

ジンバブエ共和国

ニャコンバ地方灌漑計画 (フェーズ2)

基本設計調査報告書

JICA LIBRARY



J 1148569(5)

平成11年1月

国際協力事業団
太陽コンサルタンツ株式会社
株式会社三祐コンサルタンツ

調無一
CR(3)
99-015



ジンバブエ共和国

ニャコンバ地方灌漑計画
(フェーズ2)

基本設計調査報告書

平成11年1月

国際協力事業団
太陽コンサルタンツ株式会社
株式会社三祐コンサルタンツ



1148569 [5]

序文

日本国政府は、ジンバブエ共和国政府の要請に基づき、同国のニヤコンバ地方灌漑計画(フェーズ2)にかかる基本設計調査を行なうことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成10年7月25日から8月23日まで基本設計調査団を現地に派遣いたしました。

調査団は、ジンバブエ政府関係者と協議を行なうとともに、計画対象地域における現地調査を実施いたしました。帰国後の国内作業の後、平成10年10月21日から10月30日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、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す。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成11年1月

国際協力事業団
総裁 藤田公朗

伝達状

今般、ジンバブエ共和国におけるニャコンバ地方灌漑計画(フェーズ2)基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

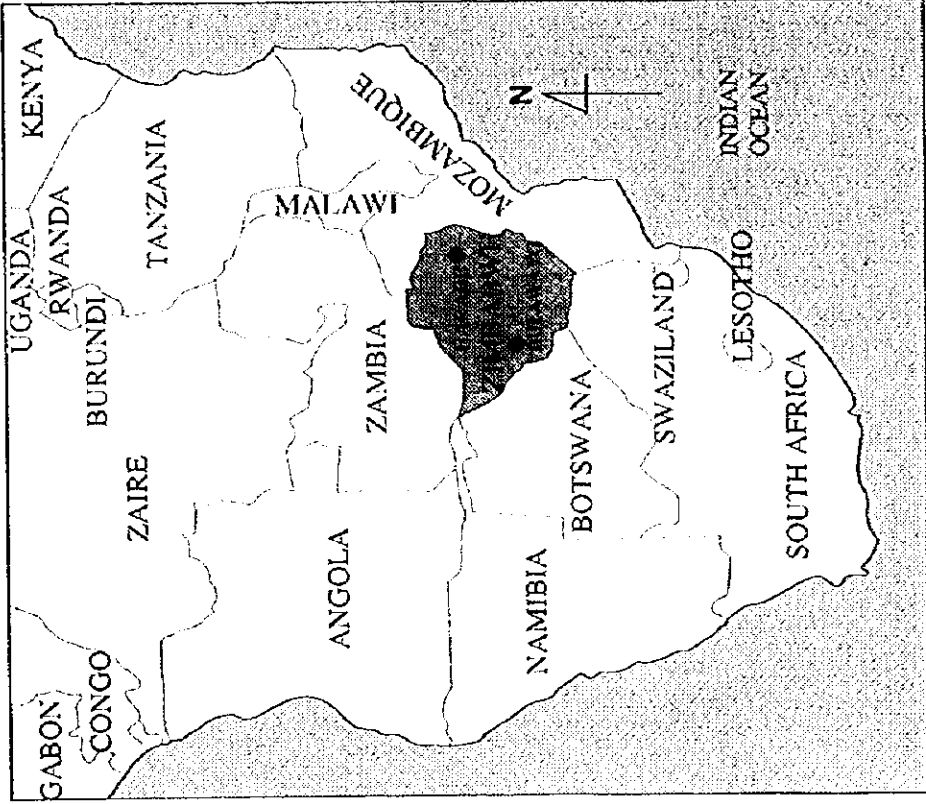
本調査は、貴事業団との契約に基づき、弊社が平成10年7月17日より平成11年2月22日までの約7ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、ジンバブエの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

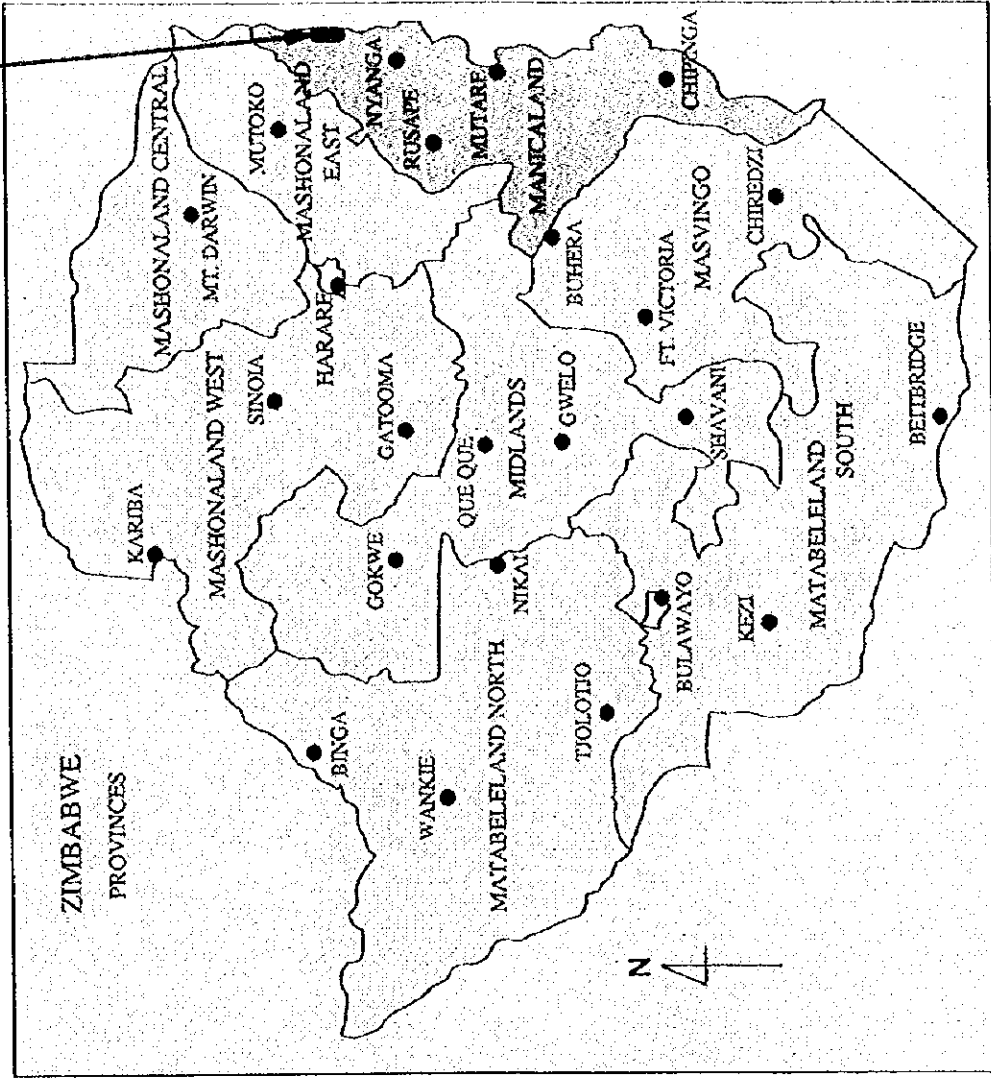
平成11年1月

ジンバブエ国ニャコンバ地方灌漑計画
(フェーズ2)基本設計調査
共同企業体代表者
太陽コンサルタンツ株式会社
業務主任 山田 朝男

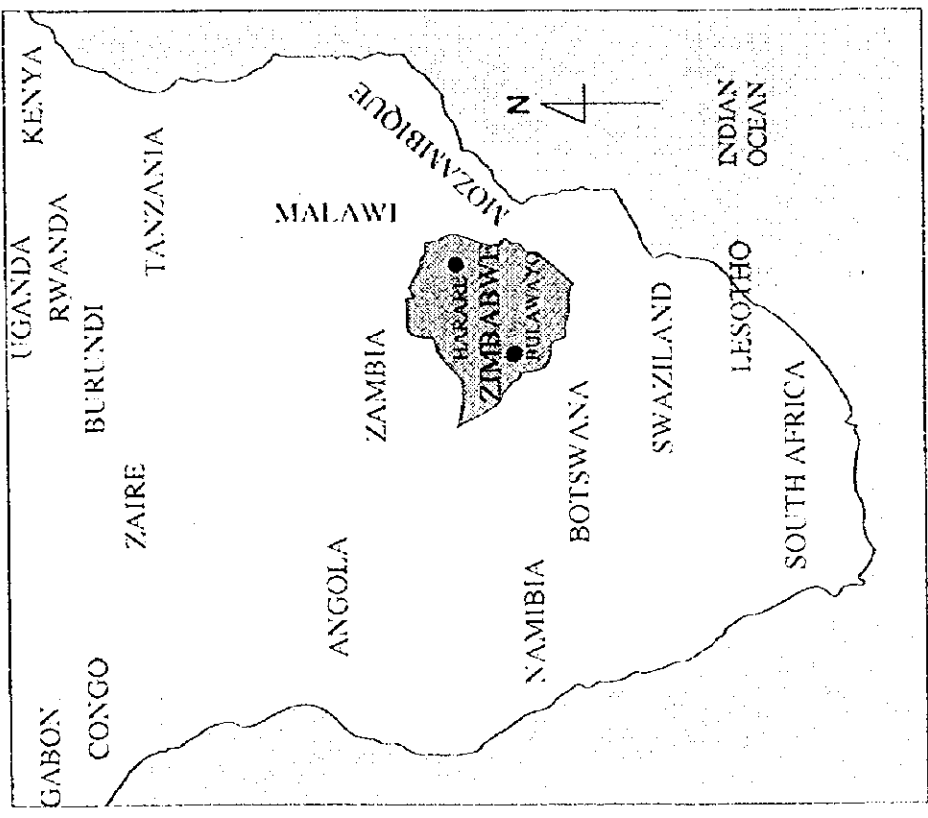
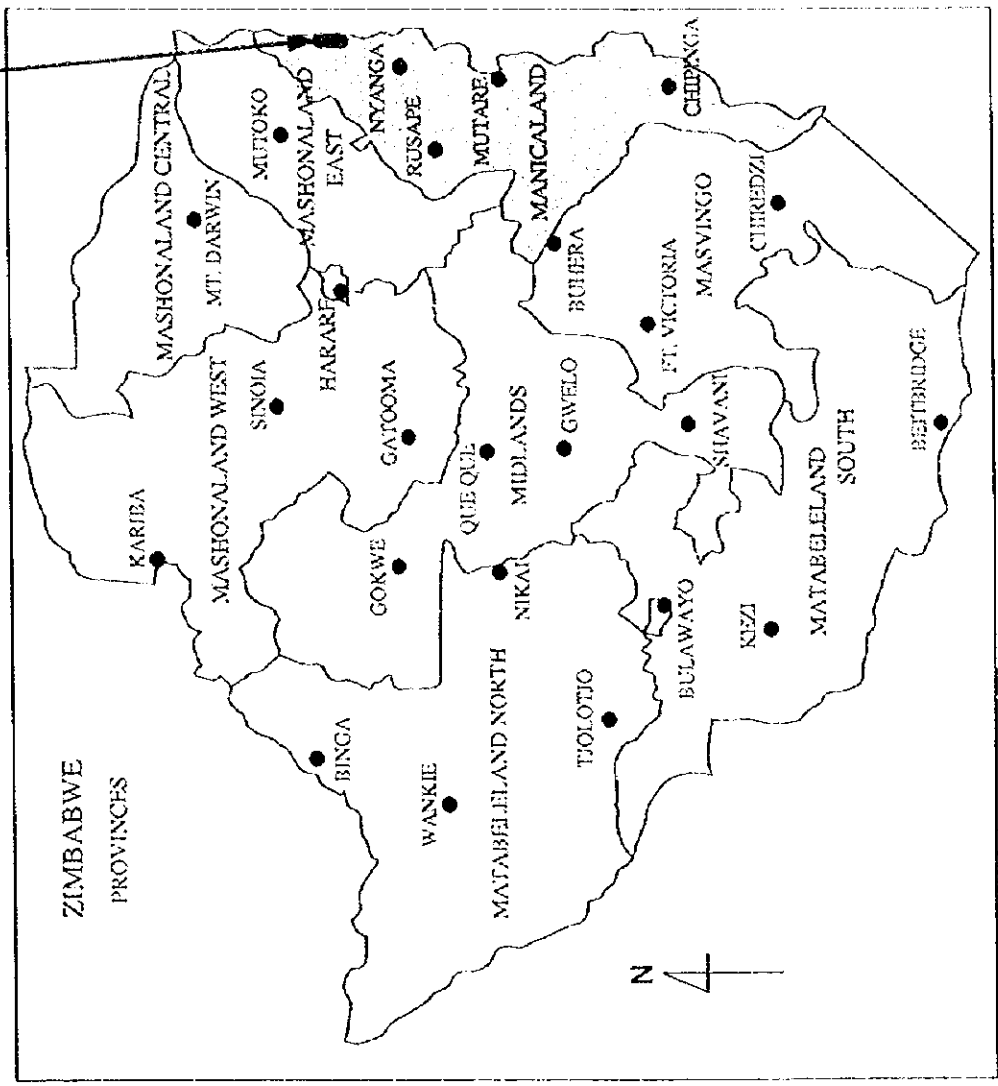
調査対象位置図











調査対象地区

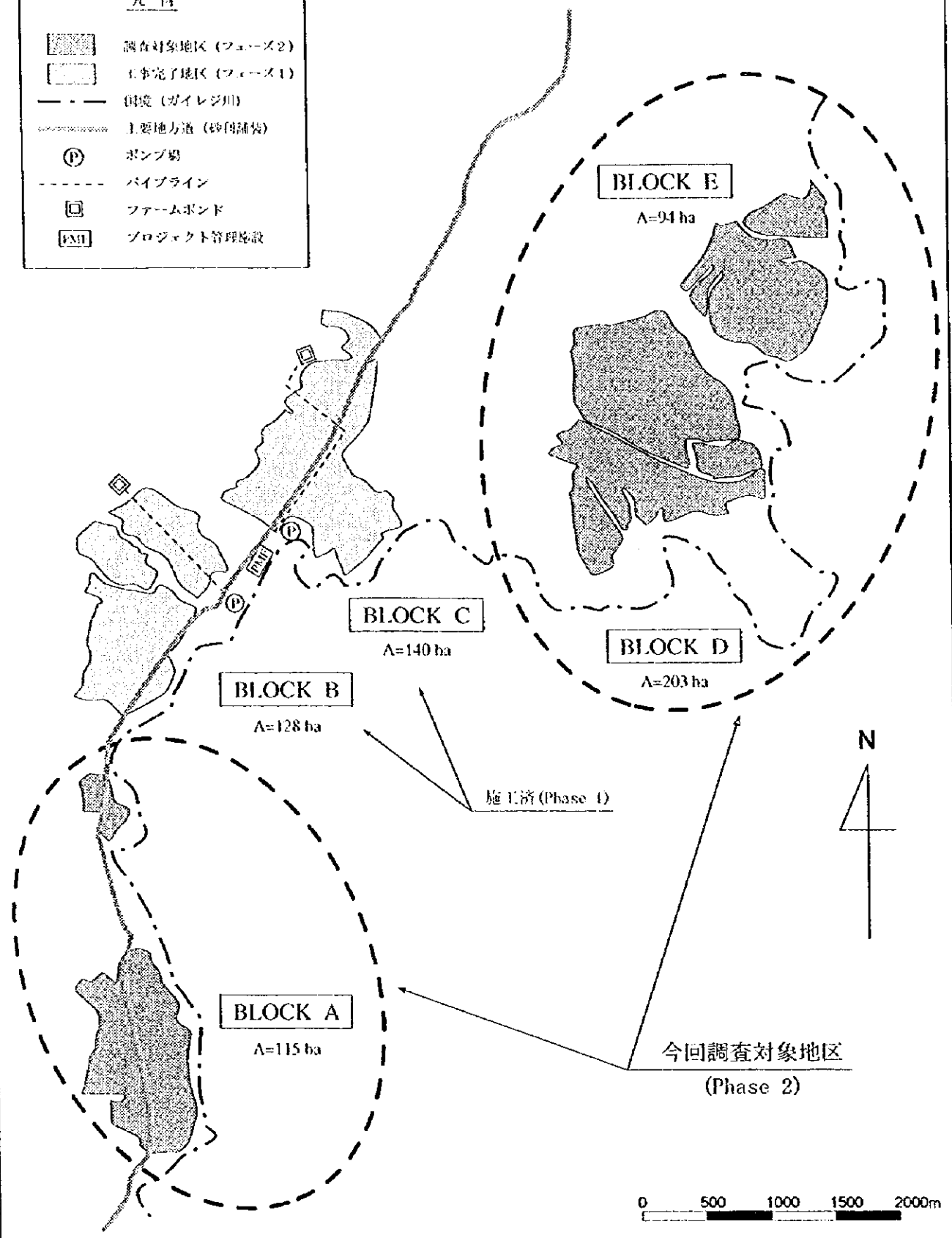


調査対象地区

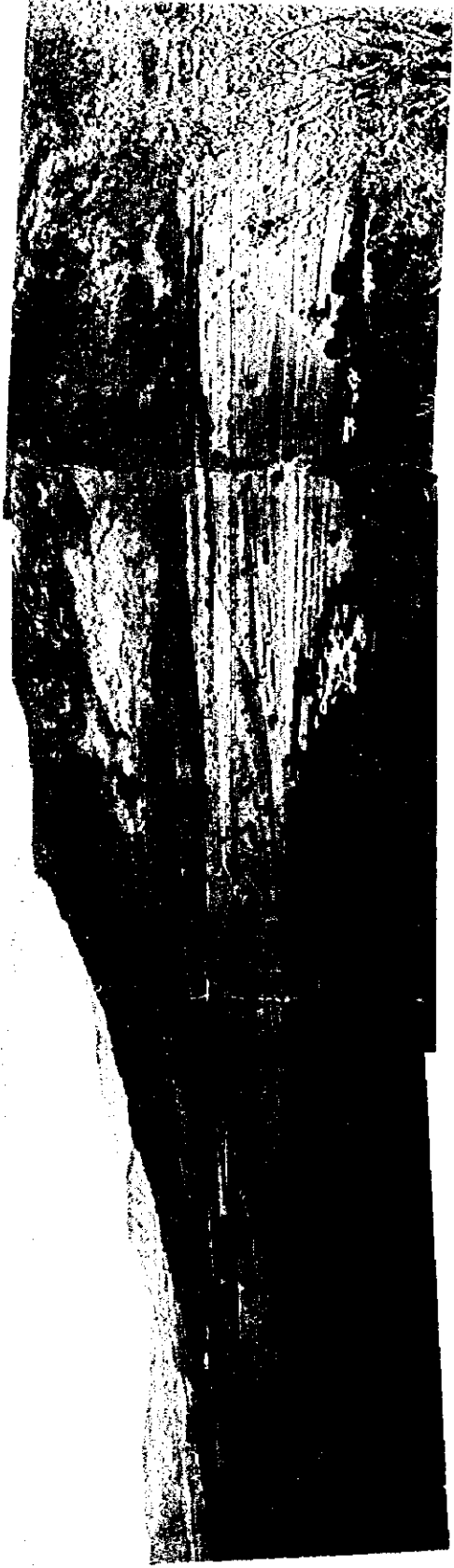


調査対象位置図

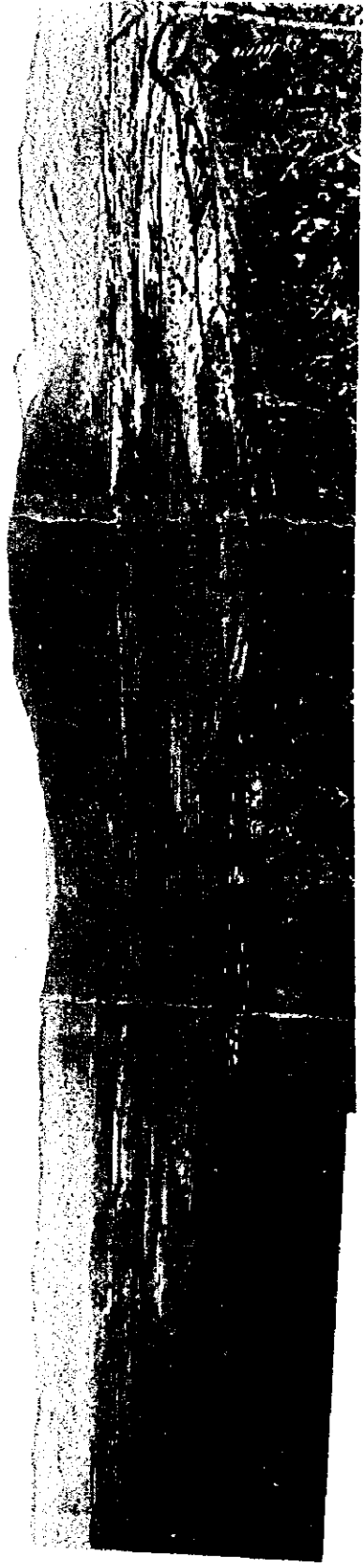
- 凡 例
-  調査対象地区 (フェーズ2)
 -  工事完了地区 (フェーズ1)
 -  旧境 (ガイレジ川)
 -  主要地方道 (砂岡舗装)
 -  ポンプ場
 -  バイプライン
 -  ファームボンド
 -  プロジェクト管理施設



調査対象位置図



調査対象地区 (ブロック A) 全景



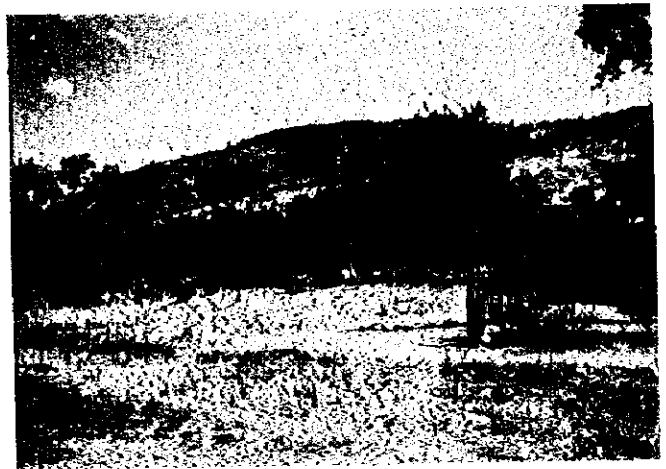
調査対象地区 (ブロック D、E) 全景



ポンプ場建設予定地 (ブロック D)



ポンプ場建設予定地ボーリング調査 (ブロック D)



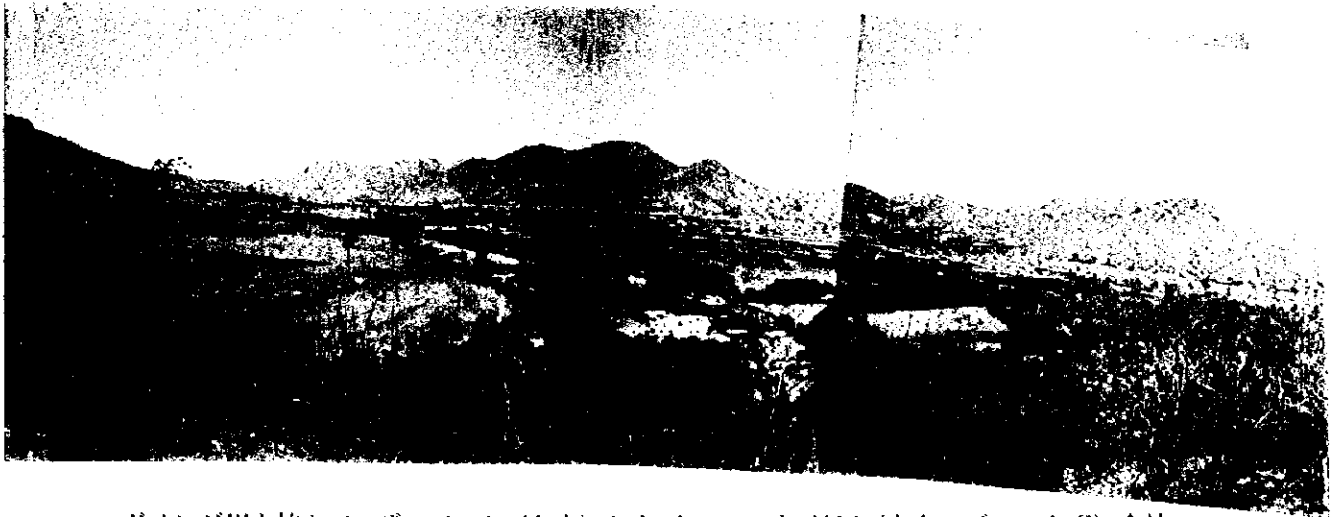
ファームボンド建設予定地 (ブロック D)



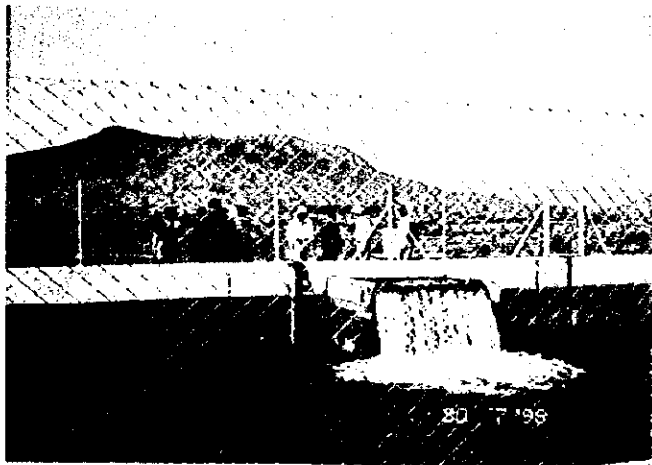
土地・農業省においてミニッツ署名



ブロック D における公聴会



ガイレジ川を扶んでモザンビーク (左方) およびフェーズ1地区 (右方、ブロック C) 全景



ファームポンド (ブロック C)



ポンプ機場 (ブロック C)



生活用水の汲み上げ (ブロック C)



かんがい水取水 (ブロック C)



ABBREVIATION

MOLA	Ministry of Lands and Agriculture
AGRITEX	Department of Agricultural Technical and Extension Services
DWD	Department of Water Development
ZESA	Zimbabwe Electricity Supply Authority
JICA	Japan International Cooperation Agency
JOCV	Japan Overseas Cooperation Volunteers
JIS	Japan Industrial Standard
AFC	Agricultural Finance Cooperation
GMB	Grain Marketing Board
CCZ	Cotton Company of Zimbabwe
LSCF	Large Scale Commercial Farm
ZFU	Zimbabwe Farmers Union
NPMO	Nyakomba Project Management Office
IMC	Irrigation Management Committee
IMF	International Monetary Fund
NVGA	Nyanga Vegetable Grower Association
NDP	Nyanga Development Project
AEO	Agricultural Extension Officer
AES	Agricultural Extension Supervisor
AEW	Agricultural Extension Worker
IDA	International Development Association
AfDB	African Development Bank
ZIMPREST	Zimbabwe Programme for Economic and Social Transformation
S/W	Scope of Works
F/S	Feasibility Study
B/D	Basic Design
E/N	Exchange of Notes
GNP	Gross National Product
GDP	Gross Domestic Product
F/C	Foreign Currency
L/C	Local Currency

MEASURES

mm	millimeter
cm	centimeter
m	meter
km	kilometer
cm ²	square centimeter
m ²	square meter
km ²	square kilometer
ha	hectare
m ³	cubic meter
kg	kilogram
t, ton	metric ton
s, sec	second
min	minute
hr	hour
°C	degree centigrade
%	percentage
kw	kilowatt
mw	megawatt
HP	horse power
PS	0.986HP, 0.7355KW
EL	elevation
MSL	mean sea level
rpm	rotation per minute
bar	1.020 kgf/cm ² , 1.000 × 10 ⁵ Pa
Z\$	Zimbabwean dollar
US\$	American dollar
¥	Japanese yen

要 約

南部アフリカに位置するジンバブエ共和国（以下「ジ」国と併する。）は、人口1,100万人（1995年）、国土面積39万km²を有し、周りをザンビア、モザンビーク、南アフリカ及びボツワナに囲まれた内陸国である。「ジ」国では、国民の65%以上が何らかの形で農業に係わっており、同セクターのGDPに占める割合は、現在約10%である。

「ジ」国政府は、第1次国家開発5ヶ年計画（1986～1990年）において、都市部や大規模商業的農地（Large Scale Commercial Farm）と比較して開発が著しく遅れている黒人共同利用地（Communal Land、コミユナルランド）での農業開発を推進してきた。構造調整プログラムを基調とする第2次国家開発5ヶ年計画（1991～1995年）及び現行の「ジンバブエ経済・社会変革計画、1996～2000年」（ZIMPREST）においても、コミユナルランドの開発は最優先課題であり、土地・農業省が中心となって、貧農・小作農民に土地を所有させる再定住計画を推進している。

この計画の対象地の一つとして、土地・農業省はマニカランド州東北部に位置する典型的なコミユナルランドの一つであるニヤコンバ地方を選定した。

同地方の農業は、雨期の天木作の1作のみであるため、干ばつの影響を受けやすく、最近でも1991/92年（「ジ」国の雨期は11月頃に始まり、3月頃終わるので2年にわたり表記する。）と1993/94年に2回の大きな干ばつ被害を受けている。特に、1991/92年の雨期は降雨量が約240mmと異常に少なく、作物収穫はほとんど皆無であり、深刻な食糧不足の事態を招いた。その一方で、同地方に隣接するニヤマロパ地方では灌漑農業が実施されており、干ばつの影響をほとんど受けなかったことから、ニヤコンバ地方においても天候に左右されない安定した営農を展開するために、灌漑農業の開始が強く望まれていた。

これらの背景の下に、「ジ」国政府より1985年6月に我が国政府に対し、農村総合開発の開発調査協力要請があり、これを受けて、1989年8月から1990年10月まで開発調査「ニヤコンバ地方灌漑計画」（F/S）が実施された。「ジ」国政府は、同F/Sに基づき、ニヤコンバ地方に対する灌漑施設及び付帯施設の建設に関する無償資金協力を我が国に要請した。

この要請を受け、日本政府は基本設計調査（フェーズ1）の実施を決定し、国際協力事業団（JICA）が同調査を実施した。

この結果、要請対象5ブロック（A, B, C, D, E）について、高揚程ポンプ灌漑の経験不足や対象地区が広いことから、全地区を一度に事業化するのは難しいと判断し、開発優先度の高いブロックBとCの2ブロックをフェーズ1の協力対象サイトとして選定された。

基本設計調査の結果を受けて、ニヤコンバ地方灌漑計画フェーズ1は、2期分けとして最初にブロックCが、続いてブロックBが事業実施され、1998年（平成10年）3月末で建設工事は終了し、この内先に完成したブロックCにおいては既に営農が始まり、プロジェクトの運営・維持管理を行なう目的の農民組織が設立された。この組織は、土地・農業省（Ministry of Lands and Agriculture）の農業技術普及局（Department of Agricultural Technical and Extension Services、以下「AGRITEX」と称す。）の指導の下に運営・維持管理を行なっている。

フェーズ1に引き続き1996年（平成8年）12月、「ジ」国政府は残り3ブロック（ブロックA, D, E）をニヤコンバ地方灌漑計画フェーズ2として、我が国に無償資金協力要請を行なった。

この要請を受けて、日本政府は基本設計調査の実施を決定し、同計画フェーズ2の基本設計調査団が、1998年（平成10年）7月25日から8月23日までの30日間にわたり「ジ」国へ派遣され、基本設計調査を実施した。帰国後、ドラフト・ファイナルレポートをとりまとめ、基本設計概要説明調査団が1998年（平成10年）10月21日から10月30日まで「ジ」国へ派遣された。

基本設計調査の結果、要請対象地区の優先度はブロックD, A, Eの順序であることが確認された。各ブロックの主な事業対象施設は、ポンプ場、送水管、ファームポンド等の水利施設の他、灌漑ブロック内のコンクリート製の用水路、土水路構造の排水路及び砂利舗装の農道、簡易集出荷場である。また、事業の一環として、プロジェクトの維持・管理用の機材を調達する。各ブロックの主要施設や機材内容は以下のとおりである。

① ポンプ設備、灌漑・排水路、農道施設等

施設名	仕様等	数量		
		ブロックD	ブロックA	ブロックE
ポンプ場	横軸渦巻きポンプ	φ300mm×3	φ200mm×3	φ200mm×3
	モーター	132kw×3	75kw×3	75kw×3
	電気設備、操作盤等	1式	1式	1式
送水管工	強化プラスチック管	φ600, 1.4km	φ450, 0.8km	φ400, 1.3km
配水管工	強化プラスチック管、塩ビ管	0.9km	2.9km	0.7km
ファームポンド工	コンクリート擁壁タイプ	1箇所	1箇所	1箇所
主分木工	コンクリートボックスタイプ	4箇所	6箇所	3箇所
灌漑水路	コンクリート水路	16.2km	11.2km	8.4km
幹線道路	砂利舗装	1.1km	0.4km	1.2km
耕作道路	砂利舗装	16.8km	7.4km	8.9km

② 建屋

名称	仕様等	数量		
		ブロックD	ブロックA	ブロックE
簡易集出荷場	鉄骨トラス構造、スレート屋根、面積270m ²	1棟	1棟	1棟

③ 維持管理用機材

機材名	使用目的	仕様	数量		
			ブロックD	ブロックA	ブロックB
トラクター(アタッチメント含む)	農民研修、普及活動	75 HP 4WD	1 台	1 台	1 台
ブルドーザー	圃場パリング、施設維持管理	14t	1 台	—	—

ポンプ場予定地はガイレジ川沿いの十分な水深が得られ、堆砂の影響の少ない地点を選定した。また、川の乾期と雨期の水位変動が大きいことから、ポンプの選定、設置方法、設置高さについては水位変動を考慮して決定した。

機場からファームポンドまでの送水管及びファームポンドから主分水工までの配水管の仕様は、「シ」円で入手可能なものでかつ耐圧性、経済性を考慮して決定した。

ファームポンドはポンプ運転をスムーズに行なうため、ポンプ最大容量の30分間容量を確保し、地区高位部に1箇所計画する。

ファームポンドから灌漑水路への配水を行なうために主分水工を計画する。灌漑水路は等高線に対しほぼ直角方向に、約200m間隔で地区全体に設置し、その中央に排水路を計画する。灌漑水路の構造は鉄筋コンクリート製、サイホン管での取水が容易に行なえるように台形とし、水路の途中には勾配調節のための落差工を設ける。

地区内の雨水排除のために排水路を設ける。水路形状は開水路方式の土木路とし、低位部の自然流路や既存河川を可能な限り利用する。

また、機場の維持管理のために機場に連絡する幹線道路を、圃場への進入、施設の維持管理のために、排水路沿いに耕作道路を計画する。

各ブロックの集落は、プロジェクト管理施設内の農業倉庫から数キロメートル離れていることから、地区内の農産物の集荷と出荷のため、一時仮置き場を集落の中心に近い道路沿いに設ける。

ポンプ機器は高揚程であり、水撃圧などの技術的な検討や関連する電気設備との総合的な検討が必要であるため、現地製のポンプでは対応が難しく、信頼性に優る日本製のポンプを調達する。

農民研修用のトラクターと圃場の維持管理機材のブルドーザー、及びポンプオペレーターの点検巡回用に自転車を調達する。機材は現地で一般的に使用されている機種・機材を採用する。

基本設計終了後、事業実施迄の所要期間は各ブロック共通で、詳細設計、入札図書作成、入札

及び審査、工事請負契約までに約 4.5 ヶ月間を要する。工事所要期間はブロック D は約 11 ヶ月間、ブロック A と E はそれぞれ約 10 ヶ月間を計画している。

各ブロックの総事業費及び両国の負担額は下表に示すとおりである。

「ジ」国側の負担する業務は、各ブロックの整地工事、フェンス設置工事、送電線の延長及びトランス設置工事である。

単位: 百万円

	総事業費	日本側負担額	「ジ」国側負担額
ブロック D	830	806	24
ブロック A	578	563	15
ブロック E	490	472	18
合計	1,898	1,841	57

本計画で整備される施設完成後に必要となる運営・維持管理費については、「ジ」国側の国家予算で確保される AGRITEX や農村資源・水開発省 (Ministry of Rural Resources and Water Development) に属する水開発局 (Department of Water Development、以下「DWD」と称す。) の職員派遣費やその活動経費の他に、受益農民負担となる維持管理費として以下の費用が必要となる。

農民負担費用

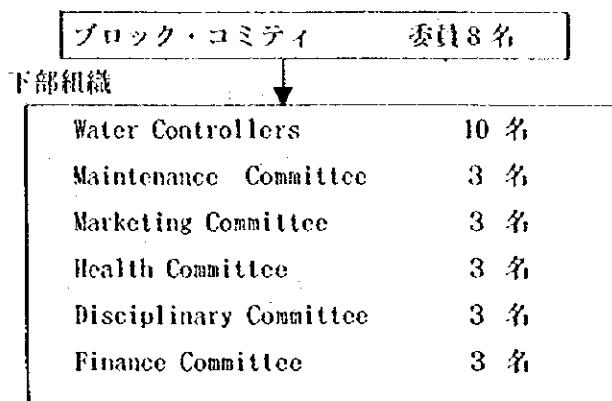
- ・ ポンプ使用に伴う消費電気料金
- ・ 幹線水利施設や圃場内施設の維持管理費用
- ・ 施設更新費(全部ないしは一部)の負担分費用
- ・ 農民組織の運営費用
- ・ AGRITEX や DWD のプロジェクトに係る運営経費の一部負担

計画実施後、農民負担となる年間運営・維持管理費用は電気代や機器の更新費、農民組織の管理費等を含め、1 農家当り約 350Z\$/月 (=4,200Z\$/年) 程度と推定される。

既に灌漑農業が開始されているフェーズ 1 のブロック C や近隣灌漑地区の農家収支などの調査から、本地区の農業収入(純収益)は、約 24,000Z\$/年/農家程度と試算されるので、この負担金の支払いは可能であると考えられる。また、現地調査時の農民公聴会(ブロック D で開催)においても対象農民に経費負担が発生することを説明し、農民からは経費負担をする強い意志を確認している。

ニャコンパ地方の灌漑施設完成後の運営・維持管理のために、フェーズ 1 では既に農民組織が設立され活動を開始している。フェーズ 2 でも事業の実施に合わせて、ブロックコミティと呼ば

れる農民組織が作られることになっている。フェーズ1の両ブロック (B, C) に、それぞれに設立されたブロックコミティの組織内容を以下に示す。



本計画の灌漑施設や管理施設の完成後の運営・維持管理指導は、DWD や AGRITEX から派遣される職員が行なう。両局は同様のプロジェクトの維持管理に豊富な経験を持ち、本プロジェクトに対しても体制作りや研修計画を進めており、また必要予算の確保についても確約している。

本プロジェクトは「ジ」国政府が進めている国家開発目標の中のコミユナルランドの開発、生活レベルの向上に基づくもので、特に辺境地で、不安定な天水農業に依存しているコミユナルランドの開発は優先課題である。

本灌漑事業の実施は、典型的なコミユナルランドであるニャコンバ地区に対し、灌漑施設を建設することにより、食糧の安定供給及び生活用水の手当てによる婦女子の労働負担の軽減などにより、地区の生活レベルの改善に寄与する。本事業の効果を要約すれば、以下のとおりである。

- ・ 灌漑の導入により、主食のトウモロコシの収量が天水作時より増加し、主食の安定確保と換金作物の導入が可能となる。これにより、農家収入の増大と生活レベルの向上が期待できる。裨益人口は下記のとおりである。

	ブロック D	ブロック A	ブロック B
受益農家戸数	147 戸	131 戸	121 戸
受益人口	816 人	683 人	758 人

- ・ フェーズ1で整備済みのブロック B 及び C 地区と同様に、フェーズ2において AGRITEX が受益農民に灌漑導入後の営農指導や農業研修を実施できる。AGRITEX はフェーズ1で建設したプロジェクト管理施設を活用して、地区農民への研修・訓練を実施する予定であり、そのプログラムの策定と予算の確保を決定している。これらの「ジ」国政府の側面的な支援が実施されることから、灌漑による通年農業が実現し、2～3期

作農業の早期定着の促進が期待できる。

- ・ 地区内の農道整備により、圃場や住居地区、幹線道路へのアクセスが容易となり、利便性が増大する。
- ・ 農民は住居に隣接するファームポンドや灌漑水路から生活用水の入手が可能となる。本灌漑計画では生活用水相当分として、1農家当り約650 L/日(家族6名、牛5頭を想定：この内、家族の生活用水は300 L/日、内飲食用水は90 L/日)と推定し、この容量をポンプの揚水量に加えており、婦女子は遠距離からの水汲み重労働から開放される。ただし、住民は河川水を煮沸せず飲用する場合もあるので、保健・衛生の観点から、煮沸を励行するよう指導することが肝要である。

本計画の実施に当たっては、

- 1、工事開始後及び完成後のAGRITEXやDWDのスタッフの派遣と活動費の手当てなど、「ジ」国側の運営・維持管理費等の計画実施予算の確保。
- 2、プロジェクトの円滑な運営・維持管理に必要な、農民組織の設立と適切な運営。
- 3、農民研修を含め、農民の行なう営農に対する指導。

以上の3点について、「ジ」国政府の適切な実施及び指導が必要である。

序文
伝達状
位置図/写真
略語集
要約

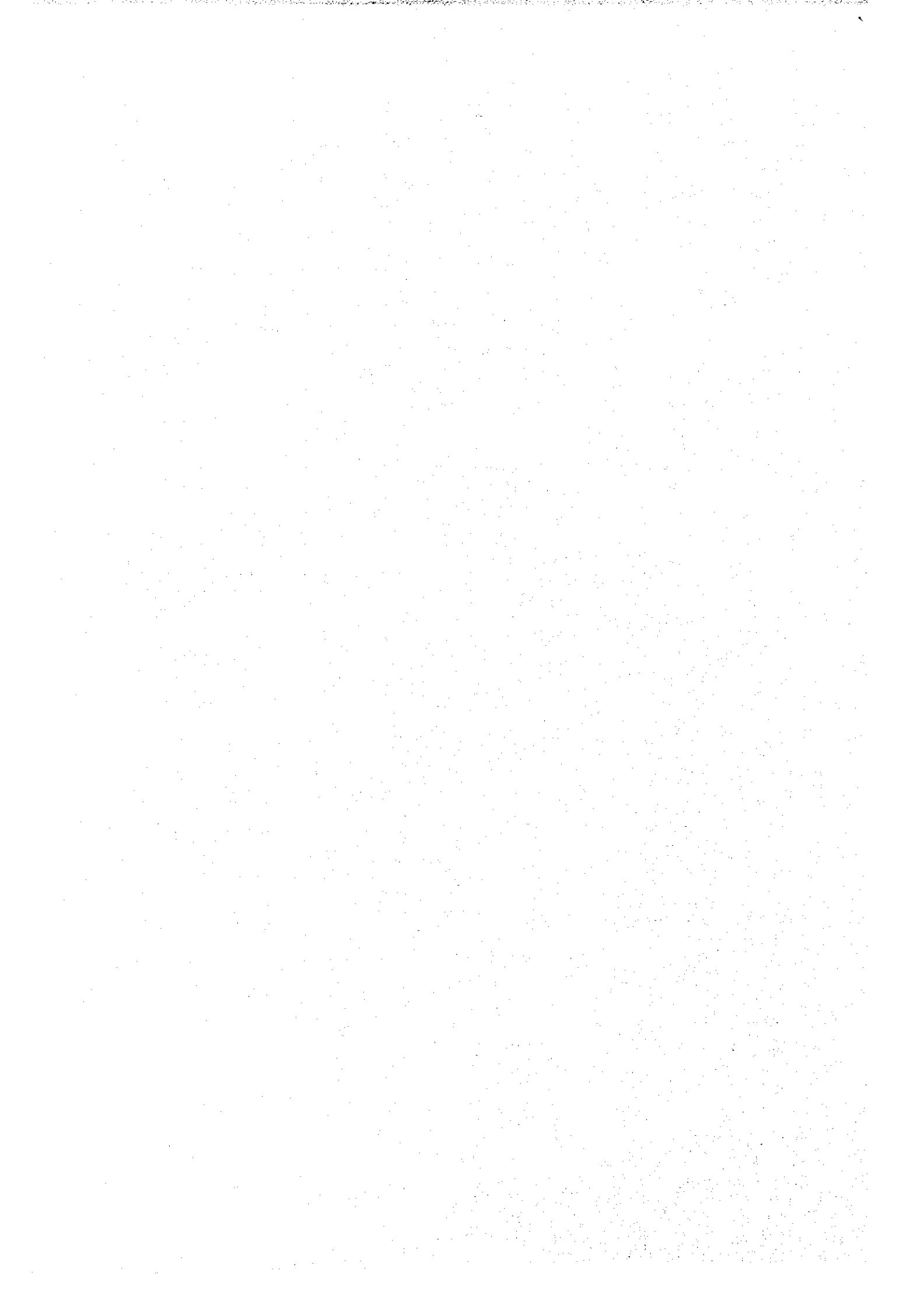
目次

頁

第1章 要請の背景	1
第2章 プロジェクトの周辺状況	5
2-1 当該セクターの開発計画	5
2-1-1 上位計画	5
2-1-2 財政事情	5
2-2 他の援助国、国際機関等の計画	6
2-3 我が国の援助実施状況	8
2-4 プロジェクト・サイトの状況	9
2-4-1 自然条件	9
2-4-2 社会基盤整備状況	11
2-5 環境への影響	12
第3章 プロジェクトの内容	13
3-1 プロジェクトの目的	13
3-2 プロジェクトの基本構想	13
3-3 プロジェクトの最適案に係わる基本設計	16
3-3-1 設計方針	16
3-3-2 基本計画	19
3-4 プロジェクトの実施体制	44
3-4-1 組織	44
3-4-2 予算	46
3-4-3 要員・技術レベル	47
第4章 事業計画	50
4-1 施工計画	50
4-1-1 施工方針	50
4-1-2 施工上の留意事項	51
4-1-3 施工区分	51
4-1-4 施工監理計画	52

4-1-5	資機材調達計画	53
4-1-6	実施工程	55
4-1-7	相手国側負担事項	58
4-2	概算事業費	58
4-2-1	概算事業費	58
4-2-2	運営・維持管理計画	60
第5章	プロジェクトの評価と提言	63
5-1	妥当性にかかる実証・検証及び裨益効果	63
5-2	技術協力・他ドナーとの連携	64
5-3	課題	64
	[基本設計図]	65
	[資料編]	
1.	調査団氏名	A-1
2.	調査日程	A-2
3.	相手国関係者リスト	A-4
4.	協議議事録	A-6
(1)	基本設計現地調査時(1998年8月6日)	A-6
(2)	基本設計ドラフト・ファイナルレポート説明時(1998年10月28日)	A-16
5.	当該国の社会・経済事情	A-23
6.	収集資料リスト	A-25
7.	ボーリングデータ	A-26
8.	ポンプの水撃作用検討	A-41
9.	ポンプ台数の検討	A-44
10.	ポンプ機場浮力に対する検討	A-48
11.	ポンプ機場下部工構造計算	A-49
12.	ファームポンド有効水深別経済性の検討	A-65
13.	ファームポンド安定・構造計算	A-69
14.	道路横断工(サイホン)の構造計算	A-77
15.	取水カルバートの構造計算	A-85
16.	公聴会結果	A-96
17.	水位測定位置及び乾期水位	A-97
18.	機場位置の選定について	A-98
19.	農業計画及び農家経済分析	A-99

第1章 要請の背景



第1章 要請の背景

1. 要請の経緯

南部アフリカに位置するジンバブエ共和国（以下「ジ」国と称する。）は、首都ハラレで、およそ東経31度7分、南緯17度43分に位置し、人口1,100万人（1995年）、国土面積39万km²を有し、周囲をザンビア、モザンビーク、南アフリカ及びボツワナに囲まれた内陸国である。国民の65%以上が何らかの形で農業に係わっており、同セクターのGDPに占める割合は、現在約10%である。

「ジ」国政府は、第1次国家開発5ヶ年計画（1986～1990年）において、都市部や大規模商業的農地（Large Scale Commercial Farm 以下 L.S.C.Fと称する。）と比較して開発が著しく遅れている黒人共同利用地*（Communal Land コミュナルランド）での農業開発を推進してきた。構造調整プログラムを基調とする第2次国家開発5ヶ年計画（1991～1995年）及び現行の「ジンバブエ経済・社会変革計画、1996～2000年」（ZIMPREST）においても、コムニナルランドの開発は最優先課題であり、土地・農業省が中心となって、貧農・小作農民に土地を所有させる再定住計画を推進している。

*：共同利用地（コムニナルランド）は、共同利用地法（Communal Land Act）によって、黒人に利用を認めている国有地である。農村人口は4,800千人、農家戸数は約800千戸と推定されるので、1戸当りの耕地はわずか2ha程度と推定される。

独立前の部族信託地法（The Tribal Trust Land Act）を、ほぼそのまま継承した共同利用地法では、共同利用地は大統領に帰属し、ここに住む黒人の土地私有は認めず、土地利用についても住民の移動についても、厳しい制限が設けられている。コムニナルランドは政府任命の地方委員（会）によって、全てコントロールされている。

又、コムニナルランドはほとんどが辺境の地に置かれ、耕作適地は狭く土地は疲弊しており、生産性が低い。コムニナルランドは政府任命の地方委員（会）によって、全てコントロールされている。

「ジ」国の国土の大部分（約82%）は、L.S.C.F.（約40%）とコムニナルランド（約42%）に属する。植民地時代の土地配分は、独立後も引き継がれたため、L.S.C.F.とコムニナルランドの間には、次のような不公平な特性が今もそのまま残っている。すなわち、

・ L.S.C.F.は、国土の中央部を占め、平坦で肥沃であり、河川に沿って水源に恵まれ、農耕適地のNatural Farming Region 1, 2, 3の合計は約8万km²で、L.S.C.F.の51%に達する。何よりも1戸当りの所有面積が大きいと、休耕地が自由に取れ、土地の疲弊がおこらないことが、

高い生産性の維持につながっている。I.S.C.Fは、約4,000人の白人農場主によって、その大部分を占められている。

・ コミュナルランドは、国土の周辺の山間僻地（Marginal zone）に分布し、農耕適地が少なく水源に乏しく、Natural Farming Region 1,2,3の合計は約4万km²、コミュニティランド全体の26%に過ぎない。

1戸当りの利用面積が過小なため、過剰使用となり、土地は疲弊し著しく生産性が低下している。以前は食糧の自給ができていたが、現在は生産性の低下と人口増加のため、食糧の自給ができないコミュニティランドが多くなってきており、居住する農民人口430万人の大部分が貧困に喘いでいる。

従って、コミュニティランドにおける農業生産の向上と住民の生活水準の改善が、「ジ」国の安定と国家経済の発展のためには、不可欠とされている。

「ジ」国とモザンビークとの国境に位置するマニカランド州東北部ニャコンバ地方は、典型的なコミュニティランドの一つである。「ジ」国政府はこのニャコンバ地方の農業開発の策定に関し、1985年6月、我が国に開発調査の実施を要請してきた。これを受けてJICAは1989年8月から1990年10月まで開発調査「ニャコンバ地方灌漑計画」(F/S)を実施した。同調査では用水の水源として、ポンプ案、ダム案及び頭首工案の比較検討を行ない、その結果、必要水量の確保、工事費等の点から同地方を流域とするガイレジ川から揚水するポンプ灌漑方式を採用し、事業計画が策定された。同F/S調査結果に基づき、「ジ」国政府は同地区の5ブロック(A,B,C,D,E)に対する灌漑施設及び付帯施設の建設について、1990年12月、我が国に無償資金協力を要請した。

この要請に対し1994年（平成6年）に実施された基本設計調査では、同地区農民が高揚程ポンプ灌漑の経験不足や対象面積が広いことから、要請対象地区全面積を一度に開発するのは困難と判断し、全体面積680haのうち開発優先度の高いブロックBとC（合計面積268ha）の2ブロックについて調査を実施した。これを受け2ブロックをフェーズ1として、1995年度（平成7年度）及び8年度に無償資金協力事業（2期分け）が実施された。現在、両ブロックでは既に営農が開始され、先に実施されたブロックCでは1997年（平成9年）の乾期作から収穫が行なわれている。また、両ブロックともAGRITEXの指導の下に、農民組織であるIrrigation Block Committeeが設立され、その組織がプロジェクト全体にわたり運営・維持管理を行っている。

「ジ」国政府はフェーズ1に引き続き、1996年（平成8年）12月に、ニャコンバ地方灌漑計画フェーズ2として、残りの3ブロック(A,D,E)に対する無償資金協力の要請を行なった。これを受けて、我が国政府は、1998年（平成10年）7月25日から8月23日までの30日間にわ

たり、基本設計調査団を「ジ」国へ派遣した。調査団は、上記2ブロック（フェーズ1）においてプロジェクトが適切に運営・維持管理されていることを確認するとともに、要請された3ブロックに対して、基本設計調査を実施した。帰国後、ドラフト・ファイル・レポートをとりまとめ、基本設計概要説明調査団が1998年（平成10年）10月21日より10月30日まで「ジ」国へ派遣された。

2. 要請の概要

(1) 要請の目的

本計画はコミユナルランドにおける農業開発計画、ニヤコンバ地方灌漑計画のフェーズ2としての無償資金協力事業であるが、その目的は次のとおりである。

1) 短期目的

計画地区の農業生産性の向上による住民の収入の増加と、これによる生活水準の向上を図る。

2) 中期及び長期目的

コミユナルランド開発により、農民の再定住計画を推進すると共に「ジ」国の食糧自給度を高める。

(2) 実施機関

本計画に対する「ジ」国側の責任官庁は土地・農業省であり、実施機関は省内の農業技術普及局（AGRITEX）及び農村資源・水開発省の水開発局（DWD）である。両局の管轄区分は、フィールドエッジと呼ばれるファームポンドに設置される取水ゲート地点を境界として次のように区分されている。

AGRITEXの担当範囲はフィールドエッジ以降の圃場内水管理施設や圃場管理施設となる灌漑水路、排水路、農道、プロジェクト管理施設である。

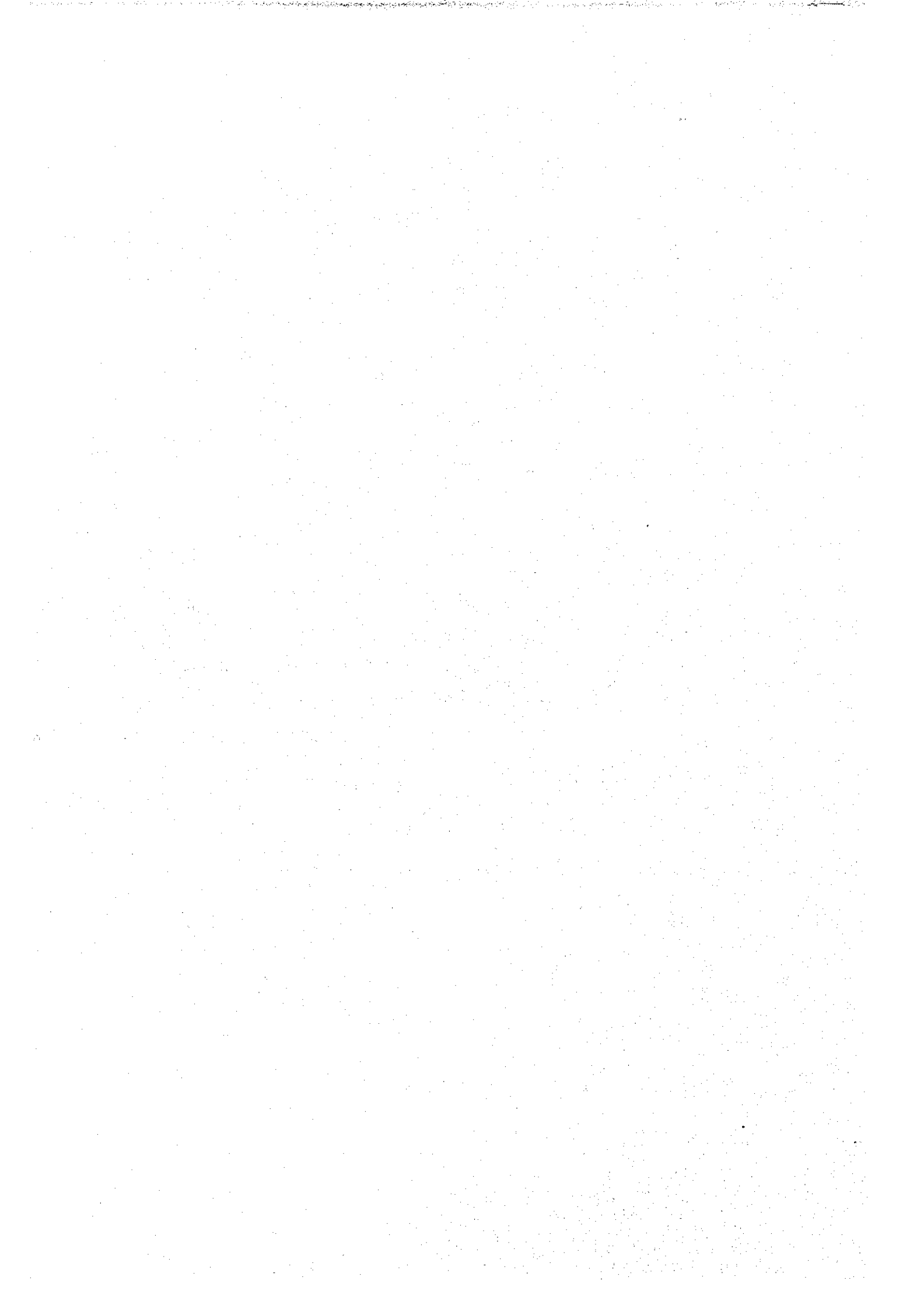
DWDの担当範囲は、ポンプからファームポンドまでの主要水利施設となるポンプ場、ポンプ設備、パイプライン、ファームポンドである。

(3) 我が国への要請内容

灌漑施設建設の要請であり、各ブロック毎の要請内容は次のとおりである。

	灌漑面積 (ha)	ポンプ機場 (φmm×台)	パイプライン (φmm)	灌漑水路 断面寸法 (mm)	ファームポンプ 各2基	幹線道 路 (km)	農道 (km)
ブロックA	115	φ250×3 1機場	φ500-φ200 3.5km	300×400 7.1km	110m ³ ×1 1,080m ³ ×1	5.4	3.0
ブロックD	203	φ300×3 1機場	φ700-φ450 2.2km	300×400 9.8km	830m ³ ×1 1,260m ³ ×1	3.3	7.3
ブロックE	94	φ200×2 1機場	φ450-φ350 1.4km	300×400 4.9km	450m ³ ×1 520m ³ ×1	3.6	3.9

第2章 プロジェクトの周辺状況



第2章 プロジェクトの周辺状況

2-1 当該セクターの開発計画

2-1-1 上位計画

農業は「ジ」国産業の基幹をなすものであり、これまでの「第1次国家開発5ヶ年計画（1986～1990年）」及び「第2次国家開発5ヶ年計画（1991～1995年）」においてもコミユナルランドにおける農業開発を推進してきた。

現在進行中の国家開発計画の「ジンバブエ経済・社会変革計画(1996～2000年)/ZIMPREST」でも農業改革の主要目標として、“土地改革と干ばつ対策を含む包括的農業政策”の策定を掲げており、コミユナルランドの農業開発は引き続き重点施策として実施されている。

国家開発計画に基づき、各州でもそれぞれの開発計画が策定されている。当プロジェクトの属するマニカランド州でも第3次5ヶ年計画（1996年～2000年）が策定され、この中で農業セクターを最上位に置き、その目標を次のように掲げている。

- ・既に着手されている灌漑開発事業の推進
- ・全ての郡において新規灌漑開発プロジェクトの調査・計画立案

2-1-2 財政事情

1991年1月に政府は、通称「経済構造調整計画」(Economic Structural Adjustment Program 以下ESAPと称す。)と呼ばれる「経済改革の枠組み(1991-1995)」を発表した。ESAPにおいて政府は、独立以来重点を置いてきた社会部門への公共投資を中心とする統制的経済運営から市場経済への移行による高度経済成長を目指し、実質所得の増大と失業率の低下を図る目標を掲げている。この計画下の具体的施策として、財政赤字及び国際収支赤字・対外債務の削減、公社改革、貿易自由化、規制緩和を打ち出した。世界銀行(International Bank for Reconstruction and Development 以下IBRDと称す。)及び国際通貨基金(International Monetary Fund 以下IMFと称す。)はこの計画を支援し、構造調整融資を1992年から実施した。

IBRD及びIMFは構造調整支援の条件として、政府の各種補助金の削減と公営企業の民営化を指導してきたが、政府の財政支出管理の不徹底を不満として、IMFは95年9月に拠出金支払いを一時停止し、続いてIBRDも10月に停止した。

政府は財政赤字の削減を公約し、歳出削減に取り組んできた。しかし、財政赤字は増加傾向にあり、赤字幅は1995/96年度で国内総生産(GDP)の10.1%である。政府は公社の合理化、公務員数の削減などを行ない、この赤字幅を2000年までにGDPの3%に縮小することを意図している(ZIMPREST)。

税収の47.7%が個人及び法人所得税であり、39.8%が間接税である。外国からの資金援助も財源に加えられ、1997/98年度の外国からの資金援助は、歳入総額の3.5%を占めている。歳出状況は、教育、国防、政府補助金及び対外債務支出が実に70%近くを占めている。

予算年度は、従来7月から翌年6月までであった。しかし、1997年7月、政府は予算年度を1月から12月までと改め、1997/98年度は18ヶ月予算を発表した。98年の財政赤字は、GDP成長率が97年4.5%、98年5%、インフレは98年末までに12%に低下するとの前提の下で対GDP比8.9%が見積もられている。

2-2 他の援助国、国際機関の計画

「ジ」国に対する国際援助は、80年代前半から国際機関を中心に増え始めた。しかし、その後は二国間援助の重要性が次第に高まり、1995年は外国政府援助全体の約7割が二国間援助で占められている。対「ジ」国の援助は贈与が借款を常に上回っており、贈与中心の低所得国型である。

主要援助国は我が国を含む西側援助国、特に開発援助委員会 (Development Assistance Committee) のメンバー国である。主要援助国及び国際機関の援助状況は以下のとおりである。

(1) 二国間援助

1995年に我が国は「ジ」国に対する最大の援助国となった。食糧援助、橋梁建設等の無償資金協力が中心となっている。以下イギリス、ドイツ、オランダ等が主な援助国である。

a) イギリス国

イギリスでは、1997年5月にブレア政権の誕生に伴い、海外援助を所管していた海外開発庁(ODA)が省に昇格し、国際開発省 (Department for International Development: DFID) となった。

1990年代のイギリスの対「ジ」国援助の柱は構造調整支援と貧困の撲滅であった。この目標を具体的プロジェクトに反映させ、経済及び行政改革、保健・人口、自然資源管理、水、民間部門の発展に対する援助の形態を取った。今後の対「ジ」国援助では、引き続き貧困撲滅の構造調整支援に重点を置いているが、現在は国際収支支援は行なっていない。また今後の支援の具体的

目標は、イ)経済改革と民主的政治体制、ロ)貧困削減、女性支援及び人的開発、ハ)生産能力拡大と環境問題となっている。イギリスはNGOに対する支援も積極的に行なっており、例えば、水プロジェクトについては資金の約8割を直接政府に供与、2割をNGOに回している。

b) ドイツ国

「ジ」国の独立前から援助を活発に行なっており、留学生の受け入れや技術協力援助を中心としている。他の分野では、鉄道の電化計画、灌漑計画、電話通信設備改善などの援助を実施している。

対外援助の総合調整は経済協力省が行なっているが、協力の執行機関は復興開発銀行(KfW: Kreditanstalt für Wiederaufbau)とその下部機関であるドイツ開発会社(DEG: Deutsche Gesellschaft)及びドイツ技術協力公社(GTZ: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit)などである。KfWはプロジェクトあるいはプログラムに対し、長期・低利の借款及び無償資金を提供し、GTZは技術協力を実施している。

(2) 国際機関等の援助

a) 欧州委員会 (European Commission: EU)

EUは旧植民地諸国に対する援助を重視している。現行の第4次ロメ協定(1993~2000年)に基づき、「ジ」国については構造調整融資と農業開発が最重点分野とされている。EUは近年、対「ジ」国援助に積極性を増したといわれている。

b) IBRD

IBRDが「ジ」国に対して行なっている多国間援助は、これまでのインフラ重視からセクター別支援ならびに政府・政府機関の業務遂行能力の強化に対する支援の方向に変化している。しかし、構造調整に係る世銀の融資は1995/96年度分の実行が中断されたままとなっている。97年にはこの再開の可能性が出てきたが、独立戦争に従軍した退役軍人に対する補償・恩給をめぐる政府の不透明な政策に世銀が反発し、再開が延期された。世銀は、融資を中断した理由として、財政規律の欠如、公務員の過剰・非能率性、民営化の遅れを挙げている。

世銀が現在実施中あるいは検討中のプロジェクトには以下が含まれる。

- イ 農業部門運営・管理
- ロ 地方カウンスルの能率向上
- ハ 地方レベルの貧困減少
- ニ 地方を中心とした家庭健康管理
- ホ 麻薬、性病対策

c) アフリカ開発銀行 (African Development Bank: AfDB)

AfDB はハラレの水道整備や電力網リハビリを援助するなど、社会・産業基盤の整備を中心に支援している。

2-3 我が国の援助実施状況

(1) 概況

1997年度のODA白書は、対「ジ」国援助について、以下の4項目の理由を挙げ、同国を援助の重点国の一つとして位置づけている。

- 1、複数政党下での選挙の実施など、民主制度の下で政情が安定している。
- 2、豊富な鉱物資源・農産物やインフラの整備など域内諸国の中でも比較的恵まれた経済発展の条件を備えている。
- 3、南部アフリカにおいて大きな発言力を有している。
- 4、我が国との友好関係を維持している。

また、日本と「ジ」国との間では、98年1月に派遣した対「ジ」国経済協力総合調査団との協議で、①所得に結びつく産業振興のための条件整備、②保健医療、③共同体地域及び再入植地域の農業、④水を含む環境保全を協力の重点分野とすることで合意している。

我が国の対「ジ」国援助の特徴としては、まず通信、道路などの基礎インフラを中心に資金協力を行なっている。技術協力では、行政、通信などの分野での研修員受け入れ、鉱工業、環境、農業等の分野での開発調査を中心に実施している。なお、89年から青年海外協力隊を派遣しており、96年にはJICA事務所を開設した。

(2) 無償資金協力

①一般無償資金協力

一般無償資金協力では、累次の食料増産援助を含む農業分野、保健・医療分野等の基礎生活分野を中心に、道路などのインフラ整備、環境分野についても援助を行なっている。

②ノンプロジェクト無償援助

「ジ」国の構造調整努力を援助するため、1996年度までに合計115億円のノンプロジェクト無償援助を供与しており、その供与額は「ジ」国の公的債務残高、国際収支、対日債務の返済額を総合的に判断して決定されたものである。

③草の根無償資金協力

「ジ」国に対しては1989年に開始以来、96年度までに23件の草の根無償資金が供与されている。この援助は地域住民に直接インパクトを与えるもので、また被供与団体の国籍を問わないユニークな援助であるため、「ジ」国でもニーズが高まっている。

(3)有償資金協力

有償資金協力は、通信を中心とする経済インフラの整備に対し援助を実施しており、98年までの累計で380億6,500万円が供与されている。

(4)技術協力

技術協力は、計画・行政、通信・放送などの分野における研修員受け入れ、鉱工業、環境保全、経済インフラなどの分野での開発調査などを中心に実施している。

「ジ」国向け ODA 実績

支出純額、単位:百万ドル

年	贈与			政府貸与		合計
	無償資金協力	技術協力	計	支出総額	支出純額	
1992	38.04(76)	4.24(9)	42.28(85)	9.23	7.57(15)	49.85(100)
1993	16.11(57)	6.81(24)	22.92(81)	7.99	5.28(19)	28.20(100)
1994	16.63(65)	8.66(34)	25.29(99)	3.32	0.37(1)	25.66(100)
1995	54.77()	12.35()	67.12()	1.71	-1.49()	65.63()
1996	33.31(74)	11.71(25)	45.02(96)	4.46	1.69(4)	46.70(100)
累計	267.97(69)	61.61(16)	329.57(84)	75.78	61.62(16)	391.18(100)

注：()内は、ODA 合計に占める各形態の割合(%)

支出総額のマイナスは返済額が貸与額を上回ったことを示す。従って、1995年の割合は空欄とする。

出所：「我が国の政府開発援助」1997、(財)国際協力推進協会 発行

2-4 プロジェクト・サイトの状況

2-4-1 自然条件

(1)気象

ケッペンの気象区分によれば、「ジ」国は熱帯サバンナ気候区(記号 AW)に区分される。この気候区では年に1回の雨期があるものの、雨期の始まる時期や年降水量などは大きく変化し、毎月の降水配分も著しく不規則で、これが農産物の作況を支配している。計画地域は「ジ」国東部山

地で、東側はモザンビークとの国境に接し標高は 800～850m であり、年平均気温は 23.3℃、年平均降水量は 909mm である。

主要な気象諸元として、気温と降水量についてまとめると、次のとおりである。

・気温・

月別平均気温 (℃)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
Ave.	29.8	29.9	29.6	28.9	27.5	25.5	24.7	27.1	30.0	30.9	30.0	29.2	28.6
Max.													
Ave.													
Min.	21.4	21.2	20.1	18.3	15.8	14.1	13.9	14.7	16.5	19.0	20.0	20.4	18.0

・月別降水量 (mm)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
降水量	237	215	113	30	8	2	2	1	5	25	80	191	909

・年別降水量 (mm)

年	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86	1986/87	1987/88	1988/89	1989/90
降水量	845.6	488.0	594.8	1358.8	1185.0	557.9	1118.4	889.3	1139.5

年	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98	
降水量	491.6	245.1	1045.6	561.5	709.9	804.3	1308.1	916.8	

(2) 水文

当灌漑地区の水源となるガイレジ川は、中央高原東端の東部山地の最高峰であるインニャンガニ山 (標高 2,592m) に源を発し、急峻な山岳地帯を北北東に流下した後、モザンビークでザンベジ川に合流する。ガイレジ川の乾期の水位は、F/S 調査時、当プロジェクトフェーズ 1 実施時及びフェーズ 2 基本設計調査期間中の聞き取りならびに測定等から、毎年ほぼ一定であると確認している。従って、ガイレジ川の乾期の流量は、F/S 調査時と同様に本計画地区灌漑用水として十分であることが確認された。測定位置及び水位については、資料編 17「水位測定位置及び乾期水位」を参照のこと。

(3) 地形

本計画地区はチトワ山を中心として東部及び南部に展開している。3 地区とも東部を流下する国境河川のガイレジ川に向かってなだらかに、およそ 2.5% の勾配で傾斜している。地区の標高

はガイレジ川に沿った部分で 800m、山頂で 1,350m となっており、農地は大部分が 800m から 850m の比較的平坦な部分に分布する。

ガイレジ川はプロジェクト地区の東辺を南から北に向かって流下しており、小さな支派川が地区内の流出水を集めて山地からガイレジ川に注いでいる。しかし、ほとんどの支派川は乾期には枯渇し、随所に激しいガリ侵食が見られる。

(4)地質・土壌

地区周辺の地質はプレカンブリア期の変成花崗岩、その残積物、玄武岩などで構成される。基盤はこれらの岩石を主体とする不整に堆積した「ジ」国特有のウンコンド地層である。農地となっている平地地は、ガイレジ川の沖積地と表層堆積物からなっている。

土壌タイプはカオリナイト系で一般に中位から高位の漂白作用を受けた粘土である。土色は深い赤褐色から鈍い赤褐色で、構造は細砂を含む粘土ないし粘土である。

2-4-2 社会基盤整備状況

ニャコンバ地区周辺の社会基盤整備状況は次のとおりである。

(1)道路

首都ハラレよりニャマロバ村の中心地までの道路はアスファルト舗装されている。ここからニャコンバ村に至る主要地方道 266 号線は砂利舗装であるが、定期的なメンテナンスがなされているため、路面は良好に保たれている。ニャマロバからニャコンバ村の当プロジェクト中心地までの距離は約 13km、ブロック A は約 8km、一方、ブロック D と E はプロジェクト中心地から分岐するニャグワヤ道路をそれぞれ 3km 及び 7km 進んだ地点に位置している。ブロック E 付近の一部を除き、事業実施地区へのアクセスは極めて良好である。

(2)電気

本プロジェクトフェーズ 1 のために、「ジ」国側はニャンガとニャコンバ間の送電線延長工事を実施した。現在ブロック B 及び C の機場には電力が供給されている。基本設計調査の結果、この送電線の容量は十分あるので、フェーズ 2 地区へ電力を追加供給しても何等問題ないことがわかった（ジンバブエ電力供給公社（ZESA）にて調査）。

一方、地域住民は電気料金が高すぎて支払いできないため、現在電気を利用していない。しかし、本事業を成功させて、その増収により電気を引きたいとの希望を持っている。

(3)水道

現地には特に上水道施設はなく、飲料水にはガイレジ川の水を用いている。婦女子が毎日数回

の道程を徒歩で水汲み作業を行っている。その他に、デンマークの援助で実施された井戸設置計画により、ニヤコンバ地区にも数本の手押し井戸が完成し、生活用水として利用されているが、硬度が高いため飲料に用いられず、また、洗濯にも不適當である。

下水道施設については、主に土壌浸透方式が戸別単位で作られている。

(4)通信

ニヤコンバの中心地のビジネスセンターには電話設備がある。二軒の商店で利用しているが、一般の家庭では利用されていない。郵便局は設置されていない。

(5)ビジネスセンター

ビジネスセンターには数軒の商店とホテル、製粉所がある。また、バスの中継地点になっていて、ムタレ及びハラレ行きのバスが一日にそれぞれ2往復程度運行している。

2-5 環境への影響

プロジェクトの実施による周辺的环境に及ぼす影響は、以下のように予測される。

(1) マラリア蚊

計画地区はマラリアの汚染地区とされている。この為、蚊の発生源となる水の滞留する構造物、分水樹や落葉工等は施設の設計の際、水の滞留しないような構造とすることに努める。ファームポンドは一日で全貯留水を使用するので問題はないと考えられる。万一、蚊の発生が見られた場合には、他地区の事例を参考に、AGRITEX は消毒薬を散布する等の対策を取る予定である。

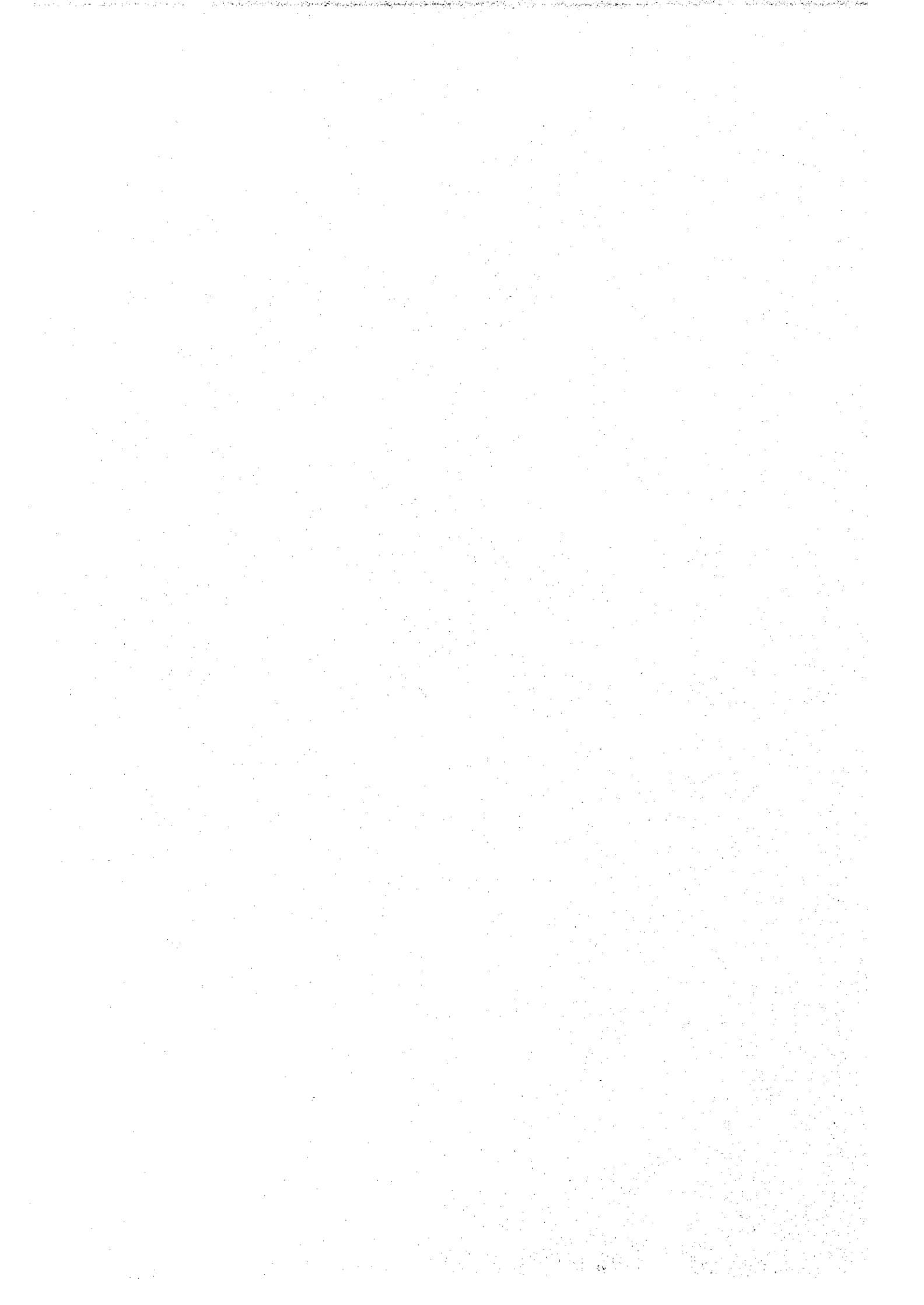
(2) ポンプ騒音

ポンプ稼働時の騒音は、電動モーターを使用するので少なく、かつ民家までの距離が十分あることから、問題ないと思われる。

(3) その他

建設が予定されている灌漑施設は、全て民家等を避けて計画されているので、民家等の移転の必要はない。しかし、ファームポンドは民家の近くに建設される。施工中は労務者及び重機の出入りが激しい事が予想される為、施工に先立ち住民と安全、騒音及び防犯等について、話し合いを行ない問題がおこらないように努める。

第3章 プロジェクトの内容



第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの目的

「ジ」国政府は、コミユナルランドにおける農業生産の拡大により、コミユナルランド内の食糧自給の達成、住民の生活水準向上を目指している。農業を、生存のための農業からコマーシャルレベルのそれに変えていくことを開発目標とし、マニカランド州独自の計画である第三次開発5ヶ年計画書（1996年7月～2001年6月：予算年度が7月に始まり、翌年6月に終了するのでこのように表記する。）にも、この目標を出げている。その戦略としての、灌漑開発事業の実施が緊急課題となっている。

しかし、「ジ」国は厳しい財政事情下にあり、自国の努力だけでは成果は限られている。こうした状況のもと、マニカランド州ニャンガ郡の北方に位置するサウニャマ・コミユナルランド内のニャコンバ地区において、我が国の無償資金協力により、灌漑開発プロジェクトを実施し、国家目標推進の一助とすることが本計画の目的である。

ブロック A, B, C, D, E を含むニャコンバ地区 (Nyakomba Ward) の総面積は約 5,300ha、人口は約 4,700 人である。この地区内の灌漑適地のブロック B 及び C では、既に灌漑施設が建設され (フェーズ 1)、ブロック C では営農が始められている。今回はフェーズ 2 として、残りの 3 ブロック (ブロック A, D 及び E) を対象として、灌漑計画を策定するものである。灌漑施設の導入により、現在の天水のみによる不安定な農業経営から、灌漑水を利用した安定した農業経営が可能となる。

3-2 プロジェクトの基本構想

(1) 要請内容

灌漑施設建設の要請であり、各ブロック毎の要請内容は次のとおりである。

	灌漑面積 (ha)	ポンプ機場 (φmm×台)	パイプライン (φmm)	灌漑水路 断面寸法 (mm)	ファーム・ホト 各 2 基	幹線道路 (km)	農道 (km)
ブロック A	115	φ250×3 1 機場	φ500-φ200 3.5km	300×400 7.1km	110m ³ ×1 1,080m ³ ×1	5.4	3.0
ブロック D	203	φ300×3 1 機場	φ700-φ450 2.2km	300×400 9.8km	830m ³ ×1 1,260m ³ ×1	3.3	7.3
ブロック E	94	φ200×2 1 機場	φ450-φ350 1.4km	300×400 4.9km	450m ³ ×1 520m ³ ×1	3.6	3.9

(2) 調査結果

基本設計調査の結果は、以下のとおりである。

- 1) 「ジ」国側のブロック別事業実施の優先順位は、ブロック D, A, E, の順であった。
ブロック D はゆるやかな傾斜地（勾配 1:40 程度）で耕土（土質は細砂を含む粘土ないし粘土）も充分あり、灌漑の効果が最も現れやすいと考えられ、また、面積が最も大きく、裨益効果も大きいと考えられる。
ブロック A はフェーズ 1 で建設されたプロジェクト管理施設とニヤマロバ（本プロジェクト地区に最も近い商業活動の活発な地区で、ビジネスセンターと呼ばれている。）との中間地点に位置し、流通面で優れている。また、アクセスの面で多少難点があり、かつ砂質土で部分的に石れきが多いブロック E よりも地理的条件、土壌条件は優れている。
- 2) ガイレジ川からの取水に関する合意は、モザンビーク政府からの確認文書があり、問題はない。
- 3) フェーズ 1 では、必要とされる電力を AGRITEX がサイトまで引込んである為、隣接するフェーズ 2 地区への電力ケーブルの布設延伸は、その距離が短いことから、支障なくできると思われる。
- 4) 「ジ」国内では、当プロジェクトと規模的、システムの的に類似の案件が他国の援助で行なわれている。従って、要請されたプロジェクトの内容は他ドナーの援助動向と同様であり、「ジ」国側の経験、技術の蓄積は充分と考えられる。
- 5) 3ブロック（ブロック A, D, E）内で、地盤強度が問題となるポンプ場予定地とファームポンド予定地についてボーリング調査を行ない、地層、支持力を確認した。
3ブロックともポンプ場予定地点の周辺の地層は主として砂層であるが、河川沿いには所々に基岩が露出している。ボーリングの結果からは、ブロック A と D では表層下 8m～10m まで良くしまった砂層が続く。ブロック E では、表層下 6m から砂岩層である。ポンプ機場の基礎面付近の N 値はいずれも 40～50 以上で直接基礎に適している。
ファームポンド予定地は、ブロック A と D は粘性土地盤であり、ブロック E は岩盤である。粘性土地盤の N 値は 10 以上である。ボーリング結果を「資料編 7」に示した。

(3) 基本構想

「ジ」国政府関係者との協議及び農民との公聴会を通して得られた「ジ」国側の意向は、本計画実施に伴い必要となる運営・維持管理費を負担しても天木農業に頼る生活から抜け出し、灌漑農業を実現することである。このことは公聴会においても約60人の農民の総意として表明された(公聴会の内容については、資料編16「公聴会結果」参照)。コミユナルランドの農民は相互に横並び意識が強いため、開発の規模についてはフェーズ1同様当該ブロックの住民全員(全399戸)が受益者となれるようなものが望ましく、又、フェーズ1で実証された農民の耕作能力も考え合わせて、本計画フェーズ2は、要請通りの内容を基本とする。ただし、個々の構造物については、経済性をより追求した設計とする。

以上の検討の結果、本プロジェクトの基本構想は、マニカランド州ニャンガ郡ニヤコンバ地区(コミユナルランド)において、州の開発基本戦略である灌漑農地開発の一翼をになうべく、灌漑施設の建設を行なうものである。対象施設としては、ブロック毎にポンプ場、送水管、吐出し先ファームポンドの水利施設の他に灌漑ブロック内には、コンクリート製の用水路、土水路構造の排水路及び砂利舗装の農道を設置する。

ポンプ場は予想される洪水に対し、安全な構造とする。ポンプ機器は、経済的かつ操作が容易なものを選定する。

送水管などの管材は、耐久性、経済性及び調達容易性を考慮して決定する。

ファームポンドは、貯水深別に建設費用が異なるので、最も経済的な貯水が行えるようにその高さをコスト比較により決定する。

灌漑水路は、耐久性を重んじ、かつ使いやすい形状とする。

排水路は、可能な限り現況の排水路を利用する。

農道は、全圃場への進入が可能となるように、原則として全ての排水路に沿って計画する。又、集落への接続もしくは既存の道路へ必ず接続させる。やむなく接続できない場合には、終点に車回し広場を計画する。

3-3 プロジェクトの最適案に係わる基本設計

3-3-4 設計方針

(1) ポンプ施設計画

a) ポンプ場位置

本ポンプ場予定地はガイレジ川左岸に位置している。ガイレジ川左岸は植生に覆われており、流路は比較的安定している。各ポンプ場の予定位置としては、狭雑物が入り込まないように、又沈殿物が多量に入り込まないように、十分な水深があり、流れも比較的速い、多少の曲がり部分でよどみの無い地点を計画位置として決定する。(資料編 18 「機場位置の選定について」参照。)

b) 取水位

ガイレジ川は川幅が狭く(20~30m程度)、乾期と雨期の水位差が最大で約10mあるため、ポンプの選定、設置方法、設置高さについては、水位変動を十分に考慮して決定する。

c) ポンプ運転、維持管理

本計画施設では取水位と吐水位の差が大きく、全揚程が約60mに達する高揚程ポンプが必要である。現在使用されている本計画程度の灌漑ポンプでは、「ジ」国製のポンプは能力、形式がかぎられており、ヨーロッパ製、南ア製が多く使用されている。オペレーターの機材への慣れの面及び補修部品の調達的面も考慮し、「ジ」国製、ヨーロッパ製、南ア製及び日本製の比較検討を要する。

動力として電気を使用することから電動モータを使用することが条件である。配線材料及び制御装置は、「ジ」国においても多量に使用され、材料も簡単に入手可能であることから、できる限り「ジ」国製の使用を検討する。制御装置はフェーズ1で使用されているような簡単なオン・オフスイッチで、作動、運転できるものとする。ポンプ運転管理を簡潔にするため、地区の最高標高位置のファームポンドに直接揚水し、そこより自然圧で各主分木工へ送水する。

ファームポンドとポンプとの運転管理はファームポンドに水位計を設け、最高水位を検知し、制御装置内に設けたブザー及びライトで知らせる方式とする。

運転時間は灌漑方法が畝間灌漑であること、ファームポンドの貯水容量をポンプ最大容量の0.5時間分と短く設定していること等から、農家の労働時間帯に合わせて一日8時間に設定する。

現状では地区内の住民は、生活用水をガイレジ川から得ている。日常の水汲み作業は女性の仕事で、重労働である。女性をこの重労働から開放する為、生活用水相当分をポンプ容量に加える。ただし、住民は河川水を煮沸せず飲用する場合もあるので、保健・衛生の観点から、煮沸を励行

するよう指導することが肝要である。1家族当りの生活用水量は、下記により 650 l/日とする。数値は、AGRITEX との打合せ及び現況調査に基づいて決定した。

・ 1 家族 1 日 当りの生活用水量		
家族使用分	50 l/人/日 × 6 人	300 l/日
牛	50 l/頭/日 × 5 頭 =	250 l/日
その他		100 l/日
合計		650 l/日

d) 工期に対する方針

現地業者の施工能力、管理能力、熟練工の調達可能人数等から判断して、1ブロック当り 1 年間の工期を必要とする。これはフェーズ 1 の実施経験からも妥当であると考えられる。

さらに雨期の洪水を考慮しなければならない。機場の建設は乾期に着工して、雨期の始まる 1 月下旬までには完成しなければならない（これを過ぎると、河川の水位が上昇して大きな災害を招く恐れがある）。同施設の建設に要する工期が最低 6 ヶ月かかることを念頭において施工計画を立てる。

(2) 灌漑、排水、農道計画

施設の設計に当たっては、近代的な技術水準を確保しつつ、建設及び将来の維持管理、運用が容易なものになるように努める。できるだけ現地の施工技術、材料等の条件に見合った適切な設計内容となるようにする。

a) 設計基準、製品規格

施設の構造などは、近傍類似プロジェクトであるニャマロパ及びニャコンパフェーズ 1 の事例並びに AGRITEX 発行の「IRRIGATION MANUAL」を参考とする。

製品規格などについては、「ジ」国土木工業協会からのコンクリートや建築資材などに関する土木製品規格を主とするが、その中に不足している製品規格については英国標準規格(BS)や日本工業規格(JIS)等を考慮して計画する。

b) 送水施設

パイプラインの路線は、地方道沿いに敷設するときは道路敷地外に、計画地区内は、特に障害の無い限り最短距離となる位置を選定する。その際、土被りは最低 1m を確保し、営農行為によって管が破損することを避ける(農林省設計基準「パイプライン」P-256 参照)。

水管理をスムーズに、かつ効率的に行なうには、灌漑水量を安定して送水する必要があり、吐水槽を兼ねたファームポンドを計画する。ファームポンドの容量はポンプ運転の許容断続間隔を考慮して、ポンプ最大流量の0.5時間分とする。

c) 用・排水施設

用水路及び排水路は、圃場区画の長辺 100m を考慮に入れ、特殊な部分を除いて、間隔が 100m 以内になるように計画する。圃場への取水はサイホン方式となるので、用水の水面高を圃場面より 20~30cm 高く計画する。用水路構造は、浸透水量の抑制や維持管理及び取水作業の容易さを目的として AGRITEX の採用している三面張り鉄筋コンクリートの台形水路とする。

水路に必要な応じて分水工、落差工等の付帯工を現地状況を考慮して計画する。水路末端は余水排除や水路内残留水排除を目的として、排水路や河川に接続する。

排水路は現況で自然排水路を形成している低地に沿って配置し、その構造は土水路とする。水路に必要な応じて、合流工、落差工等の付帯工を設ける。水路末端は小河川及びガイレジ川に接続し、その位置には落水工を計画する。

d) 農道施設

主要地方道とポンプ場間には、機器の搬出入用の大型トラックの通行を考慮して、幹線農道を計画する。灌漑耕区内には、農作業時及び水路巡回時などの通行を目的として耕作道を計画する。農道は盛土構造とし、幹線農道は大型トラック(車両幅員 2.5m)と自転車の同時通行を考慮して全幅 5m、耕作農道は車両幅員 2.3m のトラクターを考慮して全幅 3m とし、盛土高は 20~30cm とする。原則として、耕作道は全圃場へのアクセスを考慮して、全ての排水路沿いに計画する。

(3) 工事費削減の工夫

ポンプ機場はポンプの形式と台数割、吸込み方式等を比較検討し、経済的な面も考慮した設計に努める。

ファームポンドは、同じ容量の貯水に対して、有効水深別に経済性が異なる。よって、最も経済的な有効水深となるよう検討する。

ポンプ機場からファームポンドへの送水管路には、フェーズ 1 ではダクティル管を使用した。今回は、ダクティル管に比べて価格が安く、「ジ」国内での実績も多くなってきていることから、強化プラスチック管を使用する。

灌漑水路は水路勾配、落差工の高さ等現地で採用されているもっとも経済的、かつ耐久性のある形式を参考として計画する。

3-3-2 基本計画

1) 全体計画

事業実施対象面積及び計画施設の仕組みの概要は次のとおりである。

AGRITEX と現地で立ち会って決定した地区範囲について、灌漑施設の建設を行なう。各ブロックの面積は次のとおりである。

	ブロックA	ブロックD	ブロックE	合計
開発面積 (ha)	115	203	94	412

灌漑水源をガイレジ川に求め、同河川からポンプ揚水し、ファームポンドへ送水する。ファームポンドから地区内への配水については、開水路で直接行なうことは地形的に無理であるので、計画により分けされた各灌漑地区の主分水地点までパイプで送水する。

各主分水工からは、開水路により地区内へ配水する。開水路からサイホン管を使って、圃場へ取水する。灌漑方式は、水盤あるいは畝間灌漑方式とする。

2) 施設計画

2)-1 ポンプ施設計画

2)-1-1 ブロック統合の検討

要請書によれば3ブロックにそれぞれ独立したポンプ機場を設けることとなっている。これに対して、ブロックDとEは隣接しているので、両ブロックを統合すれば要請の2機場が1機場となるのではないかとの考えが提案された。この両ブロック統合案の長所、短所は次のとおり。

メリット

・ 3ブロックにおいて事業を実施した場合、独立機場案では総事業費が、概略の試算で約18億円程度と推定されるのに対して、ブロックDとEを統合することにより約17億円程度と推定され、約6%程度事業費の削減が想定される。

デメリット

- ・ 隣接しているとはいえ、両地区は大きな谷で隔てられており、かつ部落が異なっている。従って、維持管理費の徴収、組合規則の徹底、水の配分等をめぐり紛争が起きることが危惧される。郡長 (DA : District Administrator)もこの事を非常に危惧していた。
- ・ ブロック E は D の機場から約 6km 離れているため、歩くことが唯一の交通手段である地元民にとって、圃場とポンプ機場との連絡が非常に困難となり、維持管理体制上も障害になる。
- ・ ブロック D は、ブロック E との統合計画によりパイプ径が大きくなる等、ブロック D 単独案に比し施設の規模が大きくなる。従って、ブロック D に着目すると、単独案より統合案のほうがブロック D そのものの事業費が増加する。すなわち、ブロック D に引き続き E が確実に事業化されなければならない。
- ・ 以上より、各ブロックに独立のポンプ機場を建設することが現実的である。

2)-1-2 諸元の決定

a) ポンプ場位置及び基礎

ポンプ場予定地は、3 ブロックともガイレジ川左岸の、流路が安定し、堆砂の少ない位置を選定する。(資料編 18 「機場位置の選定について」参照。) ポンプ機場の基礎は、ボーリング調査の結果、地盤支持力が十分あるので直接基礎を計画する。(資料編 7 「ボーリングデータ」参照)

b) 河川水位

ガイレジ川は川幅が狭く(20-30m 程度)、乾期と雨期の水位差が最大で約 10m あるため、ポンプの選定、設置方法、設置高さについては、水位変動を十分に考慮して計画する。

ポンプ機場設計の基本条件となるガイレジ川の洪水位は、観測データが無いので地元民からの聞き取り調査により既往最大のものとした。また乾期の水位については毎年ほとんど同じ水位であることから、実測により以下のように決定した。測定位置については、資料編 17 参照。

		ブロック A	ブロック D	ブロック E (EL.m)
洪水位	(m)	816.0	808.0	801.5
乾期水位	(m)	806.6	799.9	793.4

c) ポンプ運転、維持管理

本計画ポンプは、全揚程が約 60m に達する高揚程ポンプである。フェーズ 1 では施設の重要度、納期、製品の信頼性、修理部品の互換性及びアフターサービス等を考慮して日本製品を採用した。ポンプは本計画でも同様の理由から、日本製品を採用する。

電動モータを使用し、その配線材料及び制御装置は、「ジ」国においても多量に使用され、材料も簡単に入手可能であることから、できる限り「ジ」国製品の使用を計画する。制御装置は現在フェーズ 1 で使用されているような簡潔な方法で、オン・オフスイッチで作動、運転できるものとする。

計画地区内最高標高地点にファームポンドを設け、直接ポンプ揚水し、そこに設置した水位計が一定以上の水位を検知するとポンプが自動的に停止するシステムを計画する。

ポンプ運転時間はフェーズ 1 地区の実績により、農民の労働時間帯に合わせ 1 日当り、最大 8 時間に設定する。

d) ポンプ諸元の決定条件

一 計画揚水量

計画揚水量は、計画作付け体系、単位用水量、灌漑面積及び灌漑効率から算出した最大必要水量を使用し、フェーズ 1 地区の実績から農家の労働時間を 1 日当り 8 時間として決定した。また、搬送効率はコンクリート水路の平均値を使用して、0.90 とする。

計算の結果、計画揚水量は以下のとおりである。(3-3-2 基本計画、2) -2 灌漑、排水計画 参照)

$$\underline{\text{計画揚水量}} : Q = 2.11 \text{ l/sec/ha}$$

一 施設容量

施設容量は上記の計画揚水量に、農民の必要とする生活用水量を加えて算定する。ブロック毎の施設容量は以下のとおりとする。

ブロック	面積	灌漑用水量	生活用水	施設容量
A	115ha	$2.11 \times 115\text{ha} = 242.7(\text{l/sec})$	$2.6(\text{l/sec})^*$	245.3(l/sec)
D	203ha	$2.11 \times 203\text{ha} = 428.3(\text{l/sec})$	$4.5(\text{l/sec})^*$	432.8(l/sec)
E	94ha	$2.11 \times 94\text{ha} = 198.3(\text{l/sec})$	$2.1(\text{l/sec})^*$	200.4(l/sec)

* 生活用水は家族当たり 650 l/日。家族当りの土地配分面積は、ブロック B と C では 0.7ha であるが、フェーズ 2 では配分面積がまだ不明であるので、1ha/家族と仮定し、下記のとおり算定した。

ブロック A: $650 \text{ l/日/家族} \div (8 \text{ 時間/日} \times 3,600 \text{ sec}) \times 115 \text{ 家族} = 2.6 \text{ l/sec}$

ブロック D: $650 \text{ l/日/家族} \div (8 \text{ 時間/日} \times 3,600 \text{ sec}) \times 203 \text{ 家族} = 4.5 \text{ l/sec}$

ブロック E: $650 \text{ l/日/家族} \div (8 \text{ 時間/日} \times 3,600 \text{ sec}) \times 94 \text{ 家族} = 2.1 \text{ l/sec}$

一計画水位・実揚程

聞き取り調査及びフェーズ 1 実施期間中の観測から、乾期水位は最近の 10 年間は毎年一定である。また、本調査期間中の水位がその乾期水位(最低水位)であることを多くの村人が証言している。よって、本調査期間中に実測した水位を計画取水水位とする。計画吸水水位は、スクリーンのロスを考慮して決定する。また、計画吐水位は揚水するファームポンドの最高水位に、吐出し側に設けた堰の越流水深を加えた標高とする。

計画吸水水位及び計画吐出水位

ブロック	計画吸水水位(m)	計画吐水位(m)	実揚程(m)
A	806.5	852.2	45.7
D	799.8	852.2	52.4
E	793.3	837.2	43.9

2)-1-3 ポンプ施設計画

a) 全揚程の決定

ポンプ全揚程はポンプ諸元決定条件を基に、実揚程、管路損失水頭等を加算する方式で算出する。

- ・ $H = H_a + \Sigma H_l$
- ・ $\Sigma H_l = h_{ls} + h_{ld} + V_d^2/2g$

ここに、

- H : 全揚程 (m)
- H_a : 実揚程 (m)
- H_l : 総損失水頭 (m)
- h_{ls} : 主ポンプ吸込側配管損失水頭 (m)
- h_{ld} : 主ポンプ吐出側配管損失水頭 (m)
- $V_d^2/2g$: 残留速度損失水頭 (m)
- V_d : 吐出速度 (m/s)
- g : 重力加速度 (m/s²)

	管路長(m)	実揚程(m)	損失水頭(m)	全揚程(m)
ブロックA	800	45.7	6.3	52.0
ブロックD	1,400	52.4	5.6	58.0
ブロックE	1,300	43.9	9.6	53.5

b) ポンプ台数・口径の決定

ポンプ台数・口径は、次に示す期別必要水量及び計画必要水量を基に、以下の項目を考慮し判断した。

- ポンプ故障時の危険分散を考慮して、複数台数とする。
- 揚水量の変動に応じて効率的に運転できる台数及び口径とする、但し異口径の組み合わせも考えられるが運転、維持・管理等を考慮して同口径とする。
- 期別最小必要水量を1台で賄える口径とする。
- ポンプ設備費、土木建築費及び運転経費がより経済的であり、また「ジ」国では、大口徑ポンプがあまり流通していない事、等を考慮する。

・期別揚水量

期別揚水量は期別必要水量から日数、日運転時間、灌漑効率及び営農用水を加味して、月当たりの水量として下記の通り算出した。

単位：1000m³/月

ブロック	1月	2月	3月	4月	5月	6月
A	147.9	51.2	112.0	118.2	85.7	121.9
D	261.1	90.4	197.7	208.8	151.3	215.2
E	120.9	41.8	91.6	96.8	70.0	99.6

ブロック	7月	8月	9月	10月	11月	12月
A	219.0	181.7	93.6	79.6	175.4	165.0
D	386.4	320.8	165.3	140.5	309.6	291.1
E	178.9	148.5	76.5	65.0	143.4	134.8

・組み合わせ検討

上記期別必要水量及び計画揚水量から、考えられるポンプ口径の組み合わせを次表に示す。ただし、ポンプ4台以上については機場スペースが大きくなること、機器費が高くなることなどから比較対象としない。

なお、ポンプ口径は、「設計基準・ポンプ場」（日本国、農林水産省発行）を基に下記から選定した。但し、渦巻ポンプはその特性上揚程が高くなると口径が小さくなる事がある。

高揚程ポンプの標準口径と吐出量

標準口径	周波数	吐出量	平均吐出量
(mm)	(Hz)	(m ³ /min)	(m ³ /min)
150	50	1.80-3.00	2.40
200	50	3.00-5.00	4.00
250	50	5.00-8.00	6.50
300	50	8.00-12.00	10.00
350	50	12.00-18.00	16.00
400	50	18.00-23.00	20.50

表 ポンプ口径組み合わせ比較

(ブロックA)

ポンプ組み合わせ	φ300mm×1台 φ200mm×1台	φ250mm×2台	φ250mm×1台 φ200mm×2台	φ200mm×3台
土木・建築 施設規模	3台ものより 多少小さい(約 130m ²)	3台ものより 多少小さい(約 130m ²)	2台ものより 多少大きい(約 150m ²)	2台ものより 多少大きい(約 150m ²)
必要水量、 適応性	絞り運転をかなり 強制される	期別最小必要水量 に適用が難しい	必要水量に十分 適応できる	必要水量に十分 適応できる
維持・ 管理性	異口径のため、 補修部品の種類 が多くなる。	同口径のため、 補修部品は少な くて済む。	異口径のため、 補修部品の種類 が多くない。	同口径のため、 補修部品は少な くて済む。
総合評価	△	△	○	◎

(ブロックD)

ポンプ組み合わせ	φ400mm×1台 φ300mm×1台	φ350mm×2台	φ350mm×1台 φ250mm×2台	φ300mm×3台
土木・建築 施設規模	3台ものより 多少小さい(約 130m ²)	3台ものより 多少小さい(約 130m ²)	2台ものより 多少大きい(約 150m ²)	2台ものより 多少大きい(約 150m ²)
必要水量、 適応性	絞り運転をかなり 強制される	期別最小必要水量 に適用が難しい	必要水量に十分 適応できる	必要水量に十分 適応できる
維持・ 管理性	異口径のため、 補修部品の種類 が多くなる。	同口径のため、 補修部品は少な くて済む。	異口径のため、 補修部品の種類 が多くない。	同口径のため、 補修部品は少な くて済む。
総合評価	△	△	○	◎

(ブロックE)

ポンプ組み合わせ	φ300mm×1台 φ200mm×1台	φ250mm×2台	φ250mm×1台 φ150mm×2台	φ200mm×3台
土木・建築 施設規模	3台ものより 多少小さい(約 130m ²)	3台ものより 多少小さい(約 130m ²)	2台ものより 多少大きい(約 150m ²)	2台ものより 多少大きい(約 150m ²)
必要水量、 適応性	絞り運転をかなり 強制される	期別最小必要水 量に適用が難しい	必要水量に十分 適応できる	必要水量に十分 適応できる
維持・ 管理性	異口径のため、 補修部品の種類 が多くなる。	同口径のため、 補修部品は少な くて済む。	異口径のため、 補修部品の種類 が多くな。	同口径のため、 補修部品は少な くて済む。
総合評価	△	△	○	◎

検討の通り、φ200mm×3台(ブロックA、Eの◎印)、φ300mm×3台(ブロックDの◎印)がそれぞれ最良の組み合わせと判断される。なお、ブロックDにおいてφ350mm×2台案及びφ300mm×3台案の経済比較を行なった。その結果、φ350mm×2台案は機器費

及び土木施設費において有利であるが、20年間にわたる電気料金を考慮するとφ300mm×3台案との経済的差異はほとんど無い。すなわち、φ300mm×3台案は維持管理費が安く、「ジ」国側にとって有利である。1台故障した場合の影響を考慮し、また、経済性の面からもφ300mm×3台案が有利であると判断する。

したがって、それぞれのブロックに対するポンプ口径、台数、吐出量及び全揚程をまとめると、下記の通りとなる。

ブロック	口径	台数	全揚程	吐出量
A	200mm	3	52.00 m	4.89 m ³ /min/台
D	300mm	3	58.00 m	8.63 m ³ /min/台
E	200mm	3	53.50 m	4.00 m ³ /min/台

c) ポンプ形式の検討

前頁で決定したポンプ口径、吐出量及び全揚程から「設計基準・ポンプ場」（日本国、農林水産省発行）を基にポンプ形式を選定すれば、

(a) 横軸両吸込渦巻ポンプ（φ200mm～）

(b) 立軸片吸込渦巻ポンプ（φ300mm～）

の2形式が上げられる。

対象3ブロックのうち、ブロックA及びEではポンプ口径がφ200mmのため横軸両吸込タイプとなることから、ブロックDのポンプも同形式とする事により、全体の維持管理が容易になる。

両形式について比較すると次表のとおりである。

ポンプ形式比較表

項目	(a) 横軸両吸込	(b) 立軸片吸込
性能	両吸込の為、軸受けにスラスト荷重がほとんど掛からない故、耐久性がある。 単段で本計画程度の揚程は使用できる。	片吸込故、スラスト荷重がかかる。 高揚程にはあまり使用されない。
効率	効率はよく、丸みを持つ性能特性。	効率は良く、丸みを持つ性能特性。
維持・管理	ポンプ、電動機が平面に並んでいる故、簡単。	電動機が上部にあり、動かす必要があるので、複雑。
据付作業	電動機と一体に平面で据付可能故、簡単。	電動機を上部に、ポンプを下部に据付の為、複雑。

土木・建築 施設規模	立軸より広くなる。床面荷重は小さくなる。	横軸より狭い。床面荷重が大きくなる。
ウォーターハンマー対策	もともと信頼性の高いフライホイール型を採用できる。	フライホイール型は取付不可能のため、高圧の圧力タンクなどが必要。
評価	◎	○

検討の通り、評価で◎印が最良と判断できる。故に、本計画では横軸両吸込渦巻ポンプを採用する。

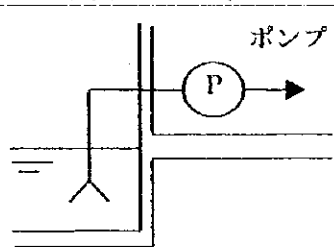
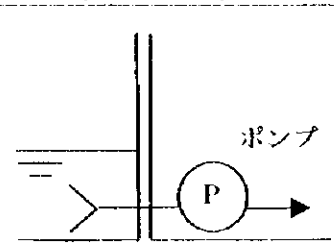
次に、ポンプの運転方式からは次の2とおりの吸込み形式が検討される。

(a) 吸上方式（ポンプが吸水面から上にある場合）

(b) 押込方式（ポンプが吸水面から下にある場合）

両形式の比較は次表に示すとおりである。

吸込条件の比較

	(a) 吸上方式	(b) 押込方式
運転方法	自動運転に対して不利 (満水操作必要)	自動運転に対して有利 (満水操作 不要)
維持管理	付属機械設備（真空ポンプなど）が必要なため、維持管理項目が多い。	付属機械設備（真空ポンプなど）は不要なため、維持管理項目が少ない。
ポンプ設置深	ポンプ設置レベルは浅くなる	ポンプ設置レベルは深くなる
配置		

本計画の河川は季節による水位変動が大きく、吸上方式を採用してもポンプの吸込性能からその据付位置は最高水位より低くなる。つまり、吸上方式としても機場は水密式にしななければならない。土木構造上の利点は少ない。

従って、操作性及び維持管理面も含めて考えあわせ、本計画では押込方式とする。

— キャビテーションについて

本機場においては、押し込み方式を採用していること、吸い込み管の長さ及び吸水槽内

の吸い込み管の配置など、設計基準に基づいて計画されているのでキャビテーションの発生する危険はない。

ー ポンプ回転数の決定

「設計基準・ポンプ場」（日本国、農林水産省発行）を基に、4P-1450rpmと決定する。

d) 原動機出力の算定

ポンプ用の原動機は電動機を使用するものとして、下記公式により出力を算定する。

$$L=(K \cdot Q \cdot H \cdot r)/(n/100)$$

$$P=L \cdot (1+A) \cdot nt$$

- ここに、 L = ポンプ軸動力 (kW)
 K = 定数 (kWの場合 K=0.163)
 r = 揚液比重 (水の場合 r=1.0)
 n = ポンプ効率 (%)
 Q = 吐出量 (m³/min)
 H = 全揚程 (m)
 P = 原動機出力 (kW)
 A = 余裕度 (電動機の場合 A=0.1)
 nt = 電動効率 (軸継手の場合 nt=1)

計画原動機出力の算定

	項 目	ブロック A	ブロック D	ブロック E
Q	吐出量	4.89m ³ /min	8.63m ³ /min	4.00m ³ /min
H	全揚程	52.0m	58.0m	53.5m
n	ポンプ効率	65.0%	71.0%	65.0%
L	ポンプ軸動力	63.8kW	114.9kW	53.7kW
P	原動機出力	70.2kW	126.4kW	59.0kW
	計画原動機出力(定格)	75kW	132kW	75kW

なお、ポンプ効率は「設計基準 ポンプ場」（日本国、農林水産省発行）の高揚程ポンプの効率表に基づき次のように選定した。

ポンプ口径と効率 (高揚程ポンプ)

口径 (mm)	渦巻	立軸斜流
200	65%	—
250	68%	—
300	71%	69%
350	74%	71%

e) ポンプ配置・平面計画

ポンプの配列は、一般的に直線型、千鳥型、対向型及び斜型があるが、直線型は平面面積では他に比べて多少広くなるが、「ジ」国の汎用型であり、運転、維持・管理が容易で、又安全性にも優れているので、これを採用する。ポンプ場の梁間は「設計基準 ポンプ場」（日本国、農林水産省発行）に準じて口径別にポンプ幅に吸込側最低 1.0m (φ200mm)、1.15m (φ300mm)、吐出側最低 2.0m (φ200mm)、2.55m (φ300mm) を、又各ポンプ間の幅は最低 1.0m を取る事とする。

f) 弁類

ー吸入部

ポンプの吸入弁は、ポンプの保守・点検の時に開閉するもので、作動が確実で信頼性の高い事が要求される。本設備では、経済的で信頼の持てる手動仕切弁を使用する。

ー吐出部

ポンプ吐出弁及び逆止弁は、ポンプの起動・停止時に開閉動作をするもので、作動が確実で信頼性の高い事が要求される。運転操作を簡易にするため、及び機器費が比較的安価な、電動仕切弁及び逆止弁を使用する。

g) 補助機器設備

ーポンプ軸封水設備

ポンプ軸封水量はポンプ全運転（3台分）として最低 30 ℓ/min 程度必要となる。封水は清水が必要である事から、河川水を使用できない為、場内清掃及び生活用水に使用するものと同様の井戸水を使用する事とする。封水圧力は 10m 程度である。河川の最高水位が大きく変動する事から建物が高く、ポンプ設置位置が低い位置となるため、貯水槽の位置は、建物の屋上に設置し水圧を確保するものとする。

ー水撃圧（ウォーターハンマー）対応設備

ポンプの揚程が高いことから停電等に発生する水撃圧を検討したところ、パイプライン内の急激な圧力変動を防止するための対策が必要と判断された。その対応設備としては、フライホイールやサージタンク等が考えられるが、本地区では信頼性が高いフライホイール設備を採用するものとした。フライホイール設置後の最大負圧は、3.6m となった。なを、負圧を許容する場合、その許容値は概ね下記のとおりである。（本案件では、パイプ径 600mm を採用する。）

管路中心において、φ500mm 以下：	-7m
φ1,000mm 未満：	-6m
φ1,000mm 以上：	-5m

h) 電気設備

本計画機場の電気設備は、「ジ」側より 380V の電圧で受電後の設備計画とする。

i) ポンプ施設・機材計画

ポンプ施設・機材リスト (1)

(ブロックA)

品名	仕様	数量
1. 主ポンプ	横軸両吸込渦巻きポンプ 4.89m ³ /min×52m×75kW φ200mm×φ100mm 電動機、軸継手込み 防滴保護籠形 50Hz、380V、3相、1450rpm	3 組
2. バルブ	手動仕切弁 (φ200mm) 電動仕切弁 (φ200mm) 逆止弁 (φ200mm)	3 台 3 台 3 台
3. ポンプ廻り配管	吸吐出管	1 式
4. 場内給水設備	水中ポンプ (φ50mm) 屋上貯水槽 井戸ポンプ 封水用配管 場内清掃用配管	2 台 1 台 1 台 1 式 1 式
5. 電気設備	引込盤 動力盤 補機盤 現場盤	1 面 3 面 1 面 5 面
6. 天井走行クレーン	手動式、1 ton 手動式チェーンブロック、1 ton	1 組 1 組
7. バースクリーン	2000mm×2000mm	1 組

ポンプ施設・機材リスト (2)

(ブロックD)

品名	仕様	数量
1. 主ポンプ	横軸両吸込渦巻きポンプ 8.63m ³ /min×58m×132kW φ300mm×φ200mm 電動機、軸継手込み 防滴保護籠形 50Hz、380V、3相、1450rpm	3 組
2. バルブ	手動仕切弁 (φ300mm) 電動仕切弁 (φ300mm) 逆止弁 (φ300mm)	3 台 3 台 3 台
3. ポンプ廻り配管	吸吐出管	1 式
4. 場内給水設備	水中ポンプ (φ50mm) 屋上貯水槽 井戸ポンプ 封水用配管 場内清掃用配管	2 台 1 台 1 台 1 式 1 式
5. 電気設備	引込盤 動力盤 補機盤 現場盤	1 面 3 面 1 面 5 面
6. 天井走行クレーン	手動式、1 ton 手動式チェンブロック、1 ton	1 組 1 組
7. パースクリーン	2000mm×2000mm	1 組

ポンプ施設・機材リスト (3)

(ブロックE)

品名	仕様	数量
- 1. 主ポンプ	横軸両吸込渦巻きポンプ 4.00m ³ /min×53.5m×75kW φ300mm×φ200mm 電動機、軸継手込み 防滴保護籠形 50Hz、380V、3相、1450rpm	3 組
- 2. バルブ	手動仕切弁 (φ200mm) 電動仕切弁 (φ200mm) 逆止弁 (φ200mm)	3 台 3 台 3 台
- 3. ポンプ廻り配管	吸吐出管	1 式
- 4. 場内給水設備	水中ポンプ (φ50mm) 屋上貯水槽 封水用配管 場内清掃用配管	2 台 1 台 1 式 1 式
- 5. 電気設備	引込盤 動力盤 補機盤 現場盤	1 面 3 面 1 面 5 面
- 6. 天井走行クレーン	手動式、1 ton 手動式チェンブロック、1 ton	1 組 1 組
- 7. ガラスクリン	2000mm×2000mm	1 組

2)-2 灌漑、排水計画

a) 灌漑方法

灌漑は畑地を対象として、畝間灌漑ないし、水盤灌漑方式を採用する。ガイレジ川からポンプにより取水し、各ブロックの高位部に建設する地区内ファームポンドにパイプラインにより圧送する。排地内はコンクリート開水路により各圃場に配水する方式とする。

運転管理の煩雑さを避ける目的で、ファームポンドは各ブロックにそれぞれ1基建設する。ブロック内のいくつかの小ブロックに主分水工を設け、ファームポンドからパイプラインで、重力による自然流下で送水する。主分水工より下流は開水路とする。開水路からは農民が適宜サイホン管（φ50mm）を使って、圃場へ取水する。

b) 設計諸元

灌漑施設の基本設計に必要な灌漑用水量、単位排水量などの設計諸元は以下のとおり。

一 灌漑用水量

灌漑用水量は、作物蒸発散量に有効雨量を考慮し、土壌の有効水分量、灌漑水深により決定する。

作物蒸発散量は「ジ」国で統一して使用されている、修正ペンマン法によって決めた。

$$ETc = ETo \times Kc$$

ここに、

ETc	: 作物蒸発散量(mm)
Eto	: 基準蒸発散量(mm)
Kc	: 作物係数

月別平均EToの値は「ジ」国で灌漑計画に一般的に用いられているEToのマップを用いる。

作物別の作物係数KcはFAOによる「灌漑排水技術書 No.24」に掲載されている値を適用した。

灌漑用水量は、作物蒸発散量に、80%の確率雨量を考慮して算定する。これらの確率雨量の計算はニャマロパ灌漑事務所で観測された月別降雨量記録を用いて行なった。

以上より算定した灌漑用水量のピークは、7月である。またピーク時の単位灌漑用水量(単位施設容量)を、適用効率、搬送効率を考慮して、次のように算定する。

・単位用水量の算定 (1 ha 当り 最大水量(7月))

栽培作物	豆	麦(1)	麦(2)	玉ねぎ	麦(2)	合計
栽培面積(ha)	0.3	0.3	0.3	0.05	0.05	1.0
ET _o /day=3.23mm ジンバブエにおける ET _o 函(7月)より ET _o /month=3.23×31=100.1mm						
Kc	1.05	1.17	0.88	1.07	0.88	
ピーク時修正係数	1.12	1.06	-	1.12	-	
ピーク修正後						
ET _c /month(mm)	117.7	124.1	88.1	120	88.1	
1ha 当り換算						
必要水深 (mm)	35.3	37.2	26.4	6	4.4	109.3
適用効率 Ea=0.65(FAO 灌漑排水技術書 No.24 より) ^{注1}						
必要水深 (mm/month)						168.2

注1:我が国では、一般に良く管理された圃場で、地表灌漑で60~70%とされているので、その平均値65%を採用した。

・単位用水量

$$168.2 \div 31 = 5.5 \text{ mm/day}$$

$$\therefore 55 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{day}$$

・1ha 当り計画揚水量 Q(l/sec/ha)は次の式より求める。

$$Q = 55 \times 10^3 (\text{l}/\text{ha}/\text{day}) \div 8 (\text{hours}) \div 3600 (\text{sec}) \div E_c$$

$$E_c = \text{搬送効率} = 0.90 \text{ (FAO 灌漑排水技術書 No.24 による。)}$$

$$\therefore Q = 2.11 (\text{l}/\text{sec}/\text{ha})$$

一単位排水量

山地流域では2時間連続雨量を2時間排除とし、灌漑地区では最大4時間(実際には1~2時間程度)の圃場内湛水を許容して、4時間雨量4時間排除により算定して得た排水量とする。算出方式は次のとおりである。(農林水産省設計基準「圃場整備」参照。)

$$R_t = R_{24}(t/24)^K$$

ここに、

R_t : Rainfall at the time of concentration for t hour(mm)

R_{24} : Rainfall per day at ten year probability(mm)

K : 定数 $K=1/3 \sim 2/3$ 与 $1/2$

日雨量(10年確率雨量)は 123.2mm と計算され、 R_t は 2時間雨量で 35.6mm、4時間では 50.3mm と計算された。単位排水量(q)は上記の R_t を用いて、次のように求められる。

$$q=10 \cdot R_t \cdot f/3,600 \cdot t$$

ここに、

q : 単位排水量($m^3/s/ha$)

f : 流出係数

—畑地 : 0.52(0.45~0.62)

—山地 : 0.82(0.72~0.92)

流出係数(f)は畑地では 0.52、山地では 0.82 を採用した。

これより q_t は次のように計算された。

$$q_2=0.0405m^3/s/ha(\text{山地})$$

$$q_4=0.0182m^3/s/ha(\text{畑地})$$

c) パイプライン工

パイプライン管径は次に示すポンプ圧送時の経済的流速から決定した。(農林水産省設計基準「パイプライン」より)

表 3-1 管径と経済的流速

管径	経済的流速
φ75~φ150	0.7~1.0m/s
φ200~φ400	0.9~1.6m/s
φ450~	1.2~1.8m/s

各ブロックの管路毎の流量、管路延長及び管径は、表 3-2 の通りであり

表 3-3 送水管水頭損失

ブロック	管路番号	管径	延長	水頭損失
A	A-P-1	φ450mm	800m	6.3m
D	D-P-1	φ600mm	1,400m	5.6m
E	E-P-1	φ400mm	1,300m	9.6m

パイプラインの維持管理のため、縦断形状の凸部及び500mに1ヶ所の割合で空気弁を設ける。路線の凹部には排泥弁を設ける。

ポンプ停電時に生じる水撃作用を検討したが、33mの負圧が発生する。木柱分離がおこるのでポンプにフライホイールを取りつける対策を講じる。対策後の負圧は3.6mであるので許容値以内である。最高圧力は87mとなり、許容内圧10bar(9.8kgf/cm²、98m相当)クラスの管種を選定した。

d) ファームポンド工

水管理を円滑に、かつ効率的に行なうためには、灌漑水を安定して配水しなければならない。そのために吐水槽を兼ねたファームポンドを設置する。

設置位置は各灌漑小ブロックの主分水工へ重力による自然流下ができることを条件として決定した。又、予定地は耕地と山の接点付近の集落に隣接する地点とし、農民が生活用水としても利用できるように配慮した。

ファームポンドの容量はポンプ運転の許容間断間隔を考慮して決める。ポンプを運転する場合、一度停止した後すぐに起動をするとモーターに負荷がかかるため、許容断続時間を定める。許容断続時間は最低でも20分とされているので(農林省設計基準、「畑地灌漑」P-106より)、ポンプ最大容量の30分間分をファームポンドの貯水量とした。各ブロック毎の計画容量は次のとおりである。

表 3-4 ファームポンド計画容量

ブロック	ファームポンド	灌漑対象面積	計画容量(30分間容量)
A	A-F-P	115ha	450m ³
D	D-F-P	203ha	780m ³
E	E-F-P	94ha	360m ³

ファームポンドの構造は、耐久性と止水性を考えて、鉄筋コンクリート構造の逆T型擁壁タイ

プとする。形状は方形とする。池の有効水深は検討の結果、2m が最も経済的であるのでこの値とする（資料編 12 参照）。余裕高は、余水吐越流水深 0.2m に余裕 0.3m を加えた 0.5m とする。外側の盛土法面は、勾配 1:1.5 とする。余水吐を設け、余剰水は既存小河川に流入する構造とする。余水吐の容量は、ポンプ 3 台運転時の流量とする。

c) 幹線分木工

各灌漑小ブロックにファームポンドから送水される水を受け、排地内の各開水路へ灌漑水を配分するために、幹線分木工を設ける。構造は鉄筋コンクリート構造とし、圧力が少ないことから（標高差 4m 程度）吐出し側にスルースバルブを設置し、水量を調整、開水路に接続する方式とする。

D) 灌漑水路工

幹線分木工から灌漑地区内の各圃場へ用水を配水するため灌漑水路を設ける。水路断面は、浸透水量の抑制や維持管理及び作業の容易さを目的とし、鉄筋コンクリート構造の側壁の勾配が 60 度の台形断面とする（AGRITEX の「Irrigation Manual」による）。水路断面を決定するに当たり、縦断勾配を $1=1/250$ に設定し、設計流速を限界流速以下におさえ、かつ水深は水路壁高の 1/2 までとした。これは、堰上げして取水するので水路に余裕を持たせるためである。流速の検討には次のマンニングの公式を用いた。

$$V=(1/n) \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

ここに、

- V : 平均流速(m/s)
- n : 粗度係数(現場打ちコンクリート水路 0.015 とする。)
- R : 径深(m)
- I : 水路勾配

計算の結果、用水路は次表に示すように A、B 及び C の 3 タイプに分類された。

表 3-5 用水路のタイプ

タイプ	設定流量(m ³ /s)	底幅 B(m)	壁高 H(m)
A	0.118~0.068	0.30	0.40
B	0.068~0.021	0.25	0.35
C	0.021~0.00	0.20	0.30

各ブロックの灌漑水路延長は次のように決定する。

Aブロック 11,210m、 Dブロック 16,240m、 Eブロック 8,420m

g) 灌漑水路付帯工

灌漑水路には必要に応じて分木工、落差工、道路横断工、サイフォン工、水路横断工、量水計及び排水路等への放流工を設置する。

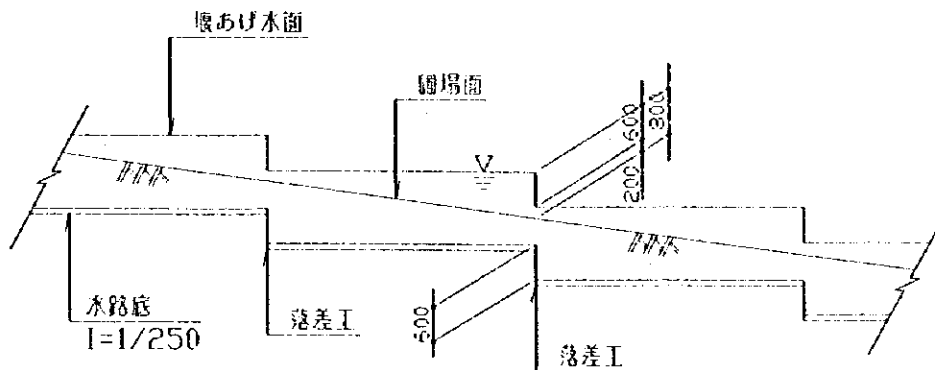
「分木工」

灌漑水路分岐地点に設ける。構造は鉄筋コンクリートとし、ゲートは現地製の鋼製角型スルーゲートとする。ゲートの寸法は用水路の断面形状に合わせる。基本設計図 No.30 参照。

「落差工」

前述のように、灌漑水路の縦断勾配を $I=1/250$ に設定しているが、圃場の地形勾配はそれと比較して急であるため、落差工を設置する。水路から直接サイホン管で取水するので、水面は圃場より常に高くなければならない。落差工の直下流水路からも取水する必要がありその場合でも、最低 20cm 高くなければならない。一方、差が大きすぎると圃場が著しく侵食されてしまう。その最大値を経験的に 80cm と定める。従って、落差高は一律に 60cm とし、地形状況に応じて設置箇所を決定する。以上を図解すると、下記のとおりである。

水路の計画流量は A タイプ水路で $0.118\text{m}^3/\text{sec}$ 、流速 $1.00\text{m}/\text{sec}$ となる。この場合、水の落下に伴う飛距離は 79cm と計算される。(B, C 水路では、それぞれ 70cm, 51cm である。) よって、減勢部の長さは 1m とし、底版厚を水路底より厚い 20cm とする(基本設計図 No.30 参照)。



落差工関係説明図

「道路横断工」

灌漑水路と道路との交差部に横断工を設ける。構造は道路下に鉄筋コンクリートで巻いたヒューム管を設置し、管の両端に鉄筋コンクリート樹を設ける。

維持管理を考慮し、 $\phi 600\text{mm}$ のヒューム管とする。主要地方道を横断する箇所は、埋設深を 1m とし、農道を横断する箇所は 0.8 m とする。基本設計図 No.29 参照。

「サイフォン工」

灌漑水路と計画地区内排水路及び小河川との交差部にサイフォンを設ける。構造は計画地区内道路横断工と同じとし、埋設深は 0.6m とする。

「水路横断工」

灌漑水路をトラクター等が渡れるように、各水路一ヶ所の水路横断工を設ける。構造は鉄筋コンクリートの版構造とする。基本設計図 No.29 参照。

「量水計」

灌漑水路の通水量を計測し、的確な水管理を行なうために各分木工の下流(各水路の始点)に、量水計を設置する。量水計は AGRITEX で一般的に採用している CUT THROAT 形式の鉄板製のフリュームとする。

「放流工」

灌漑水路の末端に、排水路や小河川へ余剰水を吐出するため、水勢を殺し洗掘を防ぐための放流工を設ける。構造は鉄筋コンクリートとし、形状は階段状にする。放流工の上下流には流れの変化による浸食を防ぐため、布団籠を設置する。基本設計図 No.30 参照。

h) 排水路工

地区内の雨水排水を目的として、排水路を設ける。排水路は現況で自然排水路として使われている低位部に沿って配置することを基本にした。水路末端は排水河川及びガイレジ川に接続させる。排水路構造は土水路とし、側勾配が 1:1.0 の台形断面とする。維持管理の容易さを考慮し、最小断面は底幅 0.6m、平均水路高 0.65m とする。水路断面を決定するに当たり、マンニングの公式を用いた。計画排水量は 4 時間雨量 4 時間排除により算定する(農林省設計基準「圃場整備」P-51 による)。

流域面積別に次の 3 タイプの排水路を計画する。

流域面積 ha	最大流量 m ³ /s	水深 m	流速 m/s	水路底幅 m	水路最小 深 m	水路最大 深 m
0~10	0.180	0.250	0.843	0.60	0.35	0.95
10~15	0.270	0.291	0.933	0.70	0.40	1.00
15~24	0.432	0.378	1.062	0.70	0.50	1.10

勾配を、1/50 とする。粗度係数は、雑草が生えていることより土木路の最大値 $N=0.05$ を採用する(土地改良事業標準設計 第6編 排水路)。許容最大流速は粘土水路の場合 1.00m/s であるが、草生水路となっているので 10%増しの 1.10m/s までを許容する。なお、現況地区の勾配は 1/30 程度であるが、水路勾配をこれに合わせると流速が 1.29m/s となり許容流速を超えてしまう。実際、現況水路を観察すると所々でガリ侵食がおきている。

フェーズ1地区を観察すると、水路は雑草で覆われ、侵食に対して強い水路となっている。また、地山はよく締ったシルトであるので、法面崩壊の恐れはない。よって、法勾配を 1:1.0 とする。

水路の余裕高は、値を大きくとると開場面積が減少する。排水路に水が流れるのは、年間を通じて雨期の限られた時期だけであること、また、例え一時的に水があふれても全体が農地であるので重大災害とはならないことを考慮して、10cmの余裕高とする。

以上の考え方はフェーズ1地区にも適用され、設計、施工されたが、一年後の現在、支障は起きていない。

各ブロックの排水路延長は次のとおりである。

ブロック A 9,450m ブロック D 16,300m ブロック E 9,440m

i) 排水路付帯工

排水路には必要に応じて、落差工、合流工、道路横断工、護岸工、水路横断工（進入工）及び排水路よりガイレジ川などへの放流工を設置する。

「落差工」

落差高さが高ければ高いほど、下流の蛇籠による水路保護工の規模が大きくなり、かつ水路幅員が大きくなるので、耕地として利用できる面積が減少する。また、低すぎると落差工の数が多くなり工事費が高くなる。排水が現況の地表面から大きくかけ離れずに流れるためには、適切な

落差高さを選定しなければならない。ジンバブエでの他のプロジェクトなどを参考にして、落差高さを 60 cm とする。コンクリート壁と蛇籠を組み合わせた構造とする(基本設計図 No.32 参照)。

「合流工」

水路合流地点には、水勢による洗掘を防ぐため合流工を設ける。構造は布田籠とする。基本設計図 No.32 参照。

「道路横断工」

排水路と道路との交差部に横断工を設ける。構造は道路下に鉄筋コンクリート巻きのヒューム管を設置する暗渠構造とし、下流には布田籠を設置する。基本設計図 No.33 参照。

「護岸工」

排水路の屈折部には水勢による洗掘を防ぐため、護岸工を設ける。構造は布田籠とする。護岸範囲は、上下流とも約 2m づつとする。基本設計図 No.32 参照。

「水路横断工(進入工)」

耕作道路より、耕地に機械が入れるように、100m 毎に進入工を設ける。構造は鉄筋コンクリート巻きのヒューム管による暗渠構造とし、幅員は、3.0m とした。進入工は原則として、排水路のみに設置する。基本設計図 No.33 参照。

「放流工」

排水路の末端に小河川、ガイレジ川へ流すため、水勢を殺し小河川の土砂流亡を防ぐため放流工を設ける。構造は鉄筋コンクリートとし、形状は階段状にする。基本設計図 No.33 参照。

j) 農道及び付帯構造物

農道は、主要地方道とポンプ場間には大型トラックの通行を考慮して幹線農道を整備し、機器の搬入に対応した計画とする。灌漑耕区内には、農作業時及び水路巡回時等の通行を目的として支線農道を設置する。支線農道は原則として、全ての排水路沿いに設ける。

道路は盛土構造とし、幹線農道が全幅 5.0m、支線農道が全幅 3.0m とし、盛土高は幹線農道が岡場面上 30cm、耕作農道が 20cm とする。縦断勾配は 10%以下、横断勾配は 2%とし、砂利舗装を 10cm の厚さで行なう。有効幅員は、幹線農道が 4.0m、支線農道が 2.5m とする。

各ブロック毎の農道延長は次のとおりである。

表 3-6 農道調査

ブロック	幹線農道	支線農道
A	410m	7,380m
D	1,100m	16,790m
E	1,150m	8,930m

以上の計画方針に基づき、基本設計を行った結果、次表のと通りの工事数量となった。

	灌漑面積 (ha)	ポンプ機場	パイプライン	灌漑水路 (km)	7アム ² ノ ²
	ブロック A	115	φ200mm×3台 1機場	φ450mm～φ200mm 3.7km	11.21
ブロック D	203	φ300mm×3台 1機場	φ600mm～φ200mm 2.3km	16.24	780m ³ ×1
ブロック E	94	φ200mm×3台 1機場	φ400mm～φ200mm 2.0km	8.42	360m ³ ×1

	幹線道路 (km)	農道 (km)	排水路 (km)
	ブロック A	0.4	7.4
ブロック D	1.1	16.8	16.30
ブロック E	1.2	8.9	9.44

2)-3 機材計画

- ・現状では牛耕が行われているが、通年営農を行なうにはトラクターの導入が必要である。
各ブロックに1台の割合で調達する。

トラクターについては、AGRITEX は現在多数を保有しており、熟練したオペレーターも職員として採用されているので、保守・管理技術の面で心配はない。「ジ」国で最も普及し、スペアパーツ、消耗品の入手が容易な英国製品とする。

- ・灌漑ポンプ機器については、本案件の最重要施設であるので、4-1-5『資機材調達計画』で検討された、日本製品とする。

機材リスト

機材名	仕様
横軸両吸込渦巻きポンプ	φ200mm×75kw×3台(ブロックA)
横軸両吸込渦巻きポンプ	φ300mm×150kw×3台(ブロックD)
横軸両吸込渦巻きポンプ	φ200mm×75kw×3台(ブロックE)
トラクター	4WD 75HP×1台、(各ブロックに1台、スペアパーツ含む。)
アタッチメント	ロータリー、ディスクプラウ、リッジキ、トレー(各ブロックに1式)
ブルドーザー	1台クラス(ブロックD、スペアパーツ含む。)
自転車	普通型、空気入れ付き(各ブロック毎に4台)

2)-4 基本設計図

- ・本計画の基本設計図は、添付【基本設計図】を参照されたい。

3-4 プロジェクトの実施体制

3-4-1 組織

プロジェクトを担当する主官庁は土地・農業省 (Ministry of Lands and Agriculture) である。コミュニティランドなどで行われている灌漑プロジェクトの実施機関は、ポンプ施設や貯水池などの主要水源施設を維持管理する DWD と、それ以降の配水施設と灌漑水路、排水路、農道及び管理施設等を維持管理する AGRITEX の2局で構成されている。

通常、両者の業務境界点はフィールド・エッジと呼ばれる水源施設からの取水口となっており、ニヤコンバ地区の灌漑施設の場合は、ファームポンドから用水路への取水ゲート地点となっている。

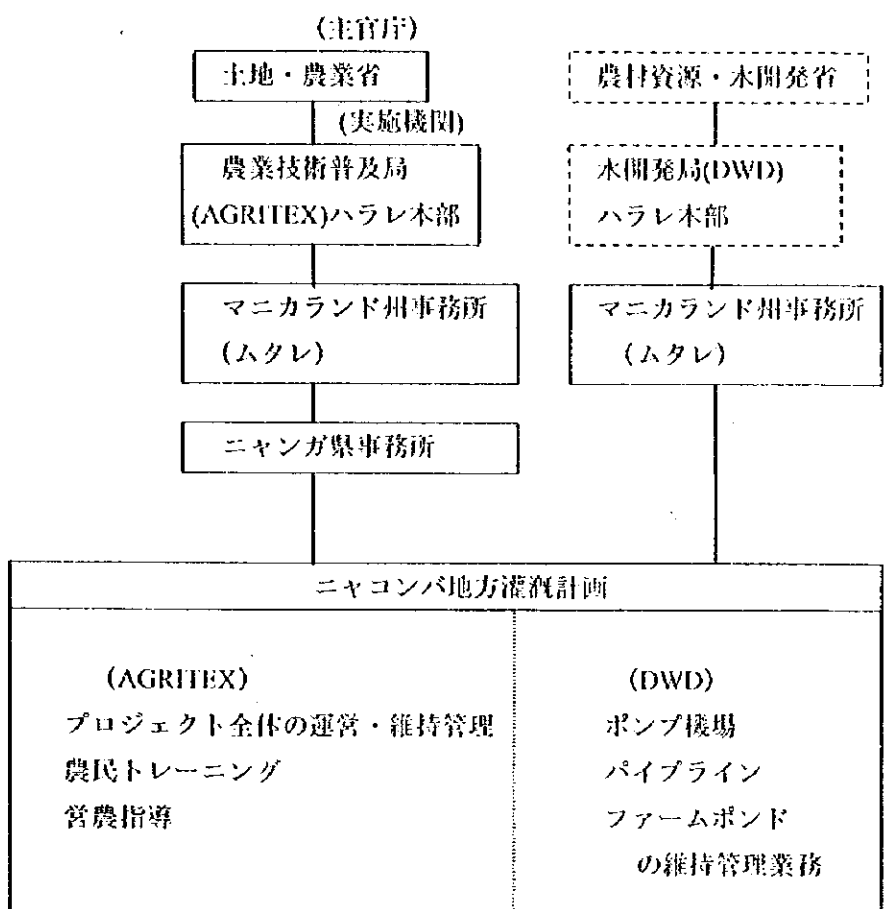
AGRITEX は全国的に、郡レベルの事務所を持ち農業普及技術者及び普及作業員を配属し、普及活動を行なっている。

本プロジェクト実施地区は、AGRITEX のニヤンガ事務所管内に位置しているが、天水農業地帯のためドライエリアとして分類されている。同事務所からフェーズ1の両ブロックにそれぞれ1名ずつの普及職員が派遣されている。一方、DWD はムタレ事務所が本地区を管轄している。ポンプオペレーター3名を雇い入れ、フェーズ1の機場に常駐させ運転・維持管理を行なわせて

いる。これらのオペレータは、DWD の準備した研修コースを受講し、合格と判定された者である。

主官庁及び実施機関の組織図は下記のとおりである。農村資源・水開発省の下部組織の DWD のマニカランド州事務所が本計画に直接関与する。図示のとおり、ポンプ機場、パイプライン、ファームポンドの建設には、DWD が許認可、施工指導などに関しての監督局となる。

主官庁及び実施機関の組織図



3-4-2 予算

土地・農業省に属する農業技術普及局 (AGRITEX) の最近 3 年間の予算状況は次のとおりである。当初の支出見積段階と最終予算では、旱魃対策費や ODA 費用の取り込みなどにより数字が変動している。

表 3-6 農業技術普及局 (AGRITEX) の予算推移*1)

予算項目	単位：1,000Z\$		
	1995/96	1996/97	1997/98
A. 人件費	93,879	140,70 (139,123)	0275,122
B. 旅費及び車両費	16,000	20,000 (14,765)	42,209
C. 事務経費	2,200	2,500 (2,563)	6,597
D. 研修、試験及び灌漑費*2)	103,600	4,210 (3,655)	45,171
E. 土地利用計画費	450	400 (251)	712
F. 建屋、造作及び機器費	200	230 (165)	1,186
G. 開発費*3)	11,852	14,078 (8,957)	28,643
合計	228,181	182,118 (169,479)	399,640

*1) 上段の数字は「支出見積書」の当初予算を示し、括弧内の数字は最終予算を示す。

*2) 旱魃対策費が大半を占める。

*3) 灌漑計画が大半を占める。

出典) Zimbabwe BUDGET ESTIMATES For the Year ending December 31, 1998

上表の予算項目の内、「研修、試験及び灌漑費」は灌漑普及、及び維持管理費を含む。

灌漑開発の実施費用は「G. 開発費」から拠出されるが、外国や諸機関からの援助資金等が繰り入れられる。

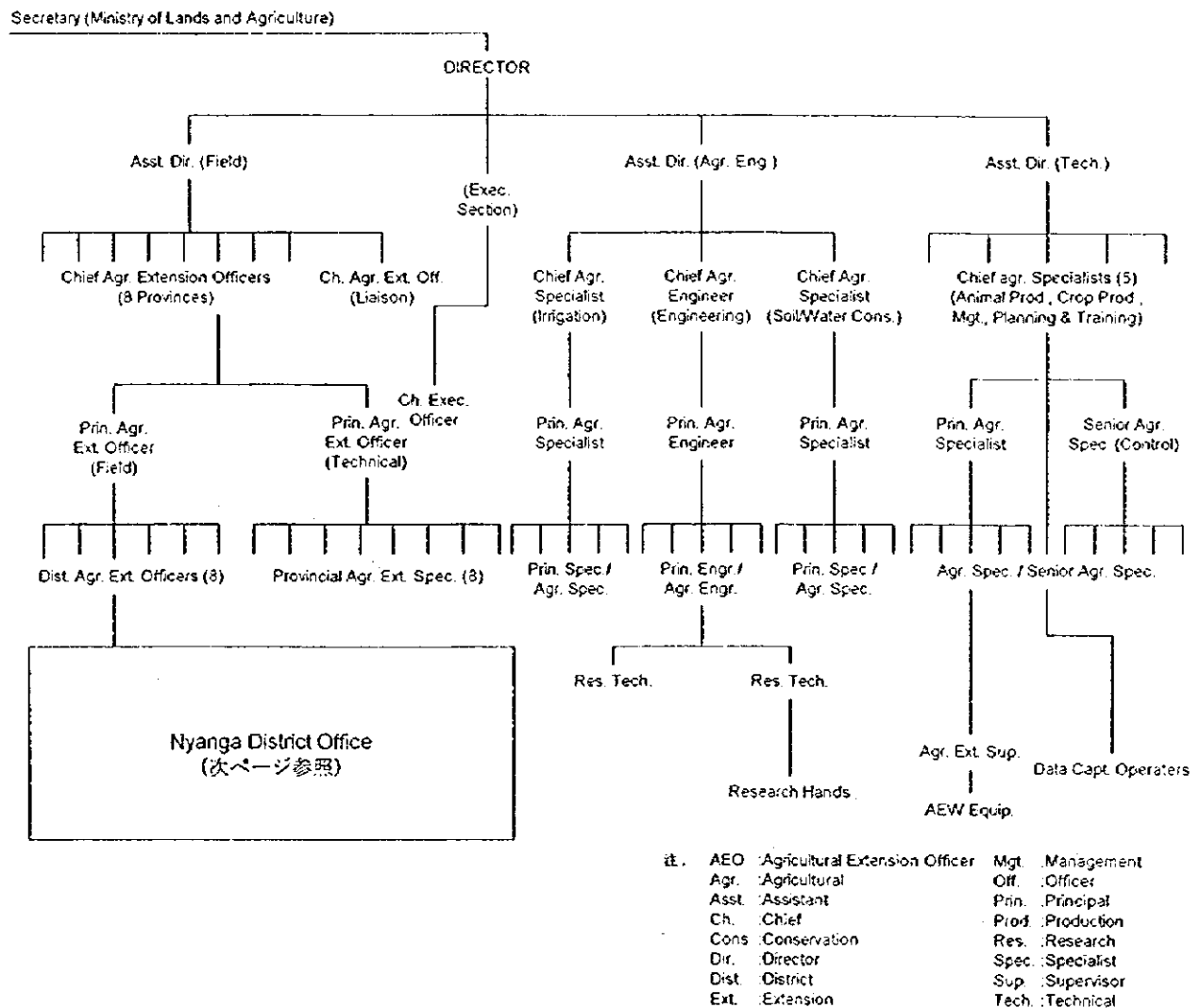
「ジ」国側は本地区に対する来年度(1999年)以降の予算は、日本側のプロジェクト実施に合わせて、「ジ」国側が用意すべき工事実施段階と維持管理段階の必要経費等、予算措置する事を確認した。

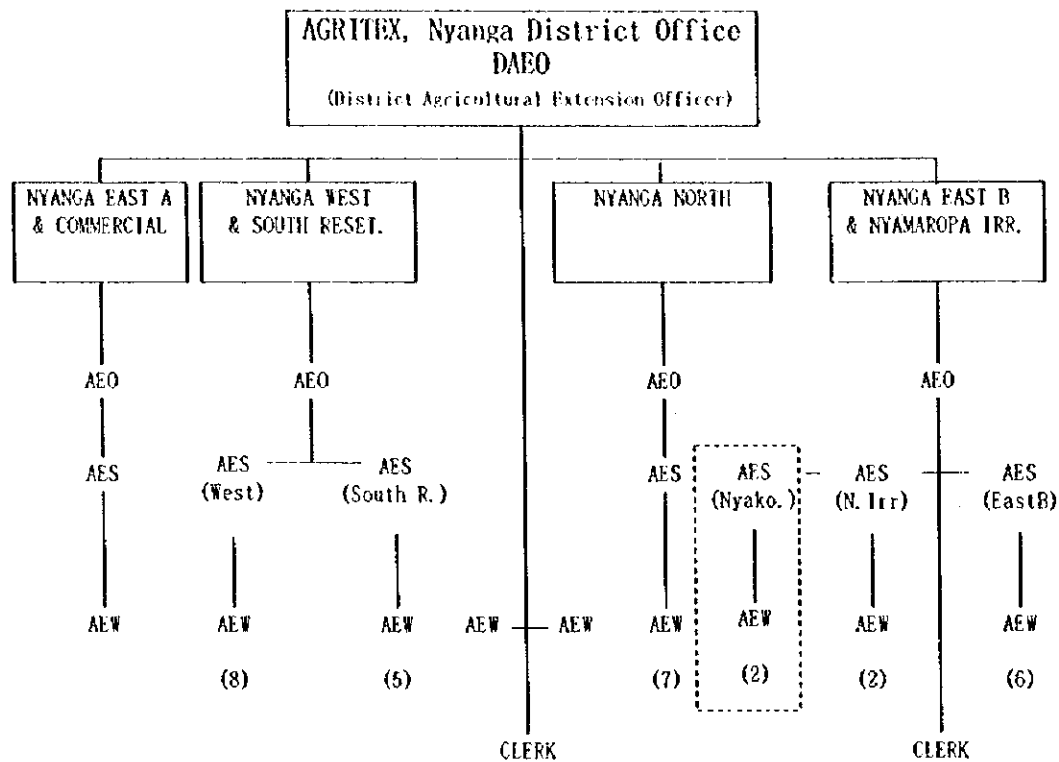
3-4-3 要員・技術レベル

本プロジェクト全体の運営・維持管理を直接担当する機関は、AGRITEX であり、本部（ハラレ）、マニカランド州事務所及びニャンガ事務所が関与し、現場レベルの諸問題に関しては、ニャンガ事務所が日常的に対応する。

AGRITEX の全体組織及びニャンガ事務所(AGRITEX, Nyanga District Office)の組織・要員状況は次のとおりである。

図3-1 AGRITEXの組織図





注) AEO : Agricultural Extension Officer

AES : Agricultural Extension Supervisor

AEW : Agricultural Extension Worker

括弧内数字は人数。数字が無いものは1人。

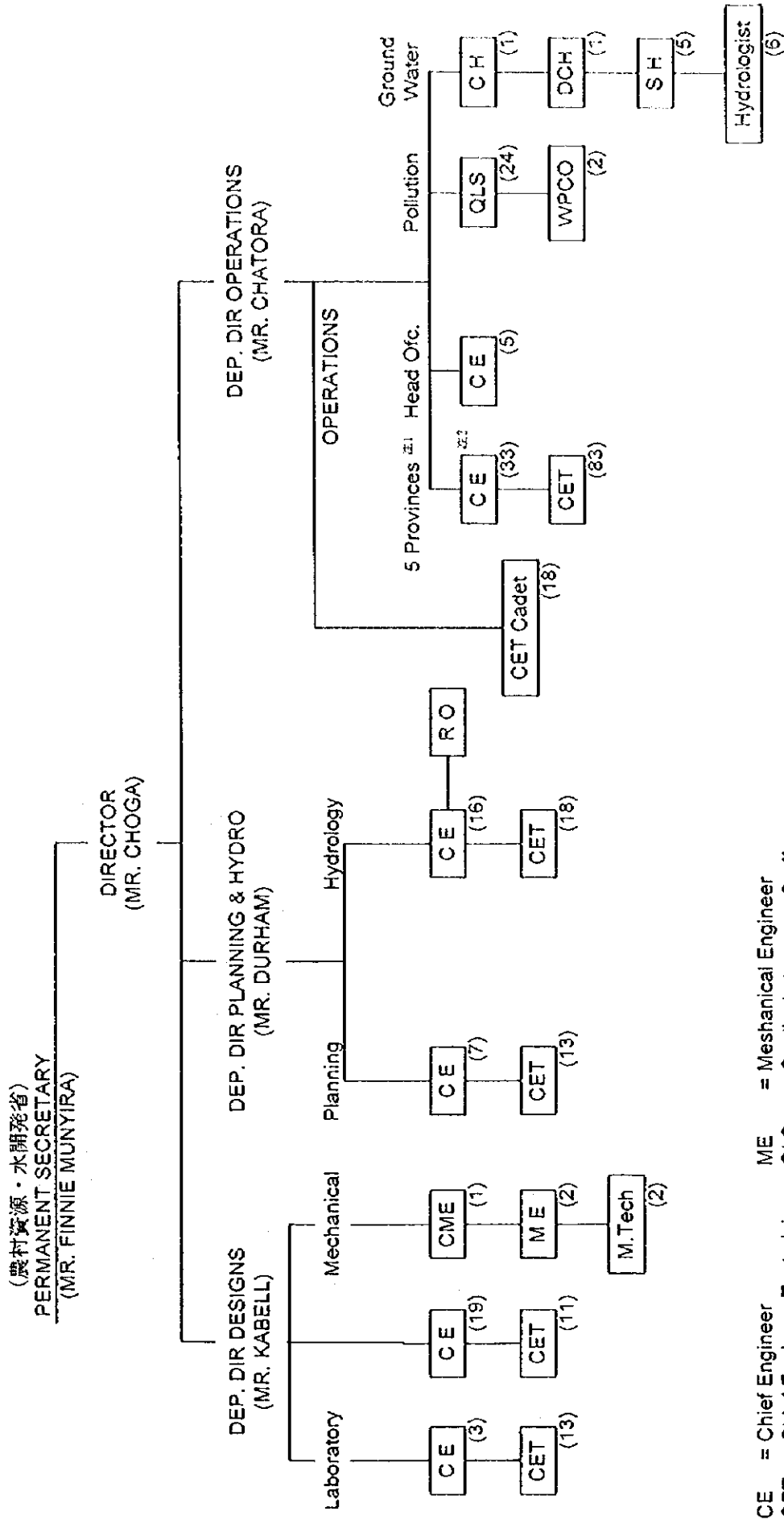
出典) AGRITEX ニヤンガ事務所

図3-2 AGRITEX ニヤンガ事務所組織・要員図

本プロジェクトフェーズ1のブロックB及びCの要員として、上表の中のAEWがそれぞれ1名ずつ割当てられ、ニヤコンバ地区に常駐している。DAEO以下の職員も本プロジェクト地区へ通っているため、要員は不足ない。ニヤンガ事務所の職員は、農業普及に関する豊富な経験を持っている。AGRITEXは組織がしっかりし、活発に活動している。AGRITEX本部へニヤンガ事務所等の職員を集めて研修を行い、各現場での解決困難な問題は、上級の部署が解決に当たる組織を有し、本プロジェクトに関して、「ジ」国側の技術レベルは充分と考えられる。

一方、DWDの組織、要員は次のとおりである。

図 3-3 DWD の組織図



(注1) 5 Provinces assisted by Admin. & Accounting Staff
 (注2) 本計画に関わるマニカランド州事務所の責任者はこの職位の中の一人で、Provincial Water Engineer と呼ばれる。
 () 内数字は1998年8月現在の人数

注.
 CE = Chief Engineer
 CET = Chief Engineer Technician
 CME = Chief Mechanical Engineer
 CH = Chief Hydrologist
 DCH = Deputy Chief Hydrologist
 DEP = Department
 DIR = Director
 ME = Mechanical Engineer
 QLS = Quality Laboratory Staff
 RO = Research Officer
 SH = Senior Hydrologist
 WPCO = Water Pollution Control Officers
 NUMBERS OF STAFF MEMBERS ARE SUBJECT TO CHANGE.

第4章 事業計画

第4章 事業計画

4-1 施工計画

4-1-1 施工方針

(1) 事業実施体制

本事業を日本政府の無償資金協力で実施する場合、「ジ」国政府の行政管轄区分に基づき、土地・農業省の農業技術普及局（AGRITEX）及び農村資源・水開発省の水開発局(DWD)の2局が実施機関となる。両局の担当する事業範囲は、全体の灌漑システムのフィールド・エッジと呼ばれる特別な境界点により区分される。本灌漑事業によるフィールド・エッジは、各ファームポンドの流出ゲートである。DWD は「ジ」国内の全ての表流水の開発と供給を統括している。従って、本事業では取水ポンプ場、送水管路施設及びファームポンドを管轄する。一方、AGRITEX は灌漑水路、排水路及び農道を含む地区内圃場整備及びプロジェクト管理施設を管轄する。

両局とも、灌漑開発事業の実施に多くの実績を持ち、マニラランド州ムタレには州事務所がある。AGRITEX は事業地区のニャンガ郡にも事務所を持っている。事業の実施に当たっては、これら州事務所がコンサルタントの協力の下に実質的な運営を行なう。

(2) 現地業者の活用

「ジ」国では、本案件規模の工事の下請け能力のある業者は、比較的多いが、大手業者は工事費が高く、中小業者ほど安くなるが、能力は幾分落ちる傾向にある。

工事に必要な建設機械は、下請け業者が保有している場合が多い。特殊機械などは他社から賃借することが可能であり、日本から機械を持ち込む必要はない。

下請け業者の選定に当たっては、DWD あるいは AGRITEX の工事施工の実績があること等の条件の下に、適切な業者を選ばなければならない。

(3) 技術者派遣

技術者派遣については、ポンプの据え付け及びそれにかかる電気設備工事に対して必要と考える。ポンプ施設は本プロジェクトの中で最も重要な施設であるが、一方専門的な、特殊工種でもある。「ジ」国内では、本件で採用しているような高揚程ポンプの設置のできる熟練工は少なく、ポンプ据え付け等の特殊工事期間には専門技術者を派遣する必要がある。

4-1-2 施工上の留意事項

(1) 労働法規

「ジ」国内で建設業を行なう場合、労働条件、賃金等は「建設業雇用評議会」(National Employment Council for the Construction Industry of Zimbabwe) の定める規則に従わなければならない。賃金は各職種毎に時間給として定められている。特別な場合を除いて、全ての労働者はこの定め通りの賃金を得て、就労している。この規則の中で特に注意を要する事項として、年末年始の約20日間の一斉休暇(Shut down Period)があり、工程的にも充分配慮する必要がある。

(2) 施工期間

計画地区では、特に降雨量の多い12月～2月にガイレジ川の水位が乾期に比し約10m上昇する為、その時期までに機場が完成しなければ、建設中の機場下部工の浮上あるいは浸水などの被害の可能性が高い。

上記の施工期間についての制約を十分考慮して、本計画の施工計画を立てることが必要である。

(3) 道路通行止め

本計画地を縦貫する Nyamaropa-Elim 道路は主要地方道であり、本道路を横断するパイプライン等の構造物を建設する際も、交通を遮断することはできない。従って、工事中は少なくとも片側通行を確保し、交通整理などの配慮をすることが必要である。

(4) 河川仮締切り

ポンプ場建設に当たり、ガイレジ川を締め切る必要がある。同河川は乾期は水深が浅く、流速も小さいので、土糞と土砂の撒き出しによる工法を採用する。この工法は、河川内に土糞で堤を築き、その内部を土砂で埋めて止水を行なうものである。これらの材料は、工事終了時に撤去しなければならないが、その際、川に流失しないように十分注意しなければならない。仮締切り工事の施工計画については、綿密に請け負い業者と打合せ、計画的に施工が為されるよう注意深く施工監理する必要がある。

4-1-3 施工区分

本事業実施の際の「ジ」国側と日本側との施工区分は、フェーズ1と同様にポンプ場建設やパイプライン敷設等の主要工事は日本側の分担となるが、地区内レベリング工事等は「ジ」国側の負担となる。「ジ」国側の負担工事をまとめると次のとおりである。

- ・ブロックA、D、Eへの送電線引き込み（各ブロック各々延長 0.5km, 3.7km, 4.2km）と変圧器の設置工事。
- ・各ブロックへの家畜の侵入防止のためのフェンス工事。（ニヤコンバ地区では、伝統的に、乾期には山羊、牛等の家畜を囲場に入れて飼育してきた。今後、囲場には年中作物が栽培されているので、作物防護のためフェンスが必要である。）
- ・各ブロック内の囲場レベリング工事。

4-1-4 施工監理計画

(1) 基本方針

実施設計及び施工監理は、両国間のE/N調印後、施主の土地・農業省とコンサルタント間で締結される業務契約に基づき、日本法人のコンサルタントが実施する。

業務契約書は当該E/Nに基づいて作成され、日本国政府の承認を受けた後に契約が発効する。

コンサルタント契約は、実施設計業務と施工監理業務に大別され、その業務内容は次のとおりである。

1) 実施設計業務内容

- ・実施設計
- ・入札に係る諸手続き及び土地・農業省と日本法人請負業者の工事請負契約締結に係る提言

2) 施工監理業務内容

- ・工事期間を通じて、よく現場状態を把握し、全ての工種に関して品質管理、工程管理、出来高管理及び安全管理を行うものである。

(2) 施工監理の留意点

1) 品質管理 (Quality Control)

コンクリート構造物の建造や盛土の施工段階において、部分的な仕上がりの品質にばらつきが生じるため変動の状態を検査し、品質向上のため必要に応じて統計的手法等を用いて是正の処置をとる。また定期的に材料試験を実施し、使用材料の基準への適合性を確認する。合理的な作業方法確立して品質に対する信頼性を高めるとともに、施工の経済性を図ることに留意する。

2) 工程管理 (Operation Control)

建設業者から提出された計画工程と実際の工事の進行状況とを比較検討し、進捗度の調整を図る。特に、労働力、機械設備、資材などを最も効率よく活用しながら、工期内に工事が予定どおり完成するよう施工過程を管理することが必要である。

3) 出来高管理 (Control of Finished Work Quality)

工事の進行に伴い、出来上がった部分の寸法、凹凸、基準高、勾配などを測定記録し、あるいは施工過程を確認するために写真撮影を行う。これらの出来高結果から施工の精度および施工技術の度合いをチェックし、その後の工事の管理に役立たせる。

4) 安全管理 (Safety Control)

安全は全てに優先することを念頭において、管理を進めるものとする。とかく仮設工はおろそかにされがちであるが、計画通り正しく施工させ、労働者の安全を図るものとする。

(3) 施工監理体制

施工監理時の施工監督者の配置は、工事内容が多岐・広範囲にわたることから、常駐監理とする。施工監督者の専門性は、本工事が灌漑施設や圃場整備工事が主体となるプロジェクトであることから、農業プロジェクトの事業実施に経験を有する農業土木等の技術者を充てる。

4-4-5 資機材調達計画

本計画に必要な資機材の調達は以下の方針で行う。

(1) 調達機材

1) 灌漑ポンプ機器 (ポンプ、モーター、付属機器等)

本計画のポンプは高揚程ポンプであり水撃圧の対策が必要な形式となるため、現地業者では製作・調達は納期の点からも困難である。ヨーロッパ製のもので対応可能なものもあるが、ポンプと電気設備(制御設備)を別々に、異なる会社に注文しなければならず、両者の仕様及び納期などの整合性を図ることが極めて困難である。又、ヨーロッパにおいて、工場出荷に先立つ性能試験に立ち会い、その性能を確認することは外国への出張が必要となり、さほど容易ではない。

これに対し日本製の場合、ポンプと電気設備(制御設備)を同一のメーカーに注文でき、両者の組み合わせの調和をはかることが容易である。工場での性能試験にもコンサルタントが立

ち会い、その性能を確認できる(フェーズ1でも実施した。)。納期については、一社が責任を持つので信頼できる。維持・管理の面でも、代理店が南アにあるので、部品等の入手は容易であり、導入に対しては問題ないと考えられる。以上から日本製品を調達する。

2) 電気設備機器

ポンプの運転に必要な操作盤等についても、ポンプと連動した運転システムに基づいた整合性のある設備を導入する必要があり、ポンプ設備と同様に日本製機器の調達とした。

3) 農業機械

本計画の中型トラクターは現地でも販売代理店を通じて調達可能である。市場に流通しているトラクターとしては欧米や日本製のものが多い。フェーズ1では欧米製のものを調達しており、販売代理店から部品等の購入も容易な同タイプのものを調達する。アタッチメントについても調達可能であり、トラクター本体と併せて調達する。

4) 圃場整備機械

ブロック D に導入予定の中型ブルドーザーは、部品も含め現地の販売代理店を通じて調達することが可能である。

5) その他機材

ポンプオペレーターがポンプ場とファームポンドの巡回点検等の際に使用する自転車をフェーズ1と同様に現地調達する。

6) 予備部品

以上の機材を十分に稼働させるために、頻度の高い消耗品や必要と思われるスペアパーツ(オイル、各種フィルター、ファンベルト、シール等)を、およそ2年間分調達する。

7) 調達ルート

「ジ」国は内陸国であることから、日本からの調達機材は近傍の商業港であるモザンビークのベイラまで船便で輸送する。ベイラからマニカランド州の州都ムクレまでは350 km の距離があり、道路の他鉄道も整備されている。ベイラ港の設備も問題なく、「ジ」国に輸入されている原油はベイラ港からムクレまで敷設されているパイプラインで直送されている例など、荷揚げ面でも問題はない。

8) 機材の引渡し

すべての機材は、各建設地点及び配布地点まで運搬され、据え付けや必要な試運転後に管理者・組織へ予備部品とともに引き渡される。また、操作や点検マニュアルの英語版も併せ

て引き渡す。

主な調達機材の仕様、数量、調達先をまとめると次のとおりである。

表 4-1 調達機材の調達先

機材項目	数量	調達先
[灌漑ポンプ機器] ・ポンプ、モーター、付属品等	一式	日本
[電気設備機器] ・受電盤、起電盤、分電盤、付帯工	一式	日本
[農業用機械] ・農業トラクター、4WDディーゼルタイプ、75HP ・アタッチメント：ロータリー、ディスクプラウ、リジヤ、トレー	1台 各1台	現地 現地
[その他機材] ・ブルドーザー 14tクラス ・アタッチメント：一式	1台 一式	現地 現地

ブルドーザー及びそのアタッチメントはブロックDのみに適用し、その他機材は3ブロック共通。

(2) 工事用資機材

1) 工事用資材

工事用資機材は可能な限り現地調達とする。ポンプ場からファームポンドまでの送水管として使用する強化プラスチック管 (FRP) や特殊な異形管も現地の販売代理店で調達でき問題はない。

2) 工事用機械

本計画に必要とされる建設機械に特殊なものは無く、現地でリースで調達でき、日本や第三国から持ち込む必要は無い。

4-1-6 実施工程

(1) 実施スケジュール

基本設計終了後、事業実施迄の所要期間は、各ブロック共通で、詳細設計、入札図書作成、入札及び審査、工事請負契約までに約4.5ヶ月間を要する。工事所要期間は、自然条件、現場条件、労働条件、施工法、経済性等諸条件を考慮して、ブロックDは約11ヶ月間、ブロックAとEはそれぞれ約10ヶ月間として計画する。

又、各ブロックの優先順位を考慮すると、ブロック D, A, E の工事順位が考えられる。

各ブロックの工種と工事量は以下のとおりである。

・ブロック D 工事 (A=203 ha)

	工種	工事量
日本側負担工事	ポンプ場工事	1 箇所
	送水管・ファームホト工事	1 式
	灌漑・排水路工事	1 式
	道路工事	1 式
	農業用及び圃場整備機械調達	1 式
	簡易集出荷場	1 棟
「ジ」国側負担工事	送電線引き込み・トランス据付工事	1 式
	圃場整地・フェンス工事	1 式

・ブロック A 工事 (A=115 ha)

	工種	工事量
日本側負担工事	ポンプ場工事	1 箇所
	送水管・ファームホト工事	1 式
	灌漑・排水路工事	1 式
	道路工事	1 式
	農業用機械調達	1 式
	簡易集出荷場	1 棟
「ジ」国側負担工事	送電線引き込み・トランス据付工事	1 式
	圃場整地・フェンス工事	1 式

・ブロック E 工事 (A=94 ha)

	工種	工事量
日本側負担工事	ポンプ場工事	1 箇所
	送水管・ファームホト工事	1 式
	灌漑・排水路工事	1 式
	道路工事	1 式
	農業用機械調達	1 式
	簡易集出荷場	1 棟
「ジ」国側負担工事	送電線引き込み・トランス据付工事	1 式
	圃場整地・フェンス工事	1 式

本工事の実施工程計画表（日本側負担工事）は図 4-1 のとおりである。

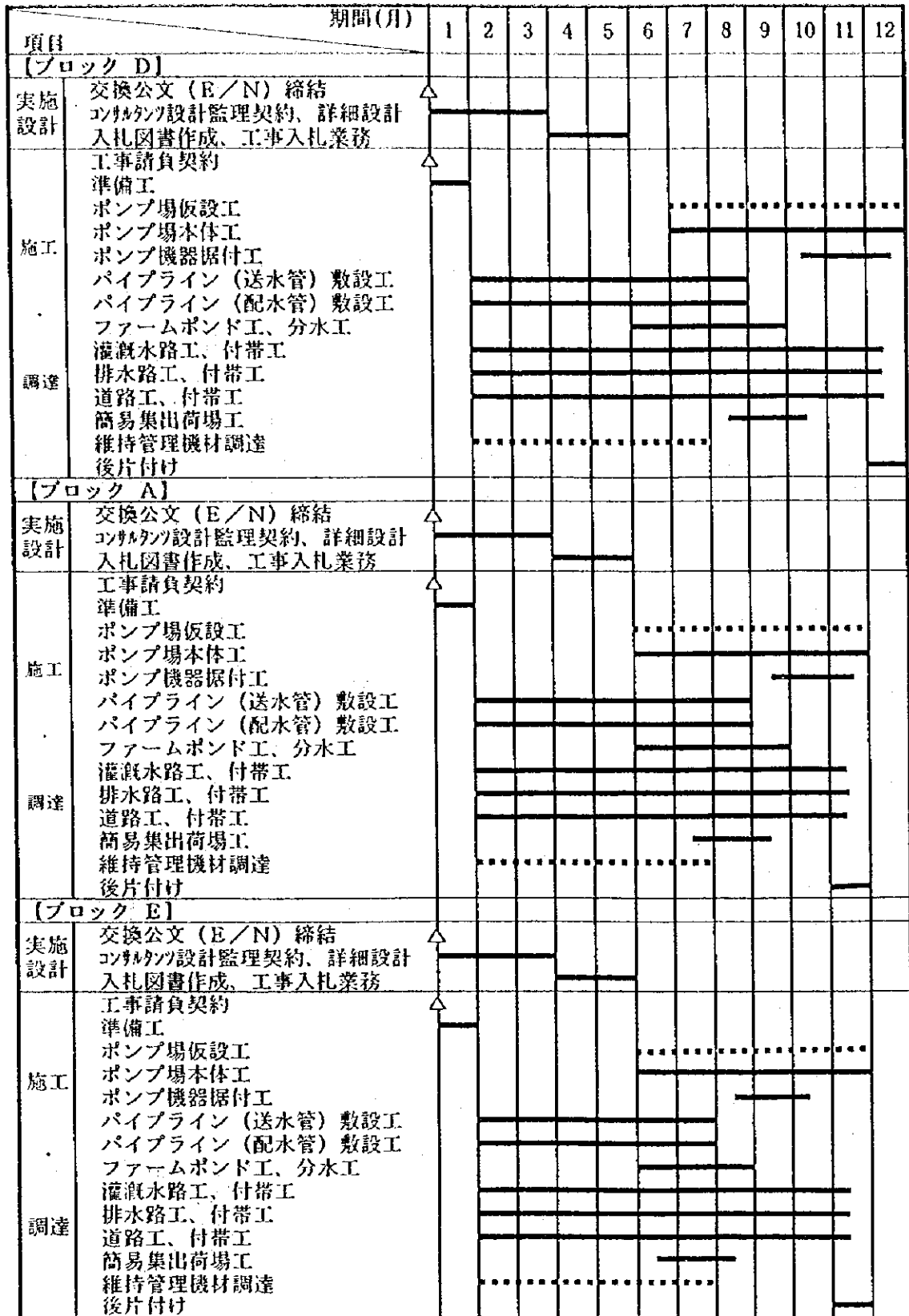


図 4-1 実施工程計画表(日本側負担工事)