No. 15

マレイシア国

サラワク小水力発電開発計画

調査報告書

第七巻

サラワク小水力開発地点選定

主　報　告　書

昭和63年7月

国際協力事業団

鉱計資
CR 6
88-94-7/8

国際協力事業団
18357

マレイシア国

サラワク小水力発電開発計画

調査報告書

第七巻

サラワク小水力開発地点選定

主　報　告　書

JICA LIBRARY
1069449[5]
18357

昭和63年7月

国際協力事業団

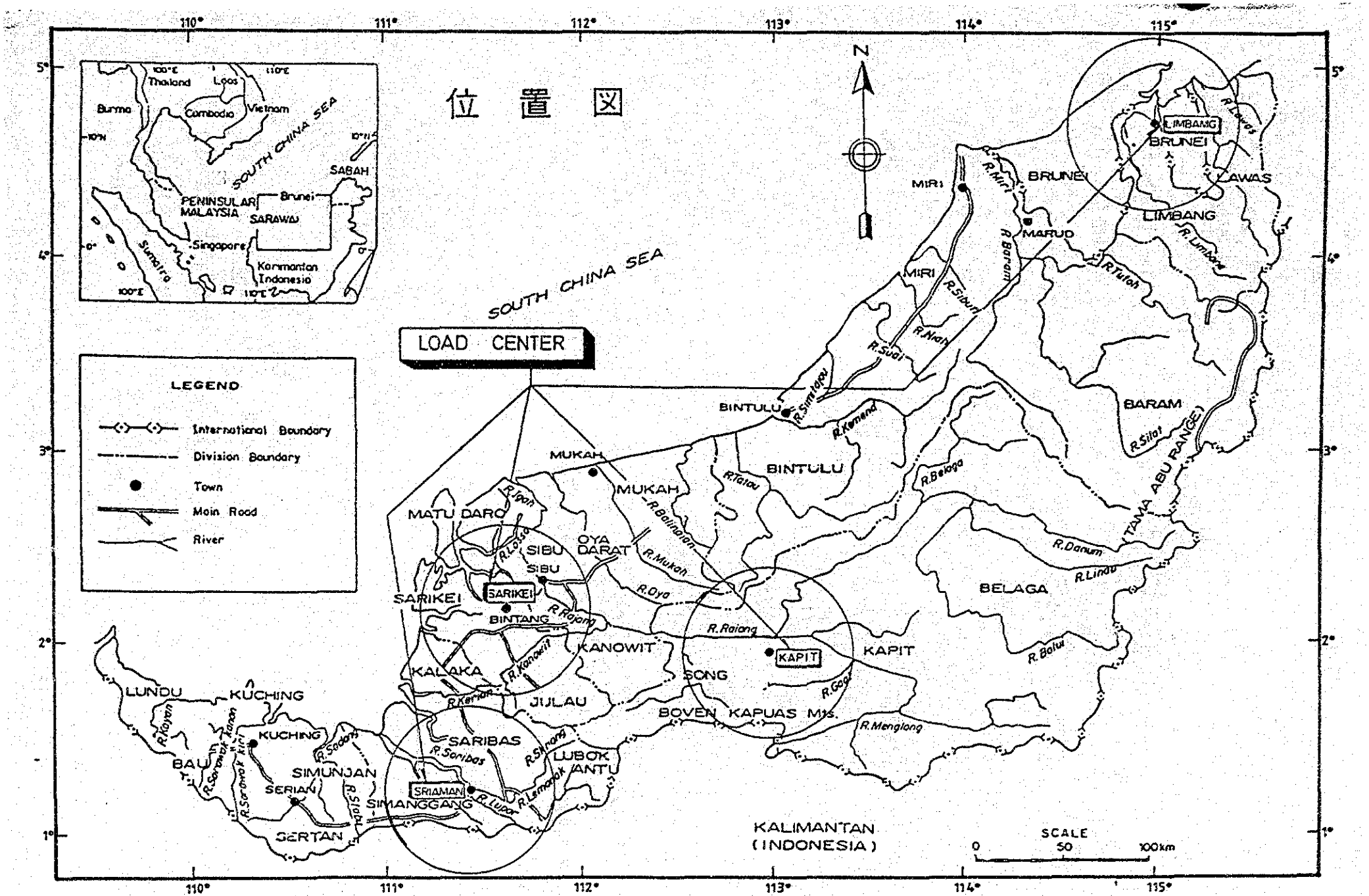
報告書の構成

和　文

第一巻	ムコ水力発電開発計画主報告書
第二巻	ムコ水力発電開発計画補遺書
第三巻	ムコ水力発電開発計画資料集
第四巻	ムダミット－2水力発電開発計画主報告書
第五巻	ムダミット－2水力発電開発計画補遺書
第六巻	ムダミット－2水力発電開発計画資料集
第七巻	サラワク小水力開発地点選定
第八巻	サラワク小水力開発地点選定補遺書
	要約報告書

英　文

Volume I	Main Report for Feasibility Study on Mukoh Hydroelectric Power Project
Volume II	Appendix for Feasibility Study on Mukoh Hydroelectric Power Project
Volume III	Data Book for Feasibility Study on Mukoh Hydroelectric Power Project
Volume IV	Main Report for Feasibility Study on Medamit-2 Hydroelectric Power Project
Volume V	Appendix for Feasibility Study on Medamit-2 Hydroelectric Power Project
Volume VI	Data Book for Feasibility Study on Medamit-2 Hydroelectric Power Project
Volume VII	Main Report for Identification of Small Scale Hydroelectric power Projects in Sarawak
Volume VIII	Appendix for Identification of Small Scale Hydroelectric power Projects in Sarawak


位置図
LOAD CENTER
LEGEND
International Boundary
Division Boundary
Town
Main Road
River
SOUTH CHINA SEA
Thailand
Laos
Burma
Cambodia
Vietnam
PENINSULAR MALAYSIA
Brunei
SABAH
SARAWAK
Singapore
Kalimantan Indonesia
Sumatra
N
LIMBANG
BRUNEI
LAWAS
MIRI
MARUD
BINTULU
MUKAH
MATU DARO
SIBU
OYA DARAT
SARIKEI
BINTANG
KANOWIT
KALAKA
JULAU
KAPIT
SONG
BOVEN
KAPUAS MTS.
BELAGA
BARAM
TAMA ABU RANGE
LUBOK ANTU
SARIBAS
SRIAMAN
SIMANGGANG
SIMUNJAN
SERIAN
GERTAN
BAU
KUCHING
LUNDU
KALIMANTAN (INDONESIA)
SCALE
0
50
100km
110°
111°
112°
113°
114°
115°
1°
2°
3°
4°
5°

要　　約

目的と作業予定

1．この調査目的は、下記の4都市へ電力を供給するための小水力開発地点を選定し、経済的に開発可能と予想される水力地点のフィージビリティー調査を実施することにある。

（i）スリアマン

（ii）サリケイ

（iii）カビット

（iv）リンバン

2．調査作業は1986年8月に開始され、1988年4月迄の21ヶ月の期間に下記の3段階に分けて実施される。

（i）アイデンティフィケーション・ステージ　1986年8月～11月

（ii）フィールド・インベスティゲーション・ステージ　1986年12月～1987年8月

（iii）フィージビリティ・デザイン・ステージ　1987年6月～1988年4月

本巻VIIは上述（i）のアイデンティフィケーション・ステージの調査作業結果を取りまとめたものである。

アイデンティフィケーション・ステージ期間中の作業状況

3．国際協力事業団（JICA）による調査団が1986年8月に編成され直ちに調査作業が開始された。1986年11月迄の調査期間中に下記の作業が実施された。

－基礎資料の入手とその検討

－水力地点の図上検討と現場踏査作業

－低水及び高水解析

－発電出力の計算と概略工事費の積算

－スクリーニング方式による経済的水力地点の選定

水力地点の選定

4．合計22ヶ所の水力地点が図上選定によって選出され（位置図参照）、開発規模を推定するために発電出力及び発生電力量が算出された。発電出力は同調査中に行なわれた水文解析に基づいて算出され、現場踏査の対象となる候補地点のスクリーニングに利用された。

水力地点のスクリーニング

5．調査対象需要地域の電力需要予測値と水力地点の出力比較による第一次スクリーニングが行なわれ、2MWと50MWの範囲内に在る11ヶ所の水力地点が選出された。

6．現場踏査作業が11ヶ所の水力地点に対し実施され、現地地形・落差の確認、地質調査、工事材料の有無、アクセスの難易度、その他技術的問題等の調査が行なわれた。

7．第二次スクリーニングが上述の現場踏査結果に基づいて行なわれ、落差の有無、地質上の問題、工事材料の有無等を考慮の上7ヶ所の水力地点が次の段階の詳細検討のために選出された。選出された水力地点は需要地域サリケイに対し1ヶ地点、スリアマン、カピット及びリンバンの需要地域に対しそれぞれ2ヶ地点づつである。

8．これら7ヶ所の水力地点に対し概略設計と工事費積算が行なわれ、最終的段階である第三次スクリーニングへと進められた。

フィージビリティー調査の候補水力地点

9．第三次スクリーニングを行なうために各水力地点に於る代替火力と比較した現在価値に基づく経済評価指数が算出され、スリアマン、サリケイ及びカピット需要地域に対し各1ヶ所、リンバン需要地域に対し2ヶ所の合計5ヶ所の水力地点が選出された（表S－1参照）。

10．算出された経済指数の評価によって、スクラン－1とカノウィットを除外ムコ、パシア、ムダミット－2の3ヶ所が経済的に有利な水力地点であると認められた（EIRRは表－2に示す如くそれぞれ10.8%、10.8%、9.8%）。これら3水力地点の幾つかは、マレイシア政府及びJICAによって協議され、次の段階であるフィージビリティー調査

に進められる。

11. ＪＩＣＡ及びマレイシア政府の協議によるフィージビリティー調査地点の決定に資するため、技術的観点に基づく提案を以下に述べる。

(1) カピット需要地域

ムコ水力地点は以下の理由に基づき、フィージビリティー調査を実施すべきと判断される。

ムコ水力地点

－10.8%と、比較的高いＥＩＲＲを示している。

－既設の木材運搬道路から６㎞と、至近距離に在り容易に接近できる。

－送電線延長が25㎞と、需要地点から近距離に位置している。

－コンクリート骨材用の河床堆積物が付近に無い事を除き、技術的問題が無い。

(2) リンバン需要地域

同地域には２つの候補地点があるが、以下に述べる経済的及び技術的問題の比較に基づきムダミット－２水力地点のフィージビリティー調査が推奨される。

ムダミット－２水力地点

－10.8%と、比較的高いＥＩＲＲを示している。

－既設の木材運搬道路がダム及び発電所の両サイトを通過しており最も容易に接近できる。

－送電線延長が60㎞と、ほぼ妥当な長さである。

－特別な技術的問題点が無い。

パシア水力地点

－最も経済的な潜在開発能力を有する。

－現在の電力需要に基づいてもほぼ妥当なＥＩＲＲであるが(9.8%)、現状に於ては以下に述べるような問題点が有る。

－サイトに到達するためには既設の木材運搬道路を40㎞経由し、20㎞の取り付け道路を新設する必要がある。

－総延長 110㎞の送電線を建設する必要が有り、そのうち20㎞は未開発の熱帯雨林に建設せねばならない。

12. マレイシア政府及びＪＩＣＡによる運営委員会が昭和62年１月21日にサラワク州クチンで開催され、ムコ、ムダミット－２及びパシア三水力開発地点のうち、ムコ及び

ムダミット－2両開発計画がフィージビリティ・デザイン・ステージに進む計画として選ばれた。

表S－1　水力地点の経済指標

需要地域	スリアマン	サリケイ	カピット	リンバン	
	スクラン-1	カノウィット	ムコ	ムダミット-2	パシア
開発形式	貯水池	貯水池	流込	流込**	流込
設備容量（MW）	11.8	25.1	1.94	4.49	12.4
常時尖頭出力（MW）	11.8	25.1	1.94	4.49	8.5
発生電力量（GWh）					
一次電力量	51.9	112.9	16.7	19.3	72.0
二次電力量	3.0	10.8	0	17.4	34.9
合計	54.9	123.7	16.7	36.7	106.9
工事費（百万M$）	117.6	270.9	21.3	51.1	86.0
KWh単価（M¢/kWh）	27.0	27.6	16.1	17.6	10.1
余剰便益*（B-C）（百万M$）	-44.5	-105.2	+1.0	+2.3	-1.1
B／C	0.75	0.66	1.04	1.03	0.99
EIRR（%）	5.5	5.0	10.8	10.8	9.8

注：　1.　貯水池；貯水池開発方式　　流込；流し込み開発方式

2.　＊；割引率10%

＊＊；日調整池付流し込み開発方式

3.　kWh単価は全発生電力量が消費されるとの仮定に基づいた。

表S－2　選出された水力地点の主要諸元

		水力地点		
		ムコ	ムダミット－2	パシア
需要地域		カピット	リンバン	リンバン
開発方式		流し込み式	日調整池付流し込み式	流し込み式
需要地域からの直線距離	(km)	25	45	61
流域	取水堰	ムコ川	ムダミット	パシア川
	発電所	ムコ川	リンバン川	トゥルサン川
集水面積	(km²)	292	186	177
平均流量	(m³/s)	26.5	14.0	13.0
最大使用水量	(m³/s)	7.4	7.8	5.3
常時使用水量	(m³/s)	7.4	3.9	3.6
川床標高	(EL;m)	77	134	674
満水位	(EL;m)	80	147.2	677
放水位	(EL;m)	45	70	366
総落差	(m)	35	77.2	311
最大出力	(MW)	1.94	4.49	12.4
保証出力	(MW)	1.94	4.49	8.5
取水堰				
―高さ	(m)	7	21	6
―堰頂長	(m)	60	102	40
導水路	(km)	1.66	4.4	3.8
水圧鉄管路	(m)	40	130	950
水車／発電機	(MW)	2台×0.97	2台×2.25	2台×6.2
取り付け道路	(km)	6	1	20
送電線				
―延長	(km)	25	60	110
―電圧	(KV)	33	33	66
用地補償	(ha)	なし	なし	なし

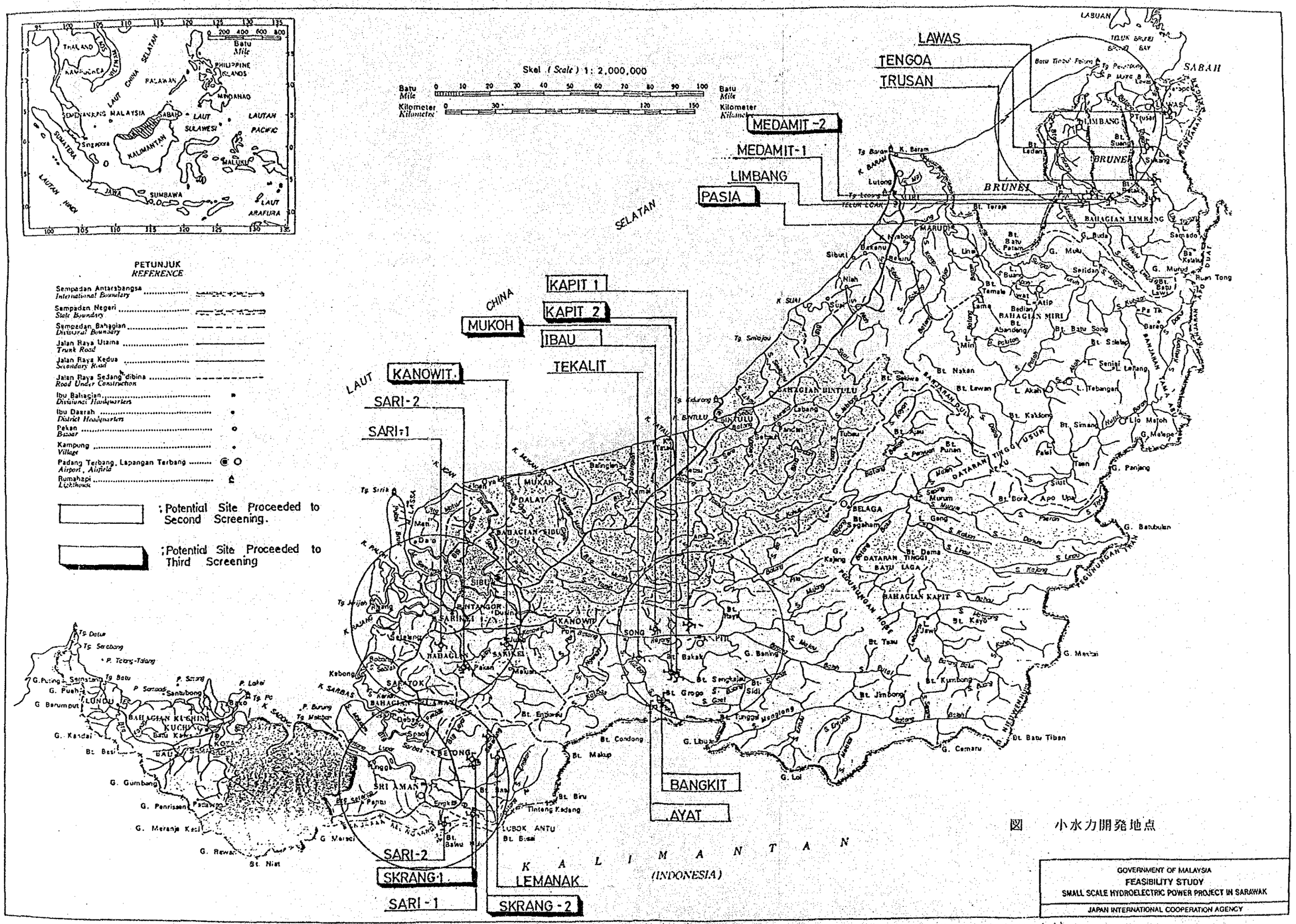


図　小水力開発地点

GOVERNMENT OF MALAYSIA
FEASIBILITY STUDY
SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

目　　次

要　約

頁

第一章　序　　文 …… 1－1

1.1　調査の背景 …… 1－1

1.2　調査の目的 …… 1－2

1.3　調査対象地域 …… 1－3

1.3.1　スリアマン地域 …… 1－3

1.3.2　サリケイ地域 …… 1－3

1.3.3　リンバン地域 …… 1－3

1.3.4　カピット地域 …… 1－3

第二章　調査の実施方法 …… 2－1

2.1　調査概要 …… 2－1

2.2　調査の基本方針 …… 2－2

2.2.1　各需要地の電力需要 …… 2－2

2.2.2　水力地点のスクリーニング …… 2－3

2.3　アイデンティフィケーション・ステージの作業手順 …… 2－3

2.3.1　水力地点のアイデンティフィケーション …… 2－3

2.3.2　最適水力地点の選定 …… 2－5

第三章　基本資料 …… 3－1

3.1　既往調査資料 …… 3－1

3.2　地形・地質 …… 3－7

3.2.1　地形図 …… 3－7

3.2.2　既存地質調査資料 …… 3－7

3.2.3　地震記録 …… 3－8

3.3　気象・水文 …… 3－8

3.3.1　気象資料 …… 3－8

3.3.2　水文資料 …… 3－9

3.4　社会経済及び電力関連資料 …… 3－9
3.4.1　社会経済関連資料 …… 3－9
3.4.2　サラワク州の電力供給施設 …… 3－11
3.4.3　調査地域の現況 …… 3－13
3.4.4　電力設備拡張計画 …… 3－15
3.4.5　調査地域の需要計画 …… 3－15
3.4.6　調査対象地域の電化計画 …… 3－16

第四章　開発地点の選定 …… 4－1
4.1　概　　要 …… 4－1
4.2　水力開発方式 …… 4－1
4.3　図上選定の方法と基準 …… 4－1
4.3.1　水力地点の選定 …… 4－1
4.3.2　発　電　出　力 …… 4－2
4.3.3　レイアウトの概略検討 …… 4－2
4.4　図上選定された水力地点 …… 4－3

第五章　水　文　解　析 …… 5－1
5.1　気　　象 …… 5－1
5.2　水　文　資　料 …… 5－1
5.2.1　年平均降水量 …… 5－1
5.2.2　蒸　発　散　量 …… 5－2
5.3　月平均流量 …… 5－2
5.3.1　代表流量観測所の選定 …… 5－2
5.3.2　年平均流出損失率 …… 5－3
5.3.3　年平均流量の算定 …… 5－3
5.4　流況曲線及び貯水量使用水量曲線 …… 5－3
5.5　堆砂量の推定 …… 5－3

第六章　発電力計算 …… 6－1
6.1　概　　要 …… 6－1
6.2　開発規模比較案 …… 6－1
6.2.1　流し込み開発方式 …… 6－1
6.2.2　貯水池開発方式 …… 6－1
6.3　発電力算定基準 …… 6－2
6.3.1　流し込み開発方式 …… 6－2
6.3.2　貯水池開発方式 …… 6－3
6.4　出力計算 …… 6－3

第七章　第一次スクリーニング …… 7－1
7.1　概　　要 …… 7－1
7.2　第一次スクリーニング …… 7－1
7.2.1　水力地点と需要地の遠隔性 …… 7－1
7.2.2　舟軍・水利用に及ぼす影響 …… 7－1
7.2.3　発電出力 …… 7－2
7.2.4　第二次スクリーニング用に選出された水力地点 …… 7－2

第八章　現場踏査 …… 8－1
8.1　概　　要 …… 8－1
8.2　現場踏査 …… 8－1
8.3　地質状況 …… 8－2
8.3.1　広域地質 …… 8－2
8.3.2　対象地域の地質状況 …… 8－3

第九章　洪水解析 …… 9－1
9.1　降雨解析 …… 9－1
9.1.1　各水力地点に対する代表雨量観測所の選定 …… 9－1
9.1.2　確率解析 …… 9－2
9.1.3　面積雨量変換係数 …… 9－2

9.1.4　D　D　解　析 …… 9－2
9.1.5　計　画　降　雨 …… 9－3
9.2　洪　水　解　析 …… 9－4
9.2.1　単　位　図 …… 9－4
9.2.2　損　失　雨　量 …… 9－6
9.2.3　洪水ハイドログラフ …… 9－6
9.3　可能最大洪水量 …… 9－7
9.3.1　可　能　最　大　降　雨 …… 9－7
9.3.2　可　能　最　大　洪　水 …… 9－9

第十章　第二次スクリーニング …… 10－1
10.1　概　　要 …… 10－1
10.2　第二次スクリーニング …… 10－1
10.2.1　地　質　的　評　価 …… 10－1
10.2.2　水力地点への接近容易性 …… 10－1
10.2.3　現　在　の　水　利　用　状　況 …… 10－1
10.2.4　建設材料の利用可能性 …… 10－2
10.3　第三次スクリーニング用に選出された水力地点 …… 10－2

第十一章　基本設計と工事費積算 …… 11－1
11.1　概　　要 …… 11－1
11.2　基本設計基準 …… 11－1
11.2.1　ダ　ム　及　び　水　路　工 …… 11－1
11.2.2　取　り　付　け　道　路 …… 11－3
11.2.3　水　車　及　び　発　電　機 …… 11－3
11.2.4　送　電　線 …… 11－4
11.3　概略工事費積算 …… 11－4
11.3.1　基　本　事　項 …… 11－4
11.3.2　発　電　施　設 …… 11－5
11.3.3　取　り　付　け　道　路 …… 11－5

11.3.4　送電線と変電所 ……11－5
11.3.5　用地買収費及び補償費 ……11－5

第十二章　電力需要予測 ……12－1
12.1　SAMAによる電力需要予測 ……12－1
12.2　SESCOによる電力需要予測 ……12－1
12.3　当該調査に使用した電力需要予測 ……12－2

第十三章　代替発電 ……13－1
13.1　代替発電形式 ……13－1
13.2.　代替発電工事費 ……13－1
13.2.1　投資費用 ……13－1
13.2.2　燃料及び運転維持費 ……13－2

第十四章　第三次スクリーニング ……14－1
14.1　概要 ……14－1
14.2　KWh経費の評価 ……14－1
14.2.1　KWh経費 ……14－1
14.2.2　開発規模の選定 ……14－2
14.3　水力地点の経済評価 ……14－3
14.3.1　水力発電費用 ……14－3
14.3.2　火力発電費用 ……14－4
14.3.3　キャッシュフローの作成 ……14－5
14.3.4　経済評価に使用した経済費用 ……14－5
14.3.5　評価結果 ……14－6
14.4　調整池付流し込み開発方式 ……14－7
14.5　F／Sを推奨する水力地点 ……14－8
14.6　感度分析 ……14－9
14.6.1　建設費及び燃料費の変化 ……14－9
14.6.2　ムコ計画に対する製材産業からの電力需要想定 ……14－11

14.6.3　ディーゼル発電機の他の系統への
移転及びコールド・リザーブ ……14－12
14.7　選出された3水力地点の技術的特性 ……14－13
14.8　フィージビリティ調査を実施する計画 ……14－14
14.9　パシア計画のラワス及びブルネイへの電力供給案 ……14－14
14.9.1　パシア計画の開発規模 ……14－15
14.9.2　送電線系統 ……14－15
14.9.3　評価結果 ……14－16
14.10　低落差水力地点の概略検討 ……14－17

添付表一覧表

頁

表1.1　サラワク州の電力設備容量、発電量、消費量　1975年－1984年　……T－1

表3.1　配電網総延長　……T－2
表3.2　サラワク州の発生電力量　……T－2
表3.3　サラワク州の年間売電量　1982年－1985年　……T－3
表3.4　サラワク州の最大電力需要量　1982年－1985年　……T－3
表3.5　サラワク州の電力消費者数　1982年－1985年　……T－4
表3.6　自家発電施設　……T－4
表3.7　4需要地域の主要電力消費者　……T－5
表3.8　送配電系統損失と所内電力使用量　……T－6
表3.9　月間燃料消費量　……T－6
表3.10　ＳＥＳＣＯの電力拡張計画　……T－7

表5.1　15ヶ地点流域の流域損失　……T－8
表5.2　各水力地点の年平均流量　……T－9
表5.3　無次元流況曲線　……T－10
表5.4　無次元貯水量使用水量曲線　……T－10

表9.1　リダンに於る年最大日雨量　……T－11
表9.2　カノウィットに於る年最大日雨量　……T－12
表9.3　ロング・ピロンに於る年最大日雨量　……T－13
表9.4　ロング・スマドに於る年最大日雨量　……T－14
表9.5　カピットＰＷＤに於る年最大日雨量　……T－15
表9.6　ソンに於る年最大日雨量　……T－16
表9.7　ナンガ・バンキットに於る年最大日雨量　……T－17
表9.8　ガンベルによる確率計算結果　……T－18
表9.9　岩井法による確率計算結果　……T－19
表9.10　ログ・ピアソン・TypeⅢによる確率計算結果　……T－20

表9.11　水力地点の設計降雨量（1／4）……T－21
表9.12　水力地点の設計降雨量（2／4）……T－22
表9.13　水力地点の設計降雨量（3／4）……T－23
表9.14　水力地点の設計降雨量（4／4）……T－24
表9.15　洪水解析の要約（1／2）……T－25
表9.16　洪水解析の要約（2／2）……T－26
表9.17　可能最大降雨量 ……T－27
表9.18　可能最大降雨量の設計ハイエトグラフ ……T－27

表11.1　主要構造物の諸元 ……T－28
表11.2　水車の使用範囲 ……T－29
表11.3　同期発電機と誘導発電機の比較 ……T－30

表14.1　7水力地点の工事費 ……T－32
表14.2　リンバン地域ムダミット－2のキャッシュフロー ……T－33
表14.3　リンバン地域バシアのキャッシュフロー ……T－34
表14.4　リンバン地域オールディーゼルのキャッシュフロー ……T－35
表14.5　カピット地域ムコのキャッシュフロー ……T－36
表14.6　カピット地域オールディーゼルのキャッシュフロー ……T－37
表14.7　感度分析の要約 ……T－38
表14.8　ムコの2代替案の特徴 ……T－39
表14.9　候補地点の技術的特徴 ……T－40
表14.10　低落差案の概要 ……T－41

添付図一覧表

頁

図1.1　ＳＥＳＣＯの管轄区と発電所 …… F－1

図2.1　フィージビリティー調査の流れ図 …… F－2
図2.2　フィージビリティー設計用水力地点選定の流れ図 …… F－3

図4.1　水力開発方式図 …… F－4

図5.1　平均・最大・最小気温 …… F－5
図5.2　平均湿度 …… F－6
図5.3　日照時間の月平均パターン …… F－7
図5.4　最大風速 …… F－8
図5.5　年平均等雨量線図 …… F－9
図5.6　月平均雨量の分布 …… F－10
図5.7　年平均蒸発量 …… F－11
図5.8　蒸発散量と標高の関係 …… F－12
図5.9　無次元流況曲線 …… F－13
図5.10　無次元貯水量使用水量曲線 …… F－14

図6.1　貯水池開発方式の概略出力計算図 …… F－15

図9.1　雨量観測所位置図 …… F－16
図9.2　降雨量記録期間 …… F－17
図9.3　確率計算（1／4） …… F－18
図9.4　確率計算（2／4） …… F－19
図9.5　確率計算（3／4） …… F－20
図9.6　確率計算（4／4） …… F－21
図9.7　変換係数 …… F－22
図9.8　深度・期間解析 …… F－23

図9.9　ムダミット－2の洪水波形 ……F－24
図9.10　パシアの洪水波形 ……F－25
図9.11　カピット－1の洪水波形 ……F－26
図9.12　カピット－2の洪水波形 ……F－27
図9.13　イバウの洪水波形 ……F－28
図9.14　バンキットの洪水波形 ……F－29
図9.15　アヤットの洪水波形 ……F－30
図9.16　ムコの洪水波形 ……F－31
図9.17　カノウイットの洪水波形 ……F－32
図9.18　スクラン－1の洪水波形 ……F－33
図9.19　スクラン－2の洪水波形 ……F－34
図9.20　ムダミット－2の可能最大洪水量 ……F－35
図9.21　パシアの可能最大洪水量 ……F－36
図9.22　カピット－1の可能最大洪水量 ……F－37
図9.23　カピット－2の可能最大洪水量 ……F－38
図9.24　イバウの可能最大洪水量 ……F－39
図9.25　バンキットの可能最大洪水量 ……F－40
図9.26　アヤットの可能最大洪水量 ……F－41
図9.27　ムコの可能最大洪水量 ……F－42
図9.28　カノウイットの可能最大洪水量 ……F－43
図9.29　スクラン－1の可能最大洪水量 ……F－44
図9.30　スクラン－2の可能最大洪水量 ……F－45
図9.31　可能最大洪水の比流量 ……F－46

図11.1　水車型式の選定 ……F－47

図14.1　比較開発規模の KWhの価格（1／2）……F－48
図14.2　比較開発規模の KWhの価格（2／2）……F－49
図14.3　概略送電線ルート案 ……F－50
図14.4　低落差案の位置図 ……F－51

補足覚書の目録

S. N. No.1　パシア計画－ラクス／ブルネイに対する電力供給の利点

S. N. No.2　ムコ計画－製材産業から追加需要がある場合の計画評価

S. N. No.3　ムコ計画－開削方式水路に関する概略検討

S. N. No.4　ムダミット－2計画－ムダミット2地点での最小開発規模

S. N. No.5　パシア及びムダミット－2計画－木柱による66KV送電線

S. N. No.6　修正流況曲線に基いた流れ込み式計画の見直し

S. N. No.7　低落差計画に関する予備検討

S. N. No.8　余剰ディーゼルプラントの移設・停止保存による利点

略語及び単位一覧表

(1) マレイシア国内機関

DID	: Drainage and Irrigation Department
EPU	: Economic Planning Unit of Priminister's Department
GSD	: Geological Survey Department
L&S	: Land and Survey Department
MMS	: Malaysian Meteorological Service
SESCO	: Sarawak Electricity Supply Corporation
SPU	: State Planning Unit

(2) 国際／国外機関

JICA	: 国際協力事業団
WMO	: World Meteorological Organization

(3) そ の 他

B	: 便　益
C	: 経　費
CA	: 集水面積
cms	: m^3/s
Dia	: 直　径
EIRR	: 経済費用内部収益率
EL.	: 標　高
GWh	: ギガワットアワー
HVAC	: 高圧交流電気
HVDC	: 高圧直流電気
km	: キロメーター
KW	: キロワット
KV	: キロボルト
M¢	: マレイシア・セント

M$	：マレイシア・ドル
Max	：最　大
MCM	：百万m³
Min	：最　小
MOL	：最低運転水位
MVA	：百万ボルト・アンペア
MW	：メガワット
O&M	：運転維持
PMF	：可能最大洪水量
PMP	：可能最大降雨量

第一章　序　　文

1.1　調査の背景

サラワク州は、ボルネオ島の北西部、北緯1度より5度の間、東経 110度から 115度に位置している。面積は 124,450㎢で、北西部に広がる沖積平野は南東部に位置する丘陵山岳地帯から北西方向に流れる河川に分割される。気候は年間を通じて常時湿潤な熱帯雨林気候帯に分類される。気温及び湿度は一般に高く、その変動は僅かである。

年間降水量は豊富で平均 3,700㎜を示し、地形的要因とあいまって巨大な包蔵水力を有している。経済的開発可能水力エネルギーは、約 63,000GWh／年で全マレイシアの53%に当る。

サラワク州はこのような水力に恵まれているにも拘わらず、1985年に完成した設備容量92MWを持つバタンアイ発電所以外は未開発の状況にある。

サラワク州の電力はサラワク電力公社（ＳＥＳＣＯ）によって供給されており、それぞれの需要地域にディーゼル又はガスタービンによる単独電力供給を行なっている。

1984年のＳＥＳＣＯの総設備容量は 229MWに達し、年間発生電力量は601GWhに達した（表1.1　参照）。

ピーク電力需要及び年間需要電力量は、1975年から1984年の10年間に年率約13%で増加している。バタンアイ水力発電所の運開によって、1985年の設備容量は 352MWに、発生電力量は704GWhに拡大した。1986年7月現在、ＳＥＳＣＯは60個所の発電プラントを保有している（図1.1　参照）。

マレイシア政府は1986年に第5次国家計画を策定したが、この中に1986年より1990年に至る期間のエネルギー政策が述べられている。この政策は過度の石油依存から脱却するために非石油エネルギー資源の利用、特に水力発電と天然ガス開発に重点を置いた4エネルギー源分散戦略（石油、ガス、水力、及び石炭）を実現し、エネルギー供給の安定と信頼性の確保を目的としている。

この政策に基づき、ＳＥＳＣＯは過度の石油依存から脱却する手段として、サラワクの豊富な水力エネルギーを最大限利用する方針をたてた。

第5次国家計画はサラワク州のエネルギー政策について次のように述べている。

ＳＥＳＣＯの電力設備容量は1985年の実績704GWhに対し1990年には1,600GWhに達するであろう。工事実施予定の主要プロジェクトとしては、ウルアイ水力発電所（出力54MW）があり、幾つかの開発計画のフィージビリティ調査が行なわれる。これらのフィージビリティ調査は、スリアマン、サリケイ、カピット及びリンパンを対象とする小水力発電計画及びムル、パレ及びブラガの主要大規模発電計画がある。バクン水力発電計画は巨大な投資額を要することから、その実施を決定する前に財政的余裕の有無、又その財政支出が及ぼす影響を検討するべきである。

1984年７月、マレイシア政府は日本政府にサリケイ、スリアマン及びリンパンの三都市地域に供給する小水力開発のフィージビリティ調査を要請してきた。この要請に応え、国際協力事業団（ＪＩＣＡ）は1985年１月24日より２月６日の間予備調査団を派遣し、サリケイ、スリアマン地域の予備調査を実施した。この予備調査期間中マレイシア政府はカピットを調査対象区域に加えるよう再要請し、ＪＩＣＡは1985年10月８日より27日迄事前調査団を再派遣しリンパン、カピット地域の予備調査を実施した。1985年10月事前調査の際、Scope of work (S/W) を含む協議がマレイシア政府となされた。調査のＳ／Ｗが1986年８月８日Prime Minister's Depertment のEconomic Planning Unit（ＥＰＵ）とＪＩＣＡの間に調印され、８月11日直ちにこの調査が開始された。

1.2 調査の目的

調査の目的は次の４つに電力需要地域に対して最適の小水力開発計画案を作成し、長期間に亘る河川流出傾向、2010年迄に予想される将来の電力需要及び代替電力供給施設等についての技術的、経済的及び財務的フィージビリティを検討する。

スリアマン

サリケイ

リンパン

カピット

1.3 調査対象地域

この調査はスリアマン、サリケイ、リンバン及びカピットの周辺地域に対し行なわれた。

1.3.1. スリアマン地域

スリアマンはサラワク州第2行政区の首都で、サラワク州の州都クチンから東南東へ約130km、ルパル川の河口より85km上流地点に位置する。面積 4,406km²、1980年の人口は69,871人である。1984年の発電設備容量は 3,104KW、発生電力量は 10,074MWhである。

1.3.2 サリケイ地域

サリケイはサラワク州第6行政区の首都で、クチンから北東方向に 150km、ラジャン河の河口より約40km遡った所に位置する。面積 1,715km²、1980年の人口は43,957人である。1984年の発電設備容量は 4,875KW、発生電力量は 10,735MWhである。

1.3.3. リンバン地域

リンバンはサラワク州第5行政区の首都で、リンバン川を、河口より約10km遡った所に位置し、クチンからは 700km北東方向に位置する。面積 3,978km²、1980年の人口は25,223人である。1984年の発電設備容量は 2,535KW、発生電力量は9,432MWhである。

1.3.4 カピット地域

カピットはサラワク州第7行政区の首都で、クチンから東北東方向へ 300km、ラジャン河の河口より約 200kmより遡った所に位置する。面積15,597km²、1980年の人口は38,429人である。1984年の発電設備容量は 1,164KW発生電力量は4,209MWhである。

第二章　調査の実施方法

2.1　調 査 概 要

本調査は次の三段階に分け、昭和61年８月から昭和63年４月までの21カ月で実施される。

(1)　小水力開発地点選定段階　　昭和61年８月－11月

(2)　現地調査段階　　昭和61年12月－62年８月

(3)　実施可能性検討段階　　昭和62年６月－63年４月

(1)　小水力開発地点選定段階

小水力開発地点の選定は昭和61年８月から11月までの４カ月で実施される。主作業は各電力需要地の近傍で開発地点を選定し、そしてそれぞれの開発地点への現地踏査や経済比較検討を実施して、各需要地に対する最適開発地点を選び出すことである。マレイシア政府はこれら各需要地に対する最適開発地点からＦ／Ｓ調査を実施する計画を国際協力事業団と協議の上決定する。この決定に基づいて、詳細調査プログラム及び技術仕様書が地形測量や地質調査に対して作成される。

第八巻を含む本第七巻はこの小水力開発地点選定作業の調査結果をとりまとめたものである。

(2)　現地調査段階

この現地調査段階において、地形測量、地質調査、弾性波探査、室内実験を含む建設材料調査、流量観測を含む水位計設置がＦ／Ｓを実施する計画地点に対して実施される。これらの調査は競争入札によって選ばれた現地業者によって現地調査プログラム及び技術仕様書に基づいて実施される。ＪＩＣＡ調査団は各々の作業に対してＳＥＳＣＯの職員と共に技術的支援をする。さらに、ＪＩＣＡ調査団は電力需要調査、環境調査、水文調査等も実施する。この現地調査は昭和61年12月から62年８月までの９カ月間で実施されるが、最初の５カ月間に入札、契約の業務が実施される。

(3) 実施可能性検討段階

計画の実施可能性の検討は昭和62年6月に始められ、昭和63年4月に最終報告書の提出をもって完了する（最終報告（案）提出は昭和63年2月)。この段階における主作業はF／Sレベルの設計、建設費見積もり、建設計画及び経済・財務分析である。

調査作業の流れは図2.1に示される。

2.2 調査の基本方針

2.2.1 各需要地の電力需要

電力系統開発のためのマスタープランにより策定された電力開発プログラムを実現させるためには多くの資金と期間が必要であろう。一方、SESCOは燃料費の高いディーゼルプラントへの依存度を下げることを目的として、比較的大きな電力需要地の近傍で小水力を開発することを考えている。この小水力開発調査において選ばれた電力需要地に対して最適地点を選定し、さらにその開発地点に対して技術的、経済的実施可能性を検討する作業が実施される。

この調査の作業範囲は次の通りである。

"四つの選ばれた電力需要地、すなわちスリアマン、リンバン、サリケイ及びカピットの伸びゆく電力需要に見合う様に最適水力開発地点を選定する事"

既存のデータによると、現在及び将来の需要は次の通り予測されている。

最大電力：MW、電力料：GWh

電力需要地	最大電力	電力量	最大電力	電力量	最大電力	電力量	最大電力	電力量
スリアマン	2.0	10.2	3.4	17.1	8.6	42.4	17.0	83.3
リンバン	2.0	10.6	3.2	16.5	7.0	34.9	12.4	61.8
サリケイ	3.0	13.4	5.0	23.0	13.0	60.0	27.0	126.4
カピット	1.2	5.0	1.6	6.8	2.5	11.0	4.2	18.0

注：(1) 1985年の数値は実績値
(2) 予測電力量は発電電力量を表わす。
(3) SESCOの最新の予測に基づく。

2.2.2　水力地点のスクリーニング

各需要地域に対して一つの最適水力地点を選ぶために各水力地点の相対的有利性を三段階に亘って評価する。各スクリーニング毎に水力地点の数は漸減するが、調査項目と検討内容はより詳細になる。

第１次スクリーニングは、現場踏査を実施すべき対象水力地点の選出を目的として行なう。第２次スクリーニングは、主として水力地点の技術的問題点の有無を確認する為に現場踏査を実施し、その結果に基づき評価を行なう。第３次スクリーニングは各需要地域に対する最適水力地点を決定する最終段階であり、幾つかの経済評価指数によってスクリーニングを行なう。

2.3　アイデンティフィケーション・ステージの作業手順

2.3.1　水力地点のアイデンティフィケーション

一般的な作業手順は図2.2に示すとおりである。主たる調査項目について以下に説明し、各項目の調査に於いて得られた資料・情報については後の章に述べる。

(1)　資　料　収　集

ＪＩＣＡ事前調査団が収集したもの以外の下記資料・情報の収集及び再検討を行なう。

(a)　地形関連資料

1/50,000縮尺地形図

三角点及び水準点基標

(b)　地質関連資料

－調査地域の地質図

－調査地域周辺地域におけるコアーボーリング、土質調査及び岩石試験等の既往調査報告書

－地辷り或いは断層等に関する調査報告書

－地震記録資料

(c) 気象・水文資料

－調査地域周辺の気象水文記録

－調査地域周辺の流砂量及び堆砂に関する記録

－調査地域周辺の水質関連資料

(2) 水力地点の選出

水力地点選出の第一手段として地形図を検討する。選出された水力地点が次に進む段階の技術的検討に必要な地形、地質、気象水文資料が利用可能か否か確認する。

(3) 概略水文分析

水力地点の水文解析は初期段階に於て利用可能な気象水文資料を用いて行なわれる。主たる解析項目は次のとおり。

a）気象水文資料の検討及びこれらの中から各水力地点に利用可能な資料を選出

b）選出された流量観測書に於る流出量の分析

c）各水力地点に適用する無次元流況曲線の推定

d）各水力地点の蒸発量の推定

e）各水力地点の年平均流量の推定

f）各水力地点の流砂量の推定

(4) 概略出力計算

各水力地点の発電力を地形図によって得られた情報及び上述の水文に関する情報に基づき算出する。

(5) 第一次スクリーニング

第一次スクリーニングは次の段階の現場踏査を行なうべき水力地点を選出する作業である。

この判定基準として次の4つを定める。

a）水力地点と需要地域の遠隔性

b）水力地点の開発が舟運、水利用に及ぼす影響

c）発電出力の大小

d) 土地補償及び移転問題の有無

(6) 現 場 踏 査

現場踏査は第一次スクリーニングを通過した水力地点について実施され、次の項目に関する水力地点の物理的状況を調査する。

(a) 位置及び地形の確認

(b) 交通手段及び現場への接近方法

(c) 地表・地質状況

(d) 利用可能な建設材料

(e) 河川形状と流況

(f) 将来予測される技術的問題発生の可能性

(7) 概略洪水解析

各水力地点の余水吐及び假排水路概略検討に必要な設計洪水を推定する。

ユニットグラフ法によって、各種の回帰確率年に対する確率洪水波形及びピーク流量を推定し、第二次スクリーニングの対象となるすべての水力地点の確率洪水流量、計画洪水量を求める。

(8) 第二次スクリーニング

第二次スクリーニングは、発電計画実現に伴い発生すると予測される社会的技術的諸問題を主に現場踏査をとおして検討する。特に重大な問題点が予想されない限り、総ての水力地点を第三次スクリーニングのための詳細検討作業に進める。

2.3.2 最適水力地点の選定

(1) 基本的レイアウト計画

第三次スクリーニングの対象となる総ての水力地点について、標準的計画方針に従い現場踏査で得られた情報を基にして概略計画を立案する。水力開発計画は次のいづれかとなる。

a) 流し込み方式

b）貯水池方式

(2) 出 力 計 算

各水力地点について出力と発生電力量を現場踏査で得られた情報に基づき再計算を行なう。年間発生電力量は2次電力量も含めて算出する。

貯水池式開発計画の場合にはダム高と最大使用水量の各種組合せによる9ケースについて求め、流し込み方式開発計画についてはプラントファクターを変化させて求める。

(3) プロジュクト・コストの積算

プロジュクト・コストはレイアウト計画及びサラワク州における同種プロジュクトの工事費資料に基づいて積算する。工事項目の単価を決定するに当り、1979年以降の消費者物価指数の変化、セメント鉄筋等の建設物価指数の変化に応じ1986年価格に調整する。工事数量はレイアウト図面に基づいて計算し、図面では得られない細部については概略数量算出公式を利用して求める。

建設費用は用地買収・補償費を含む主要工種の合計でマレイシア・ドルで示す。

(4) 便　　益

水力の開発規模に最も類似した代替火力の建設費・運転経費・燃料費を水力の便益とする。

(5) 第三次スクリーニング

各需要地域に対する最適水力地点は各々の水力候補地点が持つ次の経済評価指数を比較して決定する。

a）KWh 当たりの発電コスト

b）純便益（B－C）

c）内部収益率（IRR）

第三章　基本資料

3.1　既往調査資料

水力地点は既往調査資料を利用して発見される可能性が高い。サラワク州において行なわれた既往調査には次のようなものがある。

(1)　コロンボプラン　水力発電調査、サラワク、予備調査報告書（1962年）

この調査は1962年３月～４月の間にオーストラリア国の援助により実施された、サラワク州における将来の水力開発計画に利用するための必要資料の収集、記録を行う為のプログラムを作成したものである。

サラワク州における理論的包蔵水力は192,000GWhと推定され、その約20%は経済的に開発可能と考えられた。このうち19サイトにつき予備的研究が行なわれ、３サイトは経済的、９サイトは中間的、７サイトは非経済的であると評価された。

(2)　バタンアイ水力発電計画フィージビリティ・レポート（1978年12月）；
ＳＭＥＣ（Snowy Mountains Engineering Corporation）

この報告書はバタンアイ水力発電開発計画の技術的及び経済的な最適開発規模の検討を行なったものである。

提案された計画の主要諸元は次のとおりである。

河　川	バタンアイ川	
ダム型式	主ダム	コンクリート表面遮水壁型ロックフィルダム
堤頂標高		EL 116.0m
主ダム及び副ダムの高さ		85m
ダム体積		5.3 × 10^6m³
サドルダム		高　さ　　ダム体積
	Sebangi（土堰堤）	26m　　0.3 × 10^6m³
	Bakatan（　〃　）	40m　　1.3 × 10^6m³
	Pan　（　〃　）	小規模
	Sekaba（　〃　）	〃
貯水池		
	集水面積	1,200 km²
	年平均流入量	121 × 10^6m³
	最高水位（FSL）	EL 108 m
	最低発電利用水位（MOL）	EL 98 m
	総貯水容量（最高水位）	2380× 10^6m³
	有効貯水容量	750× 10^6m³
発電所		
	設備容量	4 ×23MW
	年間発生電力量	580GWh
	最低出力（最低利用水位）	84MW

バタンアイプロジェクトは1985年に完成し、現在 275KVの電圧でクチン市に給電されている。

(3) 包蔵水力予備調査、サラワク　1977年12月（1979年1月　改訂版）；SESCO

この調査は、現存する豊富な包蔵水力を開発するという国家政策をうちたてるため大規模水力開発に視点をあてて行なわれた。特に次の主要河川、サラワク河、サリバス河、ラジャン河、テウトゥリンジャル河、トゥトック河、バラム川、リンバン川、ムカ川、トゥ

ルサン川及びラワス川はすべて調査対象とされた。

貯水池開発方式の42ヶ地点の水力発電計画が選定され、これらの総合計出力は10,870MWとなった。

(4) サラワク州ミニ水力開発予備調査、1980年2月；ＳＥＳＣＯ

地方電化計画の効率的な推進をはかる為、5KW～1,000KW の設備容量をもつ、ミニ水力開発が調査された。図上の検討段階で 320のミニ水力開発地点が選出されたが、その中で60地点がフィージビリティ調査の対象に選ばれた。

(5) サラワク州水力総合開発計画　1981年4月；German Agency for Technical Cooperation Ltd。この調査は1979年12月から1981年3月の間に以下の主要目的をもって実施された。

- サラワク州の包蔵水力調査に重点を置いた水力総合開発計画の立案
- 最も経済的な水力開発計画及び同計画に関連する半島マレイシアに至るＨＶＤＣ（高圧直流送電線）計画についてのフィージビリティ調査の実施。

この調査はサラワク州の余剰電力を半島マレイシア、サバ、シンガポール、ブルネイ及びカリマンタン（インドネシア領）に送電すると見做して2010年に至る長期需要予測を行なっている。

この調査によって設備容量26MWから 4,950MWの範囲に及ぶ 155水力地点が選出された。これらはすべて可能最大ダム高をもつ貯水池開発方式と考え、プラントファクターは 0.5として出力を算定した。種々の技術的経済的検討の結果、最終的に11地点が最も望ましいものとして選定された。11地点のうち6地点は、ラジャン河上流域に位置する。

開発規模は開発計画案“Ｈ”が最適であると結論づけられた。この開発計画案“Ｈ”は、発生電力をサラワク州、サバ州のみならず半島マレイシアへＨＶＤＣ送電線によって送るものである。水力開発地点はすべてラジャン河上流域にありラジャ284(プラガス中流部)、バル037(バクン)、ムル40及びベラ 010が含まれている。

各水力開発地点の主要諸元は次のとおり。

開発地点	プラガス	バクン	ムル40	ベラ010
河　川	ラジャン	バルイ	ヌルム	プラガ
貯水池				
年間平均流入量（m³/s）	2,000	1,560	310	230
最高貯水 EL(m)	57	228	531	188
有効貯水量（MCM）	3,000	27,100	6,000	6,800
最大貯水面積（km²）	380	730	210	390
発電所				
平均有効落差（m）	37	159	291	112
設備容量（MW）	770	2,580	940	260
常時尖頭出力（MW）	710	2,260	790	240
発生電力量（GWh）				
一　次	4,900	17,200	6,500	1,800
二　次	500	900	100	—
合　計	5,400	18,100	6,600	1,800
工事費				
投資金額（百万M$）	1,480	2,690	1,080	730
KWh単価（M¢）	4.1	2.3	2.3	5.3

(6)　ミニ水力プロジェクト（サバ、サラワク州）最終レポート、1982年5月

この調査は、サバ、サラワク両州のすべてのミニ水力潜在開発地点のフィージビリティ調査を行なったものである。このうち開発規模50KWから1000KWの20水力地点の設計及び工費見積りを行なった。

サラワク州以内に於ては48の開発可能地点が選出され、最終的に次の10ヶ所のミニ水力開発地点が選ばれた。

コード	開発地点	行　政　区	総落差（m）	設備容量（KW）
1003	セバコ	1	117	2×300
1006	ルンドゥ	1	238	1×300
1008	スマダン	1	34	2×100
2002	バトゥリンタン	2	10	2× 50
3004	ウォンシラウ	3	4	2× 75
4009	ケジン	4	146	2×200
5004	カラムク	5	277	2×500
5011	メディオゥ	5	49	1×150
5019	サリパン	5	35	2× 95
7001	ギァム	7	66	1× 95

上記ミニ水力開発地点のうちカラムク、セバコ、ルンドゥ、は既に完成しバドゥリンタン、スマダン、サリパンは現在工事中である。

(7) バクン水力発電計画フィージビリティ・レポート、1983年11月；
German Agency for Technical Cooperation Ltd.
この調査はサラワク州水力総合開発計画に引きつづいて行なわれた。
プロジェクトの主要諸元は以下のとおり。

河　　川	パタン　バルィ	
貯 水 池		
集水面積	14,750㎢	
年間平均流出量	1,440m³/sec	
最高貯水位（洪水位）	ＥＬ 230.6m	
最高利用水位	ＥＬ 228.0m	
最低利用水位	ＥＬ 175.0m	
総貯水量（最高貯水位以下）	45,400　$10^6 \times m^3$	
有効貯水量	27,500　$10^6 \times m^3$	
貯水面積	710㎢	
主 ダ ム	コンクリートアーチダム（ダブルアーチ）	
高　　さ	204m	
堰　　長	1,100m	
コンクリート量	$3.9 \times 10^6 m^3$	
発 電 所		
出　　力	300MW×８	
平均年間発生電力量	1,800GWh	
送 電 線		
サラワクーサバーカリマンタン	132KV	95km
	275KV	450km
	（ダブルサーキット）	
	500KV　２併列	665km
	（シングルサーキット）	
サラワク　－　半島マレイシア		
	400KV　ＨＶＤＣ送電線	675km
	375MW容量　４併列ＨＶＤＣ海底送電線	325km
	400KV　ＨＶＤＣ送電線	325km

(8)　ウルパタンアイ水力開発に関する予備調査、1984年５月；ＳＥＳＣＯ

パクン水力発電計画が開発される迄の州都クチンの中期的電力需要に応えるためパタンアイ流域の開発が計画された。同流域の電力総合開発計画によってパタンアイ上流域に７ヶ所の開発可能地点が選出され、それらの比較検討を行なった結果ウルパタンアイ開発地点のフィージビリティ調査を可及的速やかに実施するべきであると結論づけている。

3.2 地形・地質

3.2.1 地　形　図

サラワク州の地形図は陸地測量部（L＆S）が管理しており、この調査に下記の地形図が利用された。

地　域	縮　尺	地図枚数
1. 全サラワク	200万分の1	1
2. 同　上	107万分の1	1
3. 同　上	100万分の1	1
4. 同　上	50万分の1	4
5. 調査地域	5万分の1	45
サリケイ及びスリアマン		(16)
リンバン		(13)
カピット		(16)
6. 調査地域	1万分の1＊	10

注：＊1万分の1地形図は、L＆Sで作成されたものである。

3.2.2 既存地質調査資料

サラワク州の地質に関しては1968年H.J.C.Kirk作成の「The Igneous Rocks of Sarawak and Sabah（サラワク、サバの火成岩）」が有り1/50,000縮尺の地質図が添付されている。

サラワク州は大部分が北西ボルネオ地向斜のシブ・ミリ帯に含まれる。西サラワクのクチン地域から、ルパル河にかけては上部白亜紀より古い時代の地層が露出している。

北西ボルネオ地向斜の発達は後期白亜紀よりはじまるが、チャート及びオフィオライトをはさんだ、頁岩、シルト岩、砂岩、グレーワッケ（硬砂岩）及び礫岩の堆積岩層がルパ

ル河の北方に広がっている。

北西ボルネオ地向斜の主要部分は中部サラワクのラジャン層群及びクロッカー層の分布地域において代表される。

ラジャン層群は、特にラジャン河流域附近に 170km以上の巾をもって分布し、処々に礫岩及び上部白亜紀から始新世の時代にかけての石灰岩をはさむ硬い砂岩、頁岩、シルト岩、及び粘板岩で構成されている。

クチン帯の北方に隣接するシブ帯は、ミリ帯とともに上部白亜紀ないし始新世のフリッシュ型堆積物からなる北西ボルネオ地向斜の中核を成す。

ミリ帯は中新世ないし鮮新世の時代に浅海の環境で堆積した粗粒砂岩及び石灰質の堆積物からなっている。

3.2.3 地震記録

マレイシアにおいては1973年にMalaysian Meteorological Service（MMS）に地震部門がおかれて以来4つの観測所でマレイシア周辺の地震観測を行なっている。

1973年以前についての地震情報は新聞又は公表された論文によって知ることができ、1900年から1976年の間約 5,000回の地震のうち、約 1,000回の地震が半島マレイシア地域でみられ、他はサバ州又はインドネシア領ボルネオ島で発生している。MMSのサラワク州における地震調査によると、過去において数回の微震が記録されたのみである。

3.3 気象・水文

3.3.1 気象資料

気象資料は主にMMSによって収集されている。MMSは5ヶ所の1等気象観測所（クチン、シブ、ビンツル、ミリ各空港及びスリアマン）に於て観測を行なっている。1982年にスリアマン観測所が開設されたが、ここでは乾湿球温度計、相対湿度、気圧、地表及び上空風向風速観測、蒸発量、雨量及び日照時間の観測を行なっている。

3.3.2 水 文 資 料

水文資料の収集は主に潅漑排水局Drainage and Irrigation Depardment（ＤＩＤ）で行なわれており、1986年３月現在 143の雨量観測所（このうち64が自記雨量計）、21の蒸発量観測所、51の水位観測所（このうち約半分が、自記水位計）をもっている。水位観測所の約半分は、水位流量曲線を作成する為の流量観測を行なっており、ごく少数であるが流砂量の測定も行なわれている。ＤＩＤで収集された相当数にのぼる基礎的水文資料がデーターバンク・コンピューターに記憶蓄積されている。

3.4 社会経済及び電力関連資料

3.4.1 社会経済関連資料

社会経済関連資料は1986年公表された第５次国家計画及びサラワク州年次統計（1984年版）によって得られた。

サラワク州の人口は1980年統計で 131万とされ、1970年より10年間の平均増加率は 3.0％である。人口密度は1970年の 7.8人／㎢より1980年の10.5人／㎢に増加している。1990年には、平均人口増加率は 2.5％になるものと推定されている。この結果1990年の総人口は 175万人になると予想される。

国内総生産高（ＧＤＰ）は、1980年の29億8,000 万マレイシア・ドルから1985年には46億5,200 万マレイシア・ドルに増加した。これは年平均年率 9.3％の成長率に相当する。国民１人当りのＧＤＰは1985年に 3,085マレイシア・ドルとなり、1980年より1985年迄の間の成長率は 6.1％となる。鉱山及び採石部門（石油、ガスを含む）の成長が特に大きく、14.9％の成長率を示している。1990年には１人当りＧＤＰは年 2.7％の成長率になると予想されている。（これは国家全体の平均値 2.4％より大きい）。

1984年の土地利用状況をみると、森林が最大で94,376㎢に及び、草地 800㎢、穀物生産用地は 4,700㎢、農業用地が18,500㎢である。

1983年から84年にかけての米の生産用地として 151,600ヘクタールがあるが、このうち76,500ヘクタールが水田である。米の生産は 1983/84年会計年度時点で20万ｔで、このうち14万９千ｔが水田に於て、５万１千ｔが山地、畑で生産されている。これはサラワク州

内での消費量の71.3%に当る。

サラワク州からの生産品の輸出は年々着実に増加している。主要な輸出品は石油生産物、森林及び農業生産物で占めている。1983年以来、天然ガスが新たに重要な輸出品となった。輸入も人口と地域開発の必需品の増大ともなって増加している。

1984年の貿易バランスは41億マレイシア・ドルの黒字を計上しており、これは76億マレイシア・ドルの輸出に対して、35億マレイシア・ドルの輸入によって生じている。

消費者物価指数は1980年より1984年の5ヶ年平均で 4.1%の年間上昇率を示している。1984年の消費者物価指数は次のとおりである。

消費者物価指数　1984年（1980＝ 100%）

品　名		(%)	指　数
A.0	食　品	43.8	122.5
	(家庭用)	(40.7)	(120.9)
	(非家庭用)	(3.1)	(142.9)
A.1	タバコ、飲料	3.8	142.3
A.2	衣料、靴	4.0	112.9
A.3	地代、燃料、電気	19.3	128.0
A.4	家具、家庭用品	5.2	113.4
A.5	衣料費、医薬品	1	118.5
A.6	通信交通費	12.4	124.5
A.7	レクリエイション、娯楽費	5.5	106.9
A.8	その他商品及びサービス	4.9	117.4
	計	100.0	122.5
B.0	耐久消費財	11.4	112.3
B.1	半耐久消費財	6.2	111.6
B.2	非耐久消費財	53.8	122.8
B.3	サービス	28.6	128.5
	計	100.0	122.5

3.4.2 サラワク州の電力供給施設

サラワク州では The Sarawak Electricity Supply Corporation （ＳＥＳＣＯ）が電力を供給している。電力需要地域はそれぞれ遠隔地に孤立しており、それぞれの電力需要地域には主としてガスタービンとディーゼルによって供給している。しかし1985年に 108MW（４台の発電機による発電）の設備容量をもつバタンアイ水力発電所が完成し、主として州都クチンへの営業運転を行なっている。

ＳＥＳＣＯの1985年末現在の保有設備容量と電力市場状況は次のとおりである。

(1) 発 電 設 備

1985年末迄にＳＥＳＣＯは増大する電力需要に対応するために次々と多数の発電設備を建設し、1985年末現在 348,699KWの発電容量を保有している。

主要な10ヶ所の需要地域についての1982年以降の実績は次のとおりである。

設　備　容　量

（単位：ＫＷ）

需要地域	1982	1983	1984	1985
1．クチン	77,414	91,548*	103,324	210,908*
2．シ　ブ	31,560	31,560	31,560	47,560
3．ミ　リ	32,150	31,050	41,950	41,950
4．ビントゥル	22,991	20,664	20,376	19,776
5．サリケイ	3,295	4,415	4,415	4,415
6．スリアマン	2,474	2,534	2,534	4,184
7．リンバン	2,535	2,310	2,535	3,585
8．カピット	1,054	1,254	1,164	2,363
9．マルディ	954	879	943	1,280
10．ラワス	655	786	1,775	1,775
合計（全サラワク）	183,646	196,599	221,518	348,699

注：

1．＊バタンアイ水力発電所を含む。

2．廃棄された火力発電設備は含まず。

3．出典；ＳＥＳＣＯ年次報告書より。

1986年３月末現在の設備構成は次のとおり。

a）ディーゼル発電	51%
b）ガスタービン発電	21%
c）水　力　発　電	28%
合　計	100%

パタンアイ発電所の発生電力は主としてクチン地域のベースロードに消費されており、クチン、ミリ、ビントゥル地域に対してはガスタービン電力が主に充てられている。この調査で対象として選ばれた４需要地域は、各々独立した送配電系統によってディーゼルエンジンによる電力供給が行なわれている。

(2) 送配電系統

パタンアイ発電所の開発に関連して、全長 215kmの 275KV送電幹線が建設された。これは将来のサラワク電力システムの主要部分となるものである。送配電線は電圧33KVで66KVで設備されており、端末では、周波数50Hz、３相交流 230/400Ｖを使用している。

ＳＥＳＣＯの1983年度年次報告書によると現在の配電線全延長は表3.1のとおりである。

これらの配電線の大部分（主要都市地域及び河川を横断するものを除く）は、木柱（Belian材）が使用されている。

(3) 発生電力量、消費電力量

ＳＥＳＣＯによる供給量を表3.2から表3.4に示す。

同表に示されているように発生電力量及び消費電力量の年平均増加率は過去５ヶ年間で13.1%及び11.8%となっている。発生電力量、消費電力量、最大設備容量及び最大ピーク需要等の詳細内訳を付録Ⅷ（巻Ⅷ）に示す。1985年の送配電系統の損失は、123,696MWhで平均発生電力量の18.8%に達する。サラワク州における年平均負荷率は56%である。

(4) 消費電力量

サラワク州における1984年の電力消費部門は次の三つに分類される。

a）商業及び工業用	70%
b）家　庭　用	29%
c）公共照明用	1%
計	100%

消費者増加率は表3.5に示すように年率約11～12%である。

(5) サラワク州の自家発電部門

表3.6に示すように、少数であるが自家発電施設がある。その発生電力は自家用消費に限られている。

3.4.3 調査地域の現況

調査対象地域となったリンバン、カピット、サリケイ及びスリアマンの4つの需要地域の電力関連現況は次のとおりである。

(1) 電 力 供 給

前節3.4.2で述べた如く、これらの地域はディーゼル発電のみに依存している。これらリンバン、カピット、サリケイ、スリアマン地域の平均需要増加率は1985年に至る5年間にそれぞれ年率14.2%、16.5%、11.0%及び 9.6%である。配電網は、11KVの架空線と地下ケーブルから成り、抵抗トランスホーマは 16KVAから1,000KVAの範囲にある。

付録Ⅷ（巻Ⅷ）に示した各需要地域の配電網図と日負荷曲線から判明する如く、電力消費は都市地域に集中している。

(2) 主 要 消 費 者

主な消費者は、工場、揚水場、放送局等でこれらが20%から30%の比率を占める。これらの消費者名及び月間消費量（KWh)を表3.7に示す。

(3) 系統損失と所内消費損失

リンバン及びカピットの運転記録に基づくこれらの損失を表3.8に示す。

同表に示す如く、系統損失と所内消費損失はリンバンでは各々3.1%及び10.4%、カピットでは各々3.9及び6.4%である。

(4) 燃料及び潤滑油消費量

リンバン及びカピットの1983年－1986年間の燃料及び潤滑油消費量の実績は表3.9に示す。

表に示す如く、kKW当り燃料及び潤滑油消費量はリンバンでは0.26ℓ及び0.0047ℓ、カピットでは0.30ℓ及び0.0024ℓである。

使用燃料は、リンバン及びサリケイでは、軽油 (light Oil)でスリアマン及びカピットではディーゼルオイルが使用され、潤滑油としては、RimulaX-30又はRotela30が使用されている。

ガス、ディーゼルオイル及び軽油の KWh当り燃料費はＳＥＳＣＯの統計資料から次のように推定される。

a）ガ　ス　　5 M¢/KWh

b）ディーゼルオイル　18 M¢/Kwh

c）軽　油　　12 M¢/Kwh

(5) エンジンの修繕計画

エンジンの修繕は累積運転時間に応じて次の三段階の基準に基づき定期的に行なわれている。

a）潤滑油交換

リンバン　：　1,200～2,000 時間毎

カピット　：　800～1,500 時間毎

b）トップオーバーホール

リンバン　：　4,500時間毎

カピット　：　3,000～6,000 時間毎

c）完全オーバーホール

リンバン　：　18,000時間毎

カピット　：　12,000時間毎

トップオーバーホールには、ピストンリング、ピストン、ビッグエンド、ベアリング及

びシリンダーライナー等が検査項目となる。完全オーバーホール時には、これらに加えメインベアリングが検査対象となる。

一般に完全オーバーホールの所要日数は、約7～10日間とみられる。

3.4.4 電力設備拡張計画

(1) 発電施設

ＳＥＳＣＯは1991年末迄に 100以上の主としてガスタービン及びディーゼルエンジンによる63,022KWの全出力をもつ発電設備を増設する計画をもっている。この計画の中には合計出力 450KWとなる三個所のミニ水力発電所を含んでいる。この他に第5次国家計画期間中に、地方電化計画の一環として3個所のミニ水力開発も計画されている。当該対象4需要地域については、リンバン及びカピットについての増設計画が記されているが、サリケイ、及びスリアマンについては増設計画は無い。1991年に至る電力拡張計画の詳細は、表3.10及び付録Ⅷ（巻Ⅷ）の表Ⅷ.13 に需要予想ピーク電力との関係を含め示されている。

(2) 送電線及び開閉場・変電所

バタンアイ水力発電所とクチンを接続する電圧 275KVの送電線は既に完成し現在使用中である。付録Ⅷ（第八巻）の図Ⅷ.14 に示す如く、別のＨＶＡＣ送電線がバタンアイ発電所からシブへ拡張が予定され、関連開閉所及び変電所を含む建設工事は1988年3月末には完成する予定である。

当該対象需要地域であるスリアマン及びサリケイも数年中にこのＨＶＡＣ送電線に接続される予定である。

付録Ⅷの表Ⅷ.15 （第八巻）には、ＳＥＳＣＯの 400KVＨＶＤＣ送電線をもつ電力施設計画の概要が示されているが、これは将来における大規模水力の開発を考慮したものである。

3.4.5 調査地域の需要計画

次に示すのは4需要地域に於る現在提案されている需要計画である。