

No. 1

ブラジル連邦共和国

レアメタル資源開発関連施設整備事業  
実施調査報告書

平成2年12月

国際協力事業団

紙計画  
CR 6  
90-198

レアメタル資源開発関連施設整備事業  
実施調査報告書

平成2年12月

03  
5.1  
77



JICA LIBRARY



1093936(1)

22984



ブラジル連邦共和国

レアメタル資源開発関連施設整備事業  
実施調査報告書

平成2年12月

国際協力事業団



## 序 文

日本国政府は、本邦鉱山開発会社の要請に基づき、同鉱山開発会社が行う予定の、ブラジル国バイヤ州ポンタデムタ地区のレアメタル鉱山開発計画の関連施設整備事業にかかわる実施調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、平成2年8月8日より同年9月21日まで、(株)パシフィック・コンサルティング・インターナショナル 田中全人氏を団長とする実施調査団を現地に派遣した。

調査団は、ブラジル国政府および本邦鉱山開発会社関係者と協議を行うとともに、プロジェクトサイト調査および資料収集を実施した。本報告書は、この現地調査の結果および国内作業結果について取りまとめた、実施調査報告書である。

本報告書が、本プロジェクトの推進に寄与するとともに、ブラジル国の鉱工業及び地域の振興に成果をもたらし、ひいては両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

終りに、本件調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

平成2年12月

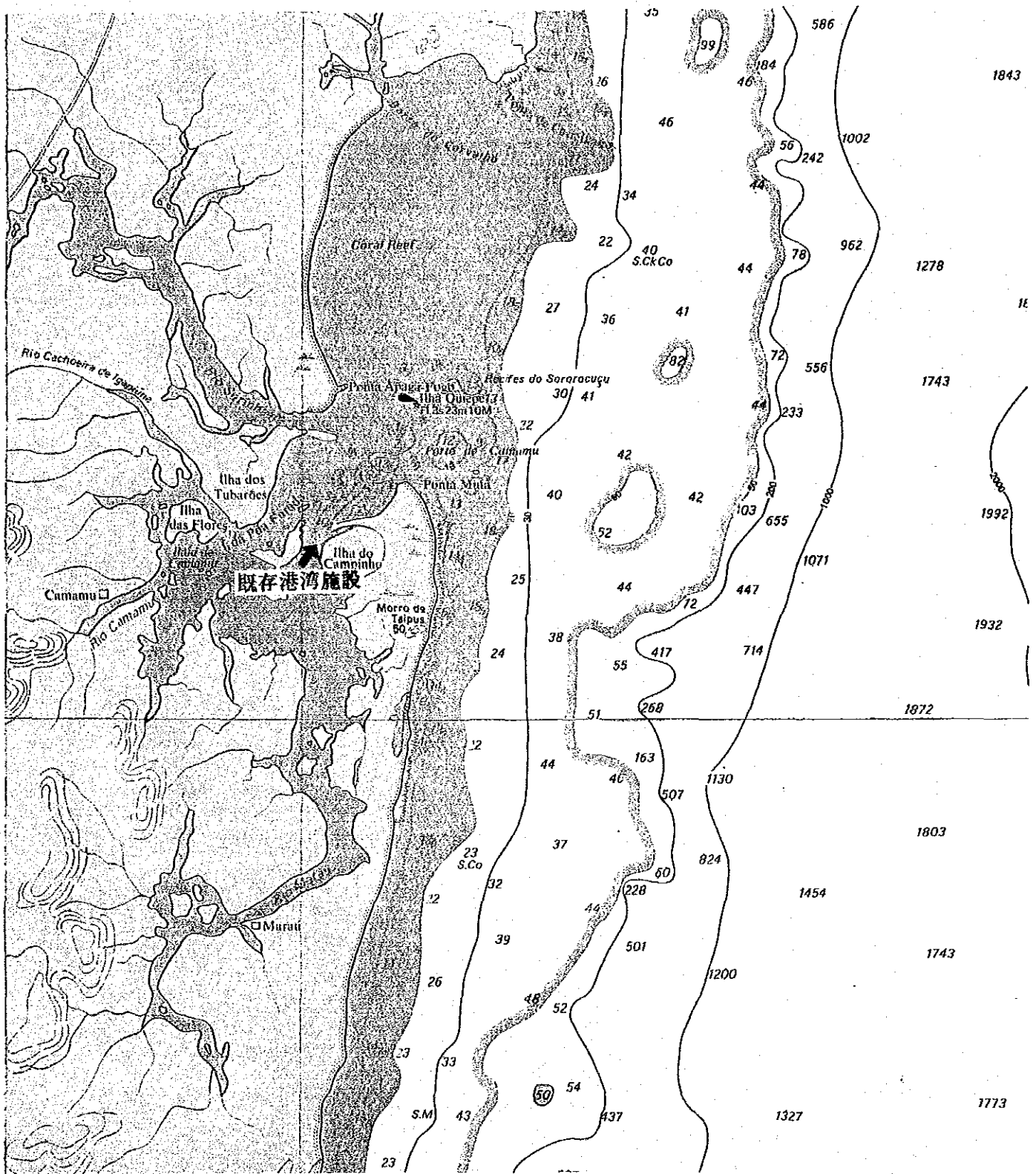
国際協力事業団  
総裁 柳谷 謙介

# 調查对象地域位置图



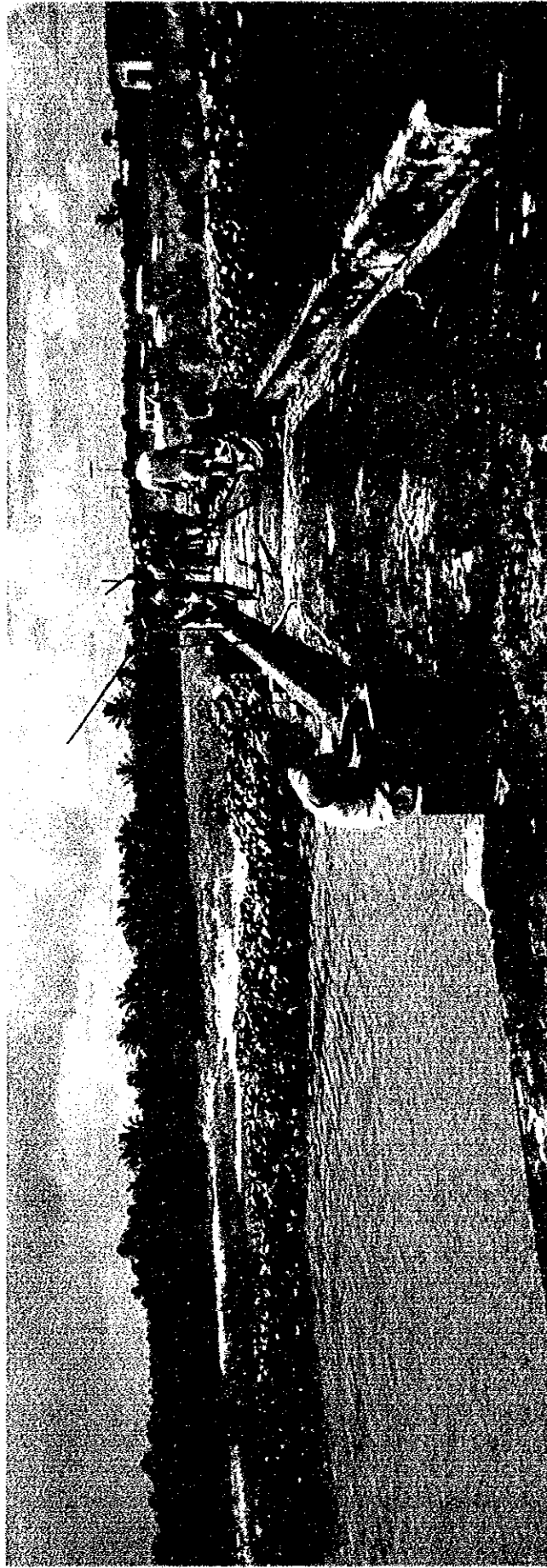


# 調査対象地域図

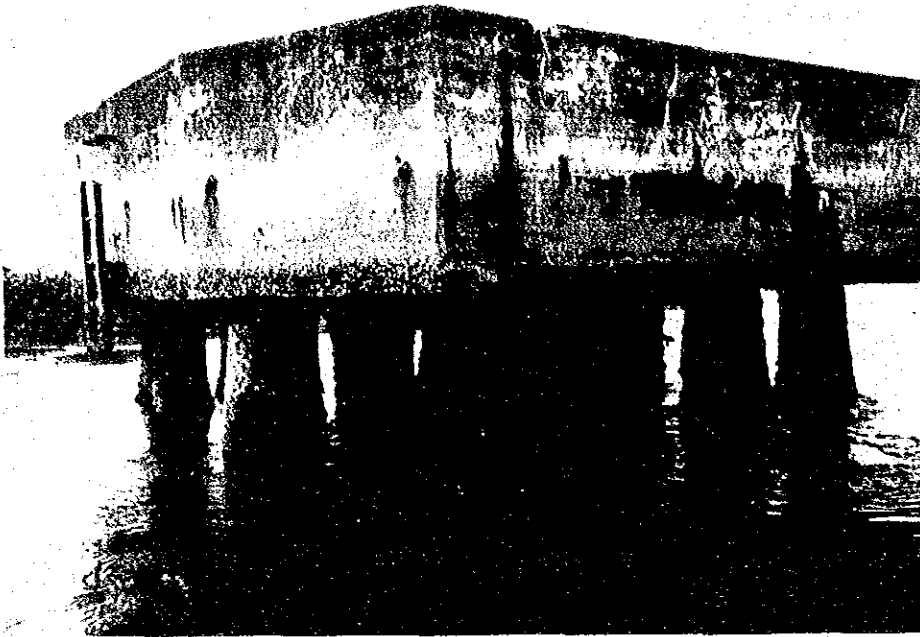




既存港湾係留施設（海側よりドルフィン、プラットホームを望む）  
コンクリート表面には錆汁、ゲル状吐出物及びカキが付着している。  
フェンダーは無く、アンカーは錆びて細くなっている。ドルフィンNo.2の  
水深は潮流の影響により洗掘を受け、他のドルフィンより深くなっている。



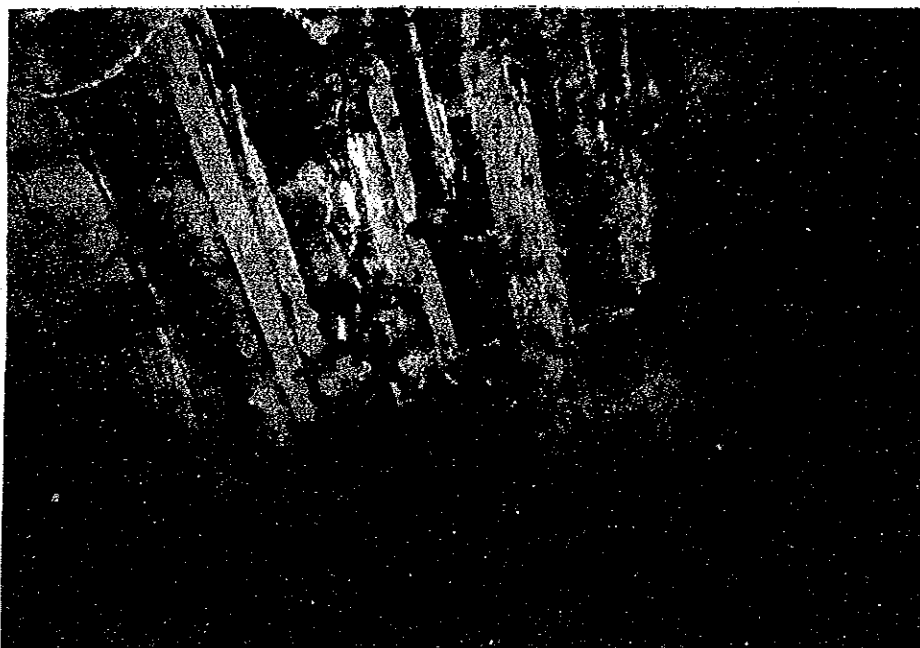
既存港湾係留施設（プラットホームよりトレススル埋立地を望む）  
飛沫帯に位置するトレススは、鉄筋の錆汁、腐食、ゲル状吐出物、  
コンクリートのひびわれ等が観察され、劣化度が最も激しい。また、埋立地とトレススル  
の間にあるアバットは約15cm程沈下しており、トレススルの桁がういている。



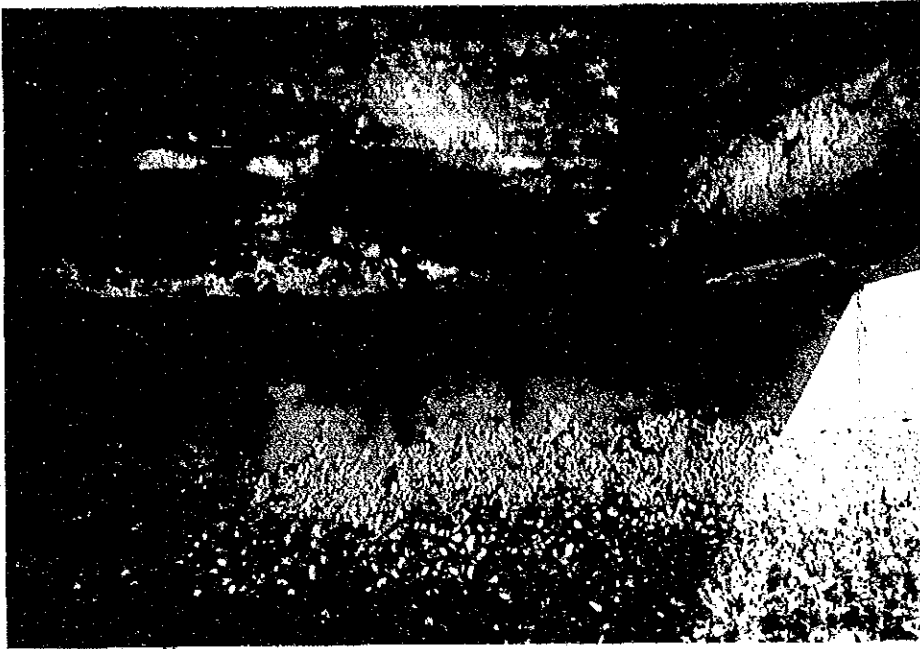
ドルフィン側面の錆汁  
ゲル状吐出物の状況。  
コンクリートの打継ぎ目に  
多数有る。



プラットフォーム下側の桁の  
劣化状況。  
飛沫帯に位置する桁の劣化が  
最も激しい。



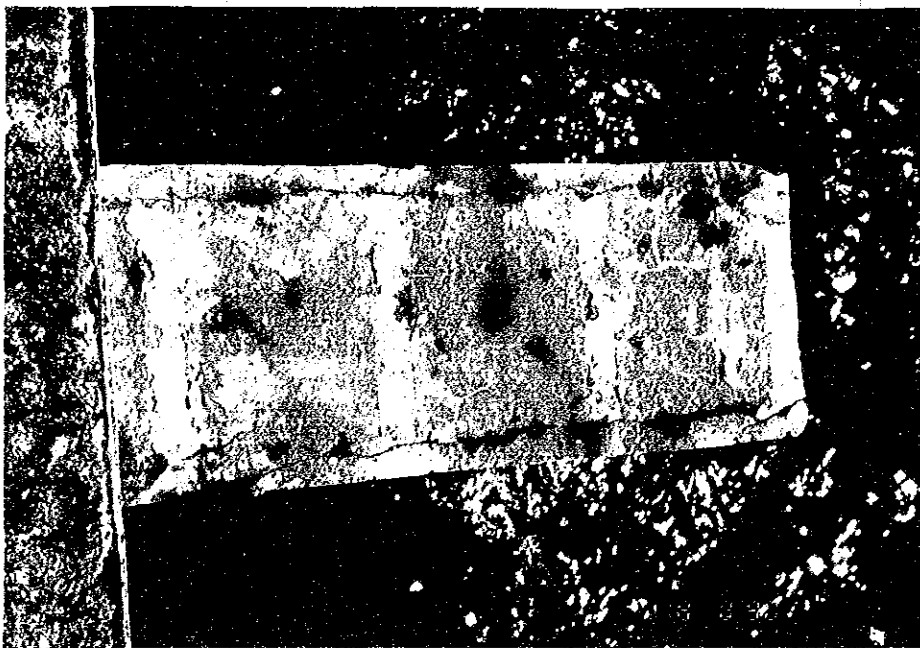
プラットフォームスラブ  
下面中央のクラック、  
コンクリートの剥離・  
鉄筋の露出状況。



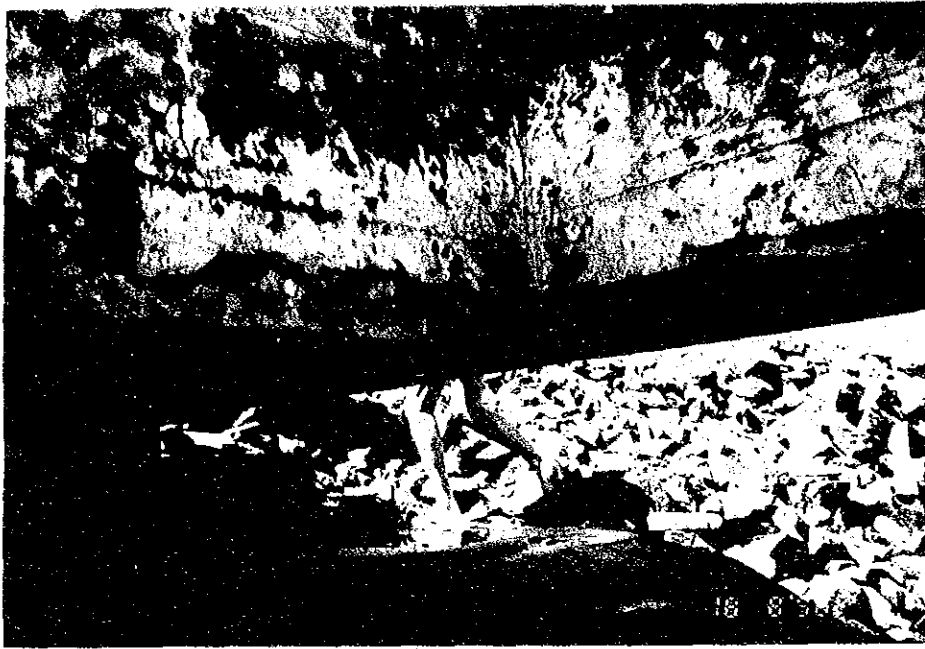
トレスル、アバット  
桁のクラック、錆汁の  
状況。



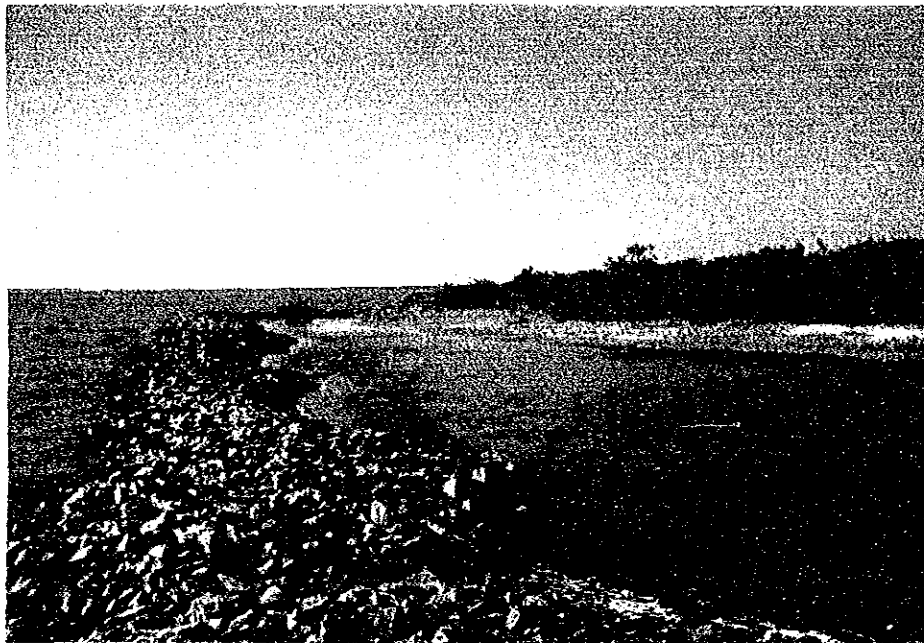
トレスル下面桁に入った  
大きなクラック。  
錆汁が多数有る。  
コンクリートをはつり  
改修する必要がある。



トレスル、ピアーの  
劣化度の状況。  
鉄筋に沿って、クラック、  
錆汁が露出している。  
補修が必要になる。



トレスル桁下部の  
クラック、錆汁の露出  
状況。  
クラック、錆汁は桁の  
下側鉄筋の位置に出ている。



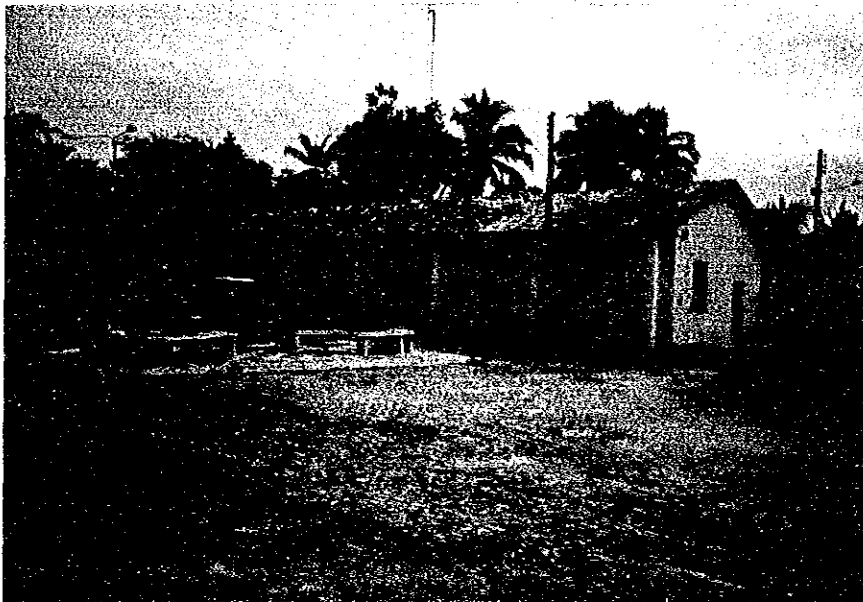
石積み護岸  
背後の吸出しにより沈下した  
埋立地。満潮の時は海水に  
つかる。



引き潮時には、渦が発生する。  
最大潮流は2.5-3.0kt と予想  
される。



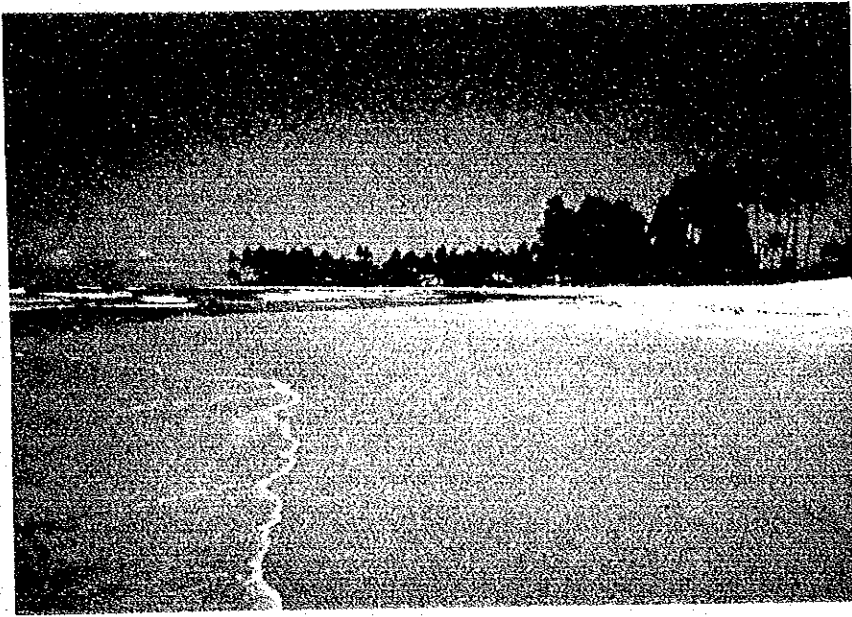
パッサ・グランデ  
巡回診療所



州立タイプ  
小学校



私設ドン・カミロ  
小学校



海岸部の状況。  
砂浜の後背地には下床に  
海岸性草本類を持つ  
ヤシ林が見られる。



入江部の状況。  
樹高約5mの若い  
マングローブ林  
となっている。



道路建設により海水の  
流入が妨げられ枯損した  
マングローブ林。

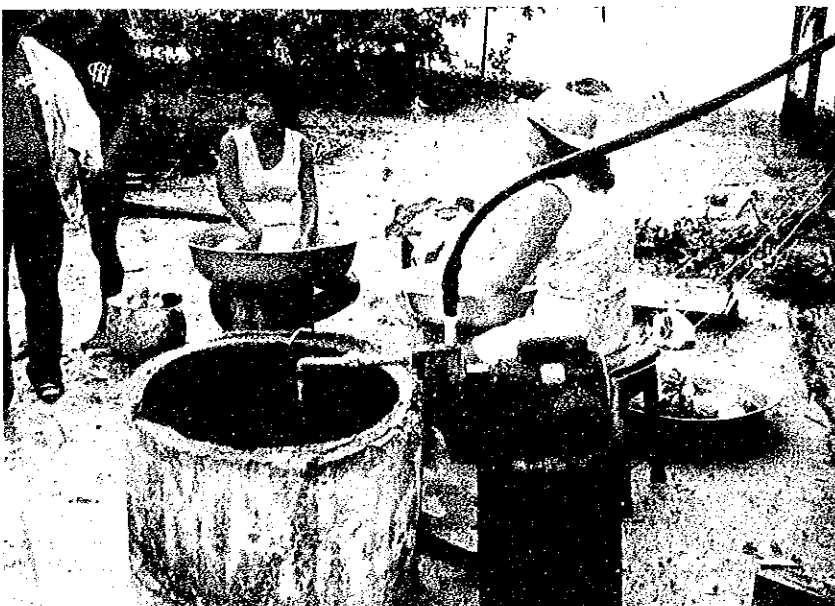




低地部の状況。  
草丈1m前後の草本類が  
分布している。  
中央部分が学校・診療所  
建設予定地点



水質調査地点No.11。  
モッポ・デ・タイプ丘陵  
付近の湖沼から採水した。



水質調査地点No.10。  
集落ジンガゼーラ内の  
共同井戸から採水した。

要約





## 要 約

ブラジル連邦共和国は、南米大陸の約半分の面積（851 万 km<sup>2</sup>）を占め、人口1 億5 千万人（1990年推定）を擁し、豊富な天然資源に恵まれた極めて大きな開発潜在性を有する国である。しかし同国は高いインフレ率、大幅な公共赤字や対外債務を抱え、開発のバックボーンであるインフラ整備に対する投資も滞りがちで、不十分なインフラ施設等は産業育成策の促進に大きな障害となってきた。このため同国政府は従来の政府主導の開発政策から、民間投資中心の開発政策へと方向転換をすすめてきており、この線上に民間による鉱山開発と関連インフラ整備も位置づけられている。

このような状況の下で、本邦の川鉄鉱業（株）及び住友商事グループは、バイヤ州南部海岸地域に産出するレアメタル資源に着目、年間10万トンの鉱石生産を目途に、1985年に鉱床の調査を開始した。同グループは1988年、J I C A に対して、鉱山開発関連施設整備事業に関し、港湾整備及び学校・診療所等の公共施設の建設についての実施調査を要請してきた。

J I C A は本要請を受け、事前調査団を1988年10月31日より11月29日まで派遣、同調査団の報告書をもとに、1990年 7月 4日より 7月16日まで予備調査を、更に同年 8月 8日より 9月21日まで、開発ポテンシャルの高いポンタデムータ地区のカンピーニョ港で実施調査を行った。

同港は、レアメタル（年間10万トン）の積出しのため、年4回、延べ1ヵ月間程鉱山会社により利用されることが予定されており、残りの11ヵ月間は将来増産の予想される農産物や他の鉱石等の積出し港として一般に開放されることとなっている。したがって本事業は、ブラジル政府の方針である、民間資金利用によるインフラ整備事業の推進とも合致することになり、ひいては、同地域の輸送条件の改善、産業立地条件の向上、港湾関連産業の誘導ひいては雇用の増大や所得の形成にも貢献するものである。また、一般に開放された学校・診療所の建設は、地域の教育・医療レベルの向上に寄与することが期待できる。

本実施調査は、（株）パシフィックコンサルタンツインターナショナルによって請け負われ、(1) 港湾施設 (2) 簡易診療所及び (3) 小学校の建設についての技術的経済的可能性について、①港湾計画、②港湾設計、③自然条件、④環境影響、⑤公共施設、⑥施工積算、及び財務経済の観点から検討が加えられ、また関連施設整備のための基本的な設計が実施された。

現地調査の結果、㊟既存港湾施設の前面は潮流が速く、またプラットホームの天端も高いため、この部分を、現地住民が使う小船用棧橋として利用することは不可能であること、㊿既存航路の海底には、随所にサンゴ岩盤の浅瀬が存在し、2～3万トン級の鉱石運搬船を通過させるためには相当量の浚渫を必要とすること、㊿既存港湾施設は建設されてから約20年間未利用のまま放置されていたため部分的にコンクリート等の劣化が激しく、また接岸用のフェンダーを欠くなど現状では、大型船の利用は不可能であるが、部分的な補強等、改善対策を施すことにより再利用が可能となること、また㊿学校及び診療所は受益者の状況に見合う設計規模にすることにより、十分地域社会の発展に貢献するものとなること、などが明らかとなった。また、関連施設整備事業の着手により周辺環境に与えるマイナスの影響はほとんどないことも判明した。

以上の調査にもとずき関連施設整備の改修及び建設計画にあたっては以下の諸点に留意した。

- (1) 港湾の土地利用計画は、鉱石運搬のみでなく、将来農産物や他の鉱石の輸送が同港を利用して行われた場合でも対応できるように公共性を重視して配置計画を策定した。
- (2) 既存のカンピーニョ港の改修は航路水深及びドルフィンの構造の制約条件より対象船舶20,000～25,000トンとして計画した。
- (3) 大型船を対象としたため航路は既存航路ではなく浚渫量を少なくできる新航路にもとづく検討を行った。
- (4) 小船用の公共棧橋は、潮流の速くない南側部に、大型船舶用とは別にして設計した。
- (5) 埋立て地前面の石積み護岸は整形して背後の埋立て土砂が流出しないように防砂シートを設置するとともに上部コンクリートを打設し歩けるように計画した。
- (6) 小学校は地域の1年生から8年生までの義務教育年齢層を対象に面積378㎡の建屋を地域住民を対象に計画した。
- (7) 診療所は医師1名、看護婦1名の、常駐用施設として、230㎡の建屋を地域住民を対象に計画した。

本計画は総事業費US\$ 550万ドルで、12ヵ月の工期を見込んでいるが、当初計画されていた既存航路の利用は、浚渫コストが極めて高くかかることから不可能となり、関連施設整備事業のフィージビリティは、新たに計画された新航路に関し、深淺測量を実施した後でなければ総事業費、及び工期とも明確化することが難しいことが判明した。しかし、既存の海図を利用することにより浚渫コストを概算し、港湾整備事業の経済財務分析を実施した結果、FIRR(財務内部収益率)は2.1%と極めて低く、市場貸し付け金利では事業のフィージビリティに問題が生じること、また、EIRR(経済内部収益率)は22.5%で、バリア州開発銀行のガイドライン12.5%を大巾に上廻っており地域社会に対する貢献度は非常に高く経済的に妥当な事業であることが明らかとなった。

# 目 次

	頁
序 文	
位置図	
写 真	
要 約	
第1章 緒 論	1
1.1 調査の目的	1
1.2 調査団の派遣	2
1.3 調査の内容	2
第2章 計画の背景	6
2.1 ブラジル国の概要	6
2.2 計画地の位置	13
2.3 鉱山開発計画の概要	13
2.4 港湾施設の現状と問題点	16
2.5 サイト周辺の現状	21
2.5.1 社会・経済状況	21
2.5.2 学校・診療所の状況	22
第3章 計画の内容	25
3.1 関連施設整備計画の目的	25
3.2 計画概要	25
第4章 基本計画	28
4.1 基本方針	28
4.2 自然条件の検討	29
4.2.1 気象・海象条件	29
4.2.2 土質調査	31
4.2.3 潮位・潮流観測	33
4.2.4 地形・深淺測量	35
4.2.5 海岸変形	36
4.3 既存港湾施設の老朽度	38
4.4 基本設計	45
4.4.1 既存港湾施設の改修計画	45

4.4.2	簡易診療所の基本設計	95
4.4.3	小学校の基本設計	98
4.5	施工計画	104
4.5.1	建設事情及び施工方針	104
4.5.2	施工計画	107
4.5.3	資機材調達計画	109
4.5.4	実施スケジュール	109
4.6	維持・管理計画	111
4.7	概算工事費の算出	111
第5章	経済・財務分析	116
5.1	分析方針	116
5.2	財務分析	119
5.3	経済分析	127
5.4	社会経済分析	133
5.5	総合評価	136
第6章	環境の分析・評価	137
6.1	環境保全に係る法制度	137
6.2	周辺地域の環境の現況	138
6.3	予測及び評価	143
6.4	環境保全対策	158
第7章	結論と提言	160

添付資料

資料1	調査団員の氏名及び派遣期間	資-1
資料2	現地調査日程	資-2
資料3	面談者リスト	資-6
資料4	収集資料リスト	資-9
資料5	地形測量及び深淺測量結果	資-14
資料6	潮位観測結果	資-17
資料7	潮流観測結果	資-26
資料8	土質調査結果	資-30



資料9：海底土サンプリング結果 .....	資-38
資料10：既存港湾施設の老朽度調査結果 .....	資-40
資料11：イルメナイト輸送コストの試算 .....	資-57
資料12：給油配管の概略設計 .....	資-59
資料13：環境に関わる法律・条例の概要 .....	資-68

## 目 次

図1-3-1 調査のフローチャート	5
図2-4-1 カンピーニョ港全体平面図	19
図2-4-2 カンピーニョ港湾施設一般図	20
図2-5-1 小学校・巡回診療所の配置状況	24
図4-2-1 ボーリング調査結果	32
図4-2-2 海底土サンプリング位置図及び底質粒径	37
図4-4-1 土地利用計画図	50
図4-4-2 大型船入港に伴う航路浚渫範囲	51
図4-4-3 大型船入港に伴う現航路の浚渫範囲	52
図4-4-4 大型船入港に伴う港湾施設全面の浚渫範囲	55
図4-4-5 大型船係留に伴うプラットホーム前面の浚渫範囲	56
図4-4-6 新航路に必要な航路標識設置図	59
図4-4-7 航路標識参考図	60
図4-4-8 イルメナイト荷役図 (15,000DWT)	64
図4-4-9 イルメナイト荷役図 (20,000DWT)	65
図4-4-10 イルメナイト荷役図 (30,000DWT)	66
図4-4-11 鉱石船係留図 (15,000DWT)	67
図4-4-12 鉱石船係留図 (20,000DWT)	68
図4-4-13 鉱石船係留図 (30,000DWT)	69
図4-4-14 係留ブイ及び陸上係船柱参考図	70
図4-4-15 港湾構造物の基礎耐力の解析結果	73
図4-4-16 ドルフィンNo.2根固め概況図	74
図4-4-17 施工手順	82
図4-4-18 港湾コンクリート構造物の補修規模	83
図4-4-19 石積護岸背後の埋戻し工断面図	84
図4-4-20 小船用公共棧橋概念図	86
図4-4-21 鉱石船クラスと浚渫+イルメナイト輸送コスト (20年間) の関係	92
図4-4-22 港湾施設改修計画全体図案 (一般平面図)	93
図4-4-23 港湾施設改修計画全体図案 (航路浚渫範囲及び航路標識設置位置)	94
図4-4-24 診療所基本計画図	97
図4-4-25 通学圏 (通学距離 3 km, 時間40分)	99
図4-4-26 小学校全体配置図	102

図4-4-27小学校基本計画図	103
図4-5-1 実施スケジュール	110
図5-1-1 関係団体の抱える問題点とプロジェクトの効果	118
図6-2-1 環境区分図	139
図6-2-2 水質調査地点	141
図6-3-1 粉じんの粒径と飛散距離との関係	148
図6-3-2 粉じんの飛散範囲	149
図6-3-3 汚濁限界流速と粒子径の関係	152
図6-3-4 現地土砂の粒径加算曲線	153
図6-3-5 SS拡散予測結果	153
図6-3-6 騒音予測地点及び音源位置図	155

## 表 目 次

表2-1-1 セクター別GDP の成長率	8
表2-1-2 部門別国内総生産	9
表2-1-3 インフレ率(% /月)	10
表2-1-4 国際収支	11
表2-1-5 公定為替レート変動	12
表2-3-1 鉱山開発プログラム	14
表2-5-1 マラウ市人口	22
表2-5-2 マラウ市上級小学校の生徒数	22
表2-5-3 ポンタデムタ地区小学校の生徒数	23
表4-2-1 カマム観測所気象データ	30
表4-4-1 現航路を利用する場合の浚渫量	53
表4-4-2 新航路を利用する場合の浚渫量	53
表4-4-3 港湾施設前面の浚渫範囲	57
表4-4-4 棧橋の評価基準表	78
表4-4-5 補修の要否判定	79
表4-4-6 補修対策	79
表4-4-7 補修材料の分類	81
表4-5-1 建設関連単価一覧	105
表4-7-1 概算工事費	112
表5-2-1 各割引率20年間費用現在価値	121
表5-2-2 各案別積み込み費用のキャッシュ・フロー	121
表5-2-3 鉱山会社の当港湾改修工事による費用、 見込み収入および利益のキャッシュフロー	123
表5-2-4 コデバの各案による費用、見込み収入 および利益のキャッシュ・フロー	126
表5-3-1 建設費用節約効果	128
表5-3-2 便益・費用経年変化	130
表5-3-3 内部収益率、純現在価値および便益・費用比率	131
表5-3-4 各見当ケースに於けるキャッシュ・フロー	132
表6-2-1 水質調査結果	142
表6-2-2 ブラジル環境法による水質に係る環境基準	143
表6-3-1 予測・評価項目と環境影響要素の関連表	145



## 第 1 章 緒 論







# 第 1 章 緒 論

## 1.1 調査の目的

ブラジルは広大な国土を有し（面積851万km<sup>2</sup>）、豊富な天然資源に恵まれる等、極めて大きな潜在的国力を持つ国であるが、インフラ未整備のために開発は十分に行われていない。また、同国は超インフレ・大幅な公共赤字・対外債務という問題を抱えており、財政の緊縮政策の基では、同国政府による開発のためのインフラ整備は、公共赤字・対外債務の増大を伴い、同国の財政問題を悪化させることに成る。

経済成長を達成しつつ上記の財政問題を改善するため、同国政府は、中心的政策の一つとして、民間活力の利用（外資導入を含む）に重点を置き、採算性が高く輸出の拡大・外貨獲得への効果の大きいインフラ整備や鉱山開発等のプロジェクトの推進に力を入れている。

川鉄鉱業（株）及び住友商事グループは、ブラジルのバイヤ州南部海岸地域において、レア・メタルを含有するヘビーサンド鉱床を調査中で、1992年から年間10万トンの鉱石生産を予定しており、JICAに対し鉱山開発に関連した施設整備事業に関し調査を依頼してきた。

JICAは昭和63年10月31日から11月29日までの間、事前調査団を現地に派遣し、ブラジル国バイヤ州の地域開発計画およびレア・メタル資源開発に係わる関連施設整備事業を対象として現地踏査、バイヤ州政府および関連機関、ブラジル側の鉱山開発企業と協議、調査を行い事前調査報告書を作成した。事前調査の結果を踏まえ、今般、本邦の鉱山開発企業より、可能性の最も高いカンピーニョ港の港湾整備および公共施設の建設についての実施調査の要請があった。

本調査の目的は、本邦鉱山開発グループの要請およびJICA事前調査団が実施した調査結果を踏まえ、レア・メタル鉱山の関連施設としての港湾整備事業並びに公共施設（簡易診療所、学校）の建設計画に関する実施調査を行い、技術的・経済的妥当性について検討・評価を行うものである。

## 1.2 調査団の派遣

日本国政府は、上記本邦鉱山開発グループの要請に基き実施調査を行うことを決定し、国際協力事業団は、(株)パシフィック・コンサルタンツ・インターナショナル 田中全人氏を団長とする実施調査団を、平成2年8月8日から同年9月21日までの45日間ブラジル国に派遣し、関係者と協議を行うとともにプロジェクトサイト調査及び資料収集を実施した(調査団員氏名・派遣期間及び現地調査日程については添付資料1及び2参照)。

## 1.3 調査の内容

実施調査団は、ブラジル国政府関係機関及び本邦鉱山開発グループの協力の基で下記の調査を行った。

### 1) 打合せ協議

リオ、サルバドール、ブラジリアにおいて、関係機関と打合せおよび協議を実施し、鉱山開発計画、既存港湾施設に関する情報、港湾使用許可条件、改修後の港湾施設の維持管理・運営計画、学校・診療所の維持管理・運営計画などについて確認を行った(関係機関の詳細は添付資料3: 面談者リスト参照)。

### 2) 現地測量

- a. 地形測量 : 既存港湾施設背後の埋立て地、6 ha (約 200m × 250m)
- b. 深浅測量 : 既存港湾施設の海岸線に沿い 10 ha(1 km 沖方向 100m) およびペドラス・ガライバス付近の航路 120 ha(2 km × 600m)
- c. 潮位観測 : 既存港湾施設位置での連続1カ月の潮位観測(8/15~9/15の間)
- d. 潮流観測 : 最大流速を観測するため、大潮時(8/20~8/22の間) 2日間の連続潮流観測(既存港湾施設前面および航路の2地点において)

### 3) ボーリング調査

ボーリング調査は、既存港湾構造物の支持力および背後の埋立て地の地盤条件を確認するために、ドルフィン横の海上で2ヶ所および既存港湾施設背後の埋立て地で1ヶ所の計3本実施した。

#### 4) 既存港湾施設の破損老朽化調査

既存の港湾施設は、鉄筋コンクリート構造物で、ドルフィン4基、プラット・フォーム1基およびトレスル橋1基からなり、建設されてから約20年間経過している。施設の老朽度評価および改修計画策定のため、以下に示す調査を実施した。

- a. 表面クラック調査
- b. コンクリート・コア採取（3本）による強度および中性化試験
- c. ダイバーによる基礎杭の破損状況調査
- d. シュミット・ハンマーによるコンクリート強度試験

#### 5) 海底土サンプリング調査

既存港湾施設周辺の海岸は砂浜海岸であり、海に吐出した型での背後の埋立て地造成後、汀線が変化してきている。造成されてから約20年間経過しているために海岸汀線は安定していると想定されるが、シルテーション解析のための海底土サンプリング調査を既存港湾施設周辺で実施し、比重および粒度分布を調査した。

#### 6) 周辺地域の環境調査

現地踏査により周辺地域の環境を調査すると共に、サイト周辺の海水および真水を採取し、水質試験を実施した。

#### 7) 資料収集

リオ、サルバドール、ブラジリア、サンパウロおよびサイト周辺の関係機関を通じ資料収集を実施した（収集資料の詳細は添付資料4：資料リスト参照）。

#### 8) その他

現地踏査並びにサイト周辺の住民および関係機関へのヒアリングにより以下の調査を実施した。

- a. 周辺地域の経済・社会状況調査

b. 周辺地域の学校・診療所状況調査

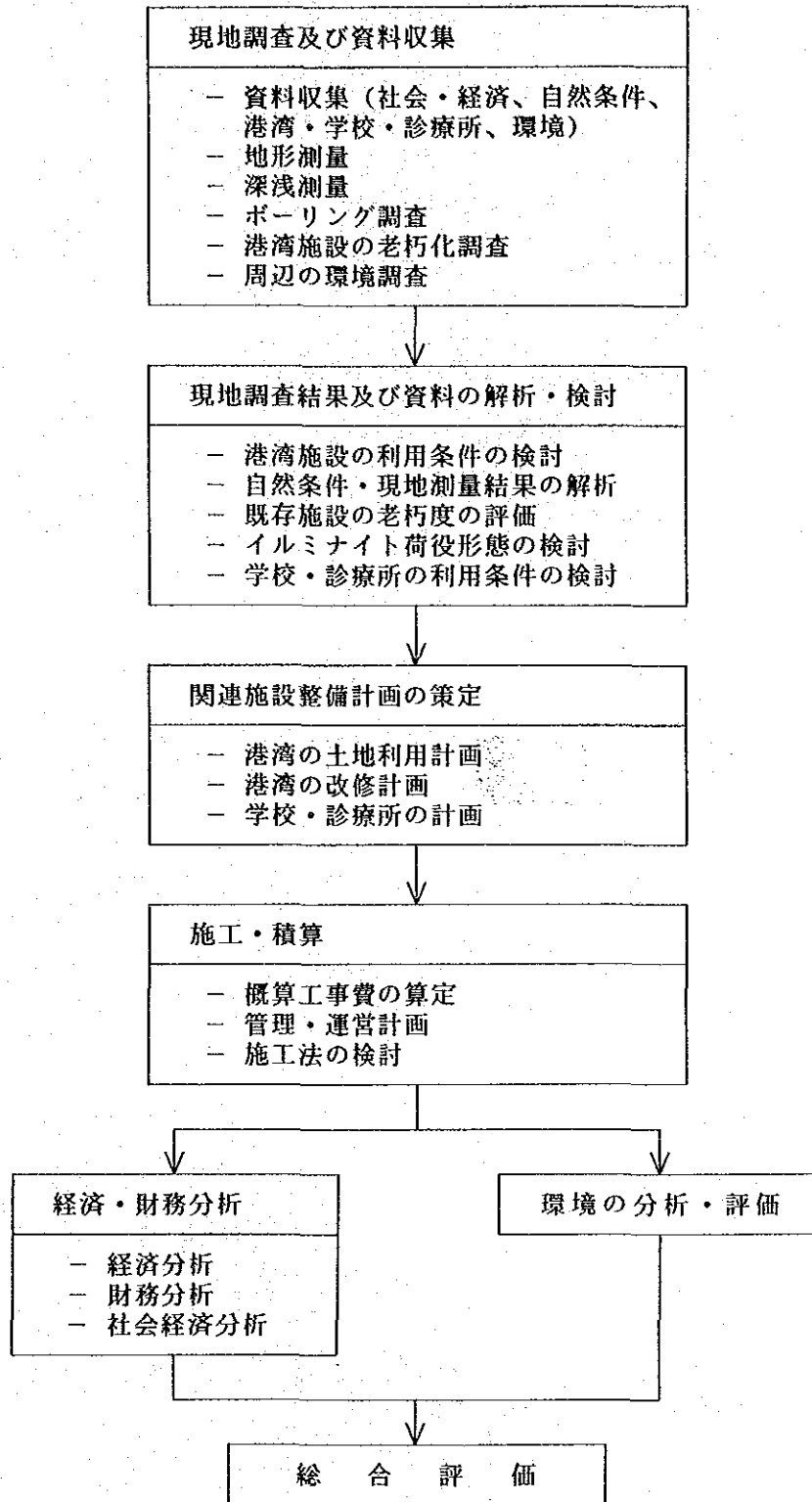
c. 周辺地域の建設事情調査

d. サイト周辺の海岸線調査

e. 港湾施設建設当時の状況調査

これらの結果を踏まえ、国際協力事業団は、国内において計画の内容、規模、事業費等の建設計画を策定し、計画の技術的・経済的妥当性について検討・評価を行い、本報告書を取りまとめた。図 1-3-1に調査の全体フローチャートを示す。

図 1-3-1 調査のフローチャート



## 第2章 計画の背景







## 第2章 計画の背景

### 2.1 ブラジル国の概要

#### 2.1.1 位置、面積、地勢、気候

ブラジル連邦共和国は、北緯 5° 16′ - 南緯 33° 45′ および西経 34° 47′ - 西経 73° 59′ に位置し、南北 4,320km, 東西 4,328km, 面積 8,511,996km<sup>2</sup>を有する国で、南米大陸の約半分を占めている。ブラジルの地勢は大きく変化するが、主要な河川により、アマゾン川流域、トカンチン、サンフランシスコ等の9流域に分けられる。当調査地域はBACIAS DO LESTE (東部流域) に位置する。

ブラジルの気候はアマゾン川流域の熱帯雨林気候から熱帯モンスーン、サバナ、ステップ等の熱帯気候および南部地域の湿潤温暖、湿潤冬季乾燥気候等に分けられる。当調査地域は熱帯モンスーン気候に属し、年間降雨量 2,000mm の地区である。

#### 2.1.2 政治・地方行政

ブラジルの政体は26州および1連邦府からなる連邦共和制で三権分立主義により統治されている。首長は大統領で国民の直接投票により選出され、任期は5年である。現在の大統領はコーロール大統領で1989年3月選出された。国会は上院、下院により構成されており、任期は大統領同様5年となっている。

コーロール新大統領は新政策を経済の国際化、国民の意識革命、政府の信頼回復などを全面に打ち出し、当面の最大課題をインフレ抑制と財政改善を目的とした新経済政策(コーロール・プラン)を発表した。これは、価格凍結、預金引き出し制限を含む流動性制限および金融引き締め、公共支出削減、行政改革等を主な内容とする、政策である。

地方行政は州単位となっており、各州は州知事および州議会により統治されており、更に州の下にMunicípio(市)およびDistrito(村)により構成されている。

政府は経済・地勢上より、以下の地区を5地区に分割し、開発の基本単位としている。

NORTE (北部) (Rondonia, Acre, Amazonas, Roraima, Para, Amapa)  
 NORDESTE (Maranhao, Piaui, Coara, Rio Grande do Norte, Paraiba,  
 (東北部) Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia)  
 SUDESTE (Minas Gerais, Espirito Santo, Rio de Janeiro, Sao Paulo)  
 (南東部)  
 SUL (南部) (Parana, Santa Catarina, Rio Grande do Sul)  
 CENTRO-OESTE (Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goias, Distrito Federal  
 (中西部) Tocantin)

### 2.1.3 人口

国勢調査は10年ごとに実施されており、1980年実施の国勢調査によると、ブラジル連邦共和国の人口は、1億1900万人で人口密度は14.0人/km<sup>2</sup>となっている。人口は経済活動の盛んな南東部と開発の遅れている東北部に集中しており、アマゾン地帯を含む、北部、中西部の人口密度は極めて低い。1970年実施のセンサスから1980年のセンサスまでの年間人口増加率は2.4%である。政府は1980年代の年間人口増加率2.2%として1990年の推定人口は1億5036万人となっている。1990年代の人口増加率は1.8%を予定しており、2000年には約1億8000万人を推定している。1987年の推定によると、都市部に約73% 地方部に約27%が居住している。この傾向は近年著しく、1970/1980に於いては、都市部人口成長率4.44%に対して、地方部0.62%と成っており、都市部への人口集中が顕著である。

1980年度の国勢調査によると経済活動人口は4323万人でそのうち、29%の1266万人が農業に従事している。失業率は7.9%(1980年)であるが、最低給料(月給 US\$50程度)以下の人達が全経済活動人口の26.2%を占めている。この傾向は当調査地区の位置する東北伯地方で顕著で約44%の人が最低給料以下の給料となっている。

### 2.1.4 国家経済

#### (1) 概況

ブラジル経済は1970年代までは驚異的な経済成長を示していたが1980年代に入り、インフレの昂進、石油輸入の負担増を主因とする国際収支の悪化、債務累

積等の問題に直面し、その成長率は鈍化し、1988年の実質GDP 成長率は-0.3%とマイナス成長となっている。

経済の中心となっているのは工業であり、68年から始まった高度経済成長の中心的役割を果たしてきた。この背景には、ブラジル政府による積極的外資導入、資本財輸入の増大、税制上の恩恵供与、輸入代替をめざした工業政策がある。消費財の大部分については輸入代替が完了し、中南米随一の工業国となっている。輸出における工業製品の比重は高く、89年には総輸出額の71%を占めている。農業はGDP の約1割を産出するにすぎないが、労働人口の約3割を吸収している。また、農産物は総輸出額の28%を占めている。しかし、他の農業先進国に比べ、生産性は低く、農業開発は遅れているため、食糧を一部輸入している。

資源には恵まれており、鉱物資源では、鉄鋼石、ボーキサイト、マンガン、ウラニウムなどが豊富に存在し、水産資源、林産資源なども豊富である。

## (2) 国内総生産

表 2-1-2に1984/1988年の部門別国内総生産の推移を示す。1988年度のデータによると、農牧業7.6%、工業38%、サービス業54.4%となっており、サービス業が重要な位置を占めている。鉱業の占める割合は近年減少しており、1984年3.8%あった割合は1988年には1.7%に減少した。表 2-1-1セクター別GDP の成長率を示す。実質GDP は85年、86年に8%近くの成長を示したが、その後成長率が鈍化し、88年度にはマイナス成長と成った。各セクター別に見ると、サービス業を除いて、変動が激しくなっている。これは農業および工業が政治に大きく影響を受けている結果と判断される。

	84年	85年	86年	87年	88年
実質GDP 成長率(%)	5.7	8.4	7.6	3.6	-0.3
農業	3.2	8.4	-7.9	15.0	-0.4
工業	6.1	9.0	12.1	1.1	-2.5
サービス業	5.9	7.7	8.3	3.3	2.2
一人当たりGDP (US\$)	1,605	1,688	2,032	2,298	2,490
最低賃金(US\$/月)	52	52	57	51	53

出典；ブラジル経済概要

表 2-1-2 部門別国内総生産

(NCz\$1,000)

	1984	1985	1986	1987	1988
農牧業	37,384	130,740	328,311	950,003	7,296,786
工業	158,745	562,314	1,416,367	4,732,682	36,405,711
鉱業	15,409	51,554	105,375	239,404	1,606,925
製造	114,345	402,703	992,231	3,247,646	25,944,331
建設	20,676	78,257	240,304	900,298	6,625,206
公共部門	8,368	29,800	78,457	345,334	2,229,249
サービス業	206,368	759,004	1,808,012	6,606,046	52,295,027
商業	38,680	135,417	337,390	1,034,690	8,183,071
運輸	15,229	53,411	133,651	416,838	3,362,501
通信	3,904	13,578	29,040	106,666	923,416
金融	42,196	160,060	269,856	1,614,872	12,163,666
公共	21,832	95,975	267,338	887,375	6,585,485
住宅	34,832	120,818	312,351	1,083,752	9,094,833
その他	49,695	179,745	458,386	1,461,853	11,982,055
小計	402,497	1,452,058	3,552,690	12,288,731	95,997,524
控除 (国内金融部)	42,960	163,133	256,697	1,591,089	12,258,520
修正値	359,537	1,288,925	3,295,993	10,697,642	83,739,004
間接税	40,257	146,167	466,853	1,398,284	9,212,303
補助金	6,147	21,780	53,897	196,015	998,817
国内総生産	393,647	1,413,312	3,708,949	11,899,911	91,952,490
価格修正後国内総生産					
(1980 年度価格)	12,111	13,111	14,099	14,611	14,613
(US\$1,000,000)	213,000	228,900	281,600	325,200	349,000

出典；ブラジル統計年報

## (3) 雇用

1987年時点での経済活動人口は約5,740 万人でそのうち24.6%が農業に、15.7%が製造業に、6.6%が建設業部門に従事している。6 大都市に於ける失業率は1989年から1990年3 月までのデータによると、2.7%から4.5%の間で変動しており、失業率はかなり低いと見られる。しかしながら、最低給料以下の占める割合は依然高く、その割合は13.7% から20.6% の間で変動しており、依然高い割合を示している。

#### (4) 物価

1980年代に入り、石油危機の影響を受け、インフレが徐々に進行し、1985年には223%に至った。1986年2月にインフレ抑制を目的としたクルザード計画を断行したが、貿易黒字の大幅減少および外貨準備減少等により当計画は失敗し87年7月新クルザード計画を実施したが、功をそうさず、不況と高インフレが続いた。1988年；365%、88年；；934%に達したため、89年1月さらにインフレ抑制を目的としたプラノ・ベランが実施された。

しかし、この計画は一時的インフレ抑制効果を示したにとどまり、消費者物価指数はコーロル新政権になるまで、ハイパー・インフレを続け、1990年3月のインフレ率は84.3%にも至っている。1990年4月時点での過去1年間のインフレ率は6,584%にも至っている。

新政権により、物価趨勢は鈍り出し、5月；7.9%、6月；9.6%、7月；10.8%となっているが、まだ完全に安定した、状況とはなっていない。新政権はインフレ抑制を最優先課題としており、その為の金融、財政政策を続けている。

表2-1-3 インフレ率 (%/月)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12月
1985年										9.0	15.0	13.2
1986年	17.8	22.4	-1.0	-0.6	0.3	0.5	0.6	1.3	1.1	1.4	2.5	7.6
1987年	12.0	14.1	15.0	20.1	27.7	25.9	9.3	4.5	8.0	11.2	14.5	15.9
1988年	16.5	18.0	16.0	19.3	17.8	19.5	24.0	20.7	24.0	27.3	26.9	28.8
1989年	70.3	3.6	6.1	7.3	9.9	24.8	28.8	29.3	36.0	37.2	41.4	53.6
1990年	56.1	72.8	84.3	44.8	7.9	9.6	10.8					

出典；ブラジル統計年報

#### (5) 財政および金融

1989年から1990年にかけてのインフレ激化に産業界全体が本来の産業活動よりも金融操作に注力するに従い、金融業界も財テクに役立つサービスを中心に急速にハイパー・インフレに対応する体質を備えるに至った。

しかし、1990年3月に実施されたコーロル・プランにより、金融環境が一変し深刻な影響を受けた。特に全金融資産の80%を凍結したことを始め、消費者金融の規制、自由変動為替への移行等により、金融の流動性が変化した。

財政面では新政権により厳しい財政引締めが実施されており、さらに公社民営化等を押し進め莫大な財政赤字の解決を進めている。

#### (6) 国際収支

ブラジル連邦共和国の国際収支は貿易収支に於いては依然黒字が続いているものの債務返済等により、総合収支はマイナスとなっている。

表2-1-4 国際収支

	(億ドル)					
	84年	85年	86年	87年	88年	89年
1. 貿易収支	131	125	83	111	191	161
総輸出額	270	256	223	262	338	344
総輸入額	-139	-132	-140	-151	-147	-183
2. 貿易外収支	-132	-129	-137	-126	-144	-149
収入	32	37	28	25	31	43
支出	-164	-166	-165	-151	-175	-192
3. 移転収支	2	1	1		1	2
4. 経常収支	1	-2	-53	-14	49	14
5. 資本収支	3	-25	-71	-80	29	-41
6. その他	4	-4	1	-8	-8	-4
7. 総合収支	7	-32	-124	-102	69	-31

出典；ブラジル経済概要

#### (7) 対外債務

1970年代、工業化の推進などの経済社会開発を積極的に進めるため、先進国あるいは国際金融機関から資金を借り入れたが、70年代後半から80年代始めの一次産品価格の下落、金利の上昇等の影響を受け、国際収支が悪化し、債務支払いが困難になるとの経済危機に直面した。1989年度の債務残高は1127億ドルで国内総生産額の30.7%に至っている。1989/1990の債務返済額は304億ド

ルで、その内金利部分が174億ドルとなっている。しかしながら現政府は国家予算の歳入のゆるす範囲内でしか対外債務を返済しない方針を取っており、今年上期に元利合わせて12億ドルを返済したのみである。

(8) 外国為替レート

外国為替はオフィシャル、ブラックおよび観光レートが有り、1990年3月時点までは、公定およびブラックの間にかかなりの格差があった。しかし、新政策としての金融引締めにより外貨安、クルセイロ高に移行した。表2-1-5に公定為替レートの変動を示す。

表2-1-5 公定為替レート変動

月	1985	1986	1987	1988	1989	1990
1		11,264.8	15.67	77.59	904.00	14.29
2		13,000.0	18.16	91.43	1.00	24.39
3		13.84	20.93	107.58	1.00	37.82
4		13.84	23.74	125.23	1.017	48.69
5		13.84	30.74	151.35	1.099	52.12
6		13.84	39.90	178.27	1.330	55.67
7		13.84	44.93	216.17	1.916	66.62
8		13.84	47.13	268.24	2.478	71.98
9		13.84	49.86	324.36	3.254	
10		13.97	53.40	413.72	4.489	
11	8,926.7	14.11	59.28	527.62	6.199	
12	9,971.9	14.58	67.86	671.50	9.403	
年平均	6,205.0	13.65	39.30	262.80	2.841	

出典 ; Conjuntura Economica

## 2.2 計画地の位置

当該鉱山開発が予定されている計画地であるポント・デ・ムタ地区は、ブラジル国のバイヤ州に属し、バイヤ州の州都サルバドールから南へ約120kmの沿岸部に位置する。

ポント・デ・ムタの海岸には約20年前に、10,000~20,000DWTの鉱石船を対象にしたカンピーニョの港湾施設が完成しているが、未使用のまま放置されている。この港湾施設は、コンクリート製で4基の独立したドルフィンと、プラットフォーム、トレスル及び5haの埋立て地により構成されており、水深は11mである。未使用のまま長期間放置されていたため、コンクリートの表面にはクラックやゲル状の吐出物・錆汁が発生している部分がみられ、船の接岸に必要な防舷材等は未設置であり、大型船の利用は不可能である。一方、近年バイヤ州では穀物生産量が増加しており、バイヤ州の港湾局ではカンピーニョ港を将来の穀物等の積出し港として利用したいとの希望もある。このため、港湾施設の改修計画はこのカンピーニョの港湾施設を対象に検討を行う。

また、学校・簡易診療所の計画地は、カンピーニョ港湾施設から南東へ約10km行った鉱山開発工区の南側、スタッフ居住区内の一画を予定している。

## 2.3 鉱山開発計画の概要

### 2.3.1 経緯

本鉱山開発プロジェクトの事業主体である川鉄鉱業（株）と住友商事（株）は、ブラジルのマルチクォーツ鉱業（有）と共同で（以下MKSグループと呼ぶ）、1985年にバイヤ州南部の海岸地帯を対象にヘビーサンド鉱床の基礎調査、予備的調査を行い、バイヤ州を中心としたブラジル東北部沿岸地域にチタン、ジルコン、レア・アースを含有するヘビーサンド鉱床が存在する可能性が高いとの結論に至った。

そこで、1987年からMKSグループは金属鉱業事業団の補助金を受けて、バイヤ州南部海岸地帯約500km及びセルジップ州海岸地帯約100kmに於いて本格的探鉱を実施し、バイヤ州南部海岸地帯に豪州、南ア等に匹敵するヘビーサンド資源のポテンシャルがあるとの結果に至り、今後の探鉱で十分な鉱量が獲得された場合には、バイヤ州政府の協力のもとに現地民間パートナーと共に、表2-3-1に示すヘビーサンド鉱業、工業化プログラムを推進するとの結論に達した。



表 2-3-1 鉾山開発プログラム

開発計画	鉾量獲得		目標時期
	(イルメナイト精鉾)	イルメナイト精選	
第1期(鉾山)	300万トン	10万トン/年	1992年*
第2期(半加工製品生産)	1000万トン	20万トン/年	1996年
第3期(鉾業製品生産)	〃 万トン	50万トン/年	1997年

\* 1992年はイルメナイト精選5万トン/年

一方、バイヤ州探鉾公社(CBPM社)もバイヤ州南部海岸地帯に有望鉾区を所有し、独自で1984年からヘビーサンドの探鉾を実施してきた。

MKSグループは、このCBPM社が所有する鉾区に存在する鉾量を自社のものと合併することにより、鉾山開発プログラムがより効果的に遂行できると判断し、1989年にCBPM社と探鉾、開発、粗鉾契約を結び、MKSグループとCBPM社が所有する複数の有望鉾区地区について比較検討した結果、バイヤ州州都サルバドル市の南約120kmにあるクルス島の突端部に位置するポインタ・デ・ムタ(D-1地区)地区の探鉾が最も有望であり、上記開発プログラムの第1期を達成するために必要な鉾量(イルメナイト精鉾 300万トン)を獲得できる可能性がもっとも高いとの考えに至った。

このため、ポインタ・デ・ムタ(D-1地区)の開発を最優先して推進し、本プログラムの第1期を達成し、同時に他の鉾区の探鉾を平行して継続し、イルメナイト精鉾1000万トンの鉾量が確保された時点で、第2期以降の計画についてスタディを実施する方針が決定され、1990年、D-1地区で企業探鉾が実施されると共に市場調査、F/S調査が開始された。

現在行われている企業探鉾およびF/S調査では、イルメナイトの総生産量は200万トン、年間10万トンを見込んでいる。

### 2.3.2 鉾山開発計画(D-1地区)

#### (1) 開発スケジュール

1991年3月に完了予定の鉾山開発計画のF/S調査の結果、同地区の鉾山開発が可

能と判断された場合、早急に開発体制に入り、約一年半の鉱山開発工事の後、1992年10月から鉱石生産を開始する予定である。

## (2) 生産計画

1992年度はイルメナイト精鉱5万トン/年、ジルコン精鉱3000トン/年、ルチル精鉱1000トン/年を生産し、1993年以後イルメナイト精鉱10万トン/年、ジルコン精鉱6000トン/年、ルチル精鉱2000トン/年の生産を行なう予定である。

## (3) 事業主体と投資

川鉄鉱業(株) 24.5%、住友商事(株) 24.5%、マルチクォーツ鉱業(有) と他のブラジル民間企業で51%の資本構成で新鉱山会社(資本金400万米ドル)を設立し、約1700万米ドルを投資し、鉱山設備及び、関連インフラを整備する。

## (4) 運搬計画

選鉱場で生産されたヘビーサンド精鉱は、カンピーニョ港まで約10kmダンプトラックで運搬され、同港のストックヤードに貯蔵される。ストックヤードにはベルトコンベアー及びローダーを設置して船積みする。精鉱したイルメナイトは、主に西ヨーロッパ及び北米東海岸に輸出する予定である。

## (5) 環境管理

本鉱山は採掘及び選鉱が物理的に行われるため、鉱山周辺部に化学的処理による公害問題を起こす可能性はない。従って、本鉱山の環境管理は鉱山採掘跡の修復作業が主体となる。同修復作業は下記のような順序で実施される。

- 選鉱過程で発生するズリ(廃滓)で採掘跡を充填する。
- 原地形に基づき、地表部を整地する。
- 整地された地表部に保存されていた有機表土を盛る。
- 必要に応じ、肥料を投じ、表土を改良する。
- 原植生に近い状態に修復する。

## 2.4 港湾施設の現状と問題点

### (1) 港湾施設の概要

カンピーニョ港湾施設は、バイヤ州南部の港湾都市イリウス市の北方約 150kmのカンピーニョ地区にある既存のドルフィン式栈橋である。周辺地形は、南北に細長く伸びる半島とその東側対岸陸地とで複雑に入り組んだ湾を呈しており、半島の北端には、ボンタドムタ地区及びその湾口側隣りにカンピーニョ地区、東側対岸陸地にはカマム市がある。同港湾施設はちょうど湾口に位置し、天然地形を利用した波浪のない静穏な港であるが、反面潮流が比較的速いところでもある。

同施設は、旧海岸線から150～200 m程前方に護岸を築いて埋立て、さらにその40 m前方に杭式構造を建設したもので、中央にプラットホーム、両側には接岸ドルフィン及び網取りドルフィンが各一基ずつあり、施設全長は 250mに及ぶ。また、プラットホームと背後地の間は延長24mのトレスルで結ばれている（図2-4-2参照）。施設の構造は、基礎杭の一部に鋼管杭が使用されている他は、上部工・トレスル等全て鉄筋コンクリート製である。同施設付近の海域の水深は、全般的には-10～-14mあるが、一部航路標識付近に-5～-6 mと浅い部分も存在する。

### (2) 港湾施設の建設経緯

港湾施設の詳細な建設記録は残されていないが、入手した施設図面及び聞き取り調査から、以下のような点が判明した。

施設建設前の海岸汀線の詳しい形状は明らかではないが、周辺海岸形状から推定すると、施設位置の海岸線はほぼ直線状であったと考えられ、そこを前出しする形で石積護岸を構築、埋立てられた。埋立ては、ボーリング調査結果から、水深-1～-3 mの範囲に行われたと推定され、その広さは幅 180m、前出し距離 150～200 mである。

この港湾施設は、内陸部の穀物積み出し港及び首都ブラジリアへの供給港として、国道BR-30 計画と共に1950年代に計画が立案され、1965年頃より建設が開始された。1970年当初には港湾用地の埋め立てが完了したものとみられる。調査結果によると、ドルフィン式栈橋は現在の形になるまで2回に分けて施工されたことが明らかとなった。第一次施工は1971年頃から行われ、プラットホーム、ドルフィンNo.3及びドルフィンNo.4が施工された。その後施工段階で設計変更が行われ、第2次施工とし

て1972年頃からドルフィンNo.1及びドルフィンNo.2が施工されたが、この時既に出  
来上がっていたドルフィンNo.3とNo.4は補強され大きくなった。また、ドルフィン  
の補強により棧橋法線が1.8m前面に出たため、それに合わせるようプラットホーム  
も前面につけ足されている(図2-4-1 参照)。施工はいずれもブラジル国内の建  
設業者によることが判明した。

第一次施工においてはコンクリート角杭 400×400 が使われたが、第二次施工にお  
いては鋼管杭φ450 (コンクリート中詰)が使われた。設計変更が行われた理由は  
不明であるが、ドルフィン配置及び自然条件等から、次のように推定される。即ち、  
第一次施工において海岸形状が埋立てによって変わったため、潮流にも変化が生じ、  
その結果海底洗掘やドルフィン外力が大きくなる恐れが生じたことなどで、ドルフ  
ィンを補強する必要性が出てきた。このため、ドルフィンNo.3及びNo.4はそのまわ  
りに1列ずつ増杭を施し、ドルフィンNo.1及びNo.2はより強度の高い施工性の優れ  
た鋼管杭が使用されることとなったと想定される。

同施設は、完成してからの後、国道BR-30 の工事中断によるアクセスの悪さや同港  
に隣接するマジッタ港(1970年開港、現イリウス港)との競合が生じ、現在まで  
未使用である。したがって、構造物には船舶接岸力等による大きな外力が繰り返し  
作用した履歴はない。

建設材料は、各ドルフィンに鉄筋コンクリート、護岸に石材が各々使われているが、  
いずれの材料も対岸陸地にあるカマム市より海路現場に運搬された。護岸用の石材  
は、カマム市近郊の採石場で発破によって生産され、現在も採石場は使われないま  
ま残っている。また、埋立用の土砂は BR-30道路沿いの土砂のほか、現場付近の海  
底より浚渫したものも使われた。構造物の施工方法・工程の詳しい記録はないが、  
鉄筋コンクリート製基礎杭は背後埋立地にて現場製作され、鋼管杭は打設しながら  
継ぎ杭を行ったとのことである。

### (3) 港湾施設の問題点

同港湾施設は、本調査で検討対象として考えている 10,000 ~30,000 DWTの大型鉸  
石船の係留施設として求められる基本的な機能(ドルフィンの配置・サイズ・水深  
等)は、概略備えていると言える。しかし、当地点には2~3ノットの速い潮流が  
あることから、操船・係留に関わる問題が指摘されるほか、約20年を経過した構造  
物本体の老朽に関わる問題も存在する。これらの諸点を概略整理すると次の通りで  
ある。

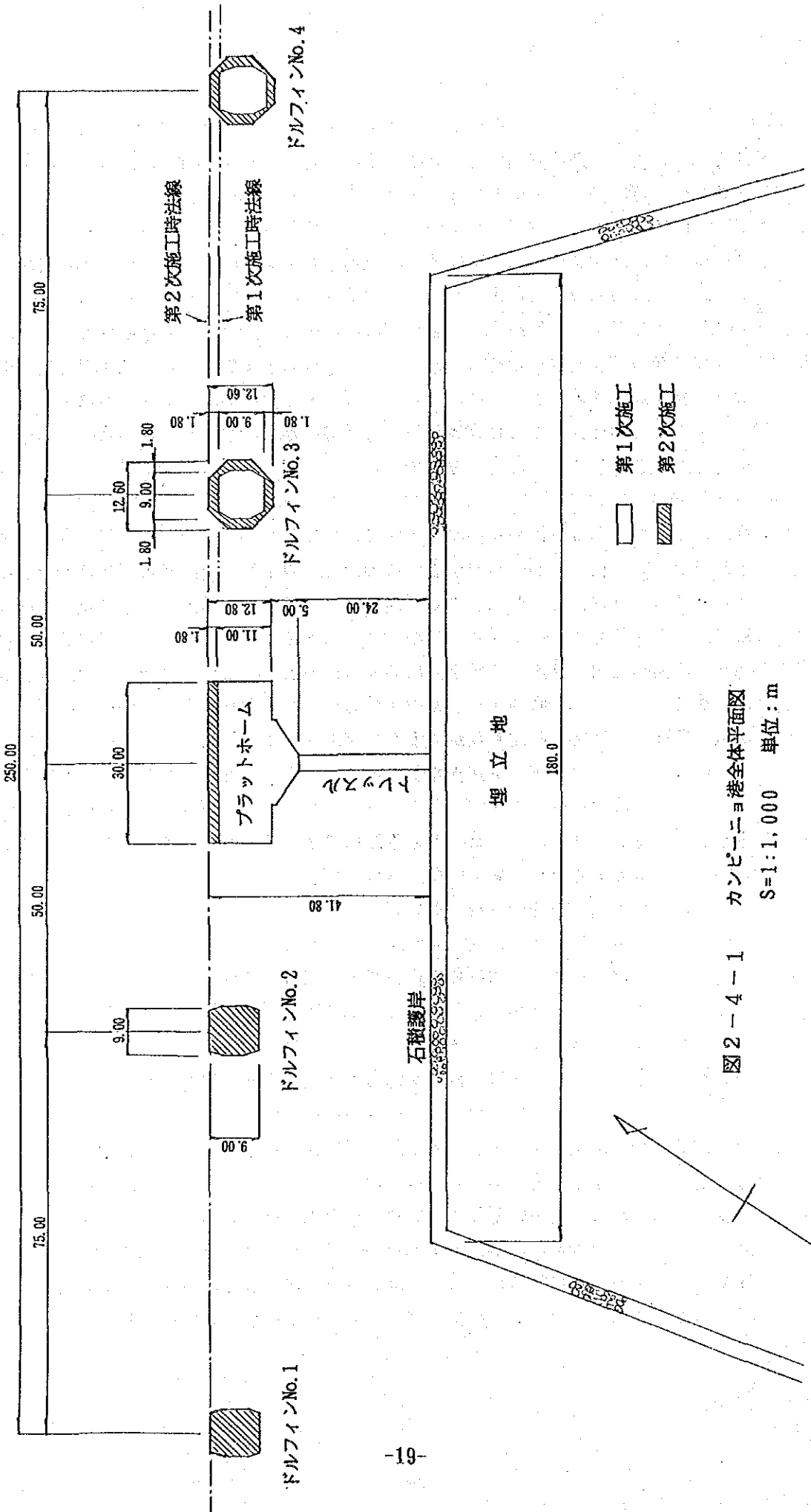
係留について： 港湾施設延長 250m に対し、船長 150～200m の鉦石船が通常の係留を行う分にはさして問題はないと考えられる。しかしながら、鉦石を船倉（ハッチ）に積込む方式が固定式ベルトコンベアーによるものであるため、鉦石船の全ての船倉に積込みを行うには、係留中の船舶を順次前後にシフトさせなければならない。この時船舶の位置によっては、船首または船尾が端のドルフィンからはみ出してしまふことから、網取りができない場合が生じる。係留中の船舶は大きな潮流を受けるため、安全な係留を行うためには、既存のドルフィンとは別に両外側に網取り施設（例えば係留ブイ）を設置することが不可欠である。また、船舶を安全にシフトするために、効率の良い網の取り方に留意する必要があると同時に、必要に応じ係船柱を追加することも必要である。

操船について： 本港湾施設前面の水域は、複雑な海底地形を呈し、対岸の島に挟まれ幅が 1km と狭く、かつ潮流が速いことから、大型船が旋回するには種々の点に注意を払わなければならない。まず、棧橋施設の位置や周辺地形・水深及び本港湾施設が積出し港であることから、船舶がバラスト状態で入港する時に棧橋前面で旋回し、棧橋へは出船接岸（船首を沖に向ける）するのがよい。操船技術的には、旋回は潮流が上げ始める時間帯を選ぶのが望しく、そうすれば旋回後船舶は船首から潮流を受けて、機関を利用しながら安全に接岸することが可能となる。万全を期すためには、2隻のタグボートが支援できればベストであるが、タグなしでも慎重な操船をすれば自力接岸も可能と考えられる。ただし、付近海域が複雑な地形・水深を呈していることから、パイロットの乗船は必要条件である。鉦石船が出港する際は、満載状態であるため HWL 時を選べばよい。

尚、これらの操船は夜間には行えない。

構造物の老朽について： 本棧橋施設の詳細な調査結果は後述するが、建設後の約 20 年間未使用であったため、船舶の接岸・係留時の外力に起因する損傷はなく、潮などの劣化作用に基く老朽化が上部コンクリートに見られたが、基礎杭に異常は発見されず、全般的には 20 年経過後にも拘らず比較的良好な状態であった。ドルフィンやプラットフォームの劣化に対しては補修は可能であるが、トレスルとそのピアー部分は劣化が激しく、干満のある所での補修は技術的に難しく、撤去の上復元する方法を採用する必要がある。しかしながら、本棧橋施設は基本的に再利用可能であり、構造解析の結果に基づき適切な改修を施せば良い。

構造的に特筆すべき点は、ドルフィン No. 2 の海底地盤高さが、潮流により洗掘され他のドルフィンに比べ約 5m も水深が深い点が挙げられる。基礎杭は全て根入れを有するが、このドルフィンの杭根入れについては照査する必要がある。





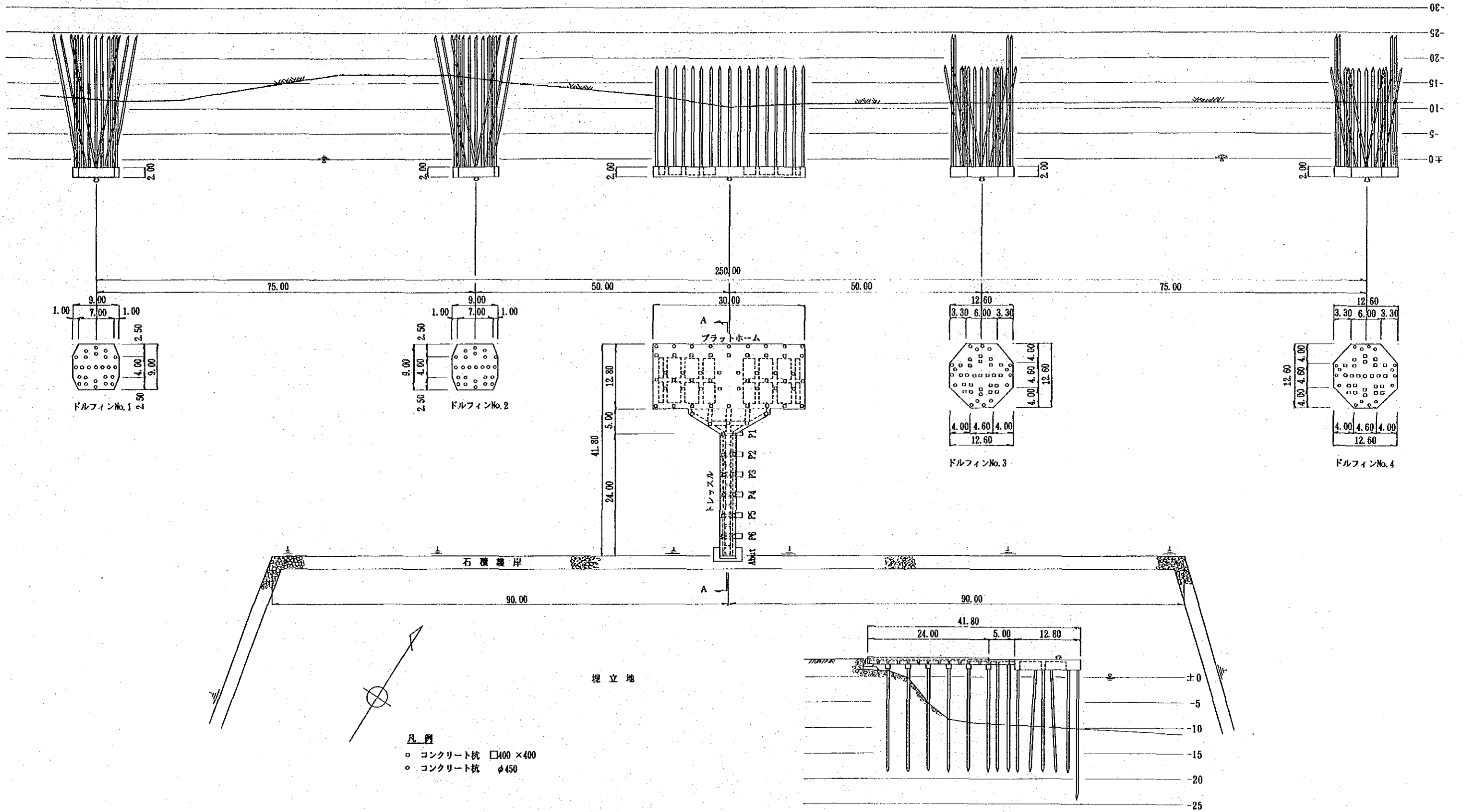


図2-4-2 カンピーニニ港灣施設一般図

S=1:500 単位:m





## 2.5 サイト周辺の状況

### 2.5.1 社会・経済状況

当調査地域はバイア州南部地域バイショ・スール地区に位置しバイア州の中でも地形的要因、交通の不便性および土地が農業に適さない等、種々の悪条件により開発の遅れた地区となっているマラウ市に属する。

マラウ市の人口は約14,300人でその内、マラウ市街地に約15%の2100人程度が居住しており、その内の大半が市役所職員として働いている。他は地方部に居住し漁業・農業を営んだり、大農場の日雇い労働等に従事している。マラウ市の主な産業活動はカカオ栽培で他にはカシューナッツ、ココヤシ等の永年作物が主である。永年作物の栽培面積は8,300haであるが、地元居住農家により栽培されている面積は非常に僅かであると推定される。このような産業活動の下、地区住民の経済レベルは非常に低く、月当たりの収入は最低給料にも満たない家庭が大半である。社会インフラ施設の整備状況は経済活動同様に非常に立ち遅れており、市全体でも以下の施設があるのみである。

市役所	: 1 箇所
郵便局	: 1 箇所
銀行	: 1 箇所
病院	: 診療所1 箇所、医師1 名
小中学校	: 41校 (1 年~4 年)、1 校 (5 年~8 年)
高校	: 1 校 (中学校と同じ建物)
電気	: ほぼ全地区

当調査地域内の集落は、カンピニョ地区、バツハ・グランデ地区およびタイプ地区の3 地区に大別できる。カンピニョ地区は当港湾施設の位置する地区で、大半の住民は小規模な漁業および日雇い労働に従事している。バツハ・グランデ地区は別荘および地区住民住居の混在する地区でマラウ市の中では比較的裕福な地区である。地区住民は一部観光業に従事したり、一部は零細な漁業および日雇い労働に従事している。タイプ地区は比較的住居の密集した地区で大半零細な漁業および日雇い労働に従事している。しかしながら3 地区を通し、当調査地域内にはこれといった産業が無いため、11月から3 月の観光シーズンを除く時期には仕事がなく年間の収入の大半をこの観光シーズンの日雇い労働収入に頼る状況となっており、他の時期は半失業の状態である。

## 2.5.2 学校・診療所の状況

### (1) 学校状況

ブラジルの教育制度では、小学校1年生から8年生までの、初等教育8年間を義務教育とし、7歳から15歳までを学齢としている。教育制度は、1～4年生が初等教育、5～8年生が上級教育となっている。

当調査地区の位置するマラウ市には、全部で41の小学校があり、4年生までの教育を実施している。大半は、1校1教室の規模で、1年生から4年生まで一緒に授業をする、複式学級となっている。41校中12校は、学校建築として建てられたものでなく、個人所有の建物を無償で借用し転用している。5年生以上の教育をする施設は1ヶ所のみで、市街地に立つ市立高校に併設されており、144名が通学する。高校の数もまた、マラウ市では1校である。

表 2.5.1 マラウ市人口

年齢	市街部	周辺部	計
0～4	340	2,983	3,323
5～9	282	2,348	2,630
10～14	260	1,912	2,172
15～44	672	5,787	6,459
45以上	318	1,829	2,147
不明	1	16	17
計	1,873	14,875	16,748

(資料：バイア州衛生局)

表 2.5.2 マラウ上級小学校の生徒数

学年	生徒
5年生	70
6年生	20
7年生	24
8年生	30
計	144

(資料：マラウ市)

当調査地区であるポンタデムタには、小学校が5校あり、236名（予備学級67名、1～4年生169名）の生徒が学んでいる。初級教育学齢の児童は、ほぼ全員が就学している。集落を形成するのは3地区で、小学校は各地区に配置されている。（図2.5.1参照）カンピーニョ地区1校、バッハ・グランデ地区2校、タイプ地区2校である。5校とも教室は普通教室・1室のみで、1～4年生の教育を複式学級・複式授業にしている。運動場は各校とも無く、学校給食は複式授業のため実施されて

いない。5年生以上は、マラウ市内へは交通手段がなく通学できないため、マラウ市内の上級小学校ではなく対岸にあるカマム市の総合学校で教育を受けている。現在14名が、船で片道2時間をかけて通学している。

カマム市の総合学校は、バイア州立の施設で、小学校1年生から高校3年生までの教育を実施している。教室数12、教師59名、小学生825名、高校生298名の学校である。

表 2.5.3 ポンタデムタ地区小学校の生徒数

学年	カンピーニョ				タイプ			計
	州立	市立	私設	(計)	市立	州立	(計)	
予備学級	-	20	17	(37)	30	-	(30)	67
1年生	38	4	7	(11)	9	33	(42)	91
2年生	9	1	8	(9)	20	-	(20)	28
3年生	4	1	-	(1)	-	-	-	5
4年生	8	7	-	(7)	-	20	(20)	35
計	59	33	32	(65)	59	53	(112)	236
教師	1	2	1	(3)	1	3	(4)	8

## (2) 診療所状況

マラウ市には6ヶ所の診療所があり、3名の医師が診療にあつたている。病院・救急車はない。高度医療を要する患者は、隣町のウバイタバ、その先のイタブナの病院で診療を受ける。3名の医師は順番で勤務しており、常勤ではない。市街中心部に位置する診療所は、1週間に2日、医師が在勤し、他の5ヶ所は1週間に1回、医師が出張する巡回診療所である。2ヶ所の巡回診療所には看護婦が勤務している。マラウ在住医師は1名、他の2名はイタブナに住む。

ポンタデムタには、バッサ・グランデ地区とタイプ地区の2ヶ所に巡回診療所が設置されている。(図2.5.1巡回診療所参照)。医師の巡回診療は、毎水曜日、午前タイプ、午後バッサ・グランデとなっている。バッサ・グランデ巡回診療所には、看護婦1名が勤務している。建物規模は、両施設とも約24㎡で、受付待合室・診療室・用品薬品庫の3室がある。用品薬品庫には数種の医療用品・薬品があるのみで、診療活動の程度を示している。

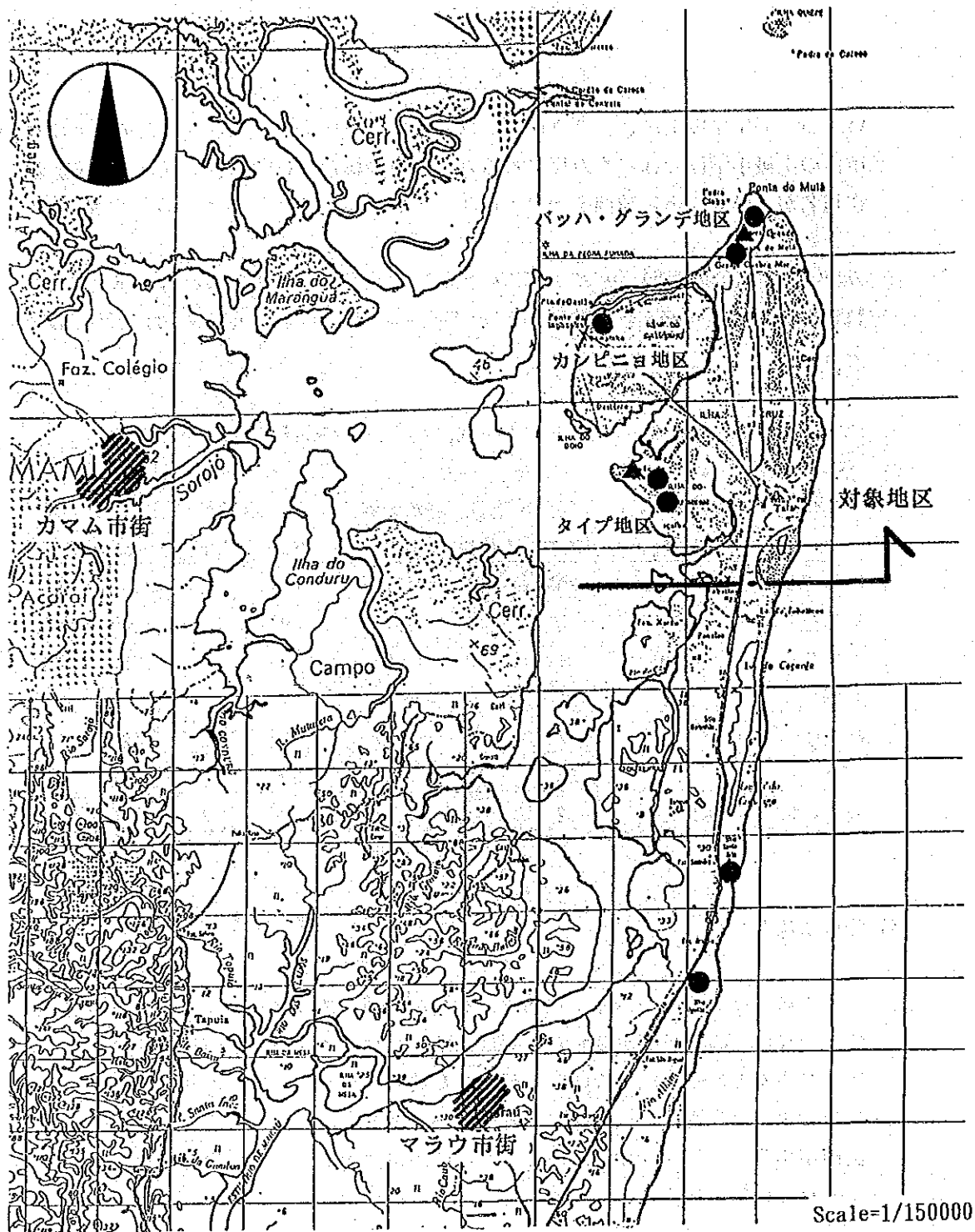


図2-5-1 小学校・巡回診療所の配置状況



### 第3章 計画の内容







## 第3章 計画の内容

### 3.1 関連施設整備計画の目的

本計画の目的は、未利用のまま放置されている既存カンピーニョ港の整備を図り、鉾山開発プロジェクトの鉾石積出し港としての機能を確保すると共に、周辺地域の住民に開放され供用しうる公共性の高い施設の整備を行うことである。

本計画においては以下の施設を整備する。

- 既存カンピーニョ港湾施設の改修
- 小学校の整備
- 簡易診療所の整備

### 3.2 計画概要

#### 3.2.1 実施機関

関連施設整備計画の実施機関は、本邦鉾山開発会社である川鉄鉾業（株）と住友商事グループ及びブラジルの民間鉾山開発企業で構成される新鉾山会社である。

新鉾山会社は、鉾山開発資金を日本輸出入銀行・JICA・ブラジルの開発銀行等より調達する予定である。このうちJICAよりの資金は、既存カンピーニョ港湾施設の改修・小学校及び簡易診療所の関連施設整備事業資金に当てられる。

#### 3.2.2 基本計画

既存港湾施設改修計画立案に当たっては既存施設の現況での接岸能力をチェックし、接岸能力アップの可能性を技術的、経済的観点よりチェックし、より効率的な改修計画とすると共に、当港の改修が将来において、他の開発計画にも供するよう計画する。一般停泊施設計画立案に当たっては当施設が地域住民に広く利用されるようその利便性を考慮して計画する。学校・病院施設計画に当たっては当施設が鉾山会社専用でなく、広く地域住民に利用される様に計画する。

##### (1) 既存カンピーニョ港湾施設の改修

イルメナイト鉱石の運搬経費節減のため、大型船をカンピーニョス港に入港させたいとの希望もあるが、入港航路および泊地の水深の制約、ドルフィンの構造的な制約などにより、大型船を対象とした改修計画はコストが高くなり、鉱山開発企業の採算性に影響を与える可能性がある。

現在の航路で大型船（20,000～30,000DWT）を入港させる場合には、航路を整備するために1m～2mの岩盤浚渫や航路変更が必要になり、航路標識を新たに新設しなければならない。新航路を計画する場合には、航行船舶の安全性を考慮して、航路幅は船長以上を確保する。また、ドルフィンNo.2の前面水深が深く且つ地盤条件も悪く潮流が早いため、基礎杭の根入長が不足している可能性があり、大型船の接岸力・牽引力に対して、構造的に不安定になることが予想される。

このため、入港船舶の大きさについて以上の視点から制約条件を検討して、既存港湾施設の改修計画を策定する。

なお、改修が予想される工事は、護岸背後の埋立て地の造成、航路浚渫、ムアリング・ブイの設置及びコンクリートの劣化したドルフィン、プラットフォーム、トレスルの補修工事等である。

なお、当港の周辺の潮流は小型船にとっては非常に速く停泊が困難でありプラットフォームの位置が小型船にとっては高く乗り降りが困難である等の理由により、小船用停泊施設は潮流の影響が少なく、また海岸地形変化の少ない港の南側に計画する。構造は付近の公共停泊施設および使用頻度等を考慮し木製棧橋程度で十分であると考えられる。

## (2) 小学校の基本計画

小学校の基本計画は当計画地区の持つ種々の問題を考慮すると以下の理由より1年生から8年生までの学校が適当と思われる。

- 当地区には4年生以上の学校は無く、カマム市まで通学しなければいけないような状況にある。そのため多くの人が小学校4年生で学業を諦めている状況にある。
- 当計画にて5年から8年生までの学校を立てた場合、他3地区の住民も利用することができ、当地区の教育レベルアップに大きく寄与する事ができる。

- 1年から4年までの学校の場合、位置関係から他3地区からの利用は考えられず鉱山会社専用の施設となる。
- 5年生以上の教育を受けられる学校はマラウ市には1か所しかなく、当計画にて5年生から8年生までの学校を作ることはマラウ市にとっては非常に重要なことであり、さらには当計画地区を魅力的にする可能性を有している。

### (3) 診療所の基本計画

当計画地区には現在のところタイプおよびパッサ・グランデに診療所の建物は在るが、医師不足および医薬品不足等種々の問題があり、機能していない。また医師の巡回が週1回等限られていることもあり、大病の場合、地区住民は付近の都市まで出かけている。しかしながら、当地区は交通の便が悪く付近の都市に出かけることも困難であり、さらに現金収入の少ない地区住民にとっては付近の都市に出かける事も困難な状態にある。この様な状況のもと地区住民にとっては建物施設よりも医師の常駐が重要であると判断される。さらに当計画にて医師の常駐を図る事は社会的にも評価の高い事で地区住民にとって非常に便益の高い物である。このため、医師1名、看護婦1名が常駐する施設を計画する。

## 第4章 基本計画





## 第4章 基本計画

### 4.1 基本方針

本事業の基本設計を実施するに当たっては、第3章で述べた計画の内容を踏まえ、次の基本方針のもとに行う。

- ①全体事業規模を適切なものとする。
- ②建設地の自然条件を十分に配慮する。
- ③公共性の高い事業内容とする。
- ④建設地の諸条件に適した、改修方法・施工方法であること。
- ⑤ブラジル国及びバイヤ州の関連法規等に沿った施設設計を行う。

これらの方針を具体的に示せば次の通りである。

- 既存港湾施設の改修計画は、その機能・耐力を正しく把握し、できる限り経済的なものとする。
- その際、利用する鉱石船の大きさ毎に付される制約条件や鉱石の輸送コストを含め、総合的な採算性について配慮する。
- 当計画地は潮流が速い点、水域の一部に浅い部分がある点等を十分に考慮し、船舶の操船上及び荷役係留上適切な施設配置計画とする。
- 本施設が周辺地域住民に開放され、また将来ブラジル国の諸産業の基幹にもなり得るよう、公共性が高く、かつ柔軟性を持たせた計画とする。
- 本施設が鉱山事業だけでなく、公共的利用も兼ね備える点を考慮し、高い安全性を有する計画とする。
- 現地の建設事情を配慮し、現地で入手可能な資材及び実績のある工法を採用する。
- 小学校や簡易診療所の計画に当たっては、周辺地域の生活環境等を十分に理解した上で、同国・州の建築基準等に従うものとする。



## 4.2 自然条件の検討

### 4.2.1 気象・海象条件

#### (1) 気象

当計画地区の気候は熱帯雨林気候に属し、一般的に年間を通して高温多湿な気候である。季節は夏季（10月～5月）及び冬季（6月～9月）に大きく分けられるが、明確な区別は見られない。年間平均気温は23.4度で、最低気温10.6度、最高気温34度、日温度較差は平均8度となっている。月平均気温は、7月と8月にはアルゼンチンからの寒気団の影響をうけ10度近くまで低くなることがあるが、12月から4月までは比較的高い。湿度は年平均84.4%で年間を通してほぼ一定している。

当計画地区はパイア州の中では多雨地帯で、年間雨量1800mm～2500mmにも達する。年平均降雨量は、計画地区に最も近いカマム観測所データによると2,294mmとなっており、内陸部の近隣都市に比べ多雨である。月平均降雨量は100mmを越し、200mmを越す月が2月、3月、4月、6月、7月及び12月の6か月間もあり、最多月は6月の222mmとなっている。年間降雨日数は213日で、日雨量5mm以上の日数は年間103日である。表4-2-1にカマム観測所の記録を示す。

当地区の風向は、聞き取り調査によると冬季は南風、夏季は北・北東風が卓越する。

#### (2) 海象

当地区はイリャ・クルス半島の内側カマム湾に面しており、同半島が大西洋のうねり等の波浪を遮断しているため、既存港湾施設付近の海面は非常に穏やかである。しかしながら、潮の干満差（最大2.5m）の影響で、調査地点では1日4回速い潮流が発生する。引き潮時には外洋方向に、上げ潮時には内洋方向に潮流が発生し、その流速は調査期間中に最大1.2m/secが観測された。一般に、調査地点では引き潮時の流速の方が速くなっている。

表4-2-1 カマム観測所気象データ

月	平均気温	湿度	月降雨量	月降雨日数	
	℃	%	mm/month	5mm/day 以上	5mm/day 未満
1月	24.4	82.7	198	10	9
2月	24.4	83.2	202	10	10
3月	24.5	83.1	213	9	10
4月	24.1	84.5	207	8	11
5月	23.2	85.4	169	7	9
6月	22.4	85.9	222	8	10
7月	21.7	85.8	217	9	11
8月	21.8	84.7	136	9	7
9月	22.4	84.8	162	9	9
10月	23.2	84.4	197	9	8
11月	24.1	84.3	158	7	8
12月	24.3	83.7	213	8	8
年	23.4	84.4	2,294	103	110

#### 4-2-2 土質調査

##### (1) ボーリング調査結果

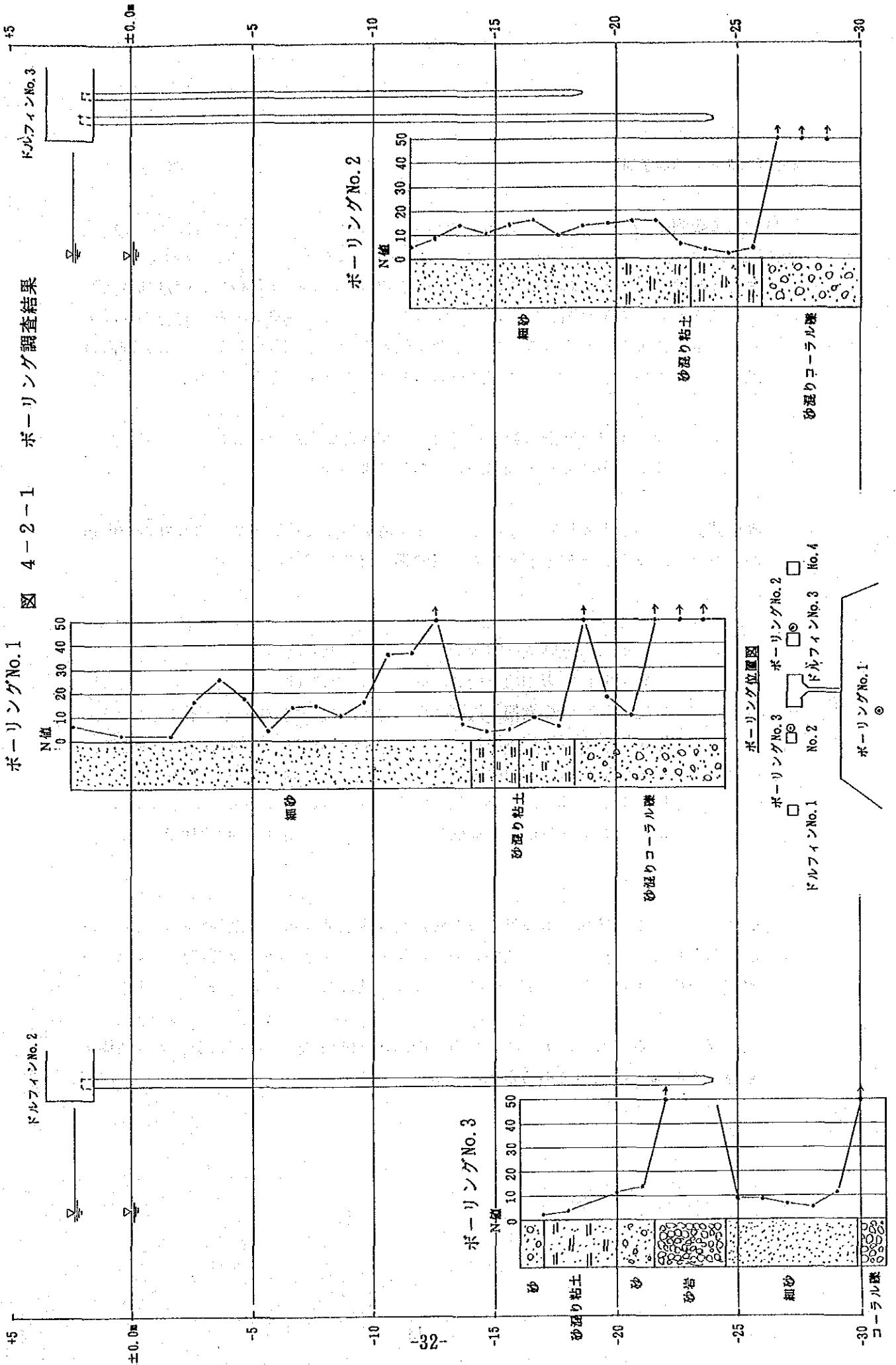
港湾用地内で1本、ドルフィンNo.2及びNo.3横の海上でそれぞれ1本、計3本のボーリング調査を実施した。図4-2-1 にボーリング位置図および土質柱状図を示す。それによると、深度 DL-20m から -30m 以深にコーラル層が存在し、その上は平均N値10程度の砂混じり粘土層及び細砂層に覆われている。各ボーリング結果の概要は以下の通りである。

港湾用地内（ボーリングNo.1）： 当用地の下層は深度-17mまで厚い細砂で覆われており、その下に砂混じり粘土、さらに支持層であるコーラル礫が存在する。上部の細砂層では、深度-2m の地点で若干砂質が変わっていることが認められるが、これはこの部分が近年埋め立てられたためと推定される。

ドルフィンNo.3（ボーリングNo.2）： 当地点には細砂層が約 8m 分布しており、その下には軟らかい砂混じり粘土層が存在する。支持層となるコーラル礫は、深度-15mからである。

ドルフィンNo.2（ボーリングNo.3）： 当地点の海底は潮流により洗掘された形跡があり、上部の細砂層が薄くなっている。深度-22m~-25mに固い砂岩があるが、その下は細砂層が再び現れ、支持層は深度-30mからである。

図 4-2-1 ボーリング調査結果



#### 4-2-3 潮位・潮流観測

##### (1) 潮位観測

潮位観測は、既存のトレッスルのピアーに観測スタッフを設置して、8月15日より9月15日までの1ヶ月間実施した。観測スタッフの設置基準は、カンピーニョ港がサルバドール港とイリウス港のほぼ中間に位置することを考慮して、これら両港の潮位表をもとに仮設定した。観測結果の概要は以下に示すとうりである。

潮 汐：1日2回潮（約1日に2回の高潮と低潮が現れる）

潮 位 差：大潮時の最大 2.35m，小潮時の最小 0.56m

潮位観測データをもとにT.I手法にて調和分解を行った結果、次のような潮位関係が得られた。また、調和分解成果表は資料編“資料6”に添付した。

N.H.H.W.L.（略最高高潮面）	: +224 cm
N.W.O.S.T.（大潮期平均高潮面）	: +213 cm
H.W.O.N.T.（小潮期平均高潮面）	: +156 cm
M.S.L.（平均水面）	: +112 cm
L.W.O.N.T.（小潮期平均低潮面）	: +68 cm
L.W.O.S.T.（大潮期平均低潮面）	: +11 cm
N.L.L.W.L.（略最高低潮面）	: ±0 cm (Datum Line)

観測期間中、上の調和分解結果で得た略最高高潮面DL+224cmより10～20cm高い潮位が観測されたが、これは季節変動要因で1年のうち8月、9月及び10月に現れる現象で、同様な現象がサルバドール港とイリウス港にも見られる。

尚、プラットホーム及びドルフィンの天端高さはDL+3.5mであったが、潮位関係から見てその高さは適切であると思われる。

(2) 潮流観測

潮流観測は、プラットホーム前面の水域及び航路において、大潮時の 8月20日の16時から連続 2日間、流速計モデルIH-MOD-COM-2を使用して実施した。観測結果の概要は以下に示すとうり、航路の潮流に比べプラットホーム前面の潮流が速く、下げ潮時に最大流速がそれぞれ観測された。

	プラットホーム前面				航 路			
	上 潮		下 潮		上 潮		下 潮	
観測水深	5m	10m	5m	10m	2m	5m	2m	5m
最大流速(m/sec):	0.92	0.94	1.21	1.20	0.84	0.80	0.92	0.87
流速方向(deg):	198	201	14	13	239	248	59	48
(北から回り)	(南南西)		(北北東)		(西南西)		(東北東)	

プラットホーム前面での潮流は、下げ潮時には南南西から北北東に向って流れる。流速は満潮後徐々に速まり、平均水面の時間に最大となり、徐々に遅くなって干潮時に滞留する。上げ潮時には北北東から南南西に向って流れ、下げ潮時同様、平均水面の時間に流速が速くなっている。最大流速は下げ潮時に 1.21m/secを記録した

航路での潮流は、下げ潮時には西南西から東北東に向って流れ、流速はプラットホーム前面同様満潮後に速まり、平均水面の時間に最大流速となって、干潮時に滞留する。上げ潮時には東北東から西南西に向って流れ、下げ潮時同様、平均水面の時間に流速が速くなっている。最大流速は下げ潮時に 0.92m/secであった。

潮流観測データの詳細は、資料編“資料7”を参照。

#### 4-2-4 地形・深淺測量

##### (1) 地形測量

カンピーニヨ港灣施設の背後地 6haに亘って、地形測量を行った。同背後地は埋立てにより造成された高さDL+2.4m ~+3.1m のフラットで単調な地形で、海岸性草本類・低木類が分布している。造成地前面には延長約400m、天端幅3m、天端高DL+2.0m ~+3.0m の石積護岸があり、護岸の背後は土砂の吸い出し現象が一部に見られ、地盤高が1.5m程度低くなっており、満潮時には海水が浸水する。この埋立地の両サイドは自然海浜であり、数軒の民家が点在している。

地形測量結果は資料編“資料5”に示す。

##### (2) 深淺測量

RAYTHEON-MODEL-DE719CMエコーサウンダーを使用して、既存港灣施設周辺水域及び現航路に沿って一部浅い部分があると想定される箇所の深淺測量を実施した。既存港灣施設前面の水深は、プラットホーム及びNo.3ドルフィンの直前面がDL-11mと浅いほかは、全て12m以上の水深が確保されていた。No.2ドルフィンの海底は、下げ潮時の潮流による洗掘の結果、DL-16m~-17mとかなり深くなっている。

現航路部においては、一部水深 DL-5m~-7m の浅い部分があり、鉱石船の大きさによっては浚渫の必要性が生ずる。

深淺測量結果は資料編“資料5”に示す。