 Achievement of the Project Purpose

1-5 Changes of Risks and Actions for Mitigation

1-6 Progress of Actions undertaken by JICA

1-7 Progress of Actions undertaken by Thai side

1-8 Progress of Environmental and Social Considerations (if applicable)

1-9 Progress of Considerations on Gender/Peace Building/Poverty Reduction (if applicable)

1-10 Other remarkable/considerable issues related/affect to the project (such as other JICA's projects, activities of counterparts, other donors, private sectors, NGOs etc.)

2 Delay of Work Schedule and/or Problems (if any)

2-1 Detail

2-2 Cause

2-3 Action to be taken

2-4 Roles of Responsible Persons/Organization (JICA, Thai side, etc.)

3 Modification of the Project Implementation Plan

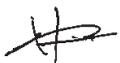
3-1 PO

3-2 Other modifications on detailed implementation plan

(Remarks: The amendment of R/D and PDM (title of the project, duration, project site(s), target group(s), implementation structure, overall goal, project purpose, outputs, activities, and input) should be authorized by JICA HDQs. If the project team deems it necessary to modify any part of R/D and PDM, the team may propose the draft.)

4 Preparation of Thai side toward after completion of the Project

II. Project Monitoring Sheet I & II as Attached



Appendix 2

MAIN POINTS DISCUSSED

(1) Involvement of Relevant Ministries and Agencies in Thailand

Both sides agreed that relevant ministries and agencies such as the Ministry of Energy, Department of Alternative Energy Development and Efficiency (DEDE) and/or Energy Policy & Planning Office (EPPO) should be involved in the JCC, other related conferences and seminars for accelerating achievement of the project purpose, especially for social implementation and industrialization.

(2) Third Party Liability Insurance for equipment

Both sides agreed that the University shall find out how to obtain and maintain third party liability insurance for equipment provided by the Project, and inform it to JICA before commencement of the Project.

(3) Economic analysis and evaluation

JICA emphasized that in order to develop the road map for social implementation, it is important to conduct economic analysis and evaluation, such as cost estimation for the total process of biomass to liquid, and simulation of collecting raw materials and competition in the domestic market, etc. Both sides agreed to commence preliminary analysis and evaluation work from the beginning of the Project.

(4) Contribution to mitigation of economic disparities between northern part and urban area

JICA emphasized that the Project should consider collecting raw materials from northern part of Thailand utilizing East-West Economic Corridor (EWEC), in view of mitigation of economic disparities between northern part of Thailand and urban area.

#

Z. W. S.

プロジェクト・デザイン・マトリックス (Project Design Matrix)

<プロジェクト名>「バイオマス・廃棄物資源のスーパークリーンバイオ燃料への触媒転換技術の開発プロジェクト」
 <カウンターパート機関及び実施・協力機関> チュラロンコン大学及び実施・協力機関(タイ石油公社・PTT および北部再生可能エネルギー(株))
 ターゲットグループ:最終利益者は、タイにおける環境・エネルギー関連の研究者/民間企業
 プロジェクト期間: 2017年~2022年(5年間)
 プロジェクト・サイト:タイ国内

Version 0
 Dated 2016年9月12日

2. PDM (和文)

プロジェクトの要約	指標(案)	入手手段(案)	外部条件(案)	Achievement	Remarks
上位目標 本プロジェクトにより開発された化石代替燃料技術を活用し、事業化への基盤が整う。	化石代替燃料の事業化に向けたタイの民間セクターの取り組みの進捗状況	・チュラロンコン大学研究報告書 ・タイにおける化石代替燃料の事業化関連記事・文献			
プロジェクト目標 非可食系バイオマス(木質、農産、廃棄物)資源を利用した化石代替燃料の製造技術を開発し、社会実装に向けた提言がなされる。	1.タイの非可食系バイオマスから、ガス化・転換工程の開発を通じ粗製化石代替燃料の製造プロセスを確立 2.上記粗製燃料に適切な後処理を適用することにより、化石代替燃料として使用可能であることを確認 3.上記化石代替燃料のタイ国内の社会実装(経済・環境性評価並びに有効性、タイの政策に合致したロードマップ作成等)の提案	・プロジェクト報告書/ 活動記録 ・設計資料 ・実証分析データ ・実証試験結果データ ・社会実装提案に係る関連資料・ペーパー ・非可食系バイオマス資源利用の製造技術に関するガイドライン(案)・冊子	・タイ政府のエネルギー政策(特にバイオ燃料に関し)に変更がないこと。 ・非可食系バイオマスが、安価でかつ継続して利活用できること(食料と競合せず、タイ国内で原料の安定供給の状態が継続すること)。 ・事業環境の変化(例:化石燃料価格の大幅な低下やバイオマス資源の利用等)に際して、タイ政府の政策上の支援・協力が見込めること。		
成果 【Task1】非可食系バイオマス資源からの合成ガス製造技術が開発される。 1.1.タイの非可食系バイオマス資源の前処理技術が開発される。 1.2.バイオマスのガス化技術が開発される。	1.1.タイの非可食系バイオマスの種類に応じた前処理条件の決定 1.2.1.ガス化ガスの組成で、[H ₂]/[CO]の比が1~2、[H ₂]+[CO]の割合が約80%となる運転条件(process condition and operation skill)の確立 1.2.2.ガス化ガスの炭素転換率あるいは冷ガス効率で60%以上となる運転条件の確立 1.2.3.ガス化ガス中の不純物を触媒転換工程が受け入れ可能なレベルまで低減する運転条件の確立 1.2.4.触媒転換工程との連結運転に適したガス化工程の確立	・プロジェクト報告書/ 活動記録 ・設計資料 ・実証分析データ ・実証試験結果データ ・技術開発のプロセスや成果を示す資料・データ ・前処理・ガス化技術に関するマニュアル(案)・冊子	・プロジェクト期間中、非可食系バイオマスが、安価で、かつ継続して利活用できること。 ・テロリズムや市民のストライキなどの破壊的な社会的不安が、タイで起こらないこと。		
【Task2】触媒転換によるバイオ燃料等製造技術が開発される。 2.1.バイオ軽油製造技術が開発される(触媒+運転技術)(バイオディーゼル、FT) 2.2.バイオガソリン製造技術が開発される。(バイオガソリン、FT) 2.3.バイオメタノール製造技術が開発される。 2.4.バイオLPG製造技術が開発される。	2.1.1.高活性触媒の開発(sty=600g-oil/kg-cat.h)(生産性) 2.1.2.実用特性の高い触媒の開発((低圧合成特性・不純物耐性・選択性(C11-C19留分割)の向上)) 2.1.3.合成ガス製造との連結運転によるバイオ軽油製造の実証 2.2.1.高活性触媒の開発(sty=500g-oil/kg-cat.h) 2.2.2.実用特性の高い触媒の開発((低圧合成特性・不純物耐性・選択性(C5-C10、iso体留分割)の向上)) 2.2.3.合成ガス製造との連結運転条件の確立 2.3.1.高活性触媒の開発(sty=500g-oil/kg-cat.h) 2.3.2.実用特性の高い触媒の開発(低温低圧合成特性・不純物耐性・選択性の向上) 2.3.3.合成ガス製造との連結運転によるバイオメタノール製造の実証 2.4.1.高活性触媒の開発(sty=450g-LPG/kg-cat.h) 2.4.2.実用特性の高い触媒の開発(低温低圧合成特性・不純物耐性・選択性の向上) 2.4.3.合成ガス製造との連結運転によるバイオLPG製造の実証	・プロジェクト報告書/ 活動記録 ・設計資料 ・実証分析データ ・実証試験結果データ ・技術開発のプロセスや成果を示す資料・データ ・触媒転換によるバイオ燃料等製造技術に関するマニュアル(案)・冊子			
【Task3】利用検証や全体システム構築に係る取り組みにより社会実装提案がなされる。 3.1.化石代替燃料等として、バイオ燃料等が利用できることが確認される。 3.2.各種バイオ燃料等の社会実装のためのロードマップがドラフトされる。 3.3.バイオ燃料等の製造・利用に係る人材が育成される。 3.4.プロジェクトによって開発された技術や、得られるバイオ燃料等の社会的認知が高められる。	3.1.1.試作された化石代替燃料の分析と既存化石燃料との比較による、プロセス及び運転条件の確立 3.1.2.試作されたバイオ燃料等の比較優位性(効率・燃費・排ガス特性)の特定 3.1.3.試作されたバイオ燃料等の利用方法(組成・品質調整・供給方法)の把握 3.2.1.プロセス解析により各種バイオ燃料の製造に係るエネルギー回収率・エネルギー収支・収率・想定コストの算出 3.2.2.LCA分析により各種バイオ燃料等の製造に係るCO ₂ 削減効果の算出 3.2.3.プロセス解析、LCA分析を通じたロードマップ(ビジネスモデル等)のドラフト作成 3.3.1.バイオ燃料等の製造試験(合成ガス製造・触媒転換の連結一貫運転試験)をカウンターパート機関で実施するためのマニュアル作成 3.3.2.現地で合成ガス製造・触媒転換の研究に必要な設備の整備 3.3.3.カウンターパート機関の若手研究者による本プロジェクトに関する国際学会発表、研究論文等の実績 3.4.公開シンポジウムや見学会等を通じて、本技術・生成物(バイオ燃料等)の情報の幅広い層への発信	・プロジェクト報告書/ 活動記録 ・実証分析データ(既存化石燃料との比較データ) ・実証試験結果データ ・技術開発のプロセスや成果を示す資料・データ ・バイオ燃料等利用に関するマニュアル(案)・冊子 ・ロードマップ ・設備運転操作&保守維持管理マニュアル冊子 ・指導(OJT含む):人材開発等、活動報告書 ・バイオ燃料等研究・技術開発施設紹介資料冊子 ・論文・学会発表実績 ・公開シンポジウム等開催報告書 ・公開セミナー・ワークショップ・施設見学会等の出席者リスト ・ニュースレター/プロジェクト説明冊子			

(注釈) "sty" = "Space,Time,Yield", LCA= Life Cycle Assessment, FT= Fischer-Tropsch (フィッシャー・トロプシュ法)

活動(案)	投入		外部条件(案)
	日本側	タイ側	
<p>【Task1】各種バイオマス資源からの合成ガス製造技術開発</p> <p>1.1.前処理技術の開発を行う</p> <p>1.1.1.現地のバイオマス資源(木質系、農産系、廃棄物系)の特性把握、前処理試験(粉碎・乾燥・炭化)を行う</p> <p>1.1.2.触媒転換用の合成ガス製造に適したガス化技術の設計・開発を行う</p> <p>1.1.3.現地のバイオマス資源(木質系、農産系、廃棄物系)の前処理調整試料を用いたガス化試験を行う</p> <p>1.2.合成ガス製造技術の開発を行う</p> <p>1.2.1.ガス組成制御技術の開発を行う</p> <p>1.2.2.高効率ガス化技術の開発を行う</p> <p>1.2.3.ガス精製技術の開発を行う</p> <p>1.2.4.触媒転換と連結した試験運転・運転技術開発を行う</p> <p>1.2.5.石炭との共ガス化試験を行う</p>	<p>【専門家派遣】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・長期専門家:プロジェクト調整員1名 ・短期専門家:複数名 <p>－研究代表者:</p> <ul style="list-style-type: none"> ・触媒転換技術 ・ガス化技術・プロセス/LCA解析・システム ・生成物分析・評価・利用技術 ・触媒転換技術 <p>－参画研究者:</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ガス化技術・プロセス/LCA解析・システム ・生成物分析・評価・利用技術 ・触媒転換技術 <p>－外部専門家:</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ガス化設備・ガス製造技術 ・触媒転換設備・触媒転換技術 	<p>【カウンターパート(CoP)配置】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクト・ディレクター(Project Director) ・プロジェクト・マネージャー(Project Manager) ・プロジェクト共同マネージャー(Project Co-manager) ・研究スタッフ <p>【土地・施設・機材】</p> <p><チュラロンコン大学></p> <ul style="list-style-type: none"> ・事務所・打合せスペース ・試験・分析設備 ・試験棟(および主要ユーティリティ) ・前処理設備(粉碎・乾燥・炭化) ・試験原料、試作試料保管スペース ・主要設備(触媒転換ベンチ設備プロトタイプ) ・ガスバフファクトリ、ガスフレア設備 ・廃液、残渣処理スペース、設備 ・原料貯蔵スペース、施設 <p><北部再生可能エネルギー(株):NRE></p> <ul style="list-style-type: none"> ・原料貯蔵スペース、施設 ・前処理設備(粉碎・乾燥・炭化) <p><タイ石油公社:PTT></p> <ul style="list-style-type: none"> ・試験・分析設備 <p>【その他必要経費】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・試験用原材料費 ・主要ユーティリティ(電気、水、燃料) ・廃液・残渣処理 ・プロジェクトスタッフ雇用費(事務委員等) ・主要消耗品、メンテナンス費 ・タイ人研究者等、国内移動費 	<p>前提条件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・カウンターパート機関及び実施・協力機関の全面的な協力が得られ、各機関からの資源(人材、施設、活動予算等)が確保される。 ・試験場所・設備確認 ・分析設備・ユーティリティ等確認
<p>【Task2】触媒転換によるバイオ燃料等製造技術の開発を行う</p> <p>2.1.バイオ軽油製造技術の開発を行う</p> <p>2.1.1.高活性触媒の開発を行う</p> <p>2.1.2.実用性向上技術の開発を行う</p> <p>2.1.3.ベンチスケールの触媒転換による軽油製造システムを構築し、合成ガス製造との連結によるバイオ軽油製造技術開発を行う</p> <p>2.1.4.ラボ・ベンチ試験、分析・試験用試料調製による実用化技術開発を行う</p> <p>2.2.バイオガソリン製造技術の開発を行う</p> <p>2.2.1.高活性触媒の開発を行う</p> <p>2.2.2.実用性向上技術の開発を行う</p> <p>2.2.3.ベンチスケールの触媒転換によるガソリン製造システムを構築し、合成ガス製造との連結によるバイオガソリン製造技術開発を行う</p> <p>2.2.4.ラボ・ベンチ試験、分析・試験用試料調製による実用化技術開発を行う</p> <p>2.3.バイオメタノール製造技術の開発</p> <p>2.3.1.高活性触媒の開発を行う</p> <p>2.3.2.実用性向上技術の開発を行う</p> <p>2.3.3.ベンチスケールの触媒転換によるメタノール製造システムを構築し、合成ガス製造との連結によるバイオメタノール製造技術開発を行う</p> <p>2.3.4.ラボ・ベンチ試験、分析・試験用試料調製による実用化技術開発を行う</p> <p>2.4.バイオLPG製造技術の開発</p> <p>2.4.1.高活性触媒の開発を行う</p> <p>2.4.2.実用性向上技術の開発を行う</p> <p>2.4.3.ベンチスケールの触媒転換によるLPG製造システムを構築し、合成ガス製造との連結によるバイオLPG製造技術開発を行う</p> <p>2.4.4.ラボ・ベンチ試験、分析・試験用試料調製による実用化技術開発を行う</p>	<p>【設備・機材供与】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ガス化ベンチ設備 ・触媒化学転換ベンチ設備(エンジニアリング) ・FT合成炉設備 ・メタノール合成炉設備 ・LPG合成炉設備 <p>【本邦研修】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・触媒転換技術 ・触媒転換技術(FT合成・メタノール合成・メタノール合成・LPG合成) ・生成物・触媒の分析・評価技術 ・ガス化ベンチ設備 ・触媒転換ベンチ設備 ・プロセス・LCA解析 <p>【その他活動費】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・その他プロジェクト活動に必要な費用 	<p><タイ石油公社:PTT></p> <ul style="list-style-type: none"> ・試験・分析設備 <p>【その他必要経費】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・試験用原材料費 ・主要ユーティリティ(電気、水、燃料) ・廃液・残渣処理 ・プロジェクトスタッフ雇用費(事務委員等) ・主要消耗品、メンテナンス費 ・タイ人研究者等、国内移動費 	<p>前提条件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・カウンターパート機関及び実施・協力機関の全面的な協力が得られ、各機関からの資源(人材、施設、活動予算等)が確保される。 ・試験場所・設備確認 ・分析設備・ユーティリティ等確認
<p>【Task3】利用検証や全体システム構築に係る取り組みにより社会実装提案を行う</p> <p>3.1.バイオ燃料等の化石代替燃料等の利用に係る分析・評価、利用検証を行う</p> <p>3.1.1.バイオ軽油・バイオガソリン・バイオLPGの分析と軽油・ガソリン・LPG規格に照らした評価を行う</p> <p>3.1.2.試作されたバイオ燃料等の比較優位性(効率・燃費、排ガス特性)に係る試験・分析を行う</p> <p>3.1.3.生成物の利用(組成・品質調整、供給方法)に係る試験・分析や検討を行う</p> <p>3.2.プロセス・LCA解析、システム検討を行う</p> <p>3.2.1.試験運転データをを用いたプロセス解析を行う</p> <p>3.2.2.試験運転データをを用いたLCA解析を行う</p> <p>3.2.3.試作試料を用いた利用実証を行う</p> <p>3.2.4.事業化システムや社会実装法を検討する(ロードマップのドラフト作成を含む)</p> <p>3.3.人材育成活動を行う</p> <p>3.3.1.バイオ燃料等の製造試験(合成ガス製造・触媒転換の連結一貫運転試験)を実施し、マニュアルを作成する</p> <p>3.3.2.触媒転換のラボ試験設備、合成ガス製造・触媒転換のベンチ試験設備を整備する</p> <p>3.3.3.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</p> <p>3.4.公開シンポジウムや見学会等の情報発信活動を行う</p> <p>3.5.社会実装に向けた産学官の関連主体・機関との情報交換や協議を行い、連携強化を図る</p>	<p>【設備・機材供与】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ガス化ベンチ設備 ・触媒化学転換ベンチ設備(エンジニアリング) ・FT合成炉設備 ・メタノール合成炉設備 ・LPG合成炉設備 <p>【本邦研修】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・触媒転換技術 ・触媒転換技術(FT合成・メタノール合成・メタノール合成・LPG合成) ・生成物・触媒の分析・評価技術 ・ガス化ベンチ設備 ・触媒転換ベンチ設備 ・プロセス・LCA解析 <p>【その他活動費】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・その他プロジェクト活動に必要な費用 	<p><タイ石油公社:PTT></p> <ul style="list-style-type: none"> ・試験・分析設備 <p>【その他必要経費】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・試験用原材料費 ・主要ユーティリティ(電気、水、燃料) ・廃液・残渣処理 ・プロジェクトスタッフ雇用費(事務委員等) ・主要消耗品、メンテナンス費 ・タイ人研究者等、国内移動費 	<p>前提条件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・カウンターパート機関及び実施・協力機関の全面的な協力が得られ、各機関からの資源(人材、施設、活動予算等)が確保される。 ・試験場所・設備確認 ・分析設備・ユーティリティ等確認
<p><Issues and countermeasures></p>			

活動(案)	活動詳細(案)	年度	1st Year				2nd Year				3rd Year				4th Year				5th Year				Responsible Organization		Achievements	Issue & Countermeasures	
			I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	Japan	Thai			
Output 1: 非可食系バイオマス資源からの合成ガス製造技術が開発される																											
成果1.1 タイの非可食系バイオマス資源の前処理技術が開発される。		計画	← 開発 (1st Year) → 運用 (4th Year) →																								
		実績																									
前処理設備調整		計画	← 実施 (1st Year) → 運用 (4th Year) →																								
		実績																									
前処理試験・技術開発 1.1.1. 現地のバイオマス資源(木質系、農産系、廃棄物系)の特性把握、前処理試験(粉碎・乾燥・炭化)を行う 1.1.2. 触媒転換用の合成ガス製造に適したガス化技術の設計・開発を行う 1.1.3. 現地のバイオマス資源(木質系、農産系、廃棄物系)の前処理調製試料を用いたガス化試験を行う		計画	← 実施 (1st Year) → 運用 (4th Year) →																								
		実績																									
成果1.2. バイオマスのガス化技術が開発される		計画	← 開発 (1st Year) →																								
		実績																									
1.2.1. ガス組成制御技術の開発を行う		計画	← 検討 (1st Year) → 開発 (2nd Year) → 運用 (4th Year) →																								
		実績																									
1.2.2. 高効率ガス化技術の開発を行う		計画	← 検討 (1st Year) → 開発 (2nd Year) → 運用 (4th Year) →																								
		実績																									
1.2.3. ガス精製技術の開発を行う		計画	← 検討 (1st Year) → 開発 (2nd Year) → 運用 (4th Year) →																								
		実績																									
1.2.4. 触媒転換と連結した試験運転・運転技術開発を行う		計画	← 検討 (1st Year) → 開発 (2nd Year) →																								
		実績																									
1.2.5. 石炭との共ガス化試験を行う *ガス化設備設計・製作・設置・試運転調整		計画	← 実施 (1st Year) → 運用 (4th Year) →																								
		実績																									
Output 2: 触媒転換によるバイオ燃料等製造技術が開発される																											
成果2.1. バイオ軽油製造技術が開発される(触媒+運転技術)		計画	← 開発 (1st Year) →																								
		実績																									
2.1.1. 高活性触媒の開発を行う		計画	← 開発 (2nd Year) → 適用 (4th Year) →																								
		実績																									
2.1.2. 実用性向上技術の開発を行う		計画	← 開発 (2nd Year) → 適用 (4th Year) →																								
		実績																									
2.1.3. ｾﾝﾁｽｰﾙの触媒転換による軽油製造システムを構築し、合成ガス製造との連結によるバイオ軽油製造技術開発を行う		計画	← 検討 (1st Year) → 開発 (2nd Year) →																								
		実績																									
2.1.4. ラボ・ｾﾝﾁ試験、分析・試験用試料調製による実用化技術開発を行う *触媒化学転換ベンチ設備(FT合成、エンジニアリング)		計画	← 実施 (1st Year) → 運用 (4th Year) →																								
		実績																									

活動(案)	活動詳細(案)	年度	1st Year				2nd Year				3rd Year				4th Year				5th Year				Responsible Organization		Achievements	Issue & Countermeasures
			I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	Japan	Thai		
	成果2.2. バイオガソリン製造技術が開発される	計画	←-----開発-----→																							
		実績																								
	2.2.1.高活性触媒の開発を行う	計画	←-----開発-----→適用																							
		実績																								
	2.2.2.実用性向上技術の開発を行う	計画	←-----開発-----→適用																							
		実績																								
	2.2.3.ベンチスケールの触媒転換によるガソリン製造システムを構築し、合成ガス製造との連結によるバイオガソリン製造技術開発を行う	計画	←-----検討-----→開発																							
		実績																								
	2.2.4.ラボ・ベンチ試験、分析・試験用試料調製による実用化技術開発を行う *触媒化学転換ベンチ設備(ガソリン合成、エンジニアリング)	計画	←-----実施-----→運用																							
		実績																								
	成果2.3. バイオメタノール製造技術が開発される	計画	←-----開発-----→																							
		実績																								
	2.3.1. 高活性触媒の開発を行う	計画	←-----開発-----→適用																							
		実績																								
	2.3.2. 実用性向上技術の開発を行う	計画	←-----開発-----→適用																							
		実績																								
	2.3.3.ベンチスケールの触媒転換によるメタノール製造システムを構築し、合成ガス製造との連結によるバイオメタノール製造技術開発を行う	計画	←-----検討-----→開発																							
		実績																								
	2.3.4.ラボ・ベンチ試験、分析・試験用試料調製による実用化技術開発を行う *触媒化学転換ベンチ設備(メタノール合成、エンジニアリング)	計画	←-----実施-----→運用																							
		実績																								
	成果2.4. バイオLPG製造技術が開発される	計画	←-----開発-----→																							
		実績																								
	2.4.1. 高活性触媒の開発を行う	計画	←-----開発-----→適用																							
		実績																								
	2.4.2. 実用性向上技術の開発を行う	計画	←-----開発-----→適用																							
		実績																								
	2.4.3.ベンチスケールの触媒転換によるLPG製造システムを構築し、合成ガス製造との連結によるバイオLPG製造技術開発を行う	計画	←-----検討-----→開発																							
		実績																								
	2.4.4.ラボ・ベンチ試験、分析・試験用試料調製による実用化技術開発を行う *触媒化学転換ベンチ設備(LPG合成、エンジニアリング)	計画	←-----実施-----→運用																							
		実績																								

4. 技術用語注釈

社会実装：

具体的な研究成果の社会還元。研究の結果得られた新たな知見や技術が、将来製品化され市場に普及する、あるいは行政サービスに反映されるなどにより、社会や経済に便益をもたらすこと。

(出典) JST ウェブサイト <https://www.jst.go.jp/global/about.html>

スーパークリーンバイオ燃料：

石油由来の燃料は、燃焼時に健康に有害な硫黄酸化物 (Sox) 等が発生するが、スーパークリーンバイオ燃料ではこのような有害物質が発生しない燃料を指す。なお、硫黄分や窒素分が全く含まれていないため、排気ガスにおいても健康に有害な物質が含まれない。

フィッシャー・トロプシュ法 (Fischer-Tropsch process : FT 法)：

フィッシャー・トロプシュ法は、一酸化炭素と水素から触媒反応を用いて液体炭化水素を合成する一連の過程である。触媒としては鉄やコバルトの化合物が一般的である。この方法の主な目的は、石油の代替品となる合成油や合成燃料を作り出すことである。「フィッシャー・トロプシュ反応」や「フィッシャー・トロプシュ合成」とも呼ばれる。一酸化炭素と水素の混合物は合成ガスまたはシンガス (syngas) と呼ばれる。

ベンチ・スケール：

研究室で作製するものをラボ・スケールとし、工場レベルのものをプラントスケールとするとプラントに行くまでの試作スケールのこと。

ライフサイクル・アセスメント (Life Cycle Assessment : LCA)：

LCA とは、製品やサービスに対する、環境影響評価の手法。

「環境アセスメント」では、主に大規模開発等による環境への影響を予め評価することを目的とするが、「ライフサイクル・アセスメント」では、主に個別の商品の製造、輸送、販売、使用、廃棄、再利用までの、各段階における環境負荷を明らかにし、その改善策をステークホルダーとともに議論し検討する。また、このような環境負荷の少ない商品の開発や設計については、特に『環境配慮設計』と呼ばれ、「環境工学」の一分野にもなっている。

また、代替製品や新製品の環境負荷を、既存の製品と比較し、より環境負荷の少ない製品、サービスへの切り替えを行う意思決定のツールでもある。近年では、カーボンフットプリントなど「環境負荷の見える化」のための指標を計算するためのツールとしても用いられている。LCA は、1. 目的・評価範囲の設定 2. インベントリ分析 3. 影響評価 4. 解釈 の 4 つのステージから構成される（「ISO14040/44」より抜粋）。

BTL=バイオガスの液化 (Biogas to Liquids)

CTL=石炭の液化 (Coal To Liquids)

C1 化学 (C1-Chemistry) :

C1 化学とは、合成ガス [H₂ (水素) と CO (一酸化炭素) の混合ガス] やメタン、メタノールといった炭素数が 1 の化合物を原料に用いて、炭素数が「1」の化合物の相互変換をしたり、炭素数が 2 以上の化合物を合成したりする技術法であり、バイオマスをはじめとするあらゆる有機資源が原料として利用できる (図)。また、得られる製品は既存の石油系製品と同等の品位・利用特性をもち、既存インフラ下でそのまま利用できる。触媒を変えることで生産物種類も制御できるなど、技術の汎用性もきわめて高い。

C1 化学の原料として用いられる合成ガスやメタンは天然ガスや石炭、オイルシェール、バイオマスなどといった石油以外の炭素資源から作られる (重質油や石油排ガスを原料にする場合もある)。

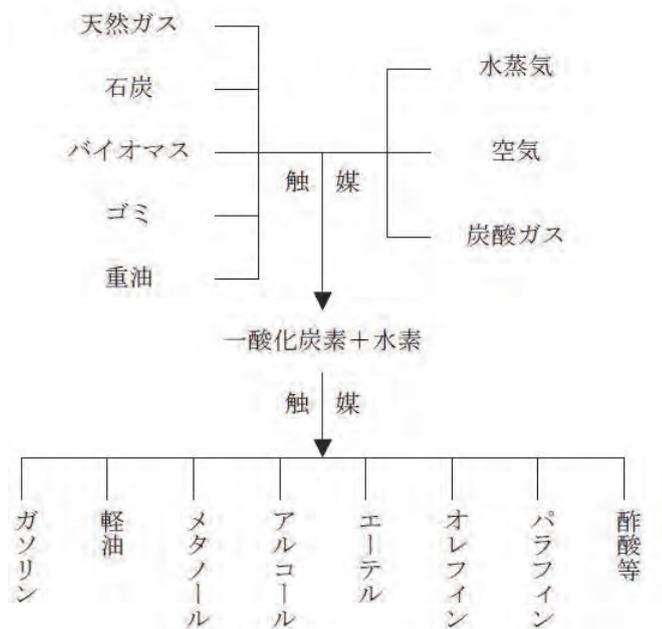


図 C1 化学の流れ

そのため、「石油資源の有効利用」という観点から C1 化学は重要な有機合成化学の一体系と考えられている。種々の化学原料に変換されたあとは現在の石油化学工業と同様のプロセスを経て、様々な化学製品となる。

FAME (Fatty Acid Methyl Ester) :

FAME=脂肪酸メチルエステル。FAME は油脂にメタノールを加え、アルカリ触媒を用いてエステル交換することで得られる脂肪酸メチルエステル。合成は低温常圧で実施可能であるが、副原料を使用するほか副生物としてグリセリンが生成。

GTL=天然ガスの液化 (Gas To Liquids)

GTL は、天然ガスを一酸化炭素と水素に分解後、分子構造を組み替えて液体燃料などを作る技術。

