

文理融合系学部における 履修モデル可視化システムの開発と評価

塩澤 大輝¹ 松澤 芳昭^{2,a)}

概要：近年増加している文理融合系学部では、文理の枠にとらわれないカリキュラムが構成される。そのため、科目選択における選択肢の幅が広がり、履修モデルが多様化する。本研究では、学生の履修モデル構築および教員によるカリキュラム評価を支援することを目的として、多様化する履修モデルをネットワーク科学の応用によって明らかにする観測システムの開発を行った。D3.js を用いてウェブブラウザ上で動作するアプリケーションとして実装した。社会情報学部の学生を対象にデータ入力実験を行い、履修モデルを可視化し、分析を行った。その結果、履修モデルは専攻するコースによってその傾向がはっきり分かれていること、科目共起ネットワークは分野ごとにクラスターを成すことなどがわかった。学生を対象に使用実験を行ったところ、学生は可視化された履修モデルから履修モデル構築の偏りや無自覚の興味を発見できることが分かった。本システムは教員にとっても、カリキュラム評価の支援に有用であるという結果も得られた。

キーワード：可視化, ネットワーク, 文理融合系学部

1. はじめに

文理融合系学部では、カリキュラムにおいて選択科目の分野幅が広大になる。そのため履修科目の組み合わせは膨大になり、多様な履修モデルが構成される。青山学院大学社会情報学部では、情報・社会・人間の3つの学問領域を設置している。設置科目数は160を超え、その中から60単位を選択する必要 [1] があり、その組み合わせである履修モデルが多様になることは必至である。各学生の履修モデルは履修者本人を除いて知る術はなく、明らかにされてこなかった。多様な履修モデルを解明することによって、学部が制定するカリキュラムの改善や学生の履修モデル構築の支援に役立つことが期待できる。

本研究では、文理融合系学部における履修モデルを観測するシステム“CourseSpace”を提案する。提案システムの特徴は、ネットワークグラフ [2] を用いて履修モデルを可視化することと、インタラクティブな操作によって観測することができるインタフェースを有することである。

ネットワーク科学を用いた研究は様々な分野において先

進的な発見をもたらしている。Hidalgo [3] はネットワーク科学を用いて経済分析を行い、長期的なGDPの変化を説明した。各国の個々の経済的な指標だけでなく、国際貿易によって生じる製品のやり取りから各国の産業の複雑性を算出（経済複雑性指標）し、経年変化を観測した。

大学においてシラバスや知識体系をネットワーク科学を用いて分析する研究も複数存在する。美馬 [4] はネットワーク科学を用いてカリキュラム分析を行い、「構造化知識」の獲得を目的とした“MIMA SEARCH”を開発した。“MIMA SEARCH”は入力語句に対してデータベース上のデータとの関連性を可視化して返すシステムである。東京大学工学部のシラバス検索システムとして実用されている。

増永ら [5], [6] はカリキュラムから知識体系 (Body Of Knowledge, BOK) を策定する過程がリバースエンジニアリングにあたることを明らかにし、新生学問分野のBOK構築を実現した。BOKの作成において、シラバス間にセマンティックリンクを張り、意味ネットワークを作成、BOK木のユニット候補の選定を行った。

ネットワーク科学の有効性を示す実験として、Pentland [7] が挙げられる。Pentlandは、MITの二回の会議で集めた情報、誰と誰が話していたかや、参加者がどこに行ったか、一日を通してどう振る舞ったかを測定した。参加者名簿から、参加者の誰と誰が同じ企業に属しているか

¹ 青山学院大学大学院 社会情報学研究科
Graduate School of Social Informatics, Aoyama Gakuin University

² 青山学院大学 社会情報学部
School of Social Informatics, Aoyama Gakuin University

a) matsuzawa@si.aoyama.ac.jp

がわかった。この情報を基に、参加者の行動と所属を比べ、どの行動が所属を予測する上で役立つかを突き止めた。二人の人が対面で費やす時間の合計は、その二人の所属が同じかどうかと相関関係があった。所属が同じかということは言い換えれば同じ社会的ネットワークのメンバーかどうか、ということである。社会的ネットワークとは、行動が何らかの形で結びついている人たちのネットワークである。仕事であろうと、遊びであろうと結び付けられている特定の行動がその社会的ネットワークの性質を決める。本研究における社会的ネットワークは、履修によって結び付けられた学生のネットワークである。また逆に、学生によって結び付けられた科目のネットワークという見方をすることもできる。履修によって結び付けられた学生のネットワークにおける所属は、専攻するコースや研究室等様々な属性が想定されるが、そのような所属が明らかにされることが期待される。

2. 提案システム: CourseSpace

本研究では、文理融合系学部の履修モデルを明らかにする観測システムを開発した。ここで、「履修モデル」とは各学生の科目履修状況を指す。文理融合系学部では多様な人物像が想定され、学生毎に構成される多様な科目履修それぞれをモデルと考えることができるためである。

“CourseSpace”は、以下の3項目を目的とする。

- (1) 履修の実情を明らかにすること
- (2) カリキュラム評価（カリキュラム制定者、教員）を支援すること
- (3) 履修モデル構築（学生）を支援すること

CourseSpaceを利用して青山学院大学社会情報学部の履修を視覚化した結果を4章に、ユーザによる提案システムの評価を5章にそれぞれ示す。

2.1 社会情報学部のカリキュラム

青山学院大学社会情報学部は広い視野を持ち、多様な背景を持つ他者とコミュニケーションをとって、実社会の複雑な問題の解決に貢献できる人材の育成を掲げ、異分野融合領域で活躍できる人材を目指している。

人材育成目標に基づき、社会、情報、人間の3分野を学部で学ぶ学問領域として設置している。すべての学生は3分野のうち2つの分野が融合する学際領域を中心に学ぶ。各分野の科目をエリア科目、2つ以上の学問領域にまたがる異分野融合領域の科目をリエゾン科目と呼ぶ。3年次以降は社会・情報コース、社会・人間コース、人間・情報コースの3つコースのいずれかに所属し、コース名にある2つの分野の各エリア科目と異分野融合領域であるリエゾン科目を履修する。

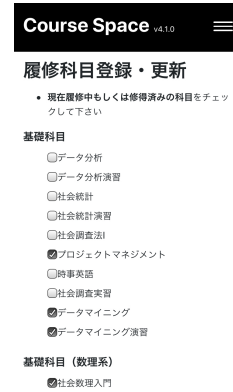


図1 入力画面。モバイルサイズにも対応している。

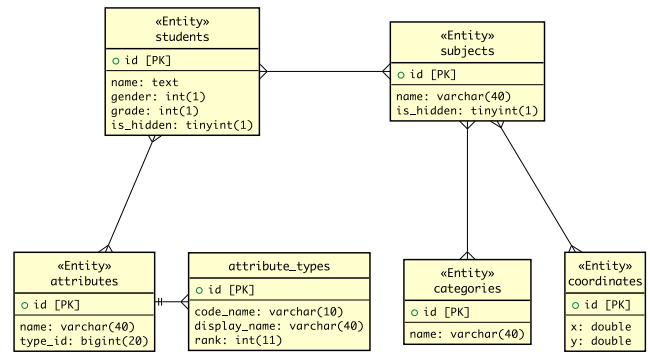


図2 データベーススキーマ

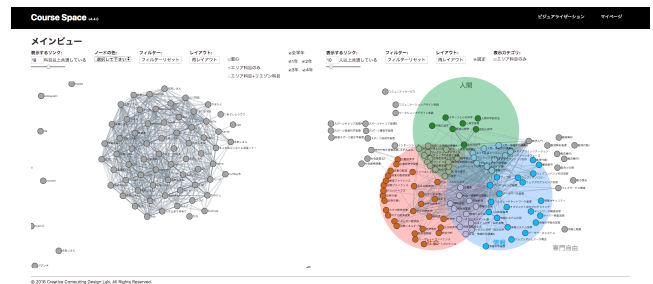


図3 CourseSpace メインビューの外観

2.2 設計

2.2.1 入力データ

CourseSpaceは、履修データ入力画面もシステム内に設計した。入力画面を図1に示す。データ入力者は表示される履修科目のリストから、履修した科目にチェックすることで履修情報をシステムに登録する。

図2にデータベーススキーマのER図を示す。学生と科目テーブルを中心に、それぞれに任意のメタデータを付与できるように設計した。

2.2.2 メイン画面

CourseSpaceメインビューの外観を図3に示す。左が学生の履修科目における共起ネットワーク、右が科目の履修者における共起ネットワークである。いずれのネットワークも、力指向アルゴリズムによってレイアウトするモードを実装した。力指向アルゴリズムとは、各ノードに等しく

重力を与え各リンクの長さが等しくなるようグラフをレイアウトするアルゴリズムで、リンクが極力重ならないようレイアウトされる。

2.2.3 分析機能

分析のため、次の機能を実装した。

(1) 表示リンク調節機能

共起するノード間をすべてリンクとして表示すると、グラフの密度が高くなり、ネットワークの構造を読み取ることが難しくなるため、表示するリンクを選択する必要がある。本機能によって表示するリンクの閾値を設定し、閾値より低いリンクを表示しない。閾値はスライダーバーまたはテキストボックスから設定する。

(2) つながり強調機能

ネットワークの構造を読み取ることを支援するため、ノードの持つリンクにフォーカスする。ノード上にカーソルをホバーするか、クリックすることで選択する。クリックの場合、ctrl キーを押しながら複数ノードを選択することも可能である。

(3) 横断フィルタ機能

学生の履修科目における共起ネットワークと科目の履修者における共起ネットワークを連携する。一方のグラフでノードを選択すると、もう一方のノードで関係のあるノードとリンクがフォーカスされる。個人の履修について観察する際や、科目の履修者について観察する際に用いる。

(4) 学生属性可視化機能

学生の履修科目における共起ネットワークにおいて、ノードを色分けする。色分けする属性は、学生に関するメタデータである。グラフに学生に関するメタデータを投影することによって視覚的に分析することを支援する。

(5) 学年フィルタ機能

学生の履修科目における共起ネットワークおよび重心モードにおいて、ノードを学年によってフィルタする。学年が上がるにつれ必然的に履修科目が増加するため、学年による履修科目数の相違の影響を抑える。

(6) ノード固定機能

科目の履修者における共起ネットワークにおいて、レイアウトを固定に切り替える。固定レイアウトにすると、科目の設置エリアを考慮しつつ、恣意的に配置した場所へノードが固定される。横断フィルタ機能において個人の履修科目を観察する際は、科目ネットワークのレイアウトを固定し、科目の設置エリアやリエゾンと関連付けられている方が履修の特徴を捉えることが容易になる。

背景の3つの円は、それぞれが社会情報学部

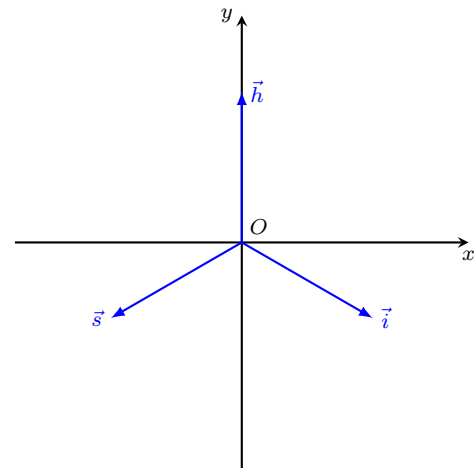


図4 履修領域重心の設計

された学問領域を表している。例えば、水色の円は学問領域としての情報を表し、他の円と重ならない部分には情報エリアの科目を配置している。水色の円（情報）と緑色の円（人間）が重なる部分は学際的融合領域を表し、人間・情報リエゾンの科目を配置した。3つ全ての円が重なる部分は社会情報学部においてはフルリエゾンと呼ばれており、設置されている科目は全て必修のためネットワーク上には表示されていない。

(7) 表示カテゴリフィルタ機能

科目の履修者における共起ネットワークにおいて、ノードを科目の設置領域によってフィルタする。エリア科目とリエゾン科目では性質が異なるため、目的に応じた分析によって表示を切り替える。

(8) 履修領域重心表示機能

各学生の履修の概要を観察するため、共起ネットワークとは別に履修領域重心を可視化した。履修領域重心とは、各学生の履修モデルにおいて社会情報学部の設置する3つの学問領域のバランスを表すものである。各学生の履修モデルを学問分野によって分解し、その重心を採る。二次元空間で視覚化するため、平面図形における三角形の重心の概念を用いた。各学生の履修科目数を配置エリアごとに3つの位置ベクトル $H(\vec{h}), S(\vec{s}), I(\vec{i})$ として表し、3点 H, S, I を頂点とする三角形の重心を学生の履修領域重心とする。

図4は、履修モデルを学問分野によって分解し、科目配置エリアごとの履修科目数をベクトル表現したものである。3つのベクトルの向きは均等に設定した。ベクトル \vec{h} が人間エリアを、ベクトル \vec{s} が社会エリアを、ベクトル \vec{i} が人間エリアを表す。

人間エリアの履修科目数を h 、社会エリアの履修科目数を s 、情報エリアの履修科目数を i として、各ベクトルを求める式を以下に表す。

$$\vec{h} = (0, h) \quad (1)$$

$$\vec{s} = \left(-s \cos \frac{\pi}{6}, -s \sin \frac{\pi}{6}\right) \quad (2)$$

$$\vec{i} = \left(i \cos \frac{\pi}{6}, -i \sin \frac{\pi}{6}\right) \quad (3)$$

(1)–(3) 式を用いて学生の履修領域重心ベクトル \vec{g} を (4) 式に示す。

$$\vec{g} = \frac{\vec{h} + \vec{s} + \vec{i}}{3} \quad (4)$$

リエゾン科目について、社会・情報リエゾン科目の履修科目数を l_{si} 、社会・人間リエゾン科目の履修科目数を l_{sh} 、人間・情報リエゾン科目の履修科目数を l_{hi} とする。リエゾン科目はまたがる2つのエリアについて等しい成分を持つと仮定し、それぞれにリエゾン科目履修数の $\frac{1}{2}$ を分配する。

リエゾン科目の履修数を含んだベクトルを求める式を以下に示す。

$$\vec{h}' = \left(0, h + \frac{l_{sh} + l_{hi}}{2}\right) \quad (5)$$

$$\vec{s}' = \left(-\left(s + \frac{l_{sh} + l_{si}}{2}\right) \cos \frac{\pi}{6}, -\left(s + \frac{l_{sh} + l_{si}}{2}\right) \sin \frac{\pi}{6}\right) \quad (6)$$

$$\vec{i}' = \left(\left(i + \frac{l_{si} + l_{hi}}{2}\right) \cos \frac{\pi}{6}, -\left(i + \frac{l_{si} + l_{hi}}{2}\right) \sin \frac{\pi}{6}\right) \quad (7)$$

学生の履修領域重心ベクトル \vec{g}' は、 \vec{g} 同様に、(5)–(7) 式を用いて (8) 式に示される。

$$\vec{g}' = \frac{\vec{h}' + \vec{s}' + \vec{i}'}{3} \quad (8)$$

各領域に設置されている科目数はそれぞれリエゾン科目を除いて社会エリア 28 科目、情報エリア 23 科目、人間エリア 7 科目と大きくばらつきがあるが、科目数に大きく差があることも含めて現在の履修状況を射影することを意図して、加重平均などはとらずに単純に算出した。

2.3 実装

CourseSpace は、JavaScript を用いて Web アプリケーションとして実装した。使用ライブラリは D3.js [8], crossfilter.js である。システム構成図を図 5 に示す。

D3.js はデータベースから取得したデータを元にグラフの描画を行う。crossfilter.js はデータを D3.js に渡す前にフィルタをかける。データベースサーバのインタフェースは php によって API 化され、ブラウザから sql 文を post することによってデータベースに任意の操作を行うことを実現している。

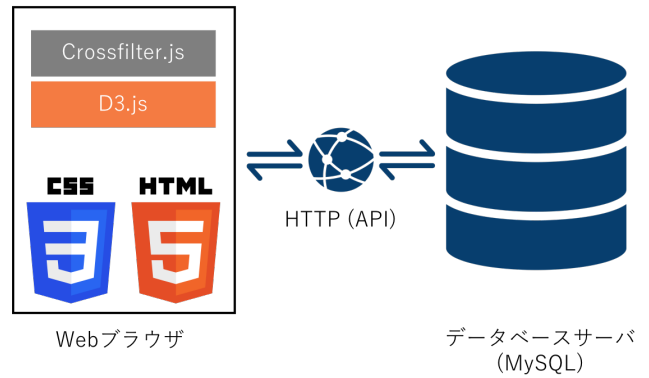


図 5 システム構成図

3. 評価実験

3.1 青山学院大学社会情報学部を事例とした履修観測

開発したシステムを用いて履修データ入力実験を行った。入力データは次の通りである。

- 社会情報学部専門科目および外国語科目のうち必修科目を除いた 168 科目から履修した科目 (必須回答)
- 個人の属性について以下の項目 (任意回答)
 - システム上の表示名
 - 性別
 - 学年
 - 専攻コース
 - 所属研究室
 - 志望業界
 - 決定進路
 - 高校での文理選択
 - 教職課程履修の有無

データ入力対象者は以下の通りである。(任意で回答)

- 2018 年度前期データベース基礎履修者 (授業内実験)
- 著者所属研究室所属学生 (情報系)
- 研究室所属 4 年生

3.2 対象データ

有効なデータ入力を行った学生は 120 名 (社会・情報コース 51 名, 社会・人間コース 11 名, 人間・情報コース 32 名, コース未登録 26 名) である。データベース基礎 (情報エリア科目) 履修者を対象として実験したことにより、データに若干の偏りが出ている。

分析に用いた科目は 114 科目である。講義科目との同時履修が前提の演習科目、ゼミナール、外国語科目は事実上必修科目となっているため除外した。

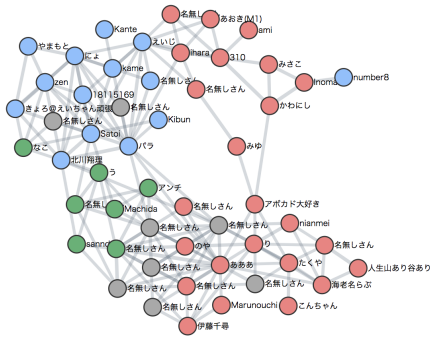


図 6 表示するリンクの共起を 23 科目以上、ノードの色分けを専攻するコースに設定した学生の共起ネットワーク

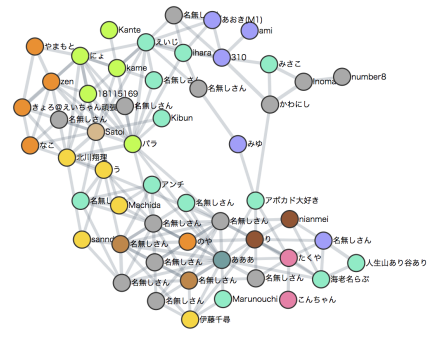


図 7 表示するリンクの共起を 23 科目以上、ノードの色分けを所属研究室に設定した学生の共起ネットワーク

3.3 分析方法

提案システム“CourseSpace”を用いて分析を行った。

学生の科目履修における共起ネットワークにおいて、学生の属性によってノードを色分けし、履修傾向と相関のある属性について観察を行った。科目の履修者における共起ネットワークにおいて、2種類のレイアウトを用いて科目間の関係について観察を行った。学生ネットワークと科目ネットワークを横断してフィルタする機能を用いて各学生の履修や科目を履修している学生についての観察を行った。履修領域重心において、学年フィルタを用いて学年ごとの重心の遷移について観察を行った。

次章に挙げるネットワーク図において、ノード数が登録学生数や科目数と一致していない。表示するリンクの共起度に閾値を設け表示しないリンクを設定したことにより、リンクを持たないノードが除外されたためである。

4. 結果

4.1 学生ネットワーク

4.1.1 コース

図 6 は表示するリンクを 23 科目以上、ノードの色分けをコースに設定した学生の履修科目における共起ネットワークである。ピンクが社会・情報コース、緑が社会・人間コース、水色が人間・情報コース、グレーがコース不明を表す。ノードの配置から、専攻するコースによって履修の傾向がはっきりと別れていることが見てとれる。コースはそれぞれ 2つの専門エリアから成るが、中心的に履修しているエリアがノードの配置に影響を与える。これは特に社会・情報コースに顕著に現れており、2つの群に分かれている。人間・情報コースに近い群は情報エリアを中心に、社会・人間コースに近い群は人間エリアを中心に履修している。各ノードの履修科目は横断フィルタ機能によって確認できる。

ここで、コース不明のノードについて、その配置から専攻するコースについて推測することができる可能性がある。同一のコースを専攻する学生ノードとのみリンクを持つ場合、ほとんどの場合がリンクを持つ学生ノードと同一

のコースを専攻していると考えられる。2つのコースを専攻する学生ノードとリンクを持つ場合、リンクを持ついずれかのコースのどちらか、ノード間の距離が最も近いコースを専攻していると考えられる。

次に、ネットワークの形に注目すると、ノードが円周上に配置され、中心部分が過疎になっている。ここではこれを「ドーナツ化現象」と呼ぶこととする。ドーナツ化現象の要因として、カリキュラムが挙げられる。先述の通り、専攻するコースは2つのエリアから構成されており、カリキュラム上は3つ目のエリアを履修する必要がない。これにより、専攻するコースに属さないエリアに配置された科目の履修数が極端に減少する。その結果、各学生ノードから専攻するコースにないエリアを履修する学生ノードとの共起数も減少し、表示リンク調節機能の閾値を下回ったことによって削除される。

4.1.2 研究室

図 7 は表示するリンクを 23 科目以上、ノードの色分けを所属する研究室に設定した学生の履修科目における共起ネットワークである。グレーが所属研究室不明または所属なし、それ以外は各研究室ごとに色分けされている。専攻するコースのようにはっきりと履修の傾向が分かれてはいないが、研究室ごとの特徴が現れている。およそ各研究室ごとに群を成しており、体感的に各研究分野と一致する配置となっている。例えば、若草色のノードは研究室 M を表し、ノードが分散して配置されているが、研究室 M は多様性を重視する研究室であり、学生の履修においても多様性があることが示されている。

4.1.3 高校での文理選択

図 8 は表示するリンクを 23 科目以上、ノードの色分けを高校での文理選択に設定した学生の履修科目における共起ネットワークである。ピンクが文系、水色が理系、緑がその他、グレーが文理不明を表している。文系と理系は全体として分散しており、高校での科目選択が大学における科目履修に影響していないことを示している。

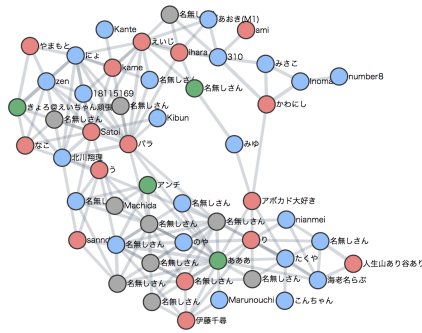


図 8 表示するリンクの共起を 23 科目以上、ノードの色分けを高校での文理選択に設定した学生の共起ネットワーク

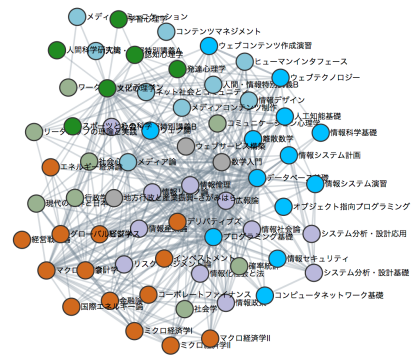


図 10 表示するリンクの共起を 10 人以上、レイアウトを力指向に設定した科目の共起ネットワーク

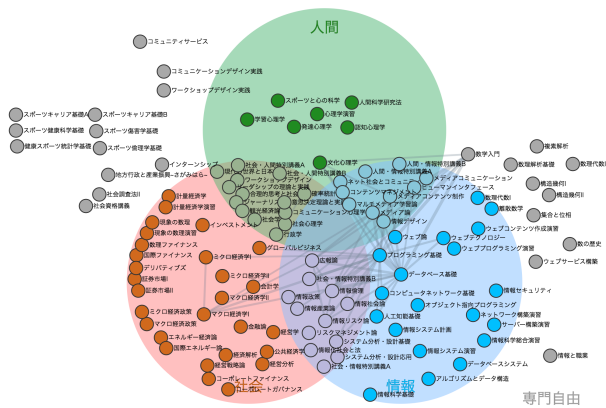


図 9 表示するリンクの共起を 20 人以上、レイアウトを固定に設定した科目の共起ネットワーク

4.2 科目ネットワーク

4.2.1 固定レイアウト

図 9 は表示するリンクを 20 人以上、レイアウトを固定に設定した科目の履修者における共起ネットワークである。このネットワークは、セットで履修される可能性の高い科目を示している。例えば、情報エリアのプログラミング基礎とデータベース基礎，社会エリアのミクロ経済学 I とマクロ経済学 I などである。これらの科目は各専門エリアの基礎的な科目として多くの学生がセットで履修していると考えられる。数学入門はプログラミング基礎，文化心理学，マクロ経済学 I など全ての専門エリアの科目とリンクを持つことから，(科目名からではなく)基礎的な科目であることがわかる。

4.2.2 力指向レイアウト

図 10 は表示するリンクを 10 人以上、レイアウトを力指向に設定した科目の履修者における共起ネットワークである。濃い水色が情報エリア，茶色が社会エリア，濃い緑色が人間エリア，薄い水色が人間・情報リエゾン，藤色が社会・情報リエゾン，薄い緑色が社会・人間リエゾンを表す。コース科目のノードの間にリエゾン科目のノードが配置されており，学際的融合領域を学ぶカリキュラムの狙い通りに履修されていることが示されている。

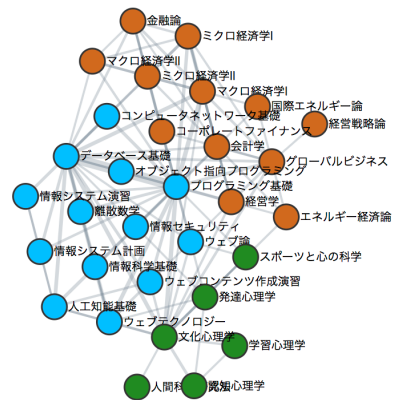


図 11 表示するリンクの共起を 10 人以上、レイアウトを力指向に設定し，エリア科目のみ表示した科目の共起ネットワーク

図 11 は表示するリンクを 10 人以上、レイアウトを力指向に設定し，エリア科目のみを表示した科目の共起ネットワークである。水色が情報エリア，茶色が社会エリア，緑色が人間エリアを表す。ノードの配置が科目の配置されている領域ごとにはっきりと分かれていることがわかる。同じ領域の科目は同じ学生に履修される可能性が高いことを示している。

4.3 履修領域の重心

図 12 に各学生の履修の重心を示す。先述のドーナツ化現象のため，中心部分は過疎になるはずである。しかし，図 12 においては中心部分が密になっている。重心の算出時に履修科目数の差を考慮していないため，履修科目数の少ない学生の重心が中心部分に接近してしまう。履修科目数は学年に比例するはずである。

各学年ごとの履修領域重心を図 13 に示す。図 13 (a) は中心付近にノードが集中しているが，図 13 (c) では中心が過疎になっており，明確にドーナツ化現象が現れている。学年が上がるにつれ，各学生はそれぞれの専攻するコースに応じて専門性を深めていることがわかる。

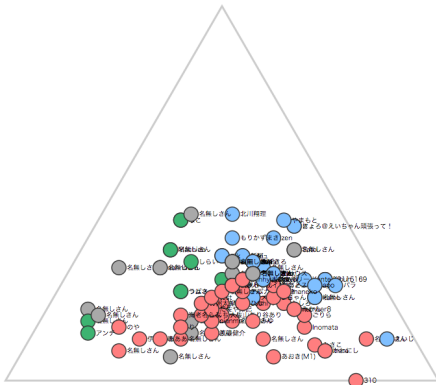


図 12 ノードの色付けを専攻するコースに設定した各学生の履修の重心

表 1 学生によるコメント (一部)

ID	発言
S1	参考になります。社会情報人間の3つのエリアか科目が見れたり、研究室や高校での文理を見ることができなのが面白いと感じました。自分と同じ科目を履修している人がほかにもどんな科目を履修しているのかは2年次3年次の履修登録の時には特に参考になると感じました。もしこのシステムがあれば履修登録の際に利用したいです。4年生で就活が終わった人はどこに就職したのかも知れたら助かるなどと思いました。
S2	データを入れると自分がどの分野に偏っているかよくわかった。また、無意識に自分はどの分野に向いているのかがよくわかった。
S3	自分のとっている科目に、偏りがあるんだろうと思っても、どう偏っているのかは正直わかっていなかったし、分かつてもしていませんでした。しかし、自分のとっている科目を選択するだけでこのように可視化できると、履修登録の際にどの科目をとればバランスが散れるか、あるいは専門性に特化できるかわかるところが面白いと感じました。
S4	情報系を志望する上で周りがどのような選択をしているのかの参考になった。この授業を履修している学生は情報系の授業を多く履修していることが分かった。社会・情報リエゾン専攻と思われる人でも人間エリアの授業を履修していたりするのを多く見かけたので、もっと多くの学問に触れようと思った。

5. 評価

5.1 学生による使用実験

本実験の一部では、実験協力者にデータ入力後に提案システムのメインビューを使用させた。実験後、実験協力者にアンケートを行った。アンケートの質問項目は以下の3項目である。

- (1) 今後の履修の参考になるか
- (2) 面白いと思ったところ
- (3) 改善点

アンケートの回答の一部を表1に示す。

表 2 カリキュラム委員会での発言 (抜粋)

ID	発言
T1	文理であんまりパターン変わらないって言うのはちょっと意外かも知れない。我々数学の印象が強すぎるのかも知れない。数学の教科目だけは文理でたぶん取ってるの違うんですけど。あとはあんまり変わらないんでしょうね。
T2	僕はもう少し真ん中によると思ってたんですよ。僕の研究室はバラけている奴しかないんで。偏ってる奴しかない。やっぱり結構そうなんだって。よくない。そこは良くなくなって思いました。
T3	情報と人間の真ん中の人と社会と情報の真ん中の人は一応いるってことですよ。うちがホントのど真ん中を目指しているのかっていうのはわかりませんが、僕は社会と情報と、社会と人間の真ん中にある程度いるっていうのは、いいのかなっていうのか。カリキュラム的には良かった。それが多いか少ないか判断はあれですけど。全くないよりはいいのかなと。
T4	取得総単位数との関係ちょっとみたいです。100いくつびったりとって奴らに、もうちょっととってほしいっていう声があるんですけど、要はあの、バランスよくとるためにはもしかするとちょっと余分に単位取らなきゃいけないかもしれない。少し余分に単位とらないと真ん中に来ないのか、あるいは余分にとってる奴っていうのはますます特化して端っこの方にとりにいってただけで、バランスにはなってないのか。ちょっと総単位数との関係と取得... 取り方との関係がわかると、何か良い情報かも知れない。

S2より、実験協力者は、自分の履修モデルの偏りや無自覚な興味を発見したことがわかる。S3, S4より、提案システムによって可視化された履修モデルから、今後の履修モデル構築における方向性のヒントを得ていると考えられる。これらのコメントは、提案システムは学生の履修モデル構築を支援できる可能性が示唆されている。

5.2 教員による使用実験

提案システムのユーザであるカリキュラム評価委員(社会情報学部教員)5名に提案システムによって可視化された履修の現状を報告し、直感的な理解との比較について議論を行った。議論において履修領域重心機能が中心的に用いられた。議論での発言の一部を表2に示す。

その結果、想定よりも3分野を万遍なく履修している学生が少ないことが指摘された。社会情報学部の目標が3分野を万遍なく履修することのみではないため、2分野をバランスよく履修している学生が一定数存在することが示されたことは評価された。その他の点において履修モデルは概ねカリキュラム設計意図通りであることが確認された。

新たな分析のアプローチとして、総取得単位数との関係が提案された。総取得単位数の増加が履修傾向に与える影響はカリキュラム設計に示唆を与えると考えられる。

議論の結果、提案システムはその目的であるカリキュラム改定のための現行カリキュラムの評価支援に有用である

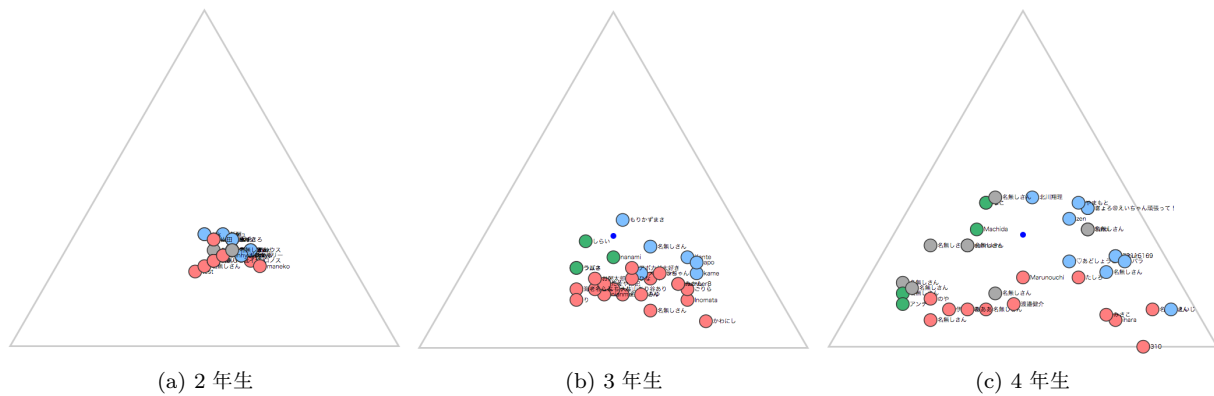


図 13 学年ごとの履修領域重心

ことが確認された。社会情報学部ではカリキュラム改定を控えており、現在のカリキュラムと改定後のカリキュラムそれぞれの履修モデルの比較に提案システムの活用が期待できる。

6. 考察

提案システム“CourseSpace”を用いた分析によって、新たな発見や体感的に理解されていたことの裏付けを得ることができた。学生の履修モデルが専攻するコースの影響を大きく受けていることは当然のことであるが、本実験によって改めて明らかにされた。特に興味深いことは、履修領域の重心を視覚化したことによって、コースを超えて学部の設置する学問領域を網羅的に履修する学生がほとんど存在しなかったことが明らかにされたことである。

履修モデルと学生の属性をネットワークの構造から視覚的に読み取れるようなリンクの閾値を観測の中で探索することができた。ノードの配置をドラッグ・アンド・ドロップによって変化させ、分析を支援する機能や、レイアウトを即時に切り替える機能によって探索的な観察が実現できた。このような分析過程から、インタラクティブなアプリケーションとして実装したことは有用であったと考えられる。

科目の共起ネットワークにおいて、セットで履修される可能性の高い科目や学際的融合領域を学ぶカリキュラムが実際の履修モデルに反映されていることがわかった。学生の共起ネットワークにおいて、ネットワーク構造から学生の専攻するコースが推測できる可能性があることが発見された。このような結果から、ネットワーク科学を用いた視覚化というアプローチは有用であったと考えられる。

これらの発見から、CourseSpaceのような可視化システムを用いることによって、データに基づいたカリキュラム制定や改定が行えるようになると言える。本研究の成果は社会情報学部の設置するカリキュラム改定委員会において報告され、カリキュラム改善に用いられている。さらに、CourseSpaceのような可視化システムは学生の履修モデル構築を支援することができると言える。学生による使用

実験では、学生は自らの履修モデルの偏りや無自覚な興味を発見した。社会情報学部に限らず、近年増加している文理融合系ないし学際的融合領域に主眼を置く学部において、多様な履修モデルを観測し理解することは学部の発展において欠かせない。

今回の実験では、収集したデータの数が少ないことや回答者の属性に若干の偏りがある。しかし、今回発見されたことや裏付けられたことは、ネットワークの構造から発見されたことが多く、データの偏りの影響を考慮しても傾向は変わらないであろう。仮に学部にも所属する全学生からデータを集めることが実現すれば、より正確に学部の履修モデルを観測することが可能になり、詳細な分析とより多くの発見が期待される。

参考文献

- [1] 青山学院大学. 青山学院大学社会情報学部 2015 年度授業要覧. https://www.aoyama.ac.jp/wp-content/uploads/2018/02/ssi_2015.pdf.
- [2] Mark Newman. *Networks: An Introduction*. OUP Oxford, 2010.
- [3] Hidalgo Cesar A, 千葉敏夫. 情報と秩序: 原子から経済までを動かす根本原理を求めて. 早川書房, 2017.
- [4] Hideki Mima. Mima search: a structuring knowledge system towards innovation for engineering education. In *Proceedings of the COLING/ACL on Interactive presentation sessions*, pp. 21–24. Association for Computational Linguistics, 2006.
- [5] 増永良文, 石田博之, 伊藤一成, 伊藤守, 清水康司, 壮司慶行, 高橋徹, 千葉正喜, 長田博泰, 福田亘孝, 正村俊之, 森田武史, 矢吹太朗. Wikibok を用いた社会情報学の知識体系構築実験. 第 5 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2013), C3-5, 2013.
- [6] Taro Yabuki, Takeshi Morita, and Yoshifumi Masunaga. Formulation and verification of the body of knowledge of new discipline using wikibok. In *Proceedings of the 9th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication*, p. 76. ACM, 2015.
- [7] A Pentland, 柴田裕之. 安西祐一郎 監訳: 正直シグナル: 非言語コミュニケーションの科学. みすず書房, 2013.
- [8] Michael Bostock, Vadim Ogievetsky, and Jeffrey Heer. D3data-driven documents. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 2011.