

審査の結果の要旨

氏名 岩見 紫乃

本論文は、学術論文の引用ネットワークに関する時系列変化の情報と情報工学的手法を用いて、新領域の成長の出来るだけ早い段階で、萌芽的論文、すなわち、領域の生成の重要なきっかけを作った論文を特定するための基礎的な手法を開拓した研究である。

第1章では、研究の背景、研究目的等について述べている。今日、科学技術知識に関する情報量が急速に増加して、専門家でも把握しきれない状況を招くといった知識の爆発現象が起こっている。技術シーズが製品化・産業化されてから市場において利益を確保できる期間(ライフサイクル)は短くなっており、競合者に対し有利な立場を得るには、早期に有望な技術シーズを見つけ、いち早く開発に着手することで、革新的製品投入の先駆者の地位を確保することが重要となっている。このため、先端技術企業の多くは萌芽的技術シーズの探索に力を入れているが、知識の爆発現象により探索対象が拡大、複雑化し、探索が次第に難しくなっていることを認識されている。そこで、本論文では、萌芽的技術シーズの探索を支援する観点から、論文の引用ネットワークに関するネットワーク構造に基づく指標群とそれらに関する特徴量に注目し、領域の登場初期からのそれらの中長期的な時系列変化を可視化、定量化することで、萌芽的な重要論文を早い段階で特定する基礎的な手法を開拓することを目的として掲げている。

第2章では、本論文の提案手法について述べている。提案手法は、次のようなステップで構成されるものである。第1段階として、探索の対象に応じ、論文の大量の書誌情報を論文データベースサービスである **Web of Science** から収集し、論文の引用関係から引用ネットワークを形成する。次に、当該引用ネットワークのうち、最大連結成分に含まれる各論文に対して、**in-Degree Centrality** や **Page Rank** 等の複数のネットワーク中心性指標を計算する。第2段階として、当該指標の時系列変化を可視化し、当該領域における重要論文の概括的な動きを捉えるとともに、データセットの適切性等を確認する。第3段階として、指標ごとに時系列の特徴量の計算を行い、その情報を元に、将来、

萌芽的重要論文と評価されることになる可能性の高い論文の特定を行うというものである。

第3章では、この提案手法に対して、ノーベル賞受賞分野やACMチューリング賞から7分野を選定し、受賞対象となった論文(非常に重要な萌芽的論文)に関して、実際に本提案手法を適用した実験を行うことで、萌芽的重要論文の特定の観点から、分野別に有効な指標の探索を行っている。第4章では、実験結果について、7分野を横断した考察を行っている。12の指標群を用いて時系列分析を行い、それらの比較検討を行った結果、**in-Degree Centrality**、**Communicability Centrality**、**PageRank**の3指標が萌芽的重要論文の特定に有効であることを明らかにした。これらの指標においては、萌芽的重要論文が分野の登場初期に高い値を持つ傾向が明確に見られた。また、手法を活用するに当たっての制限事項として、学術分野の登場初期において引用があまりに疎であるために引用ネットワークが形成できない場合があること等も明らかにしている。

これら3指標の時系列の変化を可視化し、観察するという手法を用いることで萌芽的重要論文を一定程度、特定することは可能であるが、実際には、発行年の異なる論文を比較すること等は容易ではなく、比較可能な形で客観的な計測を行うことが不可欠であることも示された。そこで、第5章においては、分野の成長初期において高い精度で萌芽的重要論文の特定を可能とするため、萌芽的重要論文を客観的な数値で特定するための時系列特徴量群の開発を試みている。具体的には、第3章における実験結果について詳細な観察を行い、時系列変化を計測する期間内における各論文の指標の最大値(**Height**)、各論文の指標の増加率の最大値(**slope**)、指標の増加率が最大値に達するまでの増加率の平均値(**Slope ave**)等を候補特徴量として設定した。これら候補特徴量群について、第3章と同様の7つのデータセットを用いて各指標に対して計算を行った結果、**in-Degree Centrality**および**PageRank**の時系列変化のデータについて、それら候補特徴量群のうち、各論文の指標の最大値(**Height**)と毎年の変化量のうち最大値(**Slope**)が、萌芽的重要論文を特定する特徴量として有効であることが明らかになった。

第6章では、提案手法に関して、第3章から第5章までで有効であることを確認した指標及び特徴量を用いて、萌芽的重要論文の候補の自動特定を行うシステムの設計を行い、それを実際に成長中の領域に適用して、評価を行っている。

第7章では、結論を述べている。政策や経営の場において投資すべき技術分野等に関し迅速な決定を求められる技術経営の責任者や研究テーマを模索する研究者にとって、萌芽的な技術シーズの早期特定が重要な技術経営上の課題と

なっている。本論文では、そうした社会ニーズを受けて、計量書誌学やネットワーク科学に関する技術経営研究の先行研究も踏まえつつ、萌芽的重要論文の早期特定に役立つ独自の手法を提案し、実験と丁寧な検証により、当該手法において用いるに有効な指標及び特徴量を具体的に特定したとしている。

以上のことから、本論文は、この分野の研究として独創性、新規性が高いものであり、また、知識の急増下で先端技術を巡る市場化競争が激化する今日のイノベーション環境において、技術経営の現場に対し、基礎的ではあるが有用な知見や手法を提供するものであると評価出来る。更に、この手法については、特徴量の特定により自動化、システム化が可能な条件が整っており、今後、システム化がなされ広く活用されることを通じ、一層の高度化も期待出来る。

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。