所得階層・世帯構成に着目した 都市鉄道整備の利用者便益の評価 —神奈川東部方面線を対象とした実証分析—

長　洋平[1]・安部　遼祐[2]・合戸　竜馬[3]

[1]学生会員　横浜国立大学　都市科学部都市基盤学科（〒240-8501 横浜市保土ケ谷区常盤台 79-5）
E-mail: 232t122t@stu.kobe-u.jp

[2]正会員　横浜国立大学　大学院都市イノベーション研究院（同上）
E-mail: abe-ryosuke-vw@ynu.ac.jp (Corresponding Author)

[3]非会員　社会システム株式会社（〒150-0013 東京都渋谷区恵比寿 1-20-22）
E-mail: r_gouto@crp.co.jp

本研究では，個人属性に着目した需要予測モデルの提案と，鉄道整備事業の分配効果の評価を目的に実証分析を行う．まず，東京都市圏の交通機関（鉄道，バス，自動車）利用者を 4 つの所得階層と 6 つの世帯構成にもとづく 24 種類の属性に分類し，通勤目的と自宅発私事目的の交通手段選択モデルを推定する．次に，推定したモデルを用いて，2019 年開業の相鉄・ JR 直通線事業と 2023 年開業の相鉄・東急直通線事業を対象に利用者便益を算出する．最後に，移動目的ごとに所得階層・世帯構成別の利用者便益の中央値と分布を比較する．結果，通勤目的において，所得に伴って便益の中央値が上がるが，年収 200 万円以上では四分位範囲に大きな差はなかった．また，私事目的において，高所得者と就業者のみの単身もしくは二人暮らしの世帯が高い便益を得ていることが示された．

Key Words: *railway improvement effect, distribution effect, user benefit, mode choice model, aggregate by personal attributes*

1. はじめに

(1) 背景と目的

近年の東京都市圏の都市鉄道整備事業は，速達性やシームレス化の向上などを主眼に進められている．2023 年 9 月現在，羽田空港アクセス線整備（2021 年認可）や東京 8 号線延伸（2022 年認可）などの事業が計画されている [1]．これらの整備事業の多くでは，つくばエクスプレスに代表される大規模な沿線開発を伴う新線整備とは異なり，既存の都市鉄道施設の有効活用が図られている．

一方，我が国の鉄道整備事業の便益評価は，評価手法マニュアル [2]に基づいて行われている．対象となる利用者便益として，総所要時間の短縮，交通費用の減少，乗換利便性の向上，車両内混雑の緩和等が挙げられている．さらに，鉄道の便益評価に関連して，列車遅延や定時性の評価 [3]や，地域・産業部門間の波及効果の評価 [4]など，幅広い視点から分析が行われている．

しかしながら，鉄道の便益評価において，所得や世帯の構成といった個人属性の差異は十分に分析されていない．一方，近年の都市鉄道事業においては，多様化するライフスタイルや価値観へ対応が求められている．例えば，東京都市圏では，全国からの高い転入率が続くとともに，単身世帯や生涯未婚率が増加傾向にある．さらに，コロナ禍をきっかけに働き方も大きく転換しつつある．こうした中，より個人レベルで計測される都市鉄道整備の利用者便益に関する知見は，今後の交通政策の議論において重要と考えられる．

本研究では，所得階層と世帯構成に着目した需要予測モデルを推定し，都市鉄道整備事業による利用者便益の個人属性別の帰着に関する実証分析を行う．分析対象は，2019 年 11 月開業の相鉄・JR 直通線整備と 2023 年 3 月開業の相鉄・東急直通線整備を含めた，神奈川県東部直通線整備事業とする．

本論文の構成は次のとおりである．まず，2 章で既往研究の整理を行い，本研究の位置付けを示す．次に，3 章では分析の手法を示し，4 章では対象事業の概要と利

用データを説明する．5 章ではモデルの推定結果を示した上で，時間価値に基づく結果の検証を行う．6 章では対象事業における利用者便益の分配評価を行い，最後に 7 章では本研究で得られた知見を整理する．

2. 既往研究の整理と本研究の位置付け

交通整備による便益の分配評価の議論においては，”Tranportation Equity”が重視されつつある．Litman [5]によると，”Transportation Equity”とは「交通プロジェクトによって発生する費用と便益が，公平かつ適切に分配されていること」を意味しており，公共資源の適切な分配，外部費用の低減，非排除性と適正価格の保証，社会公正で構成されている．この概念において，交通プロジェクトの評価には，移動速度の向上や渋滞の減少に基づく視点だけでなく，人々の生活の質や移動機会の分配，そして周辺環境や他交通機関への影響も取り入れていくことが重要である [5]．つまり，交通プロジェクトの分配効果を重視する”Transportation Equity”の概念は，現行のプロジェクト評価体系を発展させていくために重要である．

さらに，交通整備による分配効果の評価指標について，Pereira et al. [6]はトリップ頻度や移動時間，移動距離などの交通行動の結果だけではなく，個人の選好や制約条件を含めたアクセシビリティを取り入れるべきと指摘している．また，Geurs and van Wee [7]は，交通分野におけるアクセシビリティとは，土地利用や交通に関する開発・政策によって，個人や社会集団に対して移動機会を提供するものと定義している．しかし，van Wee [8]はこれまでの研究において，アクセシビリティを構成する要素としての個人属性の研究が特に限定的だったと指摘している．

交通分野における分配効果の定量的な評価手法に関する研究として，Bills et al. [9] は，米サンフランシスコにおける交通需要予測モデル (SF-CHAMP)から所得階層ごとの移動時間の分布を求め，実際の移動時間のデータと比較しながら，当モデルの有用性を示している．また，Bills and Walker [10]は，同じく米サンフランシスコのデータをもとに Nested Logit モデルによる交通手段選択モデルを推定し，移動費用や移動時間の減少シナリオにおける居住者 1 人当たりの便益を求め，高所得層と低所得層の間で利用者便益の分布を比較した．この結果，自動車と公共交通における移動費用の 20%減少シナリオにおいては高所得層により高い便益が帰着され，移動時間の 20%減少シナリオにおいては，その対象が自動車の場合は高所得層，徒歩・自転車の場合は低所得層により高い便益が帰着され，公共交通の場合は両者の便益に差が出ないことを示した．Bills et al. [11]は，米ミシガン州デトロイトにおいて新しい交通手段（Microtransit）の導入シナリオを仮定した上で，Bills and Walker [10]と同様の手法を適用し，低所得層や公共交通利用層においてアクセシビリティの増加が大きいことを示した．これらと同様に，交通需要予測モデルを用いた交通整備の分配評価の研究として，イギリスを対象とした Dixit and Sivakumar [12]やシンガポールを対象とした Nahmias-Biran et al. [13]などが挙げられるが，実際の交通プロジェクトを対象にした実証分析は未だ不足している．

また，個人属性による交通時間価値の差を分析した研究として，Kato and Fujiu [14]は，東京都市圏において所得階層が高い地域に居住する通勤者ほど時間価値が高い傾向にあることを示した．また，Fournier and Christofa [15]は，所得，年齢，移動距離，性別，移動目的といった個人属性の時間価値への影響を分析し，所得と移動距離に基づいて時間価値が対数線形に分布することを示した．同様に，Paleti et al. [16]は，車保有台数，収入，移動目的の観点も踏まえつつ，日常の活動パターンが時間価値に与える影響を分析した．以上のように，交通時間価値の個人属性間の異質性を考慮することが求められている．

本研究の新規性は次のとおりである．交通プロジェクトの評価に社会的公平性の視点を取り入れることが求められており，分配効果の定量的な分析の可能性が示されている．しかし，交通需要予測モデルに基づく分配効果の比較・評価の研究において，実際の交通プロジェクトを対象にした実証的な分析が不足している．本研究では，特定の都市鉄道整備事業を対象に，所得階層・世帯構成を考慮した需要予測モデルを適用し，個人属性に基づく利用者便益の分析と比較を行う．

3. 分析手法

(1) 所得階層・世帯構成に着目した交通手段選択モデルの推定

本研究では，交通政策審議会の鉄道需要分析手法に関するテクニカルレポート [17]に準じて，所得階層・世帯構成に着目した移動目的別の交通手段選択モデルを推定する．本研究で対象にした移動目的は，通勤目的（自宅から勤務先へのトリップ）と自宅発私事目的（自宅から買物や余暇活動等の私事先へのトリップ）である．その他の移動目的は，これらの移動目的と利用者便益に関する分析結果の傾向が類似することから分析対象としない．

交通手段選択モデルについて，選択肢集合に鉄道・バス・乗用車を設定し，これらの類似性が低いことから多項ロジットモデルを推定する．同モデルの効用関数の確定項について，個人nに対する，鉄道・バス・乗用車の

効用関数の確定項V_{rail}，V_{bus}，V_{car}を以下のように設定する．

$$V_{rail} = \beta_{cost}TC + \beta_{time}TT + \beta_{ACC}ACC + \alpha_{rail} \quad (1)$$

$$V_{bus} = \beta_{cost}TC + \beta_{time}TT + \alpha_{bus} \quad (2)$$

$$V_{car} = \beta_{cost}TC + \beta_{time}TT + \beta_{mycar}\delta^{n}_{mycar} + \beta_{cbd}\delta^{n}_{cbd} + \beta_{short}\delta^{n}_{short} \quad (3)$$

ここに，TCは総費用[円]，TTはラインホール時間[分]，ACCは鉄道駅アクセス交通手段選択モデルから得られる駅端末利便性（多項ロジットのログサム値），α_{rail}，α_{bus}は定数項，δ^{n}_{mycar}は車保有ダミー，δ^{n}_{cbd}は都心ダミー，δ^{n}_{short}は短距離ダミー，β_{cost}，β_{time}，β_{mycar}，β_{cbd}，β_{short}は各変数に対応するパラメータである．車保有ダミーδ^{n}_{mycar}は，個人nの世帯で保有する車が 1 台以上であれば 1，それ以外は 0 である．都心ダミーδ^{n}_{cbd}は，個人nの目的地の自動車分担率が 20% 以下であれば 1，それ以外は 0 である．短距離ダミーδ^{n}_{short}は，トリップ長が 5km 未満の場合は 1，それ以外は 0 である．

本研究では，所得階層を 4 階級，世帯構成を 6 種類に分類し，総費用のパラメータβ^{pq}_{cost}とラインホール時間のパラメータβ^{pq}_{time}をそれぞれ 24 属性ごとに推定した．所得階層sで世帯構成tの場合，総費用のパラメータβ_{cost}とラインホール時間のパラメータβ_{time}は，ダミー変数δ^{pq}を用いて以下のように設定する．

$$\beta_{cost} = \sum_{p}^{4}\sum_{q}^{6}\beta^{pq}_{cost}\cdot\delta^{pq} \quad (4)$$

$$\beta_{time} = \sum_{p}^{4}\sum_{q}^{6}\beta^{pq}_{time}\cdot\delta^{pq} \quad (5)$$

$$\delta^{pq} = \begin{cases} 1\ (p = s\ \text{かつ}\ q = t) \\ 0\ (p \neq s\ \text{または}\ q \neq t) \end{cases}$$

なお，$1,\dots,s,\dots,4$，$1,\dots,t,\dots,6$

(2) 利用者便益の算出

離散選択モデルを用いた既往研究[10),11)]より，交通サービス利用者一人あたりの消費者余剰を，各選択状況から得られる期待効用と等価であるログサム変数を用いて表す．神奈川県東部方面線が開業している場合の消費者余剰CS^{with}と開業していない場合の消費者余剰$CS^{without}$は，それぞれ 2023 年春と 2019 年春時点の交通サービス水準データを用いて算定する．なお，2018 年東京都市圏パーソントリップ調査から分布交通量は実績値で固定し，両時点においてバスと乗用車のサービス水準は一定としている．以上から，所得階層p，世帯構成qの利用者便益$Benefit_{pq}$は式(6)で定義される．

$$Benefit_{pq} = CS^{with}_{pq} - CS^{without}_{pq} = \frac{1}{\beta^{pq}_{cost}}\left\{\ln\sum_{i}\exp\left(V^{with}_{i,pq}\right) - \ln\sum_{i}\exp\left(V^{without}_{i,pq}\right)\right\} \quad (6)$$

ここに，所得階層p・世帯構成qの個人が利用可能な交通手段iにおける，2023 年時点の効用関数の確定項は$V^{with}_{i,pq}$，2019 年時点の効用関数の確定項は$V^{without}_{i,pq}$である．

そして，移動目的ごとに，算出した利用者便益を個人属性別に集計することで分配評価を行う．まず，個人属性別の利用者便益の中央値をクロス集計表を用いて比較する．次に，個人属性別の利用者便益の分布を箱ひげ図を用いて比較する．

4. 対象事業と利用したデータ

(1) 神奈川東部方面線事業の概要

神奈川東部方面線事業は，相鉄線と JR 線・東急線を結ぶ区間を整備する事業であり，都市鉄道等利便性増進法に基づく速達性向上事業として実施された．**図–1** に示すように，相鉄・JR 直通線は相鉄本線西谷駅付近から JR 東日本東海道貨物線横浜羽沢駅付近までを結び，相互直通運転を可能にする．また，相鉄・東急直通線は横浜羽沢駅付近から東急東横線・目黒線の日吉駅までを結び，相互直通運転を可能にする．主な地点間の開業後の所要時間について，二俣川駅―新宿駅間が 59 分から 44 分，湘南台駅―新横浜駅間が 49 分から 23 分への短縮が見込まれる[18)]．



図–1 神奈川県東部方面線の周辺路線図[18)]

(2) 交通行動データ

本研究では，2018 年東京都市圏パーソントリップ調査[19)]データを用いて交通手段選択モデルを推定するととも

に，データに含まれる全トリップの情報を用いて利用者便益の算出を行う．

本調査は 1968 年以来 10 年間隔で実施されているが，第 6 回に当たる 2018 年の調査で初めて，世帯票において世帯年収を問う項目が追加された．世帯年収の回答は，「１：200 万円未満」，「２：200 万円以上 600 万円未満」，「３：600 万円以上 1000 万円未満」，「４：1000 万円 1500 万円未満」，「５：1500 万円以上」，の 5 つの階級に分類されている．階級値を用いた世帯年収の相対度数ヒストグラムを，**図-2** に示す．斜線で重ね合わせたヒストグラムは，厚生労働省の 2018 年国民生活基礎調査[20]のデータを用いて作成した．国民生活基礎調査は全国の世帯を対象に毎年行われており，図に示されているのは，関東 I ブロック（埼玉県，千葉県，東京都，神奈川県）の世帯年収分布である．階級幅に差はあるが，両者の分布形は似通った対数正規分布となっている．

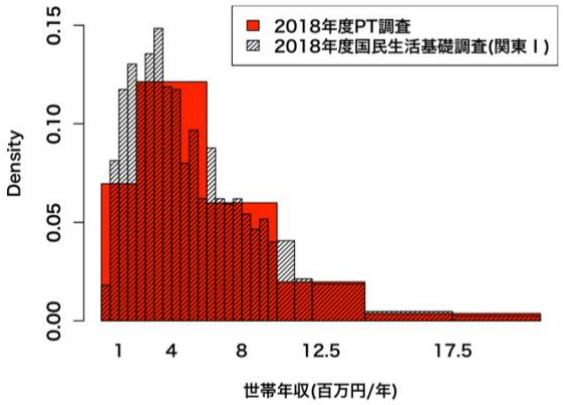


図-2 世帯年収の相対度数分布

以上を考慮して，所得階層は以下のように分類した．

1. 世帯年収 200 万円未満
2. 世帯年収 200 万円以上 600 万円未満
3. 世帯年収 600 万円以上 1000 万円未満
4. 世帯年収 1000 万円以上

また，就業人数・世帯人数あたりの所得が，交通に関わる選好（移動費用や時間などに対する感度）に影響すると想定し，世帯構成は以下のように分類した．

1. 就業人数 0 人
2. 就業人数 1 人世帯人数 1 人
3. 就業人数 1 人世帯人数 2 人以上
4. 就業人数 2 人世帯人数 2 人
5. 就業人数 2 人世帯人数 3 人以上
6. 就業人数 3 人以上

世帯年収と世帯構成に関する世帯票の回答の内訳を，**表-1** に示す．「1000 万円以上 1500 万円未満」と「1500 万円以上」はそれぞれ 7.53%と 2.85%であるため，本研究でははまとめて「1000 万円以上」のセグメントと定義している．

表-1 世帯年収・世帯構成別の世帯数割合

世帯年収/世帯構成	~200	200 ~600	600 ~1000	1000 ~1500	1500~	回答なし	合計
就業 0 人	6.94	11.66	0.81	0.13	0.06	5.91	25.51
就業 1 人 世帯 1 人	2.09	9.30	2.51	0.47	0.13	3.61	18.12
就業 1 人 世帯 2~人	1.20	9.79	6.77	2.55	1.00	7.27	28.58
就業 2 人 世帯 2 人	0.23	2.73	2.23	1.11	0.42	1.87	8.59
就業 2 人 世帯 3~人	0.11	2.78	4.66	2.34	0.77	3.67	14.33
就業 3~人	0.03	0.74	1.29	0.92	0.48	1.40	4.87
合計	10.61	37.00	18.28	7.53	2.85	23.73	100.00

(単位:%)

(3) 2019 年，2023 年時点の交通サービス水準データ

本研究では，2018 年東京都市圏パーソントリップ調査データにおける全トリップに対して，2019 年春と 2023 年春時点のサービス水準データの紐付けを行った．サービス水準データには，二地点間を移動する際に利用可能な交通機関ごとに，費用やラインホール時間など交通手段選択モデルで用いる説明変数が含まれている．**表-2** と**表-3** には例として，2019 年時点の通勤と自宅発私事目的における所得階層・世帯構成別の鉄道のラインホール時間の平均値を示す．

表-2 2019 年時点の所得階層・世帯構成別の通勤目的鉄道ラインホール時間

所得階層/世帯構成	~200 万円	200 万円 ~600 万円	600 万円 ~1000 万円	1000~万円	回答なし
就業 0 人	27.03	35.96	36.10	32.53	30.85
就業 1 人 世帯 1 人	30.25	35.23	36.47	35.99	36.00
就業 1 人 世帯 2~人	27.69	39.19	46.04	46.21	43.11
就業 2 人 世帯 2 人	30.14	34.99	38.71	38.63	38.45
就業 2 人 世帯 3~人	30.60	36.14	40.21	41.31	39.85
就業 3~人	34.31	35.28	38.95	41.85	40.21

(単位:分)

表-3 2019 年時点の所得階層・世帯構成別の自宅発私事目的鉄道ラインホール時間

所得階層/世帯構成	~200 万円	200 万円~600 万円	600 万円~1000 万円	1000~万円	回答なし
就業 0 人	26.09	26.93	32.18	31.06	24.80
就業 1 人世帯 1 人	31.12	35.17	30.29	33.09	30.33
就業 1 人世帯 2~人	25.00	24.53	23.54	23.45	22.56
就業 2 人世帯 2 人	22.92	30.43	30.37	31.53	31.36
就業 2 人世帯 3~人	28.30	23.13	21.02	21.67	21.73
就業 3~人	44.62	29.32	26.12	29.13	28.46

(単位:分)

なお，消費税の増税によって，2019 年 10 月より JR・私鉄各社で約 1.018 倍の運賃値上げが認可された[21]．このため，2023 年時点の鉄道費用データは一律で 1.018 を割り戻す補正をしている．

5. 交通手段選択モデルの推定

(1) 移動目的別のモデル推定結果

表-4 と**表-5** に，それぞれ通勤目的と自宅発私事目的のモデルの推定結果を示す．両モデルとも尤度比は 0.7 前後であり，モデルの当てはまりは確保されている．

トリップ数が極端に不足している個人属性の交通サービス水準データが含まれる場合，モデル推定の計算が収束しない．そのため，50 以下のトリップ数しか含まれない個人属性の交通サービス水準データは，モデル推定には利用しない．**表-4** と**表-5** において，この属性の総費用とラインホール時間のパラメータは「-」としている．

さらに，トリップ数が 100 以下，もしくは，どちらか一方の t 値が-1.96 以上の属性において，総費用とラインホール時間のパラメータは便益算定に用いない．

以上の条件により不採用となった個人属性のパラメータは，採用された他の個人属性のパラメータで代用する．所得階層が同じである場合は交通手段選択における選好が類似すると考えられるため，同じ所得階層における，世帯構成間のサンプル数を用いた加重平均の値を，不採用となった総費用とラインホール時間のパラメータの代わりに採用する．**表-4** と**表-5** において，「†」と示されたパラメータは不採用としている．

なお，世帯年収に対する回答がなかったサンプルはパラメータ推定には用いないが，利用者便益の算定には利用する．これらのサンプルに対する総費用とラインホール時間のパラメータは，同じ世帯構成間でサンプル数を用いた加重平均を採用する．

表-4 通勤目的交通手段選択モデルの推定結果

項目名	
サンプル数	55601
初期尤度	-53339
最終尤度	-15038
尤度比	0.7181

パラメータ	
鉄道定数項α_{rail}	2.403*(42.22)
バス定数項α_{bus}	0.069 (1.29)
駅端末利便性β_{ACC}	0.251*(58.12)
車保有ダミーβ_{mycar}	1.422*(36.71)
都心ダミーβ_{cbd}	-1.747*(-49.75)
短距離ダミーβ_{short}	1.126* (24.66)

	200 万円未満	200 万円以上 600 万円未満	600 万円以上 1000 万円未満	1000 万円以上	回答なし
総費用(円)					
就業 0 人	-†	-0.0018† (-1.40)	-†	-†	-0.0024
就業 1 人世帯 1 人	-0.0040* (-3.68)	-0.0022* (-11.21)	-0.0026* (-9.08)	-0.0031* (-4.89)	-0.0024
就業 1 人世帯 2~人	-0.0011* (-2.58)	-0.0020* (- 12.83)	-0.0022* (-15.97)	-0.0024* (-12.31)	-0.0022
就業 2 人世帯 2 人	-0.0008 (-0.47)	-0.0022* (-7.60)	-0.0021* (-10.76)	-0.0019* (-8.06)	-0.0021
就業 2 人世帯 3~人	-0.0044* (-2.31)	-0.0024* (-10.28)	-0.0025* (-18.67)	-0.0027* (-14.59)	-0.0025
就業 3~人	-0.0030 (-1.02)	-0.0033* (-7.32)	-0.0020* (-9.21)	-0.0029* (-13.44)	-0.0026
ラインホール時間(分)					
就業 0 人	-†	-0.1006*† (-2.56)	-†	-†	-0.0486
就業 1 人世帯 1 人	-0.0431* (-6.59)	-0.0523* (-23.48)	-0.0597* (-14.87)	-0.0425* (-6.29)	-0.0529
就業 1 人世帯 2 人	-0.0435* (-7.33)	-0.0525* (-23.44)	-0.0438* (-22.18)	-0.0485* (-16.68)	-0.0480
就業 2 人世帯 2 人	-0.0442*† (-3.04)	-0.0406* (-13.79)	-0.0492* (-18.25)	-0.0486* (-15.69)	-0.0466
就業 2 人世帯 3 人	-0.0440*† (-2.50)	-0.0489* (-16.95)	-0.0492* (-24.77)	-0.0496* (-20.26)	-0.0492
就業 3 人	-0.0707*† (-2.51)	-0.0430* (-9.14)	-0.0480* (-16.26)	-0.0475* (-16.93)	-0.0470

*5%有意

†着色された個人属性は，推定されたパラメータを不採用とし，同じ所得階層における世帯構成間のサンプル数を用いた加重平均を代わりに採用する．

注：世帯年収が「回答なし」の場合は，同じ世帯構成間でトリップ数を用いた加重平均を採用する．

表-5 自宅発私事目的交通手段選択モデルの推定結果

項目名	
サンプル数	15196
初期尤度	-14907
最終尤度	-4808
尤度比	0.6775

パラメータ	
鉄道定数項α_{rail}	1.441*(12.88)
バス定数項α_{bus}	-0.624*(-6.49)
駅端末利便性β_{ACC}	0.252* (26.28)
車保有ダミーβ_{mycar}	0.772* (9.84)
都心ダミーβ_{cbd}	-1.546* (-23.89)
短距離ダミーβ_{short}	2.033* (31.17)

	200 万円未満	200 万円以上 600 万円未満	600 万円以上 1000 万円未満	1000 万円以上	回答なし
総費用(円)					
就業 0 人	-0.0076* (-6.53)	-0.0045* (-6.22)	-0.0068*† (-4.14)	-†	-0.0057
就業 1 人世帯 1 人	-0.0028† (-1.61)	-0.0034* (-4.20)	-0.0010† (-0.67)	-†	-0.0040
就業 1 人世帯 2~人	-0.0064* (-4.04)	-0.0031* (-8.20)	-0.0035* (-8.97)	-0.0037* (-8.56)	-0.0035
就業 2 人世帯 2 人	-†	-0.0045* (-4.79)	-0.0029* (-3.37)	-0.0024* (-2.39)	-0.0035
就業 2 人世帯 3~人	-†	-0.0036* (-5.86)	-0.0028* (-6.80)	-0.0028* (-5 78)	-0.0030
就業 3~人	-†	-0.0066* (-4.03)	-0.0029* (-3.70)	-0.0022* (-3.05)	-0.0032
ラインホール時間(分)					
就業 0 人	-0.0258* (-4.34)	-0.0254* (-4.70)	-0.0093† (-0.98)	-†	-0.0268
就業 1 人世帯 1 人	-0.0392*† (-3.89)	-0.0416* (-7.00)	-0.0436*† (-3.66)	-†	-0.0380
就業 1 人世帯 2 人	-0.0240* (-2.38)	-0.0346* (-9.61)	-0.0416* (-10.76)	-0.0458* (-9.60)	-0.0389
就業 2 人世帯 2 人	-†	-0.0312* (-4.61)	-0.0409* (-5.42)	-0.0591* (-5.03)	-0.0404
就業 2 人世帯 3 人	-†	-0.0496* (-7.77)	-0.0312* (-8.67)	-0.0450* (-9.69)	-0.0394
就業 3 人	-†	-0.0571* (-3.58)	-0.0253* (-4.32)	-0.0526* (-6.52)	-0.0430

*5%有意

†着色された個人属性は，推定されたパラメータを不採用とし，同じ所得階層における世帯構成間のサンプル数を用いた加重平均を代わりに採用する．

注：世帯年収が「回答なし」の場合は，同じ世帯構成間でトリップ数を用いた加重平均を採用する．

(2) 時間価値の検証

移動目的別のモデル推定結果をもとに，時間価値を算出した結果を**表-6** と**表-7** に示す．時間価値とは，時間の変化に対する支払意思額であり，交通に対する機会費用を表す指標として利用される [15]．所得階層p，世帯構成qの交通の時間価値VOT_{pq}は式(7)で定義する．

$$VOT_{pq} = \beta_{time}^{pq} / \beta_{cost}^{pq} \quad [円/分] \qquad (7)$$

本研究で推定した時間価値は，移動目的別に異なる傾向が見られた．通勤目的では，全サンプルを用いて推定した時間価値は20.96[円/分]であり，ほとんどの個人属性においてこの前後の値を取っている．所得階層が高いほど時間価値も高い傾向にならなかった理由として，就業者の多くは通勤手当を受けており，世帯年収が交通行動に影響する余地が小さくなっていることが考えられる．

一方，自宅発私事目的では全サンプルを用いた推定値は11.94[円/分]であり，所得階層に伴って時間価値が高くなる傾向が見られた．これは，日常的な余暇活動や買物を目的とした交通手段の選択はその都度行われる傾向が強く，選択の度に個人属性の影響が反映された結果だと考えられる．

表-6 通勤目的の時間価値

所得階層/世帯構成	~200 万円	200 万円 ~600 万円	600 万円 ~1000 万円	1000~万円	回答なし
就業 0 人	14.10	22.58	21.01	19.07	20.31
就業 1 人世帯 1 人	10.67	24.04	22.63	13.65	21.65
就業 1 人世帯 2~人	38.33	25.78	19.70	20.20	22.09
就業 2 人世帯 2 人	14.10	18.84	23.11	25.71	22.57
就業 2 人世帯 3~人	14.10	20.80	19.72	18.42	19.41
就業 3~人	14.10	13.05	23.62	16.37	17.87

(単位:円/分)

注：着色された個人属性は，推定パラメータを不採用．

表-7 自宅発私事目的の時間価値

所得階層/世帯構成	~200 万円	200 万円 ~600 万円	600 万円 ~1000 万円	1000~万円	回答なし
就業 0 人	3.37	5.59	11.51	16.00	4.73
就業 1 人世帯 1 人	3.48	12.40	11.51	16.00	9.56
就業 1 人世帯 2~人	3.78	11.01	11.92	12.36	11.03
就業 2 人世帯 2 人	3.48	6.92	14.07	24.91	11.40
就業 2 人世帯 3~人	3.48	13.88	11.09	16.22	13.10
就業 3~人	3.48	8.67	8.75	23.94	13.33

(単位:円/分)

注：着色された個人属性は，推定パラメータを不採用．

6. 利用者便益の分配評価

(1) 利用者便益の集計

分配評価を行う際は，各サンプルに対して拡大係数を用いた上で，個人属性ごとの利用者便益の中央値の集計と箱ひげ図の作成を行う．

また，異なる時点の鉄道交通サービス水準のデータを用いているため，ダイヤ変更による負の利用者便益が発生する場合がある．分析対象の事業によって発生した便益に着目するため，正の値をとる利用者便益について集計や分布の分析を行う．

(2) 通勤目的便益の分配評価

神奈川東部方面線事業を対象とした利用者便益について，**表-8** は通勤目的の所得階層・世帯構成別の中央値の集計表，**図-3** と**図-4** はそれぞれ所得階層別，世帯構成別の分布の箱ひげ図である．

表-8 によると，パラメータが採用された個人属性の中で「世帯年収 1000 万円以上，就業人数 1 人世帯人数 2 人以上」の属性において最も中央値が高くなっている．所得階層間で比較すると，ほとんどの世帯構成に対して所得が高くなるほど便益も高くなる傾向が見られた．

また，**表-6** と比較すると，時間価値と利用者便益が全く同様の傾向を示してはいないことが読み取れる．これは，交通手段選択モデルのパラメータをもとにした機会費用だけではなく，個人属性ごとの移動実績の違いが利用者便益に影響しているためだと考えられる．移動実績の違いの要因として，通勤先の公共交通の整備状況や，職種間の始業時刻の違いが挙げられる．

図-3 によると，所得が高いほど利用者便益の中央値は上がるが，四分位範囲は 200 万円以上の世帯において大きな差がなかった．これは，「世帯年収 200 万円未満」の世帯は通勤時間（距離）が比較的短いため（**表-2** 参照），本事業の整備効果がある地域を通過する割合が低いことが理由だと考えられる．

図-4 から，通勤目的便益は世帯構成間でほとんど差がないことが読み取れる．最も便益が低いのは就業者 3 人以上の世帯だが，これは通勤範囲が狭い就業者が含まれる割合が，他よりも高いことが理由として考えられる．

以上，通勤目的便益の分配は世帯構成間で大きな違いはないものの，所得階層間では所得に伴う中央値の増加が観察された．また，「世帯年収 200 万円未満」や「就業人数 3 人以上」の属性において比較的低い便益分布になったのは，通勤目的の時間価値だけではなく，移動実績の違いが影響しているからと考えられる．

表-8 通勤目的利用者便益の所得階層・世帯構成別中央値

所得階層/世帯構成	~200 万円	200 万円~600 万円	600 万円~1000 万円	1000~万円	回答なし
就業 0 人	74.07	26.59	70.89	44.56	12.69
就業 1 人 世帯 1 人	13.25	34.52	38.39	21.22	38.02
就業 1 人 世帯 2~人	18.60	30.43	43.46	55.34	40.07
就業 2 人 世帯 2 人	8.94	20.45	37.25	48.06	33.76
就業 2 人 世帯 3~人	10.54	17.64	26.33	33.34	25.05
就業 3~人	8.13	11.29	18.30	27.21	20.59

(単位:円/トリップ)

注：着色された個人属性は，推定パラメータを不採用．

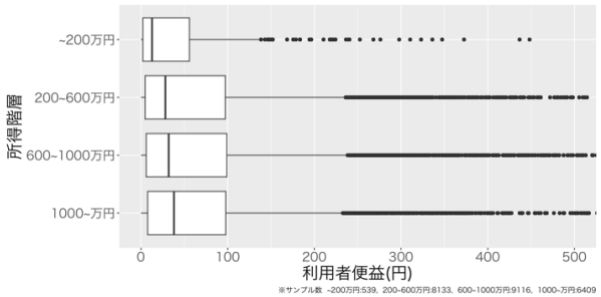


図-3 通勤目的利用者便益の所得階層別の箱ひげ図

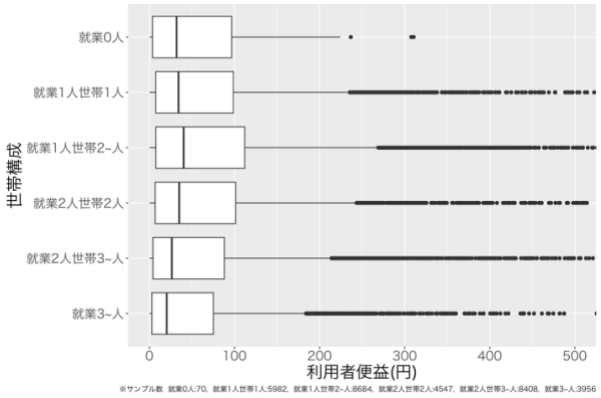


図-4 通勤目的利用者便益の世帯構成別の箱ひげ図

(3) 私事目的便益の分配評価

同事業の利用者便益について，**表-9** は自宅発私事目的の所得階層・世帯構成別の中央値の集計表，**図-5** と**図-6** はそれぞれ所得階層別，世帯構成別の箱ひげ図である．

表-9 によると，パラメータが採用された個人属性の中で「世帯年収 1000 万円以上，就業人数 2 人世帯人数 2 人」の属性において最も中央値が高くなっている．所得階層ごとに比較すると，通勤目的の場合と同様に，所得が高くなるほど便益も高くなる傾向が見られた．また，世帯構成ごとに比較すると，「就業人数 1 人世帯人数 1

人」と「就業人数 2 人世帯人数 2 人」の属性において，他よりも大きな便益を示している．

図-5 によると，「200 万円以上 600 万円未満」と「600 以上 1000 万円未満」との間に大きな違いはなかったが，中央値と四分位範囲の両者で，所得に伴って便益が高くなる傾向が観察された．特に，「200 万円未満」の第三四分位と「1000 万円以上」の中央値がほぼ一致しており，両者で便益の分配に大きな差が生じている．私事目的では，所得階層間の時間価値の差異は示されているが，移動実績の差異も分配効果に影響していると考えられる．例えば，所得階層が上がるほど機会費用が高くなるのみならず，余暇活動の過ごし方や居住地の公共交通の整備状況の違いが変化することが起因すると考えられる．

図-6 によると，「就業人数 1 人世帯人数 1 人」と「就業人数 2 人世帯人数 2 人」の属性が，大きな便益を得る割合が高いことが示されている．この要因として，買物などの日々の私事目的の行動を就業していない人が担うことによって，機会費用と移動実績の両面で差が生じていることが考えられる．さらに，就業している人が買物行動や余暇活動をする際に，通勤定期券を利用することで公共交通の整備効果がより顕著になることも要因として挙げられる．また，就業者のみの単身世帯や二人暮らし世帯は子育て世帯や高齢者のいる世帯よりも，多様な活動先施設が集積した都心部を目的地とする割合が高い可能性も考えられる（**表-3** 参照）．

つまり，自宅発私事目的の利用者便益は所得に伴って増加し，就業者のみの単身世帯と二人暮らし世帯は他よりも高い傾向にある．また，通勤目的と比較すると，利用者便益の個人属性間の差異はより顕著であった．これは，私事目的において世帯構成間の移動実績の差異が大きく（**表-2** と**表-3** 参照），所得階層間の機会費用の差異も大きいからである考えられる（**表-6** と**表-7** 参照）．

表-9 私事目的利用者便益の所得階層･世帯構成別中央値

所得階層/世帯構成	~200 万円	200 万円~600 万円	600 万円~1000 万円	1000~万円	回答なし
就業 0 人	1.00	1.43	4.78	1.96	1.14
就業 1 人世帯 1 人	0.91	7.63	6.77	12.09	5.43
就業 1 人世帯 2~人	0.20	1.06	1.69	2.49	1.45
就業 2 人世帯 2 人	3.79	1.68	4.14	12.28	2.09
就業 2 人世帯 3~人	0.24	0.53	1.59	3.08	1.87
就業 3~人	72.48	0.58	0.97	5.44	1.33

(単位:円/トリップ)

注：着色された個人属性は，推定パラメータを不採用．

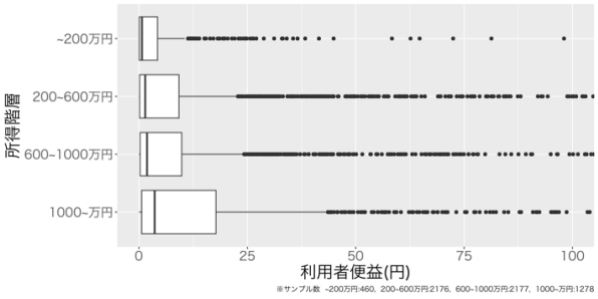


図-5 私事目的利用者便益の所得階層別の箱ひげ図

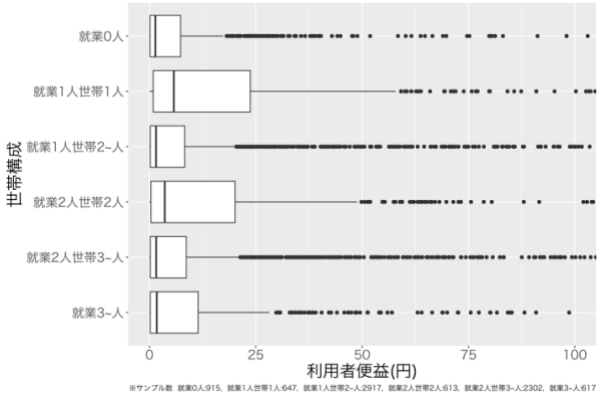


図-6 私事目的利用者便益の世帯構成別の箱ひげ図

7. おわりに

本研究では，所得階層・世帯構成ごとの選好の違いを表現する交通手段選択モデルを推定した上で，特定の都市鉄道整備事業を対象に利用者便益の個人属性別の帰着を分析した．その結果，移動目的ごとに程度の違いはあるものの，個人属性間で利用者便益の分布に差が生じることが示された．これまで詳しく分析されていなかった，実際の交通プロジェクトを対象にした分配効果について一定の理解を得るに至ったといえる．

通勤目的の利用者便益の所得階層間の差異については，居住地や通勤先を踏まえた移動実績に起因する面が大きい．特に，200 万円以上の世帯においては，通期目的の便益の分布に所得階層間で違いはほとんどなく，自宅発私事目的と比較すると個人属性間の便益の差異は小さいといえる．つまり，一定の所得がある鉄道利用者の通勤トリップに対しては，均質的な分配効果を持った交通整備であったと評価できる．一方，所得が最も少ない層に対して通勤の費用や時間を低減させ，労働環境の格差を改善するといった側面は不足しているとも評価できる．これらの層に対しては，企業等における通勤手当の対象者の範囲拡大や対応する制度的措置による通勤の費用負担の軽減は重要な課題である．

自宅発私事目的は通勤目的よりも利用者便益の個人属性間の差が大きく，これは個人属性間の機会費用や移動

実績の違いが反映されていた．この傾向は，通勤手当のような階層間の機会費用の格差を補填する施策がないことや，鉄道網が発達した都心部は就業者のみの世帯や所得の高い世帯が居住しやすいといった特徴が反映された結果であると評価できる．

本研究では対象事業の整備前後で分布交通量を同一として（整備前の値で整備後の値を近似して），都市鉄道整備の利用者便益の分配効果を分析した．分析対象事業の特徴にも依存するが，沿線の土地利用変化や目的地選択なども内生的に扱う方が望ましい．さらに，他の都市圏や新興国においても，公共交通整備による利用者便益の分配効果に関する実証的な知見は不足している．さらなる関連の知見を踏まえた上で， 分配評価の有用性やその政策的示唆について議論をしていく必要がある．

参考文献

1) 国土交通省交通政策審議会: 東京圏における今後の都市鉄道のあり方について（答申），http://www.mlit.go.jp/common/001126948.pdf, 2016.
2) 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），https://www.mlit.go.jp/common/000224631.pdf, 2012.
3) 小林渉，福田大輔，岩倉成志: スケジューリングアプローチによる都市鉄道の列車遅延及び定時性の経済評価，土木学会論文集 D3（土木計画学），Vol.76, No.3, pp.236–250, 2020.
4) 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, Vol.17, pp.237-245, 2000.
5) Litman, T.: Evaluating Transportation Equity Guidance for Incorporating Distributional Impacts in Transport Planning, *Victoria Transport Policy Institute*, https://www.vtpi.org/equity.pdf, 2023.
6) Pereira, R. H. M., Schwanen, T., Banister, D.: Distributive justice and equity in transportation, *Transport Reviews*, Vol.37, No.2, pp.170-191, 2017.
7) Geurs, K.T.and van Wee, B.: Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions , *Journal of Transport Geography*, Vol.12, No.2, pp.127-140, 2004.
8) van Wee, B.: Accessibility and equity: A conceptual framework and research agenda, *Journal of Transport Geography*, Vol.104, 103421, 2022.
9) Bills, T. S., Sall, E. A., and Walker, J. L.: Activity-Based Travel Models and Transportation Equity Analysis: Research Directions and Exploration of Model Performance, *Transportation Research Record*, Vol.2320, No.1, pp.18–27, 2012.
10) Bills, T. S. and Walker, J. L.: Looking beyond the mean for equity analysis: Examining distributional impacts of transportation improvements, *Transport Policy*, Vol.54, pp.61-69, 2017.
11) Bills, T. S., Twumasi-Boakye, R., Broaddus, A., and Fishelson, J.: Towards transit equity in Detroit: An assessment of microtransit and its impact on employment accessibility, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol.109, 103341, 2022.
12) Dixit, M. and Sivakumar, A.: Capturing the impact of individual characteristics on transport accessibility and equity analysis, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol.87, 102473, 2020.
13) Nahmias-Biran, B. and Shiftan, Y.: Using activity-based models and the capability approach to evaluate equity considerations in transportation projects, *Transportation*, Vol.47, No.5, pp.2287–2305, 2020.
14) Kato, H. and Fujiu, M.: How Does the Value of Travel Time Saving Vary Over the Individual's Income?, *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol.7, pp.128-140, 2007.
15) Fournier, N. and Christofa, E.: On the impact of income, age, and travel distance on the value of time, *Transportation research record*, Vol.2675, No.3, pp.122-135, 2021.
16) Paleti, R., Vovsha, P., Givon, D., and Birotker, Y.: Impact of individual daily travel pattern on value of time, *Transportation*, Vol.42, No.6, pp.1003–1017, 2015.
17) 国土交通省交通政策審議会陸上交通分科会鉄道部会・今後の都市鉄道のあり方に関する小委員会需要評価・分析・推計手法ワーキング・グループ: 鉄道需要分析手法に関するテクニカルレポート，http://www.mlit.go.jp/common/001138608.pdf, 2016.
18) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構: 神奈川東部方面線事業に関する対応方針, https://www.jrtt.go.jp/construction/committee/asset/07.pdf, 2022.
19) 東京都市圏交通計画協議会: 新たなライフスタイルを実現する人中心のモビリティネットワークと生活圏―転換点を迎えた東京都市圏の都市交通戦略―, https://www.tokyo-pt.jp/static/hp/file/publicity/toshikoutsu_1.pdf, 2021.
20) 厚生労働省政策統括官：平成 30 年　国民生活基礎調査の概況, https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa18/dl/03.pdf, 2019.
21) 国土交通省鉄道局: 消費税率引上げに伴う鉄軌道事業者の旅客運賃等の上限変更認可について（本省権限事業者分）, https://www.mlit.go.jp/report/press/tetsudo02_hh_000118.html, 2019.

EVALUATING DISTRIBUTIONAL IMPACTS OF URBAN RAIL IMPROVEMENTS: EVIDENCE FROM A RAIL PROJECT IN KANAGAWA, JAPAN

Yohei NAGA, Ryosuke ABE, and Ryoma Gohto