

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

国名：インド

案件名：ベンガルール・メトロ建設事業（フェーズ2）

Bengaluru Metro Rail Project (Phase2)

L/A 調印日：2021年3月26日

2. 事業の背景と必要性

(1) 当該国における都市交通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、自動車登録台数急増（2001年の約5,500万台から、2016年には約2億3,000万台）に伴う道路交通需要が拡大する一方で、公共交通インフラの整備が進んでいない。デリー、ムンバイ、コルカタ、ベンガルール等の大都市では、道路交通需要の拡大に伴う交通渋滞が重大な問題となっており、経済損失及び大気汚染・騒音等の自動車公害による健康被害等が深刻化している。

インド政府は上記の課題に対応するため、「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。大都市においては、既存道路容量を圧迫することなく、大量輸送を可能とする等の理由から、特にメトロの建設が推奨されている。

カルナタカ州の州都であるベンガルールはインドのシリコンバレーと呼ばれ、産業集積地としての発展を背景に経済成長を遂げており、人口増加率は2001年から2011年の10年間で46.7%、年平均で約3.9%と、インド主要都市の中で最も高い。他都市と同様、自動車登録台数の増大（2005年の156万台から2019年の800万台）に伴う交通混雑が発生しているが、民間企業の調査によると、ベンガルールでは交通渋滞により、自動車での移動では渋滞が発生していない場合の約1.5倍の時間を要するという世界でも高水準の数値（2020年時点で世界57か国416都市中第6位）を記録しており、「ベンガルールマスタープラン2031」（以下、「BMP2031」という。）によると年間約530億円に及ぶ経済損失が生じている。また、自動車の排気ガスも主要な源の一つとなっている大気汚染については、ベンガルールでは年平均してWHO基準の約3倍のPM2.5が排出されており、2015年時点での交通セクターによるCO2排出量はデリーに次いでインドで2番目に多い。大気汚染が原因の一つと考えられる呼吸器疾患の発症数は、2015年からの5年間で約80%増加している。かかる状況下、カルナ

タカ州政府は「ベンガルールマスタープラン 2015」の下でメトロの整備計画を推進してきており、2017 年には第一次計画が完工し開業に至っている。2020 年に改訂された BMP2031 では、現在 47%である公共交通機関のカバー率を、2031 年までに 70%に引き上げることを目指し、現在約 43km のメトロ総延長を約 320km まで整備することを推進している。このうち、2027 年までの完成を目指す第二次整備計画では総延長 133.0km の整備が進められており、「ベンガルール・メトロ建設事業（フェーズ 2）」（以下、「本事業」という。）は、このうち都心部の外郭環状道路沿いや環状道路から近郊の空港までを繋ぐ空港道路沿いを含む 3 路線（2A 号線、2B 号線、6 号線、計約 80km）を建設するもの。各路線の直上に位置する主要な交差点の交通量は、ベンガルールの中でも最大規模（最大約 25 万台／日）であり、特に渋滞が深刻な道路となっている（参考：東京都内の交差点における最大交通量は約 9 万台／日）。本事業は上述の課題を抱えるベンガルールにおいて、大量高速輸送システム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、交通混雑の緩和を通じた自動車公害の減少、地域経済の発展、及び気候変動の緩和等に寄与するものであり、インド都市交通セクターにおける重要事業に位置付けられる。

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

対インド国別援助方針（2016 年 3 月）では、運輸インフラ等の整備を通じた「連結性の強化」を援助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、都市の基盤整備等を通じた「産業競争力の強化」も援助重点分野としており、交通渋滞の緩和・旅客貨物輸送の効率化・都市環境の改善等を目的として、地下鉄等の建設による大都市圏の交通網整備等の推進を掲げている。加えて、対インド JICA 国別分析ペーパー（2018 年 3 月）では、経済成長のボトルネック解消のため、ベンガルールを含む 6 大都市圏やチェンナイ・ベンガルール産業回廊及びデリー・ムンバイ産業大動脈に位置する経済特区や経済回廊等の産業集積地を中心に、幹線鉄道、都市鉄道、道路、港湾をはじめとしたインフラ整備への支援が必要と分析している他、持続的で包括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しており、本事業はこれら方針・分析に合致する。

また SDGs のゴール 9（産業と技術革新の基盤をつくろう）、ゴール 11（住み続けられるまちづくりを）、及びゴール 13（気候変動に具体的な対策を）等に貢献すると考えられることから、本事業の実施を支援する必要性は高い。

(3) 他の援助機関の対応

インド政府は、世界銀行（World bank）から、ムンバイ都市交通事業（2002年、2010年承諾、合計972972百万ドル）や貨物専用鉄道建設計画の東回廊整備（2011年、2014年、2015年承諾、合計2,725百万ドル）等に対する資金調達実績がある。アジア開発銀行（Asian Development Bank。以下「ADB」という。）からは、ジャイプールメトロ（2013年承諾、157百万ドル）のほか、新開発銀行（New Development Bank）との協調融資にてムンバイメトロ（2A、2B、7号線、2019年承諾、調達承諾額は各々926百万ドル、260百万ドル）等に対する資金調達実績がある。また、本事業においてもインド政府は複数の援助機関から資金調達をおこなっている。具体的には、2A号線及び2B号線の土木パッケージに対してはADBから約500百万ドルの資金調達を行う予定であり（2021年3月承諾予定）、欧州投資銀行（European Investment Bank。以下「EIB」という。）及びアジアインフラ投資銀行（Asian Infrastructure Investment Bank。以下「AIIB」という。）から6号線の土木パッケージについて、それぞれ583百万ドル、335百万ドルの資金調達を行っている（2017年12月承諾済）（各ドナーからの資金調達対象詳細は3.（3）を参照）。また、フランス開発庁（Agence Française de Développement）からもベンガルールメトロの第一次整備計画で110百万ユーロ、第二次整備計画（本事業とは別路線。東西線・南北線の延長等）で、200百万ユーロの資金調達実績がある。なお、インド政府が資金調達している各援助機関については、いずれも同国において交通渋滞の緩和等に寄与する公共交通機関の整備を重要課題として掲げている。

3. 事業概要

(1) 事業目的

本事業は、インドのベンガルール都市圏において、大量高速輸送システム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、もって交通渋滞の緩和と自動車公害減少を通じた地域経済の発展及び都市環境の改善ひいては気候変動の緩和等に寄与するものである。

(2) プロジェクトサイト／対象地域名

カルナタカ州ベンガルール都市圏（人口約1,400万人）

(3) 事業内容

- ア) 地下鉄道（約14km）・地上鉄道（約2km）・高架鉄道（約64km）、及び地下駅・地上駅・高架駅（8計48駅）の土木工事
- イ) 軌道・分岐器、換気及び空調設備等の資機材調達
- ウ) 駅、車両保守基地、変電所等の電気設備工事
- エ) 自動料金收受システム
- オ) 信号・列車制御システム

- カ) 通信システム
- キ) 車両調達 (標準軌 318 両)
- ク) 車両保守基地工事 (3 ヶ所)
- ケ) コンサルティング・サービス (設計レビュー、入札補助・施工監理等)
うち、インド政府から要請があった円借款対象部分は、オ)、キ)、ケ) である。ア)、及び、ク)については実施機関が他ドナーから資金を調達し、イ)、ウ)、エ)、カ)については実施機関の自己資金により賄う予定。なお、ケ) コンサルティング・サービスの内容は主として円借款対象部分に限定される。

(4) 総事業費

418,062 百万円 (うち、円借款対象額 : 52,036 百万円)

(5) 事業実施期間

2021 年 3 月~2029 年 8 月を予定 (計 102 か月)。全線供与開始時 (2027 年 2 月) をもって事業完成とする。

(6) 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 : バンガロール交通公社 (Bangalore Metro Rail Cooperation Limited)
- 4) 運営・維持管理機関 : 同上

(7) 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 : 中央政府及びカルナタカ州政府の承認の下、事業実施機関である BMRCL が主体となり複数ドナーから資金調達している。2A 号線及び 2B 号線の土木パッケージは ADB から、6 号線の土木パッケージは EIB 及び AIIB から資金調達を行う。複数ドナーから資金調達することにより発生する各調達パッケージ間のスケジュール及びインターフェースについては、BMRCL が定期的に複数の階層で会議を高頻度で主催し調整を行う予定。

(8) 環境社会配慮・横断的事項・ジェンダー分類

1) 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に該当し、影響を及ぼしやすい特性を伴うため。
- 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、実施機関 (BMRCL) によって 2A

号線及び 2B 号線は 2020 年 9 月に、6 号線は 2017 年 8 月に作成され、実施機関による内部承認済み。

- ④ 汚染対策：工事中は、大気質、水質、廃棄物、騒音・振動について、同国国内の排出基準及び環境基準を満たすよう、散水や運搬車両の被覆、廃水処理、残土処理、低騒音機器の使用、防音壁の設置等の緩和策が取られる。供用時は、駅舎・車両基地からの排水が生じるが、車両の洗浄水は油脂等を分離槽で分離後、再利用のために貯水池で貯留され、生活雑排水・下水は地域の下水処理場で処理が行われる。駅舎・車両基地から発生する廃棄物についても、国内法に従い処分される。
- ⑤ 自然環境面：事業対象地域及びその周辺は自然保護地域等には該当せず、自然環境への特段の影響は予見されない。また、本事業に伴い、樹木伐採が生じるが、1 本につき 10 本の代替植樹が実施される。
- ⑥ 社会環境面：本事業では約 63ha の用地取得、458 世帯 2,131 人の非自発的住民移転を伴う。カルナタカ産業地域開発委員会法、中央住民移転政策及び ADB 等ドナーの規程に基づき住民移転計画が策定され、用地取得、住民移転が実施されている。補償水準や用地取得・住民移転プロセス等について JICA 環境ガイドラインと乖離がないことを確認している。本事業における住民協議では、本事業実施に対する特段の反対意見は出ていない。用地取得は、2020 年 12 月時点で全線において全対象世帯からの取得合意を得ている。
- ⑦ その他・モニタリング：工事中は、実施機関及び施工業者が、供用時は実施機関が、大気質、水質、騒音・振動、植林等をモニタリングする。2A 号線及び 2B 号線は ADB のガイドラインに従い、実施機関の環境管理に加え、外部監査専門家が工事期間中に定期的な評価を行う体制となっている。用地取得、住民移転、移転後の住民の生活状況については、実施機関と外部専門家が工事中から供用時に亘りモニタリングを行う。

2) 横断的事項

- ① 気候変動：本事業を通じたモーダルシフトの進展により温室効果ガス排出削減に貢献することから、気候変動の緩和に貢献するものと考えられる。なお、同国の NDC（Nationally Determined Contribution）においては緩和策に係る戦略の一つに高速輸送システムの活用が含まれており、本事業は重要視されている。気候変動の緩和効果（GHG 排出削減量の概算）は、89,952 トン／年 CO₂ 換算（2031 年時点）と見込まれる。
- 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、トイレ、構内放送、点字ブロック、車椅子スペース等）を採用し、駅員、乗務員を含むすべてのフロントライ

ンスタッフに対してカスタマーケアに関する意識向上を実施している。

- ③ エイズ／HIV等感染症対策：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ことをBMRCLに確認済。さらに、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、感染予防に向けた行動様式の策定及びその徹底、感染拡大時のコントラクターへの契約上の配慮の実施等、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）に審査時に合意している。

3) ジェンダー分類：

【ジェンダー案件】 ■GI (S) (ジェンダー活動統合案件)

＜活動内容／分類理由＞本事業では、女性が安全、快適に地下鉄を利用できるよう、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置、駅舎・車内への監視カメラの設置、女性監視員による夜間警備等の取り組みを進める予定である。また、建設現場において男女同一の賃金の確保や女性労働者への施設提供の他、事業実施管理における女性職員の登用などが予定されているため。

(9) その他特記事項：特になし。

4. 事業効果

(1) 定量的効果

アウトカム（運用・効果指標）

指標名	基準値 (2020年実績値)	目標値(2029年) 【事業完成2年後】
車両稼働率(%/年)	—	
2A号線	—	92
2B号線	—	92
6号線	—	92
車両キロ(千km/年)	—	
2A号線	—	5,242
2B号線	—	9,161
6号線	—	5,248
運行数(本/日)	—	
2A号線	—	150
2B号線	—	233
6号線	—	125
乗客輸送量(百万人・km/)	—	
2A号線	—	3.1
2B号線	—	6.9
6号線	—	4.7

旅客収入（百万ルピー／日）	—	
2A 号線	—	10.0
2B 号線	—	18.9
6 号線	—	17.0
女性専用車両キロ（千 km／	—	
2A 号線	—	874
2B 号線	—	1,527
6 号線	—	875

（注）各路線の始点から終点が対象区間

（2）定性的効果

交通渋滞の緩和、気候変動の緩和、大気汚染を原因とする健康被害の緩和、移動の定時性確保による利便性の向上、ベンガルール都市圏の経済発展、女性の社会進出促進。

（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 15.4%、財務的内部収益率（FIRR）は 5.8%となる。

【EIRR】

費用：事業費、運営・維持管理費（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：30 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・駅前開発収入等

プロジェクト・ライフ：30 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

インド「デリー高速輸送システム建設事業」及び同フェーズ 2 事業の事後評価結果（評価年度各 2010 年、2015 年）等より、デリーメトロ公社の継続フェーズの実施を視野に入れた内部人材の技術・能力強化がグッドプラクティスとして評価されている。内部人材にコンサルティング・サービスの一環として事業管理に関するノウハウの技術移転を行ったことで、フェーズ 2 では内部人材による主体的な事業運営が実施されたほか、他国及び国内におけるメトロ建設

事業等外部事業を請け負って国内外に対し地下鉄運営に必要な技術や能力の普及に貢献している点とその理由として挙げられている。また、同評価結果から、メトロ駅における他の公共交通機関との乗り換え利便性の確保が課題として挙げられており、フィーダーバス等他公共交通システムを運営する交通機関との調整を踏まえた駅前広場の整備が望ましいとの教訓が得られている。

本事業においては、BMRCL がデリーメトロ公社と同様、これまでに内部人材の強化に取り組んできたことを踏まえ、これらの内部人材の更なる能力向上を行うことを目的に、事業実施監理及びメトロの運営維持管理等に関する継続的な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ことを計画している。また、本事業は策定中の「BMP2031」における全体都市計画に基づき、他の交通モードとの連結性に重点を置いたものとなっており、BMRCL はフェーズ 1 事業に引き続き乗り換え利便性の高い駅前広場の整備等の建設を進める予定。本事業で整備される駅にはフィーダーバスおよびオートリキシャの乗降場が設置される計画となっている。また 2B 号線は空港接続線となるが、利便性に配慮し、終点駅は空港内部まで進入しターミナル直通となる計画となっている。

7. 評価結果

本事業は、当国の開発課題・開発政策並びに我が国及び JICA の協力量針・分析に合致し、カルナタカ州ベンガルール市において、大量高速輸送システム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、もって交通渋滞の緩和と自動車公害減少を通じた地域経済の発展及び都市環境の改善ひいては気候変動の緩和等に寄与するものであり、SDGs のゴール 9（産業と技術革新の基盤をつくろう）、ゴール 11（住み続けられるまちづくりを）、及びゴール 13（気候変動に具体的な対策を）等に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. 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