

# 科目の関連性情報を付加した カリキュラム情報閲覧システムの開発

山本 雄介<sup>1,a)</sup> 峰松 翼<sup>1,b)</sup> 長沼 祥太郎<sup>1,c)</sup> 谷口 雄太<sup>1,d)</sup> 大久保 文哉<sup>1,e)</sup> 島田 敬士<sup>1,f)</sup>

**概要：**カリキュラムマップは、各コースで履修すべき科目がその履修学年と到達度目標に応じて2次元的に配置されたマップである。このような到達度目標に基づく科目配置は、科目を学ぶ上で意識すべき目標が明確になることや、同じ目標を持つ科目同士の関連性を把握しやすくなるといった利点がある。このように履修科目が網羅的にまとめられたマップは、学生が履修計画を立てる際にも役立つと考えられるが、現状のカリキュラムマップは履修科目を探したり、科目の到達度目標を把握するのに時間がかかってしまう。また、現在のカリキュラムマップでは学生が履修計画を立てる上で重視すべき「学習内容が将来どのような科目に応用されるのか」という内容的関連性を得ることが難しい。本研究では、到達度目標に基づく科目配置に加え、Web シラバスから抽出した単語の出現頻度に基づき類似科目を線で結んで表示することで、科目の内容的関連性を容易に把握できるマップ表示を提案し、Web システムとして実装した。

**キーワード：**カリキュラムマップ、Web システム、科目間関係分析、履修計画支援

## 1. はじめに

近年、学生の主体的な履修計画作りによる自発的な学習動機付けが重要視されてきている [1] が、多くの教育機関では履修計画時の主な参考資料としてシラバスのみが提供されており、膨大なシラバスを1つ1つ調べつつ、自身の将来との繋がりを意識しながら履修計画を行うのは容易ではない [2]。また、五島らの調査 [3] では、シラバスの項目のうち、学生が履修科目選択の際に参考にするものは「成績評価の方法と基準」「科目の概要」「将来とのつながり」等であり、「科目のねらい」「学習の到達目標」等の“科目を履修することによってどのような力を身に付けることが期待できるか”といった学習内容の繋がりに関する要素は殆ど参考にされておらず、このような目標達成型の履修計画を行える履修計画支援が必要である事が主張されている。

このような目標達成型の履修計画に役立つと考えられる資料として、学修到達度目標と履修時期に応じてカリキュラム内の全科目が2次元的に配置されたカリキュラムマップがある [4]。カリキュラムマップは、教育課程に含まれ

る諸目標間の相互関係を図式化するためのガイドラインとして提唱され [5]、現在は学生に身につけさせる知識・能力と授業科目との間の対応関係を示し、体系的な履修を促す体系図として定義されている [6]。このような科目配置によって、学生は科目を履修する上で意識すべき到達度目標を把握しやすくなり、主体的履修計画支援に役立てられると考えられる。

しかし、本研究で実施した事前アンケート調査によると、学生はカリキュラムマップ内の単一の科目についての情報を得ることが可能であるものの、科目間の学習内容的な関連性を得るのが難しい事が分かった。科目間の関連性の提示はコース全体における科目の特徴を把握する上で有用であり、コース推薦を行う研究で利用されている [7]。しかし、文献 [7] で提案された推薦システムのように、科目間のつながりのみを可視化したマップからでは到達度目標の情報を把握する事は困難である。さらに、学生は科目の検索性の向上を求めていることや、到達度目標や履修時期では履修計画の情報として不十分であり、科目のより詳細な情報表示を求めている事もわかった。

本研究では「カリキュラム全体を通しての科目の繋がりや学習内容の把握に適した情報提示は何か」という研究課題を設定し、科目の繋がりや学習内容を容易に把握できる情報表示手法の開発を本研究の目的とした。そのために本研究では、現在のカリキュラムマップが採用している到達

<sup>1</sup> 九州大学 Kyushu University

a) yamamoto@limu.ait.kyushu-u.ac.jp

b) minematsu@limu.ait.kyushu-u.ac.jp

c) naganuma.shotaro.062@m.kyushu-u.ac.jp

d) taniguchi.yuta.941@m.kyushu-u.ac.jp

e) fokubo@ait.kyushu-u.ac.jp

f) atsushi@ait.kyushu-u.ac.jp

度目標ベースの科目配置に加え、Web シラバスから抽出された特徴量に基づき関連科目同士を線で結ぶマップ表示と、科目の検索・詳細情報の表示が容易に行えるインタラクティブな Web システムを開発した。

実験では、提案した新しいマップ表示と開発した Web システムが、実際に学生にとって科目の関連性を把握しやすく、学習内容の把握や科目情報の閲覧に適するか検証するためのアンケート調査を実施し、システムから読み取れる内容や、科目情報・科目間の関連性の情報の読み取りやすさ等を質問した。

本論文の構成は次のとおりである。2 節では、本研究の関連研究と本研究における立場について述べる。3 節では、現在のカリキュラムマップに関する事前調査の内容と結果について述べる。4 節では、本研究で提案する科目の関連性を容易に把握できる新しいカリキュラムマップ表示機能の詳細と、科目検索や科目情報の表示を含めた Web システムの概要について述べる。5 節では、本研究で行った実験内容と結果について報告する。6 節で本研究の総括と今後の展望について述べる。

## 2. 関連研究

カリキュラムやシラバスの内容を分析し、カリキュラムの全体的な特徴等を抽出する研究として [8] がある。[8] では主要 50 大学の計算機工学コースのカリキュラムを分析し、各カリキュラムと予め定義された知識領域を対応づけることで各大学カリキュラムの特徴を分析し、計算機工学カリキュラム設計時のガイドラインを提供した。このようにカリキュラムやシラバスの分析に関する研究の多くはカリキュラム設計者や大学評価機関へカリキュラムの要約情報を提供するものであり、学生がカリキュラム全体に関する情報を獲得し履修計画の支援を行うことを目的とした設計となっていない。また文献 [9] では、シラバスの内容をテキストマイニング技術で分析し、ワードクラウドや教員と科目がリンクで結ばれたグラフの可視化機能を含めた履修登録支援ダッシュボードを開発しているが、本研究で重視する科目の関連性についての情報を得ることはできない。

本研究では、上記の従来研究で採用されているテキストマイニング手法の一つである単語の TF-IDF 特徴によって科目に対応するシラバスから特徴量を計算し、類似度を計算することで科目間の関連性を抽出した。

## 3. カリキュラムマップに関する事前調査

九州大学で提供されているカリキュラムマップは専攻ごとに作成され、マップ上には専攻で修得可能な科目名と科目に関する下記の情報が掲載されている。

- 科目名
- 科目に設定された到達度目標
- 科目の履修学年・クォーター

### ● 科目の対応する授業科目区分

カリキュラムマップでは、縦方向にその専攻における到達度目標が並べられ、横方向に履修時期（学年とクォーター）が並べられており、各科目の履修時期と到達度目標に応じて、対応する座標のセルに科目が配置されている。セルの色は「学科必修科目」「コース選択科目」「卒業研究科目」等の科目区分を表している。なお、複数の到達度目標が設定されている科目については、各到達度目標に応じて複数箇所と同じ科目が掲載されており、2 箇所目以降はセルの色が薄色表示されている。

本研究ではまず、現在のカリキュラムマップがどれ程履修計画の参考になるか、学生へのアンケートによる事前調査を行った。アンケートは、2 部構成で実施し、第 1 部の自由記述式の質問に対する回答を、第 2 部の回答開始後には書き換えられないようにした。第 1 部ではまず、学生が履修計画を立てる際にどんなことを重要視しているかを質問した。次に、カリキュラムマップを閲覧し、特定の授業科目に注目してその科目についてマップから読み取れる内容を記述させた。この時、記入例やカリキュラムマップの見方についての説明を与えない状態で回答させることで、回答者自身の発想でマップから読み取れる内容を記入させた。第 2 部では、カリキュラムマップ内のある科目の「到達度目標」「履修時期」「履修区分」の情報や、2 つの科目の「科目を学ぶ順序」「授業内容的な関連性」といった関連性の情報がどれくらい読み取りやすいか 5 段階で評価してもらった。続いてカリキュラムマップを履修計画に活用したいかを 4 段階で評価させ、最後にカリキュラムマップについて改善すべき点を記述させた。

事前アンケート調査は、薬学部、経済学部、法学部の学部 1 年生を対象にした「情報科学」の授業と、理学部物理学情報理学コース、工学部電気情報工学科計算機工学課程の学部 3 年生を対象にした「人工知能」の授業にて実施し、情報科学では 159 件の回答が得られ、人工知能では 71 件の回答が得られた。次項から、事前調査の各質問に対する調査結果について述べる。

### 3.1 履修計画を立てる際に重要視する要素

この質問では学生が履修計画を立てる際に重視する要素を調査し、提示した選択肢の中から最もよく参考にする科目情報を最大 3 項目選択する形式で回答させ、図 1 に示す結果が得られた。

図 1 より、殆どの学生が学修到達度目標を履修計画の上で重要な参考要素とは考えておらず、むしろ授業の時間割や授業内容といった情報の方を重要視している事がわかった。また、「これまで履修した知識の応用」の要素については、学部 1 年生を対象とした情報科学の学生は重要視すると回答した人は 1 割程度だったのに対し、学部 3 年生を対象とした人工知能の学生は 3 割程度の学生が重要視すると

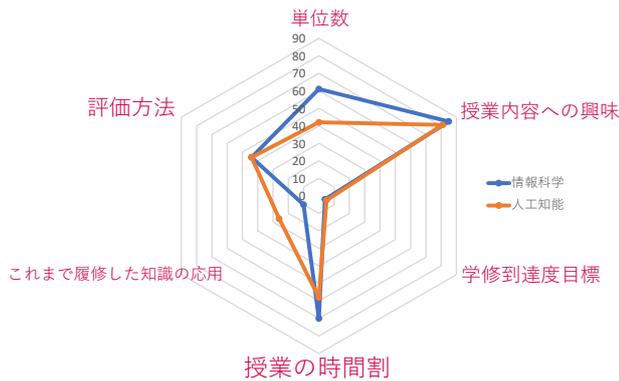


図 1: 履修計画を立てる際に重要視する要素. 目盛りの単位は割合 (%).

回答している. これより, 学部が上がり様々な専門科目を履修済みである高年次の学生は学習知識の関連性を意識しやすいが, 学部 1 年次の学生は履修済みの科目数が乏しいために科目同士の関連性が意識しにくい事が考えられる.

### 3.2 特定の科目についてマップから読み取れる内容

この質問では, カリキュラムマップ上で特定の科目に注目してもらい, その科目について読み取れることを記述回答させた. この時注目させる科目について, 情報科学の授業でアンケートに参加した学生はマップ上の「理系ディシプリン科目」について, 人工知能を履修している学生は「人工知能」について記述させた. 記述内容を見ると, 多くの学生は対象科目の到達度目標について言及していることがわかったが, その他には「基礎的な科目」「重要な科目」等の抽象的な回答が目立ち, 具体的な科目の特徴や関連科目等に言及した記述は見られなかった. また「わからない」や「特に読み取れない」と回答している学生も少なからず存在した.

### 3.3 科目情報の読み取り易さ

カリキュラムマップ上の科目について, マップから読み取れる 3 つの情報 (履修時期, 科目区分, 到達度目標) をそれぞれ読み取る際, どれくらい容易に読み取れることができたかを 5 段階で回答させた. 表 1(a) にその結果を示す. 表中の数字の列名は各評価値を表し, 対応する各マスはその評価値を何名の学生が選択したかを表す. 評価値の総数が前述した情報科学と人工知能の回答者の総数 230 人と異なるのは, 後述する提案手法に関するアンケートにおける同質問の回答者と同じ回答者の回答のみ集計し. カリキュラムマップと提案手法の公平な比較を行うためである. 各評価値の意味はそれぞれ, 1: 一目見ただけで把握できた, 2: 一度マップ全体の構造を理解すればすぐに把握できた, 3: マップ構造を理解しても情報を得るのに時間がかかる, 4: マップ全体を何度も見直す必要がある, 5: 情報を得られ

表 1: 科目情報の読み取り易さの比較. マス内の単位は人数, CMAP は従来のカリキュラムマップである.

情報の種類	システム	1	2	3	4	5
科目の履修時期	(a) CMAP	27	58	12	7	0
	(b) 提案手法	50	33	9	8	4
到達度目標	(a) CMAP	18	39	34	11	2
	(b) 提案手法	22	45	20	15	2
科目区分	(a) CMAP	19	47	28	9	1
	(b) 提案手法	25	45	17	12	5

表 2: 科目の関連性の読み取り易さの比較. マス内の単位は人数, CMAP は従来のカリキュラムマップである.

		1	2	3	4	5
科目を学ぶ順序関係	(a) CMAP	34	49	16	3	2
	(b) 提案手法	41	40	13	6	4
到達度目標の近さ	(a) CMAP	9	49	33	8	5
	(b) 提案手法	27	39	33	5	0
内容的な関連性	(a) CMAP	9	32	34	14	15
	(b) 提案手法	21	54	17	9	3

ないという意味を表す. 表 1(a) より, どの情報についても過半数の学生が「一目見ただけで把握できた」「一度マップ全体の構造を理解すればすぐに把握できた」と回答しており, カリキュラムマップが提供する科目情報は概ね読み取りやすいと言える.

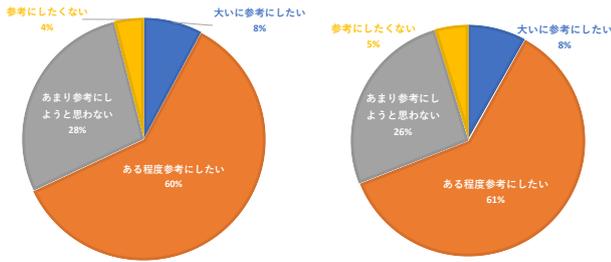
### 3.4 科目間の関連性の読み取り易さ

カリキュラムマップ上で, 「科目の履修順序等の時系列的な関係」, 「学修到達度目標の近さ」, 「学ぶ知識・話題の関連性」といった科目間の関連性に関する情報を, それぞれどれくらい容易に読みとることができたかを 5 段階評価で回答させた. 表 2(a) にその結果を示す. 表中の数字の列名は各評価値を表し, 対応する各マスはその評価値を何名の学生が選択したかを表す. 各評価値の意味はそれぞれ, 1: 一目で把握できた, 2: マップ全体の構造を理解すればすぐに把握できた, 3: マップ構造を理解しても情報を得るのに時間がかかる, 4: マップ全体を何度も見直す必要がある, 5: 情報を得られないという意味を表す.

表 2(a) より, 「科目を学ぶ順序関係」については多くの学生がマップの構造を把握すればすぐに理解できると回答している. しかし, 学生が履修を決める際に重要視する「学ぶ知識や内容」の関連性については過半数の学生が情報を得るのに時間が掛かるもしくは得る事が難しいと回答しており, カリキュラムマップは学生に対しこれらの情報を与えることが難しいと言える.

### 3.5 履修計画の参考に対するモチベーション

カリキュラムマップを履修計画の参考にしたいかどうか, 4 段階の選択肢から選択形式で回答してもらい, 図 2(a) に



(a) 従来のカリキュラムマップ (b) 提案 Web システム  
図 2: 各マップを履修計画に活用したいかどうか。

示す結果が得られた。図より、過半数の学生が「大いに参考にしたい」「ある程度参考にしたい」と答えているものの、「あまり参考にしたくない」「参考にしたくない」と回答する学生も少なからず存在していることがわかる。

### 3.6 カリキュラムマップの改善すべき点

最後に、現在のカリキュラムマップの改善すべき点について頻出した意見や特徴的な意見を次に示す。

- マップが大きく見づらい、字が小さくて読めない。
- 参照するのにかかる時間に対して得られる情報量が少なすぎる。
- 自分が確認したい科目を検索して、その科目に関連する科目や達成目標を確認できるようにする機能を追加してほしい。
- “マップ”という名前なので図式かと思っていたが、表だったので関連性など見出すのは難しく感じた。
- 各教科ごとの関わりについてより具体的に矢印等を使用して流れを分かりやすくすると見やすいと感じた。
- 学習目標が示されているが、あくまで目標であるため履修する科目を決める材料としては不十分であると思われる。

上記の結果から、カリキュラムマップは PDF や紙媒体等の静的なデータ形式で配布されているために、科目検索やより詳細な科目情報の閲覧が難しく、科目を探したり情報を得るのが難しい学生が少なからず存在する。また、学生はマップから科目間の関連性を読み取るのが難しく、科目の関連性を表示する事が望まれている事がわかった。さらに、カリキュラムマップの特徴の一つである到達度目標情報は、学生にとって履修計画の十分な参考要素にはならないことや、カリキュラムマップ上に表形式でまとめられた科目配置だけでは科目の関連性を見出すことが難しいことも判明した。

### 3.7 事前調査のまとめ

以上のアンケート結果をまとめると、現在のカリキュラムマップについて、以下のことが言える。

- カリキュラムマップに掲載される到達度目標等の情報

は、学生の履修計画には殆ど重要視されておらず、むしろ授業の内容や時間割等の情報が重視されている。

- 低年次の学生は高年次の学生に比べ、科目で学ぶ知識の関連性を意識できていない。
- 学生がカリキュラムマップから読み取れる内容は、到達度目標以外には「重要である/将来役立つ」といった抽象的な事項が多い。
- 科目の履修区分や履修時期等の情報は過半数の学生が読み取ることができている。
- 科目で学ぶ知識・内容の関連性について、現在のカリキュラムマップは多くの学生にとって把握するのが難しい。

以上の結果より、学生はカリキュラムマップ上の単一の科目の情報を得ることはできるが、複数の科目同士の内容的関連性を把握することが難しいことが示唆された。これを踏まえ、本研究では単一の科目情報の把握がしやすい現在のカリキュラムマップの配置（コンピテンシーベースの配置）はそのままに、内容的に関連のある科目同士をリンクで結ぶマップ表示方法により、科目同士の関連性を同時に把握できるようになることを目指している。さらに、前述の改善すべき点として挙げられた科目の検索や、注目科目のより詳細な情報を閲覧する機能の開発を行うため、現在のカリキュラムマップの PDF 形式ではなく、インタラクティブ性の高い Web システムとして開発する方針とし、上記の科目検索機能と科目詳細情報表示機能を実装した。

## 4. 科目間の関連性が把握できるカリキュラムマップ情報閲覧システム

前述の事前アンケート調査により、カリキュラムの全科目が到達度目標と履修時期に応じて配置された現在のカリキュラムマップは、単一の科目の情報や到達度目標は把握しやすいが、科目内容的関係性の把握が難しいという事が分かった。本研究では、現在のカリキュラムマップと同様の科目配置によりカリキュラム全体の科目を表示し、それに加えて関連のある科目同士を線で結ぶ事で科目の関連性を視覚的に把握し易くすることを目指す。さらに、科目についてのより詳細な情報が得られる情報パネルや、キーワードによる科目検索といったインタラクティブな機能を実装することで、学生の履修計画や振り返りを支援する。本節では、本研究で提案する科目の関連性表示によるカリキュラムマップ表示機能の強化の詳細、科目情報パネルの表示やキーワード検索の概要について述べる。

### 4.1 現在のカリキュラムマップに基づく科目表示

まず現在のカリキュラムマップと同様に、到達度目標と履修時期に応じて 2 次元的な科目配置を採用することで、科目情報の読み取りやすさの利点を取り入れた。ユーザーはまず Web ブラウザから図 3 上部の選択ボックスをクリック

クし、カリキュラムを参照したい学科や専攻コースを選択する。学科を選択すると、図3のように履修できる全科目が履修時期と到達度目標に応じて2次的に配置される(以後、マップ上に配置された科目を科目ノードと呼ぶ)。

## 4.2 科目間類似度の計算と科目間関連性の可視化

次に、Webシラバスシステムの文章情報から計算された科目の特徴量と科目間類似度情報を基に、科目ノード間にリンクを結ぶ。これにより、カリキュラムマップの科目配置と科目間の内容的関連性が同時に表示され、カリキュラムマップの単一の科目情報の把握し易さと、科目間の関連性の把握し易さを両立することを目指す。

### 4.2.1 科目間類似度の計算

科目間の類似度を求めるために、科目に対応する全シラバスの文章情報から、出現する重要単語に基づいたTF-IDF特徴量を計算する。まず各シラバス内の「科目概要」「キーワード」「授業計画」「その他」の項目に記載された文章を単語に分解する。本研究ではPythonによる自然言語処理パッケージGiNZA[10]を用いて分かち書き・形態素解析を行った。ここで抽出される単語には「授業」「曜日」といった、どのシラバスにも一般的に出現する単語が含まれることがある。このような単語は後述する科目の特徴語抽出の際にノイズとなってしまい、科目間類似度の計算に影響を与えてしまうため、予めストップワードとして定義しておき、抽出された単語からストップワードを除外する処理を行った。

次に、各科目の特徴量をTF-IDFを用いて計算する。科目*i*に対応する全シラバスに出現する単語*w*についてのTF-IDF値 $\text{tfidf}_{w,i}$ は以下の式で求められる。

$$\text{tfidf}_{w,i} = \text{tf}_{w,i} \times \text{idf}_w, \quad (1)$$

$$\text{tf}_{w,i} = \frac{\text{count}_i(w)}{\sum_{s \in S} \text{count}_s(w)}, \quad (2)$$

$$\text{idf}_w = \log \frac{|S|}{|\{s : s \ni w\}|}. \quad (3)$$

ここに、 $\text{count}_i(w)$ は科目*i*内の単語*w*の出現数を表し、*S*は科目集合を表す。 $\{s : s \ni w\}$ は単語*w*が出現する全シラバスの集合を表している。即ちある科目*i*についてのTF-IDF値は、「他の科目ではあまり出現しないが、その科目でよく出現する」単語程大きな値となると言え、TF-IDFによってその科目に特徴的な単語を抽出できる。科目*i*について、カリキュラム内の全シラバスに出現する単語 $w_0, w_1, \dots, w_n$ についてのTF-IDF値を並べた特徴ベクトル $\vec{v}_i$ :

$$\vec{v}_i = (\text{tfidf}_{w_0,i}, \text{tfidf}_{w_1,i}, \dots, \text{tfidf}_{w_n,i}) \quad (4)$$

を科目の特徴量を表すベクトルとする。この特徴ベクトルから以下に示すコサイン類似度を用いて科目間の類似性を計算する。

$$\text{Similarity}(\vec{v}_i, \vec{v}_j) = \frac{\vec{v}_i \cdot \vec{v}_j}{|\vec{v}_i| |\vec{v}_j|} \quad (5)$$

TF-IDF特徴ベクトルの各要素は0以上の値を取るため、 $\text{Similarity}(\vec{v}_i, \vec{v}_j)$ は0以上1以下の値を取り、1に近いほど類似性の高い科目ペアであるといえる。

### 4.2.2 関連科目の表示

計算された科目間類似度をもとに、図3のように関連科目のつながりを描画する。科目間の類似度が閾値 $\theta$  ( $0 \leq \theta \leq 1$ )より大きいとき、それらの科目間を類似度が高いほど太い曲線で結ぶ。本研究では閾値 $\theta = 0.1$ を初期値として使用しているが、利用者はシステム上で閾値 $\theta$ を簡単に調整できるようになっている。さらに、科目ノードをクリックすると、図4のようにその科目に接続されたリンクと関連科目が強調表示される。これにより利用者は注目した科目の関連ノードを素早く把握できる。

## 4.3 科目情報パネルの表示と科目の検索

現在のカリキュラムマップの改善すべき点として挙げられた科目の検索機能や科目の詳細情報の表示を行うため、シラバスに基づいた科目概要やキーワード等を閲覧できる科目情報パネル(図4)や、キーワードによる科目検索機能(図5)を実装している。図のように科目ノードのクリックによって関連科目と科目情報がハイライト表示されることで、学生が履修計画の際に参考にしやすい情報をひと目で確認できる。

## 5. システム評価

前述の事前アンケート調査を踏まえて、本研究で提案した新たなマップ表示が、カリキュラムマップの「科目の内容的関連性の把握の難しさ」の問題を改善できているかどうか調査するアンケート調査を行った。アンケートには、科目情報や関連性の情報の読み取りやすさがカリキュラムマップと比較して向上したかを調査するために、事前アンケートと同じ質問項目を設置し、事前調査時と同様に2部構成となっている。第1部では、実際に操作してもらい、特定の科目をクリックして科目情報パネルと関連性のハイライトを表示(図4の画面表示の状態)した上で、その科目についてマップから読み取れる内容について自由記述形式で回答してもらった。この質問でも事前調査と同様、科目情報を読み取るための最低限のマップの操作方法以外には、記入例やマップの見方についての説明を与えない状態で回答させた。第2部では、マップ上に表示されているある科目情報や、2つの科目の関連性の情報がどれくらい読み取りやすいかを5段階評価する質問項目と、このマップを今後の履修計画に活用したいかどうかを4段階評価する質問を設置した。次に、今後の履修計画にこれを活用したいと回答した者に対して、どのような機能・情報を活用したいか選択式で回答させ、本研究で狙う科目の関連性の表



図 3: カリキュラム選択後のマップ表示画面



図 4: 科目ノード選択時の表示



図 5: 科目の検索と検索結果のハイライト表示

示が履修計画の参考にしたいと考えられているかどうか調査した。続いて、事前アンケート調査時に使用したカリキュラムマップの頒布媒体である Excel データと紙媒体、今回採用した Web システムの 3 つの媒体について、「視認性」「科目の関連性の把握しやすさ」等の 5 つの観点から、それぞれの媒体が最も適しているか質問した。最後にシステムの改善すべき点について記述してもらった。

アンケート調査は、事前調査と同じ「情報科学」と「人工知能」の授業を受けている学生を対象に任意回答形式で実施し、情報科学では 59 件の回答が得られ、人工知能では 31 件の回答が得られた。次項から、本調査の各質問に対する調査結果について、事前アンケート調査と比較しながら述べる。

### 5.1 特定の科目について読み取れる内容

まず、各学生の所属学科に応じてこちらから科目名を指定し、その科目についてマップ上から読み取れることを回答させた。記述内容について、例えば「有機化学」について注目してもらった薬学部の学生は「医薬品の創製に有機化学が深く関係している」と回答しており、注目科目との関連性について言及する記述が多く存在した。よって現在のカリキュラムマップよりも学生が科目同士の関連性を意識しやすいことがわかる。しかし、「関連科目がハイライトされるがどんな関連性かわからない」と言った意見もあり、今後は関連性のリンク表示だけでなく、その具体的な関連の種類（どのような知識についての基礎・応用関係等）を表示する仕組みが必要であると考えられる。

### 5.2 科目情報の読み取り易さの比較

事前アンケートと同様、マップ上に表示される科目についてシステムから読み取れる 3 つの情報をそれぞれ読み取る際、どれくらい容易に読み取れることができたかを 5 段階で回答させた。結果を表 1(b) に示す。表 1(b) より、すべての情報の読み取りについて、従来のカリキュラムマップよりも提案したマップ表示の方が「一目見ただけで把握できる」「一度マップ全体の構造を把握すればすぐに情報を得られる」と回答した学生の割合が大きいものの、「情報を得ることができない」「マップを何度も見返す必要がある」と答えた学生の割合も増加しており、学生によって読み取りやすさに差が生まれている。これは、普段から PC や類似ツールの扱いに慣れている学生にとっては読み取りやすいが、そうでない学生にとっては直感的に情報を得ることが難しいためではないかと考えられる。実際、後述するシステムの改善点に関する記述質問では、特に学部 1 年の学生に「操作が難しい」という回答が多く、操作性は今後改善すべき点の 1 つであることが分かった。

### 5.3 科目間の関連性の読み取り易さの比較

事前アンケートと同様に、マップ上のある 2 つの科目について、科目間の関連性をそれぞれどれくらい容易に読み取ることができたかを 5 段階で評価してもらった。結果を表 2(b) に示す。

表 2(b) より、すべての関係性の読み取りについて、従来のカリキュラムマップよりも提案したマップ表示の方が「一目見ただけで把握できる」「一度マップ全体の構造を把握すればすぐに情報を得られる」と回答した学生の割合が大きいことがわかる。特に、学生が履修を決める際に重要視する「学ぶ知識や内容」の関連性については、カリキュラムマップでは多くの学生が「マップ全体を把握していても情報を得るのに時間がかかってしまう」等情報を得るのに労力を要すると回答したのに対し、提案したマップ表示では過半数の学生が「一目見ただけで把握できる」「一度マップ全体の構造を把握すればすぐに情報を得られる」と回答していることから、提案手法は現在のカリキュラムマップでは得ることが難しいとされる科目間の関連性の情報を理解し易い形で提供できていると言える。

### 5.4 履修計画の参考に対するモチベーション

本研究で提案したマップ表示を履修計画の参考にしたいかどうか、4 段階の選択肢から選択形式で回答してもらい、図 2 に示す結果が得られた。図 2 より、大半の学生が「大いに参考にしたい」「ある程度参考にしたい」と答えており、科目の関連性やシラバスの概要等、一度に表示される情報はカリキュラムマップの情報に対して増えたものの、カリキュラムマップと差異の無い結果となった。

### 5.5 履修計画の参考にしたい機能

「今回の Web システムを履修計画の参考に活用したいか」という質問項目で「大いに参考にしたい」「ある程度参考にしたい」と回答した学生に対し、具体的にどの機能を履修計画の参考にしたいかを複数回答形式で質問した。その結果を図 6 に示す。図 6 より、多くの学生が「科目同士のつながり」を履修計画の参考にしたいと考えており、開発したシステムによる科目間の内容的関連性の可視化は、学生の履修計画に役立てられることが示された。

### 5.6 カリキュラムマップの閲覧に適した媒体

マップの視認性や操作性、情報検索のしやすさ等の各観点について、現在のカリキュラムマップの頒布媒体である Excel データ形式と紙媒体、本研究で採用した Web システムの中でどの媒体がカリキュラムの閲覧に適しているのか回答してもらい、図 7 に示す結果が得られた。図 7 より「利用の手軽さ（使いたいときにすぐに使えるか）」「情報検索の容易さ」「関連性の把握し易さ」「操作性」については Web システムが適していると回答した学生が最も多く、

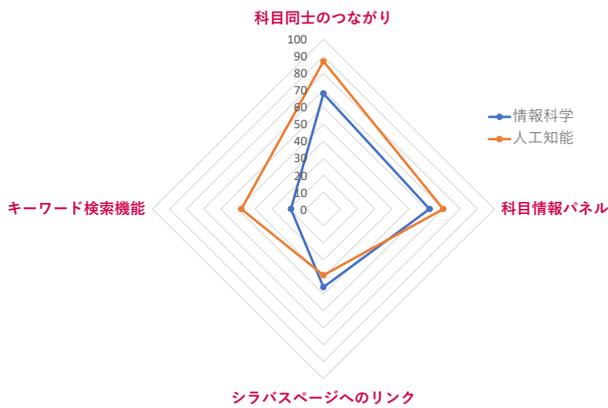


図 6: 履修計画の参考にしたい機能. 目盛りの単位は割合 (%).

Web ベースのシステムは既存のカリキュラムマップのどの頒布媒体よりも科目の閲覧に適していることが示された. また、「視認性」の観点では紙媒体が良い結果となった. 大きな用紙に印刷された紙媒体は, 科目全体の把握と個々の科目名の把握が同時にできるため, 限られた画面サイズ内に情報を表示する必要がある電子媒体に比べ視認性が良いと答える学生が多いと考えられる.

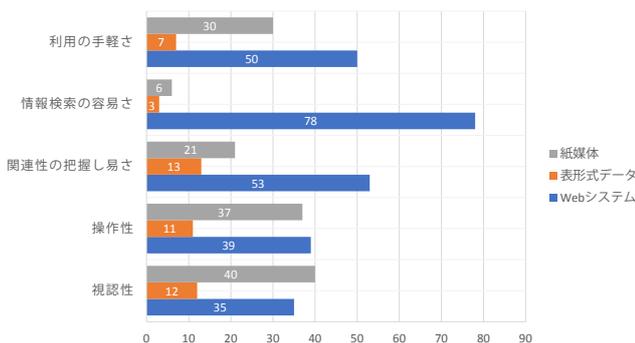


図 7: 各観点についてカリキュラムの閲覧に適した媒体

### 5.7 システムの改善すべき点

今回開発したシステムの改善点について寄せられた代表的な意見を次に示す.

- ノート PC のタッチパッドでは非常に操作性が悪い.
- 拡大縮小の操作が直感的ではない.
- 科目情報パネル上の関連科目をクリックすると科目が選択できるようにしてほしい.

上記の様に, 改善すべき点については操作性に関するものがほとんどであり, 科目の関連性の直感的把握が難しいといった意見は無かった. 特に「操作方法がわからない」「操作が難しい」と言った意見は学部 1 年次の情報科学の学生から多く寄せられており, 今後は PC の扱いに慣れていない人でも直感的に使えるようにデザインの改良が必要であることがわかった. またタッチパッドでの操作性の悪さに

ついて, 現在は PC によるマウス操作を前提として開発していたため, 今後これを改善する必要がある.

## 6. まとめ

本研究ではカリキュラム全体を通した科目の繋がりと内容を把握し易くするためのカリキュラムマップ表示方法を提案し, Web システムとして実装した. 提案手法ではシラバスから抽出された TF-IDF 特徴ベクトルを用いて科目間の類似性を計算し, 科目ノード間を結ぶリンクとして関連科目を表現する. これにより, 学生は科目の内容的関連性を容易に把握できカリキュラム全体を俯瞰した科目間の繋がりを意識させる履修計画支援が期待できる他, 科目の繋がりと到達度目標が同時に把握できるため, カリキュラム全体で目指すべき目標とそれを実現するための履修の流れを意識し易くなると期待できる. 実験では, アンケート結果を事前調査と比較し, 現在のカリキュラムマップよりも科目間の関連性の把握が容易になったことが示された.

今後は, 学生の習得単位情報やラーニングアナリティクスにより分析された個人の学習状況データ等の情報を用いて学生個人毎に表示情報を切り替える等, 学びを総合的に支援する機能の追加を進めたい.

**謝辞** 本研究は, JST AIP 加速課題 JPMJCR19U1 と科研費基盤研究 (A) JP18H04125 の支援を受けた.

## 参考文献

- [1] 藤田正, 富田翔子. 自己調整学習に及ぼす学習動機および学習方略についての認知の影響. 教育実践開発研究センター研究紀要, No. 21, pp. 81-87, 2012.
- [2] 堀幸雄, 中山堯, 今井慈郎. 科目ネットワーク上の活性伝播を用いた時間割の自動生成システム. 情報処理学会論文誌, No. 52, pp. 2332-2342, 2011.
- [3] 五島讓司, 津田純子, 美馬秀樹. 学生の履修科目選択に関する調査 -自律的学習者の育成をめざして-. 第 23 回大学教育研究フォーラム, 2017.
- [4] 鹿住大助, 前田早苗, 白川優治. カリキュラム・マップの理論と実践. 大学教育学会第 32 回大会発表要旨集録, pp. 116-117, 2010.
- [5] 沖裕貴. 観点別教育目標から考えるカリキュラム・ポリシーの構造, 2007.
- [6] 大学改革支援・学位授与機構. 高等教育に関する質保証関係用語集, 2021.
- [7] Boxuan Ma, Min Lu, Yuta Taniguchi, and Shin'ichi Konomi. Courseq: the impact of visual and interactive course recommendation in university environments. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, Vol. 16, No. 1, p. 18, 2021.
- [8] Yoshitatsu Matsuda, Takayuki Sekiya, and Kazumori Yamaguchi. Curriculum analysis of computer science departments by simplified, supervised lda. *Journal of Information Processing*, Vol. 26, pp. 497-508, 2018.
- [9] 李凱. 主体的学習を支援する履修登録インターフェースの提案・開発. 獨協経済, No. 105, pp. 27-31, 2019.
- [10] 松田寛, 大村舞, 浅原正幸. 短単位品詞の用法曖昧性解決と依存関係ラベリングの同時学習. 言語処理学会第 25 回年次大会, 2019.