

## 気候変動や災害に対して強靱な鉄道



コルカタ、ニューアリアポアの鉄道駅プラットフォーム。インドの国有鉄道網は世界で4番目に大きい。  
クレジット：S. B. Stock, Shutterstock

### 概要

**対象国：**グローバル

**災害リスク：**  
洪水、地震

### 強靱な鉄道の開発と運用について、 日本のベストプラクティスから得た教訓

都市鉄道プロジェクトにまつわる気候や自然災害への対応に関するハイレベルな実践的ガイダンス、ならびに適時な支援の提供により、インド、ペルー、エクアドルの各国は複雑な鉄道システムの強靱性を強化している。

世界的な気温の上昇や沿岸地域の浸水、高潮の深刻化など、気候変動の影響が道路インフラに及ぼす影響の理解については多くの研究がなされていますが、鉄道プロジェクトの気候への適応や災害に対する強靱性を扱う既存の指針はほとんどありません。世界銀行では、都市間鉄道に関する19件、総融資額75億米ドルのプロジェクトが進行中であり、また、総融資額20億米ドルの都市鉄道プロジェクトも7件進行中です。鉄道プロジェクトの災害・気候変動への強靱性を扱う既存のガイダンスは多くないとの認識のもと、**日本-世界銀行防災共同プログラム (Japan-World Bank Program for Mainstreaming Disaster Risk Management in Developing Countries)** はこの知識の不足を埋めるべく、日本をはじめとする世界各国の経験や専門知識を活用して、気候変動や災害に強い鉄道に関する

グローバル規模の知識プログラムの構築を支援しました。

この知識の不足に対応するにあたり、技術チームはまず、鉄道プロジェクト開発の全段階にて強靱性を検討し、優良事例を方法論としてガイダンスにまとめるところから始め、都市鉄道の強靱性における主な課題についての一連の技術ワーキングペーパーやガイダンスノートが作成されました。このデータは、世界銀行がかかわる都市鉄道運営の準備段階に関する情報を記載した、戦略的な旗艦報告書である[Urban Rail Project Development Handbook](#) (都市鉄道プロジェクト開発ハンドブック) 内の「Climate and Natural Hazard Resilience in Urban Rail Projects (都市鉄道プロジェクトにおける気候変動・自然災害に対する強靱性)」の章に反映されています。この章の作成には日本のベストプラクティス (最良事例) が活用されています。例えば、2011年に発生した東日本大震災では鉄道の**被害**が325kmに及びましたが、鉄道設備の大半が耐震基準の見直しや安全基準の厳格化などを受けた耐震補強を完了していたこともあり、この被害の大半は地震動の後に発生した津波によるものでした。このハンドブックは、世界銀行

のオープン・ナレッジ・リポジトリで公開されており、政策立案者から実務担当者までを対象とした、ハイレベルな実践的ガイダンスを提供しています。また、[Eラーニングのコース](#)も作成されており、世界銀行のオープンラーニングキャンパスで一般公開されています。

エクアドルはキト地下鉄1号線、ペルーはリマ地下鉄2号線という両国初の地下鉄プロジェクトに着手しており、地震対策と耐震性に関する日本の経験が非常に重要なものとなっています。ペルーとエクアドルは、世界の地震の90%が発生する場所である「環太平洋火山帯」に属しています。人口が都市部に集中していることもあり、地震ハザードへのエクスポージャーが高いことが、エクアドルとペルー両国における最も大きな災害リスクの1つです。例をあげると、2016年4月にはエクアドルでマグニチュード7.8の地震が発生しており、死者676人、負傷者6,274人、避難者8万人、[推定被害額33億米ドル](#) による、最近の歴史の中でも最も大きな被害となっています。

人命を守り、被害を最小限に抑えることを目標に、エクアドルとペルーの両政府は、初となる地下鉄プロジェクトの耐震基準策定と設計開発について業務支援を要請し、2017年7月にリマで開催された「[Just-in-Time Knowledge Exchange Workshop on Seismic Resilience and Underground Metro Structures](#) (耐震性と地下鉄の地下

[構造物に関する知識交換会](#)」ではこれが検討されています。日本からは交通や工学の専門家、ペルーとエクアドルからは両国のプロジェクトチームがこのワークショップに参加しており、日本の専門家は耐震基準や早期警報システム、緊急時への備えや緊急時の対応計画に関する優良事例を紹介するとともに、耐震性を高められるよう、地下構造の工学設計のレビューを実施しました。このワークショップに加えて、日本の専門家はリマ地下鉄2号線プロジェクトの非常口設計と耐震基準のレビューも実施し、提言を行いました。このような知識交換の機会を得たことにより、ペルーとエクアドルの政府関係者や実務担当者は、地震に強い地下鉄プロジェクトの開発・敷設に関する知識を深め、能力を向上させることができました。具体的にいうと、両政府は地下構造物に関する、既存の耐震基準を自らのプロジェクトに適用すると決定したことにより、最初からより耐震性の高いシステムを構築することができたのです。

インド政府傘下の企業であるインド貨物専用鉄道公社 (DFCCIL) は、世界銀行が21億米ドルを融資する東部専用貨物鉄道プロジェクト (EDFC) にて、[気候変動への強靭性](#)を強化することを検討しました。気候変動などを要因とする自然災害の規模拡大と頻度増加により、気象関連の被害による影響が増大する可能性が高いということが、複数の研究により示されています。年間80億人の

乗客と11億トンの貨物を輸送する、世界で最も規模の大きいうちの1つであるインドの鉄道網は、このような被害に対して脆弱なのです。

技術チームはまず、東部専用貨物鉄道プロジェクト (EDFC) の災害に対する強靭性の強化をいかに実施するかについての調査を行いました。Strengthening Climate Resilience of EDFC (EDFCの気候変動に対する強靭性強化)と題した報告書では、適切な早期警報システムと緊急時の対応、ならびに、気象ハザードに対する強靭性を強化する運営上の手段についての提言を提供しています。次に、日本の強靭性の専門家が関係者ワークショップにて日本の経験を共有するとともに、気温変動や洪水、霧など影響の大きい気候変動に関するパラメータ、強靭性強化策の設計段階における組み込み、運行計画・運営・保守をいかに統合するかについて、DFCCILにガイダンスを提供しました。これには、鉄道の地震早期警告システムや降水量によって警告を発するシステムにまつわる法令整備についてのプロセスも含まれています。DFCCILは現在、気候変動リスクへの強靭性を考慮して貨物輸送路を設計するとともに、インド気象局とも降水量などの気象情報を前もって共有できるよう、話し合いを開始しており、DFCCILの業務のスリム化と改善に役立てています。

## 主な成果：

### 知識の深化と能力の向上

日本の経験や知識は、ケーススタディや過去の災害から得た教訓として、都市鉄道事業の準備に関する情報を記載したフラッグシップ報告書である世界銀行の「Urban Rail Project Development Handbook (都市鉄道プロジェクト開発ハンドブック)」の「Climate and Natural Hazard Resilience in Urban Rail Projects (都市鉄道プロジェクトにおける気候変動・自然災害に対する強靭性)」の章で取り上げられています。例をあげると、インドではこの報告書から得られた知見をEDFCの強靭な鉄道に対する投資の分析、検討、提言に盛り込んでおり、特に設計、計画、運用・保守における強靭性の強化策や、地震の早期警報システムなどに活かされています。

### 部門横断的なアプローチでレジリエンスを高める

DFCCILは現在、貨物輸送路の設計において気候変動リスクを考慮しており、運用面全般の改善に役立つ降水量などの気象情報を前もって入手できるよう、部門を横断する話し合いを開始しています。

## 得られた教訓：

### 都市鉄道システムに対する包括的なアプローチ

知識共有の機会から得られた重要な成果のひとつは、強靭性という概念を、気候変動などの自然災害に限定せず、都市鉄道システムと鉄道の走る都市が、当該システムの運用期間内に生じる可能性のある、あらゆる有害事象に備えて計画を立案し、吸収し、回復し、適応する能力を包含しなければならないということです。世界中でのこれまでの経験から、都市鉄道システムの強靭性を高める対策に投資すれば、危機に見舞われたときに報われるだけでなく、通常運行時の鉄道システムの効率と安全性を高められることも明らかになっています。

