

マレーシア国
低質パーム油有効利用
試験的事業開発計画
調査報告書

昭和63年2月

国際協力事業団

鉅計画
~~88-74~~ SC
88-74

マレーシア国
低質パーム油有効利用
試験的事業開発計画
調査報告書

JICA LIBRARY



1065451[5]

昭和63年2月

国際協力事業団

17628

はじめに

国際協力事業団は、日本鋼管株式会社の要請にもとづき、マレーシア国において低質パーム油有効利用試験的事業開発計画調査を行うこととし、1987年11月5日から同年11月20日まで、村田鉦工業計画課課長代理を団長とする調査団を派遣した。

本調査の目的は、マレーシアにおいて産出される低質パーム油を有効利用して発電を行う試験的事業に係る開発計画を策定し、事業の経済性、採算性を明らかにすることにある。このため、当国における発電事業についての一般条件、対象地域の発送電状況、燃料となる低質パーム油の供給状況と価格動向および対象事業と競合関係にある発電送電プロジェクトの有無等について現地調査を行った。

現地においては、マレーシア国政府関係機関等の積極的な協力により、調査は極めて円滑に実施された。本報告書は、現地調査に基づく技術的、経済的な検討等を取り纏めたものである。本報告書が今後の事業計画策定にあたりその一助となれば幸いである。

最後に、本調査の実施にあたり種々ご協力を頂いたマレーシア国の政府関係各機関、日本国大使館、外務省、通商産業省および現地において温かいご協力を戴いた関係機関の方々に深く感謝の意を表するとともに、あわせて今後の御支援をお願いする次第である。

昭和63年2月

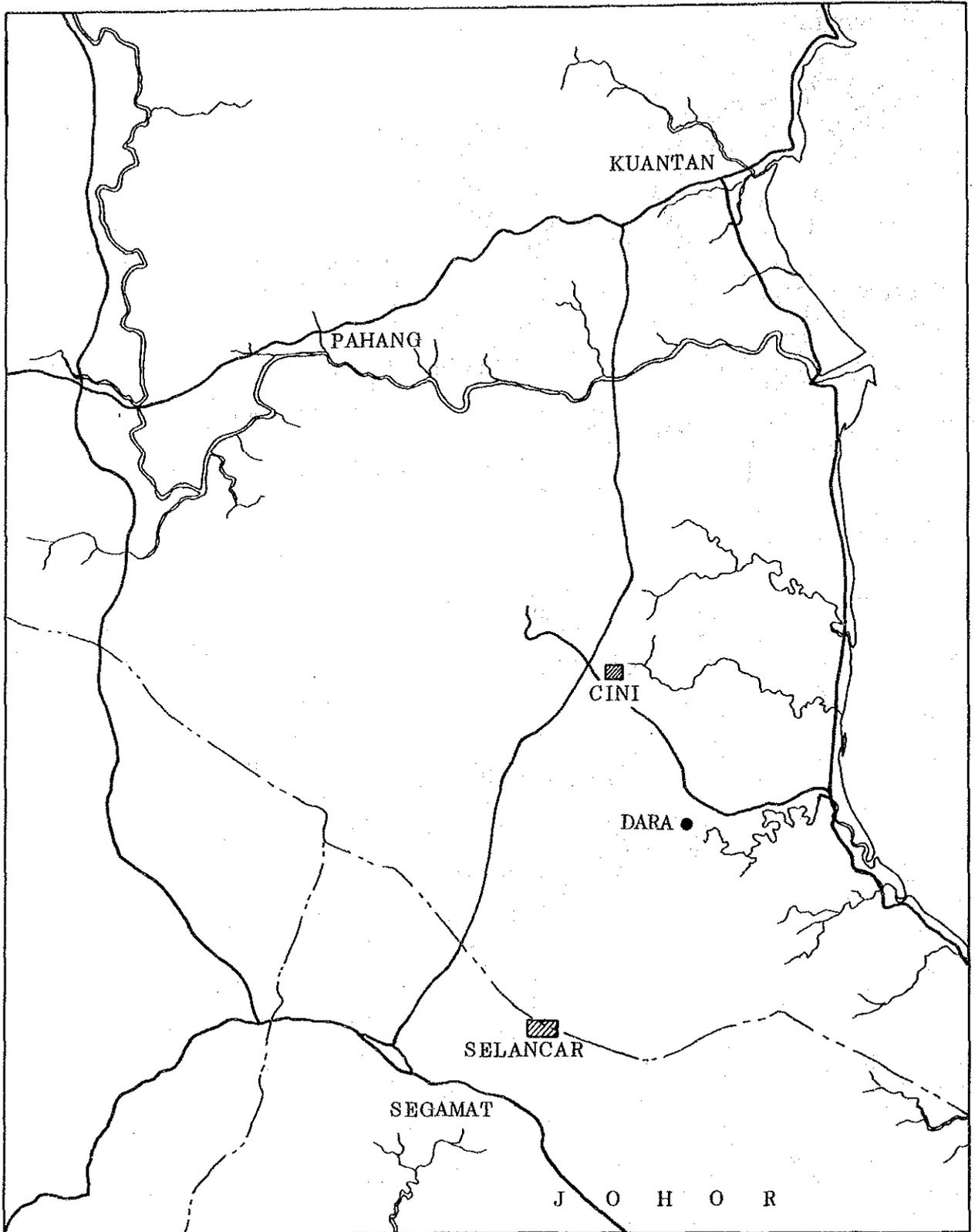
国際協力事業団

総裁 柳谷 謙介

図-1 半島マレイシア全図



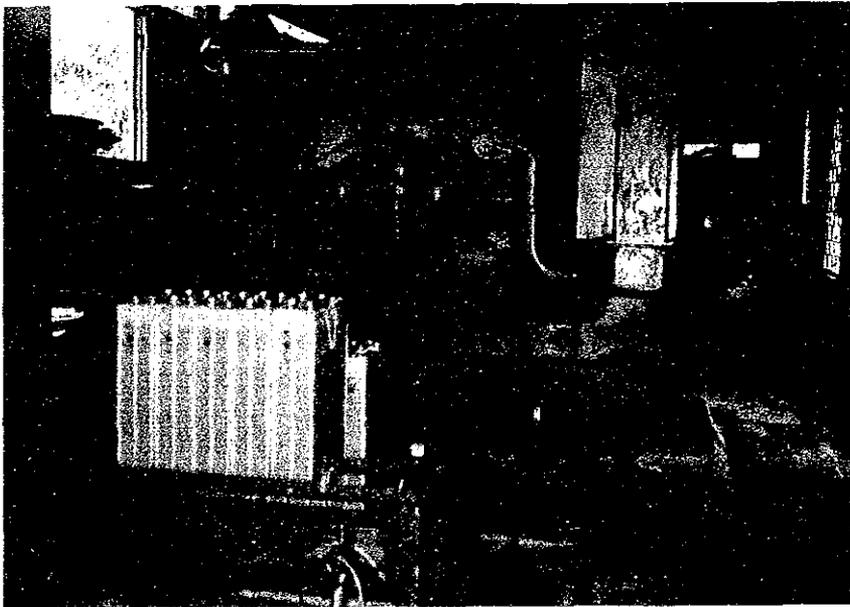
現地調査地図



SELANCAR地区の部落



CINI地区部落の小発電所



ABBREVIATIONS

Organization

PORIM	Palm Oil Research Institute of Malaysia
NEB (LLN)	National Electricity Board (Lembaga Letrik Negara)
DARA	Development Authority of Pahang Tenggara
FELDA	Federal Land Development Authority
EID	Electrical Inspectorate Department
EPU	Economic Planning Unit
MOE	Ministry of Energy, Post and Telecommunications
MIDA	Malaysian Industrial Development Authority
EOJ	Embassy of Japan
JETRO K. L.	Japan External Trade Organization, Kuala Lumpur
JICA	Japan International Cooperation Agency

Others

B. O. T	Building, Operating and Transferring (一定期間の商業運転後、設備を引渡すプラント納入方式)
C. P. O	Crude Palm Oil (粗パーム油) Sludge Oil (パーム廃油) Low Grade Palm Oil (低質パーム油)
F. F. B.	Fresh Fruit Bunch (パーム椰子の実)
I. R. R	Internal Rate of Return (内部収益率)
M\$	Malaysia Dollar
M. s e n	Malaysia Sent

目 次

第 I 章 概要と結論

	<u>頁</u>
(1) 調査の概要	1
a. 調査団構成	1
b. 調査団日程	2
c. 事業開発計画調査の背景	3
(2) 調査結果の概要	5
a. マレーシアの一般情勢と本事業の位置付	5
b. 事業実施サイトの選定	6
c. 試験的事業の内容とその採算性	6
d. 通常の燃料を使用する発電との経済性比較	6
e. 燃料用低質パーム油の需給の現状	7
f. 本事業の関連設備の分担	7
g. 外国資本のマレーシア進出に関する 関連法規および事業運営主体の構成	8
(3) 結 論	9
(4) 勸 告	12

第 II 章 パーム油利用発電の背景

(1) パーム油の生産と価格動向	13
(2) パーム油の消費	16
(3) パーム廃油の利用の可能性とその効果	17
a. パーム廃油回収可能量推定	17
b. パーム廃油の価格評価	17
c. 廃油利用の経済効果について	18

(4)	パーム油搾油工場の粗パーム油の分析結果	18
	a. 分析結果の比較	18
	b. 結 論	18
(5)	排ガスの環境問題と評価	18

第Ⅲ章 地域発電プロジェクトの背景

(1)	マレーシアの電力について	29
	a. 一 般	29
	b. 農村電化	29
	c. 代替発電	30
	d. ACT 277	30
	e. 電気料金	30
(2)	予定サイトの電化事情	31
	a. DARA地区の一般状況	31
	b. 現状その1： セランチャ、Perwira Jaya (P.J) 地区	31
	c. 現状その2： チニ地区	32
	d. パーム油搾油工場	33
	e. LLN のチニ電化計画	33

第Ⅳ章 発電事業計画

(1)	本事業の実施地区	35
(2)	予定サイトの電力需要見込	35
(3)	実施スケジュール	38
(4)	建設費および試験研究費	38

(5)	試験的事業の経営形態の考え方	41
(6)	試験的事業の経済合理性の考え方	43

第V章 経済性分析

(1)	諸前提	44
	a. 通貨および交換レート	44
	b. 価格基準	44
(2)	総所要資金	44
	a. フィジカル・コンティンジェンシー	44
	b. 輸入関税	44
	c. 操業準備費	44
	d. 初期運転資金	44
	e. 建設期間中金利	45
	f. 総所要資金	45
(3)	資金調達	45
	a. JICAの融資条件	45
	b. 現地金融機関の融資条件	45
(4)	操業費推定	47
	a. 電力料金	47
	b. 燃料費	47
	c. 人件費	47
	d. 補修費	48
	e. 減価償却費	48
	f. 所得税および配当金	48

(5)	パーム油利用発電プロジェクトの経済性検討についてのシナリオ	49
	a. パーム油の供給過剰の起こる可能性の問題	49
	b. 国際原油価格の上昇の時期の問題	49
	c. マレーシアにおける通常の僻地発電の燃料（ディーゼル油）コスト	49
(6)	パーム油利用の僻地電化計画の長期的な経営シナリオ	51
(7)	本事業に対する電力料金または補償費の算出方式	52
	a. 電力料金	52
	b. 補助金（助成金）	52
(8)	本事業の経済性	53
	a. 国家便益	53
	b. 本事業のマレーシアとしての利益	53
	c. 本事業の財務的健全性	54
	d. 本事業の成立を可能にする条件	54
(9)	本事業による開発協力効果	55

APPENDIX

主要面談者リスト

B. O. T. 方式による本事業の実施

関連法規

電力料金・補助金の計算例

マレーシアにおける建設費関係資料

計算結果

第 I 章 概要と結論

(1) 調査の概要

a. 調査団構成

団 長	村 田 和 宏	国際協力事業団	鉱工業計画調査部 鉱工業計画課課長代理
開発協力行政 業務調整	奥 田 慶一郎 浜 崎 文 彦	通商産業省 国際協力事業団	通商政策局技術協力課 鉱工業計画調査部 鉱工業計画課
原 材 料 電 力 事 業 化	市 来 良 英 渡 辺 保 彦 小 杉 芳 雄	ユニコインターナショナル(株) " "	常務取締役 嘱 託

b. 調査団日程

日 順	月 日	曜 日	行 程	調 査 内 容
1	11/ 5	木	成田→クアラルンプール	移動
2	6	金		大使館表敬、JICA事務所打ち合せ、日本鋼管KL事務所訪問
3	7	土		PORIM訪問
4	8	日	クアラルンプール→ クアantan	移動
5	9	月		DARA、PORIM、NEB、 FELDAと合同協議
6	10	火		CINI地域にて現地調査、 NEB（クアantan）支社訪問
7	11	水	クアantan→セガマツト	EID訪問、移動
8	12	木		SELANCAR地域にて現地調査
9	13	金		DARA訪問
10	14	土	セガマツト→ クアラルンプール	移動
11	15	日		資料整理
12	16	月		PORIM、JETRO訪問
13	17	火		FELDA、NEB訪問
14	18	水		MOE、MIDA訪問
15	19	木	クアラルンプール →	EPU訪問、JICA事務所報告、 移動
16	20	金	← 成田	

c. 事業開発計画調査の背景

石油危機に端を発した世界的な経済の停滞は、多くの一次産品の長期的な価格の低下をもたらした。特にマレーシアは天然ゴムの輸出価格の低迷に苦しんでいる。一方、パーム油は収益性の高い輸向農産物としてマレーシア、インドネシア等の農業開発計画の重要目標として取り上げられ、生産の拡大が進められた。その結果パーム油の生産は飛躍的に増大し、世界の食用油脂の中で大豆油と肩を並べる域に達した。

パーム油の生産国の中で、マレーシアは世界最大の生産能力を持ち、世界の約60%(420万トン)を占めるに至っている。しかしながら、パーム油市場は1984~1985年にかけて好況を迎えたものの最近のブラジル等での大豆の生産の増加などから食用油脂の世界市場は供給過剰と価格の低下を見せており、パーム油についてもこれら対策と市場確保が緊急の問題となっている。このため、マレーシアの国立パームオイル研究所(Palm Oil Research Institute of Malaysia以下PORIMと言う。)ではパーム油の利用の多面化への努力を続けている。

一方、1970年代の石油危機は世界に対して原油供給の将来についての警告を発した結果となり、エネルギー消費の削減と非石油燃料、特にリニューアブル燃料の利用の重要性を示した。その結果、農産物からのエタノール製造による自動車用ガソリン代替が米国、ブラジルで実現した。また、世界的に供給の困難性が予測されている軽質油の代替についても、農産物である植物油の燃料化が注目されている。ディーゼルエンジン用燃料として植物油が使用可能なことは以前から知られながらも、燃料供給の不確実さと長期間の商業運転のために必要な技術の不足から大規模利用は未だ実現していない。

日本鋼管(株)(以下、日本鋼管と言う。)は植物油等の利用に適したディーゼルエンジンの開発研究を続け、中容量発電機用としてパーム油を燃料として使えるエンジンを製作し、実用に向けて研究を続けているが、今般、このエンジンによる発電の実用化のために、PORIMと検討を進めた結果、同国のパーム油生産地域のうち、大規模の発電、送配電網から遠い地域で発電事業を行うのが最も有効であるという結論に達し、パハン州北東部開発公社(DEVELOPMENT AUTHORITY OF PAHANG TENGGARA、以下、DARAと言う。)と共同して、同州内でパーム油エンジンによる発電の試験的事業を実施すべく詳細検討しており、今般国際協力事業団に対し、開発計画調査の実施が申請された。

今回の調査に当っては次の諸点が主要なテーマとして取り上げられた。

- ① 本事業の内容の確認
 - a. プロジェクトサイト選定
 - b. 事業運営主体の構成確認
 - c. 事業範囲およびその採算性

- ② 本事業の目的達成の代替方式との経済性の比較
 - a. 通常の燃料を使用する場合との経済効果の比較
 - b. 送電線による中央発電システムによる電化との経済効果の比較

- ③ 本事業の財務的健全性
 - a. 各受益者に対する送配電設備の建設運営についての責任分担及びコスト負担
 - b. 本事業からの供給電力に対する対価の決定方式 (Demand:Energy)
 - c. 燃料パーム油の供給条件 (粗油、廃油) と価格決定方式
 - d. 事業運営に関する関連法規 (税制、利益、返済送金等)

なお、本報告書において使用する用語の定義は以下の通りである。

- 粗パーム油 : パームの果肉から搾油した油であって精製過程を経ていないもの。
- パーム廃油 : 搾油工場より排出される油で食用油として適さないもの。
- 低質パーム油 : 粗パーム油とパーム廃油の総称。

(2) 調査結果の概要

a. マレーシアの一般情勢と本事業の位置付

天然資源に恵まれ、マハティール首相を中心とする統一マレイ国民組織（UMNO）を基礎とした政府に率いられて着実に経済発展を続けたマレーシアも、1985年の原油価格の値下がりから始まる一次産品の価格低迷とそれに伴う国内経済の停滞のためにマイナス成長を余儀なくされたが、徐々にその経済は回復し、緩やかであるが成長を取り戻して来ている。ここ数年の主な経済指標を見ると、GNPは1986年+2.1%、1987年+1.7%で1988年+3.2%が見込まれている。輸出は1986年、前年比-6.0%であったものが、1987年+14.9%となり、1988年+9.2%を見込んでいる。

国内政治においても、マレーシアの宿命である複合民族国家としての問題や、与党内部での若干の対立はあるとしても、アジア諸国の中では安定政権と言える状況にある。1985年に始まった5ヶ年計画では、過去の15年にわたる実績を経済成長、貧困の緩和、社会改造、生活水準の向上を計画通り遂行したものと促え、今後の目標を、社会経済的な国内的不均衡を正し、貧困の緩和を図ることに置いている。特に、RURAL AREAの生活水準の向上を、農業の発展の継続と不均衡是正のための重点政策として取り上げている。

上記Rural Areaの住民の生活水準向上のための政策の中において、電化特に地域電化は有効なものである。マレーシア政府はこの地域電化には前向きであるものの、財政上の理由から支出は削減されている。

今般、日本鋼管が行おうとしている低質パーム油を発電用燃料として試験的に行うプロジェクトは、マレーシアの僻地でパーム油生産地域の電化をもたらすものであり、地域住民生活の改善にもつながりマレーシア政府にとっても好ましい事業であると言える。

本調査団は、地域電化のための本プロジェクトがマレーシアの地域振興に役立つものとして、マレーシア関係機関のみならず関係省庁をも訪問してマレーシアの政策、立場を聴するとともに、本プロジェクトに対する理解と認識を求めた。

b. 事業実施サイトの選定

今回の調査の目的の一つである事業実施サイトの適地確認は、日本鋼管よりの候補地であるパハン州チニ地区とセラランチャ地区について行われた。日本鋼管と協力して本事業を検討してきたDARAによれば、チニ地区では、政府より予算を取得して全地域を恒久的配電区にすべく国営の電力公社（National Electricity Board, NEB, 現地略称 LLN, 以下、LLN と言う。）に対して発電および配電設備の建設を依頼済みで、現在まで行われてきた臨時給電（小型発電機で、発電を分散して行い、夜間のみ送電する現設備）を中型ディーゼル発電機を使用した発電設備によりチニ地区全体に恒久的に24時間送電する事業であり、1988年末完成の予定で実施段階に入ったとのことであった。すなわち試験的事業計画と同様の発電およ

び配電幹線設備の建設に着手したということで、この地区での試験的事業の実施は、事実上不可能となったと判断せざるを得ない。

このため、残されたセランチャ地区において試験的事業を実施するという前提で調査を遂行した。

c. 試験的事業の内容とその採算性

本事業実施の目的である低質パーム油利用による僻地発電事業を可能にする技術の確立には、粗パーム油およびパーム廃油を燃料として使うための処理技術の確立と、発電事業として必要な低質パーム油エンジン発電機の安定運転の実証が必要である。

このためには、燃料用の低質パーム油は、パーム椰子栽培地域に立地するパーム油搾油工場から燃料を受け入れ、低質パーム油用ディーゼルエンジン発電機を運転し、発生電力を周辺地域の消費者に対して継続的に供給することが必要となる。このためには、発電設備とそれに対応する送配電設備は一对一で結合された系として設計され、運転される必要がある。そのため、本事業としては、セランチャ地区においてDARAまたはLLNと日本鋼管がジョイントベンチャー（以下、J/V と言う）を設立し、共同して発電および売電を行う。日本鋼管は発電関係の設備を負担しパーム油エンジン技術の確立に責任を持ち、マレーシア側に配電、売電関係の資金調達と運営を担当させる形態が適当と思われる。

現在、マレーシアの僻地発電プロジェクト（LLN およびDARA）においては、電力料金はそのコストと無関係に設定され、差額は国庫または電力公社の全体の収支で補われている。従って、本事業の採算性もマレーシア電力庁の認める補助金次第となり、本事業についても料金収入とコストの差額を電力庁または、DARAからの補助金を受けるという形で採算性を保つこととなり、試験的な事業としてのコスト増加分の回収をどこまで認可されるかが収益を左右する。試算によれば発電コストは粗パーム油価格が 575M\$/t の場合、KWH当り46M. sen、また 675 M\$/t の場合 KWH当り49 M. Senであり、僻地料金20 M. Senが適用されれば補助金は最低24~26M. sen / kWHが必要となる。

d. 通常の燃料を使用する発電との経済性比較

本事業の実施に当っては、公共事業であることから、マレーシア政府機関の公的認可が必要であり、そのためには、現在マレーシアの政府の施策として進められている僻地電化の場合との経済性の比較が問題となる。試験的な事業であるための研究改良費および発電機用の低質パーム油エンジンが、ディーゼルエンジン利用の発電に対して試験的事業なのでコスト高になる。これに対して、JICA融資の適用があるとすれば、発電設備の資本費が下がり、若干改善される。さらに燃料の粗パーム油価格がディーゼル油を熱量ベースで下回れば、両者の発電コストはほぼ等しくなる。

今回の調査の結果によれば将来（1990～1995年）発電コストは、本事業の場合、49 M. sen /kwh（粗パーム油価格 675M\$/t）に対してディーゼル油方式発電は 44 M. sen /kwh（ディーゼル油価格 500M\$/t）で、将来石油価格が上昇しディーゼル油価格 600 M\$/t になればコストはほぼ同一となる。

なお、本事業の実施予定地である、セランチャ地区は、中央の発電、送電のシステムからは 200km 離れており電力消費量も少ないので、近い将来に中央の配電網に組み入れられることは有り得ないと判明した。

e. 燃料用低質パーム油の需給の現状

1983年の後半から1984年始めにかけ、パーム油および競合油脂である大豆、コブラの生産減が原因となって市場価格が大巾に上昇した結果、パーム油の需要は停滞した。

生産地はパーム油の高価格が継続することを期待して生産を増加させた結果、1985年後半から1986年始めにかけ市場価格が低迷した。それにより需要が改善され現在では需給のバランスがほぼとれている。価格も粗パーム油で 700～750M\$/t となっている。しかしながら今後の生産増加の圧力とインドネシアとの競争および大豆油などとの競争の激化から、将来の価格は現状を大きく上回ることはないと考えられている。現在の所、マレーシアで生産されるパーム油は、その 80 %以上が輸出されており、その国内価格も国際市場の価格で決定されている。

今回の調査範囲では、本事業に供給される低質パーム油は市場価格で考えて欲しいということであった。ただし、非公式な見解としては、パーム油の最大の生産団体 FELDA には、FELDA が事業に参加した場合は、将来のパーム油発電事業の展開を考え、試験的事業の範囲であれば、低価格で供給することもあり得るという示唆があった。市場価格では、粗パーム油は精製業者引取り価格で 700～750 M\$/t であり、パーム廃油は 450～ 500 M\$/t であった。

f. 本事業の関連設備の分担

本事業のマレーシア側のパートナーとしては、DARA、LLN、FELDA が考えられているが、今回調査の中では、いずれも可能性は認めながらも確定的ではなく、具体的な業務分担とか出資の条件などは示されずに終わった。各機関とも、日本鋼管からの正式な申し入れが無いことには対応のしようがないということである。

g. 外国資本のマレーシア進出に関する関連法規および事業運営主体の構成

① 現在、マレーシア政府は、石油価格および一次産品の輸出価格の低迷による経済の落ち込みに対して、外国資本の進出を奨励し経済の活性化を計っており、過去に見られた種々の規制も撤廃の方向で変更中であり、本事業の実施に問題となる点はないと考えられる。（詳細は Appendix 参照のこと）

② 事業運営主体の構成

現在、マレーシアにおける全ての電力事業は法的な規制を受けており、本事業もその規制の対象になることも明らかとなった。この規制によれば、事業の計画者は発電事業（発電および配送電計画を含め）についての内容と電力料金の申請を電力庁（ELECTRICAL INSPECTORATE）に提出してその認可を受けることとなる。現行法律によれば、認可の対象は公的機関には限定されておらず、私的企業も認可取得は可能である。

しかし、外国資本による電力事業は現存せず、日本鋼管の出資会社が直接事業実施できるか否かは、現状では明らかでないが、今回、マレーシア経済企画庁（ECONOMIC PLANNING UNIT, 以下、BPUと言う。）や電力庁を訪問した際の印象では、政府は公的事業の民有化および外国資本の投資を積極的に進める方針を持っているので、外資による電力事業の認可は可能ということであった。一方、電力事業の認可取得の条件として、事業の実施に関連のある各種政府機関、例えば、地域開発担当の DARA、LLN、パハン州政府、農業省などからの同意の取付けがあることと、本事業が直接消費者よりの料金徴収を行うことは望ましくない点を考えると、事業主体は日本鋼管と DARA または LLNとの合弁形態が最も適当と判断される。

(3) 結論

現地調査の結果、本事業の実施により、低質パーム油利用の僻地発電事業が、技術的かつ経済的に実施可能であることが立証されることは、事業の計画者の日本鋼管のみならず、マレーシアの政府にとっても有意義であることが確認された。その理由は以下の通りである。

マレーシア国にとって、パーム油事業は天然ゴム事業に代わり農業生産の中核になりつつあり、今後も作付面積の拡大と増産が計画されている。一方、パーム油の市場は、国際食用油脂市場であり、将来の販売量の増加には、大豆、菜種、ヒマワリなどの油との競争に直面すると考えられており、さらにインドネシアをはじめとする他の国でのパーム油生産の増加もあり、消費を拡大するための食用以外のパーム油利用技術の開発はマレーシアの国家的要請となっている。

マレーシア国にとって、農村地帯の電化の促進は、地方経済の発展および都市部と農村部との生活水準の格差解消のために優先政策の一つとなっている。しかも、政府は国内の公共事業の民有化に積極的であり、僻地電化が民間で進められることは大変望ましいと考えられている。本事業が成功すれば、現在電化の行われていない、サバ、サラワクなどのパーム油生産地域の電化が進められ易くなる。

本事業の実施は、長期的に見れば、マレーシアのみでなく将来の石油資源の枯渇による石油製品の価格上昇に対する対策としてのリニューアブルのディーゼル機関燃料開発の技術として、世界にとっても極めて有意義であり、積極的に進める必要があると判断される。

なお、本試験的事業の目的である、低質パーム油利用の発電事業は、マレーシア政府の電力事業に関する法規による認可が必要であることから、既に当国電力公社により発電配電業務が実施されている地域および、業務実施が決定されている地域での実施は不可能と思われる。従って、現在最も適当と思われるセランチャ地区での発電事業の実施が望まれる。また、発電事業の認可の取得に当たり、送配電計画を含めた実施計画が必要となるので、事業としては配電および発電を統合して考えることとする。日本鋼管の負担を軽減し、本事業を推進するためには、DARAまたは LLNとのジョイントベンチャーを設立し、事業の認可の取付けと送配電部分の資金および業務についての協力を求めることが適当と思われる。今回調査の結果に基づき作成された本事業の計画概要はつぎのとおりである。

① 事業範囲

本事業は、マレーシア国パハン州のセランチャにおいて、現地で操業中の FELDA のパーム油搾油工場より、粗パーム油およびパーム廃油を購入し、地域内の FELDA タウンおよび DARA タウンの全住民を対象としたパーム油利用発電設備と送配電設備の建設を行う。配電設備の範囲は、J/V と LLN および DARA 間の業務協定および本事業の実現の前提となる当国 Ministry of Energy, Post and Telecommunications (以下、MOE とする) の認可の受領時に確定することになるが、計画としては末端消費者の受電設備入口までと考える。

② 事業スケジュール

会社設立	1988年		
設備建設	1989年 1992年	第一期 第二期	750 KW x 2台分 750 KW x 1台分
試験運転	1990年		
売電量	1993年 1995年		324 万 kwh / Y 460 万 kwh / Y

③ 設備概要

燃料設備	パーム油貯蔵設備 ディーゼル油貯蔵設備 パーム油処理設備 (不純物除去)		
発電設備	第一期 750 KW	パーム油・ディーゼル油併用 ディーゼルエンジン発電機	2台
	最終 同上	発電機	3台
配電設備	セランチャ地区 (最終的には DARA / LLN との協議が必要)		
附属設備	事務所、従業員宿舎等		

④ 本事業の試験的要素

本事業に係る技術的な試験的要素としては、調達可能な燃料パーム油の物性の季節的変動、採取・収集に於ける管理の不良、搾油工場の運転条件の変化などが現設計のエンジンのパフォーマンスにどの様に影響を及ぼすか、その影響を取り除く上でのパーム油処理技術とエンジン自体の構造変更の必要性の有無等が考えられている。もちろん、事業の継続に必要な安定した操業を継続するのは、粗パーム油を利用することによって可能であるが、本事業は低質油の有効利用による試験的事業を行うものであり、経済性を高めるために価格の低いパーム廃油の使用に積極的に取り組む必要がある。このため、回収廃油が未処理で燃料に使用できるか、継続的な供給量の確保、貯蔵中の変質による影響等がパーム廃油使用に伴う試験的要素となる。

また、このような経済性を高めるための技術システムの確立のための試験を進めると同時に、企業として必要とされる電力の安定供給を行うため、発電設備はパーム油燃料とディーゼル油燃料を併用出来る設計とすることが必要となる。このため、若干の設備費の追加が通常のディーゼル発電設備より必要となる。

さらに上述のごとき技術上の試験要因に加えて、パーム油市場に特徴的な価格変動および Rural Electrification に特有な初期需要の確保の困難さと、低価格販売の必要性が残るという問題があり、この点についてマレーシアにとって必要な僻地発電とパーム油利用の多面化技術の確立に対する貢献を考慮して、マレーシア側の関係機関の適切な援助を期待する。

⑤ 総所要資金

	(百万円)					
	発電関係		配電関係		総資金	
	I 期	II 期	I 期	I 期	II 期	合計
建設費	202.7	110.1	152.3	355.0	110.1	465.1
コンディンジェンシー	3.1	1.7	7.6	10.7	1.7	12.4
関 税	—	—	—	—	—	—
試験研究費	60.4	—	—	60.4	—	60.4
操業準備費	6.1	—	2.9	9.0	—	9.0
初期運転資金	0.7	—	—	0.7	—	0.7
建設機関中金利	1.0	3.7	5.4	6.4	3.7	10.1
	274.0	115.5	168.2	442.2	115.5	557.7

⑥ 資金計画

上記の総所要資金のうち、第 I 期発電関係の資金に対して、JICA の低金利融資が受けられるものと仮定する。

金 利： 年利 0.75 %
 据置期間： 建設開始時より 5 年間
 返済条件： 据置期間後 15 年間均等年賦返済

残りの第 II 期発電および配電関係の資金は現地調達とし、金利は年利 6.5% 年据置き期間および返済条件は上記と同じとする。

(4) 勸告

本事業の実現に際して、今回の調査結果から明らかな通り、本事業実施の前提条件である電力事業実施に係わるマレーシア電力庁の認可の取得が急務である。そのためには、日本鋼管は、マレーシアの次の関係各機関に対して詳細計画を提出し、その認可を早急に取得することが必要と思われる。

- a. 電力事業に対する外資の参入の認可 : マレーシア政府経済企画庁
- b. 電力事業の実施と料金の認可 : マレーシア電力庁、
ELECTRICAL INSPECTORATE
- c. エンジン発電機の関税免除 : マレーシア通産省
- d. 共同事業者の合意 : DARA、LLN、FELDA
- e. セランチャ地区での事業実施に
ついての同意書取得 : 関係各政府機関
- f. 低質パーム油の購入の認可 : PORLA (Palm Oil Registration
License Authority、PALM OILの取扱い
調整機関)

上記以外にも、会社設立、投融資の償還に伴う送金などについての関係先との折衝が必要と思われる。

第Ⅱ章 パーム油利用発電の背景

(1) パーム油の生産と価格動向

生産：

パーム油が世界における食用油脂の主要な要素となったのは、実にここ15年間のマレーシアおよびインドネシアでの生産増加によるものであるが、初期の1950年代、1960年代には世界のパーム油生産量は130万～140万トンの程度にとどまり、世界の油脂市場の中で1958年は4.8%のシェアで、1968年には3.8%といった状況で変化が激しかった。パーム油の本格的生産の増加は1970年で、そのための準備はマレーシアにおいては1960年代に、またインドネシアでは1970年代に進められた。その結果、1970年から1985年の15年間にその生産量は実に3.25倍、中でもマレーシアの生産量は10倍に達し、世界のパーム油生産の60%のシェアを持つに至った。また、世界の食用油脂の中に占めるパーム油の位置も、大豆油の27～28%に次ぐ15～16%を示すようになった。

このように、世界の食用油脂の市場における地位の拡大と共に、競合する大豆油、菜種油との競争は激しさの一途をたどり価格の低下をもたらし、また食品としての健康への影響など（パーム油のように、大豆油と比較し不飽和脂肪酸が少ない油脂はコレステロールが増えやすい）の議論をめぐり、大豆生産団体とパーム油生産団体の間に、世界の食用油脂市場での角逐が生じている。

最近の世界およびマレーシアのパーム油生産量と見込みは次のようになっている。

	(百万トン)				
	1984	1985	1986	1987 (速報)	1988 (見込)
世界 (オイル・ワールド誌)	6.27	6.85	7.49	—	—
マレーシア (Ministry of Prime Product)	3.71	4.13	4.54	4.40	4.65

() 内は出典。

1987年にマレーシアにおいて前年比生産減が見られるが、これは1984年と1985年に収穫が非常に高かったことによる反動と、1985年の後半からの価格の低落により生産者が肥料の使用を手控えたことが原因と見られている。しかし、マレーシアのパーム油の作付面積は年々増加しており、1985年1.48(百万ha) 1986年1.54、1987年1.60、1988年(推定)1.66とされており、今後も毎年6万haの作付が増加する予定で、2000年には生産量も8百万トンを超える予想されている。

この状況は、マレーシア、インドネシアでの重要農産品であった天然ゴムの生産の収益性が悪く、他にパーム油に優る生産品が少ないことから、650～700 M\$/tが搾油工場出口で維

持されるなら、上記の環境は今後も継続するであろうと言われている。

価 格：

発電用燃料としての粗パーム油の将来価格について考える場合に、短期的な見方と長期的な見方があり、前者では多くの農産物に見られるように世界の油脂作物の需給の影響による激しい変動を示している。粗パーム油の価格も過去30年の間に1974年と1984年に平常時の価格の倍という高騰を見せている。しかしながら、そのような異常高騰は長くは続かず、1～2年で平常価格かそれ以下になっている。マレーシアの国内の精製工場での引取り価格（図II-3、PORIM資料）は1980年以降は1984年の異常高値を除けば600～1,000 M\$/tの範囲にある。

今後の価格については、国内の生産量の増加とインドネシア産パーム油との競争の激化から高値は期待できず、700 M\$/tの水準が続くと考えられている。例えば EPU では、1990年の粗パーム油価格を740M\$/tと考えている。一方、1986年における価格は600 M\$/tを下回っており、このような状況が将来も続くならば、パーム油利用発電の収益性は良いと見込めるはずであるが、今回の調査で明らかになった生産コストを見ると、そのような価格が長期的に続くと考えるのは難しいと思われる。

PORIM の調査によれば標準的な粗パーム油の生産コストは以下のようになっている。

粗パーム油 (C. P. O.) 精製工場引取ベース

FFB (パーム椰子の実)	
4.9 ton (1.0t=110 M\$)	540 M\$
搾油工場経費	135 M\$
内陸輸送費	35 M\$
小 計	710 M\$
パーム核油 (控除分)	- 120 M\$ <u>1/</u>
精製工場引取価格	590 M\$

注) 1/ 粗パーム油 1.0Ton に対して 250kgの副産物である
 パーム核油が生産され、これが 120 M\$ で売れるので
 精製工場での引取価格は 590 M\$ となる。

計画される発電事業はパーム油搾油工場から直接粗パーム油を受け取ることになるので、搾油工場出口価格は上表の引取価格から内陸輸送費を除いて、555 M\$/tとなる。この価格は粗パーム油の生産コストそのままであり、通常必要とされる利益や租税公課等として60～110 M\$/tを見るとすれば、パーム油事業を長期的に継続するには燃料価格としては 615～665 M\$/t (1987年M\$基準) と考えることができる。以上を整理すると次の左表のようになる。

粗パーム油燃料価格の算定

(Unit : M\$/t)

生産コスト積上法		欧米着価格逆算法	
精製工場引取価格	590	欧米着価格 (400 US\$/ton)	960
内陸郵送費	-35	フレート (内陸輸送費含む)	-120
搾油工場出口価格	555	精製費	-80
利益、租税公課等	60~110	マージン、租税等	-75
燃料価格	615~665	燃料価格	685

パーム油の価格の将来予測について公開されている報告はないようであるが、世銀、FAOの内部資料では欧米着価格として400 US\$/t (精製パーム油) とされているとのことである。この価格から上記の右表に示した諸経費 (フレート、精製費、マージン、租税等) を除いた搾油工場出口での燃料価格は685 M\$/tとなる。

将来の粗パーム油発電燃料価格としては、上記の積上法による上限価格と逆算法による価格から675 M\$/tを標準値として採用する。

(2) パーム油の消費

マレーシアにおけるパーム油の生産と輸出量の推移と予測を見ると、次のようになっている。

(Unit: 1,000 ton)

	1968~72	1973~77	1978~82	1983~87	1988~92
生産	477	1,225	2,578	4,141	6,615
輸出	462	1,124	2,230	3,725	5,850
国産消費	15	101	348	416	765

上記は、5年間の平均値である。

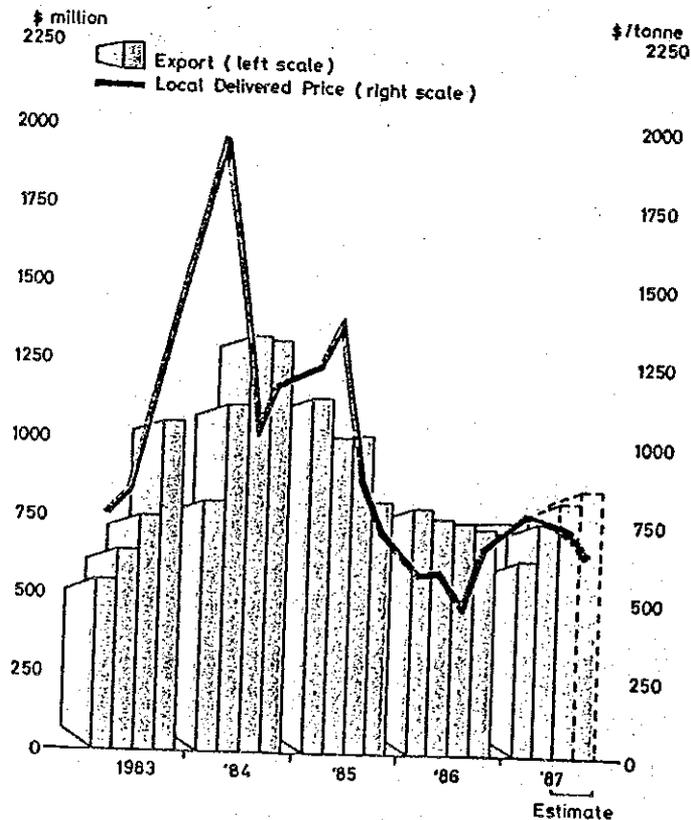
出 所: Oil World Journal

このように、マレーシアのパーム油生産量の 90 % 近くが世界に輸出されている。

現在、パーム油は、食用油脂としてマーガリンやショートニング油（パン、ビスケット用）となつて使用されている。世界の主要消費国は図 II - 4 に示され、その消費内容については日本と英国の例が図 II - 5、6 に示される。

マレーシア政府の資料によれば、最近 5 ヶ年の価格動向は次の通りである。

図 II - 1 PALM OIL-EXPORT AND PRICE



(3) パーム廃油の利用の可能性とその効果

低質パーム油利用発電の経済性を高める方策として、搾油工場より排出される廃油 (Sludge Oil) の利用が考えられている。パーム廃油は、食用油としては好ましくない遊離脂肪酸を多量に含むパーム油で、その分析値の例は表Ⅱ-1に示した。この種の低質油は食用油としては不適であるが、パーム油エンジン用燃料としては利用可能であることが試験によって確認されている。

今回の調査においては、このような廃油がどの程度の量回収可能か、またその価格評価をどう考えるかが問題となった。

a. パーム廃油回収可能量推定

パーム油の搾油工場より排出される廃油には2種類あり、第1に量的に多いのはSTERILIZERでFFBを加熱する際に、凝縮水と混入し排出される油分と、搾油機から出る油に含まれる水分に混入する油が製品油と分離され Sludge Pit で同伴水から分離されて回収されたもので、その量は工場の運転条件の変動にもよるが、製品のパーム油に対して1~2%程度とされている。また、もう一つの廃油は、製品油から遠心分離機により分離される水に同伴する油分、工場の床にこぼれた油、SLUDGE TANK の放出水などに含まれる油分を最終廃水槽 (Cooling Pond) で回収したものである。(図Ⅱ-7参照)

前者の廃油については、現在のところ、全体として製品油の遊離酸含有量が低いので、搾油工程に戻すことで処理されており、最終的には製品油となって出荷されることになる。

また、後者の廃油は、搾油工場全体としての負荷や工場の運転保守の状況により、排出される量に変動があり、正確な量は推定困難である。今回の調査で訪問した搾油工場での説明によると、排水に含まれた廃油は200~500kg/日であるが、回収量としては少ない時期で100kg/日程度、多い時期でその3~4倍位とのことであった。現在の計画では、発電用の粗パーム油必要量は年間500~1,000t/年であるので、年間に回収可能廃油量(200kg/日とした場合、200kg/日 x 330日=66トン/年)が燃料として利用できれば使用量の7~13%に相当することになる。

b. パーム廃油の価格評価

現在、パーム廃油は廃水として工場より排出されているのではなく、汲み上げられ、ドラム缶に貯えられており、このドラム缶を業者が回収している。この価格が450M\$/tとのことである。推定ではあるが、マレーシアでは、パーム油から脂肪酸の製造が行なわれており、高遊離脂肪酸のパーム油は、この用途には適しているので、このような価格で売れると考えられる。この廃油が未処理で燃料に使用可能であれば発電コストの削減が期待できる。

c. 廃油利用の経済効果について

現在までに行われた廃油利用試験と、今回調査で採取されたサンプルの分析結果からは燃料としての利用は可能と考えられるが、回収廃油の処理の必要性、継続的な供給の可能性、また貯蔵中の変質などについての試験運転による確認が必要であり、現状で発電コストの削減への貢献度は定量化しがたいが、年間の回収量を 66 トンとし、価格評価を処理費を含めて 500 M\$/t とすれば、粗パーム油価格の標準価格 675 M\$ の場合で考えれば、年間の燃料費で 11,550 M\$、Kwh 当り 0.3～0.7M. sen のコスト減になると考えられる。

(4) パーム油搾油工場の粗パーム油の分析結果

パーム油エンジンの燃料として、低質パーム油の適性度を分析するために、今回の現地視察に際して、パーム油搾油工場からサンプル（以下、試料パーム油と言う）を入手し、日本に持ち帰り分析を行った。試料パーム油はチニおよびセラランチャの搾油工場の製品タンクおよび廃水池（サンプルポイントは図Ⅱ-7参照）から回収された廃油である。採取された4種類の試料パーム油の分析結果を表Ⅱ-1に示す。

一方、日本国内試験運転に用いられた3種類のパーム油（以下、試験運転パーム油と言う）の分析結果を表Ⅱ-2に示す。これはディーゼル油と同等の運転結果を得た100時間の連続運転を含む諸試験に用いられたものである。

a. 分析結果の比較

試料パーム油と試験運転パーム油の分析結果の比較から、次のことが言える。

- ① 試料パーム油A、Bは、試験運転パーム油a、bの中間的な性質のものである。
- ② 試料パーム油C、Dは、試験運転パーム油のcとほぼ同等である。

b. 結論

試料パーム油の成分は、良好な結果を得た国内運転試験に用いられた試験運転パーム油の成分範囲内に位置する。したがって、今回採取された試料パーム油は、試験的事業に用いられる燃料油として、特に問題ないものと考えられる。

(5) 排ガスの環境問題と評価

低質パーム油発電による環境汚染の問題に関して、その影響を実証するため燃焼試験を行い、その分析結果を表Ⅱ-3、Ⅱ-4に示す。

この分析結果から、パーム油の排気ガスについてはSMOKE濃度がディーゼル油と比較してかなり低い。これはディーゼル油よりパーム油の燃焼状態がよいことをしめしており、環境汚染度は低下する。一方、排ガス中の窒素酸化物（NOx）の排出量はディーゼル油よりやや多いが、解放環境下の農村地域では特に問題になるとは考えられない。

表Ⅱ-1 試料バーム油分析結果

試料名	A	B	C	D
試験番号	87F164	87F165	87F166	87F167
試料油名	C.P.O.	C.P.O.	SLUDGE	SLUDGE
採取地	チニ	セランチャ	チニ	セランチャ
採取年月日	87/11/10	87/11/12	87/11/10	87/11/12
比重 15/4℃	0.9187	0.9082	0.9122	0.9182
動粘度 cst 50℃	28.0	28.2	23.3	25.4
引火点 ℃	241	247	209	200 *
流動点 ℃	20.0	22.5	30.0	35.5
水分 vol %	0.06	TRACE	0.46	8.0
残留炭素分 wt %	0.24	0.23	0.23	0.97 *
灰分 wt %	0.01	0.01	0.04	0.14
ヘプタン不溶解分 wt %	0.02	0.04	0.16	1.12
遊離脂肪酸 %	5.49	4.30	34.7	39.0
元素分析 C %	76.6	76.5	75.6	75.3
H %	12.1	12.1	12.1	12.2
S %	0.02	0.02	0.02	0.02
N %	0.01	TRACE	0.02	0.01
O %	11.3	11.4	12.3	12.5
総発熱量 cal/g	9,410	9,400	9,310	8,970
真発熱量 cal/g	8,750	8,750	8,660	8,310

出 所： 日本郵船株式会社、油炭効率研究所

注： *印は水抜き後の値を示す。

試料送付者： J I C A

受入年月日： 87/11/24

表Ⅱ-2 試験運転パーム油分析結果

試料名		a	b	c
		N-CPO	H-CPO	PAO
水分	V/V %	2.09	0.65	0.16
灰分	%	0.66	0.18	trace
流動点	℃	42.5	36	10
比重	50/4℃	0.894	0.892	0.890
動粘度	50℃ cSt	34.90	29.35	30.78
C	%	72.38	75.42	76.74
H	%	11.22	11.26	11.10
S	%	0.01	0.03	trace
N	%	0.01	0.03	trace
O	%	15.68	13.06	12.18
総発熱量	kcal/kg	9190	9360	9440
真発熱量	kcal/kg	8590	8750	8840
遊離脂肪酸 (%)	公称値	2.3	9.9	40
	分析値	3.7	7.2	39

出典： COMBUSTION TEST OF LOW GRADE PALM OIL
 (July 1987, 著者： PALM OIL RESEARCH INSTITUTE OF
 MALAYSIA)

表Ⅱ-3 エンジン負荷運転：240馬力，600回転/分
100%負荷の場合

		DIESEL OIL	N-CPO(FFA2.3%)	H-CPO(FFA10%)	PAO(FFA40%)
s.f.c.	g/PSH	145.6	143.7	143.2	142.9
P _{max}	Kgf/cm ²	140.0	143.0	145.6	147.5
EX. GAS TEMP.	℃	333	317	310	308
O ₂	%	13.75	13.63	13.75	13.75
CO ₂	%	4.9	5.07	5.10	4.97
CO	ppm	54	66	54	60
NO _x	ppm	1500	1850	1790	2024
NO	ppm	1400	1690	1690	1852
SHOKE	BACHARACH	4.0	2.0	3.0	3.0

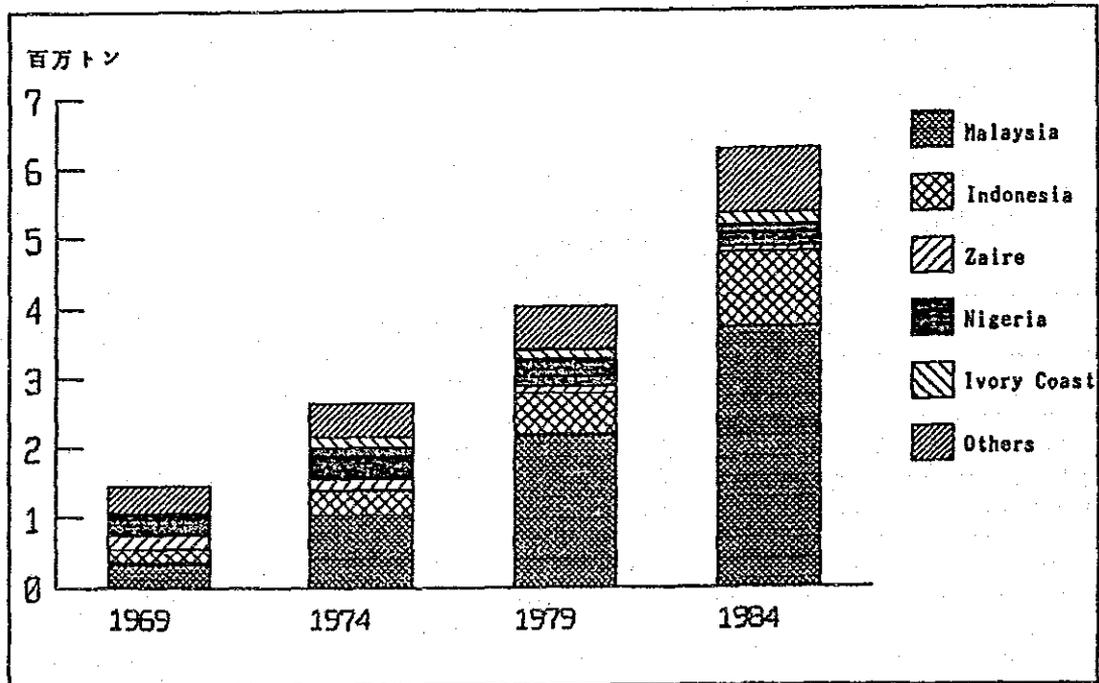
表Ⅱ-4 エンジン負荷運転：24馬力，600回転/分
10%負荷の場合

		DIESEL OIL	N-CPO(FFA2.3%)	H-CPO(FFA10%)	PAO(FFA40%)
s.f.c.	g/PSH	227.9	232.5	249.9	240.4
P _{max}	Kgf/cm ²	41.6	41.2	41.3	40.5
EX. GAS TEMP.	℃	280	283	282	284
O ₂	%	16.25	16.30	15.6	16.00
CO ₂	%	3.1	3.10	3.6	3.25
CO	ppm	180	660	330	555
NO _x	ppm	590	434	500	400
NO	ppm	520	390	420	330
SHOKE	BACHARACH	7.5	5.0	6.5	3.5

- 1) Converted value by calorific value 10,200 Kcal/Kg
2) Charge Air Temp. 50℃, Charge Air Press. 0.1 Kgf/cm²

図 II - 2 世界パーム油生産量

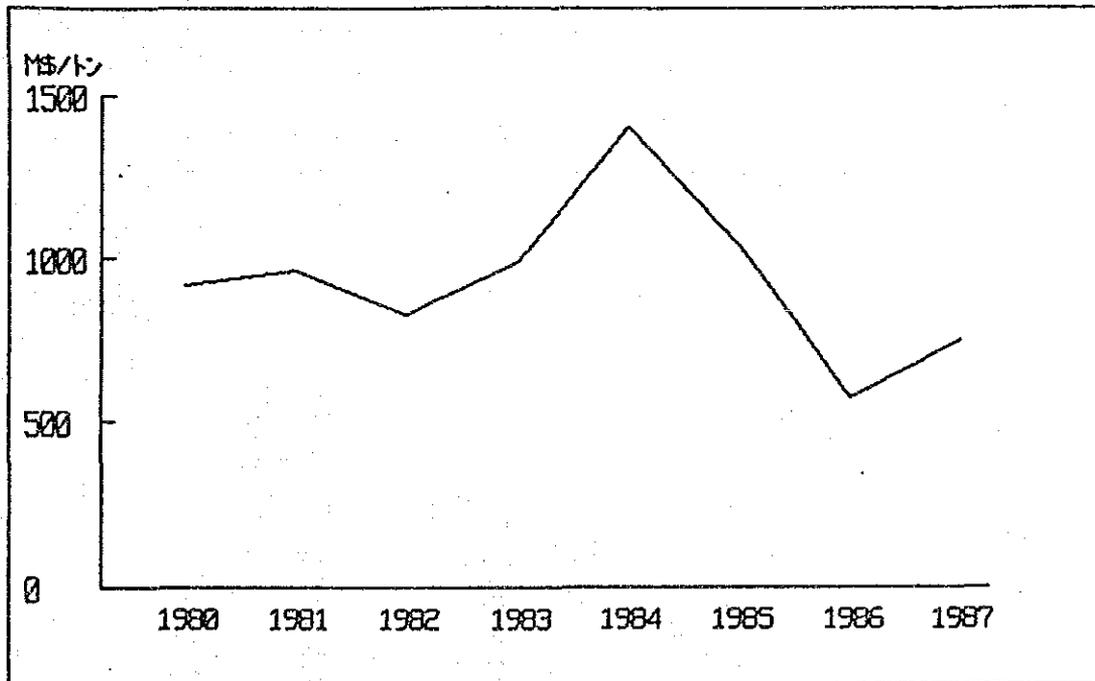
	Malaysia	Indonesia	Zaire	Nigeria	Ivory Coast	Others	TOTAL
1969	352	189	200	288	38	399	1466
1974	1046	351	146	465	139	498	2645
1979	2188	600	95	389	132	611	4015
1984	3716	1084	76	295	174	919	6264



出所: "Palm Oil", Critical Reports on Applied Chemicals No.15

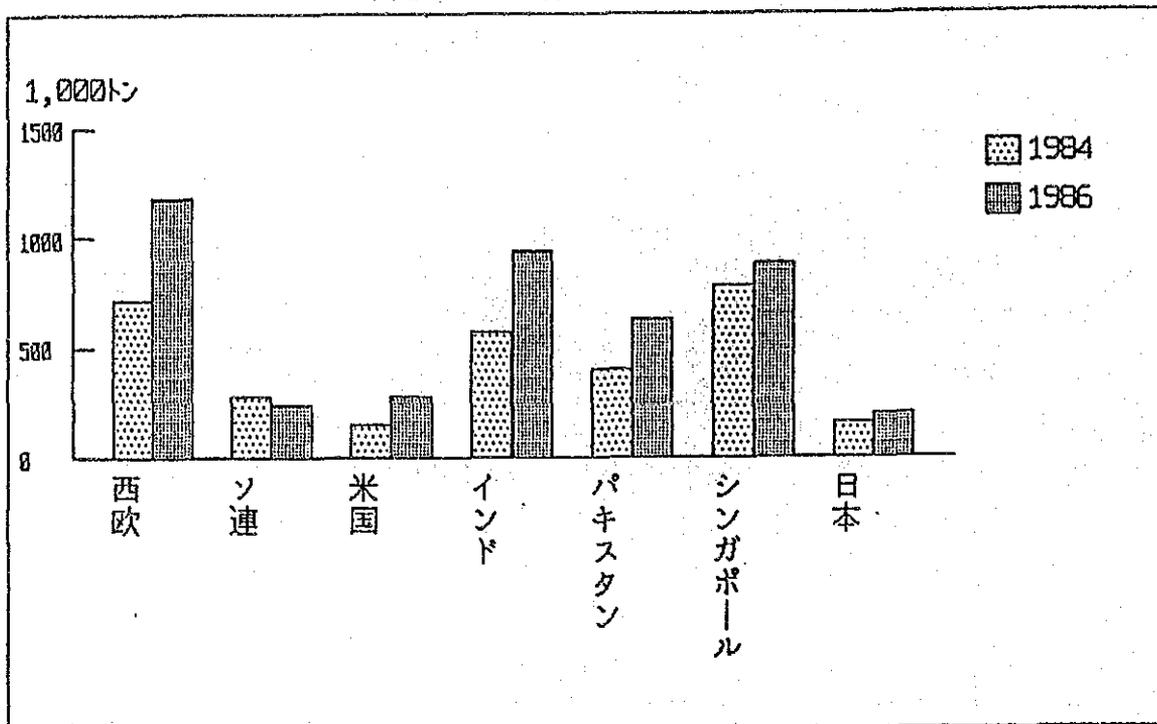
図 II - 3 粗パーム油現地価格 (マレーシア \$ / トン)

1980	919
1981	964
1982	829
1983	991
1984	1407
1985	1045
1986	578
1987	750



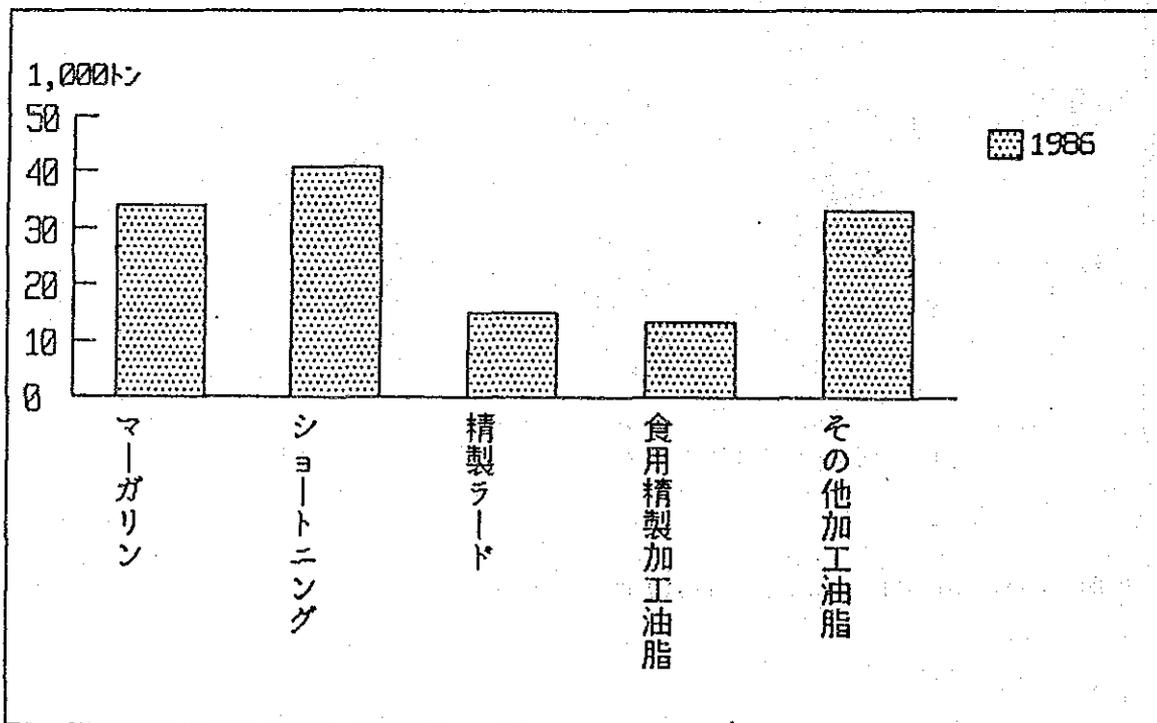
出所: Palm Oil Research Institute of Malaysia

図Ⅱ-4 世界のパーム油消費



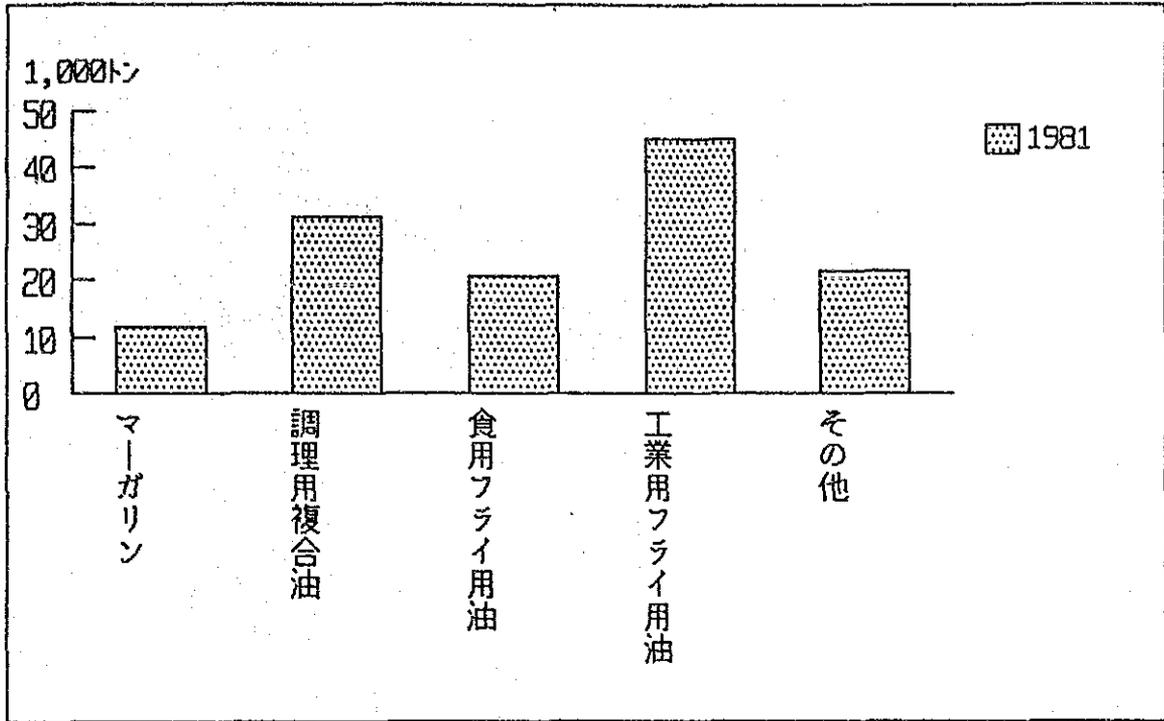
出所： 油脂産業年鑑，1987

図Ⅱ-5 日本のパーム油消費（1986年）



出所： 油脂産業年鑑，1987

図Ⅱ-6 英国のパーム油消費(1981年)



出所: "Palm Oil", Critical Reports on Applied Chemicals No.15

第Ⅲ章 地域発電プロジェクトの背景

(1) マレーシアの電力について

a. 一般

Ministry of Energy, Telecommunication and Posts が電力行政を司り、半島部については LLN が殆んど全ての発電、送電、配電の業務を実施している。

パハン州の内、このプロジェクトが関係するテンガラ地区を担当するのは、クアンタン支店であり、発電 (Rural Station は当支店) と送電とは本部直轄の別部局が担当している。

LLN の発電設備は火力 157万kW、水力 115万kW、ディーゼル20万kW、ガスタービン26万kW、Rural (小ディーゼルと僅かの小水力) 1万kW、複合60万kW、合計 379万kW (以上1985年) である。別に自家用として水力10.5万kW、ディーゼル65ヶ所 1.9万kW (以上1980年) がある。

発電、給電を行うためには、“Act 277, ELECTRICAL INSPECTORATE ACT 1983, ELECTRICAL INSPECTORATE REGULATIONS 1984” によらねばならない。

また、このプロジェクトが密接に関係するのは国の Rural Electrification 政策である。

b. 農村電化

この国は送配電網が全く及ばない地区が沢山存在する。これらの部落に対して最近、電化政策を強力に進めている。

その結果、1982年には電化完了累計47.6万戸、1984年は60万戸、1986年80.2万戸となった。なお、8,700 村50万戸以上が未電化であり、その電化所要資金はM\$ 1.2billion(1戸当り M\$ 2,400) である。政府は1995年までに95%を電化したいとしている。

この電化は殆んど小規模ディーゼル発電で行われ、KW当りの建設費は高く、その kWh 当りのコストも高い。しかし、住民に対しては一般料金 (20 M. sen) が適用されるので、LLN はこの分野では赤字であるが、全体の経営の中で吸収している。

最近 6ヶ月におけるディーゼル発電のコストは LLN の試算によれば次の通りである。

労務費	7.49 M. sen/kWh
燃料費	20.74
潤滑油他	1.26
メンテナンスコスト	4.88
償却費	6.54
経費	1.48
合計	42.39 M. sen/kWh

Rural Electrification の小規模ディーゼル発電は、もっと高いと予想されるが、住民は20 M. sen/kWh (月 100kWh まで) の安い料金を享受している。

c. 代替発電

Mini-hydroがRural Electrificationとして採用され、1987年には104のプロジェクトが完成するであろう。もみガラ発電が、2ヶ所（各350kW）で行われ、また太陽電池（10kW）の試験も行われている。パーム油によるディーゼル発電は代替の一種として、マレーシア政府関係機関において関心が持たれている。なお、本事業の対象地域であるセララン近郊は水力発電の可能性はない。

d. Act 277

法律277号電気検査法（1983年）、同じく規則（1984年）の法規が施行されている。発電、供給を行うものは、この法規で承認を受ける必要がある。その要点は、

- (1) 発電、供給に関する事業計画を提出すること
- (2) 関係機関の賛同を得ること（例：LLN）
- (3) 電気料金は40 M. sen /kWhを越えないこと
- (4) 電圧は3相415V、単相240Vで、+5%、-10%を越えて変動しないこと。または3相11kV、33kVとする。
- (5) 電気機器、材料および施工方法については所定の技術基準に従うこと。

以上のため、Department of Electrical Inspectorateに申請せねばならない。窓口はクアランタンのDirector East-Coast Region, Electrical Inspectorate Departmentである。

e. 電気料金

LLNが定めている料金は次の通りで、日本よりかなり安い。

家庭用	最初の100kWh（月当り）	20 M. sen/kWh
	次の900kWh（"）	23 "

12時間供給の場合は

電流制限	100W	M\$ 6.50 /月
"	65W	" 4.80 /月

なお、実績単価M. sen/kWhは1985年において家庭用21.41、業務用24.86、工業用20.66、総合22.26であった。

日本では、昭和60年度、実績単価円/kWhは電灯用28.89、電力用21.94、総合23.71であった。

(2) 予定サイトの電化事情

a. DARA地区の一般情況

パーム油生産農園の電化について、DARAは次の段階での展開を考えている。

- 第1段階 無電化
- 第2段階 部落ごとにDARAが12時間給電を行う。
- 第3段階 24時間給電に変更し、LLN の管理下に移す。
(Rural Electrification)
- 第4段階 個別部落をまとめて給電網の単位を大きくする。
ここまでは全国的送電網から隔離している。
- 第5段階 National Grid の延長を期待し、これに連絡する。

DARA地区には17部落あるが、そのうち現在6部落が第1段階、8部落が第2段階、3部落が第3段階の状態にある。この内、3部落については第4段階に移行すべく、27kmにおよぶ33kVの送電設備を工事中である。第5段階が実現するのはかなり先のことと考えられ、特に南部のセランチャ地区はNational Grid から最も離れ、今後10年間はこれへの接続は望めない。これらの部落のうちで、今回の調査の対象となる地区の現状は次の通りである。

b. 現状その1：セランチャ、Perwira Jaya (P.J.) 地区

セランチャ地区

- Estate 2. 500 戸あるが未電化
- Estate 3. 200 ~ 250戸居住中、電化済(24時間供給でメーター付)。
居住者はMillの従業員が主力を占める。料金20 M. sen/kWH。
幹部の使用量 115~150 kWh/月である。
部落内に小発電所(ディーゼル)があり
120kW × (1台+予備1台)
運転者 1名
400 戸に近く拡大する。
- Estate 4. 200 戸建設中。
- Estate 5. 300 ~ 500戸の予定であるが未着工。

P.J. 地区

- Estate 1. 現在 488戸居住中で、給電は 12 時間(ただし、事務所

のみ24時間)で小発電所(ディーゼル)があり、40 kVA
× 5台
発電の最大値は130 A (実績)で163W/戸に当る。

Estate 6、 500 戸の予定であるが未着工。

これらの地区はゆるやかな起伏地にあり、道路が迂回しながら村落が広範囲に作られている。道路に沿って各戸がゆっくり間隔をとって建てられており、古い部落では既に各戸の周りに果物の樹、花木が茂り、次第に村落の形を備えつつある。商店もあり、市場もたつ。住居の殆んどは1LDK~2LDK。

c. 現状その2 : チニ地区

LLN の発電・配電に移管が決定した。LLN は設計を終え、機器購入のための見積を集めている。完成は1988年。各部落は既に完全に電化(ただし、臨時設備で送電は夜間の12時間のみ)しており、415V配電線が LLNの規準にならって完備している。料金は LLNの例にならっている。

4ヶ所に分散して小型ディーゼル発電機を使う発電所があり、その1発電所については、

100kW (125kVA) ディーゼル発電機 (2台+予備1台+計画中2台)

フィーダ4

運転者(1名、予備1名、所属はDARA)

発電所の記録データによると、1台について発電量は593kWh/d、12時間供給で平均電力49kW。

最大電力 78kWで12時間負荷率62.8%であった。

d. パーム油搾油工場

セラランチャの工場

2-A、2-Bと称する2工場があり、能力、設備とも同型である。

工場負荷は 700～750kWで廃棄物燃料ボイラによる自発で自給自足している。発電機は、

スチームタービン 500kW (1,500rpm) × 2

ディーゼル 200kW x 2

運転は2シフト

通信はラジオ周波数通信の許可を受け自営。

チニの工場

負荷 600kWで自発で自給自足。採油後の廃棄物を燃焼し、ボイラで自発を廻す。

発電機 スチームタービン 400kW × 2

ディーゼル 200kW × 1、100kW × 1

運転は2シフト

e. LLN のチニ電化計画

現在の臨時設備を恒久設備として24時間供給に改善するために、現在の小発電機を止め、下記の発電所を新設する事が決定され、今後11kV配電幹線を新設し、既存の415V系配電網に接続する予定である。LLNのチニでの電化計画の概要は以下の通りである。

主要設備： ディーゼル発電装置： 500kW × 4
昇圧変圧器： 0.4/11kV 625kVA × 4
11kV配電幹線： 地下ケーブル 10,050m
降圧変圧器： 11/0.4kV 300kVA × 7

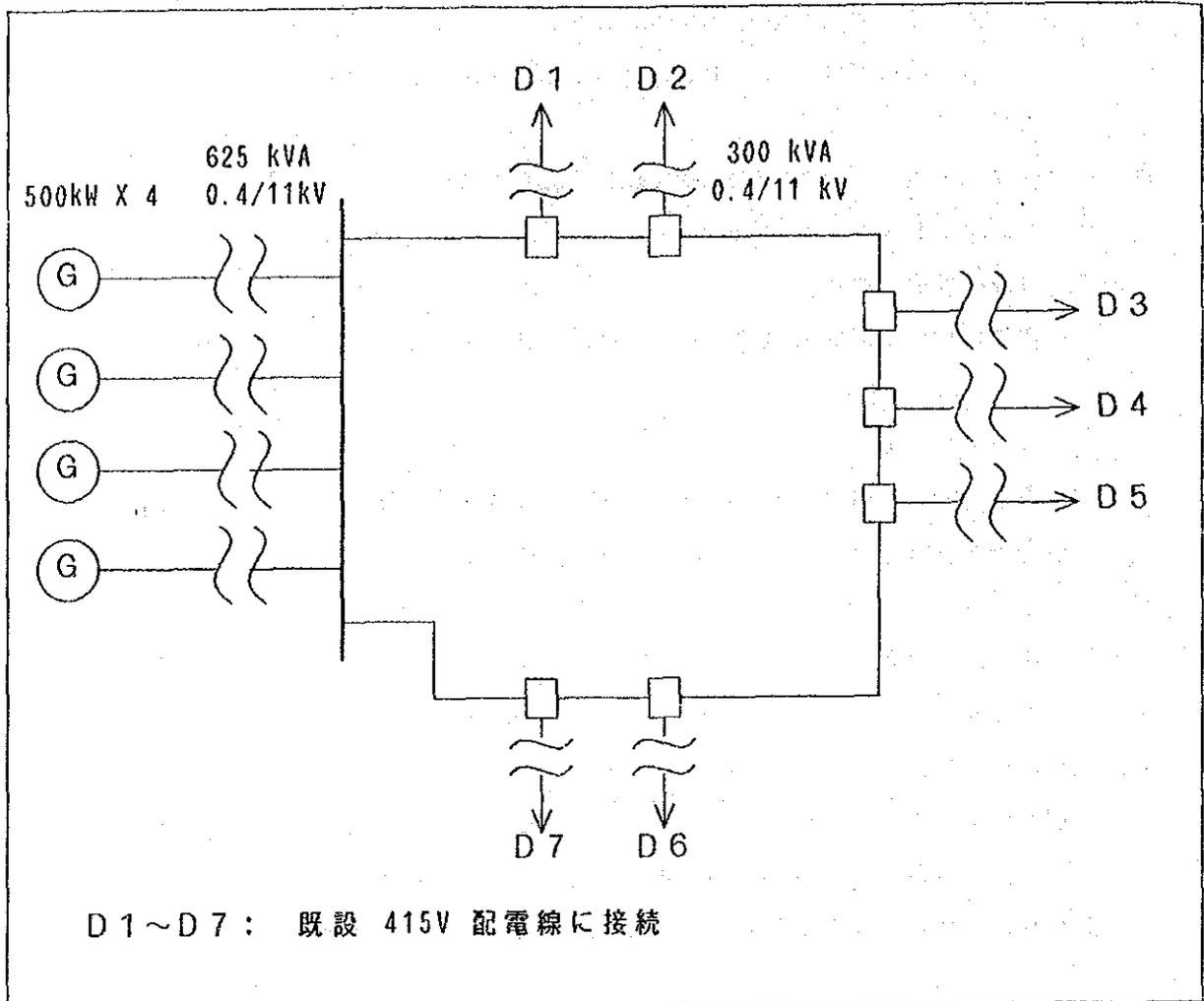
415V配電線は現設備を利用するが各戸にメータをつける。

予 算	建築・土木	1 mil M\$
	電気設備	4 " "
	計	5 " "

完 成 1988年

計画図 次頁参照

図 III - 1 チニ電化計画図



第IV章 発電事業計画

(1) 本事業の実施地区

日本鋼管より伝えられた情報では、DARAの示唆によりチニ地区またはセランチャ（添付図I-2参照）のいずれかに立地の可能性があるということで、今回調査は両地域の視察を行なった。

今回の現地調査の結果、チニ地区についてはDARAが政府より予算を取得して、全地域を恒久配電区にすべく、LLNに対して発電および配電設備（幹線）の建設を依頼済みで、1988年末には建設完了予定である事が明らかになった。したがって、重複投資となるために、パーム油利用発電設備の建設の認可をこの地域で得るのは困難と考えられる。

将来の負荷増対策として、発電設備の追加の可能性は有るが、LLNの見解ではチニは全国の配電グリッドから30kmの距離で、近い将来に全国グリッドに組込まれる可能性は高いとのことである。従って、本事業の実施については、セランチャ地区を対象とすることが適当と考えられる。

(2) 予定サイトの電力需要見込

DARA 当局のセランチャ、P.J. 地区の人口見通しは次の通りである。

	セランチャ	P. J.
1986年	2,227人	4,061人
1987	3,936	5,044
1988	6,310	7,298
1989	9,666	7,957
1990	9,976	8,162
1995年	合計	30,000人

また、1戸6.2人と想定している。

当初は試験的発電事業の対象として、P.J. 地区を含めることも考えられたが、両地区の距離がかなりあることから、発電設備に近い額の投資が送配電に必要なことが判明したため、今回の事業の性格を考え、セランチャ地区のみを対象とした電力事業を行うべきと判断した。

各部落の現在の電化状況の調査結果を勘案し、最大電力として、

1987年： 160 W/戸× 640戸＝ 102 KW

1990年： 232 W/戸× 1,600戸＝ 371 KW

1995年： 350 W/戸× 3,000戸＝ 1,050 KW

を見込んだ。

僻地発電計画においての需要の推定には各種の手法が考えられるが、今回は主としてパーム油生産のために建設されたパーム油生産農園が主な対象であることと、対象地区内に部分的ではあるが小規模の発電が行なわれているので、そのような類似ケースの実情から本事業の将来需要を推定した。

- ① DARAが実施している僻地発電事業（1日12時間送電の臨時事業）の場合で、その消費者との契約形態は、100W、200W、300Wのランクがあり、各々最大電流リレーで消費量が制限されているとのことであった。
- ② 現在恒久配送電設備が進められているチニ地区の発電設備能力は対象戸数 3,000戸に対して 1,000 kw の発電能力と考えている。
- ③ 現在、小型の発電機からの送電を受けている、セランチャのパーム油搾油工場の従業員宿舎の実情を聞いたところでは、一般従業員の毎月の支払電力料金から考えると、平均消費電力で 160w 位、高級職員では 250～ 300W ということであり、この場合のピークは各々320W と 500～ 600W となる。セランチャの P. J. 地区の 12時間送電ケースでは 163 w/戸がピークとなっている。
パーム油搾油工場の従業員の生活水準はセランチャ全体から考えると上の方に位置すると考えられる。
- ④ LLN の行なっているパハン州の僻地電化計画の場合は 200 w/戸をピークと考えている。
- ⑤ 現在の消費水準は電灯、扇風機、カセットプレイヤー、炊飯機が 160 wの水準で、これにテレビ、冷蔵庫などが徐々に使われるようになると 350 w/戸の水準に達すると考えられる。

以上の情報を総合して、今後すぐ配電を開始すると考えると、この地域でピークとして 160 W/戸、平均 80 W 程度の需要は出ると推定し、この潜在需要量は年々増加し、1995年頃には現在のチニおよびセラランチャの24時間給電の場合の消費水準のピークロードは320 W に達すると考え、設備能力としては 350 W/戸を採用することとした。

電力需要の負荷率は50%と想定した。これは次の理由による。

- ① 部落の現状の12時間（午後7時より翌朝7時まで）負荷率が 62.8 %であること。
- ② この国の標準時間は、その設定の仕方によって夜明が遅く、日没も遅い。そのため出勤前に長く点灯し、一方日没時に負荷が集中しない。従って負荷率が高い。

予定サイトの電力需要見込みを表Ⅳ-1に示した。

以上より、操業を開始する1990年から1993年までは発電設備として 750 kw 稼働1基、予備1基、計2基を必要とする。また1994年、1995年については稼働1基を追加し、計3基とする。

表Ⅳ-1 予定サイトの電力需要見込表

サイトの年間使用量

	最大電力			(負荷率 50%) ×103 kWh
	W/戸	戸	合計 (KW)	
1987年	160	640	102	447
1988	184	1,020	188	823
1989	208	1,560	318	1,393
1990	232	1,600	371	1,625
1991	256	1,880	481	2,107
1992	280	2,160	605	2,650
1993	304	2,440	740	3,241
1994	328	2,720	890	3,898
1995	350	3,000	1,050	4,599

但し、1995年以降需要は増えないものとする。

(3) 実施スケジュール

- | | | |
|---------|-------|--|
| ○ 会社設立 | | 1988年12月 |
| ○ 設備建設 | 第一期 | 1989年1月(12ヶ月)
発電関係 750kW × 2台分
配電関係の全部 |
| | 第二期 | 1992年1月(12ヶ月)
発電関係 残りの 750kW × 1台分 |
| ○ 技術的試験 | 完成試験 | 1989年12月(1ヶ月) |
| | 長期試運転 | 1990年1月(36ヶ月) |

本試験期間中には、次の試験を実施し、総合的な実用性能を評価する。

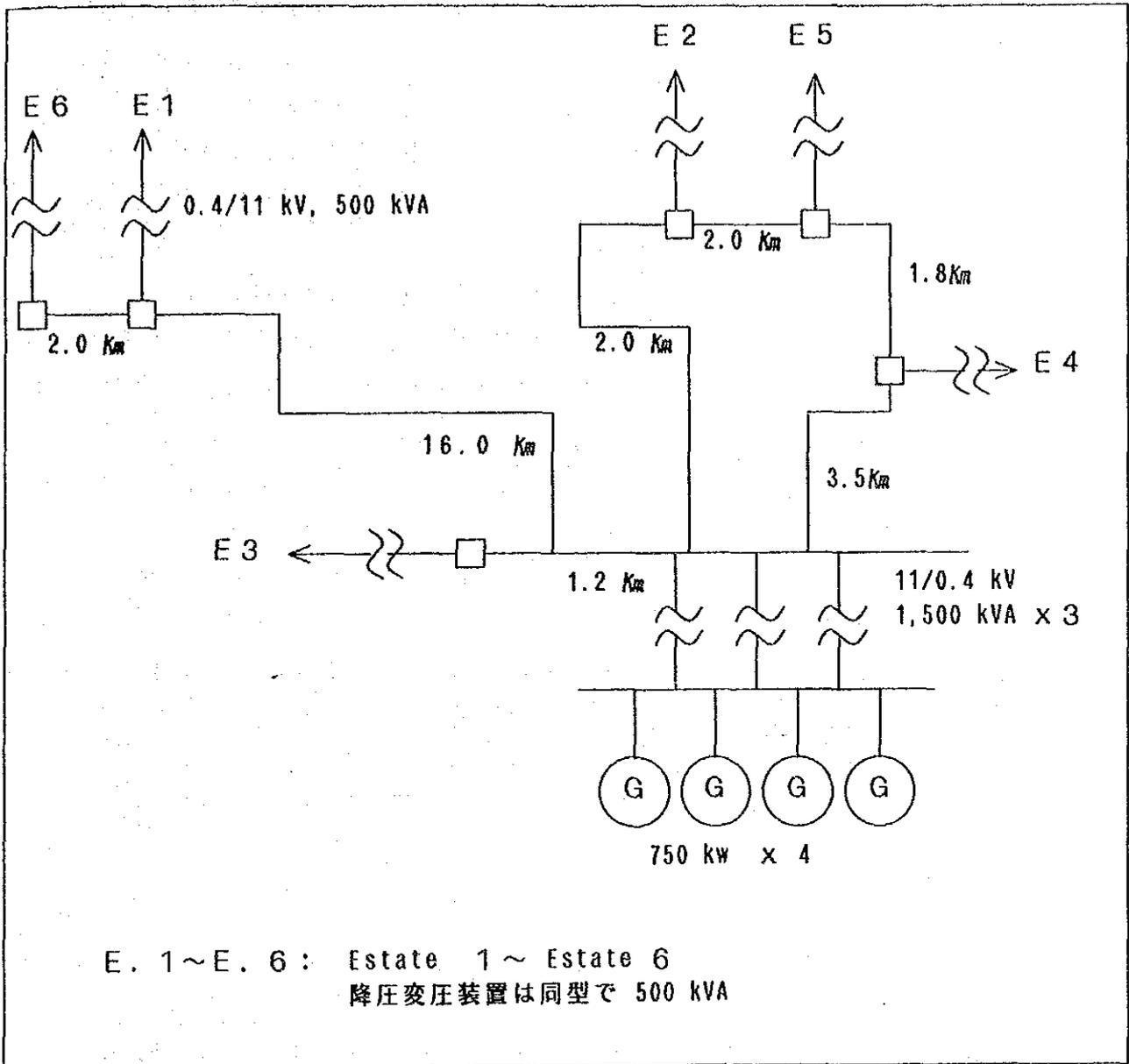
- 短期間運転によるパーム油発電装置の一般性能の確認
- 長期間運転での性能の安定性、耐久性の確認

(4) 建設費および試験研究費

本事業における電気関係の建設計画図は、図IV-1に示し、これに基づく発電設備および配電関係設備に要する建設費および長期試運転にかかる試験研究費の内訳は表IV-2の通りである。

また、次章において、パーム油利用のディーゼル発電と通常のディーゼル発電との比較検討のため、通常のディーゼル発電機は、表IV-2に示した第一期、第二期ディーゼル発電機の合計額(192百万円)に対して、153.6百万円と見積り、その他の建設費用は同一であると仮定した。

図 IV - 1 建設計画 (電気関係)



表IV-2 建設費および試験研究費の内訳

A. 建設費用

* 円貨分 (単位: 千円)

(1) 発電関係

第1期	発電設備	ディーゼル発電機 750kW × 2	¥ 128,000
		タンク	3,500
		特別予備品	¥ 2,200
		小計	<u>133,700</u>
	現地工事	建物	12,150
		(含基礎、270 m ² 第2期分も同時施行)	
		仮設、土木、配管、配線、電気計装	47,600
		小計	<u>59,750</u>
		据付指導員派遣費	¥ 9,200
		計	<u>202,650</u>
第2期	発電設備	ディーゼル発電機 750kW × 1	¥ 64,000
		タンク	3,500
		特別予備品	¥ 2,200
		小計	<u>69,700</u>
	現地工事	1期より仮設 3,000減	31,220
		据付指導員派遣費	¥ 9,200
		計	<u>110,120</u>
	合計		312,770

(2) 配電関係

第1期のみ	地下ケーブル	10.5km	57,700
	送出変圧器, 盤	1,500kVA × 2	15,500
	配電変圧器, 盤	500kVA × 4	<u>15,000</u>
	以上 11kV系 小計		88,200
	配電線 (10,600m × 3カ所、2カ所は済)		46,110
	引込工事 メータ共	3,000戸	<u>18,000</u>
	以上 配電 小計		64,110
	合計		152,310

(3) 総計 465,080

B. 試験研究費用

試験機器	: 交換部品、計測機器、水抵抗槽	¥ 20,000
技術者派遣費	: 人件費、航空運賃等	¥ 28,200
試験運転用不足負荷分		<u>6,240</u>
合計		60,440

(5) 試験的事業の経営形態の考え方

DARAによると、現在の事業対象地域の電力供給は、設備費が政府から無償で与えられ、建設された設備を DARA または LLNにより運営されている。言い換えれば、投資の回収は考えられていない。

LLN による RURAL電化も同様で、料金は原価と無関係に決定されている。従って DARA が直接販売するにしても、LLN に委託するにしても、料金で原価（資金および金利を含む）を回収することには成り難い。

しかし一方、現行の電力業法は私企業による供給を認めており、LLN、地方政府の合意を得られるならば、現在の LLNより高い料金、最高 40 M. sen /KWHまでは認可される。現在このような形で電力供給を行なっている場合があり、補助金も付けられているプロジェクトもあるとのことである。しかしこの種のプロジェクトは、長期的には LLNに吸収される傾向にあり、長い間高い料金が承認されるとは考え難い。（3年毎に電力事業の認可は更新しなければならない。）

今回の対象事業を政府の立場から見れば、通常は DARA または LLN に対してグラントとして与える発電設備費が日本鋼管を經由し JICA の低コスト資金で代替されるとすれば、僻地電化の政府資金は初期投資としては不要となる。しかし政府の場合には、この投資は政府の財政全体の収支均衡の中で処理されるが、本事業が民間で実施される場合には、初期投資の回収を可能とする料金制度か、それに代る補償が行われることが前提とならねばならない。従って、本試験的事業の経営形態としては、政府としての援助が行いやすい企業形態を考えることが適当と思われる。

例えば、次のような経営形態が良いと考えられる。

- 1) 日本鋼管と DARA (FELDA) の J/Vを作り、発電設備を建設、運営し、発生電力は DARA に引き渡す。DARAは日本鋼管の投資回収コストおよび運転コストをプロジェクトの全期間で回収可能とする料金で電気料を J/Vに支払う。（消費者からの料金徴収とは分離した会計とする。）
- 2) 日本鋼管と FELDAが J/Vを設立し、DARAまたは LLNに電力を供給する。FELDA は燃料（パーム油）を現物出資することとし、DARA または LLNの支払い電力料と投下資金、燃料費を含む発電コストの差は、補助金として適当な政府機関（電力庁等）から補償する。
- 3) 日本鋼管はFELDA と J/Vを作り設備を建設し、パーム油を利用し、3年間発電試験を行い、技術の確立後 LLNに運営を移管し、投下資金と試運転中のコストの対価を分割支払いで受け取る。

註) 上記いずれの場合でも、入手するパーム油価格がディーゼル価格をある水準以上、上廻る期間は、原則としてディーゼル油を使用すると考える。技術的に工場廃油（廃水池の SKIMED SLUDGE OIL）の集荷と利用が可能となるならば、燃料価格は、ディーゼル油を下廻る期間も多くなると考えられる。

本事業の持つ石油代替のための再生可能の燃料としてのパーム油利用の可能性の開発、マレーシアの持つパーム油生産の潜在能力の活用のための技術の確立の重要性を考えれば、現状の全国統一の電力料金（地域発電を含めて）では、採算が取れないという理由で放棄すべきではなく、現在国家的な要請となって RURAL DEVELOPMENT の手段としての地域電化にマレーシア全体が負担しているコストと比較し、許容水準にあるか否かでプロジェクトの有効性が判断されると考える。このような見地から、マレーシア電力庁も本プロジェクトの実施を認めることは充分期待できる。

基本的に、廃油を含めたパーム油発電の経済コストと石油系液体燃料の発電点での経済コストの大小により本事業の性格は変わるが、現在の標準的な僻地発電のプロジェクトとの対比においてはその経済性に差は無いと考えられ、従って本事業の採算性についても、料金による収入のみならず、政府資金の民間による肩代りの効果とその見返りとしてのマレーシア政府の援助を含めて見るべきだと考える。

(6) 試験的事業の経済合理性の考え方

本事業の持つ意義は、将来の石化燃料の供給減とそれに伴う価格上昇に備えて再生可能燃料としてのパーム油の利用技術の確立にあるが、本事業単独でもマレーシア経済に対して貢献することが望ましい。

本事業はマレーシア政府が国の基本方針として進めている、ルーラル地域の発展による国民間の所得差の減少と全体経済の発展のために必要な電化事業を肩代りすることになる。すなわち、現在地域開発のための政府機関の一つである DARA は、政府資金の援助（グラント）により、地域の発送電を石油燃料（ディーゼル）を使用し進めている。

これに対して本事業では、日本鋼管が JICA の融資を受け、投資または融資を行い、パーム油を燃料とする地域発電を行おうとするものである。ここで国家経済から見て本事業の経済性が DARA、LLN 等により進められている事業と比較し、経済的に同等またはベターである必要がある。ここで本事業が試験的であるためのデメリットとして、エンジンの製作費が汎用ディーゼルに比較して高いこと、現状の石油価格の下では、燃料が若干高価であることがある。

しかし一方では、JICAの融資の適用により、マレーシア政府の資金による場合に比較し資金コストが低く 1.0%以下であることから、上記のデメリットは充分カバー可能と考える。本事業では、パーム油価格が高騰する時期は、石油燃料を使用することが可能なので、試験運転期間を除けば、パーム油と石油燃料の価格動向により経済的な運営が可能になる。さらに経済性を向上させる可能性としては、パーム油搾油工場のパーム廃油の回収と燃料としての使用の技術を完成し、一層の燃料コストの引下げも可能と期待される。

本事業の技術的・経済的優位性が、商業運転により確認できれば（もちろん、石油系燃料価格によるが）、将来、東マレーシア、インドネシアなど奥地でのパーム油生産地域の発電が経済的に実施可能になると考えられている。

なお、僻地電化には、ディーゼル油による地域発送電以外に、水力、石炭、天然ガスによる発電とその電力の全国ネットでの配電が考えられるが、現在本事業の立地としているセランチャ地域は電力需要が低く、また中央送電ネットから 200km もあり、LLN の計画でも 10年～15年の間は、全国の配電ネットに組入れられることはないとされている。

第V章 経済性分析

(1) 諸前提

a. 通貨および交換レート

本計画調査のため、マレーシア通貨を基準通貨として使用し、その他の通貨は 1987年11月19日付の下記の交換レートにより換算されるものとする。

1米ドル= 2.503 マレーシア・リングギ

1米ドル= 135.77 日本円

b. 価格基準

費用および価格は、調査時点の1987年11月の固定価格とし、価格上昇分は見込まないものとする。プロジェクトライフは建設開始年度より20年間と仮定する。

(2) 総所要資金

前章で説明した建設費用および試験研究費に加えて、本項では総所要資金を構成するその他の費用を見積る。

a. フィジカル・コンティンジェンシー

本費用は、本積算時点に明らかにできないために生じる未知な費用の支払のため、所要資金の超過に備える費用である。調査サイトの状況を考慮して、建設費（内貨分）の5%を本費用として計上する。

b. 輸入関税

輸入機器資材にかかる課税は免除されるものと仮定する。

c. 操業準備費

本費用は、試運転経費、事業設立、訓練費等を含む。ここでは、見積りした試運転経費以外に人件費の6ヵ月相当額を諸費用として計上する。

d. 初期運転資金

パーム油のタンクの容量により、パーム油の在庫分（0.5ヵ月相当額）につき標準価格で見積ることとする。なお、ディーゼル油の場合も本資金は同一とし、操業後に生じる在庫費用は各々評価することとする。

e. 建設期間中金利

後述の融資条件に従って、パーム油利用発電・配電に係る建設期間中金利を算出する。なお、通常のディーゼル発電・配電の場合は金利 6.5%にて算出する。

f. 総所要資金

パーム油利用発電・配電に係る、建設費用を含む総所要資金および通常のディーゼル発電による僻地電化の場合の総所要資金は表V-1の通りである。

(3) 資金調達

前項で見積られた総所要資金のうち、第I期発電関係の資金は、JICAの低融資制度が受けられるものとし、残りの資金は現地金融機関による融資を受けるものと仮定する。

a. JICAの融資条件

- ・金利： 年利 0.75 %
- ・据置期間： 建設開始時より 5 年
- ・返済条件： 据置期間後15年間均等年賦返済

b. 現地金融機関の融資条件

長期融資に関しては、金利は年利 6.5%とし、据置期間および返済条件は上記と同じとする。尚、本事業の操業段階において資金不足が生じた場合は現地銀行による短期融資が受けられるものとし、融資条件は翌年払い年利10%と仮定する。

表V-1 総所要資金

(単位: 1,000 M\$)

費用項目	発電関係		配電関係		総資金	
	I期	II期	I期	II期	I期	II期
	合計	合計	合計	合計	合計	合計
1) パーム油利用発電・配電の場合						
A. 建設費						
設備・機器屋	2,465 ^{1/}	1,285 ^{1/}	2,476	2,476	4,941	1,285
(整地代含む)	224	—	—	—	224	—
現地工事費	878	576	332	332	1,210	576
据付派遣費	170	170	—	—	170	170
コンテンションシー	58	32	140	140	198	32
税	—	—	—	—	—	—
計	3,795	2,063	2,948	2,948	6,743	2,063
B. 試験研究費	1,114 ^{3/}	—	—	—	1,114	—
C. 操業準備費	112	—	54	54	166	—
D. 初期運転資金	13	—	—	—	13	—
E. 建設中金利	19 ^{2/}	68 ^{2/}	99	99	118	68
F. 総所要資金	5,053	2,131	3,101	3,101	8,154	2,131
2) 通常のディーゼル発電による併地電化の場合						
総所要資金 (注の変更による)	3,562	1,887	3,101	3,101	6,663	1,887

注: 1/ 発電設備の機器: 1,993千Mドル (I期)、1,049千Mドル (II期)
 2/ 建設中金利: 114千Mドル (I期)、60千Mドル (II期)
 3/ 試験研究費はパーム油利用発電に伴うものでディーゼル発電では除外する。

(4) 操業費推定

a. 電力料金

電力料金を算出する場合は、次のような配電を含む全事業実施条件下で後述する算式によって割引率を設定後、費用の現在価値の合計を発電容量 KWHの現在価値で除して求めることとする。

- 特別料金を適用する場合の上限： 40 M. sen/KWH
- LLN と同一料金を適用する場合： 20 M. sen/KWH

b. 燃料費

パーム油・ディーゼル油の単価は、後述のシナリオにて述べる各々の平均価格を採用する。また、予定サイトにおける各燃料の年間使用量は『表IV-1 電力需要見込』の年間使用量（負荷率を含む）にロス分 2%を乗じたものとする。

各燃料の KWH当りの消費量および潤滑油の単価は次の通りである。

- パーム油 : 0.32 ℓ /kWH
- ディーゼル油 : 0.29 ℓ /kWH
- 潤滑油 : 1.56×10^{-3} ℓ /kWH、 1.7M\$ / ℓ

c. 人件費

LLN より収集した賃金データに基づいた管理者を含む雇用者の賃金および人員は次の通りである。

区 分	人 員	職 制	年間給与 (M\$)
一 般	1 ×	上級管理者	20,000 *
"	3 ×	一般管理・事務	28,200 *
発 電	1 ×	発電管理者	12,700
"	2 ×	オイルエンジン (1級)	22,500
"	1 ×	" (2級)	9,100
"	4 ×	配電盤	37,300
"	1 ×	据付け	10,300
"	1 ×	事務	5,700
配 電	1 ×	配電管理者	12,700 *
"	10 ×	集金・アミド・事務	94,000 *
合 計	24		252,500

* 推 定

なお、営業費用を含む一般管理費として、上記人件費の20%を計上する。

d. 補修費

補修費は次のように算出する。

発電関係： 発電関係建設費の 3% (年)

配電関係： 配電関係建設費の 1.5% (年)

e. 減価償却費

建設費用は次のルールに従って償却する。

償却方法： 定額償却

残存価値： 10%

償却期間： 発電関係： 15年

配電関係： 25年

また、試験研究費用、操業準備費および建設中金利は 5 年定額償却とする。

f. 所得税および配当金

本調査の検討を簡便化するために所得税および配当金の支払は考えないこととし、プロジェクトライフを通じて得られた利益はすべて内部留保されるものと仮定する。

(5) パーム油利用発電プロジェクトの経済性検討についてのシナリオ

本事業の長期的視野での経済性を決定する要因は、次の条件の見通しが決定的な要因となる。

a. パーム油の供給過剰の起こる可能性の問題

マレーシアにおけるパーム油生産は、原油（石油）に次いで重要な外貨獲得の手段としての重要性と当国のルーラル地域における農業生産の拡大による就業機会の確保と、地方住民の収入レベルを都市住民に近づけるための手段としての社会政策的意味の両面を持っている。

従って、将来の国際食用油脂マーケットにおいて競争の増大による価格の低下を生じた場合でも、簡単に生産を止めることはできない要因がある。このことは将来の国際食用油脂マーケットの動向によっては、輸出価格の維持のために過剰分については再生産に必要な利益抜き価格 550～570M\$/tonでの消費が必要となってくる可能性を示す。

b. 国際原油価格の上昇の時期の問題

1970年代の2回にわたる石油価格の大巾上昇は世界のエネルギー消費構造の再構成と世界的な経済停滞を招き、その結果、ここ数年は石油の供給過多と価格の低落を見せている。しかしながら、長期的に見れば、現在の価格水準では、北海、北極圏などの生産は縮小し、供給不足となり、再び高コスト油田の開発可能な水準に戻ることになると考えられている。現在、将来の原油価格の見通しについては、種々見方があるが、1900年頃からバーレル 20US\$ (1986年US\$ 基準)に戻り、1995年22～25US\$、2000年に25～30US\$水準に達すると見る。この見方はマレーシアの経済企画庁の高価格ケースの見方に近い。

c. マレーシアにおける通常の僻地発電の燃料（ディーゼル油）コスト

今回の調査の結果、将来マレーシアで利用可能な粗パーム油の価格は、標準として675M\$/tと考えられる。一方、本事業の経済性の比較検討の対象となるディーゼル油の価格は、最近の世界市場での石油価格の変動の影響を受けて、非常に不安定である。DARAの情報によれば、マレーシアの石油公団（PETRONAS）の設定価格は、卸売価格で450M\$/kl、僻地にある発電所に届けられた価格は、550～600M\$/klとなっているとのことである。しかし、現在の石油原油価格から考えると、現在はこの設定価格より低い価格でディーゼル油が売られている可能性は強い。

歴史的にマレーシアのディーゼル価格を分析すると、原油価格の1.1～1.3倍の価格が通常であり、この考え方によれば、現状で18 US\$/BBLの原油価格であれば、原油は113 US\$/klで、ディーゼル油として1.3倍と、換算率(2.4M\$ = US\$ 1.0)を使えば354M\$/klの卸売価格で良いことになる。

将来、本事業が操業を開始する1990年以降のディーゼルの価格予測は難しいが、BPUの

推定によれば、卸値で 370～460 M\$/kl とされている。これは原油価格をバーレル当り 18 US\$ ～ 23 US\$ の範囲と見ていることになる。そこで、本事業の発電コストとディーゼル発電コストの比較には、発電所に届けられた価格（輸送費 100 M\$/kl）として、500 M\$/kl および 600 M\$/kl の場合について試算する。

(6) パーム油利用の僻地電化計画の長期的な経営シナリオ

ケース(1) 世界食用油脂の供給過剰と価格低下が続き、石油、原油の値上りが比較的早い場合。粗パーム油価格 550～600 M\$/ton で入手可能となり、ディーゼル油 550～650M\$/kl で熱量的に同一水準となるケース。この場合は、発電事業は試験運転終了後もパーム油燃料で地域発電を続行すると同時に、マレーシア、インドネシアの僻地のパーム生産地域に同種プロジェクトが展開可能になる。

ケース(2) パーム油の生産過剰は続くが、原油価格が低迷する場合、粗パーム油価格は 550～600M\$/t で入手可能だが、ディーゼル価格は500M\$/KL前後となり、同一熱量ベースで15～20%低くなる場合。試験運転終了後もパーム油利用の発電を続けるが、プロジェクトの経営面からディーゼル油の部分的な利用も考えることになる。同様なプロジェクトは限られた地域、粗パーム油の限界生産コストが低い、ディーゼル油の入手コストの高い地域に限って建設が考えられることになる。

ケース(3) パーム油の市場価格が、比較的高い水準で安定し、また石油価格も比較的早く価格上昇に転げるケース。粗パーム油入手価格は750～800M\$/t、ディーゼル油550～650M\$/kl、ケース(2)と同様に、試験運転終了後パーム油とディーゼル油の価格の動向を見極めながら、両燃料の併用運転を続けることになる。

ケース(4) 粗パーム油市場価格が高値安定 (750～800 M\$/t) し、ディーゼル油が低価格 500M\$/kl で長期的に継続する場合。このケースでは、試験運転期間にパーム廃油の利用を含めた技術開発を完成し、その後はディーゼル油発電を中心とした操業になる。新規類似プロジェクトは、パーム油市場動向、石油価格の動向の変化を待つこととなる。

上記各々のケースの収益性、発電コストについての試算は以下に示す。結果を、先のディーゼル標準と比較し議論する。

(7) 本事業に対する電力料金または補償費の算出方式

電力料金または補償費は、次の手法によって算出することとする。

a. 電力料金

電力料金は割引率をあらかじめ設定し、費用の現在価値の合計を発電容量 Kwhの現在価値で除して算出する。すなわち、次の関係式から求めることとする。

$$\sum_{t=1}^n \frac{(I_t + C_t)}{(1+d)^t} = \sum_{t=1}^n \frac{(S \times W_t)}{(1+d)^t}$$

d : 割引率 (0%、5%、10%)

N : プロジェクト・ライフ

S : 電力料金 (M. sen/KWH)

W_t : t年目の発電容量 (Kwh)

I_t+C_t : t年目の費用 (金利を含む場合)

I_t : 初期運転資金を除く、t年目の (建設期間中金利を含む)
投資所要資金

C_t : t年目の燃料費、人件費、修繕費

+ t年目の在庫費用の増加分

+ t年目の長期借入金の金利

- N年目の残存価値および在庫費用の回収分

ただし、上式で金利を含まない場合は、建設期間中金利および長期借入金の金利を除いた費用となる。

b. 補助金 (助成金)

本事業が配電関係を含む全事業を実施した場合に、電力料金として全国標準料金しか徴収を認められない時に申請するKWH当りの補助金は、上述した電力料金より現行LLNで適用した料金 (20 M. Sen / KWH) を差引きしたものとする。

本事業の発電のみの資金回収に必要な KWH当りの補助金は、上述した電力料金より現行LLNで適用した料金のうち発電事業に要した投資額に比例した推定料金 (14 Sen/Kwh) を差引したものとなる。なぜなら、20 M. senとは全事業を実施した場合に適用を受けるからである。

また、年間補助金額は以上のKwh当りの補助金に年間発電容量を乗じて算出する。

(8) 本事業の経済性

a. 国家便益

現在マレーシア政府の国家財政は、石油価格およびゴム、パーム油の国際価格の低下と世界的な経済の低迷から歳入不足が続き、支出は削減されている。しかし、僻地電化事業に関しては、社会経済政策の重点施策として従来と同様な投資が続けられている。特に、パハン州のパーム油生産地域では、DARAの手によって石油からのディーゼル油による僻地電化が進められている。

この種のプロジェクトは、投資に対する適正な利益は考慮されず、社会的な必要経費と考えられている。試算によれば、内部収益率は現行の LLN、DARAの電力料金では収益性は期待できない。本事業の場合について、現行制度で認められている最高電力料金（40 M. sen/KWH）を適用すれば、内部収益率は最善 0.82 %、最悪マイナスで、現在進行中の類似僻地電化計画と同一水準にある。しかし、マレーシア政府の政策として必要な僻地発電を民間の資金負担で促進することで有益であり、国家として実施する場合とトータルのコストは遜色がない。

b. 本事業のマレーシアとしての利益

内部収益率の比較（プロジェクトの本来の収益性即ち資金コストを除外した利益）では表面には出ないが、現在のマレーシア政府の僻地発電事業に投入している資本コスト（6～7 %長期債券金利）と本事業の低コスト資金（0.75%）との総金額を示すと次のようになる。

(単位：百万 M\$)

	パーム油利用発電 による僻地電化			通常のディーゼル発電 による僻地電化		
	元金	金利 1/	合計	元金	金利	合計
発電 第I期	5.1	0.4	5.5	3.5	2.8	6.3
“ 第II期	2.1	1.7	3.8	1.9	1.5	3.4
配電 第I期	3.1	2.4	5.5	3.1	2.4	5.5
計	10.3	4.5	14.8	8.5	6.7	15.2

1/ 発電第I期の金利は 0.75 %とし、その他は 6.5%で算出する。

このことは、長期的に見て本事業では、試験期間以降は、燃料としてパーム油とディーゼル油をその入手価格の低い方を利用するとすれば、マレーシア政府にとって僻地電化をより経済的に実施することになると言える。

c. 本事業の財務的健全性

現在のマレーシアにおける電力事業は、公営 LLNの料金と MOEによる特別認可による料金との二種類があり、本事業にもそれが適用され得る。また、場合によっては、特別認可の最高限度額の料金に加えて補助金が出されている場合もある。従って、本事業が投下資金の回収を20年間で可能にする料金、44～49 M. sen/KWH が認可されるかまたは、僻地電力料金として一般に適用されている政策的料金 DARA /LLN 料金を適用する場合にはその見返りにその差額の補助が許可されるならば、本事業の財務上の問題はない（為替問題を除く）ことになる。

しかし、今後の見通しとして長期間の補助金支給が本事業に適用されるのが困難で、また僻地で高い料金の徴集が認められない場合の、最も望ましい形として考えられる投資の回収に、いわゆる B.O.T方式の適用がある。すなわち、日本鋼管の設立する J/Vは、DARAまたは LLNに対して設備の建設と試運転または初期の運転を行い、性能の立証を完了次第、設備を先方に納入し、その投資額は委譲の費用として延べ払いで、LLN または DARA から支払いを受けることとする。このためには J/Vはマレーシアにおける同種設備の建設費に対して、本方式のコストが適当であることを買取りの相手に納得させる必要がある。

いずれにせよ本事業は、マレーシア政府および MOEがどのような電力料金を認可するか、またコスト以下に電力料金を押える場合には、その事業の当事者の投資に対する補償を如何に考えるか等、全て先方の判断によることであり、日本鋼管は早急に申請を行い、先方政府および MOEから認可条件を明らかにしてもらうことが 本件の成立の大前提として必要である。

d. 本事業の成立を可能にする条件

- 1) 投資および金利回収を可能にする料金（ただし、将来の入金を割引かない場合と割引く場合： 5 %および10%）

	(M. sen KWH)		
	0%	5%	10%
ケース (1)	46	56	68
ケース (2)	44～52	54～61	66～73
ケース (3)	47～52	57～61	69～73
ケース (4)	44	54	66

- 2) 同上で、電力料金は LLNの料金制度と同じ20 M. sen/KWH とした場合の必要補助金

	(Sent / KWH)		
	0%	5%	10%
ケース (1)	26	36	48
ケース (2)	24～32	34～41	46～53
ケース (3)	27～32	37～41	49～53
ケース (4)	24	34	46

(9) 本事業による開発協力効果

本調査団は、マレーシア国パハン州中部クアンタンのチニ地域及び同州南部セガマットのセランチャ地域のパーム農園、搾油工場、パーム農園の電化状況等の現場視察を行うとともに、パーム原油・廃油の利用状況、サンプリング調査、僻地電化計画、電化事業に係る許認可等につきマレーシア政府関係機関等と協議をするとともに情報収集を行った。

近年パーム油は、収益性の高い輸出向農産物としてマレーシア、インドネシア等において生産が飛躍的に増大しており、マレーシアのパーム油生産量は85年で世界の生産量の60%を占めるに至っている。しかしながら世界的な経済の停滞により一次産品の価格は低迷している。さらに、パーム油は食物油の主力である大豆油、菜種油と競合状況にある。このため、マレーシア国立パームオイル研究所(PORIM)は、価格安定対策と市場確保の面からパーム油利用の多面的有効利用に積極的に取り組んでいる状況である。我が国はPORIMに対して、JICAの専門家を派遣し、パーム油を食用以外の石けん、洗剤、ビタミンE等に利用することにつき研究指導等の技術協力を行ってきている。

日本鋼管は、植物油等の利用に適したディーゼルエンジンの開発、研究を従来より行っており、今般マレーシアにおいて、このエンジンを使用し、パーム原油及びパーム廃油を有効利用し、発電事業を行い、未電化地域に供电する事業を計画し、JICAに対し開発協力調査を申請したものである。

パーム原油およびパーム廃油がエンジン燃料として使用可能であるかどうか燃料としての処理技術等を確立することを目的とするものであり、又、パーム油エンジン発電機により継続的に安定運転を行う技術を確認する試験的的事业及び、パーム油生産地域の未電化地域で発電し供給する試験的的事业を行うことである。

今回の調査においてパーム油有効利用試験的的事业が経済的・技術的に可能であるかにつき調査を行い本報告書を作成した。この調査の結果、事業運営主体の構成、パーム原油・パーム廃油を燃料として使用する技術の確立、発電事業としての採算性、他燃料との経済性比較、発電事業の認可取得等今後事業化に向けて取り組むべき点など検討すべき項目について指摘しており、これらは関係の章に詳しく述べてある。

調査を行ったセランチャ地区については、村落が次第に形を整えつつあり、95年までに3000戸の部落建設が計画されている。又中央送電ネットから200kmも離れており、将来の配電計画にも組み込まれておらず本試験的的事业を行う上で適地であると言えよう。

このパーム油有効利用試験適事業が所期の目的を達成すれば、送配電網から全く及ばないパーム油生産地域の僻地未電化地域に給電することになり、マレーシア僻地住民の生活水準の向上に資し民生の安定化に貢献することとなる。また、インドネシアなど他のパーム油生産国にも本技術が活用できることとなる。今後もマレーシアにおいてパーム油の作付面積の拡大・増産が計画されており、パーム油の多面的有効利用に道をひらくことになるばかりで

なく、さらには長期的に見れば石油代替エネルギーとなりマレーシア政府関係機関等は、この事業の成果に大いに期待している。

マレーシア政府は、公共事業の民営化に積極的であり、この部門での外国資本の進出を奨励しており、外国企業に対する種々の規制も撤廃の方向で検討中で、本プロジェクトに対しての進捗に期待しており申請を待っている感触であった。

僻地電化が民間の資金で進められることになれば、本邦企業による民間ベースの経済協力として日・マ友好関係の維持・強化にも貢献することになる。