

| | |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 氏名 | 日比野 尋伯 |
| 学位の種類 | 博士 (数理科学) |
| 学位記番号 | 理博甲第 12 号 |
| 学位授与の日付 | 令和 6 年 3 月 20 日 |
| 論文題名 | Point-to-Point Airline Network Design under Cooperation and Competition |
| 審査委員 | 主査 (教授) 鈴木 敦夫 (教授) 三浦 英俊 (教授) 小市 俊悟 (教授) 佐々木 美裕 (教授) 柳浦 睦憲 (名古屋大学) |

1. 論文の内容の要旨

競争が激しい航空業界において、輸送インフラの代表として持続可能な航空ネットワーク設計は関心の高い問題である。本論文は、航空会社が自社の収益最大化を目的として新規路線を開設する際に、既存会社との協力・競合体制および参入規制が最適戦略に与える影響について数理モデルを用いて分析し、持続可能な航空輸送インフラの設計・運用について考察したものであり、全8章で構成されている。

第1章は序論であり、米国航空規制緩和法が制定された1978年以降の航空業界の動向について概観し、オペレーションズ・リサーチの研究テーマとしての航空ネットワーク設計モデルに関する研究の背景について述べるとともに、論文全体の構成を示している。

第2章では、航空ネットワーク設計モデルの基礎であるハブ・アンド・スポーク型ネットワークに関する既存研究について述べている。さらに、本論文の計算実験でも使用するベンチマークデータについて説明している。

第3章では、ポイント・トゥ・ポイント型の航空ネットワーク設計モデルの既存研究について述べている。特に、本論文で提案するモデルの基盤であるPPANP (point-to-point airline network design problem, 1つの航空会社のネットワーク設計を扱うモデル) について詳細に説明し、本論文の研究の位置づけを行っている。

第4章では、次章以降で提案するモデルに共通して用いる用語や記号などの基礎的な事項をまとめている。特に、本論文の主題である「協力と競合」をモデルで表現する方法について述べている。

第5章では、第6章で提案するモデルの基本となるPPANP-CC (PPANP under cooperation and competition) を提案している。PPANPは1つの航空会社のネットワーク設計を考慮しているのに対し、PPANP-CCは新規参入する航空会社が競合する既存会社と一定の協力関係を結びながら航空ネットワークを設計することを想定している。

第6章では、PPANP-CCを拡張したPPANP-CC-MP (PPANP-CC with multiple paths) を提案している。PPANP-CC-MPは、乗客が利用する路線を複数の選択肢から選択することを想定したモデルであり、PPANPで導入された「乗り換えコスト」(利用者の乗り換えに対する抵抗を表すコスト)を拡張した協力/競合の強さを表現する方法が取り込まれている。自社路線への乗り換えコストと他社路線への乗り換えコストを区別し、両者の差を小さく設定することにより、協力的な体制を表している。さらに、既存会社の収益の一定以上を保証するという制約の導入により、新規会社の参入に対する規制を表現している。

第7章では、ベンチマークデータを用いた計算実験を行い、参入規制下における協力と競合関係の強さが新規会社のネットワークと運航路線の利便性に与える影響について考察している。

第8章は結論であり、本論文のまとめと今後の展望を述べている。

2. 論文審査の結果の要旨

2023年10月6日に中間審査を実施した。既存研究において主たる対象であるハブ・アンド・スポーク型よりも柔軟なネットワーク設計が可能なポイント・トゥ・ポイント型の航空ネットワーク設計モデルに着目し、新規参入する会社が、既存の会社と協力してネットワークを設計するモデルを検討することに本研究の着眼点があることの説明があった。さらに、経路の魅力度を表す指標や乗客の乗り換えに対する抵抗などを表すパラメータを導入し、参入規制などの新しい条件を取り入れてモデルを拡張したことにより、さまざまな状況を想定したネットワーク設計が可能となったことの説明があった。また、これらのパラメータの変化が各航空会社の収益や開設される路線(経路)の利便性に与える影響など、詳しい実験結果および得られた知見に対する説明があった。審査委員から、研究目的や成果について一定の評価はできるものの、本論文の主題である「協力と競合」に関する考察がやや不十分であることが指摘された。この点を改善するために、モデルの妥当性、および、計算実験に使用したデータやパラメータの妥当性について明確にし、協力/競合の強さの変化が各社のネットワークや収益、ネットワークの利便性に与える影響について、適切にまとめることが求められた。

2024年2月2日に最終審査を実施した。中間審査で指摘された事項について改善が認められ、協力/競合や参入規制の影響について得られた知見の説明があった。

本論文で得られた成果は、次のようにまとめられる。ポイント・トゥ・ポイント型を採用した航空ネットワーク設計モデル PPANP を基盤とし、「協力と競合」「参入規制」「乗客の経路選択」の3つの新しい要素を組み込んだ PPANP-CC-MP を提案した。計算実験により、既存会社と協力的に路線を運航してネットワークを設計することが、両社の収益増加だけでなく、乗客(利用者)にとっても利便性の高い路線の提供につながることを示している。また、参入規制が強いほど新規会社の収益は減少するが、既存会社が開設していない新規路線を開設することによって全体の利用者が増加し、利用者にとって利便性の高いネットワークを構築していることを示した。本論文では、利便性の高いネットワークの設計によって、各航空会社が安定して収益を得るための適切な参入規制の強さが存在する可能性を示している。このように、既存のモデルではできなかった分析を可能としたことは、この分野への大きな貢献であり、得られた成果は学術上および応用上寄与するところが少なくない。さらに、鉄道や船舶など他の輸送手段への適用や、持続可能な包括的輸送ネットワークの構築の研究への発展の可能性も示唆しており、当該研究分野の発展への寄与も期待できる。

令和6年2月19日

| | | | |
|------|------|------|--------|
| 審査委員 | (主査) | (教授) | 鈴木 敦夫 |
| | | (教授) | 三浦 英俊 |
| | | (教授) | 小市 俊悟 |
| | | (教授) | 佐々木 美裕 |
| | | (教授) | 柳浦 睦憲 |