情報処理学会論文誌　Vol. 50　No. 2　615–625 (Feb. 2009)

大学機関の特性を活かす知識共創システムの提案

西島　寛[†1]　荒井幸代[†2]
檜垣泰彦[†2]　土屋　俊[†3]

大学組織において，教職員は質の高い教育の提供という共通の目的を持つにもかかわらず，互いが提供できる情報を共有する場は限られている．また，学生が潜在的に必要とする情報を的確にとらえることは難しい．本論文は，大学組織を構成する教員・附属図書館員，学生が，必要な情報や提供できる情報を相互に補完し合うためのシステムを提案する．提案システムは，パスファインダとフォークソノミの 2 つの部分から構成され，前者は，図書館員と教員が作成し，学生に提示する情報提供部分，後者は，講義シラバスに基づいて学生が創り出し，教職員に向けた情報発信部分である．本提案システムの特徴は，教職員や学生がシステムを利用することにより，データベースが利用目的別に構造化され，さらに必要なデータが付加されてデータベースが豊富になっていく仕組みを実現している点にある．本論文では，フォークソノミを「学生側のニーズ抽出機能」として今後の大学組織にとって重要な部分であるという認識から，この実現方法を中心に説明する．検証実験では，Social Tag と Social Link を学生に付加してもらい，抽出された学生の潜在的ニーズは，パスファインダに掲載する内容を選定するうえでの貴重な情報源となることが示された．また，千葉大学で実用を開始しているパスファインダとフォークソノミとの統合によって教職員と学生間に情報が流通し，効果的に利用し合うことが可能になることを示す．

Boosting Awareness among Members of University

Hiroshi Nishijima,[†1] Sachiyo Arai,[†2]
Yasuhiko Higaki[†2] and Syun Tutiya[†3]

On university campus, teaching faculty and staff share only a limited amount of the information they can mutually provide although they share the common goal of quality education for students. Neither can they appropriately perceive the kind of information students potentially need. The present paper proposes and verifies a system in which all constituents of university including faculty, librarians and students can share and supplement each other for information necessitate for their life and potentially sharable by them. The proposed system consists of the “Pathfinder” and “Falksonomy” components, with the former targeting at the student body, designed collaboratively by teaching faculty and librarians, and the latter addressing the faculty and staff on behalf of students. The currently proposed system is characterized by the implemented mechanism in which the use by the faculty and students helps structurize in terms of their needs the database, which will eventually enrich the database with sorting by purpose and addition of data. The description in the paper concentrate on the implementation of the “Folksonomy” component as the functionality of extracting needs from students in the belief that it will be more important in future. In the testing experiment, students are asked to tag the data in terms of their preferences. The resulting analysis shows that the revealed data structure could be important input for the selecting of items in the pathfinders. It will be also demonstrated that the integration of the creation of pathfinders augmented by folksonomy will potentially result in better communication in teachers and doctors/nurses communicate more effectively.

1. はじめに

近年の少子化の影響を受けて，大学も企業と同様に，教育と研究両面における競争力を必要としている．すなわち，教職員の冗長な作業を排除することはもちろん，教育と研究の質を高めることを目指した知識や成果の共有が効率良く行われなければならない．

大学を構成する教職員と学生は，目的，機能，役割はそれぞれに異なり，必要な情報や，提供できる情報も異なる．これらの知識や情報を収集し，統合することによって，新たな知の発見や実用化につながる研究環境，および，次世代の人材を育成する教育環境を提供する組織となることが期待できる．

本論文では，大学における知識や情報の管理や運用を，教職員と学生の協力によって実現するためのシステムを提案する．提案システムでは，学生が必要とする教育内容のニーズを吸い上げる一方で，最新の研究へと誘うための教員からの情報発信といった教員と学生間の相互の流れの必要性に着目し，このような構成員による知識や情報の相互補完作業を，本論文では “知識共創” と呼ぶことにする．

大学には，教員の研究業績データベース，蔵書データベース，あるいは機関リポジトリと

†1 千葉大学大学院人文社会科学研究科
Graduate School of Social Sciences and Humanities, Chiba University
†2 千葉大学大学院工学研究科
Graduate School of Engineering, Chiba University
†3 千葉大学文学部
Faculty of Letters, Chiba University

© 2009 Information Processing Society of Japan

いった教員の研究成果や大学固有の資料が豊富に存在する．近年，これらを連携，運用することを意図してインターネットを介した研究者コミュニティマイニング[1),2)] の試みがさかんに行われている．これらは，研究という側面から，教員にとっては有用な知識共有手段であるが，これらの情報を学生へと還元するための機能は不十分であり，教員の講義やゼミを介した直接のコミュニケーションに依存している．学生，特に学部生の興味の直接の対象は，まずは研究コミュニティではなく，講義の選択，教員の研究分野に関する知識である．しかし，これらの情報はシラバスによって提供される講義内容，研究室紹介の案内文と，学生間の口コミに委ねられているのが現状である．

一方，教員側も，学生に対して自らの研究に直結した知識を発信する機会は講義に限られ，また，同じ大学内の他教員とも，教材を共有する可能性や，連携しうる研究テーマが潜在していたとしても，それを知る機会は非常に少ない状況にある．研究業績によって，大学組織が評価される昨今の状況で，効率良く教育の質を高め，大学の特色を活かした研究体制を強化することは至上命題である．

本論文では，その一例として，学生の講義へのニーズを抽出するためのフォークソノミ，および，教員が学生に向けた研究シーズを提供するためのパスファインダから構成される提案システムの設計方針とそれぞれの役割について説明する．また，学生によるボトムアップに創発されたフォークソノミを解析し，パスファインダとの連携可能性を考察する．

以下，2 章では提案システムの概要と背景，3 章では提案システムの各モジュールの説明とフォークソノミ解析の詳細，4 章ではフォークソノミを収集する試作システムを利用した検証実験の方法と結果，5 章では検証実験の考察とまとめ，6 章ではパスファインダとフォークソノミの統合について述べる．最後に，検証実験の結果をふまえた提案システムの実用への指針について議論する．

2. 提案システムへの要請

2.1 既存の知識システムの問題点

大規模な企業では利益の増大を狙った作業の重複回避，新たな知識発見，知識運用の効率化を目的としたさまざまな知識管理の方法が積極的に導入されている．しかし，大学では構成員の規模や，企業の場合とは異なり構成員ごとの目的に差違があることから大学全体の利益を一律に定義できないため，企業における社会資本の考え方や知識管理の手法をそのまま導入することは難しい．

本論文では，「質の高い教育の提供」を教職員の共通の目的として設定し，**図 1** に示すような，大学内外の既存の知識ベースや，教職員および学生間の情報の流れの必要性を考慮して教職員と学生をつなぐシステムを提案する．

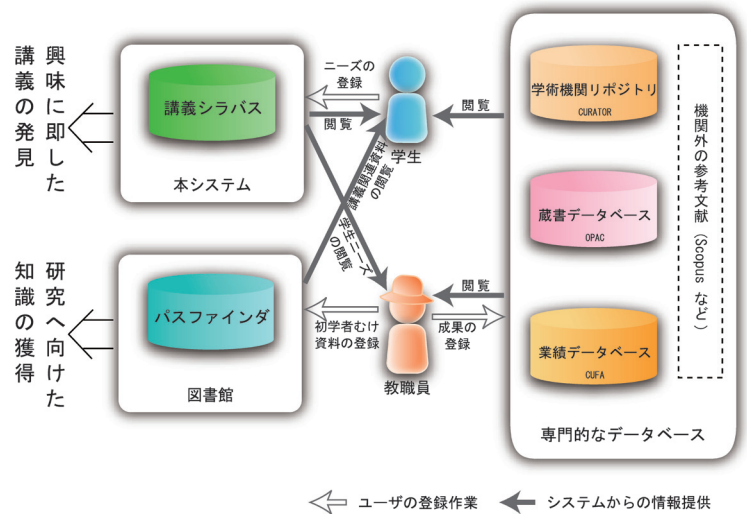


図 1　大学における知識データベースと教職員，学生間の知識共有
Fig. 1　Knowledge database at university and sharing of knowledge between students and teachers.

学内には，生産された論文，所蔵されている書籍や雑誌の蔵書データベース，機関に所属する教員に関する業績データベース，研究成果や大学所有の資料を集めた機関リポジトリが教職員によって管理運営されている．しかしながら，構成員の考え方が多様である組織では知識管理や共有が困難であることは，文献 3) においても報告されており，大学においても内部の教職員間でこれらを活用するインセンティブが欠如しているため積極的なアクセスは望めない．また，学生はその存在すら知らないのが現状である．

2.2 提案システムの満たすべき要件

高品質の教育を実践するにあたって，まずは学生のニーズを知る必要がある．現在学生に提供できる情報源として，講義の内容を概観するためのシラバスと，テーマごとのキーワードや参考文献をまとめた電子パスファインダの 2 つがある．提案システムでは，学生がそれぞれのニーズを反映したボトムアップな情報をシラバスに付与し，これらを教員らが参照することによって，学生のニーズを電子パスファインダに反映するといった双方向の情報の

© 2009 Information Processing Society of Japan

表 1　パスファインダの基本構成
Table 1　Basic constituents of pathfinder.

<table>
<tr><td>タイトル</td><td colspan="2">パスファインダが扱う主題</td></tr>
<tr><td>スコープノート</td><td colspan="2">パスファインダが扱う主題についての説明文</td></tr>
<tr><td>件名，キーワード</td><td colspan="2">図書館目録を利用するための指示</td></tr>
<tr><td>分類番号，所在位置</td><td colspan="2">パスファインダが扱う主題の資料に付与されているもの</td></tr>
<tr><td>図書</td><td>主題に沿った古典的資料や入門書</td><td rowspan="5">各資料に対する簡単な紹介と利用の手引き</td></tr>
<tr><td>専門辞典，百科</td><td rowspan="5">パスファインダが扱う主題の分野でよく利用されるもの</td></tr>
<tr><td>事典，ハンドブック</td></tr>
<tr><td>索引，抄録書誌</td></tr>
<tr><td>新聞索引</td></tr>
<tr><td>雑誌のタイトル</td></tr>
</table>

流れを実現する．シラバスへの情報付加機能や，電子パスファインダの導入によって，学生にあっては，興味や関心に応じた学内外の資料を閲覧しうるインセンティブを，教員にあっては，自らの業績を学生から参照できるように機関リポジトリへ登録するインセンティブを与えることができる．

本提案システムの特徴は，大学の構成員である教職員，学生それぞれが既存のデータにアクセスすることによって，データベースが利用目的別に構造化されると同時に，必要とされるデータが付加され，データベースが豊富になっていく仕組みを実現している点にある．

2.3　関 連 研 究

本節では，重要な構成要素であるパスファインダとフォークソノミについて説明する．

2.3.1　パスファインダ

教員・図書館員が，専門知識を持たない学生に向けたサービスとしてあるテーマの基本的な知識を得るために必要な情報源やキーワードをリストアップしたものをパスファインダと呼ぶ．

一般に，パスファインダは**表 1** の項目から構成されるが，近年これらに加えて，Web 上の資料へのリンクを示す場合が多く[4]，豊富な情報源への重要なポインタとして位置づけられる．しかしパスファインダは，教員や図書館員らの手によって対象テーマや参考資料が選定されるため，たとえば，「心理学」という抽象度の高いテーマを選定すると，学生の利用が得られにくい，つまりテーマの選定が必ずしも学生のニーズに即さないことがある[5]．

2.3.2　フォークソノミ

パスファインダや講義シラバスは，教員側が，その必要性を判断してトップダウンに与える情報である．これらは前節で述べたように，必ずしも学生のニーズに即したものとは限らない．近年，フォークソノミ（Folksonomy）と呼ばれる，ウェブ上などに公開された情報に利用者側がタグ付けすることによってボトムアップに創発される情報の分類が注目されている．提案システムにおいても，学生の考えを反映したフォークソノミによる講義分類を利用する．

フォークソノミ創出の方法として，利用者が情報（コンテンツ）に付与する Social Tag が広く用いられている．Social Tag を利用したフォークソノミを提供するサービスとして *Nature* 誌がサポートする Connotea[6] がある．Connotea は利用者が Web サイトにタグやコメントを付与してシステムに登録し，それを利用者全体で共有するソーシャルブックマークサービスの 1 つである．Connotea はさまざまな参考文献のフォーマットで利用者が登録した内容をダウンロードできる機能を有するなど，ソーシャルブックマークサービスの中でも学術的なコンテンツの共有に特化したサービスである．

ソーシャルブックマークサービスではシステムに登録された情報が利用者全体で共有され，登録された Web サイトの一覧やそれぞれの Web サイトに付与されたコメントやタグ，システム全体で登録されたタグ，それぞれの利用者の登録した Web サイトの一覧を閲覧することができる．また，登録された Web サイトは共有されたタグから探すことができ，興味のあるタグを選ぶことによって関連する Web サイトに効率良く到達することができる．

しかし，タグの付与だけではコンテンツ間の等価関係や階層関係などの意味論上の構造的な関係性を扱うことができないため，タグのつながりが表す意味と，コンテンツのつながりが必ずしも対応しないことがある．この問題を解消するため，Social Link を用いた手法が考案されている[7]．これは利用者が関係していると判断した複数のコンテンツどうしにリンクを付与し，それを利用者間で共有する仕組みである．Social Link は Social Tag とは異なり，利用者は，複数のコンテンツの内容の関連性をリンクの有無によって表すため，Social Tag よりも明示的にコンテンツ間のつながりを示すことができる．したがって Social Tag と Link を併用することによって，学生のニーズを情報の分類に反映させることが期待できる．

3.　知識共創へのアプローチ

3.1　千葉大学におけるパスファインダ

図 2 に千葉大学において公開しているパスファインダの画面を示す．点線で示した部分

© 2009 Information Processing Society of Japan

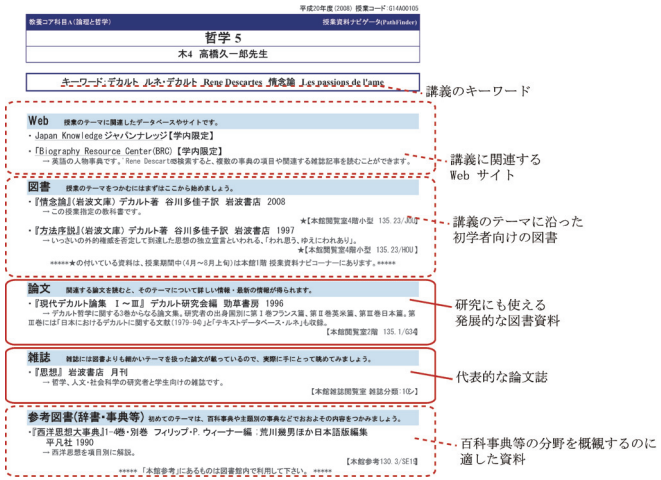


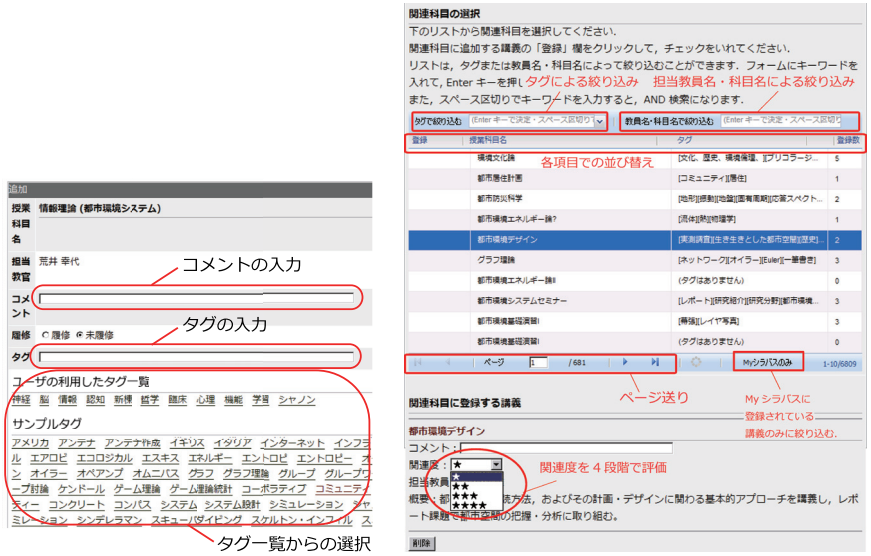
図 2　千葉大学におけるパスファインダ
Fig. 2　Pathfinder in Chiba University.

ではある講義に関連したデータベースや Web 上の資料や図書などの初学者向けのもの，実線で示した部分では代表的な論文誌や発展的な内容を扱う論文などの研究にも使用される資料がまとめられており，授業の補足にとどまらず，研究への道しるべとしての機能も果たしている．

2.3.1 項で述べた従来のパスファインダが教員の選んだテーマに基づいて作成されていたのに対して，千葉大学のように講義の内容に基づいて作成されたパスファインダは，教員のシーズと学生のニーズのミスマッチは抑えられ，学生に必要な情報形式であると考えられる．この形式のパスファインダはすでに実用化され，実際の運用において学生から高い評価を受けており，提案システムにおいては教員や図書館員から学生への情報提供を実現する機能である．パスファインダの詳細や，構築の過程については他稿に委ね，以下では，講義シラバスとパスファインダを効果的に作成するための方法であるフォークソノミの創出を中心に説明する．

3.2　フォークソノミの構築

試作システムでは，学生がある講義をシステムに登録し，登録する際にタグとリンクを付与する．タグは学生が自由に付与することができ，それぞれの講義に対して複数個登録することが可能である．学生にとってタグは馴染みが薄いため，システムに登録されているタグ



(a) タグの登録画面　　(b) Social Link の登録画面

図 3　試作システムにおけるタグとリンクの登録
Fig. 3　Registration of social tag and social link in the prototype system.

の一覧である「サンプルタグ」と学生が試作システムに登録したタグの一覧から選択できるようにし，選定と入力の手間を軽減させた．リンクは学生がある講義の『関連科目』となる講義を選択することで登録できる．これにより，有向リンクを付与することができる Social Link を実現している．関連科目に登録できる講義は膨大であることから，関連科目に登録する講義は学生が試作システムへ登録している講義や，講義科目名・担当教員名，登録されているタグで検索する機能を持つ．以下で学生がタグとリンクを付与する際の作業について説明する．

タグの登録画面を**図 3** (a) に示した．学生はタグの入力フォームにタグは 1 つ，または複数個自由に記述する．入力するタグは「サンプルタグ」や学生が使用したことのあるタグの一覧からも選択できる．Social Link の登録画面は図 3 (b) のようになっている．学生は講義の一覧からすでに試作システムへ登録している講義のみへの絞り込み，講義科目名・担当教員名，登録されているタグでの検索機能を利用し，登録する講義を 1 つまたは複数選択

© 2009 Information Processing Society of Japan

する．

3.3　講義ネットワークの分析

本研究では，学生が「何らかの関係性がある」と判断した講義間に張られる Social Link に加えて，Social Tag が共起する講義間にはなんらかの関係があるとしてリンクでつなぎ，これを仮想リンクとし分析に用いる．仮想リンクはタグ t が付加された講義 l_t の集合 $L_t = \{l_t^1, l_t^2 \ldots l_t^n\}$ に含まれるすべての講義 l_t の間をリンクでつないだものと定義する．試作システムでは，学生の講義選択支援と教職員にとって有益な情報の提供の 2 つの機能の実現を目的とする．講義選択における有益な情報とは，「所属学科が要請する習得事項（科目ではなく，内容）を網羅するための講義選択パターン」と考える．一方，後者の教職員にとって有益な情報は，「自分の開講する講義における学生のニーズと他教員の講義との関連性」であると考える．この情報によって，講義内容の補足や内容的に関連のある講義を開講している教員との教材の共有が実現できる．以下それぞれの機能を実現する技術を説明する．

(1)　講義選択支援

所属学科が要請する習得事項を網羅するうえで，まず各事項の核となる講義を選択することが重要であると考えられる．ここでは，Social Link を利用し，Page ら[8] が提案した PageRank Citation Ranking を用いて核となる講義の抽出を試みた．PageRank は Web ページのランク付けを行う手法であり，中心的なページ（Authority）を発見するために考案されたものである．PageRank は「良質なページからのリンクを集めているページはやはり良質である」という考えに基づいており，ページ間のリンク構造からページごとの良質さの指標を与える．あるページ u におけるページランク $R(u)$ は次式で定義される．

$$R(u) = c \sum_{v \in B_u} \frac{R(v)}{N_v} + cE(u) \tag{1}$$

B_u はページ u に対してリンクをしているページの集合，N_v はページ v からリンクをしているページの数，c は $||R||_1 = 1$ を満たす最大の値，$E(u)$ はある一定の確率で加算された PageRank を指す．また，閲覧者はつねにリンクのみに頼って Web ページを閲覧しているのではなく，突然リンクとは関係のない Web ページを閲覧する場合があるという考察から，ある確率でランダムに PageRank を加算する Random Surfer Model が考えられている．本研究では，Page らと同じく，確率 0.15 で PageRank が加算されるものとした．

(2)　教職員にとって有益な情報の提供

他教員の講義との関連性と，自講義への学生のニーズの抽出については Social Tag による仮想リンクを使用し，弱いリンクを除去し講義のクラスタを抽出することで実現する．具体的な手法として，Matsuo ら[9] が提案した SDC（Star and Diamond Clustering）法を用いる．SDC 法はネットワークの「クラスタらしさ」の指標であるクラスタ係数 C を最大化するようリンクを除去する手法である．ノード V とリンク E で構成されるグラフ $G = (V, E)$ から k 個のクラスタに分割されたグラフ G' を抽出するとき，式 (2) の f を最大化するようリンクを除去する．

$$f = C'_G \tag{2}$$

このとき，C'_G はリンクを除去したグラフ G' のクラスタ係数である．クラスタ係数はクラスタを形成するノード間の連結度を示す．クラスタ係数は複数の定義が存在するが，本研究では，あるノードのクラスタ係数 C_i は，あるノードが k 個のノードへリンクされているとき，k 個のノードのすべての組合せ ${}_kC_3 = k(k-1)/(3 \times 2)$ のうち，3 個のノード間すべてにリンクが存在する割合と定義する．このとき，あるネットワークのクラスタ係数 C はすべてのネットワークのクラスタ係数の平均である．SDC 法を用いることによりクラスタ係数 C が 1 となる完全グラフや，中心以外のノードのクラスタ係数 C が 1 となる，ハブから他の講義へリンクを持つ星形の部分グラフが効果的に抽出できる．

4. 検 証 実 験

検証実験では，学生によってボトムアップに創発されたフォークソノミに関して，パスファインダとの連携可能性と，学生の履修選択支援機能について検討する．そのため，Social Tag と Social Link を利用し学生のニーズを収集するシステムを試作し，試作システムから得られたネットワークに対し 3.3 節で示した手法での分析を行った．本章では検証実験の方法と結果を述べる[10]．

4.1　方　　法

学生が Web 上で試作システムへの講義の登録を行い，その際に登録する講義を代表するキーワードであるタグと，その講義とつながりがあると考えられる関連科目の付与を行った．

本研究では，講義に対する学生の潜在的な印象や考えを引き出すことが目的である．したがって，実験参加者に対して「『タグは，登録する講義を象徴するワンフレーズ』を，『関連科目は，この講義とあわせて受講するべき講義，あるいは，内容的につながりがあると “あなたが” 判断する講義』を選択してください」と説明し，あえてタグとリンクを付与するための具体的な方法に相当するものは示していない．

Social Link，Social Tag による分類は，カリキュラムとある程度一致していることで妥

© 2009 Information Processing Society of Japan

表 2　登録数の多かった講義（上位 11 件）
Table 2　The number of register course on the prototype system (Top 11).

科目名	登録	タグ付与数（種類）	関連科目数（種類）
情報理論	20	125（33）	10（4）
グラフ理論	19	107（35）	11（6）
信頼性工学	18	73（27）	10（8）
プログラミング言語	17	56（18）	6（1）
専門英語 I	16	116（27）	3（2）
環境文化論	15	33（20）	4（3）
都市環境基礎演習 II	15	75（35）	8（4）
都市環境システムセミナー	14	47（16）	0（0）
マルティメディア論	13	46（18）	9（8）
システム評価	13	42（18）	3（3）
都市環境基礎演習 I	12	58（27）	8（5）

当な分類が行われたと判断できる．本研究では，千葉大学工学部都市環境システム学科の 3 年生以上の学生を対象に参加者を募った．千葉大学工学部都市環境システム学科は都市環境や都市設計・建築などのデザインを専攻する第 1 講座，防災やエネルギー，材料などの環境基盤工学を専攻する第 2 講座，情報処理や通信などを専攻する第 3 講座の 3 つの講座から構成されており[*1]，それぞれの講座で公開している履修を推奨する講義と Social Link, Social Tag による分類との比較を行う．

また，Social Link，Social Tag による講義のネットワークを考えたとき，ハブとなる講義を中心としたネットワークは，ハブの講義が基礎的な授業であり，リンクされている他の講義が発展的な内容を取り扱っていると考えられる．

本研究では，Social Link と講義のクラスタとネットワークの形状に着目して Social Tag と Social Link を用いた学生によるボトムアップな講義分類の検証を行った．

4.2　結　　果

4.2.1　試作システムの利用状況

千葉大学工学部都市環境システム学科の 3 年生以上の学生 33 人によってタグ・関連科目の登録が行われた．試作システムに登録された講義は 182 個であり，試作システムへの講義の登録は学生全体で 606 回行われた．登録件数が多かった講義のうち上位 11 件を**表 2** に示した．最も多く登録された講義でのべ 125 回 33 種類のタグが付与された．

関連科目は利用者全体で 159 回登録され，77 科目間の関係が得られた．また，タグは利用者全体で 1,596 回登録され，536 種類のタグが得られた．タグは登録のあった講義のほとんどに付与されていたが，関連科目は登録数が多くても付与されていない場合が見受けられた．特に「都市環境システムセミナー」という講義では 14 人が試作システムに登録しているにもかかわらず，関連科目が登録されなかった．

*1 現在は 4 領域構成となっている．

表 3　種類別のタグの登録状況と形成されたネットワークの概況
Table 3　The number of each type of tags and network overview.

タグの種類	登録数（種類）	ノード数	リンク数
内容タグ	1,281（413）	135	584
実態タグ	309（120）	71	197
分類タグ	6（3）	2	1

4.2.2　Social Tag

実験では，付加されたタグから 739 本の仮想リンクが得られた．仮想リンクで現れた関係は以下の 3 種類に分類できる．

内容タグ　「グラフ理論」のように講義内容に関するタグ
実態タグ　「レポート」や「難しい」など講義の内容と関連のない講義の形態や感想のタグ
分類タグ　「Public」や「Private」などの利用者自身が自らのために講義を分類するために使用するタグ

それぞれの個数と仮想リンクにより形成されたネットワークに含まれるリンクとノードの数を**表 3** に示した．本実験では内容タグが多く得られた．

なお，分類タグは得られた個数が少なかったため，今回の分析の対象としなかった．以下仮想リンクによるネットワークについて述べる．ネットワーク図では，都市環境や都市設計・建築やデザインを専攻する第 1 講座の講義のノードを四角形，防災やエネルギー，材料などの環境基盤工学を専攻する第 2 講座の講義のノードを円形，情報処理や通信などを専攻する第 3 講座の講義のノードを六角形，都市環境システム学科以外の講義のノードを角丸四角形で表す．

内容タグの仮想リンクによるネットワークから SDC 法により 247 本のリンクを除去したものが**図 4** である．このネットワークから 6 つのクラスタが観察され，それぞれのクラスタは都市計画の社会的背景やルールに関する講義が含まれるもの（①），英語を取り扱う講義が含まれるもの（②），システム，通信，解析，材料工学を扱う講義が含まれるもの（③），プログラミングや情報処理に関する講義が含まれるもの（④），防災や建築に関する講義が主に含まれもの（⑤），デザインや建築に関する講義で構成されるもの（⑥）であった．③

© 2009 Information Processing Society of Japan

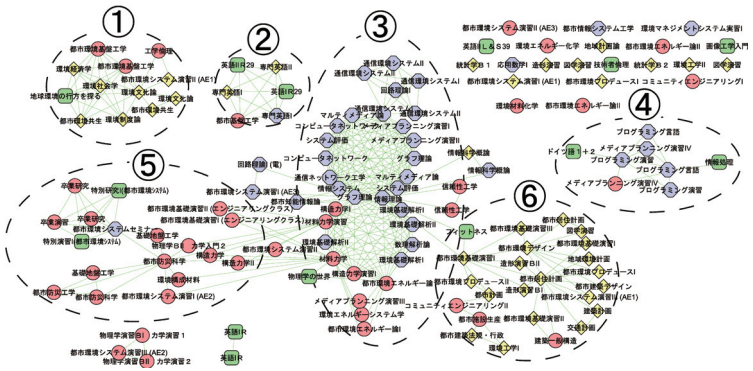


図 4　SDC 法により抽出された内容タグによるネットワーク
Fig. 4　Content tag co-occurence network with SD-Clustering.

のクラスタは 3 つの完全グラフによって構成されており，最上部は通信や回路に関する講義，上部はシステムやネットワークに関する講義，下部は解析や材料工学の講義で構成されていた．また，上部 2 つは第 3 講座，下部は第 2 講座に対応していた．他のクラスタに関しては，①，⑥が第 1 講座，⑤が第 2 講座，④が第 3 講座に対応していた．

また，各クラスタでハブとなっていた講義は「都市文化論」(①)，「通信環境システム I」「グラフ理論」「情報理論」(③)，「プログラミング演習」「プログラミング言語」(④)，「都市環境システムセミナー」「都市防災科学」(⑤)，「都市環境基礎演習 I」「都市環境デザイン」「都市居住計画」(⑥) であった．これらの講義はどれも 2 年次までに履修することが推奨されており，基礎に位置づけられる講義であった．

実態タグによるネットワークから SDC 法により 67 本のリンクを除去したものを**図 5** に示した．図中の完全グラフは，「実験」や「グループワーク」，「スライド」などの講義の形態に関するタグによりリンクが形成されていた．①，②の部分は「テスト重視」「テスト対策大変」「レポート微妙にむずい」「独学の必要性あり」など，講義を受けたうえでの感想のタグでリンクが形成されていた．

4.2.3　Social Link

Social Link によって 77 科目間の関係が抽出された．

図 6 に得られた講義のネットワークを示す．図 6 から Social Link の付与によって 6 つの大きなクラスタが得られたことが分かる．それぞれプログラミングや情報処理，統計，環境に関する講義が含まれるクラスタ（①），構造力学や材料力学などの講義が含まれるクラスタ（②），建築やデザインに関する講義が含まれるクラスタ（③），都市計画の社会的背景やルールに関する講義が含まれるクラスタ（④），通信に関する講義が含まれる中央下部のクラスタ（⑤），エネルギーや化学に関する講義が含まれるクラスタ（⑥）であった．それ以外の 2 つや 3 つ程度のノードで構成されるクラスタは「環境工学 I」と「環境工学 II」など，カリキュラム上で明確な関連がある講義であった．

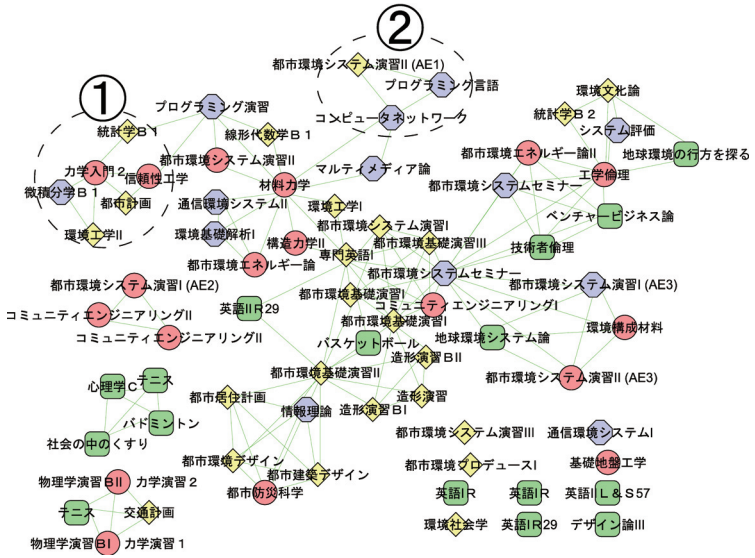


図 5　SDC 法により抽出された実態タグによるネットワーク
Fig. 5　Real tag co-occurence network with SD-Clustering.

③，④のクラスタは第 1 講座の講義のみ，①，⑥のクラスタは第 2 講座の講義のみ，⑤のクラスタは第 3 講座の講義のみで構成されており，学科区分と一致したクラスタが得られた．また，⑥のクラスタは主に第 3 講座の講義で構成されていた．

Social Link をもとに PageRank の算出を行った．なお，試作システムではある講義に対してその講義自体へのリンクを付与することができるが，それらは PageRank を算出する妨げになるため，除外して計算を行った．

結果のうち PageRank の上位 10 件を**表 4** に示した．PageRank が高かった講義のうち上位 4 件は相互にリンクが付与され，どちらかの講義の出次数が少ないものであった．ま

© 2009 Information Processing Society of Japan

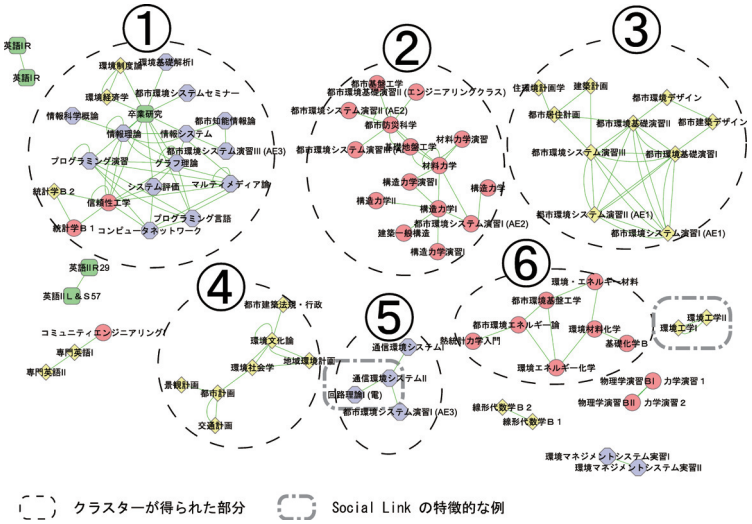


図 6　講座区分ごとにノードの形を変えた Social Link のネットワーク
Fig. 6　Network of social link.

表 4　Social Link に基づく PageRank（上位 10 件）
Table 4　PageRank Based on Social Link (Top 10).

講義名	入次数	出次数	PageRank
プログラミング言語	6	5	3.67
プログラミング演習	9	2	3.67
都市計画	3	1	2.11
交通計画	1	1	1.95
都市環境システム演習 III（AE1）	6	4	1.66
都市環境基礎演習 II	7	7	1.50
都市環境基礎演習 I	8	6	1.40
都市環境システム演習 I（AE1）	4	4	1.35
環境文化論	4	3	1.16
都市環境システム演習 II（AE1）	3	4	1.09

た，PageRank の上位に含まれる「都市環境システム演習 III（AE1）」「都市環境システム演習 I（AE1）」「都市環境基礎演習 I」「都市環境基礎演習 II」「都市環境システム演習 II（AE1）」の 5 つの講義は完全グラフを構成しており，どの講義も相互にリンクを持っていた．そのため，それぞれの講義の PageRank が等しく高くなった．

5. 試作システムの考察

5.1 Social Tag の考察

内容タグからカリキュラムと似通った分類が得られたことは，内容タグによる分類の妥当性を示している．今後，他学部・他学科のデータを増やすことによって教材の共有範囲という教職員にとって有益な情報の提供ができる可能性を示した．内容タグによる講義のクラスタは，講義間で共通の技術用語を持つ点が特徴である．

一方，実態タグは「スライド」や「レポート評価」などの講義の実施形態に関するものと「きめ細やかに教えてくれる」「授業進行が分かりにくい」など教員への学生の要請を反映している．このうち教員への要請を示すタグは，講義の実施方法における学生のニーズを抽出できることを示している．今後実態タグが増えることによって，これらのタグによるクラスタが形成されれば，学生から教員へのフィードバックとして有効である．たとえば，プログラミング関連など学生ごとに修得度の格差がある講義設計に役立つと考えられる．

また，実態タグ数が内容タグ数と比較して少なかったことについては，試作システムでタグの登録時に表示されるサンプルタグ（システム全体で使用されたタグの一覧）に内容タグが多く含まれていたためと考えられる[*1]．

実験の最初の段階で内容タグが多く使用されたため，サンプルタグに内容タグが多く表示されたことが内容タグの増加を促した．実態タグをより多く集めるためには，サンプルタグの内容や表示，選択におけるインタフェースを工夫する必要がある．

5.2 Social Link の考察

Social Link からもカリキュラムで示されている講義間の関係を反映した分類が得られた．Social Link によって関連づけられた講義間は必ずしも同じ技術用語を含まず，これらの関係はタグ付けによる仮想リンクからは得られていない．実験で得られた Social Link 特有の関係を示す例を 2 つあげる．1 つは基礎となる内容の講義とその応用を扱う講義のリンクで，具体的には図 6 に示した「回路理論 I」と「通信環境システム II」という講義の関係である．後者は電子回路の知識を必要とし，要素技術と応用領域というリンクである．しかし，「回路理論 I」と「通信環境システム II」の各シラバスに現れるキーワードや講義で用いられる

*1 試作システムではタグの登録時にシステム全体で使用されたタグの一覧（サンプルタグ）から選択することができる．

© 2009 Information Processing Society of Japan

用語が異なるため，内容タグによる仮想リンクでは両講義間の関係は現れない．もう 1 つはカリキュラム上で対で習得することを推奨している講義間，具体的には図 6 に示した「環境工学 I」と「環境工学 II」の関係である．どちらを先に履修しても差し支えはないが，互いに補完し合う内容であることを示すリンクである．これらは卒業研究に向けての準備や，資格認定など，学生が個別に持つ目標の達成に必要な要素技術の関係と解釈できる．

以上のことから，Social Link により得られるネットワークは講義の内容や学生の履修経験を強く反映するものであることを示している．また，Social Link は実態タグに比べ内容タグと一致する傾向が高いことから，タグによる仮想リンクと Social Link の共起を用いることで 2 つのタグの分類においても利用できると考えられる．

PageRank で得られた中心的な講義は特定のクラスタ内に集中しており，講義選択支援という観点から十分な結果を得られなかった．Social Link が少なく，また，「関連科目」を問う形で Social Link を付加してもらったため，学生がリンクの方向，すなわち，講義間の従属関係を示す向き，を意識しなかったことが一因としてあげられる．今後，説明可能な，妥当な Page Rank を得るためには，Social Link を張ってもらう際に，講義間の従属関係を意識してその関係の向きを与えてもらえるようなインタフェースにする必要がある．リンクの方向を意識して Social Link を張ってもらうことによって，有用な情報が得られることが期待される．

5.3　検証実験のまとめ

実験の参加者にとって，Social Link よりも Social Tag の付与の方が負担が軽く，その結果 Social Tag による仮想リンクが多く得られた．仮想リンクのうち実態タグによる関係は学生の望む「講義の進め方，スタイル，講義室の環境」の提示を可能にし，内容タグから得られた仮想リンクは，教材や資料を共有できる教員を探す手がかりを提供することができる．しかし，仮想リンクのうち内容タグが示す関係は 5.1 節で述べたように共通の技術用語をタグとする自明な関係が多く，Social Tag だけでは本研究の目的であるボトムアップな知識の抽出には限界があることが分かる．一方 Social Link は学生が個別に持つ目標の達成に必要な要素技術の関係を含んでおり，この関係から「資格取得」などの学生が講義群に対して潜在的に要請する “ある一貫したテーマ” を抽出することができる．そのため，Social Link を利用することで学生の講義選択支援において有益な情報が提供できると考えられる．

これらの結果はパスファインダとの連携においても有益であり，フォークソノミの利用が提案システム内で機能することを示すものである．

6. パスファインダとフォークソノミの連携

検証実験で，内容を反映した講義のクラスタと階層的な講義の関連性が抽出できる可能性を示した．

試作システムで得られた講義のクラスタは教職員によるパスファインダ作成・教材共有の手がかりとなる．2.3.1 項で述べたパスファインダを統合した提案システムにおいては，教員からの研究の入口へと導くシーズを提供する機能をも備える必要がある．そこで，試作システムを学問への入り口と考え，研究のシーズを提供するパスファインダと連携させる必要がある．

パスファインダとフォークソノミの連携の例を，**図 7** に示す．本研究で得られたタグやリンクの多くは，授業の内容に関するキーワードであった．提案システムでは，パスファインダを従来の「講義の先の研究への入口を提示する機能」に加えて，「講義の理解を深める学習指針を与える機能」の双方を実現し，それぞれの情報を動的に再構成することができるため，学生の利用価値を高めることにつながる．

さらにパスファインダの内容は，学内外のリソースへとリンクを張ることによって，教員の知識を補足し，かつ，学生のニーズに応えやすい枠組みへと拡張する必要がある．

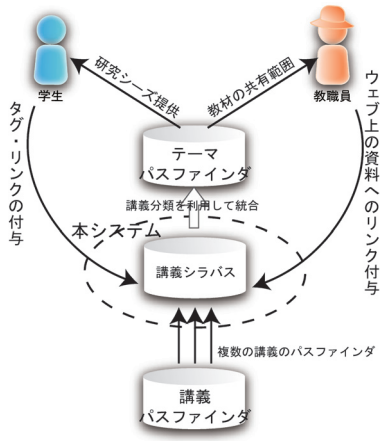


図 7　パスファインダと試作システムの連携
Fig. 7　Collaboration between pathfinder and the protorype system.

© 2009 Information Processing Society of Japan

7. ま と め

社会の変化にともなって大学という組織への要請も変化している．従来の知の提供だけにとどまらず，学生が活用しうる知識を継続的，かつ柔軟に提供するためのシステムが必要である．本論文では大学既設の知識データベースを利用し，時代や学生のニーズに即した教育を学生に提供することを目指し，学生によるフォークソノミ創出の枠組みを構築し，その効果の可能性を示した．一方，教員から学生に向けた研究シーズを提供するためのパスファインダは，大学図書館職員が教員に呼びかけて，教員との連携によって構築された専門知識への導線であり，フォークソノミから得られた学生ニーズの活用や，フォークソノミそのものとの統合によって，教職員と学生の相互連携が実現できる．

さらに，学生が構築するフォークソノミによって，パスファインダ・シラバスが体系化され，パスファインダからリンクを持つ大学既設のデータベースへのアクセシビリティも向上する．加えてパスファインダに掲載する資料を大学既設のデータベースに収録することでこれらのデータベースも豊富になる．

フォークソノミを創出するためには，各講義に対して，十分な数のタグやリンクが必要であるが，リンクやタグの付与は学生にとって直接的には見返りの薄い作業を要する．また，パスファインダに関しても，附属図書館の努力と教員の協力が得られなければ，実際のサービスとして継続的に運用することは難しい．このような各立場における連携へのインセンティブの問題を解決することは提案システム運営上の大きな課題である．

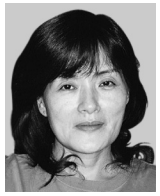
参 考 文 献

1) LaRowe, G., Ichise, R. and Börner, K.: Analysis of Japanese Information Systems Co-authorships Data, *IV '07*: *Proc. 11th International Conference Information Visualization*, pp.459–464 (2007).
2) Matsuo, Y., Mori, J., Hamasaki, M., Nishimura, T., Takeda, H., Hasida, K. and Ishizuka, M.: POLYPHONET: An advanced social network extraction system from the Web, *Web Semantics*: *Science, Services and Agents on the World Wide Web*, Vol.5, No.4, pp.262–278 (2007).
3) Chan, I. and Chao, C.: Knowledge Management in Small and Medium-Sized Enterprises, *Comm. ACM*, Vol.51, No.4, pp.83–88 (2008).
4) 鹿島みづき，山口純代：図書館パスファインダーに見る次世代図書館の可能性，情報の科学と技術，Vol.52, No.10, pp.526–537 (2002).
5) Dahl, C.: Electronic pathfinders in academic libraries : An analysis of their content and from, *College and research libraries*, Vol.67, No.3, pp.227–237 (2001).
6) Lund, B., Hammond, T., Flack, M. and Hannay, T.: Social bookmarking tools (ii): A case study – connotea, *D-Lib Magazine*, Vol.11, No.4 (2005).
7) 長屋彩子，松村　敦，宇陀則彦：Social linking：コミュニティを対象とした情報共有・組織化手法の提案，電子情報通信学会第二種研究会資料，WI2–2007–29, pp.49–54 (2007).
8) Lawrence, P., Sergey, B., Rejeev, M. and Terry, W.: The pagerank citation ranking: Bringing order to the web. (1999). http://dbpubs.stanford.edu:8090/aux/index-en.html
9) Matsuo, Y. and Ohsawa, Y.: Finding meaning of clusters, AAAI Fall Symposium, Technical Report, FS–02–01, pp.7–13 (2002).
10) 西島　寛，荒井幸代，檜垣泰彦，土屋　俊：フォークソノミーを用いた講義選択知識の抽出，電子情報通信学会技術研究報告，OIS2008–14, Vol.108, No.53, pp.79–84 (2008).

(平成 20 年 5 月 20 日受付)
(平成 20 年 11 月 5 日採録)

西島　寛

1986 年生．2008 年千葉大学文学部行動科学科卒業，千葉大学大学院人文社会科学研究科総合文化研究専攻在籍．組織における情報創出や情報共有に興味を持つ．



荒井　幸代

ソニー（株）を経て 1998 年東京工業大学大学院総合理工学研究科知能科学専攻修了，博士（工学）．1999〜2001 年 Carnegie Mellon University, Robotics Institute（米），Fraunhofer AIS（独）上級研究員，2002〜2004 年京都大学大学院情報学研究科客員助教授，現在，千葉大学大学院工学研究科都市環境システムコース准教授．機械学習，マルチエージェントモデリング研究に従事．人工知能学会，電気学会，オペレーションズリサーチ学会，シミュレーション学会，土木学会，AAAI，ACM 各会員．

© 2009 Information Processing Society of Japan

檜垣　泰彦（正会員）

1960 年生．1982 年千葉大学工学部電子工学科卒業，1984 年千葉大学大学院工学研究科（修士課程）電子工学専攻修了．同年千葉大学工学部助手．この間，2006 年千葉大学大学院自然科学研究科（博士後期課程）修了．博士（工学）．2008 年千葉大学大学院工学研究科都市環境システムコース准教授，現在に至る．大学環境における情報システムに興味を持つ．電子情報通信学会，IEEE 各会員．

土屋　　俊

1952 年生．1977 年東京大学大学院人文科学研究科哲学専攻（修士課程）修了，1980 年同大学院人文科学研究科哲学専攻博士課程単位取得退学．1982 年千葉大学文学部助教授，1994 年同教授，現在に至る．心の哲学，言語哲学，論理学史，状況意味論，技術史・技術論，情報倫理，マルチメディア文書処理，対話構造および対話理解・生成等に関する研究に従事．

© 2009 Information Processing Society of Japan