

【104】

氏 名（本籍）	わたなべ だいすけ 渡 部 大 輔（東 京 都）		
学 位 の 種 類	博 士（工 学）		
学 位 記 番 号	博 甲 第 3936 号		
学位授与年月日	平成 18 年 3 月 24 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
審 査 研 究 科	システム情報工学研究科		
学 位 論 文 題 目	近接性からみたネットワーク形態解析と輸送システム最適化に関する数理的研究		
主 査	筑波大学教授	博士（経済学）	吉 田 あつし
副 査	筑波大学教授	博士（工学）	鈴 木 勉
副 査	筑波大学教授	学術博士	大 澤 義 明
副 査	筑波大学助教授	博士（学術）	秋 山 英 三
副 査	筑波大学助教授	博士（工学）	堤 盛 人

論 文 の 内 容 の 要 旨

本論文は、現実の道路がどのような数理モデルでよりよく表現されるのかを解析することにより、道路網を構築する基本原理を明らかにしようとしている。筆者は「近接性」と「最適性」という二つの構築原理に着目する。「近接性」の観点からは、点間の近接性によって構築されるグラフの形態的性質を明らかにし、ネットワーク形態と移動利便性の観点から、それらのグラフと規則的道路網との比較を行う（第 2 章および第 3 章）。また、「最適性」の観点からは、格子状道路網における最適な高速交通ネットワーク形態を導出すると同時に、輸送システムにおける最適な階層構造を分析している（第 4 章および第 5 章）。本論文の構成および内容は以下の通りである。

第 2 章では、「近接性」によって構築される近接グラフの性質を明らかにしている。ランダムに配置された点について、近接グラフの辺の長さや本数がどう分布するのかを明らかにし、相対近傍グラフ上の距離と直交距離の分布が近いこと、グラフの総延長が相対近傍グラフを超えて長くなってもグラフ上の移動距離の減少量はそれほど大きくないことを明らかにしている。

第 3 章では、つくばセンターを含めたいくつかの都市の現実の都市内道路網が、第 2 章で考察した近接グラフによって、どの程度うまく表現できるのかを考察されている。近接グラフによって構成された「辺」と現実の道路の一致割合を見ることにより、ドローネ網によりほとんどの道路辺を構築でき、また、格子状道路網を相対近傍グラフの構成辺で抽出できることが明らかになった。

第 4 章では利用者が稠密に存在し、配置された格子状の道路網上で高速移動できる連続空間を考え、全体の移動利便性を表す平均移動時間と特定区間の混雑水準を表す最大通行量から最適な道路網形態を考察している。分析の結果、平均移動時間を基準にした場合には正方格子状ネットワーク、最大通行量を基準にした場合には領域形状と比例した配置となる相似格子状ネットワークが最適な形態となることが明らかになった。また、混雑現象を考慮すると、その中間の形態が最適となることが明らかになった。

第 5 章では、複数階層での輸送システムを考えている。輸送量または輸送距離の増加にともなう輸送費用

の増加分が逓減するという輸送費用に関する規模の経済性を仮定し、考察の対象としている領域の形状、需要量、移動経路の違いによる最適な階層構造を求めている。集配経路が巡回型移動の場合には、最適な輸送階層は、輸送量についても輸送距離についても規模の経済性が大きくなるほど減少することが示された。さらに、日本、アメリカ、ドイツ、オランダについて小包輸送の施設数を用いて、最適な輸送階層との比較を行った。その結果、集配経路が直行型とした場合と巡回型とした場合の最適な輸送階層の中間が現実の階層であった。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、近接グラフを理論的な出発点として、現実の道路ネットワークをどのようなモデルがうまく表現することができるのかを考察し、ネットワークの構成原理を理論的かつ実証的に研究をしている。さらに、新たにネットワークを作るときに最適なネットワークはどのような性質を満たさなければならないかについても、理論的かつ実証的に考察している。本論文から、数理モデルを作成しモデルの性質を分析する筆者の能力が優れていると同時に、理論の世界のみならず現実世界にも強い関心をもっていることがうかがえる。近接グラフと現実のネットワークの関係をこれほど包括的に研究したものは他になく、研究者としての筆者の資質の高さを感じさせる。本論文は博士号を授与するに十分なレベルに到達していると考ええる。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。