

インド

2019年度 外部事後評価報告書

円借款「バンガロール・メトロ建設事業／バンガロール・メトロ建設事業（II）」

外部評価者：アイ・シー・ネット株式会社 大西由美子

0. 要旨

1990年代初頭、インドの都市部では交通渋滞が深刻な問題となっており、大規模な公共交通システムの整備が急務となっていた。そのような中、南部バンガロール市に大量高速輸送システム（メトロ）を建設することで、交通混雑の緩和と交通公害の減少を通じた地域経済の発展や都市環境の改善に寄与することを目的に本事業が実施された。

都市交通セクター、特に大量輸送システムは、審査時から事後評価時までインドの開発政策で重要視されてきている。市中心部をはじめとする交通渋滞は事後評価時点でも深刻な問題となっている。これまで道路交通に依存していた市民が軌道交通に転換する必要性は現時点でも認められ、引き続き高速輸送システムに対する開発ニーズがあると言える。本事業は、審査時の日本の開発援助政策と合致しており、妥当性は高い。

当初の計画では東西線と南北線の計 33 km を建設予定であったが、2011年に南北線の延伸が本事業に含まれ、計 42.3 km の路線が整備された。調達車両は開業当時の乗客数が限定的であったことをふまえ、計画より少ない車両が調達された。事業費は計画内におさまったが、事業開始後に詳細設計時に想定した以上の岩盤の起伏が確認されたことなどに伴い大幅な事業期間の遅れが発生し、効率性は中程度となった。

運用・効果指標の達成度合を見ると稼働率のみ目標値を達成しており、他の指標は乗客数が当初の想定より少ないことに起因し達成率 29～77%となっている。他方、メトロの開通により市内の交通混雑や大気汚染が緩和されたと感じている利用者が多い。自然環境の面では、事業実施中は必要な対策がとられた。用地取得・住民移転においても特段の問題はみられず、有効性・インパクトは中程度である。

バンガロール・メトロの運営・維持管理機関であるバンガロール交通公社（Bangalore Metro Rail Corporation Limited: BMRCL）は、既往路線の運営・維持管理を実施するための体制が整備されており職員は必要な技術を身につけている。職員の技術水準を維持・向上するための研修制度も内部に備わっている。財務面においては、収支は赤字となっているものの、運賃収入は、運営・維持管理費をカバーするのに十分な水準にある。駅舎や車両、その他機器は適切に管理されており本事業の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は高い。

1. 事業の概要



事業位置図



本事業により整備されたバンガロール・メトロ東西線

1.1 事業の背景

インドの都市人口は1991年に2億1,700万人であったのに対し、2001年には2億8,500万人を記録しており、さらに増え続けることが予想されていた¹。このような急激な都市人口の増加とともに、自動車と二輪車の登録台数は2002年以降、年平均11%の伸びを示していた²ことに加え、都市部における移動回数に占める公共交通の利用割合³は、1991年の69%から2001年には55%まで低下していた⁴。一方で公共交通インフラの整備が進んでいなかったことから、インドの都市部では自動車と二輪車の登録台数の増加に伴う交通渋滞が深刻な問題となっていた。2006年以降も、市民の所得向上に伴う自家用車の保有割合の増加、公共交通機関の利用割合の低下、二輪車から自動車保有へのシフトが見込まれ、交通渋滞に対する早急な対応が必要であった。特に、デリーやバンガロールといった大都市では道路交通需要の増加に伴う交通渋滞が問題となっており、経済損失、大気汚染・騒音等の自動車公害による健康被害が深刻化していた。そのため、都市開発計画をふまえた大規模な公共交通システムの整備が急務となっていた。

1.2 事業概要

インド南部カルナタカ州の州都バンガロール市において、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、もって交通混雑の緩和と交通公害減少を通じた地域経済の発展及び都市環境の改善に寄与する。

¹ インド都市開発省

² インド道路交通省

³ バスなどの公共交通の、市民が移動する際に利用する交通モード（手段）に占める割合。

⁴ インド都市開発省

円借款承諾額/実行額	(I) 44,704 百万円 / 38,181 百万円 (II) 19,832 百万円 / 19,659 百万円
交換公文締結/借款契約調印	(I) 2006 年 3 月 / 2006 年 3 月 (II) 2011 年 6 月 / 2011 年 6 月
借款契約条件	金利 (I) 1.3%、(II) 1.4% (本体)、0.01% (コンサルタント部分) 返済 30 年 (うち据置 10 年) 調達条件 一般アンタイド
借入人/実施機関	インド大統領 / バンガロール交通公社
事業完成	2017 年 6 月
事業対象地域	カルナタカ州バンガロール市
本体契約	Alstom Transport SA (フランス) / Alstom India Ltd. (インド) / 住友商事 (日本) / Thales Portugal S.A. (ポルトガル)、Soma Enterprise Limited (インド) / CEC International Corporation (India) Pvt. Ltd. (インド) / Continental Engineering Corporation (台湾)、Blue Star Ltd. (インド)、Guangdong Yuantian Engineering Co. (中華人民共和国) / Coastal Projects Ltd. (インド)、Coastal Projects Ltd. (インド) / Transtonnelstory Limited (ロシア)、ETA Engineering Pvt. Ltd. (インド) / Emirates Trading Agency (アラブ首長国連邦)、Kalindee Rail Nirman (Engineers) Limited (インド) / Samsung SDS Co. Ltd. (大韓民国)
コンサルタント契約	Systra S.A. (フランス) / RITES LTD. (インド) / オリエンタルコンサルタンツ (日本) / Parsons Brinckerhoff International, INC. (アメリカ合衆国)
関連調査 (フィージビリティ・スタディ : F/S) 等	2003 年 Feasibility Study (カルナタカ州政府)、 2005 年 SAPROF
関連事業	<u>円借款</u> デリー高速輸送システム建設事業フェーズ 1 (I) ~ (VI) (1997 年 2 月、2001 年 3 月、2002 年 2 月、2003 年 3 月、2004 年 3 月、2005 年 3 月) デリー高速輸送システム建設事業フェーズ 2 (I) ~ (V) (2006 年 3 月、2007 年 3 月、2008 年 3 月、2009

	<p>年 3 月、2010 年 3 月)</p> <p>コルカタ東西地下鉄建設事業 (I) ~ (III) (2008 年 3 月、2010 年 3 月、2018 年 9 月)</p> <p>チェンナイ地下鉄建設事業 (I) ~ (V) (2008 年 11 月、2010 年 3 月、2013 年 3 月、2016 年 3 月、2017 年 3 月)</p> <p>デリー高速輸送システム建設事業フェーズ 3 (I) ~ (III) (2012 年 3 月、2014 年 3 月、2018 年 10 月)</p> <p>ムンバイメトロ 3 号線建設事業 (I) (II) (2013 年 9 月、2018 年 3 月)</p> <p>アハメダバード・メトロ事業 (2016 年 3 月)</p> <p>チェンナイ地下鉄建設事業フェーズ 2(2018 年 12 月)</p> <p><u>アジア開発銀行 (ADB)</u> : Bangalore Metro Rail Transit System Project (2011 年~)</p> <p><u>欧州投資銀行 (EIB)</u> : Bangalore Metro Rail Project Line R6 (2017 年~)</p>
--	---

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

大西由美子 (アイ・シー・ネット株式会社)

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：2019 年 7 月~2020 年 8 月

現地調査：2019 年 11 月 24 日~12 月 6 日、2020 年 2 月 23 日~3 月 4 日

3. 評価結果 (レーティング：B⁵)

3.1 妥当性 (レーティング：③⁶)

3.1.1 開発政策との整合性

都市交通セクターの開発は都市人口の増加に伴う移動ニーズへ対応し道路交通需要の増加に伴う交通渋滞を解決するためにも重要であることが 1990 年代からインド政府の各種政策や開発計画で認識されていた。「第 10 次五カ年計画 (2002 年 4 月~2007 年 3 月)」や 2014 年に発足したモディ政権の「共通綱領」では、大量輸送システム等の都市交通インフラ整備の重要性が指摘されていた。

都市交通セクター、特に大量輸送システムの重要性は事後評価時も変わらず旧インド

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」

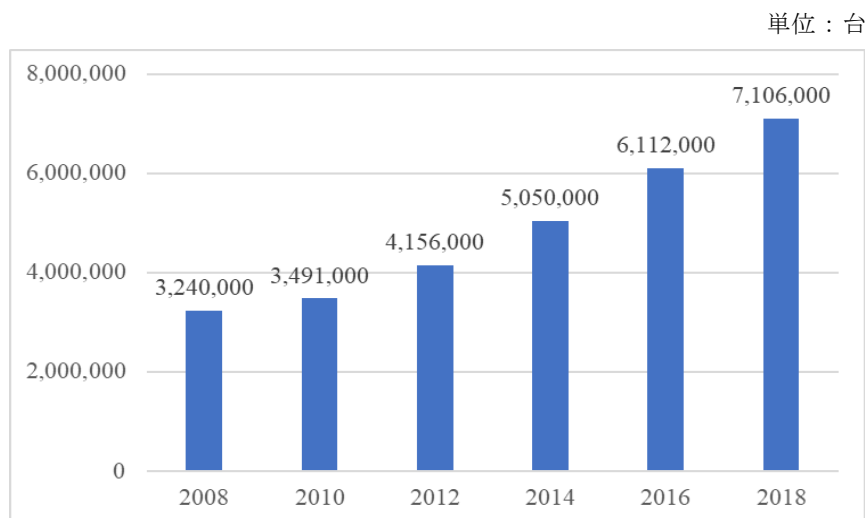
計画委員会が作成した「Vision 2020」では、長期的な大都市における都市交通の課題解決のためには、軌道系の交通システムの開発が最も現実的な選択肢であるとしている。さらに、2014年に策定された「国家都市交通政策」において大量輸送システムは公共交通の支柱とされている。

2019年11月現在、本事業のフェーズ2が進行しており⁷、フェーズ2では既存路線の延伸に加え、新規路線が開通される予定となっており、審査時から事後評価時までを通じて、本事業はインド政府の開発政策との整合性が認められる。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

バンガロールはインドのシリコンバレーと呼ばれ、ソフトウェア産業をはじめとして多くの企業が進出している。これらの産業集積を通じた経済活動の活発化に伴い、バンガロール市の人口は1981年の300万人から2001年には570万人に増加していた。2011年の国勢調査では844万人にのぼり、世界人口レビュー（World Population Review）の推定によると、年4%の増加率を遂げている。

登録車両台数も1986年の33万台から2001年には156万台、2005年には256万台へと急増しており、用地不足により既存の道路網の拡幅等の余地も少なく、市内の平均車両速度が時速10~12kmにとどまるなど、道路交通に依存する都市交通網は限界に達していた。2008年以降のバンガロールにおける自動車の登録車両台数の推移は以下のとおりである。



出所：カルナタカ州交通局

図1 バンガロールの登録車両台数の推移

同市の登録車両台数は2008年以降、年間10%前後で増加を続けており、人口増加を上回る増加率である。バンガロールの都市マスタープラン2031によると、事後評価時の

⁷ 2020年2月現在、フェーズ2は円借款で実施されているものではなく、ADBを含む他の資金を利用して実施されている。

バスの平均車両速度は市中心部で時速 7～18km とされている。また、道路交通量の増大で、低質な燃料や旧式のエンジンの利用を原因とする大気汚染は審査時から事後評価時までを通じて、深刻な問題となっている。

事後評価時のメトロ利用者への聞き取りでは、本事業の開通により市内の交通渋滞がいくらか緩和されたと感じるという声もあったが、市中心部をはじめとする交通渋滞は事後評価時点でも深刻な問題となっている。これまで道路交通に依存していた市民が軌道交通に転換する必要性は現時点でも認められ、引き続き高速輸送システムに対する開発ニーズがあると言える。よって、本事業は審査時、事後評価時ともに、バンガロールの開発ニーズに合致したものであった。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

審査時、海外経済協力業務実施方針（2005 年）では、全体の重点分野として「持続的成長に向けた基盤整備」と「地球規模問題・平和構築への支援」、インド国別業務実施方針の重点分野として「経済インフラ整備」と「環境問題への対応」が掲げられていた。また、2005 年度のインド国別方針でも、都市交通の分野は対インド支援の主要セクターである運輸セクターの中に位置づけられており、当該セクターの支援方針として、「交通渋滞の緩和、大気汚染対策等の環境保全にも資することから、大量高速輸送システムをはじめとした都市交通インフラ整備（フライオーバーや橋梁を含む）を支援する」としていた。本事業は、審査時の日本の援助政策との整合性が認められる。

以上より、本事業の実施はインドの開発政策、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（詳細は報告書最終頁の「主要計画/実績比較」参照）

2006 年審査時、本事業による土木工事の範囲は東西線と南北線の計 33 km であったが、その後、バンガロール市の開発計画に基づき南北線の延伸部分 9.3 km を含めることになった。延伸部分は、既存の工業・商業地域や住宅地や今後建設が予定されている地域へつなぐものである（路線図は別添 1 参照）。特に、2003 年以降、数多くの IT 企業が同市に進出したことにより、延伸の必要性が高まり、II 期審査時に本事業に含まれることとなった。



図 2 車両保守基地での整備



図 3 メトロ駅の構内

II期審査時の計画と比較すると、調達された車両の数を除いてアウトプットはほぼ計画どおりとなった。車両は168両の調達が予定されていたが、後述する商業運転開始の遅れに伴い開業当時の乗客数が限定的であったことから、150両に減らして調達された⁸。

南北線の延伸は事業費の増加につながったが、バンガロール市の開発計画に基づき既存そして今後建設が予定されている工業・商業地域や住宅地へつなぐものであり妥当なものであった。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

II期審査時の計画総事業費は、306,809百万円、うち外貨67,482百万円、内貨239,327百万円。円借款対象は64,536百万円、うち外貨18,639百万円、内貨45,897百万円とされていた。II期は、追加借款として19,832百万円が供与された。追加借款に至ったのは、先述の南北線の延伸に加え、事業の遅れによる資機材価格の高騰、追加地下工事費用の発生が主な理由である。主要資機材の価格は、2005年を基準とした場合、II期の必要性が検討された2010年時点では下表のとおり変化している。

表 1 主要資機材の価格変化

資機材		2010年度指数(対2005年比)
資材	セメント	1.54
	鋼材	1.93
	骨材	1.89
	砂	7.7
重機		1.24

出所：カルナタカ投資庁

⁸ 2020年2月現在、本事業フェーズ2において、追加車両を調達済みであり、全線6両編成で運行されている。

追加地下工事は、事業形成時には公園を通る線形で周辺住民との協議も開催のうえ合意されていたが、事業開始後に NGO や市民から環境保全を理由とした線形変更の要求があり地下工事部分が増加したのものや、詳細設計時に想定した以上の岩盤の起伏が確認され工事費用が増加したものである。

事業費の実績は、総事業費は 235,498 百万円（うち外貨 66,990 百万円、内貨 107,327 百万円）、円借款貸付実行総額は 57,840 百万円（I 期 38,181 百万円、II 期 19,659 百万円）となり、総事業費は計画比 77%となった。実施機関負担分の事業費の下振れの理由は確認できていないが、円借款対象部分においては、コンサル費用が抑えられたことが実績が計画内に納まった一因である。なお、先述のとおり車両は予定より 18 両少ない調達となったが、未調達の 18 両を本事業で調達したとしても、計画事業費内におさまる実績であった。

3.2.2.2 事業期間

2006 年審査時の計画では、当初事業期間は、2006 年 3 月（L/A 調印）～2012 年 4 月（6 年 2 カ月、74 カ月）とされていた。ただし、2011 年の II 期審査時に、事業期間は 2013 年 6 月（7 年 4 カ月、88 カ月）に見直された。事業完成は施設供与時とされていた。実際には諸々の事情で遅延が生じ、事業期間は 2006 年 3 月（L/A 調印）～2017 年 6 月（11 年 4 カ月、136 カ月）、計画比 155%となった。遅延の主な理由と遅延期間は以下のとおり。

- 硬岩による地下部分工事の遅れ（30 カ月）
- 堀削機械の故障（7 カ月）
- 工事用の土地確保の遅れ（27 カ月）
- 水道管・電話線等の移転作業の遅れ（6 カ月）
- 施工業者の資金不足（30 カ月）

このうち硬岩については詳細設計時に想定した以上の岩盤の起伏が確認されたが、詳細設計時の地質調査では日本の基準と照らし合わせても一般的な基準の間隔で実施されていた。また、工事用の土地についてはインド国鉄が所有する土地にメトロの建設物を予定しており、必要な用地を確保するためインド国鉄とは定期的に調整を試みていたが、国鉄を説得し用地を提供してもらうまでに時間がかかった。実施機関のバンガロール交通公社（Bangalore Metro Rail Corporation Limited: BMRCL）によると、国鉄との土地の交渉は、後述する本事業と国鉄の連結を可能にするための重要なステップであった。メトロ利用者がスムーズにインド国鉄の駅と行き来できるよう、根気強く必要な用地提供の交渉にあたったことは、今日、本事業の他交通モードとの連結がうまくいっている要因と言える。さらに、水道管等の移設についても、関係局との調整委員会を通じて迅速な実施を試みたが、同委員会での判断に時間を要した。施工業

者の資金不足は、これ以上の遅れが発生しないようより頻繁な支払いを認め、BMRCCLから施工業者に直接支払いをするなどの措置をとり、さらなる遅延を回避する努力をした。

3.2.3 内部収益率（参考数値）

本事業では、下表のとおり審査時に財務的内部収益率（FIRR）、経済的内部収益率（EIRR）ともに計算されていた。審査時の内部収益率は、当時の計算の詳細が確認できる資料をもとに、事後評価レファレンスに則り、L/A 調印年を起点として計算し直した結果、下表のとおりとなった。事後評価時に再計算した FIRR は-4.81%となった。審査時と事後評価時点の FIRR の数値に乖離（かいり）があるのは、審査時の計画より早い時期により多くの投資がされたこと、そして施設の供用開始が遅れたため、便益の発生期間が審査時より短くなったことがあげられる。EIRR については、便益のうち実測値・予測値の計算に必要な情報が複数の情報源からのデータが必要であり、かつ容易に入手できるデータではなかったため、事後評価時点の算出はできなかった。

表 2：審査時の内部収益率と前提条件

	財務的内部収益率	経済的内部収益率
内部収益率	審査時：-0.85% 事後評価時：-4.81%	審査時：8.13% 事後評価時：再計算せず
費用	事業費、運行・維持管理費	事業費（税金を除く）、運行・維持管理費
便益	運賃収入、広告収入、不動産開発収入	従来の交通機関及び道路のコスト節約効果、本線利用者及び他交通機関利用者の移動時間の節約効果、道路混雑緩和によるバス等輸送システムの運転費の節約効果、事故減少及び公害緩和効果
プロジェクト・ライフ	30年	

以上より、本事業は事業費については計画内に収まったものの、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⁹（レーティング：②）

3.3.1 有効性

3.3.1.1 定量的効果（運用・効果指標）

運用・効果指標の評価にあたっては、本事業の最終的なスコープをふまえ、II期審査時に設定された数値を本事業の目標値として用いた。乗客数は、当初の指標としては設定されていなかったが、メトロ事業の有効性を示す一般的な指標と考えられるため、運用指標として追加し、事後評価時に確認した。

表 3 運用・効果指標

指標	目標値	実績値			達成率 (2019年度の実績値/目標値)
	2015年 (事業完成2年後)	2017年度 ¹⁰	2018年度	2019年度 (事業完成2年後)	
稼働率(%/年)	92	100	100	97	105%
車両キロ(千km/日)	16.12*	10.20	12.37	11.78	73%
運行数(本/日・2方向)	780**	505	586	542	70%
乗客輸送量(百万人・km/日)	10.12	2.72	3.46	3.74	37%
旅客収入(百万ルピー/日)	17.0	7.70	9.72	10.59	62%
乗客数(人/日)	1,020,000	299,197	366,407	393,799	29%***

出所：JICA 提供資料、BMRCL

*審査時は路線距離×運行数×往復×車両数=48.3千 km/日とされていたが、BMRCLでは通常、車両キロ=運行本数×路線距離としているため、審査時に想定された目標値を再計算した。

**審査時資料には、1方向(片道)の運行数として390とされていたが、実績との比較のため往復(2方向)の本数とした。

***目標値は全線開通年のもの。そのため、達成率は2017年を比較年とした。

各指標の目標値達成度合を見ると、稼働率のみ目標値を達成しており、他の指標は達成率29～73%となっている。車両キロ、運行数、乗客輸送量、旅客収入が目標値を下回っているのは、乗客数が当初の想定より少ないことに起因している。2011年当時の推定では、全線開通年には102万人の乗客数が見込まれていた。しかし、本事業フェーズ2の詳細計画による乗客数の見直しによると、フェーズ2で東西・南北線のそれぞれ延伸を含めた総延長71.4kmの乗客数は108万人とされており、本事業の乗客数の推定

⁹ 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。

¹⁰ インドの年度は4月～翌年の3月まで。

値が必ずしも現実を反映していないことがわかる。フェーズ 2 で確認された条件をもとに、本事業（総延長 42.3 km）の乗客数を試算すると 64.5 万人となる。ただし、目標値を見直したとしても、実際の乗客数はその半分程度となっている。

乗客数の目標値を下回っている原因として、本事業では、国鉄や長距離・市内バスといった交通モードとの連結が行われているが、メトロ駅と最終目的地（または出発地）を結ぶ移動手段（last mile connectivity）が必ずしも確保されておらず、メトロ駅まで徒歩圏内に住んでいない市民がメトロの利用に至っていないことがあげられる。インドの環境管理・政策研究所（Environmental Management and Policy Research Institute: EMPRI）が 2017 年に実施したメトロ利用者調査¹¹によると、利用者の多くはメトロ駅の徒歩圏内に居住しており、徒歩圏外の市民の利用が限定的となっていることがわかる。現在の利用者の多くが最寄のメトロ駅の徒歩圏内の居住者に偏っていること、市民からメトロ駅の駐車スペースの不足が指摘されていること等から、メトロ駅までのアクセスが一定の課題であると考えられる。ただし、同調査によると、アンケート回答者 1057 人中 1048 人（99%）が、メトロの利用により移動時間が短縮されたと感じている。

BMRCL では、上述の、メトロ駅と最終目的地（または出発地）を結ぶ移動手段が確立されていないことが乗客数獲得の足かせとなっていることや、近年インドで爆発的に人気となったアプリベースのタクシーとの競合といった課題を認識している。特にメトロ駅と目的地・出発地のアクセスを改善するため、市民の足であるオートリキシャ（三輪自動車）の乗車スタンドをメトロ駅に設置したり、レンタル自転車・バイクのサービス業者と連携したりするなどの取り組みをしている。

表 4 メトロ駅における交通モードとの連結、施設提供状況

連結・施設	メトロ駅の数
バスターミナルとの連結	3
国鉄との連結	3
フィーダーバスとの連結	18
オートリキシャの乗車スタンド設置	40
駐車場の設置	28

出所：BMRCL

BMRCL は早くよりバンガロール都市圏交通公社と連携しており、市内 36 路線のフィーダーバスが運行している。この他にも、民間のレンタル・サイクルやバイク業者と提携しており、利用者はメトロ駅から自転車やバイクを借りることができる。

¹¹ EMPRI (2017). *Assessing metro railway system as a means of mitigation strategy to climate change.*



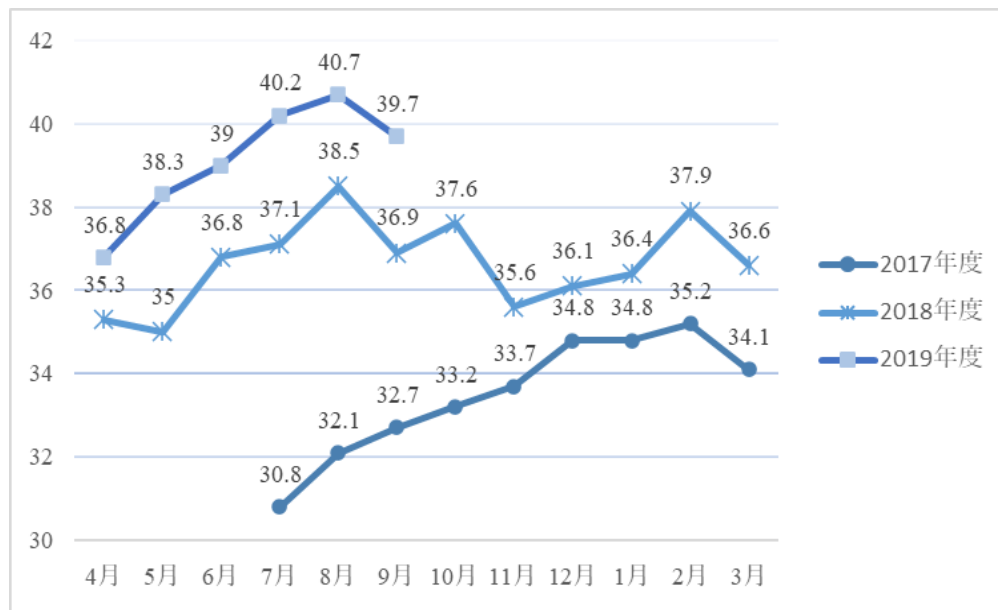
図 4 国鉄への乗り換え揭示



図 5 駅前のオートリキシャ乗り場

開業当時乗客数が思わしくなかったこともあり、2019年11月当時、東西線は6両編成、南北線は3両編成と一部6両で運行していた。運行間隔はピーク時で4分程度、オフピーク時だと7~10分となっており、3両編成の車両ではピーク時に大変な混雑が見られた。当時はピーク時の混雑が嫌でメトロを利用しない、という乗客の声も聞かれたが、路線ネットワークが広がったことや、市民の間でメトロの利便性が徐々に認識されるようになった。現に、本事業では開業後から日当たりの平均乗客数は安定的に増加しており、2020年2月には、全車両6両編成となっており、今後も乗客数の改善が見込まれる。

単位：万人/日



出所：BMRCL

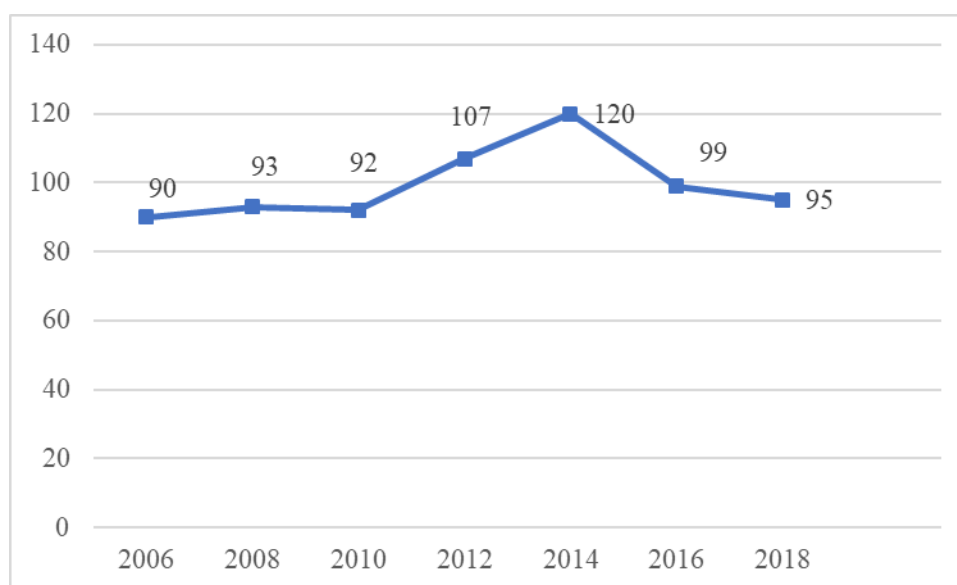
図 6 一日当たりの平均乗客数

3.3.1.2 定性的効果（その他の効果）

本事業に期待されていた定性的効果は、バンガロールにおける交通混雑の緩和、都市生活における安全性や快適性の向上、移動時間の定時性確保による生活利便性の向上であった。先述の2017年にEMPRIが行った調査結果や、事後評価時に乗客へのインタビュー調査を行い、定性的効果の発現状況を確認した。EMPRIの調査では、1067人のメトロ利用者を対象に、開通による社会経済変化やメトロのアクセス利便性について調査を行った。同調査では、53%の利用者がメトロ開通により市内の交通混雑が若干または一部緩和されたとしていた。また、回答者の9割が若干又は一定の大気汚染の緩和があると感じていた。

事後評価時、メトロ構内で18人の利用者にインタビュー調査を実施した。その結果、11人はメトロ開通により市内の交通混雑が少なからず緩和されたと感じている一方、大気汚染については意見が分かれた（緩和されたと思う8人、変化なし6人、わからない4人）。なお、2006年以降のバンガロールにおける浮遊粒子状物質の年平均濃度は以下のとおりとなっている。

単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$



出所：中央・州公害管理局のデータをもとに外部評価者作成

図7 バンガロールの浮遊粒子状物質の年平均濃度

浮遊粒子状物質の年平均濃度を見ると審査時より改善傾向にあるが、これが本事業による効果であるとは一概には判断できないが、高速輸送システムが建設され、徐々に市民が自動車からメトロの利用に転換することで、走行する車両台数がいくらか減り、少なからず大気汚染の緩和につながることが考えられ、本事業も一定程度、貢献したと考えられる。

快適性、安全性という面では、回答者全員が他の交通手段と比較してメトロのほうが優れているとしたが、ピーク時のメトロ内の混雑やオフピーク時の運行間隔を考えると、タクシーやオートリキシャのほうが使いやすいとの回答者も5人いた。メトロの利用により、以前よりも移動時間が短縮された、定時に移動できるといった変化のほか、自家用車の利用が減ったという乗客の声もあった。国鉄やバスとの連結があるため、地方からバンガロールに出てきた際、国鉄の駅やバスターミナルからの移動が便利との利用者の声も聞かれた¹²。

上記のとおり、メトロの開通により、利用者の多くは交通混雑が若干緩和されたと感じている。大気汚染についても緩和されたと感じている利用者がいた。メトロの開通と利用に対する乗客の印象は総じてよく、本事業は都市生活の改善に一定の効果をもたらしたと言える。

3.3.2 インパクト

3.3.2.1 インパクトの発現状況

本事業に期待されていたインパクトは「交通混雑の緩和と交通公害減少を通じた地域経済の発展及び都市環境の改善」であった。事後評価時、メトロ開通による地域経済への貢献を確かめるため、メトロ沿線に事業所を持つ業界団体や商工会議所の7団体¹³に聞き取りをした。メトロに直結しているショッピング・モールは、当初より客足の増加を狙い、駅の建設や広告に投資をしており、近辺に事務所や住宅物件の開発も手掛けている。メトロ沿線の事業所については、メトロ建設に伴い近隣に移転するところもあれば、建設の長期化や埃により客足が遠のき、売上が減ったとの報告もあった。他方、経済団体からは、メトロ開通により職員や役員の移動が便利になったことが挙げられた。また多くの聞き取り相手から、メトロ駅に隣接する駐車場の不足を指摘する声が聞かれた。メトロ駅における駐車場の必要性は、EMPRIの調査でも指摘されている。

本事業の建設により移転を余儀なくされた一部の事業所は、メトロ建設により負の影響を被っているところもあるが、経済・事業所団体からは総じて移動手段として経済の発展に一定の貢献をしているとの意見が聞かれ、本事業はバンガロールの地域経済の発展と都市環境の改善に寄与していると考えられる。

3.3.2.2 その他、正負のインパクト

自然環境へのインパクト

本事業は「環境社会配慮のための国際協力銀行ガイドライン」に掲げる鉄道セクターに該当し、大規模非自発的住民移転を伴うのでカテゴリAに該当した。

¹² インタビューした利用者の回答内容とその理由は、必ずしも一対一対応ではない。

¹³ ①Mantri Square Mall 管理事務所、②Karnataka Small Scale Industries Association、③ Brigade Road Trader's Association、④CMH Road Shops and Establishments Association、⑤M.G.Road Trader's Association、⑥Peenya Industries Association、⑦Karnataka Hosiery & Garment Association。

施工中は、**BMRCL**の環境担当員のもと、施工業者が大気質、騒音、水質などをモニタリングしていた。モニタリングは項目により1～2週間の間隔で行われ、その結果、問題は報告されなかった。各建設現場には責任者の連絡先を記載した案内板が設置された。近隣住民からは、建設現場の埃や掘削時の振動に対する苦情があったが、**BMRCL**は現場で定期的に散水したり、夜間の工事を中止したりするなど適切な対策を取った。

メトロ開通後、同じ地域での環境モニタリングはされていない。線路には防音パッドを設置しており、騒音対策がなされている。

本事業の実施においては、950本の樹木が伐採された。伐採を最小限にとどめるため、極力、枝を切り落として対応したり移植したりするなどの措置をとった。伐採された樹木1本に対し10本の植樹も行われた。

用地取得・住民移転

本事業で取得された用地は126haで、影響を受けた構造物は877件、世帯数は2,288戸となった。うちスラム地区の169世帯は、**BMRCL**が準備した居住区2カ所に移転した。残りの世帯は、補償金を受け取り各自で移転先を決めた。住民移転計画は、「環境社会配慮確認のための国際協力銀行ガイドライン」（2002年4月制定）に基づき策定された。補償は、カルナタカ州産業地域開発法（1966年）に則って実施された。補償・移転ガイドラインが作成され、影響を受けた面積や土地利用により、補償金額や移行期間の手当が支給された。

事後評価時に**BMRCL**が準備した移転先2カ所を訪問し、被影響住民から話を聞いた。用意された住居は、2カ所とも隣接する**BMRCL**の社宅と同じ間取りで建設されている。住居は**BMRCL**負担による女性世帯主名義で登記されている。ピーニヤの居住区に移転した住民は、以前はアスベスト使用の家屋に住み、水は共同水栓場から汲み、トイレも共同のものであったが、移転先では、各家庭に水道やトイレが整備されており、水に困ることはないとのことであった。住民は同じ地区から移転してきた人たちで、大工や家政婦として働いている人が多く、**BMRCL**の社宅で家政婦の職を得た者もいる。住居の状況はスリガンダカワルの居住区でもほぼ同じであったが、そこは以前の住居より都心まで遠くなったため、通勤するのが困難となり、収入が減ったとか職を失ったという声もあった。また、移転先居住区から公共バスの路線までのアクセスが悪く、交通の便に困っていることもうかがえた。本事業では、**BMRCL**が自己資金で**NGO**を雇用し、移転後の生活状況のモニタリングも実施する予定であったが、移転中ならびに移転直後は、**BMRCL**の住民移転担当者は定期的に移転先を訪問し、被影響住民からの要望やクレームに対応するようしてきたため、**NGO**によるモニタリングは行われなかった。



図 8 移転先の居住区



図 9 移転先居住区に建設された寺院

その他正負のインパクト

本事業では、カルナタカ州エイズ予防協会により建設段階において、移動労働者への HIV 予防活動を実施した。

また、本事業の実施中、身体障害者の支援団体サマラティヤム（Samarthyam）が駅舎や車両を障害者に使いやすくするための助言を行った。現地踏査では、各駅にエレベーターが設置されていることが確認された。視覚障害者誘導ブロックも設置されているが、一部の駅では誘導ブロックが途切れている箇所も見受けられた。このような不具合は、2019年に実施された視覚障害者のメトロ調査でも指摘されている¹⁴。先頭と最後尾の車両には車椅子用のスペースが設けられている。

有効性は、乗客数が当初の想定より少ないことに起因し、稼働率を除き、運用効果指標は目標達成に至っていない。ただし、メトロ駅へのアクセス改善や追加車両の調達といった取り組みがされており、乗客数は開業後から増加している。メトロはバンガロール市民の重要な交通手段となりつつあり、今後は各種指標の改善が見込まれる。また、本事業はバンガロールの交通混雑や大気汚染の緩和、さらには地域経済の発展にも一定の貢献をしている。以上より、本事業の実施により一定の効果の発現がみられ、有効性・インパクトは中程度である。

3.4 持続性（レーティング：③）

3.4.1 運営・維持管理の制度・体制

実施機関ならびに運営・維持管理機関は、インド会社法（1956年）に基づき1994年に設立されたBMRCLである。同社は2005年に中央政府とカルナタカ州政府の折半出資の組織形態となった。総裁を筆頭に、既に開通している路線の運営・維持管理を担当する部門と、新規路線の建設を担当する事業部門に分かれている。運営・維持管理部門

¹⁴ Varun and Vanitha (2019). *Study of challenges faced by visually impaired persons in accessing Bangalore Metro service.*

は運営・維持管理局長のもと、2019年10月現在、1,375人の職員が在籍している。空席率は約15%であるが、BMRCLへの聞き取りでは、特に人材不足に起因する問題は無いとのことであった。なかでも、駅管理者（Station Superintendent）のポストは143人に対し、全てが空席となっているが、これは現在、455人いる駅員・運転士が担当しており、この一部が昇進して駅管理者のポストに就くことになる。運営・維持管理部門内でも業種や路線ごとに明確な担当割りがあり、職務分掌も明確である。開業して以来の離職率は4%程度とインド国内平均13%¹⁵と比較して低い水準である。一部施設の維持管理（エレベーター、エスカレーター、清掃など）は業者に委託されている。

先述のとおり、BMRCLでは事業の計画・実施段階からバンガロールの各種交通機関との連携を図ってきた。現在でも定期的にバンガロール都市圏交通公社やインド国鉄、都市交通局などとの調整を行っており、運営・維持管理の体制は整備されている。

3.4.2 運営・維持管理の技術

BMRCLでは、バイヤパナハリ車両保守基地内に独自の研修所がある。ここでは新人研修やリフレッシュコースを開催している他、国内の新規メトロへの研修も提供している。新入職員は、業種別に数カ月間の技術研修を受講する。運転士と駅長は、数年に1回職務を交代することになっており、職務交代時の研修や昇進時の研修プログラムも整備されている。研修所の過去3年の研修実績を確認したところ、例年、研修計画に則り、予定どおりの研修が実施されており、運営・維持管理に必要な技術を組織内部で習得し維持・向上するための制度が整っている。

BMRCLでは当初より、土木工事や運行開始後の技術的ニーズに対応するため、インド国鉄を退職した技術者やシンガポール地下鉄に勤務経験のある技術者が採用されていた。事後評価時点でも、管理職レベルの職員は、国鉄や中央・州政府の各種機関での勤務を経てBMRCLに就職した者も多い。運営・維持管理に携わる新人職員は、職種に応じた学歴やスキルが求められ、筆記試験や面接などの採用試験を通して採用されており、就職後は一定期間の研修を受けている。本事業は、開業から事後評価時点までに事故の報告はされていない。担当職員の技術については、特に問題はないとの報告であり、適切な水準にあると言える。

運営・維持管理マニュアルは施設別に整備されており、車両については関連機材別にマニュアルがある。車両の維持管理状況については、「3.4.4 運営・維持管理の状況」に記載する。

3.4.3 運営・維持管理の財務

BMRCLの過去3年度財務諸表は、表5に見られるとおり全体の収支は赤字となっているものの、大半は運営維持管理費と減価償却による支出である。

¹⁵ Oman Consults (2019). *Increment Trend – 2019*.

表 5 BMRCL の財務諸表

単位：百万インドルピー

	2016 年度	2017 年度	2018 年度
収入			
運賃収入	1,101	2,810	3,550
広告	52	71	77
不動産開発	298	492	567
赤字補助	-	2,023	1,164
収入合計	1,451	5,395	5,359
支出			
運営維持管理	1,723	2,629	3,352
減価償却	3,642	5,158	5,839
利息	662	1,118	1,125
支出合計	6,027	8,906	10,317
収支	-4,576	-3,511	-4,958

出所：BMRCL

BMRCL の流動比率は 2017 年度は 2.42、2018 年度は 1.82 と比較的良好である。借入金返済には、BMRCL からの収益からの返済に加えカルナタカ州政府から赤字補助が支給されている。その年度の赤字分を BMRCL は州政府に申請し、州政府から予算の手当が行われる。基本的に申請額全額が補助されるが、州政府からの予算は翌年度以降、段階的に手当てされている。

乗車料金については、開業以来 8 年間、改定はされていない（トークン購入の場合、初乗り INR 10、最大 INR 42。スマートカード利用の場合は 15%割引が適用される）。メトロの運賃設定は、市内バスと比較すると高い設定になっている。例えば約 3 km の距離の場合メトロは INR 15、バスは INR 10、距離が約 18 km の場合、それぞれ INR 42、INR 37 となる。メトロの運賃設定がバスよりも割高になっているのは、インド国内の他都市と変わらない。運賃改定は、中央政府によって構成される料金設定委員会によって決定される仕組みとなっている。これまで、BMRCL は開業後の物価上昇や今後の維持管理費の増大を見込み、中央政府に料金改定を要請しているが、具体的な動きはないようである。他方、運賃収入が運営・維持管理費用に占める割合は、開業年度は 64%、それ以降は 100%以上となっている。現時点では、料金体系は運営・維持管理費用を維持していくには特段問題がないとみられる。ただし、今後は運営・維持管理費用も徐々に増加することも考えられたため、市場の状況に合わせて運賃改定の準備をすることは大切である。また、BMRCL では今後、広告収入を増加することにも注力しており、財務体質は健全であるとみられる。

3.4.4 運営・維持管理の状況

事後評価時の現地踏査より、駅舎、車両、車両保守基地は適切に維持管理されていることがうかがわれた。インド側資金で調達された自動券売機は現金投入口に問題があり、開業時に駅に設置するに至らなかった。2020年には、券売機の調整を行って9駅に11の券売機が設置されており、今後順次、他の駅への導入を予定している。

車両は毎日清掃・点検を行い、運行開始前にチェックシートに沿って確認するほか、走行距離に応じ定期的なメンテナンスが行われている。

スペアパーツについては、特に国内で調達の困難なものはなく、近年のインドのメトロ事業は、車両や関連部品を国内に製造拠点を持つ業者から調達しており、スペアパーツに困ることは特段にないと考えられる。

以上より、本事業の運営・維持管理は制度・体制、技術、財務、状況ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

1990年代初頭、インドの都市部では、交通渋滞が深刻な問題となっており、大規模な公共交通システムの整備が急務となっていた。そのような中、南部バンガロール市に、メトロを建設することで、交通混雑の緩和と交通公害の減少を通じた地域経済の発展や都市環境の改善に寄与することを目的に本事業が実施された。

都市交通セクター、特に大量輸送システムは、審査時から事後評価時までインドの開発政策で重要視されてきている。市中心部をはじめとする交通渋滞は事後評価時点でも深刻な問題となっている。これまで道路交通に依存していた市民が軌道交通に転換する必要は現時点でも認められ、引き続き高速輸送システムに対する開発ニーズがあると言える。本事業は、審査時の日本の開発援助政策と合致しており、妥当性は高い。

当初の計画では、東西線と南北線の計33 kmを建設予定であったが、2011年に南北線の延伸が本事業に含まれ、計42.3 kmの路線が整備された。調達車両は、開業当時の乗客数が限定的であったことをふまえ、計画より少ない車両が調達された。事業費は計画内におさまったが、事業開始後に、詳細設計時に想定した以上の岩盤の起伏が確認されたことなどに伴い、大幅な事業期間の遅れが発生し、効率性は中程度となった。

運用・効果指標の達成度合を見ると、稼働率のみ目標値を達成しており、他の指標は乗客数が当初の想定より少ないことに起因し、達成率29～77%となっている。他方、メトロの開通により、市内の交通混雑や大気汚染が緩和されたと感じている利用者が多い。自然環境の面では、事業実施中は必要な対策がとられた。用地取得・住民移転においても特段の問題はみられず、有効性・インパクトは中程度である。

BMRCLは、既往路線の運営・維持管理を実施するための体制が整備されており、職員は必要な技術を身につけている。職員の技術水準を維持・向上するための研修制度も

内部に備わっている。財務面においては、収支は赤字となっているものの、運賃収入は、運営・維持管理費をカバーするのに十分な水準にある。駅舎や車両、その他機器は適切に管理されており、本事業の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は高い。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

現在、本事業の運賃収入は運営・維持管理費に照らし合わせると、特段問題ないレベルである。しかし、今後は運営・維持管理費用が徐々に増加することが考えられる。運賃改定には政府内の調整など必要以上の時間を要することが予測されるため、運賃改定に向けたフォローアップをしていくこと、また広告や不動産開発からの収入を拡大することで、収入源の強化を目指すことが望ましい。

4.2.2 JICA への提言

なし。

4.3 教訓

他の交通モードとの連携

本事業では、事業形成時より、インド国鉄や長距離バス、路線バスとの連携を心掛け、メトロの路線や駅の建設を手掛けた。そのため、メトロ路線上で、他の交通モードとの乗り継ぎが簡単にできる駅が複数作られた。メトロから他の交通モードへの連結は、市外から移動してくる乗客にとっては便利であり、一定の乗客数の獲得に貢献していることがうかがわれた。メトロ路線の建設後に、他の交通モードとの連結を図ることは、駅のデザインを変更するなどの措置が必要にもなる。国鉄との連結には、国鉄が所有する土地にメトロからの連絡通路を建設するなど、用地の提供が必要であった。用地提供に時間を要したが、本事業では根気強く交渉を繰り返し他の交通機関との調整を図ることで、市民の移動の利便性を高めることができた。

以上

主要計画/実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット	a) 土木工事 <ul style="list-style-type: none"> ● 東西線：18.1km ● 南北線：24.2 km ● 地上・高架駅 33 駅、地下駅 7 駅 b) 電気・通信・信号システム関連 c) 車両調達 168 両 d) 車両保守基地整備 e) HIV 予防活動 f) コンサルティング・サービス <ul style="list-style-type: none"> ● 詳細設計、入札書類作成、入札手続補助 ● 建設段階の施工監理、品質管理、試運転テスト ● 運営維持管理に係るマニュアルの整備、研修プログラムの実施 	計画どおり 計画どおり 150両 計画どおり 計画どおり 計画どおり
②期間	2006年3月～ 2013年6月 (88カ月)	2006年3月～ 2017年6月 (136カ月)
③事業費		
外貨	67,482百万円	66,990百万円
内貨	239,327百万円 (127,301百万ルピー)	177,657百万円 (99,720百万ルピー)
合計	306,809百万円	235,498百万円
うち円借款分	64,536百万円	57,840百万円
換算レート	1ルピー＝2.49 円 (2010年9月時点)	1ルピー＝1.90 円 (2007年1月～2017年12月平均)
④貸付完了	2017年 9月	

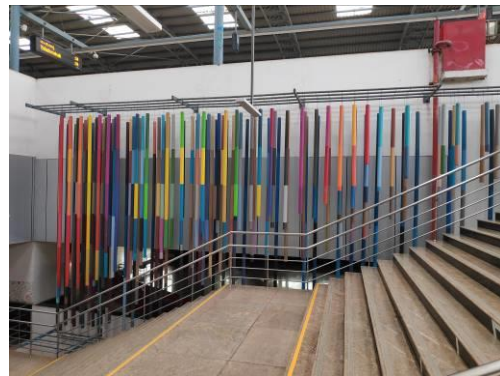
【コラム：メトロの空間を利用した市民との交流・対話】

バンガロールは別名、庭園都市として知られるほど、市内に数多くの公園があり、大都市にしては緑が豊かである。同市の肺とも言われ、中心部に位置するクボン公園（Cubbon Park）には、同じ名前のメトロの駅がある。クボン公園駅に降り立ったことがある人は誰も、色鮮やかな駅の外壁や構内に設置された芸術に目を引かれるだろう。クボン公園駅や、チクペット駅、ピーニヤ駅は、現地の大学が率先し、「Art in Transit」という取り組みにメトロ駅の内外の空間を利用している。メトロという公共の場に様々な芸術作品を取り入れることで、市民との交流や対話の場として活用している。この取り組みは、芸術やデザイン、テクノロジーを学ぶ学生の作品をメトロの空間に設置したり、実験の場として活用したりしながら、行き交う市民にはバンガロールという都市の歴史やアイデンティティ、社会問題について考え、話し合う機会を提供している。将来的な利用者の増加を見越して、複数の駅出入口を整備したが、現在の需要から使われていない出入口がある。Art in Transitでは、この空間をスタジオとして使っている。時には演劇やワークショップを催しており、メトロ利用者ではなくてもイベント目当てに駅に足を運ぶ人もいる。

ピーニヤ駅周辺は工業団地であり、埃っぽく暗いイメージがある。Art in Transitに参加した学生は、ピーニヤ界隈を歩きまわり、この地域が持つ色彩を写真に納めた。そこから、ピーニヤ地区のカラフルな色を取り出し、駅構内のオブジェとして設置した。このオブジェは、道行く人の心を和ませる。



MG ロード駅外の遊歩道



ピーニヤ駅のオブジェ

Art in Transit が注力しているのは、芸術だけではない。最近では、特定の駅で女性の安全についてアンケートを行い、駅から自宅までの安全について調査した。その結果を BMRCL や地元の警察と共有した。その結果、バンガロール警察による女性 SOS のアプリの公開にもつながったようだ。

この他にも BMRCL では、高架駅である MG ロード駅の地上スペースに小劇場やギャラリー、幼児公園として活用している。メトロの建設前は遊歩道であった空間を、新たな憩いの場として市民が利用できるようにしたのである。

別添1 バンガロール・メトロの路線図

