

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って議論を行う。

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ズに閲覧できる。

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「デバッグについて説明せよ」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ズ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の状態では、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