

平成16年度CDM / JI事業調査

タイにおけるひまわりを資源作物とするバイオディーゼル油の製造に関する調査

報告書

平成17年3月

株式会社パウワウプール

目次

報告書概要	-1
報告書概要（英語版）	-1
報告書	
はじめに	1
1. プロジェクトの実施に係る基礎的要素	2
1.1 提案プロジェクトの概要	2
1.2 ホスト国の概要	3
1.2.1 一般事情	3
1.2.2 政治	5
1.2.3 経済	6
1.2.4 農業	10
1.2.5 エネルギー	12
1.2.6 温室効果ガス排出量	18
1.2.7 地球温暖化対策に関わる取り組み	21
1.3 ホスト国の CDM/JI に関する政策・状況	23
1.4 プロジェクト立案の背景	25
1.4.1 ルーイ県の概要	25
1.4.2 タイのひまわり栽培	27
1.4.3 タイの BDF 事情	31
1.5 提案プロジェクトの持続可能な開発への貢献・技術移転できる点	34
1.5.1 タイの持続可能な開発への貢献	34
1.5.2 技術移転	35
1.6 調査の実施体制	36
2. プロジェクト実施の立案	37
2.1 プロジェクトの具体的な内容	37
2.1.1 ひまわり栽培	37
2.1.2 BDF 製造プラント	39
2.1.3 BDF 販売	43
2.1.4 BDF 製造・販売計画	44
2.2 ベースライン新方法論	45
2.3 モニタリング新方法論	53
2.4 ベースラインの設定	59
2.4.1 適応可能条件の検証	59
2.4.2 ベースラインシナリオの同定	61

2.4.3 追加性の証明	63
2.5 プロジェクトバウンダリー	64
2.6 プロジェクト実施によるGHG削減量及びリーケージ	66
2.6.1 ベースライン排出量	66
2.6.2 プロジェクト排出量	67
2.6.3 リークエージ排出量	69
2.6.4 プロジェクト実施によるGHG排出削減量	71
2.6.5 不確実性分析	72
2.7 モニタリング計画	75
2.8 環境影響・その他の間接影響	78
2.8.1 環境影響	78
2.8.2 間接影響	81
2.9 利害関係者のコメント	82
3. 事業化に向けて	83
3.1 プロジェクトの実施体制	83
3.2 プロジェクト実施のための資金計画	84
3.3 費用対効果	85
3.3.1 投資分析	85
3.3.2 CO ₂ 排出削減量1トンあたりの費用対効果	86
3.4 事業化に向けての見込み・課題	87
4. バリデーション	88
4.1 バリデーションの経過	88
4.2 OEによるデスクレビュー	89
参考資料リスト	91

参考資料

PDD

PDD 日本語概要

Desk Review Report for Validation

はじめに

京都議定書は、1997年に開催された国際連合気候変動枠組条約第3回締約国会議(COP3)で採択され、2004年11月18日にロシアが批准することを国連に正式に報告したことにより、2005年2月16日に発効されることが決定した。これにより、日本は、2008年から2012年の温室効果ガスの平均排出量を1990年レベルより6%削減しなければならないことになった。しかし、2002年度時点で1990年レベルより7.6%増加しており、削減目標達成のためには13.6%削減していかなければならない。京都議定書には、削減目標達成のための柔軟性措置として、「クリーン開発メカニズム(CDM)」や「共同実施(JI)」等の京都メカニズムを活用する事が盛り込まれており、日本はこれらの措置も視野に入れて排出削減を進める事になっている。しかし、実際にCDM/JIプロジェクトの実施においては、様々なリスクが伴うため、事前に事業実施の可能性に関する十分な調査を行なうことが必要である。

本調査は、タイ・ルーイ(Loei)県でひまわりを資源作物として栽培し軽油の代替燃料であるバイオディーゼル(BDF)を製造する事業に関して、CDM事業としての実現可能性を検討・調査するフィジビリティ調査を行ったものである。

タイでは、運輸部門で消費される燃料の70%は軽油であり、軽油を精製する為に石油を海外から輸入している。そして、その軽油の使用により車輦からの排気ガスによる大気汚染が引き起こされ、深刻な問題となっている。本事業では、カーボンニュートラルの考え方にに基づき、ひまわり油からバイオディーゼルを製造し、軽油の一部を再生可能エネルギーであるバイオディーゼルで代替するため、軽油消費量が減少し、温室効果ガスの削減が期待される。また、バイオディーゼルはクリーン燃料であることから、大気汚染原因物質の発生量が減少し、深刻な大気汚染の問題が軽減する事が期待される。

就業人口の約5割が農業に従事しているタイ国にとって、農業は国民経済を支える主要産業であり、近年の工業化が進むにつれて農業・農村振興が重要な政策の一つとなっている。本事業によるひまわりの大規模栽培は、ひまわり栽培を中心とした農業・農村の活性化に大きく貢献すると考えられる。

このように、本事業は、エネルギーの輸入依存の軽減、温室効果ガスの排出削減、大気汚染の抑制、農業・農村振興という一石四鳥の効果が得られる点が大きな特徴である。

本報告書は、本事業のCDM事業としての可能性を検討し、温室効果ガス削減効果についてフィジビリティ調査報告書としてまとめたものである。

平成17年3月

株式会社パウワウプール

1. プロジェクトの実施に係る基礎的要素

1.1 提案プロジェクトの概要

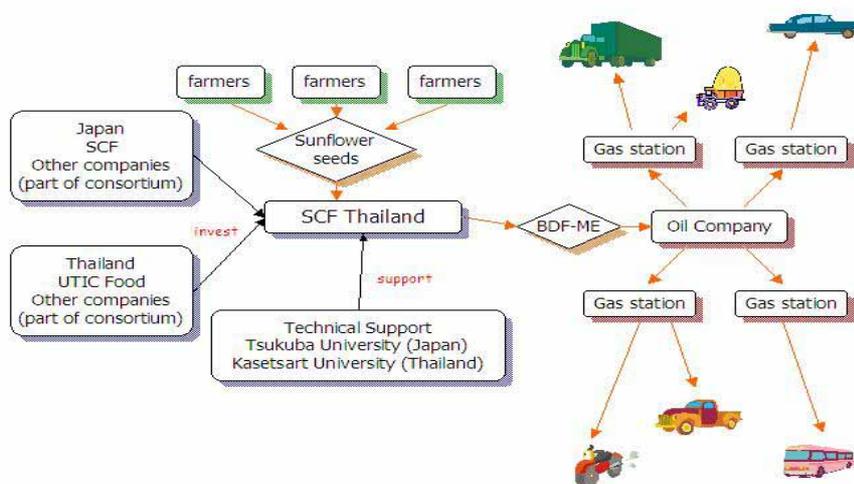
本プロジェクトは、タイ・ルーイ (Loei) 県を対象に、ひまわりを資源作物としたバイオディーゼル (BDF) の製造を行うものである。本プロジェクトは、サンケアフューエルズ株式会社(日本)と UTIC FOODS (THAILAND) Co., Ltd.の共同出資会社 Sun Care Fuels Thailand, Ltd. (SCF Thailand) によって行われ、ひまわり栽培サイト・BDF 製造プラント・BDF 販売サイト、の3つのサイトからなる。

原料となるひまわりの栽培は、ルーイ県中西部に位置するプーア郡 (Phu Rua) に広がる遊休耕地 22,500 ha を対象に、プランテーションを展開していく計画である。種の平均収量 2 t/ha として、年間約 45,000 t のひまわりの種の収穫を見込んでいる。栽培は、現地農家と契約して行い、SCF Thailand は種の最低買取価格を決定しておくことで、収穫した種を独占的に購入する。

BDF 製造プラントは、プーア郡から約 50 km 離れたルーイ県の県庁所在地、ルーイ市に建設予定であり、SCF Thailand によって運転される。BDF 製造プラントは、収穫されたひまわりの種からひまわり油を搾油する搾油施設と、油から BDF を製造する BDF 製造施設を有する。搾油施設は、年間 16,650 t のひまわり油製造能力を持ち、BDF 製造施設は年間 15,000 t (45 t/day、年間 335 日稼働) の BDF 製造能力を有する。搾油後の油粕は、有機肥料としてひまわり栽培地へと還され、BDF の副生成物であるグリセリンは、工業原料として販売される。

製造した BDF は、石油会社へ販売され、首都バンコク等大都市を中心にガソリンスタンドで一般消費者へと供給される。

BDF を運輸用軽油の代替燃料として使用することにより、軽油の使用量が減少し、CO₂ 排出量を減少させることが期待される。



1.2 ホスト国の概要

1.2.1 一般事情

国名 タイ王国 (Kingdom of Thailand)

地理

インドシナ半島のほぼ中央、北緯 5～21 度、東経 97～106 度に位置し、西と北にミャンマー、北東にラオス、東にカンボジア、南にマレーシアと国境を接している。国土面積は 514,000 km²、南北 1,600 km、東西 800 km で、大半を平野が占める。山岳地帯は、四方の国境沿い及び中央部カオヤイ国立公園付近に若干見られるが、険しい山は無い。以下の 4 地域 (北部 (山岳盆地地帯)、中央平野部、東北部 (高原地域)、及び南部 (半島地域)) に大別される。

- | | |
|-------|---|
| 北部 | 比較的気候の涼しい山岳地帯。以前はうっそうとしたチーク林だったが、乱伐の為壊滅状態にある。最近では冷気を必要とする西洋野菜や花の栽培が盛んである。 |
| 東北部 | 降雨量はあるものの土地に保水力がないこと、乾燥していること、土地に塩分を含んでいること等から、不毛の土地と言われている。近年は水路や灌漑施設の開発により、多少は耕作も可能になったが、タイで最も貧困な地域の一つとされる。 |
| 中央平野部 | チャオプラヤ (メナム) 河が流れ、世界でも有数の肥沃な地域である。米の二毛作をはじめ、あらゆる農作物の生育に適している。そのため人口が密集し、首都バンコクもこの地域に含まれる。 |
| 南部 | アンダマン海 (インド洋の一部) とタイ湾に挟まれた半島部で、昔から錫、ゴムの産地として有名である。近年は水産業の他に、パーム油の生産も盛んで、中央部と並ぶタイの富裕な地域とされる。 |

気候

国土の大部分は熱帯モンスーン気候に属し、暑期 (3～5 月)、雨期 (6～10 月)、乾期 (11～2 月) に分かれる。しかし年間の温度差は小さく、3 シーズンの年間平均気温は約 28 である。

- | | |
|----|--|
| 暑期 | 一年で最も暑く、平均気温は 30 。雨量は多くないが、時間に関係無くスコールの様に降り、湿度もかなり高まる。 |
| 雨期 | 連日 30 分から 1 時間程はスコールがあり、蒸し暑い。雨期の終わり頃は、雨が終日降り続く事が多い。平均気温は 29 で、湿度 87 % に達する。 |
| 乾期 | 南部以外ではほとんど雨が降らず、気温も下がって、年間で一番過ごしやすい。ただし北部山岳地帯ではかなり冷え込み、最低気温が 0 近くになることもある。南部では、年間を通して雨が降る。 |

首都 バンコク**人口**

6,423 万人 (2003 年末)

首都バンコクの人口は約 581 万人で、全人口の約 9.2 % を占める。それに続き、東北部のナコンラチャシマー県 259 万人、ウボンラチャタニ県 180 万人、コンケン県 177 万人、北部チェンマイ県 160 万人となっている。反対に人口が最も少ないのは、ミャンマー国境と接する南部ラノン県 16 万人となっている。

また労働力人口については、国家統計局の調査によると 3,548 万人 (2003 年末) で、その内訳を Table 1.1.1 に示す。一般労働人口に対し、農林漁業従業者が 42.0 % と最も多いのが特徴で、次いで製造業、サービス業、商業金融業と続く。

Table 1.1.1 タイの労働力分布 (2003 ~ 2004 年四半期毎) (単位: 千人)

	2003				2004		
	第 1 期	第 2 期	第 3 期	第 4 期	第 1 期	第 2 期	第 3 期
労働力人口	34,077.0	34,735.8	35,310.5	35,483.6	34,803.2	35,529.8	36,291.1
一般労働人口	32,762.3	33,360.7	34,676.4	34,564.8	33,423.6	34,188.9	35,711.3
農林漁業従業者	12,253.9	13,001.5	15,561.3	14,703.6	11,937.9	12,568.3	15,115.4
非農林漁業従業者	20,508.3	20,359.2	19,115.1	19,861.1	21,485.7	21,620.7	20,596.0
季節待機労働人口	345.8	510.0	90.4	279.8	379.5	468.1	30.9
失業者	968.9	865.1	543.7	639.0	1,000.1	872.8	548.9
15 歳以上の非労働人口	13,992.3	13,491.1	13,073.3	13,089.9	14,217.8	13,839.5	13,156.3
15 歳以下の人口	15,725.7	15,702.4	15,678.8	15,664.5	15,736.5	15,774.9	15,749.8

出典: "Report of the Labor Force Survey", National Statistical Office

タイにおける雇用情勢は、1997 年の経済危機直後に内需関連企業を中心に大規模な解雇が行われ失業者が増大した。しかし、地方の農村部に失業者が吸収され職を求めなくなったり、産業が輸出関連にシフトしてその求人が増加するなどしたため、2000 年以降失業率は順調に減少を続け、2003 年末で 1.8 % になっている。なお、タイでは乾期でかつ新規学卒者が労働市場に参入し始める 2 ~ 5 月にかけて失業率が高くなり、農業活動が活発となる 6 ~ 9 月には比較的低くなる、という失業率の季節変動がある。

人種

大多数がタイ族である。タイ族以外で最も多い華僑についてもタイ化が進んでおり、深刻な民族問題は生じていない。マレー族は南部の 4 県に住み、ほとんどがイスラム教徒である。又、山岳地域には少数民族が住んでいる。

言語 タイ語

宗教 仏教 93.3 %、イスラム教 4.8 %、キリスト教 1.65 %

略史

タイ王国の基礎は、13世紀のスコータイ王朝より築かれ、その後アユタヤ王朝（14～18世紀）、トンブリー王朝（1767～1782）を経て、現在のチャックリー王朝（1782～）に至る。1932年の立憲革命により、専制君主制から立憲君主制に移行した。

1.2.2 政治

政体 立憲君主制

元首 プーミポン・アドゥンヤデート国王（ラーマ9世王）
（1946年6月即位、在位57年）

首相 タクシン・シナワット

内閣 タクシン内閣

2001年2月18日に成立し、タイ愛国党・タイ国民党の2党からなる連立内閣である。首相1名及び35名以内の国務大臣（大臣・副大臣）によって構成されている。

タクシン政権は、農民債務返済の3年間のモラトリアム（2001年5月～）、農村基金の設置、一村一品運動の促進等、農民や中小企業を重視した経済政策を促進している。不良債権処理では、国営資産管理会社（TAMC）を設立した（2001年6月）、医療分野においては、1回30パーツで医療が受けられるサービスを全国に導入した（2001年10月～）。これらの諸政策に期待する声もある一方、財源の確保等問題視する向きもある。2003年11月8日、第7次タクシン内閣設立に際し、従来の国家開発党との連立を解消し、現在の愛国党・国民党の2党連立体制となった。

行政組織

タイの行政組織は高度に中央集権化されており、各種の権限は中央機関に集中している。中央行政組織は1府19省よりなり、各省庁には国務大臣及び一部省庁に副大臣が任命されている。2002年10月に省庁改正法に基づき、1府14省から1府19省へと再編され、Ministry of Tourism and Sports、Ministry of Social Development and Human Security、Ministry of Natural Resources and Environment、Ministry of Information and Communication Technology、Ministry of Energy、Ministry of Culture が新設された。

国会

1997年制定の新憲法により、上院（議員数200名、任期6年）及び下院（議員数500名、任期4年）は共に公選と定められた。上院には政治的に中立な機関として監査機能が期待され、三権の長、閣僚、上下院議員の罷免権等強力な権限が付与されている。

地方行政制度

県＝郡＝区＝村という内務省による直接的な監督下にある縦割りの地方行政単位と、自治市町、衛生区、県行政機構、村行政機構、バンコク都、パタヤ特別市という地方自治体が混在している。全部で76県からなり、県知事は内務大臣による任命制であるが、自治市町、衛生区、県行政機構等の地方自治体の首長は公選制である。但し、パタヤ特別市は独自のシティマネージャ制を採用している。

最近の政治情勢

2004年1月初旬から、タイ最南部3県（ヤラー、パッタニー、ナラティワート）で軍・警察施設の襲撃や爆弾・放火事件等が連続して発生、4月には死者113人に及ぶ軍・警察施設の同時襲撃事件が発生した。原因としては、南部分離独立ゲリラの活動、違法ビジネスを巡る利権争い、中央政府に対する住民の反発、国際テロ組織の関与の可能性等、様々な要因が関係していると言われている。政府は、最南部の治安対策を強化するとともに、同地域への経済支援策を発表したが、同地域では依然公務員や一般人への攻撃・爆弾事件が散発している。

南部情勢・鳥インフルエンザ問題に対する政府の対応等に対し、特に野党民主党の地盤である南部と中間層の多いバンコクで批判が高まっており、2004年8月のバンコク都知事選では、民主党候補が大勝した。9月に行われた世論調査では、タクシン首相支持率は48%となり、7月の調査より13%ダウンしているが、好調な経済や草の根経済政策に対する庶民層の支持を背景に、2005年1月の下院任期満了に伴う総選挙でも依然タイ国民党が勝利するとの見方が強い。

1.2.3 経済

経済構造

2003年国内総生産（GDP）は約1,431億ドルで、国民一人当たり2,236ドルになる。これは、ASEAN諸国の中では、シンガポール、ブルネイ、マレーシアに続く第四位の水準である。

タイの産業は、伝統的に農業中心であったが、1985年以降の円高等により急速に工業化が進んでいる。現在でも農業は、就業者の約半分近くを占めているが、輸出におけるウエ

イトをみると約10%、付加価値（名目）ベースでも約10%以下に低下している。一方、製造業は、就業者数の約15～17%を占めるに過ぎないが、輸出の約85%、付加価値（名目）ベースでも約35%を占めるに至っている。

経済政策

‘80年代以降、世界銀行による構造調整政策や企業活動の拡大（多角化、投資競争）に伴って輸出志向型へと経済構造が転換し、政策面でも保護育成政策から自由化政策へと転換が進んだ。しかし、‘90年代の金融の自由化は、結果として短期の資本流入を招き、1997年の経済危機につながった。経済危機後、IMF管理下で破産法整備、国営企業民営化等の改革が進められた。2003年7月には、経済危機の際にIMFから借り入れた総額122.9億ドルの債務の返済が終了したため、IMFがタイ政府に求めた経済改革関連11法（破産法、国営企業法人化等）については、関係省庁によってタイの利益にかなったものであるか見直しの検討を行っている。また、第8次国家経済社会開発計画（1997～2001）及び現行の同第9次開発計画（2002～2006）では、人間を中心とした経済社会開発という理念に重点が置かれ、急速な経済発展によって生み出された都市問題、所得格差、環境問題等に対して積極的に対応を行っている。中小企業育成等による国内産業の強化と、海外投資の積極的な誘致による国際競争力の向上を目指しており、日本政府は積極的な支援を実施している。

2001年2月に発足したタクシン現政権は、従来の輸出主導に加えて国内需要も経済の牽引力とした持続的成長の確保を目指す一方、貧困撲滅と所得拡大による草の根レベルでの国内経済の強化を目指している。具体的政策としては、一村一品政策、地方産業振興のための村落基金、農民債務モラトリアム、マイクロ・クレジットである国民銀行の設立等、ボトムアップ型の内需拡大、地方経済の強化及び貧困対策をとっている。また、中小企業支援、金融システムの整備等による国内産業の強化と海外投資の誘致による国際競争力の強化を打ち出している。その他、貿易市場の拡大のため、各国とのFTAを積極的に推進している。

草の根政策（農民債務モラトリアム、村落基金、一村一品運動）の評価として、国家経済社会開発庁（NESDB）の試算によると、政策により2001年から2003年におけるGDPは0.86%上昇し、金額にして455億600万バーツの浮揚効果があったとしている。

最近の経済情勢

タイ経済は、経済危機の後、1997、1998年ではマイナス成長であった。その後回復に向かったものの、輸出の牽引によるものであり、輸出先の経済動向に左右されやすいものであった（2000年4.6%、2001年1.9%）。2002年半ば以降、低金利、草の根政策（村落基金

等)による内需刺激策による民間消費・投資の拡大と輸出が成長を牽引し、2002年には前年比5.3%の成長を達成した。特に輸出は、中国向けを中心に5%の伸びを記録した。米イラク戦争が早期に終結し原油価格が安定したため、2003年も成長が加速すると思われたが、第2四半期にはSARSの影響による輸出・観光業の不振が響き、成長率の見通しも下方修正された。しかし、後半は再び内需・外需とも回復し、通年での成長率は6.8%と前年を上回る高成長をとげた。

タイのGDPの5割強を占める民間消費は、2001年3.6%、2002年4.1%であったが、2003年上半期で6.3%強と堅調に増加している。堅調な個人消費を支えた要因として、政府による需要喚起策、低い利子率、消費者信用の拡大、高い農業収入、イラク戦争の終結が挙げられる。しかし、2003年3月のSARSの発生は、ホテルやレストランにおける消費を中心に個人消費を鈍化させる要因となっている。

輸出は、2000年に2桁の伸びを記録し、2001年にマイナスに落ち込んだ後、2002年には5.8%の伸びに回復している。2003年に入っても、1~6月期の輸出は、前年比19.1%増と好調である。輸出数量に加え、2002年10~12月期からプラスに転じた輸出価格も輸出額の増大に寄与している。特に、農産物、半導体等の価格好転が影響している。品目別では、農産物輸出の伸びが著しい。SARSの影響で中国産チキンに代替し、タイ産チキンへの需要が、日本、欧州で高まったことが大きい。

製造業の設備稼働率は、経済危機以前の70~80%台の水準にまでは達していないものの、徐々に回復している(2003年9月64.8%)。

金融機関の不良債権(NPL)は、1998年以降処理に向けて取り組み、国営資産管理会社(TAMC)への移管によって、47.7%(1998年5月)から10%強(2002年11月末)まで低下した。これまでの金融機関救済に伴うコストも国債発行という形で手当されることになっている。

2004年の経済情勢は、低い金利水準、草の根政策等による内需拡大策、アメリカや日本の景気回復等強い外需要因等により、消費者、投資家にわたる高いコンフィデンスが維持されている。

需要項目別に成長への寄与をみると、個人消費の寄与が大きく(成長率の約半分は個人消費)ついで民間投資の寄与も大きい。個人消費の状況を分析すると、自動車等の販売の伸びが大きい。また、好調な個人消費を支えている要因の一つとして、農家収入の上昇が挙げられる。収入上昇の要因を分析すると、生産面の拡大と価格面での上昇による寄与が大きい。これは、強い外需圧力、国際市況の回復によって米、天然ゴムの価格が上昇したことによるものである。また、政府による内需刺激策、低金利の継続、消費者信用の拡大が個人消費を支える要因となっている。設備稼働率は、2004年3月には79.7%と瞬間的に経済危機前の設備稼働率の水準(1995年77.5%)に到達し、第一四半期で76.5%、第二四半期で71.2%と高い水準にある。なお、乗用車・同部品、家電、鉄鋼、鉄鋼部品等の産業の設備稼働率は経済危機前の水準を超えている。

しかし、鳥インフルエンザ等による食品価格の上昇、原油価格の高騰に伴うガソリン等エネルギー価格の上昇によって、消費者物価は急激に上昇してきており、10月の時点で消費者物価上昇率は3.5%である。

2004年12月26日に発生したスマトラ沖地震による津波は、世界的なリゾートとして知られるプーケットなど南部6県に壊滅的な被害をもたらし、2005年1月10日現在死者5,305人、負傷者8,457人、行方不明者約2,200人に達する。経済への影響は、特に南部の観光産業が破壊されており、6県の観光業の被害総額は300億～400億バーツに上るとみられている。特に年末年始のシーズンには、南部6県で30万～40万人の観光客が見込まれていたが、安否の確認が取れていない。また、津波によるサンゴ礁の破壊など環境の変化で、タイ近海の魚類の生息分布が変化する可能性も指摘されている。しかし、タイの国家経済社会開発委員会(NESDB)は、被害総額がGDPの0.35～0.4%に相当するものの、経済自体は順調であるので、2005年の成長率予測(5.5～6.5%)を修正する必要がないとしている。

Table 1.2.1 に近年のタイの主要経済指標を示す。

Table 1.2.1 タイ主要経済指標

主要項目(単位)	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年
GDP(億ドル)	1,511	1,119	1,220	1,220	1,192	1,265	1,431
一人当たりGDP(ドル)	2,503	1,829	1,974	1,964	1,848	2,006	2,236
実質経済成長率(GDP)(%)	1.4	10.8	4.2	4.4	2.1	5.4	6.8
消費者物価上昇率(%)	5.5	8.1	0.3	1.6	1.6	0.7	1.8
失業率(%)	1.9	4.4	4.2	3.6	3.2	2.2	2.0
外貨準備高(億ドル)	269.7	295.4	347.8	326.6	330.5	389.2	421.0
対外債務残高(億ドル)	1,093	1,050	952	797	675	595	523
DSR(%)	15.7	21.4	19.4	15.4	20.8	19.6	16.0
国際収支(億ドル)							
輸出	567.2	528.7	568.0	678.9	632	661	781
輸入	613.5	406.4	457.3	624.2	606	634	741
貿易収支	46.3	122.3	92.7	54.7	26	27	40
経常収支	31.1	142.9	124.7	93.3	62.1	70.0	79.8
総合収支	43.4	97.4	79.1	102.6	46.3	41.9	80.0
対日貿易(億ドル)							
輸出	87.3	74.7	82.3	101.9	100.0	99.5	114
輸入	161.6	101.7	122.4	148.4	138.4	148.0	181
貿易収支	74.3	27.0	40.1	46.5	39.2	49.0	67
為替レート(バーツ/US\$)							
最低賃金	31.4	41.4	37.8	40.2	44.5	43.0	41.5
	170バーツ/日(バンコク、2004年1月に改訂)						

出典； Bank of Thailand, and National Economic & Social Development Board

貿易構造

タイは、原材料・資本財を輸入して、それをタイ国内において、加工・製品化し、あるいは中間財として他国に輸出している。2003年の輸出額が784億ドル、輸入額は742億ドル、貿易収支は40億ドルの黒字である。主な輸出品目としては、コンピュータ、集積回路、自動車・部品、天然ゴムであり、主要相手国は、1. 米国、2. 日本、3. シンガポール、4. 中国、5. 香港、の順となっている。輸入に関しては、電気機械・部品、産業用機械、原油、化学製品、集積回路が主な輸入品目であり、相手国は、1. 日本、2. 米国、3. 中国、4. マレーシア、5. 台湾、の順となっている。

サービス・移転収支を含めた経常収支は、79.8億ドルであり、GDP比で4.6%である。資本収支は、マイナス84億ドルであり、GDP比マイナス5.9%である。

1.2.4 農業

農業概要

タイはもともと農業を経済の基盤として発展してきた国であるが、'80年代後半以降、急速に工業化が進展したことに伴い、国内総生産や輸出に占める割合は低下傾向にある。しかし、農業は依然として国民経済を支える主要産業の一つであり、就業人口の約5割が農業に従事している。最近では、輸出の形態が一次産品から加工度を上げたものへとシフトしてきたことに伴い、アグロ・インダストリーが重要な産業として育ってきている。アジア経済危機後、産業全体が依然として厳しい環境にある中、鶏肉、米を中心に好調な産業となっている。また、タイの農業は、都市の労働力のバッファ的な役割を担っており、景気変動によって製造業等の労働者の変動を農村の労働力で調整し、いわば労働力の安定措置（スタビライザー）となっている。

主要作物は米であり、収穫面積、生産量ともに他の作物を大きく引き離している。タイの米輸出量は全世界の米輸出の3割近くを占め、世界一である。作付面積では、米に次いでキャッサバ、メイズ（トウモロコシ）、天然ゴム、サトウキビ、マングビーン（緑豆）、大豆、油やし、パイナップル、コーヒー等となっている。農業生産額から見ても米は約3割を占め、次いで天然ゴム、果実、野菜、サトウキビ、キャッサバ等となっている。

農業の現状

土地資源

国土面積に占める農地の比率は、'50年代に15%程度であったが、人口増加や輸出量の増大に伴い耕地を拡大し、1991年には41%となった。それに伴い、約60%を占めていた森林が、1991年には27%にまで激減していった。政府も、農業生産の発展の為に、

第4次国家経済社会開発計画（1977～1981）までは主に「農地の拡大」を推奨していたが、第6次開発計画（1987～1991）からは、「生産効率の向上」に政策転換を行った。また、森林減少が及ぼす洪水や干ばつの増大等の深刻な影響に考慮し、国土の25%を保護森林として、国土の40%を森林地として維持する国家森林政策を1985年に制定するとともに、1989年には森林伐採禁止令を発布した。

更に、東北部や北部の土壌は浸食されやすい為、農地拡大に伴い土壌浸食が進行している。不法開墾された焼畑利用跡地の荒廃地や耕作放棄地などが大面積で残されている。また、酸性硫酸塩土壌や塩類集積土壌が広く分布しており、作付け可能な農作物が制限される等の問題が生じている。

酸性硫酸塩土壌は、チャオプラヤ河流域の低地を中心に約150万ha程度分布している。感潮域の堆積物中に大量の硫化物が蓄積されることがその要因とされている。土壌水のpHは高い酸性となるため、作物育成上の阻害要因になり、農地としての適性は高くない。しかし、水稻は比較的酸性に強い作物である為、水田に利用される事が多い。

塩類集積土壌は、東北部に広く分布し、25%の土壌において何らかの形で塩類集積の影響が見られる。特に、コラート（Khorat）やサコンナコン（Sakhon Nakhon）を中心とする深部に岩塩層が存在する地域においては、近年森林の破壊により地下水供給が減少し、塩水の地下水面が上昇して作物の根域まで押し上げられ、作物栽培に影響を与えている。

水資源

北部や東北部の年間降水量は1,200～1,300mm程度で、稲作にぎりぎりの水量である。海拔100～200mの緩慢な起伏の地形で、台地の高所は畑地としてキャッサバやケナフ等の栽培と家畜の放牧地になっている。極限まで開墾が進んでおり、地形上大規模な水源開発が困難であるため、灌漑システムは溜池や小河川堰等の小規模なものに限られている。このように東北部は国内で最も水資源の乏しい地域であり、農業生産性が低い要因になっている。

中央平野部では、'50年代の大チャオプラヤ事業により、大規模ダム・基幹水路が建設されて自由に灌漑・排水が出来る様になったため一気に稲作が広がり、国内で最も豊かな穀倉地帯となっている。

一方、南部は南西モンスーンの影響で、年間降水量が3,000mmを越える所もある。他の地域に比べ灌漑の必要性は少なく、天然ゴム、やし類が主要作物である。

'80年代以降、都市への人口集中と、第2次、第3次産業等の経済活動の拡大に伴い都市用水や工業用水の需要が増大しており、ダム開発が必要とされている。しかし有望な適地あっても環境問題や水没地域に対する補償問題により、実現しにくい状況となっている。このように、用水の需給ギャップは急激に拡大する傾向にある。

農業地域格差

2002年の年間一人当たり所得は、全国平均3,913バーツであり、バンコク及びその周辺が8,509バーツ、東北部が2,484バーツと大きな地域間格差が存在している。東北部では農業が主な産業であるにも関わらず、水資源が乏しく灌漑面積も少ない上に問題土壌や土壌浸食等の悪条件が重なっており、農業生産性が低く農産物の多様化が進まない事が、農業所得低迷の主因と言われている。

農業政策

農業が主要な産業であることから、農村の雇用創出及び農業の所得向上への政策が、国全体の経済政策として求められている。現タクシン政権が今後取り組むべき課題の1位に雇用安定が挙げられ、農村への雇用創出にかかる期待が大きくなっている。第9次国家経済社会開発計画（2002～2006年）の農業政策では、農家の収入増加の為に7項目が発表されている。

- 1) 農産物の品質向上、品種改良による生産拡大
- 2) 灌漑施設の充実と土地配分の均等化
- 3) 輸出向け農産物の生産所（農業経済ゾーン）の設置
- 4) 一村一品運動による農産物付加価値の向上
- 5) 新商品の開発による雇用創出
- 6) 衛生・ポストハーベスト問題に対する研究促進と消費者のニーズにあった商品開発
- 7) 農業インフラ整備

この政策によって、農家の年間所得は平均2%、第1次産業のGDPも1.9%の上昇を見込んでいる。現在実施している農民の債務返済繰り延べ政策は、債務の元本と利子の支払いを3年間延期させることだけであり、根本的解決にはならない。そのため、政府は債務繰り延べに応募した農民に対しコストと利益の概念を把握するための簿記の作成方法を指導し、貯蓄と投資の重要性を指導している。

1.2.5 エネルギー

エネルギー概要

経済危機後、タイの経済状態が改善されてくるにつれ、エネルギー消費も堅調な増加へと転じ、2003年の一次エネルギー消費量は石油換算6,750万トンとなった。特に天然ガスと石炭の増加が著しく、2002年の消費量と比較しても2003年には天然ガスが7.2%、石炭

が27.0%の増加率となった。石油の消費量は2001年までは低下傾向にあったが、2002年から増加に転じ、2003年度は前年比5.9%の増加であった。2003年の消費エネルギー構成比は、石油46%、天然ガス37%、リグナイト7%、石炭7%、水力3%であり、依然石油の占める割合は大きい。

一方、2003年の一次エネルギー供給量は石油換算7,700万トンで、総消費量の65%を輸入が占める。特に輸入全体の82%は原油で、国内で供給される原油の85%が輸入されている。エネルギー供給の約37%を占める天然ガスは、75%以上をタイ国内で産出している。

Table 1.2.2 タイの一次エネルギー需給 (単位；原油換算万トン)

	1999	2000	2001	2002	2003
国内生産量 (前年比%)	2,739.2 + 4.5	2,943.3 + 7.5	2,972.1 + 1.0	3,157.4 + 6.2	3,357.5 + 6.3
原油	170.0	289.7	309.6	377.9	481.7
コンデンセート	225.9	237.7	236.0	244.5	285.2
天然ガス	1,671.0	1,750.5	1,707.2	1,784.7	1,892.1
リグナイト	596.6	535.0	582.3	586.8	538.5
水力	75.7	130.4	137.1	163.5	160.0
輸入量 (前年比%)	3,286.8 + 5.7	3,410.7 + 3.8	3,774.0 + 10.7	3,973.7 + 5.3	4,345.3 + 9.4
原油	3,494.8	3,215.6	3,391.4	3,399.1	3,549.2
コンデンセート	- 58.8	- 22.1	- 17.4	- 22.8	
石油製品	-375.1	- 217.1	- 380.5	- 332.1	- 286.8
石炭	205.0	260.9	309.3	350.2	444.7
電気	19.6	25.4	24.9	24.3	21.4
天然ガス	1.4	147.9	446.4	555.0	618.8
在庫変動	- 230.9	- 57.8	- 42.3	- 34.5	- 147.5
消費量 (前年比%)	5,616.9 + 3.1	5,722.4 + 1.9	6,017.8 + 5.2	6,411.5 + 6.5	6,756.5 + 5.4
石油製品	3,056.4	2,894.4	2,802.6	2,946.1	3,118.4
天然ガス	1,672.4	1,898.2	2,153.0	2,338.9	2,508.2
石炭	205.0	260.9	309.3	350.2	444.7
リグナイト	587.8	513.0	591.0	588.5	503.8
水力・電気	95.2	155.9	161.9	187.8	181.4
GDP (億ドル)	1,220	1,220	1,192	1,265	1,431
輸入量 / 消費量	0.59	0.60	0.63	0.62	0.65

出典； Energy Policy and Planning Office

2001年にEnergy Policy and Planning Office (EPPO)が作成した15年間の一次エネルギー需要の見通しによると、一次エネルギー総消費量の伸びは、2001年の3.6%から2002~2006年には年平均5.6%にまで加速し、その後はやや鈍化するが、2016年まで4%以上の高い増加率が続く。また、2016年時点での一次エネルギーの構成は、石油が43%、ガスが26%と2001年比のほぼ横ばいだが、石炭は2001年の11%から18%に増加する。代わって薪などの再生可能(非商業)エネルギーは、16%から12%にまで低下する見通しである。

石油

タイは小規模ながらも石油産出国であり、主に東北部及びタイ湾沖に油田が分布している。2004年末時点で、PTT E&P社等国内外の企業33社が採掘権を持ち、21カ所の油田で採掘を行っている。しかしながら2002年末までに確認されている原油埋蔵量は、6億バレル(8,220万トン)で世界シェアの0.1%と低く、可採年数は9.6年と予想されている。そのため国内で消費される原油の大半は、アラブ首長国連邦やオマーン等の中東アジアから輸入している。

原油は大半がタイ国内で精製され、石油製品として使用されている。石油製品の内、46%が軽油であり、主として運輸用燃料として使用されている。運輸用燃料の内、80%近くを軽油が占め、タイではガソリン車と比較してディーゼル車が最も普及している事が分かる。また農業部門でも、農業機械用燃料の90%を軽油が占めている。

Table 1.2.3 2003年度石油製品需給 (単位：石油換算万トン)

	国内で精製	輸入	販売	輸出
ガソリン	745.6	12.0	658.9	95.6
レギュラー	402.3	12.0	392.7	21.7
プレミアム	343.2		266.2	74.0
灯油	60.2		3.1	9.4
軽油	1,655.0	52.2	1,514.6	185.4
HSD (高速ディーゼル)	1,645.9	52.2	1,506.0	
LSD (低速ディーゼル)	9.0		8.6	
ジェット燃料	367.4	3.7	324.6	48.2
燃料油	524.8	18.2	430.7	67.3
LPG (液化石油ガス)	533.4		345.4	123.0
合計	3,886.3	86.1	3,277.2	529.0

出典； Energy Policy and Planning Office

Table 1.2.4 石油製品利用分野 (単位：石油換算万トン)

	1999	2000	2001	2002	2003
農業	285.0	279.0	284.4	302.8	330.3
鉱業	6.7	1.1	1.6	1.6	2.2
製造業	386.4	402.8	389.9	416.1	426.1
電力	339.6	213.2	67.6	60.7	65.3
建設業	23.0	14.7	12.6	14.6	14.8
住宅用及び商業用	199.4	221.4	233.7	235.5	240.9
運輸	1,924.6	1,898.7	1,965.6	2,069.5	2,198.5
合計	3,164.7	3,030.9	2,955.3	3,100.8	3,278.2

出典； Department of Alternative Energy Development and Efficiency

天然ガス

タイの主要な国産エネルギー源である天然ガスは、石油と同じく北東部及びタイ湾沖に分布している。その埋蔵量は、2002年末時点で、3,800億 m^3 、世界シェアの0.2%で、可採年数は20年と言われている。エネルギー輸入依存度を抑制する為の政策として天然ガスの探鉱及び消費促進がうたわれており、2002年度の国内自給率は76.3%に達している。輸入については、ミャンマーとの間で天然ガス輸入プロジェクトがあり、1998年よりヤナダガス田からの引き取りを開始し、2000年にはイェタグンガス田からの輸入を開始している。このプロジェクトは2028年まで続く予定である。また、将来の天然ガス需要に対応するため、新規の天然ガス開発計画として、JDA(タイ・マレーシア共同開発鉱区)における開発プロジェクトを1991年に両国間で締結し、推し進めている。

天然ガスは、主に発電用としての利用が大きく、発電量の70%近くを天然ガスに依存している。1999年に内閣から発電用燃料として天然ガスを推奨する案が承認され、石炭や石油による発電計画も、天然ガスへ変更するよう要請されている。政府による2016年までの需給予測では、2016年には2002年需要の1.4倍にまで増加すると見込まれている。今後30年間は天然ガスの自給を維持することを目的として国内のガス田開発を積極的に推し進めるものの、天然ガスの自給率は2016年には65%まで低下する見込みである。

Table 1.2.5 2003年度利用分野 (単位：石油換算万トン)

	2002	2003
産業	174.5	197.7
電力	1,852.6	1,946.5
運輸	0.6	1.3

出典； Department of Alternative Energy Development and Efficiency

石炭

石炭は、国内に褐炭(リグナイト)を中心に埋蔵しており、2002年度末時点で1960万トンの埋蔵量が確認され、世界シェア0.1%、64年の可採年数が考えられている。

2003年は、北部を中心に7県12炭鉱で、188億トン産出した。輸入については、インドネシア、オーストラリア、ベトナムから710万トン輸入した。その値は、前年と比較して27%増加した。輸入石炭は良質で、発電やセメント原料に利用されている。国内で産出されるリグナイトは、発電やセメント産業、製紙産業で利用されている。

Table 1.2.6 2003年度利用分野 (単位：石油換算万トン)

	2002	2003
産業	488.4	441.8
発電	433.5	498.7

出典； Department of Alternative Energy Development and Efficiency

再生可能エネルギー

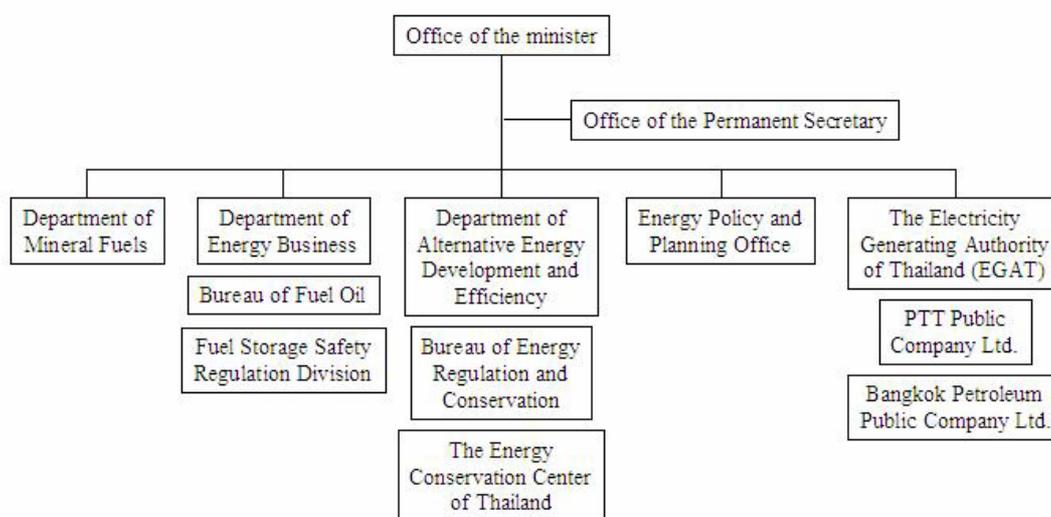
2003年に生産された再生可能エネルギーは、1,481.8万トン（石油換算）で、2002年より7.2%上昇した。エネルギー源は、68.3%を木材燃料が占め、バガス（22.2%）、籾殻（9.5%）と続く。2003年の消費量は、975.1万トン（石油換算）で、2002年より7.8%増加し、最終エネルギー消費量の16.3%を占めた。主に、サービス業等の商業用、産業用で利用された。

再生可能エネルギーは、輸入依存型のエネルギー供給を改善し、CO₂排出抑制等環境負荷の低減にもつながるため、政府のエネルギー政策においても利用促進の方針が打ち出されている。

エネルギー政策

政策担当機関

タイのエネルギー関連政策機関は、従来首相府、工業省、内務省、財務省、科学技術環境省にまたがっておかれていたが、2002年のタイ省庁改正法に基づき、新たにエネルギー省が創設された。エネルギー省の組織図を Fig.1.2.1 に示す。



出典； Ministry of Energy

Fig. 1.2.1 エネルギー省組織図

Department of Mineral Fuels は、タイにおける石油・ガス上流部門を管轄し、探鉱・開発契約にあたって契約当事者となる。Department of Alternative Energy Development and Efficiency は、省エネ、再生可能エネルギーの研究・開発にあっている。Energy Policy and Planning Office (EPPO) は、エネルギー需給のモニタリングと、国の開発5カ年計画に沿ったエネルギー政策の立案・実施・評価までを担当している。国内のエネルギー不足を防ぎ、価格安定化を図る目的のための Oil Fund もこの EPPO が運営している。この他、電力

公社 EGAT (旧首相府直轄) 石油公社 PTT (旧工業省管轄) Bangkok Petroleum Public Company (旧財務省管轄) もエネルギー省の直轄となった。

基本政策

1996 年 10 月に制定された第 8 次経済社会開発計画 (1997~2001) を踏まえ、1997 年 7 月に発表された開発計画では、主要エネルギー政策目標として、エネルギー安定供給の確保、エネルギーの効率的・経済的な利用促進、エネルギー産業への競争原理の導入と民間の役割拡大、エネルギー開発における環境問題の防止と解決の促進、の 4 点が挙げられた。これらの目標達成のための具体的な課題としては、国内資源開発に必要な大規模投資の確保、エネルギー (石油) 輸入抑制につながる需要管理や省エネ・再生可能エネルギー開発促進、備蓄体制の整備・強化 (国家備蓄制度の早期創設) が指摘された。また、エネルギー部門の構造改革についても、1998 年に制定された国営企業改革の一環として進められている。

2001 年 10 月には第 9 次経済社会開発計画 (2002~2006) が承認された。ここにはエネルギー政策として特筆すべき内容は含まれていないが、これに先立つ 2001 年 2 月にタクシン首相が行った政策演説においては、エネルギー分野の重点課題として、国内資源である天然ガスの利用促進、代替エネルギーの研究開発・利用促進、産業の競争力強化に資するようなエネルギー産業構造改革、の 3 点が挙げられた。

エネルギーセキュリティ政策

タイの石油備蓄に関しては、現時点では国家備蓄制度は存在せず、石油会社に課せられた備蓄義務 (精製・販売量の 5% または 18 日分) のみである。現時点での義務備蓄量は、国内消費の約 36 日相当であり、これに石油会社の運転在庫 (10~15 日分) を加えて、国内消費の 40~50 日分となっている。なお、2002 年末から 2003 年上期にかけての中東情勢の緊迫化に際して、タイ政府は石油会社への備蓄義務を現状の 5% から引き上げることはしなかった。

輸入エネルギーへの依存度を抑制するため、タイ政府は国内資源開発の促進を目指している。石油については、技術移転による石油探鉱・開発・生産の効率化を目的として、外国石油企業との合併による開発が奨励されている。ガス分野では、マレーシアとの間での共同開発 (JDA) が進展中である。また、石炭についても民間への開発プロジェクトの認可プロセスの短縮を図っている。

国内エネルギー価格安定化のための措置として、タイでは石油製品価格がコントロールされている。タイの石油製品価格には、付加価値税、地方税の他に Oil Fund 課徴金が含まれている。この Oil Fund は、ガソリン・ディーゼルなどの小売価格に上乘せして徴収したファンドを、主に家庭での調理用に使われる LPG 価格抑制の原資に充てている。また、国際原油価格の高騰や通貨パーツの減価により国内燃料価格が大幅に上昇した場合に、産業や国民生活への影響を緩和するため、石油会社への還付を通じて小売価格引き上げを抑

制する目的で使われる。1999～2000年の国際石油価格高騰の際に還付が行われ、Oil Fundは1999～2001年にかけて赤字を計上した。また、2002年末から2003年初のイラク戦争懸念に伴う国際石油価格高騰に対しては、2003年2月に政府は全ての石油製品価格をリットルあたり0.3パーツ下げた価格で固定した。固定価格を超過した差額はOil Fundから各事業者を支払われ、この費用は一日あたり2,000万パーツに上るものとみられ、Oil FundへはGovernment Saving Bankが約80億パーツの緊急貸付を行った。2004年1月10日からは、リットルあたりの価格をプレミアムガソリン16.99パーツ、レギュラーガソリン16.19パーツ、軽油14.59パーツに固定し、その差額をOil Fundが支払っている。5月以降ガソリンへの支援額は徐々に減らされ、10月21日以降は市場価格と連動している。一方、軽油価格は、軽油が運輸用燃料の80%を占めタイの流通を担っており、国民生活への影響が大きいとの判断から、2005年3月まではリットルあたり14.59パーツの固定価格を採用することが決定している。2004年度のOil Fundの負担額は、約700億パーツに達するとみられている。

再生可能エネルギー政策

再生可能エネルギーの研究・開発は、Department of Alternative Energy Development and Efficiencyが担当している。再生可能エネルギーには、太陽光、風力、バイオマス、水力が含まれる。このうち、水力発電は、1964年に利用が始まった。タイの水力発電能力は15,155MWであり、2001年4月時点でEGATが2,800MW、PEA(Provincial Energy Authority)が49MWを利用していた。

1.2.6 温室効果ガス排出量

タイにおける最初のGHGインベントリーは、1990年度に関する値で、続いて1994年、1998年度に関して算出された。1994年のインベントリーからは、IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)のガイドラインに従って計算されている。Ministry of Science, Technology and Environment(MOSTE、現在のMinistry of Natural Resources and Environment, MNRE)は、2000年に”Initial National Communication”をUNFCCC(United Nations Framework Convention on Climate Change)に提出し、1994年度のインベントリーが報告されている。

1994年の主なGHG排出源は、化石燃料等燃料の燃焼で、次いで土地利用変化と林業、産業プロセスと続く。特に、燃料燃焼によるCO₂排出量は、総CO₂排出量の半分を占める。CH₄に関しては、農業、特に稲作からの排出量が多く、全体の73%を占める。その他のGHGは、CO₂やCH₄と比較して、その総量は非常に小さい。

Table 1.2.7 GHG インベントリー (1994年) (単位: Gg = 10⁶ g)

GHG 排出及び吸収源	CO ₂		CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NMV OC
	排出	吸収					
総排出・吸収量	241,030.55	-39,101.60	3,171.35	55.86	286.65	555.11	2,513.30
1. エネルギー	125,482.80	0.00	196.55	0.83	271.85	33.90	0.72
A. 燃料燃焼	125,482.80	0.00	2.85	0.83	271.85	33.90	0.72
エネルギー& エネルギー変換産業	45,529.30		2.07	0.10	155.30	14.70	0.00
産業、鉱業、建設	30,824.20		0.61	0.58	113.90	17.10	0.00
運輸	39,920.40		0.09	0.00	0.26	1.30	0.70
商業	890.50		0.02	0.08	0.87	0.20	0.00
住居	3,469.40		0.06	0.06	1.37	0.50	0.00
農業	4,849.00		0.00	0.01	0.15	0.10	0.02
B. 一時的排出			193.7				
固体燃料			16.02				
石油&天然ガス			177.68				
2. 産業プロセス	15,970.40		0.31				2,512.58
3. 農業			2,879.10	54.62			
A. 消化発酵			629.53				
B. 肥料管理			139.64	19.19			
C. 稲作			2,110.53				
D. 農地				35.43			
E. 野焼き							
F. 焼畑							
G. その他							
5)土地利用変化& 林業	99,577.35	-39,101.60	59.57	0.41	14.80	521.21	
A. 土地利用変化 森林貯蔵	40,180.51	-39,101.60					
B. 森林、 牧草地転換	59,396.84		59.57	0.41	14.8	521.21	
C. 管理地の放棄							
D. その他							
5. 廃棄物			35.22				
A. 固体廃棄物 処分			19.57				
B. 廃水処理			15.65				

出典 ; Center for Applied Economic Research, 2000

1994年のGHGインベントリーに基づいて、地球温暖化係数(GWP)から総GHG排出量を換算した。総量は、CO₂換算で286 Tg (Tg = 10⁹ g = 10³ Gg)であり、そのうちCO₂、CH₄がそれぞれ71%、23%を占める。

Table 1.2.8 CO₂換算のGHG排出量(1994年)

	排出量(Gg)	地球温暖化係数	CO ₂ 換算量(Gg)	%
CO ₂	201,928.95	1	201,928	70.64
CH ₄	3,171.35	21	66,598	23.30
N ₂ O	55.86	310	17,317	6.06
総量			285,843	100.00

1990～1998年のCO₂排出量の変動を見ると、年平均500万トンで増加しており、主に1990～1994年の増加率が大きい。1994年以降は年平均100万トン以下で増加していた。これは、政府による省エネや森林面積の増加等といった政策努力が結果に表れたものと考えられる。どの年のインベントリーでも、エネルギー分野の排出量が50%以上を占め、年々増加している。一方、土地利用変化や林業からの排出量は徐々に減少している。

Table 1.2.9 1990、1994、1998年のCO₂インベントリー (単位：Gg)

	1990	1994	1998
CO₂総排出量	163,995.74	201,928.95	204,292
エネルギー	76,731.25	125,482.80	143,817
産業プロセス	9,806.72	15,970.40	10,592
土地利用変化&林業	77,457.77	60,475.75	40,883

1990～1998年のCH₄排出量の内、主な排出源は農業である。期間中の農業からの排出量は、大きく変動する事は無かった。これは、低地での稲作が安定していたことによる。タイ政府は、政策として栽培穀物の多様化を掲げており、農業からのCH₄排出量の減少にも繋がると期待されている。

Table 1.2.10 1990、1994、1998年のCH₄インベントリー (単位：Gg)

	1990	1994	1998
CH₄総排出量	2,746.37	3,171.35	3,787.22
エネルギー	117.57	196.55	375.24
農業	2,454.22	2,879.10	2,703.00

1990年のエネルギー分野からのCO₂排出量の内、大きな割合を占めたのは、エネルギー変換(発電プラント)と運輸であり、それぞれ3分の1ずつ占めていた。また、17%を産業・鉱業・建設が、10%をその他がそれぞれ占めていた。この割合は時間とともに変化し、1994年には、運輸やその他の比率が低下し、産業が上昇した。エネルギー変換については、1990年から1994年までは変化しなかったが、1998年には上昇した。エネルギー分野の総CO₂排出量については、継続して増加傾向にある。

Table 1.2.11 1990、1994、1998年のエネルギー分野のCO₂排出量 (単位:Tg)

	1990	1994	1998
エネルギー変換	28.2 (36.8%)	45.5 (36.3%)	57.5 (39.9%)
産業・鉱業・建設	12.8 (16.7%)	30.8 (24.5%)	29.0 (20.2%)
運輸	27.6 (36.0%)	39.9 (31.8%)	48.0 (33.4%)
その他 (商業・住居・農業)	8.0 (10.4%)	9.2 (7.3%)	9.3 (6.5%)
エネルギー分野総量	76.7 (100.0%)	125.5 (100.0%)	143.8 (100.0%)

1.2.7 地球温暖化対策に関わる取り組み

タイのGHG排出量は、世界の1990年排出量の1%にも満たないが、タイは熱帯地域の発展途上国であるので、気候変動に対して非常に影響を受けやすい。また、人口の半分以上が農業に従事しており、気候変動が起これば国民の生活に深刻な影響が出るため、地球温暖化対策に熱心に取り組んでいる。

タイは、1992年6月に気候変動枠組条約(UNFCCC)に署名し、1994年12月に批准、翌1995年3月にタイに対して条約が発効された。タイ最初の国別報告書(Initial National Communication)は、2000年11月にUNFCCCに提出され、1994年のGHGインベントリが示された。

また、1999年2月に京都議定書に署名し、2002年8月に批准した。この中でタイは、非附属書I国であり、温室効果ガス削減義務を負わない。CDM(Clean Development Mechanism)については、国家戦略スタディ(National Strategy Study)が終了し、現在制度の作成を行っているところである。日本とは、数件の共同実施活動(AIJ)のパイロットフェーズプロジェクトを実施している。

タイ国内の地球温暖化対策

タイは、温暖化対策として、エネルギー効率の改善、代替燃料と再生可能なエネルギーの開発、植林と森林保護を進めている。

エネルギー効率改善

エネルギー効率改善へ向けての重要な政策の一つが、DSM(Demand-side Management)プログラムである。DSMプログラムは、第7次国家経済社会開発計画中に行われ、1994~1998年の5年間で、省エネルギー電気1,427GWh、及び1.06TgのCO₂排出量の削減

を目標とした。このプログラム結果は非常に良好で、省エネルギー電気とCO₂排出量をそれぞれ目標値の1.65倍削減させる事ができた。その後の第8次開発計画でも継続され、現在、第9次開発計画では、“Divide by Two Campaign”として、各家庭での電力消費の削減を呼びかける省エネプログラムが行われている。

また、1992年からは、統括的な省エネルギープログラムに着手し、以下の目標を掲げている。

- ・ エネルギー利用効率の増進
- ・ 再生可能エネルギー源の開発と利用
- ・ 省エネルギー技術の開発と普及
- ・ 生物資源の持続可能な利用と環境保護の促進

代替燃料と再生可能なエネルギー

国内で使用される化石燃料や石炭を徐々に代替燃料へと置換して行く事を目的とし、今後IPP (Independent Power Producer) やSPP (Small Power Producer) の役割は大きくなると考えられる。政府は電力開発の効率化において、民間企業の貢献が重要であると見なしており、再生可能エネルギー源(農業廃棄物や廃パーム油等)を利用したSPPに5,000万USドルにのぼる補助金を出す等の促進策を行っている。

運輸部門の効率化

政府は、これまで運輸部門の効率を上昇させ、大気汚染を軽減する政策を行ってきた。例えば、GHG排出の少ない液化石油ガスや天然ガスの公共バスやタクシーでの利用促進、軽油や排気ガスの規制値を厳しくする等に取り組んできた。今後も、タイで初の地下鉄が2004年8月に完成し、大量輸送交通機関として、運輸の効率化を促進すると予想される。

植林と森林保護

森林を保護する事は、CO₂の吸収量を増加させる。タイ政府にとっても、内陸や沿岸部の森林資源を保護する事は重要であり、1970年代から国内の森林面積を拡大する政策に取り組んできた。植林プログラムは、第1次国家経済社会開発計画から現在まで、一貫して重要な位置付けである。初期の植林の目的は、伐採による損失を補う事であったが、現在では、その目的は森林の保護へとシフトしている。

森林保護政策は、国内の社会経済状況の悪化等によって制約を受けるかもしれないが、タイ政府は、どんな制約があろうともこの政策を続ける意向である。

1.3 ホスト国の CDM/JI に関する政策・状況

タイ政府は、2003年1月、CDMに関する方針を発表した。その中で、タイの気候変動に対する基本的な方針は、気候変動枠組条約と京都議定書の原則に従う事、としている。その原則に従って、非附属書I国であるタイ政府は、「附属書I国（Annex-I）は、主として自国内での努力によってGHG排出削減を行うべきであり、京都メカニズムは補助的なものである」という立場をとっている。

しかしながら CDM は、附属書I国にとっては責任を果たす事ができ、非附属書I国にとっては持続可能な開発を進める事が出来る点で、両者が利益を得る事が出来る仕組みである。ここで重要になってくるのは、どうやってその利益を分配するかであり、CDMを行うにあたり、タイ政府は、十分考慮しなければいけない点として以下を挙げている。

- ・ その手順は、CDM や京都議定書の原則に従わなければならない
- ・ 非附属書I国の持続可能な開発は十分守られなければならない
- ・ 真の技術移転である
- ・ 市場指向型プロセスである

タイ政府の CDM 予備調査によると、「経済的にも持続可能な開発という点においてもエネルギー分野が最も実行の可能性が高い」としている。特に、国家エネルギー政策において再生可能エネルギーの重要性を強調しており、次世代に向けた重要な開発項目として挙げている。この再生可能エネルギー開発に CDM 事業は大きな貢献をするであろうと考えられており、持続的な開発を確実にする為に、以下の留意点を挙げている。

- ・ 持続可能な再生可能エネルギー開発のニーズと分野の明確化
- ・ ニーズに適応するような共同開発体制作り
- ・ 京都議定書に示されている目的達成確認が可能なモニタリングシステムの開発

更にこれらの点をふまえて、持続可能な開発、規制問題、ユニットコスト、国際的ニーズ、投資の可能性等の条件から、タイでの CDM として成功の可能性が高い事業として以下の例が挙げられている。

- ・ バイオマスを利用した再生可能エネルギー
- ・ バイオガス
- ・ 放棄農地や荒廃した森林の植林
- ・ 非金属や製紙工業の製造プロセスの改良
- ・ スチームボイラーの改造
- ・ 燃焼効率の改良

BDF を製造する本事業は、この中でバイオマスを利用した再生可能エネルギーに含まれている。このバイオマスを利用した再生可能エネルギーの開発は、持続可能な開発への貢

献度が高いとして、その例の筆頭に位置付けられている。

政府は、CDMによる植林・再植林プロジェクトを、農地との競合を理由に拒否する姿勢を示していたが、2003年7月には公益性、持続可能な開発などの観点に立って一定の基準を満たす事業に限り、受け入れる方針を明らかにした。

タイの指定国家機関（DNA: Designated National Authority）には、2003年7月に政府によってMONRE（Ministry of Natural Resources and Environment）が正式に指定され、CDMに関する政策・承認体制作りに当たっていた。2002年の省庁改正に伴い、MONREからMNRE（Ministry of Natural Resources and Environment）と呼び名が変更された。2004年7月にMONREからOEPP（Office of Environmental Policy and Planning）への突然の変更が発表され、これまでタイのCDMに関して第一人者であったMNREのDr. Asadapornも担当を外れた。現在OEPPは、急ピッチで体制作りに取り組んでいるが、実際のプロジェクトの受け入れはしばらく時間がかかりそうである。

1.4 プロジェクト立案の背景

1.4.1 ルーイ県の概要

ルーイ (Loei) 県は、タイ東北部に位置し、首都バンコクから 520 km の距離にある (Fig. 1.4.1)。県北部はラオス国境と接しており、メコン川が国境線となる。南部はコーンケーン (Khon Kaen) 県・ピッチャブーン (Petchabun) 県と接し、東部はウドンターニー (Udon Thani) 県・ノンカーイ (Nong Khai) 県・コーンケーン県と、西部はピッサヌローク (Phitsanulok) 県と接する。

ルーイ県の海拔は 400 m で、周辺を山に囲まれている。面積は、11,424.6 km² である。地形は、西部の山岳地帯、南部東部の丘陵地帯、北部のメコン川流域の低地の 3 つに分けることができる。県内を流れる川は、メコン川へと流れる。

気候は、南西の偏西風と北東からのモンスーンの影響を受け、暑期は 40 以上の猛暑となる一方で、乾期には非常に寒くなる。特にプールア (Phu Rua) 郡は、夜間に 0 度以下になり、タイで唯一氷点下になる地域である。雨季には多くの雨が降り、年間降水量 1,103 mm で、湿度は平均 94~96% とかなり高い。

県の人口は、635,587 人 (2002 年末) で、人口密度は 56 人/km² である。県庁所在地はルーイ市で、行政区分は、12 の郡と 2 つの分郡に分かれ (Table 1.4.1)、その下に 89 の町と 839 の村がある。

Table 1.4.1 ルーイ県の行政区分

			ルーイ市からの距離
郡	ルーイ市	Loei	
	ナドゥワン郡	Na Duang	32 km
	チエンカーン郡	Chiang Khan	47 km
	パークチョム郡	Pak Chom	90 km
	ダーンサーイ郡	Dan Sai	82 km
	ナーヘーオ郡	Na Haeo	125 km
	プールア郡	Phu Rua	49 km
	ダーリー郡	Tha Li	47 km
	ワンサプン郡	Wang Sapung	23 km
	プークラドゥン郡	Phu Kradung	73 km
	プールワン郡	Phu Luang	49 km
	パーカーオ郡	Pha Khao	70 km
分郡	エーラーワン郡	Erawan	50 km
	ノンヒン郡	Nong Hin	50 km



Fig. 1.4.1 タイ全国地図

ルーイ県の経済は、主に農業によって支えられている。ルーイ県の主要な農産物は、タマリンドウ、ゴム、マンゴー、リュウガン、バナナ、ライチである。山岳地帯は、高地用稲作やマカデミアナッツ、パッションフルーツ、アラビカコーヒーの栽培に適しており、丘陵地は、大豆、バナナ、トウモロコシ、セサミ、ゴム、ブドウ、リュウガン等の熱帯性作物の栽培に適する。低地では、米、綿、マンゴー、タマリンドウや、バラ、ジャスミン、ガーベラ等の花の栽培が盛んである。

県内の工業活動は低く、米粉やタピオカ・ワイン等の農産加工工場、砕石やコンクリート工場があるだけである。全て中小規模の工場で、従業員も少ない。

1.4.2 タイのひまわり栽培

ひまわりは、これまでタイの主要な農産物では無かったが、日照さえ十分であれば栽培出来るため、中央部のロップリ (Lob Buri) 県、サラブリ (Saraburi) 県、北部のピッチャブーン (Petchabun) 県、ナコンサワン (Nakhon Sawan) 県、ウタイタニ (Uthai Thani) 県、チェンマイ (Chiang Mai) 県、チェンライ (Chiang Rai) 県、メーホンソン (Mae Hong Son) 県等多くの地域で栽培が進められている。特にロップリ・サラブリ両県にまたがる一帯とメーホンソン県では栽培が盛んで、花が咲く11月から1月の3ヶ月間、その一面に咲くひまわりの花を目当てに多くの観光客が訪れている。

ミャンマーの国境近くのメーホンソン県で栽培されているひまわりは、「メキシカン・サンフラワー」という小型の品種で、コスモスに近い花の形をしている。観賞用の品種であり、食用への利用はされていない。

その他の県で栽培されているひまわりは、主に PACIFIC SEEDS (THAI) LTD の「PACIFIC」や Pioneer Hi-Bred (Thailand) Co. Ltd. の「JUMBO」等のハイブリッド種で、その種は食用や食用油として利用されている。ハイブリッド種とは、異品種を交配させる事により出来る新種の種で、試験を開始してから市場に出るまで7年以上の調査・研究が必要である。現在栽培されているハイブリッド種は、他品種と比較して、種当たりの含油量は同程度(約40%)で、面積当たりの収量が高いのが特徴である。特に PACIFIC SEEDS 社から発売されている種は、オレイン酸の含有量が約95%と高いのが特徴である。

昨年度現地調査で訪問した PACIFIC SEEDS 社は、タイでひまわりの種を扱っている大手企業の一つで、1975年にロップリ・サラブリ県でひまわりのハイブリッド種による栽培試験を開始した。1985年には、ナコンサワン県やチェンマイ県へと栽培地域を拡大し、1992年には農業協同組合省農業促進局 (Ministry of Agriculture and Cooperatives, The Department Agricultural Extension) と共同で、ひまわりのハイブリッド種の栽培を促進した。ひまわりは、農作物の多様化を図る政府が積極的に取り組んでいる作物の一つであり、以下の促進

策を企業側に呼びかけた。その促進策とは、農家がひまわり栽培へ転作しやすい様に、企業が各農家や農業試験場と契約を結び、販売した種から収穫された全ての種を買い取り、農家の収入を保証する、というものである。現在 PACIFIC SEEDS 社では1,000戸の農家と契約し、ロブリー・サラブリー県一帯で10万 haの契約栽培を行っており、タイで一番大きなひまわり畑となっている。また、2000年から栽培を始めたチェンライ県では、800 haのひまわり畑が広がっており、The Department Agricultural Extensionのサポートにより、農民はPACIFIC SEEDSから無料で種を受け取り、収穫後の種を売却している。その結果、タイ国内では年間約5万トンの種収量を得るまでになった。しかしながら、タイ国内でのひまわり油の需要は多く、その需要量は年間10万トンにも達する。そのため、不足している5万トンは米国やアルゼンチンからの輸入で賄っている。需要が増えている要因としては、輸出用魚介類の缶詰には不飽和脂肪酸を多く含むひまわり油を使用するよう、輸入側のヨーロッパから要請がある事など、ひまわり油の食品分野での利用価値が広がっている事が挙げられる。



PACIFIC SEEDS (THAI) LTD 工場見学



出荷待ちのひまわりの種

ひまわりの栽培日数は約150日であり、雨期の終わりの9月に種を蒔くのが一般的である。11～12月が花の最盛期で、その後しばらく立ち枯れをさせた後、12～1月で種の収穫を行う。ロブリー・サラブリー県では、観光面での効果を高める為、花の最盛期が同時になるように各自治体が一斉に種蒔きを行う様指導している。その結果、両県では花の最盛期に盛大なひまわり祭りが開かれ、その観光収入は10億バーツに達する。種の収穫は乾期に行う必要があり、どの地域でもひまわりの栽培は1年に一度である。種の含水率は低い方が良い為、立ち枯れによって含水率30%程度にまで低下させた後、収穫するのが一般的である。これらのひまわり畑では、ひまわり栽培以外の季節は、豆類やトウモロコシの栽培を行う事が可能で、二毛作(三毛作)を行っているケースが多い。ひまわりは根が深くまで張る為、ひまわり栽培をローテーションに入れる事は、土壌を柔らかくする効果が有ると言われている。

PACIFIC SEEDS社は、契約農家に種を220～260バーツ/kgで売却し、農家からは最低価格8.5バーツ/kgで買い取る。2002年度の買い取り価格は、約11バーツ/kgであった。但し、1kgの種から約200kgの種が収穫出来るので、農家は十分に利益を得ることになる。基本的には、農家一戸当たり約4haの農地を持ち、栽培全般を行っている。但し、種収穫時には日当180バーツで人を雇い、1ライ(0.16ha)を1日2人がかりで収穫していく。収穫量は、気候によって差はあるものの、0.65～1.5トン/haである。ひまわり栽培で農家一戸当たり年間30,000バーツ/haの収入を得る事が出来る。この収入は、他の農作物と比較しても遜色無く、栽培農家も好意的に受け取っている。



ロブリー県のひまわり栽培農家が使用していた種蒔機



ロブリー県のひまわり畑での養蜂



ロップリ県に広がるひまわり畑

1.4.3 タイのBDF事情

再生可能エネルギーの一つであるBDFは、次の効果が期待できるとしてタイでも注目されている。

- 1) 石油輸入代金の節約
- 2) 大気汚染や地球温暖化の防止
- 3) 農業機械用燃料の自給による農業コストの削減
- 4) 農産物の利用促進による付加価値の創出
- 5) エネルギー安定供給の実現

2000年11月、国王の命に従い「パーム油及びその他の植物油によるバイオディーゼルプロジェクト委員会」がMinistry of Science, Technology and Environmentに設置され、国内外のバイオディーゼル製造や性能、販売戦略等の調査・研究が王室プロジェクトとして進められた。タイでは、100%軽油の代替燃料として使用出来るメチル及びエチルエステルを「biofuel」、植物油やエタノールを軽油と混合したものを「biodiesel」と定義し、特に自給できるパーム油を軽油と混合したbiodieselが注目された。その結果、既に実用化が進んでいるEUや米国の知見を参考にしつつ、タイのパーム油を用いたbiodieselが通常の軽油と遜色なく利用できる、と結論付けられた。王室プロジェクトの結果を受け、2001年5月には、

タイ国王の名義で、代替燃料としてパーム油と軽油の混合物（パーム diesel）の利用についての特許が Department of Intellectual Property に申請され、それを受けて政府から Department of Commercial Registration に biodiesel の基準作り、また Excise Department に製造に関する免税の検討が、それぞれ指示された。7 月には PTT（Petroleum Authority of Thailand）がバンコクのガソリンスタンドで、軽油に 10% パーム油を混合したパーム diesel を軽油より 0.5 パーセント安い値段で試験的に販売を開始する実用化試験が実施された。

また、biodiesel やパーム diesel の調査・研究も積極的に行われた。PTT は、トヨタとの共同研究や独自の研究によって、パーム diesel の性能やエンジン腐食、燃焼・排ガステスト等を行った。biofuel についても多くの研究者によって、その製造技術や性能についての研究が行われた。また、各地で biodiesel やパーム diesel を製造・販売する業者が現れた。

タイで取り扱われているバイオディーゼルは、品質によって 3 種類に分類される。

- 1) 軽油とパーム油を 5% 未満混合したもの（パーム diesel）
PTT や民間で販売。但し、低速エンジン（水くみポンプ、耕耘機等）に使用が限定されている
- 2) 農家が自分たちで重油（精製済み、精製前の両方有り）とパーム油を混合したものの
販売はされていない
- 3) メチルエステル（biofuel）
まだ販売はされていない

国王プロジェクト以降、バイオディーゼルブームともいえる状況が作り出されたが、一部粗悪な製品も流通した為、パーム diesel の使用による自動車のオイルフィルターの支障が自動車整備工場から報告された。また、パーム diesel の長期使用によるエンジン内の金属腐食等のトラブルも報告され、バイオディーゼルの普及に歯止めがかかった。

現在、一時的なブームは下火となったが、政府は着々とバイオディーゼルの実用化に向けた取り組みを実行している。

2003 年 5 月、Alternative Energy Development and Efficiency Department は、海軍と共同で海軍施設において biodiesel の使用が可能かどうかのフィジビリティスタディを行い、400 万バートの予算を計上した事を発表した。パーム油だけではなく、廃油の利用についても検討し、更に、環境への影響やエンジンへの影響についても調査するとしている。また、調査で良好な結果が出れば、Bangkok Mass Transit Authority の市バスや、State Railway of Thailand、地方バス運行公社等にも協力を求めて行く方針である。海軍の研究責任者によれば、「今回の調査で BDF 市場の可能性について更なる確信を得るだろう。2006 年には、1 日 100 万 L の市場になり、軽油消費の 2% を賄う事が出来る」とコメントしている。

また、2003 年 5 月の会見で、Ministry of Agriculture and Cooperatives の Newin 副大臣は、今後 4 年間で約 2 億 US ドルを使ってパーム油の生産量を 2 倍以上に増やし、代替燃料とし

での利用を促進すると発表した。生産振興策を重点的に実施し、農家にパームの生産を増加させ、彼らが使用する農業用機械やトラックの燃料としてパーム油を利用するように指導する、としている。現在、国内のパーム畑の面積は、60万エーカーであるが、2007年までに南部を中心にさらに80万エーカーの土地を土地改良事業によってパームのプランテーションへと変換する予定である。これにより、2007年にはパーム油の供給量は、700万トンに増加し、そのほとんどを燃料として利用する予定である。

政府は、今後もバイオディーゼル実用化に向けた取り組みを継続していく事を明らかにしている。

Biofuel については、biodiesel よりも高品質な燃料であり、自動車燃料にも遜色なく利用出来る為、タイ政府も非常に有効と考えている。2004年9月、ドイツ・Mayer Technology Services とタイの食品会社 ACG Group of Co (Thailand) は、パーム油からの biofuel 製造プラントの建設に関するフィジビリティスタディを行うことを正式に発表し、タイ政府と覚書(Mou)を交わした。このプロジェクトは、Krung Thai Bank、Bank of Thailand、the Government Savings Bank により20億バツの融資が行われることが検討されている。フィジビリティスタディが成功すれば、Mayer 社により日産10~30万リットルの biofuel の生産が可能なプラントの建設が計画されている。

しかし、現状ではコストがかかる為に、製造技術の改善を行う等スケールアップとコストダウンが必須とされており、未だ販売は行われていない。

1.5 提案プロジェクトの持続可能な開発への貢献・技術移転できる点

1.5.1 タイの持続可能な開発への貢献

タイでは軽油が非常に重要で、石油製品の46%、運輸用燃料の80%を占める。その為、タイ政府は運輸用軽油を代替するバイオマス由来燃料を利用し、国のエネルギーセキュリティと環境保護を促進する方針を打ち出している。

タイでのバイオディーゼルへの関心は、2000年11月の王室プロジェクトを契機に高まり、特に自給できるパーム油を軽油と混合する燃料（パーム diesel）が注目された。一部粗悪な製品が流通した為にバイオディーゼルブームは下火になったが、政府は、バイオディーゼル燃料を重要と位置づけ、実用化に向けた取り組みを継続していく方向である。

しかし、パーム diesel より高品質な BDF（メチルエステル燃料）は、製造技術とコストがハードルとなり、未だ販売は行われていない。

上記のような背景から、BDF の製造がタイの持続可能な開発へ貢献する点を以下に挙げる。

- 1) エネルギー源の自給による輸入化石燃料への支出の低減、国のエネルギーセキュリティの強化
- 2) 大気汚染や地球温暖化の防止
- 3) 農業機械用燃料の自給による農業コストの削減
- 4) パーム diesel のような植物油と軽油の混合燃料より高品質な軽油代替燃料の供給
- 5) 技術移転
- 6) 遊休耕地の有効利用
- 7) ひまわりの利用促進による付加価値の創出

本プロジェクトは、「バイオリファイナリー」構想の中核をなす。「バイオリファイナリー」構想とは、資源作物を精製・加工を行うことにより、エネルギーや資源だけでなく、新産業と雇用を生み出すことができる、地域資源・エネルギー循環型社会の新モデルである。

ひまわり栽培による地域資源・エネルギー循環型社会の構築

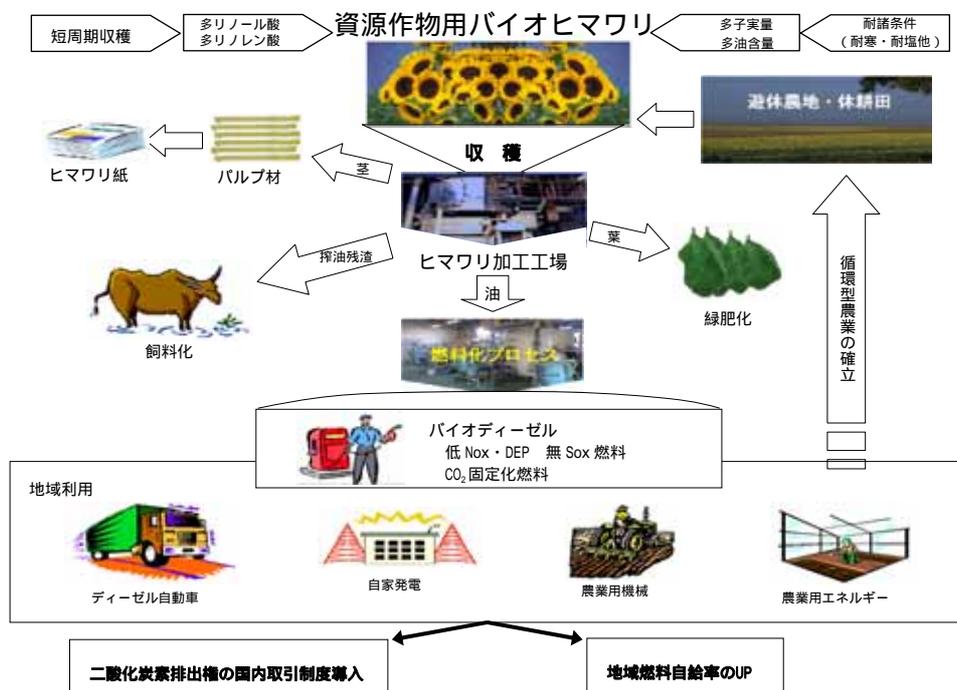


Fig. 1.5.1 「バイオリファイナリー」構想

1.5.2 技術移転

タイで普及が検討されているパーム diesel のような植物油と軽油の混合燃料と比べ、より高品質の BDF 製造技術を本プロジェクトにより移転することが出来る。加えて、副生成物（肥料や蜂蜜等）の製造技術やジェット燃料のようなより付加価値の高い製品（現在日本で技術開発中）の製造技術についても移転することが予定されている。また、ひまわりプランテーションの設立は、開花時には十分に観光資源となる可能性が大きい。

本プロジェクトは、単に技術を移転するだけでなく、共同で持続可能な技術開発をすることで、タイの技術力を強化することが期待される。

1.6 調査の実施体制

本調査は、日本及びホスト国であるタイの企業と大学によって行われた。以下に関連団体名とその役割を示す。

- 日本側：
- ・株式会社パウワウプール
本調査の取りまとめ
 - ・サンケアフューエルズ株式会社
筑波大学発ベンチャー企業
BDF と関連製品の技術開発、及び本調査のサポート
 - ・筑波大学生命環境科学研究科生物プロセス工学研究室
BDF と関連製品の技術開発

- タイ側：
- ・ UTIC FOODS (THAILAND) Co., Ltd.
タイ側の調査、及び取りまとめ
 - ・ Kasetsart University
タイ側の調査協力
筑波大学と共同で、BDF と関連製品の技術開発

また、本プロジェクトのベースライン・モニタリング新方法論(PDD-NMB・PDD-NMM)及びPDDは、有限会社Climate Experts 松尾 直樹氏に全面的に協力していただき、作成された。

2. プロジェクト実施の立案

2.1 プロジェクトの具体的な内容

本プロジェクトは、タイ・ルーイ (Loei) 県にてひまわりを資源作物として栽培し、収穫された種からバイオディーゼル (BDF) の製造を行うものである。プロジェクトの実施は、サンケアフューエルズ株式会社 (日本) と UTIC FOODS (THAILAND) Co., Ltd. の共同出資会社 Sun Care Fuels Thailand, Ltd. (SCF Thailand) を設立し、行われる。

本プロジェクトを ひまわり栽培、 BDF 製造、 BDF 販売、 の 3 ステージに分けて、詳細を以下に説明する。

2.1.1 ひまわり栽培

原料となるひまわりの栽培は、ルーイ県中西部に位置するプーラ郡 (Phu Rua) で行う (Fig. 2.1.1)。プーラ郡にある T. Praba という村は、Somgriad Supatto 氏が僧侶として務めている寺院を中心に広がっている。村の概略を以下に示す。

- ・ 人口 : 約 250 人
- ・ 耕作地 : 村全体で約 480 ha ある。その内、米 (48 ha)、生姜 (32 ha) を栽培し、その他の土地は休耕地である。
- ・ 主な作物 : 米 (雨季に栽培している。しかし、土地は稲作には向いていない。) 生姜、野菜 (人参、キャベツ、玉ねぎ) 等。野菜の栽培は、2003 年 10 月から開始したばかりである。
- ・ 農家収入 : 一農家平均 4 人で、年収は約 10,000 バーツ。
- ・ 一農家の耕地 : 約 2.4 ~ 4.8 ha の耕地を持つ。
- ・ 土地の所有権 : 基本的に所有権は無く、自分で開墾した土地をその都度使用している。
- ・ 農作物の特徴 : 生姜を 1 度栽培した土地は、5 ~ 6 年放置する。米は雨季の一毛作で栽培している。

現在、前述の寺院が所有している土地での農作業のために、Supatto 僧侶は約 20 人を臨時的に雇用し、日当 140 バーツ (男性) 及び 120 バーツ (女性) を支払っている。農家の収入は非常に低く、僧侶は一戸あたりの月収を 8,000 バーツ (約 200 US\$: タイの平均的な収入) のレベルまで上げたいと考えているが、有効的な手段がないのが現状である。

周辺には、このような村が多数存在しており、開墾した後に休耕地になっている土地が広がっている。ひまわりの栽培には、このような休耕地 22,500 ha を利用する計画である。

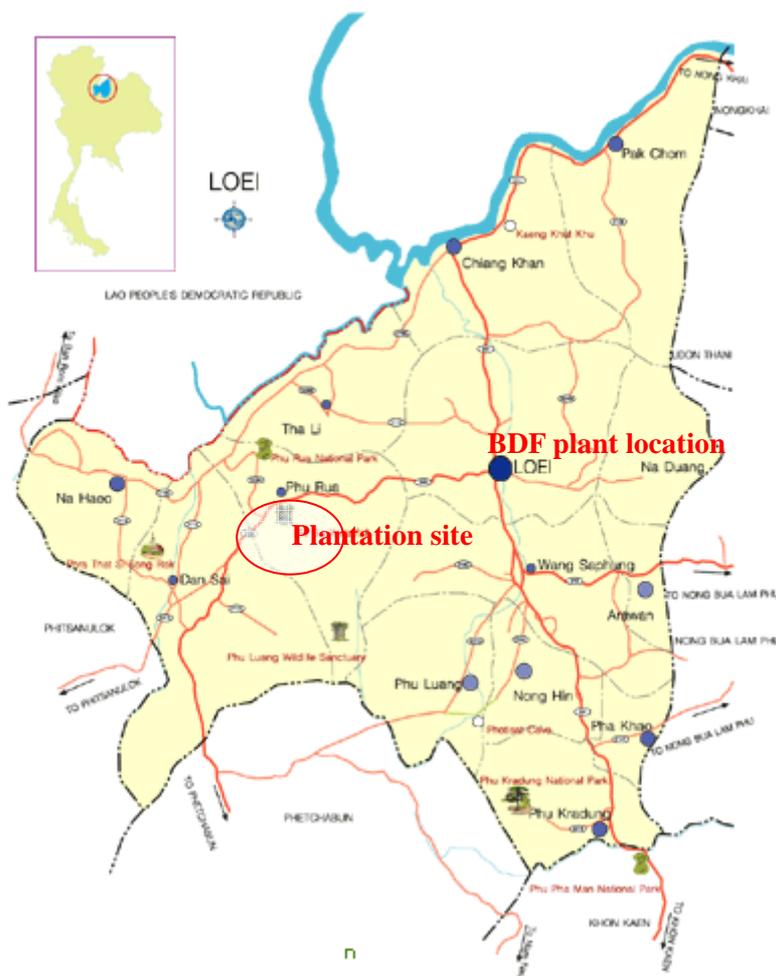


Fig. 2.1.1 ルーイ県の地図



Fig. 2.1.2 T. Praba 村の耕地（手前で米を栽培しており、その奥に休耕地が広がっている）



Fig. 2.1.3 T. Praba 村の耕地（休耕地が広がっている）

ひまわりの栽培は、SCF Thailand が村の僧侶及び代表者を通して現地農家と契約し、契約農家に依頼して行われる。播種用の種は、SCF Thailand により準備される。収穫後の種は、各村に建設する種貯蔵庫へ各農家により運ばれ、SCF Thailand が買い取り、BDF 製造プラントへと運搬される。買い取り最低価格を予め決めておくことで、農家の収入を確保する。また、BDF 製造の副産物である油粕肥料は、契約農家に安価で販売され、ひまわり栽培サイトへ撒かれる。有機肥料である油粕肥料の使用により、化学肥料の利用を避け、栽培サイトからの肥料による N_2O 排出量を減少させることができる。

BDF 製造プラントへの種及び油粕肥料の輸送は、トラックを使用して行われる。

2.1.2 BDF 製造プラント

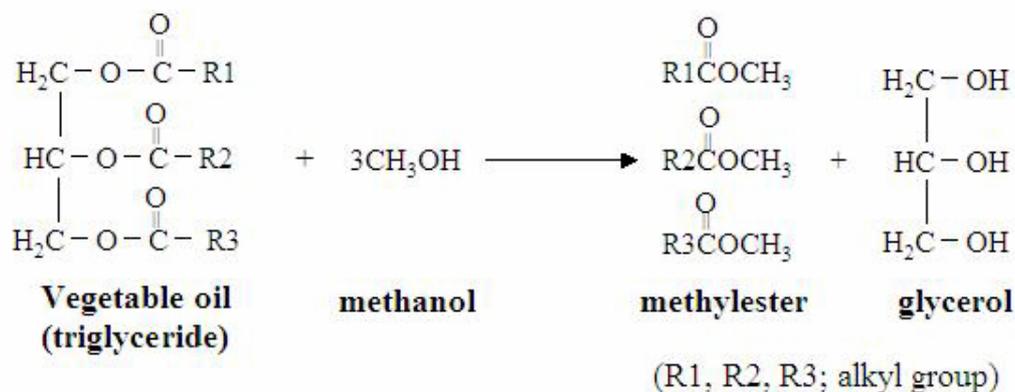
BDF 製造プラントは、プーア郡から約 50 km 離れたルーイ県の県庁所在地、ルーイ市内の工場立地用の土地に建設される計画である。この立地用地は、ルーイ県庁から紹介された場所である。近隣に民家は少なく、プラントが民家と隣接するようなことはない。

計画している製造プラントは、年間 15,000 t (52 m^3/day 、年間 335 日稼動) の BDF 製造能力を持つ。

BDF 製造技術

BDF は、主にトリグリセリドからなる油脂と低級アルコール（主にメタノール）のエス

テル交換反応 (Equ. 2.1.1) によって生成するエステル化合物 (メチルエステル) を指す。



Equ. 2.1.1 エステル交換反応

植物油の基本構造は、グリセリンと脂肪酸がエステル化したもの(トリグリセリド)で、この脂肪酸は植物の種類によって大きく異なる。一般的には、炭素数 16 又は 18 の脂肪酸が多いが、ココナツオイルのように 12、14 が多いものもある。また、パルミチン酸、オレイン酸、リノール酸といった不飽和結合の数も 0~2 まで変化している。この植物油にメタノールを加え反応させると、グリセリンとメタノールとの間で交換反応が起こり、グリセリンが解離してメタノールが脂肪酸と結合したメチルエステルが新たに生成される。このメチルエステルが BDF として利用される。よって、BDF の特性は植物油の脂肪酸によって大きく左右される。

エステル交換反応をおこさせる方法として、以下の 3 つがある。

触媒法

触媒 (酸又はアルカリ) を使用して、エステル交換反応を起こす方法。酸触媒としては硫酸、アルカリ触媒としては水酸化物 (NaOH・KOH) やメトキサイド (NaOCH₃) を用い、その量は油脂の 0.5~1.0 重量%と少量で良い。反応は、メタノールの沸点近く (60) に加温し、反応時間 1 時間程でメチルエステル変換率 95 % 以上に達する。

反応プロセスが簡易で装置も安価であることから、世界中で唯一実用化されている方法であり、欧米にある BDF 製造施設は本方法が用いられている。また、欧米で採用されている BDF 品質規格 (EU ; EN14214、USA ; ASTM D6751) は、触媒法を前提に制定されている。マイナス面として、触媒の中和・洗浄工程が必要である、触媒の再利用が出来ない、等が挙げられる。

現在、触媒の再利用を目的とした固定触媒法が研究されているが、未だ実用化には至っていない。

超臨界法（亜臨界法）

メタノールを高温・高圧下で超臨界（又は亜臨界）状態にし、エステル交換反応を起こす方法。触媒を使用しないので中和・洗浄工程がいらず、原材料は油脂とメタノールのみである。また、反応時間も短い。しかし、高温・高圧（374℃、22.1 MPa以上）にする必要がある為、装置が高価になり、安全性の維持も課題である。現在は研究・試験段階で実用化には至っていない。

酵素法

触媒として酵素を用い、エステル交換反応を起こす方法。酸・アルカリ触媒を用いないので、中和・洗浄工程がいらず、酵素も再利用することが可能である。しかし、酵素生産のコストが高く、またエステル交換反応も触媒法と比較して長時間必要であることから、実用化には至っていない。

BDF 製造フロー

本プロジェクトで建設される BDF 製造プラントは、触媒法によるエステル交換反応をベースにした連続製造が可能な施設である。触媒には、アルカリ触媒である水酸化ナトリウム（NaOH）を使用する。Fig. 2.1.4 に製造プロセスフローを示す。

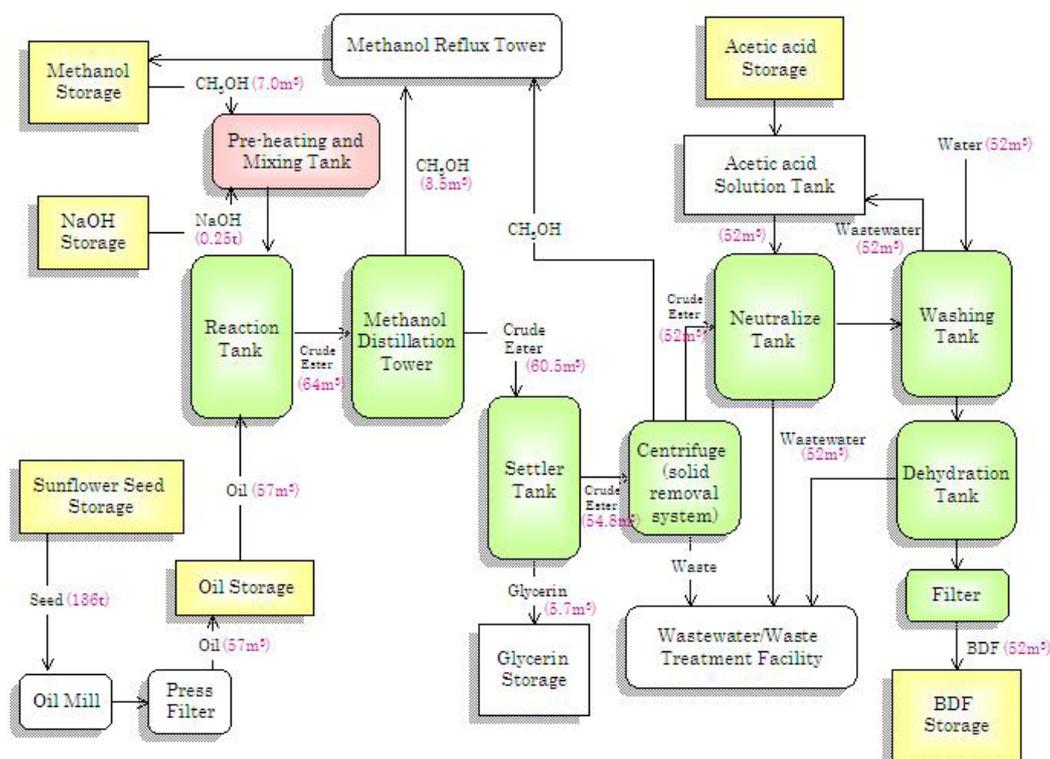


Fig. 2.1.4 BDF 製造プラントフロー（数値は1日あたりの物質収支）

BDF 製造プラント内には、搾油施設、BDF 製造施設の他に、排水及び廃棄物を処理する廃棄物処理施設を設ける計画である。

搾油施設

原料となるひまわりの種は、搾油施設にて搾油機にかけられ、ひまわり油が搾り出される。搾った粗ひまわり油は、フィルターで夾雑物を除去され、BDF の原料となる。得られた油は、BDF 製造施設の油貯蔵槽へと移される。

BDF 製造施設

油貯蔵槽で一時貯蔵されたひまわり油は、反応槽へと移される。メタノールと触媒である水酸化ナトリウム(NaOH)は、前加熱槽で加熱・混合した後、反応槽へと移される。油とメタノール・触媒は反応槽前で混合し反応槽へと移され、エステル化反応を起こさせる。混合液はそのままメタノール蒸留塔へと移され、余剰メタノールを回収する。メタノール除去後の粗エステルは、静置槽へ移されグリセリンを除去し、遠心分離機によって固形不純物を取り除く。また、残留しているメタノールも回収する。蒸留塔及び遠心分離機によって回収されたメタノールは、メタノール精留塔により精製され、反応へと再利用される。固形不純物を取り除いた粗エステルは、洗浄槽で洗浄される。洗浄は2回行い、まず中和槽で0.5%酢酸溶液により洗浄した後、水で二次洗浄を行う。洗浄後のエステルは、脱水槽で脱水され、フィルターを通した後BDF貯蔵槽へと移される。二次洗浄で使用した水は回収され、酢酸を加えて一次洗浄に使用し、再利用される。一次洗浄で使用した排水と遠心分離機により除去された固形不純物は、プラント内にある廃棄物処理施設により環境基準を満たすよう処理される。

廃棄物処理施設

搾油施設及びBDF製造施設から出てきた廃水及び廃棄物は、廃棄物処理施設にて環境基準を満たすよう処理される。固形廃棄物は、廃水量と比較して非常に少ないので、廃水と同時に処理される。

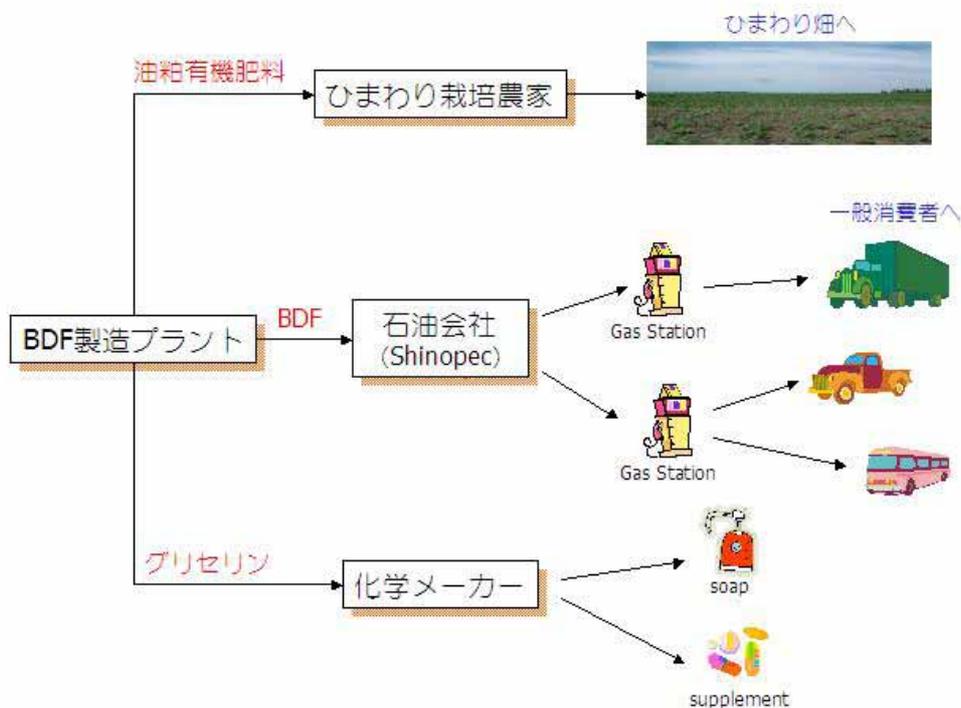
本BDF連続製造プラントにより、日産52 m³、年間15,000 tのBDFを生産することが可能となる。施設内で消費されるエネルギーは、電力13,728 kWh/day(年間4,600 MWh)とボイラー用燃料として天然ガス30.39 GJ/day(年間10.18 TJ)である。

製造プラントから副生成物として出てくる油粕とグリセロールは、それぞれ肥料、工業用原料として販売される。油粕は非常に良好な有機肥料であり、ひまわり栽培農家へ安価に販売される。また、グリセロールは、シャンプーや石鹸、サプリメント食品等の工業原料となり、各製造業者等へ販売される。

2.1.3 BDF 販売

プラントで製造された BDF は、石油会社へ販売され、首都バンコク等都市部を中心にガソリンスタンドで一般消費者へと供給される計画である。本プロジェクトで製造される BDF の品質は、B100（軽油と混合することなく、BDF のみ）での利用が可能であるが、販売先の石油会社の判断で、軽油と混合して使用することも可能である。

タイでの運輸用軽油の需要は大きく、国内で消費される軽油の 80 % は運輸用である。最近の国際石油価格の高騰によりタイ国内の石油製品の価格も上昇しているが、運輸用軽油はあまりにもタイ経済、特に国民生活への影響が大きいとの判断から、政府による価格調整がされ、リットルあたり 14.59 バーツの固定価格制を実施している。国際価格との差は政府の Oil Fund から支払われているが、その負担額は約 700 億バーツに達し、政府の財政を圧迫しつつある。よって、エネルギーセキュリティーの面から、政府はバイオ燃料の導入に積極的であり、パーム油を利用したバイオ燃料に関するフィジビリティスタディを行っている。本プロジェクトのひまわり油を利用したバイオ燃料の導入例は未だないが、タイ国内でのバイオ燃料の市場は大きく、その販売を規制する動きはない。よって、本プロジェクトで製造した BDF は、タイ国内の軽油販売ルートにのせて販売されることが可能で、その市場も大きい。



2.1.4 BDF 製造・販売計画

クレジット獲得期間は10年間とし、2008年度よりBDFの販売を開始する予定である。期間中のBDF販売計画及びその他の関係数値をTable 2.1.1に示す。なお、以下の前提条件を設定している。

- ・ ひまわりの種の収量は、2 t/ha である。
- ・ ひまわりの種からの油の搾油率は、37 % である。
- ・ ひまわり油からのBDF製造量は、90.09 % である。

Table 2.1.1 BDF 及びその他の製造計画

year	栽培面積 [ha]	種 [t]	油 [t]	BDF [t]	肥料 [t]	グリセロール [m ³]	消費電力 [MWh]	消費天然ガス [TJ]
2008	18,000	36,000	13,320	12,000	22,680	1,910	3,680	8.14
2009	22,500	45,000	16,650	15,000	28,350	1,910	4,600	10.18
2010	22,500	45,000	16,650	15,000	28,350	1,910	4,600	10.18
2011	22,500	45,000	16,650	15,000	28,350	1,910	4,600	10.18
2012	22,500	45,000	16,650	15,000	28,350	1,910	4,600	10.18
2013	22,500	45,000	16,650	15,000	28,350	1,910	4,600	10.18
2014	22,500	45,000	16,650	15,000	28,350	1,910	4,600	10.18
2015	22,500	45,000	16,650	15,000	28,350	1,910	4,600	10.18
2016	22,500	45,000	16,650	15,000	28,350	1,910	4,600	10.18
2017	22,500	45,000	16,650	15,000	28,350	1,910	4,600	10.18
合計	220,500	441,000	163,170	147,000	277,830	19,100	45,080	99.76
平均	22,050	44,100	16,317	14,700	27,783	1,910	4,508	9.98

2.2 ベースライン新方法論

BDF に関する承認された方法論はなく、新方法論を作成する必要がある。現在、弊社及びサンケアフューエルズ株式会社は、Climate Experts 松尾直樹氏に協力して頂き、新方法論及び PDD を作成している。現段階で考案されている方法論の概要を示す。

新方法論のタイトル

「LCA を考慮した運輸部門のバイオ燃料生産に関するベースライン方法論」

適応可能条件

本方法論は、GHG 排出削減に至るステージを以下の3つに分ける。

- バイオマス供給
- バイオ燃料の製造
- バイオ燃料の消費

本方法論は、バイオマスを原料とした運輸用燃料の生産プロジェクトに適応でき、以下の適応可能条件を有する

< バイオマス供給ステージ >

- (a) バイオ燃料の原料作物栽培にあたって、それにともなう新たな森林破壊や、植林活動を制限しないこと
- (b) 当該原料作物栽培地が別の GHG 排出削減活動に利用される予定がないこと

< バイオ燃料製造ステージ >

- (c) 同じ原料作物を用いたバイオ燃料製造プラントを検討した時、当該バイオ燃料製造プラントが投資分析等いくつかのバリアを考えた上でプロジェクト参加者にとって最適な規模であること
- (d) プロジェクト参加者は当該プロジェクトとは別の方法によるバイオ燃料の製造を行う予定がないこと
- (e) 当該バイオ燃料製造プラントが、補助金や副産物の販売等を含めた経済収支を考えた場合でも、CER 収入が無い場合、投資に見合う採算性が見込めないこと

< バイオ燃料消費ステージ >

- (f) 当該バイオ燃料が運輸用化石燃料と代替可能であること
以下の条件を満たすことで証明される。
) 当該バイオ燃料が代替しようとしている化石燃料の販売ルートに乗り、代替

燃料として利用されること

-) ホスト国において、当該バイオ燃料と代替可能で、バイオマスが同等比率以上のバイオ燃料の普及率が70%以下であること
-) ホスト国において、代替しようとしている化石燃料の供給能力に余力があり、当該バイオ燃料の供給が新規需要の創出につながらないこと
-) ホスト国において、代替しようとしている化石燃料の利用が、法的あるいは実態的に禁止されていないこと
-) ホスト国において、当該バイオ燃料の使用が法的に強制されていないこと

また、バイオ燃料製造プラントの消費電力に関しては、以下の条件を有する。

- (g) 当該バイオ燃料製造プラントの消費電力は電力開発計画に影響を及ぼす程大きくなく、プラントが接続している電力グリッドのCO₂排出係数の算出は、operating margin として考えること

ベースラインシナリオの同定方法

プロジェクトは、GHG 排出削減に至るステージを以下の3つに分けられる。

- バイオマス供給
- バイオ燃料の製造
- バイオ燃料の消費

ベースラインシナリオを同定する場合、これらのステージ毎に、プロジェクトがCDMプロジェクトとして登録されなかったらどのようなシナリオが実現するか、という点を代替シナリオとしてリストアップし、それを適用可能条件を用いて絞り込むことで、ベースラインシナリオを一つに同定する。

<ステージ1. バイオマス供給>

可能なオプションを以下に示す。

- ・ Option 1-1: 現在の状況が継続する
- ・ Option 1-2: 森林が伐採され、何らかの跡地利用が図られる
- ・ Option 1-3: 植林が実施される
- ・ Option 1-4: バイオ燃料目的以外の何らかの作物が栽培される
- ・ Option 1-5: 当該プロジェクトと異なるバイオ燃料目的用作物が栽培される
- ・ Option 1-6: 当該プロジェクトで用いるバイオ燃料目的用作物が栽培される
- ・ Option 1-7: 当該地においてGHGを排出する施設が建設される

適応可能条件(a)により、Option 1-3の可能性は排除される。Option 1-1、1-4は、GHGの増

減に影響はないため等価である。適応可能条件(b)により、Option 1-5 の可能性も排除される。Option 1-2、1-7 は、ベースライン排出量が増えることを意味するため、conservative な推計を行うという観点で、この可能性を無視する。

したがって、このステージでは、Option 1-1 (1-4 は等価)、あるいは Option 1-6 (プロジェクトシナリオ) が可能性として残される。

<ステージ 2. バイオ燃料製造>

このステージでは、Option 1-6、すなわちプロジェクトシナリオと同じバイオマスを用いたバイオ燃料製造プラントが建設されるかどうかオプションとなる。

適応可能条件(c)及び(d)により、同じバイオマスを用いた別の規模のプラントや別の方法によるバイオマス燃料製造プラントの建設は排除される。適応可能条件(e)により、ベースラインシナリオのオプションからはプロジェクトシナリオは排除される。

よって、唯一残ったオプションは、現状維持、である。

なお、適応可能条件(e)は、計画段階でのバリア分析や投資分析を行い、証明する。証明方法は、“Tool for the demonstration and assessment of additionality”の”Step 3. Barrier analysis”と”Step 2. Investment analysis”を用いて行う。

Step 3: Sub-step 3a. 当該プロジェクトと同類のプロジェクトが実施されるのを妨げるバリアを特定する

Step 2: Sub-step 2a. 分析手法の決定

Sub-step 2b.-Option 投資比較分析

-Option ベンチマーク分析

Sub-step 2c. 指標の計算及び比較

Sub-step 2d. 感度分析

もしホスト国において、同じ種類のバイオ燃料が市場に10%以上普及していた場合には、当該プロジェクトがそれらの既存プラントと比較してより困難な状況下にあることを、証拠と共に prohibitive である理由を論証する必要がある。

<ステージ 3. バイオ燃料消費>

適応可能条件(f) (から を含む) により、ステージ 2 で製造されたバイオ燃料は、ベースラインシナリオでは、その分普及型の化石燃料が消費されると結論付けることができる。

残る可能性は、その普及型としてプロジェクトとは異なったプラントで製造されたバイオ燃料の可能性があるか、すなわち市場におけるバイオ燃料を代替してしまう可能性があるか、という点である。一般に、バイオ燃料製造が行われるということは、そのバイオ燃料は代替する化石燃料と比較して、補助金や CDM クレジット収入なども含めて競争力があ

ると想定される。したがって、そのようなバイオ燃料が当該プロジェクトのバイオ燃料によって代替されてしまう可能性は低い。しかし、conservative な観点から、同程度以上のバイオマス比率のバイオ燃料の普及率が70%以上となると、そのような可能性も無視できなくなると考え、本方法論では適応可能条件(f)- を設定した。また、代替する化石燃料の供給が限界であれば、バイオ燃料の供給により新規の需要を創出することになると考え、適応可能条件(f)- を設定した。

以上の論理構成により、適応可能条件(a)～(f)が全て満たされる場合、ベースラインシナリオは現状維持であり、たとえ他のバイオ燃料が市場に普及していたとしても、それによって当該プロジェクト及びそれからのGHG排出削減量は影響を受けないことが明らかになる。

追加性の証明

ベースラインシナリオの同定により、ベースラインシナリオはプロジェクトシナリオと同一ではなく、プロジェクトシナリオのGHG排出量はベースラインシナリオより少ないことが明らかである。よって、プロジェクトは追加的である。

プロジェクトバウンダリー

プロジェクトによるGHG排出削減は、バイオ燃料を用いる多数の車両で行われる。この状況は、グリッド電力削減型プロジェクトの状況と類似のものである。したがって、ACM002にならい、プロジェクトバウンダリーを以下のように考える。

- ・ 原料バイオマス栽培サイト
- ・ プロジェクトサイト（バイオ燃料製造施設）への運搬
- ・ プロジェクトサイト
- ・ バイオ燃料供給施設への運搬
- ・ バイオ燃料供給施設
- ・ バイオ燃料を消費する全ての車両

ベースラインシナリオとプロジェクトシナリオにおけるバウンダリー内外の排出源をTable 2.2.1に示す。

Table 2.2.1 バウンダリー内外の GHG 排出源

		In the Boundary	Outside of the Boundary
Baseline Scenario	Monitored	・バイオ燃料を使用する車両（化石燃料消費による CO ₂ ）	・有機肥料が代替する化学肥料の生産と使用（N ₂ O） ・バイオ燃料が代替する化石燃料の搾取、精製、運搬（CO ₂ 、CH ₄ ）
	Neglected	・燃料供給施設（CO ₂ ） ・バイオ燃料を使用する車両（化石燃料消費による N ₂ O）	n.a
Project Scenario	Monitored	・バイオ燃料を使用する車両（バイオ燃料中のバイオマス由来ではない C からの CO ₂ ） ・バイオ燃料の運搬[プラント 供給施設]（CO ₂ ） ・バイオ燃料製造施設（施設内化石燃料燃焼による CO ₂ ） ・原料バイオマスの運搬[栽培サイト プラント]（CO ₂ ） ・有機肥料の運搬[プラント 栽培サイト又は販売サイト]（CO ₂ ） ・原料バイオマス栽培サイト（農業機械運転による CO ₂ ）（肥料使用による N ₂ O）	・発電所（プラントの消費電力からの CO ₂ ） ・バイオ燃料原料の製造（CO ₂ 他） ・化学肥料の生産（N ₂ O、CO ₂ ） ・バイオ燃料が代替する化石燃料の搾取、精製、運搬（CO ₂ 、CH ₄ ） ・肥料の使用（CO ₂ ）
	Neglected	・バイオ燃料を使用する車両（化石燃料混合バイオ燃料中のバイオマス由来ではない C からの CO ₂ 、N ₂ O） ・バイオ燃料製造施設（施設内化石燃料燃焼による N ₂ O） ・燃料供給施設（CO ₂ ） ・原料バイオマス栽培サイト（肥料使用による CO ₂ ）	・副生産物運搬（CO ₂ ） ・プラント勤務者通勤（CO ₂ ）

本方法論に LCA を組み込んだ理由は、N₂O 排出、特に化学肥料の使用による indirect N₂O 排出がプロジェクトによる全削減量に対し無視できないからである。

ベースライン排出量の計算

ベースラインシナリオは、プロジェクトが行われなければ、という仮定の話であり、実際にその排出量を測定することは出来ない。よって、ベースラインシナリオとプロジェクトシナリオに共通する項目から、ベースライン排出量を表す数式を作らなければいけない。当該プロジェクトの場合は、バイオ燃料によるサービス、つまり「燃費」が共通項目である。

ある年 y におけるバウンダリー内のベースライン排出量を BE_y とおくと、 BE_y は次のように表される。

$$BE_y = BF_y \times COEF^{FF} \times (1 + \quad)$$

ここで、

BF_y : バイオ燃料の年間使用量または販売量 [GJ/yr]

$$= BF_y^{vol} \times Density_y \times HV_y$$

ここで、 BF_y^{vol} : BF_y の容積 [m^3/yr]

$Density_y$: バイオ燃料の密度 [ton/ m^3]

HV_y : バイオ燃料の発熱量 [GJ/ton]

$COEF^{FF}$: バイオ燃料が代替する化石燃料の LCA CO_2 排出係数 [t CO_2 /GJ]

: 燃料による GJ あたりの平均走行距離の差に伴う補正項

$$= [L_{biofuel}/L_{fossil}] - 1$$

ここで、 L_{fossil} : 代替される化石燃料の平均走行距離 [m/MJ]

$L_{biofuel}$: バイオ燃料の平均走行距離 [m/MJ]

プロジェクト排出量の計算

ある年 y におけるバウンダリー内のプロジェクト排出量を PE_y とおくと、 PE_y は次のように表される。

$$PE_y = \sum_i FF_{i,y}^{BFP} \times COEF_i^{FF} + BF_y^{mass} \times COEF^{FS} + PE_y^{Transp1} + PE_y^{Transp2} + PE_{N_2O}^{plantation} + PE_{CO_2}^{plantation}$$

ここで、

$FF_{i,y}^{BFP}$: バイオ燃料製造プラントで燃焼された化石燃料 i の量 [physical unit/yr]

$COEF_i^{FF}$: 化石燃料 i の LCA CO_2 排出係数 [t CO_2 /physical unit]

BF_y^{mass} : バイオ燃料の年間使用量または販売量 [t-BioFuel/yr]

$COEF^{FS}$: バイオ燃料中の生物由来ではない原料の CO_2 排出量 [t CO_2 /t-BioFuel]

$PE_y^{Transp1}$: 栽培サイトからプラントへの運搬による CO_2 排出量

$$= \sum_{transportation\ mode1} EN_{mode1,y}^{TR} \times COEF_{mode1}^{TR} [tCO_2/yr]$$

$PE_y^{Transp2}$: プラントから供給施設への運搬による CO_2 排出量

$$= \sum_{transportation\ mode2} EN_{mode2,y}^{TR} \times COEF_{mode2}^{TR} [tCO_2/yr]$$

ここで、 $EN_{modei,y}^{TR}$: 運搬形式 i で消費されたエネルギー

$COEF_{modei}^{TR}$: 運搬形式 i の CO_2 排出係数

(運搬形式とは、トラック、船、鉄道等のこと)

$PE_{N_2O}^{plantation}$: 栽培サイトで使用した肥料からの直接 N_2O 排出量

$$= Fertilizer_y^{in} \times UREA_EQ^{in} \times COEF_{N_2O}^{Direct} \times GWP_{N_2O} [tCO_2eq/yr]$$

ここで、 $Fertilizer_y^{in}$: 栽培サイトで使用した肥料の量 [t-fertilizer/yr]

$$\begin{aligned} & \text{UREA_EQ}^{\text{in}} : \text{窒素肥料中の N の尿素変換係数 [t-urea/t-fertilizer]} \\ & \text{COEF}^{\text{Direct}}_{\text{N}_2\text{O}} : \text{肥料からの直接 N}_2\text{O 排出係数 (= 1.0 \%) [tN}_2\text{O/t-urea]} \\ & \text{GWP}_{\text{N}_2\text{O}} : \text{N}_2\text{O の GWP (= 310 (第一約束期間)) [tCO}_2\text{eq/tN}_2\text{O]} \\ & \text{PE}^{\text{Plantation}}_{\text{CO}_2\text{y}} : \text{栽培サイトで消費された化石燃料の CO}_2 \text{ 排出量} \\ & \quad = \sum_i \text{FF}^{\text{Plantation}}_{i,y} \times \text{COEF}^{\text{FF}}_i \\ & \text{ここで、 } \text{FF}^{\text{Plantation}}_{i,y} : \text{栽培サイトで消費された化石燃料 } i \text{ の量 [physical unit/yr]} \end{aligned}$$

リーケージ

ある年 y におけるバウンダリー外のネット排出変化量であるリーケージを L_y とおくと、 L_y は次のように表される。

$$L_y = \text{EL}_y \times \text{COEF}^{\text{EL}}_y / (1 - \text{Loss}_y) - \text{BE}_{\text{N}_2\text{O}_y} + \text{PE}^{\text{indirect}}_{\text{N}_2\text{O}_y} + \text{PE}^{\text{Feedstock}}_y + \text{PE}^{\text{Fertilizer}}_y$$

ここで、

EL_y : バイオ燃料製造プラントで消費された電力量 [MWh/yr]

$\text{COEF}^{\text{EL}}_y$: 電力の CO_2 排出係数 [t CO_2 /MWh]

Loss_y : グリッドの送電ロス [no dimension]

$\text{BE}_{\text{N}_2\text{O}_y}$: バイオマス肥料 (バイオ燃料の副生成物) により代替された N_2O 排出量
 $= \text{BioFertilizer}^{\text{out}}_y \times \text{UREA_EQ}^{\text{out}} \times \text{COEF}_{\text{N}_2\text{O}} \times \text{GWP}_{\text{N}_2\text{O}}$ [t CO_2 eq/yr]

ここで、 $\text{BioFertilizer}^{\text{out}}_y$: 市場で販売されたバイオマス肥料 [t-biofertilizer/yr]

$\text{UREA_EQ}^{\text{out}}$: バイオマス肥料量から化学肥料量への変換係数
 [t-urea/t-biofertilizer]

$\text{COEF}_{\text{N}_2\text{O}}^{\text{tot}}$: 化学窒素肥料の N_2O 排出係数 (直接 + 間接) (=0.030)
 [t N_2O /t-urea]

$\text{GWP}_{\text{N}_2\text{O}}$: N_2O の GWP (=310) [t CO_2 eq/t N_2O]

$\text{PE}^{\text{indirect}}_{\text{N}_2\text{O}_y}$: 化学肥料の製造時からの N_2O 排出量

$$= \text{Fertilizer}^{\text{in}}_y \times \text{UREA_EQ}^{\text{in}}_y \times \text{COEF}^{\text{indirect}}_{\text{N}_2\text{O}} \times \text{GWP}_{\text{N}_2\text{O}} \text{ [tCO}_2\text{eq/yr]}$$

ここで、 $\text{COEF}^{\text{indirect}}_{\text{N}_2\text{O}}$: 化学肥料の間接 N_2O 排出係数 (=2.0 %) [t N_2O /t-urea]

$\text{PE}^{\text{Feedstock}}_y$: プラントで使用された原料の製造過程からの間接 CO_2 排出量

$\text{PE}^{\text{Fertilizer}}_y$: 化学肥料の製造過程からの間接 CO_2 排出量

$\text{COEF}^{\text{EL}}_y$ は、ACM0002 “Consolidated baseline methodology for grid-connected electricity generation from renewable sources” に従い算出する。

化学窒素肥料は、そのほとんど (90 % 以上) が尿素 ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) で、10 % 以下が硫酸アンモニウム ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) である。よって、化学窒素肥料は尿素と考えることができる。IPCC の Good Practice Guidance のデフォルト値を使い、以下の値が得られた。

$$\text{COEF}_{\text{N}_2\text{O}}^{\text{tot}} = 2.6 \% \sim 3.0 \%$$

Conservative な観点から、本方法論では 3.0 % (直接 : 1.0 %、間接 : 2.0 %) を使用する。

プロジェクトによる排出削減量

ある年 y における排出削減量を ER_y とおくと、 ER_y は次のように表される。

$$ER_y = BE_y - PE_y - L_y$$

不確実性評価

方法論で使用されるパラメータの内、GHG 排出量の計算に重要なファクターを Table 2.2.2 に示す。

Table 2.2.2 Key Factor

	Factor	詳細	重要な変数か?	時間変数か?
Baseline Emissions	BF_y	バイオ燃料販売量	yes	yes
	$COEF^{FF}$	LCA CO ₂ 排出係数	yes	no
Project Emissions	BF_y^{mass}	バイオ燃料年間販売量	yes	yes
	$COEF^{FS}$	バイオ燃料中の生物由来ではない原料の CO ₂ 排出量	yes	no
	$PE^{plantation_N_2O_y}$	栽培サイトで使用した肥料からの N ₂ O 排出量	yes	yes
Leakage	EL_y	バイオ燃料製造プラントで消費された電力量	yes	yes
	$COEF^{EL}_y$	電力の CO ₂ 排出係数	yes	yes
	$PE^{indirect_N_2O_y} - BE_{N_2O_y}$	肥料製造により増加した N ₂ O 排出量	yes	yes

この中で、最も大きい排出量を有するのは、ベースライン排出量である。 BF_y は、直接測定できるので不確実性は低いが、 $COEF^{FF}$ は、不確実性が大きく、その誤差は排出量に大きく影響する。その他の不確実性の大きな項目は、肥料に関する N₂O 排出量である。この排出量は直接測定されることが現実的ではなく、IPCC のデフォルト値を利用しており、不確実性は大きい。

2.3 モニタリング新方法論

「2.2 ベースライン新方法論」に従い、モニタリング新方法論を作成している。現段階で考案されている方法論の概要を示す。

新方法論のタイトル

「LCA を考慮した運輸部門のバイオ燃料生産に関するモニタリング方法論」

プロジェクト排出量のモニタリング方法

ある年 y におけるプロジェクト排出量を PE_y は次のように表される。

$$PE_y = \sum_i FF_{i,y}^{BFP} \times COEF_i^{FF} + BF_y^{mass} \times COEF^{FS} + PE^{Transp1}_y + PE^{Transp2}_y + PE^{plantation_N2O}_y + PE^{plantation_CO2}_y$$

各項目に対するモニタリング方法を以下に示す。

P1. $FF_{i,y}^{BFP}$: プラントで燃焼された化石燃料 i の量 [physical unit]

情報源 ; 重量計又はメーター類

測定頻度 ; 毎日測定し、電子媒体でデータ保存

補足 ; 燃料購入領収書をチェック

P2. $COEF_i^{FF}$: 化石燃料 i の LCA CO_2 排出係数 [t CO_2 /physical unit]

情報源 ; 燃料購入先、統計、科学文献

測定頻度 ; クレジット発生時に一度計算し、電子媒体でデータ保存

補足 ; *direct part*; 燃料供給先、統計によりデータを得る。

Indirect part; 科学文献等により LCA によるデータを得る。プロジェクト参加者によるデータの提示が不可能な場合は、*direct part* のみを検討。

Oxidation factor; IPCC Guidelines/Good Practice Guidance デフォルト値を使用。

P3. BF_y^{mass} : バイオ燃料の年間使用量または販売量 [t-BioFuel]

情報源 ; 重量計

測定頻度 ; 毎日測定し、電子媒体でデータ保存

補足 ; BF_y^{vol} と燃料販売記録をチェック

P4. $COEF^{FS}$: バイオ燃料中の生物由来ではない原料の CO_2 排出量 [t CO_2 /t-BioFuel]

情報源 ;

測定頻度；PDD 作成時に一度計算し、電子媒体でデータ保存
補足；理論値を計算

P5. $PE^{Transp1}_y$ ：栽培サイトからプラントへの運搬による CO₂ 排出量 [tCO₂]

情報源；

測定頻度；月に一度計算し、電子媒体でデータ保存

補足；P6 × P7 で計算

P6. $EN^{TR}_{mode1,y}$ ：運搬形式 1 で消費されたエネルギー [physical unit]

情報源；領収書

測定頻度；月に一度測定し、電子媒体でデータ保存

補足；領収書からデータを得る。走行距離のレコーダーをチェック

P7. $COEF^{TR}_{mode1}$ ：運搬形式 1 の CO₂ 排出係数 [tCO₂/physical unit]

情報源；統計

測定頻度；PDD 作成時に一度計算し、電子媒体でデータ保存

補足；国家統計又は IPCC Guidelines/GPG を使用

P8. $PE^{Transp2}_y$ ：プラントから供給施設への運搬による CO₂ 排出量 [tCO₂]

情報源；

測定頻度；月に一度計算し、電子媒体でデータ保存

補足；P9 × P10 で計算

P9. $EN^{TR}_{mode2,y}$ ：運搬形式 2 で消費されたエネルギー [physical unit]

情報源；領収書

測定頻度；月に一度測定し、電子媒体でデータ保存

補足；領収書からデータを得る。走行距離のレコーダーをチェック

P10. $COEF^{TR}_{mode2}$ ：運搬形式 2 の CO₂ 排出係数 [tCO₂/physical unit]

情報源；燃料購入先、統計

測定頻度；PDD 作成時に一度計算し、電子媒体でデータ保存

補足；国家統計又は IPCC Guidelines/GPG を使用

P11. $PE^{plantation}_{N_2O,y}$ ：栽培サイトで使用した肥料からの N₂O 排出量 [tCO₂eq]

情報源；

測定頻度；月に一度計算し、電子媒体でデータ保存

補足； $PE^{plantation}_{N_2O,y} = Fertilizer^{in}_y \times UREA_EQ^{in} \times COEF^{Direct}_{N_2O} \times GWP_{N_2O}$

P12. Fertilizerⁱⁿ_y : 栽培サイトで使用した肥料の量 [t-fertilizer]

情報源 ; 重量計

測定頻度 ; 月に一度測定し、電子媒体でデータ保存

補足 ; 肥料購入の領収書をチェック

P13. UREA_EQⁱⁿ : 窒素肥料中の N の尿素換算係数 [t-urea/t-fertilizer]

情報源 ;

測定頻度 ; 肥料を変える毎に計算し、電子媒体でデータ保存

補足 ; 肥料購入先からのデータを使用し、計算する

P14. PE^{plantation}_{CO_{2y}} : 栽培サイトで消費された化石燃料の CO₂ 排出量 [tCO₂]

情報源 ;

測定頻度 ; 月に一度計算し、電子媒体でデータ保存

補足 ; $PE^{plantation}_{CO_{2y}} = \sum_i FF^{plantation}_{i,y} \times COEF^{FF}_i$

P15. FF^{plantation}_{i,y} : 栽培サイトで消費された化石燃料 i の量 [physical unit]

情報源 ; 領収書

測定頻度 ; 月に一度測定し、電子媒体でデータ保存

補足 ; 領収書を使用する。栽培サイトでの活動記録をチェック

ベースライン排出量のモニタリング方法

ある年 y におけるバウンダリー内のベースライン排出量を BE_y とおくと、BE_y は次のように表される。

$$BE_y = BF_y \times COEF^{FF} \times (1 + \dots)$$

各項目に対するモニタリング方法を以下に示す。

B1. BF_y : バイオ燃料の年間使用量または販売量 [GJ]

情報源 ;

測定頻度 ; 毎日計算し、電子媒体でデータ保存

補足 ; $BF_y = BF^{vol}_y \times Density_y \times HV_y$

B2. BF^{vol}_y : BF_y の容積 [m³]

情報源 ; 容量計

測定頻度 ; 毎日測定し、電子媒体でデータ保存

補足 ; BF^{mass}_y と燃料販売記録をチェック

B3. Density_y : バイオ燃料の密度 [ton/m³]

情報源 ; 密度計

測定頻度 ; 月に一度測定し、電子媒体でデータ保存

補足 ; プロジェクト開始直後は、頻りにサンプリングし、安定性をチェック

B4. HV_y : バイオ燃料の発熱量 [GJ/ton]

情報源 ;

測定頻度 ; 月に一度測定し、電子媒体でデータ保存

補足 ; プロジェクト開始直後は、燃料の成分分析や燃焼テストを行う。それ以降は、Density_y を概算のために使用する。プロジェクト開始直後は、頻りにサンプリングし、安定性をチェックする。

B5. COEF^{FF} : バイオ燃料が代替する化石燃料の LCA CO₂ 排出係数 [tCO₂/GJ]

情報源 ; 燃料購入先、統計、科学文献

測定頻度 ; クレジット発生時に一度計算し、電子媒体でデータ保存

補足 ; P2 と同様。

B6. : 燃料による GJ あたりの平均走行距離の差に伴う補正項

情報源 ; 科学文献、レポート

測定頻度 ; PDD 作成時に一度計算し、電子媒体でデータ保存

補足 ; 科学文献等によりチェック。もし、 Δ が著しい値であれば、計算に使用する。燃料が農業機械等マイナーな利用をされた時は、排出削減量への影響は小さいと考え、 Δ を 0 とおく。

リーケージのモニタリング方法

ある年 y におけるバウンダリー外のネット排出変化量であるリーケージを L_y とおくと、L_y は次のように表される。

$$L_y = EL_y \times COEF_y^{EL} / (1 - Loss_y) - BE_{N_2O_y} + PE_{N_2O_y}^{indirect} + PE_{N_2O_y}^{Feedstock} + PE_{N_2O_y}^{Fertilizer}$$

各項目に対するモニタリング方法を以下に示す。

L1. EL_y : バイオ燃料製造プラントで消費された電力量 [MWh]

情報源 ; 電力計

測定頻度 ; 月に一度測定し、電子媒体でデータ保存

補足 ; 電力購入の領収書をチェック

L2. $COEF_y^{EL}$: 電力のCO₂排出係数 [tCO₂/MWh]

情報源 ; 統計

測定頻度 ; 年に一度計算し、電子媒体でデータ保存

補足 ; グリッド電力を使用する場合は、ACM0002の計算方法を使用する。自家発電を行う場合は、設備のCO₂排出係数を計算する。電力会社の電力開発計画担当者に、本設備が存在することで電力開発計画が影響を受けないことの証明書を貰う。

L3. $Loss_y$: グリッドの送電ロス [no dimension]

情報源 ; 統計

測定頻度 ; 年に一度計算し、電子媒体でデータ保存

補足 ; 最新版の統計データを使用する。

L4. $BE_{N_2O_y}$: バイオマス肥料 (バイオ燃料の副生成物) により代替されたN₂O排出量 [tCO₂eq]

情報源 ;

測定頻度 ; 年に一度計算し、電子媒体でデータ保存

補足 ; $BE_{N_2O_y} = BioFertilizer_y^{out} \times UREA_EQ^{out} \times COEF_{N_2O} \times GWP_{N_2O}$ L5. $BioFertilizer_y^{out}$: 市場で販売されたバイオマス肥料 [t-biofertilizer]

情報源 ; 質量計

測定頻度 ; 月に一度計算し、電子媒体でデータ保存

補足 ; 販売記録をチェック

L6. $UREA_EQ^{out}$: バイオマス肥料量から化学肥料量への変換係数 [t-urea/t-biofertilizer]

情報源 ;

測定頻度 ; 年に一度計算し、電子媒体でデータ保存

補足 ; 肥料のデータから計算

L7. $PE_{N_2O_y}^{indirect}$: 化学肥料の製造時からのN₂O排出量 [tCO₂eq]

情報源 ;

測定頻度 ; 年に一度計算し、電子媒体でデータ保存

補足 ; $PE_{N_2O_y}^{indirect} = Fertilizer_y^{in} \times UREA_EQ_y^{in} \times COEF_{N_2O}^{indirect} \times GWP_{N_2O}$ L8. $PE_y^{Feedstock}$: プラントで使用された原料の製造過程からの間接CO₂排出量 [tCO₂eq/yr]

情報源 ;

測定頻度 ; 年に一度チェックし、電子媒体でデータ保存

補足；文献値が著しい値であれば、計算に使用する

L9. PE^{Fertilizer}_y：化学肥料の製造過程からの間接 CO₂ 排出量 [tCO₂eq/yr]

情報源；

測定頻度；年に一度チェックし、電子媒体でデータ保存

補足；文献値が著しい値であれば、計算に使用する。いくつかの文献で、conservative estimation として使用されている。

データの不確実性

各モニタリング項目とその不確実性レベルを Table 2.3.1 に示す。

Table 2.3.1 データの不確実性レベル

データ	不確実性レベル	信頼度を上げる方法
P1, P3, P6, P9, P12, P15, B2, L1, L5	low	販売記録や購入記録、レシート等で確認
バイオ燃料製造プラントで測定する項目	low	分析業務管理の徹底
B5, B6	low to middle	徹底的な比較を行う

基本的には、測定値のチェックは2回行い、分析業務はISO9000に基づき行われる。

2.4 ベースラインの設定

「2.2 ベースライン方法論」を本プロジェクトに適用し、ベースラインシナリオを同定する。まず、ベースライン方法論に従い、適応可能条件の検証を行う。

2.4.1 適応可能条件の検証

新方法論では、以下の7つの適応可能条件を挙げている。方法論をプロジェクトに適用するためには、本プロジェクトがこの適応可能条件を満たしていなければいけない。以下にその検証を行う。

<バイオマス供給ステージ>

- (a) バイオ燃料の原料作物栽培にあたって、それにともなう新たな森林破壊や、植林活動を制限しないこと
 - (b) 当該原料作物栽培地が別のGHG排出削減活動に利用される予定がないこと
- 本プロジェクトのひまわり栽培候補地は休耕地であり、植林計画や他のGHG排出削減活動に利用される予定はない。

<バイオ燃料製造ステージ>

- (c) 同じ原料作物を用いたバイオ燃料製造プラントを検討した時、当該バイオ燃料製造プラントが投資分析等いくつかのバリアを考えた上でプロジェクト参加者にとって最適な規模であること
- (d) プロジェクト参加者は当該プロジェクトとは別の方法によるバイオ燃料の製造を行う予定がないこと

原料作物として他の作物（パーム）ではなくひまわりを選んだ理由を以下に示す。

搾油後の油粕は非常に良好な有機肥料であり、その肥料を使用することで化学肥料の使用量を減少させ、N₂O排出量を削減することができる。これはパームでは出来ない。また、ひまわり栽培は、根粒菌により土壌に良い影響を及ぼす。バンコクより北側の気候は、パームの栽培には適さないが、ひまわりの栽培には適している。

よって、プロジェクト実施予定地では、パーム等他の作物を原料としたBDF製造プラントの建設を行う予定はない。

- (e) 当該バイオ燃料製造プラントが、補助金や副産物の販売等を含めた経済収支を考えた場合でも、CER 収入が無い場合、投資に見合う採算性が見込めないこと
ベースラインシナリオの同定のパートで説明する。

<バイオ燃料消費ステージ>

- (f) 当該バイオ燃料が運輸用化石燃料と代替可能であること

以下の条件を満たすことで証明される。

-) 当該バイオ燃料が代替しようとしている化石燃料の販売ルートに乗り、代替燃料として利用されること

運輸用軽油の販売ルートで、BDF が軽油の代替燃料として利用されることは可能であると考えられる。

-) ホスト国において、当該バイオ燃料と代替可能で、バイオマスが同等比率以上のバイオ燃料の普及率が70%以下であること

タイではパーム diesel の普及に努めているが、本プロジェクトで製造される BDF は、パーム diesel のような植物油と軽油の混合燃料とは違うので、本来ならこの条件ではパーム diesel の普及率を検討する必要はない。もし検討するとして、仮に「2006年に軽油消費量の2%をパーム diesel で代替する」という政府プランが達成されても、その普及率は70%には及ばない。本プロジェクトのような BDF のタイでの普及率は、0%である。

-) ホスト国において、代替しようとしている化石燃料の供給能力に余力があり、当該バイオ燃料の供給が新規需要の創出につながらないこと

タイでは、軽油の供給能力は限界ではなく、供給が制限されていない。また、軽油の需要は制限されておらず、予測できる将来においても制限されることはない。

-) ホスト国において、代替しようとしている化石燃料の利用が、法的あるいは実態的に禁止されていないこと

タイでは、何の制限も無く軽油を使用することができる。

-) ホスト国において、当該バイオ燃料の使用が法的に強制されていないこと

タイでは、bio-diesel を使用するのに条件はない。

よって、この新方法論は、本プロジェクトに適用できる。

2.4.2 ベースラインシナリオの同定

本プロジェクトは新方法論を適応することが可能である。よって、その方法論に従い、ベースラインシナリオを同定する。

プロジェクトは、GHG 排出削減に至るステージを以下の3つに分けられる。

ひまわりの種の供給

BDF の製造

BDF の消費

ベースラインシナリオを同定する場合、これらのステージ毎に、プロジェクトがCDM プロジェクトとして登録されなかったらどのようなシナリオが実現するか、という点を代替シナリオとしてリストアップし、それを適用可能条件を用いて絞り込むことで、ベースラインシナリオを一つに同定する。

<ステージ1. ひまわりの種の供給>

可能なオプションを以下に示す。

- ・ Option 1-1: 現在の状況が継続する
- ・ Option 1-2: 森林が伐採され、何らかの跡地利用が図られる
- ・ Option 1-3: 植林が実施される
- ・ Option 1-4: BDF 目的以外の何らかの作物が栽培される
- ・ Option 1-5: 当該プロジェクトと異なるBDF 用作物が栽培される
- ・ Option 1-6: 当該プロジェクトで用いるBDF 用作物が栽培される
- ・ Option 1-7: 当該地においてGHG を排出する施設が建設される

適応可能条件(a)により、Option 1-3 の可能性は排除される。Option1-1、1-4 は、GHG の増減に影響はないため等価である。適応可能条件(b)により、Option 1-5 の可能性も排除される。Option 1-2、1-7 は、ベースライン排出量が増えることを意味するため、conservative な推計を行うという観点で、この可能性を無視する。

したがって、このステージでは、Option 1-1 (1-4 は等価) あるいはOption 1-6 (プロジェクトシナリオ) が可能性として残される。

<ステージ2. BDF 製造>

このステージでは、Option 1-6、すなわちプロジェクトシナリオと同じひまわりを用いたBDF 製造プラントが建設されるかどうかオプションとなる。

適応可能条件(c)及び(d)により、ひまわりを用いた別の規模のプラントや別の方法によるBDF 製造プラントの建設は排除される。適応可能条件(e)により、ベースラインシナリオのオプションからはプロジェクトシナリオは排除される。

よって、唯一残ったオプションは、現状維持、である。

なお、適応可能条件(e)は、計画段階でのバリア分析や投資分析を行い、証明する。証明方法は、“Tool for the demonstration and assessment of additionality”の“Step 3. Barrier analysis”と“Step 2. Investment analysis”を用いて行う。

Step 3: Sub-step 3a. 当該プロジェクトと同類のプロジェクトが実施するのを妨げるバリアを特定する

本プロジェクトで考えられるバリアの一つは、技術的なバリアである。タイでは、BDFは未だ販売されておらず、BDFの実用化には至っていない。パーム油でのBDF製造に関するフィジビリティスタディが開始したばかりで、ひまわり油の利用は本プロジェクトが初の試みである。しかし、もっとも重要なバリアは、コストの問題であり、BDF製造プロジェクトへの投資は現段階では経済的ではない。その証明はStep 2に示す。

Step 2: Sub-step 2a. 分析手法の決定

Sub-step 2b.-Option 投資比較分析

-Option ベンチマーク分析

Sub-step 2c. 指標の計算及び比較

Sub-step 2d. 感度分析

Step3のバリア分析に加え、Step2では本プロジェクトの実施が困難であることを投資分析により示す。

本プロジェクトでは投資比較分析を行う。現状で想定されるプロジェクトのIRRを計算すると、プロジェクト実施期間を10年間としてCER収入がない場合には、IRRは1.6%（税引き後）となる。プロジェクト投資側としては、このレベルのIRRでは投資を行うのは難しい。よって、CER収入がない場合は、採算性を考えた上で本プロジェクトへの投資は行われぬ。投資分析については、「3.3.1 投資分析」で説明する。

もしホスト国において、BDFが市場に10%以上普及していた場合には、当該プロジェクトがそれらの既存プラントと比較してより困難な状況下にあることを、証拠と共にprohibitiveである理由を論証する必要がある。

タイにはBDF市場はなく、普及率は0%である。

<ステージ3. BDF消費>

適応可能条件(f)（ から を含む）により、ステージ2で製造されたBDFは、ベースラインシナリオでは、その分普及型の化石燃料（軽油）が消費されると結論付けることができる。

残る可能性は、その普及型としてプロジェクトとは異なったプラントで製造されたbio-dieselの可能性はあるか、すなわち市場におけるbio-dieselを代替してしまう可能性があるか、という点である。一般に、bio-diesel製造が行われるということは、そのbio-dieselは代替する化石燃料と比較して、補助金やCDMクレジット収入なども含めて競争力があると想定される。したがって、そのようなbio-dieselが当該プロジェクトのBDFによって代替されてしまう可能性は低い。しかし、conservativeな観点から、同程度以上のバイオマス比率のbio-dieselの普及率が70%以上となると、そのような可能性も無視できなくなると考

え、本方法論では適応可能条件(f)- を設定した。また、代替する化石燃料の供給が限界であれば、バイオ燃料の供給により新規の需要を創出することになると考え、適応可能条件(f)- を設定した。

以上の論理構成により、適応可能条件(a)-(f)が全て満たされる場合、ベースラインシナリオは現状維持であり、たとえ他の BDF が市場に普及していたとしても、それによって当該プロジェクト及びそれからの GHG 排出削減量は影響を受けないことが明らかになる。

つまり、ベースラインシナリオ「現状維持」は、以下のようになる。

ステージ1：ひまわりの栽培候補地は、現状が維持され休耕地である。

ステージ2：ひまわりを原料とした BDF 製造プラントが建設されることはない。

ステージ3：ひまわりを原料とした BDF は製造されず、その分石油系軽油が消費される。

2.4.3 追加性の証明

ベースラインシナリオの同定により、ベースラインシナリオはプロジェクトシナリオと同一ではなく、プロジェクトシナリオの GHG 排出量はベースラインシナリオより少ないことが明らかである。よって、プロジェクトは追加的である。

2.5 プロジェクトバウンダリー

方法論により、プロジェクトによる GHG 排出削減は、BDF を用いる多数の車両で行われる。これは、グリッド電力削減型プロジェクトの状況と類似のものである。したがって、ACM002 にならい、プロジェクトバウンダリーを以下のように考える。

- ・ 原料となるひまわり栽培サイト
- ・ プロジェクトサイト (BDF 製造施設) への運搬
- ・ プロジェクトサイト
- ・ BDF 供給施設への運搬
- ・ BDF 供給施設

不確実性分析 (「2.7 GHG 削減量」に詳細を示す) を行い、GHG 排出削減項目の内、いくつかは negligible であり、Fig. 2.5.1 のようになる。

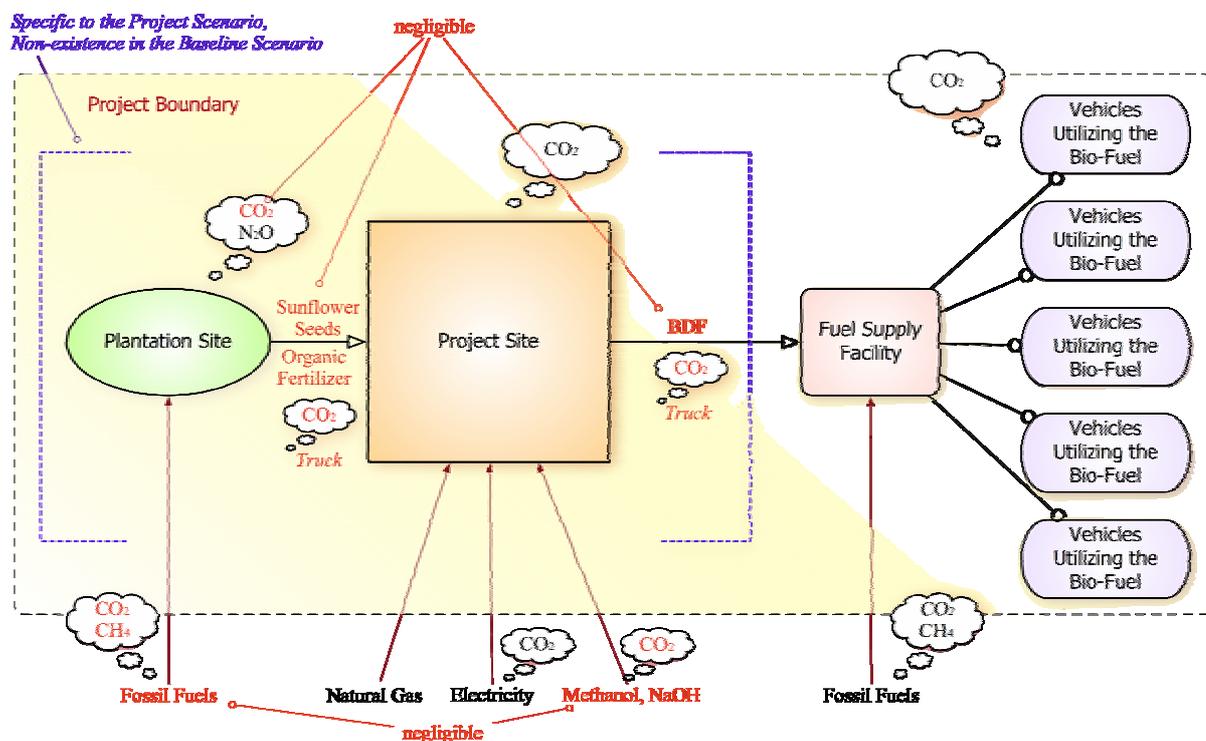


Fig. 2.5.1 プロジェクトバウンダリーと想定される GHG 排出量

Table 2.5.1 に GHG 排出源と GHG を示す。

Table 2.5.1 バウンダリー内外の GHG 排出源

		In the Boundary	Outside of the Boundary
Baseline Scenario	Monitored	・BDF を使用する車両(軽油による CO ₂)	・BDF が代替する軽油の搾取、精製、運搬 (CO ₂ 、CH ₄)
	Neglected	・燃料供給施設 (CO ₂) ・BDF を使用する車両(軽油消費による N ₂ O)	n.a
Project Scenario	Monitored	・BDF を使用する車両 (BDF 中のメタノールからの CO ₂) ・BDF 製造施設(施設内天然ガスによる CO ₂) ・ひまわり栽培サイト(肥料使用による N ₂ O)	・発電所(プラントの消費電力からの CO ₂)
	Neglected	・BDF、ひまわりの種、有機肥料の運搬 (CO ₂) ・ひまわり栽培サイト(農業機械使用による CO ₂) ・BDF を使用する車両(軽油とBDFの混合燃料中の軽油からの CO ₂) ・燃料供給施設 (CO ₂) ・ひまわり栽培サイト(肥料使用による CO ₂)	・BDF 原料製造プロセス (CO ₂) ・ひまわり栽培サイトで使用される石油燃料の搾取、精製、運搬 (CO ₂ 、CH ₄) ・副生産物運搬 (CO ₂) ・プラント勤務者通勤 (CO ₂)

本プロジェクトでは、搾油後の油粕を有機肥料として使用し、基本的には他の肥料を使用しない計画である。化学肥料を使用した場合は、その製造過程からの N₂O 排出量を検討しなければならない。

2.6 プロジェクト実施による GHG 削減量及びリーケージ

2.6.1 ベースライン排出量

方法論に従い、ベースライン排出量の計算を行う。

ある年 y におけるバウンダリー内のベースライン排出量を BE_y とおくと、 BE_y は次のように表される。

$$BE_y = BF_y \times COEF^{FF} \times (1 + \quad)$$

ここで、

BF_y : BDF の年間使用量または販売量 [GJ/yr]

$$= BF_y^{vol} \times Density_y \times HV_y$$

ここで、 BF_y^{vol} : BF_y の容積 [m^3 /yr]

$Density_y$: BDF の密度 [ton/m^3]

HV_y : BDF の発熱量 [GJ/ton]

$COEF^{FF}$: BDF が代替する軽油の LCA CO_2 排出係数 [tCO_2 /GJ]

: 燃料による GJ あたりの平均双強距離の差に伴う補正項

$$= [L_{biofuel}/L_{fossil}] - 1$$

ここで、 L_{fossil} : 代替される軽油の平均走行距離 [m/MJ]

$L_{biofuel}$: BDF の平均走行距離 [m/MJ]

BF_y : BDF 製造量は、15,000 [t/yr]である。BDF の発熱量を利用して、単位を[熱量/yr]に変換する。BDF の低位発熱量は、9,730 [kcal/kg-BDF]である。

$$\begin{aligned} \text{よって、} \quad BF_y &= 15,000 \text{ [t/yr]} \times 10^3 \text{ [kg/t]} \times 9,730 \text{ [kcal/kg-BDF]} \\ &= 146.0 \times 10^9 \text{ [kcal/yr]} \end{aligned}$$

$COEF^{FF}$: 厳密に言えば、LCA の影響はバウンダリーの外であるが、 $COEF^{FF}$ の中に組み込まれることで、計算をしやすくする。石油の LCA に関する科学論文によると、日本の軽油の排出係数は、LCA を考慮すると約 12 % 増加する。タイは日本より産油国に近いので、conservative に考えて、タイでの LCA CO_2 排出係数も同等に 12 % 増加すると仮定して計算を行った。LCA の影響を含まない排出係数は、IPCC のデフォルト値を使用した。

$$\begin{aligned} \text{IPCC デフォルト値} &= 20.2 \text{ [tC/TJ]} \times 43.33 \text{ [TJ/10}^3\text{ton]} \times 44/12 \text{ [tCO}_2\text{/tC]} \\ &= 3.21 \text{ [tCO}_2\text{/t-diesel]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{よって、} \quad COEF^{FF} &= 3.21 \text{ [kgCO}_2\text{/kg-diesel]} \div 10,950 \text{ [kcal/kg-diesel]} \times 1.12 \\ &= 3.28 \times 10^{-4} \text{ [kgCO}_2\text{/kcal]} \end{aligned}$$

: 科学文献等では、BDF と軽油の平均走行距離の差は誤差範囲であるとし、 をゼロと
 している。これは、化学構造上、類似の炭素鎖長を持っていることから推測でき
 る。よって、今回は、 をゼロと設定した。

よって、BDF 製造量が 15,000 [t/yr]の時のベースライン排出量は次のようになる。

$$\begin{aligned} BE_y &= 146.0 \times 10^9 \text{ [kcal/yr]} \times 3.28 \times 10^{-4} \text{ [kgCO}_2\text{/kcal]} \times 1 \\ &= 4.79 \times 10^4 \text{ [tCO}_2\text{/yr]} \end{aligned}$$

2.6.2 プロジェクト排出量

方法論に従い、プロジェクト排出量の計算を行う。

ある年 y におけるバウンダリー内のプロジェクト排出量を PE_y とおくと、 PE_y は次のよう
 に表される。

$$PE_y = FF_{NG,y}^{BFP} \times COEF_{NG}^{FF} + BF_y^{mass} \times COEF^{FS} + PE_{N_2O,y}^{plantation}$$

ここで、

$FF_{i,y}$: BDF 製造プラントで燃焼された天然ガスの量 [TJ/yr]

$COEF_{i}^{FF}$: 天然ガスの LCA CO_2 排出係数 [t CO_2 /TJ]

BF_y^{mass} : BDF の年間使用量または販売量 [t-BDF/yr]

$COEF^{FS}$: BDF 中のメタノールからの CO_2 排出量 [t CO_2 /t-BDF]

$PE_{N_2O,y}^{plantation}$: 栽培サイトで使用した肥料からの N_2O 排出量

$$= Fertilizer_{i,y}^{in} \times UREA_EQ_{i,y}^{in} \times COEF_{N_2O}^{Direct} \times GWP_{N_2O} \text{ [tCO}_2\text{eq/yr]}$$

ここで、 $Fertilizer_{i,y}^{in}$: 栽培サイトで使用した肥料の量 [t-fertilizer/yr]

$UREA_EQ_{i,y}^{in}$: 窒素肥料中の N の尿素変換係数 [t-urea/t-fertilizer]

$COEF_{N_2O}^{Direct}$: 肥料からの直接 N_2O 排出係数 (= 1.0 %) [t N_2O /t-urea]

GWP_{N_2O} : N_2O の GWP (= 310 (第一約束期間)) [t CO_2 eq/t N_2O]

BDF 製造量が 15,000 [t/yr]の時のプロジェクト排出量を求める。

BDF 製造プラント内での燃料

計画しているプラントでは、ボイラーを使用し、その燃料として天然ガスを燃焼する。
 その消費量 $FF_{NG,y}^{BFP}$ は、 $9,648 \times 10^6$ [BTU/yr]になる。 $COEF_{NG}^{FF}$ は、IPCC のデフォルト値を

用いて計算すると、ボイラーの使用による天然ガスからの CO₂ 排出量は、以下のようになる。

$$\begin{aligned}
 FF_{NG,y}^{BFP} \times COEF_{NG}^{FF} &= 9,648 \times 10^6 \text{ [BTU/yr]} \times 1,055.06 \text{ [J/BTU]} \times 10^{-12} \text{ [TJ/J]} \times 15.3 \text{ [tC/TJ]} \times \\
 &44/12 \text{ [tCO}_2\text{/tC]} \\
 &= 571 \text{ [tCO}_2\text{/yr]}
 \end{aligned}$$

BDF 中のメタノール

BDF は、ひまわり油とメタノールの化学反応によって生成される。よって、BDF の燃焼によって排出される CO₂ の内、ひまわり油由来のものは、IPCC ガイドラインに従い、ひまわりの成長過程で吸収した CO₂ 量と同等である、とすることが出来る。よって、CO₂ 排出量はゼロである。一方、メタノールは化学合成品であるので、メタノール分の C の燃焼による CO₂ 排出量は、本来ならばカウントされなければいけない。しかし、化学反応の副生成物であるグリセリン中の C はひまわり由来のものであり、C の数から考えると BDF 中のメタノールの C とグリセリン中のひまわり由来の C は同数である (Fig. 2.6.1)。よって、相対的にはメタノール分の C はグリセリンに変換されるといえる。

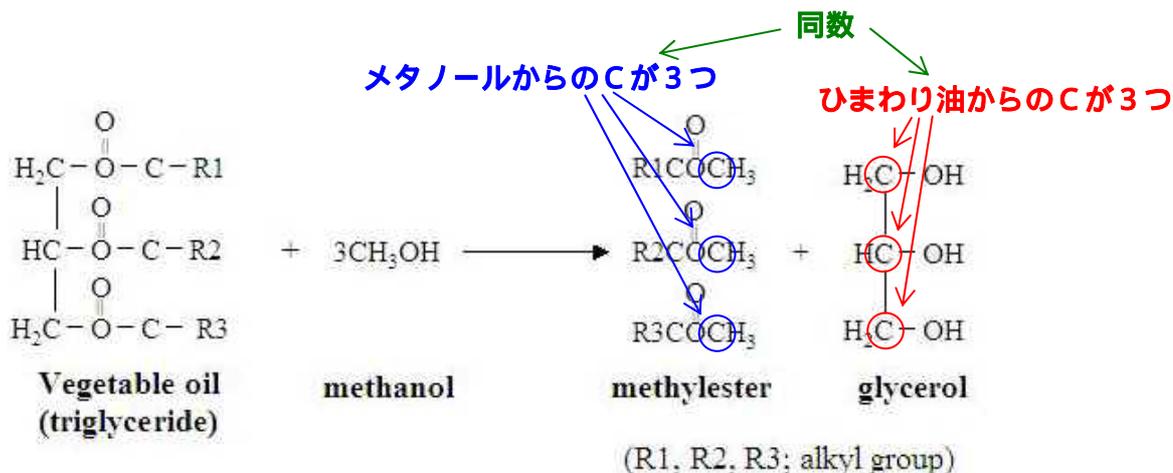


Fig. 2.6.1 エステル交換反応

よって、排出係数 COEF^{FS} はゼロと置くことができ、メタノールからの CO₂ 排出量 BF^{mass}_y × COEF^{FS} もゼロとなる。

栽培サイトで使用した肥料

栽培サイトで施肥される肥料は、搾油後の搾りかすが使用され、45,000 [t/yr]のひまわりの種から、28,350 [t/yr]の肥料が出来る。搾りかす中に含まれる窒素量は、約 2.8 %であるの

で、肥料中の尿素量 $UREA_EQ^{in}$ は、次のようになる。

$$UREA_EQ^{in} = 0.028 \times 60/14 = 0.12 \text{ [t-urea/t-fertilizer]}$$

(尿素の分子量 60)

よって、栽培サイトでしようした肥料からの N_2O 排出量 $PE^{plantation_N_2O_y}$ は、

$$PE^{plantation_N_2O_y} = 28,350 \text{ [t/yr]} \times 0.12 \text{ [t-urea/t-fertilizer]} \times 0.010 \text{ [tN}_2\text{O/t-urea]} \times 310 \text{ [tCO}_2\text{eq/tN}_2\text{O]}$$

$$= 10,546 \text{ [tCO}_2\text{/yr]}$$

プロジェクト排出量

上記の検討により、BDF 製造量が 15,000 [t/yr]の時のプロジェクト排出量は次のようになる。

$$PE_y = 571 \text{ [tCO}_2\text{/yr]} + 10,546 \text{ [tCO}_2\text{/yr]}$$

$$= 1.11 \times 10^4 \text{ [tCO}_2\text{/yr]}$$

2.6.3 リークージ排出量

方法論に従い、リークージ排出量の計算を行う。

ある年 y におけるバウンダリー外のネット排出変化量であるリークージを L_y とおくと、 L_y は次のように表される。

$$L_y = EL_y \times COEF^{EL}_y / (1 - Loss_y) - BE_{N_2O_y} + PE^{indirect_N_2O_y}$$

ここで、

EL_y : BDF 製造プラントで消費された電力量 [MWh/yr]

$COEF^{EL}_y$: 電力の CO_2 排出係数 [tCO₂/MWh]

$Loss_y$: グリッドの送電ロス [no dimension]

$BE_{N_2O_y}$: 有機肥料 (BDF の副生成物) により代替された N_2O 排出量

$$= BioFertilizer^{out}_y \times UREA_EQ^{out} \times COEF_{N_2O} \times GWP_{N_2O} \text{ [tCO}_2\text{eq/yr]}$$

ここで、 $BioFertilizer^{out}_y$: 市場に販売された有機肥料 [t-biofertilizer/yr]

EQ^{out} : 有機肥料量から化学肥料量への変換係数 [t-urea/t-biofertilizer]

$COEF_{N_2O}^{tot}$: 化学尿素肥料の N_2O 排出係数 (直接 + 間接) (= 0.030)
[tN₂O/t-urea]

GWP_{N_2O} : N_2O の GWP (=310) [tCO₂eq/tN₂O]

$PE^{indirect_N_2O_y}$: 化学肥料の製造時からの N_2O 排出量

$$= Fertilizer^{in}_y \times UREA_EQ^{in}_y \times COEF^{indirect_N_2O} \times GWP_{N_2O}$$

$$\text{ [tCO}_2\text{eq/yr]}$$

ここで、 $COEF^{indirect}_{N_2O}$: 化学肥料の間接 N_2O 排出係数 (= 2.0 %) [t N_2O /t-urea]

BDF 製造量が 15,000 [t/yr]の時のリーケージ排出量を求める。

プラントでの消費電力

BDF 製造プラントで消費される電力 EL_y は、4,600 [MWh/yr]である。この値は、グリッドに影響を及ぼす程大きくないので、方法論に従い Operating Margin として扱う。電力の CO_2 排出係数 $COEF^{EL}_y$ は、ACM0002 の”Simple OM method” (low-cost/must-run 発電を除いたグリッドに接続する発電の平均) を用いて計算した。Table 2.6.1 に計算の詳細を示す。

Table 2.6.1 2003 年電力のエネルギー消費量による電力排出係数の計算 (Simple OM)
(EGAT Power Development Plan 2004)

	Electricity Generation		Fuel Consumption			Emission Factor (IPCC default)		Oxidization Factor	CO ₂ Emission	Emission Factor
	(%)	(GWh/yr)		unit	(kton/yr)	(tC/TJ)	(TJ/kton)	(%)	(MtCO ₂ /yr)	(kCO ₂ /kWh)
Hydro	8.7	10,180								
Natural Gas	71.5	83,500	1,895	MMSCFD/yr	15,151	15.3	52.3	99.5	44.23	0.530
Heavy Oil	1.8	2,150	533	ML/yr	517	21.1	42.0	99.0	1.66	0.774
Diesel	0.0	45	12	ML/yr	10	20.2	43.3	99.0	0.03	0.720
Lignite	14.7	17,134	16	Mton/yr	16,000	12.1	27.6	98.0	19.26	1.124
Imported Coal	2.2	2,526				26.4	28.7	98.0	2.39	0.948
Renewable	0.9	1,103								
EGAT-TNB	0.1	105								
Total	100	116,743								0.641

- * 数値は、EGAT、EGCO、RATCH、IPP、SPP、Lao PDF (Hydro)の計画を含む。
- Coal、Lignite の炭素排出係数は、IPCC Good Practice Guidance のデフォルト値を使用。
- “Heavy Oil”は、IPCC のカテゴリーでは”residual fuel oil”になる。
- “imported IPP/SPP coal power”からの CO_2 排出係数は、IEA “Energy Balance” (2002 年データ、autoproducer electricity by coal) から電力発電効率 36 %として計算した。

電力グリッドの CO_2 排出係数は、0.641 [kCO₂/kWh]となり、BDF 製造プラントでの消費電力からの CO_2 排出量は、次のようになる。なお、送電ロス は EGAT の統計より、3 %とした。

$$EL_y \times COEF^{EL}_y / (1 - Loss_y) = 4,600 \text{ [MWh/yr]} \times 0.641 \text{ [tCO}_2\text{/MWh]} / (1 - 0.03) \\ = 3.0 \times 10^3 \text{ [tCO}_2\text{/yr]}$$

BDF の製造により代替された化学肥料

BDF の製造により生成された油粕肥料は、全てひまわり栽培サイトへ還される計画であ

り、販売は行われずである。よって、油粕肥料によって代替された化学肥料はゼロで、BE_{N₂O_y} はゼロである。また、ひまわり栽培サイトでは、化学肥料を使用せず、有機肥料のみを利用する計画であるので、化学肥料の製造過程からの N₂O 排出量 PE^{indirect}_{N₂O_y} も、ゼロである。

リーケージ排出量

上記の検討により、BDF 製造量が 15,000 [t/yr]の時のリーケージ排出量は次のようになる。

$$\begin{aligned} L_y &= 3.0 \times 10^3 \text{ [tCO}_2\text{/yr]} - 0 + 0 \\ &= 3.0 \times 10^3 \text{ [tCO}_2\text{/yr]} \end{aligned}$$

2.6.4 プロジェクト実施による GHG 排出削減量

方法論に従い、本プロジェクト実施による GHG 排出削減量の計算を行う。

ある年 y における排出削減量を ER_y とおくと、BDF 製造量が 15,000 [t/yr]の時、ER_y は次のように表される。

$$\begin{aligned} ER_y &= BE_y - PE_y - L_y \\ &= 4.79 \times 10^4 \text{ [tCO}_2\text{/yr]} - 1.11 \times 10^4 \text{ [tCO}_2\text{/yr]} - 3.0 \times 10^3 \text{ [tCO}_2\text{/yr]} \\ &= 3.38 \times 10^4 \text{ [tCO}_2\text{/yr]} \end{aligned}$$

プロジェクト実施期間中の GHG 排出削減量を Table 2.6.2 に示す。

Table 2.6.2 GHG 排出削減量

year	BDF [t/yr]	Fertilizer ⁱⁿ _y [t/yr]	FF ^{BFP} _{NG,y} [TJ/yr]	EL _y [MWh/yr]	PE _y [tCO ₂ eq/yr]	BE _y [tCO ₂ eq/yr]	L _y [tCO ₂ eq/yr]	ER _y [tCO ₂ eq/yr]
2008	12,000	22,680	8.14	3,680	8,894	38,310	2,432	27,074
2009	15,000	28,350	10.18	4,600	11,117	47,888	3,040	33,731
2010	15,000	28,350	10.18	4,600	11,117	47,888	3,040	33,731
2011	15,000	28,350	10.18	4,600	11,117	47,888	3,040	33,731
2012	15,000	28,350	10.18	4,600	11,117	47,888	3,040	33,731
2013	15,000	28,350	10.18	4,600	11,117	47,888	3,040	33,731
2014	15,000	28,350	10.18	4,600	11,117	47,888	3,040	33,731
2015	15,000	28,350	10.18	4,600	11,117	47,888	3,040	33,731
2016	15,000	28,350	10.18	4,600	11,117	47,888	3,040	33,731
2017	15,000	28,350	10.18	4,600	11,117	47,888	3,040	33,731
合計	147,000	277,830	99.76	45,080	108,947	469,302	29,792	330,653
平均	14,700	27,783	9.98	4,508	10,895	46,930	2,979	33,065

2.6.5 不確実性分析

GHG 排出源の内、数値の大きい排出源は、GHG 排出削減量を計算する上で、その誤差が削減量に大きく影響を及ぼし、不確実性に寄与する。

各シナリオの排出量を比較すると以下ようになる。

ベースライン排出量 48 [ktCO₂/yr]

プロジェクト排出量 11 [ktCO₂/yr](内、肥料使用による N₂O 排出量 10.5 [ktCO₂/yr])

リーケージ 3 [ktCO₂/yr]

その内、数値が大きい排出源は、以下の2つである。

- ・ BDF によって代替された軽油消費からの CO₂ 排出量 (ベースライン排出量)
- ・ 肥料使用による N₂O 排出量 (プロジェクト排出量)

BDF によって代替された軽油消費からの CO₂ 排出量の計算に必要なファクターの内、BDF の販売量は、実際に測定できるので、誤差は 1% 以下だと言える。その他の軽油の排出係数 COEF^{FF} や燃料の燃焼効率 の誤差も、それほど小さくなく、1% 以下であると考えられる (~ 0.5 [ktCO₂/yr])

肥料使用による N₂O 排出量のファクターの内、N₂O 排出係数 COEF^{Direct}_{N₂O} は IPCC のデフォルト値から 1% と非常に小さい値を用いており、数十%の誤差を含む可能性が高い。しかし、N₂O 排出量はベースライン排出量の約 20% であり、ベースライン排出量と比較す

ると、その誤差は数%である。N₂O 排出係数の誤差が 20%としても、N₂O 排出量の誤差は、ベースライン排出量の 4% (2 [ktCO₂/yr]以下) である。

よって、ベースライン排出量の 2%程度 (1 [ktCO₂/yr]) より小さい値の排出源は、誤差範囲内に十分入ると考えられ、negligible であると考えられる。

本プロジェクトでの排出量の小さい排出源は、以下の 3 つが挙げられる。

a) 栽培サイトで農業機械等に使用した化石燃料

栽培サイトでは、トラクタを使用することにより、軽油が消費される。今回は、1 回のひまわり栽培で、中型トラクタが種の播種及び収穫後の 2 回使用されると過程し、Table 2.6.3 のトラクタ性能を想定した。

Table 2.6.3 トラクタ性能

耕耘機ロータリー機	1.5 m
馬力	20 ps
走行速度	10 km/hr
農業機械・軽油炭素排出係数*	73 g/MJ
1ha あたり必要な走行距離	6.7 km
1ha あたり必要なエネルギー	35.5 MJ
1ha あたりトラクタからの CO ₂ 排出量	2.59 kgCO ₂

* 炭素排出係数は、IPCC デフォルト値。

* 1 馬力 = 735.5 W、1 Wh = 0.0036 MJ として計算。

* 1 ha あたり必要な走行距離 = 100 [m]/1.5 [m] × 100 [m] = 6.7 [km]

* 1 ha あたり必要なエネルギー = 20 [ps] × 735.5 [W] × 6.7 [km]/10 [km/hr]
× 0.0036 [MJ]
= 35.5 [MJ]

* 1 ha あたりトラクタからの CO₂ 排出量 = 73 [g/MJ] × 35.5 [MJ]
= 2.59 [kgCO₂/ha]

栽培サイトの総面積は、22,500 ha を計画しているので、トラクタの使用による CO₂ 排出量 PE^{plantation}_{CO₂y} は、

$$\begin{aligned} PE^{\text{plantation}}_{\text{CO}_2\text{y}} &= 2.59 \text{ [kgCO}_2\text{/ha]} \times 22,500 \text{ [ha]} \times 2 \\ &= 117 \text{ [tCO}_2\text{/yr]} \end{aligned}$$

この数値は、1 [ktCO₂/yr]より小さいので、negligible であると考えられる。

b) ひまわりの種と油粕肥料の運搬

ルーイ県プルーア郡の栽培サイトで収穫されたひまわりの種は、一旦種集積所へ集められ、50 km 離れたルーイ市にあるプラントへ運搬される。運搬にはトラックを使用し、運搬される種の量は 45,000 [t/yr]である。使用するトラックに関する条件を Table 2.6.4 に示す。

Table 2.6.4 トラックに関する条件

使用トラックの積載重量	15 t
1 回の運搬の平均移動距離(往復)	100 km
軽油大型トラックの炭素排出係数*	0.77 kgCO ₂ /km

* 排出係数は、IPCC ガイドラインを参照

年間 45,000 [t]のひまわりの種を 15 t トラックを使用して運搬すると、延べ 3,000 往復することになる。一往復で 100 km 走行すると考えると、栽培サイトからプラントへの運搬による CO₂ 排出量 PE^{Transp1}_y は、以下ようになる。

$$\begin{aligned} PE^{\text{Transp1}}_y &= 45,000 \text{ [t/yr]} / 15 \text{ [t]} \times 100 \text{ [km]} \times 0.77 \text{ [kgCO}_2\text{/km]} \\ &= 230 \text{ [tCO}_2\text{/yr]} \end{aligned}$$

この数値は、1 [ktCO₂/yr]より小さいので、negligible であると考えられる。

なお、プラントから栽培サイトへの油粕肥料 (28,350 [t/yr]) の運搬は、種の運搬に使用したトラックの復路を利用して行われるので、上記排出量の中に含まれる。

c) BDF の運搬

ルーイ県ルーイ市のプラントで製造された BDF (15,000 [t/yr]) は、石油会社を通じガソリンスタンドで販売される。もし 520 km 離れた首都バンコクで販売された場合、BDF の運搬による CO₂ 排出量 PE^{Transp2}_y を Table 2.6.4 のトラックの条件を利用して計算すると、以下ようになる。

$$\begin{aligned} PE^{\text{Transp2}}_y &= 15,000 \text{ [t/yr]} / 15 \text{ [t]} \times 1,040 \text{ [km]} \times 0.77 \text{ [kgCO}_2\text{/km]} \\ &= 800 \text{ [tCO}_2\text{/yr]} \end{aligned}$$

この数値は、1 [ktCO₂/yr]より小さいので、negligible であると考えられる。

よって、上記 3 つの排出源を無視できるとして、モニタリングの必要もないと考えられる。

2.7 モニタリング計画

モニタリング方法論に従い、本プロジェクトでのモニタリングを行う。ひまわり栽培サイト、BDF製造プラントでモニタリングされる項目を以下にまとめる。なお、B、P、Lは、それぞれベースライン排出量、プロジェクト排出量、リーケージ排出量を算出するのに必要なパラメータを示す。

ひまわり栽培サイト

P5. $PE^{plantation}_{N_2O_y}$: 栽培サイトで使用した肥料からの N_2O 排出量 [tCO₂eq]

情報源 ;

測定頻度 ; 月に一度計算し、電子媒体でデータ保存

補足 ; $PE^{plantation}_{N_2O_y} = Fertilizer^{in}_y \times UREA_EQ^{in} \times COEF^{Direct}_{N_2O} \times GWP_{N_2O}$

P6. $Fertilizer^{in}_y$: 栽培サイトで使用した肥料の量 [t-fertilizer]

情報源 ; 重量計

測定頻度 ; 月に一度測定し、電子媒体でデータ保存

補足 ; 肥料購入の領収書をチェック

P7. $UREA_EQ^{in}$: 窒素肥料中の N の尿素換算係数 [t-urea/t-fertilizer]

情報源 ;

測定頻度 ; 肥料を変える毎に計算し、電子媒体でデータ保存

補足 ; 肥料購入先からのデータを使用し、計算する

BDF製造プラント

B1. BF_y : BDFの年間使用量または販売量 [GJ]

情報源 ;

測定頻度 ; 毎日計算し、電子媒体でデータ保存

補足 ; $BF_y = BF^{vol}_y \times Density_y \times HV_y$

B2. BF^{vol}_y : BF_y の容積 [m³]

情報源 ; 容量計

測定頻度 ; 毎日測定し、電子媒体でデータ保存

補足 ; BF^{mass}_y と燃料販売記録をチェック

B3. $Density_y$: BDF の密度 [ton/m³]

情報源 ; 密度計

測定頻度 ; 月に一度測定し、電子媒体でデータ保存

補足 ; プロジェクト開始直後は、頻繁にサンプリングし、安定性をチェック

B4. HV_y : BDF の発熱量 [GJ/ton]

情報源 ;

測定頻度 ; 月に一度測定し、電子媒体でデータ保存

補足 ; プロジェクト開始直後は、燃料の成分分析や燃焼テストを行う。それ以降は、 $Density_y$ を概算のために使用する。プロジェクト開始直後は、頻繁にサンプリングし、安定性をチェックする。

B5. $COEF^{FF}$: BDF が代替する軽油の LCA CO₂ 排出係数 [tCO₂/GJ]

情報源 ; 燃料購入先、統計、科学文献

測定頻度 ; クレジット発生時に一度計算し、電子媒体でデータ保存

補足 ; *direct part*; 燃料供給先又は統計によりデータを得る。

Indirect part; 科学文献等により LCA によるデータを得る。プロジェクト参加者によるデータの提示が不可能な場合は、*direct part* のみを検討。

Oxidation factor; IPCC Guidelines/Good Practice Guidance デフォルト値を使用。

P1. $FF^{BFP}_{NG,y}$: BDF 製造プラントで燃焼された天然ガスの量 [m³]

情報源 ; フローメータ

測定頻度 ; 毎日測定し、電子媒体でデータ保存

補足 ; 燃料購入領収書をチェック

P2. $COEF^{FF}_{NG}$: 天然ガスの LCA CO₂ 排出係数 [tCO₂/ m³-NG]

情報源 ; 燃料購入先又は統計

測定頻度 ; PDD 作成時に一度計算し、電子媒体でデータ保存

補足 ; 燃料供給先よりデータを得る。もし不可能ならば、IPCC Guidelines/Good Practice Guidance デフォルト値 (15.3 [tC/TJ]) を使用。

P3. BF^{mass}_y : BDF の年間使用量または販売量 [t-BDF]

情報源 ; 重量計

測定頻度 ; 毎日測定し、電子媒体でデータ保存

補足 ; BF^{vol}_y と燃料販売記録をチェック

- L1. EL_y : BDF 製造プラントで消費された電力量 [MWh]
情報源 ; 電力計
測定頻度 ; 月に一度測定し、電子媒体でデータ保存
補足 ; 電力購入の領収書をチェック
- L2. $COEF_y^{EL}$: 電力の CO_2 排出係数 [tCO_2/MWh]
情報源 ; 統計
測定頻度 ; 年に一度計算し、電子媒体でデータ保存
補足 ; ACM0002 の Simple OM 法を使用する。電力会社の電力開発計画担当者に、本設備が存在することで電力開発計画が影響を受けないことの証明書を貰う。
- L3. $Loss_y$: グリッドの送電ロス [no dimension]
情報源 ; 統計
測定頻度 ; 年に一度計算し、電子媒体でデータ保存
補足 ; 最新版の統計データを使用する。
- L4. $BE_{N_2O_y}$: バイオマス肥料 (BDF の副生成物) により代替された N_2O 排出量 [tCO_2eq]
情報源 ;
測定頻度 ; 年に一度計算し、電子媒体でデータ保存
補足 ; $BE_{N_2O_y} = BioFertilizer_y^{out} \times UREA_{EQ}^{out} \times COEF_{N_2O} \times GWP_{N_2O}$
- L5. $BioFertilizer_y^{out}$: 市場で販売されたバイオマス肥料 [t-biofertilizer]
情報源 ; 質量計
測定頻度 ; 月に一度計算し、電子媒体でデータ保存
補足 ; 販売記録をチェック
- L6. $UREA_{EQ}^{out}$: バイオマス肥料量から化学肥料量への変換係数 [t-urea/t-biofertilizer]
情報源 ;
測定頻度 ; 年に一度計算し、電子媒体でデータ保存
補足 ; 肥料のデータから計算
- L7. $PE_{N_2O_y}^{indirect}$: 化学肥料の製造時からの N_2O 排出量 [tCO_2eq]
情報源 ;
測定頻度 ; 年に一度計算し、電子媒体でデータ保存
補足 ; $PE_{N_2O_y}^{indirect} = Fertilizer_y^{in} \times UREA_{EQ}_y^{in} \times COEF_{N_2O}^{indirect} \times GWP_{N_2O}$

2.8 環境影響・その他の間接影響

2.8.1 環境影響

ひまわり栽培サイト、BDF 製造プラント、BDF 消費サイトの3ステージのそれぞれについて、環境影響を以下に示す。

ひまわり栽培サイト

ひまわりの栽培は、新たに農地を開拓するのではなく休耕地を利用する為、農地の整備と保護を行うことになり、環境への悪影響はないと考えられる。また、収穫された種から油を搾った後の搾り粕は、優良な肥料としてひまわり農地へ還元する事で、資源の再循環が行われ、環境への付加はかからない。

BDF 製造プラント

BDF 製造過程で出る副生成物の粗グリセリンは、化学メーカーへ販売され、セッケンやシャンプー、サプリメント食品等の工業原料として利用されることで、周辺環境への影響はない。

BDF 製造施設から出る廃水は、プラント内の廃棄物処理施設で処理し、排水基準 (Table 2.8.1) を満たして放流されるので、環境への影響は小さいものと考えられる。

Table 2.8.1 タイの工業排水基準（1996年の科学技術環境省の告示）

項目	単位	基準値
1. pH		5.5 ~ 9.0
2. 完全溶解固体物質 (TDS)	mg/L	3,000 mg/L 以下。但し、集水池又は PCC の審理下にある産業の種類に応じて異なるが、5,000 mg/L 以下。 5,000 mg/L 以下で 2,000 mg/L を超過する塩濃度を持つ集水池の TDS 又は海に放出される場合、海の TDS 未満。
3. 浮遊物質 (SS)	mg/L	50 mg/L 以下。但し、集水池又は PCC の審理下にある産業の種類もしくは下水処理システムの種類に応じて異なるが、150 mg/L 以下。
4. 温度		40 以下
5. 色及び臭い		不快感がないこと
6. 硫化物 (H ₂ S として)	mg/L	1.0 以下
7. シアン化物 (HCN として)	mg/L	0.2 以下
8. 重金属 亜鉛 クロム (6 価) クロム (3 価) ヒ素 銅 水銀 カドミウム バリウム セレン 鉛 ニッケル マンガン	mg/L	5.0 以下 0.25 以下 0.75 以下 0.25 以下 2.0 以下 0.005 以下 0.03 以下 1.0 以下 0.02 以下 0.2 以下 1.0 以下 5.0 以下
9. 脂肪、油及びグリース (FOG)	mg/L	5 mg/L 以下。但し、集水池又は PCC の審理下にある産業の種類に応じて異なるが、15 mg/L 以下。
10. フォルムアルデヒド	mg/L	1.0 以下
11. フェノール	mg/L	1.0 以下
12. 遊離塩素	mg/L	1.0 以下
13. 農薬	mg/L	検出不能
14. BOD	mg/L	20 mg/L 以下。但し、集水池又は PCC の審理下にある産業の種類に応じて異なるが、60 mg/L 以下。
15. 総ケルダール窒素 (TKN)	mg/L	100 mg/L 以下。但し、集水池又は PCC の審理下にある産業の種類に応じて異なるが、200 mg/L 以下。
16. COD	mg/L	120 mg/L 以下。但し、集水池又は PCC の審理下にある産業の種類に応じて異なるが、400 mg/L 以下。

* PCC = 公害規制委員会

BDF 消費サイト

BDF は、植物油を燃料に転換したものであり、軽油の代替燃料として利用することで、石油消費量の削減、温室効果ガス排出量の削減につながる。しかしそれだけでなく、BDF はクリーンなエネルギーで、ディーゼルエンジンの排気ガスによる大気汚染を改善する効果が期待できる。BDF は、軽油と混合して利用したとしても、排気ガス中の浮遊粉じん(PM)、多環芳香族炭化水素(PAH)、一酸化炭素、硫黄酸化物を減少させることができる(Table 2.8.2)。窒素酸化物に関しては、軽油よりも排出量が多くなるという報告もあるが、燃焼温度や噴射のタイミングを遅らせる等エンジンの調整により減少させることができる。

Table 2.8.2 軽油と比較した BDF20%混合 (B20) 及び 100% (B100) の排気ガス

	B20	B100
一酸化炭素	-12.6 %	-43.2 %
炭化水素	-11.0 %	-56.3 %
粉じん	-18.0 %	-55.4 %
窒素酸化物	+1.2 %	+5.8 %
大気毒性	-12 ~ -20 %	-60 ~ -90 %
突然変異誘発力	-20 %	-80 ~ -90 %
二酸化炭素	-15.7 %	-78.3 %

* 軽油をベースに増減を示す。

出展 ; USA, National Renewable Energy Laboratory, "Biodiesel Handling and Use Guidance"

タイでは、年々車両数が増加しており、特にバンコクを中心にその排気ガスによる大気汚染は深刻な問題となっている。タイ政府は、1995年から徐々に厳しい排ガス規制を設け、2001年の最新版ではEU並みの規制値を設定している(Table 2.8.3 and 2.8.4)。この規制値をクリアするために、公害対策局は、燃料・車両の両方から改善していくことを発表しており、その中で代替燃料の利用を一つの解決法として挙げている。運輸用燃料の約80%が軽油であることを考えると、軽油の代替燃料であるBDFの利用により、大気汚染の改善が進むものと考えられる。

Table 2.8.3 Light and Heavy Duty Diesel の排ガス規制

type	Reference standards	Standard No.	Enforced
Light Duty Diesel Engine	94/12/EC - for Direct Injection	TIS 1435-1997	Jan 1, 1999 Sep 30, 2001
	96/69/EC - Ref. weight not more than 1,250 kg - Ref. weight more than 1,250 kg - Direct Injection Engine	TIS 1875-1999	Oct 1, 1999 Oct 1, 2000 Sep 30, 2001
Heavy Duty Diesel Engine	95/542(A)/EEC (EURO 1)	TIS 1290-1995	May 12, 1998
	95/542(A)/EEC (EURO 2)	TIS 1295-1998	May 23, 2003

出展 ; Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment

Table 2.8.4 タイの排ガス規制値（参照された EU 規格）

		CO	HC	NOx	PM
Light Duty Diesel Engine	96/69/EC	[g/km]	(HC + NOx) [g/km]		[g/km]
	Passenger cars	1.0	0.7		0.08
	1,250 kg 以下	1.0	0.7		0.08
	1,250 ~ 1,700 kg	1.25	1.0		0.12
	1,700 kg 以上	1.5	1.2		0.17
Heavy Duty Diesel Engine	EURO 2	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]
		4.0	1.1	7.0	0.15

出展；dieselnet, “Emission Standards European Union”

2.8.2 間接影響

プロジェクトサイトであるタイ東北部・ルーイ県は、農業県で工業活動は低い。タイ国内でも貧困な県の一つで、一農家あたりの収入は 10,000 バーツ/yr (約 26,000 円) と非常に低い。地元有力者は、農家の収入を少しでも上げることが希望しているが、有力な農作物もなく、未だ良い方法がない。

本プロジェクトにより大規模なひまわり栽培を行うことで、ひまわりが有力な農作物となり、農家の収入を上げ、農村の活性化や経済効果が期待される。また、広大なひまわり畑が広がることにより、開花時には貴重な観光資源となり、観光収入が見込めることで、更なる経済効果が期待できる。

加えて、BDF 製造プラントをルーイ市に建設することにより、新たな産業を生み出し、工業活動を高めることができる。また、新規雇用を創出し、市や県の活性化や経済効果が期待できる。

2.9 利害関係者のコメント

利害関係者として、ひまわり栽培の研究者とエネルギー関係者にインタビューを行った。

ひまわり栽培に関しては、タイ・Kasetsart University の Dr. Chanate Malumpong にルーイ県での栽培について以下のコメントを頂いた。

- ・ タイ東北部は水資源がそれほど豊富ではなく、栽培が可能な作物が限られている。しかし、ひまわりの栽培は比較的水を必要としないので、ルーイ県での栽培は有力である。
- ・ ひまわりの栽培には、ある程度水はけが必要であるが、プーア郡の栽培候補地は丘陵地で斜面が多く、非常に良いと考えられる。
- ・ 農場の管理・農民との関係構築に関しては、「農家と契約を結び、収穫された種を全て買い取り、農家の収入を保証する」という方式がベストだと考える。
- ・ 最低購入価格の保証は非常に重要であり、政府機関も同様の考えを持っている。また、観光産業も視野に入れることを勧める。なぜなら、同地域は生花の栽培で有名なため、シーズン中は多くの観光客を集める。同様に、ひまわりも十分観光資源となりうる。
- ・ 政府の中にひまわり栽培を担当している部署は、以下の2つ。
 - Ministry of Agriculture, Agricultural Extension Department
 - Department of Agronomy (Department of Agriculture)

エネルギー関係者としては、Ministry of Natural Resources Environment の Dr. Asadaporn 氏のアシスタントと、PTT (Public Company Limited : 旧タイ石油公社) の Research Information & Service Division 所長と Research and Technology Institute の研究者にインタビューを行った。同社は、ガス、石油の開発、輸送、供給を行っており、国内に1,450箇所のガソリンスタンドを有している国内最大の石油会社である。また、同社は独自にバイオディーゼルの研究開発を行ってきた。

- ・ 政府が2006年までにバイオディーゼルの消費を、軽油消費量の2%まで引き上げるとの方針を打ち出している。よって、バイオディーゼル製造への参入は歓迎している。
- ・ しかし、実際に政府の方針が達成される可能性は低い。
- ・ タイでは今後5年間、バイオディーゼルの2%添加して使用していく方向で検討しているため、プロジェクトとしてはよいと思える。

3. 事業化に向けて

3.1 プロジェクトの実施体制

本プロジェクトは、日本及びホスト国であるタイの企業と大学によって行われる。以下にプロジェクト参加者を示す。

- ・ サンケアフューエルズ株式会社 (SCF)

筑波大学発のベンチャー企業。ひまわり BDF の製造・販売・技術開発を行う。本プロジェクトでは、BDF 製造の技術・ノウハウ・プラント施設等を提供する。
- ・ UTIC FOODS (THAILAND) Co., Ltd.

タイの食品商社。日本向けの農産物を多く扱う。タイの農業関係者とのつながりが強く、本プロジェクトでは、ひまわり栽培支援・BDF 製造・販売等をサポートする。
- ・ Sun Care Fuels Thailand, Ltd. (SCF Thailand)

2005 年 3 月 8 日に設立。サンケアフューエルズと UTIC FOODS の共同出資会社。本プロジェクトの実施者。

その他、筑波大学、Kasetsart University により、技術的なサポートが行われる。Fig. 3.1.1 にプロジェクト実施スキームを示す。

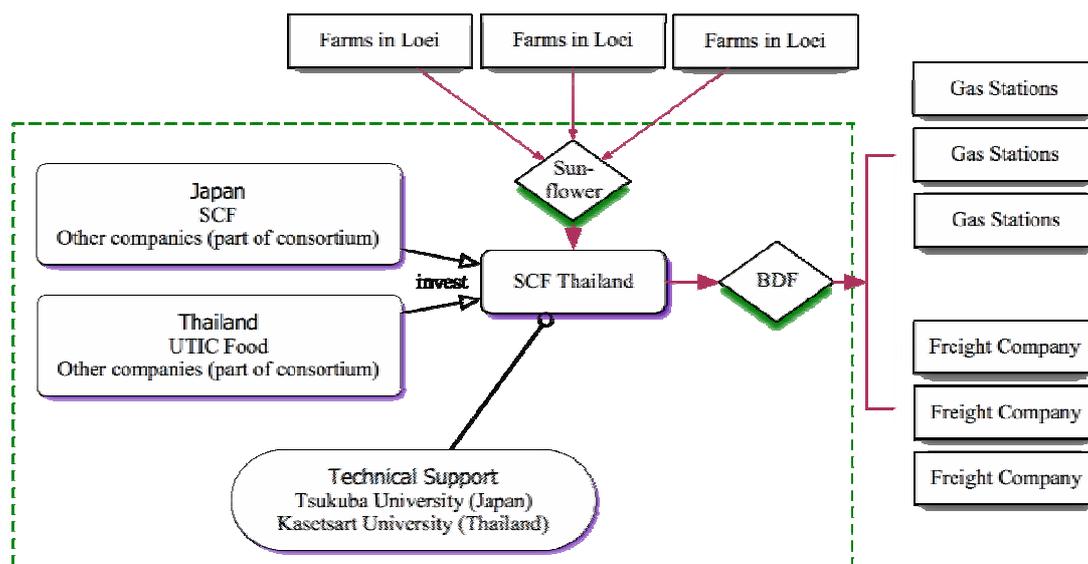


Fig. 3.1.1 プロジェクト実施スキーム

3.2 プロジェクト実施のための資金計画

現在、3月8日に設立されたサンケアフェューエルズ・タイランド株式会社を中心に、現地での資金確保にも動き出している。また、2月の京都議定書発行に伴い、当プロジェクトへの関心も高まっており、日本国内のみならず海外からの融資、投資案件が増えてきており、中にはファンドを組むとの話も頂いている。これらを活用して当初の資金源としていきたいと考えている。

			初年度	次年度	3年度	4年度	5年度
経常収支	営業収入	BDF	0	0	46,500	58,200	58,200
		その他	0	0	28,114	32,814	36,814
	営業外収入					1,421	1,770
	経常収入		0	0	74,614	92,435	96,784
	営業支出	製造 製造原価	0	0	56,400	70,000	70,000
		人件費	1,500	1,500	2,000	2,000	2,000
		減価償却	0	0	16,000	16,000	16,000
		研究開発費	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
		広告宣伝費	0	0	100	100	300
		その他経費	20,000	1,000	1,000	1,500	3,000
営業外支出							
経常支出		22,500	3,500	76,500	90,600	92,300	
経常収支過不足			-22,500	-3,500	-1,886	1,835	4,484
経常外収支	収入	自己資金	30,000	30,000			
		長期借入金	20,000	40,000			
		短期借入金	0	0			
		計	50,000	70,000	0	0	0
	支出	長期借入金返済	1,200	4,200	4,140	4,080	4,020
		短期借入金返済					
		税金					
		配当・役員賞与					
		固定資産購入		80,000			
	計	1,200	84,200	4,140	4,080	4,020	
資金過不足			26,300	-17,700	-6,026	-2,245	464
期首資金残高				26,300	8,600	2,574	329
期末資金残高			26,300	8,600	2,574	329	793

3.3 費用対効果

本プロジェクトの費用対効果を検討するために、まず投資分析を行った。

3.3.1 投資分析

本プロジェクトの投資分析を行うために、以下の前提条件を設定した。

- a) 初期コストの見積もりは、BDF 製造プラントに約 8 億円、ひまわり栽培サイトへの灌漑設備の設置等その他で約 2 億円、総額 10 億円とした。
- b) 初期コストは全額借入れ、金利 2 %、返済期間 20 年とする。
- c) プロジェクト開始後 2 年間で、プラント建設、及びひまわり栽培プランテーションの整備を行い、BDF の販売開始は 3 年目からとする。CER 獲得期間は、3 年目から 10 年間とする。
- d) BDF 製造量は、初年度 12,000 t/yr で、2 年目以降は 15,000 t/yr とした。
- e) 15,000 t/yr の BDF 製造にかかるコストは、原材料費、ユーティリティ（電力・水・天然ガス等）人件費、維持管理費を含めて、総額 7 億円とした。
- f) BDF は、軽油の小売価格（リットルあたり 14.59 バーツ）と同等の価格で販売する。
- g) 搾油後の油粕肥料は、ひまわり栽培農家に 1 トン 1 万円で販売する。
- h) 税金は、法人税 30 %。
- i) 減価償却は、5 年償却で、残存簿価 0 %。
- j) 換算レートは、1 バーツ 2.66 円。

上記前提条件により、クレジット獲得期間 10 年間の IRR を計算した結果を Table 3.3.1（CER 収入なし）Table 3.3.2（CER 収入あり）に示す。なお、クレジットの価格は、CO₂ 1 トンあたり 5 \$（1 \$ = 105 円）として計算した。

Table 3.3.1 CER 収入がない場合のプロジェクト IRR

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
税引き後 cash flow		-11	83	112	113	114	115	115	116	117	117	118
税引き後 cash flow の 累計[S]		-11	72	185	298	412	526	642	758	874	992	1,110
[S] - 投下資本	-1,000	-1,000	-950	-900	-850	-800	-750	-700	-650	-600	-550	-500
税引き前 IRR												3.78
税引き後 IRR												1.58
	← CER 獲得期間 →											

Table 3.3.2 CER 収入がある場合のプロジェクト IRR

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
税引き後 cash flow		-11	92	124	125	125	126	127	127	128	129	129
税引き後 cash flow の 累計[S]		-11	81	205	330	455	581	707	835	963	1,091	1,221
[S] - 投下資本	-1,000	-1,000	-950	-900	-850	-800	-750	-700	-650	-600	-550	-500
税引き前 IRR												5.18
税引き後 IRR												3.07
	← CER 獲得期間 →											

本プロジェクトは、クレジット収入がなければ IRR 1.58 % と非常に低く、投資に見合う採算性は見込めない。クレジット収入を加えても、IRR 3.07 % と低く、クレジット収入がなければ、本プロジェクトが実施されることは難しい。

3.3.2 CO₂ 排出削減量 1 トンあたりの費用対効果

本プロジェクト実施により、クレジット獲得期間 10 年間で削減される CO₂ 排出量は、330,653 [tCO₂eq] (2.6.4 章) である。プロジェクト実施の費用対効果を CO₂ 排出削減量 1 トンあたりのプロジェクト予算額で評価すると、以下のようになる。

$$1,000,000,000 \text{ [yen]} / 330,653 \text{ [tCO}_2\text{eq]} = 3,024 \text{ [yen/ tCO}_2\text{eq]}$$

つまり、CO₂ 排出削減量 1 トンあたり約 3,000 円の初期投資が必要である。

3.4 事業化に向けての見込み・課題

3月8日に設立したサンケアフューエルズ・タイランド株式会社（渡辺保之：代表取締役）を中心に、昨年から続けているひまわりの試験栽培を継続的に行っている。その結果、今秋には本格的なひまわりプランテーション・第一段階の開始が可能となった。これを受け、現在検討中の Loei 地域のみならず、Khon Kaen 地域でも栽培を開始し、2箇所の栽培地でそれぞれの面積を確保することになった。これにより栽培計画が具体的になり、バイオディーゼル油製造原料確保が現実化してきた。また2月に京都議定書が発効された事もあり、われわれのプロジェクトへの関心度合いも高まっており、投資、融資のオファーも頂いている。

また、4月には有限会社 Climate Experts と財団法人日本品質保証機構の協力を得て、新方法論の申請も行う予定で準備が整っている。

しかし、ある程度資金繰りの目処が立ってきてはいるがまだ十分とは言えず、今後の大きな課題の一つと言える。また、もう一つの問題は人材である。現地でプランテーションをオペレーションする当プロジェクト側のメンバーが不足している。また、今後現地でバイオディーゼル油製造を開始する際のスタッフもまだ未定である。

以上のことから、事業家に向けての見込みは昨年比べてより具体化してきた上に、非常に現実味を帯びてきている。しかし、通常ありがちな人材と資金面での問題がまだ残っている。

4. バリデーション

4.1 バリデーションの経過

弊社及びサンケアフェューエルズ株式会社は、Climate Experts 松尾直樹氏にご協力いただきながら、本プロジェクトのPDD (Project Design Document)、ベースライン及びモニタリング新方法論 (PDD-NMB 及び NMM) を作成し、JQA (Japan Quality Assurance Organization) へ新方法論の CDM 理事会への提出及び PDD の仮バリデーションを依頼した。現在 CDM 理事会が認定している DOE (Designated Operational Entities) は世界で 5 機関あるが、JQA はその一つである。

PDD 及び新方法論は、2005 年 2 月 10 日に JQA へ提出され、2 月 12 日 JQA を通じて CDM 理事会へ新方法論が提出された (Round 10)。PDD の仮バリデーションは JQA によって行われ、結果を”Desk Review Report for Validation”として受け取った。3 月 23 日に松尾氏同席のもと、JQA より仮バリデーション結果についての説明が行われた。仮バリデーションの結果、現段階の PDD では、CAR (Corrective Action Request) として 5 点、CL (Clarification) として 7 点の問題点が挙げられた。「4.2 デスクレビュー」にその詳細を述べる。

CDM 理事会へ提出された新方法論については、3 月 18 日に UNFCCC 事務局より方法論の Assessment 結果が JQA を通じて送られてきた。その結果は、現段階の方法論では”grade 2”であり、Meth Panel や理事会の審査に進めない、というものであった。ここで問題とされていたのは、「追加性の証明」についてであった。

提案している方法論では、「追加性はベースラインの同定を行う過程で証明される」という考えに基づき、「NMB-D.3 追加性の証明」が記載されている。そのため、CDM 理事会が承認した”Tool for the demonstration and assessment of additionality”の一部を「NMB-D.1 ベースラインシナリオの同定」で使用したものの、追加性の証明では使用していない。しかし、事務局は追加性の証明に tool が使用されていないことが問題であると画一的に判断したのではないかと、というのが JQA 及びこちらの見解である。この意見の相違については、論理的な考え方がどうなのか、理事会が承認した tool 自体の質が十分なのか等のいくつかの問題を含んでいると思われる。今後、再考した上で再度 CDM 理事会へ提出する計画である。

4.2 OEによるデスクレビュー

JQAによる仮バリデーションのデスクレビューを示す。

本プロジェクトのバリデーションの結果、現段階のPDDでは、CAR (Corrective Action Request) として5点、CL (Clarification) として7点の問題点が挙げられた。CARとは、修正を行わなければいけない点であり、CLは、それより少し弱く、なんらかの修正がおこなわれることが望ましい点を意味する。

CAR (Corrective Action Request)

CARとして、以下の5点が挙げられている。

1. PDDでは、本プロジェクトで製造したBDFは国内で、かつ1年間で消費されるとの前提だが、製造したBDFが海外へ輸出されたり、1年間で消費されない可能性が否定できない。これは、ベースラインのリスクとなりうる。
2. PDDで、「市場のあるbio-dieselがpetro-dieselに対してcompetitiveである」との記載があるが、competitiveであるかどうかは価格に左右されることであり、時間的な変動があるはずである。将来、petro-dieselが低価格になったり、bio-dieselに対する補助金の可能性もある。価格変動に対するモニタリングが必要ではないか？
3. プロジェクト実施とクレジット獲得の開始時期が違うのに、どちらの期間も10年間と同じであり、つじつまが合わない。
4. モニタリング計画には、品質保証や管理方法を示す必要がある。ISO9000に従うのであれば、日本の技術をホスト国へ持ち込むこととなり、現地でのトレーニングも必要となる。モニタリング計画が示されていない。
5. ひまわりプランテーションに対する環境規制や、プランテーションによる生態系や生物の種の多様性について書かれていない。
また、“unused land”についてははっきり説明されておらず、イメージがつかみにくい。適応可能条件で、「プランテーションが森林破壊をおこさない」とあるが、森林を破壊するかどうかモニタリング項目に入っていない。

CL (Clarification)

CLとして、以下の7点が挙げられている。

1. タイでは、2003年7月1日に持続可能な開発に関する政策について内閣決議を発表している。その決議と本プロジェクトの整合性について述べる方が良い。
2. CAR-1と同様。
3. ベースライン排出量の算出で、petro-dieselとBDFの発熱量の比が燃費に比例することを前提としているが、車種が違えばこの前提とは異なるかもしれない。シャ

- シーダイナモテスターでの結果等、いくつかのデータを用いて説明する方が良い。
4. PDD では、植物性の廃油を原料として利用しないことを前提としているが、廃油を使用するケースをリーケージとしてモニタリングする方が良い。
 5. 農業廃棄物の廃棄や農地での利用を行う際、 N_2O や CH_4 が発生するかもしれない。また、“unused land”を農地へと変換する際に N_2O を発生するかもしれない。これらの懸念について、PDD 内でコメントした方が良い。
 6. CAR-4 と同様。
 7. 農薬を使用するならば、農薬による環境影響についても説明した方が良い。

上記の CAR5 点及び CL7 点を踏まえて修正版を作成し、新方法論の再提出やバリデーションへとプロジェクト申請を進めていく予定である。



**CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM
PROJECT DESIGN DOCUMENT FORM (CDM-PDD)
Version 02 - in effect as of: 1 July 2004**

CONTENTS

- A. General description of project activity
- B. Application of a baseline methodology
- C. Duration of the project activity / Crediting period
- D. Application of a monitoring methodology and plan
- E. Estimation of GHG emissions by sources
- F. Environmental impacts
- G. Stakeholders' comments

Annexes

- Annex 1: Contact information on participants in the project activity
- Annex 2: Information regarding public funding
- Annex 3: Baseline information
- Annex 4: Monitoring plan

**SECTION A. General description of project activity.****A.1 Title of the project activity:**

>>

タイにおけるひまわりメチルエステル BDF プロジェクト

A.2. Description of the project activity:

>>

プロジェクトの概要と目的

本プロジェクトは、年間 15 kton/year (45 ton/day; 335 days/year) ひまわりメチルエステルBDF (BDF-ME) の製造を目的とする。製造したBDF-MEはガソリンスタンドで販売されるか農業機械等で使用される。市場で消費される軽油を代替することにより、BDF-MEは運輸部門のCO₂ 排出量を削減することができる。

タイの政策との整合性

タイ政府は、運輸用軽油を代替するバイオ燃料を利用し、国のエネルギーセキュリティと環境保護を促進する政策をとっている。タイでのバイオディーゼルへの関心は、2000年11月の王室プロジェクトを契機に高まった。プロジェクトでは、パーム油と軽油の混合燃料 (パーム diesel) が開発されたが、一部粗悪品が流通したためにバイオディーゼルブームは下火になった。しかし、タイ政府はバイオディーゼルの重要と位置づけ、実用化に向けた取り組みを行っている。2003年には、Ministry of Energy と Navy の FS をスタートさせ、2006年までのバイオディーゼルの軽油消費量の2%にする目標を挙げている。また、Ministry of Agriculture and Cooperatives は2007年までにパーム油の生産量を2倍に増やし、代替燃料としての利用を促進することを発表した。

一方、BDF-ME は、軽油との混合燃料であるバイオディーゼルよりも高品質であるが、タイでは未だ実用化には至っていない。

タイの持続可能な開発への貢献

再生可能エネルギーである BDF-ME の製造がタイの持続可能な開発へ貢献する点を以下に7つ挙げる。 エネルギー源の自給により輸入化石燃料への支出を低減し、国のエネルギーセキュリティを強化する、 大気汚染や地球温暖化の防止、 農業機械用燃料の自給による農業コストの削減、 パーム diesel のような軽油との混合燃料より高品質な軽油代替燃料の供給、 技術移転、 遊休耕地の有効利用、 ひまわりの利用促進による付加価値の創出。

技術移転効果

本プロジェクトにより、高品質な BDF-ME 製造技術を移転することが出来る。また、副生成物を高付加価値製品へと製造する技術を日本で研究開発中である。ひまわりプランテーションは、十分に観光資源となる可能性が大きい。本プロジェクトは、短に技術を移転だけでなく、共同で技術開発をすることで、タイの技術力を強化することが期待される。

A.3. Project participants:



>>

本プロジェクトは、日本とタイの企業及び大学のコンソーシアムで行われる。

- ✚ サンケアフューエルズ株式会社 (SCF)
- ✚ Sun Care Fuels Thailand, Ltd. (SCF Thailand)
- ✚ UTIC FOODS (THAILAND) Co., Ltd.

A.4. Technical description of the project activity:

A.4.1. Location of the project activity:

>>

A.4.1.1. Host Party(ies):

>>

タイ

A.4.1.2. Region/State/Province etc.:

>>

ルーイ県

A.4.1.3. City/Town/Community etc:

>>

ルーイ県 (BDF-ME 製造プラント)
プールア郡 (ひまわりプランテーション)

A.4.1.4. Detail of physical location, including information allowing the unique identification of this project activity (maximum one page):

>>

プランテーションサイトは、プールア郡にある寺院を中心とした村々である。ある村の概略を以下に示す。

- 人口： 約 250 人
- 耕地面積： 480 ha (米：48 ha、生姜：32 ha、その他：休耕地)
- 農家収入： 約 10,000 Baht (一農家平均 4 人)
- 一農家の耕地： 約 2.4 ~ 4.8 ha
- 土地の所有 基本的に所有権は無く、自分で開墾した土地をその都度使用。
- 農作物の特徴： 生姜を 1 度栽培した土地は、5 ~ 6 年放置。米は一毛作。

周辺には、このような村が多数存在しており、開墾後休耕地になっている土地が広がっている。ひまわりプランテーションには、休耕地 22,500 ha を利用する。その為、プランテーションは森林を破壊しない。

農家の収入は非常に低く、寺院の僧侶は月 8,000 baht (US\$ 200/months, タイの平均年収) のレベルまで上げたいと考えているが、有効的な手段が見つかっていない。

BDF-ME 製造プラントは、ルーイ市の工業立地用の土地に建設される予定である。この土地は、ルーイ県庁から紹介された場所で、近隣に民家はない。

A.4.2. Category(ies) of project activity:



>>

Type III Other Project Activities ,
— III.C. Emission Reductions by Low-Greenhouse Gas Emitting Vehicles

A.4.3. Technology to be employed by the project activity:

>>

本プロジェクトの基本技術は、ひまわり油からの BDF-ME 製造である。

原料は、ひまわりの種とメタノール (CH₃OH)、水酸化ナトリウム (NaOH; 触媒)、0.5 % 酢酸溶液 (CH₃COOH; 一次洗浄)、水 (二次洗浄) である。ひまわり油とメタノールを反応させ、メチルエステルを得る。

最終生成物は、BDF-MEと搾油後の油粕、エステル化後の副生成物であるグリセリンである。油粕は有機肥料としてプランテーションへ、グリセリンは化学原料として販売される。

BDF-MEは、軽油と混合して使用することができ、PMやPAH、CO、SO_x等の大気汚染物質を軽減することができる。BDF-MEのみで使用すれば、より効果的である。

A.4.4. Brief explanation of how the anthropogenic emissions of anthropogenic greenhouse gas (GHGs) by sources are to be reduced by the proposed CDM project activity, including why the emission reductions would not occur in the absence of the proposed project activity, taking into account national and/or sectoral policies and circumstances:

>>

本プロジェクトでの GHG 排出削減の基本的な考えは、製造した BDF-ME が市場で販売された後、軽油の代替として利用されることである。その為、GHG 削減は、軽油を利用する不特定多数の車両で行われる。一方、プロジェクトの追加性は、主に BDF-ME 製造プラントのバリア・投資分析によって証明される。

A.4.4.1. Estimated amount of emission reductions over the chosen crediting period:

>>

想定される削減量は、年間 3.10×10^4 tCO₂/yr、クレジット獲得期間 10 年間で約 3.04×10^5 tCO₂ である。

year	Plantation Area [ha]	Sunflower Seeds [t/yr]	Sunflower Oil [t/yr]	BDF-ME [t/yr]	Fertilizer ⁱⁿ _y [t/yr]	FF ^{BFP} _{NG,y} [TJ/yr]	EL _y [MWh/yr]	PE _y [tCO ₂ eq/yr]	BE _y [tCO ₂ eq/yr]	L _y [tCO ₂ eq/yr]	ER _y [tCO ₂ eq/yr]
2006	18,000	36,000	13,320	12,000	24,000	8.14	3,680	10,724	38,397	2,428	25,244
2007	22,500	45,000	16,650	15,000	30,000	10.18	4,600	13,977	47,996	3,035	30,984
2008	22,500	45,000	16,650	15,000	30,000	10.18	4,600	13,977	47,996	3,035	30,984
2009	22,500	45,000	16,650	15,000	30,000	10.18	4,600	13,977	47,996	3,035	30,984
2010	22,500	45,000	16,650	15,000	30,000	10.18	4,600	13,977	47,996	3,035	30,984
2011	22,500	45,000	16,650	15,000	30,000	10.18	4,600	13,977	47,996	3,035	30,984
2012	22,500	45,000	16,650	15,000	30,000	10.18	4,600	13,977	47,996	3,035	30,984
2013	22,500	45,000	16,650	15,000	30,000	10.18	4,600	13,977	47,996	3,035	30,984
2014	22,500	45,000	16,650	15,000	30,000	10.18	4,600	13,977	47,996	3,035	30,984
2015	22,500	45,000	16,650	15,000	30,000	10.18	4,600	13,977	47,996	3,035	30,984
Sum	220,500	441,000	163,170	147,000	294,000	99.76	45,080	136,513	470,360	29,744	304,103
Average	22,050	44,100	16,317	14,700	29,400	9.98	4,508	13,651	47,036	2,974	30,410

A.4.5. Public funding of the project activity:

>>

SECTION B. Application of a baseline methodology.

**B.1. Title and reference of the approved baseline methodology applied to the project activity:**

>>

Baseline methodology for transportation bio-fuel production with LCA

B.1.1. Justification of the choice of the methodology and why it is applicable to the project activity:

>>

ここでは、方法論に従い適応可能条件をチェックする。

<バイオマス供給ステージ>

- (a) バイオ燃料の原料作物栽培にあたって、それにともなう新たな森林破壊や、植林活動を制限しないこと
土地所有者にその証明を貰う。
- (b) 当該原料作物栽培地が別のGHG 排出削減活動に利用される予定がないこと
土地所有者にその証明を貰う。

<バイオ燃料製造ステージ>

- (c) 同じ原料作物を用いたバイオ燃料製造プラントを検討した時、当該バイオ燃料製造プラントが投資分析
等いくつかのバリアを考えた上でプロジェクト参加者にとって最適な規模であること
BDF 製造プラントのバリアは、プロジェクト参加者の経済的バリア、技術的バリア、
確保できるひまわり栽培地面積のバリア、以上3つが考えられる。特に、3番目のバリアが大
きい。
- (d) プロジェクト参加者は当該プロジェクトとは別の方法によるバイオ燃料の製造を行う予定がないこと
原料作物として他の作物（パーム）ではなくひまわりを選んだ理由を以下に示す。
搾油後の油粕は非常に良好な有機肥料であり、その肥料を使用することで化学肥料の使用
量を減少させ、N₂O 排出量を削減することができる。これはパームでは出来ない。
バンコクより北側の気候は、パームの栽培には適さないがひまわりの栽培には適する。
- (e) 当該バイオ燃料製造プラントが、補助金や副産物の販売等を含めた経済収支を考えた場合でも、CER 収
入が無い場合、投資に見合う採算性が見込めないこと
B.2 で説明する。

<バイオ燃料消費ステージ>

- (f) 当該バイオ燃料が運輸用化石燃料と代替可能であること
以下の条件を満たすことで証明される。
- i) 当該バイオ燃料が代替しようとしている化石燃料の販売ルートに乗り、代替燃料として利用される
こと
validator によって示される。
- ii) ホスト国において、当該バイオ燃料と代替可能で、バイオマスが同等比率以上のバイオ燃料の普及
率が70%以下であること
タイではパーム diesel の普及に努めているが、本プロジェクトで製造される BDF は、パーム
diesel のような植物油と軽油の混合燃料とは違うので、本来ならこの条件ではパーム diesel の
普及率を検討する必要はない。もし検討するとして、仮に「2006年に軽油消費量の2%をパー
ム diesel で代替する」という政府プランが達成されても、その普及率は70%には及ばない。
本プロジェクトのようなBDFのタイでの普及率は、0%である。
- iii) ホスト国において、代替しようとしている化石燃料の供給能力に余力があり、当該バイオ燃料の供
給が新規需要の創出につながらないこと



タイでは、軽油の供給能力は限界ではなく、供給・需要は制限されていない。また、予測できる将来においても制限されることはない。

iv) ホスト国において、代替しようとしている化石燃料の利用が、法的あるいは実態的に禁止されていないこと

タイでは、何の制限も無く軽油を使用することができる。

v) ホスト国において、当該バイオ燃料の使用が法的に強制されていないこと

タイでは、bio-diesel を使用するのに条件はない。

よって、この新方法論は、本プロジェクトに適用できる。

B.2. Description of how the methodology is applied in the context of the project activity:

>>

本プロジェクトへ方法論のロジックを当てはめていく。< > は、プロジェクト特有の項目を意味する。

プロジェクトは、GHG 排出削減に至るステージを以下の3つに分けられる。

< ひまわりの種 > の供給

< BDF-ME > の製造

< BDF-ME > の消費

ベースラインシナリオを同定する場合、これらのステージ毎に、プロジェクトがCDM プロジェクトとして登録されなかったらどのようなシナリオが実現するか、という点を代替シナリオとしてリストアップし、それを適用可能条件を用いて絞り込むことで、ベースラインシナリオを一つに同定する。

< ステージ1. < ひまわりの種 > の供給 >

可能なオプションを以下に示す。

- Option 1-1: 現在の状況が継続する
- Option 1-2: 森林が伐採され、何らかの跡地利用が図られる
- Option 1-3: 植林が実施される
- Option 1-4: < BDF > 目的以外の何らかの作物が栽培される
- Option 1-5: 当該プロジェクトと異なる< BDF > 用作物が栽培される
- Option 1-6: 当該プロジェクトで用いる< BDF > 用作物が栽培される
- Option 1-7: 当該地においてGHG を排出する施設が建設される

適応可能条件(a)により、Option 1-3 の可能性は排除される。Option 1-1、1-4 は、GHG の増減に影響はないため等価である。適応可能条件(b)により、Option 1-5 の可能性も排除される。Option 1-2、1-7 は、ベースライン排出量が増えることを意味するため、conservative な推計を行うという観点で、この可能性を無視する。

したがって、このステージでは、Option 1-1 (1-4 は等価)、あるいはOption 1-6 (プロジェクトシナリオ) が可能性として残される。

< ステージ2. < BDF > 製造 >

このステージでは、Option 1-6、すなわちプロジェクトシナリオと同じ< ひまわり > を用いた< BDF > 製造プラントが建設されるかどうかオプションとなる。

適応可能条件(c)及び(d)により、< ひまわり > を用いた別の規模のプラントや別の方法による< BDF > 製造プラントの建設は排除される。適応可能条件(e)により、ベースラインシナリオのオプションからはプロジェクトシナリオは排除される。

よって、唯一残ったオプションは、現状維持、である。

なお、適応可能条件(e)は、計画段階でのバリア分析や投資分析を行い、証明する。証明方法は、“Tool for the demonstration and assessment of additionality” の”Step 3. Barrier analysis” と”Step 2. Investment analysis” を用いて行う。

Step 3: Sub-step 3a. 当該プロジェクトと同類のプロジェクトが実施するのを妨げるバリアを特定する



本プロジェクトで考えられるバリアの一つは、技術的なバリアである。タイでは、BDFは未だ販売されておらず、BDFの実用化には至っていない。しかし、もっとも重要なバリアは、コストの問題であり、BDF製造プロジェクトへの投資は現段階では経済的ではない。その証明はStep 2に示す。

- Step 2: Sub-step 2a. 分析手法の決定
 Sub-step 2b.-Option 投資比較分析
 -Option ベンチマーク分析
 Sub-step 2c. 指標の計算及び比較
 Sub-step 2d. 感度分析

Step3のバリア分析に加え、Step2では本プロジェクトの実施が困難であることを投資分析により示す。

現状で想定されるプロジェクトのIRRは、プロジェクト実施期間を10年間としてCER収入がない場合には、IRRは1.6%（税引き後）となる。プロジェクト投資側としては、このレベルのIRRでは投資を行うのは難しい。よって、CER収入がない場合は、採算性を考えた上で本プロジェクトへの投資は行われぬ。

もしホスト国において、<BDF>が市場に10%以上普及していた場合には、当該プロジェクトがそれらの既存プラントと比較してより困難な状況下にあることを、証拠と共にprohibitiveである理由を論証する必要がある。

タイにはBDF市場はなく、普及率は0%である。

<ステージ3. <BDF> 消費>

適応可能条件(f)（からを含む）により、ステージ2で製造された<BDF>は、ベースラインシナリオでは、その分普及型の化石燃料（<軽油>）が消費されると結論付けることができる。

残る可能性は、その普及型としてプロジェクトとは異なったプラントで製造された<bio-diesel>の可能性があるか、すなわち市場における<bio-diesel>を代替してしまう可能性があるか、という点である。一般に、<bio-diesel>製造が行われるということは、その<bio-diesel>は代替する化石燃料と比較して、補助金やCDMクレジット収入なども含めて競争力があると想定される。したがって、そのような<bio-diesel>が当該プロジェクトの<BDF>によって代替されてしまう可能性は低い。しかし、conservativeな観点から、同程度以上のバイオマス比率の<bio-diesel>の普及率が70%以上となると、そのような可能性も無視できなくなると考え、本方法論では適応可能条件(f)-を設定した。また、代替する化石燃料の供給が限界であれば、バイオ燃料の供給により新規の需要を創出することになると考え、適応可能条件(f)-を設定した。

以上の論理構成により、適応可能条件(a)-(f)が全て満たされる場合、ベースラインシナリオは現状維持であり、たとえ他の<BDF>が市場に普及していたとしても、それによって当該プロジェクト及びそれからのGHG排出削減量は影響を受けないことが明らかになる。

B.3. Description of how the anthropogenic emissions of GHG by sources are reduced below those that would have occurred in the absence of the registered CDM project activity:

>>

ベースラインシナリオはプロジェクトシナリオと同一ではなく、プロジェクトシナリオのGHG排出量はベースラインシナリオより少ないことが明らかである。よって、プロジェクトは追加的である。

B.4. Description of how the definition of the project boundary related to the baseline methodology selected is applied to the project activity:

>>

方法論により、プロジェクトによるGHG排出削減は、BDFを用いる多数の車両で行われる。ACM0002にならい、プロジェクトバウンダリーを以下のように考える。

- ・ 原料となるひまわり栽培サイト
- ・ プロジェクトサイト（BDF製造施設）への運搬



- ・ プロジェクトサイト
- ・ BDF 供給施設への運搬
- ・ BDF 供給施設

不確実性分析の結果、GHG排出削減項目の内、いくつかはnegligibleである。

GHG 排出源と GHG を以下の表に示す。

		In the Boundary	Outside of the Boundary
Baseline Scenario	Monitored	・ BDF を使用する車両（軽油による CO ₂ ）	・ BDF が代替する軽油の搾取、精製、運搬（CO ₂ 、CH ₄ ）
	Neglected	・ 燃料供給施設（CO ₂ ） ・ BDF を使用する車両（軽油消費による N ₂ O）	n.a
Project Scenario	Monitored	・ BDF を使用する車両（BDF 中のメタノールからの CO ₂ ） ・ BDF 製造施設（施設内天然ガスによる CO ₂ ） ・ ひまわり栽培サイト（肥料使用による N ₂ O）	・ 発電所（プラントの消費電力からの CO ₂ ）
	Neglected	・ BDF、ひまわりの種、有機肥料の運搬（CO ₂ ） ・ ひまわり栽培サイト（農業機械使用による CO ₂ ） ・ BDF を使用する車両（軽油と BDF の混合燃料中の軽油からの CO ₂ ） ・ 燃料供給施設（CO ₂ ） ・ ひまわり栽培サイト（肥料使用による CO ₂ ）	・ BDF 原料製造プロセス（CO ₂ ） ・ ひまわり栽培サイトで使用される石油燃料の搾取、精製、運搬（CO ₂ 、CH ₄ ） ・ 副生産物運搬（CO ₂ ） ・ プラント勤務者通勤（CO ₂ ）

B.5. Details of baseline information, including the date of completion of the baseline study and the name of person (s)/entity (ies) determining the baseline:

>>

SECTION C. Duration of the project activity / Crediting period

C.1 Duration of the project activity:

C.1.1. Starting date of the project activity:

>>

01/07/2005.

C.1.2. Expected operational lifetime of the project activity:

>>

10 years

**C.2 Choice of the crediting period and related information:****C.2.1. Renewable crediting period****C.2.1.1. Starting date of the first crediting period:**

>>

C.2.1.2. Length of the first crediting period:

>>

C.2.2. Fixed crediting period:**C.2.2.1. Starting date:**

>>

01/01/2008.

C.2.2.2. Length:

>>

10 years

SECTION D. Application of a monitoring methodology and plan**D.1. Name and reference of approved monitoring methodology applied to the project activity:**

>>

Monitoring methodology for transportation bio-fuel production with LCA
(AM00xx)**D.2. Justification of the choice of the methodology and why it is applicable to the project activity:**

>>

適応可能条件の検討は、B.1.1 と同様。

**D.2. 1. Option 1: Monitoring of the emissions in the project scenario and the baseline scenario****D.2.1.1. Data to be collected in order to monitor emissions from the project activity, and how this data will be archived:**

ID number (Please use numbers to ease cross-referencing to D.3)	Data variable	Source of data	Data unit	Measured (m), calculated (c) or estimated (e)	Recording frequency	Proportion of data to be monitored	How will the data be archived? (electronic/paper)	Comment
$P1.$ BF_{-y}^{mass}	BDFの年間使用量または販売量	重量計	[ton-BioFuel]	m	daily	100%	electronic	BF_y^{vol} と燃料販売記録をチェック
$P2.$ $COEF_{-}^{FS}$	BDF中のメタノールからのCO ₂ 排出係数	-	[tCO ₂ /ton-BioFuel]	c	PDD作成時に一度	100%	electronic	理論値を計算
$P3.$ $COEF_{-NG}^{FF}$	天然ガスのCO ₂ 排出係数	燃料購入先又は統計	[tCO ₂ /m ³ -NG]	c	PDD作成時に一度	100%	electronic	燃料供給先よりデータを得る。もし不可能ならば、IPCC Guidelines/Good Practice Guidance デフォルト値 (15.3 [tC/TJ]) を使用。
$P4.$ $PE_{-N2O,y}^{Plantation}$	栽培サイトで使用した肥料からのN ₂ O排出量	-	[tCO ₂ .eq/yr]	c	monthly	100%	electronic	$PE_{-N2O,y}^{Plantation} = Fertilizer_{-y}^{in} * UREA_{EQ}^{in} * COEF_{-N2O}^{Direct} * GWP_{N2O}$
$P5.$ $Fertilizer_{-y}^{in}$	栽培サイトで使用した肥料の量	重量計	[ton-fertilizer]	m	monthly	100%	electronic	肥料購入の領収書をチェック
$P6.$ $UREA_{EQ}^{in}$	窒素肥料中のNの尿素換算係数	-	[ton-urea/ton-fertilizer]	c	Every time when fertilizer is changed	100%	electronic	肥料購入先からのデータを使用し、計算する
$P7.$ $FF_{-NG,y}^{BFP}$	BDF製造プラントで燃焼さ	フローメータ	[m ³ /yr]	c	Daily	100%	electronic	燃料購入領収書をチェック



	れた天然ガスの量							
--	----------	--	--	--	--	--	--	--

D.2.1.2. Description of formulae used to estimate project emissions (for each gas, source, formulae/algorithm, emissions units of CO₂ equ.)

>>

ある年 y におけるバウンダリー内のプロジェクト排出量を PE_y とおくと、 PE_y は次のように表される。

$$PE_y = FF_{NG,y}^{BFP} \times COEF_{NG}^{FF} + BF_y^{mass} \times COEF^{FS} + PE_{N_2O,y}^{plantation}$$

ここで、

$FF_{i,y}$: BDF 製造プラントで燃焼された天然ガスの量 [TJ/yr]

$COEF_{i}^{FF}$: 天然ガスの LCA CO₂ 排出係数 [tCO₂/TJ]

BF_y^{mass} : BDF の年間使用量または販売量 [t-BDF/yr]

$COEF^{FS}$: BDF 中のメタノールからの CO₂ 排出量 [tCO₂/t-BDF]

$PE_{N_2O,y}^{plantation}$: 栽培サイトで使用した肥料からの N₂O 排出量

$$= Fertilizer_y^{in} \times UREA_EQ^{in} \times COEF_{N_2O}^{Direct} \times GWP_{N_2O} \text{ [tCO}_2\text{eq/yr]}$$

ここで、 $Fertilizer_y^{in}$: 栽培サイトで使用した肥料の量 [t-fertilizer/yr]

$UREA_EQ^{in}$: 窒素肥料中の N の尿素変換係数 [t-urea/t-fertilizer]

$COEF_{N_2O}^{Direct}$: 肥料からの直接 N₂O 排出係数 (= 1.0 %) [tN₂O/t-urea]

GWP_{N_2O} : N₂O の GWP (= 310 (第一約束期間)) [tCO₂eq/tN₂O]

D.2.1.3. Relevant data necessary for determining the baseline of anthropogenic emissions by sources of GHGs within the project boundary and how such data will be collected and archived :

ID number (Please use numbers to ease cross-referencing to table D.3)	Data variable	Source of data	Data unit	Measured (m), calculated (c), estimated (e),	Recording frequency	Proportion of data to be monitored	How will the data be archived? (electronic/paper)	Comment
B1. BF_y	BDF の年間使用量または販売量	-	[GJ]	c	daily	100%	electronic	$BF_y = BF_{-y}^{vol} * Density_y *$ HV_y
B2. BF_y^{vol}	BF_y の容積	容量計	[m ³]	m	daily	100%	electronic	BF_y^{mass} と燃料販売記録をチェック



<i>B3.</i> <i>Density_y</i>	BDFの密度	密度計 <i>r</i>	$[ton/mPP^{3P}_P]$	<i>m</i>	<i>monthly</i>	<i>sampling</i>	<i>electronic</i>	プロジェクト開始直後は、頻繁にサンプリングし、安定性をチェック
<i>B4.</i> <i>HV_y</i>	BDFの発熱量	<i>See comment</i>	$[GJ/ton]$	<i>m/c</i>	<i>monthly</i>	<i>sampling</i>	<i>electronic</i>	プロジェクト開始直後は、燃料の成分分析や燃焼テストを行う。それ以降は、 <i>Density_y</i> を概算のために使用する。プロジェクト開始直後は、頻繁にサンプリングし、安定性をチェックする。
<i>B5.</i> <i>COEF^{FF}</i>	BDFが代替する軽油のLCA CO ₂ 排出係数	燃料購入先、統計、科学文献	$[tCO_2/physical\ unit]$	<i>c</i>	クレジット発生時に一度計算し、電子媒体でデータ保存	100%	<i>electronic</i>	<i>direct part</i> ; 燃料供給先又は統計によりデータを得る。 <i>Indirect part</i> ; 科学文献等によりLCAによるデータを得る。プロジェクト参加者によるデータの提示が不可能な場合は、 <i>direct part</i> のみを検討。 <i>Oxidation factor</i> ; IPCC Guidelines/Good Practice Guidance デフォルト値を使用。

D.2.1.4. Description of formulae used to estimate baseline emissions (for each gas, source, formulae/algorithm, emissions units of CO₂ equ.)

>>

ある年 *y* におけるバウンダリー内のベースライン排出量を *BE_y* とおくと、*BE_y* は次のように表される。

$$BE_y = BF_y \times COEF^{FF} \times (1 + \quad)$$

ここで、

BF_y : BDFの年間使用量または販売量 [GJ/yr]

$$= BF_y^{vol} \times Density_y \times HV_y$$

ここで、 *BF_y^{vol}* : *BF_y* の容積 [m³/yr]

This template shall not be altered. It shall be completed without modifying/adding headings or logo, format or font.



Density_y : BDF の密度 [ton/ m³]
 HV_y : BDF の発熱量 [GJ/ton]
 COEF^{FF} : BDF が代替する軽油の LCA CO₂ 排出係数 [tCO₂/GJ]
 : 燃料による GJ あたりの平均双強距離の差に伴う補正項
 = [L_{biofuel}/L_{fossil}] - 1
 ここで、 L_{fossil} : 代替される軽油の平均走行距離 [m/MJ]
 L_{biofuel} : BDFの平均走行距離 [m/MJ]

D. 2.2. Option 2: Direct monitoring of emission reductions from the project activity (values should be consistent with those in section E).

D.2.2.1. Data to be collected in order to monitor emissions from the project activity, and how this data will be archived:

ID number (Please use numbers to ease cross-referencing to table D.3)	Data variable	Source of data	Data unit	Measured (m), calculated (c), estimated (e),	Recording frequency	Proportion of data to be monitored	How will the data be archived? (electronic/paper)	Comment

D.2.2.2. Description of formulae used to calculate project emissions (for each gas, source, formulae/algorithm, emissions units of CO₂ equ.):

>>

**D.2.3. Treatment of leakage in the monitoring plan****D.2.3.1. If applicable, please describe the data and information that will be collected in order to monitor leakage effects of the project activity**

ID number (Please use numbers to ease cross-referencing to table D.3)	Data variable	Source of data	Data unit	Measured (m), calculated (c) or estimated (e)	Recording frequency	Proportion of data to be monitored	How will the data be archived? (electronic/paper)	Comment
L1. EL_y	BDF 製造プラントで消費された電力量	電力計	[MWh]	m	monthly	100%	electronic	電力購入の領収書をチェック
L2. $COEF_{EL}^{EL}_y$	電力の CO ₂ 排出係数	統計	[tCO ₂ /MWh]	c/e	yearly	100%	electronic	ACM0002 の Simple OM 法を使用する。電力会社の電力開発計画担当者に、本設備が存在することで電力開発計画が影響を受けないことの証明書を貰う。
L3. $Loss_y$	グリッドの送電ロス	統計	[no dimension]	c/e	yearly	100%	electronic	最新版の統計データを使用
L4. BE_{N2O}_y	バイオマス肥料により代替された N ₂ O 排出量	-	[tCO ₂ eq]	c	yearly	100%	electronic	$BE_{N2O}_y = BioFertilizer_{out}_y * UREA_{EQ}_{out}_y * COEF_{N2O} * GWP_{N2O}$ [tCO ₂ eq/yr]
L5. $BioFertilizer_{out}_y$	市場で販売されたバイオマス肥料	重量計	[t-(bio-fertilizer)]	m	monthly	100%	electronic	販売記録をチェック
L6. $UREA_{EQ}_{out}_y$	バイオマス肥料量から化学肥料量への変換係数	Calculation	[ton-urea/ton-fertilizer]	c	yearly	100%	electronic	肥料のデータから計算
L7. $PE_{Indirect}_{N2O}_y$	化学肥料の製造時からの N ₂ O 排出量	-	[tCO ₂ eq]	c	yearly	100%	electronic	$PE_{Indirect}_{N2O}_y = Fertilizer_{in}_y * UREA_{EQ}_{in}_y * COEF_{Indirect}_{N2O} * GWP_{N2O}$

**D.2.3.2. Description of formulae used to estimate leakage (for each gas, source, formulae/algorithm, emissions units of CO₂ equ.)**

>>

ある年 y におけるバウンダリー外のネット排出変化量であるリーケージを L_y とおくと、 L_y は次のように表される。

$$L_y = EL_y \times COEF_y^{EL} / (1 - Loss_y) - BE_{N_2O_y} + PE_{N_2O_y}^{indirect}$$

ここで、

EL_y : BDF 製造プラントで消費された電力量 [MWh/yr]

$COEF_y^{EL}$: 電力の CO₂ 排出係数 [tCO₂/MWh]

$Loss_y$: グリッドの送電ロス [no dimension]

$BE_{N_2O_y}$: 有機肥料 (BDF の副生成物) により代替された N₂O 排出量

$$= BioFertilizer_y^{out} \times UREA_EQ_y^{out} \times COEF_{N_2O} \times GWP_{N_2O} \text{ [tCO}_2\text{eq/yr]}$$

ここで、 $BioFertilizer_y^{out}$: 市場に販売された有機肥料 [t-biofertilizer/yr]

EQ_y^{out} : 有機肥料量から化学肥料量への変換係数 [t-urea/t-biofertilizer]

$COEF_{N_2O}^{tot}$: 化学尿素肥料の N₂O 排出係数 (直接 + 間接) (= 0.030)
[tN₂O/t-urea]

GWP_{N_2O} : N₂O の GWP (=310) [tCO₂eq/tN₂O]

$PE_{N_2O_y}^{indirect}$: 化学肥料の製造時からの N₂O 排出量

$$= Fertilizer_y^{in} \times UREA_EQ_y^{in} \times COEF_{N_2O}^{indirect} \times GWP_{N_2O} \text{ [tCO}_2\text{eq/yr]}$$

ここで、 $COEF_{N_2O}^{indirect}$: 化学肥料の間接 N₂O 排出係数 (= 2.0 %) [tN₂O/t-urea]

D.2.4. Description of formulae used to estimate emission reductions for the project activity (for each gas, source, formulae/algorithm, emissions units of CO₂ equ.)

>>

ある年 y における排出削減量を ER_y とおくと、 ER_y は次のように表される。

$$ER_y = BE_y - PE_y - L_y$$

D.3. Quality control (QC) and quality assurance (QA) procedures are being undertaken for data monitored

Data (Indicate table and ID number e.g. 3.-1.; 3.2.)	Uncertainty level of data (High/Medium/Low)	Explain QA/QC procedures planned for these data, or why such procedures are not necessary.
---	--	--

This template shall not be altered. It shall be completed without modifying/adding headings or logo, format or font.



<i>PI, P5, P7, B2, LI, L5</i>	<i>Low</i>	販売記録や購入記録、レシート等で確認
バイオ燃料製造プラントで測定する項目	<i>Low</i>	分析業務管理の徹底
<i>B5</i>	<i>Low to Middle</i>	徹底的な比較を行う

D.4 Please describe the operational and management structure that the project operator will implement in order to monitor emission reductions and any leakage effects, generated by the project activity

>>

D.5 Name of person/entity determining the monitoring methodology:

>>

**SECTION E. Estimation of GHG emissions by sources****E.1. Estimate of GHG emissions by sources:**

>>

ある年 y におけるバウンダリー内のプロジェクト排出量を PE_y とおくと、 PE_y は次のように表される。

$$PE_y = FF_{NG,y}^{BFP} \times COEF_{NG}^{FF} + BF_y^{mass} \times COEF^{FS} + PE_{N_2O}^{plantation}$$

ここで、

$FF_{i,y}$: BDF 製造プラントで燃焼された天然ガスの量 [TJ/yr]

$COEF_{i}^{FF}$: 天然ガスの LCA CO_2 排出係数 [t CO_2 /TJ]

BF_y^{mass} : BDF の年間使用量または販売量 [t-BDF/yr]

$COEF^{FS}$: BDF 中のメタノールからの CO_2 排出量 [t CO_2 /t-BDF]

$PE_{N_2O}^{plantation}$: 栽培サイトで使用した肥料からの N_2O 排出量

$$= Fertilizer_y^{in} \times UREA_EQ^{in} \times COEF_{N_2O}^{Direct} \times GWP_{N_2O} \text{ [tCO}_2\text{eq/yr]}$$

ここで、 $Fertilizer_y^{in}$: 栽培サイトで使用した肥料の量 [t-fertilizer/yr]

$UREA_EQ^{in}$: 窒素肥料中の N の尿素変換係数 [t-urea/t-fertilizer]

$COEF_{N_2O}^{Direct}$: 肥料からの直接 N_2O 排出係数 (= 1.0 %) [t N_2O /t-urea]

GWP_{N_2O} : N_2O の GWP (= 310 (第一約束期間)) [t CO_2 eq/t N_2O]

BDF 製造量が 15,000 [t/yr] の時のプロジェクト排出量を求める。

$$PE_y = 10.18 \text{ [TJ/yr]} * 15.3 \text{ [tC/TJ]} * (44/12) \text{ [tCO}_2\text{/tC]}$$

$$+ 30,000 \text{ [ton-fertilizer]} * 0.12 \text{ [ton-urea/ton-fertilizer]}$$

$$* 0.010 \text{ [tN}_2\text{O/ton-urea]} * 310 \text{ [tCO}_2\text{eq/tN}_2\text{O]}$$

$$= (571 + 11,160) \text{ [tCO}_2\text{eq/yr]}$$

$$= 11.7 * 10PP^{3PP} \text{ [tCO}_2\text{eq/yr]}$$

E.2. Estimated leakage:

>>

ある年 y におけるバウンダリー外のネット排出変化量であるリーケージを L_y とおくと、 L_y は次のように表される。

$$L_y = EL_y \times COEF_y^{EL} / (1 - Loss_y) - BE_{N_2O} + PE_{N_2O}^{indirect}$$

ここで、

EL_y : BDF 製造プラントで消費された電力量 [MWh/yr]

$COEF_y^{EL}$: 電力の CO_2 排出係数 [t CO_2 /MWh]

$Loss_y$: グリッドの送電ロス [no dimension]

BE_{N_2O} : 有機肥料 (BDF の副生成物) により代替された N_2O 排出量

$$= BioFertilizer_y^{out} \times UREA_EQ^{out} \times COEF_{N_2O} \times GWP_{N_2O} \text{ [tCO}_2\text{eq/yr]}$$

ここで、 $BioFertilizer_y^{out}$: 市場に販売された有機肥料 [t-biofertilizer/yr]

EQ^{out} : 有機肥料量から化学肥料量への変換係数 [t-urea/t-biofertilizer]

$COEF_{N_2O}^{out}$: 化学尿素肥料の N_2O 排出係数 (直接 + 間接) (= 0.030) [t N_2O /t-urea]

GWP_{N_2O} : N_2O の GWP (=310) [t CO_2 eq/t N_2O]



$$PE_{N_2O_y}^{\text{indirect}} : \text{化学肥料の製造時からの } N_2O \text{ 排出量}$$

$$= \text{Fertilizer}_{in_y}^{\text{in}} \times \text{UREA_EQ}_{in_y}^{\text{in}} \times \text{COEF}_{N_2O}^{\text{indirect}} \times \text{GWP}_{N_2O} \text{ [tCO}_2\text{eq/yr]}$$

BDF 製造量が 15,000 [t/yr]の時のリーケージ排出量を求める。

$$L_y = (4.6 * 10PP^{3PP} [\text{MWh/yr}] * 0.64 [\text{tCO}_2/\text{MWh}] / (1 - 0.03) - 0 + 0$$

$$= 3.0 * 10PP^{3PP} [\text{tCO}_2/\text{yr}]$$

E.3. The sum of E.1 and E.2 representing the project activity emissions:

>>

リーケージを含むプロジェクト総排出量は、次のように表される。

$$PEPP^{\text{totPP}}_y = PE_y + L_y$$

BDF 製造量が 15,000 [t/yr]の時のプロジェクト総排出量を求める。

$$PEPP^{\text{totPP}}_y = 14.7 * 10PP^{3PP} [\text{tCO}_2\text{eq/yr}]$$

E.4. Estimated anthropogenic emissions by sources of greenhouse gases of the baseline:

>>

ある年 y におけるバウンダリー内のベースライン排出量を BE_y とおくと、 BE_y は次のように表される。

$$BE_y = BF_y \times \text{COEF}^{\text{FF}} \times (1 + \quad)$$

ここで、

BF_y : BDF の年間使用量または販売量 [GJ/yr]

$$= BF_y^{\text{vol}} \times \text{Density}_y \times \text{HV}_y$$

ここで、 BF_y^{vol} : BF_y の容積 [m^3/yr]

Density_y : BDF の密度 [ton/m^3]

HV_y : BDF の発熱量 [GJ/ton]

COEF^{FF} : BDF が代替する軽油の LCA CO_2 排出係数 [tCO_2/GJ]

: 燃料による GJ あたりの平均双強距離の差に伴う補正項

$$= [L_{\text{biofuel}}/L_{\text{fossil}}] - 1$$

ここで、 L_{fossil} : 代替される軽油の平均走行距離 [m/MJ]

L_{biofuel} : BDFの平均走行距離 [m/MJ]

BDF 製造量が 15,000 [t/yr]の時のベースライン排出量を求める。

$$BE_y = BF_y * \text{COEF}^{\text{FFPP}}$$

$$= 15 * 10PP^{3PP} [\text{ton-BDF/yr}] * 0.89 [\text{ton-Diesel/ton-BDF}] * 3.21 [\text{tCO}_2/\text{ton-Diesel}] * 1.12$$

$$= 48.0 * 10PP^{3PP} [\text{tCO}_2/\text{yr}]$$

**E.5. Difference between E.4 and E.3 representing the emission reductions of the project activity:**

>>

想定される排出量 ER_y は、

$$ER_y = BE_y - PE_y - L_y$$

BDF製造量が 15,000 [t/yr]の時のプロジェクト実施による排出削減量を求める。

$$ER_y = 33.2 * 10^3 \text{ [tCO}_2\text{eq/yr]}$$

E.6. Table providing values obtained when applying formulae above:

>>

10年間の排出削減量は、 $3.04 \times 10^5 \text{ tCO}_2$ である。クレジット獲得期間の削減量を以下にまとめる。

year	Plantation Area [ha]	Sunflower Seeds [t/yr]	Sunflower Oil [t/yr]	BDF-ME [t/yr]	Fertilizer ⁱⁿ _y [t/yr]	FF ^{BFP} _{NG₃y} [TJ/yr]	EL _y [MWh/yr]	PE _y [tCO ₂ eq/yr]	BE _y [tCO ₂ eq/yr]	L _y [tCO ₂ eq/yr]	ER _y [tCO ₂ eq/yr]
2006	18,000	36,000	13,320	12,000	24,000	8.14	3,680	8,928	38,397	2,428	27,041
2007	22,500	45,000	16,650	15,000	30,000	10.18	4,600	11,731	47,996	3,035	33,230
2008	22,500	45,000	16,650	15,000	30,000	10.18	4,600	11,731	47,996	3,035	33,230
2009	22,500	45,000	16,650	15,000	30,000	10.18	4,600	11,731	47,996	3,035	33,230
2010	22,500	45,000	16,650	15,000	30,000	10.18	4,600	11,731	47,996	3,035	33,230
2011	22,500	45,000	16,650	15,000	30,000	10.18	4,600	11,731	47,996	3,035	33,230
2012	22,500	45,000	16,650	15,000	30,000	10.18	4,600	11,731	47,996	3,035	33,230
2013	22,500	45,000	16,650	15,000	30,000	10.18	4,600	11,731	47,996	3,035	33,230
2014	22,500	45,000	16,650	15,000	30,000	10.18	4,600	11,731	47,996	3,035	33,230
2015	22,500	45,000	16,650	15,000	30,000	10.18	4,600	11,731	47,996	3,035	33,230
Sum	220,500	441,000	163,170	147,000	294,000	99.76	45,080	114,508	470,360	29,744	326,108
Average	22,050	44,100	16,317	14,700	29,400	9.98	4,508	11,451	47,036	2,974	32,611

**SECTION F. Environmental impacts****F.1. Documentation on the analysis of the environmental impacts, including transboundary impacts:**

>>

環境影響を3ステージに分類する。

ひまわりプランテーション

ひまわりの栽培は、新たに農地を開拓するのではなく休耕地を利用する為、農地の整備と保護を行うことになり、環境への悪影響はないと考えられる。また、収穫された種から油を搾った後の搾り粕は、優良な肥料としてひまわり農地へ還元する事で、資源の再循環が行われ、環境への付加はかからない。

BDF-ME 製造プラント

BDF 製造過程で出る副生成物の粗グリセリンは、化学メーカーへ販売され、セッケンやシャンプー、サプリメント食品等の工業原料として利用されることで、周辺環境への影響はない。

BDF 製造施設から出る廃水は、プラント内の廃棄物処理施設で処理し、排水基準を満たして放流されるので、環境への影響は小さいものと考えられる。

BDF-ME 消費

BDF-ME は、CO₂ 排出量を削減するだけでなく、PM, PAH, CO, SO_x のような大気汚染物質も減少させる。NO_x は軽油よりも若干排出量が多くなるという報告もあるが、エンジンの調整により減少させることができる。

タイでは、大気汚染が深刻化している。政府は EU 並みの自動車排気ガス規制を設け、規制値クリアのために、代替燃料の利用を促進している。運輸用燃料の約 80 % が軽油であることを考えると、BDF-ME の利用によりタイの待機汚染の改善に貢献するものと考えられる。

F.2. If environmental impacts are considered significant by the project participants or the host Party, please provide conclusions and all references to support documentation of an environmental impact assessment undertaken in accordance with the procedures as required by the host Party:

>>



SECTION G. Stakeholders' comments

>>

G.1. Brief description how comments by local stakeholders have been invited and compiled:

>>

To be elaborated...

G.2. Summary of the comments received:

>>

To be elaborated...

G.3. Report on how due account was taken of any comments received:

>>

To be elaborated...



Annex 1

CONTACT INFORMATION ON PARTICIPANTS IN THE PROJECT ACTIVITY

Annex 2

INFORMATION REGARDING PUBLIC FUNDING

公的資金の使用なし。

Annex 3

BASELINE INFORMATION

CO₂ 排出係数天然ガス (COEF^{FF}_{NG}):

Section E では、仮の排出係数として、IPCC GHG Inventory Guidelines のデフォルト値を使用した。プロジェクト実施時には、燃料供給先または天然ガスの成分分析により、排出係数を理論的に算出する。

メタノール (COEF^{FS}):

BDF-ME 中に含まれるメタノールの CO₂ 排出係数。BDF-ME の原料であるメタノールは C を含み、BDF-ME 中に残る。BDF-ME 1 モル中に含まれるメタノール由来の C は、1 モルである。よって、

$$COEF^{FS} = 44 / [\text{molecular weight of BDF-ME}] = 44 / 294.5 = 0.1494 \text{ [tCO}_2\text{/ton-BDF]}$$

グリッド電力 (COEF^{EL}):

小設備の電力消費に関しては、Operating Margin のみ考えればよい。EGAT の電力開発計画担当者に“no BM component”のサイン付き証明をもらう。COEF^{EL} は、ACM0002 の計算方法を用いる

計算の詳細を次の表に示す。

Emission Factor Calculation (Simple OM) by using Energy Consumption in Electricity Generation in 2003 (EGAT Power Development Plan 2004)

	Electricity Generation		Fuel Consumption		Emission Factor (IPCC)		Oxidization factor	CO ₂ emissions (MtCO ₂ /yr)	Emission Factor (ktCO ₂ /kWh)	
	Ratio (%)	(GWh/yr)	unit	(kton/yr)	(tC/TJ)	(TJ/kton)				
Hydro	8.7%	10,180								
Natural Gas	71.5%	83,500	1,895	MMSCFD/yr	15,151	15.3	52.3	99.5%	44.23	0.530
Heavy Oil	1.8%	2,150	533	Mlitre/yr	517	21.1	42.0	99.0%	1.66	0.774
Diesel	0.0%	45	12	Mlitre/yr	10	20.2	43.3	99.0%	0.03	0.720
Lignite	14.7%	17,134	16	Mton/yr	16,000	12.1	27.6	98.0%	19.26	1.124
Imported Coal	2.2%	2,526		not specified		26.4	28.7	98.0%	2.39	0.948
Renewable	0.9%	1,103								
EGAT-TNB	0.1%	105								
Total	100.0%	116,743								0.641

[Note]

The data includes plants under EGAT, EGCO, RATCH, IPP, SPP, Lao PDF (hydro)

Carbon emission factor for coal and lignite are Thai specific values from IPCC Good Practice Guidance

"Heavy oil" is regarded as "residual fuel oil" in the IPCC category

CO₂ emissions from imported IPP/SPP coal powers are calculated by assuming electricity generation efficiency is 36%, which is calculated by using the IEA "Energy Balances" (2002 data; autoproducer electricity by coal)



投資分析の概要

投資分析の概要を次の表に示す。

[unit] million yen	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Calculation for Investment Analysis															
Cash Flow after Tax		-	-11	83	112	113	114	115	115	116	117	117	118	-10	-10
Accumulated Cash Flow after Tax [S]		-	-11	72	185	298	412	526	642	758	874	992	1,110	1,100	1,080
[S] - Invested Capital		-1,000	-1,000	-950	-900	-850	-800	-750	-700	-650	-600	-550	-500	-500	-500
[IRR] (excl. interest, incl. tax)													3.78%		
[IRR] (incl. interest, incl. tax)													1.58%		
Amortization of Deferred Assets:	10 years														
				Start of the Crediting Period											End of the Crediting Period

GHG 排出源の不確実性評価

GHG 排出削減量の算出において、不確実性の可能性があるのは以下の2点である。

- ・ BDF-ME によって代替された軽油消費からの CO₂ 排出量（ベースライン排出量）
- ・ 肥料使用による N₂O 排出量（プロジェクト排出量）

各シナリオの排出量を比較すると以下ようになる。

ベースライン排出量	48 [ktCO ₂ /yr]
プロジェクト排出量	11 [ktCO ₂ /yr]（内、肥料使用による N ₂ O 排出量 10.5 [ktCO ₂ /yr]）
リーケージ	3 [ktCO ₂ /yr]

BDF によって代替された軽油消費からの CO₂ 排出量の計算に必要なファクターの内、BDF-ME の販売量は、測定可能であり、誤差は 1 % 以下である。その他燃焼効率の誤差もそれほど大きくなく、1 % 以下であると考えられる（～0.5 [ktCO₂/yr]）。

肥料使用による N₂O 排出量のファクターの内、N₂O 排出係数は、数十%の誤差を含む可能性が高い。しかし、N₂O 排出量はベースライン排出量の約 20 % であり、ベースライン排出量と比較すると、その誤差は数%（2 [ktCO₂/yr]以下）である。

よって、1 [ktCO₂/yr]より小さい値は、誤差範囲内に十分入り、negligible と考えられる。

本プロジェクトでの排出量の小さい排出源は、以下の3つが挙げられる。

- 栽培サイトで農業機械等に使用した化石燃料
ラフな予測をすると（中型トラクタで、播種と収穫時の2回使用）、CO₂ 排出量は 150 [tCO₂/yr]で、negligible であると考えられる。
- ひまわりの種と油粕肥料の運搬
ラフな予測をすると（15 トントラック、0.77 [kgCO₂/km]、50 km 移動距離、45,000 [t-seed.yr] (28,500 [t-fertilizer/yr])）、CO₂ 排出量は 230 [tCO₂/yr]で、negligible であると考えられる。
- BDF の運搬
BDF-ME の運搬は種や肥料より少なく、negligible であると考えられる。

軽油の排出係数の LCA 分析



石油製品に関する LCA 分析はいくつかある。まず、いくつかある石油製品の GHG 排出量の割り当て方法を決定する。最も多く利用されているのは、最終生成物の物質質量による割り当てであり、本プロジェクトでもこの方法を用いる。

PEC (Japan)、IEEJ (Japan)、DEFRA (UK)、NREL (US)の分析を調査した。その結果、精製過程の影響が最も大きいこと、保守的な判断から 12 % という数値が妥当であり、産油国からの距離は日本よりタイの方が短い。

Unit (t-CO ₂ /TJ) Source	Studied by	Consumption Country	Production Stage		Crude Oil Transportation	Refinery	Domestic Transportaion	Up-front Part Aggregation	Combustion Stage IPCC Default	Life Cycle (t-CO ₂ /TJ)	Emission Factor Adjustment
			Self Consumption	Flaring							
輸送用燃料ライフサイクルインベントリーに関する調査報告書 (H13年度報告書)	PEC	Japan	1.10		1.00	2.80	0.40	5.30	74.07	79.37	7.2%
EVALUATION OF THE COMPARATIVE ENERGY, GLOBAL WARMING AND SOCIO-ECONOMIC COSTS AND BENEFITS OF BIODIESEL	DEFRA	UK	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	9.93	74.07	84.00	13.4%
自動車用エネルギーに関する石油精製段階の LCIの調査報告書 (平成14年度)	PEC	Japan	n/a	n/a	n/a	6.57	n/a	9.07	74.07	83.14	12.2%
資源輸入に伴う環境負荷の定量化と負荷の配分方法がLCIに与える影響の分析	NIES	Japan		2.30		3.61	0.00	5.91	74.07	79.98	8.0%
Life Cycle Inventory of Biodiesel and Petroleum Diesel for Use in an Urban Bus (NREL)	Domestic Production (CO ₂ only, No CH ₄)	US	1.08		0.41	8.32	0.42	10.23	74.07	84.30	13.8%
Life Cycle Inventory of Biodiesel and Petroleum Diesel for Use in an Urban Bus (NREL)	Foreign Production (CO ₂ only, No CH ₄)	US	1.83		1.77	8.32	0.42	12.34	74.07	86.40	16.7%
Life Cycle Inventory of Biodiesel and Petroleum Diesel for Use in an Urban Bus (NREL)	Domestic Production (CO ₂ + CH ₄)	US	1.32		0.43	8.47	0.43	10.64	74.07	84.71	14.4%
Life Cycle Inventory of Biodiesel and Petroleum Diesel for Use in an Urban Bus (NREL)	Foreign Production (CO ₂ + CH ₄)	US	2.33		1.79	8.47	0.43	13.02	74.07	87.09	17.6%
わが国における化石エネルギーに関するライフサイクル調査報告書	IEEJ	Japan	0.76	0.56	0.79	2.72	0.23	5.05	74.07	79.12	6.8%
石油、LNG及び石炭のLCA手法による比較に関する調査報告書	PEC	Japan	0.82	0.61	0.86	3.31	0.20	5.80	74.07	79.87	7.8%

[Allocation criteria at refinery stage dominates the diversity of the results]

表の中で、軽油の割り当てを 7 % 近くで計算されているものがある。これは、割り当てのルールが全く違うことによるが、そのロジカルな理由を見つけることができなかった為、本プロジェクトではこの数値を用いない。

BDF-ME と軽油の燃費の差

燃費は運転スタイルや道路の混雑具合によって違い、発熱量比による BDF-ME と軽油の燃費の差を測定することは容易ではない。しかし、論理的には、どちらも長鎖炭化水素を持つ構造であり、エンジン内での燃焼具合に大差はない。よって、「同一である」と考えられる。

“Life Cycle Inventory of Biodiesel and Petroleum Diesel” (NREL/SR-580-24089), p.177 では、以下のように示されている。

4-ストロークディーゼルエンジンのバスによる燃焼試験の結果を Table 110 に示(Graboski 1997)。

- CO₂及び燃料消費のどちらの結果も、ほぼ同一である。燃料消費量と低位発熱量は本質的には一致する。
- 燃費はバイオディーゼルの成分とは無関係である。

Table 110: Economy Data for Biodiesel Fuels in a Modern Series 60 Engine



% Biodiesel by Volume in Diesel Fuel	Engine Efficiency (Btu/bhp-h)	
	Calculated from Measurements of CO ₂ Emissions	Calculated from Fuel Consumption Data
0%	7176	7326
20%	7040	7192
35%	7080	7130
65%	7006	7133
100%	7038	7038
Avg/Stdv	7116	97 (1.4%)

よって、本プロジェクトでは、燃費の差 δ をゼロとした。

Annex 4

MONITORING PLAN

To be elaborated...

Desk Review Report for Validation

PowwowPool Co., Ltd.

**“Sunflower Methyl-Ester Biodiesel
Project in Thailand”**

Project No. JQA-CDM-L-E0009

(Revision No.00)

25 February 2005



Japan Quality Assurance Organization

Desk Review Report

Title of the Project : Sunflower Methyl-Ester Biodiesel Project in Thailand

Official Contact : Mr. Kohei Wakabayashi, CEO of PowwowPool Co., Ltd

JQA-CDM/JI Assessment Team :

Leader	Ikuo Tamori	CDM Registered Lead Assessor
	Toshimizu Okada	CDM Registered Assessor

Prepared by Ikuo Tamori

Date of Issue : 25 February 2005

Summary

The Japan Quality Assurance Organization (hereinafter JQA) performed the desk review of the validation on “Sunflower Methyl-Ester Biodiesel Project in Thailand”, which PowwowPool Co., Ltd. is planning to develop in Thailand.

In the validation all of the requirements to the CDM project activity have been checked using the Validation Protocol (Tables 1 and 2) prepared by the International Emission Trade Association and modified by JQA.

- 1) Table 1 : Mandatory Requirements for Clean Development Mechanism Project Activities
- 2) Table 2 : Requirements Checklist

Problems or findings identified in the process are indicated under the titles “CAR”(Corrective Action Request) and “CL”(Clarification) in the checklists (Tables 1 and 2).

CAR requires the project participants to take some corrective action or others without fail, while CL indicates that it is desirable that the project participants take some corrective action or others though not mandatory. The validation process does not provide the project participants with any consulting service, but if they take justifiable and appropriate corrective action for CAR and CL items included in this report, such action will clearly contribute to substantial improvement of PDD. The criteria for judging problems as CAR or CL are as follows:

CAR:

- 1) Non-conformity to the laws and regulations of the host country

- 2) Non-conformity to the Kyoto Protocol, Decision 17/CP.7 of the Marrakech Accords and requirements of relevant decisions made by the CDM EB
- 3) Errors occurring to the baseline and project activities that may significantly affect reductions in GHG emissions

CL:

- 1) Descriptions considered uncertain from the viewpoint of accuracy, reliability, completeness, consistency and other criteria
- 2) Ambiguous and difficult-to-understand descriptions, as well as matters for which additional descriptions are desired

Other matters considered useful for the project participants are described in the section “Comments” in the checklist.

<Comments>

All of CARs pointed out in Table 2 (Requirements Checklist) are classified into following five categories;

1. The PDD presupposes that all the Bio-Fuel<BDF-ME> produced by the project activity would be consumed domestically within a year. However, there is a possibility that the product might be exported to neighboring countries including Japan. The possibility in future should be identified as a risk to the baseline. (MA 45. (b)(c))
2. The PDD discusses that “the bio-fuel <bio-diesel> is competitive in the market as an alternative to the fossil fuel-based <bio-diesel> is replaced by the project Bio-Fuel <BDF-ME>”. Because the prices of the project Bio-Fuel and the petro-diesel and these relationships would change temporarily and locally, these might be the items of monitoring. (MA 45. (b)(c))
3. The project activity starts on 1 July 2005, and lasts for ten years, while the crediting period starts on 1 Jan. 2008, lasting for ten years. According to the Glossary of CDM terms, the crediting period should not extend beyond the operational lifetime of the project activity. (Dec. of the CDM-EB)
4. According to MA 53. (e), project participants shall include, as part of the PDD, a monitoring plan that provides for quality assurance and control procedures for monitoring process. To establish the authority and responsibility of project management, which will prepare quality assurance and control procedures, should be clearly described. (MA 53. (e))
5. Any environmental regulations regarding plantation are not referred in the PDD.

Environmental impact on ecosystem and biodiversity by the sunflower plantation should be identified.

In the PDD the sunflower plantation is planned at “unused land”. However, the “unused land” is not clearly defined. Moreover, though one of conditions in the “biomass supply” stage is settled as “Plantation of raw material (biomass) for the project does not lead to decrease of forest,”, “decrease of forest” is not identified as a monitoring item. A signed letter of the village head is vague at this moment. (MA 37. (c), 45. (b), 51)

Several CL (Clarification) items are also pointed out as follows;

1. In Thailand a Cabinet Resolution regarding the sustainable development policy in the country was issued on 1 July 2003, which should be referred to in the PDD. When another validation team of JQA visited the DNA of the country in January this year, they obtained the information that they will release very soon a new procedure manual of approving the CDM project activities and the criteria of governmental approval. Project Participants should be aware of the movement.
2. The PDD presupposes that the Bio-Fuel <BDF-ME> sold through the project activity would be completely consumed domestically within a year. The assumption should be transparently justified. Introduction of some coefficient might be necessary in a conservative manner.
3. The baseline emissions in the PDD presupposes equalizing the thermal content of the BDF-ME per unit of mass with that of the petro-diesel. However, the emission factors and mean mileages of the BDF-ME for various types of vehicles might be different from those of the petro-diesel. These factors are necessary to be explained with data using a test facility with chassis dynamo.
4. The PDD presupposes not to utilize the biomass-based waste oil as the raw material of BDF-ME in the project activity. In the case the waste oil would be utilized it would be monitored as a leakage.
5. Solid waste residue produced at the project site and agricultural waste discarded at the plantation site might generate N₂O and CH₄ during the disposal or utilization at the plantation site. Conversion of “unused land” to crop land might generate N₂O. These possibilities should be identified and discussed in the PDD.
6. Project management planning for implementation of the project activity should be clearly described in the PDD. Some provisions for meeting training and

maintenance needs are also required for monitoring key components and assuring the accuracy of measurements, although establishing the ISO 9000 management system is planned.

7. Possibility of environmental impact accompanied by the usage of some agricultural chemicals at the plantation site is not identified.