

平成 22 年度案件別事後評価：パッケージ II-7

インド国

平成 23 年 11 月
(2011 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

財団法人
国際開発高等教育機構

評価
JR
11-32

序文

政府開発援助においては、1975年以來個別プロジェクトの事後評価を実施しており、その対象を拡大させてきました。また、2003年に改訂された「ODA大綱」においても「評価の充実」と題して「ODAの成果を測定・分析し、客観的に判断すべく、専門的知識を有する第三者による評価を充実させる」と明記されています。

こうした背景の中、より客観的な立場から事業の成果を分析し、今後の類似事業等に活用できる教訓・提言の抽出を目的として、円借款事業については主に2008年度に完成した事業、また技術協力プロジェクトおよび無償資金協力事業については主に2007年度に終了した事業のうち、主に協力金額10億円以上の事業に関する事後評価を外部評価者に委託しました。本報告書にはその評価結果が記載されています。

本評価から導き出された教訓・提言は、国際協力機構内外の関係者と共有し、事業の改善に向けて活用していく所存です。

終わりに、本評価にご協力とご支援を頂いた多数の関係者の皆様に対し、心より感謝申し上げます。

2011年11月
独立行政法人 国際協力機構
理事 渡邊 正人

本評価結果の位置づけ

本報告書は、より客観性のある立場で評価を実施するために、外部評価者に委託した結果を取り纏めたものです。本報告書に示されているさまざまな見解・提言等は必ずしも国際協力機構の統一的な公式見解ではありません。

また、本報告書を国際協力機構のウェブサイトに掲載するにあたり、体裁面の微修正等を行うことがあります。

なお、外部評価者とJICA事業担当部の見解が異なる部分に関しては、JICAコメントとして評価結果の最後に記載することがあります。

本報告書に記載されている内容は、国際協力機構の許可なく、転載できません。

外部評価者：財団法人国際開発高等教育機構

高木桂一

林代至未

0. 要旨

本事業は、評価項目である有効性においては、乗客輸送量および運賃収入について計画当初の目標値に達していないという課題があるものの、路線が順次開業するに伴う保有車両数の増加、また運行間隔の短縮等により、列車の運行数、車両の稼働率、車両キロ等の運行指標は2010年には改善している。実施機関の組織の運営及び鉄道の運行については、定例会議、日報、口頭による連絡等による適切な情報共有・意思決定により円滑に行われていて、人材育成についても運行現場のニーズに対応しつつ、常に職員全体の人的資源が強化されるよう研修内容も随時改善されながら実施されており、本事業の持続性は高いと評価される。その他、事業の妥当性、効率性もいずれも高い。鉄道利用者の観点からも、ピーク時の混雑などの点を除いては、利用時の車内の快適さ、清潔さ、運行時刻の正確さ、頻度などに関し高く評価されている。以上より、本事業の評価は非常に高い。

1. 案件の概要



1.1 事業の背景

審査当時インドの首都デリーでは、近年の経済成長とそれに伴う人口の都市集中化にも関わらず公共の交通手段はバスのみで、また個人所有の自家用車の普及が進んだことによって交通混雑の激化と排気ガスによる大気汚染が進み、これらの改善のための公共交通機関の整備が喫緊の課題となっていた。他方で、デリーの鉄道網は長距離旅客と貨物輸送が主な目的とされており、通勤用の大量高速輸送システム整備するこ

とで市内の交通混雑の解消及び大気汚染の軽減が目指された。

1.2 事業概要

本事業は、インド首都デリー市において総延長 58.6km 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減少を通じた都市環境の改善に寄与する目的で計画、実施された。

大量高速輸送システムの建設全工程は 4 フェーズに分けられ、評価対象事業はフェーズ 1 に当たる。フェーズ 1 では表 1 (「3.2 効率性」参照) に示す 3 路線で、合わせて地下鉄 13.2km、地上線 4.5km、高架線 40.9km の計 58.6km を建設し、2006 年 11 月に事業が終了した。事業実施機関はデリー交通公社 (DMRC : Delhi Metro Rail Corporation Limited) であり、路線は 2004 年 3 月に路線 I (通称 Red/Line1)、2005 年 7 月に路線 II (通称 Yellow/Line2)、2006 年 11 月に路線 III (通称 Green/Line3) が開通された。事後評価時点では第 3 フェーズの計画が策定中である。

円借款承諾額／実行額	I. 14,760 百万円 / 14,759 百万円 II. 6,732 百万円 / 6,731 百万円 III. 28,659 百万円 / 28,650 百万円 IV. 34,012 百万円 / 33,582 百万円 V. 59,296 百万円 / 56,591 百万円 VI. 19,292 百万円 / 19,200 百万円
交換公文締結／借款契約調印	I. 1997 年 1 月 / 1997 年 2 月 II. 2001 年 3 月 / 2001 年 3 月 III. 2002 年 2 月 / 2002 年 2 月 IV. 2003 年 3 月 / 2003 年 3 月 V. 2004 年 3 月 / 2004 年 3 月 VI. 2005 年 3 月 / 2005 年 3 月
借款契約条件	金利 1.8%、返済 30 年 (うち据置 10 年)、 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	2010 年 6 月
本体契約	<ul style="list-style-type: none"> • Abb ltd. (インド)/Best and Crompton Engineering ltd. (インド) • Alstom Transport SA(フランス)/Alstom Projects India ltd. (インド)/住友商事(日本)/Thales Security Solutions and Services, S.A. (ポルトガル) • Thales Transportation Systems SA(フラン

	<p>ス)/Thales Security Solutions and Services, S.A. (ポルトガル)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dyckerhoff & Widman (ドイツ)/Ircon International ltd. (インド)/Larsen & Toubro ltd. (インド)/清水建設(日本)/Samsung Corporation(大韓民国) • Hindustan Construction Company ltd. (インド)/(株)熊谷組(日本)/伊藤忠商事(日本)/Skanska International Civil Engineering A.B. (スウェーデン) • Ircon International ltd. (インド)/Cobra S.A. (スペイン)/Eliop S.A. (スペイン) • 三菱電機(日本)/三菱商事(日本)/Rotem(大韓民国) • Kone Corporation(フィンランド)/Kone elevator India Private limited(インド) • Kalindee Rail Nirman(Engineering) Limited(インド) • Thales Security Solutions and Services, S.A. (ポルトガル) • Abb ltd. (インド) • Siemens AG Transportation Systems TS RA(ドイツ)/Siemens ltd. (インド) • Bemt Limited(インド) <p>(10億円以上のみ記載)</p>
コンサルタント契約	<p>Rail India Technical and Economic Services ltd. (インド)/(社)海外鉄道技術協力協会(日本)/パシフィックコンサルタンツインターナショナル(日本)/トーニチコンサルタント(日本)/Parsons Brinckerhoff International, inc. (アメリカ合衆国) Arthur D Little ltd. (U.K.) (英国)</p> <p>(1億円以上のみ記載)</p>
関連調査	<p>Master Plan for Delhi Perspective 2001 (Delhi Development Authority 作成)</p>

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

高木桂一（財団法人国際開発高等教育機構）
林代至未（財団法人国際開発高等教育機構）

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：2010年11月～2011年10月

現地調査：2010年3月11日～3月30日、2011年7月17日～7月26日

3. 評価結果（レーティング：A¹）

3.1 妥当性（レーティング：③²）

3.1.1 開発政策との整合性

インドにおいては貧困撲滅を最大の目標に据えており、当該事業の第I期計画時の政策、第8次5ヶ年計画（1992年4月～1997年3月）では、国民の基本的ニーズ（特に食料と公衆衛生）の確保を目指していた。その目標達成のために産業化に重点が置かれ、そのための開発計画としてエネルギー、交通網、通信、灌漑設備等のインフラ整備が挙げられていた。その後の第9次5ヶ年計画から現行の第11次5ヶ年計画（2007年4月～2012年3月）まで一貫して経済成長のための運輸セクターの整備が重要視されている。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

インドの人口は2001年の国勢調査においては10億2,701万人であり、国連は2050年には中国を抜き世界最大となると予測している。デリーの人口は産業構造の高度化に伴い都市に集中しており、1991年の942万人から、2001年のセンサスでは1,385万人、2011年のセンサスでは1,675万人（暫定値）に増加した。

1991年におけるデリー市民の移動手段は、バスが60%、自家用車39.5%に対し、鉄道は0.5%を占めるのみで、同国内の他都市と比較しても鉄道の利用度合いは非常に低かった（例えばムンバイではバス40%、自家用車12%に対し鉄道が48%で、鉄道が最大のシェアを占めた）。

デリーの鉄道網は長距離旅客と貨物輸送を目的とし、通勤輸送を目的としておらず、他方、急増する通勤者を運ぶバスは台数が不足しており、常に利用者で混雑していた（1999年時点で3万7千台）。また、自家用車の普及が急速に進み、デリーで1980年に登録されていた自動車数は52万台であったが、1990年には183万台に増加、1999年には330万台に到達し、これに伴って交通混雑が激化し、公共交通機関の整備の遅れが問題となっていた。自家用車の増加に伴い、排気ガス等による交通公害の悪化など環境の問題が深刻になっていたが、自動車の増加は避けられず、環境保全対策の検

¹ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

² ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

討が急務となっていた。こうした状況の中、交通混雑を緩和し、環境負荷の増加を緩和する、時間に正確で効率的な大量高速輸送システム構築の必要性が増していた。

フェーズ1完了後もインドにおける経済成長とそれに伴うデリーへの人口の集中は進んでおり、交通混雑の緩和、環境負荷緩和のニーズは引き続き高く、フェーズ2においては軌道総延長約83kmの鉄道建設が2011年8月に完了した。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

第I期審査当時のインド向け円借款の実施方針³(1996年)において、「世界最大の貧困人口を抱える同国に対しては、貧困問題、環境保全対策等への支援、自立的な経済開発の基礎となる経済・社会インフラ整備等への支援を重点とする」とされており、経済・社会インフラ整備への重点的支援が打ち出されていた。また、外務省の国別援助方針においても、インドに対しては、「5カ年開発計画の優先目標である電力、運輸を中心としたインフラ整備支援」を重点の一つとしていた。その後の日本の対インド援助方針においても、2002年4月版の円借款実施方針にて「依然として絶対的に不足している電力・運輸などの経済インフラの整備」及び「特に都市部で劣化が顕著な環境・衛生の状況に対する環境改善」が重点分野として位置付けられ、2004年においても、経済成長を通じた貧困削減をすすめることへの支援が強調され、特に重点分野として経済活動の基盤となるインフラの整備が契機の課題とされ、電力・運輸交通を中心とした経済インフラの支援を進めるとされていた。

以上より、本事業の実施は交通網整備を重視するインド政府の開発政策に合致しており、開発ニーズとの整合性においても、デリー市の交通混雑と排気ガスなど都市交通公害の緩和の両方に資するものであり、日本のODA政策とも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：③）

3.2.1 アウトプット

表1は各アウトプットにおける計画と実績の比較を記載するものであるが、軌道距離、駅舎数、車両数ともに、各路線でほぼ計画通りであることを示している。

表1 各アウトプットにおける計画と実績

	軌道距離(km)		駅舎数		車両数	
	計画*	実績	計画	実績	計画	実績
路線 I	22.00	22.056	18	18	280	280
路線 II	11.00	11.008	10	10		
路線 III	25.60	25.546	25	25		

*2004年（第6期審査時）の計画による

³ 旧JBICの海外経済協力業務実施方針を指す。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

表 2 は総事業費の予算と、実際の支出の比較を記載するものであるが、円借款供与分については 162,751 百万円の供与予定に対し、実際は 159,513 百万円の支出で、計画との比較で 98%であった。インド政府支出分については 48,000 百万ルピーの支出予定であったが、一部区間の工期短縮などの影響により実際の支出は 34,320 百万ルピーで、計画との比較で 71.5%であった。

表 2 事業費の計画と実績

総事業費	計画	実績
円借款貸与額 (百万円)	162,751	159,513 (計画比 98%)
インド政府支出額 (百万ルピー)	48,000	34,320 (計画比 71.5%)

為替レート：1Rs=2.40 円

3.2.2.2 事業期間

表 3 は事業期間の計画と実績を表すものであるが、路線 I については予定通り、路線 II については予定より約 3 か月早く完了した。路線 III については一部の区間で政府の承認が時間を要し、着工が遅れたために完了が遅れた（工期短縮区間・遅延区間が相殺されて、全体では計画比 100%）。

表 3 事業期間の計画と実績

各路線の完成日 (全線開通日)	計画	実績	完成時期の遅延の有無
路線 I: Shahdara 駅 -Rithala 駅)	1996 年— 2004 年 3 月 31 日	1996 年— 2004 年 3 月 31 日	遅延なし
路線 II: Vishwa Vidyalaya 駅 - Central Secretariat 駅	1996 年— 2005 年 9 月 30 日	1996 年— 2005 年 7 月 3 日	遅延なし
路線 III: Barakhamba Road 駅— Dwarka 駅	2002 年 7 月— 2005 年 12 月 31 日	2002 年 7 月— 2005 年 12 月 31 日	遅延なし
路線 III: Barakhamba Road 駅—Indraprastha 駅	2004 年 1 月— 2006 年 3 月 31 日	2004 年 10 月— 2006 年 11 月 11 日	政府の承認が当初 の予定より遅れた ため遅延

表 1 にある通り、軌道距離、駅舎数、車両数の実績はほぼ計画通りであり、事業費についても表 2 の通り、円借款供与額、インド政府支出額について計画内に収まった。

事業期間についても、表 3 にある通り、政府の承認の遅れにより一部の遅れはあったが、計画より早期に終了した路線もあり、遅延と短縮された工期が相殺されてほぼ計画通りであった（計画比 100%）。

以上より、本事業は事業費および事業期間ともにほぼ計画どおりで効率性は高い。

BOX1: DMRCにおける「ワーク・カルチャー」

インドでは、さまざまな事情により公共事業を予定期限内に終わることが常に大きな課題であるが、評価対象である本事業はほぼ期限内に予定通りに完了している。その要因を知るために、DMRCの取締役から中間管理職まで、財務部、事業部、技術部等の複数の部署の 17 人にインタビューを行った。その中で一貫して語られたことを以下にまとめる。

1. 「期限は聖域である。」

DMRC とのインタビューの中では「期限は聖域である」ということが度々述べられた。しかし期限を聖域視するだけではそれは実現できない。それを現実にするための日常の仕事の取り組み方、職員の姿勢、考え方についても以下のことが語られた。

2. 「業者の成功は自分たちの成功、業者の失敗は自分たちの失敗」

公共事業の工事の施工は入札によって選ばれた業者により実施されるが、インドでは通常、契約が交わされた後は業者任せとなることが通常である。例えば本事業のような鉄道建設事業であれば、軌道の建設のために上水道の施設の移動が必要でも水道当局からの許可が遅れるなど、さまざまな問題が生じることがあり、そのために工事が遅れることがよくある。発注する側の担当者は業者任せであり、責任を負わないことも多い。しかしながら DMRC では「業者の成功は自分たちの成功、業者の失敗は自分たちの失敗」と言われていて、業者が期日までに業務を完了するよう、DMRC の担当者の責任は業者任せということではなく、随時業者と連絡を取り、必要な協力をしている。DMRC 内でも担当者任せということではなく、上司は随時モニタリングし、必要に応じて助言するなど担当者が仕事をできるような環境を整える。

また、施設の建設によって電気や水道などの既設インフラストラクチャの移動が必要な場合、通常は電力会社や市の水道局などの当局に工事を依頼するが、その当局の手続きや工事の遅れが施設の工事を遅らせることになる。このような状況を避けるためDMRCは当局と協議をしつつDMRCが業者に発注し、既設インフラストラクチャの移動をする場合が多い。結果的に移動された施設の状態は現状維持か、以前より改善されている場合も多い。

3. ワークカルチャーの成立要因

インドでは上述の DMRC のワークカルチャーは特異であるが、その成立要因として DMRC 総裁のリーダーシップによる推進と、DMRC が本事業のために新設された組織であり、職員の採用において、能力が優れているだけでなく、そのワークカルチャーの実践に積極的な人材のみが採用された点が大きいと思われる。

3.3 有効性（レーティング：②）

3.3.1 定量的効果

3.3.1.1 運用効果指標

表 4 は 2004 年時に策定した目標運行指数と実績値を比較した表である。運用効果指標の達成度は、2008 年には乗客輸送量および付随する平均運賃収入など目標に満たない部分があったものの、2010 年には改善がみられる。

稼働率について、2006 年時は計画比 89%、2008 年時点は計画比 93%であった。DMRC では乗客数に合わせた適正運行数を算出し、車両保有数や運転間隔等の運行設計に当たっている。2006 年以降続く拡張路線と新路線の開通に伴い車両数を順調に増やし、2009 年には 280 車両を保有し、稼働率 94%（計画比 102%）を達成した。車両キロは路線が順調に開通し、稼働率が上がると共に目標を 99%達成した。2008 年から 2010 年にかけて特に路線 III の車両キロが伸びているのは、2010 年に路線 III を中心に 4 両から 6 両への車両編成増設が進められたためと考えられる。運行数については 2006 年、2008 年共に目標に満たなかったが、運行間隔の向上や車両数増加により 2010 年には目標を超えた。乗客輸送量および平均運賃収入は目標から大きく乖離している。原因詳細については後述の 3.3.1.2 内部収益率：財務的内部収益率（FIRR）・経済的内部収益率（EIRR）に記載する。

表 4 運行目標と実績

指標名	目標		実績		
	2006 年	2008 年	2006 年	2008 年	2010 年
稼働率(%/年)	92	92	82	86 (計画比 93%)	----
車両キロ(千km/日)	94.1	96.3	83.0	95.84 (計画比 (99%))	109.56
路線 I	36.0	37.0	32.4	34.11	35.9
路線 II	17.5	17.5	15.9	17.39	18.7
路線 III	40.6	41.8	34.7	44.2	55.0
運行数(本/日・1 方向)(ピーク時 X 分ヘッド)	636	648	542	624 (計画比 96%)	774
路線 I	204(X=4)*	210(X=4)	184(X=4)	206(X=4)	229(X=4)
路線 II	228(X=3)*	228(X=3)	194(X=4)	225(X=4)	310(X=4)
路線 III	204(X=4)*	210(X=4)	164(X=4)	193(X=4)	235(X=4)
乗客輸送量 (百万人・キロ/ 日)	16.3	22.6	5.4	7.16 (計画比 32%)	11.46
路線 I	7.1	11.1	1.9	2.30	3.03
路線 II	2.6	2.7	1.6	1.96	3.32
路線 III	6.6	8.8	2.0	2.81	5.10
平均運賃収入 (百万ルピー/ 年)	16.3	22.6	5.43	6.79 (計画比 30%)	13.17

(出所： DMRC、2011 年 11 月)

1) 交通モードの変移

図 1 はデリー市内の各種交通モード別旅客トリップ数を表したものである。地下鉄については、路線 I のほぼ全てと路線 II の一部が開通した 2004 年頃より利便性と輸送能力が増し、以降利用客が急速に増加し始めている。また、人口増加と平行してバイクおよび四輪自動車による移動は一定の割合（それぞれ平均年率 7%、5.45%）で増加しているが、バス利用は過去 10 年横ばいである。自動車や地下鉄の主な利用者は、

近年増えつつある中流層以上であり、彼らの生活形態の変化が都市交通手段の変化に現れているといえる。例えば、地下鉄の乗客の87%が低所得から中所得への移行層で、所得でいうと月2万5千ルピー（約5万円）以上を得ている（CRRI、2009）。2009年に実施された Central Road Research Institute (CRRI) の調査によると、市内を走る4割以上の四輪車が3年以内の新車であり、移動手段の選択は2007年から2009年の間にバスやオートリクシャーから地下鉄、バスや地下鉄からバイク（購入）、バイクから四輪自動車（購入）へとシフトしている。

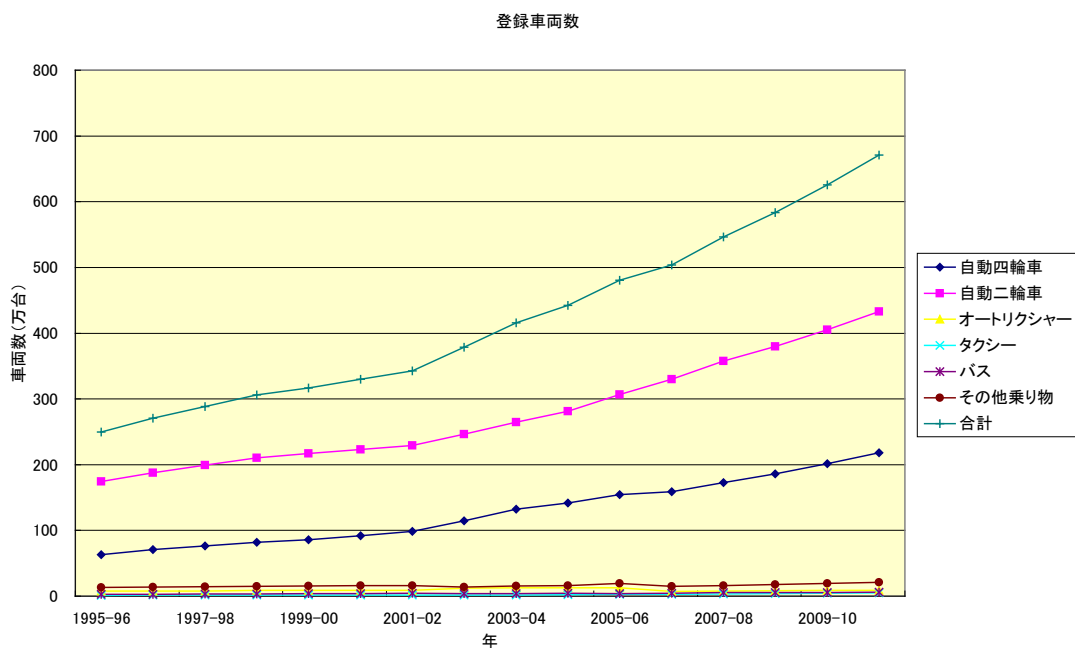


図1 旅客トリップ数

(出所：2011年3月DMRCより入手したデータから筆者作成)

2) 乗客数

図2が示す通り、2002年度の乗客数は平日が平均2万6千人/日、休祝日が3万3千人/日と、平日より休日の利用客の方が多く、地下鉄利用はどちらかというとなり非日常的で、レジャーや特別な催事等への目的により多く利用されていたと考えられる。本事後評価の現地調査(2011年3月)では、低所得層のデリー市民より、地下鉄乗車はそれ自体がレジャーである(遊園地の乗り物と同等感覚で地下鉄を利用している)との声も聞かれ、2002年当時のデリー市民の地下鉄に対する意識が伺える。一方で、平日と休祝日の乗客数の差は2002年以降2006年まで非常に小さかったものの、その差は路線III開通後から開き始めている。平日利用の増加は通勤、通学または業務上の理由による利用者が増え、地下鉄利用がデリー市民の日常生活に浸透してきたことを

表している。また、フィーダーバス⁴の乗車距離が 1.5km (2007 年) から 3.6km (2009 年) に伸びており (CRRI、2009 年)、徐々に地下鉄が主要交通手段として利用されるようになってきていることが分かる。

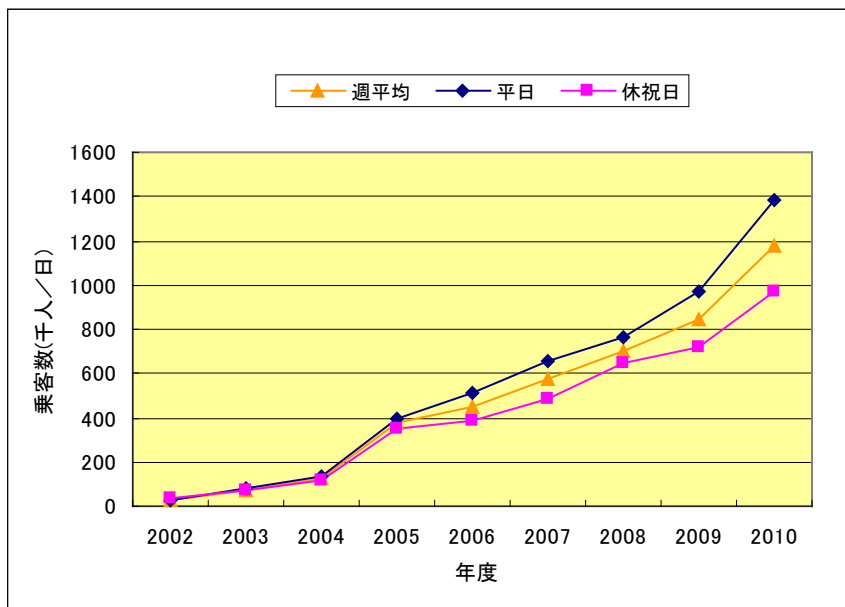


図 2 乗客数の推移

(出所：2011 年 3 月 DMRC より入手したデータから筆者作成)

3) 路線と人口分布

乗客数の推移を路線別に表記したものを図 3、路線図(フェーズ 1 およびフェーズ 2) を図 4 に示す。路線 III および 2010 年の路線 II の乗客数の伸びが堅調である。これは 2010 年 1 月に路線 III の延長線となる路線 IV の一部 (Yumuna Bank から Anand Vihar)、2010 年 10 月に南部に向けた路線 VI (図 4 の紫ライン) の一部 (Central Secretariat から Sarita Vihar) の開通が影響していると考えられる。

⁴ DMRC は Prasanna Purple Mobility Solution 及び Vijay Tour & Travels の 2 社に外部委託することで、地下鉄 22 駅と周辺地域を結ぶ 17 路線のバスを運行している。これをフィーダーバスと呼ぶ。

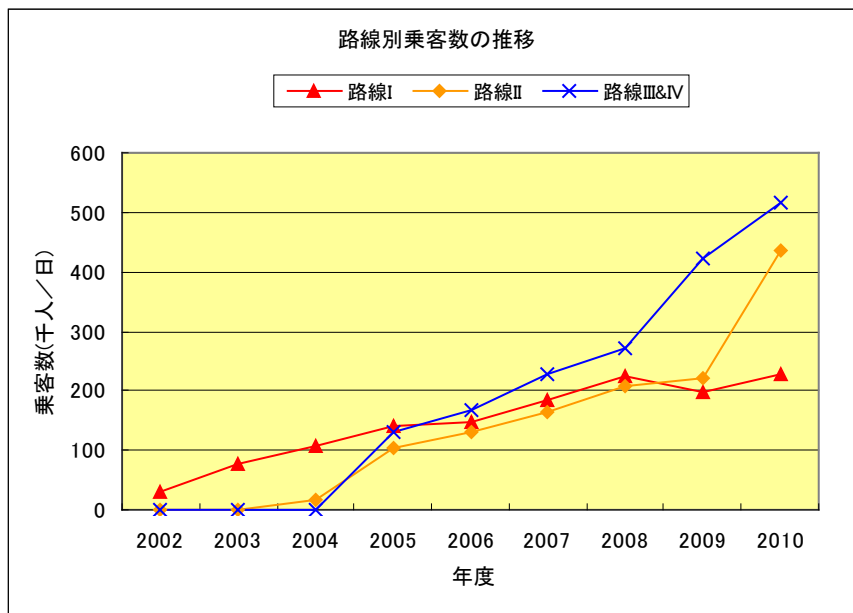


図3 路線別乗客数の推移

(出所：2011年3月DMRCより入手したデータから筆者作成)

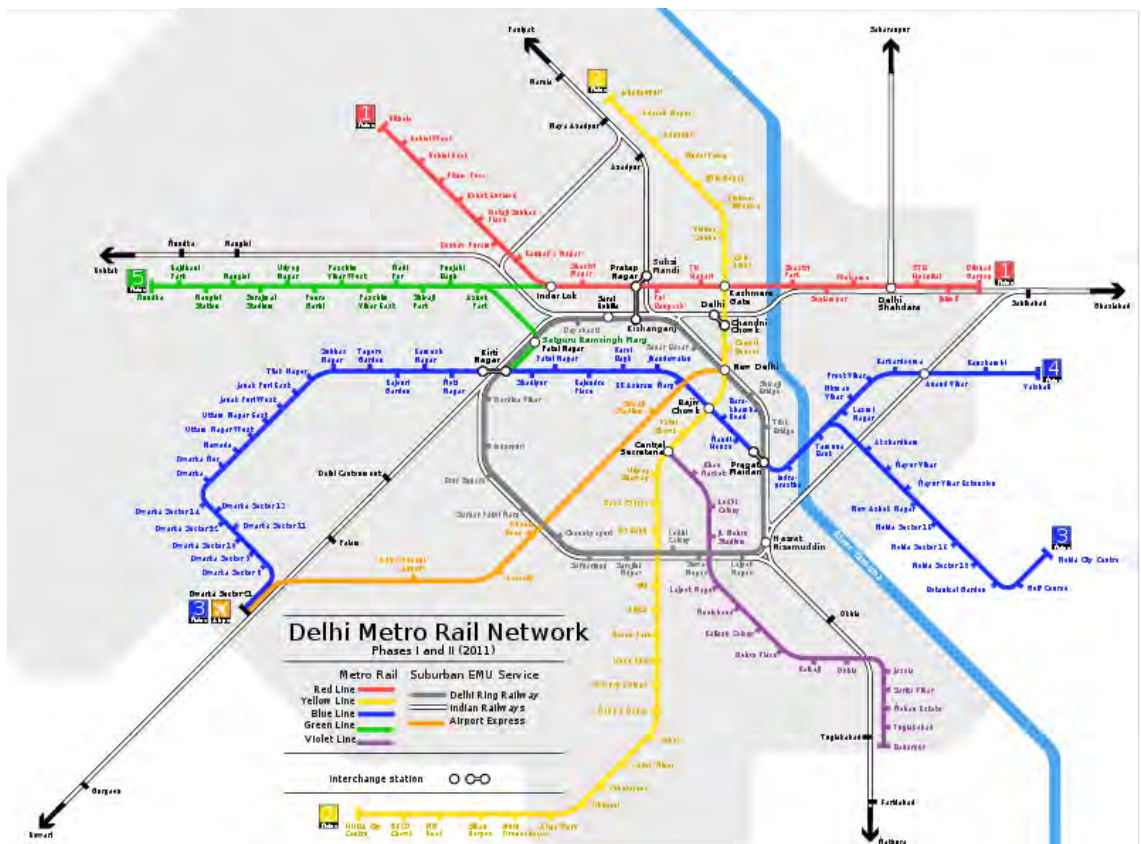


図4 路線図 (フェーズ1およびフェーズ2)

(出所：http://ja.wikipedia.org/wiki/ファイル:Delhi_metro_rail_network.svg, 2011年9月)

次に、デリー市の人口分布と社会経済的特徴を概観した後、各路線と人口分布を比較する。デリー市は図5のように9地区（更に27小地区、59町、169村に分けられる）で構成される。図7に示す地区別人口（2001年）および図6の人口密度が表すように、人口はヤムナ川を境に東側に密集し、南北方向に分散される。商業は中心地区（Central）とニューデリー地区（New Delhi）に集中しているが、近年、北西地区（North/North West）へ徐々に拡大する他、中心地区からグルーガオン（Gurgaon）を結ぶ南西部（空港路線を中心として南西に広がる地域）が新興地域として広範囲に開発が進んでいる。中心地区から北西地区10km圏内にはITやエンジニアリング関係の商業ビル、店舗、低所得から中所得へ移行する世帯向けの中高層マンション等の建設が進んでおり、近年、比較的若い世代が北西地区へ流入している。南西部の路線IIと路線IIIに挟まれる南西地区（South West）および南地区（South）には、中心地区より各国大使館、南部へ向かうにつれ高所得層向けの閑静な住宅地や近代的なショッピングモールが散在する。ヤムナ川の東側、路線Iおよび路線IIIに挟まれる北東地区と東地区は低所得層が集まる人口密集地が多く、イスラム教徒の居住が比較的に目立つ。

地下鉄の乗客数は高人口かつ中間層以上を対象とした施設が集まる北西地区、南西地区、南地区を通る路線IIおよび路線IIIが、低所得層人口密集地を走る路線Iよりも多く、デリー地下鉄は中流層以上にとってより魅力的な移動手段であることが受け取れる。



図5 デリー市の区画
（出所：デリー政府、2001）

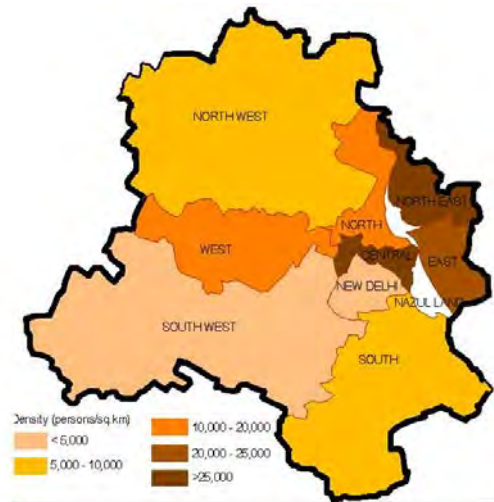


図6 デリー市の人口密度
（出所：デリー政府、2001）

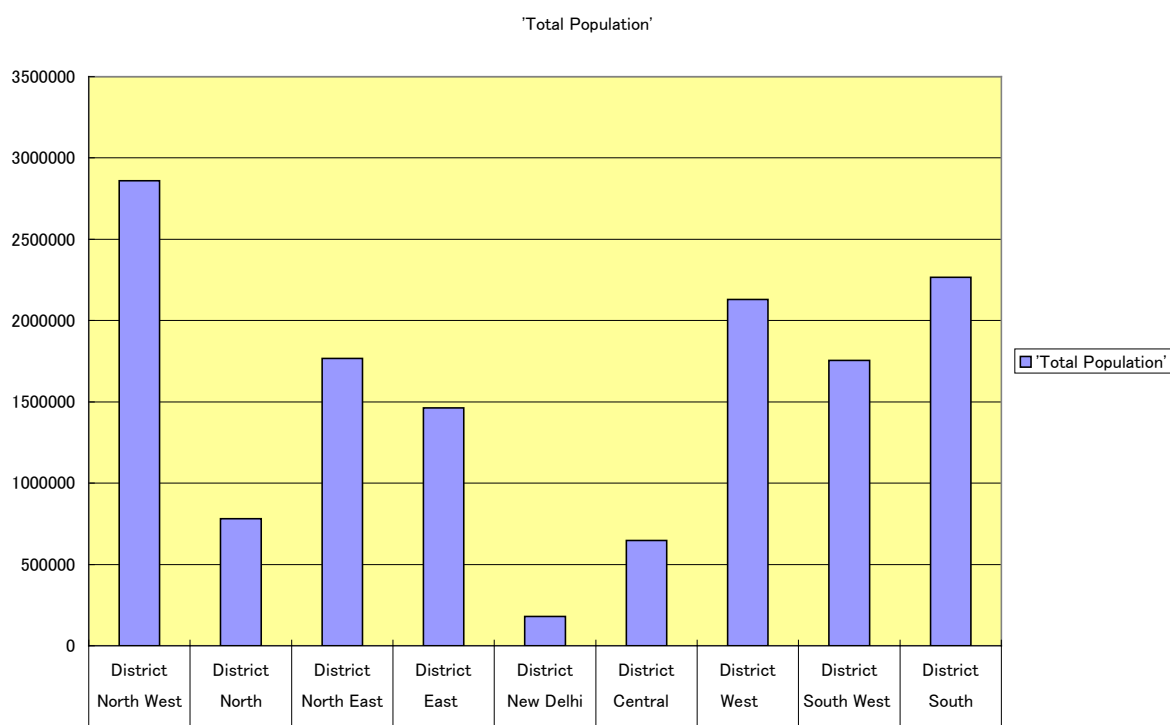


図 7 デリー市地区別人口

(出所：デリー政府国勢調査 2001 年データより筆者作成)

4) 運行間隔

運行計画は DMRC の運行計画部で計画されている。運行間隔の設計は車両保有数および自動改札のログに記録される乗客数の推移により、随時再プログラムされる。2010 年度は各路線 3~6 ヶ月間隔で改定された。運行計画担当者はデリー市民の生活形態が急速に変化し、それにより乗客数に影響が出ていると感じており、車両数や運行間隔をトライアルベースで改定し、最適化を図っている。時刻表は駅には掲示されておらず、直近の電車の時刻が駅構内の電光掲示板で掲示される。

DMRC は 2008 年から ATO (Automatic Train Operation)、ATP (Automatic Train Protection)、ATS (Automatic Train Signalling Systems) を含む自動列車制御装置 ATC (Automatic Train Control)⁵を導入した。ATC は運転手の精神的ストレスおよび作業負担を軽減すると共に、停発車を円滑にし、構内停車時間の短縮を可能にする。ATC の導入効果も手伝い、最短運行間隔は表 5 に示す通り、2008 年以降順調に短縮されている。現在は 8 割の列車に ATC が使われている。

⁵ 安全管理装置として前後を走行する列車との車間距離、走行可能な最速速度、列車がプラットフォームに入る際の停止ラインのセンサー読み取り等の信号自動送受信を組み合わせた運転制御システム。

表 5 最短運行間隔

年	路線 I	路線 II	路線 III
2006	4 分	3 分 48 秒	4 分 12 秒
2007	4 分	3 分 48 秒	4 分 12 秒
2008	4 分	3 分 48 秒	4 分 12 秒
2009	4 分	2 分 54 秒	3 分 36 秒
2010	3 分 50 秒	2 分 48 秒	3 分 12 秒
2011 (見込み)	3 分 50 秒	2 分 48 秒	2 分 54 秒

(出所 : DMRC、2011 年 3 月)

運行上の課題は混雑緩和で、ラッシュ時 (8-11am/5-8pm) は特に路線 I と路線 II が交差する乗換駅(Kashmere Gate)および路線 II と路線 III が交差する乗換駅(Rajiv Chowk) では駅員が乗客を押し込んで乗車させている。現在、混雑緩和を目指して車両増設が計画されており、2011 年 3 月現在、路線 III を中心に 4 両編成から 6 両へ増設されている。DMRC によると、2012 年には全て 6 両編成とする予定である。

3.3.1.2 内部収益率：財務的内部収益率 (FIRR)・経済的内部収益率 (EIRR)

内部収益率は、計画値と実績値に相当の差があり、特に経済的内部収益率の達成度は低い。表 6 および表 7 は評価対象事業 (フェーズ 1) の内部収益率を表したものである。経済的内部収益率、財務的内部収益率共に達成を阻んでいるのは運賃収入 (乗客数) であり、達成するには 2012 年以降の運賃収入を 5 割強増加する必要がある。但し、フェーズ 1 終了以降、(フェーズ 2 で) 路線延長および新規 3 路線の開通により旅客数が急増しており、今後フェーズ 3 (環状線) ができることにより、更なる集客 (運賃収入および不動産収入) が見込まれる。

計画時の乗客数見込みは四段推定法により推定されている。実績値との乖離要因はモデル誤差によるものであるが、本調査ではモデルデータが入手できなかったためパラメーター差異の原因は特定できない。同要因について、DMRC は本事業計画当初は、市内でバス事業を展開するデリー運輸公社 (DTC: Delhi Transport Corporation) がフィーダーバスのサービスを提供し、駅から離れた地域からの乗客を輸送してくること、DTC の路線については DMRC の路線と競合するものは合理化されること、DTC のバス料金も値上げされることが想定されていたが、実際は DTC がフィーダーバスのサービスを提供していないことを上げている。実際には DMRC がバス車両を購入し、民間企業への業務委託によってフィーダーバスを運営しており、DMRC の路線と並行した DTC バス路線は維持されている。DMRC によると、DTC のバス運賃についてもデリー政府からの補助金により 15 年間据え置きのみで、当初想定された DTC による DMRC への集客の貢献がないだけでなく、補助金による安価な運賃で同じ路線での営業により競合関係

にあるとのことである。

表 6 経済的内部収益率 (FIRR)

	計画 (2004 年)	実績 (2010 年)
FIRR	4.50%	0.45%
費用	初期費用 + 追加投資、運転保守・維持管理費用	同左 (但し、2007 年度までは実績値、2008 年度以降は乗客数予測値を使い再計算)
便益	運賃収入、広告収入、不動産開発収入 (駅舎周辺などの関連施設の開発リースなどに限定)	
プロジェクトライフ	25 年	25 年 (開通後)

(出所: DMRC、2011 年 3 月)

表 7 財務的内部収益率 (EIRR)

	計画 (2004 年)	実績 (2010 年)
EIRR	17.60%	12.23%
費用	税金を除いた初期費用、更新費用、運転保守・維持管理費用、土地借上費用、本事業実施後も必要なバスの資本費及び運転費	同左 (但し、2007 年度までは実績値、2008 年度以降は乗客数予測値を使い再計算)
便益	本事業実施に伴う従来の交通機関利用者のシフトによる従来の交通機関及び道路のコスト節約効果、本事業実施に伴う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、本事業実施に伴う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、本事業実施による事故減少及び公害緩和効果	
プロジェクトライフ :	25 年	25 年 (開通後)

(出所 : DMRC、2011 年 3 月)

3.3.2 定性的効果

3.3.2.1 安全管理

駅構内の安全管理は各駅にあるモニター室で集中管理している。改札には保安検査場があり、ボディチェックと X 線による手荷物検査を受ける。また、全車両に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。地下鉄駅内および車内の安全性は 2007 年および 2009 年に実施された調査でも乗客に評価されていた (CRR I、2009)。一方、乗客全員が X 線とボディチェックを受けるため、混雑時には改札通過延滞の原因となっている。

人身事故について、乗客がプラットフォームに転落する事故が年に数回程度起きており、これらの転落事故を避けるため、ラッシュアワーには駅の入り口を開閉することで入場制限を行っている。

今後、乗客数の増加が見込まれていることを考慮すると、入場制限やボディチェックによる安全管理と混雑解消の両立は課題となろう。

3.3.2.2 サービス

電車の発着案内については駅構内の電光掲示板で行っている。現在、車内で電光掲示板に連動した自動音声案内を設置予定で、システムを開発中である。日本の地下鉄に比べると全体的に駅周辺および構内の案内は少なく、多言語化など改善の余地があると感じられるものの、概してデリー市民や乗客は満足している模様である（詳細は「3.4.1.3 受益者調査」参照）。

駅構内、車両内のバリアフリー推進の観点からは、各駅には車椅子対応のエレベーターが設置されている。また、視覚障害者誘導用ブロックが設置され、客車内には車椅子が乗車できるスペースが確保されている。車両内には高齢者、身体障害者優先の席も設置されている。女性への配慮としては、一車両が女性専用となっている。

乗車割引はスマートカード⁶利用者に1割適用される。その他の割引（例えば身体障害者割引や学生割引、定期券の発行）効果の研究および導入、駅内および駅付近への商業施設の招致により、更なるサービスの向上と合わせた集客努力が期待される。

以上より、本事業の実施により高い効果発現が見られるものの、特に乗客数が予測値より少ないことから運用効果指標、内部収益率が目標に達しておらず、有効性は中程度である。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況（事業目的にある“インパクト”）

3.4.1.1 環境への影響

大気汚染物質は、人口、車両数が過去10年急激に増加しているため、汚染レベルは平均して毎年少しずつ悪化している。但し、他の交通機関の利用者数変移（図1参照）を見ると、地下鉄が開通されていなければ更に悪化していた可能性はある。使用車両の一部には電力回生ブレーキという、ブレーキ作動時に列車の運動エネルギーを電力に変換し、架線に戻して他の電車にも使用できるシステムを導入している。このブレーキシステムを使用すると電力変換をしないシステムと比較して33%の電力節約が可能とされている。電力回生ブレーキが搭載された車両は2007年にクリーン開発メカニズム（CDM）⁷事業として登録され、2008年より本格的にモニタリングされている。二酸化炭素（CO₂）排出量の削減効果として、これまで表8に示す結果を残している。

⁶ 地下鉄の自動改札で利用できるプリペイドカード。支払いができるのは地下鉄乗車賃のみ。また2011年2月に開通したエアポートリンクは運営を民間企業のDelhi Airport Metro Express Private Limited (DAMEL)に委託しているため使用できない。

⁷ 京都議定書により温室効果ガス排出削減が義務づけられている先進国（投資国）と義務を有していない途上国（ホスト国）が共同で排出削減事業を実施し、その削減分を投資国が自国の目標達成に利用できる制度（農林水産省ホームページ、2011年）。本事業の投資国は日本である。

表 8 CO₂ 排出削減量

期間	CO ₂ 排出削減量 (t)
2007年12月9日～2008年1月31日	5,081
2008年2月1日～2008年12月31日	35,295
2009年1月1日～2009年12月31日	43,751

(出所：DMRC, 2008 および DMRC, 2010a)

3.4.1.2 環境社会配慮のためのガイドライン

JICAの環境社会配慮ガイドライン⁸による状況については、2005年3月のJICA内部資料及びDMRCからの回答によると次の通りであり、特段の懸念事項はない。施設の利用による大気汚染は発生していない。施設の設置に起因する水系変化による水生生物、漁業、その他の水利用への影響はなかった。施設の利用に伴う排水、施設の設置により生ずる裸地からの土壌流出及びそれらによる下流水質悪化はない。施設の建設期間中及び営業中の騒音及び振動は適切にモニタリングされている。施設の設置による地盤変状はなかった。生態系への影響については、施設建設のために樹木の伐採が必要であった場合、1本の伐採につき3本が植樹された。施設の設置による景観、歴史的・文化的遺産への影響はなかった。既設インフラストラクチャへの影響については、施設の建設によって移動が必要となった既設の上下水道、道路、電話線、電話線は現状維持、ないし以前より改善された状態にて再度設置された。

3.4.1.3 受益者調査

本評価では、2011年3月24日・25日に10駅(Inderlok, Pratap Nagar, Shastri Park, Welcome, Vidhan Sabha, Rajiv Chowk, Dwarka, Uttam Nagar West, Patel Nagar, Barakhamba Road)にて無作為抽出によって選定した50名の乗客を対象に受益者調査を実施した。

表9にある通り、回答者の性別は女性13人(26%)男性37人(74%)であった。表10の通り年齢は最年少で18歳、最高齢で72歳、平均で32.12歳であった。教育レベルは修了教育レベルで初等教育が3人(6%)、中等教育が9人(18%)、大学が27人(54%)、大学院が11人(22%)であった。収入は月平均で最少額が3,500ルピー、最大額が50,000ルピー、平均で18,662.5ルピーであった。

表 9 性別 (有効回答者数 50 人)

性別	人数	%
女性	13	26
男性	37	74
合計	50	100

表 10 年齢 (有効回答者数 50 人)

	最低	最高	平均
年齢	18 歳	72 歳	32.12 歳

⁸ 路線 I 及び路線 II は「環境配慮のための OECF ガイドライン (初版)」、路線 III においては「円借款における環境配慮のための JBIC ガイドライン」(99 年 10 月制定) 上 A 種が適応されている。

表 11 教育レベル

修了教育レベル	人数	%
1 初等教育	3	6
2 中等教育	9	18
4 大学	27	54
5 大学院	11	22
合計	50	100

表 12 収入（月平均、ルピー）

	最少	最大	平均
収入	3,500	50,000	18,662.5

*全回答者 50 名のうち 10 名は学生のため無収入であり、残り 40 名の収入についてのデータ。

表 13 にある通り、回答者の地下鉄の利用目的として最も多いのは通勤、業務上の移動など、仕事関連が 46 人(92%)と最も多い。表 14 にある通り、回答者の地下鉄利用頻度は毎日の利用が 34 名(68%)ともっとも多かった。表 15 にある通り、地下鉄完成前の主な交通手段としてバスと答えた利用者数は 24 名(48%)と最多で次が自家用車とオートバイでそれぞれ 11 名(22%)であった。表 16 の通り、料金の適切性については、41 名(82%)が適切と答えたのに対し、8 人(16%)が高い、1 人(2%)が安いと答えた。

表 13 地下鉄利用の目的

目的	人数	%
通勤等仕事関連	46	92
娯楽	1	2
その他	3	6
合計	50	100

表 14 地下鉄利用の頻度

頻度	人数	%
一ヶ月に一度	3	6
二週間に一度	1	2
一週間に一度	5	10
数日に一度	7	14
毎日	34	68
合計	50	100

表 15 地下鉄完成前の主な交通手段

主な交通手段	人数	%
バス	24	48
自家用車	11	22
オートリクシャー	4	8
オートバイ	11	22
合計	50	100

表 16 料金の適切性

	人数	%
安い	1	2
適切	41	82
高い	8	16
合計	50	100

次に、地下鉄利用理由の目的として 6 つを挙げ、重要な順に回答者に並べてもらったところ、表 17 にある通り、時間の節約は最も重要と答えた回答者が最多で 37 人(74%)、快適さを最も重要な理由と答えた回答者は 8 人(16%)であった。

表 17 地下鉄利用の理由
(順位ごとに理由を選択した利用者の数とパーセント)

理由	順位	1番	2番	3番	4番	5番	6番	合計
時間の節約(人数)		37	8	1	1	3	0	50
(%)		74	16	2	2	6	0	100
快適さ(人数)		8	16	8	10	5	3	50
(%)		16	32	16	20	10	6	100
交通安全(人数)		1	7	18	12	8	4	50
(%)		2	14	36	24	16	8	100
移動時間の確実さ(人数)		3	5	7	10	15	10	50
(%)		6	10	14	20	30	20	100
治安上の理由(人数)		0	6	10	11	12	11	50
(%)		0	12	20	22	24	22	100
費用の節約(人数)		1	8	6	6	8	21	50
(%)		2	16	12	12	16	42	100

図 3 で示すとおり、利用者による駅及びプラットフォームについての評価は 5 段階 (5=とても良い、4=良い、3=どちらでもない、2=悪い、1=とても悪い) で概ね高い評価を得ているが、施設の清潔さ、駅構内の案内表示、必要なインフォメーションがあるかどうかについてはおよそ 25 人が良いとしており、15 人程度がとてもよいとしている。駅員による補助については、18 人がどちらでもないとしていて、10 人がとても良いとしている。トイレについては 9 人がどちらでもないとしていて、9 人がとても悪いとしていることから、トイレ施設の整備が課題である事が伺える。

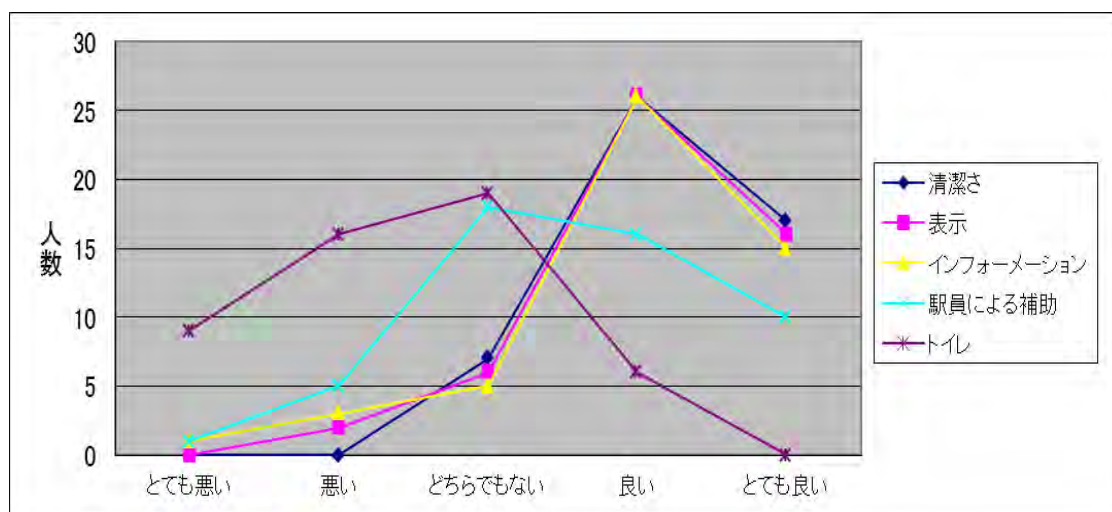


図 3 利用者による駅・プラットフォームについての評価

図 4 及び図 5 は、利用者による車両についての評価を表しているが、車内における清潔さ、快適さ、温度、情報、電車サービスの時間の正確さと頻度については、多くの回答者が「良い」、ないし「とても良い」としており評価が高いが、電車内の混雑が問題である旨述べる乗客が多い。この点につき、デリー交通公社は現在 4 車両で運用しているところを 6 車両に増やすことにより混雑解消の対策とすることになっている。

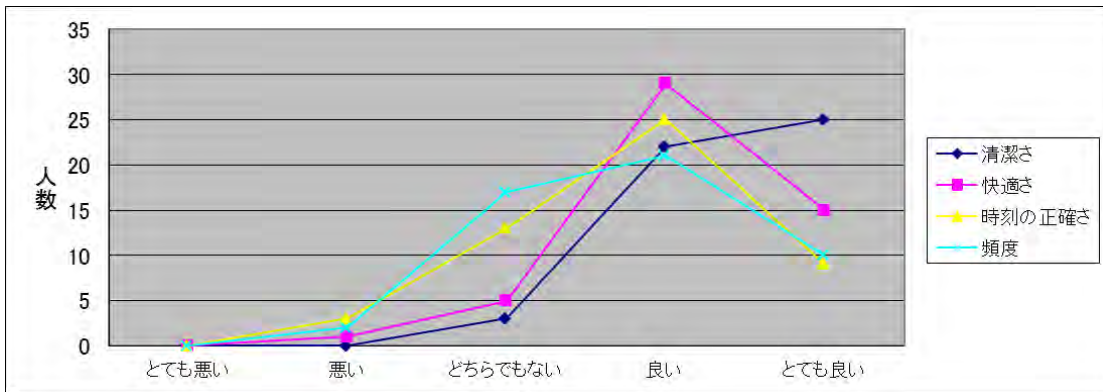


図4 利用者による車両についての評価 (1)

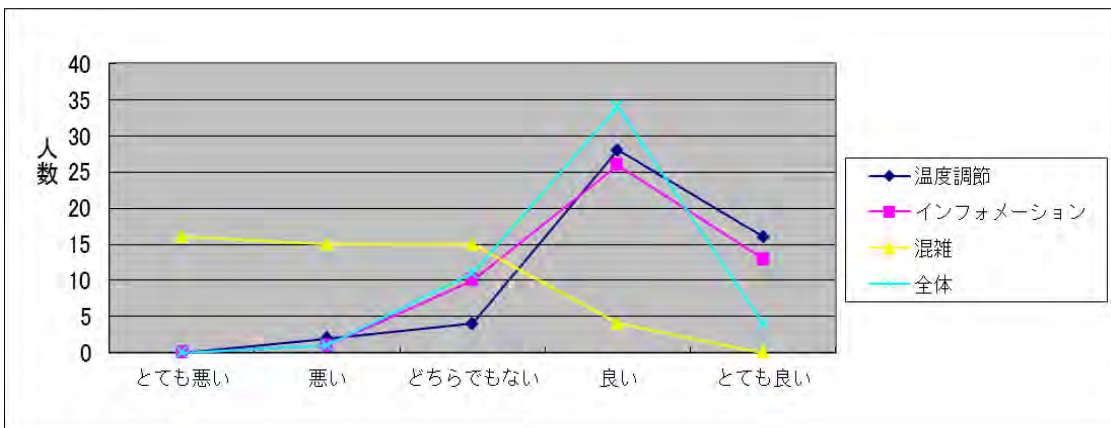


図5 利用者による車両についての評価 (2)

3.4.2 その他、正負のインパクト

本事業に必要な用地取得は表18の通りで、それぞれ予定通りに取得された。施設の建設に伴う住居・事業所の移転の必要数と実績は表19にある通りであるが、注釈にある通り、事業所、スラム住民それぞれにおいて、用意された施設ないし居住地に転入するための条件が満たされなかったため、工事用地から転出したものの、転入するにいたらなかった。

表18 用地取得の計画と実績

	必要土地面積 (ヘクタール)	取得土地面積 (ヘクタール)	未取得 土地面積 (ヘクタール)
路線 I	121	122	0
路線 II	55	55	0
路線 III	90	90	0
合計	265	265	0

表 19 住居事業所の移転

	移転予定であった住居・事業所数		実績（未移転数）	
	住居・事業所数	スラム住居	住居・事業所	スラム住居
路線 I	888	798	0	0
路線 II	441	1720	0	0
路線 III	753	142	9	18
合計	2082	2660	9*	18**

*移転が必要とされた事業所については、Rs. 900,000.-を支払うことを条件に新規で建設された商業施設に転入することとなっていたが、未移転の 9 件はこの条件を満たさなかったため建設用地から立ち退いたが前述の商業施設には転入していない。

**スラム住居の移転については、用意された地区に転入するためには政府発行の配給カードの所持が条件であった、未移転の 18 件については配給カードを所持しておらず、建設用地から立ち退いたが用意された地区への転入にいたらず、現在も裁判で係争中。

用意された居住地に転入したスラム地域の住民の移転後の状況について、デリー交通公社の担当者が移転先の 3 地区(Holambi Kalan、Holambi Khurd、Narela)における各項目の状況につき 4 段階(4=非常に良い、3=良い、2=問題あり、1=大きな問題あり)でレーティングをしたところ表 20 の通りで、当該居住地域の道路、排水設備、上水道、雇用機会、子供の教育機会につき、概ね良いという回答であった。

表 20 スラム地域住民の移転先の生活状況

地区名	項目	レーティング			
		4	3	2	1
Holambi Kalan	道路	○			
	排水		○		
	上水道	○			
	男性の雇用機会	○			
	女性の雇用機会	○			
	子供の教育機会	○			
Holambi Khurd	道路		○		
	排水		○		
	上水道		○		
	男性の雇用機会	○			
	女性の雇用機会	○			
	子供の教育機会	○			
Narela	道路		○		
	排水		○		
	上水道		○		
	男性の雇用機会	○			
	女性の雇用機会	○			
	子供の教育機会	○			

本評価での現地調査で上の表にある3地区を訪問し、それぞれ5人程度の住民に対してインタビューをしたところ以下の回答が得られた。移転した後のほうが、暮らしぶりは概ねよいとみられる。

- ・転居前は不法占拠で強制退去のおそれがあったが、現在は自分の土地なので、安心して暮らせる。(3地区の住民)
- ・水や電気の供給があり、トイレも整備されていて、転居前よりよい。(3地区の住民)
- ・近隣の工場で働けるので以前より収入が増えた。(Holambi Kalanの住民)
- ・所得については、雇用機会は様々で転居前より増えた者もいれば、減った者もいる。(Holambi Khurd 住民)
- ・公共の交通機関はバスしかなく、本数も少ないのでデリー中心部へ出かけるのは不便である。(Holambi Khurd 住民)

本事業は大規模な施設を建設することから、工事中の環境問題及び、土地取得とそれともなう住民の移転が課題であったが、工事中の環境については大気汚染の状況も適切にモニタリングされ、樹木の伐採が必要であれば別の場所に伐採された数以上の植樹をするなど適切に対処された。住民移転についても適切な用地を用意し、住民自身も移転前よりも状況がよいと評価するなど概ね適切に対処された。

BOX2: 社会的弱者に関する調査

本事後評価では、デリーメトロの近隣に居住する指定カースト等の社会的弱者への日常生活・経済活動における正負の影響を把握することと、社会的弱者の社会開発に寄与する方法を見出すことを目的として、路線Iの Shahdara 駅に隣接するスラム地域を介入群とし、デリーメトロから5km程度離れた Sanje colony というスラム地域を対照群として、それぞれ50件の世帯を無作為抽出により選定し、合計100世帯を対象に調査を実施した。

回答者のデリーメトロの利用頻度は、一週間に一回以上利用する世帯主数を見ると介入群で21人(48%)であるのに対し、対照群では4人(8%)と、駅周辺住民の方が利用頻度は多いが、毎日利用していると答えた世帯主の数は介入群でも6人(12%)にとどまっている。一方で、利用頻度がひと月に一回未満(全く利用しない場合も含む)と答えた世帯主は、介入群で15人(30%)であるのに対し、対照群では38人(76%)に上った。デリーメトロの利用目的については、仕事の関係で利用すると答えた回答者が35人(50%)、親類、友人に会うなどの社会的な目的で利用すると答えた回答者が26人(37%)であった。

デリーメトロ建設による収入への影響については、介入群で40世帯(80%)が影響なしと答え、4(8%)世帯が増えた、6(12%)世帯が減ったという回答であった。収入が増えた理由として、「地下鉄の駅が建設されて居住者が増え、売り上げが伸びた」、収入が減った理由として、「地下鉄の建設によって野菜を販売していた市場が取り壊された」などがあった。対照群においては、49世帯(98%)が所得額に変化なしと答え、

1 世帯(2%)が減ったということであった。

「デリーメトロ完成によって生活の中でもっとも大きく変わったことは？」という問いに対して、デリーメトロの利用で移動の時間が節約できると答えた回答者が最も多く 49 人、次にデリーメトロの利用は快適であるという回答が 32 人、バスやリキシャの利用よりも安全であると答えた回答者が 25 人と、デリーメトロ利用の際の利点を挙げた回答者が殆どであるが、他方でデリーメトロ建設により就労場所が無くなったと答えた回答者が 5 人(そのうち 4 人が介入群)いた。地下鉄を利用して便利という回答者は介入群で 15 人であったのに対して、対照群で 4 人であったのは、対照群の居住地が駅から離れており、不便ということによるものと思われる。

デリーメトロの運賃が回答者にとって高額であることから、利用頻度が相対的に少なく、裨益は限定的ではあるものの、多くの回答者がバスやリキシャなどの従来からの交通手段よりも安全、速い、快適であると述べていることから、都市における移動での利便性の向上に貢献している。

また、社会的弱者の利用頻度はその社会的属性によって差があり、デリーメトロ利用のためには駅や車内で文字情報を読み取ることが必要なため、特に非識字者の利用が限られている。利用頻度が対照群より相対的に高い介入群では、地下鉄を毎日利用すると答えた非識字者は居なかったが、識字者は 6 人(14.3%)で、一方、ひと月に一回未満と答えたのは非識字者では 8 人中 4 人(50%)、識字者は 42 人中 10 人(23.8%)と、割合で見ると非識字者の利用頻度が相対的に低いのがわかる。したがって、非識字者でも利用しやすいよう駅構内及び車内での音声サービスを拡充し、利用頻度を増やすことで社会的弱者にとっての利便性のさらなる向上が期待できる。なお、宗教やカーストの違いによる利用頻度の差は、介入群においても特に見られなかった。

BOX3: デリー市民の行動変容に関する調査結果

本事後評価では、社会階層の変容、都市生活、時間概念の変容等、本事業実施前には想定していなかった効果について、主に中所得者層が居住するとされ、1号線の Welcome 駅から約1キロのところの位置するイースト・アザド・ナガル地区にて調査を実施した。回答者選定にはシステムティック・サンプリング手法を採用し、任意の家屋から5件ごとに訪ね、88人から回答を得た。88人の回答者のうち、38人(43.2%)は居住者、25人(28.4%)は事業主、25人(28.4%)は居住者かつ事業主である。

回答者のデリーメトロの利用頻度については、毎日利用する回答者が10人(11.4%)、1週間に1回利用する回答者は18人(20.5%)で、回答者数が最も多かったのが1ヶ月に一回で24人(27.3%)であった。主な利用目的については複数回答で就業、業務関連と答えた回答者が38人、親族、友人に会うといった目的に利用すると回答したのが38人であった。

「デリーメトロによって時間の使いかたは変わりましたか」という問いに対して、変わったと答えた回答者は82人(93.2%)、変わらないと答えたのが6人(6.8%)であり、デリーメトロにより多くの回答者の時間の使い方が変わったことが示された。

デリーメトロによって時間の使い方がどのように変わったのか具体的な例をたずねたところ、電車の定刻通りのサービスと移動時間の短縮により様々な業種の人々の通勤や業務中の移動が速くて確実になり、仕事上の効率が向上したこと等がある。具体的変化について以下の回答があった。

- ・ 患者の自宅へ往診するとき、以前よりも移動時間が短縮できたので助かる。(男性・55歳・医師)
- ・ 修理の仕事をしているので客との約束の時間通りに行くことはとても重要。それも以前は交通渋滞のために難しかったが、デリーメトロのおかげで時間通りに客のところに行けるようになってとても助かっている。(男性・24歳・製造業)
- ・ デリーメトロで通学しているので時間の節約ができる。(男性・20歳・学生)

また、時間の使い方が変化し、社会生活における変化を述べた回答者も多かった。特に、移動時間が短縮されることにより、以前は時間がなくて会えなかった親類に会えるようになったと述べた回答者が多い。以下は回答者による回答。

- ・ 親戚のところに行くのに以前は2時間かかっていたのに、デリーメトロのおかげで今は1時間もかからない。(女性・70歳・主婦)
- ・ 息子が会社へ出勤するのに助かっている。自分たちが親戚のところへ行くにも時間通りに行けるのでありがたい。(女性・45歳・自営業)
- ・ 離れたところに住む義理の母に緊急のことがあったとき急いでいけるからありがたい。(女性・33歳・美容師)

次に、「デリーメトロによってデリー市民の行動様式や考え方に変化はあったと思いますか」という問いについては、71人(80.7%)が変化あり、17人(19.7%)が変化なしと答えていて、多くの回答者がデリーメトロによってデリー市民の行動様式や考え方に変化が起きていると考えている。以下は具体的回答である。

- ・ デリー市民は速くて安全、そして快適に乗れるデリーメトロを誇りに思っている。そして、より協力的で親切になったように思う。(男性・38歳・建築業)
- ・ 人々は規則を守り、時間を守るようになった。(女性・53歳・主婦)
- ・ (公共交通機関がバスのみの時は)バスに乗っていた人々はルールを守らなかったけれども、メトロに乗るようになってルールを守るようになった。駅に並ぶなどしてルールを守ることを学んだように思う。(男性・54歳・販売業)
- ・ 人々は公共の場を清潔に保つということを意識するようになったと思う。(男性・45歳・会社員)

3.5 持続性（レーティング：③）

3.5.1 運営・維持管理の体制

3.5.1.1 操業体制

DMRC は本事業の運営および維持管理を実施するために 1995 年にインド政府およびデリー政府の（50:50）拠出により設立された。DMRC には事業主として両政府への事業報告義務があり、両政府は出資者としてインド会社法（Companies Act, 1956）に基づく監督責任および決裁権を持つ。DMRC は設立時、名目上の数人の役員からなる実態のない組織であったが、40 名/km を目安に人員採用と育成を続け、2010 年度現在は 4,750 名、35 名/km で路線 I から路線 VI の運営を行っている。現状、構内で勤務する職員は 1 日 3 交代シフト勤務により円滑に無理なく行われ（詳細は「3.5.2 運営・維持管理の技術」参照）、運転手、電気、信号等のエンジニアの育成も順調にされ、適当数の人員が確保されていると見受けられる。

職員の採用は 2001 年から本格的に始まり、全体の 2 割は都市開発省や鉄道省出身の経験者から採用された。残り 8 割は全国レベルの一般公募で集められ、2002 年の路線 I が開通するまでに 349 名の組織となった。路線 II および路線 III の開通と運営に合わせ増員し、2006 年度（全 3 路線開通、フェーズ 1 終了年）には 2,642 名の職員を擁していた。

表 21 人員数

	2002年度	2003年度	2004年度	2005年度	2006年度	2007年度	2008年度	2009年度	2010年度
電気	70	181	441	518	630	542	514	554	807
サービス	27	75	173	188	249	207	203	200	228
信号・通信	57	127	251	306	496	457	460	488	855
車両	57	132	272	291	364	379	381	519	749
運用	124	278	435	525	865	854	900	1135	2042
人事・管理	14	21	25	25	38	69	44	51	69
合計(人)	349	814	1597	1853	2642	2508	2502	2947	4750

（出所：2011 年 3 月 DMRC より入手したデータから筆者作成）

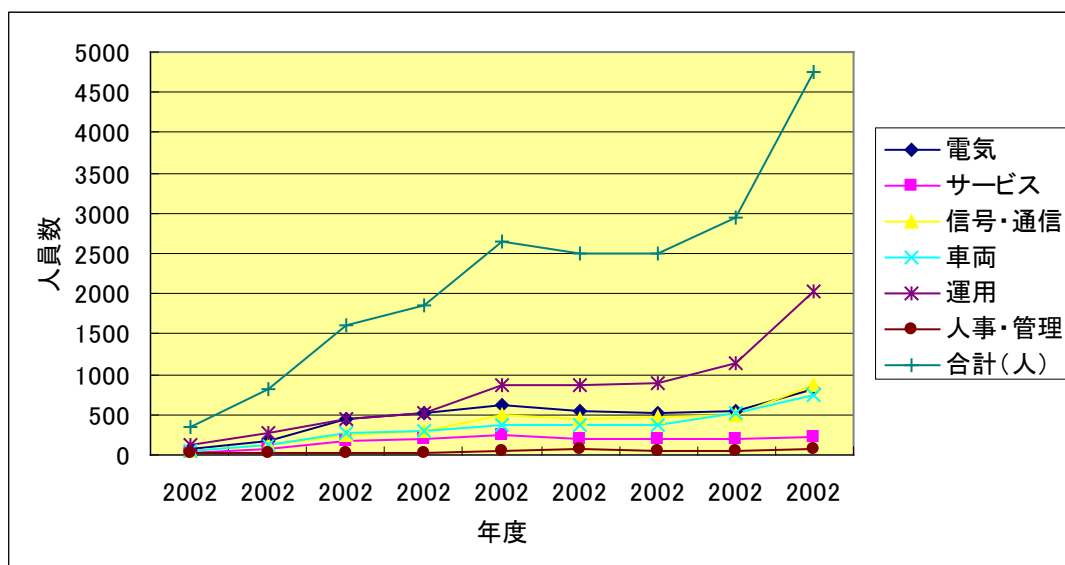


図 11 人員推移

(出所：2011年3月 DMRC より入手したデータから筆者作成)

3.5.1.2 組織運営の体制と人員育成

組織構成上の縦横連携と情報共有が円滑に行われている。口頭連絡（業務引継ぎ）、日報、定期点検、定例会議等により、日々の現場状況が定期的に組織全体に伝達され、組織運営および技術的な改革に活用されている。職員は個人の能力を伸ばし、恒常的に全体の人的資源が強化されるよう育成されている。DMRC は相互入れ替えや交代要員を育成しておき職員管理を安易にするために、複数タスクをこなしながら2～3年おきに配置換えを行う。また、研修運営能力は非常に高く、外部へコンサルティングを実施し、建設予定のバンガロールメトロ実施事業体の Bangalore Mass Rapid Transit Limited (BMRTL) 等、インド国内各地の地下鉄会社から研修生を受け入れ育成するまでに成長している。

技術系新入社員は Shastri Park にある研修施設で通常7ヶ月間の新人研修を受け、企業方針から運行管理、メンテナンス等運行に係わる全要素を習得後に各部署へ配置される。研修施設ではその他、定期研修(6ヵ月毎)、ニーズベース研修(階層別研修、リーダーシップ、言語、カスタマーケア等)、特別研修(応急処置、消防等)の4種が実施されており、常時600～700名が研修を受けている。運行現場(駅員/運転手)から人事部門および研修施設へのフィードバックシステムが構築されている。運行現場では点検と安全確認の業務報告が毎日行われ、運転手と駅員の技術的な評価が月に2回行われる。これら現場からの声と駅員の評価結果は全部門で共有され研修施設に伝わり、トレーニングプログラムや配置転換、組織運営方法の改善に活かされている。

3.5.2 運営・維持管理の技術

運行管理とその向上に必要な技術習得については常に改善が認められる。

運行システム全体の技術については、2008年に「3.3.1.1 運用効果指標 4) 運行間隔」で述べた自動列車制御装置 ATC の導入、2009年度には折り返し運転の移動距離を短く円滑にする等、向上努力を続けている。現在は8割の車両がATCにより走行され、有効性に示したように、運転間隔も短くなっている。2007年にはフェーズ2以降用に Bombardia 社から新車両の導入を決定し、2010年には運行を始めており、技術習得能力の高さを表している。

運行計画については、自動改札の記録から時刻と乗客数をモニタリングし、それらのデータを基に高稼働率を保ちながら需要に応えるよう短期サイクル（数ヶ月毎）で運行間隔設計を見直し、試行を繰り返しながら効率化を図っている。

運輸、車両、電力、施設の指令管理は各駅にあるモニター室（Station Controller Room : SCR）で中央管理される。高度なコンピューター制御により自動化されているため、技術系人員の動員数は最小限に抑えられ、乗車トークン⁹販売員、安全検査員、構内案内員各数名の他、駅長1名（1名の駅長が2駅兼務）、駅員1名、ビル管理エンジニア1名が3交代で管理可能となっている。各管理者の交代時にはチェックリストに基づき技術的点検と引継ぎが行われており、SCR室からの提案や課題は「3.5.1.2 組織運営の体制と人員育成」で触れたように、上司を経由して組織運営に反映される。

3.5.3 運営・維持管理の財務

3.5.3.1 経営状況

総事業費について、日本政府（円借款）対インド政府の出資割合は、フェーズ1が60:40、フェーズ2が55:45、フェーズ3が40:60（予定）であり、鳥瞰的には自己資本（自国政府による負担）割合を段階的に増やすような移行努力が見られる。インド政府内の出資は中央政府およびデリー政府の他、路線乗り入れ先の市政府（路線IIのハリヤナ州政府グルーガオン市、路線IIIのノイダ市）からされている。

次に、DMRCの経営状況を参照するため、DMRCの直近の損益計算書を表22、貸借対照表を表23に示す。表22から分かるように、2008年度および2009年度の営業利益、経常利益は二期連続黒字である。経常収支比率（経常収入／経常支出×100%）は2008年度が275、2009年度では194となったが、2009年度に落ち込んだのは一時的な営業外支出によるものであり、各期の収益は健全性を維持している。但し、中長期的に見ると、過年度の保留損益が積み上がり2009年には純利益がマイナスへ転じている。資産合計に対する未処分損益（次期繰り越し損）の割合は2008年度が0.6%、2009年度が1.4%であり、直近2年間では軽微ではあるが悪化傾向にある。現状、積算損失が財政に与える影響は限定的だが、今後の経営状況は継続して注視されたい。

⁹ ICチップ入りのプラスチック製コイン型乗車券。

表 22 損益計算書¹⁰ (ルピー)

年度	2008	2009
営業収入	3,928,660,793	5,272,011,880
地下鉄収入(Traffic Earning)	2,980,779,498	4,133,012,805
フィーダーバス収入(Feeder Bus Earning)	26,591,346	26,789,648
レンタル収入(Rental Earning)	921,289,949	1,112,209,427
営業費用	2,286,890,481	2,889,863,785
営業支出(Traffic Operations)	2,286,890,481	2,889,863,785
営業利益	1,641,770,312	2,382,148,095
営業外収入	3,315,256,380	2,106,601,937
コンサルティング(Consultancy)	281,331,396	321,915,668
不動産(Real Estate)	2,449,949,686	292,749,297
外部事業(External Project Works)	-	835,879,636
その他(Others)	583,975,298	656,057,336
営業外費用	343,344,263	922,813,942
コンサルティング(Consultancy)	19,722,410	70,149,073
不動産(Real Estate)	42,856,552	48,648,376
外部事業(External Project Works)	-	803,456,421
地価変動分(Decrease in the inventory (Land))	277,973,915	-
雑費(Miscellaneous Expense Written Off)	2,791,386	560,072
経常利益	4,613,682,429	3,565,936,090
その他損失(その他利益)	4,200,477,599	5,618,221,710
減価償却(Depreciation)	2,790,456,173	3,296,374,346
利子、金融経費(Interest & Finance Charges)	1,032,423,680	1,164,506,727
前年度調整(Prior Period Adjustments)	(113,570,279)	6,903,914
見込み税額(Provision for Taxation)	491,168,025	1,150,436,723
純利益	413,204,830	(2,052,285,620)
前期繰越損益	(2,165,636,190)	(1,752,431,360)
未処分損益(次期繰越損益)	(1,752,431,360)	(3,804,716,980)

(出所：DMRC、2010b)

表 23 貸借対照表 (2009 年度決算) (ルピー)

資産の部	276,498,002,777	資本の部	110,973,397,115
固定資産	253,305,996,923	資本金 (Shareholder's fund)	81,734,104,000
有形資産(Gross Block)	149,662,311,169	申込資本金 (Share Application Money)	973,000,000
減価償却累計額(Less: Depreciation)	(14,366,778,607)	資本余剰金 (Deferred Grants)	28,266,293,115
建設仮勘定(Capital Work-in-Progress)	106,695,682,265		
建設貯蔵品および前渡金 (Construction Stores & Advances)	11,314,782,096		
流動資産	23,192,005,854	負債の部	169,329,322,642
棚卸資産(Inventories)	361,297,404	無担保貸付(Unsecured Loans)	145,506,402,060
諸口未収入金(Sundry Debtors)	2,197,020,884	正味繰延税(Net Deferred Tax Liability)	3,522,066,010
現金(Cash and Bank Balance)	15,585,979,213	流動負債 (Current Liabilities)	19,730,621,334
その他流動資産(Other Current Assets)	129,717,292	引当金 (Provisions)	570,233,238
貸付金および前渡金 (Loans and Advances)	4,917,991,061		
損益勘定(2011年度繰越損)	3,804,716,980		
資産合計	280,302,719,757	資本・負債合計	280,302,719,757

(出所：DMRC、2010b より筆者再仕訳)

¹⁰ フェーズ 1 のみの収支ではなく、年度収支を表す。

3.5.3.2 営業外収入

DMRC は地下鉄運営以外に技術コンサルティング業務および不動産開発にて収益を上げている。DMRCではフェーズ1投入費用の7%を不動産開発で回収することを目指し、以下3種の不動産開発を実施している。その他、2008年度までは政府より付与された土地の売却利益を上げていたが、以降は土地の売却は禁止されている。

① 駅構内および車内の店舗用スペース賃貸

賃貸例：マクドナルド (Kashmir Gate)、GE Money (銀行) (Rajiv Chowk)、構内売店
期間：6年 (3年ごとに20%の値上げ)

② 構内および車内の広告スペース賃貸

借入者：広告会社
期間：2～3年

③ 大型開発 (民間開発会社への委託)

契約例：商業ビル (Shahdara 等)、IT 展示場 (Shastri Park)、住居用マンション等
期間：最長 30年

営業外収入は1997年～2009年の投資 (O&M 費除く) に対して9%のリターンを得ており、2010年までの予測値を含めると12%になる。結果は良好であるが、営業外収入の94%が不動産投資であり、かつ2008年までは売却益を含み、営業外活動を開始した2002年度から2008年度までのデリー市における平均実質経済成長率7.9% (OECD. StartExtracts より筆者算出、2011年) を考慮すると、経済成長に牽引されたものとも捉えられる。不動産開発は実施機関の営業部が管轄しており、香港およびシンガポールの MRT (Mass Rapid Transportation) 開発を参考にしながら試行錯誤を重ねている。今後も益々のノウハウ蓄積が期待される。

3.5.3.3 バスとの競合

DMRC は Prasanna Purple Mobility Solution 及び Vijay Tour & Travels の 2 社に地下鉄 22 駅と周辺地域を結ぶバス (フィーダーバス) の運営を外部委託している。現在の運行は 17 路線で、比較的人口が多い地域と地下鉄駅とを接続するように組まれている。フィーダーバスの乗客乗車距離は毎年伸びており、概して、フィーダーバスは地下鉄利用と合わせて市民の移動効率を上げていると言える。DMRC は適宜路線変更のための調査を実施する他、市民団体や企業からの依頼を受けて需要調査を実施し、開通、ルート変更、撤廃を維持更新している。但し、全体的に、運行網の範囲が北区、北西区と南西区 (図 5、図 6 参照) に比較的広がっており、路線網の拡大余地がある。

「3.3.1.2 内部収益率：財務的内部収益率 (FIRR)・経済的内部収益率 (EIRR)」で述

べたように、DTC との連携が望ましいが、DMRC と DTC は公社とはいえ運営は独立委任されており、実質的には競合相手となっている。

2004 年にフィーダーバス用のプリペイドカード（スマートカード）の導入が計画され、2011 年 1 月以来フィーダーバス運営会社を通じて 900 枚のカードが販売された。しかし、現在は地下鉄とフィーダーバスのスマートカードは共通しておらず、DMRC の委託先が運営するエアポートリンクでも使用できない。これに対し、DMRC はスマートカードシステムを共通化する検討を進めている。今後とも新システム導入の際には、委託先会社とのより一層綿密な連携が望まれる。

3.5.4 運営・維持管理の状況

管理マニュアル（作業工員の数、役割、能力、作業時間の目安、確認項目、状態等を基準化する）が用意され、それらに従って定期的に点検管理されており、運営・維持管理の状況に特に問題はみられない。

3.5.4.1 車両メンテナンス

操縦士は毎日、ブレーキやワイパー等、車両の基本的動作を確認する。電気系統システム、各機器の劣化点検・交換等は下記の一定走行距離毎に実施される。尚、DMRC が所有する車両は⑤以上の走行距離に達しておらず、現在点検マニュアルを検討開発中である。

- ① 5,000km : 工員 4 人、所要 2 時間
- ② 15,000km : 工員 7 人、所要 8 時間
- ③ 60,000km : 工員 12 人、所要 8 時間
- ④ 120,000km : 工員 12 人、所要 8 時間を 2 種
- ⑤ 420,000km : N. A
- ⑥ 840,000km : N. A
- ⑦ 2,100,000km : N. A

3.5.4.2 部品その他のメンテナンス

部品や工具のメンテナンスは運営管理部（Operation & Maintenance Department : O&M 部）により行われている。交換部品やメンテナンスに使用する機器、工具類には番号が振られ、所定の保管場所に置かれている。保管場所にある部品にはチェックリスト（在庫数や注文日）が付けられている。また、倉庫には管理者シフト表（記録）が付けられている。各種点検は点検漏れがないよう、定型フォーマットに記録をとるようになっている。点検後は O&M 部の管理者が結果を確認し、次のアクションを起こす。

以上より、本事業の維持管理は体制、技術、財務状況ともに現状は特段問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。一方で、DMRC の損益の安定化には課題があり、財務状況については今後注視していくことが期待される。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、評価項目である有効性においては、乗客輸送量および運賃収入について計画当初の目標値に達していないという課題があるものの、路線が順次開業するに伴う保有車両数の増加、また運行間隔の短縮等により、列車の運行数、車両の稼働率、車両キロ等の運行指標は2010年には改善している。実施機関の組織の運営及び鉄道の運行については、定例会議、日報、口頭による連絡等による適切な情報共有・意思決定により円滑に行われていて、人材育成についても運行現場のニーズに対応しつつ、常に職員全体の人的資源が強化されるよう研修内容も随時改善されながら実施されており、本事業の持続性は高いと評価される。その他、事業の妥当性、効率性もいずれも高い。鉄道利用者の観点からも、ピーク時の混雑などの点を除いては、利用時の車内の快適さ、清潔さ、運行時刻の正確さ、頻度などに関し高く評価されている。以上より、本事業の評価は非常に高い。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

本評価結果の有効性の項目で挙げられた乗客数の目標値と実績値との乖離が重要な課題として挙げられた。現在 DMRC はフェーズ3の計画策定中であるが、その際の目標値設定においては、根拠となる乗客数予測の方法を改善するなどして、より現実的な目標値を設定することが望ましい。

4.2.2 JICA への提言

本事業のように収益性が求められる事業については収益性が確保されるための前提の実現が確保されているかどうかの確認をし、不十分と認められた場合にはそれを促すことが望ましい。例えば、有効性の項目における乗客数の目標値と実績の乖離の要因の一つとして DMRC と DTC との競合関係についても言及したが、これらの公共交通機関が競合関係ではなく、体系的な都市交通を構成するよう互いに協力し、公共交通機関全体として効率よく運営されるよう DMRC と DTC を管轄・所有するデリー政府運輸局等の関係機関に確認し、不十分と認められれば、それを促すことが望ましい。

4.3 教訓

DMRC では設立以来、内発的に人材育成方法の向上努力を続けており、それが自立的な組織発展を生み出した。人材は組織経営を左右する非常に重要な要素であるとの理解の上、職員採用時には広範囲からより優秀な人材を選び出し、採用後は職員の能力が高まるよう、タイミングよく段階的な研修を受けさせ、適度に配置転換をするなど、研修施設および業務（OJT）による優れた人材育成制度が構築されている。研修内容についても研修生が即戦力となるよう運行現場の駅員及び運転手から研修施設へのフィードバックシステムが構築されている。運行現場では点検と安全確認の業務報告が毎日行われ、運転手と駅員の技術的な評価が月に2回行われ、これら現場からの報告と駅員の評価結果は研修施設にフィードバックされ、トレーニングプログラムの改善に活かされている。言わば、人材育成のPDCA（Plan-Do-Check-Action）システムが出来上がっている。このような人材育成におけるグッドプラクティスは他の類似案件において推進されることは、事業の効果的・効率的運営及び持続性の確保に有効であると思われる。

以上

参照文献

Central Road Research Institute（CRRI）, 'Quantification of Benefits for Delhi Metro Phase I (2009 Review)', DMRC, 2009

Delhi Metro Railway Corporation (DMRC), '1st Monitoring Report Version: 01', DMRC, 2008

Delhi Metro Railway Corporation (DMRC), '2nd Monitoring Report Version: 03', DMRC, 2010a

Delhi Metro Railway Corporation (DMRC), 'Annual Reports 2009-2010', DMRC, 2010b

主要計画／実績比較

項目	計 画				実 績			
①アウトプット		軌道距離 (km)*	駅舎数	車両数		軌道距離 (km)	駅舎数	車両数
	路線 I	22.00	18	280	路線 I	22.056	18	280
	路線 II	11.00	10		路線 II	11.008	10	
	路線 III	25.60	25		路線 III	25.546	25	
	*2004年(第6期審査時)の計画による							
②期間	各路線の完成日(運行開始日)	計 画			各路線の完成日(運行開始日)	実 績		
	路線 I	1996年— 2004年3月31日			路線 I	1996年— 2004年3月31日		
	路線 II	1996年— 2005年9月30日			路線 II	1996年— 2005年7月3日		
	路線 III	2002年7月— 2006年3月31日			路線 III	2002年7月— 2006年11月11日 *		
	*一部区間の着工が政府の承認が当初の予定より遅れたため遅延							
③事業費	外貨	116,091百万円			96,458百万円			
	内貨	186,242百万円			176,002百万円			
		(現地通貨 :			(現地通貨 :			
	合計	59,312百万ルピー)			67,433百万ルピー)			
	うち円借款分	302,333百万円			272,460百万円			
	換算レート	184,069百万円			162,610百万円			
		1ルピー=3.14円 (1996年5月現在)			1ルピー=2.61円 (1996年5月～2004年8月平均)			