

1977

ソソリシシシシシシ

1978

1979

1980

パプア・ニューギニア

プラリ河電力開発計画調査報告書

第三巻 港湾、工業及び都市開発

昭和52年12月

JICA LIBRARY



1043221E9J

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。

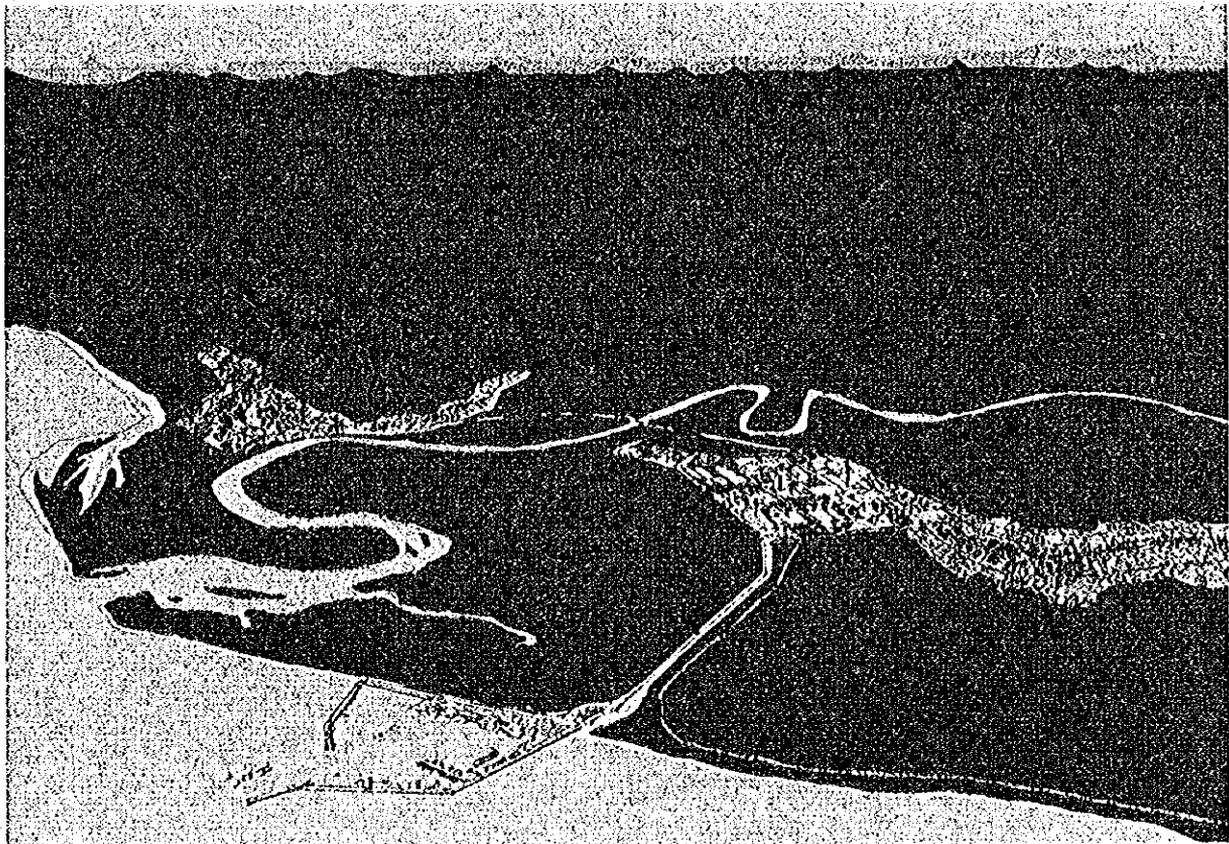
- 第一巻 要 約
- 第二巻 水力発電計画
- 第三巻 港湾、工業および都市開発
- 第四巻 工事用道路
- 第五巻 水力発電計画のための地質および建設材料調査
- 第六巻 水力発電計画のための水文調査
- 第七巻 港湾、工業および都市開発一調査資料
- 第八巻 水力発電計画一地質柱状図

国際協力事業団	
受入 月日 '84.3.20	206
登録No. 01422	64.3 MPN

国際協力事業団



PORT AT HALL SOUND



PORT AT VAILALA

目 次

	頁
添付表一覧表	vi
添付図一覧表	viii
付録一覧表	x
第1章 序 文	1
1.1 はじめに	1
1.2 調査計画の範囲	1
第2章 計画方針	2
2.1 港湾予定地点の選定	2
2.2 Gulf地区とHall Sound地点の概況	2
2.3 開発計画の性格	4
2.4 Gulf地区の開発候補地	7
2.5 Hall Sound地点の開発案	9
2.6 Vaialala開発案とHall Sound開発案の比較検討	9
2.7 段階的開発ー当初アルミ精錬のみの開発	13
2.8 アルミ単独開発	14
第3章 工業開発計画の基本条件	16
3.1 概 説	16
3.2 誘致産業と開発時期	16
3.3 工業用水	18
3.4 産業廃棄物処理	18
3.5 排 水	20
3.6 工場の所要敷地面積	20
3.7 共用ストックパイル用敷地	21
第4章 港湾計画	23
4.1 まえがき	23
4.2 原料輸入	24

	頁
4.3 製品輸出	25
4.4 荷役と貯蔵方法	25
4.5 対象船舶の種類	30
4.6 所要バース数	30
4.7 バースの長さ	39
4.8 水深	41
4.9 航路と船廻し場	42
4.10 操 船	42
4.11 港湾構造物の必要条件	42
4.12 工事費	43
第5章 都市計画	46
5.1 目的と基準	46
5.2 都市の人口	53
5.3 建設工事費	59
第6章 Gulf地区開発案	70
6.1 現 況	70
6.2 検討された種々の開発候補地	84
6.3 Vaialala地点開発計画	98
第7章 Hall Sound地点開発案	104
7.1 現 況	104
7.2 Hall Sound地点開発計画	109
第8章 プロジェクト開発所要用地	118
第9章 資金回収	120
9.1 概 説	120
9.2 港湾候補地と電力計画の関連	120
9.3 解析の方法	120
9.4 港湾建設	122
9.5 工業用地開発	128

	頁
9.6 都市開発	124
第10章 将来なすべき仕事	127
10.1 政策と法規制	127
10.2 現在すすめられているデータ収集	128
10.3 詳細設計のための調査項目	128
第11章 参考文献	180

添 付 表 一 覧 表

表 番 号	標 題
1	工業開発計画の規模
2	工場用敷地
3	ストックパイルの所要面積
4	荷役設備
5	船舶の諸元
6	一般貨物、袋詰バラ荷、フェロアロイ、インゴット運搬船舶の荷役時間
7	所要バース数（一般雑貨、袋詰バラ荷、フェロアロイ、インゴット、コンテナ）
8	アルミナ、ニッケル、マンガン鉱用船舶の寄港頻度
9	アルミナ、ニッケル、マンガン鉱用バースと荷揚げ能力
10	マイナー・バルク船の寄港頻度
11	所要バースの内訳
12	一般貨物、混載バラ荷用船舶の船長とその寄港数
13	一般貨物、混載バラ荷専用バース長
14	所要メジャーバルク・バース長
15	マイナーバルク用船舶の船長と寄港頻度
16	マイナーバルク所要バース長
17	工業開発段階および操業段階における労働人口（5年開発計画）
18	工業開発段階および操業段階における労働人口（10年開発計画）
19	Port Moresbyとニュータウンの人口増加率比較
20	土地開発基準と開発費
21	開発基準工と既設開発との工事費の比較
22	家族持ち用住宅費
23	独身者用住宅費
24	Gulf地区(Vailala地点)における都市開発費の内訳（5か年開発計画）
25	Gulf地区(Vailala地点)における都市開発費の内訳（10か年開発計画）
26	Hall Sound地点における都市開発費の内訳（5か年開発計画）
27	Hall Sound地点における都市開発費の内訳（10か年開発計画）
28	土地の適合性の分類
29	ソノストレーター調査による土層相関

- 3 0 Bluff地点での貫入試験値とソフストレーターでの分類層との関係
- 3 1 Gulf地区の各候補地点の開発費
- 3 2 港湾建設費（代替案）－Vailala地点
- 3 3 Hall Sound都市開発候補地点の比較
- 3 4 港湾建設費
- 3 5 港湾建設－荷役単価
- 3 6 工業開発－総開発費
- 3 7 工業開発－年間地代
- 3 8 都市開発－週平均家賃

添 付 図 一 覧 表

図 番 号	標 題
1	プロジェクトサイトロケーション
2	Gulf 地区および Hall Sound 地点の開発候補地
3	Gulf 地区の開発候補地点
4	Hall Sound 地区内の開発候補地点
5	人口増加予想および開発プログラム（発電後 5 か年でピーク電力需要に到達する場合）
6	人口増加予想および開発プログラム（発電後 10 か年でピーク電力需要に到達する場合）
7	Vailala 地点開発案
8	Gulf 地区（Vailala 地点）と Hall Sound 地点開発案との比較
9	Gulf 地区（Vailala 地点）と Hall Sound 地点開発案との比較
10	Gulf 地区オフショア一港湾配置計画
11	Gulf 地区部分遮へい式港湾配置計画
12	想定される 5 年、10 年港湾建設プログラム
13	Gulf 地区オンショア一港湾配置計画
14	バース占有率と荷揚げ率の関係（バルク輸入）
15	都市開発用地の使用目的別割振り
16	標準住居の間取り（PNG Housing Commission）
17	Gulf 地区における汀線変化および水文調査対象地域
18	The Bluff 地区現況平面図
19	Orokolo Bay 地区現況平面図
20	Vailala 地点現況と平面図
21	Gulf 地区の地勢と人口分布
22	採泥位置と分析結果
23	浮遊土砂分布
24	浮遊土砂と潮流の関係
25	浮遊土砂採取位置
26	汀線測量（2 の 1）
27	汀線測量（2 の 2）

- 28 Gulf地区での有義波高の波高分析
- 29 Gulf地区でのウェイブライダーによる波高実測と推算の比較（南東モンスーン・シーズン）
- 30 Gulf湾の気象データ
- 31 Gulf地区オフショアー港湾配置計画標準断面図（2の1）
- 32 Gulf地区オフショアー港湾配置計画標準断面図（2の2）
- 33 Gulf地区オフショアー港湾配置計画（アプローチ・トレッセルとアクセス道路の標準断面図）
- 34 Gulf地区オンショアー港湾配置計画（ベース標準断面図）
- 35 Gulf地区における各開発案の比較（Orokolo, Vailalaおよびthe Bluff地点）
- 36 Hall Sound地点の地勢および人口分布
- 37 Hall Sound地点における現地調査実施状況説明図
- 38 Hall Sound地点深淺図
- 39 Hall Sound港湾配置計画
- 40 Hall Sound港湾配置計画（ベースおよびコースウェイ標準断面図）2の1
- 41 Hall Sound港湾配置計画（輸出専用ベースおよび一般貨物ベース標準断面図）2の2

付 録 一 覧 表

付 録	標 題
A	港湾工事費
B	船待ち時間とサービス時間の関係
C	都市計画関係基礎資料
D	社会関係基礎資料
E	漂 砂
F	風と波浪の解析
G	資金回収計画および開発と運営
H	限定されたアルミニウム単独開発
I	本文に用いられた技術用語及び略語の解説

第 1 章 序 文

1.1 はじめに

Wabo 水力発電計画フェージビリティ、スタディの一環として、本調査ではバブア・ニューギニア南部海岸に、最終的に年間 700 万トンの工業原材料と一般商品を輸入し、年間 200 万トンの加工材料の輸出を取扱い可能とする工業港候補地の調査並びに計画を実施した。工業港のバース数は、少なくとも 15 バースを想定しており、港と関連するインフラとしては、50.0 ha の敷地規模を持つインダストリアル・コンプレックスと、人口 6 万から 10 万を収容するニュータウンの建設等が考えられている。

上記の規模を持つ港湾が、段階的かつ最低のコストで建設されるように、本巻ではその調査計画を港湾、都市、工業に分けて順次検討している。工場予定地は、できる限り港と近接することが望ましく、ニュータウン地区は、排水性の良い土地であることは勿論、ダム建設地点に近いということが送電コストの節約の面でも望まれる。

1.2 調査計画の範囲

本フェージビリティ、スタディの中での本巻の調査、計画範囲は、下記のとおりである。

- ・バブア・ニューギニア南部海岸に計画されるプロジェクトサイトでの海象、気象、地質環境に関する資料の収集、整理、評価。
- ・各プロジェクトサイトでの計画を目的とする深淺測量と地形図の作成。
- ・Wabo 地点での発生電力を利用するインダストリアル・コンプレックスおよびそれに伴う輸出入規模の再検討。
- ・港湾、インダストリアル・コンプレックスおよび、都市関連諸施設の概略的計画。
- ・全面開発案および段階開発案の港湾、工場、都市施設の概略レイアウトの計画と概略建設費の見積り。
- ・Gulf Provinceでの最適港湾候補地の選定、その計画案とHall Sound開発案との比較。
- ・資金回収計画の各種代替案に関する概略検討と策定。
- ・開発計画の管理体制についての概略検討。
- ・将来の詳細設計と追加詳細調査についての勧告の作成。

第 2 章 計画方針

2.1 港湾予定地の選定

Wabo 計画の予定ダムサイトは、Highlands 地域の南部斜面を流れ Papua 湾にそそぐ一連の大河川の一つである Purari 河の河口より内陸へ 100Km の地点に設定された。Papua 湾の沿岸部は、大部分がアルタ地帯からなるが Wabo ダムサイトより距離的には送電等の問題で適当と思われる。Orokolo Bay - Kerema 間、Cape Possession、Hall Sound の東側等においては、沿岸に海嶺が見られる。当初の調査では、Paia Inlet、Orokoro Bay、The Bluff、Cape Possession、それに Hall Sound が可能性のある工業港地域としてあげられていた（図 1 参照）。その後の調査で、Paia Inlet は、洪水位より高い適当な工業用地がないこと、将来絶え間のない維持浚渫の問題等の理由により不適とされた（Public Works Department、1971）。Cape Possession は、高台の土地が余りにも起伏の激しいことにより、工業用地として不適とされた。したがって、具体的な調査は、残りの下記の候補地点にしぼって実施された。

- Orokolo Bay、The Bluff、そして最終的に Vailala 河付近で選定された地点（以後 Vailala という）これらを Gulf 地区と総称する。
- Hall Sound 地点

図 2 に、これら地点の位置関係を示す。

2.2 Gulf 地区と Hall Sound 地点の概況

2.2.1 Wabo からの距離

Gulf 地区は、Wabo ダムサイトより 110Km、Hall Sound 地点は、295Km の地点にある。Hall Sound 地点への送電コストと Gulf 地区への送電線工事費の差は、概算 1 億 2,000 万米ドルと見積られるので、この送電距離の違いは、両地点の比較検討上、非常に大きな要素になる。その他に、Hall Sound 地点の欠点として考えられることは、長距離送電による停電の危険性、維持修理費の増大、出力の低下等が考えられる。

2.2.2 港湾地点としての適合性

Gulf 地区は築港上、数々の問題点をかかえている。これらの問題点を克服することは、可能であるが、それは大規模港湾開発によってのみ解決されうる性質のものである。Gulf 地区の特徴の主なものを挙げると下記のとおりである（図 2 参照）。

- ・ばらつきのあるコンステンシーの粘土質、シルト質、そして砂質よりなる地層を持つ緩勾配の海底地形よりなり、海岸線は南に面している。非常に遠浅で浚渫なしでは、10mの喫水を持つ船舶を海岸線より、4~5km以内に近づけることはできない状態である。
- ・付近には、適当な遮へいされた投錨地はない。海象条件が悪いので、外海にさらされた遮へいのないバースは、港湾の経済的運営上必要な期間の使用が不可能と思われる。
- ・海底では、現地の主要河川よりの堆砂のため、かなりのシルテーションが進行している。

一方、Hall Sound 地点は、卓越波浪に対して、十分に遮へいされた天然港といえる（図2参照）。Delena、Poukama 地区は、緩やかな傾斜を持つ、地耐力のある高地より出来ており、海岸線は、幅の狭い珊瑚礁の棚をはさんで水深深い海に面している。以上の自然条件は、Gulf 地区よりはるかに安い工事費で港が建設されることを示している。また、シルテーションも少なく、小規模な維持浚渫で十分と思われる。

2.2.3 工業立地の適合性

Gulf 地域では、約40kmにわたり、Purari河よりThe Bluff に向って海嶺が伸びており、海岸線に沿っては、洪水で冠水する細長い沿岸スワンプ（湿地）が広がっている。この細長いスワンプ地帯は、2kmないし5km幅で伸び、その背後には、クリークで無数に分断された一連の低い泥岩質の丘陵地帯およびその周辺は、場所的には洪水位より高い平地になっているが、範囲は限られており、これを工業用地として利用する時は、かなりの土盛りと排水施設が必要になるとと思われる。この地区での開発可能な工業用地の位置は、本編の中で明確に示されている。この工業用地は、スワンプ地区を横切る築堤道路（コースウェイ）によって、港と連絡される。Hall Sound 地点は、地盤のしっかりした水はけのよい広大な土地を持ち、若干の整地は必要になるが、全体として、港に近接した良好な工業用地といえる。

2.2.4 都市開発の適合性

一般的に言ってHall Sound 地点は、地形や気候の面よりGulf 地区より魅力的、経済的である。Gulf 地区には、都市建設に適した土地はあるが、利用できる面積は限られており、理想よりかけ離れた地区といえる。Gulf 地区において、用地開発費に影響する要素として、次のようなものが挙げられる。

- ・年間降雨量の多いこと（3,225mm/年）
- ・高い地下水位と緩勾配の地形、したがって水はけが悪い

- 大部分の土地を覆っている、ぬかった強粘性土
- 密生する森林

一方 Hall Sound 地点は、気候的に Port Moresby に近く、雨は季節的で、Gulf 地区よりもはるかに雨量が少ない (1,200mm/年)。また水はけのよい、なだらかに起伏した台地は、砂利混り土に、大部分被われ、変化に富んだ植生を有している。これは、熱帯雨林に覆われている Gulf 地区には、見られないものである。

2.2.5 建設資材の取得の難易さ

地区的に限られた現地調査より判断すれば、Gulf 地区には、2種の岩層が存在する。それらは、硬砂岩の混った砂岩と質の異なる石灰岩である。現地では、コンクリート骨材や防波堤用捨石材は、発見できなかった。したがって、将来の詳細調査で良質の骨材が発見できなかった場合すべての骨材は、他地域の適当な場所より海上輸送されなければならない。当初の調査によると、Hall Sound 地点には、種々の建設用骨材があるとされていたが、今回の調査では良質のコンクリート用骨材は確かめられていない。

2.2.6 既存の土地の利用と住民対策

今回のプロジェクトのような大規模な港湾、工業、都市開発は、経済的あるいは社会的に大きなインパクトとなり、必ず現地住民の生活に大きな影響を及ぼすと思われ、この影響への順応は、伝統的生活を変えられる住民にとって、非常に困難なことと推測される。Hall Sound 地点には、現在、The Bluff 地点より、居住民が少ないため、Hall Sound 地点の方が、住民生活の面で、あまり大きな影響を受けないといえる。しかし、これは逆にこのプロジェクトによって受ける利益が、現地住民にとって少ないともいえる。

2.3 開発計画の性格

2.3.1 開発プログラム

本プロジェクトについて、下記の二つの開発プログラムが検討された。

- 5年計画 : これは、Wabo 計画の総発生電力を5年の期間で開発プログラムに組みこんでしまう計画である。
- 10年計画 : これは、Wabo 計画の発生電力を最初の5年間アルミニウム精錬に充当し、後の5年間で、残りの電力をブラリ工業開発調査団の報告書に明記してあるすべての工業へ、割り当てるといふ計画である (2.3.2節参照)。

2.3.2 工業開発計画の範囲

港湾、工業それに都市計画の立案は、1975年に出された日本興業銀行ブラリ工業開発調査団の報告書に基づいて行なわれた（以下PISMレポートという）。更に必要なデータは、Swiss Aluminium Australia Ltd (1975)、Minenco Pty Ltd (1975)のレポートにより補足された。工業開発計画の規模は次表のごとくである。

表1 工業開発計画の規模

産 業	年 間 生 産 高 (t)	必 要 電 力 量 (MW)	必 要 工 場 用 地 (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
製 鉄	100,000	29	17
苛性ソーダ電解 エチレン、ダイクロライド	540,000	120	25
銅 精 鉄	100,000	11	35
亜鉛精錬	90,000	45	42
シリコンカーバイト	32,000	32	60
液化天然ガス	2,140,000	110	50
化学肥料	550,000	12	20
計		1,735 (MW)	51.6 (ha)

(注)天然ガス液化工場における最大限の安全操業を確保するためには、それ自身の工場用地、専用埠頭、用水問題等、他の工場と切り離して設定する必要があり、このための一切の費用は、LNG工場自身で負担すべきものと思われる。

LNGを除く、給水需要は、1日当り海水221,000 m^3 、真水187,000 m^3 である。そしてLNGプラントは、1日当り百万 m^3 の海水を必要とするので、合計1,221,000 m^3 /日の海水が必要になる。各工場の操業に伴って、多量の固形状、液状、ガス状の廃棄物が発生するので、これらの引き起こす種々の影響について十分調査し、処理部門での十分な管理体制も検討されなければならない。PISMレポートによると、これらの産業の直接労働人口は、11,000人にも及び、その中の20パーセントは熟練労働者としている。より詳細な工業開発計画の基本条件は第3章に述べられている。

ボーキサイト製錬も、今回の工業開発計画に組み入れられることが考えられる。このボーキサイト開発に伴って、港湾、工場配置計画は、部分的に修正ないし追加の必要が生じる。ボーキサイト製錬に伴う大きな問題点は、赤泥の処理である。この処理問題いかんによって、ボーキサイト開発のプロジェクト組み入れが決まると言ってもよい。

2.3.3 港湾計画

港湾は、最終的に、年間百万トンの一般商品と共に、年間約7百万トンの各種原材料の輸入を扱わなければならない。一方、加工材料の輸出は、LNGを除き年間2百万トンと想定される。通常の船級を使用した場合、上記の貨物を扱うためには、概ね15バースが必要になる。輸出入品目の内訳は、4.2節および4.3節で述べる。バースと港湾施設は、貨物が十分円滑に荷役される間は、各産業の共用施設として運用される。共用施設のグループ分けは、下記のとおりである。

- ・主要輸入バラ荷専用……………多量に荷役される3～4種の品目
(メジャー・バルク)
- ・少量輸入バラ荷専用……………少量だが品目が多岐にわたる品目
(マイナー・バルク)
- ・一般輸入商品
- ・輸出用製品
- ・コンテナ

港湾計画の中には、Fly河を經由してバージュで移入されるOK Tedi用のコンテナの積み換えバースも本計画には関連すると思われる。しかし、OK Tedi鉱山が開発されなければ、このコンテナバースは不要となり、バージュバースは、銅精選鉱用船舶の種類によっては、大型バースに切り換えられることも考えられる。

主要輸入バラ荷(メジャー・バルク)は、直接に工場敷地内まで、コンベアー輸送されるが、少量輸入バラ荷(マイナー・バルク)は、中間にあるストックヤードに、一度ストックされ、トラックで各工場に配られる。一方、すべての輸出貨物は、港まで道路輸送される。LNGは、分離されたターミナルで扱われる。港湾施設計画や、それらの施設の構造計画は、港湾予定地点の種々の制約条件に左右されるが、バース数は、それらとは切り離して、バース占有率、船待ち具合等によって決定される。港湾区域の水深は、船の運行にできる限り悪影響を与えないように、また、大型船でも干潮時以外は、自由に操船できるように計画されることが望ましい。また、5月より10月までは、南東季節風のシーズンとなり海象条件が非常に悪化するので、PISMレポートに想定されている船舶の安全荷役のためには、

遮へいされた港が必要条件といえる。それゆえ、Gulf 地区での港湾配置計画では、この季節に十分な遮へいを与える広範囲の防波堤が必要になる(図3参照)。海岸線に対しての港の相対位置は、構造物の建設費と各サイトごとに異なる基礎条件に関連して決定される。Hall Sound 地点は、図4にも示されているように、天然に遮へいされた港で、防波堤の必要性はない。港の備えるべき必要条件は、第4章に詳述する。

2.3.4 都市計画

大規模工業開発、および港湾建設は、自ずとニュータウンの建設を余儀なくさせ、都市の規模は、当初、工場労働者の数によって左右される。開発計画の最終段階において、工場労働者の全人口は、約11,000人に達し、都市人口は、60,000人から100,000人に膨れ上がることになる。都市計画用地は、最初の25年間で、2,000haから3,000ha必要になり、その後は更に、これ以上の土地が必要になると思われる。図5、図6は、二つの開発プログラムの都市人口増加状況を示している。開発の進捗時期により変化する人口構成は、建設工事労働者、重工業就労者、政府関係機関就労者、それに工業を支える第2次産業、サービス業就労者、およびこれらの家族よりなっているが、最小の人口を想定する目的で、重工業に従事する労働者1人当り、公共機関に働く人や、サービス業に従事する人を1人の割で想定した。上限の人口予想は、現在、国の都市部の年間人口増加率9%から12%を使用して推算されている。都市計画上、種々の開発モデルと開発基準が必要であり、これらの開発基準は、熟練外人労働者をパーマネント、ベースで工場に引き止めるのに十分なほど魅力的であることは勿論、収入、文化程度の異なるすべての都市移住者に、均等の雇用機会と良好な生活環境を与えるものでなくてはならない。

2.4 Gulf 地区の開発候補地

Gulf 地区に関しては、三つの港湾候補地点の比較研究を行なった。ロケーションは図3に図示したとおりで、それぞれの詳細は第6章に記載した。

2.4.1 Orokolob Bay

工場予定地は、Karava Mission の北側より、Muro Plantation に至る Aro Aro Hills のすそ野に沿って置かれる。この地区の、南側はスワンプ、北側は丘陵地帯と南北に制限されているため、開発は地形的に細長く展開されることになる。海底地質条件より、港は Laniau 村と Karava Mission の間の海岸線上に置かれることになる。この位置では、浚渫量を増すことになるが、浚渫費、アプローチ、トレッセル工費の合計工費上、最も経済的な位置といえる。1kmのコースウェイは、港とマイナーバルクのストックヤードおよび工場と

を結ぶ連絡道路となる。都市開発は、主に Ihu の北側、西側に展開され、Ihu より工場用地に去る Aro Aro Hills のふもとの地域、Ihu に近い丘陵地帯を中心にすすめられる。将来の拡張計画は、Ihu の北側または、Vailala 河を横切って Maira Plantation 側に展開される。

2.4.2 Vailala 地点

工場予定地の大半は、Maira Plantation の中に置かれ、Opa 村、Opasia 村を横切って南側方向に Belepa、Hiloi 地区方面に伸びることになる。この予定地は、他の二案と比較して用地が幅広くとれ、各工場の配置も自由に選択でき、かなりコンパクトな配置計画が考えられる。Orokolo Bay サイトについては、Vailala 工業地帯の操業に合わせて作動する港湾施設として、Koialahu 村の南側の海岸沿いに建設され、バルク・カーゴのストックパイルは、村の東側の海岸に設けられる。スワンプ地帯を横切る 5 km のコースウェイは、港と工場を結ぶ連絡道路になる。この配置の代替案として、Vailala 沖のリーフの活用もあるので、実施設計の段階では十分検討する必要がある。都市開発は、Vailala 河の片岸に展開され、開発地点の一つの中心は、Ihu に置かれ、Ihu の北側と西側の良好な土地が利用される。もう一つの開発地点は、工場予定区域のすぐ東側におかれることになる。将来の拡張計画は、Ihu の北側西側、さらに東側へと展開させる。

2.4.3 The Bluff 地点

工場予定地は、Huiva Plantation から内陸へ 4 km の海岸線に平行する細長い土地で、Kina Hari Hills の所で北西に曲がっている。この予定地は、非常に細長いので、工場配置の融通性は非常に貧しい。また、粘土質地帯のため、港湾の最適主地点は、Huiva Plantation の真南 5 km の沖合に置かれ、バルクストックパイルは、Plantation のすぐ東側に置かれる。港より陸揚げされた工業原材料は、3 km のコースウェイを通過して工場まで運ばれる。都市開発は、工場予定地と Vailala 河の間の最適地点として Maira Plantation を中心に展開される。将来の拡張は、Vailala 河を横切って Ihu 方面に行なわれる。

2.4.4 三候補地点の比較検討

第 6 章には、上記三候補地点の比較と優先順位付けについて詳細に記述しているので、ここでは Vailala 開発案選択の結論だけを述べる。The Bluff 地点は、沖合パスを持ったことになり、他の 2 案より非常に工事費の高いものになり、陸上工事でも排水に大きな問題をかかえている。開発費は、Vailala 案、Orokolo 案ともに、ほぼ同額であるが、社会的、環境的インパクトの面より、Vailala 案がよりまさっていると思われる。Vailala 開発案は、図 7 に示されている。

2.5 Hall Sound 地点開発案

開発計画の詳細は、第7章に述べてあり、図4はそのレイアウトである。港湾は、DolenaとPoukama間の珊瑚礁棚の端に沿って建設される。この配置は、浚渫量が少なく済み、将来ストックヤードの拡張が必要になった際埋立地を確保するために、浅い岩棚も利用でき、両面より理想的と言える。港と岸にあるバルクストックパイルはコーズウェイによって連絡される。工業用地は港に近いSoundの南側に置かれ、工場群は分散されて配置されるが、拡張のための敷地は豊富である。工業用地はもちろん、サービス産業の立地にも適した土地は、Soundの北東に開けている。都市開発は、工業用地の南東の台地に展開される。将来の拡張用地は、海岸線に沿う丘陵地帯の海側で、南西方向および、北側へと伸びることになる。

2.6 Vailala 開発案とHall Sound 開発案の比較検討

2.6.1 比較検討の手法

比較案は、図8に示され、遠近画法によるVailala、Hall Sound 両計画案が、口絵に描かれている。Vailala、Hall Sound 両案の比較検討上、考慮した点は、下記のとおりである。

- ・所要資本額と維持管理費
- ・環境問題
- ・社会的影響
- ・都市特性
- ・将来の開発への制約
- ・段階的开发への制約

上記の項目中、第1項は、数量的に算定できるが、他の項目は、今の段階では、相対的、定性的にしか比較検討できないので、各項目の比較結果は、バランスシートの形で、相対的順位を示すように、図9にヒストグラム化されている。

2.6.2 所要資本額

総建設費の内訳は、第6章と付録Aに詳述されている。図9より明らかのように、両案の投下資本額の差は非常に顕著で、Vailala案はHall Sound案より、約2億3,000万ドル程高くなっている。この相違を生じさせる主たる原因は、Vailala地区での約1億ドルの防波堤工事、6,000万ドルの浚渫費の増加、そして都市開発で6,000万ドルの差を生じさせたより難しい土地造成工事と高層建築工事にあるといえる。Hall Sound案の一つの短所は、より多くの土工をしいる工業用地計画にある。所要資本額の相違は、このようにかなり大きい

ので、仮に、工事費の総額が20%変化しても、Hall Sound 地区の優位は変わらないものと思われる。Hall Sound 案での送電線追加工事費は、1億2,000万ドルになるが、詳細の内訳は、第1巻のプロジェクト全体の経済性の検討の項に述べられている。Vailala 案での浚渫費の低減は、より小さなサイズの船級を将用することにより可能かもしれないが、オーシャンプレートがよけいかかることを考慮すれば、全体の経済性の効果は余り上らないと思われる。

2.6.3. 維持管理費

維持管理費の相違は、歴然としている。年利率11%、58年償還の条件で、現在価値に変換した金額が図9に示した。Vailala 案は、現在価値に割引いた値で、1,200万ドルに及ぶ維持浚渫が必要になる。一方、Hall Sound 地点では、事実上ほとんどゼロと思われるが、一応、現在価値にして100万ドルの維持浚渫費を計上している。Vailala 案の予定港湾は、海岸線上に造成されるので、食い止められた漂砂は港湾の東側に止り、港湾西側の海岸線では、かなりの侵食が予想される。したがって、この侵食防止対策として、堆砂を西側へ輸送する送砂施設が必要になる。この施設は、現在価値に変換して約500万ドルと想定される。送電コストは、別途、才2巻の「発電計画の経済性の検討」に詳述されている。

2.6.4 環境問題

各々の工場は、各企業の責任で工場廃棄物の処理を実施するものと想定した。しかし、この処理の程度は、現段階では、明確にすることは難しいと思われる。仮に、各工場が、現在の最先端の技術を導入したとしても、ある程度の環境汚染は避けられないものと思われる。現在、両地区での環境システムについて、ほとんどデータがない状態なので、廃棄物のもたらす自然への影響がどの程度かを明確にすることはできない。下記の調査項目は、これからの研究課題を示している。

- Vailala 案では河川の自浄作用を利用して処理済液状廃棄物の河中投棄ができる点で、他の案よりまさっているといえる。一方、Hall Sound 案では、河口に広がるマングローブのために、潜在的な危険性を持っているといえる。
- Vailala 案でも、排水機構の変化、汚水のスワンプ地帯への浸透は、一つの大きな問題といえる。

- ・ Gulf 地区のような多雨地区での、ガス状廃棄物あるいは、スラグ貯蔵地区からの浸透水のおよぼす影響等については不明な点が多い。懸案の環境関連法案の成立に伴って、詳細な環境アセスメントを、工業開発設計の初期段階で、実施する必要がある。環境アセスメントの手法としては、おこりうる環境問題を明確にし、悪影響を緩和する手法や公害の管理体制を提案し、工業開発後のモニタリングによる監視制度を完成すること等が挙げられる。

2.6.5 社会的影響

両案のいずれにしても開発が、Gulf 地区あるいは Hall Sound 地点の住民に、どの程度の影響を与えるかという点の調査は、今回実施しなかったが、このプロジェクトによって直接影響される人数を考えることも、一つの方法といえる。直接的影響としては、種族の土地あるいは部落の疎開、移転、が考えられ、結果として現行の食糧補給体制をかなりおびやかすと思われる。村を長期間不在にしている村民が多いので、村民の正確な人数を明記することは、非常に難しい。この村をあげている人を、年令的にみると、特に働き盛りの人が、Gulf 地区において、Hall Sound 地点より、多いといえる。本計画の開発に伴って影響を受ける人口の範囲は、両地区では、非常に異なり、Vailala 地点では、直接影響を受ける人は、約 4,000 人に達し、6 部落が、移転をせまられることになる。この移転に伴い、伝統的な彼等の生活様式も大き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、村の移転は一つですむ。なお、Hall Sound 地点で開発上必要とする地域は、大部分が、現在、専ら狩猟のために使われている。

2.6.6 都市特性

Hall Sound 地点は、Vailala 地点より下記の点ですぐれた生活環境を持っているといえる。

- ・ Hall Sound 地点は、排水良好な広い土地を有しているが、Gulf 地区では、工業開発地区、都市開発地区として予定されている土地の外周は、スワンプが多く、起伏の激しい丘陵地帯になっている。
- ・ Hall Sound 地点の気候は、Vailala 地点と比べて、より快適で、健康的である。
- ・ Hall Sound では、遮へいされた海でのヨット遊び、白い砂浜や珊瑚礁の沖合での海水浴等が楽しめるが、Vailala 地点では、このような娯楽は不向きである（上述のような諸点は、外国熟練労働者を引きつける大事な点である）。

- ・ Hall Sound 地点の景観と植生は、変化に富み魅力的なものであるが、Vailala 地区は、密な雨林とスワンプによって覆われている。

2.6.7 将来開発への制約条件

Gulf 地区での工業、都市開発用地は限られており、現在手もとにあるデータでは、何が真の制約条件になるかを予想することは、非常に難しい。しかし、要約すると、当初選んだ Vailala での工業、都市開発予定地周囲への拡張計画は、非常にコスト高になり、一方、Hall Sound 地点では、将来拡張用に、十分な土地を、より妥当な価格で得ることができる。Vailala 案での港湾の将来の拡張は、防波堤によって制限されているが、Hall Sound 案では、そのような物理的制約は見当たらない。

2.6.8 段階的开发への制約条件

Vailala 地点での段階的开发は、南東モンスーンシーズン中の船舶安全のための防波堤を設置しなければならないことから、非常に割高のものになる。また、防波堤を設けずに、港湾荷役を南東モンスーンシーズン以外の季節だけに限って行えば、工場の連続操業用に、原材料、製品の広大なストックエリアが必要になる。大型船舶を考慮に入れた遮へいの無い沖合ベースは、一つの現実的な案であり、これは、Vailala 河沿いに設けたバージベースおよびバージ運送とを結び付けた形ですすめられるものである。この場合、河でのバージ交通の交錯を避けるため誘致企業は一つに限定されると思われる。しかし、河川航路の維持浚渫を考えれば、現段階で、正確なコストを算出することは無理であるが、継続的かつかなり高価な維持費の出費を招くことになるとと思われる。また、代替案としては、バージベースが、アプローチトレッセルの途中に建設されることも考えられる。もし、Vailala 地点で、段階的开发が実施されれば、初期投資を低くおさえるオフショア・ベース（沖合ベース）開発案も考慮する必要があると思われる。ただし、このオフショア・ベースの場合は、開発最終段階時に、オンショア・ベース開発案より、約7千万ドル程建設費が高つくことになる、（6.2.6節参照）。図10に、アルミニウム精錬の第一次段階開発と結び付けたオフショア・ポートのレイアウトを示す。オフショアポートに関していえば、Bluff 地点が、最も建設費において安い。他のすべての要素は、非常に悲観的である。部分的に遮へいされた Vailala 地区の段階的开发案も検討されたが、オンショアとオフショアのレイアウトはともに、全遮へいの港湾レイアウトより優れた点は、見当たらなかった（図11参照）。Vailala 案と比較して、Hall Sound 案は、あらゆるベース配置が可能で、段階的开发に対しては、よりまさっていると思われる。

天然ガス液化プラントと化学肥料プラントの開発についていえば、もし、Vailala の西でガスが採掘された場合には、Vailala より Hall Sound までのパイプライン輸送費がかさみ Hall Sound 案は Vailala 案に対して、一つのハンデを持つことになる。

2.6.9 結 論

Hall Sound 案と Vailala 案の比較検討の結果は、前述したように、港湾、工業および都市建設の各分野で、Hall Sound の優位性を示している。他の重要な検討点である社会的インパクト、都市特性、将来開発への制約、段階的開発への制約に関しては、現段階では、定量的にいうことはできないが、Hall Sound が優利と判定された（図 9 参照）。

Hall Sound 案および Vailala 案の開発夢の相対的比較は下記の通りである。

(単位：百万米ドル)

		Hall Sound	Vailala
所要資本額	港 湾	1 4 1	3 1 6
	工業インフラ	1 5 4	1 5 3
	都 市	3 2 0	3 8 0
	土 地	5	5
総投下資本額		6 2 0	8 3 6
維持管理費 (現在価値変換値)		1	1 7
総 計		6 2 1	8 5 3

注) 上表のコスト比較には、維持管理費が各案共通であるため、含まれていない。

港湾の所要資本額には、投入銅精鉱を陸揚げするマイナーバルクバースの建設費が含まれている。また、図面に示すような、Ok Tedi 向けのコンテナの、輸送方式を採用した場合の積み換えバースを含むとバースバースは、約 1,600 万ドルの建設費を要する。Hall Sound 案の価格面での優位性は、Hall Sound まで伸びる送電線の工事費の増加分と合せて検討されなければならない。これらの影響に関しては、第 1 巻で検討しているが、この編に限っていえば、Hall Sound が最適の港湾開発地点といえる。

2.7 段階的開発—当初アルミ精錬のみの開発

段階的開発の一案として、アルミ精錬のみの開発を検討した。これによると Hall Sound 地点（図 3 9 参照）と、Gulf 地区の両地点（図 1 0 参照）で、年産 1 4 5, 0 0 0 トン（総生産の 2 5 %）と、年産 5 8 0, 0 0 0 トン（1 0 0 % 稼働）の港湾、工業、都市建設費は、下記のようになる。

アルミ精錬のみを考慮した場合の工業開発コスト

(単位：百万ドル)

	Hall Sound		Vailala	
	145,000t/年	580,000t/年	145,000t/年	580,000t/年
港 湾	4 5.6 7	5 4.6 1	1 5 1.9 0	1 7 7.7 8
工 業	4 1.7 4	6 1.4 6	3 7.4 8	5 5.9 0
都 ・ 市	4 7.0 9	8 0.0 0	5 3.4 2	9 5.0 0
土 地 取 得	1.0 0	2.0 0	1.0 0	2.0 0
投下資本合計	1 3 5.5 0	1 9 8.0 7	2 4 3.8 0	3 3 0.6 8
維持管理費	1.0 0	1.0 0	5.0 0	5.0 0
総 合 計	1 3 6.5 0	1 9 9.0 7	2 4 8.8 0	3 3 5.6 8

- 注) (1) 第一次開発段階時の港湾施設は、船級によるが250,000トン/年までの荷役を扱えると思われる。
- (2) 上表のコストは、維持管理費を含んでいない。
- (3) 上表のコスト単価は、1976年9月現在のものを使用。

2.8 アルミ単独開発

Wabo 以外の Aure よりに限られた電力を利用した単独産業開発の概略検討も第2巻になされている。それによると、単独産業として、年産232,000tの生産力を持つアルミ工場が考えられているが、年産232,000tは限界としており、将来の拡張やアルミ以外の産業の導入は考慮していない。検討されたアルミ単独開発の最適経済レイアウトは、付録Hに概略レイアウトと一緒にまとめられており、最も可能性のある2案については、総建設費と年間コストの、資金回収計画が作成されている。Orokolo 地点でのレイアウトでは、遮へいされないオフショアバースが想定され、このバースより陸揚げされたアルミナとカーボニックスは、トレッセル上の連絡道路やベルトコンベアを経由して陸に揚げられる。また、このトレッセルの途中で、所要のバース水深がある場所にバースが建設されることも可能である。バースは、Port Moresby でアルミを大型船に積み換え、帰路雑貨品を積んでくることも考えられる。

Hall Sound 地点でのレイアウトでは、オイルバースが1バース、アルミナとカーボニックスを輸入するバースが1バース、その他にアルミの出貨と雑貨の搬入のための1バースが必要となる。

付録Hで述べられる資金回収計画の要約が下表に整理されている。積算の単価は、1976

年9月現在のものを使用した。総建設費は、Hall Sound 案、Orokolo 案ともに、ほぼ同額であるが、維持管理費の面で、Hall Sound 案が有利になる（表H-2、付録H参照）。

（送電線コストは、産業への電力コストの相対比較の形で第1巻、4章に述べられている。）

	Orokolo	Hall Sound	
	バージ方式	従来方式	
総建設費（百万米ドル）			
港湾建設	67	33	
工業建設	30	47	
都市建設	51	46	
送電コストの差分	—	25	
総建設費	148	155	
資金回収			
ポートチャージ（米ドル/t）	金利 7%	11%	15%
Hall Sound	3.25	4.98	7.16
Orokolo	9.25	13.63	19.06
工業用地代（米ドル/ha/年）			
Hall Sound	15,280	22,670	29,760
Orokolo	9,680	14,380	18,870

第3章 工業開発計画の基本条件

3.1 概 説

本地域における工業開発計画に関しては、すでに下記の機関が調査を行っている。

- ・ブラリ工業開発調査報告書（日本興業銀行、1975）
- ・Swiss Aluminium Australia Ltd、（1975）
- ・Minenco Pty、Ltd、（1975）

上述の調査は、いずれも可能な範囲の電力を消費する産業の立地可能性について検討している。PISMレポートでは、ある程度それぞれ独立した企業からなるインダストリアル・コンプレックスを考え、他の報告書は、アルミ精錬、製鉄業のみを各々の対象としている。

3.2 誘致産業と開発時期

3.2.1 誘致産業

本水力発電計画の完工までに8年間を要すること、また、各々の産業の電力需要量を明確に予測し得ないこと等が、現段階において、誘致産業の投資の決心をにぶらしているといえる。今回の調査では、ブラリ工業開発調査報告書（PISMレポート）に明記してある複合産業群を基本的に採用している。以下に誘致産業とその想定所要電力量を列挙する。

業 種	想定所要電力量 (MW)
アルミニウム精錬	1,000
フェロアロイ	271
フェロニッケル	105
製 鉄	29
電解可性ソーダ	120
ニ塩化エチレン	
銅 精 錬	11
亜鉛精錬	45
シリコンカーバイト	32
液化天然ガス	110
化学肥料	12
計	1,735 MW

この想定された企業群に関して、現段階では、特に反対の意見もないので、表中と同様の企業群をHall Sound 地点へ導入することに想定した。2.3.2節に述べたように、ボーキサイト製錬を工業開発計画の一環として精錬行程に入れることも可能である。上掲の表中液化天然ガスと化学肥料工場は、天然ガスを海岸または海上の油井からパイプラインで導入することになるが、Hall Sound 地点へこの両企業誘致するためには、油井の位置にもよるが、およそ220kmのパイプラインが必要となる。2.3.2節に述べたような理由により、液化天然ガスのバースと工業用冷却水取水施設のコストは、今回の調査では検討されていない。代替案としては、ウラニウム濃縮計画が考えられたが、これのみで想定所要電力量は、2,430MWになり、今回の調査では除いてある。

3.2.2 段階開発時期

P I S Mには、「その時期になれば、電力市場は極めて好ましい状況となり、電力需要の伸びも急速でWaboの電力は5年間で利用されてしまうであろう」と述べられている。もし、上記報告書に想定されたような企業群が誘致された送電開始一年目に、すべて操業を開始し得る状況になるような場合には、港と都市の関連諸施設もまた、これにまにあうように造成することができるはずである。図12に、発電開始に至る8年間のメドにした港湾の建設計画を示す。このスケジュールにも見られるように、全関連施設の建設には時間的余裕があるが、工業開発計画は、これを10年計画とする方が妥当であると思われる。この場合、最初の5年間で、工業の核としてのアルミ精錬をスタートさせ、後半の5年間で残りの工業を開発していくこととする。工事費は5年計画と10年計画の両案について検討した。

3.3 工業用水

PISM レポートに想定されている所要工業用水は、下記のとおりである。

(単位 m^3 / 日)

業 種	淡 水	海 水
アルミナ精錬	8 5, 5 0 0	
高炭素フェロマンガ	2, 4 0 0	
シリコンマンガ	4, 8 0 0	
フェロシリコン	7, 2 0 0	
金属シリコン	4, 8 0 0	
高炭素フェロクロム	4, 8 0 0	
フェロニッケル	4 9, 0 0 0	
銑鋼一貫	3, 0 0 0	
電解可性ソーダ		7 2, 0 0 0
ニ塩化エチレン		
銅精錬	7, 7 0 0	7 0, 0 0 0
亜鉛精錬	1, 5 0 0	7 8, 8 0 0
シリコンカーバイト	1 3, 0 0 0	
化学肥料	2, 6 0 0	
	1 8 6, 3 0 0	2 2 0, 8 0 0

毎秒当り換算値

淡水……………2.16 m^3 / S

海水……………2.56 m^3 / S

天然ガス液化工場の設置には、淡水が700 m^3 / 日 (0.01 m^3 / S) 海水が1,000,000 m^3 / 日 (11.57 m^3 / S) 必要である。

3.4 産業廃棄物処理

3.4.1 概 説

計画されているすべての産業から、固体、液体またはガス状の産業廃棄物が発生する。これらの廃棄物は、周囲の環境への影響を最少限にいとめるためには、投棄前に、何らかの処理が必要である。理想としては、集中廃棄物処理場を設けて、廃棄物処理の集中管理をすることが望ましい。しかし、多種多様の廃棄物の発生を考慮すれば、中央集中処理する前に、第一次

処理を、各々の工場内で完了させることが先決かもしれない。

3.4.2 ガスと粉塵

電解炉、溶鋳炉、鋳石の焙焼、溶解したフッ化アルミニウム化合物の電気精錬等では、有害なガスや粉塵が発生する。有害ガスは、銅精錬、ニッケル鋳石焙焼時に、主に硫化酸化物、砒素酸化物を含み、鉄や合金の電解炉精錬時に、シアン化物を含む。また、アルミ精錬では、フッ素を含む。粉塵としては、銅、鉄、鉄合金精錬時の鋳物の粉塵をあげることができる。ガス状の廃棄物に対しては、大気に放出する前に、汚染源を除去する目的で、湿式除去や静電気沈澱法を極どこすことが望ましい。代替案として、粉塵の大部分を袋に収集後、煙突よりそのまま放出することも考えられるが、現地での無風日の頻度、落下時の湿度逆転等の面より、余り望まじいと思われない。現地の低い放射度、希釈度、高い湿度を考慮すると、酸化沈澱物や粉塵の落下分散は、周囲の植生、建築木材さらに人間の健康に非常に有害な影響を及ぼすと思われる。また、分離された粉塵は、循環して利用され、洗浄水は、処理されて再使用することも可能である。硫化酸化物製造のための接触反応で、硫化物を硫化三酸化物に変化させるという考えは、処理廃棄物を軽減する点より有効といえる。

3.4.3 工業汚水

工業汚水は、プラントの洗浄、ガス状廃棄物の湿式除去、インゴットの冷却、湿式化学処理、酸洗、冷却等の作業中に発生する。また、かなりの量の汚水は、スラッグ形成中、固形廃棄物の投棄場よりの浸透水中等に発生する。プラント洗浄水は、除々に退化する有機物や浮泥を含んでいる。特に、メタル製造過程よりのものは、オイルが混入されている。湿式除去用水の性質は、処理方法により、多種多様であるが、アルミニウム精錬よりは、フッ化物、フェロアロイ精錬よりは、シアン化物、銅ニッケル精錬よりは、硫化物、また、すべての精錬過程よりは、粉塵と、おおまかに分類できる。中古メタルの希硫酸溶解は、主に鉄塩や鋳酸を含むし、インゴットの冷却水は、浮遊スケールを含む。電気精錬を含む湿式化学処理は、通常クロームサーキット方式で、多量の廃棄物は作らない。溶解したスラッグは、裏込材、コンクリート用フォーム状骨材にするため、水中で急冷される。スラッグの粒状化過程で、冷却水は、フェノールや削りとられたスラッグの微粒子によって汚染される。一方、スラッグ中の浸透水は、溶解した金属塩や有機物を含む。これらの工業汚水が適当に希釈されないうで、直接、海や近くの河口に投棄されることは、全く望ましいことではない。シアン化物、フェノール、溶解金属塩、油、固形物、PHの低い工業用水等よりなる混合物の投棄は、貴重な資源を浪費するということの他に、環境的に種々の受入れかねる弊害をもたらすと思われる。冷却水は、もし、40°C以上で海中あるいは、近くの河口に放出されれば、多くの水中生物に悪影響を及ぼすと思われる。すべて

の工業汚水は、中央集中処理施設に送られる前に、オイル分離をし、浄化し、必要とあれば、石灰で中和して再浄化すべきである。中央処理場では、流量を調節してから、他の追加処理をすることが望ましい。この段階で貯水池で空気にあてられた処理水は、ごく限られた工業に再利用される他は、大部分河、海に放出される。これらの貯水池は、度々スラッジ（沈泥）の除去をする必要があり、これらのスラッジのためのストックエリアも必要になる。もし、硫化鉄鉱の焙焼、精錬時に、多量の硫酸が発生すれば、この処理方法は、現在のかかり低い市場価格を考えてみても、一つの大きな問題になると言える。市場での売却処理あるいは、特定工場での利用ができないようなら、酸の石灰中和処理その他適当な処理方法をとらざるを得ない。

3.4.4 固形廃棄物

固形廃棄物としては、亜鉛精錬、工業汚水や酸の石灰中和より生じる精錬所のスラグ、化学沈澱物等があげられる。溶解した精錬所スラグは、通常、高炉より投棄地点までつぼに入れられて運ばれ、フォーム状骨材用に急冷されたり、ごみ捨場に投棄されたりする。冷却されたものは、掘りおこされて埋立地に持っていかれ粉砕され、現地関係機関の管理の下に投棄される。スラグから浸出する汚水は、溶解金属も、多く含んでいるため、中央処理場で処理する必要がある。ライムスラッジを含む化学沈澱物は非常にかさばるので、各工場サイトに緩速沈降用の貯蓄場が必要となる。

3.5 排水

工業用地は、効率のよい、すみやかな排水を確保するよう、また、大雨や大潮時に排水が逆流しないように十分な高さがなければならぬ。このため、高水位より少なくとも7~8m以上の高さが、工業用地には必要と思われる。工場用地内や港への連絡道路の排水施設は、交通量の大きさよりもたらされる疲労破壊を防ぐ目的で、住宅地域で決められた基準より一段と高いものでなくてはならない。工業用地の背後に、高地がせまっている場所は、雨水を適当に取水して、開発用地内をうまく通過させる方法を講じなければならない。

3.6 工場の所要敷地面積

各工場の所要面積は表-2に整理されているとおりである。

表 2 工場用敷地

工場	敷地面積 (ha)	
	PISM報告書	今回の採用値
アルミニウム	200	150 (1)
フェロアロイ	46.5	52 (2)
フェロニッケル	60	65 (2)
銑鋼一貫	12	17 (2)
電解可性ソーダ ニ塩化エチレン	25	25
銅精錬	30	35 (2)
亜鉛精錬	37	42 (2)
シリコンカーバイド	60	60
化学肥料	20	20

- 注) (1) アルミニウム精錬に関しては、スイスアルミ社のレポートに推奨されている値を採用した。
- (2) この敷地は、埋立用、スラグの運搬処理用として各々5haずつふやしてある。
- (3) 液化ガス用敷地は、48haと想定されるが、上表には含まれていない。

3.7 共用ストックパイル用敷地

共用ストックパイルは、コンベアーベルトの長さをできる限り短くするために、海岸線におかれる。この方法は、工場敷地内のストックパイルまで、コンベアーをそれぞれ延長することが、コスト高になるので採用された。

共用ストックパイルより、各々の工場への輸入バラ荷原材料運搬は、道路を利用するにせよ、ベルトコンベアーを利用するにせよ、あらたな輸送費が別途加算されなければならない。共用ストックパイルでは、コンベアー輸送された原料は、野積場、上屋、サイロ等に分離貯蔵される。しかし、アルミニウムとニッケル工場に関しては、工場が港に最も近接しているため、共有ストックパイルのような中間ストックパイルは設けず、直接、工場敷地内のストックヤードに原料が輸送されるシステムとしている。この二つの工場へ輸送される原料合計は、輸入原料の50%強をしめている。

需給の変動をならすためのストックパイルの貯蔵能力は、平均船荷量の2隻分、または、年間取扱量の10%のうち、小さい方の値を採用している。詳細は表3に示す。

マイナーバルクの輸入をさばくためには、約20haの土地が、港への連絡道路（コーズウェイ）のすぐ近くに設けられなければならない。また、民間企業が動かす大量の液体物のためのタンク、一般貨物のための上屋等は、必要に応じて機能的に設ける必要がある。

表3 ストックパイルの所要面積

原 料	年間取扱量の10%(t)	平均船荷量の2隻分(t)	採用貯蔵量(t)	貯蔵形態(1)	最低必要面積(ha)
アルミニウム	150,000	60,000	60,000	3/20,000tサイロ	2.8
カーボニックス	30,000	60,000	60,000	3/15,000t上屋	
マンガン 鉱	50,000	80,000	50,000	野 積 場	5.0
ニッケル 鉱	190,000	80,000	80,000	野 積 場	
銅 精 鉱	40,000	2,400 ⁽²⁾	30,000	上 屋	
亜鉛 精 鉱	18,000	20,000	20,000	上 屋	2.0
塩	38,000	40,000	40,000	上 屋	
コークス	23,000	30,000	20,000	野 積 場	6.0
石 炭	26,000	30,000	25,000	野 積 場	
珪 砂	38,000	40,000	40,000	野 積 場	
クロム 鉱	18,000	20,000	20,000	野 積 場	12.0
砂 鉄	18,000	20,000	20,000	野 積 場	
オ イ ル		80,000	80,000	タ ン ク	10.0

注：(1) 採用貯蔵量は、5,000t単位にまらめている。

(2) OK Tedi 用のバース輸送のため設ける。

第4章 港湾計画

4.1 まえがき

本章は、輸出入を扱う港の計画、設計を支配する基本的な事柄について、論じ整理しており、港湾の配置計画はこれらの事項に基づいて作成される。具体的には、二つの配置計画「オンショアレイアウト」、「オフショアレイアウト」をGulf地区について検討している。第6章には、調査された両サイトのおのおの候補地について、最も適した配置計画が詳細に述べられている。Hall Sound地点では、「オンショアレイアウト」が最も適しているので、第7章で「オンショアレイアウト」について重点的に検討している。港湾計画の中での船級、輸入原料、輸出製品量を設定するための基礎としては、PISMレポート中の値を採用している。また、原料、製品の荷扱い、輸出入のパターン等は、工業開発、都市開発上の要求を完全に満たすよう、PISMレポートの方針に順じて計画されている。計画の基礎方針として、プロジェクトの進展に伴って生じる種々の計画変更は、経済的に対応できるよう、柔軟な対策が論じられている。

港を利用する工業者側の意向が、現在、まだ不明確なので、港の運営方法は、既存の港の管理方式を参考にすすめた（今回はTownsvilleを使用）。精錬された銅（150,000t/年）、ニッケル等は、現在Townsvilleでは、バー、ピレット、スラブ等の形で、一般船荷の場合、開発される人口60,000以上の都市で年間50万トンに上る輸入生活物資を扱う港の運営方式に関しては、特に参考にするような例はない。これらの一般貨物は、主にバラ荷とコンテナに分類されるが、コンテナ化は、将来次第に増加するものと思われる。荷揚げ方法は、現在Port Morsbyで行なわれているように、「Ship's gear」を採用することが自然と思われる。ガントリークレーンを備えたコンテナバースも十分に考えられるがこれは貿易パターンが明確になるまでは確言できない。このバースの利用方法の変換は、一般船荷用バースを利用して容易にできる。Hall Sound地点、Vailala地区ともに、バース背後に十分なコンテナヤード用敷地をとることができ、この面よりも十分将来の展開に対応できると思われる。

一般的に言って、港湾配置計画では、できる限り少ないバースで、より能率的な荷役をするように、ところをかけている。これは、今回の一つの方針であるバルクをメジャーバルクとマイナーバルクに分けて、共有荷役施設として利用するということにつながっている。

一方、港湾配置は、荷役作業が効率的にすすめられるような静穏度にも大いに関係するし、港湾構造物の基礎条件よりも制約される。

4.2 原料輸入

精錬のため原材料は、海外よりバブア・ニューギニアへ輸入されるが、最終段階で計画されている産業をまかなうための輸入原料は、合計7,000,000トン/年に達する。

輸入原材料の主要品目は下記のとおりである。

(単位：トン/年)	
アルミナ	300,000 (初年)
	1,200,000 (5年目)
銅精鉱	400,000 (最低)
	900,000 (最高)
マンガン鉱	500,000
ニッケル鉱	1,920,000
カーボニック	300,000
塩	380,000
珪石、珪砂	350,000
コークス	230,000
クロム鉱	180,000
鉄鉱石(粉鉱、砂鉄)	180,000
石炭(硬)	170,000
亜鉛精鉱	180,000
エチレン	90,000
石炭(軟)	90,000
石岩	50,000
マンガンスラグ	40,000
石灰石	70,000
電極ペースト	10,000
原油	250,000 (液体)

共有施設を建設する上で、アルミナ、マンガン鉱、ニッケル鉱、カーボニックを、メージャーバルクと指定し、その他は、マイナーバルクと指定した。以上の原材料の他に、都市の生活物資が入用である。開発当初、アルミニウム精錬のみが稼働する場合、都市の人口は約25,000人になる。この都市は、冷凍製品を含めて、毎年100,000トン程の生活物資を必要とする。

最終開発段階では、この生活物資は、約500,000t/年に膨れ上る。またアルミニウム

精錬の第一期開発段階では、初年度に概略50,000t/年の生活物資が必要となると推定される。もし、銅精鉱がOK Tedi等の銅山より、Fly河を經由してバージュ移入されれば、そのバージュは帰路、生活用品をコンテナに梱包して運搬することができる。想定されるコンテナは、このルートを利用する鉱山の数にもよるが、年間10,000個から30,000個と思われる。

4.3 製品輸出

主要輸出品目は下記のとおりである。

(単位：トン)

アルミナ・インゴット	1,450,000	(初年)
	5,800,000	(5年目)
銅	100,000	
フェロマンガ	90,000	
シリコン・マンガ	112,000	
フェロシリコン	74,000	
メタリックシリコン	17,000	
フェロクローム	91,000	
フェロニッケル	50,000	
	150,000	(4年目)
銅棒	100,000	
可性ソーダ	250,000	
二塩化エチレン	290,000	(液体)
亜鉛	90,000	
カドミウム	570	
シリコンカーバイド	32,000	

4.4 荷役と貯蔵方法

4.4.1 荷役

オフショアレイアウト、オンショアレイアウトともに、トレッセルの工費を最少にするように、貨物の運搬は、ベルトコンベアー、道路を最大限に利用することとしている。銅精鉱以外のバラ荷は、陸上にストックされる。

輸入されるすべての粉体は、マルチコンベアーで輸送される。コンベアーの能力は、荷役能力とバース占有率がよくバランスのとれるように決定されている。輸出される製品のうち、ドライバルクと液体物以外は、港に車で運ばれ、物によって野積場や上屋へストックされる。車よりの積みおろしは、フォークリフトを利用し、本船への積み込みは栈橋クレーンを利用する。切り離し可能なトレーラーは、プライム・ムーバーの高効率な廻転と、トレーラーの選択を可能にしている。

オフショアレイアウトでの平均交通量は、1時間1レーン当たり24台になり、ピーク時には、100台になる。片側一車線の連絡道路は、特に大きな渋滞を起こさずに、時間1レーン当たり250台の車をさばけると想定される。

オンショアレイアウトでは、状況がオフショアレイアウトと大きく異なり、一般貨物バース、製品バースの背後へは、必要とあれば、どこからでも連絡できることになっている。コンベアー輸送の代わりに、すべての貨物を、道路、鉄道で輸送することも考えたが、この場合、計画の最終ステージで、30トン車が、250台以上必要になり、片側二車線の道路一車線当たり平均180台/時のトラックが、オフショアレイアウトでは動くことになる。したがって、ピーク時は到底さばききれない程の量になる。

鉄道輸送に関しては、片側1線づつが必要となり、300両の貨車のストックが、海上バースで必要になる。この両案とも、上述の理由で、よい案とはいえない。一般貨車の荷揚げは、船のクレーンを利用し、フォークリフトで上屋、野積場に運ばれ、一時、ストック後、再びフォークリフトを使用して他の車に積みかえられる。コンテナ貨物が、一般貨物の荷役の大半をしめるようになった場合は、コンテナ専用のクレーン施設が必要になると思われる。

バースレイアウトは、このような変化に対応するように、柔軟性を持った計画になっている。OK Tedi 銅山の開発いかんによっては、銅の積み換え用地の一部をコンテナ専用ターミナルに転用することも可能である。現計画段階では、船のクレーンを中心に荷役を行なうので、バラ荷、コンテナ両用のバースとして計画されている。

オフショアレイアウトでは、建設費を最小額に圧縮するため一般貨物のストック・エリアを最少限度にとどめ、貨物の配送は、陸上の集中貯蔵所より行なうことにする。理想的には、栈橋上のストックは、船が最適のスピードで荷役できるように、少なくとも平均船荷量に等しいものでなくてはならない。それ以上のストック・エリアがあれば、たてつづけに二隻以上の船が入船し、予定の荷役量が補給または整理できなかつた時にも、船待ちを極力小さくすることが可能である。この様な事態は、1バースだけが荷役可能な状態のときは、非常に重大になるが、他のバースが操業を開始し、船の到着もある一定の決まったパターンを持つようになれば、この欠点も除々に解決されると思われる。

貨物運搬に関しては、ピーク時の荷役能力をあげるために、自動車輸送指向の方針の下にト

トラックをフル回転させるようなスケジュールの組直しをすることにする。

オンショア・レイアウトでの荷さばきエリアは、通常の港湾計画上の必要面積をとっている。最小回転半径、最少必要エリアを確保するように、バース・エリアでの車の走行速度は、最高20 km/hあるいはそれ以下に制限することにする。適当な駐車場、荷役用地は、交通の渋滞を防ぐ意味で、車道より十分に離して設けられる。インゴット出荷バースでは、トラックが道路に平行駐車して荷役できるように、また一般貨物については、トラックの後尾を45°の角度で上屋に向けて駐車できるように、所要駐車エリアが確保されている。工場建設時には、大量のプラント、建設資機材がインゴット、メタル、アロイ出荷バースより荷揚げされ、一般貨物バースは、生活必需品の補給に供される。

一般貨物バースでは、フェロアロイの25%程の出荷以外は、上屋にあげられる輸入貨物のみを処理するので、通常より少々小さな棧橋荷役エリアを持っている。上屋の貨物収容能力は、1バース当り10,000トンが適当と想定されている。

コンテナバースは、Fvieda、OK Tedi、Tifalmin、等と同型のコンテナ船と銅精鉱運搬バース、との積み換え港という考えに基づいて、年間最高30,000個のコンテナを扱うとして計画されている。もし、仲継ぎ荷役以外のコンテナの動きがあれば、コンテナストック・エリアは、さらに拡張されなければならない。

銅山との間に就航するバースは、河の制約を受けて、年間280日の稼働が予想される。したがって、コンテナ船は、一航海1,000個のコンテナが最も効率的であると思われる。もし荷揚げ、荷おろしを同時に考えれば、クレーン常設コンテナ船用に、岸壁上に1,250個のストックが必要になる。

コンテナの90%は、2段積みになり、残り10%は恐らく冷凍コンテナと考えられるが、一段積みとなる。フォークリフトでコンテナを扱うとすると、コンテナ1個当り平均40 m²の敷地が必要である。三段積みは、コンテナの内容別分類のいらない時は、土地利用の面より、またストラドル・キャリアの運転面より、考えても望ましいことではあるが、空箱に対する強風の影響を考慮すると、当地では余り得策ではない。

銅精鉱は、銅山よりの帰りのバースで輸送され、銅精鉱用バースで荷揚げされ貯蔵される。その後、コンテナは交換され、雑貨が詰めこまれる。コンテナ化されていない貨物のバース緊急輸送用に、コンテナ船用の1,250個のコンテナストック以外に、200個のコンテナとそのストック用地が必要である。もし、OK Tedi が開発される唯一の銅山となれば、用意される敷地は、縮小することができ、ある部分は一般コンテナ・ターミナルに利用できる。各々のバースに設けられる設備は表4にかかげてある。

4.4.2 貨物の貯蔵方法

一般的に、すべての輸入バルク原材料は、コンベアーで、輸出貨物は車で運搬される。すべてのコンベアーは、防塵、防湿のためにカバーが、かぶさっている。また下記のようなストックパイル用のカバーも必要となる。

原 料	貯 蔵 方 法
ア ル ミ ナ	サイロ
カーボニックス	上、屋
銅 精 鉱	"
塩	"
重 鉛 精 鉱	"
他 の バ ル ク	野 積 場

野積み場では、ストックパイルどうし風害で混じりあわないように十分に離して貯蔵する必要がある。ベルトの汚染は適当な予防処置（ベルトのクリーニング、逆転）をすれば、いろいろ異なった原材料を扱ったとしても十分防げられると思われる。

表 4 荷役設備

バース	貨物	クレーン/アンローダー	パース荷役能力	輸送形態
メージャーバルク	アルミナ	ニューマチック・アンローダー (500t/h)	1,000t/h	コンベアー (1,000t/h)
	カーボニック ニッケル、マンガニ	クラブ (500t/h)	1,000t/h	コンベアー (1,000t/h)
マイナーバルク	煙、珪石、石灰、 石炭	クラブ (350t/h)	700t/h	コンベアー (700t/h)
一般貨物				
輸 入	樽詰、袋詰、パレット詰貨物	船のクレーン	50-100t/h	トレラー
輸 出	メタル製品・インゴット	棧橋クレーン	400t/h	トレラー
コンテナ	コンテナ (OK Tediとの積み換え)	船のクレーン 20コンテナノード/毎時 ストラドルキヤリア フオークリフト	30,000個/年	
液 体	燃料、オイル、可性ソ ダ、二酸化エチレン	ホース		バイブライン
パ ー ジ	銅 精 鉱	クラブ (300t/h)	700t/h	コンベアー (700t/h)

4.5 対象船舶の種類

種々の貨物を扱う船舶の一般的サイズは、PISM リポートに仮定してあるように下記のごとく想定される。

表 5 船舶の諸元

貨物	代表的船級 ($\times 10^3$ D.W.T.)	満載喫水 (m)
アルミナ	25-40 (I)	10.0~11.4
銅精鉱	1.5 (バージ)	4.0
マンガン鉱	40	11.4
ニッケル鉱	40	11.4
カーボニック	30	10.8
塩	20	9.5
珪石	20	9.5
コークス	15	8.5
石炭	15	8.5
クロム鉱	10	7.9
重鉛精鉱	10	7.9
鉄鉱石、砂鉄	10	7.9
その他の乾燥バラ荷	不定	—
液体類	不定	11.5
一般貨物	不定	最大 9.5

注) (I) 計算では、平均 30,000 D.W.T. と仮定している。

4.6 所要バース数

4.6.1 バース算出上の仮定

バース数の決定は、輸出入される貨物の荷姿を考慮して行なわれ、工場別には、バースの分類を行なってはいない。たとえば、一つのバースで荷揚げされる珪石は、それを使用するすべての工業に供されるということである。貨物量の少ない品目は、バースを競合使用するが、ニッケルのように一つの品目でも、大量の荷役量のあるものは、専用の一つのバースを使用するように計画されている。主たるバース数の決定要因は下記のごとくである。

- ・バース当りの年間取扱貨物量
- ・一船当りの平均船荷量
- ・平均荷役時間

・ 妥当な平均船待ち時間

年間の輸出入貨物数量は、開発のどの段階においても年間を通じて大きなばらつきがなく、P I S Mに明記してある量と適合している。しかし、一船当りの船荷の量は、船級、貨物の種類、貿易の方法によって変化してくる。バルク原材料のアルミナ、ニッケル鉱、マンガン鉱、珪砂、塩、オイル、石炭、その他の金属原料は、バルク船で運搬量に応じた船級で運ばれる。マイナー・ドライ・バルク、一般商品、インゴット、フェロアロイ等は、現在通常貿易に活躍している一般貨物船で運ばれる。

また、主にOK Tedi銅山用に考えられているが、コンテナ荷役は、クレーンを備えたコンテナ専用船で扱われる。船の荷役時間は、船がバースで過ごすすべての時間をさし、ここでは週7日、一日各8時間の二交替制で荷役を行うものとする。荷役時間に関係する港での船費は、荷揚げ、荷降しの能力と密接に関連する。

一般貨物、袋詰め輸入バルク、輸出フェロアロイ、メタルインゴット等は、船級の異なる一般貨物船で運搬され、一航海の船荷は、5,000トンと仮定している（あるいは船荷の内容にもよるがコンテナ300個）。本調査ではフェロアロイは、バルク扱いの場合、品質の劣化、汚染を招くので、買手の求めに応じて封をしたドラム、樽、等にに入れて、出荷するように計画した。また、フェロアロイ輸出のうち25%は、一般貨物バースから出荷すると想定している。残りのフェロアロイ、金属インゴット類、（アルミニウム、銅、鉄鋼）は別々に輸出製品専用バースより出荷するようにしている。

上述の船荷に要する船舶の港荷役時間は、各々荷役能力に基づいて計算され、表6に整理されている。インゴットの出荷以外は、船舶自身のクレーンを利用して荷役をするが、インゴット荷役は、1週7日、8時間、2シフト制で、平均6ギャング、4ハッチで扱われる。表中では、以上のネットの荷役時間の他に離岸、接岸時、その他の不確定な必要時間として、一隻あたり5時間のアイドルタイムが加算されている。船の荷役時間算出の基礎となるギャング能力については、通常のパラ荷、雑貨、コンテナ混載貨物船を対称に控え目に算出したが、これは、将来、荷役、運搬形式が明確になるまでの仮定である。

一般貨物、袋詰めパラ荷、フェロアロイ、インゴットの荷役時間を、表6に記載した。もし、一船当りの船荷量やギャング能力が変化すれば、荷役時間も変化するが、その変化状況は、表6および表7に明記してある。

バルクの輸入に関していえば、通常、船のサイズと同量の満載の船荷をさばくとしてよいので、これに基づいて、平均荷役時間と公称荷揚げ能力の関係を、種々の船級について求め、図14に示してある。バース占有率は、年間350日稼働で安全側に検討している。コンテナ船は、自分のクレーンでコンテナを積み込み、降ろしたりするが、その荷役時間はコンテナの数によって変わる。

表6 一般貨物、袋詰バラ荷、フェロアロイ、インゴット運搬船の荷役時間

輸出入	荷物	平均荷役量 (t)	稼働ハッチ数		稼働ギヤング数		ギヤング能力 t/h/組	荷役量 (16hr) (t)	荷役時間 (hr)
			第1シフト	第2シフト	第1シフト	第2シフト			
輸入	一般貨物、バラ積包装貨物	5,000	4	4	6	6	11	1,056	5.1
		5,000	4	2	6	4	11	880	6.0
		3,000	4	2	6	2	11	704	4.6
輸入	袋詰バラ荷	5,000	4	4	6	6	20	1,920	2.9
		5,000	4	2	6	4	20	1,600	3.4
		3,000	4	2	6	2	20	1,600	2.2
輸出	インゴット	15,000	4	4	4	4	100	6,400	2.7
		10,000	4	4	4	4	100	6,400	1.9
		5,000	4	4	4	4	100	6,400	1.1
		5,000	4	2	4	2	100	4,800	1.4
		3,000	4	2	4	2	100	4,800	0.9
輸出	フェロアロイ、桶、樽、袋物	5,000	4	4	4	4	50	3,200	1.9
		5,000	4	2	4	2	50	2,400	2.4
		3,000	4	2	4	2	50	2,400	1.6

表7 所要バース数(一般貨物、袋詰バラ荷、フェロアロイ、インゴット、コンテナ)

ク	ス	貨物	年間取扱 量 (t)	船荷 サイズ (t)	第2ソフト のギャング の減少	寄港数 (回/年)	荷役時間 (日)	バース占有率 (%)				所 要 バース数
								1バース 20.0	2バース 45.0	3バース 37.5	4バース 65.0	
1. アルミナ精練、 又はアルミナ、銅 精練単独開発												
1.1.	アルミナ年間 145000t 生産	一般貨物	50000	5000 5000 3000	なし あり あり	10 10 17	5.1 6.0 4.6	14.6 17.1 22.3				1バース
		アルミナインゴ ット輸出のみ	145000	15000 10000 5000 5000 3000	なし なし なし あり あり	10 15 30 30 50	2.7 1.9 1.1 1.4 0.9	7.7 8.1 9.4 12.0 12.6				1バース
		アルミナ、銅、 インゴット輸出	250000	15000 10000 5000 5000 3000	なし なし なし あり あり	17 25 50 50 83	2.7 1.9 1.1 1.4 0.9	13.1 13.6 15.7 20.0 21.3				1バース
1.2.	アルミナ 年間 580000t 生産	一般貨物	150000	5000 5000 3000	なし あり あり	30 30 50	5.1 6.0 4.6	43.7 51.4 65.7	21.9 25.7 32.9			2バース
		アルミナインゴ ット輸出のみ	580000	15000 10000 5000 5000 3000	なし なし なし あり あり	40 60 120 120 200	2.7 1.9 1.1 1.4 0.9	30.9 32.6 37.7 48.0 51.4	15.4 16.3 18.9 24.0 25.7			2バース
		アルミナ、銅、 インゴット輸出	700000	15000 10000 5000 5000 3000	なし なし なし あり あり	47 70 140 140 233	2.7 1.9 1.1 1.4 0.9	36.3 38.0 44.0 56.0 59.9	18.1 19.0 22.0 28.0 30.0			2バース
2. 全産葉開発												
		一般雑貨	300000	5000 5000	なし あり	112 112	5.1 6.1	163 193	81.6 97.6	54.4 65.0	48.3	3~4バ ース (貿易バ ターンに よる)
		袋詰バラ	260000	3000	あり	187	4.4	235	118	78.3	58.7	
		25%フェロアロ イ輸出	300000									
		フェロアロイとマ イナノタル輸出	950000	5000 5000 3000	なし あり あり	190 190 317	1.9 2.4 1.6	103 130 145	51.6 65.1 72.5	34.3 43.8 48.3		3バース
		アルミ、銅 鉄インゴット 輸出	1000000	15000 10000 5000 5000 3000	なし なし なし あり あり	73 110 220 220 366	2.7 1.9 1.1 1.4 0.9	56.3 59.7 69.1 88.0 94.1	28.1 29.8 34.6 44.0 47.1			2バース
3.	コンテナ	コンテナ	20000	1000	なし	20	5	28.5				1バース

4.6.2 船待ち

一般貨物やバラ荷の荷役状況を、数多くの国際商業港で観察してみると、船の毎日の到着に
関しては、ポアソン分布、荷役については、アーラン分布をあてはめると、港での実際の状況
とよく似た船待ち傾向の出ることが確かめられている (White 1972、UNCTAD 1973)。
この手法で、後述する経験的な修正をほどこして、下記の商品グループの荷物をさばくための
最もふさわしいバース数を算出することができる。

- ・第一グループ：一般貨物、袋詰バラ荷、フェロアロイ、金属インゴット、コンテナ
- ・第二グループ：アルミナ、ニッケル鉱、マンガン鉱、カーボニック
(メジャーバルク)
- ・第三グループ：石炭、珪石、塩、その他の鉱石
(マイナーバルク)

いったん、船の寄港数と平均荷役時間が、一般貨物、袋詰めバラ荷、フェロアロイ、金属イ
ンゴットについて計算されれば、船待ち理論に基づいて、バース毎の待ちに対しての荷役時間
の関係が導かれる。船荷の港での原価計算は、船待ちコスト、岸壁、荷役機械コスト、維持修
理コスト等を使って算出することができる。この計算方法で、最適バース数を決定することも
可能と思われるが、このような経済的検討結果は、種々の計算要素によって非常に大きく左右
される。種々の要素としては、船級、滞船コスト、実際の船待ち状況とバース占有率の関係等
があげられる。船待ち状況とバース占有率の関係は、理論的には、待ち理論で究明されるが、
実際は、各港毎にその港の特性をおりこんで修正されなければならない。ここでは、それらの
基本的データが揃うまで船待ち時間/荷役時間=0.25と仮定することにする(付録B参照)。

この値は、船舶が許容し得る船待ちの限界値と考えられる。一般貨物、インゴット、マイナ
ー・バルクバースでは、寄港する船級出港地、荷役能力が多種多様にわたるので、船の到着は、
ランダムになり、船待ち理論はそのまま適用できると思われる。付録B-1に、詳細な待ち時
間/荷役時間の関係をバース占有率、バース数の関数として示してある。ここでは、アーラン
係数Kを1にして、船舶の様々な異なる船荷能力に対応させている。アルミナ、カーボニック、
ニッケル鉱、マンガン鉱を扱うバースは、特に開発当初において、稼働率の点でバースとコン
ペアーの最高の連繫を要求される。

これは、結果としてかなり密度の濃いバース利用になり、寄港状況もかなり不規則になると
思われる。しかし、船級の一律化、荷役能力の均一性を考慮すれば、付録B-1の船待ち時間
/荷役時間(TW/TS)の関係は、一般雑貨バースの場合の0.4倍と想定され、より小さい値
を示すと考えてよい。これは、アーラン係数Kが無限に近づいていると解釈される。付録B-
2には、この修正された船待ち時間/荷役時間の関係が示されている。以上の計算では、バース

スの年間稼働日数は350日と仮定している。

4.6.3 一般貨物、袋詰バラ荷、フェロアロイ、金属インゴット、コンテナバースの所要数

表7は、種々の異なる船級、荷役能力に対しての所要バース数が船待ちと荷役時間の比を0.25とし、この範囲内で求めたものを示している。結果をみればわかるように、バース数は、船級、荷役能力に余り影響されていない。アルミニウムのみか、あるいはアルミニウムと銅精錬が始まった場合、当初1バース、最終2バースずつあれば、所定の一般貨物とインゴットの輸出は、まかなえることになる。想定したような工業開発の最終段階では、一般貨物バース4、フェロアロイバース3、メタルインゴットバース2、合計9バースが必要になる。その他に、コンテナと液体バラ荷専用は、各々1バースずつ必要である。

4.6.4 メジャー・バルク・バースの所要数

表8は、アルミナ、ニッケル、マンガン鉱専用船の寄港頻度を示している。アルミニウムのみの開発では、アルミナとカーボニックの年間所要輸入量を扱うのに、船級によって、1～2バースが必要になる。表9には、以上の関係の詳細を、図14には、バース占有率と公称荷揚能力の関係を示す。第2-A案は、基本的にはバースへの初期投資が最小であるので、最も有利と思われるが、アルミナ船またはニッケル船を同時に2隻荷役しなければならないので、荷役機械設備一式も各2基必要でその配置設計は非常に難しいものになる。ベルトコンベアー能力1,000トン/時は、現在の技術水準では十分可能と思われる。

4.6.5 マイナー・バルク・バースの所要数

マイナーバルクを扱う船の寄港頻度について、表10に表す。バース占有率と荷役能力との関係を、図14に示したが、それは処理能力350トン/時のアンローダー4基と2連の700トン/時のベルトコンベアーの荷役施設を備えた二基のバース案が採用されれば満足し得るものとなる。バースの待ち時間が、はなはだしく大きくなって来た時は、第三基目のバースの新設が自ずと必要になる。

4.6.6 所要バース数の概要

最終ステージに必要なバース数は、表11に要約されている。

表8 アルミナ、ニッケル、マンガン鉱用船の寄港頻度

平均船級 荷揚げ荷物 (D. W. T.)	開 発 年 度					
	1	2	3	4	5	6
アルミナ、カーボ ニック	30,000	年入荷量 465,000	930,000	1,162,500	1,395,000	1,860,000
		寄港数 16	16	31	39	47
ニッケル	40,000	年入荷量 640,000	1,280,000	1,280,000	1,920,000	1,920,000
		寄港数 16	16	32	32	48
マンガン	40,000	年入荷量 510,000	510,000	510,000	510,000	510,000
		寄港数 13	13	13	13	13
アルミナ、カーボニクだけの船寄港数	16	16	31	39	47	62
全原料の船寄港数	45	45	76	84	108	123
全原料の荷揚げ量	1,615,000	1,615,000	2,720,000	2,952,500	3,825,500	4,290,000

表9 アルミナ、ニッケル、マンガン鉱用ベースと荷揚げ能力

計画案 開発年度	公称 (t/h) 公称 (t/h) ベース当り 荷揚げ能力	パース数	コンベアー		ニューマチックアンローダー		グラブアンローダー		
			所要 能力 (t/h)	連数	所要 能力 (t/h)	機数	所要 能力 (t/h)	機数	所要 能力 (t/h)
1. アルミナ、カーボニックだけ									
1 & 2	300	1	1,400	1	700	1	700		
1A	600	1	1,400	1	700	1	700		
4	800	1	1,400	1	700	2	700		
5	1,000	1	1,400	1	700	2	700		
6	1,350	1	1,400	1	700	2	700		
1 & 2	300	1	800	1	400	1	400		
3	600	1	800	1	400	2	400		
4	800	1	800	1	400	2	400		
5	300	2	800	1	400	2	400		
6	400	2	800	1	400	2	400		
2. アルミナ、カーボニック、ニッケル、マンガン鉱									
1 & 2	350	2	1,000	1	500	2	500	2	500
3	600	2	1,000	2	500	3	500	3	500
4	650	2	1,000	2	500	3	500	3	500
5	850	2	1,000	2	500	4	500	4	500
6	1,000	2	1,000	2	500	4	500	4	500
1 & 2	350	2	850	1	550	2	550	2	550
3	600	2	850	2	550	3	550	3	550
4	650	2	850	2	550	3	550	3	550
5	500	3	850	2	550	3	550	3	550
6	550	3	850	2	550	3	550	3	550

注) (1) パース限界占有率は、1 パースでは40%、2 パースでは、62.5%
 (2) どのパースにもベースに平行に走っているコンベアーに2基のアンローダーがついて荷揚げされる。
 例えば、2 パースの時は、2 隻のアルミナ船が2連のコンベアーを利用し、3 パースの時は、2 隻のアルミナ船と1 隻のニッケル船が、同時に荷役される。

表10 マイナーバルク船の寄港頻度

原 料	平均船級 ($\times 10^3$ D.W.T)	年間取り扱い量 (百万トン/年)	寄 港 数 (回)
塩	20	0.38	19
珪 砂	20	0.35	18
小 計		0.73	37
コ ー ク ス	15	0.23	16
石 炭	15	0.26	17
小 計		0.49	33
ク ロ ム 鉱	10	0.18	18
亜 鉛 精 鉱	10	0.18	18
鉄 鉱 石	10	0.18	18
小 計		0.54	54
そ の 他	10 (平均)	0.26	26
計		2.02	150

表11 所要バースの内訳

バ ー ス 名	バ ー ス 数
メジャーバルク (輸入)	2
マイナーバルク (輸入)	2
コンテナ (積み換え)	1
バ ー チ (輸入)	3
一 般 貨 物 (輸入)	9
製 品 (輸出)	
液 体 貨 物	1
計	18

4.7 バースの長さ

4.7.1 概 説

種々のグループの荷物を扱う所要バース長は、船の全長とその寄港頻度によって決まる。

4.7.2 一般貨物バースと製品輸出バース

一般貨物、袋詰バラ荷、フェロアロイ、メタルインゴット等を扱う船は、1,500 D.W.T. から30,000 D.W.T. の範囲にあり、船長は90 mから190 mである。

開発初期に、1バースが建設されるが、そのバースは、予定される船舶のうち、大きいものに標準をあわせて長さを決めねばならない。しかし、港の開発が進み、2バース、3バースが増設された時は、バース延長は、船の寄港状況と船のサイズを考えあわせて決定されなければならない。大きな船が、二隻あるいは、それより数多く、同時にバースを占有してしまう確率は少ないので、この頻度の少ない条件に合わせて、バース長を決定する必要はないと思われる。表12に各サイズの船の全長とその寄港頻度を列挙した。

表12 一般貨物、混載バラ荷用船舶の船長とその寄港数

平均船長 (m)	寄港頻度 (%)	平均船長以下の船舶の寄港確率 (%)
90	17.5	17.5
110	15.0	32.5
130	20.0	52.5
150	30.0	82.5
170	15.0	97.5
190	2.5	100.0

計画でのバース延長は、90%の確率で寄港船舶が、いつでもどこかのバースにけい留できるという前提のもとに決められている。このバース長は、表13に示されている。バースの利用率は、船待ち理論で使用した年間350日稼働に基づいている。

表13 一般貨物混載バラ荷専用バース長

けい留 船舶数	(1) 最小必要バース長 (m)	
	可能けい留率 97.5%	可能けい留率 90%
1	230	200
2	400	376
3	575	545
4	750	705
5	915	855

注) (1) 船間距離は1.5m、端バースは2.0mの余裕をみる。

4.7.3 メージャー・バルク・バース

アルミナ、カーボニック、ニッケル、マンガン鉱等を運搬するバルク・キャリアーは、船級がかなり固定されており、計画では、30,000D.W.T. 船長200mをバースの延長を決定するに当って採用しているが、その所要バース長を、表14に示す。

表14 所要メージャー・バルク・バース長

けい留船舶数	(1) 最小必要バース長 (m)
1	240
2	455
3	670

注) (1) 船間距離は1.5m、端バースは2.0mの余裕をみる。

4.7.4 マイナー・バルク・バース

塩、珪石、石炭、コークス、その他金属鉱石等のマイナー・バルクを扱う船舶は、船級では、10,000D.W.T. ~ 20,000D.W.T.、船長では130m~170mの範囲にある。一般貨物用バースの延長決定用に使用したと同様な統計的処理をすると、表15と表16のように表される。

表 1 5 マイナーバルク用船舶長と寄港頻度

平均船長 (m)	寄港頻度 (%)	平均船長以下の船の寄港確率 (%)
130	15.0	15.0
140	35.0	50.0
150	25.0	75.0
160	20.0	95.0
170	5.0	100.0

表 1 6 マイナーバルク所要バース長

けい留船舶数	⁽¹⁾ 最小必要バース長 (m)	
	可能けい留率 97.5%	可能けい留率 90.0%
1	210	200
2	390	375
3	545	530

注) (1) 船間距離は 15 m、端バースは 20 m の余裕をみる。

4.7.5 コンテナ・バース

バース長は、20,000 D.W.T. コンテナ船に対して 250 m とする。

4.7.6 液体荷物バース

満載喫水 13.5 m の液体専用船は、潮位を利用して出入港する。棧橋は、通常のホース等荷役施設を完備し、接岸施設は、ドルフィンタイプである。

4.8 水深

表 5 に代表的船舶のサイズと喫水との関係を示す。一般的に、マイナーバルク、輸出入専用バースを備えた港湾では、浚渫をして水深 (付録 の Datum 参照) は、-1.0 m としており、15,000 D.W.T. 級までの船が潮位に関係なく、接岸できるようになっている。しかし、20,000 D.W.T. 級までの船舶が移動する場合は、小潮時には、若干の潮待ちをしいられることになる。外洋に近い港内は、-1.2 m まで浚渫され、30,000 D.W.T. までは潮に関係なく出入港上、操船可能である。それより大きな船、例えばオイルタンカー、メー

ジャー・バルク専用船のバースは、 -1.4 m 、コンテナ専用船バースは、 -1.3 m の泊地浚渫がなされるが、出入港は潮待ちをしいられる。

4.9 航路と船廻し場

理想では、航路は卓越風波方向に平行であることが望ましいが、浚渫コストを最低限に抑えるよう、海底地形も十分に考慮する必要がある。航路を曲げる時は、その交角は 30° 以下にしなければならない。港内の沖側には、タグボートの補助を以て $30,000\text{ D. W. T.}$ 級の船がフル廻転できるよう、直径 600 m の船廻し場が設けられている。他方、 $10,000\text{ D. W. T.}$ 級船舶に対しては、直径 400 m の船廻し場で十分である。しかし、上述の船廻し場が荷待ちの船の投錨場に使われるときは、操船上タグボートを使わなければならない。航路の浚渫水深は、 -1.25 m で、 $30,000\text{ D. W. T.}$ 級の船舶が、潮に関係なく入出港が可能である。航路幅は、一方通行を考えて当初 200 m とるのが適当である。最終的には、 250 m に拡張される予定である。

4.10 操 船

潮流は、ここでは余り大きな問題はないが、時々生じる 14 ノット (7 m/sec)以上の風は、操船に影響をきたすと思われる。曳船の常設は、スムーズな港内操船には、欠くことのできないもので、離、接岸時の安全性を増し、時間の節約にもなる。港内操船の観点からいうなら、港では、当初 $1,000$ 馬力の曳船 2 隻が最少限必要と思われる（静穏度に関しては、第6章を参考）。南東モンスーンシーズン時には、効率的な荷役を行うために、プロテクションが必要となる。このためGulf地区では防波堤を建設しなければならない。一方、Hall Sound地点は、天然の良港であるので、防波堤の必要はないと思われる。

4.11 港湾構造物の必要条件

基礎の土質条件に関しては、第6章に詳細に述べてある。一般的に、OrokoloとVailala地点では、軟弱な堆泥のために、重力式構造物は不向である。

したがって、この両地点では、杭構造が最も適当と思われる。Bluff地点の海底地盤は硬質より固結粘土の土質に属し、杭基礎はもちろん、重力式基礎を支えるにも十分な地耐力があると思われる。現場での防波堤用の適当な骨材や石材の入手難を考えると、現場以外の土地で完成品を建設し、現場に運んで来る建設方法も考えられる。今回の計画では、工事費の比較の見地より、同一構造物の杭基礎をGulf地区全案（Orokolo、Vailala、The Bluff）にわたって採用している。オフショアレイアウトの時は、トレッセルに関しても杭基礎を採用している。

Hall Sound 地点では、種々の構造物が可能と思われるので詳細設計の段階で、最適構造物選択のため、より詳細な検討が必要である。Hall Sound 地点のコスト算出用には、従来よりの杭構造を採用している。岸壁の高さは、最低 4 m を想定している。現在までの暴風雨による長期の水面の上昇の記録はなく、最終設計に先立ちさらに調査すべきで、今後の調査結果次第では若干、天端を上げる必要も考えられる。

4.12 工 事 費

4.12.1 概 要

港湾構造物の建設費は、通常材料費、労賃建設機械の損料、据付け費等よりなっている。建設費の算出は、ダム発電建設費の算出と同様なデータを使用している。特に、材料、労賃に関しては、ダム港湾両部門の建設費の対比が可能なよう共通の単価を使用している。積算は、1976年9月現在の価格を基礎としている。

4.12.2 建設材料

一般的に、資材費は、港湾建設費の大半をしめる。パプアニューギニアでは、必要資材のほんの少しのものしか入手できず、各港湾現場付近でも、建設用木材は乏しく (Department of Forests, 1973)、良質なコンクリート骨材も、今の段階では、確認されていない。他の主要建設資材は、たとえば、プレハブ材をふくむ鉄骨材、鉄筋、セメント、その他の建設機材に関しては、日本が一番安価な供給国になると思われるが、これらは、日本から Port Moresby に陸揚げされるとして積算を行なった。コンクリート用骨材、構造用木材は、それぞれ Port Moresby、West New Britain より入手するとして積算された。Hall Sound 地点での建設費は、良質な骨材採集の可能性の面より、有利であると思われる。Gulf 地区の港湾候補地点には、軽飛行機または、喫水の浅い船でしか近づくことはできないが、Hall Sound 地点には、簡易道路を通して、Port Moresby より連絡でき (現在この道路は改良中)、また、より深い喫水の船で現場に入ることができる。

建設時に必要な建設資材は、概算で 10 万トン/年に及ぶと想定されるので、現地への輸送機関は、一方法に頼らないほうが良いと思われる。Gulf 地区の場合、資機材は、Port Moresby でバージに積み換えられた後、現場に近い 4 m 水深を有し、波浪に対して遮へいされていない。工事用棧橋に運ばれると仮定して工事費を算出している。天候による欠航率や Port Moresby に入る外洋船の寄港のバラツキを考慮して、資機材輸送には、5 隻の 1,500 D. W. T. 級の軽喫水の自航バージの就航を考えている。バージ輸送されるコンクリート用骨材の荷揚げ費節限のため、ポンプによる陸揚げ施設も考えられる。工事用棧橋は、一年の中でも、静穏な時期を選んで建設される。

この棧橋用の建設資機材は、Port Moresby より上陸用舟艇で搬入されるので、非常に高価なものになる。

代替案として、5,000 D.W.T. 級船舶の接岸可能な工事用棧橋も考えられたが、とても現場にすぐわず、天候による遅れを余儀なくされるので不採用にしている。Hall Sound 案での資機材の輸送費は、10,000 D.W.T. 級用の棧橋を現場近くに仮設して利用するものとして算出している。この方法をとると、Port Moresby での積み換えは、必要なく、仕出港より直送されることになる。

4.1 2.3 工事費の単価

資機材の現場コストが算出されれば、工事費の単価は、労賃、建設機械の損料等を加味して、工積毎に算出される。以上のコストに、オーバーヘッドと現場設営費、利潤が加算される。工事費を現実的に見積るために、労働者は、メラネシア人とオーストラリア人の混合として労務費を決め、パプアニューギニア人は熟練度が低いので、割増し率が考慮されている。他の国よりの労働者の導入は、労賃の低下を実現させる一つの手段かもしれない。

4.1 2.4 その他のコスト

Bluff 地区にある固結粘土の浚渫費は、オーストラリアの経験豊かな浚渫会社による見積りに基づき、作業船としては、強力なサクシオン・トレイラー式浚渫船を採用するとの想定の下に算出した。積算では、オーストラリアで実際使っているカッター・サクシオン、サクシオン・トレイラー式浚渫船の運転経費と能力を Vailala, Orokolo, Hall Sound 地点のシルト、軟弱粘土浚渫用に適用している。

4.1 2.5 エンジニアリング・コスト

港湾工業、都市開発に伴うエンジニアリングコストは、ダム発電所建設部門と同様に総建設費の10%を現段階では考慮している。

4.1 2.6 P.U.G. 政府管理コスト

現在、の Purari Co-ordinating Committee から関係業務を引き継ぐことになる P.N.G. の関係省庁が、プロジェクト完遂のために行うリエゾン業務、管理統括業務の費用として、総工事費の5%を考慮することにする。

4.1 2.7 予備費

今回算出した建設費は、フィジビリティ検討段階での限られたデータで積算をしている

ため、最終積算時には、下記の項目についてさらに検討する必要がある。

- 現地調査の精度 深浅、気象データ
- 予備計画、予備設計、概算工費積算等において仮定した条件の妥当性
- 詳細設計時の数量の調整
- 建設時に遭遇する海底土質状況の変化
- 世界経済のうねりを反映する入札時の業者の動き

以上の諸要素にかんがみ、プロジェクトの予備費としては、1976年9月現在で見積りの総工事費の10%をあてることにする。

第 5 章 都市計画

5.1 目的と基準

ニュータウン建設の直接の目的は、工場およびその従事労働者のために住宅、商店、学校その他サービスのための施設を提供することである。

1976年10月にバプアニューギニア政府が発表した「経済開発のための戦略」と題する経済開発白書は、都市開発政策のあるべき姿について以下のように明記している。

- ・都市部と地方との連けいを強めることに努力を傾注し、新しい都市はその周囲の農村部のためにサービス、市場等の機会と便宜を提供すること。
- ・地方の企業、商業発展のための機会と便宜を提供すること。
- ・伝統的なメラネシアの生活様式にふさわしい、国家的に容易に達成し得る開発基準を設定すること。
- ・昔から地方の所有者より、新しい都市の所有者への土地の秩序だった受け渡しのための公正な手続き等を制度化すること。
- ・都市の運営に関して、住民の参加を促すようにすること。

以上の原則は、このニュータウンにもあてはめられなければならない。これらの原則を遵守していくにあたり、問題になることは、この節で簡単に検討されている。本報告書で、コストやフィジビリティに影響する問題に重きをおくことは、他の種々の重要な問題に関心がないからではない。土地の取得に関しては、第8章に述べられている。

5.1.1 都市と地方の連係

ニュータウンの直接の立地要件は、工業に対するサービスにあるが、より大きな基本的な目的は、周辺地域と調和のとれた都市開発を行なうことで、この結果都市住民はもちろん、工場労働者、地方の居住者にその利益が及ぶようにすることである。この新都市は、周辺地域の産物の市場およびサービスにスムーズな流通経路を提供するものであり、またその逆の面での便宜を供するものでなければならない。そしてこの都市とは、地方部の人にとって、自分の土地に住んで金をかせぎ、その金で生活必需品を購入することによって、都市へ出たいという願望を鎮めることができるものともいえるが、国家的見地よりいえば、輸入食糧の自給化により、国民経済の自立達成をはかるものでなければならない。このような都市と周辺地方部の一体化は、村人と都会人との間にある緊張を緩和すると思われるし、また、このような動きは、PNG政府の政策に一致するといえる。都市の商工業よりの利益を、村民、市民双方にわけ与える

手段としては、次のようなものがあげられる。

- 村落や地方の生産地と都市を結ぶ全天候道路の建設
- 都市の輸入産品に対する消費・需要をできる限り地元産品に切換えるため、農業、商業、小規模な工業、運輸業に対する政府助成策
- 地元産業助成のための融資
- 村落小工業および村民の生活向上のための電力供給
- 地方企業育成期間中の優遇税制
- 保健、教育、コミュニティ開発

5.1.2 地方企業の開発

一人で営む「裏庭操業」より、組織で動く会社まで、パプアニューギニア市民が営む商工業、流通機構、市場等の発展は、この新都市によって与えられる一つの大きなメリットである。周辺地方部における中小規模の商業の発展も地方住民を一次産品の生産者としてだけでなく、都市消費財やサービス流通の担い手として均等の機会を与えうる意味で重要である。今試みに、本ブラリ計画着手後10年目、すなわち工業生産が始まって2年目、都市人口が40,000人の時の都市や周辺地方部での経済規模を知る意味で、製造業での労働人口11,000人の賃金合計を見積ってすると、1976年の賃金レベルで約6,500万キナのオーダーに達する。内訳は以下のとおりである。

就労者数	平均所得	所得合計
3,000人	平均12,000キナ/人	36,000,000キナ
5,000人	平均4,000キナ/人	20,000,000キナ
3,000人	平均3,000キナ/人	9,000,000キナ

仮に、住宅費と娯楽費以外の食費等の出費を、それぞれ35%、60%、80%とすれば、これは地元企業より得られる品物やサービスに対して、3,200万キナ程支出されることを意味する。この支出の大部分は、地元の中小産業を潤すことになるが、その規模は、都市の生長に伴って伸びていくことになる。しかし、そのためには最初から、この利益の分配が市民と村民に、平等にいくように手段をこうしておかないと、将来、分配の不均衡が生じる。それらの手段としては下記の方法が挙げられる。

- (a) 外国資本に対しては、一定期間経過後には、パプアニューギニア市民に公正に譲りわたすという条件のもとに、本プロジェクトでの西欧的商業・サービスへの参加を許可する。
- (b) 大規模な西欧的商業経営を制限し、中小規模の商店の参加する余地を十分に残しておく。

無制限の大規模なスーパーマーケットやデパートは、パプアニューギニアによる直接経営の商業の発展をおさえてしまうことになる。

(c) 小規模な企業が、できる限り容易に事業を始められるように商法等関連法規は、市民のため法令、適度の秩序、安全、保健等が確保される範囲で必要最少限にとどめるものとし、さらに低廉かつ最少限の営業用地の提供をはかる。

(d) 市場や露店経営等にも小額で、営業権を与え、これらの略式な営業もおおいに発展させるようにする。

以上の手段は、都市の商工業の利益を、村民、市民に平等にもたらず一連の手段と思われる。自由放任主義は、経済学的には有効かもしれないが、これは人的、物的資源を有効に利用することにはならない。

都市人口が40,000人から60,000人になった時点で、予想される製造業、商業その他の業種を219種ほどあげ、付録C-1に整理してある。

5.1.3 開発基準

前述の経済開発計画白書(1976年10月、パプアニューギニア政府発表)は、「過去において、パプアニューギニアの都市は、国際貿易のための施設を提供したり、行政上の必要性を補うように発展して来ている」と述べている。今日まで、パプアニューギニアでの都市計画は、オーストラリアの手法でおしすすめられてきており、これはパプアニューギニアの現在のニーズとは必ずしも結び付かない。つまり、パプアニューギニアにとって余りにもぜいたくなオーストラリアの基準に則っていると言える。この事実は、誰しもが認めるところで1975年に発表されたパプアニューギニア住宅局の「ナショナル・ハウジング・プラン」の第一巻にも、住宅政策をおしすすめに当って、政府の直面する一つの大きな問題としてうたっている。政府がどのような住宅政策をとるにせよ、将来、住宅費の低減のため、住宅基準のレベルダウン等、真に国民の望んでいる何らかの開発方針が求められることになる。

今回の調査では、詳細な計画基準は設定されていないが、工費算定上、下記のような開発基準を想定している。

(a) 都市部にできる資本集約型の大規模な企業は、工場を運営していく管理部門の人達や技術者のために、世界のこの種大型プロジェクトに、ひけをとらない基準を持つ住宅施設や都市施設を用意しなければならない。

- (b) 企業は、一度訓練したパプア人の技術労働者を雇用しつづけておくためには、給料を国内水準より引き上げるよりも、彼等にふさわしい住宅を、企業の補助のもとに提供する。
- (c) 企業労働者の少なくとも半分が居ごちのよい安い借家に住む社会では、政府職員にも民間部門の各職種と同等な住宅を用意する。
- (d) 工場や政府の関係者以外の人達は、収入においては、非常にばらつきが広くなり、収入に応じた住宅や都市施設が必要になる。したがって、安価な土地開発や、住宅建設を行なわねばならない。

採用された開発基準の概要は以下のとおりであるが、この開発基準に基づいた住宅建設費は5.3節に述べてある。各候補地で、建設費の差を生じさせる諸条件（地形、気象）は、6.1節、7.1節に記述した。

住宅地域

パプアニューギニア政府の住宅局（The Papua New Guinea Housing Commission）やブーゲンビル銅山株式会社（Bougainville Copper Limited）が、現在提供している住宅をまず調査した。ブーゲンビル銅山では、当初必要と思われるより高い住宅基準を採用しているが、ごく一部の上級管理職用住宅以外は、国の住宅局の基準の方が適当であることが判明した。したがって、本プロジェクトでは、工場労働者や政府関係者の住居として、国の住宅局の基準を採用することになっている。本プロジェクトでの住宅の設計、間取りを十分に検討すれば、本質的には現地の諸条件を組み込んだ西歐的スタイルでまとめられることになるかもしれない。また、これらの住宅は、すべて水道、下水、電気施設を備え、主要道路はすべて舗装されるものになっている。住宅の敷地は1戸450㎡～600㎡で、土地の学校、商店を考慮したグロスの人口密度は、1ヘクタール当り50人程にしている。土地の開発費は高いものにつくが、これ以上の人口密度は、次の理由によりすすめることはできない。

- 密度を高くすれば、プライバシーや換気の問題を解決するために、より複雑な金のかかる建築方法をとらなければならなくなる。
- 計画密度であれば、熟練していない職人でも、現産の木材や入手の容易な輸入建材を使って、一戸建て平家ないしは、二階家を建てることができる。
- 計画密度あるいは同程度の密度ならば、パプアニューギニアの伝統的な生活様式を変え

ずにする。

民間のサービス産業部門に勤める人々、あるいは職を捜している人々の生活状態は、非常に多様である。小数の人達は、比較的余裕持ちであるが、大部分の人は、最少必要施設を備えた土地に、身のまわりの必要物だけを持つ人達であろう。このような諸々の異なる要求を満たすべく、支払い能力に応じてそれにふさわしいよう、開発基準もまた設備の十分に整った区画から、生活に最低必要な共同水くみ場、便所等だけしか備えない区画まで、網羅したものでなければならぬ。さらに、移住者の秩序ある入居に対しても十分な設備を備える必要がある。

保健、教育、レクリエーション、地方行政

経験的にいって、熟練労働者をひきつけておく一つの大きな要因として、高い水準の医療施設、教育施設、レクリエーション施設が必要となる。教育と職業訓練は、パプア・ニューギニアに利益をもたらすこのニュータウンの一つの重要な機能である。パプア・ニューギニアの他の都市よりも程度の高い学校、大学、病院、スポーツ施設等を設けるための資金は、一応企業の負担と想定したが、これは政府との交渉次第といえる。これらの学校、病院施設は、パプア・ニューギニア政府の関係当局が採用している。就学人口としては、全人口の20%が小学校に、10%は全日制の中学校に通うと仮定している。技術専門学校も工場労働者の訓練のために必要である。その他の関係施設として、この都市の開発段階で建てられる1000のベッドを備えた病院施設、警察、裁判所、郵便局、電報電話局等地方政府の公共施設の費用も考慮されている。保健、教育、行政等公共施設の用地としては、1,000人当たり約1.5ha程度必要と思われる。レクリエーション用地の保有取得は、十分の余裕をもって行なうべきで、ここでは全土地計画の1.6%を考慮している。そして、この土地の三分の一から半分は、将来20~25年の間に、スポーツ競技場、ゴルフコース、公園等に利用されると想定している。想定したとおりとなった場合、その時点で1,000人当たり2haが必要になることになる。

商業と地方産業

地方企業は、十分に育成されることが望ましい。

種々の法律や条例そのものだけでは、これらの企業の育成を刺激するとは思われないが、いったん誤って適用されれば、逆に、開発を遅らせるように働く時がある。土地開発、住宅建設の基準を決める時や、商業活動の地域的制約（ゾーニング等）を作成する時には、何が真の地域活動を伸ばす要因か、どんな保護手段が法的に必要か、十分に検討する必要がある。以上のことを考えると、現在パプア・ニューギニアで行なわれている都市計画法、建築基準法、保健基準法は、見直しの必要があると思われる。地方の小規模な小売業、製造業は、もし住民地域

や市場より離れた地価および家賃の高い高級住宅におかれれば、経営の困難をきたすことも考えられる。しかし、それらの業種も普通の道路、電気、下水排水施設を備えた土地は必要だし、適当な卸売り、倉庫、機械の修理所、事務所も備えていなければならない。

今回の計画では、ある範囲の開発基準にのっとり、コストを算出しているが、民間でも工場労働者以外の家屋の場合、開発費は売却代金、家賃等でカバーするよう想定している。サービス業に割りあてられる土地の約半分は、重工業地帯の近辺にあり、港と近距離に置かれることになる。他の半分は、住民地区に置かれ、地方の開発センターにすることを想定している。全体的に見れば、55haの土地が小売業また、商業センター区域にさかれ、200haが小規模な商店用に割り当てられる。

主要なインフラストラクチャー

給水施設、下水施設、電気、電話、幹線道路、飛行場の設計法は、従来の方法を採用している。

給水量としては、1人1日当り680ℓを採用した。

この数字は、パプア・ニューギニアの主要都市とArawaでの給水量の実績に基づいている。都市の下水処理は、工業廃水処理場で活性汚泥法を行なうことが望ましいが、積算上では、従来の伝統的な処理方法に従っている。主要道路は、公共および一般商業用に供され、度々の維持修理による維持費の増加を避けるため、かなりの高水準の舗装が必要である。これは特に雨の多いガルフ地区にいえることである。ニュータウンに新設される飛行場は、パプア・ニューギニアの他の空港と定期便で連絡されることになる。この飛行場は、少なくともFokker F27かHercules C130クラスの飛行機が利用できるものでなければならない。

もし、今回のプロジェクトがGulf地区で始めれば、現在のIhu飛行場を改良することが考えられるが、ニュータウンに余りにも近接しすぎているので、コスト算出においては、ナビゲーション施設の十分に完備した新設の飛行場を想定している。パプア・ニューギニア全土を結ぶ国の通信網に連絡するためには、Port Moresbyとニュータウンの中間に、自動中継装置が必要である。これらのコストも十分考慮して、すべての電話交換局から都市内の電話網に至るまで、通信施設費には計上されている。この通信施設費のうち、大部分のコストは、この市内の電話網設置にかけられる。一度この電話網が完了すれば、電話利用者が増加しても比較的少額の工事費で電話が利用できることになる。

都市建設初期段階において、都市の人口は、大部分が港湾工事にたずさわる人達で占められる。建設労働者の就労規模がどの程度になるかを計算したが、その住居施設は、プロジェクト全体としての建設費の中に一括して算出されている。もし、建設時使用の住居施設が十分に、満足

のいくよりに建設されたものであれば、ニュータウン当初の住宅需要に十分に応えるものであると思われる。

5.1.4 詳細設計のための設計基準

各候補地の都市計画案について、図式配置計画が試みられている。そこでは、主たる土地の利用形態とその相互関係が明示されている。詳細設計を始める前に、採択された候補地について、さらに十分に調査し、政府の望んでいる都市開発にそりよう十分検討する必要がある。

物理的環境条件

検討の対象となった各候補地点において都市開発計画をすすめるにあたり、現在ごく基本的調査に基づいた資料しかないので、将来、下記事項を、まず第一に実施しなければならない。

- 都市が選ばれた位置に建設されるような体制を確立する。
- 建設地点の地形上の主要制約事項を明確に把握する。
- 総建設費の概算を算出する。

今回の調査では、詳細設計とともに、環境問題処理のために、総合的に地形調査とエコロジカル・サーベイを実施することが必要である。

社会的、環境的基準

今回の調査では、都市の性格について、積算上種々の仮定を設けている。それらは、主に、西欧的な都市計画の概念に基づいているといえる。ニュータウンの開発が、工業開発に付属するものであるからには、全体的都市の構造、種々の建設物ニュータウンに設けられる諸施設やその配置は、下記の点を満足するものでなければならない。

- 諸施設は、バプア・ニューギニアの都市の生活様式を再現するようなものでなければならない。しかし、現在主に外国人熟練労働者用に設けられている住居、庭園、道路、ショッピングセンター等は、必ずしも、バプア・ニューギニア全体にふさわしいとはいえない。
- 業務上の諸施設は、すべての住民が平等に職場等に行けるような位置に設けられなければならない。

設計に着手前に考慮すべき問題として、下記があげられる。

- 土地の分割と分割基準

- ・住居の保有方法
- ・部族対策
- ・建築基準と設計法
- ・道路幅、道路基準、交通政策
- ・とくに各計画用地別のゾーニング、環境基準の設定方法をふくむ計画の決定処置方法

ニュータウンは、多量の外資の導入というユニークな経験を受けることになり、都市開発中に種々の対策がたてられるように、流動的な計画方針が望まれる。この計画手順は、新しい社会の市民参加の中ですすめられることが望ましい。

5.2 都市の人口

5.2.1 概説

都市での人口予想は、不正確になりやすいので、度々の修正が必要である。今回の調査では、非常に簡単な仮定をたてて、人口増加に影響する要因を検討し、将来修正可能なものとしている。都市の人口を想定することは、将来の土地需要と投下資本の額を算出するのに有効と思われる。人口予想は、工業に従事する人と中小企業就業者、政府関係者の構成を考慮して行なっている。

5.2.2 都市の人口増加に影響する外部要因

工業や、それに伴う諸産業によって生じる雇用機会とは別に、種々の要因が、都市の規模を決めると思われる。これらのうち、最も影響のあるものとして、次の要因をあげることができる。

- ・将来の都市の政治的、行政的位置
- ・都市への住民の移入
- ・地域開発の中での都市の役割
- ・将来の国道網と相互連絡するという状況下で都市が国の経済開発に果たす役割

Wabo プロジェクトの工事費積算の過程では、上記の要因を考慮した施設計画を含んでいないが、これらの要素が、人口や土地需要に及ぼす効果への考察は、候補地選択の段階で十分に検討されている。

5.2.3 人口予想のための仮定

都市人口の中の就業者人口の構成は、本章に述べたとき仮定に基づいて、想定されている。

これらの仮定は、可能な限り本文に引用し、人口増加を示すグラフ図6に、その比較検討結果がのせてある。また、コスト算出用に使われた人口は、地方での個々の人口変動、地方行政の一役を担う都市の特性を考慮していない。ここでいう人口は、貨幣経済圏外の人達を含んでいない。都市は、工業基地の性格を有するので、社会、経済構造は、概して西歐的になると思われる。都市の人口は、大別して、建設にたずさわる人、工業に従事する人、政府、民間私企業に従事する人とその家族よりなっている。

工業労働者

PISMレポートによると、工業就労人口は、11,650人と想定される。この労働者の構成を、Bougainville銅山や、Swiss Aluminiumのレポートにある数字、パプア・ニューギニア政府の統計実績（1971年）と比較してみると、下記のごとく表わされる。

	PISMレポート (%)	B.C.L. (ARAWA) (%)	SWISS ALUMINUM (%)	PNG 1971 (%)
専門技術者	15	7	15	8
熟練工	25	27	25	15
準熟練工	30	66	60	24
未熟練工	30			53

PISMレポートに基づいた工業就労の人口の増加率と電力需要に基づいた人口増加率の二つのケースについて検討し、将来の労働人口を求め、図5、図6に示してある。

サービス業労働者

開発後10年～15年の間では、PISMレポートにリスト・アップされた工業に従事する一人一人当りのサービス業就業者は一人という想定をしている。

(Bougainville銅山では、Panguna/Arawa/Kieta/Kietaの労働人口の54%を雇っている。)

政府(公共)部門就業者

政府は現地の行政機関の規模をできる限り抑え、代りに公共のサービスは、Bougainvilleの町で実施されているように、民間機関がその任にあたるようにすると想定している。したがって、公共部門の就労人口は、全労働人口の20%にしか当たらない。

パプア・ニューギニアにおける政府機関に従事する人の割合は、1973年現在下記のとおりである。

Port Moresby	49 %
Loe	27 %
Madang	33 %
Kieta, Arawa, Panguña	14.5 %

上記の割合よりわかるように、20%という数字は、現在の全国的平均値と言える。

建設工事労働者

建設時の労働者数は、PISMレポートに述べられている数字を採用し、表17、表18に整理されている。

世帯数およびその家族構成

独身者を除いた賃金労働者の世帯当り平均家族人数は、5~6人と想定している。この人数は、政府が発表した従来の1家族6人構成という平均値より若干低めである。世帯数を算出するにあたり、全労働者の30%は独身で、ホステル形式の住宅や小規模なアパートに住み、家族を持つ世帯のうち30%は、戸主ともう一人の賃金労働人口を持つものと仮定している。

外国人熟練労働者

外国人熟練労働者人口は、工場操業当初、概略40%、10年~15年後は、減少して20%と想定している。この仮定を下記の値と比較してみると次のとおりである。

- 1973年のパプア・ニューギニアの都市部では、外国人熟練労働者は、全体労働者の20%である。
- Swiss Aluminium社のアルミニウム精錬所の計画では、外国人熟練労働者は、20%と想定している。
- Bougainvilleでは、建設当初の1971年には、外国人熟練労働者の割合は、47%であったが、1973年には37%になっている。

世帯当り人口

電力の5か年開発、10か年開発計画において、工場の操業開始より各々10年後に、都市人口は、労働者人口の5.5倍になると想定している。この世帯当り人口を下記の事例と比較してみる。

Mr. Isa (Australian Mining Community)	4.8
Kalgoorlie (Australian Mining Community)	6.5

表17 工業開発段階および操業段階における労働人口 (5か年開発計画)

工業開発段階における所要建設労働者数

	投下資本額	建設期間 (年)	年間投下資本(単位:百万ドル/1976年現在)																
			5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
アルミニウム	1,391	7			198	198	198	198	198	198	198								
高炭素フェロマンガ	21	2				11	11												
シリコンマンガ	42	2				21	21												
フェロシリコン	48	2				24	24												
メタリックシリコン	28	2				14	14												
高炭素フェロクロム	30	2				15	15												
フェロニッケル	417	6				69	69	69	69	69	69								
鉄 鋼	58	1					58												
苛性ソーダ/エチレンダイクロライド	105	2.5			21	42	42												
銅 精 錬	209	3.5		30	59	50	59												
亜鉛精錬	155	2				78	78												
シリコンカーバイト	57	2					29	29											
液化天然ガス	257	3			86	86	86												
化学肥料	202	1.5				67	134												
年間全投下資本				30	364	675	838	296	267	267	267								
建設労働者		熟練労働者		67	802	1,508	1,846	652	589	589	589								
		パプアニューギニア人		267	3,210	6,030	7,386	2,610	2,354	2,354	2,354								
		合計		334	4,012	7,538	9,232	3,262	2,943	2,943	2,943								

工場操業段階における所要工場労働者数

	所要労働者数(基準)	年間所要労働者数																
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
アルミニウム	3,000							750	750	750	750							
高炭素フェロマンガ	176							176										
シリコンマンガ	166							166										
フェロシリコン	216							216										
メタリックシリコン	146							146										
高炭素フェロクロム	156							156										
フェロニッケル	660							220		220		220						
鉄 鋼	250							250										
苛性ソーダ/エチレンダイクロライド	200							200										
銅	510							510										
亜鉛	350							350										
シリコンカーバイト	400							80	320									
液化天然ガス	300							300										
化学肥料	460							460										
全労働人口(平常)								3,230	1,070	970	750	970						
外国人熟練労働者								1,077	357	323	250	323						
パプアニューギニア人								4,307	1,427	1,293	1,000	1,293						
合計								5,384	1,784	1,616	1,250	1,616						
総 計								5,384	7,168	8,784	10,034	11,650						

注: (1) 労働人口(基準)とは、日本における工業操業に要する労働者の人数を表わすが、現地の諸条件、訓練等を考慮した場合、所要人数の増加は避けがたいものとなった。全労働者の20%は、外国人熟練労働者と想定した。

(2) 上表は、ブラリ工業開発調査団の報告書に基づいて作成した。

表18. 工業開発段階および操業段階における労働人口 (10年開採計画)

工業開発段階における所要建設労働者数	投下資本	建設期間 (年)	年間投下資本 (単位: 百万ドル/1976年現在)															
			5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
アルミニウム	1,390	8.5	82	164	164	164	164	164	164	164	164							
高炭素フェロマンガ	21	2										11	11					
シリコンマンガ	42	2										21	21					
フェロシリコン	48	2													24	24		
メタリックシリコン	28	2														14	14	
高炭素フェロクロム	30	2														15	15	
フェロニッケル	417	6										69	69	69	69	69	69	69
鉄鋼	58	1														58		
苛性ソーダ/エチレンジクロライド	105	2.5										21	42	42				
銅精錬	209	3.5									30	59	59	59				
亜鉛精錬	155	2														78	78	
シリコンカーバイド	57	2												29	29			
液化天然ガス	257	3														86	86	86
化学肥料	202	1.5														67	134	
年間全投下資本			82	164	164	164	164	164	164	194	223	345	231	164	411	396	155	
建設労働者			180	361	361	361	361	361	361	428	491	763	511	361	905	872	342	
外国人熟練労働者			722	1,444	1,444	1,444	1,444	1,444	1,444	1,710	1,965	3,054	2,043	1,444	3,620	3,487	1,366	
パプアニューギニア人																		
合計			902	1,805	1,805	1,805	1,805	1,805	1,805	2,138	2,456	3,817	2,554	1,805	4,525	4,359	1,708	

工場操業段階における所要工場労働者数

所要労働者数 (基準)	年間所要労働者数																	
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
アルミニウム	3,000					750	750	750	750									
高炭素フェロマンガ	176											176						
シリコンマンガ	166											166						
フェロシリコン	216													216				
メタリックシリコン	146															146		
高炭素フェロクロム	156															156		
フェロニッケル	660											220		220		220		
鉄鋼	250													250				
苛性ソーダ/エチレンジクロライド	200												200					
銅精錬	510											510						
亜鉛精錬	350															350		
シリコンカーバイド	400											133	266					
液化天然ガス	300																300	
化学肥料	460																460	
全所要労働者数 (基準)						750	750	750	750	1,205	1,250	1,250	1,250	1,250	2,009	2,099	2,785	3,760
外国人熟練労働者						250	250	250	250	402	402	402	402	402	555	555	686	1,112
パプアニューギニア人						1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,607	1,607	2,099	3,760
合計						1,250	1,250	1,250	1,250	2,009	2,009	2,009	2,009	2,009	3,616	3,706	4,884	7,520
総計						1,250	2,500	3,750	5,000	7,009	7,785	8,929	10,783	11,650				

注: (1) 労働人口 (基準) とは、日本における工業操業に要する労働者の人数を表わすが、現地の諸条件、訓練等を考慮した場合、所要人数の増加は期待されないものとなった。全労働者の20%は、外国人熟練労働者と想定した。

(2) 上表は、プワリ工業開発調査団の報告書に基づいて作成した。

Broken Hill (Australian Mining Community)	6.0
Papua New Guinea Government Town Planner (Recommendation)	5.0
Bougainville Towns 1976 (Estimated)	4.0
The Pilbara Studies (W. A. Government)	6.5

本計画では、世帯当り人口は5.5と決めているが、これは、単に一つのガイド・ポストであって、ニュータウン会社のいわゆる基幹産業よりの所得で生まれる雇用の水準や、パプア・ニューギニアでの労働者の能力、家族構成等を正確に反映したものであるとは、いえないかもしれない。

パプア・ニューギニアでの都市人口の変動

上限の人口推定をするために、(多分この方法が一番現実的と思われる)都市への移入率は、現在の値、毎年9~12%を採用した。

5.2.4 人口予想

人口予想は、二通りの方法で行なわれている。

(a) 世帯当り人口よりの算定

$$5.5 \times 11,650 = 64,075 \text{ 人}$$

(b) 雇用者と家族数よりの算定

製造業の労働者	11,650
サービス業、公共部門	11,650
	<hr/>
	23,300
独身者30%	6,990
既婚者	16,310
戸主以外の就業者(30%以下)	4,893
世帯数	11,417

家族数5人、6人の場合の総人口は、

$$5 \times 11,417 = 57,085$$

$$57,085 + 6,990 = 64,075 \text{ 人}$$

$$6 \times 11,417 = 68,502$$

$$68,502 + 6,990 = 75,492 \text{ 人}$$

土地や社会施設の所要量算定のために、電力需要率に応じて、第18年度、第24年度の人

口を64,000人と想定した。もし仮りに、このニュータウンが、地域開発の中心的役割を果たすようになり、道路網がHighlandsまでつなわれ、都市部への移入率が住宅局の予想したように9%~12%の範囲で増加するとすれば、ニュータウンの人口は、電力5年開発計画時では、25年後までには、100,000人に達し得ると推測される（図5、図6参照）。

表19では、これらの予想値を、パプア・ニューギニアへの資本導入期である過去15年間におけるPort Moresbyでの増加率と比較して整理している。

表19 Port Moresbyとニュータウンの人口増加率比較

年	Port Moresby	年度	ワボダム電力開発	
			5年計画	10年計画
1961	29,000人	1	0	0
1976	約90,000人	15	約60,000人	約30,000人
増加率	約4,000人/年		約4,000人/年	約2,000人/年

表よりわかるように、プロジェクト第1年目では、まだニュータウンにインフラ関係の施設はできていないので、電力5年計画時のニュータウンの伸び率は、Port Moresbyの伸び率よりも急速となっている。

全人口に対する労働者人口の割合は下記のとおりである。

	Port Moresby (1973)	ニュータウン (15年後)
全人口	約80,000人	約60,000人
賃金労働者	27,271人	23,500人
全人口に対する 熟練労働者の 割合	22.1% (1971)	20%

5.3 建設工事費

5.3.1 建設費の内訳

建設工事の内容と工費の積算は、下記のような分類に従って行なった。

(a) 主要交通、通信施設

電気通信施設

空港

主要都市道路、橋梁

(b) 保健、教育、地方行政機関の建物と土地

- (c) 小売業、商業、軽工業用地とその就業者用宅地、住居施設
- (d) 公共部門就業労働者用宅地、住居施設
- (e) 工業就業者用宅地、住居施設
- (f) リクリエーション用土地の造成
- (g) 土地取得費

建設費算定基準もこの節に述べられている。さらに詳細な内訳は、付録C 2～C 13に明記されている。

5.3.2 土地造成

取水導水施設を含むGulf地区とHall-Sound地点の土地造成費は、五つの開発基準に分類して算出されている。

各開発基準の面積割合は、図15に示したが、表20は五つの開発基準とそれらの造成費を明記している。

表20 土地開発基準と開発費 (単位：米ドル/ha)

開発基準	内 容	Hall Sound	Gulf
I	設備の完備した住居地区	48,298	54,748
II	最少限の設備をした住居地区	22,116	24,411
III	設備の完備した商工業、公共地区	54,810	65,520
IV	最少限の設備をした商工業、公共地区	31,888	37,118
V	リクリエーション用地	20,000	22,000

開発基準の内容は下記のとおりである。注) 付録C - 2参照

開発基準 I (設備の完備した住居地区)

すべての区画に対して、道路は必要最少幅で舗装され、水道施設、電気施設、排水施設は、各戸毎に完備している。1区画は450～600m²で、1ha当り10区画の割りで構成されている。

人口密度は、50人/haになる

開発基準 II (最少限の設備をした住居地区)

国の住宅局の区分「Self-Help」と同等の基準に属する。道路は、造成されておらず、必要最少限の排水施設、共同水汲み場、汲み取り便所、街灯等が設けられている。

1区画は450m²よりなり、1ha当り15区画の割で構成されている。人口密度は、周囲の畑をいれて50人/haになる。

開発基準Ⅲ（設備の完備した商工業公共地区）

広い道路幅と大きな地耐力を持ち、敷地は整地され、排水施設は完備している。給排水電力施設は完備され、小売業地区には縁石、側溝、歩道も設けられている。

開発基準Ⅳ（最少限の設備をした商工業、公共地区）

開発基準Ⅲに下水溝が加わったもの。

開発基準Ⅴ（リクリエーション用地）

伐開、除根され、造成後、排水設備は完備され、広い舗装道路、街灯も備えている。開発基準Ⅰの造成費を他の既設の開発工事費と比較して、表21に整理した。

表21 開発基準Ⅰと既設開発との工事費の比較

(単価：米ドル/ha)

	Hall Sound (推定)	Gulf (推定)	Arawa (1)	政府住宅局 (2)	Sydney (郊外)
設備の完備した住居地区	48,298	54,748	63,000	46,004	60,000 ~70,000

注) (1) ArawaはB. C. L. によって、1976年に見積られた

(2) 取水、排水施設費を考慮した住宅局の算出した工費（付録C-2参照）

5.3.3 住宅費

住宅基準は5.1.3節に述べられている。また、住宅費の比較の詳細は、表22と付録C-3に整理されている。

表22 家族持ち住宅費

職 種	タイプ	建坪(m ²)	工業就労者(%)	公共機関就労者(%)	Gulf 地区 (米ドル)	II. Sound 地点 (米ドル)
専門技術者	A	90	15	8	25,628	22,680
熟練労働者	B	60	25	15	17,236	15,271

準熟練労働者	C	45	30	24	10,035	8,901
未熟練労働者	D	30	30	53	5,859	5,193

政府住宅局の同サイズの間取りは、図16に示してある。また、独身者用住宅費は、表23に示されている。

表23 独身者用住宅費

職 種	工業就労者(%)	公共機関就労者(%)	Gulf 地区	H. Sound 地点
			米ドル	米ドル
専門技術者	15	8	16,380	14,490
熟練労働者	25	15	12,285	10,867
準熟練労働者	30	24	8,190	7,245
未熟練労働者	30	53	2,457	2,174

5.3.4 主要交通、通信施設費

電気通信施設費は、Department of Posts and Telegraphs (郵政省)によって算出されている。この施設は、本計画の初期段階からフル操業が可能のように設備投資され、人口の増加とともに営業を伸ばしていくように計画されている。詳細は付録C-4を参照されたい。飛行場の建設費は、National Works Authority (Public Works Department)によって算出されている。見積りに含まれていない工種の工費算出のためにも、若干の考慮をしてあり、ターミナル施設の将来の改修費も、十分に配慮されている。詳細は、付録C-5に明記されている。

道路関係では、ニュータウン、港、Hiritano Highwayを結ぶ主要道路の他に、道路に付属する橋梁も含めて積算されている。当初、相当量の投資が先行し、タウンの規模が拡張されるにつれて、追加投資が行なわれるようになる。また、主要道路の改良工事は、交通量の増加に合わせて、すすめることにする(付録C-6参照)。

5.3.5 保健、教育、地方行政機関の建物、土地造成費

5,000人に1か所の割合で、建設費12,600米ドル相当額をかけて診療所を建設することにする。将来は大きな病院も必要になると思われる。

これらの施設は、段階的に建設され、最終的には、6,300,000米ドル相当額の建設費が必要になる。通学人口の割合は下記のとおりである。

20%初等科……………7才～12才まで年齢層の100%に相当

8%中等科……………13才～16才までの年齢層の50%に相当

3%高等科……………17才～20才までの年齢層の30%に相当

上記の比率を使用した教育施設の建設費は、次のように算出される。

初等科……………1,000人当り31,500米ドル

中等科……………1,000人当り31,500米ドル

高等科……………1,000人当り22,680米ドル

見積りのなかには、政府関係機関の建物もすべて算出されている。事務所施設も、公共機関に従事する人達の20%に対して、概算工事費2,500,000米ドルで算出されている。また、種々の付属工場等も1,250,000米ドルで積算されている。

以上の建物の20～25%は、プロジェクト開始当初に、お互にバランスをとりながら建設されるものとする。土地造成費は、各年の人口増にみあって算出され、人口1,000人当り1.53haが必要になると思われる。保健、教育、地方政府機関用の土地は、都市部の計画用地の5%と想定している。

開発費の詳細は、付録C-2に、そして、その面積はC-6、C-7に示されている。

5.3.6 小売業、商業、軽工業用地とその就業者用宅地の造成費

付録C-6、C-7には、人口増加にみあった、各年の必要面積が示されている。造成費は、付録C-2に整理されている。土地の50%は、前述の開発基準の「設備の完備した地区」として積算され、残り50%は、市場や町の小さな商店が進出するように「最少限の設備をした地区」として積算されている。

5.3.7 民間部門の住居施設費

私企業部門の就労人口は、全労働人口の30%にあたる。したがって、全労働人口64,000人が50人/haの割合で住むとすれば、土地の30%は、これらの私企業部門で占められることになる。毎年の土地の必要量は、人口の増加にあわせて算出されるが、そのアウト・ラインは付録C-6、C-7に整理されている。また、建設費は、付録C-2に示されている。土地の50%は「通常の住宅地区」として、残り50%は「最少限に設備した住宅地区」として、見積られている。この「最少限に設備した住宅地区」は、移住者用住居と自営住民の宅地にあてられるとしている。

5.3.8 公共部門、就業者用宅地、住居施設費

公共部門に従事する人達の住居費は、5.2.3節を参考にして、人員を決め算出されている。公共部門就労者は、彼等の技術熟練度、所得に見合っ種々のタイプの住宅に収容されるものとしている（付録C-3参照）。毎年の公共部門就労の人口の増加は、都市の人口増加に直接関係すると思われる（付録C-8、C-9参照）。公共部門の就労者は、全就労人口の20%と想定し、その宅地も全土地利用計画の20%を考えている。これは1ha当り50人で、64,000人を収容することになる。土地造成は、人口の伸びに比例して、各年度毎にバランスをとって進めるものとする。施設費は、付録C-2に示してある。

5.3.9 工業就労者の宅地、住居施設費

施設費は、PISMレポートに明記されている労働者人口に基づいて、労働者の技術熟練度と所得に応じて算出されている（付録C-3参照）。毎年の労働人口の増加は、工業の開発に歩調をあわせて、計画されており、結婚による家族構成の変化も考慮してある（付録C-10、C-11参照）。土地代は、付録C-6、C-7に列挙してある項目より算出されている。土地造成費は、付録C-3に要約されている。

5.3.10 リクリエーション用地造成費

年間の所要土地面積は、1,000人当り4.92haの人口密度に基づいて、毎年の人口増に合せて取得することにする。造成費とその面積の内訳は、付録C-2、C-6、C-7に示した。このリクリエーション用地の大部分は、本計画の実施当初より確保されることになる。

5.3.11 土地取得費

土地取得費は、Department of Lands and Environmentによると5,000,000米ドル位と想定される

5.3.12 開発工種と総工事費

- (a) 土地 11,417戸の家族と6,990人の独身者用
- (b) 住宅(1) 11,650人の工業就労者用
- (c) 住宅(2) 4,660人の公共部門就労者用
- (d) 公共建物 64,000人用
- (e) 総工事費 土地取得費、補償費は含まないが、エンジニアリングフィー、政

	府管理費(15%)と予備費(10%)を含む
Vailala	380×10 ⁶ 米ドル (表24,表25参照)
Hall Sound	320×10 ⁶ 米ドル (表26,表27参照)
(f) 土地	.....2,500ha(25年間) (図15参照)

表24 Gulf地区 (Vasilala) における都市開発費の内訳 (5か年開発計画)

開発年次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1. 人口					2000	6000	16000	22000	32000	36000	46000	50000	54000	58000	60000	62000	64000	
2. 就労人口の増加倍率		2				2.5		3		3.5		4		4.5		5		5.5
3. 電気通信施設	1663	63	1663	63	126	316	189	315	126	126	189	126	126	126	63	63	63	
4. 空港	1600	49					49				49							
5. 主要都市道路および橋梁	1285	282	566	1414	2945	8974	566	566	566	848	566	566	566	566	282	282		
6. 公共建物			1527	4682	809	518	809	1890	792	792	518	795	1890	795	518	795	518	
7. 公共用地造成	203	406	203	406	1009	602	1009	406	406	602	406	406	406	406	203	203		
8. 商業地区用地造成	441	882	441	882	2212	1324	2212	882	882	1324	882	882	882	882	441	441		
9. リゾリエーション用地造成		217	437	1091	654	1091	654	1091	437	437	1091	437	437	437	217	217		
10. 民間部門宅地造成	501	1002	501	1002	2505	1503	2505	1002	1002	1503	1002	1002	1002	501	501			
11. 公共部門宅地		1169			2335	5840	3493	5838	2335	2327	3510	2335	2335	2327	1176	1168		
12. 公共部門宅地造成	461	924	461	924	2310	1386	2310	924	924	2079	924	924	924	462	462	1462		
13. 工場建物								40163	12490	13071	12162	15841	5281	5281	5281	5281	5281	5281
14. 工業労働者用宅地造成							11223	3504	3668	3394	4435	1478	1478	1478	1478	1478	1478	1478
合計 (土地取得費を除く)	2885	3600	6856	17010	15816	33087	55549	24726	26503	25784	24792	15327	13261	10228	10391	8715	5261	
都市開発のための土地取得費	193	383	959	576	959	576	383	383	383	576	383	383	383	193	193	193		

(注) (1) 単位: 1,000米ドル

(2) 各部門のキャッシュ・フローはそれぞれの部門の需要増加に伴って発生するが、支出は各年の全工事進行状況に見合っている。

(3) エンジニアリング政府管理費、予備費の合計額は、上記工事費合計額の2.65%とする。

工事費合計

300,861,000米ドル

エンジニアリング、政府管理費

380,590,000米ドル

予備費を含めた総工事費合計

表25 Gull地区 (Valjala地点) における都市開発の内訳 (10年開発計画)

研究年次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
1. 人口					2,500	3,000	4,500	6,000	9,000	12,000	16,000	20,000	24,000	28,000	32,000	36,000	42,000	48,000	50,000	54,000	58,000	60,000	62,000	64,000		
2. 郊外人口の増加倍率				2			2.5			3			3.5		4			4.5			5			5.5		
3. 電気消費量	1,600		1,663	79	16	48	48	95	95	126	126	126	126	126	126	189	126	126	126	126	126	63	63	63	63	
4. 空室		49									49						49									
5. 主要都市道路より舗装	1,285	354	71	212	212	425	425	566	566	566	566	2,708	8126	566	848	566	566	566	566	566	282	282	282	282	282	
6. 公共施設	1,284	4511	746	367	746	367	746	367	746	367	746	367	746	367	746	367	746	367	746	367	746	367	746	367	746	353
7. 公共用施設	256	111	151	301	301	406	406	406	406	406	406	406	406	406	406	406	406	406	406	406	203	203	203	203	203	
8. 商業地区用地造成	555	113	334	334	667	667	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882	441	441	441	441	441	
9. リゾーション用地造成	266	56	164	164	328	328	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	217	217	217	217	217	
10. 民間部門用地造成	626	125	375	752	752	1,002	1,002	1,002	1,002	1,002	1,002	1,002	1,002	1,002	1,002	1,002	1,002	1,002	1,002	1,002	501	501	501	501	501	
11. 公共部門宅造	1,487	295	881	871	1,754	1,750	2,397	2,325	2,335	2,335	2,335	2,335	2,335	2,335	2,335	2,335	2,335	2,335	2,335	2,335	1,176	1,176	1,176	1,176	1,176	
12. 公共部門宅造成	577	116	347	347	693	693	924	924	924	924	924	924	924	924	924	924	924	924	924	924	462	462	462	462	462	
13. 工場労働者用宅造							9328	374	10,021	751	10,709	11,480	18,601	7,778	11,014	17,329	10,353	3,519	3,507	3,507	3,519	3,507	3,519	3,507	3,519	
14. 工場労働者用宅造成							2,628	109	2,792	219	3,011	3,230	5,201	2,190	3,066	4,873	2,902	985	985	985	985	985	985	985	985	
合計 (土地取得費を除く)	2,855	4,031	3,641	6,297	5,258	6,916	15,198	9,486	17,680	12,169	23,568	31,266	28,231	19,772	24,556	28,906	18,776	11,549	10,931	8,216	8,575	5,310				
都市開発のための土地取得費	239	47	144	144	286	286	382	382	382	382	382	382	382	382	382	382	382	382	382	382	193	193	193	193	193	

(注) (1) 単位: 1,000米²

(2) 各部門のキャパシティ・フローはそれぞれの部門の需要増加に伴って発生するが、支出は各年の全工事進行状況に見合せて行なわれる。

(3) エンブレアリング、政府管理費、予備費の合計額は、上記工事費合計額の26.5%とする。

工事費

エンブレアリング、政府管理費 300.317.000米²
 予備費を含めた総工事費 379.901.000米²

表26 Hall Sound地点における都市開発費の内訳（5か年開発計画）

開発年次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1. 人口					2,000	6,000	16,000	22,000	32,000	36,000	40,000	46,000	50,000	54,000	58,000	60,000	62,000	64,000
2. 現有人口の増加倍数				2		2.5		3		3.5		4		4.5		5		5.5
3. 電気送電施設		1,449	63	126	315	189	189	315	126	126	189	126	126	126	63	63	63	
4. 空港		1,323	44				44				44							
5. 主要都市道路および橋梁		2,117	141	282	706	423	1,764	282	282	423	282	282	282	282	141	141		
6. 公共建築物			1,462	423	718	454	718	1,701	706	706	454	706	1,701	706	454	706	454	
7. 公共用地造成		163	324	805	481	805	324	324	481	324	324	324	324	163	163	163		
8. 商業地区用地造成		356	712	1,783	1,067	1,783	712	712	1,067	712	712	712	712	356	356	356		
9. リゾーション用地造成			196	394	394	394	394	394	394	394	394	394	394	394	196	196		
10. 民間部門宅造		423	845	2,113	1,268	2,113	845	845	1,268	845	845	845	845	423	423	423		
11. 公共部門宅造			1,033	2,065	3,090	3,090	3,090	3,090	2,065	2,065	3,102	2,065	2,065	2,059	1,040	1,040	1,024	
12. 公共部門宅造成		387	772	1,932	1,159	1,932	772	772	1,159	772	772	772	772	387	387	387		
13. 工場建築物								35,528	11,059	11,563	10,758	14,012	4,671	4,671	4,659	4,671	4,671	4,671
14. 工場労働者用宅造成								9,908	3,081	3,225	3,000	3,303	1,303	1,299	1,303	1,303	1,303	1,303
合計（土地取得費を除く）	3,440	2,963	5,689	14,145	11,581	22,626	48,768	21,505	22,246	21,980	21,541	13,195	10,866	9,185	9,455	7,711	4,671	
都市開発のための土地取得費		193	383	959	576	959	383	383	383	576	383	383	383	193	193	193		

(注) (1) 単位：1,000米ドル

(2) 各部門のキャッシュ・フローはそれぞれその部門の需要増加に伴って発生するが、

支出は各年の全工事費実行状況に見合せて行なわれる。

(3) エンジニアリング、政府管理費、準備費の合計額は、上記工事費合計額の25.6%

とする。

工事費

エンジニアリング、政府管理費

準備費を含めた総工事費

251,569,000米ドル

318,235,000米ドル

表27 Hall Sound地区における発着開発費の内訳 (10か年開発計画)

開発年次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
1. 人口				2,500	3,000	4,500	6,000	9,000	12,000	16,000	20,000	24,000	28,000	32,000	36,000	42,000	46,000	50,000	54,000	58,000	60,000	62,000	64,000	64,000		
2. 就労人口の増加倍率				2			25			3			35		4		45			5				55		
3. 電気送電施設	1,449	79	16	48	48	95	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126
4. 空 港	1,323	44										44					44									
5. 主要都市道路および橋梁	2,117	176	35	106	106	212	212	282	282	282	282	282	1,341	282	423	282	282	282	282	282	282	282	141	141	141	141
6. 公共建築物	1,128	4,099	667	321	667	321	667	321	679	1,569	679	321	679	321	679	321	679	1,569	679	321	679	321	679	321	667	309
7. 公共用施設	304	168	120	120	241	241	324	324	324	324	324	324	324	324	481	324	324	324	324	324	324	324	163	163	163	163
8. 商工業地区用地造成	446	91	269	269	538	538	712	712	712	712	712	712	712	712	1,067	712	712	712	712	712	712	356	356	356	356	356
9. リゾリエーション用地造成	240	50	148	148	296	296	394	394	394	394	394	394	394	394	394	394	394	394	394	394	394	197	197	197	197	197
10. 民間部門宅造成	528	106	317	317	633	633	845	845	845	845	845	845	845	845	1,268	845	845	845	845	845	845	423	423	423	423	423
11. 公共部門宅造成	1,289	261	780	780	1,551	1,551	1,997	2,068	2,068	2,068	2,068	2,068	2,068	2,068	2,068	2,068	2,068	2,068	2,068	2,068	2,068	1,040	1,033	1,024	1,024	1,024
12. 工場・建物	483	97	290	290	580	580	895	895	895	895	895	895	895	895	1,159	895	895	895	895	895	895	387	387	387	387	387
13. 工場・建物							8,950	331	8,864	664	9,473	10,137	16,456	6,881	9,742	15,329	9,159	3,113	3,113	3,113	3,113	3,113	3,102	3,102	3,113	3,113
14. 工場労働者用宅造成							2,301	92	2,472	185	2,642	2,827	4,589	1,919	2,717	4,275	2,554	868	868	868	868	868	868	868	868	868
合 計 (土地取得費を除く)	3,440	3,330	3,233	5,528	2,745	5,792	13,155	7,747	15,251	10,386	18,543	21,626	24,577	16,802	21,508	25,010	16,226	9,822	8,709	7,069	7,400	7,400	4,706	4,706	4,706	

都市開発のための土地取得費	239	471	144	144	286	286	383	383	383	383	383	383	383	383	383	383	383	383	383	383	383	383	193	193	193
---------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

(三) (1) 単位: 1,000米ドル
 (2) 各部門のキャッシュ・フローはそれぞれの部門の需要増加に伴って発生するが、支出は各年の全工事実行状況に見合せて行なわれる。
 (3) エンツェアリング、政府管理費、平償費の合計額は、上記工事費合計額の26.5%とする。

第6章 Gulf 地区開発案

6.1 現 況

6.1.1 地 形

調査対象区域は、Orokolo 湾の西側に広がる Purari デルタのスワンプ地帯から、The Bluff 地点まで 50 Km の範囲内にある（図17参照）。

この区域は、海浜平原と海岸線に沿った古い海嶺よりなっているが、この海嶺の後背地は、海岸線より内陸へ 4 Km の地点まで、ところどころ淡水のスワンプによって覆われている。このスワンプは、とくに、Vailala 河と The Bluff の中間地点の東半分で、広範囲に広がっている。スワンプ地帯の背後には、かなり風化の進んだ粘土層からなる幅の狭い、起伏の激しい低丘陵地帯があり、その中位までは密生した森で覆われている。調査対象区域中の東側にある Kira Hari Hills は、海岸線から内陸に向って 5 Km 程入り込んだところにあり、The Bluff 地点から南東方向に Vailala 河まで続いている。この丘陵地帯は、幅 3 ~ 4 Km で、北側では、Vailala 河と Evori クリークの沖積冠水地帯に連らなっている。Orokolo 湾の北方に展開する Aro Aro Hills は、海岸線より 2 Km から 4 Km の範囲にあり、Vailala 河より Purari スワンプへと、北西より南東へ伸びている。また、この丘陵地帯は、Kira Hari Hills よりは、さらに北へ伸びており、より急峻であるが、その土性と植生は、両丘陵地帯ともに、同じグループに属するものと思われる。この地域に関しては、以前ある程度調査がなされており、「Lands of the Kerema-Vailala Area」(C. S. I. R. O. 1969) なる標題の下に、種々の土性植生についてかなり詳細に書かれている。C. S. I. R. O. は 都市計画と土地利用の観点から編集されたものではなく、有益ながら、今回のスタディには余り役にたたなかった。密生した森林は、この地区での目視観察を難しいものにしており、陸路よりの踏査がしいられるが、それも海岸線に限られ現場踏査の道は村と村を結ぶ海岸沿の小道が、唯一の連絡道である。空中踏査の場合も、地表は濃いジャングルで覆われ、河川や地表勾配がどのようになっているか、その正確な観測を許さぬような状況ではあったが、それでも一連の空中踏査を続けた結果、ある程度の地形判読が可能となった。調査中に縮尺 25,000 分の 1 の地図を発見したが当該地域をカバーする最大縮尺の地図であった。この地図によると、海岸の台地の概略は把握できるが、誤差は 20 m 等高線で、土 17 m の範囲である。ある部分は、部分的に高さが表示されているが、高い樹林のために、相当の誤差を含んでいると思われる。

Department of Primary Industries (産業省) が土地利用調査を実施したが、その際に作成した地形図で、Vailala 地域のものが十分に役に立った。

6.1.2 気候と植生

調査区域は、熱帯性気候で、平均年間降雨量は、Ihuで3,225mmである。この降雨は、南東貿易風のシーズン(年の中間)に集中している。年間平均気温は、年間を通じてほとんど変化がなく、27°C前後である。相対湿度も、年間変化が少なく午前9時で83%、午後3時で74%位である。5月から10月までの季節風は、南東貿易風で、12月より3月にかけては、北西の「Guba」と呼ばれる突風が起こる海岸線での風力は、通常5ノットから15ノット(毎秒3~8メートル)である。この地区の特徴として、降雨の大部分は夜にあり、降雨量の割に大きな支障は、工事段階では生じないと思われる。調査区域の植生は、熱帯常緑雨林帯に属し、所々、人的あるいは地形上から変化している。丘陵のない区域は、全般的に排水が悪く、スワンプが広がっており、その上に各種の湿原植物が繁茂している。

Purariデルタの河口地帯では、淡水と海水が入り混り、やや塩分の濃いところではニッパヤンが広範囲に自生している。このデルタ地域は、非常に緩勾配であるので、ニッパヤンの群生区域の背後に、淡水のスワンプとその中に繁茂する樹林があり、24km程内陸へと広がっている。サゴヤシは、やぶの中に群生し、このスワンプ林域は、密生した高いかん木のあるサゴスワンプへと連なっている。排水のよい新しい海嶺付近では、昔からの森林地帯の植生が、ココナツ園によって取って代わられている。これらの区域の背後にある低地帯は、付近の水質あるいは水深によって、スワンプ林またはサゴヤシあるいは草生スワンプ等で覆われている。排水のよい砂浜近くの平地は、背の高い木に囲まれているが、部分的に、ココナツ樹や、畑や草地に変っている。また、人口の少ない沖積台地や低い丘陵地帯は、濃い森林に覆われている所が多い。この地区の植生について、特徴的にいえることは、次のようなことである。

- ・サゴとココナツは、地元の住民にとっての食糧源になっている。
- ・丘陵地帯では、草木の伐採後の、浸食が著しい。
- ・排水のよくない所では、伐採後、地下水が上昇している。
- ・現地の森林より切り出された材木は、住宅材に使用されており、将来、ニュー・タウンを造成する場合にも十分役に立つと思われる。

6.1.3 都市、工業開発のための土地の適合性

既存のデータ、現地の実測値等を十分に解析した結果、調査対象区域は、表28のように分類された(図1819,20,37参照)。

一般的に言ってカテゴリーDは、効率的に利用できる区域と言える。カテゴリーCの区域は、大部分がクリークによって分断されており、部分的には排水不良区域になっていると思われる。したがって、この区域は、開発には不向きといえる。

表 2 8 土地の適合性の分類

カテゴリー	性 状	適 合 性
A	スワンピーで排水がよくないかあるいは、冠水しやすい土地	高価な埋め立て、排水処理なしでは、工業都市開発用地としては不向き。簡易処理をして処理場、スラグ置場、リクリエーション用地に使用可。
B	急峻なスロープを持つ丘陵地帯（急峻勾配は全体の25%以上）	工業、都市開発用地としては不向き
C	急峻なスロープを持つ丘陵地帯（急峻勾配は全体の25%以下である区域はクリークにより分割）	住居地区や他の都市施設用地としては利用可、大規模な開発（工業用地）には、整地が必要
D	平坦か、あるいはなだらかなスロープを持つ、排水良好な土地（洪水位上+7.0mの標高を持つ）	都市開発、工業開発ともに利用可

注) カテゴリーの細分類は図18参照

6.1.4 人口と土地利用パターン

Purari河口とThe Bluff地点の中間地帯では、Gulf Provinceが最も人口密度の高い地域で、Department of Provincial Affairsが実施した調査によると、人口は12,000人となっている。この地域の住民は、大部分「沿岸住民」なので、村落は海岸に集中しており、特にOrokoro湾周辺はGulf Provinceで、最も人口集中の激しい地域である。沿岸より離れた村落としては、調査区域西側のMuro PlantationやVailala河の側にあるMaira Plantationの南東部地区があげられる。また、Vailala河とThe Bluffにある低い丘陵地帯には、ほとんどが住んでいないが、これは、昔からの「沿岸住民」と「高地住民」の戦いの歴史に基づいている。住民の昔ながらの生計は、沿岸スワンプの背後に生育するサゴヤシによってたてられており、これを補うものとしては、魚類、果物、野菜があげられる。低地やOrokolo地区では、所々に畑があり、背後の丘陵地帯までそれは続いている。換金作物として、ココナツも生育されている。伝統的な村の所有地は、海岸沿いの村落の丘側に広がっている細長い土地である。住民はこのスワンプよりサゴを採ったり、畑より野菜を採ったりする他に、丘の野生地区で豚をして生活

をたてている。このような土地所有と土地利用の形態は、Vailala地区の東側では、余り明確に守られてはいない。Belepaの周りの区域では、Kira Hari Hillsの西斜面に沿って畑が開拓されている。ココナツ園は、海岸沿いの土地で村の人達によって運営されているもの以外に、民間企業や教会によって運営される大きなものもある。調査区域の西端にあるカトリック教会やユナイテッド教会によって経営されるココナツ園は、各々154haと59haの広さを持っている。

Steamships Trading Company Ltd. の持っているココナツ園のうち一つは、Vaiviriにあり、広さは110haある。もう一つは、Mairaにあり、広さは200haである。この二つのココナツ園は、ともに、Ihuの北、Vailala河の両岸にある。The Bluff地点の西側には、Huiva(78ha)、とAraimiri(72ha)の二つのプランテーションがあり、ともに政府よりカトリック教会に貸与されている。これらのプランテーションは、現在、この区域の人々の主な仕事場になっている。しかし、一般的にいて、土地の人の働き口は少なく、特に若年層の労働力はPort Moresby等の都市に流出しており、ある村では、離村率が50%にも及んでいる。より詳細な社会的データは、付録Dに示されている。人口分布は図21に、村の人口や、今回のプロジェクトによって影響を受ける人口は、付録D-2に整理されている。

6.1.5 陸上部での地質特性

陸上部での最初のボーリングによる地質調査を、1976年3月から4月までの2か月間実施した。1976年7月に、さらに一連のオーガーボーリングによる試掘を、Orokolo、Vailala両地区で行なった。1976年10月、11月には、オーガーボーリングが上述の両地区の海岸沿に継続され、海岸線背後で実施したヴァイプロ式ボーリング結果と関連させている。

The Bluff地点

最初のボーリング調査は、Winkieのポータブル、ダイヤモンド、ドリルを使って実施したが、The Bluff地点の西3kmの海岸で、1本(B6)施工したのにとどまった。ボーリングはこれ一本だけとなったが、これはボーリング機械と地層の性格による。掘進長は地表より2.25mで、250mmの砂岩のコアを採取した。

The Bluffの西10km地点と東4km地点の間の海岸線沿いに、ジェット・オーガーを使用して地質調査を行なったが、オーガーロッドは、いずれも地表面より1.5mから2.2mで硬い地層に打ちあたっていった。ボーリング孔B-6から採取されたコアより判断すると、この地層は、硬い細粒砂岩とみなされる。物理探査を、The Bluff地点の両側で1本づつ

実施したが、不明瞭な点が多いので、本報告書には、その結果をのせていない。(第7巻参照)。The Bluff地点の背後の新しい道路上で、掘進長7.1m程のボーリング(B-7)を実施した。

平均コア回収率は、50%で、コアは主に硬質の結晶性の石灰岩より軟い砂混りのもの石灰岩よりできている。この硬質の結晶性の石灰岩は、不連続に現われ、全体の地層の27%をしめている。3本の物理探査を道路上で実施した。2本は風化した軟岩の特徴を示し、硬岩の特徴はみられなかった。三本目は採石場予定地で行なった物理探査結果、最大弾性波速度は、2,770cm/secで、地上に露出した岩ではかなり良質な性質と推算される。The Bluff地点で発掘される岩石としては、石灰岩と硬質砂岩混りの砂岩があげられる。後者は、海嶺の南東端にのみ現われ、1,300m×800mの長円形の形で、硬質砂岩上に不連続に堆積している。The Bluff地点の南端は、すでに道路の表層材用の採石場として利用されている。露頭している石灰岩は、40m位そそりたっており、岩質は脆弱な硬質なものより、硬質な結晶性のものへと変化に富んでいる。

埋蔵量は、1,500万立方メートルに及ぶと思われるので、骨材として利用する良質な部分を取捨選択することにより、十分に建設工業には役に立つと思われる。硬質砂岩は、コンクリート用骨材や捨石には、不向きと思われる。The Bluff台地は、工業開発、都市開発には不適であるので、さらに進んだ調査は行なわれなかった。

Orokolo湾、Vailala地点

Orokolo地区の海岸線で行なわれた一連のサウンディングによると、ロッドの関係で地表より4.5mの範囲ではあったが基岩を発見できなかった。また、一連の物理探査によっても基岩は発見できなかった。Vailalaの海岸線での、サウンディングは実施しなかった。

ボーリングは、Orokoloの海岸沿いで2箇所、Vailalaで2箇所「Mindrill F15C」を使用して行なった。ボーリング結果によれば、両地区ともに軟かい砂層が、軟弱な粘土やシルト層の上に堆積している。この粘土、シルト層は、ボーリング孔V203以外では、地表より7mの地点で、青色の堅い粘土が現われた。ボーリングは最終的には、-2.4mの非常に硬質な乾燥きみの泥岩で打ち止めになった。これらのボーリング結果とオフショアのヴァイプロ式ボーリング結果との関係は、若干の相関が見られる。Orokolo地区では、岩があるといわれている所を調査したが、クリークに露出している軟弱なシルト岩しか発見できず、風化した泥岩や軟質の砂岩の露頭も、所々しか見られなかった。現在、Muro川の河床から少量の骨材が地元での使用に供されている。これらの骨材は、直径が最大200mmで、非常に硬い微粒砂岩と硬化したシルト岩よりなっている。将来、この川や付近の河川も含めて、骨材採取の可能性について、十分調査をする必要がある。

Orokolo, Vaialala 地区での地耐力

上述の地質調査に加えて、Gulf 地区の三候補地で一連のハンドオーガーによる試掘と動的貫入試験等を、実施した。ハンドオーガーによる試掘を、砂層中の地下水面よりもさらに下まで行なうのは困難であった。連続的な動的貫入試験は、砂層中で、地表より 3.6 m の範囲まで実施された。その詳細は、第 7 巻に述べられているが、工業予定地区と考えられている地点で土地造成をしっかりと行なった場合、245 kPa/m² の地耐力が得られることがわかった。特に留意すべきは低地地帯で、この地帯で上記の地耐力を得るには、0.4 m ~ 0.7 m 程の表層除去をする必要がある。掘削幅やフーチング(footing)の建設にあたっては、水位の高い地下水の排水に十分気をつけて行なうのはもちろんである。低地地帯での道路は、排水の便をはかり、良質な路床を得るために、低い築堤上におかれることになる。Orokolo 地区海岸線背後には、表層付近に圧密性の土層がないので、海嶺や低湿地でも、排水処理盛土完了後は、十分な地耐力が期待でき、沈下も少量と思われる。ヴァイプロ式ボーリングが数本陸上で行なわれた(Orokolo 4本、Vaialala 1本)。しかし掘進長は、機械の制約上 5.5 m に制限された。掘進中、明らかになった地層は、軟質、硬質のシルト混り砂であった。すべてのボーリング位置は、図 19 ~ 図 21 に示され、ボーリング柱状図は、第 7 巻に整理されている。

6.1.6 海底土質の工学的性質

日本工営は、1973年に、この地域では最初のソノストレーターによる海底土質調査を Orokolo 湾と Bluff 地点で実施した。Orokolo 湾地点は、その当時、最も有望な候補地として考えられていたので、Bluff 地区よりも詳細に調査された。また、この当時 Bluff 地点は Orokolo 湾地点の代替案とみなされていた。これは、The Bluff 地点からより沖合に伸びているさんご礁の浅瀬が、防波堤の建設に都合のよい基礎を提供するであろうという根拠に基づいている。ソノストレーターの記録によると、Orokolo 湾の海底地形は、ほぼ一様に変化の少ない形を呈している(第 7 巻参照)。1973年に、ソノストレーターによって調査された区域は、図 17、に示されており、Orokolo 湾での測量船の航跡図は、図 19 に描かれている。Bluff 地点での記録は変化に富み、一様な海底土質のパターンを示していない。1973年に実施された 3 測線より、推定岩盤線や最深部の地層の推定等深線を作成することは、非常に難しいので、この複雑な海底土層の解明のために、Bluff 地点は、1975年にソノストレーターによって再調査された(SMEC 調査、1975)。航跡図は、図 18 に、測線は、第 7 巻に明記されている。ソノストレーターによる海底地質調査は、Vaialala 地点では行なわれていない。

Bluff 地点の記録は、非常に変化が激しく、海上ボーリングが完了した時点で、ボーリン

グデーターの記録とソノストレーターの記録を比較して、キャリブレーションを行なうことが考えられた。これは、ボーリングを行なわなかった区域でも、地層が連続しているという仮定のもとに、ソノストレーターの記録を利用して、土質状況を外挿することができるからである。ソノストレーターの記録は、通常、強度や連続性の異なる種々の反射パターンを示している。ソノストレーターの記録を解明するにあたって、関連するボーリングが不可欠であるが、今回は資料が少ないので、一般的な地層分類にとどまった。これらの地層の分類は、日本工営の報告書(1973、1975)に明記されており、要約は表29に示されている。種々の地層の呼称は、第7巻にのせてある断面図の呼称にあわせてある。

表29 ソノストレーター調査による土層相関

地層年代		1975年調査		1973年調査	
第 四 紀	沖積層	上層 A層	細砂シルト質砂	A層 A1	シルト粘土
				A層 A2	細砂
	洪積層	下層 B層	砂とシルトの互層	A層 A3	砂質シルト
		上層 C層	主に細砂、中砂	B層 B1	シルト粘土
洪積層			B層 B2	細砂	
			B層 B3	砂質シルト	
			B層 B4	細砂	
第三紀 中新世	下層 D層	粗砂又は砂利	C層	砂利混り砂	
	新世 E層	砂岩と泥岩の互層	D層 D1	砂岩、泥岩	
第三紀 中新世			D層 D2	砂岩、泥岩	

ボーリング等の相関データがないので、ソノストレーターの記録は、日本の類似した地層配置や、現地の地形図を参考にして解釈されている。最初のボーリングは、1976年3月と4月に行なわれた。海上ボーリングは、種々の理由で遅れ、1月から2月の海上の穏やかな季節を利用することができなかった。Jaero 500というボーリング機械は、満足に作動したが、70cm以上のうねりのためのページが揺れ、ボーリングは所要本数まで続行できなかった。数日間の現場で待機の末、気象配置の面より天候の好転が望めないことが判明したので、ボーリングプログラムは、完了しないまま中断された。完了したボーリングは、Bluff地点で3本(B2、B3、B1は放棄)、Orokolo地点でO4の1本にとどまり、計画された両地点で各6本の半分も満たせなかった。ボーリング地点は、図18、図19に示されている。また、柱状図は、第7巻に整理されている。軟かい表層のシルト層の下は粘土なので、一連の径50mmの不攪乱資料サンプラーを使用した。2度目の海上ボーリングは、海象条件のよくな

らた1976年10月に、ワイプロコン式ボーリング機械を使用して実施した。この時、Orokolo地点では、6本(O101~O106)、Vailala地点で6本(V101~V106)そして、Bluff地点で3本(B101~B103)、ボーリングが行なわれた。ボーリング位置は、図18~図20に示されており、ボーリング柱状図は、第7巻に整理されている。ワイプロコン式ボーリング機械は、順調に作動し、軟弱層中で平均1日当り40m、2本のペースで、ボーリングは進められた。スコールやマーカブイの設置のためのロスタイムがあったにもかかわらず、15本のボーリングは、2週間以内に完了した。このボーリングマシンの欠点は、不攪乱資料のサンプリングが不可能なことで、すべての採取された土質の物理的性質について、現場で判断しなければならなかった。海底土質の密度を把握することは、ボーリングケーシングの進入率よりある程度可能である。軟弱な粘土やシルトは、1分/m、シルトは10分/mの進入速度である。Bluff地点の10分/mの掘進速度は、後のボーリング結果によれば、500kpaに値していた。当初のボーリングは、ソノストレーターの測線上行なわれたので、両記録の相関が検討されたが、相関性は非常に乏しかった。唯一の相関は、表層の軟弱層のみに見られる。Bluff地点では、この軟弱層の厚みは1.5m、Orokolo地点では、4mになっている。Bluff地点の3本のボーリングによると、軟弱な表層の下には、粘土しか採取することができなかった。例外は、ボーリングB3で、海底より36m下に、非常に風化した泥岩(頁岩)らしきものを発見している。ソノストレーターの記録によると、海底下1.7m~2.1mの範囲に岩盤線が見られる。ソノストレーターの記録紙の反射面は、種々の地層の相対密度や粒度を表わすが、不攪乱資料より得られる種々のコンシステンシーや色あいについては、何も明らかにできない。ボーリングB1によると、海底面より5mの位置に、岩盤らしきものをみつけている。ボーリング途中で遭遇した固結粘土は、非常に硬く、海底下18.3mでボーリングは中止された。ボーリングB2では、海底下6mに岩相が発掘され、掘進は深度10.5mの粘土層で中止された。現場貫入試験とソノストレーターの記録との相関が、表30に示されている。

表30 Bluff地点での貫入試験値とソノストレーターでの分類層との関係

1975年 ソノストレーター 記録の解析		貫入値 (Kpa)		
		ボーリングB1	ボーリングB2	ボーリングB3
A	層	試験せず	10	100
B	層	350~535		
C又はB	層		500+	
D	層			180~320
E	層	500+	500+	100~270

Orokolo地区でのヴァイプロ式ボーリングは、1973年施行のソノストレーター調査線上で行なわれた。ボーリング結果を、ソノストレーターの記録と比較してみると、ソノストレーターのD層の表面は、粘土層とその下の砂層との境界面に相当するようである。砂層自身の相関は、不攪乱資料なしでは無理である。基礎杭の必要長を決定するにあたり、ボーリングデータの試験値や現地観察によるデータを十分に活用している。しかし、詳細設計をするにあたっては、より綿密なボーリング計画が必要である。

Vailala地点でのボーリング結果によると、この地区の海底土も、軟弱粘土～硬質粘土よりなっていることがわかる。この粘土層の下にも砂層が存在する。東側のボーリング結果によると、約9mの厚さのレンズ状の粘土層が、砂層の下に分布している。この層がソノストレーターの記録に表われるかどうか疑問である。基礎杭が、この粘土層を貫通して打ち込まれると、支持力は低下すると思われる。このような時は、所要の支持力を、摩擦力によって得るために、2～3mの打ち増しが必要である。Bluff地点でも、固結シルトしか発見できなかったのも、ボーリングとの相関は、非常に悪いものであるが地質構造的には、ある相関が見られる。ソノストレーターによる土質縦断図をみると、南東より北西へ、地層線がはしり、ボーリングB3付近を通過している。貫入試験結果によると、ボーリングB3の値は、B1、B2より小さめに出ている（B1、B2の500Kpaに比較して、B3は最大320Kpaの値に止まっている）。

ボーリングB3によって代表される海底谷部の堆積土は、ボーリングB1、B2によって代表される谷部の横腹部の土質より、弱いものであると判断される。ソノストレーターの記録によると、海底の岩盤推定線が、陸に向って立ち上っており、陸の崖部「The Bluff」に連らなっている。しかし、もし、E層が本当に粘土であれば、海底より隆起している海嶺は、岩質ではなく、硬質粘土ということになる。ヴァイプロ式ボーリングによって、Orokolo地点、Vailala地点での「オンショア・ポート」、「オフショア・ポート」の両港湾配置計画での浚渫が、さほど困難ではないことが確かめられた。

6.1.7 沿岸海底地形

深 浅

Orokolo地点とBluff地点は、今までに二度程深浅調査がなされた。最初の調査は、1973年に実施されたが、場所的に限定されたものであった。この調査では、ソノストレーターの調査も併用して行なわれた。調査区域は、図17に示されている。二度目の深浅測量は、1975年に調査区域を拡げて実施された。深浅測量は、従来の音波探査機を使用し、位置出しのためには、電波距離計を利用した。測量範囲は、西はPurari河口、東はCupolaま

の間で、測線は、1 Kmピッチで海岸線に直角に設けられた。合計測深距離は1,320 Kmで、測深深度は、-30 mまで実施された。図17に、測深線が、明示されている。1975年実施の調査の詳細は、日本工営作成の報告書に整理されている。Orokolo 地点では、等深線は海岸線に平行に走っている。しかし暗礁や突起部は、この等深線では示されていない。Vailala河とKoremaの間の地区では、等深線は海岸線に平行な単調なパターンを示さず、沢山の隆起や比高3 mにも及ぶ海嶺が分散している。Bluff地点でのソノストレーターの記録によると、相当硬い土質よりなる海嶺が、軟弱な表層上に突出している。この硬質な土層が、岩であるか固結粘土であるかは、海上ボーリングでは解明されていない。しかし、どちらにせよ、この地区での浚渫費はかなり高額になると思われる。海底地形の突出状況の一例を示すと、Vailala河口の東側の沖合7 Km地点では、水深1.2 m~1.5 mのすぐ隣りに、水深1.5 mの浅瀬が存在しているという具合である。The Bluff 沖の浅瀬は、沖合7 Km~8 Km地点で、周囲の水深より5 m位浅くなっている。この浅瀬の存在は、海岸線に平行に実施された測深により明らかになった。

海底土砂の採取

海洋調査の一環として、図22に示されている地点で、沢山の海底土砂の採取が行われた。海岸でも、H. W. L.、M. W. L.、L. W. L.の水際線沿いに、土砂が採取された。河口では、砂州の陸側、海側、河口内、上流0.5 Kmの各地点で、海底土砂の採取を実施した。個々のサンプルの粒度分布は、本巻には述べられていないが、平均粒径分布やSorting Indexは、図22に示したとおりである。Orokolo湾より採集した堆砂より判断すると、堆砂は数種の岩層より発生したものと思われる(Jaques 1975)。

したがって、Orokolo湾での単一の漂砂源を発見することはできなかった。珊瑚の破片は、急速な沈降堆積のために、採取できなかった。

Orokolo湾での砂しや、砂州、海岸の部分的な崖岸の部分的な崖等に裏づけられる漂砂運動は、magnetite や titanomagnetite等の鉄物の局所的集中に影響していると思われる。

浮遊土砂の分布を知るために、一連のサンプル採取を行なった。詳細な内容は付録Eと第7巻に述べられている。図23、図24は、図25上に示した位置での浮遊土砂の濃度分布を示している。

漂砂機構と堆砂

海岸線の変化状況を測定するために、今までの航空写真の比較を試みた。しかし、比較の基準となる永久物標の不足のため、海岸線各部分での正確なオーバーラップは、非常に難しいもの

となった。写真より判断すると、ある限られた物標である果樹園の外郭線、クリークの曲線変化等は、経年的に余り変化していないように思われる。これらの不変物標を使用して、1958年より1974年の写真を解析した。1939年度からの写真も手に入ったが、スケール・キャリブレーションをするには、余りにも不変物標の数が少なすぎた。以上の比較検討結果は、図17に示してある。比較検討時の海岸線は、水際線を使用せず、林等の縁線を採用した。Kavava Missionでは、1966年に大きな十字架を、H. W. L.の水際線のすぐ背後に建てたが、1975年現在、H. W. L.の水際線は、十字架より海側に65m程移動している。Orokoloの西側でも、H. W. L.の水際線は、1964年～1967年の3年間に、150m程海側に移動したと報告されている。KeremaよりPurari河の間の海岸線の変化を解析する目的で、海岸沿に基準杭を設置し、3か月毎に水準測量が行なわれた。位置関係は、図17に、結果は、図26、図27に示されている。一年にも満たない観測記録で、海岸線の変化量を知ることが、無理と思われるが、一般的にいえることは、南東モンスーンシーズンの侵食のあとに、堆積が続いて起きているようである。海岸線の数箇所では、高さにして1mに及ぶ動きが見られる。最も安定している海岸は、Vailala河とThe Bluff地点との間で、すべて、高さにして0.5m以内の変化である。漂砂や堆砂の絶対量を正確に見積る資料は、今回の調査では得られなかった。Kerema Orokolo間では、卓越波向が南南東寄り、海岸線は、おおむね東より西に走っている。したがって、漂砂の卓越方向は、西向きと推定される。また、この西への卓越漂砂は、河口やクリーク出口での西を向いた砂しによって実証されている。特に、Vailala河口の西側にある砂しは、1939年より成長し、1976年現在、幅1km以上、長さ5kmに及んでいる(図17参照)。航空真写による過去の海岸線変化比較の結果、多くの河口の西側は、堆積が進行しているか、安定状態にあることがわかった。これは東側の侵食現象とは、対象的である。年間の想定波浪分布を、エネルギーフラックス法に代入すると、ネットのGulf地区の漂砂量は、100万～150万 m^3 のオーダーになる。河口付近に目立つ海嶺の成立原因は、Chenierの造成運動と考えられる。この種の造成運動は、オーストラリアのCookとPolackによって、1973年に究明され、アメリカのToddによっても、1968年に究明されている。

Gulf地区の特徴として、河川よりの最大堆砂量の流出時期は、南東モンスーンシーズン前になるので、河口での大きな堆砂量は、このシーズン中に起ると考えられる。南東モンスーンシーズンの波浪は、細粒堆砂を助かし、河口の海嶺を西側に移動させている。海岸線の侵食と海嶺の発達は、浮遊土砂の低下につながり、豊富な堆砂の補給は、飽和に近い浮遊土砂を急速に増加させることになる。堆砂物の分布状況に関する限られた資料より判断すると、Orokolo地点は、Vailala河の主たる堆砂地といえることができる。漂砂の沈下率を計測するために設置された竹の捕砂器によると、年間の堆砂量は16mmになる。この堆砂量をVail-

a1a 河の流域面積内の削剝量と比較すると、ある程度の相関が得られる。しかし、河の浮遊含泥率を使って計算すると、推砂量は、年間8 翻になる。したがって、Orokolo 湾の年間推砂量は、50,000~100,000 m^3 のオーダーと想定される。これは、Vailala, Bluff より低いオーダーである。

浚渫への影響

海底推砂の上層密度は低く 1,300 Kg/m^3 位である。これらの層は、軟弱ではあるが、浚渫時には、多量の水も掘削しなければならないので、時間を要する工事になる。浚渫勾配は、極軟弱層で 1/15~1/20、もう少し締まった層で 1/10 位である。オンショア・ポートのレイアウトの港口の幅は、この法勾配を考慮して、十分広くとる必要がある。毎年の維持浚渫量は、港内区域において、300,000 m^3 ~500,000 m^3 と想定される。漂砂は Gulf 地区一般にわたり活発なので、Vailala, Orokolo 地点ともに、同率の推砂量を想定した。

6.1.8 波 浪

波浪観測と気象観測用に当初予定された調査機器を、最終的に 1975 年度に、海上に設置することができなかった。したがって、波浪推算や漂砂量計算は、ほぼ 1 年の観測資料 (1976 年 4 月 28 日~1977 年 4 月 21 日) に基づいて行なわれた。しかし、1976 年の南東モンスーンシーズン中の波浪データは、完全に収録されている。波浪観測用の「Wave Rider」は、1976 年 4 月 28 日に、Kerema 沖、The Bluff 南 1.3 km の水深 2.1 m の地点に設置され、受信機は、Kerema の Sub-District Office にセットされた。記録は、磁気テープとインクの記録紙の両方にとられ、一週間毎に Port Moresby に郵送され、データ処理のためオーストラリアに転送された。Wave Rider で観測された最大波高は、1976 年 7 月に記録された 4.65 m である。一般的には最大波高は、3.5 m 位である。また、南東モンスーンシーズン以外の波高は、おおむね 1 m 以下であり、しばしば 2 m を越える。観測最大波高は 1977 年 3 月に記録された 2.65 m である。Wave Rider よりの波浪記録は、1976 年 4 月 28 日より 1977 年 4 月 21 日まで解析され、付録 F に整理されている。Wave Rider では、波向を観測することができないので、飛行機より 1975 年 7 月より 1976 年 4 月まで目視観測を行なった。卓越波向は、ほとんど一年中変わらず、磁方位の 145°~185° の範囲に集中していた (付録 F 参照)。4 月中旬より 10 月中旬の南東方向よりの貿易風が、主たる波浪の発生源になっていると思われる。他のシーズンの波浪は、南東モンスーンシーズンに比較して明らかに弱いものであり、このシーズンの最大波高が、その年の最大波高といえる。この方法で 50 年確率の波高を算出している。もう一つの波浪発生源として、Coral Sea に起きるサイクロンが考えられる。サイクロンによる波浪推算の資料は乏しいので、これに伴う波浪

の頻度、強さの推算は難しい。Wave Rider データ解析より判明する波浪特性は、次のようである。

- 有義波高
- 最大波高
- 有義波高周期

以上の解析の他に、スペクトル分析が、すべての記録になされた。有義波高の頻度分布は、図 28 に示されている。

この分布は、半対数分布に類似しているので、この分布に基づいて波高の確率計算を行った。確率計算によると、50年確率の有義波高は、4.5 m、最大波高は、7.5 m である。また、それらの波浪に対応する周期は、8 秒である。最大波高に対する有義波高の変化分布をみると、実際の最大波高は、対数分布より推測された値の 80~125% の範囲にばらついている。一シーズンの波浪データしかないので、他の推算値と比較する必要がある。木曜島の風記録は、速度、方向、吹送時間とも整理されているので、このデータを使用して、1970年~1976年の波浪推算を行なった。波浪推算の頻度分布は、南東貿易風シメツにのみ整理され、実測値と比較された。比較よりわかることは、今シーズンの実測値は、過去7年間の推算平均値より若干小さいということである。近くの住民の話によると、観測年(1976)は、若干例年より小さめの波高が、出現しているといわれた。これは、解析結果を裏づけるものと思われる(図 29 参照)。南東モンスーンシーズン中の Gulf 地区の波浪を、オーストラリア沿岸の波浪と比較してみると、波高の低い方では、Gulf 地区が、より頻繁に高い波浪を受けていることがわかる。木曜島の推算値を考慮しても、50年確率の波高 4.5 m は、The Bluff 沖の港湾構造物の設計値として、十分妥当な値であることがわかる。Vailala と Orokololo 地点の「ショアライン・ポート」での波浪は、海底摩擦により減衰するが、砕波により波力の増大があり、この点も、構造計算では、考慮しなければならない。

6.1.9 潮流と潮位

バース配置、操船、推砂、漂砂に対する影響を把握するために、潮流が推定された。海洋調査中に、流速と流向を同時に記録できる潮流計が、Orokololo と Bluff 地点の9箇所に設置された。この潮流計は、海面より 3 m の地点に設置された。また、潮流計観測を補うために、一連の漂流標による潮流観測が実施された。観測された最大流速は、主として S E 方面で、0.17 m/sec ~ 0.39 m/sec の範囲であった。一般的に、満潮時の潮流は、NW~NNW 方向で、干潮時には、反時計廻りに移向して、S E 方向である。この潮流の変化状態は、漂流標によって十分実証された。最強の潮流は、Vailala 河口沖で観測され、干潮時の 2 時間前に、

0.9ノット (0.46 m/sec) をだしている。潮位の変化に関係なく生じている恒流は、非常に弱く、観測全区域にわたって0.1 m/sec以下である。潮位観測用に、Foxboro 潮位計が1976年10月にKerema 棧橋に設置され、30日間連続観測された。潮位記録は、英国の Institute of Oceanographic Sciences によって解析され、その地区の海図基準を設定するように試みられた。その結果は下記のように表される。

平均海底面 (MSL)	1.3 m
大潮平均高潮面 (MHWS)	2.2 m
小潮 " (MHWN)	1.5 m
小潮平均低潮面 (MLWN)	1.1 m
大潮 " (MLWS)	0.4 m
最低気象潮位 (LAT)	0.0 m
最高 " (HAT)	2.8 m

詳細は第7巻を参照されたい。

6.1.10 風

Gulf地区での風の記録は、非常に少なく、唯一の自記風向風速計が、Port Moresbyに設置されている。ここでの風の観測は、1日に2~3回しか行なわれていない。Daruの風記録がGulf地区を代表していると思われるが、波浪推算に必要な風力と吹送時間の関係が記録されていない。これに対し、木曜島の風記録は、風力と吹送時間の関係が明らかなので、Gulf Gulf地区の波浪推算には十分利用することができた。最近では、1975年5月に、Keremaに風速風向計が設置されたが、記録としては十分なものでなく、波浪推算に使用されなかった。しかし、現地の風況を明らかにする一つの記録といえる。

観測記録によると、南東モンスーンシーズンにも風速は、めったに17~23ノット (9~12 m/sec) を超えることはない。風向は、東より時計方向に南西の方向に変化していく。卓越風向は、南東ないし南方向である。最大風速として、6月に37ノット (19 m/sec) を記録している。南東モンスーンシーズン以外の穏やかな季節に、グーパー (Gubas) といわれる突風が起き、風速は24 m/sec、風向は、WSWから反時計方向にNWへと変化する。このグーパーは、通常夕方に生じ、事前に用心をすれば、工事に余り影響はないと思われる。Keremaと木曜島のウィンドローズは、図30に示されている。Keremaの風向風速計は丘の上に置かれ、陸に1km入っているため、実際の風より若干小さい値を示す可能性があるため、十分に注意して解析する必要がある。パプアのGulf地区の風に関しては、A. H. Glenn等によるレポートの中で次のように概説されている。

12月～2月

この期間は、年間で最も穏やかな季節にあたる。しかし、暴風雨は、この季節に時々起こる。風速はめったに15ノット以上にならず、風向は主に西、北西方向、また逆に東ないし南東方向になっている。

3月～5月

この期間の10％は、風速が15ノット以上になる。風向は、東より南東方向が卓越する。

6月～9月

南東の風が卓越し、この期間の中25％が、15ノット以上の風速になっている。

10月～11月

東より南東の風が卓越し、時に北西の風が吹く。15ノット以上の風は、この期間10％程になる。

6.2 検討された種々の開発候補地

6.2.1 概 説

港湾開発

地盤条件、浚渫施工性、杭打工費等を十分に考慮して、各港湾候補地点で、最適港湾配置計画が検討された。港湾施設を陸に近づければ近づける程、浚渫費はかさむが、陸から海へのアクセス(トレッセル)工事費は、低減されることになる。この関係を十分に考慮して、港の位置が決定されている。ここに、港湾建設に関して検討された項目をあげると、次のようになる。

- ・バース構造
- ・浚 渫
- ・陸までの海上コンベアー
- ・埠頭サービス施設とパイプライン
- ・荷役施設(港湾とストックパイル間の輸送施設を含む)
- ・上屋と管理事務所
- ・ポートサービス施設
- ・航路標識施設
- ・建設用栈橋
- ・維持浚渫費

また、下記のような港湾施設利用者に帰属すると思われるコストは、ここでは考慮していない。

- ・引き船サービス
- ・水先案内料
- ・道路輸送施設
- ・プラントのレンタル料

工業開発

工業開発地としては、先に分類した土地区分の 카테고리 D の土地が利用された。この区分の土地は、図 18～図 21 に示すごとく、各開発候補地ともに、場所的に限られている。この工業用地の制約条件のため、各工場（産業）ごとに、位置を選んだり、土地の形を考慮したりすることはできない。ある工場は、長方形の敷地を望むかもしれないが、ある工場は正方形を望むかもしれない。海水を多量に利用する工場は、ポンプ施設、パイプラインの儉約のために、海側に置かれることを望むかもしれない。廃棄物処理池の敷と配置は、工業開発とともに変化するものと思われる。したがって、今回の工場配置計画は、一つの例として考えられ、各候補地の比較用にも利用されるものである。工業開発の基本施設として考慮したものは、下記のとおりである。

- ・用地の伐開、除根
- ・表層除去
- ・整地
- ・低地での地盤改良、排水用の埋立
- ・排水施設
- ・高地よりの雨水の集積と迂回
- ・工場道路
- ・海岸より工場地までの 4 車線道路（カルバートと橋梁を含む）
- ・ストックパイルとタンク用地の整備
- ・工場用地内のアルミニウム工場、フェロニッケル工場への陸上コンベアー
- ・工業用水、生活用水施設
- ・流出廃棄物処理

下記のような特定の利用者に帰属するコストは、ここでは考慮されていない。

- ・陸上でのパイプラインと貯蔵タンク施設
- ・ストックパイルエリアのプラント、建物
- ・道路運搬機械

- 固形廃棄物処理
- 冷却用海水循環施設

冷却用の海水循環施設は、非常に高価なものになる。この冷却用海水の80%以上は、天然ガスの液化に使用され、残り20%が、ほぼ均等に、亜鉛精錬、可性ソーダ生産に使用される。この冷却用水施設は、総額2,200万米ドル前後で、他の工業開発費とは一緒にするべきではないと思われるので、今回の開発費には、組み込まれていない。もし、このための施設が必要になれば、特別費用として加算されることになる。

都市開発

都市開発費は、土地の半分が丘陵地帯で、残り半分が平地であるという仮定に基づいて算出されている。開発用地内では、一般的仕様に基づくカルバート、橋梁等の建設費も考慮されている。各工業用候補地間の開発費の相違は、主として土地の荒廃度に起因している。工業用地に対しての都市用地の相対的位置は、卓越風向に大いに影響される。都市開発用地は、工場開発に伴って避けられない大気汚染、ばいじん等の影響のできるだけない位置に置かれる。

6.2.2 Bluff地点

港湾開発

図18に示されている港湾配置は、最終開発ステージでの最適レイアウト（トレッセルコストと浚渫コストの合計が最も低い位置）である。この図からわかるように、港はかなり沖合に置かれるので、固結粘土層の浚渫は、割合に少ないと思われる。港湾構造物の杭建設費は、浚渫やトレッセルコスト程水深に左右されないが、ある程度は影響されると思われる。調査ボーリングによると、海底土は、非排水せん断強度で250Kpa~500Kpaの固結粘土よりできている。これらの固結粘土は、100Kpa以下の強度を持つ向斜した軟弱粘土質のトラフを囲んでいる。この粘土層の上には、1.5m~2.0m程の軟泥が堆積している。この向斜したトラフは、ボーリングB3付近のくぼ地を囲み、海岸線より1.5km沖まで近づいている。

これは、水深の面で、港湾の陸への近接化に有効である。浚渫費は、浚渫深度と浚渫位置に影響される。大型のトレーラー・サクション・ドレッジャーは、海底の軟弱な表層やその下層の傾斜したトラフ内の軟弱粘土層を、支障なく浚渫できると思われる。トラフ外の硬質粘土の浚渫には、カッター・サクションやバケット・ドレッジャーが必要になり、自ずと浚渫費は割高になる。この浚渫費は、ほぼ前者の2倍になると思われる。

軟弱粘土層地区に建設される港では、所定の支持力を得るために、基礎杭は相当長くなり、建設費はかさむことになる。この増加費用は50%位になり、杭自身の購入費は別として、余

計を溶接費を含み、建設工事も当然長びくことになる。この杭打費は、浚渫費と比較して、工事費全体の中で大きな部分を占めるので、この点を考慮して港湾区域は、沖合5 km以内の硬質粘土層を持つ地区におかれた。ここでは、浚渫は表層の軟泥のみに限られた。オフショア・レイアウトは、図10に、標準部の断面は、図3.1、図3.2に示した。バース数は、4.4節で検討されている。

港の段階的開発を考慮してバース配置を行なった。第一ステージのアルミニウム精錬工業に関連するバース配置は、図10に示したとおりである。アプローチ・トレッセルは分割的建設が可能で、初期には、2連のトレッセルが使用され、最終的に、マイナーバーク用にもう一連のトレッセルが建設されることになる。

トレッセルについては、図3.3に示したが、その内訳は下表のとおりである。

- ・ 船1 トレッセル (東側) …… 2連の1,000 t/hのメジャーバーク用コンベアーを載せている。その他に、パイプライン敷設スペースを持ち、サービス道路も備えている。
- ・ 船2 トレッセル (中央) …… 4 m幅の2車線道路を持つ。設計荷重は、30 tセミトレーラーを考えている。500 m毎に待機所を設け、船1トレッセルか船3トレッセルのどちらかに連結している。
- ・ 船3 トレッセル (西側) …… 3連の700 t/hのマイナーバーク用コンベアーを載せている。その他に、一車線のサービス道路を備えている。

当初のアルミニウム精錬開始時には、トレッセル船1と船2が必要となる。オフショア・レイアウトは、防波堤を拡張せずに、バースを増設できるようになっている。3バースめの増設が、メジャー・バーク・バースでは可能であり、マイナー・バーク・バース一般貨物バースでは、一バースずつ増設ができるスペースがある。航路は、卓越波向SEに合わせて、ほぼSE-NW方向に計画されており、途中で1回曲げられている。航路をSW方向に向けることは、NNW-SS E方向に走る浅瀬のため、無理と思われる。The Bluff 鼻先の露出岩や、海側の支持力を十分持った浅い海底土の存在は、当初、捨石防波堤とそれに伴うマウンド式コースウェイの可能性を考えさせた。

しかし、建設費を詳しく算出してみると、The Bluff より良質な岩が十分採れたとしても、トレッセルよりは、割高になることが判明した。また、後日行なったThe Bluff 地点での岩質調査によって、Bluffの岩が被覆石等には、不向きであることがわかった。海底付近の粘着力の高い硬質粘土は、ケーソン構造物等を支えるには、十分な支持力はあると思われるが、ケーソン基礎のならし、マウンド材の敷きならしは、海中の視界の悪さを考えると、難工事と思われる。今回は、以上の理由により、杭基礎方式が港湾構造物に採用された。防波堤の建設は、

工事の遅れを出さないように、台船式の建設機械を使わずにすすめることにする。

防波堤は連絡道路（トレッセル）の直線延長上に位置し、鋼鉄のクロスヘッドに支えられた丈夫なコンクリート版よりできている。各々のクロスヘッドは、3本の斜杭によって支えられている。この斜杭は防波堤からの水平力も支える。コンクリート版は、杭の引き抜き力に対抗するため、十分な自重を持ち、連絡道路、2連のメジャー・バルク用コンベアー、サービス道路、パイプライン等を載せるようになっている。以上の構造物の配置は、図3.1に示されている鋼精鉄用バースの標準断面図を参照されたい。メジャー・バルク・バースでのコンクリート版は、アルミナとニッケル用アンローダーの後部のクレーンレールを支えている。コンクリート版前面の2列の直杭は、アンローダー前部（船側）のクレーンレールとフェンダー施設を支えている。この配置関係は、図3.1に示されている。波浪推算の結果より判断すると、構造物の設計波浪としては、有義波高4.5mが妥当と考えられる。防波堤の前面は、50年確率以上の波や最大波高による越波も考慮して設計されねばならない。したがって、防波堤の前壁は、コンクリート版より少し離れて置かれている。港湾構造物は、究極的に破壊荷重として、7.5mの波高に抵抗するように設計されている。マイナー・バルク・バースは、鋼桁の格子構造でできており、直杭によって支えられている。バース内の連絡道路は、木材で設計されている（図3.1参照）。ドルフィンには船がアンローダー基礎に衝突するのを防いでいる。一般貨物バース、コンテナバースは、栈橋式構造物で計画されている。標準断面図は、図3.2に示されている。

工業開発

工業開発には、カテゴリーDの土地が利用された。この土地は、海岸沿いの丘陵地帯の海側に細長く伸びている。丘陵地帯よりの排水は、工業用地の中を通過することになり、非常に大きな問題となる。この地区の全域を調査した結果、候補地としては排水面の、土工の面より最低と思われる。LNG開発は、開発の性格上他の港湾、工業建設とは切り離して考えなければならぬと思われる。マイナー用ストックパイルは、Huiva Plantationの東側の海岸線沿いに設けられる。このストックパイルは、4車線の連絡道路で港と結ばれている（図3.3参照）。アルミニウムとフェロニッケルの工場は、コンベアーの長さをできるだけ節約するために、港に最も近い位置に置かれている。将来の開発は、埋立方式で海側に展開されることになる。工場廃水は、低地に置かれる処理池で処理された後、ポンプ施設を利用して海に排水される。冷却用の海水は、防波堤上より採水され投棄されるが、両地点は混合が起きないように、十分に離しておく必要がある。

都市開発

都市は、Vailala 河のすぐ東側の Maisa Plantation 内に建設されることになる。Ihu 地区は、全般的に変化に乏しいが、Maisa は、都市開発には、候補地の中でも最も恵まれた環境を持っているといえる。

建設費の内訳

(単位：百万米ドル)

港	334
工業	146
都市	369
土地取得	5
維持浚渫	1

865 百万米ドル

維持浚渫費は、年利 11%、58 年償却で現在価値に換算されている。港と工業建設費は、付録 A に、都市建設費は、第 5 章に詳述されている。

6.2.3 Vailala 地点

港湾開発

海底ボーリングより判断すると、Vailala 地点のオンショア・ポートの建設は、理想的ではないが、最も経済的といえる。Vailala 河の南 6 km 地点にあるリーフの地形が明確でない現段階では、正確な設計はできないが、オフショア・ポートも工費的には、オンショア・ポートと同じ位と思われる。開発計画は、図 2.0 に示されており、港湾配置は図 1.3 に描かれている。また、バースの構造については、6.3 節に詳しく述べている。オンショア・レイアウトでは、防波堤が他の工事に先行して着工完成されねばならず、段階的な拡張は難しい。しかし、防波堤内での、各バースの建設は、工業開発の進捗に合わせて、段階的に建設することができる。今回のプロジェクトで計画されているバース以外にも、若干のバルクバース、一般貨物バース用スペースが、防波堤内に確保されている。このオンショア・レイアウトは、オフショア・レイアウトに比べて、港への連絡、貨物の貯蔵方法において、かなりの融通性を持っているといえる。Vailala 地点は、軟弱粘土層で覆われているので、ケーソンや捨石構造のような重力式構造物の適用は不適と思われる。杭基礎は、粘土層の下層にある砂層に十分貫入するように、十分長い杭を使う必要がある。また海底の軟弱な表層は、計画浚渫斜面を非常にゆるいものにして、航路は、屈曲部を持たず港の南側にある浅瀬をさけて配置される。したがって、航路は卓越風、卓越波向に平行になってはいない。このため将来この地域の操船について十分検討する必要があると思われる。

工業開発

Vailala の工業配置計画は、図 20 に示したとおりである。現地調査によると、この土地は洪水位より 10 m 以上、上にあり、カテゴリ-D に属している。この工業予定地区は、東側にある丘陵地帯よりはずれており、排水の面でも問題はないと思われる。土地の勾配はゆるく整地用の土工は、あまり大きな支障にならないと思われる。Vailala での工業配置は、他の地区と比較して非常にコンパクトな形でまとめることができる。ストックパイルは海岸沿いに置かれるが、将来の沈下は少ないと思われる。工業用地は、主として既存の Maira Plantation の中におかれ、用地内には二、三の小さな部落が含まれることになる。アルミ精錬工場は、港に最も近い所におかれ、これと並んでフェロニッケルの工場が建設されることになる。したがって、海上よりのコンベアーは、両工場に容易に連絡されることになる。工場の拡張は、Hiritano Highway の計画路線や卓越風向等を十分考慮して、都市開発と関連させてすすめていかねばならない。廃水の処理水は、自然流下方式で Vailala 河に投棄されることになる。

都市開発

初期の都市開発は、工場の東側からすすめられる。この東への開発は、容易にすすめられる利点はあるが、土地が限られているので、人口 30,000 人以上になった時は、Vailala 河の西側への開発も必要になる。Vailala 河を横切る橋の建設費として、総額 800 万米ドルを見込んでいる。

建設費の内訳

(単位：百万米ドル)

港	.....	316
工業	.....	135
都市	.....	380
土地取得	.....	5
維持浚渫	.....	17

(サンド・パイパス
施設を含む)

853百万米ドル

維持浚渫費は、年利11%、償還期間58年で、現在価値に変換されている。港と工業開発の建設費の詳細は、付録Aを参照されたい。都市建設費は第5章に述べてある。

6.2.4 Orokolo地点

港湾開発

現地調査によると、Orokolo地点もVailala地点と同様な海底土質条件を備えており、軟弱な粘土が砂とシルト層の上に堆積している。ソフストレーターとボーリングの結果を比較してみると、粘土層と砂層の境界面に一致がみられる。Orokolo地点においても、Vailala地点と同様に、ホンショア・レイアウトが採用されている。また建設方法も、工事費算出上、Vailala地点と同じものを採用している。詳細は、図13と図34に示されている。パース構造に関しては、6.3節で述べる。

段階的な開発や将来の拡張に対するVailala地点での問題点は、そのままOrokolo地点にもあてはめることができる。ヴァイプロ式ボーリングの試料より判断する限りでは、Orokolo地点もVailala地点もほぼ同じ海底地質状況を呈しているため、杭基礎工費は、同額と算定した。Orokolo開発案では、当初の浚渫費は低いが、維持浚渫は、港湾建設地点がVailala河口の卓越漂砂方向の下手にあるため、Vailala開発案よりも多いと思われる。しかし、現段階では、両案の差をつけるのに十分な資料がないので、両地区とも同額の維持浚渫費を採用している。浚渫法面勾配も、Vailala案同様に、非常にゆるいものを採用している。航路は浚渫量を減らすために、一つの屈曲部を持つようになっている。したがって、卓越風浪に対して平行にはなっていない。

工業開発

Orokolo 地点での工場配置は、図 19 に示されている。工場敷地は、排水の面よりカテゴリー D の地区におかれた。現地の地形を見ると、この分類の土地は、丘陵の海側に海岸線に平行に、細長く伸びており、丁度リボンのような展開になっている。このリボン状の土地の西側には、Muro 地区がある。この地区も開発可能と思われる。この地区は、排水、土工の面では逆に有利であるといえ、二、三の工業を最初からここに誘致することも考えられる。リボン状の細長い土地の開発は、他の候補地と同様に、北側にせまる丘陵地帯よりの雨水排水の問題をかかえている。マイナーバルク用のストックパイルは、アルミニウム工場よりの海岸線付近におかれる。固形廃棄物の処理場は、Muro 地区の西端におかれるが、このための埋立てが既存の村落を破壊することはないと思われる。工業排水は、他の案同様、防波堤より投棄される。廃水処理池は、低地に置かれるので、この地区もポンプ施設が必要である。

都市開発

当初の都市建設は、Ihu の北側の高地や丘陵ですすめられる。面積的には、人口 60,000 の住民を十分に収容できると思われるが、Ihu 周辺の開発が著しく不経済であったり、住民の人口増加が続く時は、Vailala 河の東側も十分、開発余地があると思われる。都市建設に関してのみいえば、ここには、Gulf 地区の中で、最も良好な場所であるが、開発中に急峻な丘の掘削が大量に必要となれば、思わぬ建設費の増加をみる可能性もある。都市建設用地での詳細な測量は行なわれていないので、想定された開発費は、土工、排水の工事費算出用の一つの目安といえる。Ihu 地区は、他案と比較して道路橋梁費 800 万米ドル、建築費で 500 万米ドル余計開発費がかさむと推定される。

建設費の内訳

(単位：百万米ドル)

港	310
工業	131
都市	385
土地取得	5
維持浚渫	
(サンドパイパス 施設を含む)	18

849 百万米ドル

維持浚渫費は、年利 11 %、償還期間 58 年で、現在価値に変換してある。港と工業建設費の詳細は、付録 A に、また都市建設費は、第 5 章に詳述されている。

6.2.5 各候補地の比較検討

比較方法

最適候補地の選択のために、種々の見地より三候補地の比較検討を行なった。建設費、維持費等のコストの面はもとより、下記のような項目についても検討を加えている。

- ・環境へのインパクト
- ・社会的インパクト
- ・都市の特質
- ・将来の拡張への制約

各候補地の管理運営費について比較検討を加えることは、現段階では非常に難しいので、ここでは省略してある。上記の項目について、量的に把握することは、不可能に近いのでここではヒストグラム化して、図 3 5 に掲げた。

建設費の比較

建設費の算定基準については、前章に詳述したので、ここでは各候補地の建設費の算出結果のみについて述べる。算出結果は、図 3 1 に整理されている。表中のインフラストラクチャーのコスト以外に、工業プラント関係で 2,700 万米ドルが必要である (P I S M リポート)。このプラント建設費を考慮すれば、Gulf 地区の三つの候補地の開発費の差は、たいして大きな意味を持たないとも言える。つまり建設費で優劣をつける差は生じないと思われる。

表31 Gulf地区の各候補地点の開発費

(単位：百万米ドル)

建設部門	Vailala	Orokolo	Thu Bluff
	オンショア一案	オンショア一案	オフショア一案
港	316	310	344
工業	135	131	146
都市	380	385	369
維持浚渫等	17	18	1
土地取得	5	5	5
計	853	849	865

注)上記の開発費は、最終ステージのものであるが、Ok Tedi 用のバージ、コンテナバースの建設費は含まれていない。

処理された廃水を海に投棄するために、Orokolo 案、Bluff 案では、ポンプ施設が必要であるが、Vailala 案では、自然流下方式が採用できることに注目すべきであろう。

環境へのインパクト

各候補地の開発計画は、量的にはほぼ同じであるので、環境へのインパクトは主として、開発を受け入れる土地の性質によるといえる。各工場は適当な公害防止対策をとり、汚水、廃水は十分に処理されるものと想定した。粉塵、煤煙に対しても同様に処置がなされるものとしている。Bluff 案では、港が沖合5Kmの地点に建設されるので、海岸線への影響は少ないと思われる。オンショア・レイアウトでは、海岸線保全のために、サンドバイパス方式を採用することになっている。予想される最も大きな環境問題は、排水システムの変化に起因すると思われる。現地の排水システムが変わるため、スワンプ地帯での水位が変化し、それに伴い塩分濃度や地下水位が影響を受け、付近に生息する生物に大きな変化が生じるとと思われる。廃水が処理池より溢水するような事故も想定されるので、処理池の設計も綿密に行なり必要がある。Orokolo 案、Bluff 案ともに大きなスワンプ地帯に沿って開発がすすめられるので、排水良好な土地に計画されている Vailala 案と比較して、環境問題に関しても不利といえる。

社会的インパクト

プロジェクトの進行に伴う大スケールの都市開発は、Gulf 地区の住民生活に、よきにつけ

あしけにつけ、大きな影響をもたらすと思われる。このような社会的影響は、できる限り時間をかけることにより、最少限にいとめられると思われる。

昔からの畑や狩猟地をいじったり、村の移転をしいるような直接住民に影響を与える計画は望ましくない。Orokolo案、Bluff案における社会的インパクトの測定は、住民に食糧や住居を提供しているスワンプ・システムへの環境的影響度によって判断される。Orokolo案は、最も人口密度の高い部落の移転をしていることになり、既存の畑等の使用が妨げられることになる。今回のプロジェクトにより直接影響を受ける住民の数は、次のようである。

Orokolo	案	4,800人
Vailala	案	4,700人
Bluff	案	2,200人

都市の特質

Gulf地区で最も適当な住居地区は、Ihuの北西部である。ここは若干周囲より高くなっており、変化に富み、海風や素晴らしい景色を楽しむことができる。Orokolo案、Vailala案ともに、都市開発は、この土地を利用することになっている。Orokolo案での都市開発は、Vailala案と比較してよりコンパクトな展開が可能であるが、工場への通勤距離は、開発がすすむにつれて遠くなっていく欠点がある。Vailala案のように二つの異なった地区に、都市開発が同時に行なわれるときは、一つの地区が他の地区より高い水準を持って開発され、他地区と余り関係を持たずに発展していくことがあるので、計画の進行に伴って、この点を十分に点検する必要がある。Bluff案の都市開発地区は、他案と比較して平坦であり変化に乏しい。また、Orokolo案同様に、通勤距離は相当大きい。

将来拡張への制約

Gulf地区で、容易に開発される土地は、非常に限られている。この土地は、幅1Kmないしは3Kmで細長くBluffよりMuroに伸びている。もし、工業用地、港湾用地が、この細長い土地の端に置かれれば、都市建設は一方向にのみしか拡張できないことになる。したがって、Orokolo地点とBluff地点に工業開発が進められれば、すべての都市開発は、就業地より遠く離れることになる。一方、Vailala地点での土地開発は、三方向に展開可能である。しかし、北側への拡張は、工場よりの煤塵等に影響されて、ある程度の制限を受けられる。工業用地の拡張は、スラグ等を利用して、スワンプ地帯へも可能である。この際には、Vailala案での埋立が環境的見地より、最も適していると思われる。オンショア・レイアウト、オフショア・レイアウトとともに、将来の開発余地を持っているが、オンショア・レイ

ウトは防波堤に囲まれているので、拡張の制約を受ける。一方、オフショア・レイアウトは、防波堤の新設をしないでもベースの増設は可能である。

結 論

Bluff 案は、計画案の中で最も建設費が高く、工業開発のフィージビリティは非常に疑わしい。Vailala 案は、Orokolo 案より社会的インパクトは小さく、Orokolo Bluff 両案より環境へのインパクトも小さいといえる。Vailala 案では、工業地区の東と西に建設される都市が、ある程度、管理上地域社会の問題を提起すると思われるが、土地という面よりは、最も良好なところといえる。Orokolo 案と Vailala 案の建設費の違いは、余り大きなものではないが、他の要因（社会的インパクト、環境へのインパクト）を考慮すると、Vailala 案が最もすぐれていると思われる。

6.2.6 検討された他の比較案

Vailala オフショア・レイアウト

Orokolo Vailala 両地点では、オンショア・レイアウトが最適レイアウトされたが、比較上、Vailala 地点でのオフショア・レイアウトも検討してみた。それによると、オフショア・レイアウトは、オンショア・レイアウトより700万米ドル高となっている。オフショア・レイアウトは埠頭面積の広さ、埠頭への取付けの問題等より、大きなハンディを持つことになる。建設費の内訳は、表3.2に、詳細は付録A-2に示されている。Orokolo 地点でのオフショア・レイアウトの建設費は、Vailala 地点でのオフショア・レイアウトの建設費とほぼ同額である。しかし、2.6.8節に述べたように、段階的開発時の初期段階では、オフショア・レイアウトがオンショア・レイアウトより経済的である。

表32 港湾建設費(代替案) - Vailala 地点

(単位:百万米ドル)

	完全遮へい式		部分遮へい式
	オンショア・レイアウト	オフショア・レイアウト	オフショア・レイアウト
港	316	383	377
工業	135	135	135
都市	380	380	380
維持	17	1	1
土地取得	5	5	5
計	853	904	898

注) 上記の建設費は、開発最終段階時のものであるが、Ok Tedi 用のバージ・コンテナースは除いてある。

Vailala 地点の部分遮へい式オフショア・レイアウト

完全遮へい式防波堤建設費は、非常に高いので、これに代るものとして、部分遮へい式防波堤が検討された。Gulf 地区の海象条件を解析すると、年間250日ほど、アルミナや他のメジャーバルクの荷揚げが、防波堤なしで可能であるという結論が得られた。(しかし、この案は暴風期の原料ストック用に、余計な大きなストックヤードが必要となる)メジャーバルク以外の荷役では、船級によって制限を受け荷役精度の面で、支障が生じる。算出された216日稼働の条件で所要バース数を求めると、完全遮へい時の所要バースのほぼ2倍のバースが必要となる。この部分遮へい式オフショア・レイアウトを図11に示し、建設費の内訳については付録A-5に詳述した。表からわかるように、オフショア・レイアウトでは、部分遮へい式が完全遮へい式に比べて若干優位にあるが、オンショア・レイアウトと比較すると、非常に工費は高いものである。

アルミニウム精錬のみの開発計画

この計画での港は、アルミナ輸入用の非遮へい式バースと、製品輸出、一般貨物輸入用のバージバースよりなっている。この計画では、Gulf 地区のバースの他に、Port Moresby での積み換え港設備が必要となる。バージは喫水3~4mの自航で、1,400トンのインゴットを運搬できるものを使用する。このバージは、インゴット輸送の船路に、一般貨物をコンテナ一なりバラ積方式で運搬することになる。このバージ用棧橋は、Vailala 河の Maira Plantation の横に建設される。Vailala 河内の航路浚渫量の算出のため、河口の砂州よ

り Plantation まで、概略的深浅測量を行なった。第7巻の深浅図よりわかるように、M.W.L.で全域の50%しか水深-4.5mを確保することができない。砂州では、干潮時に2mの水深しかなく、河川中の浅瀬も含めて、相当な浚渫が必要である。洪水が大きく河床を変るので、航路浚渫は、たびたび常設のトレーラー・サクソン・ドレッジャー等を利用して行い必要がある。バースを河口に近づけて製品の道路輸送距離を増せば、維持浚渫の問題は軽減されるが、河口の砂州の問題は依然として残ることになる。このバース計画は、初期投資が他の案より低いという利点はあるが、維持浚渫の難易さを適確に把握できないため、今回はとりあげなかった。Vailala 地点での段階的オフショア・レイアウトの開発は、2.7節に説明されている。

6.3 Vailala 地点開発計画

6.3.1 概 説

ヴァイプロコン式ボーリングによると、この地域では軟弱粘土層が、砂層シルト層の上に堆積しており、その境界面は-20m付近にみられる。1本のボーリングによると、-33mから-40mの間に固結粘土層が存在している。土質試験用の不攪乱資料が採取できなかったため、港湾構造物の基礎杭は、安全側に算出されている。現地の調査結果によれば、固結粘土や岩の掘削を避ける意味からも、杭の必要根入長をかくほすの意味からも、オンショア・ポートがまさっていると思われる。港の配置図は、図1.3に、工業配置計画は6.2.3節にそれぞれ示されている。

6.3.2 港湾構造物

図3.4に示されているように、港は数種類の港湾構造物よりなっている。

防波堤構造物

防波堤は、東側、西側の二つの突堤よりなっている。防波堤の基礎は、2本1組の斜杭よりなり、頭部は鋼鉄のクロスヘッドで結合されている。このクロスヘッドは、港外側で鋼矢板を支えるように水平トラスで結合されている。港内側のクロスヘッドに載ったコンクリート版は、直杭によって支えられている。この種のタイプでは、港内側に矢板擁壁が必要である。コンクリート版の幅は浚渫勾配と中詰材の強度によって決まるが、これらの詳細は、実施設計前に解決しなければならない。また、バース割をしていない西側防波堤の港内側には、岸壁構造を現段階では考えず、浚渫斜面を防波堤にすりつけている。2列杭の基礎は、図面上に示す位置で、6列杭の基礎に代っている。1組のクロスヘッドは、3組の斜杭式組杭を結合しており、防波堤にかかる水平力は、この斜杭で受け持つことになっている。クロスヘッドの上のコンク

リート床版は、杭の引抜き力に抵抗するためのカウンターウェイト役を果たす以外に、2連のメジャーバルクコンベアーとサービス道路を載せている。途中、部分的にこの断面は、マイナーバルクコンベアーと銅精鉱のストックヤード・エリアを確保するために変形されている。メジャーバルク・バースのコンクリート床版は、アルミナアンローダーとニッケルアンローダーの陸側クレーンレールを載せている。海側には、アンローダーのもう一方のクレーンを載せる基礎と、防舷材設備用の2列の直杭が打設される。液体専用バースでは、4基のドルフィンが採用され、中央に、液体荷役用に専用プラットフォームが設けられる。前面矢板をオーバートップした海水の排水の便を計るために、防波堤前面部はコンクリート床版より離しておかれる。マイナーバルク・バースと銅精鉱バースは、直杭基礎の鋼桁の格子構造よりできている。連絡道路は、材木を敷いた床版できている。バルクバースのフェンダーシステムは、船舶の接岸衝撃力が、アンローダーに直接あたらないようにドルフィン式を採用している。一方、バースバースは、簡易フェンダーシステムを採用し、防舷材は、木材を利用してバース前面の直杭に設置されている。

陸寄りの輸出入用バース

東防波堤の港側に計画されたものと同タイプのコンクリート床版が、陸寄りの輸出入用バースにも採用されている。矢板式岸壁は、土質条件不良のため採用されていない。

上屋

上屋等の重要構造物の基礎は、将来沈下の懸念があれば、杭基礎を採用する必要がある。

舗装

コンテナバースや一般バースの棧橋では、等分布荷重 5 t/m^2 を設計で考慮しているので、3段積のコンテナ、ストラドルキャリア、フォークリフト等の荷重に十分耐え得るものと思われる。棧橋部分以外のバースエリアは、普通のアスファルトコンクリート舗装を想定している。この部分は、海底土の圧密層の不等沈下が考えられるので、プレローディング工法等も必要と思われる。このプレローディングを、各バースの供用開始のスケジュールにうまく組み込めれば、理想的である。しかし、将来の舗装の補修工事は避けることができないと思われる。重車両や衝撃荷重を受ける区域は、アスファルト舗装の代わりに、コンクリート版がよいと思われる。2m角のプレキャストコンクリート版等を採用すれば、バースの供用中でも、敷設は可能と思われる。

6.3.3 港湾の施工方法

港灣工事区域は、外洋にさらされているため、杭打船、クレーン船等の作業船を十分に利用した工事は難しいと思われる。したがって、防波堤工事は、陸よりの片押しの形式で、海面上で陸上工事と同様に施工することにする。この工事方式は、段取りに時間を要し、施工速度も遅く、ある程度の遮へいを作るまでは作業船による補助もできないという欠点がある。しかし、この施工速度は、ダム建設に要する工事期間を考慮すれば、妥当と思われる。ただし、プロジェクト初期の都市、工業建設用資機材の搬入用の工事用棧橋について考えると、この施工速度は一つの問題といえる。航路浚渫は、防波堤工事が進められているときに、同時に行なわれるので、工事の交錯をなくすよう十分注意する必要がある。浚渫船の施工範囲は、浅い区域で風下側になるため、操業に制限を受ける。したがって、防波堤による遮へいが、ある程度すんだ時点で、カッター・サクショ式浚渫船を利用することが望ましい。防波堤が完備した時点では、色々な工事区域で作業船を駆使して、工事をすすめることができる。建設資機材は、すべて海路で現場に搬入されるが、現場へ持ち込むためには、Port Moseoby や Pal'a Inlet 等に計画された積み換え港でバージに移される。バージ輸送は、天候が良好なときでも相当時間がかかると思われるので、バージへの資機材の積み換えの代わりに、外洋船の 5,000 D.W.T. 級を直接に工事現場に接岸する案も考えられた。この計画では、浚渫なしで所要求水深 8 m を得るには、3 km の工事用突堤が必要になる。このケースでは、工事用バースのための資機材の搬入も非常に大きな問題である。もう一つの案として、前述の折衷案が考えられる。これは喫水 3 m 位の自航式バージを考えて、このバージ用の工事用棧橋を現場に建設することである。この棧橋は、できる限り簡単に建設され、南東モンスーンシーズン時の破損に対しても、容易に修復できるものでなければならない。この工事用棧橋は、概算工費 1,500 万米ドル程度である。プラント等の重量物は、南東モンスーンシーズン以外の穏やかな季節に、上陸用舟艇を使用して陸揚げされるものとしている。工事用棧橋を通して陸揚される資材は、棧橋の利用できない時期も考慮して、背後にストックパイルされる。前述したが、骨材等の運搬には、ポンプ輸送も考えられる。資機材は、一度陸揚げされれば、あとは十分に改良された道路網を利用して、所定の位置まで安全に運ぶことができる。

防波堤

防波堤工事のための資機材の補給は、トレッセルの完了部分を利用して行うことが望ましい。施工設備の中で一番重要なものは、完了したトレッセルより張り出した杭打用のガイドフレームである。杭打ちが完了し、クロスヘッドが溶接された後、このガイドフレームは、1 スパン分沖に進むことになる。このガイド用フレームを支えているクレーンは、トレッセルの完了部分の 2 スパン分にまたがっているレールに載せられている。このレールを載せた桁は、トレッ

セルに固定されず、防波堤用トレッセルが進むにつれて、うってがいに、既設トレッセル部分の上を沖に伸びていくことになる。トレッセル部分の完了後、堤外側に鋼矢板が打たれ、トレッセルのクロスヘッドと結合される。結合後、直ちに裏込めされ、防波堤にかかる横力に抵抗させる。防波堤の沖側部分も、同様な施工方法で行なわれる。クロスヘッドの剛結後は、トレッセルの片側では、コンクリート床版が敷設され、資機材運搬に供される。

岸 壁

防波堤が完了すれば、港内は十分な静穏度が得られ、岸壁建設用の作業船は、沖の波浪に関係なく杭打ちコンクリート打設等を行うことができる。杭は大部分直杭であるが、斜杭は直杭打設後、トレッセル上より杭打機で打ち込む事も可能である。コンクリートは、海上型枠を軽減し、現場打設を少なくする目的で、できる限りプレキャストコンクリートを使用することが望ましい。バルクバース用の鉄骨組み立ても、遮へいされた港内で、作業船を使用して行うことができる。

6.3.4 建設資材

すべての鋼材、セメント類は、海路現場に搬入される。搬入資機材の現場までの積み換えコストを、できる限り少なくするために、工事の開始時に、積み換え施設を早急に建設する必要がある。今までの調査では、現場付近の海岸沿いには、十分な骨材採取場は発見されていない。粗骨材は、The Bluff 地点の結晶性の石灰岩より、ある程度採取できると思われるが、採石単価は余り経済的とはいえない。骨材は、港湾背後地で可能性のある所を、更に調査する必要がある。それでも適当な場所がなければ、ペプアニューギニアの南岸の骨材場より、バース輸送しなければならない。建設工事の開始直後は、水も船で輸送してこなければならない。工事がすすむにつれて、適当な貯水場を開拓し、現場にポンプ輸送することにする。製材場は、Vailala 河沿いに既にできており、現場の調達が可能で、コンクリート用型枠にも利用できる。大量に材木を使用するので、木材の乾燥場の設備も必要になる。The Office of Forests が助言するように West New Britain よりの強度ランク 1 の木材は、道路用床版縁石等に利用できる。この木材は、バース用の防舷材としても使える。

6.3.5 建設スケジュール

港湾建設に関するすべての調査、設計が、8年計画のダム建設の最初の年に完了していれば、港湾の海上、陸上工事は、5年計画、10年計画に沿って完了させられる。

6.3.6 都市建設

土地を最も経済的に有効に利用するため、Vailala 地点の都市建設は、工業地区、河岸地区の両地区にまたがって進められる。最初の都市建設工事は、建設労働者用の住居を工業地区の東側に建てることである。最も魅力的な都市建設用地は、Ihu地区のAro Aro Hills とスワンプ地帯の間にある平地であるが、この地区の開発具合は、初期に開発される工業地区寄りの都市用地が、どれ程都市建設に適しているかにかかっていると見える。都市計画の見地からは、Vailala 河の両岸が均衡をとりつつ発展していくことが望ましい。軽工業やサービス業地区は、重工業地帯の東側におかれる。都市の中心部は、工業地区に近接して東側に発展し、この地区に付属するショッピングエリアは、河の西側に沿って発展する。

6.3.7 Vailala 案の開発費

Vailala 地点の港、工業、都市開発の建設費は下記のとおりである。さらに詳細な内訳については、付録 A - 1 を参照されたい。

港湾建設		(単位：百万米ドル)
浚渫		57.6
防波堤		82.5
トレッセルバース	メジャーバルク	2.7
	マイナーバルク	6.5
	液体専用	0.8
棧橋		53.0
土工と舗装		11.7
コンベアーと基礎		11.1
パイプラインとサービスダクト		0.8
バルクと一般貨物荷役機械		15.3
建築		3.9
その他(航路施設、工事棧橋)		3.7
エンジニアリングフィーおよび管理費(15%)		37.4
プロジェクト予備費(10%)		28.7
維持浚渫、サンドバイパス施設		17.0
(年利12%で20年償却)		
計		332.7

工業建設

整地	14.5
排水	7.2
道路、橋梁	24.6
コンベアー	30.0
給水施設	28.3
廃水処理施設	1.9
エンジニアリングフィーおよび管理費(15%)	16.0
プロジェクト予備費(10%)	12.3
計	134.8

都市建設

商業、軽工業、リクリエーション	22.7
用地の開発	
民間、公共、工業部門就業者の住居	
地区の開発	66.0
上記部門の住居	162.6
社会施設	18.6
道路橋梁	20.0
電信電話、飛行場	5.4
エンジニアリングフィーおよび管理費(15%)	45.1
プロジェクト予備費(10%)	34.5
計	379.9
土地取得	15.0
工事費合計(1976年価格水準)	852.4

≒ 853 百万米ドル

第7章 Hall Sound 地点開発案

7.1 現況

7.1.1 地形

概説

Hall Sound 地点の南東部の約 200 Km²が、今回のプロジェクトのために調査された (図 36 参照)。この地帯には、2つの石灰岩質の丘陵が、北西より南東方向に走っている。これらの丘陵のうち1つは海岸線沿いに、他の1つは 1.5 Kmほど陸寄りである。丘陵は平均 120 m の高さで高い所は 260 m の標高を持っている。この2つの丘陵地帯の間には、沢山のクレークによって寸断された小さな起伏を持った平地が広がっている。海岸沿いには、幅 1 Km にわたり冠水区域が広がっている。

地形資料

「Lands of the Port Moresby-Kairuku Area」(C. S. I. R. O. 1965) は、調査区域の地形構成と植生について、ある程度詳しく述べている。Hall Sound 地点は、Gulf 地区と比較して樹木はかなりまばらであるので、航空写真によって作成された等高線は、Gulf 地区よりもかなり正確なものといえる。

土質

基本的な土質分類は次のようである。

タイプ I……………層厚 1.5 m 以上の黒色から濃い灰褐色の粘性土

タイプ II……………Lithosols - 茶褐色から赤茶色土で、基盤上を覆っている。急傾斜地では岩が露出している。

調査区域全般にわたって見える土の性質は、下記のとおりである。

- ・高い PH 値
- ・有機物質の含有量が少ない
- ・湿ると粘性を増す
- ・乾燥すると表面に亀裂が入る
- ・石灰質の凝塊を含む

7.1.2 気候と植生

気 候

Hall Sound 地点は、熱帯サバンナ気候で、年間を通して余り雨は多くなく、温度変化も少ない。また、1日の温度変化も少ない。Kairuku で記録される年間雨量は、約 1,200 mm 位である。1年のうちで雨量の多い月は、12月から4月で、月平均 200 mm 位であり、雨量の少ない月は乾期の6月から10月で、月平均 26 mm 位である。平均最高気温は、8月の 28℃から12月の 32℃の間である。夏が冬に比べて低いのは、海よりの風が夏の高温を抑えているからといえる。月平均最低気温は、月平均最高気温よりばらつきが少なく、8月の 22℃と12月の 24℃が下限と上限である。年間の相対湿度は高く、午前9時では74%から82%で、通常、午後3時には約10%ほど減少する。バブアでの卓越風は、南東の季節風と、北西のグーバーによって代表される。しかし、Bereina よりの記録によると、この地区の風向は、SW又はN方向とされる。都市用地をどこに置くかということは、卓越風向と関係するが、この地区ではまだ十分な風資料が得られていない。

植 生

Hall Sound 地点の植生は、Gulf 地区と比較して非常に変化に富んでいる。ユーカリの木のある草原が、起伏のある低地に広がっており、クリークや丘のくぼ地には、落葉樹の茂みが発達している。河床や水の枯れないごく限られた場所には、背の高い常緑林が広がっている。調査区域の南側は、林を上から見ると落葉樹しか見えない。海岸沿いの平地での植生は非常に変化に富み、低いマングローブ林に混って常緑樹の茂みが見られる。

農業の可能性

タイプⅠの土質は、作物を作っても収支が合わない程やせている。この地の農業開発を左右するものは、乾期の渇水状態である。農業に適した土地は、尾根と尾根の間のくぼ地に点在する。タイプⅡの土質は、急傾斜地に多く、露出岩も所々含み、農業開発の可能性は非常に少ない。一般的に Hall Sound 調査区域全体にいえるとは、農業より牧畜に適しているということである。大規模な農業開発をすすめるためには、それに見合ったかんがい計画が必要であろう。

7.1.3 都市、工業開発のための土地の適合性

既存の資料解析後、現地で測量を行い、調査区域は表 28 と図 37 に示されるように分類された。

7.1.4 人口と土地利用の形態

Hall Sound地点の開発予定地は、人口が少なく約1,750人と推定される。村ごとの地主不在状況は、13%~60%で、人口は150~500人/村の範囲である。飲料水の取得難が、奥地での部落の発達を妨げているようで、大部分の部落は海岸沿いに開けている(図36参照)。土地の所有者は父方で、部族構造は、バブアの他の地区と同じである。大部分の人は、村の近くにある畑で採れるもので生活している。畑からは、種々の野菜、果物が年間を通して採れ、魚も海岸沿いの住民にとって重要な食糧源で、狩猟された食肉と並んで大事な蛋白質源でもある。ココナツ、ピンロージュ、ワラビ等は、金に換えられる物として村民の重要な収入源である。現在あるPort Moresbyへの簡易道路は、上述の産物を輸送する主要幹線である。開発予定地は、行政的にはBereinaにヘッドオフィスを持つKairuku sub-districtによって統括されている。

Delenaには学校があり、Delena、Keabada、Oroiに緊急連絡所がある。また少女達中等教育は、Yule島のミッションが行っている。開発予定地区に住む住民は、カトリック・ミッションとユナイテッド教会が、それぞれYule島、Delenaに1880年代に布教活動を始めていらい、西欧文化にふれて来ている。

Port Moresbyへの道路は、Hiritano Highwayの改修が完了すれば、今よりも一層快適なものになる。船も現在、Kairuku, Port Moresby, Bereina間に就航している。飛行便も、便数は少ないがKairuku, Bereinaと各飛行場とは連絡している。Hiritano Highwayは、現在改良されており、Aropokinaから南の新ルートも建設中である。この新しいルートは、図4と図36に示されている。

7.1.5 土質状況に関する工学的考察

陸上部の土質

1976年4月に、若干の地質調査が現地で実施された。Hall Sound本土の西側には、海岸線に平行して石灰岩と砂岩よりなる尾根が、200mの高さで連なっている。この尾根は北側ではthe Soundを横切って海嶺になり、Yule島に続いている。尾根の西側には2Km幅の沿岸平地が広がり、海岸の1~2Km幅の珊瑚礁に隣接している。尾根の東側は、火成岩質の玉石や砂利よりなる開析台地になっている。この平原は、海岸線より約2.5Km程陸に広がっている。この地域では、石灰岩質の尾根の西側の粘土層で3本、尾根の中腹で2本、東側の砂利層で2本、合計7本のオーガーボーリングを行なった。最初の3本のボーリングにより、海岸線より尾根の頂上に向けて広がっている0.5m厚の黒色粘土層の存在が明らかになった。また、残りのオーガーにより、砂質土、風化した砂岩、石灰岩等の表層が明らかになっている。オーガーボーリングの調査結果は、第7巻に整理されている。ボーリングの他に、7本の物理

探査線が道路沿いに実施された。その結果、浅い砂利層を表部に発見している。

海底土質

1976年3月と4月に、5本のボーリングが the Sound 内で実施された。ボーリング作業は、他地区と違い順調であったが、ボーリングH2とH3では、推定波高0.75 mの波浪と強い潮流のため、アンカーが移動するという事故もあった。沖合のボーリングH3地点では軟弱粘土と砂が-4.7 mまで堆積している。一方、ボーリングH4地点では、この軟弱層が-3.2 mまで堆積し、その下には締まった砂混り砂利層が存在している。珊瑚礁棚の端で実施されたボーリングによると、表層の軟弱層は、ボーリングH1地点で5 m厚で、その下は締まった砂利層が-20.5 m位まで堆積している。ボーリングH2では、表層に粘土層はなく、海底面より砂層が-1.3 mまで締め固め度を増しながら堆積している。珊瑚礁自身はボーリングH6で明らかにされたように、厚さ1.2 m位の穏やかな砂層、粘土質砂、砂質粘土等よりなっており、その下に固結した砂質粘土が堆積している。また、このボーリングH6では、-2.75 m地点に石灰岩を発見している。実施されたボーリングより作成された縦断図によると、海底の支持地盤は珊瑚礁の海側で急激に落ち込んでおり、本土の岬の端を形どっている。この急峻な地形変化を考慮すると、将来最適なバース配置計画をするためには、より詳細な調査が必要である。ボーリング柱状図は、第7巻に掲載した。なお、この地域では、ソノストレーターによる地層探査は実施されていない。

7.1.6 沿岸海底地形

概説

Hall Sound地点での港湾予定地点は、Soundの南端に予定されている。このSoundの背後には、スワンプ地帯よりやや高い台地が広がっている。この地区での調査は限定されたものでまだ不十分であるので、詳細設計を行なうにあたって、より包括的な詳細現地調査が必要である。

等深線

深淺調査は、Hall Soundでは、1975年に行なわれた。測深は、Sound内航路内ともに約2 km間隔で実施された。この深淺調査の詳細は、日本工営が作成した1975年度・海洋調査報告書に述べられている。また、等深淺図は図3.8に示されている。この等深線図にも示されているように、本土とYule島の海岸線沿いには、珊瑚礁が発達している。この珊瑚礁に挟まれた航路部分は、かなりの水深を持っており、泊地としての-10 mの水深を有する範囲も十分にとれる。The Sound地点の東側は、河川よりの堆積物のため浅くなってい

る。今回の海図の基本としては、昔の海図は余りなく、Admiralty chart 1886年度版を使用した。等深線の経年変化を知る意味で、この海図より、-5 m、-10 m、-15 mの等深線を作成し、図38に重ねて描いてある。この図からわかることは、Angabanga河の河口付近の-5 m等深線以外は、余り大きな変化をしていないということである。

-5 m等深線は、河川よりの堆砂のため約1 Km程海側に進んできている。しかし、Angabanga河は、1958年にthe Sound地点の北の海岸線を欠壊し、河の流れがそこに移ったためthe Sound内の堆砂は止まってしまった。

沈泥砂の採取

海底土砂の採取は、the Sound地点では実施されていない。ボーリング途中で採取された土質成分は、7.1.5節に整理されている。

7.1.7 波

Hall Sound地点では、波浪観測は今まで行なわれていない。

沖波波浪を、仮に4 mとすれば、Hall Sound内での波浪は、回折・屈接の影響を受けて下記のように減衰する。

波 向	波 高 (m)	
	De l e n a	P o u k a m a
W	0.7	0.2
WSW	1.9	0.8
SW	1.6	0.6
SSW	1.1	0.6
S	0.5	0.1

通常の沖波は、これよりずっと低いので、Hall Sound地点の波浪は、上記の表の値よりずっと小さいと思われる。したがってthe Sound内は、年間を通してかなり静穏度が高いといえる。

一般貨物ベース区域の静穏度は高いと思われるが、航路の東側では南東貿易風のSEシーズン中、バルク用小型船舶が若干の操船上の困難をきたすことが考えられる。今後の詳細調査の結果、この区域の静穏度に問題が生じれば、これらのバルクベースは航路沿いに建設されず、浚渫して湾の奥に移設することも考えられる。当然のことであるが、この地区では、防波堤は不必要である。

7.1.8 潮流と潮汐

潮流観測は、図37に示されている三地点で、大潮時に行なわれた。最大流速は引き潮時に観測され、

- ・ 航路中心では 0.47 m/sec
- ・ 航路東側の棧橋構造のバース部分は 0.32 m/sec
- ・ 本土の北岸に東西に伸びている一般貨物バース部分は 0.75 m/sec

上記の潮流は、操船上、それ程の影響はないと思われる。

棧橋タイプのバルクバースは、最大流速方向に向けられ、係船中の船舶への潮流力を最小にするようにしている。一般貨物バースでは、引き潮時に岸に向う潮流が、離岸中の船舶に若干の影響を与えると思われる。しかし、一般貨物バースが矢板岸壁等で建設されるときは、潮流は偏向されると思われ、影響はないことも考えられる。実際問題としては、水理実験をしないとわからないことである。実験をすれば、一般貨物バース西端部の洗掘、係留船舶の挙動等もはっきりすると思われる。潮流観測データは第7巻に掲載されている。潮位観測も、Hall Sound地点でなされたが、Port Moresbyの2.5mの潮差とほぼ同位と推定された。

7.1.9 風

Hall Sound地点では、風観測は今まで行なわれていない。最も近い風観測所は、Bereinaで、Hall Soundの北25Kmの地点にある。ここでの観測記録は、図30に示されている。

卓越風は南西又は北西になっている。観測時間は、1日の中で定時に限られているので、グーバーやスコールについての記録が得られていない。これらのグーバーやスコールは、Gulf地区と同じ頻度で起ると思われるので、付近を航行する船舶は少し影響を受けるとされる。

7.2 Hall Sound地点開発計画

7.2.1 港湾建設

レイアウト

図39に、最終ステージでのレイアウトを示した。一般貨物バースは珊瑚礁の外縁沿いの良質海底地盤を利用して配置し、マイナーバルクと液体専用バースは、航路沿いに置かれる。しかしこの配置は、将来の埋立てによる潮流変化を考えると、詳細設計時に更に検討することが望ましい。

将来、実施される地質調査の結果、メジャーバルクバースの基礎杭の支持層が非常に深いことが判明した場合は、このバースはマイナーバルクバースの延長上に移設して計画されること

が望ましい。この配置の欠点としては、長い海上コンベアーの他に、これに伴う埋立てを必要とすることがあげられる。図39の挿入図は最終開発に一致する、初期開発の Gulf 港灣レイアウトを示している。

港への連絡

陸より港への連絡は、珊瑚礁を横切って築堤されるコースウェイによって行なわれる。この珊瑚礁の天端は、平均 2 m である。珊瑚礁を構成している地層は、非常に緩い軟弱な砂層または砂質粘土層よりなり、厚さは 12 m にも及んでいるので、将来の沈下防止のプレロードも兼ねて、最終ステージ用のコースウェイ幅を当初、確保することにする。コースウェイは最終ステージで、下記の施設を載せることになる。

- ・片道2車線の道路
- ・4連のコンベアー
- ・パイプライン

これ以上にもし必要があれば、新設のユーズウェイを、都市への必要物資を搬入するために、一般貨物バースの東端に築堤することも考えられる。

バース構造

(a) バルクバース

バルクバースの構造は、直杭斜杭によって支えられた鉄骨の格子桁構造となっている。連絡道路は木材でできており、格子上に据え付けられる。(図40参照) 接岸時の船の衝撃力を避けるためドルフィンを設置する。メジャーバルクバースの後側には、銅精鉱荷揚げ用のバースバースが建設される。このバースバース構造はドルフィン構造の代わりに、防舷材を棧橋自身に据え付ける以外は、メジャーバルクバースと同様な構造としている。

(b) 液体物専用バース

このバースは、マイナーバルクバースの南の主航路沿いに計画される。構造としては、中央荷揚げ棧橋の他に、4基のプレスティングドルフィン、4基のムーアリングドルフィンよりなっている。

以上の構造物は、すべて鋼杭に支えられたコンクリート版でできており、構造物どうしは、歩道橋によって連絡されている。

荷揚げ棧橋は、パイプライン・トレッセルで、マイナーバルクバースに連絡される。

(c) 一般貨物バースとコンテナバース

2.5 m幅のコンクリート床版が、直杭上の格子桁上に据え付けられる(図4.1参照)。

コンクリート床版背後の埋立地は、ストックヤード用に利用され、土留め矢板の反力は、栈橋の斜杭によってとられる。埋立地の舗装は、将来の沈下を考慮してアスファルト舗装にする。

(d) 建築物

上屋、コンベアー、トランスファーステーション、その他の主要構造物で、珊瑚礁棚の埋立地上に建設されるものは、支持層まで打込まれる杭基礎で施工されなければならない。

施工方法

現地の静穏度は、Gulf地区と比較して、非常に良好で建設時の大きな支障はないと思われる。浚渫が完了すればバースの建設は各バース毎に同時着工が可能である。建設当初は建設資機材は陸路、Port Moresbyより搬入されるが、工事用栈橋ができ上がった時点では、資機材はthe Sound地点で沖取りされた後に、その栈橋を経て荷揚げされる。

(a) コーズウェイ(取付け連絡道路)

コーズウェイは、表層の粘性土以外の山土を利用してトラックの投棄により築堤される。築堤当初は余盛をし、圧密完了後は一般貨物バース背面に余盛土を移して埋立を促進する。コーズウェイ端部は捨石堤によって被覆される。

(b) 一般貨物バースとコンテナバース

浚渫完了後、栈橋の杭打ちを杭打船を使用して始める。コンクリート床版完了後、床版は背面矢板打設用に利用される。最後に、ストックエリア用の埋立てを完了させる。

(c) バルクバース

バルクバースの杭打ち用のフレームを支えるために、一般貨物バースはバルクバース寄りに建設されなければならない。直杭、斜杭ともに杭打ちは杭打船で行なうことも可能である。鉄骨の上部構はクレーン船で据付けられる。

建設資材

鋼材とセメントは、海路輸入され、一部は外洋船で直接Hall Soundに、一部はPort Moresbyでバースやトラックに積み換えられて現場に搬入される。当初の現地の調査によれば、海岸沿いの尾根や河川敷からの採石で、十分、道路用骨材、埋立て材は間に合うと思わ

れた。

現段階では数量的把握はなされていないが、量的には十分と思われる。しかし、工事費算出には、骨材、石材の単価は Port Moresby より搬入されるものとしている。建設用水は、当初、船等で搬入されねばならない。強度指定1の木材(前述)は、床版、車止め、防舷材用に West New Britain より輸入される。

建設プログラム

5年開発と10年開発用の建設プログラムは、図12に示されている。港の建設期間は、ダム建設期間の8年内には十分入ると想定されるが、プロジェクト当初、都市と工業が同時に建設されるので、一般貨物バースはできる限り早く完成させることが望ましい。

7.2.2 工業建設

図37に、工業地区での配置計画が示されている。工業地区は、地形条件はよいが、所要面積を確保するためには、かなりの土工量が予想される。等高線を見ると、海岸より相当奥に入った地区にかなり平坦な土地が存在する。これらの土地は高さの点でも申し分はないが、以下の理由でとり上げられなかった。

- ・港への距離が長い。
- ・Bereinaの風観測資料によれば、工業地区の南北に展開する都市は、大気汚染の面で障害を受ける。
- ・より広範な区域が工業汚水の影響を受ける。

選択された配置計画はコンパクトにまとまり、港へもかなり近い位置に展開される。アルミナとニッケル鉱とマンガン鉱は、輸入原料の50%以上をしめているので、アルミニウムとフェロニッケルの加工工場は、港に最も近い位置に置かねばならない。また、コンベアー施設も工場まで直結されねばならない。マイナーバルク用には、ストックパイルがコースウェイの海岸線付近に設けられ、原料の一時仮置き場として供される。これらの原料は、所要工場へトラックで適時搬入される。マイナーバルクの工場直送も考えられたが、今の段階ではベルト・コンベアー施設の高額な投資を控えるためにも、トラック輸送を優先して考えている。

港湾管理区域、商業区域、野積み区域確保のため尾根の東側はけずられ、残土はコースウェイや港湾用地に使用される。工業廃棄物を利用した埋立ても、the Soundに隣接する低地域沿いにすすめられ、港湾と陸地の間も順次埋め立てられていく。処理された工業廃棄物をthe Soundに自然流下させることを考えたが、調査の結果、不適とされれば、外海にパイプで廃棄される。

7.2.3 都市建設

候補地

Hall Sound 地点には、都市建設に適した地域が三箇所あり、いずれも港と工業地区に隣接している。三箇所の候補地は図4に示されている。「候補地1」地区は、Nikura村のすぐ南側にあり、Hall Sound 海峡として Yule 島の素晴らしい景観と対している。また、ここは南西方向よりの涼風も楽しめる。

この地区では、雨水等は海岸と陸のクリークの両方向に向って排水される。この散在するクリークは、大部分北側に流れ、Aropokina や Ethol 河にそそいでいる。この地区は主として狩猟地として使用され、部落は見あたらない。

「候補地2」は Delena の南にあり、Naruru 丘陵と海岸に挟まれている。この地区は、候補地1と同様に海の景色が楽しめ、涼しい海風も期待できる。欠点としては、この地区は幅が狭く、長く海の方に伸びていることである。もう一つの欠点としては、排水状況で、この地区は無数のクリークが張りめぐらされており、大きな川による集中的排水は行なわれない。土地全体は沖積台地よりなっており、部落も沢山散在し、畑では換金農作物が育成されている。

「候補地3」は、Vanuamai 村の南西部にあり、二つの大きな丘陵群に挟まれている。この地域には新しい開発に適した土地はあるが、他の二候補地のように、景観を楽しむという利点はない。計画されている都市開発予定地は、大部分、北側の Aropokina や Ethol 河に傾斜した土地におかれる。予定地の南西地区での排水は、Oroi と Ripachina 山の間の谷間を通して行なわれる。現在、この予定地は、狩猟地として利用され部落はない。

候補地の比較検討

次に述べる基準により判断すると、「候補地3」が最も優っていると見える。しかし、この結論は下記の理由により完全とは言いきれない。

- ・部分的に利用された風の資料は、不完全なものである。
- ・海岸沿いに住む現地民は、補償の裏づけがあれば都市開発に反対しないかもしれない。

したがって、この二つの未確定要素を確認するために、風の観測を行ない、地元住民の意見を十分に聞く必要がある。

候補地3は、最も適当な予定地として本報告書にイラストされている。比較検討の項目は、

- ・建設費
- ・環境へのインパクト
- ・社会的インパクト
- ・都市の特質

土地は全般的に十分にあるので、将来の拡張には余り大きな制約はないと思われる。

建設費

候補地1と3は、コンパクトな配置計画で、工業地域とも近くのHiritano Highwayにも直結している。候補地2は、丘陵と海岸に挟まれた細長い敷地であるので、自由な配置計画はできず、工業地域やHiritano Highwayへの連絡も非常に悪い。この面でも、候補地2の建設費は、他の候補地の建設費より高いことになるとと思われる。

環境へのインパクト

環境的には、三候補地とも大きな差はない。候補地2は、雨水、汚水が海へ直接排水されるが、候補地1と3では、途中小さなクリークを通して排水されるので、それだけ地域汚染の要素が多いといえる。このため、候補地2が環境的インパクトの面ではまさっているといえる。

社会的インパクト

候補地2は、三候補地の中で、最も住民の多い地区で、非常に有効に使われている土地である。(図36 参照)

候補地1と3には、ほとんど住民は住んでおらず、狩猟のみに使われている。したがって、候補地2は、土地開発段階で他の候補地より大きな社会的インパクトを受けることになるとと思われる。

都市の特質

候補地2でNaruru丘陵の傾斜地にある部分は、海の景色と涼しい海風に恵まれ、地形的にも自然公園のような理想的な場所といえる。候補地1は、Hall Soundに面しており、涼しい海風にも恵まれているが、工業地帯が卓越風SWの風上にあるため、公害の面より望ましい位置とはいえない。(7.1.9節 参照)

候補地の比較

表33に上述の検討項目が比較されている。候補地選定の決定的要因は、候補地2の社会的インパクトと候補地1のSWの風といえる。砂州の長さも両候補地の欠点といえる。

表3.3 Hall Sound都市開発候補地点の比較

代替候補地点	1 NIKURA	2 DELENA	3 VANUAMAI
コスト			
環境へのインパクト			
社会的インパクト			
都市の特質	(1)		
注：(1) 危険度			

選択された都市計画案

Hall Soundでの選ばれた都市計画案は、図4に示されている。道路網は港と工業地域、都市とを結び、Hiritano Highwayにも連絡している。都市は、この道路網の南側に拡張されていき、プロジェクト進行とともに発展する。サービス業と製造業は、重工業地域の東側、都市の北側に展開される。重工業地域に隣接する軽工業地域に勤める労働者は、Hiritano Highwayを利用することになる。都市が大きくなるにつれて、港への連絡道は、重工業地区の西側にも建設され、交通渋滞は緩和されると思われる。Naruru丘陵への西側の土地は、将来、地方の地主が開発を望めば、道路網によって連絡されると思われる。将来の都市と海岸の連絡道路はRipachina山の南側を走ることになる。

7.2.4 Hall Sound開発案の建設費

Hall Sound地点の港湾工業、都市開発費は下記のような内訳になる。より詳細な建設費の内訳は付録A-6を参照されたい。

港 湾 (単位：百万米ドル)

浚 渫	9.6
トレッセルバース	6.1
メージャーバルク	
マイナーバルク	6.0
液体専用	1.6
棧橋式バース	39.4
土工、ユーズウエイ、舗装	16.2
コンベアー (基礎含む)	9.3
パイプライン (サービス施設含む)	0.7
バルク、雑貨荷役機械	15.3
建 物	3.9
その他 (航路標識その他施設、工専用棧橋)	3.7
エンジニアリングフィー、管理費 (15%)	16.8
プロジェクト予備費 (10%)	12.8
維持浚渫費 (年利12%、20年償還 現在価値変換値)	1.0
計 (1976年価格)	142.0

工 業 (単位：百万米ドル)

整 地	24.3
排水	10.0
道路、橋梁	20.0
コンベアー	20.2
給水施設	44.9
廃水処理施設	1.9
エンジニアリングフィー、管理費 (15%)	18.2
プロジェクト予備費 (10%)	14.0
計 (1976年価格)	153.5

都市開発

(単位：百万米ドル)

商業、軽工業、リクリエーション用地開発	23.0
民間、公共、工業部門就業者の住民地区開発	56.8
上記部門の住居	143.6
社会施設	16.7
道路橋梁	7.7
電信、電話、飛行場	4.9
エンジニアリングフィーと管理費(15%)	37.9
プロジェクト予備費(10%)	29.1

計(1976年価格) 319.7

土地取得 5.0

工事費合計(1976年価格) 620.6

当 621 百万米ドル

第8章 プロジェクト開発所要用地

土地の所有権は、パプアニューギニアの人にとって、文化的、経済的意義を持つものである。Wabo プロジェクトにとっても、この土地は、大事な一つの資源である。港湾、工業、都市、開発のために、25年の開発期間の間に約4,000haの土地が必要となる。

都市用地	2,500ha
工業用地	600ha
廃棄物処理用地	600ha [*]
港湾、ストックパイル用地	300ha
計	4,000ha

※広範な廃棄物処理用地は、工業廃水沈澱池等のような処理施設の設置を可能にしている。

以上の土地の他に、道路建設、パイプライン、コンベアー、電線敷設等のため、また、骨材、道路材採取等のために、かなりの土地が必要になると思われる。都市開発、工業開発が規定用地内ですすめられるために、主に昔からの地主の部落に属する土地2,000haにも併地計画や管理計画が行なわれなければならない。この開発予定地周囲の管理計画のすすめ方いかんによっては、都市開発で予定されているいくつかの拡張計画は、土地の制約を受けることになったり、余分の出費をかさますことになる。国の開発計画（パプアニューギニア政府，1976）は、パプアでの土地使用にからむ種々の問題点を次のように述べている。

「パプア・ニューギニアでの都市開発は、適当な土地へのアクセスが非常に限られているという理由で、今まで制約されたり、ゆがめられてすすめられてきた。これからの土地開発は、昔からの土地を使用するにあたり、在来からの土地使用者と新規移住者のために、平等にすすめられなければならない。この土地開発は、また、環境面にも十分気を配り、水質公害等を起こさないようすることはもちろん、職場で畑地への便も十分に配慮する必要がある。都市開発予定地内の昔からの土地の登記は、土地の所有者の明確化、住宅ローン等の面で早急に実施しなければならない。都市部の登記がすすめば、地主による個人への貸貸も多くなり、社会的に余り望ましくない結果につながることもある。したがって、政府は、このようなケースには、法律的チェックを十分に強化する必要がある。

開発用地は、都市の市場でさばけるように、できる限り都市に近いところにおかれることが望ましい。また、都市住民も自分等の消費する食糧を、自分達で育成させるよう奨励すべきである。

プロジェクトが引き起すかもしれない既存の部落や旧来からの土地への直接的障害について

は、十分に検討され、これらの障害をできる限り少くするよりの代替案が計画された。しかし、いくらこのような対策が検討されても、Vailala や Hall Sound の住民にプロジェクトによって直接的に、また、間接的により大きく影響を及ぼすものと思われる。また、土地の取得難度は、土地の住民への影響度と裏腹といえる。土地の取得、補償に関する最適対策を提案することは、第三者には無理なことで、これはバブアニューギニア政府と国民の問題といえる。しかし、限られた住民との対話より得られた手法として、次のようなことがあげられる。

- (a) できる限り広い範囲にわたって、土地の所有形態をはっきりさせる。これは既に、Gulf 地区ですすめられている。
- (b) プロジェクトによって影響を受ける人達と、計画をにつめる前に対話し、相互の理解を深める。
- (c) プロジェクトによって住民生活が受ける真のインパクトを十分に検討する。
- (d) 補償方法をできる限り考え、将来、住民が安定して生活費を得られる案を作成する。また種々の利益が均等に住民にわたるように心掛けられねばならない。

Bougainville 銅山に支払われた、土地取得費は、1,000 オーストラリア・ドル/エーカーまたは3,112 米ドル/haである。さらに、土地改良や土地の借り上げのために、補償費が将来にわたってつきこまれている。以上の実例は、直接Wabo プロジェクトのケースにはあてはまらないが、今回は積算上この数字を使用している。港湾、工業、都市の土地代としては、本プロジェクトでは5,000,000 米ドルを積算している。

第9章 資金回収

9.1 概 説

港湾、工業、都市建設の資金の回収を計るための、施設のレンタル料、使用料の概略をつかむ目的で以下に簡単な解析がなされている。この解析は必然的に、Hall Sound と Vailala 地点での種々の開発計画の比較検討につながっている。

施設利用費と資金回収の関連は、事業主、管理者等々からめて、別々に検討されねばならない。付録G-2に、一例を示す。施設利用費は、公共投資を問わず、サービス施設を使用する業者負担に基づくと仮定されている。資金回収計画では、港湾、工業、都市開発に直接関連するコストのみあつかうことにする。港湾、工業、都市開発に伴うコストは以下に概略検討されているが、地域開発、環境社会へのコスト、プロジェクトの全体的経済性等についての検討は省略されている。

9.2 港湾候補地と電力計画の関連

四つの主要開発案は下記のとおりである。

- Hall Sound 地点での電力10年計画（1.735 MW）アルミニウム製造は、最初の5か年に開発される。
残りの産業は、後半の5か年に開発される。
- Hall Sound 地点で、最初の5か年で全産業を開発する。
- Vailala 地点での電力10か年開発計画
- Vailala 地点での電力5か年開発計画

OK Tedi 銅山開発の港湾建設費への影響は、OK Tedi 用の港湾施設のある時で、タリフとして計算されている。

9.3 解析の方法

第6章と第7章に、Vailala 地点とHall Sound 地点の総建設費と年間必要回収費が計算されており、第11章で両案での港湾貨物量、所要工業用地、所要住居数が算出されている。積算単価は1976年9月現在のものを使用している。まず、各々の総建設費は、施工年度に分配された後、償却年数58年間にわたり資金回収計算が行われる。（付録G-1参照）。資金回収計画をするにあたり、まず上述の基本数値（建設費、貨物量等）を、金利を想定して現在価値に変換する必要がある。想定した金利は、各開発ともに7%、11%、15%を使用し

ている。港湾貨物単価、工業用地単価、住宅単価は、現在価値に累積された建設費を、現在価値に累積した対象物件量（荷物量、土地の面積、住宅数）で除して算出している。

これらの結果は、付録G-1、また、本文9.4、9.5、9.6の各節に要約されている。この単価は、利用者毎に、更に分割される。例えば、港湾貨物単価（タリフ）では、三つのグループに分割される。第1グループ航路（浚渫費、航路標識費）部分は、船主に割り当てられ、第2グループ（岸壁と貯蔵施設部分）は、船会社に割り当てられ、第3グループ（荷役運搬機械部分）は船会社にあてられる。しかし、現段階では、港の全建設費を合わせてタリフ算出し、比較検討の資料に使用しても十分と思われる。港湾貨物扱量は、電力開発5年計画、10年計画で各々プロジェクト開発13年目、18年目に、計画目標の9,000,000^t/年に達する。今回のスタディでは、OK Tedi 専用雑貨が除外されているため、OK Tedi を含む案とOK Tedi を含まない案のタリフの差は生じない。プロジェクトの開始直後の港湾貨物としては、都市の生活必需品と産業を軌道にのせるための原料があげられる。

工業の操業最盛期には、518haの土地が必要になるが、この土地は電力開発段階に、すでに工業が生産を開始しているものとして算出している。

都市開発については、Vailala 案のみが詳細に分析されている。一方、Hall Sound 案は、住宅の建設段階がVailala と同じであると想定し、建設費の違いのみを考慮して算出している。また、住宅費には、住宅と関連して建設される都市施設の回収費も含まれている。

表34 港湾建設費

単位：百万米ドル

開 発 案	総 建 設 費	年 間 経 費
Hall Sound		
OK Tedi 含まず	141.4	11.8
OK Tedi 含む	169.5	12.3
Vailala		
OK Tedi 含まず	315.7	13.2
OK Tedi 含む	331.9	13.7

注) (1) 上表では、港湾貨物量を9,000,000^t/年としている。

(2) 電力開発5年計画、10年計画とも、同コストを使用している。ただし、各々の計画の建設年次を考慮している。

(3) 「OK Tedi 含む」プランは、バージ用 3 バース、銅精鉱貯蔵上屋、マイナーバ
 ルクバース長以下のコンテナ・ストックヤードを考慮している。

(4) 年間経費は、港湾管理費、引船費、水先案内料、岸壁補修費、維持浚渫費、その
 他の荷役関連必要経費を含んでいる。

付録の表 G-1 ~ G-8 に詳述されている分析結果は、表 3-5 に要約されている。

9.4 港湾建設

表 3-4 には Hall Sound と Vailala 両案の建設費と維持管理費が、分析結果と一緒に示
 されている。資金回収計画の詳細は、付録 G-1 に述べられている。

表 3-5 港湾建設一荷役単価

(米ドル/ト)

開 発 地 点	利 子 率		
	7%	11%	15%
電力 5 年開発			
OK Tedi 含まず			
Hall Sound	2.45	3.18	4.06
Vailala	4.38	6.33	8.72
OK Tedi 含む			
Hall Sound	2.61	3.40	4.34
Vailala	4.54	6.54	8.97
電力 10 年開発			
OK Tedi 含まず			
Hall Sound	2.87	4.09	5.81
Vailala	5.61	9.27	14.63
OK Tedi 含む			
Hall Sound	3.06	4.35	6.13
Vailala	5.76	9.45	14.82

表35よりいえることは、Hall Sound案の荷役単価は、電力開発年とOK Tediに無関係に、Vailala案の荷役単価より安い。OK Tediなしの開発は、Vailala, Hall Sound案とともに若干安い。電力5年開発は、両地点案ともに、電力10年開発より安い。比較上、Newcastle Wollongong Melbourneでの一般バラ荷の荷役コストを算出してみた。このコストは、航路、栈橋、荷役機械等のタリフを全部含んだもので、NewcastleとWollongongでは、それぞれ2.67米ドル/トン、2.82米ドル/トンとなっている。これらのコストは、表35よりわかるように、年利7%のHall Sound案とは、十分に競争できる値であるが、Vailala案とは比較にならない。Vailala案は前述のように、建設費はHall Sound案よりも高く、その他に相当量の維持浚渫が必要である。Hall Sound案は、現在西オーストラリアで開発されている港湾と比較しても、余り高くはなく、年利を若干あげても、十分競争力のあるプロジェクトといえる。

9.5 工業用地開発

付録G-1と表G-1~G-8には、段階的に工業用に開発される土地の土地代と用地の基本施設費が示されている。表36にコストの要約が示されている。

表36 工業開発—総開発費

開 発 地 点 (1)	総 建 設 費 (百万米ドル) (2)
Hall Sound	1 5 8.6
Vailala	1 3 4.8

注) (1) 総建設費はOK Tediに無関係である。

(2) 管理費は考慮していない。

年間地代は下表のように整理される。

表 3 7 工業開発 一年間地代

開 発 案	利 子 率		
	7 %	1 1 %	1 5 %
電力 5 年開発			
Hall Sound	21,716	38,396	45,583
Vailala	19,069	29,325	40,025
電力 1 0 年開発			
Hall Sound	21,652	32,570	43,356
Vailala	19,012	28,599	38,070

注) 詳細は付録 G-1、表 G-9 ~ G-12 参照

表よりいえることは、

- ・ 利子率に関係なく総建設費では Vailala 案が最も経済的である。
- ・ 年間地代は 19,012 米ドル/ha より 38,070 米ドル/ha の範囲にある。
- ・ 電力 10 年開発は、若干電力 5 年開発より経済的である。

9.6 都市開発

都市開発費回収のための借家代を算出するために、種々の回収計画が考えられている。OK Tedi に関連する港湾建設は、都市開発には無関係である。都市での土地開発費と住宅建設費は、家賃として回収される。

家賃の内訳は、第 5 章の表 2 4 と表 2 7 の中に、項目 1 1、1 2、1 3、1 4 として示されている。項目 8、1 0 の民間やサービス業に対する土地開発費は、すべて私企業によって負担されるものとして、都市開発費の中には含まれていない。また、項目 3 から 7 と 9 の公共施設用コストも含まれていない。道路、学校、病院その他の公共施設は、通常の方法（税金を使用）で建設される。社会施設費としては、都市開発費の 1 5 % を加えることになる。もしこれらの施設費を家賃に組み込めば、ニュータウンの住民は、通常の 2 倍の税を払うことになる。付録 G-1 の表 G-1 3 ~ G-2 8 に示されている住宅費は、計画されている家屋を年度、種類、場所ごとに累積して算出している。これらのコストは、独身用住居施設が除かれているので表 2 4 から表 2 7 に示された金額より少なめになっている。

住宅地の土地代は、家のタイプを考慮した土地の区画整理費を含んでいる。また、住宅の耐用年数は、20 年としている。Vailala 地点での住宅費は、建替えも含めて、5 8 年で償還するように計算

されている。また、これらの住宅土地開発費は、電力5年計画、10年計画によって、各々プロジェクト開始18年、23年以内につきとまれることになる。維持費として考えられるものとして、20年毎の建替え費があげられる。年平均借家代は、プロジェクト・ライフ（58年間）中に建設されるすべての住宅の戸数と金額を現在価値に換算して算出した。借家代は、週単位で示されている。表38には、電力5年開発、10年開発、3ケースの金利、4タイプの住居、別にHall Sound, Vailala案について各々週平均家賃が示されている。両地点ともに、90㎡の高級住居の家賃は、30㎡の住居の家賃の倍になっている。例えば、電力5年開発、金利15%のHall Sound案の、90㎡住居、30㎡住居は各々91.81米ドル/週42.01米ドル/週になる。Hall SoundとVailalaの家賃は歴然としており、Hall Soundの優位が示されている。また、10年開発は概して5年開発より多額の家賃をしいることになる。

表38 都市開発一週平均家賃

(単価：米ドル/週)

家の大きさ (㎡)		償 却 金 利			
		7%	11%	15%	
Hall Sound 案	90	52.74	71.20	91.81	
	電力5年開発	60	38.77	53.27	69.46
		45	28.54	40.45	53.85
		30	21.67	31.33	42.01
Vailala 案	90	62.21	84.45	109.18	
	電力5年開発	60	47.35	65.55	85.86
		45	34.78	49.74	66.17
		30	27.08	39.34	52.78
Hall Sound 案	90	53.86	73.89	97.71	
	電力10年開発	60	41.35	57.87	77.67
		45	29.12	42.42	58.62
		30	24.76	36.07	49.42
Vailala 案	90	63.25	86.68	114.17	
	電力10年開発 60	49.68	69.26	92.30	

45	35.76	51.68	70.67
30	28.78	42.59	58.66

(注) 詳細は、付録G-1、表G13~G28参照

この表は、昭和45年度から昭和58年度までの期間にわたる、各年度の主要な経済指標を示している。表の縦軸には、各指標の名称が記載されており、横軸には、各年度のデータが並べられている。また、表の下部には、各指標の単位や計算方法に関する注釈が記載されている。

項目	昭和45年度	昭和46年度	昭和47年度	昭和48年度	昭和49年度	昭和50年度	昭和51年度	昭和52年度	昭和53年度	昭和54年度	昭和55年度	昭和56年度	昭和57年度	昭和58年度
1. 国内総生産	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2. 国内総生産(物価変動調整)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3. 国内総生産(実質)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4. 国内総生産(名目)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
5. 国内総生産(実質)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
6. 国内総生産(名目)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
7. 国内総生産(実質)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
8. 国内総生産(名目)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
9. 国内総生産(実質)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
10. 国内総生産(名目)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
11. 国内総生産(実質)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
12. 国内総生産(名目)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
13. 国内総生産(実質)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
14. 国内総生産(名目)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
15. 国内総生産(実質)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
16. 国内総生産(名目)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
17. 国内総生産(実質)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
18. 国内総生産(名目)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
19. 国内総生産(実質)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
20. 国内総生産(名目)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
21. 国内総生産(実質)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
22. 国内総生産(名目)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
23. 国内総生産(実質)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
24. 国内総生産(名目)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
25. 国内総生産(実質)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
26. 国内総生産(名目)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
27. 国内総生産(実質)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
28. 国内総生産(名目)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
29. 国内総生産(実質)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
30. 国内総生産(名目)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

第10章 将来なすべき仕事

10.1 政策と法規制

プロジェクトより最大の利益を得るために、また、プロジェクトにより引き起こされる種々の悪影響を防止するためにも、政府の政策、法律、慣習等の見直しが必要である。これらに関しては、現在見直しの作業が行なわれている。(上述は本来、詳細設計の始まる前に解決していなければならない。特に都市計画には、非常に大切である。)

労働力問題

バプアニューギニアの熟練工を今回のプロジェクトに使用するにあたり、プロジェクト当初熟練工の訓練が始まる前には、本報告書に仮定している専門技術者と熟練工の比率を修正しなければならなくなると思われる。

地域的インパクト

今回の調査でなされた人口予想では、新しくできるニュータウンが、地方で果す役目について何の考慮もなされていない。多分、都市への人口流入は大きな問題になると思われる。したがって、ニュータウンが与える国家的、地域的インパクトについて十分に検討する必要がある。

環境的インパクト

環境的インパクトについては、現在、政府が検討中である。以下に論じられている今までに集取された種々のデータは、政府の環境プログラムに組み込まれなければならない。

土地の取得と補償

この問題については、十分に事前に解決しておかななければならない。性急な解決策は、将来かえって種々の問題をひき起すことになる。例えばゆがめられた計画は、建設費の高騰を招き、レイアウト的には拡張の余地を制約することになる。

都市計画

ニュータウンでの住宅建設は、現在慣例的に行なわれている基準や住居タイプにこだわらず、より変化に富んだ適用が望まれる。建設費をできる限り制限するためにも、また、レイアウトが新しい社会的条件にあうためにも、現在のバプア・ニューギニアの都市計画の慣習法(保健、建物、測量を含む)は見直されなければならない。

10.2 現在すすめられているデータ収集

プロジェクトの着手が決定されるまでは、計画地点での広範囲なデータ収集をすすめることは、非常に難しい。しかし、現在続行している以下にあげる二つの調査は、将来も続けられなければならない。これらは

- The Bluff 沖に設置された波高計より波高記録の収集
- Kerema での風観測

また、できれば汀線測量は、測量時期間隔を減らしても続行すべきであろう。更に、Hall Sound での詳細な計画をすすめる前に、Yule 島での風観測が始められるべきである。これらの Gulf 地区等で得られたデータは、観測担当者が入手した後に、しかるべき権威者を通して整理し、ファイルされるよう適当な処置を講じなければならない。また、Hall Sound と Vailala 河に潮位計を設置し、少なくとも1か月以上の観測をすることが望ましい。

10.3 詳細設計のための調査項目

プロジェクトの着工が決まり、港の候補地が選択されれば、以下の調査、検討が直ちに始められなければならない。すべての必要な調査や特定の検討項目は、最初の18か月以内に、詳細設計の遅滞を防ぐために完了させねばならない。この18か月以内には、工業、都市建設用の資材運搬に供される二つの一般貨物ベースの建設も着工されねばならない。

調査として考えられる項目は

- 陸上、海上での広範囲な地質調査
- 沖合の浅瀬の確認 (Vailala 地点のみ)
- 詳細な地形測量
- 音波探査と合わせて実施する詳細な深浅測量
- 潮流調査
- 波向観測
- 各候補地での風観測
- 潮位観測
- 付近の河川の流量測定 (可能であれば)
- 浮遊砂の測定
- 汀線測量
- 建設資材の位置、量の確認
- 特定の産業のための廃棄物処理方法の検討

- 処理池よりの温水排水が及ぼす付近への影響調査
- 土地所有権の確認
- 港と都市建設用の上陸用舟艇の調査
- 工業、都市用地内の地下水調査
- 港の水理実験
- 用水調査
- 防波堤内外の深浅測量（Gulf 地区のみ）
- 産業別の配船計画、物流調査
- Angabanga 河河道の経緯調査（河口の位置の将来の移動の可能性について検討）