

平成19年度 CDM / J I 事業調査

マレーシア・パーム搾油工場廃棄物のコンポスト化による
メタンガスの発生抑制事業調査

報告書

平成20年3月

株式会社大和総研

目次

第1章 マレーシアの概況

1.1	マレーシア国の概況	1
1.1.1	サバ州の概況 ¹	5
1.2	マレーシアの経済概況	7
1.3	マレーシアの産業概況	13
1.4	パーム産業概況	17
1.5	環境政策	30
1.6	エネルギー事情	34
1.7	マレーシアにおける CDM 受け入れ体制	41
1.7.1	CDM プロジェクト実施体制	41
1.7.2	CDM ナショナルクライテリア	48
1.7.3	マレーシアにおける CDM 承認過程	50
1.7.4	マレーシアにおける CDM 実績	52

第2章 プロジェクト概要

2.1	プロジェクト概要	53
2.1.1	プロジェクトサイト	53
2.1.2	パーム工場廃棄物、廃水の有効利用の現状	56
2.1.3	プロジェクト技術の概要	57
2.1.4	EFB コンポスト試験	63
2.2	ベースライン	65
2.2.1	方法論の適用	65
2.2.2	ベースラインの設定	65
2.2.3	ベースラインの同定、及び追加性の証明	66
2.2.4	バウンダリー	69
2.2.5	リーケージ	69
2.3	GHG 削減量	70
2.3.1	GHG 計算式	70
2.4	モニタリング	72

¹ 本節の数字は、特に言及のない限り、Department of Statistics Malaysia, Sabah, Sabah Yearbook of Statistics 2006, 2006、による。

2.4.1	方法論	72
2.4.2	モニタリング項目	72
2.5	CDM プロジェクト実施に伴う環境影響	73
2.5.1	環境影響評価	73
2.5.2	環境影響	73
2.5.3	持続可能性への貢献	73
2.6	ステークホルダーのコメント	75

第3章 事業化に向けて

3.1	実施体制	78
3.2	資金計画	79
3.3	課題の検討	83

	参考文献	86
--	------	----

現地調査記録

サンプル調査結果

スコープバリデーション結果

第1章 マレーシアの概況

1.1 マレーシア国の概況

(1) 地理・気候

マレーシア (Malaysia) は、図表 1-1 に見るように、マレー半島南部を占める半島マレーシア (西マレーシア) と、ボルネオ島北部の島嶼マレーシア (東マレーシア) から成り立っている。

図表 1-1 マレーシア地図



出所： マレーシア政府観光局 (ウェブサイト)

(http://www.tourismmalaysia.or.jp/kihon/kihon_b.htm)

面積は32万9,876平方キロメートル²、国全体が赤道に近く、熱帯雨林気候に属しており、年間の平均気温は26～27℃で、一年を通じての変動幅は小さい。降水量は年間降雨量2,000～2,500mm、月平均でも200mmと多いのが特徴であり、季節は雨季と乾季に分かれるが、どちらの季節でもスコールが降る。このように安定した気候が、後に見るようにマレーシアがオイルパームの大生産国であることの要因の一つとなっている。なお、当然のことながら、気候は、マレー半島西海岸と東海岸で異なり、また半島とボルネオ島でも異なる。首都クアラルンプールと、当プロジェクトを行うサバ州の州都コタ・キナバルの気温・降雨量を、図表 1-2 に例示する³。

² 面積は、Department of Statistics Malaysia, Yearbook of Statistics 2006, 2006、による。

³ 気温、降水量は、マレーシア政府観光局 (ウェブサイト) による。

図表 1-2 年間平均気温（ ）と降水量（mm）

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
クアラ ルンブ ール	最高気温	32	33	33	33	33	33	32	32	32	32	31	31
	最低気温	22	22	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
	降雨量 (mm)	159	154	223	276	182	119	120	133	173	258	263	223
コタ・キ ナバル	最高気温	30	30	31	32	32	31	31	31	31	31	31	31
	最低気温	23	23	23	24	24	24	24	24	23	23	23	23
	降雨量 (mm)	133	63	71	124	218	311	277	256	314	334	26	241

出所： マレーシア政府観光局（ウェブサイト）

（http://www.tourismmalaysia.or.jp/kihon/kihon_e.htm）

（２）人口・民族・言語・宗教

マレーシアの人口(2006年中央値推計)⁴は2,664.0万人で、ブミプトラ(Bumiputera) 華人系、インド系などから構成される多民族国家である。ブミプトラとは、マレー語で「土地の子」を意味し、マレー人およびその他の先住民族を、華人系、インド系などの住民と区別して呼ぶ名称である⁵。民族構成は、ブミプトラ 61.6%、華人系 23.3%、インド系 7.0%、その他 1.2%、非マレー市民 6.9%となっている。

多様な民族構成を反映して言語も多様である。マレーシア語が国語となっており、他に中国語、タミル語、英語、少数民族の言語などが使用されている。国教はイスラーム教であるが、信仰の自由は認められており、多民族国家を反映して仏教、ヒンドゥー教、キリスト教、道教、シク教などが信仰されている。

このような多民族国化は、イギリス植民地時代の移民の増大により形成されたものである。1848年に錫の大鉱脈が発見され、中国人労働者が流入したこと、1895年にゴムの栽培が各地で始まり、タミル系インド人がゴム園労働者となったこと等による。重要なことは、

⁴ 人口統計は、Department of Statistics Malaysia, Yearbook of Statistics 2006, 2006、による。

⁵ ブミプトラは大別して3つのカテゴリーの人々から成る。「第1は、セマン、ジャクン、セノイなどの半島部の先住少数民族で orang asli と称される。第2は、半島部では人口の過半を占め、サバ、サラワクでは少数民族であるマレー人であり、これにはマレー人社会に同化したスマトラ、ジャワなどからの移住者も含まれ、ムスリムである。ただし華人やインド人のムスリムは含まない。第3は、サバ州のカダザン、ムルット、クラビット、サラワク州のイバン（海ダヤック）ピダユ（陸ダヤック）メラナウなどの両州の土着民、および、半島のポルトガル人とマレー人との混血の人々であり、その多くはノン・ムスリムである。このうちサバ州の土着民は、1970年代末から85年にかけてプリブミ(pribumi)と公称されたこともある。ただし、ブミプトラの範囲は状況に応じて政策的に決定される傾向がある。」堀井健三編、『マレーシアの工業化 多民族国家と工業化の展開』、アジア経済研究所、1991年、による。

植民地支配下で、民族別に職業が固定化されていったことである。マレー人は、伝統社会の農業部門で小規模の稲作とゴム栽培経営に従事した。華人は、中小貿易と国内流通を牛耳り、土着の金融部門を独占した。また、中小規模のゴム園や錫鉱山の経営者と労働者にもなった。インド人は、ゴム園労働者と建設労働者として定着したのである。

(3) 政治の概況

(a) マレーシア形成史

第2次世界大戦後、イギリスは各民族に平等の権利を与えるマラヤ連合 (Malayan Union) 案を示したが、マレー人の特権を主張するマレー人は反発し、1946年にマレー系住民が連合マレー人国民組織 (The United Malays National Organisation, 以下 UMNO) という政党を結成した。同年、マラヤ連合は発足したが、イギリスは1947年にマラヤ連合との間にマレー人の特権を認める連邦協定を結び、1948年にマラヤ連邦 (The Federation of Malaya) が発足した。この結果、中国系住民の不満が生じ、中国人を主体とするマラヤ共産党 (Malayan Communist Party) の武装蜂起が起こる (抵抗は1960年まで続く)。翌1949年には、中国人の中にも対英協調を目指すマラヤ中国人協会 (The Malaysian Chinese Association, MCA) が結成され、中国人の利益を代表する政党となった。UMNO と MCA が連合し、これに戦前から活動していたマラヤ・インド人会議 (The Malayan Indian Congress, MIC) が加わって結成された連盟党 (The Alliance) が、1955年の総選挙では圧倒的な勝利を収めた。UMNO の指導者アブドゥル・ラーマンはイギリスとの交渉を通じて完全独立をめざし、1957年8月31日マラヤ連邦は完全独立を達成した。

1963年には、マラヤ連邦、シンガポール自治国、サラワク、サバにより、マレーシア連邦 (Federation of Malaysia) が結成された (ブルネイは参加を拒否)。だが、連邦政府とシンガポールとの間に対立が生じ、1965年にシンガポールは連邦を脱退し、現在の形となる。

(b) 憲政の構造

マレーシアは、西マレーシアの11州と東マレーシアの2州 (サバ、サラワク) からなる連邦であり (他にクアラルンプール、ラブアン島、プトラジャヤの3連邦直轄地がある) 同時に立憲君主制国家である。また、イギリス連邦 (Commonwealth of Nations) の一員でもある。

元首である国王はペナン、マラッカを除く西マレーシア9州のスルタンの互選によって選出され、任期は5年である (現在の元首は、2006年12月13日即位のスルタン・ミザン・ザイナル・アビディン国王)。

連邦議会は上院と下院から成る。上院は70議席で、うち44名は国王により任命され、

残り 26 名は各州議会から選出される。下院は 219 議席で、国民の直接選挙により選出される。各州には、それぞれ元首（スルタンまたは国王によって任命された州知事）があり、州政府、州議会が存在する。

(c) 民族問題

1969 年の第 3 回総選挙で UMNO が敗北したことが反中国人感情を引き起こし、5 月 13 日にマレー系住民と中国系住民が衝突し、多くの死者を出した「5 月 13 日事件」が起こった。この事件は、政策のターニング・ポイントとなる。連盟党は、より広範な同盟である国民戦線（The Barisan Nasional, BN）に置き換わった（その後、現在に至るまで政権を握っている）。アブドゥル・ラーマン首相（在職 1955 年～1959 年、1959 年～1970 年）は、それまでの政策を転換させ、政治面におけるマレー人の特権が確認された。また、「新経済政策」（New Economic Policy, NEP）が実施された（1970 年～1990 年）。新経済政策は、その強いマレー人優遇政策から「ブミプトラ政策」と呼ばれる⁶。その後の、アブドゥル・ラザク首相（在職 1970 年～1976 年）、フセイン・オン首相（在職 1976 年～1981 年）も、ブミプトラ政策を受け継いでいった。

22 年の長きにわたって政権を担当したマハティール・モハマド首相（在職 1981 年～2003 年）は、近代化路線を推進し、ブミプトラ政策も部分的にはあるが見直しが着手された。その一方で、社会のイスラーム化が強まった。

2003 年以降、政権を担っているアブドゥラ・バダウィ首相は、2006 年、新経済政策以来の政府目標であるブミプトラの株式保有率引上げの達成期限を先送りした。ブミプトラ政策はもはや民族間格差縮小のための手段というよりも、それ自体が目的化しているという指摘もなされている⁷。

⁶ マレー人の特権やブミプトラ政策について詳しくは、堀井健三、「ブミプトラ政策化の工業化」、堀井健三編、『マレーシアの工業化 多民族国家と工業化の展開』、アジア経済研究所、1991 年、所収、を参照。

⁷ 「マレー人の民族的利益の代弁者である UMNO にとって、ブミプトラ企業家支援策の終焉は政治的支持調達のための資源の逸失を意味する。UMNO 主導の政府にとって、ブミプトラ優遇策はもはや民族間格差縮小のための手段であるより、それ自体が目的化しているといっても過言ではない。彼らには、ある程度の格差があり続ける方が好都合なのである。」 アジア経済研究所、『アジア動向年報』、2007 年版、アジア経済研究所。

1.1.1 サバ州の概況⁸

サバ州は、前掲の地図に見られるように、マレーシア最東端、ボルネオ島北東部にある州で、南部はインドネシアと国境を接している。州都はコタ・キナバル。18世紀後半よりイギリスの勢力下にはいり、1963年にマレーシア連邦結成に加わり植民地から脱した。

サバ州の面積は7.4万平方キロメートル、気候については前掲の図表「年間平均気温と降水量」を参照。人口(2006年推計値)は299.7万人、民族構成は複雑で、ブミプトラ60.1%(マレー系11.5%、カダザン/ドゥスン族17.8%、バジャウ族13.4%、ムルット族3.3%、その他のブミプトラ14.6%)、華人9.6%、その他4.8%、非マレー市民25.0%となっている。半島部とは違い、ブミプトラのうちマレー系が少なく、サバ州土着の民族が占める割合が多いこと、インドネシアやフィリピン南部からの労働者などマレー市民権を持っていないものが多いこと等の特徴がある。

サバ州の経済規模を見ると(図表1-3)、実質GDPは全国の6%弱で推移している。実質GDP成長率は、2001年の世界不況後は数%の安定成長を続けており、全国水準と大きな差はない。

産業構造を見ると、GDP(2005年)の構成は、農林水産業が32.7%と全国平均(8.2%)より非常に高く、製造業は13.5%と全国平均(31.4%)より著しく低い。その農林水産業の中心はオイルパーム生産である。主要作物の作付面積(2005年)で見ると、米が4.0万ヘクタール、ゴムが6.6万ヘクタール、ココアが1.7万ヘクタール、ココナッツが2.1万ヘクタール、そしてオイルパームは122.8万ヘクタールと、オイルパームが圧倒的な位置を占めている。製造業について見ると、2004年の付加価値額174.7億リンギのうち、食品加工・油脂生産131.0億リンギ、木材加工等6.6億リンギ、鉄鋼4.2億リンギ、石油化学4.1億リンギとなっている。

また、サバ州の経済は輸出依存型であり、2005年の輸出/GDP(実質)は104.9%、輸入/GDP(同)は90.7%である。2005年の輸出額113.6億リンギのうち、動物・植物油脂が43.5億リンギ、鉱産物が25.4億リンギ、製造業製品15.5億リンギ、食品以外の原材料10.3億リンギとなっている。

つまり、サバ州の産業は、オイルパーム、木材、石油等が大きな柱となっている。

⁸ 本節の数字は、特に言及のない限り、Department of Statistics Malaysia, Sabah, Sabah Yearbook of Statistics 2006, 2006、による。

図表 1-3 サバ州の実質 GDP 構成比（産業別）

	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年
サバ州実質GDPの構成比	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
農林水産業	29.7	30.7	31.1	31.3	32.7
農業	23.1	22.8	23.4	23.3	24.9
林業	3.0	4.7	5.0	5.0	5.0
水産業	3.7	3.2	2.7	2.9	2.7
鉱業	13.2	12.4	11.8	9.7	7.2
製造業	11.5	11.7	13.1	13.4	13.5
サービス業	47.9	47.5	46.3	48.0	48.9
電力・ガス・水道	2.3	2.6	2.6	2.5	2.8
建設	3.7	3.7	3.7	3.6	3.5
卸売・小売	11.9	11.5	11.4	11.6	12.0
レストラン・ホテル	2.4	2.4	2.4	2.7	2.8
運輸・倉庫・通信	5.7	5.5	5.0	5.4	5.4
金融・保険・不動産	7.3	7.4	7.2	7.3	7.4
その他サービス	4.9	4.6	4.6	4.6	4.5
政府サービス	9.8	9.8	9.6	10.3	10.6
帰属利子（控除項目）	3.1	3.2	3.1	3.0	2.9
輸入品に課される税	0.9	1.0	0.8	0.6	0.6
	（単位：百万リンギ）				
サバ州GDP（1987年価格）	12,242	13,007	13,760	14,345	15,074
同成長率	2.2	6.2	5.8	4.3	5.1
全国GDP（1987年価格）	211,227	220,422	232,496	249,314	262,175
同成長率	0.3	4.4	5.5	7.2	5.2
サバ州 / 全国（％）	5.8	5.9	5.9	5.8	5.7

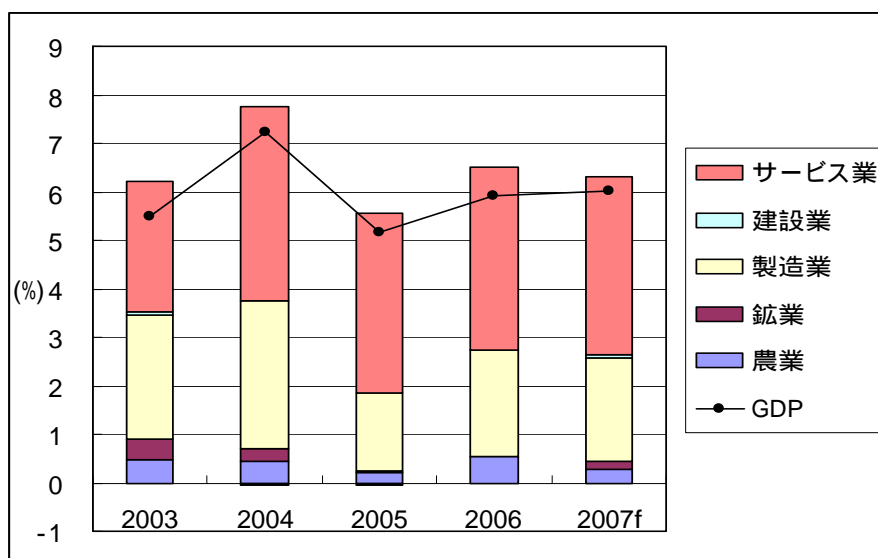
出所： サバ州の数字は、Department of Statistics Malaysia, Sabah, Sabah Yearbook of Statistics 2006, 2006 より、全国の数字は、Bank Negara Malaysia (Central Bank of Malaysia), Annual Report 2006, Bank Negara Malaysia, 2007、より作成。

1.2 マレーシアの経済概況

(1) 経済成長

マレーシアの経済成長を見ると、1997年～98年のアジア金融危機前までは、実質 GDP 成長率が1995年9.8%、1996年10.0%と非常に高い成長を続けていた。しかし、1997年は7.3%と減速し、翌1998年には7.4%とマイナス成長に転落した。1999年～2000年は6%～9%と回復したものの、2001年は世界経済の同時減速により0.3%とほぼゼロ成長となった。その後は、数%台の安定成長を取り戻し、2006年は5.9%で、2007年は6.0%の成長が見込まれている⁹。

図表 1-4 マレーシアの実質 GDP 成長率（産業別）



注： 産業別の合計と GDP の差は、帰属利子（控除項目）と輸入品に課される税。

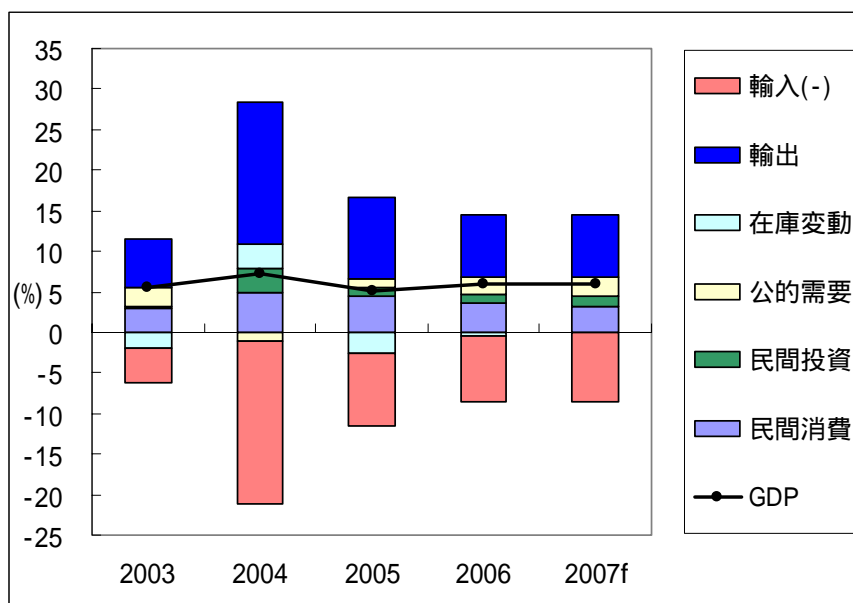
出所： Bank Negara Malaysia (Central Bank of Malaysia), Annual Report 2006, Bank Negara Malaysia, 2007、より作成。

経済成長の中身を産業別に寄与度で見ると（図表 1-4）、2006年の実質 GDP 成長率 5.9%のうち、サービス業が 3.8%、製造業が 2.2%と、この 2 部門でほとんどを占めている。農業は 0.5%しか GDP に寄与していないが、農業セクター自身の成長率は 6.4%と低くはなかった。

⁹ 2007年の予想値は、Bank Negara Malaysia (Central Bank of Malaysia), Annual Report 2006, Bank Negara Malaysia, 2007、による。本節の図表の予想値も同様。

次に、需要別に寄与度を分析すると（図表 1-5）まず輸出、次いで民間消費の 2 本柱が経済成長を支えていることがわかる。2006 年は輸出が 7.7%、民間消費が 3.5%の寄与で、その後は公的需要が 2.1%、民間投資が 1.2%となっている。こうした旺盛な消費活動等により、輸入（控除項目）活動も活発で、 8.1%分 GDP 成長率を押し下げている。

図表 1-5 マレーシアの実質 GDP 成長率（需要別）



出所： Bank Negara Malaysia (Central Bank of Malaysia), Annual Report 2006, Bank Negara Malaysia, 2007、より作成。

（２）貯蓄・投資動向

マレーシアの貯蓄・投資バランスの特徴の一つとして、公的部門の役割が非常に大きいことが挙げられる。公的投資は、民間投資よりも大きく、2006 年で投資全体の 55%を占めている。公的貯蓄も大きく、2006 年には民間貯蓄を上回った（図表 1-6）。

また、公的部門・民間部門ともに貯蓄超過主体（貯蓄＞投資）となっており、一国全体では 2006 年は投資率 20.8%（GNP 比、以下同様）、貯蓄率 38.1%で、貯蓄・投資バランス（＝経常収支）は 17.3%と巨額の黒字となった。

図表 1-6 貯蓄・投資バランス（対 GNP 比、％）

	2002	2003	2004	2005	2006
公的投資	16.1	15.4	12.2	11.6	11.4
公的貯蓄	14.4	16.1	17.2	15.0	19.3
公的貯蓄投資バランス	-1.7	0.8	4.9	3.4	7.9
民間投資	9.6	7.6	11.8	9.4	9.4
民間貯蓄	20.4	20.4	20.2	22.0	18.8
民間貯蓄投資バランス	10.8	12.8	8.4	12.7	9.4
投資	25.8	22.9	24.1	20.9	20.8
貯蓄	34.8	36.5	37.3	37.0	38.1
経常収支	9.0	13.6	13.3	16.1	17.3

出所： Bank Negara Malaysia (Central Bank of Malaysia), Annual Report 2006, Bank Negara Malaysia, 2007、より作成。

（３）国際収支構造と外国為替相場の推移

次に国際収支構造を見ると（図表 1-7）、貿易収支は大幅な黒字（1,350 億リング）、サービス収支は旅行収支が黒字なもの（216 億リング）、輸送収支（186 億リング）・その他サービス収支（103 億リング）合計がそれを上回る赤字で、全体としては赤字（74 億リング）、所得収支も投資収益の支払い超から赤字（198 億リング）、経常移転収支も赤字となる（166 億リング）。だが、経常収支全体では、貿易収支よりは額は小さくなるものの、巨額な黒字となる（912 億リング）。資本収支は、直接投資（43 億リング）・証券投資（147 億リング）は黒字なもの、銀行借入などのその他投資が大幅な赤字で（590 億リング）、全体としては赤字だが（399 億リング）、経常収支の黒字幅よりは小さい。この結果、総合収支としては黒字が続いており（253 億リング）、外貨準備が毎年積み上がっている（2006 年の外貨準備は 825 億 US ドル）。

外国為替相場（Malaysia Ringgit per US Dollar）について見ると（図表 1-8）、アジア金融危機以前は 1US ドル＝2.5 リング前後で推移していたが、金融危機により大幅に下落した。これに対し、当時のマハティール首相は、他の危機に陥った国々とは違い、為替管理制度の導入で対応した。経常収支赤字のファイナンスを海外の短期資本に依存していたタイ、韓国、インドネシア等とは違い、マレーシアは、直接投資を中心とした長期資本で経常収支赤字を補っており、IMF 型の財政金融引締政策が必要ではないという考えによる。1998 年 9 月に、短期資本取引規制、および 1US ドル＝3.8 リングという固定相場制（ドル・ペッグ制）が導入された。

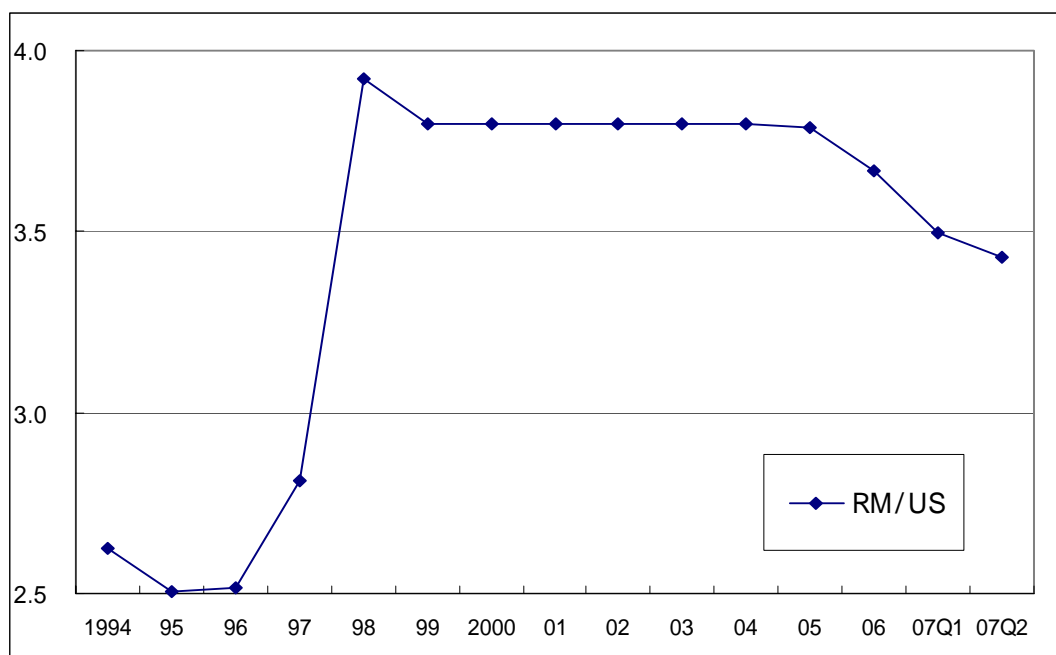
その後、マレーシア経済は順調な回復を見せ、短期資本取引規制は 2001 年 5 月までに完全に撤廃され、2005 年 7 月には固定相場制が廃止され、貿易により加重平均した通貨バスケットによる管理フロート制に移行した。現状、リングは緩やかな増価傾向にある。

図表 1-7 国際収支表（単位：百万リンギ）

	2003	2004	2005	2006
貿易収支	97,762	104,474	125,562	135,023
サービス収支	-15,300	-8,780	-9,010	-7,354
輸送	-13,486	-17,783	-16,433	-18,648
旅行	11,523	19,398	19,449	21,607
その他サービス	-13,338	-10,396	-12,026	-10,313
所得収支	-22,537	-24,549	-23,908	-19,825
経常移転収支	-9,300	-14,633	-16,963	-16,630
経常収支	50,625	56,512	75,681	91,214
直接投資	4,194	9,739	3,771	4,343
証券投資	4,168	31,965	-14,156	14,726
その他投資	-20,508	-24,913	-26,633	-58,988
資本収支	-12,146	16,791	-37,018	-39,919
誤差脱漏	1,223	10,482	-25,111	-26,045
総合収支	39,703	83,784	13,552	25,251
外貨準備	167,812	251,596	265,148	290,399
同 (US百万ドル)	44,161	66,209	70,169	82,451

出所： Bank Negara Malaysia (Central Bank of Malaysia), Annual Report 2006, Bank Negara Malaysia, 2007、より作成。

図表 1-8 外国為替相場（期中平均）



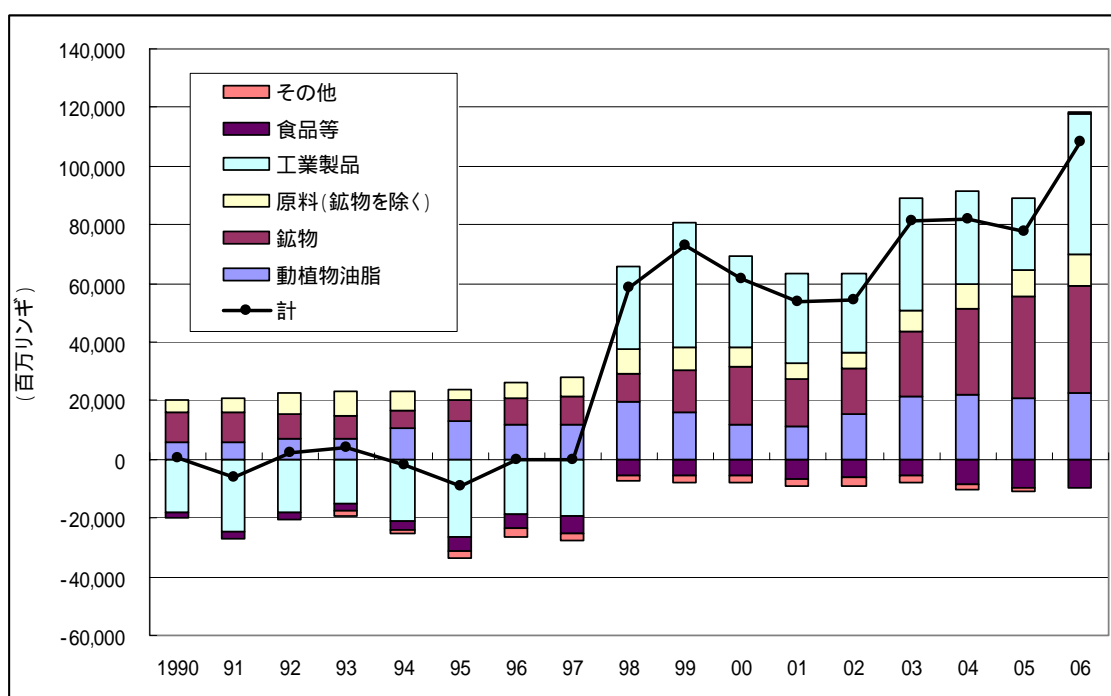
出所： International Monetary Fund, International Financial Statistics, various issues より作成。

(4) 貿易構造

貿易構造を見ると(図表 1-10,11)、2006 年の輸出額 5,890 億リンギのうち、電子・電気製品が過半 51.1%を占めている。次いで、化学製品 5.6%、原油等 5.2%、液化天然ガス 4.0%、金属製品 3.9%となり、パームオイルは 3.7%にとどまる。同じく輸入額 4,801 億リンギのうち中間財が 69.8%、次いで資本財 13.6%と、工業化の進展に不可欠な輸入が大半を占めている。

こうしてみると、パームオイルの貿易における役割は小さいように見えるが、必ずしもそうではない。1990 年～2006 年の貿易収支の推移を見ると(図表 1-9)、現在、貿易黒字を稼ぎ出している工業製品はアジア金融危機後の 1998 年から急増したもので、それ以前は赤字で推移しており、貿易収支全体もしばしば赤字に転落していた。一方、動植物油脂(主としてパームオイル)や鉱物を除く原料(ゴムや木材)は一貫して黒字品目であり、長らくマレーシアの貿易を支え続けてきたのである。また、工業製品の主体である電子・電気製品は、多国籍企業の投資によるものが多く、アジア地域内での競争(工場移転の可能性)に常にさらされている。その点、パームオイルはマレーシアの地域特性に根ざすものであり、マレーシアにとって安定的な外貨獲得手段であり続けている。

図表 1-9 貿易収支の推移



出所： Asian Development Bank, Key Indicators 2007: Inequality in Asia, Asian Development Bank, 2007 より作成。

図表 1-10 貿易収支・輸出（単位：百万リンギ）

	2004	2005	2006	(同比率)
製造業製品	390,938	429,873	473,213	80.3
電子・電気等	257,221	282,779	300,861	51.1
電子機器	188,567	208,232	221,257	37.6
電気機械	68,654	74,547	79,604	13.5
化学製品	27,836	29,718	32,893	5.6
金属製品	15,969	17,157	22,817	3.9
石油製品	13,421	16,729	21,274	3.6
光学機器	11,615	12,318	13,558	2.3
繊維・衣料	10,350	10,520	11,226	1.9
木工製品	8,680	8,860	10,343	1.8
ゴム製品	6,073	6,777	9,101	1.5
鉱物	41,391	52,321	56,844	9.7
原油等	21,494	28,508	30,814	5.2
液化天然ガス	17,189	20,790	23,285	4.0
農産物	37,183	37,421	42,106	7.1
パーム・オイル	20,842	19,036	21,643	3.7
ゴム	5,205	5,787	8,235	1.4
その他	11,741	14,173	16,802	2.9
合計	481,253	533,788	588,965	100.0

出所： Bank Negara Malaysia (Central Bank of Malaysia), Annual Report 2006, Bank Negara Malaysia, 2007、より作成。

図表 1-11 貿易収支・輸入（単位：百万リンギ）

	2004	2005	2006	(同比率)
資本財	55,482	60,734	65,257	13.6
中間財	287,884	308,335	335,532	69.8
消費財	22,879	24,600	27,894	5.8
再輸出・その他	33,387	40,341	52,090	10.8
合計	399,632	434,010	480,773	100.0

出所： Bank Negara Malaysia (Central Bank of Malaysia), Annual Report 2006, Bank Negara Malaysia, 2007、より作成。

1.3 マレーシアの産業概況

マレーシアの産業構造を GDP ベースで見えてみることにする(図表 1-12)。GDP 全体の 6 割近くをサービス業で占め、次いで製造業が 3 割となっている。かつて、ゴム等で経済を支えた農林水産業は現在では 1 割にも満たない。前回(第 8 次)の五か年計画の間の GDP 平均成長率は 4.5%で、そのうち、サービス業の寄与度が 3.4%、製造業の寄与度は 1.3%と、この 2 部門で大半を占めた。今次(第 9 次)五か年計画でも同様の傾向を見込んでいる。

図表 1-12 産業の構成

	百万リング(1987年価格)			構成比(%)			年平均成長率	
	2000	2005	2010	2000	2005	2010	00 05	05 10
農林水産業	18,662	21,585	27,518	8.9	8.2	7.8	3.0	5.0
鉱業	15,385	17,504	20,675	7.3	6.7	5.9	2.6	3.4
製造業	67,250	82,394	113,717	31.9	31.4	32.4	4.1	6.7
建設業	6,964	7,133	8,451	3.3	2.7	2.4	0.5	3.5
サービス業	113,408	152,205	208,086	53.9	58.1	59.2	6.1	6.5
(控除) 帰属利子	15,832	23,876	32,707	7.5	9.1	9.3	8.6	6.5
輸入品に課される税・関税	4,721	5,083	5,556	2.2	1.9	1.6	1.5	1.8
国内総生産	210,557	262,029	351,297	100.0	100.0	100.0	4.5	6.0

注： 2010 年の値は、第 9 次五か年計画(Ninth Malaysia Plan 2006-2010)の予想値。

出所： Economic Planning Unit, Ninth Malaysia Plan 2006-2010, The Economic Planning Unit, Prime Minister's Department, 2006.

まず、農業部門の構成を見る(図表 1-13)。マレーシアでは、かつての植民地期以来、天然ゴムを中心としたプランテーション(エステート)農業が圧倒的な比重を占めてきたが、現在でも、農業部門の付加価値額の 6 割が工芸作物によるものである。もっともその中心は、ゴムではなくオイルパームとなっている。

図表 1-13 農業部門の構成

	百万リング(1987年価格)			構成比(%)			年平均成長率	
	2000	2005	2010	2000	2005	2010	00 05	05 10
農林水産業	18,662	21,585	27,518	100.0	100.0	100.0	3.0	5.0
工芸作物	11,033	13,278	15,521	59.1	61.5	56.4	3.8	3.2
オイルパーム	5,860	7,915	10,068	31.4	36.7	36.6	6.2	4.9
林業	3,055	3,016	2,761	16.4	14.0	10.0	-0.3	-1.7
ゴム	1,868	2,264	2,554	10.0	10.5	9.3	3.9	2.4
ココア	250	83	138	1.3	0.4	0.5	-19.8	10.8
食用作物	7,629	8,308	11,996	40.9	38.5	43.6	1.7	7.6
漁業	2,493	2,389	3,875	13.4	11.1	14.1	-0.9	10.2
畜産業	1,520	2,089	2,483	8.1	9.7	9.0	6.6	3.5
米	590	632	988	3.2	2.9	3.6	1.4	9.4
その他	3,026	3,198	4,650	16.2	14.8	16.9	1.1	7.8

注： 2010 年の値は、第 9 次五か年計画(Ninth Malaysia Plan 2006-2010)の予想値。

食用作物の中の「その他」には、ココナッツ、野菜、果物、タバコ、胡椒が含まれる。

出所： Economic Planning Unit, Ninth Malaysia Plan 2006-2010, The Economic Planning Unit, Prime Minister's Department, 2006.

もっとも、1990年代においては、工芸作物の農業部門付加価値額に占める割合は7割を超えていた（図表1-14）。

図表1-14 農業部門の構成（続）

	百万リンギ（1978年価格）			構成比（％）			年平均成長率			
	1985	1990	1995	1985	1990	1995	85	90	90	95
工芸作物	8,545	10,900	11,629	72.1	73.5	71.6		5.0		1.3
ゴム	2,279	2,043	1,692	19.2	13.8	10.4		-2.2		-3.7
オイルパーム	3,604	5,312	6,842	30.4	35.8	42.2		8.1		5.2
製材用素材	2,104	2,315	2,255	17.8	15.6	13.9		1.9		-0.5
ココア	558	1,230	840	4.7	8.3	5.2		17.1		-7.3
食用作物	2,857	3,564	4,340	24.1	24.0	26.7		4.5		4.0
米	583	622	672	4.9	4.2	4.1		1.3		1.6
果物	299	406	476	2.5	2.7	2.9		6.3		3.2
野菜	378	427	503	3.2	2.9	3.1		2.5		3.3
漁業	1,201	1,505	1,823	10.1	10.1	11.2		4.6		3.9
畜産	396	604	866	3.3	4.1	5.3		8.8		7.5
その他	449	364	262	3.8	2.5	1.6		-4.1		-6.4
合計	11,851	14,828	16,231	100.0	100.0	100.0		4.6		1.8
農業部門対GDP比	20.8	18.7	13.5							

出所： Ministry of Agriculture Malaysia, Third National Agricultural Policy (1998-2010), 1999.

また、土地利用においては、1980年代後半に、ゴムとオイルパームの地位の交代が起こったことがわかる（図表1-15）。

図表1-15 農地利用の状況

	千ha			構成比（％）			年平均成長率			
	1985年	1990年	1995年	1985年	1990年	1995年	85	90	90	95
ゴム	1,948.7	1,836.7	1,690.0	38.8	32.6	29.3		-1.2		-1.7
オイルパーム	1,482.4	2,029.5	2,540.0	29.5	36.0	44.0		6.5		4.6
ココア	303.9	419.1	190.0	6.1	7.4	3.3		6.6		-14.6
米	655.0	680.6	670.0	13.0	12.1	11.6		0.8		-0.3
ココナッツ	334.1	315.6	250.0	6.7	5.6	4.3		-1.1		-4.6
胡椒	5.4	11.5	10.0	0.1	0.2	0.2		16.3		-2.8
野菜	31.8	35.2	42.0	0.6	0.6	0.7		2.1		3.6
果物	150.1	204.6	260.0	3.0	3.6	4.5		6.4		4.9
タバコ	16.2	10.2	11.0	0.3	0.2	0.2		-8.8		1.5
その他	94.3	94.8	106.0	1.9	1.7	1.8		0.1		2.3
総計	5,021.9	5,637.8	5,769.0	100.0	100.0	100.0		2.3		0.5

出所： Ministry of Agriculture Malaysia, Third National Agricultural Policy (1998-2010), 1999.

次に、製造業の構成を見る（図表 1-16）。前に述べたように、製造業は GDP の 3 割を占めるに過ぎないが、景気変動の多くがこの製造業、なかんずく電気・電子産業の動向に大きく左右される。この電気・電子産業（電子部品に偏重している）は、経済概況のところで見たように、輸出額の過半をも占めている。だが、電気・電子産業は、多国籍企業の投資によるものが多く¹⁰、アジア地域内での競争（工場移転の可能性）に常にさらされている。また、2001 年の IT 不況に見られるような脆弱性もある。

第 3 次工業化マスタープラン（Third Industrial Master Plan）では、製造業の多様化を目指しており、パームオイル、ゴム、食品加工、石油・石炭等の資源立脚型（resource-based）製造業の振興を図ろうとしている。

図表 1-16 製造業の構成

	百万リンギ（1987年価格）			構成比（％）			年平均成長率	
	2000	2005	2010	2000	2005	2010	00 05	05 10
製造業	67,250	82,394	113,717	100.0	100.0	100.0	4.1	6.7
資源立脚型	28,210	35,990	48,152	41.9	43.7	42.3	5.0	6.0
植物性・動物性油脂	2,526	3,639	5,614	3.8	4.4	4.9	7.6	9.1
その他食品加工	4,010	4,790	6,333	6.0	5.8	5.6	3.6	5.7
木工	2,934	2,972	3,761	4.4	3.6	3.3	0.3	4.8
紙・パルプ・印刷出版	2,293	2,640	3,275	3.4	3.2	2.9	2.9	4.4
化学	6,763	10,082	14,304	10.1	12.2	12.6	8.3	7.2
石油・石炭	4,521	5,254	7,501	6.7	6.4	6.6	3.1	7.4
ゴム加工	1,821	2,887	3,238	2.7	3.5	2.8	9.7	2.3
非金属鉱物	3,342	3,726	4,126	5.0	4.5	3.6	2.2	2.1
非資源立脚型	37,878	44,662	63,035	56.3	54.2	55.4	3.3	7.1
繊維・衣料	2,324	1,818	2,010	3.5	2.2	1.8	-4.8	2.0
一次金属	594	675	852	0.9	0.8	0.7	2.6	4.8
金属製品	2,879	4,060	6,589	4.3	4.9	5.8	7.1	10.2
機械	3,063	3,447	3,480	4.6	4.2	3.1	2.4	0.2
電子部品	19,863	23,043	33,399	29.5	28.0	29.4	3.0	7.7
電気機械	1,738	952	1,161	2.6	1.2	1.0	-11.3	4.1
輸送機器	7,417	10,667	15,544	11.0	12.9	13.7	7.5	7.8
その他	1,162	1,742	2,530	1.7	2.1	2.2	8.4	7.7

注： 2010 年の値は、第 9 次五か年計画（Ninth Malaysia Plan 2006-2010）の予想値。

資源立脚型のうち、色がつけてあるものは「アグロ・インダストリー」とされているもの。

出所： Economic Planning Unit, Ninth Malaysia Plan 2006-2010, The Economic Planning Unit, Prime Minister's Department, 2006.

¹⁰ マレーシアの半導体産業は、1970 年代前半の米国半導体メーカーの進出によって開始された。マレーシアが進出先として選択された理由としては、豊富で良質の労働力が存在したこと、マレーシア政府の投資奨励措置を享受できたこと、インフラストラクチャが他国に比較して整備されていたこと、マレーシアが 1970 年代初期に政治的に安定していたこと、が指摘されている。鳥居高「電子産業 - IC とテレビ生産基地化」、堀井健三編、『マレーシアの工業化 多民族国家と工業化の展開』、アジア経済研究所、1991 年、所収、を参照。

図表 1-17 サービス業の構成

	百万リング(1987年価格)			構成比(%)			年平均成長率	
	2000	2005	2010	2000	2005	2010	00 05	05 10
サービス業	113,408	152,205	208,086	100.0	100.0	100.0	6.1	6.5
電力・ガス・水道	8,278	10,860	14,450	7.3	7.1	6.9	5.6	5.9
運輸・倉庫・通信	16,858	23,163	31,984	14.9	15.2	15.4	6.6	6.7
卸売・小売・ホテル・レストラン	31,116	38,437	53,456	27.4	25.3	25.7	4.3	6.8
金融・保険・不動産・事業サービス	26,755	39,568	55,385	23.6	26.0	26.6	8.1	7.0
その他サービス	16,070	20,346	28,052	14.2	13.4	13.5	4.8	6.6
政府サービス	14,331	19,831	24,759	12.6	13.0	11.9	6.7	4.5

注： 2010年の値は、第9次五か年計画（Ninth Malaysia Plan 2006-2010）の予想値。

出所： Economic Planning Unit, Ninth Malaysia Plan 2006-2010, The Economic Planning Unit, Prime Minister's Department, 2006.

サービス業の中では、金融サービスセクターが、第8次五か年計画中（2001～2005年）年平均成長率が8.1%と最も高い伸びを示した。同期間中に創出された雇用全体の14.3%、23.2万人をこのセクターで吸収した。第9次五か年計画（2006～2010年）においても、年平均成長率7.0%と、サービス業の中で最も高い成長を見込んでいる（図表1-17）。

1.4 パーム産業概況

(1) パームオイルの商品特性

まず、オイルパームから生産されるパーム油およびパーム核油の特性を見ることとする(図表 1-18)。パーム油は、パルミチン酸とオレイン酸が大半を占めており、他の植物油脂よりもむしろ牛脂(パルミチン酸 24~37%、オレイン酸 40~50%)¹¹に近い。他方、パーム核油は、ココナッツ油(ラウリン酸 45~52%、ミリスチン酸 15~22%、パルミチン酸 4~10%、オレイン酸 2~10%)¹²に類似した組成を持つ。

図表 1-18 パーム油・パーム核油の特性

		パーム油	パーム核油
含油量(%)		果実 51~57	種子 46~57
ヨウ素価		31~40	19~24
融点()		27~50	25~30
脂 肪 酸 組 成 (%)	カプリル酸		3~5
	カプリン酸		3~7
	ラウリン酸		44~55
	ミリスチン酸	1~3	10~17
	パルミチン酸	35~48	6~10
	ステアリン酸	3~7	1~7
	オレイン酸	37~50	1~17
	リノール酸	7~11	0~2

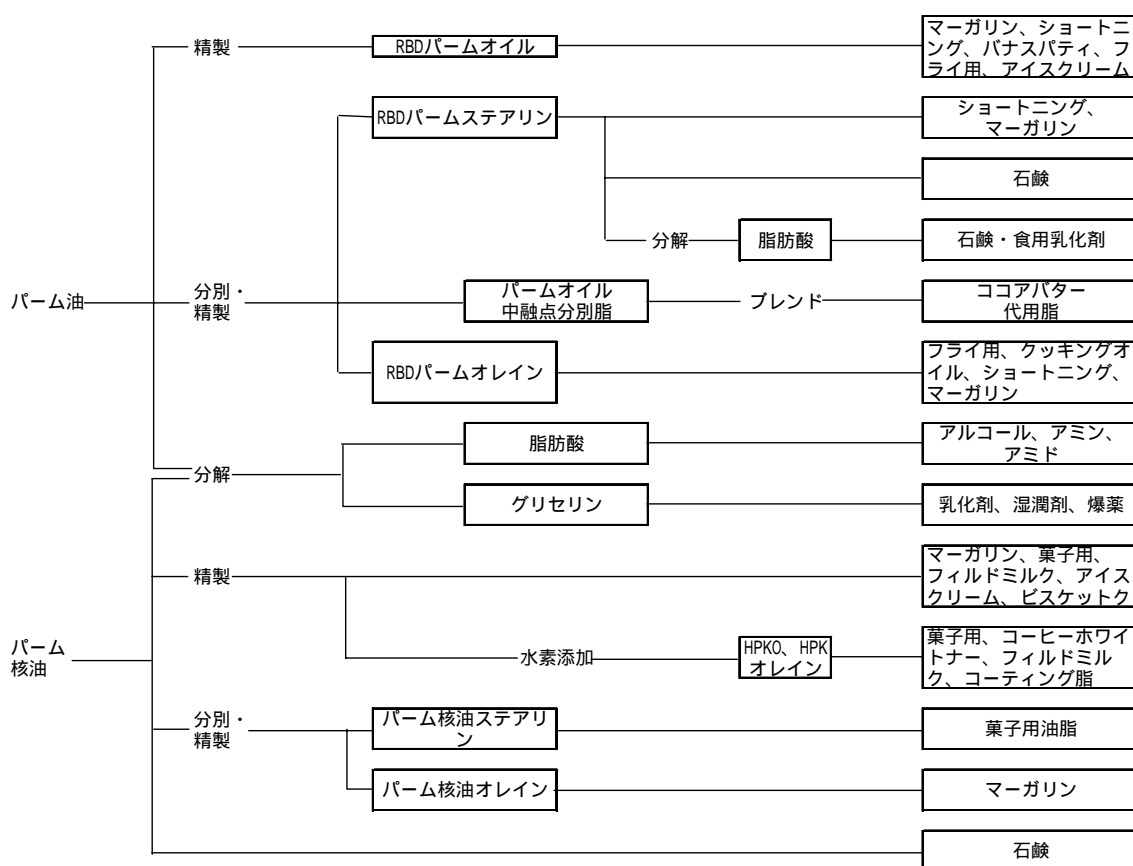
出所： カネダ株式会社「油脂毎の脂肪酸組成表」(ウェブサイト)より作成。

次図(図表 1-19)は、パーム油、パーム核油の加工工程と利用形態を示したものである。それぞれ、マーガリン・ショートニング等の食用から、石鹼等の非食用まで、様々な用途に使われている。

¹¹ 牛脂の組成は、森田重広「タロー」、平凡社『世界大百科事典』第二版、1998年、所収、による。

¹² ココナッツ油の組成は、カネダ株式会社「油脂毎の脂肪酸組成表」(ウェブサイト)による。

図表 1-19 パーム油の加工工程と利用形態



出所： 岩佐和幸、『マレーシアにおける農業開発とアグリビジネス 輸出指向型開発の光と影』、法律文化社、2005年、図 - 5。

(2) 世界の油脂生産・輸出とパームオイル

以上のような特性をもつパーム油・パーム核油は、世界の油脂市場の中ではどのような位置を占めているのであろうか。図表 1-20 は、世界の主要な油脂（植物性 13 種、動物性 4 種）の生産動向を見たもの。1996 年～2006 年の十年間で、植物性油脂の生産は 1.6 倍に増加しているが、動物性油脂の生産は 1.2 倍に留まっている。その結果、植物性油脂の構成比は高まり、2006 年の油脂生産の 84% が植物性油脂である。

その植物性油脂の中で大きな位置を占めているのが、パーム油（2006 年構成比 24.6%）と大豆油（同 23.5%）である。この十年の生産量の増大は、パーム油が 2.3 倍と大豆油の 1.7 倍を大きく上回っている。また、パーム核油は量こそ少ないものの（同 2.9%）生産量の増大は 2.1 倍とパーム油に次ぐ増加率である。

図表 1-20 世界の油脂生産量

(単位：千トン)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	1996 構成比	2006 構成比	96 06 倍率
パーム油	16,286	17,946	16,920	20,625	21,867	23,984	25,392	28,111	30,909	33,732	36,733	16.8	24.6	2.3
パーム核油	2,083	2,230	2,191	2,559	2,698	2,947	3,042	3,339	3,568	3,978	4,308	2.2	2.9	2.1
大豆油	20,322	21,033	24,008	24,794	25,563	27,828	29,861	31,288	30,713	33,596	35,187	21.0	23.5	1.7
綿実油	4,119	4,077	4,059	3,893	3,850	4,052	4,234	3,995	4,417	5,001	4,917	4.3	3.3	1.2
落花生油	4,563	4,512	4,498	4,697	4,539	5,141	5,181	4,511	4,746	4,532	4,497	4.7	3.0	1.0
向日葵油	9,006	9,162	8,407	9,308	9,745	8,200	7,624	8,962	9,402	9,711	11,094	9.3	7.4	1.2
菜種油	11,479	11,828	12,290	13,247	14,502	13,730	13,307	12,660	14,904	16,203	18,340	11.9	12.3	1.6
コーンオイル	1,834	1,855	1,874	1,935	1,966	1,962	2,016	2,015	2,015	2,133	2,252	1.9	1.5	1.2
ココナッツオイル	2,867	3,313	3,153	2,399	3,261	3,499	3,145	3,286	3,037	3,257	3,166	3.0	2.1	1.1
オリーブ油	2,042	2,701	2,588	2,475	2,540	2,761	2,718	2,903	3,055	2,965	2,746	2.1	1.8	1.3
ヒマシ油	479	442	441	435	497	515	438	430	492	537	524	0.5	0.4	1.1
ゴマ油	668	715	709	686	705	747	822	782	828	858	871	0.7	0.6	1.3
アマニ油	666	695	692	734	705	648	585	597	623	625	710	0.7	0.5	1.1
植物性油脂	76,414	80,509	81,830	87,787	92,438	96,014	98,365	102,879	108,709	117,128	125,345	78.9	83.9	1.6
バター	5,648	5,688	5,765	5,885	5,967	6,010	6,188	6,274	6,351	6,667	6,790	5.8	4.5	1.2
獣脂	7,500	7,591	7,806	8,171	8,202	7,693	8,073	8,029	8,239	8,404	8,446	7.7	5.7	1.1
魚油	1,336	1,184	886	1,413	1,411	1,131	934	989	1,077	976	988	1.4	0.7	0.7
ラード	5,936	6,141	6,520	6,619	6,739	6,780	7,006	7,210	7,363	7,568	7,877	6.1	5.3	1.3
動物性油脂	20,420	20,604	20,977	22,088	22,319	21,614	22,201	22,502	23,030	23,615	24,101	21.1	16.1	1.2
総計	96,834	101,113	102,807	109,875	114,757	117,628	120,566	125,381	131,739	140,743	149,446	100.0	100.0	1.5

出所： Malaysian Palm Oil Board & Ministry of Plantation Industries and Commodities, Malaysian Oil Palm Statistics 2006, 2006 より作成。

図表 1-21 世界の油脂輸出量

(単位：千トン)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	1996 構成比	2006 構成比	96 06 倍率
パーム油	10,756	12,213	10,898	13,850	15,019	17,571	19,339	21,692	24,244	26,523	28,723	38.7	51.5	2.7
パーム核油	945	1,021	1,045	1,295	1,220	1,380	1,581	1,780	1,907	2,097	2,224	3.4	4.0	2.4
大豆油	4,883	6,778	7,934	7,609	6,771	7,779	8,741	9,378	9,067	9,821	10,308	17.6	18.5	2.1
綿実油	238	252	259	206	196	204	201	159	150	146	126	0.9	0.2	0.5
落花生油	252	260	254	245	235	240	238	227	228	175	184	0.9	0.3	0.7
向日葵油	2,645	3,566	2,904	3,121	3,054	2,324	2,269	2,602	2,764	3,124	4,498	9.5	8.1	1.7
菜種油	1,781	1,922	2,241	1,772	1,783	1,167	1,199	997	1,509	1,426	1,996	6.4	3.6	1.1
コーンオイル	599	703	823	706	768	732	790	710	686	772	825	2.2	1.5	1.4
ココナッツオイル	1,353	1,919	1,861	1,053	2,046	2,086	1,780	2,046	1,833	2,274	2,020	4.9	3.6	1.5
オリーブ油	306	509	476	565	496	555	473	547	737	733	675	1.1	1.2	2.2
ヒマシ油	264	235	250	237	276	259	203	204	264	297	295	0.9	0.5	1.1
ゴマ油	22	23	23	22	25	24	27	27	33	36	33	0.1	0.1	1.5
アマニ油	138	130	129	153	122	104	107	94	124	112	117	0.5	0.2	0.8
植物性油脂	24,182	29,531	29,097	30,834	32,011	34,425	36,948	40,463	43,546	47,536	52,024	87.0	93.4	2.2
バター	554	712	654	647	666	662	729	760	756	758	749	2.0	1.3	1.4
獣脂	2,154	2,011	2,352	2,346	2,215	2,058	2,352	2,120	2,140	2,063	2,128	7.7	3.8	1.0
魚油	770	743	427	717	849	754	527	618	643	648	700	2.8	1.3	0.9
ラード	139	134	161	224	193	130	128	138	157	131	120	0.5	0.2	0.9
動物性油脂	3,617	3,600	3,594	3,934	3,923	3,604	3,736	3,636	3,696	3,600	3,697	13.0	6.6	1.0
総計	27,799	33,131	32,691	34,768	35,934	38,029	40,684	44,099	47,242	51,136	55,721	100.0	100.0	2.0

出所： Malaysian Palm Oil Board & Ministry of Plantation Industries and Commodities, Malaysian Oil Palm Statistics 2006, 2006 より作成。

さらに、世界の主要な油脂の輸出動向を見ると（図表 1-21）、植物性油脂（2006 年構成比 93.4%、1996 年～2006 年 2.2 倍増）の動物性油脂（同 6.6%、同 1.0 倍増）に対する優位はいつそう際立っている。その植物性油脂の中で、パーム油は過半を占め（2006 年構成比 51.5%）、大豆油（同 18.5%）を大きく上回っており、1996 年～2006 年の増加率も 2.7 倍増と大豆油 2.1 倍増を大きく上回る。パーム核油も構成比 4.0%、増加率 2.4%と、生産量に占める位置よりも輸出量に占めるそれらの方が高いことがわかる。

以上により、パーム油は、世界の主要な油脂生産、さらには輸出市場の中で、最も大きな位置を占めており、また成長率も最も高いことがわかる。パーム核油は、量こそ少ないものの（2006 年の生産量で 9 位、輸出量で 4 位）、その成長率は高い。

では次に、パームオイルの主要生産国の動向を見ることとする（図表 1-22）。2006 年は、長らく生産量トップを続けてきたマレーシアが、わずかながらの差（12 万トン）でその座をインドネシアに奪われた年であった。10 年前、世界の生産量の過半（1996 年 51.5%）を占めていたマレーシアは、他国の生産量増加、なかんずくインドネシアの急増（1996 年～2006 年で 3.5 倍増）で、その占める割合は 43.2%（2006 年）に逡減している。これは、マレーシアではオイルパーム生産に適した可耕地が少なくなってきたのに対し、インドネシアではまだ未利用地が残されていることによる。このインドネシア・マレーシア両国で 2006 年の世界生産の 86.5%を占め、しかもその複占状態は年々強まってきており、他は微々たるものである。

図表 1-22 パームオイル生産国の動向

（単位：千トン）

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	1996 構成比	2006 構成比	96 06 倍率
Malaysia	8,386	9,069	8,320	10,554	10,842	11,804	11,909	13,355	13,976	14,962	15,881	51.5	43.2	1.9
Indonesia	4,540	5,380	5,100	6,250	7,050	8,080	9,370	10,530	12,350	14,070	15,900	27.9	43.3	3.5
Nigeria	670	680	690	720	740	770	775	785	790	800	815	4.1	2.2	1.2
Colombia	410	441	424	500	524	548	528	527	632	661	708	2.5	1.9	1.7
Cote d'Ivoire	280	259	269	264	278	205	240	220	270	260	265	1.7	0.7	0.9
Thailand	375	390	475	560	525	625	600	640	668	680	780	2.3	2.1	2.1
Papua New Guinea	272	275	210	264	336	329	316	326	345	310	272	1.7	0.7	1.0
Ecuador	188	203	200	263	218	228	241	247	263	319	345	1.2	0.9	1.8
Costa Rica	109	119	105	122	137	150	128	155	195	210	198	0.7	0.5	1.8
Honduras	76	77	92	90	101	130	126	158	170	175	190	0.5	0.5	2.5
Brazil	79	80	89	92	108	110	118	129	142	160	170	0.5	0.5	2.2
Venezuela	45	54	44	60	70	52	55	41	63	66	70	0.3	0.2	1.6
Guatemala	36	50	47	53	65	70	86	85	87	90	96	0.2	0.3	2.7
Others	820	869	855	833	873	883	900	913	958	969	1,043	5.0	2.8	1.3
TOTAL	16,286	17,946	16,920	20,625	21,867	23,984	25,392	28,111	30,909	33,732	36,733	100.0	100.0	2.3

出所： Malaysian Palm Oil Board & Ministry of Plantation Industries and Commodities, Malaysian Oil Palm Statistics 2006, 2006 より作成。

同じく、パームオイルの主要輸出国の動向を見る（図表 1-23）。輸出では依然マレーシアが半分（2006 年 50.2%）を占めており首位であるが、やはりインドネシアの急追（1996 年～2006 年で 6.5 倍増）を受けている。このマレーシア・インドネシア両国で 2006 年の世界輸出の 92.1% を占め、しかもその複占状態は年々強まってきており、生産よりも輸出のほうが寡占度は高い。

図表 1-23 パームオイル輸出国の動向

												(単位：千トン)		
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	1996 構成比	2006 構成比	96 06 倍率
Malaysia	7,212	7,490	7,465	8,912	9,081	10,625	10,886	12,266	12,575	13,445	14,423	67.1	50.2	2.0
Indonesia	1,851	2,982	2,002	3,319	4,139	4,940	6,490	7,200	8,996	10,436	12,020	17.2	41.8	6.5
Papua New Guinea	267	275	213	254	336	327	324	327	348	295	265	2.5	0.9	1.0
Cote d'Ivoire	99	73	102	101	72	74	65	78	109	76	74	0.9	0.3	0.7
Colombia	29	61	70	90	97	90	85	115	214	224	235	0.3	0.8	8.1
Singapore*	289	298	241	292	240	224	220	250	237	205	207	2.7	0.7	0.7
Hong Kong*	305	173	103	94	158	192	318	185	127	62	57	2.8	0.2	0.2
Others	704	861	702	788	896	1,099	951	1,271	1,638	1,780	1,442	6.5	5.0	2.0
TOTAL	10,756	12,213	10,898	13,850	15,019	17,571	19,339	21,692	24,244	26,523	28,723	100.0	100.0	2.7

注： * を付した国は再輸出を含む。

出所： Malaysian Palm Oil Board & Ministry of Plantation Industries and Commodities, Malaysian Oil Palm Statistics 2006, 2006 より作成。

(3) マレーシア農業におけるオイルパーム

ここまで、パームオイルが世界の油脂の中でも最も大きな位置を占める作物であること、そして、マレーシアとインドネシアが二大生産国・輸出国であることを見てきた。次に、マレーシア農業において、オイルパームがどのような位置にあるのかを検討する。

図表 1-24 は、1985 年から 2010 年(予想値)までの農地利用の状況を示したものである。天然ゴムは、1985 年当時、農地全体の 4 割近くを占めていたものの、ほどなくオイルパームに抜かされた。栽培面積自体も減少傾向にあり、2005 年には農地全体の 2 割を切った。オイルパームは長期にわたり高い伸びが続いており、2005 年には農地全体の 6 割を越え、2010 年にはほぼ 3 分の 2 となる見込みである。

また、オイルパームは、農業部門の付加価値額においても全体の 4 割弱を占める最重要な作物である（前掲した「図表 1-13 農業部門の構成」を参照）。

図表 1-24 農地利用の状況

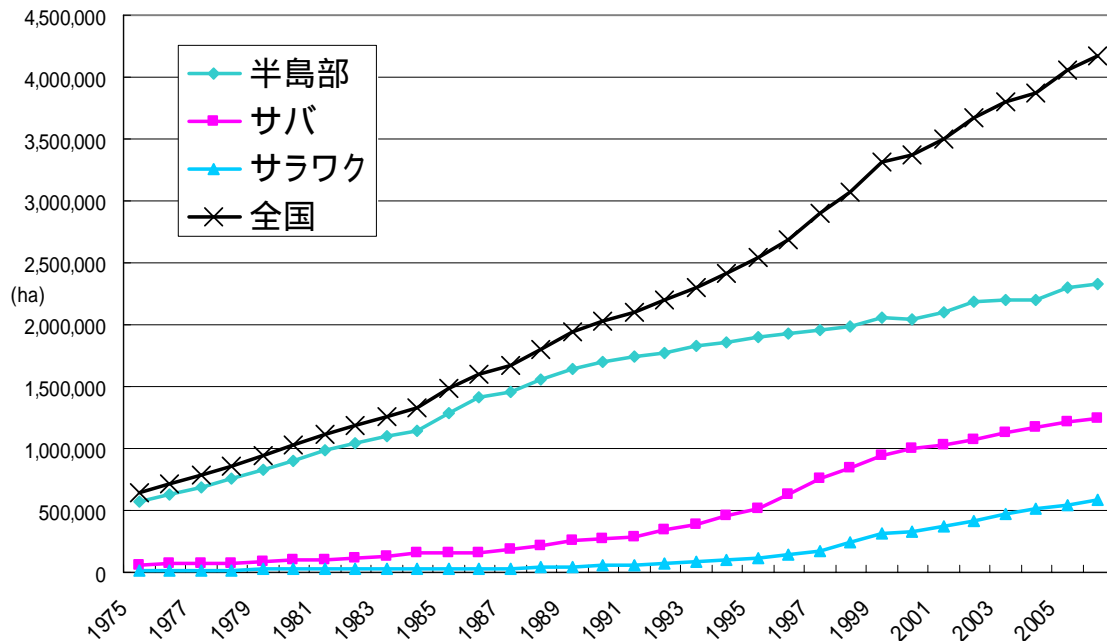
	千ha			構成比 (%)			年平均成長率			
	1985年	1990年	1995年	1985年	1990年	1995年	85	90	90	95
天然ゴム	1,948.7	1,836.7	1,690.0	38.8	32.6	29.3	-1.2	-1.7		
オイルパーム	1,482.4	2,029.5	2,540.0	29.5	36.0	44.0	6.5	4.6		
ココア	303.9	419.1	190.0	6.1	7.4	3.3	6.6	-14.6		
米	655.0	680.6	670.0	13.0	12.1	11.6	0.8	-0.3		
ココナッツ	334.1	315.6	250.0	6.7	5.6	4.3	-1.1	-4.6		
胡椒	5.4	11.5	10.0	0.1	0.2	0.2	16.3	-2.8		
野菜	31.8	35.2	42.0	0.6	0.6	0.7	2.1	3.6		
果物	150.1	204.6	260.0	3.0	3.6	4.5	6.4	4.9		
タバコ	16.2	10.2	11.0	0.3	0.2	0.2	-8.8	1.5		
その他	94.3	94.8	106.0	1.9	1.7	1.8	0.1	2.3		
総計	5,021.9	5,637.8	5,769.0	100.0	100.0	100.0	2.3	0.5		

	千ha			構成比 (%)			年平均成長率			
	2000年	2005年	2010年	2000年	2005年	2010年	00	05	05	10
天然ゴム	1,431	1,250	1,179	24.3	19.6	17.1	-2.7	-1.2		
オイルパーム	3,377	4,049	4,555	57.3	63.4	66.1	3.7	2.4		
ココア	76	33	45	1.3	0.5	0.7	-15.2	6.2		
米	478	452	450	8.1	7.1	6.5	-1.1	-0.1		
ココナッツ	159	180	180	2.7	2.8	2.6	2.5	0.0		
胡椒	13	13	14	0.2	0.2	0.2	0.0	0.6		
野菜	40	64	86	0.7	1.0	1.2	9.9	6.1		
果物	304	330	375	5.2	5.2	5.4	1.7	2.6		
タバコ	15	11	7	0.3	0.2	0.1	-6.0	-7.4		
総計	5,893	6,383	6,891	100.0	100.0	100.0	1.6	1.5		

注： 下表には、「その他」の項目がなく、「総計」には茶・コーヒー・ハーブといった作物が含まれていないので、上表の「総計」とは不連続である。

出所： 上表は、Ministry of Agriculture Malaysia, Third National Agricultural Policy (1998-2010), 1999 より、下表は、Economic Planning Unit, Ninth Malaysia Plan 2006-2010, The Economic Planning Unit, Prime Minister's Department, 2006 より作成。

図表 1-25 地域別に見たオイルパームの栽培面積の推移



出所： Malaysian Palm Oil Board & Ministry of Plantation Industries and Commodities, Malaysian Oil Palm Statistics 2006, 2006.

ここで、地域別のオイルパームの栽培面積の推移を確認することとする（図表 1-25）。オイルパームの栽培面積（2006年）は、全国で416.5万ヘクタール、うち半島部が233.4万ヘクタール（全体の56%）、サバ州が123.9万ヘクタール（同30%）、サラワク州は59.1万ヘクタール（14%）と、半島部が中心となっている。しかし、それぞれの増加率は大きく異なり、1975年～2006年の比較で、半島部は4.1倍、サバ州は21.0倍、サラワク州は42.0倍、全国では6.5倍となっており、サバ・サラワク両州の伸びが著しい。両州は、1975年時点では全国の栽培面積の10%足らずであったが現在は44%、今後はますますオイルパーム栽培の中心となっていくものと考えられる。

(4) 経営の主体

図表 1-26 経営主体別のオイルパーム栽培面積 (2006 年)

(単位:ヘクタール)

	小農	FELDA	FELCRA	RISDA	政府	民間 エステート	総計
半島部	336,791	546,358	125,298	81,169	152,177	1,092,454	2,334,247
サバ州	95,289	115,676	14,689	0	94,890	918,953	1,239,497
サラワク州	22,816	7,681	19,793	0	76,453	464,728	591,471
サバ・サラワク両州	118,105	123,357	34,482	0	171,343	1,383,681	1,830,968
マレーシア	454,896	669,715	159,780	81,169	323,520	2,476,135	4,165,215

(構成比、%)

半島部	14.4	23.4	5.4	3.5	6.5	46.8	100.0
サバ州	7.7	9.3	1.2	0.0	7.7	74.1	100.0
サラワク州	3.9	1.3	3.3	0.0	12.9	78.6	100.0
サバ・サラワク両州	6.5	6.7	1.9	0.0	9.4	75.6	100.0
マレーシア	10.9	16.1	3.8	1.9	7.8	59.4	100.0

注： FELDA は、Federal Land Development Authority (連邦土地開発庁)

FELCRA は、Federal Land Consolidation and Rehabilitation Authority (連邦土地統合・再開発庁)

RISDA は、Rubber Industry Smallholders Development Authority (ゴム産業小農開発庁)

出所： Malaysian Palm Oil Board & Ministry of Plantation Industries and Commodities, Malaysian Oil Palm Statistics 2006, 2006.

次に経営の主体をしてみる(図表 1-26)。オイルパームの栽培面積のおよそ 6 割が民間エステートによるものである。FELDA (連邦土地開発庁) 等政府系開発機関や政府が 3 割、残り 1 割が小農によるものである。民間エステートと小農が中心だった天然ゴムに対し、オイルパームでは、政府系開発機関(特に FELDA) が大きな役割を果たしていることが特徴である。

前に述べたように、ブミプトラ政策は民族間の経済的格差の解消、すなわちマレー人を中心とするブミプトラの経済権益拡大を狙いとしていた。そのマレー人は伝統社会で農業部門(稲作やゴム栽培)に従事していた。そのため、マレー人を主な受益者とする農村開発が、積極的に推し進められたのである。その土地開発の推進主体が FELDA であった。FELDA によるオイルパームの栽培やアグロ・インダストリーへの展開は、経済的要因だけではなく、社会的・政治的要因が大きかった¹³。

なお、半島部に比して、サバ・サラワク両州では、民間エステートの割合が 4 分の 3 と大きく、政府系開発機関の役割が小さいという特徴がある。

¹³ 「FELDA による大量の農村 - 農村間人口移動がもし実施されなかったならば、工業化の進展も十分に潜在失業者を雇用吸収することができず、都市には多数の失業者が堆積されることになったであろう。」堀井健三、「工業化政策下の農村と農業構造の変化」、堀井健三編、『マレーシアの工業化 多民族国家と工業化の展開』、アジア経済研究所、1991 年、所収。

(5) オイルパーム加工工業・関連産業の展開

図表 1-27 オイルパーム加工工業の発展

(単位：トン、%)

	パーム原油			パーム核原油		
	生産量	輸出量	輸出比率	生産量	輸出量	輸出比率
1975	1,257,573	957,411	76.1	108,260	n.a.	
1976	1,391,965	882,300	63.4	117,205	n.a.	
1977	1,612,747	701,078	43.5	142,495	n.a.	
1978	1,785,525	574,002	32.1	142,291	n.a.	
1979	2,188,699	356,098	16.3	195,577	n.a.	
1980	2,573,173	197,659	7.7	222,285	n.a.	
1981	2,822,144	138,779	4.9	243,354	n.a.	
1982	3,510,920	67,716	1.9	336,976	n.a.	
1983	3,016,481	90,673	3.0	360,220	79,094	22.0
1984	3,714,795	59,341	1.6	423,375	352,502	83.3
1985	4,134,463	13,051	0.3	511,908	409,395	80.0
1986	4,542,249	117,485	2.6	580,026	483,165	83.3
1987	4,531,960	170,670	3.8	562,861	384,008	68.2
1988	5,027,496	21,463	0.4	620,837	320,358	51.6
1989	6,056,501	19,239	0.3	745,481	350,447	47.0
1990	6,094,622	93,949	1.5	827,233	297,152	35.9
1991	6,141,353	89,879	1.5	782,133	256,477	32.8
1992	6,373,461	71,624	1.1	811,978	99,515	12.3
1993	7,403,498	58,674	0.8	965,677	88,502	9.2
1994	7,220,631	55,114	0.8	978,143	50,515	5.2
1995	7,810,546	17,274	0.2	1,036,538	36,544	3.5
1996	8,385,886	68,999	0.8	1,107,045	71,067	6.4
1997	9,068,728	31,303	0.3	1,164,697	17,808	1.5
1998	8,319,682	41,418	0.5	1,110,745	66,410	6.0
1999	10,553,918	262,123	2.5	1,338,905	84,170	6.3
2000	10,842,095	398,352	3.7	1,384,685	20,072	1.4
2001	11,803,788	1,275,732	10.8	1,531,917	74,226	4.8
2002	11,909,298	1,165,881	9.8	1,472,932	59,623	4.0
2003	13,354,769	1,239,578	9.3	1,644,126	79,696	4.8
2004	13,976,182	1,324,479	9.5	1,644,445	89,420	5.4
2005	14,961,654	1,611,621	10.8	1,842,628	121,618	6.6
2006	15,880,786	2,376,542	15.0	1,955,634	96,719	4.9

出所： Malaysian Palm Oil Board & Ministry of Plantation Industries and Commodities, Malaysian Oil Palm Statistics 2006, 2006.

次に、オイルパーム栽培からオイルパーム加工工業への展開を見る(図表 1-27)。西アフリカ原産のオイルパームは 19 世紀末にマレーシアに導入されたが、全土で栽培がすすむようになったのは 1960 年代以降であった。当時、収穫されたオイルパーム果実は、簡単な搾油工程を経て、大半がパーム原油のまま海外に輸出されていた。上表のように、パーム原油は 1975 年で 4 分の 3 が、パーム核原油は 1980 年代半ばでも 8 割以上が、そのまま輸出されている。だが、その後の製油工業の急速な発展から、輸出比率は大きく低下し、パーム原油・パーム核原油はほとんどを国内で利用できるようになった。現在の搾油および製油工場の状況を図 1-28 に示す。

図表 1-28 搾油および製油工場（2006年）

	搾油工場		製油工場	
	工場数	搾油能力	工場数	製油能力
半島部	259	53,337,000	40	11,866,400
サバ州	121	27,910,200	19	8,986,800
サラワク州	45	9,056,400	7	2,342,000
サバ・サラワク両州	166	36,966,600	26	11,328,800
マレーシア	425	90,303,600	66	23,195,200

注：稼働中止、建設ないし計画中の工場を含む。

搾油能力は1年当たりFFBトン数、製油能力は1年当たりトン数。

出所：Malaysian Palm Oil Board & Ministry of Plantation Industries and Commodities, Malaysian Oil Palm Statistics 2006, 2006.

マレーシア政府は、油脂化学の振興などパームオイル産業の川下へのさらなる展開を目指して、パームオイル産業クラスター（palm oil industrial clusters）を、ジョホール州とパハン州の州境、クランタン州とトレンガヌ州の州境、サバ州、サラワク州に設立する予定である。それらは、パームオイル産業の付加価値連鎖（value chain）の触媒として、また、関連サポーター・インダストリー発展の支援機関として、機能することとなっている¹⁴。

図表 1-29 オイルパーム関連産業への投資

（単位：百万リンギ、件数）

	1996年～2000年			2001年～2005年			プロジェクト数
	国内	海外	計	国内	海外	計	
油脂化学	357.5	487.5	845.0	2,479.8	1,296.8	3,776.6	54
パーム原油およびパーム核油製品	701.9	228.9	930.8	1,299.0	589.7	1,888.7	117
バイオマス製品	81.0	1.3	82.3	386.5	69.1	455.6	50
バイオディーゼル				231.1	292.4	523.5	7
バイオマスからのエネルギー				439.7	28.8	468.5	21
計	1,140.4	717.7	1,858.1	4,836.1	2,276.8	7,112.9	249

出所：Ministry of International Trade and Industry, Third Industrial Master Plan, 2006、より。

オイルパーム関連産業への投資を見ると（図表 1-29）1996年～2000年の間の投資は、パーム原油およびパーム核油製品（全体の50%）と油脂化学（同46%）の2部門への投資がほとんどであった。しかし、2001年～2005年では、油脂化学（同53%）が相変わらず多いものの、パーム原油およびパーム核油製品（同27%）、バイオディーゼル（7%）、バイオマスからのエネルギー（7%）、バイオマス製品（6%）と、バイオ関連へと投資が多様化してきている。

¹⁴ 本段落は、Economic Planning Unit, Ninth Malaysia Plan 2006-2010, The Economic Planning Unit, Prime Minister's Department, 2006、による。

(6) パームオイルの輸出

先に、「経済概況」の中の「貿易構造」で見たように、パームオイルは、ゴム等とともに一貫して貿易収支の黒字品目であり、資本財等の輸入による赤字を補填し、マレーシアの工業化の進展を支え続けてきた。

主な輸出先は、中国（25.2%）、EU（8.4%）で、かつて大きな割合を占めたインド、中東への輸出は相対的に小さくなっている（図表 1-30）。

図表 1-30 パームオイルの輸出先

（単位： %、千トン）

	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年
中国	17.9	20.0	23.1	22.1	25.2
EU	13.6	13.2	15.2	16.3	18.4
中東	13.3	14.0	13.5	11.8	8.8
パキスタン	9.8	8.9	6.9	7.1	6.1
米国	2.5	1.9	2.4	4.1	5.0
インド	15.4	13.2	7.6	5.2	4.7
日本	4.0	3.4	3.7	3.4	3.5
バングラデシュ	2.1	2.2	2.9	3.7	2.9
韓国	2.0	1.7	1.9	1.7	1.5
台湾	0.7	0.8	1.0	1.9	1.1
オーストラリア	1.1	0.8	0.8	0.8	0.9
その他	17.6	19.9	21.0	21.9	21.9
計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
計（千トン）	10,857	12,487	12,223	13,073	14,017

出所： Bank Negara Malaysia (Central Bank of Malaysia), Annual Report 2006, Bank Negara Malaysia, 2007、より作成。

(7) 労働問題

第3次国家農業政策 (Third National Agricultural Policy (1998-2010)) では、オイルパーム産業の直面する最も重要な問題の一つとして、労働力の不足を挙げている。現場作業、特に FFB の収穫はいまだに人手に頼っており、外国人労働力に大きく依存しているところである。

1980年代以降、マレーシア経済は労働力不足に悩まされてきた。とくに、3K(きつい・汚い・危険)部門である農業、建設業、製造業において労働力不足が深刻化し、外国人労働者に依存するようになっていった。

しかし、不法就労が問題化し、1988年の移民法の改正、1991年の外国人労働者の雇用に關するガイドラインにより、不法滞在・不法就労の合法化が進められた¹⁵。2005年3月には、大規模な不法外国人労働者取締り活動を開始し、2006年3月には、一時は100万人に達すると推測された不法労働者数は30万人から50万人程度まで減少したとされる¹⁶。

2006年6月末時点で登録されている外国人労働者は184万人¹⁷、そのうち、製造業が33.3%、プランテーションが20.2%、サービス業(家庭内のメイドを含む)が25.9%、建設業が15.1%となっている。国籍別に見ると、インドネシアが64.7%¹⁸、ネパールが10.7%、インドが7.4%、ミャンマーが5.2%である¹⁹。2005年末時点では、国籍別・セクター別により詳細な数字がわかる(図表1-31)²⁰。それによれば、オイルパーム産業を中心にプランテーションで働く外国人労働者は42.6万人で全体の23.5%を占め、製造業(32.0%)に次ぐ人数である。その国籍の内訳を見ると、インドネシアが89.6%、以下、インド6.5%、フィリピン1.6%、ネパール1.1%、その他は1%未満と、インドネシアに集中していることが特徴である(製造業では、インドネシアが36.1%、ネパール27.5%、ベトナム11.6%、ミャンマー10.0%と多様化している)。

今後、マレーシア政府は、外国人労働者への依存を減らそうとしており、2010年までに150万人にする目標を掲げている。

¹⁵ 詳しくは、吉村真子、「マレーシアの経済発展と外国人労働者 エステートのインドネシア人労働者」、法政大学比較経済研究所編、『国際労働力移動のグローバル化 - 外国人定住と政策課題』、法政大学出版局、2000年、所収、を参照。

¹⁶ アジア経済研究所、『アジア動向年報』、2007年版、による。

¹⁷ この2006年6月末時点の数字は、Ministry of Finance Malaysia, Economic Report 2006/2007, 2006、による。

¹⁸ 2005年にマレーシアで働くインドネシア人への賃金未払い問題等から、インドネシアとの関係が悪化した。2006年5月には両国政府は家政婦の待遇改善に関する覚書に調印するなど、関係改善が見られた。アジア経済研究所、『アジア動向年報』、2007年版、による。

¹⁹ サバ州では、インドネシア人、フィリピン人が多いことは前述した。外国人労働者の国籍や性差によるセグメンテーションについて詳しくは、注8・吉村を参照。

²⁰ この2005年末時点の数字は、Dairiam, Grace (Ministry of Human Resources), Country Case Studies on Bilateral Labour Agreements - Malaysia, in 12th Tokyo Workshop on International Migration and Labour Market in Asia, 2006、による。

図表 1-31 国籍別・セクター別の外国人労働者数（2005 年末時点）

	家庭内労働	建設業	製造業	サービス業	プランテーション	農業	計
バングラデシュ	12	9,292	36,778	5,375	2,235	1,697	55,389
カンボジア	3,124	257	2,053	210	157	31	5,832
中国	6	679	176	422	6	6	1,295
エジプト				3			3
フィジー	1						1
インド	54	9,721	34,685	61,273	27,759	4,454	137,946
インドネシア	306,598	229,908	210,029	47,191	381,582	33,819	1,209,127
ラオス		27	37	5	1		70
モロッコ	1						1
ミャンマー	11	12,636	58,322	15,791	1,348	466	88,574
ネパール	28	4,597	159,990	20,440	4,736	2,541	192,332
パキスタン	3	3,683	6,441	2,307	289	573	13,296
フィリピン	8,912	1,327	2,415	1,594	6,835	611	21,694
韓国		44					44
ロシア	1						1
スリランカ	838	166	1,850	138	7	51	3,050
シリア				4			4
台湾			2				2
タイ	448	1,351	921	2,607	280	146	5,753
ウズベキスタン		12		12			24
ベトナム	7	10,732	67,320	2,467	581	87	81,194
計	320,044	284,432	581,019	159,839	425,816	44,482	1,815,632

注： 原表では、建設業の計が 281,432、総計が 1,812,631 となっているが、項目の計と合わないので、それぞれ 284,432、1,815,632 と修正した。

出所： Dairiam, Grace (Ministry of Human Resources), Country Case Studies on Bilateral Labour Agreements – Malaysia, in 12th Tokyo Workshop on International Migration and Labour Market in Asia, 2006.

1.5 環境政策

マレーシアの環境に関する基本法は、1974年に制定された Environmental Quality Act 1974（以下、「1974年環境法」）で、その後、1985年、1996年、1998年、及び2001年と四度改訂されている。

マレーシアの環境規制は、この1974年環境法に基づいて策定された各種規定・命令・ガイドライン等によって実施されている。その主要な規制・命令は図表 1-32 の通り。

図表 1-32 マレーシアの環境規制・命令

基本法	Environmental Quality Act 1974 1974年環境法
パーム オイル	Environmental Quality (Prescribed Premises) (Crude Palm Oil) Regulations 1977 1977年パーム原油の特定施設に関する環境規制
産業の 規制	Environmental Quality (Prescribed Premises) (Crude Palm Oil) Order 1977 1977年パーム原油の特定施設に関する環境命令
天然 ゴム	Environmental Quality (Prescribed Premises) (Raw Natural Rubber) Regulations 1978 1978年天然ゴムの特定施設に関する環境規制
産業の 規制	Environmental Quality (Prescribed Premises) (Raw Natural Rubber) Order 1978 1978年天然ゴムの特定施設に関する環境命令
自動車 オート バイの 排ガス 規制等	Environmental Quality (Control of Lead Concentration in Motor Gasoline) Regulations 1985 1985年自動車ガソリン中の鉛濃度規制に関する環境規制
	Environmental Quality (Motor Vehicle Noise) Regulations 1987 1987年自動車騒音に関する環境規制
	Environmental Quality (Control of Emission from Diesel Engines) Regulations 1996 1996年ディーゼルエンジンの排気ガス規制に関する環境規制
	Environmental Quality (Control of Emission from Petrol Engines) Regulations 1996 1996年ガソリンエンジンからの排気ガス規制に関する環境規制
	Environmental Quality (Control of Emission From Motorcycles) Regulations 2003 2003年オートバイからの排気ガス規制に関する環境規制
	Environmental Quality (Control of Petrol and Diesel Properties) Regulations 2007 2007年ガソリン及びディーゼルの規制に関する環境規制

排水 規制	Environmental Quality (Sewage and Industrial Effluents) Regulations 1979 1979 年下水・産業排水に関する環境規制
廃棄物 規制	Environmental Quality (Scheduled Wastes) Regulations 1989 1989 年指定産業廃棄物に関する環境規制
	Environmental Quality (Prescribed Premises) (Scheduled Wastes Treatment and Disposal Facilities) Order 1989 1989 年特定施設の指定産業廃棄物の処理・処分設備に関する環境命令
	Environmental Quality (Prescribed Premises) (Scheduled Wastes Treatment and Disposal Facilities) Regulations 1989 1989 年特定施設の指定産業廃棄物の処理・処分設備に関する環境規制
	Environmental Quality (Prescribed Conveyance) (Scheduled Wastes) Order 2005 2005 年特定輸送機関の指定産業廃棄物に関する環境命令
	Environmental Quality (Scheduled Wastes) Regulations 2005 2005 年指定産業廃棄物に関する環境規制
各種 排出物 規制	Environmental Quality (Clean Air) Regulations 1977 1977 年大気汚染に関する環境規制
	Environmental Quality (Prohibition on the Use of Chlorofluorocarbons and Other Gases as Propellants and Blowing Agents) Order 1993 1993 年噴射剤、膨張剤用クロロフルオロカーボン類ガスの使用禁止に関する環境命令
	Environmental Quality (Prohibition on the Use of Controlled Substance in Soap, Synthetic Detergent and Other Cleaning Agents) Order 1995 1995 年石鹸、合成洗剤その他洗浄薬剤中の規制物質の使用禁止に関する環境命令
	Environmental Quality (Refrigerant Management) Regulations 1999 1999 年冷媒管理に関する環境規制
	Environmental Quality (Halon Management) Regulations 1999 1999 年ハロン管理に関する環境規制
	Environmental Quality (Dioxin and Furan) Regulations 2004 2004 年ダイオキシン及びフランに関する環境規制
野焼き	Environmental Quality (Compounding of Offences) (Open Burning) Rules 2000 2000 年野焼きの罰金に関する規定
	Environmental Quality (Declared Activities) (Open Burning) Order 2003 2003 年野焼きについての指定活動に関する命令
一般	Environmental Quality (Licensing) Regulations 1977 1977 年許認可に関する環境規制
	Environmental Quality (Compounding of Offences) Rules 1978 1978 年罰金に関する環境規定

	Environmental Quality (Prescribed Activities) (Environmental Impact Assessment) Order 1987 1987年特定活動についての環境影響評価に関する環境命令
--	--

注： 権限委譲 (delegation of powers) 上訴委員会 (appeal board) に関する規定・命令は含めていない。

出所： Legal Research Board (compiled), Environmental Quality Act 1974 (Act 127) & Subsidiary Legislation, International Law Book Services, 2007 より作成。

この表を見るとわかるように、1974年に環境法が制定されて後、他の規制・命令に先だっ
ていち早く整備されたのが、パームオイル産業の規制・命令(それぞれ1997年)と天然
ゴム産業の規制・命令(それぞれ1978年)である。前述のように、マレーシアは、その経済
発展の初期段階において、錫、天然ゴム、パームオイル産業に大きく依存してきた。初期
の環境問題もこれらの産業に関わるものが主であった。現在では、電気・電子産業の発達
など産業構造が大きく変わり、また車社会化 (motorisation) も進展し、廃棄物・排出物規
制、排ガス規制など各種の規制が整備されてきた。

下記に (図表 1-33) パームオイル産業の水質汚染物質の排出基準を示す。排出基準はこ
れまでに五度改定されて基準値が引き下げられてきた。現行の基準は1984年以降のもの
である。

図表 1-33 パーム原油の特定施設に関する環境規制における
水質汚染物質の排出基準

	1978/7/1- 1979/6/30	1979/7/1- 1980/6/30	1980/7/1- 1981/6/30	1981/7/1- 1982/6/30	1982/7/1- 1983/12/31	1984/1/1 ~ 現在
Biochemical Oxygen Demand (B.O.D.) 3-day, 30 ; mg/l	5,000	2,000	1,000	500	250	100
Chemical Oxygen Demand (C.O.D.); mg/l	10,000	4,000	2,000	1,000	-	-
Total Solids; mg/l	4,000	2,500	2,000	1,500	-	-
Suspended Solids; mg/l	1,200	800	600	400	400	400
Oil and Grease;	150	100	75	50	50	50

mg/l						
Ammoniacal-Nitrogen; mg/l	25	15	15	10	150*	150*
Total Nitrogen; mg/l	200	100	75	50	300*	200*
pH	5.0-9.0	5.0-9.0	5.0-9.0	5.0-9.0	5.0-9.0	5.0-9.0
Temperature	45	45	45	45	45	45

注： * は、フィルター・サンプルによる値。

出所： Environmental Quality (Prescribed Premise) (Crude Palm-Oil) Regulations, 1977.

しかしながら、サバ州においては、一昨年以來、新規ミルについては BOD の基準値が 20ppm 以下とされている(DOE ヒアリングベース)。このようにサバ州が厳しい廃水基準を設けているのは、川の水を生活用水、飲料水に使用しているためである。

1.6 エネルギー事情

本節は、主に第9次五か年計画（Ninth Malaysia Plan 2006-2010）に基づき、マレーシアのエネルギーの現状、今後の見込み等について概観する。

（1）エネルギー需要

マレーシアの最終エネルギー消費は（図表 1-34）、2000年の1,244ペタジュール（ 10^{15} joules）から2005年には1,632ペタジュールまで増加した。エネルギー源としては、石油製品の占める割合が下がり（2000年65.9% 2005年62.7%）、その分、天然ガス（13.0% 15.1%）と電力（17.7% 19.0%）が増えている。

第9次五か年計画では、高い経済成長からエネルギー需要の伸びはさらに増加し、2010年には2,218ペタジュールとなる見込みである。1人当たりエネルギー消費量も、電気機器の普及や旅行の増大等から、2005年の62.2ギガジュールから2010年の76.5ギガジュールへと増えると予想される。エネルギー源の構成では、「燃料の多様化政策」（Fuel Diversification Policy）に基づき、石油製品の割合がさらに下がり（2005年62.7% 2010年61.9%）、天然ガスが増える予想である（15.1% 15.8%）。

図表 1-34 最終エネルギー消費 2000年～2010年（ソース別）

ソース	ペタジュール			構成比(%)			平均年成長率	
	2000	2005	2010	2000	2005	2010	第8次	第9次
石油製品	820.0	1,023.1	1,372.9	65.9	62.7	61.9	4.5	6.1
天然ガス	161.8	246.6	350.0	13.0	15.1	15.8	8.8	7.3
電力	220.4	310.0	420.0	17.7	19.0	18.9	7.1	6.3
石炭・コークス	41.5	52.0	75.0	3.4	3.2	3.4	4.6	7.6
合計	1,243.7	1,631.7	2,217.9	100.0	100.0	100.0	5.6	6.3
1人当たり消費 (ギガジュール)	52.9	62.2	76.5				3.3	4.2

注： 2010年の値は、第9次五か年計画（Ninth Malaysia Plan 2006-2010）の予想値。

出所： Economic Planning Unit, Ninth Malaysia Plan 2006-2010, The Economic Planning Unit, Prime Minister's Department, 2006.

最終エネルギー消費をセクター別に見ると（図表 1-35）、2005年では輸送部門が41%と最大の部門となっており、次いで産業部門（鉱工業・建設）が39%とほぼ同等の大きさ、住居・商業部門が13%となっている。この構成は2010年でもほぼ同様の見込みである。

図表 1-35 最終エネルギー消費 2000年～2010年（セクター別）

ソース	ペタジュール			構成比(%)			平均年成長率	
	2000	2005	2010	2000	2005	2010	第8次	第9次
鉱工業・建設	477.6	630.7	859.9	38.4	38.7	38.8	5.7	6.4
運輸	505.5	661.3	911.7	40.6	40.5	41.1	5.5	6.6
住居・商業	162.0	213.0	284.9	13.0	13.1	12.8	5.6	6.0
非エネルギー利用	94.2	118.7	144.7	7.6	7.3	6.5	4.7	4.0
農林業	4.4	8.0	16.7	0.4	0.5	0.8	12.9	15.9
合計	1,243.7	1,631.7	2,217.9	100.0	100.0	100.0	5.6	6.3

注： 2010年の値は、第9次五か年計画（Ninth Malaysia Plan 2006-2010）の予想値。

出所： Economic Planning Unit, Ninth Malaysia Plan 2006-2010, The Economic Planning Unit, Prime Minister's Department, 2006.

（2）エネルギー供給

他方、1次エネルギー供給を見ると（図表 1-36）2000年の2,003ペタジュールから2005年には2,526ペタジュールに増加した。主要な供給源は原油・石油製品（2005年47%）と天然ガス（同41%）だが、原油・石油製品の割合はやや下がり（2000年50% 2005年47%）、代わりに石炭・コークスが増加している（5% 9%）。

2010年には、供給は3,128ペトロジュールになる予想。供給源の構成は、これまでの傾向を引き続き、原油・石油製品が45%まで減少し、代わって石炭・コークスが11%まで増加する見込みである。

図表 1-36 1次エネルギー供給 2000年～2010年（ソース別）

ソース	ペタジュール			構成比(%)			平均年成長率	
	2000	2005	2010	2000	2005	2010	第8次	第9次
原油・石油製品	988.1	1,181.2	1,400.0	49.3	46.8	44.7	3.6	3.5
天然ガス	845.6	1,043.9	1,300.0	42.2	41.3	41.6	4.3	4.5
石炭・コークス	104.1	230.0	350.0	5.2	9.1	11.2	17.2	8.8
水力	65.3	71.0	77.7	3.3	2.8	2.5	1.7	1.8
合計	2,003.1	2,526.1	3,127.7	100.0	100.0	100.0	4.7	4.4

注： 2010年の値は、第9次五か年計画（Ninth Malaysia Plan 2006-2010）の予想値。

出所： Economic Planning Unit, Ninth Malaysia Plan 2006-2010, The Economic Planning Unit, Prime Minister's Department, 2006.

(a)原油

次に、エネルギー供給を供給源別に見る。原油・コンデンセート（以下、原油等）の埋蔵量は、2000年の45億バーレルから、2005年には53億バーレル²¹に増加した。一方、生産量も、2000年の1日当たり681,000バーレルから、2005年は727,000バーレルに増加しており、現在の生産量からすると、マレーシアの原油等は19年後に枯渇すると推計される。今後、サバ・サラワク両州の深海での探査を進めていく予定である。

なお、輸出量は、2000年の1日当たり346,000バーレルから、2005年には369,000バーレルに増加した。主要な輸出先は²²、インド、タイ、オーストラリア、インドネシア等である。

(b)天然ガス

天然ガスの埋蔵量は、新しいガス田の発見により、2000年の84.3兆立方フィートより、2005年は85.2兆立方フィート²³に増加しており、枯渇まであと33年と見られている。平均生産量は、2000年の1日当たり4,367百万立方フィートから、2005年には1日当たり5,800百万立方フィートに増加した。また、天然ガスは、2002年よりインドネシアの西Natunaから、2005年よりタイとの共同開発地域から輸入も行っている。

天然ガスの消費は、電力セクターが66%、非電力セクターが28%で、残り6%がシンガポールへの輸出である。

液化天然ガス（LNG）の輸出は、2000年の15.4百万トンから、2005年には21.9百万トンに増加した。2006年はやや下がって21.5百万トンで、その輸出先は²⁴、日本が過半を占め、次いで、韓国、台湾となっている。

²¹ National Energy Balance 2005 Malaysia によれば、2005年1月1日現在の原油埋蔵量は52億バーレルで、内訳は、半島部18億バーレル、サラワク州14億バーレル、サバ州20億バーレル、となっている。

²² 2006年（速報値）で、インドが27.3%、タイ14.6%、オーストラリア13.0%、インドネシア10.7%となっており、インドが2005年の19.7%から急増した。Bank Negara Malaysia (Central Bank of Malaysia), Annual Report 2006, Bank Negara Malaysia, 2007、による。

²³ National Energy Balance 2005 Malaysia によれば、2005年1月1日現在の天然ガス埋蔵量85.2兆立方フィートのうち、半島部30.8兆立方フィート、サラワク州43.7兆立方フィート、サバ州10.7兆立方フィート、となっている。

²⁴ 2006年（速報値）で、日本が57.4%、韓国が26.7%、そして台湾が15.4%となっている。2003年までは日本が7割以上を占めていたが、近年、韓国・台湾の割合が増えている。Bank Negara Malaysia (Central Bank of Malaysia), Annual Report 2006, Bank Negara Malaysia, 2007、による。

(c)電力

マレーシアにおける電力供給は、基本的に、国内 3 地域にある発電・送電・配電が垂直統合された電力会社、すなわち半島部の Tenaga Nasional Berhad (TNB)、サバ州の Sabah Electricity Sdn. Bhd. (SESB)、サラワク州にある Sarawak Electricity Supply Corporation (SESCO) に拠っている。

目覚ましい経済成長(2000年-2005年で実質GDP24%増)とともに、ピーク電力需要も2000年の10,657メガワットから2005年には13,779メガワットへと29%ほど増加した。一方、設備容量も2000年の14,291メガワットから2005年の19,217メガワットへと35%も伸び、結果として、供給予備力は2000年34.1%から2005年39.5%と上昇した(図表1-37)。

第9次五か年改革では、2010年のピーク電力需要が20,087メガワットまで増加するが(2005年比46%増)、同年の設備容量は25,258メガワットと伸びを抑え(同31%増)、2010年の供給予備力を25.7%まで減少させ、効率的な運用を図る予定である。

図表 1-37 設備容量、ピーク電力需要および供給予備力

年	社	設備容量 (MW)	ピーク電力需要 (MW)	供給予備力 (%)
2000年	TNB	12,645	9,712	30.2
	SESB	785	391	100.8
	SESCO	861	554	55.4
	計	14,291	10,657	34.1
2005年	TNB	17,622	12,493	41.1
	SESB	639	543	17.7
	SESCO	956	743	28.7
	計	19,217	13,779	39.5
2010年	TNB	22,802	18,187	25.4
	SESB	1,100	802	37.2
	SESCO	1,356	1,098	23.5
	計	25,258	20,087	25.7

注： 2010年の値は、第9次五か年計画(Ninth Malaysia Plan 2006-2010)の予想値。

出所： Economic Planning Unit, Ninth Malaysia Plan 2006-2010, The Economic Planning Unit, Prime Minister's Department, 2006.

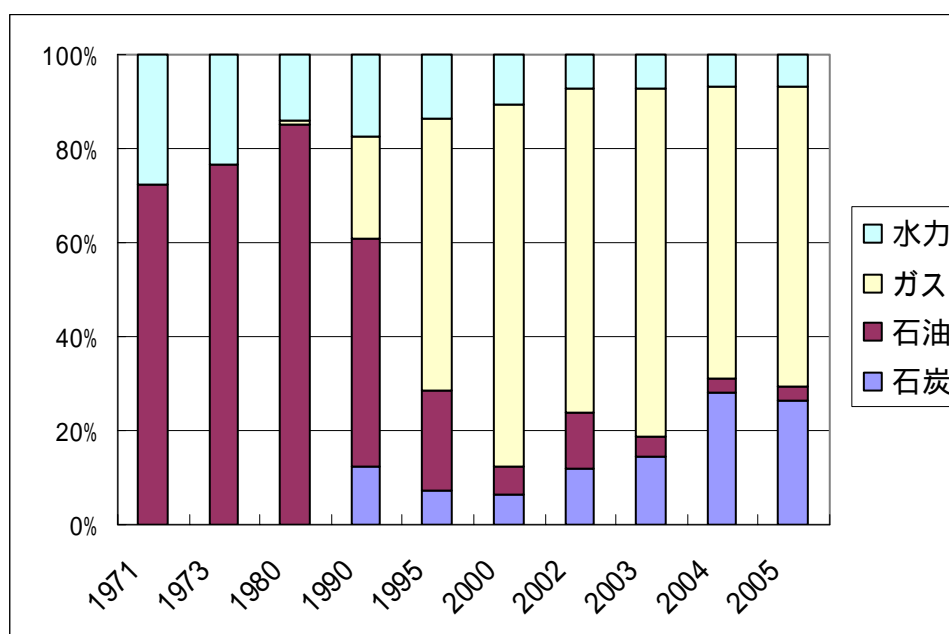
電源の構成比を見ると（図表 1-38） 1970 年代は石油が約 4 分の 3、水力が 4 分の 1 となっていたが、1990 年以降、石炭・ガスも加わり多様化した。2000 年にはガスへの依存が 77%にもなったため、石炭の使用の増加により分散化を図っている。2005 年は、ガス 70.2%、石炭 21.8%、水力 5.5%、石油 2.2%となっており、第 9 次五か年計画では、さらにガスへの依存を下げ（2010 年 55.9%）、石炭への依存を上げる（同 36.5%）計画となっている。

図表 1-38 電源構成比

	石油 (%)	石炭 (%)	ガス (%)	水力 (%)	その他 (%)	電力量 (GWh)
2000 年	4.2	8.8	77.0	10.0	0.0	69,280
2005 年	2.2	21.8	70.2	5.5	0.3	94,299
2010 年	0.2	36.5	55.9	5.6	1.8	137,909

注： 2010 年の値は、第 9 次五か年計画（Ninth Malaysia Plan 2006-2010）の予想値。

出所： Economic Planning Unit, Ninth Malaysia Plan 2006-2010, The Economic Planning Unit, Prime Minister's Department, 2006.



注： 2005 年の値が第 9 次五か年計画（Ninth Malaysia Plan 2006-2010）とかなり違っている。本文では第 9 次五か年計画の数字を使った。

出所： OECD, Energy Balances of Non-OECD Countries 各年版より作成。

農村部の電化については(図表 1-39)、第 8 次五カ年計画中(2001 年~2005 年)、サバ・サラワク両州で電化率が大きく向上した。半島部は既にほぼ電化は行き渡っている。

図表 1-39 農村部の電化率

	2000 年	2005 年	2010 年
半島部	97.5	98.6	98.8
サバ州	67.1	72.8	80.6
サラワク州	66.9	80.8	89.6
全国	89.5	92.9	95.1

注： 2010 年の値は、第 9 次五か年計画 (Ninth Malaysia Plan 2006-2010) の予想値。

出所： Economic Planning Unit, Ninth Malaysia Plan 2006-2010, The Economic Planning Unit, Prime Minister's Department, 2006.

(d)再生可能エネルギー

第 8 次五か年計画中には、「小規模再生可能エネルギー発電プログラム」(Small Renewable Energy Power Programme, SREP) の下、グリッド接続した合計容量 12 メガワットの発電プロジェクトが 2 件実施され、現在稼動中である(図表 1-40)。

TSH Bio-Energy プロジェクトは、近隣のパームオイルミルから発生する廃棄物 (EFB70%、Fiber : 20%、シェル : 10%) をボイラで燃焼し、スチームタービンから電力を得ると同時に低圧蒸気を得るバイオマス発電プロジェクトであり、電力はグリッドに、低圧蒸気は近隣のパームオイルミルに供給される。Jana Landfill プロジェクトは、埋立処分場から発生するメタンガスをガスエンジンに送り、発生する電力をグリッドに供給するバイオガス発電プロジェクトである。

再生可能エネルギーに拠る発電は、2010 年までに、300 メガワットを TNB (半島部) のグリッドに、50 メガワットを SESB (サバ州) のグリッドに接続する見込みである。

なお、第 9 次五か年計画中には、パームオイルによるバイオ燃料化の開発を促すため、様々な試みが行われる予定である。パームオレインを 5% 混ぜたディーゼル燃料の生産を開始し、官庁の車両で使用することや輸出などが計画されている。

図表 1-40 SREP プロジェクトの進捗状況

		小水力発電		バイオマス発電		バイオガス発電	
		件数	容量	件数	容量	件数	容量
1	ライセンス取得済 プロジェクト	-	-	5	39MW	1	2MW
2	稼動中 プロジェクト	-	-	1 (TSH)	10MW	1 (Jana Landfill)	2MW
3	承認手続中 プロジェクト	13	59MW	7	55MW	-	-
4	却下プロジェクト	9	29MW	8	59MW	3	7MW
5	提案中 プロジェクト	11	82MW	-	-	3	21MW

出所： PTM 提供資料 (2008/11) “ Status of SREP projects in Malaysia (by fuel type)”
より作成。

1.7 マレーシアにおける CDM 受け入れ体制

1.7.1 CDM プロジェクト実施体制

マレーシアが京都議定書を批准したのは、2002年9月であり、翌2003年3月には天然資源環境省（Ministry of Natural Resources and Environment）を DNA に認定し、8月には CDM 国家委員会が CDM に関する国家クライテリアを承認した。このようにマレーシアでは CDM 受け入れ準備を早くからすすめ、積極的に体制を構築してきた。

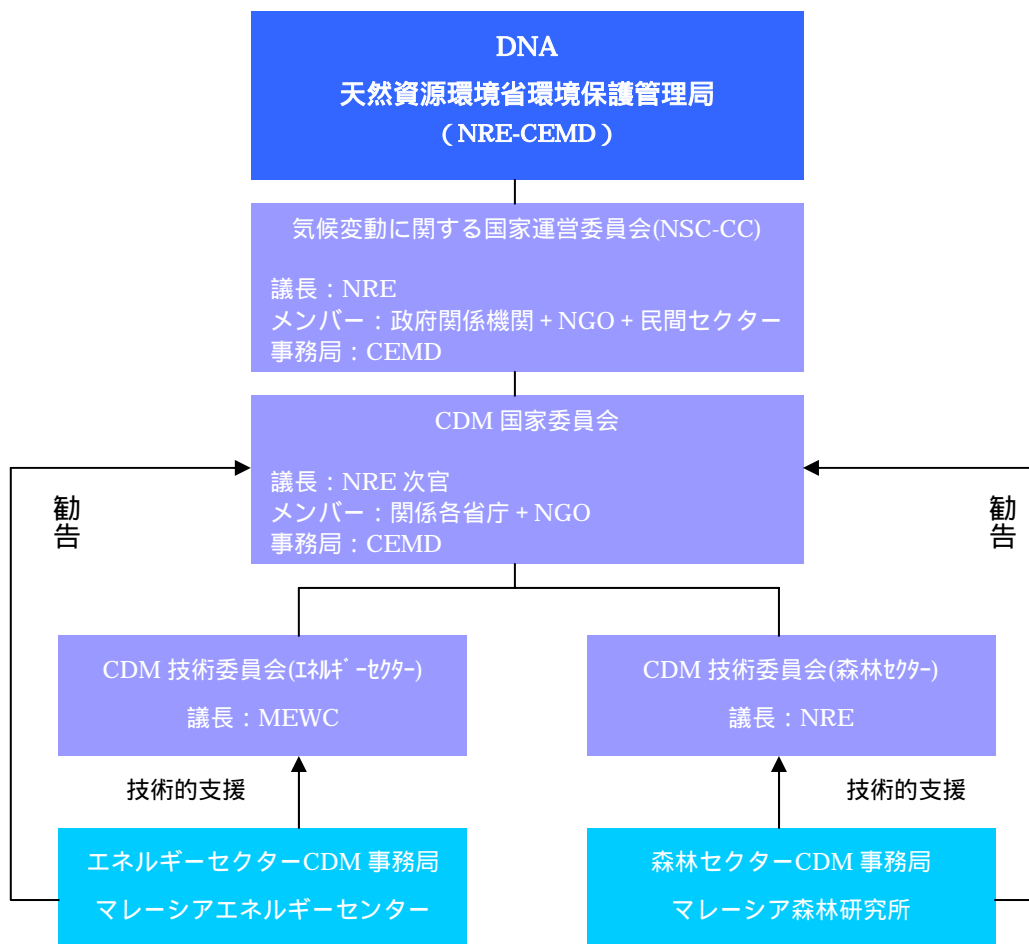
本節においては、最初にマレーシアにおける CDM 受け入れ体制の組織的枠組及びその機能を紹介し、次にマレーシアが求めている CDM クライテリアの説明をする。そして最後にこれまでの CDM プロジェクトの実績を紹介することとする。

	CDM 受け入れ準備過程
1994年7月13日	気候変動枠組条約（UNFCCC）を非附属書 I 国として批准
1999年3月12日	京都議定書に署名
2002年9月4日	京都議定書を批准
2002年9月12日	マレーシアエネルギーセンター（PTM）がエネルギーセクターCDM 技術委員会の事務局となる
2002年9月15日	初の CDM プロジェクト申請がエネルギーセクターCDM 技術委員会に提出される
2002年10月2日	経済企画庁（EPU）、UNDP および PTM 他関係官庁／組織の支援を受けマレーシア CDM 行動計画を起草
2003年3月	天然資源環境省を DNA に認定
2003年3月11日	デンマーク国際開発庁による「カパシティービルディング」を PTM にて開催
2003年5月	CDM 国家委員会、エネルギーセクター小規模 CDM プロジェクトのクライテリアを発表
2003年8月	CDM 国家委員会、国としての CDM クライテリアを承認

（出所：京都メカニズム情報プラットフォーム）

マレーシアは1994年7月に気候変動枠組条約（UNFCCC）を ASEAN 諸国のトップをきって批准し、2002年9月には京都議定書を批准した。その後の国内における CDM 受け入れ準備の状況は上表に記述したとおりであり、現在25件の CDM プロジェクトが国連 CDM 理事会に登録されている。

マレーシアの CDM プロジェクト組織的枠組



(参照 : Malaysia PTM homepage)

天然資源環境省環境保護管理局(NRE-CEMD) がマレーシアにおけるDNAとなっている。そして、その下に気候変動の諸課題を検討する機関として「気候変動に関する国家運営委員会 (National Steering Committee on Climate Change; NSC-CC) 」が設置されており、同運営委員会の下でCDM に関する議論を行う機関として「CDM 国家委員会 (National Committee on CDM; NC-CDM) 」が設置されている。また、同委員会の下にはエネルギーおよび森林両セクターについての技術委員会が設置されており、これら技術委員会事務局が技術的・専門的見地から具体的な検討を行うこととなる。

以下に各機関の役割及び任務について、また委員会の場合にはそれぞれのメンバーを記述することとする。

DNA：天然資源環境省環境保護管理局

【役割】

天然資源環境省環境保護管理局がマレーシアにおける DNA となっている。同局は、マレーシア政府の環境政策を担当し、CDM を含めた気候変動の諸課題への対策についてもその政策と方針を策定し全体を統括する役割を持っている。また、CDM 案件の審査に際し、持続的開発の国家クライテリアとの整合性検証を行っている。

【任務】

- ・ CDM 実施のための国家政策、戦略、クライテリアそしてガイドラインを開発すること
- ・ 関係者すべてにパイプラインにおける CDM プロジェクトの申請状況の変化を報告すること
- ・ プロジェクトディベロッパーに暫定承認書や公式の国家承認書を発行すること
- ・ ホスト国政府承認後、モニタリング計画に沿って、国際的に認められ、かつベースラインやプロジェクトバウンダリー内における排出量推定に必要なデータを提供するモニタリング方法論に基づいたモニタリング計画に従って CDM プロジェクトがモニターされ、実施されているかを確認すること
- ・ マレーシアにおける CDM プロジェクトの CDM 登録を維持すること
- ・ 国家 CDM 政策に関する要請に応えること
- ・ CDM 年間スケジュールにしたがって、CDM 国家委員会に少なくとも年 3 回の会合を計画し、開催要請すること
- ・ CDM 国家委員会の議事録を準備し、すべてのメンバーに配布すること
- ・ マレーシア発の CER 量をフォローし、(総量を)計算すること

気候変動に関する国家運営委員会 (National Steering Committee on Climate Change : NSC-CC)

【役割】

温室効果ガス緩和、気候変動への適応を含めた気候変動政策の策定し実施する。

【任務】

- ・気候変動に適応するための国家政策、戦略そしてアクションプランを策定すること
- ・気候変動に関連する国家実施計画を策定・調整すること
- ・UNFCCC において同意した約束を果たすための国家アクションプランを策定・調整すること
- ・気候変動プログラムのための対外的な資金的・技術的支援のフォーカルポイントとしての役割を果たすこと
- ・国際社会において気候変動問題に関してマレーシアを代表して議論し、意見を述べること

委員会メンバー (Membership of NSC-CC)

天然資源環境省 (NRE) < 議長 >
環境保護管理局 (NSC-CC) < 事務局 >
マレーシア気象サービス (Malaysian Meteorological Service)
エネルギー・水道・通信省 (Ministry of Energy, Water and Communications)
プランテーション・一次産品省 (Ministry of Plantation Industries and Commodities)
財務省 (Ministry of Finance)
教育省 (Ministry of Education)
国際通商産業省 (Ministry of International Trade and Industry)
農業省 (Ministry of Agriculture)
外務省 (Ministry of Foreign Affairs)
経済企画庁 (Economic Planning Unit)
Attorney General's Office
Others as and when required

(出所：PTM homepage)

CDM に関する国家委員会 (National Committee on CDM; NC-CDM)

【役割】

DNA の要請に従って、CDM プロジェクトプロポーザルの見直しと評価を実施し、その他の CDM 政策に関する事項について DNA を支援する。

【任務】

- ・ 国家 CDM クライテリアの政策関連事項についての適格性審査、及びプロジェクト承認に関して DNA に推薦を行う。これらのことは技術委員会の適格性判断や勧告を考慮に入れること
- ・ CDM プロジェクト実施のための国家政策、戦略、国家 CDM クライテリアそしてガイドラインなどの発展において DNA を支援すること
- ・ 最低でも年に 3 回の会合を開催すること
- ・ その他 DNA の要請に応じた特別な事項も扱うこと

委員会メンバー (Membership of NC-CDM)

天然資源環境省政務次官補-議長 (Deputy Secretary General (Policy), Ministry of Natural Resources and the Environment – Chairman)

環境保護管理局-事務局 (Conservation and Environmental Management Division, NRE – Secretariat)

NRE 森林局 (Forestry Division, Ministry of Natural Resources and Environment)

マレーシア気象情報サービス (Malaysian Meteorological Service)

プランテーション・一次産品省 (Ministry of Plantation Industries and Commodities)

エネルギー・水道・通信省 (Ministry of Energy, Water and Communications)

経済企画庁 (Economic Planning Unit)

：エネルギー部門 (Energy Section)

：環境部門 (Environment Section)

農業・農耕省 (Ministry of Agriculture and Agro-Based Industries)

国際通商産業省 (Ministry of International Trade and Industry)

運輸省 (Ministry of Transport)

科学技術・技術革新省 (Ministry of Science, Technology and Innovation)

マレーシア・エネルギーセンター (Pusat Tenaga Malaysia)

マレーシア森林研究所 (Forestry Research Institute Malaysia) (FRIM)

Centre for Environment, Technology and Development Malaysia

Business Council for Sustainable Development Malaysia

Malaysia Climate Change Group, Malaysian Nature Society

(出所：PTM homepage)

CDM 技術委員会

【役割】

CDM プロジェクトの第一評価結果を踏まえた事務局よりの推薦を参考にしつつ CDM プロジェクトプロポーザルの技術的・金融的評価を実施する。

【任務】

- ・ 国家 CDM クライテリアに照らし合わせて CDM プロジェクトの技術的・金融的内容の評価をすること
- ・ さらなる熟慮のため、国家 CDM 委員会に評価済 CDM プロジェクトプロポーザルを推薦し、提出すること
- ・ 関係セクターの特別事項に関するガイダンスに関する DNA からの要請に応える
- ・ 少なくとも年に 3 回の会合をもつこと
- ・ MEWC 及び NRE はエネルギーと森林に関する技術委員会の議事録をそれぞれがすべての参加者に配布すること

委員会メンバー（エネルギーセクター）

エネルギー・水道・通信省＜議長＞（Ministry of Energy, Water and Communications）
マレーシア・エネルギーセンター＜事務局＞（Pusat Tenaga Malaysia）
経済企画庁（Economic Planning Unit）
エネルギー委員会（Energy Commission）
環境局（Department of Environment）
マレーシア・パームオイル理事会（Malaysian Palm Oil Board）
マレーシア製造業連合会（Federation of Malaysia Manufacturers）
銀行協会（Association of Banks）
Business Council for Sustainable Development Malaysia

委員会メンバー（森林セクター）

天然資源環境省-議長（Ministry of Natural Resources and Environment – Chair）
マレーシア森林研究所（Forest Research Institute Malaysia – Secretariat）
マレーシア半島部森林課（Forestry Department Peninsular Malaysia）
サバ州森林課（Forestry Department Sabah）
サラワク州森林課（Forest Department Sarawak）
サラワク州天然資源環境委員会（Natural Resources Environment Board, Sarawak）
原住民関連課（Jabatan Hal Ehwal Orang Asli）
木材貿易連合会（Timber Trade Federation Malaysia）

マレーシアパームオイル理事会 (Malaysian Palm Oil Board)

マレーシアゴム理事会 (Malaysian Rubber Board)

サラワク木材連合会 (Sarawak Timber Association)

サバ州木材連合会 (Sabah Timber Association)

Two (2) Non-Governmental Organisations

(出所 : PTM homepage)

なお、ヒアリングベースではあるが (NRE 及び MPOB)、コンポストイングの CDM プロジェクトの場合には、非公式の技術委員会が立ち上げられることがあるとのことで、その場合には MALDI の職員がメンバーになるとのことである。

1.7.2 CDM ナショナルクライテリア

2005 年 8 月 15 日に CDM 国家委員会により承認されたナショナルクライテリア、及びエネルギーセクター小規模 CDM 用のクライテリアは以下の通りである。

ナショナルクライテリア

1 プロジェクトが政府の持続的開発に関わる諸政策に沿っており、持続的開発に直接的恩恵をもたらすものであること
2 プロジェクトの実施がマレーシアと附属書 国との協力により実施されること
3 プロジェクトの実施に技術移転および / もしくは技術的な改善を伴うこと
4 プロジェクトは CDM 理事会で定められている以下の諸条件を満たすものであること
・自発的参加であること
・気候変動対策としての真の、かつ測定可能な長期的便益をもたらす
・当該プロジェクトの実施がない場合と比較し排出量の削減が認められる
5 プロジェクト提案者は以下により当該プロジェクトの実施能力を正当化しなければならない
・マレーシアで企業登録されている
・資本金が 10 万マレーシアリングット以上である
・当該プロジェクトの資金融資候補がリストアップされている

エネルギーセクター小規模 CDM クライテリア

1 当該プロジェクトは国家エネルギー政策に定められているエネルギーセクターにおける持続的開発方針のうち少なくとも 1 つに合致している必要がある
・天然ガスおよび再生可能エネルギー利用を促進するだけでなく、燃料の安定供給を保障する
・電力の生産性と効率を改善するだけでなく、十分な電力供給を保障する
・ローカルコンテンツを増やすだけでなく、エネルギー関連産業の発展に資する
・マレーシアをエネルギー関連の技術サービスの地域センターとして推進する

・産業および商業セクターの持続的開発の観点から、環境に十分に配慮している

2 当該プロジェクトは、国の環境関連法規則を遵守しなければならない

3 プロジェクト提案者は、ローカル技術を含め、利用できる最適な技術を採用することにより、プロジェクトの正当性を維持しなければならない

4 プロジェクト提案者は以下により当該プロジェクトの実施能力を正当化しなければならない

・マレーシアで企業登録されている

・資本金が 10 万マレーシアリングット以上である

・当該プロジェクトの資金融資候補がリストアップされている

(出所：PTM homepage)

1.7.3 マレーシアにおける CDM 承認過程

CDM 承認は次のようなプロセスを経て行われる。

プロジェクト開発者は、まず、PIN(Project Idea Note)を DNA に提出する。

DNA は、PIN をエネルギー関係の場合には PTM (マレーシアエネルギーセンター)、森林関係の場合には FRIM (マレーシア森林センター) に送る。

各事務局は、詳細な情報入手のために CDM 開発者と連絡を取り、必要な場合にはタスクフォースの支援を受けて技術的評価を行う。

技術委員会は事務局からの評価と勧告をレビューし、その結果と勧告を CDM 国家委員会に送る。

CDM 国家委員会は、技術委員会からの勧告と意見を基に、ナショナルクライテリアを満たしているか否かを判断し、満たしていると判断した場合には DNA から暫定的国家承認レターが発行される。この段階でプロジェクトパートナーはプロジェクトに参加できる。

以上の PIN による審査はオプションであり、リスク等の心配がない場合には PIN の審査を行わなくてもよい。

プロジェクト実施者が PDD を作成する。

DOE がバリデーション (有効化審査 : PDD が国際クライテリアを満たしているか否かを判断する) を実施する。

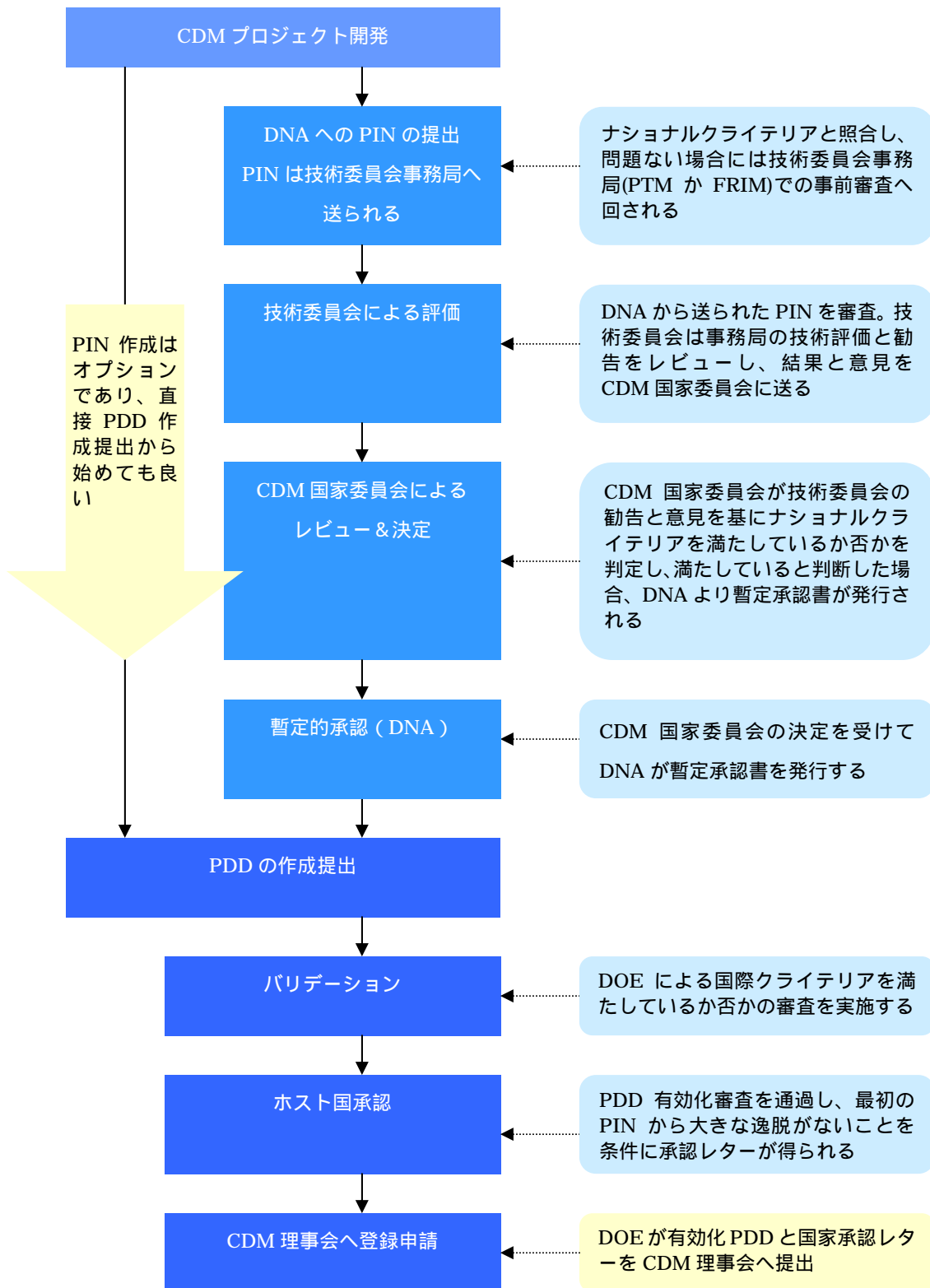
DOE により、当該 PDD が国際クライテリアを満たし、かつ PIN から大きな逸脱がない場合に公式な国家承認レターが出される。

DOE が国家承認レターと当該 PDD を CDM 理事会に提出する。

なお、上記プロセスをフロー図化したものが、次ページのものである。

CDM 承認手続

内容



(出所 : Malaysia CDM Information Handbook)

1.7.4 マレーシアにおける CDM 実績

2008 年 1 月 6 日現在、国連 CDM 理事会登録済案件は、893 件あり、マレーシアがホスト国になっているものが 25 件ある。うちバイオガスエネルギー関連が 16 件ともっとも多く、次いで、ランドフィルガス関連が 6 件、エネルギー効率関連が 3 件となっている。またパーティシパントとして日本が参加している案件は 7 件である。デンマークも 7 件、カナダが 4 件、英国が 4 件、カナダ・ドイツ共同案件、フランス、スイスがそれぞれ 1 件である。

	バイオガス	ランドフィルガス	エネルギー効率化
日本	2	2	3
デンマーク	2	5	
カナダ	4		
英国	4		
カナダ&ドイツ	1		
フランス	1		
スイス	1		

(出所 : UNFCCC homepage)

第2章 プロジェクト概要

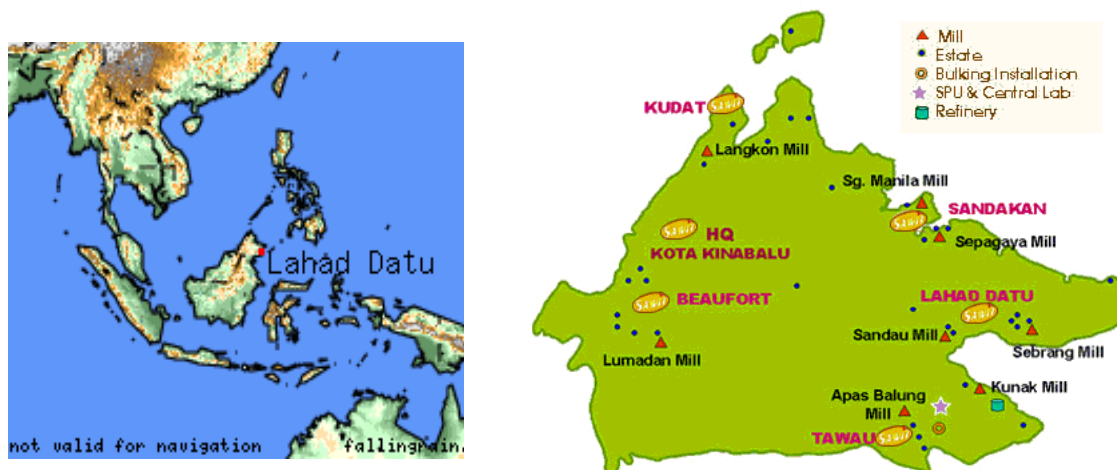
2.1 プロジェクト概要

2.1.1 プロジェクトサイト

カウンターパートである Sawit Kinabalu 社は、サバ州立企業であり、マレーシア国サバ州内に 8 ヲ所のパーム搾油工場（パームミル）と 1 ヲ所の精製工場、1 ヲ所の研究所を所有している。また、パームプランテーションのための用地を合計 73,591ha 所有している。全パームミルの FFB 処理容量合計は 440MT/HR であり、2006 年の FFB 処理量合計は 1,418,688MT である（図表 2-1,2,3）

今回プロジェクトの対象とするパームミルは、FFB 処理量が多くかつ安定しているミルとして、マレーシア国サバ州ラハドダツ(Lahad Datu)市に所在する Sawit Kinabalu Bhd. の子会社、Borneo Samudera Sdn.Bhd.の所有する Sebrang Palm Oil Mill を選定した。（図表 2-4）

図表 2-1 Sawit Kinabalu 社の事業拠点



出所：Sawit Kinabalu 社ホームページより

図表 2-2 Sawit Kinabalu 社のパームプランテーション面積

Estate	Planted Area (ha)
Beaufort	6,822
Kudat	6,296
Sandakan	15,985
Lahad datu	25,028
Tawau	19,460
合計	73,591

出所：Sawit Kinabalu 社ホームページより

図表 2-3 Sawit Kinabalu 社の Mill capacity

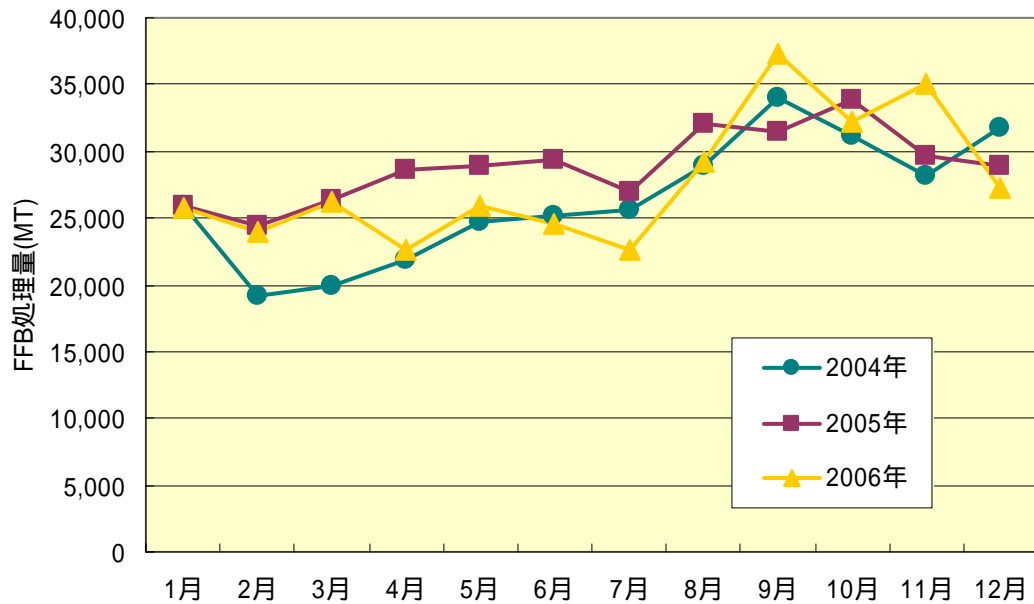
Mill	Milling capacity (MT/HR)	2006 Total FFB processed (MT)
Lumadan Mill	45	147,987.9
Langkon Mill	45	97,195.9
Sandau Mill	70	208,657.8
Sebrang Mill	90	332,808.0
Apas Balung Mill	60	251,624.1
Kunak Mill	45	165,894.8
Sg Manila Mill	40	13,425.5
Sepagaya Mill	45	201,093.6
合計	440	1,418,688.0

出所：Sawit Kinabalu 社ホームページより

図表 2-4 Sebrang Mill 概要

ミル名	Sebrang Palm Oil Mill セブランパームオイル搾油工場	
所在地	P.O.Box 60211 91111 Lahad Datu, Sabah, Malaysia マレーシア国サバ州ラハドタツ市	
ミル容量	90Mt/Hr	
1日あたりの稼働時間	16Hrs/day-2 shift	
1日当たりの FFB 処理量	1,000Mt	
FFB 処理量	(2004)	316,411MT
	(2005)	346,813MT
	(2006)	332,800MT

Sebrang Mill における FFB 処理量の推移



出所：Sawit Kinabalu 社提供資料より

2.1.2 パーム工場廃棄物、廃水の有効利用の現状

(1) パーム搾油工場バイオマス廃棄物の利用

パーム搾油工場から廃棄されるバイオマス廃棄物は一般的に図表 2-6 のようなものがある。これらバイオマス廃棄物の内、PKS とファイバーは、多くの搾油工場では、工場が必要とする電力とプロセス蒸気を発生するボイラーのバイオマス燃料として使われている。

他方で、図表 2-5 に示すとおり、高水分で発熱量が低くより大量に発生する EFB は、これまではパームプランテーションマルチング利用を含む廃棄処分が主流であり、Sawit Kinabalu 社の場合もほぼ同様な傾向にあった。

図表 2-5 EFB 利用の現状

	Dry EFB ton/年	割合 (%)
非エネルギー利用	4,022,500	48.27
マルチ マット	36,000	0.43
ファイバーボード	75,000	0.9
パルプ・製紙原料等	615,000	7.38
自動車部品 (マット等)	1,000	0.01
パーティクルボード	3,000	0.04
輸出用ファイバー・ペレット	2,500	0.03
マルチング/コンポスト /プランテーションへの処分	3,290,000	39.48
その他利用可能性量	4,310,500	51.73
EFB 合計	8,333,000	100

出所：PTM (Pursa Tenaga Malaysia) Biogen NEWS Nov.2004

注：MPOB からの聴取によると比率的には最近の利用もほとんど変わっていないとのこと

(2) 廃水の利用

既存のパーム搾油工場の廃水処理は、6～10面の開放池(冷却池、嫌気性処理池、好気性処理池等で構成)によって水質を処理後、河川等に放流されており、一部の工場では一定程度開放池で処理された後、地下浸透により有機成分の有効成分を液肥的に活用されてきた。しかし、サバ州をはじめとして、環境規制の厳格化(別記)から、最近ではより高度な閉鎖型嫌気性タンクによるバイオガス回収とその利用および好気性処理池との組合せによるバイオガスの燃料化や、微生物による好気性処理システムなど高度廃水処理方式の導入が模索されている。

図表 2-6 パーム搾油工場から廃棄されるバイオマス廃棄物

	FFB 当たりの発生比率 (%)	水分 (%) 又は COD/BOD(ppm)
EFB (空果房)	22-23	60-65
PKS (シェル)	6.0-7.0	8.0-10.0
ファイバー	10.0-12.0	40.0
POME	50-60	BOD (ppm) : 25,000-30,000 COD (ppm) : 50,000-90,000

< Sebrang Mill から廃棄される EFB >



< Sebrang Mill の好気性ラグーン >

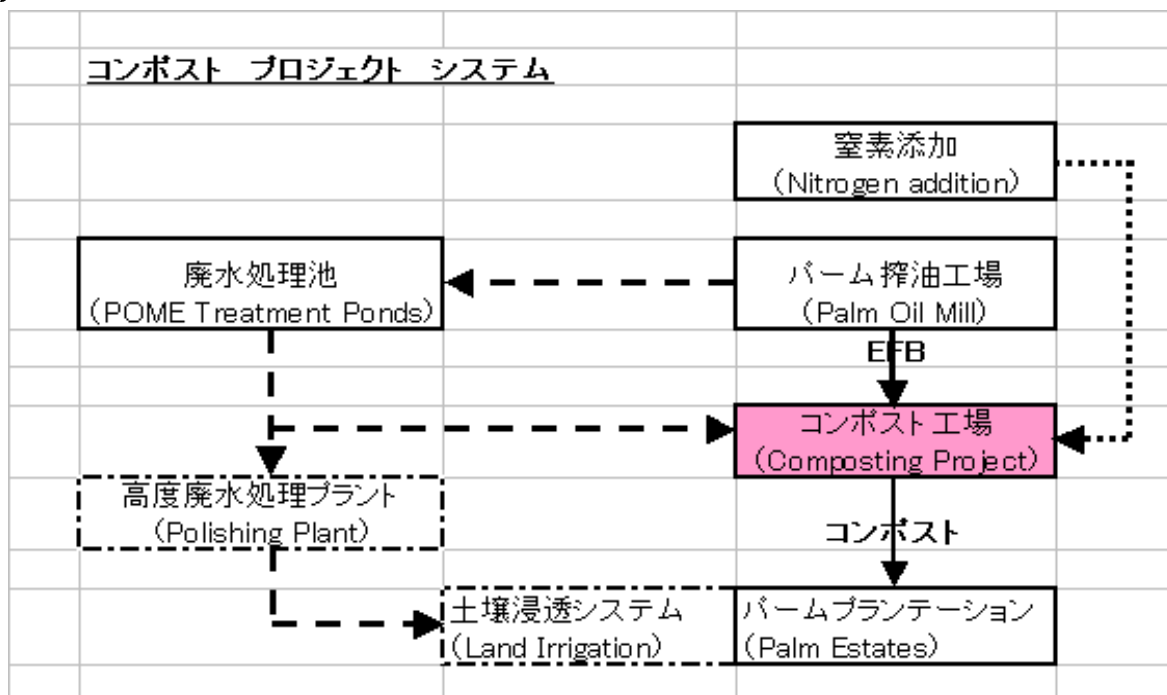


2.1.3 プロジェクト技術の概要

本プロジェクトは、Sebrang Mill から廃棄される廃棄物 (EFB) および廃水 (POME) を日本のコンポスト技術を用いてコンポスト化し、当該バイオマス廃棄物および廃水から発生する温室効果ガス (メタン) の発生を抑制するプロジェクトである。

当該プロジェクト技術は、日本の(独)農業・食品産業技術総合研究機構畜産草地研究所が牛糞や生ゴミ等を対象に開発し、同研究所と(有)岡本製作所が共同で装置化した日糧 100 トン処理の大規模設備として実用化している全自動コンポストプラント (堆肥化設備) を、パーム搾油工場からの残渣である EFB のコンポスト化システムとして適用するものである。

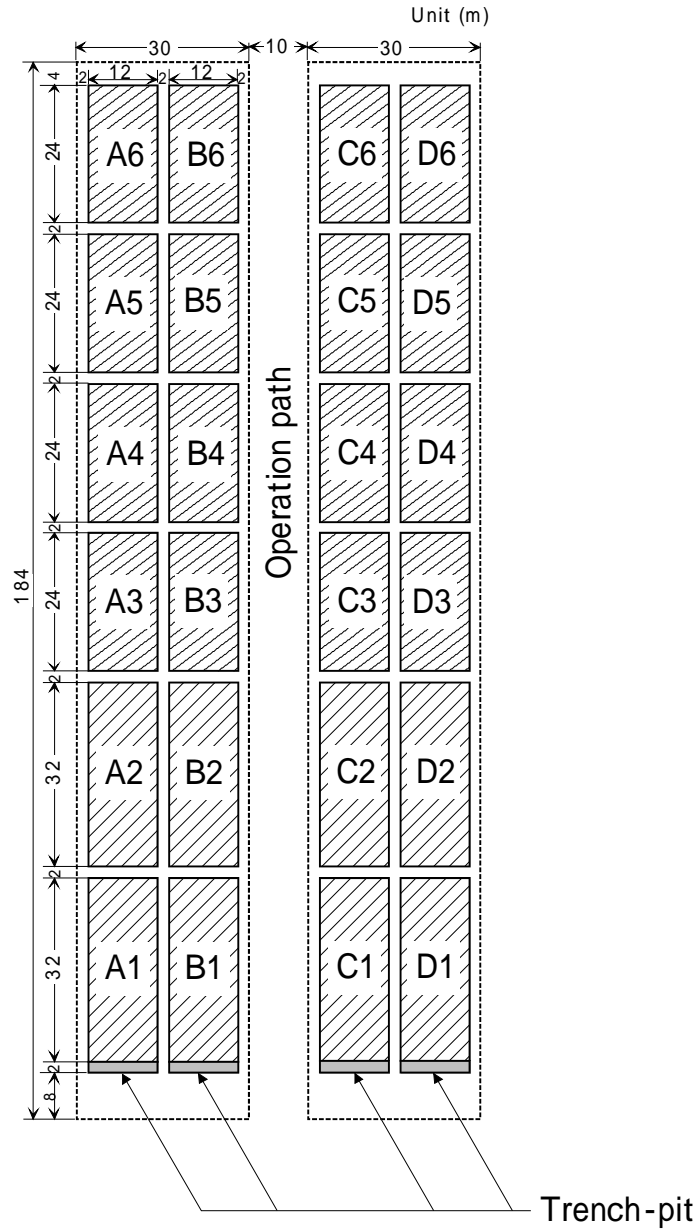
(1) プロセスフロー



(2) プラント規模

- ・ EFB 処理能力：400m²/日（約 200ton/日）
- ・ コンポスト期間：48 日間

(3) 配置計画図 (コンポストパイルエリア)



- ・ コンポストレーン数 : 4 レーン
- ・ コンポストパーティション (単位切返しエリア数) : 6 枚/レーン
- ・ パーティションあたり有効寸法 : 巾 12m * 長さ 32m (吸引通気帯)
/長さ 24m (圧送通気帯)
- ・ レーン寸法 : 32m * 2 パーティション + 24m * 4 パーティション
+ 間隙合計 24m = 全長 184m
ただし、パーティション (切返しエリア) 間隙 : 2m

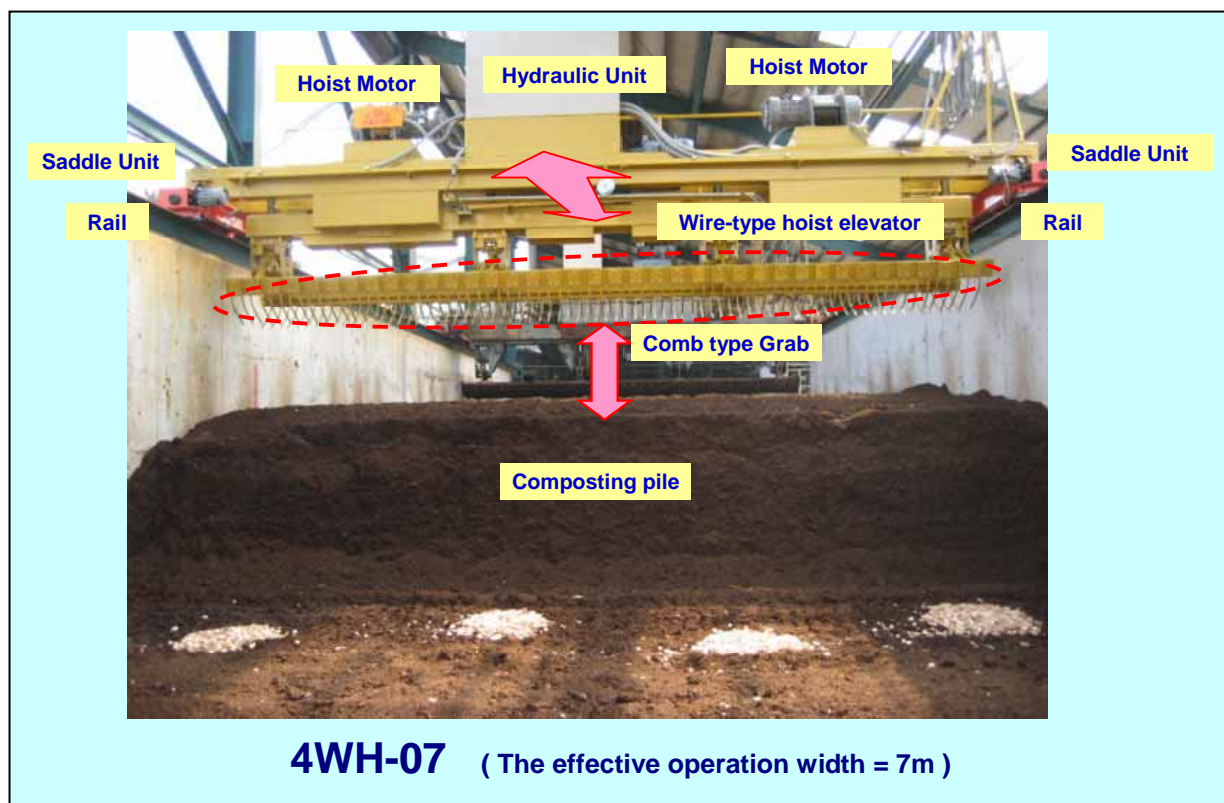
- ・ 有効面積：7,680 m²
- ・ パイル寸法：有効巾 12m * 有効層厚 2.1m (吸引通気帯) / 3m (圧送通気帯)
- ・ 1エリア容積：806 m³ (吸引通気帯) / 864m³ (圧送通気帯)

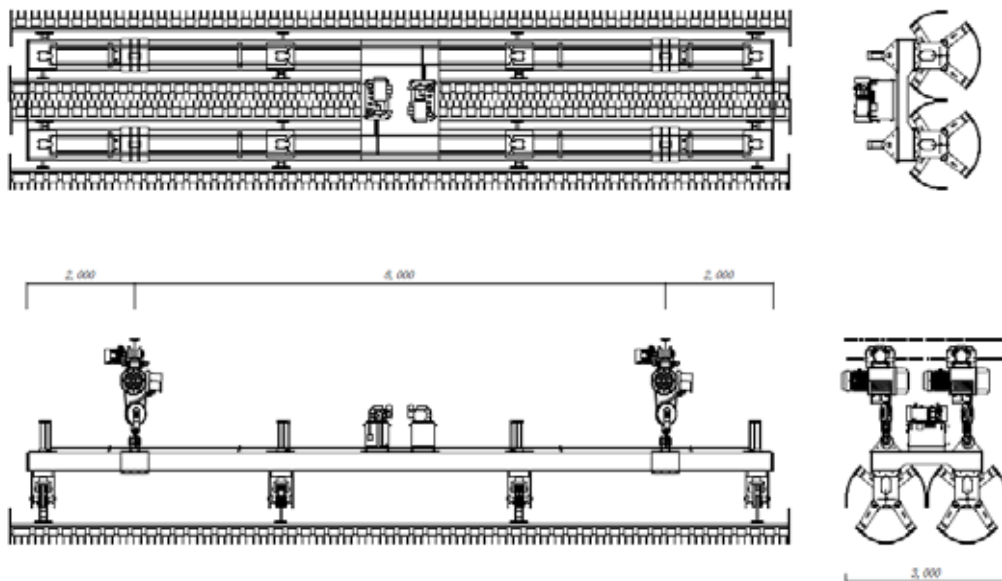
(4) 主要機器仕様

(a) リニアクレーンターナ (切返し機)

コンポストパイル (層厚 2~3m) を定期的に切返し (天地返し) 、コンポストパイル材料の微生物による発酵を促進するためにパイル中を好気性環境を確保するために使用される天井走行クレーン形式の切返し機械。

- ・ 形式： フォークタイプ、全自動式電動駆動型、フォーク昇降機構
 昇降速度： 5.5 m/min、電動機： 2.4 kW × 4 台
 油圧電動機： 3.7 kW × 2 台
 つかみ全巾： 3m
- ・ 数量： 4 基 (1 基/レーン)
- ・ 全自動レール走行機構
 走行速度： 25 m/min、電動機： 0.4 kW × 4 台
 レールスパン： 8m
- ・ 付帯機器： 制御盤、POME 等散布装置

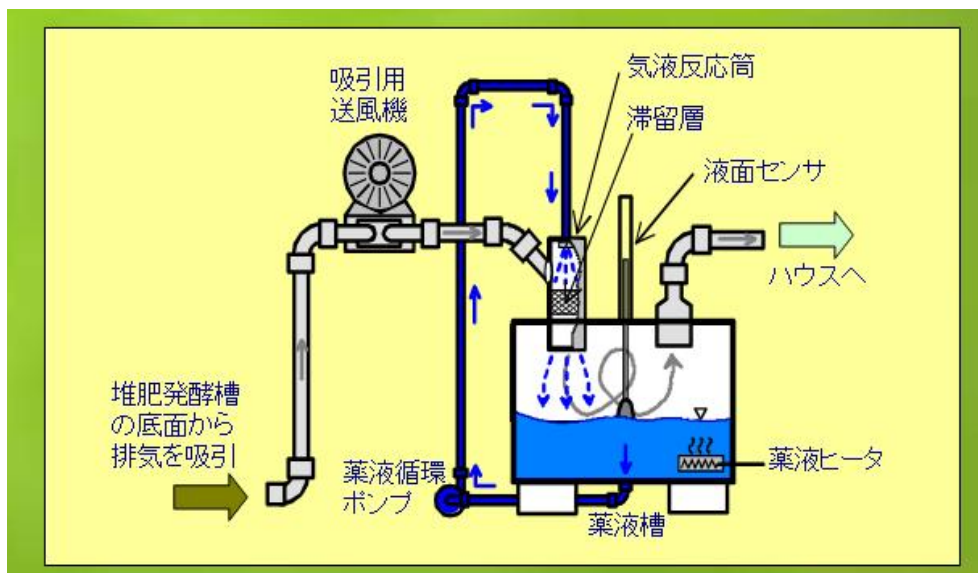




(b)吸引通気式脱臭装置

当該システムはコンポスト中において発生するアンモニアガス等の脱臭用。

- ・形式：スクラバー式生物脱臭装置または吸引脱臭装置
- ・数量：8基または、16基
- ・吸引風量： 60 - 80 m³/min または、30 - 40 m³/min
- ・構成機器：スクラバー、ポンプ、排気ファン、タンク類、制御盤等



(5) 建家

(a)有効寸法：巾 70m * 184m

(b)有効高さ：軒下有効 5m

(c)構造：鉄骨造り、スレート屋根、土間コンクリート床

(6) プロジェクト技術の特徴

・プロジェクト技術の他方式との比較

現在、マレーシアにおいて実用化されている、もしくは建設が計画されている2方式と、本プロジェクトで導入する日本式（岡本製作所）との主な特徴の比較を下表に示す。

項目	MIWAMAS	INF	日本式（岡本製作所）
形式	屋外型	屋内型	屋内型
床面	屋外地面	コンクリート床	コンクリート床
コンポスト覆い	ポリシート	屋根	屋根
ターナー	マンマウント型 機械式ターナー	遠隔操作型 機械式ターナー	全自動リニアクレーン式 ターナー
POME 散布	人力ホース散布	機械的散布方式	半自動散布方式
水配管	地下配管	天井スプリンクラー システム	クレーンターナ 散水システム
ドレーン排水	周囲ドレーン	ドレーンなし	ドレーンなし
脱臭方式	なし	なし	吸引通気式・生物脱臭式
雨水対策	雨水池	雨水池なし	雨水池なし
敷地面積	9.8ha	1.5ha (20%)	1.3ha (13%)
所要労働力	22人	15人	3 - 5人
コンポストサイクル	10週間	6 - 8週間	6 - 8週間
問題点	天候に左右される	全天候型	全天候型
投資額	RM4.3 million (150百万円)	RM5.5million (190百万円)	RM10 million (340百万円) 機械・制御設備：日本調達

(注記)

- 1 . MIWAMAS = Mill Integrated Waste Management Solution 'Outdoor' Plant
- 2 . INF = Integrated Natural Fertilizer Plant
- 3 . 出展 : Proceedings of the 2006 National Seminar on PALM OIL MILLING, REFUNING TECHNOLOGY, QUALITY AND ENVIRONMENT, Page228 ~ 232, by Mr. Foo Siew Theng, Asia Green Environmental Sdn. Bhd.
- 4 . 対象ミルの規模 : 45 MT-FFB/hr : 約350 ~ 400 m³ EFB/日
- 5 . 日本式は当FSで調整。

・プロジェクト技術の主な特徴

<技術面>

屋内方式であり、全天候型であるため、年中多雨な気候であるサイトにおいて、安定した操業が可能である。

全自動リニアクレーン式ターナー採用により、無人省力で 24 時間連続操業が可能になり、EFB 供給量の変動に応じて柔軟に対応できる。ただし、監視要員 1 名。

屋内方式のため、コンポスト環境に合った柔軟な調湿・散水が可能である。

窒素源追加によって発生するアンモニア等の悪臭防止のため、吸引通気システムを採用することにより、良好な労働環境の保全が可能である。

窒素源として、POME のような液体状のものだけでなく固形状のものも添加可能であり、それにより発酵スピードを上げ、コンポストの品質を高めることができる。

<経済面>

コンポスト層厚を 2 ~ 3 m と厚くすることにより、敷地面積を比較的コンパクトにできる。従って、建家を小さくすることが可能であり、価格的に有利である。

設備は日本調達品ベースでは高価である。将来の課題として、現地調達率を上げて、コストダウンを図る必要がある。

省力・省人プラントであり、高騰する労働コストの影響を抑制することができる。

2.1.5 EFB コンポスト試験（添付報告書参照）

（ 1 ）試験目的

試験開始一週間の好気性条件下における EFB のコンポスト特性を得る為、特に窒素源添加による発酵促進効果を確認する。

（ 2 ）試験材料

蒸気加熱され、シュレッダーにより破砕され、日本へ輸入した EFB。

材料に窒素源として尿素 10% を添加（現物重量あたり）

材料に硫安 20% を添加（現物重量あたり）

材料のみ（対照区）

（ 3 ）試験方法

発酵温度を精密発酵試験装置を用いて、通風しながら熱エネルギー等を測定。

精密発酵試験装置を用いて、通風しながら発酵試験を実施。

条件

（ a ） EFB サンプル 1.5 k g を密封容器に入れて、通風量を制御。

（ b ） 容器内の見掛け比重：146 k g/m³

（ c ） 容器内の通風速度：34 L /min/m³

（ 4 ）試験結果

- (a) 材料の C/N 比は 67.4 と少し高い。
 - (b) 窒素源を添加することにより、速やかに発酵が開始し、半日程度で最高温度約 70 まで到達し、熱発生速度も高い。
 - (c) 窒素添加材料では中温菌および高温菌が活性化して、良好な発酵が促進される。
 - (d) 窒素添加材料では対照区より、6~23%多くの発熱量が見られた。
- (5) 結論
- (a) 窒素添加により、熱発生速度が急激に増加することから、油脂の分解が促進される。
 - (b) EFB の発酵を促進するには、窒素源の添加が不可欠。ただし、低廉な窒素源の取得利用がコスト低減のため重要。
 - (c) 窒素源として POME の利用は効果的であると推測されるが、その場合でも他の窒素源が必要。ただし、その確認試験は将来の課題。
 - (d) POME の発酵熱による蒸発減量効果は、相当量期待できるが、POME 使用によるマレーシア現地での確認試験が必要。

2.2 ベースライン

2.2.1 方法論の適用

“ Avoidance of methane production from decay of biomass through composting” AMS. . F / Version 5 「バイオマスの腐敗にもとづくメタン発生をコンポスト化によって抑制」

EFB 等パーム搾油工場残渣である有機性バイオマス廃棄物が投棄処分されることによって、廃棄場所において嫌気性状態になり腐敗する際メタンが発生するが、メタン回収はされない。また、搾油工場から発生する高濃度の有機成分を含んだ廃水を開放型池（Open Lagoons）で処理されているが、その際嫌気性環境からメタンが発生し、同様にメタン回収されずに大気放散されている。

当該プロジェクトは上記のメタンを発生している有機性廃棄物である EFB や POME(工場廃水)を好気性雰囲気によってコンポスト化処理することにより、メタン発生を抑制する。POME の添加はコンポスト時の微生物の活性化に欠かせない水分と窒素等の栄養素の供給源となる。

対象工場の規模から発生しているベースラインとしてのメタン発生量は 60kt/年未満であり、当該承認方法論 AMS. . F / Version 5 を適用できる。

2.2.2 ベースラインの設定

AMS. . F / Version 5 で定義されているメタン発生抑制のベースラインとしては、もし、当該プロジェクトの導入がなされない場合、バイオマス残渣である EFB はプロジェクト境界内に投棄処分され、腐敗することによりメタンが発生している状況を指す。

また、POME や POME スラッジは、開放型嫌気性ラグーンにおいて発生するメタンがなんら回収されずに大気放散されている状況を指す。

まず、現実性、信頼性のあるベースラインシナリオを設定するために、プロジェクトに対する代替シナリオを以下のように考える。

(1) プロジェクト代替シナリオ

EFB および/またはバイオマス廃棄物残渣の処理

EFB については、野焼きが最も廉価な廃棄物処理方法であり、ホスト国マレーシアではこれまで実施されてきたが、1992 年に成立した法律により禁止された。その結果、大部分の EFB は投棄処分されるか、マルチング利用されている。

シナリオ EFB - EFB のパームプランテーションにおけるマルチング利用

シナリオ EFB - EFB をパームプランテーション等に廃棄処分する。

EFB をパームプランテーションに投棄処分し、自然に腐敗するにまかせるという通

常のやり方である（コモンプラクティス）。

シナリオ EFB - EFB をバイオマス燃料として使用し、電力や蒸気等のエネルギー発生源とする方法

POME（パームミル廃水）の処理

シナリオ POME 閉鎖型消化タンクを設置し、タンク内の POME を嫌気発酵させてバイオガスを回収し、そのバイオガスを焼却処理もしくはボイラーやガスエンジン等エネルギー源として使用する。

シナリオ POME 好気性ラグーンを設置し、嫌気発酵によるメタン発生を抑制する。

シナリオ POME 既存の開放型池(好気性、嫌気性ラグーン)で POME を処理する
マレーシアにおけるほとんどのパームミルにおいては、POME は開放型池で処理されている（コモンプラクティス）。

シナリオ EFB-POME 既存の廃棄されている EFB を利用してコンポストをつくる。
その際 POME を調湿水として利用する（CDM を利用しない場合のプロジェクトシナリオ）。

2.2.3 ベースラインの同定、及び追加性の証明

追加性は“ Tool for the demonstration and assessment of additionality (version 04) ”に沿って、当該プロジェクトが実施されない場合と比較して証明する。

（１）法規制への合致

前記のように野焼きは法律により禁止されているが、それ以外には現在のところ EFB 処理についての法規制は存在しない。従って前記シナリオのすべてが現段階では起こり得るといえる。

（２）投資バリア分析：経済性の分析（IRR 分析）

シナリオ EFB

当該地域におけるいくつかのミルにおいて、工場から排出される EFB はパームプランテーションへ運ばれ、マルチング利用されている。しかし、マルチングのための処理コストは、平地におけるマルチング散布をする為使用するブルドーザー等の機械の処理コストも含め、現状では RM14/MT 程度になっている。平地でない急傾斜等の場所では人力により散布する必要があり、より高コストとなる。また、マルチングは凡そ 50cm 程度の厚さに広げてパームの樹木回りに敷き詰めるため、マルチングの為の所要面積は広大になる。更に、マルチングの労力は限りがあり、また、利用できる労働者にも限りがある。

従って、EFB のマルチングの労働コストはますます高騰することになり EFB のマル

チング利用は非常に限定的にならざるを得ない。

シナリオ EFB

パーム搾油工場（パームミル）においては、通常、パームミルで必要とするプロセス蒸気や電力を供給するため、パームミルから廃棄されるバイオマス廃棄物であるファイバー（FIBER）やパームカーネルシェル（PKS）を燃料源として利用されている。しかし、EFBを追加的に使用する必要性はない。また、EFBはミル廃棄時水分が60～65%と高く、ファイバーやPKSと較べて、低発熱量であり、直接燃料として使用するには適さない。

他方で、余剰発電を発生させ、系統電力へ販売する事例は、最近2～3見受けられるようになってきたが、この場合の経済的バリアは相当高く、当該プロジェクトと同様にCDM化によるクレジット利益を想定することを考えねばならない。

シナリオ POME

当該プロジェクトシナリオはバイオガスの回収や破壊について、法的規制等がない状況下では、経済的に成立せず、国家プロジェクトやCDM事業以外では成立しない。

シナリオ POME

当該プロジェクトシナリオは、付加的な投資を必要とし、広大な土地面積やエアレーションのための大きなエネルギーを常時必要とするため、投資バリアが大きい。

シナリオ EFB-POME

当該事業の事業性をIRRの見地から見ることにする。CERクレジットが無い場合、コンポストのパームプランテーションへの施肥による化学肥料削減効果を現状の自社所有プランテーションにおける施肥費用の5%を見込んだ場合でもマイナスとなる。一方、CERクレジットの販売益を勘案した場合は下記のとおりであり、事業性がでてくる。したがって、本プロジェクト実施に対する投資バリアが存在するとみなせる。

CER価格とIRRの関係

CER価格 (\$/CER)	事業期間	0	8	10	12	14	16
IRR (税引前)	10yr	(-)	1.80%	2.17%	5.73%	8.98%	12.03%
	21yr	(-)	7.04%	9.92%	12.55%	15.03%	17.40%
IRR (税引後)	10yr	(-)	1.80%	1.62%	4.44%	7.16%	9.75%
	21yr	(-)	5.82%	8.37%	10.72%	12.93%	15.03%

以上の結果から、シナリオ EFB₁、シナリオ EFB₂、シナリオ POME₁、シナリオ POME₂、シナリオ EFB-POME₁ はベースラインシナリオにはなり得ない。

(3) 技術的バリア分析

シナリオ EFB-POME

当該コンポストプロジェクトは、次のような特徴を有する先進のコンポスト技術を使用する。

- (a)全天候屋内型で、コンピュータ制御による全自動リニアクレーンターナを使用するため、無人 24 時間連続操業が可能。ただし、監視要員 1 名。
- (b)高濃度のアンモニア等、悪臭防止のため、コンポストパイル層前半 1/3 に対し、吸引通気システムを、また比較的安定してきたコンポスト切返し帯後半 2/3 に対して圧送通気システムを夫々使用し、屋内の環境保全を保つ
- (c)サンプル分析によると C/N 比が 70 近く、カーボン過多である EFB コンポスト化において、POME および POME スラッジに加えて、動物性窒素等の栄養素を必要に応じて適宜添加することにより、高温発酵温度を確保する。
- (d)上記(c)による高温発酵を長時間維持することにより、良質コンポスト製品製造を可能とすると共に、水分蒸発による十分な POME の縮減を達成できる。凡そ全 POME 量の 70% 以上を減量可能と推定している。

以上の技術を利用したシステム化は、現在のところマレーシアでは皆無であり、システム設置費用についても CDM からのクレジット獲得というインセンティブを考慮しなければ非常に高価であり、困難なものである。したがって、技術的バリアがあるとみなせる。

(4) 普及度バリア分析

最近、EFB および POME を活用した以下のような屋外型、屋内型のコンポストプロジェクトが実施されている。

屋外型コンポスト技術

本技術は、高温多雨な当該地域に於いて実施する為、常時カバーシートをかけて降雨時に備えなければならず、コンポストパイル内部の状態が嫌気性になる恐れがあり、メタンの発生も懸念される。また、降雨によるコンポストエリアからの流水・排水対策のため大きな処理池を必要とされ、同時に平均パイル層厚も 1~1.5m と薄く、結果として日糧 800~1,000 トン FFB を処理する標準的なパームミルから排出される EFB を賄うコンポスト化に対応するには、凡そ 10ha という広大な面積が必要とされる。また、運営・維持管理の労働条件も厳しい等、実施事例は 1~2 に限られている。

屋内型コンポスト技術

本技術は、利用されるターナが自走式の為、平均パイル層厚が 1~1.5mと薄く限られるため、建家面積が大きくなり、結果として土建費用が高くなる。この場合の事例としては、製造した EFB のコンポスト製品を中間コンポスト品として引取り先の確保が出来ている非常に限られた事例に過ぎない。

以上のことから、シナリオ EFB 、およびシナリオ POME は上記のいかなるバリアによってもその実施を妨げられない。従って、現在のコモンプラクティスでもあるこの両シナリオをベースラインシナリオとして同定する。

また、本プロジェクトシナリオでもあるシナリオ EFB・POME は、その実施に際しては、3つのバリアが存在することにより、追加性があることが証明された。

2.2.4 バウンダリー

プロジェクトのバウンダリーとしては、

- (1) プロジェクト活動が無い場合、EFB 等の残渣の腐敗によりメタンが発生する場所
- (2) プロジェクト活動が無い場合、工場廃水(POME)やスラッジの嫌気性処理により、メタンが発生している場所
- (3) EFB や POME および POME スラッジをコンポスト化処理する場所
- (4) コンポスト製品が製造され、土壤に適用される場所
- (5) 上記(1)から(4)間で EFB や POME、POME スラッジ並びにコンポスト製品を運搬する場所
- (6) 結果として、プロジェクトバウンダリーはコンポストプロジェクトプラント内に限らず、嫌気性処理池や好気性処理池並びに EFB を投棄処分している処分場を内包するパームプランテーションを含むものとする。

2.2.5 リークージ

小規模方法論であるため、リークージは考慮しない。

2.3 GHG 削減量

適用方法論は

“ Avoidance of methane production from decay of biomass through composting”

AMS. . F/ Version 5

「バイオマスの腐敗にもとづくメタン発生をコンポスト化によって抑制」

2.3.1 GHG 計算式

適用計算式は、

排出削減量

$$ER_y = BE_y - (PE_y + Leakage)$$

- ・ ER_y y 年の排出削減量 (tCO_{2e})
- ・ PE_y y 年のプロジェクトシナリオの排出量 (tCO_{2e})
- ・ $Leakage$ y 年のリーケージ排出量 (tCO_{2e})

$$BE_y = BE_{CH_4, swds, y} - MD_{y, reg} * GWY_{CH_4} + ME_{P_{y, ww}} * GWP_{CH_4}$$

- ・ BE_y y 年のベースライン排出量 (tCO_{2e})
- ・ $BE_{CH_4, swds, y}$ プロジェクト開始時から x 年間のコンポスト化された固形廃棄物(EFB 等)の y 年のメタン発生ポテンシャル(tCO_{2e})
- ・ $MD_{y, reg} * GWY_{CH_4}$ 規則に基づいて破壊や焼却されたメタン量 (tCH₄)
- ・ $ME_{P_{y, ww}}$ 廃水中のメタン発生ポテンシャル (tCH₄)
- ・ GWP_{CH_4} メタンの温暖化係数 (21 tCO_{2e} / tCH₄)

$$ME_{P_{y, ww}} = Q_{y, ww} * COD_{y, ww, untreated} * Bo_{ww} * MCF_{ww, treatment} * GWP_{CH_4}$$

- ・ $Q_{y, ww}$ y 年のコンポスト散水用としての廃水 (POME)量 (m³)
- ・ $COD_{y, ww, untreated}$ 廃水の化学的酸素要求量 (t/m³)
- ・ Bo_{ww} 廃水のメタン排出係数 (0.21kg CH₄/kgCOD)
- ・ $MCF_{ww, treatment}$ ベースラインシナリオにおける廃水処理システムに対するメタン変換係数 (方法論 . H . の表 . H . 1 に拠る)

$BE_{CH_4, swds, y}$ は、Methodological Tool“Tool to determine methane emissions avoided from dumping waste at a solid waste disposal site “ に拠って計算する。

計算式は、

$$BE_{CH_4, swds, y} = (1-f) * GWP * (1-OX) * 16/12 * F * DOC_f * MCF * \sum_j \sum_{j,x} DOC_j * (1 - e^{-kj}) * e^{-kj} * (y - x)$$

係数として、EB 推奨値：EFB の K 値 = 0.035 を採用。

計算結果は次のとおりとなった。

	PEy Estimation of project activity emissions	BEy Estimation of baseline emissions	LEy Estimation of Leacage	ERy Estimation of overall emission reduction
2009	76	29,044	0	28,968
2010	76	29,898	0	29,822
2011	76	30,723	0	30,647
2012	76	31,519	0	31,443
2013	76	32,289	0	32,213
2014	76	33,031	0	32,955
2015	76	33,749	0	33,673
2016	76	34,441	0	34,365
2017	76	35,110	0	35,034
2018	76	35,756	0	35,680
2019	76	36,379	0	36,303
2020	76	36,981	0	36,905
2021	76	37,563	0	37,487
2022	76	38,124	0	38,048
2023	76	38,666	0	38,590
2024	76	39,189	0	39,113
2025	76	39,731	0	39,655
2026	76	40,200	0	40,124
2027	76	40,671	0	40,595
2028	76	41,125	0	41,049
2029	76	41,564	0	41,488

2.4 モニタリング

2.4.1 方法論

“ Avoidance of methane production from decay of biomass through composting” AMS.
 . F / Version 5 「バイオマスの腐敗にもとづくメタン発生をコンポスト化によって抑制」

2.4.2 モニタリング項目

ID number	データ	データ源 Source of data	単位 Data unit	Measured(M) calculated (C) estimated(E)	記録頻度 Recording frequency	Pro- portion of data monitored	データ収 集方式 (electronic /paper)	Comment
1.MWhc	電力消費量	Electricity meter	MWh/yr	M	Continuou s	100%	Paper & Electronic	
2.Qy	プロジェクトへの EFB供給量	Belt weigher	Tonnes/yr	M	Continuou s	100%	Paper & Electronic	プロジェクトに よって削減され た有機廃棄物量
3.Wefb	EFBの水分	Mill laboratory	%	M	Monthly	100%	Paper & Electronic	
4.Qy,ww,sl	プロジェクトへのス ラリー供給量	Flow meter	m ³ /hr	M	Continuou s	100%	Paper & Electronic	
5.CODy,ww,sl	POME スラリーの COD	Chemical Laboratory	kg/m ³	M	Monthly	100%	Paper & Electronic	月間平均CODを ベースに年間平 均値を算出
6.Qy,ww,po	POME供給量	Flow meter	m ³ /hr	M	Continuou s	100%	Paper & Electronic	
7.CODy,ww,p o	POMEのCOD	Chemical Laboratory	kg/m ³	M	Monthly	100%	Paper & Electronic	月間平均CODを ベースに年間平 均値を算出
8.Qy,ww,lea	コンポストプラント からの浸出水量	Flow meter	m ³ /hr	M	Daily	100%	Paper & Electronic	
9.CODy,ww,le a	コンポストプラント からの浸出水量 のCOD	Chemical Laboratory	kg/m ³	M	Monthly	100%	Paper & Electronic	排出池へ供給さ れる月間平均値 をベースに年間 平均値を算出
10.Qy,compos t	コンポスト製造量	Weighbridge	Tonnes/yr	M	Annually	100%	Paper & Electronic	コンポスト製品 はサイトからト ラックで搬送さ れ、その際トラ ックスケールで サイト出口で検

ID number	データ	データ源 Source of data	単位 Data unit	Measured(M) calculated (C) estimated(E)	記録頻度 Recording frequency	Pro- portion of data monitored	データ収 集方式 (electronic /paper)	Comment
2-1.Qy.mulch	Mulching用EFB使 用量	Weighbridge	Tonnes/yr	M	Annually	100%		
11.NOvehicle s	年間使用された ターナー数	Expert estimate	Number	M	Annually	100%		
12.km	追加的運搬距離	Travel record	km	M	Annually	100%		
13.VFcons	ターナーの燃料消費 量	Fuel consumption record	ltr./km	M	Annually	100%		
14.CVfuel	燃料の低位発熱 量	IPCC or other reference data	MJ/kg or other unit	M,C,E	Annually or Ex-ante	100%		
15.Dfuel	燃料の密度	IPCC or other reference data	kg/ltr.	M,C,E	Annually or Ex-ante	100%		
16.EFfuel	燃料の排出係数	Project participants	tCO2/MJ	M,C,E	Annually or Ex-ante	100%		

2.5 CDM プロジェクト実施に伴う環境影響

2.5.1 環境影響評価

環境影響評価 (EIA) については、その実施の必要性の有無を判断する必要がある。マレーシアにおいては、1987 年環境影響評価に関する環境命令：環境アセスメント法「Environmental Quality (Prescribed Activities) (Environmental Impact Assessment) Order 1987」に定められている 19 の対象事業に該当するか否かを判断する。

本事業の場合には、これらの 19 項目に該当するものがなく、環境影響評価を実施する必要はない。

2.5.2 環境影響

現在、プロジェクトサイトである Sebrang Mill においては、EFB の一部はマルチングとして利用されているが、ほとんどのものは野外に山積みになっており、発酵してメタンが放出されている状態である。一方の POME については、好気性ラグーン、嫌気性ラグーンを通して河川へ放流されており、やはりメタンが放出されている。

1.5 環境政策においても述べたように、水質汚染物質の排出基準はこれまでに数度改定され、その都度基準値が引き下げられてきている。BOD については、マレーシア全土で 1984 年以来 100mg/L 以下であったが、特にサバ州においては、一昨年以來、新規ミルについては 20mg/L 以下という厳しい基準が要求されている (DOE ヒアリングベース)。サバ州が厳しい廃水基準を設けているのは、川の水を生活用水、飲料水に使用しているためである。

このような状況下、本プロジェクトにおいては、投棄されている EFB 及び POME から放出されるメタン削減効果の他に、POME のおよそ 70% をコンポスト製造に利用することができることから、河川への廃水量を削減することができ、水質悪化、臭気の問題にも大きく貢献することとなる。

2.5.3 持続可能性への貢献

その他、以下のような影響が考えられる。

(1) 高品質コンポスト

日本の技術を用いての本プロジェクトのコンポストは、屋内環境のもと、高性能な攪拌システムにより通気され生成されるため、高品質であり、現在使用している化学肥料と代替することが可能となる。

(2) 化学肥料の代替による経済効果

高品質コンポストにより、現在使用されている化学肥料の代替となる。その結果、高価格である化学肥料使用削減分の費用が減額される。また、将来定量の確保が可能となれば、外販等のビジネスチャンスにもつながることとなる。

(3) 化学肥料の代替により子孫への悪影響の回避

化学肥料を長年使用することにより、土壌がやせパームの収率が下がり、パームプランテーションが持続できなくなる可能性も考えられる。また、将来の子孫に何らかの化学的な悪影響が及ぶ可能性も考えられる。コンポスト化することによってその可能性を回避することが可能となり、持続可能な循環型パーム産業の構築に寄与する。

(4) 技術移転

日本の畜産で培ったコンポスト技術の技術移転が行われる。

(5) エンジニアリング養成および雇用創出

コンポスト化技術移転により、エンジニアリング養成と共に雇用効果も期待できる。

(6) 敷地の有効利用

最終的に POME を全量利用することとなれば、好気性ラグーン、嫌気性ラグーンとして使われている敷地を別の用途に有効利用することも可能となる。

以上のことは、温室効果ガス削減のコベネフィッツと考えられるものであり、マレーシアの持続的開発にも貢献するものである。

2.6 ステークホルダーコメント

(1) ステークホルダーミーティングによるコメント

Sawit Kinabalu 社の関係者によるステークホルダーミーティングを開催し、以下のコメントを徴集した。

Sawit Kinabalu Bhd.HQ (Sawit Kinabalu 本社 カウンターパート)

参加者：Controller of Estate：Mohd. Adzlie Teo

Controller of Finance：Mary Ku

Acting Controller of Processing & Engineering：HJ. Ceanry Bin Hj. Ayub

Corporate Affairs & New Business Manager：Ismail Salkilan

Controller of Human Resource Development & Administration：James Gatidis
他

コメント：

「POME を 100%利用することができないか検討を進めて欲しい」

「プロジェクトに非常に興味がある。設備価格の詳細な見積内訳を後日いただきたい」

「現状のマレーシアの銀行借入金利は約 6.5%であり、会社の信用やプロジェクトのリスクに応じて 7%～8.5%までにもなる。従って、当社の投資の最低ラインを 10%と考えているが、それ以上は競争により選びたい。コンポストの外販ができれば収益を見込めるが、当社プランテーションに施肥するのであれば、収益とは考え難い。あくまで CER との収益性で事業を評価したい(財務担当)」という一方で、「コンポストによる化学肥料削減効果を保守的に計算しているように思われる(ESTATE 担当)」

「資金は当社で準備することを想定しているが、もし日本で良いファンドがあればそれも含めて提案して欲しい(財務担当)」

<ステークホルダーミーティング>



(2) ヒアリングによるコメント

本事業の関係者を訪問し、以下のコメントを徴集した。

DOE Sabah (天然資源環境省環境局)

参加者：Principal Assistant Director：Mr. Amirul Aripin、Ms. Julie

コメント：

「Sawit Kinabalu 社のようなリーディングカンパニーが CDM を行うことは波及効果があり社会にいい影響を与える。とてもいい選択である」

Sebrang Mill (セブラン工場 プロジェクトサイト)

参加者：Mill Manager、Assist. Engineer：Mr. Mohamad Zamri Mokrin

Assist. Engineer：Mr. Victor Glance

Laboratory Researcher：Mr. Me Mathew Madin

コメント：

「現在 7 つのラグーン（調整 1、嫌気性 3、好気性 2、調整 1）で廃水処理しているが、本プロジェクトにおける新システムによりどこまで ppm を下げられるのか期待している」

NRE (天然資源環境省 マレーシア国 DNA)

参加者：Deputy Undersecretary：Mr. Azhar Noraini

Principal Assist. Secretary：Mr. Shahril Faizal Abdul Jani

コメント：

「最近では CDM といっても技術移転を重視している。その点、実際の技術移転が見込めるプロジェクトとしてがんばってもらいたい」

MARDI HQ (農業開発研究所本部)

参加者：Agro Industry Environment Management Program, Principal Research

Officer：Dr. Suhaimi Masduki

コメント：

「コンポスト技術においては、特に混合が重要。この点で日本式の吸引方式はユニークで良い技術と考えられる。通気困難スポットが出来にくいと考えられる」

「コンポストの（空気）循環方式もキーテクノロジーの一つである」

「バクテリアは固まる性質があるが、日本式コンポストについては、Mixing の技術が優れている点が良い。温度管理が難しいが、バキューム式は温度管理がしやすい点が良い。20 ほどの Compost プロジェクトのうち、今まで聞いたことのない技術である。本技術のライセンス提供により現地メーカーと協業することになれば、とても良いことであり、

PDD に是非記載して欲しい。オープンシステム（屋外型）の場合、実際にはファイバーしか残らない（compost と言えない）と思われる」

MPOB HQ (マレーシアパームオイル協会 本部)

参加者：Energy & Environment Unit Engineering & Processing Division：Dr.Chow
Mee Chin

コメント：

「日本式コンポストはバキューム式で液体肥料が得られるなどすぐれた点があり、また、攪拌システムについても既存システムとは異なる良いものであるようだが、それならば、来年の夏（6月 7月頃）バイオマスの National セミナーがあるので、現在実施している FS のサンプル調査の結果とともに出展することをすすめる」「現地の人には自分の目で確かめないと信じない傾向があるので、実際にどのようなものなのかを見せることが重要であり、その場合には協力させていただく」

PTM (Pusat Tenaga Malaysia：マレーシアエネルギーセンター)

参加者:Chief Technical Advisor, Biogen project:Dr. Sanjayan
Programme Manager：Ms.Yuzlina , Ms.Radin Diana

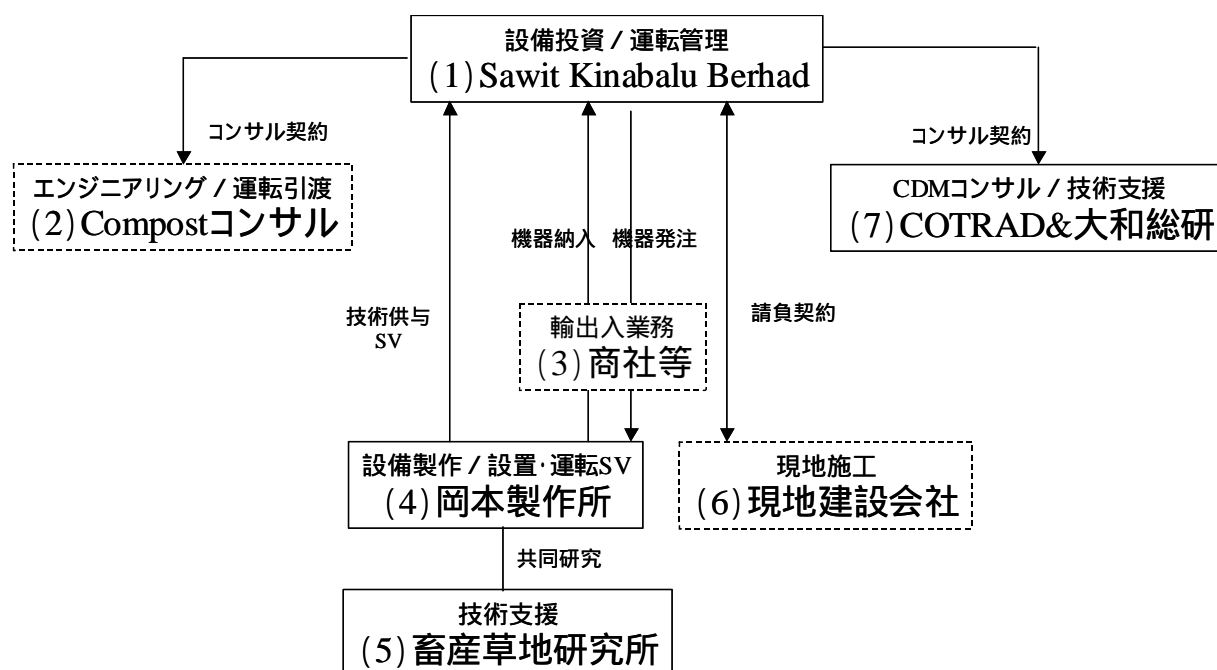
コメント：

「EFB を利用しての発電という可能性については、EFB の収集運搬に費用がかさみ、運搬による GHG 排出という環境負荷もあるため、なかなか困難である」

「EFB を事業に用いるのであれば、将来に渡って EFB を確保できるよう契約する必要がある（確保できず事業が頓挫するケースがある）。今回は自前のプランテーションがあるということなので、その点に問題が無く安心である」

第3章 事業化に向けて

3.1 実施体制



図表 3 1 体制図

(1)Sawit Kinabalu Berhad

本事業の事業主体。Sawit Kinabalu 社はサバ州に 8 カ所のミルと 1 カ所の精製工場を所有するサバ州立企業であり 30 年以上の事業実績がある。2005 年の売上は 541,993,762RM (約 180 億円) 税引前利益 (Profit before tax) は 71,316,280RM (約 25 億円) であり、経営状況は良好。本事業の投資および運転管理を行う能力を十分有している。

(2)現地 Compost コンサル (未定)

マレーシアのパームミルにおける設備導入にあたっては、技術エンジニアリング、施工管理、運転引渡し等をコンサルに委託するケースが多い。本事業においても、Sawit Kinabalu 社との取引実績やコンポスト分野での実績を考慮し現地 Compost コンサルを採用するが、可能であれば、将来、技術移転や製作の現地化 (ローカライズ) に協力できる能力を有する企業が望ましい。

(3)商社 (未定)

将来は現地製作を視野にいれるが、マレーシア国の第 1 号機は日本で製作し輸出す

る可能性が高い。輸出入業務には商社等の介在が必要と考える。

(4) (有) 岡本製作所

(有) 岡本製作所は、日本の畜産業を対象とし、自動給餌システム・自動堆肥システム等の機械開発・製作を行っている。

今回導入する堆肥システムは国内で既に 25 基の導入実績があり、本技術は当社と畜産草地研究所の共同開発技術である。設備設計、製作はもとより、設置・運転管理 SV (スーパーバイザー) としての能力を十分に有していると考ええる。

(5) 畜産草地研究所

畜産草地研究所は、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構傘下において、良質で健全な畜産物の生産性向上と、畜産資源の有効利用・自給率向上をめざし、飼料生産から畜産生産および排泄物の処理・利用に至る畜産の総合研究を推進している研究所である。

今回導入する堆肥システムは、当研究所と(有) 岡本製作所の共同開発によるものであるが、EFB と POME への適用は初めてであることから、導入にあたっては当研究所の研究支援が必要と考える。

(6) 現地施工会社 (未定)

本事業における土木、建築工事を実施する能力を有す現地施工会社を選定する。

(7) COTRAD & 大和総研

Sawit Kinabalu 社の委託により CDM 化のための支援コンサル (PDD 作成、国連登録等) を行う。また、Compost コンサルへの技術支援等を行う。

3.2 資金計画

(1) 前提条件

(a) 導入設備

対象ミル	Sebrang Mill (FFB 処理容量 : 90 ton/h)
導入設備	リニアターナー式コンポストシステム
EFB 処理量	400m ³ /日 (27,821ton/y)
POME 処理量	426m ³ /日 (127,704m ³ /y)、COD : 50,000ppm

(b)マレーシア国前提条件

プロジェクト実施期間	21 年間
機械設備	取得時償却 ; 20% 年償却 ; 14% (定額法)
法人税	28%
損失繰延期間	無期限
レート	1 RM = 33 円、1 ドル = 120 円

(2) 収支コスト

(a)設備導入コスト

第 2 章プロジェクト概要の見積のとおり、設備導入コストは機械設備費、土木建築費およびエンジニアリング費を合計して 3 億 4,280 万円 (1,039 万 RM) となる。また、プロジェクト実施が 21 年間と長期にわたることから、ポンプ、ファン、バルブ等の磨耗や腐食が考えられるため、それら機器のオーバーホール費用として 11 年目に 2 千万円を見込む。

	費用 (千円)	費用 (千 RM)
1. 機械設備 シュレッダー リニアターナー コンベア・ホッパー等 モニタリング装置 PVC 配管等 ポンプ類 弁・フィッティング 吸引通気システム 吸引ファン ダクト	137,800	4,180
2. 土木建築工事 建屋工事 (材工込み) 地ならし セメント、砂利 側溝、ポンプ等雨水工事	114,000	3,450
3. 初期添加物費	2,000	60

4. その他 設計・エンジニアリング費 海上輸送費 訓練費 (SV 費) コンポストコンサルタント費 一般管理費	89,000	2,700
設備導入費合計 (導入時)	342,800	10,390
オーバーホール費 (11 年目)	20,000	600

(b) 運転維持管理コスト

本設備の運転管理費については、重機類を稼動するための燃料費として 3,000 千円、機器の交換部品や管理用通信費等含む維持管理費として機械設備費の 3%にあたる 6,700 千円、16 時間/日運転を 2 交代×5 名で管理するとして 400 千円/人の現場労働者が 10 名と、監督員 (1,000 千円/人) 1 名を雇用するための労務費合計 5,000 千円が必要となる。運転維持管理コストの合計は、一般管理費を含めて年間 13,300 千円となる。

	費用 (千円)	費用 (千 RM)	備考
添加物費	3,000	90	燃料費 (軽油)
機器維持管理費	4,100	125	機械設備費 × 3%
労務費	5,000	150	監督員 1 人 (@1,000/年) 労働者 2 交代 × 5 人 (@400/年)
一般管理費	1,200	35	上記合計 × 10%
合計	13,300	400	

(c) 事業収益

生成されるコンポストは、当面はパーム事業者所有のプランテーションにおける自己消費を前提とする。従って、本事業による収益として、現状の化学肥料コストの削減によるメリットが考えられる。コンポストを施肥することで 10%程度の収穫増が見込まれると言われているものの、具体的な化学肥料代替のデータはなく、一方でコンポスト外販の市場は現在ないため、現段階で確実な収益源とは言い切れない。従って、現状の Sebrang Mill における年間化学肥料コスト約 265 百万円のうち、約 5%が代替可能と考え、13,000 千円を事業収益とする。

CER の売買収益については事項で述べる。

	費用 (千円)	費用 (千 RM)	備考
肥料コスト削減	13,000	400	現状肥料コストの約 5%

(3) 事業性評価

(1)(2)の前提条件のもと、第2章で算出された GHG 削減量を基に、CER 価格が \$0 (なし) および \$8~\$16 について内部収益率 (IRR) の計算を行った。

プロジェクト期間は前提条件に述べたとおり 21 年間としているが、クレジット獲得期間として、更新を含むクレジット期間 21 年間 (7 年間×3 回) と、更新リスクの伴わないクレジット期間 10 年間の 2 通りが考えられる。従って、プロジェクト期間=クレジット獲得期間=21 年間のケースと、プロジェクト期間=クレジット獲得期間=10 年間 (クレジット獲得がなければ事業を続けることができないため) の 2 ケースについて試算した。

尚、本事業は自己投資を前提としており、IRR は借入金を考慮しないプロジェクト IRR の値を用いる。

GHG 削減量 (ton-CO₂e/年)

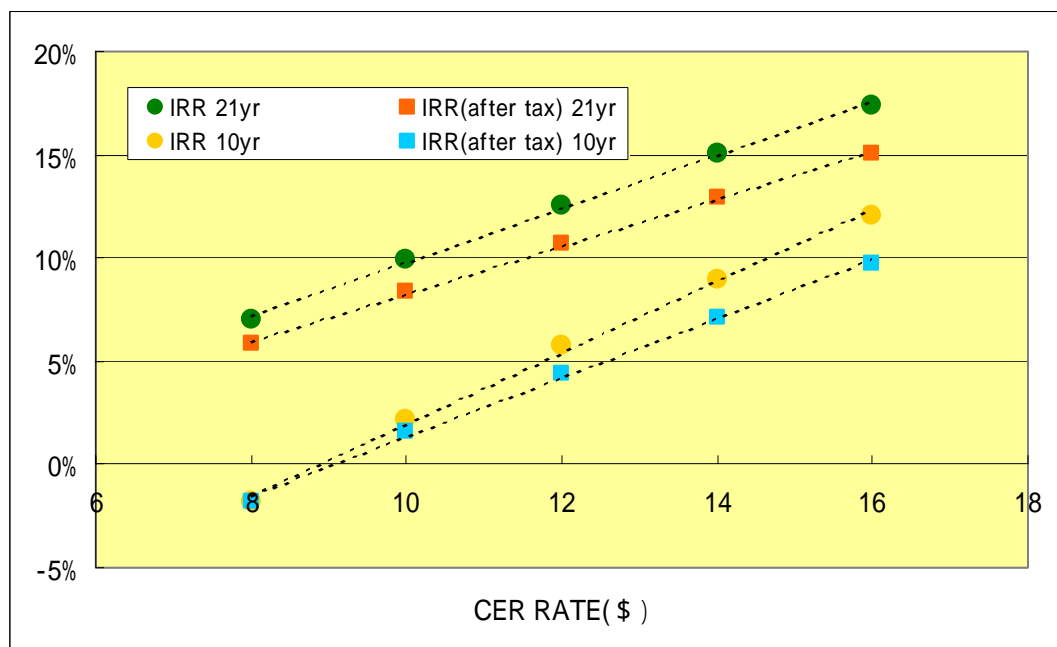
1 年目	2 年目	3 年目	4 年目	5 年目	6 年目	7 年目	8 年目	9 年目	10 年目	
28,968	29,822	30,647	31,443	32,213	32,955	33,673	34,365	35,034	35,680	
11 年目	12 年目	13 年目	14 年目	15 年目	16 年目	17 年目	18 年目	19 年目	20 年目	21 年目
36,303	36,905	37,487	38,048	38,590	39,113	39,655	40,124	40,595	41,049	41,488

CER 価格と IRR の関係

CER 価格 (\$/CER)	事業期間	0	8	10	12	14	16
IRR (税引前)	10yr	(-)	1.80%	2.17%	5.73%	8.98%	12.03%
	21yr	(-)	7.04%	9.92%	12.55%	15.03%	17.40%
IRR (税引後)	10yr	(-)	1.80%	1.62%	4.44%	7.16%	9.75%
	21yr	(-)	5.82%	8.37%	10.72%	12.93%	15.03%

3.3 課題の検討

(1) 事業化の可能性



IRR 試算結果によると、CER 収益を考慮しない場合 (CER 価格\$0) 事業として成立しない。一方、Sawit Kinabalu 社におけるヒアリングによると、マレーシア国における資金調達金利は、6.5%以上であり、事業実施のための最低条件を IRR > 10%と考えているとのことである。事業期間 21 年間とすると CER 価格が\$12 で最低条件を満たすが、よりリスクの低い事業期間 10 年間の IRR で評価した場合、最低条件を満たすためには CER 価格が\$16 以上であることが望まれる。参考価格としてのプライマリー市場価格は、平均\$10.90 (2006 年、World Bank) と言われていることから、一層のコストダウンによる収益性向上が必要である。

(2) 今後の課題

前項で試算したとおり、当 FS で試算した条件ではプロジェクトの経済性は厳しいが、本項記載の各課題を解決し、各コストデータの精度を高めることにより、事業化の可能性は高くなると考えられる。

今後の課題を以下 3 つに集約し、検討を進めたい。

- 現地化 (ローカライズ) によるコストダウン
- 設備導入コスト試算においては、機器代について日本で製作し輸出することを前提と

している。また、工事費については、日本における工事費およびマレーシア現地標準価格を元に参考算出している。

今後、現地コンサルおよび現地施工会社との協議によりローカライズする範囲を拡大し、コスト削減を図る。

POME を用いたサンプルテストの実施

今回は EFB のみのサンプルテストを実施し、POME の代替として硫酸、尿素等を用いることで実現可能性および反応の特性を示すことができた。マレーシア国にて POME を用いたサンプルテストを実施することで、より現実に則した特性や導入効果データを得ることができる。現在は、POME 処理費用の削減効果を事業収益として見込んでいないが、信頼性の高いデータを得ることで事業収益として計上できる可能性がある。

コンポスト価値の向上

- 1 コンポストの施肥効果の明確化

昨今の著しい石油価格高騰の影響等から、化学肥料の価格も急激な高騰傾向にあり、コンポストの施肥による化学肥料代替効果が相当程度見込まれるのであれば、プロジェクトの採算性は大きく向上することが期待できる。

本 FS においては、保守的な 5%（現地のパーム事業者談）の削減効果を見込み経済性を検討したが、実際のパームツリーへの施肥による植栽試験等に基づく施肥効果の確認が必要と考える。

- 2 コンポスト品質向上による価値の向上

サンプル試験の結果、生成されるコンポスト品質について以下の所見を得ている。

- ・本技術による十分な好気発酵により、パームプランテーションで利用可能な良質なコンポストを得ることができる（現地コンポスト技術においては十分な好気発酵が行われていないケースが見受けられている）。
- ・また、窒素添加により発酵を促進することで、C/N 比が改善され、現状ローカル技術よりも高品質なコンポストを得ることが可能である。
- ・ただし、難分解性の EFB を完全に分解し、農業・園芸で用いることのできる品質のコンポストを生産するには、3~6 ヶ月程度の更なるコンポスト化期間が必要と推定されるが、費用対効果からも現実的ではない。
- ・従って、当該コンポストプラントにおいて製造されるコンポスト製品は品質的には中間品であり、パームプランテーションでの利用の他、最終製品製造工場への供給原料、もしくは農業・園芸資材の混合資材と考えられる。

従って、今後、調達可能な窒素源（畜糞等）の添加によるコンポスト品質向上の可

能性を検討し、化学肥料削減効果の増大を図る。

- 3 コンポスト外販ルートの検討

本 FS では、生成したコンポストを全量自己消費することを前提としているが、コンポストの外販ルートについて調査し、収益源確保の可能性を探る。

参考文献

- アジア経済研究所、『アジア動向年報』、各年版、アジア経済研究所。
- トーマツ、『アジア諸国の税法』、中央経済社、2003年。
- 岩佐和幸、『マレーシアにおける農業開発とアグリビジネス 輸出指向型開発の光と影』、法律文化社、2005年。
- 国際金融情報センター、「マレーシア 基礎レポート」、2007年。
- 地球・人間環境フォーラム、「日系企業の海外活動に当たっての環境対策(マレーシア編)」、2000年3月。
- 鳥居高「電子産業 - IC とテレビ生産基地化」、堀井健三編、『マレーシアの工業化 多民族国家と工業化の展開』、アジア経済研究所、1991年、所収。
- 堀井健三、「ブミボトラ政策下の工業化」、堀井健三編、『マレーシアの工業化 多民族国家と工業化の展開』、アジア経済研究所、1991年、所収。
- 堀井健三、「アグロ・インダストリーの展開とブミボトラ資本」堀井健三編、『マレーシアの工業化 多民族国家と工業化の展開』、アジア経済研究所、1991年、所収。
- 堀井健三、「工業化政策下の農村と農業構造の変化」、堀井健三編、『マレーシアの工業化 多民族国家と工業化の展開』、アジア経済研究所、1991年、所収。
- 堀井健三編、『マレーシアの工業化 多民族国家と工業化の展開』、アジア経済研究所、1991年。
- 吉村真子、「マレーシアの経済発展と外国人労働者 エステートのインドネシア人労働者」、法政大学比較経済研究所編、『国際労働力移動のグローバル化 - 外国人定住と政策課題』、法政大学出版局、2000年。
- Asian Development Bank, *Key Indicators 2007: Inequality in Asia*, Asian Development Bank, 2007.
- Bank Negara Malaysia (Central Bank of Malaysia), *Annual Report 2006*, Bank Negara Malaysia, 2007.
- Dairiam, Grace (Ministry of Human Resources), *Country Case Studies on Bilateral Labour Agreements – Malaysia*, in 12th Tokyo Workshop on International Migration and Labour Market in Asia, 2006.
- Department of Statistics Malaysia, *Yearbook of Statistics 2006*, 2006.
- Department of Statistics Malaysia, Sabah, *Sabah Yearbook of Statistics 2006*, 2006.
- Economic Planning Unit, *Ninth Malaysia Plan 2006-2010*, The Economic Planning Unit, Prime Minister's Department, 2006.
- Legal Research Board (compiled), *Environmental Quality Act 1974 (Act 127) & Subsidiary Legislation*, International Law Book Services, 2007.

Malaysian Palm Oil Board & Ministry of Plantation Industries and Commodities,
Malaysian Oil Palm Statistics 2006, 2006.

Ministry of Agriculture Malaysia, *Third National Agricultural Policy (1998-2010)*, 1999.

Ministry of Energy, Water and Communication Malaysia, *National Energy Balance
2005 Malaysia*.

Ministry of Finance Malaysia, *Economic Report 2006/2007*, 2006.

Ministry of International Trade and Industry, *Third Industrial Master Plan*, 2006.