

事業事前評価表

国際協力機構南アジア部南アジア第一課

1. 基本情報

- (1) 国名：インド
- (2) プロジェクトサイト／対象地域名：ビハール州パトナ市（人口約 260 万人）
- (3) 案件名：パトナ・メトロ建設事業（第一期）（The Patna Metro Rail Construction Project (I)）
- (4) L/A 調印日：2023 年 3 月 29 日

2. 事業の背景と必要性

(1) 当該国における道路セクターの開発の現状・課題及び本事業の位置付け
インドでは近年急速な都市化が進み、総人口の約 3 割に当たる 4.73 億人(2021 年)が都市に居住し、2030 年には 200 万人以上の都市は 40 都市となる見込みである(国際連合、2018 年)。都市化の進行に伴い、自動車登録台数が急増し(2001 年の約 5,500 万台から 2016 年には約 2 億 3,000 万台(インド統計・事業実施省))、交通渋滞による経済損失はデリー等の主要都市だけでも約 14.7 兆ルピー/年(ポストン・コンサルティング・グループ、2018 年)と言われている。加えて、PM2.5 等の大気汚染の拡大及び大気汚染由来の健康被害等が深刻化しており、疾病等による労働所得損失は 2.5 兆ルピー(2017 年)、死亡者数は 170 万人(2019 年)となっており(世界銀行、2021 年)、都市環境の改善が喫緊の課題となっている。

インド政府は上記の課題に対応するため、「メトロ政策」(Metro Rail Policy、最新版は 2017 年更新)において、近年の経済成長に伴う輸送需要への対応・交通渋滞の緩和に加え、安全性・エネルギー効率等の観点から、メトロ・鉄道・バス等の公共交通システムの整備を推進する方針を掲げている。更にモディ首相は「向こう 5 年間、100 兆ルピーのインフラ投資」をする計画を 2019 年に発表し、2021 年度政府予算演説等において、デリー等のインド政府が定める 8 大都市(Tier-1 都市)に加え、100~400 万人の人口を抱える地方中核都市(Tier-2 都市、32 都市)のメトロ整備を重点事業として掲げている。加えてインド政府は、パリ協定に基づき「自国が決定する貢献(NDC)」(2022 年)で取り組む、GDP 原単位の温室効果ガス排出量を 2030 年までに 2005 年対比 45%に削減する目標を掲げており、気候変動負荷の少ない手段による経済成長の推進を加速させている。

ビハール州(人口約 1 億人、2011 年国勢調査)の成長はインドにおいても近年著しく、過去 5 年間(2015-2019 年)の平均 GDP 成長率は年 8.2%(インド

平均は年 6.7%)、平均人口増加率は年 1.09% (同 1.04%) を記録している (インド統計・事業実施省)。Tier-2 都市に位置づけられる州都パトナ市の人口は現在約 260 万人 (パトナメトロ公社作成 F/S、2018 年) と推計されており、2050 年には 500 万人に達することが見込まれている (Ontario Tech University, 2021 年)。特にパトナ市の人口密度はデリーと同程度の 15,000 人/km² (2011 年国勢調査) であり、これはラクナウ、コチ、ジャイプール等の他の代表的な Tier-2 都市に比べ約二倍と群を抜いて高い値となっている。さらに、大気汚染については 2018 年に PM2.5 の濃度が WHO 基準 (年平均 15 μ g/m³) の約 10 倍にあたる約 140 μ g/m³ を記録し、デリーを超える世界第 5 位の大気汚染レベルとなるなど、Tier-2 都市の中でも急速な人口増加・都市化に伴う大気汚染等の都市問題が深刻化している (WHO、2018 年)。ビハール州政府の作成する「Comprehensive Clean Air Action Plan for the City of Patna (2019 年)」によると、PM2.5 の排出に関して、産業 (全排出量の 28%)、家庭需要 (同 22%) に次いで交通セクター (同 19%) が 3 番目に大きな要因となっており、今後公共交通等の整備を行わない場合、2030 年には交通セクターの PM2.5 の排出量は約 88% 増加すると予測されている。

かかる状況下、ビハール州政府は「パトナマスタープラン 2031」(2016 年) 及び「都市交通計画」(2018 年) において、メトロ整備を都市開発の中核事業に掲げている。「パトナ・メトロ建設事業」(以下「本事業」という。) は、パトナ市においてメトロ 1 号線及び 2 号線を建設することで、増加する輸送需要への対応と公共交通を中心とした都市開発の促進を図るものであり、その重要事業と位置づけられている。

(2) 都市交通セクターに対する我が国及び JICA の協力量針等と本事業の位置付け

対インド国別開発協力量針 (2016 年 3 月作成) では、運輸インフラ等の整備を通じた「連結性の強化」を重点分野としており、投資と成長に対するインフラ面でのボトルネックを解消することを念頭に、インド国内の主要産業都市・経済圏内及び地域間の連結性の強化が図られるよう、鉄道 (高速鉄道、メトロを含む) の整備推進を掲げている。また、「産業競争力の強化」も重点分野としており、本事業のような大都市圏の交通網整備等の支援推進を掲げている。対インド JICA 国別分析ペーパー (2018 年 3 月) では、経済成長に対するインフラ面でのボトルネックを解消することを念頭に、インド国内の主要産業都市・経済圏内及び地域間の連結性の強化が図られるよう、幹線鉄道、都市鉄道、道路、港湾をはじめとした輸送のハブ及びネットワークとなる運輸インフラ整備への支援が必要であり、持続的で包摂的な成長への支援として、環境・気候変動問題への対処に向けた協力を推進することと分析している。JICA グローバル・アジェンダの

「運輸交通」においても、低・脱炭素化を進めつつ、運輸交通インフラの整備や維持管理技術の向上、安全の確保に取り組み、すべての人が安全で自由に移動でき、必要なモノがあまねく世界に行き渡る社会を目指すこととしており、本事業はこれら方針・分析に合致する。なお、対インド円借款において、運輸交通セクターに対しては、2022年12月末時点で79件、計3,359,200百万円の承諾実績があり、うち鉄道セクターに対しては、デリーを始め、コルカタ、チェンナイ、ベンガルール、ムンバイ、アーメダバードのメトロ事業等に対し支援を実施しており、2022年12月末時点で50件、計2,695,800百万円の円借款承諾実績がある。

(3) 他の援助機関の対応

世界銀行は、Country Partnership Framework(2018~2022年度版)において、連結性・物流の改善を重点項目として挙げており、鉄道事業では、これまでにムンバイ都市交通事業(2002年、2010年承諾、合計972百万ドル)や貨物専用鉄道事業東回廊(2011年、2014年、2015年承諾、合計2,725百万ドル)等に対して支援実績がある。アジア開発銀行は、近年、Country Partnership Strategy(2018~2022年度版)の下で、エネルギー効率の良い交通モードの整備を推進しており、鉄道事業では、これまでにジャイプールメトロ(2014年承諾、176百万ドル)のほか、新開発銀行(New Development Bank)との協調融資によるムンバイメトロ2A、2B、7号線(承諾額はADBが926百万ドル、NDBが260百万ドル)等に対する支援実績がある。なおパトナメトロについては他ドナーによる支援は行われていない。

3. 事業概要

(1) 事業概要

① 事業の目的

本事業はビハール州の州都パトナ市において、市内中心部を運行するメトロ1号線及び2号線を建設することにより、増加する輸送需要への対応を図り、もって公共交通を中心とした都市開発を通じた同地域の都市環境の改善及び地域経済の発展、気候変動の緩和等に寄与するもの。

② 事業内容

本事業の対象区間は下記のとおり。

- 1号線(新設): ダナプール駅~ケムニチャック駅間
地下約11km、高架/地上約7km、地下6駅、高架/地上8駅、合計約18km、14駅
- 2号線(新設): パトナ駅~New ISBT駅間
地下約8km、高架/地上約7km、地下7駅、高架/地上5駅、合計

約 15km、12 駅

上記の区間のうち、円借款の対象となるコンポーネントは、以下のうち、1号線の地下区間のア) 土木・建築工事と、1・2号線全区間におけるイ)～オ)及びケ)、ただしウ)については車両基地内の軌道敷設と分岐器の調達は円借款対象外。円借款対象外のコンポーネントは先方負担事項となる。

- ア) 土木・建築工事（国際競争入札及び国内競争入札）
- イ) 車両調達（約 100 両）（国際競争入札）
- ウ) 軌道等の資機材調達及び敷設工事（国際競争入札及び国内競争入札）
- エ) 電気・機械工事（国際競争入札及び国内競争入札）
- オ) 通信・信号システム工事（国際競争入札）
- カ) 変電・配電設備工事（国内競争入札）
- キ) 車両基地工事（国内競争入札）
- ク) 自動改札システム（AFC）整備（国内競争入札）
- ケ) コンサルティング・サービス（入札図書作成支援、入札図書レビュー、入札・調達業務補助、施工監理、環境社会配慮関連業務の支援、運営・維持管理支援（人材育成・組織能力強化含む）、財務基盤・非運賃収益強化、地域開発支援、交通計画策定支援、啓発活動等）（ショートリスト方式）

③ 本事業の受益者（ターゲットグループ）

メトロの利用者（約 71 万人）及びメトロ整備による渋滞緩和の裨益を受けるパトナ全市民（約 260 万人）

(2) 総事業費

306,585 百万円（うち、今次借款対象額：98,612 百万円）

(3) 事業実施スケジュール（協力期間）

2023 年 3 月～2029 年 10 月を予定（計 80 か月）。全線供用開始時（2028 年 10 月）をもって事業完成とする。

(5) 事業実施体制

- 1) 借入人：インド大統領（President of India）
- 2) 保証人：なし
- 3) 事業実施機関：パトナメトロ公社（Patna Metro Rail Corporation Limited。以下「PMRCL」という。）
- 4) 運営・維持管理機関：供用開始後の運営・維持管理は PMRCL の運営・維持管理チームが行う。同チームは、土木、オペレーション、電気、軌道、人事、財務、車両、事業開発等の部門から構成され、各部門には部門長、副部門長、マネージャー、現場監督職員、及びスタッフ等の人材が配置される計画となっている。運営・維持管理の人員は、デリーメトロが運営する鉄道職員研修機関（デリーメトロアカデミー）

で育成すると共に、本事業のコンサルティング・サービスによる OJT 等の実施を通じ、職員の能力強化を実施する予定である。加えて、デリーメトロの実施機関であるデリーメトロ公社（DMRC）との MoU に基づき、運営・維持管理段階においても必要な技術支援を得ることが可能。本事業の先方負担分については、中央政府及び州政府による事業費承認及び予算手当が既になされていることを確認済。運営・維持管理に要する経費については PMRCL の収入により賄うものの、これが十分でない場合には、中央政府及び州政府から補填がなされることを確認済。以上から、体制面、技術面、財務面ともに特段の懸念はないと考えられる。

(6) 他事業、他援助機関等との連携・役割分担

- 1) 我が国の援助活動：特になし。
- 2) 他援助機関等の援助活動：特になし。

(7) 環境社会配慮

- ① カテゴリ分類：A
- ② カテゴリ分類の根拠：本事業は「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」（2010年4月公布）に掲げる鉄道セクター及び影響を及ぼしやすい特性に該当するため。
- ③ 環境許認可：本事業に係る環境影響評価（EIA）報告書は、インド国内法上作成が義務付けられていないものの、2020年7月に PMRCL により作成・承認済み。
- ④ 汚染対策：工事中の大気質、水質、廃棄物、騒音・振動等について、同国国内の排出基準及び環境基準を満たすよう、散水、排水処理、残土処理及び遮音壁の設置等の対策が取られている。供用時の騒音の緩和策として防音壁の設置、振動の緩和策として軌道下の弾性ゴム設置等が実施される予定。
- ⑤ 自然環境面：事業対象地域はビハール州政府によって保護区に指定されている Sanjay Gandhi Botanical Park（以下「SGB Park」という。）と隣接するが、SGB Park は植物園・動物園として州政府に管理されており、本事業の実施にあたっては関係者や有識者へのヒアリングを行い、本事業による動植物等への追加的な影響が最小限となるような対策をまとめている。また、事業対象地は、Key Biodiversity Area（以下「KBA」という。）である Danapur Cantonments の一部を通過するが、本事業の対象地は既存の幹線道路内に限定されるため、自然環境への望ましくない影響は重大でないと想定される。なお、事業対象地域に存在する約 1,400 本の樹木のうち、同州の法律に基づき伐採対象

となる 103 本については 1 本あたり 3 本の代償植林を行い、残りは全て移植される。

- ⑥ 社会環境面：本事業は、約 47.6ha の用地取得（うち私有地約 35.7ha）、約 46 世帯 227 人の非自発的住民移転を伴い、同国国内法及び JICA 環境社会配慮ガイドラインに基づき作成された住民移転計画に沿って用地取得が進められている。
- ⑦ その他・モニタリング：PMRCL の監督の下、工事中はコントラクターが、供用時は PMRCL から委託された外部コンサルタントが、大気質、水質、廃棄物、騒音・振動、工事対象地の貴重種の有無等についてモニタリングする。また、用地取得、住民移転、生計回復支援について、PMRCL による内部モニタリング及び第三者機関による外部モニタリングが行われる。加えてビハール州は移転住民への補償等の実施にあたり、苦情対応窓口を設置する予定。

(8) 横断的事項

- ① 気候変動：本事業による気候変動の緩和効果（GHG 排出削減量の概算）は、7.2 万トン/年 CO₂ 換算（2030 年時点推計）と見込まれ、気候変動対策（緩和策）に資する。インド政府は、パリ協定に基づき「自国が決定する貢献（NDC）」（2022 年）で取り組む、GDP 原単位の温室効果ガス排出量を 2030 年までに 2005 年対比 45%に削減する目標を掲げており、本事業は同目標にも貢献するものと考えられる。
- ② 障害配慮：インド国内法令に基づき、高齢者・障害者等の利用にも配慮した駅舎・客車（エレベーター、エスカレーター、構内放送、点字ブロック、車椅子スペース等）を設計する予定。
- ③ 感染症対策：建設事業者との契約の中に、労働者に対する予防啓発活動等のエイズ対策の実施を含める予定。また、新型コロナウイルス感染症拡大防止への取り組みとして、実施機関が案件形成時及び案件実施時に取り組むべき対策リスト（全 36 項目）に合意、防疫資機材整備や行動規範普及を含む労働環境整備、工事監理、意識啓発等の活動項目を明確化している。実施機関より四半期毎に同執行状況の報告を受けることで、事業実施段階を通じ、同ウイルスの影響を注視し、実施機関により柔軟かつ適切な対応がとられるようモニタリングしていく予定。

(9) ジェンダー分類： ■GI (S)（ジェンダー活動統合案件）

<活動内容/分類理由> ジェンダー分析を行った結果、女性の安全で快適な移動に係る課題が確認された。本事業では、女性専用車両の導入、女性を含む支援が必要な乗客向けの優先座席の設定、駅舎への男女別のトイレの設置等を実施する事業計画となっており、女性専用車両の運用距離を指標として設定

しているため。なお、事業実施時には実施機関女性職員の配置・登用や、建設現場における女性労働者の雇用促進が予定されている。

(10) その他特記事項：特になし。

4. 事業効果

(1) 定量的効果

1) アウトカム (運用・効果指標)

指標名		基準値* (2022年実績値)	目標値(2030年) 【事業完成2年後】
稼働率(%/年)	1号線	-	92.2
	2号線	-	92.2
車両キロ(千km/日)	1号線	-	19.1
	2号線	-	13.5
女性専用車両キロ(千km/日)	1号線	-	5.7
	2号線	-	4.5
運行数(本/日)	1号線	-	166
	2号線	-	166
乗客輸送量(百万人・km/日)	1号線	-	3.5
	2号線	-	1.7
輸送人員(千人/日)	1号線	-	534
	2号線	-	267
旅客収入(百万Rs./日)	合計	-	26.3

(2) 定性的効果

パトナ市における交通渋滞・大気汚染・気候変動負荷の緩和、移動の安全性・定時性の確保による経済効率性の向上、計画的な都市開発の推進、経済発展の推進等。

(3) 内部収益率

以下の前提に基づき、本事業の経済的内部収益率(EIRR)は9.61%、財務的内部収益率(FIRR)は2.53%となる。

【EIRR】

費用：事業費、運営・維持管理費等(いずれも税金を除く)

便益：メトロ利用者及び道路交通利用者の移動時間短縮効果、メトロ利用者及び道路交通利用者の車両維持費削減効果、道路交通インフラの整備費用削減効果、道路交通事故減少効果、道路交通の環境汚染物質排出量削減効果

プロジェクトライフ：40年

【FIRR】

費用：事業費、運営・維持管理費(税金を含む)

便益：運賃収入、広告収入、駅ナカ開発、テナント収入等

プロジェクトライフ：40年

5. 前提条件・外部条件

- (1) 前提条件：特になし。
- (2) 外部条件：特になし。

6. 過去の類似案件の教訓と本事業への適用

フィリピン共和国向け円借款「メトロマニラ大都市圏交通混雑緩和事業」の事後評価結果（評価年度 2008 年）等から、財務的に自立した事業実施体制の確立が、適切な運営・維持管理の確保の観点から重要との指摘がなされている。また、インド向け円借款「デリー高速輸送システム建設事業」及び同フェーズ 2 事業（評価年度各：2010 年、2015 年度）の事後評価結果等から、DMRC の継続フェーズの実施を視野に入れた内部人材の技術強化がグッドプラクティスとして評価されている。内部人材が早期から円借款コンサルタントと協働して経験を積むことで、技術能力向上が図られたほか、他のメトロ運営団体に対する研修等の外部事業を請け負って国内外でのメトロ技術の普及に貢献している点その理由として挙げられている。加えて、タイ向け円借款「バンコク大量輸送網整備事業（パープルライン）(I) (II)」(評価年度 2018 年) では、メトロ各駅と住宅地域をつなぐバス路線（フィーダーネットワーク）が未整備であり、そのことがパープルラインの利用促進を妨げる要因の一つであることが指摘されている。本事業では、コンサルティング・サービスにおいて、PMRCL の財務基盤強化策等を実施及び利用客の駅へのアクセスのし易さ（アクセシビリティ）を向上させる取り組みを支援する予定。また、PMRCL がすでに締結している DMRC との協力覚書による内部人材の強化に加え、PMRCL 職員に対し案件監理等に関する技術移転を本事業のコンサルティング・サービスを通じて実施する。

7. 評価結果

本事業はビハール州の州都パトナ市において、メトロを建設することにより、増加する輸送需要への対応を図るものであり、インドの開発課題・開発政策並びに我が国及び JICA の協力方針・分析と合致する。また、SDGs のゴール 8「持続的、包摂的で持続可能な経済成長と、万人の生産的な雇用と働きがいのある仕事の促進」、ゴール 9「強靱なインフラの構築、包摂的で持続可能な工業化の促進とイノベーションの育成」、ゴール 11「包摂的、安全、強靱で、持続可能な都市と人間住居の構築」、及びゴール 13「気候変動とその影響への緊急の対処」にも貢献すると考えられることから、事業の実施を支援する必要性は高い。

8. 今後の評価計画

- (1) 今後の評価に用いる指標
4. (1)～(3)のとおり。
- (2) 今後の評価スケジュール
事業完成 2 年後 事後評価

以 上

別添資料 パトナ・メトロ建設事業（第一期） 地図

パトナ・メトロ建設事業（第一期） 地図



図中の路線の内、赤色実線部分は地上/高架区間、青色実線部分は地下区間となる予定。

地図出典：パトナメトロ公社作成 F/S (Updated Detailed Project Report for Metro Rail System in Patna、2021年1月)