

# インドネシア国

## ジャカルタ地盤沈下対策プロジェクト

—体制の整備とアクションプラン策定による地盤沈下対策の促進と人材育成—

2022年11月



### 1. プロジェクトの背景と問題点

インドネシアは、東南アジア南部に位置する人口約2.70億人、1人当たりGNI 3,870米ドル、面積192万km<sup>2</sup>（外務省HP, 2022年7月）の国である。ジャカルタは、インドネシアの首都として人口約1,056万人（2020年、インドネシア政府統計）を抱え、経済・政治の中心地として急速な発展を遂げている一方、地下水の過剰揚水を一因として、地盤沈下が進行している。これは、近年の経済成長と首都への人口集中を背景として、工場あるいはビルなどでの過剰な地下水の汲上げが主因であると考えられる。特に経済活動が集中する北部の低地でその傾向が著しく、一部地域では満潮時に海水が浸水する等の被害が顕在化している。北部では1970年以降最大で4m以上沈下するなど、世界でも稀に見る速度で沈下している。地盤沈下はジャカルタ中心部を含む広範囲で発生しており、洪水・高潮などの水害リスクを助長し、洪水被害を増大させているだけではなく、物流の停滞

等、市民生活の阻害ももたらし、社会経済への影響は大きい。

地盤沈下対策は、モニタリングのみならず、地下水揚水規制、代替水源の確保、適応策の推進など多くの施策を必要とする。これらを1つのアクションプランの下で、関係機関が協調して推進する体制を構築するために、地盤沈下に係る有効な緩和策を提言するとともに、地盤沈下に伴うリスクを明確化してその適応策に要するコストを想定し、ステークホルダーが地盤沈下対策を進めるための意識改革を行い、対策に向けた活動が推進される必要がある。

このような背景から、インドネシア政府は地下水及び表流水の統合的管理能力の強化を通じ、ジャカルタにおける地盤沈下対策を推進することを目的として、開発計画調査型技術協力「ジャカルタ地盤沈下対策プロジェクト」（以下、本プロジェクト）を日本政府に要請した。本プロジェクトは2018年5月に開始され、2022年11月までの4年半で実施された。

## 2. 問題解決のためのアプローチ

本プロジェクトは、下記の5つの成果を達成することにより、プロジェクト目標であるインドネシア側実施機関による対策の促進と人材育成に寄与することを達成するものである。

ジャカルタの地盤沈下の問題には、地下水管理、水供給、治水などの水に関する多くの要素が互いに関係しており、利害関係者や関係する組織も多いため、「統合水資源管理」の考え方を踏まえて取り組む必要がある。統合水資源管理を進めるためには、水の管理に責任を持つ主体が、科学的なデータに基づいて総合的な政策を立案し(工学的アプローチ)、利害関係者と協議しつつ、遂行していく体制を整え、政策の実施を可能とする利害関係者の民主的な協議の仕組みを作る(社会科学的アプローチ)必要がある。プロジェクトの全体像を図1に示す。

本プロジェクトにおいては、地盤沈下現象を軽減

するための対策を「緩和策」、地盤沈下によって高まる災害リスク(洪水、高潮等)に対する対策を「適応策」と定義する。また、本プロジェクトは、気候変動が引き起こす海面上昇や降雨の激甚化による災害リスクの軽減に貢献するものであることから、気候変動適応策としても位置付けられる。

また、インドネシアでは、SDGs達成に向けた国家指標が2017年に制定され、「ターゲット6.4:水利用の効率化による水不足の解消」の指標として「指標6.4.1(a)地下水利用の制御と法執行」が含まれている。本プロジェクトは、地盤沈下対策の一環として地下水の適切な管理・利用を推進するための方策を検討・実施するものである。また、上述の通り、本プロジェクトの目標達成のプロセスは、「ターゲット6.5:統合的な水資源管理」の達成に大きく寄与するものである。

表1 本プロジェクトに関連するSDGsのターゲットと指標

| ターゲット   | 指標                      |                                    | 備考      |
|---|-------------------------|------------------------------------|---------|
|   | No.                     | 内容                                 |         |
| 6.4 2030年までに、全セクターにおいて水利用の効率を大幅に改善し、淡水の持続可能な採取及び供給を確保し水不足に対処するとともに、水不足に悩む人々の数を大幅に減少させる。 | 6.4.1                   | 水の利用効率の経時変化                        | グローバル指標 |
|   | 6.4.1(a)                | 地下水利用の制御と法執行                       | 国家指標    |
|   | 6.4.1(b)                | 農業、プランテーション、産業における節水の推進            | 国家指標    |
|   | 6.4.2                   | 水ストレスレベル:淡水資源量に占める淡水採取量の割合         | グローバル指標 |
| 6.5 2030年までに、国境を越えた適切な協力を含む、あらゆるレベルでの統合的な水資源管理を実施する。                                    | 6.5.1                   | 統合的な水資源管理(IWRM)の度合い(0-100)         | グローバル指標 |
|   | 6.5.1(a)                | 地域空間計画(RTRW)に内包する形での統合流域管理計画の策定数   | 国家指標    |
|   | 6.5.1(b)                | 更新された水文・気象観測所の数                    | 国家指標    |
|   | 6.5.1(c)                | 形成された水資源管理情報システムの数                 | 国家指標    |
|   | 6.5.1(d)                | 増加する湧水や国際河川についての覚書を踏まえた流域の数        | 国家指標    |
|   | 6.5.1(e)                | 森林開発及び流域保全のための非生産林増加の程度            | 国家指標    |
|   | 6.5.1(f)                | 住民参加による河川・湖沼管理がなされている流域の数          | 国家指標    |
|   | 6.5.1(g)                | 水資源に関する組織形成の活動                     | 国家指標    |
|   | 6.5.1(h)                | 上流域での保全や涵養井戸により湧水の数が増加している優先流域の数   | 国家指標    |
|   | 6.5.1(i)                | 貯水池、ダム、小・中規模ダムの建設により健全性が回復した優先流域の数 | 国家指標    |
| 6.5.2   | 水資源協力のための運営協定がある越境流域の割合 | グローバル指標                            |         |

出典: RINGKASAN METADATA INDIKATOR TUJUAN PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN  
[https://sdgs.bappenas.go.id/wp-content/uploads/2017/09/Buku\\_Ringkasan\\_Metadata\\_Indikator\\_TPB.pdf](https://sdgs.bappenas.go.id/wp-content/uploads/2017/09/Buku_Ringkasan_Metadata_Indikator_TPB.pdf)

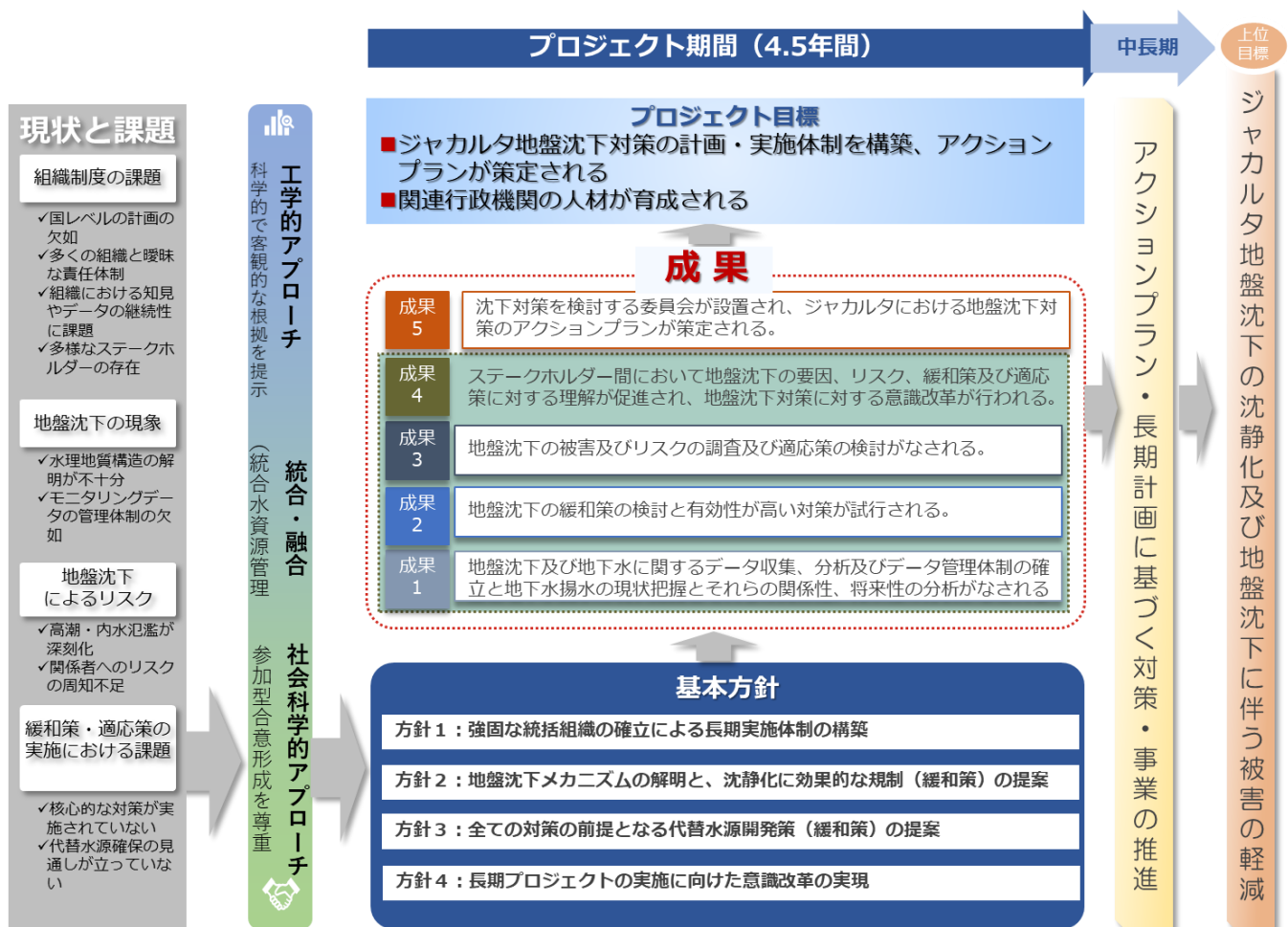


図 1 プロジェクトの全体像

上記のプロジェクト成果に示されるとおり、地盤沈下対策は多岐にわたる検討が必要であることから、公共事業・国民住宅省（以下PUPR）水資源総局を実施機関とし、ジャカルタ特別州（以下DKI）の関係部局、国家開発計画庁（以下BAPPENAS）、PUPR人間居住総局、エネルギー・鉱物資源省地質調査庁、環境・林業省が主要関係機関となって実施した。実施にあたっては、PUPR大臣令に基づき、図 2に示すように合同調整委員会（JCC）の下に関連部局によるワーキンググループ（WG）が組織され、各種協議やアクションプランの立案等、プロジェクトチームと共に活動を行った。

本プロジェクトは、2018年4月～2019年5月を

第1期、2019年7月～2022年11月を第2期として実施した。第1期においては、実施体制の確立と共に主に調査や関係機関との協議を行い、パイロット地区の選定と短期～長期にわたるアクションプランを策定、第2期において短期対策を実施した。しかし、第2期開始後に新型コロナウイルスの蔓延に伴い活動が大きく制限された。リモートでの実施という制約が生じたが、追加的予算も活用して、効果的な短期アクションを実施した。さらにこの活動を経て、本プロジェクト完了後の自立的発展のための事業実施委員会（PIC）の設立と PIC のアクションプランの策定を行った。図 3 に本プロジェクトでの主な活動と成果を示す。



図2 本プロジェクトの実施体制

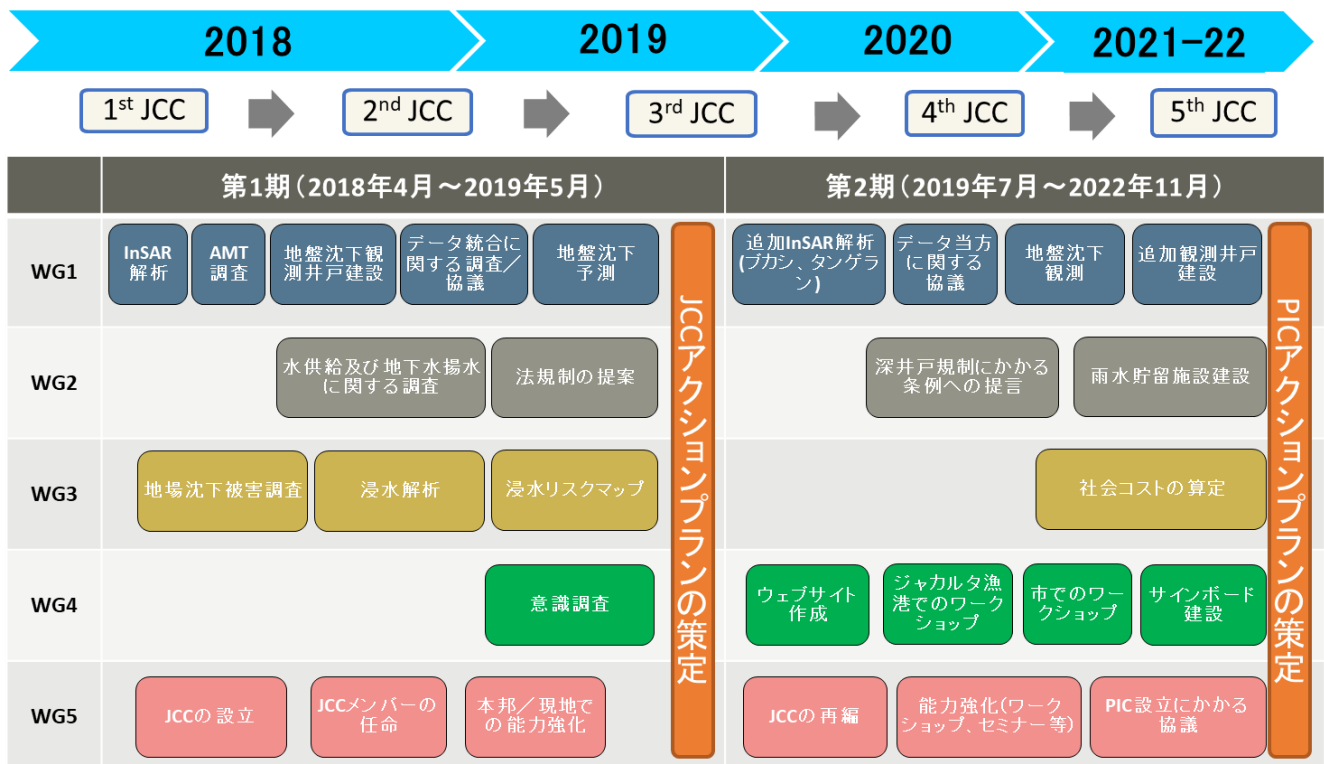


図3 本プロジェクトの主な活動と成果

## (1) データ管理（成果1）

ジャカルタの地盤沈下の原因については、地下水過剰揚水、都市荷重による圧密やプレート運動など、いくつかの要因が議論され、一貫した対策を取ることができていなかった。本プロジェクトでは、地下水揚水の多い地域で地盤沈下が激しいことを明確に示して、ステークホルダーの共通認識を醸成し緩和対策の合意形成を図ることを目的として、地盤沈下と地下水揚水量のデータ管理についての活動を行った。

### 1) 衛星画像解析による地盤沈下状況の把握

近年の地盤沈下状況の把握のため、InSAR解析（衛星から照射したマイクロ波の跳ね返りを合成して得られる地表面情報を撮影時期毎に比較することにより、地表の変位等を解析するもの）を実施した。

解析には広域の地盤の変位解析に優位なJAXAの衛星ALOSおよびALOS-2のデータ（2007～2010年および2014～現在が利用可能）を使用した。画像データが得られない2011～2014年の地盤沈下量については、前後の結果から推定した。解析結果は過去に実施した水準測量との相関により信頼性評価を行うとともに、過去に同様の解析を実施した機関（バンドゥン工科大学等）と協議し、近年の地盤沈下概況に対する関係機関の総意を得た。また、第2期には最新データを追加した解析の更新を行ったと共に、ジャカルタ周辺都市（ブカシ市、タンゲラン市）においても解析を実施した。

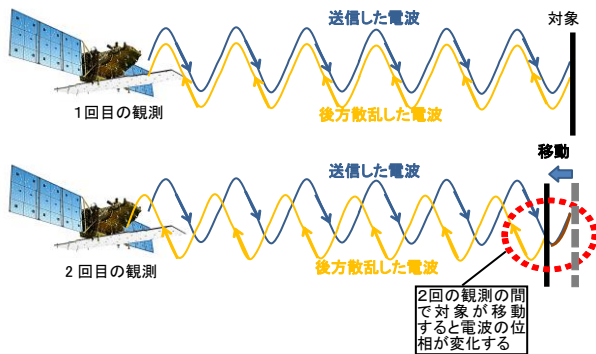


図4 InSAR解析による変位計測の概念図

## 2) 地盤沈下観測井戸の建設

第1期に既存の地盤沈下観測網を確認したうえで、2か所で地盤沈下観測井戸の建設を行った。観測位置はInSAR解析結果を基に地盤沈下が顕著であり、既設の観測井戸がない地域とし、関係機関と協議の上DKIの公有地を選定した。

井戸の形式は本邦で豊富な実績があり、耐久性に優れた二重管式井戸（図5参照）を採用した。その優位性について協議や本邦研修を通じてインドネシア側実施機関の職員（カウンターパート。以下「C/P」と表記する。）の理解を深めるとともに、C/Pに対して現地見学会の実施や建設マニュアルの整備により技術移転を図った。

第2期には、DKIが州政府予算での観測井戸建設を予定していたが、2020年1月に発生した大規模洪水災害と新型コロナウイルス蔓延の影響で中止となった。これを受け、追加の現地再委託を実施し、近年の地盤沈下が最も顕著なジャカルタ漁港での観測井戸建設を行った。

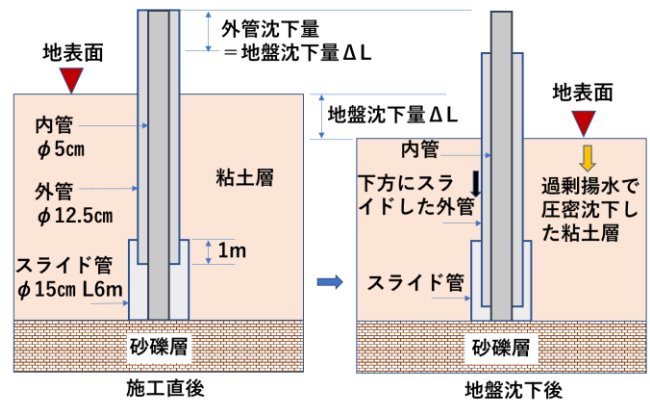


図5 二重管式地盤沈下観測井戸による観測模式図

### 3) 地盤沈下メカニズムの検証と将来予測

地盤沈下と土地利用の関係、地下水利用の歴史的経緯を確認し、既往調査と電磁探査結果から水理地質構造を把握した。さらに、地盤沈下観測井戸建設時のボーリングと既往のボーリング調査結果に基づく地質条件、揚水量と地下水位既存データを整理し、一次元地盤沈下解析によりそのメカニズムを検証、また揚水規制による地下水位の変動を仮定した地盤

沈下の将来予測を行った。検証の過程や結果はPUPR水資源研究所（PUS-AIR）や国家プロジェクトである首都圏湾岸統合開発計画（National Capital Integrated Coastal Development、以下NCICD、詳細は後述）関係者と協議を行い、同意を得た。

#### 4) 井戸インベントリー・データ管理システムの構築

井戸の位置と諸元、揚水量、地下水位、地盤沈下量を一元管理するデータベースを構築することを目的に、関係機関と協議を行い、適切なデータ統合・共有について検討した。また、地盤沈下の進行や既往の関連データ等を検討し、今後の地盤沈下観測の拡充に向けた提言を行った。

#### 5) 地下水解析

地盤沈下抑制のための適正な地下水利用についての検討材料とすることを目的として、地下水解析を実施した。解析手法は、モデルの機動性やインドネシア側への技術移転を考慮し、オープンソースでありインドネシアでも利用の多いMODFLOWを採用した。

## (2) 緩和策（成果2）

地盤沈下現象を鎮静化させることを目的として、地下水揚水規制・管理、代替水源、地下水涵養に関する活動を行った。

### 1) 関連法制度の把握と改善案の提案

地下水利用、代替水源（雨水・再生水）、地下水涵養に関する法令及び州の条例を整理したうえで、その執行について課題を抽出し、改善策を提案した。

特に、工業・商業利用にのみ義務化されている井戸登録制度が不十分であること、多くの未登録井戸があること、登録揚水量以上の揚水を行っている井戸があること等の課題を精査した。そして、公共施設や一般世帯による利用登録を促進する制度の早期実施を検討し、条例の制定・改正を提案した。

### 2) 水利用と地下水揚水量の把握

上水供給量、登録井戸の揚水量について、経年変化や分布を整理するとともに、各種統計から州全体の水需要を算出し、これと供給量データを比較する

ことにより未登録井戸による揚水量を推計した。

また、家庭用水については全州においての区（kecamatan）毎の需要量および上水供給量から上水以外の水源利用と浅層地下水の利用量を推計した。

### 3) 上水サービスの現況把握と改善に向けた提案

地盤沈下の原因となっている地下水の過剰な揚水を規制するためには、代替りの水源となる水道の供給が必要である。DKIではかつて水道公社が上水サービスを提供していたが、1998年よりコンセッション契約により民営化されている。しかしながら、2017年の最高裁の決定により再公営化することとなったが、その道筋は不透明なままである。また、低い給水率、高い漏水率、給水施設容量の不足等、多くの課題を抱えている。これらの状況を精査し、上水サービスの改善に向けた提案を行った。

特に、行動指針となるべきマスタープランの見直しや、短期的対策としての無収率の減少（ブロック配水、圧力管理による漏水の減少等）に着目した。

### 4) 代替水源の提案

周辺市県も含めたジャカルタ首都圏の現在および将来の水需要に対応するため、インドネシア政府は東部のチタルム川からの新規導水および西部に建設中のカリアンダムを新規水源とする計画を進めている。しかし、いずれも多くの課題を抱えており、実現には10年単位の期間を要するものと推定された。したがって、短～中期の代替水源として雨水利用、再生水、ため池の開発、河道貯留等の方策を検討した。その上で、短期アクションプランとして、パイロット地区での雨水貯留施設を現地再委託により建設した。また、大規模表流水開発についてもチタルム川に直列に位置する3つのダムの運用改善等の提案を行った。

### 5) 地下水涵養に関する提案

DKIにおいては、豪雨時の流出抑制と地下水の保全を目的とした雨水浸透施設設置が推進されている（州政府による建設と一般家庭への推奨、新規ビル建設時の設置の義務化）。これまでに約7,500基の施設

が建設されており、今後も新規建設が進められる予定である。これらの状況について整理し、今後の建設促進についての提案を行った。

### (3) 適応策（成果3）

地盤沈下によって増大する社会的リスクを把握し、このリスクを軽減するための施策について検討した。

#### 1) 地盤沈下がもたらすリスクの把握

ジャカルタ北部の24の区を対象にした地盤沈下によるインフラ・建物への被害状況の聞き取り調査を行った。また、地盤沈下予測を元に複数の沈下シナリオを設定し、地盤沈下が進行した場合の氾濫シミュレーションを行い、地盤沈下がもたらす災害リスクの増大について評価した。シナリオ設定にあたっては、気候変動の影響も考慮した。

#### 2) 浸水リスクマップの作製

地盤沈下リスクの把握と水害への備えとすることを目的として高潮、洪水、都市インフラへの影響を対象としたリスクマップを作成した。作成したリスクマップは、行政および住民への啓発活動の資料として活用を検討した。

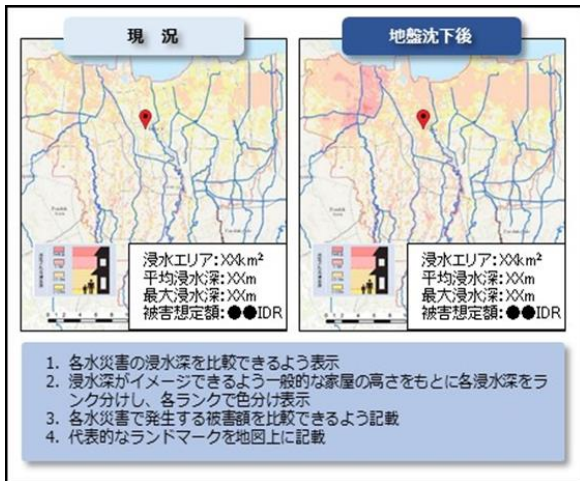


図 6 浸水リスクマップのイメージ

#### 3) 地盤沈下適応策のレビュー

地盤沈下の適応策については、現況の施設、計画および実施されている以下の事業をレビューし、地盤沈下に対する適応策計画案を策定、概算事業費を算出した。

- PUPR が主管して整備する高潮堤防、河川堤防、河川整備
- DKI が主管して整備する排水路整備、ポンプ場
- NCICD の整備メニューとして挙げられている防潮堤強化、河口堤防強化、ポンプ場
- その他：道路・橋梁・鉄道・地下鉄

NCICD（首都圏湾岸統合開発計画）とは、①洪水の脅威の減少、②沿岸地域の生産力の向上、③環境の向上、④沿岸地域の社会・文化的側面の活性化、の4つの戦略を掲げたジャカルタ湾岸再開発の政府計画である。本計画では「No Regret Measures」として、①地盤沈下の抑制、②河川・海からの洪水防御、③衛生と工業廃水管理、の3項目が挙げられ、2050年までに総事業費約447兆ルピア（約3.5兆円）の事業が実施される予定である。インドネシアの中央・地方府予算やPPPによる事業の他、円借款による下水整備事業等、ドナーによる事業も含まれている。高速道路・土地開発と一体となった沖合堤防の整備もこの中に含まれているが、地盤沈下が抑制できなかった場合には「Conditional Measures」として2050～2080年に沖合堤防のゲート・橋梁の閉鎖とポンプ・洪水ゲートの建設が行われる構想となっている。

#### 4) 地盤沈下により発生する社会的コストの概算

本プロジェクトでは、社会的コストを、「地盤沈下に関して、対策が適切に実施されないため、その地域の社会全体（ジャカルタ市民や立地企業）が負担することになる費用」と定義し、発生する（であろう）被害額を、氾濫シミュレーションによる浸水の増大程度に基づいて算出した。

また、浸水リスクの増大に伴って追加的に発生する洪水・高潮対策にかかる「適応策コスト」を算定した。さらに、将来の水需要を満たすために実施・計画されている代替水源開発及び上水道整備にかかる費用に、ジャカルタ特別州全面積に対する顕著な地盤沈下地域面積の比率を掛け合わせることで、地盤沈下現象の抑制にかかる「緩和策コスト」を算出した。これらを比較検討して地盤沈下対策の早急な実施の必要性を明確にした。

#### (4) 意識改革（成果4）

地盤沈下対策が進まない要因として、地盤沈下現象とそのリスク、原因についてのステークホルダーの理解が不足していることが挙げられた。そこで、地盤沈下に対する意識を調査し、これに基づく啓発プログラムを立案、実施した。

##### 1) 意識調査

地盤沈下に関する効果的な啓発活動・意識改革を実践するためのベースライン調査として、インドネシア大学への再委託により意識調査を実施した。調査の実施によって社会的コンフリクトを引き起こすことがないように留意し、調査実施者に対して複数回のブリーフィングを行ったうえで調査を行った。

##### 2) 啓発資料の作成

各活動の成果を基に、地盤沈下の現状、原因、リスク、対策コストなどをわかりやすく説明するための資料としてプロジェクトウェブサイトを作成した。同時に本プロジェクト完了後の移管先について議論し、対象となったDKI関係部局の職員に対して、サイトの運営・更新にかかる指導を行った。

また、第2期にはDKIとの綿密な協議の下、再開発が行われている旧市街地（コタ・トゥア地区）の観光名所にサインボードの建設を行った。

##### 3) 啓発活動

リスク意識を醸成して地下水利用量の削減の必要性の理解を深め、地盤沈下対策推進の世論を盛り上げることを目的として、北部3市（北ジャカルタ市、西ジャカルタ市、東ジャカルタ市）での行政関係者向けワークショップ、またジャカルタ漁港での地下水利用者との協議を行った。

#### (5) ガバナンス（成果5）

地盤沈下の問題は一朝一夕に解決するものではなく、プロジェクトの完了後もインドネシア側の努力により自立発展的に活動が継続される必要がある。そこで、成果1～4の活動を踏まえてプロジェクト完了後の実施体制を整備するとともに、人材育成を

行う活動を実施した。

##### 1) アクションプランの策定

成果1～4の活動を踏まえ、本プロジェクト実施期間中に行われる短期対策、2030年を目途とした中期対策、それ以降の達成を目途とした長期対策から成るアクションプランを策定した。短期対策の実施にあたっては、州全体を対象とした対策と共に、特徴的な地域をパイロットエリアとして複数選定し、各エリアの状況を精査したうえでそこに特化した対策を検討した。

第2期では短期対策を実施し、これらの経験から本プロジェクト完了後のアクションプランを策定した。

##### 2) 人材育成

長期にわたる地盤沈下対策の担い手となる人材を育成することを目的として、WGでの活動によるOJTの他、本邦研修、ワークショップ・セミナー・アカデミックフォーラムの実施を通じてC/P機関の人材育成を行った。

### 3. アプローチの実践結果

#### (1) データ管理（成果1）

衛星画像解析による2007～2020年の地盤沈下分布を図7に示す。

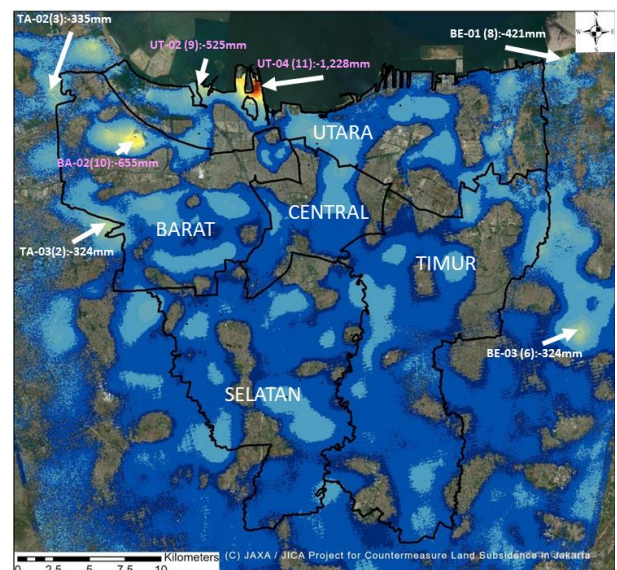


図7 衛星画像解析による地盤沈下分布



地盤沈下範囲は、州全土に斑状に分布しており、20mm～50mmの沈下範囲は中部～南部に広く分布する一方、50mm以上の沈下が進行しているのは北部沿岸部に集中している。登録井戸数および地下水揚水量は南ジャカルタ市が最も多い一方、基盤岩は南部で浅く、沿岸部に近づくにつれて深くなっており、地質構造の違いが沈下量に大きく影響していることがうかがえる。また、2007～2010年、2014～2020年の2時期を比較すると、州内で沈下が沈静化した地域がみられる一方、開発が進む郊外で新たに沈下が発生している地域がみられる。

また、ブカシ市、タンゲラン市の衛星画像解析の結果、13年間でそれぞれ最大102cm、37cmの沈下を起こしていることが判明した。

地盤沈下観測井戸は、2018年5月に計画の議論を開始し10月末に着工、2019年6月に完工した。着工までに3回の合同調査、5回の検討会議を開催し、C/Pによる主体的な実施を促進した。また、二重管式井戸は口径の異なる3種の管を最大300m程度の深さに鉛直に挿入する必要があるが、現地で購入できる資材・施工機械の制約などの理由により施工中に不具合が発生した。これに対して、施工業者、C/P、プロジェクトチームが現場で議論を重ね、施工方法を工夫することで解決した。第2期においても第1期で得られた経験を元に、施工方法に更なる改善を加えて建設を行った。



図 8 地盤沈下観測井戸

今後の観測網の拡充に対して、地盤沈下の程度や既往のGNSS測量（衛星を使用した測位システムの総称。GPS測量はアメリカが開発した衛星を使用したシステムでGNSS測量の1つである。）観測地点、本プロジェクトで実施した電磁探査(AMT法)の観測位置等を総合的に勘案し、14カ所の優先地点を設定した。今後、関係機関により地盤沈下観測井戸の建設が進む見込みである。

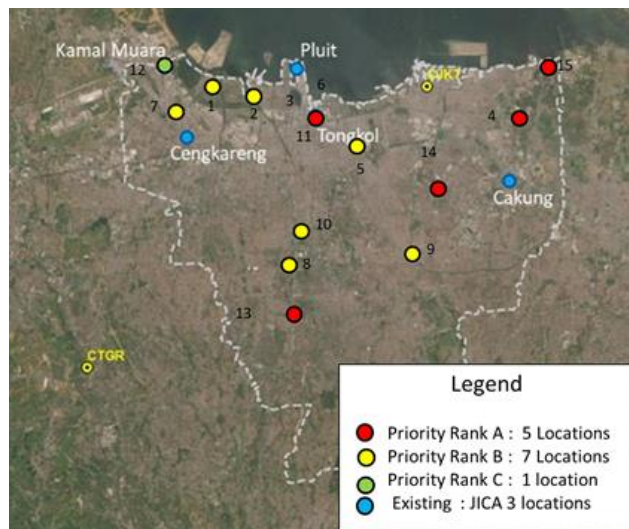


図 9 地盤沈下観測優先地点

観測井戸の完成後、C/P関係者と共に観測を開始した。完成直後の1年間は、管と地盤の密着ができておらず良好なデータが得られなかったが、2年目以降には安定しており、明確な変位がみられるようになった。観測井戸の地点においては、年間で10～15mmの沈下を記録しており、依然として地盤沈下が進行していることが確認できた。

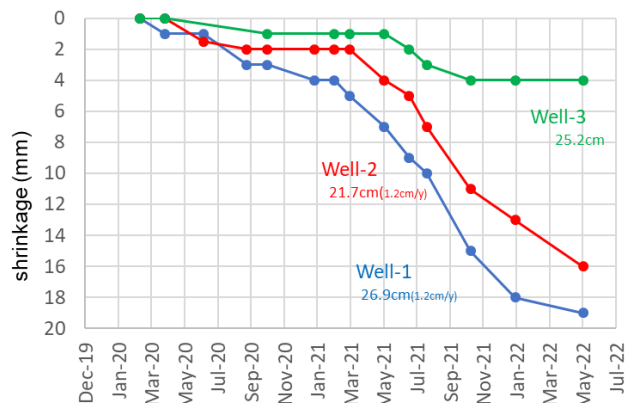


図 10 観測井戸による沈下観測結果

地盤沈下のメカニズムについて、以下の考察の結果、地下水揚水が主な要因であることが確認できた。

- ジャカルタ沿岸部の東部、西部はかつては湿地であり、1960年以降に宅地化しているが、2000年までには宅地化が完了していることから、すでに20年以上が経過している。このため、現在も盛土や構造物の荷重を受けて圧密されているとは考えにくい。
- 登録井戸による揚水量が激減した2009年以降、沈下の進行が沈静化しており、地下水揚水と沈下の因果関係が確認できた。
- 一次元地盤沈下解析の結果、地盤の収縮は主に40m以深の粘土層で発生していることが確認できた。

将来の沈下予測は、地質データを入手した9カ所に対して、揚水量の変化を4段階に仮定して実施した。その結果、以下の結論を得た。

- ① 地下水揚水の規制を行わずさらに地下水位が低下すれば、2030年までに62mmから492mm(約0.6~4.8cm/年)に及ぶ地盤沈下が進行すると予想された。
- ② 現況の地下水揚水量を超える地下水揚水を規制することにより地下水位を現状維持したとしても、2030年までに45mmから363mm(約0.4~3.5cm/年)に及ぶ地盤沈下が進行すると予想された。
- ③ 現況の地下水揚水量を2030年12月までに100%削減するような地下水揚水規制を行って地下水位を元の水位まで回復させた場合、地盤沈下は2030年までに17mmから142mm(約0.1~1.4cm/年)発生するものの、その後はほぼ止まると予想された。
- ④ 2050年までの地盤沈下を9地点すべてで1cm/年未満となるようにするには、現況の地下水揚水量を2030年12月までに50%以上削減するような地下水揚水規制を行い、地下水位をある程度回復させることが必要と予想された。

地下水解析は、既往データおよび本プロジェクトで実施した調査データを用いて地質・水理地質構造を検討してモデルを構築し、未登録井戸も含めた全揚水量や難透水層の透水係数、域外からの地下水流入と降雨量等について複数のシナリオを設定し、水収支の最適解を検討した。データの蓄積により質を向上させ、モデルの精緻化を図り、許容揚水量の設定等に活用することが望まれる。

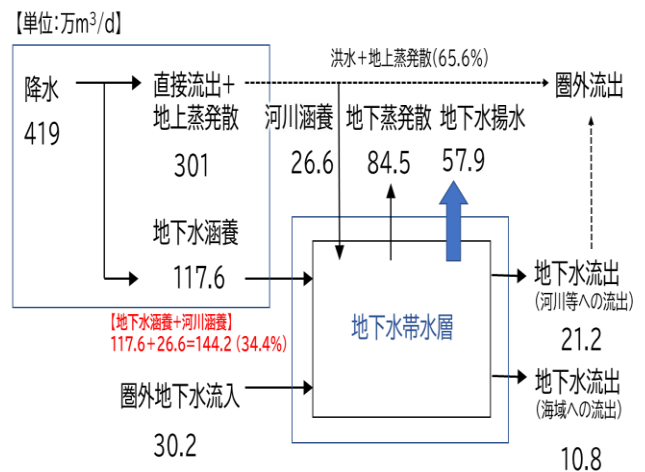


図 11 解析によるジャカルタの水収支

データ管理システムについて、関係機関の現況を調査・協議した結果、鉱山エネルギー省地質局地下水保全センター (BKAT) が開発・運用している地下水管理システム (PASTI) に他機関のデータを取り込む、あるいはリンクさせる形で実現することで、WGにおいて具体的なシステムイメージについて合意し、プロジェクトチームが保有するデータの取り込み作業を行った。引き続き、DKI、PUPRで保有するデータの統合・共有について議論を行っている。

## (2) 緩和策 (成果 2)

法制度の改善案として「全利用者の登録促進」、「クリティカルゾーンの設定と揚水禁止」を目的とした現行法令の改善案を提案、関係機関と議論を継続した結果、2021年に地下水規制区域に関するジャカルタ州知事規則が施行された。本規則では、上水道が整備されているという条件の下、沈下が進行してお

り、工場や商業施設等の大口地下水利用者が多くみられる地区を揚水禁止区域として定め、深井戸の建設と使用を禁止するものである。同条例の執行は2022年内を予定している。

入手可能な統計データ、インドネシアおよび日本で用いられている原単位を用いて、2015年時点の需給バランスを図12のとおり推計した。23.4m<sup>3</sup>/sの需要に対して供給は10.4m<sup>3</sup>/s不足しており、その大半が未登録井戸による揚水で賄われていると考えられる。

さらに家庭用水について、上水以外の主たる水源となっている浅層(0~40m)からの地下水利用の推計(2018年時点)を行った。推計の結果、家庭用水需要の37%は上水による供給であり、残りの63%がそれ以外の水源を使用、そのうち29%が浅層井戸利用となった。特に、東ジャカルタ、南ジャカルタでの利用が多い。これら2市は他の市に比べ給水率が低く、ジャカルタ水道供給管理庁の消費量データによると上水に接続していても使用していない家庭も多い。

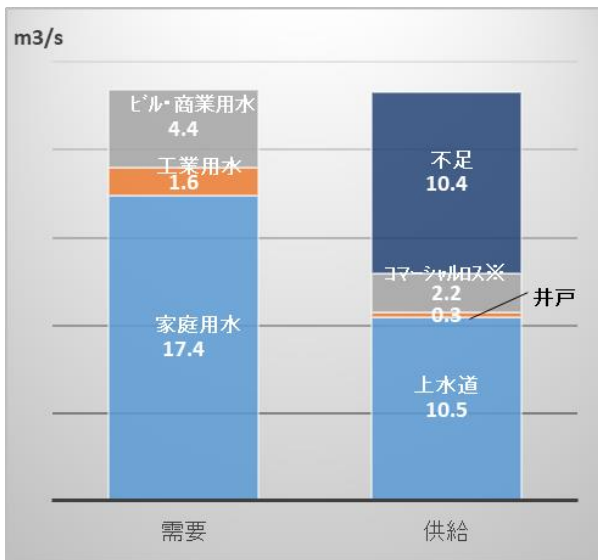


図12 2015年の水需給バランス推計

※商業ロスとは、無収水量のうち水道メータの不良、誤検針や違法接続等による請求できない水量

代替水源については、現在、インドネシア側で進行している大規模表流水開発の課題や進捗について整理するとともに、ため池の活用や再生水の可能性について検討、利用促進の提言を行った結果、PICの

アクションプランの一つとして含まれることになった。

さらに、短期代替水源の一つとして雨水利用の促進の方策を協議し、地下空間利用型の雨水貯留施設の設置について検討した。その中で、DKIが上水道未整備地区での公営住宅でため池を建設し、下水と雨水、河川水を処理して再利用するシステムを計画しているとの情報もたらされ、プロジェクトチームに対してアドバイスが求められた。これに対し、チームはDKIと合同調査を行い、ため池の改良と本邦製品を活用した雨水貯留施設の提案を行った。当初の提案内容は、雨水貯留施設を敷地内のモスクの脇に2基設置、モスクの屋根から雨水を収集し、再利用システムの上水設備に接続する計画とし、概略図の作成と積算を行い、2019年10月に州知事に提案書を提出した。州政府では2020年の予算措置を検討していたが、2020年1月洪水、また新型コロナウイルス対策の影響で予算措置が不可能となった。

これを受け、本プロジェクトではパイロット地区での短期アクションとして現地再委託による雨水貯留施設の建設を決定した。DKI関係機関との度重なる協議や調査の結果、施設規模に対する効果の観点から住宅に対して貯留した雨水を供給するのではなく、浄水を行ったうえでモスクに還元するシステムとした。雨期には1ヵ月当たり20~30日分、乾期でも5~15日分の需要を賄うことができる。



図13 雨水貯留利用システムの全体平面図

### (3) 適応策（成果3）

インフラ被害に関する聞き取り調査の結果、最も影響を受けているインフラは道路であり、橋梁、水路がこれに続く。受ける影響の種類については冠水頻度・深さの増加等、洪水・高潮災害時の影響がほとんどであるが、不等沈下による施設機能のダメージ等、日常的に発生する影響も指摘されている。

氾濫シミュレーションについては、「ジャカルタ温暖化シミュレーション調査」(JICA, 2012)において構築した浸水解析モデルを更新し、表2に示す4つの地盤沈下ケース、また気候変動シナリオとしてIPCC第5次評価報告書によるRCP2.6シナリオとRCP8.5シナリオを採用した海面上昇量と降雨増加率を設定、さらにDKIの空間計画に基づく土地利用変化予測を条件として組合せてシミュレーションを実施した。

表 2 地盤沈下のケース設定

| 地盤沈下のケース | 2019年10月以降の揚水条件                  | 揚水条件に相当する2019年10月以降の水位条件                      |
|----------|----------------------------------|---|
| ケース A    | 現況の地下水揚水量を、2030年12月までに100%削減した場合 | 2019年10月以降水位回復傾向を継続し、2030年12月に初期水位まで回復        |
| ケース A-1  | 現況の地下水揚水量を、2030年12月までに50%削減した場合  | 2019年10月以降水位回復傾向を継続し、2030年12月に揚水条件に相当する水位まで回復 |
| ケース B    | 現況の地下水揚水量を超える地下水揚水を規制した場合        | 2019年9月時点の地下水位を維持                             |
| ケース C    | 地下水揚水を規制せず、地下水揚水量が増加した場合         | 2019年9月までの低下傾向が継続                             |

シミュレーションの結果、地盤沈下の影響はジャカルタ東部と西部の沿岸地域で顕著であり、地盤沈下がこのまま進行した場合、2050年には100年に1回の確率で発生する洪水により2018年比で浸水ボリュームが21%増加、過去最大規模の高潮が発生したとすると浸水ボリュームは221%増加すると想定される。さらに気候変動も継続すると仮定した場合は、洪水、高潮それぞれで57%、270%の増加となる。これらの結果を基に、パイロット地区での浸水リスクマップを作製した。

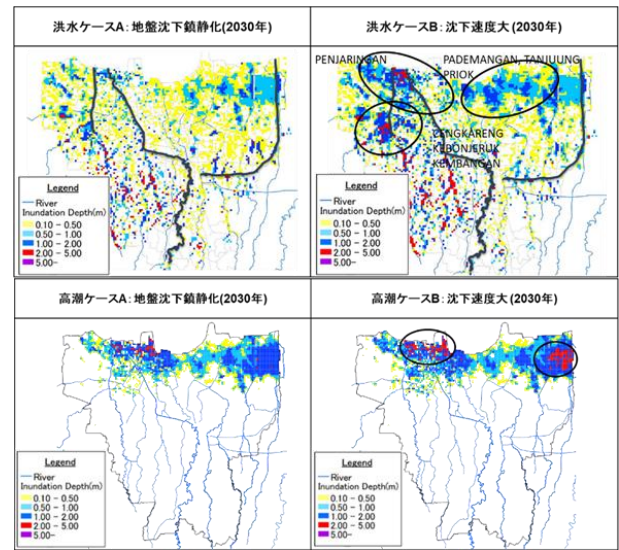


図 14 洪水・高潮シミュレーション結果

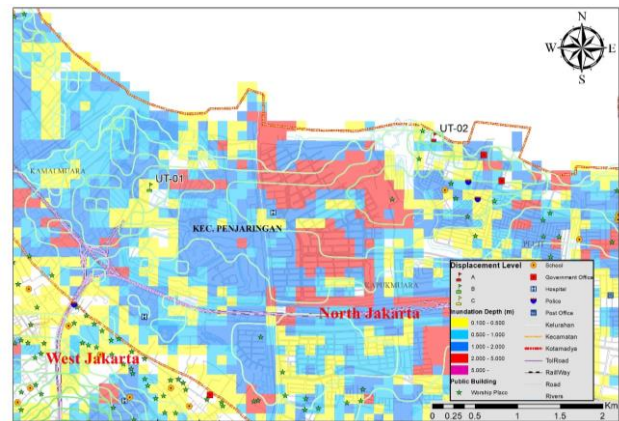


図 15 浸水リスクマップ

適応対策計画案については、NCICD及びインドネシア政府で計画及び実施中の洪水・高潮対策をレビューし、地盤沈下が進行することで追加的に必要となる施策（防潮堤、ポンプの増強及びNCICDで将来的に計画されている沖合防潮堤の締切水門及びポンプ）を検討し、概算費用を算定した。

これらの検討を基にして、地盤沈下の影響による社会的コスト、すなわち、地盤沈下により増大すると予想される洪水・高潮被害額を算定した。2050年において、沈下が進み、気候変動が継続する（RCP8.5シナリオ）と仮定すると、100年に1回の確率で発生する洪水による被害額は、112兆ルピア（約1.07兆円）から242兆ルピア（約2.33兆円）に116%増加する。また、1925年に記録した過去最大の潮位と同じ高潮が

発生した場合の被害額は、58兆ルピア（約0.56兆円）から256兆ルピア（約2.46兆円）に341% 増加する。

一方、インドネシア政府が計画・実施している大規模表流水開発およびPPP実施を含む上水道整備の事業費に、InSAR解析の結果から得られた「50mm以上沈下している面積」の「州全体面積」に対する割合を掛け合わせて、地盤沈下の緩和に寄与する代替水源整備コストを算出し、地盤沈下に係る緩和策コストとした。

図16に示す通り、社会的コスト、適応策コスト、緩和策コストは、それぞれ約498兆ルピア（約4.8兆円、DKIのGRDPの43%）、約46兆ルピア（約0.4兆円、DKIのGRDPの4%）、約10兆ルピア（約0.1兆円、DKIのGRDPの1%）となる。これより、地盤沈下の緩和策コストは適応策コストの21%、社会的コストの2%でしかなく圧倒的に小さい。したがって、今すぐにも地盤沈下緩和策を推進すべきであることが、コスト（費用）の面でも明らかである。なお、地盤沈下緩和策を推進するための行政コストは、2050年までの28年間に年間200億ルピア（約2億円）が必要だと仮定しても、5,600億ルピア（約54億円）程度であり、非常に小さいものであると言える。

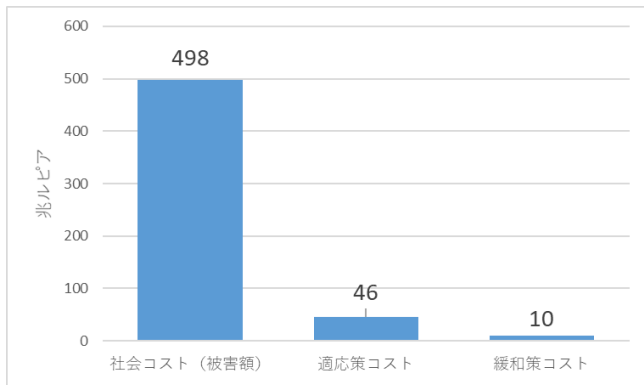


図 16 社会的コストと適応策、緩和策コストの比較

#### (4) 意識改革（成果4）

地盤沈下の顕著な地域において、住民400世帯、工業関係者66社、商業関係者126社に対して意識調査を実施した。調査対象の約75%が地盤沈下がジャカルタで起きていることは知っているが、自分たちの

地域で起こっており、これにより水害が増大していると認識しているのは10%以下であった。また、地盤沈下の原因や既存の規制に関する理解もまだ進んではいなかった。

第2期の初旬には地盤沈下が顕著な北部の3市（北ジャカルタ市、西ジャカルタ市、東ジャカルタ市）において行政関係者向けワークショップを実施した。



図 17 行政関係者向けワークショップの様子

このうち、西ジャカルタ市では継続的な議論を行うことができ、地盤沈下が顕著な商業地域での雨水貯留施設促進をテーマにした協議も行ってきたが、新型コロナウイルス蔓延に伴う社会活動の制限により、具体的な活動に至るまでの協議を継続することができなかった。

一方で、プロジェクト通期で行った様々な発信の結果、DKIの中期開発計画2023-2026において、目的「都市の安定性と回復の向上」の一環として「地盤沈下抑制のための地下水利用の監視」が含まれており、これを実践する施策として「地下水フリーズンの実装」、「課税手段による地下水利用の管理」、「ライセンス供与および法執行」、「地下水利用の監視システムに関連する政策の実施」、「測定と評価を促進するための地盤沈下監視ツールの提供」などが活動として挙げられている。

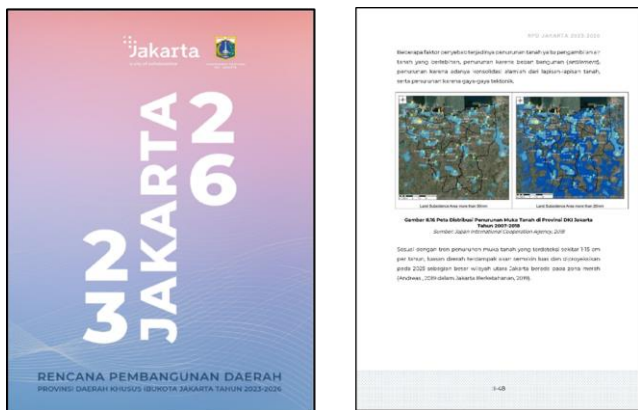


図 18 ジャカルタ特別州地域開発計画 2023-2026

新型コロナウイルスの蔓延により社会活動が制限される中でも有効な啓発資料として、ウェブサイトの作成に注力した。作成前からコンテンツや本プロジェクト終了後の運営について関係機関と協議を行い、本プロジェクトの活動だけでなく、関連する政府の活動の紹介や、観測データのプラットフォームとしての機能を持たせることとした。本プロジェクト終了後はDKI情報統計局の所管となり、コンテンツの更新等を行うこととなっている。サイトの公開後、2022年3月までに1,300件以上のアクセスがあり、検索サイトでのヒット件数も増加している。また、コンテンツ作成後、DKIの職員に対して更新作業の技術移転を複数回にわたって実施した。今後、DKIによって情報の更新とコンテンツの充実が図られる。



図 19 ウェブサイト及びアクセス QR コード

第1期におけるWG協議や本邦研修を通じて、東京の地盤沈下啓発資料の紹介を行ってきたが、そのう

ち、水面位置表示塔（地盤沈下が進んだ地域で、河川や海の水面などがどの位置にあるかを示す塔）に対してDKIが高い関心を示していた。第2期において、DKIとの協議を重ね、観光地化に向けた再開発事業が進行中である旧市街地（コタ・トゥア）でのサインボード建設について合意した。当該地区はDKI文化局を中心とした有識者委員会によって保護されており、新規建造物の建設には規制がかけられているため、DKIが発行するライセンスを有するデザイン会社を登用し、有識者委員会と協議を重ねながらデザインを行った。設置場所の標高がそれほど低くなく、またジャカルタでは台風の襲来による高潮災害がほぼ皆無であることから、サインボードは地盤沈下の著しい北ジャカルタ、西ジャカルタ、東ジャカルタの3地域の過去からの沈下量を示すものとした。また、サインボードにはデザインの説明やジャカルタで起きている地盤沈下の現状、本プロジェクトの紹介を記載する説明版をインドネシア語、英語、インドネシア語点字で設置した。説明版にはウェブサイトのQRコードを掲載し、サインボードとウェブサイトの相乗効果により理解が深まることを企図した。なお、DKIでは今後、類似のサインボードを州内各所に建設する計画である。



図 20 サインボード



図 21 サインボード説明版

### (5) ガバナンス（成果5）

第1期では主に調査や協議を行い、これらの結果から、成果毎に本プロジェクト終了までの3年間を目途とした短期、3～10年の中期、10年以降の長期のアクションプランを作成した。また、短期アクションプランに対しては、対象地域全体を対象としたアクションと共に、衛星画像解析の結果から地盤沈下が顕著、あるいはリスクが高く土地利用の特色が明確な地域をパイロット地区として選出し、個々の地区に対して具体的な方策を立案した。しかしながら、第2期において新型コロナウイルスの蔓延による社会活動の制限があり、短期アクションの変更を余儀なくされたのは上述の通りである。

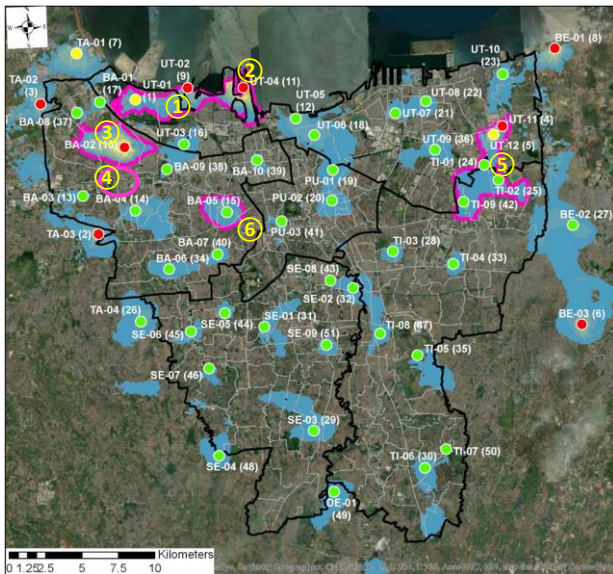


図 22 短期アクションのパイロット地区

また、2020年にPUPR、DKIにおいて大規模な組織

改編があり、地盤沈下に関連する所掌が変更された。また、これに伴う人事の異動も行われ、第1期で中心的な役割を担ったC/P職員が本プロジェクトから離れる事態となった。局単位の大規模な人事異動であったためインドネシア側の引継ぎが十分ではなく、組織改編後の機関・担当者に本プロジェクトの概要とこれまでの進捗を丁寧に説明し、今後の方向性を示すことで主体的な参画を再度促すことができた。

人材育成に関しては、第1期は2018年10月に本邦研修を実施し、若手～中堅職員7名に対し、統合水資源管理の考え方、東京の地盤沈下対策の経験と政府・自治体の現在の取組、民間企業の技術活用等多面的な講義を実施、現地視察では東京のゼロメートル地帯で地盤沈下の痕跡や観測井戸、高潮・洪水対策の事例や後に短期アクションで実施した雨水貯留施設や海面表示塔等の視察を行った。また得られた知見を基にアクションプランについての協議も行い、これが現在のアクションプランの基礎となった。

第2期には2020年2月にPUPR職員5名に対し本邦研修を実施した。地盤沈下がジャカルタだけではなく、インドネシアの地方都市についても課題となっていることから、PUPRの要望によりこれらの地方を所管する流域管理事務所の職員が3名参加した。第1期の研修同様、日本の地盤沈下対策について多面的な講義、視察を行った後、まとめの会議では、各地方の地盤沈下の現状と課題、その克服について議論した。このことが後述のPICの目的の一つである「他都市への水平展開」につながった。

また、第1期で公共事業・国民住宅大臣ならびにDKI知事との意見交換を行った結果、双方でプロジェクト実施チームが発足、大臣の要望によりチームメンバーをを中心とする36名を対象にテクニカルセミナー・現地視察を実施した。さらに、第2期にわたってアカデミックフォーラムや本プロジェクトで建設した施設での現場視察、関係会合での発表、議論を通じて人材育成を行い、本プロジェクトに関与した人員は通算で2,000人以上となっている。



図 23 本邦研修の様子

本プロジェクトの最終段階では、関係機関との複数回にわたる個別協議、合同調整委員会（JCC）による関係機関合意を経て、本プロジェクト完了後に地盤沈下対策を検討する委員会（Planning and Implementation Committee、PIC）の設立及びPICアクションプランの策定を行った。

当初、PICはJCCの後継組織として、JCCと同じ構成を想定していたが、5つのWGで延べ67部局が参画し、複数のWGに属している部局も多く調整が困難であったため、PICにおいてはWG1：モニタリング・意識改革、WG2：緩和策・適応策、WG3：事務局の3

グループの構成とした。

また、関係者への理解の促進のために、本プロジェクトの上位目標等を参照して、PICの設立の趣旨・役割について以下の通り再定義した。

- ジャカルタの地盤沈下対策のためのアクションプランを実行する。
- ジャカルタの地盤沈下対策の経験を同じく地盤沈下が問題となっている他都市に展開する。

各WGのアクションプランについては、プログラム～アクション～活動に細分化して責務を明確にし、その上で、各活動の実施機関と予算措置、実施期間について検討した。各活動の実施機関については、主たる担当と共に、補佐を行うWGメンバー、またはWGメンバーではないものの関連機関としてサポートを行う機関も選定している。さらに、WGを統括、管理する組織としてステアリング・コミッティも定め、主要関係機関であるPUPR、DKI、鉱山エネルギー省の代表の他に、調整機関としての国家開発計画庁（BAPPENAS）、海洋投資調整省（Menko Marves）がメンバーとなる。図24にPICの全体組織図、表3にWGのアクションプラン概要を示す。



図 24 PIC 組織図



表 3 PICのアクションプラン

| WG      | プログラム     | アクション                   | 活動  |
|---------|-----------|-------------------------|---|
| WG 1    | モニタリング&解析 | モニタリングの継続               | ①観測井戸3カ所での観測、②メンテナンス、③機器の調整、④テレメトリシステムの導入、⑤電気システムの改善、⑥GNSS測量、⑦InSAR解析 |
|         |           | 報告                      | ①月報の作成、②年報の作成   |
|         |           | データ統合                   | ①PASTIシステムへの統合、②PUPR所有データの共有、③データ統合・共有への合意形成                          |
|         |           | データ解析                   | ①地下水揚水と地盤沈下の関係解析、②地盤沈下の進行度合いの解析                                       |
|         | 追加観測井戸    | 観測井戸の追加                 | ①優先14カ所の観測井戸の建設   |
|         | 意識改革      | サインボード建設                | ①新規サインボードの建設  |
|         |           | 教材の作成                   | ①パンフレットなどの作成  |
|         |           | ウェブサイト                  | ①データ・構成の更新  |
| ワークショップ |           | ①地盤沈下が顕著な地域でのワークショップの開催 |   |
| WG 2    | 法規制       | 州知事令の実施                 | ①深井戸禁止区域での規制の実施   |
|         |           | 対象地域の拡大                 | ①地盤沈下リスク地域への対象の拡大   |
|         | 代替水源      | 雨水利用                    | ①建設した雨水貯留施設の運営維持、②雨水貯留施設の建設、③企業CSR活動での雨水貯留施設の建設促進、④民間企業への雨水利用の促進      |
|         |           | ダム運用                    | ①利水容量を増やすためのダム運用の合理化  |
|         |           | その他代替水源                 | ①ため池の活用などの可能性調査   |
|         | 上水道       | 水販売所(Kios Air)          | ①パイロット地区での設置、②設置地区の拡大   |
|         |           | 無収水対策                   | ①漏水対策、料金徴収改善  |
|         |           | 州上水道MP策定                | ①上水計画の見直し   |
|         |           | 広域上水開発                  | ①既存の広域水源開発に関する事業の促進   |
|         | 水害対策      | 浸水リスクマップ                | ①地盤沈下リスクマップの作製、②浸水リスクマップの作製   |
| 洪水・高潮対策 |           | ①河川洪水対策、内水対策、防潮堤等       |   |
| WG 3    | PICの調整    | 調整会議の開催                 | ①アクションプランの調整、②年次会議の開催   |
|         | 予算措置      | 予算措置                    | ①年次予算措置の調整  |
|         |           | モニタリング                  | ①予算執行のモニタリング  |
|         | 他都市への展開   | 他都市への展開                 | ①ワークショップ等を通じての経験、知見の共有  |
|         |           | 年次報告                    | ①関係機関への報告、共有  |

## 4. プロジェクト実施上の工夫・教訓

本プロジェクトは、水に関する様々な問題に対して、多くの関係者の参画と課題解決に向けた合意形成を図り、将来の道筋を示すことが求められた。これに対し、統合水資源管理の理念の下、日本の経験を踏まえた工学的アプローチとジャカルタの実情に即した社会科学的アプローチを有機的に組み合わせることで、実際の政策やステークホルダーによるアクションにつながる成果を生み出すことができた。

### (1) 工学的アプローチ

#### 1) 東京の知見の活用

本邦研修をはじめ、現地でのセミナーや各種会議において、ゼロメートル地帯の発生やそれによる災害、地下水の過剰揚水との因果関係の検証、沈静化のために実施した緩和策と現在も続く適応策など、東京の地盤沈下問題を踏まえた議論を行ってきた。当初は地盤沈下の原因は本当に地下水揚水なのか、地盤沈下を本当に止めることができるのか、等の懐疑的な意見もインドネシア側の関係者の間に見られたが、課題の克服を実際に当事者として経験した方、対策を担っている方に国内支援委員を委嘱し、本邦研修で現場を見学するなどして、先行して同じ課題を克服した具体的事例からの知見を共有することで、地盤沈下の原因や適切な政策の下で対策を講じれば止めることができるという事実について理解を広げることにつながった。また、東京ージャカルタの相違点や共通点を議論することでC/Pの理解を促進することができ、DKIの建設する地盤沈下観測井戸での二重管方式の採用やサインボードの建設等、東京の経験を活用しつつ、ジャカルタの状況に合わせた対策を導入するという効果が発現している。このような取り組みは、単に東京の知見・経験を一方的に学ぶというだけでなく、ジャカルタの実情に合わせて新たな知見を「共創」することにつながった。

#### 2) 客観的データに基づく議論

衛星画像解析による沈下範囲の特定、土質試験結

果に基づく地盤沈下シナリオの策定、揚水量データに基づく地下水揚水と地盤沈下の関係性等、関係者が共有できる信頼性と精度の高いデータを生み出して、地盤沈下の原因や影響の深刻な範囲を特定しながら議論を進めたことによって、より精度の高い議論を進めることができた。これにより利害関係者間で見解に相違のあった地盤沈下の原因に関して、データと科学的な知見に基づく合意形成を図り、科学的に見ても原因と考えられ、かつ唯一対策を講じることが可能である地下水揚水に焦点を絞って、協調した対策を実施することが可能となった。また、地盤沈下の影響の将来予測や社会的コストの推計などを行い、総合的な対策の必要性を示すことにより、利害関係者が共有できる将来像を示した。その際には、地下水の揚水規制に対して代替水源の確保をセットで検討するなど、利害の対立に配慮した。

### 3) 過去のプロジェクト経験の活用

ジャカルタにおいては、過去にJICAの協力によって「ジャカルタ首都圏水害軽減組織強化プロジェクト」(2007～2010)、「ジャカルタ首都圏総合治水能力強化プロジェクト」(2010～2013)、「ジャカルタ首都圏温暖化シミュレーション調査」(2012)等が実施されており、プロジェクトにおいてはこれらの活動で得られた知見、データを十分に活用した。

### (2) 社会科学的アプローチ

#### 1) C/P機関とのコミュニケーション

本プロジェクトは関係機関が多岐にわたり、いかにコミュニケーションをとるかが課題であった。成果ごとにWGを組織し、異なる組織に属する参加者が集まり、議論する機会を頻繁に設けることで、目的意識や問題認識を統一し、組織の壁を越えて協働する体制を作り出した。WG会議や個別協議、本邦研修の実施等を通じてC/Pの意識を高めることができ、研修受講者やプロジェクト実施チームが各C/P機関の本プロジェクトに対する主担当となって活動をけん引した。2019年4月にはソーシャルメディア上でのグループを立ち上げ、日頃からコミュニケーションを

取り合うことで、異なる省庁・組織間で地盤沈下対策に共に取り組むという連帯意識を保ちながら、継続的な能力強化を図ることができた。また、国際協力事業の取りまとめや国家計画の立案を所掌するBAPPENASにおいては、先方の要望により定期的に職員を対象とした技術会議を実施した。

## 2) ハイレベルな意思決定者へのインプット

本プロジェクトを実施する中で、PUPR大臣ならびにDKI知事との意見交換を行うことができ、ハイレベルの意思決定者に対して課題、本プロジェクトの概要及び知見、今後の方針等を直接共有することができた。これによりPUPR、DKI双方でプロジェクト実施チームが発足した他、組織全体での本プロジェクトの認識が高まり、活動をより活性化することができた。地盤沈下問題のように複数の組織、複数の部署が関係する複雑な問題に対処するためには、このようにトップの意思決定者のコミットメントを引き出すことが効果的である。

## 3) 幅広いステークホルダーの関与

本プロジェクトでは、災害リスク調査・社会調査をインドネシア大学、バンドゥン工科大学へ委託し実施した。両大学はこれまで同種の社会調査の経験が豊富で、調査対象者の心情に配慮した調査を行うことができ、より多くの情報を効率よく入手することができた。また、アカデミックフォーラムやボーリングコアの見学会を実施するなどして、世論をリードするインドネシア学識者と意見交換を行うことにより、課題や対策に関する認識を共有し、学識者からも行政に対する支援を得ることができた。

また、災害リスク調査・社会調査や市区単位でのワークショップ、ジャカルタ漁港での水産加工会社へのヒアリング等、幅広い利害関係者の関与を得る体制を構築し、それら利害関係者とのコミュニケーション、利害関係者の意識の把握などを行った。

## 4) パイロット事業の実施

本プロジェクトでは、観測井戸の建設とモニタリング、雨水貯留施設建設、サインボード設置、ウェ

ブサイトの制作と運営等、アクションプランに基づくパイロット事業を実施した。このことによって、関係者が共有された目標に向けて協調して取り組む実践を行い、関係者が協調行動によって成功体験を得る機会を創出した。これにより、策定した計画に基づいて対策を進めるモメンタムを生み出すとともに、関係者が施策を進めるための能力強化を行った。

## 5) 関連会合での発信

地盤沈下問題はインドネシア国内外でも注目されるようになってきており、海外メディアでもたびたび取り上げられるようになってきている。様々な機関によりこの問題を討議する機会が設けられており、これらの機会に本プロジェクトの内容や成果について積極的な発信を行った他、他ドナーやNGO、業界団体等とも意見交換を行った。これにより、インドネシア政府はじめ関係機関からの信頼を得ることができ、本プロジェクトの認知度の向上、情報・データ収集の効率化、C/Pの積極的関与等、大きな効果があった。

表 4 主な参加会合

| 日時            | 活動   |
|---------------|--|
| 2018/7/12     | NGO主催“ワークショップ” Answering the Challenges of Jakarta’s Groundwater Problems”での発表 |
| 2019/1/27-28  | 世銀主催“National Workshop on Integrated Urban Water Management”参加および現地視察案内        |
| 2019/8/22-27  | World Water Week(於ストックホルム)参加   |
| 2019/9/3      | 第3回世界灌漑会議での発表  |
| 2019/11/18    | G20C Ckimate Sustainability Working Group (SWG)適応関連会合での発表                      |
| 2019/11/22-24 | インドネシア国水理学会(HATHI)国際大会での発表   |

## 6) 現行プロジェクトとの協力

「ジャカルタ特別州下水道整備事業」や「ジャカルタ都市高速鉄道事業」、「ジャカルタ漁港及び地方漁港の運営改善・改修に係る情報収集・確認調査」など、日本の関連プロジェクト・調査と情報共有しながら本プロジェクトを実施した。JICAの中小企業・SDGsビジネス支援事業を活用した雨水貯留施設

の海外展開を計画していた企業から相談を受け、関連C/P機関への仲介を支援し、同社の雨水貯留施設がジャカルタで試験的に建設されることになった。また、NCICDの関連組織（オランダ、韓国）とも連携し、地盤沈下予測や適応策についての意見交換や、NCICD主催の会合・ワークショップでの発表等の協力を行った。

### (3) その他：コロナ禍でのプロジェクト運営

2020年初頭の世界的な新型コロナウイルスの蔓延により、プロジェクトの運営に大きな支障が生じた。本プロジェクトでは、第2期の初旬にあたり、短期アクションプランの実施を開始したタイミングであったが、プロジェクト専門家の渡航が制限されたこと、さらには活動主体であるC/P機関において厳しい社会活動制限が長期にわたって科されたことにより、プロジェクト活動の停滞が懸念された。このため、以下の方策、工夫を行うことにより活動を継続することができた。

- 計画された短期アクションプランのうち、リモートによる活動で実施可能な項目に集中して実施した。
- インドネシア国政府の予算での実施を計画していた活動が中止を余儀なくされたことに対して、本プロジェクトの現地再委託とすることで実施に至った。実施にあたっては、自らの予算での実施を計画していた活動であったため、C/P機関がより積極的に関与し、計画・設計の合意や土地利用等の手続きを迅速に実施することができた。
- 第1期の活動を通じてプロジェクト専門家、現地備人、C/P担当者間で密にコミュニケーションを行う関係性や体制が確立されており、これを活用した。

（プロジェクト実施期間：2018年5月～2022年11月）

参考文献：

独立行政法人国際協力機構（2010）「インドネシア国ジャカルタ首都圏水害軽減組織強化プロジェクト ファイナルレポート」

独立行政法人国際協力機構（2012）「The Simulation Study on Climate Change in Jakarta, Indonesia Final Report」

独立行政法人国際協力機構（2013）「インドネシア国ジャカルタ首都圏総合治水能力強化プロジェクト 技術協力成果品 総合的な治水計画（案）」