

国際協力事業団

インドネシア共和国
公共事業省

カンブール・インドラギリ河 流域総合開発計画調査

要 約

平成7年12月

JICA LIBRARY



J1126718(4)

株式会社 建設技術研究所
日本工営株式会社

社調二

JR

95-146

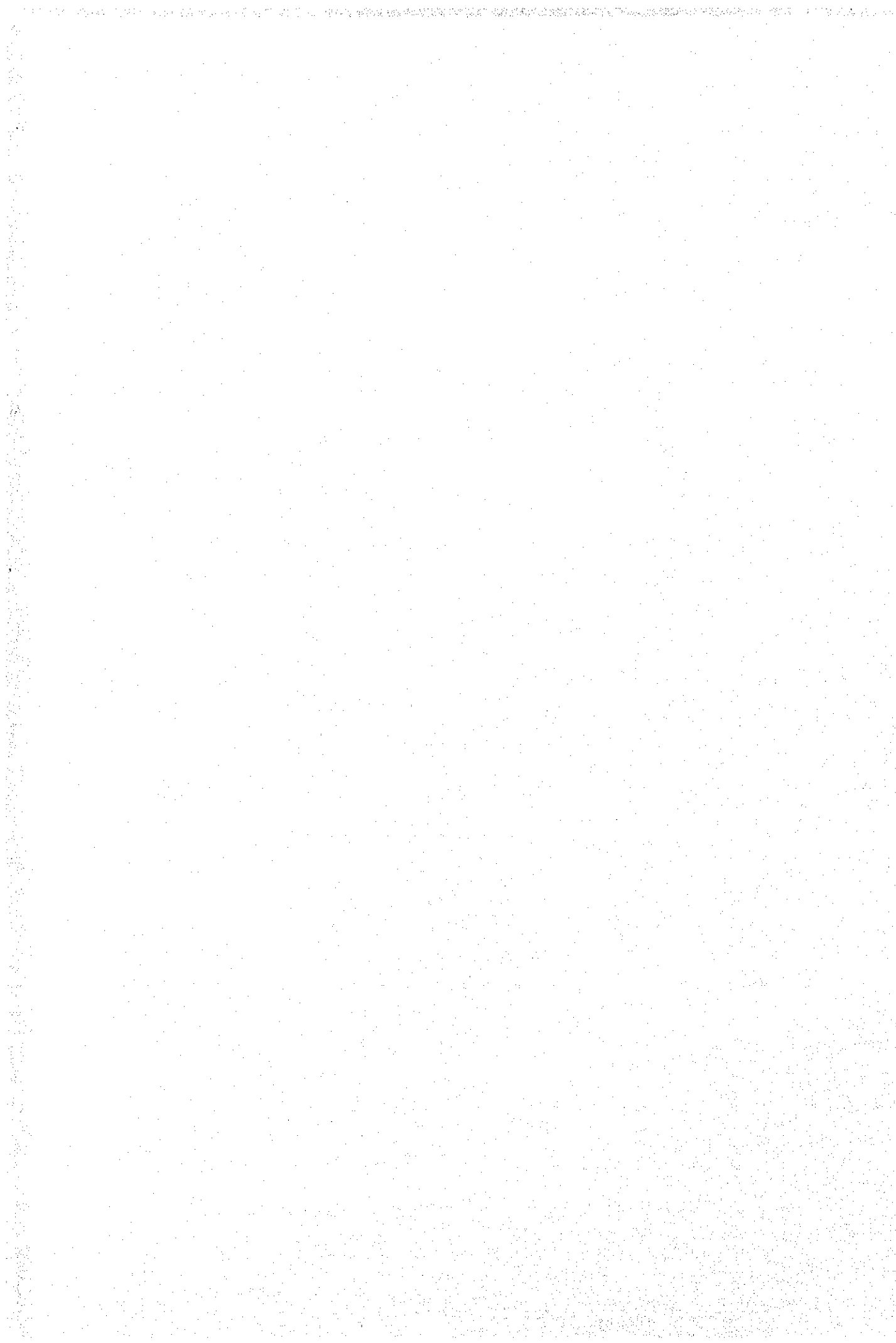
インドネシア共和国
カンブール・インドラギリ河流域総合開発計画調査

要 約

平成七年十二月

JICA
102
617
SSS
LIBRARY





国際協力事業団

インドネシア共和国
公 共 事 業 省

カンプール・インドラギリ河 流域総合開発計画調査

要 約

平成7年12月

株式会社 建設技術研究所
日本工営株式会社



1126718[4]

序 文

日本国政府は、インドネシア共和国政府の要請に基づき、同国のカンプール・インドラギリ河流域総合開発計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成5年1月から平成7年11月までの間、4回にわたり、(株)建設技術研究所の富岡慶行氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。調査団はインドネシア共和国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、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

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

平成7年12月

国際協力事業団

総裁 藤田公郎

藤田公郎

本報告書では、事業費を1994年7月価格で見積もり、インドネシア・ルピー（R p. ）で表示した。使用した通貨換算率は下記の通りである。

1米ドル＝2,175ルピー

1円＝21.90ルピー

（1994年7月時点の通貨換算率）



計画の概要

1. 調査の目的

調査の目的は次のとおりである。

- (1) カンプール・インドラギリ河流域に対して治水、及び、水資源開発に係る全体開発計画を策定し、その構成計画の中から優先計画を選定する。
- (2) 全体開発計画策定調査をとおして選定された優先計画に対してフィージビリティ調査を実施する。
- (3) 調査を通じ、インドネシア、及び、日本においてインドネシア政府カウンターパートに対する技術移転を実施する。

2. 調査対象地域

調査対象地域はカンプール・インドラギリ河流域である。当流域は面積約50,000 km²で、リアウ州、及び、西スマトラ州にまたがる。リアウ州の州都パカンバルー市は流域外であるが調査地域に含め、都市用水・工業用水・排水路浄化用水等を対象とした水資源開発計画を検討する。

3. 計画目標年次

計画目標年次は2019年とする。2019年は第二次長期開発計画（PIP II）の最終年度にあたる。

4. 全体開発計画の策定

全体開発計画は以下の計画により構成される。

- (1) 洪水防御計画
- (2) 灌漑開発計画
- (3) 水資源開発計画
- (4) 水力発電開発計画

4.1 洪水防御計画

4.1.1 計画対象河川、及び、区間

- (1) カンプール川流域
 - ・ カンプール・カナン川中下流域
 - ・ カンプール・キリ川中下流域
 - ・ カンプール川
- (2) インドラギリ川流域
 - ・ クアantan-インドラギリ川中下流域
 - ・ インドラギリ川上流部バヤクンプ、ソロック、シジュンジュン・ムアラ地区

4.1.2 計画規模

本洪水防御計画における計画規模は下表に示すとおりに決定された。

河川	単位：確率年	
	緊急計画 (市街地/農地)	最終計画
カンプール川流域		
カンプール・カナン川	5 / 5	50
カンプール・キリ川	-	50
カンプール川（カナン・キリ合流後）	-	50
インドラギリ川流域		
シナマル・ランパシ・アガム川	10 / 10	50
レンバン川	10 / 10	50
スカム・バラング川	10 / 10	50
クアantan-インドラギリ川	10 / 5	50

4.1.3 洪水防御計画の選定

洪水防御の全体計画は以下の計画から構成される。

計画	目的	備考
カンプール川流域		
カンプール・カナン川洪水防御計画	単一目的	
カンプール、カンプール・キリ川洪水防御計画	多目的	カンプール・キリNo. 1及びNo. 2ダムは多目的ダム
インドラギリ川流域		
クアンタンーインドラギリ川洪水防御計画	多目的	クアンタン・ダムは多目的ダム
インドラギリ川上流域洪水防御計画		
- パヤクンプ地区	単一目的	
- ソロック地区	単一目的	
- シジュンジュン・ムアラ地区	単一目的	

4.1.4 最適洪水防御計画

(1) カンプール・カナン川洪水防御計画

最適計画として河川改修方式が採用された。改修区間はカンプール・カナン川の、クオック取水堰計画地点とカンプール・キリ川との合流点地点の間で、計画流量は $4,000 \text{ m}^3/\text{s}$ である。

(2) カンプール、カンプール・キリ川洪水防御計画

下記の対策が最適計画として選定された。

- ・ カンプール・キリNo. 1多目的ダム（洪水調節容量 2.5 億 m^3 ）
- ・ カンプール・キリNo. 2多目的ダム（洪水調節容量 1.5 億 m^3 ）
- ・ カンプール・キリ川下流域のカンプール・キリ自然遊水地
- ・ カンプール、及び、カンプール・キリ川の改修。計画流量は、カンプール川で $4,850 - 5,100 \text{ m}^3/\text{s}$ 、カンプール・キリ川で $1,450 \text{ m}^3/\text{s}$ である。

(3) クアンタンーインドラギリ川洪水防御計画

下記の対策が最適計画として選定された。

- ・ クアンタン・ダム（洪水調節容量 400 百万 m^3 ）
- ・ インドラギリ川ジャブラ地点下流インドラギリ自然遊水地
- ・ クアンタンーインドラギリ川のルブックジャンビ取水堰計画地点とレンガット下流地点間の改修。計画流量は、 $3,200 - 5,050 \text{ m}^3/\text{s}$ である。

(4) インドラギリ川上流域洪水防御計画

パヤクンプ、ソロック、シジュンジュン・ムアラ地区共に、最適計画として河川改修が採用された。計画流量は、パヤクンプ地区で $490 - 2,100 \text{ m}^3/\text{s}$ 、ソロック地区で $700 - 1,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 、シジュンジュン・ムアラ地区で $1,050 - 5,450 \text{ m}^3/\text{s}$ である。

4.2 灌漑開発計画

本計画における灌漑開発計画は、水資源開発計画における将来の灌漑用水量を把握する目的で策定された。

4.2.1 対象開発地域

カンブール川流域においてはランタウブランギン灌漑開発地区 (20,303 ha) が、インドラギリ川流域においてはルブックジャンビ灌漑開発地区 (30,149 ha) が対象灌漑開発地域として選定された

4.2.2 計画施設

(1) 取水堰

ランタウブランギン地区にはクオック取水堰、ルブックジャンビ地区にはルブックジャンビ取水堰を建設する。

(2) 幹線水路

幹線水路はランタウブランギン地区で計 124 km、ルブックジャンビ地区で計 242 km である。

4.2.3 灌漑用水量

西暦2019年におけるピーク灌漑用水量は二期作として計算し、ランタウブランギン地区で $25.49 \text{ m}^3/\text{s}$ 、ルブックジャンビ地区で $36.93 \text{ m}^3/\text{s}$ である。

4.3 水資源開発計画

4.3.1 水源

計画対象地区の将来水需要に対しては、ダム建設による河川水の開発のみが十分な供給能力がある。地下水、湧水、湖水は量的に不十分である。

カンプール川流域では、PLNが水力発電用に現在建設中のコタパンジャン・ダムからの放流水が水源として利用可能である。インドラギリ川流域では、治水、及び、水資源開発の目的でクアンタン・ダムが計画された。

4.3.2 将来の水需要

計画対象地区内の将来水需要は、計画目標年次2019年に対し下記の10分野を対象に検討した。

- 灌漑
- 生活
- 工業
- 内水面漁業
- 畜産
- 観光
- 排水路浄化
- 水力発電
- 舟運
- 河川維持

2019年におけるピーク水需要は、河川維持用水を含めると、カンプール川流域で 367.35 m³/s、インドラギリ川流域で 359.95 m³/s である。

4.3.3 水資源開発計画

水資源開発計画については、下記の計画が最適計画として策定された。

計画	目的
カンプール・カナン川水供給計画	ランタウブランギン灌漑計画に対する灌漑用水の供給、及び、パカンバルー市に対する都市用水の開発・確保等（単一目的）
カンプール・キリNo. 1ダム建設計画	洪水調節、及び、水力発電（多目的）
カンプール・キリNo. 2ダム建設計画	洪水調節、及び、水力発電（多目的）
クアンタン川多目的開発計画	洪水調節、灌漑、及び、水力発電（多目的）

4.3.4 最適水資源開発計画

(1) カンプール・カナン川水供給計画

コタパンジャン・ダムが発電放流水を逆調節し、その水を幹線水路に取り入れる目的でクオック取水堰を計画する。クオック取水堰はラバー・ゲートの全面可動堰（高さ 3.7 m × 径間 30.0 m × 5 門）とし、バンキナン橋下流に建設することとした。

(2) カンプール・キリNo.1ダム、カンプール・キリNo.2ダム建設計画

両ダム共に洪水調節、及び、水力発電の多目的施設であり、最適規模の決定は4.5節に述べる。

(3) クアantan川多目的開発計画

計画施設は、クアantan・ダム、及び、ルブックジャンピ取水堰である。クアantan・ダムは洪水調節、水資源開発、水力発電の多目的施設であることから、最適規模の決定は4.5節に述べる。

ルブックジャンピ取水堰はクアantan・ダムの下流に位置し、ダムからの発電放流水を逆調節し、その水をルブックジャンピ幹線水路に取り入れる機能を持つ。構造はローラー・ゲートの全面可動堰（高さ 4.7 m × 径間 29.4 m × 4 門）とした。

4.4 水力発電開発計画

インドネシアにおいては、治水、或は、水資源開発の目的でダムを計画する場合、そのダムでの水力発電の検討も行う。これは、石油、天然ガス、石炭といった輸出可能な資源を可能な限り保全するためである。全体開発計画では、治水、及び、水資源開発の目的で3ヶ所のダムが提案されている。従って、水力発電は下記の3ダムで検討する。

- ・ カンプール・キリNo.1ダム（カンプール川流域）
- ・ カンプール・キリNo.2ダム（カンプール川流域）
- ・ クアantan・ダム（インドラギリ川流域）

これらのダムは多目的ダムであるので、最適規模の決定は4.5節に述べる。

4.5 多目的開発計画の策定

全体開発計画のうち、下記が多目的開発計画である。

- ・ カンプール、カンプール・キリ川開発計画
- ・ インドラギリ川開発計画

4.5.1 カンプール、カンプール・キリ川開発計画

(1) 目的

- ・ カンプール、カンプール・キリ川の洪水防御
- ・ カンプール・キリNo. 1ダム、及び、No. 2ダムにおける水力発電

(2) 検討対象施設

- ・ カンプール・キリNo. 1ダム
- ・ カンプール・キリNo. 2ダム

(3) 最適規模

カンプール・キリNo. 1ダム、及び、No. 2ダムの最適規模、及び、最適水力発電設備容量は、代替案検討の結果下表のとおりとなった。

項目	単位	カンプール・キリ No. 1ダム	カンプール・キリ No. 2ダム
ダム高	m	103	95
貯水容量			
洪水調節	億 m ³	2.50	1.50
水力発電	億 m ³	6.46	4.38
死水容量	億 m ³	13.50	16.12
総貯水容量	億 m ³	22.46	22.00
水力発電設備容量	MW	131	40

4.5.2 インドラギリ川開発計画

(1) 目的

- ・ クアンタンーインドラギリ川中下流域の洪水防御
- ・ ルブックジャンビ灌漑計画への灌漑用水の供給
- ・ クアンタン・ダムでの水力発電

(2) 検討対象施設

- ・ クアンタン・ダム

(3) 最適規模

クアンタン・ダムの最適規模、及び、最適水力発電設備容量は、代替案検討の結果下記のとおりとなった。

項目	諸元
ダム高	73 m
貯水容量	
洪水調節	4.00 億 m ³
水力発電	4.15 億 m ³
灌漑	1.17 億 m ³
河川維持用水	2.13 億 m ³
死水容量	4.25 億 m ³
総貯水容量	15.70 億 m ³
水力発電設備容量	114 MW

4.6 可能最大開発水資源量

インドネシア、及び、シンガポール両政府は1990年8月、インドネシアからシンガポールへの水の輸出に関する合意をしている。この合意による輸水量は下記のとおりである。

- ・ 西暦2010年までに 31.25 m³/s の水をリアウ州から供給する
- ・ 西暦2090年までに 52.6 m³/s の水をスマトラ島から供給する

調査地域内の可能最大開発水資源量は、全体開発計画で計画されている3ダム、及び、コタパンジャン・ダムの建設後で 103 m³/s と見積もられた。

4.7 事業費

事業費は下記の条件の基に算出した。

- ・ 単価は1994年7月の物価水準による
- ・ 通貨換算レートは、1米ドル＝2,175ルピー、1円＝21.90ルピーとする。
- ・ 事業費は、直接工事費、補償費、管理費、技術費、物理的予備費、物価上昇予備費、及び、付加価値税により構成される。

全体開発計画を構成する5計画の財務費用を要約すると下記のとおりである。

単位：億ルピー

計画	外貨分	内貨分	合計
(1) カンプール・カナン川水供給計画	1552.56	1270.68	2823.24
(2) カンプール・カナン川洪水防御計画	4447.51	4238.59	8686.10
(3) カンプール、カンプール・キリ川開発計画	1兆181.00	7936.92	1兆8,117.92
(4) インドラギリ川開発計画	1兆3,287.32	1兆1,729.19	2兆5,016.51
(5) インドラギリ川上流域洪水防御計画	3,600.22	3,072.15	6,672.37
合計	3兆3,068.61	2兆8,247.53	6兆1,316.14

注：物価上昇予備費は含まれていない。

4.8 経済評価

全体開発計画の経済性は、経済的内部収益率（EIRR）、便益費用比（B/C）、及び、純現在価値（NPV: B-C）で評価した。便益費用比、及び、純現在価値の計算には、10%の割引率を用いた。評価結果は下記のとおりである。

計画	EIRR (%)	B/C	NPV (億ルピー)
(1) カンプール・カナン川水供給計画	9.82	0.98	-23.00
(2) カンプール・カナン川洪水防御計画	10.30	1.03	75.92
(3) カンプール、カンプール・キリ川開発計画	12.46	1.23	711.46
(4) インドラギリ川開発計画	13.19	1.33	2,227.75
(5) インドラギリ川上流域洪水防御計画	10.55	1.07	158.51
全計画	11.90	1.20	3,149.67

5. フィージビリティ調査

5.1 対象優先計画

全体開発計画構成計画の中から選定された優先計画は下記の4計画である。

- ・ カンプール・カナン川水供給計画（カンプール川流域）
- ・ バンキナン地区河川改修計画（カンプール川流域）
- ・ クアantan川多目的開発計画（インドラギリ川流域）
- ・ レンガット地区洪水防御計画（インドラギリ川流域）

5.2 計画策定の前提条件

優先計画の計画目標年次は、全体開発計画と同様、西暦2019年とする。事業完了目標年次は西暦2004年とする。事業費の積算は、全体開発計画と同様の条件で行う。

5.3 カンブール・カナン川水供給計画

5.3.1 目的

計画の目的は下記のとおりである。

- ・ ランタウブランギン灌漑開発地区の優先地区に灌漑用水を供給する。
- ・ バカンブルー市の都市用水（生活、工業、観光、排水路浄化用水）を開発・確保する。

5.3.2 計画施設

計画施設は下記のとおりである。

- ・ クオック取水堰
- ・ ランタウブランギン灌漑開発優先地区の幹線水路、及び、灌漑施設

5.3.3 水需要量

フィージビリティ調査対象地域のピーク水需要量は以下のとおりである。

単位: m^3/s

目的	ピーク水需要量
灌漑用水	16.11
都市用水	10.90
合計	27.01

5.3.4 計画施設の主要諸元

計画施設の主要諸元は下記のとおりである。

(1) クオック取水堰

項目	諸元
堰天端高	EL 40.0 m
逆調容量	1.6 百万 m^3
設計洪水流量	4,000 m^3/s
ゲート形式	ラバー・ゲート
ゲートの径間 × 高さ × 門数	30.0 m × 3.7 m × 5 門

(2) 幹線用水路、及び、灌漑地区

幹線用水路、及び、灌漑地区の概要は下記の通りである。

項目	左岸	右岸
幹線水路長	44.00 km	40.00 km
設計流量	11.31 m ³ /s	4.80 m ³ /s
灌漑面積	9,600 ha	4,615 ha

5.3.5 用地買収、及び、家屋移転

必要な用地買収面積、及び、家屋移転数はそれぞれ、220 ha、430 戸である。

5.4 バンキナン地区河川改修計画

5.4.1 目的

バンキナン地区河川改修計画の目的は、カンブール・カナン川のバンキナン地区の洪水被害を軽減することにある。

5.4.2 計画施設

主要計画施設は下記のとおりである。

項目	諸元
河川改修	49 km
水門・樋管	33 ヶ所
水制工	57 基
橋梁付け替え	2 橋

5.4.3 計画規模、及び、設計洪水流量

洪水防御対象地域が主に農地により構成されていることを考慮し、緊急計画における計画規模は5年確率とする。但し、将来、全体開発計画のの確率規模に対応するよう格上げ（追加工事）が実施されるので、これが物理的に難しい構造物、例えば、橋梁、水門、については全体開発計画の計画規模の50年に対応した施設を建設する。

設計洪水流量は下記のとおりである。

計画規模	流量
5-年確率	2,800 m ³ /s
50-年確率	4,000 m ³ /s

5.4.4 用地買収、及び、家屋移転

必要な用地買収面積、及び、家屋移転数はそれぞれ、197 ha、300 戸である。

5.5 クアンタン川多目的開発計画

5.5.1 目的

クアンタン川多目的開発計画の目的は下記のとおりである。

- ・ ルブックジャンビ灌漑地区の洪水被害を軽減する。
- ・ ルブックジャンビ灌漑地区の優先開発地区に灌漑用水を供給する。
- ・ クアンタン・ダムにおいて水力発電を行う。

5.5.2 計画施設

計画施設は下記のとおりである。

- ・ クアンタン・ダム
- ・ ルブックジャンビ取水堰
- ・ ルブックジャンビ灌漑優先開発地区の幹線水路、及び、灌漑施設

5.5.3 水需要量

フィージビリティ調査対象地域のピーク水需要量は以下のとおりである。

単位: m ³ /s	
目的	ピーク水需要量
左岸上流部灌漑用水	7.85
河川維持用水（計画ダム地点）	57.39
河川維持用水（下流域の不足量補給）	24.64
合計	89.88

5.5.4 計画施設の主要諸元

計画施設の主要諸元は下記のとおりである。

(1) クアンタン・ダム

項目	諸元
形式	コンクリート重力式
堤頂標高	EL 123.0 m
ダム高	73.0 m
貯水容量	
有効容量	11.45 億 m ³
死水容量	4.25 億 m ³
総貯水容量	15.70 億 m ³
水力発電設備容量	114 MW

(2) ルブックジャンピ取水堰

項目	諸元
堰頂標高	EL 60.0 m
逆調容量	2.2 百万m ³
設計洪水流量	3,200 m ³ /s
ゲート形式	スチール・ローラー・ゲート
ゲートの径間 × 高さ × 門数	29.4 m × 4.7 m × 4 門

(3) 幹線用水路、及び、灌漑地区

幹線用水路、及び、灌漑地区の概要は下記の通りである。

項目	左岸	右岸
幹線水路長	76.0 km	-
設計流量	7.85 m ³ /s	-
灌漑面積	9,376 ha	-

5.5.5 用地買収、及び、家屋移転

必要な用地買収面積、及び、家屋移転数はそれぞれ、2,700 ha、1,700 戸である。

5.6 レンガット地区洪水防御計画

5.6.1 目的

レンガット地区洪水防御計画の目的は、インドラギリ川沿いレンガット地区の洪水被害を軽減することにある。

5.6.2 計画施設

計画施設は、輪中堤、排水ポンプ場、及び、その他の関連施設である。

5.6.3 計画規模

外水に対する計画規模は、10年確率とする。内水対策の計画規模は5年確率とする。

5.6.4 計画施設の主要諸元

計画施設の主要諸元は下記のとおりである。

項目	諸元
輪中堤延長	24 km
排水ポンプ場	1 ケ所 (3.0 m ³ /s)
関連施設	
陸閘 (長さ10.0 m × 高さ1.2 m)	3 ケ所
樋管	5 ケ所
パラペット・ウォール	1,400 m
排水門	1 ケ所
水制	8 基

5.6.5 用地買収、及び、家屋移転

必要な用地買収面積、及び、家屋移転数はそれぞれ、40 ha、20 戸である。

5.7 事業費

事業費は全体開発計画と同様の条件で算定した。要約すると下記のとおりである。

単位：億ルピー

項目	カンブール・カナン川 水供給計画	パンキナン地区 河川改修計画	クアantan川 多目的開発計画	レンガット地区 洪水防御計画
直接工事費	1,370.67	1,760.70	5,073.71	288.17
補償費	46.20	25.91	293.35	2.80
管理費・技術費	207.90	265.40	775.73	43.36
物価上昇予備費	767.52	1,161.33	2,827.17	85.68
物理的予備費	227.83	305.86	853.51	40.06
小計	2,620.12	3,519.20	9,823.47	460.07
付加価値税	262.01	351.92	982.35	46.01
合計	2,882.13	3,871.12	1兆805.82	506.08

5.8 経済評価

フィージビリティ調査対象計画の経済性は、経済的内部収益率（EIRR）、便益費用比（B/C）、及び、純現在価値（NPV: B-C）で評価した。便益費用比、及び、純現在価値の計算には、10%の割引率を用いた。評価結果は下記のとおりである。

計画	EIRR (%)	B/C	NPV (億比・-)
(1) カンブール・カナン川水供給計画	10.14	1.02	15.24
(2) バンキナン地区河川改修計画	10.19	1.02	22.16
(3) クアantan川多目的開発計画	15.27	1.74	2,566.70
(4) レンガット地区洪水防御計画	11.00	1.11	28.15
全優先計画	13.59	1.46	2,631.82

6. 環境影響調査

環境影響調査（ANDAL調査）を優先計画について実施した。

(1) 自然環境

計画施設の建設による自然環境に与える負の影響は軽微であると判断された。

(2) 社会環境

歴史的・文化的な遺産は計画地域内には発見されなかった。

優先計画の実施に伴う土地収用面積は 3,157 ha で、移転家屋数は 2,450 戸である。現地での聞き取り調査によると、計画地域内の住民には強い反対の意向は見当たらなかった。従って、土地収用、及び、家屋移転は、住民に対する適正な補償、及び、移転住民に対する確実な対策が実施されれば円滑に実施できると思われる。

目次

位置図

計画の概要

1.	はじめに	
1.1	調査の背景	S - 1
1.2	調査の目的	S - 1
1.3	調査対象地域	S - 1
2.	調査対象地域の自然条件	
2.1	地形	S - 2
2.2	地質	S - 2
2.3	気象	S - 3
2.4	土地利用	S - 4
	2.4.1 現況	S - 4
	2.4.2 将来計画	S - 4
3.	調査対象地域の社会経済条件	
3.1	開発計画	S - 5
	3.1.1 国家開発計画	S - 5
	3.1.2 地域開発計画	S - 5
3.2	人口	S - 6
	3.2.1 現況人口	S - 6
	3.2.2 調査地域内の将来人口予測	S - 6
4.	全体開発計画	
4.1	基本条件	S - 6
4.2	対象地域	S - 7
4.3	開発可能ダム地点の選定	S - 8
4.4	洪水防御計画	S - 8
	4.4.1 計画検討基準	S - 8
	4.4.2 計画検討の前提条件	S - 9
	4.4.3 適用可能代替案	S - 10
	4.4.4 計画の選定	S - 10
	4.4.5 最適計画	S - 10
4.5	灌漑開発計画	S - 18
	4.5.1 計画の基本概念	S - 18
	4.5.2 対象開発地域の選定	S - 18
	4.5.3 灌漑開発計画の必要施設	S - 19
	4.5.4 灌漑用水量	S - 19

4.5.5	優先灌漑開発地区の選定	S - 20
4.6	水資源開発計画	S - 20
4.6.1	水源	S - 20
4.6.2	将来水需要	S - 20
4.6.3	水需給検討	S - 21
4.6.4	全体水資源開発計画	S - 21
4.7	水力発電開発計画	S - 23
4.7.1	計画の基本概念	S - 23
4.7.2	調査地域内での電力開発の必要性	S - 23
4.7.3	水力発電の全体開発計画	S - 23
4.8	多目的開発計画の策定	S - 24
4.8.1	構成計画要素	S - 24
4.8.2	カンブール、カンブール・キリ川開発計画の 策定	S - 24
4.8.3	インドラギリ川開発計画の策定	S - 25
4.9	可能最大開発水資源量	S - 27
4.10	事業費	S - 28
4.11	事業実施スケジュール	S - 30
4.12	経済評価	S - 30
4.12.1	基本条件	S - 30
4.12.2	経済便益	S - 31
4.12.3	経済費用	S - 33
4.12.4	全体開発計画の経済評価	S - 33
4.13	優先計画の選定	S - 34
4.13.1	選定基準	S - 34
4.13.2	優先計画の選定	S - 34
4.13.3	優先計画の事業費	S - 34
5.	フィージビリティ調査	
5.1	調査の条件	S - 35
5.1.1	対象優先計画	S - 35
5.1.2	基本条件	S - 35
5.2	カンブール・カナン川水供給計画	S - 36
5.2.1	計画検討条件	S - 36
5.2.2	水需要量	S - 36
5.2.3	計画施設の予備設計	S - 37
5.2.4	事業費	S - 38
5.2.5	事業評価	S - 39
5.3	バンキナン地区河川改修計画	S - 40
5.3.1	計画検討条件	S - 40
5.3.2	最適河川改修計画	S - 40
5.3.3	計画施設の予備設計	S - 41

5.3.4	事業費	S - 41
5.3.5	事業評価	S - 42
5.4	クアンタン川多目的開発計画	S - 43
5.4.1	計画検討条件	S - 43
5.4.2	水需要量	S - 44
5.4.3	初期段階でのクアンタン貯水池の最適化	S - 45
5.4.4	計画施設の予備設計	S - 45
5.4.5	事業費	S - 46
5.4.6	事業評価	S - 47
5.5	レンガット地区洪水防御計画	S - 49
5.5.1	計画検討条件	S - 49
5.5.2	輪中堤の法線形	S - 49
5.5.3	最適内水排除計画	S - 49
5.5.4	計画施設の予備設計	S - 50
5.5.5	事業費	S - 50
5.5.6	事業評価	S - 51
5.6	全優先計画の事業評価	S - 52
6.	環境調査	
6.1	環境調査の内容	S - 52
6.2	環境影響調査（AMDAL）の目的	S - 52
6.3	環境影響評価（ANDAL）	S - 53
6.4	環境管理計画（RKL）の策定	S - 55
6.5	環境モニタリング計画（RPL）の策定	S - 56

図目録

図 S.1.1	調査位置図	S-F-1
図 S.4.1	開発可能ダム地点位置図	S-F-2
図 S.4.2	全体開発計画位置図	S-F-3
図 S.4.3	全体開発計画実施スケジュール	S-F-4
図 S.5.1	計画クオック取水堰予備設計図	S-F-5
図 S.5.2	バンキナン地区河川改修施設（緊急計画） 予備設計図	S-F-6
図 S.5.3	クアンタン・ダム予備設計図	S-F-9
図 S.5.4	計画ルブックジャンビ取水堰予備設計図	S-F-10
図 S.5.5	レンガット地区洪水防御施設（緊急計画） 予備設計図	S-F-11

略語集

1. インドネシア政府機関

GOI	:	Government of Indonesia
BAPPENAS	:	Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (National Development Planning Board)
BAPPEDA	:	Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Provincial Development Planning Board)
DPU	:	Departemen Pekerjaan Umum (Ministry of Public Works)
DGWRD	:	Directorate General of Water Resources Development
DJCK	:	Directorat Jenderal Cipta Karya (Directorate General of Human Settlement)
DOR	:	Directorate of Rivers
DPUP	:	Dinas Pekerjaan Umum Propinsi (Provincial Public Works Services)
P3SA	:	Proyek Pengembangan dan Penyelidikan Sumber-Sumber Air (Water Resources Development and Investigation Planning Project)
PGM	:	Pusat Meteorologi dan Geofisika (Meteorology and Geophysics Center)
PLN	:	Perusahaan Umum Listrik Negara (State Electricity Corporation)
IHE	:	Institute of Hydraulic Engineering
PDAM	:	Perusahaan Daerah Air Minum (Water Supply Public Corporation)

2. 日本政府、及び、国際機関

GOJ	:	Government of Japan
JICA	:	Japan International Cooperation Agency
MOC	:	Ministry of Construction, Japan
ADB	:	Asian Development Bank
IBRD	:	International Bank for Reconstruction and Development (World Bank)

3. 計測単位

(長さ)

mm	:	millimeter(s)
cm	:	centimeter(s)
m	:	meter(s)
km	:	kilometer(s)

(重量)

g, gr	:	gram(s)
kg	:	kilogram(s)
ton	:	tonne(s)

(面積)

mm ²	:	square millimeter(s)
cm ²	:	square centimeter(s)
m ²	:	square meter(s)
km ²	:	square kilometer(s)
ha	:	hectare(s)

(時間)

s, sec	:	second(s)
min	:	minute(s)
h, (hr)	:	hour(s)
d, (dy)	:	day(s)
y, (yr)	:	year(s)

(体積)

cm ³	:	cubic centimeter(s)
m ³	:	cubic meter(s)
ℓ, l, ltr	:	litter(s)
mcm	:	million cubic meter(s)

(電気単位)

W	:	watt(s)
kW	:	kilowatt(s)
MW	:	megawatt(s)
kWh	:	kilowatt-hour
MWh	:	megawatt-hour
GWh	:	gigawatt-hour
V	:	volt(s)
kV	:	kilovolt(s)
Hz	:	Hertz

(速度)

cm/sec, cm/s	:	centimeter per second
m/sec, m/s	:	meter per second
km/hr, km/h	:	kilometer per hour

(圧力)

kg/cm ²	:	kilogram per square centimeter
t/m ² (ton/m ²)	:	ton per square meter

(流量)

ℓ/sec, ℓ/s, lit/s	:	litter per second
m ³ /sec, m ³ /s	:	cubic meter per second
m ³ /yr, m ³ /y	:	cubic meter per year

(Note: Other combined units may be constructed similarly as above)

4. 通貨単位

¥	:	Japanese Yen
US\$	:	United States Dollar
Rp.	:	Indonesian Rupiah

5. インドネシア語

Jawa	:	Java
Propinsi	:	Province
Kabupaten, Kab.	:	District (Regency)
Kotamadya, Kodya.	:	Municipality
Kecamatan, Kec.	:	Sub-District
Desa, Kampung or Kp.	:	Village (Rural Area)
Kelurahan	:	Village (Urban Area)
Sungai, Sei, Batang	:	River
Gunung	:	Mountain
Rawa	:	Swamp
Danau	:	Lake

1. はじめに

1.1 調査の背景

調査地域のカンプール・インドラギリ河流域はスマトラ島の中央に位置し、リアウ州、及び、西スマトラ州にまたがって約 50,000 km² の面積を有する。河道は現況の流下能力が小さく、また、中下流部では低平地形のため、カンプール川、及び、インドラギリ川沿いの地域では、雨期に氾濫が頻繁に生じている。

水利用の面から見ると、リアウ州の州都パカンバルー市、及び、調査地域内周辺の地域では乾期の水供給に不足をきたしている。水不足の問題は都市域への人口の集中、及び、ジャワ島からの移住により激しくなりつつある。

パカンバルー市を含む調査地域内における洪水被害、及び、水不足に対する適切な対策は、リアウ、西スマトラ両州のみならずインドネシア全体の経済発展、民生の安定に必要なかくべからざるものである。この点に鑑み、インドネシア政府は、カンプール・インドラギリ河流域総合開発計画調査（以下、本件調査）の実施につき日本政府に対し技術援助を依頼したものである。

1.2 調査の目的

調査の目的は次のとおりである。

- (1) カンプール・インドラギリ河流域に対して治水、及び、水資源開発に係る全体開発計画を策定し、その構成計画の中から優先計画を選定する。
- (2) 全体開発計画策定調査をとおして選定された優先計画に対してフィージビリティ調査を実施する。
- (3) 調査を通じ、インドネシア、及び、日本においてインドネシア政府カウンターパートに対する技術移転を実施する。

1.3 調査対象地域

調査対象地域はカンプール・インドラギリ河流域である（図 S.1.1）。当流域は面積約 50,000 km² で、リアウ州、及び、西スマトラ州にまたがる（下表参照）。リアウ州の州都

パカンバルー市は流域外であるが調査地域に含め、都市用水・工業用水・排水路浄化用水等を供給するための水資源開発計画を検討する。

単位: km²

流域	西スマトラ州	リアウ州	合計
カンプール	3,462	21,086	24,548
インドラギリ	7,459	8,809	16,268
残流域	0	10,580	10,580
合計	10,921	40,475	51,396

2. 調査対象地域の自然条件

2.1 地形

調査地域約 50,000 km² はスマトラ島の中央に位置する。全面積の約5/6に相当する地域がリアウ州に、残りが西スマトラ州に属する。スマトラ島の脊梁山脈であるバリサン山脈が調査地域内の西側に位置する。バリサン山脈の調査地域内での最高峰は標高 2,891 m のマラピ山である。

バリサン山脈の西側斜面は調査地域の境界を通して急斜面でインド洋に至る。一方、東側斜面は緩やかで広大な面積を有し、調査地域東端の低湿地帯を経てマラッカ海峡に至る。

以上より、調査地域は3つの地域に分けられる。即ち、標高約100m以上の西部山岳地域、標高10mから100mの中央丘陵地域、東側低湿地帯地域の3地域で、それぞれが、調査地域の約1/3の面積を占める。

2.2 地質

調査地域の堆積作用は石炭紀から二疊紀に始まり、この時期に頁岩、珪岩、砂岩といった碎屑性堆積岩、及び、クアンタン累層の石灰岩が堆積した。この累層は厚さ 5,000 m と推定される。中生代後期には、これらの岩石は褶曲、断層活動、及び、花崗岩、閃緑岩の貫入による変成作用を受けた。これらの活動は、タイマラヤン造山活動に関係していると思われる。クアンタン累層の岩石はこの時期に変形され、また、軽微に変成（緑色片岩相）された。

ジュラ紀、或は、白亜紀の岩石は調査地域にはない。従って、長期間に亘る比堆積期の存在を考慮すべきである。

紀から第四紀の断層活動の一般的な結果はバリサン火山性アーチの隆起と、バリサン山麓の流域地形の発達である。バリサン山麓では、地溝は第三紀堆積物により埋没し、一方、ホルストでは先三紀基盤岩が露頭する。その例はバカンバルー区画に見ることができる。

調査地域内の最古の第三紀の地層はバリサン山脈にのみ露頭が見られる。バリサン山脈におけるオンピリン累層、山麓部におけるテリサ累層の、共にマール、石灰岩、及び、砂岩により構成される大規模な露頭から見ると、堆積作用は中新世初期に集中していると思われる。中新世中期には、玄武岩、及び、安山岩がバリサン山脈を流れ火山活動の新しい時代を迎える。この時期には、バリサン山脈での堆積作用は停止する。泥岩、砂岩、凝灰岩からなる鮮新世パレンバン累層の露頭は流域中央の山麓にのみ見られる。

最後の主要な隆起、及び、地塊断層運動は鮮新-更新世に起きた。バリサン山脈での火山活動は、マリタン山、タロン山、マラピ山での安山岩質、ないしは、玄武岩質角礫岩の存在、及び、パヤクンプ地域に露頭する軽石凝灰岩、及び、火山灰の堆積により証明される。

山麓部における地形の上昇及び沈降は現在でも続いている。更に東側では、沈降に起因した沖積世の低湿地、及び、海岸性堆積物が見られる。

2.3 気象

調査対象地域はマレー半島と平行に横たわるスマトラ島中央部に位置する。この地域は、東南アジア、及び、熱帯間ゾーンの南部にある。東南アジアの気候はモンスーンに支配され、即ち、調査地域の気候は季節風の影響下にある。

モンスーンは基本的に4つの時期からなる。即ち、北東季節風、及び、南西季節風の2つの季節風の時期、及び、それらの遷移期である。

北東季節風期はほぼ11月から3月の間である。この時期は雨期で、風向は非常に安定している。月平均雨量は、中流の山地域で 200 mm から 500 mm である。

南西季節風期はほぼ6月から9月の間で、この時期は乾期である。南西季節風は北東季節風と比較するとやや弱めである。南西の風はインド洋で高湿度となりバリサン山脈の西側斜面（調査対象流域外）での降雨の原因となるが、弱風のため強雨はもたらさない。調査対象地域のこの時期の月平均降雨量は山地域、中流域共に 100 mm から 200 mm である。

調査対象地域のこの時期の月平均降雨量は山地域、中流域共に 100 mm から 200 mm である。

2.4 土地利用

2.4.1 現況

調査地域の現況土地利用は下記のとおり7分類にまとめることができる。

単位: %

分類	カンプール川 流域	インドラギリ川 流域	残流域	調査地域
森林	67.5	55.0	97.7	69.8
灌木、及び、草地	7.0	7.9	0.8	6.0
焼き畑農地	3.8	4.9	0.3	3.4
水田	1.6	4.4	0.5	2.3
畑地	1.0	2.6	0.6	1.4
園芸作物/プランテーション	19.0	24.8	0.1	16.9
居住地	0.1	0.4	0.0	0.2
合計	100.0	100.0	100.0	100.0

2.4.2 将来計画

将来土地利用（案）はリアウ州、及び、西スマトラ州の地域開発計画局 (BAPPEDA) により作成されている。これを要約すると下表のとおりである。

分類	合計	
	面積 (ha)	率 (%)
(1) 将来利用のための保全地	922,600	17.9
(2) 食料農地、畜産、農産加工地	186,800	3.6
(3) プランテーション開発地	1,792,100	34.8
(4) 森林開発地	1,196,000	23.2
(5) 市街地開発、及び、移住居住地	71,300	1.4
(6) 中央政府の政策により開発する地域	31,400	0.6
(7) 都市開発地区	24,400	0.6
(8) その他の開発目的用地	480,900	9.3
(9) 保全地区	443,200	8.6
(a) 森林、野生動物、天然資源保全地区	-	-
(b) 侵食地区	-	-
合計	5,148,700	100.0

3. 調査対象地域の社会経済条件

3.1 開発計画

3.1.1 国家開発計画

インドネシア国においては、二つの国家開発計画が現在実施されている。即ち、第2次長期開発計画と第6次5ヶ年開発計画である。

(1) 第2次長期開発計画

西暦1994年から2019年の25年間を対象にした第2次長期開発計画（PJP II）は、物理的かつ精神的に自立した国家をめざす継続的な施策である。これらの目的が達成されると、国民一人当たりのGNPは西暦2019年で約2,600米ドルとなり、これは現在の650米ドルの約4倍に当たる。

(2) 第6次5ヶ年開発計画

第6次5ヶ年開発計画（REPELITA VI）は西暦1994年から1999年を対象にした開発計画である。この間の経済成長率は平均6.2%と見積もられている。

3.1.2 地域開発計画

地域開発計画は下記のとおりである。

(1) 第2次長期開発計画

第2次長期開発計画における地域開発計画の目標は、安定した、真の、ダイナミックで調和のとれた責任ある地方自治であり、更には、より公平な開発の分配、それに伴う、増加する公共の繁栄の枠の中での生産を意図する。

経済開発の目標は非油、非天然ガス分野におけるGRDPの早期の成長を実現することであり、その年平均成長率は、リアウ州では3.7%、西スマトラ州では7.6%と見込まれている。

社会開発の目標は、(1) 公衆衛生と栄養摂取の度合を増加させること、(2) 人口増加率を減少させること、及び、(3) 基礎、及び、職業教育教育水準を高め、安定した教育の配分を実現することにある。

(2) 第6次5ヶ年開発計画

地域経済開発の優先度は非油、非天然ガス分野に置かれている。この分野での目標年平均成長率はリアウ州、西スマトラ州でそれぞれ、7.0%、及び、6.5%となっている。

3.2 人口

3.2.1 現況人口

インドネシア全国、及び、調査地域における現況の人口は下記のとおりである。

(1) インドネシア全国

インドネシア全国の人口は西暦1971年の1億1千9百万人から1990年には1億7千9百万人までに増加した。この間の年平均増加率は2.17%である。

(2) 調査地域

調査地域の人口は、西暦1982年の約3百50万人から1991年には約4百40万人までに増加した。この間の年平均増加率は2.59%である。

3.2.2 調査地域内の将来人口予測

調査地域内の将来人口は過去の統計資料、及び、国家・地域開発計画（PJP II、REPELITA VI）に基づき予測した。予測は、1994年から2019年の25年間に付き、5年単位で行った。人口予測の結果は下記に要約するとおりである。

単位：人

流域	1994年	1999年	2004年	2009年	2014年	2019年
カンパール	1,018,950	1,245,799	1,532,341	1,895,697	2,314,705	2,811,499
インドラギリ	2,335,479	2,547,980	2,759,616	3,005,185	3,246,077	3,500,579
合計	3,354,429	3,793,779	4,291,957	4,900,882	5,560,782	6,312,078

4. 全体開発計画

4.1 基本条件

全体開発計画策定に係る基本条件は下記のとおりである。

- ・ 計画目標年次は、JICA事前調査団と公共事業省水資源総局との合意に基づき、2019年とする。2019年は第二次長期開発計画（PJP II）の最終年度にあたる。
- ・ REPELITA VI で提案されている将来土地利用を計画策定の前提とする
- ・ この将来土地利用計画は西暦2019年までに実現するものとする。

4.2 対象地域

(1) 洪水防御地域

カンプール・インドラギリ河流域の洪水防御対象地域は下記のとおりである。

(a) カンプール川流域

- ・ カンプール・カナン川沿いバンキナン地区、及び、周辺の農地
- ・ カンプール・キリ川沿いの農地、及び、散在する町
- ・ カンプール川沿いの地域

(b) インドラギリ川流域

- ・ クアンタンーインドラギリ川の中下流域沿いの地域
- ・ 上流域のパヤクンプ、ソロック、及び、シジュンジュン・ムアラ地区

(2) 水需要対象地域

水資源開発計画対象の主な水需要地域は下記のとおりである。

(a) カンプール川流域

- ・ 公共事業省により計画されているランタウブランギン灌漑開発地区の灌漑用水需要地域
- ・ パカンバルー市の都市用水需要地域

(b) インドラギリ川流域

- ・ 公共事業省により計画されているルブックジャンビ灌漑開発地区の灌漑用水需要地域

(3) 水力発電地点

水力発電は基本的には治水、及び、水資源開発に従属するものとする。水力発電は下記のダムで可能である。

- (a) カンプル川流域
 - ・ カンプル・キリNo.1ダム
 - ・ カンプル・キリNo.2ダム
- (b) インドラギリ川流域
 - ・ クアantan・ダム
 - ・ アッパー・シナマル・ダム
 - ・ スカム・ダム

4.3 開発可能ダム地点の選定

開発可能な水源に関する調査の結果、ダム建設による河川表流水の開発が調査地域内で可能な水源になり得るとの結論を得た。更に、洪水防御の一対策としてダムの洪水調節機能を考えた。

従って施設計画では、洪水調節、及び、水資源開発用のダムの建設を考慮した。全体開発計画策定の第1段階として、下記の6ダムが開発可能なダムとして選定された。これらのダムの位置は 図 S. 4.1 に示すとおりである。

- ・ カンプルナン・ダム
- ・ カンプル・キリNo.1ダム
- ・ カンプル・キリNo.2ダム
- ・ アッパー・シナマル・ダム
- ・ スカム・ダム
- ・ クアantan・ダム

4.4 洪水防御計画

4.4.1 計画検討基準

計画目標年次

計画目標年次は西暦2019年とする。

計画規模

本計画で適用された計画規模は下記のとおりである。

単位：確率年

河川	緊急計画 (市街地/農地)	最終計画
カンブール川流域		
カンブール・カナン川	5 / 5	50
カンブール・キリ川	-	50
カンブール川（カナン・キリ合流後）	-	50
インドラギリ川流域		
シナマル・ランパシ・アガム川	10 / 10	50
レンバン川	10 / 10	50
スカム・バランキ川	10 / 10	50
クアンタンーインドラギリ川	10 / 5	50

基本高水流量

上記計画規模に対応する計画基準点における基本高水流量は下表のとおりである。

河川	流域 面積 (km ²)	緊急計画		最終計画	
		計画 規模 (確率年)	基本高 水流量 (m ³ /s)	計画 規模 (確率年)	基本高 水流量 (m ³ /s)
カンブール川流域					
カンブール川バンカン地点	3,337	5	2,800	50	4,000
シバヤン川	1,187	5	1,050	50	1,650
シンギンギ川	552	5	550	50	950
カンブール・キリ川	3,284	-	-	50	3,100
カンブール川ランガム地点	12,284	-	-	50	6,800
インドラギリ川流域					
クアンタン川ルブックジャンピ地点	7,453	5	3,900	50	6,550
クアンタン川ブラニャップ地点	10,885	5	4,300	50	6,800
クアンタン川ジャブラ地点	12,320	5	4,500	50	7,000
シナマル川	1,278	10	1,550	50	2,100
レンバン川	359	10	500	50	1,000
スカム川	360	10	700	50	1,050
クアンタン川ムアラ地点	6,169	10	3,950	50	5,450

4.4.2 計画検討の前提条件

コタパンジャン・ダム洪水調節効果

PLNにより現在建設中のコタパンジャン・ダムの貯水池運用シュミレーションを1971年から1992年の実測流量に基づき行った。その結果、ダムの洪水調節効果は常に期待できるとは限らないとの結論を得た。

インドラギリ－ガウング放水路

公共事業省はスマトラ島東海岸運河計画の一環でカンプール・インドラギリ地区のフィージビリティ調査を実施した。この計画の中で、インドラギリ川から最大 500 m³/s の流量をガウング川に分流する放水路を計画した。この放水路については実施設計も既に開始されていることから、本計画では、この放水路は既にある計画として取り扱う。

4.4.3 適用可能代替案

本計画対象地域における洪水防御計画には、下記の4つの対策が適用可能である。

- ・ 洪水調節ダム建設
- ・ 現河道の改修工事
- ・ 遊水地の建設
- ・ 放水路の建設

4.4.4 計画の選定

下記の全体開発計画を構成する計画が選定された。

計画	目的	備考
カンプール川流域		
カンプール・カナン川洪水防御計画	単一目的	
カンプール、カンプール・キリ川洪水防御計画	多目的	カンプール・キリNo. 1及びNo. 2ダムは多目的ダム
インドラギリ川流域		
クアンタン－インドラギリ川洪水防御計画	多目的	クアンタン・ダムは多目的ダム
インドラギリ川上流域洪水防御計画		
－ パヤクンプ地区	単一目的	
－ ソロック地区	単一目的	
－ シジュンジュン・ムアラ地区	単一目的	

4.4.5 最適計画

ここでは、上記の計画のうち、治水単独目的の計画について、最適計画を策定する。

カンプール・カナン川洪水防御計画の策定

(1) 最適計画

可能な代替案のカンプール・カナン洪水調節ダムの建設とカンプール・カナン川の改修工事の組み合わせで最適な組み合わせを考えた結果、カンプール・カナン川の改修工事のみを実施することが最適な計画であると判断された。

(2) 計画流量

カンプール・カナン川の50年確率の計画流量は $4,000 \text{ m}^3/\text{s}$ と計算された。

(3) 最適法線形、及び、縦断形

著しく蛇行した箇所のみをショート・カットする案が河川工学上、また費用的にみても最適であると判断された。この最適案では、平均河床勾配は $1/2,820$ で、流速は 1.6 から 2.5 m/s である。

(4) 最適横断形

検討の結果、必要な流下能力を主に築堤で確保し、著しい狭窄部のみを掘削する案が最適な横断形との結論を得た。最適案の川幅は 300 m 、現況地盤から計画洪水位までの高さは 2.6 m である。

カンプール、カンプール・キリ川洪水防御計画の策定

(1) 適用可能代替案

本計画では、下記の施設が適用可能である。

- ・ カンプール・キリNo.1多目的ダム
- ・ カンプール・キリNo.2多目的ダム
- ・ カンプール・キリ川下流域の自然遊水地
- ・ カンプール、カンプール・キリ川の河川改修

(2) 最適計画

カンプール・キリNo.1ダム、及び、No.2ダム共に、洪水調節、及び、水力発電に利用されることから、最適洪水防御計画はこれらのダムと河川改修の組み合わせで策定された。

(a) ダムの最適規模

カンプール・キリNo.1ダム、及び、No.2ダムの最適貯水池配分は下記のとおりに決定された。

単位: 億 m^3

容量	カンプール・キリ No. 1 ダム	カンプール・キリ No. 2 ダム
洪水調節	2.50	1.50
水力発電	6.46	4.38
死水	13.50	16.12
総容量	22.46	22.00

(b) 遊水地

REPELITA VIにおける土地利用計画によると、カンプール・キリ川のカンプール・カナン川との合流点上流部の地域は森林地域と指定されている。この地域の現況流下能力は著しく小さく、現状でも常に氾濫している地域である。従って、この地域を自然遊水地として利用する。

(3) 計画流量

河川改修の50年確率計画流量は下記のとおりである。

河川	計画流量
シバヤン川 (キリNo.1ダム下流)	500 m^3/s
シンギンギ川 (キリNo.2ダム下流)	150 m^3/s
カンプール・キリ川	1,450 m^3/s
カンプール川	4,850-5,100 m^3/s

(4) 最適法線形、及び、縦断形

下記の河川について改修の検討を行った。

- ・ シバヤン川
- ・ シンギンギ川
- ・ カンプール・キリ川
- ・ カンプール川

シバヤン川についてはダム調節後の流量に対して現況で十分な流下能力があること、シンギンギ川については氾濫域が森林であることから、これらの河川では改修の必要はない。

既に述べた計画流量に対する最適法線形、及び、縦断形は代替案比較の結果下記のとおりに決定された。

(a) カンプール・キリ川

項目	内容
法線形	右岸は比較的高く、左岸の片岸堤となることから川幅は比較的大くとれる。現況河道を生かしこれを包絡する法線とする。
縦断形	現況どおり。

(b) カンプール川

項目	内容
法線形	極端な蛇行部のみショート・カットすることにより平滑な流路を形成する。
縦断形	上記の法線形により、縦断勾配は1/5,500 から 1/17,000 (平均: 1/11,000) となる。

(5) 最適横断形

検討の結果、下記の横断形が採用された。

区間	諸元
カンプール・キリ川	
リパット・カインーカンボン・ダラム	左岸のみ
カンプール川	
ランガムークリンチ	幅 600 m
クリンチー下流	右岸のみ

インドラギリ中下流部洪水防御計画の策定

インドラギリ中下流部の洪水防御施設は下記のとおりに策定された。

(1) 適用可能代替案

下記の施設が適用可能である。

- ・ クアンタン・ダム
- ・ アッパー・シナマル・ダム
- ・ スカム・ダム
- ・ インドラギリ川ジャブラ地点下流の遊水地
- ・ クアンタンーインドラギリ川の改修

(2) ダムの最適規模

上記3ダムの組み合わせにより最適な規模を検討した結果、クアンタン・ダムのみを開発し、これを洪水調節に利用することが有利であることが判明した。クアンタン・ダムは多目的ダムとして計画されていることから、最適化は後述するが、その結果は下記のとおりである。

目的	容量配分
洪水調節	4.00 億 m^3
水力発電	4.15 億 m^3
灌漑	1.17 億 m^3
河川維持用水	2.13 億 m^3
死水容量	4.25 億 m^3
総貯水容量	15.70 億 m^3

(3) 遊水地

REPELITA VI の土地利用計画によると、インドラギリ川ジャブラ地点下流の左岸域は森林、及び、未指定地区となっている。従って、この地域は自然遊水地として利用するのが有利である。この地域を遊水地として利用することにより、この地区の計画流量を $500 \text{ m}^3/\text{s}$ 減少させることができる。

(4) 計画流量

クアンタンーインドラギリ川改修計画の計画流量は下記のとおりである。

区間	計画流量
クアンタン・ダムーブラニャップ	$3,200 \text{ m}^3/\text{s}$
ブラニャップージャブラ	$5,400 \text{ m}^3/\text{s}$
ジャブラー河口	$5,050 \text{ m}^3/\text{s}$

(5) 最適法線形、及び、縦断形

最適法線形、及び、縦断形は下記のように決定された。

項目	内容
法線形	極端な蛇行部のみショート・カットすることにより平滑な流路を形成する。
縦断形	上記の法線形により、縦断勾配は $1/2,400$ から $1/5,000$ (平均: $1/3,400$) となる。

(6) 最適横断形

下記の横断形が最適と決定された。

区間	諸元
ルブックジャンビープラニャップ	幅 300 m
プラニャップージャプラ	幅 600 m
ジャプラー河口	右岸のみ（左岸は遊水地）

パヤクンプ地区洪水防御計画の策定

下記の3河川がパヤクンプ地区の洪水防御計画対象となった

- ・ シナマル川
- ・ アガム川
- ・ ランバシ川

(1) 適用可能代替案

パヤクンプ地区にはダム、遊水地、放水路の適地がないことから、河川改修のみが適用可能な代替案である。

(2) 計画流量

河川改修の計画流量は下記のとおり決定された。

河川	計画流量
シナマル川	490-2,100 m ³ /s
アガム川	1,100 m ³ /s
ランバシ川	650 m ³ /s

(3) 最適法線形、及び、縦断形

最適法線形は現況流路を尊重し、極端な蛇行部のみをショート・カットする案となった。これにより、縦断勾配は下記のとおりとなった。

河川	縦断勾配
シナマル川	1/450 - 1/2,050
アガム川	1/1,000
ランバシ川	1/600

(4) 最適横断形

検討の結果、掘削、及び、築堤で必要な流下能力を確保する方法が最適と判断された。

ソロック地区洪水防御計画の策定

ソロック地区については、下記の2河川が検討対象となった。

- ・ レンバン川
- ・ スマニ川

(1) 適用可能代替案

当地区には、ダム、及び、遊水地の適地がないことから、河川改修、及び、放水路が適用可能代替案となった。検討の結果、放水路は建設せず、河川改修のみによる案が最適と判断された。

(2) 計画流量

河川改修の計画流量は下記のとおりに決定された。

河川	流量
レンバン川	1,000 m ³ /s
スマニ川	700 m ³ /s

(3) 最適法線形、及び、縦断形

最適法線形は現況流路を尊重し、極端な蛇行部のみをショート・カットする案となった。これにより、縦断勾配は下記のとおりとなった。

河川	縦断勾配
レンバン川	1/140 - 1/1,480
スマニ川	1/800

(4) 最適横断形

レンバン川のシンカラック湖流入点上流11 km 地点より上流については掘削河道が適用された。同地点より下流については、シナマル川同様、築堤と断面整形による改修が適用された。

シジュンジュン・ムアラ地区洪水防御計画の策定

シジュンジュン・ムアラ地区では下記の3河川が検討対象となった。

- ・ スカム川
- ・ パランキ川
- ・ クアンタン川

(1) 適用可能代替案

シジュンジュン・ムアラ地区については遊水地、及び、放水路の適地はなく、下記の施設が適用可能である。

- ・ スカム・ダム
- ・ 河川改修

検討の結果、スカム・ダムは適用せず、河川改修によることが有利であることが判明した。

(2) 計画流量

50年確率計画流量は下記のとおりと決定された。

河川	流量
スカム川	1,050 m ³ /s
パランキ川	2,060 m ³ /s
クアンタン川	5,450 m ³ /s

(3) 最適法線形、及び、縦断形

最適法線形は現況流路を尊重し、極端な蛇行部のみをショート・カットする案となった。これにより、縦断勾配は下記のとおりとなった。

河川	勾配
スカム川	1/650 - 1/1,400
パランキ川	約 1/1,500

(4) 最適横断形

検討の結果、シナマル川と同様、築堤、及び、断面整形による河川改修が最適であると判断された。

4.5 灌漑開発計画

4.5.1 計画の基本概念

本計画における灌漑開発計画は、水資源開発計画における将来の灌漑用水量を把握する目的で策定された。灌漑開発計画の策定にあたっては、既に農地として開発されているものの用水供給が不足している地区の用水補給、新規開発計画があるものの施設が整備されていない地区の整備も考慮した。

4.5.2 対象開発地域の選定

既存の開発計画のうち、カンプール川流域ランタウブランギン灌漑開発地区（灌漑可能面積 40,000 ha）、及び、インドラギリ川流域ルブックジャンビ灌漑開発地区（灌漑可能面積 50,000 ha）が対象開発地域に選定された。この内、灌漑用水が供給される地域は下記のとおりである。

(1) ランタウブランギン灌漑地区

単位: ha

分類	左岸	右岸	合計
既灌漑地区	5,171	4,338	9,509
新規開発地区	10,517	277	10,794
合計	15,688	4,615	20,303

(2) ルブックジャンビ灌漑地区

単位: ha

分類	左岸	右岸	合計
既灌漑地区	4,142	2,230	6,372
新規開発地区	12,875	10,902	23,777
合計	17,017	13,132	30,149

4.5.3 灌漑開発計画の必要施設

(1) 取水堰

(a) ランタウブランギン灌漑地区

コタパンジャン・ダムの放流水をランタウブランギン地区の灌漑に用いる。ダムからの発電放流水を逆調整し、用水路に取水する目的でクオック取水堰を設ける。

(b) ルブックジャンビ灌漑地区

クアンタン・ダムの放流水をルブックジャンビ地区の灌漑に用いる。ダムからの発電放流水を逆調整し、用水路に取水する目的でクオック取水堰を設ける。

(2) 幹線用水路

上記2地区の幹線用水路の延長は下記のとおりである。

単位: km

灌漑地区	左岸	右岸	合計
ランタウブランギン	84	40	124
ルブックジャンビ	119	123	242

4.5.4 灌漑用水量

両灌漑開発地区の将来灌漑用水量は、完全二期作の条件の元で最適な作付け計画を検討し決定した。必要用水量を最少にする最適作付け計画におけるピーク用水量は下記のとおりに決定された。

単位: m³/s

灌漑地区	左岸	右岸	合計
ランタウブランギン	20.69	4.80	25.49
ルブックジャンビ	19.31	17.62	36.93

4.5.5 優先灌漑開発地区の選定

全体開発計画で計画されている灌漑地域の中で、経済性の面から優先地区を選定した。選定された優先地区は下記のとおりである。

(1) ランタウブランギン灌漑地区

単位: ha

灌漑地区	左岸	右岸	合計
既灌漑地区	5,171	4,338	9,509
新規開発地区	4,429	277	4,706
合計	9,600	4,615	14,215

(2) ルブックジャンビ灌漑地区

単位: ha

灌漑地区	左岸	右岸	合計
既灌漑地区	4,142	-	4,142
新規開発地区	5,234	-	5,234
合計	9,376	-	9,376

4.6 水資源開発計画

4.6.1 水源

本地域の水源としては、河川水、地下水、湧水、湖水が考えられるが、調査地域の将来水需要量を考えると、ダム建設による河川水の開発のみが供給量の点で可能な水源である。

4.6.2 将来水需要

調査地域内の将来水需要は、目標年次2019年に対し、下記の10分野につき予測した。

- ・ 灌漑
- ・ 生活
- ・ 工業
- ・ 内水面漁業
- ・ 畜産
- ・ 観光
- ・ 排水路浄化
- ・ 水力発電
- ・ 舟運
- ・ 河川維持

分野別に算出した将来水需要量を合計すると下記のとおりである。河川維持用水を除く総需要量の年平均増加率はカンプール川流域で 7.6%、インドラギリ川流域で 3.2% である。

単位: m^3/sec

流域	1994年	1999年	2004年	2009年	2014年	2019年
カンプール	308.32 (13.74)	321.92 (27.34)	332.94 (38.36)	344.19 (49.61)	356.10 (61.52)	367.35 (72.77)
インドラギリ	297.34 (150.93)	318.24 (171.83)	328.88 (182.47)	339.29 (192.88)	349.94 (203.53)	359.95 (213.54)

注: 括弧内の数字は河川維持用水抜きの需要量である。

4.6.3 水需給検討

水需給検討の結果得られた、シミュレーション期間1981年から1992年における年最大不足量を次に示す。下表にない流域では不足が生じていない。

単位: 百万 m^3

カンプール川流域		インドラギリ川流域	
流域	年最大不足量	流域	年最大不足量
K-2	89.1	I-1	57.2
		I-2	13.1
		I-3	13.3
		I-5	11.0
		I-6	272.8

4.6.4 全体水資源開発計画

カンプール川流域

(1) 主要水需要地

主な水需要地は、ランタウブランギン灌漑開発地区（2019年におけるピーク需要量 $25.49 \text{ m}^3/\text{s}$ ）、及び、パカンバルー市（2019年におけるピーク需要量 $10.90 \text{ m}^3/\text{s}$ ）である。他の流域では水不足は生じていない。

(2) 水資源開発計画の策定

主な水需要地のランタウブランギン灌漑開発地区、及び、パカンバルー市は現在 PLNにより建設中のコタパンジャン・ダムの下流に位置する。従って、ダムの放流水が供給源となる。このため、カンプール・カナン川のランタウブランギン地

区最上流地点にクオック取水堰を建設し、ダムが発電放流水を逆調節し、用水路に取水する。

一方、上記の水需要地域への給水にはカンプール・キリNo.1ダム、及び、No.2ダムの利用は地形的に不可能であり、これらは別個に開発されるべきものである。カンプール・キリNo.1ダム、及び、No.2ダムの機能は、その下流における水需要が $1 \text{ m}^3/\text{s}$ と小さいことから、洪水調節と、水力発電に限られることになる。

従って、カンプール川における水資源開発計画は下記のとおりに策定された。

水資源開発計画	目的
カンプール・カナン水供給計画	ランタウブランギン灌漑計画への灌漑用水の供給、パカンバルー市に対する都市用水の開発・確保（単一目的）
カンプール・キリNo.1ダム建設計画	洪水調節、及び、水力発電（多目的）
カンプール・キリNo.2ダム建設計画	洪水調節、及び、水力発電（多目的）

インドラギリ川流域

(1) 主要水需要地

主な水需要地は、ルブックジャンビ灌漑開発地区（2019年におけるピーク需要量 $48.03 \text{ m}^3/\text{s}$ ）である。

(2) 水資源開発計画の策定

クアンタン・ダムのみがルブックジャンビ灌漑開発計画における灌漑用水、及び、ダム下流の河川維持用水に対し十分な貯水容量を持つことから、クアンタン・ダムがインドラギリ川流域における水源として選定された。

クアンタン・ダムを利用した洪水防御、及び、水資源開発計画は多目的開発計画として位置付けられるので、ダムの最適な規模、容量配分は後述する多目的開発計画の策定でのべるが、結果を要約すると下記のとおりである。

目的	容量
洪水調節容量	4.00 億 m^3
水力発電容量	4.15 億 m^3
灌漑容量	1.17 億 m^3
河川維持用水容量	2.13 億 m^3
死水容量	4.25 億 m^3
総貯水容量	15.70 億 m^3

4.7 水力発電開発計画

4.7.1 計画の基本概念

インドネシアにおいては、治水、或は、水資源開発の目的でダムを計画する場合、そのダムでの水力発電の検討も行う。これは、石油、天然ガス、石炭といった輸出可能な資源を可能な限り保全するためである。全体開発計画では、治水、及び、水資源開発の目的で3ヶ所のダムが提案されている。従って、水力発電は下記の3ダムで検討する。

- ・ カンプール・キリNo.1ダム（カンプール川流域）
- ・ カンプール・キリNo.2ダム（カンプール川流域）
- ・ クアンタン・ダム（インドラギリ川流域）

4.7.2 調査地域内での電力開発の必要性

現在、Region III、特に、パカンバルー市における電力供給能力は需要を満たしていない。PLNは現在、調査地域内の3ヶ所で大規模発電所を建設中であるが、西暦2005年には、需要は供給能力を超えるものとみられている。2005年以降は、供給不足の需要については今後整備される予定のスマトラ島送電線網を通じ、他の地域から供給されなくてはならない。従って、他の地域からの供給を減らすためには、Region III内での電力開発が必要である。

4.7.3 水力発電の全体開発計画

開発規模の各種代替案を検討し、最適な規模を決定した。検討の結果は下記のとおりである。

項目	単位	カンブール・キリ No.1ダム	カンブール・キリ No.2ダム	クアンタン・ ダム
ダム高	m	103	95	73
水力発電貯水容量	億 m ³	6.46	4.38	4.15
水力発電設備容量	MW	131	40	114

4.8 多目的開発計画の策定

4.8.1 構成計画要素

全体開発計画は大きく5つの計画により構成される。カンプール川流域に3計画、インドラギリ川流域に2計画である。また、目的から見ると、下表のとおり、単一目的が3計画、多目的が2計画である（図 S. 4. 2参照）。

計画	目的
カンプール川流域	
(1) カンプール・カナン川水供給計画	単一目的
(2) カンプール・カナン川洪水防御計画	単一目的
(3) カンプール、カンプール・キリ川開発計画	多目的
インドラギリ川流域	
(1) インドラギリ川開発計画	多目的
(2) インドラギリ川上流域洪水防御計画	単一目的

上表にあるとおり、下記の2計画が洪水防御、及び、水資源開発の多目的開発計画である。

- ・ カンプール、カンプール・キリ川開発計画
- ・ インドラギリ川開発計画

4.8.2 カンプール、カンプール・キリ川開発計画の策定

カンプール、カンプール・キリ川開発計画につき最適計画を策定した。

(1) 目的

- ・ カンプール、カンプール・キリ川の洪水防御
- ・ カンプール・キリNo. 1、及び、No. 2ダムでの水力発電

(2) 検討対象主要施設

- ・ カンプール・キリNo. 1ダム
- ・ カンプール・キリNo. 2ダム
- ・ カンプール、カンプール・キリ川の河川改修

(3) 代替案

検討対象代替案は、これら2ダムにおける貯水容量と、ダム下流のカンプール川、カンプール・キリ川の河川改修の計画流量の組み合わせで考えた。カンプー

ル・キリ川下流部の自然遊水地についてはどの代替案についてもこれを考慮した。

(4) 最適計画

検討の結果、カンプール・キリNo.1ダム、カンプール・キリNo.2ダムにおける総貯水容量がそれぞれ、22.46億 m³、及び、22.00億 m³ の案が最適計画となった。

最適案の主要諸元は下表のとおりである。

項目	諸元
(1) カンプール・キリNo.1ダム	
(a) 容量配分	
洪水調節容量	2.50 億 m ³
水力発電容量	6.46 億 m ³
死水容量	13.50 億 m ³
総貯水容量	22.46 億 m ³
(b) 水位	
サーチャージ水位	EL 128.5 m
常時満水位	EL 125.0 m
低水位	EL 113.9 m
(c) 洪水調節	
調節方式	自然調節方式
(2) カンプール・キリNo.2ダム	
(a) 容量配分	
洪水調節容量	1.50 億 m ³
水力発電容量	4.38 億 m ³
死水容量	16.12 億 m ³
総貯水容量	22.00 億 m ³
(b) 水位	
サーチャージ水位	EL 136.9 m
常時満水位	EL 135.0 m
低水位	EL 128.0 m
(c) 洪水調節	
調節方式	自然調節方式
(3) 計画流量	
(a) カンプール・キリ川	
リバットカイン地点	1,450 m ³ /s
(b) カンプール川	
ランガムークリンチ間	4,850 m ³ /s
クリンチー河口間	5,100 m ³ /s

4.8.3 インドラギリ川開発計画の策定

インドラギリ川開発計画につき最適計画を策定した。

(1) 目的

- ・ クアンタンーインドラギリ川中下流部の洪水防御
- ・ ルブックジャンビ灌漑計画への灌漑用水の供給
- ・ 計画ダム地点での水力発電

(2) 検討対象主要施設

- ・ クアンタン・ダム
- ・ アッパー・シナマル・ダム
- ・ スカム・ダム
- ・ クアンタンーインドラギリ川の河川改修

(3) 代替案

検討対象代替案は、これら3ダムにおける貯水容量と、ダム下流のクアンタンーインドラギリ川の河川改修の計画流量の組み合わせで考えた。洪水調節容量については、アッパーシナマル・ダム、及び、スカム・ダムでは、両ダム共にクアンタンーインドラギリ川中下流部に対しては洪水調節効果が小さいことからこれを考慮しなかった。

(4) 最適計画

検討の結果、ダムとしてはクアンタン・ダムのみを建設し、クアンタンーインドラギリ川の改修と組み合わせた案が経済性の面等から最適計画となった。

クアンタン・ダムの主要諸元、クアンタンーインドラギリ川の計画流量は下記のとおり決定された。

(a) クアンタン・ダム の主要諸元

項目	諸元
容量配分	
洪水調節容量	4.00 億 m ³
水力発電容量	4.15 億 m ³
灌漑容量	1.17 億 m ³
河川維持用水容量	2.13 億 m ³
死水容量	4.25 億 m ³
総貯水容量	15.70 億 m ³
水位	
サーチャージ水位	EL 120.0 m
常時満水位	EL 115.2 m
低水位	EL 102.0 m
洪水調節	
調節方式	一定率一定量方式
調節開始流量	500 m ³ /s
一定率一定量の定率	0.440

(b) クアンタンーインドラギリ川の計画流量

区間	計画流量
クアンタンープラニャップ間	3,200 m ³ /s
プラニャップージャプラー間	5,400 m ³ /s
ジャプラー河口間	5,050 m ³ /s (インドラギリ自然遊水地、及び、ガウング放水路を考慮)

4.9 可能最大開発水資源量

インドネシア、及び、シンガポール両政府は1990年8月、インドネシアからシンガポールへの水の輸出に関する合意をしている。この合意による輸水量は下記のとおりである。

- ・ 西暦2010年までに 31.25 m³/s の水をリアウ州から供給する
- ・ 西暦2090年までに 52.6 m³/s の水をスマトラ島から供給する

全体開発計画では下記の3地点のダムが提案されている。

- ・ カンプルー・キリNo.1ダム (カンプルー川流域)
- ・ カンプルー・キリNo.2ダム (カンプルー川流域)
- ・ クアンタン・ダム (インドラギリ川流域)

調査地域からシンガポールへの可能輸出水量を検討するため、上記3ダム、及び、現在 PLNにより建設中のコタパンジャン・ダムによる可能最大開発水資源量を計算した。検討の結果、調査地域から 103 m³/s の水量が供給可能であることが判明した。この内、81 m³/s がカンプール川流域からで、22 m³/s がインドラギリ川流域からである。

既に述べたとおり、調査地域内では6ヶ所のダム地点が確認されており、そのうち経済性を考慮し、3地点のダムが全体開発計画に採用された。しかしながら、仮に経済性、社会・自然環境の点が解決され、残り3ダムが開発されれば、更に、25 m³/s の水量が開発可能である。

4.10 事業費

事業費積算の条件

事業費は下記の条件の基に算出した。

- ・ 単価は1994年7月の物価水準による。
- ・ 通貨換算レートは、1米ドル=2,175ルピー、1円=21.90ルピーとする。
- ・ 事業費は、直接工事費、補償費、管理費、技術費、物理的予備費、物価上昇予備費、及び、付加価値税により構成される。

全体開発計画を構成する5計画の財務費用を要約すると下記のとおりである。

単位: 億ルピー

計画	外貨分	内貨分	合計
(1) カンプール・カナン川水供給計画	1,552.56	1,270.68	2,823.24
1-1 クオック取水堰・ランタウブランギン灌漑システム建設計画(緊急計画)	1,078.74	879.42	1,958.16
1-2 ランタウブランギン灌漑システム建設計画(最終計画)	473.82	391.26	865.08

注: 物価上昇予備費は含まれていない。

単位: 億ルピー

計画	外貨分	内貨分	合計
(2) カンプール・カナン川洪水防御計画	4,447.51	4,238.59	8,686.10
2-1 バンキナン地区河川改修計画(緊急計画)	1,269.15	1,203.97	2,473.12
2-2 バンキナン地区河川改修計画(最終計画)	451.35	591.25	1,042.60
2-3 カンプール・カナン川下流部改修計画(緊急計画)	2,167.55	1,814.06	3,981.61
2-4 カンプール・カナン川下流部改修計画(最終計画)	559.46	629.31	1,188.77

注: 物価上昇予備費は含まれていない。

単位: 億ルピー

計画	外貨分	内貨分	合計
(3) カンブール、カンブール・キリ川開発計画	1兆181.00	7,936.92	1兆8,117.92
3-1 カンブール・キリNo.1ダム建設計画	3,797.96	2,741.95	6,539.91
3-2 カンブール・キリNo.2ダム建設計画	1,585.68	1,431.13	3,016.81
3-3 カンブール・キリ川改修計画	501.13	338.00	839.13
3-4 カンブール川改修計画	4,296.23	3,425.84	7,722.07

注: 物価上昇予備費は含まれていない。

単位: 億ルピー

計画	外貨分	内貨分	合計
(4) インドラギリ川開発計画	1兆3,287.32	1兆1,729.19	2兆5,016.51
4-1 クアantan川多目的開発計画	5,037.05	4,222.83	9,259.88
4-1-1 クアantan・ダム建設計画	2,569.76	2,102.92	4,672.68
4-1-2 ルブックジャンビ取水堰・ルブックジャンビ灌漑システム建設計画(緊急計画)	1,005.91	856.93	1,862.84
4-1-3 ルブックジャンビ灌漑システム建設計画(最終計画)	1,461.38	1,262.98	2,724.36
4-2 クアantan-インドラギリ川改修計画	8,250.27	7,506.36	1兆5,756.63
4-2-1 ルブックジャンビプラニャップ地区河川改修計画	2,750.53	2,908.78	5,659.31
4-2-2 プラニャップ-ジャブラ地区河川改修計画	3,389.25	3,043.15	6,432.40
4-2-3 レンガット地区洪水防御計画(緊急計画)	217.04	179.32	396.36
4-2-4 レンガット地区洪水防御計画(最終計画)	1,893.45	1,375.11	3,268.56

注: 物価上昇予備費は含まれていない。

単位: 億ルピー

計画	外貨分	内貨分	合計
(5) インドラギリ川上流域洪水防御計画	3,600.22	3,072.15	6,672.37
5-1 パヤクンブ地区河川改修計画(緊急計画)	1,313.35	995.81	2,309.16
5-2 パヤクンブ地区河川改修計画(最終計画)	637.99	635.23	1,273.22
5-3 ソロック地区河川改修計画(緊急計画)	524.99	414.10	939.09
5-4 ソロック地区河川改修計画(最終計画)	167.93	264.89	432.82
5-5 シジュンジュン・ムアラ地区河川改修計画(緊急計画)	720.77	545.86	1,266.63
5-6 シジュンジュン・ムアラ地区河川改修計画(最終計画)	235.19	216.26	451.45

注: 物価上昇予備費は含まれていない。

単位: 億ルピー

計画	外貨分	内貨分	合計
全計画	3兆3,068.61	2兆8,247.53	6兆1,316.14

注: 物価上昇予備費は含まれていない。

4.11 事業実施スケジュール

各計画の建設計画に基づき、全体開発計画の事業実施スケジュールを作成した（図 S. 4.3 参照）。スケジュールの作成にあたっては、下記の条件を満足する計画を優先的に実施するように考慮した。

- ・ 洪水被害の軽減については緊急度の高い計画
- ・ 経済性が高く、社会的・環境面の負の影響が少ない計画
- ・ インドネシア政府が既に実施を開始している計画

4.12 経済評価

4.12.1 基本条件

洪水防御計画

洪水防御計画の経済評価を実施するにあたっての基本条件は下記のとおりである。

- ・ 計画規模は50年確率である。
- ・ 年平均便益、及び、現況被害額はメッシュ法を用い、LANDSATによる土地被覆データを基に算出する。
- ・ 事業の最終完成年次は第二次長期開発計画（PJP II）の終了年である西暦2019年とする。プロジェクト・ライフは施設の耐用年数、及び、インドネシアでの他の計画を参考に、50年とする。
- ・ 計画の便益は計画目標年次の2019年における社会経済状況を基に算出する。
- ・ 通貨換算レートは1994年7月時点の、1米ドル=2,175ルピー、1円=21.90ルピーとする。

水資源開発計画

西暦2019年における水需要は、10分野について予測した。これら10分野のうち、生活用水、工業用水、観光用水、排水路浄化用水の4分野については都市用水としてまとめた。従って、都市用水、灌漑用水、及び、水力発電の便益を考慮した。その他の4分野については、数量化が困難なため、便益は算定しなかった。

水資源開発計画の経済評価の基本条件は、既述の洪水防御計画で述べた条件の第2項を除いて同様である。

水力発電開発計画

水力発電開発計画の経済評価はカンプール・キリNo. 1ダム、カンプール・キリNo. 2ダム、及び、クアンタン・ダムについて行った。

水力発電開発計画の経済評価の基本条件は、上述の水資源開発計画で述べた条件と同様である。

4.12.2 経済便益

洪水防御計画

洪水防御計画の便益は、計画施設による洪水被害の軽減額と定義される。洪水被害の軽減額は、計画を実施した場合と、実施しなかった場合の洪水被害の差として計算される。

洪水被害は直接被害、及び、間接被害からなる。直接被害は下記の項からなる。

- ・ 農業・水産生産物
- ・ 住居、工業・商業建造物、
- ・ 公共施設

洪水被害は、2-、5-、10-、25-、及び、50-年確率の5ケースについて、計画を実施した場合と、実施しなかった場合について算出し、これを基に、年平均被害軽減期待額を計算する。河川、及び、地域ごとの年平均被害軽減期待額は下表のとおりである。

洪水防御計画	年平均被害軽減期待額 (億ルピー)
(1) カンプール・カナン川洪水防御計画	
-バンキナン地区河川改修計画	383.42
-カンプール・カナン川下流部改修計画	518.46
(2) カンプール、カンプール・キリ川開発計画	
-カンプール・キリ川改修計画	72.50
-カンプール・キリNo. 1ダム建設計画	32.59
-カンプール・キリNo. 2ダム建設計画	4.80
-カンプール川改修計画	352.98
(3) インドラギリ川開発計画	
-ルブックジャンピープラニャップ地区河川改修計画	697.63
-プラニャップ-ジャブラ地区河川改修計画	588.33
-レンガット地区河川洪水防御計画	365.36
(4) インドラギリ川上流域洪水防御計画	
-パヤクンプ地区河川改修計画	435.56
-ソロック地区河川改修計画	344.53
-シジュンジュン・ムアラ地区河川改修計画	124.20

水資源開発計画

水資源開発計画の便益は以下のとおりである。

(1) 都市用水

都市用水の便益は、取水地点における原水の経済価格で見積もった。計算の結果、原水単価は 46.3 ルピー/㎥となった。但し、排水路浄化の便益については、この 60% を見込んだ。

クオック取水堰は都市用水 4.78 ㎥/s を 2004 年に供給開始し、需要増とともに供給量を漸増させ、2019 年には 10.90 ㎥/s を供給する。年平均便益は、2004 年の 4.78 ㎥/s で 50.75 億ルピー、2019 年の 10.90 ㎥/s で 122.30 億ルピーである。

(2) 灌漑用水

ランタウブランギン灌漑計画の年平均便益は下記のとおり、177.23 億ルピーと見積もられた。

種別	便益単価 (1,000ルピー/ha)	緊急計画 (2005年に開始)		最終計画 (2010年に開始)	
		面積 (ha)	年平均便益 (億ルピー)	面積 (ha)	年平均便益 (億ルピー)
既存灌漑地区	306.1 (30%)	3,659	11.200	0	0
既存天水地区	612.2 (60%)	928	5.681	0	0
既存未開発地区	1,020.3 (100%)	4,922	50.219	0	0
新規地区	1,020.3 (100%)	4,706	48.015	6,088	62.116
合計		14,215	115.115	6,088	62.116

ルブックジャンビ灌漑計画の年平均便益は下記のとおり、283.06 億ルピーと見積もられた。

種別	便益単価 (1,000ルピー/ha)	緊急計画 (2005年に開始)		最終計画 (2010年に開始)	
		面積 (ha)	年平均便益 (億ルピー)	面積 (ha)	年平均便益 (億ルピー)
既存灌漑地区	306.1 (30%)	1,670	5.112	1,515	4.637
既存天水地区	612.2 (60%)	376	2.302	65	0.398
既存未開発地区	1,020.3 (100%)	2,096	21.385	650	6.632
新規地区	1,020.3 (100%)	5,234	53.403	18,543	189.194
合計		9,376	82.202	20,773	200.861

水力発電開発計画

水力発電開発の経済分析における便益は最小代替費用を用いる。代替施設としては、計画されている水力発電機器と同等の容量・機能を有する火力発電とする。

代替施設費用としては、kW、及び、kWh価値の合計として算出する。火力発電のkW、及び、kWh価値は、スマトラ島での実績、PLNとの協議の結果、下記のとおり決定された。

項目	便益単価 (米ドル)	便益単価 (ルピー)
kWh 価値	0.0178 米ドル/kWh	38.715 円/kWh
kW 価値 (>50,000 kW)	318.14 米ドル/kW	691,955 円/kW
(≤50,000 kW)	391.66 米ドル/kW	851,861 円/kW

上記の便益単価を用い、水力発電開発計画の便益は下記のとおり計算された。

計画	運用 開始年	kWh価値		kW価値		年平均便益 (億円)
		年発生 電力量 (GWh)	kWh 価値 (億円)	設備容量 (MW)	kW 価値 (億円)	
カンブール・カ No.1発電所	2010年	398.5	154.28	121.2	838.65	992.93
カンブール・カ No.2発電所	2016年	128.3	49.67	38.2	325.41	375.08
クアンタン 発電所	2005年	583.4	225.86	94.4	653.21	879.07
	2015年	657.0	254.36	103.6	716.87	971.23

4.12.3 経済費用

全体開発計画の経済費用は下表の通りに算出された。

計画	経済費用 (億ルピー)
(1) カンブール・カナン川水供給計画	2,346.06
(2) カンブール・カナン川洪水防御計画	7,193.97
(3) カンブール、カンブール・ギリ川開発計画	1兆5,016.03
(4) インドラギリ川開発計画	2兆0,734.59
(5) インドラギリ川上流域洪水防御計画	5,533.87

4.12.4 全体開発計画の経済評価

全体開発計画構成計画の経済的内部収益率 (EIRR)、便益費用比 (B/C)、及び、純現在価値 (NPV:B-C) は下表のとおり算出された。

計画	EIRR (%)	B/C	NPV (億円・-)
(1) カンプール・カナン川水供給計画	9.82	0.98	-23.00
(2) カンプール・カナン川洪水防御計画	10.30	1.03	75.92
(3) カンプール、カンプール・キリ川開発計画	12.46	1.23	711.46
(4) インドラギリ川開発計画	13.19	1.33	2,227.75
(5) インドラギリ川上流域洪水防御計画	10.55	1.07	158.51
(6) 全体開発計画	11.90	1.20	3,149.67

4.13 優先計画の選定

4.13.1 選定基準

全体開発計画構成計画の中から、フィージビリティ調査実施の対象となる優先計画を選定する基準は次のとおりとする。

- ・ 経済性が高いこと
- ・ 緊急性が高いこと
- ・ 社会、環境に与える負の影響が少ないこと

4.13.2 優先計画の選定

上記の選定基準に基づき、下記の計画が優先計画として選定された。

カンプール川流域

- ・ カンプール・カナン川水供給計画
- ・ バンキナン地区河川改修計画

インドラギリ川流域

- ・ クアantan川多目的開発計画
- ・ レンガット地区洪水防御計画

4.13.3 優先計画の事業費

優先計画の財務費用は下表のとおりに算出された。

優先計画	財務費用 (億ルピー)
(1) カンプール・カナン川水供給計画（緊急計画）	1,958.16
(2) バンキナン地区河川改修計画（緊急計画）	2,473.12
(3) クアantan川多目的開発計画（緊急計画）	7,403.25
(4) レンガット地区洪水防御計画（緊急計画）	402.95
合計	1兆2,237.48
(億円) (1円=21.90ルピー)	558.79
(億ドル) (1米ドル=2,175ルピー)	5.63

注：物理的予備費、付加価値税は含み、物価上昇予備費は含まない。

5. フィージビリティ調査

5.1 調査の条件

5.1.1 対象優先計画

フィージビリティ調査対象優先計画は下記のとおりである。

- ・ カンプール・カナン川水供給計画
- ・ バンキナン地区河川改修計画
- ・ クアantan川多目的開発計画
- ・ レンガット地区洪水防御計画

5.1.2 基本条件

計画目標年次

優先計画の計画目標年次は、全体開発計画と同様西暦2019年とする。この計画目標年次は将来の水需要の算定等の基準となる。

事業完了目標年次

事業完了目標年次は西暦2004年とする。西暦2004年は第7次5ヶ年開発計画（REPELITA VII）の最終年度にあたる。1996年から2004年までの9年間は、優先計画の実施期間として妥当な期間である。

事業費

事業費の積算は、全体開発計画と同様の条件で行う。即ち、物価水準は1994年7月時点とし、通貨換算レートは、1米ドル=2,175ルピー、1円=21.90ルピーとする。

5.2 カンブール・カナン川水供給計画

5.2.1 計画検討条件

目的、及び、計画施設

計画の目的は下記のとおりである。

- ・ ランタウブランギン灌漑開発計画の優先開発地区に灌漑用水を供給する。
- ・ パカンバルー市の都市用水（生活、工業、観光、排水路浄化）に必要な水量を開発し、確保する

計画施設は、クオック取水堰、ランタウブランギン灌漑開発優先地区の幹線用水路、及び、圃場施設である。

対象地域

優先計画における灌漑開発対象地域は下表のとおりである。都市用水開発・確保の対象地域はパカンバルー市である。

単位: ha

ランタウブランギン灌漑開発計画	左岸域	右岸域
既存地区	5,171	4,338
既存灌漑地区	1,837	1,822
既存天水田地区	553	375
既存未開発地区	2,781	2,141
新規開発地区	4,429	277
合計	9,600	4,615

計画規模・基準年

灌漑用水量を決定するための計画規模は、5年確率とした。パカンバルー市の将来水需要を決定するための計画基準年は2019年とした。

5.2.2 水需要量

(1) 灌漑用水量

ランタウブランギン灌漑地区の優先開発地区の灌漑用水量は、二期作条件での最適作付け計画を基に決定した。ピーク用水量を要約すると下記のとおりである。

単位: m^3/s

地区	ピーク用水量
左岸	11.31
右岸	4.80
合計	16.11

(2) パカンバラー市都市用水

全体開発計画で算定されたパカンバラー市都市用水の必要水量をフィージビリティ調査でも適用した。内訳は下表のとおりである。

単位: m^3/s

目的	ピーク用水量
生活	3.80
工業	0.78
観光	0.01
排水路浄化	6.31
合計	10.90

(3) 総水需要量

以上より、フィージビリティ調査における総水需要量は下表のとおりである。

単位: m^3/s

目的	ピーク用水量
灌漑	16.11
都市用水	10.90
合計	27.01

5.2.3 計画施設の予備設計

(1) クオック取水堰

クオック取水堰はコタパンジャン・ダムが発電放流水を逆調節し、灌漑用水路に取水する目的で建設される。技術的、経済的見地から、ラバー・ゲートを用いた可動堰が選定された。堰の予備設計図は図 S.5.1 に示すとおり、また、堰の主要諸元は下表のとおりである。

項目	諸元
逆調節池	
常時満水位	EL 40.0 m
低水位	EL 38.0 m
必要逆調容量	1.6 百万 m^3
設計取水量（最終計画）	
左岸	20.69 m^3/s *
右岸	4.80 m^3/s
設計洪水量	
計画規模	50 年確率
設計洪水量	4,000 m^3/s
設計洪水位	EL 45.24 m
堤防天端高	EL 46.44 m
河床高	EL 36.30 m
堰の構造諸元	
ゲート形式	ラバー・ゲート
敷高	EL 36.30 m
天端高	EL 40.00 m
径間×高さ×門数	30.0 m × 3.7 m × 5 門
土砂吐きゲートの構造諸元	
ゲート形式	鋼製ローラー・ゲート
敷高	EL 35.30 m
天端高	EL 40.00 m
径間×高さ×門数	5.0 m × 4.7 m × 2 門

* 左岸全灌漑地区の灌漑用水量であり、パカンパルー市の都市用水は含まない。

(2) 幹線用水路

幹線用水路の主要諸元は下表のとおりである。

項目	単位	幹線用水路	
		左岸	右岸
水路延長	km	44.00	40.00
設計流量*	m^3/s	11.31	4.80
縦断勾配		1/3,000	1/3,000
最大流速	m/s	1.02	0.79
ライニング		練り石積み基礎つき10-cm 厚側壁コンクリート・ライニング、底版は突き固め土。	

* 左岸設計流量 11.31 m^3/s は緊急計画用の数字である。

5.2.4 事業費

事業費は下表に要約するとおりである。

単位：億ルピー

項目	事業費
直接工事費	1,370.67
補償費	46.20
管理費・技術費	207.90
物価上昇予備費	767.52
物理的予備費	227.83
小計	2,620.12
付加価値税	262.01
合計	2,882.13

5.2.5 事業評価

(1) 経済便益

灌漑開発、及び、都市用水開発の経済便益はそれぞれ、115.12億ルピー、122.34億ルピーと見積もられた。

(2) 経済費用

計画の経済費用は 1,626.95億ルピーと見積もられた。

(3) 経済評価

上記の経済便益、及び、経済費用を基に経済的内部収益率（EIRR）、便益費用比（B/C）、及び、純現在価値（NPV）を求めると次のとおりである。但し、B/C、及び、NPV算出の際の割引率は10%とする。

指標	数値
EIRR	10.14%
B/C	1.02
NPV	15.24億ルピー

感度分析は下記の条件で行い、結果とともに示す。

ケース	EIRR (%)	B/C	NPV (億ルピー)
便益の 5% 減	9.91	0.99	-9.20
便益の 10% 減	9.45	0.94	-55.61
費用の 5% 上昇	9.93	0.99	-7.34
費用の 10% 上昇	9.54	0.95	-51.89

5.3 バンキナン地区河川改修計画

5.3.1 計画検討条件

目的、及び、計画施設

バンキナン地区河川改修計画の目的は、カンプール・カナン川沿いバンキナン地区の洪水被害を軽減することにある。計画施設は、堤防、ショート・カット水路、及び、関連施設である。

対象河川区間

対象河川区間は、カンプール・カナン川沿い、ランタウブランギン橋（計画クオック取水堰の直上流）から下流にバンキナン橋まで、延長約 49 km の区間である。この区間は、カンプール・カナン川水供給計画の優先灌漑開発地区と一致する。

計画規模

洪水防御対象地域が主に農地により構成されていることを考慮し、緊急計画における計画規模は5年確率とする。但し、将来、全体開発計画の確率規模に対応するよう格上げ工事（追加工事）が実施されるので、これが物理的に難しい構造物、例えば、橋梁、水門、については全体開発計画の計画規模の50年に対応した施設を建設する。

基本高水流量

水文解析により決定された基本高水流量は下記のとおりである。

計画規模	流量
5年確率	2,800 m ³ /s
50年確率	4,000 m ³ /s

5.3.2 最適河川改修計画

(1) 最適法線形、及び、縦断形

法線形、及び、縦断形は全体開発計画のものを適用した。