記述式小テスト支援システム 一 学生の理解状況把握のための情報提示法 —

高瀬 治彦 ¹・川中 普晴 ¹・鶴岡 信治 ² Email: takase@elec.mie-u.ac.jp

*1: 三重大学大学院工学研究科

*2: 三重大学大学院地域イノベーション学研究科

◎ Key Words 小テスト、テキストマイニング、自然言語処理

1. はじめに

講義において学生の理解を深めるためには、講師が一方的に講義内容を教授するのみではなく、学生の状況を把握しそれに応じた授業改善(補足等)を行うとよいしかし、大学の講義では学生の反応が乏しくさらに学生の数も多いため、効果的な授業改善が行えない。西森は、大学での数学基礎教育に関する調査⁽¹⁾を行い、これらの問題を解決する方法として小テストを多くの講師が利用していることを示した。しかし、小テストはその実施および学生へのフィードバックに少なからぬ手間がかかるという意見も示している。

近年の計算機およびそのネットワークの発達をうけて、さまざまな小テスト支援システムが構築され、講師の手間が軽減されている。例えば、Moodle⁽²⁾ などのe-Learning システムでは、学生は Web を使用して解答することができ、その内容に応じてシステムがコメントを返すことができる。また、クリッカーと呼ばれる装置を用いることで、多肢選択問題に対する学生の解答を講師が即時に得ることが可能である⁽³⁾。しかし、これらのシステムが有効に働くのは主に多肢選択問題である。この種の問題は、慎重に選択肢を作成しないと、学生の理解状況を正確に把握することができない。そのため、講義の流れに応じて小テストを実施するのには難がある。

そこで我々は、学生の理解状況を把握するために行われる記述式の小テストに着目する。以下、このような簡単な演習を、単に「小テスト」と呼ぶ。記述式の解答を課すことで、学生は自身の言葉で解答を記述するため、その理解状況が解答に現れる。しかし、それらを把握するためには解答を読む必要があり、講師の負担は増大する。また、計算機で支援するとしても、各解答の内容を正確にとらえることは困難であり、十分な支援がされていない。これをふまえて、我々は小テストを支援する計算機システムの構築をめざしている。そこで、講師は小テストにおいて解答全文を常に読むわけではなく、まずキーワードに着目して部分的に目を通していることに着目し、キーワードを学生の解答群から自動的に抽出する手法を提案した(4)。本稿では、この手法により抽出したキーワードを元に、主要な誤りをすばやく把握できる

ようにするインターフェイスについて議論する.

2. 記述式解答群の提示方法

この節では、レポート等も含めた解答群の表示法について、これまでに提案されたものからいくつか紹介する。その後、学生の理解状況を把握するためのツールとしての小テストの解答群の表示法について必要なこと、従来手法が不足している点について議論する.

2.1 従来の提示手法

小テストの解答に限らなければ、講義で学生により記述される文書を分かりやすく提示する手法が、これまでに数多く提案されてきた.

例えば、三浦らは無線デジタルペンを利用し、学生の筆記情報を収集・表示するシステムを開発した(5). これにより、講師は即時に学生の解答(筆記情報)を収集することができ、学生の解答の把握・学生の解答に基づいた解説を容易に行うことができる。このシステムは小学校で実際に試用され、積極的に授業に参加する学生が増加したことが確認された。このシステムは、学生の筆記情報を収集するため小テストの解答形式を問わない。しかし、記述式解答においては学生の解答文をシステムが文ではなく筆跡情報として認識するため、解答文の分析機能が十分でないと考える。

また、椿本らによる円錐型レポート採点支援マップがある⁽⁶⁾. これは、レポートを D マップと呼ばれる可視化手法により解答群を表示するものである。表示は使用単語と文章量に応じて行われる。この結果、未採点のレポートと採点済みのレポートとの位置関係を講師が把握しやすくなるため、採点の助けとなる。この効果は、300 字程度の語句説明をテーマとしたレポートを用いた実験により確認されている。このシステムは、採点の支援を主眼としており、学生指導のための即時の理解状況把握とは目的が異なる。

2.2 小テストの解答群からの理解状況把握の支援

本稿では、学生はタブレット端末等を利用し解答し、 その情報は電子的に収集できるものとする。また、講師 もタブレット端末を利用して、解答およびその分析結果 を閲覧できるものとする。この条件下で、講師が主要な 誤りを素早く発見できるように解答群を提示する方法に 的を絞り議論を行う

文献 $^{(4)}$ によると、小テストの解答群から学生の理解 状況を判断する手順は以下のとおりである。

- 1. まず使用しているキーワードをチェックする.
- 2. 次にキーワードの使用法をチェックする.
- 3. 最後に全体の構成を確認する.

この結果は、解答全文を講師に最初から提供する必要がないことを示唆している。この手順に沿った解答提示法を実現するために、この文献では解答群のみからキーワードを自動で抽出する方法を提案している。ここで抽出しているキーワードとは、その間に解答するために固有で必要となる語を意味している。この手法により抽出された語は、講師が解答を閲覧する際に注目する語を含んでいることが示されている。

なお、手順の最後である全体の構成の確認は教師に任せるものとする。このインターフェイスでは、文献⁽⁴⁾ の手法により抽出されたキーワードを分かりやすく表示することをめざす。これにより、主要な誤りおよびそれに関連している解答に素早く気づかせる。講師は、この結果を指導に役立てることができるであろう。

このようなインターフェイスに重要なことは、次の 2 点である。これらを満たすことで、先に述べた解答群から学生の理解状況を把握するための手順の最初の 2 段階を容易に行うことができるようになる。

- 1. 多数あるキーワードについてその優先順位を判断しやすい
- 2. 指定したキーワードに関する記述をスムースに閲覧できる.

3. 提案する解答群の提示法

本節では、前節での議論をふまえて、注目すべき解答に素早く注目し、主要な誤りを素早く把握できるように支援するシステムを開発する。このシステムの基本的な考え方は、キーワードを単なるリストとして表示するのではなく、色・位置を変化させて表示することで、キーワードの中でも注目すべき語を判断しやすくすることである。色・位置の決定には、各キーワードの重要度(解答をするうえで必要な語)と使用頻度を用いる。これにより、必要な語を皆が使って以下どうかで、講師は優先順位を判断できる。

このインターフェイスでは、まず、キーワードを図1のように表示する。これは、前節で述べた「多数あるキーワードについてその優先順位を判断しやすい」ことを意図している。各キーワードは、その重要度でセルの色を、その使用頻度で上下の位置が決定される。表示対



図1 提案するキーワード提示画面



図 2 提案するフレーズ提示画面

象となるキーワード (この図では重要度で上位の 25 語) を重要度により3群に分け、最上位の語群は赤で、中 位の語群は青で、下位の語群は緑で着色し表示する。ま た, 各語の使用頻度により上位のものは上に, 下位のも のは下に位置するように並べる。ここで、キーワードの 重要度は、文献⁽⁴⁾ によりキーワードを抽出した際に付 与されるものを利用する. この値は、解答を記述するた めに固有に必要である度合いを意味している。講師が解 答群を閲覧する際に注目する語は、この値が解答群中で 使用されている語の中で上位となるため、そのような語 を重要語と見なす. このような表示をすることで, 重要 な割に使用されていない語や、重要でないのにもかかわ らず使用されている語を容易に発見できるようになる. 例えば、図1は「デバッガについて説明せよ」という、 計算機基礎分野の講義での小テストの解答群から抽出し たキーワード群を表示した例である。「コード」、「ソー ス」,「ステップ」,「不具合」が重要な割に使用頻度が低 いもの、「する」、「修正」が重要度がそれほど高くない のにもかかわらず使用頻度が高い語である.

次に、指定したキーワードに関する記述をスムースに 閲覧できるように、図 2、図 3 のような表示を行う.図



図3 提案する解答提示画面

1において、注目するキーワード (例えば「修正」) を 選択すると、図2のような画面に切り替わる. この画面 は、左半分で選択した語で始まる/終わるフレーズ (指 定語を除き最大5形態素分の解答の部分列) をその頻度 の順に表示する. さらに、注目したいフレーズを選択す ると、右半分にそのフレーズを含む解答をリスト形式で すべて表示する (図3). このように、指示に従い徐々に 閲覧する範囲を広げることで、各時点で講師が閲覧する 情報量を限定し、内容を把握しやすくする. また、図3 の状態で、指定フレーズは自由に変更できる. 注目する キーワードを変更する際には、画面左上のボタンを押す ことで、図1のような画面に戻る.

この例では、「修正」に着目した結果、「修正を行うプログラムである」というフレーズを発見し、1件の誤った解答を発見できた(正しくは「修正を支援するプログラムである」).

4. 評価実験

この節では、提案したユーザインターフェースを用いることで、主要な誤りを素早く発見できるかどうかを評価する実験を行う.

4.1 実験方法・条件

実験は、以下に示す手順で行った.

- 1. 被験者に、小テストに関係する講義内容を説明する。
- 2. 被験者に、システムをつうじて解答を閲覧させ、主要な誤りを発見させる。また、これに要した時間を計測する。なお、発見した誤りかどうかは我々がその場で判定し、主要なものでなかった場合は引き続き誤りを探させた。
- 3. 終了後、被験者にシステムに関するヒアリングを行う

提案手法の有効性を確認するために、比較対象として 提案手法と同じくキーワードを軸にして解答を閲覧す るシステムである文献⁽⁷⁾ のシステム (以下、従来シス

表 1 主要な誤りの発見に要した時間

	解答群 1	解答群 2
従来システム	150	81
提案システム	77	60
		(秒)

テム) を用いた. 従来システムでは、キーワードを表示する画面で、キーワードが表の形で優先順位順に示される.

ここでは、被験者は計算機系の研究室に所属する大学生・大学院生7名とした。また、実験に用いる解答群は、被験者が所属する学科の1年次に行われた計算機科学に関する講義で行われた小テスト2問分の解答群を元にしたものを用いた。いずれの解答群も80個の解答からなり、すべての解答の平均文字数は121文字であった

各被験者は、二つの解答群について、一方は提案システムを使用し、他方は従来システムを利用し主要な誤りの発見を行った。なお、解答群によって使用するシステムが偏らないように、この割り振りを行った。

4.2 実験結果・考察

表1に、主要な誤りを発見するまでの平均時間(秒)を示す。これより、システムを用いることで主要な誤りを素早く発見できるようになったといえる。なおこの結果は、実際に講義を行っていない学生が被験者であった。そのため、熟練した講師であればキーワードだけでいくつかの誤りは予測でき、時間がさらに短縮できた可能性もある

また,実験後のヒアリングで得られた意見の一部を以下に示す.

はじめに表示されるキーワードは個数が少ない方が 見やすい(多すぎると煩雑でわかりにくい) 色と上下関係の関係性が単純でわかりやすい 色分けされているため、直感的に傾向を把握できる ように思う

これらの意見より、キーワードを把握しやすくするため に導入した工夫(色・上下の位置)が、狙いどおりの効 果を発揮したといえる.

5. おわりに

本稿では、記述式の小テストにおいて、その解答群から主要な誤りを素早く発見できるように、講師を支援するシステムについて検討した.

講師が小テストの解答群を閲覧する際はキーワード, キーワードの使われ方,解答全文の順に読み進めること に着目し,着目すべき解答を素早く見つけることができ るようにすることを,システム構築の基本方針とした. そのために、以下の提案を行った。まず、キーワードをその重要度で色分けし、その使用頻度で表示位置を決めて表示することで、キーワードの段階で注目すべきかどうかを判定しやすくした。また、スムーズな閲覧を実現するために、キーワード選択後は全画面書き換えが生じないように、キーワードの使われ方・解答全文が閲覧できるようにした。実験により、本システムの有効性を検証したところ、単に一覧形式で表示する場合と比べ、短時間で主要な誤りを発見できた。

このシステムを利用することで、講師は小テストをつうじ学生の誤りを素早く発見し、授業改善に役立てることができるようになると期待される.

謝辞

本研究は、文部科学省科学研究費助成金(基盤研究(C) No. 23501106) 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, 2012 取得
- (3) Jane E. Caldwell: "Clickers in the Large Classroom: Current Research and Best-Practice Tips," CBE-life Sciences Education, vol. 6, no. 1, pp. 9–20, 2007
- (4) 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
- (5) 三浦元喜, 杉原太郎, 國藤進: "一般教室での日常的利用を 考慮したデジタルペン授業システムの改良", 日本教育工 学会論文誌, vol. 34, no. 3, pp. 279–287, 2010
- (6) 椿本弥生, 柳沢昌義, 赤堀侃司: "レポート内容とその評価を可視化する円錐形レポート採点支援マップの開発と評価", 日本教育工学会論文誌, vol. 31, no. 3, pp. 317–326, 2007
- (7) 高瀬治彦, 川中普晴, 鶴岡信治: "記述式小テスト支援システム 学生の理解状況把握のための情報抽出法 —", 2012 PC カンファレンス論文集, pp. 373–376, 2012