

No. 77

リベリア共和国  
ウォロキン鉄鉱石開発  
関連施設整備計画調査

報告書  
(要約版)

昭和54年8月

国際協力事業団

517  
662  
MPI

鉱計士  
CR(3)  
79-66



JICA LIBRARY



1064397C13



リベリア共和国  
ウォロギン鉄鉱石開発  
関連施設 整備計画調査

報 告 書  
(要 約 版)

昭和54年 8 月

国 際 協 力 事 業 団

国際協力事業団	
受入 月日 '86. 3. 31	517
	66.2
登録No. 12559	MPL

リベリア共和国

ウォロギン鉄鉱石開発関連施設整備計画調査

報告書（要約版）

	(頁)
I 調査の背景 .....	1
II 調査の目的 .....	1
III 調査団の構成 .....	2
IV 調査の内容 .....	2
V 調査結果 .....	3

添 付 - I 調査一覧表

II (第一回調査)要約と提言

III (第二回調査)要約と提言

付 図 - 1. Location Map

2. Route Map



## I 調 査 の 背 景

リベリア共和国は1847年の建国以来、植民地統治の経験なしに独自の国造りを行ってきた。近年、リベリア政府は“Open Door Policy”の下に積極的に諸外国の経済・技術援助も導入し、経済・社会開発を推進してきた。取分け、国内総生産の半、輸出総額の約半を占める鉱物資源の開発は、同国の経済開発を支える重要な柱の一つである。

同国の未開発鉱山のなかでも、北西部Lofa 郡に位置するWologisi 鉄鉱山は、可採鉱量680百万トン(Primary Ore 540百万トン, Weathered Ore 140百万トン)を有し、最も有望な鉱山の一つとされている。同鉱山の開発については、1967年以来日本の企業グループを主体として調査が進められてきており、本年中に同鉱山開発の企業化調査を終え、1980年に工事に着工し、1984年に操業を開始することを目指している。

同鉱山の開発に当っては、開発用資機材の搬入、鉱山の維持管理に必要な資材・燃料の輸送、生産を支える住民の生活物資の輸送、鉱石輸出用港湾施設の整備が必要とされる。これ等施設の整備は、単に鉱山開発に利するのみでなく、Lofa 郡を中心とする地域の農業、林業の開発や、同地域の社会インフラストラクチャーの開発にも貢献するものと考えられる。

以上の背景およびリベリア政府ならびに日本企業グループの要請に基づき、Wologisi 鉱山開発に関連するアクセス道路の調査、鉱山から輸出港に向う新道の建設に関する調査、および鉱石輸出用港湾施設の予備調査を実施したものである。

## II 調 査 の 目 的

Wologisi 鉱山関連施設の整備について、三回にわたる調査が実施された。各調査の目的は次の通りである。

第一回 全国的・地域的経済社会開発状況の把握、及びMonrovia からGbarnga を経てWologisi 鉱山に至る既存道路を調査し、鉱山開発用アクセス道路として、又地域開発の一環として整備が必要かを検討する。

(報告書：鉱計工-CR(I)-79-3, 昭和54年1月)

第二回 Wologisi 鉱石及び開発影響圏の生産物輸送の端末施設として、Monrovia 港の改



良及び Robertsport 新港の建設につき予備的検討を行う。

( 報告書：鉦計工 - CR (1) - 79 - 32, 昭和54年3月 )

第三回 Wologisi 鉦山から Monrovia 港 ( 又は Robertsport 新港 ) に向う道路開発として、  
Wologisi から Bopolu に至る新道の建設につき調査・計画する。

( 報告書：鉦計工 - CR (3) - 79 - 66, 昭和54年8月 )

### III 調査団の構成

各調査は、日本工営(株)に委託された。現地調査団の構成及び調査期間は下記の通りである。

	( 現地調査期間 )	( 調査団構成 )
第一回	昭和53年 6月19日～ 7月28日	中村健郎団長以下5名
第二回	昭和53年11月 5日～12月24日	波多野靖治団長以下5名
第三回	昭和53年11月 5日～12月31日	波多野靖治団長以下6名 及び航空写真撮影班3名

### IV 調査の内容

各調査団の調査内容は別添-Iに取りまとめた通りである。

調査対象地域は Lofa 郡を中心とする北西部地域であるが、各調査目的に添って下記の内容を主体とする。

- 第一回
- 1) 全国的・地域的経済社会開発概況調査
  - 2) 地域交通網現況調査
  - 3) Monrovia - Gbarnga - Voinjama - Kpakuta間道路改修調査・予備設計
  - 4) Kpakuta - Wologisi 鉦山間道路改修調査・予備設計
- 第二回
- 1) Monrovia 港内での Wologisi バース建設計画調査及び施工計画  
( 既存 - LMC バース利用案及び北防波堤内埋立案 )
  - 2) Robertsport 地区の深浅測量, 潮流・漂砂観測, 等調査



### 3) Robertsport 新港建設可能性の検討

- 第三回
- 1) Wologisi - Bopolu 間新設道路の路線調査・選定
  - 2) 航空写真撮影，基準測量及び 1/20,000 地形図作成
  - 3) 渡河地点測量及び 1/500 地形図作成
  - 4) 路線計画及び予備設計（道路及び橋梁）
  - 5) 開発効果の評価

## V 調 査 結 果

第一回及び第二回の調査結果は，別添－Ⅱ及びⅢに要約した通りである。結論的には，鉾山へのアクセス道路として，Monrovia - Gbarnga - Voinjama - Kpakuta間の国道（411km）の改修は特に必要とされず，Kpakuta - Wologisi 鉾山間の私設道路（29km）は全面的に改良工事が必要とされる。又，港務施設としては，12万DWTクラスの接岸のために，技術的には Monrovia 港 - LMC バース利用案及び北防波堤埋立案，Robertsport 新港（Cape Mount West 案及び Cape Mount South 案）が比較検討された。

第三回の新設道路計画調査の結果及び提言は，以下に要約する通りである。

#### 1) 路線計画：

ルート代替3案を比較検討の結果，Wologisi 鉾山 - Kenahun - TFC - Bopolu のルート（152.6km）が選定された。更にWologisi から北へKpakutaに至る道路（29km）の改良を加え，合計181.6kmの新道計画とされた。（別図参照）

#### 2) 将来交通量：

通常交通量の伸び，Wologisi 鉾山開発交通量，木材及び農産物開発交通量，及び既存道路網からの転換交通量を予測した結果，Wologisi - Bopolu 間の将来交通量（ADT）は1984年に154台，2003年に約330台となるものと予想される。（この内，Wologisi 鉾山開発交通量は1984年に86台，2003年に約140台）

#### 3) 予備設計：

道路設計基準として，幾何構造基準を次表の通り選定し，線形計画（1/20,000地形図上に予備設計），土工設計及び舗装設計を行った。



幾何構造基準

項目	設計基準	項目	設計基準
1. 設計速度	40 Km/hr	7. 最大縦断勾配	7%
2. 道路用地巾	40 m	8. 最急横断勾配	5.0%
3. 車道巾員	5.5 m	9. 合成勾配最大値	8.0%
4. 路肩巾員	0.75 m	10. 路肩横断勾配	4.0~5.0%
5. 視距	75 m	11. 橋梁設計荷重	HS 20-44
6. 最小曲線半径	60 m	12. 橋上車道巾員	7.0 m

尚、線形計画に当っては、出来るだけ将来の改良をも考慮して、建設費に大きな影響を与えない限り設計速度 60 Km/hr に対する最小平面曲線半径及び最急横断勾配を許容出来るように選定した。

橋梁設計は Lofa 川橋 (120 m) 及び 16 の中小橋梁につき実施した。Lofa 川橋は R.C 箱桁橋とすることが比較検討の結果選定され、中小橋梁については現地材を使用出来る RC 橋 (RC-スラブ及び RC-T 桁橋) とすることとされた。

4) 工事数量:

土工及び構造物の概算工事量は下表の通りである。

概算工事費

Section	Length (Km)	Earth work (Km)			Bridges (Km)	Box Culvert (each)	Pipe Culvert (each)
		Improvement	New Road Const	Total Length			
Section I	77.9	57.270	20.465	77.735	0.165 (10橋)	6	36
Section II	103.7	49.565	53.940	103.505	0.195 (7橋)	17	70
Total	181.6	106.835	74.405	181.240	0.360 (17橋)	23	106

※ Section I ; From Kpakuta to Lofa river

※ Section II ; From Lofa river to Bopolu

5) 工程:

1979年12月から詳細設計を開始すると仮定し、設計、建設業者の入札等工事前作業が1981年3月迄かかり、実際の工事は1981年4月から約24~26ヶ月の工期を予定す



る。雨期中の工事停滞を見込んでも1983年末には工事を完成することが出来る。

6) 建設費：

総建設費は約2,566万ドル(1980年末価格)かかると見積られる。

この内、外貨分は1,823万ドル、内貨分は743万ドルである。

7) 開発効果：

開発効果として、通常交通の走行費節約による便益、鉱山開発に伴う交通による便益、転換交通による便益が試算され、便益は1984年約3.5百万ドルから2003年には約6.9百万ドルに達すると予想される。更に木材開発及び農業開発に伴う開発便益もあがる他、走行時間の節約等の直接効果及び沿道地域社会に与えるインパクト・間接効果も大きいものと判断される。

リベリア共和国ウォロギン鉄鉱石開発関連施設整備計画調査一人表					
調査期間	一 次	二 次	三 次	次	
現地	1978年6月19日～7月28日	1978年11月5日～12月24日	1978年11月5日～12月31日 (航空撮影班1978年12月13日～1979年1月23日)		
国内	1978年6月3日～1979年1月31日	1978年12月4日～1979年3月31日	1978年11月20日～1979年8月31日		
目的	ウォロギン鉄鉱石開発関連施設(道路、橋梁)整備に対する融資の審査資料とする。 鉱山開発に当り建設資機材輸送のため既存道路橋梁の状況を調査し、整備の方針を立て、並びに開発効果の検討を行う。	ウォロギン鉄鉱石開発関連施設(港湾)整備に対する融資の審査資料とする。 既存のモンロビア港と、新設のロバーツポート港の取り上げて、技術的可能性の検討を行ない、並びに開発効果の検討を行う。	ウォロギン鉄鉱石開発関連施設(道路)整備に対する融資の審査資料とする。 鉄鉱石輸送用パイプライン建設のための、工費用道路及び維持管理用道路、並びにウォロギンサイトへの資機材輸送道路として、更に道路周辺地域住民のための地域開発道路としての機能を満足するに適した規模の計画を立案する事である。		
内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wologisi 鉱山建設の為、この資機材輸送道路として使用される既存道路(モンロビア～バンガ～ロギン)について <ul style="list-style-type: none"> <li>。既存道路の踏査並びに交通調査</li> <li>。要改良、並びに要整備箇所等調査</li> <li>。橋梁等の構造及び強度調査</li> <li>。社会経済調査、状況調査</li> <li>。関連資料収集</li> </ul> </li> <li>等の現地調査をし、これらの資料の整理を行って次の解析、検討、計画及び評価を行った。 <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 要改良及び要整備区間の概略設計</li> <li>2) 改修費の算定</li> <li>3) 道路開発効果の検討</li> </ol> </li> <li>鉄鉱石積出港としてモンロビア港あるいは、計画可能性のあるロバーツポート港が計画されている為、ライベリア西部地域の主要道路の予備的調査を行った。</li> </ul>	<p>モンロビア港については</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>。大型船の入港操船に必要な諸元の調査、リベリア政府のモンロビア港拡張計画聴取、社会経済状況調査</li> <li>。関連資料収集</li> <li>。等現地調査を行い、並びにロバーツポートについては新港建設可能性調査として <ul style="list-style-type: none"> <li>。潮流、漂砂観測、深淺測量</li> <li>。海、気象、海岸地形、海底土質等に関する資料収集</li> <li>。ロバーツポート地域社会経済状況調査等を行いこれらの資料の整理を行い次の解析、検討、計画、評価を行った。 <ol style="list-style-type: none"> <li>1) モンロビア港の改修計画及び施工計画の検討</li> <li>2) ロバーツポート新港建設可能性分析</li> <li>3) ロバーツポート新港の計画</li> <li>4) 上記両港の比較検討</li> <li>5) 港湾開発効果検討</li> </ol> </li> </ul> </li></ul>	<p>最適予想ルート(バクタ～ウォロギン～ゴンドラフン～ポボル)について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>。新設予想ルートの地上及び空中からの調査</li> <li>。新設予想ルートの航空写真撮影</li> <li>。ロファ郡の社会経済状況調査</li> <li>。関連資料の収集</li> </ul> <p>等の現地調査を行い、これらの資料の整理をし、次の解析、検討、計画及び評価を行った。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 航空写真による最適ルートの選定</li> <li>2) 最適ルート地域の図化</li> <li>3) 道路構造規準の決定</li> <li>4) 新設道路の予備設計</li> <li>5) 施工計画の検討、工事費の算定</li> <li>6) 道路開発効果の検討</li> </ol>		
結論	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 既存道路は充分ウォロギン鉱山建設の資機材輸送道路としての機能を持つている。但し、バクタ～ウォロギン間の道路は改良工事を要する。</li> <li>2. ウォロギンから南西に延びるアクセス道路の新設計画がクローズアップされる。</li> <li>3. バンガ～バクタ間道路に関して、社会開発道路として改良するためのフィズビリティスタディの必要性がクローズアップされる。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 既存のモンロビア港を利用する案が最も安い。</li> <li>2. ロバーツポートの新設は技術的に可能である。(工事費の算定は資料が少ないので精度は良くない)</li> <li>3. 新港建設は国家的見解から評価すれば十分、フィジブルであることが考えられる。 (120,000t → 200,000t 拡大も可能)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 最適ルート延長181.6KMのうち、新設道路は76KMにとどまり、他はFeeder道路、木材運搬道路を改良することになる。</li> <li>2. ウォロギン鉱山開発の関連施設であると共に沿道地域Loia 郡内の産業に対する開発効果が大い。</li> <li>3. 地域社会の生活道路としての役割が大きくコミュニケーションの改善も含め、経済発展に対する寄与が大い。</li> </ol>		
関係機関	大蔵省、経済企画省、土地鉱山省、公共事業省、ポートオアソソリテイ	大蔵省、経済企画省、土地鉱山省、ポートオアソソリテイ	大蔵省、経済企画省、土地鉱山省、公共事業省		



## 要約と提言（第1回調査）

- 1) リベリア共和国北西部 Lofa 郡に位置するウオロギン鉄鉱床の開発については、現在日本企業が参加し調査・検討が実施されている。この鉱山開発に関連する施設の一つとして鉱山開発のためのアクセス道路について、今回調査を実施した。ウオロギン鉄鉱床の開発はそれ自体、リベリア国の経済開発に貢献するのみならず、北西部地域等の地域開発にもインパクトを与えるものであると考えられる。
- 2) ウオロギン鉱山へは、首都モンロビアから既存の国道を經由し到達することが出来る。この道路は Totota, Gbarnga, Zorzor, Voinjama を經由し Kpakuta 迄約 41.1Km の間はリベリア国の主要国道であり、Kpakuta からウオロギン鉱山の間約 2.9Km は鉱山調査のために開かれた私設道路である。この国道は北西部地域の幹線道路であり、ゴム、パーム・オイル、コーヒー、ココア等の農産物、木材の輸送路となっている。
- 3) モンロビアから Totota までの国道は既にアスファルト舗装されており、更に Gbarnga までの改良工事（アスファルト舗装を含む）を世銀の融資により現在実施中である（舗装巾員 7.3m, 設計速度 80~100Km/hr）。Gbarnga から Zorzor を經由して Voinjama に至る区間（約 19.5Km）は全体的に起伏のゆるやかなローリング地形であり、2車線ラテライト舗装道路である。

途中リベリア国の主要河川である St. Paul 河、Lofa 河等を横断するが、各々鋼トラス橋、コンクリート箱桁橋が架橋されている。

又、その他の渡河地点もコンクリート橋又はコンクリート・カルバート橋がかけられている。これらの橋梁は一部に高欄の破損箇所のある橋があるが、何れも構造的な欠陥を有するものはない。Voinjama から Kpakuta に至る道路（シエラレオーネ国に通ずる道路の一部）も巾員 9~12m のラテライト道路であり一部側溝の不良はみられるが、路面状況も良好であり、橋梁も健全である。
- 4) Kpakuta からウオロギン鉱山に至る私設道路は最少半径 30m の曲線部、2.5% の最急勾配の区間もあり全面的に改良工事が必要とされる。改修計画に当っては、Kpakuta の先の Samita から Zewodamai に抜けるルートとすることにより距離の短縮も可能となるので、この Samita ルートに変更することが勧告されよう。
- 5) 従って、ウオロギン鉱山開発のためのアクセス道路としては、モンロビアから Voinjama を経て Kpakuta に至る現道の改修は特に必要とされないものと判断される。Kpakuta



からウオロギン鉱山への道路は、線形・勾配・巾員さらに橋梁を改修する必要がある。  
Samita のルート ( 2 4.7 Km ) で道路巾員 5.5 m, 設計速度 40Km/hr のラテライト舗装道路の建設には約 2.4 百万ドルが必要になると見積られる。

- 6) 上記 Kpakuta - ウオロギン鉱山間の道路改修は主として鉱山開発のために必要とされ、鉱山都市建設に伴う一般交通の発生を除き公共的便益 ( 直接的に鉱山開発に係る交通以外の一般交通に益する度合い ) は少ない。しかしながら、ウオロギン鉱山から更に南西に道路が新設され、Bopelu 部落等を経由してモノロビア、ロバーツポート等へ出るルートが開かれた場合には ( このルートの道路建設の可能性については、本計画の第 2 次調査として検討される予定である )、Kpakuta - ウオロギン鉱山間の道路の公共的便益が増加するものと考えられる。

従って、この道路の開発効果については、将来ウオロギン鉱山から南西に延びる道路の新設計画を調査する際に改めて検討することが必要となろう。

- 7) 本調査に当り、Gbarnga - Kpakuta 間の道路に関して、リベリア国幹線道路の一環としてのアスファルト舗装改良の実現可能性について予備的検討を追加的に実施した ( モノロビア - Gbarnga 間は既に改良済又は改良工事中 )。同区間の交通量は現在 300 台/日たらずであるが、1990 年には約 650 台/日、2000 年には約 1,100 台/日と予測される。改良設計基準は将来のフィージビリティ・スタディーで充分検討されるべきものであるが、仮に設計速度 80Km/hr, 車道巾員 6.7 m, 最大縦断勾配 5%, 最少曲線半径 220 m の基準での改修を考えた場合には、約 4.8 百万ドルの工事費が必要となると試算される。この改修は経済的にはリベリア国の機会費用比率が 10% 以下であるなら実現可能性があるとみられる。

- 8) 以上の結果から、ウオロギン鉱山開発のためのアクセスとしての道路改修は Kpakuta - ウオロギン鉱山間の道路改修を中心として行うことが望ましいと判断される。



## 要約と提言（第2回調査）

1. Wologisi鉄鉱石開発計画調査の一環として本調査では、リベリアの大西洋岸に、最終的に年間700万トンの鉄鉱石と10万トンの雑貨、油類を取扱う港湾の候補地の調査並びに計画を実施した。  
鉄鉱石の積出バースとしては、120,000 DWTクラスの鉄鉱石専用船を、雑貨バースとしては、20,000 DWTクラスの貨物船を対象としている。港と関連するインフラとして鉄鉱石のストックヤード等のための、少なくとも20 haの敷地造成が必要である。
2. 港の候補地として、Wologisi鉄山より最短距離にある既存のMonrovia港の他に、極度鉄山より同距離にあり、将来の地域開発の拠点になるとと思われるSiena Leone寄りのRobertsport地区を調査対象地区として取り上げた。
3. Monrovia港では、現在、既存の雑貨バース改修の実施設計と共に将来の長期拡張計画も検討をすすめている。この計画に支障をきたさない範囲で、Monrovia港内にWologisiバース位置を求めると、現在、操業を停止したL.M.C.バースの利用案と北防波堤内側の埋立案の2案が考えられる。L.M.Cバースは、現在60,000 DWTクラスの鉄鉱石専用船を対象としているため、120,000 DWTクラスの接岸、荷役を可能にするために、積出棧橋の延長と航路、泊地浚渫が必要である。北防波堤内側埋立案は、積出棧橋の新設の他に、ヤードの埋立、航路泊地浚渫工事が必要である。
4. Robertsport地区は、現在、港がなく新港建設になる。バース適地としては、Mount岬の西側のCape Mount湾とMount岬の東側の沿岸部があげられる。前者は静穏度はよいが、将来の大規模な港湾背後地開発には不適である。一方後者は、逆に防波堤を必要とするが、背後地の利用の面より将来の拡大計画の制約要因は少ない。
5. 概算港湾建設費はMonrovia港-L.M.Cバース利用案が最も安く24.4百万ドル、ついでRobertsport-Cape Mount West案30.3百万ドル、Monrovia案(その2)-北側防波堤埋立40.6百万ドル、Robertsport案(その1)-Cape Mount South案42.0百万ドルの順である。
6. 鉄鉱石の輸送費の内、港湾建設分を算出してみると、上記の順に0.46, 0.61, 0.81, 0.88ドル/トンになる。Robertsport-Cape Mount West案は、Monrovia-L.M.C

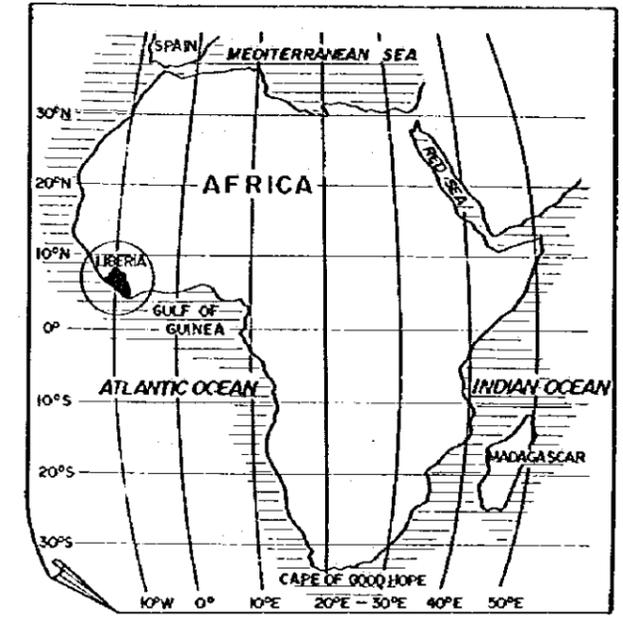
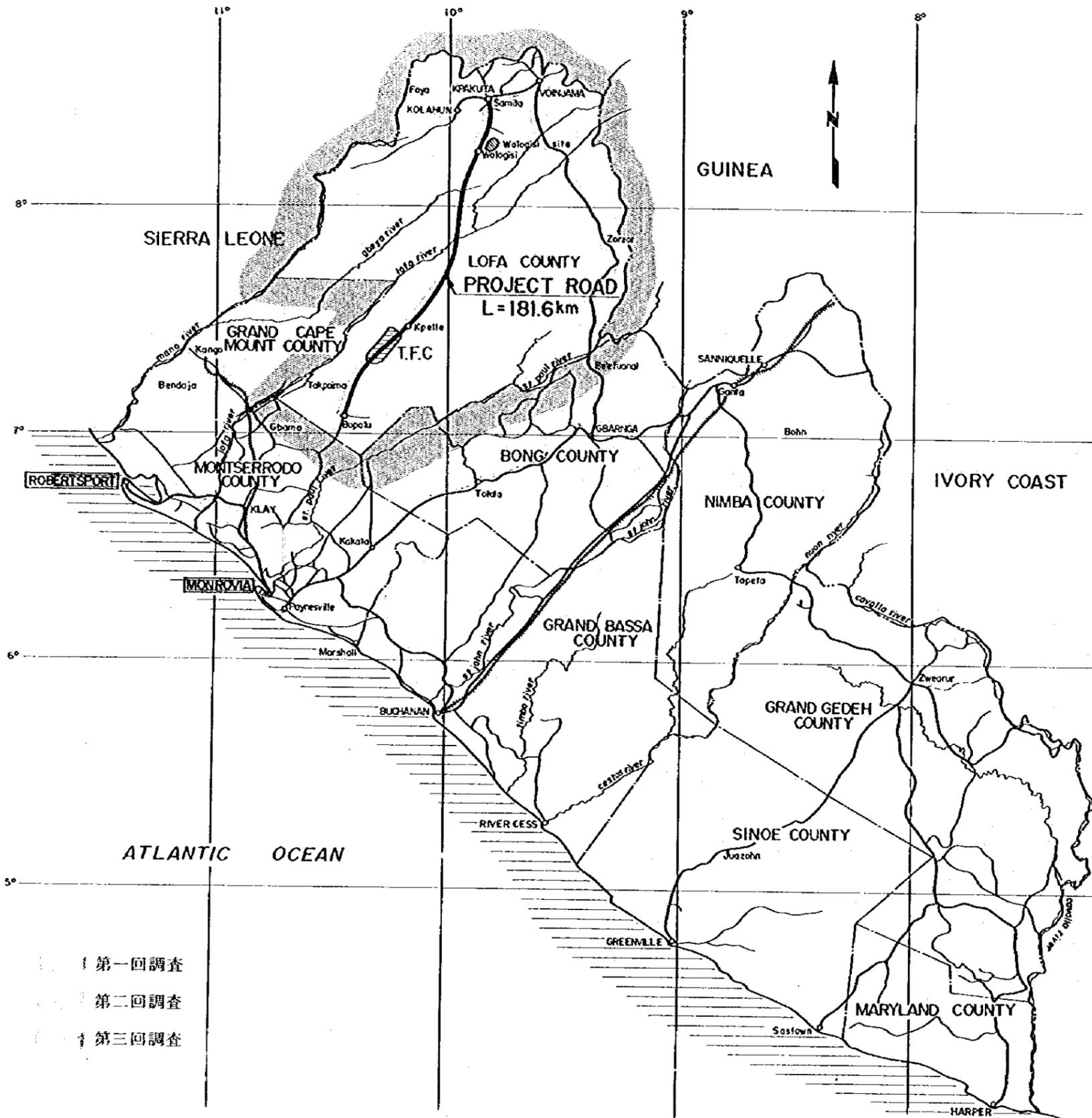


案と比較して0.15ドル/トンの差しかなく、仮に鉄鉱石輸送船を120,000DWTクラスより200,000DWTクラスに代えると、日本への船賃と、港湾分担費の合計は、逆転し、約2~3ドル/トン程Robertsport案が有利になる。

7. Monrovia 港では、Wologisi 関連の雑貨は、既存の雑貨バースで取扱い可能であるが、Robertsport 案は雑貨バースの新設が必要である。この雑貨バースはWologisi プロジェクト以外に、約10~20万トンの荷役量の余裕があり、Robertsport 地区背後の豊かな木材ゴム等の積出しの可能性をあわせて考えると、Robertsport 案は、将来の地域開発計画の見地からは大きなメリットがある。
8. 総括的に言えば、Wologisi プロジェクトの財務評価の面より、Monrovia 案がより現実的経済的であるが、国家的見地より経済評価すれば、Robertsport 案も十分にフィジビリティを持っていると思われる。また、最終的な評価は、現在スタディー中である、港湾と鉱山までの陸送計画と併せて総合的に判断する必要がある。
9. 本調査計画では、Monrovia 案と Robertsport 案を同じレベルで比較したが、港湾建設費の精度の面より言えば、相当の差がある。具体的には港湾建設費の半分以上をしめる、実測波浪、土質データがRobertsport にはなく、より詳細な成果をだすためには、更に現地調査を加える必要がある。

# LOCATION MAP

FIGURE 01



- LEGEND**
- PROJECT ROAD
  - - - INTERNATIONAL BORDER
  - - - COUNTY BORDER
  - PRIMARY ROAD
  - SECONDARY ROAD
  - ▬ RAIL ROAD
  - ~ RIVER or CREEK

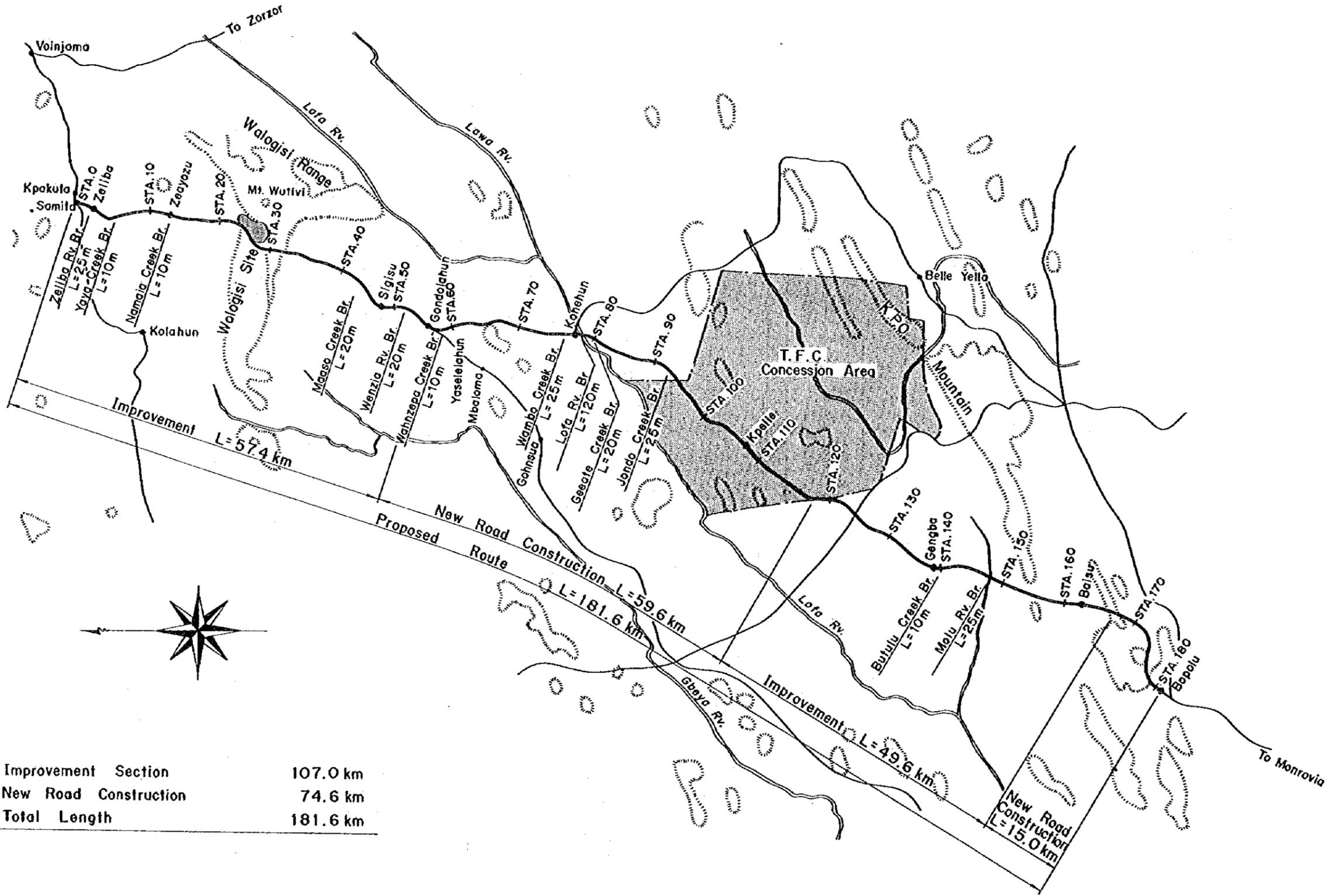
- 第一回調査
- 第二回調査
- 第三回調査

Fig. 01 LOCATION MAP



FIGURE 02

# ROUTE MAP $S=1:500,000$



Improvement Section	107.0 km
New Road Construction	74.6 km
<b>Total Length</b>	<b>181.6 km</b>





JICA