

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 SUPRAYOGI

海上交通システムは国際経済や地理的特性、交通機関の技術的仕様、さらには要求されるサービスなどから、非常に複雑な諸特性をもつ。これを合理的に設計するための数理モデルの構築と、それを実際に利用してシステムの評価や設計を行うための手法について検討し、実証を試みている。

本論文は、英文で書かれ、8章からなっている。

第1章では、この研究の背景と、目的が述べられている。その中で、シミュレーションと数理計画法が中核的な数学的手法であり、問題に応じて手法を使い分けていくことが必要であるとしている。ネットワーク計算にはさまざまな数理計画法を、ダイヤグラムなどの動的な側面を取り扱うにはシミュレーションを使うことなどが記述されている。

第2章では、数理計画法とシミュレーション技法、さらに対象となる問題についての整理を行った後、数理計画法について手短かにまとめ、交通問題への手法を整理している。とくに後半では、ピークルのルーチングや、それに加えてマルチ・トリップを許す場合やカスタマー側に時間指定のある場合などへの高度な応用手法がまとめられている。これらはベンチマークテストもなく、解法がいまだ確定しない高度な問題である。

第3章以降、具体的な問題に対して数理的な手法を当てはめていき、手法の開拓とデータの利用法を示し、所論を展開している。

まず第3章では、フェリー輸送システムの設計として、実際のフェリー航路を対象に旅客と貨物データを用いて最適な船の運航方法を設計する手法を示している。理論的に難しいところはなく、シミュレーションプログラムを作成し、調査データに基づき多くのシミュレーションを試行し、統計データをにらみながら最適解を得ようとするものである。サービス水準を維持し、かつ経済性も良好にしたいというような相矛盾するようなクライテリアを両立させるには適している。

第4章では、コンテナ船の最適化問題をシミュレーションを用いて解いている。アジア-米国航路を取っているが、各港の深度や船のコストを正確には把握して最適な船型と運航ルートを決定的問題である。現状ではこのような設計手法がなく、経験で船舶を建造しており、この結果は実用上きわめて有用であるといえる。

第5章では、テーマを変えてネットワーク最適化問題を取り扱っている。これは各港間のOD表が与えられたとして、そこに投入すべき複数の船舶の大きさと隻数、その航路をネットワーク最適化手法により求めている。制約条件として、港の深さなどを入れている。問

題を数段階に分割する手法を提案している。まず自然の距離からクラスターを形成し、幹線航路を設定する。この設定の段階ではいくつのハブを取るかなどの任意性が入る。次に幹線航路をネットワーク最適化手法により設定し、さらに、地域内のローカル輸送について最適船型と航路を求めている。具体的な問題としては、インドネシア国内の25拠点港間についての計算を行っている。計算結果は得られているが、インドネシア国のODデータに多くの欠落があり、現実的な結果が得られているとは言いがたい。これは手法の問題でなく、データの問題である。今後、これらのデータを取得することでインドネシア国海運システム提案に理論的根拠を与え得る。従来にはない結果であり、きわめて意義は大きい。

第6章では、港湾を巡回して油性のごみを回収して回る船舶とその運航ルート設計問題を、マルチ・トリップ問題として定式化して解いている。大きな船舶で一巡して回収するのではなく、小さな船舶が貨物が一杯になったところで一旦拠点港にもどり、貨物を下ろしてから残りを回るというものである。Fagerholtの手法を基礎に、制約を追加することで最適解を見出している。実際に解いてみると、小さな問題では有効であるが、問題が大きくなると求解が困難になることも示している。これも現実の交通問題では応用範囲が広く、有効な手法といえる。

第7章ではマルチ・トリップ問題にさらにカスタマーサイドの時間指定を入れた問題を解いている。現在ORの分野でもっとも注目されている問題のひとつである。時間指定をひとまず満たす解を求めてから、順路を変更するアルゴリズムを用いている。ここでは遺伝的アルゴリズムと似た部分巡回路の入れ替えを行い、ヒューリスティックな手法を提案している。著者のオリジナルな手法であるが、他の方法との比較によって、十分な精度と計算時間内で解を得ることが可能であることを示した。数理的な独創にとんだ部分である。第8章では、以上の結果をまとめて、様々な問題についての数理モデルの応用手法を提案したとしている。

以上、本論文は交通システム設計への数理モデルの応用手法を整理、さらにオリジナルなアルゴリズムを加え、具体的な問題に適応しうることを示した。数理工学的にもまた実用上も重要な知見が多く得られている。

よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。