

モーリシャス共和国
エネルギーセクター長期開発計画
事前調査報告書

平成 8 年 1 月

JICA LIBRARY

J 1126816 (6)

国際協力事業団

鉅調資

JR

96-001



モーリシャス共和国
エネルギーセクター長期開発計画
事前調査報告書

平成8年1月

国際協力事業団



1126816 [6]

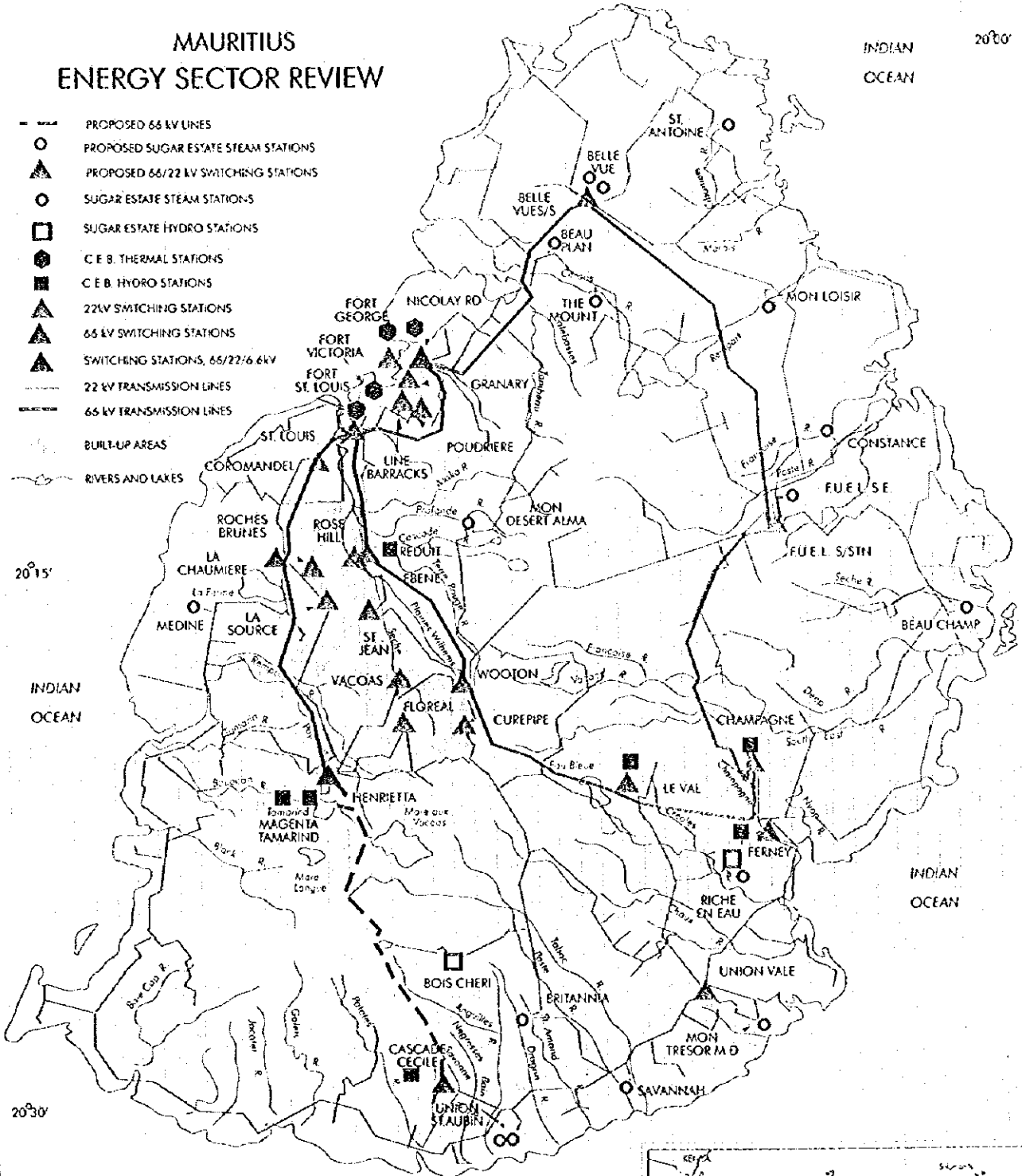
57°30'

57°45'

MAURITIUS ENERGY SECTOR REVIEW

INDIAN OCEAN 20°00'

- PROPOSED 66 kV LINES
- PROPOSED SUGAR ESTATE STEAM STATIONS
- PROPOSED 66/22 kV SWITCHING STATIONS
- SUGAR ESTATE STEAM STATIONS
- SUGAR ESTATE HYDRO STATIONS
- C.E.B. THERMAL STATIONS
- C.E.B. HYDRO STATIONS
- 22 kV SWITCHING STATIONS
- 66 kV SWITCHING STATIONS
- SWITCHING STATIONS, 66/22/6.6 kV
- 22 kV TRANSMISSION LINES
- 66 kV TRANSMISSION LINES
- BUILT-UP AREAS
- RIVERS AND LAKES



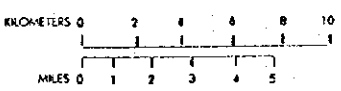
20°15'

INDIAN OCEAN

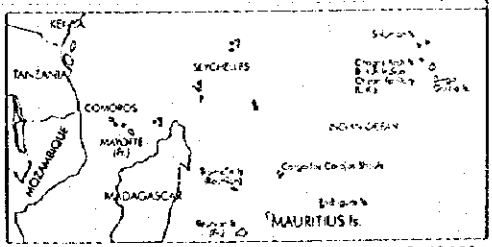
INDIAN OCEAN

20°30'

57°30'



The boundaries, colors, denominations and any other information shown on this map do not imply on the part of The World Bank Group, any judgment on the legal status of any territory, or any endorsement or acceptance of such boundaries.



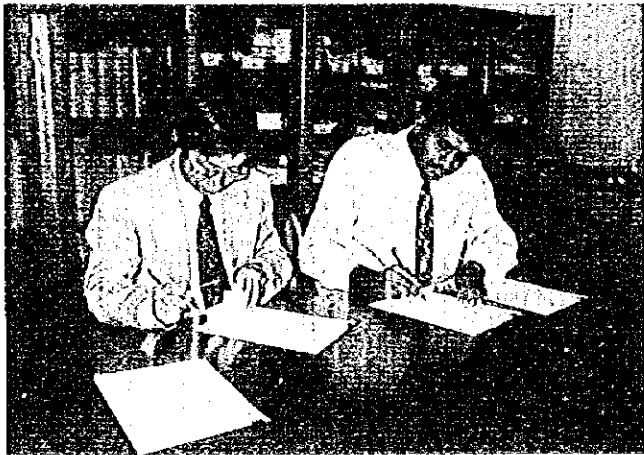


写真-1 S/W、M/M署名
(左から千原団長、R. Bikoo MEWPSRTエネルギー開発部長)



写真-2 同左



写真-3 MEWPSRT協議風景



写真-4 経済計画開発省打合せ



写真-5 CEB打合せ
(右から3番目がGeneral ManagerのMr. S. C. Desai)



写真-6 中央がMr. Colon A. Hare
在モーリシャス日本国名誉総領事

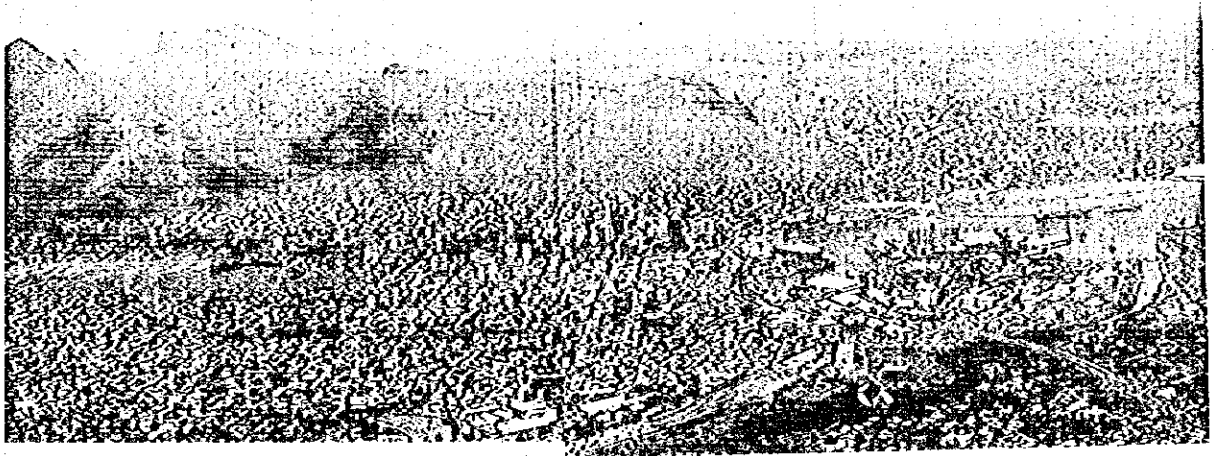


写真-7 ポートルイス市全景

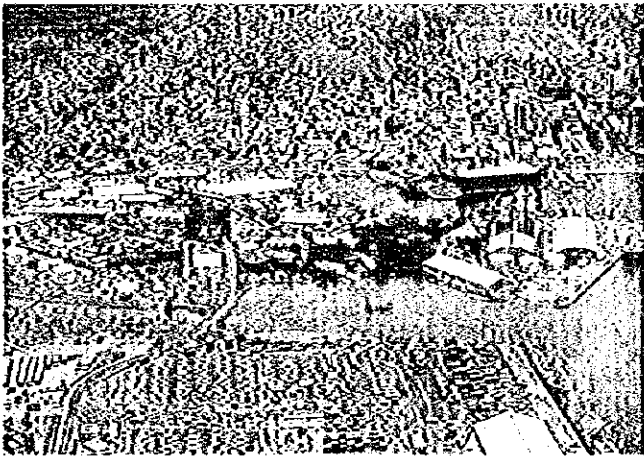


写真-8 ポートルイス港

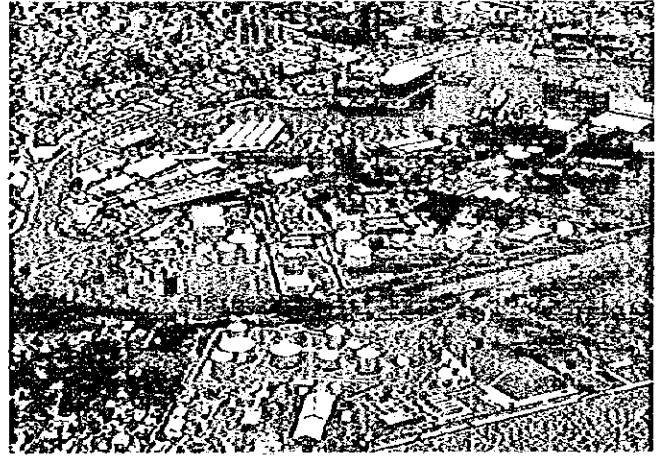


写真-9 石油製品備蓄タンク

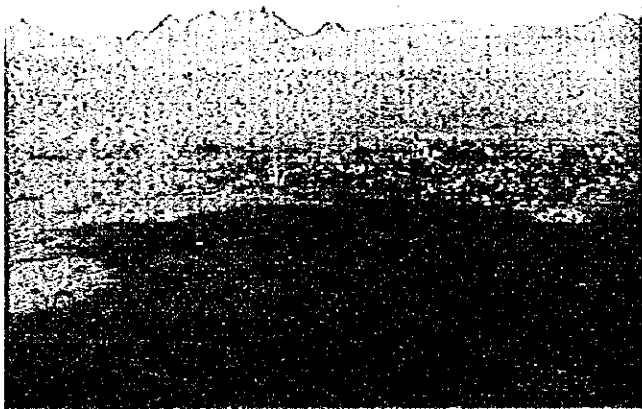


写真-10 モーリシャス さとうきび畑



写真-11 モーリシャス空港

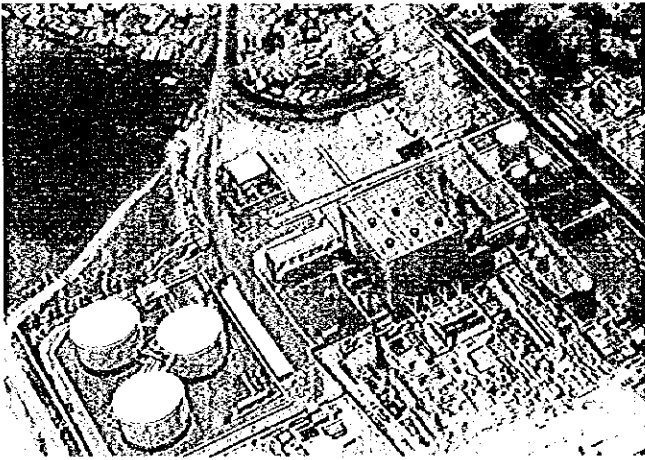


写真-12 フォートジョージ火力発電所全景

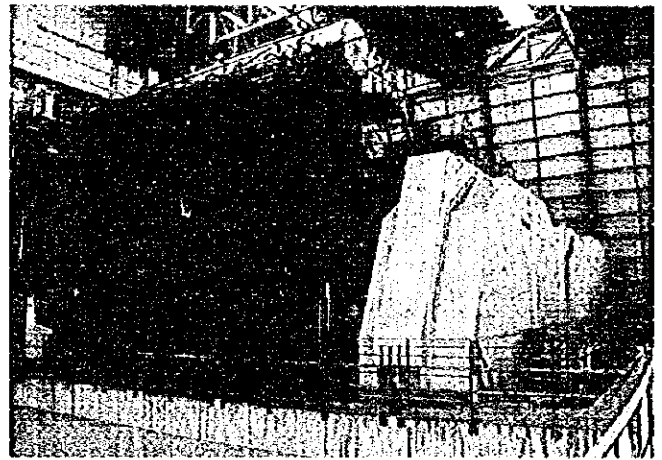


写真-13 フォートジョージディーゼル発電機

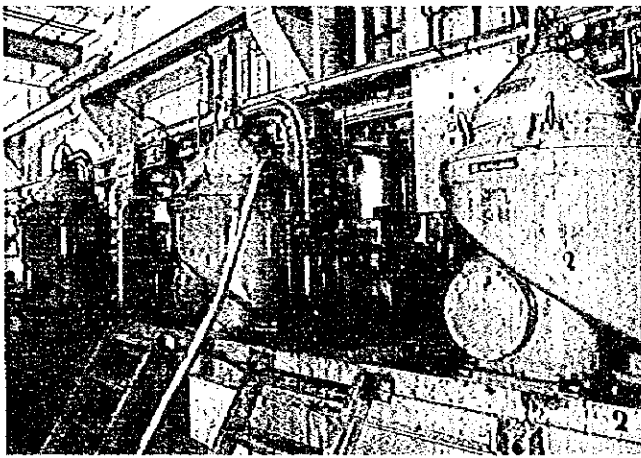


写真-14 フォートジョージP/S燃料フィルター

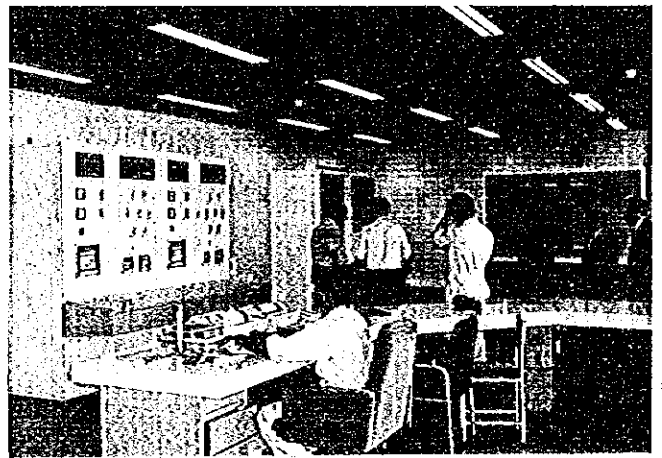


写真-15 フォートジョージP/S制御室

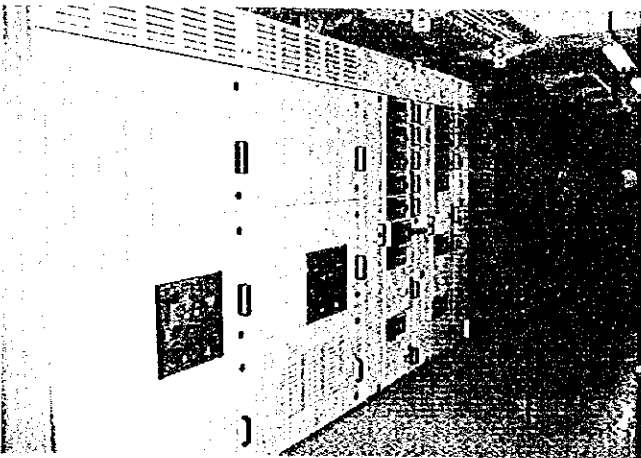


写真-16 フォートジョージP/S
保護継電器室

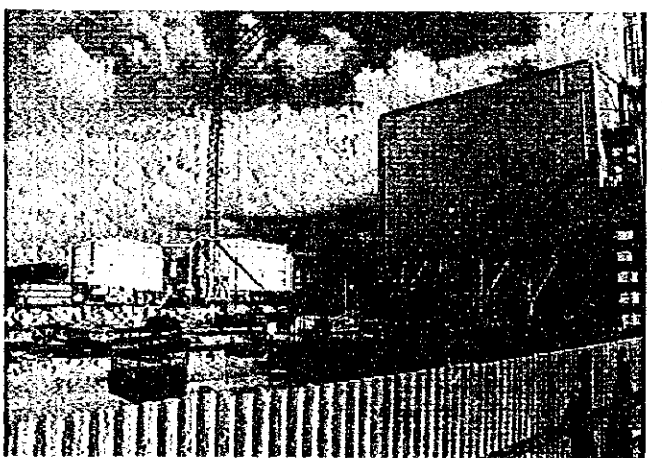


写真-17 フォートジョージP/S
増設工事現場

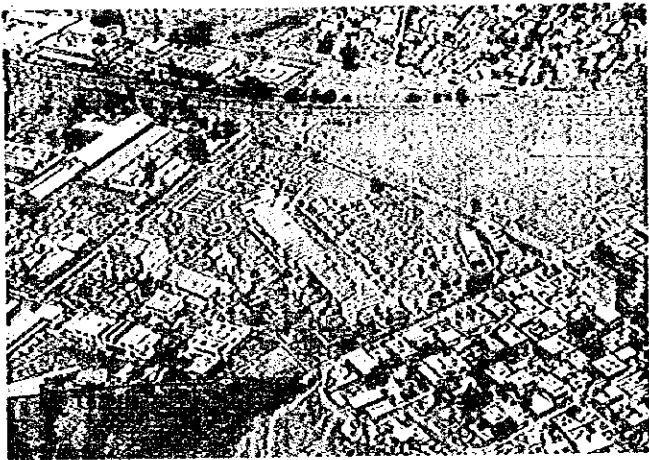


写真-18 セントルイス火力発電所全景



写真-19 セントルイスP/S

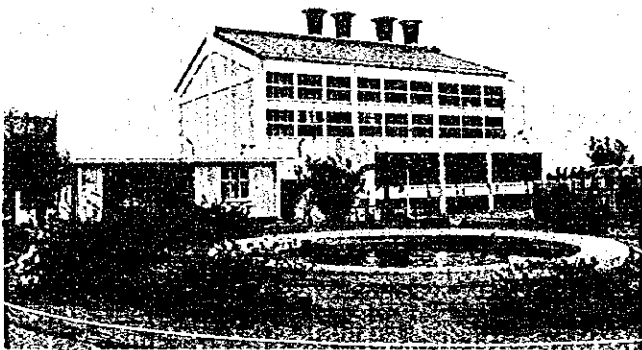


写真-20 セントルイスP/S

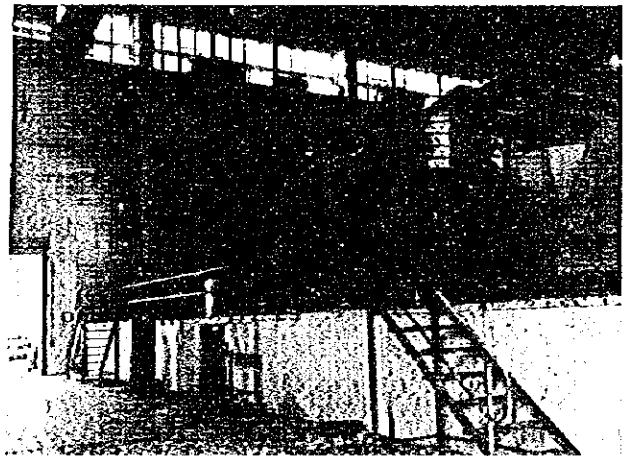


写真-21 セントルイスP/S
ディーゼル発電機

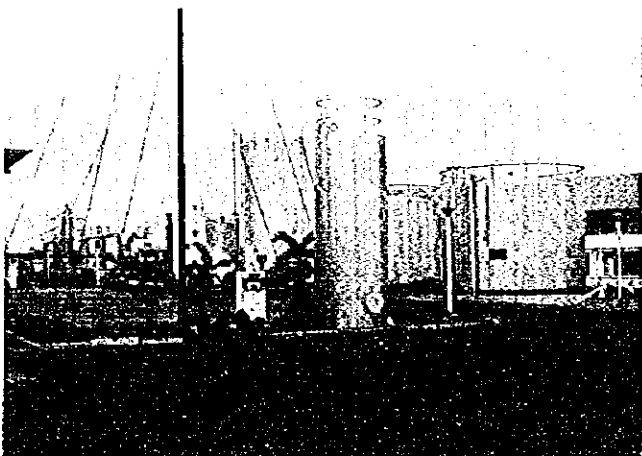


写真-22 セントルイスP/S
燃料タンク

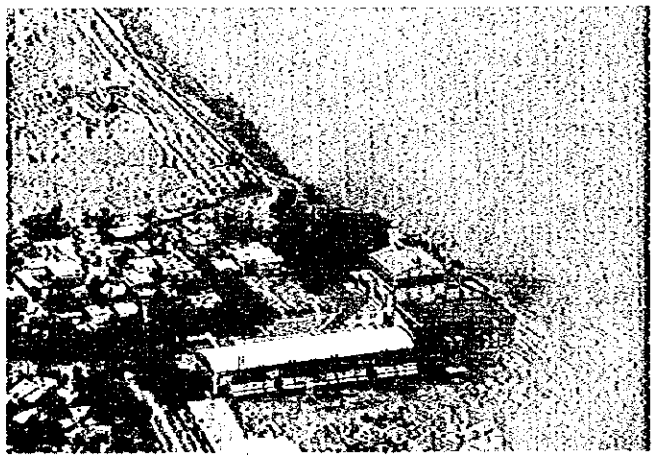


写真-23 フォートビクトリア火力発電所

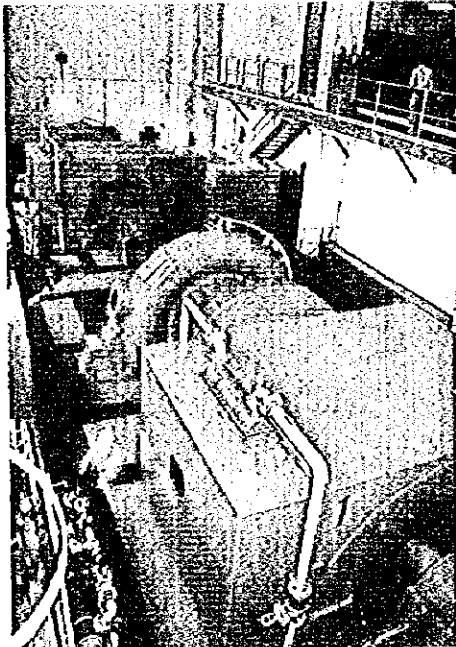


写真-24 シャンパン水力発電所
水車発電機

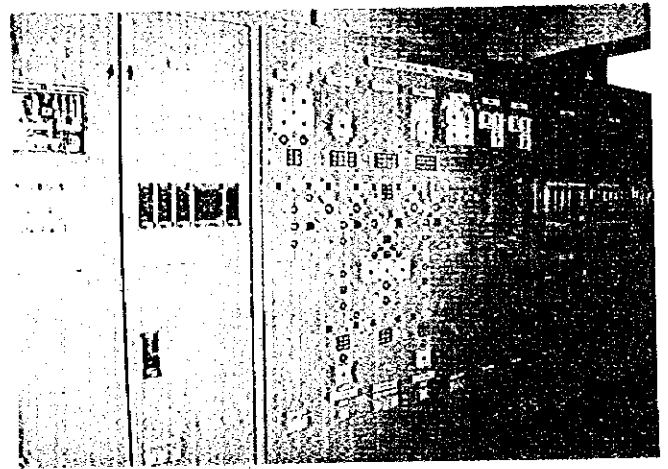


写真-25 シャンパン水力発電所
系統監視盤

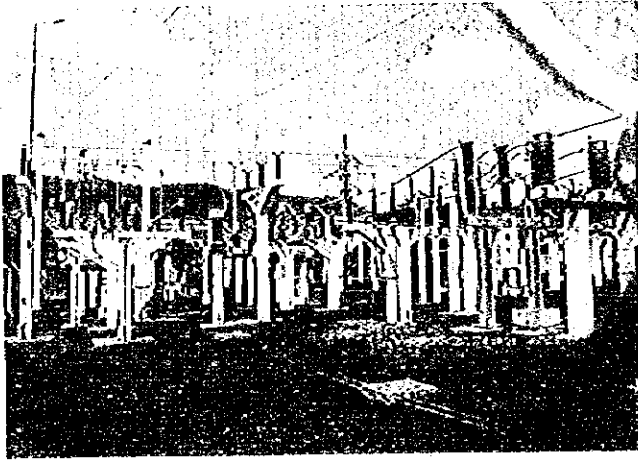


写真-26 シャンパン水力発電所
スイッチヤード

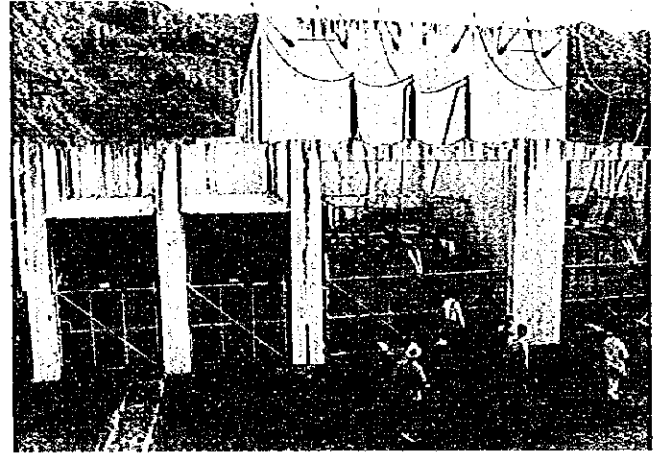


写真-27 シャンパン水力発電所
変圧器

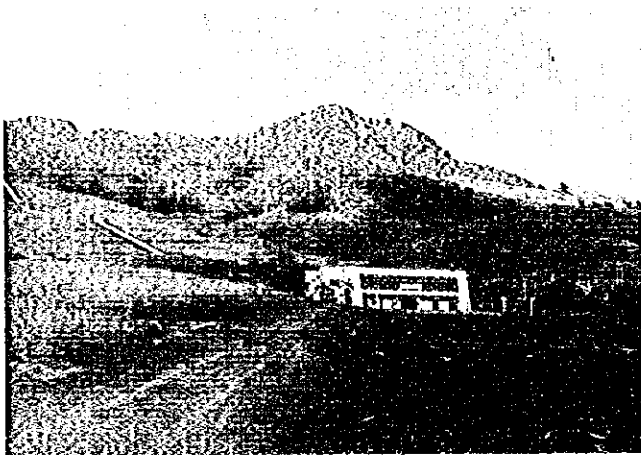


写真-28 フェルナイ水力発電所全景

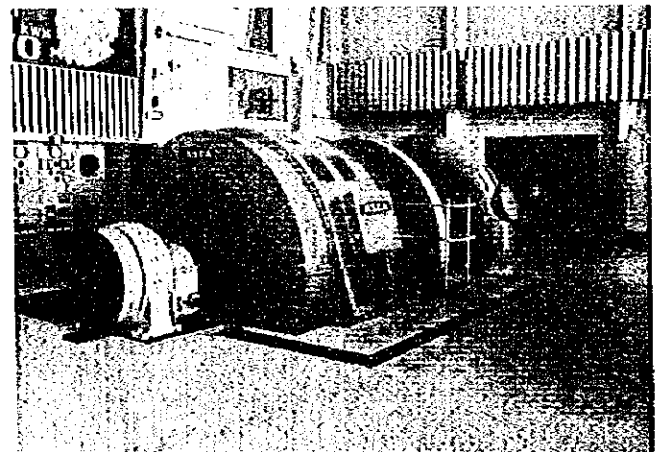


写真-29 フェルナイ水力発電所
水車発電機

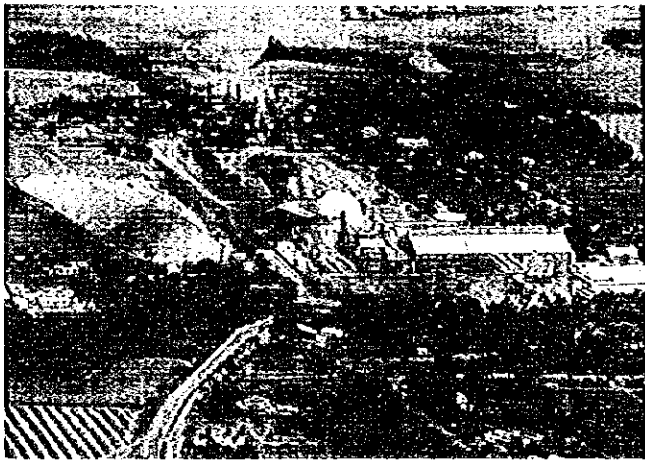


写真-30 フラク精糖工場全景

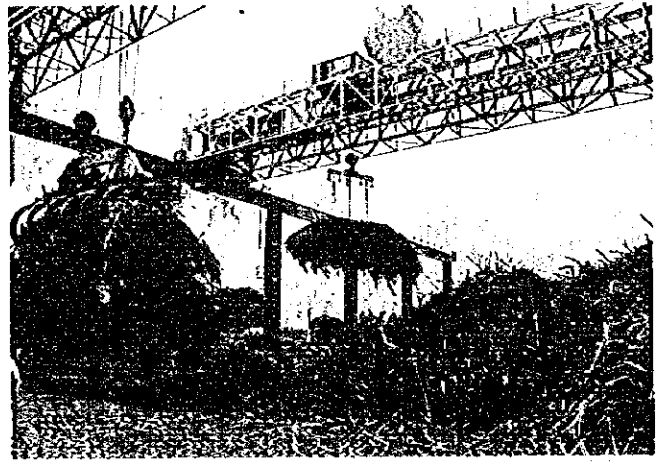


写真-31 フラク精糖工場
シュガーケーン

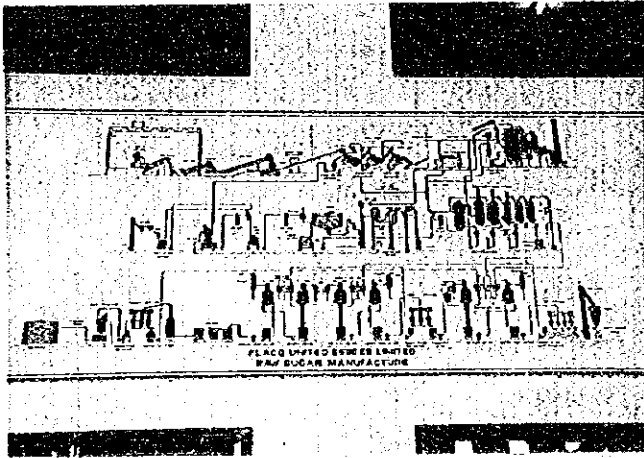


写真-32 フラク精糖工場
精糖過程フローチャート

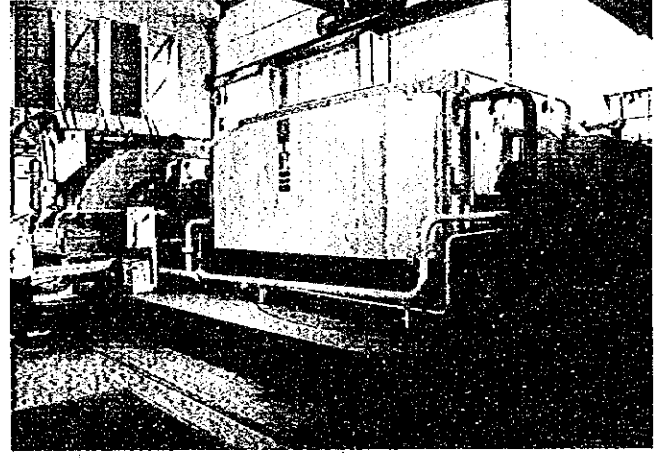


写真-33 フラク精糖工場
発電機

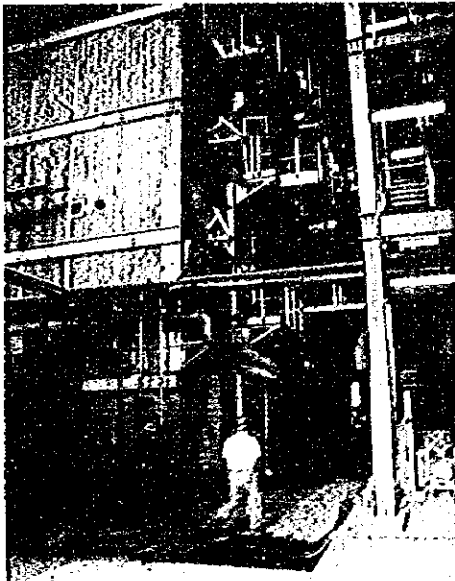


写真-34 フラク精糖工場
ボイラー



写真-35 フラク精糖工場
バガス

目 次

モーリシャス国発電所位置図及び送配電網図 写真

第1章 総 論

1. 事前調査団派遣の背景・経緯	3
2. 事前調査団派遣の目的・調査内容	3
3. 事前調査団構成	3
4. 調査期間・日程	4
5. 主要面会者	5
6. 関係機関の概要	6
7. 先方政府からの要請書	11

第2章 S/W協議の経緯及び結果

1. 協議の概要	19
2. 署名したS/W	21
3. 署名したM/M	33
4. 総合所見	37

第3章 モーリシャス国エネルギーセクターの現状と問題点

1. マクロ経済動向とエネルギー概況	43
2. エネルギー需給動向	49
3. 輸入燃料の推移	55
4. エネルギーコスト	58
5. モーリシャス国のエネルギーに関する主な問題点	60

第4章 総合エネルギー計画手法について

1. 既存のエネルギー開発計画	65
2. モーリシャス国のエネルギー計画	66
3. エネルギー需要予測の方法	67
4. エネルギー供給予測手法	75
5. 省エネルギー	77
6. エネルギー政策	77

第5章 電力設備の現状と電力開発計画の概要

1. 既存電力設備の概要	81
2. 電力需要予測と電力開発計画	84
3. 送配電網の現状と整備計画	87

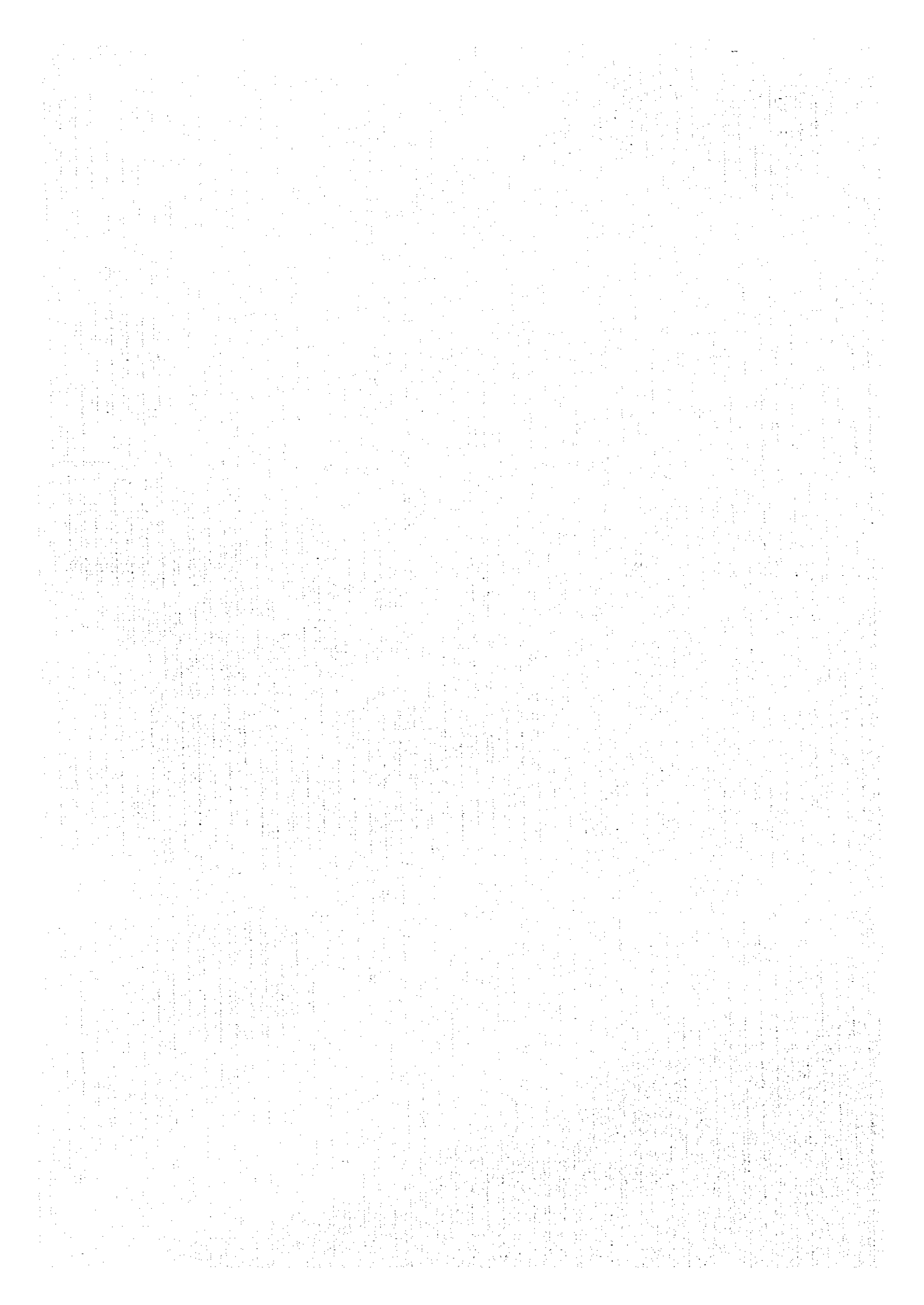
第6章 本格調査の実施計画

1. 全体調査フロー	91
2. 総合エネルギー計画の目標・目的の設定	92
3. エネルギー・データベース	92
4. 予測手法の確立	93
5. エネルギー需要予測	94
6. エネルギー供給シナリオの検討	95
7. エネルギー需給バランスの検討	96
8. エネルギー需要管理方策の検討	96
9. エネルギー政策の検討	96
10. 環境保全対策の検討	97
11. 新エネルギー導入の検討	97
12. エネルギー部門別開発利用計画の作成	97
13. 優先計画のプロジェクトの検討	98
14. アクションプラン	99

第7章 情報の整備状況

1. 収集資料リスト	103
2. 質問状及び回答	103

第1章 総論



第1章 総論

1. 事前調査団派遣の背景・経緯

モーリシャスでは輸出加工区（EPZ）の設置、観光の振興により経済の多様化を図り、GDPの伸びはここ数年年平均5%を越え堅調な経済成長を続けている。

エネルギーの需給においては経済の成長よりも比較的高めの伸びを続けてきた。同国は小さな島国であって、わが国と同様エネルギー資源に乏しく、国産エネルギーは水力とバガス（砂糖きび藁を利用したバイオマス発電）のみであり、バガスについては一次エネルギー供給において現在約30%のシェアを占めており、エネルギー消費全体に占める割合は年々低下しているもののその位置付けは依然として大きい。

現在同国では石油系エネルギーがエネルギー供給の60%近くを占めており、急速にシェアを拡大してきている。しかし、この石油系エネルギーの全てを輸入に頼るという脆弱なエネルギー供給構造となっている。

一方、最近の電力供給は年率10%を越えるような大きな伸びを示しており、早い時期に供給力不足が生じる可能性がある。さらにエネルギー需要全体を見ると、民生部門における需要が極めて低く、今後の人口の増加、経済の成長等により、経済の成長率を上回った大きな伸びが考えられる。このような状況のもと、モーリシャス政府は早急にエネルギー需給に関する長期計画を策定し、それに沿った政策を進めるべく、わが国に対してエネルギー需給長期計画の策定を要請してきたものである。

2. 事前調査団派遣の目的・調査内容

本事前調査は、モーリシャス共和国から要請のあった「モーリシャスエネルギーセクター長期開発計画」に係る本格調査に先立ち、先方機関との協議、情報収集、現地調査等を通じ、本格調査における調査内容・工程等の計画を策定することを目的として実施するものである。調査内容は以下のとおり。

- ・要請背景及び要請内容の確認
- ・関連情報、データの収集
- ・現地踏査
- ・S/W協議及び署名

3. 事前調査団構成

- (1) 千原 大海 団長／総括
国際協力事業団国際協力専門員
- (2) 田村 厚雄 エネルギー行政
通商産業省資源エネルギー庁公益事業部技術課

- (3) 歌丸 恒之 調査企画
国際協力事業団鉱工業開発調査部資源開発調査課
- (4) 田篠 達郎 エネルギー需給
(株) プロジェクト経済研究所
- (5) 延原 敬 経済(最適投資計画)
(株) 日本総合研究所
- (6) 西川 光久 電力開発計画
八千代エンジニアリング(株)

4. 調査期間・日程 (11月26日～12月11日:16日間)

日数	月日	曜日	行 程
1	11/26	日	成田 12:15 --(JL405)-- パリ 16:55
2	27	月	パリ 22:55 --(AF476)--
3	28	火	-- アンタナナリボ 15:25、在マダガスカル特命全権大使表敬
4	29	水	日本大使館打合せ
5	30	木	アンタナナリボ 9:30 --(MD286)-- モーリシャス 12:05、日程打合せ
6	12/ 1	金	9:00 エネルギー・水資源・郵便・科学技術省表敬、S/W説明 11:00 経済計画開発省表敬 13:30 中央電力局表敬、現地視察日程打合せ
7	2	土	9:00 Champagne Hydro Electric Power Station 10:00 Ferney Hydro Electric Power Station 11:20 Flaq United Estates Ltd. (FUEL), Baggasse cum Coal Power Plant
8	3	日	資料整理
9	4	月	9:00 エネルギー省協議 10:00 在モーリシャス日本国名誉総領事表敬 13:00 エネルギー省協議 14:00 中央統計局 15:30 Fort George Power Station (Diesel)
10	5	火	9:00 St. Louis Power Station (Diesel) 11:00 モーリシャス飛行場(ヘリコプターによる空察) 15:00 Shell Mauritius Limited
11	6	水	9:30 State Trading Corporation (STC) 11:00 外務省表敬 14:00 エネルギー省協議
12	7	木	10:00 S/W、M/M署名 11:00 工業団地視察
13	8	金	モーリシャス 15:20 --(MK287)-- アンタナナリボ 16:00 日本大使館報告
14	9	土	日本大使館打合せ アンタナナリボ 17:05 --(MD720)-- ヨハネスブルグ 19:30
15	10	日	ヨハネスブルグ 14:15 --(SQ405)--
16	11	月	-- シンガポール 8:00、 シンガポール 9:45 --(SQ012)-- 成田 17:05

5. 主要面会者

(1) 在マダガスカル日本国大使館

岩崎 允彦	特命全権大使
大竹 庄治	一等書記官
荒井 友明	二等書記官
垂井 俊治	三等書記官

(2) 在モーリシャス日本国名誉総領事

Mr. Colin A. Hare	日本国名誉総領事
-------------------	----------

(3) エネルギー・水資源・郵便・科学技術省(MEWPSRT)

Dr. Ahmud Swalay Kasenally	Minister
Mr. Soocramanien Vithilingem	Permanent Secretary
Mr. Rajcoomar Bikoo	Acting Secretary for Energy Development
Mr. L. Persand	Acting Statistician - from Central Statistical Office
Ms. K. Upadhyaya	Economist - from Ministry of Economic Planning Development

(4) 経済計画開発省 (MEDP)

Mr. A. H. Nakhunda	Principal Economist
Mr. Y. Rahinbacus	Acting Senior Economist
Mr. R. Parborecal	Economist

(5) 外務省

Mr. Mohamad Iqbal Latona	Second Secretary
--------------------------	------------------

(6) 中央電気局 (CEB)

Mr. Shashi C. Desai	General Manager
Mr. S. Narain	Assistant General Manager
Mr. Ravindranath Nundlall	Mechanical Engineer / Station Superintendent Production Department Fort Victoria Power Station
Mr. R. Chowdharry	Officer-in-Charge, Fort George Power Station

(7) 中央統計局 (CSO)

Mr. S. Basant Rai	Director
Ms. Deri Manraj	Principal Statistician, Economic Division

(8) 国家貿易公社 (S T C)

Mr. Beejaye Ghoorah	General Manager
Mr. Anlatta Teelokee	Accountant
Mr. Balram Asyrigadoo	Trade and Marketing Officer

(9) Flacq United Estates Ltd. (FUEL)

Mr. Christian Merven	Factory Manager
----------------------	-----------------

(10) Shell Mauritius Limited

Mr. L. Francis Piat	Managing Director
---------------------	-------------------

6. 関係機関の概要

(1) エネルギー・水資源・郵便・科学技術省(MEWPSRT)

MEWPSRTは、モーリシャスにおけるエネルギー政策を総合的、かつ、集約的に一貫して掌握する官署である。そのエネルギー部門における掌握としては、電力需給に係る事項のみならず、各輸入燃料（石炭、石油等）の国内流通及び消費の現状、国産エネルギー源（バガス（国内の主流産業である砂糖製造業において副次的に得られる砂糖黍の絞り糟のこと）、水資源等）の保有の現状等を踏まえ、今後のエネルギー政策を展開するなど、掌握範囲は多岐にわたっている。

かかる一国のエネルギー政策全般を一手に掌握している当該機関であるが、エネルギーセクションに直接的に関与する人員としては、数名程度であり、いわゆる少数精鋭部隊により、エネルギー行政の運営がなされている現状にある。（図1.1に当該機関の組織図を添付）

なお、同機関としては、今後のエネルギー源として、水力利用については既に限界に達しているものとの認識があり、砂糖産業の今後の動向を踏まえつつ、バガスを最重要の国内資源として捉え、そのより一層の有効活用（砂糖黍の収穫期においてはバガス発電（熱供給）、収穫期外においては石炭発電）に、エネルギー政策の活路を見い出すことを期待している模様である。

(2) 中央電力局 (CEB)

CEBは、1952年の設立以来、モーリシャスの発・送・配電を一貫して行っている国営機関である。

CEBの組織構成としては、主として発電部門、送・配電部門、広報部門、経理部門、人事部門、管理部門及び会計部門の7部門から構成されており、従業員約2千名を擁す

る機関である（図1.2に組織図添付）。

CEBが所有する設備としては、1993年末現在において、8箇所の水力発電所（総発電設備容量約60MW）、4箇所のディーゼル及びガスタービン発電所（総発電設備容量約230MW）、66kV、22kV、6.6kV及び低圧の送・配電系統、9箇所の変電所（容量約480MVA）となっている。

なお、モーリシャスにおいては、水力発電所について、気象条件その他の要因により稼働状況が著しく左右されている現状にあり、実際の電力供給の大部分をディーゼル及びガスタービンによる火力発電に依存している（1993年実績で年間発電電力量の86%を火力に依存）。また、CEBでは、各製糖工場より、バガスによる自家発電からの電気の購入を行っているところであり、その購入量は全発電電力量の約13%を占めるに至っている。

なお、CEB及び自家発による電力供給の現状を表1.1に示す。

(3) その他の関係機関

① 経済計画開発省 (MEDP)

モーリシャスにおいては、エネルギー需給の基礎を形成する将来的な社会・経済発展に資する全体計画の策定について、MEDPがこれを企画・立案し、関係各省が当該目標に向け、具現化するとの行政手法が採られているところである。しかしながら、MEDPによる計画の策定は、少なくとも公表ベースにおいて、1993年策定のもの（対象年1994年まで）以来、発表されていない現状にある。

② 国家貿易公社 (STC)

STCは、米や小麦といった主食の輸入、販売等を実施している国営企業であるが、1983年以来、石油の輸入・販売事業に介入するに至り、石油価格に与える影響、引いてはSTCの最大の顧客であるCEBの発電原価に与える影響等エネルギー政策を論じる上で重要な位置付けを有する機関である。

③ Flacq United Estates Ltd.(FUEL)

FUELは、現在、国内において唯一バガスによる発電及び砂糖黍の収穫期外においては石炭による発電の方式により、CEBに対し売電を行っている民間企業であるが、CEBの電力供給に占める自家発電の割合に鑑みれば、1993年末現在で約72%（CEBの全発電電力量の約9%に相当）と、非常に影響力の大きい企業であるといえる。

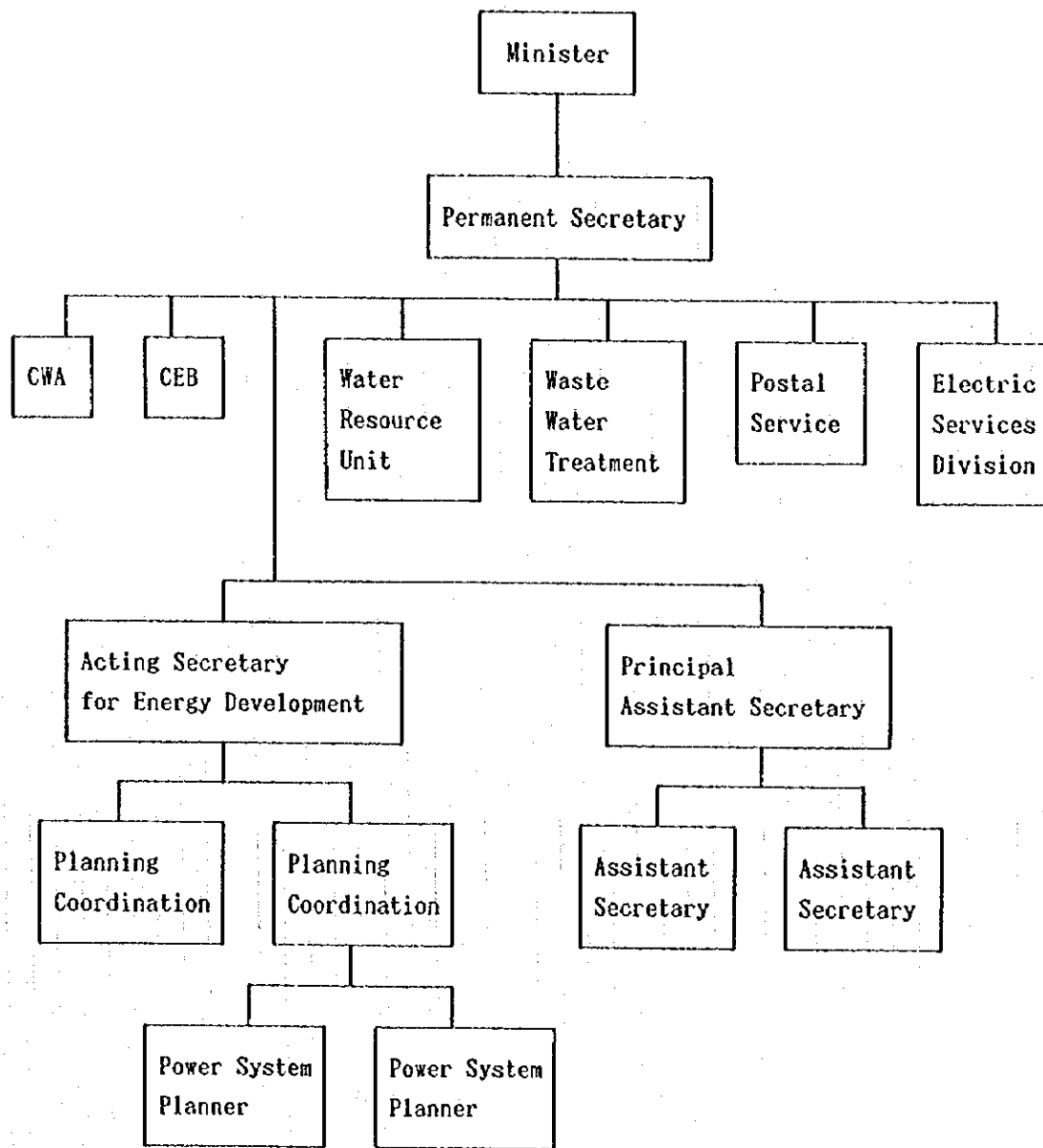


图1.1 MEWPSRT組織图

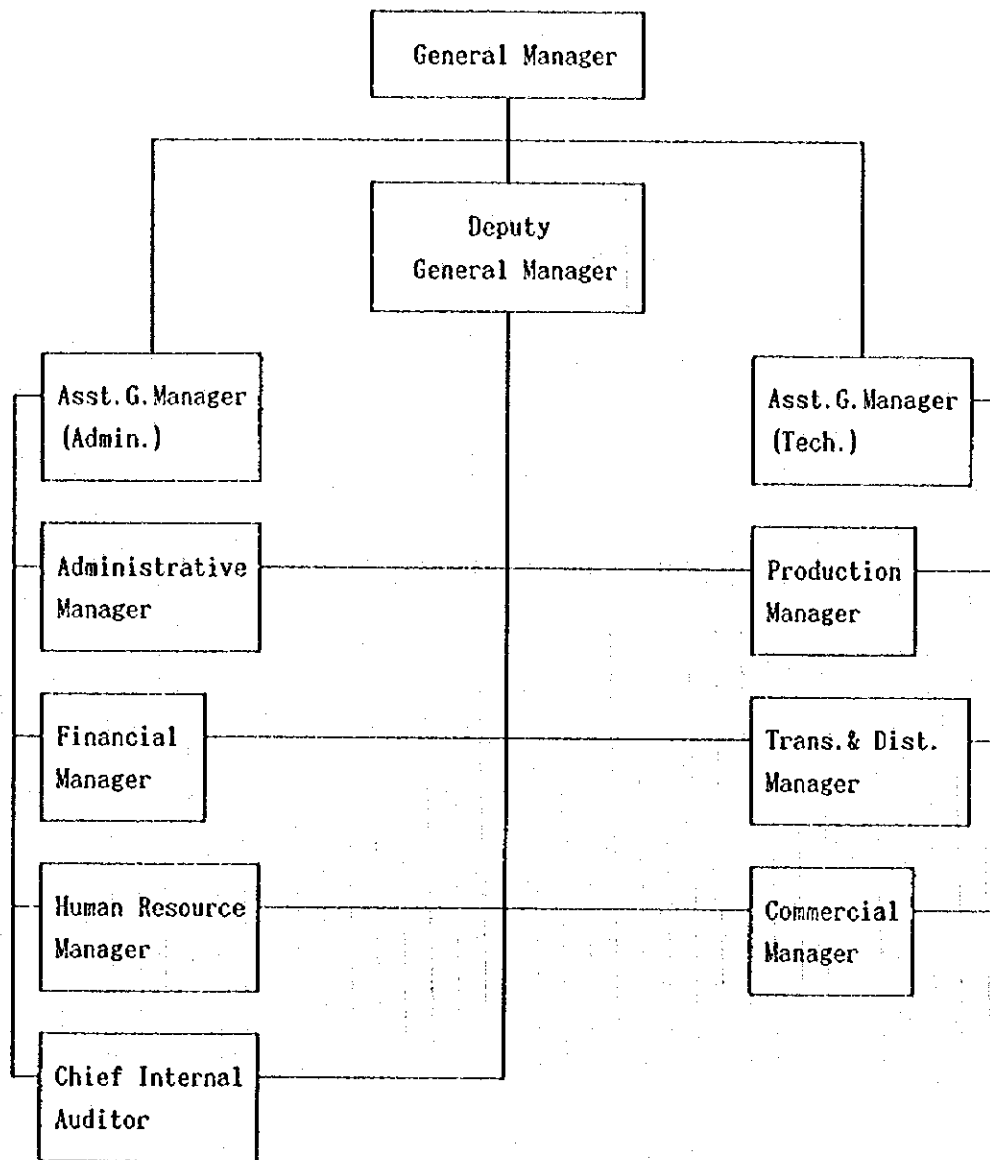


図 1. 2 CEB組織図

表 1. 1 発電設備容量及び年間発電電力量

設備種別	設備容量 (MW)			電力量 (GWh)		
	CEB	自家発	計	CEB	自家発	計
水力発電	59.44	0.30	59.74	103.0	0.4	103.4
火力発電	230.20	47.95	278.15	654.3	111.5	765.7
計	289.64	48.25	337.89	757.3	111.9	869.1

7. 先方政府からの要請書



MINISTRY OF EXTERNAL AFFAIRS
MAURITIUS

FAX

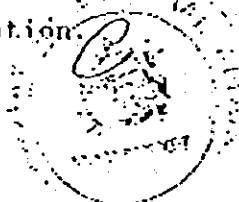
No. 64 /94(18796/3)

10 October, 1994

The Ministry of External Affairs of the Republic of Mauritius presents its compliments to the Embassy of Japan and with reference to the Embassy's Note No. 55/MAU/94.C dated 10 August 1994, and has the honour to transmit herewith a project write-up for the kind consideration of the Japanese Authorities, under the feasibility studies programme for 1994/. 95.

The Ministry deeply regrets the delay in submission of the project.

The Ministry of External Affairs of the Republic of Mauritius avails itself of this opportunity to renew to the Embassy of Japan the assurances of its highest consideration.



Embassy of Japan
6 rue Docteur Vilette
Isoraka, Antananarivo
P.O. Box 3863
Madagascar

JAPANESE MISSION

- 1.0 Ministry/Department: Ministry of Energy, Water Resources and Postal Services
- 2.0 Area of Expertise: Technical Assistance to establish a long-term national Energy Plan
- 3.0 Duration of Assignment: One Year
- 4.0 Background and Justification

In 1986 with financial assistance from the Swedish Government, a study entitled "Power Sector Demand Forecast Study" was carried out by the Consultants SWECO. Based on this demand forecast study, a least cost expansion plan for the period 1986-2010 was prepared in 1987 by the same Consultants. The main recommendations were as follows:

- (i) refurbishment of the Mirlees Engines at Fort Victoria;
- (ii) installation of 2 x 10 MW diesel sets at Fort Victoria by late 1988;
- (iii) replacement of old diesel engines at St. Louis by a new diesel plant at Nicolay;
- (iv) displacement of coal by bagasse at the FUEL thermal Power Station;
- (v) harnessing remaining hydropower;
- (vi) increasing the reliability and efficiency of the transmission and distribution system; and
- (vii) planning for a new plant for bulk power supply at Mer Rouge to be completed by mid 1990.

4.1 Limitations of the SWECO Studies

The forecast from the simple spreadsheet model used by SWECO for the power demand study was unrealistic. The actual annual energy growth experienced in 1987-1988 was about 12% compared to the forecast growth of 4.2%. The options recommended by SWECO had therefore to be reviewed.

4.2 Appointment of EDF (Electricité de France) for the Review

In view of the above, the Consultants Electricité de France were appointed in 1988 to review the medium term generation requirements. Their recommendations were as follows:

- (i) immediate installation of a gas turbine of 21 MW at Nicolay;

- (ii) erection of a new power station at Fort George with a capacity of 144 MW consisting of 6 diesel sets of 24 MW each as hereunder:
- the first two units to be commissioned in 1991 and 1992 respectively
 - should there be any delay in the implementation of the first two units, a second gas turbine of 23 MW capacity to be installed at Nicolay in 1991.
 - the four remaining units to be installed over the period 1995-1997 as and when the need arises.
- (iii) installation of a third gas turbine of 23 MW at Nicolay.

4.3. Projects Implemented

- 1988: The first gas turbine of 21 MW capacity was commissioned at Nicolay in 1988 as an emergency measure in line with EDF recommendation (i) at paragraph 4.0 above.
- 1989: SWECO recommendations (i) and (ii) as at paragraph 4.0 were implemented, that is the two Mirlees units at Fort Victoria were refurbished and 2 diesel units each of 10 MW capacity were installed at Fort Victoria.
- 1991: a second gas turbine was commissioned at Nicolay in 1991 as per recommendation (ii) made by EDF - vide paragraph 4.2.
- 1992/1993: The first two diesel units of 24 MW capacity each were commissioned in December 1992 and May 1993 respectively in line with EDF recommendation (ii) - vide paragraph 4.2.

4.4 Future Projects

Furthermore, EDF also recommended that three additional units each in the range of 28-32 MW capacity be installed at Fort George. Arrangements for the procurement of one unit with two other units as options are currently underway. The purchase of the two optional units will depend on the implementation of the coal/bagasse plants at Union St. Aubin and Belle Vue Sugar Estates.

4.5 Long Term National Energy Plan

There is now a pressing need to review the energy sector globally (not the electricity sector only). This should include a forecast of energy (electricity, solid and liquid fuels) requirements over the period 1995-2025. Accordingly a review of the current energy policies is necessary that should help to establish a long-term national energy plan with proposals for appropriate investment programmes over the period 1995-2025.

5.0 Terms of Reference

A technical adviser will be required to perform the following duties:

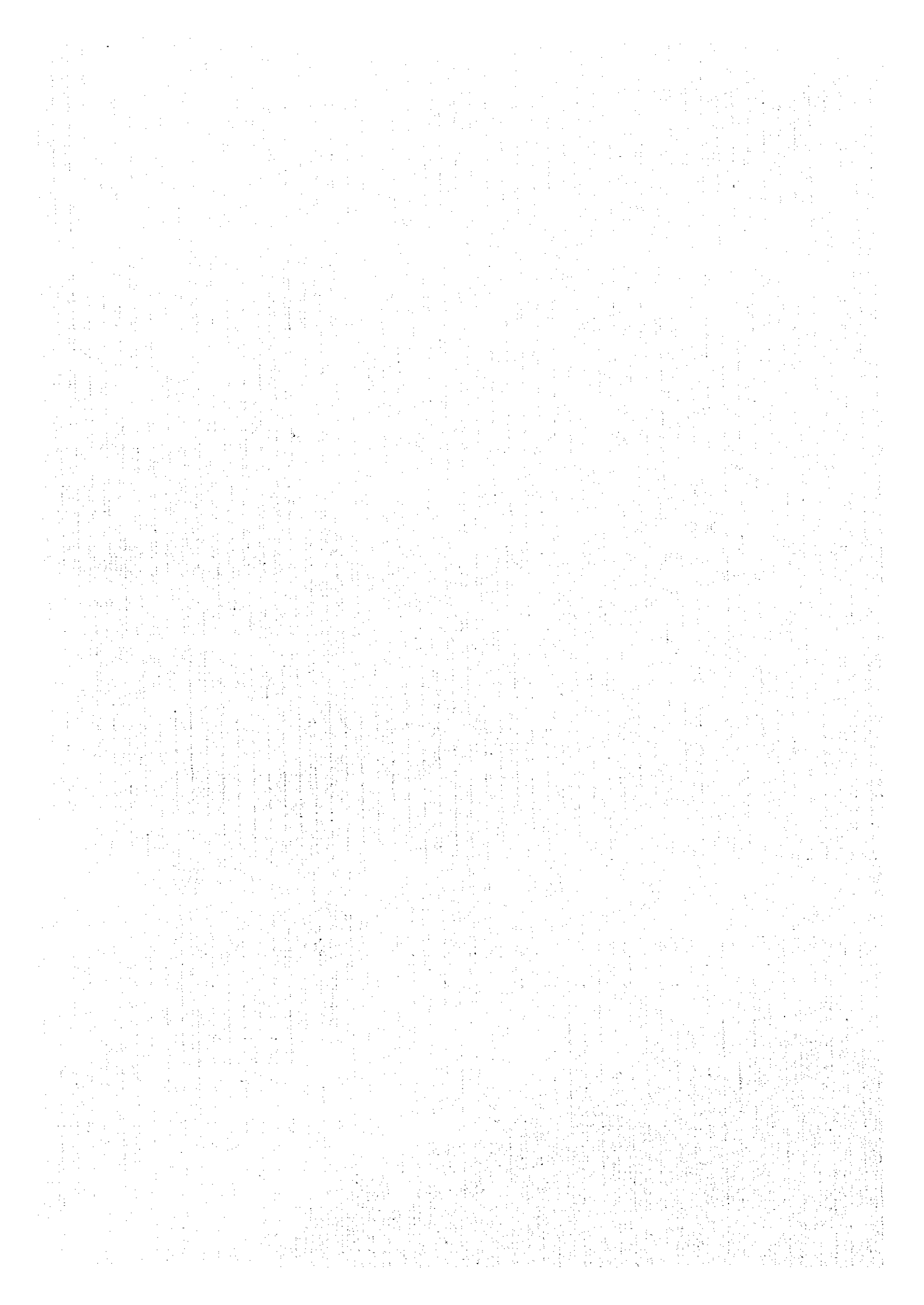
- (i) carry out an analysis of 1984-1994 trends in energy demand, supply and investments in the electricity, solid and liquid fuels sub-sectors.
- (ii) make projections of energy demand for the period 1995-2000 and indicatively for the periods 2000-2010 and 2010-2025 based on realistic and consistent scenarios of macroeconomic and sectoral growth, population trends and demand management
- (iii) identify the least-cost investment programme to meet the energy requirements under each economic growth and policy scenario.
- (iv) make an assessment of the costs benefits and risks of proposed energy investment and fuel imports.
- (v) review of policy measures and of (World Bank is currently dealing with this also) institutional framework.
- (vi) establish a priority ranking of investment and policy measures consistent with (a) least-cost expansion of energy supplies and (b) optimal reliability of supplies.
- (vii) train the Technical Staff of the Ministry of Energy, W.R. & P.S. in energy planning and policy analysis and in the application of the analytical tools used in the study of similar tasks in the future.
- (viii) assist the Technical Staff of the Ministry of Energy in developing monitoring techniques for the implementation of policy measures and projects.

- (viii) review of the current legal framework on energy matters with recommendations for changes to keep pace with development in the sector.

The Technical Adviser will be responsible to the Permanent Secretary, Ministry of Energy, Water Resources and Postal Services.

BLUE DISK SG/POWER

第2章 S/W協議の経緯及び結果



第2章 S/W協議の経緯及び結果

1. 協議の概要

カウンターパート機関であるエネルギー・水資源・郵便・科学技術省(MEWPSRT)を初め、モーリシャス側関係各機関との協議及び現地調査を行った。調査の内容について若干の語句の訂正が見られたものの、当方の原案どおりで12月7日にS/Wの署名を行った。

主な協議内容は以下のとおり。

(1) カウンターパート機関について

MEWPSRTはカウンターパート機関として、調査実施に当たっては、「モ」側関係機関との調整を行う。

MEWPSRTは必要なカウンターパート要員を配置する。

MEWPSRTを初め、関係省庁及びエネルギーセクターの関係機関からなる、アドバイザーコミッティーを設置する。

(2) 調査日程について

当方当初案では、全体調査工程を18ヶ月で提示したが、先方との協議を通じて、全体を17ヶ月（平成8年2月～平成9年6月、DF/R 平成8年3月）とすることで合意した。

(3) 調査用機材について

MEWPSRTから以下の調査用機材の要望があった。

- | | |
|-------------------------|----|
| ① パーソナルコンピューター (IBM互換機) | 2台 |
| ② プリンター | 2台 |
| ③ ソフトウェア (データベース、材料分析用) | 2組 |

(4) MEWPSRT側の便宜供与について

MEWPSRTは現地調査時に必要なオフィス、電話、ファクシミリを準備する。

(5) データ、情報の準備について

調査の実施に当たっては、MEWPSRTは責任を持ってデータ、情報の準備を行う。

(6) 技術移転について

MEWPSRTより、エネルギーモデル作成、運転、保守に関する技術移転手法についての質問があり、当方からJICAの一般的な研修スキームについて説明を行った。また、その他のJICAの技術協力のスキームについても説明を行った。

MEWPSRTより本件に伴う日本国研修の要望があった。

I/R、DF/R時にそれぞれセミナーを開催することで合意した。詳細についてはIc/R説明時に協議する。

(7) 調査用車両について

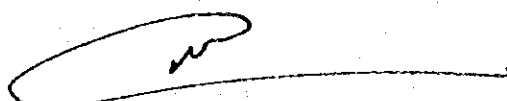
先方より調査用車両について、その準備が難しい旨の発言があり、現地調査時の車両の費用はJICA調査団で負担すること、実際の車両の手配はMEWPSRTが行うことで合意した。

(8) 資料の送付について

本事前調査期間内で収集できなかった資料の内、今回の事前調査報告書作成に必要でありかつ先方が提供できる資料については、1週間以内にJICAあて送付することで合意した。

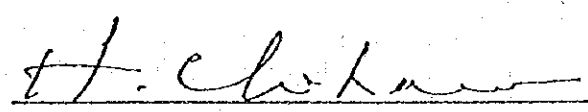
2. 署名したS/W

SCOPE OF WORK
FOR
A STUDY
ON
LONG TERM NATIONAL ENERGY PLAN
IN
THE REPUBLIC OF MAURITIUS
AGREED UPON BETWEEN
MINISTRY OF ENERGY, WATER RESOURCES, POSTAL SERVICES,
SCIENTIFIC RESEARCH AND TECHNOLOGY
AND
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
PORT LOUIS, DECEMBER 7, 1995



(R. Bixoo)

f Mr. SOOCRAMANIEN VITHILINGEM
PERMANENT SECRETARY
MINISTRY OF ENERGY, WATER
RESOURCES, POSTAL SERVICES,
SCIENTIFIC RESEARCH AND
TECHNOLOGY



Mr. HIROMI CHIHARA
LEADER
PREPARATORY STUDY TEAM,
JICA

I. INTRODUCTION

In response to the request of the Government of the Republic of Mauritius (hereinafter referred to as "the Government of Mauritius"), the Government of Japan has decided to conduct a Study on Long Term National Energy Plan in the Republic of Mauritius (hereinafter referred to as "the Study") in accordance with the relevant laws and regulations in force in Japan.

Accordingly, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programmes of the Government of Japan, will undertake the Study in close cooperation with the authorities concerned of the Government of Mauritius.

The present document sets forth the scope of work with regard to the Study.

II. OBJECTIVES OF THE STUDY

The objectives of the Study are to establish a scientific basis for national energy planning with proposals for the energy sector investment programme over the period 1996-2025, and to enhance the technical capabilities of Mauritius counterparts in energy planning and policy analysis.

III. STUDY AREA

The Study covers the whole area of Mauritius.

IV. SCOPE OF THE STUDY

The scope of the proposed study is detailed in Phase I, II and III below, with special emphasis on the following four(4) energy issues particular to the Republic of Mauritius:

- 1) Energy Demand Analysis
 - To carry out an analysis of 1984-1994 trends in energy demand, supply and investments in the electricity, solid and liquid fuels sub-sectors.
 - To make projections of energy demand for the periods 1996-2000, 2001-2010 and indicatively for the period 2011-2025 based on realistic and consistent scenarios of macroeconomic and sectoral growth, population trends and demand management.
- 2) Energy Supply Studies and Investment Requirements

- To identify the least-cost investment programme to meet the energy requirements under each economic growth and policy scenario.
- To make an assessment of the costs, benefits and risks of proposed energy investment and fuel imports.
- To establish a priority ranking of investment and policy measures consistent with (a) least-cost expansion of energy supplies and (b) optimal reliability of supplies.

3) Energy Policy, Operations and Pricing

- To review the policy measures and institutional framework.
- To review the current energy sector legislations and to make appropriate recommendations to keep pace with development in the sector.
- To study the potential and measures for energy conservation.

4) Technology Transfer

- To train the Mauritian counterparts in energy planning and policy analysis and in the application of the analytical tools developed in the Study.
- To assist the Mauritian counterparts in developing monitoring techniques for the implementation of policy measures and projects.

Phase I: Data collection, review of existing economic/energy plans and assessment of existing energy facilities

1. Collection of energy data and information

a) Collection of data on the production and consumption of primary, secondary and final energy

- Primary energy: petroleum products, hydro-electric power, bagasse, coal, etc.
- Secondary energy (energy conversion sector): electric power utilities, power generation for own use and petrochemicals
- Final energy: industries (agriculture, forestry, fishery, construction and manufacturing), household, commercial, public authorities and transportation

b) Collection of data and information related to energy

Handwritten initials: @ Acl

development

- National economic and social development plan
 - Sectoral development plans
 - Financial, legislative and institutional information
 - Existing energy facilities
 - Energy pricing and taxation
2. Analysis of collected data and review of existing plans
- a) Analysis of collected data and information
- Trends in energy demand, supply and investments in the respective energy sub-sectors
 - Trends in socio-economic indices such as population, macroeconomics, sectoral growth, public and private financing, energy prices and taxation, foreign trade, etc.
- b) Review of existing energy development plans
- c) Assessment of existing energy facilities
- Evaluation of existing energy facilities against efficiency, safety, wear and tear, environmental protection, etc.
 - Assessment of operation and maintenance records for major energy facilities

Phase II: Establishment of an energy data base and energy demand supply projections

Phase II will cover the establishment of an energy data base, development and use of models to project energy demand and a study of the optimum energy supply structures up to and through the target years. Emphasis will also be laid on energy conservation measures and environmental protection.

1. Establishment of a computerized energy data base
- a) Compilation of the energy data
- b) Input of energy data and information collected in Phase I
2. Development of models for demand projection
- a) Development of models for demand projection
- Making flowcharts of the energy system
 - Studies on relationship between economic activity and energy consumption based on different economic growth

CP Heli

- scenarios
 - Development of models for demand projection
 - Simulation with attention to energy conservation and environmental protection
- b) Projection of energy demand and studies on energy supply structures based on different economic growth scenarios
- Estimates of demand by each consuming sector for primary, secondary and final energies up to the target years and supply of primary and secondary energies
 - Studies of optimum supply structures matched to projected energy demand
 - Integration of such factors as conservation inducements and environmental considerations into energy demand projections

Phase III: Study of energy development, utilization plans and action plans

The findings of the studies carried out under Phase I and II will serve as the basis for Phase III to establish viable energy development and utilization plans for oil, hydro-electric power, bagasse, coal and other energies (including new types of energies). These plans will be designed to attain specific goals by the target years.

Furthermore, the energy plans will be assessed in order to gain useful feedback in the current National Development Plan, and establish the basis for new energy plans that will be a part of the successive national social and economic development plans.

Finally, the preliminary action plans will be prepared taking into consideration the measures and proposals necessary for effective and sustainable implementation of the new energy development and utilization plans.

1. Study of energy development and utilization plans
 - a) Study of programmes to modernize and expand existing energy-related facilities
 - Least cost expansion of energy supplies, including review and assessment of energy sources
 - Optimum reliable structure of energy supplies, including review and assessment of optimal mix of energy for power generation
 - b) Study of plans for public and private sector investments in energy development and utilization plans, including

assessment of optimal structure for power supply (state, private sector and others)

- c) Study of measures to encourage energy conservation as well as environmental protection
- d) Study of energy pricing including electricity tariff rate and taxation policies
- e) Study of legal and institutional framework in energy sector for improving institutional arrangements, operational efficiency and human resources development
- f) Study of implementation schedule based on investment programmes of energy sub-sectors
- g) Recommendation of additional studies

2. Studies for a preliminary action plan

Projects identified as requiring urgent implementation in the above plans will be highlighted in the action plan with a target year of around 2000. The plan will propose and recommend sectoral projects with legislative and institutional actions.

V. WORK SCHEDULE

The Study will be carried out in accordance with the attached Tentative Work Schedule shown in Appendix I.

VI. REPORTS

JICA shall prepare and submit the following reports in English to the Government of Mauritius.

1. Inception Report (20 copies)
2. Progress Report (20 copies)
3. Interim Report (20 copies)
4. Draft Final Report (20 copies)

The Government of Mauritius shall provide its comments on the Draft Final Report within one (1) month after the submission of the Draft Final Report.

5. Final Report (30 copies)

Q *Chl*

Within two (2) months after receiving the comments of the Government of Mauritius on the Draft Final Report.

VII. DIVISION OF TECHNICAL UNDERTAKINGS

The division of technical undertakings for the study by both sides is outlined in the Appendix II.

VIII. UNDERTAKINGS OF THE GOVERNMENT OF MAURITIUS

1. To facilitate smooth conduct of the Study, the Government of Mauritius shall take necessary measures;
 - (1) to secure the safety of the Japanese study team,
 - (2) to permit the members of the Japanese study team to enter, leave and sojourn in Mauritius for the duration of their assignment therein, and exempt them from foreign registration requirements and consular fees,
 - (3) to exempt the members of the Japanese study team from taxes, duties, fees and any other charges on equipment, machinery and other materials brought into Mauritius and out for the conduct of the Study,
 - (4) to exempt the members of the Japanese study team from income tax and charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to the members of the Japanese study team for their services in connection with the implementation of the Study,
 - (5) to provide necessary facilities to the Japanese study team for remittance as well as utilization of the funds introduced into Mauritius from Japan in connection with the implementation of the Study,
 - (6) to secure permission for entry into private properties or restricted areas for the implementation of the Study,
 - (7) to secure permission for the Japanese study team to take all data and documents including maps and photographs related to the Study out of Mauritius to Japan,
 - (8) to provide medical services as needed. Its expenses will be chargeable on members of the Japanese study team.
2. The Government of Mauritius shall bear claims, if any arising, against the members of the Japanese study team resulting from, occurring in the course of, or otherwise

connected with, the discharge of their duties in the implementation of the Study, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the members of the Japanese study team.

3. Ministry of Energy, Water Resources, Postal Services, Scientific Research and Technology (hereinafter referred to as "MEWPSRT") shall act as counterpart agency to the Japanese study team and also as coordinating body in relation with other governmental and non-governmental organizations concerned for the smooth implementation of the Study.
4. MEWPSRT shall, at its own expense, provide the Japanese study team with the following, in cooperation with other organizations concerned;
 - (1) available data and information related to the Study,
 - (2) counterpart personnel,
 - (3) suitable office space with necessary equipment and facilities in Port Louis,
 - (4) credentials or identification cards,
 - (5) arrangement necessary for vehicles with drivers, fuel and spare parts.

IX. UNDERTAKINGS OF JICA

For the implementation of the Study, JICA shall take the following measures;

1. to dispatch, at its own expense, study teams to Mauritius,
2. to pursue technology transfer to Mauritius counterpart personnel.

X. CONSULTATION

JICA and MEWPSRT shall consult with each other in respect of any matter that may arise from or in connection with the Study.

Q
Ateli

APPENDIX I TENTATIVE WORK SCHEDULE

Working Item	Year																
	1996						1997										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Calendar Month	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
Phase I : Data collection, review of existing economic/energy plans and assessment of existing energy facilities																	
1. Collection of energy data and information		▬															
2. Analysis of collected data and review of existing plans		▬															
Phase II : Establishment of an energy data base and projecting energy demand and supply																	
1. Establishment of a computerized energy data base						▬											
2. Development of models for demand projection						▬											
Phase III : Study of energy development and utilization plans and action plans																	
1. Study of energy development and utilization plans											▬						
2. Study for preliminary action plan											▬						
Reports		△								△							△
Seminar		Ic/R								It/R							F/R

▬ JICA work in Mauritius

▬ JICA work in Japan

P

Cheli

Division of Technical Undertakings by JICA and MEWPSRSTS

Working Items	Undertakings by JICA	Undertakings by MEWPSRSTS
<p>Phase I: Data collection, review of existing plans and assessment of existing energy facilities</p> <p>1. Collection of energy data and information</p> <p>a) Collection of data on the production and consumption of primary, secondary and final energy</p> <p>b) Collection of data and information related to energy development</p> <p>2. Analysis of collected data and review of existing plans</p> <p>a) Analysis of collected data and information</p> <p>b) Review of existing development plans</p> <p>c) Assessment of existing energy facilities</p> <p>Phase II: Establishment an energy data base and projecting future domestic energy demand and supply</p> <p>1. Establishment of a computerized energy data base</p> <p>a) Compilation of the energy data base</p>	<p>1 Supervision of data collection</p> <p>1 Supervision of data collection</p> <p>1 Review and analysis of collected data and information</p> <p>1 Review and analysis of existing development plans</p> <p>1 Review and assessment of existing energy facilities</p> <p>1 System analysis, programming and compilation of the energy data base</p>	<p>1 Provision of counterpart personnel</p> <p>2 Collection of necessary data</p> <p>1 Provision of counterpart personnel</p> <p>2 Collection of necessary data</p> <p>1 Provision of counterpart personnel</p> <p>2 Assist analysis of collected data and information</p> <p>1 Provision of counterpart personnel</p> <p>2 Assist analysis of existing development plans</p> <p>1 Provision of counterpart personnel</p> <p>2 Assist assessment of existing energy facilities</p>

Handwritten initials and marks at the bottom of the page.

Working Items	Undertakings by JICA	Undertakings by MEWPSRTS
<p>b) Input of energy data and information collected in Phase I</p> <p>2. Development of models for energy demand</p> <p>a) Development of models for demand projection</p> <p>b) Projection of energy demand and studies on energy supply structures based on different economic growth scenarios</p>	<p>1 Supervision of data input</p> <p>1 Development of models for demand projection</p> <p>1 Arrangement of different economic growth scenarios</p> <p>2 Projection of energy demand based on different economic growth scenarios</p> <p>3 Studies on energy supply structures based on different economic growth scenarios</p>	<p>1 Input of energy data and information collected in Phase I</p> <p>1 Provision of counterpart personnel</p> <p>2 Assist development of models for demand projection</p> <p>3 Assist debugging computer programmes of demand projection model</p> <p>1 Provision of counterpart personnel</p> <p>2 Assist arrangement of different economic growth scenarios</p> <p>3 Operation of energy demand projection models</p> <p>4 Assist energy supply structure studies based on different economic growth scenarios</p>
<p>Phase III: Study of energy development and utilization plans and action plans</p> <p>1. Studies of energy development and utilization plans</p> <p>a) Study of programmes to modernize and expand existing energy-related facilities</p> <p>b) Study of plans for public and private sector investments in energy development and utilization plans</p>	<p>1 Study of programmes to modernize and expand existing energy-related facilities</p> <p>1 Study of plans for public and private sector investments in energy development and utilization plans</p>	<p>1 Provision of counterpart personnel</p> <p>2 Assist study of programmes to modernize and expand existing energy-related facilities</p> <p>1 Provision of counterpart personnel</p> <p>2 Assist study of plans for public and private sector investments in energy development and utilization plans</p>

P. Heli

Working Items	Undertakings by JICA	Undertakings by MEWPSRTS
c) Study of programmes encouraging energy conservation and environmental protection	1 Study of programmes encouraging energy conservation and environmental protection	1 Provision of counterpart personnel 2 Assist study of programmes encouraging energy conservation and environmental protection
d) Study of energy pricing including electricity tariff rate and taxation policies	1 Study of energy pricing including electricity tariff rate and taxation policies	1 Provision of counterpart personnel 2 Assist study of energy pricing including electricity tariff rate and taxation policies
e) Study of legal and institutional framework in energy sector for improving institutional arrangements, operational efficiency and developing their human resources	1 Study of legal and institutional framework in energy sector for improving institutional arrangements, operational efficiency and developing their human resources	1 Provision of counterpart personnel 2 Assist study of legal and institutional framework in energy sector for improving institutional arrangements, operational efficiency and developing their human resources
f) Study of implementation schedule based on investment programme of energy sectors	1 Study of implementation schedule based on investment programme of energy sectors	1 Provision of counterpart personnel 2 Assist study of implementation schedule based on investment programme of energy sectors
g) Recommendation of additional studies	1 Recommendation of additional studies	1 Provision of counterpart personnel 2 Attendance at discussion on additional studies
2. Studies for a preliminary action plan	1. Studies for a preliminary action plan	1 Provision of counterpart personnel 2 Assist studies for a preliminary action plan

Handwritten signature and initials

3. 署名したM/M

MINUTES OF MEETING
ON
A STUDY
ON LONG TERM NATIONAL ENERGY PLAN
IN
THE REPUBLIC OF MAURITIUS

The Preparatory Study Team (hereinafter referred to as "the Team") for the technical cooperation on "A Study on Long Term National Energy Plan in the Republic of Mauritius" (hereinafter referred to as "the Study") visited the Government of the Republic of Mauritius (hereinafter referred to as "the Government of Mauritius") from 30th November to 8th December in 1995.

The Team had a series of discussions with the officials of the Ministry of Energy, Water Resources, Postal Services, Scientific Research and Technology (hereinafter referred to as "MEWPSRT"), the executing agency responsible for the implementation of this technical cooperation, and other related Mauritian authorities and made clarifications on the Study scope, methodology, responsibilities to be taken by each party and other necessary matters for defining the Scope of Work (S/W).

The main results of the discussions are summarized as follows:

1. General

1.1 Identification of Counterpart Organizations

1) MEWPSRT is the counterpart authority and the ministry for JICA to consult on matters that may arise from or in connection with the Study. Further, MEWPSRT is responsible for implementing the Study through making necessary technical / administrative arrangement with JICA and other Mauritius' Authorities and / or Agencies for the purpose of implementing the Study.

2) In order to enhance the transfer of technology and assist the JICA Study Team, MEWPSRT will assign counterpart personnel to the JICA experts in the course of the Study.

3) Due to the multi-disciplinary nature of the Study, it is agreed that an advisory committee consisting of the representatives of the relevant ministries and other energy related authorities and organizations be set up to ensure smooth implementation of the Study.

1.2 Study Schedule

The Team explained that though the date of commencing is not yet decided formally, it is expected that the Study would be started from February 1996, completed in seventeen (17) months. Both sides agreed on the tentative study schedule that is shown in Appendix I of S/W document.

2. Equipment and Tools

MEWPSRT requested that the following equipment necessary for the Study be procured by JICA:

- 2(two) sets of personal computers (IBM compatible)
- 2(two) sets of printers
- 2(two) sets of application soft wares for energy data base and model study

The Team promised to convey its request to the Government of Japan.

3. Use of MEWPSRT facilities

The Team requested that MEWPSRT should provide the Japanese Study Team with adequate office space and such other facilities as telephone / facsimile, at MEWPSRT Head Office for conducting the study in Mauritius. MEWPSRT agreed to do so, but the details will be discussed at the time of the discussion on the Inception Report.

4. Provision of data and information

In order to conduct each item of the Study scope, MEWPSRT will generally be responsible for making such data and information available to JICA.

The Team confirmed that the collected data and information should be used only for the purpose of the Study and should not be disclosed to others without prior consent of MEWPSRT.

5. Technology Transfer

In response to the MEWPSRT's question for the measures of technology transfer regarding an energy model building and its continuous operation and maintenance, the Team explained the existing JICA technical cooperation schemes that could possibly be applied, individually, such as (1) power and energy related group training courses, and (2) dispatch of an energy expert.

In addition to the above general cooperation schemes, the following means of technology transfer specific to this Study was discussed.

5.1 Request for Counterpart Training

MEWPSRT requested that in connection with the Study, counterpart personnel be trained in Japan for the effective transfer of technology. MEWPSRT will follow the formal procedures to forward the training requirements to the Japanese authorities.

The Team will convey this request to the Government of Japan.

5.2 Technology Transfer Seminar or Workshop

In order to discuss the major findings of the Study among all parties concerned, a seminar or workshop will be held at the time of Interim Report and Draft Final Report, respectively. The detailed schedule, agenda, methods, and participants of the seminar / workshop will be discussed in detail at the time of the discussion on the Inception Report.

6. Others

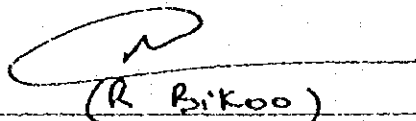
6.1 Arrangement of vehicles for the Study

Regarding the Paragraph 4.(5) of the S/W document, MEWPSRT will arrange the local transportation necessary for field studies, and JICA Study Team would bear the cost.

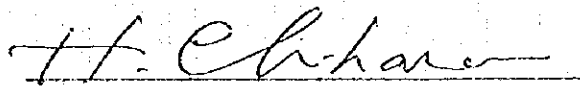
6.2 Answers to Questionnaire

MEWPSRT will submit to JICA the data and information specified at the meeting through the Embassy of Japan within one (1) week from the date of signing of this Minutes of Meeting.

Port Louis, December 7, 1995



(R. Bikoo)



f Mr. SOOCRAMANIE N VITHILINGEM
PERMANENT SECRETARY
MINISTRY OF ENERGY, WATER
RESOURCES, POSTAL SERVICES,
SCIENTIFIC RESEARCH AND
TECHNOLOGY

Mr. HIROMI CHIHARA
LEADER OF THE PREPARATORY STUDY
TEAM, JICA

attachment

LIST OF PARTICIPANTS

1. Ministry of Energy, Water Resources Postal Services,
Scientific Research and Technology

- 1) MR. SOOCRAMANIEN VITHILINGEM PERMANENT SECRETARY
- 2) MR. RAJCOOMAR BIKOO ACTING SECRETARY FOR ENERGY
DEVELOPMENT
- 3) MR. L. PERSAND ACTING STATISTICIAN
- 4) MS. K. UPADHYAYA ECONOMIST

2. JICA Preparatory Study Team

- 1) MR. HIROMI CHIHARA LEADER
- 2) MR. ATSUO TAMURA ENERGY ADMINISTRATION
- 3) MR. TATSUO TASHINO DEMAND & SUPPLY MANAGEMENT
SPECIALIST
- 4) Mr. TAKESHI NOBEHARA ECONOMIST (FOUNDING PLAN)
- 5) MR. MITSUHISA NISHIKAWA POWER SECTOR SPECIALIST
- 6) MR. TSUNEYUKI UTAMARU COORDINATION

4. 総合所見

以下は、今回の調査に参加したエコノミスト、エンジニア各団員がほぼ共通に洞察したモーリシャス国のエネルギー問題を現地報告の所見として取り纏めたものである。これにより、本件調査の実施時の団員選定、調査ポイントのめりはりなどを考察する一助となるよう期待するものである。

これは、モーリシャス政府の要請に従って今回締結したSWが、短・中・長・超長期の国家エネルギー計画からエネルギー投資環境の整備、電力セクターを中心とする最適投資計画の立案から新エネルギーの導入可能性の技術評価など、超ソフトからややハード寄りの分析・調査まで含めるなど、ややめりはりに欠けるとの反省に立つ一方、本件調査実施に対するモーリシャス政府の極めて高い期待への背景をより鮮明にすべく推察、補筆して本件調査実施の計画立案に資するものである。

転換期のモーリシャス経済

砂糖キビ生産のモノカルチャー経済から、観光産業の振興、輸出加工区(EPZ)建設による輸出志向型工業の育成により経済多角化に成功したモーリシャスは現在高中所得国への仲間入りを果たした。

この急速な経済発展の一方で、所得水準の向上とともに人件費が上昇し、工業製品の輸出競争力が低下しつつあること及び低所得者の生活を守るために実施してきた基礎資材(エネルギーを含む)の低位公定制度や社会福祉を維持するための財政的・社会的負担が大きくなってきていること等の構造的な歪みも顕在化しつつある。

拡大するエネルギー需要と投資負担

所得水準の向上と工業生産の増大とともにモーリシャスにおけるエネルギー消費も近年急速に拡大してきているが、殆ど国内にエネルギー資源を持たないモーリシャスにとってエネルギー資源輸入が国際収支の圧迫要因となりつつある。また、これまでの経済発展の過程で、エネルギーセクターにおいても各種の保護政策・価格統制などが行われてきた。こうした制度の中には、高中所得国からさらに高度化を目指すモーリシャス経済にとって改正した方が望ましい、ないし最早不要と思われるものも少なくない。こうした制度は、現状において価格の歪み、消費構造の歪みとして存在している。特に、電力部門における供給不足を補うためのアドホックな設備投資の相対負担増も開発投資財源を圧迫するようになってきており、中長期の社会経済発展計画の立案をも困難にしているように見受けられる。

上記のような背景の中で、本件調査は以下の役割が期待されていると観られる。

(1) エネルギー需要予測手法の技術移転

モーリシャスにおいては、既に、UNDP/世銀の共同調査等によりエネルギーセクターレビューが行われ、2005年あるいは2010年を対象とした長期需要予測結果が出されている。また、イギリスのコンサルタント会社等による電力需要予測調査も実施されている。しかしながら、これらは需要予測そのものを目的にした調査ではなく、電力、ガソリンといったサブセクター別に比較的簡単な回帰モデルを利用して需要を推測したものにすぎない。総合的なエネルギー政策を担当するエネルギー・水資源・郵便・科学技術省 (MEWPSRT) としては、各サブセクターの競争的な市場導入などをも包括した需要予測手法を採り入れ、これら既存の予測を独自の立場で評価したいと考えている。

長期エネルギー計画は、エネルギーの安定供給確保のための政策目標を立案するための基礎資料と考えられる。そのため、継続性を保つ観点から、まず現時点までのエネルギー需給構造と問題点を把握することが必要である。今後の展開では、先進工業国や高所得国の辿った途を見据えつつ、シナリオスタディを行うわけであるが、そのためには、小型で操作性の高いエネルギーモデル等の作成が肝要であろう。また、供給面では線型計画法(LP)などによる最適化モデルの適用も考えられる。

(2) エネルギー価格政策の検討

モーリシャス国におけるエネルギー政策上の最大の問題の一つは、政策的に操作されたエネルギー価格体系にあると言われる。国際価格よりも低く設定されたガソリンやその他エネルギー価格がエネルギー資源の浪費を助長しており (シュル石油・マネージャー)、また、最適な発電設備の選択を誤らせている (世銀/UNDP報告) と指摘されている。

MEWPSRT大臣Dr. A. S. Kasenallyとの会談でも、価格政策にたいする本格調査団の適切な助言を期待するとの発言が行われた。

(3) エネルギー関連制度・機構・法制面の検討

既述の通り、モーリシャス経済は現在大きな転換期にさしかかっており、公益事業の民営化や現在の基礎資材公定価格の自由化等の検討が大きな議題となりつつある。エネルギー部門はこうした議論の中心にあることから、本格調査団は、現在の政策なり、組織なりの役割を再評価して、モーリシャスにおける長期的に最適なエネルギー需給を考慮した上で、これを達成あるいは望ましい方向に展開するためのシナリオを作るための制度・機構・法制面での提言が期待されている。

しかし、この点は日本においても難しい課題と考えられており、モーリシャス国政府においても簡単に受け入れられとは思えないが、関係当局と十分打ち合わせの上でシナリオを練る必要がある。

(4) 電力投資計画の検討

モーリシャスにおける電力投資を考える場合の留意すべき問題としては、i)希少な国産エネルギー資源であるバガスを利用した民間発電計画の将来性、ii)政府の関税制度、価格維持政策、またCEBの原価計算方式等により歪んでいるとみられる最適電源構成の選定、iii)風力、太陽光等を利用した新エネルギー開発の動向等がある。

特に、電力事業が公営事業ということで、電力原価計算には企業会計システムが採用されておらず、減価償却・財務経費を含むいわゆる電力原価の認識が欠落しているため、最近の新電源投入の動向をみてもコスト・ミニマムになっていない可能性もある。経営形態はともかく、原価意識を持つという観点から、経営の健全化を図るために、会計システムの改善も必要と思われる。

投資の懐妊期間の長い電力投資については2000年迄の投資計画はほぼ決められているかにみられるが、より長期的な観点からは、財務面よりも国家経済面からみた最適投資計画の策定が必要と思われる。

なお本格調査において特に留意する点につき、以下に記述する。

① データ収集での留意点

これまでに収集、あるいは今回収集した資料をみる限り、総合化されたデータは比較的揃っている。また、過去10年程度の時系列経済・エネルギー需給データの蓄積があり、計量経済学的手法によるエネルギー部門と一般経済の相互作用の分析・予測が可能と思われる。今回の事前調査では追求出来なかったものの、それらの総合化データは各要素を積み上げたものであるため、原データ・生データがあるはずである。MEWPSRTやCEB等でのデータに関する打ち合わせの感触では、原データ・生データの入手はかなり難しそうである。それは、それらのデータが散逸してしまったのかあるいは保管上の問題なのかは不明である。エネルギーバランス表を作るにしても、予測モデルを作る上でもブレイクダウンしたデータの入手は不可欠であることから、詳細データの収集には当該関部局との緊密な打ち合わせが必要である。また、データの中には、当該関係部局の推定値も含まれていることもあるので、原データ・生データの取り扱いと混同しないように注意する必要がある。また、供給面については、LPなどによる最適化モデルの適用も考えられる。

② プロジェクト運営上の留意点

モーリシャスでは、1995年12月20日に行われた総選挙により長期にわたり政権を維持してきた与党が惨敗し、新政権が誕生した。政権が落ち着き主要大臣ポストは1996年1月に決定すると言われる。小国とはいえ、英仏圏文化の中で順調に経済発展を進め、高

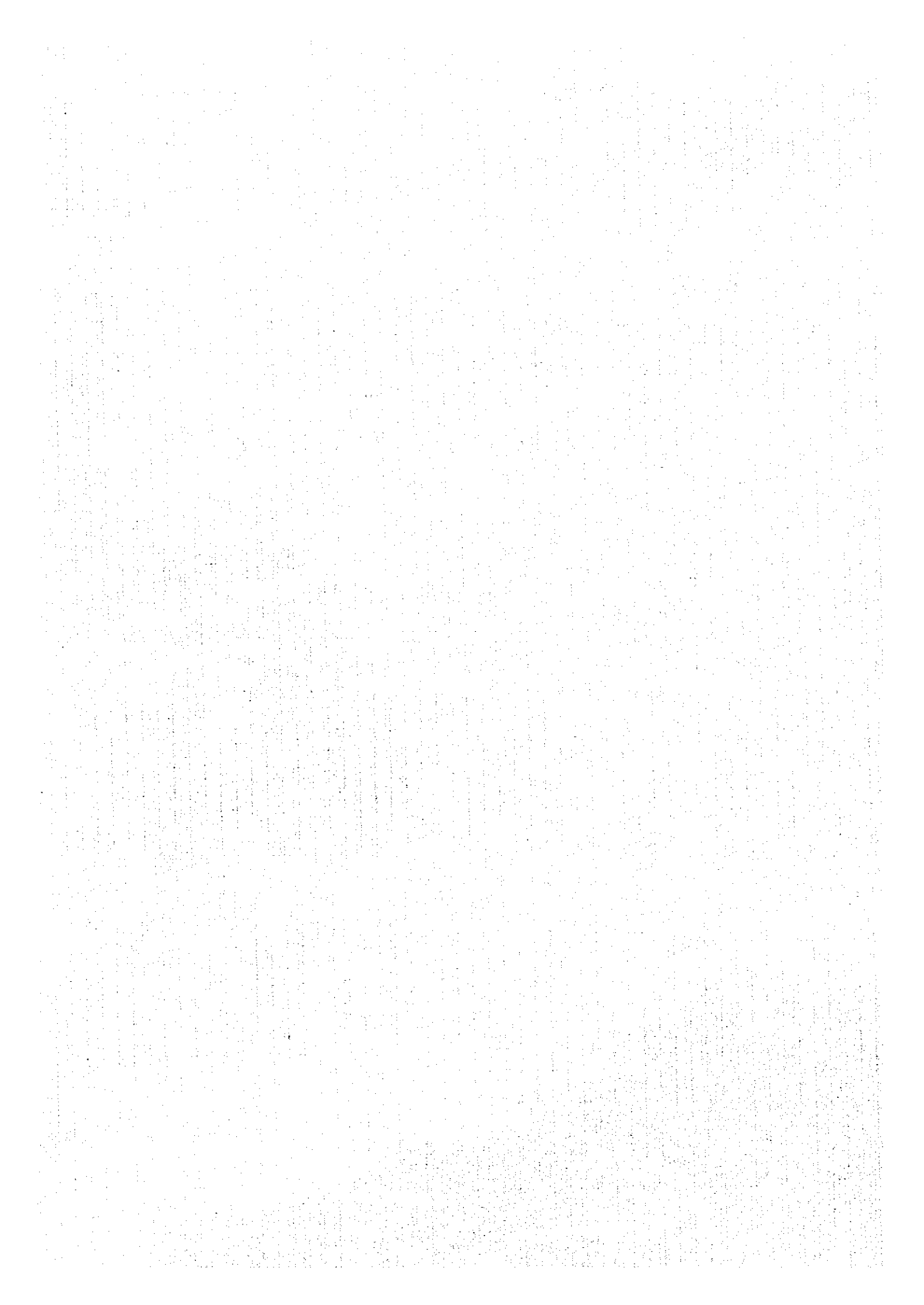
中所得国の地位を達成しつつある政府が、エネルギーセクター全般に及ぶ短中長期開発計画をマルチ援助機関ではないJICAに要請するのは異例のことであろう。

国内エネルギー資源の乏しいモーリシャスでは経済発展とともに電力投資が肥大化する一方、発電所の投資決定プロセスでは、CEB、MEWPSRTなどの利権も錯綜し、政府の関与が強すぎるとの批判も指摘されている（世銀）。また、エネルギー需給計画の全体枠組みや基礎条件である目標マクロ経済指標など上位の社会・経済発展計画の策定も1994年以降のものは発表されていない（経済計画開発省）。

上記のような背景の中で、本件調査はS/Wにもあるように全体として超ソフトと言える内容となっており、報告書の方向性がある種の政治的な含意に結びつく恐れなしとはしない。従って、調査の実施では、その歴史・社会・文化の土壌を洞察し、関係当局との広範かつ継続的な対話を通じ、出来るだけ客観的な調査態度を維持することは殊更に大切であろう。また、本調査では、エネルギーモデルの作成・ローリング技術などの技術移転も協力の大きな柱となっており、このため団員の現地調査アサインも、出来るだけ継続的にエネルギー関係当局と接触を保ち、対話・調整が可能なプロジェクト運営体制を維持できる要員配置とする必要がある。

そのために、本件調査とエネルギー省への専門家派遣の組み合わせや関係当局カウンターパートの個別研修、エネルギー開発集団コースへの参加の促進なども、技術移転をより確実にし、本分野での継続的な協力を進める上でも大変に効果的であろう。

第3章 モーリシャス国エネルギーセクターの現状と問題点



第3章 モーリシャス国エネルギーセクターの現状と問題点

1. マクロ経済動向とエネルギー概況

(1) 経済動向

モーリシャス (Republic of Mauritius) は、マダガスカルの東方約800 Kmに位置する人口108万人 (1994年央)、国土面積1,980平方Kmの小さな島国である。主島であるモーリシャス島 (国土面積の91%を占める。) に人口の97%が集中している。第二の島はロドリゲス島 (人口約3.8万人) で、その他に南北アグレガの2島 (合計人口約400人) がある。

天然資源に恵まれないモーリシャス経済活動の中心は、植民地時代から砂糖キビ生産であった。しかしながら1971年以降、輸出加工区 (EPZ - Export Processing Zone) の設置により外資の導入、輸出指向型産業の育成を図ってきた結果、繊維・衣料、食品加工等の工業開発が進み、1985年にはEPZからの輸出額が砂糖の輸出額を上回るまでになった。また観光開発にも注力し、「ヨーロッパ人の避寒地」としての地位を確立させ、1994年における観光客受け入れ総数は年間40万人を超え、この観光収入が砂糖輸出額に近い約50億ルピー (Mauritian Rupee - 1994年における公定為替レートは1USドル当たり17.863ルピー) を稼ぐまでになっている。

砂糖生産のモノカルチャー経済からの脱皮に成功したモーリシャス経済は、世界経済全体が低迷する中で順調な成長を記録した。1985年から94年までの最近10年間の国内総生産 (GDP) の年平均成長率は6.4%と高く、国民一人当たりGDPも1994年には3,179USドルと、3,000ドルの壁を超えて「中進国」の仲間入りを目指す水準に達するに至っている。

これまで順調な成長を遂げてきたモーリシャス経済も、80年代終わり頃からは経済発展に伴う各種の歪みをも露呈するようになってきている。この1つは、所得水準の向上とともに人件費が上昇し、工業製品の輸出競争力が低下しつつあることである。このために工業製品輸出の伸びや外資流入に若干の鈍化がみられようになっている。もう1つは、低所得者層の生活を守るために採られてきた基礎資材 (エネルギーを含む) の価格公定制度や社会福祉制度を維持するための財政的・社会的負担が大きくなってきたことである。また、輸出振興のために採られてきた各種のインセンティブ制度も市場構造を歪める原因の一つとなってきている。

モーリシャスの主要経済指標が表3.1から表3.7に示されている。

表3.1 人口推移

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Population (Mid-year, 1,000)	986	994	1,002	1,009	1,017	1,025	1,036	1,050	1,063	1,078
Annual Growth Rate (%)	0.8	0.8	0.7	0.8	0.9	0.7	1.1	1.4	1.2	1.4

出所 : Annual Digest of Statistics, 1994, Central Statistical Office & C.S.O. Printout

表3.2 国民所得勘定

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
GNP at market prices (Rp. million)	15,918	18,971	23,043	27,210	31,962	37,695	42,724	46,097	54,940	61,144
GNP per capita at market prices (Rp.)	16,157	19,038	22,956	26,766	31,418	36,782	41,247	45,803	51,692	56,794
GDP at market prices (Rp. million)	16,618	19,700	23,576	27,803	32,265	38,035	42,635	47,926	54,877	61,544
GDP at factor cost (Rp. million)	13,880	16,450	19,695	23,181	27,074	31,790	35,817	40,686	46,452	52,394
Real annual growth rates of GDP (%)	6.8	8.9	8.4	6.1	4.7	7.2	4.3	6.7	5.0	5.0

出所 : 表3.1に同じ。

表3.3 物価

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Inflation rate (%)	6.7	1.8	0.6	9.2	12.6	13.5	7.0	4.6	10.5	7.3
Official exchange rate (Rp./US Dollar)	na	na	na	13,834	14,996	14,322	14,794	16,998	18,656	17,863
Interest rates (%)										
- Discount rate (end of period)	na	na	na	10.00	12.00	12.00	11.30	8.30	8.30	13.80
- Deposit rate	na	na	na	10.00	11.06	12.56	12.31	10.07	8.40	11.04
- Lending rate	na	na	na	14.96	16.13	18.00	17.75	17.13	16.58	18.92

出所 : Annual Digest of Statistics, 1993, C.S.O. 及び IFS, IMF, Nov. 1995

表3.4 産業別国内総生産

(単位：名目価格表示・百万ルビ一)

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Agriculture, hunting, forestry and fishing	2,123	2,510	2,884	3,067	3,370	3,895	4,093	4,464	4,519	4,750
of which sugar	1,538	1,905	2,124	2,177	2,355	2,675	2,658	2,906	2,729	2,850
Mining and quarrying	20	22	25	27	30	37	45	54	65	76
Manufacturing	2,864	3,830	4,841	5,627	6,365	7,461	8,274	9,361	10,676	11,738
of which sugar	438	605	676	597	652	720	727	821	775	815
of which EPZ	1,333	1,900	2,585	3,125	3,450	3,975	4,400	5,000	5,745	6,154
Electricity, gas and water	397	462	490	517	577	507	775	950	1,205	1,251
Construction	775	880	1,045	1,370	1,735	2,220	2,590	3,005	3,485	3,990
Wholesale & retail, restaurants & hotels	1,834	2,300	2,962	3,785	4,540	5,455	6,100	6,900	8,115	9,240
of which wholesale & retail	1,494	1,885	2,427	3,125	3,725	4,400	4,920	5,500	6,415	7,275
of which restaurants & hotels	340	415	535	660	815	1,055	1,160	1,400	1,700	1,965
Transport, storage & accommodation	1,510	1,775	2,075	2,425	2,949	3,490	4,200	4,810	5,430	6,321
Financing, insurance, real estates, etc.	2,190	2,335	2,482	2,723	3,261	3,900	4,223	4,972	5,557	6,186
Government and other services	2,167	2,336	2,891	3,590	4,247	4,825	5,517	6,170	7,400	8,842
Gross Domestic Products (factor cost)	13,880	16,450	19,695	23,181	27,074	31,790	35,817	40,686	46,452	52,394
(Composition of GDP, %)										
Agriculture, hunting, forestry and fishing	15.3	15.3	14.6	13.2	12.4	12.3	11.4	11.0	9.7	9.1
of which sugar	11.1	11.6	10.8	9.4	8.7	8.4	7.4	7.1	5.9	5.4
Mining and quarrying	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Manufacturing	20.6	23.3	24.6	24.3	23.5	23.5	23.1	23.0	23.0	22.4
of which sugar	3.2	3.7	3.4	2.6	2.4	2.3	2.0	2.0	1.7	1.6
of which EPZ	9.6	11.6	13.1	13.5	12.7	12.5	12.3	12.3	12.4	11.7
Electricity, gas and water	2.9	2.8	2.5	2.2	2.1	1.6	2.2	2.3	2.6	2.4
Construction	5.6	5.3	5.3	5.9	6.4	7.0	7.2	7.4	7.5	7.6
Wholesale & retail, restaurants & hotels	13.2	14.0	15.0	16.3	16.8	17.2	17.0	17.0	17.5	17.6
of which wholesale & retail	10.8	11.5	12.3	13.5	13.8	13.8	13.7	13.5	13.8	13.9
of which restaurants & hotels	2.4	2.5	2.7	2.8	3.0	3.3	3.2	3.4	3.7	3.8
Transport, storage & accommodation	10.9	10.8	10.5	10.5	10.9	11.0	11.7	11.8	11.7	12.1
Financing, insurance, real estates, etc.	15.8	14.2	12.6	11.7	12.0	12.3	11.8	12.2	12.0	11.8
Government and other services	15.6	14.2	14.7	15.5	15.7	15.2	15.4	15.2	15.9	16.9
Gross Domestic Products (factor cost)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

出所：表3.1に同じ。

表3.5 観光

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Tourist earnings (Rp. million)	845	1,190	1,786	2,381	2,796	3,500	3,940	4,655	5,300	4,925
Tourist arrivals ('000)	148.7	165.3	207.6	239.3	262.8	291.6	300.7	335.4	374.6	400.5

出所：表3.1に同じ。

表3.6 砂糖生産の推移

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Production volume ('000 M tons)	646	707	691	634	568	624	611	643	565	500

出所：表3.1に同じ。

表3.7 輸出入推移

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Total imports (c.i.f., Rp. million)	6,119	9,199	13,042	17,460	20,217	23,943	24,383	25,260	30,319	34,473
Total exports (f.o.b., Rp. million)	6,644	9,063	11,497	13,465	16,049	17,596	18,700	20,244	22,952	24,097
of which sugar	2,867	3,553	4,328	4,550	4,946	5,212	5,298	5,641	5,770	5,742
of which EPZ	3,272	4,986	6,567	8,176	9,057	11,474	12,136	13,031	15,821	16,546

表3.1に同じ。

(2) モーリシャスにおけるエネルギー資源

モーリシャスの国内エネルギー資源は限られている。水力発電については、現在8ヶ所の発電所があり約60 MWの発電能力を有しているが、年間を通じて稼働できる発電所は2ヶ所に過ぎず供給は不安定である。また国内の内蔵水量と給水や灌漑等の他用途の需要を勘案すると、今後の水力発電開発の余地は少ない。

最も豊富な国内エネルギー資源は、砂糖製造時に砂糖キビの搾りかすとして生じる「バガス」である。ESMAP（世銀/UNDP共同調査）報告書（Mauritius Energy Sector Review, Dec. 1994）によると、1992年における砂糖生産量は5.8百万トンで、バガス生産量は約1.7百万トンであった。バガスは、砂糖工場内で必要とされる燃料及び発電に利用され、工場内での消費をこえる余剰電力は中央電力公社（CEB）に売電されている。1992年における砂糖工場からの売電量は85 GWhであった。これに要するバガスは26.5万トン、残りの143.5万トンが砂糖工場の自家消費量であると推定された。バガスのエネルギー換算値から、1992年におけるバガス全体のエネルギー生産量は27.2万t o e（石油換算トン）で、これは同年のモーリシャスにおける一次エネルギー国内総供給量の38%を占めた。

モーリシャスの森林面積は2.8万haで、更にこれとほぼ等しい面積の灌木の生えた民間所有の草原地がある。1990年現在、これらの土地から産出される木材は約14万立方m（丸太換算）で、このうち木材燃料には10万立方m（約2.4万t o e）が充てられた。この殆どが家庭における利用であるが、木材燃料の利用はLPGの家庭への普及とともに減少し、90年において燃料として木材を利用する家庭は全体の26%程度に過ぎず、また90年以降も、この木材燃料の利用は減少を続けているとみられている。

現在、風力や太陽熱等のその他の再生可能エネルギー資源の利用は極めて限られている。しかしながらモーリシャス気象庁によると、風力については年間平均風速8 m/秒と十分に利用可能であり、特に海岸沿いの地域には適地が多い。また、太陽光も豊富であるが、現在は、若干温水器に利用されているのみである。

モーリシャスには、現在確認されている石油、天然ガス、石炭等の資源はなく、また国内における石油精製も行われていない。このために国内エネルギー消費の拡大が、殆どそのまま輸入の拡大につながる構造となっている。

(3) 経済動向とエネルギー消費の関連

モーリシアスにおける国内エネルギー消費と経済成長との関係を見るために、1984年から93年までの石油換算トン・ベースによる国内エネルギー総消費量の推移をみると、表3.10に示すごとく84年の497.9千toeから93年の867.9千toeへと年平均6.5%の成長であった。これに対してGDP（1984年固定要素価格表示）の推移をみると、84年の120.5億ルピー（モーリシアス・ルピー）から93年には211.4億ルピーへと、ほぼエネルギー消費量と等しい年平均6.4%の成長を示している。さらにGDP百万ルピーを産出するのに必要とされるエネルギー消費量原単位を算定すると、1984年の41.3toeに対して93年は41.1toeであった。これらからみる限り、モーリシアスにおいては過去10年間、経済成長とエネルギー消費がほぼ同じ割合で伸びてきた結果となっている。

しかしながら上記の関係は、砂糖工場がバガスを利用して工業内で消費するエネルギー量を除くと大きく異なってくる。砂糖工場内のバガス消費量を除くモーリシアスの1984年の国内エネルギー総消費量は290.6千toeで、これは93年には642.9千toeへと年平均9.2%に達する高い伸びを示している。

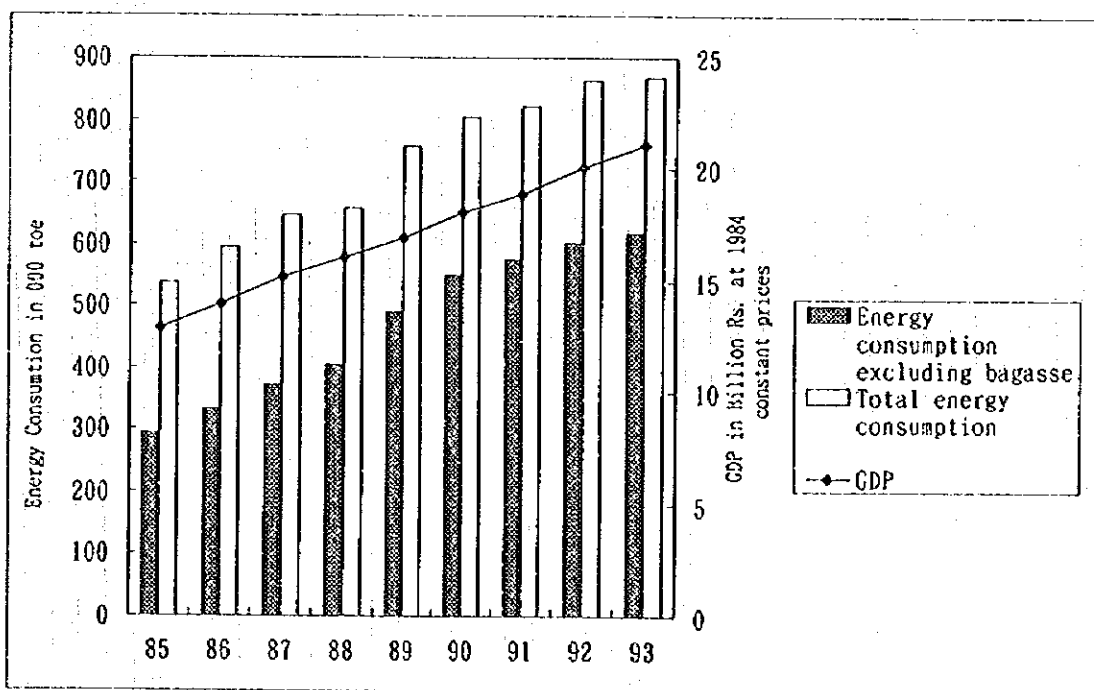


図3.1 モーリシアスのGDPとエネルギー消費の関連

2. エネルギー需給動向

(1) モーリシアスにおけるエネルギー・バランス

ESMAP調査において、1992年におけるモーリシアスのエネルギー・バランス表が作成された。この結果が表3.8に示されている。

このエネルギー・バランス表においては、木炭利用についてはデータ不足のためにカウントされていなかった。その後、MEWPSRTが「エネルギー統計 1984-93」を発表し、この中では木炭の供給・消費量の推定値も含めた①一次エネルギーの供給量、②電力部門（転換部門）における投入・アウトプット量、③最終需要部門別消費量の1984年から93年までの推移表が掲載されているので、これに基づく過去10年間のエネルギー・バランス表が作成可能となっている。

MEWPSRT統計による需給推移については後述する（ESMAP報告書との若干の数字のズレがあるが、この原因の究明は本格調査団に委ねる。）ために、ここでは表3.7に基づき1992年のエネルギー需給の特徴をみることにする。

1992年における木材燃料を除くモーリシアス国内一次エネルギー供給総量は71.8万toeで、このうち27.2万toe（37.8%）がバガスであった。これに次ぐのが、主として発電に利用される重油13.2万toe（18.3%）で、これに輸送用に利用されているディーゼル燃料10.8万toe（15.0%）、ガソリン6.9万toe（9.7%）が続いている。国産エネルギーはバガスと水力のみで、この供給総量は30.9万toeであるのに対して、石油製品、LPG、石炭からなる輸入エネルギー供給総量は40.9万toeでエネルギー輸入依存度は57.0%に達している。

転換部門は、電力セクターのみで、22.8万toeが投入され、80.9万GWh（7.0万toe）の発電が行われている。発電に利用されている一次エネルギー源の第1は、重油10.5万toeで、これにバガス4.3万toe、水力3.7万toe、ケロシン2.3万toe、石炭2.1万toeが続いている。

一方、国内最終エネルギー消費総量は54.9万toeで、この最終需要部門別内訳は、産業セクター30.3万toe（55.1%）、商業セクター1.7万toe（3.0%）、家庭セクター6.4万toe（11.7%）、輸送セクター等16.5万toe（30.1%）であった。産業セクターの中では砂糖工場におけるバガス消費が22.9万toeで、76%迄を占めている。

表3.8 モーリシアス国のエネルギー・バランス(1992年) (単位: 千石油換算トン)

	自動車用 ガソリン	ディーゼル オイル	重油	ケロシン	LPG	電力	水力	石炭	バガス ^{<2>}	合計
国内生産	-	-	-	-	-	-	37.1	-	271.5	308.6
輸入	69.4	159.3	159.4	183.2	31.4	-	-	44.9	-	647.6
輸出及びバンカー	-	-51.8	-19.3	-141.7	-	-	-	-	-	-212.8
在庫変動	-	-	-8.6	-4.2	-	-	-	-12.6	-	-25.4
一次供給計	69.4	107.5	131.6	37.2	31.4	-	37.1	32.3	271.5	718.0
<転換部門> 発電	-	-	-104.8	-22.8	-	-	-37.1	-21.2	-42.5	-228.4
・投入	-	-	-	-	-	69.5	-	-	-	69.5
・アウトプット	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ロス ^{<4>}	-	-	-	-	-	-10.3	-	-	-	-10.3
<最終需要部門> ・産業	-	14.0	26.7	-	0.8	21.0	-	11.2	229.0	302.7
・商業	-	-	-	-	2.2	14.5	-	-	-	16.7
・家庭	-	-	-	14.5	28.4	21.4	-	-	-	64.3
・輸送その他	69.4	93.5	-	-	-	2.3	-	-	-	165.2
最終消費合計	69.4	107.5	26.7	14.5	31.4	59.2	-	11.2	229.0	548.9

注 1) データ不足のために木炭利用はカウントしていない。 2) 売電用 42.5、砂糖工場用 229.0 の合計。

3) 転換ロス分を含む消費。

4) 発電所内ロス、送配電ロスを含む。

出所: 「MAURITIUS - ENERGY SECTOR REVIEW」、E.S.M.A.P.、1994年12月

(2) エネルギー源別一次エネルギー供給推移

MEWPSRT発行の「エネルギー統計」に基づき、モーリシャスにおける1984年から93年までの10年間の国内一次エネルギー供給総量の推移をエネルギー源別にみた結果が表3.9に示されている。

既述の通り、1984年から93年の間に一次エネルギー供給量は49.8万toeから86.8万toeへと1.7倍以上に増加した。この内訳をみると、バガスを中心とする国産エネルギー供給量が25.8万toeから29.7万toeへと微増したのみであるのに対し、輸入エネルギーが24.0万toeから57.1万toeへと急速な増加を示したことが特徴的となっている。

なおMEWPSRTの統計においては輸入エネルギーの供給量は輸入量をベースに算定されている。実際の供給量を国内販売量において捉えるためには、国内石油会社からの販売データを入手する必要がある。

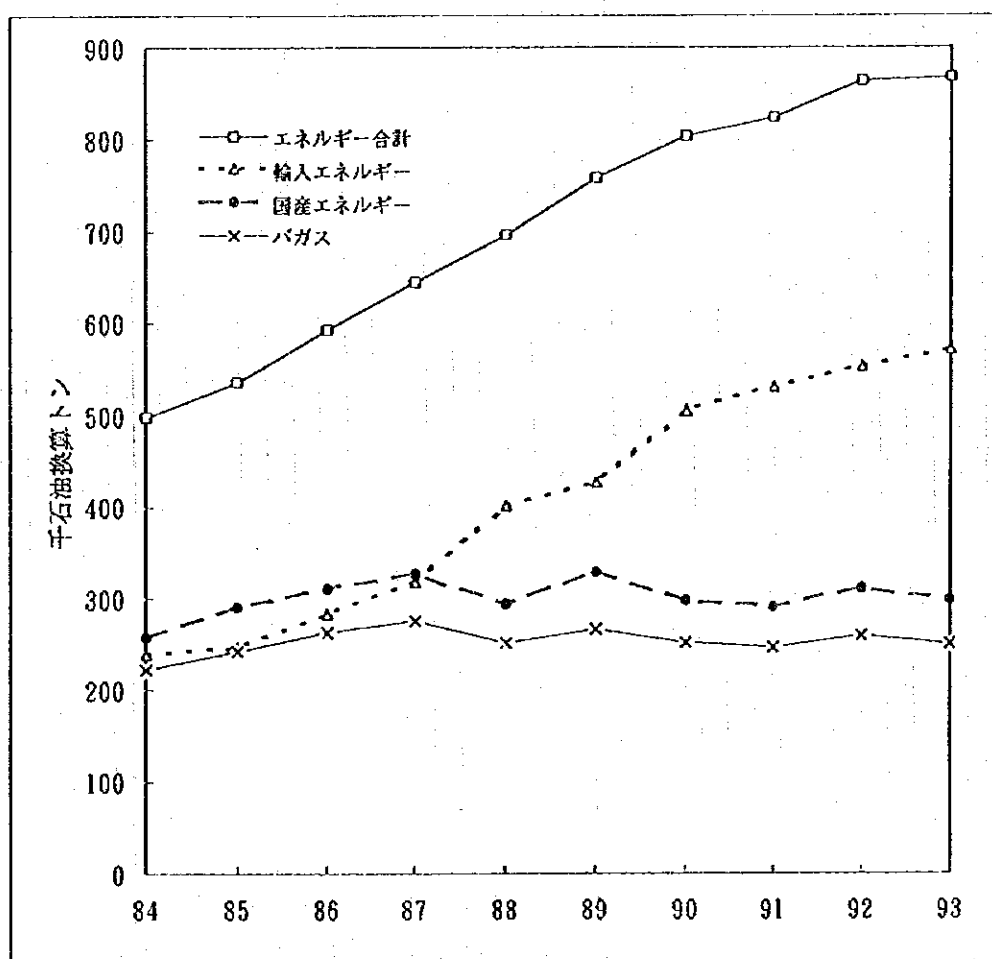


図3.2 国内一次エネルギー供給量の推移

表3.9 国内一次エネルギー供給量推移

単位	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
輸入エネルギー										
Gasoline	34,315	34,795	38,161	43,264	47,462	52,931	59,199	61,453	67,848	72,161
Diesel oil	54,534	56,288	63,889	70,308	76,879	81,171	91,339	94,572	105,614	115,603
Dual purpose kerosene	67,304	72,691	87,314	98,886	139,522	141,863	165,266	166,467	171,052	148,974
Fuel oil	75,848	55,921	63,329	69,122	93,796	87,799	120,264	134,422	128,043	156,229
LPG	2,379	2,537	3,490	8,106	13,249	19,941	22,547	25,719	28,684	31,529
Coal	4,553	33,218	35,957	36,600	38,000	57,000	60,000	65,000	67,000	60,000
国産エネルギー										
Hydro electricity	64	114	109	139	100	148	85	76	113	104
Bagasse	1,889	1,517	1,643	1,717	1,573	1,663	1,576	1,543	1,625	1,562
Wood & charcoal	53,225	55,135	59,554	53,376	52,000	78,000	68,000	68,000	63,000	62,000
輸入エネルギー										
Gasoline	37.1	37.6	41.2	46.7	51.3	57.2	63.9	66.4	73.3	77.9
Diesel oil	55.1	56.9	64.5	71.0	77.7	82.0	92.3	95.5	106.7	116.8
Dual purpose kerosene	70.0	75.6	90.8	102.8	145.1	147.5	171.9	173.1	177.9	154.9
Fuel oil	72.8	53.7	60.8	66.4	90.0	84.3	115.5	129.1	122.9	150.0
LPG	2.6	2.7	3.8	8.8	14.3	21.5	24.4	27.8	31.0	34.1
Coal	2.8	20.6	22.3	22.7	23.6	35.3	37.2	40.3	41.5	37.2
輸入エネルギー小計	240.3	247.1	283.4	318.4	401.9	427.9	505.1	532.2	553.3	570.9
国産エネルギー										
Hydro electricity	14.1	25.2	24.1	30.7	21.9	32.6	18.7	16.6	24.9	22.8
Bagasse	222.3	242.7	262.8	274.7	251.7	266.1	252.2	246.9	260.1	250.0
Wood & charcoal	21.1	21.9	23.3	21.0	20.5	30.7	26.9	26.9	25.0	24.3
国産エネルギー小計	257.5	289.8	310.2	326.3	294.0	329.4	297.8	290.5	310.0	297.1
合計	497.9	536.8	593.6	644.7	696.0	757.3	802.8	822.6	863.3	867.9

出所 : Energy Statistics 1984-93, May 1995, MEWPSRT

(3) セクター別エネルギー消費の推移

前項と同じ「エネルギー統計」に基づき、モーリシャスにおける1984年から93年までの10年間の国内エネルギー消費総量の推移を消費セクター別にみた結果が表3.10に示されている。

この表における国内エネルギー消費量は、電力消費量を石油換算トンに転換する際に、この転換ロスを考慮せずに一次エネルギー・ベースでのt.o.e.としてために、エネルギーバランス表における最終消費の内訳とはなっていない。

上表に基づきセクター別シェアを1984年と93年において比較すると、砂糖産業のシェアが41.6%から25.9%への大きく減少する一方、これを其他工業と、輸送セクターのシェアの伸びによって補ってきているのが明確となっている。

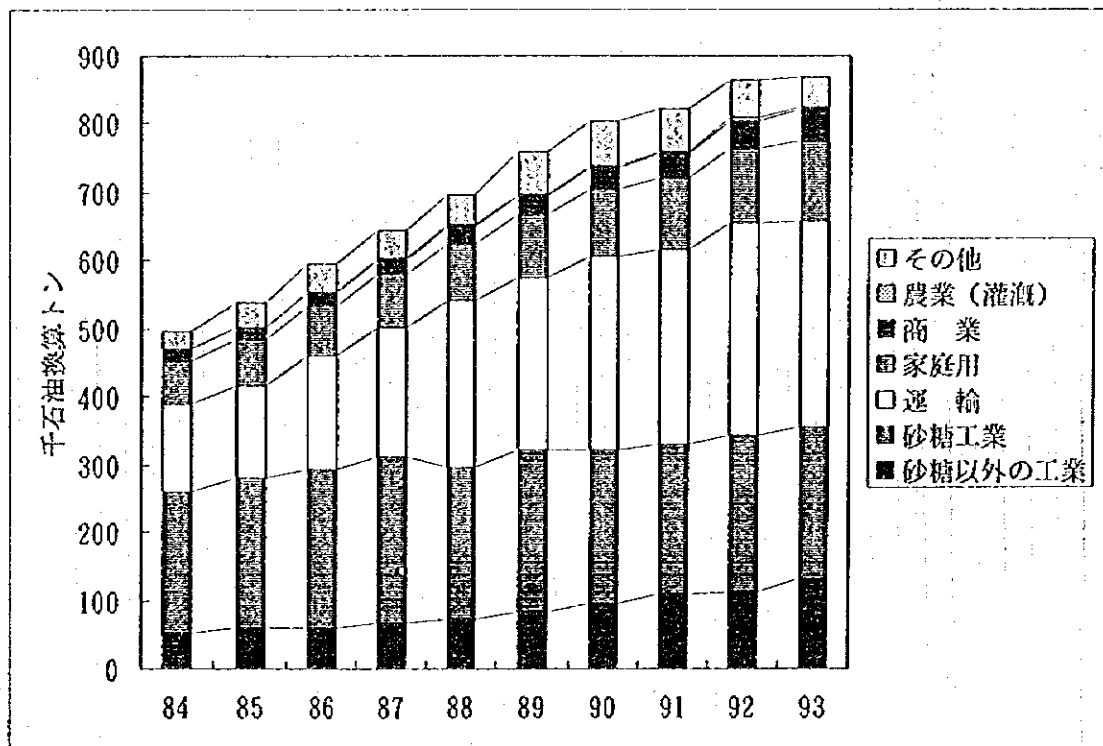


図3.3 国内エネルギー消費構造の変化

表3.10 セクター別国内エネルギー消費量推移

(単位：千石油換算トンtoe)

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
1. Industry	259.8	279.8	294.8	313.4	297.3	321.8	321.8	329.7	344.0	357.1
a) Excluding sugar industry	52.4	59.8	59.3	68.4	74.4	83.9	96.1	108.6	111.0	132.1
Fuel oil	14.2	17.6	16.6	14.8	18.8	21.4	22.8	28.9	26.1	42.7
Diesel oil	13.2	13.8	8.6	8.2	8.5	9.6	12.1	13.1	14.1	14.1
LPG	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	1.6
Coal	1.0	1.8	2.5	9.0	6.3	7.4	9.3	9.9	10.9	11.2
Wood	4.9	5.0	5.5	4.9	4.8	4.6	4.6	4.9	5.3	5.7
Electricity	19.2	21.7	26.1	31.3	35.8	40.6	46.7	51.1	53.8	56.8
b) Sugar industry	207.3	220.0	235.5	245.0	222.8	237.9	225.7	221.1	233.0	225.0
Bagasse	207.3	220.0	235.5	245.0	222.8	237.9	225.7	221.1	233.0	225.0
2. Transport	130.2	136.7	165.7	188.2	242.6	253.2	284.9	286.0	311.2	300.8
Gasolene	37.1	37.6	41.2	46.7	51.3	57.2	63.9	66.4	73.3	77.9
Diesel oil	40.2	41.6	54.4	60.9	66.9	70.2	76.7	78.0	85.7	94.3
Jet fuel	52.9	57.5	70.1	80.6	124.5	125.8	144.2	141.7	152.2	128.6
3. Domestic (household)	63.9	66.5	72.5	79.2	83.7	92.6	98.2	103.9	109.0	117.7
Kerosene	17.1	18.1	20.7	22.2	18.9	17.0	16.1	14.7	12.8	13.3
LPG	2.0	2.1	3.1	7.7	12.9	19.9	22.2	25.3	28.1	28.9
Wood	14.5	15.0	16.4	14.6	14.3	15.2	15.2	15.2	15.2	14.4
Charcoal	0.9	0.9	0.7	0.7	0.9	0.9	0.9	0.7	0.7	0.7
Electricity	29.5	30.4	31.6	34.0	36.8	39.6	43.8	48.0	52.2	60.3
4. Commercial	17.3	17.7	19.4	21.8	24.5	26.5	30.7	35.7	39.9	45.0
LPG	0.6	0.6	0.7	0.9	1.2	1.3	1.6	1.8	2.2	3.5
Charcoal	1.3	0.9	0.7	0.7	0.9	1.3	1.3	1.1	0.7	0.7
Electricity	15.4	16.1	18.0	20.2	22.4	23.9	27.8	32.8	37.0	40.7
5. Agriculture (irrigation)	1.8	1.2	1.5	1.6	2.5	1.6	3.0	3.1	3.5	3.2
Electricity	1.8	1.2	1.5	1.6	2.5	1.6	3.0	3.1	3.5	3.2
6. Other	25.0	34.9	39.8	40.4	45.3	61.7	64.3	64.1	55.7	44.1
7. TOTAL	497.9	536.8	593.6	644.7	696.0	757.3	802.8	822.6	863.3	867.9

出所：表3.9と同じ。

3. 輸入燃料の推移

1984年から93年までの製品別輸入燃料の推移が、表3.11に、輸入量原単位及び石油換算トン・ベースにおいて示されている。

上記の輸入燃料の一部は船舶及び航空機のバンカー用に向けられ、残りが国内消費に向けられる。バンカー向け燃料輸入の推移が表3.12に取りまとめられている。

さらに、モーリシアスの国内エネルギー消費に占める輸入エネルギーのシェアの推移を、バンカー向けを含めたものと除いたものとに区分して、表3.13に示した。表からも明らかなごとく、モーリシアスのエネルギー輸入全体を対象とした輸入依存度は、1984年の60%から93年には78%にも達している。また、バンカー用途向けを除く輸入量のみを対象とした場合においても、この輸入依存度は84年の50%から93年には70%に達している。

表3.11 エネルギー輸入の推移

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Import Volume in Tons										
Gasoline	33,560	31,827	40,668	43,353	44,609	54,205	55,966	65,386	63,724	74,789
Diesel oil	96,422	92,845	131,603	148,925	141,682	164,815	153,932	153,870	165,968	180,040
Dual purpose kerosene	58,317	71,469	87,664	117,333	128,688	160,862	166,847	157,106	168,650	160,868
Fuel oil	90,518	86,468	73,645	105,841	119,757	109,359	139,687	143,482	169,709	178,922
LPG	2,697	2,456	5,105	10,982	17,693	18,296	22,529	26,008	29,071	29,185
Coal	25,396	27,650	55,700	50,000	39,997	66,009	80,106	66,000	72,000	62,904
Import Volume in '000 toe										
Gasoline	36.2	34.4	43.9	46.8	48.2	58.5	60.4	70.6	68.8	80.8
Diesel oil	97.4	93.8	132.9	150.4	143.1	166.5	155.5	155.4	167.6	181.8
Dual purpose kerosene	60.7	74.3	91.2	122.0	133.8	167.3	173.5	163.4	175.4	167.3
Fuel oil	86.9	83.0	70.7	101.6	115.0	105.0	134.1	137.7	162.9	171.8
LPG	2.9	2.7	5.5	11.9	19.1	19.8	24.3	28.1	31.4	31.5
Coal	15.8	17.1	34.5	31.0	24.8	40.9	49.7	40.9	44.6	39.0
TOTAL in '000 toe	299.8	305.3	378.8	463.7	484.0	558.0	597.5	596.2	650.8	672.2

出所：表3.9と同じ。

表3.12 パンカール向けエネルギーの推移

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Bunker use in tons										
Diesel oil	33,833	35,529	46,923	63,538	71,949	82,205	58,630	53,385	50,061	36,780
Fuel oil	12,581	12,909	20,777	24,104	25,074	21,190	20,335	19,376	33,804	25,259
Bunker use in '000 toe										
Diesel oil	34.2	35.9	47.4	64.2	72.7	83.0	59.2	53.9	50.6	37.2
Fuel oil	12.1	12.4	20.0	23.1	24.1	20.3	19.5	18.6	32.5	24.3
TOTAL in '000 toe	46.3	48.3	67.3	87.3	96.7	103.4	78.7	72.5	83.0	61.4

出所：表3.9と同じ。

表3.13 エネルギー輸入依存度の推移

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Gross inland energy consumption in '000 toe	497.9	536.8	593.6	644.7	696.0	757.3	802.8	822.6	863.3	867.9
Imports in '000 toe										
Total imports	299.8	305.3	378.8	463.7	484.0	558.0	597.5	596.2	650.8	672.2
Import dependency (%)	60.2%	56.9%	63.8%	71.9%	69.5%	73.7%	74.4%	72.5%	75.4%	77.5%
Excluding Bunker-use	253.6	257.0	311.4	376.4	387.3	454.6	518.8	523.7	567.8	610.8
Import dependency (%)	50.9%	47.9%	52.5%	58.4%	55.6%	60.0%	64.6%	63.7%	65.8%	70.4%

出所：表3.9と同じ。

4. エネルギーコスト

モーリシャスのエネルギー価格は、全体としては、比較的国際水準に近いものとなっているとみられる。しかしながら、①各品目別に国際価格との乖離度が大きく異なっている、②価格が政府により公定されておりフレキシビリティに欠けるといふ2つの大きな問題を抱えている。

(1) 石油製品にかかる課税制度

石油製品にかかる税金としては、①輸入税、②輸入課徴金及び③販売税の3本がある。現状のこれらの税率は、以下の通りである。

表3.14 主要石油製品に対する税率

	輸入税		輸入課徴金	販売税
	従価税 ¹⁾	重量税		
ガソリン	200%	—	17%	—
ディーゼル・オイル	—	—	17%	—
重油	—	1.00 Rs / l	17%	—
ケロシン	—	—	—	—
LPG ²⁾	25%	—	17%	—

注： 1) 課税算定基準価格は c. i. f.

2) 1993年以降、輸入税、輸入課徴金とも免除されている。

出所： Energy Sector Review, Dec. 1994, ESMAP

ガソリンやディーゼル・オイルに対する税額は、自動車へのサービスとしての道路の建設・維持費を捻出するために各国とも高いが、モーリシャスにおいては、同じ自動車により利用されるガソリンとディーゼル・オイルの間の課税の差による価格差が大きくなりすぎている。

もう一つの現行の課税制度の問題は、ケロシンやLPGに対する課税が免除されているために、重油やその他の燃料が比較的割高となっていることである。これが、電力や工業セクターにおける最も効率的な燃料選択を阻害しているとみられる。

(2) 石油製品の流通機構と流通マージン

モーリシャスにおいては、1982年に国家貿易公社（STC）が設立され、基礎物資として小麦粉等の食料品とともに石油製品の輸入もSTCに独占されている。但し、実際の輸入手続きや国内の流通については、シェル石油等の国際石油資本の現地法人がこれを

担当している。この例外の一つはLPGで、この輸入権は石油会社に与えられている。もう一つの例外は、CEBのみが利用する低粘度重油の輸入で、これはSTCを経由してもCEBが直接輸入してもよいことになっている。

1994年3月現在の、モーリシャスにおける主要石油製品価格構成は表3.15に示す通りである。この価格構成は、LPGを除き、1995年11月現在でも変わっていない。

表3.15 主要石油製品の価格構成(1994年3月)

	ガソリン (Rs/l)	ディーゼル (Rs/l)	ケロシン (Rs/l)	LPG (Rs/kg)	重油 (Rs/l)
CIF価格	2.22	2.16	2.44	5.62	1.30
輸入税	4.77	1.67	0.00	0.00	1.22
STCマージン	1.38	0.79	0.49	-	
STC販売価格	8.37	4.62	2.93	-	
流通諸掛り	0.29	0.10	0.04	-	
販売経費	0.33	0.33	0.33	1.96	
石油会社マージン	0.13	0.13	0.13	3.00	
卸売価格 ¹⁾	9.12	5.18	3.43	10.58	
小売店マージン	0.38	0.32	0.37	1.50	
小売価格	9.50	5.50	3.80	12.08	4.45

注： 1) CEBの購入価格は、ケロシン 3.2Rs/l、ディーゼル 5.18Rs/l、重油 3.08Rs/l。

出所： Energy Sector Review, Dec. 1994, ESMAP

5. モーリシャス国のエネルギーに関する主な問題点

既述の内容と重複するが、ここでモーリシャス国のエネルギーに関する主要な問題点を列記すると以下の通りである。

(1) エネルギー需要とエネルギー輸入依存度の急上昇

モーリシャスにおけるエネルギー需要は全体としては経済成長と歩調を合わせたものであるが、これはエネルギー消費量が多く、且つこれを国産資源であるバガスにより賄う砂糖工業の経済全体に占める位置が低下してきたため、これを除くとエネルギー需要は、経済成長率を遥かに越える速度で増大しつつある。

バガス以外の国産資源を殆ど持たないモーリシャスにとって、このエネルギー需要の拡大は、そのまま輸入の拡大につながっている。

(2) エネルギー需給ギャップの拡大

エネルギー需要、とりわけ電力需要が予想をこえる速度で拡大する一方、国家経済的観点から推進してきたバガスを利用する「バイオマス・エネルギー開発計画」における民間発電投資計画の遅れがあり、全体としてのエネルギー需給バランスが崩れつつある。これに対応するためにCEBは、建設期間の短いガスタービン発電設備の導入等を図ってきているが、これが全体としての発電効率の低下を招いているとみられる。

(3) エネルギー価格体系の歪みと硬直性

モーリシャスにおいては民生安定の観点からエネルギー価格は政府が公定しており、とりわけ生活に密着するケロシンやLPGについては輸入税や輸入課徴金を免除して低価格政策を採ってきた。これが、例えばLPGの普及によりケロシンの家庭用消費が低下してきているにも拘わらず、財務的観点から電力部門におけるケロシン利用を増加させ、国際的に割高なケロシン輸入が減少しないという現象を招いている。また、経済的観点から推進しようとしている「バイオマス・エネルギー開発計画」も、砂糖農家から購入するバガスの価格やCEBが民間バガス・石炭発電企業へ販売する石炭価格、及びCEBが購入する電力価格を政策的に決定している結果、財務面でフィージブルにならず投資計画全体の遅れがみられる。

また、最終エネルギー価格が国際価格の変動を直接に反映させないことも、民間部門のエネルギー節約を推進したり、マクロ経済面からみて効率的なエネルギー供給を達成させるための足枷となっている。

(4) エネルギー投資負担の増大

急増するエネルギー需要、とりわけ電力需要に応じて、1980年代後半以降、対外借

入によるCEBの設備投資が急拡大している。この結果、CEBの対外借入残高が膨らむ一方、1987年以降はCEBの営業収支そのものも赤字となり、財政的な危機を招いた。このCEBの財政危機は、1992年、モーリシャス政府がCEB向け債権の一部を放棄することにより凌がれた。しかし同年以降も、電力部門における高水準の投資計画が進められていることから、これらが直接的、間接的な政府財政の圧迫要因となってきている。

(5) エネルギー関連制度・機構・法制面の再検討

モーリシャス経済は現在大きな転換期にさしかかってきており、従来は弱者保護の社会政策面から採用されてきた基礎資材の公定価格制の自由化や公営事業経営の民営化等が今後の重要な検討課題となってきている。

エネルギー部門はこうした議論の中心にあり、正確な需要予測とこれに対する適切な供給計画を策定するに当たっては、こうした方向性を十分に検討する必要がある。

第4章 総合エネルギー計画手法について

第4章 総合エネルギー計画手法について

1. 既存のエネルギー開発計画

(1) スウェーデン政府による開発計画調査

スウェーデン政府の援助の基で、電力セクターの需要予測調査 (Power Sector Demand Forecast Study) が1986年に、それに基づく最小コスト拡張計画 (Power Sector Least Cost Expansion Plan 1986-2010) が1987年に、コンサルタントSWECOの手によって実施された。この計画では、次のプロジェクトを提案している。

- ① フォート・ヴィクトリアのディーゼルを刷新する。
- ② 1988年以内にフォート・ヴィクトリアに10MWのディーゼルを2基設置する
- ③ セント・ルイスの旧式ディーゼルの更新は難しいので、当分の間ニコライの新設ディーゼルで肩代わりをする。
- ④ フラク製糖工場 (FUEL) の火力発電所の燃料は、石炭を減らし他の製糖工場から調達してでもバガスを主燃料とする。
- ⑤ まだ可能性のある水力を活用する。
- ⑥ 送電線システムの効率と信頼性を向上する。
- ⑦ 長期的展望としては、90年代半ばまでにメル・ルージに大容量発電所を新設する。

(2) EDF (Electricité de France) による開発計画調査

その後、中期電力需要の見直し調査が1988年 EDF によって行われた。調査結果に基づく提案は以下の通りであった。

- ① ニコライに出力21MWのガスタービンを直ちに設置する。
- ② フォート・ジョージに総出力 144MW (24MWのディーゼルを6基) の発電所を新設する。そのスケジュールは以下の通りとする。
 - ・最初の2基は1991年と1992年に設置する。
 - ・上記2基の執行が長引くようであれば、1991年ニコライに2基目の23MWガスタービンを設置する。
 - ・残りの4基については1995年から1997年にわたり、需要の伸びに応じて順次設置する。
- ③ ニコライに3基目のガスタービンを設置する。
- ④ フォート・ジョージに 28MW~32MW 程度のユニットを3基追加する。ただし、これはユニオン・セント・アービン (USA) 製糖工場に建設される予定である石炭・バガス混焼の火力発電所の進捗をみて調整する必要がある。

(3) 世銀/UNDPによる開発計画調査

世銀/UNDPの基で、1981年最初のエネルギーセクターの経営援助計画 (ESMAP: Energy Sector Management Assistance Programme) が実施された。その結果、以下の2点についての指摘があった。その後、その指摘に基づくより詳細な調査が実施され、改善勧告が行われた。

①電力系統ロスの削減、発電プラントの修復及びピーク需要の制御。

1987年の電力システム効率調査において、需要予測や市場調査を受持つ計画ユニットの設置、発電や送配電の投資計画の策定および電気料金の検討を行うよう勧告がなされた。

②輸入燃料への過度の依存改善。

1987年の発電のためのバガス活用可能性調査において、バガスは輸入燃料の代替エネルギーとして有望であり、海外依存状態改善のためにもその活用を図るよう勧告がなされた。

1991年モーリシャス政府はバガス・エネルギー開発計画 (Bagasse Energy Development Programme: BEDP) を作成し、バガスの積極的活用に取り出した。これに呼応する形で、世銀/UNDPでは、「製糖工場エネルギー開発プロジェクト」と「砂糖に係わるバイオ・エネルギー技術プロジェクト」への援助を決定した。前者の調査では、具体的なプロジェクトとして、ユニオン・セント・アービン (USA) 製糖工場の石炭・バガス混焼の火力発電所の建設計画が浮上した。後者の調査では、バガス燃焼によって発生する環境問題の対応について技術的側面と運営組織的側面を強化するよう勧告している。

1994年のエネルギーセクターの経営援助計画 (ESMAP)では、これまでの経緯と長期見通しの視点に立って、簡易なエネルギー需要予測を行い、以下の点についてエネルギーセクターへの指摘を行っている。

- ①電力セクターの課題：需要に見合った発電能力増強計画、石炭火力の導入、システム効率改善、料金の改訂など、
- ②石油製品の適正化：取扱い施設・貯蔵設備の配備、健全な価格の導入、課税制度の検討など、
- ③省エネルギー・新エネルギーの推進：エネルギー価格誘導、再生可能エネルギーの利用など、
- ④運営組織の課題：電力セクターの民営化、国家貿易公社 (STC) の役割見直しなど

2. モーリシャス国のエネルギー計画

先の国家開発計画(1992-1994)では、1988年から1991年までのエネルギー消費の推移をベースに、計画期間である3年間のエネルギー需要を予測をし、これに見合う施設の増設計画を立案している。具体的には、エネルギーセクターの計画として以下の諸点について提言している。

(1) 電力セクターの拡充と改善計画

堅調な経済成長を背景に、エネルギーの消費量が急速に伸びているが、なかでも電力消費は年率10%を越える勢いである。これに対応すべく、計画期間中に実施すべきこととして下記の発電関係設備の拡充や改善を挙げている。

- ①フォート・ジョージ発電所の増設
- ②製糖工場の発電設備の増設
- ③送配電施設の技術的ロスの改善
- ④オフ・ピーク時の低料金化など、きめ細かな対応を含む電気料金の改訂

(2) 再生可能なエネルギーの利用拡大

再生可能な国産エネルギーを積極的に活用をするため、下記の三点について提言している。

- ①太陽熱温水器の普及促進。家庭用機器としては次第に定着してきているが、さらに工業やホテルなどでもボイラー給水の予熱用として太陽熱の活用を図るよう呼びかける。
- ②水力発電所を新設する可能性はほばないので、既存の施設を最大限活用する。
- ③バガス・エネルギー開発計画 (BEDP) に基づき、バガス・石炭混焼の火力発電所新設や製糖工場におけるバガス発生効率の改善を促進する。

(3) その他の提言事項

エネルギー政策に係わる事項として以下の点について計画している。

- ①省エネルギーの推進
- ②エネルギー需給実態調査の実施
- ③エネルギー関係法令の整備
- ④エネルギー長期計画の策定

先の国家開発計画(1992-1994)に引き続き、新たな計画が検討されているが、事前調査段階ではまだ公にされていなかった。また、2020年を目標年次とした長期開発計画も検討中であるとのことであったが、まだ公にできる段階になっておらず、政府の長期エネルギー計画について知ることはできなかった。

3. エネルギー需要予測の方法

(1) 予測モデルの方法と特徴

エネルギー需要モデルは大別して、①計量経済モデルと②シミュレーション・モデルのふたつの方法が考えられる。

①計量経済モデルは、エネルギーの需要関数を所得と価格、技術といった経済変数をベースに導出する。このモデルの基本的な関数型は、個別産業や家計といった需要部門を細分化した場合でも、同じコンセプトで需要関数を求めることができる。関数型の導出に際しては、過去の時系列データを基に、重回帰分析によって求めることが一般的である。

この方法は、過去のデータが実際のエネルギー消費の傾向を十分反映できる反面、データが不足している場合は、計測されたパラメータの値が信頼性が低くなるという問題を有する。特に、開発途上国の場合には、エネルギー消費データに非商業用エネルギーが欠落していたり、供給制約で過小なエネルギー消費を余儀なくされているなど、データの不足や歪みが観測されることが少なくない。従って、このモデルを適用するためには十分な経済データとエネルギー・データの存在が前提とされる。

計量経済モデルの特徴は、データさえ整えば、需要決定の基本因子である所得と価格といった変数を同時に関数として表現でき、理論的な枠組みもしっかりしていることである。

②シミュレーション・モデルは、需要に係わる経済要因や技術要因と需要そのものを特定のパラメータで結合し、要因の変化によって需要を推計しようというものである。多くの場合、パラメータは結合される変数両者間の過去の趨勢や、プールされたクロスセクションのデータを参考にしながら、アプリアリに設定される。SD（システム・ダイナミクス）モデルなどは、この典型である。パラメータ設定には統計的手法も考慮される。

この方法の問題点は、パラメータ設定における変数相互の選定や値そのものに関しては思惟性の排除が困難なこと、需要の決定には同時にいくつかの変数（例えば価格と所得）が相互に影響を及ぼしているにもかかわらずその点は考慮されないこと、過去のデータとの一貫性は軽視されることなどが挙げられる。また、需要決定に対する価格影響への配慮はなされないことが多い。

シミュレーション・モデルの特徴としては、実験室での実験のごとくモデルの拡張や因果の連鎖などを縦横に組み立てられること、技術進歩や個別エネルギー消費機器の普及などミクロ的な積み上げもし易く、予測結果の情報も豊富に得られること、など便利な点も多い。

①計量経済モデルと②シミュレーション・モデルの二つのモデルの違いを整理すると、

- (a) ①が過去のデータで多くを説明しようとするのに対して、②は技術的側面を重視すること、
- (b) ①は所得と価格が消費決定の最大要因であるのに対して、②は技術的側面を重視すること、
- (c) ①のパラメータ設定では統計的処理が多用されるのに対して、②では主観的判断が採用され易いこと、

などが挙げられる。また、両者の接近法としても、①ではデータの利用可能性からマクロ的なアプローチ（トップ・ダウン）が多く、②ではエンジニアリング・プロセス・モデルといったミクロ的な積み上げ法（ボトム・アップ）となる場合が多い。

理想的には、統計データの利用可能性や信頼性を考慮にいれながら、両方法を折衷したモデルを指向するのが望ましいといえる。

(2) エネルギー・バランス表と予測モデル

将来のエネルギー需要の推計を行うためには、過去から現在までのエネルギー需要構造を分析し、それをモデルの中に反映していくのが通常の方法である。そのためには、エネルギー・バランス表を作成し、その解析がそのまま予測モデルに組み込まれることとなる。モーリシャスのエネルギー・バランス表については、世銀/UNDPのESMAPレポート(1994年版:収集資料No.2)に1992年の簡易表(表4.1参照)が、またEFLOWレポート(収集資料No.21)に1988年のバランス表(表4.2参照)が推計されているものの、時系列での詳細なバランス表はこれまで作成されていない。従って、本調査の推進に必要となるエネルギー・バランス表は、本調査で作成しなければならない。バランス表作成にあたっては、既存のエネルギー・データを利用するのはもちろん、その他の関連データを用いながら、バランス表の各欄に組み込んで行くことになる。

エネルギー・バランス表は行にエネルギー需要部門(エネルギー転換部門を含む)、列にエネルギー源を配置したマトリックスである。参考までに、表4.3にモーリシャスのエネルギー・バランス表の構造例を示す。この表で、例えば最終エネルギー需要の産業部門の行を横に見ていくと、どのようなエネルギー源がどれだけ、当該産業で消費されているかが解る。このバランス表を時系列で作成し、それに関連した経済データと組み合わせることにより、エネルギー需要構造の把握が可能となる。

エネルギー・バランス表を基礎として、次のような予測モデルを考えてみる。全体のフロー・チャートは図4.1に示す。

最終エネルギー需要は、産業・民生・交通の三部門に区分される。産業部門については、現存する中分類業種の他に、現在でも基幹産業である砂糖精製を特別に細分化する。また、輸出加工区(EPZ)などで盛んな繊維産業を初め、国内の主要産業についても適宜分割する必要があるだろう。また、民生部門では、家庭用と業務用とに分割し、前者については都市部と農村部に細分化する必要があるだろう。交通部門については、旅客と貨物とに分割し、それぞれ航空機・船舶・道路に細分化する必要があるだろう。

各エネルギー需要部門における需要の関数型は、電力とそれ以外のエネルギーとを分割すべく、以下の式をベースとする必要がある。

$$E = EI + F$$

ここで E: 最終エネルギー消費合計

EI: 電力消費量

$$EI = \sum(a_i * Y_i)$$

a_i は*i*セクターの生産など活動水準あたりの電力消費原単位

Y_i は*i*セクターの生産などの活動量

F: 電力以外のエネルギー消費量

$$F = \sum(b_i * Y_i)$$

b_i は*i*セクターの生産など活動水準あたりの電力以外のエネルギー

表 4.1 ESMAPの総合エネルギー需給バランス表：1992⁽¹⁾

(単位：石油換算千トン)

	石油製品				電力	水力発電	石炭	バガス (2)	合計
	ガソリン	軽油	重油	灯油					
国内エネルギー生産	-	-	-	-	37.1	-	-	271.5	308.6
輸入	69.4	159.3	159.4	183.2	-	-	44.9	-	647.6
輸出	-	-51.8	-19.3	-141.7	-	-	-	-	-212.8
在庫変動	-	-	-8.6	-4.2	-	-	-12.6	-	-25.4
一次エネルギー国内供給計	69.4	107.5	131.5	37.3	37.1	0.0	32.3	271.5	718.0
電気事業者	-	-	-104.8	-22.8	69.5	-37.1	-21.2	-42.5	-138.9
自家消費・送配電ロス(4)	-	-	-	-	-10.3	-	-	-	-10.3
最終エネルギー消費計	69.4	107.5	26.7	14.5	59.2	-	11.2	229.0	548.9
産業部門計	-	14.0	26.7	-	21.0	-	11.2	229.0	302.7
民政部門計	-	-	-	14.5	35.9	-	-	-	81.0
業務用	-	-	-	-	14.5	-	-	-	16.7
家庭用	-	-	-	14.5	21.4	-	-	-	64.3
運輸部門計	69.4	93.5	-	-	2.3	-	-	-	165.2

注記：1) 資料不足のため薪については考慮していない。
 2) CEBに売却された電力の発電用に使用されたバガスの一次エネルギーは石油換算値にして42,464トンで、砂糖精製用に使用されたバガスの一次エネルギーは石油換算値にして229,000トンであった。

- 3) 変換損失を含む。
- 4) 発電所の自家消費分、送配電ロスを含む。

作成：モーリシウス政府のデータに基づく世銀スタッフの算出

出典：Energy Sector Management Assistance Programme (ESMAP), Mauritius, Energy Sector Review, 1994, World Bank (収集資料#2)

表 4.2 EFLOWの総合エネルギー需給バランス表: 1988

(単位: 石油換算千トン)

No.	1	2	3	石油製品		7	8	9	10	11
				LPG	ガソリン					
国内エネルギー生産										
輸入		298.0								
一次エネルギー総供給	24.0	298.0	18.8	46.1	110.4	161.3	112.9		473.5	449.6
輸出										
在庫変動	-1.2	-14.9	-4.5	2.7	30.5	-12.4	-1.2		-1.0	15.1
一次エネルギー国内供給計	22.8	283.1	14.3	48.9	140.9	76.9	88.2	21.9	712.5	369.1
エネルギー転換入力	18.0	79.9			1.0	2.2	69.8		173.5	73.0
火力発電	18.0	79.9			1.0	2.2	69.8		171.0	73.0
石油加工製品										
石炭加工製品										
エネルギー転換入力								2.5	2.5	
火力発電								1.5	38.3	39.8
石炭加工製品								1.5	38.3	38.3
自家消費									1.5	1.5
送配電ロス									1.3	1.3
最終エネルギー消費計	4.8	203.2	14.3	48.9	139.9	74.6	18.4	52.0	570.6	296.1
産業部門計	4.8	202.8	0.3			8.4	18.4	15.0	253.5	27.1
農業										
建設業										
製造業										
砂糖精製										
化学工業										
その他の製造業										
運輸部門計				48.9	120.9	66.2			236.0	236.0
道路				48.9		66.2			115.1	115.1
航空機					120.9				120.9	120.9
船舶										
民政部門計			14.0		18.8				80.5	32.8
非エネルギー		0.4			0.2				0.6	0.2
統計誤差										

注記: オリジナル表は、エネルギー需給部門で107行、エネルギー源で39列のマトリックスになっている。

出典: Energy for Mauritius, Results of the Application of the Energy Flow Model EFLOW, EC, InnoTec Systemanalyse (収集資料#21)

表 4.3 総合エネルギー需給バランス表：1985-1994

(単位：10⁹ kcal)

No.	1	2	3	石油製品		7	8	9	新エネルギー等		13	14	15
				灯油	軽油				重油	LPG			
1	国内エネルギー生産												
2	輸入												
3	一次エネルギー総供給												
4	輸出												
5	在庫変動												
6	一次エネルギー国内供給計												
7	電気事業者												
8	自家発電												
9	都市ガス												
10	コークス生産												
11	石油化学												
12	その他												
13	エネルギー転換部門計												
14	自家消費・送配電ロス												
15	統計誤差												
16	最終エネルギー消費計												
17	産業部門計												
18	農林水産業												
19	鉱業												
20	建設業												
21	製造業												
22	食料品												
23	砂糖精製												
24	繊維												
25	紙・パルプ												
26	化学工業												
27	窯業土石												
28	鉄鋼												
29	非鉄金属												
30	金属機械												
31	その他の製造業												
32	民政部門計												
33	業初用												
34	家庭用												
35	運輸部門計												
36	旅客用												
37	貨物用												
38	非エネルギー												

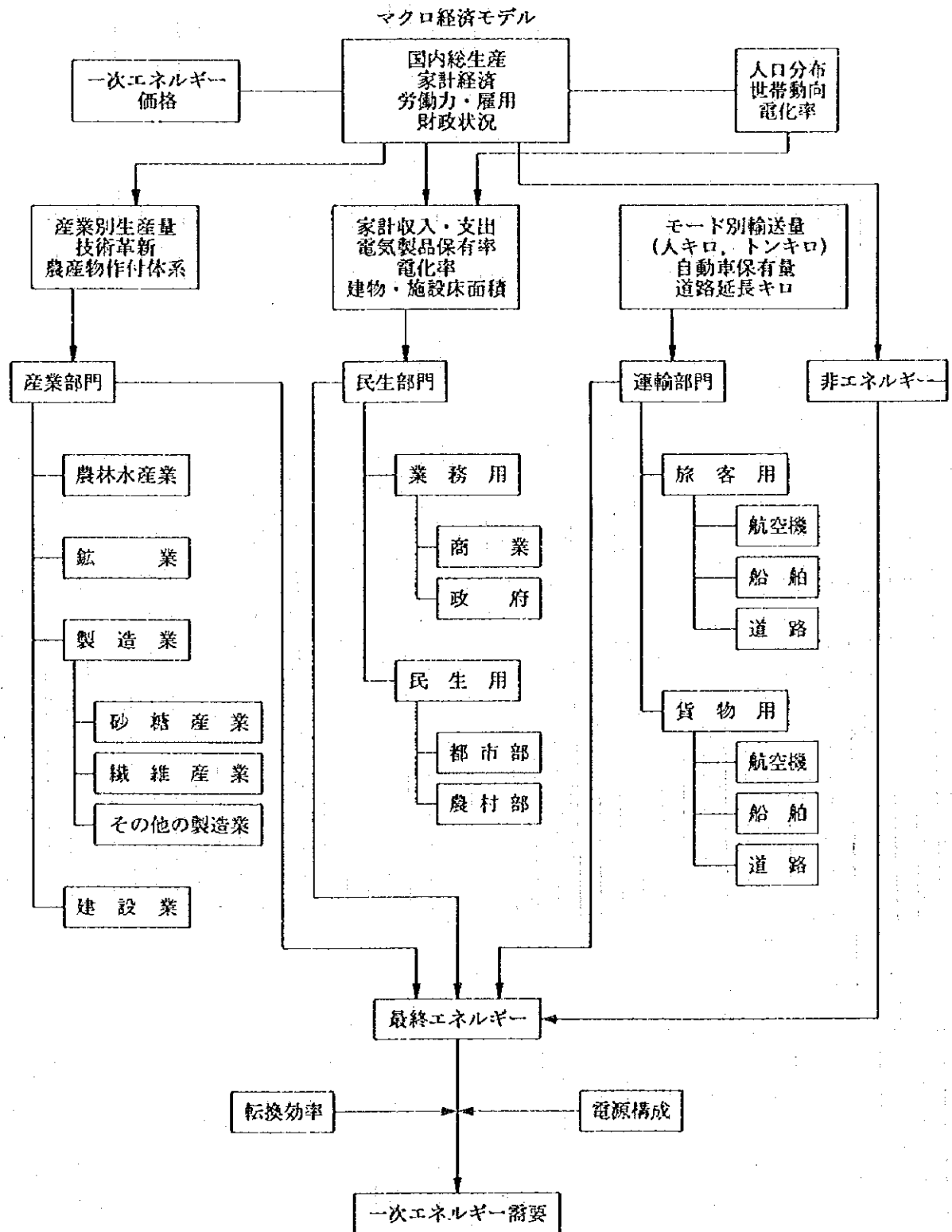


図4. 1 エネルギー需要モデルのフロー

ギー消費原単位

さらに、Fは一次エネルギー消費量へと次の式で分解できる

$$F = \sum F_j = \sum (F \cdot s_j) = F \cdot \sum s_j$$

j は石炭、石油製品、非商業用エネルギーなどの一次エネルギーの種類

s_j は一次エネルギーの種類別構成比

以上の関係式より、最終エネルギーの総需要は次のとおりエネルギー需要部門別かつエネルギー源別に分解することが可能となる。

$$E = EI + F = \sum (a_i \cdot Y_i) + \sum (b_i \cdot Y_i) = \sum (a_i \cdot Y_i) + \sum (b_i \cdot Y_i) \cdot \sum s_j$$

そして、一次エネルギー需要 (PER: Primary Energy Requirement) は、次のように分割・推定できる。

$$PER = EI/\alpha + \sum (F_j / \beta_j)$$

ここで、 α と β_j は各エネルギー源の転換効率を示す。

上記の方法の利害得失を整理すると以下のようなになる。

- ①予測値は過去の趨勢と調和している。
- ②予測値は国際的にも良く利用されているエネルギー・バランス表の体裁で提供されている。
- ③予測値は統計処理されたパラメータに基づいているので客観的である。従って、政策転換などで周辺状況が変わった場合でも、それに基づくパラメータを変更することで予測値を的確に推定できる。
- ④エネルギー・データや経済情報など統計資料が十分得られない場合は、信頼性のあるエネルギー・バランス表を作成することが難しい。
- ⑤計量経済モデルの性格から、急激な経済変動や技術革新などの変革を予測値に反映することは難しい。

(3) 予測上の留意点

モーリシャスでは、総合化されたデータは比較的そろっている。過去10年程度の時系列で経済・エネルギー需給データの蓄積がある。それらの総合化データは各要素を積み上げたものなので、その基となる原データ・生データがあるはずである。エネルギー・バランス表を作る上で、また予測モデルを作る上でもブレイクダウン・データの入手は不可欠である。それらの詳細データを収集するに当たっては、当該関係部局との緊密な打ち合わせが必要と考えられる。また、データの中には当該関係部局の推定値が含まれていることもあるので、原データ・生データの取り扱いと混同しないように注意する必要がある。

4. エネルギー供給予測手法

所与のエネルギー需要に対する最適なエネルギー供給システムを作成するする場合、供給システムをいくつかのサブ・システムにブレイクダウンすることが一般的である。図4. 2はモーリシャスにおけるエネルギー供給システムの現況を勘案したサブ・システムの構成を示したものである。

第一に、全体のエネルギー供給システムは、まず地域別サブ・システムに分割できる。モーリシャス国の場合は、全体で人口約 110 万人、国土面積 1,980km²である。そのうちモーリシャス島は、全体人口の 97%、面積でも 91%を占めている。従って、モーリシャス島が最も重要なサブ・システムとなる。ロドリグス島は第二の島であるが、人口比で 0.4%程度である。それ以外の島ではさらに小さいものなので、“地域”サブ・システムとしては、モーリシャス島を中心とするサブ・システムを取り上げることとなる。

第二に、現在のモーリシャス国は、水力およびバガス以外の一次エネルギーを全て輸入に頼っている。そこで、全体のエネルギー供給システムを一次エネルギー別に分けることが供給システムを考える上で有効である。即ち、エネルギー源別に貯蔵・輸送・配給システムを検討することとなる。現在取り扱われている一次エネルギー源としては以下のものが挙げられる。

- ①石炭
- ②石油製品（ガソリン、軽油、重油、灯油、LPGなど）
- ③水力
- ④非商業用エネルギー（薪炭、バガスなど）
- ⑤新エネルギー（太陽熱、風力など）
- ⑥その他

第三に、エネルギー資源の乏しいモーリシャス国としては、エネルギー輸入に基づく外国への依存度が日本同様かなり高い。そのためこの依存に係わるリスクを分散する意味から、省エネルギーと共に一次エネルギーの多様化を心掛けている。また、石油精製や都市ガス供給は、現在のところ行われていないが、将来の需要予測から、これらのエネルギー転換施設の設置が見込まれる場合は、二次エネルギー別のサブ・システムを検討することも有効である。

第四に、全体のエネルギー供給システムは、次のようなエネルギー・フロー毎の断面で捉えたサブ・システムに分割することもできる。

- ①一次エネルギー（資源採取、輸入）→エネルギー転換（発電、精製など）
- ②エネルギー転換（二次エネルギーへ）
- ③二次エネルギーの輸送（送電）及び配給（配電）→最終エネルギー消費

これらのサブ・システムからなるトータル・エネルギー供給システムについては、政策に関するいくつかの代替案が考えられる。例えば、バガスなどバイオマス国産エネルギー資源を積極的に活用する方策、石炭ないしは石油火力発電方式の導入、新エ

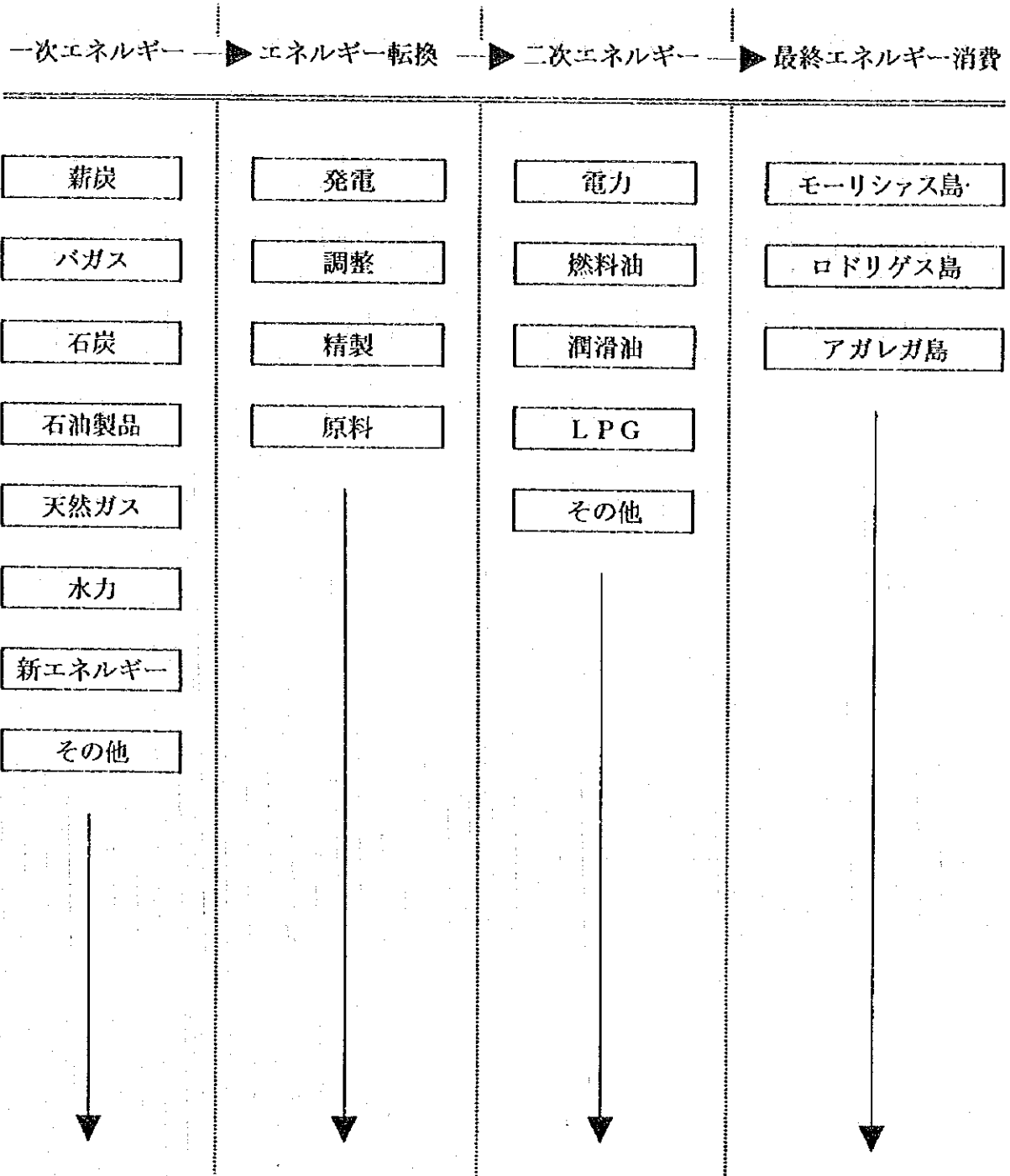


図4.2 エネルギー供給のシステム・フロー