

カンボジア国
カンダルスタン灌漑施設改修計画
基本設計調査報告書

平成 16 年 12 月

独立行政法人国際協力機構
日本工営株式会社

無償

JR

04-251

カンボジア国

カンダルスタン灌漑施設改修計画

基本設計調査報告書

平成 16 年 12 月

独立行政法人国際協力機構
日本工営株式会社

序 文

日本国政府は、カンボジア国政府の要請に基づき、同国のカンダルスタン灌漑施設改修計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力機構がこの調査を実施しました。

当機構は、平成14年11月10日から平成16年10月8日にかけて基本設計調査団を派遣しました。調査団はカンボジア政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。帰国後の国内作業の後、平成16年11月16日に実施された基本設計概要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。

最後に、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16年12月

独立行政法人 国際協力機構

理事 小島 誠 二

伝 達 状

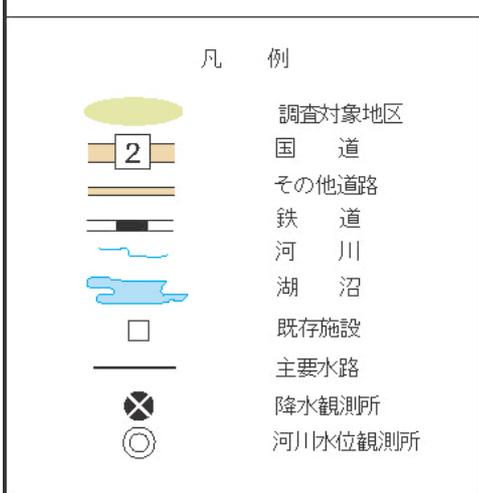
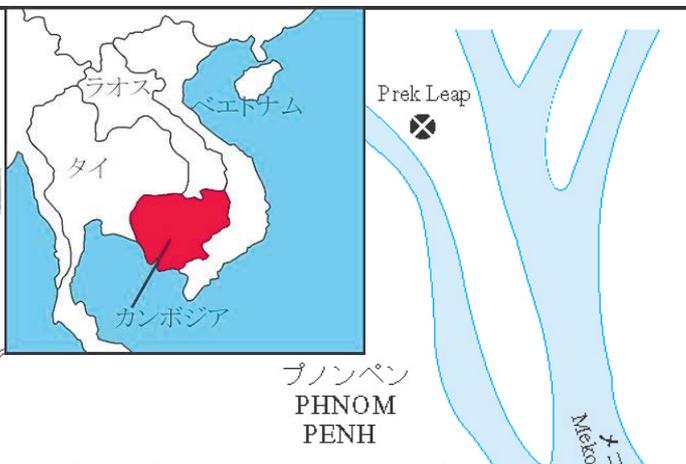
今般、カンボジア国におけるカンダルスタン灌漑施設改修計画基本設計調査を終了しましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき弊社が、平成14年11月5日より平成15年3月28日、平成15年6月20日より平成15年9月30日および平成16年8月31日より平成17年1月18日の計12.7カ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カンボジア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16年12月

日本工営株式会社
カンボジア国
カンダルスタン灌漑施設改修計画
基本設計調査団
業務主任 神 原 利 和



- 要請内容
- 調整水門の改修：2箇所
 - 取水工の改修：1箇所
 - 幹線水路の改修：5.4km
 - 排水路の改修：18.0km
 - 維持管理用道路の改修：28km
 - 農道改修：8km

カンボジア王国

カンダルスタン灌漑施設
改善計画基本設計調査



完成予想図

頭首工全景

写真



ツクツラ調整水門



コンボンツール調整水門



1月7日堰



幹線用水路始点



取水工



幹線用水路現況



幹線用水路終点構造物



堰上流の鉄道橋



新規頭首工建設予定地下流



プレク・トノット川流況 (雨季)



プレク・トノット川流況 (乾季)



洪水放流水路



プレク・トノット川とバサック川との合流点



ローレンチェリ調整水門



ローレンチェリ調整水門
左岸幹線用水路



カンダル州メコン河沿岸灌漑施設改善計画で建設されたコルマタージュ水門



同 左



農業現況：一筆内で2 水稻品種が栽培されている



農業現況：倒伏が見られる在来種水稻圃場



地域内の運搬・交通の主力である牛車



幹線用水路で投網漁を行う農民



分散性の土による盛土部の穴



2001年の洪水位を示す農民

略 語 集

ADB	Asian Development Bank:アジア開発銀行
APS	Associazione per la Partecipazione allo Sviluppo:イタリア NGO
AQIP	Agriculture Quality Improvement Project: 農業品質改善計画
AusAid	Australia Agency for International Development:オーストラリア 国際開発庁
BPSWRM	Battambang Provincial Service for Water Resource and Meteorology:バタンバン州水資源気象事務所
BHN	Basic Human Needs: 基本的ヒューマンニーズ
CAAEP	Cambodia Australia Agricultural Extension Project:カンボジア・オ ーストラリア農業技術普及プロジェクト
CARDI	Cambodia Agricultural Research and Development Institute:カン ボジア・オーストラリア農業研究開発研究所
CI	Contour Interval: 等高線幅
CMAC	Cambodia Mine Action Centre:カンボジア地雷対策センター
CSF	Cambodia Social Fund:カンボジア社会基金
DAP	Dai-Ammonium Phosphate : 化成肥料 (18-46-0)
EIA	Environmental Impact Assessment:環境影響評価
E/N	Exchange of Notes:交換公文
EU	European Union:欧州連合
FAO	Food Agriculture Organization:国際食糧農業機構
FFS	Farmers Field School:農民野外学校
FWUC	Farmer Water User Community:水利組合
FWUG	Farmer Water User Group:水利グループ (末端水路)
IRRI	International Rice Research Institute:国際イネ研究所
JICA	Japan International Cooperation Agency:国際協力機構
LBKS	Local Benchmark of Kandal Stung:カンダルスタンベンチマーク
LLDC	Least Less Developing Countries:後発開発途上国
LWS	Lutheran World Service :ルーサンワールドサービス NGO
MAFF	Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries:農林水産省
MOEF	Ministry of Economic and Finance:経済財務省
MOWRAM	Ministry of Water Resources and Meteorology:水資源気象省
NGOs	Non Governmental Organizations: 非政府組織
NWRS	National Water Resource Strategy:国家水資源戦略書
OJT	On the Job Training:実地研修

O&M	Operation and Maintenance:維持管理
PIMD	Participatory Irrigation Management Development:参加型灌漑管理
SEDP	Socio-economic Development Plan:社会経済開発計画
SMEC	Snowy Mountains Engineering Cooperation Limited:
TSC	Technical Service Center for Irrigation System Project:灌漑技術センター
UXO	Unexploded Ordnance:不発弾
WFP	World Food Program: 世界食糧計画

要約

1 プロジェクトの背景

1. カンボジア国（以下「カ」国）の農業セクターは GDP の 36%、就業人口の 70 %を占める主要分野である。「カ」国政府の第二次社会経済開発計画（2001- 2005）では、農業開発を促進することによって農業環境を改善することを目的の一つとして掲げ、米の増産と安定供給により、食糧の自給を達成することを主要な目標としている。これらの目標を達成するため、「カ」国政府は天水農業から灌漑農業への転換を積極的に図っている。しかし、既存灌漑施設の 79%(665 地区)が内戦や洪水被害で損傷を受けており、これらの施設の改善・改修が急務となっている。
2. カンダルスタン地区はメコン河の支流、プレク・トノット川沿いの肥沃な低平地に位置し、高い農業ポテンシャルを有している。また、国道 2、3 号線沿いに位置し、首都プノンペン食糧基地としての役割を担っている。本地区にはポルポト時代に建設された灌漑施設（ツクツラ調整水門、用排水路等）があるが、施設の損傷・老朽化が激しく、幹線水路は法面の浸食が著しく水路内の土砂堆積が進行しているだけでなく、水路勾配や施設の設計が不適切なため、灌漑地区末端まで灌漑用水が十分に供給できない状況にある。従って、本地区の営農環境は、天水下の栽培条件と大差ない状況にある。このため不安定な水利条件下で栽培可能な在来種水稻の単作を強いられており（籾収量平均 1.80ton/ha）、その生産ポテンシャルを十分に発揮出来ていない。
3. このような背景の下に「カ」国政府の要請により、日本国政府は「カ」国のカンダルスタン地区を含んだプノンペン周辺地域において、灌漑施設整備を中心とした農業総合開発計画の策定を目的とした開発調査「プノンペン周辺地域農村総合開発計画調査」を 1994-95 年に実施した。その結果、本計画対象地域であるカンダルスタン地区(1,950ha)が優先開発地区として選定された。
4. この調査結果に基づき、「カ」国政府は日本国政府に、調整水門、幹線水路等の改修を通じ本カンダルスタン地区の灌漑用水の安定的確保を図ることを目的に、本灌漑システムの改修に係る無償資金協力を要請した（2001 年 9 月）。
5. 日本政府は、国際協力機構(JICA)を通して 2002 年 11 月 10 日から 2004 年 10 月 8 日までの間、5 回に亘り基本設計調査団を「カ」国に派遣した。基本設計調査団は、現地調査の結果をもとに、本計画の規模・内容について「カ」国政府担当機関（水資源気象省）と協議を行い、要請内容の確認を行った。この結果、以下の要請内容が確認された。

要 約

当初要請内容と最終案

計画事業項目	当初要請内容	最終案
1) 頭首工の建設	なし	1ヶ所
2) 調整水門の改修	2ヶ所	3ヶ所
3) 調整水門の撤去	なし	1ヶ所
4) 取水工の建設	1ヶ所	1ヶ所
5) 幹線水路の改修	5.4km	5.3km
6) 排水路の改修	18km	なし
7) 維持管理道路	28km	9.3km
8) 農道	8km	なし

6. 現地調査では、プレク・トノット川の洪水量や低水量について資料収集し、計画洪水量と低水量の検討・解析に資した。社会・農業状況に関しては、計画対象地域の村長への聞き取りおよび70戸の農家を選択し、ベースライン調査を行った。調査結果を社会・農業現況の把握に反映し、社会条件に対する方針策定の参考資料とした。また、既存施設はインベントリ調査を実施し、破損状況や機能状況を明確にした。同時に、既存施設の運営・維持管理状況も調査し、直面している問題点や阻害要因の把握を行った。また、他ドナーが実施している類似案件およびJICAのプロ技である灌漑技術センター計画を調査し、その結果を本調査の基本計画に反映させた。
7. 調査団は、これらの結果を基本設計概要書にとりまとめ、JICAに提出した。JICAカンボジア事務所は、この概要書を2004年11月16日に水資源気象省に説明し、内容の合意を得た。

2 基本設計指針

8. 本計画の基本方針は下記のとおりである。
- 農家収入と生活水準の向上により貧困軽減を図るため、基幹灌漑施設の改善・改修規模決定、作付計画の策定及び施設改善・改修の設計の基本方針は以下の通りである。
- (1) 基幹灌漑施設の改善・改修規模決定
- 利用可能な水資源量および地形上の制約などの自然条件に関する検討、農村社会経済上の必要性に関する検討、「カ」国による二次・三次用水路建設可能性及び「カ」国による維持管理実施可能性などの「カ」の事業実施体制に関する検討の結果に加えて、「カ」上位計画への貢献度、「カ」国側の意向、地区農民間の収益性の均衡、既存水路改修に要する工事費などを考慮して、基幹灌漑施設の改善・改修規模は1,950haとすることが適切であると判断した。

要 約

(2) 作付計画

計画対象地域は、地形的に平坦で土壌はカンピソルであり水稻栽培に適していること、及び農家収入の向上を図るため、早稲水稻二期作導入と在来種水稻単作栽培を組み合わせた作付体系を導入する。

(3) 施設改善・改修計画

- (a) 2001年1月より開始されたプロ技、灌漑技術センター計画のモデルサイト開発計画との整合性を有すること。
- (b) ツクツラ及びドエムラス調整水門については、両調整水門の洪水調整機能がアジア開発銀行資金の改善事業により機能が回復していることから、原則として現況のままとし、一部必要な箇所についてのみ改善・改修の対象とする。
- (c) コンポンツール調整水門については2003年4月に「カ」国政府より撤去の要請があり、その後の調査結果で漏水が相当量確認されたことから、全面撤去するものとする。
- (d) IR系早稲の二期作を実現するための方策として、1月7日堰の堰頂を嵩上げて代掻き用水源を貯留・確保する。
- (e) コンポンツール調整水門の撤去、1月7日堰及び調整水門の嵩上げとともに、安定した取水を行うため新規に頭首工を建設する。頭首工は現況流下能力を確保する設計とする。
- (f) 二次・三次用水路施設は、施設完成後の農民参加を前提に運営・維持管理が容易な施設を計画する

(4) 運営・維持管理計画

対象面積が1,500ha以上であることから「全国水資源戦略書」に基づき、基幹施設の運営・維持管理業務は水資源気象省が設立する運営・維持管理事務所が担うものとする。一方、二次用水路以降三次用水路、末端施設は、水利組合が運営・維持管理事務所の技術支援のもと担当するものとする。

3 プロジェクト概要

9. 本計画の業務内容の概要は以下の通りである。

- (1) 計画対象面積 : 1,950ha
- (2) 計画対象作物 : IR系早稲、在来水稻、トウモロコシ、大豆、野菜
- (3) 頭首工 : 1ヶ所、全門可動堰、堰幅50m、堰高4.8m、洪水吐水門(3門)、土砂吐水門(1門)、調整水門(1門)

要 約

- (4) 1月7日堰 : 1ヶ所、嵩上げ高 0.55m、越流堰長 212m、鋼矢板 (ℓ =4m) による連続遮水壁の構築
- (5) ツクツラ調整水門 : 1ヶ所、水門扉の嵩上げ高 0.40m、全幅 36.75m、鋼矢板 (ℓ =4m) による連続遮水壁の構築
- (6) ドエムラス調整水門 : 1ヶ所、水門扉の嵩上げ高 0.20m、全幅 5.87m
- (7) コンボンツール調整水門 : 全面撤去
- (8) 灌漑施設改修工事
 - (a) 幹線用水路 : 設計流量 1.03m³/sec~2.73m³/sec、延長 5.3km、2面張コンクリートブロックライニング
 - (b) 取水工 : 1ヶ所、計画取水量 2.73m³/sec、四方水密鋼製スライドゲート (幅 1.8m x 高さ 2.1m、3門)
 - (c) 分水工 : 26ヶ所
 - (d) 水位調整水門 : 2ヶ所
 - (e) 水路横断工 : 8ヶ所
 - (f) 放流工 : 6ヶ所
 - (g) 幹線用水路終点構造物 : 1ヶ所
 - (h) 維持管理道路 : 幹線用水路 5.3km、二次用水路 9.3km

4 事業計画

- 10. 本計画の工期は、実施設計を含め 32ヶ月程度が必要とされる。本計画を無償資金協力事業として実施する場合、概算事業費 (日本側負担分) は 17.86 億円と見積もられる。
- 11. 本計画の事業実施機関は水資源気象省であり、設計・施工は同省建設局が担当する。基幹施設の運営・維持管理は、水資源気象省により設立される運営・維持管理事務所が実施する。二次用水路以降の運営・維持管理は、政府方針に基づき、新たに設立される水利組合が運営・維持管理事務所の技術支援のもと実施する。
- 12. 基幹施設の維持管理費ならびに事務所の運営・維持管理費は水資源気象省が手配する。必要経費項目として、施設の維持管理費、事務所人件費及び事務所運営費で年間 8,080 米ドルと算定される。現在、水資源気象省はローレンチェリ調整水門に対して年間 4,790 米ドル、ツクツラ調整水門に 5,690 米ドル、コンボンツール調整水門に 2,350 米ドル相当分の予算を各責任事務所内で確保しており、上記運営・維持管理費は十分手配できる範囲内にあると判断される。

13. 水利組合は計画対象地域内では未設立であり、水利組合の設立・運営に係る運営・維持管理事務所の役割は大きい。運営・維持管理事務所は新たに組織されることから、各関連機関から以下の支援が必要となる。
- (a) 技灌漑技術センター計画モデルサイトでの水稻二期作に係る普及支援展示・教育・指導
 - (b) 灌漑技術センター計画およびカンダル州郡農業事務所から集約農業体系技術の情報提供
 - (c) カンダル州郡農業事務所より作物多様化に係る営農普及と情報の提供
 - (d) カンダル州水資源気象事務所より灌漑事業推進に係る業務促進支援
14. 現在、行政村間に水争いが生じた場合、地区内有力者が協議して調停している。水利組合の組織化を円滑に実施するために、計画対象地域が包括する7つの行政村を基本として組織化を図る。すなわち、水利組合は、上記行政村界を考慮して二次用水路毎に組織化し、この水利組合のもとに三次用水路ごとに水利グループの組織化を図る。
15. 計画対象地域の受益者は大規模な農民組織に属した経験がないため、設立までに相当の時間を要すると考えられる。従って水利組合組織化の初期段階から受益者の訓練を開始する必要がある。訓練は、講義と実習から構成され、訓練プログラムに基づき運営・維持管理事務所が中心となり、水資源気象省技術部、灌漑技術センター計画及び郡農業事務所の協力を得て実施することとする。
16. 水利費は各年毎に、水利組合が自立するまでの期間は運営・維持管理事務所実灌漑面積を基に水利費を算定し、組合員と協議・合意の下に水利組合が徴収できるようにする。水利組合が年間に必要な運営・維持管理費は2.0米ドル/ha/年と算定された。この額は事業実施による増収分(280米ドル)の0.7%に過ぎず、ベースライン調査結果から見れば農民にとって十分に支払える金額と言える。

5 プロジェクトの評価と提言

17. 本計画は、水資源気象省が関連する機関(特に、農林水産省、地方政府組織、JICA プロ技)より必要な支援を得ることを前提として、以下に挙げる直接及び間接効果を創出するものと期待される。

要 約

(a) 直接効果

本邦無償資金協力により、頭首工、幹線用水路、維持管理道路及び付帯施設の改善・改修が実施され、既存のカンダルスタン灌漑システム（最大受益可能面積 1,950 ha、約 2,800 世帯、13,400 人の受益者）の灌漑に必要な流量（幹線用水路の始点流量 2.73 m³/sec）が確保され、水稻二期作導入のための水利基盤が整備される。

(b) 間接効果

- 1,950 ha の受益圃場における灌漑農業（雨季の水稻二期作と在来種中稲・晩稲一作、畑作灌漑）の実施
- 作付け率の向上（108%から 174%へ）
- 単収（籾）の増大及び収穫物の品質向上（早稲は 2.5 ton/ha から 4.0 ton/ha、在来種は 1.8 ton/ha から 3.0 ton/ha へ）
- 裨益農家の農業収入の向上（138 米ドルより 418 米ドルへ）
- 国家目標である農村部での貧困削減への貢献

18. プロジェクトの妥当性の評価結果は以下の通りである。

①	プロジェクトの裨益対象が貧困層を含む一般国民であり、その数がかかなり多数であるか？	受益対象農家の平均農業年収は200米ドル/戸以下であり、開発援助委員会(DAC)が「極端な貧困」とした370米ドル/戸を大きく下回っている。受益対象者は13,400人である。
②	プロジェクトの目標が BHN や教育・人造りに合致する、もしくは民生の安定や住民の生活改善のために緊急的に求められているプロジェクトか？	灌漑施設が改善・改修されることにより、灌漑農業が実現化され、農家収入が向上することが期待される。
③	被援助国が原則として独自の資金と人材・技術で運営維持管理を行うことができ、過度に高度な技術を必要としないか？	実施機関は、運営・維持管理事務所と水利組合を組織して、改善・改修された灌漑施設の運営維持管理を現在進行中のプロ技灌漑技術センター計画の人的・技術的支援を受けながら実施予定である。改善・改修施設は維持管理が原則として不要な、在来型の施設としていることより、高度な技術は不要である。
④	当該国の中・長期的開発計画の目標達成に資するプロジェクトか？	「カ」国の第二次社会経済開発計画の農村部の貧困削減計画に寄与する。
⑤	原則として過度に収益性の高いプロジェクトではないか？	水稻の二期作を導入することで、農家収益は 418 米ドル/ha/年に向上することが期待されるが、農家の平均耕作面積が 1.1 ha であることより、過度に収益性が高い水準ではない。
⑥	環境面で負の影響がないか？ また、負の影響を排除するための何らかの措置がとられているか？	本計画は、既存灌漑施設の改善・改修事業であることより、環境面で負の影響は無い。

要 約

⑦	我が国の無償資金協力の制度により、特段の困難がなくプロジェクトが実施可能か？	実施機関は、我が国の無償資金協力の制度による事業の経験があることより、特段の困難がなくプロジェクトが実施可能である。但し、「カ」国側の負担分 1.06 億円が必要であり、その調達についての準備が必要である（二次・三次用水路の整備予算相当額は予算手当て済み）。
---	--	---

19. 本プロジェクトは上述のように多大な直接・間接効果が期待されると同時に、本プロジェクトが広く住民の生活改善に寄与するものであることから、協力対象事業の一部に対して、我が国の無償資金協力を実施することの妥当性が確認される。さらに、本プロジェクトの運営・維持管理についても、相手国側体制は人員・資金ともに十分でないが、以下の点が改善・整備されれば、本プロジェクトはより円滑かつ効果的に実施しうるものと考えられる。

- ① プロ技の灌漑技術センターと本計画との連携が協力的に行われ、モデルサイトで水稻二期作展示が行われる。
- ② 灌漑技術センターの OJT を通して研修を受けたカウンターパートが本計画に優先的に配置される。
- ③ 実施機関である水資源気象省が運営・維持管理事務所を設置して必要な職員を配置し、水利組合育成強化を図り、適切に基幹施設並びに末端施設の運営・維持管理が行われると共に農林水産省農業普及局と連携して受益者支援を行う。
- ④ 二次用水路の整備工事が灌漑技術センター指導を通じ「カ」国側負担により 2007 年に完了する。

カンボジア国
カンダルスタン灌漑施設改修計画

基本設計調査報告書

目次

序文		
伝達状		
位置図/完成予想図/写真		
略語集		
要約		
		頁
第1章	プロジェクトの背景・経緯	1-1
1.1	当該セクターの現状と課題	1-1
1.1.1	現状と課題	1-1
	(1) カンボジア国における農業・灌漑セクターの現状	1-1
	(2) 計画対象地域における農業・灌漑セクターの現状	1-1
1.1.2	開発計画	1-2
1.1.3	社会経済状況	1-2
1.2	無償資金協力要請の背景・経緯及び概要	1-3
1.3	我が国の援助動向	1-4
1.4	他ドナーの援助動向	1-4
	(1) 治水	1-4
	(2) 灌漑開発	1-5
	(3) 農業普及・試験研究・組織開発等	1-5
第2章	プロジェクトを取り巻く状況	2-1
2.1	プロジェクトの実施体制	2-1
2.1.1	組織・人員	2-1
2.1.2	財政・予算	2-1
2.1.3	技術水準	2-2
	(1) 水資源気象省職員の教育背景	2-2
	(2) 関係部局の技術水準	2-2
2.1.4	既存の施設・機材	2-3
2.1.5	灌漑技術センター計画	2-3
2.2	プロジェクト・サイト及び周辺の状況	2-5
2.2.1	関連インフラの整備状況	2-5
	(1) 洪水防御施設	2-5
	(2) 既存調整水門と1月7日堰の現況洪水流下能力	2-5
	(3) 既存灌漑施設	2-6
	(4) 道路(国道、州道、維持管理道路、農道について)	2-7
	(5) 電気・水道・電話	2-7
	(6) 建設用地の手当て	2-7
2.2.2	自然条件	2-7
	(1) 気象	2-7
	(2) 水文	2-8
	(3) 地形・地質	2-10
	(4) 土質・建設材料	2-11

2.2.3	社会・農業状況	2-11
	(1) 事業効果測定のためのベースライン調査	2-11
	(2) 人口・土地利用状況	2-12
	(3) 営農・作付け状況	2-13
	(4) 灌漑状況	2-15
	(5) 農業支援サービス	2-15
	(6) 農民組織	2-17
2.2.4	その他	2-17
	(1) 地雷・不発弾の処理	2-17
第3章	プロジェクトの内容	3-1
3.1	プロジェクトの概要	3-1
	(1) 上位目標とプロジェクト目標	3-1
	(2) プロジェクトの概要	3-3
3.2	協力対象事業の基本設計	3-4
3.2.1	設計方針	3-4
	(1) 基本方針	3-4
	(2) 作付計画	3-7
	(3) 必要な水源施設とその規模	3-8
	(4) 自然条件に対する方針	3-9
	(5) 社会条件に対する方針	3-10
	(6) 現地業者・資材に対する方針	3-10
	(7) 実施機関及び受益者の運営・維持管理能力に対する方針	3-10
	(8) 施設のグレード設定に対する方針	3-11
	(9) 工期、工法に対する方針	3-12
	(10) 環境保全に対する方針	3-12
3.2.2	基本計画	3-13
3.2.2.1	協力対象事業の全体像	3-13
3.2.2.2	頭首工	3-15
	(1) 設計条件	3-15
	(2) 堰形式・建設位置の検討	3-16
	(3) 可動部径間割の検討	3-17
	(4) 主要部敷高標高の決定	3-17
	(5) 水門設計仕様	3-17
	(6) 堰柱工の設計	3-18
	(7) 遮水工の堰柱床版・エプロンの設計	3-19
	(8) 水門設備の形式	3-19
	(9) 堰体のエプロン・護床工の水理設計	3-20
	(10) 管理橋・階段工	3-20
	(11) 道路橋の設計	3-20
	(12) 動力設備	3-20
	(13) 基礎工	3-20
3.2.2.3	1月7日堰・調整水門改善・改修工事	3-21
	(1) 設計の条件	3-21
	(2) 1月7日堰	3-21
	(3) ツクツラ調整水門	3-22
	(4) ドエムラス調整水門	3-23
	(5) コンボンツール調整水門	3-23
3.2.2.4	灌漑施設改善・改修工事	3-25
	(1) 設計の条件	3-25
	(2) 水路形式	3-25
	(3) 幹線水路の水理計算	3-27

	(4) 維持管理道路	3-28
3.2.3	基本設計図	3-29
3.2.4	施工計画	3-29
	(1) 施工方針	3-29
	(2) 施工上の留意事項	3-30
	(3) 施工区分	3-30
	(4) 施工監理計画	3-31
	(5) 品質管理計画	3-31
	(6) 資機材調達計画	3-32
	(7) 実施工程	3-33
3.3	相手国側分担事業の概要	3-34
3.3.1	相手国側分担事業項目	3-34
	(1) 相手国側分担事業項目	3-34
	(2) 相手国側分担事業項目に対しての補足	3-34
3.3.2	相手国側分担事業項目の実施可能性、妥当性	3-35
	(1) 無償事業に必要な各種事務手続き等	3-35
	(2) 用地収用	3-35
	(3) 不発弾（地雷含む）探査・処理	3-35
	(4) 水資源気象省の運営・維持管理事務所の設立・運営	3-35
	(5) 小規模水路の整備	3-35
3.3.3	上位計画実現に必要な相手国側事業項目	3-36
	(1) 農業技術普及	3-36
	(2) クレジット・市場情報広報の強化	3-36
	(3) 農道の整備	3-36
3.4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-37
	(1) 灌漑システムの運営・維持管理に関する政府方針	3-37
	(2) 先行無償協力事業よりの教訓	3-37
	(3) プロジェクト実施体制	3-38
	(4) プロジェクト運営・維持管理事務所	3-39
	(5) 水利組合	3-40
	(6) 水利費とその徴収	3-41
	(7) プロ技「灌漑技術センター計画」による水稻二期作の普及展示	3-41
	(8) 水門の操作マニュアルの作成	3-42
3.5	プロジェクトの概算事業費	3-43
3.5.1	協力対象事業の概算事業費	3-43
	(1) 日本国側負担経費	3-43
	(2) カンボジア国側負担経費	3-43
	(3) 積算条件	3-43
3.5.2	運営・維持管理費（含予算手当ての方法）	3-44
	(1) 運営・維持管理事務所必要経費	3-44
	(2) 財政面におけるプロジェクトの実行可能性	3-44
3.6	協力対象事業実施に当たっての留意事項	3-45
	(1) 実施機関である水資源気象省の本事業実施に対する必要な予算措置及び人員を含めた実施体制の確立	3-45
	(2) 無償資金協力の制度の下に建設された施設の効果的な運営・維持管理の実施	3-45
	(3) プロ技活動との連携	3-45

第4章	プロジェクトの妥当性の検証	4-1
4.1	プロジェクトの効果	4-1
	(1) 直接効果	4-1
	(2) 間接効果	4-1
	(3) 裨益人口	4-1
	(4) 成果指標	4-2
4.2	課題・提言	4-2
	(1) 計画作付体系に係る水稻二期作技術普及	4-2
	(2) クレジット・市場情報広報の強化	4-2
4.3	プロジェクトの妥当性	4-3
4.4	結論	4-4

付 表

表 2.1.1	水資源気象省の資格別・局別職員数	T-1
表 2.1.2	カンダル州水資源事務所の資格別・局別職員数	T-1
表 2.1.3	水資源気象省の予算（1999年～2003年）	T-2
表 2.1.4	カンダル州水資源気象省事務所の予算内訳	T-3
表 2.1.5	水資源気象省の公共事業費内訳	T-4
表 2.2.1	1月7日堰地点の水位記録	T-5
表 2.2.2	年最大日平均流出量	T-7
表 2.2.3	プレク・トノットダム地点の月流出量	T-7
表 2.2.4	プレク・トノットダム地点とローレンチェリ調整水門地点の月流量	T-8
表 2.2.5	ローレンチェリ調整水門地点での5年確率洪水日流量	T-9
表 3.2.1	堰形式比較表	T-10
表 3.2.2	可動堰案の位置比較検討	T-11
表 3.2.3	固定堰案の位置比較検討	T-12
表 3.3.1	水資源気象省のプロジェクト一覧	T-13
表 3.4.1	運営・維持管理事務所配置職員の職務内容	T-14
表 3.4.2	水利組合の年間運営・維持管理費用（受益者負担分）	T-15
表 3.5.1	二次・三次用水路整備費用	T-16
表 3.5.2	カンダルスタン灌漑システム運営・維持管理事務所設置費用 （水資源気象省負担分）	T-16
表 3.5.3	カンダルスタン灌漑システム運営・維持管理事務所年次費用 （水資源気象省負担分）	T-17

付 図

図 2.1.1 (1) 水資源気象省組織図	F-1
図 2.1.1 (2) 水資源気象省技術総局組織図	F-2
図 2.2.1 主要施設位置模式図	F-3
図 2.2.2 既存施設の洪水流下能力算定モデル	F-4
図 2.2.3 1月7日堰地点の水位記録	F-5
図 2.2.4 100年確率洪水波形と実測洪水波形（プレク・トノットダム地点）	F-6
図 2.2.5 プレク・トノットダム上流域の59年間降雨量分布	F-7
図 2.2.6 検証期間の年間流出率	F-8
図 2.2.7 計画対象地域における現況作物作付け体系	F-9
図 3.1.1 全体運営計画（事業工程計画と支援体制）	F-10
図 3.2.1 灌漑ダイヤグラム	F-11
図 3.4.1 カンダルスタン灌漑システム運営体制	F-12
図 3.4.2 カンダルスタン灌漑システム水利組織	F-13

添付資料

1. 調査団員・氏名
2. 調査工程
3. 関係者（面会者）リスト
4. 当該国の社会経済状況
5. 討議議事録(M/D)
 - 添付資料-1 協議議事録（インセプション・レポート説明時、2002年11月）
 - 添付資料-2 農道に関する議事録
 - 添付資料-3 「カ」国環境省よりのレター（英訳付き）
 - 添付資料-4 水資源気象省による二次・三次用水路整備予算申請書
 - 添付資料-5 協議議事録（第二次現地調査結果説明時、2003年2月）
 - 添付資料-6 土地収用に関する「カ」国水資源気象省よりのレター
 - 添付資料-7 協議議事録（基本設計概要説明時、2003年3月）
 - 添付資料-8 協議議事録（第三次現地調査開始時、2003年6月）
 - 添付資料-9 協議議事録（第三次現地調査結果説明時、2003年7月）
 - 添付資料-10 協議議事録（第四次現地調査結果説明時、2004年9月）
 - 添付資料-11 協議議事録（ステアリングコミッティーミーティング開催時、2004年9月）
 - 添付資料-12 協議議事録（代替案比較結果説明時、2004年10月）
 - 添付資料-13 協議議事録（基本設計概要説明時、2004年11月）
6. 事前評価表
7. 参考資料/入手リスト
8. 事業効果測定のためのベースライン調査
9. 基本設計図

単 位

長さ	mm	millimeter	時間	s	second
	cm	centimeter		m	minute
	m	meter		hr	hour
	km	kilometer		d	day
面積				mon	month
	cm ²	square centimeter	電気・エネルギー		
	m ²	square meter		A	ampere
	km ²	square kilometer		V	volt
体積	ha	hectare		W	watt
				kW	kilowatt
	cm ³	cubic centimeter		kWh	kilowatt hour
	m ³	cubic meter		HP	horse power
重量	MCM	million cubic meter	通貨		
				\$	USA Currency (Dollar)
	g	gram		¥	Japanese Currency (Yen)
	kg	kilogram			
応力	t	ton		R, Riel	Cambodian Currency
	MT	metric ton	その他		
	N/m ²	newton per square meter		ppm	parts per million
	kN/m ²	kilo newton per square meter		°C	degree centigrade
			%	percent	

換算レート

As of November, 2004

\$ 1.00 = ¥ 110.08

第1章

プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1.1 当該セクターの現状と課題

1.1.1 現状と課題

(1) カンボジア国における農業・灌漑セクターの現状

カンボジア国（以下「カ」国）における農業はGDP総額の36%¹、雇用の70%²を占める主要産業である。1人あたりのGDPは2002年時点で297米ドルと低く、最貧国(LLDC)に位置付けられている。人口は14.1百万人³で(2003年)、その84%は農村部に居住している。耕地面積225万haの内、灌漑水稻面積は18%に相当する約40万haに過ぎない。主要作物は主食の米で、水稻の全国平均単収は1.7ton/haと低い。

「カ」国政府は、国家経済の発展と貧困軽減には主要産業である農業の発展が不可欠であるとし、農業開発を推進している。農業開発の一環として天水農業から灌漑農業への転換を取り挙げ、これによる農家収入と生活水準の向上を通じて上記目標達成に寄与する方策を打ち立てている。灌漑農業においては、既存灌漑施設の70%が戦争(内戦)・洪水被害などで損傷しており、機能していない。このため、「カ」国政府は新規開発よりも投資効率の良い既存施設の改善・改修に高い優先順位を与えている。

(2) 計画対象地域における農業・灌漑セクターの現状

カンダルスタン灌漑地区が直面している問題点・課題は以下のとおりである。

- ① プレク・トノット川の雨季と乾季の河川流量変化が大きい(70~100倍)ことから、洪水と渇水のリスクに常にさらされている。洪水(湛水)と渇水(天水栽培)への耐性が強いが、単位収量が低い在来種の水稲(1.7~2.0ton/ha)が多く栽培され、これが栽培農家の低収入の主たる原因となっている。但し、洪水被害に対するリスクは、1996-97年に建設された1月7日堰、及び2001-02年に実施されたプレク・トノット川緊急治水工事(アジア開発銀行資金)による計画対象地域付近の堤防嵩上げにより低減している。
- ② 地形図、設計基準、工事仕様書等の技術的な基本情報を無視した施設の設計及び施工により、地区に適合した灌漑施設が建設されていない(水路は東西方向に幹線水路、南北方向に二次・三次水路が地形条件を無視して配置され、その多くは掘り込み形式である)。このため重力灌漑の適用不可能な地区が多く、農民の多くは維持管理費の高いポンプ灌漑を強いられている。
- ③ 灌漑施設の維持管理・改修に必要な組織・資金が不足している。

¹ 2002年:ADB Key Indicators 2003

² 2001年:FAO 世界食糧農業白書2003-4

³ 2003年:国連推定値

1.1.2 開発計画

「カ」国は内戦終了後、国内復興に向けて第一次社会経済開発計画(SEDPI:1996-2000)を策定して政治経済の回復・安定化に努めてきた。引き続き策定された第二次社会経済開発計画(SEDPII:2001-2005)では、3つの基本方針を提唱している。そのうちのひとつである「環境に調和した持続的天然資源管理」では水資源の有効活用を図るための灌漑開発が農業生産性向上に不可欠であるとしている。特に、稲作は「カ」国の最重要作物であることから、その生産性の向上のために灌漑排水基盤の整備及び人材育成強化が最重要視されている。一方、「カ」国農業の低生産性は既存灌漑施設の老朽化及び不適切な維持管理に伴う低効率性に起因していることにより、「カ」国政府は短期政策として既存灌漑施設の改修及び維持管理の強化、中長期的政策として a) 民間による小規模灌漑開発、b) 中・大規模灌漑システムの受益面積の拡大及び改修、c) 既存灌漑システムの便益に対する最適化、d) 包括的な水資源開発計画の策定を上げている。

1.1.3 社会経済状況

「カ」国は70年代以降の20年にわたる内戦と混乱、とりわけポルポト(クメール・ルージュ)政権下における恐怖政治は、国土を大きく荒廃させ、貴重な社会資本や人的資本を破壊、もしくは喪失させた。本プロジェクトの目標を達成する上で懸念される事項として以下の点が挙げられる。

人的資源

「ポルポト」時代に弁護士、医者、技術者等の知識人は敵視され、一説によれば170万人余りの人的犠牲を強いられた。それ故に十分な知識・実務経験のある専門技術者層が薄く、社会経済開発の足枷となっている。本計画の実施機関である水資源気象省でも中堅技術者が不足している。

地雷・不発弾除去

「カ」国は1970年代以降の20年以上にわたる内戦時代の遺物として大量(600万個余り)の地雷が全国に埋設されている。これは経済活動を阻害すると共に人々の社会生活を脅かしている。全国でこれまでに被災者は4万人に上ると報告されている。地雷被災者の多い上位5州には本カンダル州は含まれていないが、計画対象地域内のプロ技「カンボジア灌漑技術センター計画」(以下灌漑技術センター計画と記述)のモデルサイト(260ha)三次用水路工事(2002年1月着工)で不発弾(UXO)が見つかり、後述するカンボジア地雷対策センター(CMAC)による地雷・UXO探査・処理を工事着工以前に徹底して実施する必要がある。

社会資本の破壊による経済活動の立ち遅れ

1960年代に整備された社会資本(生活環境分野、交通通信分野、国土保全分野、農林漁業分野、エネルギー分野など)は、その後の内戦期間中に破壊された。また、その社会資本の整備・運営に当るべき貴重な人材もその殆どが失われ、その後遺症は今日の「カ」国に大きくのしかかっている。

工事材料

「カ」国では工事材料のセメント、型枠用合板、鉄筋、塩ビ管などは隣国の中国、ベトナム、タイなどから輸入している。その半数以上がタイからである。それゆえに隣国との政治経済関係が悪化すると、これらの資材の入手が困難となることが予測される。

1.2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

プノンペン周辺は全体的に肥沃な土壌が少なく、乾季には河川水が大幅に減少する自然条件下にありながら多くの住民が生活している。インフラ整備は遅れ、社会経済状況は非常に低い状況にある。この中において首都プノンペンから南西約 20km に位置するカンダルスタン地区は、肥沃な土壌に恵まれ、且つ国道 2、3 号線沿いに位置していることからアクセスも良くプノンペンの食糧基地としての役割を担う位置にある。しかし、本地区では既存灌漑施設の不備などのため、その役割を十分に発揮するに至っていない。

このような背景の下、「カ」国政府の要請により、日本国政府は「カ」国のカンダルスタン地区を含めたプノンペン周辺地域において、灌漑施設整備を中心とした農業総合開発計画の策定を目的とした開発調査「プノンペン周辺地域農村総合開発計画調査」を 1994 年から 95 年にかけて実施した。その結果、計画対象地域であるカンダルスタン地区 (1,950ha) が優先開発地区として選定された。計画対象地域にはポルポト政権時代に建設された灌漑施設（調整水門、水路等）があるが、施設の老朽化が激しい。幹線用水路は法面の浸食が著しく土砂堆積が進行していることや、水路勾配及び施設の設計が不適切なため、末端まで灌漑用水が十分に行きわたらない状況にある。

「カ」国政府は日本国政府に、調整水門、幹線用水路等の改善・改修を通じ、灌漑用水の安定的確保を図ることを目的に、本灌漑システムの改善・改修に係る無償資金協力を要請してきた。

当初の要請内容は以下の通りである。

施設改修の種類	内 容
1) 調整水門の改修	2 か所：ツクツラ、コンボンツール調整水門
2) 取水工の改修	1 か所：取水工
3) 幹線用水路の改修	5.4km
4) 排水路の改修	18.0km
5) 維持管理用道路の改修	28.0km
6) 農道改修	8.0km

これを基に調査団は第一次及び第二次現地調査を実施し、ツクツラ及びコンボンツール調整水門の一部改修、新規固定堰の建設を含む計画を策定し、2003 年 3 月に「カ」国側に説明を行った。これに対して「カ」国側より 1) コンボンツール調整水門の撤去、2) 可動堰案の導入に関する追加要請がなされ、これを受けて堰形式の策定及び選定を目的に第三次現地調査および第四次現地調査を実施した。これらの調査結果を基に堰形式及び堰位置の最適案を選定し、2004 年 10 月 4～8 日に「カ」国側にその経緯・内容を説明の上、合意を得た。

なお、計画対象地域内では水資源気象省職員に対し、灌漑技術者の技術向上を目的にプロ技「灌漑技術センター計画」が 2001 年 1 月より実施されている。計画対象地域の一部 (260ha) がモデルサイトとして選定され、OJT 方式により三次用水路等の改修が実施中である。無償資金協力事業の実施により、モデルサイトに灌漑用水が安定的に供給されることも併せて期待されている。

1.3 我が国の援助動向

わが国の「カ」国における灌漑開発計画に関連する支援は以下の通りである。

(1) プノンペン周辺地域農村総合開発計画業務実施調査(M/P and F/S, 1994-95)

既存施設の改修が必要ではあるが、プレク・トノット川の自然流量で灌漑可能なカンダルスタン地区(1,950 ha)を開発優先地区として選定(本無償資金協力事業の計画対象地域)した。

(2) プロジェクトタイプ技術協力「カンボジア灌漑技術センター計画(TSC:2001-2005)」

水資源気象省職員の灌漑施設の計画、設計、施工、水管理に係る技術の向上を目指した教育・訓練を主目的としている。260haの研修用モデルサイト(圃場)が、計画対象地域の中央部に位置している。

(3) カンダル州メコン河沿岸施設改善計画(無償資金協力事業、1998-2001)

「メコン河環境適用型農業開発計画(M/P and F/S, 1996-98)」により選定されたコルマタージュ農業改善計画のパイロット事業と位置付けられ、4地区2,000haを対象として実施された。

(4) バタンバン州コンピンブイ灌漑計画(草の根無償、2001-2002)

バタンバン州水資源気象事務所が草の根無償の受け入れ団体及び事業の実施機関となり、灌漑面積950haを対象とする二次・三次用水路の建設を実施した。基幹灌漑施設の建設・改修はイタリア政府援助資金(APS)により行われた。

(5) スラコウ川流域農業生産基盤復興開発計画調査(M/P and F/S, 2001-02)

プレク・トノット川の隣接流域であるスラコウ川中流の既存溜池、既存用水路の改修を通じて3,500haの既存灌漑地区の復興を図る計画。

1.4 他ドナーの援助動向

(1) 治水

(a) プレク・トノット川緊急治水計画(アジア開発銀行)

2000年10月に発生した大洪水による被害を契機として、アジア開発銀行は緊急洪水対策計画のための融資(55百万米ドル)を2000年10月に決定した。本融資は、公共事業省(30百万米ドル)、水資源気象省(11百万米ドル)、農村開発省、教育・青年・スポーツ省、保険省に割り当てられた。水資源気象省は、プレク・トノット川大洪水(パームクレイ地点で1,280 m³/secと観測されている)の被害を重視し、国道3号線下流の洪水堤防の嵩上げ工事(1,236 千米ドル)及び放流路の建設(1,805 千米ドル)を緊急に対応することにし、現在実施中である。

(b) その他の計画

上記の緊急治水計画を含む流域全体の治水計画としては、1973年に内戦により工事が中断されたプレク・トノット多目的開発計画による洪水防御計画(発電・灌漑・洪水防御を目的とした有効貯水量980百万m³の多目的ダム建設を含む;資金は日本、カナダ、イギリス、イタリア、フランス、西ドイツ、オランダが拠出)であるが、環境問題(貯水地域内の住民移転)の解決と建設資金の調達が難航しており、その実現には相当の時間を要するものと考えられる。

(2) 灌漑開発

実施機関である水資源気象省の自主財源が極めて限られているので、灌漑開発・改修のための資金は国際機関（世界銀行、アジア開発銀行等）や二国間援助（主な支援国は日本で、その他にイタリア、フランス等）に大きく依存している。本計画に係る、主な灌漑開発・改修計画は以下の通りである。

(a) アジア開発銀行(ADB)等による援助

① ツクツラ及びコンポンツール調整水門の改修

ツクツラ及びコンポンツール調整水門の水門がアジア開発銀行資金によるプレク・トノット川緊急治水事業により 2001 年に木製水門より鋼製水門に改修された（91 千ドル；水門寸法の変更無し、モーター駆動式巻上装置を含む）。2001 年の改修により、水門からの漏水はほぼなくなり、巻き上げ時間は大幅に短縮されている。

② ローレンチェリ南幹線水路改修計画

計画対象地域の 40 km 上流地点に位置するローレンチェリ調整水門の南（右岸）幹線水路（計画取水量；20 m³/sec）が、アジア開発銀行(300 千ドル)、世界銀行（114 千ドル）、EU（PRASAC, 58 千ドル）、日本の草の根無償(73.7 千ドル)等を利用して整備・延長されており、灌漑面積の拡大を図っている。本用水路は、プレク・トノット川支流上に作られた溜池群を連結して、最終的にはタケオ州まで導水する計画で、以下に述べるプノンペン市西部地域総合開発計画（予定開発面積 24,000 ha）の基幹用水路である。

(b) 「カ」国政府資金によるプノンペン市西部地域総合灌漑開発計画

本プノンペン市西部地域総合灌漑開発計画は、2002 年 11 月上旬に「カ」国政府により承認された灌漑開発計画で、その受益地はプレク・トノット川両岸に展開し、受益面積は 24,000ha を予定している。開発資金は「カ」国政府の自己資金で賄われる。同開発計画は実質的には 2002 年 8 月より事業を開始しており、既存幹線水路の改修と既存幹線水路を結ぶ新規用水路の建設及び二次・三次用水路の整備を目的としている。幹線水路の改修・新設延長は合計 70km であり、2003 年 1 月時点で、20km（内改修 19km、新設 1km）と、二次・三次用水路は総延長の 18%が完成したと報告されている。

(3) 農業普及・試験研究・組織開発等

本灌漑施設改善・改修計画と関連のある他援助機関の支援する主要事業は以下のとおりである。

(a) 農業品質改善計画

計画対象地域において、オーストラリア国際開発庁（AusAID）による農業品質改善計画（Agriculture Quality Improvement Project : AQIP）が 2001 年より開始されている。本計画は農業生産物の質的向上を通じて開発対象地域の最低限の自給自足的な生活水準にある農家の現金収入を改善することを目的に、農林水産省、農村開発省、女性及び除隊兵士省を受け入れ機関として 2000 年に立案された。農業品質改善計画のプロジェクトコンポーネントは以下の 6 プログラムから構成されている。

- 水稲種子生産

- ポストハーベスト技術
- 灌漑
- 果樹及び野菜の流通
- 人材開発
- 事業管理

現在計画対象地区における農業品質改善計画の活動は水稻種子生産のみで、契約栽培に関わる14農家が2003年から種子生産を行っている。農業品質改善計画は2004年より、果樹及び野菜の流通プログラムが開始される予定であり、計画対象地域での活動が期待される。農業品質改善計画関係者は計画対象地域内でOJTを実施中の灌漑技術センター計画と緊密な協調関係を確立することを望んでおり、本灌漑施設改善・改修計画に大きな関心を抱いている。

(b) カンボジア・オーストラリア農業普及プロジェクト(CAAEP)

農業技術普及は農林水産省の農業普及部のもとで行われている。オーストラリア国際開発庁による支援を受け、「カ」国の農業普及システムの改善を目的としたカンボジア・オーストラリア農業普及プロジェクトが全国で推進されている。計画対象地域においてはこの普及プロジェクトのもと、1997年から農民野外学校(FFS)がカンダルスタン郡農業事務所を中心として運営されている。農民野外学校は水稻(小雨季水稻、雨季水稻、乾季水稻の3サブコース)、野菜、畜産の3コースからなり、「カ」国の農業普及の核となっている。

(c) カンボジア・オーストラリア農業研究開発研究所(CARDI)

カンボジア・オーストラリア農業研究開発研究所は、人材育成及び研究組織強化、持続的な農業技術開発を通して農業生産性向上を図ることを目的に1997年に国連機関、国際稲研究所(IRRI)及びオーストラリア政府の協力で設立された。研究部門はa)育種(水稻、緑豆・ダイズ)、b)土壌・水管理、c)作物保護、d)栽培・営農技術、e)農業工学、f)農村社会経済、g)研修及び情報、の7分野である。普及技術開発で「カ」国の農業技術研究開発の中心となっている。

(d) 人材育成・組織強化

「カ」国の「第二次社会経済開発計画」及びアジア開発銀行が実施した「全国水資源セクター概況の評価」をもとに水資源気象省は、2001年初頭より、「水資源セクターの水利行政及び支援戦略フレームワーク」の策定を開始した。これはアジア開発銀行の人材育成プロジェクトの一環として行われ、同年3月にその「戦略フレームワーク」策定が完了し、採択された。このフレームワークに沿って水資源気象省の人材育成及び組織強化プログラムが2001年半ばより開始され、現在、終了もしくは進行中のものに以下の3プロジェクトがある。

- 気象及び農業気象研究予測の改善/JICA(終了)
- 灌漑システム技術センターの向上/アジア開発銀行(進行中)
- 水資源気象省の人材育成/JICA(進行中)

第2章

プロジェクトを取り巻く状況

第2章プロジェクトを取り巻く状況

2.1 プロジェクトの実施体制

2.1.1 組織・人員

現在、本プロジェクトに関与している組織は、水資源気象省、カンダル州水資源気象事務所、カンダルスタン郡農業事務所および受益農民である。

水資源気象省は1999年に農林水産省より分離独立して発足した。2004年12月現在、図2.1.1に示すように本省は9局から組織され、職員数は730名である(表2.1.1)。本省直属の出先機関である州水資源気象事務所は全国23州に設置され、それぞれ5課から組織されている。計画対象地域の所轄であるカンダル州水資源気象事務所は61名の職員を抱えている(表2.1.2)。カンダルスタン郡の水資源気象事務所開設は計画段階にあり、未だ開設されていない。

本プロジェクトの設計・施工は、水資源気象省の建設局(335名:5課)が担当する。一方、運営・維持管理に関しては、「カ」国「全国水資源戦略書(2001年9月)」によれば、維持管理責任を小規模事業(250ha以下)、中規模事業(500~1500ha)、及び大規模事業(1500ha以上)の3つに区分し、事業規模ごとに以下のような維持管理体制を適用するよう規定している。

灌漑事業規模別維持管理体制

灌漑規模 (ha)	維持管理責任母体
250ha 以下	州及び郡水資源気象事務所、受益コミュニティ
500~1,500ha	水資源気象省と州水資源気象事務所の合同管理
1,500ha 以上	水資源気象省灌漑農業局

出典：全国水資源戦略書 2001年9月

この規定にしたがい、計画対象地域(1,950ha)の基幹施設の運営・維持管理は水資源気象省の灌漑農業局(120名:5課)が運営・維持管理事務所を設立し、実施する。

現在、カンダルスタン郡では州水資源気象事務所から3名の常駐職員が郡の農業事務所に派遣されている。主要な業務は、a) 灌漑施設の点検及び州事務所への報告、b) 水文観測の記録、c) 灌漑用水の配分に係る水管理である。プレク・トノット川上流の調整水門維持管理も、同常駐職員が実施している。

計画対象地域には、水利組合に相当する農民組織はない。末端での水管理は個々の受益農民が行い、組織立った活動は取られていない。灌漑施設の改善・改修後は、運営・維持管理事務所の支援のもと二次用水路ごとに水利組合を結成し、基幹施設以外(二次・三次用水路)の運営・維持管理の責任を負うこととなる。

2.1.2 財政・予算

水資源気象省及びカンダル州水資源気象事務所の財務状況を表2.1.3、2.1.4に示す。この表のなかで、事業開発に必要な経費が事業費に、運営・維持管理に必要な経費が管理運営費に計上されている。同省の年次別執行予算額は、2000年が223万米ドル、2001年が467万米ドル、2002年が292万米ドルである。この中で公共投資事業費は全てアジア開発銀行、PRASAC(EUによる「カ」国農業部門支援

プログラム)、日本、イタリアなど国際機関及びドナー諸国の支援に負っている(表 2.1.5 参照)。このため、実施プロジェクトの有無により年次別執行予算額が大きく変動している。管理運営費でみれば、2000 年度から 2001 年度は 30%増、2001 年度から 2002 年度は 40%増となっている。カンダル州水資源気象事務所の 2000 年及び 2001 年の執行額は、各々 13,700 米ドル、15,500 米ドルであった。このうち、運営・維持管理費として執行された金額は 2000 年度で 1,625 ドル、2001 年度で 1,990 ドルで、この 2 年間で約 20%増となっている。なお、本プロジェクトの「カ」国側負担となっている二次・三次用水路整備事業費(767,495 米ドル)は、日本のノンプロジェクト無償の見返り資金を原資として確保することで「カ」国財務省により了解されている。

2.1.3 技術水準

(1) 水資源気象省職員の教育背景

水資源気象省の職員資格及びその内容は以下の 5 区分となっている。

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| ①技師 (Engineer) | : 5 年制の大学卒職員 |
| ②技能者 (Technician) | : 3 年制の大学卒職員 |
| ③準技能者 (Vocational) | : 2 年制の短大卒職員 |
| ④研修経験者 (Qualified) | : 半年から 1 年の技術研修を受けた職員 |
| ⑤実務経験者 (Non qualified) | : 技術研修経験は無いが業務経験のある職員 |

本プロジェクトの建設及び運営・維持管理に関わる水資源気象省の関係部局は建設局及び灌漑農業局、カンダル州水資源気象事務所であり、その職員資格内訳は表 2.1.1、表 2.1.2 に示すとおりである。各レベルの資格別内訳 (%) は本省全体で各々技師(23%)、技能者(33%)、準技能者(5%)、研修経験者(2%)、実務経験者(37%)であり、技師及び技能者が半数以上を占める。一方、カンダル州水資源気象事務所では技師及び技能者が半数以下の 4 割となり、実務経験者が 6 割近くを占めている。

(2) 関係部局の技術水準

1970 年代の内戦による影響を反映し、技術局の局長クラスでも実務経験は 15 年程度であり、殆どの技師は若手で実務経験が少ない。実務レベル職員などの経験不足を補う人材育成プロジェクトをアジア開発銀行、世界銀行、JICA などのドナー機関が水資源気象省に対して実施している。また、我が国や他ドナー援助による、個々の灌漑プロジェクトの OJT を通じて教育・訓練が行われ、水資源気象省職員の能力向上に貢献している。特に、JICA は、後述する灌漑技術センター計画のなかで水資源気象省建設局に対し灌漑プロジェクトの調査・計画・設計・施工・改修・水管理に関する技術者育成のための技術協力プログラムを 2001 年 1 月より開始している。

なお、特記すべき事項として水資源気象省はアジア開発銀行によるプレク・トノット川緊急治水計画とスタンチニットプロジェクトを同時期に実施した。このことは水資源気象省が複数のプロジェクトを同時に推進するに必要な要員を配置・運営する能力を有していると言える。

以上から判断して本プロジェクトの実施に必要な要員の確保は可能と判断される。

2.1.4 既存の施設・機材

水資源気象省の建設局（職員 335 名）に機材管理事務所が置かれ、ここで建設及び維持管理用機材が一括管理されている。2002 年 6 月時点のインベントリィ調査によると以下の機材が登録されている。

水資源気象省の保有する維持管理用機材

	維持管理用機材	数 量
1)	ブルドーザー	16
2)	エクスカベーター	21
3)	バックホウ	1
4)	ローダー	2
5)	グレイダー	4
6)	ローラー	7
7)	シープフットローラー	2
8)	トレイラートラック	2
9)	ダンプトラック	37
10)	ウォータータンカー	3
11)	ワークショップトラック	3
12)	クレーン	1
	合 計	99

出典：水資源気象省 建設局 / 2002 年 1 月

主要な機材は、アジア開発銀行、ソ連、日本、NGOs などドナー諸機関からプロジェクトベースで供与されたものである。これらの機材の保守・点検・整備は、建設局の機材管理事務所が担当している。機材整備ワークショップはタクマウ市に置かれている。機材の維持管理に要する費用は全てその時点で実施中のドナー側の支援する灌漑プロジェクトで賄っている。

2.1.5 灌漑技術センター計画

2001 年 1 月より 5 年間の予定で実施中の灌漑技術センター計画のプロジェクト目標と期待される成果は、「灌漑施設の調査、計画、設計、施工管理、及び水管理の各分野における水資源気象省及び州水資源気象事務所の技師と技能者の技術力が向上すること」である。これらの活動・人材育成成果を生かして、水資源気象省及び州水資源気象事務所によって灌漑事業が適切に実施されることが期待されている。2002 年時点における同計画の活動内容・範囲は以下の 4 点である。

- 水資源気象省の技術水準の現況調査の実施及び技術水準向上の目標設定
- OJT による調査、計画、設計、施工管理、及び水管理技術の実習及び指導
- 灌漑施設調査の計画・設計・施工・維持管理及び建設機械運営・維持管理技術に係るマニュアルの作成
- OJT によるモデルサイトでの調査、計画、設計、施工管理、及び水管理研修の実施

なお、長期専門家はチーフアドバイザー、業務調整・農家調査・研修、調査・計画、施工管理、設計・水管理の 5 人である。

OJT による調査、計画、設計、施工管理、及び水管理技術指導・研修の場として、計画対象地域内に灌漑技術センター計画のモデルサイトが設立されている。灌漑可能面積は 260ha であり、幹線用水路が灌漑水源である。2003 年 3 月現在、三次用水路（T3.2.0、880m、灌漑面積 167ha）の測量・設計・

積算が完了し、乾季間の建設工事に係る OJT が実施されている。

本計画の実施に当り灌漑技術センター計画に以下の支援が期待される。

- 三次用水路の計画、設計、建設のモデルサイトでの展示と要員の育成（育成した水資源気象省職員はカンダルスタン地区に残留して、更なる整備にかかわることが期待される）。特に、洗掘を受けやすい分散性の土質の水路内外の法面保護対策についての実施・展示
- モデルサイトの受益者グループの組織化と水管理に関する教育
- カンダルスタン地区全体の受益者グループの組織化と教育
- モデルサイトにおける水管理技術指導と研修を通して、適正な水管理を水資源気象職員（州レベルの担当者を含む）と受益者に展示・指導
- 作成された水管理マニュアルの実践・指導と改良

2.2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況

2.2.1 関連インフラの整備状況

計画対象地域の主要施設を図 2.2.1 に示す。

(1) 洪水防御施設

2000 年 10 月に発生したプレク・トノット川大洪水では、パームクレイ地点でのピーク流量が $1,280\text{m}^3/\text{sec}$ と観測された。プレク・トノット川の下流部では洪水が堤防を越流し、大きな湛水被害をもたらした。この洪水は全国土のほぼ半分に洪水被害をもたらした未曾有の自然災害であった(死者 260 人、被災者 280 万人、復旧に要する費用は 140 百万米ドルと見積もられた)。水資源気象省は、この洪水を契機として緊急治水工事計画(アジア開発銀行および日本政府資金によるツクツラ調整水門の上・下流区間の堤防の嵩上げ工事)に着手し現在実施中であるが、本治水計画はあくまでも緊急災害復旧工事として位置付けられており、プレク・トノット川流域全体の治水計画との整合性は無い。

現時点における流域治水計画〔案〕は、プレク・トノット多目的開発計画で提案されているダムの建設を前提としたものである。多目的ダムを建設することにより、洪水ピーク流量はツクツラ調整水門地点で約 40-60%削減され、100 年確率洪水時で $1,100\text{m}^3/\text{sec}$ 程度となるとしている。しかし、ダムの建設は環境問題(住民移転)の解決と建設資金の調達が難航していることから、この計画の事業化には相当の時間を要するものと考えられる。

(2) 既存調整水門と 1 月 7 日堰の現況洪水流下能力

国道 3 号線上の洪水流下施設は、ツクツラ調整水門、コンポンツール調整水門、1 月 7 日堰、ドエムラス調整水門の 4 施設である。以下の条件により現況洪水流下能力の算定を行った。

- プレク・トノット川の本川であるバサック川の背水の影響を考慮しない。
- ドエムラス調整水門はプレク・トノット川からストゥントチ川に余水を放流する施設であるが、両河川の水位の関係が明確でなく、場合によっては逆流することもあるため、これを除いた 3 施設により洪水流下能力を算定した。
- 堰上流水位は計画洪水位である EL. 13.00m を用いた。
- ツクツラ調整水門、コンポンツール調整水門は長方形堰として、1 月 7 日堰は刃形堰としてそれぞれモデル化し、越流量を算定した。
- 図 2.2.2 のモデルを用い、各施設の越流時の状況(堰下流の水位、越流量)を仮定してこれを基に堰地点から約 7km 下流より不等流計算を実施し、同図下に記した(1)~(7)の関係がすべて満たすケースが得られるまで繰り返し計算を行う。

以上の条件により計算を行った結果、各施設及び既存施設全体としての洪水流下能力は以下のとおり算定された。

既存施設の洪水流下能力

堰上流水位 (EL.m)	右岸流路				左岸流路		総流量 (m ³ /s)
	堰下流水位 (EL.m)	コンポントール 調整水門 (m ³ /s)	1月7日堰 (m ³ /s)	右岸合計 (m ³ /s)	堰下流水位 (EL.m)	ツクツラ 調整水門 (m ³ /s)	
13.00	12.91	60	470	530	12.66	300	830

上記の既存洪水流下施設より上流約 5.5km 地点にプレク・トノット川を横断して鉄道が通っており、鉄道は堤頂標高約 EL. 15.5m の堤防上に敷設されている。鉄道堤防上には鉄道橋、カルバートが数ヶ所建設されているが、主流路は最も北側の流路で、その他の構造物は主流路と比較すると規模は小さい。洪水時には、鉄道堤防上流側が湛水し、一旦流量が調節されて下流側に流出すると考えられることから、鉄道橋を挟んだ 3 地点において河川横断測量を実施し、鉄道橋地点における流下能力を算定した。この結果洪水時の鉄道橋地点における洪水流下能力は 700~800m³/sec 程度と算定され、堰地点の洪水流下能力とほぼ同じ程度である。よって、鉄道橋上流より大きな出水があった場合でも鉄道橋地点で洪水量が調節され、堰地点に設計洪水量を大きく上回る洪水が来ることは無いと考えられる。

(3) 既存灌漑施設

本基本設計調査チームが実施したインベントリ調査結果によれば、計画対象地域における水路関連の主な構造物は水位調整施設 (17ヶ所)、分水施設 (50ヶ所)、道路横断施設 (橋とカルバート ; 30ヶ所) の 3 種類、計 97ヶ所である。

水位調整施設は幹線用水路、L4、L5 二次用水路および幹線排水路上に建設されており、三次用水路以下には NGO 等により建設された小規模の施設が計画対象地域内に 2~3ヶ所見られるだけである。農民は水路狭窄部に土堤、または竹や木材による水路横断構造物を作って必要な水位を保つよう努力している。

幹線及び二次用水路上の水位調整施設は木製の角落しを挿入して水位の堰上げをする構造となっている。角落しの幅が 2m 程度と広く、人力で操作する範囲を超えているため適時の操作ができず、現在は使用されていないものがほとんどである。また、排水路とされている水路上にも数多くの水位調整施設および取水施設が設置され、機能は不完全ながらも本地区内での灌漑施設としての役割を果たしている。

分水施設は幹線用水路から二次用水路及び三次用水路に配水するための施設であるが、水門が装備されていない事から取水量の調節機能は無く、農民は分水施設に続く土水路に土堤を造って流入量を調節している。また、分水施設の多くは取水口部分および水路との連絡部分が破損しており、水路堤内にパイプが施設されているだけの状態である。

道路横断工に関しては、整備状況に大きなばらつきがある。二次・三次用水路と維持管理用道路との交点に建設されていた施設は壊れたままになっているものが多いのに対し、主要道路および村道にかかる橋に関しては利用頻度が高いことからカンボジア社会基金 (Cambodian Social Fund) 等の資金を用いて通行が可能な程度に整備されている。

(4) 道路（国道、州道、維持管理道路、農道について）

既存の維持管理用道路は、灌漑水が十分に供給されていない事より、維持管理が定期的を実施されていない。このため、路面は凸凹で、草木が幅員を狭めており、牛車等がかろうじて通行可能な区間が多い。また、二次用水路沿いの維持管理用道路では、取水・排水のため農民により掘り崩されている箇所が散見される。

(5) 電気・水道・電話

計画対象地域には域外からの電力ラインは架設されておらず、パーク地区において民間による小規模発電の給電事業が見られるのみである。水道は皆無であり、村（Phum）毎に浅井戸が掘られ、生活用水を得ている。電話は携帯電話が使用可能である。

(6) 建設用地の手当て

プレク・トノット川緊急治水事業の一環として建設中の洪水放流路の用地取得補償（幅 100m、長さ 6.4km の範囲）は、代替地の提供を原則としたが、他用地を取得するための代替地取得費用を支払う金銭補償も行われている。代替地の準備・提供は、郡及び州関連事務所が実施責任を負っている。農地の金銭補償は 1 平方メートル当り 0.5～2.0 米ドルの範囲で支払われており、平均で 1 米ドル程度である。

また、計画対象地域の複数の行政村村長によると、水路に付帯する道路又は堤防の中心線から 4m までが道路幅を含む公共財産としての水路敷地であると認識されている。また、この境界線より 1-2m の範囲であれば行政村が農民を説得して、無償で用地を提供させる可能性が高いとの事であった。実際に灌漑技術センター計画の T3.2.0 水路工事で地権者と水資源気象省が協議、合意の下に無償で農道用地の取用を行っている。本計画の用地取得に当っては実施機関である水資源気象省は各省定住委員会と連携して、水路の嵩上げ等の改修工事により追加的に必要な用地の取用で対応することで合意している。

2.2.2 自然条件

(1) 気象

計画対象地域の気象条件は、モンスーン（季節風）の影響を強く受けている。4 月より 10 月までの期間は南西季節風が降雨をもたらし、11 月から 3 月までは北東季節風により乾燥した気象状況となる。プレク・トノット川の流域内にはサンカエサトブ、キリロム、プロムスローチ、コンボンスピーの 4 ヶ所の降雨観測所が設けられているが、調査対象地区に最も近い気象観測所はプノンペン市のポチェントン気象観測所である。この観測所で観測された気温、湿度、風速、日射量を以下に示す。

計画対象地域近傍の気象(平均値)

項目	単位	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
気温	°C	26	28	29	30	30	29	28	28	28	27	27	26	28
湿度	%	73	71	71	71	76	79	82	83	86	86	80	75	78
風速	m/sec	3.1	3.9	4.1	3.8	4.1	4.6	3.9	5.0	4.3	2.7	3.6	3.7	3.9
日射量	hr/day	8.7	8.6	8.6	8.3	7.3	6.1	5.8	5.9	5.6	5.8	7.4	8.4	7.2

観測所：気象局ポチェントン (Pochentonkan) 気象観測所；プノンペン、期間：1991-2000

(2) 水文

(a) 水位観測記録

プレク・トノット川において、1998-2002年(2001年はデータが紛失している)の1月7日堰地点での雨季(6-12月)の水位観測記録は、表2.2.1と図2.2.3に示す通りである。データとしては限られたものであるが、各年とも越流水深は大略10-50cmの範囲に制御されている事がわかる。洪水期の10~11月には越流水深が1.5mを越える場合もある。2000年の大洪水時には越流水深は2m(水位に換算するとEl.13.2m)に達した。上流水位は、妥当な範囲で水資源気象省により調整されていると判断される。

また、水位が1月7日堰頂より0.5~1m程度低下している期間がある。これは、下流部からの要請に応える為の放流によるものであり、水位は1-2日間で回復している。これらの放流は下流への責任放流にあたるもので、妥当な操作であると考ええる。異常渇水年である2002年(雨季流量は50-100年確率渇水)には、7月中旬より約1ヶ月間連続で水位が1月7日堰頂を下回っているが、干天が連続したために水位が回復しなかったためと考えられる。

(b) プレク・トノット川の高水量(洪水)

プレク・トノット川にかかわる長期の流量資料は欠測期間が頻出しているが、1900年代前半ではダム予定地点下流のコンボンスプーにのみ資料があり、同年代後半より現在にいたる迄はダム地点付近のアンロントウクとパームクレイに観測資料がある。ツクツラ調整水門上流付近での水位観測記録はここ3年程に限られている。流量観測は2001年10月の出水の際の1月7日堰で1回行われているのみである。開発調査「プノンペン周辺地域農村総合開発計画」においては、100年確率洪水流量が $1,900\text{m}^3/\text{sec}$ と推定され、その流量に対して国道3号線上の水門の改修が計画された。しかしながら、アジア開発銀行および日本国政府資金により実施した堤防嵩上げ工事は緊急工事としての性格もあって暫定設計洪水流量 $800\text{m}^3/\text{sec}$ に対して行われている。

本業務では、JICA開発調査「プノンペン周辺地域農村総合開発計画」での確率洪水流量の評価に限定する事とする。評価は、コンボンスプー及びアンロントウク/パームクレイの一連の年最大日平均流出量を用いて確率計算を行い、その結果をJICA開発調査での確率洪水流量と比較して行う。

コンボンスプー及びアンロントウク/パームクレイの24年間の年最大日平均流出量記録は表2.2.2に示す通りである(使用する記録が日平均流出量(毎日7時と19時に測定)である理由は、洪水波形が緩やかであり(図2.2.4参照)、日平均流量でも洪水のピーク流量は捉えていると判断される事による。コンボンスプーでの観測記録中で1922年の洪水が $8,500\text{m}^3/\text{sec}$ となっており、他の年の洪水流量($131\sim 1,276\text{m}^3/\text{sec}$, $8,500\text{m}^3/\text{sec}$ を除く流出記録の平均値は $505\text{m}^3/\text{sec}$)に比し突出している。この $8,500\text{m}^3/\text{sec}$ の扱いについては、 $8,500\text{m}^3/\text{sec}$ を除いた23年間の最大流量 $1,276\text{m}^3/\text{sec}$ で置き換えるケース(ケースA)と $2,040\text{m}^3/\text{sec}$ (23年間の資料を母集団とする場合の除外危険率5%に相当する流量)で置き換えるケース(ケースB)の2ケースを考え、確率洪水の検討をこれら2ケースについて行った。その結果は以下の通りである。

2 ケースに対する確率洪水量の比較

(単位 ; m³/sec)

	解析年	ケース	10年	20年	30年	50年	100年
開発調査	1995	—	860	1,100	(1,300)	1,500	1,900
今回業務	2002	A	930	1,090	1,180	1,290	1,450
		B	1,090	1,310	1,440	1,590	1,800

注) 開発調査の行の (1,300) は今回業務での推定値。

プレク・トノット川に関連した以前の調査における確率洪水流量は以下の通りである。

過去の関連確率洪水量

(単位 ; m³/sec)

コンサルタント	解析年	10年	20年	30年	50年	100年
SMHEA	1965	—	840	—	960	1,060
SMEC	1992	750	930	—	1,350	1,800
MMD	2001	1,000	—	—	1,300	1,600

JICA 開発調査及び他コンサルタントによる調査での確率洪水流量はいずれもアンロントウク/パームクレイ地点についての洪水流量である。ツクツラ調整水門地点の洪水流量については、いずれの調査もアンロントウク/パームクレイ地点の洪水流量と同じとしている。その理由は、残流域 (アンロントウク/パームクレイ地点とツクツラ調整水門地点の間の流域) からの流入によるピーク流量増加と残流域での洪水氾濫によるピーク流量低減が相殺してピーク流量は変わらないからとしている。

(c) プレク・トノット川の低水量 (洪水)

① 自然流量

JICA 開発調査においては、1961年から1970年の10年についてプレク・トノットダム地点 (流域面積 3,638km²) の半月流量を求め、その流量に残流域からの流出量を加えてツクツラ調整水門地点 (流域面積 4,760km²) の低水流量としている。これとは別に、プレク・トノット川の低水流量に関する過去の調査として「スラコウ川流域農業生産基盤復興開発計画調査(2001)」ではスラコウ川流域用の低水解析モデル作成を目的として実測流量と計算流量をもとに1966年から1969年、1996年から2000年の9年間についてプレク・トノットダム地点の月流量を算定している。以上の期間以外については、2001年と2002年11月までプレク・トノットダム地点の日流量記録がある。以上の開発調査の流量、スラコウ調査の流量、その後の実測流量は表2.2.3に示す通りである。

本業務では、上記の開発調査の流量、スラコウ調査の流量、その後の実測流量についての評価はプレク・トノットダム地点での流量で下記の方針で行うこととした。

a) プレク・トノットダム地点上流の流域降雨の作成が可能な1917年から1941年、1957年から1969年、1982年から2002年の計59年間について流域年間降雨量を求め、開発調査の流量、スラコウ調査の流量、その後の実測流量の期間が長期 (59年間) の流域年間降雨の変化の中でどのような時期になっているかを調べる。

b) 開発調査の流量、スラコウ調査の流量、その後の実測流量の年間流出率を調べる。

a) についての結果は、図2.2.5に示す通りであり、1961年から1969年までの9年間の各年降雨量は59年間の平均年降雨量1,225mmの前後に分布している。一方、1996年から2002

年まで7年間の年降雨量は平均年降雨量に比べ著しいばらつきを示している。b)についての結果は、図2.2.6に示す通りであり、1961年から1969年まで9年間についての流出率は安定し僅かながら降雨量の増加に応じた流出率の増加が見られる。1993年から2002年までの10年間については、流出率は降雨量に関係なく著しいバラツキを示している。

以上より、開発調査により推定されたプレク・トノットダム地点の低水流量はその対象期間(1961年から1971年の10年間)の年降雨が流域の長期間降雨をよく代表しており、流出率の面よりは合理的であり信頼度が高いと判断される。従って、開発調査により推定されたプレク・トノットダム地点の低水流量を採用する。プレク・トノットダム地点下流の残流域からの流出量についても開発調査の結果を採用する。

ローレンチェリ調整水門地点の雨季(5月～11月)の10年間平均流出量は1,270百万 m^3 であり(表2.2.4)、その80%信頼流量は978百万 m^3 となる。1961年から1970年の10年間の内で、ローレンチェリ調整水門地点での雨季流出量が978百万 m^3 に最も近い1966年を計画基準年とする。但し、灌漑用水計画に用いる雨季流出量は978百万 m^3 、年間流出量は1,048百万 m^3 (=978/1,123×1,202)とする。ローレンチェリ調整水門地点の80%信頼日流量は流出形態を計画基準年のそれとし、年流出量を1,048百万 m^3 として算出された。結果を表2.2.5に示す。

② 他地区の取水量

プレク・トノット川沿いの河川水の取水は灌漑目的のみであり、取水地点は以下の通りである。

- a) ローレンチェリ調整水門：ツクツラ調整水門地点から40km上流
- b) 簡易揚水機場13箇所(道路51号線付近～鉄道橋付近)：配管は1施設当たり2本～3本で管径30cm～50cmである。計画取水量・実績取水量ともに不明である。
- c) ダンコール揚水機場(ツクツラ調整水門の直上流)：耕地面積300haの灌漑目的の恒久ポンプ施設(配管直径50cm×2本)である。計画取水量・実績取水量ともに不明である。

(d) 責任放流量

河川維持流量について「カ」国における規定は無い。又、ツクツラ調整水門より下流への責任放流量は河川管理者である水資源気象省においても定めていない。一方、ツクツラ調整水門下流における取水施設は無い。よって、ツクツラ調整水門から下流への放流量は日本国における維持流量の実績、すなわち「10ヵ年平均渇水流量～10ヵ年最小渇水流量」を目安として求める。この結果、0.6～0.1 m^3/sec となった。この検討結果とツクツラ調整水門地点の灌漑用水取水や下流側の河川利用状況を考慮し、実際の責任放流量は0.6 m^3/sec とする。

(3) 地形・地質

カンダルスタン地域は地形上、氾濫源に区分され、古い河川跡が南部と北部に走っており、幾分起伏を有している。土地は東に向かって平均勾配1/2000で傾斜しており、余水はトゥク・チョウ湖に排水される。また、同郡は第四紀の末固結堆積物が分布しており、下位より下部沖積層、上部沖積層、最上部沖積層に不整合関係で区分される。それぞれの地層は概ね水平に堆積している。下部

沖積層は厚く、砂質土が主である。標高約 20m 以深は礫質土が主となり、井戸の主要取水対象層となっている。また、表層部数メートルに上部沖積層の細粒土が分布している。カンダルスタン地域の主要土壌は FAO の分類でアクリソル、カンピソル、フルビソル土壌が主要で、中でもカンピソルは同地域の 7 割強を占め、稲作に適した土壌である。

灌漑・排水計画に利用可能な灌漑地区全体(1,950ha)を網羅する地形図は、1994/95 の開発調査時に作成された地図(縮尺 1:5,000、等高線間隔= 0.5m)以外に存在しない。ただし、灌漑技術センター計画は 2001-02 年にモデルサイト用詳細地形図(260 ha、縮尺 1:2,500、等高線間隔= 0.5m)を作成している。これらの地形図を比較した結果、両地図の標高はほぼ一致していることから、1994/95 作成の地図を灌漑・排水計画の基本図として利用する。ただし、モデルサイト内の詳細標高については、灌漑技術センター計画で作成した地図を用いる。

本地区の標高は、開発調査時に作成された地図及び灌漑技術センター計画が作成した地形図ともカンダルスタン水準(Local Benchmark of Kandal Stung : LBKS)を使用している(ツクツラ調整水門地点の水準点標高は、LBKS では El. 13.698m である)。

(4) 土質・建設材料

開発調査での土質調査結果によれば、計画対象地域近傍の現場発生土は水に対する分散性が大きく、盛土材として不適切であると判断されている。基本設計調査時に、計画対象地域周辺で実施された盛土工事を観察すると、法面に発達したガリー、堤頂部の空洞(幅 10~40cm、深さ 10~50cm 程度)が確認されたほか、法肩に連続して空洞が発達した結果、斜面崩壊を誘発している箇所が多く見られる。芝張工などの対策をとった場合でも法尻部で芝ごと滑りを発生しており、有効な対策となっていない箇所がある。開発調査ではこの対策としてコンボンツールから 30km のプレク・トノット川上流右岸一帯に分布するラテライト質土及びその直下層に分布する細粒土を混合する案を提案している。ただし、ラテライト質土の分布する地域の内、計画対象地域に最も近い(25km)プレク・トノット川の支流オウスペアンダエク川両岸地域のラテライト質土の採土場からの調達を検討する。

ここから産出するラテライト質土は、アジア開発銀行資金および日本政府資金による緊急洪水対策事業の一環として実施された州道改修(2001~2002年)において舗装材として使用された実績があることから、本計画で実施予定である維持管理用道路の舗装材としてもその可能性を検討する。

2.2.3 社会・農業状況

(1) 事業効果測定のためのベースライン調査

(a) 調査方法

ベースライン調査は計画対象地域に関連する以下の 7 つの行政村村長(Commune Head)と各行政村より任意に抽出した 10 農家を対象にインタビュー調査を実施した。実際の聞き取り調査は現地スタッフを雇用して調査団直営で実施した。ここでは調査項目の概略について述べ、調査結果の詳細は添付資料:ベースライン調査結果に示した。なお、ここでの調査結果は、作付計画、水利組合、相手国側事業項目の検討資料に資する。

ベースライン調査状況

行政村名	調査数			
	村数	行政村村長	農家数	小計
1) プレアブティ	5	1	10	11
2) ティエン	2	1	10	11
3) ロルオス	3	1	10	11
4) バーク	6	1	10	11
5) コンノオイ	3	1	10	11
6) アンロンロミエット	5	1	10	11
7) コークトラブ	3	1	10	11
合計	27	7	70	77

(b) ベースライン調査事項

① 行政村村長への聞き取り

計画対象地域に含まれる7行政村の概略を把握するために各行政村村長に管轄地区の人口、面積、世帯数、活動するNGO、主要栽培作物、水稻単収、投入資材供給源、主要生産阻害要因、住民の農道建設の意向などを中心に聞き取りを実施した。

② 農家調査

各行政村より10農家を任意に抽出して計画対象地域全体で70世帯の農家調査を実施した。調査項目は下表の通り。

ベースライン調査項目

番号	調査大項目	調査小項目
1)	農家世帯属性	入植年、性別、教育年数、家族構成員数、家族労力員数
2)	所有財産	総土地面積、水田面積、畑地面積、貸借地、家畜（去勢牛、乳牛、豚、アヒル、鶏）、ポンプ、農具、牛車、養魚池
3)	営農状況	雨期作面積、灌漑方法、栽培作物、総栽培面積、作付け期（苗代、移植、収穫）、二期作有無、栽培品種、平均単収（天水、補給灌漑田）
4)	農業経営	籾収穫量、販売量、販売価格、籾購入量、購入価格、年間総収入、年間農業収入、年間農外収入
5)	水利組合加入	既存水利組合有無、水利費支払い態様、水利費支払い可能額
6)	農民組織	既存農民組織加入の有無
7)	農道	農道の必要性
8)	土地収容	農家の農道建設への土地提供可否
9)	生産阻害要因	主要阻害要因（投入資材へのアクセス、灌漑、農民金融、栽培技術、労力、旱魃、農道・輸送）

(2) 人口・土地利用状況

(a) カンダルスタン郡

カンダルスタン郡は23の行政村から構成され、265.9km²、総人口76,549人を擁する。1998年のセンサスによる同郡の人口動態指標は以下のとおりである。

カンダルスタン郡人口動態指標

行政村数	面積	総人口	世帯数	男	女	人口密度	世帯員/戸
23	265.9km ²	76,549	16,212	35,937	40,612	290.3人/km ²	4.7人

出典：1998年人口センサス

カンダスタン郡の主要な土地利用区分は水田、畑地、
 休閑地、灌木、その他など 10 区分からなっている。こ
 の中で 47%強を占めているのは水田 (12,563 ha) で、
 畑地、永年作物を加えた農地は全体の半数を占めている。

(b) 計画対象地域の人口及び土地利用現況

計画対象地域の人口動態は2002年11～12月に実施し
 たベースライン調査結果(行政村長からの聞き取り)に
 よれば 27 の村 (Phum) が含まれ、2,795 世帯、13,433
 人で、本プロジェクトからの便益を享受する。平均世帯
 員数は 4.8 人となっている。しかしながら、各行政村で
 年 2 回、調査集計している人口統計とベースライン調査
 70 農家の平均 5.9 人/戸に大きな隔たりがあり、本調査では 70 世帯の実測値に基づく世帯構成員
 数を適用する。パーク行政村が突出して人口密度が高いのは国道 3 号線から 2 号線に抜ける州道
 沿線に商店や住宅が密集しており、非農家人口が多数居住している事によるものである。

カンダスタン郡土地利用

土地利用	(ha)	(%)
1) 水田	12,563.0	47
二期作	295.0	1
単期作	12,268.0	46
2) 畑地	487.0	2
3) 農産加工地	3.0	0
4) 永年作物	13.0	0
5) 湖/湿地	1,547.0	6
6) 休閑地	3,703.1	14
7) 灌木	689.0	3
8) 森林	46.5	0
9) 町/村	602.7	10
10) その他	4,941.2	19
合計	26,595.5	100

出典：カンダスタン郡農業事務所、2000 年

カンダスタン郡人口

行政村名	村数	面積 (ha)	人口密度 (人/km ²)	世帯数 (戸数)	人口 (人)	男性 (人)	女性 (人)	平均家族数 (人)
1) アンロンロミエット	5	462.0	612.6	606	2,830	1,371	1,459	4.7
2) ロルオス	3	550.0	422.0	518	2,321	1,291	1,030	4.5
3) プレアプティ	5	512.9	382.8	388	1,963	919	1,044	5.1
4) コンノオイ	3	462.5	253.6	247	1,173	568	605	4.7
5) ティエン	2	354.4	307.8	251	1,091	488	603	4.3
6) パーク	6	391.0	1,037.1	785	4,055	1,925	2,130	5.2
7) コークトラブ	3	166.0	744.8	264	1,236	576	660	4.7
合計	27	2,732.7	491.6	2,795	13,433	6,562	6,871	4.8

出典：JICA 基本設計調査団ベースライン調査、2002 年 12 月

土地利用についてはこの調査結果から開発調査時に除外されていたコークトラブ行政村のうち、
 3 村 (Phum) が含まれ、約 2,733ha が計画対象地域の面積である。これによる誤差は 117ha 程度
 で開発調査時の土地利用現況を適用しても灌漑受益面積に影響を与えるものでない。土地利用区
 分は農地、灌木、森林、集落、その他の 5 区分に分かれ、農地は全体の 70%を占めている。

計画対象地域の土地利用状況

区分	農地	灌木	森林	集落	その他	合計
面積 (ha)	1,922.1	137.9	27.2	178.6	466.9	2,732.7
比率 (%)	70.3	5.0	1.0	6.5	17.1	100.0

出典：JICA 基本設計調査団、2002 年

(3) 営農・作付状況

(a) 営農・作付状況

計画対象地域は水稻を基幹作物とする畜力耕を主体とした営農類型が主要である。殆どの農家
 は牛、鶏、豚、アヒルなどを飼養している。水稻栽培は移植栽培が主で殆どの農民は化学肥料を

施用している。雨季作（6月から11月）が中心であるが4月からの小雨季にIR系の早稲が栽培され、8月に入って4ヶ月や6ヶ月品種が栽培される二期作も経年変動はあるが100haから200ha行われている（図2.2.7）。主要栽培品種は大別して3ヶ月余で成熟する非感光性早稲品種のIR系（4品種）、感光性が弱く4ヶ月余で成熟する中稲（10品種）、6ヶ月で成熟する感光性の晩稲（深水稲5品種）が広く栽培されている。この中では栽培面積別で圧倒的に中稲が多く、次いで6ヶ月品種、次いでIR系の早稲が続き栽培面積比率は2000-2001年で各々、82%、11%、7%前後である（下表参照）。これらの栽培面積比率は夫々の品種特性と降雨量、水田状況、降雨パターンなどで経年変動が大きく、4ヶ月品種と6ヶ月品種の栽培面積が大きく変動する。作付率は現状では108%程度で全体の5~12%程度で早稲と中・晩稲の水稻二期作が行われている。これらの結果は、計画対象地域の作付計画策定に反映される。

カンダルスタン内及び周辺地の水稻生産（2000-2001年雨季）

行政村名	水田面積(ha)	苗床(ha)	移植および直播				合計	作付率(%)
			IR品種	4ヶ月品種	6ヶ月品種	浮稲		
1) プレアプティ	400	72	47	340	60	0	447	112
2) ティエン	380	87	34	340	40	0	414	109
3) ロルオス	360	80	31	295	66	0	392	109
4) バーク	383	83	26	366	17	0	409	107
5) コンノオイ	224	51	15	187	37	0	239	107
6) アンロンロミエット	262	48	9	210	55	0	274	105
7) コークトラブ	538	107	29	506	32	0	567	105
合計(ha)	2,547	528	191	2,244	307	0	2,742	108
(%)			7.0	81.8	11.2			

出典：カンダルスタン郡農業事務所

(b) 作物生産量

計画対象地域の2001-2002年作期の水稻生産量を以下に示す。作付面積については各行政村内の全村が含まれるので計画対象地域より大きく2,634haに栽培され、そのうち、130haが旱魃害による面積となっている。平均収量は行政村により多少の差が見られるが1.7~2.0ton/haである。本資料は、プロジェクトによる裨益効果の検討に使用される。

計画対象地域の水稻生産量（2001-2002年）

コミュニティ	栽培面積(ha)	旱魃害面積(ha)	収穫面積(ha)	単位収量(kg/ha)	全生産量(ton)
1) プレアプティ	438	13	425	1,995	848
2) ティエン	396	27	369	1,739	642
3) ロルオス	350	29	321	1,767	567
4) バーク	394	6	388	1,845	716
5) コンノオイ	228	50	178	1,723	307
6) アンロンロミエット	271	5	266	1,856	494
7) コークトラブ	557	0	557	2,024	1,127
合計	2,634		2,504	1,850	4,700

出典：カンダルスタン郡農業事務所

(c) 投入資材、生産物の販売流通

種籾は収穫物から翌年の種子と飯米を残し、余剰は農家の庭先で中間商人に販売するのが一般的で籾は500リエル/kg前後で取引されている。化学肥料は尿素やDAP(18-46-0)が流通してお

り、域内、中間商人、周辺の販売店から購入している。キャベツやキノコなどの野菜の販売は域内や国道 2 号線沿いの町で販売され、農家の貴重な現金収入源となっている。本資料は、プロジェクトによる裨益効果の検討に使用される。

(d) 米の需要

「カ」国の米需給は 95 年に自給が達成され、余剰生産量は毎年、10%前後である。全国レベルでは自給達成となっているが、州別では自給に至っていない州もある。「カ」国農林水産省は米作における 2001-2010 年の行動計画で現状の 215 万 ha から 250 万 ha への面的拡大と、404 万 ton から 650 万 ton への増産目標を掲げている。

(e) 畑作

トウモロコシ、キャッサバ、サツマイモ、サトウ椰子、マングビーン、野菜（キャベツ、白菜、キュウリ、ササゲ、空芯菜、ニガウリ、カリフラワー、マッシュルームなど）が農家の庭先や、その周辺畑作地に小規模に栽培されている。野菜やマッシュルーム栽培は集約的な栽培管理が必要で利便の良い農家庭先やその周辺で乾季に栽培されている。

(4) 灌漑状況

計画対象地域の既存灌漑施設はこれまで適切な維持管理が行われず老朽化しており、灌漑用水の安定的な供給が困難な状況である。それゆえに雨季水稻作の補給灌漑が水路の溜まり水や沼、湿地などを水源として行われ、雨季始めの 4 月から 7 月中旬にかけて早稲の IR 系品種をポンプによる補給灌漑で栽培している。乾季水稻（IR 系早稲品種）も極小規模で行われている。ベースライン調査の結果によれば 8 割の農民は自前もしくは賃料を払って灌漑している。本資料は、プロジェクトによる裨益効果の検討に使用される。

(5) 農業支援サービス

計画対象地域で農業支援を実施している以下の公的機関と NGO の活動が確認された。これらの検討結果は、農業技術普及や水利組合設立計画策定に資する。

(a) カンダルスタン郡農業事務所

同農業事務所は農業職員 5 名、普及員 5 名の計 10 人体制であるが、財政的・人的要員の不足で管内一様に普及サービスを提供することは困難な状況にある。オーストラリアのカンボジア・オーストラリア農業普及プロジェクト(CAAEP)の一環として農民野外学校を 1997 年より毎年開催している。この農民野外学校は a) 稲作（小雨季水稻、雨季水稻、乾季水稻の 3 クラスで播種から収穫まで週半日研修の 20 週間）、b) 野菜（3 日間研修）、c) 畜産（養豚：3 日間研修）の 3 コースからなっている。各コースとも年 1 回開講し、稲作はクラス毎に野菜・畜産とも各 30 農家を選定し、管轄地域で最もその営農が広く行われている地域を選定し、展示圃場（稲作 1,000m²、野菜 500m²、養豚 2 匹）を設置して OJT を実施している。稲作コースでは受講生に研修ツアーを実施し、坪刈を実施させて収量評価の手法なども研修させている。この農民野外学校は研修終了農民が普及員の助手として村で周辺農家へ研修で取得した技術を普及することを狙っている。しかし、このカンボジア・オーストラリア農業普及プロジェクトは 2004 年で終了する予定で、その後の普及サー

ビスの方向が未定である。

(b) 農業品質改善計画 (AQIP)

オーストラリア国際開発庁 (AusAID) による農業品質改善計画 (Agriculture Quality Improvement Project : AQIP) が 2001 年より開始されている。計画対象地域においては 14 農家が種子契約栽培を幹線水路沿いのバーク行政村で 2002 年から実施している。生産対象品種は、現在、早稲の IR66, センピドール (Sen Pidor), チュルサ (Chulsa)、IR ケサル (IR Kesar) の 4 品種で市販用種子生産と市販種子増殖用の登録種子生産の 2 種類である。買い上げ価格は市場価格に農業品質改善計画で定める基本価格及びプレミアム価格を加算して買い上げ、早稲品種で 800 リエル/kg、中稲・晩生品種で 1,100 リエル/kg である。種子契約栽培農家には技術支援を OJT で播種から収穫まで実施して品質向上に努めている。契約栽培農家の成功を見て、周辺農民がバーク行政村にある農業品質改善計画種子生産センター事務所にアクセスしている。農業品質改善計画によればカンダルスタン郡はプノンペンからのアクセスがよく、IR 系品種栽培に必要な灌漑基盤があることより、この地域に契約栽培農家を拡大していく方向であり、本灌漑施設改善・改修計画にも関心を寄せている。単収はヘクタール換算で 4~8ton/ha と非常に高い収量を記録している。

(c) World Vision (NGO)

World Vision は 1986 年よりカンダルスタン郡で活動を開始し、地域開発プログラムとして現在、保健衛生、経済開発、教育、コミュニティリーダー育成の 4 サブプログラムを実施している。このうち、経済開発プログラムに道路改修、灌漑、生計向上、農業改善計画が含まれ、カンダル州水資源気象事務所では運営・維持管理費の捻出が困難で World Vision からの支援により水門の改修を実施した経験がある。計画対象地域における World Vision の活動はコークトラブ行政村のみで州道を挟んだ域外の南側で小規模灌漑施設改修、コミュニティリーダー育成を実施している。農民金融プロジェクトは本改修計画地域の同行政村も含まれている。農民金融には a) 農業クレジット b) マイクロ企業クレジットの 2 種類があり、初回の貸付上限は 80,000 リエル、利子 4%/月の 6 ヶ月後返済条件で完済すると次回から融資額が増額する。今後、World Vision は活動資金の制約から支援対象地域を縮小する方向にあると云う。

(d) その他

農民金融サービスとしてルーテラン世界サービス (Lutheran World Service : キリスト教系 NGO) や ACLEDA (在来の小口金融機関) が営農資金などのクレジットサービスを実施しているが利子は 5%/月である。後者の金融サービスでは貸付制限はないが返済できず、土地や家畜を売却して返済した農民が多い。一方、ルーテラン世界サービスは 2002 年に計画対象地域内のプレアプティ行政村で世界食糧プログラム (WFP) の「Food for Work」を利用して末端水路の改修を実施した。また、計画対象地域内の農村で畜力不足に当面する農家で畜力を共有して相互扶助するグループが見られる。

(6) 農民組織

計画対象地域には、灌漑施設の維持管理を目的とした既存の水利組合はない。幹線用水路の上流と下流側の受益者間で水争いが生じた時は村の長や郡事務所の職員が調停にあたっている。コンノオイ行政村では畜力を共有して耕起作業を相互扶助する農民グループが組織されている。

2.2.4 その他

(1) 地雷・不発弾の処理

カンボジア地雷処置センター（CMAC）の情報によれば、幹線水路南側地区には、爆撃機により投下された不発弾が地表下 2-3m に埋没している可能性がある。埋没深が比較的深いことより、農作業中での事故は発生していないとの事である。2003 年 1 月より開始された灌漑技術センター計画のモデルサイトの T3.2.0 水路工事で 14 発の不発弾（主に手榴弾）が発見され、工事が中断した。建設工事を安全に、予定どおりに実施するためには、建設工事開始以前に不発弾探査及び不発弾が発見された際の処理を行う必要がある。水資源気象省は不発弾探査・処理は交換公文（E/N）締結次第、「カ」国が責任をもって実施すると確約している。

不発弾探査・処理の単価は地表から 7m までの浅い場合で 0.18 米ドル/m²であるのに対し、地表より 7m 以深の場合、4.2 米ドル/m²である。幹線用水路は 7m までの浅い探査・処理で十分と考えられるが、新規頭首工建設予定地では基礎に 12~16m の杭を打設する計画であり、7m 以深の探査・処理が必要である。不発弾探査・処理に係る費用は全額水資源気象省の予算より支払われることとなり、この予算措置の必要性は水資源気象省との協議で了承を得ている。本結果は、相手国側分担事業項目に反映させる。

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 プロジェクトの概要

(1) 上位目標とプロジェクト目標

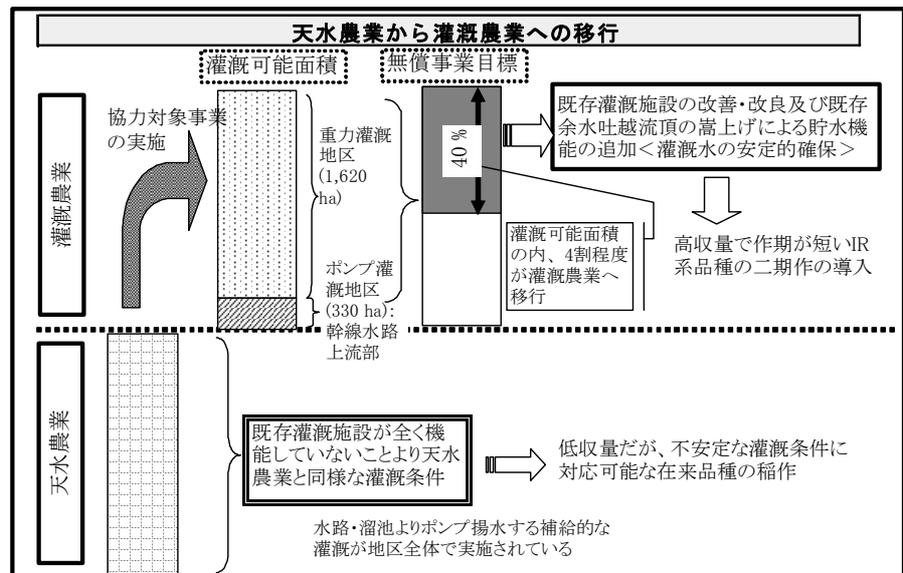
(a) 計画対象地域における灌漑状況と問題点

計画対象地域における灌漑は、不適切な計画・設計・施工、維持管理の不在による施設の激しい老朽化等により既存灌漑施設からの用水の安定供給が出来ない状況である。幹線用水路による乾季灌漑面積は極めて少なく、雨季においても重力灌漑が洪水期を除き不可能であることから、補給的な灌漑が用水路からのポンプ揚水で行われている。計画対象地域の営農は実質的には天水条件下での栽培条件と相違が無いことより、不安定な水利条件に対する耐性が強い在来種の水稲単作に限定されており、平均単収（籾）も1.8ton/haと低い。

(b) 上位目標とプロジェクト目標

前述したように、「カ」国の総人口の84%が農村部に居住しており、その42%が貧困ライン以下の生活を営んでいる。この状況を改善するため、「カ」国政府は、第二次社会経済開発計画で国家経済の発展と貧困軽減を主目標としている。この目標を達成するには、農業・農村の発展が不可欠とし、農家収入と生活レベルの向上を具現化する方策として天水農業から灌漑農業への転換を打ち出し、短期的には既存灌漑施設の改善及び維持管理の向上を、中・長期的には中・大規模灌漑システムの受益面積の拡大及び改善を挙げている。このような上位計画に鑑み、本プロジェクトはカンダルスタン地区の既存灌漑施設の改善により安定的な灌漑用水の供給を図り、早稲水稲二期作導入と在来種

水稲単作栽培を組み合わせた営農体系(後述「(2) 作付計画」参照)に移行することにより農業生産性を向上させ、農村部での貧困緩和に寄与する事を目標とするものである。各レベルでの目標を整理すると以下の通りとなる。



プロジェクト目標： 灌漑システムの改善により、灌漑用水が安定的に確保され、適切な維持管理により安定的に水が供給され、既存地区の4割以上が天水農業から灌漑農業へ移行する。

上位目標： 計画対象地域の農業生産性が米の二期作導入を通じて向上する。

スーパーゴール： 農業生産性向上を通して農村部の貧困削減に貢献する。

システム全体への灌漑水の安定供給体制（プロジェクト目標）のもとで計画作付体系が実現されるのは下表に示すとおり、a)「カ」国側負担で実施される二次・三次用水路の整備事業の終了時（無償対象工事が完成した時点より4年後）には約4割（800 ha）、b) 完成後8-10年には全域（1,950 ha）に拡大すると予想される（図3.1.1参照）。

<上位目標> 想定される計画作付体系（早稲の二期作を含む）導入面積

無償工事終了時よりの期間	予定される末端水路の整備終了面積(ha)	末端水路よりの灌漑可能面積(ha)	想定される計画作付体系(早稲の二期作を含む)導入面積(ha)*1、*2、*3					
			Block 1	Block 2	Block 3	Block 4	合計	(内二期作)
仮定:5年で計画作付け体系の実現を達成								
0年目	500							
1年目	1,000	500	100				100	50
2年目	1,500	1,000	150	50			200	100
3年目	1,950	1,500	200	150	50		400	200
4年目		1,950	400	200	150	50	800	400
5年目			500	400	200	150	1,250	625
6年目			500	500	400	200	1,600	800
7年目			500	500	500	400	1,900	950
8年目			500	500	500	450	1,950	975

*1: 各年毎に整備される面積; n年目に整備される地区はBlock n

*2: 各ブロックの1年目は篤農家（全農家の約1割）が実施するが、ほとんどの農家は灌漑水の供給状況を確認するにとどまる。但し、Block 1はTSCの展示・普及効果を期待し、他ブロックに比べて1年目を50 ha増と想定。2-3年度の伸びは鈍く、4年目に倍増、5年目で全地区で導入されると仮定（灌漑施設の整備の他、営農支援体制の整備が必要である事、全く新しい作物の導入ではないこと、安定した灌漑の経験がないこと、より5年と設定）。

*3: 全地区が想定される計画作付体系（早稲の二期作を含む）に移行するのは、無償工事終了後8-10年と想定される。

水の安定供給のもとで二期作が普及可能であるとする根拠は以下の3点である。

- ① 降雨状況により変動するが、現況でも計画対象地域で100~200haの面積でIR系早稲と在来種の二期作が行われている。これら先進篤農家（全体面積の約1割）が二期作実現の牽引車と期待される。
- ② 農業品質改善計画（AQIP）が計画対象地域で改良種子契約栽培を実施しており、種子供給が容易に実現可能である。また、2002年に22tonの改良種子を生産し、地元農民のIR系水稻品種への関心が非常に高まっている。

③ 灌漑水の不足が主因で二期作が実施できない状況であり、灌漑水が供給されるならば二期作を導入したいとの意向を持った農民が多い（ベースライン調査での受益者意向調査で確認済み）。

上記本無償資金協力事業目標達成時での計画作付体系は、上記理由の他に、a)プロ技活動によるモデルサイトでの水稻二期作と水管理の普及支援展示（最低一雨季で可能）が実施可能で、その波及効果が期待できる、b)プロ技活動により育成された灌漑技術者を実施機関の運営・維持管理事務所へ投入することにより適正な水管理が期待できる、c)「カ」国側の予定では二次・三次用水路の整備がほぼ完了している、等より判断してその実現可能性は高いと判断される。また、水管理等の指導を重点活動項目とした技術協力の追加投入が可能であれば、その達成可能性は増大する。

(2) プロジェクトの概要

本プロジェクトは、上記目標を達成するために、基幹灌漑施設（水源施設である頭首工、調整水門及び1月7日堰、取水工、幹線用水路、管理用道路）の改善・改修は無償資金協力事業で、二次・三次用水路の整備及び本計画により改善・改修された施設の維持管理は実施機関と水利組合にて実施されることとしている。これにより灌漑水の安定した取水および灌漑水の供給が可能となり、施設完成の4年後に約800haの水稻二期作が期待されている。この中において、無償資金協力対象事業は以下の基幹施設を改善・改修するものである。

- 頭首工の建設 : 1ヶ所
- 既存調整水門及び1月7日堰の改善・改修 : 3ヶ所
- 既存調整水門の撤去 : 1ヶ所
- 取水工の建設 : 1ヶ所
- 幹線用水路の改善・改修 : 5.3km
- 維持管理道路の改修 : 9.3km

下表に本プロジェクトの計画概要をまとめる。



3.2 協力対象事業の基本設計

3.2.1 設計方針

(1) 基本方針

(a) 基幹灌漑施設の改善・改修規模

本無償資金協力事業で改善・改修する基幹灌漑施設の規模決定にあたっては、①利用可能な水資源量、②地形上の制約、などの主に自然条件による検討、③農村社会経済上の必要性、などの農村社会的な検討、④「カ」国による二次・三次用水路建設可能性、⑤「カ」国による維持管理実施可能性、などの主に「カ」国側の事業実施体制に関する検討おこない、その結果を基に総合的に判断した。以下に各検討の結果を記す。

① 利用可能な水資源量の検討

利用可能な水資源量より灌漑可能面積を計算した。5年確率渇水流量を基に計算を行った結果、1,950haの際のプレク・トノット川の水収支は下表に示すとおり。下流への義務放流を考慮すれば、灌漑可能面積は1,950ha前後となる。

(Unit: m ³ /sec)												
Item	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
A 5年確率渇水流量（ローレンチェリ頭首工地点）	2.8	1.4	1.0	3.2	11.9	30.2	51.3	56.4	78.4	105.7	44.9	18.4
B 計画対象地域上流部での灌漑取水量（1,700 ha、1969年の降雨パターン）	0.8	0.0	0.0	0.7	1.9	0.8	1.8	0.9	1.8	0.6	1.2	1.9
C 計画対象地域での取水可能量（A-B）	2.0	1.4	1.0	2.5	10.0	29.4	49.5	55.5	76.7	105.2	43.7	16.4
D 計画対象地域の灌漑用水量（1,950 ha、1969年の降雨パターン）	0.8	0.7	0.0	0.1	0.8	1.3	2.33	1.0	0.3	0.6	1.3	1.5
E 水収支（計画対象地域地点、計画年）[C-D]	1.2	0.7	1.0	2.5	9.1	28.0	47.1	54.5	76.4	104.5	42.4	15.0
F ツクツラ水門よりの義務放流	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
G 水収支（計画対象地域下流地点）[E-F]	0.6	0.1	0.4	1.9	8.6	27.5	46.6	54.0	75.8	103.9	41.8	14.4

ピーク
用水量

② 地形上の制約に関する検討

計画対象地域は平坦な地形であり、灌漑に関する地形上の制約条件はほとんど無い。

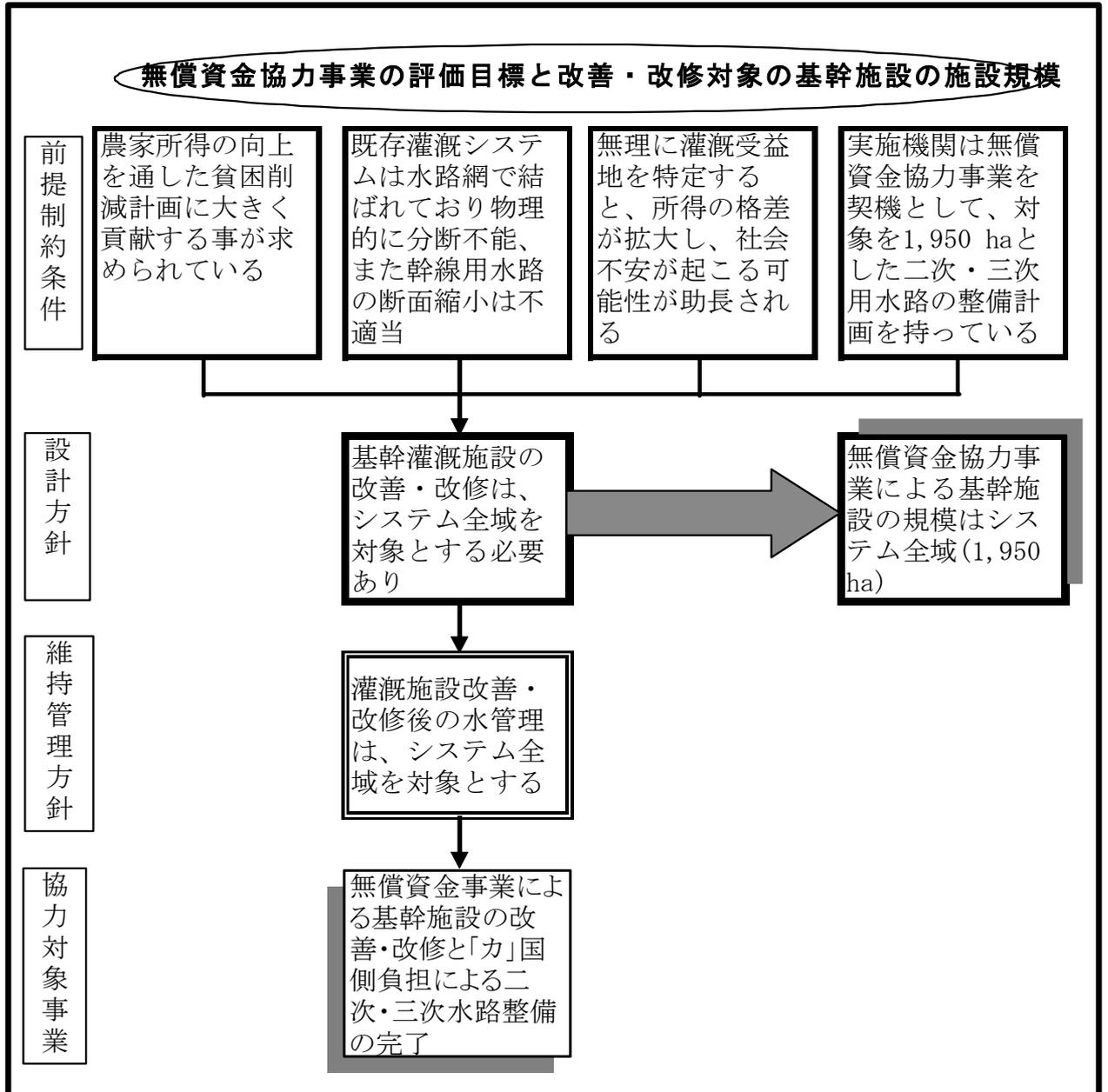
③ 既存灌漑基盤はその機能を十分果たしてはいないが、1,950ha 全域を対象として建設されており、また、受益農民もそのように認識している。このため、1,950 ha 全域に水稻二期作が導入できない施設設計をした場合、灌漑水を取水して水稻二期作を実行している受益農家所得(418 米ドル/ha)と在来種一作のみの非受益農家所得(138 米ドル/ha)の格差が広がり、社会不安（上下流農民間の水争いの先鋭化、盗水、維持管理の不徹底）が起こる可能性が助長される。

- ④ 「カ」国側実施機関（水資源気象省）は既に財務省に対して二次・三次水路の建設に関する予算措置を要請している。また、水資源気象省は自己資金等を用いて水路建設に関する計画・設計・施工の経験があり、計画対象地域内で現在実施中の灌漑技術センター計画の先行事例を参考とすれば、技術的にも問題ないと考えられる。
- ⑤ 水資源気象省は現在、ローレンチェリ調整水門に対して年間 4,790 米ドル、ソクツラ調整水門に 5,690 米ドル、コンボンツール調整水門に 2,350 米ドルの維持管理予算を責任各事務所に確保しており、8,100 米ドル程度と算定される維持管理事務所経費を予算措置することは十分可能であると考えられる。また、日常的に実施する運営維持管理は技術的に難しいものではなく、水資源気象省で十分実施可能である。

また、これ以外にも以下の理由から改善・改修規模を 1,950ha とすることが適切であると判断した（次ページ図参照）。

- ① 「カ」国側実施機関（水資源気象省）は 1,950ha の水稻の灌漑二期作を含めた営農体制への移行を上位目標としており、同面積を対象とした二次・三次用水路の整備計画と水利組合の設立・訓練を含む維持管理計画を策定し、本無償資金協力事業の実施と併せて実施する計画である。水資源気象省はこれら事業のための予算措置を完了しており、その実現に強い意欲を示しており、1,950ha を対象とした 4 年後の二次・三次用水路の整備完了と 8-10 年後の適正な水管理の実現を基礎とした計画作付体系の普及が達成されることが見込まれる。
- ② 先方政府は本計画の目標を 1,950ha としており、且つ対象農家も本計画が 1,950 ha を対象として実施されると認識している。
- ③ 既存幹線用水路はシステム全域を対象としたものであり、受益面積を縮小した場合には既存幹線用水路の改善・改修による受益地を物理的に特定できない。また、水管理が比較的容易であると考えられる 1,000ha 以下の受益面積を対象として、浸食作用により拡大した水路断面を縮小することはかえって工事費が増大するとともに「カ」国側の将来拡張計画と整合性がとれなくなる。
- ④ 「カ」国側の上位目標・スーパーゴールは、二期作導入を基に農業生産の向上、ひいては計画対象地域の農家所得の向上を目指すものであり、本計画は同国の基本政策である貧困削減モデルの一つとなることが期待される。1,000ha 以下の施設規模とした場合、スーパーゴールへの貢献度は薄まり、日本の貢献度も同様に薄まる可能性が高い。

無償資金協力事業の評価目標と改善・改修対象の基幹施設の施設規模



(b) 施設改善・改修の設計基本方針

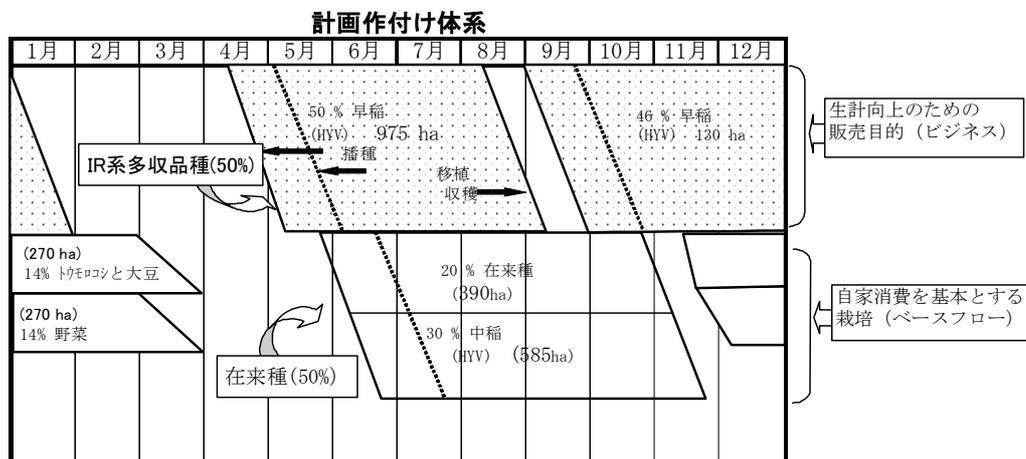
本計画の施設改善・改修に係る設計基本方針は以下の通りである。

- ① 灌漑開発・施設改善・改修計画は、基本的には1994-95年に貴国際協力機構により実施された開発調査結果（プレク・トノットダム建設が無い場合）を踏襲する。
- ② 2ヶ所の調整水門（ツクツラ及びドエムラス）については、両調整水門の洪水調整機能がアジア開発銀行資金による改善事業により回復していることから、現況をそのまま利用する改善工事にとどめる。
- ③ コンポンツール調整水門は2003年4月に「カ」国政府より撤去の要請があり、調査の結果漏水が相当量確認されたことから、撤去する。
- ④ IR系早稲の二期作実現の方策として、既存1月7日堰の堰頂を嵩上げして代掻き用水源を確

- 保する（貯留する）。小雨季の初期である4月下旬から5月上旬の河川流量が少量で、かつ不安定であるため、1月7日堰の堰頂及び上記調整水門の天端を嵩上げして乾季河川流量を国道3号線上流部位に貯留し、代掻きを計画カレンダーどおりに実行する基盤を整備する。
- ⑤ コンポンツール調整水門の撤去、1月7日堰、ツクツラ及びドエムラス調整水門の嵩上げとともに、安定した取水を行うため新規に頭首工を建設する。新規頭首工は現況流下能力を確保するように設計する。
 - ⑥ 2001年1月より開始されたプロ技「灌漑技術センター計画」のモデルサイト開発計画との整合性を保つ。
 - ⑦ 二次・三次水路施設は、施設完成後の農民参加による維持管理を前提に、運営・維持管理が容易となる施設計画とする。

(2) 作付計画

本計画の計画作付体系は下図に示すとおりである。



計画作付体系は、計画対象地域および「カ」国の主食である水稻作を中心とする。すなわち、雨季には現況で主に耕作されており生育期間が4-6ヶ月と長い在来種水稻の一作を自家消費用に全体面積の50%作付し、生育期間が3-4ヶ月間と短いため雨季二作が可能となるIR系多収水稻品種（早稲種）を販売用に全体面積の50%作付する。乾期には作物多様化及び現金収入の更なる向上のため、在来種水稻の収穫後、野菜、豆類、トウモロコシの畑作を行う。

本計画作付体系は、1995年の開発調査で提案されたものと同じ体系であるが、以下の考察よりその妥当性が確認された。

- ① 氾濫原であるため地形的に平坦で、土壌は水稻栽培に適したカンビソルである。
- ② 長年にわたり、主食である米の供給を目的として水稻栽培が行われてきており、栽培経験が豊富である。栽培されてきた品種は、洪水による湛水被害と不安定な用水条件下でも栽培可能な在来品種である（2001-02年に実施されたプレク・トノット川緊急治水事業で洪水へのリスクは減少している）。

- ③ 在来品種は自家消費用としての維持が必要と判断される。本地区における平均的農家の家族構成員はベースライン調査結果より 5.9 人、平均耕作面積は 1.15ha/戸である。これより 1 家族の年間飯米量を概算すると 890kg（白米ベース）/戸/年（=5.9 人/戸× 白米 151 kg/人/年消費）となる。在来種を 50%作付け、3ton/ha の単収を得ると仮定すると、白米換算で 1,070kg（3,000kg×1.15ha/2×0.62）の収量が期待される。これは、1 家族が年間必要な飯米と翌年の種籾の合計に相当する。
- ④ 貧困削減のための方策として生産性の改善が必要であり、栽培期間の短い多収穫品種の導入を図る。栽培期間が短いことから、灌漑条件を整えば、雨季二期作の導入が可能となる。IR 系多収品種の販売用栽培を含めた計画作付体系と在来種のみでの現況作付体系との対比は以下のとおりである。販売価格より生産費を除いた純収益は年間 138 米ドル/ha から 418 米ドル/ha へと約 3 倍増加する。

平均農家の水稲栽培収入の比較（ヘクトール換算値）

作付体系		作付面積 (ha)	単収 (ton /ha)	作付回数	収量 (ton)	粗利 (千リエル)	純益 (千リエル)	純益合計 (米ドル)
現況	在来種一期作	1.0	1.8	1	1.8	1,044	550	138
計画	在来種 50%	0.5	3.0	1	1.5	870	568	418
	早稲 50%の二期作	0.5	4.0	2	4.0	1,716	1,106	
比較差異								280

- ⑤ 生産資源（土地、労力、畜力）の有効活用及び労力の平準化：上述の計画作付図より、明らかにように二期作を導入することで労力および畜力の平準化が可能となる。

この作付計画はツクツラ調整水門地点での河川流量と灌漑用水量をもとにした水収支検討（開発調査報告書参照）からその妥当性は確認されているが、極めてタイトな日程となっている。収穫後処理等に要する作期の間隔が 2 週間程度しかなく、4 月下旬より代掻きが開始される第一期作の大幅な遅れは、二期作目の栽培不能につながる可能性がある。即ち、第二期作の開始が遅れると、灌漑期間が 1 月にずれ込み、干天が続く可能性が高くなることより、出穂期以降の灌漑用水の供給が出来なくなるため作付を断念せざるを得ない。4 月下旬より開始される代掻きを作付カレンダー通りに実施することが、この作付計画実現の必須条件となる。

(3) 必要な水源施設とその規模

(a) 小雨季における営農上の問題点

現況の作付体系では、苗代の準備が一部で 4 月より開始されるが、代掻きが終了した本田への移植は、降雨形態により変動はあるが、ほぼ 6-7 月に行われている。小雨季の本田代掻きが降雨・河川流水に依存せざるを得ない条件下では、苗代での生育期間が長期化して 45-60 日に及ぶことになる。このため大苗移植となり、IR 系の非感光性品種（生育期間が 110-120 日）では籾数・穂数が確保できずに減収（マレーシアの例では 10 日間移植が遅れた場合 30%減収した例が報告されている）となることから、その導入が極めて困難な状況である。

(b) プレク・トノット川の流況

計画対象地域の灌漑水源は、上流に位置するローレンチェリ調整水門地点で取水後の残余水である。ローレンチェリ調整水門地点での5年確率渇水年の日流量（表-2.2.5）は、1月下旬より5月上旬までの乾季・小雨季前半は、4月におこる突発的な出水を除き、 $3\text{m}^3/\text{sec}$ 以下となる（5月のローレンチェリ調整水門と計画対象地域の合計計画取水量は $2.7\text{m}^3/\text{sec}$ である）。この渇水期間（特に4-5月）では、ローレンチェリ調整水門での取水量が計画量以上となり、その結果として計画対象地域の代掻き用水が不足し、代掻き時期が遅れる原因となる。一方、5月下旬から12月中旬までの5年確率渇水河川流量は日流量でもほぼ $10\text{m}^3/\text{sec}$ 以上であり、設計用水量の $2.7\text{m}^3/\text{sec}$ を大きく上回っており水量的には問題ない。

(c) 小雨季初期の灌漑の安定的な供給の必要性

前述の現況作付け状況及び河川水利用状況に加え、a)ローレンチェリ調整水門地点での既存取水施設は流量観測装置を設置していないことから、取水量の実態が把握し得ない状況にあり、かつb)「カ」国政府資金によるローレンチェリ調整水門が支配する既存灌漑事業の拡張計画である「プノンペン市西方地域総合灌漑開発計画」が現在進行中である。このため計画対象地域で水稻の雨季二作を導入するためには4~5月の小雨季初期の灌漑の安定的な供給が必要不可欠となる。この解決策として国道3号線上流部の貯水量を増加させ、受益者に水源を「見える」形にすることが肝要である。

(d) 貯水施設の構築（1月7日堰の越流頂の嵩上げ高）

1月7日堰の越流頂天端の嵩上げを計画する。これは4月下旬より5月上旬までの約半月間の代掻き用水量に対し河川流量が不足し、かつ不安定であるため、越流頂天端を嵩上げして灌漑用水の安定供給確保を図るものである。

1月7日堰の越流頂標高の平均はEL. 11.26mであり、ツクツラ調整水門の上流部の水田の標高がEL. 12.20m程度で、水位11.80mを越えると背水の影響により洪水初期での対応が非常に困難となるため、1月7日堰の越流標高をEL. 11.80mに決定した。但し、国道3号線の道路標高により設計洪水水位が規定されていることから設計洪水水位の変更が出来ないので、1月7日堰の天端嵩上げにより洪水処理能力が低下することによる補償施設を建設する必要がある。

(4) 自然条件に対する方針

(a) プレク・トノット川の流況

プレク・トノット川の流量は、雨季（6月~11月）に $100\text{m}^3/\text{sec}$ を越えるが、乾季（12月~5月）は $10\text{m}^3/\text{sec}$ を下回り、その流況は大きく異なる。特に、2月~3月は $1-2\text{m}^3/\text{sec}$ 程度である。河川構造物（調整水門及び1月7日堰）の建設及び改善・改修工事は長期間を要する頭首工の建設を除き、河川流量が少ない乾季の間に完了できるように設計（含施工計画）に留意する。

(b) 分散性の土質

既存水路周辺より取得される現場発生土は、水に対する分散性（盛土した場合、雨が降ると溶解して孔が開く現象が起こり、天端面及び斜面が崩壊する性質）が大きく、盛土材料としては

不相当と判断される。計画対象地域周辺の現場発生土を利用した盛土のほとんどが雨水により溶解し、道路天端及び斜面の崩壊を起こしている事からも明らかである。安定した盛土断面を確保するためには、良質の盛土材の使用と共に、植生工による斜面保護が必要となる。

盛土材は、計画対象地域よりプレク・トノット川上流 30km 地点の右岸一帯に分布するラテライト質土及びその直下層に分布する細粒土を混合して利用する計画とする。この付近で産出するラテライト質土は、アジア開発銀行資金により実施された州道改善工事（2001～2002 年）で舗装材として使用された実績があり、本計画の維持管理用道路の舗装材料としても使用する計画である。

(c) 既存水路・関連構造物

幹線水路断面の現況は、計画必要断面よりもかなり大きく、これを水利的に必要な断面として小さくした場合、大量の盛土材（良質材）が必要となる。このため、計画に当っては現況断面を整形して計画するものとし、また法面侵食防止や維持管理の面からライニングを計画する。既存構造物は一部を改修・改善して利用できる状態ではないことからすべて更新するものとする。

取水工の基礎地盤は N 値 30 以上を示しており、十分な地盤支持力を有していることから直接基礎構造とする。

(5) 社会条件に対する方針

施設の改善・改修工事の計画に当っては、受益農民のオーナーシップの育成、現況雨季作の確保、建設期間中の雇用機会の創出が実現できるよう配慮する。既存施設の改善・改修工事であることより、事前に関係者に改善・改修工事の内容、特に a) 幹線水路の工事は実質的に灌漑が行われていない乾季（12～5 月）に水路の締切をして施工すること、b) 現在水田等に利用されている公共用地は無条件で返却すること、c) 改善・改修された施設の運営・維持管理は受益者が主体的に実施する必要があり、そのための活動資金として水利費の徴収が必要であること等を説明して、円滑な工事と事業運営の進行を図る。受益者・関係者に対する事前説明・連絡は、水資源気象省の責任で行う。

(6) 現地業者・資材に対する方針

土木構造物の設計では、「カ」国内で調達容易なセメント、骨材、型枠、基礎杭等の使用を技術的に問題の無い範囲内で出来る限り採用すると共に、現地業者の活用を図る。

計画対象地域で実施した土木工事の実績から判断して、盛土用搬入土、舗装用ラテライト、細・粗骨材等は現地供給業者よりの調達とする。既存水路周辺の現場発生土は水に対して分散性が大きく盛土材料としては技術的に不相当であることから良質材料を搬入して盛土の品質を確保するものとする。建設機器は日本製、旧ソ連製が使用されており、リースも可能である。このことから特殊建機以外は現地でのリース調達とする。国外からの資機材は、原則としてシアヌークビル港に陸揚げし、陸路にてサイトに搬入する。

(7) 実施機関及び受益者の運営・維持管理能力に対する方針

(a) 実施機関

本計画の実施機関である水資源気象省は、1999 年 6 月に農林水産省から独立した新しい政府組織である。カンダルスタン郡の水資源事務所は開設されていないが、州水資源気象事務所から 3

名の常駐職員が郡の農業事務所に配置され、計画対象地域の幹線用水路、調整水門などの灌漑施設の管理業務（既存灌漑システムの点検及び州事務所への報告、水文観測、灌漑用水の配分に係る調整）を行っており、維持管理の経験は有している。施設の改善・改修に伴い、運営・維持管理要員の増員が必要となるが、現在進行中の灌漑技術者育成プロジェクトであるプロ技及びアジア開発銀行資金により実施された人材育成プロジェクトを通じて可能である。

カンダル州水資源気象事務所の財務状況は2000年及び2001年の2ヵ年で執行額は、各々13,700米ドル、15,500米ドルであり、1年間で13%の増加となっている。洪水等による損傷が生じた場合を除き、定期的な維持管理費は常駐職員の人件費のみが計上されている。

水資源気象省により設立される運営・維持管理事務所の運営に係る資金は、国営灌漑システムとしての管理予算が水資源気象省により用意される必要がある。

基幹施設の運営・維持管理は運営・維持管理事務所が行う事となるので、基本設計に当り、以下を考慮する。

- ① 計画対象地域周辺あるいは「カ」国で容易に調達可能な資材を活用し、維持管理が容易なものとする。
- ② 人為的な操作が必要な施設構造は極力避け、運営・維持管理が容易なものとする。
- ③ 施設の運営・維持管理の為に設立される運営・維持管理事務所に派遣される灌漑技師等は、施設構造を理解するためにも建設時点から事業に参画出来るよう実施機関が手配する。

(b) 受益者

計画対象地域には、現在水利組合はない。灌漑施設の改善・改修に伴い、二次用水路以降の運営・維持管理のため水利組合を設立する必要がある。農民の組織化に対する抵抗は利害が一致すれば小さいと判断され、水利組合の結成は適切な指導と目に見える灌漑用水の安定的な供給が具現化すれば可能であると判断される。ベースライン調査の水利費の支払いについての聞き取り結果では、全員が灌漑用水の供給に対する対価として払うことを明言している。支払い可能額は1農家当たり、年間1～25米ドルの範囲と回答している。水利費の徴収は、各農家に満足する水準で灌漑水が供給されることが必要であり、基幹施設の運営維持管理を担う政府側の責任は重要である。

(8) 施設のグレード設定に対する方針

水資源気象省により調達される施設維持予算の範囲内でメンテナンス・フリー又はメンテナンス・ミニマムであることを基本として、簡単に壊れない堅牢な施設に改善する。また、水路は限られた水資源の有効利用、分散性の土質であることを考慮してライニングを施す。ライニング形式は、維持・補修が簡単で、品質が確保しやすいプレキャスト・コンクリート・ブロックによるライニング構造とし、コスト削減も考慮して水路底部からの揚圧力の影響の無い2面（斜面のみ）ライニングとする。水路に併設される道路は、ラテライト舗装の全天候型とし、農作業及び用水路の運営・維持管理に供される。

(9) 工期、工法に対する方針

河川構造物工事と幹線用水路の土工及びライニング工事に係る可能稼働日数(2 乾季の工事を前提とする)、工事箇所、工事数量、わが国の会計年度との整合性を考慮し、本計画の工期を 24 ヶ月とし、E/N 締結後 32 ヶ月とする。

改善・改修工事、特に幹線用水路の土工及びライニング工事は、灌漑水が無い状態で施工することが、技術的(基礎処理と品質保持が確実に出来る)・経済的(流下しながらの工事の場合は、工事部分の締めきりのための仮設工事が必要)に有利である。関係行政村長を通じて 1) 幹線用水路の工事は耕作がほとんど行われていない乾季に実施し、その期間中は灌漑水の供給を行わないこと、及び 2) 工事への農民・受益者の参加を通じてオーナーシップの育成・雇用機会の創出を図ること、を説明して合意を得ている。従い、幹線用水路の工事は無水状態で実施されることとなる。1 月 7 日堰の嵩上げ工事と新規頭首工の建設は国道 3 号線上流部の河道での作業となるので建設作業は原則として乾季に実施する。しかし、工事数量の多い新規頭首工は、仮締切堤防を建設して雨季にも工事を行う。国道 3 号線を横断する構造物の建設は、本工事で交通を阻害しないよう迂回路を建設、実施する。

実施工定表(予定)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
事前準備	▲ 関議(D/D) EN/D/D				▲ 関議(実施) E/N(実施)																												
詳細設計				← (現地調査)	→ (現地調査)																												
建設業者選定・調達								2.0ヶ月	← PQ/入札・契約																								
建設工事																																	

(10) 環境保全に対する方針

「カ」国における環境保全、環境配慮に関する監督官庁は、1993 年に設立された環境省が担当している。「カ」国における環境関連の基本法は 1996 年に発令された「Law on Environmental Protection and Natural Resources Management」であり、「Sub-decree on Environmental Impact Assessment (EIA) Process」(環境影響評価手続きに関する法令)が補足として発令された。この基本法によれば、灌漑事業に関しては 5,000ha 以上の開発を行う場合、EIA の実施が義務付けられている。

環境省に、本計画は既存施設の改善を目的とし、その灌漑受益面積は 1,950ha であるため、EIA の実施は必要ない事を確認している(添付資料-3 参照)。但し、事業の実施に当たっては、以下の 4 点について留意するよう求められている。

- ① 下流地区住民の水利用環境を変えないこと
- ② 事業により建設された施設の影響により、村落、道路、農耕地が水没しないこと
- ③ 必要により魚類、鳥類、その他の動物の移動可能性を拡大すること

④ 洪水による灌漑施設の被害を軽減するための措置をとる事

これら指摘された留意点に対して、以下の方針で対処する。

- ① 本計画の河川構造物地点ではプレク・トノット川は右岸流路と左岸流路に分かれるが、どちらの流路にも可動堰を設置することにより、乾期においても下流域に河川水を放流できる計画としている。
- ② 1月7日堰の嵩上げにより国道3号線の湛水域の常時水位が約0.5m上昇するが、上流域は堤防により囲まれており、村落、道路及び農耕地への影響は無い。また、新規に建設する頭首工の設計洪水水位は現況と同水位のEL. 13.00mとするため水没面積が拡大する事も無い。
- ③ 河川横断構造物の数、流下能力等は変更しないことから魚類、鳥類、その他の動物の移動を現況以上に阻害する可能性は少ない。
- ④ 水資源気象省はアジア開発銀行の資金を用いて2001-02年にプレク・トノット川沿いの洪水堤防を改善し、洪水による灌漑施設の被害を軽減するための措置を取っており、新たな対策は不要である。

3.2.2 基本計画

3.2.2.1 協力対象事業の全体像

- (1) 本無償資金協力事業は、既存灌漑施設の老朽化による農業生産の不安定な状況を解決することを目的として、カンダルスタン灌漑施設改善プロジェクトに資するため、プノンペン近郊カンダルスタン地区1,950haにおいて、基幹施設の改善・改修のための資金を提供するものである。
「カ」国側の当初要請は、1月7日堰を含む調整水門の改善・改修(2ヶ所)、取水工の建設(1ヶ所)、幹線用水路の改善・改修(5.4km)、排水路の改善・改修(18km)、維持管理道路の改修(28km)、農道改修(8km)であったが、a) 計画対象地域に安定的な灌漑用水を供給すること、b) 当初、将来的に利用する計画であったコンポントール調整水門が漏水の問題から撤去されること、及びc) 排水路、維持管理道路および農道の現状から、以下のような協力が最適案であると判断された。
- (2) 本地区の貧困削減のための方策として生産性の改善が必要であり、本計画では栽培期間の短い早稲を導入し、農業所得の向上を図ることを計画する。そのために、本地区(1,950ha)に対し、適切な灌漑用水量(幹線用水路：1.40 lit./sec/ha、二次用水路以下：1.72 lit./sec/ha)を供給する計画としている。幹線用水路始点における流量は2.73m³/secである。しかしながら、雨期第一作が行われる4月下旬より5月上旬までの約半月間の代掻き用水のための河川流量が不足し、しかも不安定であることから、現状では早稲を導入することが極めて難しい。これを解決するため、取水位を保持する機能を有する1月7日堰の堰頂天端を現在のEL. 11.26mからEL. 11.80mに嵩上げし、既存調整水門(ツクツラ、ドエムラス)についても水門天端を嵩上げて、1月7日堰、調整水門上流側に貯水能力を持たせ、灌漑用水の安定的供給を図る計画と

する。

- (3) 既存調整水門（ツクツラ、コンボンツール、ドエムラス）の内、コンボンツール調整水門については、「カ」国政府より撤去の要請があった。現地調査の結果、漏水が発見され極めて不安定な状態であることが判明した。この結果からコンボンツール調整水門は撤去する計画とする。
- (4) 本計画においては、プレク・トノット川に設置された既存の施設の流下能力を保証することが前提となっていることから、上記の 1 月 7 日堰及び水門嵩上、コンボンツール調整水門撤去に伴う代替流下施設が必要となる。計画堤防高 EL. 14. 00m、計画洪水位 13. 00m が設定されていることから、この条件で可動堰案（洪水吐水門＋土砂吐水門）と固定堰案（固定堰＋土砂吐／放流水門）を比較検討した。検討の結果、可動堰案は、固定堰案と比較して完成後の「カ」国政府の負担は大きくなるが、建設費で拮抗し、機能面で有利であることが判明した。維持管理費については、年間 6, 000 米ドル（人件費除く）程度であり、「カ」国政府で十分負担可能であることを確認した。また、構造物の占有面積が小さいため、既存国道との接合に無理がない。以上の理由から、可動堰案を採用することとした。
- (5) 幹線用水路周辺の土質は、流水・雨水に対する浸食抵抗力が弱く、かつ分散性が大きい土性であることから、ラテライトを適度に含んだ粘性土（搬入土）で被覆し、揚圧力の軽減対策と建設費の削減を目的として、コンクリート・ブロックによる二面張り水路とする。
- (6) 排水路は、用排兼用水路として利用されている。このため水路内に取水用の土堤、草を差し込んだ柵が多数あるとともに、道路との横断構造物の排水能力が過小であるため、排水路内の流れが妨げられているが、排水路断面の流下能力不足による湛水被害は報告されていない。二次・三次用水路網の整備前に排水路を改修することの危険性を考慮し（灌漑網の未整備な状態では、改修後すぐに農民により土堤が造られ流下能力が減少する）、本計画では排水路断面の改修は実施しない。
- (7) 管理用道路については 28km の改修を要請されているが、2 本の排水路沿いの維持管理道路の整備は、a) 東西の交通網が既に整備されていること、b) 盛土材を搬入土で賄わなければならないことより費用対効果の面で問題があること、及び c) 排水路を整備しないことにより計画対象としないものとする。したがって、計画対象延長は幹線用水路と二次用水路沿いの 14. 6km とする。
- (8) 農道については 8km 分の改修を要請されていたが、行政村等が資金を調達して独自に改修、維持管理を実施していることから実施機関と協議の上、現時点での改修の必要性は認められないということとなった。よって計画対象より除外するものとする。

基本設計調査における現地調査および国内作業を通じて、「カ」国側の当初要請と上記方針のもとに作成された最終案は下表に示す通りである。

最終案および変更理由の要約

計画事業項目	当初要請内容	最終案および変更理由
(1) 頭首工の建設	なし	1ヶ所(河川に貯水能力を持たせるため、嵩上げを計画していること、およびコンポンツール調整水門を撤去することから、安定した取水を行うため頭首工を新設する。この頭首工は現状の流下能力を保持するよう計画される。)
(2) 調整水門の改善・改修(含1月7日堰)	2ヶ所	3ヶ所(当初の要請では、ツクツラ調整水門とコンポンツール調整水門のみの改善・改修であったが、1月7日堰も嵩上げ工事が必要となり計画対象となった。また、コンポンツール調整水門は撤去する計画とするが、ドエムラス調整水門の嵩上げ工事が必要なことが判明した。結果として計画対象は3ヶ所となる)
(3) 調整水門撤去	なし	1ヶ所(コンポンツール調整水門は漏水があり将来的に不安定な構造物となることから撤去する計画とした)
(4) 取水工の建設	1ヶ所	変更なし
(5) 幹線水路の改善・改修	5.4km	5.3km(測量結果より)
(6) 排水路の改善・改修	18km	0km(現地調査の結果、現状では改善の必要性が認められない。)
(7) 維持管理道路	28km	9.3km(費用対効果の面から改善・改修の計画延長を短くした。なお、幹線水路沿いの維持管理道路は幹線水路の工事に含める)
(8) 農道	8km	0km(地元で維持管理されていることから計画対象外とする)

3.2.2.2 頭首工

(1) 設計条件

頭首工の設計条件の内、計画堤防高及び計画洪水水位は、現況観察から1月7日堰にかかる道路橋の道路面が EL. 14.00mであり、またこの堰にある洪水痕跡が、EL. 13.0m程度であることが判明している。このことから、新規施設の設計では計画堤防高を EL. 14.00m、計画洪水水位を1m下げた EL. 13.00mとするのが妥当と判断し、2004年9月10日のステアリング・コミッティ会議(水資源気象省と JICA 基本設計調査団間での技術委員会)で討議した。その結果、頭首工の設計条件として下記諸元が確認された。



1月7日堰橋梁桁下の洪水痕跡

頭首工の設計条件

項目	標高(m)
1) 計画洪水高	13.00
2) 計画堤防高	14.00
3) 計画取水水位	11.80
4) 計画上流側河床高	7.00
5) 計画下流側河床高	5.00

(2) 堰形式・建設位置の検討

堰形式の比較案として下記の可動堰案と固定堰案を検討した。

堰形式	堰構造
1-1. 可動堰案（全門可動水門）	鋼製ゲート全門可動堰
1-2. 可動堰案（全門可動水門）	ゴム堰ゲート
2-1. 固定堰案（固定堰）	固定堰
2-2. 固定堰案（固定堰＋新規放流/土砂吐水門）	固定堰に放流/土砂吐水門を併設
2-3. 固定堰案（固定堰＋新規放流/土砂吐水門）	固定堰の脇に放流/土砂吐水門を設置

また、各堰形式案の水門の諸元は下記の通りである。

堰形式案	水門諸元
1) 可動堰案 （全門可動水門）	洪水水門 : 幅 12.5m×高さ 4.8m×3 門 土砂吐水門 : 幅 5.0m×高さ 4.8×1 門 （水門敷高 : EL. 7.00m、水門天端頂 : EL. 11.80m） 調整水門 : 幅 1.5m×高さ 1.5m×1 門 （水門敷高 : EL. 11.4m、水門天端頂 : EL. 11.90m）
2) 固定堰案 （新規固定堰＋新規放流/土砂吐水門）	バスタブ型固定堰 : 長さ=175m 放流/土砂吐水門 : 幅 5.0m×高さ 4.8m×2 門 （水門敷高 : EL. 7.00m、水門天端頂 : EL. 11.80m） 調整水門 : 幅 1.5m×高さ 1.5m×1 門 （水門敷高 : EL. 11.4m、水門天端頂 : EL. 11.90m） 注）水門幅は Clear Span を示す。

堰建設位置の比較案として下記 4 案について検討した。

(a) 位置比較案 1

撤去するコンポソール調整水門の位置に新たに建設する。

(b) 位置比較案 2

撤去するコンポソール調整水門と 1 月 7 日堰の中間に建設する。

(c) 位置比較案 3

1 月 7 日堰と旧河道との間に建設する。

(d) 位置比較案 4

旧河道と国道 3 号線との交点に建設する。

比較検討の内容は、表 3.2.1～3.2.3 に示すとおりである。検討の結果を以下のように評価した。

(a) 完成後の維持管理費（先方政府負担）は、固定堰案が優れている。（但し、可動堰案の場合でも、維持管理費は、6,000 米ドル/年であり、問題なく経費は負担できることを水資源気象省に確認済みである）。

(b) 土砂排出機能、水位調整、洪水初期対応等の技術面では、可動堰案は固定堰案より有利である。また、構造物の占有面積が小さいため、固定堰案に比べて既存国道との接合にも無理がない。

(c) 堰自体の建設費は、可動堰案とほぼ同じとなるが、固定堰案を採用した場合に固定堰の部分
が取水工への河道を閉塞してしまうので新たに河川開削が必要となる。

(d) 水資源気象省は水位管理、洪水初期対応を重視しており、水門施設の維持管理を大臣を中心
としてタスクフォースを編成して改革に乗り出している。

上記の事由から、本計画では可動堰案は固定堰案よりも優れた形式と位置づけ、可動堰案を採用
することとした。

(3) 可動部径間割の検討

可動部径間割については、設計洪水位 EL. 13.00m の場合に現況流下施設の持つ 830m³/sec の流下能
力のうち、1月7日堰で 270 m³/sec、ツクツラ調整水門で 320 m³/sec を負担出来る。従って、残り
の 240 m³/sec を流下させることとする。そのための水門配置を下記のとおりとする。

- 洪水吐水門： 幅 12.5m × 高さ 4.8m × 3門
- 土砂吐水門： 幅 5.0m × 高さ 4.8m × 1門

土砂吐は、取水口に近い右岸側に設置する。土砂吐の他に小流量の放流調整用として調整水門を
設置する。

- 調整水門： 幅 1.5m × 高さ 1.5m × 1門
(水門敷高：EL. 11.40m、水門天端高：EL. 11.90m)

(4) 主要部敷高標高の決定

ステアリング・コミッティ会議で確認された水位、河床高、堤防高等を参考として、主要部敷高
の標高を下記のとおりとする。

主要構造物標高		
主要構造物標高	標高	
1) 設計堤防高	EL. 14.00m	
2) 設計道路橋道路面標高	EL. 15.30m	
3) 上流側エプロン標高	EL. 7.00m	
4) 下流側エプロン標高	EL. 4.00m	
5) 洪水吐/土砂吐水門上端標高	EL. 11.80m	
6) 洪水吐/土砂吐水門下端標高	EL. 7.00m	
7) 下流側高水敷標高	EL. 10.00m	

(5) 水門設計仕様

以上の各設計諸元から洪水吐水門、土砂吐水門及び流量調節水門の設計仕様を下表とする。

水門設計仕様

施設	頭首工		
	洪水吐水門	土砂吐水門	流量調整水門
1) 水門名	洪水吐水門	土砂吐水門	流量調整水門
2) 数量 (門)	3	1	1
3) 水門型式	鋼製ローラーゲート	鋼製ローラーゲート	鋼製スライドゲート
4) 純径間 (m)	12.5	5.0	1.5
5) 扉高 (m)	4.8	4.8	1.5
6) 設計水深 (m)			
上流水深	5.8	5.8	2.4
下流水深	0.0	0.0	0.0
7) 操作水深 (m)			
上流水深	5.8	5.8	2.4
下流水深	0.0	0.0	0.0
8) 水密方式	前面三方水密	前面三方水密	前面四方水密
9) 開閉装置	電動式	電動式	手動ラック式
10) 開閉速度	0.3m/min	0.3m/min	
11) 操作方式	機側及び遠隔操作	機側及び遠隔操作	機側
12) 巻上げ高さ(m)	7.0	7.0	1.5
13) 上流側設計堆砂深(m)	0.5	0.5	0.0

(6) 堰柱工の設計

(a) 水門操作台及び操作室

① 水門操作台

既存開閉機（巻上機）台枠、コントロールパネルの寸法、通路幅（80cm以上）、堰柱幅を考慮して操作台の平面寸法を以下のように定めた。

水門操作台諸元

操作台名称	B (堰軸方向) × L (流水方向)
1) 左岸側堰柱操作台	4.50m × 6.50m
2) 中間堰柱操作台	6.50m × 6.50m
3) 右岸側土砂吐操作台	12.00m × 6.50m

② 操作室

既存洪水吐水門の巻上機の最大高さは2.00m、また、コントロールパネルの高さは2.20mである。従って操作室を鉄筋コンクリート構造とした場合の天井高、機器搬入出時の吊り代を考慮して総高を3.00mとする。機器の搬入出設備として、天井に3.0m×3.0mのハッチタイプの開口部を設ける。

(b) 門柱

① 門柱高

洪水吐水門及び土砂吐水門は越流型一枚扉とする。通常的设计では、整流板天端高に引上げ余裕高1.0mを加えた値としており、本場合門柱高を7.50mとする。

② 門柱断面

右岸堰柱に昇降階段を設け、門柱の上流側に操作室への管理橋を設置する。下流側には国道3号線のための道路橋を設置する。これは、道路橋から予備水門を据付け、撤去する際に、昇降階

段が障害とならないよう配慮したものである。門柱形式は2本形式とし、監査廊幅を1.0mとする。

(c) 堰柱

① 堰柱幅

農林水産省設計基準に示す経験式及び戸当りの2次コンクリート必要厚を考慮して堰柱幅を2.5mとする。

② 堰柱長

門柱前の管理橋、操作室、ストップログ、道路橋から堰柱への階段、道路橋を配置し、下流端を一部張出し構造とすることにより、堰柱長を22mする。

③ 堰柱天端高

道路橋桁下高は、設計堤防高と同等もしくはそれ以上必要となる。従い、堰柱天端高は、設計堤防高と同一のEL. 14.00mとする。

(7) 遮水工の堰柱床版・エプロンの設計

(a) 遮水工の検討

遮水工は鉛直方向と水平方向の2方向について検討する。

① 鉛直方向の遮水工

上流部堰体の厚さ(5.0m)、下流部の厚さ(2.0m)、上流部エプロンの厚さ(1.0m)、下流部エプロンの厚さ(2.0m)から、浸透路長を求め、レーンの重みつきクリープ比から、浸透路長を確保するために、 $\ell = 3.0\text{m}$ の矢板を採用する。但し、堰柱上流部については、揚圧力の低減を考慮し $\ell = 4.0\text{m}$ の矢板を適用する。また、上流側エプロン部は洗堀防止対策として $\ell = 2.0\text{m}$ の矢板を設置する。

② 水平方向の遮水工

水平方向に張り出す遮水矢板は、川表及び堰体中間部の2ヶ所に設置するものとする。川表には、矢板(SP-II型 $\ell = 4.0\text{m}$)を取付擁壁下部に設置する(左岸35m、右岸44m)。堰体中間部には、左右とも20mの矢板(SP-II型 $\ell = 9\text{m}$ 及び14m)を設置する。

(b) 下流側エプロンと堰柱床版の設計

下流側エプロンと堰柱床版厚は揚圧力(上下流水位差と浸透路長による)に基づき算定する。この結果、下流側エプロンは1.5m、堰柱床版厚は2~5mとする。

(8) 水門設備の形式

洪水吐水門、土砂吐水門及び調節水門の平面寸法は、下表の通りである。

水門	高さ	幅	幅/高さの比
1) 洪水吐水門	4.8m	12.5m	2.60
2) 土砂吐水門	4.8m	5.0m	1.04
3) 調節水門	1.5m	1.5m	1.00

洪水吐水門については、幅/高さの比が 2.60 であり、引上げ型式のプレートガーダ構造のローラゲートとする。土砂吐は、土砂吐水路の堆砂を掃流通過させる機能が重要であり、設置される水門は、掃砂、排砂遮水形型式を選定する必要がある。引上げ方式のローラゲートは、開扉と同時に土砂吐水路の排砂ができ、排砂時には水門を吊り上げることができるので掃流土砂礫による扉体の損傷はなく、引上げ方式のローラゲート（プレートガーダ構造）を土砂吐水門に採用する。

(9) 堰体のエプロン・護床工の水理設計

下流エプロン・護床工の設計洪水水位は、小規模・中規模洪水に対しても十分減勢効果が発揮できるよう種々検討を加え、USBR-III 型を採用した。

(10) 管理橋・階段工

水門の操作のため、堰柱上部に操作室を設置し、各操作室を結ぶ管理橋を計画する。管理棟、発電機棟は、街に近い右岸側に設置する。階段工は、保安上の観点から右岸側のみに設置して管理棟からのみ通行できるよう計画する。

(11) 道路橋の設計

本頭首工は、国道 3 号線を横断して建設されることから、頭首工の一部を道路橋として設計する。

道路幅員は、水資源気象省を通し公共事業省の協議により全幅を 11.8m とする。橋梁形式は、気象条件や施工工期、特に架設期間を考慮して鋼桁橋を採用した。

(12) 動力設備

大型水門（洪水吐水門、土砂吐水門）の開閉操作は、操作室及び管理でも操作ができるものとする。動力源が必要な電気設備は、a)大型水門（調節水門を除く）、b)操作室・管理棟の操作盤、照明、c)道路橋照明がある。これらの動力源として近隣に高圧電源架線がないため 50KVA の発電機を設置する。故障時のためのフェール・セーフ対策として、予備の 50KVA の発電機を一基設置する。

(13) 基礎工

地質調査の結果から支持層は EL. -8.00m 以下に見られる。一方、堰柱、上流側擁壁、下流側擁壁の基礎面標高は下表の通りである。

構造物	堰柱及び擁壁の高さ		
	① 基礎面標高	② 支持層標高	③= ①-②
1. 堰柱	EL. 2.00m	EL. -8.00m	10.00m
2. 上流側擁壁	EL. 6.00m	EL. -8.00m	14.00m
3. 下流側擁壁	EL. 2.50m	EL. -8.00m	10.50m

上表③に示されるとおり、構造物基礎面標高と支持層標高の差は 10-14m であり、直接基礎形式は採用出来ない。本場合「カ」国で一般的に採用されている杭基礎形式を採用する。杭種の選定は構造計算を行い下記の通りと決定した。

杭配置諸元

構造物	杭径	杭配置諸元	杭種
1. 堰柱	□400mm x 400mm	長さ = 12.00m, 1.75m x 1.40m 間隔配置	RC 杭
2. 上流側擁壁	□400mm x 400mm	長さ = 15.00m, 1.80m x 1.50m 間隔配置	RC 杭
3. 下流側擁壁	□400mm x 400mm	長さ = 13.00m, 1.60m x 1.10m 間隔配置	RC 杭

3.2.2.3 1月7日堰・調整水門改善・改修工事

(1) 設計の条件

(a) 設計計画

本計画地点には、既存河川流下構造物として1月7日堰、ツクツラ調整水門、コンポンツール調整水門、ドエムラス調整水門が位置する。1月7日堰・調整水門改善・改修工事における設計方針は下記の通りである。

- ① コンポンツール調整水門は撤去して埋め戻す。
- ② 取水位を現在のEL. 11.26mからEL. 11.80mに嵩上げする。
- ③ 1月7日堰の堰頂をEL. 11.26mからEL. 11.80mに嵩上げする。
- ④ ツクツラ調整水門は現況の水門扉体を嵩上げして水門天端高をEL. 11.80mとする。
- ⑤ ドエムラス調整水門は現況の水門扉体を嵩上げして水門天端高をEL. 11.80mとする。

この設計方針は2004年9月10日のステアリング・コミッティ会議において水資源気象省とJICA基本設計調査団の間で確認されたものである。

(b) 改善・改修・撤去工事の範囲

① 1月7日堰

- 1) 嵩上げ : 既存施設の外側に越流堰を増設
: 嵩上げ高 0.55m (越流堰天端高: EL. 11.80m)
: 越流堰長 212m

- 2) 漏水対策 : 鋼矢板による連続遮水壁 (= 4.0m)

② ツクツラ調整水門

- 1) 嵩上げ : 水門扉の嵩上げ
: 嵩上げ高 0.4m (水門天端高: EL. 11.80m)
- 2) 漏水対策 : 鋼矢板による連続遮水壁 (ℓ = 4.0m)

③ ドエムラス調整水門

- 1) 嵩上げ : 水門扉の嵩上げ
: 嵩上げ高 0.2m (水門天端高: EL. 11.80m)

④ コンポンツール調整水門 : 撤去

(2) 1月7日堰

(a) 現況

本堰はバスタブ方式の固定堰で1996年に破堤した国道3号線直上流に「カ」国資金により建設

された（1996-97 年建設）。事業主体は、水資源気象省である。越流長は約 230m であり、国道 3 号線上に 80m の支間長の橋梁も建設されている。この橋梁の道路幅は全幅 8m である。本構造物は現在、問題無く機能している。

(b) 嵩上工

既存の堰本体に影響を与えないように外側に逆 T 型の擁壁を配置して建設する。越流堰は既存壁に接するように建設する。逆 T 型擁壁の床版部上部の標高は、頭首工の水門敷高 EL. 7. 00m まで河床が低下する可能性があるのと同じく EL. 7. 00m とする。

空虚時の逆 T 擁壁の床版部に作用する単位面積当りの荷重は概ね 3 kN/m² と算定される。開発調査時における地質調査によると N = 10 程度の地盤強度は期待できていることになっているが、基礎範囲に比べ調査密度が十分でないことから、本基本設計では設計上の安全を考え、□20cm×20cm、延長 4. 0m の RC 杭を擁壁直下の床版に 2m ピッチで配置する。

(c) 遮水工

取水位を EL. 11. 26m から EL. 11. 80m に上げるため浸透路長が長くなり、遮水工が必要となる。遮水工として矢板（SP-II 型）を採用する。矢板長 ℓ はレーンの重みつきクリープ比と水位差から求め、洗掘防止も考慮して $\ell = 4. 0m$ とする。

(3) ツクツラ調整水門

(a) 現況

ツクツラ調整水門はポルポト政権下の 70 年代に建設されたものである。この調整水門は、この地点で右岸側に大きく蛇行していたプレク・トノット川をショートカットした人工水路と国道 3 号線が交わった地点に位置している。この調整水門の目的は、カ



ツクツラ調整水門

ンダルスタン灌漑地区 1,950ha の取水のために河川の水位を堰上げするものである。本調整水門は水門が 25 門で、後述するコンポ

ンツール調整水門と同様、操作は手動であったが、2001 年にアジア開発銀行資金により水門及び巻き上げ装置が据え替えられた。水門の幅は、0.9m から 1.1m 程度となっており、高さは 2.4m 程度である。本構造物は現在大きな問題無く機能している。下表に主要な諸元を示す。

ツクツラ調整水門計画諸元

内 容	諸 元
1) 門数	25 門
2) 水門形式	鋼製スライドゲート
3) 水門諸元	幅 0.9m~1.1m×高さ 2.4m
4) 敷高	水門敷高：EL. 8. 94m、暗渠底部：EL. 8. 56m
5) 水門天端	EL. 11. 44m（平均）

(b) 水門高嵩上げ工事

各水門の天端標高は、EL. 11. 44m 程度なので、EL. 11. 80m に合わせるためには 40cm 程度の嵩上げで十分である。まず、水門扉体を取り出して洗浄、錆落としを実施し、水門高を 40cm（水門天端高が EL. 11. 80m となるようこの延長は調整する）嵩上げするため、新扉体を溶接して既存の扉

体に接合する。また、止水ラバーは全て交換する。さらに外側のガイドレールも全て交換する。これらの作業が終了した時点で塗装を実施して元の設置箇所に戻す。この作業は全 25 門に対して実施する。

(c) 遮水工

取水位を EL. 11. 26m から EL. 11. 80m に上げるため、浸透路長が長くなり遮水工が必要となる。遮水工は矢板 (SP-II 型) を採用する。矢板長 l はレーンの重みつきクリープ比と水位差から求め、洗掘防止を考慮して $l = 4. 0m$ とする。

(4) ドエムラス調整水門

(a) 現況

ドエムラス調整水門は、プレク・トノット川とストウントチ川との境界に設置された調整水門である。本調整水門は 3 門から構成されている。水門の開閉は手動により行われている。水門を含め本構造物は問題なく機能している。



ドエムラス調整水門

下表に主要な諸元を示す。

ドエムラス調整水門計画諸元

内 容	諸 元
1) 門数	3 門
2) 水門形式	鋼製スライドゲート
3) 水門諸元	幅:1. 76 ~ 1. 82m、高さ:2. 00m
4) 敷高	EL. 9. 61m
5) 水門天端	EL. 11. 61m (平均)

(b) 水門高嵩上げ工事

各水門の天端標高は、EL. 11. 61m であり、EL. 11. 80m に合わせるためには 20cm 程度の嵩上げで十分である。現在の操作台下の門柱高さは 1. 5m であり、高さ 2. 0m の扉体を取り出すことができない。将来の水門の維持管理も考慮して、現況の門柱・操作台を取り壊し、門柱 2. 5m を確保できるように改善・改修する。操作台、門柱を取り壊した後、洗浄、錆落としを実施し、水門高を 20cm (水門天端高が EL. 11. 80m となるよう嵩上げを調節する) 嵩上げするため、新扉体を溶接して既存の扉体に接合し、止水ラバーは全て交換する。さらに、外側のガイドレール及びスキンプレートも全て交換する。これらの作業が終了した時点で、塗装を実施して元の設置箇所に戻す。この作業は、全水門数 (3 門) に対して実施する。

(c) 遮水工

嵩上げ高は 20cm 程度であり、ストウントチ川と水位差がないことから、遮水工は設けない。

(5) コンポンツール調整水門

(a) 現況

本調整水門は、ツクツラ調整水門と同じく、ポルポト政権下の 70 年代に建設されたものである。この調整水門は、旧河道側に設置されているが、施設規模はツクツラ調整水



コンポンツール調整水門

門と比較すると小さい。施工が不良で、漏水が見られることから水資源気象省は本構造物を撤去することを希望している。下表に主要な諸元を示す。本調整水門も、2001年にアジア開発銀行資金により水門及び巻き上げ装置が交換された。

コンポンツール調整水門計画諸元

内 容	諸 元
1) 門数	6 門
2) 水門形式	鋼製スライドゲート
3) 水門諸元	幅:1.4~1.5m、高さ:3.3m
4) 敷高	水門敷高:EL. 8.03m 暗渠底部:EL. 7.85m
5) 水門天端	水門天端:EL. 11.33m

(b) 撤去工事

現地調査により、本調整水門に a) 漏水量が多く、基礎に水ミチが形成されていると思われることや b) 下流側エプロンでの著しい洗掘により構造物の安定性が危惧されることなどの問題があることが確認された。これらの問題は維持管理の不備というより、30年以上前に建設されていることを考えれば老朽化と言える。さらに設計図面を検討した結果、必要浸透路長も確保されていないことが判明した。以上の検討結果から本調整水門を撤去することとする。撤去工事の内容は下記の通りである。

- ① コンポンツール調整水門は全て撤去する。
- ② 撤去後、埋め戻す。
- ③ 埋め戻し後、国道3号線の道路と同じ標高まで盛土し、アスファルト舗装を行う。
- ④ 上流側は護岸工を設置する。

3.2.2.4 灌漑施設改善・改修工事

(1) 設計の条件

(a) 設計パラメータ

2004年9月10日のステアリング・コミッティ会議で確認された灌漑施設の設計条件を下表に示す。

灌漑施設設計条件	
内 容	設計値
1) 設計取水位	EL. 11.80m
2) 設計始点水位	EL. 11.50m
3) 設計水深	1.50m
4) 設計右岸堤防幅	5.50m
5) 設計左岸堤防幅	3.00m
6) 管理道路幅	4.50m

(b) 改修工事の範囲

9月10日のステアリング・コミッティ会議で承認された改修・改修工事の内容は、下記の通りである。

改善・改修工事の設計内容	
灌漑施設	全長 5.3km の幹線水路の改修
1) 設計流量	1.03~2.73 m ³ /sec
2) 水路形式	二面張コンクリート・ブロックライニング 法面勾配 1:1.5
3) 取水工改修	1カ所
- 計画取水量	2.73m ³ /sec
- 設計取水位	EL. 11.50m
- 水門	四方水密方鋼製ゲート (幅 x 高さ = 1.8m x 2.1m, 3門)
4) 分水工	26カ所
5) 水位調整水門	2カ所
6) 水路横断工 (カルバート)	8カ所
7) 放流工	6カ所
8) 維持管理道路	幹線水路 5.3km, 二次水路 9.3km の改修

(2) 水路形式

(a) 路線計画

既存の幹線水路を改修する計画である。図3.2.1に本灌漑システムのダイヤグラムを記す。

(b) 幹線水路の水路断面

既存の幹線水路は、長年の浸食、防御工・維持管理不在による幹線水路法面の崩壊、維持管理不足による水路断面の拡大・不陸、不適切な設計と維持管理不足による構造物の機能停止、重力灌漑を前提としない二次水路への分水 (クリーク状水路)、維持・補修不在による管理用道路の損傷・機能停止・有効幅員の狭小化等より幹線水路としての機能を果たしていない状況から判断して、全面的な改善・改修を計画する。

本灌漑地区の農民にとって最も重要なことは、たとえ水位が低くても灌漑用水が円滑に下流

に流下することである。しかし、現況では水路始点の取水工の水門敷高が高いため、取水水位が低い場合、必要とされる灌漑用水量が取水できない。また土水路で不陸があるため、流下しない状況が発生している。従い、水路及び構造物の敷高は、いかなる場合でも灌漑用水が流下できるように設計水深を一律一定とし、設計水深は水路縦断形状を総合的に考慮して、水深を 1.5m とした。改善・改修断面は、追加的に必要な用地幅を最小にすること、費用の高い搬入土による盛土を極力少なくする事を原則として設計する。

また、現地の土質は、流水・雨水による浸食抵抗力が極めて弱いこと（分散性土壌）から、水路横断面において粘性土で現地土を被覆して、水路内の水と分散性の土を遮断する。さらに、被覆に使用する粘性土が流水・雨水等により浸食を受けることを防護するため、水路内はコンクリートブロックによるライニング、その他は張芝による植生工により法面を保護する。法面勾配は、1:1.5 とする。大部分が堀込み水路であること、漏水の少ない土質であることより、揚圧力の減圧対策と建設資金の削減を目的として、開発調査で提案しているとおり、斜面のみをライニングの対象とした二面ブロックライニングの開水路タイプを採用する。

(c) 設計流量

対象灌漑地区（カンダルスタン地区）の計画灌漑面積は 1,950ha、単位用水量は開発調査での検討結果から、1.40 lit./sec/ha が採用されている。この単位用水量の採用は、2004 年 9 月 10 日のステアリング・コミッティ会議において確認されている。この用水量を全部で 31 の分水工（プロ技の「灌漑技術センター計画」が建設する分水工 5ヶ所を含む）に供給する。

(d) 取水工

① 設置箇所

取水工は、幹線用水路始点付近で国道 3 号線を横断していることから、同国道の将来の拡張計画を考慮して、幹線水路の始点から 55m 下流地点に設置する。

② 水門のタイプ

取水工直下流の水路始点での水位が EL. 11.50m となるので、取水水位 EL. 11.80m に調節する必要がある。また、洪水から水路を防護する機能を持たせることも必須条件である。洪水により、計画以上の流量が水路内に流れ込まないように、幅 1.80m x 高さ 2.00m の四方水密の鋼製スライドゲートを設置する。

③ 遮水工

遮水工として鋼製矢板を採用する。必要矢板長は、水位差とレーンの重みつきクリープ比及び下流側での洗掘防止から、 $l = 3.0m$ とし、水門基礎部下と下流端に配置する。

(e) 分水工

分水工は、「灌漑技術センター計画」が建設を予定している 5ヶ所を除いて、26ヶ所が無償資金協力事業工事の対象となっている。この内、T.O. 21 は、二次用水路下流で計画地区以外につながっており、連続的に灌漑用水を利用するものでないが、T.O. 21 から用水も水源として利用している。この施設では、幅 1.00m x 高さ 0.75m の鋼製スライドゲートを使用する。また、T.O. 25

及び 26 は二次用水路への分水地点となるので、幅 1.00m x 高さ 1.00m の水門をそれぞれの分水工に設置する。その他の分水工は、幅 0.7m x 高さ 0.7m の鋼製スライドゲートを設置する。分水工の位置、分水方向及び分水量は下表に示すとおりである。

分水工の位置、分水方向及び分水量

番号	断面番号	分水方向	分水量(m ³ /s)	番号	断面番号	分水方向	分水量(m ³ /s)
T. 0. 1	0+225	右側	0. 330	T. 0. 14	2+670	左側	0. 027
T. 0. 2	0+225	左側	0. 021	T. 0. 15	2+950	右側	0. 020
T. 0. 3	0+590	右側	0. 011	T. 0. 16	2+950	左側	0. 024
T. 0. 4	0+590	左側	0. 011	T. 0. 17	3+175	左側	0. 034
T. 0. 5	0+945	右側	0. 006	T. 0. 18	3+475	左側	0. 029
T. 0. 6	1+150	右側	0. 020	T. 0. 19	3+825	左側	0. 046
T. 0. 7	1+150	左側	0. 004	T. 0. 20	4+175	左側	0. 071
T. 0. 8	1+500	右側	0. 022	T. 0. 21	4+687	右側	0. 297
T. 0. 9	1+760	右側	0. 035	T. 0. 22	4+675	左側	0. 064
T. 0. 10	1+760	左側	0. 004	T. 0. 23	5+165	右側	0. 081
T. 0. 11	2+170	右側	0. 014	T. 0. 24	5+165	左側	0. 084
T. 0. 12	2+170	左側	0. 034	T. 0. 25	5+315	右側	0. 365
T. 0. 13	2+670	右側	0. 043	T. 0. 26	5+315	左側	0. 373

(f) 水位調整水門

開水路内の水位調節により、流量、流速の調整、分水工の取水水位保持、水路の維持管理や安全性の増大を図る目的で水位調整水門を 2 ヶ所に設ける。この施設では、水位調整水門で実施するとともに過大な水位上昇を防ぐため、越流堰を水門上流両側に設ける。水位調節施設の主要な諸元は、下記の通りである。

水位調節施設の主要な諸元

	①水位調整水門-1	②水位調整水門-2
1) 位置	No. 2 + 690 (2. 690m)	No. 4 + 191 (4. 191m)
2) 水門	幅 1. 60m x 高さ 1. 50m x 2 ヶ所 (三方水密鋼製スライドゲート)	幅 1. 20m x 高さ 1. 50m x 2 ヶ所 (三方水密鋼製スライドゲート)
3) 越流堰長	8. 0m (両側に設置)	6. 0m (両側に設置)

(g) 水路横断工 (カルバート)

既存橋梁がある場合は、全て撤去し新規にカルバートを建設する。計画箇所数は 8 ヶ所である。

(h) 放流工

地区上流部には、旧河道が存在しており、一部農民が使用している。今まで慣行的に農民が使用していることから、本計画においては、水門構造物を設置して必要な水を供給できるシステムを採用する。全体で 6 ヶ所あるが、上流 2 ヶ所では、幅 0. 75m x 高さ 1. 00m の鋼製スライドゲートを各一門ずつ設置する。その他は、φ 600 の鋼製スライドゲート 1 門を設置する。

(3) 幹線用水路の水理計算

(a) 設計条件

Manning流量公式を用いて、幹線用水路の断面及び勾配を決定する。粗度係数は法面を 0. 017、水路底を 0. 025 として合成粗度を用いて計算した。その他の設計条件は下記の通りである。

- 取水前水位：EL. 11.80m
- 取水後水位：EL. 11.50m
- 始点水路敷高：EL. 10.00m
- 水深：1.50m (始点から終点まで)
- 水路長：5.3km
- 開水路のタイプ：二面コンクリートブロックライニングの開水路
- 水路法勾配：1：1.5

(b) 各水路断面

各水路断面は水理計算より下記の通りである。

区間	距離	水路底幅	水路勾配
0 m - 225 m	225 m	7.0 m	1/80,000
225 m - 1,150 m	925 m	5.0 m	1/70,000
1,150 m - 1,760 m	610 m	5.0 m	1/73,000
1,760 m - 2,670 m	910 m	4.0 m	1/56,500
2,670 m - 3,175 m	505 m	4.0 m	1/62,500
3,175 m - 3,475 m	300 m	3.0 m	1/65,000
3,475 m - 3,825 m	350 m	3.0 m	1/70,000
3,825 m - 4,175 m	350 m	3.0 m	1/77,500
4,175 m - 4,687 m	512 m	3.0 m	1/87,000
4,687 m - 5,167 m	480 m	2.0 m	1/110,000
5,167 m - 5,315 m	148 m	2.0 m	1/145,000

(4) 維持管理道路

(a) 工事範囲

維持管理道路は幹線用水路及び二次用水路に設置され内訳は下記の通りである。

道路	延長
幹線用水路	5.3km
二次用水路	9.3km

(b) 維持管理道路の設計

現況の維持管理道路の状況は、a)道路面の不陸（ポットホールによる損傷）、b)植物繁茂による道路幅の狭小化、c)不十分な舗装と補修・維持管理不足、d)水路の横断構造物の損傷・不備により、その機能が低下している。したがって、有効幅員確保のための拡幅工事、水路横断地点でのカルバートの設置及びラテライト土による舗装を計画する。本道路の整備は水路の維持管理のみならず、農村部輸送機能の向上や二次用水路建設のためのアクセスにも役立つことから、その幅員については「カ」国の意向、近傍道路整備状況、将来の維持管理体制を考慮して、幹線用水路沿いの道路を5.5m（舗装幅員4.5m）、二次用水路（「カ」国政府により整備予定）沿いの道路を4.5m（舗装幅員3.5m）とし、厚さ15cmのラテライト舗装とする。

3.2.3 基本設計図

上記にて計画した改善・改修構造物の基本設計図を巻末に添付する。

3.2.4 施工計画

(1) 施工方針

日本の無償資金協力案件として実施することを前提として、以下の方針により本計画事業を実施する。

- ① 「カ」国の実施機関は、水資源気象省である。
- ② 日本政府と「カ」国政府との間で詳細設計に係る交換公文（E/N）が取り交わされた段階で、水資源気象省は事業実施の準備を開始し、事業実施に係わる業務を進める。
- ③ 日本のコンサルタントが水資源気象省と契約を行い、詳細設計と入札図書の作成を行う。
- ④ 水資源気象省は、詳細設計と並行して用地取得、家屋移転補償及び樹木伐採手続を開始する。水資源気象省は、本工事に係る業者契約が終了するまでに用地取得、家屋移転等に係わる事前作業に関し、計画対象地域住民より具体的な形で合意を得ておく必要がある。
- ⑤ 日本政府と「カ」国政府との間で E/N が交換された後、日本のコンサルタントが水資源気象省と施工監理に係わる契約を行い、本工事の入札手続作業を開始する。
- ⑥ 日本の建設業者と水資源気象省が本工事の契約を取り交わし、工事を実施する。コンサルタントがこの工事の施工監理を行う。
- ⑦ 工事完了に伴い、改善・改修された基幹灌漑施設の維持管理責任を、水資源気象省が設立する運営・維持管理事務所に移管する。

「カ」国では、現在まで多数の日本の建設業者が現地の建設業者を下請として使い、無償資金協力事業を行っている。形態としては労務（一部工事中用機械）の部分下請が大部分である。従って、本工事においても日本の建設業者が資・機材を自ら準備し、複数の現地建設業者から労務の提供を受け、日本人職員の監督・指揮のもと工事を進める体制を取ることとする。

本工事は前述したとおり、大きく分けて次の工事に分かれる。

- | | |
|---------------------|---------|
| - 頭首工の建設 | : 1ヶ所 |
| - 調整水門及び1月7日堰の改善・改修 | : 3ヶ所 |
| - 既存調整水門の撤去 | : 1ヶ所 |
| - 取水工の建設 | : 1ヶ所 |
| - 幹線用水路の改善・改修 | : 5.3km |
| - 維持管理道路 | : 9.3km |

工事数量、工期、現場事情（雨期乾期の別）を考慮し、a)本工事を頭首工建設、b)1月7日堰・既存調整水門の改善・改修工事、c)取水工・幹線用水路・維持管理道路の改善・改修工事に分けて各々

に施工管理要員を配置する。この結果、従事する建設業者の日本人技術者は以下の通りとなる。

- 所長
- 主任技術者（頭首工/既存堰改修）
- 事務管理者
- 施工管理者（灌漑施設/土質/コンクリート）
- 施工管理者（橋梁）
- 施工管理者（水門設備）
- 施工管理者（電気工事）
- 施工管理者（建築工事）

(2) 施工上の留意事項

(a) 工事に伴う環境影響

工事中の環境影響としては、一般的に a) 騒音の影響、b) 粉塵の影響、c) 重機作業による振動の影響、d) 交通事故等の発生が挙げられる。本工事の対象地区で騒音、振動の影響が重大な影響を与える工事は無いが、夜間における地区周辺住民への配慮は必要である。このことから、夜間工事の禁止を原則とする。トラック、重機の通行による粉塵対策として、使用道路への散水を励行する。交通事故防止に関しては、a) 使用車輛の速度制限の励行、b) 運転手の安全教育、c) 安全定例会議の開催、d) 交通整理員の配置等を徹底する。

(b) 既存耕作地区における改善・改修作業

本工事は、幹線用水路に沿った既存耕作地区にアクセス及び掘削材の仮置き場が必要となるが、それらの地区の耕作停止については地元農民の全面的な協力を得るという確約を実施機関から得ている。しかし、工事期間中の建設業者は、実施機関を通して、工事期間・地区をあらかじめ農民に提示し、工事期間を厳守し、耕作停止を最小限にとどめることとする。

(3) 施工区分

(a) 日本側負担作業

- 実施設計および入札図書の作成
- 「第 3.2.2 項 基本設計」で示した施設の建設

(b) 「カ」国側負担作業

- 本施設建設に必要な用地の確保
- 調達資機材に科せられる関税、内国税、その他の課徴金分の予算措置と支払い
- 計画実施に必要な関係機関との調整、必要な許認可の供与
- 水資源気象省から水利組合へ施設の運営・維持管理業務の指導
- 地雷を含むサイト周辺の安全状況の確認
- 二次・三次用水路整備事業の実施
- 基幹施設の維持管理を担当する水資源気象省の運営・維持管理事務所の設立と運営

(4) 施工監理計画

(a) 詳細設計および入札図書作成

本工事の実施に先立ち、実施詳細設計及び入札図書作成業務が必要となる。事業実施の E/N 締結後、直ちに「カ」国水資源気象省と本邦のコンサルタントはコンサルタント契約を結び、同省と綿密な協議を行い詳細設計に着手する。現地調査時に、水資源気象省と詳細設計、実施工程の打ち合わせを行う。詳細設計に係わる作業は以下の通りである。

① 追加調査（基本設計に基づく追加調査）

- 新規頭首工建設予定地周辺の地形確認
- 取水工計画地区の地形及び障害物確認
- 盛土材調達地点の再確認

② 詳細設計

- 現場調査に基づく詳細設計
- 詳細設計に基づく事業費の算定

③ 入札関連書類の作成

- 入札用設計図の作成
- 建設工事の入札関連書類の作成

(b) 入札業務および施工監理

詳細設計及び入札図書作成後、日本のコンサルタントは水資源気象省との協議をもとに入札業務を行う。また、工事開始後の施工監理業務の概要は以下の通りである。

① 施工図等の審査、承認

建設業者の提出する施工図、工事許可願、材料見本、機械仕様等の審査及び承認。

② 工事の指導

施工計画及び工程・品質管理の検討・指導、工事進捗状況の把握/検討/指導、施工途中での必要な検査の実施。

③ 支払承認

工事支払証明書及び工事完成後の完成証明書の発行に必要な出来高の確認と承認。

(5) 品質管理計画

特に法令により定められた品質管理基準はない事より、本邦の農林水産省において用いられている施工管理基準に準じて行なう。コンクリート試験及び土質試験は水資源気象省、公共事業省の試験機関（プノンペン市内）でも実施可能である。

コンクリート、盛土などの日常の品質管理は施工業者が実施し、その結果を仕様書に基づきコンサルタントが検討・確認する。各工事および調達品に関して、主だった品質管理項目は、次表に示すとおりである。

主要品質管理項目および方法

管理項目	管理内容	品質規格	測定頻度	方法
1. コンクリート工事				
セメント	種類		搬入時随時	観察
	品質規格に適合していること	JIS R5210	300ton/回	第三者機関
混和剤	JIS に適合していること	JIS A6204	配合設計前	製造工場の試験成績表により確認
骨材	粒度	コンクリート標準仕様書	600m ³ に一回、および採取場所が変わる毎に一回	試験立会
	単位容積質量	粗骨材 1.25kg/1 以上	採取場所及び材質が変わる毎に一回	試験立会
		細骨材 1.45kg/1 以上		
	細骨材の比重及び吸水率	比重 2.5 以上 吸水率 3.5%以下		
	粗骨材の比重及び吸水率	比重 2.5 以上 吸水率 3.0%以下		
	粗骨材の磨り減り試験	40%以下		
	骨材の洗い試験	細骨材 5%以下 粗骨材 1%以下		
	粘土塊量	細骨材 1%以下 粗骨材 0.25%以下		
	砂の有機不純物量	標準色より薄いこと		
	骨材の安定性	細骨材 10%以下 粗骨材 12%以下		
アルカリシリカ反応性	ASTM c289-66			
現場配合	細骨材の表面水量		一日一回、または降雨などにより変動した場合	適宜立会い
	スランプ	JIS A1101	一日二回（午前・午後）	
	空気量	JIS A1116		
	圧縮強度試験	JIS A1108	一日の打設量が 50m ³ 未満の場合、50m ³ に一回、50m ³ 以上の場合は、打設一日につき二回	試験立会
盛土試験				
材料	土粒子密度	JIS A1202	盛土材料ごと	試験立会
	粒度	JIS A1204		
	液性・塑性限界	JIS A1205		
	最適含水比	JIS A1210		
施工	試験盛土	最大乾燥密度の 95%以上		
	土の含水比	最適含水比+5%	延長 200m ごとに一回、測定箇所は横断方向に 3 点	適宜立会い
	現場密度の測定	最大乾燥密度の 95%以上		
3. 調達品（鉄筋、水門など）				
				試験立会、試験報告書の検討・確認

(6) 資機材調達計画

本工事の工事材料は、セメント、骨材、コンクリート二次製品、型枠材、鉄筋、塩ビ管等である。これらの材料は「カ」国市場に一般的に流通しているものであり、その品質と入手に問題は無い。

大型水門は「カ」国では調達不可能であり、日本または第三国調達とする。工事機械については、対象国に工事機械リース業者があることから、工事機械の調達は原則としてリースとする。

(7) 実施工程

「3.2 基本設計」で述べたとおり本計画は以下のような形態で実施される。

(a) 詳細設計段階

- 詳細設計 3.5 ヶ月
- 入札図書作成業務 3.0 ヶ月

(b) 建設工事段階

- 入札業務 2.0 ヶ月
- 本工事 24.0 ヶ月

実施工程を次表に示す。

実施工程表

段階	作業内容	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32			
詳細設計段階	詳細設計	■																																		
	入札図書作成				▨																															
本工事段階	入札業務							▨																												
	建設工事									▨																										

3.3 相手国側分担事業の概要

3.3.1 相手国側分担事業項目

(1) 相手国側分担事業項目

本無償資金協力事業の実施に際し、「カ」国事業実施機関である水資源気象省により、以下の事項の実施を分担することが必要である。

- 計画実施に必要な資料、情報の提供
- 水路・道路等の拡幅のための用地、仮設現場事務所、倉庫・資材置場などの建設に必要な用地の提供
- 実施機関である水資源気象省の本計画の実施に対する予算措置及び人員を含めた実施体制の確立
- 日本国内の銀行での口座の開設及び開設費、所要手数料の支払い
- 認証された契約により調達される資機材に課せられる諸関税の免除及び通関に必要な手続きの遂行
- 認証された契約に基づいて調達される日本国民に課せられる諸関税、内国税及びその他の財政課徴金の免除
- 認証された契約に基づいて供与される役務について、その作業遂行のために入国及び滞在に係る便宜供与
- 計画事業実施に必要な許可、認許、権限等の供与
- 無償資金協力の制度の下で建設された施設の効果的な維持管理の実施およびこのための運営・維持管理事務所の設立、予算措置
- 二次・三次用水路整備事業の実施
- 末端施設の維持管理を担当する受益者水利組合の設立・組織化
- 計画事業実施中に第三者及び非関連住民から寄せられた種々の問題に対する速やかな対応
- 計画事業に携わる日本国民に対して、闘争、暴動、騒乱、反乱、地雷などからの安全性確保

(2) 相手国側分担事業項目に対しての補足

(a) 無償対象事業の基幹施設の建設に係る項目

無償対象事業の基幹施設、主に幹線用水路沿いの既存水田（現況維持管理道路及び用水路堤の法尻より最大 2m 程度の拡幅）、仮設現場事務所、倉庫・資材置場の土地収用に関しては、遅くも建設業者契約時には、その土地収用手配が終了していることが必要である。また、カンボジア地雷処置センターの情報によれば、幹線用水路南側地区には、爆撃機により投下された不発弾が地表下 2-3m に埋没している可能性があるとの事である。したがって、無償事業実施が確定次第、水資源気象省はカンボジア地雷処置センターに対して不発弾（地雷含む）探査の実施要請を行い、必要により地雷・不発弾の撤去を行う必要がある。

(b) 無償協力事業により改善・改修された施設の効果的な運営・維持管理実施の為の方策

無償資金協力の制度の下で改善・改修された施設の効果的な運営・維持管理の実施のためには、水資源気象省による以下の事業が必要である。

- ① 基幹施設の運営・維持管理を担当する水資源気象省の運営・維持管理事務所の設立・運営
- ② 二次・三次用水路の整備のための資金調達、実施のため組織・体制の樹立
- ③ 二次・三次用水路の整備事業の実施（設計、施工、土地収用、無償対象事業と平行して実施）
- ④ 末端施設の維持管理を担当する受益者水利組合の設立・組織化
- ⑤ プノンペン西部開発計画の影響を最小限にするための具体的な措置（ローレンチェリ調整水門地点での取水ルールの確立等）

3.3.2 相手国側分担事業項目の実施可能性、妥当性

(1) 無償事業に必要な各種事務手続き等

実施機関である水資源気象省は本邦無償資金協力事業で実施されたカンダル州メコン河沿岸灌漑施設改善計画(1999.12 - 2001.3)の実施・運営経験を有しており、無償事業に必要な各種事務手続きについては経験があり、対応可能であると判断される。

(2) 用地収用

用地収用については、アジア開発銀行資金にて建設中のプレク・トノット川放流水路の用地取得等、他実施プロジェクトでの経験があること、関連する行政村長達も協力的であることより、対応可能であると判断される。水資源気象省並びに関連する行政村長による収用が困難である場合は、関係省庁再定住委員会(Inter-ministerial Resettlement Committee)により解決する体制が整備されている。また、実施機関である水資源気象省大臣名にて、事業に必要な土地収用は E/N 調印後3ヶ月以内に、関係者の合意のもとに土地収用を行う事を確認する旨のレターが発状されている（添付資料-6 参照）。

(3) 不発弾（地雷含む）探査・処理

不発弾（地雷含む）探査・処理の実施は人命に係る問題であることより、水資源気象省が責任を持って対応することを表明していることから、十分対応可能であると判断される。

(4) 水資源気象省の運営・維持管理事務所の設立・運営

基幹施設の維持管理を担当する水資源気象省の運営・維持管理事務所の設立・運営については、現在活動中のプロ技「灌漑技術センター計画」にて育成されている農業土木技術者を中心に、農業及び組織の専門家を加えた体制の構築が必要であり、同プロ技専門家の技術指導・側面援助により実現されるものと期待される。農民水利組合の設立・訓練については、実施機関が小規模水路整備予算の一部として計上しており、十分可能であると判断される。

(5) 小規模水路の整備

小規模水路整備に関しては、水資源気象省の出先機関であるバタンバン州水資源気象事務所

(BPSWRM)は、同州コンピンパイ地区の二次・三次用水路の整備を、本邦「草の根」無償資金（供与額は362千米ドル）を利用して実施した実績をもっている。整備（改善・建設）は2001年と2002年の2年間にわたり、対象面積は、958ha（一期：550ha、二期：408ha、平均期間は約500ha/年、平均費用は、380米ドル/ha）であった。設計はバットアンバン州水資源気象事務所が行い、施工は現地業者を雇用して実施された。受益者・農民は水路用地の提供を通して事業へ参加している。整備に係る技術的な課題は、バットアンバン州での実施例が示す通り実施の可能性は高いと判断される。

資金（総額米77万米ドル、92百万円相当）の調達は、a)表3.3.1に示すとおり水資源気象省は各種のプロジェクトを実施中又は予定しており、そのカウンターパート・ファンドを調達した実績があること及びb)水資源気象省は本プロジェクトを最優先プロジェクトとして位置付けていることから判断して可能であると判断される。水資源気象省は既に2003年1月に、経済財務省に対して本工事实施のための予算申請書を提出済みである（添付資料-4参照）。なお、水資源気象省が予定している今後のプロジェクトは表3.3.1に示す通りである。

3.3.3 上位計画実現に必要な相手国側事業項目

本無償協力により、基幹施設の改善・改修が実施され、「カ」国側で二次・三次用水路および末端用水路の整備が完了して生産基盤が整い、計画作付体系の水稻二期作が導入、普及拡大して行くためには以下の「カ」国側の行政サービスに係る自助努力が必要である。

(1) 農業技術普及

60%から90%の農民がIR系早稲水稻栽培技術に習熟しておらず、新しい水稻二期作営農体系に係るIR系水稻品種の水管理を含めた栽培技術講習の強化が不可欠である。水資源気象省の運営・維持管理事務所が中心となって郡農業事務所、先行プロジェクト（AQIP、NGO）と連携して展示圃場を各地区に設けて講習会を開催するなどの普及強化を図ることが不可欠である。

(2) クレジット・市場情報広報の強化

計画対象地域農民の直面している問題として既存農民金融の融資が小額で且つ高利であるとの苦情が多く、これを是正する行政指導が必要である。投入資材として改良種子・肥料資材クレジットの強化要望が強く、既存の先行NGO、ドナー国実施プロジェクト（AQIP）と連携した体制強化が必要である。

市場価格情報、換金性の良い裏作物、月別米価格情報などを農民に広報し、農民の流通市場へ対応した営農システム普及への指導を強化する。

(3) 農道の整備

現状では末端水路から田越灌漑で水稻栽培が実施され、二期作と一期作では収穫時期が異なり、農道が無い地区は収穫物搬出で栽培中の水田を通過せねばならない。このため、導入したくとも二期作を断念せざるを得ない農家が出る可能性が大きい。水資源気象省が二次・三次用水路整備事業で地元農民との協議・合意の上で農道を整備する必要がある。

3.4 プロジェクトの運営・維持管理計画

(1) 灌漑システムの運営・維持管理に関する政府方針

国家水資源戦略書によれば、「カ」国政府の財政状況は極めて厳しい状況であることから、維持管理に必要な資金は出来る限り受益者が負担することを原則としている。そのための方策として、財政的・技術的に自立した水利組合（FWUC）の設立・強化を重点としている。国家水資源戦略書では、灌漑面積が 1,500ha 以上のシステムは、水資源気象省がその基幹施設の運営に責任を持つこととしている。

本計画対象地域の灌漑対象面積は 1,950 ha であることから、この国家水資源戦略書に基づき、水資源気象省が基幹施設の運営・維持管理の、二次用水路以下の水路と構造物は水利組合が責任を持つこととなる。灌漑水の供給が十分でなく施設が老朽化している現状においても、各村落単位での水配分の調整が実施されており、カンダル州水資源気象事務所がこれらの調整を行っている。事業完了後、この体制で施設の運営・維持管理を円滑に実施していくには、以下の事項への対応が必要である。

- ① プロ技活動にて養成された技術者と技能員が基幹施設の運営・維持管理にあたる。また、水資源気象省は無償工事期間中にもコンサルタント及び建設業者にカウンターパートを派遣して人材を育成する。
- ② 各村落組織を母体とした水利組合を無償対象事業の建設が確定した段階（E/N 調印後）より組織化し、水資源気象省が指導・教育する。
- ③ 上記活動のための予算・要員を水資源気象省が用意する。
- ④ プロ技活動として運営されている「灌漑技術センター計画」が上記活動を支援する。

(2) 先行無償協力事業よりの教訓

カンダル州キーンスパイ郡にて本邦無償事業として実施された「カンダル州メコン河沿岸灌漑施設改善計画（2001年3月竣工）」は、伝統的なコルマタージュ農法のための基幹施設の建設と水利組合の組織化支援をソフトコンポーネントで実施した。コルマタージュ農法とはメコン河の富養分を含む泥水を河川水位が上昇するところに水路を通じて氾濫源に広がる後背湿地に導水して送泥客土を行い、その沈泥を利用した耕地の拡大と土壌の富養化を図る農法である。

この改善計画では改善された 4 本のコルマタージュ水路毎に水利組合が水資源気象省の指導で組織化された。この組合組織化は無償事業のソフトコンポーネントを利用して 2000 年 8 月より翌年 8 月の組合登録完了まで 1 年間で実施された。調査結果を分析して得られた結論は以下の通りである。

- ① 受益者ニーズの不十分な確認による事業の実施：コルマタージュの伝統農法を営む農民のコルマタージュ改善計画に対するニーズ確認が不十分のままに基幹施設の改善が実施された。改修した 4 本のコルマタージュ水路の内、3 本のコルマタージュでは農民が事業実施以前と同様の営農を続け、無償事業により改善された水路からは殆ど取水していない。
- ② 水利組合育成強化の支援体制の不備：本コルマタージュ水利組合組織化・強化に対する指導・支援を所管する水資源気象省職員の支援活動を支えるべき体制・資金に絶対的な不足がある

と判断されたことにより、1年間のソフトコンポーネントによる支援が実施された。しかしながら、その後のモニタリングが実施されず、フォローアップも途絶えた。

以上の教訓から本灌漑施設改善計画では、特に以下の2点に留意して維持管理体制を構築することが重要である。

① 灌漑施設改善・改修計画ニーズの確認

カンダルスタン灌漑施設改善計画では十分に灌漑計画対象地域の受益者ニーズを確認して受益者のニーズに沿った灌漑システムの設計・施工が必要である。このために、受益者の本プロジェクトへの参加を強化する必要がある。

② 水資源気象省によるプロジェクト運営・維持管理事務所の設立と水利組合の組織強化

コルマタージュの教訓から明らかなように形の上で水利組合を組織化しても実施主体である農民が十分に自立して組合を運営して行けるまでには相当な時間を要し、組合事務所運営費用の徴収も困難な状況である。このため、プロジェクト運営・維持管理事務所による水利組合への支援が必要不可欠である。水資源気象省は、プロジェクト運営・維持管理事務所設立に伴う費用並びに事務所運営に必要な職員配置、年間運営・維持管理予算を確保する必要がある。

(3) プロジェクト実施体制

本カンダルスタン灌漑施設改善計画は以下の関係機関（図 3.4.1 参照）で実施され、各機関の役割と構成メンバーは下表の通りである。

カンダルスタン灌漑プロジェクトの運営機関とその役割

	運 営 組 織	組 織 の 役 割	メンバ－
1	ステアリング・コミッティ (Steering Committee)	ステアリング・コミッティは E/N 締結後に正式に組織され、以下の役割を担うものとする。 -工事進捗に伴う必要な他省庁との横断的な調整業務 -工事進捗及びプロジェクト実施（含プロジェクト運営・維持管理事務所の設立・運営、水利組合の組織化）におけるモニタリング及び監督・指導	・議長：水資源気象省の次官補 ・水資源気象省関係部局局長及びカンダル州水資源気象事務所 ・カンボジア開発評議会 ・農業省 ・JICA カンボジア事務所 ・JICA 専門家(水資源気象省) ・JICA プロ技「灌漑技術センター計画」チームリーダー 必要に応じてカンダルスタン 郡事務所、カンダルスタン水利組合代表を招集する。
2	水資源気象省	-無償資金協力事業の実施の総括管理業務 -地雷及び不発弾処理に関する関連機関との調整 -二次・三次用水路の整備(設計・施工管理) -工事施工に伴う用地収容業務 -工事施工に伴う乾期の灌漑用水路閉鎖に関する農民との調整業務 -運営・維持管理事務所の設立・指導・監督及び水利組合組織化支援業務	・灌漑農業局 ・建設局 ・灌漑管理事務所責任者 ・二次・三次用水路整備責任者
3	灌漑技術センター計画	-プロジェクト運営・維持管理事務所に配置される「カ」国職員への指導・助言 -水利組合組織化に関する支援 -「灌漑技術センター計画」のモデルサイトでの水稻二期作 -普及支援展示圃と水管理の展示	・JICA 専門家チーム ・カウンターパート

4	水利組合 (FWUC)	<ul style="list-style-type: none"> - 灌漑受益者からの水利費徴収 - 末端灌漑施設の定期的な維持管理業務 - 組合員へ必要な技術支援、営農支援を検討しプロジェクト運営・維持管理事務所に支援要請 - 監督官庁への水利組合の能力を超える施設改修に関する支援要請 - 水利グループ間の水管理に係る紛争調停 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水利組合運営委員会 ・ 灌漑受益者
5	プロジェクト運営・維持管理事務所	<ul style="list-style-type: none"> - 基幹施設（取水源施設、幹線用水施設）の包括的な維持管理業務 - 水利組合への水管理指導 - 水利組合への営農指導 - 水利組合への維持管理指導 	<ul style="list-style-type: none"> ・ プロジェクトマネージャー／主任／灌漑技師 ・ 農業改良普及員 ・ 組織強化 ・ 会計、技能者、助手総計 10 名

(4) プロジェクト運営・維持管理事務所

水資源気象省は E/N 締結後に速やかにプロジェクト運営・維持管理事務所を本灌漑改修計画サイトに設立し、水利組合設立に向けて活動を開始する必要がある。この事務所はカンダルスタン郡水資源気象事務所内に事務所を借り上げて設営するものとする。事務所は基幹施設の運営・維持管理を行うと共に水利組合に対して a) 水管理、b) 営農及び c) 維持管理、に関する指導を行う。本事務所は側面から以下の機関の支援を受けるものとする。

- JICA プロ技「灌漑技術センター計画」モデルサイトでの水稻二期作に係る普及支援展示・教育・指導
- 灌漑技術センターおよび郡農業事務所から集約農業体系技術の情報提供
- 郡農業事務所より作物多様化に関わる営農普及情報の提供
- 郡水資源気象事務所より灌漑事業推進に係る業務促進支援

このプロジェクト運営・維持管理事務所は以下の職員（10 名）からなる。農業普及員については外部機関（農林水産省等）より出向を依頼して配置する。事務所に配置する 4 職種 10 名の業務内容は表 3.4.1 の通りである。

プロジェクト運営・維持管理事務所配属職員

配置職員	職員数	備考
1 プロジェクトマネージャー／主任灌漑技師	1	水資源気象省より出向
・テクニシャン／灌漑	1	
・助手／灌漑	1	
2 上級農業普及員	1	農林水産省より出向
・テクニシャン／農業普及	1	
・助手／農業普及	1	
3 主任水利組合組織強化職員	1	水資源気象省（IAD*）より出向
・副主任／組織強化	1	
・助手／組織強化	1	
4 会計係	1	水資源気象省より出向
合計	10	

*IAD：灌漑農業局

(5) 水利組合

(a) 水利組合設立の基本方針

本調査対象地域が包括する 7 つの行政村を主軸とした水利グループを単位とする、水利組合の組織化をプロジェクト運営・維持管理事務所が実施する。すなわち、現況での村落水管理組織は小雨季に発生する行政村間の水争いを地区内有力者が協議して調停する機能を担っている（同一行政村内での水争いは顕在化していない）。これら既存の村落社会構造を基本とした水利組合の組織化を前提とする。従って幹線用水路沿に位置する 7 つの行政村を基本とした 7 水利組合が組織化され、その統括組織として 7 水利組合の組合長からなる水利組合運営委員会（FWUC-Board）を結成する。各水利組合は行政村内の三次用水路をベースとした受益者水利グループ（FWUG: Farmer Water User Group: 大略、30ha から 50ha 規模）を組織化する（図 3. 4. 2 参照）。

(b) 水利組合設立の手順

水資源気象省は「カ」国における参加型灌漑管理 (Participatory Irrigation Management Development: PIMD) に係る政策を採択し、PIMD 指針を 2000 年 6 月に刊行した。全ての灌漑開発計画を支援するドナー諸国がこの PIMD に沿った開発アプローチを取るよう提言している。本 PIMD は下記に示す 8 段階からなる水利組合組織化の手順を定めており、本計画における水利組合組織化はこの PIMD に示される次の手順に沿って実施される。

- 第 1 ステップ : 農民集会を通して受益者の FWUG への意識啓蒙
- 第 2 ステップ : 水利システムにおける灌漑ブロックレベル（三次用水路：FWUG）の設定
- 第 3 ステップ : 各水利ユニット（FWUG）から農民代表の選定
- 第 4 ステップ : 水利組合（二次水路組合）の結成
- 第 5 ステップ : 水利組合委員会の結成
- 第 6 ステップ : 水利組合定款(案)の策定
- 第 7 ステップ : 最終的な水利組合定款の批准
- 第 8 ステップ : 水利組合定款及び水利組合委員会の水資源気象省への法人登録

(c) 水利組合訓練計画

計画対象地域の多くの受益者は大規模な農民組織に慣れていないため、設立までに相当の時間を要すると判断される。それゆえに水利組合組織化の段階から受益者の訓練を開始する必要がある。

訓練計画は講義と実習の訓練プログラムから構成され、運営・維持管理事務所が中心となり、水資源気象省技術部、「灌漑技術センター計画」及び郡農業事務所の協力を得て実施する。この訓練計画の実施及び水利組合育成に係る予算として水資源気象省は 50,560 米ドルを見込み、予算化の手続を進めている。

① 講義プログラム

この講義プログラムは 1 年間の予定で実施し、組合員の能力向上に向けた講義内容は以下の課題について実施する。

- 「カ」国政府が公布した灌漑システムの運営維持管理に関する政策 Pracas 306 (法令 306 号)運用規約の理解
- カンダルスタン水利組合 (仮称) で決めた定款の理解
- 事務・会計管理を含む水利組合の事務管理の責務
- 水利費徴収システムの構築法
- 作付計画立案、それに伴う水管理方法
- 年間施設維持管理計画策定法及び水管理方法
- 稲作、野菜、畜産に係る農業・栽培技術・飼養技術
- 農民金融・市場情報

② 実習プログラム

上記課題の講義内容の実習として改善・改修された灌漑受益地で OJT を通じて技術訓練を行い、水利組合の自立性を育成する。これを支援する一環として水資源気象省を受け入れ機関として 2001 年 1 月より発足した JICA プロ技「灌漑技術センター計画」の役割が期待される。本プロ技は主に灌漑施設の調査、計画、設計、施工管理及び水管理の各分野における人材育成を目的としている。プロ技「灌漑技術センター計画」モデルサイト (260ha) 計画対象地域内の中央部に位置し、2002 年から二次用水路の整備工事にかかる OJT が開始された。さらにこのモデルサイトで水稻二期作普及展示の実施が予定され、その波及効果が期待される。

(6) 水利費とその徴収

水利費は各年毎に、水利組合が自立するまでの期間はプロジェクト運営・維持管理事務所で実灌漑面積を基に水利費を算定し、組合員と協議・合意の下に水利組合が徴収できるようにする。水利組合が年間に必要な運営・維持管理費は表 3.4.2 に示すとおりで、水利費として 2.0 米ドル/ha/年 が算定された (一期作と雨季二期作をユニットにする)。この額は事業実施による増収分 (281 米ドル) の 0.7 % に相当、ベースライン調査結果からも農民が十分に支払い可能な額と判断される。

(7) プロ技「灌漑技術センター計画」による水稻二期作の普及展示

計画対象地域に OJT 用のモデルサイト (260ha) を持つプロ技「灌漑技術センター計画」との協議によれば、本計画により改修される灌漑施設の維持管理・運営に対する以下の支援が「灌漑技術センター計画」より期待される。

(a) モデルサイト内の三次用水路の整備

OJT の一環として整備し、2005 年 4 月までに完了する

(b) 早稲水稻の二期作実現への支援

モデルサイト内への灌漑水の配水状況を確認後、サイト内の圃場を中心に普及支援プログラムを開始する。営農支援のための日本人専門家の追加投入は未定であり、AQUIP、NGO、短期専門家を

等の投入の可能性についても検討する。財政的な支援として、優良種子・肥料の配布、普及活動に携わる要員の活動経費（人件費、資材費）などを検討予定である。

(c) 水管理のための農民組織化への支援

「灌漑技術センター計画」としては農民の組織化は活動目標となっていないが、三次用水路レベルでの農民による水管理手法を確立することを目標としている。従って、「灌漑技術センター計画」の支援によって水資源気象省により組織化される水利組合に対する水管理手法の訓練は実施され得る。但し、1,950ha をカバーするシステム全体の農民組織化に付いては、将来の協力課題とする。

(8) 水門の操作マニュアルの作成

本計画で、頭首工の新規建設、ツクツラ調整水門の改善・改修、ドエムラス調整水門の嵩上げおよび取水工の建設が実施される。これらの構造物には全て水門が設置されることから、洪水時における水管理および乾季における水利用を効率良く行うために水門操作マニュアルを作成し、これに基づいた運営が求められる。この水門操作マニュアル作成は、上流に位置するローレンチェリ調整水門の運用及び上流河川区域内の水田の標高（EL. 12.30m）を考慮する必要がある。また、運営・維持管理事務所はこのマニュアルに基づき、実際に運営した結果をモニターしてマニュアルそのものを適宜更新するものとする。

3.5 プロジェクトの概算事業費

3.5.1 協力対象事業の概算事業費

本協力対象事業を実施する場合に必要な事業費総額は17.86億円となり、先に述べた日本と「カ」国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記(1)に示す積算条件によれば、次の通り見積もられる。

なお、この概算総事業費は暫定値であり、日本政府による無償資金協力としての承認のため、さらに精査される。また、この概算事業費は即交換交文上の供与限度額を示すものではない。

(1) 日本国側負担経費

事業費区分	金額
(1) 建設費	16.22 億円
a) 直接工事費	(10.17 億円)
b) 共通仮設費	(1.13 億円)
c) 現場経費等	(2.04 億円)
d) 外注工事費	(1.85 億円)
e) 一般管理費等	(1.03 億円)
(2) 土木設計監理費	1.64 億円
合計	17.86 億円

(2) カンボジア国側負担経費 95万7,200ドル (約10,580万円)

費目	カンボジア国側負担経費	
	米ドル	円換算額 (百万円)
①土地取得	20,000	2.2
②不発弾・地雷調査及び除去	156,000	17.2
③銀行手数料	2,700	0.3
④通関諸掛	1,000	0.1
⑤二次・三次用水路整備	767,000	84.8
⑥維持管理事務所設立	10,500	1.2
合計	957,200	105.8

二次・三次用水路整備費用及び運営・維持管理事務所設立費用の内訳は表3.5.1及び表3.5.2のとおりである。

(3) 積算条件

- ① 積算時点 平成16年9月
- ② 為替交換レート 1.0 米ドル= 110.08 円= 4,000 リエル
- ③ 施工期間 詳細設計及び工事期間は施工工程(図3.1.1)に示した通り。
- ④ その他 本計画は、日本国政府の無償資金協力の制度に従い、実施されるものとする。

3.5.2 運営・維持管理費（含予算手当ての方法）

(1) 運営・維持管理事務所必要経費

計画実施後に水資源気象省が負担する基幹施設に対する年間運営維持・管理費用は下記の通りであり、詳細は表 3.5.3 に示すとおりである。なお、二次・三次用水路の運営維持・管理費用は水利組合の負担となる。

運営・維持管理 事務所必要経費

必要経費項目	金額（米ドル）	金額（¥）
運営・維持管理事務所人件費	2,475	0.3 百万円
運営・維持管理事務所運営維持管理費	1,460	0.2 百万円
維持管理事業費（30 年間平均）	4,145	0.4 百万円
合 計	8,080	0.9 百万円

備考：110.08¥/＄で端数を四捨五入

維持管理費は灌漑施設維持・管理および水利組合に対する技術支援にかかる人件費、事務所維持費用、維持管理事業費で構成される。維持管理事業費については、20 年に 1 度の水門の水密シール等の交換、12 年に一度の塗装など定期的に大きな金額がかかるもの、また、定期補修等年月を経るに従い金額が増額するものがあるため、プロジェクトライフサイクルを 30 年としてその平均にて算定した結果、年間 8,080 米ドルとの結果を得た。

(2) 財政面におけるプロジェクトの実行可能性

水資源気象省は現在、ローレンチェリ調整水門に対して年間 4,790 米ドル、ツクツラ調整水門に 5,690 米ドル、コンボンツール調整水門に 2,350 米ドル程度の予算を各責任事務所内で確保しており、この程度の支出には十分耐えられると考える。また、ステアリング・コミッティ会議で想定される予算金額を示して水資源気象省側に予算措置の可能性を確認したところ、問題なく準備できる金額であるとのことであった。

3.6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

(1) 実施機関である水資源気象省の本計画実施に対する必要な予算措置及び人員を含めた実施体制の確立

本無償資金協力事業実施における「カ」国側負担額である 95.72 万米ドルは a) 土地収用、b) 不発弾探査処理、c) 銀行手数料・通関手続き諸費用、d) 水利組合育成を含む二次・三次用水路整備事業費、e) プロジェクト運営・維持管理事務所設立費、からなる。この中で d) の予算については、水資源気象省と財務省間で既に合意している。残りの b) 不発弾探査処理は総費用が 156 千米ドルに上り、d) プロジェクト運営・維持管理事務所設立と合わせて 166.5 千米ドルになる。本計画が円滑に推進されるために実施機関でこの予算措置を確実なものにする必要がある。

(2) 無償資金協力の制度の下に建設された施設の効果的な運営・維持管理の実施

水資源気象省は本無償資金協力対象事業に係る工事が開始されると共に速やかにプロジェクトサイトに運営・維持管理事務所を設立し、必要な要員を配置して水利組合育成に係る活動に着手する必要がある。

(3) プロ技活動との連携

プロ技活動にて養成された技術者と技能員が基幹施設の運営・維持管理に当る。また、水資源気象省は無償工事期間中にもコンサルタント及び建設業者にカウンターパートを派遣して人材を育成することが求められる。

第 4 章

プロジェクトの妥当性の検証

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4.1 プロジェクトの効果

(1) 直接効果

日本の無償資金協力事業により、以下に示す幹線水路及び付帯施設の改善・改修が実施され、灌漑用水が安定的に供給される基盤が整備される。

期待される直接効果

項目	現状と問題点	本計画での対策（協力対象事業）	計画の効果・改善程度
一般状況	灌漑施設の不適切な計画・施工、激しい老朽化等により既存灌漑施設から用水の安定供給が出来ない状況である。雨季においても補給的な灌漑が主で作付けは用水路の近傍地区を除き、ほぼ年1作に限定されている。平均単収（籾）も灌漑水が安定的に供給されないことより、在来種1.8ton/ha、IR系品種が2.5ton/haと低い。	調整水門の改修（3ヶ所） -1月7日堰の改修（嵩上げ） -新規頭首工の建設（1ヶ所） -取水工の建設（1ヶ所） -既存幹線水路と関連構造物の改修（5.3km） -維持管理道路と関連構造物の改修（14.6 km） -幹線排水路上の関連構造物の改修（8ヶ所）	基幹灌漑システムの改修により、灌漑用水が安定的に確保され、適切な維持管理により安定的に水が供給され、既存地区の4割以上が天水農業から灌漑農業へ移行する基盤が整備される。 ①実灌漑面積*：800ha（現在、0.0ha）

備考：実灌漑面積とは灌漑用水が安定的に供給され、計画作付け体系が普及している面積

(2) 間接効果

「カ」国政府が独自に資金繰りして二次用水路以降に係る改修、水利組合の育成強化を図ることを前提として以下のような間接効果が期待される。

期待される間接効果

期待される間接効果	その内容
雨季水稻二期作の実現	受益農地において4月から12月中旬までの雨期作の灌漑用水供給が安定し、水稻の二期作栽培が可能となる。 ①作付け率：108%（現在）→174%（無償工事後8-10年）
生産性の向上	灌漑用水の安定供給により、単収が増大する。 ①在来種単収：1.8ton/ha（現在）→3.0ton/ha（無償工事後4年） ②IR系単収：2.5ton/ha（現在）→4.0ton/ha（無償工事後4年）
乾季作導入及び農業収入向上	裏作も導入可能となり、水利組合に登録された裨益者の農業収入が向上する。 ①農業収入：138米ドル/戸（現在）→418米ドル/戸（無償工事後4年）
国家社会経済開発計画への貢献	農村部の貧困削減に貢献する。

(3) 裨益人口

計画対象地域に居住する約2,800世帯、13,400人（2002年人口センサス）が裨益するものと判断される。

(4) 成果指標

本無償資金協力事業の成果指標は実灌漑面積 800ha とする。本プロジェクトの事業効果測定のためのベースライン調査を実施した。本ベースライン調査実施方法については 2.2.4(2)に記載している。評価のタイミングについては工事完工 4 年後に実施し、その指標は事業実施報告書、水資源気象省報告書、及び流量観測記録をベースとする。

4.2 課題・提言

本無償協力対象事業により基幹施設の改修が実施され、「カ」国側で二次・三次用水路の整備が完了して生産基盤が整う。計画作付体系の水稲二期作が導入、普及拡大して行くためには以下の課題についての「カ」国側の自助努力が必要である。

(1) 計画作付体系に係る水稲二期作技術普及

行政村間で相違があるが、6 割から 9 割の農民が IR 系早稲水稲栽培技術に習熟しておらず、新しい水稲二期作営農体系に係る IR 系水稲品種の水管理を含めた栽培技術講習の強化が不可欠である。運営・維持管理事務所が中心となって郡農業事務所、先行プロジェクト（TSC、AQIP、NGOs）と緊密に連携して展示圃場を各地区に設けて講習会を開催するなどの普及強化を図ることが不可欠である。

(2) クレジット・市場情報広報の強化

- ① 計画対象地域農民の直面している問題として既存農民金融の融資が小額で且つ高利であると
の苦情が多く、これを是正するための指導官庁による行政指導が必要である。
- ② 投入資材として改良種子・肥料クレジットの強化要望が強く、既存の先行 NGOs、オーストラ
リア国際開発庁の実施する農業品質改善計画（AQIP）と連携した農民支援体制強化が必要であ
る。
- ③ 市場価格情報、換金性の良い裏作物、月別米価格情報などを農民に広報し、農民の流通市場へ
対応した営農システム普及への指導を強化する。

4.3 プロジェクトの妥当性

プロジェクトの妥当性の審査結果は以下の通りである。

プロジェクトの妥当性の説明

1)	プロジェクトの裨益対象が貧困層を含む一般国民であり、その数がかかなり多数であるか？	受益対象農家の平均農業年収は 200 米ドル/戸以下であり、開発援助委員会 (DAC) が「極端な貧困」として 370 米ドル/戸を大きく下回っている。受益対象者は 13,400 人である。
2)	プロジェクトの目標が BHN や教育・人造りに合致する、もしくは民生の安定や住民の生活改善のために緊急的に求められているプロジェクトか？	灌漑施設が改善・改修されることにより、灌漑農業が実現化され、農家収入が向上することが期待される。
3)	被援助国が原則として独自の資金と人材・技術で運営維持管理を行うことができ、過度に高度な技術を必要としないか？	実施機関は、運営・維持管理事務所と水利組合を組織して、改善・改修された灌漑施設の運営維持管理を現在、進行中のプロ技「灌漑技術センター」の人的・技術的支援を受けながら実施予定である。改善・改修施設は維持管理が原則として不要な、在来型の施設としていることより、高度な技術は不要である。
4)	当該国の中・長期的開発計画の目標達成に資するプロジェクトか？	「カ」国の第二次社会経済開発計画の農村部の貧困削減計画に寄与する。
5)	原則として過度に収益性の高いプロジェクトではないか？	雨季水稻の二期作を導入することで、農家収益は 418 米ドル/ha/年に向上することが期待されるが、農家の平均耕作面積が 1.1ha であることより、過度に収益性が高い水準ではない。
6)	環境面で負の影響がないか？また、負の影響を排除するための何らかの措置がとられているか？	本計画は、既存灌漑施設の改善・改修事業であることより、環境面で負の影響は無い。逆に、本計画により、下記の理由により水路内の環境は向上すると考えられる。 現在、幹線用水路の始点付近にある水門構造物の敷高は高く、また、水路の途中で水路底の不陸がある。このため、乾期及び河川の水位が低い場合に幹線水路の水が流下せず、下流では溜まり水が生じて、蚊の発生や悪臭の原因となっており環境の悪化を招いている。今回の改善では、水路の敷高を一定勾配として、常に下流に水が流下するようしてあることから、水路における環境の向上が図られている。
7)	我が国の無償資金協力の制度により、特段の困難がなくプロジェクトが実施可能か？	実施機関は、我が国の無償資金協力の制度による事業の経験があることより、特段の困難がなくプロジェクトが実施可能である。但し、「カ」国側負担分 1.06 億円が必要であり、その調達についての準備が必要である（二次・三次用水路の整備予算相当額は予算手当て済み）。

4.4 結 論

本プロジェクトは上述のように多大な直接・間接効果が期待されると同時に、本プロジェクトが広く住民の生活改善に寄与するものであることから、協力対象事業の一部に対して、我が国の無償資金協力を実施することの妥当性が確認される。さらに、本プロジェクトの運営・維持管理についても、相手国側体制は人員・資金ともに十分でないが、以下の点が改善・整備されれば、本プロジェクトはより円滑かつ効果的に実施しうるものと考えられる。

- ① プロ技の灌漑技術センターと本計画との連携が協力的に行われ、モデルサイトで水稻二期作展示が行われる。
- ② 灌漑技術センターの OJT を通して研修を受けたカウンターパートが本計画に優先的に配置される。
- ③ 実施機関である水資源気象省が運営・維持管理事務所を設置して必要な職員を配置し、水利組合育成強化を図り、適切に基幹施設並びに末端施設の運営・維持管理が行われると共に農林水産省農業普及局と連携して受益者支援を行う。
- ④ 二次用水路の整備工事が灌漑技術センター指導を通じ「カ」国側負担により 2007 年に完了する。

付 表

表2.1.1 水資源気象省の資格別・局別職員数

No	部局	技師			技能士			準技能士			研修経験者			実務経験者			合計		
		男	女	小計	男	女	小計	男	女	小計	男	女	小計	男	女	小計	男	女	小計
0	本省	0	9	9	1	5	6	0	0	0	0	1	1	3	2	5	4	17	21
1	総務・人事局	0	3	3	4	11	15	3	1	4	0	0	0	9	16	25	16	31	47
2	計画・国際協力局	1	8	9	4	6	10	1	1	2	0	0	0	3	2	5	9	17	26
3	財務局	1	1	2	1	6	7	0	2	2	0	0	0	6	10	16	8	19	27
4	水資源管理保全局	0	16	16	3	7	10	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3	24	27
5	水文・河川局	0	16	16	4	6	10	1	3	4	0	0	0	2	8	10	7	33	40
6	気象局	7	2	9	6	26	32	1	10	11	0	1	1	4	4	8	18	43	61
7	灌漑農業局	1	30	31	1	44	45	2	2	4	0	3	3	0	37	37	4	116	120
8	上下水道局	0	9	9	0	6	6	0	0	0	0	0	0	1	10	11	1	25	26
9	建設局	1	64	65	19	84	103	4	2	6	4	4	8	8	145	153	36	299	335
	合計	11	158	169	43	201	244	12	22	34	4	9	13	36	234	270	106	624	730
	(%)	1.5	21.6	23.2	5.9	27.5	33.4	1.6	3.0	4.7	0.5	1.2	1.8	4.9	32.1	37.0	14.5	85.5	100.0

表2.1.2 カンダル州水資源事務所の資格別・局別職員数

No	事務所	技師			技能士			準技能士			研修経験者			実務経験者			合計		
		男	女	小計	男	女	小計	男	女	小計	男	女	小計	男	女	小計	男	女	小計
	カンダル州水資源事務所	0	6	6	3	15	18	0	2	2	0	0	0	5	30	35	8	53	61
	(%)	0.0	9.8	9.8	4.9	24.6	29.5	0.0	3.3	3.3	0.0	0.0	0.0	8.2	49.2	57.4	13.1	86.9	100.0

出典: Administration and Human Resource Department/MOWRAM/ March 2002

表 2.1.3 水資源気象省の予算(1999年～2003年)

年	内容	編成予算 (A)	執行予算(B)	(B)/(A) %
1999年*	人件費	740,000,000	779,503,060	105.3
	管理運営費	3,340,000,000	2,578,261,750	77.2
	年金	25,000,000	5,607,430	22.4
	WMOへの寄付		32,481,807	
	事業費		235,843,000	
合計	(Riel)	4,105,000,000	3,395,854,047	82.7
	(US\$)	1,026,250	848,964	82.7
2000	人件費	690,000,000	686,790,452	99.5
	管理運営費	5,060,000,000	4,286,050,777	84.7
	年金	30,000,000	9,265,480	30.9
	WMOへの寄付	120,000,000	119,143,680	99.3
	事業費		3,829,100,000	
合計	(Riel)	5,900,000,000	8,930,350,389	151.4
	(US\$)	1,475,000	2,232,588	151.4
2001	人件費	850,000,000	803,594,290	94.5
	管理運営費	6,700,000,000	5,636,833,663	84.1
	年金	40,000,000	8,461,510	21.2
	WMOへの寄付	150,000,000	141,732,000	94.5
	事業費		12,102,541,036	
合計	(Riel)	7,740,000,000	18,693,162,499	241.5
	(US\$)	1,935,000	4,673,291	241.5
2002	人件費	740,000,000	779,503,060	105.3
	管理運営費	6,300,000,000	7,931,827,461	125.9
	年金	35,000,000	543,150	1.6
	WMOへの寄付	425,000,000	407,388,537	95.9
	事業費		2,565,500,000	
合計	(Riel)	7,500,000,000	11,684,762,208	155.8
	(US\$)	1,875,000	2,921,191	155.8
2003		Proposed	Approved	
	人件費	1,359,594,000	1,360,000,000	100.0
	管理運営費	13,792,421,000	10,300,000,000	74.7
	年金	35,000,000	35,000,000	100.0
	WMOへの寄付	149,280,000	150,000,000	100.5
合計	(Riel)	15,336,295,000	11,845,000,000	
	(US\$)	3,834,074	2,961,250	

注: 1999年は水資源気象省が設立された年である。
WMO は World Meteorology Organizationを意味する。

表 2.1.4 カンダル州水資源気象省事務所の予算内訳

内容	年間予算							
	予算				決算			
	1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002
1. 人件費		43,000,000	43,000,000			35,947,000	37,248,000	
2. 変動費								
> 事務用品		6,300,000	9,000,000			6,300,000	8,860,000	
> 光熱費・水道料金・電話代		2,300,000	3,000,000			1,700,000	0	
> 日当		2,000,000	4,000,000			1,996,000	3,296,000	
> 出版費		0	0			0	0	
> 維持管理費		6,500,000	8,500,000			6,500,000	7,960,000	
> 業者委託費		0	0			0	0	
> 公衆衛生費		2,000,000	2,000,000			973,000	800,000	
> 固定資産購入費		1,500,000	4,000,000			1,500,000	4,000,000	
> 教育・訓練		0	0			0	0	
小計(Riel)		63,600,000	73,500,000			54,916,000	62,164,000	
小計(US\$)		15,900	18,375			13,729	15,541	
3. 事業費 a/		0	0			0	0	
予算合計(Riel)		63,600,000.00	73,500,000.00			54,916,000.00	62,164,000.00	

出典: Finance Department/MOWRAM

表 2.1.5 水資源気象省の公共事業費内訳

(換算レート: 4000 R/US\$)

年	No.	内 容	合計
1999	1	Payment for supplying Construction Equipment in Svay Year, Svay Rieng Province	40,841,000
	2	Payment for Laterite In Boeun Chunlen Construction Site, Kandal Province	51,000,000
	3	Repairing Kob Srov Dike Phase I	70,000,000
	4	Topographical Study In Anlong Kichork, Svay Rieng Province	31,002,000
	5	Repairing Water Gate In Kampong Dangkor Takeo Province	13,000,000
	6	Repairing Kob Srov Dike PhaseII(final)	30,000,000
合計			Riel 235,843,000 US\$ 58,961
年	No.	内 容	合計
2000	1	Labor Budget for 10 Floating Pump Station	133,000,000
	2	Labor Budget for Repairing 5 February Dam in Chamcarleu District, Kampong Cham Province	75,600,000
	3	Labor Budget for Construction Mekong River Flood Protection Dike, Kampong Cham Prov.,	290,500,000
	4	Labor Budget for Repairing Dam & 9 Diversion in Kampong Cham	91,000,000
	5	Labor Budget for Plder Construction, Koh Kong Province	357,000,000
	6	Labor Budget for Repairing Irrigation System Bat Roka Dam	357,000,000
	7	Payment for Supply Construction Equipment	2,525,000,000
合計			Riel 3,829,100,000 US\$ 957,275
年	No.	内 容	合計
2001	1	Payment for Construction Plant Phase II	4,470,643,814
	2	Payment for Constructional Plant Phase III	4,470,643,774
	3	Payment for Constructional Plant Phase IV	1,568,000,000
	4	Payment for Repairing Dam In Kampong Cham Province	195,900,000
	5	Payment for Constructional Plant(Final)	1,340,353,448
	6	Labor Budget for 10 Floating Pump Station (Final)	57,000,000
合計			Riel 12,102,541,036 US\$ 3,025,635
年	No.	内 容	合計
2002	1	Labor budget for Repairing Bat Rokar Researvoir in Takeo Province	153,000,000
	2	Labor Budget for Polder Construction, Koh Kong Province	153,000,000
	3	Payment for Repairing Road No 38	2,025,000,000
	4	Payment for MobilePump	234,500,000
合計			Riel 2,565,500,000 US\$ 641,375

注) 本年度の決算は未だ確定されていないので年度終了後確認する必要がある。

表 2.2.1 (1) 1月7日堰地点の水位記録

(Unit: m)

(Unit: m)

	1998	1999	2000	2002		1998	1999	2000	2002
6月1日		0.18			7月1日		0.11		
6月2日		0.15			7月2日		0.28		
6月3日		0.11			7月3日		0.44		
6月4日		0.16			7月4日		0.51		
6月5日		0.18			7月5日		0.61		
6月6日		0.30			7月6日		0.41		
6月7日		0.40			7月7日		0.25		
6月8日		0.49			7月8日		0.05		
6月9日		0.40			7月9日				-0.23
6月10日		0.35			7月10日				-0.30
6月11日		0.15			7月11日		0.11		0.00
6月12日		0.13			7月12日		0.05		0.05
6月13日		0.11			7月13日		0.06		0.00
6月14日					7月14日		0.07		-0.03
6月15日		0.13			7月15日		0.05		-0.07
6月16日		-0.05			7月16日		0.41		-0.13
6月17日		-1.24			7月17日		0.25		-0.19
6月18日					7月18日		0.05		-0.24
6月19日		0.14			7月19日		0.07		-0.27
6月20日		0.21			7月20日		0.07		-0.33
6月21日		0.30			7月21日		0.06	0.53	-0.30
6月22日					7月22日		0.07	0.12	-0.32
6月23日		0.10			7月23日		-0.35	-0.15	-0.34
6月24日		0.08			7月24日		-0.35	0.10	-0.33
6月25日		0.20			7月25日		-0.50	-0.05	-0.35
6月26日		-0.30			7月26日		-0.25	0.08	-0.37
6月27日		-0.50			7月27日		0.41	0.08	-0.40
6月28日		-0.61			7月28日		0.46	0.19	-0.44
6月29日		-0.61			7月29日			0.24	-0.40
6月30日		0.27			7月30日		0.02	0.05	-0.45
					7月31日		0.21	0.06	-0.47

表 2.2.1 (2) 1月7日堰地点の水位記録

(Unit: m)

(Unit: m)

	1998	1999	2000	2002		1998	1999	2000	2002
8月1日		0.13	-1.30	-0.55	9月1日		0.68	0.00	-0.03
8月2日		0.23	-0.89	-0.55	9月2日		0.71	0.29	0.21
8月3日		0.21	0.14	-0.57	9月3日		0.85	0.28	0.30
8月4日		0.23	0.14	-0.55	9月4日		0.60	0.27	0.30
8月5日		0.31	0.32	-0.52	9月5日		0.48	0.15	0.30
8月6日		0.46	0.04	-0.42	9月6日		0.48	0.12	0.30
8月7日		0.45	-0.03	-0.32	9月7日		0.57	0.10	0.27
8月8日		0.36	-0.08	-0.25	9月8日		0.34	0.05	0.03
8月9日		0.40	0.04	-0.20	9月9日		0.28	0.18	0.17
8月10日		0.19	0.10	-0.33	9月10日		0.39	-0.40	-0.10
8月11日		0.09	0.09	-0.13	9月11日		0.30	-0.25	0.10
8月12日		-0.37	0.04	-0.05	9月12日		0.72	0.08	0.18
8月13日		-0.90	0.09	0.00	9月13日		0.48	0.08	0.17
8月14日		-0.75	0.05	0.00	9月14日		0.82	0.15	0.17
8月15日		0.10	0.09	0.00	9月15日		0.00	0.16	0.05
8月16日		0.15	0.10	0.00	9月16日		-0.75	0.13	0.00
8月17日		0.09	0.10	-0.11	9月17日		-1.30	0.13	0.37
8月18日		-0.10	0.90	0.15	9月18日			0.09	0.20
8月19日		0.20	0.10	0.00	9月19日			0.09	0.28
8月20日		0.14	0.14	0.00	9月20日			0.09	0.28
8月21日		0.22	0.17	0.05	9月21日			0.11	0.26
8月22日		0.23	0.28	-0.13	9月22日			0.12	0.26
8月23日		0.42	0.29	-0.18	9月23日			0.16	0.05
8月24日		0.26	0.44	-0.10	9月24日			0.18	0.06
8月25日		0.24	0.52	-1.20	9月25日		-0.80	0.28	0.33
8月26日		0.03	0.30	-1.30	9月26日		-0.20	0.29	
8月27日		0.29	0.31	0.32	9月27日			0.27	0.37
8月28日		0.35	0.32	0.17	9月28日			0.20	
8月29日		0.38	0.29	0.17	9月29日		0.29	0.22	
8月30日		0.51	0.34	0.17	9月30日		0.85	0.38	0.20
8月31日			0.39	0.28					

表 2.2.1 (3) 1月7日堰地点の水位記録

(Unit: m)

(Unit: m)

	1998	1999	2000	2002		1998	1999	2000	2002
10月1日					11月1日	0.20	0.85		
10月2日	0.76	0.10	0.40	0.28	11月2日	0.23	1.09		
10月3日	0.82	0.25	0.36		11月3日	0.24	1.30		
10月4日	0.92	0.39	0.41		11月4日	0.23	1.41		
10月5日	0.97	0.45	0.36		11月5日	0.20	1.50		
10月6日	0.71	0.30	0.30		11月6日	0.42	1.49		
10月7日	0.86	0.17	0.05		11月7日	0.36	1.41		0.10
10月8日	0.71	0.40	0.50		11月8日	0.39	1.43		
10月9日	0.10	0.13	0.38		11月9日	0.60	1.40	0.24	
10月10日	0.56	0.04	0.28		11月10日	0.25	0.85	0.10	
10月11日	0.29	0.09	0.28	0.28	11月11日	0.15	0.44	0.00	
10月12日	0.31	0.21	0.27		11月12日	-0.70	0.40	0.18	
10月13日	0.30	0.18	0.32		11月13日	-0.66	0.42	0.24	
10月14日	0.27	0.16	0.50		11月14日	-0.36	0.16	0.07	
10月15日	0.29	0.10	0.62	0.26	11月15日	0.14	0.30	0.00	
10月16日	0.20	0.50	0.98	0.26	11月16日	0.17	0.25	0.07	
10月17日	0.13	0.18	1.48		11月17日	0.20	0.23	0.16	
10月18日		0.32	1.93		11月18日	0.31	0.36	0.30	
10月19日	-0.37	0.53	2.00		11月19日	0.40	0.16	0.12	
10月20日	-0.50	0.51	2.02		11月20日	0.43	0.16	0.47	
10月21日	-0.50	0.45	1.81		11月21日	0.30	0.21	0.50	
10月22日	0.10	0.21	1.15		11月22日	0.21	0.29	0.52	
10月23日	-0.10	0.10	0.48		11月23日	0.10	0.08	0.41	
10月24日	0.20	-0.55	0.52	0.05	11月24日	0.03	-0.24	0.22	
10月25日	0.30	0.12	0.45	0.06	11月25日	0.18	0.15	0.18	
10月26日	0.09	0.51	0.62		11月26日	-0.10	0.20	0.22	
10月27日	-0.01		0.65		11月27日	-0.48	0.22	0.28	
10月28日	-0.25	0.71	0.46	0.33	11月28日	0.10	0.10	0.13	
10月29日	0.29	1.05			11月29日	0.19	-0.20	0.07	
10月30日	0.23	1.05			11月30日	0.12	-0.20	0.19	
10月31日	0.16	0.98							

表 2.2.1 (4) 1月7日堰地点の水位記録

(Unit: m)

(Unit: m)

	1998	1999	2000	2002		1998	1999	2000	2002
12月1日	0.10		0.19		平均	0.11	0.22	0.22	-0.06
12月2日	0.10				最大	0.97	1.50	2.02	0.37
12月3日	0.10	0.19	0.05		最小	-0.70	-1.30	-1.30	-1.30
12月4日	0.08	0.09	0.02						
12月5日	0.10	-0.10	0.06		観測日数	81	185	149	89
12月6日	0.10	-0.39	0.08						
12月7日		-0.25	0.08						
12月8日		0.25	0.08						
12月9日		0.27	0.05						
12月10日		0.27	0.05						
12月11日		0.23	0.05						
12月12日		0.10	0.10						
12月13日		0.00	0.11						
12月14日	0.03	0.17	0.11						
12月15日	0.06	0.17	0.10						
12月16日	0.13	0.10	0.09						
12月17日	0.03	0.05	0.08						
12月18日	-0.06	0.03	0.07						
12月19日	-0.12	0.11	0.05						
12月20日	-0.23	-0.13	0.22						
12月21日	-0.39	-0.42	0.51						
12月22日	-0.42	-0.99	0.45						
12月23日	-0.48		0.08						
12月24日	-0.44		-0.02						
12月25日	-0.38		-0.70						
12月26日	-0.34		-0.13						
12月27日	-0.24		-1.00						
12月28日	-0.16		-1.00						
12月29日	-0.04		-1.00						
12月30日									
12月31日									

2001年の観測資料は、紛失。

表 2.2.2 年最大日平均流出量

年	流量 (m ³ /sec)	観測地点
1903	420	コンボンスプー
1904	560	同上
1905	410	同上
1906	380	同上
1921	610	同上
1922	8,500 *	同上
1924	680	同上
1960	350	同上
1961	350	同上
1962	510	同上
1963	170	同上
1964	406	アンロントウク/パームクレイ
1965	466	同上
1966	295	同上
1967	500	同上
1968	392	同上
1969	495	同上
1996	801	同上
1997	826	同上
1998	507	同上
1999	798	同上
2000	1,276	同上
2001	788	同上
2002	131	同上

*: 異常値のため、解析にあたっては棄却している (本文参照)

表 2.2.3 プレク・トノットダム地点の月流出量

開発調査 (1995) (Unit : MCM)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
1961	14.2	10.6	8.6	13.3	54.3	80.3	179.8	153.1	251.6	397.4	151.4	47.4	1,362.0
1962	9.8	4	3.8	6	23.1	35.7	380.3	153.1	530.5	397.4	64.2	32	1,639.9
1963	22.2	13.7	14.7	13.7	26.9	27	25.1	81.4	129.6	168.6	111.5	13.1	647.5
1964	4.6	1.1	0.4	10.9	105.8	59.2	104.5	194	292.1	393.8	143.4	22.6	1,332.4
1965	7.2	2.4	3.4	11	34	114.3	69.2	64.2	485	591.8	139.1	28.4	1,550.0
1966	7.7	3.7	2.9	9.3	35.7	86.4	149.7	165.6	223.6	307.7	124	52.3	1,168.6
1967	11.5	5	3.1	14.3	40.4	88.9	111.7	354.8	230.7	456	33.7	9	1,359.1
1968	4.5	2	1	4	18.2	46.1	85.4	194.7	121.1	274.5	20.7	7.2	779.4
1969	4.5	2.6	1.9	1.8	20.1	5.4	40.4	113	425.1	456.4	221.7	14.7	1,307.6
1970	6.9	7.0	5.0	10.8	21.6	245.9	160.5	398.3	232.9	388.4	303.4	412.9	2,193.6
平均	9.3	5.2	4.5	9.5	38.0	78.9	130.7	187.2	292.2	383.2	131.3	64.0	1,334.0

スラウ調査 (2001) (Unit : MCM)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
1966	7.7	3.7	2.8	9.3	35.6	86.3	149.7	165.5	223.7	308.0	123.9	52.2	1,168.6
1967	11.5	5.0	3.2	14.4	40.4	88.9	111.7	353.5	230.7	455.3	33.7	9.0	1,357.4
1968	4.5	1.9	0.9	4.0	18.2	46.1	85.4	194.7	121.0	273.2	20.7	7.2	778.0
1969	4.5	2.6	1.9	1.8	20.1	5.4	40.4	113.0	425.1	455.3	221.6	13.8	1,305.5
1997	20.1	13.4	9.8	7.3	6.2	2.2	74.2	472.3	324.8	240.7	47.8	10.4	1,229.4
1998	6.6	5.5	5.1	5.0	0.9	5.9	18.6	64.1	282.6	519.6	184.5	44.5	1,142.9
1999	21.1	8.0	7.2	53.4	278.3	239.8	234.7	394.5	411.8	1001.9	824.6	18.9	3,494.2
2000	6.0	16.1	32.9	95.9	79.3	129.9	252.0	187.1	207.5	937.6	216.5	41.8	2,202.7
平均	10.3	7.0	8.0	23.9	59.9	75.6	120.9	243.1	278.4	523.9	209.2	24.7	1,584.8

2001年と2002年の実測流量 (Unit : MCM)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
2001	45.6	17.1	28.1	20.4	18.7	39.2	349.1	174.1	298.2	865.1	94.7	21.4	1,971.7
2002	18.7	16.9	22.6	19.4	18.7	21.3	20.0	95.2	106.9	149.1	54.1	15.7	558.6
平均	32.2	17.0	25.3	19.9	18.7	30.2	184.6	134.7	202.5	507.1	74.4	18.5	1,265.2

Note : 2002年の11月・12月の流量は下記式により見積もった。
 当月流量 = 2002年の前月流量 * (2001年までの当月流量の累計) / (2001年までの前月流量の累計)

表 2.2.4 プレク・トノットダム地点とローレンチェリ調整水門地点の月流量

月流量 (ダムサイト)

(Unit : MCM)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
1961	14.2	10.6	8.6	13.3	54.3	80.3	179.8	153.1	251.6	397.4	151.4	47.4	1362.0
1962	9.8	4.0	3.8	6.0	23.1	35.7	380.3	153.1	530.5	397.4	64.2	32.0	1639.9
1963	22.2	13.7	14.7	13.7	26.9	27.0	25.1	81.4	129.6	168.6	111.5	13.1	647.5
1964	4.6	1.1	0.4	10.9	105.8	59.2	104.5	194.0	292.1	393.8	143.4	22.6	1332.4
1965	7.2	2.4	3.4	11.0	34.0	114.3	69.2	64.2	485.0	591.8	139.1	28.4	1550.0
1966	7.7	3.7	2.9	9.3	35.7	86.4	149.7	165.6	223.6	307.7	124.0	52.3	1168.6
1967	11.5	5.0	3.1	14.3	40.4	88.9	111.7	354.8	230.7	456.0	33.7	9.0	1359.1
1968	4.5	2.0	1.0	4.0	18.2	46.1	85.4	194.7	121.1	274.5	20.7	7.2	779.4
1969	4.5	2.6	1.9	1.8	20.1	5.4	40.4	113.0	425.1	456.4	221.7	14.7	1307.6
1970	6.9	7.0	5.0	10.8	21.6	245.9	160.5	398.3	232.9	388.4	303.4	412.9	2193.6
合計	93.1	52.1	44.8	95.1	380.1	789.2	1306.6	1872.2	2922.2	3832.0	1313.1	639.6	13340.1
平均	9.3	5.2	4.5	9.5	38.0	78.9	130.7	187.2	292.2	383.2	131.3	64.0	1334.0

ダムサイトからローレンチェリまでの集水域面積 242 km²
 ローレンチェリからツクツラまでの集水域面積 880 km²

月流量 (ダムサイトからローレンチェリ下流域)

(Unit : MCM)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
1961	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	3.8	3.3	6.5	11.3	4.5	1.3	31.6
1962	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	7.9	3.3	13.8	11.3	1.9	0.8	39.5
1963	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	1.8	3.4	4.8	3.3	0.3	14.8
1964	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	2.5	3.0	6.9	10.9	6.4	0.7	31.1
1965	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	7.0	21.0	6.6	3.1	37.9
1966	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	1.3	4.4	3.8	4.3	9.7	6.5	2.9	33.5
1967	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	3.9	5.0	5.8	9.1	0.8	0.1	25.4
1968	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	2.9	3.5	5.2	8.9	0.8	0.0	21.6
1969	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	8.0	15.2	2.5	0.5	26.6
1970	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	3.3	8.7	6.0	11.0	9.0	11.0	51.1
合計	1.9	0.2	0.0	0.0	0.0	5.7	29.1	33.0	66.9	113.2	42.3	20.7	313.1
平均	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	2.9	3.3	6.7	11.3	4.2	2.1	31.3

月流量 (ローレンチェリからツクツラ下流域)

(Unit : MCM)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
1961	0.9	0.2	0.0	0.0	0.0	2.2	13.6	12.2	23.8	41.1	16.4	4.5	114.9
1962	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	28.8	12.2	50.0	41.1	7.0	3.1	143.7
1963	1.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.8	1.9	6.5	12.2	17.5	12.1	1.3	53.8
1964	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	9.0	11.0	24.9	39.5	23.2	2.5	113.2
1965	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	25.5	76.4	23.9	11.3	137.6
1966	2.1	0.2	0.0	0.0	0.0	4.7	15.8	13.7	15.6	35.5	23.5	10.7	121.9
1967	1.5	0.1	0.0	0.0	0.0	1.6	14.0	18.1	20.9	32.9	2.8	0.2	92.2
1968	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	10.4	12.8	19.1	32.4	2.8	0.0	78.5
1969	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	29.2	55.1	9.3	1.9	96.9
1970	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	12.2	31.6	22.0	40.2	32.9	39.9	185.8
合計	7.1	0.6	0.0	0.0	0.0	20.9	105.8	120.0	243.2	411.7	153.9	75.4	1138.5
平均	0.7	0.1	0.0	0.0	0.0	2.1	10.6	12.0	24.3	41.2	15.4	7.5	113.9

月流量 (ローレンチェリ)

(Unit : MCM)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
1961	14.5	10.6	8.6	13.3	54.3	80.9	183.6	156.4	258.1	408.7	155.9	48.7	1393.6
1962	10.0	4.0	3.8	6.0	23.1	36.0	388.2	156.4	544.3	408.7	66.1	32.8	1679.4
1963	22.6	13.7	14.7	13.7	26.9	27.2	25.6	83.2	133.0	173.4	114.8	13.4	662.3
1964	4.6	1.1	0.4	10.9	105.8	60.0	107.0	197.0	299.0	404.7	149.8	23.3	1363.5
1965	7.2	2.4	3.4	11.0	34.0	114.3	69.2	64.4	492.0	612.8	145.7	31.5	1587.9
1966	8.3	3.8	2.9	9.3	35.7	87.7	154.1	169.4	227.9	317.4	130.5	55.2	1202.1
1967	11.9	5.0	3.1	14.3	40.4	89.3	115.6	359.8	236.5	465.1	34.5	9.1	1384.5
1968	4.5	2.0	1.0	4.0	18.2	46.4	88.3	198.2	126.3	283.4	21.5	7.2	801.0
1969	4.5	2.6	1.9	1.8	20.1	5.4	40.4	113.4	433.1	471.6	224.2	15.2	1334.2
1970	7.0	7.0	5.0	10.8	21.6	247.7	163.8	407.0	238.9	399.4	312.4	423.9	2244.7
合計	95.0	52.3	44.8	95.1	380.1	794.9	1335.7	1905.2	2989.1	3945.2	1355.4	660.3	13653.2
平均	9.5	5.2	4.5	9.5	38.0	79.5	133.6	190.5	298.9	394.5	135.5	66.0	1365.3

5月から11月までの平均月流量

1,270 MCM

表2.2.5 ローレンチェリ調整水門地点での5年確率渇水日流量

(Unit: m³/sec)

日/月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	4.0	1.7	1.3	1.9	1.7	17.4	14.7	81.1	13.9	37.9	107.3	34.3
2	3.7	1.7	1.1	1.4	1.5	10.2	11.4	164.0	29.3	30.6	84.4	70.9
3	3.6	1.6	1.0	1.0	1.6	28.3	35.9	156.0	48.1	31.6	68.8	57.3
4	3.5	1.6	1.0	1.0	2.7	19.2	31.5	108.8	77.3	53.4	55.2	26.2
5	3.5	1.6	0.9	0.6	3.4	30.1	39.7	123.0	85.4	56.6	38.3	14.5
6	3.5	1.5	1.3	1.0	1.6	16.4	28.4	133.7	110.1	117.8	32.2	12.6
7	3.5	1.4	1.7	1.6	1.3	19.5	26.1	102.5	52.4	156.4	27.8	11.7
8	3.4	1.6	1.6	1.2	2.2	13.4	51.1	109.7	34.5	173.5	24.9	10.6
9	3.1	2.0	1.2	1.0	8.0	8.2	44.3	95.4	26.6	217.6	22.6	11.7
10	3.0	2.0	1.0	0.8	15.0	6.3	31.1	69.5	31.2	265.2	21.0	17.0
11	2.9	1.7	0.9	0.6	16.9	7.5	38.6	65.1	36.2	196.0	20.2	19.7
12	2.8	1.5	0.8	0.4	13.0	6.3	34.9	48.0	31.8	125.0	19.4	15.6
13	2.8	1.4	0.7	0.3	11.2	4.6	61.0	41.9	29.6	71.5	18.6	11.9
14	2.7	1.3	0.6	0.4	7.7	5.4	78.1	40.1	52.8	61.6	83.9	9.3
15	2.6	1.2	0.6	0.3	9.6	4.6	83.0	34.1	111.9	52.0	58.1	13.7
16	2.6	1.2	0.5	0.4	8.4	5.0	68.2	27.5	107.5	46.6	72.9	40.3
17	2.5	1.1	0.5	0.4	8.0	10.8	41.1	25.3	132.3	45.5	72.4	37.8
18	2.4	1.1	0.5	1.3	6.2	57.1	49.7	19.3	152.7	40.1	55.2	23.8
19	2.4	1.0	0.5	2.1	4.6	117.6	50.4	18.1	175.0	40.1	67.4	15.2
20	2.3	0.9	0.5	2.6	6.1	101.7	63.7	16.0	178.5	49.1	52.6	12.2
21	2.3	0.9	0.5	8.4	5.7	91.1	66.4	13.5	144.8	39.0	46.8	9.8
22	2.2	0.9	0.4	21.8	4.1	49.7	54.0	14.4	155.4	37.9	50.8	8.3
23	2.2	0.9	0.4	15.7	3.6	38.4	38.6	20.1	125.2	46.6	62.7	7.5
24	2.1	0.9	0.3	9.0	5.3	24.6	33.4	39.8	63.9	107.9	22.4	7.0
25	2.1	1.9	0.4	5.7	15.4	33.5	45.0	21.2	49.9	171.7	19.2	9.3
26	2.1	1.0	0.5	4.4	16.9	56.4	82.1	18.6	47.1	209.5	17.2	11.4
27	2.0	0.9	0.4	2.7	11.9	39.1	85.8	21.8	41.7	259.8	15.3	9.8
28	2.0	1.4	1.1	2.1	27.9	26.3	65.1	29.7	55.2	130.4	15.8	7.8
29	1.9	-	1.1	1.9	54.2	20.0	54.7	20.7	47.1	103.4	32.8	7.3
30	1.9	-	3.3	1.6	61.8	16.1	74.0	14.2	51.0	125.0	29.6	6.7
31	1.9	-	2.7	-	22.6	-	71.8	15.1	-	102.5	-	6.1
合計 (m ³ /s)	83.5	38.0	29.2	93.8	360.1	884.5	1553.8	1708.3	2298.5	3201.8	1315.9	557.1
最大値 (m ³ /s)	4.0	2.0	3.3	21.8	61.8	117.6	85.8	164.0	178.5	265.2	107.3	70.9
最小値 (m ³ /s)	1.9	0.9	0.3	0.3	1.3	4.6	11.4	13.5	13.9	30.6	15.3	6.1
平均値 (m ³ /s)	2.7	1.4	0.9	3.1	11.6	29.5	50.1	55.1	76.6	103.3	43.9	18.0
合計 (MCM)	7.2	3.3	2.5	8.1	31.1	76.4	134.2	147.6	198.6	276.6	113.7	48.1

(1966の流出パターンより作成)

表3.2.1 堰形式比較表

	原 案 (新余水吐建設+既存調整水門補修)	1-1.可動堰案 (新可動堰(鋼製可動)建設+ コンポジット調整水門撤去)	1-2.可動堰案 (新可動堰(ゴム堰)建設+ コンポジット調整水門撤去)	2-1.固定堰案 (新固定堰建設 +コンポジット調整水門撤去)	2-2.固定堰案 (新固定堰建設+可動新設+コンポジット調整水門撤 去:余水吐+水門一体型)	2-3.固定堰案 (新固定堰建設+可動新設+コンポジット調整水門撤去)
構造物名						
1. 1月7日堰	改良(嵩上げ及び浸透路長確保のための工事)	改良 (嵩上げ及び浸透路長確保のための工事)	改良	改良	改良	改良
2. コンポジット調整水門	改良(嵩上げ及び浸透路長確保のための工事)	撤去	撤去	撤去	撤去	撤去
3. ツクツラ調整水門	改良(嵩上げ及び浸透路長確保のための工事)	改良 (嵩上げ及び浸透路長確保のための工事)	改良	改良	改良	改良
4. ドムラス調整水門	改良(嵩上げ及び浸透路長確保のための工事)	改良 (嵩上げ及び浸透路長確保のための工事)	改良	改良	改良	改良
5. 新規余水吐	新設(朝顔型固定堰)	-	-	新設 (朝顔型固定堰)	新設 (朝顔型固定堰)	新設 (朝顔型固定堰)
6. 洪水吐可動	-	新設 (全門可動堰)	新設 (全門可動堰)	-	-	-
7. 土砂吐/放流可動	-	新設 (土砂吐)	-	-	新設 (土砂吐/放流可動)	新設 (土砂吐/放流可動)
一次評価						
下流への河川維持流量の放流・土砂供給	右岸・左岸流路とも乾期での下流への放流は可能。右岸・左岸流路とも土砂の下流への供給は可能。	○	右岸・左岸流路とも乾期での下流への放流は可能。右岸・左岸流路とも土砂の下流への供給は可能。	○	右岸・左岸流路とも乾期での下流への放流は可能。右岸・左岸流路とも土砂の下流への供給は可能。	○
貯水池内の排砂・滞筋確保	現況から変化なし	○	現況より改善する可能性有り。	○	×	○
既存施設の利用	有効利用度が高い	△	有効利用度が低い	△	有効利用度が低い	△
ADBの承諾(本水門の可動は2001年にADB資金により付替)	承諾不要	○	承諾必要(済)	○	承諾必要(済)	○
洪水初期への対応性	固定堰は1月7日堰と新余水吐の二つであり、洪水初期にはどうしても水位を低下させることができずこの面での対応性に弱い。	○	固定堰は1月7日堰のみで、他は可動堰となっていることから初期における洪水対応性は高い。	○	×	×
操作ミスなどに対する安全性	可動堰はツクツラ、びコンポジット及びドムラス調整水門の2門であり、今までと同じ可動操作なので操作ミスは起こる可能性は低い。	×	代替施設となる水門の可動は鋼製となり、操作ミスによって可動引き上げが困難な場合は洪水被害が発生する可能性がある。	○	○	△
実績	-	○	実績あり。(ローレンチェリ調整水門他)	×	○	○
一次評価結果	-	○	初期の洪水への対応性が高く、維持管理で問題なく事業費が高ければ採用を考慮しても良い形式である。	×	×	○
概念図						
二次評価						
管理水位		○	取水水位をWL11.26mからWL11.80mに変更することから、設計洪水水位(WL13.00m)までの水深に余裕がなくなるため、上流側の水田(標高El.12.30m)を冠水から防ぐための水位管理を適時・適切に行う必要がある。その面からは、可動堰案が固定堰案より有利となる。			△
洪水初期への対応性		○	固定堰案より有利である。(可動堰案では、洪水初期に水位を下げて上流側堤防に水圧の負荷を低減させることが可能である。)			△
建設に伴う土地収用・家屋移転		○	構造物の占有面積が小さいので、建設に伴う土地収用、家屋移転の負担は小さい。			△
河川開削の必要性		○	取水口に向かう河川の通水を阻害しないので河川開削の必要性はない。			×
国道3号線との接合		○	構造物の占有面積が小さく橋梁部の延長が短いので、国道3号線との接合に無理がない。			△
耐久性		○	適正な維持管理がなされれば50年程度(東南アジアの気候条件における実証例多数有り)ゲートの規模は以下の通りである。			○
ゲートの維持管理(予算・要員)		△	洪水吐可動(電動): B12.5m×H4.8m×3門 土砂吐可動(電動): B5.0m×H4.8m×1門 調整ゲート(手動): B1.5m×H1.5m×1門 維持管理予算及び管理要員配置の負担は、固定堰案と比較して大きい。但し、今回の既設の調整水門の先方政府の内部的予算を調査した結果、たとえ可動堰案になった場合でもその予算負担は可能な範囲であることを確認した。また、本可動堰より規模の大きいローレンチェリ調整水門が維持管理されている事実がある。			○
建設費		○	2003年3月の積算時点のベースで、堰自体の建設費は固定堰案と同じである。			△
採用に当たっての条件等		-	維持管理要員の教育・訓練をより強化するとともに、日常の維持管理活動における予算の支出、連絡・指示システム、責任者の明確化などを図る必要がある。(現在、水資源気象省でタスクフォースを結成する状況となっている。)			-
二次評価		○	維持管理の面からは、固定堰案と比較して先方政府の負担が大きくなる(但し、可動堰案の場合でも、維持管理の予算確保は十分負担可能であることを水資源気象省に確認済みである。)。しかし、その他の技術的な面(土砂排出、水位管理、洪水初期対応)では、固定堰案より有利であり、且つ、河川開削の必要がなく、建設費が拮抗している。また、構造物の占有面積が小さいため、固定堰案に比べて既存国道との接合も無理がない。			△

表3.2.2 可動堰案の位置比較検討

検討項目	1. 位置比較案1		2. 位置比較案2		3. 位置比較案3		4. 位置比較案4	
	評価		評価		評価		評価	
1. 諸元	—	洪水吐ゲート：B12.5m×H4.8m×3門 土砂吐ゲート：B5.0m×H4.8m×1門 調整ゲート：B1.5m×H1.5m×1門 単純鋼桁橋：B11.8m(全幅)×L50.0m×1	—	同左	—	同左	—	同左
2. 位置	—	撤去されるコンボツール調整水門の位置に新たに建設される。	—	撤去されるコンボツール調整水門と1月7日堰の中間に建設される。	—	1月7日堰と旧河道との間に建設される。	—	旧河道と国道3号線との交点に建設される。
3. 基礎工	△	支持層がEL.-10mからであり、支持杭の杭長は13～14mとなる。(構造物基礎面はEL.2.0m)	△	支持層がEL.-10mからであり、支持杭の杭長は13～14mとなる。(構造物基礎面はEL.2.0m)	○	支持層がEL.-7mからであり、支持杭の杭長は10～11mとなる。(構造物基礎面はEL.2.0m)	○	支持層がEL.-7mからであり、支持杭の杭長は10～11mとなる。(構造物基礎面はEL.2.0m)
4. 土砂排出機能	×	本来の河道からずれており、土砂排出の面からは比較案の中で一番劣る。	△	比較案3及び4案より劣る。	○	ほぼ河道上であるが、土砂排出の機能は比較案4に劣る。	◎	旧河道にあり、最も土砂排出機能があると言える。
5. 越流時の1月7日堰との水理的干渉	◎	1月7日堰とは離れており、越流時お互いに干渉しあうことはない。	×	1月7日堰と近接していることからお互いに干渉しあうおそれがあり、計画する流量を確保できないことも想定される。	△	比較2ほどではないにせよ、1月7日堰とは近接しており、越流時の干渉により計画する流量を確保できないことも想定される。	◎	1月7日堰とは離れており、越流時お互いに干渉しあうことはない。
6. 道路線形(車両の安全な通行)	○	左岸側の道路では堰の橋梁に対して車両は直進できるので橋梁と道路の接合に問題ないが、右岸側では現況と同程度のカーブを1箇所設置する必要がある。	◎	両岸とも車両が道路から橋梁へ直進することができる。	×	両岸とも各一箇所づつ緩いカーブを設置する必要がある。	○	右岸側の道路では堰の橋梁に対して車両は直進できるので橋梁と道路の接合に問題ないが、左岸側では現況と同程度のカーブを1箇所設置する必要がある。
7. 家屋移転	◎	家屋移転：0	◎	家屋移転：0	△	家屋移転：0 (家屋移転は必ずしも必要でないが、現況家屋が工事現場に近接するので交通安全対策、工事車両の塵埃に対する散水が必要である。)	×	家屋移転：9
8. 簡易食堂移転	◎	簡易食堂移転：0	×	簡易食堂移転：9	△	簡易食堂移転：2	◎	簡易食堂移転：0
9. 土地収用	○	全て公有地であり、新たな土地収用はない。	○	全て公有地であり、新たな土地収用はない。	△	導水路の一部が私有地にかかり、土地収用が必要である。	△	導水路の一部が私有地にかかり、土地収用が必要である。
10. 河川開削の必要性	×	既存の人工導水路の規模拡大のための開削が必要となる。	△	堰への通水を確保するために上流側の中州の開削が必要となる。	◎	特に必要はない。	○	特に必要はない。
11. 堰下流の導水路の掘削量	○	コンボツール調整水門下流の水路を利用するので単位距離当りの掘削量は少ないが、延長は長いので掘削量は比較案4より大きい。	△	1月7日堰とコンボツール調整水門の中間の平坦地を新たに導水路として掘削する必要がある。	×	丘陵地を一部掘削するので、掘削量は大きい。	◎	既存の旧河道を利用するので掘削量は小さい。
12. 工事期間中の仮放流施設	×	コンボツール調整水門が撤去されるので、仮放流施設が新たに必要である。	◎	撤去予定のコンボツール調整水門を工事期間中の仮放流施設として利用する。	◎	撤去予定のコンボツール調整水門を工事期間中の仮放流施設として利用する。	◎	撤去予定のコンボツール調整水門を工事期間中の仮放流施設として利用する。
13. 建設費	×	仮放流施設の建設、固定堰上流部の河川開削、基礎工の増加により、最も建設費が高い。	△	堰上流部の河川開削、下流部の導水路、基礎工の増加により、比較案3及び4より高い。	○	建設費は比較案4と同等であるが、堰下流部の導水路の掘削量が多いので、若干、比較案4より高い。	◎	建設費が一番安価となる。
総合評価	×	建設費が一番高くなり、かつ機能面で劣るので推奨できない。	△	比較案3及び4案より劣り、推奨できない。	○	比較案4に次ぐ案であるが、1月7日堰に近接しており、水理機能面で劣るので推奨できない。	◎	家屋移転で問題があるが、機能面、コスト面からは最適案である。

表3.2.3 固定堰案の位置比較検討

検討項目	1. 位置比較案1		2. 位置比較案2		3. 位置比較案3		4. 位置比較案4	
	評価		評価		評価		評価	
1. 諸元	—	固定堰(朝顔型):L=175m 洪水吐ゲート:B12.5m×H4.8m×2門 調整水門:B1.5m×H1.5m×1門 単純鋼桁橋:B11.8m(全幅)×L34.5m×1箇所 :B11.8m(全幅)×L12.5m×1箇所	—	同左	—	同左	—	同左
2. 位置	—	撤去されるコンポンツール調整水門の位置に新たに建設される。	—	撤去されるコンポンツール調整水門と1月7日堰の中間に建設される。	—	1月7日堰と旧河道との間に建設される。	—	旧河道と国道3号線との交点に建設される。
3. 基礎工	△	支持層がEL.-10mからであり、支持杭の杭長は13~14mとなる。(構造物基礎面はEL...2.0m)	△	支持層がEL.-10mからであり、支持杭の杭長は13~14mとなる。(構造物基礎面はEL...2.0m)	○	支持層がEL.-7mからであり、支持杭の杭長は10~11mとなる。(構造物基礎面はEL...2.0m)	○	支持層がEL.-7mからであり、支持杭の杭長は10~11mとなる。(構造物基礎面はEL...2.0m)
4. 土砂排出機能	×	本来の河道からずれており、土砂排出の面からは比較案の中で一番劣る。	△	比較案3及び4案より劣る。	○	ほぼ河道上にきているが、土砂排出の機能は比較案4に劣る。	◎	旧河道にあり、最も土砂排出機能があると言える。
5. 越流時の1月7日堰との水理的干渉	×	1月7日堰とは離れており、越流時お互いに干渉しあうことはない。	×	1月7日堰に近接しており、お互いに干渉しあうおそれがあり、計画する流量を確保できないことも想定される。	○	比較2ほどではないにせよ、1月7日堰とは近接しており、越流時の干渉により計画する流量を確保できないことも想定される。	◎	1月7日堰とは離れており、越流時お互いに干渉しあうことはない。
6. 道路線形(車両の安全な通行)	△	左岸側の道路では堰の橋梁に対して車両は直進できるので橋梁と道路の接合に問題ないが、右岸側では急角度のカーブを2箇所設置する必要がある。	○	右岸側の道路では堰の橋梁に対して車両は直進できるので問題ないが、左岸側では急角度のカーブを1箇所設置する必要がある。	×	右岸、左岸ともカーブを各1箇所設置することが必要である。特に、左岸側では、カーブを急角度に設置しなければならず、車両の安全な通行という面からは避けるべきである。	◎	右岸側では堰の橋梁に対して直進できるが、左岸側ではカーブを2箇所設置する必要がある。4案の中では、最も問題のない道路線形となる。
7. 家屋移転	◎	家屋移転:0	◎	家屋移転:0	△	家屋移転:7	×	家屋移転:9
8. 簡易食堂移転	△	簡易食堂移転:4	×	簡易食堂移転:9	○	簡易食堂移転:2	◎	簡易食堂移転:0
9. 土地収用	○	全て公有地であり、新たな土地収用はない。	○	全て公有地であり、新たな土地収用はない。	△	導水路の一部が私有地にかかり、土地収用が必要である。	△	導水路の一部が私有地にかかり、土地収用が必要である。
10. 河川開削の必要性	×	既存の人工導水路の規模拡大のための開削と、堰での越流を保障する水面を確保するための開削が必要となる。	△	堰での越流を保障する水面を確保するために上流側の中州を開削が必要となる。	△	固定堰が河川を閉塞するので、堰上流部の河川の開削が必要となる。	△	固定堰が河川を閉塞するので、堰上流部の河川の開削が必要となる。
11. 堰下流の導水路の掘削量	○	コンポンツール調整水門下流の水路を利用するので単位距離当りの掘削量は少ないが、延長は長いので掘削量は比較案4より大きい。	△	1月7日堰とコンポンツール調整水門の中間の平坦地を新たに導水路として掘削する。	×	丘陵地を一部掘削するので、掘削量は大きい。	◎	既存の旧河道を利用するので掘削量は小さい。
12. 工事期間中の仮放流施設	×	コンポンツール調整水門が撤去されるので、仮放流施設が新たに必要である。	◎	撤去予定のコンポンツール調整水門を工事期間中の仮放流施設として利用する。	◎	撤去予定のコンポンツール調整水門を工事期間中の仮放流施設として利用する。	◎	撤去予定のコンポンツール調整水門を工事期間中の仮放流施設として利用する。
13. 建設費	×	仮放流施設の建設、固定堰上流部の河川開削、基礎工の増加により、最も建設費が高い。	△	堰上流部の河川開削、下流部の導水路、基礎工の増加により、比較案3及び4より高い。	○	建設費は比較案4と同等であるが、堰下流部の導水路の掘削量が多いので、若干、比較案4より高い。	◎	建設費が一番安価となる。
総合評価	×	家屋移転、土地収用などの面からは問題なく建設を実施できる案であるが、建設費が高くなることから推奨できる案とならない。	△	越流時において1月7日堰と水理的に干渉し、所定の越流量を下流に流下させることが困難であること、建設費が高いことから本比較案は推奨できない。	○	比較案2と同様1月7日堰と近接していること、道路線形を計画する上で1月7日堰の橋梁と新堰の橋梁部が近接しているため急角度でのカーブを設置しなければならないことから、本比較案は推奨できない。	◎	比較案の中では最も推奨できる案である。

表 3.3.1 水資源気象省のプロジェクト一覧

PIP No.	プロジェクト名 / タイトル (受入省庁 / 機関)	援助機関	実施期間	事業費	年間予算(千US\$)						
					2002	2003	2004	2005	2006	2007	
プロジェクト(実施中):											
水資源, 灌漑, 排水および洪水対策											
289	Stung Chinit Irrigation and Rural Infrastructure (水資源気象省)	ADB and AFD co-financing	2001-2006	23,000	600	4,400	5,000	4,000	4,000	0	
397	Kamping Pouy Irrigation Rehabilitation and Rural Development Project Phase II (水資源気象省)	APS (Italia) and Japan	2003-2006	4,000	0	1,000	1,000	1,500	500	0	
493	Rehabilitation of 30 Hydrology Stations (水資源気象省)	Mekong River Commission	2001-2004	370	120	120	130	0	0	0	
543	Emergency Rehabilitation-Irrigation Project (水資源気象省)	National Budget & Government Counterpart	2002-2004	15,000	3,000	7,000	5,000	5,000	5,000	5,000	
New	Existing Irrigation Rehabilitation Project	WFP	2003-2007	17,000	0	3,500	3,500	3,500	3,500	3,000	
New	Sdau Kong Irrigation Rehabilitation Project (水資源気象省)	France Embassy	2002-2004	420	100	200	120	0	0	0	
664	Emergency Flood Rehabilitation Project / Flood Control and Irrigation (水資源気象省)	ADB	2001-2003	12,600	6,000	2,000	0	0	0	0	
New	Prey Nup Polder Rehabilitation phase III (水資源気象省)	AFD (France)	2002-2006	4,000	600	1,000	1,000	1,000	400	0	
New	Flood Emergency Rehabilitation Project/ Flood Control and Irrigation (水資源気象省)	WB	2001-2004	9,297	1,500	7,000	797	0	0	0	
New	Irrigation Rehabilitation Project/ Community-base Rural Development Project in Kompog Thom and Kampot (MRD/水資源気象省)	IFAD	2001-2007	4,000	900	1,000	600	450	450	200	
308	Baray Irrigation Rehabilitation Project (水資源気象省)	Indian Loan	2003-2004	1,350	0	500	700	3,000	0	0	
New	Irrigation Pump	Indian Loan	2003	5,000	0	5,000	0	0	0	0	
306	Ponhea Leu Development/Tamouk Reservoir Rehabilitation (水資源気象省)	KOICA, KOREA	2003-2005	2,000	0	1,000	1,000	0	0	0	
小計(実施中プロジェクト):				89,687	1,500	7,000	797	15,450	13,850	8,200	
プロジェクト(コミットメント): 水資源, 灌漑および洪水対策											
393	Rehabilitation of Kandal Strung Irrigation System (水資源気象省)	JAPAN GRANT AID for General Project	2003-2005	9,100	0	0	3,000	6,100	0	0	
New	Northwest Irrigation Sector Project (Pursat, Battambang, Banteay Meanchey and Siem Reap) (水資源気象省)	ADB and Looking for co-financing	2003-2007	23,000	0	300	5,700	8,000	5,000	5,000	
小計(プロジェクト(コミットメント)):				32,100	0	300	8,700	14,100	5,000	5,000	
パイプライン-重要案件プロジェクト-水資源, 灌漑, 排水および洪水対策 (水資源気象省):											
396	Rehabilitation of Community Irrigation System (水資源気象省)	Negotiations: JEBIC/Japan	2004-2007	23,141	0	0	5,141	6,000	6,000	6,000	
398	Improvement of Meteorological Services (水資源気象省)	JAPAN GRANT AID for General Project	2004-2006	7,200	0	0	2,000	3,000	2,200	0	
New	Construction of Urgent Erosion Protections for the 4 Priority Reaches along the Mekong River (水資源気象省)	JAPAN GRANT AID for General Project	2004-2006	27,522	0	0	7,522	10,000	10,000	0	
New	Stung River Water Resources Development	China	2004-2006	6,000	0	0	2,000	2,000	2,000	0	
New	Agricultural Development Project Harmonized with Fisheries in Boeung Phtea Area, Pursat Province (水資源気象省)	Donors Sought	2004-2006	8,750	0	0	1,000	4,000	3,750	0	
New	Project for Improvement of Colmatage Systems along the Bassac River, Kandal Province (水資源気象省)	Donors Sought	2004-2006	11,839	0	0	4,000	4,000	3,839	0	
New	Polder Dike Flood Control For Priority Towns and Agricultural Areas (水資源気象省)	Donors Sought	2004-2006	20,000	0	0	7,000	7,000	6,000	0	
New	Upper Slakou River Irrigation System Rehabilitation Project (水資源気象省)	Donors Sought	2004-2006	13,000	0	0	3,000	5,000	5,000	0	
小計(重要案件プロジェクト):				117,452	0	0	31,663	41,000	38,789	6,000	
合計:				239,239	1,500	7,300	41,160	70,550	57,639	19,200	
技術支援プロジェクト											
プロジェクト(実施中) 水資源, 灌漑, 排水および洪水対策											
395	Technical Service Center for Irrigation Facilities(水資源気象省)	JICA (JAPAN), Project Type Technical Cooperation	2001-2005	6,000	1,345	934	782	1,939	0	0	
479	Improvement of the survey and Forecast System for Agro-Meteorology (水資源気象省)	JICA (JAPAN), Project Type Technical Cooperation	2001-2003	1,319	477	387	455	0	0	0	
New	Part A of Northwest Irrigation Sector Project/Capacity Building (水資源気象省)	ADB	2001-2002	390	390	0	0	0	0	0	
New	Part B of Northwest Irrigation Sector Project/Project Preparation Technical Assistance (水資源気象省)	ADB	2002-2003	800	600	200	0	0	0	0	
小計(実施中プロジェクト):				8,509	2,812	1521	1237	1,939	0	0	
パイプライン-重要案件プロジェクト-水資源, 灌漑, 排水および洪水対策											
New	Improved Information Base for assessment of Irrigation Potential and Program Formulation (水資源気象省)	ADB	2003-2004	1,100	0	500	600	0	0	0	
New	Prek Thnot River Basin Multipurpose Development Project (CNMC and 水資源気象省)	JICA (JAPAN), Feasibility Study	2003-2004	1,500	0	500	1,000	0	0	0	
301	Topography Survey, Rehabilitation & Maintenance of Irrigation Systems (水資源気象省)	National Budget	2003-2005	620	0	220	200	200	0	0	
New	The Study on Flood Plain Management in the Mekong River Basin in the Kingdom of Cambodia (水資源気象省)	JICA (JAPAN), Feasibility Study	2004-2005	2,000	0	0	1,000	1,000	0	0	
New	Water Sector Development (水資源気象省)	ADB	2004-2005	800	0	0	600	200	0	0	
627	Intergrated Agricultural Development NR1 Study (水資源気象省)	Donors Sought; Feasibility Study Required	2004-2005	1,000	0	0	500	500	0	0	
小計(重要案件プロジェクト):				7,020	0	1220	3900	1900	0	0	
合計:				15,529	2,812	2,741	5,137	3,839	0	0	

出展: Ministry of Water Resources and Hydrology February 2003 (水資源気象省により提供)

表 3.4.1 運営・維持管理事務所配置職員の職務内容

	職 種及び資格	業 務 内 容
1	プロジェクトマネージャー／ 主任灌漑技師 ・ Engineer ・ 実務経験 7～8 年 ・ 英語意志疎通能力	<p>@本プロジェクト運営・維持管理の総括責任を担うと共に基幹灌漑施設に係る技術的な水管理と維持作業を分掌する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・取水施設および幹線水路施設の維持管理計画の立案および定期的なチェック並びに維持管理業務実施の監理 ・灌漑システムの水利ユニットに基づいた受益地への水配分計画を組織強化職員と共に立案する ・普及、組織強化職員と連携して灌漑効率向上の農民研修を実施する。 ・受益者が組織した水利組合の灌漑施設利用に関する活動全般のモニタリングと評価システム(M&E)を普及、組織強化担当と連携して策定し且つ実施し、必要な監督指導を水利組合に対して行う。 ・本灌漑システムの水管理指針の策定 灌漑地区の農業支援関係機関(郡農業事務所、AQIP、CARDI 他)との協力関係構築
	テクニシャン ・Technician	主任灌漑技師の指示に基づき、現場で受益者に水管理及び維持管理指導を実施する。
	助手 ・Qualified staff	主任灌漑技師およびテクニシャンを補佐する。
2	上級農業普及員 ・Engineer ・実務経験 7～8 年 ・英語意志疎通能力	<p>@主にカンダルスタン灌漑地区を担当し、年次普及計画を立案すると共に作付け計画における受益農民の営農指導を分掌する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・対象地域の栽培環境(自然・社会経済環境)の把握 ・本計画地区の栽培環境に即した普及計画を立案する ・IR 系品種の栽培技術の栽培指導、農民訓練 ・水稻の裏作栽培指導 ・基幹作物の栽培指針策定 ・受益農民の研修ツアーを他の灌漑・組織強化職員と連携して企画実施 ・対象地域の農業支援関係機関(郡農業事務所、AQIP、CARDI 他)との協力関係構築
	テクニシャン ・Technician	・上級農業普及員の指示の下に受益者の営農普及活動業務を実施する。
	助手 ・Qualified	・上級農業普及員、テクニシャンを補佐する。
3	主任水利組合組織 強化職員 ・Engineer ・実務経験 7～8 年 ・英語意志疎通能力	<p>@カンダルスタン灌漑受益地区の受益農民を組織化して水利組合強化を分掌する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・対象地域の栽培、水管理、村落農村社会構造の把握 ・カンダルスタン灌漑システムが包括する7つのコミュニオンをベースとした受益者水利用グループを単位とした水利組合組織化を他の職員と連携して進める。 ・水利組合の地籍図、構成組合員の土地台帳を作成する。 組織化した水利組合と合理的な水利費(現金、米、労役)を設定し、徴収システムを構築する。
	副主任 ・Technician	主任水利組合組織強化職員の指示の下に第1線で水利組合組織強化業務を実施する。
	助手 ・Qualified	主任水利組合組織強化員、副主任を補佐する。
4	会計 ・Technician ・実務経験 5 年	<p>@組織化された水利組合員に対する水利費徴収指導業務及び運営・維持管理事務所の会計財務を分掌する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・運営・維持管理事務所の会計、財務管理及び水資源気象省への会計報告書類の提出 ・水資源気象省への補助金申請手続き ・水利組合会計担当(FWUC)への指導

表 3.4.2 水利組合の年間運営・維持管理費用(受益者負担分)

費目	単位	員数		単価		合計		摘要		
		Total	M/M	(Riel)	(USD)	(Riel)	(USD)			
農民水利組合連合 (ユーベックスコミッティー)	・チェアマン	人	1	9	40,000	10.00	360,000	90.0	連合メンバーは3年後とに選任される	
	・第1チーフ	人	1	9	20,000	5.00	180,000	45.0		
	・第2チーフ	人	1	9	20,000	5.00	180,000	45.0		
	・第3チーフ	人	1	9	20,000	5.00	180,000	45.0		
	・第4チーフ	人	1	9	20,000	5.00	180,000	45.0		
	・第5チーフ	人	1	9	20,000	5.00	180,000	45.0		
	・連合会員	人	1	9	20,000	5.00	180,000	45.0		
農民水利組合	・チェアマン	人	7	9	40,000	10.00	360,000	90.0	連合メンバーは3年後とに選任される	
	・第1チーフ	人	7	9	20,000	5.00	180,000	45.0		
	・第2チーフ	人	7	9	20,000	5.00	180,000	45.0		
	・第3チーフ	人	7	9	20,000	5.00	180,000	45.0		
	・第4チーフ	人	7	9	20,000	5.00	180,000	45.0		
	・第5チーフ	人	7	9	20,000	5.00	180,000	45.0		
小計			49	117	300,000	75	2,700,000	675.0	①	
農民水利組合連合事務所 および事務用品	事務所								行政村役場は農民水利組合連合事務所として使用されている	
	事務用品	式/月	12		60,000	15.00	720,000	180.0		
	消耗品	式/月	12		40,000	10.00	480,000	120.0		
	農民水利組合との会議費	人	84		8,000	2.00	672,000	168.0		7農民水利組合との月例会議
	事務所									行政村役場は農民水利組合事務所として使用されている
	事務用品	式/月	12		40,000	10.00	480,000	120.0		
7農民水利組合 および事務用品	消耗品	式/月	12		20,000	5.00	240,000	60.0	40農民水利グループとの月例会議 (農民水利グループを50ha毎として計算)	
	農民水利グループとの会議費	人	480		4,000	1.00	1,920,000	480.0		
	事務所									
	事務用品									
小計					172,000	43	4,512,000	1,128.0	②	
年間維持管理費	シルト除去および補修	回/年	1						受益者が労働力を提供	
	清掃	回/年	2							
	除草	回/年	2							
	構造物の移設	回/年	2						18 USD/100 ha/年として計算	
	- 労働力	人	40		4000	1.00	160,000	40.0		
	- 資材	式/回	2		720000	180.00	1,440,000	360.0		
	構造物の保護	回/年	2							
	- 資材	式/回	2		1060000	265.00	2,120,000	530.0	27 USD/100 ha/年として計算	
	- 労働力	人	40		4000	1.00	160,000	40.0		
	小計					1788000	447.00	3,880,000.0	970.0	③

①+②+③ 2773.0 USD
 運営・維持管理費/ha/年 2 USD
 (ISF/ha = 全運営・維持管理費 * 1.45/1950 ha)

2月, 24, 2003

表3.5.1 二次・三次用水路整備費用

費目	内訳	単位	金額
プロジェクト実施事業費	二次・三次用水路及び構造物	USD	505,595
	測量及び詳細設計 (①*15%)	USD	75,840
	農民訓練及び水利組合育成 (①*10%)	USD	50,560
	施工監理 (①*7%)	USD	35,400
	小計		667,395
予備費	(②*15%)	USD	100,100
合計			767,495

出所:Kandal Stung Rehabilitation Project/水資源気象省, Dec., 2002 改め 767,500

表 3.5.2 カンダルスタン灌漑システム運営・維持管理事務所設置費用(水資源気象省 負担分)

(換算レート= 4,000 Riel/USD)

費目	単位	員数		単価		合計		備考	
		総数量	M/M	(Riel)	(USD)	(Riel)	(USD)		
運営・維持管理事務所及び用品	運営・維持管理事務所 (140m2)	m ²			0	0.00	0	0.0	頭首工の管理棟を利用するため計上なし
	パソコン	台	1		3,320,000	830.00	3,320,000	830.0	
	プリンター	台	1		1,000,000	250.00	1,000,000	250.0	
	コピー機	台	1		6,080,000	1520.00	6,080,000	1,520.0	A3コピー可能
	職員デスク&椅子	セット	11		1,128,000	282.00	12,408,000	3,102.0	
	会議用テーブル及び椅子	脚	1		764,000	191.00	764,000	191.0	8人程度が座れるもの
	キャビネット	脚	8		104,000	26.00	832,000	208.0	
	個	2			616,000	154.00	1,232,000	308.0	
	掲示板(ホワイトボード)	台	1		452,000	113.00	452,000	113.0	
	事務用品一式	一式	1		0		0	0.0	
	給水施設	一式	1		9,988,000	2497.00	9,988,000	2,497.0	屈井(50m深度) + モーター
	ディーゼル発電機	台	1		10,400,000	2600.00	10,400,000	2,600.0	事務所への給電用
							0	0.0	
	モーターサイクル (50cc)	台	8		4,800,000	500.00	38,400,000	4,000.0	中古: 普及員・ICO・会計職員用
	小計			0	38,652,000	8,963	84,876,000	15,619.0	

表 3.5.3 カンダルスタン灌漑システム運営・維持管理事務所年次費用(水資源気象省 負担分)

(換算レート= 4,000 Riel/USD)

費目	単位	員数		単価		合計		備考	
		総数量	M/M	(Riel)	(USD)	(Riel)	(USD)		
運営・維持管理職員	・プロジェクトマネージャー(主任灌漑技師)	人	1	12	150,000	37.50	1,800,000	450.0	水資源気象省より出向。手当のみ計上
	テクニシャン	人	1	6	150,000	37.50	900,000	225.0	水資源気象省より出向。手当のみ計上
	助手	人	1	6	150,000	37.50	900,000	225.0	水資源気象省より出向。手当のみ計上
	・上級農業改良普及員	人	1	6	150,000	37.50	900,000	225.0	農業省より出向。手当のみ計上
	テクニシャン	人	1	6	150,000	37.50	900,000	225.0	農業省より出向。手当のみ計上
	助手	人	1	6	150,000	37.50	900,000	225.0	農業省より出向。手当のみ計上
	・主任水利組合強化要員	人	1	6	150,000	37.50	900,000	225.0	水資源気象省より出向。手当のみ計上
	副主任	人	1	6	150,000	37.50	900,000	225.0	水資源気象省より出向。手当のみ計上
	助手	人	1	6	150,000	37.50	900,000	225.0	水資源気象省より出向。手当のみ計上
	会計	人	1	6	150,000	37.50	900,000	225.0	水資源気象省より出向。手当のみ計上
小計			10	66	1,500,000	375	9,900,000	2,475.0	①
運営・維持管理事務所 維持管理費用	事務用品	一式/月	12		60,000	15.00	720,000	180.0	
	消耗品	一式/月	12		40,000	10.00	480,000	120.0	
	通信費(テレフォンカード)	M/M	66		40,000	10.00	2,640,000	660.0	3時間/日*270日/年:電話
	発電機用ディーゼル	Lit	1000		2,000	0.50	2,000,000	500.0	10Lt/日 x 100日と想定
小計				0				1,460.0	②
年間運営・維持管理事業費 (30年間分)	車両維持管理費用			0	0	0.00	0	0.0	上記手当にオートバイ用の燃料費等が含まれている。
	定期点検費	一式/30年					72,000,000	18,000.0	当初10年はUS\$360、その後US\$720毎年かかると想定
	パーツ等交換費	一式/30年					12,800,000	3,200.0	20年毎に水密ゴム等を交換
	塗装費	一式/30年					160,000,000	40,000.0	12年毎に塗装
	運転用ディーゼル	一式/30年	35100		2,000	0.50	70,200,000	17,550.0	年間1170lit
	定期補修	一式/30年						45,600.0	当初10年はUS\$760、20年まではUS\$1,500、 その後はUS\$2,300毎年かかると想定。
小計				0			315,000,000.0	4,145.0	③
								8,080.0	①+②+③

付 図

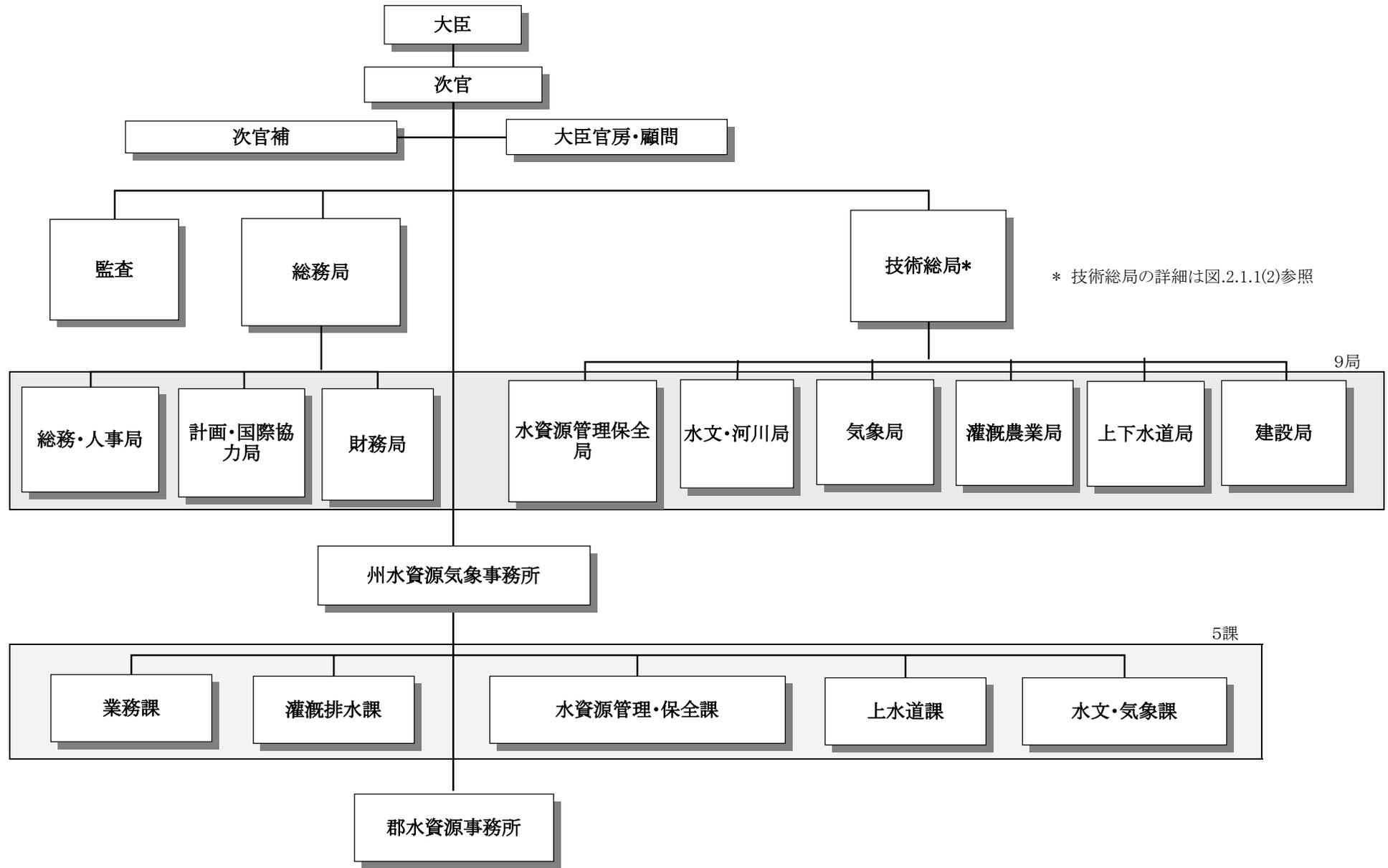


図 2.1.1(1) 水資源気象省組織図

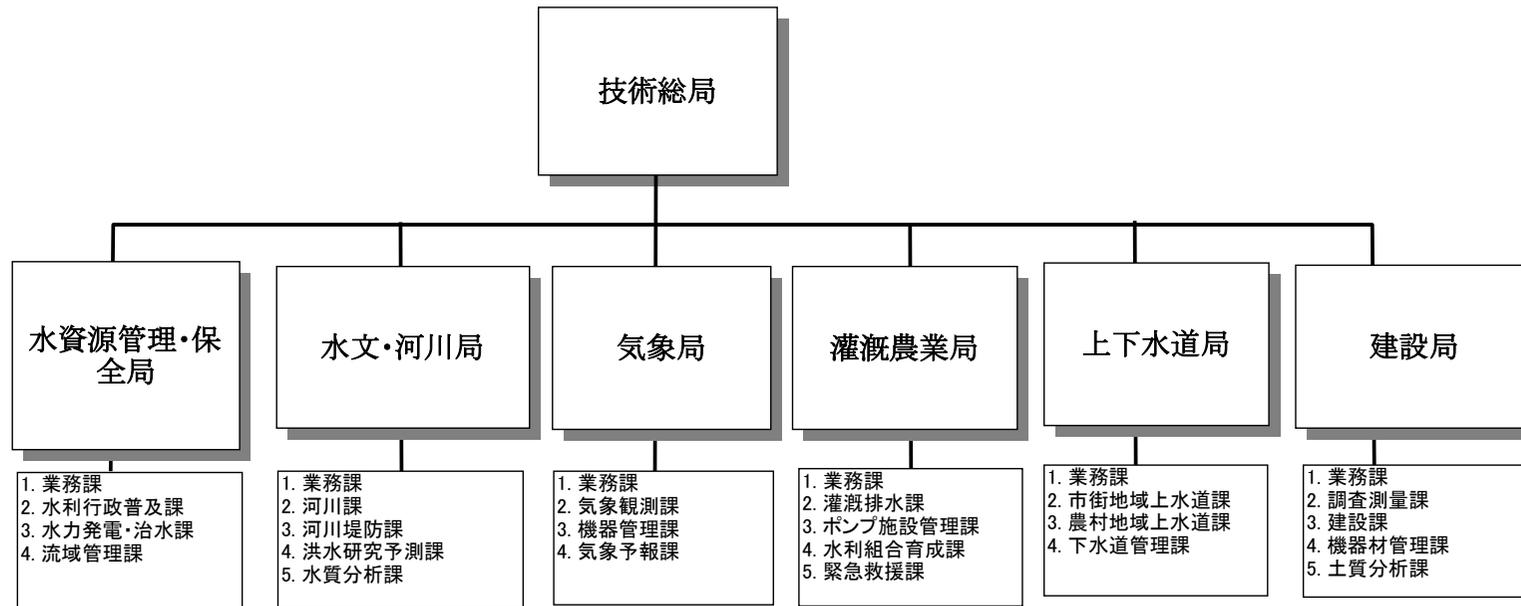


図 2.1.1(2) 水資源気象省技術総局組織図

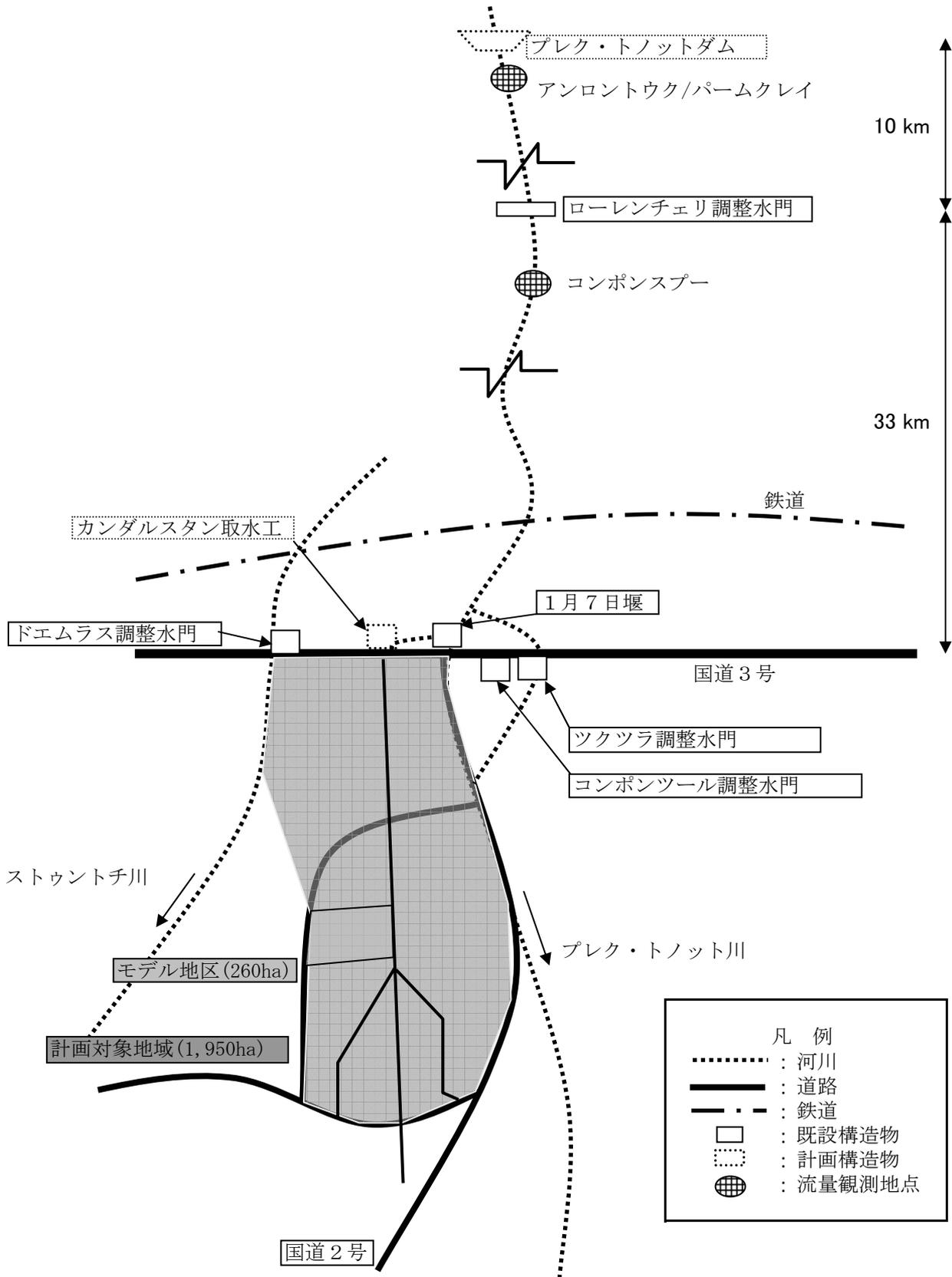
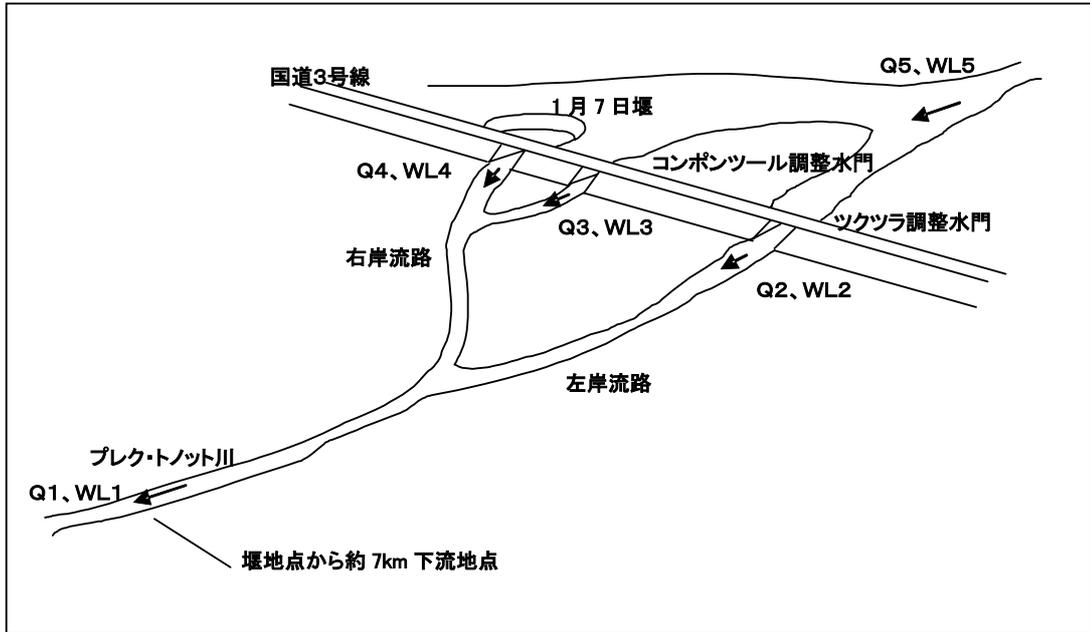


図 2.2.1 主要施設位置模式図



$$\begin{aligned}
 Q1 &= Q5 = Q2 + Q3 + Q4 && \dots \dots (1) \\
 Q2 &= f1(WL2, WL5) && \dots \dots (2) \\
 Q3 &= f2(WL3, WL5) && \dots \dots (3) \\
 Q4 &= f3(WL4, WL5) && \dots \dots (4) \\
 WL2 &= f4(Q1, Q2, WL1) && \dots \dots (5) \\
 WL3 &= f5(Q1, Q3, WL1) && \dots \dots (6) \\
 WL4 &= f6(Q1, Q4, WL1) && \dots \dots (7)
 \end{aligned}$$

ここに、Q1～Q5 : 流量
 WL.1～WL.5 : 水位、
 f1()～f3 : 流量公式を使用した関数
 f4()～f6 : 不等流計算式を使用した関数

図 2.2.2 既存施設の洪水流下能力算定モデル

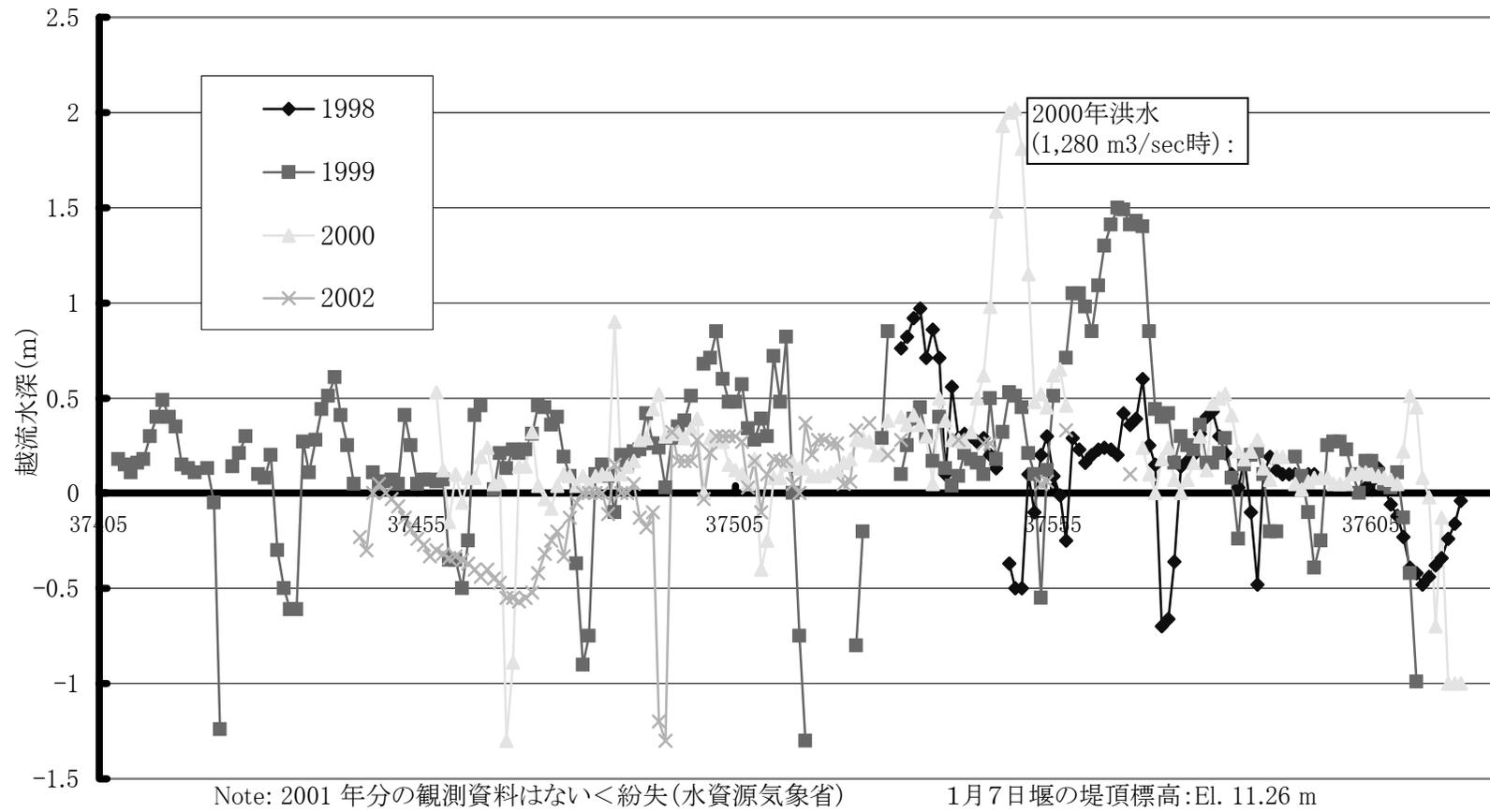
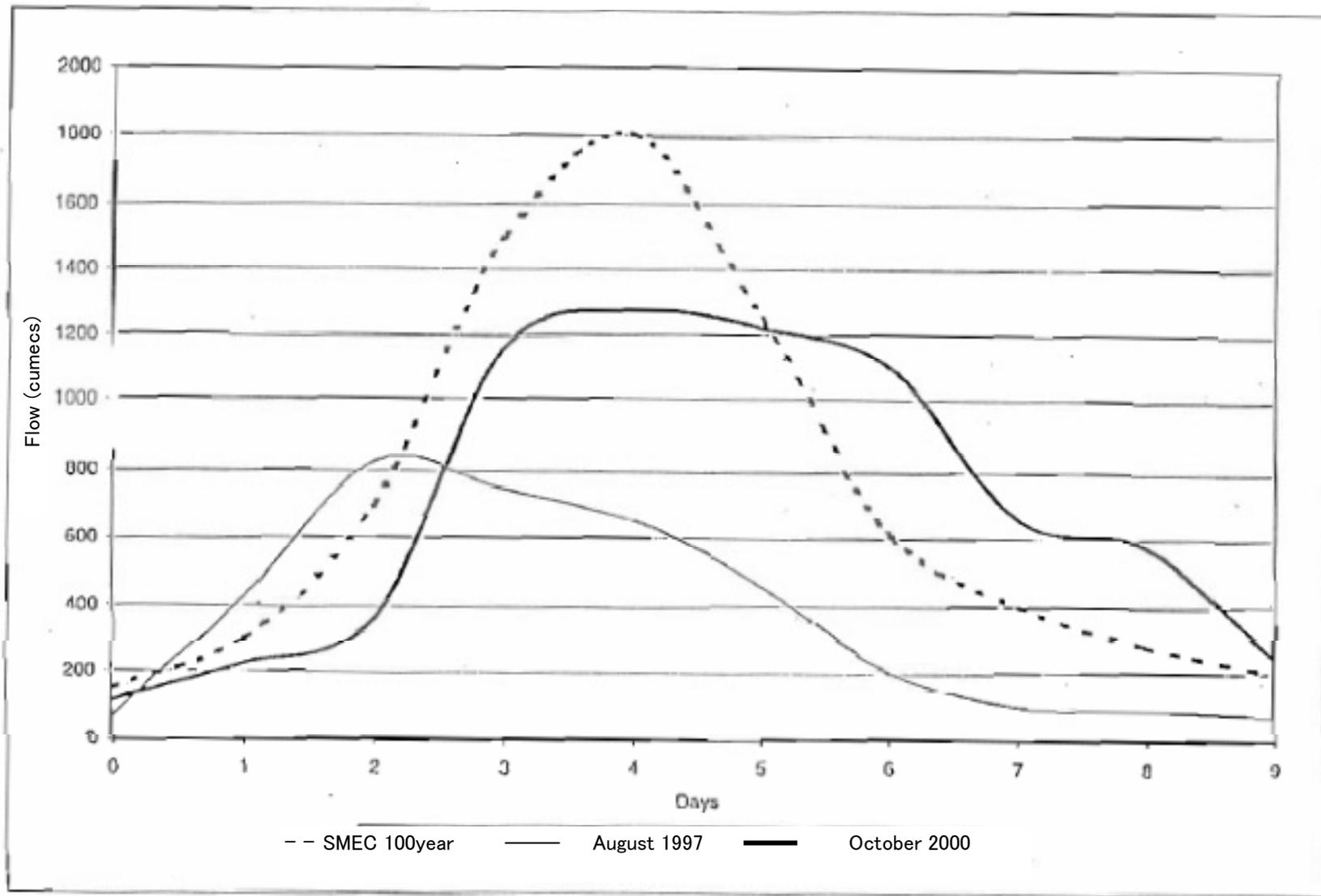


図2.2.3 1月7日堰地点の水位記録



出典:Prek Thnot Flood Relief Channel, Hydrological Report, MMD, Sep.'01

図2.2.4 100年確率洪水波形と実測洪水波形（プレク・トノットダム地点）

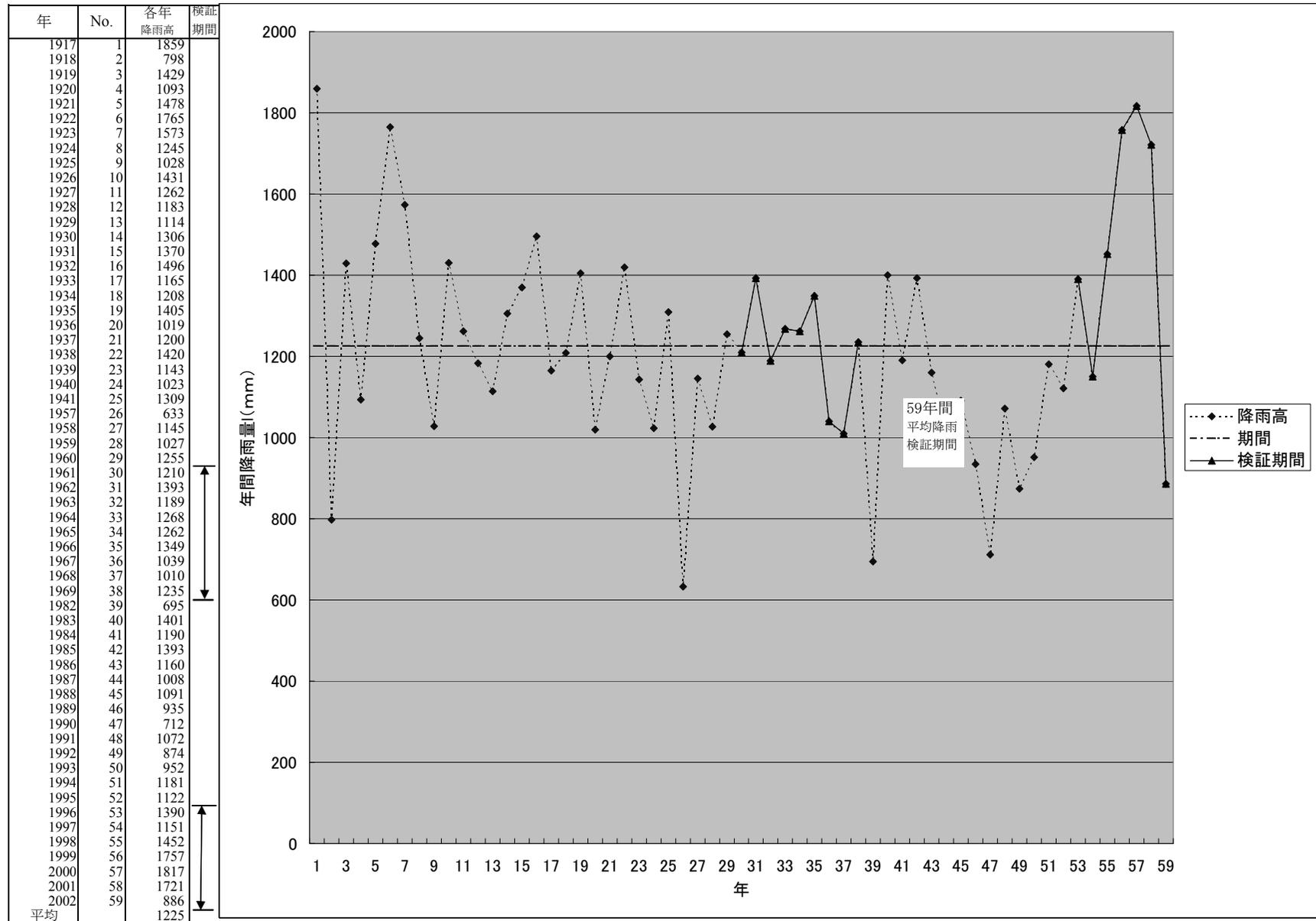
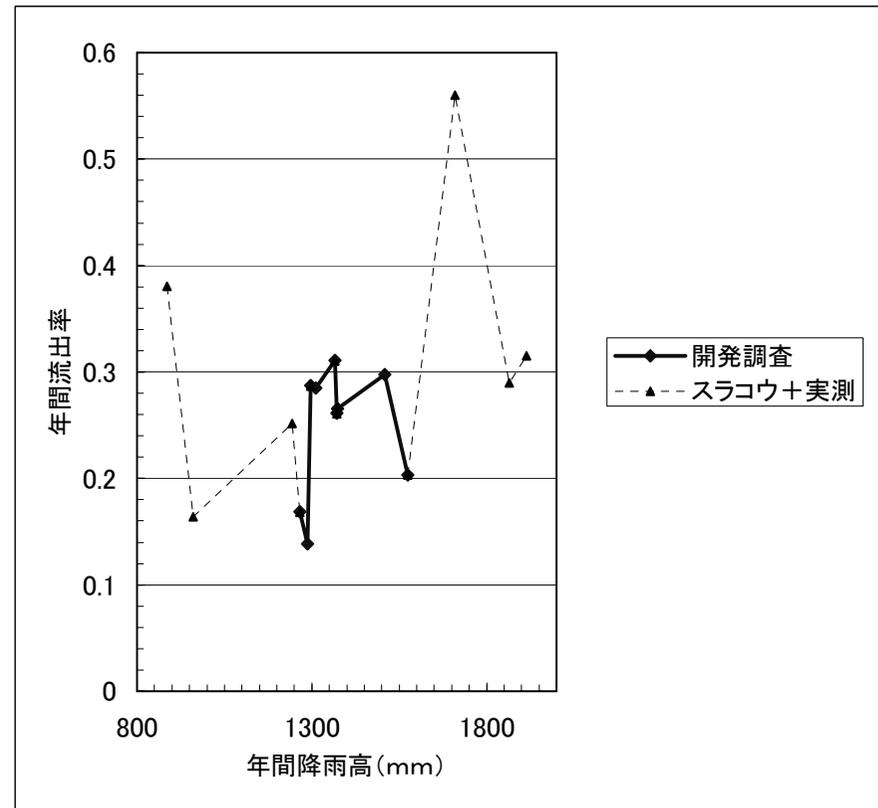


図 2.2.5 プレク・ノットダム上流域の59年間の年間降雨量分布

年	流量係数		Rainfall
	開発調査	スラコウ+実測	
1961	0.00	-	1311
1962	0.00	-	1509
1963	0.00	-	1288
1964	0.00	0.00	1373
1965	0.00	0.00	1367
1966	0.00	0.12	1574
1967	0.00	0.00	1297
1968	0.00	0.15	1266
1969	0.00	0.14	1372
1997	-	0.20	885
1998	-	0.26	1244
1999	-	0.01	1710
2000	-	0.00	1914
2001	-	0.01	1865
2002	-	0.01	960

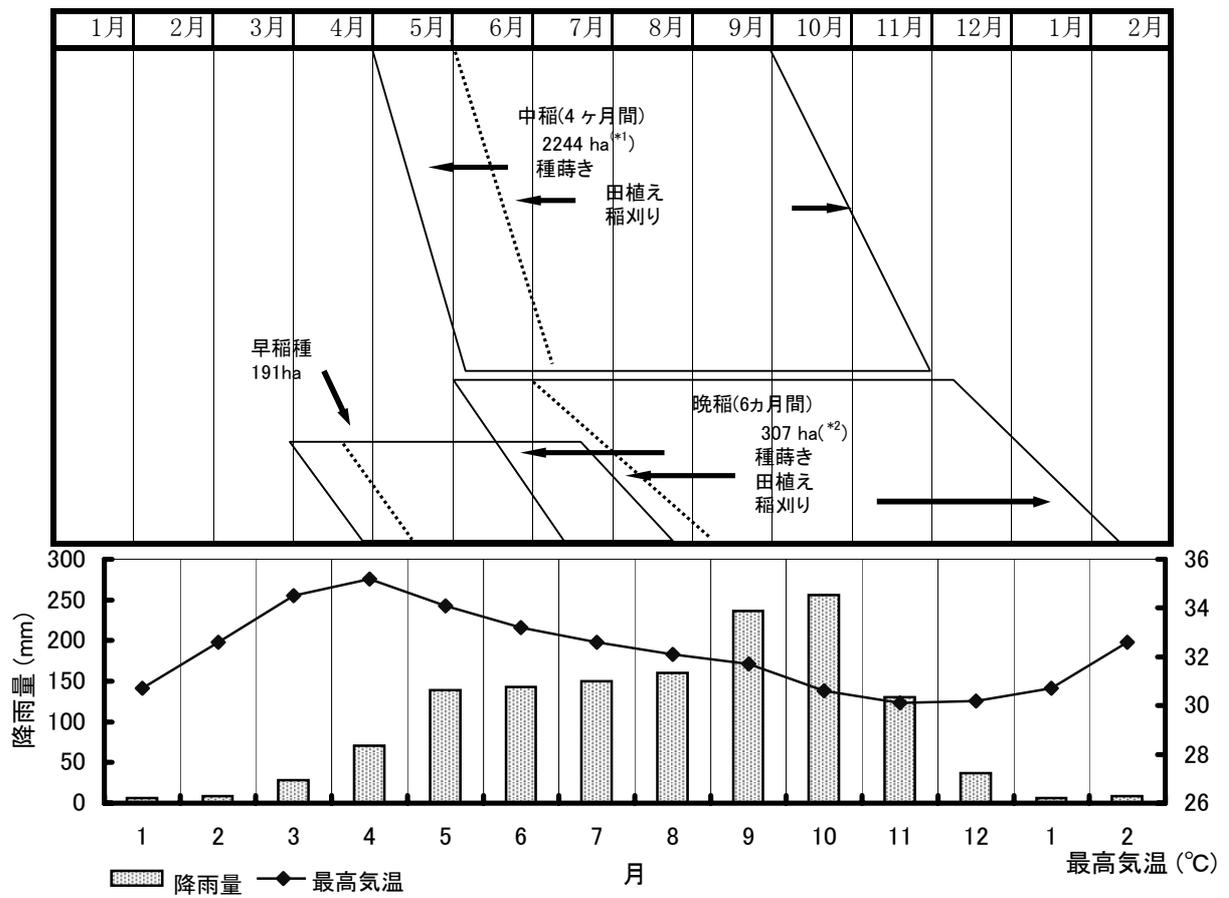
降雨高順に並び替え

降雨高	流量係数		年
	開発調査	スラコウ+実測	
885		0.38	1997
960		0.16	2002
1244		0.25	1998
1266	0.17	0.17	1968
1287	0.14		1963
1297	0.29	0.29	1967
1311	0.28		1961
1367	0.31	0.31	1965
1372	0.26	0.26	1969
1373	0.27	0.27	1964
1509	0.30		1962
1574	0.20	0.20	1966
1710		0.56	1999
1865		0.29	2001
1914		0.32	2000



開発調査数値の回帰式：年間流出率＝年間降雨量×0.000115

図 2.2.6 検証期間の年間流出量



注: *1) と *2) の耕作面積は2000-2001における調査対象地域周辺での実績による

図 2.2.7 計画対象地域における現況作物作付体系

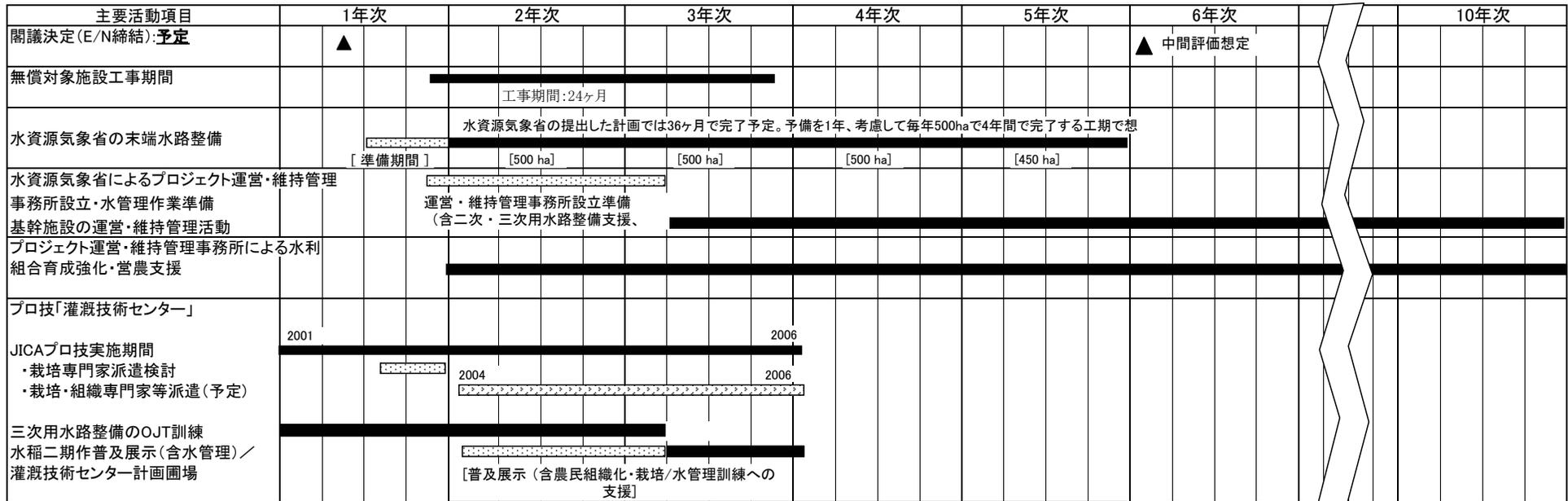


図 3.1.1 全体運営計画(事業工程計画と支援体制)

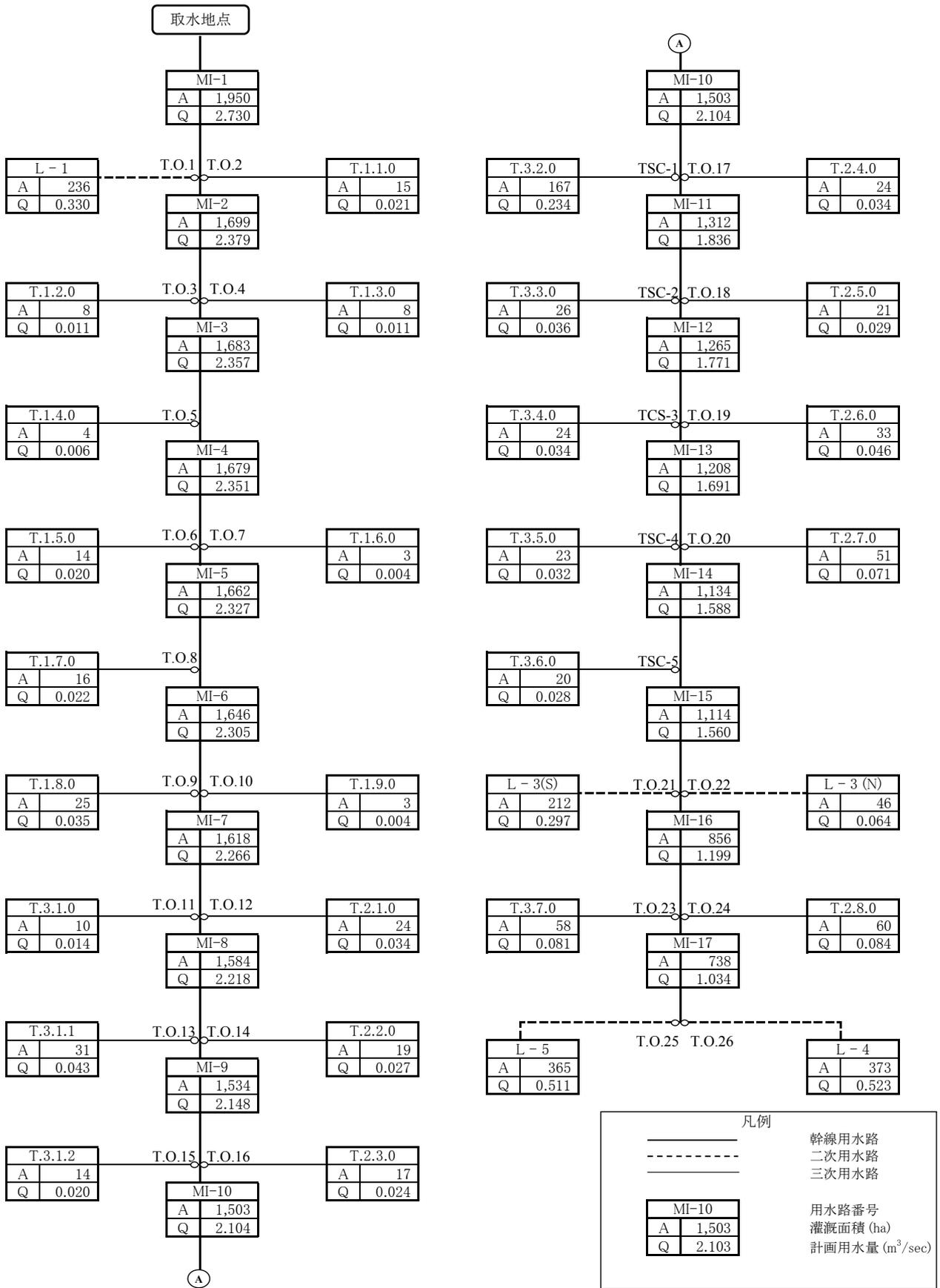


図3.2.1 灌漑ダイヤグラム

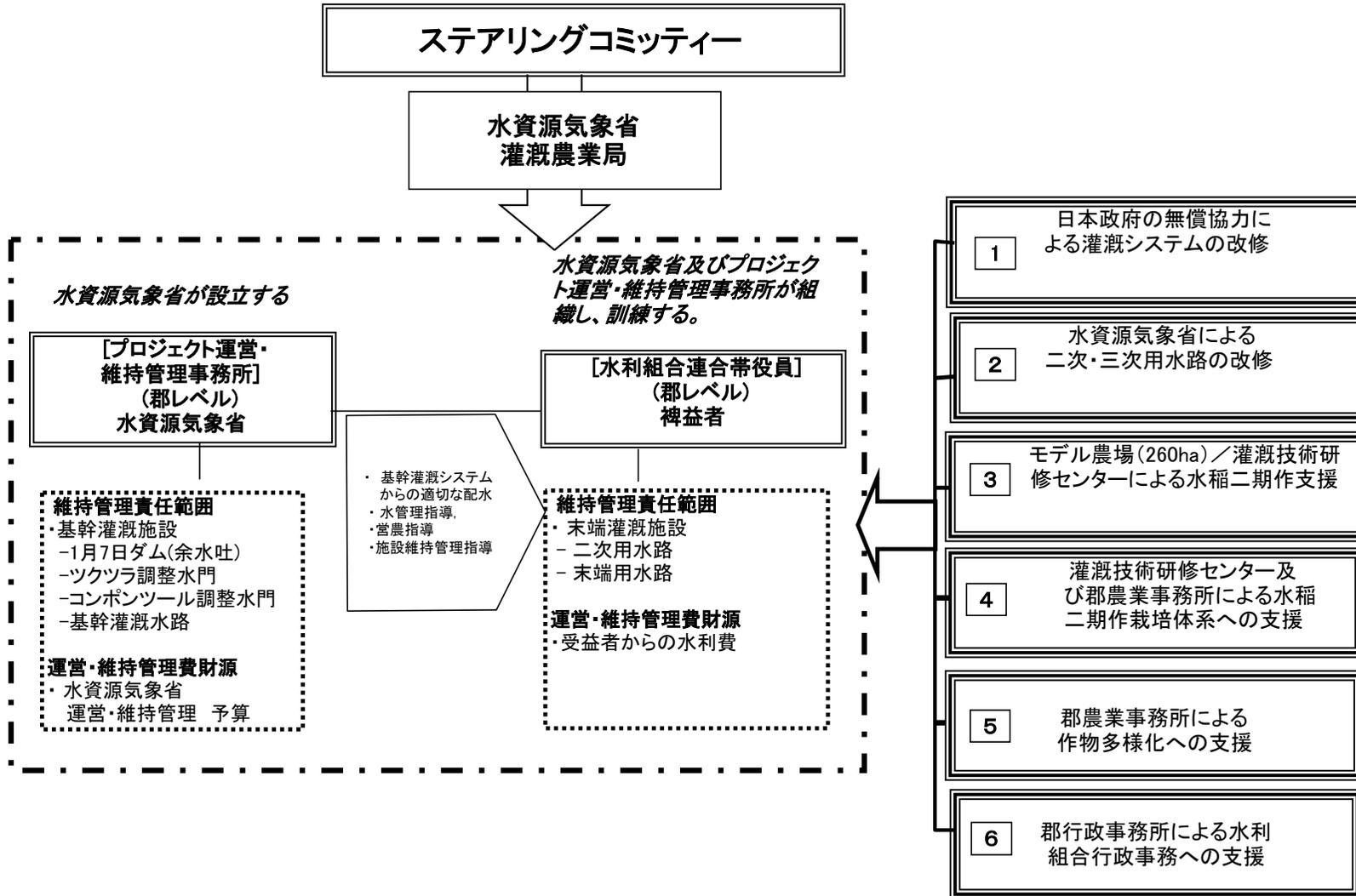
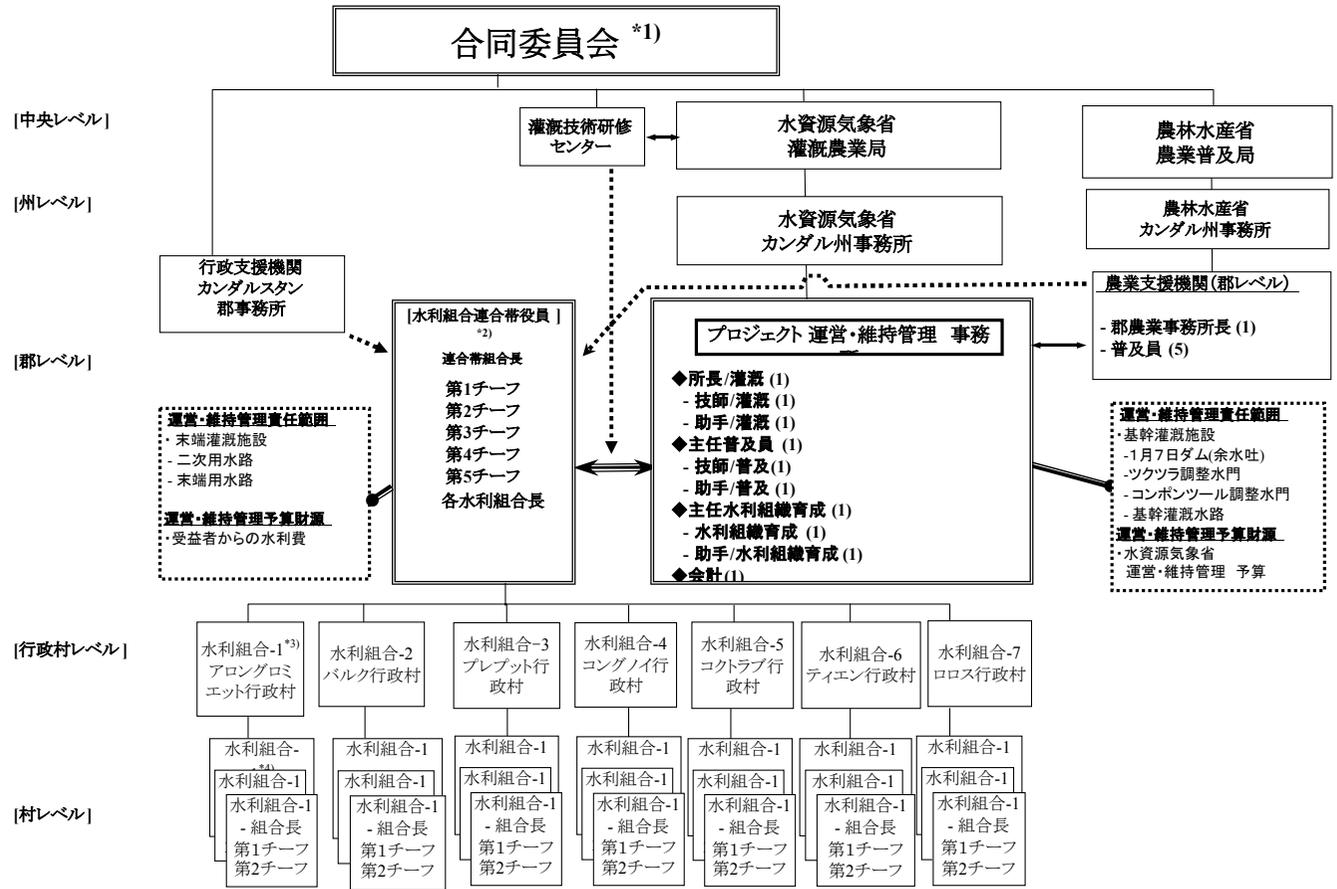


図3.4.1 カンダルスタン灌漑システム運営体制



備考: 水利組合は各行政村で50ha単位の灌漑ブロックをベースに組織する。

*1) 備考
 合同委員会議長, 水資源気象省次官
 水資源気象省技術局局長
 水資源気象省国際協力局局長
 水資源気象省灌漑農業局局長
 水資源保全管理局局長
 建設局次長
 水資源気象省カンダル州局長
 CDC 代表
 農林水産省 代表
 JICA カンボジア事務所長
 JICA 専門家/水資源気象省
 チーフアドバイザー/灌漑技術研修センター
 カンダルスタン郡事務所代表
 水利組合役員代表
 プロジェクト運営・維持管理事務所長
 二次三次用水路建設工事マネージャ

*2) 備考
 組合長 総括
 第1チーフ 維持管理計画担当
 第2チーフ 水管理計画担当
 第3チーフ 営農担当
 第4チーフ 会計担当
 第5チーフ 書記
 各水利組合代表

*3) 備考
 組合長 総括
 第1チーフ 維持管理計画担当
 第2チーフ 水管理担当
 第3チーフ 営農担当
 第4チーフ 会計担当
 第5チーフ 書記担当

*4) 備考
 組合長 農民グループリーダー
 第1チーフ 水管理及び維持管理担当
 第2チーフ 会計担当

図 3.4.2 カンダルスタン灌漑システム水利組合組織(案)