

審査の結果の要旨

氏名 Kijmanawat Kerati

キジマナワット・ケラテイ氏の論文は、「一般化階層ネットワークの構築手法：インフラネットワーク及び都市システムを対象とした理論的、方法的、実証的研究」と題するもので、さまざまな階層システムを統括的に扱うことのできる数学的方法論を開発し、それを航空ネットワーク設計、都市群システムの構造分析などに適用した結果をまとめたものである。

階層的ネットワークは、ネットワークの運営をする上で最も効率的な手法の一つである。殊に大規模なネットワークでは、階層システムを導入することによって、交通流動をその目的地までより効率的に輸送することが可能となる。この階層システムは、高速道路・鉄道・郵便・航空・貨物輸送をはじめとする交通ネットワークに留まらず、いまや、通信・教育機関・医療機関・都市間交易・組織運営にまで導入されている。

階層システムは非常に効率性を高くすることが可能なネットワーク構築手法だと認識されてはいるものの、施策の意思決定者が大規模な多段階階層システムを設計するのに資する実用的な手法は現在のところ存在してはいない。それゆえ、意思決定者は、単に地理的な制約ないし経験や慣習にのっとなってネットワーク設計に当たっているに過ぎない。しかし、大規模な多段階階層システムは通常何千何万というノードからなる極めて複雑なものになっており、効率的なネットワークの設計に当たっては、何処を輸送拠点（ハブ）にすべきか、いくつのハブを設置すべきか、どのようにハブの階層構造を設計すべきか、それぞれのノードがどのハブと接続されるべきかといった問題に対する適切な解が求められる。

本論文では、冒頭の2章（第1章と第2章）で本研究に関連する学問的背景について述べる。ここでは、階層ネットワークの重要性と適用について述べている。第3章では、ネットワークを解くための定式化を行っている。ここで、1段階の階層ネットワークの定式化においてさえNP困難問題があることが証明されていることから、先に挙げた問題を解くにあたり、複数の手法を組み合わせた発見的探索法を適用した。発見的探索法については第4章で検討を行った。まずはR/U/Nネットワークを解く方法論の検討から始め、さらに一般的な階層ネットワークを解く手法の検討を行っている。第5章では、計算結果の分析を行っている。M-

GATSについては、計算実験の結果から、すべての基本水準問題の最適解を求めるのに非常に効率的であることが証明され、また程々に大きな規模の問題についてはM-GATSが適用可能であることが実証された。第6章では、ネットワークを計算可能な規模の複数のクラスタに分割し、本研究で用いるアルゴリズムで計算が可能なネットワーク規模を拡大するための手法について検討した。

アルゴリズムの開発に次いで、筆者は本研究の適用可能性について3種類の重要な階層ネットワークを用いて検証した。なおここでは、ネットワーク構造の観点から最も対照的なものとして、貨物輸送ネットワーク (R/U/N)、旅客航空ネットワーク (I/M/D)、都市システム (I/U/N) を対象としている。第7章では郵便や貨物輸送ネットワーク (R/U/N) について論じている。本研究では、データが入手可能であったオーストラリアの郵便ネットワークについて実証分析を行っている。第8章では、中国の国内旅客航空市場におけるハブ・アンド・スポーク構造の最適化問題を対象に、本研究のモデルを適用した。第9章は、階層ネットワークの都市システムへの適用を検討した。大都市の財・サービスの提供者は、都市内や都市周辺域からの高い需要に支えられ、規模の経済によるコスト削減効果を楽しむことができる。しかし、小都市に居住し、大都市まで買い物に出かける人は、より多くの交通費用がかかることになる。それゆえ、規模の経済による費用逓減と交通支出に伴う費用増大の間のトレードオフが存在する。本研究のモデルを用いることで、どのような財・サービスがどの規模の都市で提供されることがシステム最適となるかを示すことが可能となった。この理論的結果と機能の集積による費用のトレードオフに関する分析から、都市システムの形成および発展に関する知見についての示唆が得られ、またカリフォルニア州および日本の都市システムについて、計算結果を基に実証的分析を行っている。

以上、本研究はきわめて新規性と独自性に富んだものであり、同時に実務的な応用性も非常に高いものと認められる。よって、キジマナワット ケラテイ氏の論文は、博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。