

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.1279

March 2024

リニア中央新幹線開業後の航空需要予測における交通手段の 選択構造の検討

臼井衣織・黒田優佳・鎌倉崇

Consideration of Choice Tree Structure for Modal Choice Model
in Aviation Demand Forecasting after the Start of Linear Chuo Shinkansen

USUI Iori, KURODA Yuka, KAMAKURA Takashi

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

リニア中央新幹線開業後の航空需要予測における 交通手段の選択構造の検討

臼井衣織*・黒田優佳**・鎌倉崇***

要 旨

リニア中央新幹線の開業は国内航空旅客市場の競合環境に変化をもたらすと予想される。航空需要予測モデルにおいては、リニア開業により発生する航空への影響が適切に考慮される必要がある。

とりわけ、国土技術政策総合研究所（国総研）の既存の航空需要予測モデル（国総研モデル）はリニアを既存の鉄道と区別して表現する手段を持たないことから、リニアの選択肢が適切に表現できるよう改善が必要である。

このため本資料は、国総研モデルに適用する最適な交通手段の選択構造について、試行し考察するものである。ロジットモデルのIIA特性に着目し選択構造を比較検討した。

その結果、鉄道機関についても航空と同様に経路選択モデルを導入した、ネスト型のロジットモデルによりリニアを表現する方法が最適であることを確認した。

キーワード：航空需要予測，リニア中央新幹線，交通機関選択モデル，ロジットモデル，選択構造

*空港研究部空港計画研究室交流研究員（株式会社日本空港コンサルタンツ）

**空港研究部空港計画研究室長

***空港研究部主任研究官

Consideration of Choice Tree Structure for Modal Choice Model in Aviation Demand Forecasting after the Start of Linear Chuo Shinkansen

USUI Iori*

KURODA Yuka**

KAMAKURA Takashi***

Synopsis

The Linear Chuo Shinkansen (high-speed railway), which scheduled to open in 2027, is expected to change the competitive environment in the domestic aviation demand market. In the aviation demand forecasting model, it is necessary to properly consider the impact that the start of the Linear will have on aviation.

In particular, the NILIM model, the aviation demand forecasting model of the National Institute for Land and Infrastructure Management (NILIM), does not have a way to distinguish Linear and existing railways, so it needs to be improved so that Linear options can be expressed appropriately.

In this paper, we considered the best type of choice tree structure for modal choice model in the NILIM model. We focused on the IIA characteristics of the logit model and compared the choice structures.

As a result, we learned that the best tree structure to express the Linear is a nested logit model, which introduces a route choice model not only for aviation but also for railways.

Key Words: Aviation Demand Forecasting, Linear Chuo Shinkansen, Modal Choice Model, Choice Tree Structure, Logit Model

* Guest Research Engineer of Airport Planning Division, Airport Department
(JAPAN AIRPORT CONSULTANTS. INC.)

** Head of Airport Planning Division, Airport Department

*** Senior Researcher, Airport Department

目 次

1. はじめに	1
2. リニア中央新幹線の概観と航空への影響	1
3. リニアを考慮したモデル検討の視点	2
3.1 既存モデルの概観	2
3.2 既往の研究	3
3.3 モデル検討の視点	4
4. 検討モデル	4
4.1 ロジットモデルのIIA特性	4
4.2 既存モデルと検討モデル	5
5. モデルの選択構造の検証	6
5.1 SP調査の実施	6
5.2 SP調査結果と感度分析	8
5.3 SP調査結果によるモデルの比較	12
5.4 ネスト型ロジットモデルの妥当性検証	14
5.5 鉄道の需要予測モデルの確認	15
5.6 最適なモデルの検証結果	16
6. 考察	17
7. まとめ	18
謝辞	19
参考文献	19
付録	20

1. はじめに

航空・空港政策の検討において、将来にどれだけの航空需要が見込まれるかは重要な情報である。我が国の航空需要予測値は、交通政策審議会航空分科会基本政策部会（国土交通省航空局(2013)）で公表され、首都圏空港の機能強化に係る検討の基礎資料となるなど、航空ネットワークの充実や空港の機能高度化に関連する航空局の施策検討に大きな役割を果たしてきた。

国土技術政策総合研究所では、航空需要予測手法の改善に向けた研究を継続的に行っている。航空需要予測モデル及び需要予測値の精度と信頼性の向上を通じて、我が国の航空・空港の発展に貢献してきた。今後も、更なる訪日外国人の増加、格安航空会社（以下、「LCC」という。）の拡大等を見据えた大都市圏空港の機能強化、地方空港の国際化対応などの航空政策の検討に資するため、航空需要動向・航空市場の環境変化を一層的確に捉えた航空需要予測モデルへ、改善が求められている。

国土技術政策総合研究所が開発している航空需要予測モデル（国土交通省国土技術政策総合研究所(2010)）（以下、「国総研モデル」という。）は、四段階推計法に則った形式である。国内航空旅客需要予測モデルでは、全国で発生した交通量をOD間の交通量に分け、OD間の交通量を各種交通機関の選択率で按分することで、交通機関別の交通量を推計する。航空はOD間で選択しうる交通機関の一つであり、他の交通機関とともに交通機関選択モデルで選択率を算出し、それによって航空需要量を推計する。交通機関の選択率は相対的に算出される数値である。航空の選択率には、航空の利便性のみならず他の交通機関の利便性も影響する。従って、あくまで航空需要を算出するための予測モデルではあるが、競合となる他の交通機関の選択肢も適切に設定する必要がある。

現在、東京と大阪を結ぶ新たな交通手段として、JR東海によりリニア中央新幹線（以下、「リニア」という。）の整備が進められている。リニアは全国新幹線鉄道整備法に基づいて計画された新幹線鉄道であり、超電導磁気浮上方式にて走行する。最高設計速度は505km/hにまでのぼり、東京～大阪間の438kmを67分で走行することが可能となる（国土交通省(2019)）。リニア開業は国内航空旅客市場の競合環境に変化をもたらすと予想されることから、国総研の既存の国内航空旅客需要予測モデル（以下、「既存モデル」という）はリニアの影響を的確に考慮できるよう、改善が必要となる。

リニア開業後の航空需要に関する既往研究には、三浦(2009)、山口・山崎(2010)がある。双方ともリニアの需

要に主眼を置き、航空を含めた将来需要の推計を実施したものである。山口・山崎(2010)は、リニア開業後の航空需要量について、同じ実績データを使用したにもかかわらず三浦(2009)の算出結果と差が生じたとしており、それは交通手段の選択率の計算に関わるロジットモデルの、選択構造の違いによるものと言及している。その他に、リニアや羽田空港発着LCCといった、現存せず実績データが無い交通手段について、利用者の表明選好意識に基づいて選択状況を把握し、交通手段の選択にかかるロジットモデルのパラメータ推定を実施した井上ほか(2014)がある。既存モデルの体系では、鉄道の交通手段は1種類で代表させる選択構造になっている一方で、これら3件の既往研究は、いずれも新幹線とリニアを選択肢として区別し、すなわち鉄道の交通手段を2種類に増やし、リニアを表現している。鉄道の交通手段を1種類で代表させるべきか、新幹線とリニアで区別して扱うべきかをテーマにした既往研究は見られない。

本研究では、リニア開業後の国内航空旅客需要予測モデルにおける、交通手段の選択構造について検討する。鉄道の交通手段について、新幹線とリニアで区別して扱うべきか、また、区別する場合にはどのような交通手段の選択構造が最適なのかを検討し、利用者の選好意識を問う調査の結果に基づき検証する。

本資料の構成は次のとおりである。2章では、リニアの概要及び過去の整備新幹線開業事例から、国内航空旅客需要予測においてリニアの影響を考慮する必要性を確認する。3章では、既存モデルの内容を確認した上で、リニア開業後の国内航空旅客需要予測に関する既往研究をレビューし、モデルでリニアを考慮するにあたっての視点を確認する。4章では、ロジットモデルのIIA特性に着目し、既存モデル及び検討する3パターンのモデルの選択構造について整理する。5章では、検討する3パターンの選択構造について、アンケート調査から得た仮想の選択実績との比較、及びロジットモデルの必要条件に基づいた階層構造の妥当性検証により、最適な選択構造を特定する。6章では、5章までの結果を踏まえ、国総研モデルに適用するリニア開業後の交通手段の選択構造に関する考察を示す。7章は、本資料のまとめである。

2. リニア中央新幹線の概観と航空への影響

現在、東京と大阪を結ぶ新たな交通手段であるリニアの整備が進められている。リニアの整備については、交通政策審議会陸上交通分科会鉄道部会中央新幹線小委員会による検討を経て、2011年5月に整備計画、及び営業・

建設主体をJR東海とすることが決定された。走行区間は東京都～大阪市間でありJR東海による東海道新幹線と類似しているが、東京～名古屋間で主に太平洋側を走行する東海道線と異なり、リニアの主な経過地は甲府市附近・南アルプス中南部・名古屋市附近・奈良市附近が予定されている。今後、品川～名古屋間、名古屋～大阪間を含む全線が段階的に開業する予定である。現行の新幹線より速いことに特徴があり、最高設計速度は時速505kmである。品川～名古屋間は路線延長286kmを40分、東京～大阪間の438kmを67分で走行することが可能である(国土交通省(2019))。現行のJR東海の東海道新幹線が、最高時速285kmで東京駅～新大阪駅間の552.6kmを143分で走行することを考えると、所要時間が大幅に短縮されることが分かる(JR東海(2022), JR東海(2023))。

リニアはその走行区間や速達性から、開業により国内航空旅客市場の競合環境に変化をもたらすと予想される。リニア開業による国内航空旅客需要への具体的な影響を予想するため、類似の事例として、過去の鉄道整備による航空需要への影響を整理した。

近年の整備新幹線の開業事例として、JR東日本・西日本による北陸新幹線開業を例にとる。北陸新幹線は2015年3月に長野～金沢間が開業したことで、かねてより整備が進んでいた東京～長野間を含む東京～金沢間が開通した。東京～金沢間が開業する前にあたる2010年度と開業後にあたる2015年度について、全国幹線旅客純流動調

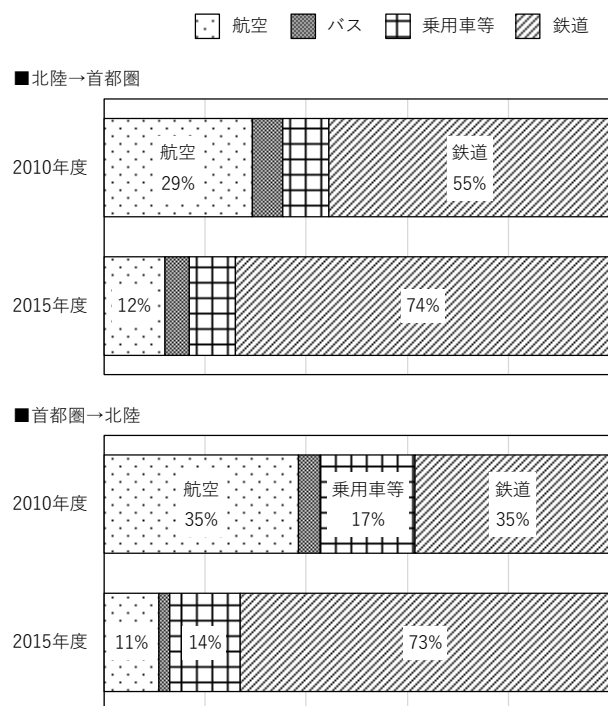


図-1 北陸新幹線開業による選択率の変化

査を用いて旅客流動を比較すると、図-1から分かる通り首都圏～北陸間での旅客流動に占める鉄道の選択率が急増している。開業前後で各交通手段の選択率を見ると、整備新幹線の開業により主に航空の選択率が大幅に減少し、その分が鉄道へ転換したことが確認できる(国土交通省(2010b), (2015))。

北陸新幹線開業による選択率の変化は、あくまで整備新幹線開業による影響の一例に過ぎない。しかし、リニア開業後においても同様に航空からリニアへの転換需要が発生し、航空選択率が低下することが予想される。このため、開業の影響を十分に考慮できるよう、既存モデルの改善が必要となる。

3. リニアを考慮したモデル検討の視点

従来の航空需要予測の手法を確認した上で、既往研究をレビューし、リニアを考慮した予測モデル検討にあたっての視点を確認する。

3.1 既存モデルの概観

既存モデルは四段階推計法に基づく体系となっており、全国で発生した交通量の内訳であるOD間の分布交通量を推計した後、交通機関選択モデルを用いて更に内訳となる交通機関別交通量を推計する。交通機関選択モデルは、OD間で選択可能な交通機関それぞれの所要時間・費用・運行頻度といった交通サービス水準を説明変数として、各交通機関の選択率を算出するために用いる。算出された交通機関選択率でOD間の交通量を按分することにより、OD間の交通機関別の交通量が推計できる。

交通機関選択モデルは2階層から成る。公共交通機関相互での選択と、私的交通機関である自動車と公共交通機関間での選択は、同じ選択構造をしているとは考えにくい。このために、公共交通機関相互での選択であるレベル1と、自動車と公共交通機関全体の選択であるレベル2の、2階層の選択構造で表現されている。公共交通機関全体の交通量は、レベル1にあたる公共交通機関相互の選択モデルから算出される選択率を用いて、OD間で選択しうる航空・バス・鉄道・船の最大4機関の選択肢に按分される。これにより推計された航空の交通量については、航空経路選択モデルを用いて、更に複数の航空経路別の交通量に分割される。図-2に選択構造を示した。

鉄道利用者についても想定される経路が複数存在する場合がある。例えば新宿区から長野市へ向かう交通行動について、東京駅から新幹線を利用する経路や、大宮駅

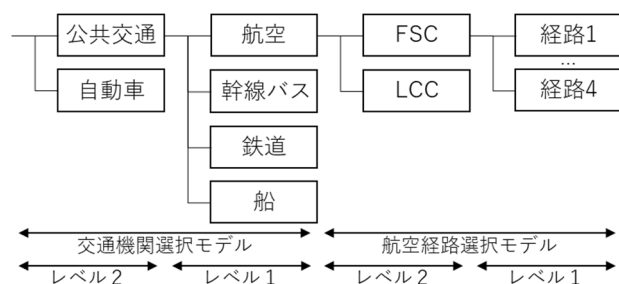


図-2 既存モデルの交通手段の選択構造

から新幹線を利用する経路、新宿駅から特急を利用する経路等、類似したいくつかの鉄道経路が考えられる。しかし、航空の需要予測においては航空が主たる交通機関の一つとなる200km以上のODが予測対象であり、そのようなODでは新幹線同士の並列もないことから、鉄道の経路は主要な1経路を対象とすれば競合として概ね充分であった。このことから既存モデルにおいては、鉄道は航空と異なり、OD間で所要時間が最短となる経路の1経路で交通手段を代表してきた。このことから、首都圏～西日本間等のODにおいて、従来の手法に則ってリニア開業後の需要を推計する際には、これまで東海道新幹線を代表経路としてきた「鉄道」の内容を、リニア経路に差し替える方法が想定される。

上記のとおり、各交通手段の交通量は、選択肢間で相対的に算出される選択率によって決定される。このため、航空の選択率には、航空の利便性のみならず他の交通手段の利便性も影響する。従って、あくまで航空需要を算出するためのモデルではあるが、競合となる他の交通手段の選択肢も適切に設定する必要がある。新たな幹線の交通手段であるリニアの影響も考慮する必要がある。

3.2 既往の研究

既往研究として、リニア開業後の航空に関する需要予測モデルに言及した3件の資料に着目した。いずれも研究目的は異なるものの、独自に需要予測モデルを構築し、国内幹線交通の需要を試算している。実績データからモデルを構築した三浦(2009)、山口・山崎(2010)、及び選好意識データからモデルを構築した井上ほか(2014)の詳細は、それぞれ以下のとおりである。

・多項型のロジットモデルを用いた例

三浦(2009)は大都市圏におけるリニアの需要推計を目的として、ロジットモデルの構築と需要の試算を行っている。需要推計には、航空・幹線バス・鉄道・自動車という既存の交通手段の選択肢にリニアが並列して表現さ

れる、多項型のロジットモデルを使用している。

各交通手段を選択して移動した場合の旅行者の効用は、旅行する2地点間の大圏距離、及び公共交通については各地点から駅やバス停までのアクセス・イグレス距離をパラメータとして表現しており、交通手段毎に異なる係数・定数項を与える形式をとっている。

モデルは実績データである全国幹線旅客純流動調査を実績値として推定している。リニアを選択した際の効用は、航空の大圏距離の係数、鉄道のアクセス距離の係数、及び航空の定数項をそれぞれ転用して表現している。

・ネスト型のロジットモデルを用いた例

山口・山崎(2010)は全国的なリニアの需要推計、及びJR東海の投資判断への考察を目的として、ロジットモデルの構築と需要の試算を行っている。交通手段の選択部分では、多項型ではなくネスト型のロジットモデルを採用しリニアを表現している。このため、リニアを既存の交通手段と並列ではなく、「鉄道」に連結して構築した鉄道経路選択モデルで、新幹線・在来線と並列させて表現している。

モデルは、実績データである全国幹線旅客純流動調査を実績値として推定している。鉄道経路選択モデルについては、交通機関選択モデルのパラメータ及び係数を転用し、新幹線とリニアの違いとしてその係数を定数で除した式で設定している。

山口・山崎(2010)では、既存の需要推計結果との比較として三浦(2009)を引き合いに出している。比較により、リニアが開業しなかった場合からリニアが開業した場合への航空需要の減少幅が、山口・山崎(2010)よりも三浦(2009)の方が大きいことを指摘している。また、この原因を、山口・山崎(2010)で採用したロジットモデルがIIA特性(4.1参照)を踏まえたネスト型であったのに対し、三浦(2009)では単純な多項型のロジットモデルを採用した点が影響していると考察している。これについて具体的には、ロジットモデルの選択構造の違いにより転換需要に差が出て、三浦(2009)で推定された航空からリニアへの転換需要量が山口・山崎(2010)での推定値より大きくなったと考えられる。

・選好意識データからモデルを推定した例

従来の航空需要予測では、実際の選択行動に基づく顕示選好調査(Revealed Preference. 以下、「RP調査」という。)の統計データにより必要なモデルのパラメータ推定を行ってきた。上記2件の既往研究で使用された需要予測モデルも、RP調査にあたる全国幹線旅客純流動調

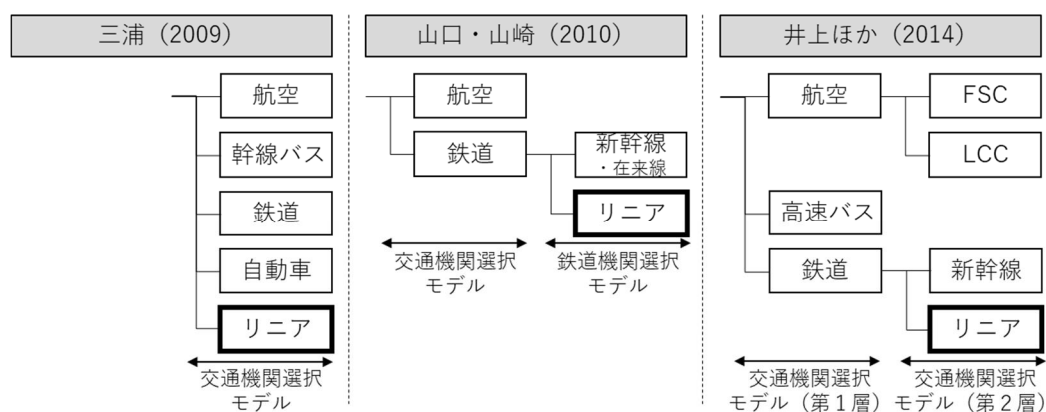


図-3 既往研究における交通手段の選択構造

査で得られた実績データに基づいて構築している。すなわち、未開業であるためにリニアの利用実績データは無いものの、既存の交通手段の利用実績を用いてリニアの需要を推計している。

一方で、現存しないリニアに対する仮想的な選択行動に基づき、ロジットモデルのパラメータ推定、及び需要推計を実施した研究もある。井上ほか(2014)は、リニアや羽田空港を発着するLCCといった現存しない交通手段の将来需要を推計しているが、利用者の表明選好意識に基づく調査(Stated Preference、以下、「SP調査」という。)により得たデータを基にロジットモデルのパラメータを推定している。ここでは山口・山崎(2010)と同様に、ネスト型のロジットモデルを構築し、リニアは既存の交通手段のうち、「鉄道」に連結して構築した鉄道経路選択モデルで、新幹線と並列させて表現している。

これら3件の既往研究は、図-3でその構造を示したとおり、いずれも新幹線とリニアを選択肢として区別し、すなわち鉄道の交通手段を2種類に増やすことで、リニアを表現している。一方、既存モデルは、3.1のとおり鉄道の交通手段は1種類で代表させることから、上記の3件と異なり、新幹線とリニアは選択肢として区別しない選択構造になっている。鉄道の交通手段を1種類で代表させるべきか、新幹線とリニアを選択肢として区別して扱うべきかについて、検討した既往研究は見られないことから、研究する意義がある。

また、モデルの選択構造の違いによる推計結果の違いについて、使用データや対象範囲等の条件を揃えた上でモデル構築と、推計値の比較による適切なモデルの検証が必要である。

3.3 モデル検討の視点

以上を踏まえ、本研究では次の3点の視点から、リニア開業後の国内航空旅客需要予測モデルにおける交通手段の選択構造について、検討を行う。

- ・リニアと新幹線を区別して扱うべきかどうかの検討
利用可能な交通手段の選択肢として、リニアと新幹線を区別すべきか、従来どおり鉄道の選択肢を1経路で代表させるべきかを検討する。

- ・リニアと新幹線を区別して扱う場合の選択構造の検討
リニアと新幹線を、選択肢として区別して扱う場合には、ロジットモデルの特性を踏まえた比較検討により、最適な選択構造を検討する。

- ・仮想の実態に基づいたリニアのモデル構築

リニアは未開業の交通手段のため、実績データは無い。しかし、より利用者の選択意向を反映したモデル構築を行うため、既存交通手段の実績データでリニアを代替させるのではなく、選好意識データを収集し、パラメータ推定に活用する。

4. 検討モデル

4.1 ロジットモデルのIIA特性

既存モデルに新たな選択肢を与える際、ロジットモデルのIIA特性による問題に配慮する必要がある。このため、本検討ではロジットモデルのIIA特性に注意し、最適なモデルの検証を行う。

これは、ロジットモデルにおいてIIA特性により、類似性が高い選択肢があるときにそれらの選択確率を過大に評価し、それ以外の選択肢については過小に評価する傾向が生じるためである。太田(1995)はこの状況について、「主要な属性が類似した選択肢のグループとそうでないもののが同時にある場合」や、「経路選択において経路の一部が重複している場合」等が当てはまるとし、これらの場合にロジットモデルをそのまま使うことには問題があり、ネスト型のロジットモデルの使用等を検討する必要があると指摘している。

リニア開業後の交通手段の選択構造について、所要時間が新幹線よりも大幅に短縮されるというリニアの特性を踏まえ、3パターンで比較し、最適な選択構造を検討する。以下でロジットモデルのIIA特性を踏まえ、既存モデル及び検討モデルを確認する。

4.2 既存モデルと検討モデル

(1) 既存モデル

現行の国総研モデルの国内航空旅客需要予測モデル（国土交通省国土技術政策総合研究所(2010)）である。現状の交通手段を表現しているため、リニアは選択肢に無い。新幹線については、3.1のとおり交通機関選択モデルの鉄道機関として1経路で代表させる。

鉄道利用者の経路は複数想定される場合があるが、1経路で代表させていることから、IIA特性による問題に配慮した選択構造とも言える。

(2) 検討モデル

3パターンの検討モデルについて、図-4に選択構造を記載した。各概要は以下のとおりである。モデル詳細は付録Aを参照されたい。

① 従来型

リニアを新幹線と区別することなく、新幹線の上位サービスとして扱う。リニアが利用可能な区間では交通機関選択モデルの鉄道機関のサービス水準を、新幹線からリニアに差し替えることでリニアを表現する。このため

リニアの選択率には、従来選択されていた東海道新幹線の選択率に加え、リニアと新幹線のサービスレベルの差分が寄与する。

既存モデルの考え方を踏襲し、鉄道機関は1経路で代表させることから、IIA特性による問題に配慮した選択構造と言える。一方で、モデルではリニアしか評価していないものの、実際には選択肢としてリニアと新幹線が共存している。双方は同じ交通手段とは言いつれず、いくつかの拠点は同じだが経路の重複も無い。また、新幹線利用者が全てリニアに転換するとは考えにくい。これらのことから、この選択構造では、モデルで表現されなくなった東海道新幹線の分、鉄道全体の利便性が過小評価され、航空の過大評価に繋がる可能性があり、推計の課題となると考えられる。

② ネスト型

リニアを新幹線と区別し、新幹線の上位サービスにあたる新しい鉄道経路として扱う。交通機関選択モデルの選択肢である鉄道機関に、鉄道経路選択モデルを連結させたネスト型ロジットモデルにて、新幹線と並列させてリニアを表現する。

既存モデルの考え方のみでは表現できないため、既存モデルの考え方をベースに新たに鉄道経路選択モデル、及び鉄道経路選択モデルに対応した交通機関選択モデルを構築した。

鉄道経路選択モデルを連結することで、IIA特性による問題に配慮しつつ、リニア・東海道新幹線の双方を区別

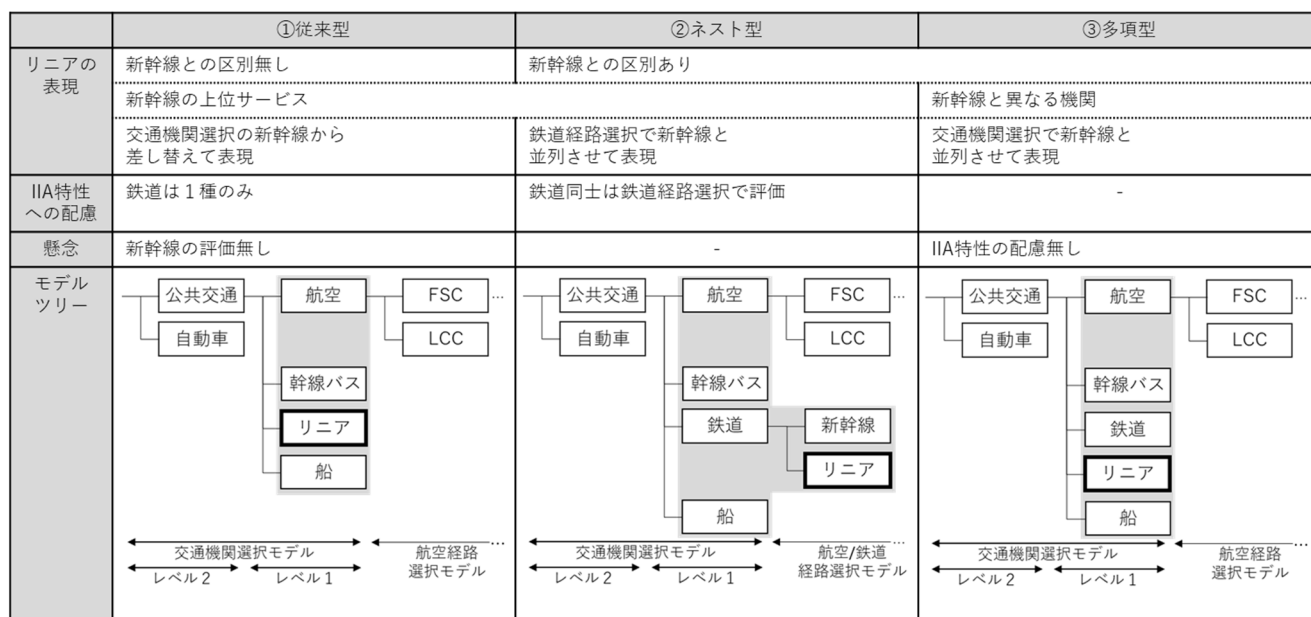


図-4 3パターンの検討モデル

して評価できる選択構造になっている。

③多項型

リニアを新幹線と区別し、新幹線とは異なる新たな交通サービスとして扱う。既存モデルの交通機関選択モデルに、新たな交通機関としてリニアの選択肢を追加し、多項型ロジットモデルで新幹線と並列させてリニアを表現する。

2章で示したとおり、リニアは鉄道の交通手段であること、発着地点、料金体系といった点で新幹線と性質が類似している。ロジットモデルのIIA特性を踏まえると、航空やバスといった交通手段と共に、リニアと新幹線という類似性の高い選択肢も並列させている本選択構造は、リニアの過大評価・航空の過小評価に繋がる可能性があり、推計の課題となると考えられる。

5. モデルの選択構造の検証

5.1 SP調査の実施

(1)SP調査とは

通常、航空需要予測は、利用者の実際の選択行動を問う交通の実績調査（RP調査）により得たデータで、推計に必要な需要関数のパラメータを推定する。しかし、リニアの様に現存しない交通手段については選択行動の実績が無い。このため、仮想の状況下での選択行動の意向を観測する、選好意識調査（SP調査）により得たデータを用いて必要なパラメータを推定することも可能である。本検証では、利用者のリニアに対するより現実的な選好状況を反映すべく、SP調査によるパラメータ推定を採用した。

(2)SP調査の実施

リニア開業後の利用者の交通手段の選択について把握すべく、SP調査を含むアンケート調査を実施した。詳細は以下のとおりである。

1)実施方法・実施時期

アンケート調査はWEB方式で、2022年12月28日～2023年1月10日の14日間に実施した。

2)調査対象者と調査フロー

調査は首都圏、中京圏、近畿圏、福岡県の居住者*を対象に実施した。該当地域の居住者に対し、回答者を抽出するために、本調査の前に旅行経験を問うスクリーニング調査を実施した。スクリーニング調査により、過去1年以内に首都圏～中京圏、首都圏～近畿圏、首都圏～福岡県のいずれかの区間を、航空、高速バス、新幹線のいずれかの交通手段で旅行をした経験がある者を抽出し、本調査の調査対象とした。

サンプルサイズは計1,350サンプルとし、区間別・交通手段別に表-1に掲げる内訳とした。条件に合致する標本を収集した後に、本調査に誘導した。

本調査ではまず、スクリーニング調査から割りつけられた旅行区間・交通手段での旅行経験について、使用した交通手段の選択理由を質問した。次にSP調査部分として、同じ旅行について、交通手段の選択肢に品川～名古屋間のリニアが追加された状況を想定した場合に、使用したい交通手段について質問することで、リニア開業後の選択行動がどう変化するか調査した。

3)質問内容

スクリーニング調査の内容は、個人属性（性年齢、職業、年収）、居住地（都道府県、市町村）、旅行経験（旅行区間、利用交通手段）である。

本調査では、旅行経験について交通手段とその選択理由のほか、旅行属性（目的、旅行日数、同行者数）についても質問し、最後にリニア開業後の交通手段について聞いた。

詳細な質問内容は付録Bを参照されたい。

旅行区間	航空FSC	航空LCC	新幹線	高速バス	合計
首都圏～中京圏	150s	-	150s	50s	350s
首都圏～近畿圏	150s	150s	150s	50s	500s
首都圏～福岡県	150s	150s	150s	50s	500s
合計	450s	300s	450s	150s	1350s

*首都圏とは埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、の1都3県、中京圏とは愛知県、岐阜県、三重県の3県、近畿圏とは京都府、大阪府、兵庫県、奈良県の2府2県をいう。不足する分(特に首都圏-中京圏、首都圏-福岡県の各区間における高速バス利用者のサンプル)は区間が目標サンプルに達するよう、条件が類似したサンプルとして同区間の他交通手段利用者のサンプルで補填した。

表-2 SP 調査における交通サービス水準

出発地	到着地	指標	航空 FSC	航空 LCC	高速バス	新幹線	リニア
首都圏 (新宿区)	中京圏 (名古屋市)	所要時間	249分	281分	391分	165分	107~127分
		費用	¥11,570	¥9,270	¥6,690	¥11,330	¥11,830~13,330
		便数	3往復	2往復	9往復	160往復	72往復
首都圏 (新宿区)	近畿圏 (大阪市)	所要時間	245分	294分	449分	224分	178~198分
		費用	¥12,550	¥11,910	¥3,240	¥14,680	¥15,180~16,680
		便数	30往復	5往復	58往復	140往復	72往復
首都圏 (新宿区)	福岡県 (福岡市)	所要時間	244分	278分	872分	356分	311~331分
		費用	¥19,010	¥12,010	¥13,000	¥22,950	¥23,450~24,950
		便数	54往復	10往復	2往復	31往復	34往復

4) 交通サービス水準

調査で対象とする交通手段は、RP調査では航空（FSC／LCC）、高速バス、新幹線の最大3機関、SP調査では更にリニアを追加した最大4機関とした。なお、リニアは、品川～名古屋間をリニアで移動し、名古屋以西を東海道新幹線及び山陽新幹線で移動する選択肢である。各交通手段のサービス水準として扱う項目については、現実には運賃等の移動に関わるサービス水準以外にもWi-Fiの無償提供等の様々なサービスが想定される。ただし、後に調査結果からモデルのパラメータ推定を行うことから、交通サービス水準については交通手段選択における確定効用を説明する項目（数値で表せる項目）のみを選定した。具体的には、鉄道関係者へのヒアリング結果を参考に、実際の鉄道整備事業において評価対象とされている項目（運賃・所要時間・便数）とした。各旅行区間における代表的な移動の例として、対象地域の中心都市間の交通サービス水準の一覧を表-2に示す。各回答者には実際に旅行した区間に近い区間が割り当てられ、移動の例を提示される。ほとんどの回答者にとっては実際の旅行区間と提示される旅行区間は若干異なるが、実際の旅行区間を代表例の区間に置き換えたり、代表区間と実際の旅行区間との差異を回答者それぞれの想像で補ったりして回答してもらうことを想定している。それぞれの設定に関する詳細は、以下のとおりである。

所要時間は、①出発地から出発空港（または新幹線駅、高速バス停留所）までのアクセス時間、②出発空港（または新幹線駅、高速バス停留所）から到着空港（または新幹線駅、高速バス停留所）までラインホール時間、③到着空港（または新幹線駅、高速バス停留所）から目的地までのイグレス時間のそれぞれを作成した上で、設問に応じて総所要時間（①～③の合計）や、リニアについてはリニア単独の所要時間を表示した。航空、高速バス、

新幹線については、JTB時刻表（JTB(2015)）を基に設定した。リニアについては、乗車時間は公表されているリニアに関する資料（国土交通省(2010c)）を参考に、既存の新幹線より東京～名古屋間が最大60分短縮するとした。リニアと他交通手段との乗換時間については既往の需要推計（国土交通省航空局(2013)）におけるリニア・東海道新幹線間の乗換時間15分間の設定を基に、他交通手段まで直通エレベーターと動く歩道で20分間と設定し、中位ケースとした。その他に、他交通手段まで直通エレベーターのみで10分間（上位ケース）、他交通手段まで直通エレベーターと徒歩で30分間（下位ケース）の2ケースを設定し、全3ケースとした。なお、乗車時間と乗換時間の合計を所要時間とした。

運賃も、①出発地から出発空港（または新幹線駅、高速バス停留所）までのアクセス運賃、②出発空港（または新幹線駅、高速バス停留所）から到着空港（または新幹線駅、高速バス停留所）までのラインホール運賃、③到着空港（または新幹線駅、高速バス停留所）から目的地までのイグレス運賃それぞれを作成した上で、設問に応じて総運賃（①～③の合計）またはラインホール運賃を表示した。航空、高速バス、新幹線については、JTB時刻表（JTB(2015)）を基に設定した。リニアについては、公表されているリニアに関する資料（国土交通省(2010a)）を参考に、複数の運賃を設定した。具体的には、既存の新幹線に500円追加（上位ケース）、1,000円追加（中位ケース）、2,000円追加（下位ケース）の全3ケースを設定した。なお、既往の需要推計における前提（国土交通省航空局(2013)）は既存の新幹線に1,000円追加の運賃設定であった。

便数は、航空、高速バス、新幹線については、JTB時刻表（JTB(2015)）を基に設定した。リニアについては、公表されている資料（国土交通省(2010c)）を参考に、1時

■リニア所要時間

出発地	到着地	上位ケース	中位ケース	下位ケース
首都圏	中京圏	107分 (97+10)	117分 (97+20)	127分 (97+30)
首都圏	近畿圏	178分(168+10)	188分(168+20)	198分(168+30)
首都圏	福岡県	311分(301+10)	321分(301+20)	331分(301+30)

■リニア費用

発ゾーン	着ゾーン	上位ケース	中位ケース	下位ケース
首都圏	中京圏	¥11,830	¥12,330	¥13,330
首都圏	近畿圏	¥15,180	¥15,680	¥16,680
首都圏	福岡県	¥23,450	¥23,950	¥24,950

■リニア便数

発ゾーン	着ゾーン	上位ケース	中位ケース	下位ケース
首都圏	中京圏	72往復		
首都圏	近畿圏	72往復		
首都圏	福岡県	34往復		

■リニア提示パターン

		所要時間		
		上位ケース	中位ケース	下位ケース
費用	上位ケース	全組み合わせ計9パターンの条件を 各回答者にランダム順に提示し 各条件に応じた利用意向を質問		
	中位ケース			
	下位ケース			

図-5 リニアの交通サービス水準の設定

間に5本程度の水準を設定した。

リニアの交通サービス水準は図-5のとおり旅行区間1区間につき所要時間と費用の組み合わせにより9パターンとなる。各回答者には9パターン全ての状況での意向について質問した。少しずつパターンを変えた設問を繰り返す場合に、前のパターンでの回答に次のパターンの回答が引っ張られる事が想定されることから、その傾向を緩和するため、各回答者への設問順はランダムとした。

上記の方法により、リニアのサービス水準を変化させた場合の選択状況を調査したことで、一部には入力操作の誤りや無気力な回答等、非合理的な回答が含まれる。これらの存在により交通サービス水準に連動した適切な選択実績の動きが見えなくなることを防ぐため、調査により得た回答については、所要時間・費用ともに中位のケース（パターン5）を基準ケースとして、表-3の条件で不自然な回答を無効化するクリーニングを行った後に集計することとした。このクリーニングにより無効化されたサンプルは全体の1%程度であった。

5.2 SP調査結果と感度分析

RP調査部分の詳細な結果は付録Cを参照されたい。

リニア開業後の交通手段の選択率について、リニアのサービス水準と、リニアのみの選択率及び鉄道合計の選択率の関係を分析した。感度は交通サービス水準が1単

位変化したときの選択率の変化を表した。例えば所要時間が1割増加したとき、選択率の減少も1割であれば感度は-1.0となる。感度の絶対値が大きいほど交通サービス水準の変化に対して需要の変化がより大きいことを意味する。

集計した選択率及び感度は付録Dに示す。選択率の感度とその際のサービス水準の変化の関係は図-6のとおりである。グラフの傾きが水平であればサービス水準の変化に伴う選択率の変化は一定であり、グラフが傾いている場合はサービス水準の変化に対する選択率の変化が一定では無く急激に変化する場面があることを示す。なお、アンケート調査上は、表-3のような極端に不自然な回答以外については、恣意性を排除するため調査設問での回答の整合性を制御していない。このことから個人の回答にもバラツキが生じ、一部にはリニアの所要時間が延びて条件が悪化しているにも関わらず、選択率が上がり感度が正となっている場面も見られる。

(1) 時間の変化に対する選択率の感度

所要時間の変化に対するリニアの選択率の感度の変化を図-6、図-7に示す。

費用が最大（+2,000円）の条件では全ての区間・旅行目的で、リニアの所要時間が乗換時間分として+10分から+20分となる場面と比較し+20分から+30分となる場面で、

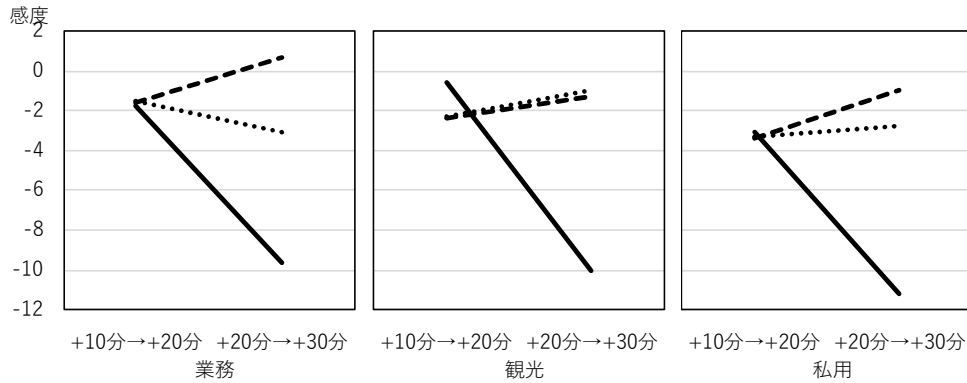
表-3 SP調査での不自然な回答の無効化処理

基準ケースにおいて リニアを選択している場合	基準ケースにおいて リニアを選択していない場合
リニアの総所要時間及び総費用がどちらも改善している設問において、 <u>リニア以外に</u> 転換した回答を回答を無効化。	リニアの総所要時間及び総費用がどちらも悪化している設問において、 <u>リニアに</u> 転換した回答を無効化。

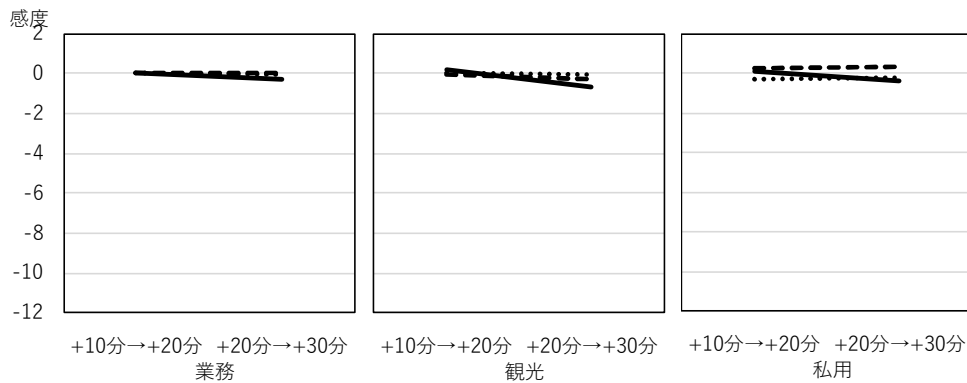
【首都圏→中京圏】

..... +500円 --- +1,000円 — +2,000円

■リニアのみ



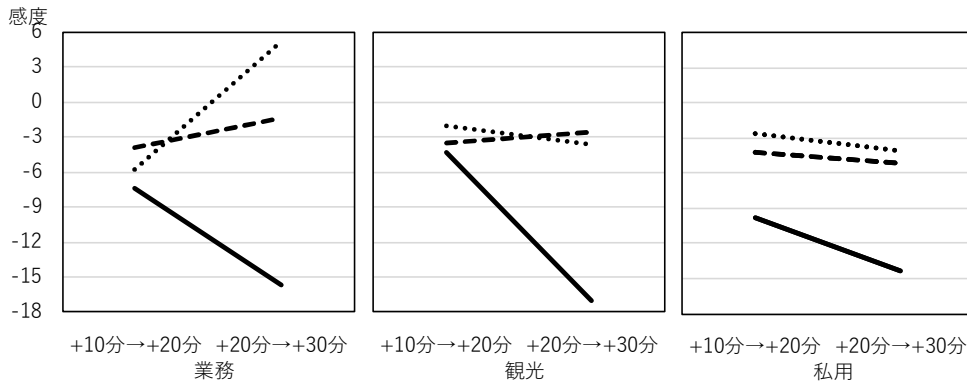
■鉄道合計（新幹線+リニア）



【首都圏→近畿圏】

..... +500円 --- +1,000円 — +2,000円

■リニアのみ



■鉄道合計（新幹線+リニア）

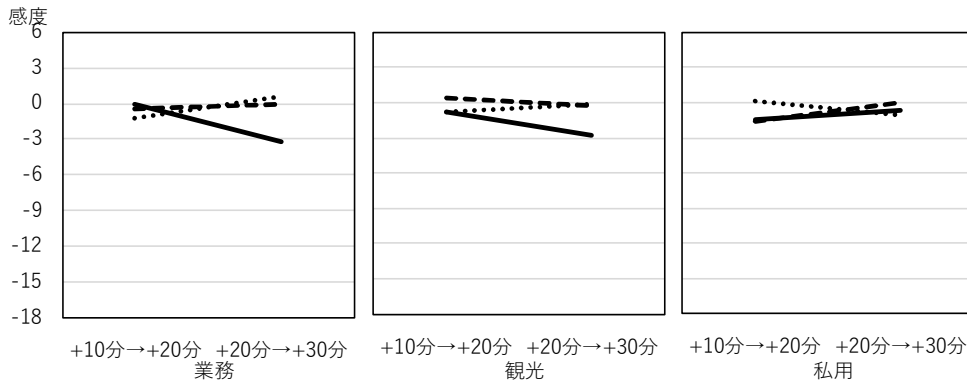


図-6 時間の変化に対するリニアの選択率の感度(1)

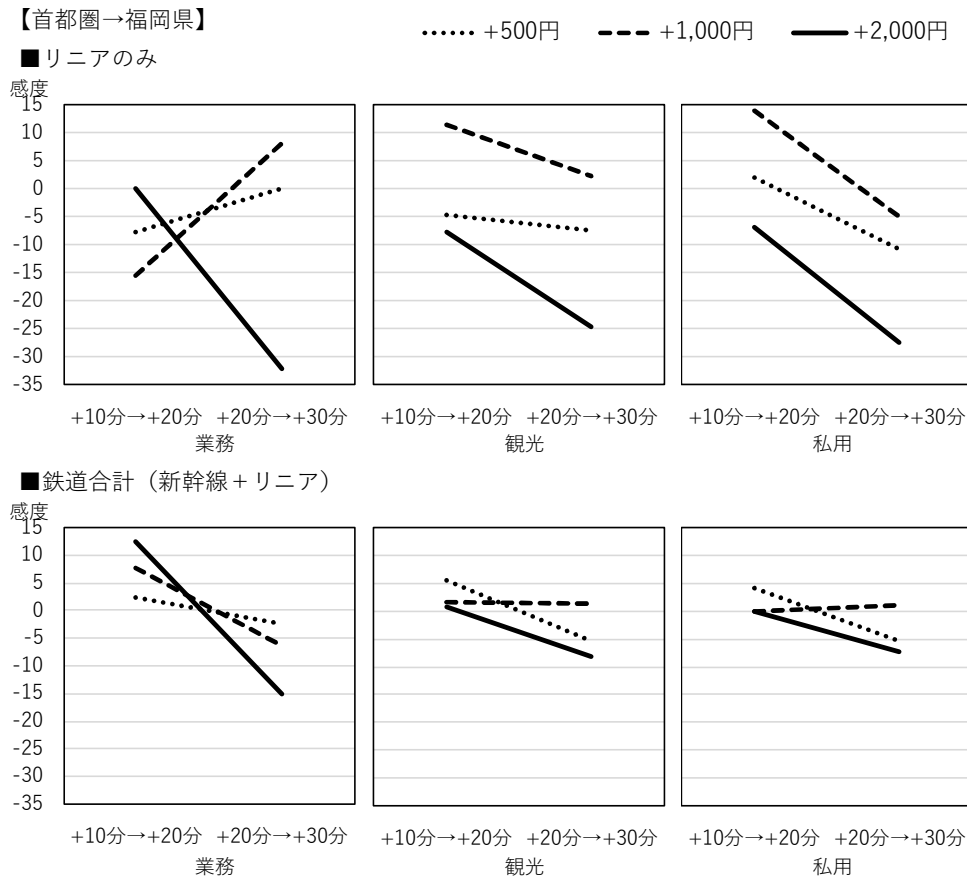


図-7 時間の変化に対するリニアの選択率の感度(2)

リニアのみの選択率の感度が著しく負の方向に強まった。

このことから、リニアの所要時間の変化による選択率の変化は一定ではなく、競合する他のサービス水準との相対的な関係により変化する傾向があると考えられる。

しかし、首都圏～中京圏、首都圏～近畿圏の旅行区間について言えば、乗車時間+30分であっても他の交通手段よりも所要時間全体が長くなるといった変化は起こっていないにも関わらず、感度が急激に変化している。このことから、首都圏～中京圏、首都圏～近畿圏では、所要時間が変化する根拠として回答者に示した乗換の移動負担が大きく寄与しているとも推察される。

また全体として、費用が+2,000円で所要時間が+30分になる場面など、リニアのみの選択率が大きく変化する場面において、鉄道合計の感度の絶対値は相対的に小さく、選択率の変化が大きい。このことから、リニアが既存の新幹線と強く競合していると推察される。この観点で見ると首都圏～福岡県の業務目的での移動では、時間の変化に伴い鉄道合計の感度も急激に変化しており、他の区間・旅行目的と比較して鉄道以外の交通機関からリニアへ転換した回答者が多いと考えられる。

(2) 費用の変化に対する選択率の感度

費用の変化に対するリニアの選択率の感度の変化を図-8、図-9に示す。

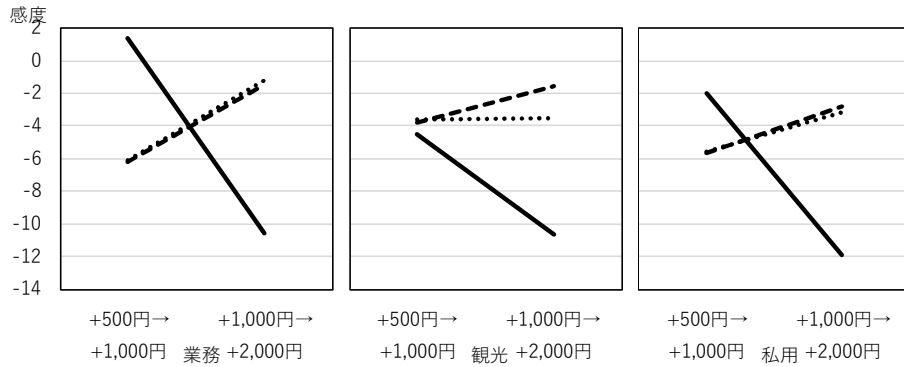
特に時間が最大(+30分)の場合については、いずれの区間・旅行目的においても、費用が1割変化した際のリニアの感度が+2,000円になるときに著しく低下している。このことから、リニアの費用の変化による選択率の変化は一定ではなく、競合する他のサービス水準との相対的な関係により変化する傾向があると考えられる。ここでは新幹線とリニアの費用差が+500円から+1,000円になる場面と比較し+1,000円から+2,000円となる場面で、リニアのみの選択率の感度が著しく負の方向に強まったことから、リニアの費用が新幹線よりも大きく割高になる境界において選択率が大きく低下したと推察される。

複数の調査設問における回答の整合性を制御していないことから、一部にはリニアの所要時間が延びる際に選択率も上がっている場面も見られるが、費用が+2,000円の条件では、全ての区間・旅行目的でも大きな感度でリニアのみの選択率が減少した。

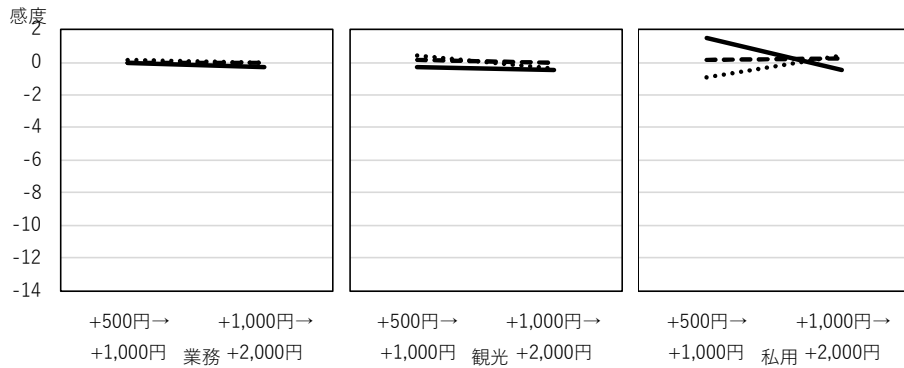
【首都圏→中京圏】

..... +10分 --- +20分 — +30分

■ リニアのみ



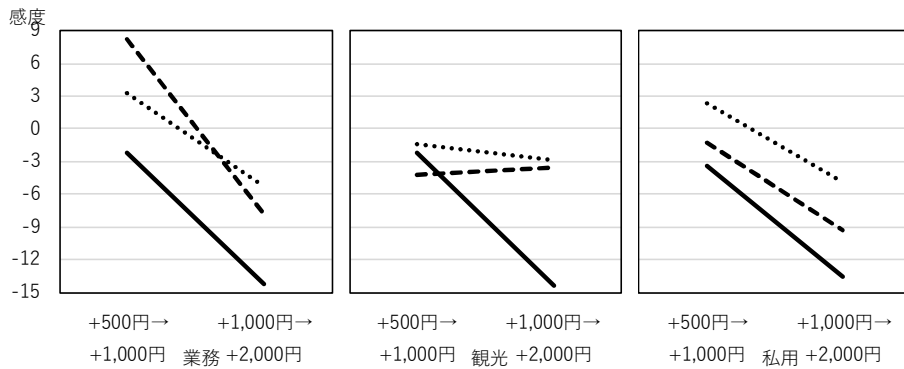
■ 鉄道合計（新幹線+リニア）



【首都圏→近畿圏】

..... +10分 --- +20分 — +30分

■ リニアのみ



■ 鉄道合計（新幹線+リニア）

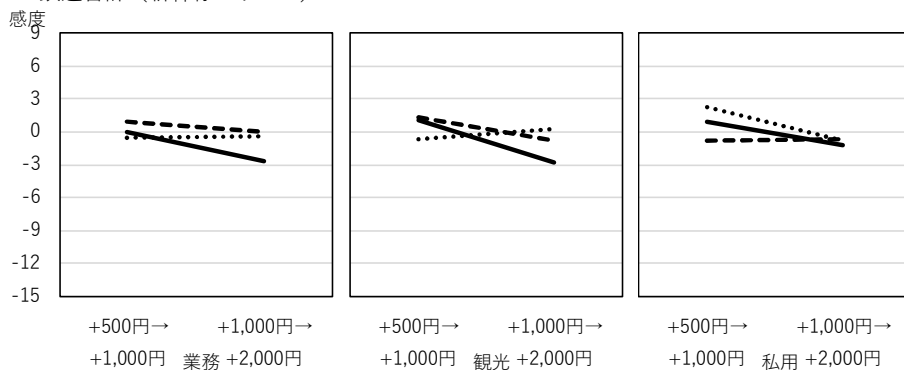


図-8 費用の変化に対するリニアの選択率の感度(1)

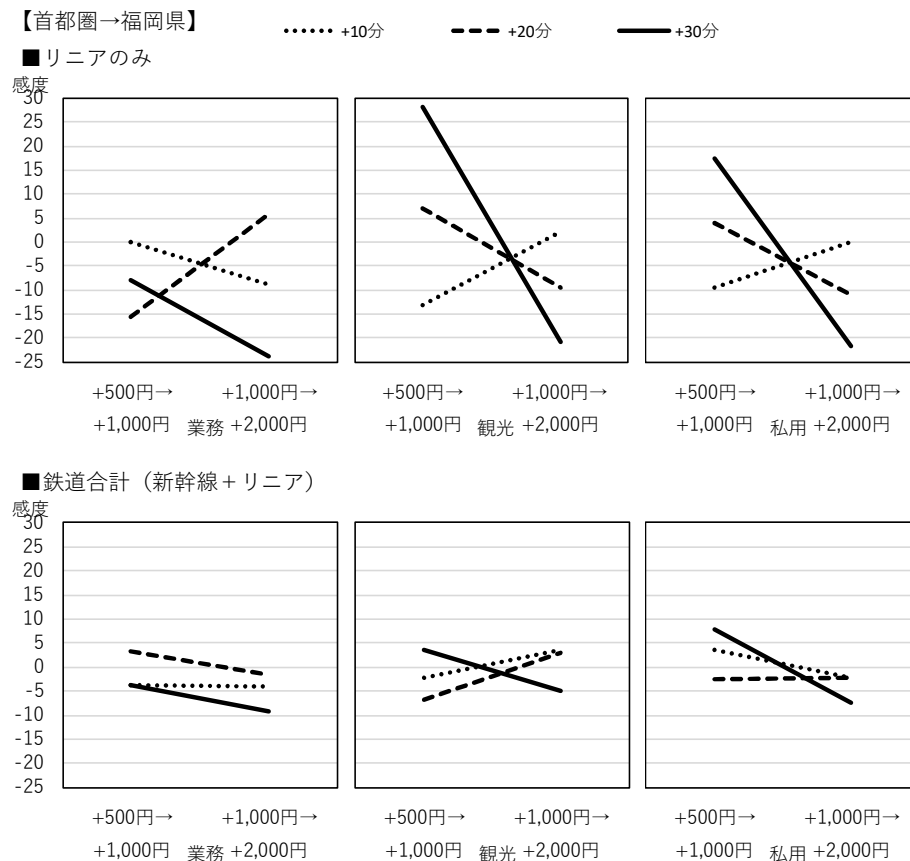


図-9 費用の変化に対するリニアの選択率の感度(2)

また、鉄道合計の感度はリニアのみの感度ほど強い傾向を示しておらず、鉄道内で競合していることが示されている。

感度の絶対値は、旅行距離が長い区間の方が大きい傾向が見られた。首都圏～近畿圏、首都圏～福岡県では元々リニアからの乗換が必要であることから、乗換えの必要性に加えて、費用が増加したことにより、総合的な負担感が一層増大したためと考えられる。

5.3 SP調査結果によるモデルの比較

収集したSP調査データを用いて、4章で検討した3パターンのモデルについて、どのパターンの選択構造が最適かを評価する。3パターンのモデルにSP調査と同じ交通サービス水準を入力し、モデルによる選択率の推計値とSP調査による選択率の選択実績を比較することで、どのパターンが最適に実績を表現しているかを確認した。

なお、最適な選択構造パターンを検証するにあたり、リニアが選択肢に入った際のモデルの選択構造の違いによる推計結果の差が明確になるよう、モデルごとに異なる推計誤差の影響を排除した。具体的には、予め各モデ

ルについてRP調査結果を正として補正を実施することで、リニアが選択肢に入っていない状態での推計結果がいずれのモデル構造でも実績（RP調査）と一致するようにした。これにより、モデルの選択構造の違いによる選択率の変化（感度）を検証することが可能になる。

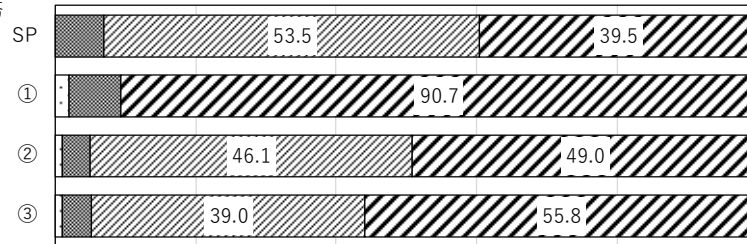
補正の手法及び補正前後の結果は付録Eに示す。構築したモデルは、自動車・船の選択肢があるなど、必ずしもRP調査で設定した交通サービス水準と条件が整合していないことから再現性が低くなりやすいが、補正によってRP調査と合致するようになっている。再現性が低くなった他の要因としては、航空運賃も挙げられる。構築モデルでは既存モデルの考え方に従って旅行目的別の航空実勢運賃を使用していたが、調査で使用了航空運賃は回答者の混乱を招かぬよう誰もが共通でアクセス可能な時刻表ベースの運賃を使用した。このため全体的に実際よりも航空運賃の水準が高くなり、航空選択率が低い結果となっている。

補正した各パターンのモデルについて、説明変数としてSP調査で設定したリニアの各種交通サービス水準を与えた推計結果は付録Fのとおりである。ここではリニアの

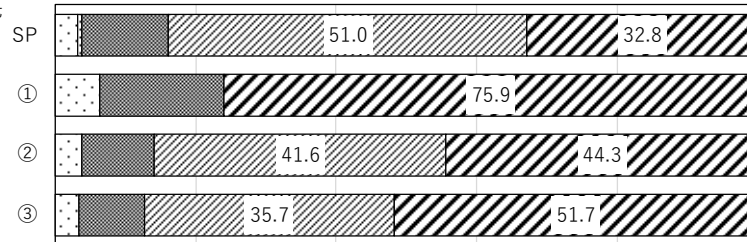
飛行機FSC
 飛行機LCC
 高速バス
 新幹線
 リニア中央新幹線

【首都圏→中京圏】

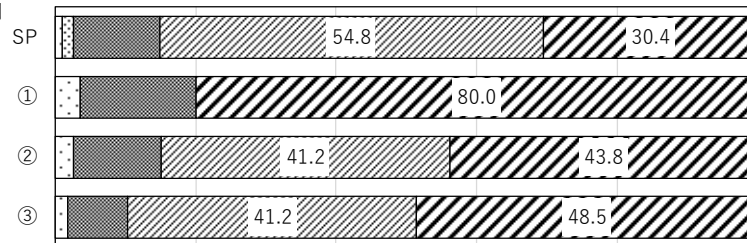
■業務



■観光

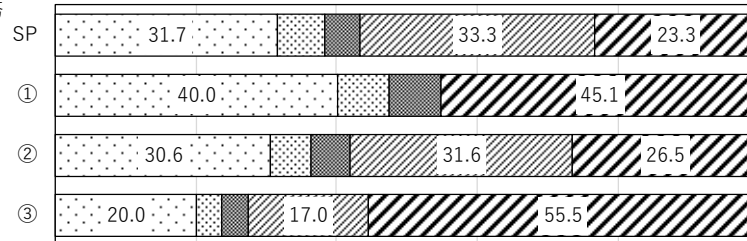


■私用

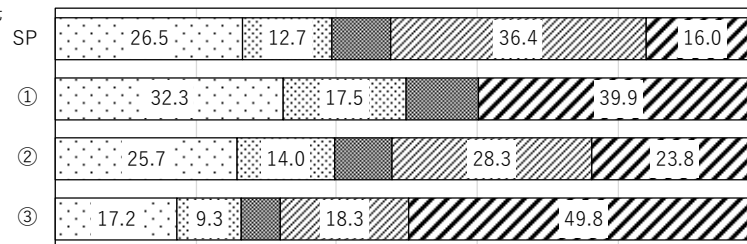


【首都圏→大阪圏】

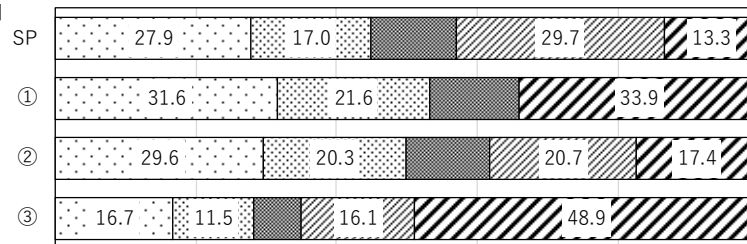
■業務



■観光



■私用



※リニアの条件：乗換時間は20分、総費用は新幹線+1,000円

図-10 SP 調査結果と検討モデルにより推計された選択率の比較(1)

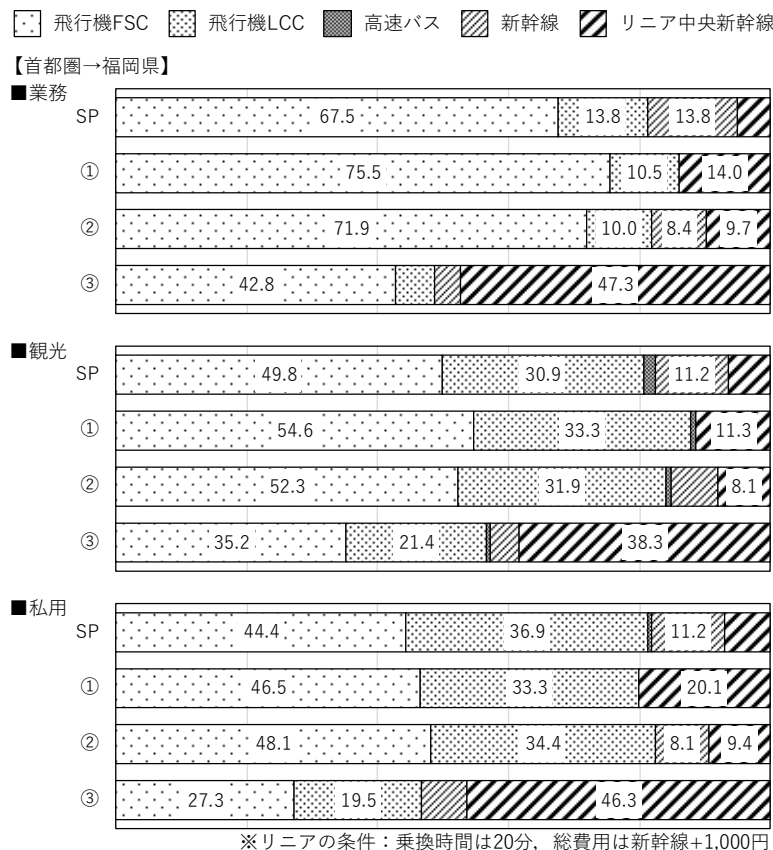


図-11 SP調査結果と検討モデルにより推計された選択率の比較(2)

サービス水準のうち所要時間・費用ともに中位のケース（パターン5：所要時間が乗換時間20分・総費用が新幹線+1,000円）の場合での比較結果を図-10、図-11に示す。

鉄道の内訳として新幹線とリニアの選択状況を見ると、③多項型は4.2での仮説どおり、リニアの選択率が過大になる傾向が見られた。これは、ロジットモデルが持つIIA特性により生じたと考えられ、新しい交通機関として選択肢集合に加えることで、最も性質が類似した新幹線だけでなく、他の交通機関からも多くの転換が生じていることによるものと推察される。元々の航空選択率が高い首都圏～福岡県では特に顕著な過大推計が見られており、他機関から鉄道へ転換する余地が多い場合には、IIA特性の影響の及ぶ範囲が大きいことが確認できる。また、①従来型では、新幹線経路が存在しないことから新幹線とリニアの区別ができない。

新幹線とリニアを含めた鉄道合計の割合で比較すると、①従来型は全体的に最も過小推計となった。新幹線とリニアという複数の選択肢のうち的一方しか評価されなかったために、鉄道全体の利便性が低く評価されるという4.2での仮説どおりの結果が確認されたと考えられる。③多項型は過大推計の傾向が見られた。②ネスト型は実績

（SP調査）と概ね同程度であった。

ケーススタディとして、アンケートで使ったリニアのサービスレベルが最も航空に近い条件（パターン1：所要時間が乗換時間10分・総費用が新幹線+2,000円）だった場合での比較結果を付録Gに示す。ここでも①～③のいずれについても同様の結果が得られた。

以上により、4.2での仮説のとおり、①従来型の推定結果からは新幹線とリニアの双方を区別して評価する必要性が確認され、③多項型の推定結果からは新幹線とリニアは類似した交通手段でありIIA特性による問題に配慮する必要があることが確認された。また、②ネスト型の推定結果がSP調査結果の選択率に最も近い結果を示したことから、鉄道経路選択モデルを導入した選択構造でIIA特性による問題に配慮できたことが確認された。よって、②ネスト型の選択構造が最適と考えられる。

5.4 ネスト型ロジットモデルの妥当性検証

前節で最適であることを確認した②ネスト型の選択構造について、本節では更にロジットモデルの必要条件に基づき、階層構造の妥当性を検証する。

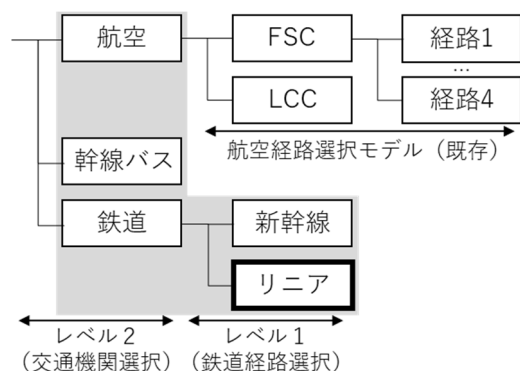


図-12 妥当性検証を実施した2階層のモデル

(1) SP調査結果を用いたモデルの構築

階層構造の妥当性の検証にあたり、SP調査の結果を用いてモデルを構築した。4.2、5.3で用いたモデルは、リニアが開業していない既存の交通手段の利用実績に基づいて構築したモデルであったが、SP調査結果を使用することでリニアを想定した状況下での利用意向をモデルに反映できる。

1) 構築したモデルの選択構造

既存モデルの交通機関選択モデルでは、航空について航空経路選択モデルが連なった階層構造となっている。本検証では、ネスト型のロジットモデルによるリニアの需要の表現を国総研モデルに実装することを念頭に置いていることから、交通手段選択の全体像として、ネスト型の上層にあたる交通機関選択モデルは、下層に航空経路選択モデル、更に鉄道経路選択モデルも連なった構造を想定する。

想定する交通機関選択モデル以下のモデルのうち、航空経路選択モデルは既存モデルで対応可能である。残りの交通機関選択モデルと鉄道経路選択モデルを、図-12のグレー掛け部分に示すレベル1・レベル2から成る2階層のロジットモデルとして構築した。

構築モデルの選択肢は、SP調査結果によりパラメータ推定を実施することから、SP調査に合わせてレベル1は航空FSC・航空LCC、新幹線・リニアそれぞれの競合、レベル2は航空・幹線バス・鉄道の競合とした。このため、4.2の②ネスト型には選択肢に船が含まれているが、本モデルでは含まない。

2) パラメータの推定

本モデルはネスト型ロジットモデルの妥当性検証のために構築している都合上、パラメータ推定はネスト型のレベル毎に推定する段階推定ではなく、2階層分のパラ

メータを一度に推定する同時推定によりパラメータ推定を実施した。同時推定を採用した理由の詳細については次項の5.4(2)にて記載する。

モデル式、使用データ等の詳細は付録Hを参照されたい。SP調査結果を基に構築したモデルは表-4のとおりとなった。いずれのパラメータも符号条件を満たした。また、SP調査結果とモデルによる推計値を比較しても、図-13のとおり、いずれの目的・交通手段においても再現性が高いことが確認できる。

(2) ネスト型のロジットモデルの必要条件

ネスト型のロジットモデルには、レベル1・レベル2のモデルのパラメータについて同時推定を行う場合に、レベル1のログサムパラメータが0から1の間になっているとき、その階層構造は効用最大化行動と一致している、という必要条件がある（森杉(1995)）。すなわち、ログサムパラメータから階層構造の妥当性が判断できる。ここではレベル1のログサムパラメータは表-4の鉄道ログサム指標に当たる。航空アクセス利便性もログサムパラメータではあるが、ここでは交通機関選択モデルと鉄道経路選択モデルとの階層構造が妥当であるかを検証することから、航空経路選択モデルによるログサムパラメータについては必要条件の範囲外であり、同時推定に必ずしも含めなくて良い。本検証では、航空経路選択モデルまでを含むことは困難であると判断し、同時推定の範囲に含んでいないため、航空アクセス利便性の値については必要条件には当てはまらない。多数の階層構造を含む同時推定が困難な理由については6章(3)に記した。

これを用いて、SP調査との比較により最適と判断された②ネスト型のモデルの選択構造に基づいて、5.4(1)で構築・推定したモデルについて、各種説明変数が必要条件を満たすかという視点から評価を行った。

鉄道経路選択モデルから算出されるログサム指標についても、表-4のとおりネスト型のロジットモデルの必要条件である0から1の範囲に収まる推定結果を得たことから、階層構造によるモデル化の妥当性が示された。

5.5 鉄道の需要予測モデルの確認

5.3および5.4で得た検証結果を確認すべく、鉄道事業で採用されている需要予測モデルについて、関係各機関の公表資料から確認した。

(1) 資料の確認

1) 鉄道局

交通政策審議会第9回中央新幹線小委員会の配布資料

表-4 同時推定によるネスト型モデルのパラメータ

	単位	業務		観光		私用	
		係数	t値	係数	t値	係数	t値
総費用	万円	-3.95	-5.1	-4.23	-19.88	-4.19	-13.97
総所要時間	時間	-0.88	-4.89	-0.59	-14.14	-0.61	-10.65
LN（鉄道運行頻度）	便/日	0.52	6.55	0.64	22.98	0.60	16.80
航空アクセシビリティ指標	-	3.04	4.59	5.93	16.68	4.84	10.19
鉄道アクセシビリティ指標	-	0.88	4.91	0.57	16.67	0.78	13.11
航空ダミー	-	-2.75	-3.01	-4.33	-12.37	-4.86	-9.63
時間価値	円/時	2,226円/時間		1,388円/時間		1,459円/時間	
修正済尤度比	-	0.37		0.27		0.30	
的中率	%	61.8		57.6		60.80	
サンプルサイズ	-	1,647		7,794		4,599	

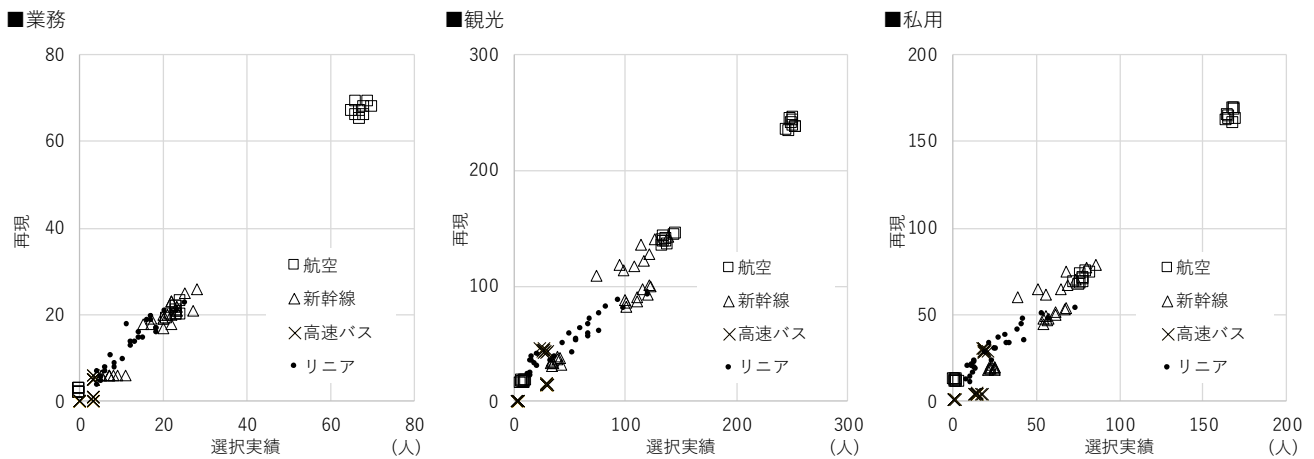


図-13 交通機関選択モデルの推計値と SP 調査結果の比較

（国土交通省（2010c））より、リニアを表現した需要モデルに関する情報を得た。

資料から得た情報として、モデル構造の詳細については明らかにされていないが、東海道新幹線とリニアの分担を表現できるモデル構造になっている事が確認できた

2) 鉄道・運輸機構

リニアの評価に適用している整備新幹線の評価するためのモデルとして、将来交通需要推計手法の改善（整備新幹線）に関する資料から情報を得た（鉄道・運輸機構（2010））。

リニアは新幹線と同じ全国鉄道整備法に基づいていること、及びIIA特性による問題を考慮し、鉄道経路選択モデルを導入したモデル構造となっている事を確認した。

(2) 確認結果

国内の新幹線整備プロジェクトにおいても東海道新幹線とリニアの競合関係を表現する鉄道経路選択モデルが導入されており、リニアがその経路における選択肢集合の一つとして表現されていることが確認された。

5.6 最適なモデルの検証結果

5.3のSP調査結果との比較検証により、3パターンの選択構造のうち、②ネスト型の選択構造が最適であることを確認した。また、5.4のネスト型ロジットモデルの妥当性検証により、②ネスト型のモデルについて、階層構造の妥当性も確認できた。また、5.5の鉄道の需要予測モデルの確認により、新幹線整備プロジェクトにおいても②ネスト型と同様に鉄道経路選択モデルが導入されたモデル構造が適用されていることを確認した。これにより仮

説どおり、リニアと新幹線を区別して扱い、鉄道経路選択モデルを導入することでリニアを新幹線と並列させて表現した②ネスト型の選択構造が、リニアを考慮した交通手段の選択構造として最適であることが検証された。

6. 考察

以上の結果、リニア開業後の航空需要予測における交通手段の選択構造について、鉄道経路選択モデルを導入した、ネスト型のロジットモデルによりリニアを表現する構造が最適であるとの結論を得た。これを踏まえ、リニアを考慮した交通手段の選択構造に関して以下のとおり考察する。

(1) パラメータ推定の精度向上について

リニアを表現するネスト型の選択構造を国総研モデルに実装する際には、主に以下の4点を視点としてパラメータ推定値に改良の余地があり、引き続き精度向上を図る必要があると考えられる。

・リニアの所要時間と費用について

SP調査結果の所要時間の感度分析では、乗換時間が20分から30分に増加した際の移動の負担感が、交通手段の選択率に大きく影響したことを確認した。一方で既往の需要推計(国土交通省航空局(2013))では乗換時間が15分と設定されていたが、近年のJR東海の発表では、名古屋駅でのリニアと東海道新幹線との乗換時間は3～9分と計画されている。リニア乗車にあたっては手荷物検査の有無を含めた防犯セキュリティ対策も今後検討するとされていることから、乗換時の所要時間として移動以外の要素を考慮する必要性も考えられる。

費用に関しては既存の新幹線の1,000円上乗せ程度という発表に変化はないが、具体的な所要時間・運賃は開業が近づいた時点で決定するとされている(JR東海(2023))。

リニアの細かな条件について今後も注視しながら更なる検証を進める必要がある。

・リニアの開業区間について

SP調査では、直近で開業予定の区間として品川～名古屋間でリニアが開業した状況を想定した。首都圏～中京圏間の往来においては航空の利用が1割未満、新幹線の選択率が7割以上(国土交通省(2015))を占めている現状の実態を踏まえると、路線のネットワークの観点からは、リニアの競合が新幹線であると認識しやすい状況で

あったと考えられる。

リニアは将来的に東京～大阪間で開業の予定であるが、ここで主な背後圏となる首都圏～近畿圏間の往来では、航空が新幹線と並んで2割弱(国土交通省(2015))の選択率となっている。また、現状では過半数(国土交通省(2015))が航空を利用する首都圏～中四国間の往来についても、東京～大阪間が開業すればリニアが選択肢に入ることが予想される。このことから、リニアが東京～大阪間で開業した状況では、品川～名古屋間の開業時よりも、利用者にとってリニアの競合が航空であると捉える傾向が進む可能性がある。

また、主に首都圏～近畿圏においては、リニアの開業区間が品川～名古屋間か、東京～大阪間かで、経路途中での乗換の回数が異なる。

以上の理由から、開業区間の違いはパラメータの推定値に影響すると考えられ、モデルによる推計値と実績の乖離を避けるため、今後は東京～大阪間の区間の開業を前提とした検証も必要である。

・アンケートのバイアスについて

本検討では、SP調査結果を正としてモデルのパラメータ推定を実施した。SP調査の結果次第でパラメータの推定結果が変わる可能性があることから、モデルの精度向上のため、アンケートでの回答バイアスを減らす工夫が求められる。

具体的には、本検討のSP調査内で複数のリニア条件を提示して交通手段の意向を質問したが、前の条件よりリニアの所要時間が延びているにもかかわらずリニアの選択率が上がるなどの不自然な回答が見られた。数値だけでなく言葉でも条件の変化を表現する、選択肢に制御を加える等、交通サービス水準の変化に対して不自然な回答の変化が発生しにくい調査票作りもその一つだと考えられる。

・モデルにおける交通機関の設定について

今回構築した交通機関選択モデルでは、説明変数の種類を最小限に抑えたままで説明力の高いモデル構築を目指したことから、航空についてのみ交通機関固有のダミー変数を設定した。一方で、既存モデルでは下層に選択肢が繋がっていない交通機関(レベル1のバス・鉄道・船、及びレベル2の自動車)を対象として、各交通機関固有のダミー変数を設定している。交通機関固有ダミーは、時間や費用で表現しきれない交通機関の特徴を表現する説明変数であるが、今後国総研モデルとして実装する際には、いずれの交通機関についてダミー変数が必要

であるかを吟味する必要がある。実績の無いリニアを含む鉄道機関についてダミー変数を設定する場合には、改めてSP調査を実施、または実績データが蓄積されてから固有ダミーのパラメータ推定を行う必要がある。

また、今回構築したネスト型のロジットモデルではレベル2の選択肢として船を含んでいない。これは、モデル構築の基としたSP調査で、交通手段の選択肢としてリニアが想定される主な旅行区間での旅行を対象としたためである。実際に構築したモデルの選択構造を交通機関選択モデルとして国総研モデルに実装する場合には、モデル適用の対象範囲が全国となるため、選択肢として船を含めた検討が必要である。

(2) リニア開業後について

本検討では、リニア開業後における最適な交通手段の選択構造を検証した。結果として鉄道経路選択モデルを導入したネスト型の選択構造が最適であるという結論を得た。これは、利用者の交通手段の選択は鉄道経路選択モデルを導入したネスト型の選択構造によって最も良く表されるということを意味する。

リニアの条件は未確定な部分が多く存在するということもあり、そのモデルのパラメータ推定値については、(1)で述べたとおり精度向上の余地がある。ただし、5.3でケーススタディを実施し確認したとおり、所要時間・費用等の量的な条件の変更では現状の利用者の選択意向を最も良く表す選択構造は変わらない。また、5.5にて鉄道関係機関も同様の選択構造を採用していることも確認した。

一方で、乗り心地・付加的なサービス等、利用者に与えられるリニアの質的な情報が大きく変わった場合は、利用者の交通手段の選択構造が変わる可能性も否定できない。この場合には、再度モデルの選択構造について検証が必要となる可能性がある。

(3) 同時推定の限界について

既存モデルは、複数階層のネスト型のロジットモデルであり、交通機関選択モデルのレベル2とレベル1、交通機関選択モデルのレベル1と航空経路選択モデルのレベル2など、下層のモデルから算出されるログサム指標を上層モデルの説明変数とする階層構造が重なった選択構造となっている。

階層構造のモデルのパラメータ推定については、森杉(1995)では2階層のネスト型のロジットモデルでは同時推定を推奨している。ただし、交通量の実績データは、旅行先や交通機関といった大枠の情報は得やすいものの、

航空経路や鉄道経路といった詳細な情報は不明になりやすい性質がある。階層構造のモデルのパラメータを同時推定するためには、各段階で必要な全ての経路情報が揃っている必要があることから、同時推定の範囲が広がるほど、十分な精度を保ってパラメータ推定を実施するために必要なデータが不足する。パラメータ推定に用いることができるデータに制約があるという観点で、全ての階層構造について同時推定を実施することは困難であり実務的な限界である。

とりわけ、国総研モデルは航空需要を推計するためのモデルであるという性質上、優先すべきは航空経路選択モデル内、また交通機関選択モデル内のパラメータについての同時推定であると考えられる。

今回はあくまで、鉄道経路選択モデルが交通機関選択モデルのレベル1に連なるという階層構造の妥当性検証のためにパラメータの同時推定を実施した。ただし、鉄道経路選択モデルを国総研モデルに実装する場合には、上記の理由から、この階層構造については段階的なパラメータ推定となりうる。

したがって、国総研モデルとして改めて鉄道経路選択モデルを含む複数階層のネスト型ロジットモデルを構築する際には、パラメータ推定の状況に応じて必要条件の違いに注意を払う必要がある。

7. まとめ

本研究では、国内航空旅客需要の予測モデルにおいてリニアを考慮した交通手段の選択構造について検討し、利用者の選好意識に基づく調査から、最適な選択構造とその妥当性を検証した。

その結果、交通機関選択モデルに連結する形で鉄道経路選択モデルを導入し、新幹線とは別の経路としてリニアを表現する選択構造が最適であることを確認した。

国内航空旅客需要の予測モデルは、あくまで航空旅客を推計するためのモデルであり、一見すると鉄道旅客の利用経路の精度向上は必要性が無いように思われる。しかし、リニアの表現方法によっては航空旅客の過大・過小評価に繋がるというモデルの技術的な課題があり、本研究によりその解決に繋がる。

本研究の成果は、来るべきリニア開業による航空市場の環境変化に適応した国総研モデルの改善に向け必要な基礎資料となる。

なお、本稿中でも述べたとおり、構築した鉄道経路選択モデルを含む交通機関選択モデルのパラメータの種類や推定値については、国総研モデルへの実装に向け改良

の余地が残されており、引き続き精度向上を図る必要がある。

(2024年2月14日受付)

謝辞

本資料をとりまとめるにあたり、多くの方々にご助言・ご協力をいただきました。ここに深く感謝の意を表します。

参考文献

- 井上岳・小野正博・植原慶太・磯野文暁(2014)：選好意識データによる国内線LCCの将来需要に関する一試算，国土技術政策総合研究所資料No. 784，国土技術政策研究所
- 太田勝敏(1995)：第2章 非集計行動モデルの理論展開，非集計行動モデルの理論と実際，土木学会，pp. 22-26
- 森杉壽芳(1995)：第3章 非集計行動モデルの推定と検定理論展開，非集計行動モデルの理論と実際，土木学会，pp. 73-84
- 国土交通省(2010a)：交通政策審議会陸上交通分科会鉄道部会中央新幹線小委員会(第3回)，
https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/tetsudo01_sg_000067.html (2023. 10. 31 アクセス)
- 国土交通省(2010b)：第5回(2010年度)全国幹線旅客純流動調査
- 国土交通省(2010c)：交通政策審議会陸上交通分科会鉄道部会中央新幹線小委員会(第9回)
- 国土交通省(2015)：第6回(2015年度)全国幹線旅客純流動調査
- 国土交通省(2019)：リニア中央新幹線の概要及び整備計画について，リニア中央新幹線について，
https://www.mlit.go.jp/tetudo/tetudo_tk9_000035.html (2024. 1. 16 アクセス)
- 国土交通省航空局(2013)：国土交通省交通政策審議会航空分科会基本政策部会首都圏空港機能強化技術検討小委員会(第1回) 資料5 首都圏空港の機能強化に係る検討について，
<https://www.mlit.go.jp/common/001018977.pdf> (2024. 1. 16 アクセス)
- 国土交通省国土技術政策研究所(2010)：航空需要予測の改善について，
<https://www.ysk.nilim.go.jp/kakubu/kukou/keikaku/data/09.pdf> (2024. 2. 9 アクセス)

鉄道・運輸機構(2010)：費用便益分析における将来交通需要推計手法の改善について，

https://www.jrtt.go.jp/construction/committee/pdf/h22_koutsuujuuyou_kaizen.pdf (2024. 3. 26 アクセス)

三浦英俊(2009)：ロジットモデルを用いたリニア中央新幹線の需要予測，オペレーションズ・リサーチ，54巻，7号，pp. 419-428.

山口勝弘・山崎清(2010)：中央リニア新幹線導入が経済と環境に及ぼす影響，交通学研究，第53巻，pp. 45-54.

JR東海ほか(2009)：中央新幹線(東京都・大阪市間)調査報告書の提出について，独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構・東海旅客鉄道株式会社

JR東海(2022)：2023年3月ダイヤ改正について，東海旅客鉄道株式会社

JR東海(2023)：第36期有価証券報告書，東海旅客鉄道株式会社

JR東海(2023)：よくいただくご質問(FAQ)，
<https://faq.jr-central.co.jp/> (2024. 3. 6 アクセス)

JTB(2015)：JTB時刻表2015年10月号，株式会社JTBパブリッシング

付録A 検討モデルの詳細

既存モデルの考え方をベースに、検討モデル用として2種類の交通機関選択モデル、及び2種類の経路選択モデルを構築した。

各検討モデルに適用する選択モデルは表A-1のとおりである。

表 A-1 各検討モデルに適用する選択モデル

	① 従来型	② ネスト型	③ 多項型
交通機関選択モデルa	●	-	●
交通機関選択モデルb	-	●	-
航空経路選択モデル	●	●	●
鉄道経路選択モデル	-	●	-

・基本的事項

構築モデルで推定されたパラメータは表 A-2 の基準により統計的な妥当性を評価した。また、推定には表 A-4 のデータを使用した。

表 A-2 モデルの統計的な評価基準

項目	評価基準
符号条件	パラメータのプラス・マイナスが不自然でないこと
t値	絶対値が2を超えることが望ましい
時間価値（円/時間）	2,000円/時間～6,000円/時間程度であることが望ましい
尤度比	概ね0.2以上であることが望ましい
的中率	概ね70%以上であることが望ましい

表 A-3 交通サービス水準の設定

項目	出所
集計ゾーン区分と起終点	全国幹線旅客純流動調査における224ゾーン区分を使用 ゾーンの中心は全国幹線旅客純流動調査による中心都市の市町村役場（都道府県庁が存在する場合は都道府県庁）とし、ゾーン間移動の起終点はゾーン中心とした
交通機関の設定	経路中に複数の公共交通機関を利用する場合、以下の優先順位で代表 ①航空>②鉄道>③旅客船>④幹線バス
経路の設定	航空以外：最短所要時間となる経路を設定 航空：最短所要時間のFSCの4経路、及びLCCのみの1経路の最大5経路

表 A-4 使用データ

項目		出所
交通量		国土交通省「第6回全国幹線旅客純流動調査」による 国土交通省「航空輸送統計年報（2015年度）」による
航空	路線	JTBパブリッシング「JTB時刻表（2015年10月号）」による
	時間	JTBパブリッシング「JTB時刻表（2015年10月号）」による 最小乗換時間：搭乗前は40分、降機後は15分、航空同士の乗り継ぎは30分
	運賃	2015年10月時点の航空会社各社ホームページの券種別運賃、及び 国土交通省「2015年航空旅客動態調査」券種別構成率で推計（実勢運賃）
幹線バス	路線	交通新聞社「2015年夏・秋号 高速バス時刻表」による
	時間	交通新聞社「2015年夏・秋号 高速バス時刻表」による 最小乗換時間：バス同士は10分、バス・船間は15分
	運賃	交通新聞社「2015年夏・秋号 高速バス時刻表」による
鉄道	路線	JTBパブリッシング「JTB時刻表（2015年10月号）」による
	時間	JTBパブリッシング「JTB時刻表（2015年10月号）」による 最小乗換時間：特定区間等は10分、それ以外は15分
	運賃	JTBパブリッシング「JTB時刻表（2015年10月号）」による（通常期）
	便数	JTBパブリッシング「JTB時刻表（2015年10月号）」による
旅客船	路線	日刊海事通信「2015年秋季号 フェリー・旅客船ガイド 運賃・時刻表」
	時間	日刊海事通信「2015年秋季号 フェリー・旅客船ガイド 運賃・時刻表」 最小乗換時間：船・船間、及び船・自動車間で15分
	運賃	日刊海事通信「2015年秋季号 フェリー・旅客船ガイド 運賃・時刻表」
自動車	路線	道路事業者のホームページを参考に2015年10月時点共用の高速道路を設定
	時間	速度：高速道路は85km/h、自動車専用道は55km/h、ほか40km/h、等 休憩時間：走行時間（分）×0.125で算定 休息時間：（走行時間＋休憩時間の合計が13時間以上の場合）660分/日 乗換時間：公共交通機関との乗換時間は15分
	料金	道路料金：高速道路会社のホームページによる 走行経費：12.98円/台kmとした 平均乗車人員：1.5人/台とした

注1) 全国幹線旅客純流動調査の調査日に合わせて時刻表は10月とした

注2) ゾーン中心と最寄りの公共交通機関のターミナル間は10分と設定

注3) 設定の詳細な考え方は、国土交通省国土技術政策研究所「航空需要予測について」を参照

(1) 交通機関選択モデル_a

既存モデルの交通機関選択モデルの考え方を元に構築した。

・モデル式

[レベル 1]

$$P_{m1_{ijm}} = \frac{\exp(V_{m1_{ijm}})}{\sum_{m \in c_{m1_{ij}}} \exp(V_{m1_{ijm}})}$$

$$V_{m1_{ijm}} = \sum_k \beta_{m1_{mk}} \cdot X_{ijmk} + \gamma_{m1_a} \cdot \text{Logsum}_{m1_{ija}}$$

$$\text{Logsum}_{m1_{ijm(m=a\text{航空})}} = \ln \left\{ \sum_{r \in c_{r_{ij}}} \exp(V_{r_{ijr}}) \right\}$$

$P_{m1_{ijm}}$	: 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間でのレベル1の交通機関 <i>m</i> の選択確率
$V_{m1_{ijm}}$	: 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間でレベル1の交通機関 <i>m</i> を選択するときの効用
$c_{m1_{ij}}$	: 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間で選択可能なレベル1の交通機関の集合
X_{ijmk}	: 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間でレベル1の交通機関 <i>m</i> を選択する場合の <i>k</i> 番目の交通サービス指標
$\text{Logsum}_{m1_{ija}}$	: 航空の固有変数であるアクセシビリティ指標 航空経路選択モデルから計算されるログサム変数
$V_{r_{ijr}}$	: 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間で航空の経路 <i>r</i> を選択するときの効用
$c_{r_{ij}}$	: 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間で選択可能な航空の経路の集合
$\beta_{m1_{mk}}, \gamma_{m1_a}, \gamma_{m1_r}$	: パラメータ

[レベル 2]

$$P_{m2_{ijm}} = \frac{\exp(V_{m2_{ijm}})}{\sum_{m \in c_{m2_{ij}}} \exp(V_{m2_{ijm}})}$$

$$V_{m2_{ijm}} = \sum_k \beta_{m2_{mk}} \cdot X_{ijmk} + \gamma_{m2} \cdot \text{Logsum}_{m2_{ijm}}$$

$$\text{Logsum}_{m2_{ijm(m=\text{公共交通機関})}} = \ln \left\{ \sum_{m' \in c_{m1_{ij}}} (V_{m1_{ijm'}}) \right\}$$

$P_{m2_{ijm}}$	: 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間でのレベル2の交通機関 <i>m</i> の選択確率
$V_{m2_{ijm}}$	: 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間でレベル2の交通機関 <i>m</i> を選択するときの効用
$c_{m2_{ij}}$	: 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間で選択可能なレベル2の交通機関の集合
X_{ijmk}	: 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間でレベル2の交通機関 <i>m</i> を選択する場合の <i>k</i> 番目の交通サービス指標
$\text{Logsum}_{m2_{ijm}}$	: レベル2の公共交通機関の固有変数であるアクセシビリティ指標 レベル1から計算されるログサム変数
$V_{m1_{ijm'}}$	: 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間でレベル1の交通機関 <i>m'</i> を選択するときの効用
$c_{m1_{ij}}$	: 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間で選択可能なレベル1の交通機関の集合
$\beta_{m2_{mk}}, \gamma_{m2}$	: パラメータ

・パラメータ

表 A-5 交通機関選択モデル a のパラメータ

	単位	業務		観光		私用	
		係数	t値	係数	t値	係数	t値
費用	万円	-1.77	-15.89	-1.55	-12.53	-1.15	-10.19
所要時間	時間	-0.81	-21.28	-0.55	-18.07	-0.43	-15.52
LN（鉄道有効運航頻度）	回/日	0.76	17.92	0.60	12.73	0.76	17.08
航空アクセシビリティ	-	0.91	22.03	0.97	17.01	0.65	10.18
航空ダミー（1,000km以上）	-	1.65	11.96	0.71	4.4	0.93	6.76
鉄道ダミー	-	2.64	9.87	1.91	4.95	2.62	8.45
バスダミー	-	-	-	2.09	6.28	3.57	13.52
公共交通機関利便性	-	0.37	21.3	0.36	12.5	0.39	17.2
時間価値	円/時	4,599円/時間		3,541円/時間		3,701円/時間	
修正済尤度比	-	0.65		0.50		0.54	
サンプルサイズ	ODペア	8,113		7,399		4,855	

・説明変数

表 A-6 交通機関選択モデル a の説明変数

説明変数	内容	符号条件
費用（万円）	起終点間の費用	－
所要時間（時間）	起終点間の所要時間	－
鉄道有効運航頻度（回/日）	朝5時以降に出発し夜25時まで日帰り往復可能な便数	＋
航空アクセシビリティ指標	航空経路選択モデルから計算されるアクセシビリティ指標	＋
航空ダミー	航空の交通機関固有ダミー．選択肢が航空の場合 1 / 他は 0． 起終点間が1,000km以上の場合とそれ以外で区分	（特になし）
鉄道ダミー	鉄道の交通機関固有ダミー．選択肢が鉄道の場合 1 / 他は 0．	（特になし）
バスダミー	バスの交通機関固有ダミー．選択肢がバスの場合 1 / 他は 0．	（特になし）
公共交通機関利便性	レベル 1（公共交通）から計算されるアクセシビリティ指標	＋

※交通機関固有ダミーは時間や費用等で表現できない交通機関の特徴を表現する変数であり、符号条件は特に定めていない。

(2) 交通機関選択モデルb

既存モデルの交通機関選択モデルの考え方を元に、鉄道経路選択モデルから算出される鉄道アクセシビリティ指標を説明変数に加え構築した。

・モデル式

「レベル 1」

$$\begin{aligned} P_{m1_{ijm}} &= \frac{\exp(V_{m1_{ijm}})}{\sum_{m \in C_{m1_{ij}}} \exp(V_{m1_{ijm}})} \\ V_{m1_{ijm}} &= \sum_k \beta_{m1_{mk}} \cdot X_{ijmk} + \gamma_{m1_a} \cdot \text{Logsum_m1}_{ija} + \gamma_{m1_r} \cdot \text{Logsum_m1}_{ijr} \\ \text{Logsum_m1}_{ij(m=a_{\text{航空}}, r_{\text{铁道}})} &= \ln \left\{ \sum_{r \in C_{r_{ij}}} \exp(V_{r_{ijr}}) \right\} \end{aligned}$$

P_{m1ijm}	: 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間でのレベル1の交通機関 <i>m</i> の選択確率
V_{m1ijm}	: 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間でレベル1の交通機関 <i>m</i> を選択するときの効用
c_{m1ij}	: 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間で選択可能なレベル1の交通機関の集合
X_{ijmk}	: 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間でレベル1の交通機関 <i>m</i> を選択する場合の <i>k</i> 番目の交通サービス指標
$Logsum_{m1ijm}$	: 航空・鉄道の固有変数であるアクセシビリティ指標 航空経路選択モデル、鉄道経路選択モデルから計算されるログサム変数
$V_{r,ijr}$	: 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間で航空または鉄道の経路 <i>r</i> を選択するときの効用
$c_{r,ij}$	: 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間で選択可能な航空または鉄道の経路の集合
$\beta_{m1mk}, \gamma_{m1a}, \gamma_{m1r}$	: パラメータ

「レベル 2」

$$P_{m2_{ijm}} = \frac{\exp(V_{m2_{ijm}})}{\sum_{m \in c_{m2_{ij}}} \exp(V_{m2_{ijm}})}$$

$$V_{m2_{ijm}} = \sum_k \beta_{m2_{mk}} \cdot X_{ijmk} + \gamma_{m2} \cdot \text{Logsum}_{m2_{ijm}}$$

$$\text{Logsum}_{m2_{ijm}(m=\text{公共交通機関})} = \ln \left\{ \sum_{m' \in c_{m1_{ij}}} (V_{m1_{ijm'}}) \right\}$$

$P_{m2_{ijm}}$	: 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間でのレベル2の交通機関 <i>m</i> の選択確率
$V_{m2_{ijm}}$	: 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間でレベル2の交通機関 <i>m</i> を選択するときの効用
$c_{m2_{ij}}$	: 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間で選択可能なレベル2の交通機関の集合
X_{ijmk}	: 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間でレベル2の交通機関 <i>m</i> を選択する場合の <i>k</i> 番目の交通サービス指標
$Logsum_{m2_{ijm}}$	: レベル2の公共交通機関の固有変数であるアクセシビリティ指標 レベル1から計算されるログサム変数
$V_{m1_{ijm'}}$	: 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間でレベル1の交通機関 <i>m'</i> を選択するときの効用
$c_{m1_{ij}}$	: 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間で選択可能なレベル1の交通機関の集合
$\beta_{m2_{mk}}, \gamma_{m2}$	: パラメータ

・パラメータ

表 A-7 交通機関選択モデル b のパラメータ

	単位	業務		観光		私用	
		係数	t値	係数	t値	係数	t値
費用	万円	-1.08	-3.77	-1.05	-3.76	-0.42	-2.64
所要時間	時間	-0.52	-17.79	-0.40	-13.31	-0.15	-10.05
航空アクセシビリティ	-	0.94	22.75	1.36	24.82	1.12	18.05
鉄道アクセシビリティ	-	1.31	42.03	1.06	31.51	0.48	24.13
航空ダミー（1,000km以上）	-	1.29	10.19	0.67	3.39	1.91	10.92
鉄道ダミー	-	3.09	34.63	1.40	13.67	2.38	36.94
自動車ダミー	-	1.04	6.27	2.02	18.65	-	-
公共交通機関利便性	-	0.54	18.2	0.87	17.4	0.48	30.4
時間価値	円/時	4,850円/時間		3,843円/時間		3,669円/時間	
修正済尤度比	-	0.63		0.43		0.40	
サンプルサイズ	ODペア	16,078		16,078		16,078	

・説明変数

表 A-8 交通機関選択モデル b の説明変数

説明変数	内容	符号条件
費用（万円）	起終点間の費用	－
所要時間（時間）	起終点間の所要時間	－
航空アクセシビリティ指標	航空経路選択モデルから計算されるアクセシビリティ指標	＋
鉄道アクセシビリティ指標	鉄道経路選択モデルから計算されるアクセシビリティ指標	＋
航空ダミー	航空の交通機関固有ダミー．選択肢が航空の場合 1 / 他は 0． 起終点間が1,000km以上の場合とそれ以外で区分	（特になし）
鉄道ダミー	鉄道の交通機関固有ダミー．選択肢が鉄道の場合 1 / 他は 0．	（特になし）
バスダミー	バスの交通機関固有ダミー．選択肢がバスの場合 1 / 他は 0．	（特になし）
公共交通機関利便性	レベル 1（公共交通）から計算されるアクセシビリティ指標	＋

※交通機関固有ダミーは時間や費用等で表現できない交通機関の特徴を表現する変数であり、符号条件は特に定めていない。

(3) 航空経路選択モデル

既存モデルの航空経路選択モデルの考え方を元に構築した。

・モデル式（業務目的）

$$P_{ijr} = \frac{\exp(V_{ijr})}{\sum_{r \in c_{ij}} \exp(V_{ijr})}$$

$$V_{ijr} = \sum_k \beta_{kr} \cdot X_{ijkkr} + \gamma \cdot (ACC_{inr}^{resd} + ACC_{jnr}^{dest})$$

P_{ijr}	: ゾーンi、j間での航空経路rの選択率
V_{ijr}	: ゾーンi、j間での航空経路rを選択するときの効用
c_{ij}	: ゾーンi、j間での利用可能な航空経路の集合
X_{ijkkr}	: ゾーンi、j間で航空経路rを選択する場合のk番目の交通サービス指標
β_{kr}, γ	: パラメータ
ACC_{inr}^{resd}	: 航空経路rの居住地側（resd）ゾーンiから空港nまでの空港アクセス利便性を表す 空港アクセシビリティ指標
ACC_{jnr}^{dest}	: 航空経路rの旅行先側（dest）ゾーンjから空港nまでの空港アクセス利便性を表す 空港アクセシビリティ指標

・モデル式（観光、私用目的）

[レベル 1（FSC 4 経路）]

$$P_{ijr} = \frac{\exp(V_{ijr})}{\sum_{r \in c_{ij}} \exp(V_{ijr})}$$

$$V_{ijr} = \sum_k \beta_{kr} \cdot X_{ijkkr} + \gamma_1 \cdot (ACC_{1inr}^{resd} + ACC_{1jnr}^{dest})$$

P_{ijr}	: ゾーンi、j間でのレベル1の航空経路rの選択率
V_{ijr}	: ゾーンi、j間でのレベル1の航空経路rを選択するときの効用
c_{ij}	: ゾーンi、j間での利用可能なレベル1の航空経路rの集合
X_{ijkkr}	: ゾーンi、j間でレベル1の航空経路rを選択する場合のk番目の交通サービス指標
β_{kr}, γ_1	: パラメータ
ACC_{1inr}^{resd}	: レベル1の航空経路rの居住地側（resd）ゾーンiから空港nまでの空港アクセス 利便性を表す空港アクセシビリティ指標
ACC_{1jnr}^{dest}	: レベル1の航空経路rの旅行先側（dest）ゾーンjから空港nまでの空港アクセス 利便性を表す空港アクセシビリティ指標

[レベル 2（FSCvsLCC）]

$$P_{ijLcc} = \frac{\exp(V_{ijLcc})}{\exp(V_{ijLcc}) + \exp(V_{ijFsc})}, \quad P_{ijFsc} = \frac{\exp(V_{ijFsc})}{\exp(V_{ijLcc}) + \exp(V_{ijFsc})}$$

$$V_{ijLcc} = \sum_k \beta_{kLcc} \cdot X_{ijkLcc} + \gamma_2 \cdot \{ACC_{inLcc}^{resd} + ACC_{jnLcc}^{dest}\}, \quad V_{ijFsc} = \lambda_{Fsc} \cdot FscACC_{ij}$$

- P_{ijLcc} : 居住地ゾーンiと旅行先ゾーンj間でのLCC経路の選択確率
 P_{ijFsc} : 居住地ゾーンiと旅行先ゾーンj間でのFSC経路の選択確率
 V_{ijLcc} : 居住地ゾーンiと旅行先ゾーンj間でLCC経路を選択するときの効用
 V_{ijFsc} : 居住地ゾーンiと旅行先ゾーンj間でFSC経路を選択するときの効用
 X_{ijkLcc} : 居住地ゾーンiと旅行先ゾーンj間でLCC経路を選択する場合のk番目の交通サービス指標
 β_{kLcc}, γ_2 : パラメータ
 ACC_{inLcc}^{resd} : LCC経路の居住地側 (resd) ゾーンiから空港nまでの空港アクセス利便性を表す空港アクセシビリティ指標
 ACC_{jnLcc}^{dest} : LCC経路rの旅行先側 (dest) ゾーンjから空港nまでの空港アクセス利便性を表す空港アクセシビリティ指標
 λ_{Fsc} : FSC経路選択肢集合のログサム変数のパラメータ
 $FscACC_{ij}$: 居住地ゾーンiと旅行先ゾーンj間で選択可能なFSC経路選択肢集合の利便性を表すFSCアクセシビリティ指標

・パラメータ

表 A-9 航空経路選択モデルのパラメータ

	単位	業務		観光		私用	
		係数	t値	係数	t値	係数	t値
費用	万円	-1.43	-27.9	-1.35	-48.8	-1.49	-43.4
所要時間	時間	-0.64	-5.7	-0.48	4.6	-0.56	-10.4
LN (便数)	便/日	0.16	13.9	0.40	51.5	0.23	19.2
空港アクセス利便性	-	0.58	59.5	1.22	53.4	0.78	43.3
羽田空港ダミー	-	0.35	7.1	0.68	15.4	1.51	24.1
伊丹空港ダミー	-	0.37	14.1	-	-	0.17	6
FSC利便性	-	-	-	0.73	40.9	0.56	28.3
時間価値	円/時	4,494円/時間		3,574円/時間		3,766円/時間	
修正済尤度比	-	0.14		0.57		0.29	
サンプルサイズ	ODペア	1,082		1,763		1,673	

・説明変数

表 A-10 航空経路選択モデルの説明変数

説明変数	内容	符号条件
費用 (万円)	起終点間の費用	-
所要時間 (時間)	起終点間の所要時間	-
便数 (便/日)	航空路線の運航便数 (複数路線を乗り継ぐ場合は、少ない運航便数を採用)	+
空港アクセス指標	空港アクセスモデルから計算されるアクセシビリティ指標	+
羽田空港ダミー	羽田空港の固有ダミー。発着空港が羽田の場合1/他は0.	(特になし)
伊丹空港ダミー	羽田空港の固有ダミー。発着空港が羽田の場合1/他は0.	(特になし)
FSC利便性	レベル1 (FSC) から計算されるアクセシビリティ指標	+

※空港固有ダミーは時間や費用等で表現できない空港の特徴を表現する変数であり、符号条件は特に定めていない。

(4) 鉄道経路選択モデル

既存モデルの考え方を元に構築した.

・モデル式

$$P_{ijr} = \frac{\exp(V_{ijr})}{\sum_{r \in c_{ij}} \exp(V_{ijr})}, \quad V_{ijr} = \sum_k \beta_{kr} \cdot X_{ijrk}$$

$$\text{Logsum}_{ijr1} = \ln \left(\exp(V_{p_{ijr}}) + \exp(V_{c_{ijr}}) \right), \quad \text{Logsum}_{ijr2} = \ln \left(\exp(V_{p_{lmr}}) + \exp(V_{c_{lmr}}) \right)$$

P_{ijr}	: ゾーンi、j間での鉄道経路rの選択率
V_{ijr}	: ゾーンi、j間での鉄道経路rを選択するときの効用
c_{ij}	: ゾーンi、j間での利用可能な鉄道経路の集合
X_{ijkr}	: ゾーンi、j間で鉄道経路rを選択する場合のk番目の交通サービス指標
β_{kr}	: パラメータ

・パラメータ

表 A-11 鉄道経路選択モデルのパラメータ

	単位	業務	
		係数	t値
費用	円	-0.00013	-7.4
ラインホール所要時間	分	-0.01127	-14.1
ラインホール乗換回数	回	-0.16138	-6.9
LN（運行頻度）	便/日	0.43727	9.9
時間価値	円/時	5,204円/時間	
修正済尤度比	-	0.361	
サンプルサイズ	ODペア	49	

・説明変数

表 A-12 鉄道経路選択モデルの説明変数

説明変数	内容	符号条件
費用（万円）	起終点間の総費用（割引運賃等は考慮なし）	－
ラインホール所要時間（分）	ラインホール乗車時間＋ラインホール乗継時間	－
ラインホール乗換回数（回）	ラインホール区間の乗換回数	－
運行頻度（便/日）	ラインホール区間の運行頻度 （複数路線を乗り継ぐ場合は、少ない運航頻度を採用）	＋

付録B アンケート調査の調査票

設問の狙いを明確にするために、スクリーニング調査・本調査を区別しているが、実際のアンケートは連続して実施した。

なお、表示の凡例は以下のとおりである。

▼ 選択式の回答形式

() 内は記述式の回答形式

※ 設問の補足として調査票に明記した。

【 】 内は調査票設計時の処理

【スクリーニング調査】

(1) コロナ前の1年間(2019年1月～12月)の旅行について伺います。

① あなたの個人属性を教えてください。

(①-1 性別、①-2 年代、①-3 職業、①-4 収入)

性別▼	年代▼	職業▼	年収▼
男性	20代以下	役員・管理職	なし
女性	30代	会社員	100万円未満
	40代	公務員	100～199万円
	50代	農林漁業	200～299万円
	60代	商工自営業	300～399万円
	70代以上	自由業	400～499万円
		学生生徒	500～699万円
		無職	700～999万円
		その他	1,000～1,499万円
			1,500～1,999万円
			2,000万円以上

② あなたの居住地を教えてください。

(②-1 都道府県、②-2 市町村)

都道府県▼				
北海道	埼玉県	岐阜県	鳥取県	佐賀県
青森県	千葉県	静岡県	島根県	長崎県
岩手県	東京都	愛知県	岡山県	熊本県
宮城県	神奈川県	三重県	広島県	大分県
秋田県	新潟県	滋賀県	山口県	宮崎県
山形県	富山県	京都府	徳島県	鹿児島県
福島県	石川県	大阪府	香川県	沖縄県
茨城県	福井県	兵庫県	愛媛県	
栃木県	山梨県	奈良県	高知県	
群馬県	長野県	和歌山県	福岡県	

【本調査対象となるの都道府県の居住者には市町村の設問を設定】

埼玉県▼ さいたま市西区 さいたま市北区 ... 北葛飾郡杉戸町 北葛飾郡松伏町 その他	千葉県▼ 千葉市中央区 千葉市花見川区 ... 夷隅郡御宿町 安房郡鋸南町 その他	東京都▼ 千代田区 中央区 ... 青ヶ島村 小笠原村 その他	神奈川県▼ 横浜市鶴見区 横浜市神奈川区 ... 愛甲郡愛川町 愛甲郡清川村 その他
岐阜県▼ 岐阜市 大垣市 ... 可児郡御嵩町 大野郡白川村 その他	愛知県▼ 名古屋市千種区 名古屋市東区 ... 北設楽郡東栄町 北設楽郡豊根村 その他	三重県▼ 津市 四日市市 ... 南牟婁郡御浜町 南牟婁郡紀宝町 その他	
京都府▼ 京都市北区 京都市上京区 ... 与謝郡伊根町 与謝郡与謝野町 その他	大阪府▼ 大阪市都島区 大阪市福島区 ... 南河内郡河南町 南河内郡千早赤阪村 その他	兵庫県▼ 神戸市東灘区 神戸市灘区 ... 美方郡香美町 美方郡新温泉町 その他	奈良県▼ 奈良市 大和高田市 ... 吉野郡川上村 吉野郡東吉野村 その他
福岡県▼ 北九州市門司区 北九州市若松区 ... 築上郡上毛町 築上郡築上町 その他			

③ コロナ前の1年間（2019年1月～12月）の旅行について教えてください。

（③-1 旅行先都道府県、③-2 代表交通手段）

都道府県▼				
北海道	埼玉県	岐阜県	鳥取県	佐賀県
青森県	千葉県	静岡県	島根県	長崎県
岩手県	東京都	愛知県	岡山県	熊本県
宮城県	神奈川県	三重県	広島県	大分県
秋田県	新潟県	滋賀県	山口県	宮崎県
山形県	富山県	京都府	徳島県	鹿児島県
福島県	石川県	大阪府	香川県	沖縄県
茨城県	福井県	兵庫県	愛媛県	
栃木県	山梨県	奈良県	高知県	
群馬県	長野県	和歌山県	福岡県	

※複数回旅行を実施の場合は、もっとも距離が長いものについてお答えください。

代表交通機関▼

飛行機FSC
飛行機LCC
新幹線
高速バス
乗用車

※複数の交通機関利用の場合は、もっとも距離が長いものについてお答えください

※飛行機 FSC は「Full Service Carrier」の略で従来からある航空会社（JAL・ANA）です。飛行機 LCC は「Low Cost Carrier」の略で格安航空会社（ピーチ・ジェットスター・バニラエア等）です。

【本調査（RP 調査部分）】

(2) 旅行の詳細について伺います。

① コロナ前 1 年間（2019 年 1 月～12 月）の旅行【旅行先：(1)③-1 の回答を表示】の詳細について教えてください。

（①-1 旅行目的、①-2 旅行日数、①-3 同行者、①-4 同行者数）

旅行目的(複数可)▼
業務
観光
私用
その他(自由記述)

旅行日数▼
日帰り
1 泊
2 泊
3 泊以上

同行者▼
一人旅
家族
友人
職場の同僚
その他(自由記述)

同行者数▼
あなた 1 人
3 人
3～5 人
6 人以上

※観光には、温泉、街歩き、ショッピング、イベント参加、コンサート・演劇鑑賞・美術展、レクリエーションとしてのスポーツ活動・観戦、体験学習を含む。

※私用には、親類や友人宅への訪問、冠婚葬祭等への出席、通院、習い事、介護のための帰省を含む。

② 利用交通機関について教えてください。【交通機関：（問(1)③-2 の回答を表示）】

居住地から飛行機・新幹線・高速バスに乗車するまでをアクセス、飛行機・新幹線・高速バスによる移動をラインホール、飛行機・新幹線・高速バスを降車してから目的地までをイグレスとよびます。

（②-1 アクセス交通機関、②-2 ラインホールの乗り換え回数、②-3 ラインホールの経路、②-4 イグレス交通機関）

アクセス（居住地から飛行機・新幹線・高速バスに乗車するまで）の交通機関▼			
JR	空港直行バス	自家用車	その他
私鉄地下鉄	路線バス	自転車	
モノレール	タクシー	徒歩	

※複数の交通機関利用の場合は、もっとも距離が長いものについてお答えください

ラインホール（飛行機・新幹線・高速バス）の交通機関の乗り換え回数▼

乗換なし
乗換 1 回
乗換 2 回
乗換 3 回
乗換 4 回以上

※新幹線の「のぞみ」から「こだま」への乗換も乗換 1 回とみなしてください。

【以降は乗換回数に応じて設問を設定】

ラインホール1回目について		
乗車地点	交通機関▼	降車地点
(空港・新幹線駅・バス停の名前を記入)	飛行機 新幹線 高速バス	(空港・新幹線駅・バス停の名前を記入)

...

ラインホール4回目について		
乗車地点	交通機関▼	降車地点
(空港・新幹線駅・バス停の名前を記入)	飛行機 新幹線 高速バス	(空港・新幹線駅・バス停の名前を記入)

イグレス（飛行機・新幹線・高速バスを降車してから目的地まで）の交通機関▼			
JR	空港直行バス	自家用車	その他
私鉄地下鉄	路線バス	自転車	
モノレール	タクシー	徒歩	

※複数の交通機関利用の場合は、もっとも距離が長いものについてお答えください

③ 今回の交通機関を選択した理由を教えてください（複数回答可）。

交通機関の選択理由(複数回答可)▼	
早く目的地に着くから	車内が混雑しないから
費用が安いから	ツアー等のため決められていた
本数が多いから	今回の利用ルートしか知らなかった
最寄りの駅やバス停が近いから	その他（自由記述）
最寄りの駅やバス停付近に駐車場や駐輪場があるから	

【本調査（SP 調査部分）】

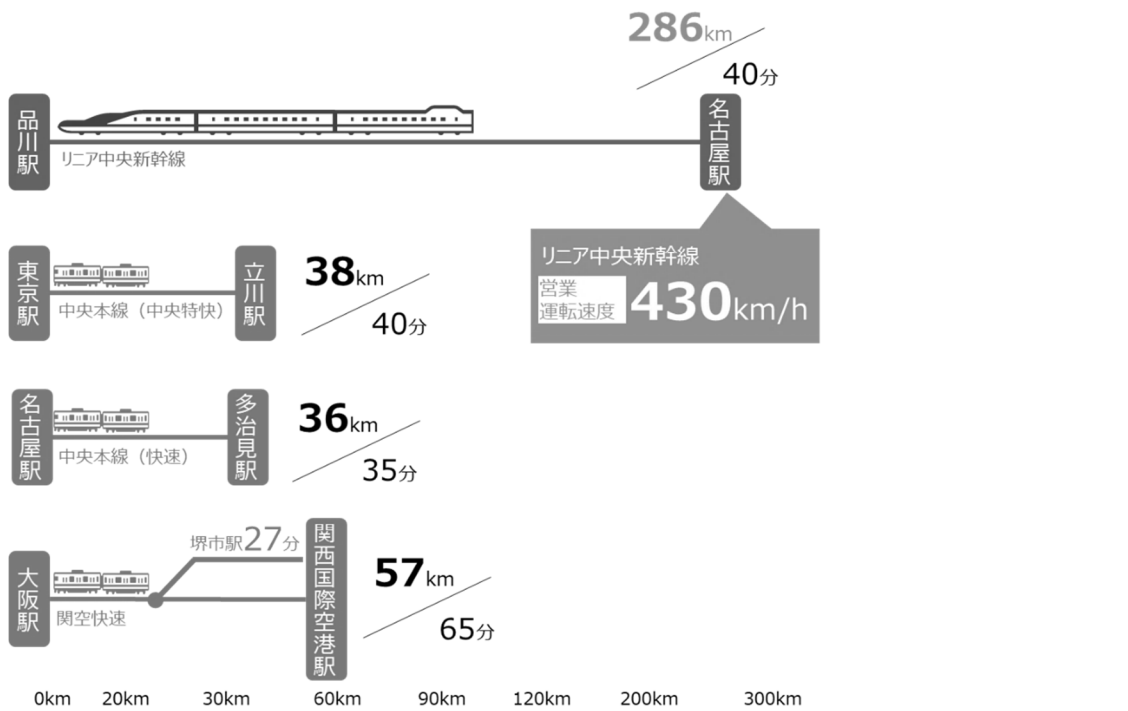
(3) リニア中央新幹線が開業した場合の利用交通機関の変化について伺います。

～リニア新幹線の概要～

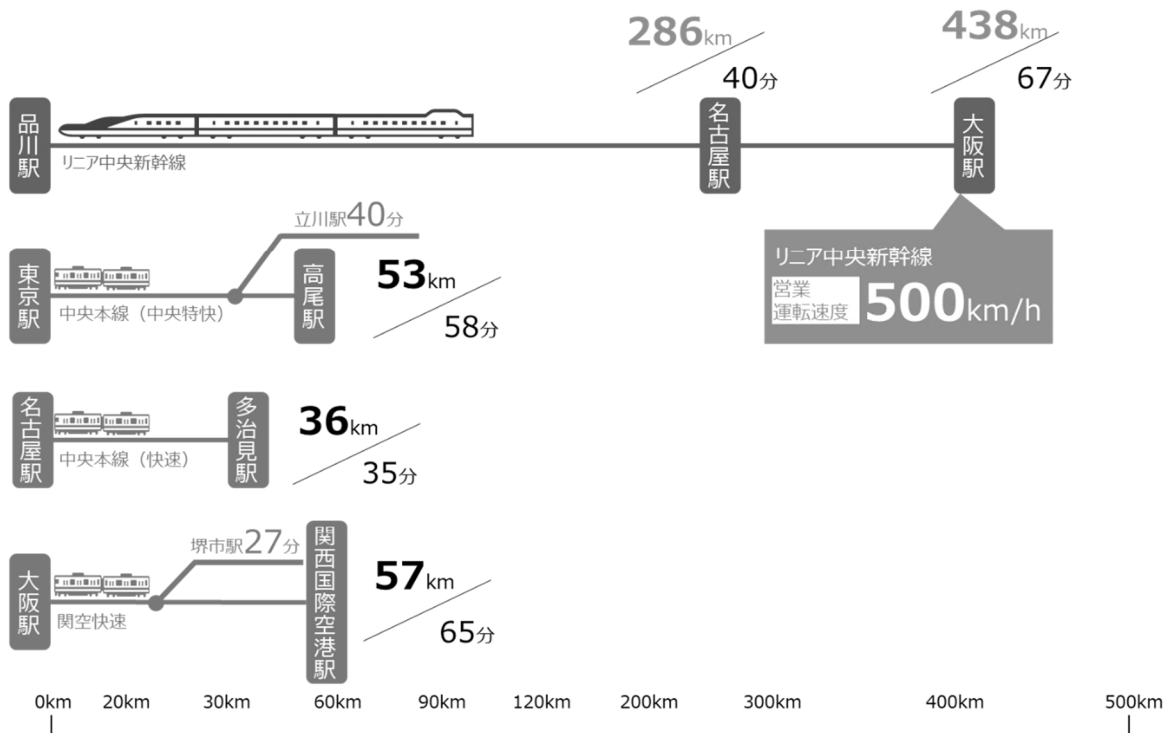
○世界最速の新幹線

新幹線史上世界で最も速い時速 500km で東京・大阪間を運転します。

品川-名古屋間を 40 分で移動できます。これは、東京-立川駅間（中央線中央快特）、名古屋-多治見駅間（中央本線快速）と同程度の時間です。



※大阪駅から関西国際空港までの時間は、関西空港総合サイトより引用



※大阪駅から関西国際空港までの時間は、関西空港総合サイトより引用

図 B-1 リニアの速さのイメージ

出所：JR 東海 HP より作成

① コロナ前の1年間（2019年1月～12月）の旅行

- ・旅行先：【問(1)③-1の回答を表示】
- ・交通機関：【問(1)③-2の回答を表示】
- ・旅行目的：【問(1)④の回答を表示】

について、リニア中央新幹線の開業を前提とした場合の利用交通機関の選択について伺います。

リニア中央新幹線によって品川-名古屋間は1時間程度所要時間が短くなります。ただし費用が高くなったり、名古屋駅での乗換が不便になったりする可能性があります。

そこで費用や乗換利便性（家から目的地までのトータルの所要時間）が下表の場合、どの交通機関を選択しますか。

（リニア中央新幹線の所要時間や費用・乗換利便性が様々に変化します）

【問③の旅行先に合わせサービス水準の表を全9パターンからランダムで1つ提示、パターンを変え計9セット実施】

交通機関	時間（分）	費用（円）	便数	乗換状況	代表交通機関▼
飛行機FSC	249	11,570	3		飛行機FSC
飛行機LCC	281	9,270	2		飛行機LCC
新幹線	165	11,330	160		新幹線
高速バス	391	6,690	9		高速バス
リニア中央新幹線	107	13,330	72	他交通機関まで、直通エレベーターのみで10分乗換	リニア

※時間や費用は居住地から目的地までを対象としています。

※飛行機FSCは「Full Service Carrier」の略で従来からある航空会社（JAL・ANA）です。飛行機LCCは「Low Cost Carrier」の略で格安航空会社（ピーチ・ジェットスター・バニラエア等）です。

SP調査において使用する交通サービス水準は、リニアの所要時間と費用の組み合わせにより、1経路につき全9パターンがあり、アンケートでは各回答者に9パターン全てについて質問した。パターンの種類と内容は表B-1から表B-4のとおり。少しずつパターンを変えた設問を繰り返す場合に、前のパターンでの回答に次のパターンの回答が引っ張られる事が想定されることから、その傾向を緩和するため、各回答者への設問順はランダムとした。

表B-1 リニアの所要時間と費用の組み合わせ*による交通サービス水準のパターン

		所要時間			
		上位ケース		中位ケース	
費用	上位ケース	パターン3 +10分 +500円		パターン6 +20分 +500円	パターン9 +30分 +500円
	中位ケース	パターン2 +10分 +1,000円		パターン5（基準） +20分 +1,000円	パターン8 +30分 +1,000円
	下位ケース	パターン1 +10分 +2,000円		パターン4 +20分 +2,000円	パターン7 +30分 +2,000円

*乗車時間にプラスする乗換時間（+10分～30分）、及び新幹線と比較した費用（+500円～2,000円）の組み合わせ

表 B-2 アンケートで掲示した交通サービス水準の内容(1)

■パターン 1 (時間：上位ケース(+10分)、費用：下位ケース(+2,000円))

出発地	到着地	指標	航空 FSC	航空 LCC	高速バス	新幹線	リニア
首都圏 (新宿区)	中京圏 (名古屋市)	所要時間	249分	281分	391分	165分	107分
		費用	¥11,570	¥9,270	¥6,690	¥11,330	¥13,330
		便数	3往復	2往復	9往復	160往復	72往復
首都圏 (新宿区)	近畿圏 (大阪市)	所要時間	245分	294分	449分	224分	178分
		費用	¥12,550	¥11,910	¥3,240	¥14,680	¥16,680
		便数	30往復	5往復	58往復	140往復	72往復
首都圏 (新宿区)	福岡県 (福岡市)	所要時間	244分	278分	872分	356分	311分
		費用	¥19,010	¥12,010	¥13,000	¥22,950	¥24,950
		便数	54往復	10往復	2往復	31往復	34往復

※リニアは他交通機関まで、直通エレベータのみで10分乗換

■パターン 2 (時間：上位ケース(+10分)、費用：中位ケース(+1,000円))

出発地	到着地	指標	航空 FSC	航空 LCC	高速バス	新幹線	リニア
首都圏 (新宿区)	中京圏 (名古屋市)	所要時間	249分	281分	391分	165分	107分
		費用	¥11,570	¥9,270	¥6,690	¥11,330	¥12,330
		便数	3往復	2往復	9往復	160往復	72往復
首都圏 (新宿区)	近畿圏 (大阪市)	所要時間	245分	294分	449分	224分	178分
		費用	¥12,550	¥11,910	¥3,240	¥14,680	¥15,680
		便数	30往復	5往復	58往復	140往復	72往復
首都圏 (新宿区)	福岡県 (福岡市)	所要時間	244分	278分	872分	356分	311分
		費用	¥19,010	¥12,010	¥13,000	¥22,950	¥23,950
		便数	54往復	10往復	2往復	31往復	34往復

※リニアは他交通機関まで、直通エレベータのみで10分乗換

■パターン 3 (時間：上位ケース(+10分)、費用：上位ケース(+500円))

出発地	到着地	指標	航空 FSC	航空 LCC	高速バス	新幹線	リニア
首都圏 (新宿区)	中京圏 (名古屋市)	所要時間	249分	281分	391分	165分	107分
		費用	¥11,570	¥9,270	¥6,690	¥11,330	¥11,830
		便数	3往復	2往復	9往復	160往復	72往復
首都圏 (新宿区)	近畿圏 (大阪市)	所要時間	245分	294分	449分	224分	178分
		費用	¥12,550	¥11,910	¥3,240	¥14,680	¥15,180
		便数	30往復	5往復	58往復	140往復	72往復
首都圏 (新宿区)	福岡県 (福岡市)	所要時間	244分	278分	872分	356分	311分
		費用	¥19,010	¥12,010	¥13,000	¥22,950	¥23,450
		便数	54往復	10往復	2往復	31往復	34往復

※リニアは他交通機関まで、直通エレベータのみで10分乗換

表 B-3 アンケートで掲示した交通サービス水準の内容 (2)

■パターン 4 (時間：中位ケース(+20分)、費用：下位ケース(+2,000円))

出発地	到着地	指標	航空 FSC	航空 LCC	高速バス	新幹線	リニア
首都圏 (新宿区)	中京圏 (名古屋市)	所要時間	249分	281分	391分	165分	117分
		費用	¥11,570	¥9,270	¥6,690	¥11,330	¥13,330
		便数	3往復	2往復	9往復	160往復	72往復
首都圏 (新宿区)	近畿圏 (大阪市)	所要時間	245分	294分	449分	224分	188分
		費用	¥12,550	¥11,910	¥3,240	¥14,680	¥16,680
		便数	30往復	5往復	58往復	140往復	72往復
首都圏 (新宿区)	福岡県 (福岡市)	所要時間	244分	278分	872分	356分	321分
		費用	¥19,010	¥12,010	¥13,000	¥22,950	¥24,950
		便数	54往復	10往復	2往復	31往復	34往復

※リニアは他交通機関まで、直通エレベータと動く歩道で20分乗換

■パターン 5 (時間：中位ケース(+20分)、費用：中位ケース(+1,000円))

出発地	到着地	指標	航空 FSC	航空 LCC	高速バス	新幹線	リニア
首都圏 (新宿区)	中京圏 (名古屋市)	所要時間	249分	281分	391分	165分	117分
		費用	¥11,570	¥9,270	¥6,690	¥11,330	¥12,330
		便数	3往復	2往復	9往復	160往復	72往復
首都圏 (新宿区)	近畿圏 (大阪市)	所要時間	245分	294分	449分	224分	188分
		費用	¥12,550	¥11,910	¥3,240	¥14,680	¥15,680
		便数	30往復	5往復	58往復	140往復	72往復
首都圏 (新宿区)	福岡県 (福岡市)	所要時間	244分	278分	872分	356分	321分
		費用	¥19,010	¥12,010	¥13,000	¥22,950	¥23,950
		便数	54往復	10往復	2往復	31往復	34往復

※リニアは他交通機関まで、直通エレベータと動く歩道で20分乗換

■パターン 6 (時間：中位ケース(+20分)、費用：上位ケース(+500円))

出発地	到着地	指標	航空 FSC	航空 LCC	高速バス	新幹線	リニア
首都圏 (新宿区)	中京圏 (名古屋市)	所要時間	249分	281分	391分	165分	117分
		費用	¥11,570	¥9,270	¥6,690	¥11,330	¥11,830
		便数	3往復	2往復	9往復	160往復	72往復
首都圏 (新宿区)	近畿圏 (大阪市)	所要時間	245分	294分	449分	224分	188分
		費用	¥12,550	¥11,910	¥3,240	¥14,680	¥15,180
		便数	30往復	5往復	58往復	140往復	72往復
首都圏 (新宿区)	福岡県 (福岡市)	所要時間	244分	278分	872分	356分	321分
		費用	¥19,010	¥12,010	¥13,000	¥22,950	¥23,450
		便数	54往復	10往復	2往復	31往復	34往復

※リニアは他交通機関まで、直通エレベータと動く歩道で20分乗換

表 B-4 アンケートで掲示した交通サービス水準の内容(3)

■パターン 7 (時間：下位ケース(+30分)、費用：下位ケース(+2,000円))

出発地	到着地	指標	航空 FSC	航空 LCC	高速バス	新幹線	リニア
首都圏 (新宿区)	中京圏 (名古屋市)	所要時間	249分	281分	391分	165分	127分
		費用	¥11,570	¥9,270	¥6,690	¥11,330	¥13,330
		便数	3往復	2往復	9往復	160往復	72往復
首都圏 (新宿区)	近畿圏 (大阪市)	所要時間	245分	294分	449分	224分	198分
		費用	¥12,550	¥11,910	¥3,240	¥14,680	¥16,680
		便数	30往復	5往復	58往復	140往復	72往復
首都圏 (新宿区)	福岡県 (福岡市)	所要時間	244分	278分	872分	356分	331分
		費用	¥19,010	¥12,010	¥13,000	¥22,950	¥24,950
		便数	54往復	10往復	2往復	31往復	34往復

※リニアは他交通機関まで、直通エレベータと徒歩で30分乗換

■パターン 8 (時間：下位ケース(+30分)、費用：中位ケース(+1,000円))

出発地	到着地	指標	航空 FSC	航空 LCC	高速バス	新幹線	リニア
首都圏 (新宿区)	中京圏 (名古屋市)	所要時間	249分	281分	391分	165分	127分
		費用	¥11,570	¥9,270	¥6,690	¥11,330	¥12,330
		便数	3往復	2往復	9往復	160往復	72往復
首都圏 (新宿区)	近畿圏 (大阪市)	所要時間	245分	294分	449分	224分	198分
		費用	¥12,550	¥11,910	¥3,240	¥14,680	¥15,680
		便数	30往復	5往復	58往復	140往復	72往復
首都圏 (新宿区)	福岡県 (福岡市)	所要時間	244分	278分	872分	356分	331分
		費用	¥19,010	¥12,010	¥13,000	¥22,950	¥23,950
		便数	54往復	10往復	2往復	31往復	34往復

※リニアは他交通機関まで、直通エレベータと徒歩で30分乗換

■パターン 9 (時間：下位ケース(+30分)、費用：上位ケース(+500円))

出発地	到着地	指標	航空 FSC	航空 LCC	高速バス	新幹線	リニア
首都圏 (新宿区)	中京圏 (名古屋市)	所要時間	249分	281分	391分	165分	127分
		費用	¥11,570	¥9,270	¥6,690	¥11,330	¥11,830
		便数	3往復	2往復	9往復	160往復	72往復
首都圏 (新宿区)	近畿圏 (大阪市)	所要時間	245分	294分	449分	224分	198分
		費用	¥12,550	¥11,910	¥3,240	¥14,680	¥15,180
		便数	30往復	5往復	58往復	140往復	72往復
首都圏 (新宿区)	福岡県 (福岡市)	所要時間	244分	278分	872分	356分	331分
		費用	¥19,010	¥12,010	¥13,000	¥22,950	¥23,450
		便数	54往復	10往復	2往復	31往復	34往復

※リニアは他交通機関まで、直通エレベータと徒歩で30分乗換

付録C RP 調査部分の回答結果

(1) 旅行目的

旅行目的については、調査対象期間中に異なる旅行目的で複数回旅行している場合や、一度に複数の目的を重複させて旅行している場合が考えられるため、旅行目的は複数回答とした。それぞれの旅行目的の性質に鑑み、複数の目的で旅行をする場合に、旅行の動機として最も強いと考えられる業務目的を最優先とし、次いで私用目的、最後に観光目的の順で旅行目的を代表させるクリーニングを行うこととした。クリーニングにより、最も優先度が高いとした業務目的のシェアが、1.9pt増加し、最も優先度が低い観光目的のシェアが3.6pt減少する程度となった。意向の旅行目的に関わる分析では、クリーニング後の旅行目的を用いる。

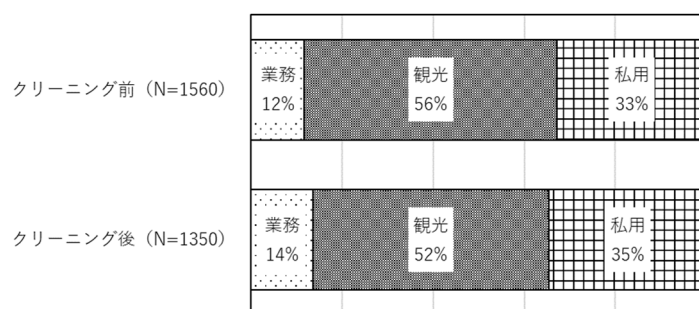


図 C-1 クリーニング前後の旅行目的の比率

(2) 利用交通機関と選択理由

利用した交通機関別に旅行目的の構成を見ると、観光の割合が大きく、業務目的が最も少ないという傾向は全体と概ね一致する。

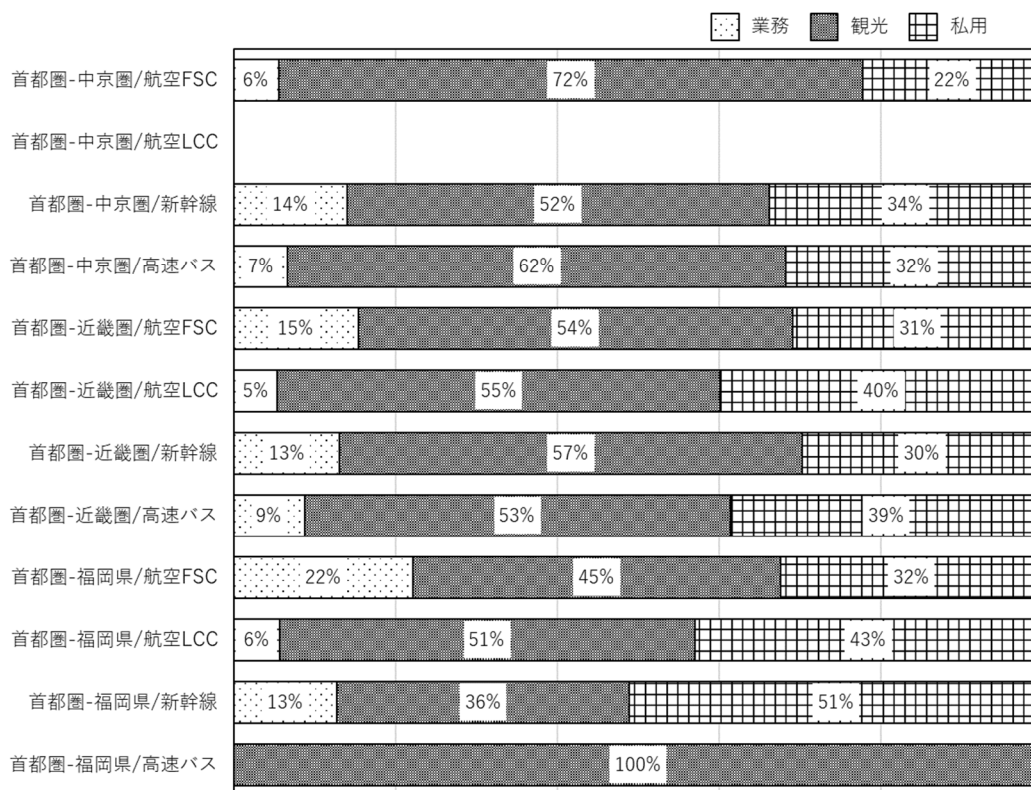


図 C-2 OD・交通機関別の旅行目的構成

各交通機関の選択理由に着目すると、旅行目的別に見ると業務目的は「早く目的地に着くから」を重視していることが多く、観光・私用目的では早さの他にも「費用が安いから」が重視される傾向が見られる。交通機関別に見るとFSCは「早く目的地に着くから」、LCCと高速バスは「費用が安いから」、新幹線は早さに加えて「本数が多いから」が重視されている傾向が見られる。

表 C-1 OD・交通機関・旅行目的別の交通機関選択理由

(%)

OD/手段	目的	N数	早く目的地 に着くから	費用が安い から	本数が多い から	乗換回数が 少ないから	最寄りの駅 やバス停が 近いから	最寄りの駅 やバス停付 近に駐車場 や駐輪場が あるから	車内が混雑 しないから	ツアー等の ため決めら れていたか ら	今回の利用 ルートしか 知らなかつ た	その他
首都圏-中京圏/航空FSC	業務	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
首都圏-中京圏/航空LCC	業務	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
首都圏-中京圏/新幹線	業務	38	90	26	32	26	18	0	0	0	0	3
首都圏-中京圏/高速バス	業務	4	25	100	0	25	0	0	0	0	-	0
首都圏-近畿圏/航空FSC	業務	27	70	22	11	26	15	0	15	4	-	7
首都圏-近畿圏/航空LCC	業務	5	40	80	0	0	0	0	0	0	0	0
首都圏-近畿圏/新幹線	業務	23	96	4	57	22	26	0	4	0	0	0
首都圏-近畿圏/高速バス	業務	5	0	100	0	20	0	0	0	0	0	20
首都圏-福岡県/航空FSC	業務	65	88	29	32	19	3	2	0	3	2	3
首都圏-福岡県/航空LCC	業務	9	67	89	22	0	11	0	0	11	0	0
首都圏-福岡県/新幹線	業務	6	0	33	33	33	0	0	33	0	0	33
首都圏-福岡県/高速バス	業務	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(%)

OD/手段	目的	N数	早く目的地 に着くから	費用が安い から	本数が多い から	乗換回数が 少ないから	最寄りの駅 やバス停が 近いから	最寄りの駅 やバス停付 近に駐車場 や駐輪場が あるから	車内が混雑 しないから	ツアー等の ため決めら れていたか ら	今回の利用 ルートしか 知らなかつ た	その他
首都圏-中京圏/航空FSC	観光	13	54	39	15	31	8	8	23	0	0	8
首都圏-中京圏/航空LCC	観光	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
首都圏-中京圏/新幹線	観光	142	85	16	30	2	6	0	3	5	3	1
首都圏-中京圏/高速バス	観光	37	14	81	8	32	8	0	8	14	-	3
首都圏-近畿圏/航空FSC	観光	94	75	33	5	16	10	1	0	6	1	5
首都圏-近畿圏/航空LCC	観光	51	51	69	8	12	12	0	2	0	2	3
首都圏-近畿圏/新幹線	観光	100	76	18	30	37	12	0	2	1	1	0
首都圏-近畿圏/高速バス	観光	30	23	90	3	23	0	0	7	0	0	0
首都圏-福岡県/航空FSC	観光	133	81	26	14	25	8	2	1	5	2	1
首都圏-福岡県/航空LCC	観光	81	68	62	9	14	5	1	3	5	6	1
首都圏-福岡県/新幹線	観光	17	41	47	29	29	0	6	0	6	0	0
首都圏-福岡県/高速バス	観光	2	0	50	0	0	0	0	50	0	0	50

(%)

OD/手段	目的	N数	早く目的地 に着くから	費用が安い から	本数が多い から	乗換回数が 少ないから	最寄りの駅 やバス停が 近いから	最寄りの駅 やバス停付 近に駐車場 や駐輪場が あるから	車内が混雑 しないから	ツアー等の ため決めら れていたか ら	今回の利用 ルートしか 知らなかつ た	その他
首都圏-中京圏/航空FSC	私用	4	15	50	0	0	0	0	25	0	0	0
首都圏-中京圏/航空LCC	私用	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
首都圏-中京圏/新幹線	私用	92	83	19	44	35	20	1	2	0	-	2
首都圏-中京圏/高速バス	私用	19	16	90	5	26	32	0	5	0	-	0
首都圏-近畿圏/航空FSC	私用	54	80	41	4	19	15	4	7	0	2	7
首都圏-近畿圏/航空LCC	私用	37	49	84	8	14	3	0	0	0	0	0
首都圏-近畿圏/新幹線	私用	52	77	15	39	42	17	0	4	4	2	0
首都圏-近畿圏/高速バス	私用	22	14	100	9	23	23	0	9	0	0	5
首都圏-福岡県/航空FSC	私用	95	88	28	23	25	7	0	0	1	0	3
首都圏-福岡県/航空LCC	私用	68	53	75	9	18	10	4	0	0	3	3
首都圏-福岡県/新幹線	私用	24	38	38	46	38	13	0	13	0	0	25
首都圏-福岡県/高速バス	私用	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(3) 年齢

年齢別では60歳未満の割合が6～7割程度を占めている。個別の年齢に着目すると50代の割合が最も大きい、それに次ぐ割合を占めているのは60代となっている。また、高速バスやLCCといった比較的安価な交通機関では若年層の割合が増加する傾向が見られる。

既存統計と比較すると、本調査全体の年齢構成は20代以下及び70代の構成比が小さく見えるものの、自分の意志で旅行時の交通手段を選択する年齢層という意味では20代から70代まで偏りのないサンプルが確保されていると言える。

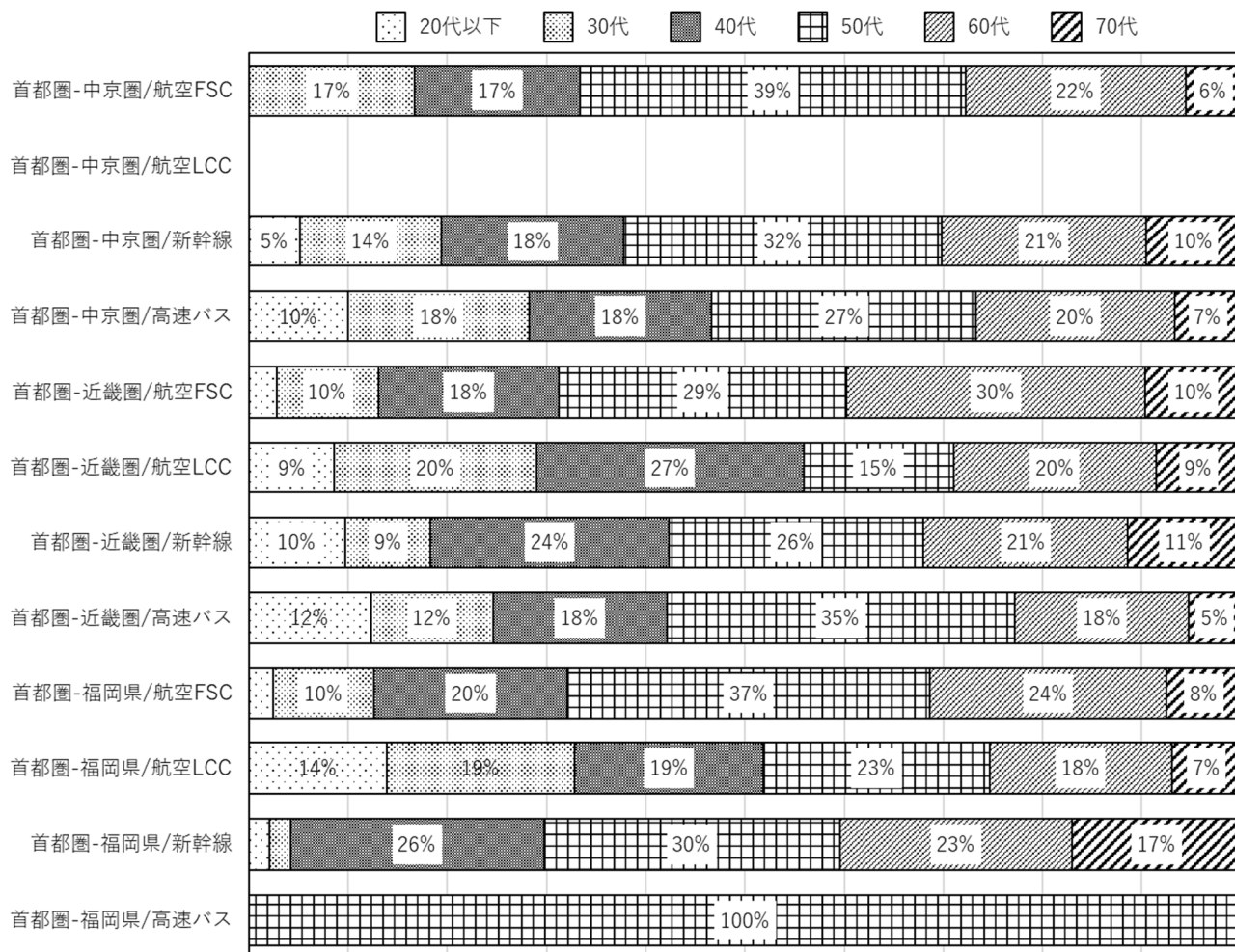


図 C-3 OD・交通機関別の年齢構成

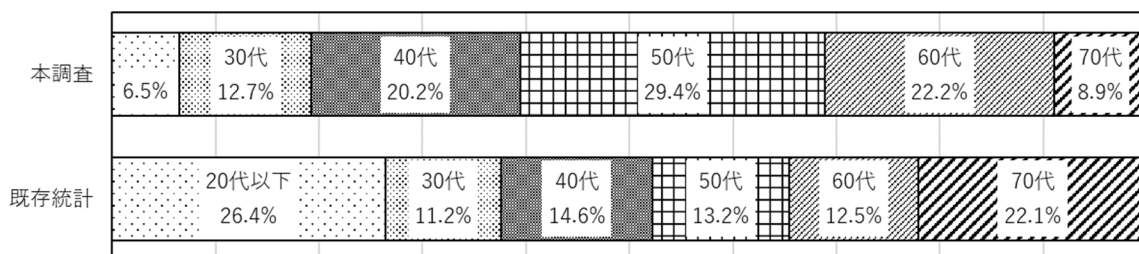


図 C-4 既存統計における年齢構成との比較【参考】

出所) 令和2年度国勢調査(総務省)

(4) 年収

年収別では、低所得層は高速バスやLCCといった比較的安価な交通機関を利用する傾向が見られた。既存統計における年収構成と比較しても、偏りのないサンプルが確保できていることが確認できる。

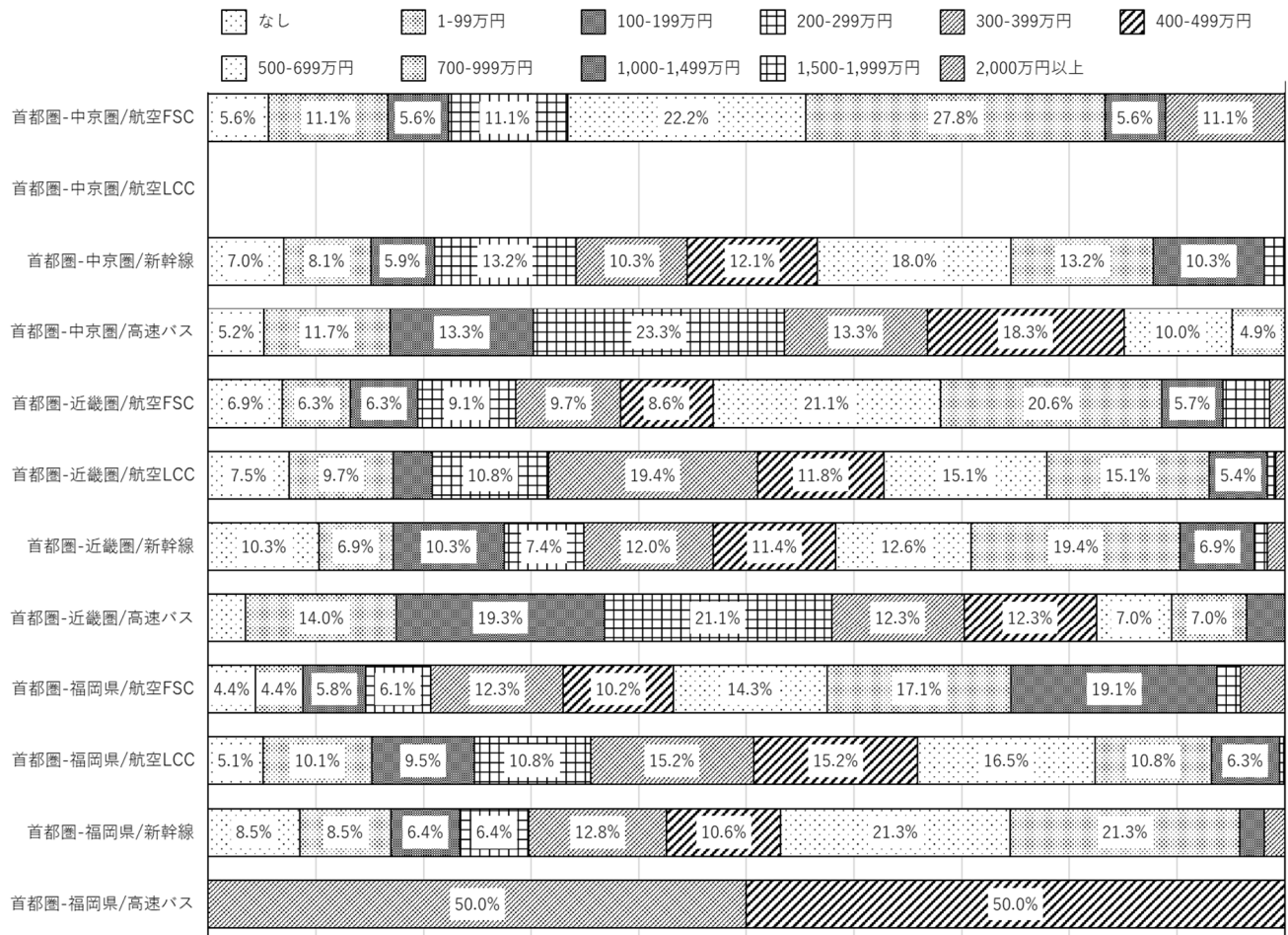


図 C-5 OD・交通機関別の年収構成

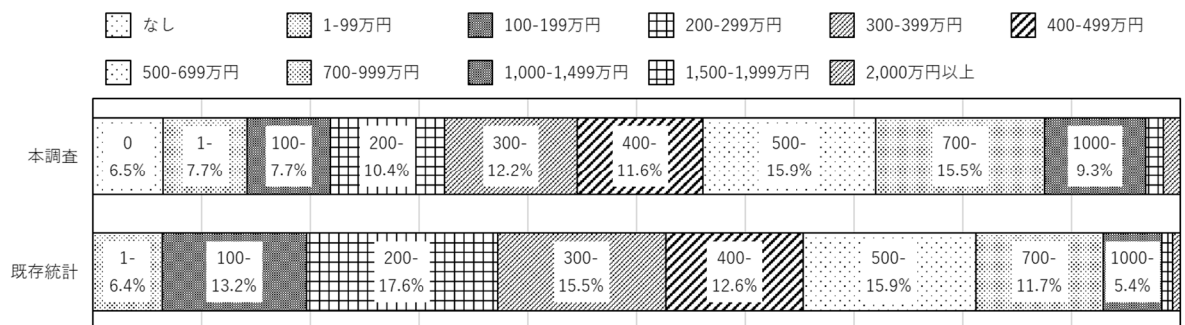


図 C-6 既存統計における年収構成との比較【参考】

出所) 平成 30 年住宅・土地統計調査 (総務省)

付録D SP 調査における交通手段の選択率の費用・時間の変化による変化

感度は交通サービス水準が1単位変化したときの選択率の変化であり、所要時間が1割増加したときの選択率の減少も1割であれば感度は-1.0となる。すなわち具体的な感度は、交通サービス水準が変化したときに発生した選択率の変化率（選択率の変化量／変化前の選択率）を、交通サービス水準の変化率（交通サービス水準の変化量／変化前のサービス水準）で除すことで求められる。

(1) 時間の変化に対する選択率の感度

【首都圏→中京圏】

表 D-1 時間の変化に対する選択率の感度（首都圏→中京圏）

OD	目的	時間 (分)	選択率 (%)				感度			
			費用 (円)				費用 (円)			
			11,830	12,330	13,330	費用計	11,830	12,330	13,330	費用計
首都圏→中京圏 /リニアのみ	業務	107	62.5	46.5	41.9	50.0	-	-	-	-
		117	53.5	39.5	34.9	42.6	-1.54	-1.61	-1.78	-1.58
		127	39.5	41.9	6.1	31.1	-3.05	0.69	-9.67	-3.17
	観光	107	49.7	42.2	30.2	40.7	-	-	-	-
		117	39.1	32.8	28.6	33.5	-2.30	-2.38	-0.55	-1.88
		127	35.9	29.2	4.0	24.5	-0.94	-1.30	-10.07	-3.13
	私用	107	57.9	44.3	33.0	45.1	-	-	-	-
		117	40.0	30.4	23.5	31.3	-3.31	-3.36	-3.10	-3.27
		127	30.4	27.8	1.1	20.9	-2.80	-1.00	-11.18	-3.88
OD	目的	時間 (分)	選択率 (%)				感度			
			費用 (円)				費用 (円)			
			11,830	12,330	13,330	費用計	11,830	12,330	13,330	費用計
首都圏→中京圏 /鉄道合計 (鉄道+リニア)	業務	107	92.5	93.0	93.0	92.9	-	-	-	-
		117	93.0	93.0	93.0	93.0	0.06	0.00	0.00	0.02
		127	93.0	93.0	90.9	92.9	0.00	0.00	-0.27	-0.02
	観光	107	83.1	84.4	81.8	83.1	-	-	-	-
		117	83.3	83.9	83.3	83.5	0.03	-0.07	0.20	0.06
		127	82.8	81.8	78.7	83.1	-0.07	-0.29	-0.66	-0.06
	私用	107	86.8	83.5	86.1	85.5	-	-	-	-
		117	84.3	85.2	87.0	85.5	-0.31	0.22	0.11	0.01
		127	82.6	87.8	84.2	84.6	-0.24	0.36	-0.37	-0.13

【首都圏→近畿圏】

表 D-2 時間の変化に対する選択率の感度（首都圏→近畿圏）

OD	目的	時間 (分)	選択率 (%)				感度			
			費用 (円)				費用 (円)			
			15,180	15,680	16,680	費用計	15,180	15,680	16,680	費用計
首都圏→近畿圏 /リニアのみ	業務	178	27.1	30.0	20.0	25.7	-	-	-	-
		188	18.3	23.3	11.7	17.8	-5.77	-3.96	-7.42	-5.49
		198	23.3	21.7	2.0	16.4	5.13	-1.34	-15.64	-1.48
	観光	178	21.0	20.0	16.4	19.1	-	-	-	-
		188	18.5	16.0	12.4	15.6	-2.06	-3.56	-4.35	-3.22
		198	14.9	13.8	1.2	10.3	-3.69	-2.56	-16.97	-6.46
	私用	178	16.4	17.6	12.1	15.3	-	-	-	-
		188	13.9	13.3	5.5	10.9	-2.63	-4.30	-9.79	-5.14
		198	10.9	9.7	1.3	7.4	-4.09	-5.13	-14.38	-6.03
OD	目的	時間 (分)	選択率 (%)				感度			
			費用 (円)				費用 (円)			
			15,180	15,680	16,680	費用計	15,180	15,680	16,680	費用計
首都圏→近畿圏 /鉄道合計 (鉄道+リニア)	業務	178	59.3	58.3	56.7	58.1	-	-	-	-
		188	55.0	56.7	56.7	56.1	-1.30	-0.51	0.00	-0.61
		198	56.7	56.7	47.1	57.0	0.57	0.00	-3.19	0.29
	観光	178	52.4	51.3	52.0	51.9	-	-	-	-
		188	50.2	52.4	49.8	50.8	-0.76	0.38	-0.75	-0.38
		198	49.8	51.6	42.6	50.8	-0.14	-0.26	-2.74	0.00
	私用	178	44.0	47.3	44.8	45.4	-	-	-	-
		188	44.2	43.0	41.2	42.8	0.09	-1.60	-1.44	-1.01
		198	41.8	43.0	39.7	43.4	-1.03	0.00	-0.67	0.23

【首都圏→福岡県】

表 D-3 時間の変化に対する選択率の感度（首都圏→福岡県）

OD	目的	時間 (分)	選択率 (%)				感度			
			費用 (円)				費用 (円)			
			23,450	23,950	24,950	費用計	23,450	23,950	24,950	費用計
首都圏→福岡県 /リニアのみ	業務	311	10.0	10.0	6.3	8.8	-	-	-	-
		321	7.5	5.0	6.3	6.3	-7.78	-15.55	0.00	-8.89
		331	7.5	6.3	0.0	4.7	0.00	8.03	-32.10	-8.16
	観光	311	6.6	4.7	5.2	5.5	-	-	-	-
		321	5.6	6.4	3.9	5.3	-4.73	11.31	-7.78	-1.04
		331	4.3	6.9	0.9	4.1	-7.41	2.14	-24.68	-7.49
	私用	311	6.0	4.8	4.8	5.2	-	-	-	-
		321	6.4	7.0	3.7	5.7	2.10	13.82	-6.91	2.97
		331	4.3	5.9	0.6	3.6	-10.70	-4.94	-27.31	-11.75
OD	目的	時間 (分)	選択率 (%)				感度			
			費用 (円)				費用 (円)			
			23,450	23,950	24,950	費用計	23,450	23,950	24,950	費用計
首都圏→福岡県 /鉄道合計 (鉄道+リニア)	業務	311	16.3	15.0	12.5	14.6	-	-	-	-
		321	17.5	18.8	17.5	17.9	2.39	7.78	12.44	7.11
		331	16.3	15.0	9.2	16.7	-2.29	-6.42	-15.21	-2.24
	観光	311	17.5	16.7	19.3	17.9	-	-	-	-
		321	20.6	17.6	19.7	19.3	5.42	1.59	0.69	2.52
		331	17.2	18.5	14.7	18.4	-5.35	1.57	-8.15	-1.45
	私用	311	16.9	18.2	16.6	17.2	-	-	-	-
		321	19.3	18.2	16.6	18.0	4.24	0.00	0.00	1.39
		331	16.0	18.7	12.8	17.4	-5.35	0.94	-7.22	-1.05

(2) 費用の変化に対する選択率の感度

【首都圏→中京圏】

表 D-4 費用の変化に対する選択率の感度（首都圏→中京圏）

OD	目的	費用 (円)	選択率 (%)				感度			
			時間 (分)				時間 (分)			
			107	117	127	時間計	107	117	127	時間計
首都圏→中京圏 /リニアのみ	業務	11,830	62.5	53.5	39.5	51.6	-	-	-	-
		12,330	46.5	39.5	41.9	42.6	-6.05	-6.17	1.39	-4.11
		13,330	41.9	34.9	6.1	29.4	-1.23	-1.45	-10.54	-3.82
	観光	11,830	49.7	39.1	35.9	41.5	-	-	-	-
		12,330	42.2	32.8	29.2	34.7	-3.59	-3.79	-4.46	-3.88
		13,330	30.2	28.6	4.0	22.3	-3.50	-1.57	-10.64	-4.42
	私用	11,830	57.9	40.0	30.4	42.7	-	-	-	-
		12,330	44.3	30.4	27.8	34.2	-5.54	-5.66	-2.03	-4.72
		13,330	33.0	23.5	1.1	20.3	-3.14	-2.82	-11.86	-5.01
OD	目的	費用 (円)	選択率 (%)				感度			
			時間 (分)				時間 (分)			
			107	117	127	時間計	107	117	127	時間計
首都圏→中京圏 /鉄道合計 (鉄道+リニア)	業務	11,830	92.5	93.0	93.0	92.9	-	-	-	-
		12,330	93.0	93.0	93.0	93.0	0.13	0.00	0.00	0.04
		13,330	93.0	93.0	90.9	92.4	0.00	0.00	-0.28	-0.08
	観光	11,830	83.1	83.3	82.8	83.1	-	-	-	-
		12,330	84.4	83.9	81.8	83.3	0.37	0.15	-0.30	0.07
		13,330	81.8	83.3	78.7	81.5	-0.38	-0.08	-0.47	-0.28
	私用	11,830	86.8	84.3	82.6	84.6	-	-	-	-
		12,330	83.5	85.2	87.8	85.5	-0.92	0.24	1.49	0.26
		13,330	86.1	87.0	84.2	85.8	0.39	0.25	-0.51	0.05

【首都圏→近畿圏】

表 D-5 費用の変化に対する選択率の感度（首都圏→近畿圏）

OD	目的	費用 (円)	選択率 (%)				感度			
			時間 (分)				時間 (分)			
			178	188	198	時間計	178	188	198	時間計
首都圏→近畿圏 /リニアのみ	業務	15,180	27.1	18.3	23.3	22.9	-	-	-	-
		15,680	30.0	23.3	21.7	25.0	3.23	8.28	-2.17	2.78
		16,680	20.0	11.7	2.0	11.7	-5.23	-7.84	-14.26	-8.34
	観光	15,180	21.0	18.5	14.9	18.1	-	-	-	-
		15,680	20.0	16.0	13.8	16.6	-1.41	-4.17	-2.22	-2.53
		16,680	16.4	12.4	1.2	10.3	-2.85	-3.56	-14.31	-5.99
	私用	15,180	16.4	13.9	10.9	13.7	-	-	-	-
		15,680	17.6	13.3	9.7	13.5	2.27	-1.32	-3.37	-0.37
		16,680	12.1	5.5	1.3	6.4	-4.87	-9.27	-13.61	-8.29
OD	目的	費用 (円)	選択率 (%)				感度			
			時間 (分)				時間 (分)			
			178	188	198	時間計	178	188	198	時間計
首都圏→近畿圏 /鉄道合計 (鉄道+リニア)	業務	15,180	59.3	55.0	56.7	57.0	-	-	-	-
		15,680	58.3	56.7	56.7	57.2	-0.51	0.92	0.00	0.13
		16,680	56.7	56.7	47.1	53.8	-0.45	0.00	-2.66	-0.94
	観光	15,180	52.4	50.2	49.8	50.8	-	-	-	-
		15,680	51.3	52.4	51.6	51.8	-0.67	1.32	1.11	0.57
		16,680	52.0	49.8	42.6	48.3	0.22	-0.76	-2.75	-1.04
	私用	15,180	44.0	44.2	41.8	43.4	-	-	-	-
		15,680	47.3	43.0	43.0	44.4	2.24	-0.83	0.88	0.76
		16,680	44.8	41.2	39.7	42.0	-0.80	-0.66	-1.20	-0.87

【首都圏→福岡県】

表 D-6 費用の変化に対する選択率の感度（首都圏→福岡県）

OD	目的	費用 (円)	選択率 (%)				感度			
			時間 (分)				時間 (分)			
			311	321	331	時間計	311	321	331	時間計
首都圏→福岡県 /リニアのみ	業務	23,450	10.0	7.5	7.5	8.3	-	-	-	-
		23,950	10.0	5.0	6.3	7.1	0.00	-15.63	-7.82	-7.03
		24,950	6.3	6.3	0.0	4.2	-8.98	5.99	-23.95	-9.62
	観光	23,450	6.6	5.6	4.3	5.5	-	-	-	-
		23,950	4.7	6.4	6.9	6.0	-13.24	7.22	28.14	4.57
		24,950	5.2	3.9	0.9	3.3	2.18	-9.58	-20.84	-10.66
	私用	23,450	6.0	6.4	4.3	5.6	-	-	-	-
		23,950	4.8	7.0	5.9	5.9	-9.35	3.91	17.59	2.67
		24,950	4.8	3.7	0.6	3.1	0.00	-11.05	-21.68	-11.43
OD	目的	費用 (円)	選択率 (%)				感度			
			時間 (分)				時間 (分)			
			311	321	331	時間計	311	321	331	時間計
首都圏→福岡県 /鉄道合計 (鉄道+リニア)	業務	23,450	16.3	17.5	16.3	16.7	-	-	-	-
		23,950	15.0	18.8	15.0	16.3	-3.61	3.35	-3.61	-1.17
		24,950	12.5	17.5	9.2	13.1	-3.99	-1.60	-9.24	-4.59
	観光	23,450	17.5	20.6	17.2	18.4	-	-	-	-
		23,950	16.7	17.6	18.5	17.6	-2.15	-6.84	3.52	-2.15
		24,950	19.3	19.7	14.7	18.0	3.68	2.92	-4.83	0.51
	私用	23,450	16.9	19.3	16.0	17.4	-	-	-	-
		23,950	18.2	18.2	18.7	18.4	3.44	-2.61	7.82	2.55
		24,950	16.6	16.6	12.8	15.4	-2.11	-2.11	-7.51	-3.90

付録E RP 調査結果を正とした各モデルの選択率補正の手法、及び補正の前後比較

補正の対象は、仮想の交通サービスであるリニア中央新幹線を除いた航空（FSC・FCC）・新幹線・高速バスとした。

・モデル式

$$P'_{ijk} = \frac{\exp(V_{ijk})}{\sum_k \exp(V_{ijk})}$$

$$P''_{ijk} = \frac{\exp(V_{ijk} + ADJ_{ijk})}{\sum_k \exp(V_{ijk} + ADJ_{ijk})}$$

ADJ_{ijk} : 区間ijにおける交通機関kの効用値の補正項
 P'_{ijk} : 区間ijにおける交通機関kの分担率の推計値
 P''_{ijk} : 区間ijにおける交通機関kの分担率の推計値（補正後）
 V_{ijk} : 区間ijにおける交通機関kの効用値

・補正の前後比較

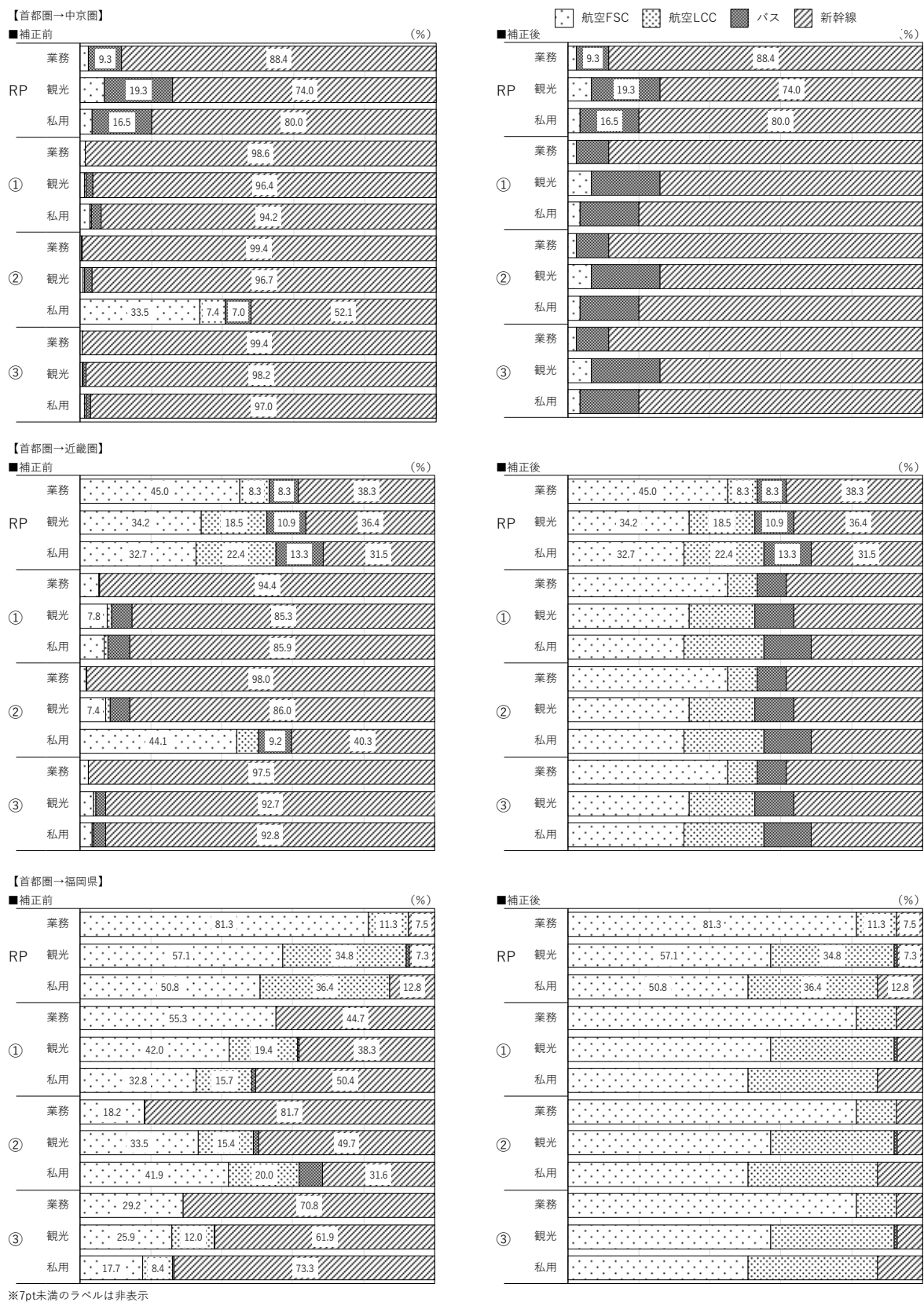


図 E-1 RP 調査結果を正とした各モデルの選択率補正の前後比較

注) ①～③はアンケート調査の基準ケース（パターン5）を説明変数として、各モデルにより推計を実施した選択率。

注) RP 調査結果の選択率を正として、①～③の各モデルによる現況の推計値を補正した。

付録F SP 調査結果の選択率及び検討モデルによる推計値の選択率

表 F-1 SP 調査結果の選択率及び検討モデルにより推計された選択率(1)

【首都圏→中京圏】

(%)

旅行目的	乗換時間	総費用	リニアのみ				鉄道合計（新幹線＋リニア）			
			SP	①	②	③	SP	①	②	③
業務	107分	11,830円	62.5	92.4	53.6	61.2	92.5	92.4	95.7	95.5
	107分	13,330円	41.9	90.3	48.6	54.8	93.0	90.3	95.1	94.7
	117分	12,330円	39.5	90.7	49.0	55.8	93.0	90.7	95.2	94.9
	127分	11,830円	39.5	90.3	47.8	54.7	93.0	90.3	95.0	94.7
	127分	13,330円	6.1	87.7	42.9	48.0	90.9	87.7	94.4	94.0

旅行目的	乗換時間	総費用	リニアのみ				鉄道合計（新幹線＋リニア）			
			SP	①	②	③	SP	①	②	③
観光	107分	11,830円	49.7	78.9	48.7	55.9	83.1	78.9	87.1	88.5
	107分	13,330円	30.2	74.7	43.9	50.1	81.8	74.7	85.8	87.0
	117分	12,330円	32.8	75.9	44.3	51.7	83.9	75.9	85.9	87.4
	127分	11,830円	35.9	75.7	43.1	51.3	82.8	75.7	85.6	87.3
	127分	13,330円	4.0	71.2	38.4	45.6	78.7	71.2	84.4	85.8

旅行目的	乗換時間	総費用	リニアのみ				鉄道合計（新幹線＋リニア）			
			SP	①	②	③	SP	①	②	③
私用	107分	11,830円	57.9	82.0	47.9	51.7	86.8	82.0	85.6	90.3
	107分	13,330円	33.0	79.3	43.4	47.4	86.1	79.3	84.9	89.5
	117分	12,330円	30.4	80.0	43.8	48.5	85.2	80.0	85.0	89.7
	127分	11,830円	30.4	79.8	42.7	48.1	82.6	79.8	84.8	89.6
	127分	13,330円	1.1	76.8	38.3	43.8	84.2	76.8	84.2	88.8

【首都圏→近畿圏】

(%)

旅行目的	乗換時間	総費用	リニアのみ				鉄道合計（新幹線＋リニア）			
			SP	①	②	③	SP	①	②	③
業務	178分	15,180円	27.1	50.7	30.4	61.0	59.3	50.7	60.7	75.9
	178分	16,680円	20.0	44.1	26.1	54.5	56.7	44.1	57.8	72.0
	188分	15,680円	23.3	45.1	26.5	55.5	56.7	45.1	58.0	72.6
	198分	15,180円	23.3	44.0	25.5	54.4	56.7	44.0	57.3	71.9
	198分	16,680円	2.0	37.6	21.7	47.8	47.1	37.6	54.7	67.8

旅行目的	乗換時間	総費用	リニアのみ				鉄道合計（新幹線＋リニア）			
			SP	①	②	③	SP	①	②	③
観光	178分	15,180円	21.0	44.0	27.2	54.0	52.4	44.0	54.3	70.7
	178分	16,680円	16.4	38.4	23.4	48.2	52.0	38.4	51.9	67.0
	188分	15,680円	16.0	39.9	23.8	49.8	52.4	39.9	52.1	68.0
	198分	15,180円	14.9	39.6	22.9	49.4	49.8	39.6	51.5	67.8
	198分	16,680円	1.2	34.2	19.6	43.7	42.6	34.2	49.4	64.1

旅行目的	乗換時間	総費用	リニアのみ				鉄道合計（新幹線＋リニア）			
			SP	①	②	③	SP	①	②	③
私用	178分	15,180円	16.4	36.9	19.5	52.2	44.0	36.9	39.1	67.2
	178分	16,680円	12.1	32.9	17.2	47.8	44.8	32.9	38.0	64.3
	188分	15,680円	13.3	33.9	17.4	48.9	43.0	33.9	38.1	65.0
	198分	15,180円	10.9	33.6	16.8	48.6	41.8	33.6	37.9	64.8
	198分	16,680円	1.3	29.9	14.7	44.3	39.7	29.9	37.0	61.9

表 F-2 SP 調査結果の選択率及び検討モデルにより推計された選択率(2)

【首都圏→福岡県】

(%)

旅行目的	乗換時間	総費用	リニアのみ				鉄道合計（新幹線＋リニア）			
			SP	①	②	③	SP	①	②	③
業務	311分	23,450円	10.0	16.9	11.7	52.9	16.3	16.9	20.2	56.4
	311分	24,950円	6.3	13.5	9.6	46.3	12.5	13.5	18.0	50.3
	321分	23,950円	5.0	14.0	9.7	47.3	18.8	14.0	18.2	51.3
	331分	23,450円	7.5	13.5	9.3	46.1	16.3	13.5	17.7	50.2
	331分	24,950円	0.0	10.7	7.6	39.7	9.2	10.7	15.9	44.2

旅行目的	乗換時間	総費用	リニアのみ				鉄道合計（新幹線＋リニア）			
			SP	①	②	③	SP	①	②	③
観光	311分	23,450円	6.6	13.1	9.5	42.4	17.5	13.1	16.4	46.6
	311分	24,950円	5.2	10.7	7.9	36.8	19.3	10.7	14.9	41.4
	321分	23,950円	6.4	11.3	8.1	38.3	17.6	11.3	15.1	42.8
	331分	23,450円	4.3	11.2	7.7	38.0	17.2	11.2	14.7	42.5
	331分	24,950円	0.9	9.1	6.4	32.7	14.7	9.1	13.5	37.6

旅行目的	乗換時間	総費用	リニアのみ				鉄道合計（新幹線＋リニア）			
			SP	①	②	③	SP	①	②	③
私用	311分	23,450円	6.0	22.3	10.6	49.5	16.9	22.3	18.2	56.0
	311分	24,950円	4.8	19.4	9.3	45.2	16.6	19.4	17.5	52.3
	321分	23,950円	7.0	20.1	9.4	46.3	18.2	20.1	17.5	53.2
	331分	23,450円	4.3	19.9	9.1	46.0	16.0	19.9	17.4	52.9
	331分	24,950円	0.6	17.3	7.9	41.7	12.8	17.3	16.7	49.2

注) 乗換時間はリニアから他交通機関への乗換時間、総費用は同 OD での新幹線に対するリニアの総費用。

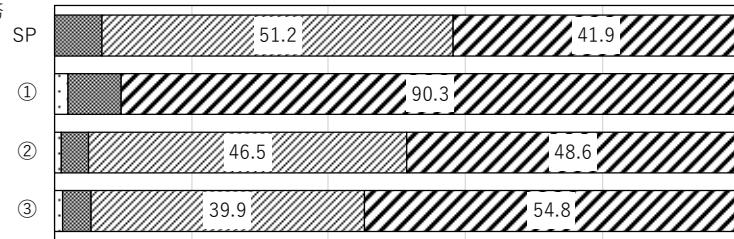
注) ①～③は SP 調査での交通サービス水準を説明変数として用い、各モデルにより推計を実施した選択率。

付録G SP 調査結果によるモデルの比較のケーススタディ

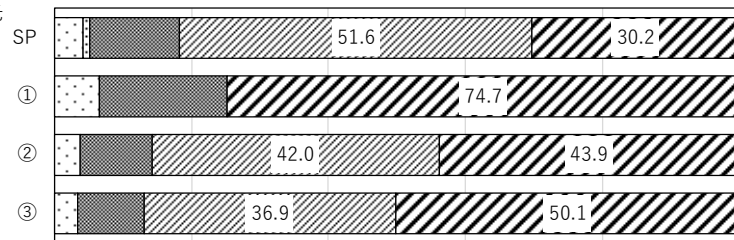
飛行機FSC
 飛行機LCC
 高速バス
 新幹線
 リニア中央新幹線

【首都圏→中京圏】

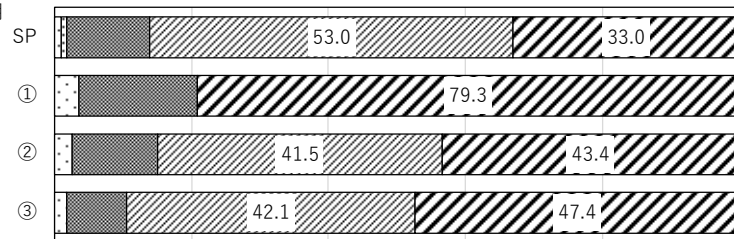
■業務



■観光

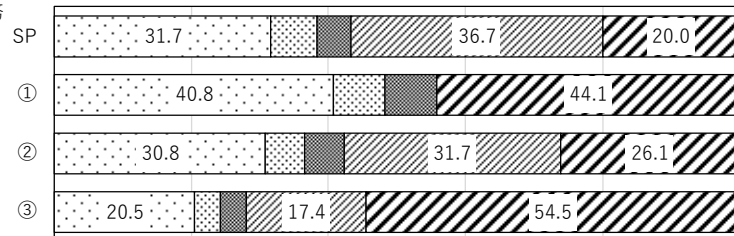


■私用

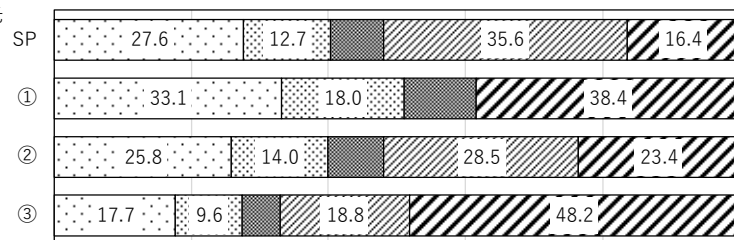


【首都圏→大阪圏】

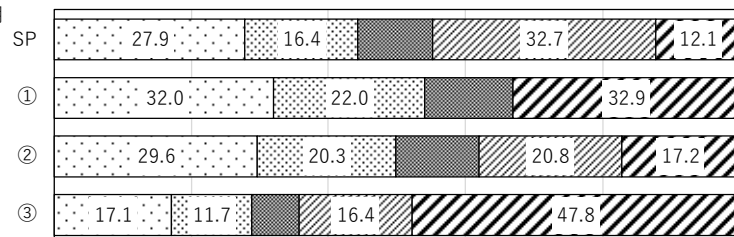
■業務



■観光



■私用



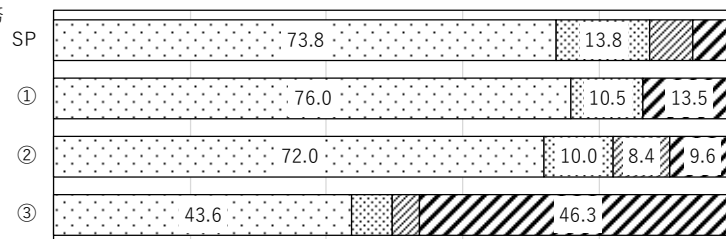
※リニアの条件：乗換時間は10分、総費用は新幹線+2,000円

図 G-1 SP 調査結果と検討モデルにより推計された選択率の比較 パターン 1 によるケーススタディ (1)

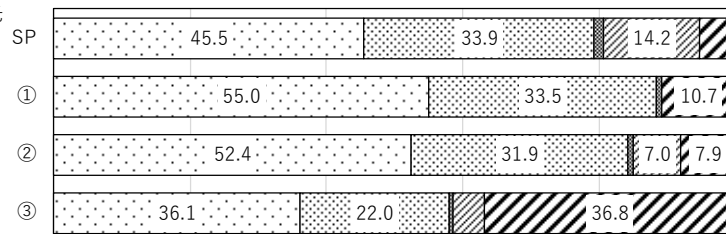
飛行機FSC
 飛行機LCC
 高速バス
 新幹線
 リニア中央新幹線

【首都圏→福岡県】

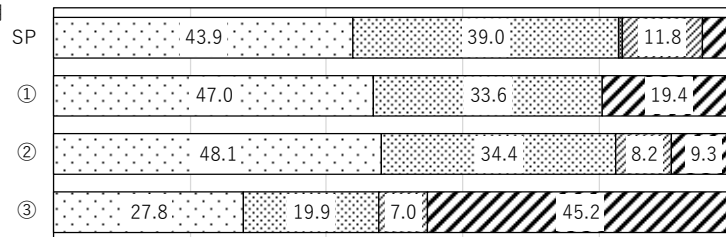
■業務



■観光



■私用



※リニアの条件：乗換時間は10分，総費用は新幹線+2,000円

図 G-2 SP 調査結果と検討モデルにより推計された選択率の比較 パターン 1 によるケーススタディ (2)

付録H 同時推定を実施したネスト型のロジットモデル

・ 基本的事項

構築モデルで推定されたパラメータは表 H-1 の基準により統計的な妥当性を評価した。また、推定には表 H-2 のデータを使用した。

SP 調査内で旅行目的は複数回答としたことを踏まえ、旅行目的を複数選択した回答についてはそれぞれの旅行目的別モデルのサンプルとして複数回用いた。

表 H-1 モデルの統計的な評価基準（再掲）

項目	評価基準
符号条件	パラメータのプラス・マイナスが不自然でないこと
t値	絶対値が2を超えることが望ましい
時間価値（円/時間）	2,000円/時間～6,000円/時間程度であることが望ましい
尤度比	概ね0.2以上であることが望ましい
的中率	概ね70%以上であることが望ましい

表 H-2 使用データ

項目		出所
交通量		本研究で実施したアンケート調査による
航空	路線	JTBパブリッシング「JTB時刻表（2015年10月号）」による
	時間	JTBパブリッシング「JTB時刻表（2015年10月号）」による 最小乗換時間：搭乗前は40分、降機後は15分、航空同士の乗り継ぎは30分
	運賃	JTBパブリッシング「JTB時刻表（2015年10月号）」による（普通運賃）
幹線バス	路線	JTBパブリッシング「JTB時刻表（2015年10月号）」による
	時間	JTBパブリッシング「JTB時刻表（2015年10月号）」による 最小乗換時間：バス同士は10分
	運賃	JTBパブリッシング「JTB時刻表（2015年10月号）」による
鉄道	路線	JTBパブリッシング「JTB時刻表（2015年10月号）」による
	時間	JTBパブリッシング「JTB時刻表（2015年10月号）」による 最小乗換時間：特定区間等は10分、それ以外は15分
	運賃	JTBパブリッシング「JTB時刻表（2015年10月号）」による（通常期）
リニア	路線	国土交通省(2019)により設定
	時間	乗車時間：国土交通省(2010a)を参考に設定 新幹線より東京～名古屋間で約60分短縮の水準 乗換時間：国土交通省(2010a)を参考に設定 他交通手段との乗換は10分、20分、30分の3種類を設定
	運賃	国土交通省(2010a)を参考に設定 同区間の新幹線料金の+500円、+1,000円、+2,000円の3種類を設定
	便数	JR東海ほか(2009)を参考に設定 1日に72往復（1時間に5本程度の水準）

注1) 既存モデルで用いた交通量データの全国幹線旅客純流動調査に合わせて時刻表は10月とした

注2) ゾーン中心と最寄りの公共交通機関のターミナル間は10分と設定

注3) 設定の詳細な考え方は、国土交通省国土技術政策研究所「航空需要予測について」を参照

・モデル式

「レベル 1」

$$\begin{aligned} P_m1_{ijm} &= \frac{\exp(V_m1_{ijm})}{\sum_{m \in C_m1_{ij}} \exp(V_m1_{ijm})} \\ V_m1_{ijm} &= \sum_k \beta_m1_{mk} \cdot X_{ijmk} + \gamma_m1_a \cdot \text{Logsum_m1}_{ija} + \gamma_m1_r \cdot \text{Logsum_m1}_{ijr} \\ \text{Logsum_m1}_{ij(m=a_{\text{航空}}, r_{\text{铁道}})} &= \ln \left\{ \sum_{r \in C_r1_{ij}} \exp(V_r1_{ijr}) \right\} \end{aligned}$$

P_{m1ijm}	: 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間でのレベル1の交通機関 <i>m</i> の選択確率
V_{m1ijm}	: 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間でレベル1の交通機関 <i>m</i> を選択するときの効用
c_{m1ij}	: 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間で選択可能なレベル1の交通機関の集合
X_{ijmk}	: 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間でレベル1の交通機関 <i>m</i> を選択する場合の <i>k</i> 番目の交通サービス指標
Logsum_{m1ijm}	: 航空・鉄道の固有変数であるアクセシビリティ指標 航空経路選択モデル、鉄道経路選択モデルから計算されるログサム変数
$V_{r_{ijr}}$	: 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間で航空または鉄道の経路 <i>r</i> を選択するときの効用
$c_{r_{ij}}$	: 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間で選択可能な航空または鉄道の経路の集合
$\beta_{m1mk}, \gamma_{m1a}, \gamma_{m1r}$	: パラメータ

「レベル 2」

$$P_{m2_{ijm}} = \frac{\exp(V_{m2_{ijm}})}{\sum_{m \in C_{m2_{ij}}} \exp(V_{m2_{ijm}})}$$

$$V_{m2_{ijm}} = \sum_k \beta_{m2_{mk}} \cdot X_{ijmk} + \gamma_{m2} \cdot \text{Logsum}_{m2_{ijm}}$$

$$\text{Logsum}_{m2_{ijm(m=\text{公共交通機関})}} = \ln \left\{ \sum_{m' \in C_{m1_{ij}}} (V_{m1_{ijm'}}) \right\}$$

- : 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間でのレベル2の交通機関*m*の選択確率
- : 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間でレベル2の交通機関*m*を選択するときの効用
- : 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間で選択可能なレベル2の交通機関の集合
- : 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間でレベル2の交通機関*m*を選択する場合の*k*番目の交通サービス指標
- : レベル2の公共交通機関の固有変数であるアクセシビリティ指標
レベル1から計算されるログサム変数
- : 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間でレベル1の交通機関*m'*を選択するときの効用
- : 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間で選択可能なレベル1の交通機関の集合
- : パラメータ

・パラメータ

表 H-3 同時推定モデルによるネスト型モデルのパラメータ

	単位	業務		観光		私用	
		係数	t値	係数	t値	係数	t値
総費用	万円	-3.95	-5.1	-4.23	-19.88	-4.19	-13.97
総所要時間	時間	-0.88	-4.89	-0.59	-14.14	-0.61	-10.65
LN（鉄道運行頻度）	便/日	0.52	6.55	0.64	22.98	0.60	16.80
航空アクセシビリティ指標	-	3.04	4.59	5.93	16.68	4.84	10.19
鉄道アクセシビリティ指標	-	0.88	4.91	0.57	16.67	0.78	13.11
航空ダミー	-	-2.75	-3.01	-4.33	-12.37	-4.86	-9.63
時間価値	円/時	2,226円/時間		1,388円/時間		1,459円/時間	
修正済尤度比	-	0.37		0.27		0.30	
的中率	%	61.8		57.6		60.80	
サンプルサイズ	-	1,647		7,794		4,599	

・説明変数

表 H-4 同時推定モデルによるネスト型モデルの説明変数

説明変数	内容	符号条件
総費用（万円）	起終点間の費用	-
総所要時間（時間）	起終点間の所要時間	-
運行頻度（便/日）	主要交通機関の運行頻度	+
航空アクセシビリティ指標	航空経路選択モデルから計算されるアクセシビリティ指標	+
鉄道アクセシビリティ指標	鉄道経路選択モデルから計算されるアクセシビリティ指標	+
航空ダミー	航空の交通機関固有ダミー．選択肢が航空の場合1/他は0．	（特になし）

※交通機関固有ダミーは時間や費用等で表現できない交通機関の特徴を表現する変数であり、符号条件は特に定めていない。

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 1279

March 2024

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写のお問い合わせは
〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1
管理調整部企画調整課 電話:046-844-5019
E-mail:ysk.nil-46pr@gxb.mlit.go.jp

国土技術政策総合研究所資料

No.1279

リニア中央新幹線開業後の航空需要予測における交通手段の選択構造の検討

March 2024