

学位論文題名

航空旅客需要の統合型予測モデルに関する研究

学位論文内容の要旨

空港整備に携わる者にとっては空港整備の基礎情報として、一方、航空各社にとっては新規路線等の採算性の検討に当たって航空旅客の需要予測は極めて重要な情報である。

まず、前者にとっては、マクロ情報として i) 航空旅客の総需要、また、ミクロ情報として ii) 空港配置計画や空港アクセス交通計画の基礎となる航空旅客の出発空港選択行動分析が特に重要である。一方、後者にとっては、ミクロ情報として iii) 運賃、飛行時間、フライト頻度などの路線のサービス水準に応じた路線別の需要予測が必要不可欠であると同時に、iv) 新しい観光地の開拓等の基礎となる観光旅客の目的地選択行動分析も重要である。これらに関する研究はこれまで個別には行われてきているが、これらを統合化した実務者の使用に耐える方法はまだ確立されていない。

一方、分析手法に目を向ければ、非集計モデルによる多次元選択行動分析に関する総合的な議論が、Ben-Akiva 及び McFadden によってなされている。そのなかで、多次元選択の選択肢の全ての組み合わせを選択肢としたジョイントロジットモデルはその選択肢の数が多くなり過ぎることなどの実用上の問題点が指摘されている。他方、多次元選択に階層構造を仮定することによりジョイントロジットモデルの自由度を緩和したネスティッドロジットモデルは選択肢の数を抑えられるなど、階層的な選択構造の仮定さえ適切であれば、その実用上の価値は高い。

伝統的な交通需要予測では、4段階推定法によって i) 発生交通、ii) 分布交通、iii) 交通機関分担、iv) 経路配分の順に行う。しかしながら、航空旅客交通は、中・長距離の広域交通を対象とする場合他の交通モードとの競争関係をほとんど無視し得るので、通常の4段階推定法の第3段階である交通機関分担を省略することができる。例えば、我が国のような島しょ国の国際航空旅客を対象とすれば、この仮定は極めて現実的であることが明らかである。航空旅客の選択行動プロセスをこの3段階の階層構造として位置付けることにより、上位の階層から順に i) 発生交通、ii) 目的地選択（「分布交通」に相当）、iii) 出発空港選択（「経路配分」に相当）の3段階で需要予測を行うことができる。

本論文では、この3段階の階層構造に非集計ネスティッドロジットモデルを中心に適用し、下位段階のモデルで得られた情報をスケールパラメータを介して上位のモデルに取り込むという「モデルの統合化」を行った。このことにより、従来の方法では算定が困難であった

i) 交通サービス水準の改善によって誘発される潜在需要、  
ii) 交通政策のシナリオに対して現状から転換する需要  
の算定が可能となった。

本論文で提案する統合型予測モデルは下位から順に、i) 出発空港選択モデル、ii) 目的地選択モデル、iii) 発生原単位モデルによって構成されている。第1及び第2段階を構成する出発空港選択及び目的地選択については、「出発空港の選択は目的地の選択のもとで意思決定される」という階層的な選択構造を仮定し、非集計ネスティッドロジットモデ

ルを適用した。一方第3段階では、ネスティッドロジットモデル推定の過程で算出される“logsum”変数と旅客の出発地ゾーンのポテンシャルを利用して定義する“LOS”変数を導入することにより、アクセス交通やラインホール交通のサービス水準の向上によって誘発される潜在需要の算定が可能な発生原単位モデルを提案した。

また、政策分析においては、分析の対象となるシナリオに対してアクセス交通やラインホール交通に関するサービス水準を設定し、交通量の予測値を計算する必要があるが、現状維持のシナリオに対する予測値は必ずしも観測値に一致しない。このため、分析対象となるシナリオの影響による交通量の増加分あるいは減少分を正確に特定することが難しい。そこで、これを解決すること、さらには煩雑な予測作業の作業量を軽減するため、シナリオで設定したサービス水準の現状からの変化分を入力し、交通量に関する増加分あるいは減少分を出力することのできるインクリメンタル形式を本論文で提案した統合型モデルに適用し、その定式化を行った。

本研究の成果を章立ての順にまとめれば以下のとおりである。

本論文は、第I編「航空旅客需要の統合型予測モデルに関する理論的展開」と第II編「航空旅客需要の統合型予測モデルに関する事例研究」という2編によって構成されており、第I編第1章では、本研究の背景、本研究全体の目的及び本研究全体の構成について紹介した。

第I編第2章では、既存研究のレビューをきめ細かく行い、本研究の位置付けを明確にした。具体的には、航空旅客の総需要に関する研究、航空旅客の出発空港選択行動に関する研究、航空旅客の路線別需要予測に関する研究、及び航空旅客の目的地選択行動に関する研究についてそれぞれレビューし、これら既存研究の限界を示すとともに本研究の必要性について言及した。

第I編第3章では、本研究で提案する航空旅客需要の統合型予測モデルの前提条件とそれぞれの段階のモデルの基礎理論を紹介し、本研究で提案する統合型モデルの定式化を行う。さらに、政策分析においてモデルの簡便な利用方法を提供するインクリメンタルモデルを統合型モデルに適用し、その定式化を行った。

第I編第4章では、本研究の結論を示し、第II編で行う事例研究に向けて注意すべき課題を整理した。

つづいて、第II編では事例研究として、他の交通モードとの競争をほとんど無視できる我が国の国際航空旅客に対して本モデルを適用し、第I編で提案した航空旅客需要に関する統合型予測モデルの有効性を実証した。

第II編第1章では、事例研究に用いる国際航空旅客動態調査の概要を紹介するとともに、モデル作成の基礎となる交通サービス水準データの計測方法等のデータの定義を明らかにした。さらに、事例研究を進めるうえで重要となるマーケットセグメントの要因の選定を行った。

第II編第2章では、統合型モデルの第1段階となる航空旅客の出発空港選択モデルの推定を行い、論理的整合性の検討、統計的検定、適合度検定等の議論のなかで最適なモデル（推定結果）を選定した。さらに、モデルの推定結果から算出される交通時間価値について考察を加え、選定されたモデルの妥当性を多面的に確認した。

第II編第3章では、統合型モデルの第2段階となる航空旅客の目的地選択モデルの推定を行い、論理的整合性の検討、統計的検定、適合度検定等の議論のなかで最適なモデル（推定結果）を選定した。さらにネスティッドロジットモデルの推定結果から、モデルの「階層構造の仮定」の妥当性を示すスケールパラメータについて考察を加えた。また、このネスティッドロジットモデルの予測力の検定を行い、その予測力の高さを実証した。

第II編第4章では、航空旅客の発生原単位モデルの推定を行い、論理的整合性の検討、統計的検定、及び適合度検定等の議論のなかで最適なモデル（推定結果）を選定した。

さらに、第 II 編第 5 章では、仮想の政策シナリオを 4 種類設定し、それぞれに対する政策分析をインクリメンタル形式の統合型モデルを用いて行い、本研究で提案した統合型予測モデルの有効性と実用性の高さを実証した。

# 学位論文審査の要旨

主 査 教 授 五十嵐 日出夫  
副 査 教 授 佐 伯 浩  
副 査 教 授 佐 藤 馨 一  
副 査 教 授 大 内 東

## 学位論文題名

### 航空旅客需要の統合型予測モデルに関する研究

一般に空港の整備計画は、三つの側面から検討されねばならない。すなわちその第一は、運輸省（国）・地方公共団体等の空港設置及び管理者の側面からであり、第二は航空企業等あるいは旅客などの利用者の側面からであり、そして第三は地域住民等の生活に影響を及ぼす環境の側面からである。しかして第一の検討において重要な情報は、マクロ情報では、全国あるいは全地域の①航空旅客総需要量であり、ミクロ情報では、空港配置計画や空港アクセス交通計画の基礎資料となる②出発・到着空港選択行動分析である。また第二の検討では、ミクロ情報として、③運賃、飛行時間、フライト頻度などの路線のサービス水準に対応した路線別の需要予測である。また同時に、都市や観光地等の開発計画の基礎資料となる業務交通及び観光交通の④目的地選択行動分析も重要である。そして、第三の検討では、騒音・振動、大気汚染等の環境情報及び航空機の墜落等の事故情報などが挙げられよう。

ところで、これらの情報は本来統合されたシステムとして与えられるべきものであるが、これまではそれぞれについて個別に研究されていて、システム化されていない。しかも実際の計画立案にも役立つシステム分析法として、十分に確立されているとはいえない。そこで本研究は、今日の交通施設計画の需要予測において、最も普及している、いわゆる4段階推定法に著者の新しい工夫を加え簡略化し、さらに「出発空港の選択は目的地の選択のもとで意思決定される」という選択構造を仮定し、ネステッドロジットモデル (Nested Logit Model) を巧みに適用して航空旅客需要の統合型予測モデルの構築に成功した。なお本研究では第三の環境の側面には触れられていない。

いま、本論文の構成順に内容を略述し、それぞれについて評価すれば以下のとおりである。すなわち本論文は、第I編「航空旅客需要の統合型予測モデルに関する理論的展開」と第II編「航空旅客需要の統合型予測モデルに関する事例研究」の2編から成り、さらに第I編は4章、第II編は5章、合計9章から構成されている。そして第I編第1章（I-1章、以下同様に表記）では、本研究の背景、

目的、構成について述べられている。

I-2章では、既存研究の詳細なレビューとそれらの限界が示され、本研究はそれらを超えるものであることが述べられている。

I-3章は、第I編の理論的展開において最も高く評価される章である。すなわちこの章では、

(1) 出発空港選択及び目的地選択について、非集計ネスティッドロジットモデルを適用することにより統合型予測モデルの定式化に成功している。

(2) Logsum変数を利用して定義したLOS変数を導入することにより、アクセス交通やラインホール交通のサービス水準の向上によって引き起こされる誘発交通量の推定を可能にする発生原単位モデルを構築している。そしてさらに、

(3) 統合型予測モデルについて、増分モデル (incremental model) を導出し、これを用いて計画代替案に対する独得な感度分析を可能ならしめている。

そして次のI-4章では、理論的展開の成果を総括し、第II編の事例研究に向けての若干の課題を明快に整理している。

続く第II編は、第I編で開発された航空旅客需要に関する統合型予測モデルを実例研究に適用し、同モデルの有効性を実証したものである。すなわちその第1章 (II-1章) では、研究対象として採上げる新東京国際空港 (成田)、大阪空港、名古屋空港、福岡空港の現状について調査した。そして事例研究を進めるうえで重要となるマーケットセグメントを旅行目的に着目して行った。すなわち旅行を業務目的と観光目的に分けて、それぞれについて要因選定が行われている。

II-2章では、統合型モデルの第1段階となる航空旅客の出発空港選択モデルが12種類 (Model-1~Model-12) 構築され、論理的整合性の検討、統計的検定、適合度検定等によって最適モデル (Model-12) が選定された。

II-3章では、統合型モデルの第2段階となる航空旅客の目的地選択モデルが3種類 (Model-1~Model-3) 構築され、II-2章と同様な検討と検定によって最適モデル (Model-3) が選定された。さらにネスティッドロジットモデルの推定結果から、モデルの「階層構造の仮定」の妥当性を示すスケールパラメータについて考察が加えられた。またネスティッドロジットモデルの予測力の検定が行われた結果、その予測力の高さが実証された。

II-4章では、航空旅客の発生原単位モデルが構築された。そして最後のII-5章では、4種類の仮定の空港政策シナリオが設定された。そしてそれぞれのシナリオについて、インクリメンタル形式の統合型モデルを用いて独得の感度分析が行われ、本研究で開発された統合型予測モデルの有効性と実用性の高さが実例によって検証された。

これを要するに、著者は、航空旅客需要の統合型モデルを開発することにより、空港整備計画の立案に対して有益な新知見と有用な新手法を与えるもので、交通計画学の進歩に貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士 (工学) の学位を授与される資格あるものと認める。