

特集 看護学

研究ノート

看護系論文の共著者ネットワークの分析による
看護学専門領域の分類

今井哲郎*・大石朋子*・川口孝泰*

要旨：研究者コミュニティにおける研究活動を可視化するための手段の一つとして、学術論文の共著者ネットワークを分析する手法が知られている。本稿では日本の看護系分野の研究に焦点を当て、医中誌データベースから看護系論文の共著者ネットワークを作成、ネットワーク科学の観点からコミュニティ検出をすることで、看護系分野の研究の専門領域を分類することを試みた。検出されたコミュニティの中には、専門領域を牽引するリーダーによって形成された独立性の高い学派に対応するものがあり、研究者コミュニティにおける学派が、共著者ネットワークの構造のみから検出できることが示された。

キーワード：ネットワーク科学, コミュニティ検出, ビッグデータ, 看護研究

Classification of Nursing Research's Special Fields From a Co-author Network of Nursing Research Articles

Tetsuo IMAI*, Tomoko OISHI* and Takayasu KAWAGUCHI*

Abstract: Analysis of co-author networks of academic articles is known as a method to visualize activities in researchers' communities. In this article, which focuses on nursing research in Japan, a co-author network of nursing articles is constructed from ICHUSHI database; and network communities are utilized to characterize the disciplines of nursing research. It is shown that some network communities present highly leader-dependent characteristics that vary from one discipline to another, and that set these communities clearly apart from the main-stream.

Keywords: Network science, Community detection, Big data, Nursing research

1 はじめに

近年、日本における看護系大学が急速に増加しており、1991年度には11校であった看護系大学は、2017年度には255校にまで増加している。東京情報大学にも、2017年度に看護学部が新設された。東京情報大学は既存の総合情報学部との2学部体制となり、教育活動のみならず研究活動においても、看護と情報のシナジー効果による新たな成果が期待されている。看護系研究者にとっては、生体センシングデバイスを用いた遠隔看護システムなどのように、今後の看護学に情報科学がどのように関わってくるのかを意識する機会は多くあり、看護系研究者にとっての情報学は、既にある程度イメージしやすいものになっている。一方で情報系研究者にとっては、情報科学の応用研究は多岐にわたるために、看護学というものに馴染みのある研究者はそれほど多くない。そのため多くの馴染みのない研究者にとって、看護学について具体的なイメージをしにくいという面がある。

ネットワーク科学は、情報学を中心とする学際的な学問分野である。ネットワーク科学では、世の中の様々な事象を、構成要素と構成要素同士の関係から成るネットワーク(NW)として捉え、その構造や機能について研究する。NW科学において、研究分野を概観するためのポピュラーな手法として、共著NWを分析するという手法がこれまでに広く行われている。これは研究者同士を共著論文で結びNWとして扱うことによって、研究分野が持つ全体的な傾向や研究者同士のコミュニティを洗い出す手法である。本稿では、看護系研究における共著NWを分析し、特に研究者同士のコミュニティを分析することで、研究者間のコラボレーションによって自己組織的に(ボトムアップ的に)形成される専門領域の抽出を試みた。これにより、情報系研究者にとっては、看護系研究に対する俯瞰的な見方を得ることが期待できる。また看護系研究者にとっては、トップダウン的に分類された通常の専門領域について、専門領域間の関連性が定量的に示されることによって、今後の学会の有り様や研究活動の方向性に関する示唆を得ることが期待できる。

2 分析方法

本稿では、学術文献データベースの著者情報から共著NWを構築し、コミュニティの検出を試み、コミュニティの特徴を分析した。本節では、その方法について述べる。

2.1 共著NWの構築

本稿における共著NW構築の流れを、図1に示す。本稿における共著NWは、著者をノードとし、2人の著者間に共著関係がある場合にノード間にエッジを付与して構築されるものである。一編の論文に3名以上の著者がある場合は、その全ての著者間にエッジが付与される。共著NWの構築方法はほかにも、共著リスト上で隣り合う著者のみにエッジを張る方法(篠田2011; 杉山他2006)[3][5]や、重み付きネットワークとして表現するもの(Newman2001)[1]、共著論文の本数分エッジを張る方法などがあるが、本稿では最もベーシックでポピュラーな方法を採用した。

文献情報データベースとして、本稿では医学中央雑誌刊行会が提供する医中誌データベース[注1]を用いた。医中誌データベースには、国内発行の医学・歯学・薬学・看護学・心理学および関連分野の定期刊行物のべ約6000誌から収録した約1000万件の論文情報が収録されており、「国内の雑誌を検索するためには最も網羅的な情報源である」(松田2009, p. 106)[4]とされる。本稿の分析対象は看護系研究であるので、抽出対象とする文献を、看護系学会協議会会員の44学会が発行する論文誌(前身論文誌を含む)に2015年までに掲載された原著論文[注2]とした。抽出された原著論文の数を、表1に示す。

本稿では、著者名に関する名寄せの処理をしていない。そのため、同一研究者が結婚等によって姓が変わったために複数の研究者として扱われるケース、また逆に、同姓同名の異なる研究者が同一研究者として扱われてしまうケースもあると考えられるが、いずれの場合も特別な処理をしていない。本来、女性研究者が多い看護学においては、他の分野に比べて結婚によって姓が変わる研究者が多いと見られ、改姓前後の著者名に関して名寄せを実施する重要性は高い。しかしながら、文献情報データベー

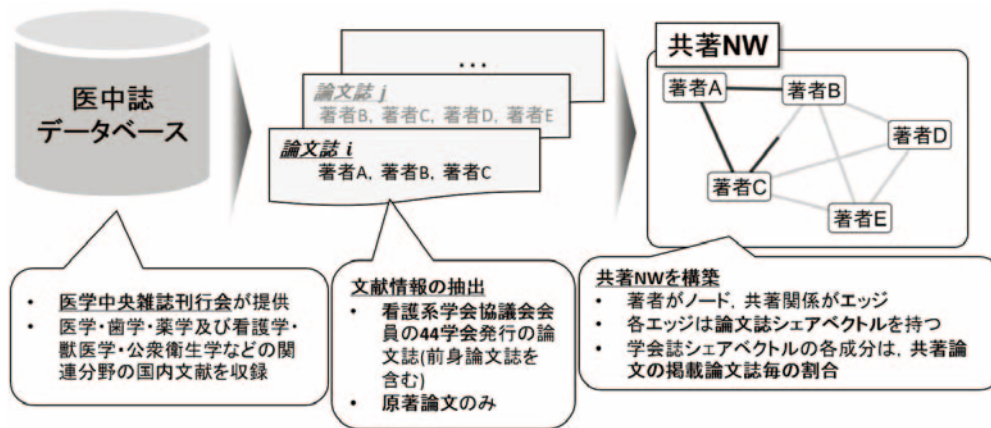


図 1: 共著 NW の構築方法

医中誌データベースから一般社団法人日本看護系学会協議会会員学会 44 学会発行の論文誌に掲載された原著論文を抽出し、著者をノード、共著関係をエッジとする単純グラフを構築する。また各エッジは、共著関係を構成する各論文誌の割合を示す 44 次元の論文誌シェアベクトル (2.2 節参照) を持つ。

スから機械的に著者名を得る今回の方法では、改姓前後の研究者を紐付けすることは一般には困難であることから、本稿では名寄せ処理を施すことを見送った [注 3]。

2.2 論文誌シェアベクトル

本稿では、著者間の共著関係がどの論文誌によるものかを表すために、各エッジに対して論文誌シェアベクトル E を付与する。論文誌シェアベクトルは、そのエッジ (共著関係) が、どの論文誌の論文によって構成されているかを表したものである。具体的には、エッジ e の論文誌シェアベクトル E_e は論文誌の数と同じ次元のベクトル (本稿の場合は 44 次元) で表され、 E_e の成分は各論文誌のシェア (占有率) を示す数値となる。各成分の総和は常に 1 となる。例えば、著者 B と著者 C の間に共著論文が論文誌 i の論文 2 本と論文誌 j の論文 2 本のみがある場合、エッジ BC の論文誌シェアベクトル E_{BC} は、第 i 成分と第 j 成分がともに $2/4 = 0.5$ 、ほかの成分は $0/4 = 0$ となる。

2.3 コミュニティ検出

看護系研究における研究者コミュニティを可視化するために、本稿では共著 NW に対してコミュニティ検出を行った。コミュニティ検出とは NW におけるクラスタリング手法の一つで、NW 全体からつながりの強い部分 NW (コミュニティ [注 4]) を検出する手法である。コミュニティ検出アルゴリズム

として、本稿では Girvan–Newman 法 (Newman and Girvan 2004) [2] を用いる。これは NW におけるノードをハードクラスタリング [注 5] する手法で、NW 科学におけるコミュニティ検出の手法としては、最もベーシックなものである。

3 結果と考察

3.1 共著 NW の全体的傾向

3.1.1 2015 年の共著 NW

2015 年の共著 NW 全体のノード数は 9478、エッジ数は 32858 であった。共著 NW 全体は、一つの巨大な連結成分 (メインコンポーネント) と、その他の小さな規模の連結成分に分かれる。メインコンポーネントは共著 NW 全体の多くの部分を占め、ノード数で約 78%、エッジ数で約 90% にのぼる。NW 科学においては、メインコンポーネント (最大連結成分) に着目して分析することが多い。本稿でも、以下ではメインコンポーネントを分析対象とする。

3.1.2 複雑 NW として

ここでは、複雑 NW の代表的な特徴であるスケールフリー性とスモールワールド性について調べる。スケールフリー性は、ノードの次数 (ノードが持つエッジの数) に関する性質であり、大多数のノードがわずかな次数しか持たない一方で、少数のノードが非常に大きな次数を持つという性質である。通常

表 1: 本稿で文献情報として用いた論文誌一覧と掲載された原著論文の数.
各論文誌の原著論文の数には, 前身となる論文誌に掲載されたものを含む.

論文誌名	医中誌 原著論文数 (-2015年)
日本看護科学会誌	1 149
聖路加看護学会誌	166
日本がん看護学会誌	341
日本看護学教育学会誌	288
日本看護管理学会誌	183
日本看護研究学会雑誌	990
日本救急看護学会雑誌	106
日本クリティカルケア看護学会誌	94
日本公衆衛生看護学会誌	44
日本小児看護学会誌	444
日本助産学会誌	333
日本精神保健看護学会誌	284
日本創傷・オストミー・失禁管理学会誌	187
日本地域看護学会誌	426
日本糖尿病教育・看護学会誌	167
日本母性看護学会誌	137
日本循環器看護学会誌	73
高知女子大学看護学会誌	234
千葉看護学会会誌	332
アディクション看護	41
日本運動器看護学会誌	54
家族看護学研究	184
日本看護医療学会雑誌	164
日本看護技術学会誌	215
看護教育学研究	102
看護診断	63
日本看護福祉学会誌	306
日本看護倫理学会誌	60
日本看護歴史学会誌	29
日本災害看護学会誌	109
日本在宅ケア学会誌	250
日本手術看護学会誌	182
日本新生児看護学会誌	119
日本腎不全看護学会誌	135
日本生殖看護学会誌	55
日本赤十字看護学会誌	121
日本難病看護学会誌	152
日本放射線看護学会誌	20
日本母子看護学会誌	61
日本慢性看護学会誌	30
日本ルーラルナーシング学会誌	62
老年看護学	290
北日本看護学会誌	135
日本ニューロサイエンス看護学会誌	18
計	8 935

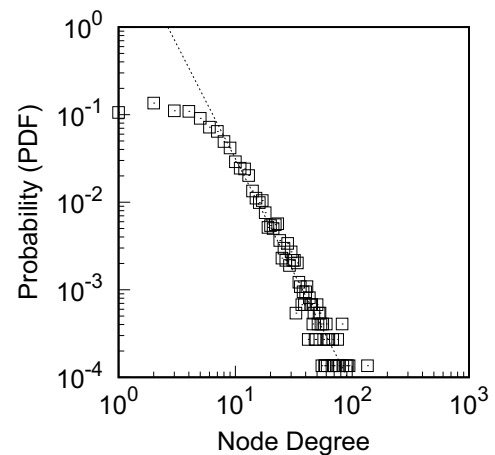


図 2: メインコンポーネントの次数分布を両対数グラフで示したもの.
高次数 (次数 10 以上) ではべき則にフィットする (破線は傾き $\gamma = -2.6$) が, 低次数ではべき則よりも小さい.

は, 次数分布がべき分布にしたがうとき, その NW はスケールフリー性を持つとされる. 一方のスマールワールド性は通常, 平均ノード間距離が NW 規模に対して十分小さいこと, またクラスタリング係数 (2 つの隣接ノード間にエッジが存在する割合) がある程度大きいこと, という 2 つの NW 特徴量によって特徴づけられる. これは, 我々が人間社会 NW で感じる「世間は意外と狭い (It's a small world)」という 2 種類の実感を, NW の用語で表現したものである.

図 2 に, メインコンポーネントの次数分布を示す. メインコンポーネントの次数分布を見ると, 高次数 (次数 10 以上) ではべき則にフィットする (破線は傾き $\gamma = -2.6$) もの, 低次数ではべき則よりも小さく, スケールフリー性は弱い. また表 2 にメインコンポーネントの基礎的な NW 特徴量を示す. 共著 NW のメインコンポーネントは, ノード数に対して十分小さな平均ノード間距離と, 大きなクラスタリング係数を持つことから, スマールワールド性を有していることが分かる.

3.2 コミュニティ検出の結果

コミュニティ検出の結果について, まず全体的な傾向について述べる. Girvan-Newman 法によるコミュニティ検出によって, メインコンポーネン

表 2: 共著 NW のメインコンポーネントの基礎的な NW 特徴量.

大きなクラスタリング係数と小さな平均ノード間距離を持ち、スモールワールド性を示す.

ノード数 (N)	7386
エッジ数	29689
平均ノード間距離	5.74
$\ln(N)$	8.91
NW 密度	< 0.01
クラスタリング係数	0.71

ト全体は 15 個のコミュニティに分割された. 各コミュニティのサイズを表 3 に示す. ノード数, エッジ数ともに GN0 が全体の約 87% を占めており, これはあまり「きれいな」分割とは言えない. NW の構造のみからはコミュニティが明確には検出されず, 未分化の部分が多く残ることになった. それでも, コミュニティのサイズは大きくはないとはいえ, いくつかのコミュニティが検出されている. 以下では各コミュニティの詳細について述べる.

まず各コミュニティの特徴を見るために, 各コミュニティの論文誌シェアベクトルを定義する. Girvan-Newman 法によるコミュニティ検出によって, 各エッジは各コミュニティ, およびコミュニティ間のエッジに分割される [注 6]. コミュニティ x についての論文誌シェアベクトル C_x は, コミュニティ x に所属するエッジの論文誌シェアベクトルの平均として定義される. すなわち, C_x はコミュニティ x 内の共著関係がどの論文誌の論文によって構築されたものかを示すベクトルである.

また, 各論文誌の特徴を見るために, 各論文誌のコミュニティシェアベクトルを定義する. 具体的には, 論文誌 i のコミュニティシェアベクトル J_i の第 x 成分は,

$$\frac{\left(\begin{array}{c} \text{コミュニティ } x \text{ に属するエッジの} \\ \text{論文誌シェアベクトルの第 } i \text{ 成分の総和} \end{array} \right)}{\left(\begin{array}{c} \text{メインコンポーネント全体に属するエッジの} \\ \text{論文誌シェアベクトルの第 } i \text{ 成分の総和} \end{array} \right)}$$

で算出される. すなわち J_i は, 論文誌 i の論文がどのコミュニティに分配されているかを示すベクトルである. 本稿では, コミュニティに属していないエッジについては一つにまとめ, 「コミュニ

ティ間エッジ」に属するものとして扱う. そのため, コミュニティシェアベクトル J_i は (コミュニティ数 +1) 次元のベクトルとなり, 各成分の総和は常に 1 になる.

表 4 に, 各論文誌のコミュニティシェアベクトルを示す. 全エッジの約 87% が GN0 に所属していることから自明なように, 多くの論文誌のエッジが GN0 に集中している. しかし, 中には GN0 へ帰属する割合が 50% を下回っている論文誌も存在しており, 具体的には, 日本創傷・オストミー・失禁管理学会誌, 日本手術看護学会誌, 日本放射線看護学会誌の 3 誌が該当する. このうち, 日本創傷・オストミー・失禁管理学会誌と日本手術看護学会誌は, それぞれ GN1 に 68% と 55% 帰属している. コミュニティの論文誌シェアベクトルで見ると, 図 3(a) に示すように, 日本創傷・オストミー・失禁管理学会誌と日本手術看護学会誌は, GN1 において大多数派となっている. このことから, かなり独立性が高い研究者コミュニティを形成していると言える. 日本放射線看護学会誌についても, 各論文誌のコミュニティシェアベクトルでは GN3 に 93% と大多数が帰属している. また図 3(b) に示すコミュニティの論文誌シェアベクトルでも, 大多数派ではないものの GN3 の 1/3 弱を占める主要な構成要因となっている. 日本看護研究学会雑誌 (および日本看護科学学会誌) は規模の大きな総合学会が発行する論文誌であり, 各専門領域に満遍なく現れる傾向があることを考えると, やはり独立した研究者コミュニティが形成されていると考えて良さそうである. 実際に, これらの学会にはいずれも専門領域を牽引するリーダー的研究者が存在し, 総合学会から分化して, リーダーを中心とした学派を形成していることが知られている. したがって, 研究者コミュニティにおける独立性の高い学派が, 共著者 NW の構造のみから検出できる場合があることが示された.

逆に, 表 4 に示す各論文誌のコミュニティシェアベクトルにおいて全てのエッジが GN0 に帰属する論文誌は, 聖路加看護学会誌, 日本救急看護学会雑誌, 高知女子大学看護学会誌, 看護教育学研究, 日本看護歴史学会誌, 日本生殖看護学会誌, 日本ルーラルナーシング学会誌, 北日本看護学会誌の 8 誌である. これらは地理的な局所性 (聖路加看護学会

表 3: 共著 NW のメインコンポーネントについて, Girvan-Newman 法によって検出された各コミュニティのノード数およびエッジ数.

対 MC 比は, 当該コミュニティが持つノード/エッジのメインコンポーネントに対する割合を示す. メインコンポーネント全体は全部で 15 個のコミュニティに分割され, ノード数, エッジ数ともに GN0 が全体の約 87% を占める.

コミュニティ	ノード数	対 MC 比	エッジ数	対 MC 比
GN0	6 422	86.95%	25 877	87.16%
GN1	293	3.97%	1 559	5.25%
GN2	143	1.94%	362	1.22%
GN3	111	1.50%	442	1.49%
GN4	108	1.46%	284	0.96%
GN5	77	1.04%	259	0.87%
GN6	61	0.83%	122	0.41%
GN7	40	0.54%	60	0.20%
GN8	23	0.31%	154	0.52%
GN9	21	0.28%	64	0.22%
GN10	19	0.26%	46	0.15%
GN11	18	0.24%	25	0.08%
GN12	18	0.24%	52	0.18%
GN13	17	0.23%	25	0.08%
GN14	15	0.20%	44	0.15%
Main Component	7 386	—	29 689	—
Entire NW	9 478	—	32 858	—

誌, 高知女子大学看護学会誌, 北日本看護学会誌), あるいは専門分野的な局所性 (日本救急看護学会雑誌, 看護教育学研究, 日本看護歴史学会誌, 日本生殖看護学会誌, 日本ルーラルナースング学会誌) が強いために, 会員数が少なくなり, そのために GN0 から分化できるほどの規模の学派となっていない, という原因が考えられる.

4 まとめと今後の課題

本稿では, 看護系研究の文献情報をデータベースから抽出, 共著 NW を構築し, その特徴について明らかにした. 共著 NW のメインコンポーネントは, スケールフリー性については弱い一方で, 明確なスモールワールド性を有することが確認された. またメインコンポーネントに対して Girvan-Newman 法によるコミュニティ検出を行い, その結果 1 つの巨大コミュニティとその他の小さな 14 個のコミュニティに分割された. 検出されたコミュニティの中には, 専門領域を牽引するリーダーによって形成さ

れた独立性の高い学派に対応するものもあり, 研究者コミュニティにおける学派が, 共著者 NW の構造のみから検出できる場合があることが示された.

今後の課題として, まずコミュニティ検出の精緻化が挙げられる. 本稿ではベーシックな手法である Girvan-Newman 法を用いたが, ほとんどが 1 つの大きなコミュニティに割り当てられ, あまりきれいな分割とはならなかった. これは NW が持つ本質的な特徴が原因であることも考えられるが, コミュニティ検出手法の問題である可能性もある. コミュニティ検出手法は近年急速な発展を見せており, 検出を高速化するアルゴリズムの開発も進んでいる. これらのコミュニティ検出手法を用いることによって, 良好なコミュニティが得られれば, それによって看護系研究を俯瞰的に見ることや, 看護系研究における専門領域間の関係性について示唆を得ることが期待できるだろう. ほかに, 他の学問分野の共著 NW との比較が挙げられる. これにより, 多くの共著 NW が普遍的に持つ特徴と看護系研究

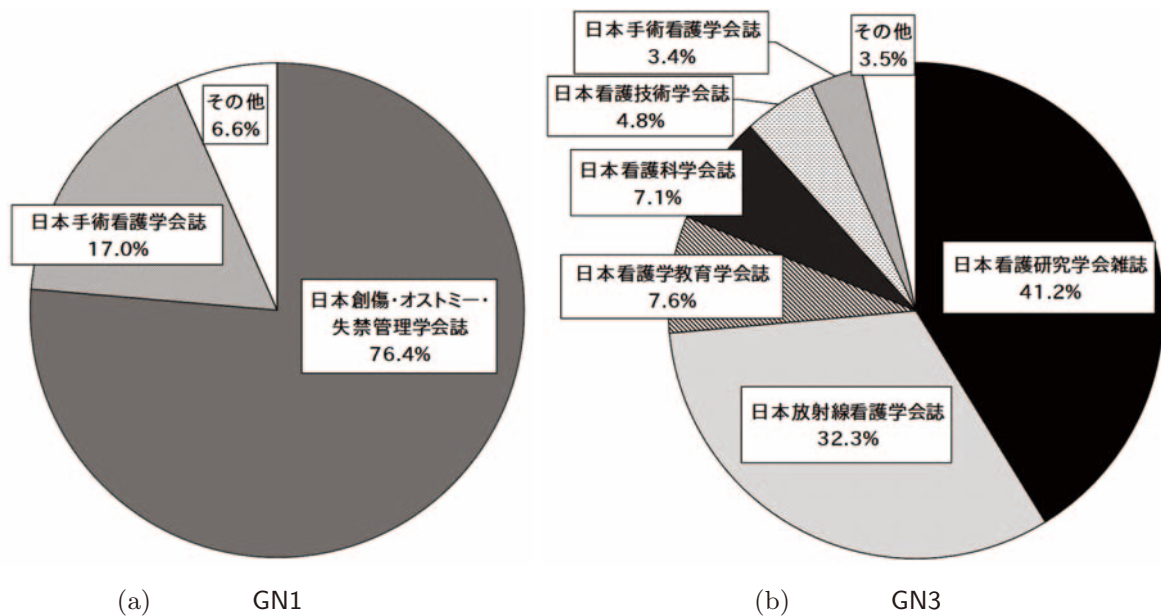


図 3: GN1 と GN3 の論文誌シェアベクトル

の NW だけが持つ相対的特徴を明確に区別することができるようになる。また、発展を遂げた学問分野における共著 NW の経時的変化を調べることで、現在の看護系研究が草創期・円熟期・衰退期のどのステージにあるのかを明らかにすることが期待できるし、看護系研究が今後発展していくためにどのように NW 構造を変化させていけば良いかを明らかにできれば、看護系研究者間のコラボレーションを促進するための方策が見いだせるかもしれない。その他の課題として、NW 特徴量による各研究者の活動の特徴づけ、名寄せの方法の検討などが挙げられる。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 16H02693 の助成を受けたものである。

【注】

- [注 1] <http://www.jamas.or.jp/user/database/index.html>
- [注 2] 看護系の論文誌においては、「原著論文」のほか、「論壇」、「研究報告」、「実践報告」、「総説」、「資料」などの区分がある。
- [注 3] 個々の事例に対応することも可能であるが、その作業量は膨大となる。また、名寄せの対応をどこまで施せば妥当であるかについて

の一般的な基準もないために、名寄せ対応レベルの選択が恣意的とならざるを得ないことも、見送った理由である。科研費申請等に用いられる府省共通研究開発管理システム (e-Rad) では、各研究者に研究者番号を付与することで名義の一元化を実現しているが、こういった方法を採用することのできる場面は限られる。

- [注 4] 全体を分割した部分については、通常「クラスタ」と呼ばれることが多いが、NW 科学の分野には、クラスタリング係数という重要な特徴量があり、それとの混同を避けるために「コミュニティ」という用語を使うことが多いようである。
- [注 5] データをクラスタリングする手法のうち、データがある 1 つのクラスタに所属する手法をハードクラスタリング、データが複数のクラスタに属することを許容する手法をソフトクラスタリングと呼ぶ。Girvan-Newman 法に関して言えば、ノードが 1 つのコミュニティに属する手法である。
- [注 6] 厳密には、Girvan-Newman 法によってコミュニティに分割されるのはノードである。エッジの所属は、各コミュニティに所属するノードによって誘導される誘導部分グラフによって定まる。したがって、全てのエッジがコミュニティに所属するとは限らず、異なるコミュニティに属するノード同士を結ぶエッジは、コミュニティ間を結ぶエッジとなる。

【引用文献】

- [1] Newman, M. E. J., "Scientific collaboration networks. II. Shortest paths, weighted networks, and centrality," *Physical Review E*, 64(016132) (2001).
- [2] Newman, M. E. J. and Girvan, M., "Finding and evaluating community structure in networks," *Physical Review E*, 69(026113) (2004).
- [3] 篠田孝祐, 「日本における人工知能研究の系譜」, 『人工知能学会誌』, 26(6), pp. 584-589 (2011).
- [4] 松田光信, (編) 『実践能力を磨く看護研究 - 精神看護学対応』, 金芳堂 (2009).
- [5] 杉山浩平・大崎博之・今瀬眞, 「論文の引用・共著関係から何が分かるか? : ネットワーク分析手法からのアプローチ」, 『電子情報通信学会技術研究報告. IN, 情報ネットワーク』, 106(42), pp. 85-90 (2006).

