

平成 15 年度 CDM/JI 事業調査

ひまわりを資源作物としたバイオディーゼル油製造
に関するタイでの調査

報告書

平成 16 年 3 月

株式会社パウワウプール

目次

はじめに	1
1．事前調査及び現地調査 “ ホスト国・タイ王国 ”	2
1.1 一般事情	3
1.2 政治体制・内政事情	5
1.3 経済事情	6
1.4 農業事情	9
1.5 エネルギー事情	12
1.6 タイの温室効果ガス排出量	16
1.7 タイの地球温暖化対策に係わる取り組み	19
1.8 タイのCDMの方針	21
1.9 プロジェクト立案に必要とされる基礎的データ	
1.9.1 ひまわり栽培	22
1.9.2 タイのBDF事情	24
2．プロジェクト実施計画 “ バイオディーゼル事業 ”	
2.1 プロジェクトの概要	26
2.2 プロジェクト実施のアライアンス	37
2.3 プロジェクト立案	39
2.4 バイオディーゼル油製造計画	31
2.5 プロジェクト実施スケジュール	36
2.6 プロジェクト実施における現地の協力体制	37
3．CDMプロジェクト	
3.1 本プロジェクトが持続可能な開発に貢献できる点	38
3.2 プロジェクトバウンダリーの検討	39
3.3 プロジェクト期間、クレジット獲得期間	41
3.4 GHG削減(CO ₂ 吸収)に導入する技術とホスト国での適用性	42
3.5 ベースラインシナリオの検討	43
3.6 モニタリング計画	45
3.7 温室効果ガス削減量の計算	47
3.8 利害関係者のコメントに関する情報	54
3.9 環境影響及び間接影響	55
4．課題とまとめ	57
参考資料リスト	59
添付資料・写真 “ PACIC SEEDS (Thai) Ltd. 調査見学 ”	61
添付資料・写真 “ プランテーション候補地・ラオス難民居留区 ”	64
タイの地図	66

はじめに

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)では京都議定書が採択され、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%削減することが定められた。この削減目標達成の為、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。

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。また本事業のひまわりの大規模栽培は、難民居留区で行うため、難民の雇用開発のみならず、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、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三鳥の効果が得られる点が大きな特徴である。

本調査は、タイ・ロエイ(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し、PDDの作成を念頭に調査するフィジビリティ調査を行ったものである。

平成 16 年 3 月
株式会社パウワウプール

1. 事前調査及び現地調査“ホスト国・タイ王国”

事前調査では、ホスト国であるタイの一般事情や農業・エネルギー事情等の知見を集めるとともに、以下のインタビューを行い、タイの CDM やバイオディーゼルの取り組みについて調査を行った。

2003年9月20日～9月30日

氏名	役職	所属	調査内容
Surasak Patimaprakorn	Minister-Counsellor	Royal Thai Embassy, Tokyo	CDM に対する方針等
Penjit Srinophakun, Ph.D.	Associate Professor	Kasetsart University	調査全般に関する打ち合わせ
Takashi Fukushima	Director	JETRO Bangkok	タイのエネルギー事情及び市況について
Asadaporn Krairapanond, Ph.D.	Chief of The Convention Group	Ministry of Natural Resources and Environment	調査対象事業の CDM 事業としての可能性
Pathana Wichgool	Manager, Research Information & Service division	PTT Public Company Ltd.	バイオディーゼル油の市況について
Watanabe Yasushi	代表取締役	UTIC Food Co., Ltd.	現地での協力体制について

11月23日～12月3日まで、タイ・バンコク、サラブリー県、ロブプリー県で現地調査を行い、以下のインタビューを行った。

2003年11月23日～12月3日

氏名	役職	所属	調査内容
Vute Wangwacharakul, Ph.D.	Professor	Kasetsart University	CDM 事業の現状、対象事業の可能性
Vivan Thammongkol, Ph.D.		PTT Research and Technology Institute	利害者のコメント、協力体制について
Pacholk Pongpanich	Managing Director	PACIFC SEEDS LTD.	ひまわり市場の現状
Manoon Pumklom	Director	Nakhon Sawan Field Crops Research Center	ひまわり栽培の現状、市況に関して

事前調査及び現地調査で得られた知見を本章にまとめる。

1.1 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さかんである。
- 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、世界でも有数の豊沃な地域である。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的に降り、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

6,280 万人(2002 年末)

首都バンコクは約 578 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 258 万人、ウボンラチャタニ県 179 万人、コンケン県 177 万人、北部チェンマイ県 169 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 3,463 万人(2002 年)で、その内訳を以下に示す。

Table 1 タイの労働力分布(2002 年四半期毎) (単位:千人)

	第 1 期	第 2 期	第 3 期	第 4 期
労働力人口	33,528.4	33,978.8	35,003.3	34,631.5
一般労働人口	31,767.9	32,352.3	34,262.4	33,860.8
農林漁業従業者	10,197.4	11,614.4	14,595.7	13,307.3
非農林漁業従業者	21,570.5	20,737.9	19,666.7	20,553.5
季節待機労働人口	632.6	633.9	127.0	127.3
失業者	1,075.4	950.8	635.2	636.6
15 歳以上の非労働人口	13,917.4	13,629.5	12,768.9	13,305.1
15 歳以下の人口	15,815.3	15,784.9	15,754.6	15,724.2

出典: National Statistical Office, Ministry of Information and Communication Technology

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 政治体制・内政事情

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)。医療分野では、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、観光・スポーツ省、社会開発・人間安全保障省、天然資源・環境省、情報技術通信省、エネルギー省、文化省が新設された。

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を付与されている。

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。

1.3 経済事情

経済構造

2002年国内総生産(GDP)は約1,276億ドルで、国民一人当たり1,993ドルとなる。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。農業は、就業者の約半分近くを占め、輸出の約1割が農水産品である。しかし、付加価値ベースでみると、農業の占めるウエイトは1割以下に低下している(1980年:21.5%、2001年:8.6%)。一方、製造業のウエイトは拡大している(1980年:21.5%、2001年:33.5%)。

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、不良債権(NPL:Non Performing Loan)処理の為に国営資産管理会社(TAMC)の設置に加え、地方振興の為に一村一品政策、村落基金、農民債務の利払い免除、マイクロ・クレジットである国民銀行の設立等の政策を具体化し、ボトムアップ的な所得拡大による内需拡大策をとっている。効果の持続性に関しては懸念されている施策もあるものの、一村一品政策については、村落自立にもつながる政策として、タイの競争力強化の観点から優れた政策とされている。

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)による内需刺激策と生産拡大が成長を牽引し、2002年には前年比5.3%の成長を達成した。また、米イラク戦争が早期に終結し原油価格が安定したこと、SARSの影響が当初考えられていたものよりも限定されたものであったことから、2003年に関しても、同程度の経済成長が期待されている(タイ国家経済社会開発委員会5.8～6.2%、タイ中央銀行4.5～5.5%、民間調査機関平均4.8%)。

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年上半年で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年以降の処理に向けた取り組み、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となっている。

近年のタイの主要経済指標を示す。

Table 2 タイ主要経済指標

主要項目(単位)	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年
GDP(億ドル)	1,824	1,511	1,119	1,220	1,220	1,192	1,265
一人当たりGDP(ドル)	3,040	2,503	1,829	1,974	1,964	1,829	1,993
実質経済成長率(GDP)(%)	5.9	1.4	10.8	4.2	4.4	1.9	5.3
消費者物価上昇率(%)	5.9	5.5	8.1	0.3	1.6	1.6	0.8
失業率(%)	1.5	1.9	4.4	4.2	3.6	3.3	2.4
外貨準備高(億ドル)	387.3	269.7	295.4	347.8	326.6	330.5	389.2
対外債務残高(億ドル)	905	1,093	1,050	952	797	675	589
DSR(%)	12.3	15.7	21.4	19.4	15.4	20.7	19.5
国際収支(億ドル)							

輸出	546.7	567.2	528.7	568.0	678.9	653.8	688.2
輸入	708.2	613.5	406.4	457.3	624.2	618.5	642.6
貿易収支	161.5	46.3	122.3	92.7	54.7	25.3	34.4
経常収支	143.5	31.1	142.9	124.7	93.3	62.4	76.5
総合収支	21.7	106.5	17.3	45.8	16.2	13.2	42.3
対日貿易(億ドル)							
輸出	93.6	87.3	74.7	82.3	101.9	100.0	99.5
輸入	204.1	161.6	101.7	122.4	148.4	138.4	148.0
貿易収支	110.5	74.3	27.0	40.1	46.5	39.2	49.0
為替レート(バーツ/US\$)							
	25.3	31.4	41.4	37.8	40.2	44.5	43.0

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

最低賃金： 169 バーツ/日(バンコク、2003年1月に改訂。従来165バーツ)

主要貿易品目

・輸出品 コンピュータ・同部品

自動車

石油精製

IC

プラスチック製品

・輸入品 電気機械・部品

機械・部品

原油等

化学品

金属

貿易相手国： 輸出(米国、日本、シンガポール)

輸入(日本、米国、中国)

1.4 農業事情

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、産業全体が以前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。

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。作付け面積では、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、サコンナコン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 ~ 1,300 mm 程度で、稲作にぎりぎりの水量である。海拔 100 ~ 200 m 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為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 3,000 mm 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の 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潤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。

1.5 エネルギー事情

エネルギー概要

Table 3 タイの一次エネルギー需給

(単位; 原油換算万トン)

	1998	1999	2000	2001	2002
国内生産量 (前年比%)	2,620.7	2,739.2 + 4.5	2,943.3 + 7.5	2,972.1 + 1.0	3,157.4 + 6.2
原油	147.1	170.0	289.7	309.6	377.9
コンデンセート	210.9	225.9	237.7	236.0	244.5
天然ガス	1,525.3	1,671.0	1,750.5	1,707.2	1,784.7
リグナイト	624.4	596.6	535.0	582.3	586.8
水力	113.0	75.7	130.4	137.1	163.5
輸入量 (前年比%)	3,109.4	3,286.8 + 5.7	3,410.7 + 3.8	3,774.0 + 10.7	3,973.7 + 5.3
原油	3,399.0	3,494.8	3,215.6	3,391.4	3,399.1
コンデンセート	- 82.0	- 58.8	- 22.1	- 17.4	- 22.8
石油製品	- 325.6	-375.1	- 217.1	- 380.5	- 332.1
石炭	102.1	205.0	260.9	309.3	350.2
電気	14.0	19.6	25.4	24.9	24.3
天然ガス	1.9	1.4	147.9	446.4	555.0
在庫変動	- 168.0	- 230.9	- 57.8	- 42.3	- 34.5
消費量 (前年比%)	5,448.3	5,616.9 + 3.1	5,722.4 + 1.9	6,017.8 + 5.2	6,411.5 + 6.5
石油製品	3,054.6	3,056.4	2,894.4	2,802.6	2,946.1
天然ガス	1,527.3	1,672.4	1,898.2	2,153.0	2,338.9
石炭	102.1	205.0	260.9	309.3	350.2
リグナイト	637.3	587.8	513.0	591.0	588.5
水力・電気	126.9	95.2	155.9	161.9	187.8
消費費用(億ドル)	132.4	143.7	171.1	169.5	180.8
GDP(億ドル)	1,117.2	1,226.7	1,223.0	1,151.3	1,263.6
輸入量 / 消費量	0.57	0.59	0.60	0.63	0.62
消費費用 / GDP	0.119	0.117	0.140	0.147	0.143

出典; Energy Policy and Planning Office

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、2002年の一次エネルギー消費量は石油換算 6,400 万トンとなった。特に天然ガスと石炭の増加が著しく、1998年の消費量と比較して、2002年には天然ガスが 1.5 倍、石炭が 3.5 倍増加している。石油の消費量は徐々に低下傾向にあるが、2002年の消費エネルギー構成比は、石油 46%、天然ガス 36%、リグナイト 9%、石炭 6%、水力 3%であり、依然石油の占める割合は大きい。

一方、2002年の一次エネルギー供給量は石油換算 7,100 万トンで、総消費量の 60%以上を輸入が占める。特に輸入全体の 65%は原油で、国内で供給される原油の 90%が輸入されている。エネルギー供給の約 30%を占める天然ガスは、75%以上をタイ国内で産出している。

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。2002 年末時点で、PTT E&P 社等国内外の企業 22 社が採掘権を持ち、29 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、45 %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。

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 %)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、これに加えて石油会社の運転在庫(10 ~ 15 日分)がある。中東情勢が不安定なもの、タイ政府は石油会社への備蓄義務を現状の 5 %から引き上げる事は無いと公表している。

Table 4 2002 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	712.0	19.3	632.2	106.2
レギュラー	371.5	18.8	374.7	19.1
プレミアム	340.5	0.6	257.6	87.1
灯油	47.4		5.3	27.5
軽油	1,514.5	61.0	1,387.4	201.2
HSD (高速ディーゼル)	1,505.8	61.0	1,377.7	
LSD (低速ディーゼル)	8.8		9.8	
ジェット燃料	403.0	4.4	326.0	79.5
燃料油	516.0		412.7	66.2
LPG(液化石油ガス)	508.6		335.0	109.6
合計	3,701.7	84.7	3,098.8	590.1

出典; Energy Policy and Planning Office

Table 5 石油製品利用分野

(単位:石油換算万トン)

	2001	2002
産業	413.2	440.1
電力	73.1	65.7
運輸	1,862.7	1,962.7
その他(農業・住居・商業用)	454.1	473.7
エネルギー利用以外	256.4	248.6

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 m³、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 60 %以上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。しかし、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 6 2002 年度利用分野 (単位:石油換算万トン)

	2001	2002
産業	155.6	174.5
電力	1,723.9	1,852.6
運輸	0.2	0.6

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。

2002 年度は、北部を中心に 7 県 12 炭鉱で、196 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 560 万トン輸入した。その値は、前年と比較して 13 %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 7 2002 年度利用分野 (単位:石油換算万トン)

	2001	2002
産業	437.7	488.4
発電	443.9	433.5

出典； Department of Alternative Energy Development and Efficiency

再生可能エネルギー

2002年に生産された再生可能エネルギーは、1,381.4万トン(石油換算)で、2001年より6.1%上昇した。エネルギー源は、70.9%を木材燃料が占め、バガス(20.3%)、籾殻(8.8%)と続く。2002年の消費量は、904.3万トン(石油換算)で、2001年より7.1%増加し、最終エネルギー消費量の17.1%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

エネルギーは、国民の生活や商業・産業活動と密接に関係し、国の競争力や経済発展に大きく影響する。よって、持続可能な経済発展を行うためには、エネルギーを適切な価格で安定的に供給し、環境への配慮を欠かさない事が必須である。第9次国家経済社会開発計画(2002～2006年)では、国の競争力に結びつく為のエネルギー政策として以下の項目が発表されている。

- 1) エネルギーの効率的・経済的な利用促進
- 2) 再生可能エネルギーの利用・開発を促進
- 3) エネルギー安定供給の促進
- 4) タイを ASEAN、GMS (Greater Mekong Sub-region)、BIMST-EC (バングラディッシュ、インド、ミャンマー、スリランカ、タイ)の「エネルギーセンタ」化

この政策によって省エネが進み、エネルギー弾性率(エネルギー消費増加率/GDP成長率)を1.4:1(2002年)から2007年までに1:1に減少させ、再生可能エネルギーの利用を一次エネルギーの0.5%から2011年までに8%に増加させる事が可能であると見込んでいる。

1.6 タイの温室効果ガス排出量

最初の GHG インベントリーは、1990 年度の値で、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。科学技術環境省 (MOSTE、現天然資源環境省) は、2000 年に 1994 年度のインベントリーを UNFCCC に提出し、現在の最新版となっている。

Table 8 GHG インベントリー (1994 年) 出典: Center for Applied Economic Research, 2000 (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				

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。

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(= 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 9 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年の増加率が高い。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 10 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も期待されている。

Table 11 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 12 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%)

1.7 タイの地球温暖化対策に係わる取り組み

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 インベントリーが示された。

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 1,427 GWh、及び 1.06 Tg 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。

1.8 タイの CDM の方針

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国のタイ政府は、「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」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、タイで成功の可能性が高いCDM事業の例を挙げている。

- ・ 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

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。

1.9 プロジェクト立案に必要となる基礎的データ

1.9.1 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、中央部のロップリ県、サラブリ県、北部のペチャブーン県、ナコンサワン県、ウタイタニ県、チェンマイ県、チェンライ県、メーホンソン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。

今回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、ロップリ・サラブリ県一帯で100,000ヘクタール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ヘクタールのひまわり畑が広がっており、農業促進局のサポートにより、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50,000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100,000トンにも達する。そのため、不足している50,000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。

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。ロップリ・サラブリ県では、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10億万パーツに達する。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パーツ/kgで売却し、農家からは最低価格8.5パーツ/kgで買い取る。2002年度の買い取り価格は、約11パーツ/kgであった。但し、1kgの種から約200kgの種が収穫出来るので、農家は十分に利益が出ることになる。基本的には、農家一戸当たり約4ヘクタールの農地を持ち、栽培全般を行っている。但し、種収穫時には日当180パーツで人を雇い、1ライ(0.16ヘクタール)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/ヘクタールである。ひまわり栽培で農家一戸当たり年間30,000パーツ/ヘクタール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。

現地の様子は、添付添付写真参照 (P.61～P.63)。

1.9.2 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」が科学技術環境省に設置され、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する 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特許庁に申請され、それを受けて政府から商業登録局に biodiesel の基準作り、また消費税局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 バーツ/L 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、バイオディーゼルの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、エネルギー省は、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、400万パーツ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、バンコク大量輸送公社の市バスや、タイ国鉄公社、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、農業協同組合省の Newin 副大臣は、今後4年間で約20,000万USドルを使ってパーム油の生産量を2倍以上に増やし、代替燃料として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、600,000エーカーであるが、2007年までに南部を中心にさらに800,000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。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いる。そのため、未だ販売は行われていない。

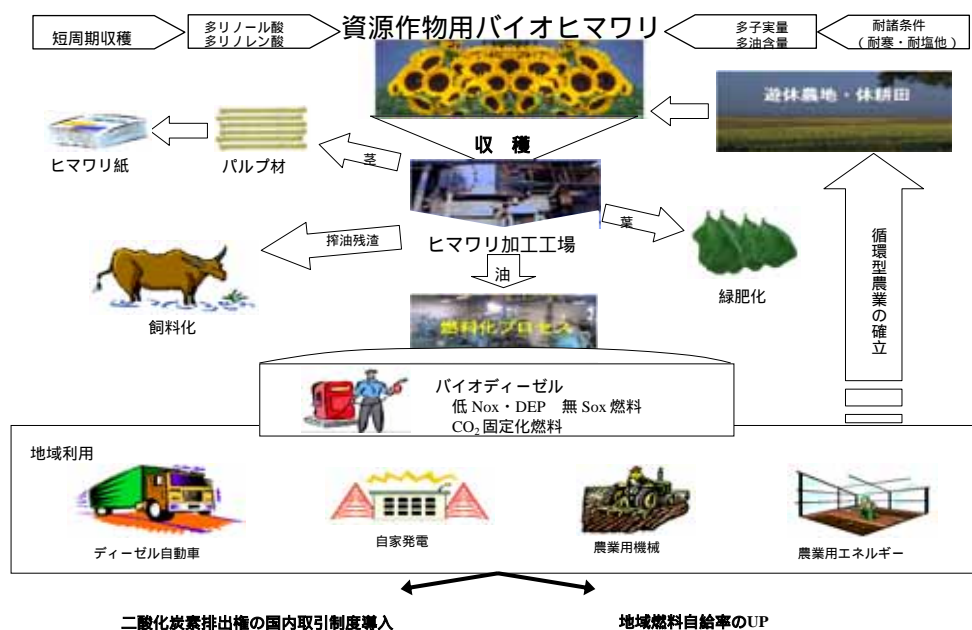
2. プロジェクト実施計画“バイオディーゼル事業”

2.1 プロジェクトの概要

本プロジェクトは、タイ・ロエイ県を対象に、ひまわりを資源作物としたバイオディーゼル油 (BDF) の製造を行うものである。同地域にはラオス難民の居留区があり、難民が約20年かけて開墾してきた農地広がっている。その中には多くの遊休農地が広がっており、我々はその約 5 万 ha を対象にひまわりの栽培を難民農家と契約して行い、プランテーションを展開していく計画である。

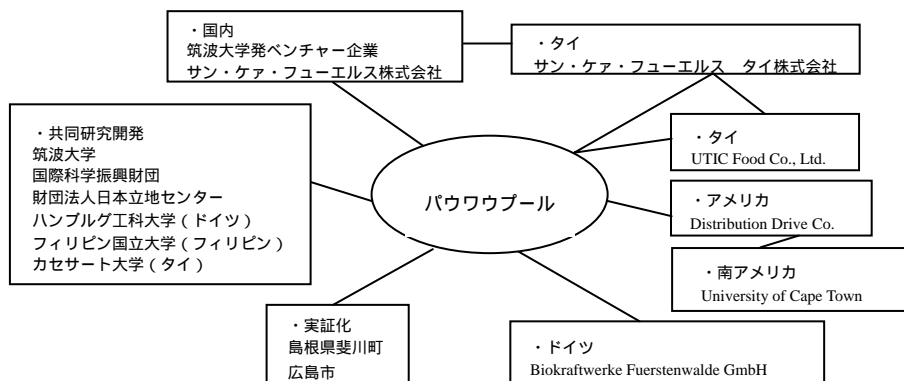
事業全体としてはひまわりを資源作物として捉えており、ひまわりから BDF を始めとして、蜂蜜 (生理活性物質)、パルプ、肥料、飼料等を生産する計画である。これは“バイオ・リファイナリー”の発想をベースとしており、資源作物を精製・加工することにより様々な製品を得ることができ、相乗効果によりそれぞれの販売価格も低く設定することが可能であると考えられる。今回の調査対象である BDF 製造は、BDF の販売及び炭素クレジット(CER)を得る事ができる事業として、計画全体の中核に位置する。

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



2.2 プロジェクト実施のアライアンス

弊社は、これまでのバイオディーゼルに関する研究開発の過程から、国内外に大学を始めバイオディーゼル事業に興味を持っている企業、または事業を行っている企業等多種多様な提携先を世界中に有している。このアライアンスの堅い繋がりを利用し、現在計画中のプロジェクトの事業化を進めていく。



財団法人

・財団法人 国際科学振興財団

管理法人であり、研究開発を行う上で知的財産調査や管理等のサポートを行う。

・財団法人 日本立地センター

CER 獲得に興味を持っている企業を中心としたコンソーシアム設立の中心的役割を担い、設立後はその運営を行う。

地方自治体

・島根県 斐川町

町内にひまわり畑 20 ha を有しており、共同で BDF 及びひまわりプランテーションの実証化試験を行っている。2003 年 8 月、同地区のひまわり畑で収穫された油から製造した BDF を用いてトラクターの試運転を行い、問題無く運転出来る事を確認した。

・広島県 広島市

弊社及び筑波大学が“広島未来エネルギー推進協議会”に参加し、BDF の研究開発を共同で行う予定である。

大学・研究所

・筑波大学 応用生物化学系生物プロセス工学研究室

主な研究開発を共同で行う基幹チームである。

・Technical Univ. Hamburg-Harburg

筑波大学と共同で BDF の製造技術開発を行っている。今後ヨーロッパ市場に参入する際の協力先となる。

・Univ. of Philippines at Los Banos

筑波大学と共同で BDF の製造技術開発を行っている。今後 BDF 事業でフィリピン市場に参入する際の協力先となる。

・Kasetsart University

タイで行う本 CDM プロジェクトの協力先である。筑波大学と共同で BDF 製造技術の開発を行っている。

企業

・株式会社パウワウプール

今回のプロジェクトに関する調査や事業立ち上げを行っている。SCF 設立後も、調査やマーケティングに関して事業に携わっていく。

・Biokraftwerke-Furstenwalde GmbH

ドイツでの事業パートナーである。Technical Univ. Hamburg-Harburg と関係の深い企業で、今後 JI プロジェクトやヨーロッパ市場へ参入する際の協力先となる。

・Distribution Drive (& University of Cape Town)

アメリカでの事業パートナーとなる予定である。University of Cape Town と共同で新たな BDF 製造装置の開発を手掛けている。また同社は既にダラス市・テキサス州から BDF 製造・販売の受託を受け、2004 年から製造を開始し、市への供給を行う予定である。

知的財産権の取得状況

現在までに特許出願を行った知的財産を下に記す。

- ・「植物油(バージン油)又は植物性廃油のディーゼルエンジン用燃料化精製方法及び装置」
特開 2000-219886 UP Patent No.6.364.917
- ・「植物油燃料の製造方法」 特願 2002-293580
- ・「バイオディーゼル燃料に添加する流動点降下剤」 特願 2003-344051

2.3 プロジェクト立案

事業内容

本事業は、タイ東北部・ロエイ県において、ひまわりを資源作物として栽培し、その油から BDF の製造を行うものである。ひまわりの栽培は、契約農家に依頼して行い、収穫した種を原料として購入し、BDF 製造施設にて BDF へと精製する。

現地の様子は、添付資料参照 (P.64 ~ P.65)。

本プロジェクトの技術について

BDF の製造には、ヨーロッパとアメリカで標準化されているエステル交換反応を基礎とした製造方法を用いる。この製造方法で作られたバイオディーゼルは、両地域の BDF に関する品質規格でも基準となっており、エンジンの改良等を行うこと無く軽油の代替燃料として使用する事が出来る。また、本製造方法は、煩雑な操作を伴わないので、技術導入にも時間がかからず、コストも比較的安く抑える事が出来る。よって、現地へ導入する技術として最も適していると判断した。

また、現在国際科学振興財団及び筑波大学と共同で植物油を原料としたジェット燃料の製造方法を研究開発中であり、製造方法が完成した際には、BDF 製造施設を活用し、より高付加価値の製品を生産出来る。ジェット燃料の製造方法については、既にその基本製造特許を申請し、約 3 年後に実証化を行う予定である。

プロジェクトの実施体制

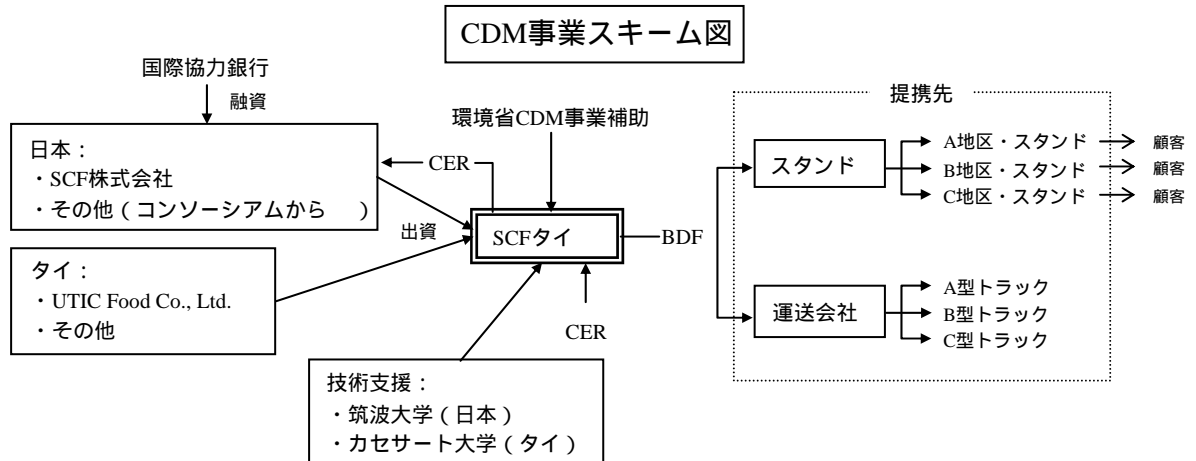
プロジェクトを実施する体制としては、現地に日タイ共同出資の現地法人 仮称「サン・ケア・フューエルズ タイ株式会社(SCF・タイ)」を設立し、この法人に対して日本からの技術供与、指導を行っていく予定である。

この会社への出資は、2004 年 6 月設立予定の筑波大学発ベンチャー企業「サンケアフューエルズ株式会社」が行う。また、財団法人日本立地センターが中心となり、CER 獲得に興味のある企業を中心としたコンソーシアムの設立を現在進めており、そのコンソーシアムもしくはコンソーシアム内の単独企業からの出資も併せて予定している。タイ側の出資は、現地カウンターパートの UTIC Food Co., Ltd. とその他企業からを予定している。またプラントの設立費に関しては、一部資本金から設備費への予算を組む以外に、国際協力銀行の海外投資金融を使用する予定にしている。

設立したサン・ケア・フューエルズ タイ株式会社は、日本からの出向社員とカウンターパートからの出向社員、そして現地採用社員によって運営をしていく予定である。

バイオディーゼル油供給先

(仮称)サンケアフューエルズ タイ株式会社で製造した BDF は、ガソリンスタンド経営会社及び運送会社へ供給する予定であり、現在該当企業と提携に関する協議を行っている。



: SCF = サン・ケア・フューエルズ株式会社

: 日本立地センターが中心となりコンソーシアムを企画

: SCFタイ = サン・ケア・フューエルズ・タイ株式会社

2.4 バイオディーゼル油製造計画

BDF 製造施設

原料のひまわりの種は、基本的に契約農家から全て購入し、製造施設で種からの搾油・バイオディーゼル油の精製を行う。BDF 製造施設計画を以下に示す。

製造施設稼働日数 : 月 22 日、年 264 日
原料 : ひまわり種
BDF 製造能力 : 最大日量 35 m³、年間 9,240 m³ の BDF 製造が可能

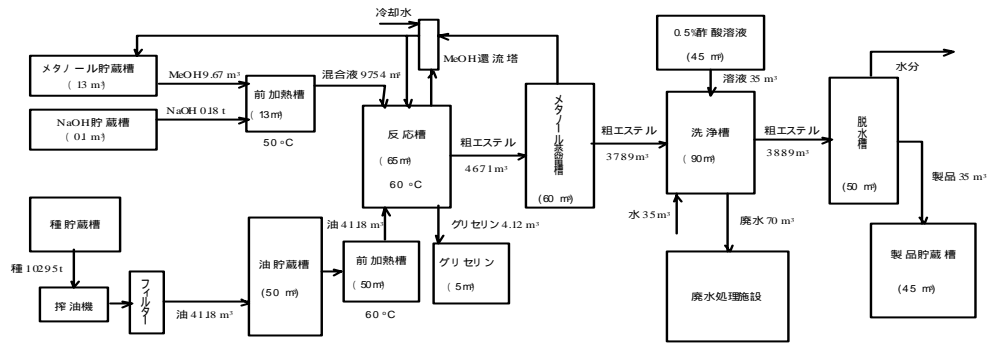
BDF 35 m³ を製造する為には、ひまわりの種やメタノール等、以下の原料が必要となる。

ひまわりの種: 102.95 t (ひまわり油 41.18 m³ = 35.95 t)
メタノール : 9.67 m³ = 7.67 t
水酸化ナトリウム: 0.084 m³ = 0.18 t
0.5 % 酢酸溶液: 一次洗浄用、35 m³
水: 二次洗浄用、35 m³

製造フロー

原料となるひまわりの種は、搾油機にかけられた後、フィルターで夾雑物を除去され、ひまわり油となる。得られた油は、油貯蔵槽で一時貯蔵され、前加熱槽で加熱後、反応槽へ移す。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、メタノール、触媒が全て反応槽へ移された後、エステル化反応を起こさせる。反応槽にはメタノール還流塔が付いており、反応中に加熱によって蒸発したメタノールを反応槽へと還流させる。エステル化反応後静置し、グリセリンを引き抜く。グリセリンを取り除いた後の粗エステルは、メタノール蒸留槽でメタノールを除去される。回収されたメタノールは、メタノール貯蔵槽へと戻され、再度利用される。メタノール除去後のエステルは、洗浄槽で洗浄される。洗浄は 2 回行い、0.5 % 酢酸溶液で一次洗浄を行った後、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、製品貯蔵槽へと移される。

BDF 製造工程からは、搾油後の残渣、エステル化反応後のグリセリンが副産物として発生するが、全て再利用が可能である。搾油後の残渣は、優良な肥料もしくは飼料として再販され、グリセリンも化粧品等の工業原料として再販される。



BDF製造施設プラントフロー

生産計画及び収支

プロジェクト実施初年度は、主に会社設立とプラント設計・施工、PDD 作成に関する追加調査及び PDD 作成を行う予定である。本格的にプラントを稼動し、バイオディーゼル油の生産を開始するのは、2 年目からの予定である。

プラントの設計は主に日本で行い、施工は日本側の指導の下地元の業者が進めていく。特に、製造プロセスについては、生産効率を左右する重要な項目である為、日本からの技術指導が重要である。

生産初年度の収支概算

Table 13 BDF 生産初年度の収支概要

	生産量	BAT	円(¥3.5/BAT)
BDF 生産量(m ³)	8,811	105,732,000	370,062,000
グリセリン(t)	1,419	52,770,841	184,697,944
肥料(t)	14,186	106,392,825	372,374,888
小計		264,895,666	927,134,832
原料(t-種)	23,613	148,764,924	520,677,234
人件費		8,000,000	28,000,000
電気(kWh)	3,524,400	10,573,200	37,006,200
MeOH(kg)	1,929,609	82,973,187	290,406,155
NaOH(kg)	55,509	1,110,186	3,885,651
雑費		1,371,429	4,800,000
減価償却		2,571,429	9,000,000
小計		255,364,354	893,775,240
合計		9,531,312	33,359,592
営業経費		5,714,286	20,000,000
長期借入金		3,714,286	13,000,000
小計		9,428,571	33,000,000
総合計		102,741	359,592

バイオディーゼル油(BDF)生産計画

プロジェクト計画では、プロジェクト開始 2 年目である 2006 年からひまわりの栽培及び BDF の生産を開始する。ひまわりの耕地面積は、17,276 ha から開始し、年 8 %の割合で徐々にその面積を拡大していく予定である。それに伴い、種の収穫量や BDF 生産量も増加し、2013 年には年間 15,101 t の BDF を生産する計画である。計画しているひまわりプランテーションの耕地

面積、種の収穫量及び BDF 生産量の算出結果を以下に示す。前提としているひまわりの収穫条件は、以下の 3 点である。

- ・ 1 ha 当たりの種の収量は、1.5 t とする
- ・ 含油量は、種重量の 40 % とする
- ・ BDF 収量は、油の 85 % である

Table 14 ひまわりプランテーションの計画

	耕地面積 [ha]	種の収穫量 [t/year]	ひまわり油 [t/year]	BDF 生産量 [t/year]
2006	17,276	25,915	10,366	8,811
2007	18,659	27,988	11,195	9,516
2008	20,151	30,227	12,091	10,277
2009	21,763	32,645	13,058	11,099
2010	23,504	35,257	14,103	11,987
2011	25,385	38,077	15,231	12,946
2012	27,416	41,123	16,449	13,982
2013	29,609	44,413	17,765	15,101

プラント費用

プラント費用については、日本での設計及び見積もりを行っている。よって、一部現地調達可能な資材・装置に関しては、低コスト化が期待され、建設費用を抑えることが可能であると考えている。

また土木工事やその他の工事に関しても、現地の土木工事業者に発注することにより、更なるコストの削減が可能であると考えている。

Table 15 プラント設備概算費用

(千円)

薬注タンク	2基	960
原料槽	2基	6,000
反応層	8基	48,490
装置	一式	19,200
配管工事	一式	3,500
電気工事	一式	3,000
土木基礎工事	一式	5,000
建屋建設工事	一式	3,000
現場管理費 (交通費・宿泊費)	一式	5,700
設計・試運転調整費	一式	4,500
経費・雑費	一式	1,800
合計		101,150

事業収支

本事業の収支試算は下記の通りである。現段階では、初年度及び2年目は初期投資の関係で利益が出ず、3年目から利益を得る事が出来る。

Table 16 事業収支

(千円)

科 目	計 画				
	第1期	第2期	第3期	第4期	第5期
売上高	0	927,135	1,001,306	1,081,410	1,167,923
売上原価	0	893,775	965,277	1,042,499	1,125,899
売上総利益	0	33,360	36,029	38,911	42,024
販売費・一般管理費	20,000	20,000	21,400	22,898	24,501
営業利益	-20,000	13,360	14,629	16,013	17,523
営業外収益		0	0	0	0
営業外費用		100,000	0	0	0
経常利益	-20,000	-86,640	14,629	16,013	17,523
特別利益					
特別損失					
税引前当期利益	-20,000	-86,640	14,629	16,013	17,523
法人税・住民税					
税引後当期利益	-20,000	-86,640	14,629	16,013	17,523

Table 17 資金収支

減価償却費	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000
キャッシュフロー	-11,000	-77,640	23,629	25,013	26,523
長・短借入金	130,000				
借入金元本返済		13,000	12,700	12,400	12,100
株主配当金	0	0	0	0	0
ネットキャッシュ フロー	119,000	-90,640	10,929	12,613	14,423

2.5 プロジェクト実施スケジュール

本プロジェクトの実施計画を、下記に示す。プラントの設計・施工と平行して、引き続きPDD 作成の為の調査を行い、その後作成へと入っていく予定である。プラントの稼動はプロジェクト開始計画の翌年度、2005 年後半を予定している。

Table 18 プロジェクト実施スケジュール

項目	四半期	第一期				第二期				第三期			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
プラント	確認テスト												
	設計												
	施工												
	製造												
	栽培												
	収穫												
	PDD 調査												
	PDD 作成												

2.6 プロジェクト実施における現地の協力体制

プロジェクトへの現地ニーズの有無

第1章で既に述べた様に、タイではガソリンよりも軽油の消費量が多く、精製される石油製品の45%は軽油として製油されている。タイ国では、今後のエネルギー需要がこれからの国の競争力や経済発展に対し大きな影響を持つと判断し、持続可能な発展と環境への影響を考え、第9次国家経済社会開発計画(2002年～2006年)にてエネルギー政策を打ち出している。この中には、“再生可能エネルギーの利用・開発の促進”が挙げられており、再生可能エネルギーの利用を一次エネルギーの0.5%から2011年までに8%へ増加させる計画である。本プロジェクトは、再生可能エネルギーの一つであるバイオディーゼル油を製造・供給していく事業であり、タイ国の政策に合致している。

また、バイオディーゼル油を軽油の代替燃料として使用する事により、以下の様な効果が期待出来ると注目されている。

- 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

バイオディーゼルは、エネルギー需要に対する効果だけでなく、タイでも社会問題となっている大気汚染の防止や農業の活性化にも貢献する事が出来る。特に農業の活性化は、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重要な政策であり、本プロジェクトはタイ国のニーズに合致していると考えられる。

プロジェクトへの関心度及び積極度

本プロジェクトは、タイ東北部のロエイ県にあるラオスの難民居留区にてひまわりを資源作物として栽培し、バイオディーゼル油の製造・販売を行う。タイ国は、自国の貧困問題等もあるため、積極的に難民に対する支援が行えない状況である。よって、同地域で作付けされている作物は生姜、芋等で、これらは通常¥45/kg当たりで取り引きされているが、同地区の場合は、¥15/kg以下になってしまう。よって、我々のプロジェクトは同地域の雇用開発にも繋がり、また資源作物であるひまわりの栽培によって、蜂蜜やパルプ等多様な製品を生み出し、周辺地域の新産業創出にも繋がる。よって本プロジェクトは、現地ひいてはタイ東北部地方の経済振興や活性化に大きくプラスとなると見られており、関心を集めている。

3. CDM プロジェクトの評価

3.1 本プロジェクトが持続可能な開発に貢献できる点

第1章で既に述べた様に、2003年にタイ政府が発表したCDMに関する方針の中で、エネルギー分野が、経済発展と持続可能な開発という観点から最も実行の可能性が高い分野であるとされている。特に再生可能エネルギーは、次世代に向けた重要な開発項目とされている。本プロジェクトは、再生可能エネルギーの一つであるBDFの製造・販売を行う事であり、タイ政府の考える持続可能な開発に当てはまる。

また事前調査及び現地調査で、タイ国のCDM関係者、Dr. Asdaporn Krairapanond⁽¹⁾、及びDr. Vute Wangwacharakul⁽²⁾に本プロジェクトを説明したところ、「持続可能な開発に貢献し、特に問題を感じない。むしろタイ国として歓迎されるプロジェクトに当たるだろう」との意見をもらうことができた。

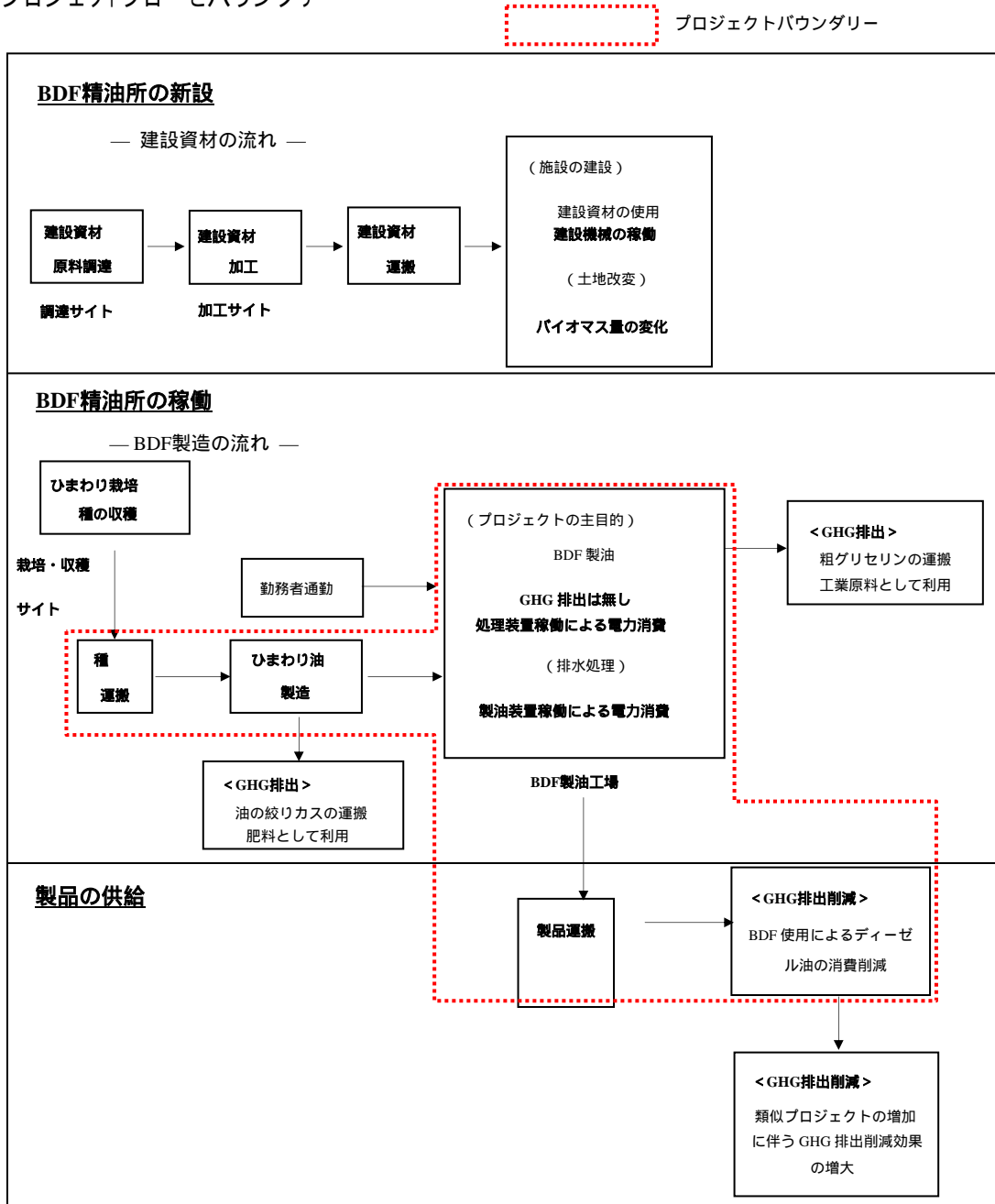
計画しているプロジェクト対象地域では、今後の経済振興が一つの課題とされている。本プロジェクトは、遊休農地を利用し、農産物としてひまわりを栽培するので、地元の自然環境に大きな影響を与えることなく、その地域住民および難民へ雇用開発を始めとする多くのメリットを提供することができる。また将来的にも他の事業(ひまわりの蜜の利用、茎の利用等)を市場のニーズに沿った形で事業化し、発展させる事が期待できる。更に、現在日本で研究開発中のジェット燃料製造方法に関しては、開発後今回計画しているBDF製造ラインを活用して、より高付加価値の製品を生産出来る点で重要である。今後共同で技術開発を進める事により、タイ国の技術開発力強化に貢献出来ると考えている。

- 5) Chief of the Convention Group, Office of International Cooperation on Natural Resources and Environment Ministry of Natural Resources and Environment
- 6) Kasetsart University Department of Agriculture and resource economics Faculty of economics

3.2 プロジェクトバウンダリーの検討

プロジェクトのフローとバウンダリーを示す。

プロジェクトフローとバウンダリー



システムバウンダリーは、以下のプロジェクトの実施に起因する影響(直接及び間接影響)の検討により決定した。

Table 19 プロジェクトの実施に起因する影響(直接影響)

	GHG 排出に係る活動	活動の指標	分類	バウンダリー	GHG 算定項目
主目的による影響	ひまわり種の運搬	燃料消費量	A		
	ひまわり油の製造	電力消費量	A		
	BDF 製造施設の稼働	電力消費量	A		
	BDF 製品運搬	燃料消費量	A		
	BDF 使用	燃料消費量	A		
	勤務者通勤	燃料消費量	D	×	×
その他の影響	建設資材の運搬	燃料消費量	D	×	×
	建設機械の稼働	燃料消費量	D	×	×
	土地改変	バイオマス量	D	×	×
	排水処理施設の稼働	電力消費量	A		

プロジェクトの実施に起因する影響(間接影響)

	GHG 排出に係る活動	活動の指標	分類	バウンダリー	GHG 算定項目
主目的による影響	ひまわりの栽培	バイオマス量	a	×	×
		燃料消費量	a	×	×
	ひまわり油搾油後の残渣の運搬	燃料消費量	a	×	×
	粗グリセリンの運搬	燃料消費量	a	×	×
その他の影響	建設資材原料の運搬	燃料消費量	a	×	×
	建設資材の加工	燃料消費量	a	×	×
	類似プロジェクトの増加に伴う GHG 排出削減効果の増大	燃料消費量	f	×	×

プロジェクトバウンダリーには、収穫されたひまわりの種を集積所から BDF 製造施設まで運搬し、製造した BDF を販売・利用サイトである提携先のガソリンスタンドや運送会社へ運搬するまでが含まれる。本プロジェクトでは、新たに農家と契約しひまわりを栽培する事になるが、その部分はプロジェクトバウンダリー内には含まない、と設定した。その理由としては、遊休農地を利用してひまわりの栽培を行うからである。遊休農地では、CO₂ 吸収につながる植物の生育が盛んではない為、ひまわりを栽培・収穫する事は、むしろ CO₂ 吸収を促進する事が期待される。しかし、ひまわりの栽培を植林活動とは捉え難く、どの程度 CO₂ を吸収し、どの程度栽培によってメタン等の他の GHG を排出しているかは不明であり、ひまわりを栽培する事による CO₂ 吸収量の増加を定期的に示す事は難しい。本プロジェクトは BDF の製造が主目的であり、ひまわりの栽培に関して本プロジェクトでコントロールする事は難しいと考えた。よって、ひまわり畑による CO₂ 吸収及び排出は主目的による間接影響として、バウンダリー外とする。

3.3 プロジェクト期間、クレジット獲得期間

タイでは、先述したように再生可能エネルギーの普及に力を入れており、バイオディーゼル油の普及もその一つとされている。これまでの経過により、バイオディーゼル油の知名度は高いものの普及率はほぼゼロに近い事から、今後タイ政府がバイオディーゼル油の普及に注力したとしても、BAU までの期間は約 10 年であろうとの調査結果が出ている。またプラント設備償却を考えると、7 年で更新を行うクレジット獲得期間の設定は妥当でないと判断し、プロジェクト期間を 10 年間、クレジット獲得期間はプラント設備の償却から考えて 8 年としている。

3.4 GHG 削減(CO₂ 吸収)に導入する技術とホスト国での適用性

本プロジェクトで導入する BDF の製造技術は、欧米で既に実用化されているエステル化法を基礎にした製造技術である。エステル化法とは、触媒(酸またはアルカリ)存在下で油と低級アルコールを反応させ、脂肪酸エステルを生成する方法である。触媒の種類や必要量等の反応条件は、油の種類や性質によって異なるが、ひまわり油に対する反応条件は予備調査により既に最適化されている。得られた脂肪酸エステルは、洗浄・脱水によって精製され、化石燃料の代替となる BDF が得られる。この製造方法は、他の方法と比較してコスト面・技術面で優れており、欧米の BDF 品質規格も本方法で製造された BDF の品質を基準に設けられている。またエステル化法の利点としては、今後の追加的技術供与として検討している我々の新技術(特願 2002-293580)と組み合わせる事により、ジェット燃料の様な新規燃料の製造が可能になる点が挙げられる。

エステル化法は、基本的に大がかりな設備になることがないため、タイ国、特に本プロジェクトを検討しているロイイ県付近でも、地域環境に大きな影響を与えることなく設置が可能である。また、メンテナンスも日本人技師が張り付いて行う必要がない為、比較的スムーズに技術移転が行えると考えている。

現時点で想定している日本から行う支援を以下に示す。

- ・ 基本設計及び詳細設計、もしくはその情報提供
- ・ プロジェクト計画の立案
- ・ 設備機器の仕様決定と現地調達時の検査
- ・ 現地工事の指導
- ・ 試運転の指導
- ・ 実際の製造運転の指導もしくは補助
- ・ 品質管理等の管理業務の教育

タイ国では、CDM プロジェクトに伴う技術移転は「特徴のある技術でタイにとって有益になる技術でなければならない」と考えられている。しかし、特徴がありタイにとって有益な技術の多くは特許で縛られており、その技術移転についてはコストの問題、開示範囲など多くの問題が生じやすい。しかし、本プロジェクトの場合は、関連会社へ直接技術移転を行うので、この点は問題にならないと考えられる。

3.5 ベースラインシナリオの検討

本プロジェクトは、軽油の代替燃料として BDF を利用し温室効果ガスを削減する事を目指す。よって、タイ国内で本プロジェクトで製造された BDF により代替される軽油量がベースラインとなる。

ベースライン方法論として、BDF と軽油の燃費の差(ある距離を走行する為に必要な燃料消費量の差)をどう設定するかが鍵となる。本プロジェクトでは、同等の環境下で軽油及び BDF をエンジン内で燃焼させた時、BDF と軽油の発熱量の比が燃費の差になる、と設定した。燃焼効率については、差は無いと設定した。これは、軽油と比較して BDF 中には酸素を多く含んでおり、BDFの方が高くなる可能性があるものの、両燃料とも C16 前後の長鎖炭化水素を持つ類似した構造の為、エンジン内での燃え方に大きな違いは無いものと考えられるからである。米国立再生可能エネルギー研究所(NREL)が発行している「Biodiesel Handling and Use Guideline」によると、燃料経済性、出力やトルクは BDF と軽油の発熱量に比例し、燃焼効率は同等であると示されており、本ベースライン方法論は妥当と考えた。

そこでまず、1 m³ の BDF を使用する事で削減される軽油消費量を求めた。

BDF の低位発熱量及び比重から、1 m³ の BDF を使用する事で得られるエネルギーは、

$$9,730 \times 0.873 \times 1000 = 8,494,290 \text{ kcal}$$

同等のエネルギーを得るのに必要な軽油量は、軽油の発熱量及び比重から、

$$\begin{aligned} 8,494,290 \div 10,950 &= 776 \text{ kg} = 0.776 \text{ t} \\ &= 0.776 \div 0.863 = 0.899 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

よって、1m³ の BDF に相当する軽油は、0.899 m³(0.776 t)となる。

Table 20 BDF と軽油の低位発熱量と比重

	BDF	軽油
低位発熱量 [kcal/kg]	9,730	10,950
比重	0.873	0.863

次に本プロジェクトの実施により代替される軽油量を予測した。

第 2 章で述べた様に、2006 年からの BDF の製造・販売を予定している。炭素クレジット獲得期間は、プラント設備の減価償却から考えて 8 年としており、その間のひまわりプランテーション及び BDF 製造施設での生産量を以下の様に計画している。

Table 21 ひまわりプランテーションの計画

	耕地面積 [ha]	種の収穫量 [t/year]	ひまわり油 [t/year]	BDF 生産量 [t/year]
2006	17,276	25,915	10,366	8,811
2007	18,659	27,988	11,195	9,516
2008	20,151	30,227	12,091	10,277
2009	21,763	32,645	13,058	11,099
2010	23,504	35,257	14,103	11,987
2011	25,385	38,077	15,231	12,946
2012	27,416	41,123	16,449	13,982
2013	29,609	44,413	17,765	15,101

クレジット獲得期間に計画している BDF 生産量から、代替される軽油量、またその軽油消費によるベースライン CO₂ 排出量を算出した。BDF の生産量を年々増加させる事により、代替される軽油量も増加する。ベースライン CO₂ 排出量は、8 年間で 264,681 [t-CO₂]、年平均 33,000 [t-CO₂/year]と予測した。

Table 22 ベースラインシナリオによる温室効果ガス排出量

	BDF 生産量 [t/year]	代替される軽油量 [t-year]	ベースライン CO ₂ 排出量 [t-CO ₂ /year]
2006	8,811	7,832	24,884
2007	9,516	8,459	26,875
2008	10,277	9,135	29,025
2009	11,099	9,866	31,347
2010	11,987	10,655	33,854
2011	12,946	11,508	36,563
2012	13,982	12,428	39,488
2013	15,101	13,423	42,647
合計			264,681

軽油からの CO₂ 排出量は、IPCC のガイドラインに従い以下の式で求めた。

$$\text{CO}_2 \text{ 排出量} = \text{炭素排出係数} \times \text{真発熱量} \times \text{デフォルト値} \times \text{炭素換算係数} \\ \times \text{年間軽油消費量}$$

炭素排出係数 : 軽油 20.2 tC/TJ
 真発熱量 : 軽油 43.33 TJ/10³ t
 デフォルト値 : 石油製品 0.99
 炭素換算係数 : CO₂/C = 44/12
 年間軽油消費量 : [10³ t/year]

3.6 モニタリング計画

本プロジェクトは、BDFの生産を行い、それを軽油代替燃料として国内で消費した結果、CO₂排出量の削減が行えるプロジェクトである。よって、BDFの消費量を把握する必要があり、どのようにその量をモニタリングするかが重要である。

BDFの供給先としては、生産拠点周辺の近隣市町村にある提携ガソリンスタンド数箇所と提携運送会社を計画している。

最も簡易なモニタリング方法は、BDF製造工場から出荷されたBDF量を消費量としてモニタリングする方法が考えられる。基本的にBDFは軽油の代替燃料としてディーゼルエンジンで利用されるはずであり、提携先に販売されたBDFは完全に消費されるはずである。よって、工場から出荷されたBDF量をモニタリングする事で、ベースラインで示した方法により削減されるCO₂排出量を求める事が出来る。

このモニタリング方法は、自社単独でBDF消費量を把握する事が出来る方法である。しかしこの方法で問題なのは、提携先に販売されたBDFが完全に消費されたかどうか、またどのように消費されたかの確証が無い事である。

より正確なモニタリング方法としては、提携先で販売・利用されたBDF量を消費量としてモニタリングする方法である。ガソリンスタンドへBDFを供給した場合は、BDFは基本的に車の燃料として使用されるはずである。よって、提携ガソリンスタンドにBDF販売量をモニタリングしてもらい、BDF消費量を決定する。提携運送会社へBDFを供給した場合は、所有しているトラックに給油した量をモニタリングしてもらい、BDF消費量を決定する。

この方法は、一つ目の方法と比較して消費者側に近く、より正確なBDF消費量をモニタリングする事が出来る。しかし、厳密にはディーゼルエンジンの種類や車種が違えばその燃費や燃焼効率も変わってき、CO₂排出量が変わってくる可能性がある。特にガソリンスタンドの場合は車種が不特定多数であり、BDF消費量からどのようにCO₂排出量を算出するかが重要な課題である。よって、本方法を使用する場合には、あらかじめ特定車種又はタイで普及しているいくつかの車種で軽油及びBDFを使用した時のエンジン性能や燃費、平均CO₂排出量を算出しておく等、実際に運用出来るモニタリング方法を確立する事が必要である。

この問題については、上述の様に新しいモニタリング方法論の確立が必要であり、今回の調査では決定するまでには至らなかった。今後はCDMコンサルタントにメンバーに加わって頂き、その方法論を検討していく予定である。

システムバウンダリー内については、動力源を電力に頼っている為、BDFを製造する工場内の電力使用量のモニタリングを行い、本プロジェクトのCO₂削減量から差し引く。また生産工程

で使用されるメタノールは、未反応として残った分は回収・再利用されるが、反応して BDF 中に組み込まれた分は消費の際に燃焼され、CO₂となる。よって、消費される BDF から反応に使用されたメタノール分の燃焼による CO₂ 排出量を差し引きする必要があるため、メタノールの使用量及び反応量をモニタリングする。

3.7 温室効果ガス削減量の計算

ベースラインとして算出した、BDF で代替される軽油量による CO₂ 排出量から、プロジェクトの実施によって排出される CO₂ 量を差し引いた値が、実際に削減される CO₂ 量となり、炭素クレジットの対象となる。

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 の燃焼によって生成する CO₂ の内、ひまわり油由来のものは、IPCC のガイドラインに従い、ひまわりが成長過程で吸収した CO₂ 量と同等である、とする事が出来る。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、メタノール分の炭素の燃焼による CO₂ 排出量は、BDF を使用する事で削減される軽油分の CO₂ 削減量から差し引かなければならない。また、プロジェクトバウンダリー内で本プロジェクトの実施によって排出される CO₂ も、CO₂ 削減量から差し引かなければならない。

削減される軽油分の CO₂ 削減量から差し引く CO₂ 排出源を以下に挙げる。

- ・ BDF 中のメタノール分の炭素の燃焼
- ・ BDF 製造施設内で使用する電力
- ・ 収穫したひまわりの種の運搬
- ・ 製造した BDF の運搬

BDF 中のメタノール分の炭素の燃焼

1 m³ の BDF 中に含まれるメタノール分の炭素の燃焼による CO₂ 排出量を求めた。

ひまわり BDF の平均分子量 294.5 より、

$$1\text{m}^3 \text{ BDF} = 0.873 \text{ t} = 2,964.3 \text{ M}$$

BDF 1 分子中に含まれるメタノールからの炭素は 1 個であるので、1m³ BDF 中に含まれるメタノールからの炭素は、2,964.3 モルになる。よって、1m³ の BDF を使用する事で排出される CO₂ は、

$$2,964.3 \times 44 = 130.43 \text{ [kg-CO}_2\text{]}$$

となる。

BDF 製造施設内で使用する電力

BDF を製造する為に、施設内での搾油・BDF 製造・廃水処理の過程で電気を使用する。1m³ の BDF を製造する為に、400 kWh の電力が必要である。タイの発電による炭素排出係数 0.446 [kg-CO₂/kWh]を用い、1m³ の BDF 製造中に必要な電力から排出される CO₂ は、

$$0.446 \times 400 = 178.4 \text{ [kg-CO}_2\text{]}$$

となる。

BDF の製造・使用によって排出される CO₂ 量

「ベースラインシナリオの検討」と同様に、プロジェクト実施期間中に製造を計画している BDF 量から、メタノール由来の炭素燃焼分と BDF 製造中の使用電力の CO₂ 排出量を算出すると、以下の様になる。

Table 23 BDF の製造・使用によって排出される CO₂ 量

	BDF 生産量 [t/year]	ベースライン CO ₂ 排出量 [t-CO ₂ /year]	BDF 中のメタノール分の CO ₂ 排出量 [t-CO ₂ /year]	BDF 製造過程の 消費電力からの CO ₂ 排出量 [t-CO ₂ /year]
2006	8,811	24,884	1,312	1,797
2007	9,516	26,875	1,417	1,940
2008	10,277	29,025	1,530	2,095
2009	11,099	31,347	1,653	2,263
2010	11,987	33,854	1,785	2,444
2011	12,946	36,563	1,928	2,640
2012	13,982	39,488	2,082	2,851
2013	15,101	42,647	2,249	3,079

ベースライン CO₂ 排出量と比較して、どちらもそれ程大きな値では無く、メタノール分の炭素燃焼からの CO₂ 排出量が 5 %、消費電力からの CO₂ 排出量が 7 % 程度である。

ひまわりの種の運搬によって排出される CO₂ 量

収穫したひまわりの種は、各農家から一旦集積所に集められ、BDF 製造施設に運搬される。その際、トラックを使用する為に燃料を消費し、CO₂ を排出する。BDF 製造施設の具体的な場所はまだ決定していないが、ひまわりプランテーションの近くに建設する予定である。今回は、集積所から製造施設までの平均距離が 20 km であると仮定して、CO₂ 排出量を求めた。使用する計画のトラックに関する数値を示す。

Table 24 種の運搬に使用するトラックに関する数値

使用トラックの積載重量 (A)	15 t
1 回の運搬の平均移動距離 (往復) (B)	40 km
軽油大型トラックの炭素排出係数 (C)	770 g/km

* 炭素排出係数は、IPCC ガイドライン (EU 版) を参照

計画している種の収穫量の推移から、種の運搬による CO₂ 排出量を以下の様に予測した。

Table 25 種の運搬による CO₂ 排出量

	種の収穫量 (D) [t/year]	必要運搬回数 (E) [回/year]	CO ₂ 排出量 (F) [t-CO ₂ /year]
2006	25,915	1,728	53
2007	27,988	1,866	57
2008	30,227	2,015	62
2009	32,645	2,176	67
2010	35,257	2,350	72
2011	38,077	2,538	78
2012	41,123	2,742	84
2013	44,413	2,961	91

* (E) = D ÷ A、(F) = B × E × C ÷ 106

種の運搬によって排出される CO₂ 量は、メタノール分炭素の燃焼や消費電力からの量と比較して非常に小さい値であった。また、トラックを利用する際に製造した BDF を使用すれば、更に CO₂ 排出量を減少させる事が出来る。しかしその際は、BDF の販売量が減少する。

製造した BDF の運搬に関しては、まだ具体的な提携先が決定していないので、今後の調査課題とする。

プロジェクトバウンダリー外の温室効果ガス排出量

本プロジェクトでは、以下の項目についてバウンダリー外の間接影響として設定した。これは、各項目の温室効果ガス排出量を検討したところ、バウンダリー内の排出源と比較して非常に小さな値であった事から、その影響は軽微であると判断しバウンダリー外と設定した為である。

- ・ ひまわりの栽培によるバイオマス量の変化、及び燃料消費
- ・ 種の収穫
- ・ 搾油後の残渣の運搬による燃料消費
- ・ 副生成物の粗グリセリンの運搬

ひまわりの栽培によるバイオマス量の変化

ひまわりの栽培は、遊休農地を利用する為、バイオマスによる CO₂ 吸収量はむしろ増大すると考えられる。しかし、植林活動とは言えず、その影響を数値化する事は難しい為、試算には含めないものとする。

ひまわりの栽培による燃料消費

ひまわりの栽培によって発生する燃料消費としては、耕耘機として使用するトラクタによる軽油消費が考えられる。

今回は、1回のひまわり栽培で中型トラクタを耕耘機として種の播種及び種の収穫後の2回使用すると仮定した。トラクタの性能は、以下の様に設定した。

Table 26 トラクタの性能及びCO₂排出量

耕耘機ロータリー幅 (A)	1.5 m
馬力 (B)	20 ps
走行速度 (C)	10 km/hr
農業機械・軽油炭素排出係数 (D)	73 g/MJ
1ha 当たり必要な走行距離 (E)	6.7 km
1ha 当たり必要なエネルギー (F)	35.5 MJ
1ha 当たりトラクタからの CO ₂ 排出量 (F×D/1000) (G)	2.59 kg-CO ₂

- ・ 炭素排出係数は、IPCC ガイドラインを参照。
- ・ 1馬力(ps)=735.5 W、1 Wh = 0.0036 MJとして計算。
- ・ (E) = 100 ÷ A × 100 ÷ 1000、(F) = B × 735.5 × E ÷ C × 0.0036、(G) = D × F ÷ 1000

計画している耕地面積の推移と年2回耕地を一巡するとして、トラクタを使用する事によるCO₂排出量の予測を示す。

Table 27 トラクタの使用によるCO₂排出量

	耕地面積 [ha]	CO ₂ 排出量 [t-CO ₂ /year]
2006	17,276	89
2007	18,659	97
2008	20,151	104
2009	21,763	113
2010	23,504	122
2011	25,385	131
2012	27,416	142
2013	29,609	153
合計		952

トラクタからのCO₂排出量は、バウンダリー内から排出される電力消費等と比較して、非常に低い値である。また、製造したBDFを軽油の代替として使用すれば、更にCO₂排出量は減少する。

種の収穫

既に栽培が行われているロップリ・サラブリ県では、種の収穫は手で摘み取って行っている。

機械による収穫よりも手での摘み取りの方が、ロスが少なく種の収穫量が多い事を考えると、本プロジェクトで対象となるプランテーションでも手摘みを行う予定である。よって、燃料を消費する事も無く、CO₂ 排出量も無い、と考えた。

搾油後の残渣の運搬による燃料消費

搾油後の残渣は、良好な肥料となる。よって、本プロジェクトでも肥料としてプランテーションに還元する予定である。搾油後の残渣は、一旦集積所に輸送され、各農家に配布される。BDF製造施設と集積所の輸送には、種の運搬と同様にトラックを使用する。使用するトラックは同じものとして CO₂ 排出量を算出した結果を示す。

Table 28 肥料の運搬による CO₂ 排出量

	肥料 [t/year]	必要運搬回数 [回]	CO ₂ 排出量 [t-CO ₂ /year]
2006	14,253	950	29
2007	15,393	1,026	32
2008	16,625	1,108	34
2009	17,955	1,197	37
2010	19,391	1,293	40
2011	20,942	1,396	43
2012	22,618	1,508	46
2013	24,427	1,628	50
合計			311

肥料の運搬による CO₂ 排出量は、バウンダリー内から排出される電力消費等と比較して、非常に低い値である。また、製造したBDFを軽油の代替として使用すれば、更に CO₂ 排出量は減少する。

粗グリセリンの運搬に関しては、まだ取引先が決定していないので、今後の調査課題とする。

リーケージ(間接影響)

本プロジェクトによる間接影響はほとんど無いものと考えられる。

本プロジェクトを行う事で、温室効果ガスを排出する他の事業が起こる可能性があるならば、その影響を考慮する必要がある。しかし、以下の様な理由で、ほとんど無いと判断した。

- ・ ひまわりプランテーションは、遊休農地を利用する為、本プロジェクトを行う事で、森林等

の開拓が起こるとは考えられない。

- ・ タイではバイオディーゼルとしてパーム diesel の製造・普及に取り組んでいるが、主にパーム油が採れる南部が中心であり、本プロジェクトを行うロエイ県等東北部での普及は難しい。また、ひまわりの BDF の普及がパーム diesel の普及を阻害するものではなく、むしろタイでのバイオディーゼルの普及をより促進すると考えられ、他の事業への影響は少ないと考えられる。

よって、リーケージは無視できると予想される。

温室効果ガス削減量

これまでの検討から、本プロジェクトの実施によって排出される CO₂ 量は、BDF 中のメタノール燃焼分とバウンダリー内の電力使用、種及び製品の運搬で使用了燃料分の総量となり、以下の様になる。

Table 29 本プロジェクトによる CO₂ 排出量

	本プロジェクトによる CO ₂ 排出量 [t-CO ₂ /year]
2006	3,162
2007	3,415
2008	3,688
2009	3,983
2010	4,302
2011	4,646
2012	5,017
2013	5,419

ベースライン排出量から上記の CO₂ 排出量を差し引いた値が、本プロジェクトで削減される CO₂ 量となる。初年度の炭素クレジットは 21,700 [t-CO₂/year]となり、8 年後には 37,000 [t-CO₂/year]を越える。本プロジェクトにより、8 年間で 231,000 [t-CO₂]の炭素クレジットを得る事が出来る。

Table 30 本プロジェクトにより削減される温室効果ガス量

	ベースライン排出量 [t-CO ₂ /year]	プロジェクトによる 排出量 [t-CO ₂ /year]	削減される GHG 量 [t-CO ₂ /year]
2006	24,884	3,162	21,722
2007	26,875	3,415	23,460
2008	29,025	3,688	25,337
2009	31,347	3,983	27,364
2010	33,854	4,302	29,553
2011	36,563	4,646	31,917
2012	39,488	5,017	34,470
2013	42,647	5,419	37,228
合計	264,681	33,631	231,051

3.8 利害関係者のコメントに関する情報

利害関係者として、農業関係者とエネルギー関係者にインタビューを行った。

農業関係者へのインタビューは、実際にサラブリー県でひまわりの栽培を行っている農家とタイ国畑作研究センター所長 (Mr. Manoon Pumklom, Director of Nakhon Sawan Field Crops Research Center) に行った。インタビュー結果を以下にまとめる。

- ・ 現在栽培されているひまわりは全て種の収穫を目的としており、ひまわり全体を資源と考えたことはなかった。
- ・ 花の開花時期には養蜂家が来て蜜を収穫するが、物々交換である為特に大きな収入源にはなっていない。
- ・ バイオディーゼル油の生産をひまわり油から行うことは、今後ひまわりの需要が高くなることも意味するので歓迎する。
- ・ ひまわりを資源と捉えて様々な製品を製造していくプロジェクトは、農家の収入を増加させるだけでなく、その生産技術や収穫高向上の為の技術習得にもなるので大いに歓迎する。

エネルギー関係者としては、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 1450 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油の研究開発及び製造を行ってきた。

- ・ 政府が、2006 年までにバイオディーゼル油の消費を、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油製造の参入は歓迎している。
- ・ 特に新しい製造技術が導入されることや、将来バイオディーゼル以外の新エネルギーの可能性を持っている点は興味深い。

同社は、パーム油でバイオディーゼル製造を行っているが、当方との技術提携を積極的に進めたいとの申し出があった。

3.9 環境影響及び間接影響

環境影響

ひまわりプランテーションは、新たに農地を開拓するのではなく遊休農地を利用する為、農地の整備を行う事となり、環境への悪影響はないと考えられる。収穫された種から油を搾った後の残渣は、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負荷はかからない。また、BDF製造過程で出る副生成物の粗グリセリンは、化学メーカーに引き取ってもらい化学工業原料として利用される事で、周辺環境への影響はないものと考えられる。施設から出る廃水は、施設内の処理装置で処理し、排水基準を満たして放流するので、環境への影響は小さいものと考えられる。

製造した BDF は、植物の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事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出来る。BDF は、たとえ軽油と混合して利用しても、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事が出来る。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事が出来るとされている。

Table 31 軽油と比較した BDF 20 % 混合 (B20) 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。

出典 : USA、National Renewable Energy Laboratory、”Biodiesel Handling and Use Guideline”

タイでは、年々車輛数が増加しており、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。その為、タイ政府は全国 52 カ所で大気モニタリング施設を設け毎日観測を行っている。また、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 並の規制値を設定している。この規制値をクリアする為に、公害対策局は、燃料・車輛の両方から改善していく事を発表しており、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。車輛用燃料の約 8 割が軽油である事を考えると、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 32 タイの大気環境基準値

	SO ₂ [ppb]	NO ₂ [ppb]	CO [ppm]	Ozone [ppb]	PM-10 [μg/m ³]
Standard	300	170	30	100	120

PM-10: 10 μm 以下の粒子状物質

間接影響

ラオス難民の農家と契約をしてひまわりを栽培し、BDFを製造する事で、新たな産業を生み出し、農村の活性化や経済効果が期待できる。これは、政府の開発計画と一致し、持続可能な発展へとつながる。また、本プロジェクトが発展し広大なひまわり畑が広がれば、開花の時期には観光資源となり、観光収入が見込める事で、更なる経済効果が期待できる。

4. 課題とまとめ

今後の課題

本プロジェクトの計画・実施、及び CDM プロジェクトとしての評価を行うにあたり、残された課題を以下に挙げる。

- ・ 本プロジェクトは、新たにひまわり畑を新設し、そこで収穫された種を原料にして BDF を製造・販売するものであり、多分野の事業に渡っているため、これまでの農業廃棄物等のバイオマスを利用した CDM プロジェクトと大きく違っている。この様な原料の産出から立ち上げる新しいタイプのプロジェクトでは、設定したバウンダリー、ベースライン及び温室効果ガスの削減量の算出に於いて、その方法論が確立されていない。特に、モニタリング方法論は、ベースライン及び温室効果ガス削減量を決定する上で非常に重要であるが、今回の調査では決定するまでには至らなかった。その為、今後 PDD を作成する際には、CDM コンサルタントにメンバーに加わって頂き、更に検討を重ね、新方法論を確立していく必要がある。
- ・ 本プロジェクトを実施するには、まず現地と協力してひまわりプランテーションを作る事が必要である。現在その準備を進めているが、ロエイ県ではひまわりの栽培を行った事が無いので、今後現地カウンターパートナーや自治体、農業試験場、農家と更に協力体制を強化して、ひまわり栽培の実証化試験を行わなければならない。
- ・ BDF 製造プラントを建設する際、土地所有者や周辺住人へ説明を行い、理解を得る必要がある。その為にも、現地カウンターパートナーとの連携が重要である。

まとめ

本プロジェクトは、タイ東北部ロエイ (Loei) 県周辺に存在するラオス難民居留区でひまわりを資源作物として栽培し、そこで収穫されるひまわり油から BDF を製造する計画である。

当初、このプロジェクトは、バージン油を使用するということから、そのコスト高および耕作地に適した場所等の問題があり、事業として妥当かと言う問題とともに、CDM 事業としては、BDF としてどれ程の GHG 排出量が削減されるのかどうか、という議論があった。

今回の調査の結果、先ずバージン油を使用する際のコストの問題は、特別地域での栽培事業として得られる低借地料と低労働コストという環境の中で、我々が考えている“バイオ・リファイナリー”のコンセプトに基づいてひまわりから蜜・パルプ(茎)、肥料(葉)、漢方薬(花びら)、飼料(種)、生分解性プラスチックの原料等を生産する事により、タイ国内で供給するバイオディーゼル油を市場適正価格に抑えられる可能性が見えてきた。

またCDM事業としてもBDFの製造・普及がGHG削減効果を十分有する事が示唆され、プロジェクトとしての見通しが立った。

その上、もっとも重要なことは、このプロジェクトはラオス難民居留区で行われ、同地区で貧困で困っている方々へ雇用機会を提供するということである。そのため、タイでは本プロジェクトに興味を示している人も多く、特に地元難民居留区管理局からは、このプロジェクトを早急に進めてもらいたいとの伝言も戴いている。

今年度は、先の課題にも掲げたように、色々な問題点を抱えたままの調査終了となった。しかし、来年度は日本側チームにPDD作成経験者をスタッフとして迎えるとともに、Climate Expertsの代表・松尾直樹氏にも加わっていただき、PDD作成に向けて本格的に取り組んでいく予定である。また、タイ現地では、更に1社パートナーを加え、6月末に計画されているひまわりの試験栽培にむけて準備を行う一方、CDMプロジェクトの認証に向けて、引き続き政府との交渉をつづけていきたいと考えている。

以上

参考資料リスト

タイ国一般事情

在タイ日本国大使館ホームページ「タイ王国案内」
在日タイ大使館ホームページ「タイ王国について」
外務省ホームページ「各国・地域情勢、タイ王国」
JETRO ホームページ「海外情報ファイル」
National Statistical Office, Thailand ホームページ
Bank of Thailand ホームページ
National Economic and Social Development Board, Thailand ホームページ

農業事情

農林水産省ホームページ「海外農業事情」
「食料・農業・農村政策審議会」

エネルギー事情

Energy Policy and Planning Office, Thailand ホームページ
Department of Alternative Energy Development and Efficiency, Thailand ホームページ
Department of Mineral Fuels, Thailand ホームページ
Thailand's Official Information Center ホームページ
外務省ホームページ「分野別外交政策・経済・エネルギー」

地球温暖化対策・CDM の方針

UNFCCC ホームページ「Convention Parties and Observers」
Office of Natural Resources and Environmental Policies and Planning
「Climate Change in Thailand Situation and Measures」
ASEAN Centre for Energy ホームページ
「Energy Efficiency and Conservation in Thailand」

ひまわり栽培及び BDF 事情

JETRO からの資料
日本植物油協会ホームページ「世界の植物油事情」
PACIFIC SEEDS (THAI) LTD. ホームページ
Bangkok Post ホームページ
Diesel Fuel News ホームページ
Platts Guide to Biofuels ホームページ

Biodiesel Bulletin ホームページ

World Environment News ホームページ

Alexander's Gas & Oil Connections ホームページ

CDM 関連

Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

(財)地球環境センター 「温暖化対策クリーン開発メカニズム事業調査実施マニュアル(Ver. 6)」

その他

Y. Zhang etc., 「Biodiesel production from waste cooking oil: 1. Process design and technological assessment」, Bioresource Technology, 89, 1-16, 2003

Y. Zhang etc., 「Biodiesel production from waste cooking oil: 2. Economic assessment and sensitivity analysis」, Bioresource Technology, 90, 229-240, 2003

National Renewable Energy Laboratory (NREL), USA 「Biodiesel Handling and Use Guideline」

Janejob Suksod, 「Automotive Emission in Thailand」, Pollution Control Department, Thailand

Viroat SRISURAPANON etc., 「Environmental Policies in Thailand and their Effects」, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thailand

PACIC SEEDS (Thai) Ltd. 調査見学 (P.23 参照)



PACIFIC SEEDS (THAI) LTD 工場見学



ひまわり種・出荷待ち



種蒔機



ひまわり畑を使った養蜂



対象となるひまわり畑



調査メンバーと農家の方々

プランテーション候補地・ラオス難民居留区 (P.29 参照)



ラオス難民居住区・開墾地の一部



ラオス難民の村



ラオス難民の村



開拓済み・遊休耕地



Map No. 3555 UNITED NATIONS
October 1994

Department of Public Information
Cartographic Section