

2022 年度

博士学位論文

高速鉄道開業に伴う地域経済と個人 QOL の相乗効果の統合分析  
—ムンバイ・アーメダバード間高速鉄道 (MAHSR) への適用—

An Integrated Analysis of High-Speed Rail Impacts on

Mutual Enhancement of Regional Economy and Personal QOL

—A Case Study on the Mumbai-Ahmedabad High-speed Rail (MAHSR) —

中部大学大学院

工学研究科 建設工学専攻

杉森 秀司

# 高速鉄道開業に伴う地域経済と個人 QOL の相乗効果の統合分析

## —ムンバイ・アーメダバード間高速鉄道 (MAHSR) への適用—

### 目次

第 1 章	序論 .....	1
1.1	研究の背景 .....	1
1.2	研究の目的 .....	1
1.3	論文の構成 .....	4
第 2 章	既往の研究 .....	6
2.1	高速鉄道と地域経済に関する既往の研究 .....	6
2.2	交通インフラ整備と産業連関に関する既往の研究 .....	7
2.3	交通・都市と QOL に関する既往の研究 .....	8
2.4	既往の研究と本研究の位置付け .....	8
第 3 章	産業連関の空間相互作用モデルの構築 .....	11
3.1	モデル設定 .....	11
3.2	日本とインドの産業構造比較 .....	14
第 4 章	産業連関の空間相互作用モデルの適用 1 (日本・九州新幹線) .....	26
4.1	九州新幹線及びその沿線地域の概要 .....	26
4.2	条件設定及び使用データ .....	28
4.3	パラメータ推定結果 .....	35
4.4	分析結果 .....	36
4.5	考察 .....	41
第 5 章	産業連関の空間相互作用モデルの適用 2 (インド・MAHSR) .....	42
5.1	MAHSR 及びその沿線地域の概要 .....	42
5.2	条件設定及び使用データ .....	47
5.3	パラメータ推定結果 .....	54
第 6 章	QOL アクセシビリティ法の適用 (インド・MAHSR) .....	56
6.1	モデル設定 .....	56
6.2	条件設定及び使用データ .....	60
6.3	現地アンケート実施概要 .....	61
6.4	パラメータ推定結果 .....	63
第 7 章	MAHSR 開業に伴う地域経済と個人 QOL の相乗効果の統合分析 .....	66

7.1	MAHSR 沿線地域経済への間接便益.....	66
7.2	MAHSR 沿線地域居住者の個人 QOL への間接便益.....	74
7.3	考察.....	82
第 8 章	結論.....	83
8.1	本研究の成果.....	83
8.2	今後の展望と課題.....	83
参考文献	.....	84
謝辞	.....	88
付属資料	.....	89
	QOL 価値観アンケート調査票（第 6 章付属）.....	89

## 第1章 序論

### 1.1 研究の背景

1964年に世界最初的高速鉄道である東海道新幹線が開通して以来、現在に至るまで半世紀以上の歴史の中で、世界の多くの国・地域に高速鉄道ネットワークが拡大し続けてきた。日本ではこの東海道新幹線によって東京～名古屋～大阪の約500kmにわたるメガリージョンに、ビジネスや観光等を目的とする旅客流動の構造転換が起こるとともに、めざましい経済発展や社会環境の変化をもたらされた。このような距離帯における大量旅客輸送機関としての高速鉄道のメリットは、その速達性に伴う経済的効果のみならず、エネルギー効率の観点からも航空機等と比較して環境優位性が高く[1]、持続可能な開発への貢献にも有効であると考えられており、現在も様々な国・地域で建設が計画されている。

高速鉄道がもたらす効果については、過去に多くの研究・議論がなされてきたが、その効果は各国・地域における都市構造や地理的条件、経済ステージ、社会環境等によって様々異なるものであり、今なお継続的な検討と精緻化が望まれる。高速鉄道の開業がもたらす様々な便益のうち、直接便益については、英国で制度化された費用便益分析（Cost Benefit Analysis: CBA）によりGDP上昇効果として計測されるなど、交通プロジェクト評価に広く採用されてきたが、近年では、英国交通省（DfT）のTransport Analysis Guidance (TAG) [2]により提唱されたWider Economic Impactsの例のように、ユーザー以外にもたらされる間接便益を捕捉する必要性も多く議論されるようになった。

上述の費用便益分析は、高速鉄道や道路等の整備による時間短縮によって得られた余剰時間と費用を、労働に充てることによって得られたであろう生産額を便益とみなすものであるが、それは、鉄道利用者の目的がビジネス、観光、医療など異なる価値を求めて多様化する現代において、様々な便益の一部を評価するに過ぎない。すなわち、余暇や医療機会へのアクセスなど様々な価値によって得られる幸福度、いわばQOL (Quality of Life) の上昇に充てられることがむしろ現実に近いのではないだろうか。この考え方によれば、経済効果としてのGDP上昇ではなく、個人のQOLの上昇、すなわちヒトを主体とした効果を評価することができ、国連が提唱する「SDGs」に掲げられた「No one left behind (誰一人取り残さない)」の思想により密接につながり得るものである(Hayashi et al., 2021) [3]。

このような課題意識の中、現在、インド西海岸に近いムンバイ・アーメダバード間において、インドで初となる高速鉄道(MAHSR: Mumbai-Ahmedabad High-speed rail)が建設中である。これは経済発展の著しい新興国インドにおいて、全土に広がる高速鉄道ネットワーク計画の試金石として注目されている。また、当高速鉄道には日本の新幹線方式が採用され、我が国からのインフラ海外展開の一事例としてもその成功が期待されているところである。

### 1.2 研究の目的

上述の背景を踏まえ、本研究では、ムンバイ・アーメダバード高速鉄道沿線地域を対象に、

高速鉄道による時間短縮及び都市間アクセシビリティの向上がその沿線地域にもたらす間接便益として、地域経済と個人 QOL の相乗効果を統合的に分析することを目的とする。

ここで、本研究では、高速鉄道がもたらす効果のメカニズムを図 1.1 のように想定する。時間軸に沿って見ると、まず a)高速鉄道の計画・建設段階では、高速鉄道及びその周辺施設等の建設工事や、開業期待に伴う関連産業への投資・需要増等による経済乗数効果などの短期的な効果が生み出される。その後、b)高速鉄道開業以降の運営段階において、沿線都市間の移動における時間短縮や快適性向上に伴い、利用者個人への直接便益がもたらされる。一方で、都市間のアクセシビリティ向上によって生み出される間接便益は、大きく分類して c)地域経済と d)個人 QOL の二つの観点から見ることができ、それぞれ GRP (Gross Regional Product), GRH (Gross Regional Happiness) の上昇に寄与するものを考えられる。

c)地域経済への間接便益としては、企業間コミュニケーションや産業間相互作用の活性化が促され、HSR 沿線各都市への生産性効果やサービス供給量の増加などといった、中長期的な e)Wider Economic Impacts (広範な経済効果)が生み出される。一方、d)個人 QOL への間接便益としては、f)短期的に高速鉄道利用者の QOL 向上が見込まれるが、さらにその後、e)Wider Economic Impacts に伴って雇用機会や周辺生活施設等の増加がもたらされることにより、g)高速鉄道を利用しない沿線地域居住者にとっても QOL 向上効果が生み出される。すなわち、これらの効果が相乗効果を発揮することを意味しており、そのことが本研究の主な着眼点である。以上の効果はさらにその後も Wider Economic Impacts へとつながり、地域経済への間接便益と個人 QOL への間接便益が相互に高め合いながら繰り返していくことが想定される。

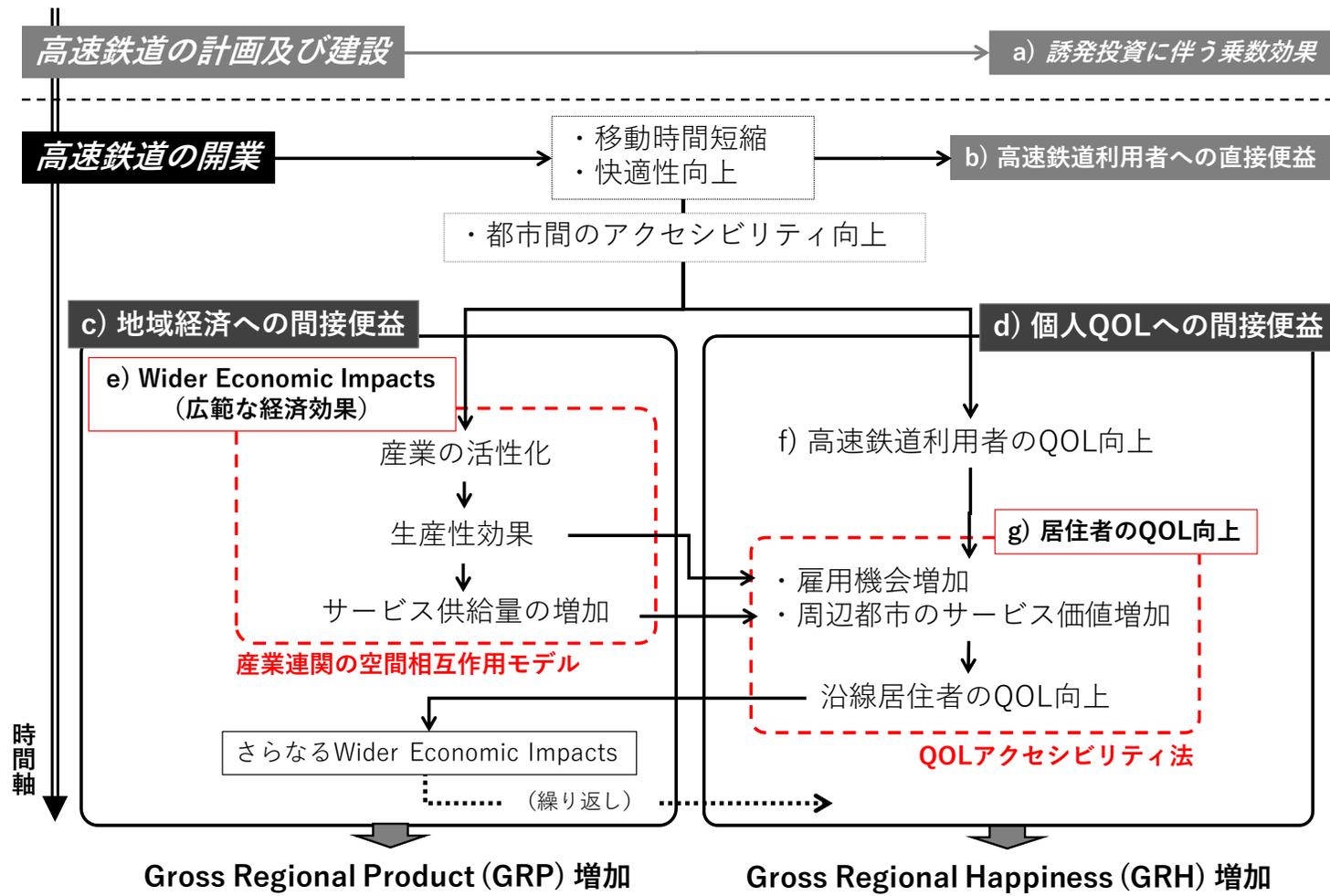


図 1.1 高速鉄道がもたらす効果のメカニズム

### 1.3 論文の構成

第1章（本章）では、本研究の背景及び目的について述べた。

第2章では、本研究に関連した既往の研究を整理する。具体的には、高速鉄道と地域経済に関する研究、交通インフラ整備と産業連関に関する研究、QOLの交通・都市に関する研究の3種類に分類する。その上で、それら既往の研究と本研究の位置付けを述べる。

第3章では、本研究の中で構築する「産業連関の空間相互作用モデル」の考え方を述べる。併せて、本研究ではインドの高速鉄道に着目するため、日本とインドの産業構造に関連する統計データを整理し、これらを比較する。

第4章では、第3章で述べる「産業連関の空間相互作用モデル」を実際に日本の事例に適用する。具体的には、日本において近年開業した高速鉄道（新幹線）の例として、九州新幹線とその沿線地域の都市を対象とする。

第5章では、第4章での適用結果の確認を踏まえ、本研究の目的でもある、MAHSRでの開業効果分析の準備として、条件設定及びパラメータ推定等を行う。

第6章では、個人QOLの分析手法として、QOLアクセシビリティ法をMAHSRに適用し、条件設定及びパラメータ推定等を行う。

以上、第3章～第5章における産業連関の相互作用に関するモデル構築・適用と、第6章におけるQOLアクセシビリティ法の適用結果を踏まえ、第7章では、MAHSR開業に伴う地域経済と個人QOLの相乗効果を統合しながら、それらの効果を定量的に分析する。

最後に第8章では、本研究の成果と今後の展望と課題を述べる。

以上に述べた本論文の構成を、図1.2に示す。なお、第3章及び第5章は Sugimori et al. (2022) [4]により、第5章、第6章及び第7章は Sugimori et al. (2022) [5]により、それぞれ公開済の内容を含むものである。

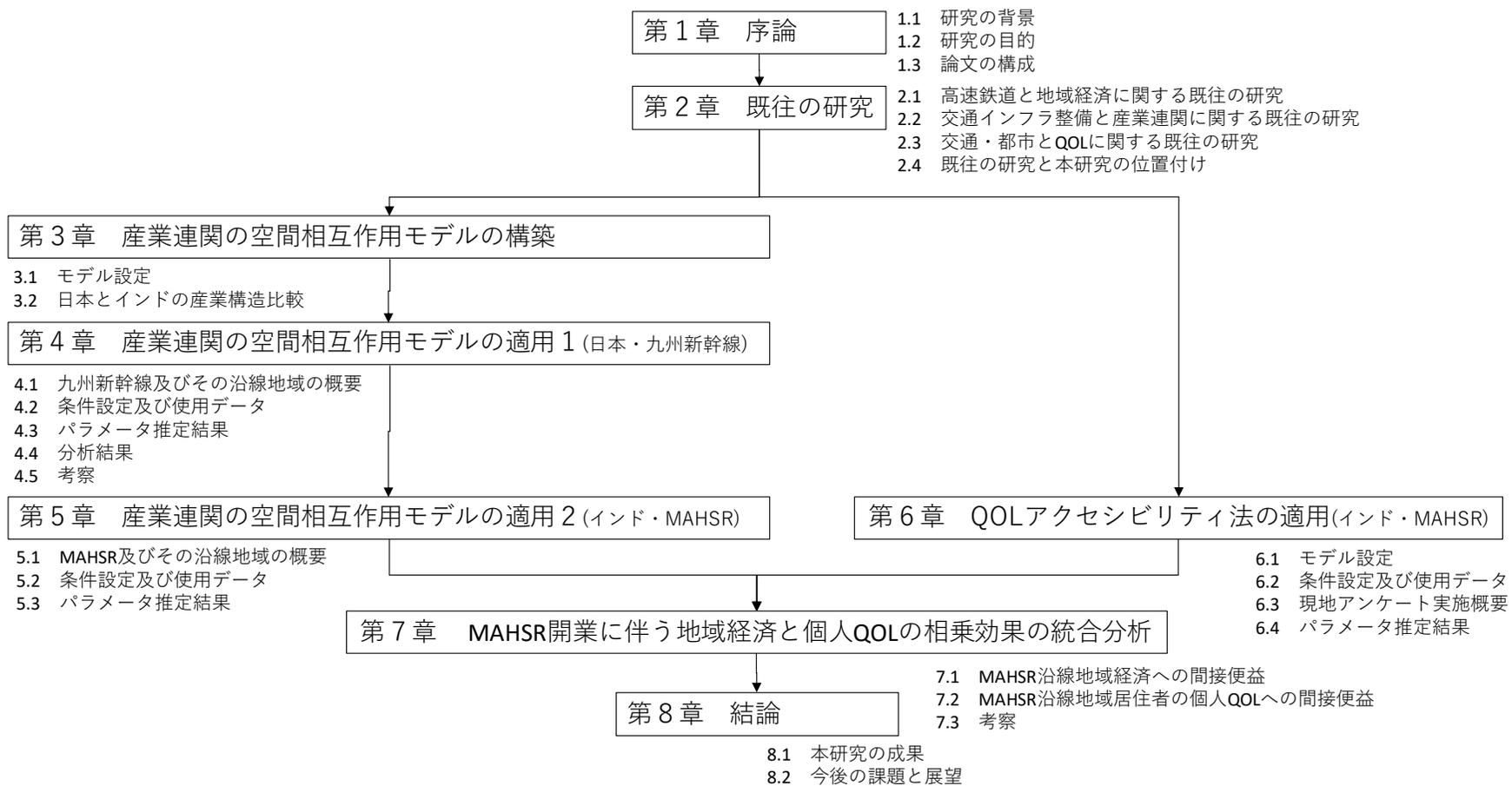


図 1.2 本論文の構成

## 第2章 既往の研究

### 2.1 高速鉄道と地域経済に関する既往の研究

高速鉄道がもたらす効果を対象とした既往文献においては、特に地域経済に関する議論 (❶) が多くなされている。例えば近年の例を挙げると、Chen and Silva (2014) [6] は、スペイン高速鉄道ネットワークが州レベルの経済発展に与える影響について、パネル構造方程式モデリング (SEM) を用いた分析を試みている。また、Li et al. (2016) [7] は、中国・長江デルタ地域の都市集積をケーススタディとして、地理的ネットワーク重み付け回帰モデル (GNWR: geographically network weighted regression model) を開発した上で、高速鉄道がもたらす経済活動の再分配を調査し、高速鉄道開業に伴う投資活動が沿線二級都市への流入を促し、中核都市の地位を高めたことを示した。一方、Vickerman (2015) [8] は、北西ヨーロッパの大都市間における高速鉄道の開業による効果として、中間地域においてはサービスレベルも潜在的な経済効果もはるかに低いことを明らかにした。Cheng et al. (2015) [9] は、中国及びヨーロッパにおける高速鉄道沿線主要都市とその後背地の両方についてアクセシビリティの変化を検証し、その結果、それぞれの影響は大きく異なり、収束と発散のプロセスは経済発展の段階によって異なることを確認した。これらの議論は、分析対象とする都市の構造や都市間人口分布などといった地理的条件、または経済ステージなど、各国・各地域の社会環境に応じて結論は様々である。地域経済効果の分析手法の確立には今なお多くの議論を要するものと考えられ、今後も継続的な検討と精緻化が望まれる。

高速鉄道に限らず多くの交通プロジェクトに適用されてきた費用便益分析は、そのユーザー利用者への直接的な便益を対象としているが、近年その考え方が改めて見直され、ユーザー以外へもたらされる間接的な便益として Wider Economic Impacts (WEI) を捕捉する必要性も議論されている。WEI は主に誘発投資 (induced investment)、雇用効果 (employment effects)、生産性効果 (productivity impacts) の3種類に大別される (Department for Transport, 2019) [2]。このうち、雇用効果は主に都市圏内交通を中心とした通勤行動の変化に着目したものであるが、誘発投資及び生産性効果は、高速鉄道含む都市間交通による、都市圏間の接続性 (connectivity) にも大きく関わるものと考えられる。特に生産性効果に関連 (❷) して、Deng (2013) [10] は、生産性効果や経済成長に対する交通インフラの貢献の分析に関する多くの関連文献のレビューを行っている。Rice (2006) [11] は、経済規模 (economic mass) への近接性と産業の生産性との間に強固な関係があることを見出した。Chèze and Nègre (2017) [12] は、英国式の集積経済分析手法をフランスの Bretagne Pays de Loire 高速鉄道に適用し、経済集積と生産性向上の評価の可能性を探った。また、Thanh and Derrible (2021) [13] は、ベトナムの高速鉄道プロジェクトによる WEI、生産性や集積の変化を、有効雇用密度 (effective employment density) の測定によって分析した。しかしながらこれらの研究では、産業相互間の投入 (Input) と産出 (Output) の関係性、すなわち投入係数により表現される産業間の親和性や相互作用は考慮されていない。

## 2.2 交通インフラ整備と産業連関に関する既往の研究

交通インフラ整備に伴う経済波及効果分析手法として、これまで産業連関分析が広く用いられてきたが、産業連関表そのものは地理空間の概念を持たないため、従前より様々な議論がなされてきた。例えば、貨物交通需要に着目した研究として、溝上ら(2003)[14]は、全国貨物純流動調査結果を用いて、地域間産業間物流の需要予測モデルを構築し、交通施設整備による総出荷量の変化や地域別便益の計測を試みている。柴田ら(2012)[15]は、日本全国9地域間産業連関モデルを用いて、基幹的な交通インフラである高速道路、高速鉄道、航空を対象に、それらの整備が地域経済や産業立地にもたらした影響を定量的に分析し、大都市圏への経済の集中を生み出すメカニズムを検証している。これら物流に重点を置いたモデルは、都市間の人流がもたらす情報交流や買い回り消費といった変化と関連付けることは難しい。

一方、旅客交通需要に着目した研究の例として、小池ら(2000)[16]による交通プロジェクト評価への空間的応用一般均衡(SCGE)モデルの適用や、それを基礎とした土谷ら(2009)[17]及び宮下ら(2012)[18]による様々な高速鉄道プロジェクトの経済効果分析が挙げられる。しかしながら、地域間産業連関表等統計データの入手可能性によってはSCGEモデルの適用が困難な場合があり、様々な国や地域に対する汎用性については課題が残ると言える。

高速鉄道等による人流のアクセシビリティの変化は、複数都市間において知識経済(knowledge economy)の開発をアシストする(Chen and Hall, 2012)[19]、地域イノベーションの発展を促す(Komikado et al. 2021)[20]など、新規ビジネスの立ち上げや既存ビジネスの促進に関わるコミュニケーション効果をもたらす。これらは、高速道路等の整備による物流の変化がもたらす効果とは異なる特徴を持っている。これに関連し、Yi and Kim (2018)[21]は、道路と鉄道のアクセシビリティが製造業の生産高に与える空間的な経済効果について、交通機関の代替性と補完性に着目して分析を行った結果、二つの輸送モードの間には代替関係ではなく補完関係があることを明らかにした。

以上のような論点を踏まえ、産業連関の空間相互作用の観点(③)から見ると、中村ら(1981)[22]は、旅客輸送のみに供される新幹線がもたらす資本形成効果が、高速道路や港湾等の建設の場合に比べて極めて捉え難いとした上で、詳細な現地ヒアリング結果及び経済指標の実績値等に基づき、山陽新幹線開業に伴う経済波及効果を説明するためのシステムダイナミクスモデルを構築した。この中では産業連関や空間的距離が明示的に取り扱われていないが、これに対しNakamura et al. (1983)[23]及び宮本ら(1983)[24]は、日本の大都市圏を対象に、地域間の経済的距離を考慮した産業・商業立地予測モデルを開発した。またそれらを受け、Han et al. (2012)[25]は、産業連関表から得られる産業間取引と消費需要の相互依存関係にアクセシビリティの考え方を組み込んだ回帰モデルを用いて、長野新幹線開業前後における産業連関と各産業従業者数の実際の変化との相関を検証している。

これらの研究は長きにわたり高速鉄道（新幹線）を運営してきた日本の経験に基づく分析事例であるが、日本以外の国・地域の新規プロジェクトに焦点を当てた適用事例はこれまでにない。

### 2.3 交通・都市と QOL に関する既往の研究

QOL を考慮した事業評価手法として Hayashi et al. (2020) [26] より提唱された「QOL アクセシビリティ法」は、従来の費用便益分析には不可能な、個々人の属性によって異なる最終帰着効果を認知価値として評価することを特徴とする手法である。この手法の基本的な考え方は、ある地区に居住する人が周辺地区の商業や医療などといった各種の生活施設等から享受する「アクセス可能価値」がそこまでのアクセスの距離抵抗に応じて決まり、さらにそれを認知する際の価値は個々人の属性によって異なることを定量的に表現するものである。この認知価値こそがいわば QOL に該当し、これを全人口で集計すれば、ブータン国での採用を契機に注目された指標、「国民総幸福（GNH：Gross National Happiness）」に相当する数値を求めることが可能である。

当手法の確立につながった過去の研究 (4) として、いくつかの先行研究がある。Hayashi and Sugiyama (2003) [27] は、QOL 指標の構成要素を 5 つの分類にて定義付けした上で、人口減少の進行する日本の都市計画における脱郊外化（de-suburbanisation）と社会資本化（social capitalisation）の重要性を評価した。Kachi et al. (2007) [28] は、QOL による社会的費用効率の指標を用いて、市街地拡大抑制のための撤退・再集結地区の特定手法を開発した。Doi et al. (2008) [29] は、QOL の多要素重み付けの定量化により、QOL ベースのアクセシビリティ指標及び QOL 性能指標を開発した。また、QOL 分析を都市計画に適用したケーススタディとしては、Gu et al. (2016) [30] により中国・南京、Nakamura et al. (2017) [31] により日本・名古屋、タイ・バンコクなど、様々な都市への適用事例が紹介されており、交通インフラ整備による QOL 向上効果が定量的かつ視覚的に示されている。しかし、都市間の旅客交通である高速鉄道を対象とした例は、Hayashi et al. (2004) [32] のみに限られている。

### 2.4 既往の研究と本研究の位置付け

以上のような既往の研究に対する位置付けとして、本研究の特徴や意義は以下のような点にある。

- ✓ 都市間旅客交通によるアクセシビリティ向上とそれによる人流の変化がもたらす地域経済の活性化をモデル化すること。
- ✓ 交通インフラ整備に伴う地域経済に対する間接便益の分析に、産業連関（Input, Output）の考え方を組み入れること。
- ✓ 費用便益分析で測ることのできなかつた、個人の属性によって異なる価値観を考慮した QOL 効果の分析を、高速鉄道プロジェクトに適用すること。

- ✓ 以上のような、地域経済効果と個人 QOL 効果の定量化を組み合わせ、いわば「産業と人の両輪」で生まれる相乗効果の統合的分析手法を導き出すこと.
- ✓ これを日本以外の国、とりわけ経済発展著しい新興国インドの高速鉄道に適用し、分析を行うこと.

また、上述の既往文献のうち、①高速鉄道と地域経済、②生産性効果、③産業関連の空間相互作用、④QOL アクセシビリティ法の各々を図 1.2 上にプロットすると、図 2.1 のように表すことができる。本研究はこれらのうち①、②、③と④の間の相乗効果に着目して議論及び分析を行う点に特徴がある。

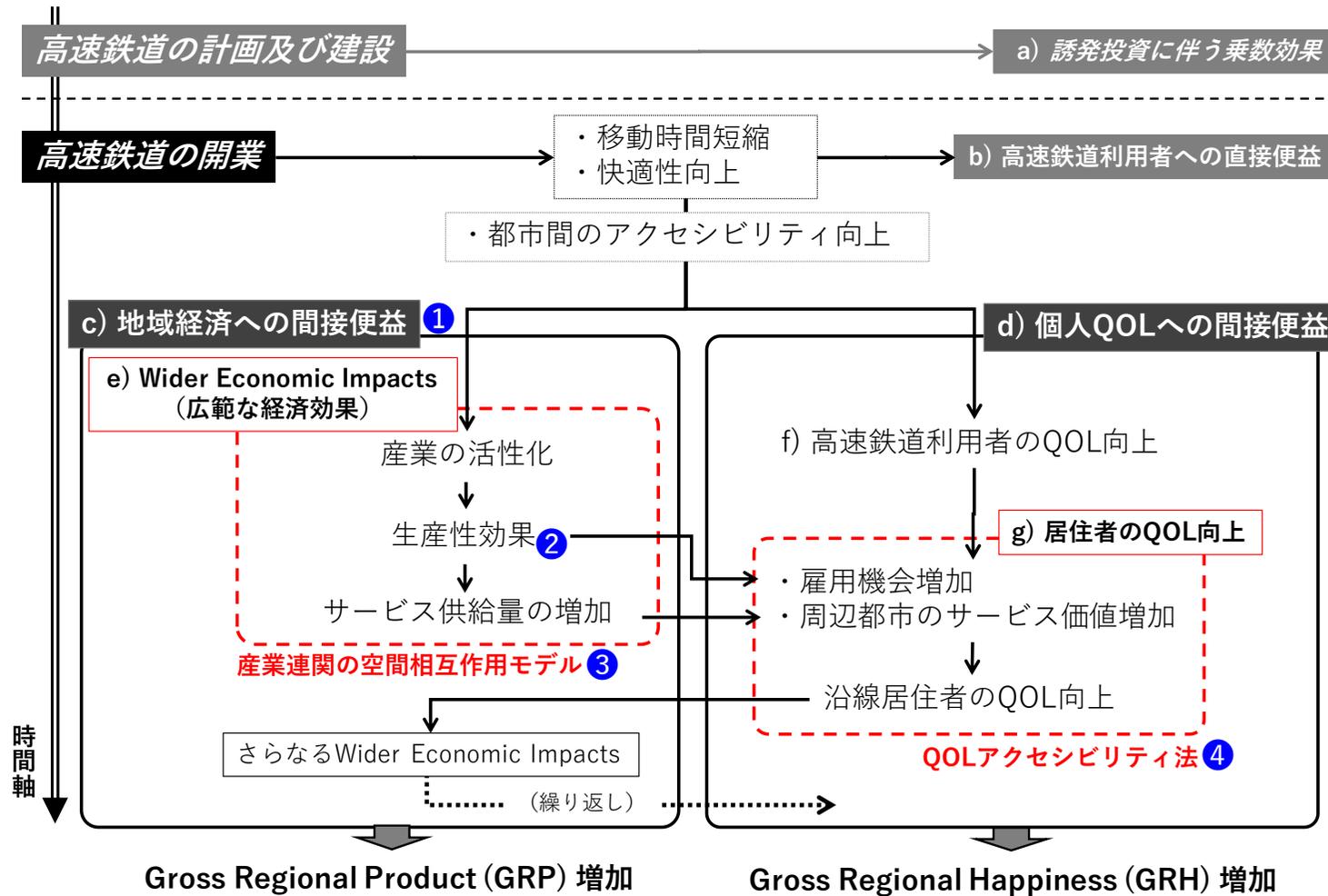


図 2.1 高速鉄道がもたらす効果のメカニズムと既往研究の位置付け

### 第3章 産業連関の空間相互作用モデルの構築

#### 3.1 モデル設定

高速鉄道開通による都市間移動時間の短縮がもたらす産業・サービスの活動レベル変化を表現するため、産業連関データに地理空間的概念を付加した「産業連関の空間相互作用モデル」を構築する。その際、当モデルのベースとして Sugimori et al. (2021) [33] の考え方を準用する。

まず、産業連関表に地理空間の概念を加えるプロセスを以下に述べる。通常の産業連関表（投入産出表）に基づけば、産業ごとの生産量と、その産業に対する中間投入及び最終需要を含む総需要量との関係性は式(3.1)のようになる。

$$DIN^m = \sum_k (A^{mk} \times PRO^k) \quad (3.1)$$

ここに、 $DIN^m$ は産業 $m$ に対する産業間投入需要（Demand for input）、 $PRO^k$ は産業 $k$ の生産額（Production value）、 $A^{mk}$ は産業 $m$ から産業 $k$ に対する投入係数である。ただし、最終消費需要を産業の一種とみなす。このとき、当然に式(3.2)が成り立つ。

$$PRO^m = DIN^m \quad (3.2)$$

次に、式(3.1)に対し、距離抵抗に伴う空間的な歪みを組み合わせると、式(3.3)、(3.4)のようになる。

$$DIN_{ij}^{km} = A^{mk} \times PRO_i^k \times PT_{ij}^m \quad (3.3)$$

$$DIN_j^m = \sum_i \sum_k DIN_{ij}^{km} \quad (3.4)$$

ここに、 $DIN_{ij}^{km}$ はゾーン $i$ にある産業 $k$ から周辺ゾーン $j$ にある産業 $m$ に対する産業間投入需要、 $PRO_i^k$ はゾーン $i$ にある産業 $k$ の生産額、 $PT_{ij}^m$ はゾーン $i$ にある各産業がゾーン $j$ にある産業 $m$ と取引を行う確率である。ただし、ここでも、最終消費需要を産業の一種とみなす。 $PT_{ij}^m$ は、Huff (1963) [34] を基にした式(3.5)より算出される。

$$PT_{ij}^m = \frac{EMPL_j^m \times (GC_{ij})^{-\lambda^m}}{\sum_j EMPL_j^m \times (GC_{ij})^{-\lambda^m}} \quad (3.5)$$

ここに、 $EMPL_j^m$ はゾーン $j$ にある産業 $m$ の雇用者数であり、経済規模（economic mass）を示

す指標として用いる。  $GC_{ij}$  はゾーン  $i$  からゾーン  $j$  までの一般化旅行費用、  $\lambda^m$  は産業  $m$  の距離減衰パラメータである。本研究では、一般化旅行費用  $GC_{ij}$  は式(3.6)のように交通モードシェアを考慮した金銭コスト及び時間コストの合計として算出する。

$$GC_{ij} = \sum_n s_{ij}^n \cdot (F_{ij}^n + \omega \cdot t_{ij}^n) \quad (3.6)$$

ここに、  $s_{ij}^n$ 、  $F_{ij}^n$  及び  $t_{ij}^n$  はそれぞれ、ゾーン  $i$  からゾーン  $j$  までの交通機関  $n$  のシェア、運賃、所要時間であり、  $\omega$  は時間価値である。

以上のように、距離減衰した経済規模によって決まる産業相互間の取引先選択確率を考慮することで、総需要額（総支出額）の空間的配分を表現する（図 3.1）。これらを踏まえ、式(3.2)の関係性に産業連関の空間相互作用を加えたモデルを式(3.7)のように定義する。

$$\ln(PRO_j^m) = \alpha^m \ln(DIN_j^m) + c^m \quad (3.7)$$

これは、コブ・ダグラス型生産関数に準じた形式で集積効果（agglomeration effect）を表現するものである。  $\alpha^m$  は産業  $m$  によって異なるスケールパラメータ、  $c^m$  は定数である。パラメータ推定結果は、第 4 章、第 5 章のケーススタディにて述べる。

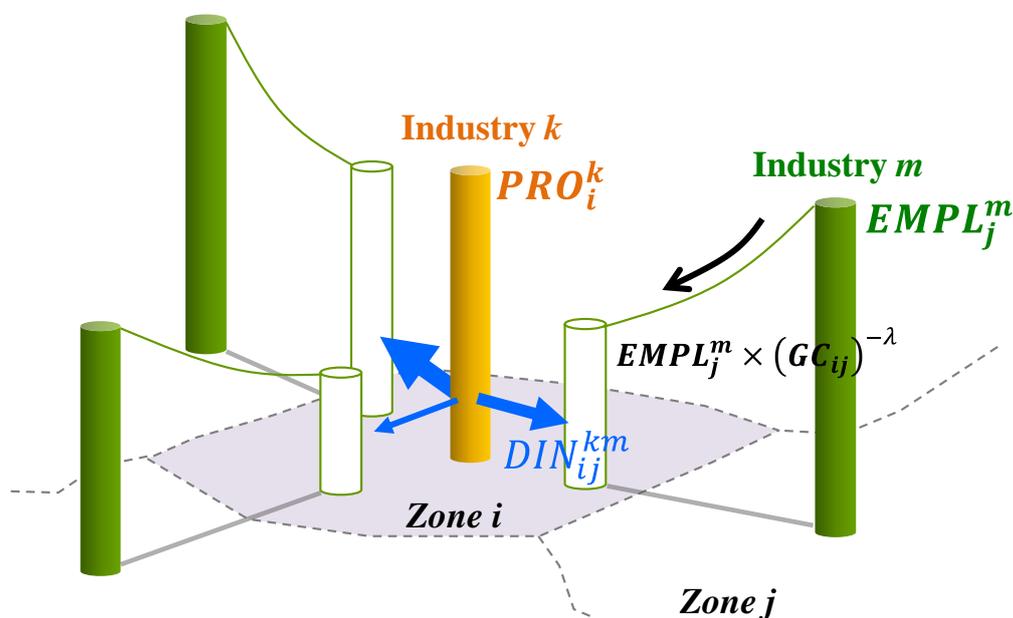


図 3.1 需要額（支出額）の空間的配分

なお、投入係数 $A$ は、現実には時間の経過とともに変化する。その変化は、生産技術やサービス性能の進展によるものと、交通技術の進展によるものがあると考えられるが、当モデルではそれらのうち交通技術の進歩による産業間の投入産出量の変化を取り扱っており、空間的効果の考慮されない通常の産業連関モデルでは表現できない、交通ネットワーク改善の評価に適用することを想定している。一方の生産技術やサービス性能の向上による技術係数の変化については、他の研究に譲ることとする。

### 3.2 日本とインドの産業構造比較

産業連関の空間相互作用モデルを構築にするにあたり、その前段として、日本とインドの産業構造の特徴を概観するため、各種統計データを用いて比較する。比較対象としては、インドの公式最新年次の統計データと、それに近い年次の日本の統計データ及びその約 50 年前（概ね東海道新幹線開業直前）の日本の統計データをピックアップする。

なお、本章以降の図表類に用いる産業分類は以下の通りである。

- ✓ Agriculture, Forestry and Fishery：農林水産業
- ✓ Manufacturing (incl. Mining)：製造業（鉱業含む）
- ✓ Construction：建設業
- ✓ Infrastructure services：インフラサービス業
- ✓ Commerce：商業（Wholesale：卸売業，Retail：小売業）
- ✓ Hotels and restaurants：宿泊・飲食業
- ✓ Other services：その他サービス業
- ✓ Public services：公務
- ✓ Final consumption demand：最終消費需要

「Infrastructure service」（インフラサービス業）には電力・ガス・水道業や運輸・通信業等が含まれ、「Other services」（その他サービス業）には金融業，不動産業，研究，教育，医療，娯楽等が含まれる。

図 3.2 には、両国における産業別生産額構成比[35, 36, 37]を、図 3.3 には、MAHSR 及び東海道新幹線沿線地域における産業別従業者構成比[38, 39, 40]をそれぞれ示す。これらによれば、近年の日本ではサービス業を中心とした第三次産業の規模が大勢を占めるのに対し、それに近い時期のインドと東海道新幹線開業前の日本との間では、第二次産業の占める割合が高いことのほか、殊に従業者数ではその構成比がかなり類似しており、いずれも高速鉄道を迎える経済ステージにある中で産業構造が概ね共通していることがわかった。

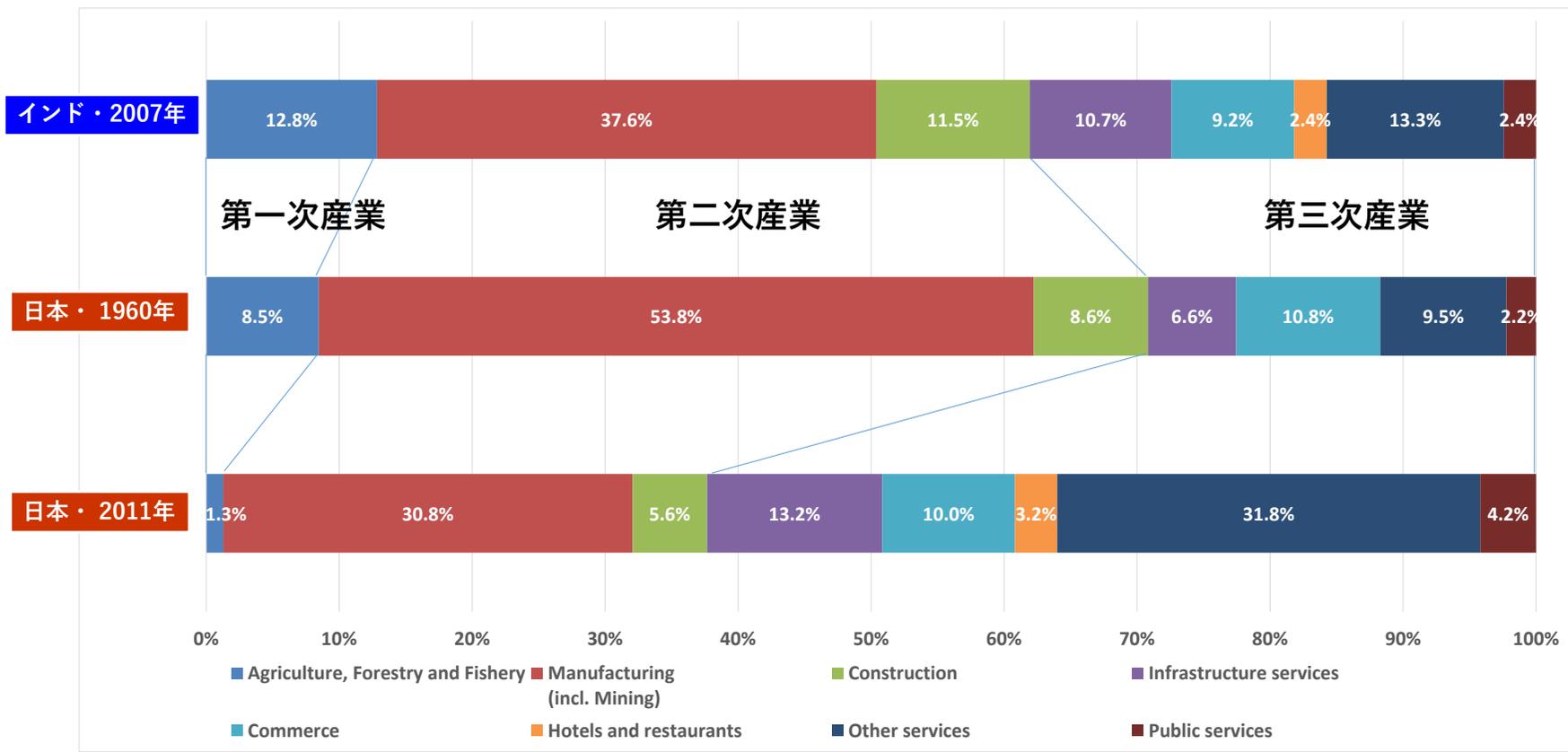


図 3.2 産業別生産額構成比

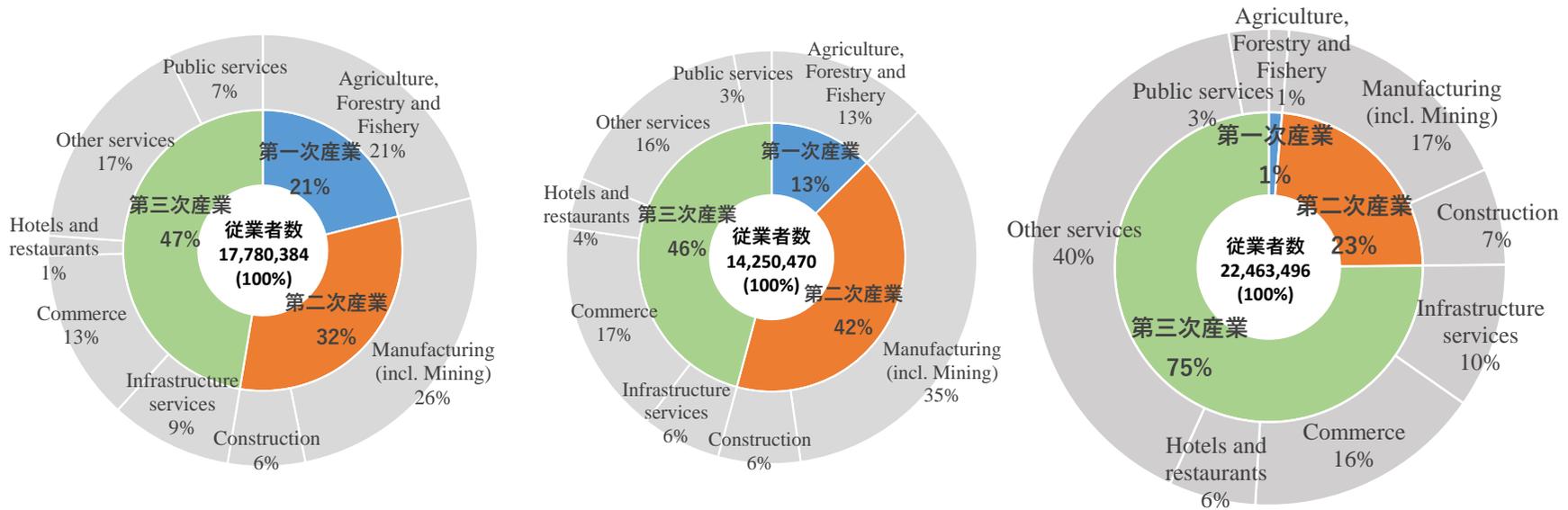


図 3.3 各高速鉄道沿線地域の産業別従業者構成比

次に、産業間取引額の総生産額に対する割合を、2007年のインド、1960年の日本、2011年の日本についてそれぞれ表 3.1, 表 3.2, 表 3.3 に示す。また、それら各国各年次の産業間取引における支出の流れを矢印の向きで、支出の規模を矢印の太さで、それぞれ図 3.4, 図 3.5, 図 3.6 に示す。なお、2011年の日本のデータにおいては、次章以降の分析をより精緻に行うため、経済センサス（2012年）[41]における比率を用いて Commerce（商業）を Wholesale（卸売業）と Retail（小売業）に分割する。

これらによれば、前述の産業構造の傾向と同様、近年のインド及び東海道新幹線開業前の日本ではともに、第二次産業の中核をなす製造業が、生産・支出の中心的存在であることがわかった。

表 3.1 産業間取引額の総生産額に占める割合（インド・2007年）

Output		1	2	3	4	5	7	8	9		
Input		Agriculture, Forestry and Fishery	Manufacturing (incl. Mining)	Construction	Infrastructure services	Commerce	Hotels and restaurants	Other services	Public services	Final consumption demand	Total
	1	Agriculture, Forestry and Fishery	2.5%	2.5%	0.3%	0.1%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	6.8%
2	Manufacturing (incl. Mining)	0.7%	17.7%	3.5%	2.9%	0.5%	0.5%	0.6%	0.0%	11.1%	37.6%
3	Construction	0.1%	0.3%	1.4%	0.2%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	9.3%	11.5%
4	Infrastructure services	0.4%	2.8%	0.7%	0.9%	0.5%	0.1%	0.5%	0.0%	4.8%	10.7%
5	Commerce	0.7%	2.7%	0.9%	0.5%	0.1%	0.2%	0.0%	0.0%	4.2%	9.2%
7	Hotels and restaurants	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.1%	0.1%	0.3%	0.0%	1.3%	2.4%
8	Other services	0.1%	1.7%	0.4%	0.4%	0.4%	0.1%	0.9%	0.0%	9.3%	13.3%
9	Public services	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.4%	2.4%
	Total	4.5%	27.7%	7.1%	5.5%	1.8%	1.6%	2.6%	0.0%	49.2%	100.0%

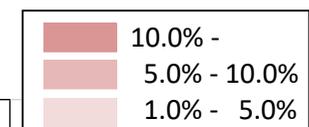


表 3.2 産業間取引額の総生産額に占める割合（日本・1960年）

Output		1	2	3	4	5	8	9		
Input		Agriculture, Forestry and Fishery	Manufacturing (incl. Mining)	Construction	Infrastructure services	Commerce	Other services	Public services	Final consumption demand	Total
1	Agriculture, Forestry and Fishery	1.3%	6.5%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.5%	8.5%
2	Manufacturing (incl. Mining)	1.1%	25.6%	4.6%	1.2%	0.6%	2.0%	0.0%	18.5%	53.8%
3	Construction	0.0%	0.2%	0.0%	0.1%	0.3%	0.1%	0.0%	7.8%	8.6%
4	Infrastructure services	0.1%	2.0%	0.4%	0.4%	0.5%	0.7%	0.0%	2.7%	6.6%
5	Commerce	0.2%	2.0%	0.5%	0.1%	0.8%	0.6%	0.0%	6.6%	10.8%
8	Other services	0.1%	2.1%	0.3%	0.4%	0.3%	0.4%	0.0%	5.9%	9.5%
9	Public services	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.2%	2.2%
	Total	2.8%	38.4%	5.9%	2.2%	2.5%	4.0%	0.0%	44.3%	100.0%

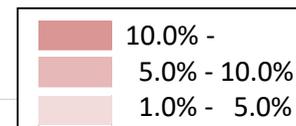
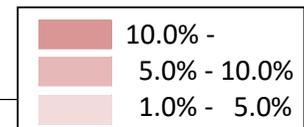


表 3.3 産業間取引額の総生産額に占める割合（日本・2011年）

Output		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Input		Agriculture, Forestry and Fishery	Manufacturing (incl. Mining)	Construction	Infrastructure services	Wholesale	Retail	Hotels and restaurants	Other services	Public services	Final consumption demand	Total
1	Agriculture, Forestry and Fishery	0.2%	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	1.3%
2	Manufacturing (incl. Mining)	0.3%	15.4%	1.6%	2.0%	0.2%	0.2%	0.8%	2.5%	0.3%	7.8%	30.8%
3	Construction	0.0%	0.1%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.1%	4.5%	5.6%
4	Infrastructure services	0.1%	1.6%	0.3%	2.1%	0.6%	0.6%	0.3%	2.1%	0.4%	5.0%	13.2%
5	Wholesale	0.0%	1.6%	0.4%	0.2%	0.1%	0.0%	0.2%	0.6%	0.0%	2.7%	5.9%
6	Retail	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	3.5%	4.1%
7	Hotels and restaurants	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	3.1%	3.2%
8	Other services	0.1%	2.3%	0.8%	2.4%	0.8%	0.6%	0.2%	4.3%	0.5%	19.9%	31.8%
9	Public services	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	4.1%	4.2%
	Total	0.7%	22.0%	3.1%	7.0%	1.7%	1.4%	1.8%	10.3%	1.3%	50.8%	100.0%



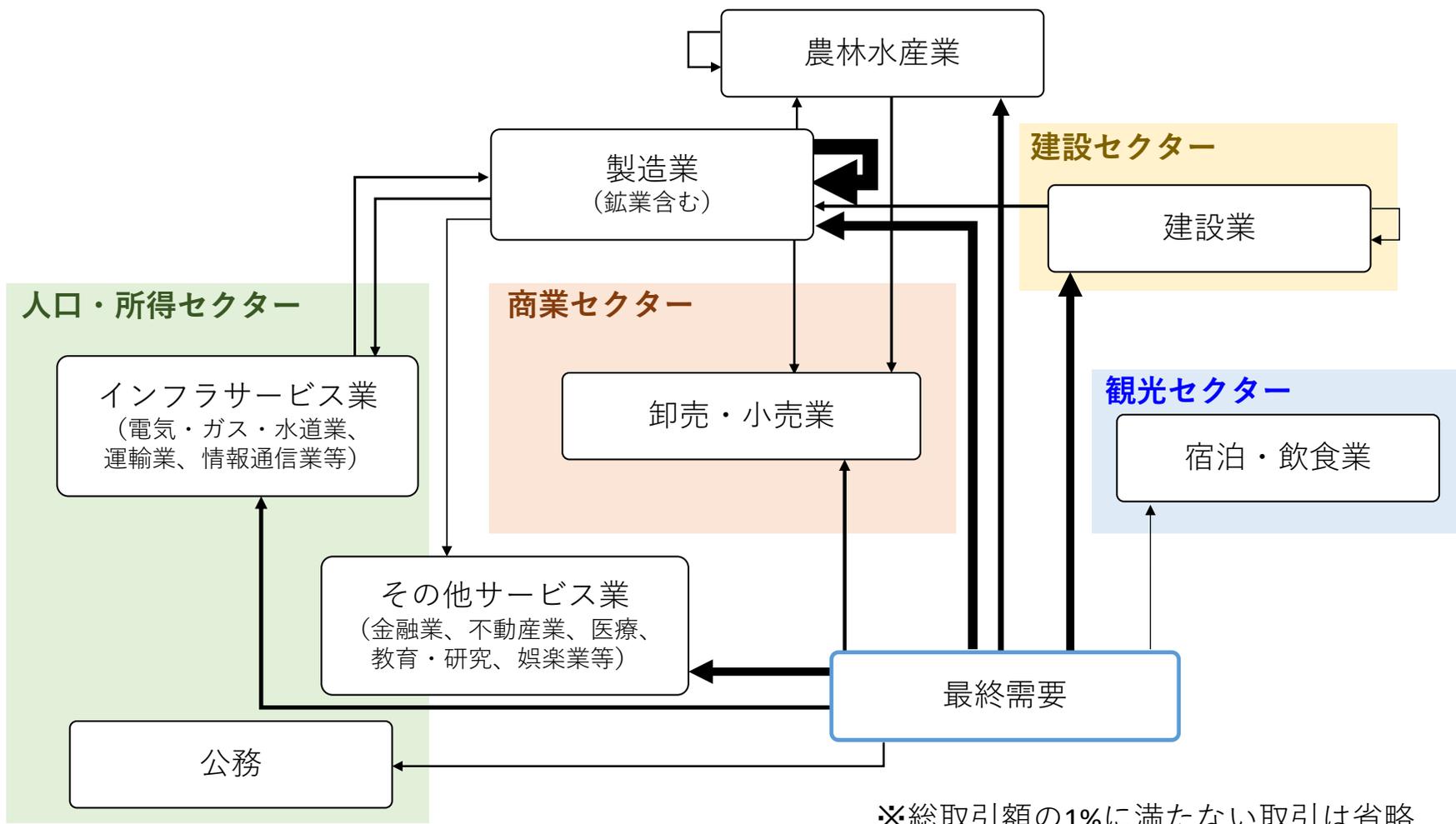


図 3.4 産業間取引の支出の流れ及び規模 (インド・2007 年)

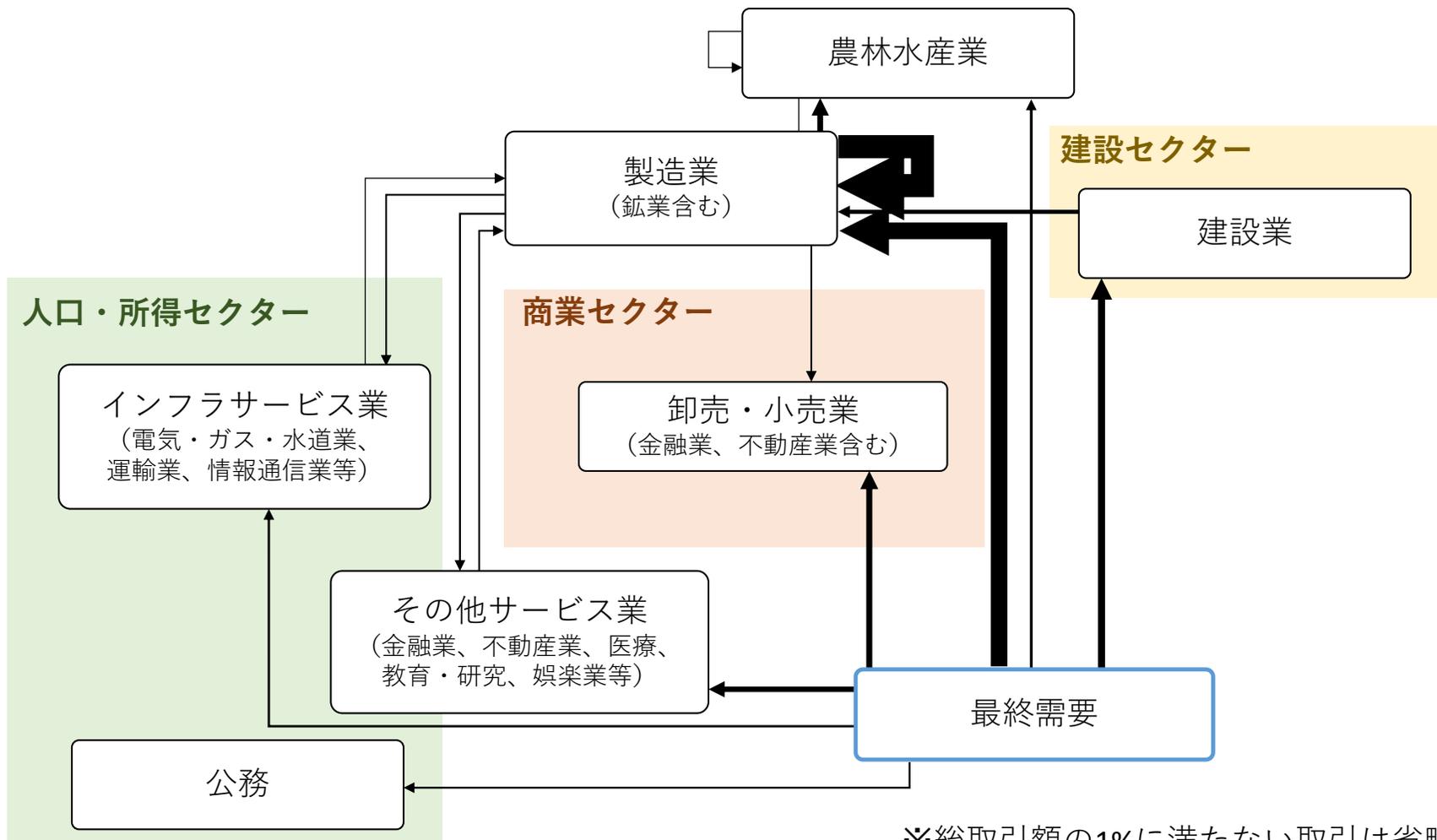


図 3.5 産業間取引の支出の流れ及び規模 (日本・1960年)

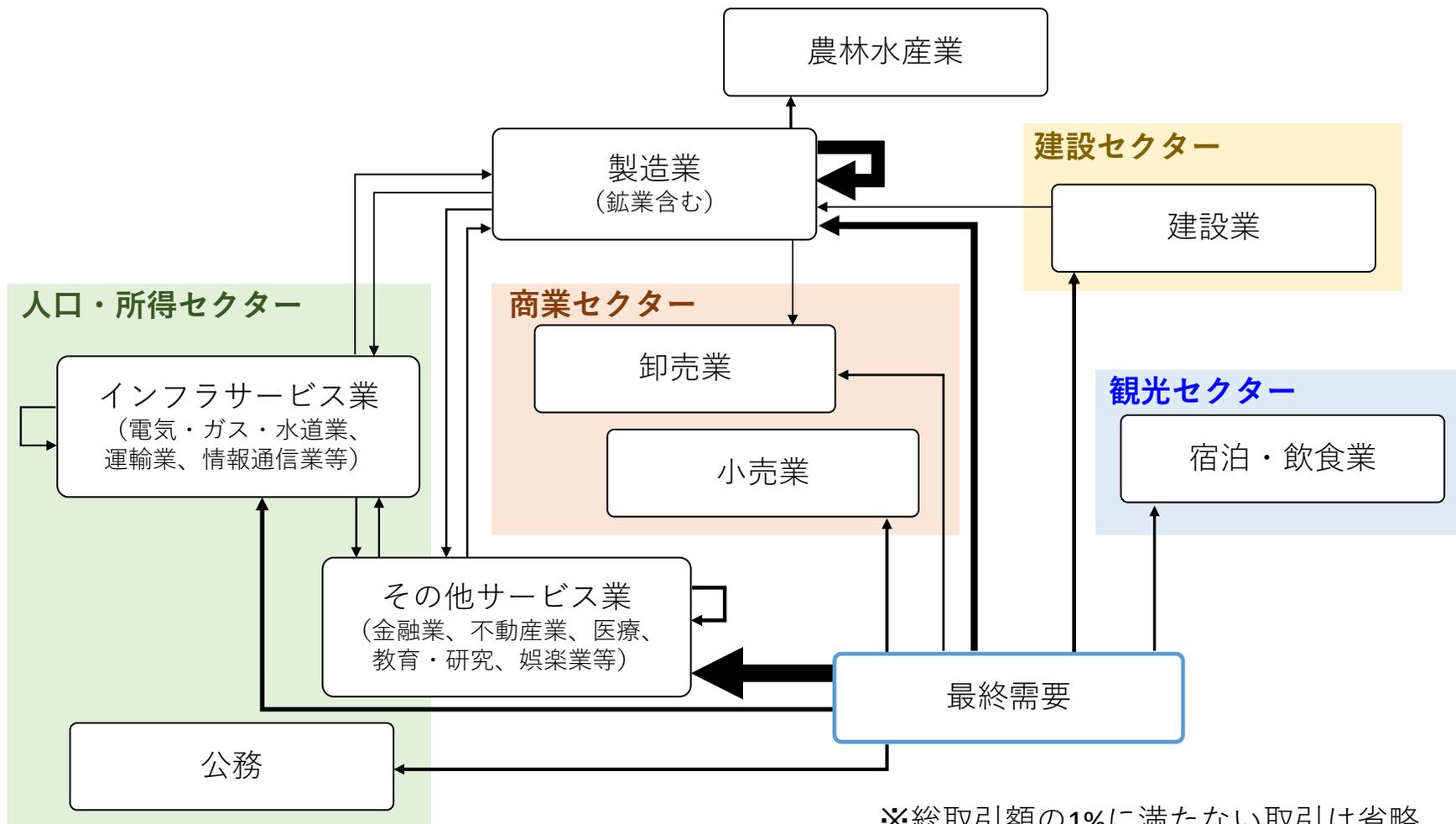


図 3.6 産業間取引の支出の流れ及び規模 (日本・2011年)

また、産業別生産額を産業別従業者数で除することで得られる、産業別労働生産性を、2007年のインド、1960年の日本、2011年の日本についてそれぞれ図3.7、図3.8、図3.9に示す。全体の傾向として、各産業の性質上、労働集約型の産業であるか否かによる大小は、いずれも概ね共通していると言える。

単位：千ルピー

(1ルピーは約1.5円に相当)

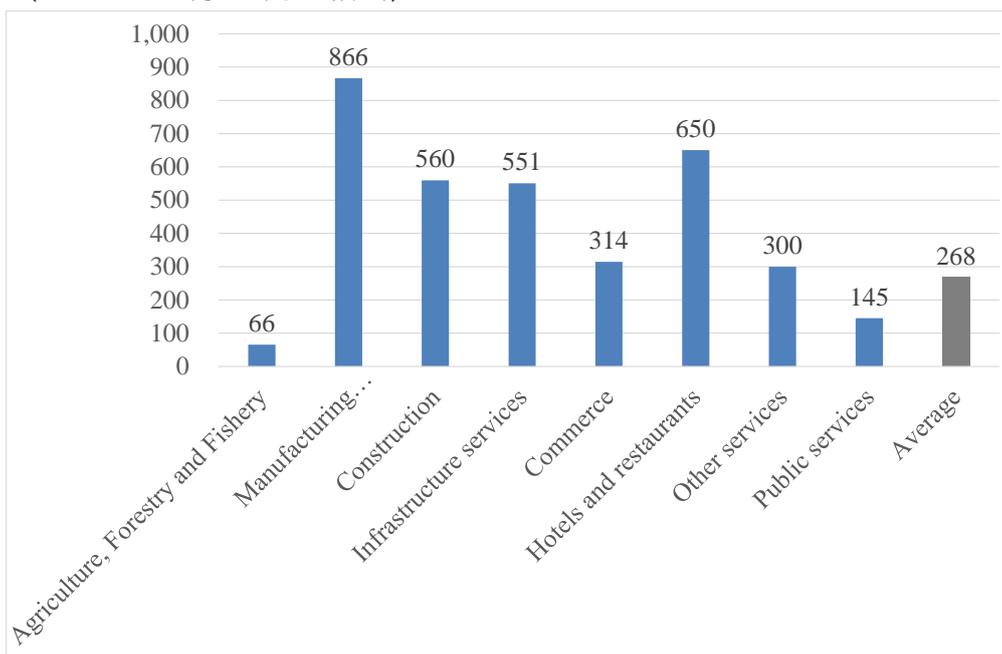


図3.7 産業別労働生産性 (インド・2007年)

単位：千円

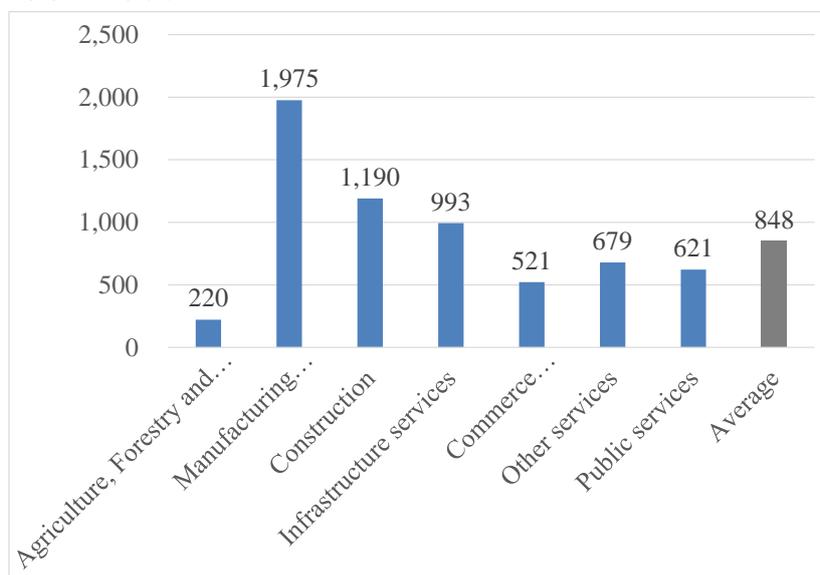


図 3.8 産業別労働生産性（日本・1960年）

単位：千円

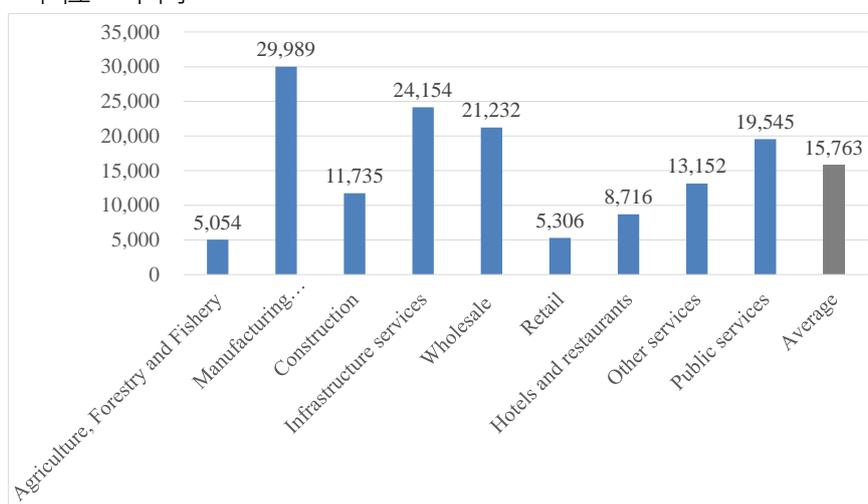


図 3.9 産業別労働生産性（日本・2011年）

## 第4章 産業連関の空間相互作用モデルの適用 1 (日本・九州新幹線)

### 4.1 九州新幹線及びその沿線地域の概要

九州新幹線(鹿児島ルート)は、福岡県博多駅と鹿児島県鹿児島中央駅を結ぶ全長約300kmの路線(図4.1)であり、2004年の新八代・鹿児島中央間での部分開業を経て、2011年に全線開業した。この全線開業によって、従前は在来線との乗継ぎで博多・鹿児島中央間が2時間12分を要していたところ、開業後は最速1時間17分にまで短縮された[42]。

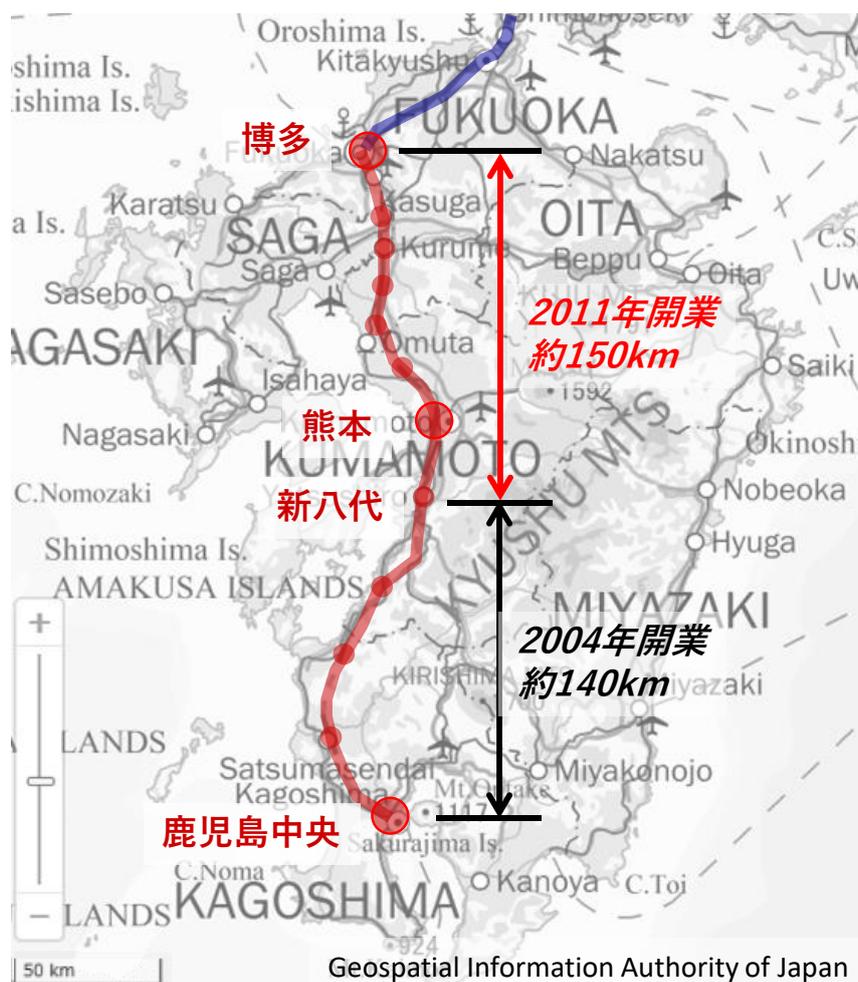


図 4.1 九州新幹線(鹿児島ルート)の路線概要



#### 4.2 条件設定及び使用データ

各産業の生産額及びそこから算出される投入係数は、日本全体の取引基本表を引用する。その際の産業分類は、次章にて述べるインドの各種統計データでの分類方法を考慮し、代表的な9種類に集約する。その結果、各産業間の投入係数 $A^{mk}$ は表4.1の通りとなる。

表 4.1 日本における投入係数 $A^{mk}$  (2011 年)

		Output									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Input		Agriculture, Forestry and Fishery	Manufacturing (incl. Mining)	Construction	Infrastructure services	Wholesale	Retail	Hotels and restaurants	Other services	Public services	Final consumption demand
	1	Agriculture, Forestry and Fishery	0.12	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
2	Manufacturing (incl. Mining)	0.22	0.50	0.28	0.15	0.03	0.04	0.24	0.08	0.06	0.15
3	Construction	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.02	0.02	0.09
4	Infrastructure services	0.07	0.05	0.06	0.16	0.11	0.14	0.11	0.07	0.10	0.10
5	Wholesale	0.04	0.05	0.07	0.01	0.02	0.01	0.07	0.02	0.01	0.05
6	Retail	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.07
7	Hotels and restaurants	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.06
8	Other services	0.05	0.07	0.14	0.18	0.13	0.15	0.06	0.14	0.12	0.39
9	Public services	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
	Value added	0.49	0.29	0.45	0.47	0.70	0.66	0.44	0.68	0.68	
	Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

各産業のゾーン別生産額 $PRO_i^k$ は、日本全体の産業別生産額をゾーン別・産業別従業者数により按分して求め、その結果を表 4.2 に示す。この求め方はすなわち、図 3.9 の労働生産性にゾーン別従業者数を掛け合わせることに同じである。なお、この考え方は企業等の本社・本店所在地の如何によらず、各ゾーンの経済規模の地理的な配置をより精緻に取り扱うことができる点でメリットがある。

ゾーン区分は、国交省による 2010 年度全国幹線旅客純流動調査[48]に準じ、三大都市圏（首都圏、中京圏、近畿圏）及びその他道県の計 39 ゾーンとする。

表 4.2 日本における各産業のゾーン別生産額 (2011 年) (単位：百万円)

	Agriculture, Forestry and Fishery	Manufacturing (incl. Mining)	Construction	Infrastructure services	Wholesale	Retail	Hotels and restaurants	Other services	Public services
北海道	917,480	6,188,524	2,617,107	4,907,810	1,938,074	1,788,645	1,363,481	12,980,864	2,572,980
青森	409,596	1,983,262	725,753	957,887	466,946	450,270	291,989	2,861,498	689,391
岩手	384,128	2,948,143	647,432	990,953	428,222	440,049	296,905	2,643,445	492,885
宮城	268,975	4,185,560	1,110,598	2,332,545	1,185,848	749,017	540,928	4,904,770	825,111
秋田	252,347	2,271,481	572,162	688,525	312,891	379,530	231,515	2,212,612	430,517
山形	281,040	3,475,641	564,593	685,095	385,643	388,674	258,771	2,314,379	451,821
福島	361,006	5,650,110	985,853	1,481,949	597,222	623,233	444,813	4,007,436	617,231
茨城	418,850	8,787,270	1,267,204	2,693,280	827,824	956,708	591,578	6,531,504	935,970
栃木	276,693	6,895,264	827,239	1,556,004	675,374	643,664	486,991	4,245,612	565,104
群馬	261,809	6,778,428	840,312	1,567,839	693,889	643,462	475,093	4,163,480	566,277
首都圏	1,003,602	62,722,848	12,755,658	47,401,084	18,331,545	9,296,463	8,293,726	93,065,624	9,760,356
新潟	357,225	6,394,515	1,390,542	1,840,269	1,045,598	791,797	551,126	4,967,016	764,522
富山	95,604	3,964,304	587,125	915,932	432,697	355,210	238,610	2,346,403	297,357
石川	93,006	3,305,336	573,723	998,585	542,316	383,212	318,077	2,764,610	377,394
福井	79,052	2,615,870	454,716	662,342	324,436	265,114	190,130	1,751,122	268,744
山梨	151,149	2,548,066	391,945	570,969	261,063	282,373	253,916	1,766,957	302,713
長野	522,531	6,806,228	984,855	1,550,473	750,093	686,797	609,168	4,589,763	624,873
静岡	391,583	14,292,865	1,720,020	3,243,380	1,475,780	1,270,595	1,013,720	7,734,165	1,044,680
中京圏	733,707	40,851,280	4,731,911	10,157,225	5,217,350	3,436,694	2,722,629	25,070,549	2,892,248
滋賀	93,744	5,363,029	489,957	1,044,888	315,816	470,790	303,033	3,098,464	425,338
近畿圏	555,706	40,571,937	6,267,477	16,613,479	9,241,304	5,145,221	4,194,210	43,329,227	4,564,360
和歌山	211,884	1,901,273	403,879	710,456	309,484	324,798	222,886	2,145,670	377,160
鳥取	135,405	1,216,605	260,616	380,614	196,105	188,679	137,143	1,431,354	265,773
島根	145,640	1,425,175	395,606	466,770	220,104	244,596	165,837	1,692,953	311,821
岡山	217,812	5,066,383	835,724	1,630,566	699,213	617,842	387,686	4,345,722	537,546
広島	222,144	7,093,128	1,214,455	2,548,575	1,333,511	900,756	616,289	6,564,291	999,609
山口	181,822	3,409,516	713,067	1,162,710	447,946	482,858	315,070	3,065,966	560,062
徳島	148,475	1,590,982	329,689	479,740	236,640	231,888	151,089	1,717,244	296,712
香川	133,752	2,337,936	435,072	823,302	456,831	332,684	216,070	2,116,789	336,252
愛媛	264,988	2,979,511	651,340	1,085,490	512,796	456,778	312,202	3,065,532	431,514
高知	205,314	881,543	326,885	445,780	232,809	251,815	176,881	1,672,791	296,419
福岡	332,592	7,913,704	2,155,819	4,868,101	2,468,042	1,611,225	1,147,664	12,035,330	1,554,725
佐賀	191,238	1,858,299	401,591	607,465	272,724	277,669	192,361	1,935,915	337,307
長崎	261,273	2,188,353	636,166	973,007	453,570	460,913	339,824	3,310,665	694,082
熊本	429,636	3,179,294	773,140	1,176,671	575,674	600,532	424,181	4,035,186	713,021
大分	201,220	2,417,945	572,843	826,708	349,144	402,029	293,619	2,646,180	444,492
宮崎	304,764	1,951,774	534,586	709,321	364,828	371,818	252,460	2,547,162	452,642
鹿児島	394,055	2,486,829	744,799	1,126,044	570,869	560,617	408,300	3,855,128	713,060
沖縄	145,119	841,238	623,023	1,032,256	359,085	381,495	407,899	3,438,617	613,126

次に、九州新幹線博多・新八代間開業前のゾーン間一般化旅行費用 $GC_{ij}$ を算出するにあたり、交通モードシェア、運賃、所要時間については、上述と同じく2010年度全国幹線旅客純流動調査[48]の結果を用いる。時間価値 $\omega$ は、国交省鉄道局の鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル（2012年改訂版）[49]を参考に40円/分と設定する。以上を踏まえたゾーン間一般化旅行費用を表4.3に示す。なお、「ゾーン間」とは各ゾーンの中心都市間を指す。周辺ゾーン $j$ には自ゾーン $i$ をも含めることとし、また、自ゾーン間及び一部データの得られない区間の一般化旅行費用は、近傍ゾーンの値を参考として設定する。

表 4.3 日本におけるゾーン間一般化旅行費用 $GC_{ij}$ の設定 (2010年) (単位:円)

	北海道	青森	岩手	宮城	秋田	山形	福島	茨城	栃木	群馬	東京都	新潟	富山	石川	福井	山梨	長野	野村	静岡	中京圏	近畿圏	和歌山	鳥取	島根	岡山	広島	山口	徳島	香川	愛媛	高松	福岡	宮崎	鹿児島	沖縄				
北海道	15,000	28,957	36,261	41,142	36,141	39,059	43,038	44,835	45,795	47,097	28,501	40,995	41,297	46,521	29,932	51,410	46,306	49,337	51,905	53,070	51,462	56,260	61,170	64,170	61,422	60,009	68,470	60,570	61,576	71,479	63,190	63,610	68,606	87,628	79,651	69,490	78,610	84,986	91,470
青森	28,802	7,000	11,455	20,469	12,767	24,207	24,228	36,257	31,400	38,599	32,795	39,960	49,454	53,948	58,228	48,306	44,976	44,686	56,497	48,325	45,613	72,560	70,000	70,160	58,038	72,612	81,657	67,133	62,360	63,620	79,565	63,148	90,000	77,235	69,649	78,940	70,960	74,930	84,020
岩手	36,163	11,457	7,000	11,693	10,268	13,947	14,733	27,164	23,517	31,834	23,680	23,981	37,590	53,758	43,125	28,650	31,491	31,190	40,083	46,679	43,105	53,040	60,000	67,490	65,901	60,636	78,640	64,290	55,493	58,705	64,810	61,190	70,000	75,170	71,130	68,310	70,330	76,000	83,190
宮城	41,569	20,795	11,629	5,000	15,718	4,791	6,074	17,124	14,309	22,068	18,983	17,355	31,753	35,236	38,291	25,633	26,307	27,379	36,277	37,883	39,150	45,423	55,827	62,680	55,962	47,990	63,310	60,680	53,510	58,180	56,800	51,942	54,000	67,701	70,220	62,072	65,814	70,524	61,620
秋田	36,204	12,757	10,350	15,593	7,000	17,355	19,456	31,860	28,168	34,204	30,312	17,712	43,747	58,490	53,590	73,860	42,338	40,824	38,209	43,353	45,878	61,310	65,080	68,080	53,978	67,551	82,771	64,480	53,460	67,080	67,100	54,586	55,840	69,760	64,720	73,400	64,520	69,690	80,480
山形	41,383	24,335	14,015	4,881	17,303	5,000	6,470	17,706	15,051	23,009	21,760	12,994	31,656	38,817	41,550	34,980	30,818	32,510	35,966	40,843	40,546	55,920	50,786	57,790	48,930	49,898	66,990	70,000	59,410	59,690	61,710	54,808	56,860	71,338	59,330	70,000	67,030	72,700	65,600
福島	45,410	23,730	14,775	6,092	19,421	6,427	5,000	12,567	10,239	16,682	16,285	11,256	24,744	29,969	34,498	24,911	22,456	26,034	30,841	35,562	41,009	43,360	50,443	52,973	40,009	44,677	56,135	61,745	49,709	54,355	61,940	55,776	58,450	72,500	68,460	58,307	66,605	68,175	67,190
茨城	50,441	36,447	27,146	17,108	31,784	17,801	12,594	5,000	6,578	13,799	8,943	20,453	30,858	33,760	33,305	18,045	21,068	19,466	27,484	29,426	31,502	36,102	41,327	44,748	48,401	40,108	45,170	40,673	40,213	41,837	43,408	34,437	41,207	46,054	43,145	49,257	41,739	45,490	53,800
栃木	45,813	29,638	23,177	14,633	28,258	15,013	10,543	6,528	5,000	8,674	9,221	16,268	28,303	32,003	32,308	18,272	16,804	20,032	25,770	29,918	32,399	37,864	57,033	54,162	36,487	43,682	57,366	48,646	40,547	55,633	60,144	57,823	69,860	61,986	70,740	67,920	69,940	75,610	67,080
群馬	47,675	38,670	31,908	22,024	33,991	22,510	16,669	13,904	8,673	5,000	9,667	13,608	19,928	26,638	13,338	9,716	21,141	24,937	29,379	32,133	37,094	41,695	44,834	37,204	40,927	45,914	41,240	41,072	45,080	45,353	36,471	32,600	46,520	41,480	50,160	41,280	46,450	34,040	
東京都	28,999	32,979	23,463	18,986	30,334	21,233	16,288	8,975	9,116	9,706	5,000	20,319	25,774	28,767	27,192	9,213	15,811	11,867	19,144	23,366	25,339	31,984	36,832	39,995	30,487	34,292	40,645	36,151	35,260	39,243	39,521	28,442	32,166	42,304	38,356	45,544	38,040	42,034	29,091
新潟	42,326	32,529	24,389	17,209	20,736	15,761	11,243	20,545	16,311	13,604	20,581	7,000	14,599	17,626	22,096	21,728	12,537	26,582	29,650	31,721	36,246	44,970	48,065	55,255	46,961	51,499	54,502	49,817	53,513	31,070	60,940	49,937	56,440	68,444	61,044	64,660	67,930	60,280	
富山	41,317	49,534	37,579	32,075	44,775	32,755	24,705	30,846	28,972	19,929	25,921	14,604	5,000	4,355	9,006	21,079	11,786	26,585	17,049	17,576	19,559	25,270	35,774	36,795	28,010	33,922	43,413	34,138	31,295	46,447	47,087	47,175	49,859	59,038	54,450	59,356	50,472	50,088	55,270
石川	47,041	53,100	51,580	35,213	58,450	38,323	30,685	33,556	31,817	22,868	29,628	17,678	4,368	5,000	5,948	25,057	15,406	24,939	15,841	14,684	17,704	23,493	28,492	35,033	24,747	31,818	41,260	31,515	34,427	44,925	58,248	40,000	46,466	68,170	48,377	63,755	59,472	65,939	52,650
福井	31,453	58,276	42,580	37,982	53,450	41,150	34,484	32,468	32,400	26,074	27,034	22,255	8,930	5,934	5,000	24,983	19,427	20,785	11,404	10,349	14,589	19,630	24,270	34,713	22,444	26,995	33,920	25,963	25,464	33,967	35,870	35,031	41,784	46,103	45,050	27,338	65,800	59,967	53,220
山梨	51,410	50,194	29,911	25,797	73,780	35,252	24,677	17,976	18,272	13,350	9,528	21,705	21,095	25,429	24,393	5,000	10,628	8,440	17,999	22,542	28,190	31,965	35,110	50,865	39,891	43,216	57,052	78,020	53,911	49,280	48,565	47,820	49,640	63,893	49,390	59,440	60,880	67,130	56,150
長野	48,391	44,884	31,211	26,173	43,093	32,154	22,539	21,283	16,887	9,759	16,221	12,517	11,773	15,402	19,466	10,651	7,000	18,404	17,309	22,833	26,601	32,595	45,106	43,993	32,782	38,793	46,685	41,590	39,389	46,335	49,670	44,230	48,770	63,287	56,527	51,256	60,590	66,490	73,450
静岡	48,850	43,109	31,182	27,340	42,269	30,759	26,174	18,977	19,632	21,616	11,603	26,558	26,600	25,103	20,674	8,454	18,116	7,000	12,280	18,238	20,170	24,927	33,635	36,980	27,172	29,971	35,862	38,640	27,225	40,878	52,066	36,015	38,149	55,912	42,728	43,425	60,237	49,649	49,280
中京圏	51,957	55,054	41,790	36,292	38,228	35,564	30,556	25,206	27,403	24,362	19,487	29,087	16,683	15,742	11,446	16,502	17,115	11,923	5,000	9,602	13,145	19,416	24,715	28,663	19,423	24,402	29,855	24,465	23,127	30,237	31,015	30,590	33,783	40,461	37,753	36,958	40,769	53,525	48,830
近畿圏	52,870	45,180	47,001	37,756	43,087	40,494	36,250	29,089	30,196	29,352	24,353	31,952	17,557	14,666	10,389	22,131	22,804	18,698	9,603	5,000	5,086	10,591	15,415	22,228	14,093	18,878	25,728	14,277	16,157	24,217	24,790	25,096	31,104	34,673	32,168	28,833	31,894	36,391	43,040
和歌山	55,780	72,490	53,400	44,983	61,150	55,840	40,980	37,116	47,477	36,380	31,891	42,500	24,400	22,717	19,378	31,637	32,173	25,239	18,733	10,233	6,398	7,000	19,342	24,843	15,445	23,912	28,360	14,674	19,666	33,760	27,601	27,689	33,010	56,003	32,916	46,723	53,830	50,907	45,550
鳥取	61,250	70,000	60,000	54,605	65,080	50,194	50,443	41,110	59,325	41,267	36,171	48,009	36,493	28,604	24,170	35,110	51,366	34,010	25,664	15,768	14,488	19,910	7,000	8,261	11,534	18,870	24,670	20,170	16,198	24,139	22,806	32,916	34,837	39,909	38,122	36,125	54,407	45,230	62,320
島根	64,250	70,170	67,810	62,080	68,080	57,370	53,397	45,096	53,017	44,538	39,856	54,104	36,544	39,962	32,378	50,765	43,940	37,073	29,068	21,860	20,499	25,203	8,262	7,000	12,300	13,106	19,361	23,716	18,005	25,787	24,107	29,905	30,941	36,795	34,528	32,276	43,906	44,438	55,520
岡山	62,384	56,188	64,921	54,462	53,848	48,517	41,032	48,151	37,097	38,470	30,420	46,557	28,676	24,723	22,556	40,341	33,154	27,083	19,220	14,491	12,300	15,722	10,062	12,285	7,000	10,641	16,801	12,474	6,726	15,260	13,772	19,237	23,848	29,306	29,405	30,000	39,169	37,941	43,480
広島	60,169	71,662	63,242	48,071	65,980	49,533	46,061	39,384	41,061	40,176	34,401	51,508	33,865	31,601	27,599	42,858	39,567	30,106	23,833	19,790	19,096	21,685	18,877	13,043	10,613	7,000	9,318	19,111	14,885	11,565	20,674	14,354	19,006	24,091	22,237	20,674	31,694	31,591	42,790

距離減衰パラメータ $\lambda^m$ は、既往の文献(例. Gutiérrez, 2001[50], Venables et al., 2014[51])によれば一律 1.0 と設定するのが最もシンプルであるが、実際には産業 $m$ ごとに距離抵抗が異なると考えられることから、Graham (2009)[52]及び Department for Transport (2020)[53]により示された産業別の距離減衰パラメータ(表 4.4)を準用する。この値は、英国の都市圏内における通勤需要から推定されたパラメータであるが、産業別の距離減衰を相対的に区別する観点で活用可能であると考えられるため、これを採用する。

表 4.4 距離減衰パラメータ $\lambda^m$ の設定

Agriculture, Forestry and Fishery	1.655
Manufacturing(incl. Mining)	1.097
Construction	1.562
Infrastructure services	1.818
Wholesale	1.818
Retail	1.818
Hotels and restaurants	1.818
Other services	1.746
Public services	1.655

### 4.3 パラメータ推定結果

産業連関の空間相互作用を考慮したモデル式(3.7)を用いて回帰分析によるパラメータ推定を行った結果を表 4.5 に示す。スケールパラメータ $\alpha$ 値が相対的に高い産業においては、それらに対する原材料投入需要の増大が生産額の向上に乘数的に波及する可能性が高いことが推察される。

表 4.5 パラメータ推定結果

	$\alpha$	c	R <sup>2</sup>
Agriculture, forestry and fishery	0.664 (8.94)	4.300 (4.71)	0.68
Manufacturing(incl. Mining)	0.817 (38.07)	3.025 (9.43)	0.97
Construction	0.784 (20.81)	3.205 (6.39)	0.92
Infrastructure services	0.822 (24.51)	2.831 (6.11)	0.94
Wholesale	0.820 (25.08)	2.734 (6.42)	0.94
Retail	0.776 (21.91)	3.257 (7.10)	0.93
Hotels and restaurants	0.799 (22.40)	2.899 (6.44)	0.93
Other services	0.799 (22.88)	3.357 (6.47)	0.93
Public services	0.776 (18.15)	3.253 (5.83)	0.90

#### 4.4 分析結果

4.3 項より得られたスケールパラメータ  $\alpha$  値を用いて、九州新幹線による移動時間の短縮が沿線地域の経済にもたらす間接便益を分析する。具体的には、取引先選択確率  $PT_{ij}^m$  を求める式(3.5)の右辺にて、分母には九州新幹線博多・新八代間開業前、分子には同区間開業後の一般化費用  $GC_{ij}$  を代入することで、移動時間短縮に伴う新たな誘発需要が生じることを表現し、式(3.7)により、需要増に伴う生産額  $PRO_j^m$  の増加を推計する。

なお、博多・新八代間開業後の一般化費用  $GC_{ij}$  の設定に際しては、2015 年度全国幹線旅客純流動調査[54]の結果より得られた同区間近傍ゾーンにおける数値のうち、2010 年度時点（開業前）より廉価であるもののみを採用することとする。当該の数値は表 4.6 上の**太字青書き**で示す。



ここで、式(3.5)に以下の式(4.1)を代入すると、式(4.2)が成り立つ。

$$EMPL_j^m = \frac{PRO_j^m}{LP^m} \quad (4.1)$$

$$PT_{ij}^m = \frac{PRO_j^m \times (GC_{ij})^{-\lambda^m}}{\sum_j PRO_j^m \times (GC_{ij})^{-\lambda^m}} \quad (4.2)$$

ここに、 $LP^m$ は産業 $m$ の労働生産性である。このとき、式(3.7)より推計される MAHSR 開業後の生産額 $PRO_j^m$ を式(4.2)に代入すると、取引先選択確率 $PT_{ij}^m$ が再度変化するため、式(3.3)、式(3.4)により得られる MAHSR 開業後の需要額 $DIN_j^m$ を繰り返し計算により補正する。その際、生産要素としての土地、労働力の供給量は地理的には変化しにくい性質を考慮し、ゾーン別の総需要額を固定しながら産業別の需要額を比例調整する。なお、「Agriculture, forestry and fishery」(農林水産業)及び「Public services」(公務)は、その立地条件と都市間旅客流動との関係性が些少と考えられるため、当推計の対象外とする。

この推計により得られた生産額 $PRO_j^m$ に粗付加価値の投入係数を乗じることで得られる、九州新幹線開業に伴う産業別・ゾーン別の年間 GRP 増加額を表 4.7 に示す。また、九州新幹線開業前 (Without) の GRP 推計値に対する、産業別、ゾーン別の年間 GRP 増加率をそれぞれ図 4.3、図 4.4 に示す。図中にもある通り、全産業・全ゾーン平均の年間 GRP 増加率は 0.3%となった。

表 4.7 産業別・ゾーン別の年間 GRP 増加額（推計）

（十億円/年）

	Manufacturing (incl. Mining)	Construction	Infrastructure services	Wholesale	Retail	Hotels and restaurants	Other services	計
福岡	1.9	0.4	7.5	4.2	0.9	0.4	10.9	26.3
熊本	3.2	1.8	6.2	3.8	2.4	1.2	18.3	37.0
鹿児島	7.6	2.1	3.3	2.1	0.2	0.6	16.3	32.2
計	12.7	4.3	17.1	10.1	3.5	2.2	45.5	95.4

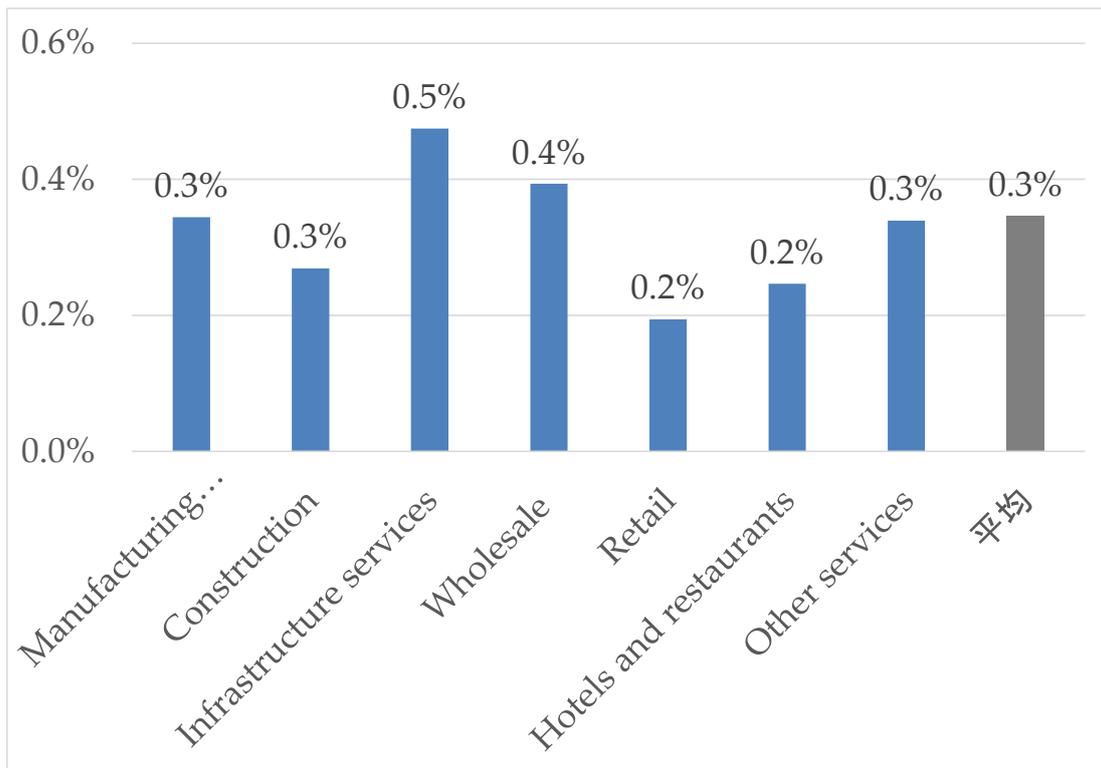


図 4.3 産業別の年間 GRP 増加率（福岡，熊本，鹿児島のみ）（推計）

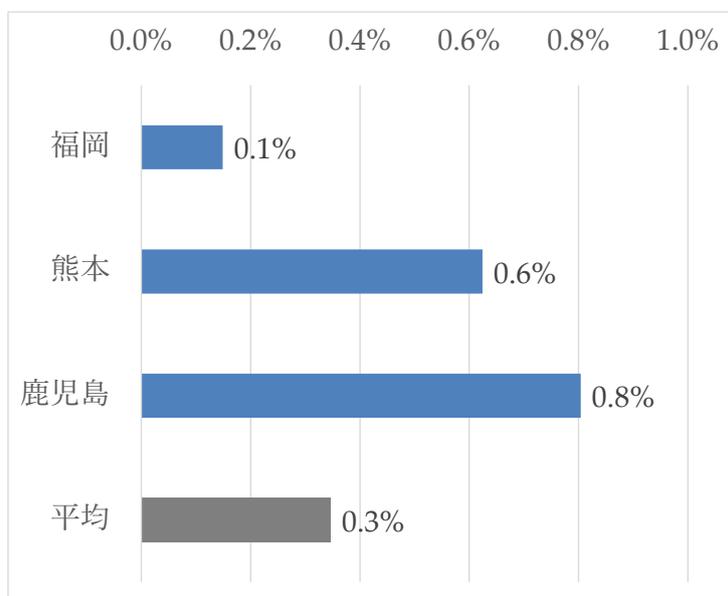


図 4.4 ゾーン別の年間 GRP 増加率（全産業）（推計）

#### 4.5 考察

以上の分析結果を踏まえると、九州新幹線（鹿児島ルート）の全線開業後、特に鹿児島において、より経済規模の大きい福岡への速達性及びアクセシビリティが向上することに伴い、比較的高い経済的便益が見られる可能性がわかった。これらのように、様々な産業ごとの経済規模を持つ各都市と、それらの間の距離抵抗を勘案することによって、産業間の空間相互作用とそれに伴う効果を、産業別・ゾーン別に定量的に概観することが可能になることが示唆された。

実際の統計データに表れる現象としては、諸外国と連動した景気変動や、人々の需要や嗜好の変化、自然災害等の不可抗力などといった様々な社会的影響要因が関わるものと考えられるため、データの妥当性検証には限りがあるものの、分析結果に大きな乱れは見られないことから、次章の MAHSR への当モデル適用へ進むこととする。

## 第5章 産業連関の空間相互作用モデルの適用 2 (インド・MAHSR)

### 5.1 MAHSR 及びその沿線地域の概要

MAHSR は、インド経済・金融の中心都市とされる、マハラシュトラ州の州都ムンバイと、グジャラート州最大都市アーメダバードを結ぶ路線 (図 5.1) で、総延長は東海道新幹線とほぼ同じ約 500km である。ムンバイ・アーメダバード間の所要時間は、在来線では約 6 時間[55]であるが、MAHSR の最速達列車では、途中スーラト、ヴァドダラにのみ停車し約 2 時間[56]と見込まれている。MAHSR 沿線のムンバイ、スーラト、アーメダバード各大都市圏の地理的な配列は、東京、名古屋、大阪のそれに類似しており (図 5.2) [57]、各ディストリクト (インドにおける州に次ぐ行政区分) の人口を合計すると約 5,000 万人 (2011 年) に達する [58]。これは東海道新幹線の沿線都府県人口約 4,500 万人 (2010 年) [39]に匹敵し、また、同新幹線開業前の沿線都府県人口約 3,000 万人 (1960 年) [59]を大きく上回る (表 5.1)。

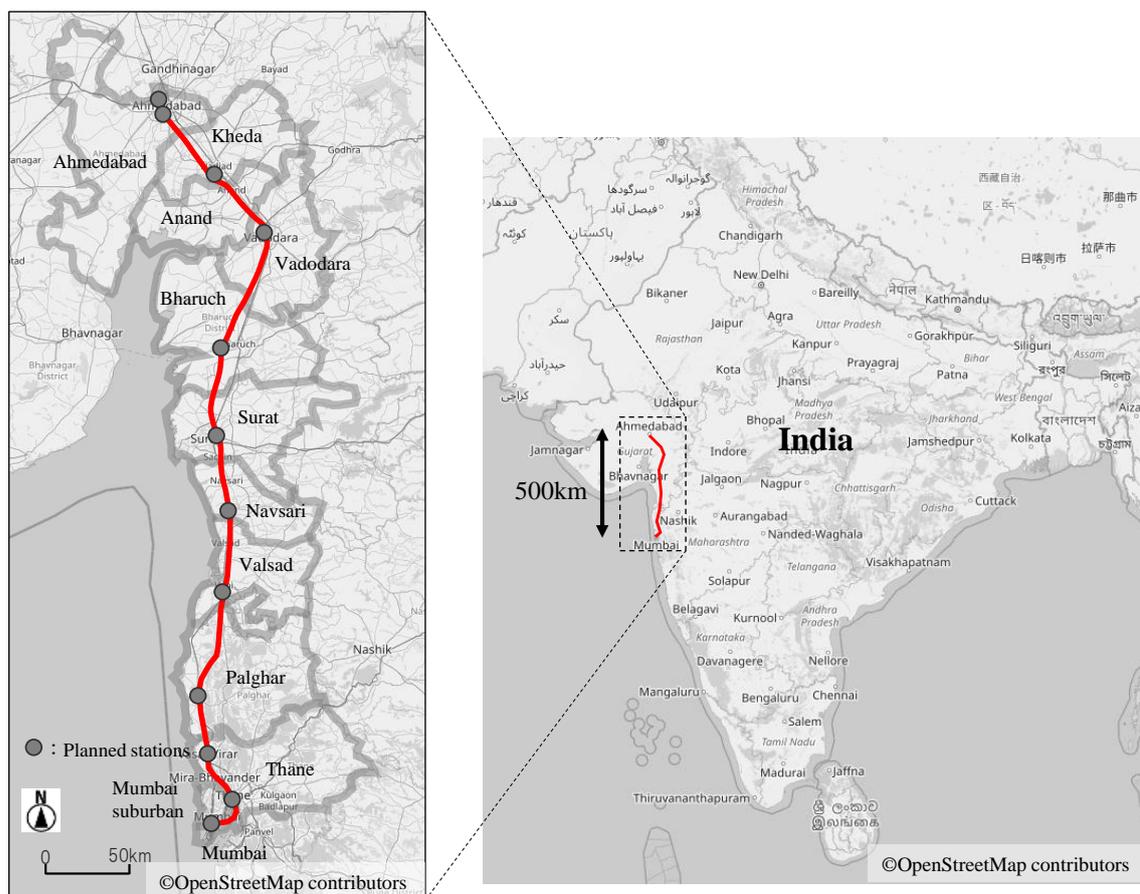


図 5.1 MAHSR の路線計画概要

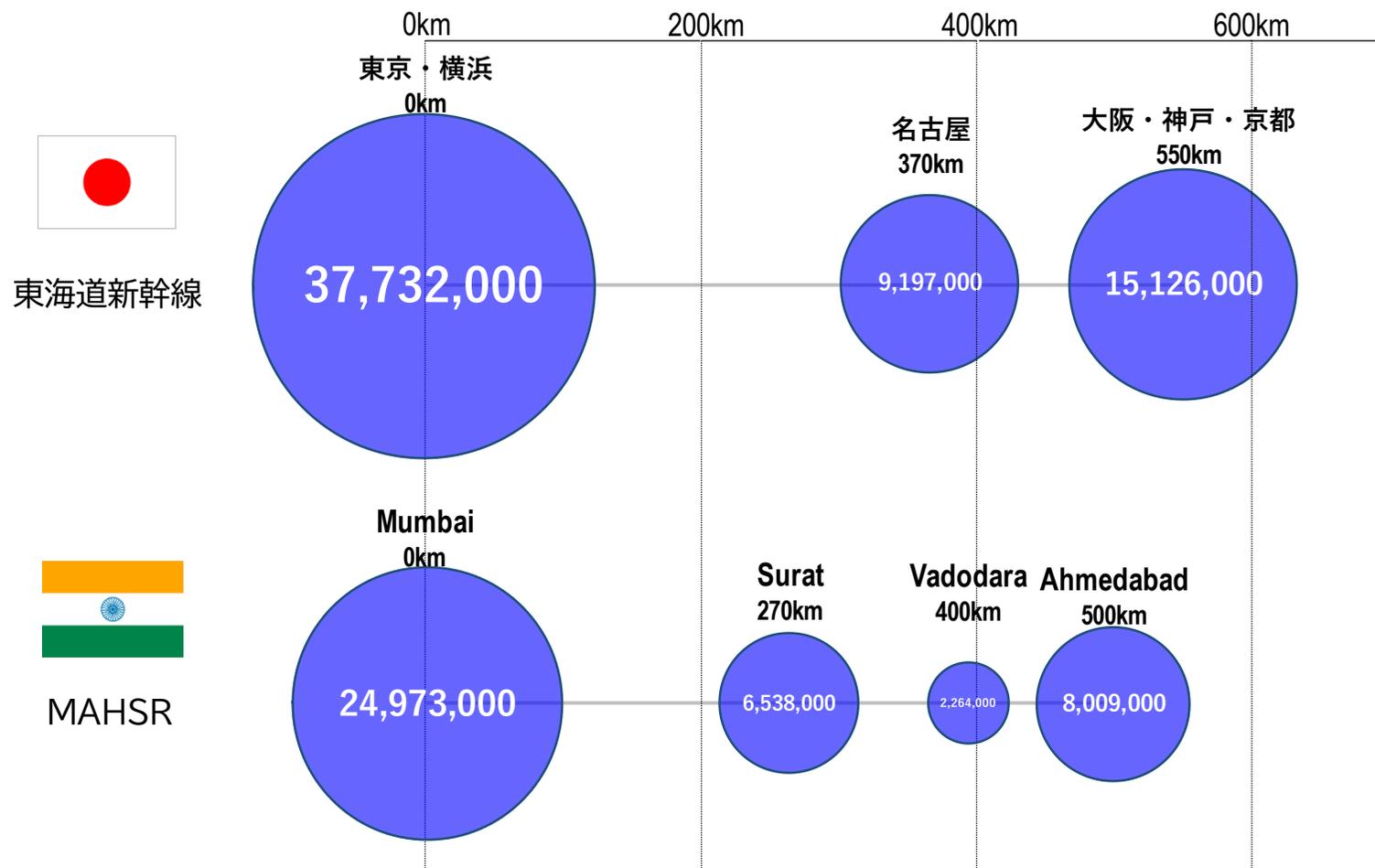


図 5.2 東海道新幹線及び MAHSR 沿線地域の都市配置と都市圏人口（2022 年）

表 5.1 各高速鉄道沿線地域の人口・面積・人口密度

MAHSR 沿線地域, 2011年

ディストリクト	人口 (人)	面積 (km <sup>2</sup> )	人口密度 (人/km <sup>2</sup> )
Ahmadabad	7,214,225	8,107	890
Kheda	2,299,885	3,953	582
Anand	2,092,745	3,204	653
Vadodara	4,165,626	7,546	552
Bharuch	1,551,019	6,509	238
Surat	6,081,322	4,549	1,337
Navsari	1,329,672	2,246	592
Valsad	1,705,678	3,008	567
Thane (Palghar含む)	11,060,148	9,558	1,157
Mumbai (郊外含む)	12,442,373	603	20,634
計	49,942,693	49,283	1,013

東海道新幹線沿線地域, 1960年

都府県	人口 (人)	面積 (km <sup>2</sup> )	人口密度 (人/km <sup>2</sup> )
東京 (特別区部)	8,310,027	570	14,592
神奈川	3,443,176	2,361	1,458
静岡	2,756,271	7,769	355
愛知	4,206,313	5,057	832
岐阜	1,638,399	10,522	156
滋賀	842,695	4,016	210
京都	1,993,403	4,612	432
大阪	5,504,746	1,831	3,006
計	28,695,030	36,739	781

東海道新幹線沿線地域, 2010年

都府県	人口 (人)	面積 (km <sup>2</sup> )	人口密度 (人/km <sup>2</sup> )
東京 (特別区部)	8,945,695	622	14,386
神奈川	9,048,331	2,416	3,745
静岡	3,765,007	7,780	484
愛知	7,410,719	5,165	1,435
岐阜	2,080,773	10,621	196
滋賀	1,410,777	4,017	351
京都	2,636,092	4,613	571
大阪	8,865,245	1,898	4,670
計	44,162,639	37,133	1,189



写真 5.1 アーメダバード市街の様子（撮影：杉森秀司）



写真 5.2 ヴァドダラ市街の様子（撮影：杉森秀司）



写真 5.3 スーラト市街の様子 (撮影：杉森秀司)



写真 5.4 ムンバイ市街の様子 (撮影：杉森秀司)

## 5.2 条件設定及び使用データ

MAHSR 沿線地域における産業連関表（投入産出表）及び投入係数は、インド全体のデータを用いて推定する。具体的には、インド全体の投入産出表[35]にある生産額を、MAHSR 沿線地域の産業別従業者数 [38]に応じて比例配分する。このとき、MAHSR 沿線地域の産業別従業者構成比がインド全体のそれと異なることによって生じる生産額の差分は、MAHSR 沿線地域外との間の移出入分とみなし、最終消費需要からこれを控除する。以上により得られた MAHSR 沿線地域の投入産出表を表 5.2 に、投入係数表を表 5.3 に、それぞれ示す。

表 5.2 MAHSR 沿線地域の投入産出表（推定）（単位：百万ルピー）

		Output									
		1	2	3	4	5	7	8	9		
Input		Agriculture, Forestry and Fishery	Manufacturing (incl. Mining)	Construction	Infrastructure services	Commerce	Hotels and restaurants	Other services	Public services	Final consumption demand	Total
	1	Agriculture, Forestry and Fishery	124,928	187,849	13,000	8,039	1,841	34,782	832	0	281,391
2	Manufacturing (incl. Mining)	37,902	1,344,962	155,698	184,011	34,035	26,992	33,059	0	1,041,267	2,857,926
3	Construction	4,355	24,695	60,339	10,193	2,638	2,763	12,978	0	393,499	511,460
4	Infrastructure services	18,940	216,686	29,713	56,485	32,515	6,834	25,097	0	300,556	686,826
5	Commerce	33,135	202,448	38,010	33,967	5,276	11,978	2,501	0	245,059	572,374
7	Hotels and restaurants	904	380	183	36,607	7,176	5,508	15,552	0	71,630	137,940
8	Other services	6,397	128,354	18,932	27,908	26,799	3,319	47,998	0	447,330	707,036
9	Public services	0	0	0	0	0	0	0	0	96,924	96,924
	Value added	426,101	752,553	195,585	329,616	462,094	45,764	569,018	96,924	0	2,877,656
	Total	652,662	2,857,926	511,460	686,826	572,374	137,940	707,036	96,924	2,877,656	

表 5.3 MAHSR 沿線地域における投入係数 $A^{mk}$  (推定)

		Output								
		1	2	3	4	5	7	8	9	
Input		Agriculture, Forestry and Fishery	Manufacturing (incl. Mining)	Construction	Infrastructure services	Commerce	Hotels and restaurants	Other services	Public services	Final consumption demand
	1	Agriculture, Forestry and Fishery	0.19	0.07	0.03	0.01	0.00	0.25	0.00	0.00
2	Manufacturing (incl. Mining)	0.06	0.47	0.30	0.27	0.06	0.20	0.05	0.00	0.36
3	Construction	0.01	0.01	0.12	0.01	0.00	0.02	0.02	0.00	0.14
4	Infrastructure services	0.03	0.08	0.06	0.08	0.06	0.05	0.04	0.00	0.10
5	Commerce	0.05	0.07	0.07	0.05	0.01	0.09	0.00	0.00	0.09
7	Hotels and restaurants	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01	0.04	0.02	0.00	0.02
8	Other services	0.01	0.04	0.04	0.04	0.05	0.02	0.07	0.00	0.16
9	Public services	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
	Value added	0.65	0.26	0.38	0.48	0.81	0.33	0.80	1.00	
	Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

各産業のゾーン別生産額 $PRO_i^k$ は、インド全体の産業別生産額をゾーン別・産業別従業者数の比率で按分することにより求め、その結果を表 5.4 に示す。この求め方はすなわち、図 3.7 の労働生産性にゾーン別従業者数を掛け合わせることに同じである。このとき、ゾーン区分は先述のディストリクト単位を基本とし、計 10 ゾーンとする。

表 5.4 MAHSR 沿線地域における各産業のゾーン別生産額（2007 年）（単位：百万ルピー）

	Agriculture, Forestry and Fishery	Manufacturing (incl. Mining)	Construction	Infrastructure services	Commerce	Hotels and restaurants	Other services	Public services	Final consumption demand
Ahmedabad	62,068	374,087	93,353	90,302	95,354	11,577	116,026	6,438	415,678
Kheda	86,824	25,543	11,843	12,308	11,283	1,160	17,455	722	132,517
Anand	77,202	36,817	11,911	11,020	11,884	1,522	18,739	622	120,582
Vadodara	111,032	127,587	31,959	35,100	31,680	5,083	46,154	2,978	240,020
Bharuch	47,910	55,594	10,396	11,237	9,981	1,119	15,199	705	89,368
Surat	70,251	698,502	54,897	53,081	88,129	6,425	60,790	2,277	350,401
Navsari	47,394	51,055	10,977	8,437	9,810	1,321	15,567	521	76,615
Valsad	41,310	91,763	13,457	13,690	10,574	1,512	19,047	597	98,280
Thane (incl. Palghar)	100,311	674,623	120,170	181,703	115,178	39,592	158,886	30,193	637,276
Mumbai	8,360	722,355	152,495	269,948	188,502	68,629	239,173	51,872	716,919
Total	652,662	2,857,926	511,460	686,826	572,374	137,940	707,036	96,924	2,877,656

次に、MAHSR 開業前のゾーン間一般化旅行費用 $GC_{ij}$ は、JICA ほかによる事業可能性調査[60]の結果に基づく交通モードシェア、運賃、所要時間を用いて設定する(表 5.5)。また、時間価値 $\omega$ は、日本での実績を基に算出する。具体的には、日本における東京・新大阪間の新幹線運賃(料金)約 14,500 円[61] に対し、ムンバイ・アーメダバード間的高速鉄道想定運賃(料金)約 2,300 ルピー[62]は 6 分の 1 程度の数値であり、いずれも所要時間 2 時間程度、交通モードシェア 70%程度[48]で共通しており、利用者の所得層が近いものと想定されることから、MAHSR 沿線地域の時間価値 $\omega$ は、日本での標準的な時間価値約 40 円/分[49]の 6 分の 1 に相当する 7 ルピー/分と設定する。なお、ここで「ゾーン間」とは各ゾーンの中心都市間を指す。また、周辺ゾーン $j$ には自ゾーン $i$ をも含めることとし、自ゾーン間の運賃及び所要時間は、隣接ゾーンとの間の一般化費用平均値の 2 分の 1 と設定する。以上を踏まえたゾーン間一般化旅行費用を表 5.5 に示す。

表 5.5 MAHSR 開業前のゾーン間一般化旅行費用 $GC_{ij}$ の設定 (単位：ルピー)

	Ahmedabad	Kheda	Anand	Vadodara	Bharuch	Surat	Navsari	Valsad	Thane (inc Mumbai)	
Ahmedabad	249	592	958	1,252	1,996	2,688	2,944	3,232	4,831	5,573
Kheda	592	223	419	792	1,572	2,232	2,526	2,820	3,466	5,197
Anand	958	419	193	439	1,227	1,853	2,156	2,459	3,204	5,041
Vadodara	1,252	792	439	323	914	1,550	1,853	2,166	2,920	4,805
Bharuch	1,996	1,572	1,227	914	387	712	1,035	1,348	2,428	3,732
Surat	2,688	2,232	1,853	1,550	712	267	419	722	1,820	3,064
Navsari	2,944	2,526	2,156	1,853	1,035	419	186	409	1,506	2,559
Valsad	3,232	2,820	2,459	2,166	1,348	722	409	366	1,146	2,232
Thane (inc Mumbai)	4,831	3,466	3,204	2,920	2,428	1,820	1,506	1,146	545	1,136
Mumbai	5,573	5,197	5,041	4,805	3,732	3,064	2,559	2,232	1,136	551

距離減衰パラメータ $\lambda^m$ は、前章でも述べた通り、Graham (2009) [52]及び Department for Transport (2020) [53]により示された、産業別に異なる距離減衰パラメータを準用する。また、これを Case 1 とした上で、距離減衰パラメータ $\lambda^m$ の大小による結果の差異を確認することを目的として Case 2, Case 3 を加え、計 3 つのケースを設定する (表 5.6)。Case 2 は、Gutiérrez (2001) [50], Venables et al. (2014) [51]等を参考に一律 1.0 としたものであり、これは、ゾーン間の距離抵抗が低く他地域の魅力度により立地が変化しやすいことを表現した、いわば「Foot-loose 型」のケースである。Case 3 は、Case 1 パラメータの最大値に近く一律 1.8 としたものであり、これは、ゾーン間の距離抵抗が高く自地域内の経済に依存し立地が固定しやすい、いわば「Foot-tight 型」のケースである。

表 5.6 距離減衰パラメータ $\lambda^m$ の設定

	Case 1	Case 2	Case 3
Agriculture, Forestry and Fishery	1.655	1.000	1.800
Manufacturing(incl. Mining)	1.097	1.000	1.800
Construction	1.562	1.000	1.800
Infrastructure services	1.818	1.000	1.800
Commerce	1.818	1.000	1.800
Hotels and restaurants	1.818	1.000	1.800
Other services	1.746	1.000	1.800
Public services	1.655	1.000	1.800

### 5.3 パラメータ推定結果

産業連関の空間相互作用を考慮したモデル式(3.7)を用いて回帰分析によるパラメータ推定を行った結果を、Case 1, Case 2, Case 3 の全3ケースについてそれぞれ表 5.7, 表 5.8, 表 5.9 に示す。スケールパラメータ $\alpha$ 値が相対的に高い産業 (Infra structure services, Hotels and restaurants, Public services など)においては、それらに対する原材料投入需要の増大が生産額の向上に乗数的に波及する可能性が高いことが推察される。言い換えると、それらの産業やサービスは旅客のアクセシビリティと強い関係を持っていることが考えられる。また、第一次産業 (農林水産業) は土地利用条件に依存して立地するものと考えられ、 $R^2$  値は著しく低い。

表 5.7 パラメータ推定結果 (Case 1)

	$\alpha$	c	$R^2$
Agriculture, forestry and fishery	0.988 (3.34)	0.144 (0.04)	0.53
Manufacturing(incl. Mining)	0.959 (35.01)	0.634 (1.63)	0.99
Construction	0.976 (16.71)	0.290 (0.39)	0.97
Infrastructure services	1.031 (11.42)	-0.536 (-0.46)	0.94
Commerce	0.957 (15.69)	0.548 (0.71)	0.97
Hotels and restaurants	1.077 (10.48)	-1.191 (-1.04)	0.92
Other services	0.971 (12.85)	0.349 (0.35)	0.95
Public services	1.186 (9.29)	-2.611 (-1.90)	0.91

表 5.8 パラメータ推定結果 (Case 2)

	$\alpha$	c	R <sup>2</sup>
Agriculture, forestry and fishery	1.109 (9.33)	-1.459 (-0.93)	0.91
Manufacturing(incl. Mining)	0.962 (42.35)	0.588 (1.82)	1.00
Construction	0.988 (33.50)	0.142 (0.38)	0.99
Infrastructure services	1.021 (25.48)	-0.339 (-0.66)	0.99
Commerce	0.980 (34.68)	0.257 (0.72)	0.99
Hotels and restaurants	1.034 (23.31)	-0.528 (-1.08)	0.98
Other services	0.993 (27.22)	0.071 (0.15)	0.99
Public services	1.094 (18.61)	-1.323 (-2.14)	0.98

表 5.9 パラメータ推定結果 (Case 3)

	$\alpha$	c	R <sup>2</sup>
Agriculture, forestry and fishery	0.905 (2.75)	1.249 (0.29)	0.42
Manufacturing(incl. Mining)	0.940 (13.76)	0.893 (0.92)	0.95
Construction	0.972 (13.97)	0.332 (0.38)	0.96
Infrastructure services	1.031 (11.54)	-0.533 (-0.46)	0.94
Commerce	0.957 (15.87)	0.545 (0.71)	0.97
Hotels and restaurants	1.076 (10.57)	-1.178 (-1.04)	0.93
Other services	0.969 (12.46)	0.367 (0.36)	0.95
Public services	1.206 (8.47)	-2.876 (-1.87)	0.89

## 第6章 QOL アクセシビリティ法の適用（インド・MAHSR）

### 6.1 モデル設定

交通機関等移動手段の改善に伴うアクセシビリティの向上が個人にもたらす帰着効果を、個人の属性によって異なるそれぞれの価値観を考慮して測る手法として、QOL アクセシビリティ法[3, 26]が開発されている。本研究ではこれを応用して、MAHSR 開業に伴う沿線地域居住者の QOL を推計する。その基本的な考え方は以下の通りである。

まず、ゾーン*i*に住む属性*k*の個人が、隣接ゾーン*j*のサービス*m*が提供するサービス価値に対し、距離抵抗による減衰を考慮してどの程度アクセス可能であるかを、式(6.1)に表す。

$$A_i^m = \sum_j \{V_j^m \times \exp(-\alpha^m \times C_{ij})\} \quad (6.1)$$

ここに、 $A_i^m$ はゾーン*i*からのサービス*m*へのアクセス可能価値、 $V_j^m$ はゾーン*j*にあるサービス*m*が提供するサービス価値、 $C_{ij}$ はゾーン*i*からゾーン*j*までの時間コスト、 $\alpha^m$ はサービス*m*の抵抗パラメータである。

次に、そのアクセス可能価値が実際にどの程度認知されるかは、個人ごとの感覚に基づく重み付けによって異なるため、そのことを式(6.2)に表現する。

$$P_i^{km} = w^{km} \times A_i^m \quad (6.2)$$

ここに、 $P_i^{km}$ はゾーン*i*に住む個人*k*にとってのサービス*m*の認知価値、 $w^{km}$ は個人*k*にとってのサービス*m*の価値の重みである。式(6.1), (6.2)の概念を図 6.1 に模式的に示す。

そして、その個人が様々なサービスから得られる認知価値を総計することで、各個人が享受できる価値、すなわち QOL が定まる。また、その QOL を対象地域人口で総計すれば、地域総幸福 GRH の値を得ることができる。以上のことを式(6.3), 式(6.4)に示す。

$$QOL_i^k = \sum_m P_i^{km} \quad (6.3)$$

$$GRH = \sum_k \sum_i QOL_i^k \quad (6.4)$$

ここに、 $QOL_i^k$ はゾーン*i*に住む個人*k*にとっての QOL 値である。

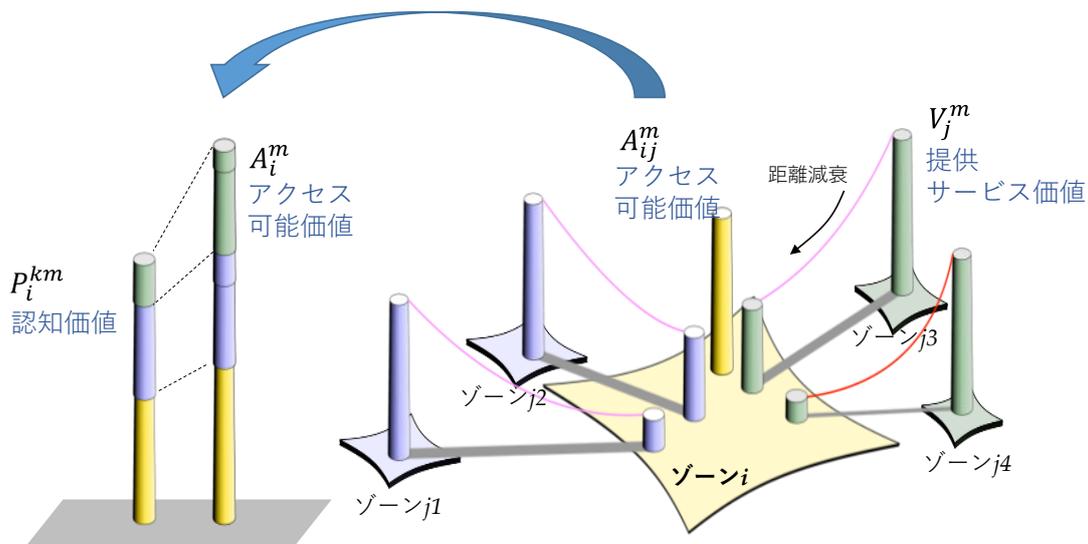


図 6.1 QOL アクセシビリティ法 の概念

この方法によれば、ショッピングセンターでの買物サービス価値、医療（病院）サービス価値、緑地空間の癒し価値など、様々なサービス価値へのアクセシビリティの高さが計測され、個人によって異なるより多様な効果を、一様に金額ベースで比較することができる点で特徴的である。

QOL 指標は、大きく分けて5つの構成要素、すなわち「雇用・経済機会 (Economic opportunity)」、「生活・文化機会 (Living and cultural opportunity)」、「居住快適性 (Residential amenity)」、「安全・安心性 (Safety and security)」、「環境負荷性 (Burden on environment)」であり、その下位概念となる項目 (表 6.1)を、サービス $m$ の種類として設定する。さらに、インドで初めて導入される高速鉄道の特徴や優位性を考慮し、移動の質に関する指標を詳細化している(表 6.2)ことが、今回の分析に特有である。また、サービス提供施設によって決まる要素においては、施設へのアクセスに要する一般化所要時間をその施設数に応じてログサム化し、その所要時間の短縮によりアクセス可能価値が増加するものとみなす(式 (6.5))。

$$A_i^m = -\frac{1}{\alpha^m} \ln \sum_j \{V_j^m \times \exp(-\alpha^m \times C_{ij})\} \quad (6.5)$$

この式において、 $V_j^m$ はサービス提供施設数、パラメータ $\alpha^m$ は1.0と想定する。

なお、ゾーン内々の所要時間は、隣接ゾーンへの所要時間の2分の1と設定する。また、ゾーン $ij$ 間の所要時間は、後述するアンケート結果から推定されるQOTの価値観を考慮した一般化所要時間を用いる。

表 6.1 QOL (Quality of Life : 生活の質) の構成要素及び指標

構成要素	項目	指標	
雇用・経済機会 Economic Opportunity	通勤水準	通勤・通学時間 (分)	
	雇用水準	求人倍率 (%)	
	居住水準	家賃	
生活・文化機会 Living and Cultural Opportunity	医療サービス機会	病院までの時間 (分)	
	教育サービス機会	大学までの時間 (分)	
	観光サービス機会	観光施設までの時間 (分)	
	商業サービス機会	商業施設までの時間 (分)	
	レクリエーション機会		娯楽施設までの時間 (分)
			文化施設までの時間 (分) 体育施設までの時間 (分)
居住快適性 Residential Amenity	快適性	住宅の広さ (㎡)	
	清潔さ	清潔さ	
	緑豊かさ	緑被率 (%)	
安全・安心性 Safety and Security	近隣安全性	犯罪発生率 (ダミー)	
	道路安全性	交通事故リスク (ダミー)	
	自然災害リスク	洪水リスク (ダミー)	
環境負荷性 Burden on Environment	大気汚染	大気汚染指数(AQI)	
	騒音	騒音レベル(dB)	
	水質	飲料水の水質レベル	

表 6.2 QOT (Quality of Travel : 移動の質) の指標

指標
旅行費用 (ルピー)
旅行時間 (分)
遅れ時間 (分)
指定席購入に前もって必要な日数
エアコンの有無 (ダミー)
移動中の自由度 (ダミー)
乗換回数
WiFiの有無 (ダミー)

上述の QOL や QOT に関する複数の条件や指標について、仮想的にそれぞれの重みを求める方法には AHP (階層分析法; Analytic Hierarchy Process) や CVM (仮想評価法; Contingent Valuation Method), 重要度得点など様々な方法があるが、このうち本分析に適したコンジョイント分析の方法を用いて重みを算出する。

具体的には、アンケート調査において複数条件が組み合わさった2つのプロフィールから、回答者がより望ましいと感じたプロフィールを選択する「一対比較法」を採用し、この

回答結果から二項選択ロジットモデルに基づく式(6.6)及び式(6.7)を用いることで、個々のパラメータを得るものとする。

$$PL_i^k = \frac{\exp(\beta^{km} \times A_i^m)}{\sum_j \exp(\beta^{km} \times A_j^m)} \quad (6.6)$$

$$\beta^{km} = \beta_0^{km} + \sum_n \beta_n^{km} \quad (6.7)$$

ここに、 $PL_i^k$ は個人 $k$ がゾーン $i$ （に住むこと）を選択する確率、 $\beta^{km}$ は周辺ゾーン $j$ にあるサービス $m$ に対する個人 $k$ にとっての価値観パラメータ、 $n$ は個人属性（性別、年齢、所得など）である。式(6.2)にある価値の重み $w^{km}$ は、式(6.8)より得られる。

$$w^{km} = \frac{\beta^{km}}{\beta^{kc}} \quad (6.8)$$

ここに、 $\beta^{kc}$ は居住費に対する価値観パラメータである。

## 6.2 条件設定及び使用データ

QOL 評価に必要な各種施設及び鉄道・道路ネットワークのデータは、Open Street Map [62] を基に旅行速度や旅行費用等を設定する。各交通リンク種別の設定条件は表 6.3 のとおりである。高速鉄道開業後におけるネットワークには、現状のネットワークに高速鉄道リンクのみを追加するものとする。これらの設定条件のうち、高速鉄道の所要時間及び駅間距離は、事業可能性調査[60] に基づく（表 6.4）。また高速鉄道の料金は、現在の鉄道における特急列車（1等エアコン車）料金の約 1.5 倍と想定する。

表 6.3 交通リンクの設定条件

交通リンクの種類	速度 (km/h)	料金 (ルピー/km)
MAHSR	(表6.4の通り)	5
鉄道 (特急)	50	3.5
鉄道 (急行)	50	2
鉄道 (普通)	25	0.25
メトロ	35	2
高速道路	50	2
一般道路	25	0.8

表 6.4 MAHSR の運行計画

駅	キロ程	所要時分	
		速達	各駅停車
Mumbai	0.0	0:00	0:00
Thane	28.0	-	0:10
Virar	65.2	-	0:24
Boisar	104.2	-	0:39
Vapi	167.9	-	0:59
Bilimora	216.6	-	1:15
Surat	264.6	0:58	1:32
Bharuch	323.1	-	1:52
Vadodara	397.1	1:32	2:14
Anand/Nadiad	447.4	-	2:32
Ahmedabad	500.2	1:59	2:50
Sabarmati	505.8	2:07	2:58

### 6.3 現地アンケート実施概要

MAHSR 沿線の主要都市であるムンバイ、スーラト、アーメダバードにおいて、コンジョイント分析に対応するアンケート調査を実施した。調査時期は 2019 年で、サンプル数は各都市それぞれ 550, 402, 190 である。調査票は主に、属性、QOL 指標に関する現状値、QOL 指標に関する一対比較、QOT 指標に関する一対比較からなる。具体的には、QOL 指標に関する諸条件の異なる 2 種類の居住地から好ましい方を選択するよう設問を構成した。この中で、生活環境に関する設問においては、現在の居住地によって条件が異なるものと考えられるため、現在からの変化率 (%) を問うこととした。QOT の場合も同様であり、条件の異なる 2 種類の交通手段から好ましい方を選択するものとした。

ここで、当調査サンプルの性別別・年齢別内訳を図 6.2 に、所得層別内訳を図 6.3 に示す。なお、アンケート調査票は付属資料として掲載する。

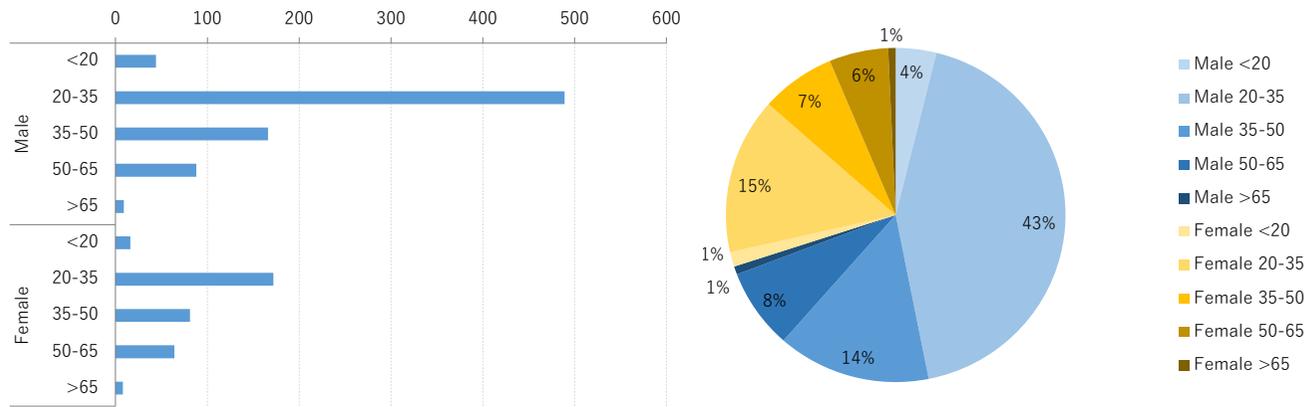


図 6.2 アンケート調査サンプルの性別別・年齢別内訳

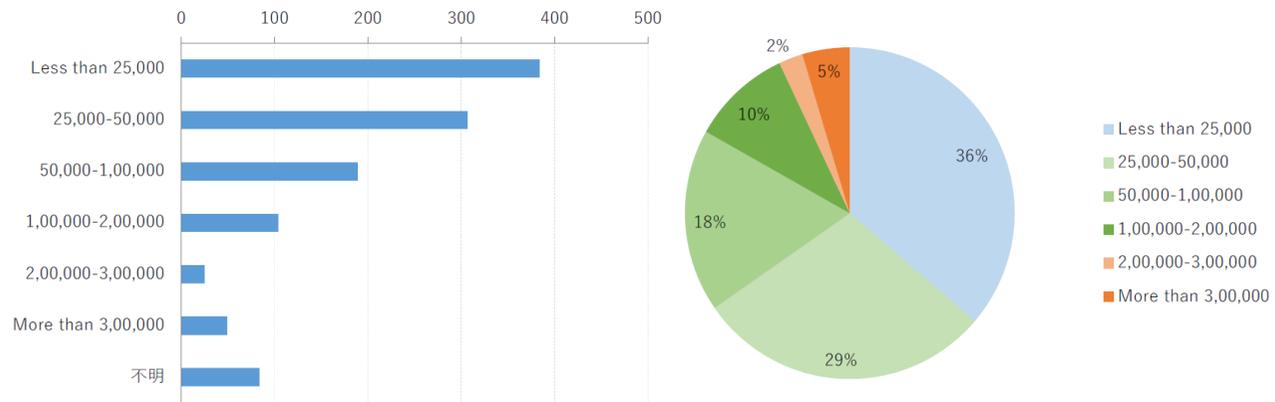


図 6.3 アンケート調査サンプルの所得層別内訳

#### 6.4 パラメータ推定結果

上述のパラメータ推定により得られた、各属性の人にとっての各 QOL 指標のパラメータを表 6.5 に、各 QOT 指標のパラメータを表 6.6 にそれぞれ示す。ここでは「男性、中年層（35～49 歳）、中所得者（月収 25,000 ルピー以上 100,000 ルピー以下）」を基準値として、属性間の相対比較値を掲載する。なお、この表には p 値<0.2 のパラメータのみを採用し掲載している。

表 6.5 各 QOL 指標のパラメータ推定結果

		coef.	const.	女性	若年層 (<35歳)	高年層 (≥50歳)	低所得 (<25,000ルーピー)	高所得 (>100,000ルーピー)
雇用・経済機会	通勤・通学時間 (分)	coef. z	1.00 13.86				-0.31 -2.68	
	求人倍率 (%)	coef. z	1.11 15.64	0.33 2.65		-0.63 -4.20		
	家賃	coef. z	0.84 30.69					
生活・文化機会	病院までの時間 (分)	coef. z	1.74 13.70		0.34 2.53		-0.40 -2.91	0.30 1.53
	大学までの時間 (分)	coef. z	0.73 8.61	0.21 1.43				
	観光施設までの時間 (分)	coef. z	0.14 1.36		0.27 2.08			
	商業施設までの時間 (分)	coef. z	0.34 5.85					
	娯楽施設までの時間 (分)	coef. z	0.54 5.86		0.25 2.26		-0.22 -2.01	
	文化施設までの時間 (分)	coef. z	0.75 14.05					
	体育施設までの時間 (分)	coef. z	0.67 10.43	-0.23 -2.03				
居住快適性	住宅の広さ (㎡)	coef. z	0.60 7.07			-0.47 -2.89		
	清潔さ	coef. z	0.81 9.98				-0.17 -1.44	
	緑被率 (%)	coef. z	0.43 3.24		0.29 2.13	0.33 1.70	-0.31 -2.71	
安全・安心性	犯罪発生率 (ダミー)	coef. z	2.60 24.30			-0.39 -2.13	-0.47 -3.21	
	交通事故リスク (ダミー)	coef. z	0.70 7.25					0.49 2.14
	洪水リスク (ダミー)	coef. z	0.56 5.88					-0.55 -2.44
環境負荷性	大気汚染指数 (AQI)	coef. z	1.26 14.95	-0.31 -2.51		-0.23 -1.54	-0.18 -1.46	
	騒音レベル (dB)	coef. z	0.84 13.03			-0.36 -2.40		
	飲料水の水質レベル	coef. z	0.51 5.64		0.22 1.84			

$\rho^2=0.40$

表 6.6 各 QOT 指標のパラメータ推定結果

		const.	女性	若年層 (<35歳)	高年層 (≥50歳)	低所得 (<25,000ルピー)	高所得 (>100,000ルピー)
旅行費用 (ルピー)	coef.	0.0014	-0.0003	-0.0002		0.0005	-0.0005
	z	15.54	-3.60	-2.81		5.69	-4.45
旅行時間 (分)	coef.	0.0050	-0.0007		-0.0008		
	z	33.14	-2.68		-2.62		
遅れ時間 (分)	coef.	0.015	-0.005		-0.003		
	z	13.88	-2.45		-1.29		
指定席購入に前もって必要な日数	coef.	0.10					
	z	7.59					
エアコンの有無 (ダミー)	coef.	0.66			-0.25	-0.35	0.43
	z	12.15			-2.30	-4.32	3.96
移動中の自由度 (ダミー)	coef.	0.74		-0.14	-0.27		
	z	8.61		-1.42	-2.08		
乗換回数	coef.	0.44		-0.17	0.14		
	z	10.33		-3.47	2.05		
WiFiの有無 (ダミー)	coef.	0.52		-0.26	-0.23		
	z	6.17		-2.71	-1.77		

$\rho^2=0.26$

## 第7章 MAHSR 開業に伴う地域経済と個人 QOL の相乗効果の統合分析

### 7.1 MAHSR 沿線地域経済への間接便益

5.3 項より得られたスケールパラメータ  $\alpha$  値を用いて、MAHSR による移動時間の短縮が沿線地域の経済にもたらす間接便益を分析する。分析方法は第4章の4.4項と同様であり、取引先選択確率  $PT_{ij}^m$  を求める式(3.5)の右辺にて、分母には MAHSR 開業前、分子には MAHSR 開業後の一般化旅行費用  $GC_{ij}$  を代入することで、移動時間短縮に伴う新たな誘発需要が生じることを表現し、各産業の需要増に伴う生産額  $PRO_j^m$  の増加を推計する。このとき、MAHSR 開業後の一般化旅行費用  $GC_{ij}$  は、前述の MAHSR 開業前の場合と同様、事業可能性調査[60]を基に設定する(表7.1)。ただし、開業後の費用が開業前より高価となる区間がある場合、その区間では開業前から費用が変化しないものと設定する。

表 7.1 MAHSR 開業後のゾーン間一般化旅行費用  $GC_{ij}$  の設定 (単位：ルピー)

	Ahmedabad	Kheda	Anand	Vadodara	Bharuch	Surat	Navsari	Valsad	Thane (inc	Mumbai
Ahmedabad	249	498	955	1,252	1,996	2,564	2,818	2,994	3,919	4,307
Kheda	498	223	377	792	1,572	2,232	2,526	2,753	3,466	4,240
Anand	955	377	193	397	1,227	1,853	2,156	2,459	3,204	4,241
Vadodara	1,252	792	397	323	885	1,550	1,853	2,166	2,920	3,897
Bharuch	1,996	1,572	1,227	885	387	682	1,035	1,348	2,428	3,530
Surat	2,564	2,232	1,853	1,550	682	267	419	722	1,820	2,903
Navsari	2,818	2,526	2,156	1,853	1,035	419	186	409	1,506	2,421
Valsad	2,994	2,753	2,459	2,166	1,348	722	409	366	1,116	2,216
Thane (inc	3,919	3,466	3,204	2,920	2,428	1,820	1,506	1,116	545	1,136
Mumbai	4,307	4,240	4,241	3,897	3,530	2,903	2,421	2,216	1,136	551

この推計により得られた生産額に粗付加価値の投入係数を乗じることで得られる、MAHSR 開業に伴う産業別・ゾーン別の年間 GRP 増加額を、Case 1, Case 2, Case 3 についてそれぞれ表 7.2, 表 7.3, 表 7.4 に示す。また、全ケースにおける MAHSR 開業前の GRP 推計値に対する産業別、ゾーン別の年間 GRP 増加率をそれぞれ図 7.1, 図 7.2 に示す。

距離抵抗パラメータ  $\lambda$  の大小による各ケースのばらつきはあるが、いずれのケースにおいても同様に、アーメダバードなど Gujarat 州内各ゾーンの GRP が、インド最大規模の都市圏を有するムンバイと結ばれることで、相対的に大きく増加する結果となった。また、大都市圏の間の中小規模都市にも経済効果をもたらされる可能性が示唆された。その中で、図 7.1 によれば、Case 2 (Foot-loose 型) の方が Case 3 (Foot-tight 型) より高い GRP 増加効果が見られた。また図 7.2 によれば、Case 2 の方が Case 3 より大都市 Mumbai の経済引力に引き寄せられやすいものと推測された。なお、全産業・全ゾーン平均の年間 GRP 増加率は 1.6%~1.8%となった(表 7.5)。

ここで、上述の GRP 増加額は 2007 年産業連関データに基づくものであるため、例えば Case 1 での GRP 増加額 481 億ルピー/年を、インドの GDP 上昇率 (The World Bank, Statista) を用いて MAHSR 開業予定年 2023 年[60]の値に換算すると、1,388 億ルピー/年

となった。また、事業期間 30 年、社会的割引率 10% [60]として 2023 年の現在価値換算を行うと、GRP 増加総額は 1.44 兆ルピーと推計された。

表 7.2 産業別・ゾーン別の年間 GRP 増加額 (Case 1)

(十億ルピー/年)

	Manufacturing (incl. Mining)	Construction	Infrastructure services	Commerce	Hotels and restaurants	Other services	Total
Ahmedabad	4.6	1.7	2.4	4.4	0.3	4.3	17.6
Kheda	4.3	-0.4	-0.2	-1.0	-0.2	-0.7	1.9
Anand	0.6	0.4	1.0	1.5	0.3	1.9	5.6
Vadodara	3.3	0.0	-0.3	0.3	-0.2	-0.5	2.7
Bharuch	0.0	0.1	0.5	0.0	0.0	0.6	1.3
Surat	1.6	0.2	0.4	1.3	0.1	0.6	4.1
Navsari	0.4	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.1
Valsad	0.4	0.1	0.0	0.3	0.0	0.3	1.0
Thane (incl. Palghar)	0.5	0.5	1.1	1.2	0.2	1.7	5.2
Mumbai (incl. suburban)	3.3	0.2	1.9	1.4	0.5	1.3	8.6
Total	19.1	2.6	6.8	9.3	0.8	9.4	48.1

表 7.3 産業別・ゾーン別の年間 GRP 増加額 (Case 2)

(十億ルピー/年)

	Manufacturing (incl. Mining)	Construction	Infrastructure services	Commerce	Hotels and restaurants	Other services	Total
Ahmedabad	5.3	2.1	0.9	4.9	-0.4	4.9	17.8
Kheda	1.7	-0.3	1.3	0.2	0.2	0.4	3.6
Anand	1.0	0.2	0.3	0.5	0.1	0.5	2.6
Vadodara	2.4	0.1	-0.4	0.5	-0.2	0.1	2.5
Bharuch	0.2	0.0	0.4	0.1	0.0	0.4	1.1
Surat	3.0	-0.1	-0.5	0.5	-0.2	-0.4	2.4
Navsari	0.4	0.0	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	0.2
Valsad	0.6	0.0	-0.1	0.1	0.0	0.0	0.5
Thane (incl. Palghar)	4.0	0.0	-0.8	0.4	-0.8	0.5	3.4
Mumbai (incl. suburban)	1.5	0.7	6.4	3.1	2.3	3.7	17.8
Total	20.2	2.8	7.4	10.3	0.9	10.2	51.8

表 7.4 産業別・ゾーン別の年間 GRP 増加額 (Case 3)

(十億ルピー/年)

	Manufacturing (incl. Mining)	Construction	Infrastructure services	Commerce	Hotels and restaurants	Other services	Total
Ahmedabad	5.7	1.5	1.6	3.8	0.1	3.5	16.2
Kheda	1.2	-0.2	1.5	0.3	0.1	1.3	4.2
Anand	1.6	0.6	0.5	1.3	0.2	1.7	5.9
Vadodara	2.3	0.3	0.2	0.8	-0.1	0.4	3.9
Bharuch	0.0	0.0	0.6	0.0	0.1	0.6	1.3
Surat	2.0	0.1	-0.1	0.8	0.0	0.1	2.9
Navsari	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
Valsad	0.8	-0.1	-0.2	0.1	-0.1	-0.1	0.6
Thane (incl. Palghar)	1.3	0.2	0.3	0.4	-0.1	0.6	2.7
Mumbai (incl. suburban)	0.9	0.3	1.9	1.2	0.6	1.4	6.3
Total	16.1	2.7	6.4	8.9	0.8	9.5	44.3

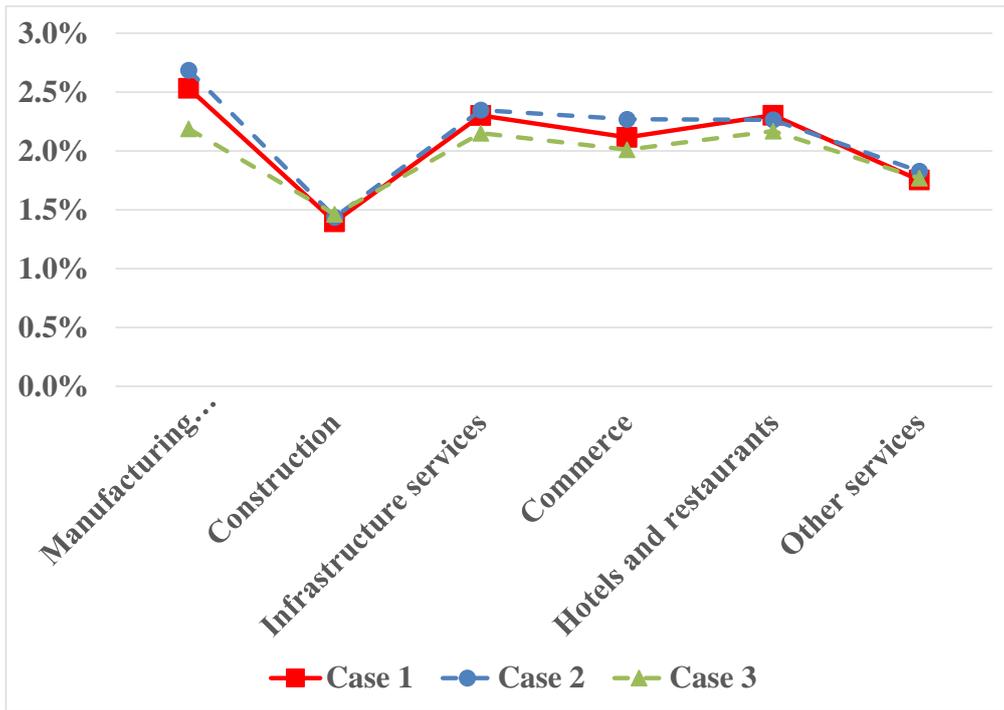


図 7.1 産業別の年間 GRP 増加率

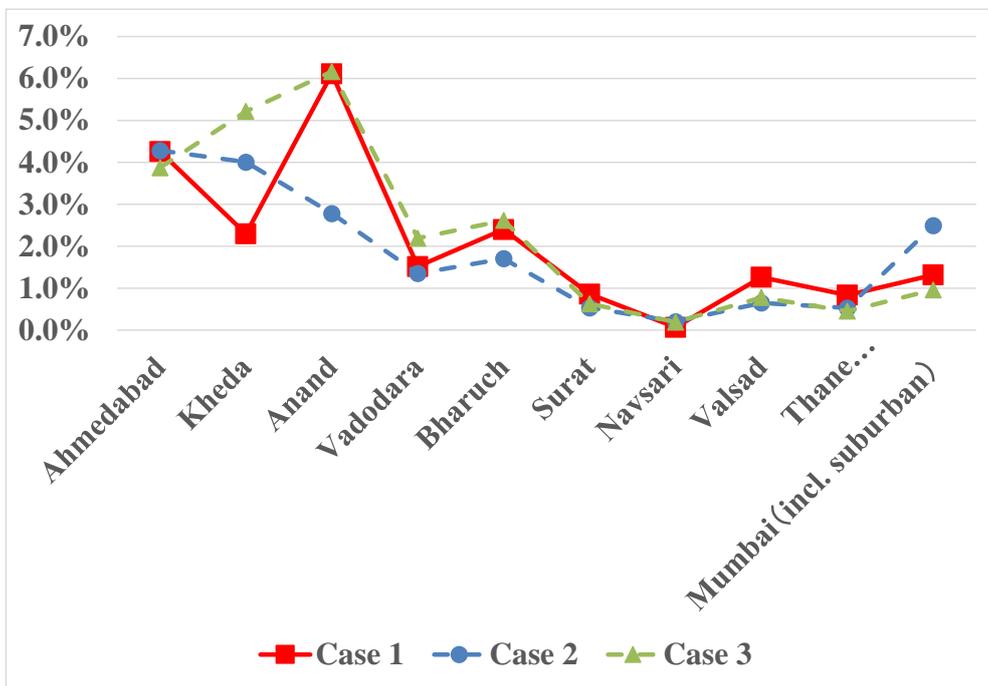


図 7.2 ゾーン別の年間 GRP 増加率

表 7.5 全産業・全ゾーン平均の年間 GRP 増加率

	Case 1	Case 2	Case 3
年間GRPの増加率	1.8%	1.8%	1.6%

以上の結果のうち Case 1 について、ゾーン別内訳の例を以下に挙げると、全産業では図 7.3, Commerce では図 7.4, Other services では図 7.5 のようになった。これらによれば、高速鉄道の開業により全体として GRP の底上げが見られるものの、個別に見ると、各産業間取引先の相対的な選択確率の低下により都市間格差が見られ、これはいわばストロー効果に相当する現象と推察される。このことから、MAHSR の開業によって他ゾーンとの結びつき方とともに、各ゾーン内での産業構成が変化する可能性が推察される。各都市の経済規模を維持するには、地域固有（Foot-tight）の産業構造の形成が望ましいものと考えられる。

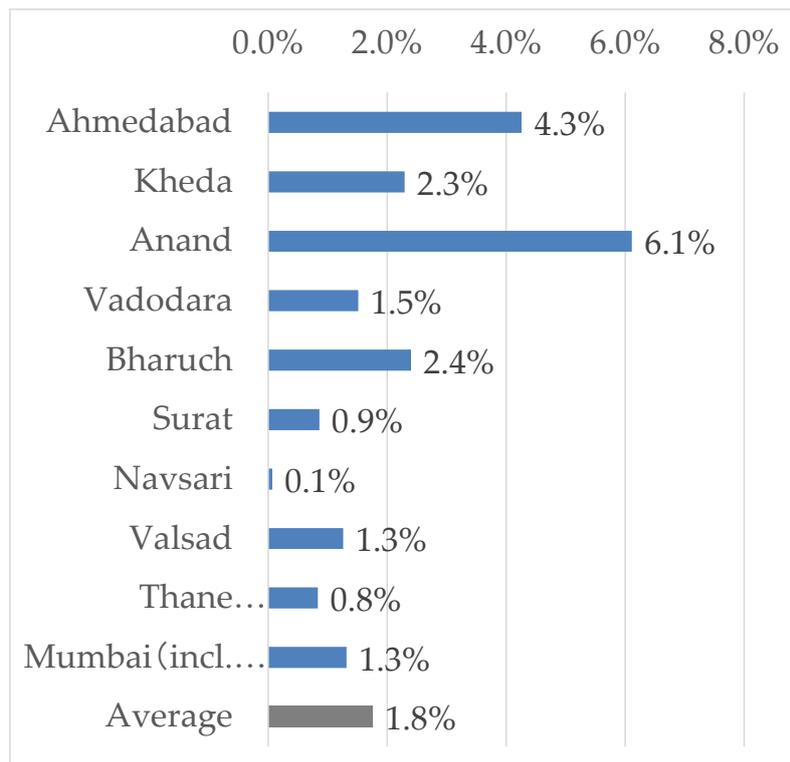


図 7.3 ゾーン別の年間 GRP 増加率（全産業）

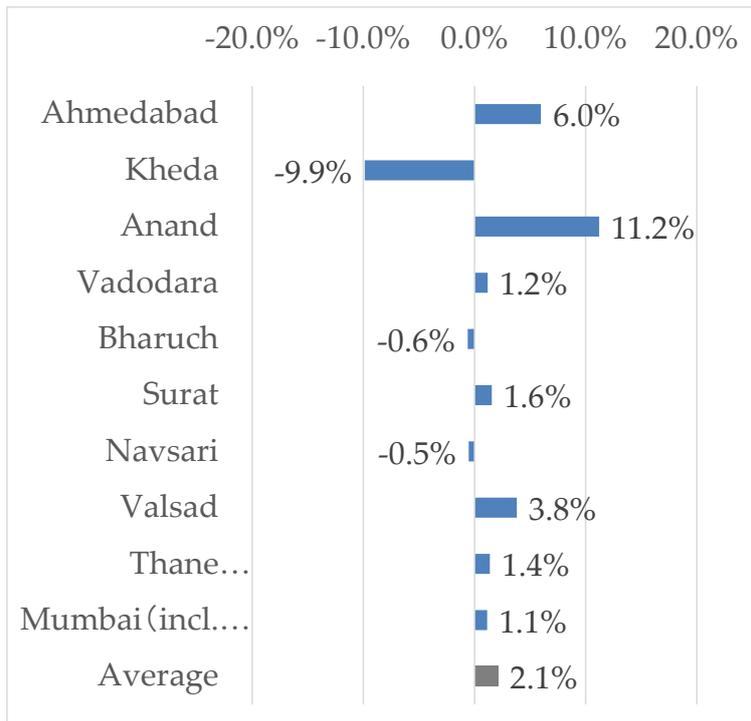


図 7.4 ゾーン別の年間 GRP 増加率 (Commerce)

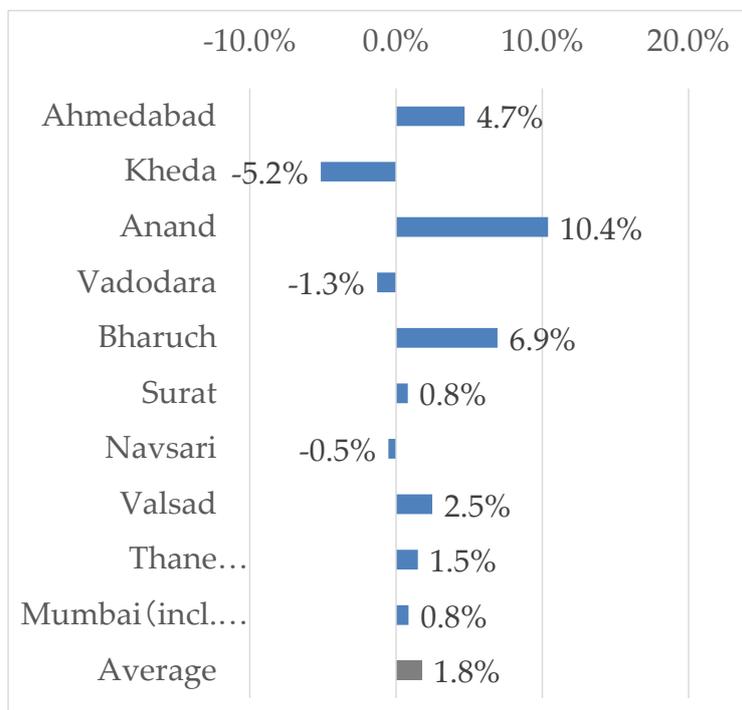


図 7.5 ゾーン別の年間 GRP 増加率 (Other services)

## 7.2 MAHSR 沿線地域居住者の個人 QOL への間接便益

MAHSR の開業に伴う個人 QOL 向上効果の地理的分布をマッピングにより以下に視覚化して示す。具体的には、QOL 指標の例として、Job opportunity, Travel time to shopping center, Travel time to hospital, 全 QOL 指標における一人当たり QOL 増加分を、それぞれ図 7.6, 図 7.7, 図 7.8, 図 7.9 に示す。ここに、地域経済と個人 QOL の相乗効果を考慮するため、ゾーン別の全産業 GRP 増加分（図 7.3）を Job opportunity 増加分として統合する。また同様に、ゾーン別の Commerce における GRP 増加分（図 7.4）を shopping center 数の増加分として、Other services における GRP 増加分（図 7.5）を hospital 数の増加分として、それぞれ組み込む。

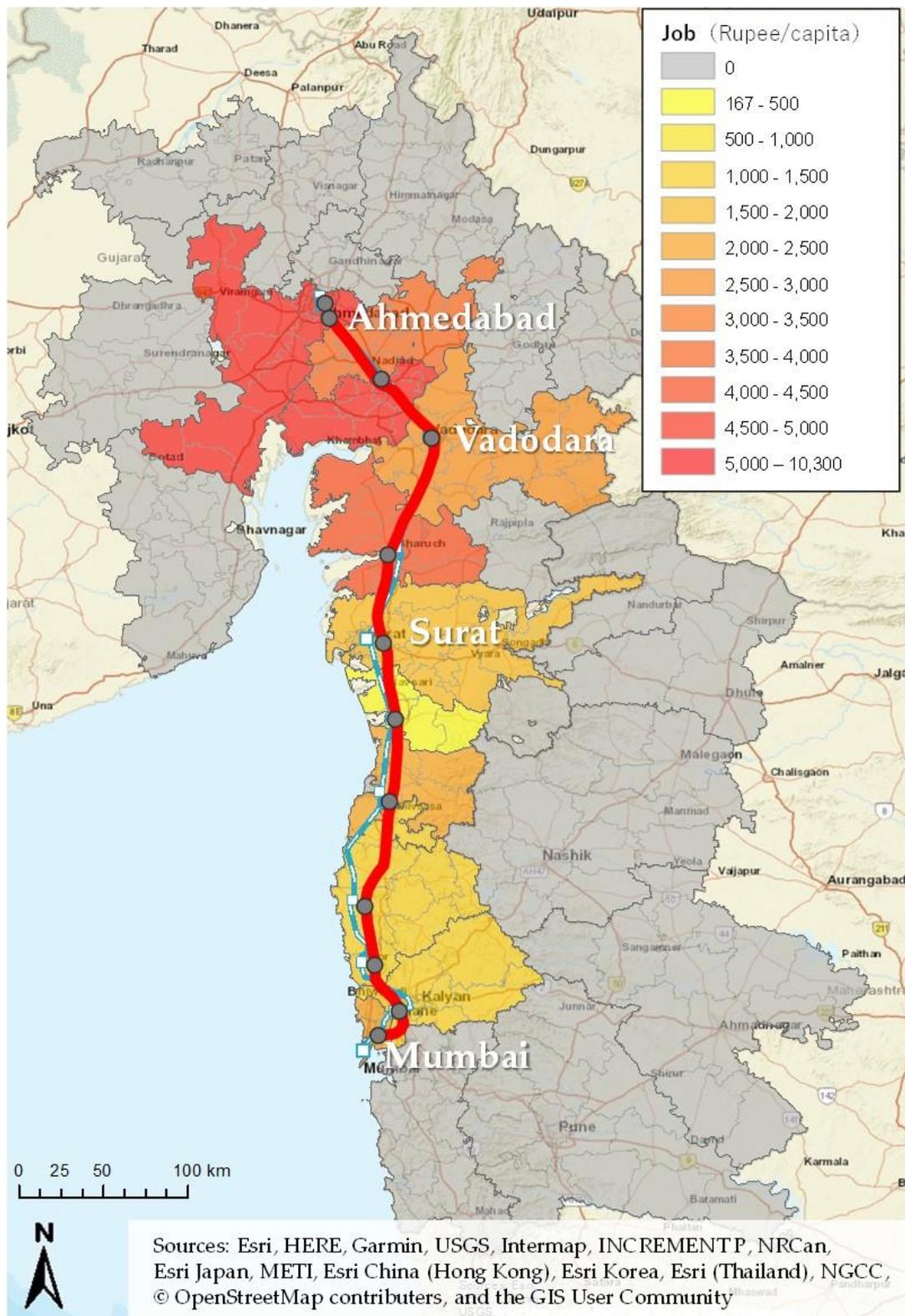


図 7.6 「Job opportunity」 指標における QOL 増加分

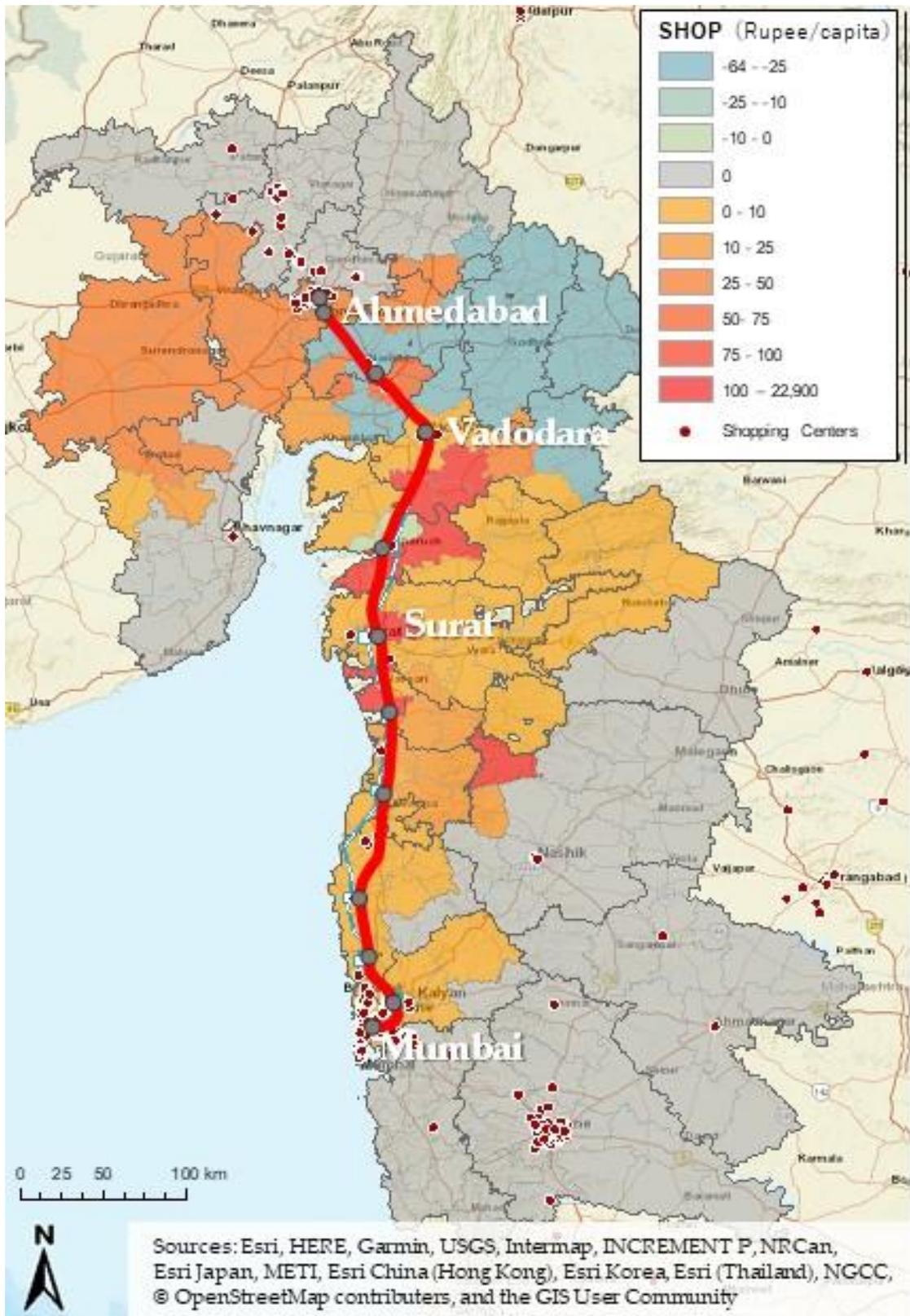


図 7.7 「Travel time to shopping center」 指標における QOL 増加分

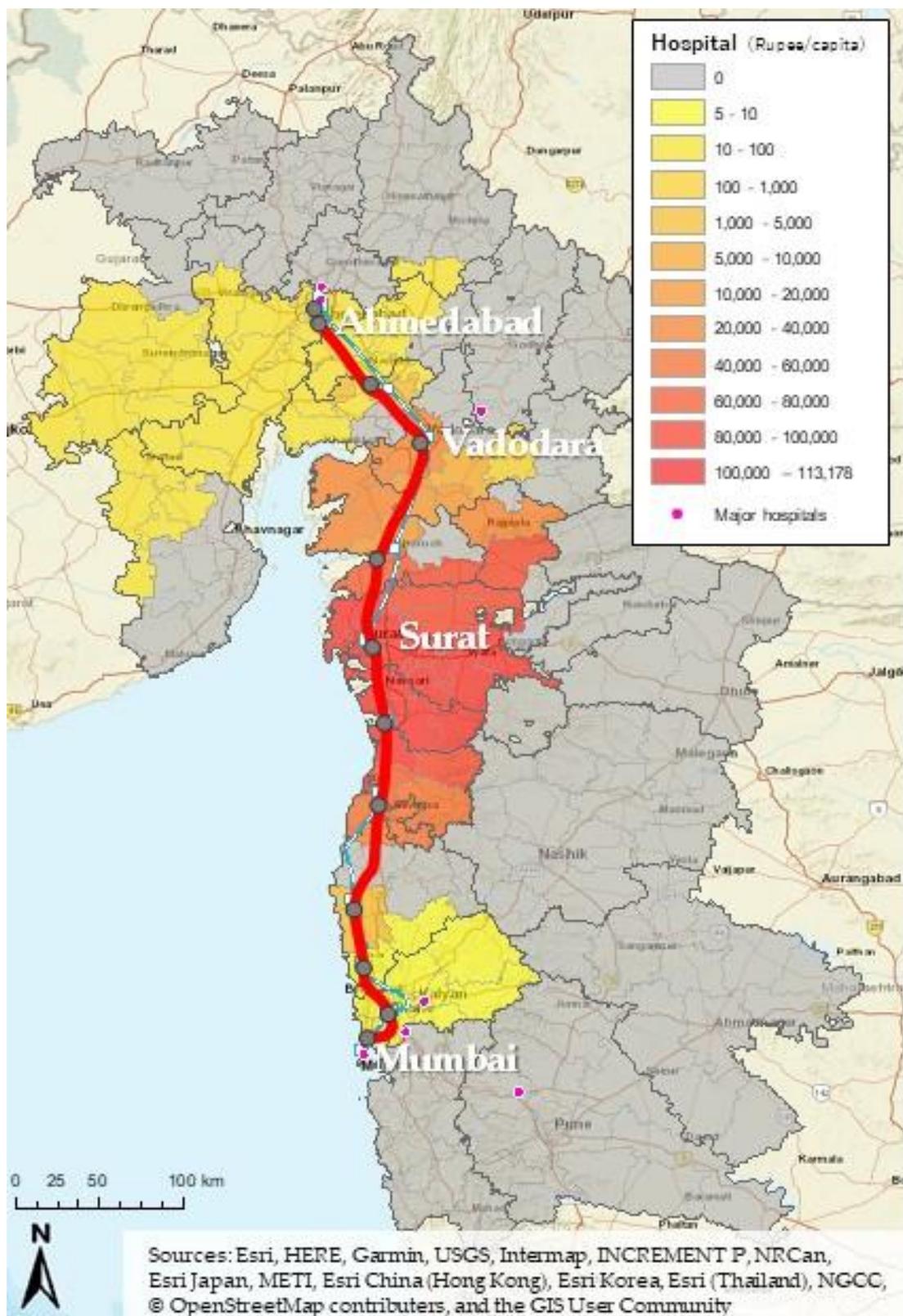


図 7.8 「Travel time to hospital」 指標における QOL 増加分

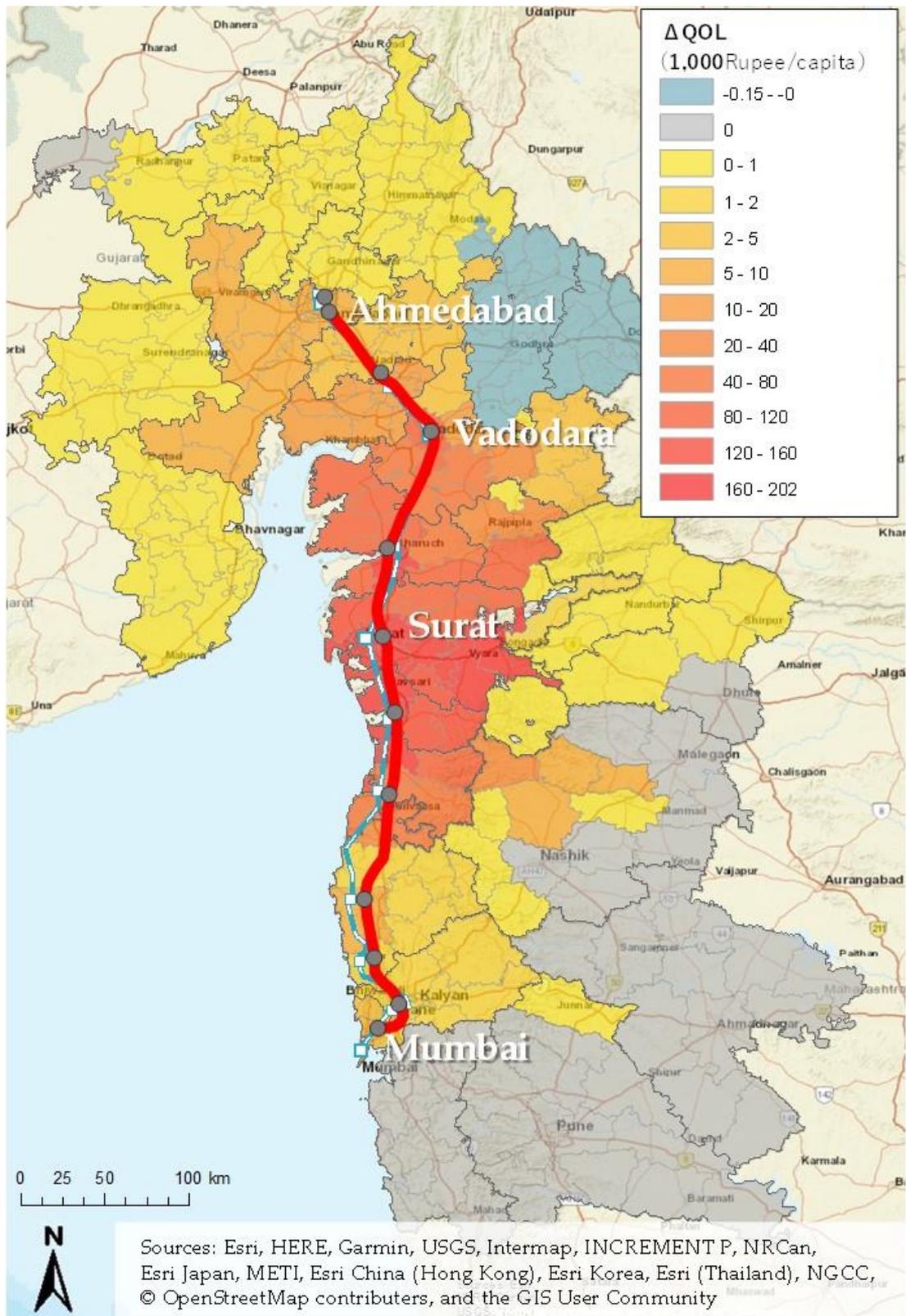


図 7.9 全指標における QOL 増加分

次に、MAHSR 開業に伴う個人 QOL 増分の総計を、沿線地域の属性別人口で平均した結果を表 7.6 及び図 7.10 に示す。全体では、MAHSR の開業が沿線地域にもたらす QOL の総計、すなわち GRH の増分は年間 2.8%と推計された。なお、この集計に際しては、入手可能なデータの制約上、所得層別人口については以下の仮定を行った。すなわち、QOL 価値観推定の基となったアンケート調査が Web 上で実施されたことを考慮し、ディストリクト別の「population in multidimensional poverty (多次元貧困人口)」 [63]を控除した。その上で、インド全体の所得層比率 Low income: 40%, Middle income: 50%, High income: 10% [64]を用いて配分した。

表 7.6 属性別 QOL 向上効果まとめ

	年齢層	所得層	QOL増加分 (百万ルピー/年)	対象ゾーン人口	一人当たりQOL増加分 (ルピー/年)
男性	35歳未満	Low	77,361	2,186,543	35,380
		Middle	169,885	2,733,180	62,157
		High	56,954	546,638	104,190
	35～49歳	Low	38,726	1,522,511	25,436
		Middle	86,585	1,903,128	45,496
		High	29,313	380,623	77,012
	50歳以上	Low	19,798	1,126,476	17,575
		Middle	44,527	1,408,101	31,622
		High	15,092	281,619	53,590
女性	35歳未満	Low	63,133	1,875,982	33,653
		Middle	137,260	2,344,982	58,534
		High	45,698	468,996	97,438
	35～49歳	Low	33,331	1,360,352	24,502
		Middle	73,377	1,700,437	43,152
		High	24,318	340,084	71,506
	50歳以上	Low	19,982	1,100,226	18,162
		Middle	44,408	1,375,286	32,290
		High	14,968	275,058	54,419

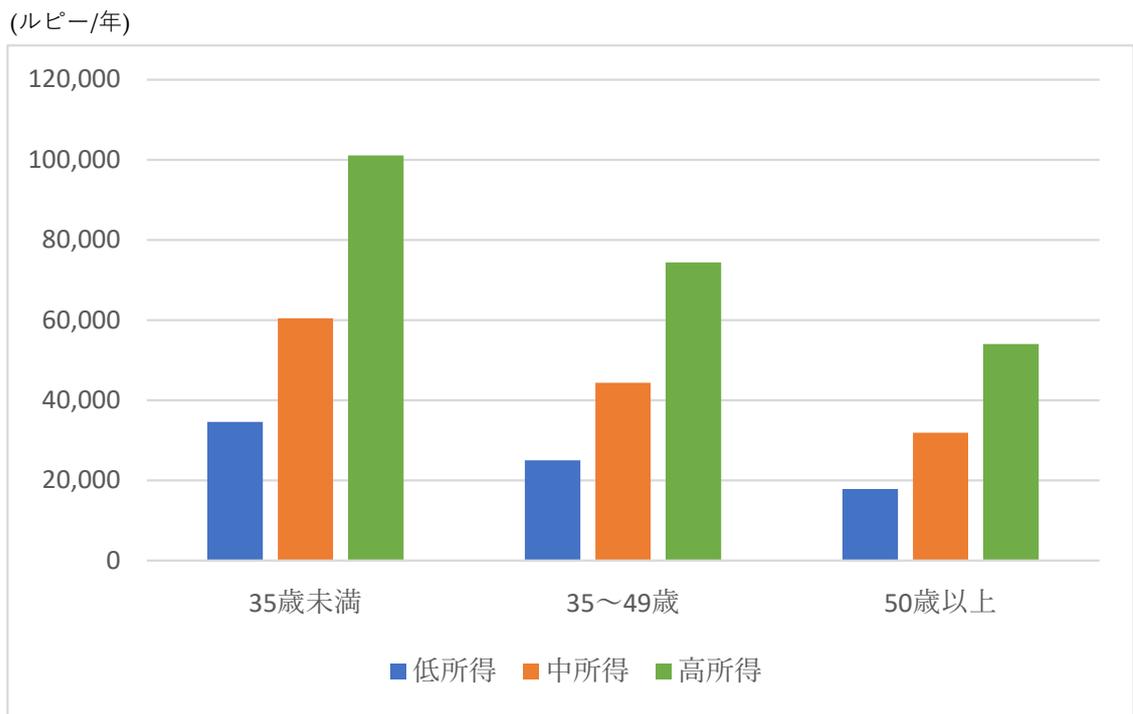


図 7.10 年齢別・所得別一人あたり QOL 増加分

### 7.3 考察

図 7.6～図 7.9 の結果を見比べると、各種サービス施設等の配置によって、MAHSR 開業に伴う各ゾーンのアクセシビリティの変化が異なるため、個人 QOL 増加の地理的分布傾向がそれぞれ異なることがわかった。具体的には、図 7.6 によれば、Job opportunity に対する個人 QOL は大都市アーメダバード周辺で最も大きく表れており、これは高速鉄道に伴う産業振興が所得上昇へ、さらにそれが個人 QOL 向上へと繋がるという相乗効果が顕著であることを表している。一方、図 7.7、図 7.8、図 7.9 によれば、様々な QOL 構成要素を考慮した場合の個人 QOL は、ムンバイ、アーメダバードの二大都市部よりむしろその中間部に大きな効果が表れる傾向にあり、MAHSR によってアクセシビリティが向上した地域全体にわたり広く QOL 効果が波及することが示唆された。このように、個人が知覚する価値の種類によって異なる、様々な QOL 効果の地理的分布を新たに表現できるようになったと言える。

また、図 7.10 によれば、若年層のほうが高年層より多くの QOL 増加を得る傾向にあることがわかった。また、いずれの年齢層においても、所得の高い人ほどより多くの QOL 増加を得る。これは、高所得者の方がいずれの目的のトリップでも時間価値が高いことに起因すると考えられる。経済成長著しい新興国インドにおいては、個人所得が高い方向にシフトし、今後、価値観や生活様式が変化すると考えられる。そのため、高速鉄道の開業に伴うアクセシビリティ向上がもたらす QOL は、より顕著に表れることが期待される。

以上のように、地域経済と個人 QOL の相乗効果を考慮した高速鉄道の開業効果を、地域別及び個人属性別に統合分析することができ、交通プロジェクトの政策分析をより詳細に行うことが新たに可能となったと言える。

## 第8章 結論

### 8.1 本研究の成果

本研究では、経済成長著しい新興国インドにとって初の高速鉄道として現在建設中であるムンバイ・アーメダバード間高速鉄道 (MAHSR) を対象に、その開業によるアクセシビリティ向上に伴う間接便益の分析を行った。地域経済に対する間接便益を「産業連関の空間相互作用モデル」により、個人 QOL に対する間接便益を「QOL アクセシビリティ法」により分析した。その際、前者により得られた経済的便益を後者の QOL 構成要素の一部に組み込むことで、地域経済と個人 QOL の相乗効果を統合的に分析した。

推計の結果、MAHSR の開業が沿線地域にもたらす地域経済への間接便益は年間 1.6～1.8% の GRP 増加、個人 QOL への間接便益は、地域経済との相乗効果を経て、年間 2.8% の GRH 増加と推計されたとともに、それらの便益が地理的かつ視覚的に表現された。地域経済の推計結果の詳細を見ると、一部の産業規模が大都市の引力に引き寄せられ、都市ごとに経済効果の格差が生じる、いわばストロー効果が生じる可能性が示唆された。その一方で、地域経済と QOL の統合的な分析結果においては、MAHSR によってアクセシビリティが向上した地域全体にわたり広く QOL 向上効果が波及することが推察された。

### 8.2 今後の展望と課題

以上に述べた地域経済と個人 QOL の相乗効果の統合分析は、いわば「産業と人の両輪」による経済ダイナミクスの数値化として捉えることができ、また、旧来の費用便益分析では測ることのできなかつた、年齢層、所得層別の便益を特定することによる公平性 (equity) の評価へも繋げることができるものと考えられる。すなわち、SDGs に掲げられた「No one left behind (誰一人取り残さない)」を計量的に評価することにも有効であり、近年価値観の多様化する社会における政策評価の一助として今後活用されることが期待される。

今後の課題としては、より幅広い統計データの把握によるアンケート調査方法や価値観推計手法の精緻化、最新の統計データへのアップデート、またインド国内外の他の高速鉄道回廊における複数事例における適用と実証が望まれる。本論文執筆時点では、2020 年より世界的に広がりを見せた新型コロナウイルス感染症に伴う、旅客流動の大幅な減少、経済の萎縮などの影響が色濃く残っており、人と人とのコミュニケーションの在り方は、従来と大きく異なったものとなっている。そのような状況の中、旅客交通と経済の観点からは今後も多くの検討・研究すべき課題があるが、その一方で、「人」を中心とした個人の価値観の評価の重要性はますます高まる可能性もあり、本論文で述べたような評価手法が今後の新たな社会・価値観を考慮する上でのヒントとなることを期待したい。

## 参考文献

- [1] Rothengatter, W.; Hayashi, Y.; Fujisaki, K.; Kato, H.; Okuda, T.; and Shibahara, N. Climate change impacts of intercity transport in the context of external costs and their internalisation. In *Intercity Transport and Climate Change: Strategies for Reducing the Carbon Footprint*, 2015 ed.; Hayashi, Y., Morichi, S., Oum, T. H., Rothengatter, W., Eds., Springer, pp.89–175, 2014.
- [2] Department for Transport: Transport Analysis Guidance (TAG) unit A2-1 wider economic impacts appraisal.
- [3] 林良嗣, 森田紘圭, 竹下博之, 加知範康, 加藤博和<編> : 交通・都市計画の QOL 主流化—経済成長から個人の幸福へ—, 明石書店, 2021.
- [4] Sugimori, S., Hayashi, Y., Takeshita, H., Isobe, T. Evaluating the Regional Economic Impacts of High-Speed Rail and Interregional Disparity: A Combined Model of I/O and Spatial Interaction. *Sustainability*, 14, 11545, 2022.
- [5] Sugimori, S., Hayashi, Y., Takano, T., Morita, H., Takeshita, H., Rao, K.K., Isobe, T. Modeling the Mutual Enhancement of Regional Economy and Personal Quality of Life (QOL): A Case Study on the Mumbai–Ahmedabad High-Speed Rail Corridor in India. *Future Transportation*, 2, pp.828–845, 2022.
- [6] Chen, G., Silva, J.A. Estimating the provincial economic impacts of high-speed rail in Spain: An application of structural equation modelling. *Procedia–Social and Behavioral Sciences*, 111, pp.157–165, 2014.
- [7] Li, X., Huang, B., Li, R., Zhang, Y. Exploring the impact of high speed railways on the spatial redistribution of economic activities - Yangtze River Delta urban agglomeration as a case study. *Journal of Transport Geography*, 57, pp.194-206, 2016.
- [8] Vickerman, R. High-speed rail and regional development: the case of intermediate stations. *Journal of Transport Geography*, 42, pp.157-165, 2015.
- [9] Cheng, Y., Loo, B.P.Y., Vickerman, R. High-speed rail networks, economic integration and regional specialisation in China and Europe. *Travel Behaviour and Society*, 2, pp.1-14, 2015.
- [10] Deng, T. Impacts of transport infrastructure on productivity and economic growth: Recent advances and research challenges. *Transport Reviews*, 33, 6, pp.686–699, 2013.
- [11] Rice, P., Venables, A.J., Patacchini, E. Spatial determinants of productivity: Analysis for the regions of Great Britain. *Regional Science and Urban Economics*, 36, pp.727-752, 2006.
- [12] Chèze, C., Nègre, R. Wider economic impacts of high-speed rail: example of agglomeration benefits assessment on Bretagne Pays de Loire high speed rail project.

- Transportation Research Procedia, 25, pp.5307-5324, 2017.
- [13] Thanh, T.T.M. and Derrible, S. Assessing the Wider Economic Impacts of Transport Infrastructure Investment with an Illustrative Application to the North-South High-Speed Railway Project in Viet Nam. *Frontiers in High-Speed Rail Development*, Hayashi, Y., ed., Rothengatter, W., ed., and Seetha Ram, KE, ed. Asian Development Bank Institute, 181-196, 2021.
- [14] 溝上章志, 柿本竜治, 竹林秀基: 輸送コストの変化に伴う地域間産業間物流需要の分析モデル, 土木学会論文集, No.744/IV-61, pp.101-111, 2003.
- [15] 柴田つばさ, 小坂弘行: 交通インフラ効果のモデル分析—全国 9 地域間産業連関モデルを用いて—, 運輸政策研究, Vol.14, No.4, pp13-23, 2012.
- [16] 小池淳司, 上田孝行, 宮下光宏: 旅客トリップを明示した SCGE モデルの構築とその応用, 土木計画学研究・論文集, No.17, pp.237-245, 2000.
- [17] 土谷和之, 林山泰久, 上田孝行: 空間的応用一般均衡モデルによる台湾高速鉄道の整備効果分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.40, CD-ROM, 2009.
- [18] 宮下光宏, 小池淳司, 上田孝行: アジア高速鉄道整備の経済・環境影響の国際比較—旅客を考慮した SCGE モデルによる計量分析—, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.68, No.4, pp.316-332, 2012.
- [19] Chen, C., Hall, P. The wider spatial-economic impacts of high-speed trains: a comparative case study of Manchester and Lille sub-regions. *Journal of Transport Geography*, 24, pp.89-110, 2012.
- [20] Komikado, H., Morikawa, S., Bhatt, A., Kato, H. High-speed rail, inter-regional accessibility, and regional innovation: Evidence from Japan. *Technological Forecasting & Social Change*, 167, 120697, 2021.
- [21] Yi, Y., Kim, E. Spatial economic impact of road and railroad accessibility on manufacturing output: Inter-modal relationship between road and railroad. *Journal of Transport Geography*, 66, pp.144-153, 2018.
- [22] 中村英夫, 林良嗣, 国行薫, 榎谷博光: 新幹線が沿線都市に及ぼす影響の分析, 運輸と経済第 41 巻第 4 号, pp.33-45, 1981.
- [23] Nakamura, H.; Hayashi, Y; Miyamoto, K. A land use-transport model for metropolitan areas, *Papers of the Regional Science Association*, Vol.51, pp.43-63, 1983.
- [24] 宮本和明, 中村英夫, 林良嗣: 広域都市圏産業立地モデル, 土木学会論文報告集, No.339, pp.155-165, 1983.
- [25] Han, J., Hayashi, Y., Jia, P., and Yuan, Q. Economic Effect of High-Speed Rail: Empirical Analysis of Shinkansen's Impact on Industrial Location. *Journal of Transportation Engineering*, 138, pp.1551-1557, 2012.
- [26] 林良嗣: QOL アクセシビリティ法によるプロジェクト評価—価値観多様化と SDGs に

- 対応可能な費用便益分析手法に代わる新手法一, 高速道路と自動車, 第 63 卷, 第 7 号, pp.6-10, 2020.
- [27] Hayashi, Y.; Sugiyama, I. Dual strategies for the environmental and financial goals of sustainable cities: De-suburbanization and social capitalization. *Built Environment*, Vol.29, No.1, pp.8-15, 2003.
- [28] Kachi, N.; Kato, H.; Hayashi, Y. A computable model for optimizing residential relocation based on quality of life and social cost in built-up areas. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol.7, pp.1460-1474, 2007.
- [29] Doi, K.; Kii, M.; Nakanishi, H. An integrated evaluation method of accessibility, quality of life, and social interaction. *Environment and Planning B*, 35(6), pp.1098-1116, 2008.
- [30] Gu, F.; Hayashi, Y.; Shi, F.; Zhang, H.; Kato, H. Measuring and mapping the spatial distribution of the quality of life in a city: a case study in Nanjing. *International Journal of Urban Sciences*, 20, pp.107-128, 2016.
- [31] Nakamura, K.; Morita, H.; Vichiensan, V.; Togawa, T.; Hayashi, Y. Comparative analysis of QOL in station areas between cities at different development stages, Bangkok and Nagoya. *Transportation Research Procedia*, 25, pp.3188-3202, 2017.
- [32] 林良嗣, 土井健司, 杉山郁夫: 生活質の定量化に基づく社会資本整備の評価に関する研究, 土木学会論文集 No.751, IV-62, pp.55-70, 2004.
- [33] Sugimori, S.; Hayashi, Y.; Takeshita, H. Empirical analysis on industrial sectors for quality of life improvement along high-speed rail corridors. In *Frontiers in High-Speed Rail Development*, 1st ed.; Hayashi, Y., Rothengatter, W., Seetha Ram, KE, Eds.; Asian Development Bank Institute: Tokyo, Japan, 2021; pp. 218-228.
- [34] Huff, David L. A Probabilistic Analysis of Shopping Center Trade Areas. *Land Economics*, 39 (1), pp.81-90, 1963.
- [35] Ministry of statistics and programme implementation, Government of India, Input-Output table 2007-08, 2012.
- [36] 総務省, 昭和 35 年産業連関表, 生産者価格評価表.
- [37] 総務省, 平成 23 年産業連関表, 取引基本表 (生産者価格評価).
- [38] Ministry of Home Affairs, Government of India. B-04: Main workers classified by age, industrial category and sex (total).
- [39] 総務省統計局, 昭和 35 年国勢調査, 産業 (小分類), 従業上の地位 (3 区分) および男女別 15 才以上就業者数 - 全国・都道府県・6 大都市.
- [40] 総務省統計局: 平成 22 年国勢調査 都道府県・市区町村別主要統計表 (平成 22 年), 2010.
- [41] 経済産業省, 平成 24 年経済センサス, 工業統計表「市区町村編」統計表.
- [42] 国土交通省九州運輸局, 九州新幹線鹿児島ルート全線開業 3 年間のまとめについて,

2014.

- [43]北海道旅客鉄道株式会社, 2018 (平成 30) 年度線 区別収支とご利用状況.
- [44]東日本旅客鉄道株式会社, 路線別ご利用状況 (2016~2020 年度).
- [45]東海旅客鉄道株式会社, ファクトシート 2019.
- [46]西日本旅客鉄道株式会社, データで見る JR 西日本 2019.
- [47]九州旅客鉄道株式会社, 線区別ご利用状況 (2018 年度).
- [48]国土交通省, 第 5 回 (2010 年度) 全国幹線旅客純流動調査.
- [49]国土交通省鉄道局, 鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル (2012 年改訂版), 2012.
- [50]Gutiérrez. Location, economic potential and daily accessibility: an analysis of the accessibility impact of the high-speed line Madrid-Barcelona-French border. *Journal of Transport Geography*, 9, pp.229-242, 2001.
- [51]Venables, A.J., Laird, J., Overman, H. *Transport investment and economic performance: Implications for project appraisal*, 2014.
- [52]Graham, D.J., Gibbons, S., Martin, R. *Transport investment and the distance decay of agglomeration benefits*, 2009.
- [53]Department for Transport (2020). *Transport Analysis Guidance (TAG) unit A2-4 productivity impacts*.
- [54]国土交通省, 第 6 回 (2015 年度) 全国幹線旅客純流動調査.
- [55]Indian Railways, *Indian Railways Enquiry*.
- [56]National High Speed Rail Corporation Ltd., *MAHSR Operational Plan*.
- [57]Demographia, *Demographia World Urban Areas 18<sup>th</sup> Annual Edition: 2022.07*, 2022.
- [58]Ministry of Home Affairs, Government of India. D-01: *Population classified by place of birth and sex*.
- [59]総務省統計局, 市区町村別人口, 人口増加数 (昭和 30 年~35 年), 面積および人口密度 - 昭和 35 年.
- [60]Japan International Cooperation Agency (JICA), Ministry of Railways, Republic of India (MOR), Japan International Consultants for Transportation Co., Ltd., Oriental Consultants Global Co., Ltd., Nippon Koei Co., Ltd. *Joint Feasibility Study for Mumbai-Ahmedabad High Speed Railway Corridor*, 2015.
- [61]東海旅客鉄道株式会社, *Fares and Surcharges*.
- [62]OpenStreetMap. Available online: <https://www.openstreetmap.org>
- [63]MPI results for districts in India. Available online: <https://ophi.org.uk/wp-content/uploads/Table-5a-India-District-MPI-2018-1.xlsx>.
- [64]JETRO, *インドスタイル*, 2018.

## 謝辞

本論文を執筆するにあたり、長きにわたりご指導賜りました中部大学持続発展・スマートシティ国際研究センターの林良嗣卓越教授、竹下博之特定講師の多大なるご支援に、深く感謝申し上げます。また、このたび論文主査をお引き受け頂いた磯部友彦教授、審査を頂いた武田誠教授、伊藤睦教授、K.E. Seetha Ram 氏に、大変お世話になりました。有難うございました。

本論文第6章及び第7章の「QOL アクセシビリティ法」に関連する部分では、大日本コンサルタント株式会社の森田紘圭氏、高野剛志氏、インド工科大学ボンベイ校の K.V. Krishna Rao 教授のご尽力によるところが大きく、心より感謝申し上げます。

振り返れば、筆者が中部大学に入学した2020年4月、既に世界は新型コロナウイルスの脅威にさらされており、入学式は中止、ゼミへの参加や研究・論文執筆に関する打合せはすべてリモートで実施、入学後に東京から中部大学を初めて訪れることができたのは1年半後の2021年10月でした。様々な行動制約がある中で、林研究室の秘書・学生の皆様にも支えていただき、大変有難うございました。

また、社会人学生として本来業務と学業の両立を支援頂いた東日本旅客鉄道株式会社の皆様、日本コンサルタンツ株式会社の皆様、様々な場面で支えてくださったすべての皆様に御礼申し上げます。

最後に、研究・論文作成を日々応援してくれた家族に心から感謝し、謝辞とさせていただきます。

## 付属資料

QOL 価値観アンケート調査票（第 6 章付属）

## INTERVIEW QUESTIONNAIRE FOR QUALITY OF LIFE (QoL) SURVEY

This survey is prepared by the Transportation Systems Engineering (TSE) Group of IIT Bombay in collaboration with Chubu University (Japan) for "Harvesting the spill-over effect Of High-Speed Rail (HSR) and Improving Quality of Life (QOL) in India." Data of this survey would be used only for academic purposes

\* Required

### PART 1: RESPONDENT INFORMATION

---

Page 1 (Form 1)

**1. Enumerator Name \***

*Mark only one oval.*

1. Aqib  
 2. Shubham  
 3. Kush  
 4. Ronak  
 5. Kuldeep

**2. City \***

*Mark only one oval.*

- Ahmedabad  
 Mumbai  
 Surat

**3. Pin code**

---

**4. Home address**

---

**5. Number of members in your family residing with you at present (including yourself) \***

*Mark only one oval.*

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10

**6. Number of working members in your family (including yourself) \***

*Mark only one oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8

**7. Are you a student? \***

*Mark only one oval.*

- No
- Yes

**8. Gender \***

*Mark only one oval.*

- Female
- Male

**9. Marital Status \***

*Mark only one oval.*

- Unmarried
- Married
- Married & having children

**10. Monthly Income (INR)***Mark only one oval.*

- Less than 25,000
- 25,000-50,000
- 50,000-1,00,000
- 1,00,000-2,00,000
- 2,00,000-3,00,000
- More than 3,00,000

**11. Number of Cars Owned \****Mark only one oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

**12. Number of 2-Wheelers Owned \****Mark only one oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

**13. Number of Bicycles Owned \****Mark only one oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

**14. Educational Status \****Mark only one oval.*

- No School
- Upto 10th
- 12th
- Graduation
- Higher

**15. House type \****Mark only one oval.*

- Owned
- Rented

**16. Monthly house rent (if applicable)(in thousands)**

\_\_\_\_\_

**17. if you are living in your own house, What is its current market price (in lacs)**

\_\_\_\_\_

**18. Size of your house \****Mark only one oval.*

- 1RK
- 1BHK
- 2BHK
- 3BHK
- 4BHK
- Bigger than 4BHK

**19. Age \****Mark only one oval.*

- <20
- 20-35
- 35-50
- 50-65
- >65

**Part 2 : Quality of Travel Survey**

All the attribute mentioned below are considered for a travel between two cities, which are about 500 km apart. (e.g. travel between Mumbai and Ahmedabad)

Page 2

**Explanations of indicators**

Indicator	Explanation
Total Travel Cost (INR)	Cost to go from origin to final destination.
Total Travel Time (hours)	Time from origin to final destination
Delay Than Schedule Time (min.)	Time by which the journey is delayed than schedule
Prior Booking Time for Confirmed Seat (days)	How many numbers of days before journey one has to book ticket for confirmed seat?

20. **1. If you are asked to travel between two cities which are 500 km apart (e.g. Mumbai - Ahmedabad), please indicate your preference for mode of travel with their characteristics as below ? \***

	Transport Mode A	Transport Mode B
Total Travel Cost (INR)	1000	2000
Total Travel Time (hours)	4	8
Delay Than Schedule Time (min.)	15	60
Prior Booking Time for Confirmed Seat (days)	4	1

Mark only one oval per row.

Transport Mode A      Transport Mode B

\_\_\_\_\_                        \_\_\_\_\_

21. **2. \***

	Transport Mode A	Transport Mode B
Total Travel Cost (INR)	1000	2000
Total Travel Time (hours)	4	8
Delay Than Schedule Time (min.)	60	15
Prior Booking Time for Confirmed Seat (days)	1	4

Mark only one oval per row.

Transport Mode A      Transport Mode B

\_\_\_\_\_                        \_\_\_\_\_

22. **3. \***

	Transport Mode A	Transport Mode B
Total Travel Cost (INR)	1000	2000
Total Travel Time (hours)	4	8
Delay Than Schedule Time (min.)	60	15
Prior Booking Time for Confirmed Seat (days)	4	1

Mark only one oval per row.

Transport Mode A      Transport Mode B

\_\_\_\_\_                        \_\_\_\_\_

23. **4. \***

	Transport Mode A	Transport Mode B
Total Travel Cost (INR)	1000	2000
Total Travel Time (hours)	8	4
Delay Than Schedule Time (min.)	15	60
Prior Booking Time for Confirmed Seat (days)	1	4

Mark only one oval per row.

Transport Mode A      Transport Mode B

\_\_\_\_\_                        \_\_\_\_\_

24. 5. \*

	Transport Mode A	Transport Mode B
Total Travel Cost (INR)	2000	1500
Total Travel Time (hours)	4	8
Delay Than Schedule Time (min.)	60	15
Prior Booking Time for Confirmed Seat (days)	1	4

Mark only one oval per row.

Transport Mode A    Transport Mode B

.                                           

### Explanations of indicators

Indicator	Explanation
Freedom while travelling	Ability to work, read books, eat, etc. during travelling
No. of Transfers	No. times transfer has to be done while going from origin to destination.

25. 6. If you are asked to travel between two cities which are 500 km apart (e.g. Mumbai - Ahmedabad), please indicate your preference for mode of travel with their characteristics as below ? \*

	Transport Mode A	Transport Mode B
Air Conditioning	Yes	No
Freedom While Travelling	No	Yes
No. of Transfers	3	1
Wi-Fi	Available	Unavailable
Total Travel Time (hours)	4	8

Mark only one oval per row.

Transport Mode A    Transport Mode B

.                                           

26. 7. \*

	Transport Mode A	Transport Mode B
Air Conditioning	Yes	No
Freedom While Travelling	No	Yes
No. of Transfers	1	3
Wi-Fi	Unavailable	Available
Total Travel Time (hours)	4	8

Mark only one oval per row.

Transport Mode A    Transport Mode B

.

27. 8. \*

	Transport Mode A	Transport Mode B
Air Conditioning	No	Yes
Freedom While Travelling	No	Yes
No. of Transfers	3	1
Wi-Fi	Unavailable	Available
Total Travel Time (hours)	8	4

Mark only one oval per row.

Transport Mode A    Transport Mode B

.                                           

28. 9. \*

	Transport Mode A	Transport Mode B
Air Conditioning	Yes	No
Freedom While Travelling	Yes	No
No. of Transfers	1	3
Wi-Fi	Available	Unavailable
Total Travel Time (hours)	8	4

Mark only one oval per row.

Transport Mode A    Transport Mode B

.                                           

**Part 3 : Quality of Life Survey**

Page 3

29. Present commuting time to your workplace(min.) \*

\_\_\_\_\_

30. Travel time to nearest shopping center of your choice(min.) \*

\_\_\_\_\_

31. **1. In the following questions, two sites with differing conditions are described side-by-side. Given a choice if you were to relocate from your current residence, please indicate the site of your preference? \***

	Site A	Site B
Commuting Time	20% LESS	20% MORE
Job Opportunity (Jobs per Working Population)	80 in 100	120 in 100
Travel Time to Shopping Centre	20% MORE	20% LESS
Housing Cost/Rent	20% MORE	20% LESS

Mark only one oval per row.

Site A   Site B

\_\_\_\_\_   

32. **2. \***

	Site A	Site B
Commuting Time	20% MORE	20% LESS
Job Opportunity (Jobs per Working Population)	120 in 100	80 in 100
Travel Time to Shopping Centre	20% MORE	20% LESS
Housing Cost/Rent	20% MORE	20% LESS

Mark only one oval per row.

Site A   Site B

\_\_\_\_\_   

Page 4

33. **Is there any major hospital (having more than 30 beds) within travel time of 2 hours? \***

Mark only one oval.

No

Yes

34. **Is there any good college (according to you) within travel time of 2 hours? \***

Mark only one oval.

No

Yes

35. **Is there any tourist spot within travel time of 2 hours? (e.g. Marine drive, Gopi talav, Sabarmati ashram, etc.) \***

Mark only one oval.

No

Yes

36. 3. In the following questions, two sites with differing conditions are described side-by-side. Given a choice if you were to relocate from your current residence, please indicate the site of your preference? \*

	Site A	Site B
Major Hospital Within 2 Hours	Yes	NO
College/University Within 2 Hours	NO	Yes
Tourists' Place Within 2 Hours	NO	Yes
Housing Cost/Rent	20% MORE	20% LESS

Mark only one oval per row.

Site A   Site B

-     

37. 4. \*

	Site A	Site B
Major Hospital Within 2 Hours	NO	Yes
College/University Within 2 Hours	Yes	NO
Tourists' Place Within 2 Hours	NO	Yes
Housing Cost/Rent	20% MORE	20% LESS

Mark only one oval per row.

Site A   Site B

-     

Page 5

38. Travel time to entertainment facilities (movie theatre, amusement park, etc) (min.) \*

\_\_\_\_\_

39. Travel time to cultural places (place of worship, art gallery, zoo, aquarium, museums, etc.) (min.) \*

\_\_\_\_\_

40. Travel time to sporting facilities (gym, sports' ground, sports' club) (Min.) \*

\_\_\_\_\_

41. **5. In the following questions, two sites with differing conditions are described side-by-side. Given a choice if you were to relocate from your current residence, please indicate the site of your preference? \***

	Site A	Site B
Travel Time to Entertainment facilities	20% LESS	20% MORE
Travel Time to Cultural places	20% MORE	20% LESS
Travel Time to Sporting facilities	20% MORE	20% LESS
Housing Cost/Rent	20% MORE	20% LESS

Mark only one oval per row.

Site A   Site B

.     

42. **6. \***

	Site A	Site B
Travel Time to Entertainment facilities	20% MORE	20% LESS
Travel Time to Cultural places	20% LESS	20% MORE
Travel Time to Sporting facilities	20% MORE	20% LESS
Housing Cost/Rent	20% MORE	20% LESS

Mark only one oval per row.

Site A   Site B

.     

Page 6

43. **Cleanliness around your residence \***

Mark only one oval.

1   2   3   4   5

Best                  Worst

44. **7. In the following questions, two sites with differing conditions are described side-by-side. Given a choice if you were to relocate from your current residence, please indicate the site of your preference? \***

	Site A	Site B
Floor Space	20% MORE	20% LESS
Cleanliness	ONE LEVEL MORE	ONE LEVEL LESS
Greenery	20% LESS	20% MORE
Housing Cost/Rent	20% MORE	20% LESS

Mark only one oval per row.

Site A   Site B

.

45. 8. \*

	Site A	Site B
Floor Space	20% LESS	20% MORE
Cleanliness	ONE LEVEL LESS	ONE LEVEL MORE
Greenery	20% LESS	20% MORE
Housing Cost/Rent	20% MORE	20% LESS

Mark only one oval per row.

Site A   Site B

\_\_\_\_\_   

Page 7

46. 9. In the following questions, two sites with differing conditions are described side-by-side. Given a choice if you were to relocate from your current residence, please indicate the site of your preference? \*

	Site A	Site B
Crime Rate	LESS	MORE
Traffic Accidents	MORE	LESS
Flood Risk	YES	NO
Housing Cost/Rent	20% MORE	20% LESS

Mark only one oval per row.

Site A   Site B

\_\_\_\_\_   

47. 10. \*

	Site A	Site B
Crime Rate	MORE	LESS
Traffic Accidents	LESS	MORE
Flood Risk	YES	NO
Housing Cost/Rent	20% MORE	20% LESS

Mark only one oval per row.

Site A   Site B

\_\_\_\_\_   

Page 8

**48. Surrounding Air Quality (choose from table) \***

AQI	Associated Health Impact
Good (0–50)	Minimal Impact
Satisfactory (51–100)	May cause minor breathing discomfort to sensitive people
Moderately polluted (101–200)	May cause breathing discomfort to the people with lung disease such as asthma and discomfort to people with heart disease, children and older adults
Poor (201–300)	May cause breathing discomfort to people on prolonged exposure and discomfort to people with heart disease
Very Poor (301–400)	May cause respiratory illness to the people on prolonged exposure. Effect may be more pronounced in people with lung and heart diseases
Severe (401–500)	May cause respiratory effects even on healthy people and serious health impacts on people with lung/heart diseases. The health impacts may be experienced even during light physical activity

Mark only one oval per row.

Good   Satisfactory   Moderately Polluted   Poor   Very Poor   Severe

.                 

**49. Surrounding Noise Level (choose from table) \***

Level	Noise	Average decibels (dB)
A	Leaves rustling, soft music, whisper	30
B	Average home noise	40
C	Normal conversation, background music	60
D	Office noise, inside car at 60 mph	70
E	Heavy traffic, window air conditioner, noisy restaurant	80–89 (sounds above 85 dB are harmful)
F	Barking dog, shouted conversation	90–100
G	Ambulance siren	101–110
H	Car horn(2m).	110–120
I	Sports crowd, rock concert, loud symphony	120–130

Mark only one oval per row.

No noise   A   B   C   D   E   F   G   H

.                       

**50. Drinking Water Quality \***

Mark only one oval per row.

Untreated   Treated   Mineral

.

51. **11. In the following questions, two sites with differing conditions are described side-by-side. Given a choice if you were to relocate from your current residence, please indicate the site of your preference? \***

	Site A	Site B
Air Quality	ONE LEVEL LESS	ONE LEVEL MORE
Noise Level	TWO LEVEL MORE	TWO LEVEL LESS
Water Quality	CURRENT	ONE LEVEL MORE
Housing Cost/Rent	20% MORE	20% LESS

Mark only one oval per row.

Site A   Site B

.     

52. **12. \***

	Site A	Site B
Air Quality	ONE LEVEL MORE	ONE LEVEL LESS
Noise Level	TWO LEVEL LESS	TWO LEVEL MORE
Water Quality	CURRENT	ONE LEVEL MORE
Housing Cost/Rent	20% MORE	20% LESS

Mark only one oval per row.

Site A   Site B

.

## INTERVIEW QUESTIONNAIRE FOR QUALITY OF LIFE (QoL) SURVEY

This survey is prepared by the Transportation Systems Engineering (TSE) Group of IIT Bombay in collaboration with Chubu University (Japan) for "Harvesting the spill-over effect Of High-Speed Rail (HSR) and Improving Quality of Life (QOL) in India." Data of this survey would be used only for academic purposes

\* Required

### PART 1: RESPONDENT INFORMATION

---

Page 1 (form 3)

**1. Enumerator Name \***

*Mark only one oval.*

- 6. Harshit
- 7. Raphael
- 8. Vrushali
- 9. Riddhi
- 10. Sanket
- 11. Harsh

**2. City \***

*Mark only one oval.*

- Ahmedabad
- Mumbai
- Surat

**3. Pin code**

---

**4. Home address**

---

**5. Number of members in your family residing with you at present (including yourself) \***

*Mark only one oval.*

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10

**6. Number of working members in your family (including yourself) \***

*Mark only one oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8

**7. Are you a student? \***

*Mark only one oval.*

- No
- Yes

**8. Gender \***

*Mark only one oval.*

- Female
- Male

**9. Marital Status \***

*Mark only one oval.*

- Unmarried
- Married
- Married & having children

**10. Monthly Income (INR)***Mark only one oval.*

- Less than 25,000
- 25,000-50,000
- 50,000-1,00,000
- 1,00,000-2,00,000
- 2,00,000-3,00,000
- More than 3,00,000

**11. Number of Cars Owned \****Mark only one oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

**12. Number of 2-Wheelers Owned \****Mark only one oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

**13. Number of Bicycles Owned \****Mark only one oval.*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

**14. Educational Status \****Mark only one oval.*

- No School
- Upto 10th
- 12th
- Graduation
- Higher

**15. House type \****Mark only one oval.*

- Owned
- Rented

**16. Monthly house rent (if applicable)(in thousands)**

\_\_\_\_\_

**17. if you are living in your own house, What is its current market price (in lacs)**

\_\_\_\_\_

**18. Size of your house \****Mark only one oval.*

- 1RK
- 1BHK
- 2BHK
- 3BHK
- 4BHK
- Bigger than 4BHK

**19. Age \****Mark only one oval.*

- <20
- 20-35
- 35-50
- 50-65
- >65

**Part 2 : Quality of Travel Survey**

All the attribute mentioned below are considered for a travel between two cities, which are about 500 km apart. (e.g. travel between Mumbai and Ahmedabad)

Page 2

**Explanations of indicators**

Indicator	Explanation
Total Travel Cost (INR)	Cost to go from origin to final destination.
Total Travel Time (hours)	Time from origin to final destination
Delay Than Schedule Time (min.)	Time by which the journey is delayed than schedule
Prior Booking Time for Confirmed Seat (days)	How many numbers of days before journey one has to book ticket for confirmed seat?

20. 1. If you are asked to travel between two cities which are 500 km apart (e.g. Mumbai - Ahmedabad), please indicate your preference for mode of travel with their characteristics as below ? \*

	Transport Mode A	Transport Mode B
Total Travel Cost (INR)	1000	2000
Total Travel Time (hours)	8	4
Delay Than Schedule Time (min.)	15	60
Prior Booking Time for Confirmed Seat (days)	4	1

Mark only one oval per row.

Transport Mode A    Transport Mode B

\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_

21. 2. \*

	Transport Mode A	Transport Mode B
Total Travel Cost (INR)	1000	2000
Total Travel Time (hours)	8	4
Delay Than Schedule Time (min.)	60	15
Prior Booking Time for Confirmed Seat (days)	1	4

Mark only one oval per row.

Transport Mode A    Transport Mode B

\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_

22. 3. \*

	Transport Mode A	Transport Mode B
Total Travel Cost (INR)	1000	2000
Total Travel Time (hours)	8	4
Delay Than Schedule Time (min.)	60	15
Prior Booking Time for Confirmed Seat (days)	4	1

Mark only one oval per row.

Transport Mode A    Transport Mode B

\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_

23. 4. \*

	Transport Mode A	Transport Mode B
Total Travel Cost (INR)	1000	1500
Total Travel Time (hours)	4	8
Delay Than Schedule Time (min.)	60	15
Prior Booking Time for Confirmed Seat (days)	1	4

Mark only one oval per row.

Transport Mode A    Transport Mode B

\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_

**Explanations of indicators**

Indicator	Explanation
Freedom while travelling	Ability to work, read books, eat, etc. during travelling
No. of Transfers	No. times transfer has to be done while going from origin to destination.

24. **5.** If you are asked to travel between two cities which are 500 km apart (e.g. Mumbai - Ahmedabad), please indicate your preference for mode of travel with their characteristics as below ? \*

	Transport Mode A	Transport Mode B
Air Conditioning	Yes	No
Freedom While Travelling	Yes	No
No. of Transfers	3	1
Wi-Fi	Unavailable	Available
Total Travel Time (hours)	8	4

Mark only one oval per row.

Transport Mode A    Transport Mode B

.                                           

25. **6.** \*

	Transport Mode A	Transport Mode B
Air Conditioning	No	Yes
Freedom While Travelling	No	Yes
No. of Transfers	1	3
Wi-Fi	Available	Unavailable
Total Travel Time (hours)	8	4

Mark only one oval per row.

Transport Mode A    Transport Mode B

.                                           

26. **7.** \*

	Transport Mode A	Transport Mode B
Air Conditioning	No	Yes
Freedom While Travelling	No	Yes
No. of Transfers	3	1
Wi-Fi	Unavailable	Available
Total Travel Time (hours)	8	4

Mark only one oval per row.

Transport Mode A    Transport Mode B

.

27. 8. \*

	Transport Mode A	Transport Mode B
Air Conditioning	No	Yes
Freedom While Travelling	Yes	No
No. of Transfers	3	1
Wi-Fi	Available	Unavailable
Total Travel Time (hours)	4	8

Mark only one oval per row.

Transport Mode A    Transport Mode B

.                                           

28. 9. \*

	Transport Mode A	Transport Mode B
Air Conditioning	No	Yes
Freedom While Travelling	Yes	No
No. of Transfers	1	3
Wi-Fi	Unavailable	Available
Total Travel Time (hours)	4	8

Mark only one oval per row.

Transport Mode A    Transport Mode B

.                                           

### Part 3 : Quality of Life Survey

Page 3

29. Present commuting time to your workplace(min.) \*

---

30. Travel time to nearest shopping center of your choice(min.) \*

---

31. **1. In the following questions, two sites with differing conditions are described side-by-side. Given a choice if you were to relocate from your current residence, please indicate the site of your preference? \***

	Site A	Site B
Commuting Time	20% MORE	20% LESS
Job Opportunity (Jobs per Working Population)	80 in 100	120 in 100
Travel Time to Shopping Centre	20% LESS	20% MORE
Housing Cost/Rent	20% MORE	20% LESS

Mark only one oval per row.

Site A   Site B

\_\_\_\_\_   

32. **2. \***

	Site A	Site B
Commuting Time	20% LESS	20% MORE
Job Opportunity (Jobs per Working Population)	120 in 100	80 in 100
Travel Time to Shopping Centre	20% LESS	20% MORE
Housing Cost/Rent	20% MORE	20% LESS

Mark only one oval per row.

Site A   Site B

\_\_\_\_\_   

Page 4

33. **Is there any major hospital (having more than 30 beds) within travel time of 2 hours? \***

Mark only one oval.

No

Yes

34. **Is there any good college (according to you) within travel time of 2 hours? \***

Mark only one oval.

No

Yes

35. **Is there any tourist spot within travel time of 2 hours? (e.g. Marine drive, Gopi talav, Sabarmati ashram, etc.) \***

Mark only one oval.

No

Yes

36. 3. In the following questions, two sites with differing conditions are described side-by-side. Given a choice if you were to relocate from your current residence, please indicate the site of your preference? \*

	Site A	Site B
Major Hospital Within 2 Hours	NO	Yes
College/University Within 2 Hours	NO	Yes
Tourists' Place Within 2 Hours	Yes	NO
Housing Cost/Rent	20% MORE	20% LESS

Mark only one oval per row.

Site A   Site B

\_\_\_\_\_   

37. 4. \*

	Site A	Site B
Major Hospital Within 2 Hours	Yes	NO
College/University Within 2 Hours	Yes	NO
Tourists' Place Within 2 Hours	Yes	NO
Housing Cost/Rent	20% MORE	20% LESS

Mark only one oval per row.

Site A   Site B

\_\_\_\_\_   

Page 5

38. Travel time to entertainment facilities (movie theatre, amusement park, etc) (min.) \*

\_\_\_\_\_

39. Travel time to cultural places (place of worship, art gallery, zoo, aquarium, museums, etc.) (min.) \*

\_\_\_\_\_

40. Travel time to sporting facilities (gym, sports' ground, sports' club) (Min.) \*

\_\_\_\_\_

41. 5. In the following questions, two sites with differing conditions are described side-by-side. Given a choice if you were to relocate from your current residence, please indicate the site of your preference? \*

	Site A	Site B
Travel Time to Entertainment facilities	20% MORE	20% LESS
Travel Time to Cultural places	20% MORE	20% LESS
Travel Time to Sporting facilities	20% LESS	20% MORE
Housing Cost/Rent	20% MORE	20% LESS

Mark only one oval per row.

Site A   Site B

-     

42. 6. \*

	Site A	Site B
Travel Time to Entertainment facilities	20% LESS	20% MORE
Travel Time to Cultural places	20% LESS	20% MORE
Travel Time to Sporting facilities	20% LESS	20% MORE
Housing Cost/Rent	20% MORE	20% LESS

Mark only one oval per row.

Site A   Site B

-     

Page 6

43. Cleanliness around your residence \*

Mark only one oval.

1   2   3   4   5

Best                  Worst

44. 7. In the following questions, two sites with differing conditions are described side-by-side. Given a choice if you were to relocate from your current residence, please indicate the site of your preference? \*

	Site A	Site B
Floor Space	20% LESS	20% MORE
Cleanliness	ONE LEVEL MORE	ONE LEVEL LESS
Greenery	20% MORE	20% LESS
Housing Cost/Rent	20% MORE	20% LESS

Mark only one oval per row.

Site A   Site B

-

45. 8. \*

	Site A	Site B
Floor Space	20% MORE	20% LESS
Cleanliness	ONE LEVEL LESS	ONE LEVEL MORE
Greenery	20% MORE	20% LESS
Housing Cost/Rent	20% MORE	20% LESS

Mark only one oval per row.

Site A   Site B

\_\_\_\_\_     

Page 7

46. 9. In the following questions, two sites with differing conditions are described side-by-side. Given a choice if you were to relocate from your current residence, please indicate the site of your preference? \*

	Site A	Site B
Crime Rate	MORE	LESS
Traffic Accidents	MORE	LESS
Flood Risk	NO	YES
Housing Cost/Rent	20% MORE	20% LESS

Mark only one oval per row.

Site A   Site B

\_\_\_\_\_     

47. 10. \*

	Site A	Site B
Crime Rate	LESS	MORE
Traffic Accidents	LESS	MORE
Flood Risk	NO	YES
Housing Cost/Rent	20% MORE	20% LESS

Mark only one oval per row.

Site A   Site B

\_\_\_\_\_     

Page 8

**48. Surrounding Air Quality (choose from table) \***

AQI	Associated Health Impact
Good (0–50)	Minimal Impact
Satisfactory (51–100)	May cause minor breathing discomfort to sensitive people
Moderately polluted (101–200)	May cause breathing discomfort to the people with lung disease such as asthma and discomfort to people with heart disease, children and older adults
Poor (201–300)	May cause breathing discomfort to people on prolonged exposure and discomfort to people with heart disease
Very Poor (301–400)	May cause respiratory illness to the people on prolonged exposure. Effect may be more pronounced in people with lung and heart diseases
Severe (401–500)	May cause respiratory effects even on healthy people and serious health impacts on people with lung/heart diseases. The health impacts may be experienced even during light physical activity

Mark only one oval per row.

Good   Satisfactory   Moderately Polluted   Poor   Very Poor   Severe

.                 

**49. Surrounding Noise Level (choose from table) \***

Level	Noise	Average decibels (dB)
A	Leaves rustling, soft music, whisper	30
B	Average home noise	40
C	Normal conversation, background music	60
D	Office noise, inside car at 60 mph	70
E	Heavy traffic, window air conditioner, noisy restaurant	80–89 (sounds above 85 dB are harmful)
F	Barking dog, shouted conversation	90–100
G	Ambulance siren	101–110
H	Car horn(2m).	110–120
I	Sports crowd, rock concert, loud symphony	120–130

Mark only one oval per row.

No noise   A   B   C   D   E   F   G   H

.                       

**50. Drinking Water Quality \***

Mark only one oval per row.

Untreated   Treated   Mineral

.

51. **11. In the following questions, two sites with differing conditions are described side-by-side. Given a choice if you were to relocate from your current residence, please indicate the site of your preference? \***

	Site A	Site B
Air Quality	ONE LEVEL MORE	ONE LEVEL LESS
Noise Level	TWO LEVEL MORE	TWO LEVEL LESS
Water Quality	ONE LEVEL MORE	CURRENT
Housing Cost/Rent	20% MORE	20% LESS

Mark only one oval per row.

Site A   Site B

-     

52. **12. \***

	Site A	Site B
Air Quality	ONE LEVEL LESS	ONE LEVEL MORE
Noise Level	TWO LEVEL LESS	TWO LEVEL MORE
Water Quality	ONE LEVEL MORE	CURRENT
Housing Cost/Rent	20% MORE	20% LESS

Mark only one oval per row.

Site A   Site B

-