

友人ネットワークのダイナミック分析

平 松 闊

はじめに

わたしは20年近く前の1990年の編著『社会ネットワーク』で、冒頭の序で次のように始めている。

「現代ほど人びとの欲求や生き方の多様化、個性化が求められている時代はないであろう。それがみずからの意思であれ、時代の要請であれ。そしてそれに応えるかのように、集団は「果てしなく分化（differentiation）をくりかえしている」。多くの分化した機能集団にかかわらざるをえない個人は、「みずからの区画化、分断化」を余儀なくされる。多様化、個性化はじつは、統合され自立した個の持つ特性ではなく、万華鏡のごとく移り変わる個人の区画化されたさまざまな側面を映しているだけなのかもしれない。必然的に集団への帰属は浅く、軽くしかも薄いかかわりしかもたない。他の人との関係は当然弱く希薄で無機的にならざるをえない。ノンチャラン（nonchalant）な人間関係は現代社会を象徴している。

こうした現代の個人と集団、社会のあり方に、既存の集団、組織はことごとく対応しきれなくなってきた。家族、親族、地域社会、コミュニティ、官僚組織、階層制、国家などどれをとってみても、しかりである。そしてこれらはさらに、そうした集団、組織に対応した社会学概念（地位、役割、サンクション、帰属意識、準拠集団、官僚制、権威、権力など）ではもはやとらえきれなくなってきたといえよう。

これまでの属性、集団、社会といった概念ではとらえきれなくなった現代社会を、「社会ネットワーク」概念は、うまくそれをとらえ、分析することに成功してきたのだろうか？私の自戒も含めて、“not necessarily”と答えざるをえな

いだろう。ただ、「ネットワーク」というperspective（視点）の重要性に注意を喚起し、メタファーとしてではなく、分析の手法を次々に開発してきたことは大きな貢献であろう。

1. 社会ネットワークという視点

私はこの論文の主題「友人ネットワークのダイナミック分析」に入る前に、私の履歴を振り返ることを通して、ネットワーク分析が何を目指しているのか、まず述べておこう。

さて、わたしの「ネットワーク分析」との最初の出会いは、大阪大学大学院時代（1970年代の前半）にその当時の指導教授であった西田春彦先生の演習で、F.Hararyらの“Structural Models”（1965）¹を講読したときであった。ネットワークというより、社会関係を数学の「グラフ理論」で解明しようとする試みであった。修士論文で「経済人類学」をやった私にとって、最初は、「何だこれは？」という感じであった。講読院生は2人、そして先生との悪戦苦闘が始まったのをいまでも懐かしく覚えている。かれこれ35年も前のことである。

L.Freeman（2004）によれば、わたしが社会関係のグラフ理論による解析を知り、関連する小論（平松1975, 1978）²を執筆し始めたころ、1978年にB. Wellmanによって、「社会ネットワーク分析のための国際ネットワークINSNA（International Network for Social Network Analysis）」³が設立されており、アメリカ（Sunbelt）とヨーロッパで交互に開かれるConferenceも2009年度で29回を迎えている。

INSNAにおいてもそうであるが、社会ネットワーク分析では、その扱うネットワークに応じて、「パーソナルネットワーク」と「ホールネットワーク」の分

1 F.Harary, Norman, R.Z. & Cartwright, D. 1965, “Structural Models”, Wiley この書が私の出発点になっただけでなく、多くのネットワーク分析者を導いた珠玉の書でもある。いまだ翻訳されていない。

2 平松 閏、1975、「集団構造のモデル」『九州工業大学研究報告 23号』1-15
平松 閏、1978、「集団構造のモデル-structural balance-」『九州工業大学研究報告26号』35-44でわたしは、クラスのソシオメトリーデータにグラフ理論を適用した分析を行っている。

3 INSNAは<http://www.insna.org/>で、詳しい情報が検索できる。

類がある。一般的には、前者は、個人（個体）を取り巻く関係のネットワークを扱い、後者は、ある限定された境界内での個人（個体）間の関係から作られるネットワーク構造を扱うということができる。

1-1. パーソナルネットワーク分析

最近日本でも、「パーソナルネットワーク」の研究は、海外でのFisher (1982), Burt (1984), Wellman (1979) らの先行研究を受けて、都市、福祉などに関係する分野で盛んにおこなわれるようになった（森岡清志2003；大谷信介1995；松本康（1995）など）。都市的環境、社会階層、個人属性などが個人の持つパーソナルネットワークに、どのように「影響しているか」、そうした「コントロール」が個人のネットワークにどう反映しているのかが焦点になっている。また、逆にパーソナルネットワークが、さまざまな態度、意見にどうかかわるのかという研究もおこなわれている（石黒格1998；森岡清志2000；工藤保則2001など）。さらに、最近の「コミュニティ」関連の議論のなかで、社会ネットワーク、サポートネットワークとしての「友人ネットワーク」が注目されてきている（Allan 1989など）。Granovetter (1973) の「弱い紐帯」の議論以来、「友人」がキーワードになっているともいえる。重要な概念でありながら、とくに社会学ではとりあげられることが少ない（Allan 1989；Duck 1991；Hays 1988；Fehr 1996など）。

それはこれまでの個人、集団、組織をメインテーマとする「社会学」が「関係」を正面から取り上げざるを得ない状況があるからであろう。社会関係資本 social capital の議論、階層を構成する要素分析などの議論とともに、最近注目されている分析手法である。

個人がもつ属性（性別、学歴、職業、地位など）によって、その意識、態度、行動が異なるという図式は社会学の説明手法の基本であるが、個人を取り巻くネットワーク（友人、サポート、仕事、家族・親族など）が、その媒介変数としてかかわるとき、パーソナルネットワーク分析が威力を発揮する。個人をとりまくパーソナルネットワークが、あたかもその人の資源、パワーとして（社会関係資本として）の役割を発揮するのである。

ネットワーク分析の歴史からすると、国内外を問わず「パーソナルネットワ

ーク分析」が主流をしめるのは、方法論的な面からも言えることである。この手法で抽出できるのは、あくまでも「平均的な個人を取り巻くネットワーク」であり、そのネットワーク規模、種類、そして「ネットワーク濃度density」である。これはあくまでも「個人」と直接的に関係している人たちの姿であり、経験的に取り出されるデータも、個人単位のデータであり、集計されて、平均的な姿が描かれるにすぎない。これは通常の「社会調査」の対象として分析可能である。本来社会学で扱いたい「ネットワーク構造」が抽出されるわけではない。ここでの「濃度」もネットワーク構造を表しているようであるが、あくまでも個人の意識を通して個人に認知されたネットワークの様子を表しているに過ぎない。

ただ、社会学としてネットワークを扱う以上、個人、個人間の関係、さらには集団としてのネットワーク、その構造、そして構造としてのネットワーク間の関係を分析的に明らかにすることが必須の要件であろう。ネットワーク分析の歴史、INSNAに結集している研究者の大きな関心は「ホールネットワーク分析」であろう。

1-2. ホールネットワーク分析

ネットワーク分析の歴史の出発点ともいわれる、J.L.Moreno (1934) のソシオメトリックテストの分析でもわかるように、ある境界をもった小集団の中の子供たちの「選択関係」を測定することから始まっている。個人が識別され、その関係がくまなく調べられ、できればそこから「集団としての特質」=構造を引き出そうとする。家族研究に応用したE.Bottの研究も、ネットワーク構造が規範として働くさまを見事に描きだして見せている (E.Bott (1957))。S. Wasserman and Faust, K (1994) の800頁をこえる大部な入門書も、その4分の3以上が「ホールネットワークの分析方法」で埋め尽くされている。

よく定義された境界内 (集団、組織、コミュニティ、社会など) における個体 (個人) のすべての2者間の関係が特定されるとき、そこに作り上げられるネットワークを「ホールネットワーク」という。具体的には、学校のクラス内の生徒同士の友人関係、職場における従業員の仕事関係、地域社会における世帯同士の援助関係などが織りなすネットワークがホールネットワークである。

すべての2者間の関係が（関係ないも含めて）明確に定義されていることが重要である。そこには直接の関係だけではなく、相手を介した間接の関係も成立する。2-ステップ、3-ステップの関係が定義できる。ネットワークの構造が見えてくるのである。

分析手法がグラフ理論をはじめとする「少々難解な」数学を必要とすること、さらには、データを取ることの困難さが拍車をかけて、とくに日本の社会学者、心理学者、社会科学者の行く手をさえぎっている。ただ現在、INSNAでの報告を覗いてみると、若手研究者を中心に、理系出身者も含めて、ホールネットワーク分析でのbreak throughをめざす学徒が増えていることは心強い。

ただ、これまでの、そして現在のホールネットワーク研究のほとんどは、static静態的な、1時点の、すでに存在するネットワーク構造を、いかに抽出するか、そしてそのメカニズムをいかに解明するかが焦点になってきた。

ネットワーク言語でいえば、ダイアド（2者関係）、そしてトリアド（3者関係）そしてそれらで構成されるネットワーク（3個の構成要素から n 個の構成要素まで）の構造とそのパフォーマンスが分析の対象とされてきた。ダイアドについては、M.S.Granovetter（1973）に始まる、ウィークタイとストロングタイの限りなく続く分析の山と議論（平松闊1990）そしてダイアドからの決定的な飛躍であるトリアドについては、F.Harary（1965）にはじまるバランス理論や推移性（transitivity）に関する延々と続く議論、そしてそれらから合成される「ネットワーク構造」の記述、抽出、分析、パフォーマンスも、理論、実証あいまって、INSNAに集う研究者を中心にして、盛んな議論が展開されている。

これらのすべてがstaticな分析とはいえませんが、明確にdynamicを意図した分析はせいぜいこの10年来の動きである。

それは、個人（個体）が意図をもって特定の他人（他体）を選択し、持続した関係を維持し、その相互作用の繰り返しがネットワークを生成、進化evolutionさせると同時に、生成されたネットワークが次の時点での個人の選択に影響を与えながら、さらなる「ネットワーク進化」が達成されていくプロセスをモデル化するというものである。オランダのネットワーク研究者のF.N.StokmanやE.Zeggelinkらとともにわたしは、これを、友人選択のダイナミック分析という形でおこなってきた。そしていくつかの論文やINSNAの

conferenceで発表してきた（平松闊1997a,b, 1999, 2000, 2001, 2003, 2005a,b）。

2. 友人ネットワークにかかわるダイナミック過程

共同研究者であるF.N.Stokmanは、2004年のSloveniaで行われたINSNA XXIVでのkeynote speakerとして以下のように述べて、ダイナミックプロセス研究の重要性を強調している。

社会ネットワーク分析は、ミクロレベルでは個人の行動を研究し、マクロレベルでは関係のパターン（ネットワーク構造）を、そしてその2つの間の相互関係を研究している。社会ネットワーク分析にある（involve）相互関係構造の分析は、マクロ-ミクロ-マクロリンクの分析において1つの重要な要素であり、それは、個人行動と集会的現象が互いに結びつけられるやり方である。この見方からすれば、社会ネットワークは個人行動の原因であり結果である。社会ネットワークは、個人選択の機会を与え、それに制限を与えるものとなる。と同時に、個人は関係を起こし、作り上げ、維持し、壊すものであり、そうすることでネットワークの全体構造を決定するのである。しかしながら、個人は自分たち自身の関係を超えて、意識的にネットワーク構造を作り上げるものではない。全体的なネットワーク構造は、しばしば、個人の行為の「思わざる（意図せざる）結果（effect）であり、しばしば「自発的秩序」（see Hayek 1973）と呼ばれるものである。

このコンテキストの中では、社会ネットワーク研究の主要目的は、多かれ少なかれ、個人間の持続する関係である。コミュニケーション、助言、影響、友情や信頼の関係は、たぶんよく研究される関係である。社会ネットワーク研究者は、そうしたネットワーク、その全体構造の進化と同時に、その構造の、個人行動や集団のパフォーマンスへの影響に関心がある。

2-1. われわれの分析手法

ここでのわれわれの分析方法は、互いにストレンジャーである個人が一定の状況下で、相手を認知し、アプローチし、相互行為を繰り返しながら友人を獲得し、それを確認、維持し、あるいはその関係を解消する過程を、個人志向モ

デルによって記述していく作業である。具体的には、友人形成過程をたどるといって動態モデルの構築であり、それを「シミュレーション」で確認する作業である。まず個人が、相手をどう認知していくかの過程の記述から始める。

2-2. われわれのモデルの概略

ネットワーク内での他人に関する認知(cognition)は、一方で他人の行動の観察と、他方で自ら自身の行為とをつなぐものとしてモデル化できる。つまり、認知が行動に影響するだけでなく、行動が認知にも影響するという事実である。これまでZeggelinkら (Zeggelink1993, 1995, 1998, Zeggelink et al. 1996, Stokman and Zeggelink1996) がいくつかの友人ネットワークの進化モデルを開発してきた。これらのモデルでは、あるグループで、はじめには相互に知らないもの同士strangersが一定の時間、一定の状況で互いに相互作用を行う友人ネットワーク構造を予測することを目指している。

予測の主なねらいは、できた友人の数、ネットワーク内でのこの数の分散、結果として出てきた友人ネットワーク内のクラスタリング (分割segmentation) の程度である。

われわれが行ってきたこれまでのモデルでは、すべての個人は他のすべての人の関連する特性に関しては完全情報をもっていると仮定してきた。ここでは、友人ネットワーク構造にかなする予測が、完全情報と不完全情報に関する仮定にどの程度依存しているかを導入する。情報がもはや完全ではないと予想された場合、予測はどう変化するのか? をさぐる。

2-3. 他の人をどう認知するか

他の人との友人関係をはじめたり、維持したりするのを決める際に、個人は他の人たちがどういった人たちかを知ることが必要である。まず、外見は、人々のステレオタイプとして非常に重要な特徴である。他の輪郭やそうしたもののから出てくる特徴は、しばしば服装のスタイルや個人的な装飾品といった身体的属性に関係している。それらは、何の相互作用もなしに視覚的に接近できるからだけでなく、対面の相互作用ですぐにわかるからである。

最初のお互いに知らないもの同士の状況では、互いに、比較的接近しやすく、

見えやすい属性からくる第一印象以外に頼るものはない。ふつう性別や人種は新しい相互作用で最初に気づかれる属性であり、続いて起こる情報獲得プロセスや社会的相互作用を導くために、高い優先順位が与えられるものである(Snyder et al. 1977)。

つづいて、最初の知り合いの期間、個人は自分の最初の印象が正しいかをチェックするために、相手の感情、考え、意見、態度、行動などについて知りたいと思う。彼(彼女)は相手を理解しようとし、相手についての定まった、予測可能な印象や見方を得て、社会にかんする自分の認識に秩序を与えるべく推論をおこなうのである。

以上のことから、われわれはここで、可視的次元(特性)と不可視的次元(特性)を区別する。可視的次元に関しては、人は、集団の他のすべての人の完全な、したがって、完璧な情報をつねにもつと仮定する。友人形成のプロセスで重要な可視的次元は、とりわけ、原則として文字通り見えるもの、すなわち、性別、人種、服装、行動といった特性、あるいは外からは見えないが、成績や年齢といったような、その情報を容易に獲得でき、発見できる特性である。

もう1つの特性は、不可視的次元である。意見、態度、あるものに対する関心といったものを考えることができる。われわれは、こうした特性にかんする情報は、原則として不完全であると仮定する。不可視的次元に関するもっと正確な情報を得るためには、相手との直接の相互作用から、あるいは間接的な接触から得られるものと考えられ、形成された友人関係のネットワーク構造が非常に重要な役割を演じると考えられる。人はまず、せいぜい他人の可視的次元にかんする情報しか持っていない。いったん2人が互いに友人になると、互いの特性についてさらに確かになる。

2-4. 認知に関するわれわれのモデル

まず、すべての可視的次元にかんして、完全情報を仮定する。不可視的次元に関しては、次のように仮定する。最初、この次元の自分の値を除けば、だれもこの特性についての情報は持たないと仮定する。そのかわりに、他の人の値についてある推定をおこなうと仮定する。われわれはつぎのように結論する。すなわち、人はいったん友人になると互いの不可視的な特性にかんして完全な

情報を持つことになる。

友人でない人たちは互いの特性にかんしては不完全な情報しかもっていない。互いに共通の友人をもったばあい、情報はもうすこし正確になる。つまり、個人が別の人と友達でなければ、相手の見えない特性について完全な情報はもてないからである。

1つとくに注目すべきことがある。それは解消する友人関係についてである。かつて友達であったひとについては、情報はどうなるのか？可視的次元にかんしては、何も変わらない。不可視的次元にかんしては、2人がいまだ友人ではなかった場合と同じ情報プロセスを仮定する（ここでの定式化については、平松 闊2002「不完全情報化のネットワーク形成」を参照のこと。）

われわれのモデルの主要な基本アイデアは、個人は活動的で、友人を求める目標に邁進するとする（Miell and Duck 1986）。友人関係をもつことは有益で、喜びと幸福をもたらすが、友人関係の確立やその維持にはコストがかかる と仮定する。この友人関係やその形成に関わる利得とコストはわれわれのモデルの主要な要素である。これらは、個人が一定の（仮の）友人関係状況から引き出してくる効用を決め、そして効用最大化の原理に基づき、行動が引き出される。この行動は、友人関係を開始し、確立し、維持し、壊すとき、また友人間の社会影響過程のもとで明らかになってくる。

2-5. ダイナミックス過程

効用の最大化をめざして、個人は限界利得が限界コストに等しくなる状況を「さがす」。というのはその点で利得とコストとの差、つまり効用が、最大になるからである。したがって個人はコストの高低で他の人々をランク付けして友人関係を築こうとするが、追加の友人関係の限界コストがその限界利得を超えるや友人探求をやめる。したがって、個人間のコストの差が期待友人数の違いをもたらすことになる。

最初の相互に知らないもの同士から出発して、何回かの反復試行を繰り返しながら友人関係ネットワークができあがっていく。どの反復試行でも、個人は、どの相互作用をはじめたいか、維持したいかを定める。いわゆる友人関係の提案、再確認をそれぞれ行うのである。そういう提案、確認が、 i と j の2人の

両者間でおこったとき、それぞれ、友人関係が確立あるいは維持されたとする。

個人は提案をする前に、コストを決めるために、他人の特性についての情報をもつ必要がある。

さてここではまず、関連する特性の他の人の実際値については、個人は完全情報を持っているとする。さらに、個人は、他の人の「理想友人値」(X_{jk})に関する情報はもたないと仮定する。すなわち、個人は、ある一定の時間に、自分自身以外の友人関係の構造については何も知らないと仮定する。個人が他の人の特性についての情報をもっているという事実から、個人の行動は次のように展開される。

最初の試行では、個人は友人の仮の候補者として、その人と友人関係を結ぶのにコストを最小化できる人たちを選ぶ。こうしてその人は、予想される限界利得が予想される限界コストと一致するまで、こういう選択を続ける。継続して起こる友人関係の評価のなかで、個人は彼(彼女)のいくつかの提案に応じてもらえない(相互選択にならない)ことを発見することがある。すなわちこれは、できた友人の数が期待よりは少ないということの意味する。

個人はこの経験から学ぶ。まず、選択にこたえない特定の他人の探索コストは増加する。そして、友人へのそのコストは0となる(ただ、確定した友人には維持コストがついてくる)。更新されたコストをもとにして、続く試行で新しい提案と再確認をするために、新選好順序をきめる。しかし、すべての選択が返されるわけではないという経験から、個人は利得、コストのみから選んだ数より1つ多い候補を選択する。できた友人関係パターンが均衡にいたるまでこのプロセスを繰り返す。

2-6. 影響のメカニズム

前節では、(仮の)友人の“選択”(そして拒絶)がさまざまな特性の個人の値によってどう決定されるかを記述した。これらの特性の値が時間の経過のなかでつねにコンスタントであるとはかぎらない。事実それらは実現した友人関係の結果として実際に変化する。このプロセスは“社会的影響”と呼ばれ、選択の逆の作用と考えられる。これは、個人の意見が友人の影響下で変化する例を考えることができる。

F.N.Stokman & E.Zeggelink (1996, 2000) では、変化する特性の可能性について詳しく述べられているが、ここでは、影響メカニズムは、類似特性に限り、願望特性には適用しない。さらに、理想的友人値は社会的影響には従わないと仮定する。すなわち、われわれのモデルで社会的影響メカニズムが働くのは、類似特性の“実際値”あるいはその特性に対するセイリアンス（関心度）と実際値のいずれかに対してである。表1に、われわれのいくつかのモデルを示す。

表1 モデルの諸相

	A	B	C
選択	*	*	*
類似特性の実際値への影響		*	*
類似特性のセイリアンスへの影響			*

われわれは異なる影響メカニズムの有無によって、3つの異なるモデル（プロセス）を考える。モデルAでは、影響過程は起こらない。モデルBでは、選択過程が、類似特性の実際値への影響プロセスで変化する。モデルCでは、選択過程が、類似特性の実際値とセイリアンスへの影響過程と結合される。

2-7. 友人ネットワークのシミュレーション

以上の準備の下で、シミュレーションを実施した。ここでは、そのデザインを表す表2と結果のみを提示する。

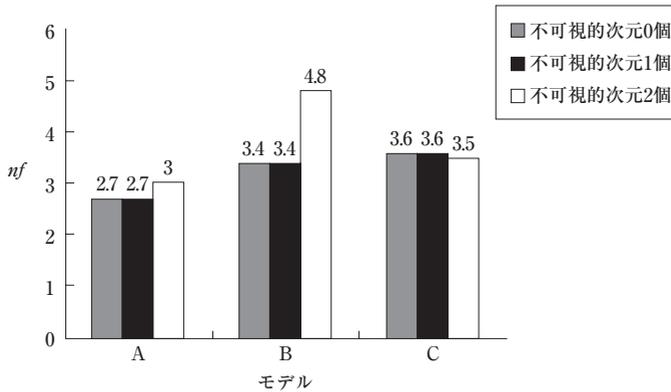
表2 シミュレーション・デザイン

	不可視的次元の数		
	0	1	2
選択のみ	A ₀	A ₁	A ₂
選択+値への影響	B ⁰	B ₁	B ₂
選択+値とセイリアンスへの影響	C ₀	C ₁	C ₂

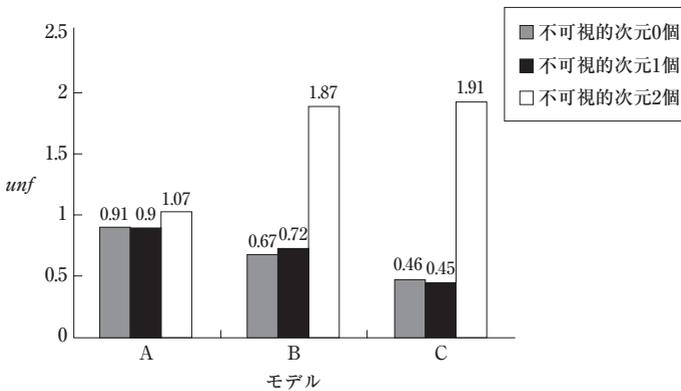
2-7-1. シミュレーション結果：

10個のことなる初期値の構成について50回のシミュレーションをして結果を

えた。シミュレーションの結果は、不可視的次元の数に応じた最終の結果、すなわち、達成された友人数（平均）、友人数の分散（ぶれ）そして、できたネットワークの分割（クラスタリング）の程度である。友人数の平均 nf 、友人数の平均の分散 vnf 、標準化された分割の平均度数 NS_3 （ネットワークの密度で標準化されている）の全般な結果を、図1から図3に示す。モデル内の3つの棒グラフは、左から右に、不可視的次元の数が増えた場合の結果をしめしている。すなわち、灰色は、不可視的次元0個、黒は不可視的次元1個、白は不可視的次元2個をあらわす。



図一 異なるモデル (A, B, C) の個人ごとの友人数の平均, nf の結果



図二 異なるモデル (A, B, C) の友人数の分散の平均, vnf の結果

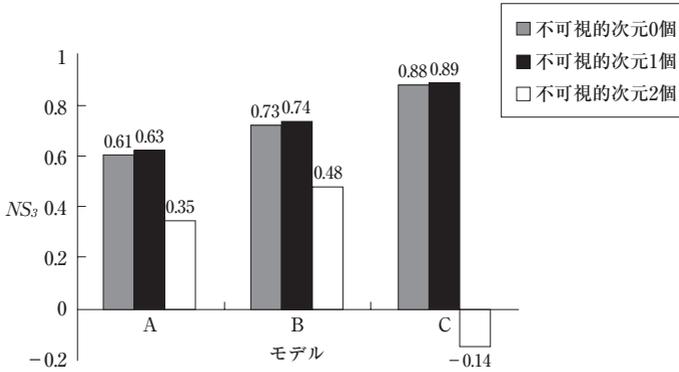


図-3 異なるモデル (A, B, C) の標準化された分割度の平均, NS_3 の結果

2-7-2. シミュレーション結果：可視的次元に関するネットワークの影響について

まず、可視的次元だけを考え、モデルA, B, Cの相互間の違いから見ていく。0個の不可視的次元に対応する図1から図3の灰色の棒グラフを調べた（すなわち、表2のモデルA₀, B₀, C₀の結果の比較である）。

図1から、個人ごとの平均友人数 nf は、影響のまったくないもの（モデルA₀）と比較して、類似特性の値が社会的影響にさらされた（モデルB₀）ばあい、著しく増加している。同じように、値とセリアンスの両方に影響を与えるプロセス（モデルC₀）の結果と値だけに影響を与えるプロセス（モデルB₀）の結果を比較すると、できた友人数はさらに増えている（2.7→3.4→3.6）。友人選択をおこなうダイナミックプロセスがより柔軟になる、すなわち個人に変化を許したばあいには、コスト関数や利得関数が同じなのに、個人はより多くの友人を与えることができる。

友人数の分散 vnf にかんしては逆のパターンが現れる。図2の灰色の棒グラフをみる。プロセスが、影響なし（A₀）から値のみへの影響（B₀）、そしてセリアンスと値両方への影響（C₀）へと進むにつれて、友人の平均分散は減少する（0.91→0.67→0.46）。友人ネットワークは友人数にかんして、より同質的に分布するようになる。

しかし、影響なし (A_0) から値のみへの影響 (B_0)、そしてセイリアンスと値両方への影響 (C_0) へと進むにつれて、友人の平均数は増えるけれども、図3にみられるように、標準化された分割の程度も著しく増える ($0.61 \rightarrow 0.73 \rightarrow 0.88$) のである。NS₃はネットワークの密度で標準化されているので、これは直接に比較可能である。ただ、影響のないプロセス (A_0) でも、平均分割度数NS₃ = 0.61あり、0をはるかに超えている。この意味は、われわれのモデルの仮定から、影響のない選択のみのもとでも、クラスター化が実質的に、結構あらわれているということである。この影響は、個人の類似特性の値がいったん社会的影響にしたがうと、たちまち強められる。これは、この値だけではなくセイリアンスも影響をうけるや、さらに強められるという結果が読み取れる。

2-7-3. シミュレーション結果：不可視的次元を導入したときのネットワークの影響の結果

さてつぎに、1個か2個の不可視的次元にかんする情報の結果からあらわれる違いに焦点を当てる。もっとも顕著な結果は、2個の類似特性の1個だけが不可視的になったときには、ほとんど何も起こらないということである。図1から図3によれば、出てくるネットワークの個人あたりの平均友人数、この数の平均分散、そして分割度は、1つのモデル内の灰色棒グラフと黒のそれとを比較してもほとんど同じである。

しかし2つの類似特性が不可視的になると、事態は一変するようである。まず、相手の認知モデルを導入した結果は、はるかに変化に富んでいる。

可視的次元と不可視的次元の効果を分けて考えると、プロセスがAからCに行くにしたがい、一般的傾向に大きな変化をもたらしている。すでに述べたように、2つの類似次元のうち1つが不可視的になっても、選択のみモデルAにたいして影響を導入する (BとC) 効果になんら変化はない。しかし、2つの類似特性が不可視的になると、その効果は変化する。

図1の灰色棒グラフのAからCと白色棒グラフのAからCを比較してみよう。可視的次元では、個人当たりの平均友人数はモデルA、B、Cと移るにつれて増加する。不可視的次元では、友人平均数はAからBでは増加するが、モデルCにいくと減少する。図2での灰色と白色の比較では、友人数の分散は可視的次元

でAからCにいくにつれて減少するが、不可視的次元では、それは増加する。

最後に、分割度は可視的次元で、モデルAからCにいくと増加するが、いったん2つの類似特性が不可視的になると、AからBではなお増加するが、BからCでは劇的に減少する。

2-8. 友人ダイナミック過程の分析の考察

われわれのここでの目標は、友人ネットワーク構造に関する予測が、個人が他人の特性について持っている情報量に、どの程度依存しているかを検討することであった。われわれはこれまでの友人ネットワーク進化モデルをさらに発展させ、とくに他の人の特性にかんする完全情報の仮定を緩めたばあいの効果に焦点を当てた。そして友人の形成と維持には、とくに個人の特性が決定的な役割を果たすと考える。個人は、これらの特性にもとづいて、互いを友人として選択するのである。したがって、認識が個人の行動を導くのであるから、これらの特性についての正確な情報をどの程度もっているかが重要なのである。

このモデルは、ある時間間隔で、最初はたがいに見知らぬ同士のひとたちが、ある状況のもとで互いに相互作用するようなネットワーク構造を予測することを目的としていた。このモデルの基本の仮定は、友人をもつことは自分にとっていいことであるが、友人関係を作ったり、維持したりすることにはコストもかかるということである。これらの利得とコストは、個人が、ある（可能な）友人関係の構成からえる効用をきめるのであり、この効用最大化にもとづいて行動が導き出されるのである。この行動は、友人関係をはじめ、つくり、維持し、壊すとき、そして友人間の社会的影響プロセスの両方で、あらわれてくるのである。

われわれは、友人ネットワーク進化モデルの内部に、他の個人の特性についての個人の情報にかんする認知モデルを導入した。すなわち、相手の特性についての可視的次元と不可視的次元を区別した。可視的次元に関しては、すべての個人は他の人の特性についての完全情報をもっている。不可視的次元では、情報量は、個人が直接、間接に、他の人との結びつき方に依存している。友人は、互いの関連する特性にかんして、完全情報を持つと仮定している。友人でない人は互いの見えない特性にかんしては不完全な情報しかもっていないとす

る。共通の友達が多くいるほど、この情報は正確となる。

シミュレーションの結果にかんして、われわれはまったく関係をもたない人たちの異なる初期状態ではじめ、異なる数の可視的次元と不可視的次元をもつモデルについて、同じ初期状況で、さらには、社会的影響プロセスが働く程度をかえて、でてくるネットワーク構造を比較した。ネットワーク構造は3つの異なる測度で表現された。すなわち、ネットワークのなかの平均友人数、ネットワーク内のこの数の分散、そしてクラスター化の程度である。2つの類似特性（可視的と不可視的）を考え、不可視的なものが0個、1個、そして2個のばあいを取りあげた。

完全情報（不可視的次元なし）を仮定したモデルと比較したばあい、不可視的次元の数によって、ネットワーク構造は、ほとんど変化がなかったり、劇的に変化したりした。1つの次元だけが不可視的なばあい、結果は不可視次元0個のばあいとほとんど同じであった。しかし2つの次元が不可視のとき、結果はおそろしく変化した。

影響プロセスが働くようになると、不完全情報の効果が強ければ強いほど、それだけ多くの側面が、社会的影響にさらされることになる。類似次元が見えなくなり、さらに友人がこの次元の実際値とセイリアンスに関して、互いに影響し合うようになると、ネットワークはほとんど完全にランダムになる。

3. 縦断的データによる分析

われわれは、上記のような数学モデルやシミュレーションで理論的にそのメカニズムをさぐる一方、友人形成にかかわる「要因群」を縦断的なデータから明らかにする作業を行ってきた。オランダと日本の大学生の比較を、その文化的差異をも考慮しながら進めてきた（平松闔1999, 2003, 2005）。

3-1. 友人形成にかかわる要因群？

友人形成にかかわるこれまでの多くの研究から、「似ていることsimilarity」が重要な要因となっていることは疑いえない。男性は男性の友人を、若者は若者の、大学卒は大学卒の友人を多く持つことはよく知られていることである。

しかし逆に、友人は、その考え方、行動、態度などが似てくるというのもまたよくあることである。「類は友を呼ぶし、友は類を作る」という言葉は、このことをよく表現したものである。しかし、実際にはそれをどの程度「確認」できるのだろうか。互いに似ていること以外に、人々を友人として結ぶつける要因はあるのか、それには文化差があるのか。

また似ているといってもなにが似ているのかという問題は、これまであまり議論されてこなかった。それも、「目に見える特徴（可視的次元）」と「外からはすぐに判断できない特徴（不可視的次元）」がある。性、年齢、外観、態度などが前者であり、考え方、価値観、意見、好みなどは後者であろう。一般的には、友人形成の初期段階では可視的次元が、後期段階になって不可視的次元が重要となってくると思われるが、果たして実際にはどうか。

さらに、似たもの志向以外に、「願望志向aspiration orientation」も存在し、年齢、地位、階層、成績などの上位の人との結びつきを求める傾向をもつ。そして、「補完志向complementary orientation」も存在し、お互いに補い合う友を求める傾向までもっている。ここでの分析では主に、類似志向を扱っている。

そしてこうした情報認知にかかわるものと同時に、あるいはそれ以前に、「会う機会の存在opportunity」（同時に同じ場所に居合わせること）が重要な働きをすることも経験している。接触の機会は友人関係の形成に対して「制約を加える」という点でもっとも重要である。「会う機会がなければいくら共通するものがあっても友人にはなれない」のである。

ここでの、オランダ、日本での大学生のデータの詳しいセッティングは平松 闊（1999, 2003）にゆずるが、ここでは、文化差を論ずるための「機会」を構成する学生たちの背景を簡単に述べておきたい。

3-2. 機会を構成する学生たちの背景

★ オランダ（Groningen大学）における社会学部生

オランダには12の大学があり、フロニヘン大学はオランダでももっとも古い国立大学の1つで（1614年創設）、広い専門分野を持つ総合大学で、学部生2万人あまり、高いレベルの職業訓練学校生も1万5千人ほどおり、フロニヘン市は文字通りの大学街である。ほとんどの大学生は入学と同時に街に移ってき

て、数人の仲間と家をシェアして住んでいる。親と同居している学生はめずらしい。

ほとんどの学生は国から奨学金をもらい、そのために毎年試験を受けなければならない。奨学金でまかなえない学生はアルバイトで稼いで学資を払っている。

30名から50名のセメスターが始まってすぐ、ほとんどの学生はすくなくとも互いに名前、顔は知っている。レベルの高い高校からすぐに入った学生（18歳）と高いレベルの職業訓練校を終えてきた学生（約22歳）からなり、社会学部の場合、この後者の学生は3年間の特別プログラムも用意されている。したがってこうした学生は、レギュラーコースの学生とは違う時間の違うクラスを構成する。ただ共通クラスもあり同じ建物でクラスが提供されるので、ブレイクの折には、同じ食堂でコーヒーや茶をのみ昼食を一緒にする。ただ、喫煙席と非喫煙席ははっきり区別されている。

★ 日本（甲南大学）における社会学科学生

甲南大学の学生はほとんど親元から通い、学費はほとんど親の負担。1年生はほとんど18～19歳で、永い受験競争をくぐりぬけてきており、大学での生活は、学習を中心とした「キャリアアップ志向」というよりは「大学生生活のエンジョイ志向」が顕著である。そして、1997年当時の学科のシステムで機会要因として注目されるのが、2年生に向かったの「コース選択」（現代文化コースと歴史文化コース）であり、さらには1年生での「外国語のクラス」である。とくに後者は、機会要因として重要だと考えられる。

3-3. 統計モデル（P₂）による分析の結果とその考察

詳しいデータ解析の結果は、平松（2003）にゆずるが、ここでは、以下、友人形成にかかわる要因群の探索や、作り上げられたネットワークによる個人の選択への影響に関して、こうした経験的な縦断的データの分析による結果を掲げ、われわれのこうした分析の重要性と困難性をのべることにする。

われわれのこれまでの知見からは、学生の友人形成のばあい、「不可視的次元」が最も重要のようである。とくに友人形成の初期には、機会要因や不可視

的次元がその役割を果たし、後半には「不可視的次元」が重要性を増しているようである。はたして、統計的モデルでの結果は？

この P_2 モデルは P_1 モデル（Holland & Leinhard 1981）の発展系で、対をなす（dyadicな）従属変数に関するロジスティック回帰モデルの一種である（Van Duijn 1995, Van Duijn & T.Snijders 1996）。従属変数は2者関係で、「送り手効果sender effect」、「受け手効果receiver effect」、「濃度効果density effect」、「互酬効果reciprocity effect」の4つで測定する（詳しくは平松2003参照）

3-3-1. 甲南学生の結果と考察

甲南大学のデータでは、男子（24名）と女子（47名）であり、その友人関係の大部分は、男子同士、女子同士であった（男子と女子の間関係は、1回目19、6回目16というほんのわずかな数しかなかったため、男子集団と女子集団に分けて分析をおこなった。しかも、ここには、2回目と6回目の比較した分析のみを示す。

★ 男子集団の結果

機会要因としての、2つのコース志望集団（現代文化コースと歴史文化コース）への分割がもっとも重要な説明変数であった。ただその効果は時間ともに減少している。そして、このコースを分けて他の効果を測定すると、「音楽」と「スポーツ」が重要な要因となっており、友人ネットワーク形成（ここでは2者関係構築にかぎるが）に「エンターテイメント要因」が関係していることがみられる。

★ 女子集団の結果

クラブ所属が最も重要な説明変数である。効果はそれほど強くはないけれど、それが両時点で「機会要因」として現われている。さらに別の重要な要因として「クラス所属」が機会効果と解釈できる。すなわち、機械的に割り振られる「英語のクラス」に所属することが、2者間の関係のその後に影響しているのである。そして、それほど重要とはいえないが、「学習志向」の変数がその後の友人形成効果として働いていることがみてとれる。

総括して、男子グループと女子グループでは結果は大いに異なる。より小さなグループである男子では、「コース志望」が最も重要である。これは「志望」

なので機会要因とはいえませんが、機会変数になりうる重要な要因である。さらに男子では、「音楽演奏」や「スポーツ活動」といった「レジャー要因」にも効果がみられる。

女子グループでは2つの機会変数が重要な要因となっている。「クラブ所属」が両時点で機械効果として働き、「外国語クラス」も機会要因として働いている。効果の大きさはさほどでもないが、学習志向も女子では効いているようである。

3-3-2. フロニヘン大学生の結果

すでに述べたように、オランダでは「高校卒」（ほぼ18歳）と「職業専門学校卒」（ほぼ22歳以上）とは大学での生活に大きな違いがあり、友人形成に関してもそれらを一緒にして分析するわけにはいかない。ここでは、高校卒の12名（時点3）と9名（時点7）に限ってP₂モデル分析をおこなった。

★ オランダの「高校卒大学生」の結果

日本でもそうであったが、「性別」はオランダでも最も重要な要因として現われる。調査の間のなかで、「友人を選択する場合の同性へのこだわり」について、「こたわらない」は日本では数%に満たないが、オランダでは30%にも達している。しかし、実際の友人選択の際の「同性」の選択要因は他の変数のコントロールにもかかわらず、最も重要な変数として表れている。実際の友人選択の「性別」の壁は高い。

オランダでは、初期のころ（時点2）、上の性別因子と「外出因子（一緒によく外出すること）」が最も重要である。そして、後の時点になると、学生が互によく知るようになり、「同性」は依然として重要であるが、宗教や学習に関連した「まじめ因子」といった「不可視的特性」が浮かび上がってくる。さらにこの時点になると、「ダイアド要因」としての「濃度効果」や「互酬効果」も重要性をましてくる。

おわりに

この10年来、社会ネットワーク分析は、多くのあたらしい洞察を生み出し、

完全に新しい研究方向を見出した。それは社会現象の洞察にとって基本的なものであった。とくに社会ネットワーク分析は、社会ネットワーク構造の経験的分析のための魅力的な工具箱、そしてそれとの関連で、人の機会や行動の選択のための工具箱を用意してきた。とくに、基本的なネットワークパラメーターの推定、すなわち、ネットワーク内での位置、ネットワークの局所的な構造のパラメーターの推定、そしてネットワーク内でのサブグループの発見に使うことの可能な統計的ネットワークモデルが最近とくに目立って発達してきている。

これまでの方法は、主に静的なネットワークに焦点を当ててきたが、新しい進んだ技術はネットワークの動態の複雑な分析のために急速に発達してきた。ネットワーク進化の分析を可能にし、異なるネットワーク間の複雑な相互関係の分析、さらには個人行動の進化との相互関係の分析をも容易にしているのである。

こうした発展は、つぎのような重要な事実に貢献するものである。すなわち、われわれは今やネットワークと（個人の）行動の間の関係を経験的に分析できること、さらに社会ネットワーク概念が隠喩（メタファー）から明確な経験的関連をもつ概念への発展したことをあきらかにすることが可能になっている。

研究者が構造間のさらに複雑な関係とともに構造と行動間の関係をも研究することを可能にしているのは、まさにこうした発展である。しかし同時に、こうしたものは、多くの社会ネットワーク研究者にその関心を構造に集中させるあまり、構造と内容の間の相互関係を無視させることになってしまっている。

【文献】

- Allan, G.A. 1989 *Friendship: Developing a Sociological Perspective*, Harvester Wheatsheaf.
(中村祥一・細辻恵子『友情の社会学』世界思想社, 1993)
- Bott, E. 1957, *Family and Social Network*, Tavistock
- Burt, R.S., 1984 "Network Items and the General Social survey," *Social Networks*, 6:293-339
- Duck, S.W. 1991 *Friends for Life: the Psychology of Personal Relationships. Second (revised) Edition*. New York: Harvester. (仁平義明『フレンズースキル社会の人間関係学』、福村出版1995)
- Fehr, B. 1996 *Friendship processes*. Thousand Oaks, California: Sage.
- Festinger, L. 1957 *A Theory of Cognitive Dissonance*. Stanford University Press.
- Fischer, C.S., 1982 *To Dwell Among Friends*, The University of Chicago Press.

- Freeman L. 2004 *The Development of Social Network Analysis*, Empirical Press, 辻竜平訳『社会ネットワーク分析の発展』2007、NTT出版
- Granovetter, M., 1973, "The Strength of Weak Ties," *American Journal of Sociology*, 78-6: 287-306.
- Harary F., Norman, R.Z. & Cartwright, D., 1965, *Structural Models*, Wiley
- Hayek F A 1973 *Law, Legislation and Liberty*. Chicago: University of Chicago Press
- Hays, R.B., 1988 "Friendship", In S.W.Duck (ed.), *Handbook of Personal Relationships*, John Wiley & Sons Ltd.
- 平松闊、1975「集団構造のモデル」『九州工業大学研究報告23号』1-15
- 平松闊 1978「集団構造のモデル—structural balance—」『九州工業大学研究報告26号』35-44
- 平松闊1990「ウィークタイの強さのパラドックス」平松闊編著『社会ネットワーク』14-32、福村出版)
- 平松闊 1997a「社会ネットワークの生成モデルに関する一考察」『社会ネットワークの新たな理論に向けて』井上寛代表文部省科学研究費報告書147-159
- 平松闊 1997b「友人生成過程モデルに関する一考察」甲南大学総合研究所叢書45 5-22
- 平松闊 1999「友人ネットワークの縦断的分析—日本とオランダの学生の事例から—」『甲南大学紀要』文学編109、社会科学特集 1-38
- 平松闊 2000「Longitudinal Data Analysis on Friendship Network Formation of Japanese Students」甲南大学総合研究所叢書58 91-98
- 平松闊 2001「不完全情報下のネットワーク形成」『甲南大学紀要』文学編 121社会科学特集1-21
- 平松闊 2003「類は友を呼ぶ?—友人形成過程に影響を与えるメカニズムの解明に向けて—」『甲南大学紀要』文学編126、社会科学特集1-20
- 平松闊 2004「パーソナル・ネットワークの分析—甲南大学生の場合—」『甲南大学紀要』文学編、131、社会科学特集、1-22
- 平松闊 2005a「友人選択過程のメカニズムをさぐる」、佐藤嘉倫・平松闊『ネットワーク・ダイナミックス』数理社会学シリーズNO.5、勁草書房—
- Hiramatu, H., Stokman, F. & Zeggelink, E., 2005 b, "Longitudinal Data Analysis on Friendship Network Formation of Japanese students", 甲南大学紀要』文学編、136、社会科学特集、37-50
- Holland P W, & Leinhardt S, 1981, "An exponential family of probability distributions for directed graphs". *Journal of the American Statistical Association* 77, 33-50
- 石黒格1998「対人環境としてのソーシャル・ネットワークが性役割に関する態度と意見分布の認知に与える影響」『社会心理研究』第13巻第2号、112-121
- 工藤保則2001「高校生の相談ネットワーク」尾嶋史章編著『現代高校生の計量社会学』ミネルヴァ書房

- 松本康編、1995『増殖するネットワーク』勁草書房
- Miell, d. and S. Duck (1986) "Strategies in Developing Friendships", in V.J. Derlega and B.A. Winstead (eds.) *Friendship and Social Interaction*. New York: Springer Verlag.
- Moreno J.L. 1934, *Who shall survive ?* Wasington,D.C.
- 森岡清志編2000『都市社会のパーソナルネットワーク』東京大学出版会
- 森岡清志編2003『パーソナルネットワークの構造と変容』東京都立大学出版会
- 大谷信介1995『都市社会のパーソナル・ネットワーク』ミネルヴァ書房
- Snijders, T.A.B., 1996 "Stochastic Actor Oriented Models for Network Change". *Journal of Mathematical Sociology* 21: 149-172.
- Snyder, M., E.Decker,Tanke, and E. Berscheid, 1977 "Social Perception and Interpersonal Behavior: on the Self-Fulfilling Nature of Social Stereotypes". *Journal of Personality and Social Psychology* 9: 656-666.
- Stokman, F.N. and E.P.H. Zeggelink, 1996 "'Self-Organizing' Friendship Networks". Pp.385-418 in W.B.G. Liebrand & D.M.Messick (eds.), *Frontiers in Social Dilemmas Research*. Berlin: Spring Verlag.
- Stokman, F.N. and E.P.H. Zeggelink, 2000 "Effects of Selection and Influence in 'Self-Organizing' Friendship Networks". *Submitted for publication*.
- Taylor, S.E. 1981, "A Categorization Approaches to Stereotyping", 88 -114 in D.L. Hamilton (ed.) *Cognitive processes in Stereotyping and Intergroup Behavior*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Van Duijn 1995, "Estimation of a random effects model for directed graph". In Snijder, T (ed.), *Toeval zit Overal, programatuur vorr Random-Coefficient Modellen,Zvende Symposium Statische software*. ProGRAMA, Goronigen,pp. 113-131.
- Van Duijn & Snijders, T., 1996, "P2 : a random effects model with covariates for directed graphs," *Social Networks* 18, 20-30
- Wasserman, S and Faust, K, 1994, *Social Network Analysis*, Cambridge U.P.
- Wellman, B. 1979 "The Community Question: The Intimate Networks of East Yorkers," *American Journal of Sociology* 84, 1201-1231
- Zeggelink, E.P.H., 1993 *Strangers into Friends,: The Evolution of Friendship Networks Using an Individual Oriented Approach*. Thesis Publishers, Amsterdam.
- Zeggelink, E.P.H., 1995 "Evolving Friendship Networks: an Individual Oriented Approach Implementing Similarity" *Social Networks* 17: 83-110.
- Zeggelink, E.P.H., 1998 "Group Formation in Friendship Networks". In P.Doreian and T.Fararo (Eds.). *The Problem of Solidarity: Theories and Models*. Amsterdam: Gordon and Beach Publishers.
- Zeggelink, E.P.H., 2000 "The Degree of Segmentation Reconsidered". Paper to be presented at a the *Fifth International Conference on Social Methodology in Cologne*,

Germany, October 3-6, 2000.

(なおこの研究は、2006～2008年に受けた文部科学省科学研究費補助金(基盤研究C)(課題番号1853424)によるものの一部であることを記しておく。)