

パプア・ニューギニア

プラリ河電力開発計画調査報告書

第一巻 要 約

昭和 52 年 12 月

国際協力事業団

パプア・ニューギニア

プラリ河電力開発計画調査報告書

第一巻 要 約

昭和 52 年 12 月

JICA LIBRARY



1043206101

国際協力事業団

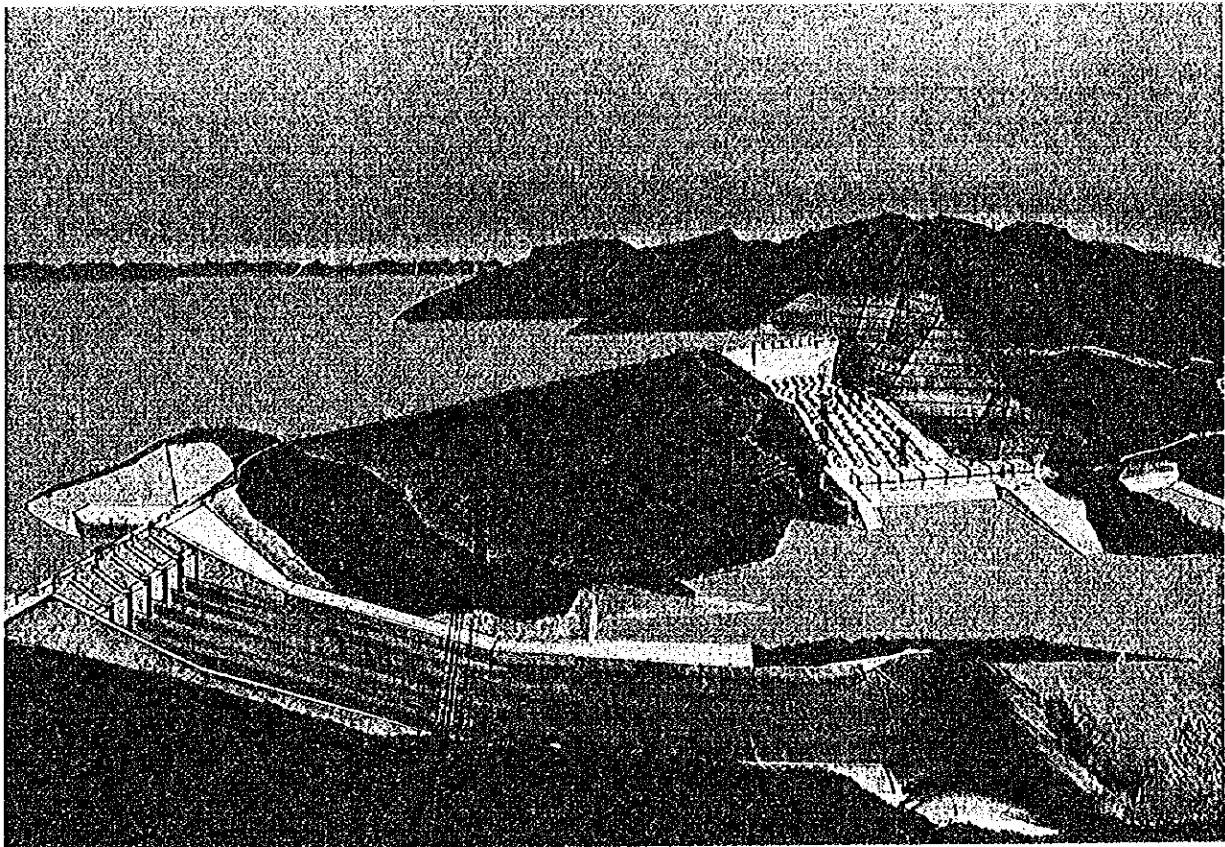
本報告書は、次に示す標題の全八巻より構成されている。

- 第一巻 要 約
- 第二巻 水力発電計画
- 第三巻 港湾、工業および都市開発
- 第四巻 工事用道路
- 第五巻 水力発電計画のための地質および建設材料調査
- 第六巻 水力発電計画のための水文調査
- 第七巻 港湾、工業および都市開発－調査資料
- 第八巻 水力発電計画－地質柱状図

国際協力事業団		
受入 月日	84. 3. 22	206
登録No.	01428	643 MPN



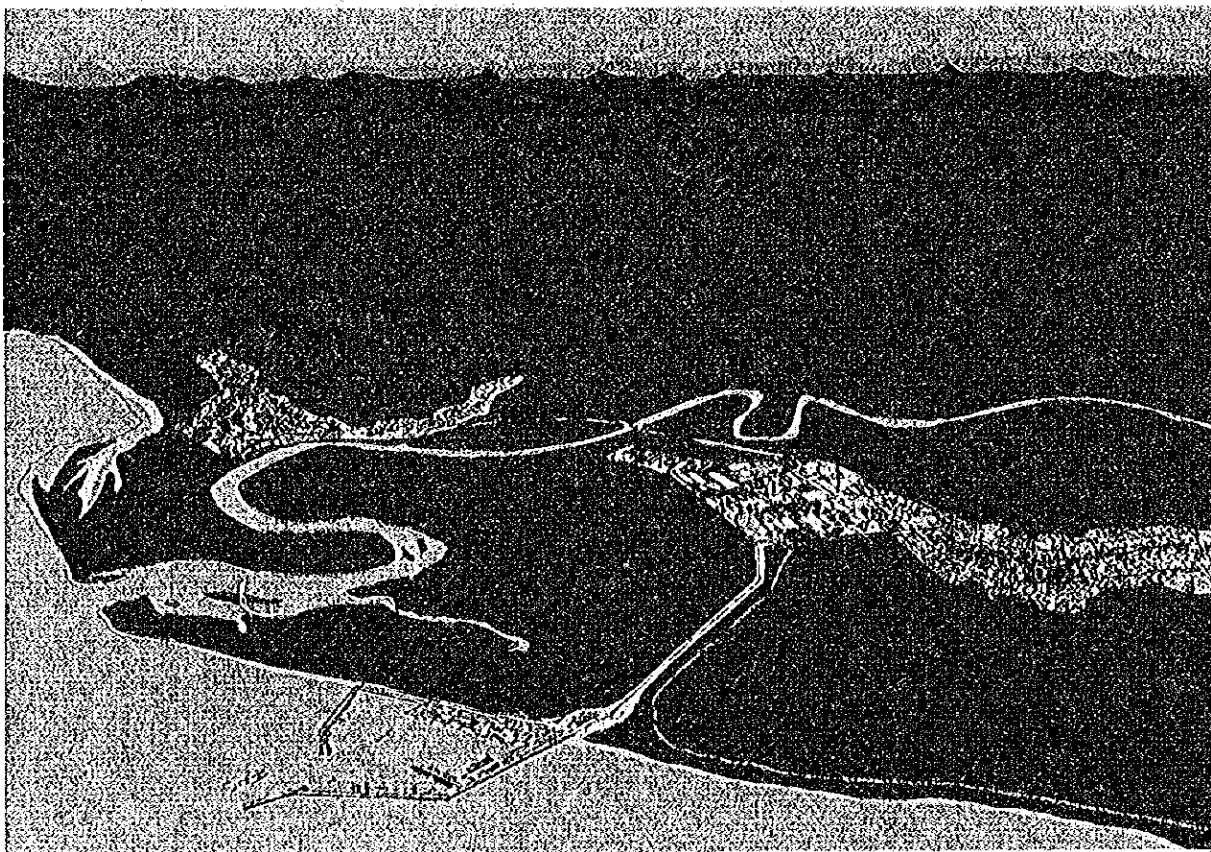
WABO RESERVOIR



WABO POWER PROJECT



PORT AT HALL SOUND



PORT AT VAILALA

は し が き

日本政府は、パプア・ニューギニア政府の要請に基づき、パプア・ニューギニア西部、ブラリ河の電力開発計画およびパプア湾岸の港湾計画に関するフィジビリティ調査を日本、オーストラリア、パプア・ニューギニア(PNG)、三国協同プロジェクトとして、33か月間(昭和50年1月～昭和52年9月)の予定で実施することで、昭和49年12月、口上書にて正式に調査参加を表明し、その実施を国際協力事業団に委託した。

本計画は、ブラリ河のワボ地点で180万kWの水力発電を行い、PNGおよびオーストラリア北部に産する銅、石炭石、天然ガス、鉄鉱石、ボーキサイト等を組み合わせた電力多消費型産業の一大工業基地をパプア湾沿岸に建設しようとするものである。

本調査を実施するに当たって、昭和49年11月に日本、オーストラリア、PNG三国政府はポートモレスビーにおいて会議を開き、調査期間、部門別作業スケジュール等を決定の上、本調査を円滑に進めるため上部機構として、調査の進捗状況の検討を図るInter Governmental Committee(IGC)を、下部機構として調査の実行計画について検討するJoint Technical Board(JTB)を置くことを決定した。その後、当事業団は日本工営株式会社を、オーストラリア政府(貿易省)は、SNOWY MOUNTAINS ENGINEERING CORPORATION(SMEC)をコンサルタントとして選定し、両コンサルタントは現地でジョイントベンチャーを結成し、昭和50年2月より現地調査作業を開始した。

現地調査は、地形測量、水文調査、海洋調査を日本側、地質と材料調査をオーストラリア側が分担し、調査結果に基づく計画、設計等の室内作業は合同で実施し、またPNG政府は環境、工業立地調査を実施した。当事業団は和田勝義氏(日本工営)を団長とする58名の調査団を昭和50年2月7日より昭和52年10月16日の期間に現地に派遣し、ここに調査結果を報告書としてとりまとめたものである。

本報告書がPNGの電源開発および社会経済の発展に寄与し、同国と日本との経済交流、友好親善をさらに深めることができれば、誠に喜ばしいことである。

最後に、本調査の任にあたられた団員各位の労をねぎらうとともに、今回の調査にあたり協力を惜しまれなかったPNG政府関係諸機関、オーストラリア政府関係諸機関、在日オーストラリア大使館、在ポートモレスビー日本大使館の各位、ならびに調査派遣に関し御支援頂いた外務省、通産省に対し衷心より感謝の意を表するものである。

昭和52年12月

国際協力事業団

総裁 法 眼 晋 作

伝 達 状

国際協力事業団

總裁 法 眼 晋 作 殿

貴事業団の御指示及び御指導のもと、パプアニューギニア国において、ブラリ河電力開発、工場敷地及び港湾計画の現地調査を昭和50年2月より昭和52年4月までに行ないました。その後、報告書のとりまとめを行ない、ここに下記する全8巻より成る報告書を完成致しました。

第1巻	要 約
第2巻	水力発電計画
第3巻	港湾、工業及び都市開発
第4巻	工事用道路
第5巻	水力発電計画のための地質及び建設材料調査
第6巻	水力発電計画のための水文調査
第7巻	港湾、工業及び都市開発一調査資料
第8巻	水力発電計画一地質柱状図

調査の結果は、各々関係報告書に詳述しておりますが、ブラリ河の豊富な河水を利用してワボ地点で行う180万KWの水力発電計画は、この電力を利用してガルフ沿岸で行うアルミニウム精錬を中核とする電力多消費型産業計画に対し、経済的に極めて魅力ある電力エネルギーを供給し得ることを確認いたしました。

いずれにしても、本プロジェクトは、水力発電計画のみで、1976年9月時点の価格水準で約10億米ドル、港湾その他のインフラストラクチャーに要する費用も同価格水準で、立地地点による相異も若干ありますが、7～9億米ドル、更に、工場施設に要する費用も含めれば、総額50億米ドルに近い巨大プロジェクトであります。本プロジェクトの実現には、今後解決すべき幾多の問題があるかと思いますが、その実現は、パプア・ニューギニア国の経済発展に寄与するのみならず、世界の産業・エネルギー政策にも貢献するものとして、今後とも留意し続けていくべきものと思われます。また、実現の時期に至り、計画を更に具体的に進める時点では、今回我々の提出する8巻より成る報告書は、極めて有力な基礎資料になると確信しています。

今回の調査は、貴事業団の適切な指導のもとに、オーストラリア国のコンサルタント（Snowy Mountains Engineering Corporation）と共同で進めました。また、調査途中では、バブアニューギニア国の関係政府機関より調査施設及び資料提供等を含む協力を得た他、ワボダム地点のジャングル内の調査、或はガルフ湾における海洋調査では、現地住民より惜しみない協力を得ることができました。本調査はまさに南太平洋における三国共同プロジェクトという形で、厳しさの中にも親善を深めつつ進めることができました。また、かなり厳しい自然条件の中を軽飛行機、ヘリコプター及びボート等を駆使して行なわれた本調査において、一件の人身事故も無く目的の調査を完了できたことはこの上なく幸いです。

本報告書を提出するに当たり、2年余の現地調査及び全調査期間を通じた国内業務において多大な援助と協力を頂きました、貴事業団、外務省、通産省、在バブアニューギニア日本大使館、バブアニューギニア政府及びオーストラリア政府の関係者の各位に対して、心から感謝の意を表するものであります。

昭和52年12月

バブア・ニューギニア

ブラリ河電力開発計画調査団

調査団長 和田 勝 義

目 次

	頁
は し が き	iii
伝 達 状	iv
添付表一覧表	ix
添付図一覧表	x
付録一覧表	xi
主要な結論	i
第1章 序 論	7
1.1 フィージビリティ調査の背景	7
1.2 フィージビリティ調査の目的	9
1.3 野外調査および室内調査	11
1.4 基礎資料	12
1.5 用語および略語	12
第2章 Wabo 水力発電計画	13
2.1 概 要	13
2.2 Purari 河流域	13
2.3 地 質	17
2.4 建設材料	22
2.5 計画の評価	26
2.6 段階開発案	41
2.7 最適発電計画案の主要諸元	43
2.8 水力発電計画費用見積り	48
第3章 港湾、工業および都市開発計画	49
3.1 港湾候補地点の選定	49
3.2 Gulf 地区およびHall Sound地点の特徴	49
3.3 開発の問題点	52
3.4 Gulf 地区の代替開発計画案	59
3.5 Hall Sound 開発計画案	62

	頁
3.6 Vailala 地点および Hall Sound 地点の比較検討	62
3.7 段階開発アルミニウム精錬計画を対象とした初期開発案	67
3.8 中規模アルミニウム精錬単独産業計画	67
第4章 Wabo 水力発電計画の財務経済分析	70
4.1 概 要	70
4.2 水力発電計画の財務分析	70
4.3 水力発電計画の経済分析	74
4.4 港湾および工業開発における費用回収	76
4.5 工業へのサービスコストを考慮した両港湾候補地の経済比較	78
第5章 環 環 問 題	82
5.1 概 要	82
5.2 漁 業	82
5.3 陸棲、水棲動植物	83
5.4 デルタ・エコロジーおよび堆積作用	83
5.5 水質および工業汚染	83
5.6 流 域 管 理	84
5.7 住民の定住とそれに関連した問題点	84
第6章 プロジェクト実施のための諸準備	85
6.1 要求される仕事の性質	85
6.2 組織の基本的構造	86
6.3 最終調査および詳細設計	91
6.4 工事請負契約および施工計画	92
第7章 謝 辞	95
7.1 パプア・ニューギニア政府	95
7.2 日 本 政 府	95
7.3 合同技術委員会 (JTB) 委員	96
7.4 アドバイザーおよびオブザーバー	96
7.5 コンサルタント・チーム	97
7.6 パプア・ニューギニア・カウンターパート	101

7.7 他の貢献者	102
第8章 第二巻から第八巻までの目次	104

付録A～C

添 付 表 一 覧 表

表	標 題	頁
1.	Wabo ダム地点における Purari 河流量の時間的変化特性	17
2.	建設材料の所要量	24
3.	Papua 湾工業地帯における常時電力需要成長予測	28
4.	年間常時発生電力量 1 1,660 GWh/a に関する各種比較案の比較	30
5.	発電設備容量および負荷率と発生二次電力との関係	34
6.	Wabo 常時電力発電計画および所要投資金額	39
7.	独立プロジェクトとしての Aure 水力開発計画案の主要諸元	42
8.	Wabo 水力発電計画の積算工事費	48
9.	Purari 河工業開発計画の開発規模	53
10.	初期港湾建設計画案の所要事業費	69
11.	Wabo 水力発電計画の電力の費用回収のみを考慮した場合の電力コスト	73
12.	1976 年現在価格による Aure 電力コスト	74
13.	Wabo 水力発電計画の経済的内部収益率	76
14.	1976 年現在価格による港湾、工業および都市開発の費用回収	77
15.	工業に対する関連サービスコストの比較—Hall Sound 対 Vailala	79
16.	限定アルミニウム精錬計画における関連サービスコストの比較 —Hall Sound 対 Oroko Bay	81

添 付 図 一 覧 表

図	標 題	頁
1.	全体位置図	8
2.	Purari 河流域	14
3.	Wabo 地点の Purari 河流入流出特性	16
4.	一般地質図	18
5.	ダム工事区平面図	23
6.	Wabo 貯水池—貯水容量と常時電力量の関係	29
7.	最適発電設備容量と常時電力量—Wabo 単独運転の場合	33
8.	常時化電力源—ガスタービン発電および Aure 計画	37
9.	Wabo 常時化電力代替案の経済比較	40
10.	主ダム一般配置図	44
11.	The Gulf および Hall Sound における代替港湾開発地点	50
12.	Gulf 地区の港湾代替開発計画案	55
13.	Hall Sound 地点港湾開発計画案	56
14.	工業開発計画と人口予測（5 か年開発案）	57
15.	工業開発計画と人口予測（10 か年開発案）	58
16.	Vailala 港湾開発計画案	61
17.	Gulf 地区（Vailala）開発案と Hall Sound 地点開発案の比較	63
18.	1976 年現在の平均電力コスト	75
19.	プロジェクトの実施計画（5 か年開発案の場合）	94

付 録 一 覧 表

付録	標	題
----	---	---

A	Purari	河電力開発計画調査の推移
---	--------	--------------

B	バブア・ニューギニア政府記録保管所に保管されている調査資料および調査記録
---	--------------------------------------

C	本報告書に使用された技術用語、略語および単位系
---	-------------------------

主 要 な 結 論

- 本文
1. Wabo 水力発電計画
2. 7 節
- 1.1 Wabo 大水力発電計画は、バブア・ニューギニアの南部海岸地域における港湾、インダストリアル・コンプレックス（工業団地）および新都市に対して高圧送電線により安定した常時電力の供給を行おうとするもので技術的に十分可能である。
2. 5. 4 節
- 1.2 今回の検討に基づいて決定された最適開発規模においては、利用可能な常時電力（渇水年で保障される最小電力）は、発電端で、1 1, 8 2 5 GWh/年（1 1 8 億 2, 5 0 0 万キロワット時/年）である。しかし、ほとんどの年では、これより相当大きな電力が利用可能である。最大出力は 2. 5. 5 節
- 1, 8 0 0 MW（1 8 0 万キロワット）と決定された（設備容量は 360 MW × 6 台で、このうち、1 台は常時予備機）。この設備容量は、後述 1. 5 項で述べられている想定工業用電力を渇水年を除けば十分に供給することができる。このような渇水年には、電力消費を尖頭負荷 1, 5 0 0 MW（1 5 0 万キロワット）までに抑えるか、あるいは、後述 1. 4 項に述べられているような他の電源により、Wabo の電力不足を補給する必要がある。また、2. 5. 6 節
- 将来の上流貯水池開発による調整流量を利用するために、7 台目の 3 6 0 MW 発電機を設置できるよう設備がなされている。
2. 8 節
- 1.3 港湾地帯に至る送電線を含む Wabo 計画の見積り投資額は、1 9 7 6 年の価格水準で、Gulf 案の場合は 9 億米ドル、Hall Sound 案の場合は 1 0 億 2, 0 0 0 万米ドルである。
4. 2. 3 節
- これに応ずる電力コストは、年間利率率 8 パーセント、借款償還期限 30 年、負荷成長期間 5 年として、それぞれキロワット時当り 1 0. 6 ミル、1 2. 1 ミルとなる。Wabo 水力開発は、発電開始後 5 年ないし 1 0 年以内に確保電力需要が最適発電容量の水準に達する場合には、経済的に魅力があり、国際的にも競争力のあるエネルギー源である。
2. 5. 6 節
- 1.4 Wabo 計画は、1 台当り容量 6 0 MW のガス・タービン発電機 7 台を工業地帯に設置することにより、その常時電力、1 1, 8 2 5 GWh/年を

14,200 GWh/年(142億キロワット時/年)にまで増加させることが可能となる。このガス・タービンは、発生頻度の極めて小さい異常渇水期においてのみ運転し、Wabo の不足電力を補うものである。	本文
今一つ別の常時化補助電源として Aure 川の水力開発案が検討されたが、これはガス・タービン案よりも高くつくことになる。	2.5.6 節
しかし、後述第5項に述べたように本計画を Gulf 地域における Wabo の先行プロジェクトとして実現するような場合には、この計画は魅力あるプロジェクトになると考えられる。	4.3 節
1.5 これらの手段による電力常時化案は、いずれも工業電力需要が Wabo 発電所単独で発生する常時電力を凌駕する場合にのみ妥当化されうるものである。	2.5.4 節
Wabo 発電所の設備容量それ自体は、日本興業銀行 Purari 河工業開発調査団が1974年に作成した調査報告書の中で予備的示標とし示している最終ピーク電力需要の1,735 MWを十分にカバーしうるものである。	2.5.5 節 2.5.6 節
また、ガスタービンもしくは他の常時化発電を行えば、同上調査団が想定した電力需要に合致した十分な常時出力および常時エネルギーの供給が可能である。	
1.6 常時化電源がない場合、利用できる平均二次電力エネルギーは3,130 GWh/年である。ただし、プロジェクトの最適規模決定に際しては、その価値は考慮に入れていない。	2.5.5 節
1.7 Wabo 計画は、着手決定の時点から数えて詳細現地調査、実施設計、準備工事に2.5年、その後最初の二基の発電機が商業運転に入るまでの建設工事に5.5年、合計8か年の期間を要する。	6.4 節
1.8 少ない電力需要に応ずるために Wabo 計画の建設を段階的に行うことは、多くの技術的困難を伴う上に、更に電力コストが非常に高いものにつくので、実行不可能である。	2.6 節
1.9 将来の工業電力需要をもっと明確に予測しうるようになった時点で、開発規模の再検討を行うことが望ましい。将来の需要がおよそ年間10000	2.5.4 節

GWhから14,000 GWh（100億～140億キロワット・時）以内にあるような場合には、電力コストの大した変動なしに開発規模の変更を行いうる。

2. 港湾、工業、都市開発計画

2.1 前述のPurari工業開発調査団の示したインダストリアル・コンプレックス（これは年間生産能力58万トンのアルミニウム精錬を中核産業と想定している）を大体の基礎とすれば、600万トンの原材料および100万トンの一般財貨の輸入とともに液化天然ガスを除いた年間200万トンの加工材料の輸出を処理できる能力を有するものとなる。想定工業団地は、ボーキサイト鉱石ではなくアルミナを輸入する計画となっている。ボーキサイト鉱石のハンドリングをする場合は、現行のスタディで考慮したものと異なる港湾のレイアウト、工場施設、廃棄物処理施設等が必要になる。

3.3.2 節

2.2 計画が最終段階まで開発された場合、都市人口は究極的に6万から10万人に達するであろう。

3.3.4 節

2.3 より少ない業種の産業によって、前述工業開発調査団が想定した同じレベルの電力需要が達成できる場合は、港湾、工業都市開発の規模を大幅に圧縮することが可能となり、ひいては投資額を相対的に減らすことができる。

3.3.3 節

3.6 節

2.4 Gulf州(the Gulf Province)においては三箇所、Central州では、Hall Sound サイトがまず調査の対象となり、次いでGulf州の選択されたサイトとHall Sound サイトとの比較研究を実施した。

2.5 Gulf州の三つの調査地点のうち、Vallala河周辺地域が最適地点と考えられる。このサイトの場合、投資額はBluff サイトの場合よりも相当に少なく、他方、Orokolo Bay サイトのそれとはほぼ同額であるが、Vallala サイトの方が開発の社会的インパクトの点で優れており、また工業地帯のレイアウトも良くすることができる。

3.4 節

2.6 Hall Sound は港湾、工業、都市開発上すぐれた天然の条件を備えている。そのため、これらインフラストラクチャーに対する投資額は6億2,800万米ドルとなり、この金額は Vailala での開発の場合よりも約2億3,200万米ドル低廉である。しかしながら、送電線の建設費は1億2,000万米ドルほど高くなる。

本文
3.6 節

Hall Sound はまた、都市条件、部分的開発、将来の拡張等の点で、Vailala 地点に比べ、社会的影響度も小さく、さらに各種の制約も少ない。また、Hall Sound は、あらゆる施設について、よりすぐれたレイアウトをすることができる。

2.8 節

3.6.4 節

2.7 港湾建設、工業地域および都市開発は関係産業の開発スケジュールおよび電力の利用可能度に合わせて行われるであろう。

6.4 節

3. Vailala と Hall Sound の比較

3.1 上述の二つの港湾候補地点での投資額を比較する場合、その投資額には発送電施設の建設費が含まれていなければならない。送電線の総延長は Wabo 発電所から Vailala までが106Km、Hall Sound までが300Kmで、これを考慮に入れた上で両案の投資額を見積ると、次のようになる。

2.7.8 節

2.8 節

(1976年9月現在、単位百万米ドル)

3.6.9 節

	Vailala 開発案	Hall Sound 開発案
Wabo 水力発電所および当該候補地点に至る送電線建設費	900	1,020
港湾、工業地区、都市開発	853	621
合 計	1,753	1,641

3.2 Hall Sound 開発案の場合、その全投資額は Vailala 案に比べて約1億1,000万ドルほど安くなる。しかも上記の金額は、用地の補償費を含んでいないが、これを考慮に入れると、その差はさらに広がることになると思われる。

3.3 電力、港湾使用料、地代等の全年経費を見積ったが、Vailala および Hall Sound 案ともほぼ同額で、いずれの地点も産業に対してはつき

4.5 節

りした経済的優位性を持っているとは思われない。	本文
しかしながら、Vailala 案の場合は、Wabo 発電所にも近く、そのため送電線の建設費も安いのでアルミニウム精錬やフェロ・アロイのような電力多消費産業には有利となるであろう。Vailala 地点はまた、Hall Sound よりも有望な天然ガス田に近く、このため天然ガス液化および化学工業にとって一層魅力的である。	3. 6. 8 節
4. 計画の実施	
4.1 河川流量、降雨量観測、地震観測、波浪動作スタディ等一連の調査研究活動は今後も引続き実施しなければならない。開発に関連する総合的な環境影響調査は、現在、進行中である。	6. 1 節 5. 1 節
4.2 Wabo 計画の着手に先立ち、これがバプア・ニューギニアの国民経済におよぼす影響を明らかにしておく必要がある。	
4.3 開発のための労働需要がこの国の他の地域での人的資源のバランスにおよぼす影響、あるいは財貨・サービスに対する急激な需要の膨張から生じるこのプロジェクトの潜在的なインフレ圧力等、今後研究すべき問題が存在する。	
4.4 開発着手決定とともに建設用宿舍、トランス・シップメント用埠頭と機械等の工事用施設の建設、詳細現地調査、実施設計、工事契約書類の作成等に相当の努力が必要とされる。	6. 3 節
4.5 所期の計画達成のために実施すべき仕事の大きさを考えて、すべての活動を効果的に調整するための適当な権限を有する開発機関を設置する必要がある。提案した「Purari 河開発公社」のおよその構想は本巻に示したとおりである。計画の実施がほぼ本決まりとなったら直ちにかかる機関を設置することが望ましい。	6. 1 節 6. 2 節
5. 先行開発としての Aure 川水力開発計画	
5.1 Aure 川開発計画を Wabo 計画とは別個に開発するという可能性につ	1. 1 節

いて、ジョイント・テクニカル・プロポーザルでは特別に言及されていない。

5.2 Wabo 計画とは別個の Aure 単独開発は、450 MWまでの常時電力を供給することができるであろうから、将来、Gulf 州あるいはパプア・ニューギニアの他の地域での電力需要に対する Wabo の先行開発計画として魅力的なプロジェクトとなりうるかも知れない。

2.6 節

4.3 節

5.3 Auru 計画からの発生電力の一つの使い方は、規模を制限した形でのアルミニウム精錬計画である。詳細なものではないが、年間23万2,000トンのアルミニウム・インゴットを生産し、400 MWの電力を消費する案を検討した。この場合、Gulf あるいは Hall Sound のいずれかに上記の開発に見合った最小規模の港湾設備が建設されることになろう。

3.8 節

5.4 Aure 川水力開発計画は、パプア・ニューギニア政府がこれを Gulf 地域における初期開発のための可能な措置と考えるのであれば、そのフィージビリティ・スタディを別個に行っても妥当であろう。

第1章 序 論

第一章 序 論

1.1 フィージビリティ調査の背景

パプア・ニューギニアは、古くからその豊かな降水量と特有の地形のゆえに膨大な水力開発の可能性を有していると認められてきた。

1965年、New Guinea Resource Prospecting Company がアルミニウム精錬に適した電力資源を調査する目的で Sir William Halerow and Partners に依頼して行ったものが、Purari 河流域に関する初めての調査であった。このとき調査の対象となったのは Papua 湾に注ぐ Angabanga、Lakekamu、Tauri、Vanapa および Purari の五河川であった。

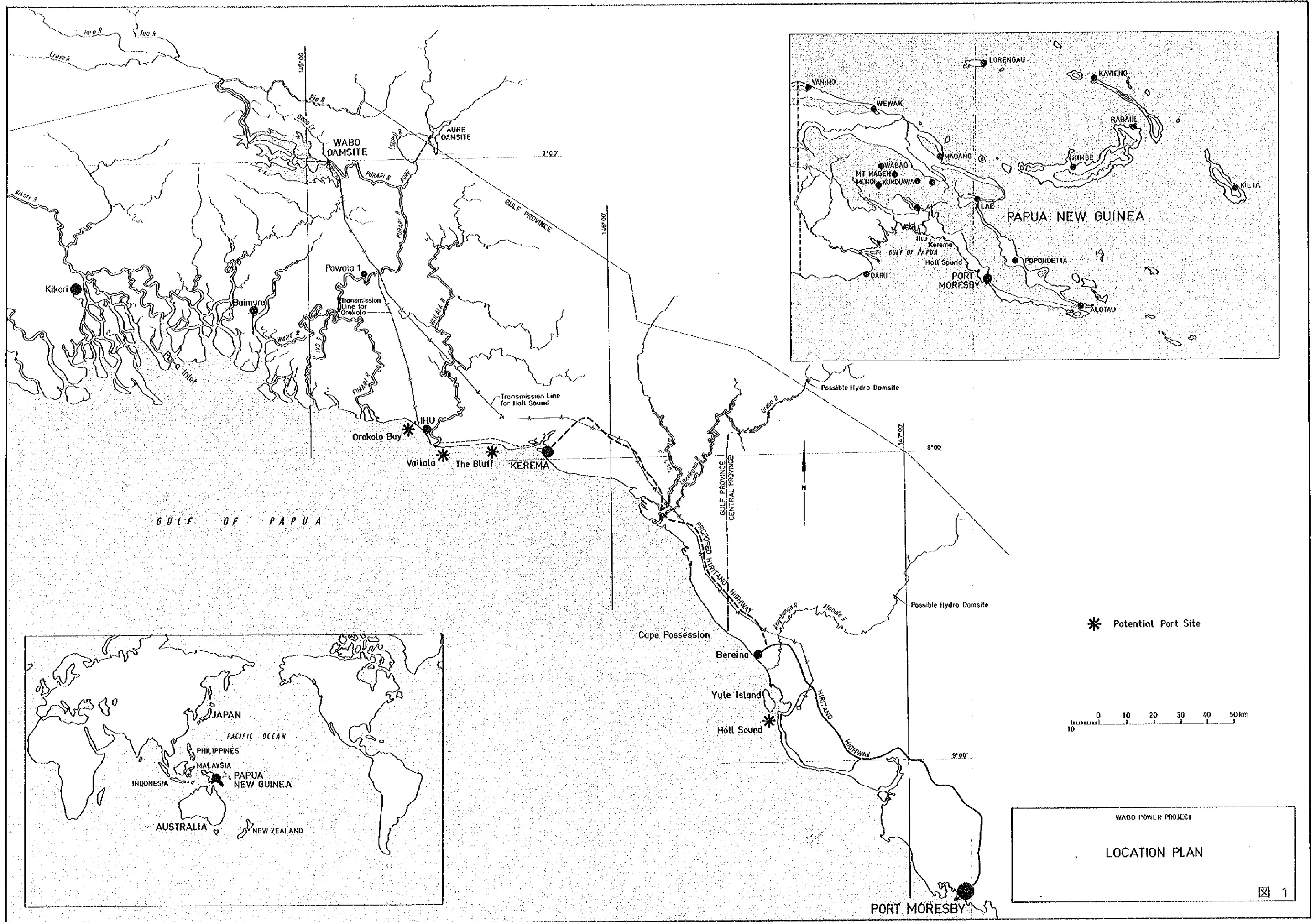
その後、Sir William Halerow and Partners は Purari 河の潜在エネルギーをより詳細に検討し、Purari 河が最も適した水力発電源の一つであることを示す報告書を作成した。

ダム地点としては、Purari 河河口から上流約 281 Km (公称河川長— Adopted River Kilometre, A R K 281) にある Pio 川との合流点および A R K 220 Km にある Paw ダム地点が検討された。この時点で提案された出力は約 40 万 kW で、Hall Sound の港湾候補地点に送電されるように計画されていた (図・1 参照)。

1959年、Sir William Halerow and Partners は Wabo Creek の上流約 1 Km すなわち河口から A R K 197 の Wabo 地点を Commonwealth Aluminium Corporation の依頼で調査した。このとき、英国の George Wimpy and Company がボーリングおよび建設材料調査を委託された。調査報告書は、1962年1月付けで作成され、Hall Sound でのアルミニウム精錬用電力として出力 100 万 kW の Wabo 開発を勧告した。その際アルミニウム精錬工場を、たとえば、Kerema に設けた場合、送電ロスによるエネルギーの損失を減らすことが可能であることを指摘した。

1971年末から1973年末にかけて、日本工営株式会社 (以下日本工営) が二回にわたる調査を行った。その調査報告書は1972年7月および1973年9月に出され、総計、約 600 万 kW の常時出力よりなる 6 地点の計画を立案したが、とくに Wabo 地点に関しては連続常時出力 133 万 kW を有する最も有望な開発地点として、さらに詳細な調査を行うよう勧告を行っている。港湾地点としては Orokololo Bay が提案されたが、同時に Bluff 地点も堅固な安定した海底の状態が存在する可能性のある代替港湾地点として提案された。

1973年、パプア・ニューギニア、日本、オーストラリアの三国間で協議の結果、パプア・ニューギニア政府は日本、オーストラリア両国政府に対して Wabo の開発計画の調査に関する援助要請を行った。



オーストラリア政府は、日本工営が作成した1973年9月付け調査報告書の再検討を Snowy Mountains Engineering Corporation (以下、SMEC) に依頼し、SMEC は1974年4月付け評価報告書において日本工営の計画案を有望であると評価した。1974年6月、PNG政府顧問T. A. Lang (Leeds Hills and Jewett 社長) は本計画の要約を取りまとめた報告書を作成した。以上のような経過を経て、パプアニューギニア政府より、Wabo 計画のフィージビリティ・スタディを行う要請があり、オーストラリア政府と日本政府の代表者間での話し合いが、1974年10月に東京で開かれ、続いて1974年11月に Port Moresby にて、パプアニューギニア政府代表も含め話し合いが行われた。これ等の話し合いに引き続いてこのフィージビリティスタディを実施するために、ジョイントテクニカル プロポーザルに基づき、かつ三国政府の公式なコミットメントのベースを成した作業範囲 (Scope of Works) が、三国政府により採諾された。

このフィージビリティスタディの推移の概要は、本巻の付録Aに述べられている。

1.2 フィージビリティ調査の目的

1.2.1 フィージビリティ調査の概要

エンジニアリング・フィージビリティ・スタディの目的は Wabo 計画の円滑かつ効率的な建設および運営の実施を保証し、最適開発規模を決め、また、できる限り高い確度でその費用を算出しうるよう、詳細にわたって計画にかかわる基本的な姿を引き出すことにある。

Wabo 計画のような大規模開発計画の場合、そのフィージビリティを確認するためには、通常行うスタディよりもさらに詳細な調査を実施し、ある分野については予備設計の段階まで作業を進めることが必要となる。

換言すれば、本報告書の各巻で実施設計の段階で、より詳細に調査すべき事項について言及した部分が随所に見られるはずである。そのような事項とは、

- ・設計の詳細にわたること、重要ではあるが、現時点での技術的フィージビリティの解明あるいは費用積算に実質的な影響をおよぼさない場合。
- ・収集資料が不十分のため、現時点で一応の評価を行うことはできても明確な結論を出し得ない場合。

計画の着工決定後、実施設計の段階で調査した方が適切と判断される事項については、今回の調査では除外することにした。すなわち、Wabo というアクセスの難しい遠隔地で種々の調査を行うためには、必要とされる経費にも限界があり、おのずと調査の範囲あるいは程度にも限界があった。

発電、港湾、工業および都市開発に関する詳細現地調査と実施設計に要する費用は、今回のフィージビリティ調査の段階で必要とした調査経費よりもはるかに多額の費用、多くの人員、

大規模な設備、機器を必要とすることになる。

1.2.2 フィージビリティ調査の範囲

今回のフィージビリティスタディの調査範囲の概要は、下記のとおりである。

水力発電計画

- ・河川流量、設計洪水量および堆砂率の解析をふくむ水文調査。
- ・地質調査。
- ・建設材料調査。
- ・Wabo 計画に関する最適計画規模の決定および Aure の水力発電計画、あるいはガスタービン発電所と Wabo 発電所との併行運転による常時電力の増加の方法に関する各種代替案の立案およびその経済評価。

初期電源開発としての Aure 全面開発案の検討。

- ・プロジェクト・レイアウト、ダム、余水吐、発電所、その他付帯構造物の予備設計。
- ・最適送電線ルートを選定および予備設計。
- ・送電線工事用道路および工事用施設をふくめた本発電計画の施工計画の立案、工事費の積算。
- ・限定された範囲での財務および経済分析、特定の利子率、融資期間のもとでの償還計画の検討（受電端における常時電力需要が発電開始後5か年ないしは10か年でピークに到達する二つのケースについて）。
- ・バプア・ニューギニア政府が実施した環境問題に関する調査結果の概要と今後調査すべき事項についての勧告。

港湾、工業、都市開発

- ・バプアニューギニア南岸の港湾開発候補地点に関する海洋、気象、地質及び地形調査および資料収集、分析。
- ・プロジェクト・レイアウトを可能ならしめるための各港湾候補地点における深浅測量および地形測量の実施。
- ・Wabo 発電所の発生常時電力を利用したインダストリアル・コンプレックス（複合工業開発計画）および年間輸出入トン数計画の検討。
- ・港湾、工場地帯、市街地において、インダストリアル・コンプレックスの運営上必要となるサービス施設の総合的検討。
- ・インダストリアル・コンプレックスに関するプロジェクト・レイアウト（全面開発および段階開発）の検討、および概算事業費の積算。

- ・ Gulf Province における最適港湾開発地点の選定および選定地点と Hall Sound 地点との比較検討。
- ・ 資本回収のいくつかの方法による検討。

全体開発

最終設計および Purari 河総合開発計画の実施に必要な専管担当機関を設立する上で必要とされる、現在実施中の調査と今後実施すべき調査の内容については第 6 章に述べた。

1.3 野外調査および室内調査

発電および港湾計画に関するオフィス・スタディは、Port Moresby において SMEC と日本工営の渾然一体の混成チームによって行われた。しかし、主な野外調査作業の人員計画、機材の供給等は、両者がそれぞれ次のように分担して作業を進めた。

・ ラボラトリー・テストを含む地質、建設材料調査	SMEC
・ オフィス・スタディをふくむ文調査	日本工営
・ 地形測量および航空写真図化	日本工営
・ 海洋調査および深淺測量	日本工営
・ オフィス・スタディをふくむ工事用道路調査	日本工営

水力発電計画

1975 年 4 月から 1976 年 2 月までの 11 か月間にわたり、Wabo ダム・サイトにおいてダイヤモンドおよびパーカッション・ボーリング、トレンチ、オーガー・ボーリング、地質図の作成をふくむ地質調査を実施した（2.3 節参照）。

建設材料調査は 1975 年 7 月から 12 月にかけて実施し、採取資料のラボラトリー・テストを行った。材料試験は、オーストラリアで試験された一部のサンプルを除いて、すべてバプア・ニューギニアのラボラトリーで行われた（2.4 節参照）。

Wabo ダム・サイトにおける水文観測は Purari 河の流出曲線を照合するための流速測定および浮遊土砂の測定に重点をおき、1975 年 2 月から 1976 年 1 月まで 12 か月間にわたり実施した。

1975 年 2 月から 1975 年 9 月まで Wabo ダム地点、サドル・ダム地点、Aure 計画地点の地形測量、航空写真撮影およびグラウンド・コントロールを 1975 年 2 月から 9 月まで 8 か月間にわたり実施し、引続き日本においてその図化作業を行った。航空写真の図化、水準測量のための基準点、座標の詳細については、第 2 巻、付録 A に記載した。

送電線工事用道路の地形測量を、1976 年 4 月から 10 月まで 7 か月間にわたって実施し

た(第4巻参照)。

Wabo ダム・サイトの宿営施設が上記現地調査のベース・キャンプとして利用された。アクセスのための道路がなく、調査立入が困難な地形であったため現地作業は、ほとんど4人乗りのベル・ジェット・レンジャー・ヘリコプターを使用して行わざるを得なかった。

港湾、インダストリアル・エステート、都市開発

海岸線および沖合ボーリング、オーガー・ボーリング、地質図の作成をふくむ地質調査、および建設材料調査を実施した。

上記の海洋ボーリングは請負契約に基づき、最初は1976年3月から4月まで、第二回目は1976年11月に分けてOrokolo Bay, Vailala, Bluff 地域の海岸線に沿って行われ、すべての屋外作業は1976年11月までに完了した。

すべての港湾候補地点での広範な深浅測量を、1975年2月から5月まで実施、同時に潮流の流速測定、浮遊土砂の採取等も行った。浮遊土砂試料の追加採取作業は、1976年10月に完了した。

工業および都市開発候補地域の標高の確認と予備的地勢評価を目的とした、地形測量を1976年2月から7月まで6か月間実施した。海岸縦断線の変化を検討するため、12か月間にわたり3か月ごとの測量も行われた。

波高データ収集は、Bluff 地点の近くに波高記録用ブイを設置し、1976年4月から観測を開始した。入手可能な気象記録および調査隊が局地的に観測した観測記録のすべてを利用して波浪気象の分析を行った。

1.4 基礎資料

ボーリング・コアおよび他の採取サンプルをふくめたすべてのデータは、バブア・ニューギニア政府が保管している。バブア・ニューギニア政府の水力発電調査記録保管所に保存されているデータおよびサンプルのリストを付録Bに記載した。

1.5 用語および略語

本報告書の読者の便に供するため、本報告書のなかでとくに重要なもの、あるいはひんばんに使用した技術用語、および略語を集め、本巻Cに掲載するとともにその説明を行った。

また、単位系は、すべてメートル法(SIシステム: International Standard System of Metric Units)により表示している。

第2章

Wabo

水力発電計画

第二章 Wabo 水力発電計画

2.1 概 要

Wabo 電力開発計画の概念は、Papua 湾沿岸に造成される電力多消費産業に大量かつ安価な電力を供給することにある。この計画が実現する為には、大量の電力を消費する中核産業（本計画ではこれをアルミニウム精錬産業としている）にとって非常に低廉な電力を供給する魅力ある計画でなければならない。

日本工営の Preliminary Report および S M E C の Review Report に基づき the Purari Industrial Survey Mission（日本興業銀行ブラリ工業開発調査団）が工業開発に関するスタディを行い、インダストリアル・コンプレックスとその所要常時電力需要についての想定を提示した。すなわち、1975年3月付け報告書のなかで、調査団はWabo 発電5か年間で173万5千kWのピーク常時電力需要を必要とするインダストリアル・コンプレックスを建設することを提案している。

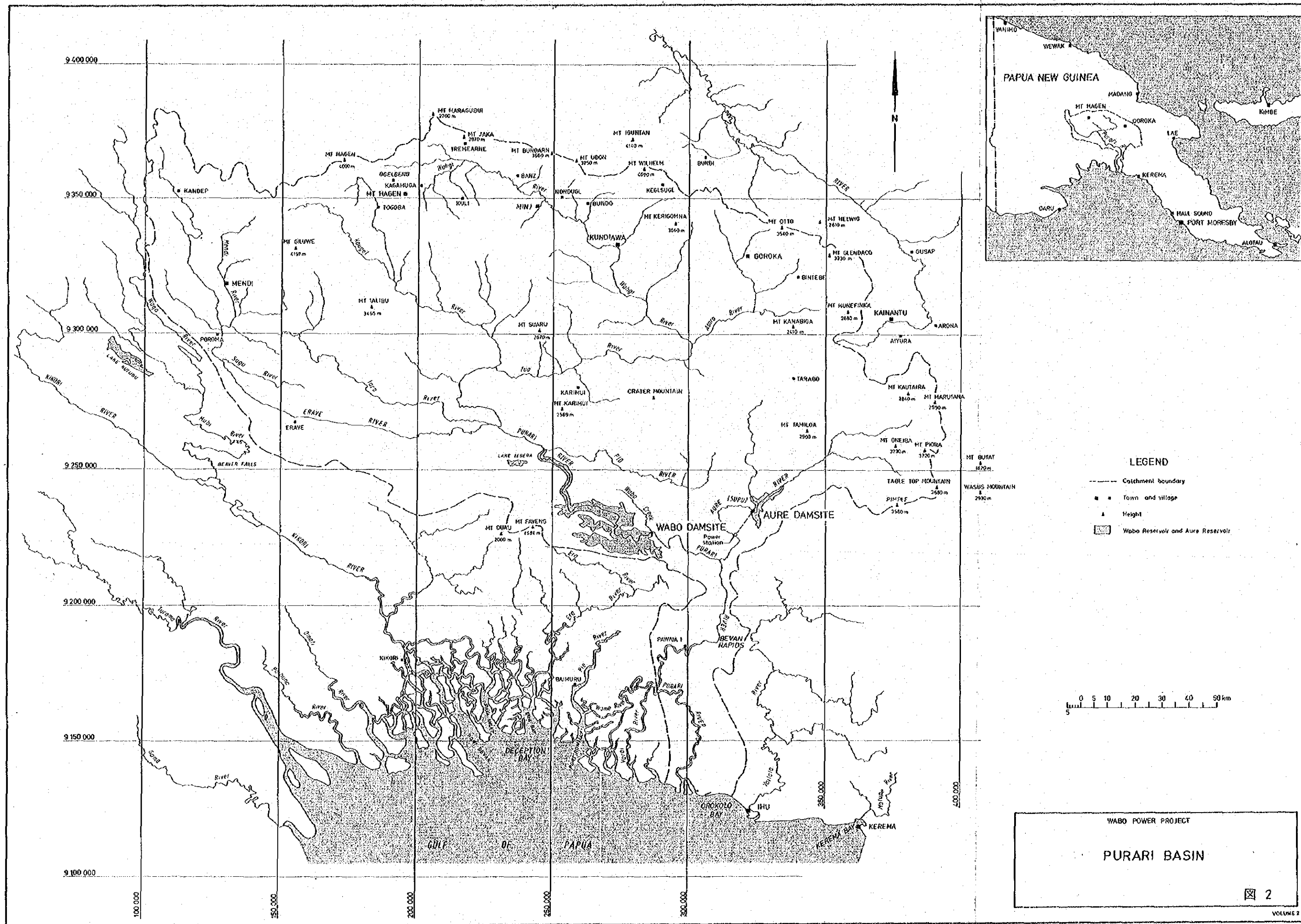
本フィージビリティスタディが行われた時点では、Purari 地域に電力需要源となる確固たる工業計画がないため、計画の最適規模を決定するに当たって、ブラリ工業開発調査団が提案した上記5年間の電力需要成長想定をそのまま今回の調査においても使用することにした。しかし、Wabo 計画の経済・財務分析を行うに当たっては、同じピーク需要に達するまで10か年の期間をかけてゆるやかに成長する電力需要成長想定も併せて検討することにした。インダストリアル・コンプレックスの詳細は第3.3節に述べられている。

この計画は、Wabo 発電所からインダストリアル・コンプレックスに高い信頼度で送電を行うと同時に、たとえ厳しい旱魃期にあっても一定水準の常時電力の100%使用を保証することが必要である。

2.2 Purari 河流域

Purari 河流域は、パプア・ニューギニア大陸の中央部、南緯5度から8度および東経143度から146度の間にあり、パプアニューギニアを南北の分水嶺に分つ中央山脈の南斜面にその源を発する（図2参照）。流域は南部のGulf 地方はもとより、Western Highlands, Eastern Highlands, Southern Highlands および Simbu Province などのHighland 地方の大半を占有している。

Purari 河の主要な支流は、Asaro、Wahgi、Kaugel、Iaro、Pio、Erave および Aure の諸川であるが、Asaro 川と Wahgi 川の合流点より下流は Tua 川として知られている。



Purari 河と呼ばれる部分は、この Tua 川と Erave 川の合流点の下流域である。

Wabo ダムサイトは、河口から Purari 河に沿って上流約 200 Km、Aure 川との合流点より上流約 40 Km の地点にある。その幹線流路延長は約 630 Km、全流域面積は約 33,000 ㎢、Wabo ダム地点での流域面積は 26,300 ㎢である。

Purari 河流域は、地形の高低差が甚だしく、概ね山岳地帯をなす。流域の標高は、ほぼ全域にわたり 1,250 m を超え、標高 2,500 m を超える部分も広大な拡がりを有する。ダム地点の平均河川標高は約 22 m である。

非常に多様性に富む地形が流域内に存在する。Erave 流域の低部には多角形の広いカルスト地帯がある。多数の死火山の山頂が眺望を支配している。部分的な例外を除き、流域は厚く森林に覆われており、植生は南部の低地雨林から標高 3,300 m を超える地点の高山植物に至るまでさまざまに変化している。デルタ地帯には広大なマングローブ湿地帯がある。植物相は非常に豊かで多様性がある。

パプア・ニューギニア本島における高地の起伏は、この地方の気象に対する強い支配条件となっている。中央山脈地帯では地形の変化が気象を支配し、低地の気象循環とはほとんど関係のない地域的な気象循環を形成している。パプア・ニューギニアを支配する二つの表層気象系が存在し、これがパプア・ニューギニア地方に年間の異なる時期に顕著な降雨をもたらす。南東季節風（貿易風として知られている）は 5 月から 8 月にかけて発生し、その風上、および風下に著しい雨をもたらす。この期間、中央山脈の南側分水嶺をふくめた南東季節風の風上斜面、とりわけ、Wabo 周辺地域には非常に激しい降雨がもたらされる。第二の主要な気象系は、擾動帯（Perturbation Belt）と称され、北西モンスーン（季節風）として知られている。

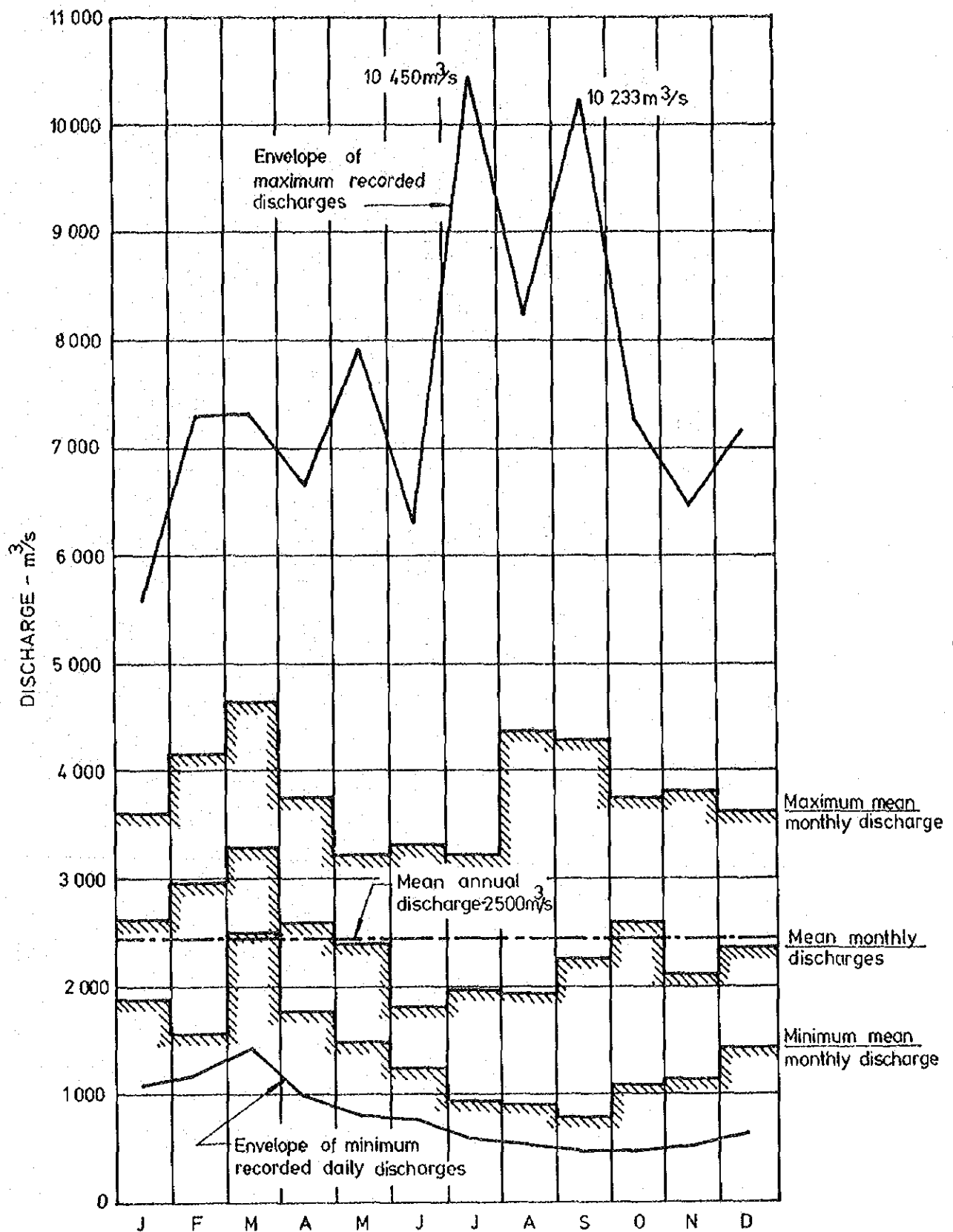
12 月から 4 月にかけて、パプア・ニューギニアのほぼ全土にわたって激しい雨をもたらす。

上述の気象系は、Purari 流域にわたる降雨形態の変化に明白に現われている。

流域の年間平均降雨量は Wabo ダム地点周辺の約 8,500 ㎜から流域の北東部、Hanganofi 周辺における 2,000 ㎜の範囲にわたって変化している。降雨の月間分布は異なる季節風の影響を受けて変化する。流域の南部にある Wabo 地点では南東貿易風の影響を受けて 5 月から 9 月が最大降雨期間となる。しかしながら、流域の大きな比率を占める Highland 地域では 5 月から 9 月の期間が最小の降雨となり 12 月から 3 月が最大降雨期となる。Wabo 地点は、毎年約 233 日という非常に高い降雨頻度を示す。しかし、一日の夜半に降るというはっきりした傾向がある。Wabo で観測された最大日降雨量は、1962 年 7 月 27 日の 219 ㎜であった。

流域の気温は標高との関数で表わされる。標高 2,000 m では約 16℃であるのに対し海面近くの年間平均気温は約 26℃である。11 月から 3 月が最も暖い月であり、5 月から 9 月が最も涼しいが、月による気温の変化はほとんどない。

Purari 河流域からの流出量は、激しい降雨と流域の大部分が高い標高にあるために相対的



WABO POWER PROJECT

PURARI RIVER AT WABO
STREAMFLOW CHARACTERISTICS

に蒸発散損失が少ないことを反映して非常に大きい。記録データによると、Wabo ダム地点における Purari 河の年平均流出量は、約 $2,500 \text{ m}^3/\text{sec}$ である。Wabo 地点の年平均流量は 790 億 m^3 であり、オーストラリアの Murray 川の平均流量の約 4 倍、オーストラリア全大陸の年流量の約 4 分の 1 に相当する。

頻繁かつ強い降雨が流域を通じ不規則に変化するため、流出は連続的に変化する。流域は降雨にすみやかに反応し、流出は 24 時間以内に $3,000 \text{ m}^3/\text{sec}$ 以上の幅で変化しうる。表・1 に示したように Wabo 地点における最大観測流出量は $10,450 \text{ m}^3/\text{sec}$ であったが、ピーク流出量が $6,000 \text{ m}^3/\text{sec}$ を超える洪水はほとんど毎年発生する。流出の特色を図・3 に示した。

表・1 Wabo ダム地点における Purari 河流量の
時間的変化特性

期 間	流 量		単位 m^3/s
	最 大	最 小	
年平均	2,889	1,920	
月平均	4,378	665	
日平均	9,189	430	
瞬 間	10,450	430	

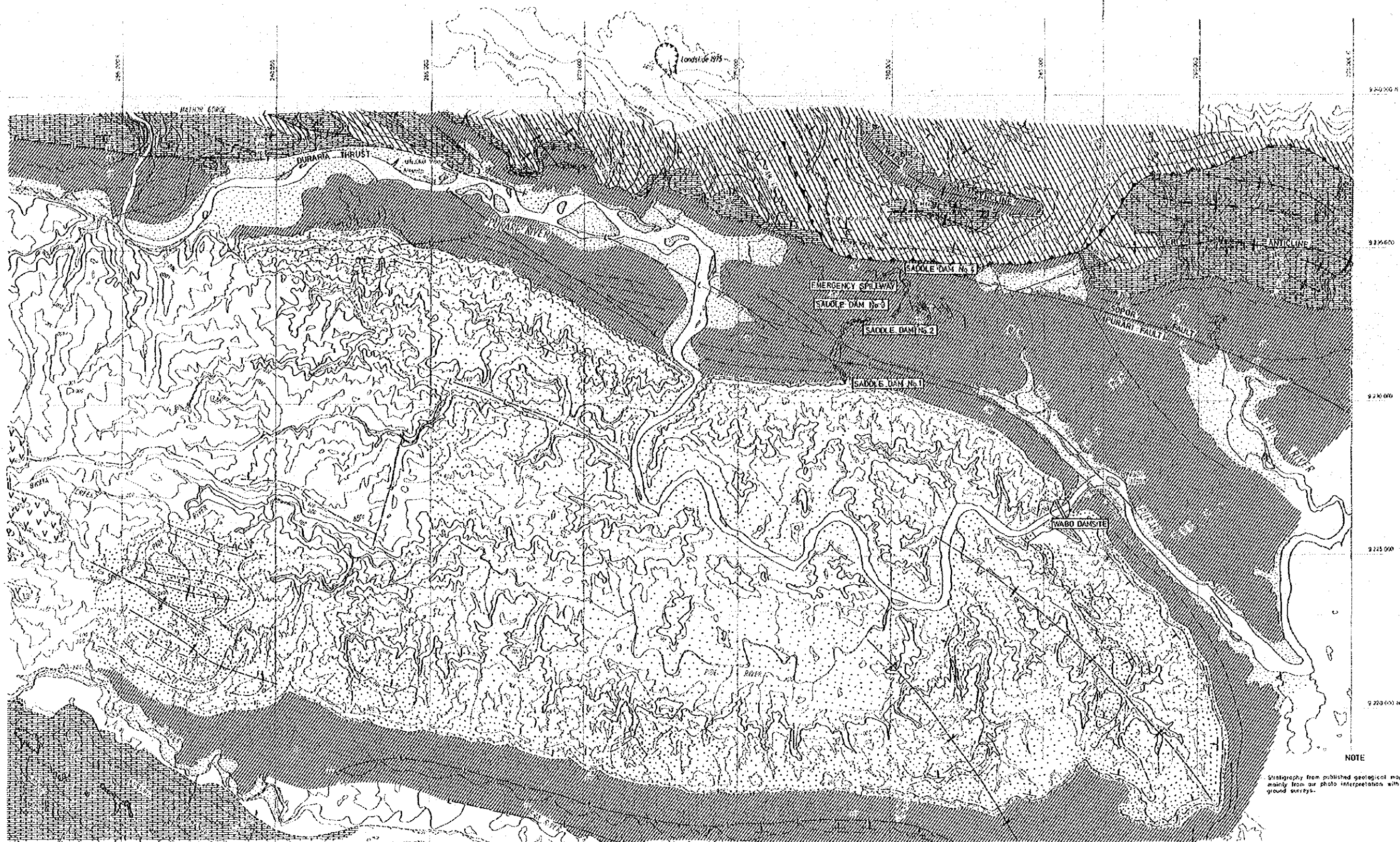
注： 1962～1974 の流量記録より要約

全体として、流域は相対的に大きく侵食され易い傾向を有する。この多くは、流域の特徴を示す非常に急峻な斜面に降る強い雨によって引き起こされる自然発生侵食である。耕作、道路建設および森林の伐採もまたこれを促進する。大きな地すべりは珍しくない。流域の河川は、通常、降雨後非常に懸濁し、多量の堆積砂を運ぶ。このスタディのために行われた堆積砂採集作業の結果、流域の年間平均削剝率は 1.4 mm になることが知られた。

2.3 地 質

2.3.1 流域およびその付近の地質

図・4 は計画地域の地質平面を示している。計画地域はほぼ東西に走る顕著な高い絶壁によって分割されている。断崖の北部は砂岩と石灰岩層で主・ダム地点と副・ダム（サドル・ダム）地点は、この断崖の南部に位置し、三種の地質層すなわち、Aure 層、Orubadi 層および Era 層からなる。これらの地層は各々泥岩、シルト岩、砂岩よりなっている。Aure および Orubadi 層は、相対的に砂岩の占める率が少なく、副ダム地域はこの層よりなっている（第 5 巻参照）。Orubadi 層は主ダム地点の方向に広がり、ダム地点の下流側半分を占め、Era 層が上流側半



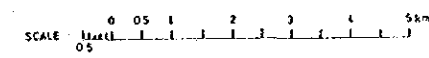
9 240 000 N
9 235 000
9 230 000
9 225 000
9 220 000 N

NOTE

Stratigraphy from published geological maps, geology mainly from air photo interpretation with limited ground surveys.

LEGEND

- | | | | | |
|--|--|-----------------------------------|--|--|
| HOLOCENE | Alluvium
Gravel, sand, clay. | MIDDLE MIOCENE to UPPER OLILOCENE | DARA L LIME STONE.
Limestone of AURE BEGS | Strike lines of bedding - air photo interpretation |
| HOLOCENE | GUAU VOLCANICS
Tuff | CRETACEOUS | Sandstone, siltstone, mudstone. | Air photo fragment |
| PLEISTOCENE to PLEIOCENE | ERA BEES
Interbedded sandstone, siltstone and mudstone. | | Strike and dip of bedding - measured | Fault |
| PLEIOCENE, UPPER MIOCENE and MIDDLE MIOCENE, UPPER OLILOCENE | ORUBADI BEES
on AURE BEES
undifferentiated
Mainly mudstone and siltstone, some sandstone. | | Strike and dip of bedding - air photo interpretation | Thrust fault |
| | | | Anticline | Approximate geological boundaries (mainly from air photo interpretation) |
| | | | Syncline | Interbed |
| | | | Depression contours and sinkholes | Fuel Supply Level |



WABO POWER PROJECT

GENERAL GEOLOGY

4

分に露出している。これらの層の基本性状は最初の厚い砂岩層によって区分され、この後にシルト岩と泥岩との互層を形成する厚い砂岩層が連続して続いている。砂岩は泥岩よりも耐浸食性が大きく、その存在をたやすく追跡することができる非常に明瞭な切り立った山の背を形成している。Wabo ダム地点は、Purari 河がこの山の背を切り進む地点に位置している。

局地的には 20 m を超える地すべり岩屑が、副・ダム地点、主・ダム地点の下流部、発電所および余水吐シュート部に堆積し、副・ダム地点付近では、数箇所地すべり跡がみられる。

副ダム地点のすぐ北部に、大きな断層が存在すると信じられており、これはたとえ存在しなくともたぶん断崖底部の被覆岩の下部に隠されていると思われる。

今回の調査で少なくとも 9 箇所の断層地帯を明らかにしたが、各々の断層はサドル・ダムを横切り 2 ~ 3 m の泥岩破砕帯をふくんでいる。ダム・サイト下流側の部分、とりわけ発電所周辺地域の泥岩およびシルト岩には広範なセン断破砕帯が観測されているが、主・ダムの付近には明確な断層は存在しない。

この地域の岩が相対的に若い年代であるために、一、二の断層はまだ活断層でありうる可能性が考えられる。しかし、最近の断層活動を示す表層の形跡は何ら発見されなかった。

2.3.2 地 震

パプア・ニューギニアは、環太平洋地震帯に位置し、世界で最も地震活動が活発な地域の一つである。ダムサイト近辺の地震を観測するために、Wabo に地震観測所が設けられ、さらに既存の地震記録が検討された。

Wabo 北東部の中深度の地震および北西部、西部ならびに南部の地表下 70 km 以内の浅発性地震は、Kikori 河デルタ地帯を撮影した航空写真上にはっきりと認められる断層の存在とともに、その形態からみて Wabo ダム地点の下部 40 ~ 50 km の深さに東北東に傾斜する断層の存在を暗示している。Wabo 地域における各種の地震規模の統計的なリターンピリオド（再現期間）の予知が行われたのであるが、信頼しうる記録としては期間が非常に短いため、慎重な判断のもとに利用されなければならない。予備設計上の地震係数（水平方向）は 0.12 g（g：重力加速度）とした。

2.3.3 Wabo 計画地域の地質評価

Wabo 貯水池の北部に石灰岩が存在するが、貯水池は、これより下流に形成されるため、潜在的な漏水問題はない。

地すべりは、湛水地域およびその他の地域でしばしば発生している。湛水地域において起ると想像できる最大の地すべりは、その堆積による貯水容量の損失にほとんど影響しないであろう。また、ダム地点から遠く離れているため、ダムに損害を与えるような波の作用が発生

することはないと考えられる。空中踏査、航空写真の判読、湛水地域をカバーする地形図等を利用して検討した結果、上述のような一応の結論を得た次第である。主ダム地点の地質学的特色は、下記のとおりである。

- ・基礎は比較的堅固なものから軟弱なものよりなり柔らかい堆積岩により形成されている。堆積岩は $35^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 上流側に傾斜している。いくらか泥岩層を混えた砂岩およびシルト岩が上流側半分を占め、泥岩とシルト岩が下流側で優勢である。少なくとも厚さ15 mにおよぶ地すべり岩層が下流側左岸に見られる。
- ・河床の沖積層は厚さ27 mにもなる。
- ・狭い沖積段丘がダム地点一帯に存在し、下流側に広がる。

上記ダム地点の地層は、地質的にみてフィル・タイプ・ダムの基礎岩盤に適していると考えられる。

基礎掘削は沖積層、地すべり岩層、崖錐の除去、厚さ約2 m以内の風化度の異なる風化岩の除去よりなる。基礎のある部分は、表層除去後、空気接触によるゆるみを生じ、質の低下をもたらすので、その防止対策が必要となろう。泥岩とシルト岩は、ほとんどグラウトを必要としないと判断されるが、オープン・ジョイントのある砂岩部では部分的に高いグラウト量を必要とするだろう。取水構造物は、土と風化岩が堆積した表層を有する突起した山の背に位置しており、その下部の基岩は主に砂岩とシルト岩からなり、それにいくらかの薄い泥岩層を加えた互層に基礎を置くことになるだろう。取水構造物地点での砂岩の屋根上の掘削には、比較的急な掘削勾配が採られる可能性がある。この場合、部分的に不安定な岩の楔を取り除かなければならないとはいえ、いくぶんかではあるが、コンクリートの節約の可能性がある。

水圧鉄管のベンチは基岩上に建設される。このため地すべり岩層と崖錐からなる堆積物の除去が必要である。この地域のベッド・ロックに占める砂岩の比率は、小さくなっている。二層のかなり厚い砂岩層が水圧鉄管路のベンチの上方断面にみられるが、水圧鉄管のベンチの傾斜面に沿ってごくわずかの薄い砂岩層が存在するだけである。

左岸の発電所地域の基礎岩盤は、主に泥岩とシルト岩であり、場所によっては断層やセリ断によって弱められていたり、部分的に少なくとも厚さ15 mの地すべり岩層の堆積でおおわれている。

断層作用を受けた泥岩とシルト岩の地耐容量は、今回決定することができなかった。したがって、実施設計段階で、さらに詳細にスタディされなければならない。

余水吐予定地点に沿った右岸の地質は、取水構造物と水圧鉄管路のベンチのそれに類似しており、同じ順番の堆積岩層を呈している。しかしながら、余水吐地点の地下の地質調査には限界があったため、その地質の状況は大きく推論にたよっている。ゲートおよび堰部の大規模構

造物は、土と風化岩との薄い層で覆われ、その下に砂岩層よりなる顕著な尾根に設けられることになる。大口経仮排水路トンネルの掘削に際しては大部分の岩構成が相対的に弱い性質のものより成っている点を勘案し、仮排水トンネルの工事中の支保について十分に注意を払って確認する必要がある。砂岩層では、いくらかの湧水に遭遇することになる。

副ダム地点の地層は、地質学的にみてアース・フィル・タイプあるいはロック・フィル・タイプのいずれの場合も、基礎岩盤として問題はないと判断される。ただし、この上を覆っている地すべり岩屑をまず除去する必要がある。上記の基礎岩盤は、10%以下しか砂岩を含まない砂岩とシルト岩が支配的である。この地域の大きな部分が、土、崖錐、地すべり岩屑の堆積物で覆われている。地すべり岩屑は局部的に堆積の大きい地域を除き、ほとんどが5m程度と推定されるが、それでも新鮮な露岩が多く、小さな溪流にかなりの広さに亘って分布しているのが見られる。基礎岩盤は大部分掘削する必要があるが、その平均表層掘削深は、およそ4m前後と考えられる。地すべり箇所での表層はぎ取りは恐らく17m前後になる。部分的な追加掘削が、基礎の形状を良くするために必要となろう。

実施設計の実施時点で、上述の大きな地すべり地帯についての厳密な調査を行って、その深度および広さ、ならびにその下部における断層の所在についての的確な判断を下さなければならない。その際、副ダムの北側は断層の疑いが濃いので調査対象区域としなければならない。

グラウトあるいは、他の漏水対策が、厚い砂岩層の周辺地帯で必要となろう。泥岩およびシルト岩には、グラウトの必要はないと思われる。

非常用余水吐を副ダム地点に設けることになる。基礎部の軟らかいあるいは断層作用を受けた泥岩は、万一、非常用余水吐を使用しなければならないような大容量の洪水に対しては、無視できぬ浸食をこうむるかも知れない。浸食の損害を受ける恐れのある範囲を計量し、それを最小に食い止める対策を見い出すために、詳細設計の段階でさらに慎重な調査と検討が必要である。

2.3.4 Aure 水力発電計画

Aure 水力発電計画の地質調査を、空中踏査、既存地質図の検討、航空写真判読によって実施した（地上調査は行わなかった）。

Aure 川は、玉石河床上を流れる一連の急流からなっている。流域は森林に覆われ、非常に高低差がある。溪谷壁の傾斜は一般的に $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ であるが、時折、ある崖壁では部分的にさらに急になっている。総起伏は1,500mにもなる。四個のダム地点を検討したが、これらのサイトは、Aure 川とPurari 河の合流点から上流に向かってそれぞれ4.4km、3.6km、3.2km、2.0km地点にある。合流点の上流約3.3kmから4.3kmの区間にみられる。Aure 川南部あるいは左岸溪谷壁は、少なくとも部分的に地勢と傾斜面が成層と平行しており、巨大な地すべ

りの発生の可能性が考えられる。この地域の航空写真上に、いくつかの非常に大きな地すべり跡を観察することができる。地すべり発生の可能性に対する不安もあり、その直接の被害を避けるためには、その地点から上流側に十分な距離を取ってダムサイトを選定する以外にない。以上の理由から4.4 kmの地点のみが、ダム地点として考慮の対象になる。しかしながら、この問題は、いかなる将来のスタディにおいても最重要問題として注意深い調査を必要とする。4.4 km地点は、泥岩、シルト岩およびいくつかの石灰岩層を混じえた砂岩をふくむ、Aure 層の堆積岩よりなる。この4.4 kmダム地点で必要な基礎掘削は、限定されたものになると見込まれている。かなり新鮮な堆積岩がこのダム地点では、ほんの数メートルの深さに存在し、河床には厚い沖積堆積物は存在しないだろうと予測されている。

Aure 計画では、ダム地点と河道に沿って約3.0 km下流の発電所地点とを直線で結ぶ1.0 kmの長い導水路トンネルが考えられている。この導水路トンネルは、相対的に軟らかい堆積岩中に位置しており、全面的に掘削を必要とするだろう。地質状態は、機械掘削に適しているといえる。もし地下発電所を考えるなら、軟らかく、強度の弱い堆積岩の掘削を余儀なくされるので、現在のスタディでは、地上案を採用することにした。最適地点に、地上、あるいは地下式水圧鉄管路のいずれかが配置されることになる。発電所地点では、斜面勾配は急であるが、地層が丘陵の中の方へ傾斜しているため、成層面に沿った地すべりによる斜面の安定性には問題がないと判断される。

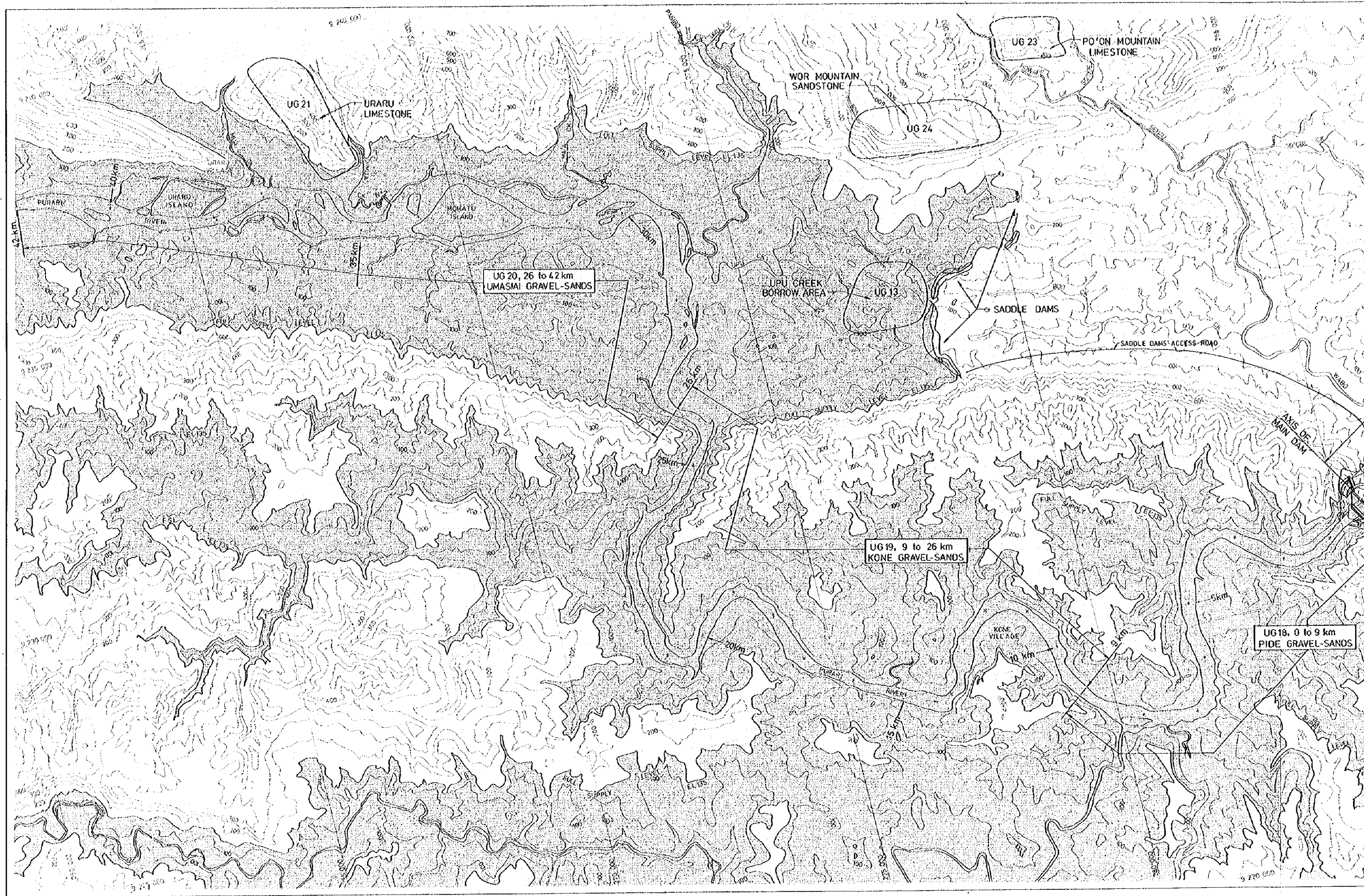
この地域の石灰岩は品質の良いロック・フィル材になる。石灰岩以外の岩石に関する物理的性質はわかっていないが、多分、Wabo ダム地点のシルト岩および砂岩程度のものであり、高強度のロック・フィル材としては適さないであろう。この地域には、土の堆積物は、もしあったとしても、まれであるとの印象を得た。考えられ得るアース・フィル材は泥岩であろう。コンクリート骨材は、多分、採石岩あるいは荒い礫から製造しなければならないか、さもなければ、相当な距離を輸送することになるかも知れない。部分的な礫の堆積物が、ダム地点の下流1.5 kmの地点に存在する。細骨材は多分不足するであろう。

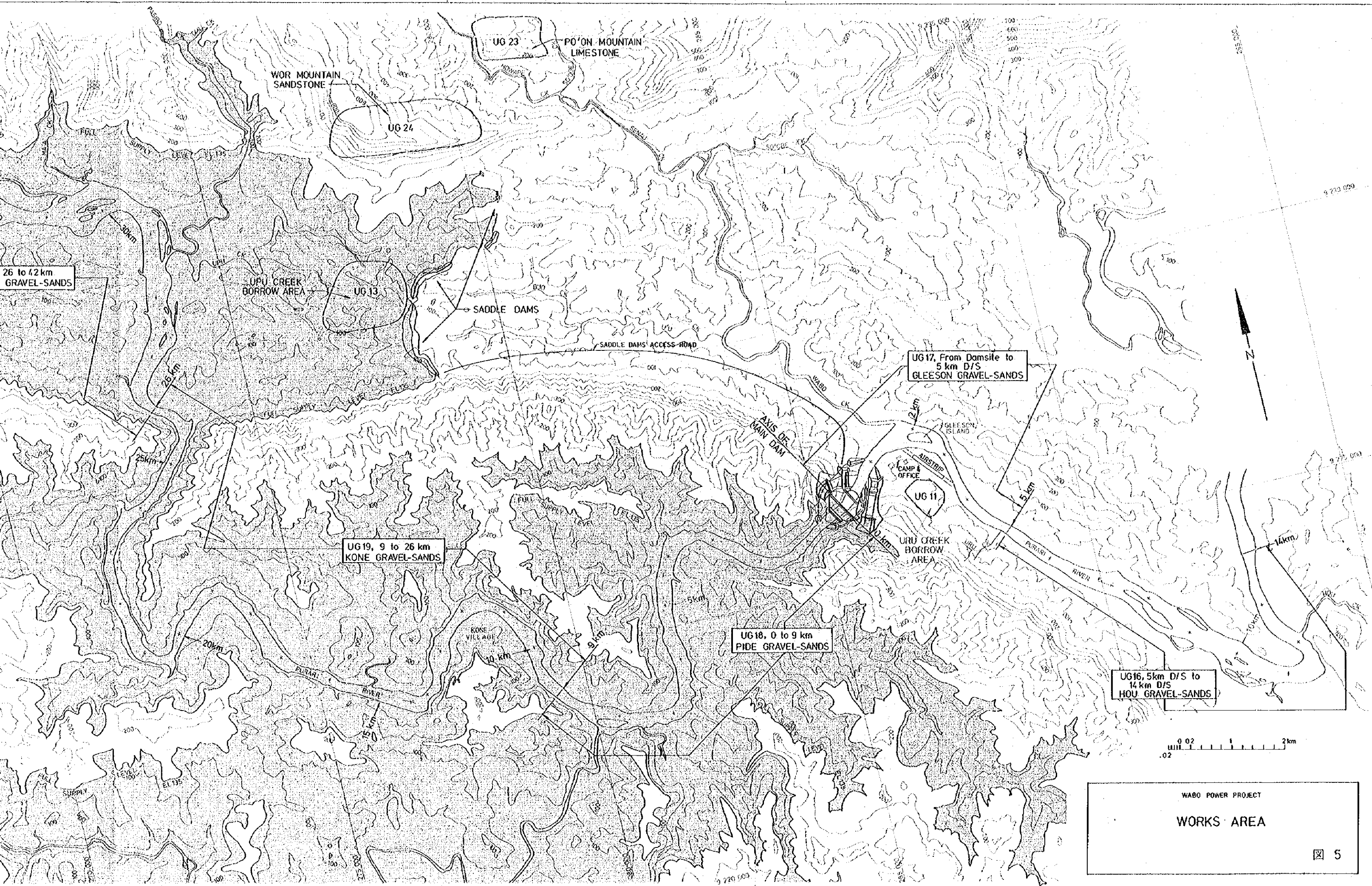
2.4 建設材料

2.4.1 概要

フィージビリティ調査段階における建設材料調査の目的は、計画の主要構造物の建設に必要な、かつ最適の自然材料が計画地域内で利用可能であるかを調査し、入手可能と思われる材料の性質に関する初期の判断を行うことにあった。図・5に利用可能と判断されたアース・フィル、ロックおよび砂礫材料の予定採石場を示した。

限定されたものではあったが、採取試料についての現場テスト、およびバブア・ニューギニア国内とオーストラリアでのラボラトリー・テストを行った。





2.4.2 建設材料の所要量

各種建設材料の所要量を、リスト・アップすると表2のようになる。

表2 建設材料の所要量

(単位 : m^3)		
構 造 物	建 設 材 料	数 量
主ダム	アースフィル	2,400,000
	グラベル・サンド (砂礫)	5,945,000
	ロックフィルおよび法面保護	1,100,000
	ランダム フィル	6,900,000
副ダム	アース フィル	2,000,000
	グラベル・サンド	2,705,000
	ロックフィルおよび法面保護	4,000,000
コンクリート	グラベル・サンド	995,000
構造物		
排水裏込	グラベル・サンド	140,000

2.4.3 アース・フィル材料

本計画に必要な不透水性アース・フィル材はプロジェクト・サイトに存在する Orubadi 泥岩層から入手可能と考えられる。主ダム用として、二つの材料源が考えられたが、UG 11、すなわち Uru Creek 採取場のみを取上げることとした。副ダム建設には、三つの材料源が考えられた。一つはダム基礎の表土はぎによる掘削材であり、これらのある部分は、コア材に適している。他の二つは、それぞれ副ダムの上、下流の地点にあるが、このうち上流地点の UG 13、Upu Creek 採取場のみを選ぶこととした。Orubadi 泥岩は、過圧密粘土であり、盛土として使用する場合、最適締固めを行うため、多量の水を必要とする。

簡単な走行試験により、この材料がたやすく粘性土に粉細され、甚だしい湿潤気候でも使用できることが立証された。激しい降雨状態では、コア材として泥岩以外の材料では含水比の調整と機械運転に相当の困難が予想される。詳細設計段階における主要作業は、とくに主ダム工事について、十分に余裕を持った量の利用可能な材料が存在するかどうかを確かめるために、さらに詳細な室内試験と材料採取場の詳細な調査が必要である。この調査では、標準機種を用いた大型転圧試験も実施しなければならない。

2.4.4 ロック・フィル材および仮締切堤用ロック材

硬質石灰岩源として、二つの有望と思われるロックの採取可能地点が調査されたが、二地点とも、多量の埋蔵量を有していると思われる。一つはUG 2 1 - Uraru 石灰岩であり、主ダムより上流約3.5 kmの地点、UG 2 3 - Poon Mountain 石灰岩は副ダムの北東Wabo Creek上流地域に位置している。両者とも地理的には不便な位置にあるが、ロックの品質は良い。このうち、UG 2 1 が主ダムの仮締切堤の材料供給源として考えられている。したがって、この品質のよい石灰岩をバージあるいは第2巻に述べたような方法により下流部の主ダム地点に運搬することになる。硬質砂岩は、UG 2 4 - Wor Mountain 砂岩と命名され、副ダムの左岸アパートメントに相当し、大きい尾根を形成しており、非常に大量に入手できる。

石灰岩のサンプル採取は全く行わなかったが、強度と耐久性に関しては疑う余地はない。

UG 2 4 - Wor Mountain 砂岩から取った試料は、強度が高いことを示したが、ロック・フィル材あるいは法面保護ロック材としての耐久性に関しては、実施設計段階でさらに調査を必要とする。上記の砂岩は、コンクリート用骨材として採用される見込みはない。

2.4.5 ランダム・フィル材

主ダムに必要なランダム・フィル材は、原則的には主ダム地点のEra 層の比較的軟らかい砂岩およびシルト岩の掘削から必要量を入手可能であるが、貯水池内でも入手できる。

ブルドーザーによる野外締固め試験は、激しい降雨後にブルドーザーにより6回の走行締固めを行った。材料は相当粉砕されたが、湿润状態での取り扱いおよび締固めが可能であることを示した。材料は粉砕後、妥当な強度を有しているが、透水性はこね返された泥岩コア材よりは相当高いとはいえ完全に透水性でない。設計段階では、材料に対する激しい降雨の影響に特別な注意を払い、実際に使用される締固め機械を使った大規模締固め試験を必要とするだろう。

2.4.6 沖積堆積物

Purari 河の沖積堆積物について堤体のグラベルフィル材、フィルター材ならびにコンクリート骨材用材料源として適当かどうか調査した。目に見える砂礫堆積物は、少なく見積っても最小約4百万 m^3 はある。しかしこの数値は、地下の堆積量の仮定の仕方では4千万 m^3 にも達する。堆積物の分布をより詳細に明らかにするため、詳細設計の段階でバージにすえつけたボーリング機械による水上ボーリング調査、バックホーあるいは類似の方法による砂州、浅水部、河岸堆積物に対する調査をふくめた広範な調査が必要である。

この堆積砂礫材は、粒度分布が良く主に石灰岩より構成されており、火成岩からなる20%程度の他の材料を含む、高密度に締固め可能な高強度の堤体材料である。

骨材試験の結果、グラベル・サンドは洗浄により部分的にしか除去できない有機不純物を含むとはいえ、コンクリート骨材として利用に適していることがわかった。しかしながら、小規模の配合試験の結果、コンクリートの圧縮強度は小さかったため、さらに追加試験を行う必要がある。

2.5 計画の評価

2.5.1 概要

日本工営が作成した Preliminary Report においては、1965年の渇水年における日流量に基づく最適貯水池運用計画のスタディを行い、59億 m^3 の有効貯水量と発電設備容量 $1,800\text{ MW} = 300\text{ MW} \times 6$ 台の発電所により約 $11,650\text{ GWh}$ の年間常時電力の発電を計画した。

その後 S M E C が作成した Review Report では、Wabo 発電所から得られる常時電力を増加する方法として、下記の諸点が指摘された。すなわち、

- ・ Wabo 貯水池の有効貯水容量を増加させる。
- ・ 工場地帯に設置したガス・タービン発電所との併行運転により、Wabo 発電所の常時出力を増加させる。
- ・ 第二の水力発電計画との連動運転により、Wabo 発電所の常時出力を増加させる。
- ・ Wabo 貯水池上流部に一連の貯水池を造成し、Wabo 貯水池への調節流入量を増加させる。

上記の提案は、今回の調査で詳細に検討され、Wabo 貯水池の有効貯水容量、発電機の一当り設備容量、据付台数に関する最適計画案を立案することとなった。Wabo 計画の最適開発規模を決定するため、いくつかの比較案の経済評価を明確に行う必要があり、そのための適切な評価方法を定義しなければならない。

費用比較の目的で割引電力コスト (Discounted Energy Cost 以下 D E C) の概念を採用した。これは、Wabo 計画からその経済耐用年限の間にもたらされる収益の割引値で、この計画の割引費用を割ることによって算出されるもので、売電価格と解釈されるべきではない (第四章参照)。このスタディのための計画耐用年限は 50 年を想定した。

Wabo 貯水池の常時満水位 (Full Supply Level, F S L) および有効貯水容量は、Wabo 計画を他の電力源と独立に運転した場合、割引電力コストが最小になるように決められなければならない。一方、常時出力を増加する方法 (2.4.6 節) は、以上のようにして定められた基本計画の拡張計画として検討された。

2.5.2 Wabo貯水池流入量と発生常時電力

1955年から1974年の期間の月間流量記録を利用して最適貯水池運用計画のスタディを行った。上記記録のうち欠測期間については、流域の降雨と流出の関係をシュミレーションし、それにより得られた降雨流出モデルを使って得られた値を用いた(第6巻参照)。1965年から1974年までの20年間のうち、1965年と1972年には深刻な渇水が記録され、とくに後者が若干ではあるがより厳しかった。1972年渇水年の発生確率について連続500年間の擬似合成流量(Synthetic Monthly Runoff)を求めることにより検討した結果、500年間に1972年よりも深刻な渇水年は7回発生することがわかった。つまり1972年と同程度の渇水は約70年に一回発生する訳である。したがって、1972年の流入流量を使って発電可能常時出力を決めた場合、常時電力発電の継続性に関しては100%信頼できるものであると考えられるのである。

2.5.3 Wabo発電所の常時出力

今回の最適化作業における常時電力についての概念はWabo発電端で発生し、工場地帯で受電可能な常時電力と定義される。Wabo地点での流入量に変化し、FSLと有効貯水量が様々な変化すれば、Wabo発電所の発電出力も変化する訳だが、その関係について次のステップにより解析を行った。

- ・いくつかの異なる常時満水位(FSL)と低水位(MOL)とを任意に設定し、それぞれの組合わせに対する有効貯水量を算出する。
- ・次に常時発生電力を月間有効貯水量の変化に従って計算する。この場合、貯水状況によって発生可能な二次電力については一切無視する。
- ・上記のような貯水位と貯水量の組合わせと発生常時電力の関係をプロットしたのが図・6(a)である。図・6(b)は、貯水池運用計画スタディの基本的ファクターである貯水面積、貯水容量、貯水位の関係を示したものである。

2.5.4 工業地帯における常時電力需要とWabo計画の最適開発規模

Wabo電力の確固した利用計画がないため、日本興業銀行ブラリ工業開発調査団の想定をそのまま利用することとし、Wabo計画着工後9年目に発電が開始され、その後工業地帯での常時電力需要は表3のように成長するものとした。表3は、Orokolo Bay受電端での常時電力需要である。

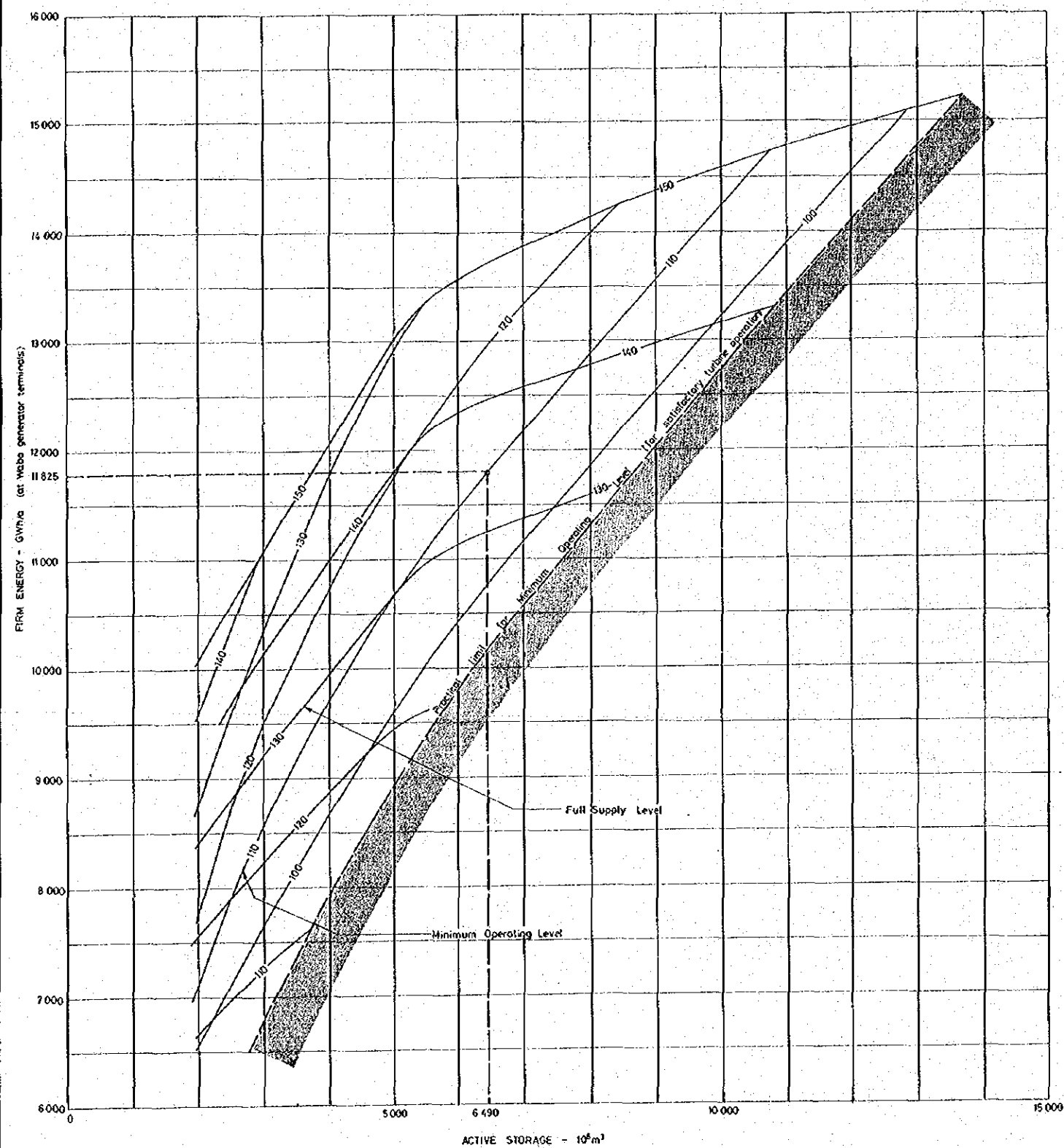
表3 Papua 港工業地帯における常時電力需要成長予測

計 画 年 次	第 9 年	第 10 年	第 11 年	第 12 年	第 13 年
常時電力需要 (MW)	640	915	1,200	1,400	1,735

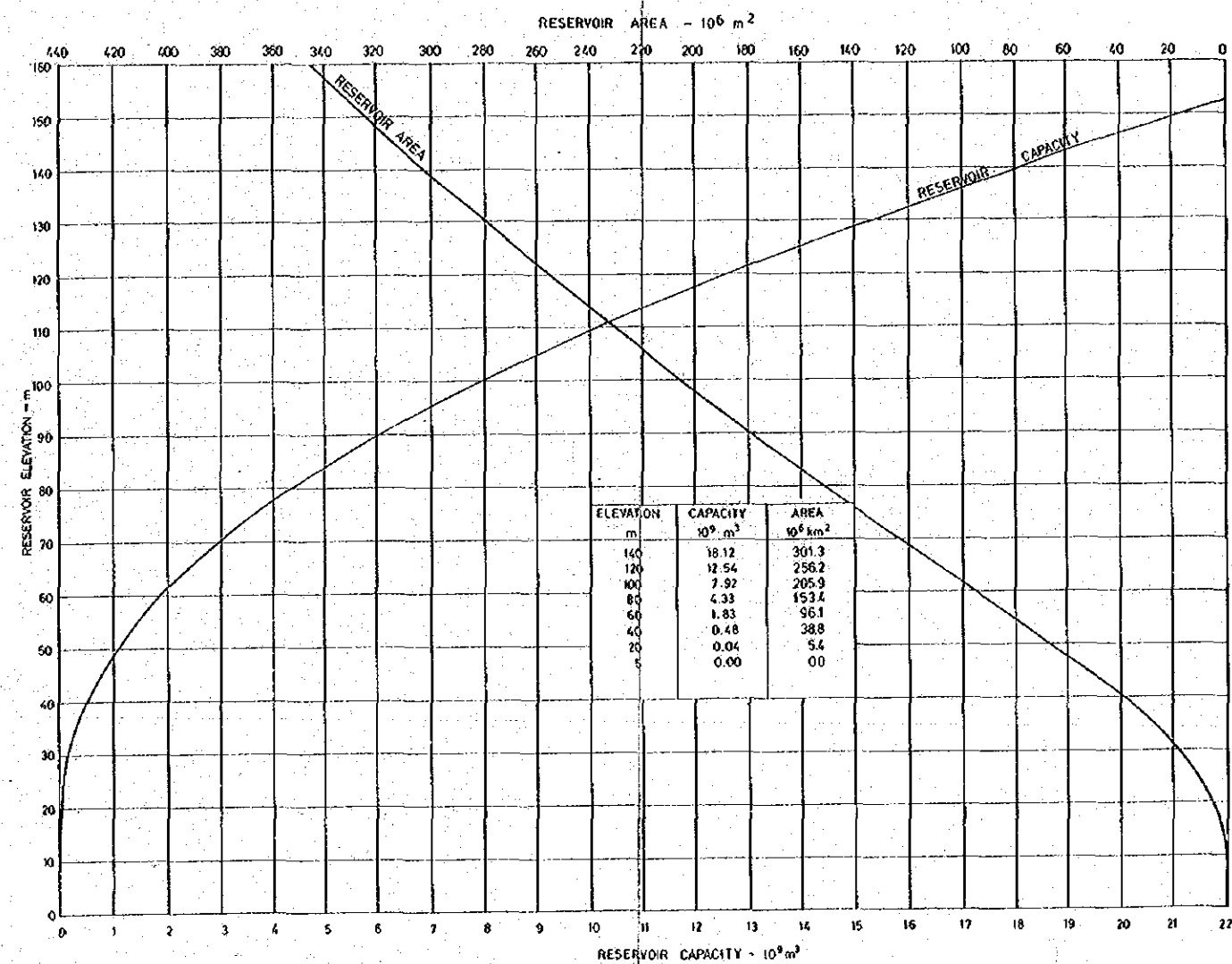
Wabo 計画の最適開発規模それ自体は、Hall Sound 地点が選ばれた場合でも変わらないであろうが、工事費ならびに運転、保守維持費は、送電線の距離が長くなるので、Orokolo Bay 地点の場合より増加することになる。工業地帯の常時受電電力は、送変電ロスにより発電端における発生常時電力よりも僅かながら小さいものとなる。九つの FSL と有効貯水量の組合わせに基づく割引電力コストを下記により算出し、その比較検討を行った。

- ・ 三個の常時満水位を設定した。
- ・ 上記の FSL に対して、各々三個の MOL を設け、その各々の組合わせに対する有効貯水量と常時出力を算出する。図・6(a)は上記のプロセスから得られた結果を示す。
- ・ 発電所の設備容量は、6 台のうち 5 台の発電機を常時 MOL で運転する。この場合の負荷率 (ロード・ファクター) は 90 % とし、コンスタントに所定の常時出力が得られるようにする。発電機の定格は MOL でのタービン出力に合わせて決められる。Orokolo Bay 工場地帯での受電常時電力は、送配電ロスを勘案し各々のケースにつき、発電端の発生常時電力の 98.6 % とした。
- ・ Wabo・Orokolo Bay 間の送電線をふくめた Wabo 発電計画の工事数量と総費用は各々の FSL と有効貯水量の組合わせに基づいて算定する。
- ・ 年間常時発生電力の売電は、表 3 の常時電力需要予測のとおり伸び率で行われるものとする。なお、この場合の負荷率は 90 % とする。与えられた特定割引率に対する DEC を計算した結果下記の組合わせが最も小さい DEC となり、最適開発案といえる。
- ・ FSL 135
- ・ MOL 110
- ・ 有効貯水容量 64.9 億 m^3
- ・ Wabo 発電端における年間常時発生電力量 11,825 GWh/a
- ・ Orokolo Bay 受電端における年間常時受電電力量 11,660 GWh/a

DEC の変化は、FSL と MOL の組合わせにより、それ程敏感に変化しないので、工業電力需要がより明確に予測可能となった時点で再度最適化の検討を行うのが良い。



(a) WABO RESERVOIR FIRM ENERGY POTENTIAL



(b) RESERVOIR AREA AND CAPACITY CURVES

WABO POWER PROJECT

WABO RESERVOIR
FIRM ENERGY AND STORAGE

2.5.5 最適発電計画案

Wabo 発電所の尖頭常時出力

Wabo 発電所の第 1 期発電計画で要求される発電出力は、発電端における年間常時発生電力量が、1 1,8 2 5 GWh に到達するように決められなければならない。据付け発電機六台のうち、一台を予備機とし、常時発電水位を M O L におき、発電端での負荷率を 9 0 % とした場合、発電所の所要設備容量は、

$$\frac{11,825 \text{ GWh/a} \times 1,000}{0.9 \times 8,760 \text{ 時間/年}} = 1,500 \text{ MW となる}$$

発電機の所要台数

最適計画に到達するためには発電機容量と台数の組合わせが、MW 当り最小割引電力コストをもたらしようにしなければならないが、出力一定とした場合、一般的には 1 台当りの発電機容量が大きくなり、台数が少なくなればなる程経済的になる。この傾向は、発電機容量を 2 1 4 MW から 3 7 5 MW 以内で考慮した Wabo 計画の場合でも明白である。しかしながら、本プロジェクトの場合は容量の等しい発電機 1 台を予備として備える必要があるため、大きな発電機容量の場合、総設備容量は表・4 (常時尖頭出力は 1,5 0 0 MW) に示すように大きなものとなる。

表・4 年間常時発生電力量 1 1,8 2 5 GWh/a に関する各種比較案の比較 (発電機設備容量と所要コスト)

発電機台数	8	7	6	5
1 台当り設備容量 (MW)	2 1 4	2 5 0	3 0 0	3 7 5
設備容量 (MW)	1,7 1 4	1,7 5 0	1,8 0 0	1,8 7 5
コスト (百万米ドル)	5 4 3	5 4 3	5 4 4	5 4 3

上記のコストは、送電線を除いた発電機、発電所、水圧鉄管取水施設、主ダムおよび副ダムの費用からなる。

表・4 から見る限り見積精度の範囲内では、特定の所要台数を支持する明白な傾向はないことを示している。小容量発電機は、工場地帯での負荷成長率が表・3 に想定したものより遅い場合は、実状により良く適するようになる。一方、将来 1 台の発電機を追加する際、発電所に十分スペースがなければならず、他方より少ない台数の据付案の採用により発電所全体のサイズを小さくすることができる。したがって、今回のスタディにおいても Preliminary Report で提案されたと同じく、6 台据付案を最適のものとして採用することにした。

発電機設備容量

Wabo 発電計画に関する最適計画規模の決定に際し、発電機設備容量は、MOLにおけるタービン出力に合わせて決め、年間を通じてコンスタントな常時出力を維持するとの想定に基づいて、発電設備に対する所要投資額を求めることとした。しかしながら、Wabo 貯水池の実際貯水位は、ほぼ年間を通してMOLより上部に存在するため、この実際貯水位の上昇に従ってタービン出力もまた増加するものでなければならない。すなわちFSL135とMOL110の組合わせに対し、安定した常時電力の供給のためには、年間ほとんどの期間ゲートをしぼってMOLにて運転することになる。ゲートを全開し、タービン容量をフルに利用しようとするならば発電機の設備容量は $6 \times 432 \text{ MW}$ にすることも可能である(図・7a参照)。この場合、発生常時電力量に変化がないにもかかわらず、所要投資額は増えるが、下記のような重要な長所を生み出すことにもなる。

- ・貯水位が、FSLの状態にあり、貯水池流入流量が常時電力を維持するに必要な発電所の取入れ流量を越えるとき、二次電力が得られる。
- ・補助常時電力源と同時運転することにより、Wabo 発電所の常時出力を増加することができる。

Wabo 貯水池流入流量を月間ベースでみた場合、1972 渇水年を通して維持されえた年間平均流量 $1,563 \text{ m}^3/\text{sec}$ よりも大きな流入量が、月間約87%の確率で発生するので、この二次電力は見すごせない価値を有するものと考えられる(図・7(b)参照)。

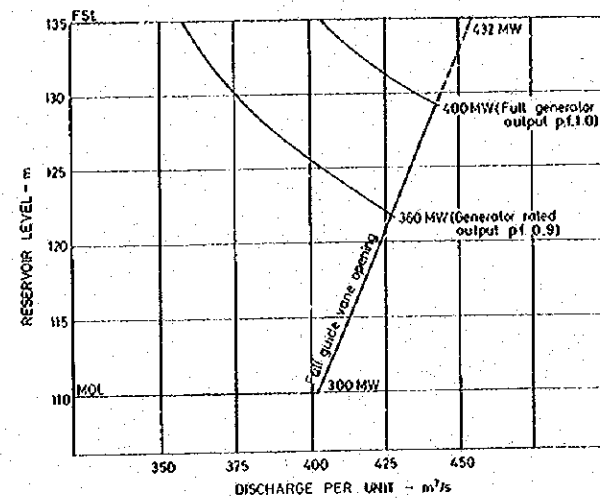
二次電力とは、工場地帯で利用できる電力と常時電力との差のことである。二次電力は常時電力より信頼性が小さいため、5 台の発電機は常時90%の稼働率で運転されるというよりは、むしろ必要に応じてその最大容量で運転することも可能なのだと考える方が合理的である。

表・5は3種の設備容量を貯水位がFSLあるいはそれ以上で、負荷率を90%と100%にて運転したときに得られる二次電力を示す。図・7(c)は、設備容量と発生可能電力との関係を、図・7(d)は、1955年から1974年の間に432MW6台と360MW6台両案から得られる電力の形態を示す。

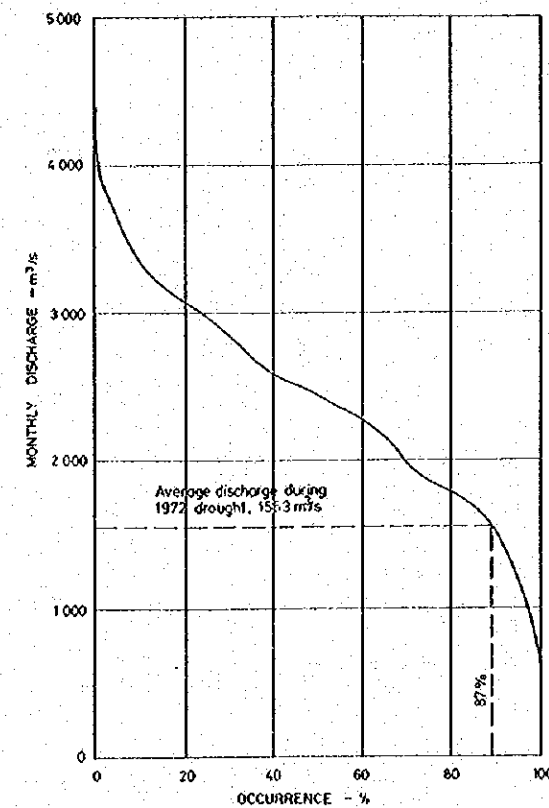
二次電力の価値については評価がむずかしく、この段階で現実的利用可能時期の設定ができないため、 $6 \times 360 \text{ MW}$ の設備容量は、将来の電力需要増に経済的に対処できる可能性を持つ点で妥当と考え、本案に基づく詳細なプロジェクト・レイアウトの検討を行い、工事費の積算を行うことにした。決定された設備容量と発生可能常時電力の検討結果をまとめると、下記のようになる。ここで受電端における常時電力は、発電端における常時電力から送電ロスを差引いたものとして求められる。送電ロスは、1.4%として見積られている。

- ・設備容量 $6 \times 360 \text{ MW} (2,160 \text{ MW})$

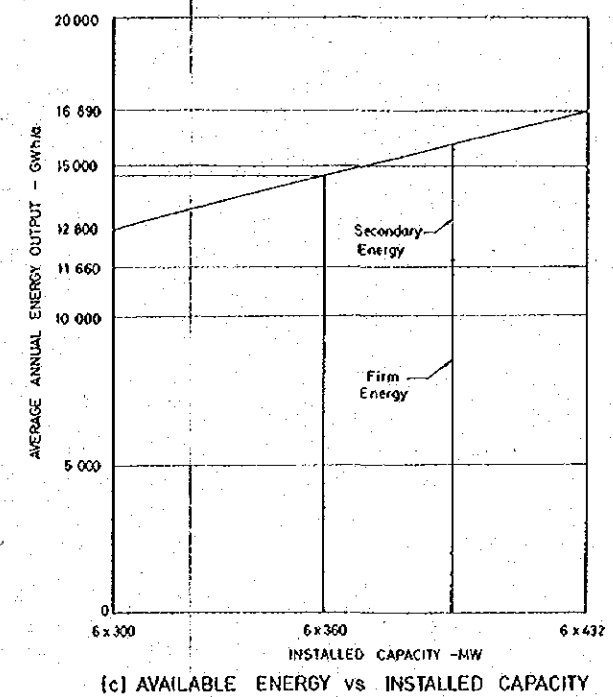
- Wabo 発電端における年間常時発生電力量 1 1, 8 2 5 G w h / a
- Wabo における年間発生可能二次電力量 3, 1 7 5 G w h / a
- Orokololo Bay 受電端における年間常時受電電力量 1 1, 6 6 0 G w h / a
- Orokololo Bay における年間受電可能二次電力量 3, 1 3 0 G w h / a



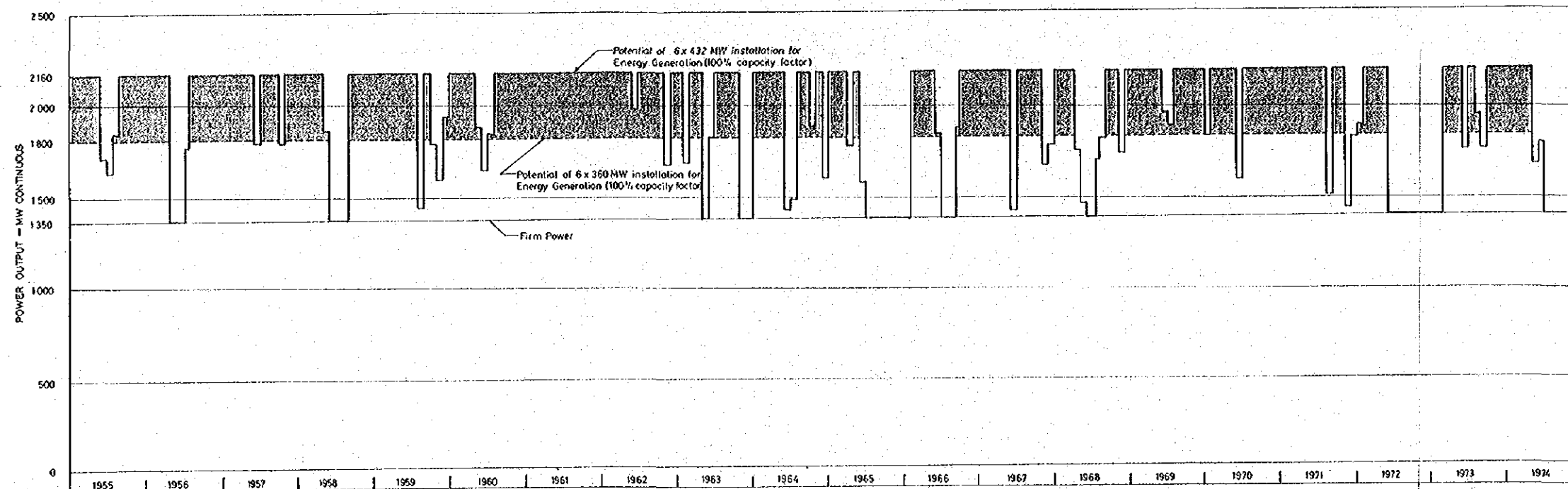
(a) TURBINE DISCHARGE vs RESERVOIR LEVEL
(16 UNITS OPERATING)



(b) MONTHLY FLOW DURATION
AT WABO



(c) AVAILABLE ENERGY vs INSTALLED CAPACITY



(d) SIMULATED STORAGE OPERATION -
WABO STORAGE ALONE

For either 6x432 MW or 6x360 MW installation
(5 units generating plus 1 unit standby)
secondary power output is restricted to
periods where storage is at or above FSL

WABO POWER PROJECT

OPTIMUM GENERATOR CAPACITY AND ENERGY AVAILABLE
WABO ALONE

表・5 発電機設備容量および負荷率と発生二次電力との関係

設備容量	負荷率 %	可能設備容量 (MW) (5台)	発電可能電力量 Gwh/a (1)	可能二次電力量 Gwh/a (2)	送電可能電力量 1955~1974 (3)	受電可能二次電力量 1955~1974 (4)	二次電力が得 られる期間 年 (5)
6×300	90	1,500	11,660 (常時)	0	11,660	0	—
	100		12,960	1,300	12,800	1,140	88
6×360	90	1,800	14,000	2,340	13,610	1,950	83
	100		15,300	3,890	14,790	3,130	80
6×432	90	2,160	16,790	5,130	15,650	3,990	78
	100		18,660	7,000	16,890	5,230	75

注：(1) Orokolo Bay で受電される電力＝設備容量×8,760 (時間/年)×0.986 (送、配電効率)

(2) 可能発生電力量から常時電力11,660 Gwh/aを差し引いたもの

(3) 既往の記録による

(4) 平均利用可能電力から常時電力11,660 Gwh/aを差し引いたもの

(5) 受電可能二次電力量の発生可能二次電力量に対する年間百分率

2.5.6 常時電力増加のための補助電力源

二次電力が得られない渇水期間を補完するための補助電力源を備えた場合、Wabo 発電所の常時出力を増加することが可能になる。同様に Wabo 貯水池への流入流量が、上流ダム貯水池による河川調節の結果、年間を通じて増加した場合も、Wabo 発電所の常時出力を増加することが可能である (Leeds Hills and Jewet)。しかしながら、今回の調査では、貯水池を Wabo 貯水池の上流に設ける以外の方法による、常時出力を増加する二つの方法が詳細に検討された。すなわち、工場地帯に設けられたガス・タービン発電所と Aure 川水力開発計画である。

ガス・タービン発電所

Wabo 貯水池の有効貯水容量 $6,490 \times 10^6$ m³ をフルに利用した場合、上述の 11,825 Gwh よりもはるかに大きな常時電力の発電が可能になる。すなわち、貯水池水位が、利用水深の範囲で、比較的上方にある時、発電使用水量を増し、より大きい発電を行い、下方にある時は、ガスタービンを適切に稼働させることにより、11,825 Gwh/a より大きい常時電力を得ることができる。このためガス・タービン発電所を最も効率のよい状態で運転する必要があり、受電端での電力需要の変化に応じて、このガス・タービン発電所の運転を適宜調節することにより、Wabo 発電所に対する常時化補助電源としての役割を果たせるのである。経済比較の結果、一台当りの設備容量を 60 MW とするのが最適であるということになった。

Wabo 発電所 (設備容量 360 MW × 6 台) とガス・タービン発電所の連動運転を前提とした最適貯水池運用計画についての検討を行った。Wabo 常時化の最大限度は発電端で、14,200 Gwh/a と考えられたが、これは 5 台の発電機が 90% の負荷率で年間を通してフルに運転した場合の発生電力に相当する。貯水池操作上でガスタービン発電所の発電容量に相当する最適貯水位を決定するため、いくつかの仮定目標貯水位 (ターゲット・レベル) を設け、その各々に関する貯水池操作のシミュレーションを行った。貯水位がターゲット・レベルより高い場合は Wabo 発電所は最大常時出力で発電し、ターゲット・レベルより下がった場合は、残留有効貯水量を完全に利用するために Wabo の出力は一定の率に制限される。

図・8(a)は、ターゲット・レベルとガス・タービン発電所の発生常時電力との関係を示す。

表 3 の常時電力需要予測に対応するための 60 MW ガス・タービン発電機設備台数は、予備機 1 台を含む 7 × 60 MW 案が最小割引電力費用をもたらす。このガス・タービンの燃料費は、1976 年 9 月現在のコストで 1 リットル当り 0.1384 米ドルと仮定された。この設備案に対し 1955 年の流量をベースにした貯水池操作のパターンをシミュレーションしたのが図・8(b)である。

この期間のガス・タービン年間平均常時電力量は、シミュレーションによれば 304 Gwh

／aであり、1972 渇水年低水位流量時における最大常時出力は、8.2 か月間にわたり、年間常時電力量に換算して約 $1,920 \text{ Gwh} / \text{a}$ に相当する。常時化補助電源としてのガス・タービン発電所との併行運転により、Wabo 発電端での常時出力は、年間コンスタントに $1,620 \text{ MW} = 360 \text{ MW} \times 5 \text{ 台} \times 0.9$ となり、Orokolo Bay 受電端での年間常時受電電力量は、 $14,200 \text{ Gwh} \times 0.986 = 14,000 \text{ Gwh}$ に増加することになる。

Aure 川水力開発計画

ガス・タービン案に対する補助常時電力源の代替案として、Aure 川の水力開発の可能性が考えられる。Purari 河との合流点は、Wabo ダム地点下流約 40 km にある。合流点の上流約 40 km の地点から合流点近くの大きな屈曲の付近の間で、約 320 m の標高差が形成されている。この標高差を利用するため、河水を屈曲部の上流端で取水し、下流端に設けられる発電所に圧力トンネルと圧力鉄管路を通して導くことにより、相当規模の発電が可能となる。この地点は、それ自体、まず流れ込み式発電方式で開始し、次に貯水池式に転換する段階開発に適している。

Aure 貯水式発電計画案

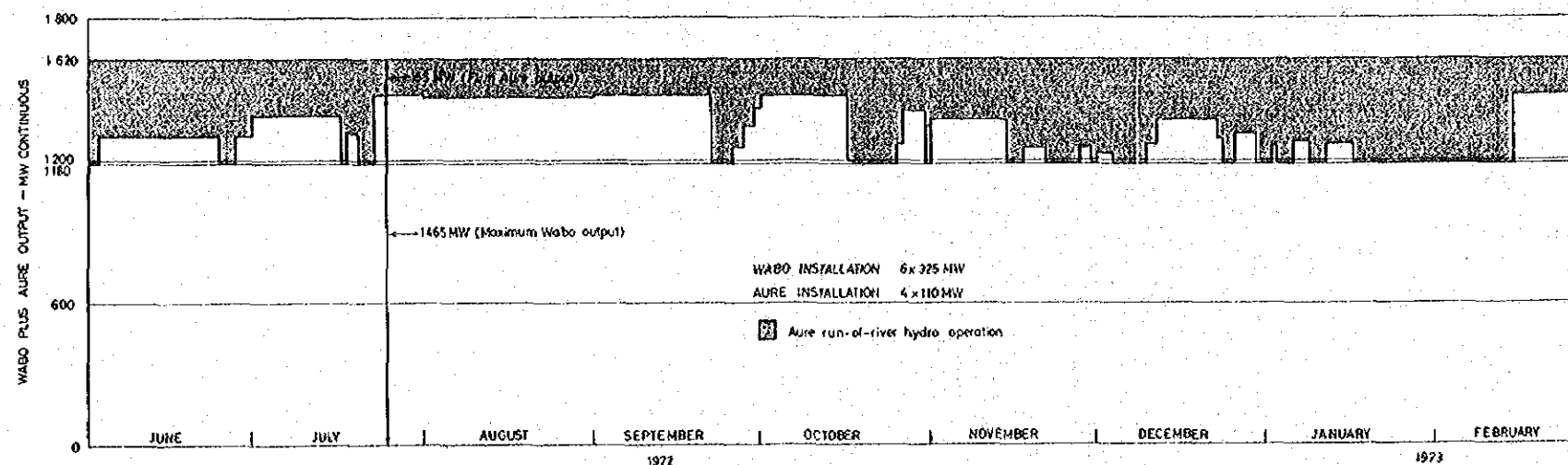
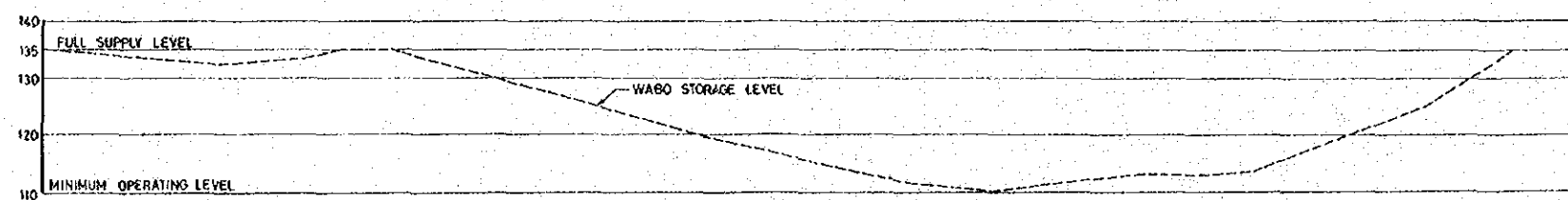
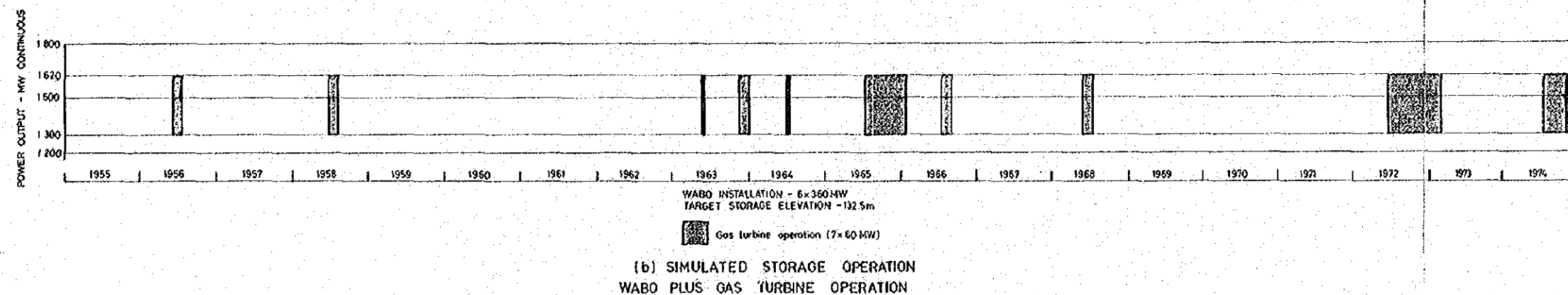
Aure 川を常時電力源とするための貯水池操作に関する概略検討は、当初貯水方式を前提として、月平均流入量を用いて行われた。しかしながら、Wabo 発電所とガス・タービン発電所を組合わせた場合の年間常時受電電力量 $14,000 \text{ Gwh} / \text{a}$ (Orokolo Bay 受電端)を得るためには、Aure 地点にフル・スケールでの貯水ダムを作る必要のないことが判明した。しかしながら、予定ダム地点での最渇水流量(実測記録)を取入れることによって、なおガス・タービン発電案と同じ規模の常時電力 ($14,000 \text{ Gwh} / \text{a}$) が得られるようなら、貯水方式に代って流れ込み式発電案を追及し、これとガス・タービン発電案とを比較的厳密に経済比較することが可能になるのである。

Aure 流れ込み式発電計画案

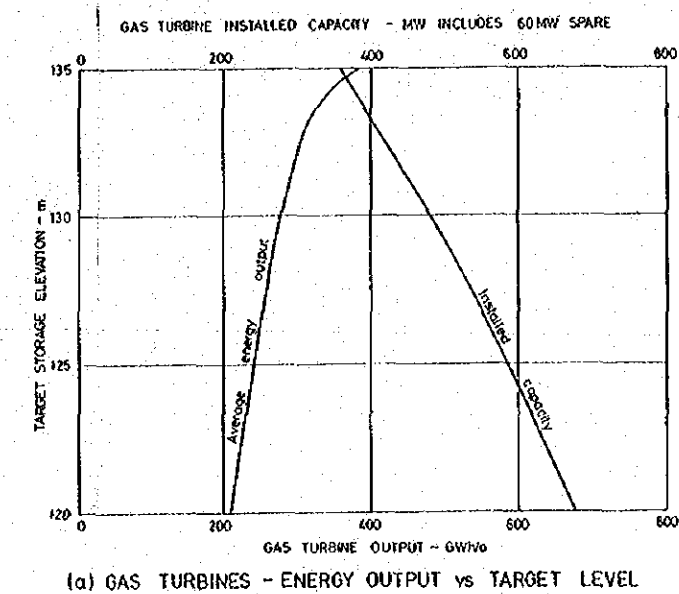
Aure 流れ込み式発電により発電所タービンで利用できるだけの流れ込み流量を使って発電を行えば、それに相当する分だけ Wabo 発電所での発電使用水量を抑えることができるはずである。

すなわち、Aure 発電所の設備容量を最小流入時に利用しうるものより大きくしておけば、それ以外の時期での発電量を大きくすることになる。しかしながら、渇水年の高水位流入期間は限られているので、年間発電量は、設備容量を大きくした割合には比例せず小さい。

Aure 川の日流入量とそれに対応する Wabo 地点の月流量を使用して、二つの発電所の組合わせ運転について 1972 年 6 月から 1973 年 2 月までの Aure 流量記録をあてはめて検討



(c) SIMULATED STORAGE OPERATION
 WABO PLUS AURE RUN-OF-RIVER HYDRO



WABO POWER PROJECT

ENERGY FIRING SOURCES
 GAS TURBINES AND AURE PROJECT

した。Aure 発電所の全設備容量 $4 \times 110 \text{ MW}$ を平均最小流入量（約 3 週間の実測最小流入量の平均）により発電した場合、Aure 発電端での年間常時発生電力量は $1,350 \text{ Gwh}$ と算定される。Aure と Wabo の間の送電効率を 98.6% とした場合、Wabo 発電端では $1,330 \text{ Gwh/a}$ になる。Aure 地点は、常時電力量と同様に常時出力の供給維持が可能であるため、その分だけ Wabo の設備容量を圧縮することが可能である。Orokolo Bay 受電端が Wabo 発電端に要求する純常時電力量は、 $1,287.0 \text{ Gwh/a}$ ($1,480.0 - 1,330$) であるから、この場合、Wabo 地点での設備容量は $6 \times 325 \text{ MW}$ で良いことになる。Wabo 貯水池操作と Aure 流れ込み式発電計画との関係についてのシミュレーションの結果を図・8(c)に示す。

Wabo 発電所常時電力増加のための代替案の経済比較

各種の発電計画案の組合わせに対する DEC 値（算出割引電力コスト）を表・6 に要約した。各発電案の DEC 値を割引率 7%、11% および 15% で求めた場合を図・9 にグラフで示した。

最小割引率に対しては Aure がより好ましく、割引率が高くなればなる程ガスタービンが好ましくなる。また、割引率 10% のとき $1,400.0 \text{ Gwh/a}$ の年間総常時電力量を得るために考慮した Wabo とガス・タービン発電案の組合わせと Wabo と Aure 流れ込み式発電案の割引電力コストは、等しくなる。しかしながら、より高い信頼性を付与するため、Aure 発電所に一台の予備機を設けた場合、約 1,100 万米ドルの追加投資が必要となる。さらに、流れ込み式計画の場合、仮排水路トンネル工事は不要と考えているが、もしこれが必要となれば、Aure 発電案の魅力はさらに小さなものとなる。

以上の他に、ガス・タービン発電案を有利とする理由については次のような諸点が考えられる。

- ・初期投資が少なくてすむ。
- ・短期間に計画の立案と工事が可能である。
- ・より弾力的な運転ができる。
- ・ガス・タービンはスタティック・コンデンサーの機能を備えているため、コンデンサーの費用が非常に安くてすむ。

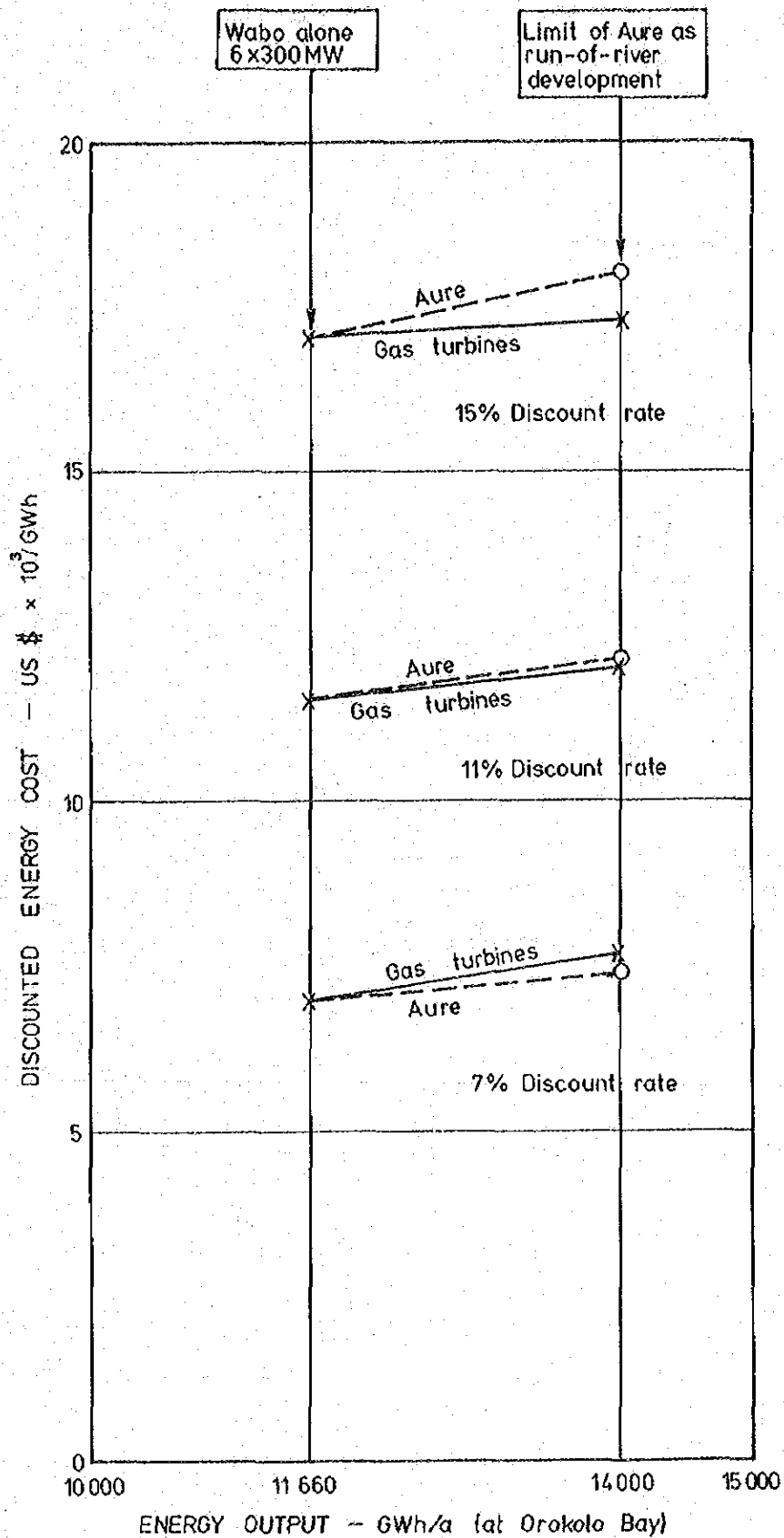
現時点での検討結果からみる限り、Wabo 発電所の補助電力源として、ガス・タービン発電案はより有利な方法であると結論しうる。ただし、ガス・タービン発電案については、図・9 に見られるように、将来の石油燃料価格の上昇によってはその立場が逆転し、むしろ Aure 開発案の方が有利となる場合も考えられるのである。この点について後者の所要投資額について、将来、より詳細に検討する必要がある。また、ガス・タービン発電案の場合、Gulf の臨海工

表・6 Wabo 常時電力発電計画案および所要投資金額

計 画 案	Orokolo Bay受電端受電可能 常時電力量 Gwh/a	設 備 容 量 (1)				建 設 資 金 (2)		
		MW		Wabo	Aure	Wabo	ガス・ タービン	Aure
		Wabo	ガス・ タービン					
Wabo 単独	1 1 6 6 0	6×300	—	—	1 8 0 0	8 0 0	—	8 0 0
Wabo と ガス タービン	1 4 0 0 0	6×360	7×60	—	2 5 8 0	8 1 6	8 4	9 0 0
Wabo と Aure (流れ込み式)	1 4 0 0 0	6×325	—	4×110	2 3 9 0	8 0 8	—	2 0 2
								1 0 1 0

注：(1) Wabo 発電所設備容量は、各々のケースとも、同じタービン定格を想定しているが、発電機の容量はMOIより高い水位でより大きい発電ができるように、変化させている。

(2) 上述の建設資金は最適化スタディに利用したものであり、したがって割引電力コストはこの建設資金をベースに算出された（最終の建設費は、ここに示された値とは若干異なるが、その影響は、ここで行われているスタディの精度を考えた場合、無視できると考えられる）。



WABO POWER PROJECT

COMPARISON OF SCHEMES FOR FIRING WABO

業地帯をフル開発した直後に1972渇水年と同程度の渇水が発生したとしたら、石油燃料購入にきわめて多額の借入れを余儀なくされる惧れもある。

Wabo発電所の将来増設計画

Wabo貯水池の上流部に貯水式発電計画が実現した場合、河川流量の調節によってWabo貯水池への流入流量の増加をはかることができる。そのような計画が上流部のどの地点に設けられるかにもよるが、Wabo貯水池への調節流入量は、最高28%まで増加する可能性を有するといわれている。これらの上流計画は、開発されるまでには多くの年月の経過を要するであろう。したがって当座は、将来の調整流量の増加に備えてもその恩恵は全くない。しかしながら、将来必要となる取水口あるいは発電所の拡張の余地を計画時点で全く考慮していなかったとしたら、貯水位をMOLより以下に落すことなく将来の設備容量の増加をはかることはむずかしいことになる。

取水構造物に、追加取水口を設ける費用は約8百万米ドルであり、Wabo計画の初期投資額の高なか1%以内にすぎないので、360MWの発電機1台を将来増設する余地を予め考慮しておくことが妥当であると考えられる。

2.6 段階開発案

本発電計画の性格上、Wabo計画の段階開発案は、技術的に困難な面があり、経済的にもフィージブルでないと考えられる。したがって、初期の工業電力需要が本計画で想定したものよりも小規模のものであった場合は、Wabo地点以外の適当な開発地点を捜さなければならなくなる。このような場合、これまでWabo発電所の常時出力アップのための補助電源としてその段階開発案を検討してきたAure計画は、全く独立した発電計画としてWabo開発に先立って取上げる可能性がある。

これまで、Orokolo Bay地点に常時電力を供給するためのAure計画案は、当初、流れ込み式発電方式により、次に貯水池式による二段階開発案を推奨してきた(段階開発案の主な特徴は表7参照)。しかしながら、第一次アルミニウム精錬計画のみ、あるいは限定された工業開発計画(第3章参照)による開発が行われ、その所要電力需要が400MWと想定される場合、段階開発案を放棄し、一挙にAure川の全面開発をはかることも考えられるのである。

Wabo開発に先立つAure単独開発案の経済検討の結果は第4章に記述した。小規模の初期水力開発については、これ以外に可能と思われる二つの小河川についても検討した。その位置を図・1に示した。Oreba河の開発地点では、90MWの常時連続出力が、Alabula河では50MWが得られると思われるが、この程度の電力量では、工業を引きつけるには小規模すぎるのでごく簡単な検討しか行わなかった。

表・7 独立プロジェクトとしての Aure 水力開発計画案の主要諸元

計 画 案	AURE 1		AURE 2		AURE 3		AURE 4
	第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次	第一次
有効貯水容量 ($10^6 m^3$)	3	83	3	193	3	370	193
FSL (m)	350	413	350	435	350	455	435
MOL (m)	346	400	345	400	346	400	400
設備容量 (MW)	2×134	4×134	2×145	4×145	2×170	4×170	4×150
有効発電水頭 (m)	300	340.3	302	353.7	304	370.7	353.7
調整流入流量 (m^3/s) (100%利用可能量)	46.0	124.0	46.0	132.7	46.0	145.8	132.7
常時連続出力 (MW)	118	360	119	390	120	460	400
		計		計		計	
	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(2)
年間常時受電電力量 (Gwh/a)	1,030	3,110	1,040	3,350	1,050	3,980	3,340
							(2)
所要投資額 (百万米ドル)	155.0	201.5	161.8	246.4	176.6	312.2	425.2
							(2)
総投資額 (百万米ドル)	356.5		408.2		488.8		425.2

注：(1) Orokolo Bay 受電可能電力量。

(2) Hall Sound 地点受電可能電力量。「Aure 4」開発案に関し、受電端をOro-
kolo Bay 地点とした場合、送電線距離を短縮できるので、年間常時受電電力量は
3,365 Gwh/a に増加し、逆に所要投資額は 389.5 百万米ドルに減少する
(第二巻付録 B, 付表 B-28 参照)

2.7 最適発電計画案の主要諸元

2.7.1 概 要

Wabo ダムと付帯構造物の主要諸元は、主ダム、副ダム、全発電施設、主余水吐非常用余水吐および仮排水路工に関するものである。全工事区域の平面図は図・5に、Wabo 主ダムと付帯構造物は図・10のとおりである。本巻の口絵は本開発計画の鳥瞰図である。

2.7.2 Wabo 貯水池

常時満水位 (FSL)	EL. 135 (m)
低水位 (MOL)	EL. 110 (m)
最高洪水位 (MFL)	EL. 137.8 (m)
総貯水容量 (FSL時)	16,600 × 10 ⁶ m ³
有効貯水容量 (FSL時)	6,490 × 10 ⁶ m ³
貯水面積 (FSL時)	290 km ²
流域面積	26,300 km ²
平均年間流量	79,000 × 10 ⁶ m ³

Wabo 貯水池は、仮排水路トンネルの閉鎖後、平年の場合、約2.5か月で満水となる。貯水池は、FSLかその近くの水位でほぼ年間を通じて運転可能であり、余水吐の操作は頻繁に行われることになろう

2.7.3 ダ ム

主ダム

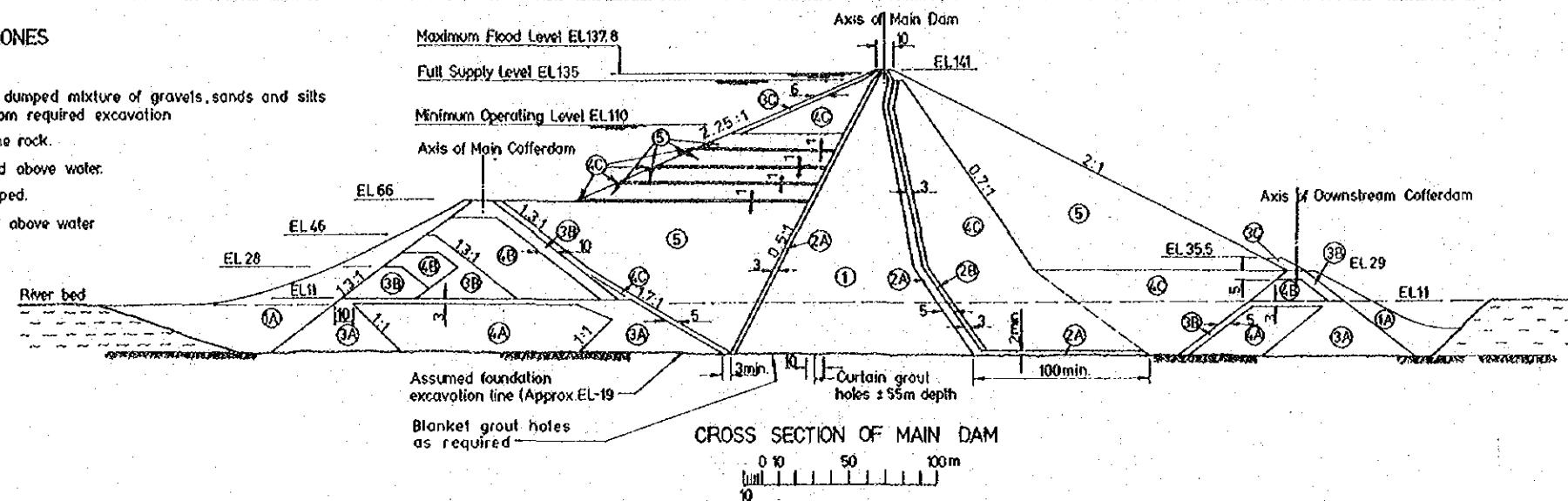
ダム・タイプ	中央遮水壁型ゾーン・フィル・ダム
堤頂標高	EL. 141 (m)
堤頂長	670 m
堤高 (最低基礎面よりの堤高)	160 m
堤体積	15,900,000 m ³

副ダム

ダム・タイプ	中央遮水壁型ゾーン・フィル・ダム No.1 および No.2 ダム 修正均一型フィルダム No.3 および No.4 ダム
最大堤高	約 75 m (No.1 ダム)
堤頂総延長	3.6 km
堤体積	7,800,000 m ³

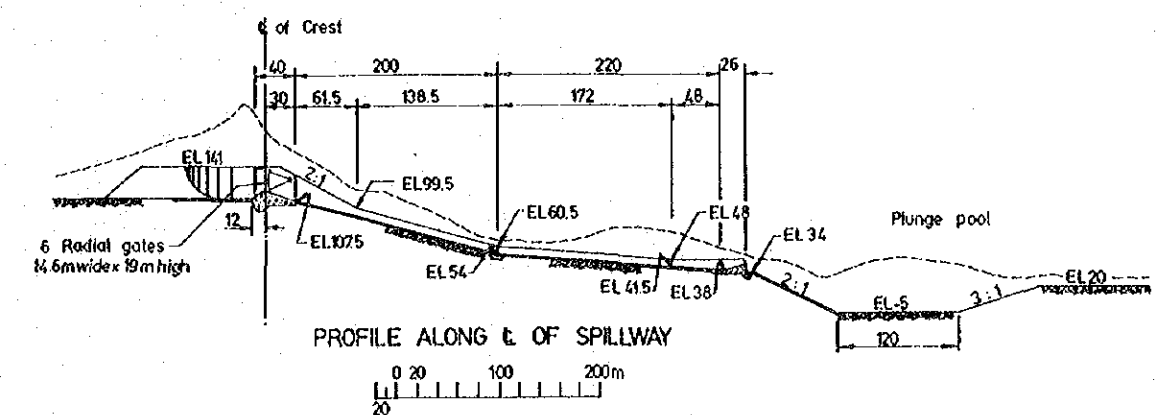
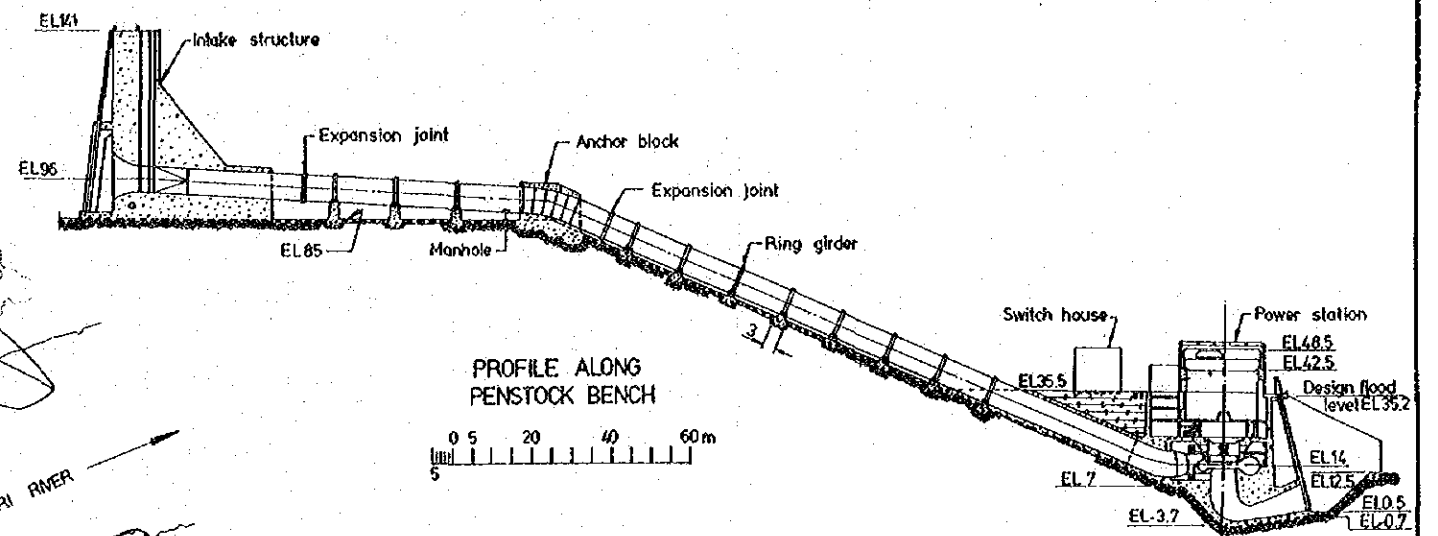
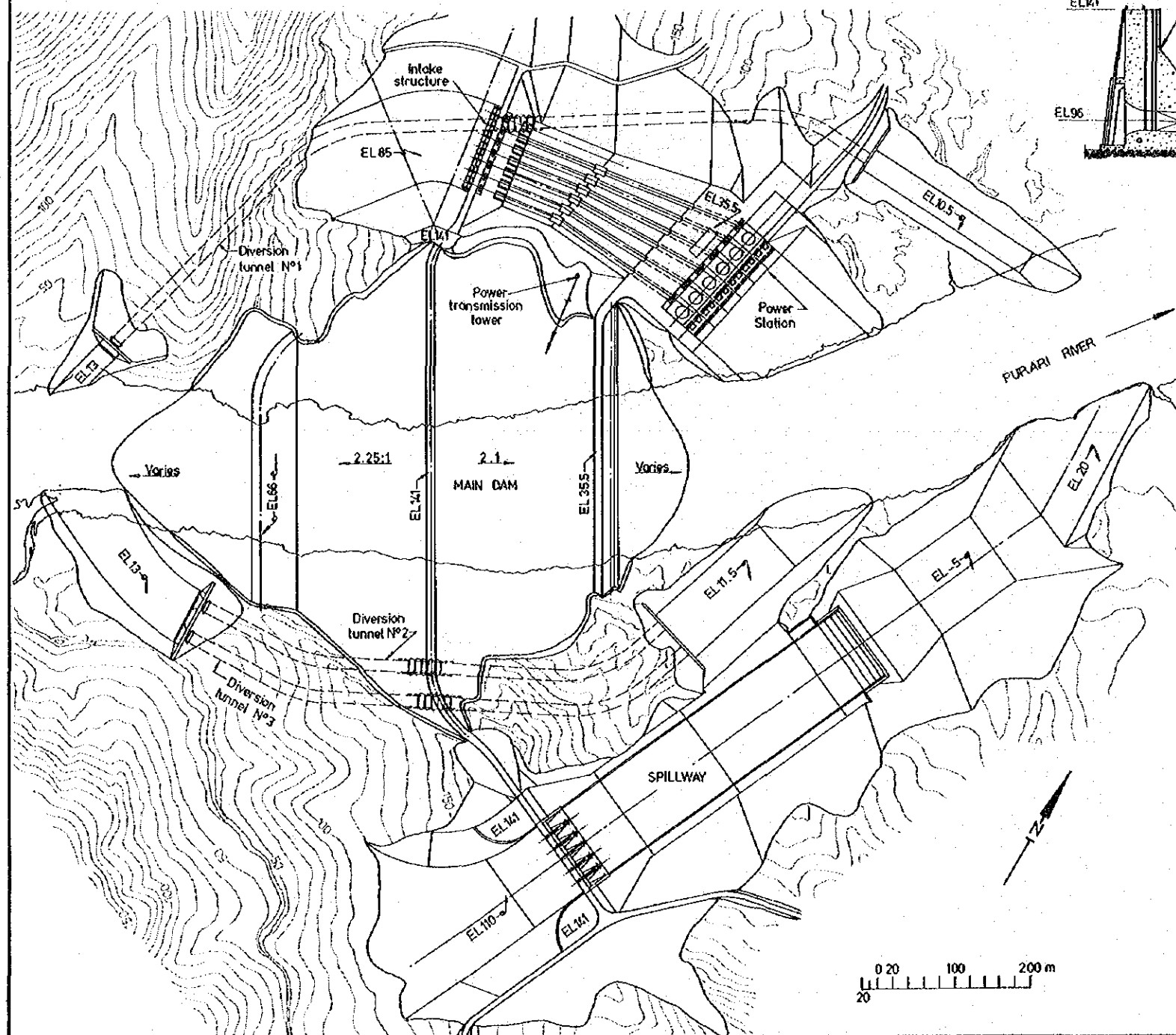
COFFERDAM ZONES

- Zone 1A-Sealing membrane
Below existing riverbed level-barge dumped mixture of gravels, sands and silts
Above riverbed-material stripped from required excavation
- Zone 3A-Quarry run, barge dumped limestone rock.
- Zone 3B-As for Zone 3A except end dumped above water.
- Zone 4A-Dredged gravel-sands, barge dumped.
- Zone 4B-Dredged gravel-sands, end dumped above water



EMBANKMENT ZONES

- Zone 1-Imperious core, mudstone compacted with tamping roller.
- Zone 2A-Fine filter, processed from dredged fine sands and silts.
- Zone 2B-Coarse filter, processed from dredged gravel-sands.
- Zone 3C-Slope protection, quarry run placed limestone rock, maximum size as required for wave action.
- Zone 4C-Dredged gravel-sands, compacted with 10tonne or heavier vibrating drum roller.
- Zone 5-Random fill from required excavation in Era Bed sandstone.



WABO POWER PROJECT

MAIN DAM
GENERAL ARRANGEMENT

ヒューズ・プラグ堤（非常用余水吐）

堤 高	8.5 m
堤頂長	250 m
堤頂標高	E L 139.5 (m)
堤体積	500,000 m ³

主ダムは基本的には中央遮水壁フィルダムであり、支持ゾーンは、河床堆積層より浚渫した砂礫および、Era 層の掘削岩より得られたランダム・フィルよりなる。ダム堤体は、河床沖積層を除去した後の基礎岩盤上に基礎を置き、不透水性コアの基礎部から堤頂までの高さは160 mとなる。基礎岩盤上からの高さ8.5 mの大きな仮締切堤が主ダム上流側に、小さい仮締切堤が下流側に、それぞれ採石石灰岩と浚渫砂礫を使用して建設され、主ダム完工後はその堤体の一部を形成することになる。ダム堤体相当部のランダム・フィル材はすべて締固められる。仮締切堤材料の盛立てはエンドダンピングによる。

副ダム堤体は、鞍部の地形の最も低い部分にその一つが必要となる。いくつかの広く、深い地すべり岩屑地域をふくめて、複雑な断層等のある浸食性泥岩基礎上に建設されることになろう。その鞍部は広いが、長く、そしてところどころジグザグ状に並ぶ谷を横切る非常に狭い尾根によって形成されている。副ダムの安定性を確保する目的で行った関連スタディの結果については、第二巻に詳述した。ダム工事中の盛立て作業の状況を正確に把握するため、ダム堤体に関係計測機器を埋込むが、その機能についても第二巻に述べた。

2.7.4 余 水 吐

タイプ：ラジアルゲート型クレスト、スリップ・バケットおよびブランチ・プール減勢池を有する開水路型

ゲート数	6 門
ゲート・サイズ	幅員 14.6 m × 高さ 19 m
純越流頂	87.6 m
オープン・シュート幅	105 m
オープン・シュート延長	476 m (越流頂からフリップバケットまで)
流入設計洪水量 (10,000 年)	22,000 m ³ /s
設計洪水に対する調整放流量	16,570 m ³ /s
異常洪水流量	31,300 m ³ /s

余水吐のレイアウトは、タービンの運転に重大な支障をおよぼさないよう、発電所放水庭から十分遠くに放水するように定められた。

非常用余水吐は、余水吐の設計洪水量よりも約40%大きい異常洪水に対しても、ダム本体を越流しないよう安全弁として設けられている。

2.7.5 取水施設および水圧鉄管路

取水構造物	重力式コンクリート・ダム、堤高5.6 m
ゲート	ハイドロリック・ホイスト付き、8 m × 8 m キャタピラー・ローラーゲート、6門
水圧鉄管路	直径8 mの鉄管路6本、平均長32.5 m

取水構造物は、防塵スクリーン構造物が付属する7個の取水口を備えている。第7番目の取水口は、発電施設の将来の拡張用として備えられている。防塵スクリーン構造物は、水圧鉄管路の矩形ベルマウス流入口へと連続している。

2.7.6 発電所

発電機定格出力	400 MVA (0.9 PFで36.0 MW)
発電出力 (MOL時)	30.0 MW
発電機台数	6台 (うち予備機1台をふくむ)
速度 (回転数)	125 r/min
タービン定格出力	36.5 MW (ネット水頭9.8 m, 取入れ流量42.7 m ³ /sのとき)
連続常時出力	1,350 MW
年間常時電力量	11,826 Gwh/a (Wabo 発電端) 11,660 Gwh/a (Orokolo Bay 受電端) 11,575 Gwh/a (Hall Sound 受電端)
年間平均二次電力量	3,130 Gwh/a (Orokolo Bay 受電端)

発電所は、ダムの直下流左岸に建設される。発電所建屋は在来型屋内構造で、建屋の長さは21.2 m、タービン中心線の標高はE.L. 14 (m) 各発電機の中心線間隔は2.6 mである。発電所の位置は、将来、必要が生じた場合、増設発電機1台を組立室の北端に設置できるように設計されている。

2.7.7 河川転流工

仮排水路トンネル本数および延長	1 × 1,105 m
	1 × 660 m
	1 × 715 m

直 径

内径 1 4.5 m、コンクリート巻立て

閉鎖ゲート

6 m 幅×1 4.5 m 高さ、固定ホイール型、6 門

仮締切工は、1 0 0 0 年洪水を、仮締切堤上の越流を起こさずに転流するように設計されている。仮排水路トンネルは、河川仮締切りに支障のない範囲内の水頭差に限定する十分な容量を持っている。

仮排水路トンネルは、バルクヘッド・ゲートとそれに続き各々のトンネルに設けられるコンクリート・プラグによって閉鎖された後に放棄される。このコンクリート・プラグは、安全上貯水位を M O L 以下に急激に落さなければならないような予期せぬ非常事態が発生した場合は、爆破によって除去できるように設計されている。

2.7.8 送 電 線

代替送電線ルートについては、Orokolo Bay ルート（延長 1 0 6 km）と、Hall Sound ルート（延長 3 0 0 km）の各々のケースとも 5 0 0 K V 2 回線案が提案された。1 0 0 % の信頼度をもってアルミニウム精錬工場への送電が行われるよう上記の送電線はいずれも発電所の常時電力を一回線で送電し、二回線では二次電力を含む全出力を送電できるように設計されている。山岳地帯および丘陵地帯では、落雷事故の危険を考慮し、各々独立した鉄塔ラインを二本建設する。

それ以降受電端の変電所までの区間は、上述のように一本の鉄塔ラインとなる。

2.7.9 工事用道路

送電線工事および保守のためのアクセス道路の設計については、本報告書第四巻に記述した。

送電線工事用道路は計画した送電線ルートの近くをほぼ平行に走り、工事用道路から送電線予定ルートに連結する支道を通して工事現場に入り、ルート上での伐開、建設工事を行い発電開始後は保守を行うことになる。

工事用道路に関しては、バブア・ニューギニア政府の国道建設計画上の要求に適合させ、将来、必要となったとき、そのグレード・アップが可能ないように設計を行うが、ルートが Purari 河を横断する Pawaia 1 地点での将来の架橋の問題については考慮しないものとした。この工事用道路の重要な側面は、Purari 河が低水位あるいは逆に激しい洪水期に入って Pawaia 1 地点からダム・サイトまでのバージ輸送に困難また危険を伴うとき、Wabo ダム・サイトから Pawaia 1 の工事用資材積換えベースまでの区間を Wabo 地区の工事用資材の補助運搬道路としても使用するということである。

2.8 水力発電計画費用見積り

各主要工事に関する工事数量書に基づき所要工事費を積算したが、その際、採用した単価は、1976年9月現在のプラント機器、設備、材料、労働力の価格に基づいている。これらの単価を使って、工事数量書に基づく本水力発電計画の土木工事請負契約に関する現在価格での工事費の見積りを行った。この積算作業に当たっての基準となる通貨換算レートを、Kina 1.00 = US\$ 1.360 = Yen 374 = A\$ 1.048に設定した。

上記の見積り土木工事費には、発電所、送電線の予想工事請負契約金額、その他関連施設の建設費、施工管理をふくむエンジニアリング・コスト等が加えられている。工事費の概要を表・8に示す。本計画のインプリメンテーションプログラムは、第6章に述べられている。

表・8 Wabo水力発電計画の積算工事費

	(単位：百万米ドル)	
	送電線	
	Orokolo Bay	Hall Sound
1. 土木工事請負契約	423.9	423.9
2. 発電所工事請負契約	155.3	155.3
3. 送電線および変電所工事請負契約	101.2	198.8
4. 仮設備	30.0	30.0
5. 土地および土地移転 (Wabo地点のみ)	0.8	0.8
小計	711.2	808.8
6. 技術費(項目1～4の名目10%)	71.0	80.8
7. PNG政府管理費 (項目1～5の名目5%)	35.6	40.4
小計	817.8	930.0
8. 予備費(10%)	81.8	93.0
合計(1976年9月現在価格)	899.6	1,023.0
概算工事費 約	9億米ドル	10.2億米ドル

注：上表の積算工事費には下記品目の輸入関税はふくまれていない。

- ・所要プラント機器、設備、装置および材料に対する輸入関税(完工後PNGにおいて処分可能な品目のみに対する輸入関税)
- ・送電線ルート土地補償
- ・価格上昇に伴う年間のコスト・エスカレーション

第3章

港湾、工業および

都市開発計画

第三章 港湾工業および都市開発計画

3.1 港湾候補地点の選定

Papua 湾の海岸線は、ほぼいずれの地点からも Wabo サイトまで適当な距離内にあり、大部分は広大なデルタを形成している。Orokolo Bay と Kerema 間の地域、Cape Possession, Hall Sound の東方には海岸線に沿った丘陵地帯が続く。Paia Inlet, Orokolo Bay, The Bluff, Cape Possession, Hall Sound 等は早くから Gulf 湾岸における港湾、工業立地可能地点として指摘されてきた。

その後、Paia Inlet は洪水位よりも高い開発に適した土地が少ないことと絶えず浚渫を必要とすることなどの問題があり、適当でないとの判断が示された。Cape Possession には高台があるが、あまりにも起伏がありすぎる地形からこれも適当ではないと見なされた。したがって、詳細な比較検討は、残る次の地点について行われることになった。

- ・ Gulf Province の Orokolo Bay, The Bluff, Vailala 地点。これらを Gulf 地区と呼ぶことにする。
- ・ Central Province の Hall Sound 地点

図 11 は上述の地点の位置を詳細に図示している。

3.2 Gulf 地区および Hall Sound 地点の特徴

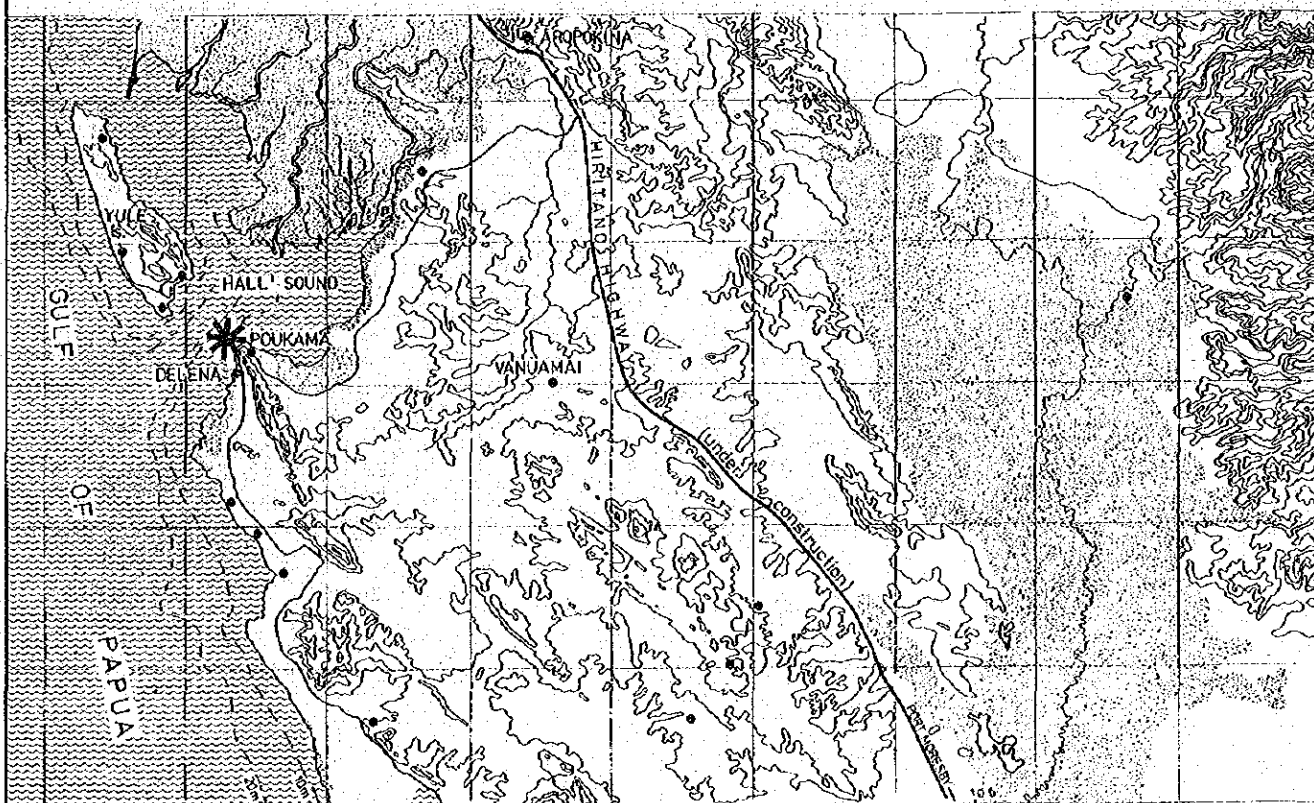
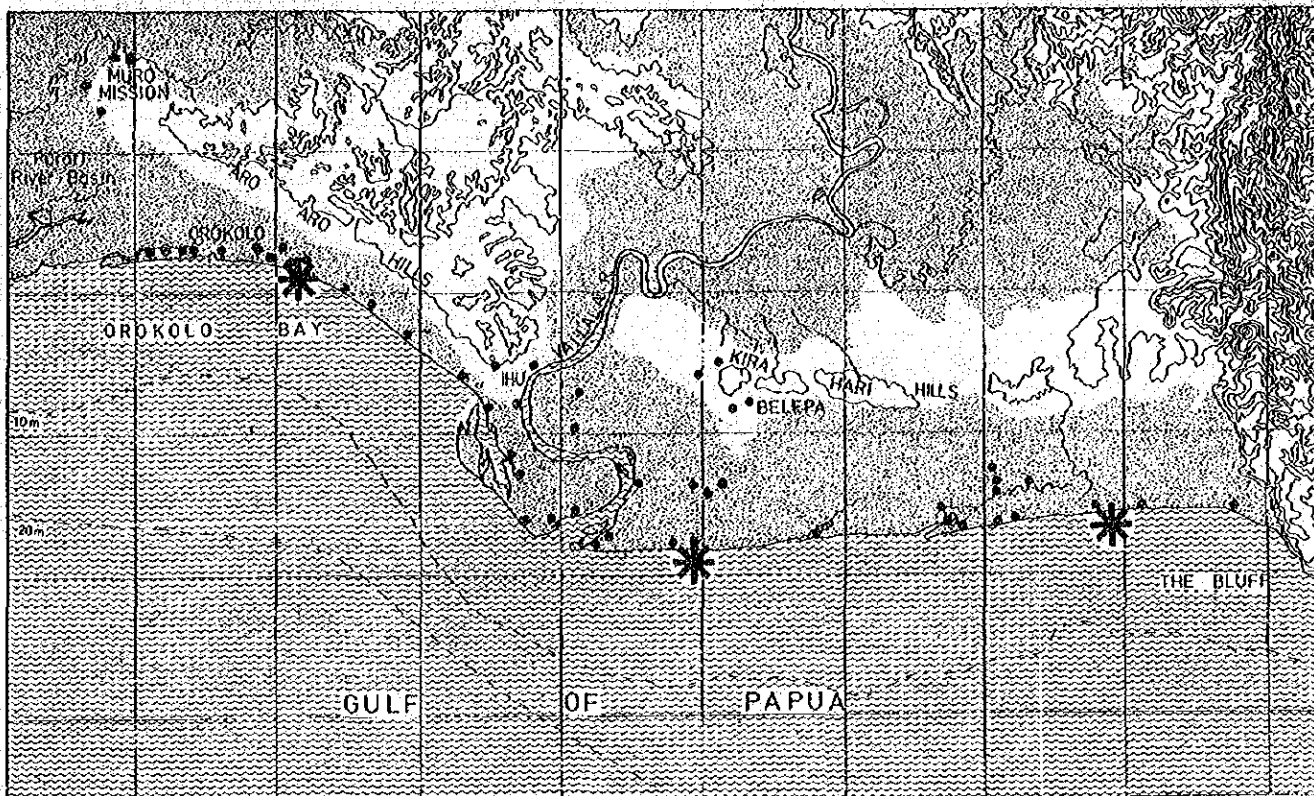
3.2.1 Wabo からの距離

Gulf 地区は、Wabo ダム地点から約 110 km、Hall Sound 地点は約 300 km のところに位置する。この距離上の差は計画立案上重要な要素であり、Hall Sound までの送電線の追加投資額は約 1 億 2 千万米ドル（2.7 節）と見積られている。また Hall Sound までの長い送電距離間のために発生する送電事故の危険度もより大きいので、運転・保守費用は高くなり、さらに送電ロスも大きい。

3.2.2 港湾地点としての適性

Gulf 地区に港湾を建設する場合には多くの問題点がある。しかし、これらの問題点は、防波堤を含む関連施設の建設によってすべて解決可能である。Gulf 地区の主な特徴は次のようなものである。

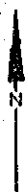
- ・ 南側に面する砂浜は、ゆるやかな海底勾配をなし、海底地質は粘土、シルト、密度の変



LEGEND

- Contour interval 40m
- Swamps and poorly drained land
- Settlements
- Potential port locations

0 1 5 10km



WABO POWER PROJECT

THE GULF AND HALL SOUND
ALTERNATIVE DEVELOPMENT SITES

11

化する砂で構成されている。浚渫をしなくては満載吃水位（10 m）の船舶を海岸線より4～5 km以内に近づけることはできない。

- ・ 適当な天然の避難停泊地がない。風波が激しくバース（錨地）が外海にさらされたままの状況のときは、経済的操船を可能とするに足る停泊時間が確保できない。
- ・ 浚渫対象水域での著しいシルトの堆積が予測される。

一方、Hall Sound 港湾予定地点は、水深の深い天然の良港をなし、激しく荒い波から保護されている。Delena, Poukama 地域ではなだらかな傾斜を有する堅固な高地が狭い珊瑚礁の浅瀬と水深の深い所に近接している。これらの自然条件より港湾構造物の建設は Gulf 地区におけるよりも安い費用で可能となる。シルトの堆積は、ほとんどなく保守のための浚渫は従属的なもので済むと予測される。

3.2.3 工業開発地点としての適性

Gulf 地区では、砂浜の海岸線が Purari 河から The Bluff まで約40 kmにわたり伸びており、氾濫海岸平原および湿地からなる帯状の地域に接している。この細長い地域は、幅が2～5 kmに変化し、その背後には低い一列の激しく切れ込んだ泥岩丘陵が横たわっている。これらの丘陵の内外には洪水位より高く平坦な限られた範囲の土地があるが、ここは盛り立てと排水を必要とすることになる。Gulf 地区に三つの工業立地可能地点が確認されたが、その各々は港湾から湿地を横切る盛土道路の建設を必要とすることになる。

Hall Sound 地点には、平らにすれば工業立地に適切な、堅固な排水性の良いしかも港湾地点に隣接した広大な土地がある。

3.2.4 都市開発地点としての適性

都市開発地点としての地勢および気候条件は、Hall Sound の方が Gulf 地区よりも経済的であり、より魅力的である。Gulf 地区には都市建設に適した土地があることはあるが、利用できる地域は限られており理想的とはいえない。

Gulf 地区で土地開発投資に影響を与える主な要因には次のようなものがある。

- ・ 大きな年間降雨量（3,225 mm）
- ・ 高い水位と緩い勾配がもたらす緩慢な排水性
- ・ 地域のはずれ全体にわたる粘土分の高い土質
- ・ 繁茂した自然植生

Hall Sound の気候は Port Moresby に非常に類似しており、雨期と乾期に分れ、降雨

は Gulf 地区よりもはるかに少ない(年降雨量 1,200 mm)。地勢はなだらかに起伏しており概して排水性が良い。砂利の多い土が地域のほぼ全体にわたり存在し、植生の変化により特色づけられている。これらの点は熱帯雨林が顕著な特色である Gulf 地区とは対照的に状況が異なっている。

3.2.5 建設材料の入手可能性

非常に限られた調査結果によれば Gulf 地区には、貧弱な砂岩と材質に違いがある石灰岩の主に二種の岩石が存在するようと思われる。コンクリート骨材あるいは防波堤防護材に適した材料源は見つからず、今後の調査により良好な材料源を確認しない限り、すべての骨材はこの地点へ船で輸送しなければならない。

今回の概略の調査によれば、Hall Sound 地点にはほとんどの建設目的に利用可能な各種の岩石が存在する。しかし、品質の良いコンクリート骨材の存在は確認していない。

3.2.6 既往の土地利用および人口分布

大規模な港湾、工業および都市開発は、不可避免的に当該地域住民の生活にかなりの影響を与えるであろう。本計画は潜在的にこれらの住民に大きな経済的、社会的機会を与えるが、開発は生活環境の激変や移転しなければならない住民、あるいは伝統的な生活様式の破壊など地域住民にとって多くの困難な問題をもたらすことになる。Gulf 地区には 1,200 人、Hall Sound には 1,800 人の人口があり、開発により、生活様式に直接重大な影響を受ける住民の数は Hall Sound 地点の方がより少ない。

3.3 開発の問題点

3.3.1 比較開発案

本計画に対し、次の二つの比較開発案が検討された。

- ・ 5 か年開発案：発電開始後 5 か年間で Wabo 発電所から発生する全常時電力を工業電力需要により吸収する。
- ・ 10 か年開発案：まず最初の 5 か年間で、アルミニウム精錬工業に、次の 5 か年間で、日本興業銀行ブラリ工業開発調査団が想定したような他の加工工業の立地により Wabo 発生常時電力を吸収する。

3.3.2 工業開発の規模

現時点では確定的なインダストリアル・コンプレックスがないため、港湾、工業、都市部門

の開発計画は、上記工業開発調査団の想定した工業開発案をベースに今回の比較検討を行うことにした。この補助データとして Swiss Aluminium Australia Ltd. および Minenco Pty. Ltd. から関係資料が提供された。想定工業開発の規模を表9に示す。

表9 Purari 河工業開発計画の開発規模

工 業	年生産能力 (t/a)	必要電力 MW(千W)	工場用地 万m ² (ha)
アルミニウム精錬	580,000	1,000	150
フェロアロイ	384,000	271	52
フェロニッケル	150,000	105	65
銑鋼一貫	100,000	29	17
電解苛性ソーダおよび二塩化エチレン	540,000	120	25
銅精錬	100,000	11	35
亜鉛精錬	90,000	45	42
シリコンカーバイド	32,000	32	60
天然ガス液化	2,140,000 ⁽¹⁾	110	50
化学肥料	550,000	12	20
計	4,666,000	1,735	516

注：(1) 天然ガスの取扱いと液化処理に関する安全性確保の条件が非常に厳しく、そのため別個の分離した港湾施設、プラント設置地点および多量の冷却水が必要となるので、これらの開発費は、すべて天然ガス液化工業が負担するように想定した。

工業用水の需要は、一日当り海水221,000 m³、淡水187,000 m³程度のオーダーとなるであろう。天然ガス液化工業(LNG)は日給水量約100万m³の海水を必要とする。

かなりの量の固体、液体、ガス状の廃棄物が発生するため、それらの潜在的影響に関する十分な検討および処理法に関するスタディが必要となる。

これらの工業は約20%の熟練した外国人の専門家をふくめ11,000人を超える直接雇用を必要とする(Purari 工業開発調査団)。工業開発の一部としてボーキサイトの精製をやると思えばできるが、その場合、港湾と工業の配置を変え、また施設の追加を必要とすることになるであろう。ボーキサイトの精製における重要な問題としては、赤泥処理の環境への影響の問題があり、これが当該工業を採用するか否かの主要論争点となろう。

3.3.3 港湾開発

港湾は最終的には約百万トン/年の一般商品輸入とともに、約7百万トン/年の各種原材料

の輸入の取扱いを必要とすることになる。加工材料の輸出は、LNGを除き2百万トン／年を超えるであろう。計画された船舶の大きさに基づく総貨物量の取り扱いのために約1.5バースが必要となる。

バースおよび荷役施設は、材料の取り扱い量に適した共同利用施設となるであろう。一般的にいて、共通施設で取り扱われるカテゴリーは、次のようになると思われる。

- ・主要バルク・カーゴの輸入：大容量－3～4の品目のみ
- ・従属バルク・カーゴの輸入：小容量－多種品目
- ・一般商品輸入
- ・製品輸出
- ・コンテナ

Fly 河経由 OK Tedi から搬入される選鉱銅鉱石のバース荷役施設を港湾開発に折込むことは可能である。すなわち本計画と組合わせて銅鉱山のためのコンテナ・トランスシップメントバースを建設する訳である。もしこの必要性がなければ、上記のバースは除かれ、バース・バースが副次的バルク・カーゴのバースと置き換えられることになる。

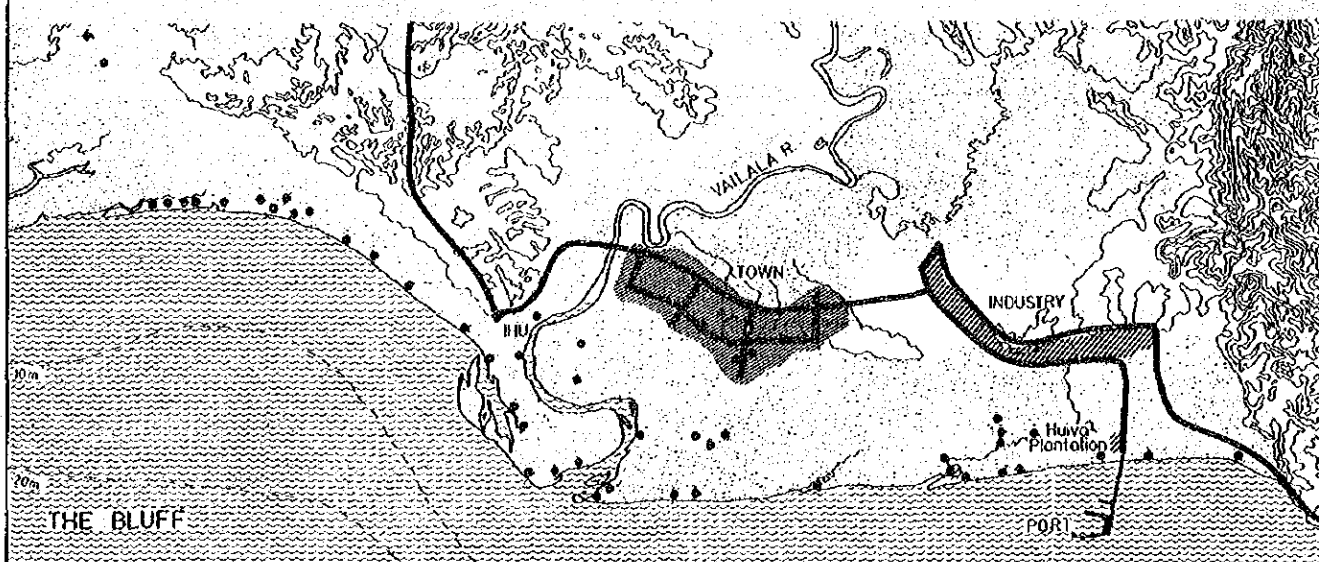
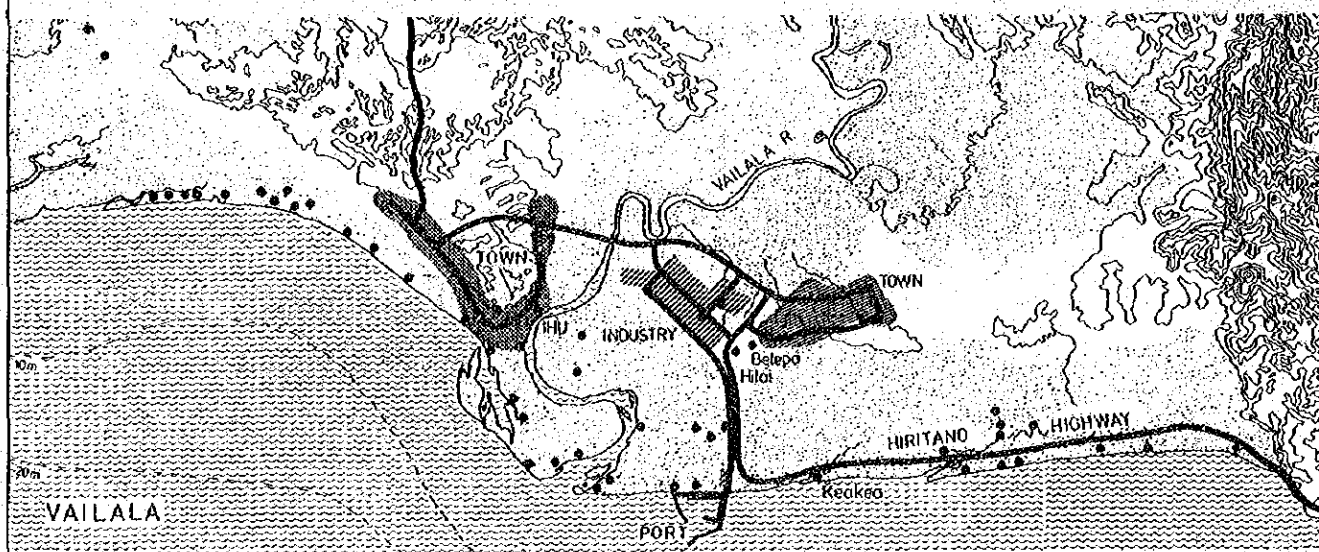
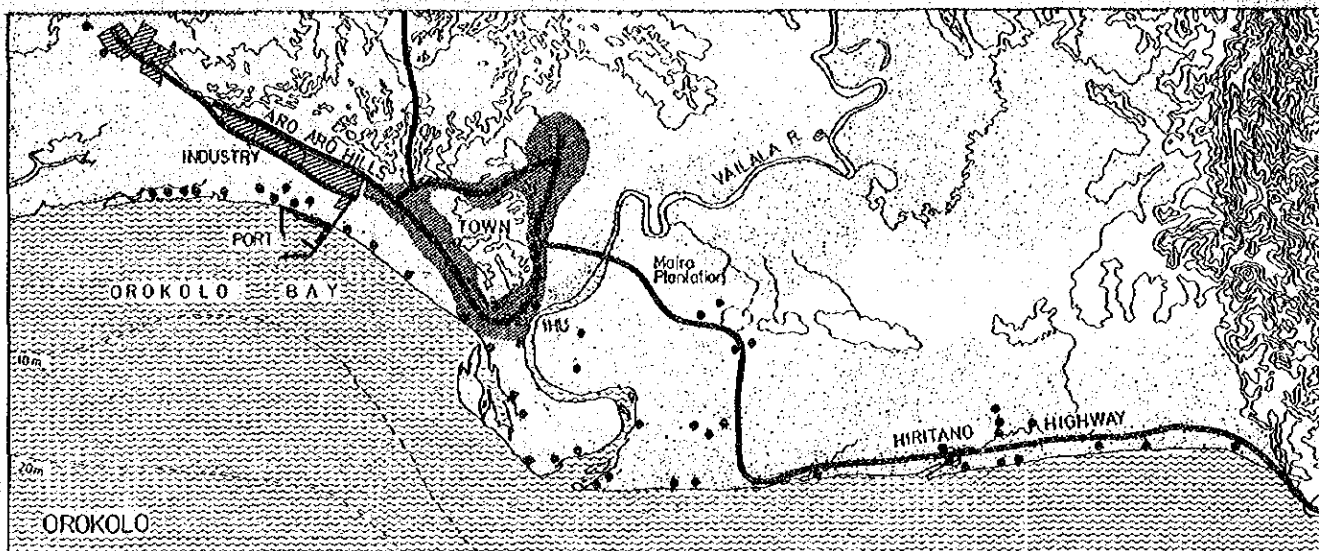
バルク・カーゴはコンベヤーで取り扱われることになる。主要商品は直接加工プラントへ運搬され、従属商品は、加工プラントまで陸送によりひとまず中間備蓄場へ運搬される。他のすべての輸出貨物も陸送で港まで搬出される。LNGは別個の分離したターミナルで取り扱われる。

5月から10月にかけて発生する南西貿易風の期間の海外気象にかんがみ、ブラリ工業開発調査団が計画した船舶規模を対象とする限り防波堤で保護された港を必要とする。したがって Gulf 地区の港湾配置では、図12に示すように船舶保護のために大規模な防波堤を必要とする。Hall Sound は図13に示すように、自然の地形がそのまま防波の形をなし、人工の防波堤を必要としない。港湾地点は、海岸線とのかかわり合いで、各々、その基礎が異っているのので建設費は各々の地点に適したレイアウトを基に算出した。

3.3.4 都市開発

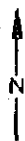
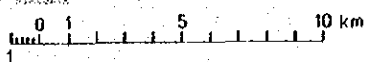
今回提案された計画規模の港湾とインダストリアル・コンプレックスの建設は主要な市街区設立を必須とし、その大きさは、工場で働く人員の数で先ず定められる。図14および15に示した人口計画は二つの開発プログラムの都市人口増を表わしている。時期に応じ、都市人口は、建設労働者、重工業従業員、政府従業員、周辺工業の労働者およびサービス部門労働者とその家族をふくんでいる。

約11,000人の工業労働力を有する全面開発は、総計60,000～100,000人の人口



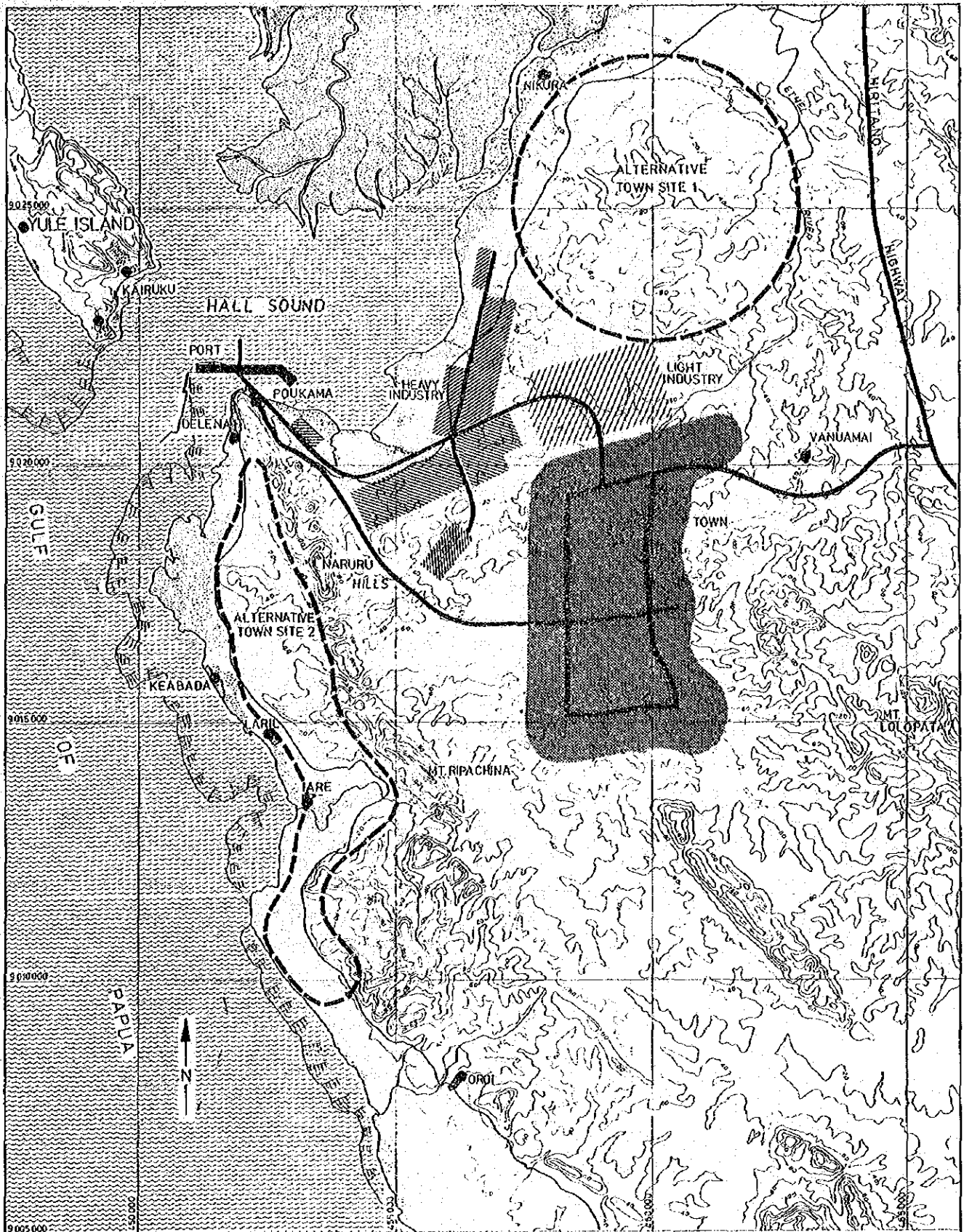
LEGEND

- Existing Village
- Industrial Sites
- Urban Development
- Major Roads
- Swamps

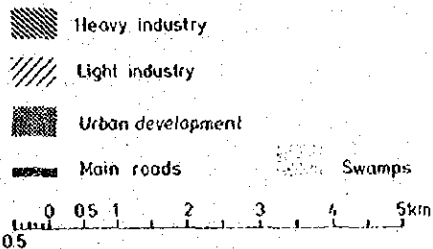


WABO POWER PROJECT

THE GULF
ALTERNATIVE DEVELOPMENTS



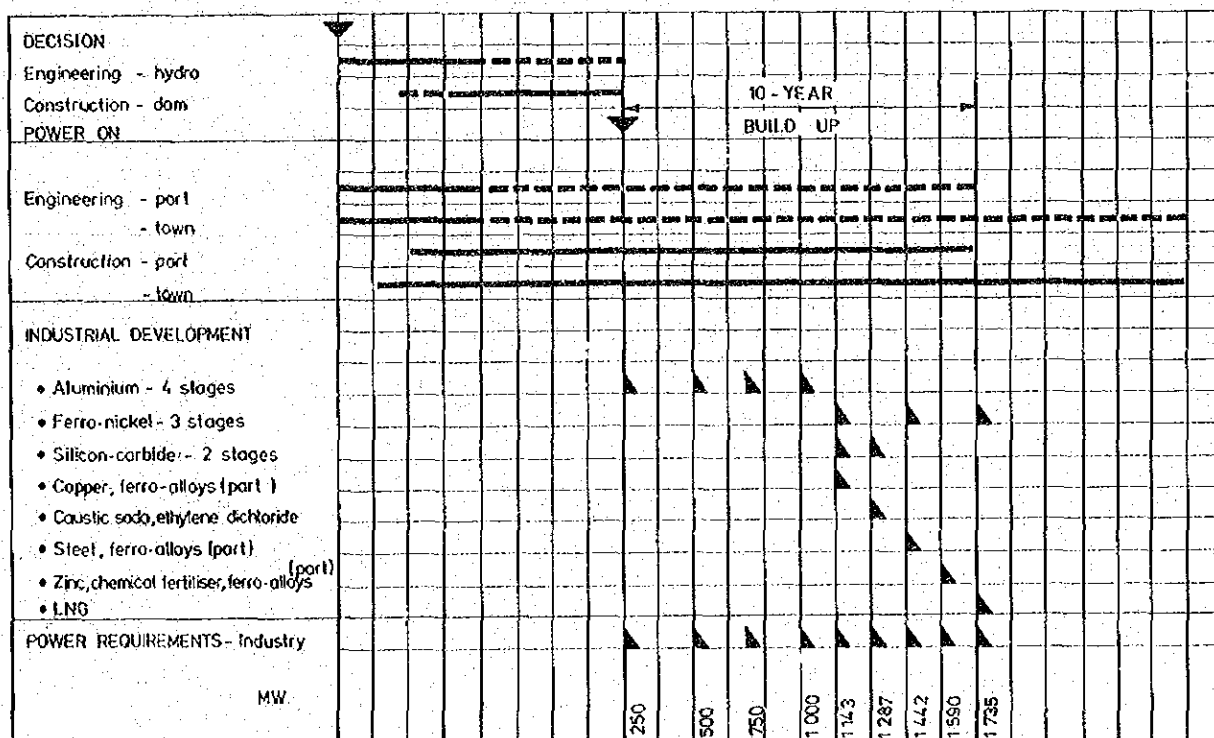
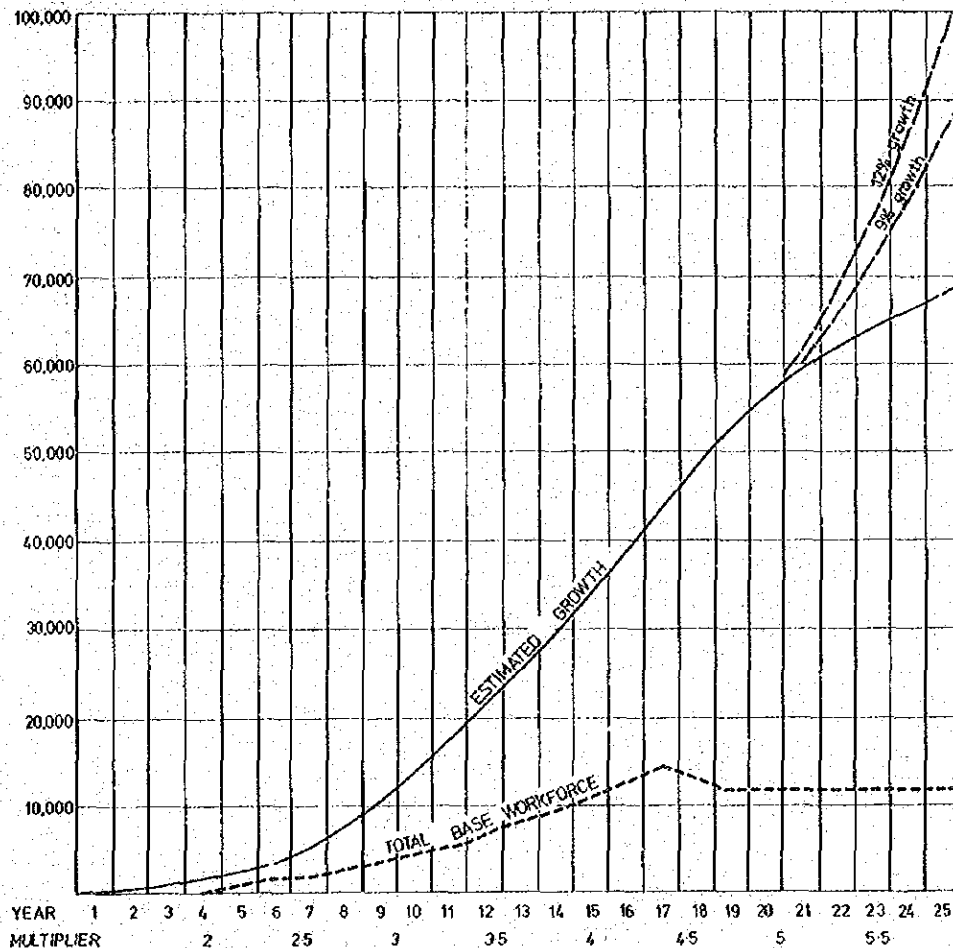
LEGEND



WABO POWER PROJECT

HALL SOUND DEVELOPMENT

POPULATION



WABO POWER PROJECT

POPULATION PROJECTION AND DEVELOPMENT PROGRAM OVER 10 YEARS

をもたらすことになる。最小可能人口を推定するために、重工業労働者一人に対し、公共部門あるいはサービス活動のどちらかに一人の労働者が必要であると想定した。高い方の人口予測は、年間9%~12%の現在の全国的な都市人口増加率が継続するものとして採用した。都市は最初の25年間で2,000~3,000 haを必要とし、将来の工業開発が進むにつれ、さらに必要となるだろう。

各種の開発形態および開発規準が都市内で必要とされるであろう。一方、その都市は工業側が永続的に雇いたいと望む手どろの熟練外国人労働力にとって魅力的である必要がある。またすべての居住者に収入水準に見合った良い生活施設と文化的生活を営める機会を提供しなければならない。

3.4 Gulf地区の代替開発計画案

Gulu地区では三つの候補地点が比較検討された。それは図12に示されている。

3.4.1 Orokolobay 開発案

Orokolobay工業地帯は、Aro Aro Hillsのふもとにそって、Kavava Missionの北端からMuro Plantationに向って広がることになる。この地域は、南は湿地帯、北は丘陵地で制限されているから開発対象地域は狭く横に広がることになる。

基礎の状況から判断すると、浚渫費はかなりの規模になると思われるが、港湾をLariauの村とKavava Missionの間の海岸線に造成することは可能であると考えられる。この港湾地点は、浚渫費とトレスルによるアクセスの費用を考慮した最適な地点である。湿地帯を横切る延長1kmの盛土道路が港と従属バルク・カーゴ備蓄場および工業地帯とを連結することになる。

この計画のための都市開発は主としてIhuの北部と西部地帯で、Ihuから工業開発地域に広がるAro Aro Hillsを中心点とする地域およびIhu付近の適当な丘陵地で展開されることになる。市街区の拡張はIhuの北部とVailala河を横切ったMaira Plantation地区の両方で行われることになると思われる。

3.4.2 Vailala 開発案

Vailalaでの工業開発の場合、その対象地域はMaira Plantationの大部分を占有し、OpaとOpariaの村落をBelapaおよびHiloiに向って南東方向に展開することになるであろう。この地点は他の代替案と比べ幅が広く、区画規模と形に大きな融通性があり、工業プラントのより簡潔な配置が可能であると考えられる。

Vailala工業地帯のためのOrokolobayの港湾立地であるが、港湾はKoialahu Village

の南部に至る海岸線に造成されるが、バルク・カーゴの備蓄場はその村の東部の海岸に設けられることになる。延長5kmの湿地を横切る盛土道路が港湾と海岸線の北部に展開する工業地帯とを結ぶことになる。

今回のフィジビリティ調査段階で行った海洋ボーリングよりも、もっときめ細かい詳細な海洋ボーリングを行うことにより、Vailala の沖合の固結粘土よりなる浅瀬を見出し防波堤およびパースにとって有利な基礎を見出す可能性がある。

Vailala 工業地帯のための市街区は、Vailala 河の右岸側ないしは兩岸に分れて造成される。都市開発の対象地域は、一つは Ihu を中心とする北部ないし西部地域の適当な地域、その他の開発対象地域は工業地帯の直ぐ東部になるであろう。市街区の拡張が必要となれば、Ihu の北部と西部および工業開発地点の東部の両方において行われることになる。

3.4.3 The Bluff 開発案

The Bluff 地点での工業開発の場合、その対象開発地域は、Kira Hari Hills を北西方向にぐるりと湾曲して展開する Huiva Plantation から内陸に向って4kmの狭い帯状の地域を占めることになる。この地域は非常に長く細く将来の市街区拡張に当っても融通性に乏しい。

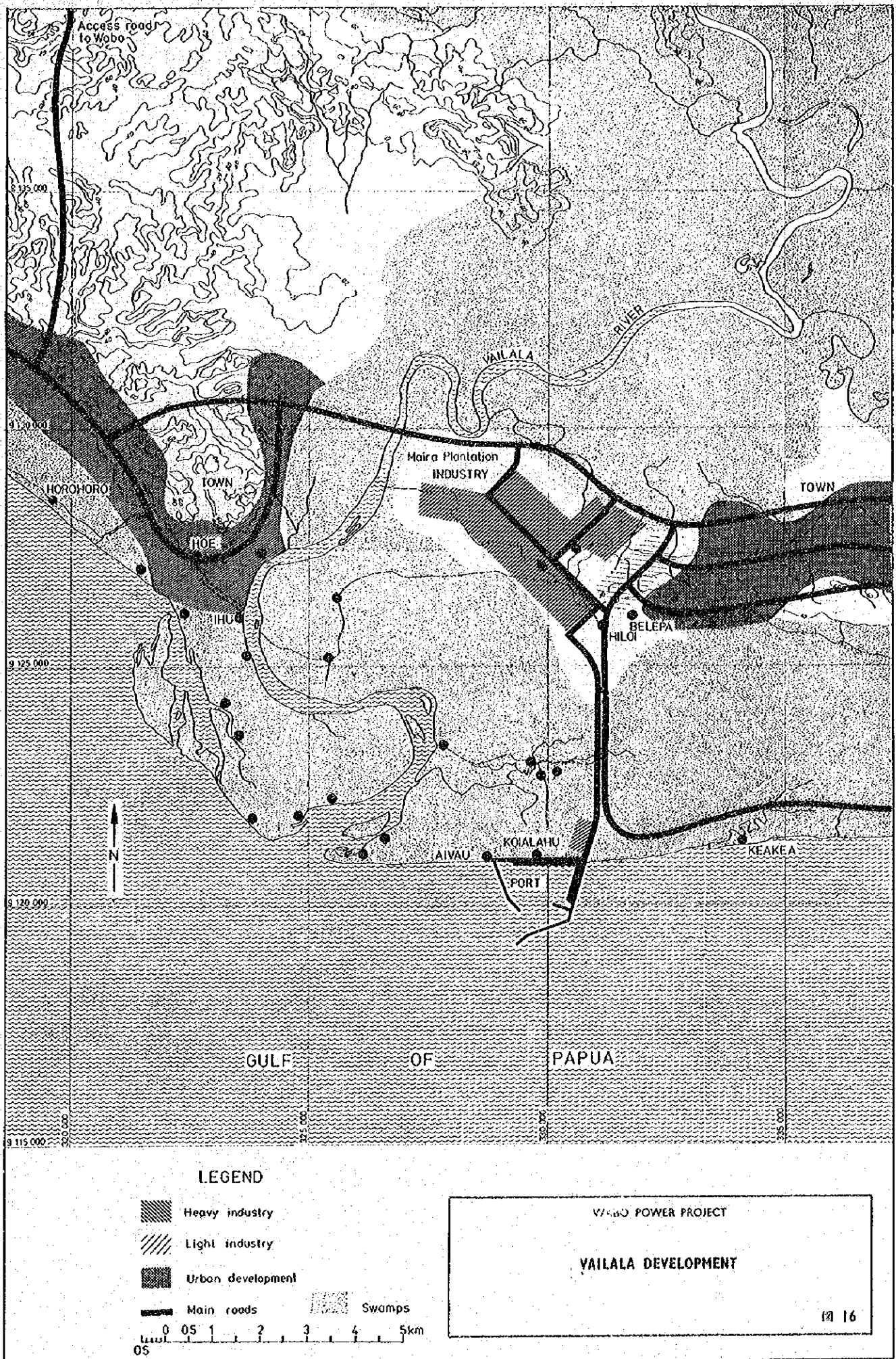
固結粘土層が存在するため、The Bluff 港は Huiva Plantation の真南5kmの沖合におき、バルク・カーゴの備蓄場はプランテーションの直ぐ東部に設けられることになる。工業原材料は、工業地帯まで3kmの盛土道路により輸送されることになる。

この計画案に対する都市開発地点としては、工業開発地点と Vailala 河の間にある Maira Plantation が最も適した地域であろう。市街区の拡張を行うとすれば河を横切り Ihu 地点にて行うことになる。

3.4.4 Gulf 地区開発代替案の有利性の順位

本報告書の第三巻には代替案の詳細な比較と順位づけが行われているが、Vailala 地点が最適開発地点との結論を導いている。

The Bluff 開発案は、沖合港となり、Vailala および Orokolo の海岸港よりもはるかに費用が高く、また、用地の排水性の悪さは深刻な問題を提起する。Vailala および Orokolo 地点の投資額は、ほぼ同額であるが、社会的および環境上の影響が少なく、工業開発地域をレイアウトする上でもすぐれており、さらに将来の拡張計画の余地がより大きい等の利点により Vailala 地点が The Gulf 地区の最適候補地点と考えられる。Vailala 開発案のレイアウトを図16に示した。



3.5 Hall Sound開発計画案

Hall Sound 港は図13に示したごとく、Delena と Poukama 間の珊瑚礁の岩だな上に建設されることになろう。この地点は、浚渫量を最少とするばかりでなく、Hall Sound 港の開設に伴って必然的に備蓄場の要求がでてきた場合もこの浅い岩だなを埋立てればよい等の利点がある。港湾とバルク・カーゴの荷備蓄場は盛土道路で結ばれることになる。

工場地帯は、港に近く、入江の南側に造成されることになろう。その配置は分散してはいるがそれ自体拡張の余地があり、さらに将来、工場区画の拡張が必要となった場合、その北西方面に工場立地に適した広い土地がある。

市街地の造成は、工場地帯の南東にある台地で考慮され、将来の拡張は北部あるいは海岸丘陵の海に面した斜面を南西方向に向って行われることになろう。

3.6 Vailala地点とHall Sound地点の比較検討

3.6.1 比較の方法

Vailala および Hall Sound 地点の開発計画の鳥瞰図を表紙口絵として掲載した。Vailala と Hall Sound 開発案の比較は下記のごとき諸点に関して行われた。

- ・投資および資金回収
- ・環境問題
- ・社会的影響度
- ・都市環境問題
- ・将来開発に対する制約要因
- ・段階開発に対する制約要因

上述のうち、第一項は定量的に評価されたが、残りの項目は、この段階では、定性的にのみ評価が可能であった。各々の問題点は、図17に代替案の相対的順位を示すバランス・シートとしてヒストグラムの形態で表わした。

3.6.2 投資金額

図17に示すように見積り投資金額の差は非常に大きく Vailala 開発案は、Hall Sound 開発案より約2億3千万米ドル高い。その主な理由は、Vailala 地点で約1億米ドルの防波堤費用、6千万米ドルの追加浚渫費および都市開発における土地造成のむずかしさと高層建築物による6千万米ドルの必要経費にある。Hall Sound 地点での工業用地開発費は、工場地点の土地造成のための多大な土工量に起因する費用増のためで、この点が唯一の費用高の要因となっている。両案の投資コストの差というものは、見積り上たとえ部分的、あるいはすべて

COMPARISON OF GULF (VAILALA) AND HALL SOUND

CAPITAL COSTS

- Port
- Industry
- Town (1)
- Land Acquisition
- US \$ Million

VAILALA

HALL SOUND

316	141
135	154
380	320
5	5
<u>836</u>	<u>620</u>

RECURRING COSTS (2)

- Sand bypassing
- Dredging

5	-
12	1

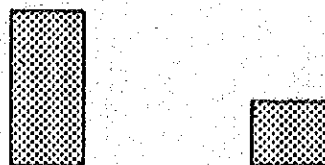
TOTAL US \$ Million

853 621

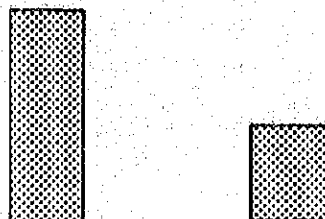
ENVIRONMENTAL IMPACT

Too complex to rank at this stage, but considered to be equal

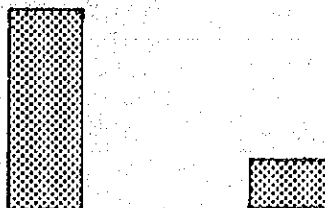
SOCIAL IMPACT



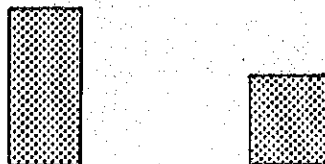
CONSTRAINTS ON URBAN QUALITY



CONSTRAINTS ON FUTURE DEVELOPMENT



CONSTRAINTS ON PARTIAL DEVELOPMENT



(1) Total costs to Government and industry over 25 years

(2) Presented as present value on the basis of 58 years @ 11 %

WABO POWER PROJECT

COMPARISON OF GULF (VAILALA) AND HALL SOUND

の主要な作業項目のコストが20パーセント程度異なってもそれは順位に影響のない程度のものである。Vailala 地点の浚渫費は小さな船舶を使用し吃水を小さくすることにより少くなくできるが他面、貨物運送費がふえることになるので、浚渫費用の圧縮それ自体が順位決定上の重要な要素にはならない。

3.6.3 維持費

反復費用（維持費）のうちとりわけ浚渫費の差は重要である。両候補地点における反復費用を58年間、割引率11%で現在価値にて算出し図17に示した。Vailala 地点では相当の浚渫維持費（1976年現在価値1,200万米ドル）が必要となる。Hall Sound 地点では浚渫は必要でないと考えられているが、少額の予備費（1976年現在価値百万米ドル）を考慮したVailala 地点の「オンショアポート」の建設は、沿岸漂砂の全面的な阻止により、浸食をもたらし、重大な影響を港の西部海岸線に与えることになる。移動漂砂は港の東側に累積され、したがって、海岸線の保守と安定化のためには堆砂を港湾の西側海岸に転送する必要が生ずる（1976年現在価値5百万ドル）。

送電線に関する反復費用については、水力発電計画における割引電力コストの経済分析過程のなかで、その一部の作業として本節とは別個に研究を行った。

3.6.4 環境問題

加工工業の各々はその廃棄物の浄化の義務を有すると想定されているが、これが可能な範囲は明確ではない。たとえ最先端の技術の基準をすべての廃棄物処理に採用したとしても、いくらかの環境変化は避けがたいであろう。

現在、両候補地点の環境システムに関するデータは乏しく環境の変化がどの程度まで許されるものかその程度は未知である。

次の観測結果は今後行われるべき調査のいくつかの基本的問題点を指摘している。

- ・処理済液体工場流出物の処理は、Vailala 地点では川による天然浄化処理の補助がありやや容易と思われるが、Hall Sound 地点では入江の状況とマングローブの存在により、潜在的危険性が存在する。
- ・排水形態の変更と湿地帯への漏水の危険性は Vailala 地点では潜在的問題点と思われる。
- ・ガス状工場廃棄物に対する Gulf 地区の激しい降雨の影響および鉱滓投棄場からの有害物質流出の影響は明確にされておらず、今後の問題点である。

3.6.5 社会的影響度

両開発案のいずれも、Gulf 地区および Hall Sound 地区の住民に与える影響について実際の測定は試みられなかったが、各々の地域で直接影響を受ける住民のおおよその数を推定することは可能であった。また、部族に属する土地の収用、村落の再配置あるいは現行の食糧生産方法に影響をおよぼすような自然環境への障害等の直接的影響についても十分考慮しなければならない。入手可能な数字はおおよそに過ぎないが、村落によって程度は違いますが多くの人々の離村の問題が生ずる。労働年齢層の離村の問題は Hall Sound 地点におけるより Gulf 地区のほうが高い。

開発が各地点におよぼす社会的影響の程度には大きな違いがある。Vailala 河沿岸では 4,000 人以上の住民が直接影響を受け、約 6 村落が再配置を余議なくされるであろう。これらの人々の多くは、その伝統的な生活様式に重大な影響を受けることになる。Hall Sound 地点では約 900 人が直接影響を受けるが、村はわずかに一箇所以外再配置を必要としないであろう。Hall Sound 地点で開発上必要となる土地の大部分は現在、狩猟の目的のみに使用されている。

バプア・ニューギニア政府が必要と考えている総合的な社会的影響に関するスタディは、上述の部落民が蒙るであろう損害を測定するほか、地域の全住民に与える利益の評価も行うことになる。

3.6.6 都市環境問題

Hall Sound 地点は、Vailala 地点に比べはるかにすぐれた生活環境を提供する。

- Hall Sound 地点には広い排水性の良い土地が存在する。Gulf 地区では都市あるいは工業開発が可能と認められている地域外は一般に、湿地か或は非常に起伏の激しい丘陵になっている。
- Hall Sound の気候は Vailala よりも快適であり健康的であると考えられる。
- Hall Sound には Vailala にはない静かな湾内での舟遊び、白い砂浜や沖合いの珊瑚礁で水泳をする娯楽の機会がある。これらは外国人の労働力を引きつける重要な要素である。
- Vailala 地点は深い熱帯降雨林と湿地の植性が卓越しているのに対し、Hall Sound の眺望と植性は変化に富み魅力的である。

3.6.7 将来開発に対する拘束要因

Gulf 地区では、都市および工業開発に適した土地が限られている。しかし現在得られるデ

ータではどの程度の拘束が存在するのか厳密には判らない。しかしながら、Vailala 地点の今回の開発に選定された地域以上に更に拡張が必要とされた場合は、相当の費用を要すると思われる。Hall Sound には安い費用で将来開発ができる広い土地が存在する。

Hall Sound 地点には Vailala におけるような物理的拘束は存在しないが、Vailala 港をさらに開発する場合には防波堤の問題で拘束を受ける。

3.6.8 段階開発に対する拘束要因

Vailala 地点の段階開発は南東季節風のシーズンの間、船舶用の防波堤を設ける必要があり、高いものとなる。もし、この季節外に操船を限るならば、加工プラントの連続操業を維持するためには、原材料と製品の広大な備蓄場を必要とするだろう。無防備の大型船舶用沖合港湾は実用的計画であり、Vailala 河の浅い吃水のバージ港と併せて開発の可能性を有するが、もし数多くの小型バージの過密操船は避けたいというなら、単一業種の工業開発に限るべきである。しかしながら、Vailala 河道浚渫と砂州を通る浚渫水路の維持は絶えず必要で、港湾維持費用は高いものとなるだろう。その費用はこの段階では正確に決めることができない。上述に代る案としては、沖合港湾へのアプローチ・トレッセルの一部として浅瀬部分にバージ専用バースを設けることも可能であると考えられる。

もし、Vailala の段階開発が必要であるならば、初期投資を最少に保つために沖合港湾開発に考慮を払わねばならない。しかしながら、全体開発の最終投資額は、オンショア・ボートの開発より約7千万米ドル高くなる。沖合港湾開発は、The Bluff 地点で費用は安くなるだろうが、他の点でこの地点の全体開発は、有利にはならない。

Vailala 地点の部分的に保護された港湾による段階開発が検討されたが経済的でないと判明した。Vailala との比較でみれば、Hall Sound が部分開発に最も適しており、どのような部分開発も可能である。

天然ガス液化処理と化学肥料工場の開発は、もし Vailala の西方にガス資源が得られれば、パイプ・ラインが非常に長くなるため、Hall Sound 地点にはマイナスの要素となるだろう。

3.6.9 結 論

Hall Sound 開発案と Vailala 開発案を比較した結果では、Hall Sound での港湾、工業および居住地域の開発の方が所要投資額の面ではるかに有利である。その他に社会的影響、都市環境、将来および部分開発への制約等の重要な局面について、現在の段階では定量化はできないが、Hall Sound が有利と評価された。

Hall Sound と Vailala の相対的開発投資額は、次に示すとおりである。この費用は水力発電計画と同じ基準で見積られた(2.7節参照)。

	Hall Sound	Vailala
投資額—港湾建設	141	316
—インダストリアル・エステート開発	154	135
—都市開発	320	380
—土地取得	5	5
合 計	620百万米ドル	836百万米ドル
維持費（現在価値） （反復費用）	1	17
総計（投資額および維持費）	621百万米ドル	853百万米ドル

港湾費用は、OK Tedi からの銅精選鉱を受け入れる副次的ばら荷ベースの費用を含んでいる。バージ・ベースの代替案は、OK Tedi に対するコンテナ積み貨物の積み換えベースをふくみ、港湾コストは Hall Sound および Vailala とともに約 1,600 万米ドルのコスト増となるだろう。

Hall Sound の港湾建設が有利な反面 Vailala に比べ、送電線の建設費が高く、またそのため余分の年間経費が発生する。結果として、Hall Sound における売電価格は高くなる。これらの問題は第 4 章において検討した。

3.7 段階開発案アルミニウム精錬計画を対象とした初期開発案

アルミニウム精錬の単一工業開発のケースが考察された第一次 25% の生産規模 (145,000 t/a) およびアルミニウムのみの全面開発 (580,000 t/a) を行った場合の港湾建設費については、Hall Sound および Gulf 地区の部分的防護施設を施したオフショア・ポート（沖合港湾）に関する工事費の見積りを行った。

この場合の Hall Sound と Vailala 両地点を対象とした開発に要する事業費は表 10 のごとくである。

3.8 中規模アルミニウム精錬単独産業計画

Wabo 以外の電力源、この場合 Aure 水力開発計画（2.6 節参照）によって得られる電力を利用する単一産業に関する概略的な検討がなされた。この検討においては、産業として年間最大 23 万 2 千トンのアルミニウム精錬が想定された。また、この生産高を将来増加するという考えはもちろんのこと、他の産業を組み込むという考えも、この検討ではとられていない。開発計画は、このアルミニウム精錬産業を最小のコストで成立させるためにはいかにするか、という観点で立案された。

この産業計画は、Hall Sound および Gulf の両地点で考えられ、それぞれについて工事費の積算が行われた。次に両地点で考えられたそれぞれ最良と思われる案について費用回収に関する検討が行われ、その結果は本巻4章に記載されている。

Orokoro で考えられた開発計画における港湾設備としては、海岸からトレッスルを張り出し、その上に簡易道路とベルトコンベヤーによる運送設備を設け、そのトレッスルの先端の沖合に、風波に対しなんら防禦設備を施さないアルミナおよびカーボンの荷受を行うためのバースの建設を想定している。このトレッスルに沿って、適当な水深の所に、バージを風波より守る設備が設けられるかもしれない。製品としてのアルミニウムは、バージにより Port Moresby まで運ばれ、そこから外国船に積みかえられることになろう。その帰りのバージで、いろいろな必要物資を積んで帰ることになろう。

Hall Sound 地点開発計画における港湾設備としては、外洋を航行できる大型船に対処できる普通の港湾設備となるう。

両地点における建設費の概要は、下記のようになる。

単位：百万米ドル

	Orokoro (バージ案)	Hall Sound (普通の外洋航行船)
港 湾	67	33
工 場 用 地	30	47
市 街 区	51	46
送電線工事費の差	—	29
合 計	148	155

建設費は上記のように、ほとんど同じとみなせるが、Hall Sound 地点における計画案は、将来、浚渫に要する費用等を考えた場合、有利といえる。

送電線建設費の差の影響は、本巻4章において、産業へ電力を供給する場合の相対コストを決定する際に考慮されている。

(1) 初期港湾建設計画案の所要事業費
(アルミニウム精錬工業のみの立地を前提とした場合)

(単位：百万米ドル)

計 画	Hall Sound		Vailala	
	145,000t/a ⁽²⁾	580,000t/a	145,000t/a ⁽²⁾	580,000t/a
港 湾 ⁽²⁾	45.67	54.61	15.190	177.78
工 業	41.74	61.46	37.48	55.90
都 市	47.09	80.00	53.42	95.00
土地取得	1.00	2.00	1.00	2.00
工事費合計	135.50	198.07	243.80	330.68
維持費(反復費用) (1976年現在価格)	1.00	1.00	5.00	5.00
事業費合計 (工事費および維持費)	136.50	199.07	248.80	335.68

注：(1) 土地補償費を含まない。

(2) 出入船舶の規模にもよるが、初期開発完了時の港湾荷役能力は、問題なく
250,000 t/aまでのアルミニウム生産に適応したものとなり得ると考えられ
る。

(3) 上表の経済比較には、港湾の運営費はふくまれていないが、これは各地点とも
同額と想定したためである。

第 4 章

Wabo水力発電計画の

財務経済分析

第4章 Wabo水力発電計画の財務経済分析

4.1 概 要

Wabo水力発電計画は経済的に魅力があり、かつ国際的にみても他の類似の発電計画と競合可能な有力な電力源としての潜在力を持つものである。ただしその前提として、最適発電規模で本計画の実現をはかった場合、受電端における工業電力需要が発電開始後5年ないし10年以内にWabo発電端で発生する常時電力を吸収することが必要である。

Purari河総合開発計画は、パプア・ニューギニア経済の現状からみてきわめて大規模な開発計画である。したがって、その実現に先立って、本総合計画がパプア・ニューギニア経済のあらゆる分野に及ぼす影響を正しく認識、評価するために総合的な調査、研究を実施しなければならない。そのような調査、研究は今回のフィージビリティスタディーの範囲を超えるものである。

今回のフィージビリティ調査において実施した財務分析は、Wabo発電計画の費用回収の目安をつけるための発電コストの算出と分析とに限定せざるを得なかった。また、算出した発電コストは本計画を世界の他の類似計画の発電コストと比較することが可能であるように意図された。同様に本計画の経済分析についても、Gulf地区あるいはHall Sound地点における同様発電規模の石油火力発電所に置換えた最少費用代替法による本計画の経済分析を行うことに限定された。

4.2 水力発電計画の財務分析

4.2.1 資金調達

1976年現在の価格によるWabo発電計画の所要工事費は、Gulf地区に発生常時電力の送電を行う場合は9億米ドル、Hall Sound地区に送電する場合は10億200万米ドルであるが、この金額には融資の金利および融資期間中の物価上昇を見込んでいない。

本発電計画の所要投資額が巨額であること、また本格的な発電収益があがるまでには、かなりの期間を要することから資金調達は非常にむづかしい問題である。しかもPurari河総合開発計画を実現するためには、これと同時に港湾、工業開発および都市開発部門での資金調達が重なりその困難さは相乗化されることになる。

したがって、パプア・ニューギニア政府がPurari河総合開発計画の実施を決意した場合政府自身による資金調達の努力に加え、計画の実施を担当する専管責任機関の設置、各種請負工事の発注等多くの課題の処理を要するが、そのほかの考え方としては資金および技術の両面で遂行能力を有する国際コンソーシアムに本総合開発計画のすべての部門をターン・キー・ベースで委託することも一案である。

4.2.2 工業誘致

いかなる形で計画が実現しようとも、Wabo発電計画に対する融資は発生した常時電力の売電が行われるという、しっかりした確証がなければ可能でない。このことは、ブラリ地域における大規模な電力多消費産業の立地と企業活動そのものがフィージブルであり、このような企業にとって十分に魅力的であることを要する。

この目的を達成するためには、バプア・ニューギニア政府は、開発資金の政府および民間部門負担部分に関する持別かつ安定した政策の立案を行うことが必要となる。進出企業に対する公租公課、各種施設、土地等の賃借料、港湾使用料、外資優遇策等に関して、政府の基本方針を明確に示す必要があろう。Purari地域での開発事業に対して電力料およびその他公共料金の面での優遇策あるいは奨励策を実施することの可否、実施する場合その方法等について、政府の意思決定が求められることになるだろう。電力を大量に消費する進出基幹企業に対する適切な電力価格政策を実現しなければならない。

4.2.3 電力コスト

Wabo発電計画に関する総合的な財務分析を行なうためには、バプア・ニューギニア政府の関連施策はもとより、開発着手時期、請負工事契約におけるブライス・エスカレーション、その他開発に当って直面する数々の問題点をふくめた広汎多岐にわたる関連情報が必要である。したがって、今回のフィージビリティ調査において実施した財務分析は、Wabo電力コストに関し他の類似水力発電計画の電力コストと比較し得るような、費用回収の目安をつけるのに必要な電力コストの算出と分析を行なったにすぎない(表11参照)。

財務電力コスト (Financial Power Cost) は、他の水力発電計画のフィージビリティスタディで算出された財務電力コストとWaboの電力コストの比較を可能にするために算出された。

1976年における利益を含まない費用回収の目安をつけるために算出された電力コスト (1976 Real Break Even Cost) は、本章で述べられたものと同じ方法で算定された他の地域の1976年の電力コストとWaboの電力コストを比較するために算定された。

8%のコストインフレーションを仮定して算出した電力コスト (Future Annual Break Even Cost) の一例を、運転保守維持費と借款の返済のみをカバーする固定電力コストがいくら位になるかを見るために算出された。

計画の経済耐用年限を60年とし、実質財務償還率を7%、11%、15%、19%のときの1976年現在価格による電力コストは、表11に要約したとおりだが、前述のとおり他の類似発電計画の電力コストが1976年現在の価格で表示されている限りWabo計画とそれら計画との比較が可能となる。

図18は、工業地帯における各年のピーク常時電力需要が最大負荷に達する期間を、Wabo

発電開始後 Gulf 地区受電端においては5か年間、Hall Sound 受電端においては10か年間と想定したケースについて、異なる財務償還率（0%、3%、7%、11%、15%）のもとでそれぞれのケースが示す電力コストの変化曲線を図示したものである。1976年現在の価格で表示された電力コスト（これは将来の国際市価の動きに従って当然変動するものではあるが）に関して、いま特定の償還率による事業費の回収を希望し、その償還率でどの位の回収期間で返債が可能かを図13上で読む場合、その特定償還率と期限60年のときの電力コスト曲線が償還率0%のときの電力コストを示す曲線と交叉したところの年限が、回収可能年限ということになる。

表11 WABO 水力発電計画の電力の費用回収のみを考慮した場合の電力コスト
(円 / Kwh)

借 款 期 間		財務電力コスト (Financial Power Cost)					
		5か年でフル操業になる場合			10か年でフル操業になる場合		
		20年	30年	40年	20年	30年	40年
利子率							
Gulf 地点	7%	13.6	9.6	8.3	17.8	11.3	9.6
	8%	14.7	10.6	9.4	19.3	12.6	10.9
	9%	15.9	11.7	10.6	21.0	14.1	12.4
Hall Sound	7%	15.0	10.9	9.5	20.4	13.0	11.0
	8%	16.8	12.1	10.8	22.1	14.5	12.5
	9%	18.1	13.4	12.1	24.0	16.1	14.2

1976年9月の価格レベルで算出された他のプロジェクトの財務電力コストとだけ比較される。

借 款 期 間		1976年電力コスト (1976 Real Break Even Cost)					
		5か年でフル操業になる場合			10か年でフル操業になる場合		
		20年	30年	40年	20年	30年	40年
利子率と物価のエスカレーション率と同じの場合							
Gulf 地点	7%	7.8	4.3	3.1	9.8	4.8	3.3
	8%	8.9	5.0	3.6	11.2	5.5	3.8

同じ方法で算出された1976年に於ける他のプロジェクトの1976年電力コストとのみ比較可能。

借 款 期 間		8%のコストエスカレーションを見込んだ電力コスト					
		5か年でフル操業になる場合			10か年でフル操業になる場合		
		20年	30年	40年	20年	30年	40年
利子率							
Gulf 地点	7%	22.3	16.6	15.5	30.1	20.2	18.3
	8%	23.9	18.1	17.0	32.4	22.2	20.3
	9%	25.6	19.7	18.6	34.8	24.4	22.4
Hall Sound	7%	25.6	19.1	17.8	34.6	23.2	21.1
	8%	27.4	20.8	19.5	37.2	25.6	23.4
	9%	29.4	22.7	21.4	40.0	28.1	25.8

1985年から2006年の間の固定電力コストとのみ比較可能。

実 質 債 還 率		60年間に亘って7、11、15および19%の実質償還をなしとげるための1976年の電力コスト							
		5か年でフル操業の場合				10か年でフル操業の場合			
		7%	11%	15%	19%	7%	11%	15%	19%
Gulf 地点		7.6	12.7	19.2	29.2	8.6	15.1	24.0	35.5
Hall Sound		8.7	14.5	21.8	30.7	9.8	17.3	27.4	40.3

これ等の数値は、1976年における他のプロジェクト或は地域における電力コストとのみ比較されるべきである。ここで使用された高率の償還率は、通常この種水力発電計画において使用される値よりも遙かに大きい値が採用されている。

これ等費用回収をみるための指標として算定された電力コストは、大口電力消費者とその他の消費者との区別を行わない平均値として求められている。又、第2巻に示したキャッシュ・フローもこの区別を行わない電力コストにもとずいて作成されたものである。電力は又、家庭用と一般用の分を考慮していない。即ちかなりの収入源となると考えられる港湾で使用する電力等に対する配電はなされていない。又、2次電力の売電による収入も無視している。

Aure 水力発電計画に関しては、Wabo 計画とは全く別個の、単独開発を行う可能性が存在する。Purari 地域における工業電力需要が、最初、Wabo 計画のような大規模発電計画を正当化するほどの規模ではなかった場合、Aure 計画は年間常時出力 300 MW から 450 MW の範囲で、しかも工業にとって競争に耐え得る電力コストで、その常時電力需要を満すことができるはずであり、そのような状況になった場合、Aure 計画は詳細調査の対象となるであろう。

ブレ・フィージビリティのレベルではあったが、今回のフィージビリティ調査において上記のような開発構想による Aure 計画の予備的なデスク・スタディを行なった。その結果、Gulf および Hall Sound 受電端での常時電力の最大負荷予測を、発電開始後 5 か年でフル操業になり、Aure 計画の常時出力を 400 MW と想定したとき、異なる実費償還率のもとで算出された電力コストは、概略、次表のようになる。

表 1 2. 1976 年現在価格による Aure 電力コスト

(常時電力最大負荷予測 - 5 か年案、計画の経済耐用年限 60 年の場合)

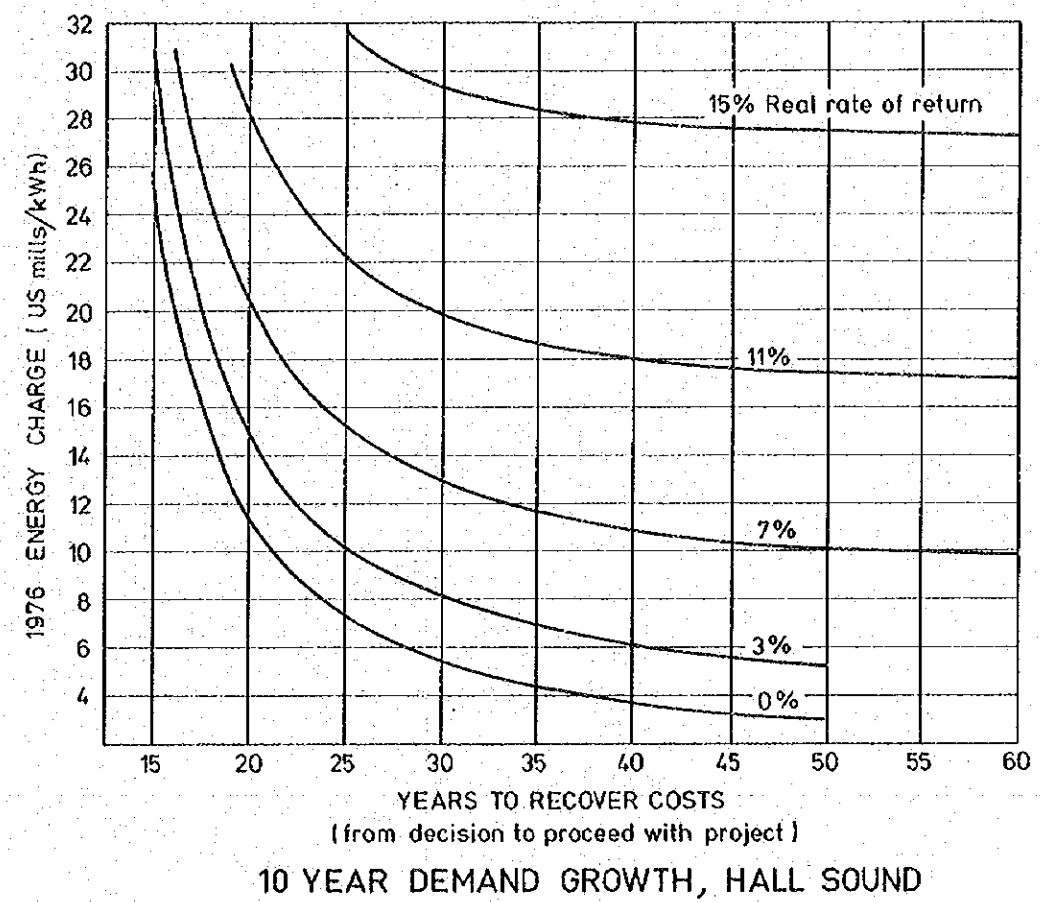
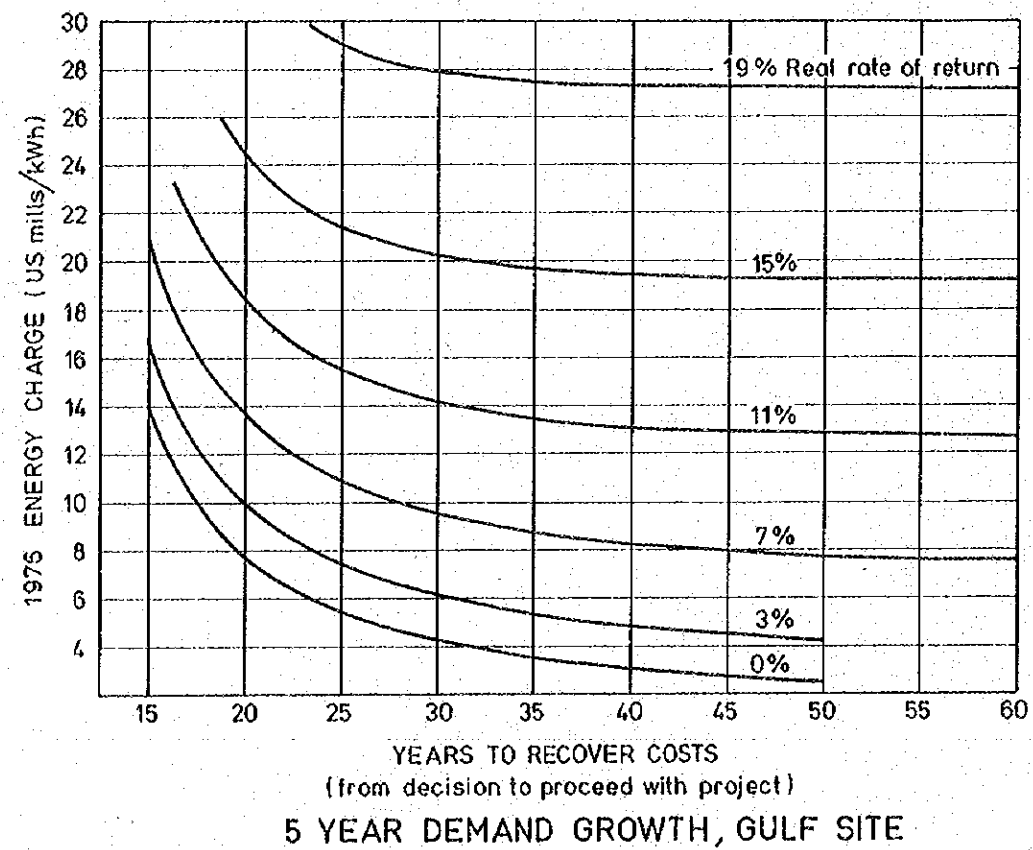
(単位: us ドル / kwh)

実 費 償 還 率	7 %	11 %	15 %
Gulf 地区受電端	11.8	20.0	30.5
Hall Sound 受電端	12.8	21.6	32.8

4.3 Wabo 水力発電計画の経済分析

今回のフィージビリティ調査においては、Gulf 地区および Hall Sound 受電端における各年のピーク常時電力需要が Wabo 発電開始後、それぞれ 5 か年間ないし 10 か年間で最大負荷に到達するケースについて、その経済分析を行なった結果、各案について表 1 3 のような経済的内部収益率 (IRR) を得た。

Wabo 発電端において発生した常時電力は、本計画の唯一の定量的に評価し得る便益で、その経済的算定の方法として石油火力発電所に置き換えた最低費用代替法を採った。原子力発電所、バプア・ニューギニア国内の他地域における多目的水力開発計画、石炭火力発電所は、石油火力発電所の場合よりもはるかに高い割引率のもとで始めて Wabo 計画と競合可能の状態になるので、今回の経済分析においては除外することにした。



WABO POWER PROJECT

1976 AVERAGE ENERGY CHARGES

表 1 3 . Wabo 水力発電計画の経済的内部収益率 (IRR)

(Wabo 発電設備容量 360 MW×6 台案の場合)

(単位: %)

	常時電力最大負荷予測 (5 か年案)	常時電力最大負荷予測 (10 か年案)
Gulf 地区受電端	28.2	22.2
Hall Sound 受電端	24.8	19.4

たとえば、二次電力の売電、発電機、タービンの稼働効率、積算工事費変更等 Wabo 水力発電案の最適化作業に当って設定した基本的前提条件のうち、いくつかを変えた場合その影響を算定してみたが、その結果、Wabo 計画の I . R . R に及ぼす影響は取るに足らないほど僅かであった。

Wabo 発生常時電力量をさらに増大させることが必要になった時は、補助電源として工業地帯に発電設備容量 $420 \text{ MW} = 60 \text{ MW} \times 7$ 台のガス・タービンを設置するが、これに伴う追加投資の内部収益率は 24 % 前後で経済的に正当化しうるものである。

ブラリ地域における工業電力需要の規模が、まだ Wabo 発電計画のごとき大規模な常時電力の発電源を必要とせず、常時出力にして 300 MW から 450 MW 程度の範囲に止まるような場合、Aure 単独開発案は非常な興味をもって採り上げられることになるだろう。Aure 初期開発案の I . R . R は、Hall Sound において年間常時電力需要が発電開始後 5 年目に最大負荷に到達すると想定した場合、20 % を示し経済的にアトラクティブである。しかしながら、Aure 水力開発の場合、その電力コストは Wabo よりも約 50 % 高いものとなる。

4.4 港湾および工業開発における費用回収

港湾、工業および都市開発に関する所要投資額および反復費用については、第 3 章、3 . 6 . 9 節に述べた。

上記各施設の所有比率を公共部門と民間部門との間でどのような配分とするかは、バプア・ニューギニア政府の決定事項であり、また各種公共料金等をどのように決めるかは、上記の所有権、管理、運営権とは全く別個の問題である。もし仮にバプア・ニューギニア政府がブラリ地域への進出企業に独立採算制による経済運営を希望とした場合、かかる進出企業は自己資金調達によるか、あるいは、政府の財政的コミットメントに適合するような各種の料金あるいは借貸料を支払うかをして終局時には開発に要する費用の調達を全く独自の採算において行わざるを得ないことになる。

表14 1976年現在価格による港湾、工業および都市開発の費用回収

		港湾単位荷役料 US \$/t			インダストリアル・エステート 年間レンタル料 US \$/ha		
実質償還率		7%	11%	15%	7%	11%	15%
5か年でフル操業の場合							
Hall Sound		2.45	3.18	4.06	21 716	33 396	45 583
Vailala		4.38	6.33	8.72	19 069	29 325	40 025
10か年でフル操業の場合							
Hall Sound		2.87	4.09	5.81	21 652	32 570	43 356
Vailala		5.61	9.27	14.63	19 012	28 599	38 070
都市開発見積り家賃 (US \$ / 週)							
	家の サイズ m ²	5か年でフル操業の場合 実質償還率			10か年でフル操業の場合 実質償還率		
		7%	11%	15%	7%	11%	15%
Hall Sound	90	52.74	71.20	91.81	53.86	73.89	97.71
	60	38.77	53.27	69.46	41.35	57.87	77.67
	45	28.54	40.45	53.85	29.12	42.42	58.62
	30	21.67	31.33	42.01	24.76	36.07	49.44
Vailala	90	62.21	84.45	109.18	63.25	86.68	114.17
	60	47.35	65.55	85.86	49.68	69.26	92.30
	45	34.78	49.74	66.17	35.76	51.68	70.67
	30	27.08	39.34	52.78	28.78	42.59	58.66
注: OK Tedi 開発を含めた港湾使用料 (第三巻参照)。インダストリアル・エステートおよび家賃はOK Tedi 開発と独立している。							

本調査報告書第2巻に1976年現在価格によるWabo電力コストの算出および分析について詳述したが、これと全く同様の方法によって取扱い輸出入貨物1トン当りの港湾関係年間割引コストおよび工業団地の土地貸借料に関する年間均等コスト（ともに1976年現在価格による）を算出した。その詳細は本調査報告書第3巻に記述したが、表14にその概要を示す。

港湾使用料には浚渫費、航路標識、防波堤、貯蔵倉庫、クレーン、パイプ・ライン、コンベアー等の港湾荷役施設等々のコストがふくまれる。

工業団地の工場用地貸借料は、工場用地造成費港湾から工業団地に伸びる湾岸コンベアー・システム、産業道路、排水施設、工場廃棄物処理場、工業用水等のコストも包含した費用である。

住宅の貸借料は、住宅建築費、20年後の建替え建築費、宅地造成費、学校、病院をふくむ公益施設費等をカバーした費用である。もっとも住宅貸借料のうち公益施設関係の部分は、ブラリ計画からあがる全体収益と重複することもあり得ると思われる。

ブラリ地域のアルミニウム精錬が当初、限定された生産規模で行われる場合の港湾使用料、工場用地貸借料は次表のようになる（この場合、工業地帯の常時電力需要が5か年間で最大負荷に達し、計画の経済耐用年限を58年と想定）。

費用回収のための年間均等割引コスト

	割引率	7%	11%	15%
港湾使用料（米ドル／トン）				
Hall Sound		3.25	4.98	7.16
Orokolo Bay		9.25	13.63	19.06
工場用地貸借料 （米ドル／ha／年）				
Hall Sound		15,280	22,670	29,760
Orokolo Bay		9,680	14,380	18,870

4.5 工業へのサービスコストを考慮した両港湾候補地の経済比較

Hall Sound および Gulf 地点で有望と考えられる Vailala 両工業候補地の経済的有利の比較は、第2巻および第3巻で求められた1976年価格にもとづく、費用回収に要する各種使用料金及び興銀報告書に示された工業、その生産性、使用される常時電力の伸び率を使って行い事ができる。

表15はこの経済比較を行ったものであり、この比較は、指標として算定された用地貸借

表 15 工業に対する既設アービスキュストの比較 - Hall Sound 対 Vailala
(1976年9月現在価格)

単位: 百万米ドル (1976年9月価格)

電力、通常および工業用途に比対する既設	既設発電率 7 %			既設発電率 11 %			既設発電率 15 %		
費用回収のための平均コスト (1976年価格)	HALL SOUND 8.7 mills/kw.h \$ 2.43/c \$ 21.716/ha	VAILALA 7.6 mills/kw.h \$ 4.38/c \$ 19.069/ha	HALL SOUND 14.5 mills/kw.h \$ 3.18/c \$ 33.396/ha	VAILALA 12.7 mills/kw.h \$ 6.33/c \$ 29.325/ha	HALL SOUND 21.8 mills/kw.h \$ 4.06/c \$ 45.583/ha	VAILALA 19.2 mills/kw.h \$ 8.72/c \$ 40.025/ha			
アルミニウム ⁽³⁾									
電力 (7 840 GW. h/a)	68.2	59.5	113.7	99.6	170.9	150.5			
トン (2.1 Mt/a)	5.1	9.2	6.7	13.3	8.5	18.3			
土地 (150 ha)	3.3	2.9	5.0	4.4	6.8	6.0			
フエロロイ (フエロニッケルを除く)									
電力 (2 130 GW. h/a)	76.6	71.6	125.4	117.3	186.2	174.8			
トン (1.7 Mt/a)	18.5	16.2	30.9	27.1	46.4	40.9			
土地 (52 ha)	4.2	7.4	5.4	10.8	6.9	14.8			
	1.1	1.0	1.7	1.5	2.4	2.1			
フエロニッケル									
電力 (830 GW. h/a)	23.8	24.6	38.0	39.4	55.7	57.8			
トン (2.2 Mt/a)	7.2	6.3	12.0	10.5	18.1	15.9			
土地 (65 ha)	5.4	9.6	7.0	13.9	8.9	19.2			
	1.4	1.2	2.2	1.9	3.0	2.6			
アービスニスト (他産業を除く) ⁽¹⁾	14.0	17.1	21.2	26.3	30.0	37.7			
鉄りの産業 (表9, LNGおよび化学肥料を除く)	114.4	113.3	184.6	183.0	271.9	270.3			
電力 (1 830 GW. h/a)	16.3	14.3	27.3	23.9	41.0	36.1			
トン (2.5 Mt/a)	6.1	11.0	8.0	15.8	10.2	21.8			
土地 (179 ha)	3.9	3.4	6.0	5.2	8.2	7.2			
アービスニスト (すべての第一次設備の工業) ⁽²⁾	26.3	28.7	41.3	44.9	59.4	65.1			
	140.7	142.0	225.9	227.9	331.3	335.4			

注: (1) アルミニウム、フエロロイおよびフエロロケルに必要な総電力量は 1 080 000 GWh/年である。Webb 単独開発の場合に、Gulf 地点あるいは Hall Sound 地点でそれぞれ入手可能な常時電力 1 166 000 GWh/年または 1 157 500 GWh/年と比較する。

(2) LNG および化学肥料を除いたすべての工業に必要な総電力量は 1 268 000 GWh/年である。補助常時化電線により、1 400 000 GWh/年まで入手可能な工業地点における常時電力と比較する。

(3) アルミニウム精錬に必要な輸入量は、アルミ + 1 200 000 t/年、炭素類 300 000 t/年、フッ化物 1 800 t/年、輸出は アルミニウム 580 000 t/年、輸出は アルミニウム 2 098 000 t/年となる。

料等を使って行なわれている。電力コストは送電ロスが考慮されたものとなっている。両候補地点における年間常時電力消費量は、ブラリ工業開発調査団が想定した各年のピーク常時電力需要想定（表9）に基づくものであり、この場合のロード・ファクターは90%である。アルミニウム精錬の場合その実際のロード・ファクターは想定したよりも高くなるが全体でみた場合、この比較検討の結果を左右するものではない。港湾荷扱量についても、上記調査団が工業用原材料、製品輸出に関して推定したものをそのまま利用した。スラグ、硫酸等の副産物は除外してある。一般貨物、液化天然ガス、OK Tedi 銅鉱石の積替え分等も上記にはふくまれていない。工業用地面積については、表9の所要面積を使用した。

ブラリ工業開発調査団が提案した複合工業開発案の場合、電力コスト、港湾使用料、工場用地賃借料を工業開発全般からみた場合、Hall Sound と Vailala 両地点では経済的に同等であると云える。

Gulf地区の開発候補地点のうちVailala地点は、Wabo発電地点に近く、送電線の所要コストも少くて済むので、電力多消費産業の立地に有利である。これに対してHall Sound地点は港湾開発費が少くなるので電力消費の割方少い産業の立地に適する。

ブラリ工業開発調査団は、ブラリ地域の第二次工業開発段階で天然ガス液化、化学肥料工場の導入を想定しているが、この場合天然ガスの供給如何がカギとなる。上記工業がブラリ複合工業群に組入れられると仮定した場合、潜在ガス田が近くにあると考えられるGulf地区の方が、現在の検討結果からみた限り有利となるはずである。

今回行った各開発候補地点のコスト計算においては、定量化のむづかしい若干のコスト要素は除去した。将来の港湾、工業開発あるいはその部分的開発に対する制約条件、都市開発に伴う社会的影響度および制約条件等は、コスト比較上の定量化が困難であるが、開発立地上から総合的に判断した場合、Hall Sound 地点の方が有利と思われる。

限定アルミニウム精錬計画の場合について同様の比較検討をHall Sound およびOrokolo Bay地点に関して行ったが（本巻3.8節）、その結果を表16に示す。

表16 限定アルミニウム精錬計画における関連サービスコストの比較
Hall Sound 対 Orokol Bay

単位：百万米ドル

電力、港湾および工場用地に対する償還	実質償還率 7 %		実質償還率 11 %		実質償還率 15 %	
	HALL SOUND 12.8 mills/kwh \$ 3.25/t \$ 15 280/ha	OROKOLO 11.8 mills/kwh \$ 9.25/5 \$ 9 680/ha	HALL SOUND 21.6 mills/kwh \$ 4.98/5 \$ 22 670/ha	OROKOLO 20.0 mills/kwh \$ 13.63/5 \$ 14 380/ha	HALL SOUND 32.8 mills/kwh \$ 7.16/5 \$ 29 760/ha	OROKOLO 30.5 mills/kwh \$ 19.06/t \$ 18 870/ha
費用回収のための平均コスト (1976年現在価格)						
Energy 3,340 Gwh/a (Hall Sound) 3,365 Gwh/a (Orokol Bay)	42.8	39.7	72.1	67.3	109.6	102.6
港湾荷役量 0.9 Mt/a	2.9	8.3	4.5	12.3	6.4	17.2
工場用地 90 ha	1.4	0.9	2.0	1.3	2.7	1.7
費用合計	47.1	48.9	78.6	80.9	118.7	121.5

第 5 章

環境問題

第五章 環 境 問 題

5.1 概 要

環境問題に関する最初の調査は、1974年に、The Office of Environment and Conservation が行っているが、その後、本計画をめぐる総合的環境調査という意図のもとにUNDPの技術援助により体系的な調査、研究を継続実施することになった。現在、パプア・ニューギニア政府の管理のもとに進行中の上記の調査計画は、The Commonwealth Technical Aid Program からの援助資金拠出により、1977年初期からPNG政府のEnvironmental Manager の監督下で行われているが、完了までにはなお二年を要するだろう。本計画の基本目標は、Purari 河下流地域におけるWabo 計画の実施がもたらす環境の変化を判定すること、開発の結果発生するであろう環境問題の特徴と規模を調査すること、その改善対策を計画し実施すること、さらに事前防止改善計画を本計画に組み込むことである。計画された環境スタディ構想を注意深く分析した結果、下記分野を優先的に取上げるべきだと認識するに至った。そのような分野とは、

- ・ 漁業および水産資源
- ・ 水棲、陸棲動植物
- ・ 河川運搬物の堆積運動をふくむデルタの生態系
- ・ 水質の問題
- ・ 流域管理
- ・ 入植およびそれに付随する問題

環境問題のスタディに関しては、この段階では中間的報告のみをなしうるが、最終的な勧告と評価を下すまでにはさらに多くの作業が必要である。

5.2 漁 業

詳細スタディの対象となるのは、Purari Delta および隣接 Papua 湾水域の豊富な未開発漁業資源である。Purari Delta は、この地域の漁業にとって欠くことのできない自然養殖場となっている。現在までに知り得た調査結果からわかっていることは、たとえWabo ダムを建設しても上流部の魚の移動生態を妨害することはないだろうということである。現段階では、河川堆積物とともに上流から運ばれてくる栄養物の補給がダム建設によって受ける影響、およびデルタの安定性やデルタ水域自身の漁業資源の再生産能力におよぼす影響についてさらに詳細なスタディが必要である。Wabo 貯水池の湛水中に河口部から侵入してくる海水の影響につ

いてもさらに詳しいスタディを行わなければならない。

5.3 陸棲、水棲動植物

Purari 河下流には、複雑な植物と動物の生態系がある。洪水によっておびやかされる独特の生息地あるいは動植物は存在しないと思われる。Purari 河下流は、生物学上の縫合ゾーン (A Biological Suture) であり、自然植生の生態学的循環体系を根本から損わぬようその保護が必要である。上述のような地域の保護に関する提案は、国立公園法、野生生物保護立法あるいは懸案となっている自然保護地域法案の成立を急ぐことでその実現が可能となる。水中植生が変化するという可能性も存在しているので、さらに調査を行うことが必要だが、現段階では、Wabo 貯水池内に有害な水藻が異常発生するような兆候は見当たらないように思われる。しかしながら、法制上、あるいは教育面から裏打ちされた防疫対策を確立することが求められる。また本開発計画が実施された場合、モニターによる監視制度の実施が、新しい貯水池地域で必要となるであろう。

5.4 デルタのエコロジーおよび堆積作用

デルタは魚類、軟体動物、エビ類、カニ類のような多くの水中動物にとっての豊かな自然養殖水域であり、Wabo ダムが建設された場合は現在の河川運搬物のデルタ地帯への流入、堆積が損われることになるからデルタ自身の安定性と現在および将来にわたるデルタ漁業の生存に深刻な影響をおよぼすおそれがある。この深刻な影響を受ける地域については、引続き詳細に研究を進めるべきであり、Purari 河以外の支流からデルタへの河川堆積物の搬入はどうか、あるいは、Wabo 貯水池内での沈澱の結果河川堆積物のダム・サイト下流部への搬出にどのような変化が起こるかどうかを検討するためコンピューターによるシミュレーションが必要となる。海水の侵入変化がマングローブ、サゴ椰子林の植生に与える影響についてもさらに調査を要する。

5.5 水質および工業汚染

若干の基礎資料となる水質データを Purari 河下流一帯で採集した。これらのデータが示す限りでは、現時点では、層形成 (Water Stratification) は起っておらず、下流部の水温と酸素量はダムの建設によって不利益な影響を受けるとは思われえないが、Purari 河下流部の水の層形成の可能性に関してはさらに検討を要する。

巨大なインダストリアル・コンプレックス、都市、港湾の造成は、たとえ現時点で最先端と考えられる汚染防止技術を導入したとしても環境への影響は免れ得ないと考えられる。この点については、さらに詳細な検討が必要である。環境保全に慎重な考慮を十分に払うことが個々

の産業部門に求められる。

懸案の The Environmental Contaminants Bill(環境汚染防止法案) The Environmental Planning Bill(環境保全計画法案) が成立した場合、それに基づき関係企業にはプラントの設計段階で詳細な環境保全対策を研究することが要求されることになろう。環境保全のためのスタディによって、潜在的な環境への影響を分析し、公害の防止および軽減方法に関する提案を行い、進行中モニターによる監視制度をもっと強化する必要がある。

5.6 流域管理

自給農業およびプランテーション農業の拡大、林業、道路建設、その他 Purari 河流域全体にわたる開発計画については法律上、教育上から裏打ちされた総合的かつ詳細な流域管理計画の制定を必要とする。

5.7 住民の定住とそれに関連した問題点

Wabo 計画は、Gulf 地区ばかりでなく、パプア・ニューギニア全体の住民の生活に複雑な変化をもたらすはずである。Gulf Province における住民の保健水準は劣悪である。マラリア、胃病、肺炎に対する罹病率とそれ等による死亡率が最大となっており、伝染病と寄生虫による疾病がそれに続く。栄養不良が上述の状況をさらに助長する。初期の保健対策調査は一応完了してはいるが、さらに、湛水地域および下流地域における病原菌媒介の生態系と節足動物によるビールズ病等について、Wabo 計画がおよぼすと思われる影響について研究する必要がある。本計画に従事する外国人労働者によって持ち込まれ、パプア・ニューギニアに定着する恐れのある疾病についても一層の留意を要する。保健管理と職場衛生管理に関する基準を、さらに明確に決めなければならない。Wabo 貯水池および複合工業地帯における考古学調査を継続実施する必要がある。

第 6 章

プロジェクト実施のための

諸準備

第六章 プロジェクトの実施のための諸準備

6.1 要求される仕事の性質

このフィージビリティスタディ後、もし、Wabo プロジェクトが実施に移されるということが決まれば、適切に組織されたPNG政府の既存の機関によって今から行われなければならないものとか、今後も引き続き継続作業として行われなければならない多くの作業がある。これらのなかには、環境評価、水文、地震および気象データの継続観測、売電価額決定のためのポリシーの形成、この電力のユーザーと考えられる産業団体および金融機関との密接な情報交換の継続等がふくまれている。PNGの一般の人達にこのプロジェクトが、国家的にみて重大な意味を持つことを知らしめるための広報活動も積極的に展開されるべきである。

このプロジェクトが実施される見通しがある程度ついたなら、ただちに、この建設にとって必要とされる多方面に亘る作業を統括するための適切な機関を設立することが必要である。後には、この機関は、建設中および建設後に漸次設立されてゆく工業団地および産業関連施設を運営統括してゆく核となる。

主要な建設が終了するにつれ、作業量は次第に少なくなる。しかし、産業施設の拡張は引き続いて行われることになる。その結果として、建設を担当した主要な人達は、竣工後も、そのまま温存される必要がある。いろいろな施設の運営および維持がひき続いて必要となり、これらの人々によって行われることになる。

電力および産業関連の主要な建設が、約8年に亘って、同時に行われなければならない。勿論、主要な建設工事は、契約に基づき、建設業者によって行われることになるが、既存のPNG政府の関連機関の示様書、基準、プラクティス、方法等も配慮されなければならないことも、当然のことである。本プロジェクトはいろいろの面で、ズバ抜けて大きく、複雑に混み入っており、かつてPNG内にて、経験したこともないような技術も必要とされるので、出来るだけこの国の多くの人達が、人員稼働のローテーションをはかりながら、多くの経験を積む方策がとられることが望ましい。さらに、医療、航空関係、電力、通信等の設備の運営のため、初期の段階において、訓練のゆきとどいた多くの人達を必要とする。この場合、既存のものを出来るだけ利用することにより、重複をさせ、無駄を作らない注意が必要である。本プロジェクトは、多くのコンサルタントを必要とする。この際、コンサルタントの各チームへ、PNGの人材をカウンタートとしてあてることにより、訓練が行われるような手段が講じられなければならない。

以上の体制内で、新組織は、テクニカル・マネージメントのためには、コンサルタントを使用し、また、特殊なローカルな問題に関しては、政府機関の人材をあてることにより、多岐に

亘り同時期に行われる数々の分野に亘る仕事の統括およびビジネスの処理にあたることになる。この新組織の専従者は、特別に訓練の必要のある場合とか、熟練した必要人材が一時的に払底した場合とかの止むを得ない場合にのみ限られるべきである。

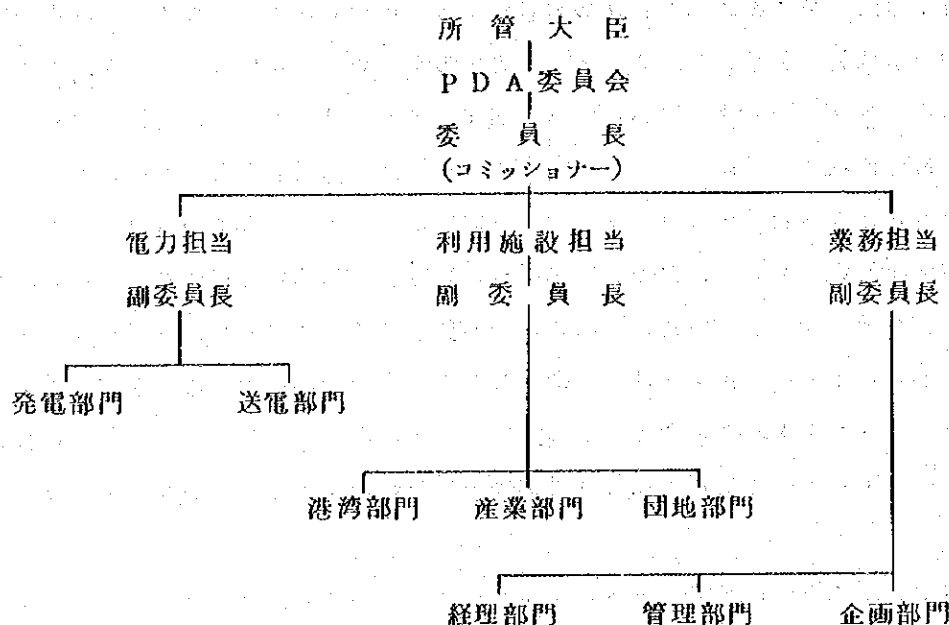
6.2 組織の基本的構造

必要とされる組織は、いくとおりもの方式をとり得る。そのいくつかとして、次のようなものが考えられる。

- ・ 開発の特別な問題に関連する既存の団体を代表するたとえば、National Planning Office あるいは、ある一つの政府の省庁のような公共団体。
- ・ いくつかのプロジェクトを統括するために設立される単一の独立機関。
- ・ 開発の進展および投資に関する主要な問題に関する定期的な指導および統括のために設立される三つに分れた独立機関（電力、港湾および産業といった具合に）。

PNG 政府の多くの省庁の積極的な協調作業が、8 年に亘る大事業を確固たるものとして推進するために、あらゆる場面において必要とされる。このようなことを考えると、事をスピーディに行うため、特定の大臣と直接接触を持つことのできる単一の独立した機関を設けることが望ましいと考えられる。とりあえずこの機関の名前を「PURA DEVELOPMENT AUTHORITY」略称「PDA」と名付けるものとする。

PDA の組織機構は、下に述べたごとく、PNG 政府の指導性を強調した機能を有する単一の機関より成り立っている。



この組織機構におけるそれぞれの主要な役割は、それぞれの分野における管理統括にあり、各省の人的資源を活用し、さらに必要と認めた場合は、契約しているコンサルタントを活用しながら、この役目を行うことになる。

6.2.1 PDA委員会

PDA委員会は、PNG政府によって設定されたガイドラインに従って、主要な問題に対する決定を行う機関であり、所管大臣直属の委員会である。その機能として、特に下記を含む。

- ・PDAの基本体制の決定およびこの体制に関係する主要な修正の承認業務。
- ・あらゆる主要な契約業務に関する承認およびその契約に関連する主要な修正の承認業務。
- ・プロジェクトの進捗状況および支出状況の定期的な検査、必要な改善措置のコミッショナーへの命令。
- ・PDAの年次報告書の形式に関する決定、その内容の承認業務。
- ・PNG政府あるいは本プロジェクトに関係している委員会のメンバーによって持ち込まれる他の諸問題の処理。

委員会の構成員は所管大臣およびいくつかの関連政府省庁からの相当の上級者と委員長よりなる。

委員会の機能を高めるため、委員の総数は、約10名にせられるべきであり、特別の場合以外は、代理は厳にさけるべきである。

6.2.2 電力部門

この部門は、副委員長の総括のもとで二つの部門、すなわち発電部門および送電部門よりなり、工場側の主配電までの電力設備を担当することになる。この部門は主要な工事の完了後、縮小されることになる。その後の運転および維持は、既存の適当な機関に引き継がれることになる。当然のことながら、最初の発電開始と同時に、建設と運転がオーバーラップする時期がある。

発電部門

この部門の役目として、次のような事項が考えられる。

- ・調査および設計を行い、示様書、入札書類を準備し、水力発電の建設作業の監督を行うコンサルタントの任命およびコンサルタントとの連絡業務
- ・関係諸機関と連絡をとりながら、工事仕様書の中にコンサルタントがとり入れる基準の検討を行う。

- ・委員長の代りに、一連の請負契約の責任者の役目を果たす。
- ・Wabo 地域における建設のための諸施設および永久構造物としての市街区の維持管理の決定統括。
- ・Wabo における永久市街区への電力供給および建設業者への大量の電力供給設備の準備、運営、維持を関係諸機関と協調しながら行う。
- ・関係諸機関と協調しながら、Wabo への郵便および通信施設の運営維持を行う。これは、地方局の電話連絡網の運営維持も含む。

送電線部門

この部門の役目として次のような事項が考えられる。

- ・調査および設計を行い、仕様書、入札書類を準備し、さらに、高電圧送電線、その送電線のための道路および工場側の変電所の建設業者の作業の監督。
- ・関係諸機関に連絡をとりながら、工事仕様書の中にコンサルタントがとり入れる基準の検討を行う。
- ・委員長の代行をし、一連の請負契約の責任者の役目を果たす。

運転および維持

発電部門は、発電部門に関連する必要と思われるあらゆるデータ、図面、指示書を収集し、それらを将来、実際の運転および維持にたずさわる関係部門にきちんとした形で目録を付し、手渡す責任を有する。

これらの仕事が、国家的な発電および送電網の主要な部分になる暁には、これらの所有権は当然既存の適当な機関に移管されることになろう。

6.2.3 施設の利用担当部門

この部門は、3 部門、すなわち、港湾、工場および都市開発部門よりなり、施設利用部門を担当する副委員長の指揮下に入る。そしてこの部門は、この部門に関連するあらゆる公共的問題に参与する。電力部門と同様、この部門は、初期の段階では、諸施設の建設および主要な建設業者への施設の提供といった問題を重点的に取り扱うことになろう。また、この部門は、独立して開発を進める産業グループに対しても、土地を準備したり、その他の便宜供与を行うといった役目も有することになろう。

都市開発部門は、進捗中の建設工事の統轄、結局は、電力、上水、下水、排水、廃棄物、市街地清浄、交通制御、電話施設を含む市街地サービスの管理を必要とする。

主要な基幹産業が設立された暁には、市街地域は、通常の世界となり、問題なく通常の地方

行政のやり方で、管理されることになる。その段階では、PDAの施設の利用担当部門は、縮小される。産業が成長するにつれ、施設の拡張が行われることになる。

港 湾 部

この部門の役目としては、次のようなものが考えられる。

- ・ 詳細調査および設計を行い、示様書、入札書類を準備し、港湾建設、倉庫および運搬関係の諸設備、港湾と工場地区を結ぶ道路等の建設の監督を行うコンサルタントとの任命およびコンサルタントとの連絡業務。
- ・ 適当な関係機関と連絡をとりながら、コンサルタントによって契約示様書の中へとり入れられる基準の検討を行う。
- ・ 委員長の代行をし、一連の請負契約の責任者の役目を果たす。
- ・ 関係機関によって建設される港湾地域における建設のための諸施設の運営統括。

産 業 部 門

この部門の役目としては、次のようなものが考えられる。

- ・ 詳細調査および設計を行い、示様書、入札書類を準備し、道路、排水、廃棄物、電力、上水、下水、その他の諸設備を含む工場用地建設の監督。
- ・ 適当な関係機関と連絡をとりながら、コンサルタントによって契約示様書の中へとり入れられる基準の検討。
- ・ 委員長の代行をし、一連の請負契約の責任者の役目を果たす。
- ・ いくつかの関連省と協調し、工場用地における建設施設の運営統括。
- ・ 商取引問題以外のあらゆる問題に関し、産業デベロッパーとしての連絡業務を行い、さらに工場生産が開始された時点で、環境規制が十分な標準に達しているか否かを確認する。

工業団地部門

この部門の役目としては、次のようなものが考えられる。

- ・ 工業団地市街化計画を行い、道路、飛行場、公共建築物、家屋（上水、下水、排水、電力、通信設備を含む）といったような主要な工事の設計を行い示様書を作成し、さらに建設業者による工事を監督するコンサルタントの任命およびコンサルタントとの連絡業務を行う。
- ・ 適当な関係諸機関と密接な連絡をとりながら、工業団地開発のために、コンサルタントによって準備される諸基準の検討を行う。

- ・委員長の代行をし、一連の請負契約の責任者の役目を果たす。
- ・関連省庁によって準備された工業団地々域における建設施設の維持管理。
- ・Department of Utilities と協調しながら、同地地区の郵便および通信施設の供与、運営および維持を行う。
- ・適当な関係諸機関と協調しながら、工業団地地区と Port Moresby との間の道路および航空路の供与、運営および維持を行う。

6.2.4 業 務 部 門

この部門は、経理、管理、企画の三部門よりなり、業務担当副委員長の指揮下にあり、PDA の歳出および歳入の管理を行う。

経 理 部 門

この部門の役目としては、次のようなものが考えられる。

- ・Department of Finance と協調しながら、予算、資金の手当、融資金の返済、税政および関連諸問題を取り扱う。
- ・PDA のあらゆる部門の会計業務を行う。
- ・関係機関と協調しながら、土地の取得を行う。
- ・産業デベロッパーとの諸接渉。
- ・港湾使用者の使用料、工場用地および団地施設の借用料、電力消費からの電力料の集金。

管 理 部 門

この部門の役目として、次のようなものが考えられる。

- ・PDA の一般業務管理。
- ・産業関連広報および安全。
- ・一般広報活動
- ・財務管理
- ・PDA の交通運輸関係
- ・地方政府に引き継がれるまでの期間の工業団地管理

企 画 部 門

この部門の役目としては、次のようなものが考えられる。

- ・プロジェクトの計画関連の問題の企画および見直しによる改訂業務。
- ・プロジェクトの各部門の費用の検査および問題のある分野の予測

- ・管理および広報活動のための統計資料の準備。
- ・大口需要者用電力費、港湾使用料、工場用地借用料の実勢を考慮した価格の見直し。
- ・将来の港湾、産業設備、および電力需要の伸びを予測するため、コミットしている企業のみならず、していない企業とも密接な接触の維持。
- ・既存の企業のため、およびPNGの必然性を満すため、工場用地の拡張のための適地の調査をするとともに、PDA複合産業体への投資事業の魅力の促進。
- ・PNG政府関係各省庁との密な連絡業務の維持。

6.3 最終調査および詳細設計

最終調査設計の目的は、詳細工事図面、示様書、補完資料を作成し、工事期間中、基本的な変更を伴わぬ広範囲の設計を行いこれに基づき国際競争入札を実施に移すことにある。施工図面は、鉄筋の配置、メタル・ワーク、その他数多くの作業を含む建設工事についての詳細を示すもので、工事の進捗に伴って作成されることになる。

コンサルタントは、上述の段階およびその後の施工管理のために任命される。PDAが最初に手掛ける業務の一つには、コンサルタント入札招請のための詳細な Terms of Reference を作成し、入札を行い、コンサルタントを選び工事着手の決定とともに直ちに工事開始の準備を整えておくことである。最終調査・設計段階で要求される作業のガイドラインは本報告書の関係各巻の中に述べられている。このガイドラインには、Wabo 開発に先立ち開発するかも知れないと予測される Aure 計画の総合的フイージビリティ・スタディに関する勧告も含まれている。

「知識の伝達」を最も効果的に達成するために、作業は可能な限りバプア・ニューギニアで行われることが望ましい。建設材料試験の大部分は、PNGの既存のラボラトリーで実施可能であるが、建設期間中の品質管理のために Wabo サイトと港湾サイトに、いくつかの現場ラボラトリーを設けることが必要となる。これらのラボラトリーは、大量の現場テストを実施する時期に合わせて的確に設置されなければならない。地形測量は、地元の測量会社によって行われるべきであるが、PDAは独自の測量部門を設け、全測量作業の調整とくに業務の分担と施工期間中の工事契約金額支払のための検測等を行うことが必要となる。ボーリングとモデル・テストは、外国の機関によって行われるのが最適かも知れない。しかしながら、これは計画実施時期におけるバプア・ニューギニアの利用可能な施設の状況によるだろう。

工事期間を厳守し、工事費を最小とするためにPDAは主要工事請負業者の選定に先立ち工事用連続施設を予め用意しておく必要がある。これらの諸施設については、本報告書の第二巻および第三巻に述べたが、それは次のような項目を含んでいる。

- ・工事要員のキャンプ・サイト、Wabo ダム・サイト、港湾、工業および都市開発地点の伐開、整地
- ・工事要員キャンプの第一次家屋および簡易宿舍の建設
- ・Wabo 地点および港湾地点の工事用道路
- ・Wabo 滑走路の拡張と港湾地点の工事用飛行場の建設
- ・Wabo サイトおよび港湾地点に供給する工事用電力
- ・通信組織
- ・Paia Inlet の建設資材積み換えベース
- ・Purari 河、Pawaia I 地点の建設資材積み換えベース
- ・Wabo 地点の荷おろしベース
- ・Pawaia I から Wabo に至る工事用道路
- ・工事用サクショ・カッター式浚渫船 3 隻の調達

6.4 工事請負契約および施工計画

発電施設の工事は下記のように四つの主要工事契約に基づき実施されることが望ましいが、上述の主要工事契約とは、次のものである。

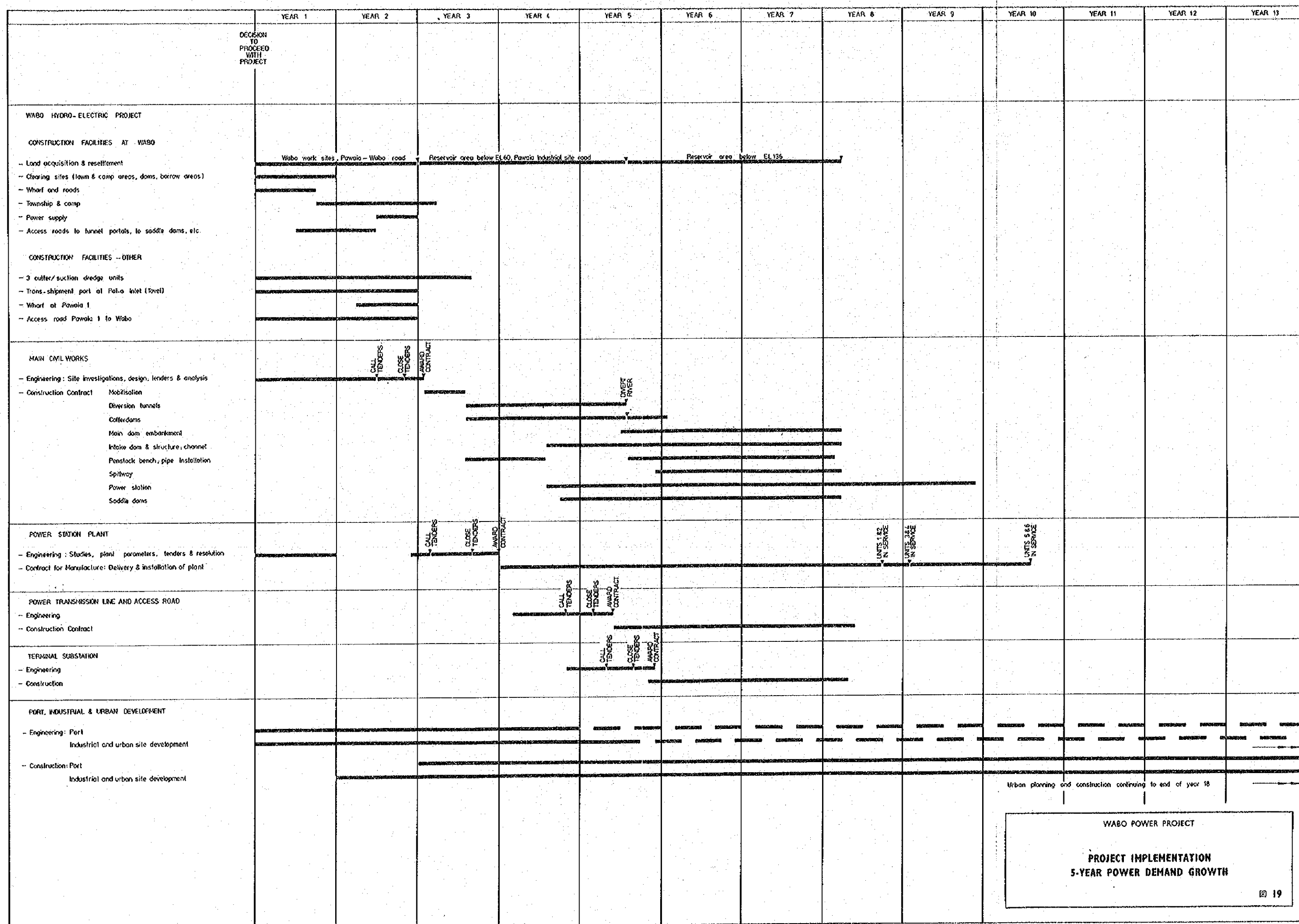
- ・土木工事
- ・発電所施設
- ・送電施設
- ・受電端変電施設

主要工事契約の実施時期およびその工事期間を図 19 に示す。港湾、工業、都市開発の工事契約に関する詳細な勧告は行っていないが、その、主要工事契約は次のようになると考えられる。

- ・オーフショアー浚渫
- ・工事用ベース
- ・港湾建設
- ・港湾荷役施設

工業、都市開発対象地域の土工、排水および下水工事は、数多くの小さな工事契約により恐らく地元建設会社が担当することになる。都市住宅も同様の方法で行うことになる。上述工事の実施時期についても、図 19 に示した。

これらの工事契約に加え、その他の調達および工事契約が、6.3 節に述べた諸施設の建設のため必要となる。



第 7 章

謝 辭

第 7 章 謝 辞

7.1 パプアニューギニア政府

Wabo 水力発電計画調査は、パプア・ニューギニア政府関係諸機関よりの積極的な援助と支援のもとに実施されたが、その協力がなくては作業の円滑な進捗はあり得なかった。ここに、尽力をいただいた関係諸機関の各位に深甚なる感謝の意を表するものである。

7.2 日本政府

三国政府間会議

高 須 幸 勇	外務省
田 村 修 二	通商産業省 (MITI)
竹 内 征 司	国際協力事業団 (JICA)

第 1 回 I G O 会議

橋 本 寅 夫	日本領事館 (ポートモレスビー)
向 井 保	MITI
浅 野 栄 市	JICA

第 2 回 I G O 会議

橋 本 寅 夫	日本大使館 (ポートモレスビー)
宮 本 勇 二	外務省
佐 瀬 正 敬	MITI
浅 野 栄 市	JICA
富 本 幾 文	JICA

第 3 回 I G O 会議

永 井 重 信	日本大使館
土 屋 恵	MITI
藤 田 賢	JICA

第 4 回 I G O 会議

中 島 福 雄	MITI
山口孝一郎	日本大使館
永 井 重 信	日本大使館
姫 野 瑛 一	JICA
山 本 正 弘	JICA

業務調整および業務鑑査

平島昭夫	MITI
茂木重一	MITI
池田仁士	MITI
藤本康男	MITI
小金井久芳	MITI
植政一	JICA
萩原弘尚	JICA
菅沼義夫	JICA
蝦田佑一	JICA
山本正弘	JICA

7.3 合同技術委員会 (Joint Technical Board, JTB) 委員

Mr. G. E. Morea	Chairman, Papua New Guinea Government
Mr. T. A. Lang	Special Consultant, Hydroelectric, to Papua New Guinea Government
Mr. D. G. Price	Director, Snowy Mountains Engineering Corporation (Meetings Nos. 1-5)
Mr. G. Oda (小田親)	Director, Nippon Koei Co., Ltd. (Meeting No. 1)
Mr. M. Yamaguchi (山口正史)	Director, Nippon Koei Co., Ltd. (Meeting No. 2 onwards)
Mr. A. G. H. Frost	Assistant Director, Snowy Mountains Engineering Corporation (Meetings No. 6 onwards)

7.4 アドバイザーおよびオブザーバー

Mr. B. A. Minnig	Observer, World Bank
Mr. K. C. Ling	Observer, World Bank
Mr. J. Barry Cooke	Civil Engineering Consultant, San Francisco
Professor R. L. Wiegel	Special Consultant on Ports to Papua

	New Guinea Government
Mr. A.G.F. Eddie	Partner, Rendel & Partners (to June 1975)
Mr. I.L. Pinkerton	Chief Engineer, Civil Design (SMEC)
Mr. P.M. Macpherson	Executive Engineer, Feasibility Studies, (SMEC)
Mr. J.A.H. Brown	Adviser on Hydrology (SMEC)
Mr. N.W. Pearce	Transmission Line Adviser (SMEC)
Mr. B.D. Robertson	Supervising Maritime Engineer, Australian Department of Construction
Dr. H.P. Riedel	Senior Coastal Engineer, Australian Department of Construction
Mr. N. Jackson	Adviser on Waverider Buoy, Department of Harbours and Marine, Queensland (This Department assisted in the installation and servicing of the Waverider Buoy)

7.5 コンサルタントチーム

総括、管理および庶務

J.I. Hilton	Project Manager, (SMEC)
K.Wada (和田勝義)	Co-Project Manager (NK), (Hydroelectric Study Team Leader).
B.J. Matthews	Administrative Officer (SMEC).
T.Akedo (明渡正)	Administrative Officer (NK).
T.Okaji (岡地哲郎)	Mobilisation Engineer (NK).
G. Brown	Clerk (SMEC).
J.G. Innes	Cost Engineer (SMEC).

水力発電計画オフィススタディ

T. Nonaka (野中哲)	Design Engineer, Civil (NK).
B.P. Walford	Design Engineer, Civil (SMEC).
J.W. Wyndham	Operations Engineer, Civil (SMEC).

S. Hatao (畑尾成道)	Design Engineer, Civil (NK).
Y. Mizutani (水谷元啓)	Design Engineer, Civil (NK).
I. Freimanis	Design Engineer, Civil (SMEO).
N. Carter	Design Engineer, Mechanical (SMEO).
B. B. Macpherson	Design Engineer, Electrical (SMEO).
R. H. Mattner	Planning and Estimating Engineer (SMEO).
K. Yoshino (吉野勝彦)	Design Engineer, Mechanical (NK).
Y. Harada (原田康弘)	Transmission Engineer (NK).
J. W. Elston	Economist (SMEO).
I. Minakuchi (水口勇)	Hydrologist (NK).
A. Katayama (片山陽夫)	Hydrologist (NK).

港湾、工業および都市開発計画オフィススタッフ

J. D. Duncan	Port Team Leader (Rendel & P).
A. Macknight	Port Adviser (Rendel & P).
K. Ohkubo (大久保清邦)	Port Engineer (NK).
T. Ohnuki (大貫輝雄)	Port Engineer (NK).
J. Collier	Town Planner (Bull Ferranti & Collier)
D. Chesterman	Town Planner (Jackson, Teece, Chesterman Willis).
J. Cox	Town Planner (Jackson, Teece, Chesterman, Willis).
S. M. Davidson	Port Economist (Rendel & P).
J. L. Tottenham	Port Estimating Engineer (Rendel & P).

海洋深淺測量

K. Maeda (前田賢徳)	Marine Engineer (NK).
T. Yamamoto (山本和治)	Marine Engineer (NK).
T. Akamoto (赤本俊郎)	Hydrographic Surveyor (NK).
F. Yanada (梁田文雄)	Hydrographic Surveyor (NK).
K. Iwata (岩田健治)	Hydrographic Surveyor (NK).

地形測量

H. Hayazaki (早崎秀美)	Aerial Photographer (NK).
Y. Sugo (菅生義宏)	Topographic Surveyor (NK).
Y. Shimizu (清水美博)	Topographic Surveyor (NK).
J. Takeishi (武石甚作)	Topographic Surveyor (NK).
Y. Sugeno (菅野秀明)	Topographic Surveyor (NK).

深浅測量—Wabo 地点

K. Kotani (小谷淳寛)	Field Hydrographer (NK).
I. Kawamura (川村武)	Field Hydrographer (NK).

地質および材料調査

A.D. Hosking	Materials Adviser (SMEO).
K.R. Sharp	Geological Adviser (SMEO).
G. Frenda	Engineering Geologist (SMEO).
B. Radford	Engineering Geologist (SMEO).
G. Stawski	Engineering Geological Assistant (SMEO).
D.A. Byrne	Materials Engineer—Wabo (SMEO).
G.E. Moore	Materials Technician (SMEO).
T.J. Huggett	Materials Technician (SMEO).
P. Illes	Materials Technician (SMEO).
R. Crouch	Materials Technician (SMEO).
R. Grech	Drilling Contractor
T.J. Ooysh	Driller (Contract).
L.R. Buswell	Driller (Contract).
M. Dziwulski	Driller (Contract).
T.W. Flintoff	Materials Engineer — Port (Rendel & P)
A.A. Russell	Drilling Supervisor — Port (Rendel & P)
D.W.M. Duncan	Field Assistant, Geology (locally employed)

Wabo キャンプ維持管理職員

T. Arakida (荒木田留夫)	Mobilisation Expert (NK).
--------------------	---------------------------

Dr. S. Tanabe (田辺俊)	Medical Officer (NK).
G.M. Crofts	Camp Administrative Officer (locally employed).
K.E. Ball	Catering Manager (Seconded from ELCOM).

工事用道路計画

T. Kawakami (川上亨)	Road Team Leader (NK).
Y. Okano (岡野義己)	Road Engineer (NK).
K. Takeichi (武市靖)	Road Engineer (NK).
M. Murata (村田通泰)	Chief Surveyor (NK).
K. Kosuge (小菅邦明)	Aerial Photographer (NK).
I. Karasawa (唐沢岩男)	Topographic Surveyor (NK).
T. Mochizuki (望月恒彦)	Topographic Surveyor (NK).
M. Fujii (藤井信)	Topographic Surveyor (NK).

製図室

G. Dickerson	Supervising Draftsman (SMEC).
G. Beattie	Senior Draftsman (SMEC).
M.D. Bull	Senior Draftsman (SMEC).
E. Coddington	Draftsman (Contract).
Mrs. S. Willshire	Draftswoman (Contract).
Mrs. J. Dunley	Tracer (Locally employed).

事務関係職員

Mrs. E. M. Wallis	Typist (Locally employed).
Mrs. N. Uru	Telex/Switch Operator (Locally employed).
Miss H. Olsen	Typist (Locally employed).
Mrs. N. Haig	Typist (Locally employed).
Mrs. K. Allchin	Typist (Contract).
Mrs. B. Reynolds	Typist (Locally employed).
Mrs. L. Jacobsen	Typist (Locally employed).
Mrs. V. Tarnate	Typist (Locally employed).
J. Jack	Driver (Locally employed).

J. Gui	Driver (Locally employed).
M. Miule	Office Assistant (Locally employed).
J. Rupa	Driver/Office Assistant (Locally employed).

7.6 パプア・ニューギニア・カウンターパート

オフィススタッフ

Mr. K. Roape	Civil Engineer, ELCOM
Mr. B. Baiga	Student (Civil Engineering) ELCOM
Mr. P. Parascos	Student (Civil Engineering) ELCOM

水文

Mr. M. Uve	Hydrologist, Bureau of Water Resources
Mr. J. Nugai	Hydrographer, Bureau of Water Resources
Mr. M. Wahasoka	Hydrographer, Bureau of Water Resources
Mr. M. Pakehin	Hydrographer, Bureau of Water Resources

地質およびボーリング

Mr. M. Ma	Technician, University of Technology, Lae
Mr. M. Ghiyandewe	Geologist, Geological Survey
Mr. H. Kosse	Driller, Mines Division
Mr. A. Usek	Driller, Mines Division
Mr. B. Atas i	Driller, Mines Division
Mr. A. Wasabi	Driller, Mines Division
Mr. K. Toreaea	Driller, Mines Division
Mr. A. Henny	Driller, Mines Division
Mr. S. Kote	Driller, Mines Division
Mr. R. Wolkava	Driller, Mines Division
Mr. M. Paimba	Driller, Mines Division
Mr. R. Tabb	Driller, Mines Division
Mr. A. Imalie	Driller, Mines Division
Mr. J. Paivu	Driller, ELCOM

Mr. M. Moru Driller, ELCOM

Mr. E. Liu Driller, ELCOM

製図室

Mr. D. Hani Draftsman, ELCOM

Mr. S. Anania Draftsman, ELCOM

Mr. I. Kovae Draftsman, ELCOM

Mr. E. Lingau Draftsman, ELCOM

Mr. T. Qabi Draftsman, ELCOM

Mr. A. Seido Draftsman, ELCOM

Mr. S. Samuel Draftsman, National Works Authority

測量

Mr. J. Noi Chainman, Lands Department

Mr. K. Sou Chainman, Lands Department

Mr. S. Maruba Chainman, Lands Department

7.7 他の貢献者

港湾測量

Arman Larmer Surveys Pty. Ltd., Port Moresby.

海洋ボーリング

(a) Coffey & Hollingsworth Pty. Ltd., Brisbane, Qld.

(b) Offshore Drillers Pty. Ltd., Southport, Qld.

航空写測量

(a) Mapmakers Pty. Ltd., Port Moresby.

(b) Qasco Air Surveys, Port Moresby.

ドラフトレポート印刷

(a) Publications Branch, Office of Information,
Department of the Prime Minister.

(b) Bureau of Management Services,

Department of Public Services Commission.

(c) Defence Force Reproduction Unit, Department of Defence.

なお、今回のフィージビリティ調査を実施中、SMECへ日本工営合同調査団に参加し、現地作業の円滑な進捗をはかる上で顕著な協力を行ったパプア・ニューギニア現地調査補助員の諸氏にも謝意を表したい。現地調査は、広大な計画地域と多岐にわたる作業目的のためパプア・ニューギニア現地調査補助員の協力なしには到底完遂し得るものではなかった。Wabo ダム・サイトへの調査資機材、生活物資運搬のためのリバー・トラック、ジャングルの伐開、各種外業補助、現地宿舎の維持管理、地質、土質調査のための各種掘削作業、ボーリング機械を始めとする調査機器の運搬、運転補助等々枚挙するにいとまないものがある。

在パプア・ニューギニアの宗教団体あるいは商業団体から提供された援助協力に対しても深甚なる謝意を表したい。今回の調査作業に関連して数多くの貴重な情報の供与を受けたが、これらの情報は合同調査団にとって有用であったことを、ここに特記いたしたい。