

0. 要旨

本事業は、ジャカルタ特別州北ジャカルタ市に位置するプレイット排水機場において、機能不全に陥っていた東排水機場の緊急改修及び防潮堤の整備を行うことにより、同排水機場の排水機能の回復を図り、同排水区域及びジャカルタ首都圏¹の洪水被害を軽減することを目的とした事業である。事後評価時において、本事業は水資源管理の改善による洪水多発地域の削減、水害リスクの軽減を掲げた「国家中期開発計画」等の開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と合致しており、妥当性は高い。本事業は事業費が計画内に収まったものの、事業期間は計画を超えており、効率性は中程度である。有効性に関しては、プレイット排水機場全体及び、東排水機場の設計排水能力としての指標を満たしたと判断する。一方、ジャカルタ特別州では、治水・排水対策事業が他にも実施されている。更に、洪水の発生、規模、被害拡大の要因には降雨量や水路・貯水池の深さ等多様な条件が関わる。よって、インパクトに関し、本事業のみにより洪水被害が軽減されたと判断することは難しい。しかし、本事業によりプレイット排水機場の排水能力が回復されなかった場合、洪水被害は拡大しているものと考えられることから、洪水被害の軽減を下支えしたと判断される。そのため、有効性・インパクトは高い。加えて、本事業の運営・維持管理の体制・技術・財務面に特に問題はなく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

¹ 本事業では、ジャカルタの地域をジャカルタ首都圏（居住者約 2,400 万人＝間接受益者）、ジャカルタ特別州（またはジャカルタ中心市街、ジャカルタ中心部）（約 662.33 km²、居住者約 914 万人＝第二次直接受益者）、プレイット排水機場排水区域（34.2 km²）内の北ジャカルタ市（居住者約 18 万人＝第一次直接受益者）と分け設定している。（人口の出所は 2008 年政府推計）図 1 の左側の地図のハイライト部分は、実施機関であるジャカルタ特別州水資源局の管轄区域である西部、中央、東部流域を示す。プレイット排水機場排水区域の南端は、中央流域の中央ジャカルタ市である。

1. 事業の概要



事業位置図



改修後のプリーツ東排水機場²

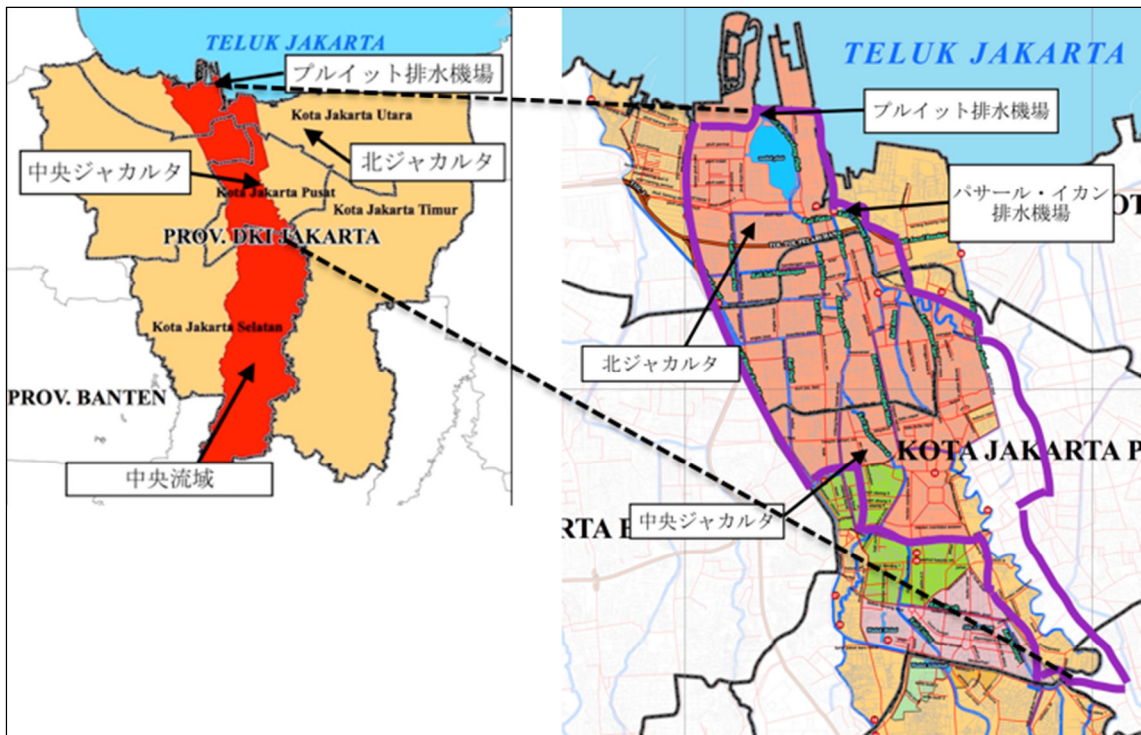
1.1 事業の背景

ジャカルタ首都圏は、地形的条件から洪水に対して脆弱であり、長年にわたり洪水被害が繰り返されてきた。また、過度の人口集中と無秩序な住宅密集地の形成、地下水の過度な汲み上げによる地盤沈下、治水・排水対策の遅れ、排水設備の不整備による内水、外水氾濫³等による洪水が発生することに加え、気候変動に伴う洪水等の発生頻度も増加し、経済的被害も甚大であった。プリーツ排水機場は、ジャカルタ特別州の広範囲の内水排除を受け持つ重要な施設であり、東、中央、西の三カ所の排水機場からなる。うち東排水機場は老朽化が進み、その排水路の側壁（防潮壁）に亀裂が発生し、排水路内の海水が排水路外に流出するに至り、それに伴う大規模なパイピング破壊⁴により、東排水機場全体の機能喪失が危惧された。仮に排水機場全体の機能喪失が起こった場合、対象地域の排水調整機能が止まり、人口が極度に密集した北ジャカルタ市を含む地域で大規模な洪水被害の発生が予想された。かかる状況を改善するため、インドネシア政府は、日本政府の無償資金協力事業による同排水機場の建て替え支援を要請した。

² 出所：八千代エンジニアリング株式会社提供資料

³ 国都交通省によると、河川の水を「外水」と呼ぶのに対し、堤防（河川）の外の土地にある水を「内水」と呼ぶ。内水氾濫とは、河川へ排水する下水路等の排水能力等が原因で、降雨の排水処理が不可能となり引き起こされる氾濫。外水氾濫とは、河川の堤防からの溢水、破堤により家屋や田畑が浸水すること。

⁴ パイピング破壊とは、浸透力によって土粒子が流失し、地盤内にパイプ状の水みちができる現象。一部でパイピングが発生すると、それに接する土中の動水勾配が増えて浸透力が増大し、さらにパイピングが進行する。埋立地あるいは掘削地盤の破壊の原因となる。



出所：ジャカルタ州水資源局提供資料を評価者が加工

図1：プルイット排水機場排水区域（右の図太線枠内）と関連排水機場の位置図

1.2 事業の概要

ジャカルタ特別州の北ジャカルタ市に位置するプルイット排水機場の緊急改修を行うことにより、ジャカルタ中心部及びプルイット排水機場排水区域における雨水、下水の排水調整機能の回復及び防潮機能の回復を図り、もってジャカルタ周辺の洪水による被害の軽減に寄与する。

供与限度額/供与額	74 百万円 / 72 百万円（詳細設計） 1,985 百万円 / 1,825 百万円（本体工事）
交換公文締結/贈与契約締結	2011 年 1 月 / 2011 年 2 月（詳細設計） 2011 年 8 月 / 2011 年 9 月（本体工事）
実施機関	監督責任機関及び実施機関：公共事業・国民住宅省 実施機関：ジャカルタ特別州水資源局
事業完成	2014 年 11 月
案件従事者	本体 株式会社安藤・間
	コンサルタント 八千代エンジニアリング株式会社
協力準備調査	2009 年 10 月～2010 年 7 月

関連事業	<p>【技術協力】 ジャカルタ首都圏流域水害軽減組織強化プロジェクト (2007年3月～2010年3月) (有償勘定技術支援 円借款附帯プロジェクト) ジャカルタ首都圏総合治水能力強化プロジェクト (2010年10月～2013年10月)</p> <p>【円借款】 気候変動対策プログラム・ローン (2008年、2009年、2010年)</p> <p>【その他国際機関、援助機関等】 世界銀行「ジャカルタ緊急洪水軽減プロジェクト (Jakarta Urgent Flood Mitigation Project)」 (2012～2019年)</p>
------	--

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

伊藤 解子 (オクタヴィアジャパン株式会社)

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2017年8月～2018年8月

現地調査：2017年10月2日～17日、2018年1月28日～2月3日

3. 評価結果 (レーティング：A⁵)

3.1 妥当性 (レーティング：③⁶)

3.1.1 開発政策との整合性

インドネシア政府は、1973年に「排水・洪水制御基本計画」、1993年に「ジャカルタ治水・排水計画」を策定し、既存の河川の排水幹線における排水機場や排水路の整備等を掲げていた。本事業計画時には、「国家中期開発計画」(2010～2014年)の中で、総合的水資源管理を通じた洪水被害の軽減を重要な戦略プログラムの一つとして掲げていた。

事後評価時、インドネシア政府は、「国家中期開発計画」(2015～2019年)の中で、洪水管理を通じた洪水多発地域の削減と耐水性の確保を、経済的自立の実現に向けた戦略的優先課題の一つとして位置付けている。また、「公共事業・国民住宅省セクター戦略計画」(2015～2019年)では、沿岸のインフラ施設の整備等、水資源管理の改善による水害リスクの軽減を掲げている。加えて、ジャカルタ特別州は「ジャカルタ特別州中期開発計画」

⁵ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁶ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

(2013～2017年)を策定し、重要かつ緊急課題を解決するための戦略の一つとして、各種洪水⁷の脅威に対し、都市の社会経済活動を持続的に維持することを目的に、排水施設・インフラ施設の整備、維持管理を掲げている。

以上により、本事業の実施は、計画時及び事後評価時において、インドネシアの開発政策と整合している。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

本事業対象のプルート排水機場は、ジャカルタ中心部を含む排水区域約42.1km²のうち、34.2km²という広範囲の内水排除を受け持つ重要な施設である。計画時、東排水機場は、建設から45年以上経過し老朽化が進み、パイピング破壊が起っていた。排水機場全体の機能喪失が危惧され、対象地域の排水調整機能が止まった場合には、大規模な浸水被害の発生が予想された。特に、プルート排水機場の排水区域には、大統領官邸やジャカルタ特別州の行政機関等重要施設が位置するジャカルタ中心部が含まれている。かかる状況を改善するため、同排水機場の建て替えは喫緊の課題であった。

一方、事後評価時において、本事業の監督責任・実施機関である公共事業・国民住宅省水資源総局 (Directorate General of Water Resources of Ministry of Public Works and Housing、以下、「水資源総局」という。)及び、本事業の実施機関であるジャカルタ特別州水資源局 (Water Resource Agency of Special Region of Jakarta Province、以下、「ジャカルタ州水資源局」という。)を中心とした関係行政組織により、多様な洪水要因への対策が進められている。「ジャカルタ首都圏湾岸統合開発計画 (National Capital Integrated Coastal Development) (第1期: 2014年～2018年)」では、地盤沈下及び洪水対策を目的として、ジャカルタ湾を囲う防潮堤の整備、新住宅地や交通路の整備、地盤沈下対策のための地下水に代わる水源の確保等 (第2期以降)が計画されている。また、水資源総局及び、ジャカルタ州水資源局は、「ジャカルタ緊急浚渫イニシアチブ (Jakarta Emergency Dredging Initiative)」(2015～2017年)を通じて、ジャカルタ特別州内を流れる河川の堤防強化、貯水池の浚渫等の洪水対策を実施している。

以上により、事後評価時においてもジャカルタ特別州の洪水・排水管理による洪水被害の軽減が優先課題とされており、プルート排水機場の安定的な排水能力の確保の必要性は高いことから、計画時及び事後評価時ともに開発ニーズとの整合性が認められる。

⁷ ジャカルタ特別州内で発生する洪水には、大きく三つ要因があると分析されている。i) 河川の氾濫と居住区の冠水を引き起こす上流域への極度に強い降雨、ii) 地形の低い下流やジャカルタでの極度に強い降雨、iii) 高潮。2002年、2007年にジャカルタ特別州に大きな経済的損失を起こした大洪水はこれら三つが要因であると考えられている。(出所：ジャカルタ特別州中期開発計画 2013-2017 p119)

3.1.3 日本の援助政策との整合性

我が国の「対インドネシア国別援助計画」（2004年11月）では、重点分野・重点事項として「民主的で公正な社会造り」のための支援を掲げていた。この中で、「基礎的公共サービスの向上」として、地方の自立発展のため、頻発する洪水等の自然災害対策の支援、「環境保全・防災」として、気候変動対策、都市住民の居住環境整備（自然災害対策も含む）への支援を行うとしていた。同援助計画を踏まえ、JICAの「インドネシア国別援助実施方針」（2009年7月）では、緊急的な災害対策及び気候変動対策支援を協力プログラムとして位置付けていた。本事業は、ジャカルタ特別州に対し、上記の重点分野・重点事項にかかる自然災害対策及び、気候変動対策支援を行うものであり、日本の援助政策としての整合性が認められる。

以上より、本事業の実施はインドネシアの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

3.2 効率性（レーティング：②）

3.2.1 アウトプット

表1：本事業のアウトプット（計画／実績）

計画 (2009年、事業開始前)		実績 (2017年、事後評価時)
【日本側投入】（プルート排水機場の改修及び付帯施設の改修）		
1	東排水機場建屋の建設（鉄筋コンクリート造、鋼管杭基礎、3階建、延床面積約400㎡）	計画どおり
2	東排水機場排水設備の設置（排水ポンプ設備3基（縦軸斜流形式5.0㎡/秒/基）、地上配管方式パイプ3台（口径1,500mm）、自家発電機設備一式（1,500kVA）、除塵機3台、水平ベルトコンベヤ1台）	計画どおり
3	防潮堤改修（堤防延長約145m、自立式鋼管矢板式護岸、鋼管矢板直径1,200mm）	計画どおり
【インドネシア側投入】		
1	工事資機材搬入用道路の整備	計画どおり
2	既存施設撤去後の廃棄物の処分地の準備及び廃棄物の管理・処分	計画どおり
3	電力供給系統の付け替え	計画どおり
4	東排水機場改修工事期間中の代替排水設備の設置	計画どおり
5	非正規繫留船舶の移動、海上警察等の施設移動	計画どおり
6	環境管理計画及び環境モニタリング計画の作成、承認取得、及び実施	計画どおり
7	その他無償資金協力に必要な一般的な相手国負担事項	計画どおり

出所：JICA 準備調査報告書、実施機関への質問票回答

日本側・インドネシア側のアウトプットは、おおむね計画どおり実施された。ただし、事業実施中、施工方法と構造等について、JICA 本部の承諾を得て、施工監理コンサルタントとインドネシア政府との契約変更が 5 回行われた。契約変更の目的は、施工中の排水能力の確保、止水性の確実性と信頼性の向上、更に工期の短縮等であった。具体的な内容は、防潮堤東西端部と既存護岸との接続の構造、防潮堤吐口部分の施工方法と構造、東排水機場の既設建屋の地下構造物撤去の施工方法等である。水資源総局と施工監理コンサルタントによると、この変更が発生した理由は、「詳細設計調査時、プルート排水機場に面した防潮堤に違法船舶等があったため、詳細の調査が不可能であったこと。既設建屋は古く、竣工図等の資料がない状況で事業が計画されたこと。水中の透明度が低く、施工期間中の潜水士による調査でも確認が不可能で、排水した結果、既存の構造物が確認されたこと。インドネシア政府の要請を考慮したこと等」とのことであった。詳細設計時の調査期間の制約、予測できなかった点を踏まえると、契約変更はやむを得ないものであったと考えられる。



写真 1：改修後の東排水機場全景⁸



写真 2：改修後の防潮堤西側から

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

本事業の総事業費について、当初計画では約 2,229 百万円（日本側負担は 2,059 百万円、インドネシア側負担分は約 170 百万円）であったのに対し、インドネシア側の実績額は入手できなかった。日本側実績は 1,897 百万円と、ほぼ計画どおりであった（計画比 92%）。

3.2.2.2 事業期間

本事業は 2011 年 7 月より 34 ヶ月間での完成（詳細設計期間を含む）が計画されていた⁹。

⁸ 出所：八千代エンジニアリング株式会社提供資料

⁹ 事業期間は、事前評価表では 36 カ月となっているが、起点が不明である。よって、根拠が明確な準備調

日本側の実績は、2011年7月～2014年11月までの41ヶ月で、計画を上回った¹⁰（計画比121%）。施工監理コンサルタント、水資源総局管轄の事業実施中の担当部署であるチリウン・チサダネ流域開発事務所（Ciliwung- Cisadane River Basin Development Agency）担当者へのインタビュー等によると、「①停止ポンプ数を減らすようインドネシア政府の要望を受け、中央及び西排水機場前の防潮堤吐口の工事を東排水機場改修の完成後としたこと、②東排水機場既設建屋の施工方法変更に伴う準備、③2013年1月に発生した洪水による約1カ月の工事中断等を受け工事期間を設定し直した結果、事業期間の延長の必要性が生じた」とのことであった。結果、事業実施中、コンサルタントの業務、施工業者の履行期限について、各7カ月の延長変更が行われた。同時並行で進行する作業もあり、東排水機場完成（2014年3月）後に実施した①について、延長分の7カ月を要し、2014年11月に事業が完成した。

以上より、本事業は事業費についてはほぼ計画どおりであったものの、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度である。

3.3 有効性・インパクト¹¹（レーティング：③）

3.3.1 有効性

3.3.1.1 定量的効果（運用・効果指標）

プルート東排水機場は、事業計画時、パイピング破壊によりポンプ全4台（各排水能力3.2 m³/秒）の機能が停止していた。本事業により、ポンプ計3台（各排水能力5.0 m³/秒）が整備された。また、定量的効果の指標として、計画時に①プルート東排水機場の排水能力が運用指標として、②排水域の降雨確率規模が効果指標として設定されていた。事後評価時、③プルート排水機場全体の排水能力を運用指標の補完指標として設定した。今次調査を通じて該当の情報を入手し、その分析結果を以下に示す。

1) プルート東排水機場の排水能力

表2：プルート東排水機場の排水能力（設計能力）

（単位：m³/秒）

基準値 2009年	目標値 2014年 事業完成年	実績値		
		2015年 事業完成 1年後	2016年 事業完成 2年後	2017年 事業完成 3年後
3.2m ³ ×2台=6.4	通常時：	10	10	10

査報告書記載の工程表を計画値として採用し、起点を詳細設計契約時とする。延長期間は、本体施工期間で、計画25ヶ月に対し実際は32ヶ月であった。

¹⁰ インドネシア側負担工事も2014年11月までに完了した。

¹¹ 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

(応急対策で使用可能としたポンプ2台の排水能力)	5.0m ³ ×2 台=10 (<-0.9mPP ¹² 、最低ポンプ1台スタンバイまで)			
	緊急時: 5.0m ³ ×3 台=15 (-0.9mPP ¹² ≤、全ポンプ稼働時)	15	15	15

出所：準備調査報告書（事業開始前）、質問票回答（事業完成後）

ジャカルタ州水資源局中央流域沿岸河川部、中央流域運営・維持管理課（Operation and Maintenance System of Central Flow System Section of Coastal and River of Central Flow System Division、以下、「担当課」という。）¹³ 担当者によると、「原則として、プルート排水機場操作規則（補足資料 表 1）に沿い、貯水池水位によってオペレーターがポンプを操作している」とのことである¹⁴。担当課長及びオペレーターによると、「ポンプの排水能力の実測はしていないものの、東排水機場完成後、事後評価時まで、維持管理が行われ、おおむね問題なく稼働しており¹⁵、排水能力は設計能力を満たしていると考えている。また、緊急時は、年（雨期）に数回程度発生するが、事後評価時までに稼働時の排水に問題はない」とのことである。結果、東排水機場の排水能力の実績値は、通常時、緊急時共に目標値に達していると判断される。

2) プルート排水機場全体の排水能力

表 3：プルート排水機場の排水能力（設計能力）

(単位：m³/秒)

基準値	目標値	実績値				
		2014 年 事業完成年	2015 年 事業完成 1 年後	2016 年 事業完成 2 年後	2017 年	
1～2 月					3～12 月	1 月
2009 年				事業完成 3 年後		事後評価 第 2 次現地 調査時
通常時： データ なし	34	34	34	34	データ なし	34
緊急時： 40.4	49	49	49	49	33	49

出所：準備調査報告書（目標値）、質問票回答（事業完成後）

通常時の目標値（34m³/秒）は、各排水機場のポンプ一台を一時停止する原則に沿った設

¹² 「PP」は、1925年にタンジュンプリオク港に設置された最低海水位（プリオクペイル）を意味する。インドネシアで水位の基準となっている。本報告書でも基準水位とする。PPより水位が低いと、mPPはマイナスになる。

¹³ 事後評価時、ジャカルタ州水資源局でプルート排水機場運営・維持管理を担当する部門である。

¹⁴ 排水機場オペレーターによると「貯水池水位以外に、上流の降雨量や天気予報等もポンプ操作開始の判断の基準になる。また、操作規則では明記されていないものの、各排水機場のポンプごとに、一定時間稼働した後には、スタンバイとする」とのことである。

¹⁵ 指標 3) にて後述するとおり、排水機が一時的に停止したことはある。

計能力の合計（東排水機場（5m³/秒×2台）、中央排水機場（4m³/秒×3台）、西排水機場（6m³/秒×2台））で、計 34 m³/秒となる。緊急時の目標値は、全ポンプの設計能力の合計（東排水機場（5m³/秒×3台）、中央排水機場（4m³/秒×4台）、西排水機場（6m³/秒×3台））で、計 49 m³/秒となる。2015年～2017年2月の実績については、事後評価時のジャカルタ州水資源局担当課の操作規則（補足資料 表1）に沿って算出した。2017年3月～12月の間は、中央排水機場が電子ケーブルの修理のため稼働していなかった。この間は、東及び西排水機場の稼働実績が変則的であることから、通常時の値は算出しないこととした。設計能力では、中央排水機場の修理中は、緊急時の排水能力が、目標値を 16 m³/秒下回った。しかし、ジャカルタ州水資源局担当課の担当者によると、「修理期間中、東及び西排水機場のみを稼働したが、排水状況に問題は生じなかった」とのことである。

以上のとおり、事後評価時、プルート排水機場全体の排水能力は、おおむね目標値の排水能力を達成していると判断される。

3) プルート排水機場排水能力を示す降雨確率規模の設定内容（計画時）

表4：計画時に設定した降雨確率規模に対する24時間降雨量とプルート貯水池水位¹⁶

	基準値	目標値	実績値
	2009年	2014年 事業完成年	2014～2017年
降雨確率年	1/5 確率年	1/10 確率年	
24時間降雨量 (mm/24hr)	220.7	267.0	データなし
プルート貯水池水位 (mPP)	-1.18	-0.36	データなし

出所：準備調査報告書（目標値）、ジャカルタ州水資源局提供資料（降雨量）、質問票回答（事業完成後）をもとに作成

計画時に設定された効果指標は、プルート排水機場の排水能力を示す降雨確率年である。しかし直接「降雨確率年」としてのデータは入手できなかった。また、事業計画時以降、降雨量は毎年変化していることから、事業計画時と事後評価時で算出する降雨量の確率規模は異なり、基準とする年により降雨確率規模が異なると考えられる。そこで、事後評価では、表4のとおり、事業計画時に確率年を設定するために使用した24時間降雨量及び、プルート貯水池水位を目安とすることも考慮した。しかし、結果として下記の理由から、評価判断には活用できないと判断した。

第一に、計画時に採用した24時間降雨量の出所、測定地点が不明であった。加えて、事後評価で入手したジャカルタ州水資源局の24時間降雨量データは、ジャカルタ特別州内の

¹⁶ 24時間降雨量と貯水池水位の読み方について、例えば、排水機場の回復後の排水能力が、設計どおりに機能すれば、1/10年の降雨確率規模である24時間降雨量267.0mm/24hrの際、プルート貯水池水位は最高で-0.36mPPとなると算出されている。

広範囲にわたる 16 地点で測定されており、各地点の降雨量に大きな差があった¹⁷。必ずしも、プルート排水機場排水区域ではない地点も含まれている。局地的大雨が平均値に影響すること、測定地によってプルート貯水池水位への影響が異なる可能性が考えられる。よって、16 地点の平均値を分析に用いることは適当ではないと判断した。また、事業完成前までに、プルート排水機場の上流に新たな排水機場が整備されていることから、プルート貯水池における排水能力を降雨量と関連づける条件が、事業計画時から変化したと考えられる¹⁸。

第二に、プルート貯水池水位に関して、事業完成前後に、ジャカルタ首都圏では、前述のとおり（3.1.2 妥当性、開発ニーズの整合性）、チリウン・チサダネ流域開発事務所とジャカルタ州水源局により大規模なプルート貯水池、水路の浚渫・清掃、河川の堤防強化事業等、複数の治水・排水対策事業が行われている。施工監理コンサルタント及び、ジャカルタ州水資源局によると、「プルート貯水池水位は、貯水池の堆積物、浚渫状況や、高潮等の影響を受ける」とのことである。よって、事業計画時に設定された水位を目安に排水能力を判断することも適切ではないと判断した。また、プルート貯水池水位は、事業完成後、事後評価までの全期間を通じてデータが取りまとめられておらず入手できなかった。以上を踏まえると、事業計画時に算出された確率年によって、事業の効果を判断することは困難と判断した。

参考ではあるが、ジャカルタ特別州平均値について、事業完成後（2014 年 11 月）から事後評価前月（2017 年 9 月）までの 16 地点の 24 時間降雨量平均の最大値が、1/5 確率年の降雨量を目安である 220.7mm/24hr を超えた記録はない¹⁹。よって、24 時間降雨量平均の実績からは、目標値である 1/10 確率年の排水能力を達成できているかどうか確認できなかった。ただし、ジャカルタ州水資源局担当課の担当者によると「プルート排水機場では、年に数回、全ポンプを稼働することがあるが、事業完成後、州内の河川の治水事業との相乗効果もあり、（後述の）2015 年 2 月の洪水時以外には、貯水池水位の上昇による洪水が発生していないと認識している²⁰」とのことである。

一方、ジャカルタ特別州内の 24 時間降雨量平均について事業完成後の最大値

¹⁷ 一例として、2015 年 2 月 9 日、ジャカルタ特別州の 16 測定地点の 24 時間降雨量の平均値は、180.6mm/24hr であった。最大値を記録したスンタル・コダマ（Sunter Kodamar）では、367 mm/24hr であり、最低値を記録したポンパ・チデン（Pompa Cideng）では、12mm/24hr であった。

¹⁸ 2013 年後半、プルート排水機場のあるプルート貯水池の約 3.4km 上流に、パサール・イカン（Pasar Ikan）排水機場が完成した。6 台の大ポンプ（各 5.0m³/秒）と 4 台の小規模ポンプ（各 250mm³/秒）を備えており、緊急時に全ての大ポンプを稼働した場合、排水能力は 30 m³/秒の規模となる。

¹⁹ プルート排水機場排水区域外であるが、注 17 のとおり、観測地点によってはこの目安を超えた記録がある。

²⁰ 例えば、プルート貯水池水位について、プルート排水機場の 2017 年 4 月末、8 月末の各 1 週間の記録では、ポンプ停止時を含め、それぞれ-2.00~-1.65mPP、-1.90~-1.65mPP の間で推移していた。オペレーターによると「貯水池水位-1.70mPP 前後で、ポンプを稼働する」とのことである。

(180.6mm/24hr) を記録した 2015 年 2 月 9 日の翌日、プルート貯水池の最高水位は、+1.50mPP を記録した。これは、計画時の 1/10 確率年の設定水位を大きく超えている。この時、大規模な洪水となり、ジャカルタ特別州地方災害管理局 (Regional Agency for Disaster Management、以下「地方災害管理局」という。) によると、ジャカルタ特別州内各地で最高 150~200cm の浸水を記録した。ジャカルタ州水資源局によると、この原因は、「プルート東排水機場が当日 11 時から数時間停止したため」とのことである。市内の漏電防止の措置の関係で国営電力会社からの電力供給が停止し、東排水機場が停止した²¹。プルート貯水池では高潮も重なり水位が上がり、安全配慮のため水位が下がるのを待つ等したため、自家発電機への切り替えに時間を要した。この数時間の間、プルート排水機場では中央・西排水機場のみ稼働した。

水資源総局担当副局長及びジャカルタ州水資源局担当課長によると、「プルート東排水機場が数時間停止したことは、ジャカルタ特別州の洪水の拡大に大きく影響したと考えられる²²。この一件は、プルート排水機場の排水機能が、ジャカルタ中心部の洪水に大きく関与することを実証したと考える」とのことである。以上を踏まえると、洪水被害の拡大を軽減するためには、プルート排水機場の中央・東・西排水機場全てが健全に稼働することが必要であると考えられる。

3.3.1.2 定性的効果 (その他の効果)

1) 地盤沈下、パイピング発生、海面上昇等のリスク回避、軽減

プルート排水機場周辺は、地盤沈下、気候変動による海面上昇等にさらされており、排水機場の喪失リスクに直面してきた。東排水機場は、本事業により、地上配管方式の排水機が設置され、事後評価時、排水機場オペレーターが、パイプ部分の地盤沈下の有無を目視点検していることを確認した。また、排水機場前面の防潮堤が改修され、事後評価までに高潮等の影響は発生しておらず、気候変動による海面上昇及び地盤沈下への対応が可能となったと考えられる。また、頻度は多くないものの、中央及び西排水機場前の排水路に設置した角落とし²³を使い、海水を止めて修理・点検が行われている。排水機場オペレーターによると、「中央・西排水機場のパイピング破壊も発生していない」、とのことで、中央及び西排水機場の排水機能喪失のリスクが軽減されたと考えられる²⁴。以上より、各種問

²¹ この一件の後、事後評価時までに、代替電力の供給源が確保された。同排水機場への国営電力会社からの電力供給が停止することがないように改善されている。

²² 「東排水機場の停止が、この洪水拡大の要因となったことは、インドネシア大統領、ジャカルタ特別州知事にも報告された」とのことである。

²³ 角落としとは、水門や護岸開口部に抜き差し可能な角材を積み重ねて堰とする構造。

²⁴ 一方、事後評価時、現地視察において、本事業対象施設ではないものの、中央排水機場の海側の排水路側面からは、漏水が見られた。施工監理コンサルタントによると、「排水路内の海面水位までの水圧により漏水が生じていると考えられる」とのことである。

題発生リスク回避、軽減が可能な構造を備えた排水機場となったと判断される。

3.3.2 インパクト

3.3.2.1 インパクトの発現状況

1) ジャカルタ周辺の洪水による被害の軽減（定量的効果）

ジャカルタ州水資源局、地方災害管理局では、事業完成前の洪水被害、事業完成後を通じて発生した全ての洪水の規模や被害等を取りまとめたデータがないため、事業完成前後の洪水の発生と被害状況の推移を把握できなかった。よって、表 5 のとおり、事業開始後に発生した代表的な大規模洪水の規模と被害状況を確認した。

表 5：ジャカルタ特別州の洪水被害状況

洪水発生年月	降雨量（ジャカルタ特別州平均値）		被災状況				プルート排水機場等稼働状況等
	24時間最大値 (mm/24hr)	月間 (mm/月)	ジャカルタ特別州		北ジャカルタ ²⁵		
			区数 町数	世帯数 被災者数 犠牲者数	区数 町数	世帯数 被災者数 犠牲者数	
① 2013年1月	データなし	621.9	35 124	506,164 1,226,487 38	5 24	11,349 78,445 0	西・中央稼働
② 2014年1月	95.1	1,075.0	37 123	70,459 235,634 0	6 25	1,356 3,445 0	西・中央稼働 パサール・イカン稼働
③ 2015年2月	180.6	639.0	38 133	64,458 231,566 5	6 29	25,695 91,820 3	西・中央稼働 東 一時停止 パサール・イカン稼働

出所：降雨量はジャカルタ州水資源局、ジャカルタ特別州、被災状況は地方災害管理局

三つの洪水について、24時間降水量平均の最大値、月間降水量平均とジャカルタ特別州と同州内でプルート排水機場が位置する北ジャカルタの被災状況、プルート及びパサール・イカン排水機場の稼働状況をそれぞれ確認した（表 5）。しかし、これらのデータから、プルート排水機場の稼働状況と洪水被害状況との相関関係を確認することはできなかった。ジャカルタ州水資源局担当課長によると、①の洪水被害が拡大した主な要因は、「内水氾濫に加えて、ジャカルタ中心地の水路が決壊した外水氾濫にあると考えられる」とのことである。③の洪水では、前述のとおり、プルート東排水機場が一時停止したことが洪水被害拡大の一因と考えられている。よって、洪水発生、被害拡大の要因は様々で、被害地域・被災状況にも違いが生じると考えられる。また、有効性（定量的効果）で確認し

²⁵ プルート排水機場は、ジャカルタ特別州の北ジャカルタ市に位置する。州内で様々な治水・排水事業が行われているため、排水機場の排水効果が現れやすいと考えられる排水機場周辺地域を含む北ジャカルタの被災状況も確認することとした。

たとおり、ジャカルタ特別州では、事業完成前後を通じて、様々な排水・治水事業が実施されており、水資源総局関係者は総じて、「排水機場の排水能力以外に洪水の要因が複数あることから、洪水被害について、本事業のみのインパクトを測ることは困難」との見方である。よって、一概にプルート排水機場の洪水被害の軽減へのインパクトを、入手し得る上記のデータから判断することは困難と判断した。

ただし、③の洪水発生時、24時間降雨量平均の最大値が表5の洪水②より多かつたものの、ジャカルタ特別州の被災規模は、洪水②とほぼ同じだった。北ジャカルタ市の被災規模は洪水③が洪水②を大きく上回った。なお、月間降雨量平均は洪水②が洪水③より多いものの、24時間最大値を記録した前後3日を含む1週間の降雨量平均は、洪水②が42.1mm、洪水③が44.6mmであった。洪水③では、短時間で大量の降雨があったと考えられる。また、北部での24時間降雨量が多く北ジャカルタ市の被害規模が大きくなった可能性も考えられるが、プルート東排水機場が一時停止することなく正常に機能していれば、洪水被害は、更に軽減されていた可能性が高いと考えられる。更に、ジャカルタ特別州における月間降雨量について、事業完成前と事業完成後では、特段の増減傾向はない²⁶。その状況において、洪水発生頻度、規模や被害が軽減している場合には、本事業や他の治水、排水事業の効果が影響した可能性があると考えられる。ジャカルタ州水資源局担当課長によると、「特に洪水に脆弱なプルート排水機場周辺地域において、大規模な洪水は別として記憶に残るような洪水の数は減っている。ジャカルタ特別州の洪水被害は、軽減している印象がある」とのことである。以上より、本事業のみでは、洪水被害へのインパクト発現の有無についての判断はできなかったが、他の事業との相乗効果により、ジャカルタ中心部周辺の洪水被害の軽減を下支えしていると考えられる。しかし、説得性のあるロジックの根拠になりうる定量データが入手できないことから、定性的効果でも分析する。

2) 洪水被害の軽減実現による裨益住民の生活衛生環境の改善（定性的効果）

事後評価では、プルート排水機場周辺である北ジャカルタ市の区町行政機関、住民へのキー・インフォーマント・インタビュー調査を実施した²⁷。町の行政機関によると、「以

²⁶ 事業完成前の2010～2014年11月と事業完成後の2014年12月～2016年のジャカルタ特別州の平均月間降雨量を比較すると、雨期に2カ月、乾期に3カ月、後者が前者の降雨量を上回っている。局地的な集中豪雨や大規模な降雨のあった際に平均値が引っ張られることが考えられ、単純比較には留意が必要である。しかし、事業完成前後で、降雨量には特段増減の傾向はないと考えられる。（出所：Statistics of DKI Jakarta Province, Jakarta in Figures 2011-2017）

²⁷ プルート排水機場排水区域で、ジャカルタ州水資源局の仲介により、プンジャリンガン区長（秘書）、プンジャリンガン町長、プルート町長を行政機関代表として選出した。住民に関しては、事業完成前後の状況を把握している人材として、プルート排水機場東側地域の2箇所の元隣組長を選出した。また、衛生環境を把握するため、女性にもインタビューを実施した。プンジャリンガン区は、プルート排水機場排水区域を管轄する。プンジャリンガン町は、プルート排水機場東側から南側、貧困地域を含む地域を管轄する。プルート町は、プルート排水機場西部、富裕層の住宅地を含む地域を管轄する。同排水

前は洪水が年に 4、5 回発生していたが、この数年は大きな被害が減った印象である」。住民代表の元隣組長によると、「プルート排水機場周辺では、以前の雨期には洪水による浸水が月に 2 回程度発生し、年 5、6 回は 40～50 cm、2～4 日間浸水する場所もあった。しかし、家屋の浸水時間や水深等からの印象では、日常生活へ被害を及ぼしていた洪水が減っている。2015 年 2 月以降は、記憶に残る洪水は発生していない」とのことである。

また、元隣組長によると、「一度洪水が発生すると、下痢症状の件数が増える傾向があった」。同地域の 20 代の母親によると、「以前は洪水による浸水が多く子どもは皮膚炎になった。コレラ、デング熱も時には発生していた。最近では、洪水が減り感染症の発生は聞いていない」とのことである。ただし、ブンジャリンガン町長によると、「貧困地域周辺は、もともと衛生環境が悪い。2015 年から洪水対策のため実施されているプルート貯水池湖畔の整備、不法居住者対策（新設公営住宅への移転等）等により、貯水池周辺の環境改善が見られる」とのことである。

一方で、元隣組長や母親によると、「洪水頻度、被害が減ったことで、地域住民の洪水に備えるストレスが軽減し、より安心感を持って生活している」とのことである。区町行政機関、元隣組長によると、「プルート排水機場排水区域は長く洪水に脆弱な地域であり、様々な洪水対策を実施し最近では洪水被害が減っている。排水機場は重要な役割を果たしていると考えており、地域は依存している」とのことである。

前述のとおり（インパクト、定量的効果）、事業完了前後で月間降雨量に増減傾向は見られないと考えられる。インタビュー調査では少人数対象であったため、関係者全体の意見ではないことに留意が必要であるが、以上より、地域では、2015 年 2 月の大規模洪水以降記憶に残る洪水が減り、浸水時間等、日常生活への洪水被害の軽減が実現され、衛生環境も多少改善している様子が見える。すなわち、本事業のみによるものではないと考えられるが、本事業が洪水の軽減に一役を担っているものと推測できる。

3) 浸水区域の重要施設の経済活動への被害軽減（定性的効果）

事後評価では、プルート排水機場排水区域の経済施設へインタビューを実施した²⁸。洪水被害を受けていた漁業公社や企業によると、「以前は年 4～5 回浸水被害があり、建物、機材等が被害を受けていた。洪水前には電子機器や備品、商品の移動をする必要があり、

機場東側の地域は、プルート貯水池と防潮堤を隔てた海や港湾施設、ジャカルタ中心部から流れる河川に囲まれた海拔以下の地域である。人口が密集し不法居住者もあり、ジャカルタ特別州の中でも貧困地域とされている。

²⁸ 水資源総局との協議の結果、ジャカルタ州水資源局の仲介により、国営企業省管轄の漁業公社（Perusahaan Umum Perikanan Indonesia）ジャカルタ港支店、ジャカルタ港内の被災企業である冷凍食品加工・輸出企業、プルート排水機場東側地域に位置する、靴製造企業、プルート排水機場西部沿岸に位置する火力発電所（PT. Pembangunan Jawa Bali（PJB）ムアラ・カラユニット）をインタビュー先として選出した。

停電による営業停止もあり、経済的な被害を受ける会社も多かった²⁹。漁港内企業からのクレームは多かった。2015年2月にも多くの企業が浸水した。それ以降、記憶に残る被害は起こっておらず洪水発生時の対応や経済的被害へのストレスは軽減している」とのことである。火力発電所では「独自の対策により、洪水発生時、発電機、発電への被害は特にない。しかし、以前はあった敷地内の浸水等の被害は軽減している印象がある」とのことである。

前述のとおり、入手データの制約及び、降雨量と洪水の要因の関係には留意が必要であるものの、浸水被害が軽減しているという印象が持たれており、仮に、2015年2月に、プルート排水機場が全て健全に機能していれば、港湾内の企業の洪水被害は、更に軽減していたとも推察される。明確なインパクトは立証できないものの、本事業は、排水地域に位置する重要施設の経済活動への洪水被害の軽減を下支えしていると判断される。

4) ジャカルタ首都圏地域の住民約2,400万人の経済活動等への影響（定性的効果）

プルート排水機場排水区域は、政府機関や多くの企業が位置するジャカルタ中心部を含み、働く多くの人口は首都圏に居住し通勤している。ジャカルタ州水資源局担当課長によると、「ジャカルタ中心部の洪水は、周辺地域人口の労働従事機会や通勤手段にも影響し、間接的に生活に影響する。また、中央流域の排水機場は一カ所でも機能しないと、ジャカルタ中心部の排水に大きな支障をきたす。ジャカルタ中心部の洪水対策には、全排水機場が予定された排水能力を発揮することが大変重要である」とのことである。本調査では、他の治水・排水事業の実施や多様な洪水要因等を鑑み、本事業のみによるジャカルタ首都圏地域の住民約2,400万人の経済活動等への影響のインパクトは測れない。しかし、プルート排水機場は、その設計排水能力が保たれる限り、他の複数の排水機場、治水・排水事業との相乗効果により、ジャカルタ中心部の洪水被害を軽減し、ジャカルタ首都圏地域の経済活動の被害軽減を下支えしていると判断される。

²⁹ 浸水を伴う大きな洪水一回の経済的被害について、漁業会社によると「管轄する港湾全体（約110ha）で企業は100社以上あり、被害額は、計約1,000億インドネシアルピア（以下「IDR」という）（=約8億4,000万円）以上になるのではないかと、また、インタビューした冷凍食品企業によると、「約2,000万～3,000万IDR（=約17万～25万円）」（1円=118.64IDR、2017年10月1日為替レート）とのことであった。



写真3：プルート東排水機場
地上配管方式になった排水パイプ



写真4：プルート排水機場
目視で貯水池水位を確認する

3.3.2.2 その他、正負のインパクト

1) 自然環境へのインパクト

計画時、本事業は既存施設を改修するものであり、環境影響評価（EIA）は不要と判断された。ただし、施工監理コンサルタントによると、「ジャカルタ市環境局の承認を受けたより簡易な環境管理計画と環境モニタリング計画に則り、環境モニタリングを実施した」とのことである。しかし、事業評価時、水資源総局、ジャカルタ州水資源局共に資料を保管しておらず、ジャカルタ州水資源局による環境モニタリング実施体制は組まれていない。そこで、事業実施中及び事業完成後における排気ガス発生や騒音・振動、交通事故の発生がなかったことを、施工監理コンサルタント、プルート排水機場周辺区・町行政機関、東側居住区の元隣組長へのインタビューを通じて確認した。また、ジャカルタ州水資源局担当課長によると、「必要が生じれば適宜対応を行う」とのことである。事業完成後、環境面の負のインパクトが生じている可能性は低いと考えられる。

2) 住民移転・用地取得

本事業は既設施設の改修が主体であり、新たな用地取得は発生しなかったことをジャカルタ州水資源局担当課長へのインタビューを通じて確認した。事業開始までに、プルート貯水池側の排水機場内の不法居住者数世帯が、ジャカルタ特別州や世界銀行の事業で建設された公営住宅に移転した。苦情等も出ておらず、移転プロセスに問題はなかったことを、該当地域の元隣組長へのインタビューを通じて確認した。

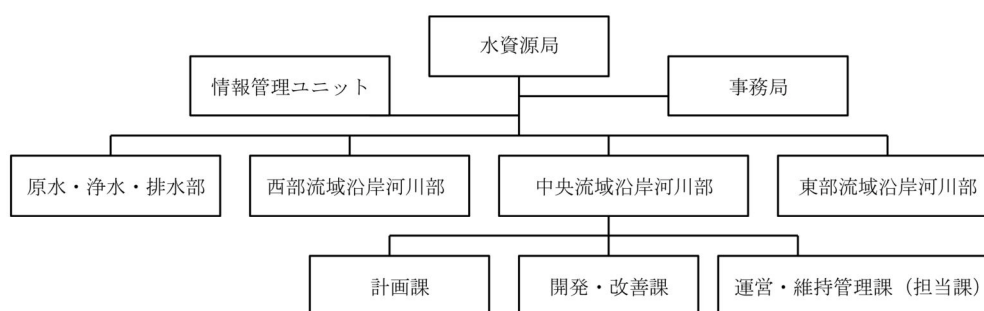
以上より、本事業の実施によりおおむね計画どおりの効果の発現がみられ、有効性・イ

ンパクトは高い。

3.4 持続性（レーティング：③）

3.4.1 運営・維持管理の体制

本事業の実施機関で、事業完成後の監督責任機関は水資源総局である。一方、改修されたプルート排水機場の運営・維持管理は、ジャカルタ州水資源局が管轄責任を有している。ジャカルタ州水資源局の組織図を図2に示す。



出所：ジャカルタ州水資源局提供資料より作成

図2：ジャカルタ特別州水資源局組織図

事後評価時の組織スタッフ数は、ジャカルタ州水資源局全体で5,578名、中央流域沿岸河川部運営・維持管理課で、プルート排水機場を含めた17カ所の排水機場のオペレーター219名を含め343名である³⁰。事後評価時、プルート排水機場では、チーフ1名の下、オペレーター14名が7名ずつの2チームに分かれ、24時間毎のシフト体制で、排水機場の運営・維持管理を行っている³¹。現地調査時にプルート排水機場を訪問し、オペレーターへのインタビューを通じて同排水機場の運営を担うにあたり、オペレーター数は充分であることを確認した。維持管理に関しては、オペレーターが基本的点検、修理を実施し、必要に応じ外注している。

なお、水資源総局とチリウン・チサダネ流域開発事務所は、事業完成後、プルート排水機場の運営・維持管理に関わっていない。改修された東排水機場施設、防潮堤関連施設は、事業完成後にチリウン・チサダネ流域開発事務所から、ジャカルタ州水資源局の所有

³⁰ ジャカルタ特別州では、2014年に組織編成が変わった。事後評価時のジャカルタ特別州水資源局は、以前は同公共事業局であった。2014年に組織が分割され、排水機場を管轄する水資源局が独立した組織となった。更に、組織分割前は、当時の管轄部署であった水資源保全局の下に、水資源保全計画、設備管理活用、洪水制御施設保全等業務内容をもとに管轄する部署が組織されていた。事後評価時には、地域ごとの管轄に編成されている。

³¹ 計画時、オペレーター数は計12名であり、事後評価時までには2名増員されている。

資産として移管されることが決まっていたが、事後評価時点で移管されていなかった。ジャカルタ州水資源局担当課長によると、「ジャカルタ特別州が所有していない資産に予算配賦・人員配置が行なわれていることになり、監査の観点からは本来移管が必要」とのことである。ジャカルタ州水資源局は、プリティット東排水機場の管轄機関であることを認識しており、予算配賦・人員配置面でもプリティット排水機場全体を一施設としている。プリティット東排水機場は、同中央・西排水機場と分けられることなく、水資源局による運営・維持管理が実施されている。以上を踏まえると、本事業の運営・維持管理の体制面については、事後評価時において大きな懸念は見受けられないと判断される。

3.4.2 運営・維持管理の技術

ジャカルタ州水資源局担当課の管轄下、プリティット排水機場に配属されている 14 名のオペレーターは、11～13 年の経験豊富なオペレーター 3 名を筆頭に、本事業実施中に施工業者が実施した電気系統機器の操作・修理の研修を受けた人材も 8 名が配置されている。ジャカルタ州水資源局の操作規則に沿い、必要に応じて本事業の運営・維持管理マニュアルの使用を通じて、十分な排水機操作の知識



写真 5：東排水機場建屋内でポンプ操作するオペレーター

を有している。電気系統の修理・点検は必要に応じ民間業者に外注することもあるが、軽微な補修は、オペレーターが対応できている。新人オペレーターは、職務実地研修と年 1 度程度の研修を通して、プリティット排水機場の全排水機の運営・維持管理方法の知識・技能を習得する。以上より、運営・維持管理の技術面には特段大きな問題はないと判断される。

3.4.3 運営・維持管理の財務

表 6 は、ジャカルタ州水資源局中央流域沿岸河川部の運営・維持管理費（17 カ所の排水機場のオペレーター等契約職員人件費含む³²）である。同課によると、正規職員人件費と排水機場の水道・光熱費は、ジャカルタ州水資源局内の他の部門の管轄となるため含まれない。

³² ジャカルタ州水資源局担当課によると、同課では 343 名中、一部事務系職員とオペレーター等、計 307 名が契約職員である。

表6：ジャカルタ州水資源局中央流域沿岸河川部 運営・維持管理費

(単位：10億IDR)

年度	予算	実績	プルート排水機場 オペレーター人件費 ³³	
			予算	実績
2015	52.941	9.975	データなし	0.421
2016	45.441	27.455	データなし	0.671
2017	58.414	24.739	データなし	0.714
2018	59.295	データなし	0.827	データなし

出所：ジャカルタ州水資源局中央流域沿岸河川部提供資料より作成

実績は年度により増減があるものの、承認予算は増加傾向にある。プルート排水機場オペレーター人件費も増加傾向にある。2017年度には、中央排水機場の修理費用、貯水池水位の監視小屋建設を含め、プルート排水機場の運営・維持管理業務に関する費用は、問題なく支出されており、今後の予算配賦見込みも問題はないとこのことを、担当課長へのインタビューにより確認した。かかる点を踏まえると、事後評価時において運営・維持管理費を含め財務面での懸念はうかがわれなかった。以上より、本事業の運営・維持管理予算の不足等は特に生じていないと判断され、財務面に関して大きな問題は見受けられないと判断される。

3.4.4 運営・維持管理の状況

事後評価時において、プルート東排水機場は稼働状況に不具合や破損はなく、防潮堤にも破損はなく、点検や補修等の維持管理によって排水機場として機能を発揮していることを、現地調査時の視察、インタビューにより確認した。

スペアパーツに関して、保管状況に特に問題はなく、スペアパーツの入手に時間がかかる使用機器については、故障を回避するために室温管理をする等、対処されている。スペアパーツの調達体制に特に問題は見られないことを視察、インタビューを通じて確認した。

日々の排水機稼働状況（稼働ポンプ、稼働時間、水位）についてはおおむね記録がとられているものの、機械及び電気的特性にかかる一部の情報（ポンプ温度等）の記録が行われていない。しかし、オペレーターが、随時ポンプ温度の確認は行なっていることを現地調査時の目視及びインタビューで確認した。また、防潮堤構造物、本体施設の劣化状況（コンクリート躯体のひび割れ・欠損・剥離、漏水、地盤の沈下・陥没等）の確認等、事業で定められた施設の定期点検事項（排水管、土木施設、防潮堤）について、定期的なスケジュール、記録はないものの、オペレーターによる目視点検は実施されているとのことである。

³³ 事前評価時、2010年度人件費の想定額は、3.68億IDRとされていた。

った。ジャカルタ州水資源局担当課長によると、「担当課長の交代により、全てのモニタリング項目は認識していなかった」とのことである。事後評価時までには問題は生じていないものの、将来の問題発生リスクの把握のためには、これら点検業務を実施する必要があると考えられる。

以上より、本事業の維持管理は体制、技術、財務状況ともに問題ない。運営・維持管理の状況については、モニタリング、点検事項の徹底について改善すべき点が見受けられるが、事後評価時点で大きな問題は発生しておらず、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

4. 結論及び教訓・提言

4.1 結論

本事業は、ジャカルタ特別州北ジャカルタ地区に位置するプルイット排水機場において、機能不全に陥っていた東排水機場の緊急改修及び防潮堤の整備を行うことにより、同排水機場の排水機能の回復を図り、同排水区域及びジャカルタ首都圏の洪水被害を軽減することを目的とした事業である。事後評価時において、本事業は水資源管理の改善による洪水多発地域の削減、水害リスクの軽減を掲げた「国家中期開発計画」等の開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と合致しており、妥当性は高い。本事業は事業費が計画内に収まったものの、事業期間は計画を超えており、効率性は中程度である。有効性に関しては、プルイット排水機場全体及び、東排水機場の設計排水能力としての指標を満たしたと判断する。一方、ジャカルタ特別州では、治水・排水対策事業が他にも実施されている。更に、洪水の発生、規模、被害拡大の要因には降雨量や水路・貯水池の深さ等多様な条件が関わる。よって、インパクトに関し、本事業のみにより洪水被害が軽減されたと判断することは難しい。しかし、本事業によりプルイット排水機場の排水能力回復されなかった場合、洪水被害は拡大しているものと考えられることから、洪水被害の軽減を下支えしたと判断される。そのため、有効性・インパクトは高い。加えて、本事業の運営・維持管理の体制・技術・財務面に特に問題はなく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

- ・ 本事業による施設は事後評価時もチリウン・チサダネ流域開発事務所の資産である。事後評価時、問題は生じていないものの、将来、ジャカルタ州水資源局の資産ではない施

設への人材配置、予算配賦に運営・維持管理には支障が生じる可能性がある。水資源総局は、速やかに資産を移管するよう、適宜 JICA から必要な情報を取得し、手続きに移ることが望ましい。

- ・ プルイット排水機場の電気系統や防潮堤構造物、本体施設の劣化状況確認等の定期点検、記録が徹底されていない。洪水被害拡大を防ぐ施設としての、施設の耐久性と長期的な排水能力の安定性の確保のため、プルイット排水機場の施設、維持管理マニュアルに沿った点検方法を確認し、維持管理を確実に行うことが望ましい。
- ・ 事後評価時、西排水機場の老朽化により排水機場全体の排水能力が不安定になっている。ジャカルタ中心部の洪水被害の軽減のためには、全排水機が健全に機能することが必要であるとのことであった。効果の長期的確保のため、西排水機場の改修に向け、資金調達を行なう等して早期に対処することが望ましい。

4.2.2 JICA への提言

なし

4.3 教訓

適切な有効性・定量的効果指標の設定の必要性

本事業では、排水機場の排水能力の回復に関する事業効果の定量的指標の設定に関して、降雨確率規模（降雨確率年）が効果指標として設定された。しかし、次の理由から排水能力回復の効果を判断することが、困難な指標であった。降雨確率規模は、それ自体は直接排水機場の排水能力を示す数値ではないこと、過去の降雨量により算出されるものであり、基準とした年によって変化する可能性があること、目標値として設定された確率規模の降雨が発生しなかった場合に、効果の発現有無が把握できないこと、計画時に降雨確率規模を算出した降雨量の測定地点と出所が不明で降雨量が把握できないこと、隣接貯水池の水位に関わるが、事後評価までに複数の大規模な排水・治水事業が実施され変化していた広い地域の排水環境等、外部条件が影響すること。降雨確率規模は、事業完成後すぐに事業評価が実施される場合、あるいは排水能力の設計根拠としては妥当であったかもしれない。今後、類似の案件では、経年の変化や環境の変化等の影響を受けずに、排水能力の回復の直接的効果を測り、入手可能な指標の設定が検討に値したと考えられる。また、降雨量については、どの測定地点のデータか、あるいは、複数の測定地点の平均値か、また出所等、指標の測定条件を明確にすることが必要である。

以 上

補足資料 表1 プルイット排水機場排水能力と操作規則

貯水池 水位 (mPP)	吐出力 合計 (m ³ /秒)	各排水機の吐出力 (m ³ /秒)									
		東			中央				西		
		1	2	3	1	2	3	4	1	2	3
-0.8以上		下記に同じ									
-0.9	49.0	5.0	5.0	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0	6.0	6.0	6.0
-1.0	37.0	5.0	5.0	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0	6.0		
-1.1	31.0	5.0	5.0	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0			
-1.2	31.0	5.0	5.0	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0			
-1.3	26.0		5.0	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0			
-1.4	22.0	5.0	5.0		4.0	4.0	4.0				
-1.5	18.0		5.0	5.0			4.0	4.0			
-1.6	14.0	5.0	5.0		4.0						
-1.7	8.0				4.0	4.0					
-1.8	8.0				4.0	4.0					
-1.9	4.0					4.0					
-2.0											

出所：ジャカルタ州水資源局