

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 10 日現在

機関番号：32613

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2011～2013

課題番号：23240030

研究課題名(和文) 超高齢社会における社会的孤立を回避させるためのコミュニケーション・ツールの開発

研究課題名(英文) Research on a communication tool for avoiding the social isolation in super-Aging society

研究代表者

椎塚 久雄 (Shiizuka, Hisao)

工学院大学・情報工学部・教授

研究者番号：20100307

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 37,600,000円、(間接経費) 11,280,000円

研究成果の概要(和文)：社会的孤立を回避するシステム構築の基盤となるのは、人とのつながりであるスケールフリーネットワーク構造が有効であることを明らかにした。次の二つの実験で確かめることができた：ネットワークの構築にスケールフリーネットワークを適用して、スケールフリーネットワークとそうでないネットワークを生成速度の観点から実験を行った。ネットワーク構築実験で集団に適用したネットワークをプログラム上で切断(破壊)実験を行い、スケールフリーネットワークの構造は、孤立予防に有効であることを確かめることができた。今後はこの結果を代替現実ゲーム(ARG)に適用することで、より現実的な社会的孤立予防システムの構築が可能となる。

研究成果の概要(英文)：Foundation of the system construction to avoid social isolation has revealed that scale-free network structure is valid. It is a network structure that is made in the relationship between people. It was possible to confirm in the two experiments the following: (1) By applying a scale-free network to build a network, experiments have been carried out in view of the production rate. At the same time, it was also carried out experiments of the network that does not have the scale-free structure. (2) Using a computer program, by performing cutting experiments the network, the structure of the scale-free network was able to confirm that it is effective in preventing isolation. In the future, by applying our results in this study to the alternate reality game (ARG), the construction of social isolation prevention system more realistic will be possible.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学 感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード：社会的孤立 スケールフリーネットワーク 高齢者施設 代替現実ゲーム(ARG)

### 1. 研究開始当初の背景

2010年1月31日、NHK ペシャルで放送された番組「無縁社会～“無縁死”3万2千人の衝撃～」では、「誰にも知られず、引き取り手もないまま亡くなっていく」無縁死の姿が紹介され、この問題に対する深刻さがあらためて認識された。一方、所在不明高齢者が相次いでいる問題を受けて実施された法務省の全国調査で、戸籍上は「生存」しているにもかかわらず、現住所が分からない100歳以上が23万4354人に上ることが分かった。このうち120歳以上は7万7118人、150歳以上も884人に上っている。これらの現象は、いずれも基本的なコミュニケーション不足から生じる絆の希薄な状態から派生して、それがやがて社会的な孤立につながるものと考えることができ[高齢社会白書(平成22年度)]、この問題に対する現実的で実効性の高い対策を急がねばならない。

高齢者問題に関しては、多岐に渡る問題が山積しているため、まず、問題の所在を明らかにすることが求められる。こうした中で、椎塚(感性工学 2010)は、直面する高齢社会の諸問題について取り上げ、とりわけ健康寿命の延伸にむけた視点から問題を整理し、くつかの重要な事項に関してその論点を明らかにしている。特に、2030年には1割の高齢者が認知症、4割が独り暮らしになることが確実視されており、団塊の世代が76歳に達する2025年までには起こりうる問題に対す万の対策を緊急に検討し、具体的な方策について国家規模で取り組まなければならない状況にある。

高齢者にとって、認知症などの疾病の発症率は、加齢等の生物学的要因のみならず社会的要因としてのコミュニケーション不足にも比例することが明らかになっている(椎塚 2009)。特に、社会ネットワークの有無によって認知症の発症率が著しく異なることも分かっている(Fatiglionni ら 2000)。一方、認知症の発症とコミュニケーションの不足には強い相関があるから、社会的孤立の問題と認知症の問題は切り離せないのが実情である(椎塚 感性工学 2010)。

### 2. 研究の目的

本研究は、“超高齢社会”を迎えようとしている現在、高齢者の“社会的孤立が大きな社会問題となっている現状をとらえ、こめ問題を回避させるためのコミュ三ケーション・ツールを開発し、それを高齢者ケアの現場で実施・活用し、家族も含めて、高齢者とは者との絆を強めることで、社会的孤立から高齢者を救い出すための保護支援システムを構築することを目的としている。

### 3. 研究の方法

(1) 高齢者の社会的孤立に焦点を当ててその生活実態を把握し、高齢者の世帯構造変化の要因および高齢者の社会的孤立と現代コ

ミュニティの変容との関係を考える。そして、長寿社会のQOL(生活の質)を向上させるための新たなコミュニティのあり方について検討する。その一つの方策として、地域コミュニティ形成の基盤をつくるために、スケールフリーネットワークを用いて、地域コミュニティネットワークを構成するための基本的な方法論を提案する。

(2) そのスケールフリーネットワークを構築するための基本的な方法論として、代替現実ゲームを基にしたネットワーク構築ゲームを提案し、具体的に実現するためのアルゴリズムを示す。

(3) 社会的孤立を防ぐことのできるようなネットワークを現実社会、つまり実際の人間の集団に適用し、そのネットワーク構造が「本当に孤立を防ぐことができるかどうか」を検証する。

### 4. 研究成果

(1) 何が原因で「社会的孤立」になるのか、またその主たる要因は何なのか。これを検討することは、「社会的孤立」の問題に対する政策的な対応を考える上で必要不可欠である。社会的孤立の主たる要因を検討するときに、それと関連の深い概念である社会的排除論の視点から一つの見解を得ることができる。国連開発計画(UNDP)の報告では、社会的排除は「失業」、「貧困」、「社会的孤立」3つの構成要素の悪循環として捉えられ、これらの要素は互いに影響し合っ不安定なスパイラルを作り出している。

図1は、高齢社会における諸問題を「高齢社会ペンタゴン」として提案されたものである(椎塚 2010)。この図からも明らかのように、高齢社会の問題は地域コミュニティの問題と大きく係わっていることが分かる。

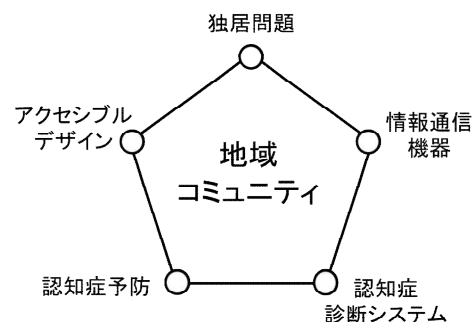


図1 高齢社会ペンタゴン

(2) 超高齢社会において、社会的な孤立を予防するための具体的なネットワークとして、スケールフリーネットワーク(scale-free network)の考え方で構成されるネットワーク構造が、人とのつながりを作り、絆を強めて社会的な孤立から回避するためのシステムの候補になり得ることが明らかになった。

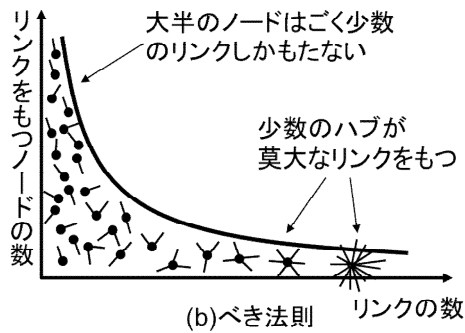
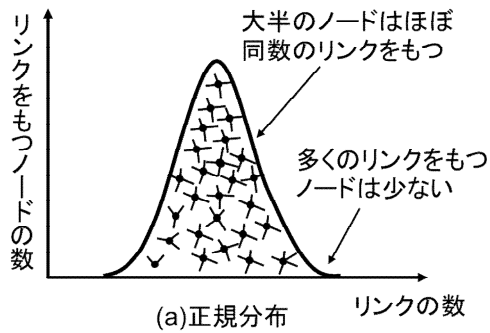


図2 ネットワークのつながりの分布

これまで、緩やかな規則で任意にリンクされるランダムネットワークと見なされていたインターネットは、実は、「ベキ乗則」に支配されたネットワーク形態をもつものであった。その形態は「スケールフリーネットワーク」と呼ばれる。ランダムネットワークでは、ノードがもつリンクの数には、正規分布またはポアソン分布に従うとみなされていたが(図2(a))、スケールフリーネットワークは、各ノードのリンク数が「ベキ乗分布」に従い、特定の典型値を持たない(図2(b))。

本研究では、この性質を利用して、超高齢社会における社会的孤立を予防するために、人と人のつながりに注目したとき、そこで発生するさまざまな現象をネットワークの視点で捉えることで、社会的孤立の問題に対する一つの解決策として、スケールフリーネットワークが応用できることを明らかにした。

このことから、本研究では、図3に示すように、現実的な視点から大半の高齢者はごく少数の知人しかもたないと想定した場合、少数の高齢者が多数の知人(その高齢者はハブ的存在)を持つようにすることで、社会的孤立を防ぐことができることを明らかにした。また、ここでの結果は、パレートの法則を適用することができる。パレートの法則とは、「社会全体の所得の約8割は2割程度の高額所得者が占めているという所得分布の経験則」からきている。これを、本研究で売られたスケールフリーネットワークのベキ乗則に適用すると、「高齢者全体の20%が、多数の知人(多数のリンク)を持つハブ的存在になれば、残りの80%は知人数(リンク数)が少なくても、全体として社旗的孤立は回避できる」ということである。

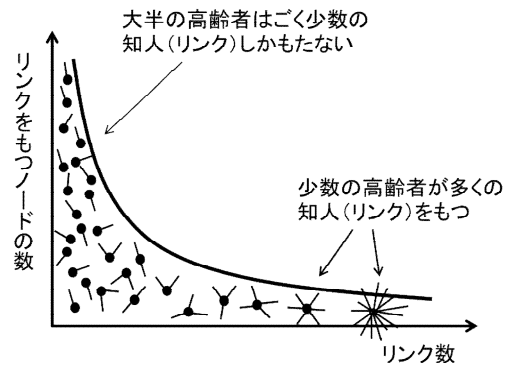


図3 少数の高齢がハブ的存在になる

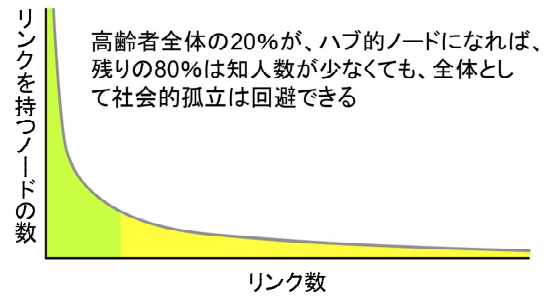


図4 社会的孤立を回避する人のつながりはパレートの法則を適用できる

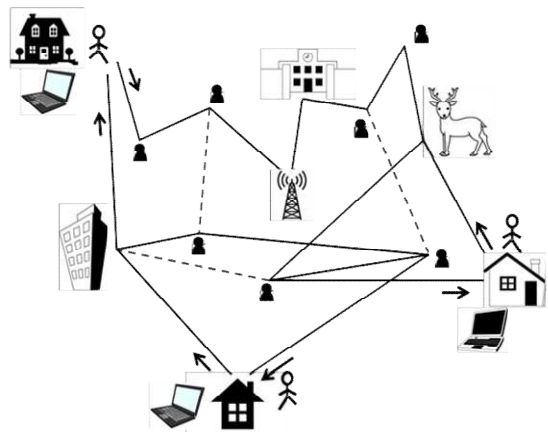


図6 社会的孤立を回避するためのスケールフリーネットワーク構築ゲーム

また、社会的孤立を回避するためのスケールフリーネットワークの構築ゲームを提案した。図6にそのイメージを示す。

ネットワークの各ノード $v_i$ には、それぞれ初期利得 $g_i$ を割り当てておく。二つのノード間の距離 $l_{ij}$ は、そのリンクのウェイトとする。従って、到達ノードの利得 $F_i$ は、両者の積をとり

$$F_i = l_{ij} \cdot g_i$$

とする。各プレイヤー(エージェント)は、自宅にパソコンを設置して、ネットワーキングゲームに参加する。このゲームのアルゴリズムは以下のとおりである。(1)各エージェント(プレイヤー)は複数人いるものとする / (2)各エージェントが構築するネットワー

クの起点を自宅とする／(3)ネットワークのノードの設定：ノードになり得るのは、各自で決めてよいが、デフォルトのノードの対象は、①友人、②知人、③親戚、④面識のない人、⑤特定の建物、⑥特定の動物、⑦その他の対象物、とする／(4)上記(2)でハブのノードに接続した場合は、得点(報酬)が倍増される／(5)各ノードの次数は、べき乗法則にしたがう分布になるような、スケールフリー構造を持つようにネットワークを構成する。この場合、リースケールの構造に近づけるために、複数のエージェントは協力することができる／(6)上記(5)を実行する場合、自分以外の人々が互いに関係を持つように仲介する。もし、仲介した両者を友だちになった場合は、自分に得点(報酬)が与えられる／(7)スケールフリーネットワークに近づくために、仲介した両者を切り離すこともできる。この場合の得点(報酬)は減点される／(8)各エージェントが「能動的な物語」、「日常空間に物語が混在」、「ナゾを解いている」、「ある種のお祭り気分」のどれかを体験していると感じたら得点(報酬)が得られる／(9)以上(1)～(8)までの操作を繰り返して、スケールフリーネットワークの分布(べき乗則)に近づくほど大きな得点(報酬)が得られる／(10)一番早くべき乗則の分布にしたがうスケールフリーネットワークに到達したエージェントがゲームの勝利者として登録される。

(3) 孤立を防ぐことのできるようなネットワークとして、スケールフリーネットワークが孤立予防に有効であることを、クラスでの学習をもとにして検証した。そのため、本実験前の準備段階として、ネットワークの必要性を主張するための予備調査を市立 A 中学校にて行った。次のパターンで、生徒に学習課題に取り組みさせた。

・パターン 1

- (1) 数学の問題を提示する。
- (2) 一定時間経過後挙手を行わせ問題が解決できた生徒の人数を確認する。

・パターン 2

- (1) 数学の問題を提示する。
- (2) 問題を解き終わった生徒はその場で起立する。
- (3) 起立している生徒は、近くの席(前後左右)の生徒に問題の解き方を教える。
- (4) (1)と(3)のプロセスを一定時間の間繰り返す。
- (5) 一定時間経過後挙手を行わせ問題が解決できた生徒の人数を確認する。

パターン 1 はネットワークの利用を許さないものである。クラスによってはばらつきはあるが全員が回答できたというクラスは無かった。また、出来る生徒と出来ない生徒の数

はおよそ半分程度で別れていた。

パターン 2 では、問題を解き終わった生徒が他の生徒に解き方を教え、他の生徒に教えてもらい回答を終えた生徒はまた他の生徒に解き方を教える、…といったように答えが次々と拡散していく様子が見られた。回答者数はパターン 1 より明らかに増加した。このことから情報伝達におけるネットワークの有用性を確かめたと共に、この現象を本実験の手法の礎とした。

本実験では、スケールフリーネットワークを集団に適用しその有用性を確かめるために大きくわけて二つの実験を行った。一つ目は「ネットワーク構築実験」と題し、集団へのスケールフリーネットワークの適用及びスケールフリーネットワークとそうでないネットワークを生成速度という観点から比較することを目的としている。予備調査にパターン 3 として「スケールフリーネットワーク」となるような指示を行う手順を付け加え行った。指示の方法は Barabasi-albert モデルを参考にして、被験者は学部生 16 名であった。

二つ目は「破壊シミュレーション」と題し、ネットワーク構築実験で集団に適用したネットワークを、プログラムを用いて切断する実験を行った。この二つのネットワークを「破壊耐性」、「情報伝達効率」という観点から比較を行った。図 7 に示す二つのネットワークが集団に適用した

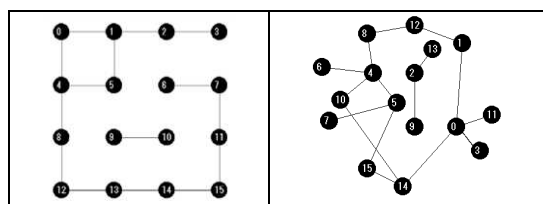


図 7 生成されたネットワーク

ネットワークが完成するまでにはどちらも 7 分の時間を要し、「生成速度」という観点からは違いを読み取ることは出来ない。しかし、図 7 (左) のネットワークではリンク本数は 15 本、同図右のものはリンク本数 16 本と差が表れた。また、ネットワークの大きさを示す平均頂点間距離は、図左のネットワークでは  $L = 4.58$ 、図右では  $L = 2.44$  の値を示した。尚、生成されたネットワークのうち図左のものをスケールフリー的ネットワーク、図右のものを自然発生的ネットワークと名付けた。また、破壊シミュレーションを行う際、二つのネットワークには孤立した小

なネットワークが含まれており対等に比較を行えないため、ネットワークの補完を行った。また、リンクの本数の違いによる影響も考慮して自然発生的ネットワークに一本リンクを追加しリンク本数 17 の自然発生的ネットワーク 17 を定義した。

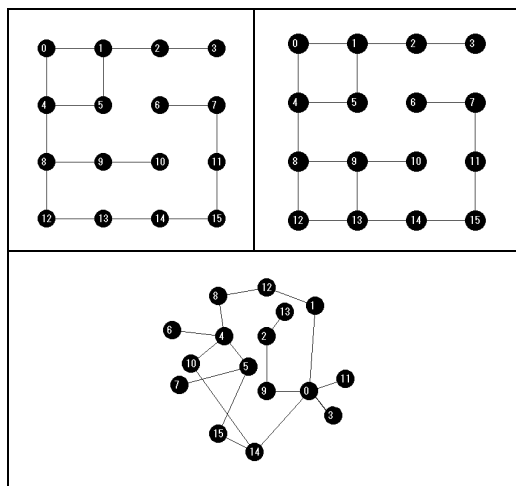


図8 破壊シミュレーションに用いたネットワーク

図8で示したネットワークについて、それぞれリンク本数×50、合計で2500回のシミュレーションを行った結果、スケールフリー的ネットワークと自然発生的ネットワークでは前者の方がネットワークは細かく分解されやすく、またリンクの切断によって情報伝達効率が落ちにくいという傾向が見られた。一方、リンクを持たずネットワークから遮断されてしまうノードの数を減らすことは出来なかった。このように、ネットワーク構築実験によって生成されたスケールフリー的ネットワークは、スケールフリーネットワークが持つ性質を複数備えており、人間の集団に完璧ではないがスケールフリーネットワークが適用できたと考えられる。また、破壊シミュレーションによって得られた傾向についてt検定(両側検定、有意水準0.05)を行った結果、有意な結果であることが明らかになった。よって、人間に適用された状態のスケールフリー的ネットワークであっても自然に発生したネットワークに比べて細かく分断されやすく、情報伝達に有利であることが明らかになった。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計10件)

- ① 椎塚久雄、高齢者施設入居の合意形成について、感性工学、査読有、Vol.12、No.1、2013、pp.293-303

- ② Hisao Shiizuka, Construction of Networking Game for Addressing Social Isolation in a Super-Aging Society, Innovative Management in Information and Production, Springer, 査読有, 2014, pp 361-375, DOI 10.1007/978-1-4614-4857-0\_39
- ③ 岩間 泰広, 清須美 匡洋, 椎塚 久雄, 高齢者施設選択支援プロセスの基礎的考察、日本感性工学会論文誌、査読有、Vol.13、No.1、2014、pp.203-208
- ④ Mihoko Otake, Robotics for Health and Well-being, IEEE Robotics & Automation Magazine, 査読有, Vol.21, pp.88-91, 2014
- ⑤ Mihoko Otake, et al, Duplication Analysis of Conversation and its Application to Cognitive Training of older Adults in Care Facilities, Journal of Medical Imaging and Health Informatics, 査読有, 2013, pp.615-621
- ⑥ 大武美保子、認知症から見る人間の知能と人工知能による支援、人工知能学会誌、査読有、Vol. 28, No.5, pp.726 - 733, 2013
- ⑦ Hiroko Shoji, Jun Okawa, Ken Kaji, Ogino Akihiro, A Study on Combinative Value Creation in Songs Selection, Human-Computer Interaction. Towards Intelligent and Implicit, HCI2013, 査読有, Proceedings, Part III, pp 372-380
- ⑧ 浜田百合, 庄司裕子, コーチングの心理的効果に関する研究、日本感性工学会論文誌、査読有、Vol.12、No.2、2013、pp.311-317
- ⑨ Ayako Hashizume, Masaaki Kurosu, Role of Kansei Experience for the Active Use of ICT among the Elderly, International Journal of Affective Engineering, 査読有, Vol.12, No.2, 2013, pp.111-117
- ⑩ Hisao Shiizuka, How Should Kansei Loss be Compensated? -A Consideration of Qualitative Research in Evaluations of Kansei-, International Journal of Information Systems for Logistics and Management, 査読有, Vol.7, No. 2, 2012, pp. 27-35

[学会発表] (計10件)

- ① 椎塚久雄、高齢社会における社会的孤立の現状と評価、第9回日本感性工学会大会予稿集、2K-01、2014
- ② 椎塚久雄、高齢社会問題の評価への数理的アプローチ—ソフトコンピューティングの手法を用いた高齢社会問題の評価について—、第9回日本感性工学会大会予稿集、2K-02、2014
- ③ 椎塚久雄、人の気持ちとファジィ集合・ファジィ測度—超高齢社会における諸問題の評価へのファジィ理論の応用—、第9回日本感性工学会大会予稿集、2K-03、2014
- ④ 佐藤大将、椎塚久雄、集団へのスケールフリー・ネットワークの適用とその有用性、第9回日本感性工学会大会予稿集、

2K-04、2014

- ⑤ 椎塚久雄, インタラクティブ GA による高齢者施設入居選択支援システム, 進化計算学会, 進化計算シンポジウム 2013
- ⑥ 椎塚久雄, ファジィ積分による高齢者の社会的孤立の評価, ジェロンテクノロジーフォーラム 2013
- ⑦ 椎塚久雄, 社会的感性が必要とする冗長性とエントロピー—高齢社会のデザインとそのポストシャノンの感性コミュニケーション—, 第 15 回日本感性工学会大会, 2013
- ⑧ 椎塚久雄, 高齢社会における社会的孤立を回避するためのゲームデザイン—代替現実によるネットワーク構築ゲーム—, 日本機械学会シンポジウム: スポーツ・アンド・ヒューマン・ダイナミクス 2012
- ⑨ 山口健太, 大武美保子, 高齢者によるグループ会話の重なり時間とバランスの分析, 第 31 回日本ロボット学会学術講演会講演論文集, 2013, RSJ2013AC2H1-01
- ⑩ Mihoko Otake, Kenta Yamaguchi, Analysis of Overlap during Group Conversation of Active Older Adults, Proceeding of the 27th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2013. 3C1-IOS-1b-5

[図書] (計 3 件)

- ① 椎塚久雄 (編著), 感性工学ハンドブック—感性をきわめる七つ道具—, 全 607 ページ, 2013, 朝倉書店
- ② 椎塚久雄, 売れる商品は感性工学がある, KK ベストセラーズ, 2013
- ③ 久野節二, 感性認知脳科学への招待, 全 199 ページ, 筑波大学感性認知脳科学研究プロジェクト編, 筑波大学出版会, 2013, 分担ページ pp.1-10

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

椎塚久雄 (SHIIZUKA, Hisao)  
工学院大学・情報学部・教授  
研究者番号: 20100307

### (2) 研究分担者

大武美保子 (OHTAKE, Mihoko)  
千葉大学・工学 (系) 研究科・准教授  
研究者番号: 10361544

庄司裕子 (SHOJI, Hiroko)  
中央大学・理工学部・教授  
研究者番号: 30286174

久野節二 (HISANO, Setsuji)  
筑波大学・医学医療系・教授  
研究者番号: 70136216

内山俊朗 (UCHIYAMA, Toshiaki)  
筑波大学・芸術系・准教授  
研究者番号: 50334058

林 真理 (HAYASHI, Makoto)  
工学院大学・公私立大学の部局等・教授  
研究者番号: 70293082

橋爪絢子 (HASHIZUME, Ayako)  
首都大学東京・システムデザイン学部・助教

大谷 毅 (OHTANI, Tsuyoshi)  
信州大学・繊維学部・名誉教授  
研究者番号: 00092867