

# 社会ネットワーク分析輪読会

産業技術総合研究所 松尾 豊

## 経緯

- 研究
  - Webマイニング、研究者ネットワーク抽出
- つながり
  - 社会ネットワーク研究会
  - 石塚研:情報理工学研究科
  - Blog勉強会、NII
  - ネットワーク勉強会
- 計算機科学
  - Complex network: スケールフリー、スモールワールド
  - SNSやBlogなど関係性のデータ
  - 大量のデータ処理、可視化の技術
- 社会学における社会ネットワーク分析
- ScottのSocial Network Analysis
  - 英語で社会ネットワーク分析なら、まず読んでおくべき本。
  - 趣旨



## Scottさん

---

- <http://privatewww.essex.ac.uk/~scottj/>
- I have been at Essex University, in Colchester, since 1994.
- My research and teaching interests are in the areas of social stratification, business organisation and sociological theory, but I have also published on social research methods. My main publications include *Corporations, Classes and Capitalism* (1985), *A Matter of Record: Documentary Sources in Social Research* (1990), *Who Rules Britain?* (1991), *Social Network Analysis* (Second Edition, 2000), *Poverty and Wealth* (1994), *Sociological Theory* (1995), *Stratification and Power* (1996), and *Corporate Business and Capitalist Classes* (1997). My latest book is *Power* (2001), a conceptual overview of debates.

## Preface to Second Edition

---

- 1991年に第1版、2000年に第2版
- 基本的にはそのまま。情報を新しくしたり、書き方を良くしたり。
- 2章、3章、8章、Appendixが変わっている。
- 数学が得意な人には記述の仕方は易すぎるかも。でも内容は十分にある。
- 計算機技術が進歩して、可視化や表現の新しい技術が出てきているので、3章の特に計算機技術に関わる部分は大幅に書き換えた。

# 1章

## Networks and Relations

### 序文

- 社会ネットワーク分析を利用したい人は潜在的にとても多くいるだろう。
  - でも、数学的な専門家によるテキストが多い。
  - 一般の人向けの分かりやすく実践を意識したものは少ない。
- この本の目的は、理論と実践のギャップを埋めること。
  - 社会学における役割を述べるのでも、膨大な応用例を示すのでもなく、ネットワーク構造を調べるキーとなる概念を示す：密度、中心性、クレークなど
- 何となくツールを使うのではなく、きちんと概念を理解してはじめて、どういったときにどういった指標を使えばよいのか判断できるし、社会学的な判断もできるようになる。

## Relations and Attributes

- 社会ネットワーク分析は「Relational data」に有効である。
  - 自然科学のデータと違って、社会科学のデータは、意味、動機、定義、典型など、シンボルや文化的価値に根付いている。つまり、社会科学のデータは、解釈によって作られる。
- データの基本的なタイプとして、「attribute data(属性データ)」と「relational data(関係データ)」がある。
  - Attribute data: 態度、意見、振る舞いなど、個人やグループの性質とみなせるもの。例えば、収入や職業、教育などの特定の変数がどのくらい意味を持つかを計るVariable analysis(因子分析)の各手法が有効である。
  - Relational data: 接触(contact)、紐帯(tie)、連結(connection)、グループへの所属やミーティングなど、ひとつのエージェントが他のエージェントに関連づけられ、したがって、個々のエージェントの属性に還元できないものである。relationは、個々のagentの属性ではなく、複数のエージェントのシステムの性質である。このような関係データに適しているのが、ネットワーク分析であり、関係はエージェントをつなぐつながり(linkage)で表される。
  - 他のデータタイプもある。Ideational data(観念的データ) 意味や動機、定義、典型など。WeberのTypological analysisが有名。

## データタイプと分析手法

- それぞれ適した分析手法が異なる。
- 図1.1

## 社会ネットワーク分析とRelational data

- Friendshipの研究 by Moreno(1934)
  - “最も親密な友達の名前を4人挙げてください。”
    - 選択肢がないので答えにくい。4人挙げられない。時間がかかるし面倒だ。
  - Roaster choice method: “次の中で友達だと思うのは誰ですか？”
    - 研究者の側でたくさんの知識と準備が必要となる。roasterと呼ばれるリストを作っておかないといけない。
    - 答える側は答えやすいし、その重要度も答えやすい。
  - こういった問題は、関係データだけに限った話ではなく、態度や意見などの属性データを集めるときも同じ。
- Relational dataは、社会学の伝統である社会行為の構造の調査に中心的な役割を果たす。しかし、既存のテキストはほとんど属性データに焦点をあてている。
- 社会ネットワーク分析は、偉大な人類学者Radcliffe-Brownの構造への関心から生まれた。
  - 1930年から70年までは、多くの社会人類学者や社会学者がRadcliffe-Brownの社会構造の概念をもとに、fabric(織物)やweb(くもの巣)というメタファーを用い始めた。1950年代には、このメタファーをより形式化しようというグループが興り、1970年代初めには、多くの手法や応用例が生まれた。

## Overview

- 2章は社会ネットワーク分析の発達
- 3章は社会ネットワークの境界や対象とする関係の話、行列、ソシオグラム
- 4章は基本的なビルディングブロック。グラフ、点、線、密度。
- 5章は中心性
- 6章はクリークの分析
- 7章はポジションの分析
- 8章は関係を見せる方法

## 2章

# The Development of Social Network Analysis

## 社会ネットワーク分析の流れ

- 現在の社会ネットワーク分析は、いろいろな研究の流れから作られている。3つの大きな流れ：
  - Sociometric analysts: 小さなグループの研究をしてグラフ理論上の成果を多く出した
  - Harvard researchers of 1930s: 対人関係やクレークの構成の研究をした
  - Manchester anthropologists: 部族や村社会におけるコミュニティ構造の研究をした
- これらは、1960年代～70年代に再びハーバードで再構成され、現在のネットワーク分析の基礎となった。(Harvard breakthrough)
- 概要
  - 1930年代には、Wolfgang Kohlerのゲシュタルト理論に影響されたドイツ移民が、アメリカで認知・社会心理学の研究を行っていた。これは、**sociometry**や**グループダイナミクス**の研究へとつながる。グループの構造や情報の流れの研究が行われていた。
  - 同時期に、ハーバード大学の人類学者や社会学者は、**Radcliffe-Brown**のアイデアを発展させていた。工場やコミュニティにおけるインフォーマルな個人間関係を研究していた。
  - イギリスでは、主に**マンチェスター大学**でハーバード大とは独立に、争いや妥協の分析が行われ、アフリカの部族社会やイギリスの田舎での研究に適用された。しかし、1960年代までは、社会ネットワーク分析の方法論の最終的なブレークスルーは起こらなかった。
  - ハーバードでは、**Harrison White**が社会構造の数学的な基盤について研究をはじめ、その後、北アメリカで彼の後継者や学生らによる独自の研究につながっていった。彼の学生たちが世界中に広まるにつれ、Whiteとイギリスの研究者たちの成果は社会ネットワーク分析の複雑であるがひとつのフレームワークに統一されていった。

## 2.1 Sociometric Analysis and Graph Theory

- ゲシュタルト

- 心理学のゲシュタルトの伝統では、部分の性質とは別の、さらには部分の性質を規定するような性質をもつ「全体」もしくはシステムに重点が置かれていた。
- 1930年代には、ナチスドイツから逃げてきたゲシュタルト理論家がアメリカに定住し、Kurt LewinやJacob Moreno, Fritz Heiderなどが社会心理学に大きな影響を与えた。

- Morenoの研究

- 個人間関係の心理療法的な方向であった。1934年に“Who shall survive?”という有名な本を、また、1937年にはSociometryというジャーナルを作り、心理学的な幸福がどのように「社会的設定」(social configuration)と関連しているかを研究した。個人間の選択、魅力、嫌悪、友情その他の関係の具体的なパターンの結果として、より大規模な社会的凝集、例えば経済や州、が維持される。
- Morenoは、ソシオグラムを社会的設定の形式的な性質を現すように工夫した。個人は点で表され、社会的関係は線で表される。
- 現在では当たり前であるので、1930年代のこの新規性は分からないかもしれないが、Moreno以前は、関係のweb、social fabricなどという言葉は使っても、分析的なダイアグラムを描くことはなかった。

## Morenoのソシオグラム

- Morenoのソシオメトリックな概念のひとつに、「スター」がある。多くの選択を受ける人は、人気やリーダーシップが高い位置にある。これは図に簡単に表すことができる。
- 図2.2

## Lewinの研究

- Lewinは、グループの振る舞いは社会的力の場によって決定されるとした(Lewin 1936)。
  - 社会的グループは、それを取り巻く環境とそのグループが作る場の中にある。
  - グループのメンバーに影響を与える環境は、「知覚される」環境であり、記号相互作用主義者?(symbol interactionist)が伝統的に、「状況の記述」と呼ぶものである。
  - 社会的な場の構造的特徴は、数学的なトポロジーと集合論で解析できるとLewinは述べている。
- トポロジカルなアプローチでは、社会的な場は点とそれをつなぐ線から成ると見ることが出来る。
  - 点は、個人や目的、行為を表し、線は相互作用のもしくは因果的な関係を表す。

## Heiderの研究

- Heiderは、社会心理学の分野で人の他人に対するさまざまな態度が、どのようにバランスの状態になるのかを研究した。
  - 例えば、2人の人と感情的に近い人が、その2人の争いや敵意にどのように反応するか、といったものである。
- Lewinの場の理論はあまり発展しなかったが、その数学モデルはその後の研究に大きな基礎を築いた。
  - Cartwrightは、数学者のHararyとグラフ理論をグループの振る舞いに応用した。彼らによって、Lewin, Moreno, Heiderらの洞察が合成され、強力な理論となった。
- CartwrightとHarary(1956)
  - グループを点とそれをつなぐ線で表すという基本的な考え(Morenoの考え)をもとに、得られたソシオグラム(もしくはグラフ)をグループメンバーの関係を表すネットワークであると捉え、グラフ理論を用いて解析できると考えた。グラフの線は、+か-のサインを持ち、ポジティブかネガティブな関係を表す。さらに、矢印によって方向を示すことができる。



## Cartwrightの研究

- 図2.3
- (i)と(iii)は関係がバランスしているが、(ii)はバランスしていない。

## Triadから構成される社会構造

- CartwrightとHararyは、複雑な社会構造は簡単な構造、特にtriad (3者関係) からできると考えた。例えば、すべてのtriadがバランスしているネットワークは全体としてバランスしている。
- 重要な発見
  - どのようなバランスしたグラフも、2つのサブグループに分割できる。内部での関係がすべてポジティブで、その間の関係がすべてネガティブなものである。したがって、バランスした社会ネットワークは、2つの争いのあるサブグループから構成されることになる。
  - 全部ポジティブな関係だと、全部の集合と空の集合の2つ。
- 多くのバランスの分析に関する研究は、このような分割を見つける手法の研究であった。
- バランスの概念は、グループの協力やリーダーシップの研究に大きな影響を与えた。
  - 多くの研究は小規模なグループを対象にしたものであったが、大規模な社会システムを対象にした初期の研究には、病気の広がり研究がある。Rapoport(1952,1958)は、これをアイデアやイノベーションがどのように伝わっていくのかに応用した。

## 2.2 Interpersonal Configurations and Cliques

- 1930年代、1940年代のHarvard大学では、ネットワークをサブグループに分けることが行われていた。
  - クリーク、クラスター、ブロックなどと呼ばれる。これらをどのように見つけるかが課題であり、部分的にしか解決されなかった。
- Radcliffe-BrownとDurkheim
  - 彼らは、Harvardでの研究に大きな影響力を持っていた。Radcliffe-Brownの考えは、最初は彼が教えていたオーストラリアの人類学者に影響を与えるに留まっていたが、1926年にハーバードに移ったElton Mayo、1929年に移ったW. Lloyd Warnerを通じてその影響力は強まっていた。
- Mayo
  - 経済的な活動は純粋に合理的な行動ではなく、グループでの連帯感のような合理的でない感情によっても構造化されるとした。
  - また、グループの関係への影響力を認識している経営上のエリートが、もっとうまく労働者の行動をコントロールできるとした。
  - MayoとWarnerは、社会ネットワーク分析で非常に重要な研究であるシカゴでのHawthorne electrical factoryでの研究、New EnglandのYankee Cityのコミュニティの研究を行った。

## Hawthorne工場の研究(超有名)

- Hawthorne研究は、社会調査の古典となっている。
  - 1920年代から労働者の効率に関する研究が行われた。
  - マネージャーは、仕事の物理的な条件(温度、光、休憩時間など)がどのように生産性に影響を与えるかを調べ、驚いたことに、これらの条件に関係なく生産性があがることを発見した。
  - マネージャーは、Mayoと彼のハーバードの同僚を招いた。Mayoは、増加した生産性の原因は、研究プロジェクトに参加したという事実であると結論付けた。労働者は、マネージャーが彼らに興味を持っていることに喜び、関与している感覚、工場と一体化している感覚が、彼らの努力の動機となった。
- Warnerのアドバイスで、Hawthorneの調査者は、人類学的な研究をはじめ、自然な環境で労働者の観察をすることにした。
  - グループの活動に関して記録できるものはすべて記録した。社会ネットワーク分析にとって重要なことに、グループの構造をソシオグラムを使って表した。

## Hawthorne工場でのソシオグラム

- 労働者のbank wiring roomでのインフォーマルな組織は、経営組織上のチャートとは異なるものであった。
  - ソシオグラムは、ゲームへの参加、窓を開けるかどうかの議論、仕事の交換、助け、友情や闘争などのグループの振る舞いによって描かれた。これは、ソシオグラムを使って実際の関係を記述した最初の主要な例になった。
- 図2.4

## Hawthorne研究の成果

- ソシオグラムを描くのに、いくつかの一般的な慣習が作られた。
  - 観察されたサブグループのメンバーはできるだけ近くに描く
  - 線が交差することはできるだけ少なくする
  - 線の長さはあまり変わらないようにする。
- 研究者らによって同定されたサブグループ(もしくはクリーク)は、労働者自身が重要と思うものであった。これらを外部の観察者が見つけることができた。

## Yankee City研究

- Warnerは、New Englandの小さな町Newburyport(仮名Yankee City)の研究をはじめた。
  - 彼の実地調査は1930年から35年に行われ、現代の田舎のコミュニティにおける人類学的な研究となった。
- 現代コミュニティを構成する社会的設定は、さまざまなタイプのサブグループから成る
  - 家族、教会、授業、組合など
- これらと同時に、クリークと彼が呼ぶサブグループも存在する
  - 人の集まりで、グループの感覚、親密さがあり、行動の規範が確立されているものである。
- Yankee Cityでは、数多くのこういったクリークがあることが分かった。
  - 人々は、インフォーマルで個人的な関係を通じてコミュニティに組み込まれる。人は、複数の異なるクリークに属し、このようなクリークのオーバーラップがコミュニティ全体の人々をひとつにしている。
  - これは、ネットワークの用語によって社会全体をサブグループに構造化した、最も早い研究のひとつであった。

## Yankee City報告書

- Yankee Cityの報告書では、さまざまなダイアグラムが用いられた。また、6つのクラスの人々の31のクリークへの所属を示す行列が用いられた。186のセルのうち、73だけが占められている。
- 図2.5

## Old Cityの研究

- Warnerと同僚たちは、1936年からOld Cityの調査を始めた。この研究では、クリークの内部構造を明らかにした。クリークは3つの層から成ると見ることができる。
  - Core: もっとも頻繁に親密に参加する人たちである。
  - Primary circle: ときどきコアメンバーと参加するが彼ら自身ではグループにならない。
  - Secondary circle: たまにしか参加せず、通常はメンバーでない。
- この分析で、例えば、周辺的な低い階層のメンバーは、他のクリークの高い階層の人と、自分自身の高い階層の人を通じてしか接触することができない、などの仮説を提出した。

## Homans

- Hawthorne, Yankee City, Old Cityの研究は、従来からの小さいグループのsociometricな研究と同時期に行われていた。
- これらを結びつけたのがハーバードの社会学部のHomansであった。
  - 彼は、社会理論は、小さいスケールの社会的インタラクションをしっかりと理解したうえで作るべきであると考えた。
  - それによれば、人間の活動は、人の相互作用を生み出し、これらの相互作用は、「頻度」「期間」「向き」において異なり、これが人々間の「感情」のベースになるというものである。彼の考えを示すために、多くの初期的な研究を彼自身でやりなおした。
- Old Cityの報告のひとつの節は、Homansが再実験したとして有名である。
  - この節で、Davisらは行列をつかって18人の女性の14個の社会的行事への参加を表していた。Homansはこれらのデータを使って、行列の再構成の手法を示した。18行、14列の行列の行と列を適切に並び替えることで、特定の女性たちが優勢なイベントが明らかにすることができ、クリークの重要な構造的特徴が明らかになった。

## Homansの手法

- Homansの手法は、後にブロックモデリングと呼ばれるものと類似しているが、数学的な手法を用いているわけではなく、試行錯誤によっている。
- 図2.6

## Homansの研究の影響

- Homansが構成した理論的な枠組みは、初期の小さなグループを研究していた研究者のモデルを詳細に作ったものであった。
  - 彼は、グループの構造を、内的な構造(メンバー間でのインタラクションを通じて起こる感情を表すもの)と外的な構造に分けた。
  - そして、いくつかの仮説を作った。例えば、よくインタラクションする人同士は、お互いを好きになる傾向があるとか、外部環境との頻繁なインタラクションがあれば(マネージャーからたくさん要求されるなど)、メンバーは感情的なつながりを深めるなどである。
- Homanがsociometryと人類学の研究を統合したにもかかわらず、彼の研究に直接刺激された進歩はほとんどなかった。
  - グループダイナミクスの分野は頭打ちになり、バランス、クリーク、クラスターなどの完全に数学的な問題だけが進歩した。これらの数学的な成果は後年、Harrison Whiteによって重要で実りの多いものとなるが、50年代60年代にはほとんど影響力がなかった。

## 2.3 Networks: Total and Partial

- マンチェスター大
  - マンチェスター大のJohn Barnes, Clyde Mitchell, Elizabeth Bottらによって、社会ネットワーク分析は革新的な転機を迎えた。
  - この「マンチェスター学派」の人類学者らは、Harvard一派と並行してRadcliffe-Brownによって影響を受けていた。
  - 統合や首尾一貫性を強調する代わりに、争いや変化を強調した。マンチェスター学派の主要人物は、Max Gluckmanであり、アフリカ社会の研究を構造的なアプローチで行っていた。
- Barnes
  - Barnesは、多くのマンチェスター人類学者が集まっていた中央アフリカのRhodes-Livingstone研究所で研究生生活をスタートさせた。その後、ノルウェイ南西部の小さな漁業の村でいくつかのフィールドワークを行った。親族、友人、近所づきあいの関係を調べた。
- Bott
  - Bottは、カナダの心理学者であったが、シカゴのLloyd Warnerのもとで学び、イギリスにおける家族の研究をはじめた。親族関係に着目し、ネットワーク的な分析を行った。

- Nadel
  - Nadelはオーストリアの心理学者であったが、役割(role)は社会学の理論の中で中心的な概念であり、社会構造は役割の構造であると主張した。役割の概念は、幾何や行列の手法で扱えるとして、いくつかの簡単な例を示した。
- Mitchell
  - Mitchellと他のRhodes-Livingstone研究所のメンバーは、Nadelの考えをきちんと構成しようとしていた。
  - Mitchellは、「全体のネットワーク」(total network)に対して、実際の研究では、その一部分に着目せざるを得ないという意味で「部分的ネットワーク」と名づけた。
    - まず、特定の個人の周りのネットワーク(エゴセントリックネットワーク)にだけ着目するという抽象化がある。
    - また、特定の活動に関する関係だけ着目するという抽象化がある。
  - 他にも、密度の概念、到達性(reachability)の概念なども考案した。

## 2.4 The Harvard Breakthrough

- マンチェスター人類学者らの研究
  - ネットワーク分析は、特にインフォーマルな個人間の関係に関するものであり、エゴセントリックネットワークの調査に関わるものであると見られていた。したがって、大きなブレークスルーは起こらなかった。
- ハーバードブレークスルー
  - ハーバード大では実際にブレークスルーが起こった。
  - Homansの最初の調査から10年後、Harrison Whiteらの論文が出始めた。彼の学生や同僚の論文によって、社会ネットワーク分析は、構造分析の方法として確たる地位を築くことになった。
- そのキーとなった要素は、2つの数学的なイノベーションである。
  - ひとつは、親族関係などを表すための集合理論によるグループの幾何学的なモデルの発展である。これは、社会構造の中での「role」の概念を再構成することになった。Whiteのブロックモデリングは役割構造をさらに進めたものである。
  - 2つ目のイノベーションは、多次元尺度構成法の発展であり、関係を社会的な距離に尺度化することができるようになった。

## Granovetter

- 数学的な構造分析の対象として、ハーバードのグループはあらゆる種類の社会構造をモデル化した。深層的・表層的な関係構造を幾何学の考えで統一しようというものである。
  - Granovetterの論文が受け入れられることで、この視点はアメリカの社会学で広まった。コミュニティ構造の分析や企業の連結などの解析が行われた。こういった活動は、主に、INSNA(International Network for Social Network Analysis)で行われた。
- Granovetterの“Getting a Job”という論文は、どのように人々が仕事を見つけるかを考察したものである。
  - 人々がどのように社会的な接触を通じて職に関する情報をえるのかを調べた。情報が流れる関係が強いものなのか、弱いものなのか。
  - Boston郊外の専門職、技術職、経営職の人に5年間にどのように職を代えたかを聞いた。もっとも重要なコンタクトとなったのは、仕事関係の人であり、他の職業である傾向があった。
- これを説明するために、Granovetterは情報の普及モデルを作った。仕事の情報を得た人は、ある確率で直接のコンタクトのある人に情報を回す。すると、情報を得るかどうかは、情報を流す人の動機、情報の流れにおける位置の両方に依存する。



## Strength of weak ties

- この時点で、Granovetterは、有名な“Strength of weak ties”という議論を行った。
  - Strong tieの重要性、つまり家族や親友、同僚の重要性はよく理解されている。こういった人たちは、転職に関しても同じ情報を持っていない可能性が高い。
  - 逆に、新しい情報はネットワークのもっと遠いところから来る。したがって、新しくほかの人と異なる情報は、あまり会わない人、つまりweak tieから得られるというものである。
- よく似た研究にLeeの“The Search for an Abortionist”(1969)がある。
  - Leeは、中絶が違法である状況でどのように中絶手術の機会に関する情報を得るかを調べた。
  - 中絶手術を引き受ける医者は、宣伝することが出来ず、ホテルの部屋などで手術をしなければならない。したがって、このような情報を友達や知り合いから得なければならない。
  - Leeは中絶の医者と、中絶手術をした女性にコンタクトし、インタビューを行った。その結果、医者を探すために、平均5.8人にアプローチしていることが分かった。(最少1人、最大31人)多くのコンタクトは、「行き止まり」であって、「成功した鎖」は平均で2.8ステップ(最少1、最大7)であった。もっとも重要なチャネルは、同じ年齢の女性の友人であった。

## 社会ネットワーク分析その後

- 社会ネットワーク分析の力は、その方向付けや具体的な手法を通じて、徐々に明らかになっていった。
- 社会ネットワーク分析の発展は、社会学の理論の革新的なフレームワークへの道を示している。

## 今後について

- 全8回を予定。次回は、4/27(水)
  - その後の日程の希望。水曜？
  - 5月18日(水)、25日(水)
- 輪読の割り当て
  - 1回に2人(Scottの本&complex networkサーベイ) 仮で決める。
  - Wasserman、Newmanのサーベイなど
- 本について
- Webが生み出す関係構造とネットワーク分析
  - 9月京都:社会情報学フェア[www.carc.aist.go.jp/~y.matsuo/si2005/](http://www.carc.aist.go.jp/~y.matsuo/si2005/)
  - Barry Wellman先生が来ます(トロント学派、INSNA)
  - ちなみに、Burt先生 安田先生
  - 社会学では、Sunbelt会議(例年2月くらい)、Social Networks誌
- 社会ネットワーク研究会
- 参加者はmixi、「社会ネットワーク分析輪読2005」