

持続可能な開発のための「強靱（レジリエント）」なインフラ構築： 鉄道ネットワークとコチメトロを実例に

プテンカラム ジョージョセフ*

Abstract

“Resilient Infrastructure development for Sustainable development: Case study of Kochi Metro Railway” in Kerala, India, is part of a research grant of the Ministry of Education (基盤研究B・17H04495). In this research using survey oriented field work, we were able to collect data to analyze the impact of Metro railway development on economy, environment and infrastructure. This article focuses only on the economic development aspects related to employment and mobility services. It is said that by 2050 about 70% of the Indian population will be living around cities and they would contribute about 58% of GDP. Sustainable Urban Development (SUD) plan focusses on mobility of the working population and public transportation is key to its success. This research also analyzes the impact of metro systems in the lives of the people from various perspectives so that we can formulate a new design for sustainable urban development based on building resilient infrastructure.

Keywords: SDGs Goal 9, Resilient Infrastructure, Urban Development, Kerala State in India, Kochi Metro Rail

要 旨

本研究は（基盤研究B・17H04495）“鉄道ネットワークの構築による貧困・教育・環境問題の複合的解決のための方法論の開発”の一部である。この研究はアジア地域におけるインフラ構築に関する情報収集・分析を実地調査に基づいて行なったものである。具体的にインドのケララ州のコチメトロ鉄道建設によって行ったものである。実地調査を通してインドでは経済・環境の観点からインフラ構築のために必要な要素を抽出することを目的とした。インドでは、全世界的に経済の拡大に起因して急激な都市化の傾向がみられた。また、2050年までにインドの人口の70%ほどが都市部に居住するとみられる。加えて、都市部は経済的成長の動力と考えられ、最新の調査によると、インドの国民総生産（Gross Domestic Product GDP）の58%がその経済成長の動力によるもので、2030年までには、70%を占めると予想されている。都市部の発展は従来の都市計画を凌ぐペースで発展しており、現段階での都市計画を見直し、サステナブルなプランを都市部にもたらず新しい都市計画が必要である。都市の資源として Sustainable Urban Development (SUD) はそのプランを実現させるとことを楽観的に見通している。したがって、このプランを大切にすることは都市の将来にとって必要なことである。また、SUDの本質として、モビリティの

* 上智大学 経済学部 経済学科 (Puthenkalam John Joseph, Department of Economics)
連絡先 E-mail : j-puthen@sophia.ac.jp

N.B. I take this opportunity to acknowledge the financial support through the research grant and also acknowledge the various data and research based materials used in this study provided by various sources.

本論文の記述は膨大な研究資料と科研費によるサポート及び、編集者に寄与するものである。

For publication and other details about the author, please refer to: <http://pweb.sophia.ac.jp/j-puthen/>

重要性があげられる。そして、公共交通（Public Transportation PT）のより一層の拡張が必要である。モビリティの拡張のためには、都市の渋滞や混雑を緩和し、既存の公共交通（PT）のインフラに加えてより高速で安全なメトロ交通システムの構築が必要である。メトロ鉄道インフラのある都市では、都市開発にあたり、鉄道インフラのみならず、都市全体としての開発であると認識する必要がある。メトロ交通がもたらした経済、環境、インフラなどへの影響を分析し、持続可能な都市開発は都市の資源を最適条件で利用し、かつ、その需要を満たすということであり、引き続き、それらを包括的に研究、検証していく必要がある。

キーワード：SDGs 目標9、「レジリエント」なインフラ、都市計画、インドのケララ州、コチメトロ鉄道

はじめに

本研究は（基盤研究B・17H04495）“鉄道ネットワークの構築による貧困・教育・環境問題の複合的解決のための方法論の開発”の一部である。この研究はアジア地域におけるインフラ構築に関する情報収集・分析を実地調査インドのケララ州のコチメトロ鉄道建設によって行ったものである。平成30年度からの科学研究費助成事業（科学研究費補助金）の目的は、鉄道ネットワークの形成により、貧困、教育、環境問題を複合的に解決する指針を与えることである。そのために、主に発展途上国を中心として、国あるいは地域レベルによる公共交通ネットワークの構築が交通網の国際化により受ける影響を検証するとともに、持続可能な社会づくりのために必要な交通ネットワークの形成理論モデルを産学官連携のもと構築する必要がある。平成30年度は、主として2つの作業を行った。第一に、前年度に南アフリカでの調査結果より、方法論の構築に要する要素を抽出し、数理モデルに具体的な数値を組み込み検討した。第二に、インフラが発展途上地域においてどのように位置付けられ、利用されているか明らかにするため、インドやエチオピアにおいても予備調査を実施し、地域の特性による違いを検討した。関連研究のレビューは継続し、数理モデルにおけるロジスティクス、エネルギーのそれぞれの観点からの分析も行っている。本年度の研究実施計画1. 本研究の目的を達成するため、前年度に続き方法論の構築を目指すとともに、提案する鉄道ネットワークに対する経済効果、雇用の創出などの開発経済の側面や教育環境への影響の側面について検証方法をさらに検討していく。具体的には、簡易的なモデルケースに対して、導入すべき鉄道技術に関する数例を提示した上で、(a) 消費エネルギー (b) 環境負荷の低減効果 (c) 物流促進効果を測定し、(d) 雇用の創出 (e) 経済効果・その他教育・環境への影響を含めた検証・評価過程までを整理、確立することとなる。

モデル構築には、最適化手法の導入を目指し、定量的な検討を可能とすることが重要である。ここでは、地域特性を考慮した鉄道システムにおける最適車種・最適経路導出のための研究を引き続き行う。地域特性の設定において、物流効果やエネルギー消費などは、それぞれ定量測定が可能な項目である。上記過程で構築した方法論に、貧困、教育、環境の側面からどのような評価を行うべきかを検討し、この課題に対する総合的な解決手法の基礎提案を行うこととする。特に、前年度調査より、鉄道をはじめとするインフラが教育上のアクセスに繋がるだけでなく、移動距離が短縮されることによる教育の質の向上へのインパクトがあることも仮説として成り立つことが考えられた。今年度はこの仮説をより重点的に検証する。これは、検証可能かつ実際の問題に即した有効な地域をターゲットとした簡易モデルケースに対して、方法論の確立とその検証について一連の手順を提示することとなり、方法論の有効性の根拠材料として提示されるものである。そのため、実地調査に基づいた有効性の検証が必要であり、引き続き調査を実行する

とともに、その妥当性について客観的評価を得るよう進める。

実地調査は、インド、南アフリカ、エチオピアを引き続き対象とし、モデル構築の評価軸を検討するためのデータ・情報収集を行う。インドでは経済・環境の観点からインフラ構築のために必要な要素を抽出することを目的とする。また、南アフリカやエチオピアでは、都市交通を中心とした公共交通が教育とどのように影響し合うか注目する。なお、このプロジェクトは政策的側面を併せ持つため、実地調査においては国際協力機構や国際機関、省庁、海外の研究機関とも連携し、情報収集網をさらに拡大・構築する。本研究では「持続可能な開発のための「強靱（レジリエント）」なインフラ構築：鉄道ネットワークとコチメトロを実例に」を主題とし、SDGsの目標9:『産業と技術革新の基盤をつくろう』を理論の基礎とし、雇用の創出と経済効果にも着眼し、コチメトロを実例に検証していきたい。

強靱（レジリエント）なインフラ構築

2000年9月にニューヨークで開かれた国連ミレニアム・サミットで189人の世界の指導者は「ミレニアム宣言」を承認した。ミレニアム開発目標（Millennium Development Goals: MDGs）¹⁾は、2015年までに達成すべき期限を決めた、測定可能な8つの目標で、宣言実施のための行程表である。MDGsは、貧困を削減し、貧しい人々の生活を改善するための集団的行動のための枠組みを提供するものである。MDGsには8項目の明確な目標を超えて貧困と飢餓の解消や保健、教育、生活環境、環境の持続性、ジェンダーの平等などの改善で見られる進歩を測定する12項目の期限を定めたターゲットが含まれる。2015年までに、グローバル、地域、国家、地方のレベルでの協調努力によって、すべての目標について大きな進歩が見られ、何百万という人々の生活が改善された。「ミレニアム開発目標報告2015」に述べられたデータや分析は、目標にそった介入、健全な戦略、適切な資源、そして政治的意思があれば、たとえもっとも貧しい国でも劇的かつ未曾有の進歩を達成できることを証明した。同時に、多くの領域で成果は一樣ではなく、不足していることも認めた。そうした状況のもとに、MDGsに関する事業はまだ終わっておらず、新たな開発の時代へと継続する必要があった。MDGsおよび地球サミットによる成果とそこから学んだ教訓を踏まえて、2015年9月25日から27日まで「ポスト2015開発アジェンダ」採択のために開かれた国連サミットで、加盟国は決議20/1「われわれの世界を変革する：持続可能な開発のための2030アジェンダ」を採択した。「2030アジェンダ」は、ミレニアム開発目標（MDGs）が達成できなかった事業に取り組む一方で、三つの側面、すなわち経済、社会および環境における持続可能な開発をバランスの取れた、統合された方法で達成することを目指す。それは、国連の活動の三つの柱の目標、すなわち平和と安全、人権、そして持続可能な開発の目標を単一のアジェンダに統合するという、この種の合意では初めてのものである。それは、経済や社会の問題に個別に焦点を合わせるというこれまでの開発へのアプローチからのパラダイムシフトを反映している。また、ミレニアム開発目標に比べ環境により大きな力が注がれている。大胆かつ斬新、「2030アジェンダ」は2030年までに貧困を撲滅し、持続可能な未来を追及する。それは普遍的なアジェンダで、一つの「宣言」、2030年までに達成すべき「17の目標」、活性化されたグローバルなパートナーシップも含めた「実施手段」、「レビューとフォローアップ」のための枠組み、から構成されている。広範囲に及ぶ貧困、不平等の高まりと富、機会、権力の格差の問題から環境の悪化と気候変動がもたらす危機の問題まで、世界は今計り知れないほどの挑戦に直面している。2030アジェンダはあらゆる面で貧困を終わらせる行動計画を提供している。「だれ一人取り残さない」し、「もっとも取り残された人には最初に手を差し出す」。

SDGs 目標 9：産業と技術革新の基盤をつくろう

強靱（レジリエント）なインフラ構築、包摂的かつ持続可能な産業化の促進及びイノベーションの推進を図る。

2. ターゲット

9.1 全ての人々に安価で公平なアクセスに重点を置いた経済発展と人間の福祉を支援するために地域・越境インフラを含む質の高い、信頼でき、持続可能かつ強靱（レジリエント）なインフラを開発する。

9.2 包摂的かつ持続可能な産業化を促進し、2030年までに各国の状況に応じて雇用及びGDPに占める産業セクターの割合を大幅に増加させる。後発開発途上国については同割合を倍増させる。

9.3 特に開発途上国における小規模の製造業その他の企業の、安価な資金貸与などの金融サービスやバリューチェーン及び市場への統合へのアクセスを拡大する。

9.4 2030年までに、資源利用効率の向上とクリーン技術及び環境に配慮した技術・産業プロセスの導入拡大を通じたインフラ改良や産業改善により、持続可能性を向上させる。全ての国々は各国の能力に応じた取り組みを行う。

9.5 2030年までにイノベーションを促進させることや100万人当たりの研究開発従事者数を大幅に増加させ、また官民研究開発の支出を拡大させるなど、開発途上国をはじめとする全ての国々の産業セクターにおける科学研究を促進し、技術能力を向上させる。

9.a アフリカ諸国、後発開発途上国、内陸開発途上国及び小島嶼開発途上国への金融・テクノロジー・技術の支援強化を通じて、開発途上国における持続可能かつ強靱（レジリエント）なインフラ開発を促進する。

9.b 産業の多様化や商品への付加価値創造などに資する政策環境の確保などを通じて、開発途上国の国内における技術開発、研究及びイノベーションを支援する。

9.c 後発開発途上国において情報通信技術へのアクセスを大幅に向上させ、2020年までに普遍的かつ安価なインターネットアクセスを提供できるようにする²⁾。

2. 世界の現状図：ターゲット相互の関係 9.1 強靱なインフラ

9.a アフリカ、LDC、LLDC、SIDS のインフラ開発

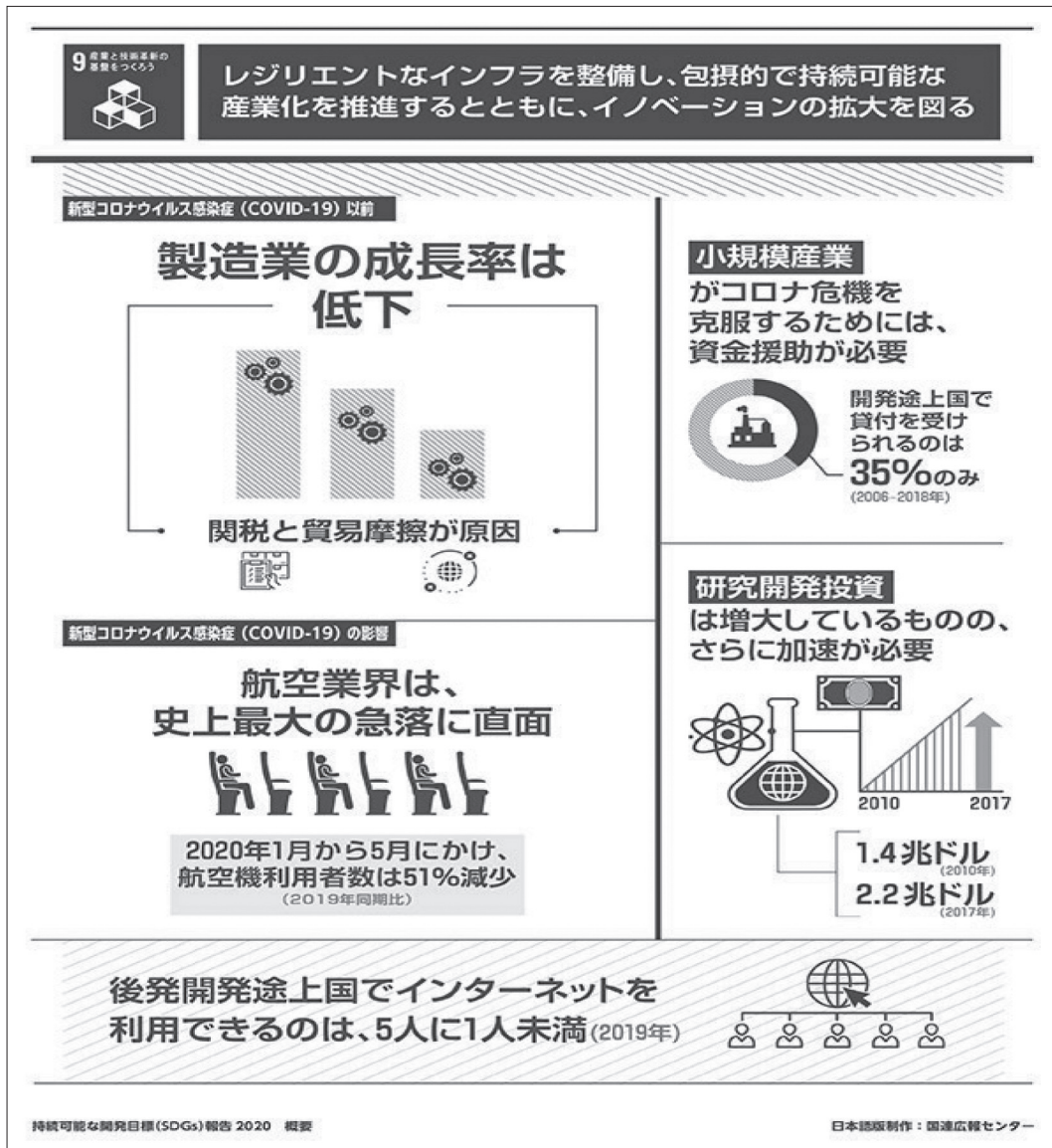
インフラ：世界には未だ電力にアクセスできない人口が11億人、衛生的な水を利用できない人口が6.6億人、不十分な衛生環境に置かれている人口は24億人と言われている。世界の人口の3分の1が、全天候道路に簡単にアクセスできない状況である。これは、途上国では多くの農村地域が経済活動から隔離されていることを意味しており、低い労働生産性や貧困からの脱却を疎外する要因となっている。状況の改善に向けて、世界銀行は全天候道路から2km以内に住む農民の比率を農村アクセスインデックス（RAI）として、指標化する取り組みを進めている。地域・越境インフラは、道路、空港、港等の交通インフラが含まれ、地域統合、持続的な社会経済発展の重要な要素である。人口増加とともに、エネルギー消費量、交通量も増加するため、効率の良いエネルギー、交通安全等を同時に進める必要がある。交通インフラは、地域のバランスに偏りが見られる。例えば、貨物輸送は、鉄道、道路、航空のいずれにおいても、ヨーロッパ・北米、東アジア・東南アジアに集中している。また、世界の港のコンテナ輸送量（TEU）の57%（2012年）は東アジア・東南アジアに集中し、2000年の48%から増加傾向にある。貨物輸送量から見ると、欧州・北米、東アジア・東南アジアに集中している。例えば、サブサハラの人口は10億人（2016年）と世界人口の約13%を占めているが、道路による貨物量が世界に占める比率は僅か2%である。2015年、

開発途上国における経済インフラ分野のODAは、570億米ドルに達しており、2010年から32%増と、増加傾向にある。その内訳は、交通とエネルギーの分野が主で、380億米ドルとなっている。しかし、インフラ整備には巨大な投資が必要であり、インフラギャップは年間1～1.5兆ドルと試算されている。強靱（レジリエント）なインフラとは、自然災害に十分に耐えうる、人的・物的損失を未然に防ぐことの出来る丈夫な構造物を指すものである。例えば、耐用年数について、道路は20年、橋や水利施設は100年の耐久年数が一般的である。しかし、世界のある地域における、老朽化等による脆弱なインフラにより、2010年から自然災害による世界全体のインフラの損失は、9,000億米ドルに達すると言われている。インフラが脆弱である場合、経済活動は停滞し、経済損失が発生する。製造業の発展は、経済発展、雇用、社会的安定のための主な原動力である。経済構造の変化が速い国ほど、経済成長率が高いと言われ、開発途上国にとっては、産業化こそが成長のエンジンとなるものである。

世界全体のGDPにおける製造業付加価値（MVA）のシェアは2005年の15.3%から2016年の16.2%へと増加している。先進国においては、産業構造の高度化によりMVAの比率は低下傾向にあるが、開発途上国においては上昇傾向にある。製造業の割合を向上させることは、労働集約型の製造業であれば、雇用の増加が期待できる。ゴール9では、包摂性の観点から、後発開発途上国（LDC）の製造業の雇用者数の比率を2倍にすることが指標となっている。しかし、製造業における1人当たりの付加価値からみると、ヨーロッパ・北米の4,621米ドルに対し、後発開発途上国では100米ドルとなっている（2016年）。

先進国では、ミディアムテク・ハイク（MHT）が製造業産出物の40%（2008年）を占めるのに対し、低所得国では僅か14%（2010年）である。そのため、MHTの付加価値は、産業の構造変化を知る上で有用であるが、LDC（後発開発途上国）では、これら指標を向上させるのは難しいため、一般的には、食料・飲料、衣料が、有望な産業となるものである。途上国では30%の農産物しか加工されていないため、アグリビジネスの潜在的発展性があることを示唆するものである。途上国においては、中小零細企業のファイナンスギャップは5.2兆米ドルであり、実際の貸出金額の1.4倍であると推計されており、経済発展、イノベーション、雇用創出を阻害していると指摘されている。目立った産業のない開発途上国では、インフラが共通の課題であるため、産業発展の潜在性があれば、現地政府等と協力の上、製造業が安定して生産活動を行える工業団地を設立すれば、更なるインフラ形成を促し、産業化の原動力となる可能性がある³⁾。

「環境に配慮したインフラ開発と産業化」：についても様々な可能性がある。エネルギー効率を向上させるための機械設備を開発する、廃棄物の発生を抑える製品を開発するといった目的の研究開発はこの目標の達成に大きく貢献するものである。過去10年で東アジアや東南アジアは著しい発展を遂げており、その要因はインフラや産業、イノベーションである。そのため「強靱（レジリエント）なインフラ構築、包摂的かつ持続可能な産業化の促進及びイノベーションの推進を図る」ことを目標とすることが、持続的経済成長と持続可能な開発を目指すこととなるであろう。SDGsでは誰一人取り残さないという理念を掲げていることから、2030年までに脆弱な国家への様々な支援を行うなど8項目のターゲットに取り組むことで、この目標の達成を目指している。また、GOAL9に与えているコロナの影響は以下の図の通りである。



Source for Figure 1: https://www.unic.or.jp/sustainable_development/2030agenda/

図 1

インドの都市計画

ミレニアム以降の二十年、インドでは、全世界的に経済の拡大に起因して急激な都市化の傾向がみられた。また、2050年までにインドの人口の70%ほどが都市部に居住するとみられる。加えて、都市部は経済的成長の動力と考えられ、最新の調査によると、インドの国民総生産 (Gross Domestic Product

GDP) の 58%がその経済成長の動力によるもので、2030 年までには、70%を占めると予想されている。都市部の発展は従来の都市計画を凌ぐペースで発展しており、現段階での都市計画を見直し、持続可能なプランを都市部にもたらす新しい都市計画が必要である。都市の資源として Sustainable Urban Development (SUD)⁴⁾はそのプランを実現させるとことを楽観的に見通している。したがって、このプランを大切にすることは都市の将来にとって必要なことである。また、SUD の本質として、モビリティの重要性があげられる。そして、公共交通 (Public Transportation PT) のより一層の拡張が必要である。モビリティの拡張のためには、都市の渋滞や混雑を緩和し、既存の公共交通 (PT) のインフラに加えてより高速で安全なメトロ交通システムの構築が必要である。メトロ鉄道インフラのある都市では、都市開発にあたり、鉄道インフラのみならず、都市全体としての開発であると認識する必要がある。The National Urban Transport System⁵⁾はその 2014 年の報告書にて、メトロ交通システムは土地利用計画と同時に開発を進めるべきだと提言している。都市におけるメトロ鉄道の拡張は都市開発に影響を及ぼしている。都市交通の利便性の向上はメトロの駅の近隣住民の生活やビジネスにも影響を与えている。これは、地下通路の拡張や街の再開発を呼び起こし、路線地域の活性化を促すものである。地域の第一次産業が発展し、既存の Central Business District (CBDs) に代わるものとなっている。ただし、無計画な開発が、土地と資源の有効かつ効率的な活用の妨げとなっている。以下にて NUT の問題参照



Source for Figure 2: https://www.changing-transport.org/wp-/E_K_NUMP_India_2014_EN.pdf

図 2

サステイナブルな都市計画

サステイナブルな都市計画 (Sustainable Urban Development, SUD) のコンセプトは、過去 10 年の国連の持続可能な開発目標に沿うものであり、これに沿っての実現と発展を目指しているものである。国連におけるワーキンググループはその開発目標報告書にて 2015 年以降の SUD の目指すべき指標を以下のように掲げている。

“都市開発のプロセスにおいて、環境の基準を整備し、組織の確立を行なうことが大切であり、それに伴い、一般家庭と社会共同体が都市開発からの恩恵を享受できるように、幅広い種類のサービスを最大限に拡充することが必要である。また、都市計画の拡充が現在および将来の人々の生活の向上には欠かせないことであるとしている。”現時点においてこの目指すべき指標の目標は経済における生産性を保ちながら、持続可能であり環境に配慮した都市作りを促進することである。また、SUD の目標のひとつとして、

2030年までに交通整備計画と持続可能な都市交通開発計画を実行できる都市を30%以上増やすとしている。持続可能性はその性質上、様々な定義とコンセプトに定義されるため、そのテーマによって、様々な解釈がなされるものである。

コチにおけるサステイナブル戦略への考察

都市開発における大量交通システムが与える影響の全体像をつかむため、コチという土地の発展とコチ市民の旅行及び移動の特徴を考察し、メトロ鉄道がコチの社会に寄与する意味合い、可動性、環境などを調査する。また、メトロ鉄道が地域に与える制約と可能性を明確にし、メトロ鉄道の開発計画をコチがどのように取り組み、取り入れているかを確認する。Greater Cochin Development Authority (GCDA)⁶⁾(以下にて本部写真参照)が開発計画の中心であり、現時点での研究対象地域に加え、2031年の開発計画ではKochi City Region (KCR)の地域も加える予定である。



Source for Figure 3: <http://www.gcda.kerala.gov.in/>

図3

メトロ交通と各都市における役割

メトロ交通とその都市における役割について考察していくなかで、まずはメトロ交通について考察していく。メトロ交通もしくは、大量輸送交通システム (Mass Rapid Transit Systems (MRTS)) は都市郊外鉄道の技術的な発展にともない導入された交通システムである。この交通システムは主に、通勤客を勤務地まで輸送することを目的としている。そして、この交通システムは産業革命の時代にアメリカやヨーロッパ諸国の都市の混雑緩和のために導入された。1863年のロンドンでの交通システムがはじまりである。その後、同様の交通システムはアメリカやヨーロッパの同規模の都市に広がっていった。この交通システムは低炭素型交通であり、メトロ交通の特徴として、他の交通に妨げられず、転向台車と車両で、単独で運行することが可能である。当時の平均時速は20～30kmであった。

インドのメトロとその影響

世界の600を超える都市でメトロ交通、あるいは大量輸送高速交通が機能している。そのうち、いくつかの都市ではメトロ交通網が発達し、それらは拡張している。英国の首都、ロンドンメトロは1863年、日本の首都、東京メトロは1939年、韓国の首都、ソウルメトロでは1964年、シンガポールでは1987年、などがあげられる。

インドに初めてメトロ交通が開設した都市はコルカタであり、1984年であった。それ以降1995年にはDelhi Metro Rail Corporationが2002年までの完成目標にて、デリーにてメトロ交通を開通する計画を発表した。それ以降、メトロ交通はムンバイ、チェンナイ、そしてバンガロール他、インド国内の20の都市において建設中、もしくは建設計画中となっている。以下、インドメトロの図4、5、6参照。



図4



図5

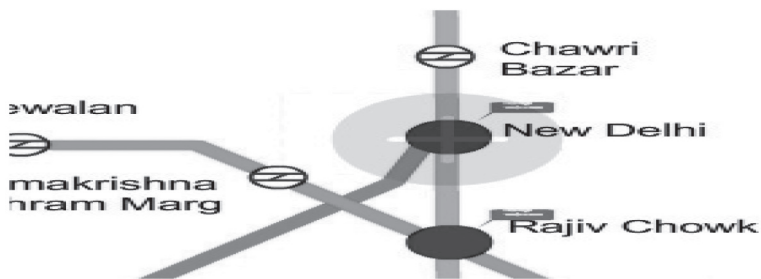


図6

Source for Figure 4, 5 & 6: デリーのメトロ : <http://www.delhimetrorail.com/>

デリーのメトロ

インドの首都であるニューデリーのメトロ交通システムが導入されたのは、2002年である。それ以降、ニューデリーの交通網は拡張を続け、総距離200キロメートルに及んでいる。ニューデリーの人口密度は一キロ平方メートルあたり11,297人である。現在、一日の乗降者数は280万人である。また、ニューデリー市民の42%が公共交通利用者であり、その一日の平均乗車距離は15kmとなっている。ニューデリーの人口密集地帯は都市の中で分散しており、メトロの出現により、駅が開発されて、いくつかの新しい商業地帯が発展している。

コチメトロ交通：分析と考察

“アラビア海の女王”と称されるコチはインドの南西海岸に位置し、この地域の最も発展している港湾都市のひとつである。また、コチはケララ州の中でも最も都会的な集積港であり、ケララ州における商業の中心都市でもある。コチメトロ鉄道（図7, 8, 9参照）は2012年に議会の承認を得て同年後半に、Delhi Metro Rail Corporation (DMRC) と Kochi Metro Rail Limited (KMRL)⁷⁾との合弁により建設を開始した。そして、2021年にコチの行政主導により作成された Kochi Development Plan 2031（図10, 11参照）に基づき、メトロ事業の建設合意がなされた。この Kochi Development Plan 2031⁸⁾は実現可能なサスティナ



図7



図8

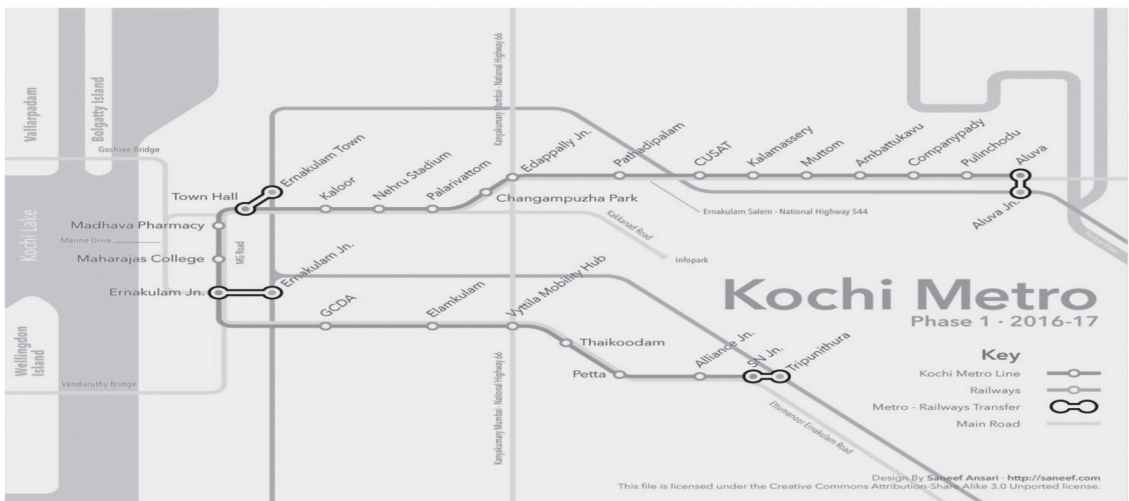


図9

Source for Figure 7, 8 & 9: KMRL: <https://kochimetro.org/>

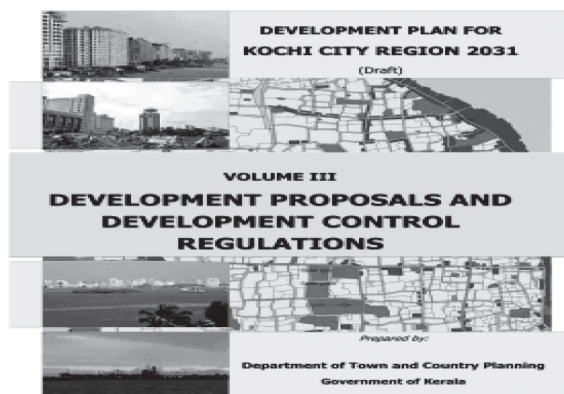


図 10



図 11

Source for Figure 10 & 11: Kochi Development Plan 2031

Kochi Development Plan 2031

ビリティに基づく鉄道計画を推奨している。コチサステイナブルな戦略をもとにメトロ鉄道の開発がコチ全体の発展につながることを目的とする。

公共交通機関は、スペースを効率的に利用し、騒音による公害のレベルを下げるができるものである。都市の人口が増えるにつれて、道路か否かにかかわらず、公共交通機関のシェアまたは鉄道ベースのシェアを増加する必要がある。その経験値によれば、コチのような都市では道路には十分な幅がなく、次のような混合交通の状況となっている。低速および高速で移動する車両、道路輸送は1時間あたり8,000人を最適に運ぶことが可能である。輸送による密度がこのレベルを超えて増加した場合、平均速度が落ち、また、車両がパンク状態となり、加えて、移動時間が増加し、人口密度が増加し、通勤者にとって不便の上ないものとなる。いずれにせよ、バスの運行を続けることは不可能である。一方、コチの道路で混合輸送体制をとった場合は10,000phpdtを超える輸送が可能である。また、人口の増加と港湾都市への巨額の投資により、旅行需要は急成長すると予想されている。不十分な公共交通サービスにおいては、乗客は乗用車などプライベートな移動手段に頼りがちとなる。このことは、コチ地域のオートバイや家用車の渋滞を悪化させるだけでなく、都市道路だけでなく、汚染レベルも増加することとなる。これらの懸念を踏まえて、大量高速輸送システムが推進された。街の商業の中心地、フェーズ1でアルヴァからベッタまでの間の総走行距離25.61kmを運行しており、22の地下鉄駅がある。建設と施工は、デリーメトロレールコーポレーションの技術支援を受けたコチメトロレール株式会社によるものである。メトロフェーズ2は、南部のスリップニスラとアンガマリーに向けて拡張する予定である。そして、後続のフェーズでは、のネドゥンヴァセリ国際空港経由で北上し、カクカナード、フォートコチ、パラヴールのITハブを接続する計画となっている（上記駅名図9参照）。



図 12



図 13

Source for Figure 12 & 13: Kochi Development Plan 2031

インド全体の空港とコチ（ネドゥンヴァセリ）国際空港

コチの人口増加とインフラの必要性及び土地利用について

人口密度と土地利用の分析は、都市レベルだけでなく、メトロ交通のプライマリインフルエンスエリア (PIA) からも分析することができる。コチ地域の開発計画 2031 に沿っての開発であるため、開発に制限が課されている。この地域において、メトロ交通の主な影響範囲は、当初、1km と想定されていた。歩行距離の平均値とレールの両側にバッファリングすることにより、GCDA 面積は 1.1km であることが判明した。またこの地域において、既存の道路ネットワークを使用して調査がおこなわれ、59.1 平方キロメートルであることが明らかとなった。影響のおよぶ範囲内の各駅における総密度は、隣接する駅から計算された。その地域の総密度は 52PPH である。開発計画では、この地域の密度を 90PPH にすることを提案している。より高い 60-80 PPH の人口密度は、外側の地域のいくつかの駅、Companyadi & Ambattukavu と、Kaloor、JLN スタジアム、Vytila の内側のエリアで確認することができる。MG の主要な中央ビジネス地区 (CBD) 地域ではかなり低い人口密度となっている。開発計画 2031 は、PIA 区域の残りの地域の人口を 15,25,734 人と予測しているが、現在の人口は 8,02,307 人となっている。メトロ鉄道の開発によって PIA に引き付けられる可能性のあるこれらのエリアの人口は 7,23,428 人追加されている。隣接する市区町村の 30% の自然成長と、残りのパンチャーヤトの地域の 20% の自然成長率を想定して推定した後、分配される可能性のある潜在的な過剰人口は 4,02,505 人となる。したがって、追加された PIA の総人口は、133PPH の総密度で 11,50,283 人となる。

コチ地域の土地利用は主に住宅地である。主要な商業地域は MG 道路の CBD 地域に位置し、NH47 に沿ってエダパリーに向かって伸びている。施設エリアは、大学およびその他の教育分野、工業地域を収容する CUSAT 駅の近くに集中している。カラマーサーリー駅の近くにはアポロ、タイヤ、HMT などが隣接し土地

利用の必要性を強調している。主に MG ロードとビティーラにおいては、旅行需要と持続可能な生活の改善は一部の地域のみにおいてみられるが、今後、地域全体において、多目的開発をすすめていくことが求められている。2013 年のケララ州の建築基準は、住宅および商業開発のために PIA で FSI2.5 値を許容範囲としている。この地域における、建物の高さは、建物が 1 階か 2 階と、ばらつきがあり、高さは様々である。高層商業開発は CBD で見られ、高層住宅開発はカロア、JLN スタジアム、ビティーラの駅の近くに集中している。

メトロ交通がもたらした影響

メトロ交通がもたらした影響を都市交通の発達研究の調査書とケーススタディを分析し、それぞれ以下にあらわす異なる角度より検証していきたい。コチメトロ開発によって人々の生活に与えた影響を様々な側面から分析できる。

経済面における効果として、道路沿いと駅近の土地の価値が明らかに増大することに加えて、都市の中でも経済活動が停滞しているエリアも経済が活性化して、街全体として経済活動の発展がみられる。また、どの世代からも均一となる雇用と駅近でのインフォーマルな活動が活発となった。観光へのポテンシャルも増幅し、メトロ開発により燃料コストも削減が可能となっている。

メトロというインフラ開発が街に利便性を増す効果を与えた。メトロ交通のインフラストラクチャーは、都市の発展のパターンのガイドとなるものである。

郊外をよりよい住宅地とし、都市の中心を商業地として特徴づけ、既存の建物の活用スペースの有効性を見直し、また、新たな建物や商業施設の誘致も増加する。

持続可能な都市開発は“都市の資源を最適条件で利用し、かつ、その需要を満たす”ということである。本論文で SDGs の 9 の大切さ、メトロ開発の歴史、コチメトロの開発など検証してきた。コチメトロの開発を通して、雇用の拡大、経済の活性化などを分析してきた。これからの途上国の経済開発の活性化はインフラ開発によるものであり、21 世紀の後半に世界人口の大部分が都会に住むと予測されることから、メトロ開発の重要性は明らかである。メトロの活用が都市の都会化への実現と都市の将来像の構築となることとしてこれからの持続可能な土地開発の新たなフレームワークとなることを願う。

References

Note: All the materials related to MDGs and SDGs and urban resilient infrastructure are based on the following sources:

1. https://www.un.org/millenniumgoals/2015_MDG_Report/pdf/
2. https://www.unic.or.jp/sustainable_development/2030agenda/2030agenda/
3. https://www.unido.org/fileadmin/Resources/IDR2016_FULLREPORT.pdf.
4. <https://www.itdp.org/our-work/sustainable-urban-development/>
5. https://www.changing-transport.org/wp-NUMP_India_2014_EN.pdf
6. <http://www.gcd.a.kerala.gov.in/>
7. Analysis on Kochi Metro Network is based on discussions with Metro personnel during study visit 2018-2020 and data are based on documents provided by Kochi Metro Development Authority Office. <https://kochimetro.org/>
8. https://kochimetro.org/Development_ProposalsControlRegulations.pdf

