

セマンティックアノテーションを用いた Web リンク解析

三木 武[†] 野村 早恵子^{†1} 石田 亨[†]

[†] 京都大学大学院情報学研究科社会情報学専攻 〒606-8501 京都市左京区吉田本町

E-mail: [†] {miki-t, saeko, ishida}@kuis.kyoto-u.ac.jp

あらまし 本論文では、人間社会の構造がどのように Web リンクに反映されているかを分析するため、リンクが表す社会関係のメタデータを用いたリンク解析を導入する。まず研究者 Web サイトのリンクが表す社会関係のクラス階層を定義するオントロジーを提案する。これは実際のリンクから社会関係を洗い出して開発したもので、メタデータ記述の基盤を提供する。次に 200 人の計算機科学研究者の Web サイトにメタデータを付与し、リンクの社会ネットワークを抽出し分析した結果得られた知見を報告する。本事例の分析によって、1) Web リンクに表現された研究者の社会ネットワークが、研究分野に対応する複数の部分グラフを連結した構造を持つことが確認された。また 2) ネットワークの内部に、特定の社会関係を表すリンクが部分グラフを形成していることが確認された。

キーワード Web コミュニティ, Web リンク解析, 社会ネットワーク解析, セマンティックアノテーション, オントロジー

Web Link Analysis with Semantic Annotation

Takeru MIKI[†] Saeko NOMURA[†] and Toru ISHIDA[†]

[†] Dept. of Social Informatics, Graduate School of Informatics, Kyoto University

Yoshida Honmachi, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8501 Japan

E-mail: [†] {miki-t, saeko, ishida}@kuis.kyoto-u.ac.jp

Abstract In order to analyze how the structure of human society is reflected in Web links, we introduce link analysis with metadata of social relationships that links represent. First we propose an ontology that defines class hierarchy of social relationship represented by links on researchers' Web sites. It is developed by examining actual links and finding out social relationships, and provides a basis of metadata description. Next we report the findings as the result of annotating metadata on 200 researchers' Web sites and then extracting and analyzing the social network of the links. Analyzing this example shows that 1) the structure of the social network of researchers' Web links is build up of interconnected subgraphs corresponding to research areas, and that 2) the links that indicate a particular kind of social relationship form a subgraph within the network.

Keyword Web Community, Web Link Analysis, Social Network Analysis, Semantic Annotation, Ontology

1. はじめに

Web における情報流通が人間の社会活動においてますます重要性を増している。近年計算機科学の研究者は個人 Web サイトで積極的に研究業績を公開している[1]が、研究成果をオンラインで発信する研究者はより多くの引用を得られる[2]という研究結果があるようにコミュニティにおいて自らの活動を情報発信する意義の大きさが指摘されている。このような情報の中でも、人と人とのつながりはソーシャルキャピタルとも呼ばれ興味深い。このような背景の中で、リンク構造に反映された人の社会構造を解明する「Web コンテンツ形成における社会学」研究の必要性が指摘されている[3]。今まで内容の関連するページ集合としてのコ

ミュニティを発見する研究は多い[4][5]が、リンクをサイト制作者の社会的関係の表現と捉え、大規模な Web サイト群から社会ネットワーク[6]としてのコミュニティを分析した研究はほとんどない。本研究はこの分野に取り組み、Web に表現された社会コミュニティの構造を解明するとともに、社会的情報を記述・解析する新しい Web 利用を提案することを目的としている。

我々の研究グループでは既に、Web における引用解析を提案し、研究者の Web サイトへ適用する実験を行った[7]。結果、Web サイトに共引用構造の解析手法[8][9]を適用することによって研究分野が抽出できること、相互引用によって社会的紐帯を近似してそのネットワーク構造が分析できることを示した。しかしこ

¹ 現在は UCSD Dept. of Cognitive Science に所属。

これらの分析では、ネットワークの内部がどのような関係で接続されているのかは分からない。

自然言語で書かれた Web の内容を計算機で分析することは一般に難しいため、Web に意味を付与する Semantic Web[10]の研究が始まっている。その一つのアプリケーションとして、人間の社会的関係に関する情報をメタデータとして記述できるようにし、それを解析するエージェントを実現することは有用である。例として Web サイトに知人などのプロフィールを記述する仕様である FOAF が提案されている[11]。ただしこれは関係の種類を記述するものではない。

そこで本論文では以下の課題に取り組む。

- ・ 意味を限定したリンクによってコミュニティの部分構造を抽出するための基盤として必要な、研究者 Web サイトにおいてリンクが表す社会的関係の種類を定義したオントロジーを提案する。
- ・ このオントロジーにより、研究者 200 人の Web サイトにおいて相互認知関係を表したリンクを抽出し社会ネットワークを構成する。そしてこのネットワークにおいて、部分構造が人間関係の種類に基づいているかどうかを分析する。

2. リンクが表す社会関係のメタデータ記述

2.1. リンクと人間の社会関係

本研究がターゲットとしているのは、2つの Web サイト間に張られたリンクが表現している、サイト制作者間の社会的関係である。これをオブジェクトモデルで表したものが図 1 である。リンクで連結された 2 つの Web ページ (WebPage) にはそれぞれ著者 (creator) となる人物 (Person) がいる (creator プロパティは、基本的なメタデータを定めた仕様 Dublin Core[12]に定義された creator プロパティにならった)。ここでリンクは第一義的に、リンク元ページのある文脈の中で、リンク先ページの内容を参照するものであり、コンテンツ間の関係 (content relationship) を規定している。しかし、リンクが意味するのはコンテンツ間の関係だけではない。例として研究者 Web サイトのトップページに「My thesis advisor was ...」と書かれリンクが張られている場合、これはコンテンツ間の参照関係というよりむしろ、コンテンツの制作者間に「学生-恩師」という社会的関係 (social relationship) を規定する。

そこで図 1 の下側、Web ページとその間の関係の層をコンテンツ層 (content layer) と呼ぶことにする。また図の上側、Web ページの制作者とその間の関係の層を社会層 (social layer) と呼ぶことにする。この視点から言うと、本研究は、第一義的にコンテンツ層上の関係を規定するリンクを分析することによって、社会層上の関係に関する知見を得ようとするものであると言える。

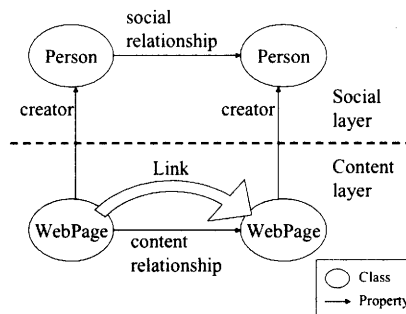


図1 Web リンクと社会関係のドメインモデル

2.2. XLink によるリンクの意味記述

社会関係をリンクに意味として記述する枠組みを提供する上では、Web ページの作者がリンク関係の意味を既存の Web に簡単に記述できなければならない。このため本研究ではリンクの意味を記述する形式として、W3C 標準として定められた XLink 言語[13]を用いる。この仕様は、既存の HTML を含む任意の XML 文書にリンクの意味を埋め込むことができ、またオリジナルの HTML 文書を書き換える権限がなくても、意味づけされたリンクのデータベース (リンクベース) を外部に記述することができる。

3. 研究者コミュニティにおけるリンクのオントロジー

XLink の枠組みでリンクの意味をメタデータとして記述するには、リンクの意味を定義したオントロジーが必要である。そこで我々は、Web リンクを階層クラスに分類するオントロジーのプロトタイプを開発した。このオントロジーはリンクによるコミュニティ情報の記述とその解析とを実現する基盤となるものである。

3.1. オントロジーの開発プロセス

我々は CiteSeer[14][15]に論文が掲載された研究者 3,804 名の Web ページを探索した。オントロジーはこれらのページにある実際のリンクにメタデータを付与しながら開発された。オントロジーに基づいてリンクを分類しては、実際の Web ページから典型的なリンクのクラスを洗い出すというプロセスを繰り返す。そして洗い出された複数のクラスに共通する概念を汎化することでスーパークラスを定義する。例えば共著者とプロジェクトメンバーはどちらも共同研究者という重要な社会的関係であり、スーパークラスが定義される。

3.2. リンクオントロジー仕様

オントロジーのクラス階層を、各クラスに分類されたリンク数とともに表 1 に示した。ここで例えば【2】に分類されているページの数は、【2.1】などの子孫クラスに属さず【2】のみに属しているページの数を表す。

表1 リンクオントロジー

分類項目	リンク数
0 Link	220
1 Intellectual(Referential) Link	44
1.1 Research Reference	153
1.1.1 People	666
1.1.2 Work	624
1.1.3 Society	6
1.1.3.1 Journal	7
1.1.3.2 Conference/Workshop	77
1.1.4 Utility	20
1.2 Teaching Reference	836
1.3 Private Reference	26
2 Sociocognitive Link	50
2.1 Collaborator	41
2.1.1 Research Collaborator	62
2.1.1.1 Project	138
2.1.1.2 Coauthor	312
2.1.2 Teaching Collaborator	78
2.1.2.1 Invited Lecturer	19
2.1.3 Academic Committee	1
2.1.3.1 Journal	3
2.1.3.2 Conference/Workshop	181
2.2 Educational Relationship	0
2.2.1 Supervisor	106
2.2.2 Student	17
2.3 Organizer-Participant	0
2.3.1 Organizer	0
2.3.1.1 Journal	4
2.3.1.2 Conference/Workshop	53
2.3.2 Participant	0
2.3.2.1 Journal	1
2.3.2.2 Conference/Workshop	43
2.4 Private Acquaintance	0
2.4.1 Friend	7
2.4.2 Family	9
Total	3,804

オントロジーは研究者の社会的関係の分析という目的のため、リンク【0 Link】を知識参照リンク【1 Intellectual Link】と社会関係リンク【2 Sociocognitive Link】とに大きく分けるよう設計した。前者は Web ページが表す知識などを紹介・参照するためのリンクである。一方後者は、リンク元ページとリンク先ページの制作者間に何らかの社会的な関係が存在することを表すリンクである。

3.2.1. 知識の参照としてのリンク

知識参照リンクはリンク元ページにおける参照の文脈によって分かれる。研究者のどのような活動について述べる中でリンクが張られたのかによって、研究コンテンツからのリンク【1.1 Research Reference】、教育コンテンツからのリンク【1.2 Teaching Reference】、研究・教育活動に無関係のリンク【1.3 Private Reference】が定義されている。この分類はリンク先のコンテンツの種類によって決まるとは限らない。ある

研究内容が書かれたページがあるとき、研究のページからそのページへのリンクは【1.1】になるし、授業のページからの教材としてのリンクは【1.2】になる。

【1.1 Research Reference】はさらに、どのようなオブジェクトに対するリンクかによって、研究者へのリンク【1.1.1 People】、研究業績へのリンク【1.1.2 Works】、論文誌や国際会議などへのリンク【1.1.3 Society】、研究に役立つツールへのリンク【1.1.4 Utility】に分かれる。これらはリンクのアンカーテキストや周囲のテキスト、リンク先ページの内容によって判断される。

3.2.2. 社会関係の表現としてのリンク

【2 Sociocognitive Link】のサブクラスは、Web サイト制作者間の社会的関係の種類を定義する。

著作論文リストなどにある共著者リンク【2.1.1.2 Coauthor】、研究グループのサイトなどにあるプロジェクトメンバー【2.1.1.1 Project】リンクは、共同研究者【2.1.1 Research Collaborator】として汎化できる。

【2.1.2 Teaching Collaborator】は教育活動における協働者を意味する。授業のページに外部から招いた講師へのリンクがあるケースは、講義担当者－講師の関係【2.1.2.1 Invited Lecturer】を定義した。

国際学会のページには開催者が、論文誌のページには編集者が記載されている。これも一種の協働関係であり【2.1.3 Academic Committee】とした。

以上はすべて協働関係であり、これらの概念を包括するスーパークラス【2.1 Collaborator】を設けた。

【2.2.1 Supervisor】は学生から見た先生へのリンクである。【2.2.2 Student】はその逆関係で、A から B へ【2.2.1】関係が存在すれば、B から A へ【2.2.2】関係が存在する。師弟関係【2.2 Educational Relationship】はこれらのスーパークラスで、【2.2.1】または【2.2.2】のいずれかが成り立つことを意味する対称関係になる。

著作論文リストには投稿先の論文誌や国際会議へのリンクがよく記載される。このときリンク元・リンク先ページの制作者は投稿者－主催者の関係にある。

【2.3.1 Organizer】は投稿先のソサイエティの主幹者へのリンクであり、また逆関係として参加者へのリンク【2.3.2 Participant】がある。【2.3.1】および【2.3.2】は、論文誌であるか会議であるかによって【2.3.1.1 Journal】と【2.3.1.2 Conference/Workshop】に分けた。

最後に【2.4 Private Acquaintance】は友人【2.4.1 Friend】や家族【2.4.2 Family】など私的な関係を表す。

これらの社会関係は多くの場合、双方向に認知しあった関係であるが、主催者と投稿者の関係【2.3】は互いに認知をしているとは限らず、他の社会関係リンクのなかでやや特殊な関係になっている。双方向とはむしろ方向を区別しないと云い換えたほうが正確である

う。片方向の友人関係というものは存在しないが、知識参照のように誰かをただ知っている関係は片方向である。片方向関係がたまたま相互に存在する（お互い相手の名前を知っていた）ことはあるが、この状態と本質的に双方向な関係とは異なるものである。

4. メタデータを用いた Web リンクの社会ネットワーク解析

4.1. 収集されたメタデータ

このオントロジーを用いて、一昨年収集した 3,878 名の Web サイトの中のリンクに、人手によるメタデータ付与を行った。各クラスに分類されたリンクの数は先の表 1 のとおりである。3,804 のリンクのうち約 7 割を知識参照リンクが占める一方、社会関係を表現したリンクも 3 割存在していた。社会関係リンクの中では 8 割の 835 リンクが協働者で、学生-教官関係が 123、主催者-投稿者が 101、そして僅かだが私的関係も 16 リンク存在した。協働者の内訳は共同研究者が 512 リンクで最も多く、次いで論文誌や国際会議の共催者が 185 リンク、教育活動の協働者が 97 リンクとなった。

4.2. 相互認知関係リンクのネットワーク解析

しばしば共著ネットワーク解析[16]などで分析の対象になってきたように、グラフで表現される社会ネットワークから密なつながりを持つグループや、グループ間をつなぐ役割を持つノードを分析する。まず、得られたメタデータから 200 人の研究者の間のリンクから相互に認知のある社会関係を取り出すため、【2 Sociocognitive Link】の中で、必ずしも知り合いとは言えない【2.3 Organizer-Participant】関係を除き、これをエッジとしたネットワークを求めた。

次にこのネットワークに対して、Web 共引用解析を適用した。[7]では、Web 著者共引用解析によって研究者をクラスターリングすることで、研究分野が抽出できることを示した。この結果を得られたネットワークにマッピングすることで、ネットワークが研究分野を反映しているかどうかを分析することができる。

それからネットワーク構造が研究コミュニティにおけるゲートキーパーを反映しているかどうかを、各ノードの媒介中心性を求めて確認する。媒介中心性は社会ネットワークの各ノードが、情報の流れをコントロールする影響力の度合を示すもので、そのノードを通る最短経路の数で定義される。

最後に各エッジのクラスから、ネットワーク内部がどのようなコミュニティで構成されているかを調べる。

4.3. 社会認知的リンクのネットワークが表現するコミュニティ

図 2 は求めたネットワークの最大の連結成分を示し

たものである。Web 共引用解析で得られた主要な 3 クラスタをノードの網掛けで示した。各クラスタは人工知能、プログラミング、セキュリティの分野を表している。また、クラス【2.1.1】【2.1.2】【2.1.3】【2.2】のエッジを線の形で区別した。

また、このネットワークにおける各ノードの媒介中心性の値上位 20 件を表 2 に示す。値は全最短経路数に対する割合で示した。上位 3 名が高い媒介中心性の値（53~70%）を持っているが、このことは典型的な社会ネットワークの性質に合致している（[16]など）。

表2 各ノードの媒介中心性の値

媒介中心性	研究者名	媒介中心性	研究者名
71.6%	M.Littman	10.2%	A.McCallum
53.4%	M.Abadi	8.4%	G.Belloch
53.0%	R.Rivest	8.3%	H.Kautz
27.7%	K.Bruce	7.2%	G.Leavens
22.2%	P.Wadler	6.7%	T.Sandholm
18.6%	A.Appel	6.4%	F.Pfenning
16.1%	A.Aiken	6.0%	L.Gong
13.3%	B.Pierce	4.3%	L.Cardelli
12.4%	J.Mitchell	4.3%	J.McCarthy
12.2%	G.Necula	4.3%	O.Etzioni

4.3.1. 研究分野を反映した大規模コミュニティ

200 人のネットワークを連結成分に分割したところ、最大の成分として全体の 47%にあたる 94 人のネットワークが得られた。残りの連結成分はすべて 10 ノード以下の小さいものであった。相互リンクのネットワーク解析[7]では相互リンクに限定したことで情報が制限され、3,878 サイト間の相互リンクから最大 59 ノードの連結成分しか得られなかった。しかしメタデータ解析ではリンクとして表現された関係は網羅されており、比較的大きなネットワークが得られている。

このネットワークの中で、共引用解析で得られた研究分野を見ると、同じ分野の研究者が部分グラフを形成していることがわかる。図の上部にはプログラミングの、下部には人工知能のコミュニティがある。さらに図の左上部にはセキュリティ分野のコミュニティが存在するが、R.Rivest と M.Abadi の 2 人はプログラミング分野と人工知能分野の間を相互に接続するような位置を占めている。この 2 人は媒介中心性の値もたいへん高く、媒介中心性の分析によってネットワーク上の重要な点がゲートキーパーとして抽出されている。

このように研究者の社会関係のネットワークは、研究分野としての部分グラフがゲートキーパーとなる人物で連結された構造をもつことが確認された。

4.3.2. 特定の関係が結ぶ小規模コミュニティ

エッジが表す社会関係を詳しく見ると、ネットワー

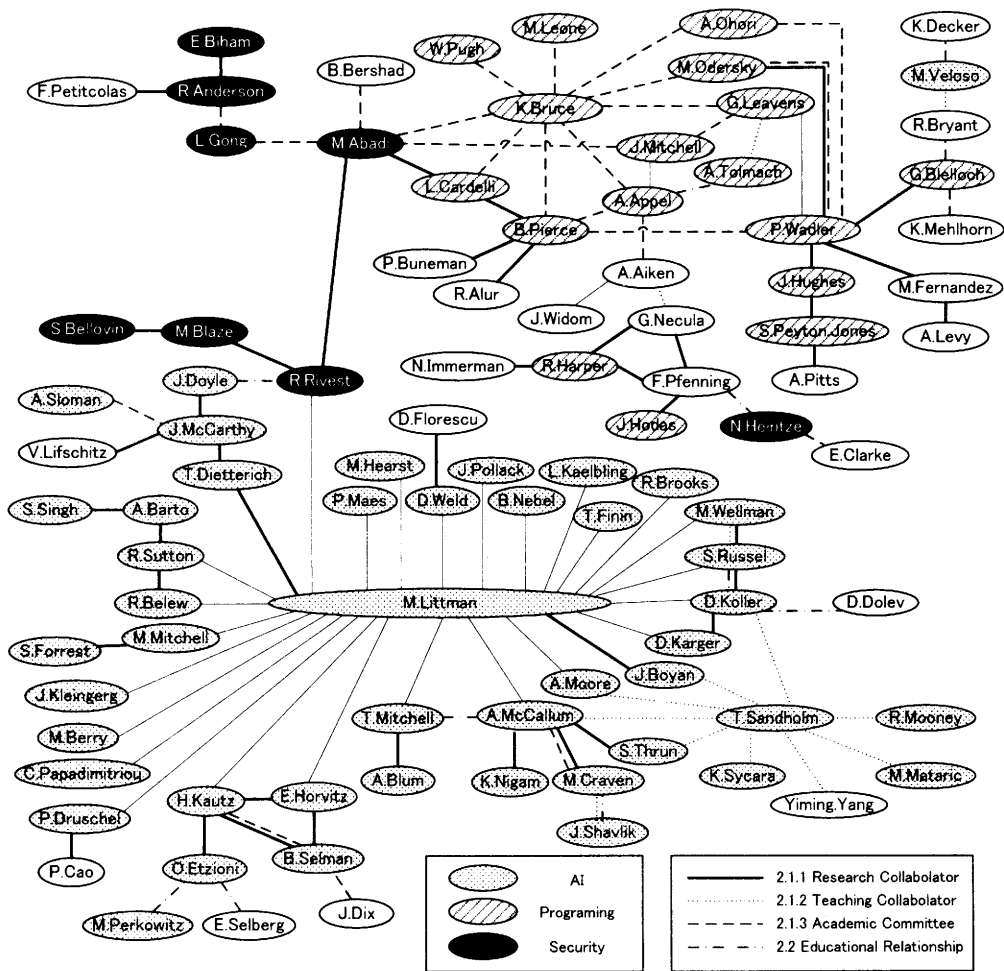


図2 相互認知関係リンクをエッジとする社会ネットワーク

クの中には特定のクラスの関係によって密に結ばれた特徴的な部分グラフがいくつか存在することがわかる。

まずプログラミング分野のコミュニティにはワークショップの共催者リンク【2.1.3.2】で密に接続された部分グラフがあり核となっている。この部分グラフに属する人物（K. Bruce, P. Wadler など）は媒介中心性の値も比較的高い。実際の Web ページを見ると、ワークショップ Foundations of Object-Oriented Languages (FOOL)のサイトが複数存在し、彼らはそのプログラム委員会に入っていた。このほか共同研究者リンクで結ばれた部分ネットワークもいくつか存在している。

一方図の下半分を占める AI コミュニティではまず M. Littman が多くの人と関係を持っている。これは Littman の“Friends and Colleagues”リンク集に掲載されている人々であった。右下には T. Sandholm を中心とする、【2.1.2.1 Invited Lecturer】リンクで結ばれたノード

群がある。この人々は T. Sandholm の“AI Seminar”にゲスト・スピーカーとして招かれた者である。AI Seminar の Web サイトには講義スケジュールが掲載され、表の Speaker 欄に研究者へのリンクが書かれている。このほか AI 分野においても図の左辺や左下などに、小さな共同研究者のネットワークが見られる。

このような特徴的なサブネットワークは、研究者コミュニティの構造が様々な研究・教育活動に基づく多様な社会的関係の組み合わせになっている現象を顕わにするものである。

また分野をつなぐ研究者がどのような関係を持っているのかを詳しく見ると、まずプログラミング分野とセキュリティ分野をつなぐ M. Abadi は、共著関係【2.1.1.2】や国際会議の共催者関係【2.1.3.2】によって、双方の分野に関連する研究者どうしで分野間の橋渡しをしている。一方、セキュリティ・AI 分野の境界

に位置する R.Rivest は AI の研究者 2 人と結ばれているが、どちらも共同研究関係は確認できなかった。ここでは研究分野の境界は、共著のように明確な研究の関連性に基づく関係ではなく、より一般的な関係で連結されている可能性が高い。リンクからこのような構造を分析すれば、学際研究が生まれる可能性のある場所を発見できる可能性がある。

4.4. メタデータによる社会関係記述の有用性

Web リンクに表現された社会認知的紐帯として、多様な関係を抽出することができた。メタデータ付きリンクの分析は、通常はごく近い関係者にしか見えることのない研究者間の交流を浮かび上がらせることができ、Web の有用な新しい利用法である。

このネットワークにはしばしば、講師へのリンクが張られたセミナーのページのように、1つのページに収まる情報によって描き出されたコミュニティが存在した。Web における意味記述はまだ普及していないため、普及していないアプリケーションのためにはデータを書かないという負の循環が懸念されている。しかしメタデータはうまく記述すれば、少数のサイトの記述で多くの情報をもたらすことが可能である。本稿で解析したコミュニティの記述も高々数十人の記述にすぎない。Web 上では草の根の情報発信が大きな貢献をすることができ、情報の発信者と受け手にメリットがもたらされる情報発信の連鎖が起こる可能性がある。

しかしこのことは一方で、情報が得られるかどうかは書き手の発信の度合いに依存するところが大きいということでもある。情報発信の度合いが高いサイトと低いサイトが混在した環境の中では、得られた情報の完全性にばらつきが大きい。実際の研究者にコミュニティの実態を尋ねる調査を行い、リンクに表現されたネットワークとどのような差異が生じているかを明らかにすることはひとつの研究課題であろう。

5. おわりに

実際の Web ページから社会関係を洗い出し汎化するプロセスによって、リンクが表す社会関係のクラス階層を定義したオントロジーを開発した。オントロジーによって Web ページ制作者間の社会的関係を既存の HTML にシームレスに埋め込むことが可能になる。

これをもとにリンクにメタデータを付与し、相互認知関係のネットワークを求めたところ、このネットワークには1つの研究分野の研究者からなる複数のサブネットワークが存在し、分野の境界に位置する研究者によってそれらのコミュニティが連なっている構造を持つことが分かった。またリンクの意味を詳細に分析したことにより、各コミュニティの中にはワークショップの共催者、授業に招待された講演者、共同研究者など特定の紐帯で連結された小さなコミュニティが現

れた。すなわちリンクの意味を下の階層に限定することで、Web リンクからコミュニティ内の部分構造が抽出されることが確認された。

将来の研究課題としては、人間が認識しているコミュニティと Web 上に表現されたコミュニティとの差異を明らかにすることがあげられる。また他の事例・ドメインへ適用し、ドメインによってネットワーク構造にどのような違いが生じるかを調べることも重要であろう。Web における社会関係情報の表現・検索を実現するために、Web のテキスト解析によってメタデータを自動生成するなど、メタデータの記述を支援する研究を進めることも重要である。

文 献

- [1] 野村早恵子, 石田亨, 正木幸子, 横澤誠, 篠原健, “インターネットにおけるアイデンティティの国際比較,” 信学論 (D-1), vol. J84-D-1, no. 2, pp. 222-231, Feb. 2001.
- [2] S. Lawrence, “Online or Invisible?” Nature, vol. 411, No. 6837, p. 521, 2001.
- [3] A. Broder, R. Kumar, F. Maghoul, P. Raghavan, S. Rajagopalan, R. Stata, A. Tomkins, J. Wiener, “Graph Structure in the Web,” Proc. 9th International World Wide Web Conf., pp. 309-320, Amsterdam, The Netherlands, May 2000.
- [4] R. Larson, “Bibliometrics of the World Wide Web: an exploratory analysis of the intellectual structure of cyberspace,” proc. 59th Annual Meeting of the Am. Soc. Inf. Sci., vol. 33, pp. 71-78, 1996.
- [5] J. Pitkow and P. Pirolli, “Life, death, and lawfulness on the electronic frontier,” proc. CHI 97 Human Factors in Computing Systems, pp. 22-27, 1997.
- [6] S. Wasserman, K. Faust, “Social Network Analysis: Methods and Applications,” Cambridge University Press, Cambridge, 1994.
- [7] 野村早恵子, 三木武, 石田亨, “コミュニティマイングにおける Web 引用解析と文献引用解析の比較,” 信学論 (D-1), vol. J87-D-1, no. 3, March 2004. (in press)
- [8] H. Small, “co-citation in the scientific literature: a new measure of the relationship between two documents,” J. Am. Soc. Inf. Sci., vol. 24, no. 4, pp. 265-269, 1973.
- [9] H.D. White and B.C. Griffith, “Author cocitation: a literature measure of intellectual structure,” J. Am. Soc. Inf. Sci., vol. 32, no. 3, pp. 163-172, 1981.
- [10] T. Berners-Lee, J. Hendler, O. Lassila, “The Semantic Web,” Scientific American, vol. 284, no. 5, pp. 34-43, May 2001.
- [11] <http://www.foaf-project.org/>
- [12] <http://dublincore.org/documents/dces/>
- [13] <http://www.w3.org/TR/xlink/>
- [14] E. Garfield, “Citation Indexing: Its theory and application in Science,” Wiley, New York, 1979.
- [15] <http://citeseer.nj.nec.com/>
- [16] M.E.J. Newman, “Who is the best connected scientist? a study of scientific coauthorship networks,” Physical Review E, vol. 64, no. 016131, 2001.