

ジェネベラン川緊急治水事業

評価報告：2001年3月

現地調査：2000年9月

1. 事業概要と円借款による協力



事業地域の位置図



ジョンガヤ排水路

(1) 背景

ジェネベラン川は南スラウェシ州の南端を流れる全長 75km の河川であり、州都のマカッサル市（旧ウジュンパンダン市：1984 年アプレイザル時の名称） 一帯は同河川の氾濫により、たびたび洪水被害を受けていた。また、当該地域は排水能力が不十分であり、毎年内水被害にも見舞われていた。

マカッサル市は、第 2 次五か年計画（1974～1978 年度）以降、東インドネシア地域における最大の開発拠点に指定され、工業化および都市開発計画が推進されてきた。洪水制御は、生活環境整備および経済活動の基盤整備にかかる緊急課題であった。上記の背景から、1980 年度円借款により実施したエンジニアリング・サービス（E/S）の結果を受け、インドネシア政府から本事業の実施要請があった。

(2) 目的

南スラウェシ州都のマカッサル市を含む流域面積 60.5km² を洪水被害から守るために、ジェネベラン川については 10 年確率洪水に対応する河川改修工事、マカッサル市内の排水施設については 5 年確率洪水に対応する市内排水系統の改良を行なう。

(3) 事業範囲

本事業は以下の 4 つのスコープからなる。

1) 河川改修工事

ジェネベラン川河口～スングミナサ橋（9.6km 区間）の浚渫、掘削、築堤、護岸工事
マリノ道路嵩上げ（2.5km 区間）

2) 市内排水系統の改良

- ① パナンプー排水路（4.9km 区間）の改修
- ② ジョンガヤ排水路（7.8km 区間）の新規掘削
- ③ シンリジャラ排水路（2.4km 区間）の改修

3) 洪水予警報機器

- ① 水位監視所 3 か所
- ② 中央監視所 1 か所
- ③ 移動警報車 3 台

4) コンサルティング・サービス

調達手続補助、工事監理にかかる 356.5M/M

図-1：事業地域の概略図



(4) 借入人/実施機関

インドネシア共和国／居住地域インフラ省水資源総局（旧公共事業省水資源総局）

(5) 借款契約概要

円借款承諾額／実行額	5,381 百万円 / 5,033 百万円
交換公文締結／借款契約調印	1984 年 7 月 / 1985 年 2 月
借款契約条件	金利 3.5%、返済 30 年（うち据置 10 年）、 一般アンタイド (但し、コンサルタントは部分アンタイド)
貸付完了	1993 年 12 月

2. 評価結果

(1) 計画の妥当性

本事業は、東インドネシア地域の経済拠点であるマカッサル市を洪水被害から守り、もって同地における産業振興・都市開発の基盤を強化せんとするものであり、緊急性が高くその計画の妥当性が認められる。

(2) 実施の効率性

本事業は、居住地域インフラ省水資源総局管轄下のジェネベラン川流域開発事務所により実施された。計画時の総事業費は 11,313 百万円であったが、円貨換算した実績額が、事業実施時の円高ルピア安により 5,033 百万円で収まっている。実施にあたり一部設計の見直し、用地取得が発生したことからの着工は 2 年遅れ、完成は約 3 年半遅れとなった。

(3) 効果（目標の達成度）

1) 洪水軽減効果

洪水被害を軽減できたかを評価するための最大洪水流量・最高洪水水位等、治水事業の定量的効果に係るデータの経年的収集を試みたものの入手不可能であった。そこで、効果を測定する直接的データがないため住民質問調査票等により補足的に効果を把握した。

本事業は、市内排水施設については 5 年確率およびジェネベラン川河川改修については 10 年確率洪水に対応し、洪水に際して必ずしもすべての対象地域を防御することを想定していたものではなく、洪水被害を軽減・緩和することを目標としていたものである。対象地域において事業完成翌年の 1994 年およびその 6 年後の 2000 年において洪水被害があった。1994 年の洪水に関する記録は確認されなかったが、2000 年の洪水は 25 年確率洪水規模に迫る規模であった^{注 1)}。2000 年の洪水で浸水面積は、2,535ha と全流域面積の約 4 割に及び、児童 2 名の死傷者が出た。ジェネベラン川自体は 1998 年完成の後続案件^{注 2)}により 50 年確率洪水に対応する仕様まで改修されているものの、本事業にて改修された

注 1) 5 年確率洪水は 760m³/秒、10 年確率洪水は 1,090m³/秒、25 年確率洪水は 1,630m³/秒。2000 年の洪水は 2 月 3 日から 5 日にかけて、最大 1,530 m³/秒の最大洪水流量が記録された。

注 2) 円借款事業「ピリピリ・ダム建設事業」のこと。ジェネベラン川上流に洪水調節・灌漑・発電等の多目的ダムを建設するものであり、本事業が完成してから 5 年後の 1998 年に完成・供用開始した。洪水調節については、本事業による河川改修と併せ 10 年確率洪水を上回る 50 年確率洪水に対応する仕様である。

市内幹線排水路や流下先であるパンパン川が 25 年確率洪水に対応した内水排除機能を有していないため、被害が発生したものと考えられる。

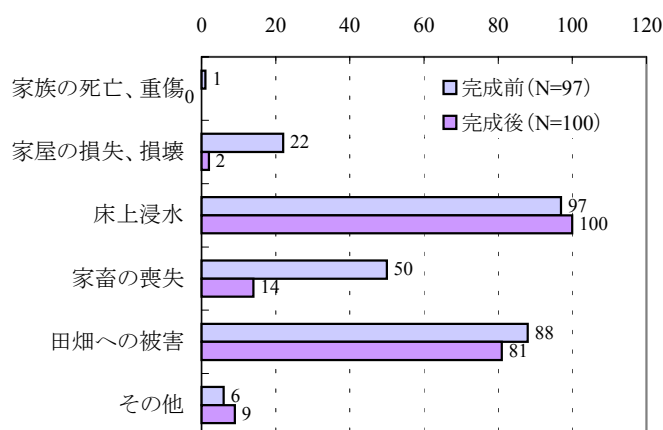
2) 地域住民による評価

今次調査では、ジェネベラン川流域開発事務所との協力の下、マカッサル市内の河川改修区間および排水路周辺といった従前の洪水常襲地に居住する 100 世帯を対象に質問票調査を実施した^{注3)} (図中の N は各質問に対する有効回答数を示す^{注4)})。質問は、「事業実施前後の被害状況と地域の安全性に対する意識」、「施設の運営・維持管理活動への参加状況」、「総合評価と更なる要望」にかかる内容である。対象住民は事業範囲や事業効果を正確に把握した上で回答しているとは限らないため本事業で想定されていた以上の確率洪水が起こした洪水被害あるいは洪水被害全体への不満を本事業への不満等として記載している場合もある点を特に記することとした。以下、順に結果概要を示す。

<被害状況と地域の安全性に対する意識>

洪水による浸水等被害経験者の有無を尋ねたところ、完成前後の別なくほぼ 100% が被害に見舞われていると回答した。この結果は、本事業完成後も 1994 年と 2000 年に 2 度の洪水が記録されていることと符合する。なお、被害の程度については、図-2 に示したように、完成前には、“家畜の喪失”、“家屋の損失・損壊”といった比較的深刻な内容が示されていた。依然として“床上浸水”や“田畑への被害”が続いているものの、“家畜の損失”、“家屋の損失・損壊”といった重度の被害は大幅に減少した。また、質問票調査結果によると、浸水深については、完成前は床上 90cm から 130cm であったところ、完成後は平均 40cm から 50cm に軽減された。質問票調査を実施した 100 世帯については、生命や基本的財産の喪失という深刻な被害が軽減されたという点において、本事業は洪水軽減効果を発揮していると評価されている。

図-2：洪水被害の程度（複数回答）

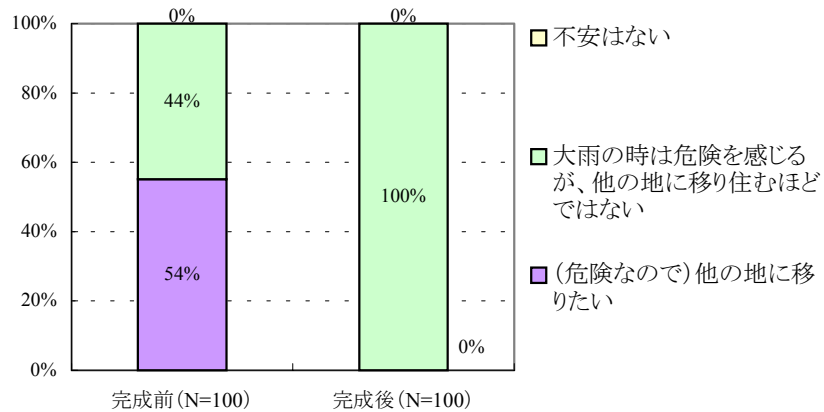


このような被害実態を背景に、地域の安全性については、完成前最も多くみられた“危険なので他の地に移りたい”という意識は解消されたものの、完成後も依然として全員が“大雨のときは危険を感じる”という水準に止まっている。

注3) 実施機関からの情報に基づき、本事業前に洪水被害を受けていたマカッサル市内およびその他の地域の住民より無作為に選択された 100 世帯に対し、対面にて質問票調査を行ったもの。

注4) N は各質問の回答数である。

図-3：洪水にかかる地域の安全性に対する意識（段階評価）



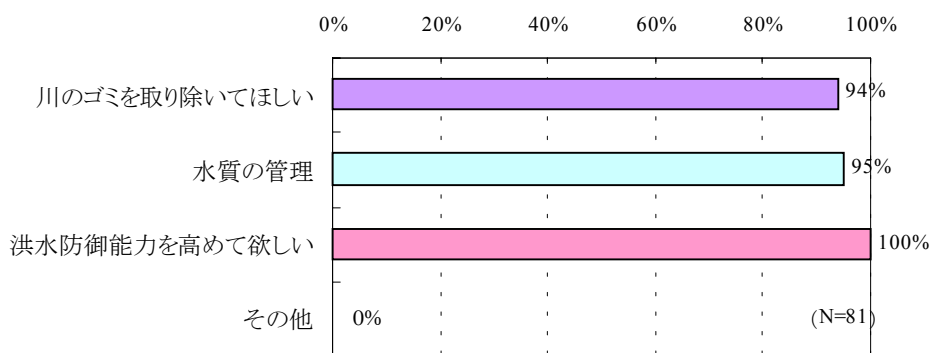
＜被害地域の安全性に対する意識＞

施設の運営・維持管理活動については、100世帯中80世帯が参加していると回答した。具体的には、全員が個人の意志（ゴトン＝ロヨンと呼ばれるボランティア活動の形態）により水路内の汚泥・ゴミの除却活動に協力している。

＜本事業にかかる更なる要望＞

本事業にかかる更なる要望としては、全員が“洪水防御能力をさらに高めて欲しい”と答えている（図-4）。

図-4：本事業にかかる更なる要望（複数回答）



3) 洪水予警報活動の効果

洪水予警報システムは、その一部が本事業により導入され、先述の後続案件にて全部の完成をみた。河川上流部のダムから放水する際に、ジェネベラン川流域開発事務所が流域住民にむけて、じかに予警報（人声とサイレン）を発する方法で予警報活動に用いている。しかしながら、地域住民に対する質問票調査結果では、警報システム（サイレン）の認知度が極めて低い実態が明らかになった。同システムの更なる活用、および住民に対する広報活動が望まれる。

4) 経済的内部収益率（EIRR）の再計算

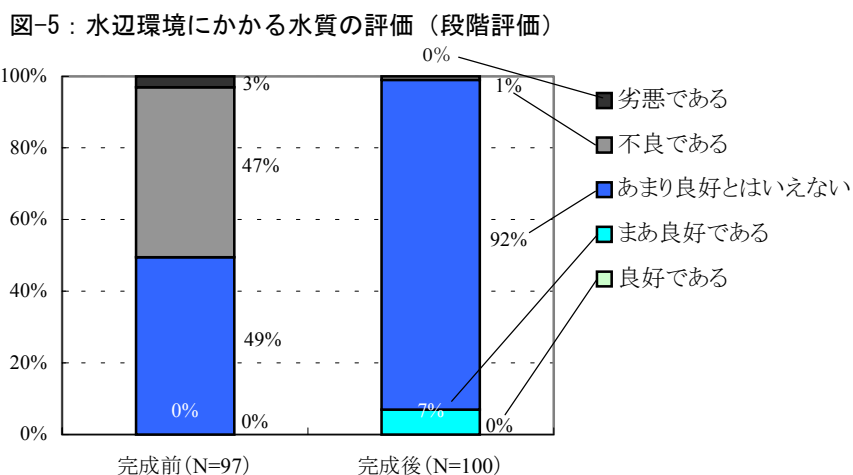
本事業に関する洪水被害額の定量的データが存在しないためEIRRの計算は実施しないこ

とした。

(4) インパクト

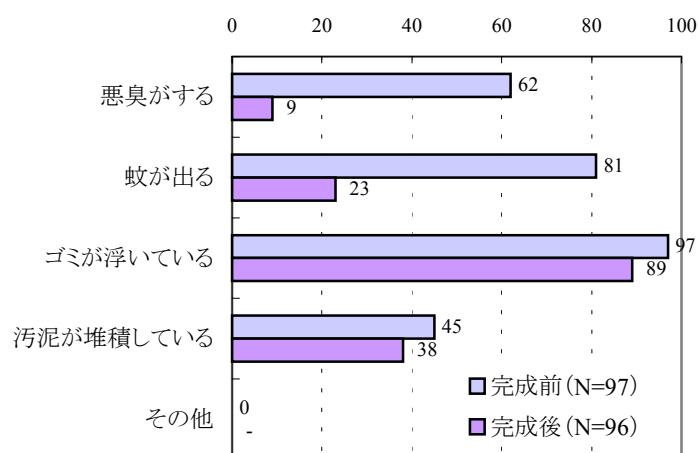
1) 環境へのインパクト

先に紹介した受益者質問票調査では、本事業が地域の水辺環境にどのような影響を与えたかを把握すべく、河川や放水路の水質に対する評価を求めた。図-5を見ると、完成前は、全回答者が“あまり良好とはいえない”よりも低い評価を下していたところ、完成後は、全体的に良好寄りの評価にシフトし、“不良である”、“劣悪である”といった回答がほとんどなくなった。河川改修により、好ましい影響が生じた結果だといえよう。



具体的には、市内排水路周辺において完成前に目立った“蚊の発生”や“悪臭がする”といった状態が大きく改善した。しかしながら“ゴミの浮遊 (93%)”、“汚泥堆積 (40%)”は依然問題として認識されている。(図-6)。

図-6：水辺環境の劣悪要因（複数回答）



ゴミや汚泥堆積は河川・放水路の洪水流下能力を低下させる懸念がある。別の質問で、彼らのゴミ投棄実態について尋ねたところ、完成前は回答者の75%が河川・放水路へゴミを捨てていたところ、完成後はその割合が45%まで低下し、ある程度の改善が窺える。住民のゴミ投棄は“ゴミ収集サービスやゴミ捨て場がないから”という動機にもとづいて(100%)おり、住民は、ゴミ収集システムが改善されれば当該行為は止める用意がある

旨回答している。ゴミ問題は、生活環境にかかる問題であると同時に、洪水被害に影響する要因でもあり、マカッサル市当局の主導のもと、全地域的な視野から、河川・排水路へのゴミ投棄問題の解決に取り組む必要がある。

2) 社会へのインパクト

同じ質問票調査において、本事業が地域の経済活動に好ましい影響を与えたかどうかを尋ねたところ、全員が肯定的な回答を示した。“床上浸水”や“田畑への被害”といった被害は残っているものの、以前に比べると地域の安全性が向上したと評価されている

なお、本事業の実施により、用地取得に伴う 100 世帯余りの住民移転が発生したが、現地実施機関であるジェネベラン川流域開発事務所によれば、金銭補償や代替地の提供等の適切な補償により特段の問題は生じなかったとのことである。

3) その他

上記のほか、以下に示すような文化的インパクトがあったと報告されている。

- 洪水常襲地にある歴史的・文化的遺産の保全（古代遺跡ソンバ・オプ）
- 河川の氾濫が抑制されたことによるレクリエーション利用の向上（ボートなど）

(5) 持続性・自立発展性

1) 運営・維持管理体制

本事業による治水施設は、完成後も中央政府下のジェネベラン川流域開発事務所が中心となって維持管理している。同事務所には現在 3 つの部局、①水資源保全開発プロジェクト、②水供給プロジェクト、③ビリビリ・ダム・プロジェクトがあり、このうち①と②が維持管理活動を担っている。

運営・維持管理にかかる予算は、ジェネベラン川流域開発事務所が策定する事業活動計画（DIP : Daftar Isian Proyek）にもとづき、中央政府の年間予算から配分される。実際に手当てされる予算の約 6 割は、ビリビリ・ダムの運営・維持管理に割り当てられ、残り 4 割が本事業の維持管理に充当される^{注5)}。同事務所によれば、実際に配分される予算では、小規模な修繕程度までしか賄えない。修復を行なう場合は、別途中央政府に予算を要請し、資金を確保する手続きがとられる。

また、地方政府のマカッサル市も維持管理の一部を担っている。同市清掃局は独自の予算により、貯水池（旧河川区間の一部）およびジョンガヤ排水路、パナンプー排水路、シンリジャラ排水路といった幹線排水路に堆積した塵芥や汚泥を定期的に清掃・除去する責任を有する。

2) 運営・維持管理の現況

平成 12 年 9 月に実施した現地調査によると、幹線排水路の汚泥・塵芥は多いところで 1.0

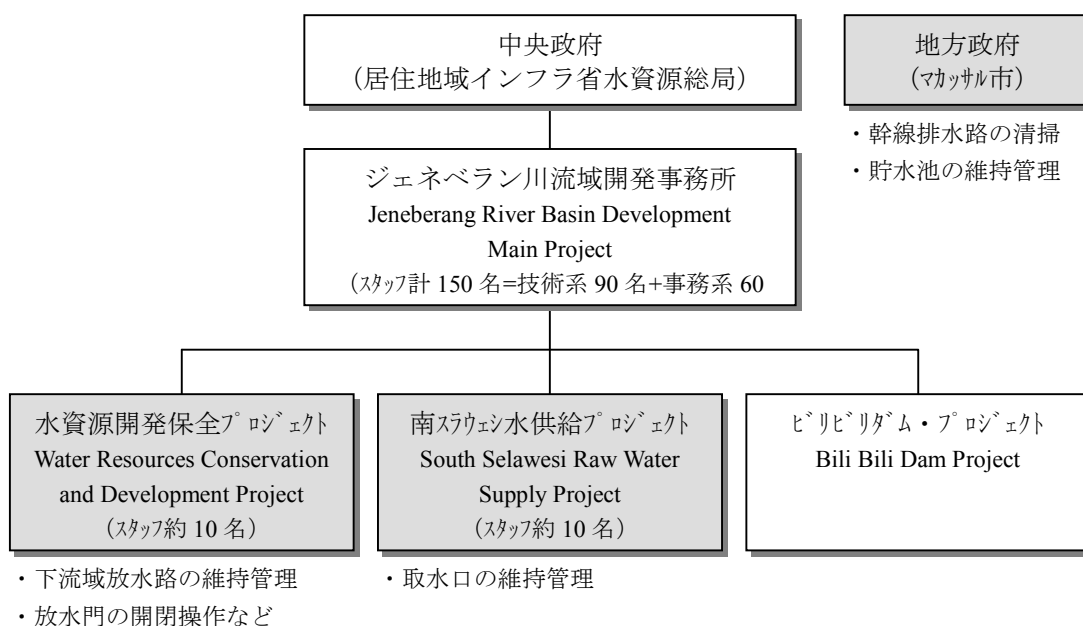
注5) ジェネベラン川流域開発事務所によれば、1999 年度に中央政府から配分された予算は約 200 百万ルピア、このうち約 4 割にあたる 85 百万ルピアが、本事業により整備された治水施設の維持管理に充てられる。

～1.5m ほど堆積している。当該施設の清掃はマカッサル市の役割であるが、十分な維持管理が行なわれているとはいえない。都市内の幹線排水路に堆積した塵芥・汚泥は、生活環境を悪化させるうえ、水路の流下能力低下につながるため、定期的に除去する必要がある。

排水門の手動装置への油差しなど日常的なメンテナンスは、ジェネベラン川流域開発事務所の担当だが、十分に手入れされておらず、油切れが目立つ。装置が錆び付くと、水門開閉時の操作性に影響し、放流時に門が開けられないなどのトラブルのもとになる。一方、河川の堤防・護岸等は良好な状態にあり、特段の問題はない。

図-7：ジェネベラン川流域治水施設の運営・維持管理にかかる体制図

(図中、グレイ表示が運営・維持管理活動の実施主体)



3) 効果の持続可能性

本事業は、一定の洪水被害軽減効果をあげているものの、対象地域では未だに洪水被害が生じている（ただし、2000年2月に起きた洪水被害は25年確率程度の洪水規模によりもたらされたものであった）。ジェネベラン川自体は後続案件によって当該規模の洪水には十分対応する水準まで改修が済んでおり、特段の問題はない。しかしながら、市街地排水を担う幹線排水路の（ジョンガヤ、パナンプー、シンリジャラ）の塵芥・汚泥等を清掃する活動が十分でないため、洪水時にそれらが水門に詰まり、排水路の流下能力発揮を阻害する点が指摘されている。これに関し、当該排水路施設の清掃活動を担当するマカッサル市当局は、地方予算困難等を理由に清掃活動を拡充することが難しいとしている。

効果の持続可能性を確保するためには、マカッサル市当局は塵芥・汚泥を除却する活動を強化するとともに、住民のゴミ投棄行為を抑止するために、公共清掃システムを拡充したり、ゴミ捨て防止キャンペーンを実施するなどの対策を施すことも有効である。このような面でマカッサル市当局の適切な対応が期待される。併せて、本事業の範囲には

含まれないが、マカッサル市域における洪水被害の軽減・抑止という観点からは、幹線排水路が流下する先のパンパン川の中流域から下流域にかけての改修も待たれる。

したがって、上述のとおり、本事業による効果の持続性を確保するためには、マカッサル市当局の主導のもと、公共清掃システム拡充や本事業の幹線排水路が流下する河川の改修や住民参加（ゴミ捨てキャンペーン等）を含む多用な改善施策を体系的に検討する必要がある。

主要計画／実績比較

項目	計画	実績
① 事業範囲 1. 建設工事 <u>パッケージ 1</u> (1) 浚渫 - ジェネラル川河口部 598,000 m ³ - パナンプー及びジョンガヤ排水路 45,000 m ³ (2) 掘削 412,000 m ³ <u>パッケージ 2</u> (1) 掘削 338,000 m ³ (2) 築堤/河川改修 272,000 m ³ (3) 護岸工 29,000 m ³ (4) マリノ道路嵩上げ 20,000 m ³ (5) マリノ道路舗装 14,000 m ³ <u>パッケージ 3</u> (1) 掘削 422,000 m ³ (2) 築堤 96,000 m ³ (3) 護岸工 120,000 m ² (4) 架橋 23 か所 2. 洪水予警報システム 水位監視所: 3 中央監視所: 1 車両: 3 3. コンサルティング・サービス (1) 事前調整 (2) 工事監理 (3) 技術移転	パッケージ 1: 同 左 パッケージ 2: 同 左 パッケージ 3: 同 左 パッケージ 4: 追加 (1) 掘削: 333,200 m ³ (2) 築堤: 333,000 m ³ (3) 護岸工: 60,700 m ² (4) 架橋: 1 か所 パッケージ 5: 追加 (1) フェンス: 15,000 m (2) 砂利舗装: 4,280 m ² (3) コンクリート舗装: 1,600 m ² (4) アスファルト舗装: 19,160 m ² 同 左 合計: 356.5 M/M 外国: 228.5 M/M 現地: 128.0 M/M	パッケージ 1: 同 左 パッケージ 2: 同 左 パッケージ 3: 同 左 パッケージ 4: 追加 (1) 掘削: 333,200 m ³ (2) 築堤: 333,000 m ³ (3) 護岸工: 60,700 m ² (4) 架橋: 1 か所 パッケージ 5: 追加 (1) フェンス: 15,000 m (2) 砂利舗装: 4,280 m ² (3) コンクリート舗装: 1,600 m ² (4) アスファルト舗装: 19,160 m ² 同 左 合計: 869.5 M/M 外国: 354.2 M/M 現地: 515.3 M/M
② 工期 1. 交換公文締結 2. コンサルタント選定 3. 用地補償 4. コントラクター選定 5. 土木工事 6. コンサルティング・サービス 7. 事業完成	1984年11月 1984年11月～1985年11月 1985年4月～1987年11月 1985年11月～1986年11月 1987年5月～1990年9月 1985年11月～1990年11月 1990年11月	1984年7月 — — 1987年7月～1988年6月 1989年3月～1993年12月 1985年11月～1994年6月 1994年3月
③ 事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート	4,600 百万円 6,713 百万円 11,313 百万円 5,381 百万円 1円 = 4.2194 Rp. (84年4月)	N.A. N.A. N.A. 5,033 百万円 1円 = 14.81 Rp. (88-93年平均)