

インド

2015年度 外部事後評価報告書

円借款「デリー高速輸送システム建設事業フェーズ2 (I) ～ (V)」

外部評価者：アイ・シー・ネット株式会社 大西由美子

0. 要旨

本事業は、1990年代から急速な経済成長と都市化に伴い、交通渋滞とそれに起因する経済損失や大気汚染といった問題を抱えていたデリー首都圏において、大量高速輸送システムを建設することで交通渋滞の緩和と交通公害の減少を目指していた。都市交通分野は、審査時から事後評価時までインド政府およびデリー準州の開発政策において重要な位置づけとなっている。審査時はもちろんのこと、事後評価時においても引き続き高速輸送システムの開発ニーズが見られる。日本の援助政策との整合性も確認され、本事業の妥当性は高い。効率性においては、事業費及び事業期間ともに計画を上回り中程度となった。本事業では、事業開始後にスコープが追加されたが、その妥当性は認められる。審査時に設定された稼働率等の運用効果指標は総じて目標を達成しており、地域経済の発展や都市環境の改善というインパクトの観点からも一定の貢献がみられ、本事業の有効性とインパクトは高いといえる。実施機関であり運営・維持管理機関でもあるデリー交通公社 (DMRC) には、本事業を運営・維持管理していく体制が整備されており、そのために必要な技術も十分である。DMRCの財務状況については、改善のための継続的な努力が望まれるが、特段の問題はない。事後評価時点において、維持管理の状況はよく持続性は高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図



デリーメトロ5号線

1.1 事業の背景

インドでは、都市人口が1991年の2億1,700万人から2001年には2億8,500万人となり、その後も増加が予想されていた。急激に進む都市化に対し、十分な公共交通インフラが整備されておらず、本事業の審査時、自動車や二輪車の保有人口も毎年12%の高い伸びを示

していた。また、都市部における公共交通の利用割合は1991年の69%から2001年には55%まで低下し、渋滞を加速させていた。特に、デリーやバンガロールなどの大都市では、道路交通の需要増に伴って渋滞がひどくなり、経済的損失とともに、大気汚染・騒音等の自動車公害による健康被害も深刻化し、交通渋滞の緩和や自動車公害の減少のために、都市開発計画を踏まえた大規模な公共交通システムの整備が必要となっていた。

1.2 事業概要

本事業は、インドのデリー首都圏において総延長約83kmの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の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もの。

円借款承諾額/実行額	I II III IV V	14,900 百万円 / 14,899 百万円 13,583 百万円 / 13,582 百万円 72,100 百万円 / 72,100 百万円 77,753 百万円 / 76,543 百万円 33,640 百万円 / 30,312 百万円
交換公文締結/借款契約調印	I II III IV V	2006年 3月 / 2006年 3月 2007年 3月 / 2007年 3月 2008年 3月 / 2008年 3月 2009年 3月 / 2009年 3月 2010年 3月 / 2010年 3月
借款契約条件	I・II III・IV V	金利 1.3% 返済 30年 (うち据置 10年) 調達条件 一般アンタイド 金利 1.2% (本体部分) 0.01% (コンサル部分) 返済 30年 (うち据置 10年) 調達条件 一般アンタイド 金利 1.4% (本体部分) 0.01% (コンサル部分) 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 / デリー交通公社	
貸付完了	2015年 6月	
本体契約 (100億円以上。10億円以上の 本体契約については文末の別表 を参照。)	<ul style="list-style-type: none"> ・ Dywidag-Systems International GmbH (ドイツ) / Ircon International Ltd. (インド) / Larsen & Toubro Ltd. (インド) / 清水建設 (日本) / Samsung C&T Corporation (韓国) ・ Soma Enterprise Limited (インド) / Continental Engineering Corporation (台湾) 	

	<ul style="list-style-type: none"> • Bombardier Transportation GmbH (ドイツ) / Bombardier Transportation India Ltd. (インド) • ITD Cem (インド) / Italian-Thai Development Public Company Limited (タイ) • Bemt Limited (インド) / 三菱電機 (日本) / 三菱商事 (日本) / Hyundai Rotem (韓国)
コンサルタント契約	Rail India Technical and Economic Services Ltd (インド) / オリエンタルコンサルタンツグローバル ¹ (日本) / (社) 海外鉄道技術協力協会 (日本) / トーニチコンサルタント (日本) / オリエンタルコンサルタンツ (日本) / Parsons Brinckerhoff International, Inc. (米国) (JV)
関連調査 (フィージビリティ・スタディ : F/S) 等	実施機関が 2005 年に F/S を作成。
関連事業	<p><u>円借款</u></p> <p>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)</p> <p>デリー高速輸送システム建設事業フェーズ 3 (I) (II) (2012 年 3 月、2014 年 3 月)</p> <p>バンガロール・メトロ建設事業 (I) (II) (2006 年 3 月、2011 年 6 月)</p> <p>チェンナイ地下鉄建設事業 (I) ~ (IV) (2008 年 11 月、2010 年 3 月、2013 年 3 月、2016 年 3 月)</p> <p>コルカタ東西地下鉄建設事業 (I) (II) (2008 年 3 月、2010 年 3 月)</p> <p>ムンバイメトロ 3 号線建設事業 (2013 年 9 月)</p> <p>アーメダバードメトロ事業 (2016 年 3 月)</p> <p><u>専門家派遣 (JICA)</u></p> <p>地下鉄車両の維持管理 (2007 年~2008 年)</p> <p>安全運行能力の向上 (2007 年~2008 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

本事業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 : 2015 年 12 月~2017 年 1 月

現地調査 : 2016 年 3 月 7 日~3 月 21 日、2016 年 6 月 20 日~6 月 24 日

¹ 当初はオリエンタルコンサルタンツ。2014 年に分社し、オリエンタルコンサルタンツグローバルとなった。

3. 評価結果（レーティング：A²）

3.1 妥当性（レーティング：③³）

3.1.1 開発政策との整合性

本事業の審査時、インド政府は、デリーなどの大都市における道路交通の需要増に伴う交通渋滞や経済損失、大気汚染・騒音等の自動車公害による健康被害に対応するため、「第10次5カ年計画（2002～2007年）」において、都市交通セクターの開発に重点を置いていた。本事業の対象地域であるデリー準州においては当時、「デリー・マスタープラン 2001（Master Plan for Delhi 2001: MPD2001）」が承認され、高速輸送システムが計画されていた。その後の「デリー・マスタープラン 2021（MPD2021）」（2007年2月にインド政府承認）でも、高速輸送システムがデリー首都圏の輸送システムの中核を担うことが強調されていた。

インド国内やデリーにおける高速輸送システムの重要性は事後評価時においても変わらない。「第12次5カ年計画（2012～2017年）」では、メトロ事業を含む公共交通は、インドの未来都市を構成する柱の一つと位置づけられており、同計画では、公共交通のシェアを50%以上にするという目標を掲げている。このように、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やデリー準州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

前述のとおり、本事業の審査時、デリーは慢性的な交通渋滞と関連する問題に悩まされていた。当時の平均車両速度は15km/hとされており、道路による都市交通網は限界に達していたとみられ、本事業に対する開発ニーズは高かった。

デリーメトロでは、年平均8%前後の利用者の増加がみられ、本事業の実施はデリーの交通渋滞や大気汚染の緩和に少なからず貢献したとされる（詳細は「3.4 インパクト」の項を参照）。一方で事後評価時においても乗用車や二輪車の保有人口は継続的に増加しており、大気汚染は深刻な問題となっている。世界保健機関（WHO）によると、2013年のデリーのPM2.5のレベルは198 µg/m³であり、同機関の定める基準（10 µg/m³）の約20倍と非常に高かった。デリー準州政府は、2016年1月と4月に15日間の車両規制を施行しており、定期的な規制を検討しているところである。このような車両規制に伴い、公共交通機関の利用者はこれまで以上に増えることが想定され、2012年からは「デリー高速輸送システム建設事業フェーズ3」も着工されている。デリーにおける公共交通インフラの整備は依然として必要であり、本事業は事後評価時においても開発ニーズとの整合性が認められる。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

審査時の「海外経済協力業務実施方針（2005年）」では、インド国別方針の重点分野として経済インフラの整備や環境問題への対応が掲げられていた。また、2005年度インド国

² A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

³ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

別業務実施方針でも、都市交通は対インド支援の主要セクターに入っており、「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。2012年3月に作成された JICA 国別分析ペーパーでも、交通渋滞緩和や自動車公害軽減のために、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必要とされている。審査時・事後評価時においても本事業の実施は日本の援助政策との整合性が取れている。

以上より、本事業の実施は、インド国内やデリー準州の開発政策や開発ニーズ、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

土木工事・車両調達

本事業は、デリー首都圏における高速輸送システム建設計画の第2フェーズである。2006年当初の審査時は、計245kmのうち5路線6区間（計53.02km）の整備を行うこととなっていた。その後、2008年に追加スコープとして2号線の中央官庁街－クトゥブ・ミナールをハリヤナ州境に延伸するとともに6号線が加えられ、計82.80kmの整備がなされた（路線図は添付資料1を参照）。本事業のアウトプットの当初計画と実績は表1のとおり。追加スコープ部分を本事業で実施することとなった理由は、2010年にデリーで開催された大英連邦競技会の会場や、市内の主要商業地域を結ぶ公共交通手段として利用するためであった。また、6号線については当初より計画されていたものの、国内初の標準軌の採用を検討していたため技術審査に時間を要し、事業開始後に追加することとなった。路線計画の変更に伴い、必要な車両数も当初の312両から734両に、車両保守基地も1カ所から4カ所に増えた。

表 1 本事業対象区間と路線距離

路線	区間	種類	距離 (km)	
			計画 (2006)	実績 (2012)
1(赤)	シャーダラーディルシャッド・ガーデン	高架	3.09	3.09
2(黄)	中央官庁街ーハリヤナ州境 (当初はクトゥブ・ミナール)	高架	2.89	8.74
		地下	7.98	11.76
	ビシュワ・ビダラヤー・ジャンギルプリ	高架	5.42	5.20
		地下	0.94	1.16
3(青)	インドラプスターニュー・アシヨクナガール	地上	1.85	1.85
		高架	6.22	6.22
4(青)	ヤムナ・バンクーアナンド・ビハール	高架	6.16	6.16
5(緑)	キルティ・ナガールームンドウカ、アシヨク・パークーインドラロック	高架	18.47	18.46
6(紫)	中央官庁街ーバダルプール	高架	—	14.06
		地下	—	6.10
合計			53.02	82.80

出所：DMRC

本事業のアウトプットにおいては、2号線の延伸と6号線の追加が当初計画からの大きな変更点であるが、大英連邦競技会の開催を視野に、当初より本事業での実施が検討されていたものであり、追加の妥当性が認められる。軌道については、インド国鉄が広軌であることを理由にフェーズ1全線とフェーズ2の計画は広軌とされていた。しかし、フェーズ1審査時より標準軌採用の可否について国内では議論がされており、広軌に比べ事業費が安価であること、また国際的にメトロは標準軌でありその採用により技術革新の恩恵を受けることができることなどを考慮すると、標準軌に変更したことも妥当であったと判断される。

コンサルティング・サービス

本事業のコンサルティング・サービスは、設計のレビュー、入札手続き補助（円借款対象の地下鉄土木工事）、施工監理、品質管理、安全管理、安全対策に係る研修プログラムの実施、試運転テスト補助、運営維持管理に係るマニュアルのレビューなどが実施された。当初、コンサルティング・サービスには計 1,922 人/月が割り当てられていた。しかし、フェーズ1からの事業実施を通じ、デリー交通公社 (Delhi Metro Rail Corporation、以下 DMRC) に内部人材が育成され、外部専門家への依存が軽減したため、実際には 1,789 人/月のみの投入となった。コンサルタントは、フェーズ1では施工管理を担当していたが、フェーズ2では施工監理を DMRC の職員が行い、コンサルタントはアドバイザー・サービスを提供した。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

表 2 は総事業費および円借款の計画と実績を比較したものである。本事業は規模が大きい
ため、2006～2010 年度まで、各年度ごとに円借款供与を行い、その都度事業費を含む計画
の見直しが行われた。そのため、事業費の計画と実績の比較には、2006 年審査時の事業費
に 2008 年審査時に追加されたスコープ分の事業費を合わせたものを計画値として用いた⁴。
その結果、総事業費の実績は計画比 112%、円借款対象部分は 127%と計画を上回った。円
借款は主に、地下部分の土木工事、全線の電気・通信関連の工事、車両調達に充てられた。
総事業費の実績が計画を上回った主な理由は、車両価格の上昇と最終的に調達した車両数
の増加によるものである。2006 年審査時の計画と比較すると、アウトプットは増えている
が、3.2.1 に先述のとおり、スコープの追加は妥当であり、それに伴う事業費の変更も妥当
であった。

表 2 事業費の計画と実績

	計画	実績	達成度
総事業費	338,782 百万円	379,866 百万円	112%
うち円借款	162,955 百万円	207,438 百万円	127%

出所：JICA および DMRC 提供資料に基づき外部評価者作成。

本事業実施に際しては、計画時より円借款のほかに、インド政府、デリー準州政府、ハ
リヤナ州政府による出融資や DMRC の自己資金で資金手当てが行われることとなっていた。
円借款が総事業費の 55%を占めるほか、DMRC が 6%、中央・州政府が残りの資金を負担
する形となった。資金調達での遅延などは特に発生しなかった。

3.2.2.2 事業期間

事業期間の予定は、円借款契約調印の 2006 年 3 月から全線供用開始の 2010 年 11 月まで
の 4 年 9 カ月（57 カ月）とされていた。本事業の対象区間の供用開始は表 3 のとおりであ
り、事業完了は 2011 年 8 月⁵までの 5 年 6 カ月（65 カ月）となり、計画比 114%である。

⁴ 2006 年審査時の事業費計画額は 188,377 百万円（うち円借款対象 90,673 百万円）、2008 年審査時の追加
スコープ分の事業費計画額は 150,405 百万円（うち円借款対象 72,282 百万円）。

⁵ コンサルティング・サービスは 2012 年 6 月まで継続。

表 3 本事業の対象区間の供用開始年月

路線	供用開始年月
1	2008年6月
2	中央官庁街ーハリヤナ州境：2010年6月（部分）、2010年9月（全線） ビシュワ・ビダラヤージャンギルプリ：2009年2月
3	2009年5月（部分）、2009年11月（全線）
4	2010年1月
5	2010年4月（部分）、2011年8月（全線）
6	2010年10月（部分）、2011年1月（全線）

出所：DMRC

デリーでは2010年10月に大英連邦競技会が開催されたため、本事業はこのイベントの交通手段としての役割を担うため、関連路線の完成を目指していた。大英連邦競技会の関連路線の一部はイベント開催までに開通できたものの、インドで初めて標準軌を採用したため、路線や駅舎などの再設計に時間を要し、事業全体では8カ月の遅延が発生した。対象路線のほとんどは当初予定の2010年11月までに完成しており、それ以降に残ったのは、5号線と6号線の一部区間である計8.13kmであった。

本事業では、大英連邦競技会を視野にいれた事業期間の設定がされていたが、軌間の変更を主な要因とする遅延が発生した。ただし、標準軌の採用を見込んだ事業期間が設定されていたため、事業期間の実績は必ずしもアウトプットに見合っているとは言えない。

3.2.3 内部収益率

財務的内部収益率

財務的内部収益率（FIRR）は2010年審査時に3.04%と算定されていた。FIRRを計算するための条件として、費用は事業費と運営・維持管理費であり、便益には運賃収入、広告収入、不動産開発収入が含まれていた。プロジェクトライフは30年で、事後評価時のFIRR再計算では、基本的に同じ条件を用いた。ただし、審査時はプロジェクトライフ期間において運賃体系の改定はないとされていた。しかし30年間運賃改定がないとは考えがたく、また事後評価時には運賃改定の動きがあるため、再計算においては2017年度以降、4年ごとに15%づつ値上がりすることを想定して計算した。その結果、FIRRは3.84%となった⁶。

経済的内部収益率

経済的内部収益率（EIRR）の計算には、費用として税金を除く事業費と運営・維持管理費、経済的な便益として、従来の交通機関の道路にかかる運営・維持管理費の節減効果、

⁶ FIRRの数値は再計算の結果、改善しているが、運賃値上げは、当初想定を上回る物価高騰等による運行・維持管理費の増加を補う以外を理由に実施することはないため、これがFIRRの改善に寄与しているわけではない。

本線利用者や他交通機関利用者の移動時間の短縮効果、道路混雑緩和によるバス等輸送システムの運営・維持管理費の節減効果、交通事故や公害の減少効果が含まれている。2006年審査時のEIRRは22.70%とされていたが、これは追加スコープを含まないものであり、2010年の最終スコープを反映したものは、13.72%となっている。事後評価時の再計算では、EIRRは25.61%となった⁷。

以上より、本事業は事業費、事業期間ともに計画を上回ったため、効率性は中程度である。

3.3 有効性⁸（レーティング：③）

3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

有効性においては、鉄道案件の基本運用・効果指標を含む計画時に設定された指標、つまり稼働率、車両キロ、運行数、乗客輸送量、旅客収入に重きを置いて評価した。表4は、本事業の運用・効果指標の目標値と実績を示したものである。本事業においては、事業完成2年後が目標とされているため、実績との比較においては実際の事業完成2年後にあたる2013年の数値を用いて評価した。

⁷ 審査時のEIRRより高くなっている理由は、事後評価時の移動時間の短縮効果が2010年と比較して数倍高いからである。事後評価時、移動時間の短縮効果の計算に用いた前提は、1分あたり0.75ルピーの経済効果があり、8kmの移動あたり12.67分の短縮効果があるというものである。しかし、審査時の短縮効果に用いた前提の確認がとれず、審査時と事後評価時の計算方法の違いからEIRRの数値に大きな差がでていることも考えられる。他方で、2006年審査時の数値を参考として比較した場合、本事業は期待されていた以上の経済的効果をもたらしていると言える。

⁸ 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。

表 4 運用・効果指標の目標と実績

	目標値	実績値	実績値	実績値
	2012年	2011年	2013年	2015年
	事業完成 2年後	事業完成年	事業完成 2年後	事業完成 4年後
稼働率 (%/年)	94	94	94	94
車両キロ (千 km/日)	144.50	183.69	202.92	236.01
1号線	5.93	6.22	6.24	7.66
2号線 (中央官庁街ーハリ ヤナ州境)	40.09	101.95	115.37	129.51
2号線 (ビシュワ・ビダラ ヤージャンギルプリ)	20.30	15.97	18.38	19.11
3号線	12.64	12.62	13.79	17.20
4号線	5.62	9.84	10.49	13.21
5号線	26.62	11.35	10.78	10.67
6号線	33.30	25.74	27.87	38.65
運行数 (本/日・2方向 (ピー ク時 X 分間隔での運転))	4,048	3,991	4,531	4,463
1号線	480 (X=2.5)	462 (3.83)	498 (3.70)	521 (3.25)
2号線 (中央官庁街ーグリ ーン・パーク)	456 (X=2.75)	668 (2.67)	657 (2.63)	667 (2.67)
2号線 (グリーン・パーク ーハリヤナ州境)	228 (X=5.5)	460 (2.67)	439 (2.63)	422 (2.67)
2号線 (ビシュワ・ビダラ ヤージャンギルプリ)	456 (X=2.75)	451 (4.0)	451 (3.95)	424 (4.0)
3号線 (インドラプラスタ ーヤムナ・バンク)	456 (X=2.75)	668 (2.67)	651 (2.67)	688 (2.5)
3号線 (ヤムナ・バンクー ニュー・アショクナガール)	228 (X=5.5)	331 (5.33)	328 (5.33)	345 (5.2)
4号線	228 (X=5.5)	334 (5.33)	323 (5.33)	343 (5.2)
5号線 (アショク・パーク ームンドウカ)	416 (X=3)	402 (4.2)	381 (4.63)	389 (4.3)
5号線 (キルティ・ナガー ルーアショク・パーク)	208 (X=6)	202 (8.4)	191 (9.27)	201 (8.57)
5号線 (インドラロックー アショク・パーク)	208 (X=6)	200 (8.4)	190 (9.27)	188 (9.27)
6号線	416 (X=3)	327 (5.0)	354 (3.73)	491 (3.3)
乗客輸送量 (百万人・km/日)	18.29	21.56	28.78	35.89
旅客収入 (百万ルピー/日)	23.07	21.56	33.83	42.25

出所 : DMRC

稼働率は目標値を達成している。車両キロは路線全体で見ると 144,500km/日の目標に対して実績は 202,920km/日であり、運行数も 4,531 本/日と目標値を上回っている。特に、2号

線の中央官庁街－ハリヤナ州境路線と 4 号線は、住宅地の多い東デリーやデリー郊外のグルガオンとデリー中心部を結んでいることから通勤客の利用が多く、当初の需要見込みを超えて目標を大きく上回る実績となった。他方で、5 号線は利用者が少なく、1 日あたりの車両キロは目標の 4 割にとどまり、ピーク時の運行間隔も 9 分前後となっている。全体の乗客輸送量や旅客収入も目標値を上回っている。

参考までに、本事業の乗客数についても説明する。フェーズ 1 の路線も合わせた、本事業完成 2 年後の乗客目標値は一日あたり 298 万人と推定されていた。しかし、2013 年の乗客数は 193 万人、2015 年は 236 万人であった。乗客数が目標を大きく下回っている理由の一つに、フィーダーバスサービス⁹の不足が挙げられる。さらに、デリー運輸公社 (Delhi Transport Corporation、以下 DTC) のバスが、メトロの路線と並んで運行しているところもあり、バスとの競合が乗客獲得の足かせになっていることも挙げられる。

計画時に設定された基本運用・効果指標は目標を全て達成しており、本評価で参考値とした乗客数の問題を除き、本事業は、当初期待されていた効果を発揮できていると評価される。

3.3.2 定性的効果（その他の効果）

本事業に見込まれていた定性的な効果は、公共交通の利便性の向上、メトロ運行の安全管理、サービスの向上である。事後評価では、デリーメトロの利用者を中心に受益者調査を実施し、定性効果とインパクトの発現状況について確認した。受益者調査では、メトロ利用者 124 人に本事業を通して開通した全 79 駅の中から無作為に抽出した 6 号線のカイラシュ・コロニー駅と 4 号線のノイダ・セクター16 駅の 2 カ所で質問票を用いたアンケートを実施した。このほか、メトロ沿線の住民 (26 世帯) と事業所 (6 件) にもそれぞれ調査を行った。沿線住民に対する調査は、メトロ利用者と同じ 2 カ所に加え、パンジャビ・バーク駅とニュー・アショクナガール駅周辺も対象とした。受益者調査のサンプリングの方法や結果概要¹⁰については、添付資料 2 にまとめてある。

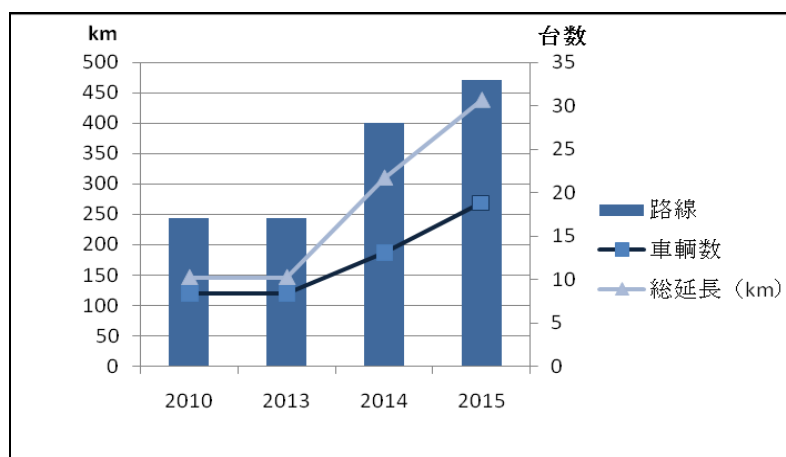
公共交通の利便性の向上

受益者調査では、利用者の 69% (86 人) がメトロを毎日利用していると回答した。メトロを利用することにより移動時間が短縮されたとしている回答者が 90% (111 人) となっており、メトロがデリー市民の主要な交通手段となっていることがわかる。利用者と最寄駅

⁹ 集客効果をあげるため、駅から離れた地域から乗客を輸送するサービス。

¹⁰ 事業の効果を把握するための補完的な方法として、①メトロ利用者 (124 人)、②沿線住民 (26 人)、③沿線事業所 (6 件)、に対して質問票を用いた聞き取りを実施した。利用者のサンプリングについては、平日ピーク時、平日オフピーク時、休日 (日曜日) に調査を実施。駅改札出口に 3 名の調査員を配置し、5 分間隔で改札から出てきた乗客を選定した。デリー市内の地域や駅によりメトロ利用者には異なる特徴が見られる。本調査では一定量のサンプリングしかしていないため、メトロ利用者の全体像を必ずしも反映するものではない。また、回答者のサンプリングは極力、バイアスのかからない方法で行うことを試みた。通勤時間帯など、利用者が急いでいて協力を断るなど自己選択バイアスは避けられていない (286 人の利用者にアンケート調査への協力を依頼し、124 人が回答者となった)。そのため、回答率は平日のオフピークが最も高くなっている。回答者の男女比は男性 100 人 (81%)、女性 24 人 (19%)。DMRC への聞き取りでは、通常の女性利用者の割合は約 25%とのことであった。

のアクセスを向上するために運行されているフィーダーバスについては、2010年にDMRCが運行していた17路線のフィーダーバスは、2014年から拡大されて現在、33路線となり、フェーズ1・2で建設された138駅（空港専用路線を除く）のうち53駅から乗降可能となっている。フィーダーバスのサービス状況の推移を図1に示す。



出所：DMRC

図1 フィーダーバスの路線・車両数・総延長の推移

フィーダーバスは、メトロの駅から半径5～8kmを対象としており、路線の合理化や新路線を引くには、地域の人口密度、社会経済状況（職業・収入等）を考慮して決められている。本事業フェーズ3の建設によるメトロ路線の拡大に伴い、フィーダーバスの運行も69路線に拡大される計画となっている。市内のバスサービスはDTCが運営しているものがあるが、排他的にメトロのフィーダーとして運行されているものはない。また、DMRCの調べでは、1日当たり14万人がフィーダーバスを利用しているが、うち4万人のみがメトロの利用者であり、フィーダーバスは必ずしもメトロ駅と利用者の自宅・最終目的地をつなぐ手段として利用されていない側面も見られる。受益者調査でメトロとフィーダーバスの連結状況について利用者は、17%（21人）が「便利である」、12%（15人）が「あまり便利ではない」と回答したほか、71%（88人）はフィーダーバスを利用しないかしたことがなかった¹¹。

メトロ運行の安全管理

メトロ運営上の安全管理としては、準軍事組織である中央産業保安部隊（Central Industrial Security Force、以下CISF）が改札口に保安検査場を設置し、入場者のボディチェックとX線による手荷物検査を実施している。駅構内の安全管理は各駅にあるモニター室で集中管理されている。車両にも監視カメラが設置されており、車内は常時モニタリングされている。主要駅ではホームに警備員を配置しており、列車が駅に入ってきた時に接触事故など

¹¹ 出発地・目的地がメトロ駅徒歩圏内の場合、フィーダーバスを利用する必要性は低いほか、受益者調査の実施地のひとつであるノイダ・セクター16の地域においては、デリー市外でありDMRCによるフィーダーバスが運行されていないため、回答者に占めるフィーダーバスの利用者が少ない結果となった。

が起こらないようにしているほか、利用者の多い駅や新規路線ではホームドアの設置準備をしている。このほか、安全・危機管理に関する業務手順書には、悪天候時の対応や国家災害救助隊との調整などについて細かく規定されている。

現地調査時の聞き取りや踏査からメトロ運営上、適切な安全管理が実施されていると考えられる。ただし、混雑時のホームにおいて、利用者が警告ブロックを越えて車両を待つ場面が見受けられたり、通勤時間帯の保安検査に起因する混雑がみられたりした。特定の駅では、通勤時間に駅舎外まで保安検査を待つ長蛇の列ができていたところがあった。DMRC は、一部の駅ではボディチェックの金属探知機や手荷物検査の X 線を追加導入し、ラッシュアワーに CISF の人員増加を要請するなどの対策はとっているが、今後も利用が増えることを考慮すると、ラッシュアワーの安全管理と混雑解消は課題である。実際に、受益者調査では、保安検査や改札機の故障・反応速度の遅さ・読み取り性能の低さによる改札口の混雑に対する不満も聞かれた。

サービスの向上

メトロ利用に際しては、コイン型のトークンまたはプリペイドのスマートカードが導入されており、全て自動改札となっている。このほか、2015 年より地場銀行の ICICI 銀行のデビットカードとの連携や、電子決済システム Paytm でのスマートカードのリチャージなどできるようになった。デリーメトロのスマートカードは、事後評価時に空港線を含むデリーメトロ全線とフィーダーバスそしてデリー近郊のグルガオンラピッドメトロにおいて利用可能である（ただし、他都市のメトロでは利用不可）。

24 時間カスタマーヘルプラインがあり、苦情・提言については、担当職員に照会されるほか、利用者管理システムにアップロードされる。各駅には苦情処理のための帳簿があり、利用者からの苦情が記帳されると、駅担当者が対応する仕組みになっている。この帳簿には駅担当者がとった対応まで記入されるシステムを作っている。DMRC では利用者満足度調査を毎年実施しており、アクセス・快適・サービスの質など 8 項目についてアンケートを行っている。Community of Metros (CoMET) というメトロの国際ベンチマークのフォーラムが 2014 年に、世界各国 18 社のメトロを対象に利用者満足度の比較調査を実施した結果、DMRC は総合ランキング 2 位となった。

事後評価時に実施した受益者調査で、メトロの駅職員の対応について聞き取りを行ったところ、回答者 124 人中 95 人 (77%) が「よい」と答えている。メトロの運賃設定については、87%が「適切」と感じているほか¹²、運行間隔についても、65%が「適切」としている。同時に、増加する乗客数へ対応するために、ラッシュアワーに運行間隔を短縮したり車両数を増やしたりすべきとの意見が複数聞かれた¹³。このほか、DMRC が独自に実施している利用者満足度調査では、駅舎外に関する満足度が低くなっている。具体的には、駅舎

¹² 回答者は全てメトロ利用者であるため、運賃体系が適切と感じる回答者が多いことが考えられる。

¹³ 事後評価時、列車は路線により 4 両・6 両・8 両編成で運行されており、特にピーク時間帯の混雑の多い路線は 8 両編成となっている。

外の清潔さ、駐車スペース、メトロから目的地までの交通手段の確保、歩道の整備状況など、他の公的機関との調整が必要な改善事項が指摘されている。「3.4 インパクト」で後述するように、他の公的機関との連携調整については、障害者のメトロへのアクセス向上の観点からも同様の指摘がある¹⁴。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

本事業で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の減少を通じた地域経済の発展と都市環境の改善」である。審査時、これらの具体的なインパクトについては特定されていなかったため、「都市環境の改善」と「地域経済の発展」について以下のように整理した。

都市環境の改善		地域経済の発展
①交通渋滞の緩和	④エネルギー消費量の削減	⑦沿線土地価格の上昇
②移動時間の節約	⑤大気汚染の抑制	⑧沿線ビジネス回転数の向上
③交通事故の減少	⑥騒音レベルの緩和	

①交通渋滞の緩和

中央道路研究所（Central Road Research Institute、以下 CRR I）の推定によると¹⁵、本事業の建設により、2015年度には41万9千台の車両に等しい交通量が削減されている。しかし、デリーにおける登録車両数はメトロ開通後も増加の一途をたどっており、目に見える交通渋滞の緩和には至っていない。同じく CRR I がフェーズ1の路線を対象に2007年と2009年に実施した交通量の調査では、メトロ沿線の道路では大幅な交通量の増加が見られた。受益者調査においても、メトロ沿線の住民にメトロ開通前後の最寄りの主要交差点付近の交通量の変化について意見を聞いた。その結果、メトロ開通後も交通量は「変化なし」としたのが35%、「少し増えた」と「かなり増えた」がそれぞれ27%となっており、9割近い回答者がメトロ開通による交通量の減少を感じていないことが分かる¹⁶。さらに、メトロ駅周辺は、客待ちのリキシャが路上に溢れ、交通渋滞を引き起こしている場所もある。

②移動時間の節約

CRR I の推定によると、本事業による移動時間の節約はトリップあたり30分前後となっている。受益者調査においても、メトロ利用者に同一区間におけるメトロとそれ以外の従来の移動時間を比較してもらったところ、90%がメトロを利用することにより短縮されたとしている。

¹⁴ この他、DMRCでは広報や公共スペースの有効活用にも力を入れている。スタディ・ツアーの受け入れ、構内の展示スペースの設置のほか、2008年にはパテル・チョーク駅構内にメトロ博物館を開設するなどユニークな取り組みも見られる。

¹⁵ CRR I. *Quantification of Benefits for Delhi Metro Phase I* (August 2009).

¹⁶ その他の回答は、「少し減った」が2人（8%）、「かなり減った」が1人（4%）。

③交通事故の減少

表はデリー市内における登録車両台数と交通事故件数の推移、およびこれらのデータに基づき算出した車両1万台あたりの事故件数である。まだ開業区間の短かった2006年（19件）と比較すると2010年（10件）以降は半減していることがわかる。CRRIが経年の交通事故発生件数と車両の平均走行距離、そして本事業により削減された交通量に基づき推定した「発生が防がれた交通事故件数」にみると、近年は年間100件あまりの死亡事故と800件のその他事故が防がれていることになる。

表5 デリーにおける登録車両数と交通事故件数の推移

	2006	2010	2012	2014
登録車両数（万台）	523	693	777	883
交通事故件数	9,699	7,220	6,937	8,623
1万台あたりの事故件数	19	10	9	10

出所：DMRC提供資料をもとに外部評価者作成。

④エネルギー消費量の削減

本事業により削減されたとされる交通量をもとに、CRRIが年間エネルギー消費削減量を推定したところ、2007年は24,691トン、2011年には106,439トン、2015年には299,000トンとなっている。メトロの路線が拡大されたことにより、2007年と2015年を比較すると、8年間の間に10倍のエネルギーを削減できたことになる。

⑤大気汚染の抑制

増え続ける市内の車両数等により、デリーの大気汚染の問題は深刻の一途をたどっており、目にみえる変化はない。しかし、本事業によりどの程度大気汚染の抑制がなされたかを調べるため、ITOとシリ・フォートの市内2カ所にて2004年から2006年の間、NO₂、CO、PM_{2.5}の観測を行った研究がある¹⁷。この研究結果によると、本事業は、COレベルを34%抑制したとしている。

DMRCでは、メトロ運行に必要な電力による大気汚染への影響の削減や省エネのため、車両に電力回生ブレーキを搭載しており、ブレーキ作動時に発生するエネルギーを架線に戻し、再利用する仕組みとなっている。この取り組みは鉄道分野で初のクリーン開発メカニズム（CDM）事業として登録された実績をもち、2007年から2012年の間に計220,591 CER¹⁸の取り引きが行われた。

¹⁷ Deepti Goel and Sonam Gupta (2015). *The Effect of Metro Expansion on Air Pollution in Delhi*. Police Research Working Paper 7448.

¹⁸ Certified emission reduction の略。認証排出削減量のこと。

⑥騒音レベルの緩和

メトロが開通することにより、沿線周辺の交通量が減り、地域の騒音レベルが緩和されることが考えられる。DMRC の観測によって本事業の建設開始前と開通後の 6 号線沿いの騒音レベルをみると、開通後は 1.2~5.5 デシベル緩和されている。

他方で、科学産業研究所（Council of Scientific & Industrial Research）がフェーズ 1 の高架路線を対象にして行った騒音調査によると、メトロの開通によって沿線半径 10m 以内のところでは、開通前と比較すると 1.7~1.8 デシベルの増加が観測されている。

受益者調査によるメトロ沿線の住民への聞き取りでは、26 人中 2 人よりメトロ駅周辺の混雑等による騒音が気になるとの指摘があり、本事業は地域の状況により、騒音レベルの緩和については必ずしも貢献していないことがうかがわれる。

⑦沿線土地価格の上昇

本事業フェーズ 1 のメトロ建設前（1996 年以前）と開通後（2001~2006 年）の沿線の地価調査によると、沿線半径 500m 以内の地価は年平均で 11.3%（住居）から 18.1%（商業施設）増加していた。地価は、メトロ建設期間よりも路線の開通後に安定的な増加傾向にあることがわかっている。さらに、2005~2008 年の地価を比較した不動産のウェブサイトでも、メトロが開通したデリー北部・西部においては年間 18~40%で上昇したとしている。

メトロ沿線住民に対する受益者調査では、回答者の 70%（18 人）がメトロ開通後、地域の地価が上昇したと回答しており、土地の価格の変化はメトロに後押しされているとしている。沿線事業所への聞き取り（6 件）でも同様の回答を得た。

⑧沿線ビジネス回転数の向上

受益者調査では、メトロ開通以前から沿線で営業している事業所 6 件にビジネス回転数の変化などについて聞き取りを行った。その結果、ビジネス回転数が「大きく増えた」、「少し増えた」、「変化なし」の回答が 2 件ずつとなった。ビジネス回転数が増加したと回答した 4 件については、顧客数の増加を理由にあげており、聞き取りをした銀行と塾では、以前と比べるとメトロを利用してより遠方からやってくる顧客が増えたとみている。

以上のとおり、都市環境の改善という観点からは、交通渋滞の緩和、大気汚染の抑制、騒音レベルの緩和など、本事業以外の要因もあり、インパクトの発現度合いを特定するのが難しいものもある。しかしこのような状況は本事業のインパクトを否定するものではない。現に、デリー市内の交通渋滞が解消されないなか、メトロ利用による移動時間の短縮は CRRRI の調査や受益者調査でも本事業によるインパクトが大きかったことがうかがわれる。また、交通事故件数の減少やエネルギー消費の削減は都市環境の改善のみならず、経済的な効果も大きい。地域経済におけるインパクトとしては、沿線の活性化に貢献しているほか、DMRC 独自の取り組みとして、駅舎内に商業スペースを設けている。また、住宅地やオフィス街の駅周辺には、メトロ開通により露店などの新たなビジネスが多く進出していることから、厳密な経済効果は計られていないものの、地域経済の発展に寄与してい

ることと考えられる。

3.4.2 その他、正負のインパクト

3.4.2.1 自然環境へのインパクト

本事業は、JICA の環境社会配慮ガイドライン（2002 年 4 月）の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、カテゴリ A に分類されていた。事業実施期間中はコントラクターが、事業完了後は DMRC が定期的に大気質、水質、騒音、振動などの環境モニタリングを行っている。2006 年審査時より、騒音については、低減対策がとられることとなっていたため、防音パッドや遮音壁、低音型発電機が設置された。一部地域からは、工事現場からのほこりに対する苦情があったため、サイトに水を撒いたり頻繁に近辺の道路を清掃したりするなどの対策がとられた。

自然環境面においては、事業用地は都市部にあり、概ね既存道路沿いを計画路線が通過することから、自然環境への望ましくない影響は最小限であると想定されていた。本事業では、工事で街路樹の伐採が必要となった場合、1 本の伐採につき 10 本の植林を行うという措置を徹底した。

このように、事業実施時・完了後ともに、環境モニタリングの体制が整備されている。事業期間中は、各建設現場において地域住民から苦情を受け入れるシステムが存在し、騒音等の苦情があった場合はその影響を最小化するような対策がとられた。

3.4.2.2 住民移転・用地取得

2006 年の当初審査時、本事業に必要な用地取得面積は 99.05 ha、移転が必要な住居や構造物は 986 戸とされていた。用地取得と移転はそれぞれ、2007 年 4 月と同年 7 月までに完了する予定であった。しかし、スコープの拡大や路線変更にともない、最終的に 204.16 ha の用地取得と 971 戸の移転がなされ、最終的に 2009 年 12 月に完了した。計画と実績の比較は表 6 のとおり。

表 6 用地取得と住民移転の計画と実績の比較

	計画（2006 年）	実績
用地取得（ha）	99.05	204.16
移転戸数	986	971*

出所：DMRC

*移転戸数については、事業完了時、1,364 戸とされていたが、その後サリタ・ビハールのスラム住民 393 世帯がデリー高等裁判所により補償の対象ではないとの判決がくだされたため、本事業の住民移転から除外された。

用地取得は用地取得法、住民移転及び移転支援は、2006 年に制定されたデリーメトロ事業移転・生計回復政策に基づき実施された。DMRC は移転・補償にかかる金額をデリー政府に納め、手続きはデリー政府の用地取得官が担当した。住居に関しては、デリー開発庁

が住民に移転先の手配を行った。移転を要する 5 号線沿いの店舗については、DMRC が商業施設を建設し、有償で 104 件をナングロイ駅近くに入居させた。スラム等の不法住居の移転については、デリー政府のスラム局が担当した。

スラム住民の移転後の生活状況については、当初の予定どおり NGO が 2007～2008 年にかけて四半期モニタリングを実施した。その後、2010 年にフォローアップ調査が行われており、移転サイトの道路や上水道、社会基礎インフラ（学校・保健所）なども近隣に所在することが確認されている。

NGO が移転先である Savda Ghevra 及び Holambi Kalan の移転直後(2007年)と3年後(2010年)の平均月収入を調べたところ、Savda Ghevra では 3,600 ルピーから 5,270 ルピー、Holambi Kalan では 4,480 ルピーから 6,273 ルピーとなっており、移転直後と比較すると、若干の生活レベルの改善があったとみられる¹⁹。事後評価の現地踏査で Savda Ghevra の住民代表に話を聞いたところ、移転直後の 2008 年と比較して、都心部までの道路網の整備が進んだが、バスサービスが十分ではないこと、都心から離れているため働き口を見つけることや通勤が困難であるとの意見であった。特に、移転住民の 25%は、通勤が困難であることなどを理由に一度は移転したものの、その後自主的にサイトを離れたという。他方で、水道・電気等のサービスは移転前の状況と比較すると安定したサービスが受けられているとのことであった。

3.4.2.3 その他正負のインパクト

HIV・エイズ予防

本事業では、建設過程において多数の移動労働者が従事し、単身居住しているため、HIV 感染リスクが高いことが懸念されていた。そのため、DMRC は社会貢献活動として、NGO と連携して労働者への HIV 予防活動を実施することとなっていた。フェーズ 1 でも実施された同対策を参考にしつつ、本事業では建設現場における HIV・エイズ予防対策のため啓発活動、労働者間でのピア（同志）教育、コンドーム配布などを実施した。

高齢者・障害者への配慮

本事業では、フェーズ 1 実施時より、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（エレベーター、トイレ、構内放送、点字ブロック）や車両（車椅子スペース）を導入してきた。特に、身体障害者支援団体の協力のもと、ユニバーサルデザインを取り入れるなどの努力をしてきた。事後評価時においても、メトロの各駅には車椅子が常備されており、車椅子対応のエレベーターも設置されている。駅舎には車椅子対応トイレも設置されているほか、一部の駐車場には障害者専用の駐車スペースも設けられている。先頭と最後尾の車両には車椅子が乗車できるスペースがあるほか、高齢者や身体障害者優先の席も設置されている。各駅に視覚障害者誘導ブロックも設置されている。

¹⁹ インフレ率（年平均 10.9%、世銀）を考慮しても、若干の所得レベルの向上があったといえる。

ただし、身体障害者支援団体である Samarthyam へ聞き取りを行ったところ、以下の改善点が指摘された。

- 券売機までの誘導ブロックを設置する。
- 駅構内の誘導ブロックの上に警備用のブース等を置かない。
- 視覚障害者のために券売機に音声案内をつける。
- 情報アクセスを改善する（ホームページでエレベーターの位置を示した駅構内図等の表示）。
- フィーダーバスに一部ノンステップバスを導入する。
- メトロ駅周辺のアクセスを改善する。歩道の未整備、横断歩道が遠いなどの課題について、他の公的機関と調整する。

女性の安全な外出

本事業による女性の安全な外出機会の変化は、審査時には明示されていないインパクトであるが、メトロ開通により以前よりも女性が安全に外出するための交通手段ができたことや、メトロ駅開設により周辺の治安がよくなったなどの副次的インパクトが考えられる。そこで、利用者と沿線住民計 150 人（男性 116 人、女性 34 人）にメトロ駅周辺の治安と女性の外出機会の変化について聞いたところ、回答者の 85% がメトロの開通により、駅周辺が以前より安全になったと感じている。

さらに、メトロ開通後の女性の外出時間帯の変化についても聞いてみた。（男性の回答者の場合は家族の女性について聞いた）。その結果、以前よりも夕方・夜間に外出する機会が大きく増えている傾向にあることがわかった。このとおり、本事業はデリー女性が安全に外出する機会の増加に貢献したといえる。

＜コラム 女性のエンパワメントに一役買っているメトロ＞
インドでは、バス停や電車の駅等の公共の場は、女性がハラスメントの被害に遭いやすい場所となっている。このことはメトロにおいても例外ではない。ただ、デリーメトロには全ての列車に女性専用車両が設けてあるほか、車内・駅構内には防犯カメラが設置されている。受益者調査で利用者に女性専用車両の存在は便利か聞いたところ、86%（107 人）が「便利」と回答。9%（11 人）が「あまり便利ではない」、2%（2 人）が「全く便利ではない」とした。女性専用車両の存在を知らなかった 3%（4 人）は男性であった。このほか、駅に女性の警備員を配置したり、車両内の安全を守るために、訓練を受けた CISF の私服女性警備隊が巡回したりもしている。女性専用車両の存在はもちろんのこと、メトロの駅ができたことで女性が安心して出かけられる機会が増えたといえる。例えば、メトロの駅が深夜まで営業していることで、今までは暗かった駅前周辺も明るくなり、女性一人でも安心して出歩けるようになったからである。このことは、駅周辺地域の治安の改善や女性の夕方・夜間の外出が増えたといった受益者調査の結果にも見られる。さらに、女性利用者への聞き取りでは、メトロ開通以前は女性が外出する際、オートリキシャでの外出は不安なため、家族の男性の同行や自家用車に依存していたのが、メトロを利用して一人で外出できるようになったとの声も聞かれた。

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。

3.5 持続性（レーティング：③）

3.5.1 運営・維持管理の体制

本事業の実施機関と運営・維持管理機関は DMRC。同社はインド会社法（1956 年）に基づき、インド政府とデリー準州政府の折半出資により、デリー高速輸送システム建設事業の実施のために 1995 年 5 月に設立された。DMRC は、メトロ建設法（1978 年）に基づく本事業の実施に係る権限と、メトロ運営・維持管理法（2002 年）に基づく運営・維持管理に係る権限を有している。

事後評価時では、DMRC には 8,628 人の職員が在籍している。うち 2,173 人はフェーズ 3 の操業のため採用されている。各駅は利用者数に応じ、駅長（2～3 の駅を担当）、2～4 人の駅務員、カスタマーケア複数人など十数人が DMRC より配置されているほか、清掃・警備などが外部委託されている。各車両保守基地では約 200 人の職員が車両の維持管理に従事している。

事後評価時の調べでは、人員不足等の問題は見受けられず、運営・維持管理職員の職務分掌は業務手順書や規律で明確化されている。職員のモチベーションを維持するためのさまざまな取り組みが行われおり、例えば、よい実績を残した職員を表彰するほか、社宅やローンの手当てや、定期的な人事担当との面談機会を設けるなどしている。「利用者にとってデリーメトロの乗車を楽しいものにする」という企業理念のもと、利用者の期待以上のサービスを提供することを目的に、職員の行動変容の研修や定期的なセミナーも開催しており、運営・維持管理の体制は整っている。

デリーには、各種交通機関をメンバーとする計画・調整機関として、統合交通インフラセンター（UTTIPEC）が存在する。DMRC のほか、DTC、市役所、公共事業局もメンバーであり、メトロ以外の交通モードとの調整事項について話し合われる場となっている。

3.5.2 運営・維持管理の技術

2006 年の審査時より、DMRC はインド国鉄出身の技術者を多く抱え、基本的な技術水準については問題ないことに加え、既に全面開業しているフェーズ 1 の営業路線において運行と維持管理の実績を有しており、その実施能力に特段の懸念はないとされていた。運営・維持管理に関するマニュアルは、各種システムの供給業者により整備されており、職員に活用されている。必要に応じてマニュアルの更新もしている。

DMRC では、運営・維持管理の技術向上のために、継続的な技術改善・習得が必要なことを認識しており、そのための努力をしている。シャストリ・パーク車両保守基地に併設する ISO9001-2008 認証の独自の研修所を所有しており、同施設にて DMRC 職員の研修を行っている。2002 年に設立されたこの研修所は、インド国内初のメトロ研修所であり、鉄道運転シミュレーターや信号システムのデモ施設のほか、宿泊施設も完備されている。運転

士の職種に就く者は、30週間の研修を受講するほか、運転シミュレータで1種類の車両²⁰につき5時間の実践をすることが義務付けられている。

研修所で過去3年間に計画・実施された研修コースを表7に示す。このほか、国内外のメトロから研修生を迎え入れている。海外からはバングラデシュ、ネパール、インドネシアからの研修生の受け入れ実績がある。他メトロへの研修内容はマネージメント、電気・通信技術や車両維持管理技術などである。年間8,000人程度が研修を受講している。

表7 メトロ研修所の実績

	単位：回		
	2013年度	2014年度	2015年度
新人研修	33	34	37
再教育	98	71	84
特設研修	3	6	6

出所：DMRC

DMRCは、これまでのデリーメトロの事業実施と運営の経験から蓄積された知識と技術を活かし、現在では他の都市のメトロに対するコンサルティングや建設も手がけている。このように、独自の職員の技術レベルの向上・維持にとどまらず、DMRCは他メトロの技術にも貢献しており、高い水準にあるといえる。

3.5.3 運営・維持管理の財務

2004年から順次、フェーズ1の路線が開通したことを受け、2006年審査時、DMRCは良好な経営を続けていた。2008年度年には純利益が一時的に黒字となったが、2009年以降は赤字となっている。DMRCの運営・維持管理の財源は運賃収入のほか、賃貸収益（広告・物件開発）、フィーダーバス運賃収入となっている。

表8 過去5年間の収入と純利益

	単位：百万ルピー				
	2010	2011	2012	2013	2014
総収入	16,079	22,478	26,875	31,978	35,623
運賃収入	7,466	10,163	12,230	13,648	15,057
運賃外収入	8,614	12,315	14,645	18,329	20,565
営業利益	7,505	9,334	10,278	10,621	12,399
純利益（税引き後）	▲4,139	▲1,851	▲909	▲998	▲1,048

出所：DMRC年報

²⁰ DMRCでは現在、3種類の車両が運行されている。

上記の財務指標のとおり、総収入は順調に増加している。負債比率も 2006 年からの推移をみると、1.43 から 2014 年には 1.15 まで改善している。営業利益は開業当初より良好であり、純利益が赤字でありつつも、キャッシュフローの観点から DMRC が運営・維持管理を実施するうえで資金に困ることはないと考えられる。

純利益がマイナスとなっている背景には、乗車運賃が 2009 年から改定されていないことや運営費用の増加があげられる。運賃体系については、メトロ運営・維持管理法に基づいて都市開発省によって不定期に設置される運賃設定委員会の協議結果を踏まえ、物価上昇率や他交通機関の運賃を考慮したうえで適切な運賃水準へ改定されることとなっている。事後評価期間中に第 4 次運賃設定委員会が設置され、同委員会での検討を経て早ければ 2016 年中に運賃が改定される見込みである。本事業はフェーズ 1 の開業から 10 年以上が経過しており、今後、各種システムの維持管理に費用が必要となること、資機材価格の上昇などを考慮すると、運賃の改定は不可欠である。

DMRC では運賃収入の増加のため、運行車両数の増加や、他都市のメトロ等の外部事業のためのコンサルティング業務により財源強化の努力をしている。2010 年度以降、運賃収入の次に営業収入に占める割合が大きいのが、DMRC が請け負っている外部事業からの収入であるが（2014 年度は 32%）、コンサルティング業務や外部事業からの収入は長期的には望めない。近年では、駅のネーミングライツ（命名権）やラッピング車両²¹といった新たな試みも始めている。しかし、一部の取り組みはデリー準州外のみ適用されているため、このような取り組みの拡大と定期的な運賃の改定が将来的に必要となる。

3.5.4 運営・維持管理の状況

本事業では、車両、軌道、構造物、通信機器、自動料金徴収システム、電気等の維持管理が行われている。事後評価時までには開業している路線の維持管理のため、8 つの車両保守基地が存在する（うち 4 カ所は本事業で建設）。日々の点検として、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。

メンテナンスの種類により、基地内の異なる場所でメンテナンスが行われるようになっている。車両には 2 年間の保証期間がある。現地踏査では、車両保守基地は整理整頓され、清潔に保たれていることがうかがわれた。このように、定期的なメンテナンス活動が行われており、メンテナンスのための環境は適切に整備されている。スペアパーツについては、車両同様、DMRC が国内製造を推奨しているため、民間業者により国内に製造拠点が設立されており、調達することに特段の問題は見られない。また、スペアパーツの 9 割が国産であることで経費削減にもつながっている。本事業では、事業完了後 4～5 年間に必要となるスペアパーツを事業費で調達し、運営・維持管理部門に移管することで、スペアパーツの不足がないようにしている。

²¹ 広告用の印刷フィルムを貼り付けた車両のこと。

駅舎においても定期点検が行われている。月次点検は、4 ページにわたる所定のチェックリストにそって行われ、駅長が規程文書や機材の管理状況などを確認のうえ、本部に報告している。現地踏査時に訪問した駅舎・駅構内は、ほこりの多いデリーの状況を勘案すると、比較的清潔に保たれていた。ただし、自動改札機については、受益者調査でも複数の指摘があったとおり、機械の故障が多い印象を受けた。自動改札機のトラブルは、ソフトウェアの不具合など機械側の問題に加え、過剰利用など利用者側にも起因するようである。

以上より、本事業の運営・維持管理は体制、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

本事業は、1990年代から急速な経済成長と都市化に伴い、交通渋滞とそれに起因する経済損失や大気汚染といった問題を抱えていたデリー首都圏において、大量高速輸送システムを建設することで交通渋滞の緩和と交通公害の減少を目指していた。都市交通分野は、審査時から事後評価時までインド中央政府およびデリー準州の開発政策において重要な位置づけとなっている。審査時はもちろんのこと、事後評価時においても引き続き高速輸送システムの開発ニーズが見られる。日本の援助政策との整合性も確認され、本事業の妥当性は高い。効率性においては、事業費及び事業期間ともに計画を上回り中程度となった。スコープの追加についてはその妥当性が認められる。審査時に設定された運用効果指標は総じて目標を達成しており、地域経済の発展や都市環境の改善というインパクトの観点からも一定の貢献がみられ、本事業の有効性とインパクトは高いといえる。DMRCには、本事業を運営・維持管理していく体制も整備されており、そのために必要な技術も十分である。DMRCの財務状況については、改善のための継続的な努力が望まれるが、特段の問題はない。事後評価時点において、維持管理の状況はよく持続性は高い。

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

運賃改定

デリーメトロにおいては、2009年以降運賃の改定がなされていない状況である。運賃改定は、メトロ運営・維持管理法にて都市開発省が必要と認めた際に設置する運賃設定委員会によって決められることとなっている。過去数年間のDMRCからの要望に基づき、2016年6月現在、第4次運賃改定委員会が設置され、運賃改定が検討されている。物価上昇や運営コストの増加に鑑み、将来的にも定期的な運賃改定が必要となる。そのため、DMRCにおいては、定期的な運賃改定の仕組みについてインド政府にその導入を働きかけることが望まれる。

高齢者・障害者に配慮したさらなる取り組み

本事業では計画段階から障害者支援団体等によるユニバーサルデザインへの意見を取り入れてきた。その結果、高齢者や障害者に配慮した車両や駅舎など、その取り組みは高く評価される。同時に、障害者を意識した情報アクセスの改善や券売機までの誘導ブロックの設置、券売機の音声案内の設置、駅舎内の誘導ブロックの上に物を置かないよう、職員・警備員に指示を徹底するなど、改善すべき点も見られる。さまざまなニーズをもった利用者のメトロへのアクセスを改善するために、今後も定期的に関連団体との意見交換を行うことで対策をとり、高齢者や障害者に配慮した一層の努力をされることが期待される。

他公的機関・交通機関との調整

事後評価時に実施した聞き取りや受益者調査および DMRC の利用者満足度調査で指摘があったように、メトロ駅周辺のアクセスの改善は課題となっている。駅舎外の歩道が未整備である、駅舎外で客待ちするリキシャ等で道路が非常に混雑している、中央分離帯がある道路において横断歩道が遠いなど、一定の利用者のアクセスを阻むといった課題がある。駅舎外のスペースについては、DMRC ではなく公共事業局やデリー市などの管轄である。しかし DMRC はこれらの公的機関との協議を通じ、駅舎外の環境を改善することで、利用者がよりアクセスしやすい環境の構築に努めることが望まれる。公共交通の利便性の向上という観点からは、フィーダーバスのサービスの充実も踏まえ、DTC など他の都市交通機関との調整も引き続き努力することが望まれる。

4.2.2 JICA への提言

提言事項なし。

4.3 教訓

事業実施にとどまらない内部人材の技術強化

DMRC は、本事業フェーズ 1 開始当時より、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に注力してきた。具体的には、当初より DMRC の職員をコンサルティング・サービスの一員として経験を積ませることで、フェーズ 2 では、外部専門家への依存を軽減することができた。さらに、事業実施を通じて組織内に蓄積された技術や経験を独自の研修所を通じて組織内や国内外の新規メトロ事業に継承しているほか、外部事業を請け負って他のメトロにも手を広げることで、国内外でメトロの技術の普及に貢献している。このように実施機関に蓄積された技術や経験を体系的に有効活用することは、グッドプラクティスに資するものである。このような将来展開を視野に入れた取り組みは、他国や特定地域で初のメトロ事業または最新技術を導入する事業でも検討されることが望ましい。

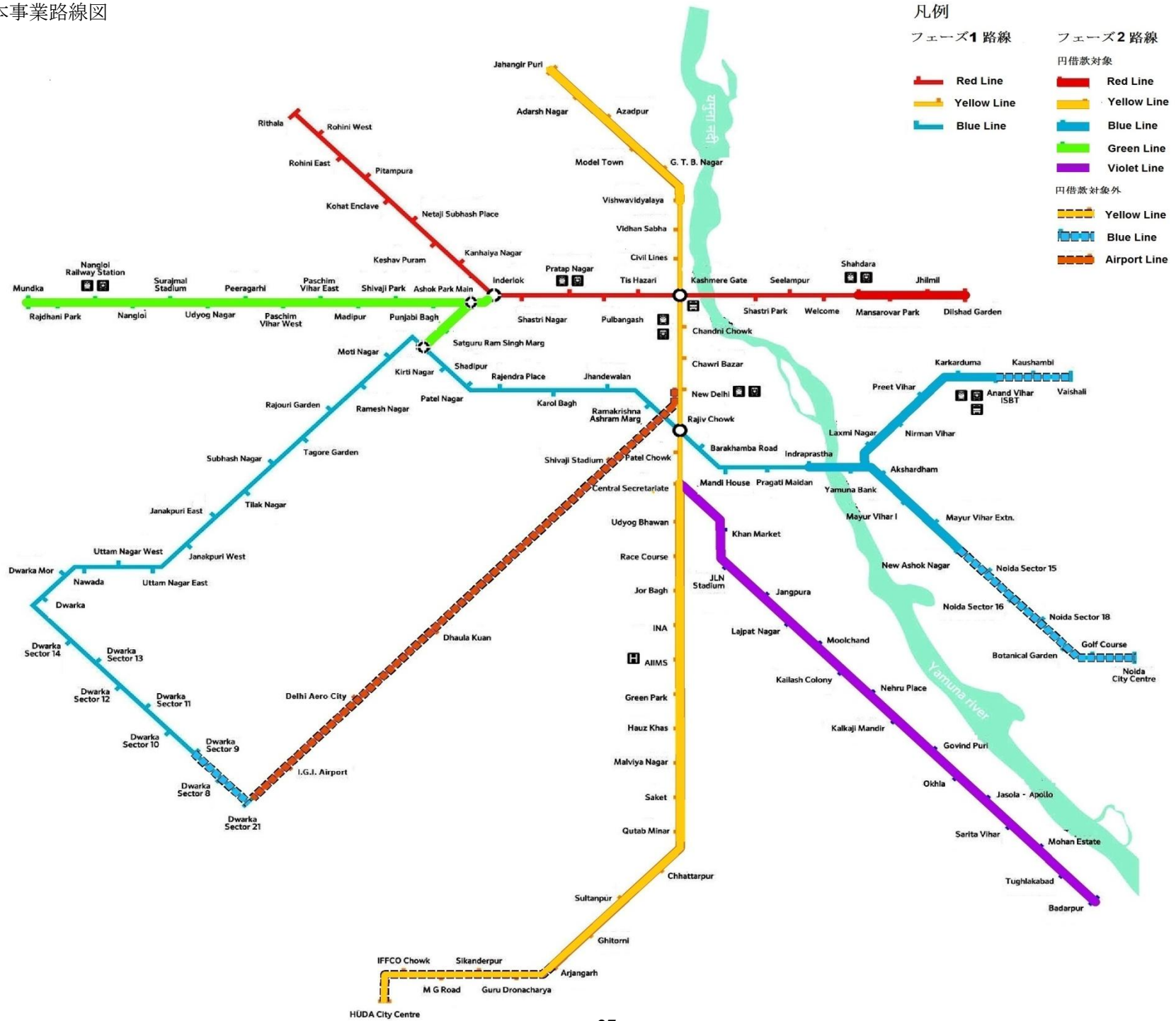
以上

主要計画/実績比較

項目	計画	実績
①アウトプット	土木工事 82.69km 電気・通信・信号システム 車両 672両 車両保守基地 4カ所 *2010年審査時のもの	82.80km 計画どおり 734両 計画どおり
②期間	2006年3月～ 2010年11月 (57カ月)	2006年3月～ 2011年8月 (65カ月)
③事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート	80,567百万円 258,216百万円 (97,704百万ルピー) 338,782百万円 162,955百万円 1ルピー＝2.49円(2005年7月時点、当初スコープ部分)、2.85円(2007年10月時点、追加スコープ部分) *2008年審査時のもの	95,578百万円 284,288百万円 (141,437百万ルピー) 379,866百万円 207,438百万円 1ルピー＝2.01円 (2006年3月～2015年3月平均)

本体契約（10 億円以上）

- Larsen & Toubro Ltd. (インド)
- Dywidag-Systems International GmbH (ドイツ) / Ircon International Ltd. (インド) / Larsen & Toubro Ltd. (インド) / 清水建設 (日本) / Samsung Corporation (韓国)
- Soma Enterprise Limited (インド) / Continental Engineering Corporation (台湾)
- Ircon International Ltd. (インド)
- Alstom Transport SA (フランス) / Alstom India Ltd. (インド) / 住友商事 (日本)
- ABB India Limited (インド)
- Patil Vossloh Rail System Pvt. Ltd. (インド)
- VAE GmbH (オーストリア)
- Iljin Electric Company Ltd. Seoul (韓国)
- Kalindee Rail Nirman (Engineers) Limited (インド)
- Bombardier Transportation GmbH (ドイツ) / Bombardier Transportation India Ltd. (インド)
- Kone Elevator India Private Limited (インド)
- Senbo Engineering Ltd. (インド)
- Suzhou Jiangnan Jiajie Elevator Group Company Ltd. (中国) / Johnson Lifts Pvt. Ltd. (インド)
- Thales Transportation Systems SA (フランス)
- 新日本製鐵 (日本) / 三井物産 (日本)
- ITD Cem (インド) / Italian-Thai Development Public Company Limited (タイ)
- Fibocm India Limited (インド) / Ramco Systems Limited (インド)
- Siemens AG Transportation Systems TS RA (ドイツ) / Siemens Ltd. (インド)
- Beml Limited (インド) / 三菱電機 (日本) / 三菱商事 (日本) / Rotem Company (韓国)
- Bombardier Transportation India Ltd. (インド) / Bombardier Transportation Sweden AB (スウェーデン)
- Thales Transportation Systems SA (フランス) / Thales Portugal SA (ポルトガル)
- Larsen & Toubro Ltd. (インド) / Furrer+Fray AG Ltd. (スイス)
- Kalindee Rail Nirman (Engineers) Limited (インド) / Samsung SDS Co. Ltd. (韓国)
- Samsung C&T India Pvt. Ltd. (インド) / Samsung C&T Corporation (韓国)
- Blue Star Ltd. (インド)
- Indu Projects Ltd. (インド) / Laing O' Rourke PLC (英国)
- ETA Engineering Pvt Ltd. (インド) / Emirates Trading Agency (アラブ首長国連邦)



受益者調査の概要

事業の効果を把握するための補完的な方法として、本事業の受益者と想定される①メトロ利用者、②沿線住民、③沿線事業所、に対して質問票を用いた聞き取りを実施した。

メトロ利用者への調査は、標準誤差 10%、信頼区間 95%で標本サイズを最低 100（有効回答数）と設定した²²。本調査では 124 人からメトロの利便性、サービスへの満足度、メトロ開通による女性の外出機会の変化（男性からの回答を含む）に関する設問を中心に確認した。

沿線住民は 25 世帯を対象に、メトロ建設中の騒音や振動の状況、沿線土地価格の変化やメトロ開通後の周辺地域の開発状況、交通混雑の変化について確認した。

沿線の事業所は、6 件へのインタビューを行い、メトロ開通後のビジネス回転数の変化や顧客層の変化について聞き取りを行った。

調査実施場所とサンプリングの方法

本事業の効果はメトロ全線によるものであり、第 1・2 フェーズの全線が対象となることが考えられる。フェーズ 1 の延伸である 1～4 号線に加え、フェーズ 2 においては、新たに 5 号線と 6 号線が開通している。沿線や駅の所在地により、利用者の特徴が異なることから、メトロ利用者の調査は 2 カ所において実施した。調査地は、第 2 フェーズで開通した駅をリスト化し、無作為抽出した結果、4 号線のノイダ・セクター 16 駅と 6 号線のカイラシュ・コロニー駅となった。時間帯によっても利用者の特徴が異なることが考えられることから、平日ピーク時、平日オフピーク時、休日（日曜日）に調査を実施した。調査は 3 人の調査員を採用し、3 月 14～15 日（ノイダ・セクター 16 駅）、3 月 16～17 日（カイラシュ・コロニー駅）、3 月 20 日（両駅）で実施した。サンプリングは、駅改札出口に調査員を配置し、5 分間隔で改札から出てきた乗客を選定した。

沿線住民と沿線事業所も基本的には、メトロ利用者と同じ 2 カ所で調査を実施。ただし、沿線住民については、聞き取りを拒否されるケースが多かったため、追加調査地 2 カ所（計 4 カ所）を選定のうえ、パンジャビ・バグ駅とニュー・アショクナガール駅近辺でも調査を実施した。

沿線住民については、選定された駅から半径 500m を対象として、路線に面している家屋または集合住宅を、駅寄りの住居から順にサンプリングすることとした。調査計画では、最寄りの住居から 3 件おき、集合住宅の場合は、フラット数を確認のうえ、当該集合住宅地内で 5 件のサンプリングができるようフラット数を割り、サンプリングを行うこととした。

沿線事業所は、本事業のインパクト、特に事業実施によるビジネス回転数の向上を確認するための参考情報として、沿線事業所 6 件にインタビューを行った。利用者への調査を行ったノイダ・セクター 16 駅で 3 件、カイラシュ・コロニー駅 2 件、ニュー・アショクナガール駅 1 件の計 6 件において、メトロ駅から最寄りの事業所にインタビューの依頼をした。調査対象の事業所は、本事業実施以前から同じ所在地で営業していることを条件とした。6 件の事業所の業種は、宅配サービス、銀行、学習塾、飲食店、自動車部品販売店、建設資材店である。

受益者調査における制約

デリー市内の地域や駅によりメトロ利用者には異なる特徴が見られる。受益者調査では一定量のサンプリングしかしていないため、メトロ利用者の全体像を必ずしも反映するものではない。また、回答者のサンプリングは極力、バイアスのかからない方法で行うことを試みたが、通勤時間帯など、利用者が急いでいて協力を断るなど自己選択バイアスは避けられていない（286 人の利用者にアンケート

²² 本調査は仮説検定により帰無仮説を棄却して判断するためのものではない。

添付資料 2 受益者調査の結果概要

調査への協力を依頼し、124人が回答者となった)。そのため、回答率は平日のオフピークが最も高くなっている。

沿線住民や事業所への調査も同様に、サンプリングの方法を設定してはいたものの、住人に調査を断られるほか、住宅地の警備員に入場を断られることが多かったため、実際には駅寄りの建物から順に、回答を得られるところをサンプリングする状況となった。ただし、これらのグループに関しては、事業実施中から調査地に居住していたことを確認のうえ調査を行った。

調査結果

1. メトロ利用者：回答者の特徴と回答結果は以下のとおり。

<回答者の特徴>

調査地域別回答数

調査地	回答数	%
カイラシュ・コロニー	60	48%
ノイダ・セクター16	64	52%
合計	124	100%

調査時間帯別回答数

時間帯	回答数	%
平日ピーク	44	35%
平日オフピーク	60	48%
休日	20	16%
合計	124	100%

回答者の性別

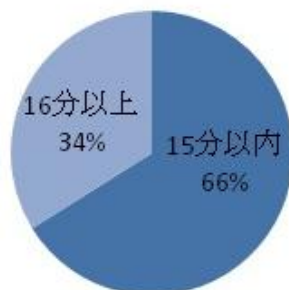
性別	回答数	%
男性	100	81%
女性	24	19%
合計	124	100%

回答者の年齢

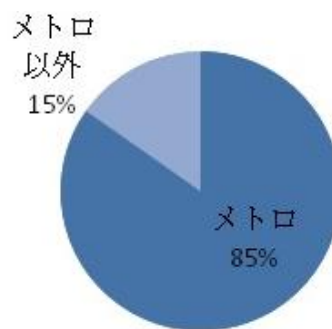
年齢	回答数	%
20代	71	57%
30代	34	27%
40代	13	10%
50代	3	2%
60代以上	3	2%
合計	124	100%

<公共交通の利便性>

自宅から最寄りのメトロ駅までの徒歩時間

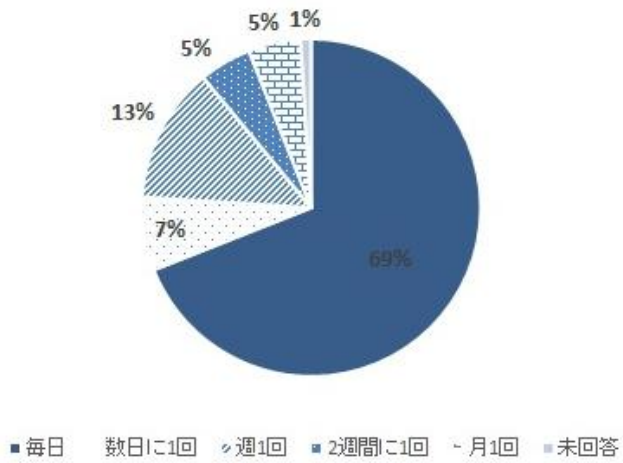


日常の主要交通手段

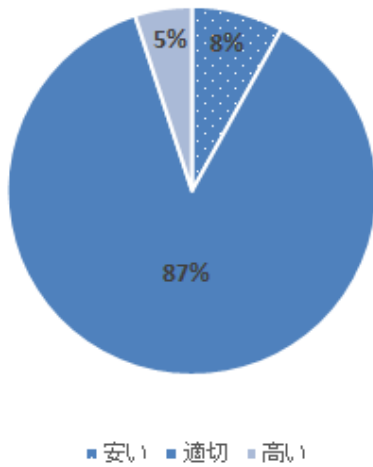


添付資料2 受益者調査の結果概要

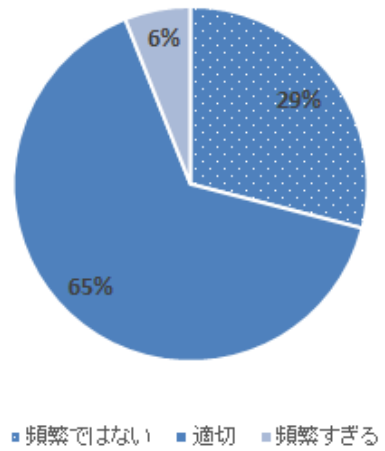
メトロの利用頻度



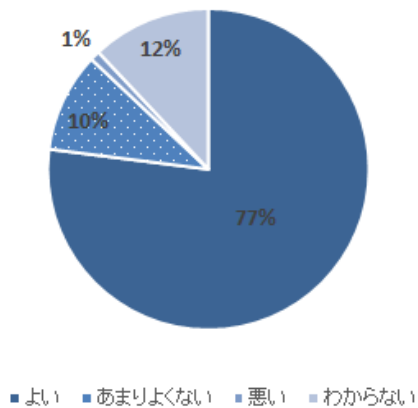
<メトロサービスへの満足度>
料金設定



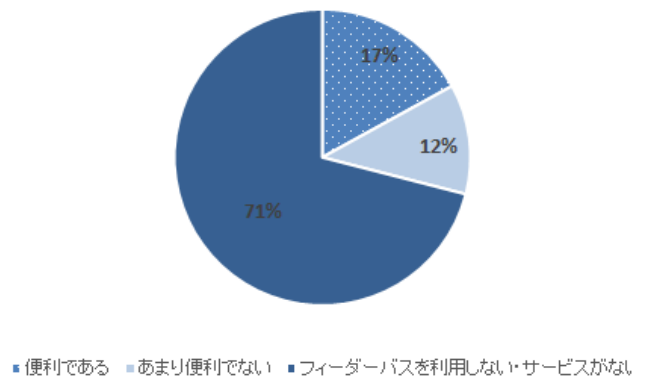
運行間隔



駅職員の対応

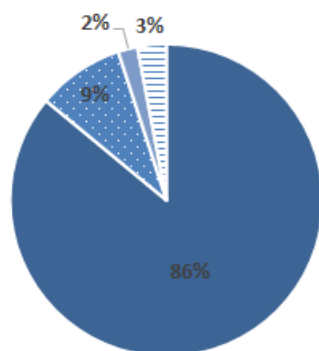


フィーダーバスとの連結

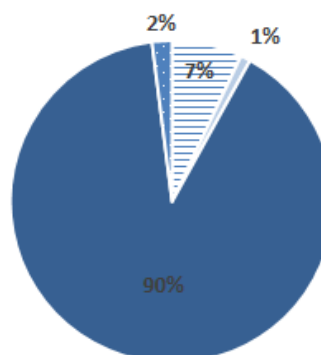


添付資料 2 受益者調査の結果概要

女性専用車両



移動時間の変化



■便利 ■あまり便利ではない ■全く便利ではない -存在を知らない -未回答 ■変化なし ■短縮された ■長くなった

<女性の安全な外出機会の増加>

ここでは男女別回答結果を表示。同じ質問を沿線住民にもしているため、メトロ利用者および沿線住民の回答結果（計 150 人）を含む。男性の回答者には、親族の女性の外出機会について聞いた。

女性の外出機会の変化

	女性	%	男性	%	回答数	%
増えた	34	100%	109	94%	143	95
減った	0	0%	2	2%	2	1
変化なし	0	0%	5	4%	5	3
合計	34	100%	116	100%	150	100%

メトロ開通による駅周辺の治安の変化

	女性	%	男性	%	回答数	%
治安が改善された	30	88%	97	84%	127	85%
以前と変わらない	4	12%	18	16%	22	14%
未回答	0	0%	1	1%	1	1%
合計	34	100%	116	100%	150	100%

メトロ開通後の女性の外出時間帯の変化

	女性	%	男性	%	回答数	%
夕方・夜間の外出が増えた	30	88%	92	79%	122	81%
日中の外出が増えた	2	6%	16	14%	18	12%
変化なし	1	3%	1	1%	2	1%
日中および夕方・夜間の外出が増えた	1	3%	7	6%	8	5%
合計	34	100%	116	100%	150	100%

添付資料 2 受益者調査の結果概要

2. 沿線住民：4カ所において計26人に調査を実施した。

<回答者の特徴>

調査地域別回答数

	回答数	%
ノイダ・セクター16	11	42%
ニュー・アショクナガール	8	31%
パンジャビ・バーク	3	12%
カイラシュ・コロニー	4	15%
合計	26	100%

回答者の性別

性別	回答数	%
男性	16	62%
女性	10	38%
合計	26	100%

回答者の年齢

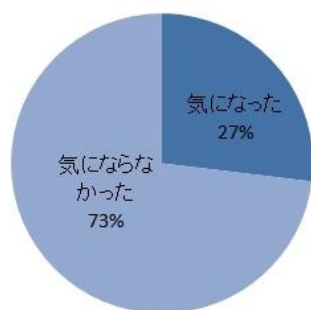
年齢	回答数	%
20代	5	19%
30代	4	15%
40代	4	15%
50代	5	19%
60以上	8	31%
合計	26	100%

メトロの利用頻度

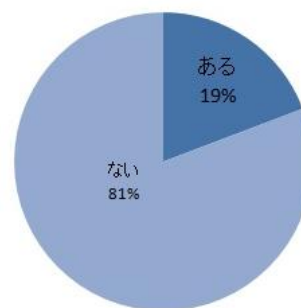
	回答数	%
毎日	4	15%
数日に1回	4	15%
週1回	5	19%
2週間に1回	2	8%
月1回	6	23%
ほとんど利用しない	5	19%
合計	26	100%

<事業実施中の騒音や振動>

建設中の騒音・振動が気になったか



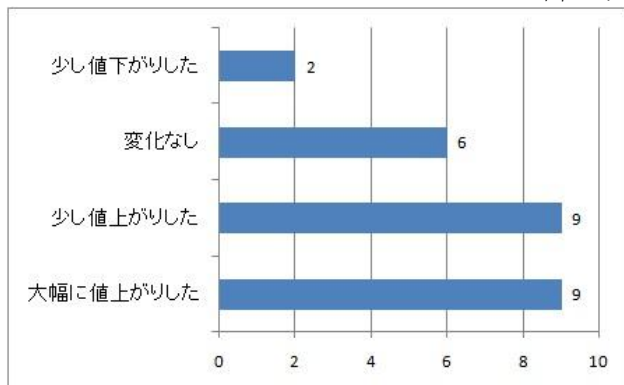
その他建設中に気になったことはあったか²³



²³ 「ある」と回答したもののうち、具体的に挙げられた内容は、工事現場周辺の交通渋滞であった。

<沿線の土地価格・開発状況>

メトロ開通前後の土地・住居の地価・家賃の変化
単位：人

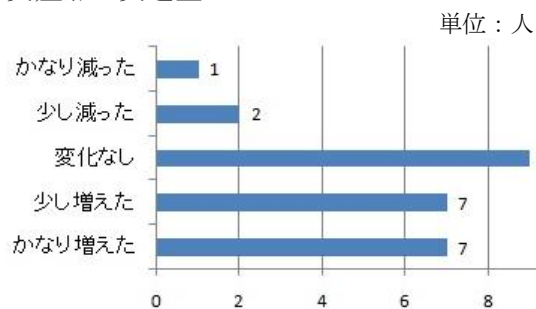


(値上がりした場合)メトロ開通の影響があると思うか

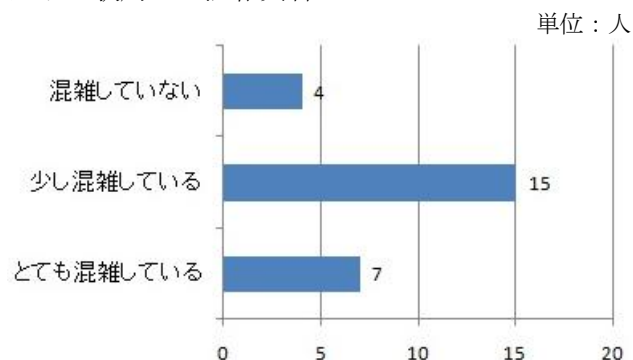
	回答数	%
思う	18	100%
思わない	0	0%
合計	18	100%

<メトロ開通後の沿線の状況>

交差点の交通量



メトロ駅周辺の混雑具合



3. 沿線事業所への調査は、サンプルサイズが限定的であるため、事業実施前後のビジネス回転数の変化について聞き取りを行った。回答者から得た主なポイントは以下のとおり。

- メトロ開通後、周辺地域には銀行・学習塾・IT企業の数が増えた（ノイダ・セクター16）
- メトロ開通により、職員の通勤が便利になり通勤時間が短くなった（ノイダ・セクター16）
- メトロを利用して今までは来なかった遠方の顧客が増えた（銀行・学習塾）
- 当初より富裕層の顧客が多く、富裕層はメトロをあまり使わないので、以前とあまり変わらない（飲食店）
- メトロ開通に伴い、駅周辺の人が行き来が増えた。それに伴い、犯罪が増えた気がする（ノイダ・セクター16）
- 通勤時間帯の駅周辺の混雑がひどい。