

平成17年度CDM / JI事業調査

タイ・交通機関用パームオイル・バイオディーゼル
普及 CDM 事業化調査

報 告 書

平成18年3月

株式会社アルメック

目 次

第一章	プロジェクトの実施に係わる基礎的要素	1
1.1	提案プロジェクトの概要	1
1.1.1	世界のバイオ燃料開発状況	1
1.1.2	バイオディーゼル製造に用いる原料	5
1.1.3	ASEAN 諸国におけるバイオディーゼル開発状況	7
1.1.4	提案プロジェクトの概要	8
1.2	ホスト国の概要	9
1.2.1	一般事情	9
1.2.2	政治	9
1.2.3	経済	10
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	地球温暖化対策に係わる取り組み	19
1.3	ホスト国のCDM / JIに係わる政策・現況	21
1.3.1	CDM 受け入れ等準備経過	21
1.3.2	CDM 政府承認組織・手続き	21
1.3.3	CDM 事業における「持続可能な発展」に関する判断基準	22
1.4	プロジェクト立案の背景	23
1.4.1	タイのバイオディーゼル開発計画	23
1.4.2	タイのオイルパーム栽培計画	25
1.4.3	タイのバイオディーゼル事情	30
1.5	提案プロジェクトの持続可能な開発への貢献・技術移転出来る点	31
1.5.1	タイの持続可能な開発への貢献	31
1.5.2	技術移転	33
第二章	プロジェクト実施の立案	34
2.1	プロジェクトの具体的な内容	34
2.2	使用した方法論	48
2.3	適用可能条件の検討	48
2.4	ベースラインの設定	49

2.5	プロジェクト・バウンダリーの設定	52
2.6	追加性の証明	54
2.7	プロジェクト実施によるGHG削減量及びリーケージ	56
2.7.1	ベースライン排出量	56
2.7.2	プロジェクト排出量	57
2.7.3	リーケージ	60
2.7.4	プロジェクト実施によるGHG排出削減量	61
2.8	モニタリング計画	62
2.9	環境影響・その他の間接影響	63
2.10	利害関係者のコメント	69
第三章	事業化に向けて	70
3.1	プロジェクトの実施体制	70
3.2	プロジェクト実施のための資金計画	70
3.3	費用対効果	71
3.3.1	投資効果	71
3.3.2	CO ₂ 排出削減量1トン当たりの費用対効果	73
3.4	事業化に向けての見込み・課題	74
付録		
	クリーン開発メカニズム プロジェクト設計書(英文)	79

第一章 プロジェクトの実施に係わる基礎的要素

1.1 提案プロジェクトの概要

1.1.1 世界のバイオ燃料開発現況

カーボンニュートラルという性格から石油燃料を代替することにより、代替した石油燃料を燃焼させた量に相当する二酸化炭素排出量を削減できる植物由来のバイオ燃料(バイオフューエル)は概ね、ガソリンを代替するエタノールと、ディーゼル燃料を代替するバイオディーゼルの2種類に分類することができる。エタノールの原料として適切な原料は主にサトウキビ、トウモロコシ、キャッサバ等であり、バイオディーゼルの原料として適切な原料は菜種油、ひまわり油、カノーラ油、ピーナツ油、大豆油、ココナツ油、パーム油である。多くの場合、こうした植物由来のバイオ燃料は、石油燃料と一定の割合で混合し内燃機関用燃料として用いられる。

多くの国においてエタノールを混合したガソリンを GASOHOL と称し、バイオディーゼルを混合したディーゼル燃料をバイオディーゼル燃料又は Bio-diesel Fuel (BDF) と称している。混合比率は利用各国のバイオフューエル製造・流通状況によって異なるが、GASOHOL は E10、E20¹が多い。BDF は B1、B5、B10、B20 とその混合比は各国まちまちである。エタノールを代替燃料として利用する場合には、エンジンの改良が必要であるとされているが、バイオディーゼルの場合にはエンジンの改良を全く必要としないのが特徴である。

バイオディーゼルの混合比は 20%を混合した場合に最も燃費効率が高いとされ、エンジンの改良を全く必要としないとされている。² 更にバイオディーゼルの場合、1%の混合比率であってもディーゼル排気ガス中の煤を除去することが可能になり、5%混合により同浮遊粒状物質 (Suspended Particulate Matter, SPM) の低下に効果を有し、20%混合では PM 低下率が 40%に達する報告もある。³

1980 年代初頭、世界の経済成長に大きな影響を与えた石油危機と原油価格の歴史的暴騰を契機として限られた石油資源に起因する原油供給不足や不安定性等を克服する努力が特に先進工業各国で開始され、省エネルギーや石油代替エネルギー技術の開発が進んだ。又、原油価格の恒常的高止まりは、適当な原料を大量に生産する諸国においてバイオマスエネルギー開発及び実用化が進んだ。例えば、膨張する原油輸入代金で貿易収支が悪化するなか、砂糖の生産過剰で農家収入の低迷にあえぐブラジルでは原油輸入量削減、外貨流出の防止、砂糖生産農家の収入安定を目的としてサトウキビを原料とするエタノールをガソリンの代替燃料とすることが国家レベルの重要な経済戦略として立案され実施されてきた。現在ブラジルにおける自動車用エタノール燃料の年間消費量は約 13 百万キロリットルに達している。これはガソリン消費量の約 25%に相当する量である。原料供給の視点から見ると、サトウキビ全生産量の約 50%が燃料用エタノール製造に割り当てられている。

高速道路網が発達しディーゼル消費量が極めて高いドイツ、フランス等を中心とする EU 諸国では、バイオディーゼルの利用が急速に進んでいる。長距離高速走行には経済性に優れるディーゼルが最適の燃料であるからである。1980 年初頭には略ゼロであったバイオディーゼル消費量は 2004 年には EU 諸国全体で約 2 百万 KL に達し今後も急速にその生産・利用が拡大していくと予測

¹ ガソリン 90 に対してエタノール 10 を混合したものを E10、ディーゼル 90 に対してバイオディーゼルの 10 を混合したものを B10 と呼称する。

² 米国エネルギー省発行、2004 年 Bio-diesel Handling and Use Guideline, U.S. Department of Energy

³ 日本大学理工学部とフィリピン工科大学共同研究及び東京都環境科学研究所 (2003 年 6 月) による実車シャーシ・ダイナモ試験結果。

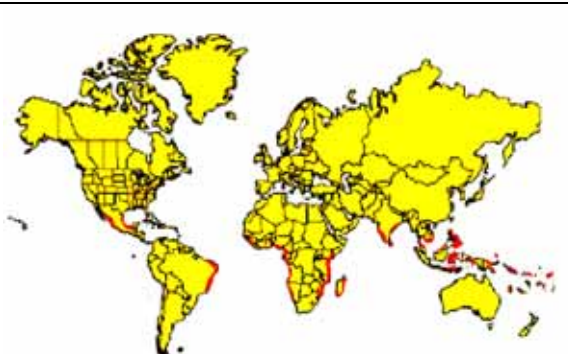
されている。過去 25 年でみると年間の平均伸び率は約 30%に達するほどの急速な伸びを示している。EU でバイオディーゼルの生産・消費が急速に拡大している理由の一つに、輸送部門におけるバイオ燃料の利用促進を定めた EU 指令（EU Directive 2003/30/EC）が 2003 年 5 月に発効したことがその背景にある。同指令では 2010 年までに輸送分野のバイオディーゼル燃料消費量をディーゼル消費量全体の 5.75%とするとしている。この EU 指令の目的は、石油燃料の消費抑制、ディーゼル排気ガス清浄効果による大気汚染軽減、更に二酸化炭素排出量削減にある。

EU 諸国で利用されているバイオディーゼルの主原料は EU 諸国の内比較的温暖な国々で生産されている菜種油、ひまわり油である。一方、アジア諸国においてバイオディーゼル製造に最も適しており同地域で広範に生産されている植物油はパーム油とココナツ油である。パーム油はオイルパームの実から、ココナツ油はココナツの実から搾油される。オイルパームとココナツの違いを以下の写真に示す。

和名：ギニア椰子（オイルパーム） 学名：Elaeis Gineesis	和名：ココ椰子 学名：Cocos Nucifera
	
成木の樹高は約 6m	成木の樹高は約 12m
	
実の大きさは親指大	実の重量は平均 1,600g
実のまま絞り搾油する。搾油後実の中の種は分離され種の中身を取り出してさらに搾油する。	外殻を除去し核を取り出し、核を割って果肉を取り出し、この果肉を乾燥（コブラと称する）させて搾油する

オイルパームもココナツも略北緯 20 度と南緯 20 度の間に位置する熱帯地域に広く分布している。図-1.1 にオイルパーム栽培面積とココナツ栽培面積の世界分布図を示した。

図-1.1 オイルパーム及びココナツ栽培面積の世界分布

オイルパーム栽培面積			ココナツ栽培面積		
					
世界全体	16.9 百万ヘクタール		世界全体	8.4 百万ヘクタール	
アジア地域		80.0%	アジア・大洋州地域		85.0%
マレーシア	6.0	35.0%	フィリピン	3.2	30.0%
インドネシア	5.2	30.0%	インドネシア	3.0	26.0%
タイ	2.7	15.0%	タイ	0.3	3.0%
	-	-	大洋州	0.3	3.0%
アフリカ地域		15.0%	アフリカ地域		2.0%
ナイジェリア	1.6	10.0%	タンザニア	0.5	1.0%
象牙海岸	0.5	3.0%	マダガスカル	0.2	0.5%
カメルーン	0.3	2.0%	モザンビーク	0.2	0.5%
南米地域		5.0%	南米地域		2.0%
コロンビア	0.3	2.0%	ブラジル	0.5	1.0%
エクアドル	0.2	2.0%	メキシコ	0.2	0.5%
コスタリカ	0.1	1.0%			

出典：調査団

パーム油もココナツ油もその生産量、原料栽培面積においてアジア地域が世界全体の 80%以上を占めるが、これらを原料としてバイオディーゼルの生産し代替燃料として利用する研究は約 10 年前からタイ、マレーシアではパーム油、フィリピンではココナツ油を原料として行われてきたに過ぎない。しかも、バイオディーゼルの商業生産はフィリピン以外では緒についたばかりであり、タイでは試験段階から商業生産へ移行する途上にあり、EU 諸国におけるバイオディーゼル生産・利用が始まった 15 年前の状況を呈している。したがって、EU 諸国で見られたようにアジア地域においても今後 10 数年で飛躍的にその生産・利用が拡大する可能性がある。このことから、アジア諸国においては、CDM を梃子としたバイオフューエル生産・消費拡大が急速に始まる可能性が極めて高いと言える。

表-1.1 に世界各国のバイオ燃料の利用状況を纏めた。EU 諸国がバイオ燃料利用の先駆的存在であるが、アジア諸国においても、国家戦略や政策としてバイオディーゼル製造を施行する政府も現れ、ようやく本格的な動きが始まろうとしている段階にある。

表-1.1 世界のバイオフィューエル生産状況概略(2004 年)

国	エタノール		バイオディーゼル	
	年間消費量	留意点	年間消費量	留意点
米国	10,000,000 KL (世界の 26%)	E10 トウモロコシ	76,000KL	B2, B20 (最大) 大豆(89)* ¹
ドイツ	なし		1,000,000 KL	B20 (最大) 菜種(1,500)*
フランス	280,000 KL	ETBE 代替 小麦	440,000 KL	B5 菜種、ひまわり
イタリア	なし		350,000 KL	B20 (最大) ひまわり
スロバキア	なし		60,000 KL	B20 (最大) ひまわり
オーストリア	なし		45,000 KL	B20 (最大) 菜種、ひまわり
英国	なし		30,000 KL	B20 (最大) 菜種
スウェーデン	60,000 KL		30,000 KL	B20 (最大) 菜種
ブラジル	14,000,000 KL (世界の 36%)	E20 サトウキビ	なし	
中国	3,600,000 KL (世界の 9.5%)	E10 サトウキビ	なし	
インド	1,300,000 KL	E5 政府決定	なし	B5-B10 ジャトロファ
タイ	生産開始	E10 サトウキビ、2011 年目標 10%	試験段階 閣議決定	B10 パーム油、2011 年目標 10%
フィリピン	なし		400 KL 大統領通達	B1 ココナツ油
マレーシア	なし		試験段階	B5 パーム油
インドネシア	なし		試験段階	パーム油
ベトナム	なし	MTBE 代替 サトウキビ	2005 年 12 月 閣議決定予定	B10 ココナツ油
日本* ⁴	なし	2008 年にブラジ ル産エタノール 輸入決定	400 KL	限定的利用 廃食油
世界全体(約)	38,000,000 KL* ²		2,050,000 KL* ³	

出典：調査団

注 1：()* は販売サービスステーションの数

注 2：2000 年に前年比 3%、2001 年に同 7%、2002 年に同 9%、2003 年に同 14%と年々その製造量・消費量は急速に増加している。

注 3：過去 20 年で年率 30%近くの伸びを示している。

注 4：平成 14 年(2002 年)バイオマス・ニッポン総合戦略の中でバイオディーゼル燃料等の研究が本格化。平成 17 年(2005 年)にはバイオマス・アジア第一回ワークショップ開催等アジア地域を包含した形態でのバイオマス研究が開始されているが、アジア地域全体で開発を進める動きとはなっていない。2005 年日本・アセアン運輸閣僚会議の検討課題にバイオディーゼル製造・利用が定められた。

表-1.2 には東南アジア諸国におけるバイオディーゼル製造・利用の動きを纏めた。

表-1.2 東南アジア諸国におけるバイオフェューエル利用状況

国	現 況	留意点
フィリピン	2004 年 4 月大統領通達により政府機関及び公営企業の全てのディーゼル車両はココナツバイオディーゼルの 1%混合した燃料を用いることが指令された。年間 3000 トンのバイオディーゼル生産が可能なプラントが稼働中。	バイオディーゼルの原料はココナツオイル。シャンプー製造原料の転用により商業レベルで CME-BDF 製造プラントが稼働しているが製品価格はディーゼルの 3 倍近く浸透には国家戦略の発動が必要。
タイ	2005 年 4 月、2011 年までにエタノールの消費量をガソリン消費量の 10%、バイオディーゼルの消費量をディーゼル消費量の 10%にすることを閣議決定。チェンマイにて廃食油を原料とする試験的小規模プラント稼働中。	バイオディーゼルの原料を当初はパームオイル、栽培状況が整えばジャトロファを追加する計画。商業レベルでの PME-BDF 製造計画は 2005 年 12 月現在無い。提案事業が商業規模生産プラントの第一号となる可能性が高い。
ベトナム	2006 年中にバイオ燃料開発戦略を閣議決定予定	バイオディーゼルの原料をココナツオイルとする。MTBE を代替するサトウキビを原料としたエタノール生産計画あり。
マレーシア	2005 年 12 月にバイオディーゼルの目標消費量を決定予定	バイオディーゼルの原料をパームオイルとする。補助金政策によりマレーシアでのディーゼル流通価格は低く PME-BDF の価格設定が問題。
日本	2006 年バイオフェューエル導入にあたっての標準規格決定予定。地方都市にて廃食油を原料として小規模プラント稼働中。	2008 年からブラジル産エタノールをガソリン代替燃料として使用することを決定。

出典：調査団

1.1.2 バイオディーゼル製造に用いる原料

前項で述べたようにパーム油及びココナツ油生産の中心はアジア地域であり、バイオディーゼル製造には量的観点からこれらを原料として採用することが最適であると考えられるが、収量的にも、又、性状的にもパーム油及びココナツ油はバイオディーゼルの生産に最適であると考えられる。表-1.3 に主要原料の単位収量の比較を示した。

表-1.3 バイオディーゼル原料収量比較

作物	1 ヘクタール 当たりの植物 油収量 (kg)	全世界収量 (百万ト ン)	主要産地
ギニア椰子 (パーム油)	5,000	25.0	マレーシア、インドネシア、タイ
ココナツ	2,260	4.4	フィリピン、インドネシア、インド、ベトナム
菜種	1,000	37.0	EU 諸国、カナダ、中国
ひまわり	800	21.0	中央アジア諸国、アルゼンチン、フランス
大豆	375	172.0	米国、ブラジル、アルゼンチン、中国
トウモロコシ	145	300.0	米国、カナダ

注 1：バイオディーゼルの留分は植物油収量の約 80%に相当する。

表-1.4 に植物油別のエステルの特徴（バイオディーゼルの性能に係る）を示した。

表-1.4 油の種類による油脂とエステルの特徴

油の種類	溶解範囲（摂氏度）			ヨウ素価 (IV) ^{*1}	セタン価
	油脂	メチルエ ステル	エチルエ ステル		
ギニア椰子（パーム油）	30-38	14	10	44-58	65
パーム核油	20-26	-8	-8	12-18	70
ココナツ油	20-24	-9	-6	8-10	70
菜種油	5	0	-2	97-105	55
ひまわり油	-18	-12	-14	125-135	52
大豆油	-12	-10	-12	125-140	53
トウモロコシ油	-5	-10	-12	115-124	53

注 1：

- 1) 植物油に一定の温度と圧力下でメチルエステル（メチルアルコール）及び特定の触媒を加え攪拌するとグリセリンとメチルエステルに分離する。グリセリンを除去したメチルエステル分を調整することによってディーゼル燃料を代替することが可能なバイオディーゼル燃料を製造することができる。この工程を Trans-esterification Process（エステル交換あるいはメタノリシス）と称する。
- 2) ヨウ素価とは油脂 100 グラムが吸収する沃素のグラム数を示し、この値が大きい脂肪酸は、不飽和脂肪酸を多く含み、不飽和度が高い。ヨウ素価 100 以下を不乾性油、100-130 を半乾性油、130 以上を乾性油と称す。英名 Iodine Value (IV)。
- 3) 燃料としてはヨウ素価が低い油種ほど加工を必要とせず良い。一般的に燃料の原料とする油脂はヨウ素価が 25 以下であることが望ましいとされている。
- 4) ヨウ素価が 50-100 の油脂はエンジンの寿命を短縮する。特に燃料ポンプ、燃料噴射装置の寿命の短縮、高頻度の維持管理を要するためメンテナンスコストが高くなるとされている。
- 5) パーム核油はココナツ油に次ぐ IV を示しているが、生産量が極めて少量であるため原料コストが高価である。

我が国を含む国際的なディーゼル燃料の標準規格では、セタン価⁴は 45 以上とされているので、ここに挙げられている原料は着火性の面では全てディーゼル燃料を代替する燃料に相当であると考えられる。エンジンの機械的性能に影響を及ぼすのはヨウ素価であるが、この表に示されるようにヨウ素価が 18 以下であるのはココナツ油とパームカーネル油でしかない。しかし、EU 諸国で広範且つ大量に使用されているバイオディーゼルの原料は菜種油及びひまわり油でありヨウ素価が 135 であっても、既に広く用いられていることから、ディーゼルとの混合率が 20%程度ならば大きな問題は無いと判断できる。このことからパーム油も適切な原料として看做することができる。パーム油及びココナツ油と他の食糧油の大きく異なる点は溶解範囲である。溶解範囲が示す点は、その燃料が使用される国又は地域の外気温に対して適切であるかどうかという点である。EU 諸国の寒冷期には -7℃ を下回るためパーム油を原料とするバイオディーゼルの利用は難しいと思われる。しかし、温暖地域又は熱帯温暖域に属するアジアの多くの国々ではパーム油を原料とするバイオディーゼルであってもその使用についての根本的・技術的な問題は無いと判断できる。

以上のことから、原料として技術的に問題が無く、豊富に存在し、伝統的に栽培されており、関連企業が多数存在し、多くの栽培農民が日々の糧としているオイルパームから生産されるパーム油をタイにおけるバイオディーゼル製造に当たっての原料として採用することとする。

⁴ セタン価：ディーゼルエンジンは圧縮熱によって燃料を着火させるため、着火の良し悪しが燃料の性能上の重要なポイントになる。圧縮過程で噴射された燃料が着火するまでの時間が長すぎるとエンジンのスムーズな始動ができなくなるだけでなく、エンジンシリンダー内で着火不良を起こすとエンストを起こしやすくなるほか、燃費の低下につながる。

1.1.3 ASEAN 諸国におけるバイオディーゼル開発状況

パーム油及びココナツ油はバイオディーゼル製造に最適な植物油であり、その生産量は東南アジア地域に偏在しているのは上述のとおりであるが、東南アジア諸国においてバイオディーゼルの製造・利用は表-1.2に見られるように漸く緒についたばかりである。しかし、2005 年に入って ASEAN 諸国の内豊富にパーム油又はココナツ油が生産されている国々では国家レベルでのバイオディーゼル開発が策定され、タイ、フィリピン、ベトナムでは閣議承認が下りたか、2006 年中に下りるという状況にある。この開発の動きから、全くの推測ではあるが今から 6 年後の 2012 年の ASEAN 諸国でのバイオディーゼル生産量・消費量を推測した。表-1.5 にバイオディーゼル消費量及び 2012 年における年間の二酸化炭素排出削減量を纏めた。

表-1.5 ASEAN 諸国でのバイオディーゼル利用による潜在的二酸化炭素排出削減量推定

	人口	車両台数	2004 年 ディーゼル 消費量	2012 年 ディーゼル 消費量予測	占有率	BDF 消費量	二酸化炭 素削減量
単位	百万人	百万台	百万トン	百万トン	%	百万 リット ル	百万トン
国							
タイ	64	8	18	31	10	3.5	8.8
インドネシア	234	5	32	54	5	3.1	7.8
マレーシア	23	15	22	22	5	1.3	3.2
フィリピン	84	3	20	20	5	1.2	2.9
ベトナム	83	1	12	12	5	0.7	1.7
他	12	8	6	11	5	1.1	2.9
ASEAN 小計	500	40	110	150		10.9	27.3
日本	126	80	52	73	5	4.1	10.5
東アジア合計	626	120	162	223	6	15.0	37.8

出典：調査団

注： 2012 年の BDF 消費量はあくまで推定値であり、原料賦存量の推定に基づく潜在的生産可能量である。

我が国が京都議定書に基づき約束している第一約束期間の最終年である 2012 年における年間二酸化炭素排出量は、我が国の基準年における二酸化炭素排出量が 1990 年で 1,237 百万 t-CO₂であったこと、さらに基準年の 6%を減じるとしているから、1,163 百万 t-CO₂とが目標となる。しかし現状対策だけでは同年には 1,311 百万 t-CO₂になるであろうと予測されている。即ち約束の排出量とするには年間 148 百万 t-CO₂を削減せねばならない。この削減努力目標量のうち年間約 20 百万 t-CO₂を京都メカニズム(CDM)で実現しようとするのが我が国の CDM による二酸化炭素排出量削減行動目標と考えられる。

表-1.5 で示されるように、もし ASEAN 諸国によるバイオディーゼルの使用量が各国平均で年間総ディーゼル消費量の約 6%となれば、年間約 27 百万 t-CO₂の二酸化炭素排出量削減が可能となり、ASEAN 諸国でのバイオディーゼル開発事業だけで上述の目標値に達することができる。

提案プロジェクトは ASEAN 諸国内の本格的バイオディーゼル製造・利用促進事業の先駆け的事业であり、CDM 事業として承認されれば、他の ASEAN 諸国において同様の開発が促進されることになり、表-1.5 に示されたバイオディーゼル開発に基づく二酸化炭素排出削減量の目標に近づく突破口となるに違いない。尚、日本 ASEAN 交通協力プログラムでは、ASEAN 諸国と我が国間での協力を通じてバイオ燃料開発・利用を強力に促進し、運輸交通セクターとして二酸化炭素排出削減効果が高い CDM 事業を実現するとし、我が国を含む当該分野での地域連携協力の促進による同事業の実現は重要な課題とされている。

1.1.4 提案プロジェクトの概要

提案するプロジェクトはタイ国において広く伝統的に栽培されているパーム椰子から取れるパーム原油 (Crude Palm Oil, CPO) を原料として、メタノールとのエステル交換によりパーム・メチル・エステル (Palm Methyl Ester, PME) を、ディーゼル燃料 (軽油) を代替するパームオイル・バイオディーゼル (Palm Oil Bio-diesel Fuel, PME-BDF) として生産するものである。パームオイルから製造した BDF を交通機関が用いるディーゼル燃料の代替燃料として用いることは、BDF を混合した量に相当する軽油消費量が減少することであり、減少した軽油消費量に相当する二酸化炭素排出量を減少することになる。植物由来のディーゼル代替燃料である PME-BDF は、カーボンニュートラルであるから、燃料として燃焼させても二酸化炭素を排出したとは看做さず、代替した化石燃料が排出すると考えられた排出量に略相当する二酸化炭素を削減する効果を有する。計画する日量 300 トン規模の BDF 製造プラントの稼働により年間約 217,000 トンの二酸化炭素排出量を削減することが可能となる。

提案プロジェクトは、バンコック首都圏南東に隣接し南部地域から海上輸送される CPO の集積地であるバンパコンにて BDF 製造プラントを建設し、タイ南部地域から購入する CPO を原料として PME-BDF を製造・販売する事業である。計画する BDF 製造プラントの製造設備能力は製品重量で日量 300 トン (年間約 100,000 トン) とする。BDF 製造過程で副産物として生産される粗グリセリンは工業原料として需要家に販売される。製造された PME-BDF は、タイ石油⁵ (PTT) が引き取り、BDF を自動車燃料としての軽油に一定の混合比率で混合し、これを販売するが、開業当初は大口需要家への供給に限定し、大口顧客をバンコック首都圏の主要公共交通機関であるバンコックバス公社⁶ (Bangkok Metropolitan Transit Authority, BMTA) とする。

提案プロジェクトの実施機関は、タイ国民間企業⁷ 及び本邦民間企業双日株式会社の共同出資によって設立される特別目的会社によって行われる。提案事業の事業範囲は CPO を原料として購入し、これから遊離脂肪酸と水分を除去の後、塩基性触媒のもとでメタノールと反応させ (エステル交換) 生成された混合物からグリセリンを除去することにより得られるパーム・メチル・エステルを調整したバイオディーゼル (Bio-diesel Fuel, BDF) の製造・販売及び副次生産品である粗グリセリンの販売に限定する。

タイ国の首都から南約 800km に位置する南部地域のスラタニ県及びクラビ県はタイにおけるオイルパームの主産地である。両県に広がる既存のオイルパーム栽培面積は約 20 万ヘクタールであり、約 27 のオイルパーム搾油業者がパームオイルを製造している。両県はその気候、地形がオイルパーム他ゴム等のプランテーション作物栽培に適しており古くからプランテーション方式の農業が盛んな地でもある。BDF 製造事業の拡大に伴い、両県またその周辺県においてオイルパーム栽培地の拡大が必要となった場合においても、自然環境破壊につながる既存の森林等の伐採をせずともオイルパーム栽培地拡大は比較的容易に実現できる。

タイ政府のバイオディーゼル開発戦略では、2012 年には全ディーゼル消費量の 10% をバイオディーゼルに代替 (日量 8.5 百万リットルの BDF が必要) することを目標としている。この計画の実現には本事業で計画する日量 300 トンの BDF 製造プラントを 27 基必要とすることとなり、この全体計画が実現すれば 27 基の合計で年間の二酸化炭素排出削減量は最大 586,000 トンとなる。即ち、10 年間の総計では約 5.8 百万トンの二酸化炭素削減が実現する。ここで調査対象としている事業は、商業ベースでの第一号 BDF 事業になると考えられている。

⁵ タイ最大の石油精製・流通会社である。

⁶ 運輸省傘下の公営バス会社でバンコックの主要公共交通機関。約 16,000 台の公共バス運行を管理している。

⁷ タイの民間企業であり化粧品製造及び販売を主業務とする企業、パームオイルの搾油を主業務とする企業、パームオイルの貿易を主業務とする企業等多様なタイ民間企業がジョイントベンチャーのタイ側相手企業として名乗りを上げている。

1.2 ホスト国の概要

1.2.1 一般事情

地理： タイはインドシナ半島の略中に位置し西部、北部でミャンマー、北東でラオス、東でカンボジア、南でマレーシアと国境を接している。国土面積は 514,000km² であり、大半を平野が占める。

気候： 国土の大部分は熱帯モンスーン気候に属し、5月～9月は南西モンスーンの季節で暖かく降雨量が多い、11月～3月は北モンスーンの季節で涼しく乾燥している。年間平均気温は約 28℃ であるが、年間の温度差は小さく一年中暑い。

地理的区分： タイは大きく分けて地理的に以下の4地域に分けることができる。

北部 比較的涼しい山岳地帯。

東北部 降雨量はあるが土地の保水力が無く土質は貧弱。塩分が高く農耕には不適な土地が広がっている。このためタイでは最も貧困層が多い地域となっている。政府は都市部との経済格差是正という主要政策を掲げており、特に東北部での経済開発に熱心である。

中央部 メナム河水系に位置し、肥沃な地域である。米作が中心であり、農耕が盛ん。首都バンコックもこの地域に含まれている。

南部 アンダマン海とシャム湾にはさまれた半島部である。気候が温暖且つ雨量が豊富で熱帯性換金植物（オイルパーム、ココナツ、ゴム等）の栽培が伝統的に盛んな地域である。首都圏を抱く中央部について経済的に豊かな地域とされているが、最南端の地方農村部では貧困層が広がり、社会経済不安の温床を形成しているとも考えられている。

人口： 2005 年現在の人口は 6,544 万人で年間増加率は 0.85%と低い。首都バンコックの人口は約 600 万人で全人口の約 9%を占める。労働人口は約 3,643 万人であり、その約 50%が農業分野、14%が工業分野、37%がサービス分野に就業している。失業率は 1.5%と比較的低い。季節や全体経済の状況に応じて失業者が増加しても農業分野による柔軟な労働力吸収により大幅な失業増とはつながらない構造がある。絶対貧困層は全人口の 10%程度とみられている。

民族： タイ族が全人口の 75%、中華系が 14%、他 11%を占めている。深刻な民族問題は存在しない。宗教的には約 95%が仏教徒であるが、南部にはマレー族が多く（4.6%）、その殆どがイスラム教である。最近では国際的なイスラム原理主義者に扇動されたテロ事件がタイ南部でも発生している。

歴史： 西暦 1238 年にスコタイ王朝が成立し、独立国となった。その後アユタヤ王朝、トンブリー王朝を経て現在のチャックリー王朝と王国は連綿として継続してきている。1932 年に立憲革命が起こり専制君主制から現在の立憲君主制となった。

1.2.2 政治

政体： 立憲君主制

元首： 1946 年以来元首はプーミポン・アドウヤデット国王（ラーマ 9 世）である。

首相： 2001 年 2 月より首相はタクシン・シナワットである。

政治体制の変遷：1932年の立憲革命以降、軍部主導の政治が続いていたが、1992年の軍と民主化勢力との衝突（5月事件）以降、軍部は政治関与を控え、民主的な政権交代手続が定着している。1997年に成立した新憲法に従って、2001年1月に下院選挙が行われ、タイ愛国党の圧勝によりタクシン政権が成立した。タクシン政権は、首相の強力なリーダーシップと下院における連立与党の安定多数を背景に、数々の経済改革政策を推進してきた。2005年2月の下院選挙でタイ愛国党は単独で過半数を上回り（500議席中377議席）3月14日、同党単独による第2期タクシン政権が成立した。

外交：タイは伝統的に柔軟な全方位外交を維持しつつ、ASEAN諸国との連携と日本、米国、中国といった主要国との協調を外交の基本方針としている。タクシン政権は近隣諸国との関係の強化、各国との自由貿易協定（Free Trade Agreement：FTA）締結を目指す活発な経済外交、アジア協力対話（Asia Cooperation Dialogue：ACD）の提唱等、地域において積極的なイニシアティブを打ち出している。

1.2.3 経済

国民総生産と経済状況：2003年の国内総生産（GDP）は約1,431億ドルで、国民一人当たりのGDPは2,236米ドルに達している。80年代後半から日本を始め外国投資を梃子に急速な経済発展を遂げたが、1997年に発生したアジア通貨危機の震源地となったタイは、1998年には経済成長率がマイナス10.5%にまで落ち込んだ。しかし、2001年2月に発足したタクシン政権は、バブル経済の崩壊後、国際通貨基金（IMF）指導の下で金融システム、金融体質のリストラを進め多くの企業業績は改善し輸出主導の経済成長から国内需要も経済の牽引力とする政策を打ち出し、農村や中小企業振興策等内需拡大政策を強力に進めたことから、経済は回復し、2003年には経済成長率は6.9%に、2004年は6.1%の成長を達成した。

2004年には鳥インフルエンザ、石油価格高騰などがあいまって一進一退を続けているなか、インド洋大津波、東北地方のかんばつと経済の足を引っ張る自然災害に見舞われた。しかしながら、リスクの高まる中国投資のアジアにおける投資分散先として、政治・社会的に安定し、一定の産業集積のあるタイの位置づけはますます高まっており、今後とも外国企業による投資・技術移転が進むことによる更なる経済発展が期待されている。2004年の日本からタイへの投資額は、同年の中国投資の3分の1に及んでいる。

経済構造：産業セクター別の国民総生産の割合は農業9%、工業44%、サービス業46%である。地方部での農業の就業者数が全体の約50%を占めるにも拘わらず、主要工業が集積している都市部に高度な生産活動が集中することにより、バンコック都市圏と地方部との経済格差が拡大する傾向は変化無く、経済格差はますます深刻になっている。地域間経済格差是正は70年代より数次にわたる長期経済社会開発計画の常に最優先課題ではあるが、その格差はむしろ拡大し続けている。

貿易構造：2004年の輸出額は961億ドル、輸入額は944億ドルで貿易収支は17億ドルの黒字となっている。主な輸出品はコンピューター、自動車・部品、集積回路、天然ゴムであり、輸入品は原油、機械・部品、電気機械・部品、化学製品となっている。また、主な輸出先は米国、日本、中国、シンガポール、マレーシアとなっており、輸入先は日本、中国、米国、マレーシア、シンガポールとなっている。日本等から原材料・資本財を輸入し、これを加工した上米国を中心に輸出するという貿易形態となっている。

1.2.4 農業

農業概観：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、1980年代後半以

降、急速に工業化が進展したことにもない、国内総生産や輸出に占める農業の割合は低下傾向にある。しかしながら、農業は依然として国民経済を支える主要産業のひとつであり、就業人口の約 50%近くが農業に関係していること、国土面積の約 40%が農地面積であることに加え総輸出額の約 30%を農林水産品が占めること、更に農業セクターは貿易黒字部門でもあることから、タイ経済における農業の重要性は依然として大きい。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にシフトしていることから、アグロ・インダストリーが重要な産業として育ってきており、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、コメを中心に唯一好調な産業となっている。

換金作物生産： タイは主要な農産品輸出国の一つである。2003 年の米の輸出量は 840 万トン(世界全体の約 30%)と世界一であり、二位以下ベトナム 381 万トン(同 14%)、米国 380 万トン(同 14%)、インド 340 万トン(同 12%)と比べると圧倒的な米輸出のリーダー国である。しかし、米一辺倒のモノカルチャーからの脱却を図るため天然ゴム、オイルパーム、パイナップル等換金作物へのシフトが促進されている。天然ゴムの輸出においてもタイは世界のリーダー国で年間生産量は 2,400 万トン(同 35%)である。本事業の原料作物であるオイルパームの生産量は、マレーシア 13.3 百万トン(世界全体の約 48%)、インドネシア 10.0 百万トン(同 35%)、ナイジェリア 91 万トン(同 3%)、について世界第四位の 62 万トン(同 2.2%)となっている。

農業政策： タイの農業セクターが抱える課題としては、作物の多様化、品質の向上、輸出振興、輸入代替促進や農業関連事業の拡充、貧困地域を中心とした農家所得の増大ならびに安定、天然資源に関わる政策運営の一元化、土地なし農民に対する土地利用証書の発行の推進等がある。これらは特に地方農民のための適正な与信へのアクセス改善を必要としており、特に安定的な農業生産・農家所得の維持の実現に欠かせないとしている。しかしながら、1997 年の通貨危機以来、タイ政府は財政支出の削減を図っており、農業・協同組合省が第 8 次国家経済社会開発計画に沿って進めていた各種のプロジェクトは財政難に直面し、同省は農業政策の再編・転換を余儀なくされている。

所得格差是正： タイの年間一人当たりの所得は、平均で 3,913 バーツであるが、バンコック及びその周辺では同 8,600 バーツであるのに、農業が主要産業である東北部では同 2,480 バーツ(都市部の 28%)と地域間経済格差が顕在化している。このように農業が主要産業である地方部では、農村部での雇用創出及び農業所得向上に関わる政策が極めて重要であり、農業セクターに限定した政策としてではなく、国全体としての経済政策として実現が求められている。

農業政策課題： 現タクシン政権の取り組むべき課題としても雇用安定が第一位に挙げられており、これまでも雇用のスタビライザーとしての役割を担ってきた地方部での農業を基盤とした雇用創出にける政策の実現が喫緊の課題となっている。第 9 次国家経済社会開発計画(2002 ~ 2006 年)の農業政策では、農家収入向上を目的として以下の重点 7 項目が挙げられている。

- 1) 農産物品質向上(品種改良による生産性向上)
- 2) かんがい施設整備及び土地配分の平等化
- 3) 輸出農産物生産・加工場の設置
- 4) 一村一品運動による農産物付加価値向上
- 5) 新商品の開発による地方部での雇用創出
- 6) 衛生・ポストハーベスト技術に関する研究促進
- 7) 農業インフラ整備

これらの政策を実現することによって、農家の年間所得は平均 2%、第一次産業の GDP も年率 2%の向上が見込まれている。バイオディーゼルの製造を支える原料作物(オイルパーム)の安定的生産および増産は、上記の(5)を実現する一つの効果的な事業と考えられている。

1.2.5 エネルギー

政府のエネルギー政策：第9次経済社会開発5ヵ年計画（2002年～2006年）が実施途上にある。この計画は2001年9月に国家経済開発庁（National Economic and Social Development Board: NESDB）が原案を作成し、10月に閣議決定後施行されている国家経済開発政策である。この計画の中で、政府はエネルギーの節約と開発及び環境・天然資源とのバランスがとれた有効なエネルギーの利用促進をエネルギー政策の基本指針としている。更に、海外エネルギー資源依存度の低減に対する努力を続けるとし以下の3点をエネルギー政策の軸としている。2001年のタクシン首相所信表明演説にて、この3つの基本政策が尚一層明確に示された。

- 1) タイ国の国産主要エネルギー資源である天然ガス利用促進
- 2) エネルギー保全を目的とした代替エネルギー、革新的エネルギー資源の研究開発
- 3) 生産競争力向上を図るエネルギー管理の強化及び適切な金融・管理手法によるエネルギー価格の安定化

更に、上述の計画書第8章1.4項では、省エネルギー技術及び代替エネルギー技術の推進によるエネルギー自給を目標に、化石燃料の消費削減を目的として、バイオマスや太陽エネルギー等の再生可能エネルギー技術の研究開発を優先して行うとしている。

エネルギー戦略（2005-2011）： エネルギー省エネルギー政策・計画局（Energy Planning and Policy Office: EPP0）では、今後の国家エネルギー戦略として、2005年から2011年におけるタイにおけるエネルギー戦略の骨子として、2008年までに経済成長に対するエネルギー消費の伸びを1.4:1から1:1とするほか、再生エネルギーの割合を現在の0.5%から8%にまで増加させる戦略を提示している。具体的には、エネルギー効率技術の強化、エネルギー利用種別の転換、エネルギー利用に関する対応改善により12.7%（10,354ktoe）のエネルギー消費改善を行い、主な再生可能エネルギーの商業部門での割合を9.2%（7,530ktoe）に高めるとしている。

エネルギー消費量： 産業区分でのエネルギー消費目標は、運輸で21%から8%に、産業で9%から14%、家庭で4%から2%にとされている。この戦略実現のための予算案として年間総額13億バーツ（約37億円）を投じるとした。この予算案は2004年12月に省エネルギー促進基金委員会、国家エネルギー政策委員会で承認された。この戦略に沿った再生可能エネルギー供給目標を表-1.3に示す。

表-1.3 再生可能エネルギー供給目標(2011)

技術分野	供給目標	Ktoe/日
軽油代替バイオディーゼル	1,258 ktoe	3.5
ガソリン代替エタノール	820 ktoe	2.3
石油代替燃料	4,000 ktoe	11.1
バイオマス	2,405 ktoe	6.7
廃棄物利用熱	1,377 ktoe	3.8
バイオガス	213 ktoe	0.6
太陽光	5 ktoe	0.1

出典： EPP0

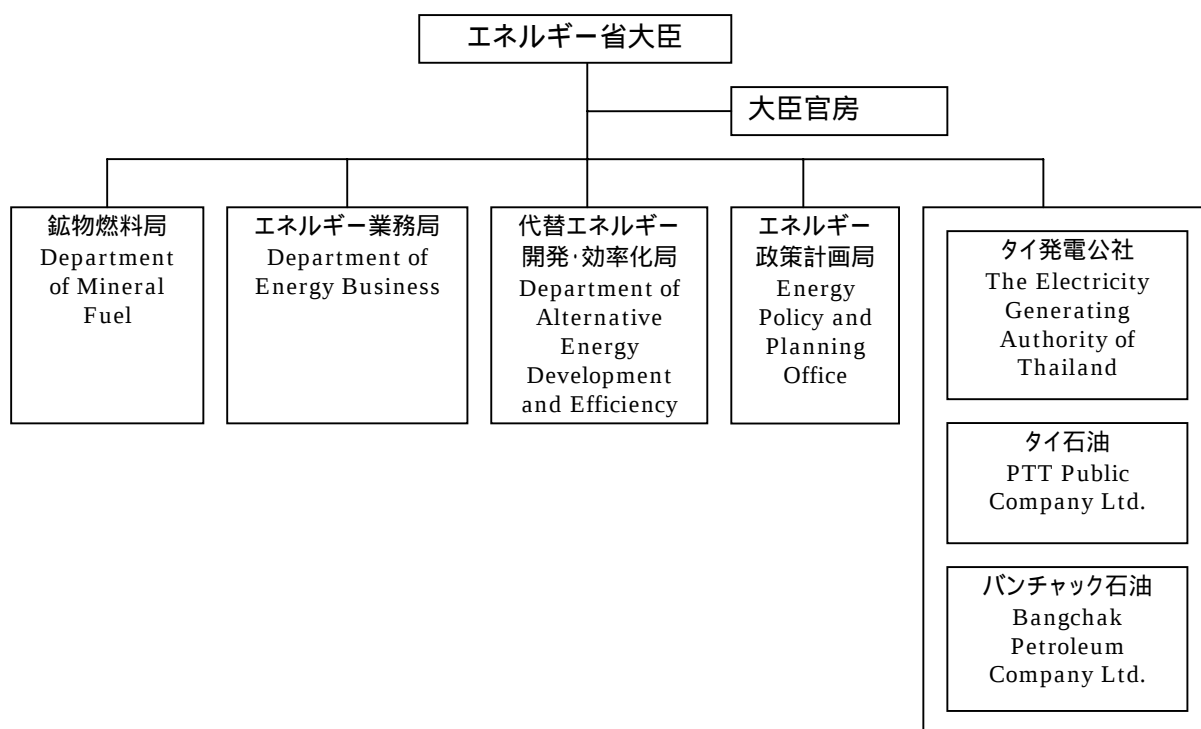
エネルギー担当行政機関： 2002年のタイ省庁改正法の施行に伴い、エネルギー政策を専管する担当機関としてエネルギー省が創設された。省エネルギー、再生エネルギー等新エネルギーについては代替エネルギー開発・効率化局(Department of Alternative Energy Development and Efficiency: DEDE)が担当している。図-1.1にエネルギー省の組織図を示す。

部局の役割： 鉱物燃料局はタイにおける石油・ガス蒸留部門を管轄し、探鉱・開発契約に当たっては契約当事者となる。代替エネルギー開発・効率化局（DEDE）は、再生エネルギー、省エネの研究開発にあたっている。エネルギー政策計画局（EPP0）は、エネルギー需給のモニタリングと、国の開発 5 ヶ年計画に沿ったエネルギー政策の立案・実施・評価を担当している。国内のエネルギー供給安定化、価格安定化を図ることを目的とした Oil Fund もこの EPP0 が運営管理している。

エネルギー概要： 1997 年の経済危機を脱した後、タイのエネルギー消費は経済危機以前のような顕著な増加を続けている。2002 年以来安定的に伸びている工業生産の増加が GDP 成長を押し上げつづけている。GDP 成長とエネルギー消費の弾性値は約 1.4 であり、GDP が成長するにつれ急速にエネルギー消費が増える構造となっている。2004 年の第一次商業エネルギー消費量は前年比 6.2% の増加を記録し、原油換算日量 150 万バレルに達した。

エネルギー構成比率： 表- 1.3 に 2000 年から 2004 年の第一次商業エネルギー生産・消費の推移を纏めた。この表に示されるように、消費エネルギー構成は、2004 年現在で石油製品 47.3%、天然ガス 35.7%、石炭（リグナイトを含む）14.7%、水力 2.2% となっている。同年の全体消費に占める輸入エネルギーの割合は 64% で、この割合は年間平均約 3.4% の割合で拡大している。石油製品の用途の約 60% は交通機関用燃料であること、その消費量は年間平均約 4.5% で伸びていることから、将来にわたっても交通機関用のエネルギーの殆どは輸入エネルギーによって賄われるということが予想される。エネルギー種類の現況は以下のとおりである。

図- 1.1 エネルギー省組織図



出典： エネルギー省資料

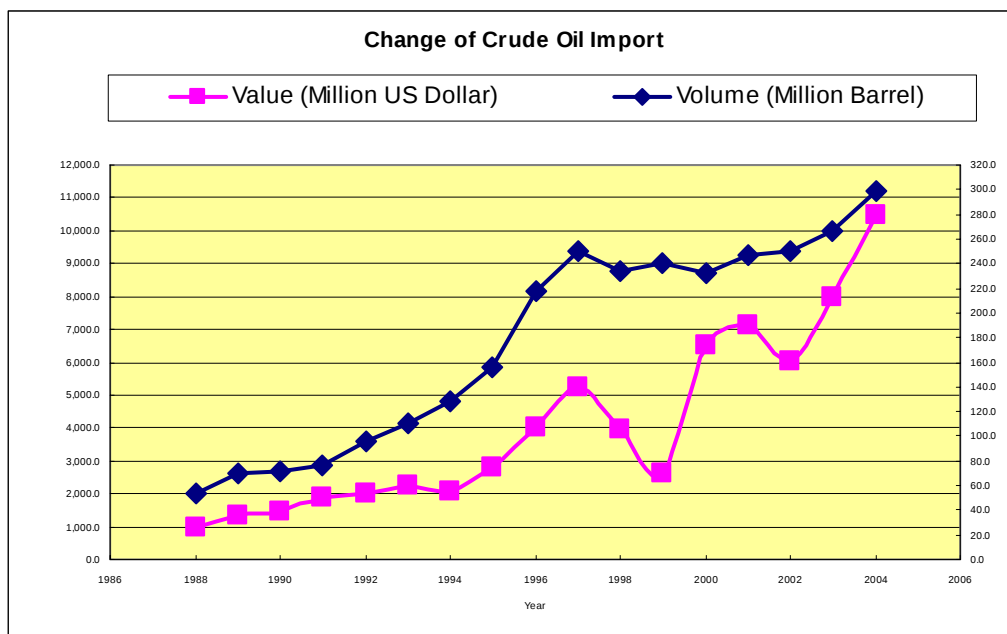
1) 石炭： 石炭は全エネルギー消費量の約 8%を占めており、略全量を国内炭でまかなっている。国内炭は数十年に渡って長らく重要なエネルギー資源であり続けてきているが、そのシェアは近年低下傾向にある。石炭の用途は発電（76%）、セメント、製紙、食品産業等工業用等（24%）である。

2) 水力発電： タイでの水力発電は 1964 年から始まった。2004 年の総発電量は 26,102ktoe であり、消費量の 3.9%を占めているが、占有率は過去 5 年、年間平均約 2.6%で減少傾向が続いている。

3) 天然ガス： タイの天然ガスは主にタイ湾で生産され、その確認埋蔵量は 13TCF(兆立方フィート)で中規模ガス田といえる。年間の生産量が約 0.95TCF であることから、その可採年数は約 15 年と考えられる。国内エネルギーの生産の主体は天然ガスであり、全体の 57%を占めている。年間平均 2.6%の割合で生産量は伸びてはいるものの、天然ガス消費量全体の 74%を占めるに過ぎず、隣国ミャンマーからの輸入が 26%を占めている状況である。過去 5 年の天然ガスの輸入量の伸びは平均年間 13.4%と極めて高い。天然ガスの 75%は発電に利用されており、残りの殆どは石油化学工業のフィードストックとして利用されている。天然ガスの交通機関への利用は天然ガス消費量の 1%以下であり極めて限定的にしか利用されていない。

4) 原油： タイの原油は東北部他の内陸部で生産され、その確認埋蔵量は約 3 億 2 千万バレルであり、生産量は日量 85,000 バレルであることから、その可採年数は約 10 年と考えられる。2004 年の石油製品消費量は日量 69 万バレルであったことから、原油の殆ど（87%）を輸入に依存しているといえる。原油は略全量タイ国内の製油所で製油され石油製品として消費される。図-1.2 に過去 20 年の原油輸入量及び原油輸入代金の推移を示した。

図-1.2 原油輸入量及び原油輸入代金の推移(1988-2004)



出典： 年間消費量（タイ・エネルギー省）、年間輸入額（調査団推計）

この図に示されるように輸入量の伸びは安定的であり今後もこの傾向が続く傾向を示しており、輸入額は最近の急激な国際市場における原油高を反映して急激に増加している。今

後この原油高が続くとタイ経済への悪影響はじわじわと深まるであろう。この面からも再生エネルギーへの早急の転換は政府の焦眉の急となっている。

5) 石油製品： 2003 年のデータでは原油を精製して得られる石油製品は交通機関（68.7%）製造業（14.1%）農業（10.8%）商業（3.4%）鉱業（2.4%）建設業（0.6%）で消費されている。製品別に見るとディーゼルの消費量（45.6%）が最も多く、ガソリン（18.7%）、重油（13.3%）、ジェット燃料（10.1%）、LPG（8.2%）、灯油（0.1%）と続いている。タイでは7社（Thai Oil, Bang Chak, ESSO, Star, Rayong, TPI, FANG）の石油精製業者が石油精製・販売を行っており、年間設備生産量は約 48 百万リットルである。表-1.4 に石油製品生産の推移を示す。

表-1.4 石油製品生産推移(1999-2003)

Unit: Million Liter							
	Diesel	Gasoline	Fuel Oil	Jet Fuel	LPG	Kerosene	Total
1999	15,923	8,622	7,868	4,103	2,067	354	38,937
2000	16,076	8,025	7,010	4,328	2,413	494	38,346
2001	16,638	8,317	6,415	4,142	2,792	587	38,891
2002	17,379	8,251	5,984	4,664	2,632	554	39,464
2003	18,742	8,638	6,065	4,238	2,737	704	41,124

出典： DOEB and DEDE

注： ディーゼルはガソリンを合計した陸上・海上交通機関用燃料全体の 70%を占めている。

2003 年のディーゼル消費量は全体石油製品消費量の 45.6%をしめ、ガソリンの 21.3%の約倍である。またディーゼル消費量は平均年間 3.4%で増加を続けているが、ガソリンは同 0.1%で変わらず、重油は-5.0%で減少が続いている。占有率の変化を見ると、ディーゼルは年平均 2.2%で毎年伸びたが、ガソリンは-1.0%でそのシェアを減らし、重油は-6.0%と落ち込みが激しい。これは重油の消費が天然ガスに切り替わっていることを示している。このようにディーゼル消費はタイのエネルギー市場で重要な位置を占めるだけでなく、今後も増大していく可能性を強く示唆している。又、このディーゼルは略全量交通機関が消費していると考えられる。

6) 再生可能エネルギー： 2003 年のタイにおける伝統的な再生可能エネルギーのエネルギー源は薪炭（68.3%）、バガス（22.2%）、籾殻（9.5%）等である。年間消費量は 9,751ktoe であり全商業エネルギー消費量の 16.5%を占め、前年比で 7.8%増加している。これらの消費量の約 50%は家庭用であり残りの 50%が産業用となっている。一方、太陽、風力、バイオマス、水力、地熱、燃料電池、廃棄物利用等新技術を利用した、新技術による新再生可能エネルギーは全商業エネルギー消費量の 0.5%に相当する 265ktoe でしかなかった。しかし政府は同新再生可能エネルギーの技術開発促進と利用拡大を早急に実現するとして財政面を中心に各種支援を行うことによって、同エネルギー利用を 2011 年には商業消費量（原油換算 81,700ktoe=2.0 百万バレル/日）の 8%（同 6,540ktoe=16 万バレル/日）に拡大するとしており、関連する政策が 2003 年 9 月 2 日に閣議決定されている。

上述の新再生可能エネルギー開発戦略が目標年とする 2011 年の年間消費量 6.540ktoe のうち 3,100ktoe は交通機関用再生・代替エネルギーであるエタノール（ガソリンの代替燃料）及びバイオディーゼル（ディーゼルの代替燃料）によるものとし、各々生産を量 3.0 百万リットル/日、8.5 百万リットル/日と見積もられている。この目標を達成するための政策支援として、

1) 2004 年 6 月 4 日

再生エネルギー戦略（特に太陽光、ガスホール、バイオディーゼルを対象）が国家政策と

して閣議決定を得た。

2) 2004 年 9 月 14 日

バイオディーゼル会議の成果を受けて、政府、民間企業が共同してバイオディーゼルの研究開発、技術移転を進めるという合意がなされた。

3) 2004 年 11 月 12 日

バイオディーゼル等の原料安定供給を支援する目的で民間企業が農産品増産事業を促進することを金融面から支援する特別目的牽引資金 (Special Purpose Vehicle: SPV) が制度化された。

4) 2005 年 5 月

バイオディーゼル開発戦略閣議決定。2012 年までに全ディーゼル消費量の 10%をバイオディーゼル(年間 31 百万 KL、27 百万トン)とするためのロードマップが示された。

表-1.3 一次エネルギー需給の推移(2000年—2004年)

(原油換算バレル/日)

エネルギー生産・消費・輸入(2000年～2004年)						エネルギー源別占有率					年間増減率					エネルギー源別年間占有率増減率				
	2000	2001	2002	2003	2004	2000	2001	2002	2003	2004	2001	2002	2003	2004	平均	2001	2002	2003	2004	平均
生産	588,596	594,367	631,411	671,436	676,081	100	100	100	100	100	1.0	6.2	6.3	0.7	3.6					
原油	57,937	61,914	75,567	96,322	85,516	9.8	10.4	12.0	14.3	12.6	6.9	22.1	27.5	▲ 11.2	11.3	5.8	14.9	19.9	▲ 11.8	7.2
コンデンセート	47,528	47,188	48,897	57,032	62,075	8.1	7.9	7.7	8.5	9.2	▲ 0.7	3.6	16.6	8.8	7.1	▲ 1.7	▲ 2.5	9.7	8.1	3.4
天然ガス	350,069	341,406	356,897	378,387	387,695	59.5	57.4	56.5	56.4	57.3	▲ 2.5	4.5	6.0	2.5	2.6	▲ 3.4	▲ 1.6	▲ 0.3	1.8	▲ 0.9
石炭	106,981	116,451	117,348	107,699	114,693	18.2	19.6	18.6	16.0	17.0	8.9	0.8	▲ 8.2	6.5	2.0	7.8	▲ 5.1	▲ 13.7	5.8	▲ 1.3
水力	26,081	27,408	32,702	31,996	26,102	4.4	4.6	5.2	4.8	3.9	5.1	19.3	▲ 2.2	▲ 18.4	1.0	4.1	12.3	▲ 8.0	▲ 19.0	▲ 2.6
輸入	670,728	763,130	787,749	839,475	976,683						13.8	3.2	6.6	16.3	10.0					
原油	643,063	678,210	679,762	709,762	813,422	95.9	88.9	86.3	84.5	83.3	5.5	0.2	4.4	14.6	6.2	▲ 7.3	▲ 2.9	▲ 2.0	▲ 1.5	▲ 3.4
コンデンセート	▲ 4,223	▲ 3,482	▲ 4,560	0	0	▲ 0.6	▲ 0.5	▲ 0.6	0.0	0.0	▲ 17.5	31.0	▲ 100.0		▲ 28.9	▲ 27.5	26.9	▲ 100.0		
石油製品	▲ 43,406	▲ 76,091	▲ 66,411	▲ 57,345	▲ 55,733	▲ 6.5	▲ 10.0	▲ 8.4	▲ 6.8	▲ 5.7	75.3	▲ 12.7	▲ 13.7	▲ 2.8	11.5	54.1	▲ 15.4	▲ 19.0	▲ 16.5	0.8
石炭	52,177	61,850	70,025	88,931	94,170	7.8	8.1	8.9	10.6	9.6	18.5	13.2	27.0	5.9	16.2	4.2	9.7	19.2	▲ 9.0	6.0
電気	5,088	4,973	4,856	4,278	5,795	0.8	0.7	0.6	0.5	0.6	▲ 2.3	▲ 2.4	▲ 11.9	35.5	4.7	▲ 14.1	▲ 5.4	▲ 17.3	16.4	▲ 5.1
天然ガス	29,579	89,217	110,982	123,349	130,638	4.4	11.7	14.1	14.7	13.4	201.6	24.4	11.1	5.9	60.8	165.1	20.5	4.3	▲ 9.0	45.2
在庫調整	▲ 11,550	8,453	▲ 6,905	▲ 29,500	▲ 11,609	▲ 1.7	1.1	▲ 0.9	▲ 3.5	▲ 1.2	▲ 173.2	▲ 181.7	327.2	▲ 60.6	▲ 22.1	▲ 164.3	▲ 179.1	300.9	▲ 66.2	
純原油輸入	588,107	610,572	606,446	622,917	746,080															
消費	1,144,374	1,203,442	1,282,173	1,351,173	1,449,745	100	100	100	100	100	5.2	6.5	5.4	7.3	6.1					
石油製品	578,832	560,456	589,160	623,627	686,243	50.6	46.6	46.0	46.2	47.3	▲ 3.2	5.1	5.9	10.0	4.5	▲ 7.9	▲ 1.3	0.4	2.6	▲ 1.6
天然ガス	379,610	430,562	467,743	501,584	518,173	33.2	35.8	36.5	37.1	35.7	13.4	8.6	7.2	3.3	8.1	7.9	2.0	1.8	▲ 3.7	2.0
石炭	52,177	61,850	70,025	88,931	94,170	4.6	5.1	5.5	6.6	6.5	18.5	13.2	27.0	5.9	16.2	12.7	6.3	20.5	▲ 1.3	9.5
石炭	102,586	118,193	117,687	100,757	119,262	9.0	9.8	9.2	7.5	8.2	15.2	▲ 0.4	▲ 14.4	18.4	4.7	9.6	▲ 6.5	▲ 18.8	10.3	▲ 1.4
水力発電	31,169	32,381	37,558	36,274	31,897	2.7	2.7	2.9	2.7	2.2	3.9	16.0	▲ 3.4	▲ 12.1	1.1	▲ 1.2	8.9	▲ 8.4	▲ 18.0	▲ 4.7
輸入/消費	55%	57%	56%	58%	64%						4.1	▲ 1.5	2.9	9.7	3.8					
石油製品輸入依存率	102%	109%	103%	100%	109%						7.2	▲ 5.5	▲ 3.0	8.8	1.9					
天然ガス輸入依存率	8%	21%	24%	25%	25%															
非エネルギー用途	137,850	137,203	150,797	218,738	226,237	12.0	11.4	11.8	16.2	15.6	▲ 0.5	9.9	45.1	3.4	14.5	▲ 5.4	3.2	37.6	▲ 3.6	8.0

出典：エネルギー計画政策局HP (<http://www.eppo.go.th/info/T22.html>)

1.2.6 温室効果ガス排出量

タイ国における温室効果ガス排出量の算定例としては、UNFCCCの国別インベントリとして登録されているタイ政府による“National Communication”がある。ただし、算定の対象年は1994年とかなり古い状況であり、その後は更新されていない。タイ国における温室効果ガス排出量の構成は、表-1.5に示すようにエネルギー起源が約40%と最も大きく、土地利用の変化等や農業起源もそれぞれ約31%、約24%と大きい状況である。また、燃料の燃焼起源の構成は、エネルギー転換部門が約36%と最も大きく、次いで運輸部門の約32%などとなっている。

表-1.5 タイ国の温室効果ガス排出量

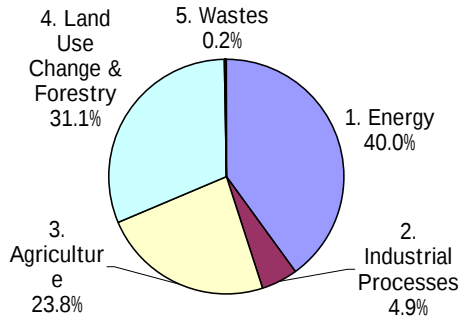
Greenhouse Gas	Emission (CO ₂ equivalent: ktCO ₂)				
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Total	%
Total Emissions	241,030.55	66,598.35	17,316.60	324,945.50	100.0
1. Energy	125,482.80	4,127.55	257.30	129,867.65	40.0
A. Fuel Combustion	125,482.80	59.85	257.30	125,799.95	38.7
Energy & Transformation Ind.	45,529.30	43.47	31.00	45,603.77	14.0
Industry, Mining & Construction	30,824.20	12.81	179.80	31,016.81	9.5
Transport	39,920.40	1.89	0.00	39,922.29	12.3
Commercial	890.50	0.42	24.80	915.72	0.3
Residential	3,469.40	1.26	18.60	3,489.26	1.1
Agriculture	4,849.00	0.00	3.10	4,852.10	1.5
B. Fugitive Emissions	0.00	4,067.70	0.00	4,067.70	1.3
Solid Fuels	0.00	336.42	0.00	336.42	0.1
Oil and Natural Gas	0.00	3,731.28	0.00	3,731.28	1.1
2. Industrial Processes	15,970.40	6.51	0.00	15,976.91	4.9
3. Agriculture	0.00	60,461.10	16,932.20	77,393.30	23.8
A. Enteric Fermentation	0.00	13,220.13	0.00	13,220.13	4.1
B. Manure Management	0.00	2,932.44	5,948.90	8,881.34	2.7
C. Rice Cultivation	0.00	44,321.13	0.00	44,321.13	13.6
D. Agricultural Soils	0.00	0.00	10,983.30	10,983.30	3.4
E. Prescribed Burning of Savannas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
F. Field Burning of Agric. Residues	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
G. Others	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
4. Land Use Change & Forestry	99,577.35	1,250.97	127.10	100,955.42	31.1
A. Changes in Forest & Other	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Woody Biomass Stocks	40,180.51	0.00	0.00	40,180.51	12.4
B. Forest & Grassland Conversion	59,396.84	1,250.97	127.10	60,774.91	18.7
C. Abandonment of Managed Land	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
D. Others	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
5. Wastes	0.00	739.62	0.00	739.62	0.2
A. Solid Waste Disposal	0.00	410.97	0.00	410.97	0.1
B. Wastewater Treatment	0.00	328.65	0.00	328.65	0.1

出典: Thailand's Initial National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change; p.39; Ministry of Science, Technology and Environment, October 2000.

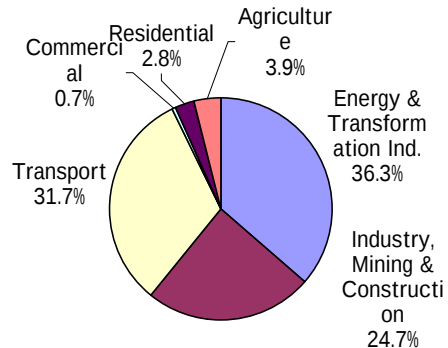
図-1.3 に温室効果ガス排出量の発生源別構成比を図示した。

図-1.3 タイ国の温室効果ガス排出量の構成比
(左図：部門別構成比、右図：部門別構成比(燃料燃焼起源))

Green house Gas emission by sector : 1994



Green house Gas emission in Fuel Combustion : 1994



1.2.7 地球温暖化対策に係わる取り組み

タイは、1994年12月に「気候変動に関する国際連合枠組条約」を批准し、2002年8月には「京都議定書」を批准するなど、地球温暖化問題に関わる国際的な取り組みに参画している。国内における地球温暖化対策に係わる取り組みは、主として、「エネルギーの効率的利用」、「再生可能エネルギーの開発・利用促進」等のエネルギー関連政策である。

以下に、エネルギー省のエネルギー政策・計画局(EPPO: Energy Planning and Policy Office)が提示している「国家エネルギー戦略」における「エネルギーの効率的利用」および「再生可能エネルギーの開発」の概要を示す。

「エネルギーの効率的利用」については、2007年までに経済成長率に対するエネルギー消費の伸びを現状の1.4:1から1:1とすることとしている。

運輸部門では主に以下の施策を掲げている。

1. 旅客と貨物の輸送を自動車やトラックから軌道系システムに転換する
2. 多様な輸送方法による効率的な交通ネットワークの開発
3. エネルギー効率に優れた自動車の利用促進
4. 貨物輸送ルート決定のための都市計画制度の導入
5. 省エネルギーを促すための税制の導入

また、工業部門では主に以下の施策を掲げている。

1. 工業省、財務省、エネルギー省等は、エネルギー面や経済的価値に重点を置き、国家の競争力を高めるために工業構造の再構築を急ぐとともに、投資促進政策を精査する。
2. 財務省は、工場や貨物輸送における省エネルギーを促進するための税制を立案する。
3. 工業省とエネルギー省は、「電子機器のエネルギー最少消費基準(Minimum Energy Performance Standards (MEPS))や自動車のエネルギー効率利用ラベルの実施」、「工場の省エネルギー認証の実施」、「工場団地におけるコージェネレーションシステムや地域冷暖房システム等のエネルギーを効率的に利用するエネルギー供給システムの促進」を急ぐ。

「再生可能エネルギーの開発・利用促進」については、2004年6月に再生可能エネルギーに関する導入戦略を閣議決定し、国家的な計画を策定している。この戦略では、2011年に全一次エネルギー供給量(81,763ktoe)の8%にあたる6,540ktoeの供給を目指すこととしている。なお、2002年現在の供給量は全一次エネルギー供給量(52,939ktoe)の0.5%(265ktoe)である。バイオマス燃料については、バイオエタノールが3百万リットル/日、バイオディーゼルが8百万リットル/日の導入を目指しており、これは導入目標全体の6,540ktoeのうち3,100ktoeに相当する。再生

可能エネルギーを用いた発電設備について、RPS(Renewable Portfolio Standard)の実施により、バイオマス発電、太陽光発電、風力発電等、あわせて 437MW の導入を見込んでいる。

また、再生可能エネルギー普及のための具体的な施策としては、以下の 4 点を掲げている。

1. 新規発電所について発電容量の 4%は太陽光や風力、バイオマスなどの再生可能エネルギーで作られたものでなければならないとする RPS の規則または法律を構築する
2. 再生可能エネルギーによる発電電力の購入を促進するために、“ the Energy Conservation Promotion Fund ” からの税額控除、助成金等のインセンティブ施策を実施する
3. タイにおいて高いポテンシャルを有すると考えられる太陽光、小水力、風力、バイオマス(農業廃棄物や都市廃棄物) などの再生可能エネルギーの研究開発を支援する。
4. 再生可能エネルギーを利用した発電所の立地に際して地域コミュニティの参加と協働を促進する

1.3 ホスト国のCDM / JIに係わる政策・現況

1.3.1 CDM 受け入れ等準備経過

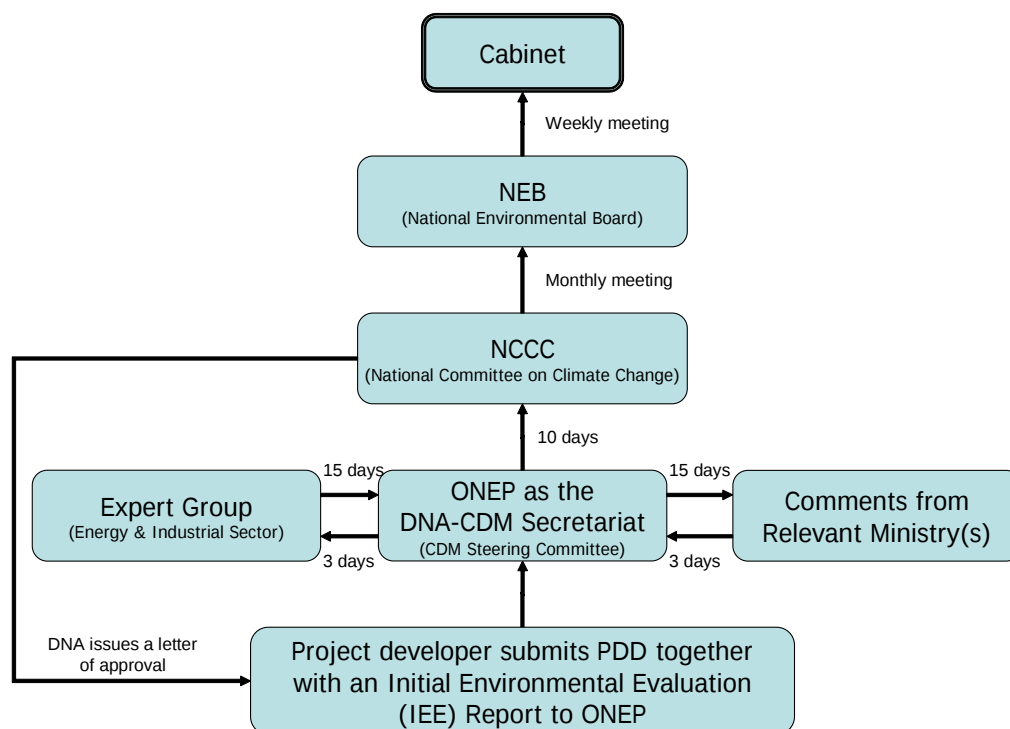
タイ国では、1994 年に国連気候変動枠組条約を、2002 年には京都議定書を批准している。CDM 受入等に関わる準備経過は下記のとおりである。

1994 年 12 月	: 国連気候変動枠組条約批准
2002 年 8 月	: 京都議定書批准
2002 年 9 月 10 日	: CDM 受け入れ方針に関する閣議決定 「タイにおけるいかなる CDM 事業は閣議決定を経ねばならない」
2003 年 7 月 1 日	: DNA 設置に関する閣議決定 「天然資源環境省 (MONRE ; Ministry of Natural Resources and Environment) を DNA (タイでは NACDM(National Authority for CDM)と称している) とする」
2004 年 2 月	: DNA 登録
2006 年 1 月現在	: CDM 受け入れ組織等を構築中

1.3.2 CDM 政府承認組織・手続き

2006 年 1 月現在、タイ政府は CDM 承認組織等を下図のように構築している。ただし、承認組織・手順については流動的である (2006 年 1 月現在)。図-1.4 に CDM 検討・承認組織と承認手続きに要する時間を示した。

図-1.4 タイにおける CDM 検討・承認組織等



ONEP : Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning

1.3.3 CDM 事業における「持続可能な発展」に関する判断基準

正式な発表は未だ無いが、タイ政府（天然資源環境省）は CDM 事業における「持続可能な発展」に関する判断基準を表-1.6 のように設定している。

表-1.6 タイ国の CDM 事業における「持続可能な発展」に関する判断基準

観点	事業の目的	判断基準
環境	- 環境の質を高め且つ GHG を減少させる事業を促進すること。 - 天然資源利用の抑制、例えば地下水や限定されているエネルギー資源等、を促進すること。 - CER 契約が終了した後もライフサイクルが完了するまで事業が継続すること。	- 環境の質の改善 - GHG 排出 - SO₂, NOx, PM10 等大気汚染物質 - 水質汚染 - 固形廃棄物 - 土壌汚濁 - 持続的生物多様性の確保に関わる計画を持っていること。 - 地下水使用節約計画を持っていること。 - 有限なエネルギー資源の利用の抑制 - 他の天然資源の持続的利用（現象、リサイクル、再活用等）の促進が図られていること。 - 環境影響の軽減が図られていること。 - CER 購入契約が終了しても撤収又は長期維持計画を持っていること。
社会	共同体間の係争を避け、国民一般が参加するという面が社会面での重要な要素であり、事業主体は地域と当局の両方から許可を得なければならない。	- 法と規則及び EIA 規則に沿っていること - 一般大衆に情報が行き渡っていること。 - 以下の面で共同体と便益が共有されていること。 - 健康衛生 - 児童教育 - 労働者の技術力向上 - 他の便益
経済	国家経済に反映される事業計画地での地域経済振興	長期にわたる雇用の創出

出典：国際セミナー「地球温暖化問題に対する運輸交通セクターにおける CDM 事業の促進に関わる調査—代替燃料としてのバイオディーゼルの利用」、2005 年 3 月 15 日

1.4 プロジェクト立案の背景

1.4.1 タイのバイオディーゼル開発計画

1) バイオディーゼル開発政策策定への経緯

エネルギーの多くを海外からの輸入に依存せざるを得ないタイでは 70 年代の石油危機以来様々な代替エネルギーの研究開発を熱心に行ってきた。90 年代には大量に生産され且つバイオフューエルの原料として適切な既存の国産原料であるパーム原油をそのまま利用して代替燃料とするバイオディーゼル研究開発が始まった。

2000 年 11 月、国王の命により「パーム油及びその他の植物によるバイオディーゼルプロジェクト委員会」が当時の科学技術環境省 (Ministry of Science, Technology and Environment : MOSTE) に設置され、国内外のバイオディーゼル製造技術、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。輸入エネルギーへの依存度の軽減、高い燃料価格が直接家計に影響する地方部において、特に農業機械用燃料として化石燃料を代替させること、地方部での燃料生産及び消費を進めることによって地方部での経済発展に寄与することが目的であった。しかし、パーム原油を直接ディーゼルに混合したものを「バイオディーゼル」としてディーゼルの代替燃料として使用した結果、試験導入段階で多数の車両に支障を来たし多くの問題・課題を残したまま、バイオディーゼルの導入・普及に歯止めがかかった。

しかし、その後もパーム油を原料とするバイオディーゼルの研究・開発は継続され、ヨーロッパ諸国でのバイオディーゼルの開発及び導入の知見・経験を得て、バイオディーゼル開発研究は本格的に再開されるに至った。エステル化技術によるパーム原油からバイオディーゼルを製造する研究開発の中心的役割を担ったのは、タイ海軍技術部である。タイ海軍とタイ石油の共同研究によってパーム原油をベースにタイでも適切なバイオディーゼを生産することが可能であることが実証されたことを踏まえ、再びパーム原油を原料とするバイオディーゼルは新再生エネルギー戦略策定の最も重要な対象エネルギーと看做されるようになった。

2004 年 6 月には新再生可能エネルギー戦略 (前述 1.2.5 (6)) の内閣承認、その後 9 月のバイオディーゼル会議、11 月の特別支援基金の閣議決定と、戦略策定及びその実施準備が急速に進んだ。2005 年 5 月にバイオディーゼル開発戦略が閣議決定され現在その実施に向けての規格設定他諸準備が整いつつある。また、2005 年 2 月には京都議定書が発効し、タイ国の DNA である天然資源環境省 (Ministry of Natural Resources and Environment : MONRE) に設置された、CCCU (Climatic Change Coordination Unit) においてバイオディーゼル製造事業を CDM 事業の対象とすることへの検討が開始された。

2005 年 8 月にはエネルギー省代替エネルギー開発・効率化局は、タイ石油、バンチャック石油、他と共同して「バイオディーゼルにより青空を取り戻そう」(Blue Sky with Bio-diesel) と銘打ち、バイオディーゼを 5% 混合したディーゼルのサービスステーションでの試験販売を開始した。このバイオディーゼルは廃食油を原料としたものであり、パツンタニ県、クロンルアンの日量 2,000 リットルプラントで製造されたものである。価格は市販の化石ディーゼル価格を若干下回るレベルに設定されている。

これらの試験的バイオディーゼルの販売は少量ながら既に始まっており、本格的な商業化への準備が着々と整いつつある。

2) バイオディーゼル開発戦略

2005 年 5 月に閣議決定されたバイオディーゼル開発戦略の骨子は以下のとおりである。

開発目標年：	2012 年
2003 年輕油消費量実績：	18.7 百万キロリットル（日量 51,000 キロリットル）
2012 年輕油消費量予測：	31.0 百万キロリットル（日量 85,000 キロリットル、年率 5.6%の伸び）
目標混合率：	全消費量の 10%
目標生産量：	3.10 百万キロリットル（日量 8,500 キロリットル）
所要 BDF プラント数：	26 基（BDF 製造プラント 1 基当たり日量 330 キロリットルと仮定）
所要パーム栽培面積：	98 万ヘクタール（既存栽培面積約 3 百万ヘクタール）
計画開発栽培面積：	45 万ヘクタール

タイ国バイオディーゼル開発戦略では 2012 年には年間 31 百万 KL（27.4 百万トン）の PME-BDF を生産することを目標としている。この生産量を達成するには年間 2.95 百万トンの CPO が必要となる。1 トンの CPO を生産するには 5.9 トンのオイルパームの房（Fresh Fruit Bunch: FFB）が必要であるので、年間 17.4 百万トンの FFB が必要となる。オイルパーム栽培面積 1 ヘクタール当たりの平均 FFB 収量は 17,700kg であるから、年間 31 百万 KL の PME-BDF を生産するには 980,000 ヘクタールの BDF 製造だけを目的としたオイルパーム栽培面積が必要になる。エネルギー省代替エネルギー開発・効率化局では、バイオディーゼル開発については以下の 3 種類のビジネスモデルを示し、民間企業の積極的参加を促進しようとしている。

- 1) モデル-1 BDF 製造プラントを既存のパーム搾油プラントに併設して操業する形態
- 2) モデル-2 BDF 製造プラントを完全に独立した企業が独立したプラントとして操業する形態
- 3) モデル-3 BDF 製造プラントをパーム栽培、パーム搾油事業と統合した形態
- 4) モデル-4 コミュニティーレベルでの小型 BDF 製造プラントを操業する形態

図-1.1 にはそれぞれのモデルのイメージを示した。

2012 年の目標 BDF 生産量を満たすにはモデル-2 が 26 基必要である。その所要資金総額は約 910 百万ドル（約 1,040 億円）と見積もることができる。タイ政府はこの開発計画を制度的、資金的に支援するために、BDF 開発を希望する民間企業に対して低利融資、助成措置、免税措置等政策支援を用意している。提案プロジェクトの事業形態はモデル-2 の独立型である。

図-1.1 BDF 製造プラントのモデル別イメージ

モデル	製造装置の例	概要
モデル 2		独立型：日量 100～300 トンのバイオディーゼル製造装置が中核の生産施設でパーム原油を原料とする。原油の供給元はパーム搾油業者となる。原料購入に関わる長期購買契約が必要となる。原油供給に関わる投資を必要としないため、初期投資額は比較的低い。（約 2500 万米ドル）

モデル3	  Palm Mill	複合一貫生産型：日量 300 トン以上のバイオディーゼル製造装置を核に、オイルパーム栽培事業及びパームオイル搾油事業を一つの事業体が行う。この場合原料の供給には不安が無いが投資額が巨大になる。 パーム農園の開発を同時に行う。 多様なパーム関連事業を一つの企業が操業することから利益構造が不透明になる可能性があり、CDM 事業として適切な事業形態であるかどうかは疑わしい。
モデル4		独立型：日量 2000 リットル程度のバイオディーゼル製造装置で地方の小都市で排出される廃食油を主な原料とする。地方部のコミュニティーが流通の範囲である。コストは数千万円。小規模 CDM 事業としても規模の面で困難。

出典：調査団

1.4.2 タイのオイルパーム栽培計画

1) オイルパーム栽培地分布

タイのオイルパーム栽培面積及びパーム油生産高は世界第4位であり 2003 年の栽培面積と年間生産量は、それぞれ 3.5 百万ヘクタール、80 万トンである。表-1.5 に示されるように、南部地域は現在のタイ全体のオイルパーム栽培面積の 96%を占めており、スラタニ県、クラビ県、チュンボン県の3県合計だけで 80%を占めている。図-1.2 に南部地域を示す。

この南部地域が降雨量、日照時間等の気候条件、土壌、地形等がオイルパームの栽培に適しているだけでなく、古くからプランテーション作物交易の中心地であったことがその背景にある。中でもスラタニ県スラタニ市はプランテーション作物交易の中心地でタイ国全体のパームオイル取引量の約 80%がスラタニで扱われている。表-1.6 の 1999-2003 年のパームオイル生産推移に示されるとおり、同 5 カ年では、面積（平均年間増減率 11.2%）、FFB 生産量（同 14.3%）、CPO 生産量（同 24.2%）とも拡大を続けている。しかし、栽培面積と生産量の増加とはうらはらにオイルパーム農家の収入状況を示す FFB 価格は同 0.4%、パームオイル搾油業者の収益性を示す CPO 市場価格は同-3.3%と相対的に悪化している。

表-1.5 オイルパーム栽培地の地理的分布

県	栽培面積		生産面積		占有率 %
	000 ライ	000 ha	000 ライ	000 ha	
Krabi	766	1226	550	880	32
Suratthani	570	912	466	745	27
Chumporn	416	665	353	564	20
Satun	101	162	78	125	5
Trang	70	112	57	91	3
Prachaukirikhan	63	100	50	80	3
Phangnga	49	79	39	63	2
Nakorn Sithammarat	31	50	25	40	2
Ranong	18	29	14	23	1
Songkhla	17	27	13	21	1
Narathiwat	10	17	7	11	1
Yala	1	1	1	1	0
Southern Region	2,112	3,380	1,653	2,644	96
Chonburi	53	85	42	68	2
Trat	11	18	9	15	1
Rayong	8	13	6	10	1
Others	5	7	4	6	0
Total	2,188	3,502	1,715	2,744	100

出典：オイルパーム（タイ語） 10 ページ、2004 年

2) オイルパーム栽培

パームオイルは熱帯植物であるオイルパームの果実から得られる食用油である。オイルパームにはアフリカ原産のアフリカ・オイル・パーム (*Elaeis Guineensis*) と中米、南米原産のアメリカ・オイル・パーム (*Elaeis Oleifera*) の2種類が存在し、タイではコスタリカ産及びパプアニューギニア産のアメリカ・オイル・パームが栽培されている。(写真-1 参照) オイルパームの実には赤く、10 40kg の房に多数の親指大の実をつける。この房を Fresh Fruit Bunch (FFB) と称する。(写真-2 参照) 実の中には一つの種 (Palm Kernel) があり、その種を油分を豊富に含んだ果肉が包んでいる。約 100kg の FFB から 22kg のパーム油 (Crude Palm Oil) と 1.6kg のパーム核油 (Palm Kernel Oil) を得ることが出来る。オイルパームは種苗から約 3 年で商業生産レベルに成長し、商業的樹齢は 25 年から 30 年で 1 サイクルとされている。樹齢が若い時期には月に 2 回収穫し、樹齢を経ると月に 1 回の収穫となる。一回の収穫でオイルパーム樹一本から約 60kg の FFB を収穫する。1 ヘクタール当たり約 250 本が栽培され栽培と収穫には約 50 人の農業労働者を必要とする。

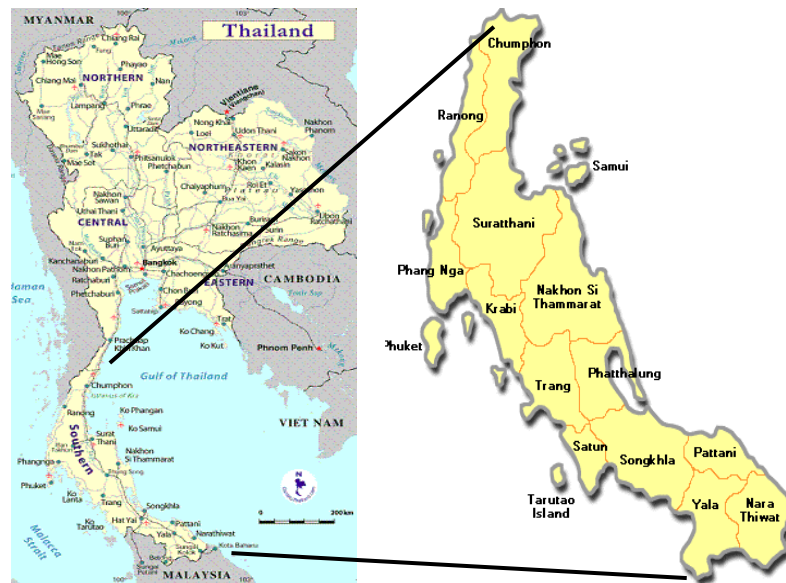
写真-1 スラタニ県のオイルパーム園



写真-2 Fresh Fruit Bunch



図-1.2 タイ南部地域



南部地域のオイルパーム園全体の約 80%は自作農であり、1 農家当たりの平均栽培面積は 15.6 ライ(2.5 ヘクタール)である。1 ライ当たりの平均年間収量は 2 トン(1 ヘクタール当たり約 18.75 トン)である。現在約 1.4 百万農家がオイルパーム栽培に携わっており、その年間平均収入は約 18 万バーツ(約 4,500 米ドル)とされている。

2) パームオイル搾油工場

タイ全国に約 40 のパームオイル搾油工場が操業している。年間のパームオイル生産量は約 80 万トンであるから、平均日量 60 トン生産していることになる。パームオイル搾油工場の施設生産量は日量で 100～200 トンであり、一つの工場で約 100 人が雇用されている。パームオイルの生産工程の概略を図-1.3 に示す。インタビュー調査では生産設備が過剰で、パームオイル搾油工場の生産量は設計生産能力の約 40%にしか達していないとのことである。このことは約 2.0 百万トンのパームオイル搾油設備能力があるということになる。BDF 開発戦略が実施に移るとしてもオイルパーム栽培面積及びパームオイル搾油能力の増強がすぐさま必要にはならず、既存栽培面積と既存搾油能力を活用することにより相当の BDF を製造することは可能と考えられる。

表-1.5 に示されるように、2003 年のタイのオイルパーム栽培面積は全体で約 3.50 百万ヘクタール、生産地面積は約 2.70 百万ヘクタールである。このことから、バイオディーゼル開発戦略の 2012 年の目標生産量を達成するには、生産面積の約 36%を BDF 製造用に振り向ける必要があるが、農業省ではバイオディーゼル開発戦略の実施に際しては 450,000 ヘクタールの新規栽培地開発が必要としている。農業省ではこの新規オイルパーム栽培地開発を既存作目(ゴム、ドリアン他果樹等)の転作によって対応することを計画しており、既存のオイルパーム栽培中心地域である南部地域(全体栽培面積の 80%が南部地域のスラタニ県とクラビ県に集中している)だけでなく、東部 6 県(トラン、パンガー、チュンボン、ラン、チャンタブリ、トラン)を中心に栽培面積拡大を計画している。

図-1.3 パームオイル搾油工程概略

前工程	
パームオイル工場近隣のオイルパーム農園からトラックで FFB が運び込まれる。	
運び込まれた FFB は半円形の鉄製の荷台を持つトロッコに投入され、トロッコごと水平の蒸気蒸釜にワイヤーで引きずり込まれ、約 130℃ で 90 分蒸される。この工程を終えたトロッコは蒸釜からワイヤーで引きずりだされる。トロッコごと横転させてプラントの FFB 受けホッパーに FFB を投入する。FFB はスクリーコンベアで FFB バンチホッパーに投入される。	
高温で蒸された FFB は回転するバンチホッパーの中で連続してたたきつけられ、房と実が分離する。実が取れた Empty Fruit Bunch (EFB)はプラントの外にコンベヤーで運び出され、乾燥・粉碎後ボイラーの熱源として用いられる。	
搾油工程	
分離された実は分離機 (Digester) で粉碎され、粉碎された実はスクリーウ圧搾機 (時間 6 トン) に投入され、油分と果肉のカスとに分離される。分離された油は遠心分離機によって水分、砂、不純物が取り除かれる。分離された果肉の繊維カスにはオイルパームの種 (palm kernel) が残っている。この状態をフルーツケーキと称する。フルーツケーキはスクリーンで分解され、乾燥させた上でブローワーによって繊維分と種とに分離される。	
分離された種は、種粉碎機に投入され粉碎された後、クレイバスセパレータと称する比重による分離機にかけられ粉碎された殻と種から取れる油に完全に分離する。	
油はスクリーンにかけられてパーム・カーネル・オイルとして貯蔵され、搬出される。	

粉砕された殻は、乾燥後ボイラーの熱源として利用される。	
廃液処理工程	

表-1.6 タイのパームオイル生産推移

	Description	Unit	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Ave.
1	Plantation Area								
	In Million Rai	Million Rai	1.28	1.41	1.58	1.64	1.96	2.18	
	In '000 hectare	000 ha.	2,048	2,256	2,528	2,624	3,136	3,488	
	Annual Growth	%	-	10.2	12.1	3.8	19.5	11.2	11.3
2	Yielded Area								
	In Million Rai	Million Rai	1.13	1.25	1.32	1.46	1.64	1.71	
	In '000 hectare	000 ha.	1,808	2,000	2,112	2,336	2,624	2,736	
	Annual Growth	%	-	10.6	5.6	10.6	12.3	4.3	8.7
3	Fresh Fruit Bunch Output	Million ton	2.46	3.51	3.30	4.09	4.00	4.53	
	Annual Growth	%	-	42.7	-6.0	23.9	-2.2	13.3	14.3
4	Average Output per Rai	kg	2,185	2,818	2,500	2,807	2,434	2,650	
5	Average Output per Ha	kg	1,366	1,761	1,563	1,754	1,521	1,656	
	Annual Growth	%	-	29.0	-11.3	12.3	-13.3	8.9	5.1
6	Ave. Operation Cost per Rai	Baht	4,151	4,283	4,049	4,186	4,170	4,150	
7	Ave. Operation cost per Ha	Baht	2,594	2,677	2,531	2,616	2,606	2,594	
	Annual Growth	%	-	3.2	-5.5	3.4	-0.4	-0.5	0.0
8	Ave. Operation Cost per FFB	Baht per kg	1.90	1.52	1.62	1.49	1.71	1.57	
	Annual Growth	%	-	-20.0	6.6	-8.0	14.8	-8.2	-3.0
9	CPO Output	000 Ton	352	707	579	780	704	798	
	Annual Growth	%	-	100.9	-18.1	34.7	-9.7	13.4	24.2
10	CPO domestic Consumption	000 Ton	384	536	582	668	640	684	
	Annual Growth	%	-	39.6	8.6	14.8	-4.2	6.9	13.1
11	CPO Export	000 Ton		171		112	64	114	
12	CPO Import	000 Ton	11		16	24	26	49	
13	Average Price								
	Fresh Fruit Bunch	Baht per kg	3.37	2.21	1.65	1.22	2.41	2.17	2.17
	Annual Change	%		-34.4	-25.3	-26.1	97.5	-10.0	0.4
	CPO Bangkok	Baht per kg	26.47	18.99	12.92	10.86	16.03	17.96	17.21
	Annual Change	%		-28.3	-32.0	-15.9	47.6	12.0	-3.3
	CPO Malaysia	Baht per kg	25.09	14.25	10.49	10.8	15.48	17.34	15.58
	Annual Change	%		-43.2	-26.4	3.0	43.3	12.0	-2.3

出典： 農業省、オイルパーム技術報告書（タイ語） 12 ページ、2004 年 8 月

注： 1 ライは 1.6 ヘクタールに相当

このことから BDF 生産が拡大して原料供給確保を目的とするオイルパーム栽培地の拡大が必要となったとしても、既存森林の伐採等自然環境破壊にはつながらない。又、オイルパーム栽培地の拡大については、ゴム、果樹等からオイルパーム栽培へ転作を進める農家に対しては SPV（予算総額約 9 億ドル）を当てるとしている。

1.4.3 タイのバイオディーゼル事情

新再生可能エネルギー開発戦略の中核を担う BDF は、以下の複合的な社会・経済効果がもたらされるものと期待されている。

- 1) 輸入エネルギー依存度の軽減及び輸入代金の節約
- 2) 地方部農業セクターでの農家収入安定と向上
- 3) 大気汚染と地球温暖化防止への貢献
- 4) 地方部における付加価値の創出
- 5) 地方部における就業機会の創出

2004 年初頭から急速にその体制を整え、1 年後の 2005 年 5 月には閣議決定に至ったバイオディーゼル開発戦略は、2005 年初頭から始まった原油価格の高騰とその高値安定に後押しされる形で早急な実現が心待ちにされている状況にある。しかし、同政策の実施にはいくつかの未解決の課題が残されており、2005 年 10 月現在、未だ民間企業による BDF 製造プラント設立の具体的な動きは無い。そのようななかであって、提案事業の実施に向けた動きはパイロット事業としての役割を帯びてきている。

1.5 提案プロジェクトの持続可能な開発への貢献・技術移転出来る点

1.5.1 タイの持続可能な開発への貢献

タイにおいては、増大するエネルギー需要の多くを海外エネルギーの輸入に頼らざるを得ないという経済構造の中であって、陸上交通機関用の石油製品消費量の 70%を占めるディーゼル燃料は常に重要なエネルギー種別と看做されてきている。経済を支える貨物のトラック輸送、大多数の庶民の足であるバンコックや地方都市の公共バス機関、地方経済を支える農業機械、海岸地方の沿岸漁船の燃料等は全てディーゼルであるからである。

この量的にも経済的にも最も影響の高いディーゼル燃料をバイオマス由来燃料であるバイオディーゼルに代替することは、国のエネルギー安全保障、農家の安定収入、大気汚染防止、地方経済振興と様々な面で社会経済に貢献することが認められている。タイは提案事業を実行することにより以下のメリットを享受することが可能になると考えられる。

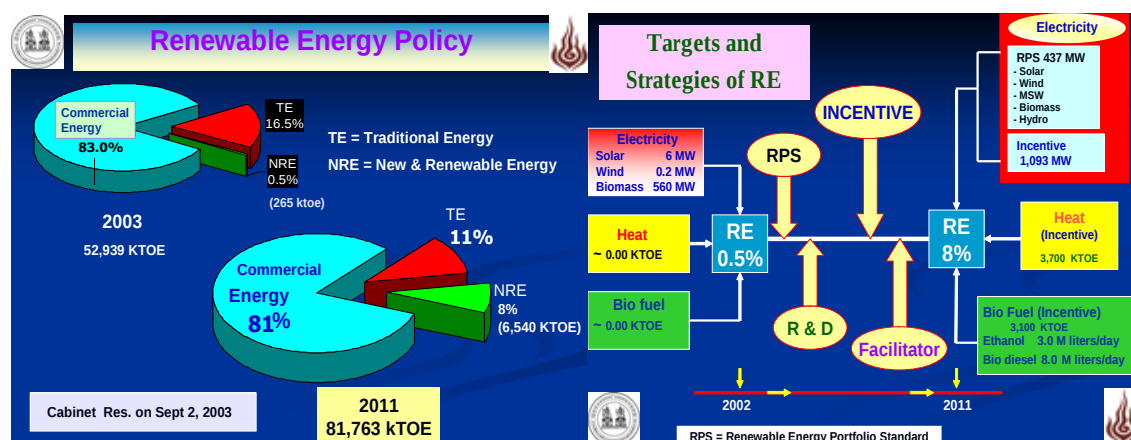
- 地方部農民の安定した所得向上の保証

オイルパームは特に南部地域の地方部の農民にとって主要な換金作物であり、重要な作目である。PME-BDF の原料であるオイルパームの安定した買い付けは、安定的な国内市場を形成するだけでなく、安定した所得源、就業機会の源となる。パーム搾油事業者の安定した収益は確固とした金融基盤を形成することから、生産施設の拡大や品質向上に要する資金需要に対する融資が容易になり、その実現が可能となるだけでなく、地方部において最も望まれている付加価値の高い経済活動の実現が可能となる。

- 新再生エネルギー利用促進による輸入エネルギー削減

天然ガス生産が増加しているとはいえ、2004 年のエネルギー需要の 83%は依然として輸入原油に強く依存している。タイの原油輸入は約 80 万バレル/日（年 49 百万トン）で、これは全原油消費量の約 90%に相当する。最近の原油価格の高値安定は、輸入エネルギー依存度低減を進め、エネルギー安全保障を高めようとするタイ政府にとって極めて深刻な問題となっている。PME-BDF の製造・使用を進める提案事業の実行は、取りも直さず国産再生エネルギーの活用であって、輸入エネルギー依存度の低減だけではなくエネルギーの安定供給をもたらすことになる。図-1.2 にタイ政府の再生エネルギー開発政策を図示する。提案事業は、この政策と合致し、重要な一部を形成するものである。

図-1.2 タイ政府の再生エネルギー開発政策



出典： DEDE, 2003

- 首都圏の大気汚染改善

バンコックは主に急激な車両数の増加、激しい交通渋滞により世界で最も大気汚染の激しい都市の一つとされている。大気性状の劣化により多くの住民は呼吸器系疾患に見舞われてもいる。大気性状の劣化は浮遊粒状物質（PM）の含有レベルによって計測することが出来るが、バンコックのPMレベルは同規模の都市の国際水準より高い。PMレベルの低下に対する緊急で経済効率の高い方法が、特にバスからのディーゼル排気ガス性状改善に求められている。バンコック首都圏だけで約16,600台のバスが運行しているが、その殆どが中古ディーゼルエンジンを搭載しており、バンコックの大気汚染の元凶と考えられている。PME-BDFのようなバイオディーゼルは排気ガス中のPMレベル、炭化水素、一酸化炭素等を低下させる効果のあることが知られている（米国エネルギー省、バイオディーゼル・ハンドブック、2004年）。2004年に（社）海外運輸協力協会が実施したシャーシダイナモテストによる排気ガス性状試験において、国産化石ディーゼルにバイオディーゼル（パームオイル及びココナツオイルを原料とする2種類のバイオディーゼルが試験された）を混合すれば、排気ガスから相当量の大気汚染物質が除去できることが確認されている。

- 地方部農民の所得安定及び就業機会の創出

提案事業の実施は、原料栽培レベルから原料輸送・製造・流通レベルの各レベルにおいて就業機会を創出する。

これらはタイ政府が設定している CDM 事業における「持続可能な発展」に関するクライテリア（前述）に合致するものである。

表-1.6 に示されているように現在の原油価格が 2012 年においても変化が無いとすると、ディーゼル消費量の 10%をバイオディーゼルで賄うとすると、原油の輸入代金としての約 10 億ドル（1,100 億円）の輸入エネルギーの節約となるだけでなく、約 17 億ドルの国内生産を生み、その価値が地方部へあまねく行き渡るといふ経済効果を期待することが出来る。

表-1.6 国家バイオディーゼル開発戦略の経済的效果

項 目	数量	単位	単価	効果
ディーゼル消費量予測	31	百万キロリットル/年		
ディーゼル消費量予測	183	百万バーレル/年		
原油換算消費量予測	164	百万バーレル/年		
原油輸入額予測 ¹	9,840	百万ドル/年	US\$60/バーレル	
原油輸入額の 10%	984	百万ドル		節約
BDF 生産量(B10)	3.1	百万キロリットル/年		生産
BDF 生産額	1,705	百万ドル/年	US\$0.55/リットル	生産額
オイルパーム栽培地	980,000	ヘクタール		
所要 FFB ²	2.7	百万トン/年		
FFB 生産額	164	百万ドル/年	US\$0.083/kg	生産額
ヘクタール当たり	227	ドル/年		
1 農家当たり面積	8	ヘクタール		所得額
1 農家当たり所得	1,816	ドル/年		所得額

注：

1）原油輸入価格を 2005 年 10 月の国際市場価格の US\$60/バーレルと仮定した。

2）Fresh Fruit Bunch、パームの実が付く房。この重量の平均 17%が CPO 重量となる。

出典：調査団

1.5.2 技術移転

2005 年 10 月現在タイには商業生産規模のバイオディーゼル製造事業者は存在せず、日量 2,000 リットル程度の廃食油を原料とした実験的製造装置か自己消費用の製造装置しか存在していない。アジア地域が世界最大の生産高を誇る、パームオイル又はココナツオイルを原料とし、メチルエステル化技術を利用してバイオディーゼルの商業レベルで製造している企業は今のところアジアではフィリピンにしか存在しない。

ヨーロッパでのバイオディーゼル消費量は既に年間約 2.5 百万キロリットルに達しており、製造プラントも主要ディーゼル消費各国に存在している。しかし、これらヨーロッパでのバイオディーゼルは殆ど菜種油又はひまわり油から製造されていること、人件費の高いヨーロッパでの製造プラントであるため、出来るだけ無人化されておりコンピューターが多用されている。そのため極めて高価なものとなっている。このことからヨーロッパの設計思想をそのままアジアには適応できない状況にある。

提案事業においては、ココナツを原料とした商業生産レベルのバイオディーゼル製造事業に経験と知見の深いフィリピン企業のプラント操業に対する考え方と、本邦エンジニアリング企業の海外における同種プラントエンジニアリングの知見を融合したプラントの設計を行っている。

第二章 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

提案するプロジェクトはタイ国において伝統的に栽培されてきているパーム椰子から取れるパーム原油 (Crude Palm Oil, CPO)を原料とし、メタノールとのエステル化反応によりバイオディーゼルを生産するものである。

1) バイオディーゼルプラント建設予定地

本プロジェクトにおけるバイオディーゼル製造プラント（以下BDFプラントと称す）の建設予定地は、バンコック東南部のバンパコン（Bangpakong）にあるパーム原油荷揚げ港の隣地である。建設予定地を図-2.1に示す。

2) BDF生産計画

提案するプラントの生産能力及び概要を表-2.1に纏めた。

表-2.1 パームを原料とするBDF生産計画

主要項目	数量	単位	留意点
主要生産品目			BDF-PME ^{*1}
副生産品			粗グリセリン ^{*2}
BDF生産能力（日量）	300	トン/日	BDF-PME
年間稼働日数	330	日/年	
BDF年間生産能力	100,000	トン/年	
BDF生産能力（日量）	350	KL/日	比重：0.862
BDF年間生産能力	115,600	KL/年	
グリセリン年間生産能力	8,000	トン/年	BDF重量の8%相当
原料所要量	124,000	トン/年	原料重量の80%が製品

注：

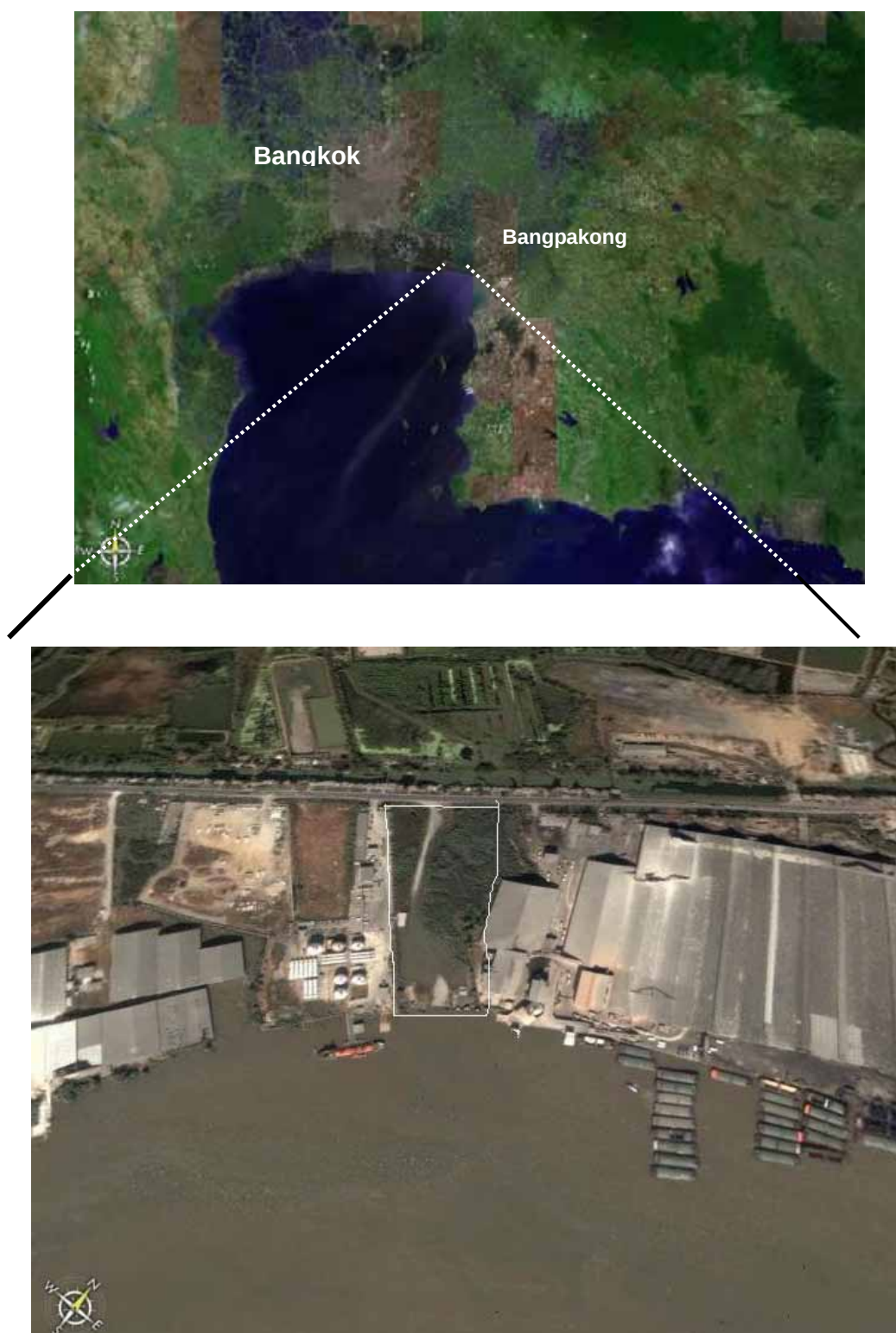
- 1) 本プロジェクトで生産される製品はディーゼルオイルの代替品として使用可能に加工したパーム・メチル・エステルである。これをPME-BDFと称する。
- 2) 副産物としてグリセリンが生産されるが、この加工は粗グリセリンの段階にとどめる。

日量300トンのPME-BDF製造プラントの操業に要する原料（CPO）は年間約124,000トンであるが、これはオイルパームの集荷時の形態であるFresh Fruit Bunch (FFB)の重量で約730,000トンに相当する。表-2.2にCPOとオイルパーム栽培面積の関係を示す。

表-2.2 オイルパーム栽培面積とCPO生産量の関係

項目	量	単位	注
原料所要量	124,000	トン/年	CPO重量
FFB所要量	729,400	トン/年	FFB重量
1ヘクタール当たりのFFB年間生産量	17,700	Kg/年	
パーム椰子栽培所要面積	41,200	ヘクタール	
1ヘクタール当たりのBDF生産量	2.4	トン/ヘクタール	

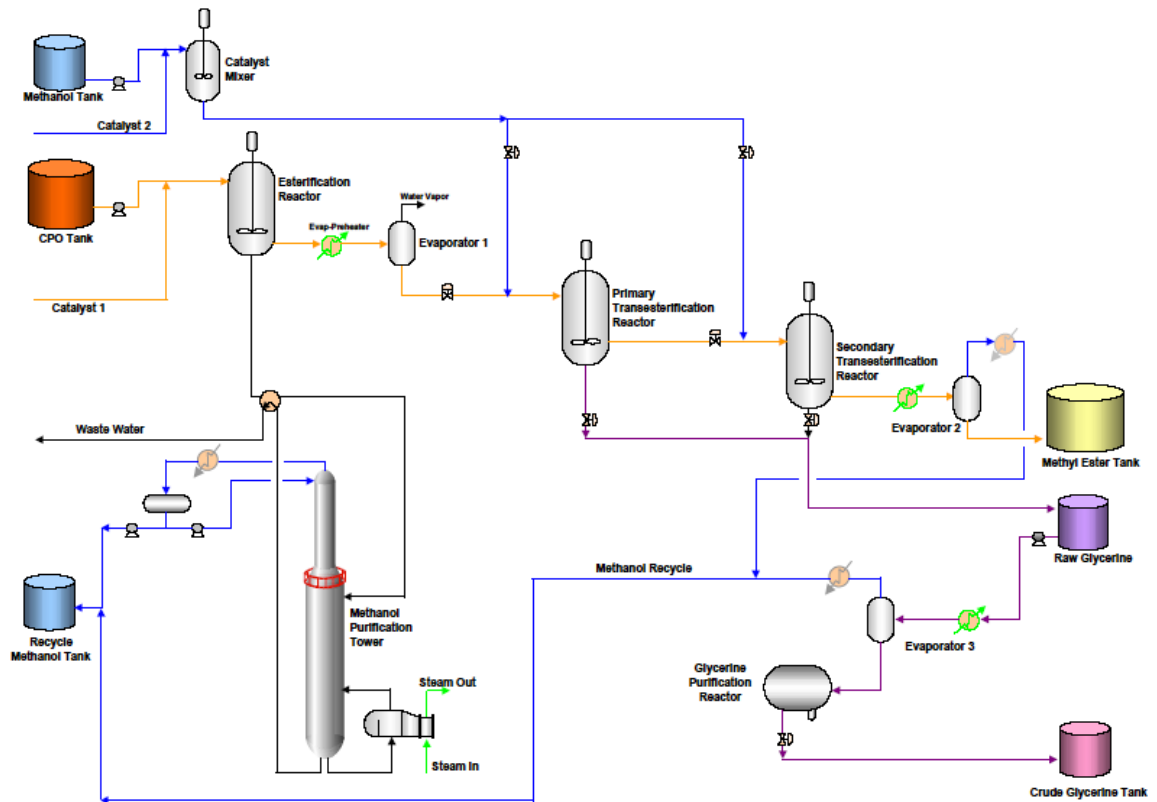
図-2.1 プラント建設計画地位置図



3) PME (バイオディーゼル) 製造プロセスフローチャート

図-2.2 に本プロジェクトでのバイオディーゼル製造プロセスをフロー図で示した。

図-2.2 バイオディーゼル製造プロセスフロー図



4) BDFプラント設備諸元

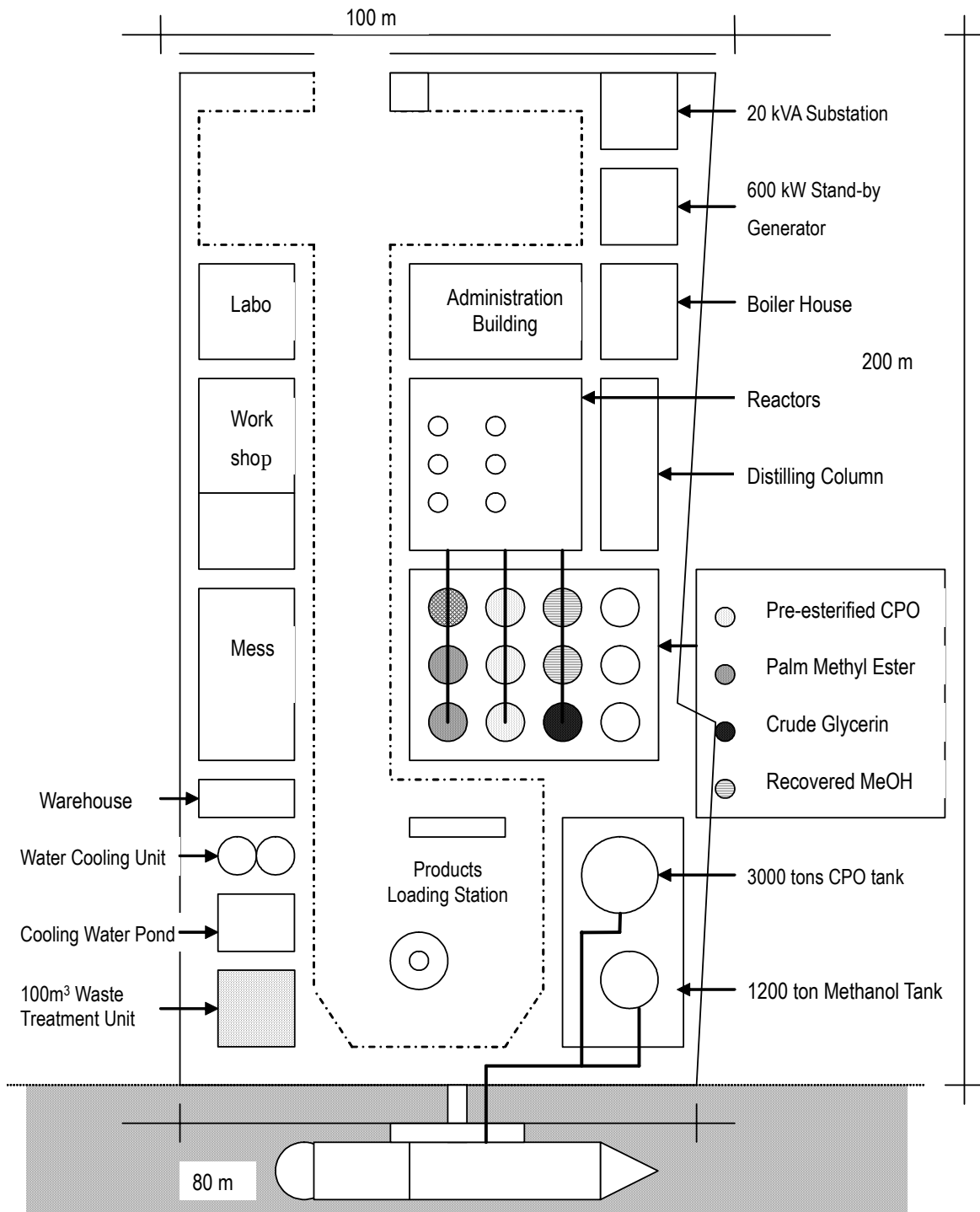
図-2.2 にプラントの一般配置を示す。BDFプラントを構成する主要機材を表-2.3 にまとめた。

表-2.3 BDFプラント構成主要設備

主要設備	留意点
CPO原油受け入れタンク	3,000 トン
触媒等保管設備	2 ヶ月分
エステル化変換設備	各種反応釜 5 基
グリセリン精製設備	1 基
製品貯蔵設備	1,000 トン、3 基
出荷設備	タンカー用、ローリー用
運転管理設備	事務所施設含む
保守管理設備	ワークショップ含む
電源設備	500kW 非常用発電機
給水設備	10 トン高架 FRP 水槽
廃水処理施設	工業廃水基準に準拠

出典：調査団

図-2.2 BDF プラント一般配置図



5) 原料輸送計画

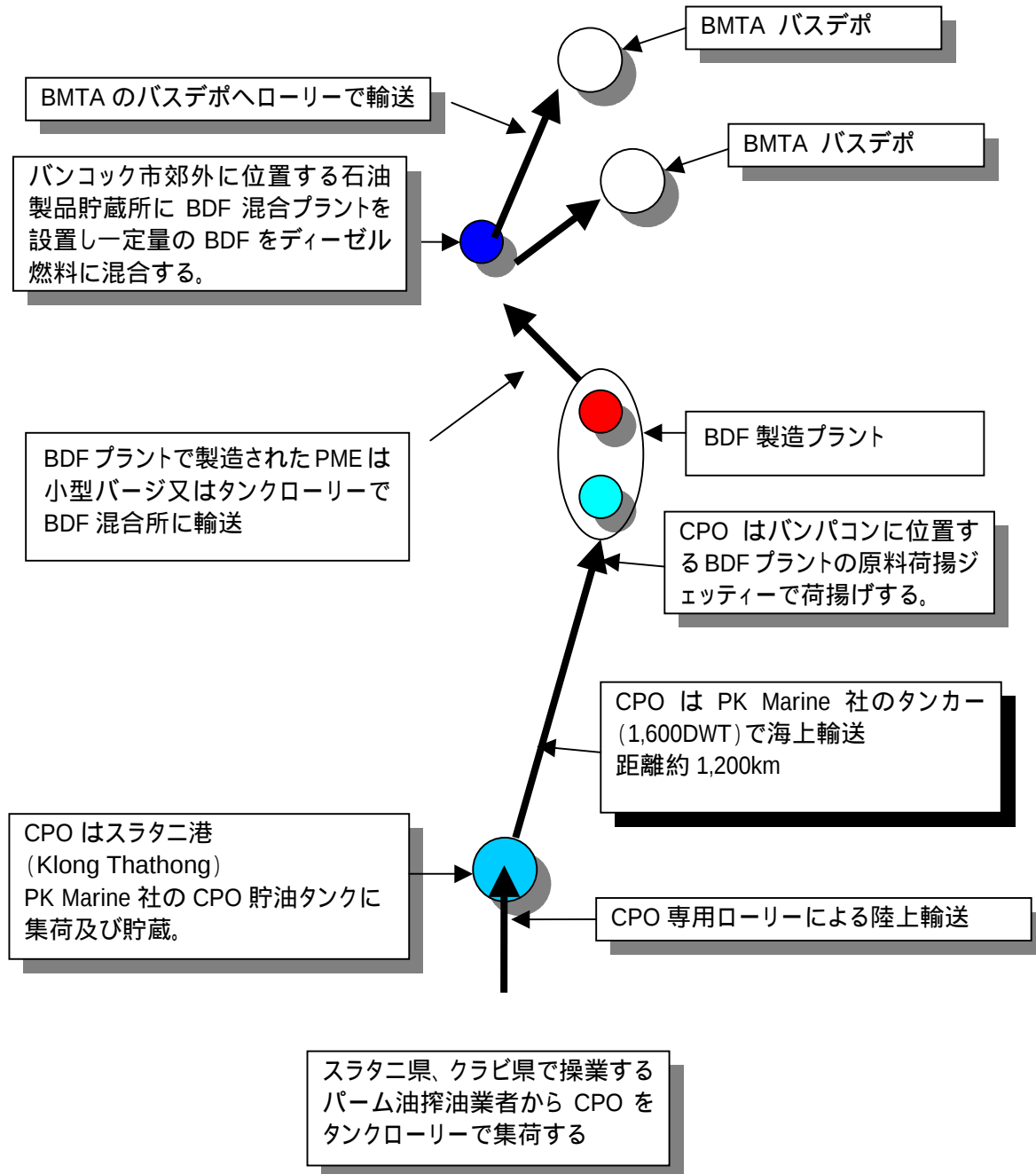
パームオイル生産の中心地は南部地域のクラビ県と、その積み出し港が存在するスラタニ県である。スラタニ県の中心であるスラタニ市を縦貫する河川の河口部に PK マリーントレード社が運営管理する CP0 積出港が存在する。同 CP0 積出港には 28 基、貯蔵能力約 75,000 トンの CP0 専用貯蔵タンクが整備されている。本プロジェクトにおいては、クラビ県、スラタニ県等のオイルパーム主産地で操業する約 48 のパームオイル搾油工場から原料の供給を受け、原料を一旦当該スラタニの PK マリーントレードが所有する CP0 貯蔵タンクに集荷した後、2000 トンから 3000 トン級の液体タンカーで、バンコックに海上輸送する計画である。

バンコック市南東に位置するバンパコンには、同じく P K マリーントレード社が運営管理する CP0 集積地が存在し、5 基、貯蔵能力計約 25,000 トンの CP0 専用貯蔵タンクが整備されている。スラタニから海上輸送された CP0 はここで荷揚げされ一旦 P K マリーントレード社の CP0 タンクに貯蔵される。CP0 輸送の効率化を図ることを主な目的として、このバンパコンの C P O タンク群の隣接地に BDF プラントを建設する計画を立てた。CP0 タンクに荷揚げされた CP0 は、計画する BDF プラントの CP0 受け入れタンクにタンクローリー又はパイプラインで搬入する計画である。図-2.3 に原料栽培から製品流通までの経路を地図上に示す。図-2.4 には輸送経路の概念図を示した。

図-2.3 原料栽培から製品流通までの経路図



図-2.4 原料・製品輸送計画概念図



6) 製品需要予想

タイ国エネルギー省が中心となって、2012 年を目標にディーゼルオイルの年間消費量の 10%に相当する量を主に CPO を原料とするバイオディーゼルに代替するというタイ・バイオディーゼル開発計画が策定され、2005 年 2 月に同政策は閣議決定された。この計画によると 2012 年での年

間ディーゼル総消費量は日量 85 百万リットル（年間 31 百万キロリットル）とされており、この 10%である日量 8.5 百万リットルのバイオディーゼル製造・流通を開発目標と定めている。この目標は即ち、本プロジェクトで計画する日量 300 トンの B D F プラントとの同種・同規模のプラントを全国に約 27 基建設するということに他ならない。本プロジェクトはこの BDF プラント整備計画の最初のプラントになることが想定されている。タイにおけるエネルギー需要の特徴は交通機関用のディーゼルオイルの占める割合が極めて高いということ、更にその消費量が地理的にバンコック周辺に偏在しているという点にある。

（１）流通価格

タイ政府の再生エネルギー戦略において、代替エネルギーは同等の化石燃料の流通価格と同じか、それを下回ることにより市場原理で需要が形成され、商品が流通されることを想定している。最近の原油価格の値上がりにより、ディーゼルの市場価格は一年前（2004 年）と比べてもかなり高くなったが、その価格構成にも大きな変化がある。

（２）価格構成

2004 年 6 月のディーゼル(High Speed Diesel, 硫黄分 0.05%)の価格は 14.85 バーツ/リットルであったが、これには 5.38 バーツ/リットルの政府補助金がついての価格であった。それ故実勢価格は 20.23 バーツ/リットルということになる。2007 年 7 月の同価格は 1 年で 13%上昇し、22.99 バーツ/リットルとなった。更に原油の高騰を受けて、3 ヶ月後の同年 9 月には更に 5%値上がりして 24.19 バーツ/リットルとなっている。2005 年 7 月には政府補助金は撤廃されている。ディーゼルの流通価格構成は表-2.4 とおりである。

表-2.4 ディーゼルの流通価格

単位： バーツ/リットル

2005 年 7 月				
製油所出荷価格	内国消費税	地方税	石油基金	省エネ基金
18.4125	1.3050	0.13050	0.5000	0.0400
卸売価格	付加価値税	流通コスト	付加価値税	小売価格
20.3880	1.4272	1.0980	0.0769	22.990
2005 年 9 月				
製油所出荷価格	内国消費税	地方税	石油基金	省エネ基金
20.3691	1.3050	0.13050	0.5000	0.0400
卸売価格	付加価値税	流通コスト	付加価値税	小売価格
22.3446	1.5641	0.2629	0.0184	24.190
小売価格計算式				
製油所出荷価格	内国消費税	地方税	石油基金	省エネ基金
A	B=A*7%	C=A*0.7%	D=0.5000	E=0.0400
卸売価格	付加価値税	流通コスト	付加価値税	小売価格
F=(A+E)	G=F*7%	H=(F+G)*5%	I=H*0.3%	J=G+H+I

出典：EPPO

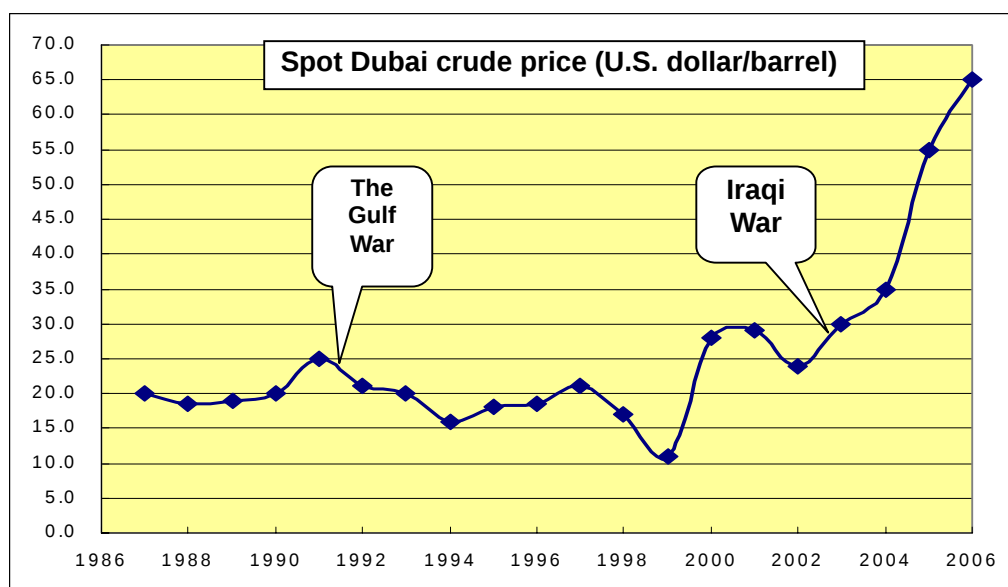
バイオディーゼルの製品価格は、上記の表に示される製油所出荷価格と同等かそれ以下に抑えるという条件を満たさねばならないとされている。提案プロジェクトでは BDF 価格をディーゼルのポンプ価格と同等とし、且つ 2006 年 2 月の平均ポンプ価格である 24.65 バーツ/リットル、更にプラント搬出価格を 22.00 バーツ/リットルを財務分析に用いる数値として採用した。

（３）原油価格

1985 年から 2000 年までの 15 年間は原油価格が比較的安定しバーレル当たり 15～20 米ドルで

推移していたが、2000 年以降、特に 2004 年から原油価格は上昇を続け 2005 年に入っては歴史的な高値の更新を続けている。2005 年 10 月現在ではバーレル当たり 60 米ドル台を維持し、このまま高値で安定するという予測が高い。最近の原油高は過去見られたような中近東地域での戦争状況や不安定要素、北海油田等の新規原油供給力の出現という供給側での事情によるものではなく、中国、インド等の底堅い実需が年々増加してきているという市場原理が支配的な要因になってきているからである。国際的な新興巨大原油市場の本格的出現により今後とも原油価格は高いレベルで維持されるとの予測が強い。このことは現在の石油製品流通価格が今後とも続くであろうということを強く示唆している。図-2.5 に過去 20 年の原油価格変動の歴史を示す。

図-2.5 原油価格の推移



出典： Oil Market Intelligence

原油の備蓄量に限りのあるタイにおいては、アジア諸国のどの国においても同様であるが、原油の値上がりを経を置かず、製品価格に転換せざるを得ず、2005 年に入ってから急速な原油価格の値上がりは、既に政府補助金による石油製品価格安定の限度を超えており、アジア諸国政府では石油製品価格安定を目的とした補助金は相次いで撤廃され、タイにおいてもこの限りではない。

7) 製品流通計画

タイ国においてのバイオディーゼル製造の研究は既に 10 年におよぶが、適切なバイオディーゼルの製造が可能になったのは昨年（2004 年）であり、北部のチェンマイにおいて廃食油を原料とするバイオディーゼルの販売が小規模ながら始まったばかりである。このことからバイオディーゼルの使用について利用者・潜在需要者への利用促進及び浸透はこれからという状況にある。このような状況下において、日量 300 トンのバイオディーゼルの準備もなしに一般的なサービスステーションで販売を開始することは極めて危険である。原料供給から製品販売までの一貫体制が十分整い、且つ相当量の製品が BDF 製造業者側で充分整った上でないと、一般消費者向けにサービスステーションで販売を開始することは避けるべきである。

体制準備期間としての最初の段階では、組織的に整った大口需要家にその販路を限定すべきである。この大口ディーゼル需要家としてその候補に挙げることが出来るのはバンコックバス公社（Bangkok Metropolitan Transport Authority: BMTA）である。BMTA が直接運営する大型公

共バスは約 3,600 台、BMTA が管理する私企業所有のバスは約 11,400 台であり、合計 15,000 台のバスがバンコック市の市民の足を担っている。表-2.5 は B M T A 管轄下のバス運行に要するディーゼル消費量の推計である。

バイオディーゼルは一般にディーゼルオイルに一定量混合して用いる。サービスステーションに持ち込む際に既に精油所で混合した物を流通するか、BDF100% (B100 と称する) の燃料供給ポンプを設けて需要者が個々の判断で混合量を決定し燃料供給の時点で混合する。流通の対象を大型需要家に限定した場合、例えばバス公社等を流通の対象とする場合にはバスデポットに一定量の割合で B D F を混合したバイオディーゼルのバスデポットに備え付けの燃料貯蔵タンクに納めるということが最も簡単な方法である。

表-2.5 バンコックの公共バスシステムによるディーゼル消費量推計

項目	数量	単位
BMTA (直営バス)	3,600	台
BMTA (フランチャイズ私営バス)	11,400	台
バス台数合計	15,000	台
日間平均走行距離	250	Km/バス/日
平均燃料消費量 (距離)	2.12	Km/リットル/バス
平均燃料消費量 (量)	118	リットル/日/バス
日間燃料総消費量	1,770	KL/日
年間燃料総消費量	637,200	KL/年
バイオディーゼル混合比	20	%
日間バイオディーゼル所要量	354	KL

出典： 調査団

この表が示すように B M T A を流通販売の対象と限定する場合、PME-BDF のディーゼルオイルとの混合比を 20% とすると、本プロジェクトで計画する日量生産量とほぼ同一となる。

2003 年の年間ディーゼル消費量は約 18 百万 KL であった。バンコック首都圏近辺でのディーゼル消費量が全国での消費量の 40% を占めると仮定するとバンコック首都圏での年間消費量は約 7 百万 KL と考えられる。バンコックの公共バス全体(15,000 台)が消費するディーゼルは上の表から年間約 60 万 KL であるから、バンコック全体での消費量の約 10% は公共バスによるものと推定できる。開業当初は限定された生産量及び原料確保等の問題もあり、直ぐに既存ガソリンステーションでの販売は避けるべきであり、当初は大口顧客に安定的に BDF を供給することから事業を開始すべきである。その際の最初の大口業務顧客を BMTA とする。

提案プロジェクトから生産される BDF についてはタイ石油がバイオディーゼル 100% をバイオディーゼル製造会社から長期契約により購入し流通を行うことが合意されている。タイ石油の主力製油所はバンコック南方 100km のシラチャにある。この製油所からバンコック市東北部にある石油製品流通基地まで石油製品パイプラインにより搬送される。提案事業で製造されるバイオディーゼルは、いったんこの石油製品流通基地にタンクローリーで搬入し、BDF 混合プラントでディーゼル燃料と混合され貯蔵されるものとする。

8) バイオディーゼル規格

2006 年 2 月現在、タイ国には正式のバイオディーゼル標準規格は存在しないが、米国標準規格及びヨーロッパ標準規格を参考に現在制定の途上にある。バイオディーゼルの米国及びヨーロッ

パ標準規格は表-2.6 のとおりである。

表-2.6 米国及びヨーロッパのバイオディーゼル標準規格

Parameter	Test Method	EN 14214			Test Method	ASTM		
		Min.	Max.	Unit		Min.	Max.	Unit
Density at 15° C	DIN EN ISO 12185	860	900	kg/m ³	D287 (API)	35	45	
Viscosity at 40° C	DIN EN ISO 3104	3.5	5.0	mm ² /s	D88	3.0	3.5	
Flash Point	DIN EN ISO 3679	120	-	°C	D93	37.8		°C
Pour Point				°C				-6.6 °C
Sulfur Content	DIN EN ISO 20884	-	10	mg/kg	D1552			0.05 %
Carbon Residue	DIN EN ISO 10370	-	0.3	%	D524			0.15 %
Cetane Number	IP 498	51	-		D613	45		0.01 %
Sulfated Ash	ISO 3987	-	0.02	%	D482			
Water Content	DIN EN ISO 12937	-	500	mg/kg	D1796			0.05 % Vol.
Oxidation Stability at 110° C	DIN EN 14112	6.0	-	h				
Copper Strip Corrosion					D130			No.3
Cloud Point					D2500			-3.9 °C

尚、我が国のディーゼル油の工業規格は以下の表-2.7 のとおりである。

表-2.7 我が国のディーゼル油標準規格

項目（和文）	項目（英文）	最低値	最高値	単位
密度（15 °C）	Density at 15 °C		850	Kg/m ³
動粘度	Viscosity	2.7		mm ² /S
引火点	Flash Point	50		°C
流動点	Pour Point		-7.5	°C
硫黄分	Sulfur Content		0.005	
セタン価	Cetane Value	45		

上の2つの表を比較した場合、ヨーロッパのバイオディーゼル標準規格である EN14214 は特にセタン価及び硫黄分の項目で日米の基準を上回る。燃料標準規格の制定を専管するエネルギー省エネルギー業務局では同ヨーロッパ標準規格の導入を図ろうとしているが、現実には既にテストケースとして北部の中心地方都市であるチェンマイに於いて稼働している廃食油を原料として製造されているバイオディーゼルはヨーロッパ標準規格を満たしておらずヨーロッパ規格をそのまま標準規格として制定するには問題がある。熱帯地域に属するタイでの気候条件、主要原料の性状、既存及び将来の自動車の工業規格等様々な条件を検討した上でのバイオディーゼル標準規格制定が望まれる。

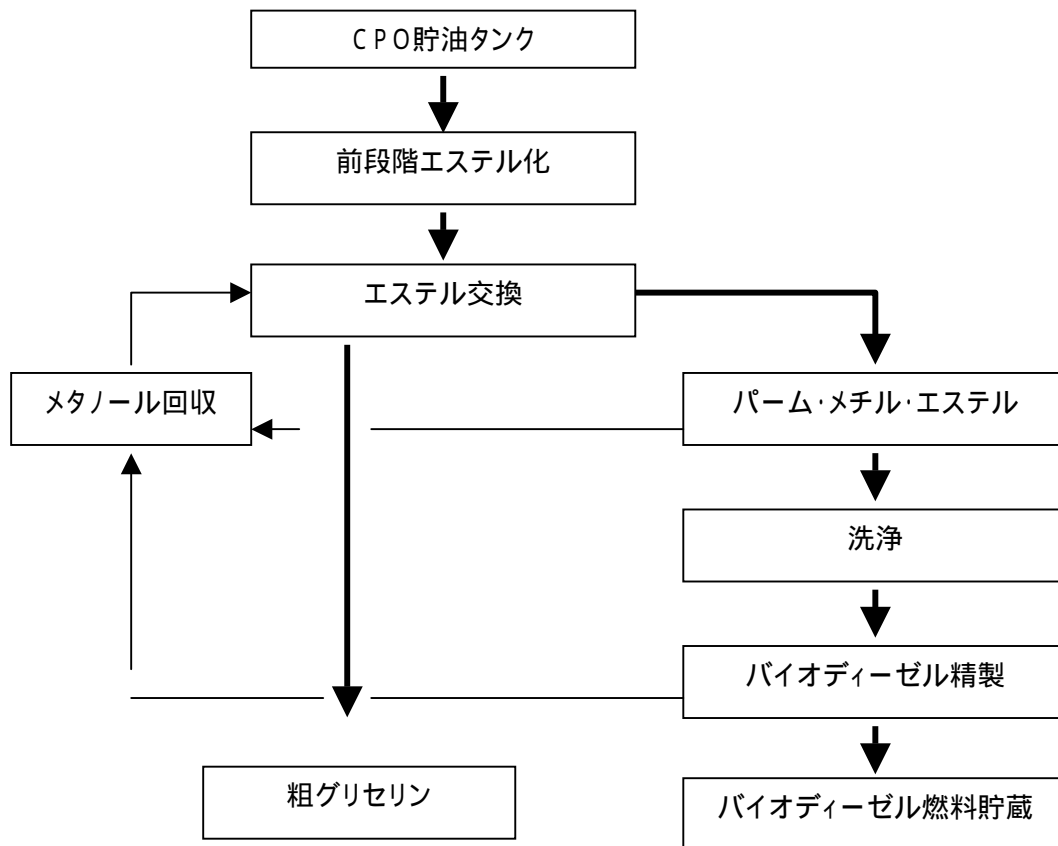
9) グリセリンの販売

バイオディーゼルの副産物としてグリセリンが生産される。グリセリンの世界生産高は約 80 万トンである。グリセリンは化粧品用（20%）、食用（14%）、医薬用（13%）、ウレタン用（12%）、たばこ用（6%）、アルキル樹脂用（6%）、セロファン用（2%）、他（27%）と多様な目的に使われている。近年ヨーロッパ及びアメリカ合衆国では菜種、ひまわり、大豆他を原料とするバイオディーゼルの製造及び交通機関用代替燃料としての利用が急激に伸びていることから、グリセリンの生産量が増加し、2005 年以降は供給過剰となると予測されている。このことからグリセリンの国際価格は低下傾向を見せ始めている。尚、タイ国内でのグリセリンの需要は年間約 5,000 トンである。

10) 製造プロセス

本プロジェクトでのバイオディーゼル精製プラントのプロセスは大略図-2.6 示すとおりである。

図-2.6 バイオディーゼル概略精製フロー



1 1) バイオディーゼル製造技術

E U 諸国では既にバイオディーゼルの消費量は年間約 2.5 百万 K L に達しており、E U 指令(EU Directive 2003/30EC) では E U 加盟各国の輸送分野のガソリン・ディーゼルオイルへのバイオ燃料混合比率を 2005 年末までに 2%、2010 年末までに 5.75% とすることを義務づけている。ヨーロッパ諸国で利用が促進されているバイオディーゼルの原料は主に菜種とひまわりである。気候条件、地形、可耕地、土壌等の条件から菜種及びひまわりの生産にヨーロッパ及びヨーロッパ周辺諸国は適している。

バイオディーゼル製造プラントの各国の配置と生産量及び製造企業を図-2.5 に示す。

しかし、その殆どが熱帯地域に属する東南アジア諸国では気候条件他から菜種及びひまわりの大規模な栽培及びその栽培に基づくバイオディーゼルの製造は必ずしも適当であるとは考えられていない。バイオディーゼルの生産に要する原料として、東南アジア諸国に伝統的かつ大規模に存在するのはオイルパーム(世界の総面積の約 80%) 及びココナツオイル(世界の総面積の約 85%) である。これらパームオイル及びココナツオイルを原料としてバイオディーゼルを商業レベルで製造している例は、現時点ではフィリピン以外に見あたらない。

ヨーロッパ諸国で建設の進むバイオディーゼル製造プラントの技術は、比較的原料の性状に変化が少なくこと及び人件費が高いことから生産効率の合理化を図るため高度なコンピューター制御システムが採用されており、プラントの建設コストは極めて高い。一方、パームオイルやココナツオイルは気候、栽培地、品種、収穫時の天候等によって性状が大きく異なり、これをコンピューター制御で管理することは可能ではあるが、生産施設のコスト高につながると考えられてい

る。アジアの気候、原料の性状、雇用状況、所要技術レベル等を勘案した、東南アジア型バイオディーゼル製造プラントの設計が求められる所以である。

提案プロジェクトにおいては我が国プラント建設エンジニアリング技術を中心に、アジア地域において同原料を用いての実際のバイオディーゼル製造経験・知見を基盤としたアイデアを取り入れた東南アジア地域適応型バイオディーゼル製造プラントを採用することとする。

12) 設備投資額

提案事業の BDF 製造プラント建設費(初期投資額)は総額 US\$35 百万である。この内訳を表-2.8 に示す。

表-2.8 BDF 製造プラント建設費

項目	概略諸元	パーツ(000)	米ドル
B D F 製造プラント	BDF 300 tpd	1,000,000	25,000,000
土木・建築工事費		140,000	3,500,000
エンジニアリング費	建設コストの約 8%	80,000	2,000,000
用地買収	2 ヘクタール	120,000	3,000,000
予備費	約 5%	60,000	1,500,000
合 計		1,400,000	35,000,000

出典：調査団

13) 操業コスト

(1) 原料

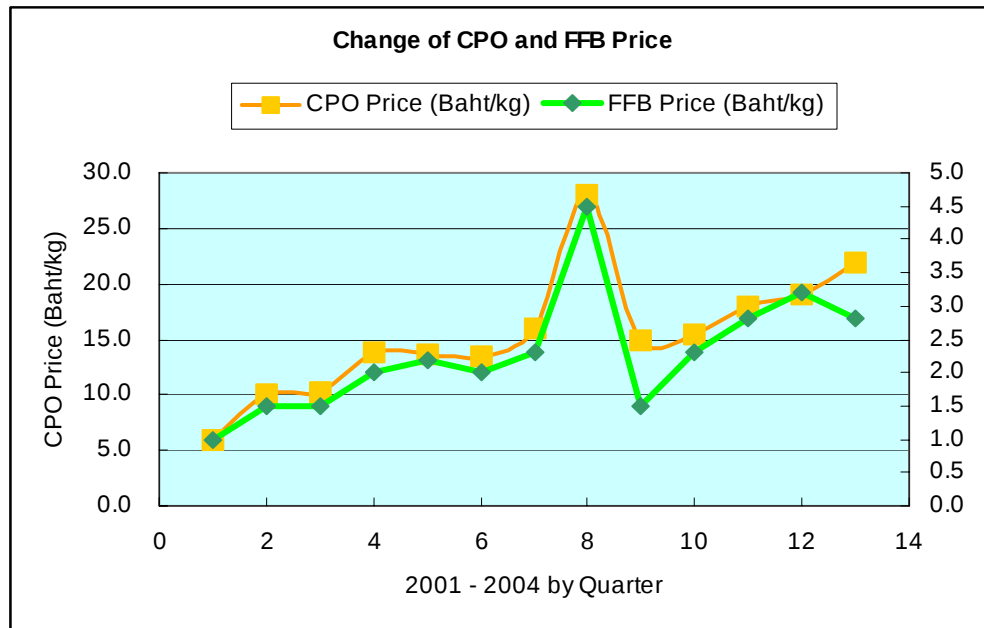
提案事業の BDF 製造プロセスに用いる原料はパーム油 (CPO) である。CPO を直接 BDF プラントに原料として投入する。

(2) 原料価格

パームオイルは国際商品でもあるため国内市場の需給だけでなく国際市場価格の動きに順じて変動する。図-2.7 に 2001 年から 2004 年のパーム原油とパーム房(Fresh Fruit Bunch)のタイでの国内価格変動を示した。この図が示すようにパーム油市場は過去 4 年ほど上昇傾向にあるが、2003 年初頭に見られるような大幅な価格の上昇及びそれに続く急激な下落も起こる。食料油の世界市場の動きだけでなく天候や国内市場の需給状態等の様々な要因で価格は変動する。過去 4 年の平均値ではパーム油は 16.80 パーツ/kg、FFB は 4.68 パーツ/kg である。

提案事業の財務分析にあたっては、このパーム油の平均値 16.80 パーツ/kg に 0.20 パーツの貯蔵費、0.50 パーツの輸送費他諸掛りを乗せた 17.50 パーツ/kg を原料価格として採用した。

図-2.7 パーム油及び FFB の価格推移



出典：Oil World and Thai Internal Trade Department

(3) 触媒等の価格

提案プロジェクトの日量 300 トン級 BDF 製造プラントの操業に必要な化学品・触媒及びユーティリティーコストの内訳を以下の表-2.9 及び表-2.10 に示す。

表-2.9 化学品の年間所要量及び所要額

	所要量	単位	Baht/kg	Baht/日	US\$/日	US\$/年
HCl	3,000	Kg/日	8.00	24,000	600	198,000
NaOH	500	Kg/日	8.00	4,000	100	33,000
Na-Methyl	5,000	Kg/日	36.00	180,000	4,500	1,485,000
Methanol	30,000	Kg/日	16.00	480,000	12,000	3,960,000
H ₃ PO ₄	250	Kg/日	32.00	8,000	200	66,000
小計				696,000	17,400	5,742,000
予備費				32,800	820	270,000
合計				728,800	18,220	6,012,000

出典：調査団

- 1) 日産 BDF300 トン
- 2) 年間稼働日数 330 日
- 3) 年間 BDF 生産量、100,000 トン
- 4) 年間粗グリセリン、9,000 トン
- 5) 外貨換算率、40 パーツ/US\$

表-2.10 年間ユーティリティー所要量

	所要量	単位	Baht/単位	Baht/日	US\$/日	US\$/年
電力	6,200	kWh/日	3.90	24,400	610	201,300
重油	1,200	Kg/日	16.00	19,200	480	158,400
水	16,400	Kg/日	1.58	26,000	650	214,500
窒素	300	Cum/日	213.30	64,000	1,600	528,000
小計				133,600	3,340	1,102,200
予備費				4,500	115	37,800
合計				138,100	3,455	1,140,000

出典： 調査団

(4) 人件費及び管理費

提案プロジェクトの運営コストを表-2.11 に纏めた。

	所要量	単位	Baht/月	Baht/月	US\$/月	US\$/年
運営管理者	10	人	20,000	200,000	5,000	60,000
労働者	60	人	12,000	720,000	18,000	216,000
管理費				800,000	20,000	240,000
プラント維持費						1,000,000
合計				3,340		1,516,000

出典：調査団

注：

- 1) 管理費には一般管理費のほか、海外投資企業の本社管理経費を含む。
- 2) プラント維持経費はプラント建設コストの4%とした。

14) 事業実施スケジュール

提案する本プロジェクトの暫定実施スケジュールは以下のとおりである。

暦年	2006				2007				2008			
四半期	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
詳細F/S	■											
詳細設計	■	■										
環境アセスメント		■	■									
建設予定地整備		■	■	■								
プラント資機材製造			■	■								
機器輸送				■	■							
機器据付工事				■	■	■	■					
試運転・操業準備								■				
商業生産									■	■	■	■

出典： 調査団

2.2 使用した方法論

交通機関用のバイオディーゼル燃料の製造および使用に関する方法論で、UNFCCC に承認されたものは現在のところ存在しない。このため、提案者は新方法論を作成し（本業務外）、2005 年 10 月 2 日に OE を通して UNFCCC 事務局に提出した。

新方法論の番号、タイトルは下記のとおりである。

ベースライン方法論

NM0142: Baseline Methodology for Palm Methyl Ester or Coconut Methyl Ester Biodiesel Fuel Production for Transportation using Life Cycle Assessment approach

モニタリング方法論

NM0142: Monitoring Methodology for Palm Methyl Ester or Coconut Methyl Ester Biodiesel Fuel Production for Transportation using Life Cycle Assessment approach

これらは、2005 年 10 月以来現在に至るまで UNFCCC のウェブサイトで公開されており、既にパブリックコメントを終え、Methodology Panel の審査を待っているところである。

2.3 適用可能条件の検討

1) 使用した方法論の適用可能条件

使用したベースライン方法論では、その適用可能条件は以下のように示されている。

1. エステル交換によりパーム原油（CPO）を原料としてパームメチルエステル・バイオディーゼル燃料（PME-BDF）またはココナツ原油（CNO）を原料としてココナツメチルエステル・バイオディーゼル燃料（CME-BDF）を製造すること
2. PME-BDF または CME-BDF は自動車・船舶・鉄道等の交通機関で消費されている化石燃料起源の軽油に混合し、軽油代替燃料として使用されること
3. PME-BDF または CME-BDF の製造は、同製品の製造と販売を主目的とする独立した事業体が行うものとし、生産過程で副産物は粗グリセリン又は薬用グリセリンにとどめ、高級化成品の製造は行わないこと
4. 市場で販売される軽油への PME-BDF または CME-BDF の混合割合は 20%を上限とすること
5. ホスト国において交通機関用のバイオディーゼルの製造と利用に関する具体的な政策が無いこと、または、あったとしても技術的、制度的、財務的な障害があり、目標と実態の乖離が大きく、政策の実現が容易ではないこと

2) 提案プロジェクトへの適用

使用したベースライン方法論の適用可能条件を提案プロジェクトにあてはめ、以下のように検討した。

a)適用可能条件“1.”について

本プロジェクトにおいては、エステル交換により CP0 を原料として PME-BDF を製造する。CP0 はタイ南部のスラタニ県近隣で操業している複数のパームオイルミルから購入する。

b)適用可能条件“2.”について

本プロジェクトで製造される PME-BDF は、バンコクのバスに使用されている軽油に混合して用いられる。なお、タイでは CNG や LPG など軽油以外の燃料が使われているが、本プロジェクトでは軽油消費が継続されると判断された。この詳細な検討過程については次節に示した。

c)適用可能条件“3.”について

本プロジェクトの実施機関である企業は、軽油を代替する PME-BDF および粗グリセリンを製造することを営業目的とする独立した企業体である。

d)適用可能条件“4.”について

本プロジェクトでの PME-BDF の軽油への混合割合は 20%を想定している。

e)適用可能条件“5.”について

タイ政府では 2005 年 1 月 18 日にバイオディーゼル燃料供給に関する新たな閣議決定があり、2012 年にディーゼル燃料の 10%をバイオ燃料にすることが決まった。この目標では、1 日あたり 850 万リットルのバイオディーゼル燃料を生産する必要がある、現在から 7 年という短期間に日量 300t クラスの設備が 27 基程度が整備されなければならない。しかし、現在のところタイ国内においてはメチルエステル化を行ったバイオディーゼルの製造に関しては未だ研究開発・実証試験段階にあり、商業目的の供給は全く実現していない。本格的な製造においては海外の技術に頼らざるを得ない状況である。さらに、バイオディーゼル燃料の製造コストは軽油に比べて高く、補助金、税制優遇等の政府による何らかの財政的支援が必要である。しかしながら、タイではそのような支援策は未だ無い。このような、技術的・制度的障害から、今後 7 年という短期間にタイ政府が設定した目標量に到達できるかどうかは極めて困難とみられる。

以上から、提案プロジェクトは、方法論で定められている適用可能条件をすべて満たしており、当該ベースライン方法論は提案プロジェクトに適用可能である。

2.4 ベースラインの設定

1) 使用した方法論のベースライン設定方法

使用した方法論では、以下のステップでベースラインシナリオを同定することとされている。

1. 提案されたプロジェクトで製造されるバイオディーゼル燃料によって軽油が代替される可能性を評価する。

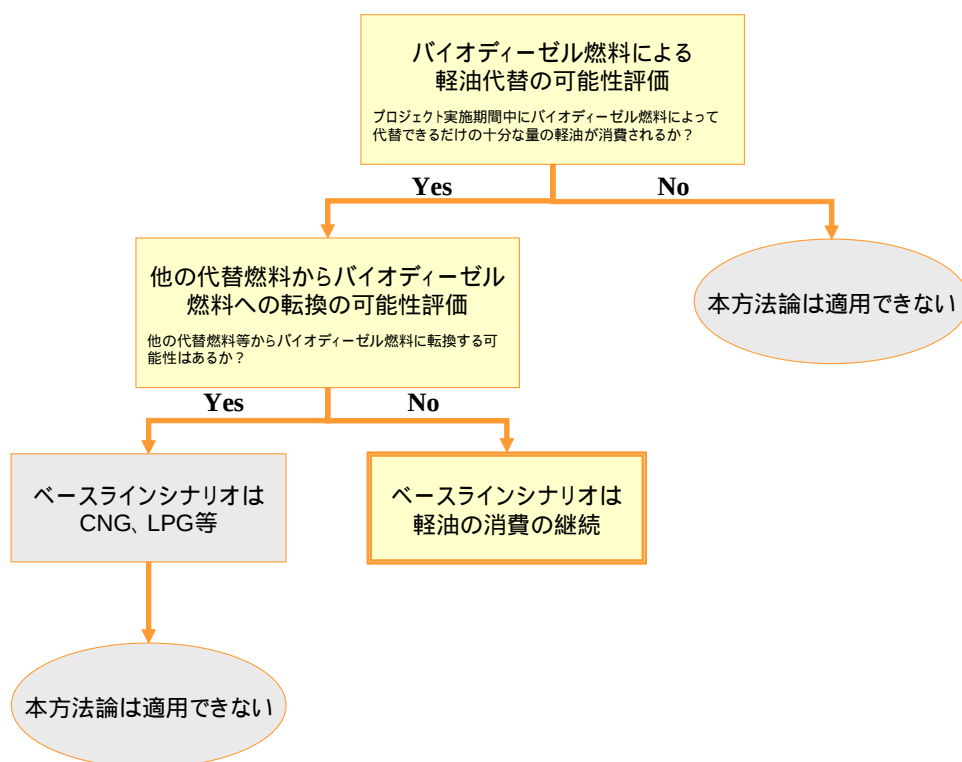
ホスト国または対象事業者において、本プロジェクトによって供給されるバイオディーゼル燃料の量を勘案し、プロジェクト実施期間中にバイオディーゼル燃料によって代替できるだけの十分な量の軽油が消費されることを証明する。この際、提案者はホスト国または対象事業者の現在および将来の軽油消費量を考慮する必要がある。

他の代替燃料（CNG、LPG、電気等）からバイオディーゼル燃料への転換の可能性を評価する

本プロジェクトによってバイオディーゼル燃料が供給された場合に、CNG 自動車、LPG 自動車や電気自動車を保有する個人または法人等が、これらからバイオディーゼル燃料を用いた自動車に転換する可能性を評価する。この際、ホスト国におけるそれぞれの代替燃料の現状および将来見通しを、普及状況やコスト、燃料転換にかかるコスト等を考慮する必要がある。

ベースラインシナリオの特定

上記 1 と 2 が満たされる場合は、ベースラインシナリオ（ベースライン燃料）は軽油と特定される。いずれかが満たされない場合は、ベースラインシナリオ（燃料）は軽油以外となり、この方法論は適用できない。



2) 提案プロジェクトへの適用

a) ステップ “1.” について

タイの運輸部門における軽油の消費量は 2003 年現在 10,880ktoe であり、運輸部門の全エネルギー消費の約 52%を占める（Thailand Energy Balance 2003, Ministry of Energy）。また、2013 年に 19,300ktoe に達すると予想されている（Ministry of Energy 資料により算出）。また、本プロジェクトによるバイオディーゼル燃料の主な供給先であるバス事業者では、2002 年現在、98.7%（3,339 台）と大半がディーゼル車であり、燃料消費割合についても同様である。

ここで、本プロジェクトによる PME-BDF の供給量は約 85ktoe に過ぎず、10%混合とした場合に

必要な軽油量は 765ktoe であることから、プロジェクトの実施期間においては PME-BDF で代替するのに十分な量の軽油が消費されると結論できる。

b) ステップ “ 2. ” について

タイにおける CNG 自動車、LPG 自動車等の普及状況は次のとおりである。

CNG

タイの自動車用 CNG の消費量は、2003 年現在、運輸部門の全エネルギー消費量の 0.06%(13ktoe) である (Thailand Energy Balance 2003, Ministry of Energy)。また、2013 年における自動車用 CNG の消費見込みは、タイの運輸部門の全エネルギー消費の 0.75% (309ktoe) と予測されており、割合としては極めて低い (Ministry of Energy 資料)。また、本プロジェクトによる PME-BDF の主な供給先であるバス事業者では、CNG バスを 82 台導入したが、現在実際に稼働しているのは 44 台 (全保有台数の約 1.3%) のみである。なお、タイにおいて現在走行中の CNG バスの CO₂ 排出量について、プロジェクト実施者が排出試験を行ったが、特に低速においてディーゼルバスよりも CO₂ 排出量が多いことが確認された。これは現在タイで使用されている CNG の CO₂ 含有量が 30% 程度と高いことなどに起因する。このため、CNG 自動車の導入によって GHG は増加してしまう。すなわちベースラインも増加する。

LPG

タイの自動車用 LPG の消費量は、2003 年現在、運輸部門の全エネルギー消費量の 1.2%(245ktoe) である (Thailand Energy Balance 2003, Ministry of Energy)。今後、LPG の消費量は伸びていくと予測されているが、石油製品全体に占める全 LPG 消費割合は、2003 年の 12.2% から 2013 年の 10.5% へと減少すると予測されている (Ministry of Energy 資料)。また、PME-BDF の供給を想定しているバス事業者では現在まで LPG バスは導入されておらず、今後の導入の計画もない。

その他 (電気、電気、ディーゼルハイブリッド等)

タイにおいては電気自動車はほとんど導入されていない。タイ政府ではこれらの導入促進に関する政策は無く、想定しているバス事業者においても導入は計画されていない。

バイオディーゼル燃料への転換の可能性

タイでは上述の通り、CNG 自動車や LPG 自動車が普及している。このため、これらの自動車からバイオディーゼル燃料への転換の可能性を分析する必要がある。

このような転換のためにはエンジンの改造が必要となる。タイにおいては、CNG や LPG については政府による補助金によって優遇されており、軽油以下の価格となっている。バイオディーゼル燃料の販売価格は軽油と同等と想定され、また、改造費は CNG、LPG について 500,000 バーツ以上とされている。このため、CNG 自動車や LPG 自動車からバイオディーゼル燃料使用への転換は困難であると推察される。

b) ステップ “ 3. ” について

本プロジェクトは、ステップ 1 と 2 の両方を満たしていることから、ベースラインシナリオ (ベースライン燃料) は軽油の消費の継続である。

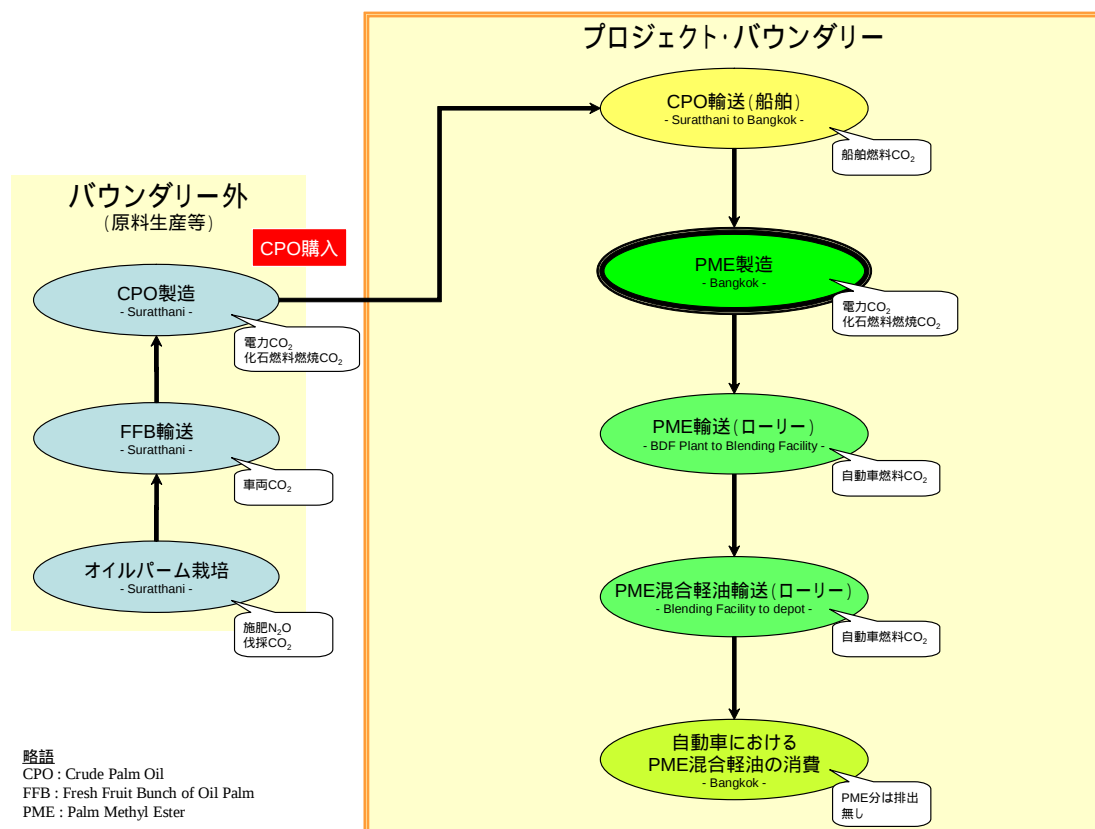
2.5 プロジェクト・バウンダリーの設定

1) 使用した方法論のプロジェクト・バウンダリー設定方法

使用した方法論では、プロジェクト・バウンダリーには、プロジェクト参加者が購入した CP0 の輸送、PME-BDF の製造と輸送、PME-BDF 混合軽油の輸送、自動車における PME-BDF 混合軽油の消費を含むこととされている。なお、オイルパームの栽培や CP0 の製造は、プロジェクト実施者が直接的に管理できないためプロジェクト・バウンダリー内に含まないが、バイオマス燃料を扱うため、ライフサイクルアセスメントの手法を採用し、オイルパームの栽培や CP0 の製造等のプロジェクト・バウンダリーの外での排出量もリーケージとして算定することになっている。

2) 提案プロジェクトへの適用

使用した方法論に従い、提案プロジェクトのプロジェクト・バウンダリーを下図のように設定した。



また、下表に、バウンダリー内外におけるベースラインおよびプロジェクト実施における温室効果ガスの排出源を示す。

	排出源		ガス	バウンダリー内又は外	説明
ベースライン	原料生産等	原油採掘時の系統電力、化石燃料消費、CH ₄ 漏洩	CO ₂	外	バウンダリー外だが LCA 排出量の一部として算定
			CH ₄	外	バウンダリー外だが LCA 排出量の一部として算定
	燃料生産等	原油精製時の系統電力、化石燃料消費	CO ₂	内	
		原油輸送時の化石燃料消費	CO ₂	内	
	自動車の燃料消費	自動車における軽油消費	CO ₂	内	PME-BDF によって代替される軽油の消費に伴う排出量を算定
プロジェクト	原料生産等	施肥	N ₂ O	外	バウンダリー外だがリーケージと考え LCA 排出量の一部として算定
		森林の伐採等	CO ₂	外	バウンダリー外だがリーケージと考え LCA 排出量の一部として算定
		FFB 輸送時の化石燃料消費	CO ₂	外	バウンダリー外だがリーケージと考え LCA 排出量の一部として算定
		CP0 製造時の系統電力、化石燃料消費	CO ₂	外	バウンダリー外だがリーケージと考え LCA 排出量の一部として算定
	燃料生産等	CP0 輸送時の化石燃料消費	CO ₂	内	
		PME-BDF 製造時の系統電力、化石燃料消費	CO ₂	内	
		PME-BDF 輸送時の化石燃料消費	CO ₂	内	
		PME-BDF 混合軽油輸送時の化石燃料消費	CO ₂	内	
	自動車の燃料消費	PME-BDF 混合軽油の消費	CO ₂	内	カーボンニュートラルとみなす

2.6 追加性の証明

1) 使用した方法論の追加性の証明方法

方法論では、提案するプロジェクトの追加性を CDM 理事会による“ Tool for the demonstration and assessment of additionality (Annex 1, EB16) ”を用いることとされている。この際、投資分析とバリア分析の両方を適用することが推奨されている。

追加性の証明は以下のステップにより完結される。

- ステップ 0 プロジェクト活動の開始日に基づく初期的審査
- ステップ 1 現行法及び規則に合致したプロジェクト活動を代替する事業の特定
- ステップ 2 投資分析
- ステップ 3 障壁分析
- ステップ 4 一般的慣行分析
- ステップ 5 CDM 登録の影響

2) 提案プロジェクトへの適用

使用した方法論に従い、提案プロジェクトの追加性を以下のように証明した。

ステップ 0: プロジェクト活動の開始日に基づく初期的審査

提案プロジェクトは 2007 年 8 月の PME-BDF の供給開始を予定している。すなわち、2005 年 12 月 31 日以降の開始であり、登録前のクレジット期間の開始については要求しない。

ステップ 1: 現行法及び規則に合致したプロジェクト活動を代替する事業の特定

ステップ 1-a プロジェクト活動を代替概念の定義

本プロジェクトに対する可能性のある代替シナリオは次のとおりである。

- a) 本プロジェクト活動の CDM 無しの状況下での実施
- b) 現状の推移（いかなるプロジェクトも実施されない）

ステップ 1-b 法律及び規則の強制力適合性

上記の代替シナリオは全てタイの関係する法律や規則に適合する。

ステップ 2: 投資分析

方法論で概説されているように、提案プロジェクトの投資分析についてはサブステップ 2-b のオプション III 「ベンチマーク分析」が採用されている。投資分析に当たってはプロジェクトから発生する全ての財務的要素（例えば準備経費を含む全ての経費、プラント建設費、原料購入費、操業費、維持管理費、流通経費他）と全ての利益（例えば製品の販売収益、複製品の販売収益等）を用いてあらかじめ定めたプロジェクト期間での財務的内部収益率(FIRR)、正味現在価値(NPV)を計算する。計算する。この段階では債務返済に充てられる経費（減価償却費、税金他）は考慮されない。事業の財務的妥当性評価最低基準率をその時々のレストラン銀行間取引レートに 2.5%を乗せた率とし内部収益率と比較する。事業の財務的妥当性ははこの率を上回ってはならない。言葉を代えて言うと、事業は商業的に財務的妥当性があると考えられるようではないといけないということである。事業の財務的内部収益率とこのような最低基準率との比較と、正味現在価値が負にならないことが事業の妥当性を判断する上でのベンチマークとなる。もし

財務的内部収益率がこのベンチマークを下回るような値を示し、正味現在価値が負又は初期投資額を下回るような場合、事業には妥当性が無いと看做される。

もし CER による収益が収益フローに取り込まれた時に、財務的内部収益率がこのベンチマークを上回る、又正味現在価値が初期投資額を上回れば、事業は CDM 事業として適格であると考えられる。

提案プロジェクトの内部的内部収益率は CDM に登録されず、CER が売れない場合に 9.6%であるが、CER を収益に追加すると 13.4%になる。PME（バイオディーゼル）の販売価格が石油ディーゼルを上回るような場合に、CER 収入によって値下げが可能となる。

ステップ 3：障壁分析

ステップ3-a 提案されたプロジェクト活動と同種のプロジェクトの実現を妨げる障壁を同定

提案するプロジェクトを実施する場合技術的なバリアが存在する。

タイにおけるバイオディーゼル燃料（メチルエステル）の製造は、未だ研究開発・実証試験段階にある。このような中、タイでは 2012 年までにディーゼル燃料の 10%をバイオディーゼル燃料にすることが 2005 年 1 月 18 日に決まったが、未だ商業目的のプラントは稼働していない。このため、大規模なプラントでのバイオディーゼル燃料の製造・運用技術は無く、現段階では海外の技術に頼らざるを得ない状況である。本プロジェクトが CDM プロジェクトとして登録されれば、タイにおける最初の商業目的のバイオディーゼル燃料製造プラントとなる。

ステップ3-b 同定された障壁が（提案されたプロジェクト以外の）少なくとも一つの代替シナリオの実現を妨げないであろうことを示す

ベースラインシナリオは現状の推移（すなわち軽油の消費）であり、上述のバリアがこの普及の障害となるものではない。

ステップ 4：一般的慣行分析

ステップ4-a 提案されたプロジェクト活動と類似の活動を分析する：

既に述べたように、本プロジェクトに類似したプロジェクトはタイにおいては現在のところ存在しない。本プロジェクトはこの種の最初の事例となる（最終 PDD において具体的な根拠を提出する）。

ステップ4-b. 実施されている類似オプションについて考察する：

類似したプロジェクトは存在しないため、このステップは相当しない。

ステップ 5：CDM 登録の影響

既に Step2 において示したように、CDM の登録、CER 売却による収入がない場合の本プロジェクトの FIRR は 3.2%であり、CER 収入により 12.0%まで上昇する。CER 収入によって、軽油と比較して高価である PME-BDF の販売価格を低減できる。

以上の Step0 から Step5 により、本プロジェクトは追加性が証明される。

2.7 プロジェクト実施によるGHG削減量及びリーケージ

2.7.1 ベースライン排出量

使用した方法論に基づき、ベースラインシナリオの以下のプロセスにおける GHG 排出量を算出した。

- 原油採掘・輸送・貯蔵、軽油精製・輸送
- 自動車における軽油の消費

a) 原油採掘・輸送・貯蔵、軽油精製・輸送

$$EB_{wtt} = FC_{diesel} \times EF_{wtt} \times 10^{-6}$$

$$FC_{diesel} = FC_{biodiesel} \times HV_{biodiesel}$$

パラメータ	値	参考文献等
EB_{wtt} : 原油採掘・輸送、軽油精製・輸送時の温室効果ガス排出量(tCO_2/yr)	20,488	事後計算される
FC_{diesel} : PME-BDF によって代替される軽油消費量(GJ)	3,752,490	事後計算される
$FC_{biodiesel}$: PME-BDF の消費量(klitre) = 各給油所・デポットへの PME 販売量の合計(kilo liter)	103,034	モニターされるべきパラメータであるが、事前計算のために推定(今後さらに精査)
$HV_{biodiesel}$: PME-BDF の発熱量(MJ/L)	36.42	= Diesel, Thailand Energy Situation 2003, Energy Content of Fuel (Net Calorific Value), The Department of Energy Development and Promotion, Ministry of Energy (To be analyzed for PME-BDF)
EF_{wtt} : 原油採掘・輸送、軽油精製・輸送時の温室効果ガス排出係数(gCO_2/MJ)	5.46	Well to Tank emission factor of petroleum diesel; Well-to-Wheel analysis of transportation fuels, November 2004, Toyota Motor Corporation, Mizuho Information & Research Institute, Inc. (今後さらに精査)

b) 自動車における軽油の消費

$$EB_v = FC_{diesel} \times EF_{diesel-C} \times 10^{-3} \times OX_{diesel} \times 44/12$$

パラメータ	値	参考文献等
EB_v : 自動車の走行時に PME-BDF によって代替される軽油消費に伴う CO_2 排出量(tCO_2/yr)	275,155	事後計算される
FC_{diesel} : PME-BDF によって代替される軽油消費量 F (GJ)	3,752,490	1 と同様に算定
$EF_{diesel-C}$: 軽油の炭素排出係数(tC/TJ)	20.2	Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories : Reference Manual, p.1.13
OX_{diesel} : 軽油の酸化係数	0.99	Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories : Reference Manual, p.1.29

c)合計

ベースラインの温室効果ガス排出量は下記のとおり算出される。

$$EB = EB_{wtt} + EB_v = 295,643 \text{ tCO}_2\text{e/yr}$$

2.7.2 プロジェクト排出量

使用した方法論に基づき、プロジェクト・バウンダリー内の次の各プロセスにおける温室効果ガス排出量を算出した。

- CP0 輸送
- PME-BDF 製造
- PME-BDF 輸送
- PME-BDF 混合軽油輸送
- 自動車における PME-BDF 混合軽油の消費

a)CP0 輸送

a)-1 海上輸送

$$EP_{tCP0_M} = FC_{tCP0_M} \times NCV_{fueloil} \times 10^{-6} \times EF_{fueloil-C} \times OX_{fueloil} \times 44/12$$

パラメータ	値	参考文献等
EP_{tCP0_M} : 船舶による CP0 輸送時の燃料消費による CO ₂ 排出量(tCO ₂ /yr)	923	事後計算される
FC_{tCP0_M} : 船舶による CP0 輸送時の重油消費量 (liter/yr)	303,030	モニターされるべきパラメータであるが、事前計算のために推定（今後さらに精査）：= 5(ton of fuel consumption from Suratthani to Bangkok ; 現地運送会社資料) × 2 × 90,000(production of CP0 in ton) / 3,000 (transportation of CP0 in one time in ton)/0.990(t/kl))
$NCV_{fueloil}$: 重油の発熱量 (MJ/liter)	39.77	Thailand Energy Situation 2003, Energy Content of Fuel (Net Calorific Value), The Department of Energy Development and Promotion, Ministry of Energy
$EF_{fueloil-C}$: 重油の炭素排出係数 (tC/TJ)	21.1	Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories : Reference Manual, p.1.14
$OX_{fueloil}$: 重油の酸化係数	0.99	Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories : Reference Manual, p.1.29

a)-2 陸上輸送

本プロジェクト活動では CP0 の陸上輸送は無い。

a)-3 合計

$$EP_{tCP0} = EP_{tCP0_M} + EP_{tCP0_L} = 923 \text{ (tCO}_2\text{/yr)}$$

EP_{tCP0} : CP0 輸送時の燃料消費による CO₂ 排出量(tCO₂/yr)

b)PME-BDF 製造

b)-1 系統電力消費

$$EP_{pPME_E} = EC_{pPME_E} \times EF_{grid-CO2} \times 10^{-6}$$

パラメータ	値	参考文献等
EP_{pPME_E} : PME-BDF 製造時の系統電力消費による CO_2 排出量 (tCO_2/yr)	5,477	事後計算される
EC_{pPME} : PME-BDF 製造時の系統電力消費量 (kWh/yr)	8,820,000	モニターされるべきパラメータであるが、事前計算のために推定（今後さらに精査）
$EF_{grid-CO2}$: 系統電力の CO_2 排出係数 (gCO_2/kWh)	621	Calculated as simple operating margin emission factor based on EGAT Annual Report 2004（今後さらに精査）

b)-2 化石燃料消費

$$EP_{pPME_F} = FC_{pPME} \times NCV_{fueloil} \times 10^{-6} \times EF_{fueloil-C} \times OX_{fueloil} \times 44/12$$

パラメータ	値	参考文献等
EP_{pPME_F} : PME-BDF 製造時の重油燃焼による CO_2 排出量 (tCO_2/yr)	24,923	事後計算される
FC_{pPME} : PME-BDF 製造時の重油消費量 ($liter/yr$)	8,100,000	事後計算される
$NCV_{fueloil}$: 重油の発熱量 ($MJ/liter$)	39.77	Thailand Energy Situation 2003, Energy Content of Fuel (Net Calorific Value), The Department of Energy Development and Promotion, Ministry of Energy
$EF_{fueloil-C}$: 重油の炭素排出係数 (tC/TJ)	21.1	Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories : Reference Manual, p.1.14
$OX_{fueloil}$: 重油の酸化係数	0.99	Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories : Reference Manual, p.1.29

b)-3 合計

$$EP_{pPME} = EP_{pPME_E} + EP_{pPME_F} = 30,400 \text{ (} tCO_2/yr \text{)}$$

EP_{pPME} : PME-BDF 製造時の電力消費・重油燃焼による CO_2 排出量 (tCO_2/yr)

c)PME-BDF 輸送

$$EP_{tPME} = DT_{tPME} \times EF_{hdt-CO_2} \times 10^{-6}$$

パラメータ	値	参考文献等
EP_{tPME} : PME-BDF 輸送時のトラックによる化石燃料消費に伴う CO_2 排出量 (tCO_2/yr)	1,108	事後計算される
DT_{tPME} : PME-BDF 製造プラントと混合施設間の PME-BDF 輸送時のトラックの総走行距離 (km/yr)	450,000	モニターされるべきパラメータであるが、事前計算のために推定(今後さらに精査): = 90,000/20(ton per one time)x100(km)
EF_{hdt-CO_2} : トラックの CO_2 排出係数 (gCO_2/km)	2,463	バンコクにおけるトラックの排出係数; 平成 15 年度地球環境問題解決のためのクリーン開発メカニズム (CDM) 推進事業報告書(国土交通省)

d)PME-BDF 混合軽油輸送

$$EP_{tBF} = DT_{tBF} \times EF_{hdt-CO_2} \times 10^{-6}$$

パラメータ	値	参考文献等
EP_{tBF} : PME-BDF 混合軽油輸送時のトラックによる化石燃料消費に伴う CO_2 排出量 (tCO_2/yr)	5,542	事後計算される
DT_{tBF} : 混合施設から各給油所またはデポット間の PME-BDF 輸送時のトラックの総走行距離(km/yr)	2,250,000	モニターされるべきパラメータであるが、事前計算のために推定(今後さらに精査) : = 900,000/0.1/20(ton per one time)x50(km)
EF_{hdt-CO_2} : トラックの CO_2 排出係数 (gCO_2/km)	2,463	バンコクにおけるトラックの排出係数; 平成 15 年度地球環境問題解決のためのクリーン開発メカニズム (CDM) 推進事業報告書(国土交通省)

e)自動車における PME-BDF 混合軽油の消費

提案プロジェクトにおいてバイオディーゼルの燃焼時に排出される CO_2 排出量はゼロとみなされる。これは、バイオマス燃料は燃焼時に CO_2 を排出するが、これらはもともと植物が成長過程で大気中から吸収してバイオマスとして蓄積したものであるという考え方(カーボンニュートラル)に基づくものである(“Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”(IPCC))。

f)合計

$$EP = EP_{tCPO} + EP_{pPME} + EP_{tPME} + EP_{tBF} = 37,973 \text{ tCO}_{2e}/yr$$

2.7.3 リークージ

使用した方法論に基づき、以下のプロセスについてリークージを算出した。

- オイルパーム栽培
- FFB 輸送
- CPO 製造

a) オイルパーム栽培

a)-1 施肥による直接および間接の N₂O 放出

$$EL_{pf} = SF \times R_N \times ((1 - F_{GASF}) \times EF_{f-N20a} + F_{GASF} \times EF_{f-N20b}) \times (44/28) \times GWP_{N20}$$

$$SF = SF_{1ha} \times A_{plant} = SF_{1ha} \times (P_{CPO}/Y_{CPO})$$

パラメータ	値	参考文献等
EL _{pf} : 肥料投入による N ₂ O 排出量 (tCO ₂ /yr)	31,933	事後計算される
SF : 肥料投入量(ton/yr)	25,481	事後計算される
R _N : 肥料中の N の重量比	0.21	現地データ (今後さらに精査)
F _{GASF} : 土壌へ使用された化学肥料中の窒素から揮発したアンモニアや窒素酸化物の割合 (kg NH ₃ -N and NO _x N/kg of N input)	0.1	Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, p.4.94
EF _{f-N20a} : 土壌からの直接排出の排出係数 (kgN ₂ O-N/kg-N)	0.0125	Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, p.4.89
EF _{f-N20b} : 大気からの沈着の排出係数 (kgN ₂ O-N/kgNH ₃ -N and NO _x N emitted)	0.01	Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, p.4.105
SF _{1ha} : 1ha あたりの肥料投入量 (ton/ha/yr)	1.0	現地データ (今後さらに精査)
GWP _{N20}	310	定数
A _{plant} : オイルパーム栽培面積(ha)	25,481	計算値
P _{CPO} : PME-BDF 製造プラントにおける CPO 投入量(ton)	90,000	モニターされるべきパラメータであるが、事前計算のために推定 (今後さらに精査)
Y _{CPO} : CPO 平均収量(ton/ha)	3.532	現地データ (今後さらに精査)

b)-2 土地利用の変化

プロジェクト活動においては、森林の転換等の正味の炭素貯蔵を減少させる土地利用の変化をモニターしなければならない。現段階では、森林の転換は想定していないため、この排出は相当しないが、今後、プロジェクトの進行に応じて調査する必要がある。

2.7.4 プロジェクト実施によるGHG排出削減量

本プロジェクトの温室効果ガス排出量は下記のとおり算出される。

$$EP_{\text{total}} = EP + EL = 77,888 \text{ tCO}_2\text{e/yr}$$

本プロジェクトによる温室効果ガス排出削減量（ERs）は下記のとおり算出される。

$$ERs = EB - EP_{\text{total}} = 295,643 - 77,888 = 217,755 \text{ tCO}_2\text{e/yr}$$

年	プロジェクト 排出量推計 (tons of CO ₂ e)	ベースライン 排出量推計 (tons of CO ₂ e)	リーケージ推計 (tons of CO ₂ e)	排出削減量 推計 (tons of CO ₂ e)
1年目	39,915	295,643	37,973	217,755
2年目	39,915	295,643	37,973	217,755
3年目	39,915	295,643	37,973	217,755
4年目	39,915	295,643	37,973	217,755
5年目	39,915	295,643	37,973	217,755
6年目	39,915	295,643	37,973	217,755
7年目	39,915	295,643	37,973	217,755
8年目	39,915	295,643	37,973	217,755
9年目	39,915	295,643	37,973	217,755
10年目	39,915	295,643	37,973	217,755
合計 (tonnes of CO ₂ e)	399,150	2,956,430	379,730	2,177,550

2.8 モニタリング計画

使用したモニタリング方法論（NM0142：Monitoring Methodology for Palm Methyl Ester or Coconut Methyl Ester Biodiesel Fuel Production for Transportation using Life Cycle Assessment approach）に従い、プロジェクト、ベースライン、リーケージのそれぞれについて、排出量の算定等に必要な以下の項目をモニターする必要がある。

	通し 番号	変数	入手先	単位	頻度
プロジェクト	1	船舶による CP0 輸送時の重油消費量	運送会社	liter/yr	月毎
	2	重油の発熱量	国の統計	MJ/liter	年毎
	3	重油の炭素排出係数	国の統計	MJ/liter	年毎
	4	トラックによる CP0 輸送時の総走行距離	運送会社	km/yr	月毎
	5	トラックの CO ₂ 排出係数	研究成果等	gCO ₂ /km	年毎
	6	系統電力の CO ₂ 排出係数	電力会社	gCO ₂ /kWh	年毎
	7	PME-BDF 製造時の系統電力消費量	BDF 製造プラント	kWh/yr	月毎
	8	PME-BDF 製造時の重油消費量	BDF 製造プラント	liter/yr	月毎
	9	トラックによる PME-BDF 製造プラントから混合施設までの PME-BDF 輸送時の総走行距離	運送会社	km/yr	月毎
	10	トラックによる混合施設から給油所またはデポットまでの PME-BDF 混合軽油輸送時の総走行距離	石油会社	km/yr	月毎
	11	PME-BDF 生産量	BDF 製造プラント	liter	日毎
	12	PME-BDF 販売量	BDF 製造プラント	liter	日毎
	13	PME-BDF 輸出量	BDF 製造プラントまたは石油会社	liter	月毎
	14	CP0 調達先（場所、会社名）	BDF 製造プラント	-	月毎
ベースライン	15	各給油所・デポットへの PME-BDF 販売量の合計	石油会社	liter	日毎
	16	PME-BDF の発熱量	国の統計または科学論文またはプロジェクト実施者によるデータ	MJ/liter	年毎
	17	原油採掘・輸送、軽油精製・輸送時の温室効果ガス排出係数	学術論文	gCO ₂ /MJ	年毎
	18	軽油の炭素排出係数	IPCC データ	tC/TJ	年毎
リーケージ	19	PME-BDF プラントにおける CP0 投入量	BDF 製造プラント	ton	日毎
	20	1ha あたりの肥料投入量	現地データまたは学術論文	ton/ha/yr	年毎
	21	1ha あたりの CP0 平均収量	現地データまたは学術論文	ton/ha	年毎
	22	肥料中の窒素分の重量比	現地データまたは学術論文	ratio	年毎
	23	トラックの CO ₂ 排出係数	学術研究	gCO ₂ /km/ton	年毎
	26	FFB1ton あたりの走行距離	現地データ	Km/ton/yr	年毎
	27	FFB1ton からの CP0 平均収量	現地データ	ratio	年毎
	28	CP01ton 製造時の系統電力消費量	現地データまたは学術論文	kWh/ton	年毎
	29	CP01ton 製造時の化石燃料消費量	現地データまたは学術論文	liter/ton	年毎
	30	系統電力の CO ₂ 排出係数	電力会社	gCO ₂ /kWh	年毎
	31	オイルパーム園に転換された森林の面積	パーム農民組織	ha/yr	年毎

なお、品質管理の徹底のために、プロジェクト実施者は「バイオディーゼル CDM プロジェクトに関するモニタリング計画書」をプロジェクトの事前に作成する。この計画書は、それぞれのモニタリング項目のモニター方法、QA/QC 手順等を含み、これに基づき毎月あるいは毎年の監視をおこなう。データのフォーマットについてもこの計画書の中で定義される。必要に応じて関係者によるモニタリングに関する会合を開き、データの品質確保の徹底を図る。

2.9 環境影響・その他の間接影響

1) タイにおける環境配慮

環境行政：

タイにおける環境行政の中心は 2002 年に科学技術環境省から分離した天然資源環境省 (Ministry of Natural Resources and Environment) である。天然資源環境省の中核組織は天然資源環境政策計画局 (Office of the Natural Resources and Environmental Policy and Planning)、汚染管理局 (Pollution Control Department) 及び環境品質促進局 (Department of Environmental Quality Promotion)、である。これらの局は更に専門分野に分化された局と地方局に分かれており、国家レベルと地方レベルでの環境管理にあたっている。CDM 事業の認可を行う直接の行政機関は当該天然資源環境省内局として設けられ、且つ国家認定機関 (DNA) とされている気候変動調整部 (Climatic Change Coordination Unit, CCCU) である。

天然資源環境政策計画局は政策立案及び環境管理計画策定を所掌し、他の機関との調整を経て政策の実施管理を行っている。同局は環境影響評価の実施管理及び国際機関との調整をも所掌している。汚染管理局はその名前どおりに環境汚染管理法の制定及び排出基準の制定を行う。環境品質促進局は公的な環境教育の促進、環境情報の整理、広報、研究開発、人材育成及び NGO との仲介を主任務としている。

環境関連法案：

環境に関わる法律は 1997 年制定憲法、議会によって承認された法令、各省の規則及び通達である。それらの法律の基本をなす法律は自然環境品質の強化と保全法 (Enhancement and Conservation of the Natural Environmental Quality Act of 1992) であろう。同法令は、環境保全及び保護の強化を目的とした規則、規制の集大成といえる。本プロジェクトに関わる環境関連法には以下の法がある。

基本法

- 国家環境品質法 (National Environmental Quality Act 1992)
- 自然環境品質の強化と保全法 (Enhancement and Conservation of the Natural Environmental Quality Act of 1992)
- 政府機関、公営企業、私企業の事業、活動において環境影響評価報告書を作成すべき事業の形態と規模に関わる通達 (Notification of MOSTE on Type and Sizes of Projects or Activities of Government Agencies, State Enterprises or Private Persons Required to Prepare an Environmental Impact Assessment Report 1992)

汚染管理

- 工場法 1992 (Factories Act 1992)
- 工場排出物に関する工業省通達 (Notification of the Ministry of Industry Concerning Factory Wastes 1988)
- 公衆衛生法 1992 (Public Health Act 1992)
- 国家清潔と秩序法 1992 (Cleanliness and Orderliness of the Country Act 1992)
- 毒物の貯蔵と廃棄に関わる工業省通達 (Notification of Ministry of Industry Concerning Storage and Disposal of Toxic Substances, 1982)
- 毒物法 1967 (Poisonous Substances Act 1967)

- 工業排出基準に関わる工業省通達 (Notification of Ministry of Industry Concerning Industrial Effluent Standards 1982)
- 毒物製造及び使用に関わる工業省通達 (Notification of Ministry of Industry Concerning Manufacturing and Use of Toxic Substances, 1982)

エネルギー関連

- 省エネルギー奨励法 1992 (Energy Conservation Promotion Act 1992)
- エネルギーの効率及び環境技術に基づく免税に関わる通達 (Notification Concerning Duty Reduction on Energy Efficiency and Environmental Technology 1988)
- 土地利用計画
- 建築物管理法 1979 (Construction Building Control Act 1979)
- 市街計画法 1975 (City Planning Act 1975)
- 農業用地改革法 1975 (Land Reform for Agriculture Act 1975)
- 投資促進法 (Investment Promotion Act 1977)
- タイ工業団地公団法 (Industrial Estate Authority of Thailand Act 1996)

水資源及び海洋環境関連

- 地下水法 1977 (Groundwater Act 1977)
- 地下水法 1992 (Groundwater Act 1992)
- タイ水面航海法 (Navigation in Thai Waterways Act 1913)
- 船舶衝突防止法 1979 (Prevention of Ships Collision Act 1979)
- 油濁防止及び防汚規則 (Regulations on Prevention and Combating of Oil Pollution)

2) タイにおける環境影響評価制度

タイにおける環境影響評価制度は1981年に始まった。タイ電力公社 (EGAT: Electricity Generating Authority of Thailand) が世界銀行の融資を受けて発電所を建設する際に、世界銀行から環境影響評価の実施を要求されたことがきっかけとなっている。1975年国家環境保全法が1979年に一部改正された時に、環境影響評価制度が盛り込まれ、当時の科学技術エネルギー省が告示で環境影響評価の対象事業と規模を定めた。

その後1992年の国家環境保全推進法の制定に伴って、科学技術環境省 (MOSTE: Ministry of Science, Technology and Environment) に国家環境委員会 (NEB: National Environmental Board) の承認を得て、環境影響評価が必要な事業の種類と規模を決定する権限が与えられた。また環境影響評価の手続きは科学技術環境省の環境政策・環境計画局 (OEPP) が担当することとなった。1992年国家環境保全推進法によって、対象事業の種類が追加されたり審査期間の短縮が図られたりしている。

工場建設などが対象事業となる場合は、工場開設の認証申請時または工場拡張時に環境影響評価報告書の提出が必要となる。

3) 環境影響評価制度の対象事業

環境影響評価の対象事業は、ダム・貯水池や民用空港建設などの公共事業から石油化学工場の建設などの民間プロジェクトまで、現在29種類が科学技術環境省の告示で示され、それぞれの対象規模が示されている (表-2.8.1)

このうち民間企業の工場建設に関わるものとしては、石油化学、石油精製、製鉄、製糖業など 11 種類の工場建設プロジェクトがあげられているほか、関連するものとしては工業団地の造成といった事業もある。なお近い将来、酒類の醸造工場の建設事業が環境影響評価の対象プロジェクトに追加される見込みだという。

4) 環境影響評価の実施手続き

(1) 環境影響評価報告書の審査の流れ

環境影響評価の対象となる民間の開発事業の場合は、事業の提案者が環境影響評価報告書を2部作成し、環境政策・環境計画事務局(OEPP: Office of Environmental Policy and Planning)と事業の所管官庁に提出する。工場建設プロジェクトの場合には、環境影響評価報告書をOEPPと工業省(MOI: Ministry of Industry)工業局へ提出することとなる。

報告書を受け取ったOEPPは、15日以内に書類内容をチェックし、さらに15日以内に環境影響評価に対する予備審査に基づくコメントを添えて専門委員会に提出する。報告書の付託を受けた専門委員会は45日以内に審査と承認の可否判定を行うが、仮に環境影響評価が不完全な場合は、専門委員会が事業の提案者に再度報告書の提出を求め、30日以内に2度目の審査を実施することとなる(図表1-8-2)。

なお、政府の事業で内閣の承認を必要とする事業の場合は民間の事業と若干手続きが異なり、事業の提案者は環境影響評価報告書を国家環境委員会に提出する。その後国家環境委員会がOEPPや専門委員会の意見を聞きながら審査に当たり、審査結果を内閣に報告、内閣は審査結果や意見に基づいて事業の審査を実施した上で、事業承認の意思決定を行うこととなる。

(2) 環境影響評価報告書に盛り込むべき内容

環境影響評価報告書は、プロジェクトの内容など事業計画の概要、事業予定地域の現状の各種環境データ、事業実施による環境影響の評価、環境影響を防止または最小化するための緩和措置の内容及び必要な費用、大気・水質の環境モニタリング計画 - などの項目で構成されることとなっている。

具体的には、現行の環境状況が人の生活に与えている価値、事業の実施による直接・間接、短期・長期的な環境影響の予測調査結果、環境資源への影響を防ぐ対策、回復不可能な環境影響を与えた場合の対応措置、事業の代替案などを盛り込まなければならない。なお1984年から、環境影響評価報告書はOEPPに登録されたコンサルタント機関に作成を委託することが義務づけられており、1999年1月現在、民間の環境コンサルタント会社や大学など54機関が登録されている。

表-2.8 環境影響評価制度の対象事業

プロジェクト事業の種類	規模
ダム・貯水池	貯蔵量 100,000,000 m ³ 以上、あるいは表面積 15 km ² 以上
かんがい	カンガイ面積 12,800 ha 以上 (80,000 ライ)
高速道路法に定義される以下の地域を通過する、高速道路または一般道路： 1) 野生動物保護法で定義されている野生動物生育地と禁猟区 2) 国立公園法で定義されている国立公園 3) 内閣決議によって2級として分類された水域 4) 国立森林指定区に指定されているマングローブ森林 5) 満潮時に海岸が 50m 以内になる地域	既存の道路拡幅を含む地方の高速道路に適用される最低基準と同等、またはそれ以上の全てのプロジェクト
民用港	純トン数 500 トン以上を許容するもの
民用空港	規模を問わず
「大量輸送システムと高速鉄道に関する法律」に基づく大量輸送システム及び類似施設、ならびにレールを用いる大量輸送施設	規模を問わず
海岸の埋立地	規模を問わず
内閣が1級(2)の水地域内であることを認証した地域の中に立地する全てのプロジェクト	規模を問わず
石油化学工場	生産能力 100t/日以上 (石油や転々ガスの分離物から製造された原料を用いる工場)
石油精製	規模を問わず
天然ガスの流通または製造	規模を問わず
炭酸ナトリウム、水酸化ナトリウム、塩化水素、塩素、次亜塩酸ナトリウム、漂白剤の製造原料として塩化ナトリウムを用いるソーダ工業	生産能力 100t/日以上
セメント工場	規模を問わず
その他の鉄と鉄鋼工場	生産能力 50t/日以上
パルプ工場	生産能力 50t/日以上
殺虫剤工場	規模を問わず
化学肥料工場	規模を問わず
工場法による廃棄物処理場	規模を問わず
砂糖工場 1) 砂糖原料、白糖、制裁された砂糖の生産 2) ブドウ糖、デキストロース、フルクトースまたはその種の生産	規模を問わず
タイ国工業団地法で規定の工業団地及び類似の事業	規模を問わず
発電所	発電容量 10 MW 以上
石油開発 1) 地球物理学的削岩、探査と生産 2) 石油とガスのパイプライン設備	規模を問わず 規模を問わず
鉱業資源法による採鉱	規模を問わず
ホテル、リゾート施設	80 部屋以上
川、海岸地帯、湖、海岸線、国立公園付近または歴史的な公園の環境近隣の建物	高さ 23m 以上、または全階をあわせた個々の階の床面積が 10,000m ² 以上のもの
住居または商業的土地分配	開発された地域が 100 ライを超えるもの
病院 1) 川、海岸地帯、湖、海岸線に隣接した地域 2) 1) 以外の地域	1) 患者用ベッド 30 以上 2) 患者用ベッド 60 以上

出典：タイ国環境影響評価、環境影響評価部、環境政策計画局 1998 年 1 月

5) CDM プロジェクトに関わる初期環境評価報告書

天然資源環境政策計画局(Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, ONEP)では CDM 事業の申請時に初期環境評価報告書の提出を義務付けている。初期環境影響評価報告書作成の指針は表-2.8.2 のとおりである。

表-2.8.2 初期環境影響評価報告書の内容

項目	内容
緒論	1) 事業目的 2) プロジェクト開発の合理性 3) 報告書の目的 4) 調査の範囲 5) 調査の方法論
事業計画地	計画地の紹介及び 1:50,000 または適切な縮尺の地図。同地図には環境面で影響があると考えられる全ての要素を記載すること。
代替事業計画地及び開発手順	計画事業の代替地に関する理由及び検討内容を記載すること。
事業の詳細	1) 事業形態 2) 事業規模 3) 事業計画地 4) 代替事業系各地
既存環境	1) 既存の天然資源及び環境の価値について詳述すること(事業計画地域及び周辺環境、土地利用、隣接地、短期及び長期環境影響地域の詳述) 2) 事業計画地内容(既存物理的資源の状況、生物学的資源、人的価値、生活の品質等)

出典： 天然資源環境政策計画局、天然資源環境省

6) 提案プロジェクトの環境への影響

提案プロジェクトのプロジェクト設備建設に当たっては環境影響評価を行う必要がある。実際の環境影響評価の実施はプロジェクトの実施が決定された後、プロジェクトの実施者であるタイ法人のバイオディーゼル製造会社によって法の定めるところにより実施されることになる。提案プロジェクトの環境への影響のあらましは以下のとおりである。

廃水：

生活廃水は、下水道経由地域の沈殿プラントで、固形物処理が行われる。処理水はパイプラインで海中投棄されるが、法律の定める廃水基準に従い処理されているので環境に与える影響は少ないと判断される。

工業排水：

工業排水基準は、表-2.8.3 のとおりである。提案プロジェクトの工場排水が同基準を超える場合及び日量 3000 トン以上の廃水の場合、別途環境局との合意が必要となる。基本的に提案プロジェクトの操業のより排出される処理を有する廃水は日量約 100 トンで、10 トンあたりに含まれる固形物を含む廃水はそのうちの約 600 リットルに相当するが、固形物はもともと石鹸であるため処理は比較的簡単である。表-2.8.3 に示された検討項目の中で提案プロジェクトと密接に関わる項目を太字でしめた。

表-2.8.3 工業排水基準

項目	基準値
pH	5.5 9.0
TDS: Total Dissolved Solids/ 全溶解固形物	最高基準値 3,000 mg/liter、または公害規制委員会の判断によるが、 次の場合は 5,000 mg/liter を超えてはならない。 1) 流入水が塩分を含みかつ TDS 値が 2,000 mg/liter 以上の場合 2) 海に放流する場合
SS: Suspended Solids 浮遊物質	最高基準値 50 mg/liter、または 150 mg/liter を超えてはならない。
Temperature: 温度 (°C)	40 °C 以下
Color & Odor: 色度 臭気	不感知
Sulfide/硫化物 (H ₂ S 態)	1.0 mg/liter 以下
Cyanide/シアン化物 (HCN 態)	0.2 mg/liter 以下
Heavy Metals/重金属類 Zn/亜鉛 Cr ⁶⁺ /6 価クロム Cr ³⁺ /3 価クロム As/ヒ素 Cu/銅 Hg/水銀 Cd/カドミウム Ba/バリウム Se/セレン Pb/鉛 Ni/ニッケル Mn/マンガン	5.0 mg/liter 以下 0.25 mg/liter 以下 0.75 mg/liter 以下 0.25 mg/liter 以下 2.0 mg/liter 以下 0.005 mg/liter 以下 0.03 mg/liter 以下 1.0 mg/liter 以下 0.02 mg/liter 以下 0.2 mg/liter 以下 1.0 mg/liter 以下 5.0 mg/liter 以下
Fat, Oil and Grease/油脂分	最高基準値 5 mg/liter、または 15 mg/liter を超えてはならない。
Formaldehyde/ホルムアルデヒド	1.0 mg/liter 以下
Free Cl/遊離塩素	1.0 以下
Pesticides/殺虫剤	不検出
BOD/生物化学的酸素要求量	最高基準値 20 mg/liter、次の業種は 60 mg/liter を超えてはならない。 1) 毛皮工場 2) 澱粉工場 3) 澱粉による食品工場 4) 動物用飼料工場 5) 織物工場 6) 皮革工場 7) パルプ・製紙工場 8) 化学工場 9) 製薬工場 10) 冷凍食品工場
TKN/全ケルダール窒素	最高基準値 100 mg/liter、次の業種は 200 mg/liter を超えてはならない。 1) 食品工業 2) 動物用飼料工業
COD/化学的酸素要求量	最高基準値 120 mg/liter、次の業種は 200 mg/liter を超えてはならない。 1) 食品工業 2) 動物用飼料工業 3) 織物工場 4) 皮革工場 5) パルプ・製紙工場

出典：

科学技術環境省告示第 3 号、第 4 号 1996 年

公害規制委員会告示第 3 号、1996 年

2.10 利害関係者のコメント

天然資源環境省・気候変動調整ユニット (CCCU)： タイ国の DNA である CCCU は、提案プロジェクトが効果的に二酸化炭素排出量の削減が可能で且つ農民の所得向上等への社会経済的便益も期待できることから、関連方法論が承認され事業実施機関から関連省の支援約束と共に PDD の提出があれば CDM 事業として前向きに検討し出来れば実現させたいとしている。

農業省： バイオディーゼル開発戦略を原料供給面から支えることを目的として今後 7 年間で約 450,000 ヘクタールのオイルパーム栽培面積を拡大する。供給過多で価格が低下しているドリアン、ランブータン等の既存栽培面積の作目転換によって実現する。 タイの東北部の貧困解消を目的にパーム栽培地を拡大したいが、土壌等栽培条件の研究が必要である。

エネルギー省・代替エネルギー開発・効率化局 (Department of Alternative Energy Development and Efficiency: DEDE)： 提案プロジェクトはエネルギー省が主体となり輸入エネルギーへの依存を低減することを目的として推進している新再生可能エネルギー戦略に沿ったものであるのでその実現を期待する。

パーム油搾油業者： パーム油を原料とするバイオディーゼル生産事業ではパーム原油の供給システムに工夫が必要で新たなビジネスモデルとして原料購入・供給契約システムが成立しないと安定的な原料確保は難しいのではないかと懸念している。

BDF 製造に興味を持つ投資家： BDF の生産販売は政府の事業であることから興味のあるところ。ただパーム原油価格は相場で変動するから安定供給が困難ではないか。安定的な原料としては食糧油市場とは関係が無いジャトロファが考えられるが、商業レベルでジャトロファを原料とした BDF 製造の実例が無いのが問題である。

バンコック首都圏交通公社 (BMTA)： BMTA は約 3,600 台の公共バスを運行しているが現在天然ガス車への切り替えを計画している。 バイオディーゼルの利用については過去の例もあるので試験結果を見た上でその導入を図りたい。価格的にディーゼルと同等ないし安ければ BMTA がフランチャイズしている民間バス会社でも利用することになる可能性はある。

バンコック市役所 (BMA)： BMA は約 1,400 台の各種車輛を保有し様々な活動を行っている。 バイオディーゼルの利用により大気汚染の清浄化が図れるなら BDF 利用促進を図るため率先して使っていきたい。

運輸省陸上運輸局 (Ministry of Transport, Land Transport Authority)： タイ国運輸省陸上運輸局としては自動車用燃料の標準規格を満たし技術的に問題なければバイオディーゼルの使用についてはやぶさかではない。

タイ石油 (PTT)： タイ石油はバイオディーゼルの性状面での研究を続けてきている。国の燃料標準規格制定に関して技術的な支援を行う。現在ヨーロッパのバイオディーゼル規格を参考にタイ国向けの規格制定について検討中である。バイオディーゼルについては特に酸化 (Oxidization) についての基準制定が重要である。

トヨタ・タイランド： 以前バイオディーゼルの導入が試みられたが多くの問題を起こした。バイオディーゼルの本格導入に当たっては細心の注意が必要である。

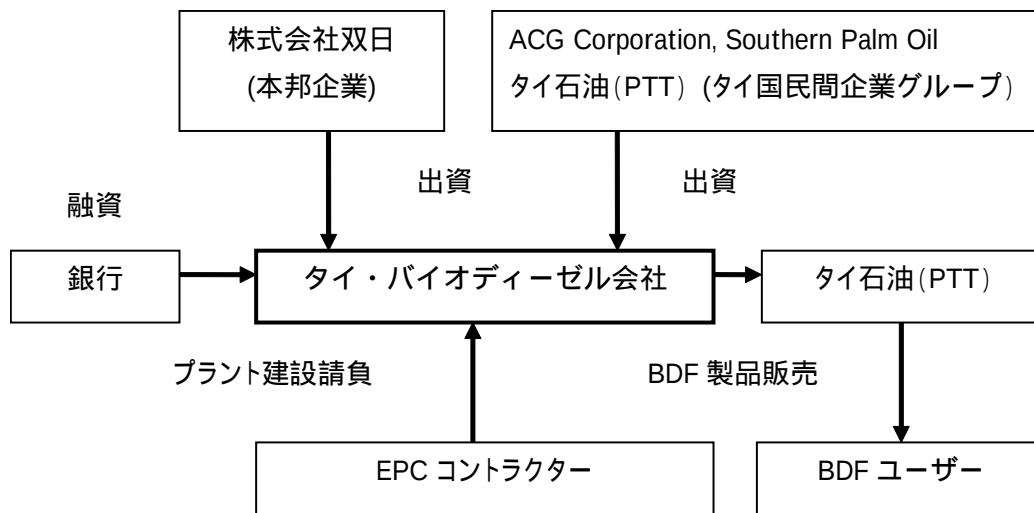
第三章 事業化に向けて

3.1 プロジェクトの実施体制

提案プロジェクトの所要施設建設、製造、販売、運営管理は、新たにタイにおいて設立登記する事業会社が行う。この事業会社への出資者としては、本邦企業である株式会社双日、タイ企業である ACG Corporation、PTT, Southern Palm Oil 等が計画されている。具体的な出資比率、更に両社以外の共同事業パートナーの参加については CDM 事業としての承認を得た後両社の協議をもって決定する予定である。

図-3.1 に BDF 生産販売事業実施体制を示す。

図-3.1 BDF 生産販売事業実施体制



3.2 プロジェクト実施のための資金計画

提案プロジェクトに必要な初期投資額は約 35 百万ドルである。このうち 25%を自己資金、75%を借入金として資金を調達する計画である。出資者間での役割分担、詳細事業実施計画を策定する段階において、本邦の公的資金導入方法についても具体的な検討を加えることとなる。

提案事業の財務的採算性は一般の商業的な投資事業より劣り、排出権取引による収入が無い場合には、財務的採算性は商業ベースにはならない。このことから出来る限りにおいて長期な低利融資先から資金を調達すべきである。このような観点から、以下の資金調達先を候補としてあげることができる。

- 国際協力銀行の投資金融
- 国際協力銀行の輸出金融

3.3 費用対投資効果

3.3.1 投資効果

提案事業の財務分析を以下の諸条件を仮定して行った。

01)	プロジェクト期間	15 年（機械類の減価償却期間に順ずる）
02)	生産品目	PME-BDF(パーム・メチル・エステル-バイオディーゼル)
03)	副産品	粗グリセリン
04)	原料	パームオイル（CPO）
05)	BDF 生産量（トン）	300 トン/日
06)	BDF 生産量（KL）	350 KL/日
07)	稼働日数	330 日/年
08)	年間生産・販売量	100,000 トン/年
09)	年間生産・販売量	115,600 KL/年
10)	初期投資額	35.0 百万米ドル（40.0 億円）
11)	年間操業費	7.7 百万米ドル（8.8 億円）
12)	年間維持管理費	1.0 百万米ドル（1.2 億円）
13)	原料購入価格	17.50 バーツ/リットル
14)	製油所蔵出し価格	22.00 バーツ/リットル
15)	市場販売価格	24.65 バーツ/リットル
16)	二酸化炭素排出削減量	217,000 t-CO ₂ /年
17)	二酸化炭素価格	7 米ドル/ t-CO ₂ (希望価格)
18)	クレジット期間	操業開始から 10 年間

表-3.1 は、これらを前提条件にした場合の財務的事業妥当性評価指標を示す。

表 3.1 財務的事業妥当性評価指標

	財務的内部収益率
排出権が認められない場合	9.4%
排出権を US\$5 ドルとする場合	12.3%
排出権を US\$6 ドルとする場合	12.8%
排出権を US\$7 ドルとする場合	13.4%
排出権を US\$8 ドルとする場合	14.0%

出典： 調査団

表-3.1 に示されるように排出権が認められない場合、国際的に開発途上国における大型民間投資の最低基準として用いられている LIBOR⁸を下回っていることから一般的な商業ベースでの事業妥当性は認められない。このことから CDM 事業として提案事業は、一つの重要な判定基準をクリアしていると判断できる。⁹

しかし提案プロジェクトが CDM 事業として承認を受け、排出権取引による追加収入が可能とさ

⁸ 2006 年 1 月現在の LIBOR(London Inter-bank Offered Rate) ロンドン銀行間金利は 8.0%であるが、開発途上国での為替変動リスク等のリスクファクターを加えて 10%程度を投資妥当性の基準とする。

⁹ 新方法論 NM0142 では事業の財務的内部収益率は LIBOR を下回るような一般的商業基準では投資事業としてその妥当性を欠くものであるが、排出権取引が認められることによって相応の収益率を見込むことが可能となり、それ故投資事業として妥当と判断することが可能となるような事業であることという規定が設けている。

れる場合において、且つ現在我が国が排出権を購入する場合においてのトン-CO₂ 当たりの購入代金を最大 7 米ドルと考えると、内部収益率は 13.4%を示すことから、提案事業は財務的に投資事業として妥当な事業であると看做することができる。

表-3.2 は、排出権が認められる場合の条件下で、排出権をトン当たり 5 米ドル、6 米ドル、7 米ドルと想定し初期投資コスト、操業経費、原料購入コスト及びそれらの混合したコスト変動幅によるそれぞれの場合の感度分析結果を示す。

表-3.2 感度分析結果

	ベース ケース	ケース A	ケース B	ケース C	ケース D
排出権を US\$5 とする場合	12.3%	10.6%	9.3%	6.5%	1.2%
排出権を US\$6 とする場合	12.8%	11.1%	9.9%	7.1%	1.9%
排出権を US\$7 とする場合	13.4%	11.6%	10.5%	7.8%	2.6%
初期投資コストの変化	-	+10%	-	-	+10%
操業コストの変化	-	-	+10%	-	+10%
原料価格の変化	-	-	-	+3%	+3%

出典： 調査団

表-3.4 は借入金金利、所得税等を勘案したキャッシュフロー分析の結果を示す。

表-3.4 投資効率分析結果 (Return On Investment)

排出権の変化	税引き前	税引き後	
	投資効率 (ROI)	投資効率 (ROI)	償還期間 (年)
排出権が認められない場合	10.2%	9.6%	8
排出権を US\$5 ドルとする場合	12.9%	12.3%	7
排出権を US\$6 ドルとする場合	13.4%	12.9%	6
排出権を US\$7 ドルとする場合	14.0%	13.4%	6

出典： 調査団

表-3.4 でのベースケースが示す内部収益率 10.2%では海外からの民間直接投資としては低すぎる。排出権が US\$7/ton-CO₂ とされる場合の同数値は 13.4%であり海外民間企業の投資対象としてぎりぎり考慮可能な事業と判断できる。このことから排出権取引単価が US\$7/ton-CO₂ を提案プロジェクトが財務的観点から事業の妥当性を確保するに必要な条件であると考えることが出来る。

表-3.2 のケース C 及び D が示すように、原料価格が僅か 3%上昇しただけで提案プロジェクトは一挙にその投資妥当性を失う¹⁰ことが明らかになった。これは提案事業が原料コストの変化に対して極めて敏感であることを示しており、このことは投資対象としての妥当性を欠くと判断することが出来る。

しかし、原料であるパーム油は、他のバイオディーゼルの原料である植物油も含め、伝統的な市場では短期間に激しく変化するものであり、投機対象ともなる国際商品でもある。こういった性格を持つ植物油を原料とすることは、事業により生産される商品の市場が燃料市場でもあり極めて安定的な市場であることから、一般的な伝統的な商業的観点からは絶対に事業として成り立

¹⁰ 投資対象事業の財務内部収益率の最低基準を LIBOR (現在約 6%) にリスクプレミアム(3%)、投資通貨を米ドルとする場合の通貨交換率変動リスク(2%)を加算し 11%と定める。

たない事業か、極めてリスクの高い不安定な事業としか考えられない。

CDM 事業として認定される事業の一つの基準にその持続性を挙げることができる。提案プロジェクトが事業としての持続性を持ちうる条件は、唯一この原料が一定価格で長期にわたって安定的に供給される、ないしは最終販売価格と原料購入価格の幅が常に略一定であることが可能な場合に限られると言っても過言ではない。原料の安定的供給については次の第三章三項で述べるが、第三章で提案されている原料購入形態が確保され長期原料購入契約が成立することによって提案事業の財務的妥当性は担保されると判断する。

3.3.2 排出削減量1トン当たりの費用対効果

提案プロジェクトに必要な初期投資額 35 百万 US ドル
42 億円 (US ドル 1.00 = 120 円とする)

温室効果ガス排出削減量 2,178 千 tons of CO₂e (10 年間)

排出削減量 1 トン当たりの費用

初期投資額 / 温室効果ガス削減量 (tons of CO₂e) (10 年間)
42 億円 / 218 万トン CO₂e = 1926 円 / tonCO₂e

3.4 事業化に向けての見込み・課題

1) 原料の安定的な調達

現況及び課題：

バイオディーゼル製造・流通事業の最大のネックであり、肝要な要素は原料の調達である。3.2.2 で検討した事業妥当性の感度分析結果が示すように原料価格のちょっとした変化が収益率に敏感に反応する。これは、原料コストが生産設備等の初期投資コスト及び操業費用に対して極めて大きいことに起因する。

提案プロジェクトの操業に要する原料はタイ国内産のパーム油（CPO）であるが、図-2.5 に示されるように 2001 年から 2004 年の 4 年間だけでも CPO 価格は 5 バーツ/kg から 27 バーツ/kg の間で大きく変化している。この期間の平均価格は 17 バーツ/kg（19 バーツ/リットル）である。この平均価格を事業妥当性分析に用いている。これがほんの 3%上昇しただけで、本事業の財務的内部収益率は事業としての妥当性が確保できる収益率を大きく下回る。このことは、本事業の成否はたとえ CDM 事業として認可され、排出権取引により追加収益を受けることが出来たとしても、原料価格の不安定性によりその妥当性を失う危険性が極めて高いということであるが、逆に原料価格変動を要因とするリスクが極めて高いため CDM 事業としても成り立たないということが考えられる。

長期原料購入契約の可能性：

この課題を解決する方法として原料供給者と BDF 製造業者間での長期原料購入契約方式の導入が考えられる。本事業に要する CPO 所要量は一日当たり 375 トンであるが、パームオイル搾油業者で一日当たり 375 トンの CPO を供給できる企業は限られており、製造する原料の全てをバイオディーゼル製造向けの搾油業者はいないであろうからバイオディーゼル製造業者は複数のパームオイル搾油業者から CPO を購入することとなる。

本事業の財務的妥当性評価に用いた原料価格は 1 k g 当たり 18 バーツであるが、これには原料積み出し地からバイオディーゼル製造工場までの貯蔵及び輸送コストを含んだ価格であるので CPO の工場庭先価格を 17 バーツとする。現在の CPO 庭先価格は約 20 バーツであるのでパーム搾油業者は誰もこの購入希望価格で供給しないであろう。

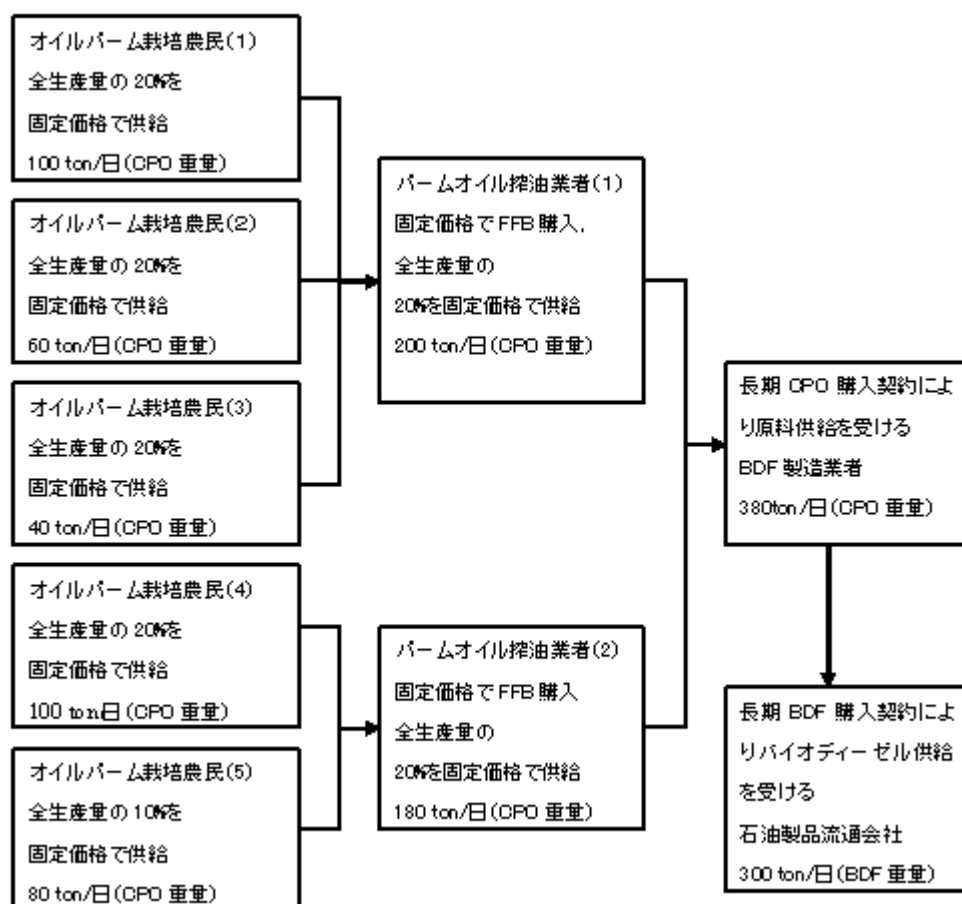
バイオディーゼルの市場はディーゼル燃料市場であり極めて安定的で且つ巨大な市場である。ディーゼル燃料市場も原油供給状況の変化に応じて変動するがその期間は長期で予測がある程度可能であらう。一方 CPO の市場は国際パームオイル市場価格が支配する市場でその市場価格の変動幅は大きく、その時間的な動きは早く且つ短い。CPO 市場は将来予測が困難な市場であるから不安定である。不安定な市場を対象にする商品は、逆に相場商品とされ、ギャンブル的な要素を持っている。同一の原料であっても対象とする市場の正確は本質的に異なっている。それゆえ原料供給側もこの市場の性格の差異を充分認識する必要がある。

ディーゼル燃料市場を対象とする場合に相場商品としてしか CPO を見ていない企業にとってのデメリットはギャンブル的な高利益が期待できないという点である。一方、メリットは長期に安定的に供給を行うことが可能であるから工場の操業のベースを確保することが可能となるという点にある。又、安定的収入は金融条件の緩和につながり財務的なメリットをもたらす。逆に、CPO 市場を対象とする場合のデメリットは価格が急落した場合に突然巨大な損失を生むということである。一方、メリットとしては価格が急上昇した場合に巨大な収益を生むということである。しかし、そのようなギャンブル的な要素の強い商品を生産する産業については金融的なメリットは低く、融資条件は短期且つ高金利とならう。

バイオディーゼル製造を通じてディーゼル燃料市場を対象とする場合、CPO 搾油業者は自己の判断でその生産量の一部を企業の安定化を目的として、一定の価格で安定的に長期間にわたり CPO を供給することにより、価格下落の際のリスクヘッジを行うことができる。この場合長期というのは一年という意味ではなく最低 5 年又はそれ以上という意味である。このような長期の契約が成立することによりオイルパーム栽培の面でも増産に向けた準備が可能になり、バイオディーゼル流通にとっては好循環が生まれるということになる。CPO は有機物であるので長期の保存は利かない。しかしバイオディーゼル市場への原料供給として CPO をエステル化した上で保存すれば長期の保管が可能となる。つまり、CPO の相場価格が一定レベルより下がった場合に、パーム油搾油業者は CPO をエステル化し貯蔵しておき、バイオディーゼル市場の需要にあわせて供給するという方法も考えられるが、この方式はバイオディーゼル製造に対する安定供給システムの補完的なシステムとして考える。

図-3.2 にバイオディーゼル向けパームオイル供給の長期契約方式の概念を示す。

図-3.2 CPO 供給体制概念図



原料購入価格調整方式：

バイオディーゼル製造業者がパームオイル搾油業者から CP0 を長期原料購入契約によって購入する場合、その単価を市場の指標価格であるディーゼル燃料価格にスライドするように一定期間、例えば 4 半期で調整することにより供給者・購入者間で価格変動リスクを無くすることができる。この価格スライド方式の計算式は以下のような簡易な方程式となろう。

$$Rp^{t-2}=Dp^{t-1}/Dp^{t-2}*Rp^{t-1}$$

Rp^{t-2} ： 調整対象の 4 半期の平均原料価格

Rp^{t-1} ： 一期前の 4 半期での平均原料価格

Dp^{t-1} ： 一期前の 4 半期での平均ディーゼル価格

Dp^{t-2} ： 調整対象の 4 半期の平均原料価格

原料長期購入契約の履行保証：

南部地域の多くのパームオイル搾油企業はオイルパーム生産者と長期（1 年）栽培・購入契約を締結した経験があるが、多くの場合、国際相場や国内相場が大きく上向きに動くときに契約は反故にされ結局原料調達が計画通りに進まないという苦い経験を繰り返している。それ故、今日では長期契約的な契約は存在せず、殆どがスポットでの取引となっている。

オイルパームの栽培面積を所有形態という観点から見てみると、表-3.4 に示すように 1 オペレーター当たりの所有面積に大きな隔たりがある。

全体栽培面積に占める割合	栽培面積（ヘクタール）	1 栽培者当たりの平均所有面積	栽培者の数（単純計算）	栽培者の占有率（単純計算）
10%	270,000	250.0 ヘクタール	1,100	00.13%
15%	400,000	80.0 ヘクタール	5,100	00.62%
75%	2,030,000	2.5 ヘクタール	812,000	99.25%
100%	2,700,000		818,200	100.00%

出典：調査団

注： 大規模栽培者の平均所有面積を 250 ヘクタールとしたが、数千ヘクタールを超えるパーム栽培園を所有・運営している企業が数社存在するため、実際の栽培者数は 200-300 社と推測できる。

オイルパーム栽培者全体のなかで小規模栽培農家の数は圧倒的に多いが、企業の財務的面から見ると零細企業である。また零細栽培農家の生計はパームオイル搾油業者（多くの場合原料の安定的供給を目的として大規模農園を自己所有している。）との間に入る中間取引業者（middleman と称す）の仲介によるだけでなく、種の手配、肥料の手配、更に金融を中間取引業者によっており実質的には中間取引業者がその生計を支配するような形態となっている。

このことから、ここで述べる原料長期購入契約の銀行保証という供給形態は BDF 製造業者と一部ではあるが大規模企業との契約という形しか当初は考えられない。小規模農家をパームオイル搾油業者が、同種の長期原料購入契約を適応して原料の確保を行うのは、次の開発段階とする。次の段階においては、既に BDF の流通が本格的に開始されている状況となるので、小規模農民の組織化は比較的容易になると想定する。

原料長期購入契約の見込み：

図-3.2 に示されるようにパームオイル栽培者、オイルパーム搾油業者、バイオディーゼル製造

業者、燃料流通会社の 4 つの業種がそれぞれ長期購入契約を締結することによって一丸となってバイオディーゼル製造に取り組む事によって初めてバイオディーゼルの本格的な市場での流通が可能となる。国家的レベルにおいてバイオディーゼル利用促進を図る行政機関の中心的機関は、プロジェクトの成立に関わる上記組織の広範で積極的な参加促進と、これら組織間での調整を図ることがその重要な任務と認識されねばならない。

しかし、BDF 開発プログラムの当初は、BDF 製造企業とパームオイル搾油業者がまづ連携体制を構築し BDF の流通を開始することが肝要であるとする。オイルパームの主産地であるスラタニにおいて 3 つのパームオイル搾油工場を操業しているタイ南部地域の代表的民間企業は、関連オイルパーム農園及び農家と、提案する長期原料購入契約の主要条件（長期、変動調整価格条件、契約履行保証条件等）を勘案したビジネスモデルを構築し、BDF 製造事業を始動させる意欲を持つ企業がある。このような企業を本邦企業との共同事業の相手として、提案する BDF 事業の中核企業の設立が準備されつつある。