

# 記述式解答群の主要な内容の把握支援

## — 三段階表示の効果の検証 —

伊藤慎治\*1・大庭知也\*1・高瀬治彦\*1・川中普晴\*1・鶴岡信治\*2  
Email: ito@ip.elec.mie-u.ac.jp

\*1: 三重大学大学院工学研究科電気電子工学専攻

\*2: 三重大学

◎Key Words 記述式小テスト, 授業支援システム, 自然言語処理

### 1. はじめに

講師は、学生の理解状況に応じた授業改善を行うことが望ましい。しかし大学など学生が多数な講義において、学生の反応は乏しい。そのため授業中の学生の様子では理解状況を把握することが難しい。西森の大学の数学基礎教育に関する調査<sup>(1)</sup>によると、授業改善の方法の1つとして、小テストを多くの講師が利用していることを述べている。一方で、小テストはフィードバックの際に講師の負担が増大してしまい、手間であるという意見も示している。

小テストの負担を軽減させるため、近年さまざまな支援の方法が検討されている。例えば、Moodle<sup>(2)</sup>などのe-Learning-systemでは、小テストを出題し、学生の解答を回収し、解答形式によっては自動で採点できる。しかし、このようなシステムで主に用いられる多肢選択式・穴埋め式の小テストでは、学生は推測で解答できる。また有効な選択肢の作成など、出題時の講師の負担が大きくなる。そのため、講義中にその場でこれらの小テストを実施することが難しい。

そこで我々は、記述式の小テストに着目した。村山は、記述式小テストを実施することで学生自身が理解を深めるように学習することを示している<sup>(3)</sup>。記述式の解答では、学生は自分自身で文章を作成するため、解答文中に理解状況に関する情報が多く含まれている。加えて、講師は問題を準備するだけでよく、講義中にすぐに実施できるであろう。他方で、講師は理解状況を把握するために一人ひとりの解答文を読む必要があり、学生へのフィードバックは遅くなる。

これらをふまえ、本研究では、素早いフィードバックができるように小テストを支援する計算機システムを構築することを目的とする。これまで、記述式の解答を分析するシステムがいくつか提案されてきた。例えば、JESS(Japanese essay scoring system)<sup>(4)</sup>は、日本語の小論文を自動採点するシステムである。対して我々は、特に1, 2文の短答記述に着目した。本研究のシステムは、学生が計算機を用いて入力した解答群を収集・解析し、講師に提示することで、解答群の主要な内容を素早く把握できるように支援する。このシステムを、大庭は三段階表示システムと名付けた<sup>(5)</sup>。

本稿は、三段階表示システムを用いて、解答群中の記述を把握する実験を行い、有効性を評価する。

### 2. 三段階表示システム

この節では、大庭が提案してきた三段階表示システムについて説明する。

#### 2.1 講師が解答を閲覧する手順

高瀬によると、講師は以下の手順により、記述式小テストの解答群から学生の理解状況を判断する<sup>(6)</sup>。

1. 使用しているキーワードをチェックする。
2. キーワードの使用法をチェックする。
3. 全体の構成を確認する。

#### 2.2 システムの概要

大庭は、上記の手順に沿って解答を閲覧する三段階表示システムを提案した。これは、キーワード表示、フレーズ表示、全文表示の各インターフェイスを持つ。

第一のキーワード表示インターフェイスは、解答群から抽出した語を表示している。これらは語の重要度に従い色分けされており、また使用頻度が高いほど上位に表示される(図1)。重要度の大きさは文献<sup>(6)</sup>により、語のコーパス内の使用頻度と解答群内の使用頻度の関係から自動的に決定している。講師が注目した語を選択すると、次の画面に遷移する。

第二のフレーズ表示インターフェイスは、文節ごとの三列の表形式となっている(図2)。中央の列はキーワードを含む文節を示し、左右の列の文節は中央の文節との修飾関係をもつ。文節の隣には文節の解答群中での使用回数が示されている。また、使用回数に応じてセルの配色は濃くなり、上位に表示される。注目した文節を選択することで、第三の全文表示インターフェイスに遷移する。この画面では、先に指定された文節を含む解答全文を確認することができる(図3)。

大庭は、被験者に解答群中から指定した記述の多寡を判定させる実験を行った<sup>(6)</sup>。被験者はこのシステムを用いることで、指定された記述の多寡の判断を、短時間で正しくできることを確認した。しかし小テストを実施したとき、学生にフィードバックしたい記述内容は講師自身が解答群を読まないといけない。そのため、予め指定された誤りの多寡を判定する実験ではシステムの評価として不十分である。つまり、実際の講義でのシステム運用を想定すると、講師が解答群から注目すべき記述を探し出せなければならない。そこで本稿では、追加の評価実験を行った。



図 1 キーワード表示インターフェイス



図 2 フレーズ表示インターフェイス

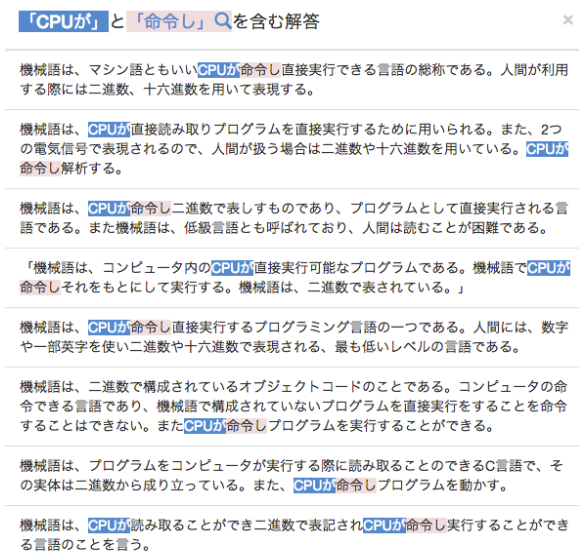


図 3 全文表示インターフェイス



図 4 一覧表示システム

### 3. 実験

三段階表示システムを用いて、解答群から主要な記述内容を把握することができるかどうかを検証する。

#### 3.1 実験条件

被験者は講師の立場になり、一覧表示システム・三段階表示システムをそれぞれ用いて、解答群から主要な記述内容・およびその記述数を探す。一覧表示システムとは、図 4 のように解答群を一覧表示し、語句検索機能を付け加えたインターフェイスである。これらと比較し、三段階表示システムの有効性を検証する。評価は、被験者が抜き出した記述の単語・フレーズの数および具体的な記述内容、その記述の解答群中での使用回数の 2 点に着目して行う。この実験では、文節の修飾関係を得る手法として CaboCha<sup>(7)</sup>を用いた係り受け解析を行い、三段階表示システムのフレーズ表示インターフェイスに使用した。

実験には、データマイニングに関する講義で実際に実施された 2 問の小テストの解答群を一部変更して用いた。この講義は、理系の大学 2 年生が主に受講する。なお、いずれの間も解答時間は 15 分であった。実験を実施するにあたり、被験者を表 1 のように 3 名ずつグループ A, B に分けて、提示する問題・使用するインターフェイスの組み合わせを変えて実験を行った。

問 1 の小テストは、「著作権とはなにか?」である。総解答数は 67 個、解答の平均字数は 97 文字であり、解答例は「著作権とは知的財産権の中の 1 種である。著作権は著作者の死後 50 年まで保護されるのが原則となっている。」である。

問 2 の小テストは「よい web ページとは?」である。総解答数は 73 個、解答の平均字数は 74 文字であり、解答例は「背景やフォントの色、文字の大きさなど、web ページの見やすさを工夫すること。」である。

具体的な実験の手順は以下のとおりである。

1. 講師役である被験者に対して、小テストの内容、各システムの使用方法を簡単に講義する。
2. 被験者は練習問題を用いて、各システムの操作を練習する。
3. 被験者は解答に対して、5 分間で一覧表示を用いて確認し、多数あり、重要だと思われる内容を挙げる。これを 2 問に対して行う。

実験では、視線検出装置を用いたシステム使用時の被験者の視線の動きの確認や実験終了後のアンケートなども実施したが、本稿では割愛する。

表 1 グループ分け

	一覧表示	三段階表示
グループ A (3 名)	問 1	問 2
グループ B (3 名)	問 2	問 1

表 2 抜き出した単語・フレーズの数

	一覧表示		三段階表示	
	単語	フレーズ	単語	フレーズ
問 1	12	0	4	15
問 2	6	5	14	5

### 3.2 実験結果

問 1, 2 のそれぞれに関して, 被験者 A~F の 6 名が抜き出した記述の単語・フレーズの数を表 2 に示す。また, 具体的な記述の内容, その記述の解答群中での使用回数と実際の記述の総数を表 3, 4 に示す。なお, 単語, およびフレーズの判断は, CaboCha による構文解析結果に基づいて判定する。1 文節以内の記述を単語, 2 文節以上の記述をフレーズと呼ぶ。また被験者が抜き出した記述は, 解答の当該箇所の記述と完全に一致しているとは限らない。よって, 表中には, 字面だけを見た完全一致の数と, 我々が同じ内容だと判断した単語・フレーズも数に含めた部分一致の数の 2 種を記す。

#### 3.2.1 抜き出した記述内容の評価

表 2 は, 被験者が抜き出した記述の単語およびフレーズの数をもとめたものである。一覧表示システムを用いた場合よりも, 三段階表示システムを使用する方が, 同じ時間でより多くのフレーズを挙げた。単語とフレーズの合計を見ても, 三段階表示の方が多い。このことから, 三段階表示システムを使用することで, 被験者は解答群の内容をより正確に把握できたといえる。

次に, 被験者が抜き出した具体的な記述の内容について議論する。

まず, 表 3 内の単語「知的財産」に着目する。一覧表示システムを使用した被験者は, 「知的財産」という単語をそのまま抜き出した。これに対して, 三段階表示システムを使用した被験者は「知的財産権」「知的財産と呼ばれる」「知的財産の 1 つ」など, 語の使われ方にまで着目して記述内容を抜き出していることがわかる。このことは, 他にも「権利」「保護」「創作」などの単語にも同様のことがいえる。

次に, 表 4 内の単語「見やすさ」に着目する。三段階表示システムを使用した被験者は, 「見やすさ」に加えて「わかりやすさ」も関連した記述内容であることを発見できている。また, 三段階表示システムにおいて, 被験者 B は, 「フォント」と「大きさ」を先に挙げ, その後「フォントの大きさ」というフレーズを挙げた。三段階表示システムを使用することで, 最初は単語にしか着目しなかった場合でも, 単語の使われ方にまで目を向け易くなるといえる。このことも, 解答群を読む際の講師の補助になるだろう。

#### 3.2.2 記述の解答群中での使用回数の評価

被験者が抜き出した記述の解答群中での使用回数について, 実際の記述の総数と比較検討する。

一覧表示システムを使用した被験者の場合, 抜き出した記述の使用回数は, 完全一致の個数に近い。つまり, 被験者は解答群中で発見した語そのままを検索し, その数を述べている場合が多数だと考えられる。なお,

被験者 A の問 1 に対する結果 (表 3) は, いずれの記述に対しても, 解答の総数以上の数を示している。これは被験者 A の数え方に問題があるように思われる。

一方, 三段階表示システムを使用した被験者が抜き出した記述の使用回数として挙げた数は, 表中の部分一致の総数と近い例が多い。このことから, 解答群中の同じ内容の記述をまとめて抜き出すことができているといえる。このことは, 特に表 3 の結果で顕著である。一部, 実数と申告数が一致していないものもある。例えば, 被験者 F は問 1 で「原作者の著作者に与えられる」という記述が 4 つあると述べた (表 3) が, 実際にはそのような解答は見当たらなかった。これは, 「原作者である著作者に保護される」という記述が解答文中に 4 つ含まれるので, 被験者が「著作者に保護される」を「著作者に与えられる」と読み替えたと推察される。このような読み替えについて, 被験者の判断と, 我々の判断が食い違うことで, このような数の不一致が生じたと考える。他にも, 表 3 の「独占できる」「死後 50 年は保障」, 表 4 の「分かりやすい文章」などにも同様のことがいえる。

以上より, 三段階表示システムを用いることで, 被験者は解答群の主要な内容を正しく把握できたといえる。

### 3.3 問題点と今後の課題

実験結果をふまえたシステムの問題点と改善案を検討する。問 2 では, それぞれの被験者は「見やすい」と「見やすく」を異なる記述として抜き出した。これは, このシステムが同義語・活用形の違う語を別々に表示しているのが原因だと考えられる。この改善策として, フレーズ表示インターフェイスでは, 記述内容そのものではなく, 記述の意味に着目して解答群を分析し, 表示できるようなインターフェイスの設計が必要である。

### 4. おわりに

本稿では, 講師が学生の理解状況を判断する手順に合わせて設計されたキーワード表示, フレーズ表示, 全文表示の 3 つのインターフェイスを持つ三段階表示システムの有効性について評価を行った。実験では, 被験者が抜き出した記述の単語・フレーズの数および具体的な記述内容, その記述の解答群中での使用回数に着目して一覧表示システムとの比較を行った。その結果, 三段階表示システムの有効性を示した。

### 謝辞

本研究は, 文部科学省科学研究費助成金 (基板研究 (C)No. 26350274) からの補助を受けた。

### 参考文献

- (1) 西森敏之: “大学生の授業における態度と数学教師の対策—日本数学会のある調査より—”, 高等教育ジャーナル—高等教育と生涯学習—, vol.6, pp.1-31 (1999)
- (2) Moodle.org: “open—source community—based tools for learning”, <http://moodle.org>, 2014 取得
- (3) 村山航: “テスト形式が学習方略に与える影響”, 教育心理学研究, Vol.51, pp.1-12 (2003-3-30)

- (4) Tsunenori Ishioka, Masayuki Kameda: "Automated Japanese Essay Scoring System based on Articles Written by Experts", Proceedings of the 21st International Conference on Computational Linguistics and 44th Annual Meeting of the AC, pp.233-240 (2006)
- (5) 大庭 知也, 高瀬 治彦, 川中 普晴, 鶴岡 信治: "多人数クラスにおける記述式小テストを支援するシステム: 学生の理解状況をすばやく把握するためのインターフェイス", Computer & Education, vol. 39, pp.86-91 (2015)
- (6) 高瀬治彦, 川中普晴, 鶴岡信治: "記述式小テストの解答群の分析手法 -解答群からのキーワード自動抽出-", Computer & Education, vol. 34, pp.46-49 (2013)
- (7) 工藤 拓, 松本 裕治: "チャンキングの段階適用による日本語係り受け解析", 情報処理学会論文誌, pp.1834-1842 (2002)

表 3 実験結果 (問1)

一覧表示システム					
単語					
	被験者の抜粋数			実際の総数	
	A	B	C	完全	部分
権利	300	—	65	78	—
創作	150	40	—	38	—
知的財産	90	30	26	26	—
期間	10	—	—	3	—
保護	—	25	20	27	—
著作物	—	40	—	66	—
作品 (作成)	—	—	11	19	—
フレーズ (該当なし)					
三段階表示システム					
単語					
	被験者の抜粋数			実際の総数	
	D	E	F	完全	部分
権利	50	—	—	78	—
知的財産権	20	—	—	24	—
独占できる	—	10	—	0	0
保障される権利	—	—	11	13	—
フレーズ					
知的財産権と 呼ばれる	3	—	—	0	3
知的財産の1つ	—	20	—	0	19
知的財産の一種	20	—	15	14	19
死後50年	9	—	—	10	12
死後50年は保障	—	20	—	0	0
著作者の 死後50年	—	—	10	5	7
著作者に保障され る (与えられる)	18	—	—	15	18
著作者に 保障される権利	12	—	14	11	12
創作者の著作者に 与えられる	—	—	4	0	0
創作した時点で	7	—	—	4	7
文化的な創作文に 対して保護される	—	×	—	0	0
引用部分の区別	—	—	3	0	3
音楽の範囲に 属する	—	—	6	5	6

表 4 実験結果 (問2)

一覧表示システム					
単語					
	被験者の抜粋数			実際の総数	
	D	E	F	完全	部分
見やすさ	20	—	—	2	49
見やすい	—	—	20	25	49
文字 (フォント)	41	—	—	76	—
統一感	12	—	—	5	—
容量小さく	—	10	—	0	7
背景	22	—	—	27	—
フレーズ					
背景の色	—	—	17	1	17
フォントの大きさ	—	20	25	10	20
分かりやすい文章	—	5	—	0	0
文字色と背景色の バランス	—	20	—	1	9
三段階表示システム					
単語					
	被験者の抜粋数			実際の総数	
	A	B	C	完全	部分
見やすい	—	25	—	25	49
見やすく	—	—	21	22	49
フォント	—	29	—	30	—
フォントサイズ	17	—	—	3	20
大きさ	—	37	—	24	34
統一	—	—	8	8	—
統一感	8	—	—	5	—
スタイルシート	4	—	—	4	—
容量小さく	7	—	—	0	7
背景	—	12	—	27	—
背景色	—	—	12	16	—
配色	—	—	6	7	—
工夫	—	—	11	14	—
わかりやすく	—	—	16	9	18
フレーズ					
見やすさ、 わかりやすさ	20	—	—	1	5
見やすく	—	6	—	1	5
見やすい	—	—	—	—	—
フォントの大きさ	—	14	20	10	20
容量を小さく	—	—	9	4	7