

令和 5 年 6 月 26 日現在

機関番号：57403

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18K02887

研究課題名(和文) 授業内容の項目関連構造分析に基づく授業設計と学習支援

研究課題名(英文) Lesson design and learning support based on item-relation structure analysis of course contents

研究代表者

松田 豊稔 (Matsuda, Toyonori)

熊本高等専門学校・電子情報システム工学系TEグループ・教授

研究者番号：00157322

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、理工系の専門科目として「電磁波工学」を取り上げ、その教科書「電波工学」と「陸上無線技術士国家試験問題」のテキストマイニングソフトウェア(KH Coder)による項目関連構造分析を行った。項目関連構造分析は、授業内容を多数の構成要素(学習項目)に細分化して学習項目間の関連性と順序性を定量的に定め、授業内容を学習項目のネットワーク図として示す。その結果、学習項目の特徴抽出と分類ができ「電磁波工学」の授業設計に有用なデータが得られた。また、この分析データをもとに、ドキュメント管理ツール(Scrapbox)を用いて陸上無線技術士国家試験の自学自習用のe-learning教材を作成している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

理工系の専門科目では、基礎的知識の習得が前提で、専門の内容も高度で広範囲になることがあり、学生間の学力差や学習意欲の違いが顕著に現れることがある。本研究は、このような理工系科目の一つの授業改善として、情報処理技術を用いて学習内容を分析し、その結果を「学習内容の見える化」と「e-learning教材」に活用する。この研究では、統計や数学の専門的な知識を要せずテキスト分析のソフトウェアがそのまま利用でき、教材作成もインターネット上の学習支援ツールを用いることから、担当教員が個人レベルで実践することができる。また、学生はデジタル教材に親和性があり、本研究の成果は学生にも受け入れ易いものと思われる。

研究成果の概要(英文)：As a specialized subject in science and engineering we consider "Electromagnetic wave engineering", and make item relation structure analysis for the text book of the subject titled "Radio Engineering" and the national examination questions for Technical Radio Operator for On-the-Ground Services using a text mining software (KH Coder). The item relation structure analysis subdivides the class content into many components (learning items), determines quantitatively the relationship and order between the learning items, and then shows the class content as a network work diagram of the learning items. As a result, useful data for instructional design of "Electromagnetic wave engineering" are obtained through feature extraction and classification of the learning items. Based on the analysis data obtained, we are preparing e-learning materials for self-study of the national examination for Technical Radio Operator for On-the-Ground Services with a document management tool (Scrapbox).

研究分野：電磁波工学

キーワード：授業設計 テキストマイニング KH-Corder 項目関連構造分析 e-learning

1. 研究開始当初の背景

理工系の専門科目では、学習の前提として一定の数学的知識や専門の基礎的知識が必要で、専門の学習内容が高度で広範囲に及ぶことがあり、学生間の学力差や学習意欲の違いが顕著に現れることがある。このような学生の学力低下への対応策のとして、筆者は学生の自発的な学習を促す「学習内容の見える化」と「自学自習用の e-learning 教材」が有効であると考えている。近年、教育分野における情報処理技術の導入や IT 化が進展し、その実効性が確かめられ広く利用されている。例えば、テキストデータの分析技術であるテキストマイニングのソフトウェアが簡単に利用でき教材開発に使われている。また、出題から採点・評価をはじめとする種々の機能を備えた学習支援ツールが普及している。このように、デジタル技術の進展・普及に伴い、科目担当の教員が、学習内容の分析や自習用の電子教材を作成できる環境が整ってきている。

2. 研究の目的

本研究では、理工系の専門科目として筆者が授業を担当している情報通信系の専門科目「電磁波工学」を取り上げ、項目関連構造分析[1,2]に基づく授業内容の分析を行い、自学自習用の e-learning 教材作成のためのデータを収集する。項目関連構造分析は、授業内容を多数の構成要素(これを学習項目と呼ぶ)に細分化して、学習項目間の関連性と系統性を定量的に定め、授業科目を構成する学習項目間の関連や特徴を視覚的に示すことである。授業内容の項目関連構造分析により、教員は授業の到達目標に繋がる学習項目を抽出し、授業設計の資料とする。また、学生は、授業科目の全体像とその内部構成を学習項目間の関連性と系統性から視覚的に把握できるようになる。さらに、項目関連構造分析の結果をもとに学生の学力に応じた自学自習用の e-learning 教材を作成する。

3. 研究の方法

「電磁波工学」の教科書「電波工学」[3]及び電波工学に関連する無線従事者国家試験問題に対してテキストマイニングによる項目関連構造分析を行う。テキストマイニング[4]は、大量のテキストデータの中から自動的に語句を抽出し、その抽出した語句に対して検索・集計そして種々の統計手法やグラフ理論を用いた計量的な分析を行い、テキストデータが持つ特徴的なパターンや一定のルールなど有用な情報を取出す技術である。本研究では、テキストマイニングのフリーソフトウェアとして広く利用されている KH Coder [4,5]を用いて、教科書「電波工学」と無線従事者国家試験問題の項目関連構造分析を行い、学習項目の抽出と分類を行い、学習項目間の関連性と系統性を共起ネットワークにより表示する。共起ネットワーク[4]は、文書から学習項目の抽出を行い、学習項目同士の共起関係を定量化してネットワーク図にしたもので、学習項目間の関連の強さを視覚的に捉えられる。次に、KH Coder による項目関連構造分析により得られた結果をもとに、インターネット上で利用できるドキュメント管理ツール Scrapbox [6]を用いて無線従事者国家試験の自学自習用の e-learning 教材を作成する。

4. 研究成果

本研究の成果を、(1)教科書「電波工学」の項目関連構造分析、(2)「無線従事者国家試験問題」の項目関連構造分析、(3)自学自習用 e-learning 教材作成 として以下に説明する。なお、KH Coder ではテキストデータが利用されるため、本研究では「電波工学」及び「無線従事者国家試験問題」の pdf ファイルをテキストデータへ変換して、そのデータを利用した。

(1)教科書「電波工学」の項目関連構造分析[7]

「電波工学」は筆者が著者の一人であり、その内容構成を理解し、学習項目の関連について経験的に分かっており、項目関連構造分析の結果に対する評価がし易い。本書は全6章から構成され、各章単位でKH Coder による項目関連構造分析を行った。KH Coder では、分析の対象とする学習項目をユーザ辞書に登録し、文章中から学習項目を抽出し、頻度（出現回数）とともに抽出語の関連性を示す共起性の尺度であるJaccard係数[4]

$$\text{Jaccard} = n(X \cap Y) / n(X \cup Y) \quad (1)$$

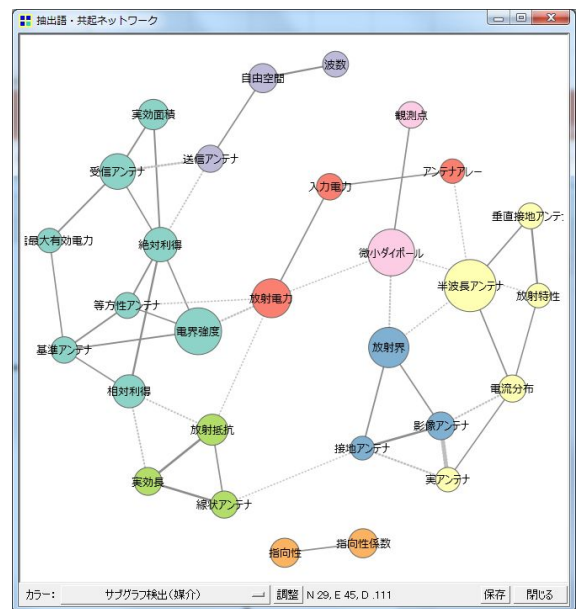
を計算する。ここで、 $n(X \setminus Y)$ はXがYのどちらか一方が出現する文書数で、 $n(X \cap Y)$ はXとYの両方が同時に出現する文書数であり、分析対象の全学習項目に対してJaccard係数を計算し、その数値の高いものが共起性つまり文章中で同時に出現する頻度が高い学習項目であることを意味する。第5章「アンテナの基礎」のKH Coderによる項目関連構造分析結果を図1に示す。図1(a)は学習項目「アンテナ」と共起性の高い学習項目を抽出した関連語検索の結果である。図1(b)は、第5章の出現回数が5回から50回までの学習項目の関連性を示す共起ネットワークを示したもので、図中の各円が学習項目を表し、円の大きさが頻度を、円間を結ぶ線の太さが共起性を表し、円の色は共起性の特徴から学習項目を分類したものである。授業では、各章ごとに、頻度が高い学習項目の一覧と共起ネットワークを示し、学生が学習内容を把握できるようにしている。

(a) 「アンテナ」の関連語検索

N	抽出語	品詞	全体	共起	Jaccard
1	インピーダンス	タグ	28 (0.080)	16 (0.186)	0.1633
2	電界強度	タグ	35 (0.100)	14 (0.163)	0.1308
3	利得	名詞	16 (0.046)	10 (0.116)	0.1087
4	相互	名詞	11 (0.032)	8 (0.093)	0.0899
5	入力	サ変名詞	11 (0.032)	8 (0.093)	0.0899
6	放射	サ変名詞	19 (0.054)	8 (0.093)	0.0825
7	基準アンテナ	タグ	9 (0.026)	7 (0.081)	0.0795
8	放射電力	タグ	27 (0.077)	8 (0.093)	0.0762
9	自己	名詞	9 (0.026)	6 (0.070)	0.0674

図1 電波工学第5章のKH Coder 3による項目関連構造分析

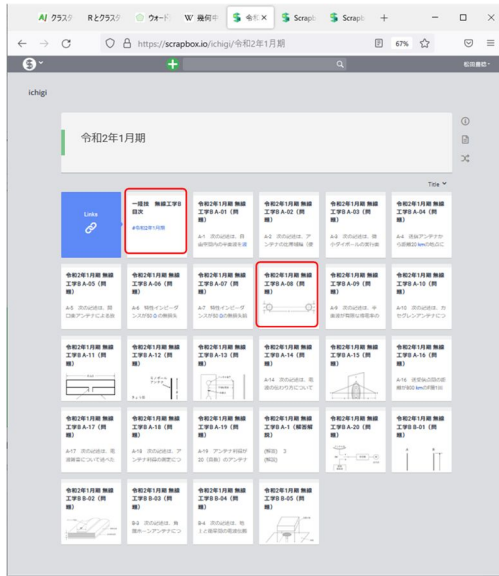
(b) 第5章学習項目の共起ネットワーク



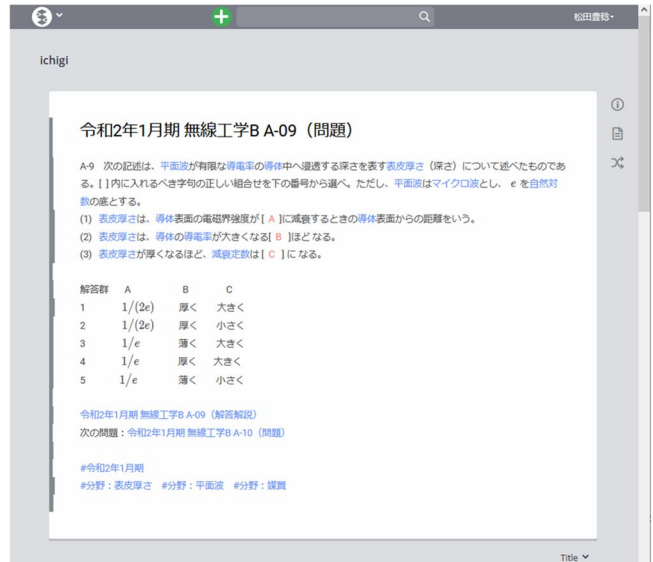
(2) 「無線従事者国家試験問題」の項目関連構造分析[8,9]

無線従事者国家試験の一つである第一級陸上無線技術士国家試験の試験科目「無線工学B」のKH Coder による項目関連構造分析を行った。「無線工学B」は出題範囲が「電波工学」の学習内容を含み、そのレベルは大学学部卒業とされ、試験は毎年2回実施され同程度のレベルの問題が出題され、データ（過去の試験問題）も多く、テキストマイニングによる内容分析や評価に適していると考えられる。本研究では、平成19年から令和2年までに実施された計36回の「無線工学B」の試験問題（900問）中の559個の学習項目に対してKH Coderによる項目関連構造分析を行った。図2(a)は、全学習項目の全テキストデータの中での頻出度であり、横軸は対数目盛で出現順位を、縦軸は出現回数及び累積出現率を示している。出現回数は1位の「アンテナ」と2位「電波」が突出し、この二つの学習項目で全体の10%の出現率を占める。「アンテナ」や

(a) 令和2年1月期試験のメニュー画面



(b) 設問画面 (問題 A の 9 番の問題)



(c) リンク機能による学習項目の説明



(d) タグ機能による関連設問の抽出



図3 Scrapbox を用いた無線工学Bの自学自習用の教材

本研究では、電磁波工学の教科書及び無線従事者国家試験の項目関連構造分析により、学習内容の全体構成及びそれを構成する学習項目間の関連や特徴を抽出でき、その結果は授業設計やe-learning教材の作成に利用できることを示した。現在、Scrapboxを用いた「無線工学B」の自学自習用の教材を作成している。なお、項目関連構造分析の目標の一つとしていた学習項目の階層性や順序性の自動的な抽出については十分な成果が得られなかった。このこととともに、学習項目のグループ化が今後の研究課題である。

参考文献

- (1) 佐藤：日本教育工学雑誌，4， pp.9-16(1979)．
- (2) 竹谷：電子通信学会論文誌，J62-D， pp.451-458(1979)．
- (3) 松田，宮田，南部：“電波工学”，コロナ社（2008年，東京）．
- (4) 樋口：社会調査のための計量テキスト分析，ナカニシヤ出版（2014，東京）．
- (5) <https://kncoder.net/>
- (6) <https://scrapbox.io/product>
- (7) 松田：電気学会 平成31年電気学会全国大会 講演番号 No.1-002（2019）．
- (8) 松田：電気学会 令和3年基礎・材料・共通部門大会 講演番号 2-C-a2-3（2021）．
- (9) 松田：熊本高等専門学校研究紀要 第12巻， pp.77-80（2021）．

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 0件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 松田豊稔	4. 巻 12
2. 論文標題 陸上無線技術士国家試験問題のテキストマイニング - ユーザ辞書の作成 -	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 熊本高等専門学校研究紀要	6. 最初と最後の頁 77-80
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 松田豊稔	4. 巻 11
2. 論文標題 テキストマイニングによる陸上無線技術士国家試験問題の内容分析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 熊本高等専門学校紀要	6. 最初と最後の頁 94-97
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 松田豊稔	4. 巻 10
2. 論文標題 無線工学の学習に必要な数学基礎力の調査 - 陸上無線技術士国家試験問題からの考察 -	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 熊本高等専門学校 研究紀要	6. 最初と最後の頁 81-84
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 松田豊稔
2. 発表標題 陸上無線技術士国家試験問題のテキストマイニング - KH Coderによる階層的クラスター分析 -
3. 学会等名 令和4年電気学会全国大会 教育研究 8195;教育()1-011
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松田豊稔
2. 発表標題 テキストマイニングによる無線従事者国家試験の分析
3. 学会等名 令和3年電気学会 基礎・材料・共通部門大会;教育・研究 電気技術史 2-C a2-3
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松田豊稔, 中村亘希
2. 発表標題 KH Coderによる陸上無線技術士国家試験問題のテキストマイニング
3. 学会等名 令和3年電気学会全国大会(講演番号1-005)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松田豊稔
2. 発表標題 テキストマイニングソフトKH Coderによる陸上無線技術士国家試験問題の内容分析
3. 学会等名 令和2年年電気学会全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松田豊稔
2. 発表標題 専門科目の授業項目抽出とその関連構造分析
3. 学会等名 令和元年電気学会 基礎・材料・共通部門大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松田豊稔
2. 発表標題 専門科目における授業内容の項目関連構造分析
3. 学会等名 平成31年電気学会全国大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------