

氏名	塩野 直志
学位の種類	博士（経営学）
学位記番号	博乙第 2801 号
学位授与年月日	平成 28年 11月 30日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
審査研究科	ビジネス科学研究科
学位論文題目	ガス配給ネットワークの面的普及に関する研究

主査	筑波大学 教授	博士（工学）	猿渡 康文
副査	筑波大学 教授	博士（理学）	牧本 直樹
副査	筑波大学 教授	博士（工学）	徐 驊
副査	筑波大学 准教授	博士（工学）	領家 美奈
副査	慶應義塾大学 教授	学術博士	栗田 治

論文の内容の要旨

エネルギー市場は自由化の波にさらされている。先行している欧州では、ガス事業や電気事業は事業のボーダーレス化が進み、通信を含む多様なサービスが提供されるようになった。日本においてもすでに自由化された電力市場と同様に、ガス市場でも異業種事業の融合が進展するものと予想されている。ガス事業、特に都市ガス事業は、ライフラインのひとつでもあるガス配給のネットワーク構築に膨大な投資を必要としている。魅力的なサービスや新規事業の創出が望まれる一方で、都市ガス事業者には効率の良い投資が求められている。このような背景のもと、本論文は、都市ガス事業者がガス配給ネットワークを構築する際に必要となるネットワークの設計に関する課題を取り上げ、その解決策を提案することを目的としている。特に、社会的なコストとも考えられる投資に着目し、需要発生をトリガーとした旧来の逐次的なネットワーク設計から脱却し、代替エネルギーからの転換などを含む潜在需要を加味した面的な広がりをもった計画的なネットワーク設計、すなわち面的普及を促進する中長期的な視点を導入している。課題が有する数理的な特徴や性質を丹念に分析・導出し、それらを活かした解決策（解法）を提案するとともに、実社会のインスタンスに適用することでその有用性の検証を行っている。

本論文は7章で構成されている。

第1章は序説として、国内における都市ガス供給のネットワークを概観した上で、本研究の目的をその着想とともに述べている。

第2章では、ガス配給ネットワークの類型とネットワークの設計に関する概念等を整理し、本論文で取り上げる課題との関係についてまとめている。

第3章では、本論文で取り上げるガス配給ネットワークの設計に関連する先行研究を包括的に取り上げ、その整理を行っている。

第4章では、階層構造で構成されるガス配給ネットワークの中圧層のネットワーク設計問題を取り上げている。中圧層のネットワークでは、すべての道路に導管を埋設する低圧層と異なり、埋設道路の選

択（導管のレイアウト）とともに各導管の口径を決定する必要がある。本章では、レイアウトと埋設する導管の口径にいくつかの条件を付した問題を設定し、この問題に対する木構造縮約・展開アルゴリズムとよぶ解法を提案している。建設コストが最小となる解が有する性質を理論的に導出し、その性質を利用することで解法が構築されている。理論的な計算量の導出に留まらず、実社会のインスタンスへの適用結果をもとに、その有用性が示されている。

第5章では、第4章で取り上げた中圧層のネットワーク設計問題を再び取り上げ、第4章で付加した条件のいくつかを取り除いた、より一般的な問題を扱っている。定式化を与えるとともに、建設コストが最小となるレイアウトの特徴を理論的に導出し、その特徴を活かした木構造選定アルゴリズムとよぶ解法を提案している。本章では、都市等の道路ネットワークを表現する際に用いられる平面グラフを対象とした場合のアルゴリズムの挙動も分析するとともに、口径に関する条件を変えた場合への適用方法も提案している。第4章と同様に、計算量の理論的な評価とともに、実社会のインスタンスへの適用結果を示すことで、その有用性が示されている。

第6章では、すべての道路に導管を埋設することが多い低圧層のネットワーク設計問題を扱っている。低圧層のネットワークへのガスの供給は一般に中圧層のネットワークから減圧設備を介して行われる。本章では、いくつかの条件設定のもとで、減圧設備の建設コストが最小となる減圧設備の配置を求める数理モデルを導出している。導出した数理モデルを分析することによって、最適な施設配置に対する指針を明らかにしている。ある都市を対象に、地価といった入手可能なデータをもとに分析した実務的な示唆を含む結果を示すとともに、実務への適用上存在することが予想される不確実性のいくつかを加味した場合の分析も行っている。

最後の第7章では、一連の研究の成果を学術的な側面と実務的な側面から総括するとともに、残された課題についてふれている。

審査の結果の要旨

【批評】本論文の主たる貢献は、投資効率の良いガス配給ネットワークの設計方法と指針を具体的に構築した点にある。競争が激化することが予想される都市ガス市場において、都市ガス事業者は社会的なコストを見据えたガスの面的普及を推進することが求められており、本論文の成果は、これらの要請に広く応えるものであり、実務的なニーズへの寄与も大といえる。

本論文で提案された解法の多くは、先行研究を基礎としているものの、著者独自の視点に基づいた工夫が随所に加えられておりその価値は高い。構築されるガス配給ネットワークの特徴を丹念に分析することで得られた成果は理論的にも新規性が認められる。同時に、理論的な成果ばかりでなく、実務への有用性も検証しており、理論と実践の融合の実現は、高い価値を有するものと認めることができる。

本論文は、都市ガス事業者の膨大な投資に対する意思決定を高度化させる有益な示唆を与えており、理論的にも実務的にも重要な成果を数多く含んでいる。よって、博士（経営学）の学位を授与するに十分な内容を有するものと判断する。

【学力の確認】

ビジネス科学研究科学位論文審査（博士後期課程）に関する内規第10条を適用し、学力の確認の全部に代え、十分に学力があるものと認定した。

【結論】

よって、著者は、博士（経営学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認める。