



# HOKKAIDO UNIVERSITY

|                     |                                                                                                                           |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title               | A Study on Finding Core Communities in Social Networks [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review] |
| Author(s)           | 幸若, 完壮                                                                                                                    |
| Degree Grantor      | 北海道大学                                                                                                                     |
| Degree Name         | 博士(情報科学)                                                                                                                  |
| Dissertation Number | 甲第11971号                                                                                                                  |
| Issue Date          | 2015-09-25                                                                                                                |
| Doc URL             | <a href="https://hdl.handle.net/2115/59955">https://hdl.handle.net/2115/59955</a>                                         |
| Rights(URL)         | <a href="https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/">https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/</a> |
| Type                | doctoral thesis                                                                                                           |
| File Information    | Sadamori_Koujaku_abstract.pdf, 論文内容の要旨                                                                                    |



## 学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（情報科学） 氏名 幸若 完壮

## 学 位 論 文 題 名

A Study on Finding Core Communities in Social Networks  
(ソーシャルネットワークにおける核コミュニティの発見に関する研究)

近年のインターネットを始めとした情報技術の発展により、人は国や会社といった枠組みを超えて多くの他人と影響しあうようになり、大規模な政治デモや、批判の過剰な拡散といった新しい社会現象が起きている。このような人々の相互作用を理解する方法として、ソーシャルネットワーク解析が注目を集めている。ソーシャルネットワーク解析では個人をノード、2 個人の関係をエッジとするグラフで表現し、個人間の役割や立ち位置を理解しようとする。ソーシャルネットワーク解析の基本的な技術要素の一つとして、人々が構成する集団（コミュニティ）を発見する技術がある。一般的に、人々はコミュニティを形成して情報を共有し、アイデアを広め、また目的を達成しようとする。従って各個人がどのようなコミュニティに所属し、そのコミュニティ内でどのような役割を担っているかを調べることは人間同士の相互作用を理解する上で非常に重要である。本研究では静的なソーシャルネットワークにおけるコミュニティ発見と、コミュニティにおける個々人の役割、特にリーダーシップや影響力を持つコアグループ（核）を抽出する。またそのコミュニティの時間変化を調べることで異常検出などを行う。

コミュニティは大きくブロック構造型とスター構造型の二つの種類に分類することができる。ブロック構造型のコミュニティでは、メンバーが互いにつながった構造を持ち、平等な立場や地位の人間で構成される。一方、スター構造型のコミュニティでは 1 人の個人だけが他のすべてのメンバーと繋がり、非常に強い権力をもつ個人が存在するコミュニティによくみられる。古くからスター型とブロック型のコミュニティは研究されてきたが、最近になってブロック型とスター型の両方の性質を持つコアペリフェリー型と呼ばれるコミュニティが注目されてきた。コアペリフェリー構造型では、少数の密に繋がった人々（コア）が他のすべてのメンバーと繋がった構造を持つ。コアは、例えば会社における取り締まり役員や、ブログにおけるオピニオンリーダーなど強い影響力を持つ個人に相当し、ペリフェリーは専門化された作業を行う従業員や、ある特定の話題に関するブロガーなどに相当する。コアペリフェリー構造型のコミュニティの解析は 2000 年代から精力的に進められ、その性質や機能が明らかになってきた。当初の研究では小規模のネットワークを想定し、1 つのグラフから 1 つのコアとペリフェリーの同定を行っていた。しかしながら、最近の研究で示されているように、たとえ小規模なネットワークにおいても、複数のコアが存在することがある。そのため、複数のコアを抽出するモデルが求められている。複数のコアを抽出するためには、コアとペリフェリーを分割するパーティションと、コミュニティとコミュニティを分割するパーティションを求める必要がある。これまで、グラフをコミュニティに分割してからコアとペリフェリーを同定する階層型分割法と、コアを一つずつ抽出する逐次抽出法が提案されてきた。これらの手法の致命的な問題点は、この 2 種類のパーティションの性質の違いを考慮していない点である。すなわち、コミュニティ間のパーティションはコミュニティ同士が極力エッジを持たないように、そしてコアとペリフェリー間のパーティションはコアだけが密に繋がるように定める必要があ

る。従来手法はこの違いを考慮しないために、不自然なコアとペリフェリーを与えてしまう。

そこで本研究では、新たに Dense core model を提案し複数のコアペリフェリー構造の同定を試みる。Dense core model ではパラメータを調整することで、2 種類のパーティションを定めることができる。1 つはコミュニティ同士がエッジを持たないようなパーティションで、もう一つは要素がブロック型の構造をもつようなパーティションである。この性質を利用して異なる 2 種類のパーティションを定めることができるため、複数のコアペリフェリー構造の発見に有効である。

本論の構成について述べる。1 章ではソーシャルネットワーク解析の研究背景と本論の立場について述べる。2 章ではソーシャルネットワーク解析の歴史的な背景、具体的なグラフの構築法について述べる。ソーシャルネットワーク解析は当初、社会学者や人類学者が中心となって発展してきた。近年では、物理学者、生物学者、そしてコンピューター科学者が大きな貢献をしてきた。2 章ではこの変化と、近年の動向について、コミュニティ発見法を中心に述べる。第 3 章では本論で用いる記号について準備する。第 4 章では Dense core model を提案し、その性質について述べる。この章では、Dense core model とグラフ分割法や擬似クリークとの関連を示し、またその性質を利用した効率的な探索アルゴリズムを利用を提案する。さらに、いくつかのソーシャルネットワークを用いて既存の代表的なモデルと比較を行い、Dense core model がによって複数のコア解析し、複数のコアペリフェリー型のコミュニティが抽出できることを示す。5 章では Dense core model を発展させたモデルを用いてより詳細な構造の解析を行う。第 4 章でのモデルでは 2 種類のパーティションでグラフを分割してきた。しかし第 3 章の実験で示されるように、現実には 2 つのパーティションではうまく表現できない、コアとペリフェリーの中間に位置するノードが多く存在する。そこで 3 種類以上のパーティションを用いるように拡張したモデルを提案し、その性質を使った高速な探索アルゴリズムを提案する。また第 4 章で解析したグラフを再度解析しなおし、より詳細で自然なコアペリフェリー構造型のコミュニティの抽出ができることを示す。6 章においては Dense core model を変化点検出問題に応用してその有効性について確認する。Dense core model を用いて影響力のあるコミュニティを捉え、このコミュニティの変化から多くの人に影響するような異常な変化を検出することが期待できる。この章では人工データを用いて実験的に代表的な手法と比較評価し、その有効性を確認する。また時間変化するソーシャルネットワークに適用し、変化解析を行う。最後に 7 章において、本論をまとめ結論を述べる。