

高齢者の多重エゴ・ネットワークに潜むリスクに関する研究

— Exponential random graph model を用いた分析の可能性 —

渡部論¹¹ 秋田県立大学総合科学教育研究センター

高齢者の振り込め詐欺防止対策の一つとして、注意喚起情報などを高齢者に与える際に高齢者の人間関係を利用することが考えられる。そこで高齢者の人間関係すなわちネットワークの特徴を明らかにするために、高齢者のネットワーク形成の上でどのような要因が影響を与えているかについて調査を行った。調査は2016年1月26日に高齢者52名について行われ、現在関係を持っている者を最低5名挙げる事が求められた。さらに、調査対象者本人及び5名の緒属性を回答することも求められた。分析には exponential random graph model (以後 ERGM) を用いることが考えられる。ERGM は、ネットワークの中の構成要素 (dyad や triad, triangle など) や構成員の属性がネットワーク形成に与える影響について分析を行うものである。調査対象者1について ERGM による分析を行った結果、「年齢」が同じ者同士の結びつきがネットワーク形成に影響を与えていることが明らかになり、多くのネットワークに見られる homophily の一つが観察された。よって ERGM の有効性が明らかにされたといえる。

キーワード: 高齢者, 振り込め詐欺, エゴ・ネットワーク, exponential random graph model

振り込め詐欺に代表される特殊詐欺による高齢者被害は、その被害件数と被害金額共に上昇の一途をたどっている。警察等の関係機関による防止対策にも拘らずこのような傾向に変化がないことを警察活動の不十分さに帰すことは何の解決にも結び付かないことは明らかである。もちろん特殊詐欺という犯罪は憎むべき犯罪であるが、われわれの認知機能の脆弱性を標的としたかなり高度の心理テクニックを用いた認知的攻撃であるにとらえる時期が来ていると思われる。

このような基本認識の下で、われわれは高齢者の振り込め詐欺脆弱性に関する調査・分析を行ってきた(渡部・澁谷・吉村・小久保, 2015a, b)。すなわち、振り込め詐欺脆弱性に関する質問項目を含むいくつかの認知的変数に関して taxometric 分析を用いて分析することによって、振り込め詐欺脆弱性が高い高齢者群(=振り込め詐欺にひっかかりやすい高齢者達)と低い高齢者群とに区分できることを明らか

かにした。

振り込め詐欺脆弱性が高い高齢者群とはいわば振り込め詐欺潜在被害者と考えられる群である。そこで次に行わなければならない項目として、この脆弱性が高い高齢者達に対してどのようにして被害防止の対策を実施するかという課題である。従来行われてきた被害防止策としては、警察や防犯協会などによる注意喚起の呼びかけ、銀行の窓口や支払機での声掛けなどが挙げられる。確かに後者の場合に、振り込め詐欺犯に送金する間際の高齢者に送金を思いとどまらせて詐欺被害を防いだ例もある。しかし、詐欺犯への送金のすべてを防止することは不可能であることは明らかである。また前者の場合には、警察などの呼びかけは他人事として認識され自分に関わる情報として届いていない可能性がある。われわれは一般的に当面の自己の関心事の外側にある情報について関心を払うことをしないし、自己との関係性が希薄な者からの働きかけに対しては特にそうで

ある。

高齢者の認知機能をとらえる上で注意すべき点は、高齢者の認知機能が若年者のそれと比較して劣っているという認識だけでは不十分であることである。確かに記憶や判断などの認知機能は若年者に比べ劣っていることを示すデータは多い。しかし、高齢になると若年時とはそもそも質的に異なった認知機能が現れるという認識を持たなければいけないことも重要な点である。たとえば、Watanabe and Shibutani (2010) はフレーミング効果が高齢者においては観察されず、高齢者は一般的に保守的な意思決定を行うことを明らかにした。この研究は、高齢者のフレーミング効果が若年者より弱いのではなく、そもそも異なった現象としてとらえるべきであることを示している。このような点を考えると、高齢者に対して集団単位で振り込め詐欺の注意呼びかけを行えば、若年者に対してと同様に効果があるであろうという予想は成り立たない可能性が出てくる。

われわれの情報処理機能を考える上で重要な視点として二重システム・モデル (Chaiken and Trope, 1999) がある。このモデルによれば、われわれの意思決定過程には、情報を精査し論理的に考えて判断するシステムティック方略と経験則やコツに基づいた簡略な意思決定であるヒューリスティック方略の2種類があることになる。したがって、もし外部から与えられた情報がヒューリスティック方略によって処理されるならば、この情報は本質的な内容を十分に吟味せず周辺的な手掛かりのみに注目することになる (たとえば、振り込め詐欺にひっかかるのはその人が油断したからだとか運が悪かったからと理解する)。一方、外部情報がシステムティック方略によって処理されるならば、本質的な内容の吟味が行われ熟慮することになる (たとえば、自分が振り込め詐欺に遭わないようにするためには日頃から不審電話に注意することに気づく)。本来は警察などによる注意喚起の情報はシステムティック方略によって処理されるべきものであるが、それがヒューリスティック方略によって処理されているのが現状であると思われる。

この一因として、警察などによる注意喚起の情報を所詮他人事として認識し自分と関係のある情報と

して受け取れないことが考えられる。たとえば、どこか自分の知らない場所で発生した振り込め詐欺事件についての情報が警察官より与えられた場合と、高齢者の友人や知人など自分の関係者が振り込め詐欺に遭ったという情報をその本人から与えられた場合とでは、後者の方が比較にならない程重要で詐欺防止の上で効果的な情報であることは明らかである。これは前者の情報がヒューリスティック方略によって処理されたのに対して、後者の情報がシステムティック方略によって処理されたことを意味する。そこで、高齢者に対して振り込め詐欺情報を与える際のルートとして、高齢者の人間関係すなわちネットワークを利用することが考えられる。

高齢者のネットワーク構造について調査検討を行った研究は多いが、理論に基づいた説明と予測を試みた研究は少ない。その中であって注目すべきは社会情動的選択性理論 (Carstensen, Isaacowitz and Charles, 1999) に基づく高齢者のネットワークに関する考察である。社会情動的選択性理論は未来展望 (future time perspective) 即ち残された人生の長さに注目する (Lang and Carstensen, 2002)。若年者は残された人生の長さが長いので、知的好奇心を満たしたり人間関係を広げたりすることに価値を置くのに対して、高齢者は人生の残された長さが短いために、知的好奇心を満たしたり新しい人間関係を作ったりするよりは情動の安定を望む。したがって、高齢者のネットワークの特徴として、これまで形成してきた人間関係の中から中核的な関係のみが残されることが挙げられる。即ち、自分の身内や特に親しい友人関係のみで構成されるネットワークが形成されるのである。このように、社会情動的選択性理論によれば、高齢者のネットワークの規模とそれがどのようなノードから構成されているかに関する予想を行うことは可能である。

ところで、人間関係の有向グラフネットワークノード間に形成されるつながり即ちリンクに注目したとき、その中には dyad や triad, triangle などが形成されており、ネットワーク全体はそれらの個々の関係から構成されると考えられる。さらに、個々の関係がそれぞれどのような理由で形成されるのかについては、社会情動的選択性理論でも言及されてい

いしこれまでほとんど検討がなされてこなかった。高齢者のネットワークを分析・検討することはそれ自体研究テーマとして価値がある以外に、既述したように高齢者に対して振り込め詐欺情報を与える際のルートとして高齢者のネットワークを利用する上での基礎データになるという意味がある。

以上のことを踏まえると、ネットワークを構成する種々の関係及びその構成理由の分析を可能とする統計法として exponential random graph model を用いることが考えられる。次にこの exponential random graph model について説明し、続いて今回実施した高齢者のネットワーク調査について述べ、最後に exponential random graph model の高齢者ネットワーク分析としての可能性について考察を加える。

Exponential random graph model

Exponential random graph model は、ネットワークのノード間に形成される種々の関係やノードの属性によってネットワーク全体の構造を説明するモデルである。それはあたかもロジスティック回帰モデルをネットワーク分析に適用したようなイメージで理解される (Harris, 2014)。

ネットワーク全体の構造を説明する要因としては、ノード間に形成される種々の関係、ノードの属性、あるノード間に形成される関係に与える他のノード間の関係の影響（交互作用）が挙げられる。Exponential random graph model では、これらの要因が random graph (Erdős and Rényi, 1959) の場合と比較してどの程度の比率で形成されやすいかが求められる。ネットワークのノード間に形成される種々の関係としては、dyad や triad, triangle, k-star などが挙げられる (Morris, Handcock and Hunter, 2008)。さらに複雑な関係も提案されているが (Snijders, Pattison, Robins and Handcock, 2006)、今回の調査では高齢者のネットワークのノードを 6 名に限定しているため小規模のネットワークを対象とした分析にならざるを得ないのでこれらを分析には含めないことにする。

Exponential random graph model では、分析に用いられるモデルの複雑さの度を上げながら分析を行

い、その都度実際のネットワークの特徴との比較を行いながら分析を進める。分析に用いられるモデルの複雑さの程度、換言すれば独立変数として用いられるネットワークにおける要因によって、null model, p_1 model, main effects model, dependence model が用いられる。Null model は以後の分析モデルの基準になるもので、ネットワークの次数や密度、ノード間の相互関係の個数、ノード間の非対称関係の個数がネットワーク形成に占める重要性が検討される。 p_1 model ではリンク元になっているノードの個数、リンク先になっているノードの個数、相互関係を構成するノードの個数を独立変数として用いるモデルである。main effects model はノードの属性の影響を検討するために用いられ、ノードの各属性が独立変数としてモデルに含まれる。dependence model ではノード間のリンクの交互作用がモデルに含まれるが、既述した理由により今回の分析には用いない。以上のような分析を行う度にモデルの適合度や係数の信頼区間などが求められ、モデルの適合性が判定される。

方法

調査は 2016 年 1 月 26 日に秋田市シルバー人材センターで行われた。秋田市シルバー人材センターに集合した高齢者 53 名に対して、調査の説明を行い同意書の提出を求めた後に調査票の記入が行われた。なお 1 名の高齢者が調査票記入遂行に自信がないとの理由で辞退した。したがって回収調査票数は 52 である。

調査票は全 85 問より構成された。調査項目は、調査対象者本人及び現在本人が関係を持っている者に関して設定された。調査対象者本人と関係を持っている者の両者に共通する調査項目は生年月日、性別、学歴、結婚の有無、一か月の自由時間、一か月に自由になるお金、身体の自由の程度、パーソナルスキルである。調査対象者本人のみに関する質問項目は、未来展望、QOL、自己効力である。調査対象者と関係を持っている者のみに関する質問項目は、関係の満足度、関係を実現するために要する時間、調査対象者との類似度、関係の継続期間、関係の持つサポ

ートとしての意味、関係の持つサポートの種類、関係の強度である。

調査対象者本人と現在関係を持っている者については、少なくとも5名、最大で10名の名前を挙げることによって得られた。名前を挙げた際に、調査対象者本人と一方向の関係であるのかそれとも双方向的な関係であるのか、さらに関係を持っている者同士の関係についても矢印を用いて回答を求めた。なお、関係を持っている者に関する質問項目は、6名以上の名前を回答した場合であっても、名前が挙げられた上位5名に関してのみ記入が求められた。

Exponential random graph model による分析においては、調査対象者本人及び関係を持っている者5名に共通の質問項目の回答のみが用いられた。

結果

最初に分析の方針について述べる。Exponential random graph model による分析の前に探索的分析を行う。ここでは、ノードの属性ごとにネットワーク描画を行ったり、ノードの属性値のクロス集計表を作成することによって、ノードの属性とノード間のリンク形成との関連性に関する予想を立てる。また、入次数と出次数分布をランダムネットワークのそれと比較することによって、データから得られるネットワークの特徴を把握する。

続いて exponential random graph model による分析に移る。今回の分析に用いたモデルは、null model, p_1 model, main effects model である。Null model を用いた分析においては、ネットワークの次数、密度、双方向関係、非対称関係の個数がネットワーク全体の形成にどの程度貢献しているかについて、これらの変数の係数及び情報量基準によって判定する。 p_1 model においては、リンク元のノードの個数、リンク先のノードの個数、相互関係を構成するノードの個数がネットワーク全体の形成にどの程度貢献しているかについて、これらの変数の係数及び情報量基準によって判定する。Main effects model においては、ノードの各属性毎にネットワーク全体の形成にどの程度貢献しているかについて、これらの変数の係数及び係数のオッズ比の95%信頼区間や情報量基準

によって判定する。

以下に、調査対象者1のデータから得られるネットワークについて、上の分析を行いその結果を順に示すことによって、高齢者のネットワーク分析を行う上での exponential random graph model による分析の可能性について検討する。

探索的分析

調査対象者1と現在関係を持っている5名の者によって形成されるネットワークを図1に示す。また、このネットワークについて、ノードの各属性の値に関して色付けした図のうち年齢に関して色付けしたネットワークを図2に示す。

続いて、入次数と出次数の個数の分布を同規模のランダムグラフの場合と比較したものを図3に、

Human relations of the elderly people

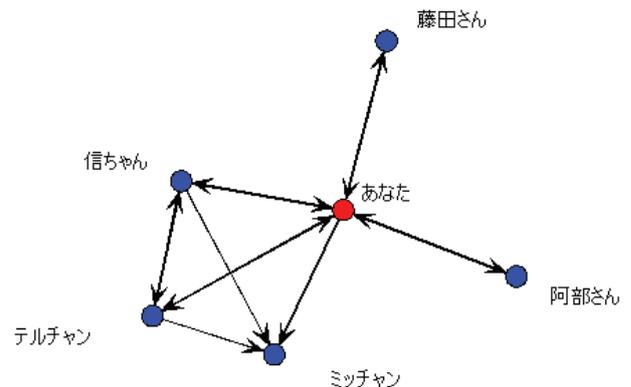


図1 調査対象者1の人間関係ネットワーク

age

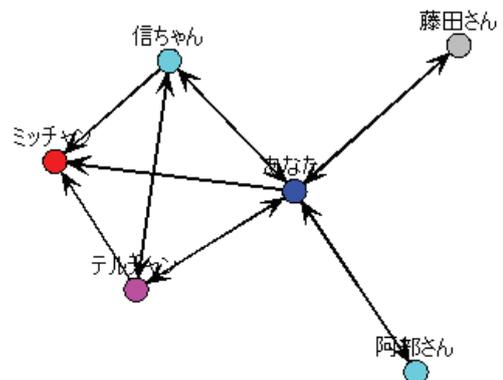


図2 調査対象者1のネットワーク（年齢別）

dyad のタイプによる個数分布をランダムグラフの場合と比較したものを図 4 にそれぞれ示す。

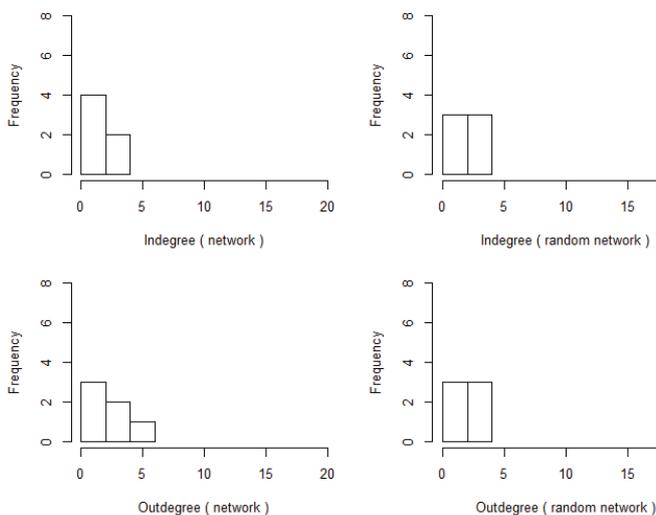


図 3 入次数及び出次数の個数の分布

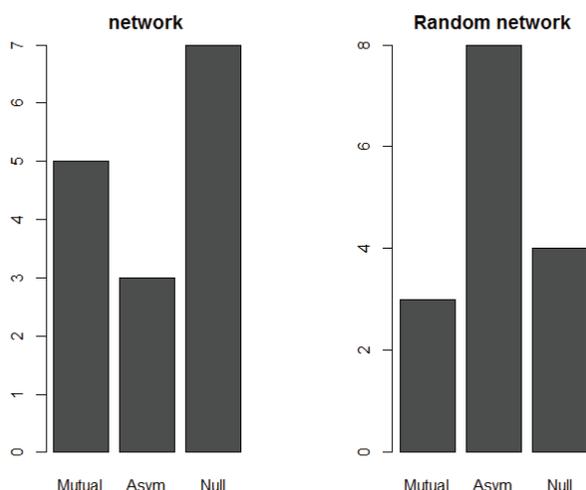


図 4 dyad のタイプによる個数分布

null model

ネットワークの次数，密度，双方向関係，非対称関係のそれぞれの個数がネットワーク全体の形成にどの程度貢献しているかについて検討するために，これらの項目を含んだモデルをそれぞれ作成して分析を行った。それらの分析結果のうちで有意な場合のみを図 5 に示す。

```

=====
Summary of model fit
=====
Formula: net ~ asymmetric()
Iterations: 2 out of 20
Monte Carlo MLE Results:
      Estimate Std. Error MCMC % p-value
asymmetric -1.3853    0.6397    0 0.0387 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Null Deviance: 41.59 on 30 degrees of freedom
Residual Deviance: 35.82 on 29 degrees of freedom
AIC: 37.82    BIC: 39.22 (Smaller is better.)
    
```

図 5 有意な null model

main effects model

main effects model はノードの属性がネットワーク形成に及ぼす影響に関するモデルである。ここでは，調査対象者本人及び現在関係を持っている者 5 名に共通する属性である年齢，性別，学歴，結婚の有無，一か月の自由時間，一か月に自由になるお金，身体の自由の程度，パーソナルスキルの 8 個の属性それぞれがネットワーク形成に及ぼす影響について検討を行う。各属性の係数が有意であった場合のみを示す。

```

=====
Summary of model fit
=====
Formula: net ~ edges + nodecov("age")
Iterations: 4 out of 20
Monte Carlo MLE Results:
      Estimate Std. Error MCMC % p-value
edges      -22.21451    9.07089    0 0.0208 *
nodecov.age  0.17520    0.07206    0 0.0217 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Null Deviance: 41.59 on 30 degrees of freedom
Residual Deviance: 32.67 on 28 degrees of freedom
AIC: 36.67    BIC: 39.48 (Smaller is better.)
    
```

図 6 属性「年齢」の影響

```

=====
Summary of model fit
=====
Formula: net ~ edges + nodecov("age")
Iterations: 4 out of 20
Monte Carlo MLE Results:
      Estimate Std. Error MCMC % p-value
edges      -12.2879    5.2284    0 0.0260 *
nodecov.age  0.1813    0.0823    0 0.0276 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Null Deviance: 41.59 on 30 degrees of freedom
Residual Deviance: 34.11 on 28 degrees of freedom
AIC: 38.11    BIC: 40.92 (Smaller is better.)
    
```

図 7 属性「年齢」のリンク元への影響

```

=====
Summary of model fit
=====

```

```

Formula: net ~ edges + nodefactor("free_time")

```

```

Iterations: 4 out of 20

```

```

Monte Carlo MLE Results:

```

	Estimate	Std. Error	MCMC %	p-value
edges	-2.197	1.054	0	0.0467 *
nodefactor.free_time.2	2.603	1.178	0	0.0359 *
nodefactor.free_time.3	2.603	1.394	0	0.0729 .

```

---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

```

Null Deviance: 41.59 on 30 degrees of freedom
Residual Deviance: 33.42 on 27 degrees of freedom

```

```

AIC: 39.42 BIC: 43.63 (Smaller is better.)

```

図8 属性「一か月の自由時間」の影響

考察

調査対象者 1 に関する exponential random graph model による分析の結果、ネットワーク形成における年齢の類似度が影響することが明らかにされた。すなわち、調査対象者 1 についていえば、自分と年齢が近い者同士が関係を持っていると考えられる。

このような自己の有する属性と同一ないしは類似の属性を持つ者同士が関係を結ぶことはよく見られることである (McPherson, Smith-Lovin and Cook, 2001; Goodreau, Kitts and Morris, 2009)。これを homophily というが、他の属性に関しても homophily が観察されるか検討する必要がある。

最後に今後の課題について述べる。本調査においては、調査対象者本人と関係を持っている者の両者に共通する調査項目は 8 項目である一方で、調査対象者と関係を持っている者のみに関する質問項目は 7 項目にのぼる。これらの 7 項目は調査対象者本人に関しては記入を求めているためデータが存在しない。したがって、exponential random graph model 分析においては利用できないデータになっている。この点の改善が今後の課題である。2 番目の課題は、調査対象者と関係を持っている者の人数を増加させることが挙げられる。今回の調査で課した最低 5 名では高齢者の人間関係のごく一部が挙げられたことは明白であるのだが、一方で多数の人間関係を記入することの認知的負担の大きさについても配慮する必要がある。このあたりのトレードオフをどのように解決するかが今後の課題として挙げられる。

文献

- Carstensen, L. L., Isaacowitz, D. M. and Charles, S. T. (1999). Taking time seriously: A theory of socioemotional selectivity. *American Psychologist*, 54, 165–181.
- Chaiken, S. and Trope, Y. (1999) *Dual-process Theories in Social Psychology*. The Guilford Press.
- Erdős, P. and Rényi, A. (1959). On random graphs I. *Publicationes Mathematicae (Debrecen)*, 6, 290-297.
- Goodreau, S.M., Kitts, J.A. and Morris, M. (2009). Birds of a feather, or friend of a friend? Using exponential random graph models to investigate adolescent social networks. *Demography*, 46, 103-125.
- Harris, J. K. (2014). *An Introduction to Exponential Random Graph Modeling*. SAGE.
- Lang, F. R. and Carstensen, L. L. (2002). Time counts: Future time perspective, goals, social relationships. *Psychology and Aging*, 17, 125-139.
- McPherson, M., Smith-Lovin, L. and Cook, J.M. (2001). Birds of a feather: Homophily in social networks. *Annual Review of Sociology*, 27, 415-444.
- Morris, M., Handcock, M. S., and Hunter, D. R. (2008). Specification of exponential-family random graph models: Terms and computational aspects. *Journal of Statistical Software*, 24, 1-24.
- Snijders, T. A., Pattison, P. E., Robins, G. L. and Handcock, M. S. (2006). New specifications for exponential random graph models. *Sociological Methodology*, 36, 99-15.
- Watanabe, S. and Shibutani, H. (2010). Aging and decision making: Differences in susceptibility to the risky-choice framing effect between older and younger adults in Japan. *Japanese Psychological Research*, 52, 163-174.
- 渡部諭・澁谷泰秀・吉村治正・小久保温 (2015a). 「振り込め詐欺脆弱性についての高齢者の認知特性に関する taxometric 分析」『日工組社会安全財団 2014 年度一般研究助成研究報告書』
- 渡部諭・澁谷泰秀・吉村治正・小久保温 (2015b). 「秋

田県在住高齢者の振り込め詐欺脆弱性の分析」

『秋田県立大学ウェブジャーナルA：地域貢献
部門』3, 77-85.

〔平成28年7月20日受付〕
〔平成28年7月31日受理〕

Risks in a Multiple Ego Network Maintained by the Elderly: Possibility of an Exponential Random Graph Model Analysis

Satoshi Watanabe ¹

¹*Research and Education Center for Comprehensive Science, Akita Prefectural University*

To prevent the elderly from becoming fraud victims, we plan to provide them with information on fraudsters and arouse their attention using human relations, that is, their social networks. Therefore, we conducted a survey on the main factors that influence these networks' formation. In the survey, which was conducted on January 26, 2016, 52 elderly were asked to name at least five people with whom they have some relationship and provide attributes of themselves and the five named people. We plan to analyze data using exponential random graph models (ERGM) to analyze what factors (e.g., dyad, triad, triangle, and attributes of nodes) influence network formation. ERGM analysis, applied to the 52 elderly surveyed, shows that nodes of the same age tend to have relationships among themselves, indicating that age is a main factor for formation of such networks. This is homophily, which we observe in many such other networks. Thus, ERGM is regarded as a useful method for analyzing the elderly's networks.

Keywords: elderly, money transfer fraud, ego network, exponential random graph model