

国際協力事業団

No. 01

ブータン王国  
農業省

ブータン王国  
パロ谷農業総合開発計画  
基本設計調査報告書  
(フェーズⅢ)

平成4年10月

北海道開発コンサルタント株式会社

無調一

CR(3)

92-132



JICA LIBRARY



1101076(6)

24344



国際協力事業団

ブータン王国  
農業省

ブータン王国  
パロ谷農業総合開発計画  
基本設計調査報告書  
(フェーズⅢ)

平成4年10月

北海道開発コンサルタント株式会社

国際協力事業団

24344

## 序 文

日本国政府は、ブータン王国政府の要請に基づき、同国のパロ谷農業総合開発計画にかかる基本設計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いたしました。

当事業団は、平成4年4月7日より5月7日まで、外務省経済協力局無償資金協力課 西村元伸氏を団長とする基本設計調査団を現地に派遣いたしました。

調査団は、ブータン王国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクト・サイト調査を実施いたしました。帰国後の国内作業後、外務省経済協力局無償資金協力課 北沢寛治氏を団長として平成4年8月26日より9月5日まで実施されたドラフト・ファイナル・レポートの現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

本報告書が、本プロジェクトの推進に寄与するとともに、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ります。

終わりに、本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4年10月

国際協力事業団  
総裁 柳谷謙介



## 伝 達 状

国際協力事業団

総裁 柳谷 健介 殿

今般、ブータン王国におけるパロ谷農業総合開発計画基本設計調査（フェーズⅢ）が終了致しましたので、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より、弊社が、平成4年3月16日より平成4年10月16日までの7ヶ月に亙り実施してまいりました。今回の調査に際しましては、ブータン王国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検討するとともに、日本の無償資金協力の枠組に最も適した計画の策定に努めてまいりました。

なお、同期間中、貴事業団を始め、外務省、農林水産省関係者には多大のご理解並びにご協力を賜り、お礼を申し上げます。また、ブータン王国農業省並びに関係各省関係者、および在インド国JICA事務所、在インド国日本大使館の貴重な助言とご協力を賜ったことも付け加えさせていただきます。

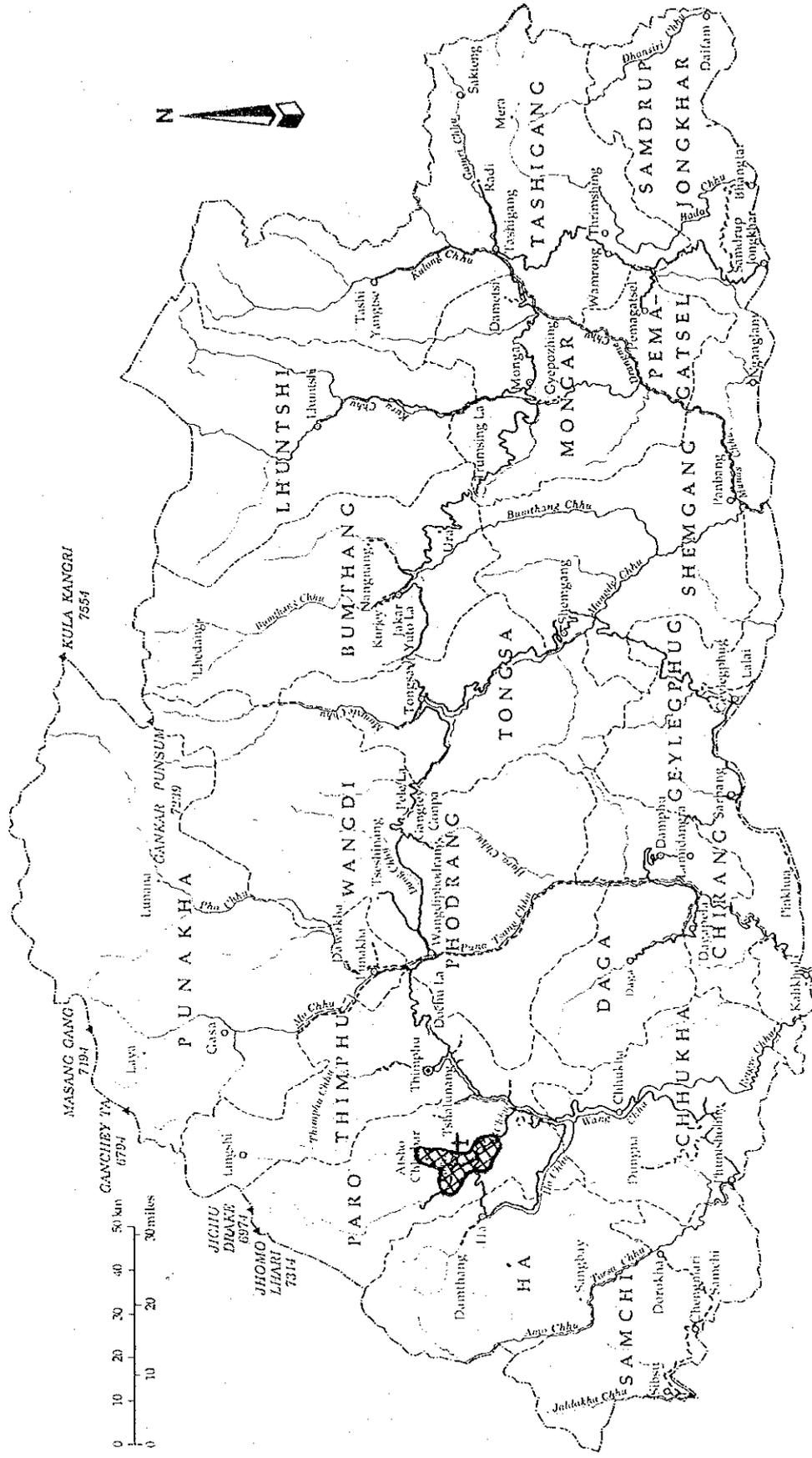
平成4年10月

北海道開発コンサルタント株式会社

パロ谷農業総合開発計画基本設計調査団（フェーズⅢ）

業務主任 星井 馥

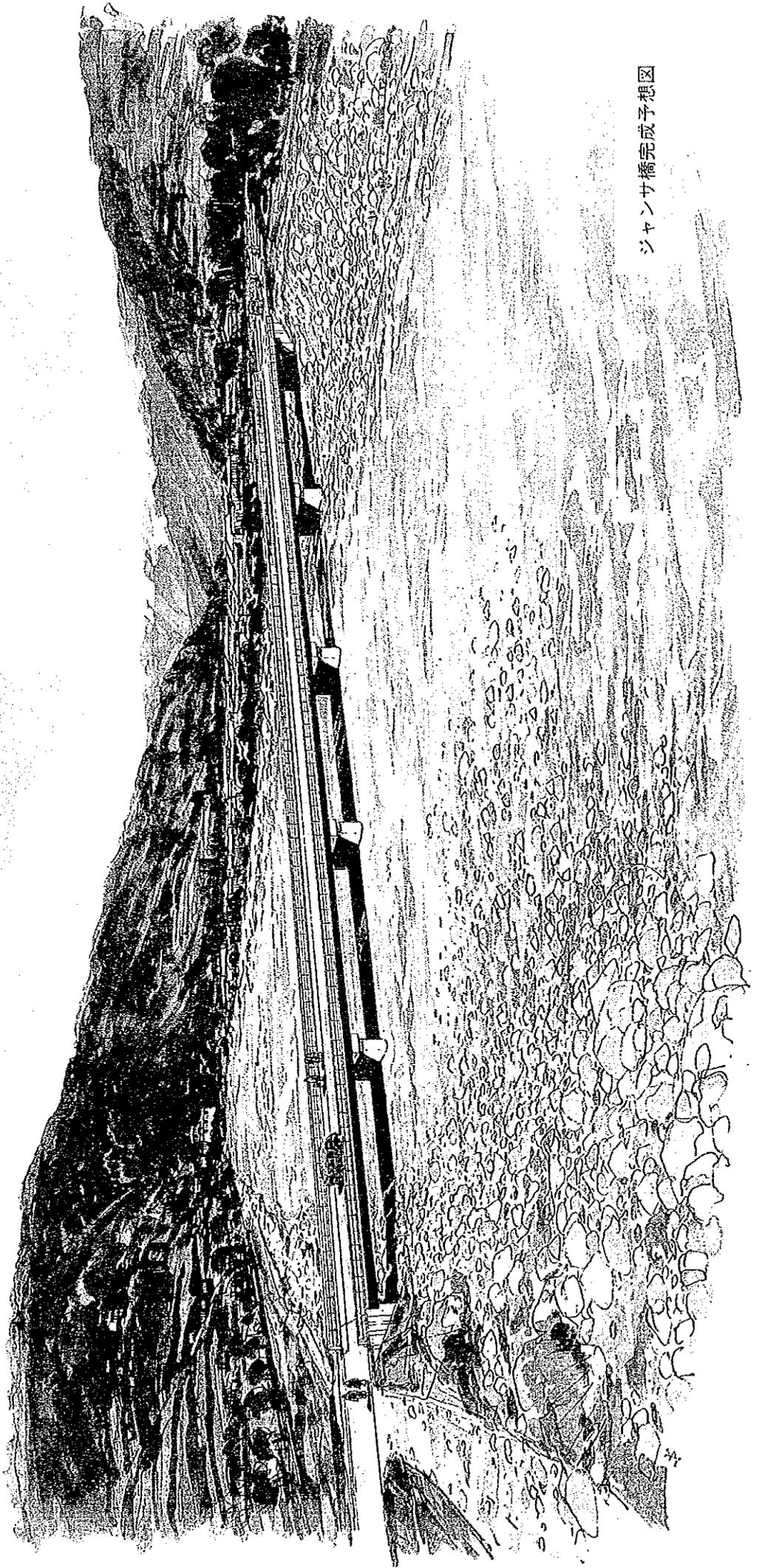




位置图



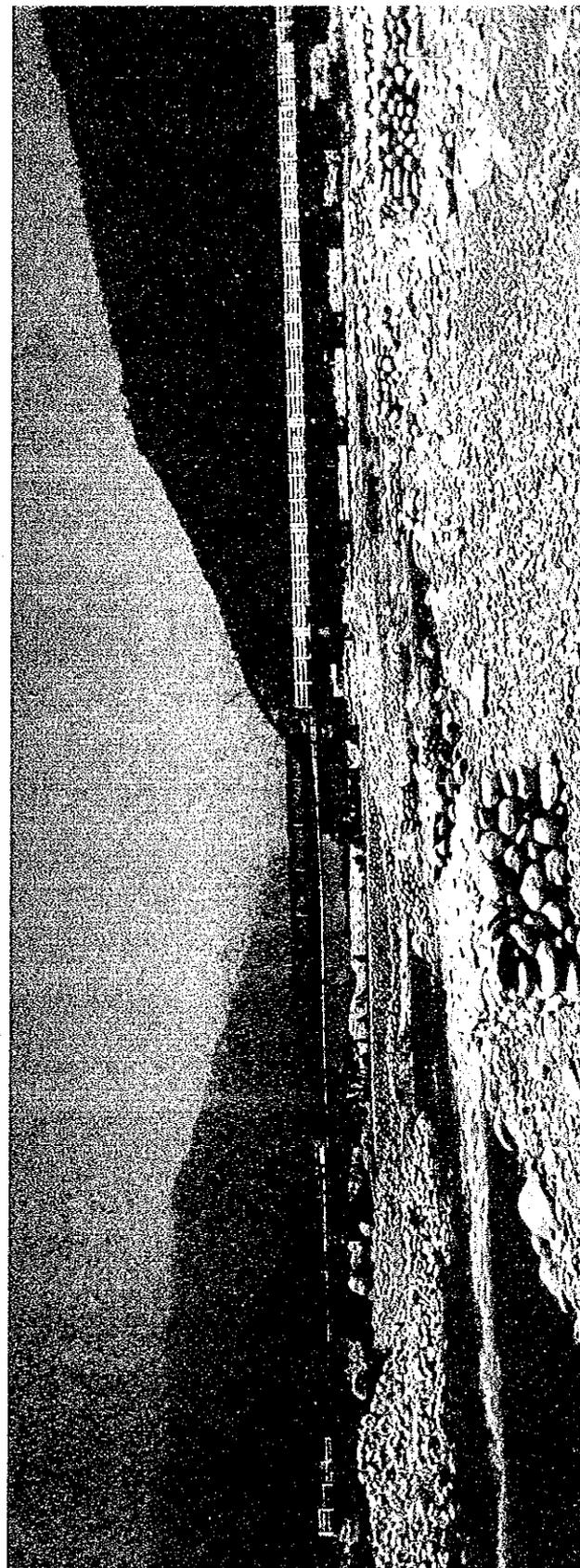
ジャンサ橋完成予想図







事業中心地域 [パロ川 (左河川) とドティー川 (右河川) の合流地点]



ジャンサ橋 [トラス橋による仮復旧]



## 要 約

ブータン政府は、第6次計画（1987～92）で目標を経済自立とし、その実現のために地域毎の自立が重要であるとし、全国で5ヶ所の農業重点開発地区を選定し農業関連施設の整備を計画・実施してきた。パロ谷農業開発計画は、この重点開発地区の一つである。ブータン政府の要請を受けFAOアジア太平洋地域事務所が同開発計画のため、1987年に事前調査を実施した。この事前調査の結果に基づきブータン政府はわが国に無償資金協力の要請を行い、これを受けて日本政府は基本設計調査の実施を決定し、JICAが1988年に事前調査団を派遣した。さらに、この結果に基づき2期のフェーズに分けた基本設計調査を1989年に実施した。この基本調査設計では、農業関連施設（灌漑施設・農道・河川護岸・圃場整備）および建設機械供与を5期のステージに分割して実施することを決定した。引き続き1992年3月迄に2ステージの実施が完了した。予算の都合上、工事は2年間の中断後、1993年から残りの3ステージについて実施する予定であった。

一方、ステージ「1.2」の工事实施中の1991年9月に起きたパロ川の増水で、同河川に架かるジャンサ橋が落橋したためブータン政府はわが国に橋梁新設の無償資金協力を要請してきた。

この要請に基づき日本政府は、基本設計調査の実施を決定し、JICAが外務省経済協力局 無償資金協力課 西村元伸氏を団長とする基本設計調査団（フェーズ-Ⅲ）を1992年4月7日から5月7日に至る31日間現地に派遣した。

本調査のおもな目的は、下記2項目にある。

- ① 先に決められた農業関連施設の建設および建設機械の供与に関して、前回の基本調査設計時点から工事实施までの経過時間が長く、建設資機材・人件費等の変化および社会状況・現地の変化が予測されるための再調査・再検討
- ② 新規に要請のあったジャンサ橋の調査設計

調査団は上記に係る基礎的調査を行った他、事業実施方針を初めとする基本事項について関係省庁である農業局、道路局と協議し了解を得た。

農業省との協議段階で、予定されていた圃場整備工事の取り下げ、建設機械供与の内容変更および農道追加工事の申し入れがあった。建設機械については詳細検討を要するとの判断から帰国後の検討項目とし、圃場整備の削除・農道追加工事については申し入れを受けるものとした。

帰国後これらの調査結果、申し入れ事項に基づき基本計画が策定され、その内容がドラフトレポートにまとめられ、1992年8月26日から11日間、現地に派遣されたドラフトレポート説明調査団によってブータン国側に説明され、基本的な了承を得た。

フェーズIII調査の結果、無償資金協力として決定された内容はステージ毎に以下の通りである。

### ステージ「1.3」

橋 梁 : ジャンサ橋架替え

・ 形式規模 ; 橋 長 : 100m

径 間 : 5 径間

下部工 : RC構造(直接基礎)、橋台2基、橋脚4基

上部工 : 鋼製Hガーダー単純桁

・ 付帯工事 ; 橋台保護築堤工事、護床工事、用水路修復工事、取付道路工事、  
旧橋撤去

農 道 : Site 2 (パロ川左岸沿い) ; Bamdoley-Jangsa(Jangsa Bridge) (L=6.2km)  
上層路盤工を除く

河川護岸 : Site 2 / Bamdoley-Jangsa(Jangsa Bridge) (L=6.2km\*)

建設機械調達(その1) : (コンクリート工事の強化)

ミキサトラック	2.2m <sup>3</sup>	2台	コンクリート運搬
ホイールローダー	1.2m <sup>3</sup>	1台	プラント内資材小運搬
モーターグレーダー	86ps, フロート幅2.8m	1台	不陸均し、敷き均し
高圧洗浄機		1台	洗車用
コンクリート試験機	100ton	1台	コンクリート強度試験

### ステージ「2.1」

灌漑施設 : No. 19 / Chendo Chukha (L=2,991m\*)、コンクリート取水堰

No. 21 / Bamdoley (L=1,904m\*)、石積み取水堰

No. 28 / Rema Thangyul (L=837m\*)

No. 13 / Sharimochu (L=1,230m\*)、コンクリート取水堰

No. 14 / Gangyul (L=2,547m\*)、コンクリート取水堰

農 道 : Site 2 (パロ川左岸沿い) ; Bamdoley-Jangsa(Jangsa Bridge) (L=6.2km)  
上層路盤工のみ

Site 7 (パロ川左岸川沿い) / Chorten-Sarpa-Deankha (L=3.4km)

河川護岸 : Site 7 / Chorten-Sarpa-Deankha (L=3.4km\*)

建設機械調達（その2）：

ブルドーザー	21ton	1台	掘削、押し土
同上	15ton	1〃	同上
バックホー	0.6m <sup>3</sup>	2〃	土砂掘削
同上	0.2m <sup>3</sup>	1〃	同上
ダンプトラック	11ton	5〃	土砂運搬
振動ローラー	10ton	1〃	盛土転圧
ピックアップ	4輪駆動	1〃	補助運搬、人員移動
移動式クラッシャー	10t/hr	1式	道路敷砂利生産
スペアパーツ		1〃	

ステージ「2.2」

灌漑施設：No. 8 / Tshetey Yuwa (L=667m\*)、コンクリート取水堰

No. 6 / Serekha (L=1,398m\*)、コンクリート取水堰

No. 1 / Shaba Shengo (L=1,906m\*)、木工沈床取水堰

No. 4 / Dujey Dingkha (L=1,672m\*)、木工沈床取水堰

No. 3 / Shaba Bara (L=2,240m\*)、木工沈床取水堰

農道：Site 1 (ドティー川左岸上流) / ステージ「1.2」終点から(L=1.4km)

Site 3 (パロ川右岸山裾沿い) / Satsam Chorten-Taju (L=8.6km)

Site 4 (パロ川右岸、ゾン～空港) / Nyemizam-Khangku (L=1.7km)

Site 6 (パロ川右岸山裾) / Bondey-Gyebjana (L=1.7km)

河川護岸：Site 1 (ドティー川右岸上流) / ステージ「1.2」終点から(L=1.4km\*)

Site 4 / Nyemizam-Khangku (L=1.7km\*)

Site 5 / (Gyebjana Rongchu川右岸) (L=2.05km\*)

注：(\*)は区間延長を示すもので、工事実延長ではない

：灌漑施設に示すNo. は要請時点の水路番号である

：農道に示すSiteは前フェーズで命名した番号と同じである

本計画の実施は、ブータン政府農業省農業局が担当する。現場実施機関としてはパロに本拠地を置くパロ谷農業開発プロジェクト事務所がその任を受け持つ。本計画に含まれる橋梁建設は本来道路局の管轄であるので、実施に際しては道路局スタッフが前記プロジェクト事務所に参画し、技術面のサポートを行う。

計画実施後の灌漑施設の維持管理は、各ステージの実施に相い前後して設立される水利用組合によって行われ、農道・河川護岸・橋梁の維持管理は、県庁によるものとする。

なお、建設機械・プラントの維持管理は、計画実施中においてはパロ谷農業開発プロジェクト

事務所が行う。本計画実施完了後は農業局の管理下に入ることになるが、具体的な組織は決定されていない。機械等の供与目的から、本計画完了後もパロ谷農業開発プロジェクト事務所を存続させ、これらの機械等を管理する他、緊急度・重要度が比較的低かったため本開発計画に取り込まれなかった施設の建設、整備を逐次実施することを提案する。

工事に際しては、本計画の以前のステージで供与された機械やプラント及び今後のステージで供与される機械を修理費・燃料費・オペレーター人件費・保険料を負担の上で、ブータン側から貸与を受け実施する。

この計画実施においてブータンは、計画・仮設用地の無償提供、資機材の輸入に関する通関手続きと税金の免除、およびプロジェクト事務所の運営等を行う。ブータン側が工事費負担をするものとしては、プラント用敷地造成、電力仮設供給のみである。その他計画上想定される農道取付道路、橋梁照明器具・配線等については本計画に含めていないので、ブータン側が独自に施工しなければならない。

以上の工事に必要な概算工事費は以下の通りである。

ステージ	日本側工事費	ブータン側工事費	
「1.3」	908百万円	277万円	( 527千Nu.) (橋梁仮設敷地造成)
「2.1」	828百万円	238万円	( 453千Nu.) (プラント敷地造成)
「2.2」	778百万円	740万円	(1,410千Nu.) (同上及び道路補修)

必要な工期は、ステージ「1.3」が橋梁工事のため15ヶ月を要するが、残る2ステージは12ヶ月と考えられる。なお、灌漑施設工事は耕作期である雨期を除いた9ヶ月で計画した。

本計画全体の効果としては、以下に示す米および換金作物の年当たりの増産が考えられる。

米	900ton
ジャガイモ	2,800ton
リンゴ	3,400ton

上記増産分は今年度の庭先価格にして約2億6千万円、1農家当たり平均で約14万円に相当する。この農家所得の増加は、生活向上はもとより農業投入資材や農機具等の購入にも当てられ生産性の向上が期待される。さらに地区の経済的自立のモデルとして国家開発計画の推進に貢献するものと思われる。

さらに、ジャンサ橋の架け替えは、本計画の工事実施を確実にするばかりでなく、地域の交通上の重要な社会インフラであり、農道の新設と相俟って、迅速な農産物出荷を可能にする等の効果を担っている。

これらから、本計画を日本政府が無償資金協力で実施することの意義は大きいと判断される。

# 目 次

序 文	
伝達状	
位置図	
要 約	
第1章 緒 論	1
第2章 計画の背景	3
2.1 ブータン王国の概況	3
2.1.1 一般国情	3
2.1.2 人口	7
2.1.3 経済・財政	7
2.1.4 産業	9
2.1.5 援助の動向	11
2.2 関連計画の概要	12
2.2.1 国家開発計画	12
2.2.2 当該地域開発計画	16
2.3 農業及び関連セクターの概況	19
2.3.1 農業の現況と問題点	19
2.3.2 第6次5ヶ年計画の農業部門の概要	21
2.3.3 第7次5ヶ年計画の農業部門の概要	24
2.3.4 道路交通の現況	27
2.3.5 過去の交通整備計画の概要	29
2.3.6 第7次5ヶ年計画の道路部門の概要	30
2.3.7 農業の発展方向と本計画の関連	31
2.4 パロ谷農業総合開発計画の概要	33
2.4.1 計画の経緯	33
2.4.2 計画の概要	34
2.4.3 計画の現状	36
2.5 要請の経緯と内容	37
2.5.1 要請の経緯	37
2.5.2 要請の内容	37

第3章 計画地域の概要 .....	43
3.1 計画地域の位置及び社会・経済事情 .....	43
3.2 自然条件 .....	43
3.2.1 地形 .....	43
3.2.2 地質 .....	45
3.2.3 気象 .....	45
3.2.4 水文 .....	45
3.2.5 水質 .....	45
3.2.6 自然環境 .....	46
3.3 社会環境 .....	46
3.4 関連プロジェクト .....	47
第4章 計画の内容 .....	51
4.1 目的 .....	51
4.2 要請内容の検討 .....	51
4.2.1 計画の妥当性・必要性の検討 .....	51
4.2.2 実施・運営計画の検討 .....	52
4.2.3 類似計画及び国際関係機関等の援助計画との関係・重複等の検討	53
4.2.4 計画の構成要素の検討 .....	53
4.2.5 要請施設、機材の内容検討 .....	54
4.2.6 技術協力の必要性の検討 .....	58
4.2.7 協力実施の基本方針 .....	58
4.3 計画の概要 .....	59
4.3.1 実施機関及び運営体制 .....	59
4.3.2 事業計画 .....	60
4.3.3 計画の位置及び状況 .....	60
4.3.4 施設・機材の概要 .....	61
4.3.5 維持・管理計画 .....	64
4.4 技術協力 .....	66

第5章 基本計画 .....	67
5.1 農業総合開発 .....	67
5.1.1 灌漑施設 .....	67
(1) 設計方針 .....	67
(2) 設計条件の検討 .....	69
(3) 基本計画 .....	71
(4) 基本設計図 .....	83
5.1.2 農道 .....	93
(1) 設計方針 .....	93
(2) 設計条件の検討 .....	93
(3) 基本計画 .....	94
(4) 基本設計図 .....	96
5.1.3 河川護岸 .....	104
(1) 設計方針 .....	104
(2) 設計条件の検討 .....	104
(3) 基本計画 .....	104
(4) 基本設計図 .....	105
5.1.4 数量概算 .....	107
5.2 橋梁計画 .....	110
5.2.1 設計方針 .....	110
5.2.2 設計条件の検討 .....	110
5.2.3 基本計画 .....	112
5.2.4 基本設計図 .....	120
5.2.5 数量概算 .....	120
5.3 施工計画 .....	129
5.3.1 施工方針 .....	129
5.3.2 建設事情及び施工上の留意事項 .....	133
5.3.3 施工監理計画 .....	134
5.3.4 資機材調達計画 .....	135
5.3.5 実施工程 .....	136
5.4 建設機械計画 .....	137
5.4.1 計画方針 .....	137
5.4.2 条件の検討 .....	137
5.4.3 基本計画 .....	138
5.5 概算工事費 .....	144

第6章 事業の効果と結論 .....	145
6.1 事業の効果 .....	145
6.2 結論 .....	147
付属資料 .....	149
1. 調査団員氏名 .....	149
2. 現地調査日程記録 .....	150
3. 面会者リスト .....	152
4. 協議議事録 .....	154
5. ドティール川上流農家現況 .....	161
6. 用水量の検討 .....	163
7. 橋梁設計比較案 .....	170
8. 建設機械の稼働状況 .....	175
9. 交通量調査 .....	176
10. 載荷試験・試掘 .....	180
11. 既往最大洪水の推算と設計洪水位 .....	189
12. セメント分析試験 .....	192
13. 気象データ .....	195
14. Sharimochu水路取水堰地点試掘 .....	197
15. 相手国側負担工事費 .....	198
16. ブータン政府機材運用計画 .....	201
17. 調査団氏名 .....	202
18. 現地調査日程記録 .....	202
19. 面会者リスト .....	203
20. 協議議事録 .....	204

## 第1章 緒 論

ブータン政府は、第6次5ヶ年国家開発計画（1987～92）での最大目標を経済自立とし、その実現のために地域毎の自立が重要であるとし、全国で5ヶ所の農業重点開発地区を選定し農業関連施設の整備を計画・実施してきた。パロ谷農業開発計画は、この重点開発地区の一つとして位置づけられていた。

本計画について、ブータン政府の要請を受け、FAOアジア太平洋地域事務所(FAO-RAPA)が、1987年に事前調査を実施し、パロ谷内を4地区に分割した開発案を策定し、その一つのドティール流域を最優先地区とする結論を出した。

この事前調査結果に基づきブータン政府は日本政府に無償資金協力の要請をおこない、これを受け日本国政府は基本設計調査の実施を決定し、JICAが1988年に事前調査団を派遣した。この事前調査においてパロ谷全体を対象としたプロジェクトコンポーネントが概定された。

さらに、この結果に基づき2期のフェーズに分けた、農林水産省山本康彦氏を団長とする基本設計調査団が1989年に派遣された。フェーズⅠ調査は、パロ谷全体の現状調査とプロジェクトコンポーネントの絞り込みを含む、整備計画の概要をまとめるマスタープラン作成を主体として行われた。これに続くフェーズⅡ調査では、フェーズⅠ調査で定められた基本方針に従い、各コンポーネントについて測量調査を始めとする基本調査が行われ、5つのステージに分割された下記の事業内容が確定された。

ステージ「1.1」：建設機械調達（第1次）及び砕石・コンクリートプラント建設

ステージ「1.2」：灌漑水路 ～4条（総延長11.2km）

農道及び河川護岸～1条（延長3.7km）

河川護岸 ～1条（延長3.7km）

ステージ「1.3」：建設機械調達（第2次）

灌漑水路 ～3条（総延長5.7km）

農道及び河川護岸～1条（延長6.2km）

河川護岸 ～1条（延長6.2km）

ステージ「2.1」：灌漑水路 ～4条（総延長6.35km）

農道及び河川護岸～2条（総延長10.3km）

河川護岸 ～1条（延長1.7km）

圃場整備 ～整備全体の上流側半分

ステージ「2.2」：灌漑水路 ～3条（総延長9.31km）

農道 ～2条（総延長5.1km）

河川護岸 ～2条（総延長5.5km）

圃場整備 ～整備全体の下流側半分

引き続き行われた事業実施は1992年3月迄に2つのステージが完了した。その後ブータン政府の強い要望によりこのプロジェクトを中断して通信網プロジェクトを実施するため、この工事実施は2年間中断し、1993年から残りの3ステージについて実施する予定であった。

一方、ステージ「1.2」の工事実施中の1991年9月に起きたパロ川の増水で、同河川に架かるジャンサ橋が落橋したため、ブータン政府は日本政府に橋梁新設の無償資金協力を要請してきた。この橋梁は、現地住民にとって重要な交通の要であるばかりか、このプロジェクトの残りステージの工事実施に必要不可欠でもある。即ち、この橋梁の建設計画はパロ谷農業総合開発計画の工程に大きな影響を与えることから、一体的に考える必要がある。従って、ブータン政府の要請に基づき日本政府は、この橋梁建設計画を含めた基本設計調査の実施を決定し、JICAが外務省経済協力局 無償資金協力課 西村元伸氏を団長とする基本設計調査団（フェーズⅢ）を1992年4月7日から5月7日に至る31日間派遣した。

本調査において、先に決められた農業関連施設および建設機械供与に関しては、前回の基本調査設計時点から工事実施までの時間経過が長く、建設資機材単価や人件費等の変化および社会的条件の変化を伴うと予測されるため、ブータン政府農業省・農業局と協議した他、工事費・施工歩掛を中心に、ステージ「1.1」および「1.2」の工事実績を念頭に計画のレビューを行った。

本調査における協議段階で、ブータン政府から予定していた圃場整備工事の取り下げ、建設機械供与の内容変更および農道追加工事の申し入れがあり、調査団は基本線で同意した。但し建設機械の内容・農道については帰国後の解析を必要と判断し、具体的な内容については、ドラフトレポートの段階でブータン政府に通知するものとした。（建設機械について日本国内解析の結果、ブータン政府の要望は満足する結果となった）

さらに新規に要請のあったジャンサ橋については地形測量・交通量調査・基礎地盤調査・材料調査等の調査に加え、新設橋梁の位置・形式規模・用地取得・取付道路・付帯工作物および維持管理について、関係省庁である農業局、道路局と協議し主要項目についての了解を得た。

本報告書はフェーズⅢの調査結果をとりまとめたものである。

本件調査団員名・調査日程・面会者リスト・協議議事録および収集資料は付属資料として添付する。

## 第2章 計画の背景

### 2.1 ブータン王国の概況

#### 2.1.1 一般国情

##### (1) 地形・気候

ブータン王国は、ヒマラヤ山脈東端の南斜面に位置し、国土のほとんどが山岳地形で国土面積は 46,500km<sup>2</sup>である。気候的にはモンスーン気候帯に属するが、大きく3つの気象地域に分けられ、南部山麓の高温多湿亜熱帯地域、寒冷内陸ヒマラヤ地域、及びツンドラ地帯の大ヒマラヤ地域である。

##### (2) 人種・言語・宗教

人種・言語的にみると下記のように、大きく3つの地域に分けられる。公用語は「Dzongka」と定められている。また英語教育が盛んで、異なる民族間での意志疎通には英語を利用している。

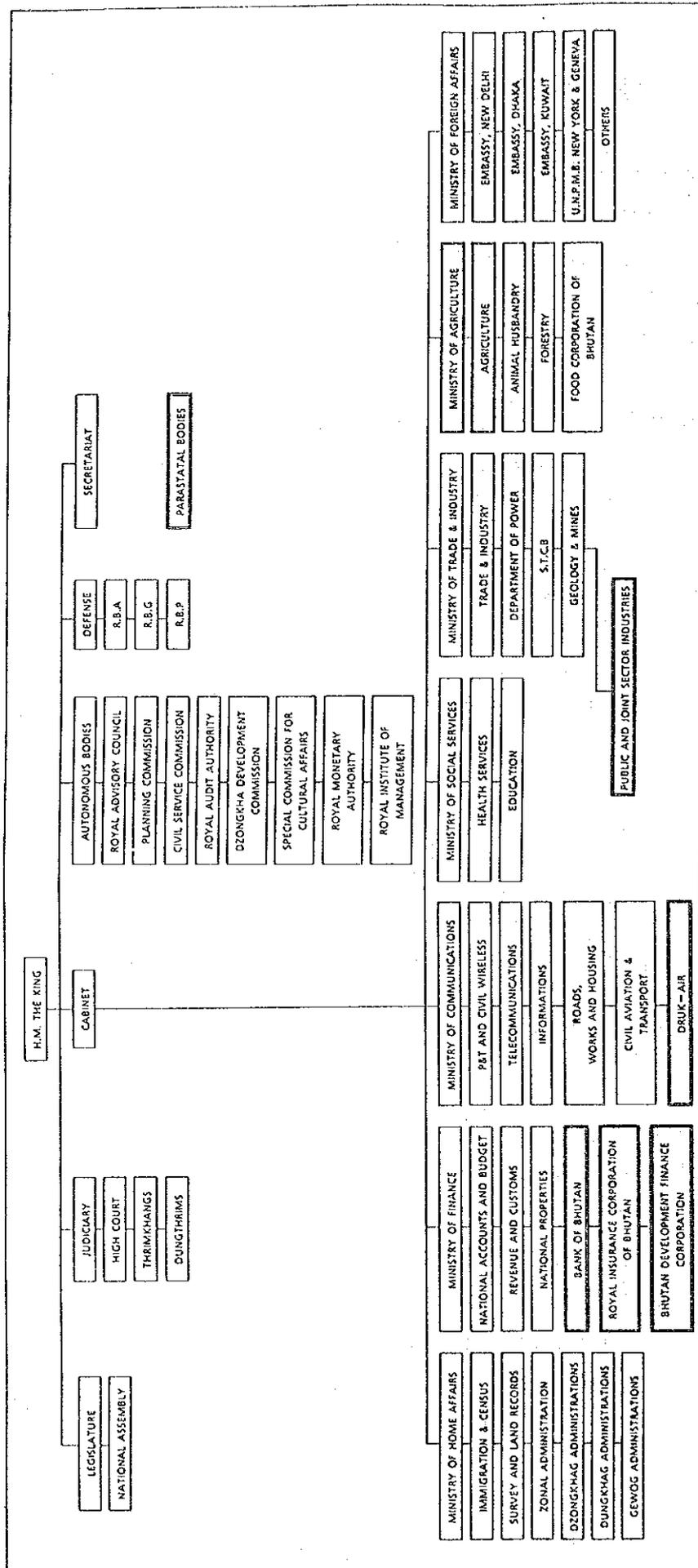
地 域	言 語
Western Bhutan	--- Dzongka
Eastern Bhutan	--- Sharchop
Southern Bhutan	--- Lhotsam

宗教的に区分するとおよそ全体の75%が仏教徒、25%がヒンズー教徒である。

##### (3) 政治機構

基本的な政治機構図を（図 2.1）に示す。

ブータン王国は、18の県に分かれているが、第6次国家開発計画の目的達成の為1989年から全国を4地区に分けた地方行政区(Zonal Administration)を設置し、①地方分権の強化と地域の自立化、②行政区とそれに属する県との連携および各行政区の開発に対する協力体制の向上、③地方行政区レベルに移行された計画、プログラムの実施能力の強化、④各県の開発能力を向上させるための地方行政区からの調整連絡、⑤地方行政区の関連機関との連携による住民への各種開発サービスの提供の効率化を図っている。



(图 2.1) ブータン国政治機構

： 外郭組織

地方行政区は下記（表 2.1）、および（図 2.2）のように区分されている。

（表 2.1） 地方行政区分

ゾーン名称	県
西 部          ゾーン I	Ha(ハ-), Paro(パロ), Chukha(チュカ), Samchi(サムチ)
西中央          ゾーン II	Punakha(プナカ), Wangdiphodrang(ワンヂェホドラン), Chirang(チラン), Daga(ダガ)
東中央          ゾーン III	Bumthang(ブムタン), Tongsa(トンサ), Shemgang(シェムガン), Geylegphug(ゲイレグフグ)
東 部          ゾーン IV	Lhuntshi(ルンチ), Mongar(モンガル), Tashigang(タシガン), Pemagatshel(ペマガツェル), Samdrupjongkhar(サムドリュンジャ)

注： Thimphu(ティンブ)は首都圏として独立し上記4ゾーンには入らない

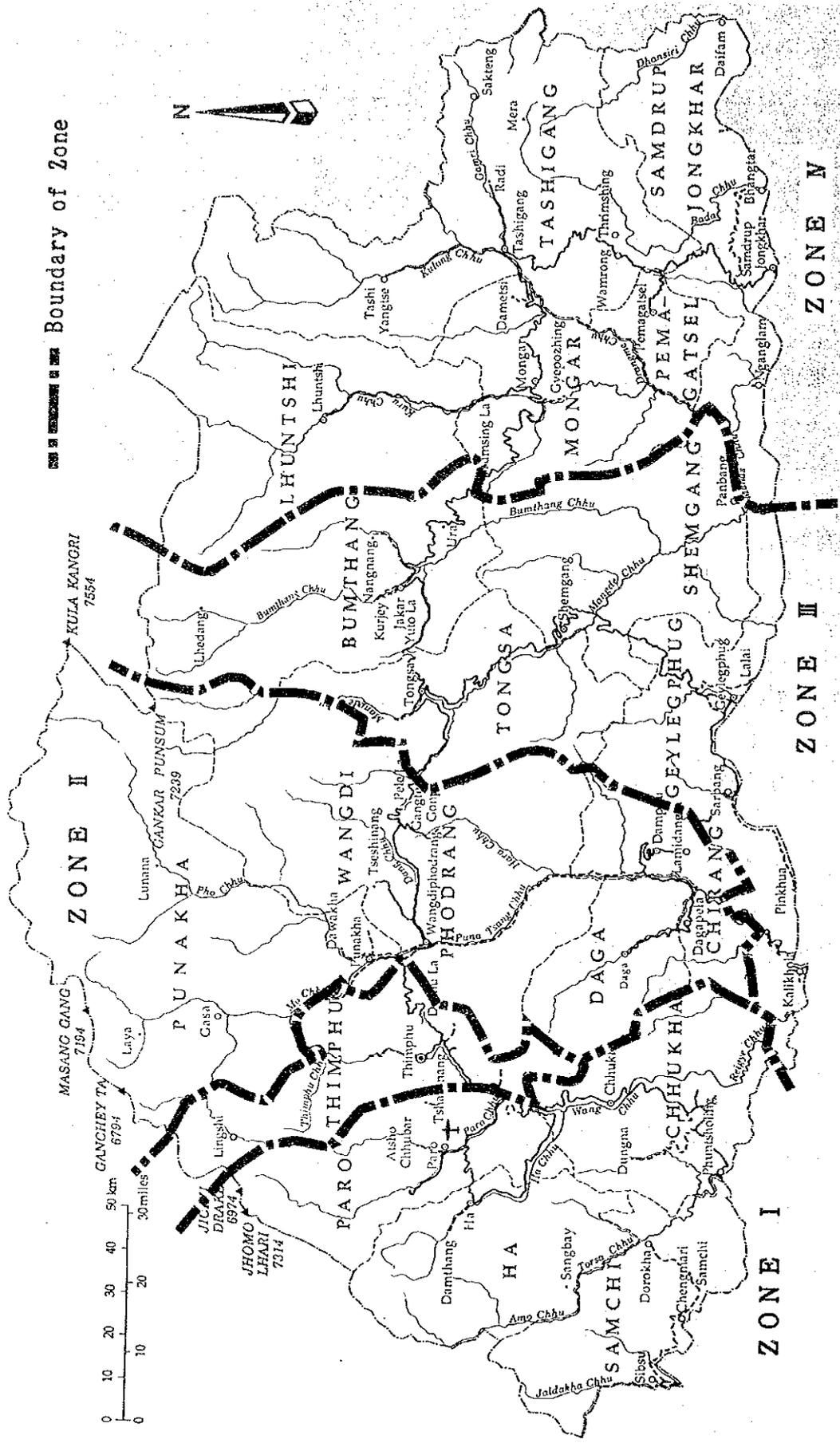
#### (4) 教育制度

教育制度は、初等教育7年（Grade Pre-Primary, I～VI）、中等教育2年（Grade VII, VIII）、上級中等教育2年（Grade IX, X）、さらにその上に学位過程3年がある。

ブータン国内には、1990年現在、小学校（156校）、中学校（21校）、高等学校（10校）、大学（1校）、コミュニティー・スクール（46校）、及びその他の教育機関が11ある。

教育にかかる主な問題は学校が少なく、遠隔地にあること、教員数が不足していること、退学者・留年者が多いこと等である。小学校を例にとれば、入学率は66.9%と推定されているものの、そのおよそ32%の生徒が卒業しないし、各クラスの平均27%の生徒が毎年留年している状態である。

しかし、生徒数（Grade PP～X）を見ると、1981年には36,075人であったが、1990年には68,013人と約2倍弱に増加した。また1990年での大学その他の高等教育機関の生徒数は2,341人で、徐々に教育を受ける人が増加しているといえる。



(图2.2) プータン王国地方行政区分

## 2.1.2 人口

人口は、1980年のセンサスを基に、1987年時点で1,343,600人と推定されていた。しかし、その信憑性に問題があり、現在センサスを行っており、1992/93年に結果が出る予定である。現時点での1990年の推定値は600,000人であり、出生率(1984年推定39.1人/1,000人)・死亡率(同年19.3人/1,000人)から推定して、1997年の人口は713,200人から768,100人と予測されている。

## 2.1.3 経済・財政

### (1) 経済成長

GDPの増加率は、年平均7.5%で1980年代を推移し、1989年には1980年の約90%増となっている。人口増加率は約2.5%であると推定できるので、年当たりの実質GDP増加は5%となり、1991年の国民一人当たりGDPはUS\$ 370と想定される。この増加は過去の形態と異なり、援助の増加に起因するものでなく電力・鉱工業の発展によるものである。この増加率は他の開発途上国の増加率よりかなり高率といえる。各部門別のGDPシェア、増加率を下表(表 2.2)に示す。

(表 2.2) 部門別 GDP シェアと増加率 1980-1989

部 門	シェア (%)		年平均増加率 (%)	
	1980年	1989年	1980-1989	1989年
農業	55.7	45.1	5.0	
鉱業・採石業	0.6	1.0	13.8	
工業	3.2	6.0	15.2	
電力業	0.2	10.8	65.4	
建設業	7.8	6.3	4.7	
貿易等	10.9	6.3	1.1	
運輸・通信業	4.3	6.7	12.9	
金融業	6.3	7.7	9.8	
公衆・社会サービス	10.8	10.2	6.8	

出典: 第7次5ヶ年計画; 計画委員会 (Planning Commission 1992)

## (2) 財政

ブータン王国政府の財政運用概況は次表（表 2.3）の通りである。

(表 2.3) ブータン王国政府の財政運用概況 (百万Nu.)

	1987/8	1988/9	1989/90	1990/1	1991/2
歳入					
税収	188.7	232.0	231.8	250.6	
税外経常歳入	393.3	480.0	586.9	640.7	1,194.2
その他	91.4	93.0	161.4	319.7	
総国内歳入	673.4	805.0	980.1	1,211.0	
歳出					
経常経費	619.7	909.0	1,068.5	1,094.0	1,027.6
固定資本投資	772.1	1,069.0	669.0	1,135.5	932.7
総歳出	1,391.8	1,978.0	1,737.5	2,229.5	1,960.3
援助					
インド	567.1	564.0	290.2	440.6	213.8
その他	176.8	227.0	198.3	466.8	488.0
総援助	743.9	791.0	488.5	907.5	661.8
海外借り入れ	168.2	491.0	57.3	18.4	103.7
国内借り入れ	-193.7	-109.0	211.6	92.6	0.6
総収支	-25.5	382.0	268.9	111.0	104.3

出典：第7次5ヶ年計画；計画委員会 (Planning Commission 1992)

## (3) 物価の動向

最近年10年間の消費者物価指数は、下表（表 2.4）の通りで、その年平均上昇率は10%である。

(表 2.4) 消費者物価指数 (%) (1982年を基準とする)

年	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
指数(%)	100	115.6	122.6	123.5	135.8	142.4	157.4	171.7	190.4

出典：(農業局からの聞き取り、1992年4月)

#### (4) 国際収支の動向

ブータン王国は自由経済で、1989年にはGDPの27%に相当する輸出、38%相当の輸入高があった。貿易収支は赤字で、1980年代半ばから輸出が増えたことにより、1984/85年の769.6百万Nu.から1987/88年の412.3百万Nu.に減ってはいるが、年平均625.7百万Nu.と依然赤字が続いている。

主な貿易相手国はインドで、輸出の90%以上、輸入の60~80%を占めている。インド以外の貿易相手国としては、輸出ではバングラディッシュ、シンガポール、輸入では日本、西独、米国があげられる。

#### 2.1.4 産業

前項の経済に示したGDPのシェア（表 2.2）に見られるように、農業が産業の中心であり、電力が次いでいる。年成長率でみると農業・建設業はおよそ5%と低い部門であり、鉱工業・運輸通信・金融が10~15%と比較的高い成長を示している。電力は1987/88年にインドの援助で完成したチュカ発電所の売電が加わったため、急激に伸びたものである。

各産業別の生産高を（表 2.5）に示す。

(表2.5) 国内総生産 1980年 - 1989年

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
(Nu. million, 1980 constant prices)										
Agriculture, livestock, forestry and fishing	621.4	636.1	692.2	742.2	806.5	833.9	881.0	925.8	939.7	962.9
agriculture Proper	309.9	312.5	331.0	368.9	388.3	411.6	436.3	458.1	485.6	514.7
livestock production	139.2	144.5	149.7	155.4	161.3	168.6	177.4	184.5	191.5	201.7
forestry & logging	172.3	179.1	211.5	217.9	256.9	253.7	267.3	283.2	262.6	246.5
Mining and quarrying	6.8	8.9	12.1	8.9	15.8	12.6	22.2	21.6	19.0	21.7
Manufacturing	35.8	59.1	59.6	62.9	67.2	75.4	71.0	105.0	110.3	128.2
Electricity and gas	2.5	2.7	3.1	6.0	5.2	6.0	60.4	229.0	225.1	231.5
Construction	88.5	131.0	157.7	185.2	173.5	169.0	141.8	152.3	129.0	133.8
wholesale & retail trade, restaurants and hotels	121.5	140.3	132.0	122.0	123.4	132.4	143.4	142.4	129.2	133.6
Transport, strage and communications	47.9	54.9	57.4	64.8	66.4	79.4	83.9	91.3	122.1	142.4
Financing, insurance, real estate & business service	70.2	80.3	77.0	91.1	109.4	110.1	126.2	155.7	141.0	163.5
financing & insurance	21.4	31.5	19.4	24.7	39.1	29.9	33.3	46.1	55.5	70.1
real estate & business service	48.8	48.8	57.6	66.4	70.3	80.2	92.9	89.6	84.5	93.4
Comunity, social & personal services	120.4	121.5	102.1	113.1	130.3	126.0	168.6	200.0	210.0	217.0
(Government, administration & defence)										
Less : imputed bank service charges	-20.0	-30.0	-24.0	-26.0	-32.0	-25.0	-24.0	-30.0	-31.8	-41.1
Gross Domestic Product (GDP)	1095.0	1204.8	1269.2	1370.2	1465.7	1519.8	1674.5	1973.1	1993.6	2093.5
Less : consumption of fixed capital	61.2	70.4	74.7	82.8	87.7	93.6	121.9	197.4	201.8	215.0
Net Domestic Product (NDP)	1033.8	1134.4	1194.5	1287.4	1378.0	1426.2	1552.6	1775.7	1791.8	1878.5
Rate of growth of GDP over preceding year		9.7%	5.3%	7.8%	7.0%	3.5%	8.9%	14.4%	0.9%	4.8%

Source : General Statistical Office

## 2.1.5 援助の動向

ブータンにとって、開発計画の資金調達およびトレーニングや技術力向上を行う上で、外国からの援助が重要な役割をはたしている。1980年代前半はおよそGDPの50%の援助資金を得ていた。現在はGDPの20%程度に減少したものの、他の開発途上国に比べ未だ大きな比率である。援助の提供国はインドが最大で、1981/82年には援助額の83%であった。現在はその比率が徐々に減少して1990/91年には70%になっている。インド以外の援助は以下の通りである。

### ・国際農業開発基金 (IFAD) :

第7次5カ年計画 (Seventh Five Year Plan(1992-1997)以下第7次計画と称す) ではゾーンIVの5県における開発プロジェクトが予定されている。すでに予算化されている計画は下記の3地域に対するものである。

1) 西部県小農家開発・灌漑プロジェクト	US\$ 7.19 million
2) タシガン・モンガル地域開発プロジェクト	US\$ 5.87 million
3) プナカ・ワンディ谷開発プロジェクト	US\$ 2.64 million

### ・世界銀行(World Bank) :

1) ブータン土壌改良材プロジェクト	US\$ 12.41 million
2) 森林プロジェクト フェーズ I	US\$ 7.13 million
およびフェーズ II	US\$ 1.06 million
3) 小学校建設	US\$ 4.09 million
および 技術援助	US\$ 3.70 million

### ・アジア開発銀行(ADB) :

1) 複合プロジェクト フェーズ1	US\$ 5.28 million
および フェーズ2	US\$ 9.81 million
2) チラン丘陵灌漑プロジェクト	US\$ 4.42 million
3) 道路機械化	US\$ 4.91 million
4) 都市下水道	US\$ 3.48 million
5) 高地家畜開発プロジェクト	US\$ 5.82 million
6) 工業用地	US\$ 1.16 million
7) ブータン開発基金協会	US\$ 2.44 million

### ・クエート基金 :

1) ゲドウ木工組合	US\$ 9.56 million
2) ブータン製板	US\$ 11.15 million
3) ブータン土壌改良材	US\$ 7.08 million

## 2.2 関連計画の概要

### 2.2.1 国家開発計画

#### (1) 過去の国家開発計画の概要

ブータン政府は、インド政府、国連及びその他の国際援助機関の援助の基に国家開発計画を過去6回策定してきた。これらの計画を通じ、農業基盤や社会インフラの整備が続けられた。国家開発計画の部門別支出配分を（表2.6）に示す。

（表 2.6） 国家開発計画の部門別収支配分

単位：百万Nu.

部 門	第1次 5カ年 (1961-66)	第2次 5カ年 (1966-71)	第3次 5カ年 (1971-76)	第4次 5カ年 (1976-81)	第5次 6カ年 (1981-87)	第6次 5カ年 (1987-92)
農 業	1.9	21.6	58.6	259.0	419.4	822.1
食料公社	-	-	-	-	135.5	106.5
畜 産	1.5	5.8	24.2	61.5	162.4	331.0
林 業	3.2	6.9	28.4	110.3	229.9	418.2
電 力	1.5	9.1	3.1	50.5	340.5	1,247.9
貿易・産業	1.1	1.0	25.2	175.0	323.3	1,276.1
地質調査	-	-	-	-	-	35.3
公共事業	62.9	70.5	84.6	128.3	787.5	887.2
運輸／航空	7.5	12.0	9.5	-	26.3	48.8
郵便／電報	0.5	5.9	11.4	16.9	65.8	68.1
通 信	-	-	14.8	37.3	33.7	133.8
観 光	-	-	14.1	12.5	29.1	-
国営航空	-	-	-	-	-	391.0
教 育	9.4	35.7	90.0	134.6	519.1	778.8
保 健	3.1	16.7	38.1	54.6	237.5	399.1
情報／放送	0.1	1.4	4.0	11.0	36.1	95.9
都市開発	-	-	-	-	187.3	248.7
中央政府	-	-	-	-	1,114.9	1,973.8
県	-	-	-	-	-	238.5
そ の 他	14.4	15.6	42.5	54.7	-	-
合 計	107.2	202.2	475.2	1,106.2	4,648.3	9,500.9

出典：計画委員会 (Planning Commission 1990)

なお、第6次国家開発計画は、1992年6月に終わるが、その目的は下記の通りであった。

- ① 中央政府行政能力の強化
- ② 国家アイデンティティーの擁護、維持と促進
- ③ 国内資源の活用
- ④ 農村部の所得向上
- ⑤ 農村部の居住環境改善と遠隔住居の再編
- ⑥ 開発サービスの統合、改善
- ⑦ 人材開発
- ⑧ 地域開発への住民参加の促進
- ⑨ 国家「自立」の促進

(2) 第7次国家開発計画の概要

第6次計画に引き続いて、1992年7月から実行される第7次計画は、1989年11月から検討されており、その内容は第6次計画を受け継いだもので、以下の通りとなっている。

i) 目的：生活水準向上のための、国家レベルでのGDPと世帯レベルでの収入増加

ii) 計画の方針：

- 1) 共同組織・世帯にも通じる国家の自立
- 2) 収入増のための永続的生産、生活水準向上のための人口増加率の逡減（2000年、2%以下）
- 3) 民間部門の効率化と開発
- 4) 住民奉仕と地方分権
- 5) 人的資源の開発
- 6) バランスのとれた地方の開発

iii) ブータン政府の役割

- 1) 経済活動促進のため、法・制令の構築・整備
- 2) 通貨コントロールを含むマクロ経済の管理
- 3) 援助・貿易を含むブータン王国の国際経済関係の管理
- 4) 経済基盤施設の提供と維持
- 5) 社会基盤施設（教育・保健）の提供と維持および国家人材育成
- 6) 自然資源の管理者が政府の場合や大規模主要事業（特に水力発電）への直接関与
- 7) 開発の目的・戦略・実行に関し、国家利益の管理のため必要なコンセンサスを得る

第7次5カ年計画の各セクションのGDP目標を（表 2.7）に、各セクションへの予算配分を（表 2.8）に示す。

（表 2.7） GDPの目標

部 門	1980-89	GDP	平均成長率(%)	GDP	GDPのシェア(%)	
	成長率(%)	(1989)	(1989価格)	(1997)	1989	1997
農業・畜産	5.0	1,371.7	4.5	1,946.4	33.0	30.9
林業	-	429.1	4.8	626.3	10.3	9.9
鉱業	13.8	35.7	7.4	63.3	0.9	1.0
工業	15.2	302.5	13.4	829.0	7.2	13.2
電力	65.4	391.0	2.7	482.5	9.4	7.7
建設	4.7	358.2	4.5	509.4	8.6	8.1
貿易・ホテル等	1.1	268.8	2.4	325.0	6.5	5.2
運輸・通信	12.9	235.6	6.7	396.8	5.7	6.3
金融	9.8	306.9	5.4	468.1	7.4	7.4
社会サービス	6.8	525.1	4.9	771.9	12.6	12.2
（政府行政・防衛）						
銀行身代負担金		-67	7.2	-117	-1.6	-1.9
合計（平均）	7.5	4,157.6	5.3	6,301.7	100.0	100.0

出典：第7次5カ年計画；計画委員会（Planning Commission 1992）

(表2.8) 第7次計画部門別歳出割当額

(単位：百万 Nu.)

部門	資本	現状歳出	計	計画歳出率
王室事務局	0.00	27.33	27.33	0.2%
ブータン国会	10.00	10.85	20.85	0.1%
王立評議会	0.00	14.51	14.51	0.1%
司法	0.00	76.83	76.83	0.5%
王立監査機関	1.00	35.28	36.28	0.2%
王立ブータン警察	0.00	376.54	376.54	2.4%
中央僧院政務	0.00	183.64	183.64	1.2%
文化問題特別委員会	38.99	85.29	124.28	0.8%
計画委員会事務局	0.00	52.66	52.66	0.3%
中央統計協会	27.56	2.04	29.60	0.2%
国立環境事務局	3.14	20.38	23.52	0.2%
県開発委員会	0.00	9.20	9.20	0.1%
王立管理院	63.00	32.71	95.71	0.6%
国立ブータン婦人協会	21.30	25.78	47.08	0.3%
王立行政委員会	1300.00	23.27	1323.27	8.5%
a) RCSC事務局	0.00	23.27	23.27	0.1%
b) HRD 計画	1300.00	0.00	1300.00	8.4%
大蔵省	0.00	1978.55	1978.55	12.7%
a) 事務局	0.00	756.64	756.64	4.9%
b) 債務	0.00	1221.91	1221.91	7.9%
外務省	0.00	400.53	400.53	2.6%
内務省	119.78	190.93	310.71	2.0%
a) 事務局	27.00	77.43	104.43	0.7%
b) ブータン調査	92.78	113.50	206.28	1.3%
社会事業省	1658.90	1867.33	3526.23	22.7%
a) 事務局	0.00	43.29	43.29	0.3%
b) 教育局	683.00	1055.00	1738.00	11.2%
c) 保健局	475.88	559.63	1035.51	6.7%
d) 建設住宅供給局	500.00	209.41	709.41	4.6%
農業省	1275.60	1158.08	2433.68	15.7%
a) HRH 部	599.18	318.53	917.71	5.9%
b) 農業局	333.32	375.69	709.01	4.6%
c) 畜産局	97.57	230.32	327.89	2.1%
d) 林野局	245.48	233.54	479.02	3.1%
通商産業省	680.00	722.36	1402.36	9.0%
a) 事務局	0.00	19.60	19.60	0.1%
b) 通商産業局	580.00	258.92	838.92	5.4%
c) 地質鉱山局	100.00	53.84	153.84	1.0%
d) 電力局	0.00	390.00	390.00	2.5%
情報省	1675.70	1008.63	2684.33	17.3%
a) 事務局	0.00	26.70	26.70	0.2%
b) 郵政電話無線通信局	20.18	143.59	163.77	1.1%
c) 電気通信局	857.58	231.29	1088.87	7.0%
d) 情報輸送局	31.03	64.99	96.02	0.6%
e) 民間航空輸送局	76.00	19.27	95.27	0.6%
f) 道路局	690.89	522.79	1213.68	7.8%
地方行政	50.00	305.39	355.39	2.3%
a) 行政区域及び県	50.00	305.39	355.39	2.3%
本省合計	687497.0	830272.0	1517769.0	97.7%
計画支出合計	692497.0	860811.0	1553308.0	100.0%

出典：第7次計画、Seventh Five Year Plan 1992

## 2.2.2 当該地域開発計画

### (1) 過去の当該地域開発計画の概要

パロ地区で展開された開発計画の内、実施されたものは、主に外国または国際機関による援助プロジェクトで、下記の通りである。

#### i) 全国種苗プログラム (National Seed and Plant Programme (NASEPP))

- ・ 目的：主要作物の改良種子および苗の生産、検定、梱包、配布  
野菜および輸出用高価種子の生産  
主要果樹苗木の生産基地  
組織培養による無菌苗の生産
- ・ 援助機関：JICA (国際協力事業団)
- ・ 実施機関：農業省
- ・ 事業費：Nu. 95.2 million
- ・ 位置：ボンディー (Bondey)

#### ii) 農業機械化センター (Agriculture Mechanization Centre (AMC))

- ・ 目的：動力機械と改良器具の活用および作付集約性と労働生産性の向上
- ・ 援助機関：JICA (国際協力事業団)
- ・ 実施機関：農業省
- ・ 事業費：Nu. 132.6 million
- ・ 位置：ボンディー (Bondey)

#### iii) パロ市街地上水道供給および公衆衛生施設計画

- ・ 目的：パロ住民への上水道用水の供給および公衆衛生施設
- ・ 援助機関：DANIDA (デンマーク国)
- ・ 実施機関：パロ県
- ・ 工事期間：4年間 (1991年供給開始)
- ・ 供給先：パロ地区
- ・ 受益地：パロ市街および周辺地区

### (2) 現行の当該地域開発計画の詳細

現在進行中の開発計画も、主として外国または国際機関による援助プロジェクトで、下記の通りとなっている。

i) 教員養成専門学校 ( Teachers Training College = TTC )

- ・ 目的：既存施設の改善、新規教員の増加、教員の供給の増加
- ・ 援助機関：世界銀行およびユニセフ（第2期）  
およびスイス国（スイス開発公社、ヘルベタス）（第3期）
- ・ 実施機関：教育局 (Department of Education, Ministry of Social Services)
- ・ 事業費
  - 第2期：Nu. 3,391,380
  - 第3期：Nu. 53.966 million (外国援助)  
+ Nu. 2.008 million (ブータン政府)
  - = 合計 Nu. 55.974 million
- ・ 実施スケジュール
  - 第2期：女子寄宿舎1棟および男子寄宿舎1棟  
期間：1990年10月1日～1992年10月
  - 第3期：期間：1993年9月～1997年（建設）  
1992年（立案、スケジュール確定）
- ・ 場所：チャンナンカ (Chang Nangkha, Paro)
- ・ 規模：現在の教員学習者数=60人、第2期事業により50人増となる。  
第3期事業完了時には、合計300人となる。
- ・ 対象者：全国の小学校の新規教師

ii) ドルツギェル高等学校 (Drugyel High School)

- ・ 目的：教育レベルの向上 (第12級まで)
- ・ 援助機関：イギリス
- ・ 実施機関：教育局 (Department of Education, Ministry of Social Services)
- ・ 事業費：860,000 英ポンド
- ・ 実施スケジュール：1990年7月～1994年3月
- ・ 場所：チェント (Chento, Paro)
- ・ 生徒数規模：第1期432人+第2期160人=計592人

iii) パロ地区病院 (Paro District Hospital)

- ・目的：パロ地区の病床数の増加および施療施設の拡充
- ・国際援助機関：デンマーク国 (DANIDA)
- ・実施機関：保健局 (Department of Health Services, Ministry of Social Services)
- ・事業費：Nu. 22 million
- ・実施スケジュール：1992年5月開始
- ・場所：ゲプテイ (Geptey, Paro)
- ・受益者：パロ住民
- ・規模：40病床、外来患者数 150 ~ 300人

## 2.3 農業及び関連セクターの概況

### 2.3.1 農業の現況と問題点

#### (1) 一般

農業はブータンの経済の最も重要な産業部門で、1989年のGDPの45%を占め、人口の90%が農業に従事している。農村経済は自給自足経済に近い形態である。しかし、国全体では農業国でありながら主要穀類自給率が66%で、主な作物別の自給率は米52%、小麦24%および食用油20%と食糧自給には至っていない。不足分の穀物は政府及び民間業者によって主としてインドから輸入されている。政府ベースの輸入は近年増加し、1990年には30,000トンに達している。穀物輸入量の増大は以下のような要因によるものと考えられる。

- i) 非農業就労人口および道路、その他の公共施設の建設のための外国人労働者の増加による需要の伸び。
- ii) 農村における、トウモロコシや他の雑穀に替わる米、小麦の需要の増大。
- iii) 国内における不安定な穀物生産、及び穀物流通、市場の未整備による損失

一方、園芸作物（オレンジ・リンゴ・ジャガイモ等）をインド、バングラディッシュ、およびシンガポールに輸出し、1989年には6.5百万US\$の収入を得ている。

#### (2) 土地利用

ブータンの地勢は急峻な山岳で、ランドサットやスポット衛星写真を利用して、解析した「森林開発マスタープラン1991年ドラフト」によると、国土総面積の約56.8%に当たる26,400km<sup>2</sup>が森林で、農用地は13.9%の6,480km<sup>2</sup>とされている。耕地の内訳は（表 2.9）の通りである。

耕地の種類	1991年	
	面積 (ha)	比率 (%)
溪谷耕地 (30%未満の傾斜地)	46,000	7.1
テラス耕地 (30%以上の傾斜地)	204,000	31.5
傾斜耕地	304,000	46.9
輪換畑	75,000	11.6
果樹園	19,000	2.9
合計	648,000	100.0

出典: 森林開発基本計画 (Master Plan for Forestry Development (Draft 1991))

(3) 土地所有

全国の農家世帯数は65,000戸、一世帯当たりの平均人数は8.5人、一世帯当たりの平均農地面積は概ね1.5haである。農地所有状況は、全体農家戸数の45%に相当する農家が1ha以下の面積で国全体耕地の16%を所有し、16%に相当する農家が2.5ha以上を所有して国全体耕地の42%を所有し、かたよった所有形態となっている。各戸の所有土地面積は子供に再分割するため徐々に縮小している。プナカ・ワンディ地域での1990年に行われた調査では、40%の農家が自作農と小作農の混合で、3~5%が小作農であった。

(4) 生産性

作物の生産性は一般的に低く、1988/89年の全国平均単位収量は水稲1.66ton/ha、小麦が0.64ton/ha、豆が0.74ton/ha程度であった。この原因は、在来種の栽培、慣行農法及び灌漑施設等の基盤整備の遅れにある。

(5) 家畜

家畜は95%の世帯で飼育し平均で6~10頭保有している。戸別にみると1頭から30頭と、ばらつきはあるが役用家畜3頭、乳用家畜3頭、馬またはラバ2頭、豚3頭、家禽3羽が平均である。

(6) 生産資材

農業省は農業生産資材の供給を行っており、1989/90年には下記の供給を行った。

<u>資 材 名</u>	<u>供給量</u>
肥 料	1,669 ton
搾油植物種子	11 ton
穀物種子	492 ton
野菜種子	1,409 ton
温帯果物苗木	53,012 本
亜熱帯果物苗木	28,200 本

出典：第7次5ヶ年計画；計画委員会 (Planning Comission 1992)

## 2.3.2 第6次5ヶ年計画の農業部門の概要

第6次5ヶ年計画における農業関連部門の概要は下記となっていた。

### (1) 農業部門

#### i) 目標

- 1) 主要食糧の自給率向上
- 2) 換金作物導入による農家所得の増加
- 3) 土地・労働生産性の向上

#### ii) 開発方針

##### 1) 重点地区の開発

地方分権化の基に、高い農業生産性が期待できる地区を選択し、農業開発プロジェクトを実施し、農業関連施設を整備する。検討の結果、重点地区として下記の5地区が選定された。

#### ・ Chirang Hill Irrigation Project

(チラン高原灌漑プロジェクト)

概要：既存灌漑施設の改良、土壌保全と水源流域の管理改善、作物多様化促進支援の強化

地区：チラン県内の4郡      水源流域：4,400ha  
農地面積：2,800ha  
灌漑面積：1,310ha

事業費：US\$ 4.35 million (ADB:3.48, 自国:0.78)

援助機関：A D B

#### ・ Tashigang-Mongar Area Development Project

(タシガン・モンガル地域開発プロジェクト)

概要：4地区での灌漑施設の修復と改善、3地区での延べ34kmの農道建設、各種農業支援の強化

地区：タシガン／モンガル県

事業費：US\$ 6.667 million (UNDP:0.75, IFAD:4.75, 自国:1.167)

援助機関：U N D P, I F A D

・ Punakha-Wandi Valley Development Project

(プナカ・ウォンディ谷開発プロジェクト)

概要：灌漑施設の修復と改善、各種農業支援の強化、村落林育成プロジェクト実施による土壌保全と環境保全

地区：プナカ県の9郡、ウォンディ県の8郡、ティンプー県の2郡

事業費：US\$ 3.74 million (IFAD:2.58, UNDP:0.44, 自国:0.72)

援助機関：IFAD, UNDP

・ Paro Valley Development Project

(パロ谷開発プロジェクト)

当該プロジェクト

・ Geylephug Area Development Project

(ガレフ地域開発プロジェクト)

概要：灌漑の開発及び修復、土壌及び土地資源の評価、階段畑及び土壌保全、緑肥及び堆肥小屋、農業普及、人材開発、農業開発、「ブルー農場」開発、園芸開発、技術援助、適応研究、穀物及び搾油種子作物の生産強化、牛の交配品種改良、水牛の改良、養豚開発、家禽開発、飼料及び飼料作物開発、家畜普及

地区：ガレフ県の7郡

事業費：Nu. 51.57 million

援助機関：インド政府

2) 一般開発プログラム

重点開発地区以外での農業支援サービスを行う。

3) 一般農業支援サービスの強化

支援サービスの準備及び強化は次の項目である。

- ・ 灌漑及び土地開発に関する技術支援（調査、設計、施工、管理等）
- ・ 農業研究
- ・ 植物保護サービス
- ・ 農業資材、種子、苗、化学肥料、農具及び農業機械の供給
- ・ 農業金融
- ・ ポストハーベスト支援
- ・ 研修サービス

## (2) 畜産部門

### i) 目標

- 1) 畜産部門での自給の達成
- 2) 農家所得の増加
- 3) 農民への堆肥及び畜力供給による国家規模支援サービス

### ii) 開発方針

#### 1) 集約畜産開発プログラム

全国で35郡の酪農中心の開発プロジェクトと、5郡の水産開発プロジェクトである。

#### ・ High Altitude Area Development Project

(高地開発プロジェクト)

地区：ブントンの4郡、タンサの2郡及びワンディホダランの4郡

目的：資源の総合的有効活用により家畜の生産性を改善すると共にミルク、バター、チーズ、羊毛等の主要畜産物の自給を達成する。

内容：人工授精、種畜の供給、予防接種、農民金融及び「ブントンミルク工場」建設

事業費：Nu. 39.3 million

援助機関：スイス政府

#### ・ Highland Livestock Development Project

(高地畜産開発プロジェクト)

地区：モンガルの3郡、ルンチの1郡、タンガンガの2郡、サンドゥルプジョンカの1郡、ペマ-ガシエルの7郡、チュカの10郡及びサムチの1郡

目的：家畜の生産性向上、国内消費畜産品の流通改善、放牧地の適正管理による環境保全。

内容：人工授精、種畜の供給、予防接種、獣医センターの建設、農民金融及び「ブントリョリンミルク工場」(処理能力700 lit/hr)の建設

事業費：Nu. 83.3 million

援助機関：ノルウェー政府

・ Integrated Fishery Development Project

(総合水産開発プロジェクト)

地区：ゲレフの2郡、サンドゥルプ-ジョンカの3郡

内容：合計108haの池での養魚、300～400世帯の農民への養魚訓練、稚魚1,090,000匹、子豚9,396頭及び雛アヒル71,438羽の供給

事業費：Nu. 11.482 million

2) 県全般畜産開発プロジェクト

集約畜産開発プログラムに含まれない156郡を対象とする。

内容：人工授精、種畜供給、予防接種、獣医センター建設、農民金融等

事業費：Nu. 51.042 million

3) 中央管理計画

開発に必要な資機材を有効利用するために、中央で管理する。

事業費：Nu. 114.775 million

### 2.3.3 第7次5ヶ年計画の農業部門の概要

(1) 目標

国家レベルの目標を下記としている。

- ・ 国民全体にいきわたる継続的な収入の増加と生活水準の向上
- ・ 「自己信頼」思想の奨励
- ・ 環境の保全

農業部門の目標は、下記のとおりである。

- ・ 食糧自給を可能にするための適作物の持続的開発
- ・ 農民の収入、生活及び滋養水準の改善
- ・ 自然資源の持続的有効利用

## (2) 施策

上記目標達成のため、農業部門を支援する農業省の機能の改善を以下の戦略で行う。

- ・プロジェクトの計画・実施体制の総合化と強化
- ・農民サービスの改善、民間活用のため農業省スタッフの教育強化
- ・第6次計画で学んだ地域開発の応用
- ・全ての農業活動における環境持続性の調和

## (3) 第7次計画の開発プログラム

第7次計画は、以下のプログラムによって構成されている。

### i) 耕作可能地域の開発プログラム

持続可能を前提とした耕作可能地開発のため、地域や県レベルの計画・実施能力の強化を図るべく、調査・農業普及・種子および農業資機材供給・機械化・灌漑等を含む「中央の支援プログラム」を実践する。また食糧自給を目的とする「食糧生産促進プログラム」、高付加価値換金作物開発のための「総合園芸開発プログラム」を実践する。これらのプログラムは、人員の確保、技術の向上、県レベルの実行力、水利用組合等の農民の積極参加を柱として実行を計画している。

### ii) 家畜部門開発プログラム

家畜飼養数の増加を目指すのではなく、品種改良や加工の改良を行う。

### iii) 市場開発プログラム

ブータン食糧公社は、農業省や計画局のもとに、公共性を重んじた価格設定をすべく貯蔵倉庫の確保や運営、出荷を受け持つものとし、農産物の市場の安定確保を目指している。

## (4) 具体的な開発計画

農業部門での具体的な開発計画（支援プログラムを含む）は、（表 2.10）に示す21の計画が提案されている。しかし、問題点はその半数近くが予算的裏付けがなかったり、不足していることである。

(表 2.10) 農業開発計画

項目	関係機関	地域	事業費 合計 百万Nu.	資本 百万Nu.	経費 百万Nu.	必要外 部財源 百万Nu.	初年度	完成 年度	財源 確保 百万Nu.	財政 格差 百万Nu.
1. 計画開発政策の強化	農業省政策計画部	Thimphu	16,524	10,722	5,802	16,524	1990	1997	10,150	5,802
2. 土地利用計画綱領	農業省政策計画部	全 国	32,200	28,280	3,920	32,200	1992	1997	Nil	32,200
3. 天然資源訓練研究所	農業省政策計画部	* 1	21,865	16,832	5,033	21,865	1992	1997	16,832	5,033
4. 地方開発計画	農業省	全 国	739,336	543,347	195,989	739,336	1992	1997	Nil	739,336
5. 総合調査開発	農業局	全 国	23,818	2,577	21,241	17,418	1992	1997	17,418	Nil
6. 国立じゃがいも計画	農業局	* 2	17,295	4,565	12,730	17,295	1983	1997	5,410	11,708
7. 援助調査計画	農業局	全 国	42,018	38,250	3,768	22,123	1992	1997	5,958	16,500
8. 植物遺伝研究所	農業局	Wangdiphodrang	13,005	11,213	1,792	13,005	1992	1997	0,219	12,786
9. 農業拡張支援計画	農業局	全 国	22,415	11,100	11,315	11,920	1990	1997	11,920	Nil
10. 国立種苗生産計画	農業局	全 国	85,283	38,079	47,204	87,490	1984	1997	Nil	87,490
11. 農業資材供給システム	農業局	全 国	39,441	36,216	3,225	39,441	1992	1997	Nil	39,441
12. 植物保護専業	農業局	全 国	25,285	20,000	5,285	25,285	1984	1997	20,000	5,285
13. 灌漑支援	農業局	全 国	10,835	1,450	9,385	10,835	1992	1997	Nil	10,835
14. 農業機械化センター	農業局	全 国	145,049	118,069	26,980	120,000	1992	1997	Nil	120,000
15. 国立人工授精計画	畜産局	全 国	8,735	4,535	4,200	8,735	1992	1997	Nil	8,735
16. 国立畜産繁殖農場	畜産局	全 国	17,697	12,297	5,400	17,697	1992	1997	4,025	13,672
17. 家畜病治療事業強化	畜産局	全 国	63,281	56,382	6,899	63,281	1991	1997	56,382	6,899
18. 国立飼料種子生産計画	畜産局	全 国	14,809	10,592	4,217	16,135	1992	1997	2,842	10,510
19. 予防接種生産所強化	畜産局	全 国	6,694	5,939	0,755	6,694	1986	1997	Nil	6,694
20. 国立羊開発計画	畜産局	* 3	10,178	7,829	2,349	3,843	1974	1997	Nil	3,843
21. プーターン食糧公社	プーターン食糧公社	全 国	51,798	51,798	0,000	51,798	1992	1997	51,798	Nil

出典：7次5ヶ年計画、Seventh Five Year Plan 1992

\* 1 : Lobesa, Wangdiphodrang

\* 2 : Wangdiphodrang, Tongsa, Pemagatshel, Bumthang, Tashigang, Mongar, Thimphu, Yusipang

\* 3 : Dechenpelrihang and Wabthang, Bhumthang

## 2.3.4 道路交通の現況

### (1) 一般概況

ブータンの遠隔地域が開発されていない原因の一つは、道路の整備が不十分であることである。全国で車両通行可能な道路は2,400km弱しかなく、しかも雨期に交通が阻害される確率が非常に高い道路である。その他は、人道や車馬道および吊り橋に頼っている状況である。各県別の道路網を(表 2.11)に示す。

ブータンの道路の建設、維持管理は、険しい地形と雨期に地滑りがあることから技術的に難しい状況である。また、労務者の不足も道路建設と維持管理を難しい状況にしている原因の一つである。道路局雇用の労務者は、1990年にブータン人1,700人と外国人労務者2,200人となっているが訓練や経験不足および技術者不足から労働生産性は未だ低レベルである。一方、外国からの援助による機械機具も提供者の事情や選定基準の欠如から異なるメーカーやモデルが導入されていること、更にインドでそれらの部品の調達ができないことから、機械機具の運転時間も制限を受けている。

第6次計画で計画された交通の重要な施設である吊り橋は、地域の労働力不足から計画通りに建設されなかった。吊り橋建設に必要なセメントや鋼製ワイヤーに関する技術力不足も一因である。

### (2) 車両通行可能道路及び橋梁

国道は、東西方向に走るティンプー～タシガン間(546km)、これにつながる南北線のティンプー～プンチョリン(179km)、トンサ～ゲレフー(244km)、タシガン～サンドルフ・ジョンカ(180km)の4条である。この他に、車両通行可能な道路は18の県庁所在地と12の主要村に限られている。国道は、DANTAKプロジェクトの定めるインド山岳道路基準により車軸重量8トンで建設されている。また、現在架け替えを終えたチュゾム橋(Confluence Bridge)を除く橋梁のほとんどは仮設橋であり、ここ数年内には耐用年数を越え、重車両の通行には向かない状態にある。

### (3) 交通形態

農村地帯では、未だ馬、ヤク、牛が広く使われている。車両は西部および南部の地域に集中して使われている状態である。第2次開発計画の初め(1966)にはわずか131台であった車両は現在(表 2.12)のように増えている。

(表 2.11) ブータン国県別道路網 1990年 6月 (単位 km)

県名	国道	主要地方道	地方道(農道)	計
Thimphu	102	-	19	121
Chhukha	132	46	17	195
Ha	15	11	16	42
Paro	104	51	17	172
Samchi	-	84	13	97
Chirang	67	-	24	91
Daga	22	87	-	109
Punakha	-	20	42	62
Wangdiphodrang	101	14	49	164
Bumthang	122	-	24	146
Goylegphug	106	-	41	147
Shemgang	142	-	-	142
Tongsa	163	-	-	163
Lhuntshi	-	47	10	57
Mongar	177	20	24	221
Pemagatsel	-	23	15	38
Samdrupjongkhar	59	48	5	112
Tashigang	141	45	71	257
全 国	1,453	496	387	2,336

出典：計画委員会 中央統計事務所；Statistical Yearbook of Bhutan 1990；  
Central Statistical Office, Planning Commission

(表 2.12) 車種別登録台数

1980-1989

年	乗用車	ジープ	トラック	バス	フル トーマー	耕運機	タフ オート	外交 官車	合 計
1980	76	118	156	9	-	-	23	299	700
1981	167	185	333	14	-	-	39	455	1,212
1982	319	276	431	23	6	-	55	707	1,840
1983	402	377	498	27	8	-	60	946	2,345
1984	620	469	673	37	9	-	78	1,200	3,122
1985	782	627	826	57	9	-	117	1,513	3,980
1986	934	810	955	78	10	-	153	1,883	4,881
1987	1,027	951	1,075	99	10	-	213	2,281	5,721
1988	1,235	1,105	1,249	118	12	80	250	2,882	7,002
1989(*)	1,287	1,151	1,345	140	19	129	291	3,222	7,664

(\*)は1989年9月まで

出典：計画委員会 中央統計事務所；Statistical Yearbook of Bhutan 1990；  
Central Statistical Office, Planning Commission

## 2.3.5 過去の交通整備計画の概要

第4次計画以降に建設された道路は（表 2.13）の通りである。

（表 2.13）第4次計画以降の累加道路建設延長(km)

区 分	第4次計画	第5次計画	第6次計画(1990)
国 道	1,358	1,450	1,453
県 道	216	447	500
支 線 道	185	268	408
合 計	1,759	2,168	2,361

出典：計画局、第7次5カ年計画書

(Seventh Five Year Plan 1992, Planning Commission)

道路局の第6次計画における目標は、路面掘削300km、路盤形成437km、アスファルト舗装379kmであったが、建設機械ユニット、舗装機械の遅れ、および熟練工、技術者不足から実績は計画を大きく下回り、（表 2.14）に示す結果となった。

（表 2.14）第6次計画の道路建設・維持管理進捗状況（1991年7月現在）

工 種	延 長(km)	工 費(Nu.*1,000)	施工業者数
路面掘削	76.1	32,182.5	11
路盤形成	21.5	6,364.5	2
永久作工物工事	32.0	6,070.5	3
復旧工事	800.0	917.9	3
定期維持管理	245.0	1,716.1	11
合 計		47,251.5	

出典：計画局、第7次5カ年計画書

(Seventh Five Year Plan 1992, Planning Commission)

## 2.3.6 第7次5ヶ年計画の道路部門の概要

### (1) 目標

- ・交通部門の長期計画は、物資や人の効率的輸送のため、国道、橋梁を建設し維持管理することで最終的には、人口の多い中心地を結ぶ道路ネットワークを形成することである。
- ・第7次開発計画に於ける最優先課題は、道路ネットワーク、特に国道の修理と維持管理である。この計画期間にはとりたてた道路新設計画は組み込まれていない。

### (2) 施策

建設・維持管理工事において契約形式で民間活力を利用する。道路局は調査、設計、基準の整備を行う。さらにマニュアル、基準、歩掛りの見直しを早急に行い、道路局と民間に徹底させる。民間のいくつかはこのような工事の経験もあるが、資金的にみて、重機の保有には問題があるため、道路局が貸し出す。道路建設の機械化によって労働力不足を補い、道路建設の水準を高める。ただし機械化は、基面の掘削のみとし、路盤形成やアスファルト舗装は手作業とする。

また道路局は、少なくとも2つの橋梁架け替え工事を行い、技術力の向上に努める。

### (3) 第7次計画の開発プログラム

第7次計画の実践は、以下のプログラムによって考えられている。

#### i) 道路維持管理の強化

- ・ロベサ、トンサ、リンメタンおよびティンプーにある管理事務所は、各々年間200kmの維持管理能力を持っている。第7次計画の終了時点までに、ティンプー～プンチョリン、タシガン～サムドルブ・ジョンカ間のDANTAKから受け継ぐ1,657kmの改修を行う。
- ・通常の維持管理作業は、地域共同体や民間との契約によって行う。通常の維持管理作業は側溝の清掃、小規模な土砂崩れの清掃、標識の修理、距離標の修理、街路樹や芝の植え付け等で、年間1km当たりNu. 6,000とNu. 9,000の二通りで契約する。
- ・現在7カ所の修理工場を、4カ所増やし機材類を再配置する。ゲリフにある中央修理工場は、逸散した機材を集結するのに位置が適切でないため、リグメタンに移す。

#### ii) アスファルト舗装機械の導入

現在保有しているアスファルト舗装機械1基は、年間40kmの能力であるが、第7次計画期間に県道130km、国道580km、合計720km、すなわち160km/年の再舗装工事が必要であるため、舗装機械を1台追加する。ちなみに再舗装工事は13区間にわたっており、工事費は180百万Nu.が見込まれている。

### iii) 道路建設機械の導入

現在道路局は、ロードローラー（21台）、ブルドーザー（22台）、エアーコンプレッサー（52台）、ダンプトラック（47台）、ポンプ（10台）等様々なメーカーの機械合計およそ450台を保持している。第7次計画ではこれらの機械の約半数を入れ替える。

### iv) 路面掘削機械の導入

現況の年間路面掘削能力は道路局が45km、民間が30km、合計75kmである。第7次計画の目標は年当たり93kmの施工である。このために必要な追加機械は、ブルドーザー80kw（1台）、ブルドーザー150kw（4台）、エアーコンプレッサー（6台）、ダンプトラック（4台）、燃料タンク（3基）、燃料タンカー（1台）等である。

### v) 道路新設

新設道路は、きわめて道路密度の小さいペマガッシュルやタシガン県において建設する。第7次計画の目標は、道路局が60km/年、民間建設会社が30km/年としている。

## (4) 具体的な開発計画

道路部門での具体的な開発計画は、（表 2.15）に示す9つの計画（合計プロジェクト費用788百万Nu.）が提案されているが、予算的裏付けはない。

## 2.3.7 農業の発展方向と本計画の関連

本計画は、その目標の①主要食糧の自給率向上、②換金作物導入による農家所得の増加、③土地・労働生産性の向上を達成するためにとられた政策である重点地域の開発の1地区として第6次開発計画遂行中にスタートした。この基本設計調査時点では、第7次開発計画に移行したものの、農業発展の基本理念は旧計画とその意を異にするものではない。本計画の今後の実施は、第7次計画の戦略の一つに示される「第6次計画で学んだ地域開発の応用」を実践するものであり、すでに工事を終えたステージ「1.1」及び「1.2」の適切な評価の上に残された各ステージを実施する必要がある。

本計画のフェーズⅠ、Ⅱ調査報告に、「この地域には営農意欲の高い農民が多くみられる」と示されているが、ステージ「1.2」の工事実施終了とほぼ同時に、新設された農道の受益者の数人がローンを利用して農事用トラックを購入したり、将来の受益者を含む全体の受益者が政府所轄スタッフの指導のもとに「水利用組合」を結成したり、意欲的に農業を改善しようとしている。このような経験は、この地域における投資が将来のブータン全体の農業に貢献することを示唆している。

(表2.15) 道路開發計畫

項 目	關係機關	地 域	事業費 合計 百万Nu.	資 本 百万Nu.	經 常 經 費 百万Nu.	必要外 部財源 百万Nu.	初 年度	完 成 年 度	財 源 確 保 百万Nu.	財 政 格 差 百万Nu.
1. 道路維持能力強化	情報省道路局	全 国	116.544	93.050	23.494	116.544	1992	1997	Nil	116.544
2. 瀝青固化裝置	情報省道路局	全 国	66.090	48.000	18.090	66.090	1992	1997	Nil	66.090
3. 道路部門研修訓練	情報省道路局	全 国	5.000	5.000	-	5.000	1992	1997	Nil	5.000
4. 国道改良事業	情報省道路局	***	201.908	147.632	54.276	201.908	1994	1997	Nil	201.908
5. 主要地方道路計畫	情報省道路局	全 国	222.428	179.423	43.005	222.428	1992*	**	Nil	92.247
7. 橋梁架替	情報省道路局	全 国	139.970	17.000	122.970	139.970	1992	1997	Nil	139.970
8. 道路建設機械	情報省道路局	全 国	158.663	117.528	41.135	145.049	1992	1997	Nil	145.049
9. 国立運轉教習所	民間航空輸送局	Phuntsholing	8.374	-	-	8.374	1992	1997	Nil	8.374

出典：7次5ヶ年計畫、Seventh Five Year Plan 1992

\*\*\*：Thimphu-Phuntsholing(40km)

Simtokha-Tashigang(Kheri)(26km)

Tongsa-Gaylephug-Sarbharg(20km)

\*：第8次計畫會計年度より繰越

\*\*：第8次計畫會計年度へ繰越

## 2.4 パロ谷農業総合開発計画の概要

### 2.4.1 計画の経緯

パロ川流域は、ブータンの農業先進地域で、これまでも同国農業の指導的役割を果たしてきた。ブータン政府は第6次5カ年計画の重点開発プロジェクトの一つとしてパロ谷農業総合開発計画を位置づけた。農業近代化の拠点を形成しようとする本計画の具現化は、食糧自給、農家所得の増加及び土地・労働生産性を向上させる上で、同国にとってその意義は大きい。

ブータン王国政府の要請によってFAOアジア太平洋地域事務所（FAO-RAPA）は、1987年9～10月にパロ谷農業総合開発計画の事前調査を実施した。事前調査団は、パロ川流域を4地区に分割し、ドティー川流域の開発を最優先とする報告書をまとめた。

これに基づきブータン王国政府はわが国に対し無償資金協力を要請してきた。この要請を受け、わが国は1988年11月～12月にかけて事前調査団を派遣した。さらにこの事前調査の結果を踏まえ、パロ谷農業総合開発計画にかかる基本設計調査を2回のフェーズに分けて実施した。基本設計調査の前半であるフェーズⅠ調査は、マスタープランの立案を中心とし1989年3月～4月にかけて実施され、その結果に沿ってフェーズⅡ調査が、1989年11月～12月にかけて実施され基本計画が確定した。この基本設計調査では工事をステージ「1.1」、ステージ「1.2」、ステージ「1.3」、ステージ「2.1」、ステージ「2.2」の5期に分割して、実施する内容となっていた。工事は同設計調査に従い1990年4月から1991年3月までにステージ「1.1」が、1990年12月から1992年3月までにステージ「1.2」が実施された。

その後、ブータン政府が通信網建設プロジェクトの早期実施を強く要望したため、パロ谷農業総合開発計画の残りの3ステージは、その実施を1991年度、1992年度の2年間中断する事になった。

一方、ステージ「1.2」実施中の1991年9月の増水でジャンサ橋が被災したため、ブータン政府はわが国政府に橋梁新設の無償資金協力を要請してきた。この橋はパロ谷農業総合開発計画実施にとって建設資機材の運搬上重要で、この橋の復興計画とパロ谷農業総合開発計画は一体として計画する必要性が高いことからパロ谷農業総合開発計画フェーズⅢとして調査を行うことになった。

なお、このフェーズⅢ調査では、中断期間中の物価上昇、社会情勢の変化及び前ステージ迄の工事实績を勘案した残りのステージの見直しも行う。

## 2.4.2 計画の概要

先に行われた基本計画において確定された各ステージの事業内容は以下の通りである。

### ステージ「1.1」

#### 建設機械調達（第1次）

機 種	規 格	数 量	機 種	規 格	数 量
ブルドーザ	21 ton	1 台	パワートローウェル		1 台
	15 ton	4 台	コンプレッサー	7.5m <sup>3</sup> /min	1 台
	3 ton	1 台			
バックホー	0.6 m <sup>3</sup>	3 台	ジャックハンマー		2 台
	0.2 m <sup>3</sup>	1 台	バイブレーター		2 台
	0.04 m <sup>3</sup>	2 台			
クラムシエル	0.6 m <sup>3</sup>	1 台	タンパー		4 台
ダンプトラック	11 ton	8 台	トラクタショベル	0.34 m <sup>3</sup>	1 台
振動ローラー	10 ton	1 台	ベルトコンベヤー	L=7 m	1 台
トラックミキサー	2.2 m <sup>3</sup>	2 台	サポーティング機材		1 式
モルタルポンプ		1 台			

#### プラント建設

プラント名称	規 格	数 量
砕石プラント	30ton/hr	1式
バッチャープラント	強制練りパン型	1式
コンクリート二次製品プラント		
ブロック製造施設		1式
スチーム養生設備		1式
フォークリフト		2台
ディーゼル発電機		1台
鉄筋カッター		1台
水処理施設		1式

ステージ「1.2」

灌漑施設 : No. 17 / Jangsa (L=5,234m\*)、木工沈床取水堰  
No. 12 / Gesse Chawa (L=1,623m\*)、木工沈床取水堰  
No. 11 / Kempa Tanguul (L=1,912m\*)、木工沈床取水堰  
No. 15 / Damjimayu (L=2,390m\*)、木工沈床取水堰

(注: No. は要請時点の水路番号)

農道 : Site 1 / ドティー川左岸沿い (L=3.7km) (河川護岸を含む)  
河川護岸 : Site 1 / ドティー川右岸沿い (L=3.7km\*)

ステージ「1.3」

灌漑施設 : No. 19 / Chendo Chukha (L=2,991m\*)、コンクリート取水堰  
No. 21 / Bamdoley (L=1,904m\*)、石積み取水堰  
No. 28 / Rema Thangyul (L=837m\*)

(注: No. は要請時点の水路番号)

農道 : Site 2 / Bamdoley-Jangsa (Jangsa Bridge) (L=6.2km)  
(パロ川左岸沿い)

河川護岸 : Site 2 / Bamdoley-Jangsa (Jangsa Bridge) (L=6.2km\*)  
(パロ川左岸沿い)

建設機械調達 : ブルドーザー (21ton) ; 1台  
(第2次) " (15ton) ; 1台  
レーキドーザー (15ton) ; 1台  
バックホー (0.6m<sup>3</sup>) ; 1台  
" (0.2m<sup>3</sup>) ; 1台  
ダンプトラック (11ton) ; 8台  
振動ローラー (10ton) ; 1台

ステージ「2.1」

灌漑施設 : No. 13 / Sharimochu (L=1,230m\*)、コンクリート取水堰  
No. 14 / Gangyul (L=2,547m\*)、コンクリート取水堰  
No. 1 / Shaba Shengo (L=1,906m\*)、木工沈床取水堰  
No. 8 / Tshetey Yuwa (L=667m\*)、コンクリート取水堰

(注: No. は要請時点の水路番号)

農道 : Site 3 / Satsam Chorten-Tshongdu (L=8.6km)

(パロ川右岸山裾沿い)

Site 4 / Nyemizam-Khangku (L=1.7km)

(パロ川右岸、ゾン~空港)

河川護岸 : Site 4 / Nyemizam-Khangku (L=1.7km\*)

圃場整備 : 受益地の upstream 側半分

#### ステージ「2.2」

灌漑施設 : No. 3 / Shaba Bara (L=2,240m\*)、木工沈床取水堰

No. 4 / Dujey Dingkha (L=1,672m\*)、木工沈床取水堰

No. 6 / Serekha (L=1,398m\*)、コンクリート取水堰

(注 : No. は要請時点の水路番号)

農道 : Site 6 / Bondey-Gyebjana (L=1.7km)

(パロ川右岸山裾)

Site 7 / Chorten-Sarpa-Deankha (L=3.4km)

(パロ川左岸川沿い)

河川護岸 : Site 5 / Right side of Gyebjana Rongchu (L=2.05km\*)

Site 7 / Chorten-Sarpa-Deankha (L=3.4km\*)

圃場整備 : 受益地の downstream 側半分

注 : (\*) は区間延長を示すもので、工事実延長ではない

#### 2.4.3 計画の現状

基本計画「フェーズ I・II」の方針に沿って、建設機械及びプラントの供与を行うステージ「1.1」に関して1990年4月にE/Nを締結し、1991年3月を期限に実施された。

続いてドティ川沿いの灌漑施設、農道、河川護岸をコンポーネントとするステージ「1.2」に関するE/Nが1990年12月に締結され、1992年3月末に工事は完了した。またこのステージでは建設機械(コンクリートポンプ、不整地運搬車)の追加も行われた。

## 2.5 要請の経緯と内容

### 2.5.1 要請の経緯

前項計画の経緯で述べたように、プロジェクト地区内の市街地パロマーケットとパロ川対岸に位置するドティー地区を結ぶパロ川に架かるジャンサ橋は、本事業実施中の1990年7月の出水により河床の局所洗掘が起き、橋脚が沈下傾倒し、上部工の変形が起きたため通行制限の処置がとられた。その後1991年9月の増水により、前年に傾倒した橋脚は転倒し、2径間の上部工が落橋に至った。ブータン政府はダントック（インド援助機関）に応急対策を要請し、鋼製トラス仮橋が架けられたが、依然として重量物の通行は制限されている。このためブータン政府はわが国に本格的な修復について無償資金協力を要請した。

一方、パロ谷農業総合開発の工事实施ステージ「1.3」、「2.1」及び「2.2」は、1991年度、1992年度の2年間中断することになったことは計画の経緯で述べた通りである。

以上の背景から、下記理由を考慮し、ジャンサ橋基本設計調査を含めたパロ谷農業総合開発に関する基本設計調査フェーズⅢが実施されることになった。

- (1) パロ谷農業総合開発事業実施の中断期間の物価変動幅が大きく、工事費の変化が予測されること
- (2) 上記中断期間に、その他の社会条件の変化や、供与建設機械・プラントの状況に変化が想定されること
- (3) ジャンサ橋の復旧は、農業開発計画の実施スケジュールに大きな影響を与えると判断され、一体的な計画が必要なこと
- (4) ジャンサ橋の建設には、農業開発計画による供与建設機械の使用が不可欠であり、建設機械の効率的かつ連携を持った利用や今後の供与機械の選定も総合的に考える必要があること

### 2.5.2 要請の内容

#### (1) 農業開発計画

パロ谷農業総合開発計画のスタート時点ともいえる基本設計調査（フェーズⅠ）に先だって、ブータン政府より提出された要請項目の概要は以下の通りである。

- i) 灌漑用水路 : 水路数;27条、総延長;64.39km、(総受益面積;1,795ha)
- ii) 農道 : 道路数;10条、総延長;64.78km
- iii) 圃場整備 : 圃場数;2地区、総面積;58.7ha
- iv) 機材 : 施工機械;12種、総台数;57台、サポーティング機械;1式



- ・河川護岸 : Site 2 / Bamdoley-Jangsa (Jangsa Bridge) (L=6.2km\*)  
(パロ川左岸沿い)
- Site 4 / Nyemizam-Khangku (L=1.7km\*)
- Site 5 / Right side of Gyebjana Rongchu (L=2.05km\*)
- Site 7 / Chorten-Sarpa-Deankha (L=3.4km\*)

- ・圃場整備 : シャバ地区の18.5ha

- ・建設機械調達 : ブルドーザー (21ton) ; 1台
- "                  (15ton) ; 1台
- レーキドーザー (15ton) ; 1台
- バックホー (0.6m<sup>3</sup>) ; 1台
- "                  (0.35m<sup>3</sup>) ; 1台
- ダンプトラック (11ton) ; 8台
- 振動ローラー (10ton) ; 1台

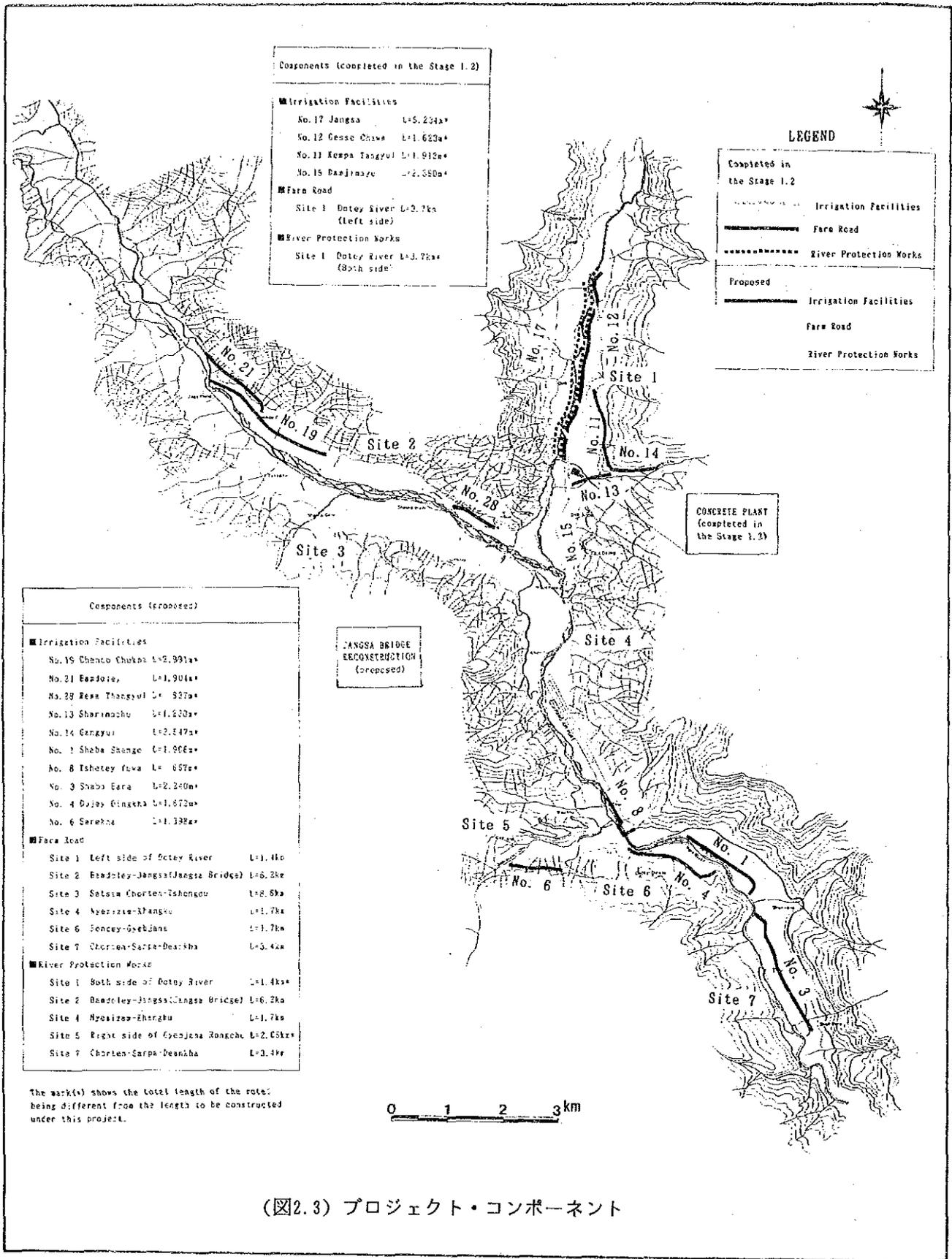
注 : (\*)印は区間延長を示すもので実工事延長ではない

## 2) 「フェーズⅢ」現地調査時の変更要望

- ・圃場整備工事の削除
- ・ドテイー川左岸農道(Site 1)の延長工事(約1.4km)の追加(ステージ「1.2」の工事  
終点からの延長工事)
- ・建設機械調達の内容変更(変更要請書(表 2.16)に示す)。

## 3) 「フェーズⅢ」ドラフト・ファイナル・レポート説明時の変更要望

- ・農道Site3の終点をTshongduからTajuに変更する。



(表2.16) 建設機械変更要請書

PROPOSED CONSTRUCTION EQUIPMENTS FOR STAGE 1.3		
1.	Bulldozer (21 ton)	1 No.
2.	Bulldozer (15 ton)	1 No.
3.	Rake dozer (15 ton)	1 No.
4.	Backhoe (0.6 cu m)	1 No.
5.	Backhoe (0.35 cu m)	1 No.
6.	Dump truck (11 ton)	8 No. s
7.	V. Roller (10 ton)	1 No.

ACTUAL REQUIRED CONSTRUCTION EQUIPMENTS FOR STAGE 1.3		
1.	Bulldozer (21 ton)	1 No.
2.	Bulldozer (15 ton)	1 No.
3.	* Motor grader (85 HP - 112 HP)	
	or	
	Motor grader (GD461A - GD313A)	1 No.
4.	Backhoe (0.6 cu m)	1 No.
5.	Backhoe (0.35 cu m)	1 No.
6.	** Dump truck (11 ton)	5 No. s
7.	* Mixer truck (2.2 cu m)	2 No. s
8.	V. Roller (10 ton)	1 No.
9.	* Wheel loader (WA 100)	1 No.

SUPPORTING EQUIPMENTS		
1.	* 4 x 4 double cabin pick up	1 No.
2.	* High pressuur washer with accessories	1 No.

OTHERS		
1.	* Additional spare parts for the equipments & machi which are already here in Bhutan	
2.	* Spar parts for accident mixer truck	
3.	* Spar parts for accident rough terrain crane	
4.	* Tranning abroad	

注 \* : 新たに追加になった機械  
\*\* : 台数変更になった機械

(2) ジャンサ橋修復計画

要請の経緯で述べたように1992年1月付けのブータン王国政府からのジャンサ橋修復に関する要請内容は、新橋架け替えを前提とし下記となっている。

i) 形式規模

橋 長 : 250 ft  $\approx$  76.2 m  
径 間 : 3 径間  
下部工 : R C 構造、橋台2基、橋脚2基  
上部工 : R C 構造 T 型梁  
載荷重 : 24 ton

ii) 付帯工事

橋台保護築堤工事  
掘削機械による土水路の修復工事  
橋脚保護工事

## 第3章 計画地域の概要

### 3.1 計画地域の位置及び社会・経済事情

本計画地は、ブータンの西部ゾーン（地方行政区ゾーンI）に属するパロ県内の北緯 $27^{\circ} 20'$ ～ $27^{\circ} 35'$ 、東経 $89^{\circ} 15'$ ～ $89^{\circ} 30'$ に位置している、パロ川とその支流ドティー川の合流地点を中心とした両河川沿い約20kmの範囲にある農耕地を対象とするものである。

この地域内には、ブータン唯一の国際空港があり、首都ティンブーとは国道1号線で結ばれ、交通の面で重要な役割を持つ。このパロ～ティンブー間の国道は延長約50km、単線簡易アスファルト舗装で、車両での所要時間は約1時間30分である。

パロ川とドティー川の合流点の左岸側にはパロ県庁（パロゾン）があり、対岸のパロマーケット（商店街）と相俟ってパロ県の政治、商業等の中心となっている。計画地域は行政区分として8郡に分けられている。各郡の位置を（図3.1）に示す。

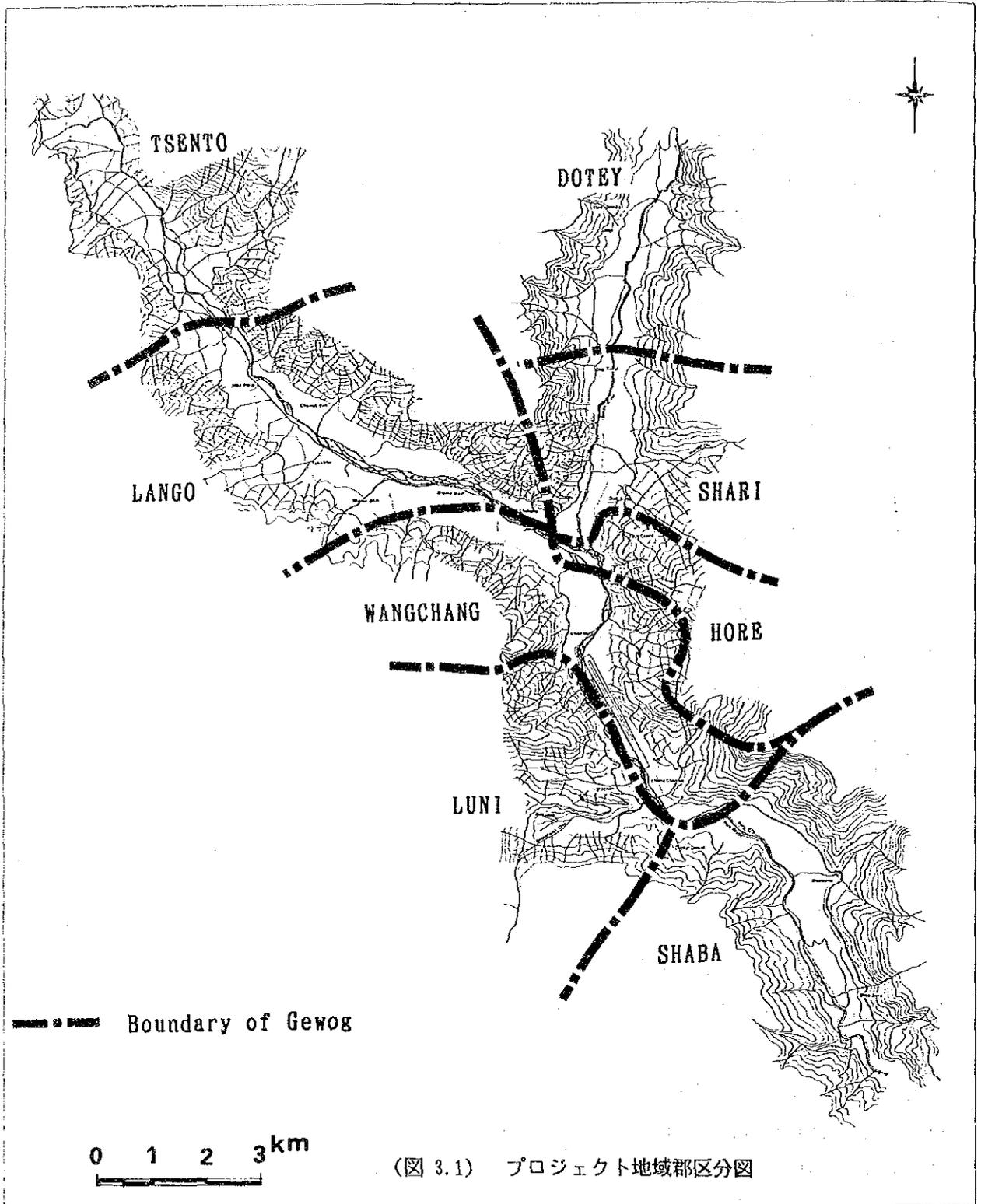
8郡の人口は、1987年時点の人口11,168人から推定すると、1990年では11,900人となる。パロ地区に住む外国人としては、インド人が最も多く、国道の維持管理、空港工事等に従事し、仮設小屋の集落を形成して生活している。また1959年ダライラマのチベット脱出に伴うチベット難民が、この地区にも定住しており畑地を与えられ、各郡に散在している。

この地域の主要産業は農業及び林業で、特に農業生産からみるとブータンの中でも有数の穀倉地帯といえる。穀類としては水稻、小麦を生産する他、換金作物としてじゃがいもを初めとする野菜の生産が盛んで、林業の材木と共に輸出が盛んである。また、パロ川上流にはTiger's Nestと呼ばれるTagtshang僧院、Paro-Dzong及び博物館等の観光資源があり、国際空港があることから観光の拠点となっている。

### 3.2 自然条件

#### 3.2.1 地形

計画地はヒマラヤ山系の東部に位置し、ヒマラヤ高地とよばれる地形的に褶曲を受けた深い渓谷と急斜面の山地である。北西から南東に向かって流れるパロ川がティンブー県との県境でティンブー川と合流し、ライゲ-ウォン川となりインド平原に流れ込む。パロ川とその支流ドティー川の大局的に見た河川勾配はドティー川合流前のパロ川：1/80、合流後：1/120、ドティー川：1/90程度の急流河川で、河川の掃流力が大きく洪水の度に河川形状が変化している。農業用地は、これらの河川氾濫堆積物により形成された平地、小河川が山裾で形成する小規模な扇状地である。



### 3.2.2 地質

計画地域及び周辺の地質構成は、基盤となる先古生代の片麻岩、これを被覆する第四期洪積世から新生代沖積世の扇状地堆積層・崖錐・河川堆積層等からなる。片麻岩は黒雲母・ガーネットを含む有黒質縞状片麻岩及び主として石英・長石より構成される有白質片麻岩からなる。地表面は、茶褐色で粘土化した強風化帯と亀裂が開口し風化が進行中の弱風化帯に分けられる。強風化帯は比較的薄く概ね2～3 m以下である。扇状地堆積層は沢地の本流への合流部に形成され片麻岩を主体とする円礫を多く含む砂礫質と成っている。崖錐は片麻岩の強風化帯より供給される亜角礫を主体とするシルト質砂礫から成る、斜面山麓部の二次堆積物で、顕著には発達していない。河川堆積層は直径5～50cm大の片麻岩を主体とする他、結晶片岩・大理石・珪岩等の先古生層起源の変成岩から成る円礫により構成されている。

### 3.2.3 気象

パロ県は、雨期（6月～9月）と乾期（12月～2月）をもつモンスーン気候帯に属し、年間降雨量は、500～1000mm、月平均気温は5～25℃である。気象観測はBitekha（ハー県境）、Bondey農場およびDoteyで行われているが、計画地域内で比較的欠測の少ないBondey農場の記録を（付属資料13）に示す。この記録によれば、雨期4カ月の降雨量は年間の72～80%、この時期の月平均気温は18～20℃である。

### 3.2.4 水文

この地域の主な水資源は、パロ川とドティー川で、地区内の農用地面積からみて乾期においても水量としては充分と判断できる。小河川ではシャリロン川とゲブジャナロン川が上述と同様の条件を備えているが、シャリロン川の扇状地上の部分は比率的に伏流が多くなり、安定水源とはいえない。

### 3.2.5 水質

パロ川、ドティー川の水質は、フェーズⅡ調査で明らかなように、弱アルカリ性でカルシューム、マグネシュームが若干多いが、全体的にはわが国の水道原水の水質標準項目Aに規定される値をクリアしているもので、基本的には良好な水質といえるが、雨期における降雨時には、浮遊物質度(SS)がかなり高くなる。

### 3.2.6 自然環境

パロ県の全面積は213,000haで、この81%に当たる171,900haが森林である。樹相としては、松、糸杉、檜、胡桃、シャクナゲ等で笹は少ない。主な動植物は以下の通りである。

は乳類：月の輪熊、猪、鹿、狐、等

鳥類：スズメ、烏、鳩、カワセミ、キツツキ、フィンチ等

魚類：ブラウントラウト

植物：上記の文中の他、柳、梨、リンゴ等

### 3.3 社会環境

計画地域における基礎インフラは、下記の通りである。

#### (1) 道路

ブータン王国の道路は国道(Highway)、主要地方道(District Road)、及び農道(Farm Road)に分類される。主要地方道とは郡の中心地を相互に結ぶ道路で、農道は地方道(Feeder Road)とも呼ばれる。パロ地域内の道路網を(図 3.2)に、施工時期及び施工機関を(表 3.1)に示す。地区内の車両通行可能な道路橋はJangsa橋、Shari Ramna橋、Bondey橋の3橋のみであるが、Jangsa橋は現在仮橋による制限交通状態であり、Bondey橋は現在インドの援助によって新設工事が行われている。

#### (2) 上水道

デンマーク国(DANIDA)の援助によって「パロ市街地水道供給および公衆衛生施設計画」が実施され、1991年からパロ住民への上水道用水の供給が開始されているが、末端給水管・設備工事が進まず、未だ十分に機能していない。

現在では、ステージ「1.2」で完成したJangsa Channelみられるように、農業用水を兼用している世帯や沢水を利用している世帯もかなりある。

#### (3) 学校

パロ県には、小学校8校、中学校1校および高校1校がありティンブーには及ばないが、人口と学校数の比率から見るとゾーンIの平均、全国平均より多くの学校がある。また、面積当たりの学校数からみるとゾーンIは全国平均より良く、パロ県はゾーンIの平均値といえる。すなわちこの地域は学校の位置が若干遠距離ではあるが教育環境としては、ブータンの中では優れた地区といえる。

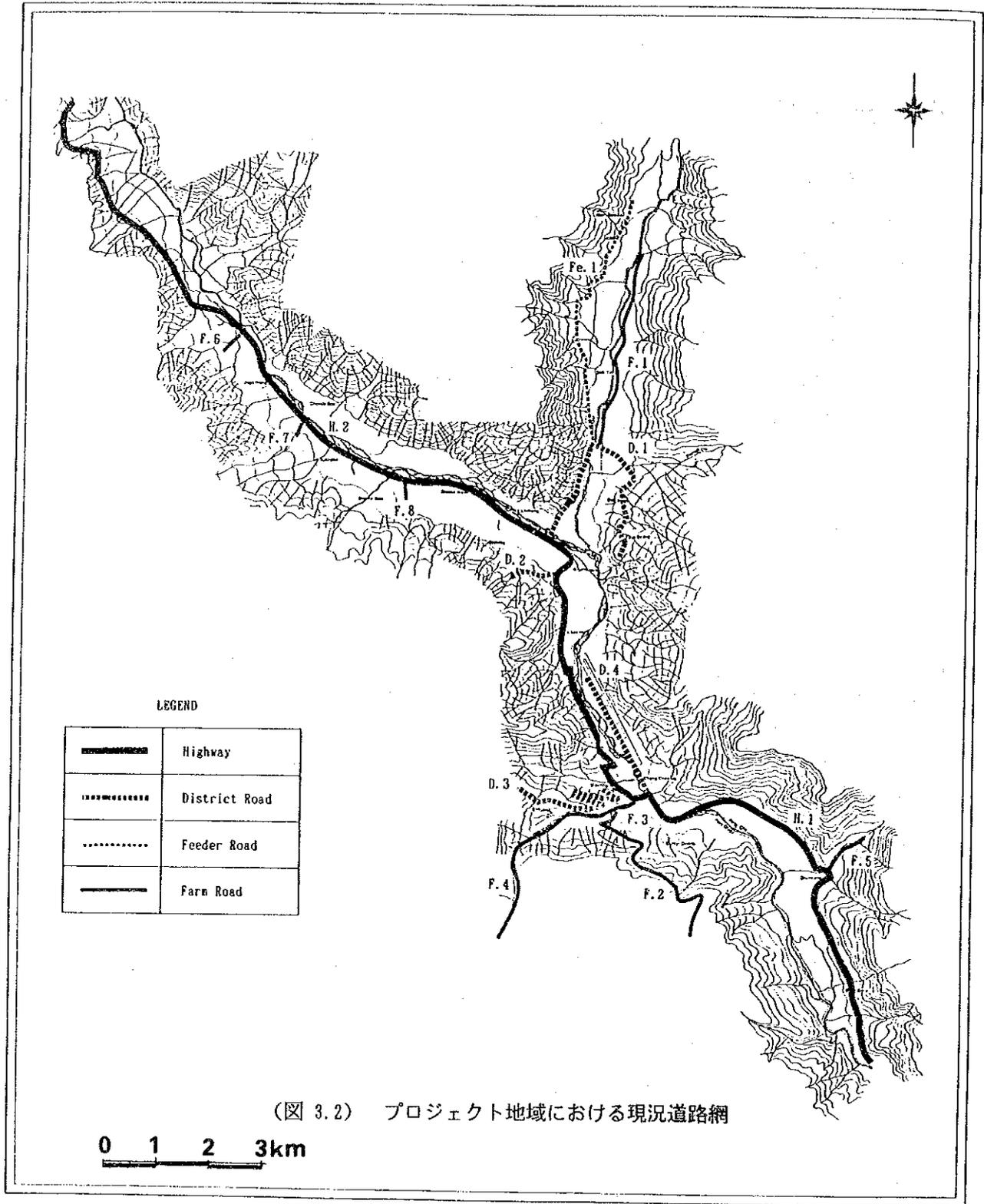
#### (4) その他

病院、電話等その他の施設状況も他の主要都市より劣るが、全国レベルからみると平均以上といえる。特記すべきことはブータン唯一の国際空港を持つことである。

### 3.4 関連プロジェクト

パロ地区には、「第2章、2.2.2 当該地の開発計画」で述べたように外国の援助による3つの過去のプロジェクト、3つの現行プロジェクトがある。これらの中で本計画に最も関連の深いものは、全国種苗プログラム (National Seed and Plant Programme (NASEPP))、農業機械化センター (Agriculture Mechanization Centre (AMC)) で、現在も活発に活動を続けている。両プロジェクトと本計画によって実施される農業基盤整備は有機的につながり、計画地区の農業近代化、土地生産性の向上等を進められるようになると考えられる。

PARO VALLEY AGRICULTURAL DEVELOPMENT PROJECT



(表 3.1) パロにおける現況道路網

路 線 名	竣工年	建設機関
<b>国道</b>		
1. Confluence - Paro Market	1962	インド国境道路局
2. Paro Market - Drukwl Dzong	1966	インド国境道路局
<b>主要地方道</b>		
1. Paro Market - Musium	1976	公共事業局
2. Paro Market - Olathang Hotel	1966	公共事業局
3. Bondey Bridge - Chundudingkha	1975	林野局
4. Bondey Bridge - Airport	1967	インド国境道路局
<b>地方道</b>		
1. Shari Ramna Dotey Acho(Bridge)R.B.	1976	インド国境道路局
<b>農道</b>		
1. Shari Ramna Bridge - Jabji Bridge	1977	県
2. BOndey Farm - Pangbina	1974	県
3. Bondey Village - Bondey Farm	1973	公共事業局
4. Bonday Farm - Gebjana	1976	林野局
5. Shaba School - Shinagkana	1986	農民
6. Nichipu - Sachan Choten	1976	農民
7. Geta Zampa - Lango School	1977	県
8. Hightway - Kichu	1973	公共事業局

出典：パロ県庁にて聞き取り（1992年）



## 第4章 計画の内容

### 4.1 目的

本計画地区は、相対的な意味でブータン王国における農業先進地区として位置づけられているが、絶対的な意味では農業生産基盤、社会基盤共に整備率は低い。これらの基盤整備・改善に伴い生産形態及び社会形態を大幅にかつ急激に変化させることの無いように既存農業生産基盤を最大限に利用することを基本とした計画実施を行い、食糧自給率の向上の一翼を担いつつ、ブータン国が独自に類似の基盤整備を推進し得る契機をつくること、整備のモデルをつくることがこの農業開発計画の目的である。

一方ジャンサ橋の修復目的は、地域住民の交通確保、農業投入資材・農産物の輸送の正常化、および上記農業開発計画を円滑に実施可能とするためである。

### 4.2 要請内容の検討

#### 4.2.1 計画の妥当性・必要性の検討

##### (1) 農業開発計画

パロ谷はブータン国の中では農業の先進地域であり、農業者の営農意欲も高い。しかし、フェーズⅠ、フェーズⅡ調査でも明らかなように、関連施設の整備が不十分で、生産性が上がらないと判断される。関連施設は主に下記のような問題がある。

##### i) 灌漑施設

地区内にある灌漑用水路は、そのほとんどが恒久的な取水施設を持たないため、河川水位の下がる時期には取水が出来ず、作付け時期がずれ込んだり生育が安定しない。また、水路のほとんどが土水路で、漏水等が多く灌漑効率が低い。これらの灌漑施設の維持管理のため、毎年多大な労力を費やしている。

##### ii) 農道

地区内の主要道路は、前章に示したとおりで国道、県道についてはアスファルト舗装であるが、これらにつながる地方道は整備延長も短く、路面も劣悪である。農道はほとんど建設されていなく、農業資機材の搬入・搬出、生産物の出荷の効率は極めて悪い。

### iii) 河川護岸

地区内の主要河川はパロ川とその支流ドティー川であるが、空港・国道・県道に関連する個所以外の護岸は整備されていない。1968年、1973年には大きな洪水のため農地は被災した。また、地区内の主要な農地は上記河川沿いの河川氾濫原に位置しており、毎年雨期には河川の侵食作用により、農地が徐々に減少している箇所も見られる。

以上の問題点の解決のために、灌漑施設においては恒久的な取水施設・水路の装工・付帯構造物の充実が不可欠であり、特に老朽化している施設、破損している施設は改修の緊急度が高いものであるから、前フェーズで選定された施設の改修の必要性、妥当性は高い。また、農道は労働生産性を高める上で、河川護岸は少ない農地の保全のため必要不可欠といえる。

これらの農業関連開発計画は、前フェーズで数多く要求のあった要請の中から緊急度、必要度の高いものを無償援助協力として選択したもので、ブータン側では日本側の行う実施をモデルとして随時開発を続ける意向を持っている。ブータンの建設の現状は、労働力・建設機械が不足している。従って建設機械および部品の供与は本計画の円滑な実施はもとより、今後ブータン側が行う地区全体計画の実施のためにも非常に有用である。

### (2) ジャンサ橋修復計画

地域内のパロ川に架けられている橋梁は、今回要請のあったジャンサ橋およびボンディー橋の2橋のみで地区内の交通の要である。前述の農業開発計画の実施のために、機械力を駆使しなければならない情勢にあって、被災を受けたジャンサ橋の修復は必要不可欠なものである。また、地区内外には将来架け替えを要する老朽化した橋梁・整備水準の低い橋梁（吊り橋を含む）が数多くあり、本計画の実施を通じてブータン人技術者に橋梁技術の移転も期待される。

## 4.2.2 実施・運営計画の検討

本計画の実施・運営は、ブータン政府農業省農業局がパロ谷農業開発プロジェクト事務所をステージ「1.1」の開始時点に設立し対応している。ステージ「1.1」の時点では、プラント建設に関する敷地造成工事・水源工事・電力工事が、ブータン政府側の負担で遂行することとなっていた。この時点では事務所が設立間もないこと、ブータン国の予算年度と工事時期が調和しなかったことから年間予算計上の形式はとられなかったが、上記負担工事に対する予算の配分、人員の配置は逐次なされた。ステージ「1.2」においては同事務所に係る必要経費として、年間700万Nu.が準備され、必要に応じた対応がとられていた。また、重機オペレーターを初めとする要員も確保され、本地域内にあるAMC（農業機械化センター）も補助的に協力した。

以上の経緯、計画の中断期間も同事務所を継続していることからみて、今後のステージにおいても実施運営は確実になされるものと判断できる。

### 4.2.3 類似計画及び国際関係機関等の援助計画との関係・重複等の検討

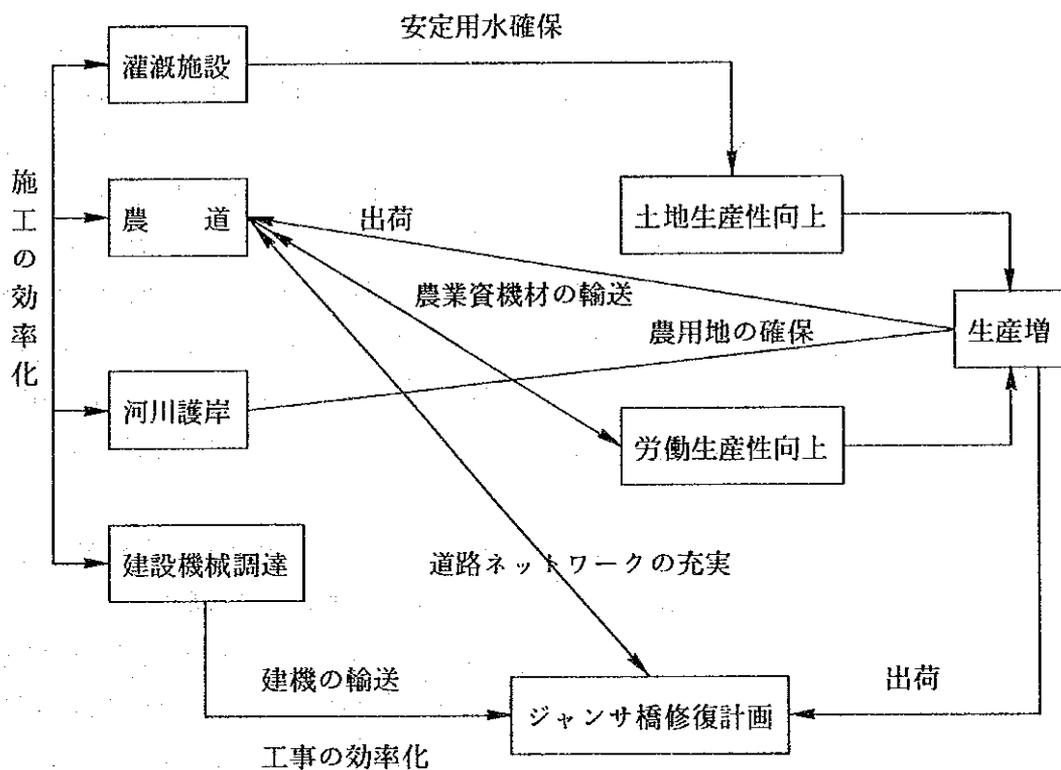
パロ地区での農業関連事業には「3.4 関連プロジェクト」に示したNASEPP、AMCがある。これらの2事業の目的からみて、本計画との重複は無いと考えられる。また「2.3農業及び関連セクターの概況」で述べたように、第7次計画即ち上位計画の中にも本計画と重複するようなものは無い。

### 4.2.4 計画の構成要素の検討

ブータン側からの要請項目は、「2.5要請の経緯と内容」に示したとおり、以下の項目に分類される。

- ・農業関連計画 : 灌漑施設、農道、河川護岸、建設機械調達
- ・ジャンサ橋修復計画 : 橋梁新設

上記項目は下記の様に相互に関連があり、農業総合開発計画としての構成要素として適正と考えられる。



(図4.1) 計画構成要素の関連

#### 4.2.5 要請施設、機材の内容検討

要請の各項目について評価を以下に述べる。

##### (1) 農業関連計画

###### i) 灌漑施設

パロ地域は地表水が豊富で、乾期においても灌漑用水を期待できる。気候、作物からみると二期作、三期作が可能と思われる。しかし、灌漑施設の現状は、恒久かつ取水位を十分確保できる取水工が無いため、乾期に確実な取水を出来る水路はほとんど無い。また水路も土水路が多く灌漑効率が非常に低い。一方、農作物の国内自給や輸出に向けての需要は近年益々大きくなってきている。従って、残された3ステージに計画されている10条の用水路の取水工を含めた施設改修は妥当であると考えられる。

###### ii) 農道

パロ地域における道路は絶対数が不足している。農道は絶対数不足はもとより、そのほとんどが人道・車馬道程度の規模である。上記の灌漑施設改良およびAMCの進めている機械化農業に伴い、農業資機材の搬入搬出、農産物のスムーズな出荷のため、残された3ステージに計画されている5条の幹線農道の建設は極めて重要と考えられる。ステージ「1.2」において施工されたドティー川左岸農道は、営農の効率化はもとより日常の利便性を与えることで、地元に対し強いインパクトを与えた。この工事の終点より上流側に位置し換金作物であるリングを栽培し、従来その出荷に多大な労働を強いられてきた農民にとってその延長が強く望まれる結果となった。本設計調査時点で要望のあったドティー川左岸農道（ステージ「1.2」で改修された農道に連続する農道延長工事）は、下記の理由により効果は十分であると判断した。

- ・現地調査の結果（付属資料 1）に示すように、この工事終点より上流側に72軒の農家が、水田71ha、畑104haおよびリング4,800本を所有し、必要性が大きい。
- ・ドティー川右岸にパロ県が施工した既設農道があり、県は既設農道の改良と、路線の延長を計画している。この農道の改良工事には既に2万Nu.の予算があり今年中に実施される。路線延長は、今回要請のあった延長左岸農道とリンクする計画であり実現の可能性が高くより大きな効果が期待できる。

### iii) 河川護岸

フェーズⅠおよびⅡで計画された4条の河川護岸は、新設・既設農道の侵食防止即ち後背の農地保全の目的を持つもので、必要不可欠と考えられる。今回新たに要請されたドティール左岸農道においても、この農道が同河川沿いに位置することから、河川護岸工（築堤兼用）が必要である。また、この道路の対岸の河川線形上、水衝部にあたる個所についても侵食防止のため、護岸工が必要である。

### iv) 圃場整備

残されたステージの計画のうち、圃場整備工事についてはブータン農業省が計画から削除することを申し入れた。第6次計画では、食糧増産のため、重点地域の開発に最重点を置いてきた。限られた農用地の中での増産のためには、圃場整備という総合的な開発が最も有効であると考えられた。しかし第7次計画では、「バランスのとれた地方の開発」が強調されている。食糧の自給率からみて未だ十分な状況ではないが、限られた地域の開発、過剰投資を行う営農、急激な開発を抑える方向をとっている。削除の理由は、パロに於ける圃場整備の実施は、国内で突出した存在になりかねないことが危惧したためである。また第7次計画では、「自然資源の持続的有効利用」ということも骨子の一つである。急激な変化をもたらす開発方法は、かなり高度な技術背景が無ければ、持続性を失う危険性をも秘めていると考えられる。すなわち、圃場整備は耕作土の入れ替えに伴い一時的には収量が低下することがある。これを防ぐため土壌改良材や、肥料の投入が欠かせないが、ブータンではそれらの流通が潤沢でないばかりか、施用の技術も不足している。このような状況下では、農業者が営農を続けられるかの問題が残る。先進事例として成功の可能性が高くなければ他地域への影響も大きい。

結論として、ブータン王国全体の営農レベル、農業普及活動側のレベルの向上後に実施されるべき工種と判断された。

### v) 建設機械調達

この地域の農業開発を行う上で、労働力の不足、工事期間の短縮を図るため、各施設の機械化施工が必要である。ここでいう農業開発とは、日本の行う残り3ステージの無償資金援助協力のみならず、今後ブータン側が行う、フェーズⅠで行われたマスタープランの時点で無償援助から除外された比較的緊急度や重要度の低い、施設整備も含むものであるから、基本的にはブータン政府側から出された要請を尊重する。要請されているブルドーザー・バックホー・ダンプトラック・振動ローラーは農道や河川護岸の大土工を処理する上で必要なことは言うまでもない。以下に今回新たに要請に上がった機械、付加すべき機械・プラントについての検討を示す。

・モーターグレーダー：

ステージ「1.2」の工事実績から判断して、振動ローラーとブルドーザーの組み合わせでは農道路面の平滑化には限度があり、車両走行により路面に与える衝撃が大きくなり傷み易いと考えられる。より良好な路面形成のため、また、工事完了後の本計画地域内道路の維持管理においても非常に有効な機械であるため導入に値する。

・ホイールローダー：

ステージ「1.1」においてプラント位置は騒音環境を守るため、パロ川右岸Lango地域からシャリ地域のシャリ川と県道の交差点に移して施工された。現地地形条件により敷地造成は砕石置き場とコンクリートバッチャーの距離が、原設計より長くなることを余儀なくされた。この機械の新規要請は砕石をバッチャーまで運搬する目的を持ったものである。今後のステージにおいては、橋梁施工も加わりコンクリートの使用量が多くなることからプラントの効率化は不可欠であるため、導入するものとした。

・ミキサートラック：

ジャンサ橋修復計画に伴いコンクリート打設量は多くなり、質的にも良好な運搬方法が必要となる。従ってこの機械は既に2台調達済みであるが追加する必要がある。

・ピックアップ：

今後のステージでは、施工地域が広がるため、十分な施工管理のため必要と判断した。

・高圧洗浄機：

ステージ「1.2」では、民間の修理工場で有料で洗車していた。車両維持管理の基本であるばかりか、周辺道路を汚さないためにも必要と判断した。

・スペアパーツ：

供与機械の可動状況から判断すると、今後のステージの後半には、主要機械の故障率が高まるものと考えられる。従って、故障個所をアッセンブリー交換するようにエンジン・油圧ユニットといったブロック単位のパーツ供給を行う。

・コンクリート試験機：

ジャンサ橋修復計画に伴うコンクリートは、良質なものが要求されるが、ブータンのセメント・砕石事情は必ずしも良好ではない。従って、施工時にはその管理を密に行い規定値を満足する必要がある。ブータンにはティンパーにキュービックタイプの試験機が1台しかなく、使用頻度や試験精度を考えると、試験機は現場にも必要と考えられる。なお、この機械は要請のあった機械ではないが、現地調査時に入手したサンプルセメントの日本国内での試験結果から導入が必要と判断した。

・砕石プラント：

現在、砕石プラントはシャリ地区に設けられているが、今後のステージにおいて、パロ川の流域の工事に移る場合特に農道舗装に使用する砕石はその必要量が多いことから、シャリ地区からの運搬は時間と経費がかさむことになる。したがって、小型の移動式砕石プラントを導入し、工事の位置に合わせて砕石生産を行う必要があると考える。

(2) ジャンサ橋修復計画

ブータン側の要請は、橋長約76m、RC構造、3スパンとなっているが、現地河川調査の結果から橋長は100m、材料試験および工期の検討結果から上部工は鋼製H桁5スパンとすることが妥当と考えられる。また付帯工事として要請のあった掘削機械による土水路の修復工事は、本来ブータン側で行うべき性格の工事であるが、橋台付近に構築する河川護岸、護床と位置的に交錯するため工事の煩雑さを避けること、日本側負担の工事費がほとんど増えないことから日本側工事とした。

#### 4.2.6 技術協力の必要性の検討

ブータン政府農業局から要請のあった技術協力は、プラント技術者と建設機械メカニックの養成で、道路局からの要請は、橋梁技術者の研修である。

プラント技術者の養成は、ステージ「1.1」の実施に先立って農業局所轄のAMCの技術者2名の6ヶ月研修を日本でを行った。しかし、未だ十分に知識を取得するには至っていない。すなわち現地に導入されたプラントの具体的な操作に対する熟練度は低いものと思われる。従って、この2名がさらに別の人に技術を移転できる状態になく、ブータン独自で維持管理を出来ない状況と考えられる。日本の無償資金協力が終了する迄に技術者の養成は必要と考えられる。養成の方法としては、この種のプラントは現場条件により配置が異なったり、他メーカーとの組み合わせがあったりすることが多いので、日本での研修より日本人技術者を現地に派遣の方が効率的と考える。

建設機械のメカニックの養成希望は、特に輸送機械（トラック）について要望している。すなわちステージ「1.1」で導入したメーカーについての整備・修理・取扱いの技術取得であり、これはブータンにあまり輸入されていないメーカーのためと考えられる。しかし日本では一般的なメーカーであるから、研修生の受け入れは特に問題ないと考えられるし、特に他メーカーと異なる機構を持つトラックでもないため、必要な研修の期間も2～3ヶ月程度と考えられる。

橋梁技術者の研修については、第7次5ヶ年計画においてブータン国内の橋梁改修の重要性・必要性が高いとされていることから、要望としては高いものがあるが、次期ステージにおける現地での実務研修(On the job training)での対応が考えられる。

#### 4.2.7 協力実施の基本方針

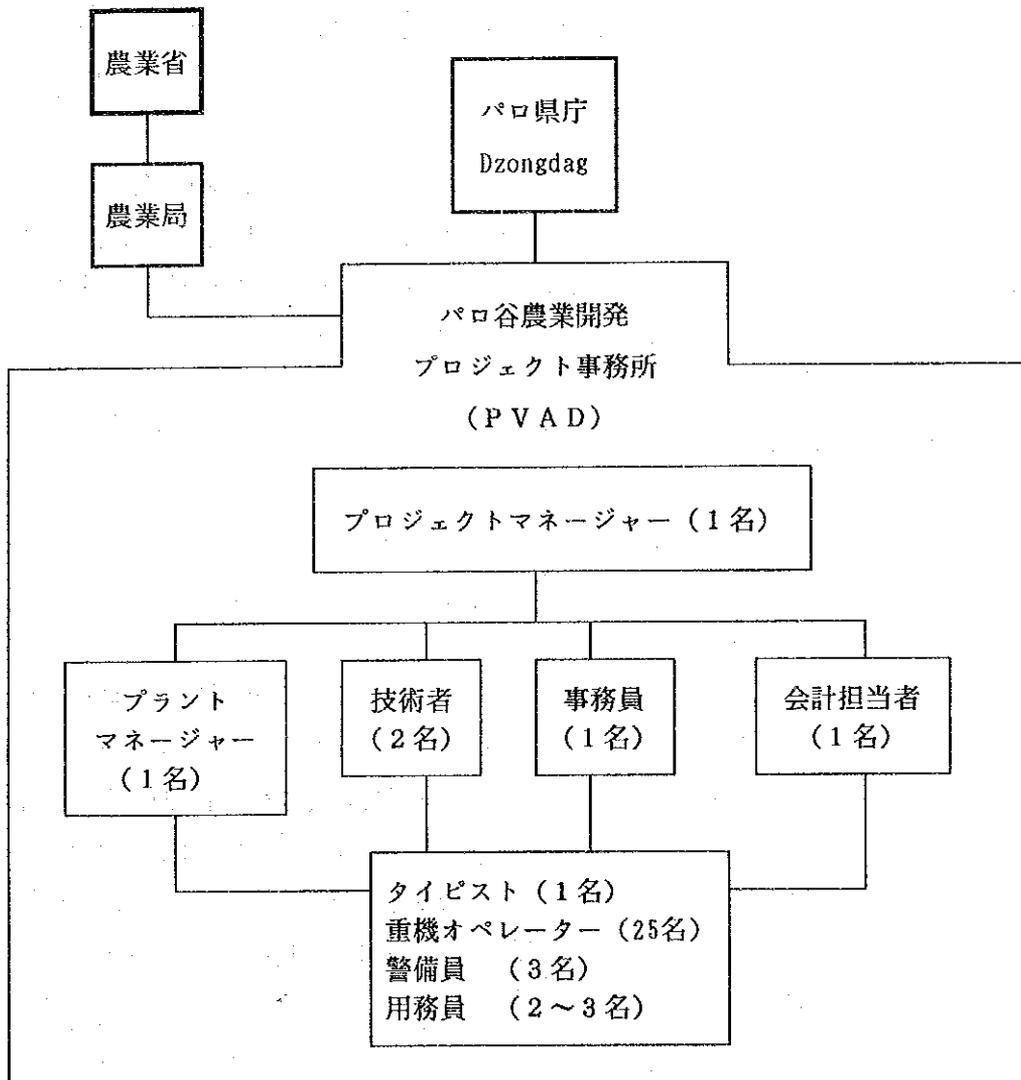
本計画の実施については、以上の検討によりその効果が無償資金協力の制度に合致していること等から日本の無償資金協力で実施することが妥当であると判断された。よって日本の無償資金協力を前提として、以下に計画の概要を検討し、基本設計を実施することとする。ただし、計画の内容については、要請を一部変更することが適当であることは、計画の構成要素や要請施設・機材の内容の検討で述べたとおりである。

### 4.3 計画の概要

#### 4.3.1 実施機関及び運営体制

本計画の実施は、ブータン政府農業省農業局（DOA）があたり、現場実施は当該地に本拠地を置くパロ谷農業開発プロジェクト事務所（PVAD）がその任を受け持つ。本計画に含むジャンサ橋建設は、本来道路局（DOR）の管轄であるので、実施に際しては道路局のスタッフがPVADに参画して、技術的サポートを行うことが確認されている。

ブータン政府機構内における農業省・農業局の位置づけは、（図2.1）に示したとおりである。現時点で考えられるPVADの組織および人員構成は下記のとおりである。



（図4.2） 実施機関機構図

#### 4.3.2 事業計画

この事業は農業関連施設（灌漑施設、農道、河川護岸）の新設・改修計画とジャンサ橋修復計画および建設機械調達計画からなる。

##### (1) 農業関連計画

農業関連計画は、10条の用水路改修、6条の農道新設、5条の河川護岸（4条は農道と兼用）の改修から構成される。関連事業として水利用組合を上記工事の実施に並行して設立し、灌漑施設の維持管理事業を行うものである。

##### (2) ジャンサ橋修復計画

この計画は、被災を受けたジャンサ橋の復旧事業であり、復旧によって農業関連計画の実施を容易にし、地域住民の交通の安全と確実性を確保する。

##### (3) 建設機械調達計画

この計画は、上記2計画の工事实施を確実・迅速に行うことと、無償資金協力終了後において調達された建設機械を活用することにより、この無償資金協力の及ばなかった種々の施設を自助努力で建設したり、本計画で建設される施設を維持管理することを目的とする。

#### 4.3.3 計画の位置及び状況

大まかに区分して計画位置の概況を以下に示す。

##### (1) パロ川上流（ドティー川合流前）

この地域には、3条の灌漑施設、2条の農道（内1条は河川護岸兼用）、1条の河川護岸およびジャンサ橋が位置する。この地域のパロ川右岸沿には国道が走り、ジャンサ橋の直下流右岸にはパロマーケットがある。従って、農道は単に農業資機材の搬入搬出や、農産物の出荷の役割ばかりでなく生活道としての価値も大きい。またパロ川の右岸は国道が走っているためその護岸は比較的整備されているが、左岸川は侵食が年々進行している。上記施設はパロ川の氾濫堆積平地に建設されるもので、左岸に見られる河岸段丘の崖の近辺を通過する部分では、やや工事が困難と思われる。

##### (2) パロ川下流（ドティー川合流後）

この地域には、5条の灌漑施設、3条の農道（内2条は河川護岸兼用）、および3条の河川護岸が計画される。国道はパロマーケットを通過してパロ川右岸の山沿に南下し、ボンディーで同河川を渡り、パロ川左岸の山沿いをさらに南下しティンプー県との県境チュゾ

ンに至る。ボンディ橋の約1 km下流付近から南の国道は、河岸段丘上に位置し、農地と離れるため2つの灌漑施設「Shaba Shengo」・「Shaba Bara」、農道兼河川護岸「Chorten-Sarpa-Deankha」は、アクセスが悪い。パロ川とドティー川の合流点約1 km下流にはパロ国際空港があり、この付近からパロ川は若干河川勾配が緩くなり、川幅も広くなる。

### (3) ドティー川上流

この地域では農道の延長、2条の灌漑施設が計画されている。前ステージで農道が建設されたドティー川下流地域に比べ、この地域は道路のアクセスも悪く、電気の供給もない状態で、いくつかの農家は家を放棄して、通い作を行っている。また、ドティー川左岸には地方道が約3 km建設されているがこの地域には至っていない。パロ県庁は、現在この道路の改修を行っており、将来はこの道路を延長し、今回日本側に要請のあった農道とつなぐ計画を持っている。

## 4.3.4 施設・機材の概要

### (1) 施設の概要

#### i) 灌漑施設

改修対象となる水路は下表（表4.1）のとおりである。

（表4.1）灌漑施設の概要

水路名	延長(m)	受益面積(ha)
Chendo Chukha	2,991	48.0
Bamdoley	1,904	40.0
Rema Thangyul	837	24.2
Sharimochu	1,230	24.0
Gangyul	2,547	21.6
Shaba Shengo	1,906	10.1
Tshetey Yuwa	867	19.6
Shaba Bara	2,240	18.2
Dujey Dingkha	1,672	28.2
Serekha	1,398	32.0

ii) 農道

農道計画は全路線が新設農道で下表（表4.2）のとおりである。

（表4.2）農道の概要

路線名	延長 (km)	受益面積 (ha)	農家数 (戸)	サイトNo.
Dotey (Left side of Dotey River)	1.4	172	72	1
Bamdoley - Jangsa(Jsngsa Bridge)	6.2	116	95	2
Satsam Chorten - Taju	8.6	310	174	3
Nyemizam - khangku	1.7	43	38	4
Bondey - Gyebjana	1.7	50	20	6
Chorten - Sarpa - Deankha	3.4	50	32	7

iii) 河川護岸

河川護岸は下表（表4.3）に示す路線のとおりである。

（表4.3）河川護岸の概要

路線名	延長(km)	サイトNo.	摘要
Dotey River	1.4	1	農道延長区間の河川両岸
Bamdoley - Jangsa(Jsngsa Bridge)	6.2	2	パロ川左岸
Nyemizam - khangku	1.7	4	パロ川左岸
Gyebjana Rongchu	2.05	5	Gyebjana Rongchu右岸
Chorten - Sarpa - Deankha	3.4	7	パロ川左岸

iv) ジャンサ橋架け替え

1) 形式規模

橋長：100m

径間：5径間

下部工：RC構造（直接基礎）、橋台2基、橋脚4基

上部工：鋼製Hガーダー単純桁

2) 付帯工事

橋台保護築堤工事、護床工事、用水路修復工事、取付道路工事、旧橋撤去

## (2) 機材の概要

建設機械・プラント調達は以下に示す(表4.4)のように計画した。

(表4.4) 建設機械の概要

機械名称	規 格	台 数	主な用途
ブルドーザー	21ton	1	掘削、押し土
同 上	15ton	1	同 上
モーターグレーダー	86ps, フレド幅2.8m	1	不陸均し、敷き均し
バックホー	0.6m <sup>3</sup>	2	土砂掘削
同 上	0.2m <sup>3</sup>	1	同 上
ダンプトラック	11ton	5	土砂運搬
ミキサートラック	2.2m <sup>3</sup>	2	コンクリート運搬
振動ローラー	10ton	1	盛土転圧
ホイールローダー	1.2m <sup>3</sup>	1	プラント内資材小運搬
ピックアップ	4輪駆動	1	補助運搬、人員移動
高圧洗浄機		1	洗車用
移動式クラッシャー		1	道路敷砂利生産
コンクリート試験機	100ton	1	コンクリート強度試験
スペアパーツ	(前ステージで調達した建設機械分も含む)		

ステージ「1.1」に建設されたプラントは、ステージ「1.2」の後2年間の中断があるため、次期ステージの再開時には、技術者の派遣を行い始動点検を行う必要があると判断される。従って、次期ステージ「1.3」に技術者派遣を盛り込む。

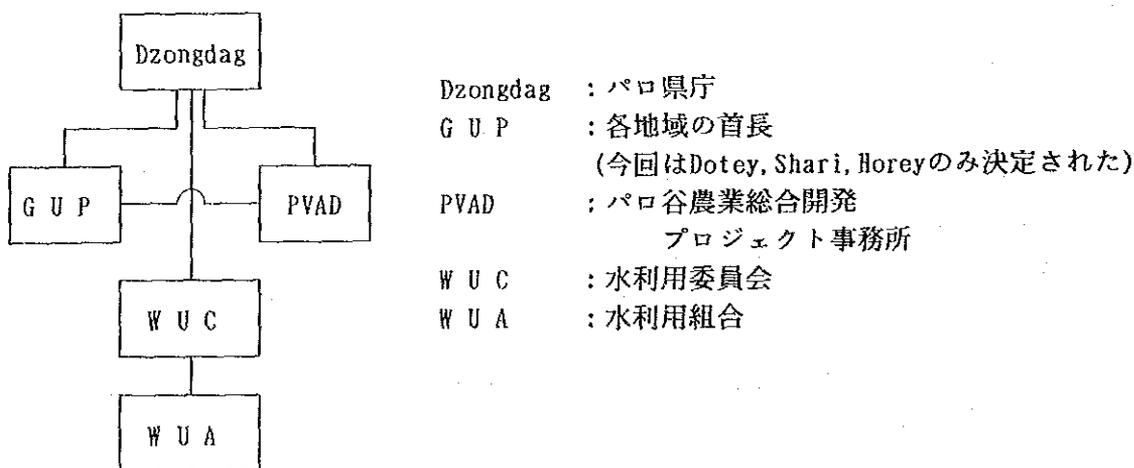
#### 4.3.5 維持・管理計画

##### (1) 維持管理体制

管理体制の基本は、当該関係省庁との会議で明らかにされ、ミニッツに記載されている通りである。

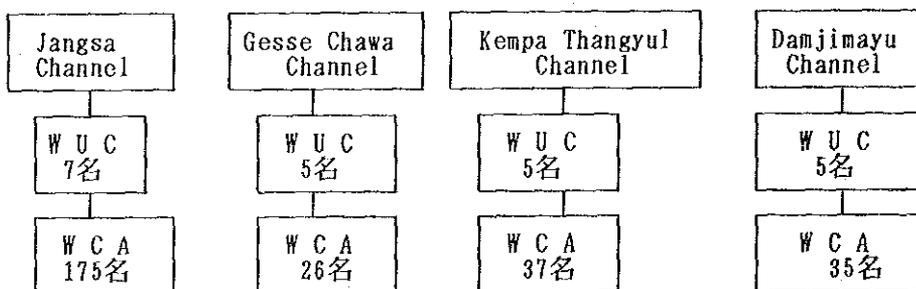
##### i) 農業

ステージ「1.2」の実施期間中の1991年12月11日に、将来的に水路の維持管理、水利用（水管理）を目的とする組織（Water Users Association, WUA）がDzongdag、PVADの指導のもとに結成された。この組織概要は以下の通りである。



(図4.3) 農業施設管理組織図

ステージ「1.2」に関するWUC、WUAの構成概要は以下の(図4.4)のようになっている。



(図4.4) 水利用委員会、水利用組合の組織図

上記のような管理組合は、各ステージ毎に結成され、それぞれの施設の維持管理、水管理を行うことになる。

ii) 道路

道路に係わる通常の維持管理は、新設されるジャンサ橋、農道共にDzongkhagが行うが、大規模な改修や補修の場合はジャンサ橋は道路局、農道は農業局が行う。

iii) 河川護岸

河川護岸に係わる維持は、Dzongkhagが行う。大規模な改修、補修は農業局が行う。

(2) 維持管理方法

i) 灌漑施設

灌漑施設の運用は各水路毎に組織される水利用委員会が県の灌漑技術者の助言の基に定例会議を持ち、水利用組合を通じて行う。各施設の通常の維持管理は雨期の前後の2回にわたって、除草、灌木の伐採、水路・沈砂池からの排砂等の作業を行う。各施設の軽微な破損修理は水利用委員会の指示により適宜行う。これらの作業は、水利用組合の共同労務提供作業とする。この軽微な修理に要する費用は、年間57,000Nu=約300千円(2,000Nu/km/年)で、主な必要資材はコンクリートU字溝、L字溝、セメント、フトンカゴであり、組合で準備・保管しておく。重大な破損については、県庁が行うものとする。

ii) 農道、河川護岸

農道、河川護岸の通常の維持管理は、県が行うがこの費用は年間144,000Nu=760千円(5,000Nu/km/年)で、主な必要資材は砕石プラントから供給を受ける砕石とフトンカゴである。必要な機械は、バックホー・ダンプトラック・モーターグレーダーである。

iii) ジャンサ橋

この橋梁は、鋼桁を使用するものの、耐候性鋼板を用いたメンテナンスフリーの橋である。従って、通常の維持管理は橋面の舗装のみで年間費用は21,000Nu=約100千円(210,000Nu/km/年)程度である。なお、ブータン側で照明を行った場合は、前記に電力料が加わる。

#### iv) 建設機械

この計画で供与する建設機械の修理費用は、下記と考えられる。

表(4.5) 建設機械の修理費

区 分	年修理費 (千Nu) (千円)	修理費率 (%/年)
・主要建設機械 (ブルドーザー、バックホー等)	2,830	7
	15,000	
・一般建設機械 (小型バックホー、ホイールローダー、 振動ローラー、クレーン、グレーダー等)	690	5
	3,670	
・主要輸送機械 (ダンプトラック)	1,640	10
	8,700	
・一般輸送機械 (トラックミキサー、セルフローダートラック、 クレーン付きトラック等)	330	7
	1,750	
合計	5,490	
	29,120	

これらの建設機械の耐用年数は、小型機械で4年、中型機械で5年、大型機械で6年が標準で、運搬機械は、建設機械より若干短い。メンテナンスの状況によるが、通常、前述の様な時期に更新が必要となるが、この計画ではスペアパーツの供給をアッセンブリで供給し、耐用年数の延長を図る。なお、修理費は機械の貸出による収入の中から得ることになる。

#### v) プラント

プラントの年修理費率は砕石プラント、バッチャープラント、コンクリートプラント共に7%程度である。したがって年間の修理費は、全体でおよそ800千Nu. = 4,200千円と考えられる。将来、この費用の財源は製品の販売益を当てることを考える必要がある。

### 4.4 技術協力

プラント技術者の養成は、ステージ「1.3」の実施に先立って、プラントの始動点検・整備のため日本人技術者を現地に派遣し、同時に要請訓練を行う。期間的にはクラッシャー・コンクリートプラント各々0.5ヶ月、バッチャープラント1ヶ月程度が適当と考える。

建設機械のメカニクの養成は、輸送機械について日本で研修生の受け入れをすることが好ましい。研修の期間は3ヶ月程度と考えられる。

橋梁技術者の研修についても日本での研修が好ましいと考えられるが、期間的には最低6ヶ月は必要である。次期ステージにおける実務研修 (On the job training) との並列で考えるべきであろう。

## 第5章 基本計画

### 5.1 農業総合開発

#### 5.1.1 灌漑施設

##### (1) 設計方針

###### i) 基本方針

対象とする用水路の改良にあたっては、必要な機能を回復し、地域に適合した水管理が行えるようにするとともに、各々の施設が有機的につながりを持つように設計し、水路組織の検討、設計を行う。このため、基本的事項として、①取水量の確保、②流送能力の確保、③分水、合流及び調整能力の確保、④水路の構造的安定性の確保、⑤水管理、施設管理の合理性、⑥改修費と維持管理費の経済性、及び⑦水路周辺的环境との調和などを考慮した切土・盛土の少ない改修方法等に留意する。

###### ii) 施設別基本方針

###### 1) 取水施設

取水施設改修予定地点の現況河川勾配は、パロ川、ドティー川の本流で1/80～1/120、支流であるシャリロン川、リ川、ゲピオルミ川で1/10前後と極めて急流の河川である。河床材料は、玉石でその粒径は平均30～50cm、最大径は2mに及ぶものもある。ミオ筋は特にパロ川、ドティー川の中流部以下において不安定で、洪水流による洗掘と堆積により毎年変動しているものと思われる。各用水路の取水口付近の河床低下に見られる様に全体的には河床低下が進行していると判断できる。従って、取水施設の改良は、①堰高の低いコンクリート堰または木工沈床による、河床低下防止（床止め工）と取水位の確保、②水制工によるミオ筋の安定化、③施設上下流の護岸工による安全強化とする。堰高は取水口に於ける土砂の混入防止を考慮すると、高い方が好ましいが、堰上流部の土砂堆積の懸念、堰上げ背水による上流域に洪水流下能力の低下、魚類（主にブラウントラウト）の遡上の障害を考慮し、出来る限り低くする。なお、予想される土砂の混入に対しては、水路区間内に沈砂池または排砂門を設置することにより対応する。

###### 2) 通水施設

改修計画に於ける当該施設としては、開水路（練り石積み水路・土水路・鋼板水路）、パイプライン、暗渠、水路橋、サイホン、落差工、及び急流工がある。

通水施設の現況問題点は以下の通りである。

- a) 土水路が多く不整形断面の区間、縦断勾配が一定でない区間が多い。
- b) 山裾を通過する開水路部分では、法面崩壊による水路崩壊や水路内の土石堆積が多い。
- c) 山裾を通過する開水路部分での路線変更は、法面の拡大につながるため不可能な状況である。
- d) 河川と並行する開水路の安定性は河川流水による法面侵食により脅かされている。
- e) 沈砂、排砂施設の不備、不足による混入土砂の水路内堆積が多い。

従って、通水施設の改良は、①断面不足区間の整形修正、②縦断勾配の修正、③パイプラインの新設、④河川護岸の修復、強化とする。

### 3) 分水施設、調節施設及び合流施設

分水施設の現況は、水路側壁に開口部を設けたものが多く、分水ゲートを有するものは極めて少ない。また、分水確保のための調節ゲートをもつものも無く水路内に玉石を投入して水位確保している。

分水のために水路側壁を無計画に開口することは過大な分水にもつながり、特に水路上流部においては、コンクリートあるいは練り石積みによる恒久施設を計画する。また、分水位確保のための調節ゲートは更新時の経費を考慮し、木製角落しとする。

既設用水路と溪流との交差は、ほとんどの場合平面交差でコンクリートなどの恒久施設は無く、水路が破損している場合もある。

溪流との交差は横断暗渠工あるいはオーバーシュート工の様な立体交差も考えられるが、水路に危険がない限り溪流の流水の有効利用を優先し、合流施設を設けるものとする。

### 4) 保護施設

通水施設で述べたように、法面保護工、沈砂池及び排砂門の改修・増設は水路機能の復活、維持に不可欠であり維持管理の容易さを配慮して計画する。

### 5) 管理施設

管理施設として、管理用道路、除塵施設なども将来的には必要であろうが、この計画では取水口に木製角落しを設け、水路内の清掃など維持管理を行い易くするにとどめ、管理用道路等の設置は考えない。

## (2) 設計条件の検討

### i) 水理条件の検討

#### 1) 設計流量

各施設の規模は、原則として計画最大用水量で決定するが、流入のある場合は合流工余水吐き工の機能を十分検討して決定する。なお、各水路毎の計画最大用水量は、水稲作の所用水量4.73(lit./ha/sec)に支配面積を乗じて得られる流量とする。各水路の計画最大用水量を(表5.1)に示す。(詳細は付属資料 6. 用水量の検討に示す。)

(表5.1) 各水路の計画最大用水量

水路名	支配面積 (ha)	計画最大用水量
		(4.73 lit./ha/sec) (m <sup>3</sup> /s)
Shaba Shengo	10.11	0.048
Shaba Bara	18.20	0.086
Dujey Dingkha	28.20	0.133
Serekha	32.00	0.151
Tshetey Yuwa	18.51	0.088
Sharimochu	24.00	0.114
Gangyul	21.60	0.102
Chendo Chukha	48.00	0.227
Bandoley	40.00	0.189
Rema Tangyul	24.20	0.114

### 2) 許容流速

#### a) 最小許容流速

開水路 : 土水路では、原則として土砂の堆積がなく、著しく流れを妨げるような植物が繁茂しない流速0.7m/s以上を目途とする。コンクリート及び鋼製水路では0.5m/s以上とする。

暗渠 : 用水路の1.3倍

サイホン : 用水路の1.5倍

#### b) 最大許容流速

土水路 : 1.2m/s (砂混じり粘土)

練り石積み、コンクリート : 3.0m/s

プレキャストコンクリート : 1.5m/s

鋼製ゴルゲート : 3.0m/s

### 3) 水理設計

#### a) 水理公式：

- ・開水路の断面寸法は、設計流量とManningの平均流速公式を用いて計画する。
- ・パイプラインの計画にあたっては、Hazen Williams公式を用いる。

#### b) 粗度係数：

水路の材料と状態によって決定される粗度係数は、以下の通りとする。なお、本設計においては、水路の蛇行が著しいこと及び堆砂の影響を考慮し、通常の粗度係数の範囲の最大値を採用し下表に示す。

(表 5.2) 水路の粗度係数

水路の材料と状態	粗度係数
コンクリート、練り石積みコンクリート	0.016
コンクリート (既製フリューム)	0.016
鋼板 (平滑な塗装表面)	0.017
” (波形表面)	0.030
土 (若干の雑草)	0.033

#### c) 損失水頭：

水理設計にあたっては、原則として①摩擦による損失水頭、②流入、流失による損失水頭、③断面変化による損失水頭、④スクリーンによる損失水頭を考慮する。

#### d) 余裕高：

一般に余裕高は、①経年、施工精度などに起因する粗度係数の変化、②流速水頭の静水頭への変化及び、③風などによる水面動揺に対する余裕を加えて決められる。この計画においては、小規模水路であることから下記の通りとした。

(表 5.3) 用水路の余裕高

水路高(mm)	300~450	500	600~1,300
余裕高(mm)	50	100	150

#### ii) 構造条件の検討

水路の構造設計にあたっては、ブータン王国に基準が無い場合、農林水産省構造改善局制定の『土地改良事業計画設計基準 (水路工その1)』、昭和61年に準じて、構造物が受ける荷重、地盤の力学的性質、気象条件、及び施工条件を考慮し、かつ経済的な設計を行う。

1) 荷重

考慮する荷重は、施設種類、施設の形式、使用材料、設置場所、施工条件、使用材料の輸送条件、及び自然条件により自重、水圧、浮力または揚圧力、土圧、自動車荷重、衝撃荷重、群集荷重の必要なものとする。

a) 自重：自重の計算には下記の単位体積重量を使用する。

(表 5.4) 単位体積重量

材 料	単位体積重量(kg/m <sup>3</sup> )
鋼	7,850
鉄筋コンクリート	2,500
無筋コンクリート(練り積み含む)	2,350
水	1,000
土(湿潤)	1,800

b) 土圧：原則的にランキン土圧公式とする。

c) 自動車荷重、衝撃荷重：

- ・自動車荷重 農道との交差点：14ton トラック  
その他の場所：9ton トラクター
- ・衝撃荷重 土被り(m) 1.5以下 1.5~2.5 2.5以上  
衝撃係数 0.4 0.3 0.2

d) 群集荷重：群集荷重は、自動車荷重と同時に作用しないものとし、その大きさは、300kg/m<sup>2</sup>とする。

(3) 基本計画

前項計画概要に示す10条の用水路の基本計画を、フェーズⅠ、フェーズⅡの調査結果に基づき計画し、その主要な計画を以下に示す。また、これらの路線位置を(図 5.1)に示す。

## i) Chendo Chukha 水路

### 1) 取水工

この水路起点の水位WL=2,348.77mから、河川水位としてはWL=2,348.87mが必要となる。乾期におけるこの地点の河川水位WL=2,348.3m~WL=2,348.4mであるから、50cmの堰上げが必要となる。河床からの最高堰高は、1.9mとなる。この堰高とこの地点のパロ川の状況すなわち直径50cm以上の玉石、転石で構成されていることから木工沈床では構造的な安全が確保難しいためコンクリート堰とする。なお、堰高が高いことから生息魚類保護のため魚道を設ける。

### 2) 通水施設

この水路の現況は、測点No.15+9.0からNo.25+1.0が練り石積みであり、他の区間は量水施設、分土工などの構造物に練り石積みが見られる他は土水路である。以下に主な改修区間の計画を示す。

起点からNo.2+10.0はほぼ自然断面の緩勾配水路であり、取入れ流速を遅くできることは土砂流入を少なくする上で好都合である。またこの区間の左岸側は4~5mの急斜面となっているため、できるだけ右岸側に寄せた線形とすることが好ましい。従って、この区間は、既製コンクリートフリューム600×300を用いて水路勾配は1/400とする。

No.2+10.0~No.7+0.0は水路勾配1/24の急勾配水路であり、水路侵食の危険から土水路は不相当であることから、コンクリート水路とする。急流工の場合、余裕高が大きくなるため断面は上流側と同断面とした。

No.7+0.0~No.15+9.0には、パーシャルフリューム、余水吐工、片側のみの練り石積み水路壁、人道橋、及び斜面からの出水（保護工なし）がある。またこの区間は左岸側が急斜面で右岸側はパロ川が迫っていて用地が狭く、地形的にも安定していない。従って、この区間も既製コンクリートフリューム600×300を用いた改修とする。水路勾配は1/250とする。No.15+9.0~No.25+1.0は先に述べたように練り石積み水路であり、2カ所の法面保護、1カ所の補修を行う。

No.25+1.0~No.90+0.0は水路勾配1/250、No.90+0.0~No.120+0.0は1/90、No.120+0.0~終点No.149+10.7は1/55の程度の土水路で計画し、それぞれ断面不足、不整形部分の改修を行う。

### 3) 分水、調整および合流施設

#### a) 分水施設

この水路には、47ヶ所の灌漑用水、1ヶ所のその他用水の分水がある。大半の分水工は、練り石積みであり破損しているものも見受けられるが、大きな破損はなく、今後の受益者の維持管理の対象と考え改修しない。