

## 鉄道網の性能をアクセシビリティで評価 ～世界40都市を比較分析～

都市拡大に伴う自動車への依存、交通渋滞、大気汚染などの問題を解決する手段として、公共交通を中心とした都市開発が注目されています。自動車利用者の公共交通機関への移行を促すためには、魅力的でアクセシビリティの良い公共交通網の構築が必要です。多くの都市で公共交通の基幹となっている鉄道は、自動車に比べて高速移動が可能ですが、目的地へは迂回を要することもあります。従って、鉄道網の性能を測定する際には、人口や施設の分布を考慮して、鉄道がどの程度、移動時間の短縮に貢献しているかを評価することが重要です。

本研究では、交通手段による移動速度の違いを考慮しながら、鉄道の移動時間短縮への貢献度を評価するための鉄道ネットワーク性能指数（Railway network performance index、RPI）を開発し、オープンデータを活用して世界40都市の比較分析を行いました。その結果、①欧米および日本の都市ではRPIが高い一方、発展途上国の都市では鉄道インフラが不足しており、相対的にRPIが低いこと、②鉄道延長や駅の密度はRPIと正の関係にあるが、インフラ整備レベルが同じ都市でもRPIに差があり、人口分布と施設分布を効率的に結ぶ鉄道システムが重要であること、を明らかにしました。

本研究成果は、鉄道網の改善政策や鉄道網と連携した都市開発の立地決定における基礎情報として活用することが可能です。特に、今後、公共交通網の建設が行われる発展途上国において、複数の計画案を定量的に比較し、効率的な公共交通網の設計に貢献できると期待されます。

### 研究代表者

筑波大学システム情報系

鈴木 勉 教授

巖 先鏞 助教

## 研究の背景

人口増加に伴う都市の拡大は、過度な自家用車への依存、移動距離の増加、交通渋滞、温室効果ガス排出量の増加などをもたらします。世界の都市では、持続可能な開発を目指してさまざまな政策を実施していますが、都市計画の観点からは、アクセシビリティの良い公共交通ネットワークの構築が重要な解決策の一つです。公共交通機関は、経済性やエネルギー効率に優れた環境にやさしい移動手段であり、自動車への依存の解消にも貢献できます。しかし、自家用車から公共交通への転換を促進するには、魅力的で利用しやすい公共交通である必要があります。多くの都市では鉄道が公共交通の基幹となっていますが、効率的な鉄道網の構築や将来の都市・交通計画のためには、各都市における現状の鉄道網の性能を評価、比較することが求められます。そこで本研究では、多くの都市で入手可能となりつつあるオープンデータを活用した評価手法の提案を試みました。

## 研究内容と成果

本研究では、世界レベルで入手可能なオープンデータに基づいて、移動時間やアクセス可能な施設数などの理想的な状態と現状とのギャップ（アクセシビリティ）から、鉄道網の性能を評価する手法として、鉄道ネットワーク性能（Railway network performance index、RPI）を提案しました。これは、鉄道網の主要なメリットである「渋滞のない高速性」に着目し、他の交通手段に比して短縮可能な時間と、増加するアクセス可能な施設の数から、人口と人口の間の移動（PTP）および人口と施設の間の移動（PTF）の2つの観点により定義されます。この手法を世界の40都市に適用し、分析しました。

その結果、世界の都市の地点別の公共交通による貢献度が評価され、鉄道網の性能が高く評価されたロンドン、ベルリン、コペンハーゲン、東京、大阪などの都市では、広い範囲で公共交通による短縮効果が大きいことが分かりました（図1）。また、都市別の公共交通網の性能評価ができるようになり、鉄道網の発達している欧米や日本の都市の鉄道網は、アクセシビリティの観点から優れていることが明らかになりました（図2）。特に、同じレベルの鉄道延長密度<sup>注1</sup>であっても、日本の都市は他の都市に比べて高い性能を持つことが分かりました（図3）。このことは、人口・施設の分布と鉄道網の整備が互いに連動して都市開発が行われてきたことを示唆しています。一方、アジアや南アメリカの発展途上国の都市では、鉄道網の性能が相対的に低く評価されました。その理由として、不十分な鉄道網の整備のみならず、人口・施設分布との関連がない無秩序な都市開発を指摘することができ、インフラを効率的に利用するためには、交通網計画、人口の分布、施設の配置を総合的に考慮する必要があることを示しています。また、RPI とインフラのレベルを比較することによって、アクセシビリティを向上させるための有用な情報を得ることができます。

## 今後の展開

本研究では、オープンデータを活用して、世界の都市における鉄道網の性能評価ができることを示しました。2014年のIPCC（気候変動に関する政府間パネル）の調査報告によると、交通部門は全体の温室効果ガス排出量の14%を占めており、持続可能な交通システムの確立が求められています。そのためには、自動車から公共交通を基軸とした都市構造への転換が不可欠であり、本研究で提案した手法を適用することで、利便性が高く効率の良い公共交通網の設計が可能になると期待できます。今後、より精度の高いデータを利用した評価手法の改善や、公共交通網の性能と環境影響との関係の解明を進める予定です。

参考図

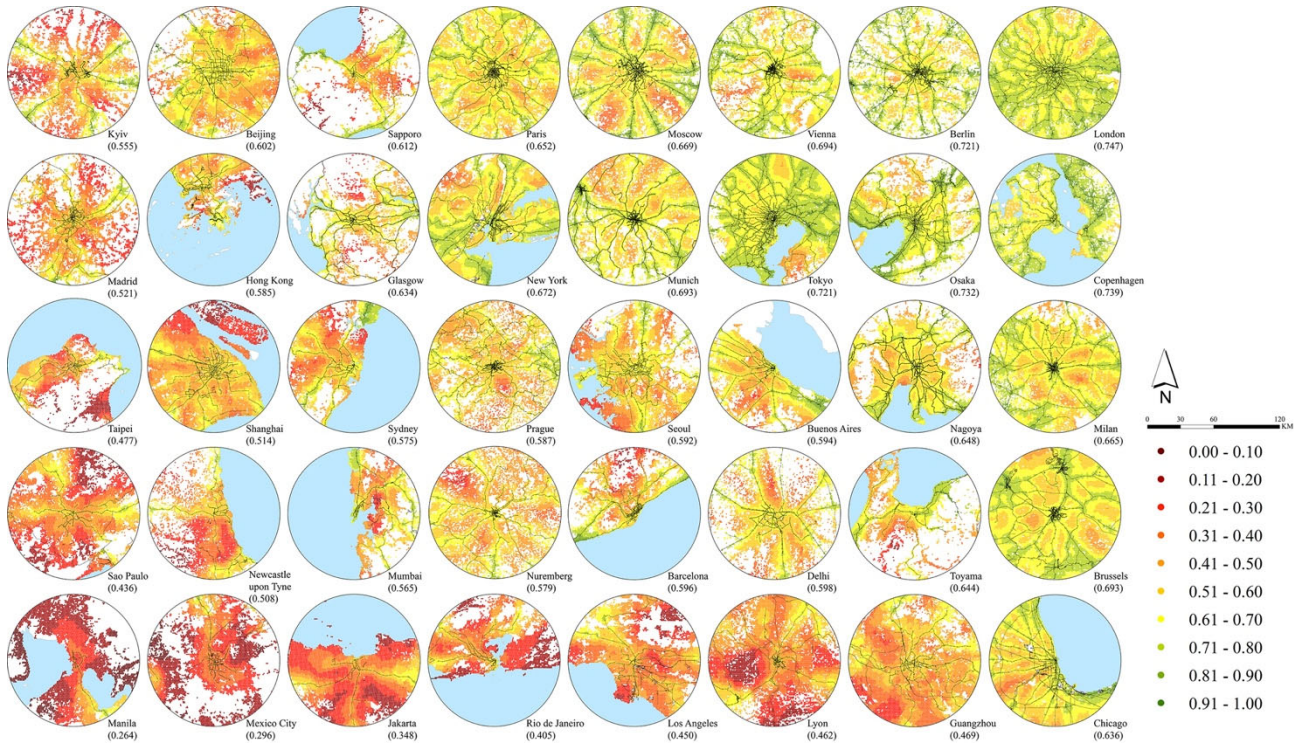


図1 PTPによる地点別のRPI指標の分布

都市内の各地点から他の地点に移動する際の公共交通による移動時間の短縮効果を定量的に示したものの。地点の色が赤から緑に近づくほど公共交通による移動による短縮効果が大きいことを表す。

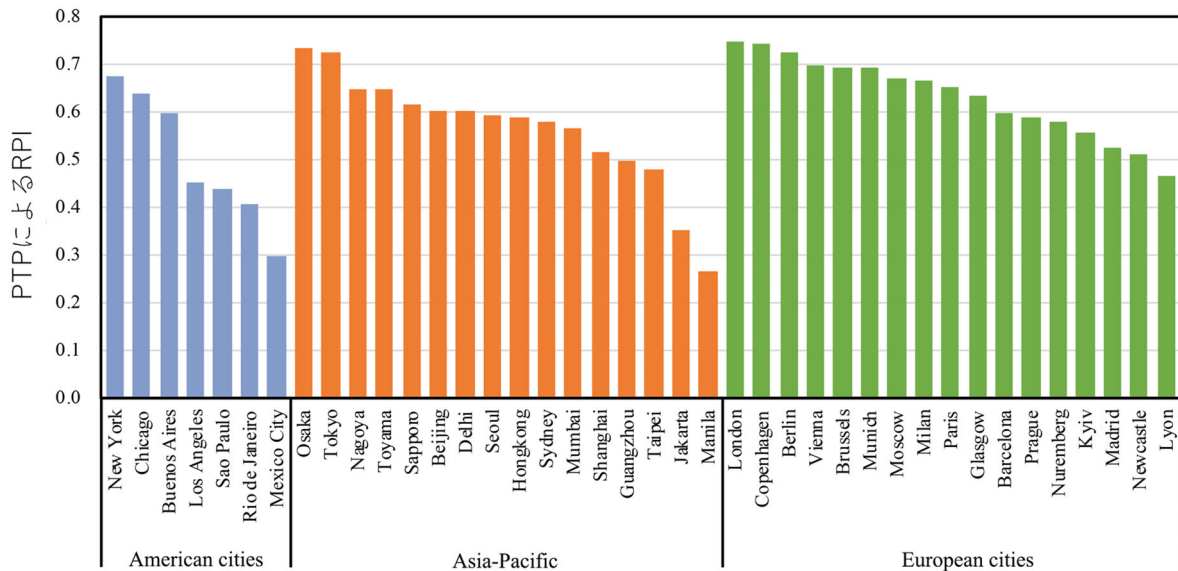


図2 PTPによる都市別のRPI評価

都市内のすべての人口間の移動を想定した場合の都市別の鉄道網の性能を評価した結果を表したものの。RPIが高いほど人口分布と鉄道網が連携していることを表す。

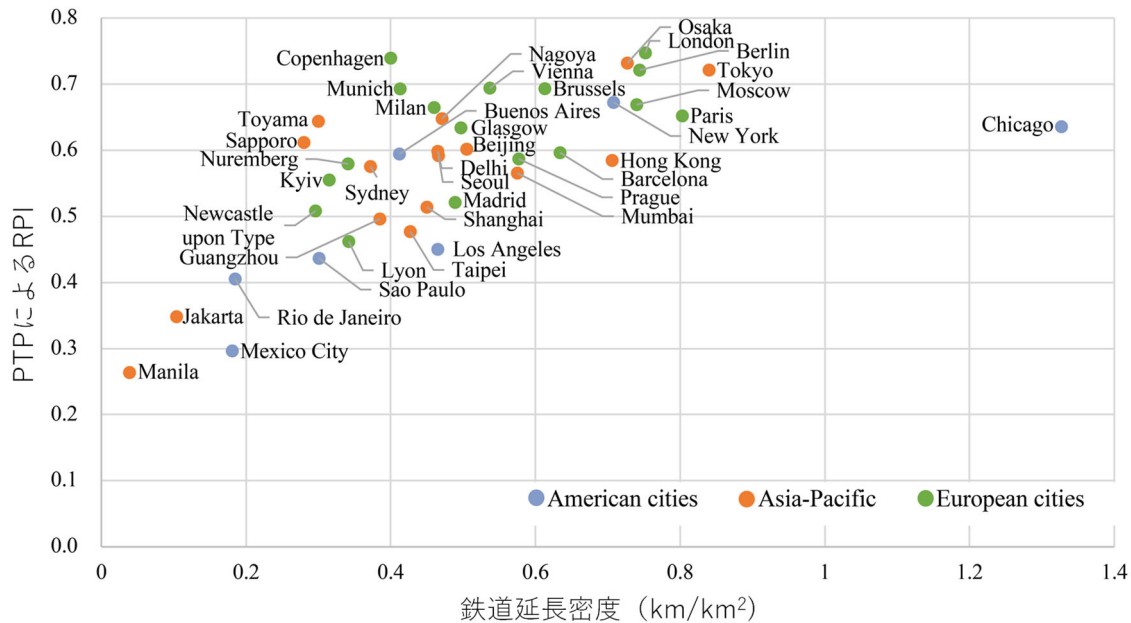


図3 鉄道延長密度とPTPによるRPIの関係

鉄道延長密度とPTPによるRPIの関係を表したもの。鉄道の整備量が多いほどRPIも大きくなる傾向があり、同一の鉄道延長密度でRPIが大きいほどより効率的に整備されていることを表す。

### 用語解説

注1) 鉄道延長密度

対象地域の中での鉄道の総延長を、人口が居住している面積で除したもの。この値が大きいほど、鉄道インフラの整備量が多いことを表す。

### 研究資金

本研究は、科学研究費補助金（JP19H02374、JP19K15185）と、公益財団法人明治安田厚生事業団による若手研究者のための健康科学研究助成の支援を受けて実施されました。

### 掲載論文

【題名】 Measuring railway network performance considering accessibility levels in cities worldwide.

(世界都市におけるアクセシビリティの観点からの鉄道ネットワークの性能評価)

【著者名】 Lan Yang, Sunyong Eom, Tsutomu Suzuki

【掲載誌】 Journal of Transport Geography

【掲載日】 2021年10月14日

【DOI】 10.1016/j.jtrangeo.2021.103211

### 問い合わせ先

【研究に関すること】

巖 先鏞 (おむ そんよん)

筑波大学システム情報系社会工学域 助教

URL: <https://trios.tsukuba.ac.jp/researcher/0000004562>

【取材・報道に関すること】

筑波大学広報室

TEL: 029-853-2040

E-mail: kohositu@un.tsukuba.ac.jp