

中学生の塾での学習後の振り返り文を用いた成績変化の推定

長井 孝幸^{1,a)} 新谷 一郎^{1,b)} 峯 恒憲^{2,c)}

概要:

これまで、大学生を対象として、学習態度や行動を改善するために、学生の学習状況や成績、学習能力の推定に関する研究が盛んに行われている。過去に受けた授業の成績や、テストの点数、出席回数、e-Learning ログ、高校の成績など、様々なデータが利用されている。また、毎回の授業後に、学生自身によって記された、学習に対する振り返り文から、最終成績推定を行う研究も行われている。しかし、学習状況を改善するためのアドバイスに役立つ手法や、学習状況の変化を推定する手法など、多くの課題が残されている。さらに、これらの手法が、そのまま中学生に適用できるかも不明である。そこで本研究では、中学生が、塾での学習後に、自身の学習内容を振り返って記述した文章を解析し、成績の上位と下位の学生の特徴を分析するとともに、定期試験での成績変化を推定する手法を提案する。

Change Estimation of Middle School Student Performance using their Comments Written after Every Lesson at Cram School

TAKAYUKI NAGAI^{1,a)} ICHIRO NIYA^{1,b)} TSUNENORI MINE^{2,c)}

1. はじめに

学生や生徒の学習状況や学習能力を知ることは、学生や生徒自身にとっては、これまでの学習の取り組み方や進め方についての良し悪しを知るきっかけになり、教師にとっては、改善に役立つアドバイスを与えるきっかけやヒントを得るためなどに役立つ。

これまでまでの研究では、大学生を対象に、学生の過去の授業の成績や、テストの点数、出席回数、e-Learning や e-Book(e.g. [1]), MOOCでの取り組みログ(e.g. [2],[Jordan])、大学入学前の成績、授業後の振り返り文(e.g. [3], [4])など、様々なデータが利用され、学生が受講している授業の可否や、授業の成績(グレード)推定などが行われてきた。このうち、授業後の振り返り文は、学生自身に授業への取り組み状況を書かせたり、授業での理解内容を書かせたりしたものである。学生に自身の学習の振り返りの機会を与

えることから、自己調整学習(self-regulated learning)[5]の性質も持つとともに、教師にとっては、学生の取り組み内容や理解度を直接知ることができるという利点を持っている。このような振り返り文は、従来から、大福帳^{*1}と呼ばれるコミュニケーションカードの中で記述されており、教師が学生の学習状況を確認するなどの目的で利用されていた。さらに、機械学習手法を利用することで、振り返り文から、学生の成績に関連した特徴を抽出し、F値で80%後半から90%前半の高精度な推定精度を達成できることも報告されている[4]。しかし、学生に学習の取り組み方や進め方の改善に役立つアドバイスを与えるためには、単に成績推定を行うだけではなく、振り返り文から、アドバイスに利用可能な情報の特定と抽出を行う必要がある。また、上記の研究は、主に大学生を対象としているが、大学入学前の早い段階(例えば、小中学生の時)から学習の取り組み状況を推定し、その改善を行う手法の開発も望まれる。

これらを背景に、新谷ら[8]は、塾で学ぶ中学生の学習後の振り返り文を利用し、定期試験の成績推定を行う手法

¹ 九州大学大学院システム情報科学府

² 九州大学大学院システム情報科学研究院
〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744

a) yukitaka13.1110@gmail.com

b) niiya@ma.ait.kyushu-u.ac.jp

c) mine@ait.kyushu-u.ac.jp

^{*1} もともとは、江戸時代の商家で売買の勘定を記すために利用されていた元帳を指す。

を提案した。ここでは、学習時期により、成績推定精度に偏りが生じることなどを明らかとした。本稿では、この研究内容をさらに進めるために、成績上位と下位の学生の特徴を調べるとともに、成績変化の手掛かりを知るための分析手法を提案する。

2. 実験に利用したデータ

中学生を対象とした塾で、中学生に学習後に振り返り文を記述してもらうために用意した質問を表1に示す。

表1 質問文一覧

質問1	今日の範囲で分かった事、今日の学習で新しく覚えたこと、理解できたことを教えてください。
質問2	今日の範囲で分からなかった事、今日の学習で分からなかったことや、質問したいことを教えてください。
質問3	次回やりたいこと、今分からないことを教えてください。

このような質問を用意した理由は、PCN法 [6],[7] を参考にし、生徒らに、記述する要点を伝え、記述を促すためである。PCN法は、大学生に対して、毎回の授業後に、振り返り文の記述を依頼するための記述の要点項目を提供し、その各項目に記された学生の振り返りコメントを点数化する基準を定めた手法である。要点項目は、授業内容や受ける学生によって変えることができる。PCN法では、授業前の学習行動(P)と、授業中の学習習得状況(C)、次回の授業までの学習計画(N)を要点として提供しているが、上記の質問文は、生徒らの塾での学習に合わせて、PCNのPの項目を無くし、Cの項目を2つに分けたものとなっている。

本研究では、表1に記した質問に従って、生徒が書いた振り返り文と、その生徒の1学期期末試験と2学期中間試験の2つの試験結果からなるデータを利用した。表2にデータの内容を、表3に月別のコメントの総数を示す。

表2 使用したデータ詳細
データセット

生徒数	43人
日付	2016/4 から 2016/9
科目	英語 26 回分, 数学 35 回分, 社会 6 回分, 理科 3 回分, 国語 1 回分

表3 月別コメントの総数

月	質問1	質問2	質問3
4	149	138	136
5	150	133	135
6	209	189	189
7	194	162	155
8	236	190	171
9	213	176	161

表4 授業後振り返り文の例。ここで生徒IDは、生徒一人一人に割り振られたID、日付は、塾の授業を受けて振り返り文を書いた日付、科目は、授業を受けた科目、点数は、期末試験(4月から6月)、もしくは中間試験(7月から9月)の点数を、コメントは、質問に対する生徒の回答を示す。

生徒ID	日付	教科	点数	コメント1	コメント2	コメント3
No.1	Jan11 '16	数学	45	合同条件が分かった	とくはない	つづき
No.1	Jan18 '16	数学	45	合同条件が覚え	とくはない	つづき
No.1	Jan25 '16	数学	45	証明の書き方	ありません	次のところ
No.1	Dec03 '15	数学	45	証明の順序	ありません	つづき

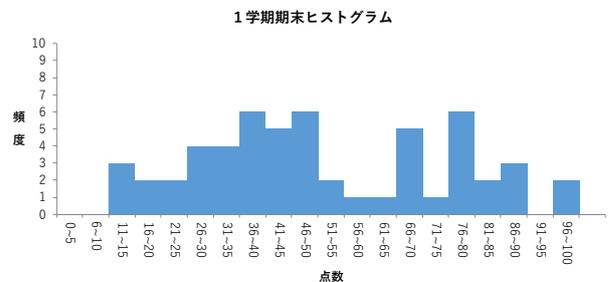


図1 期末試験のヒストグラム

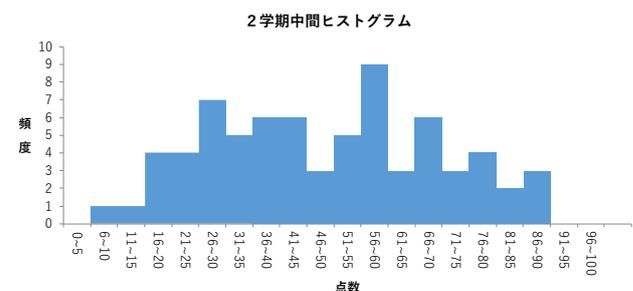


図2 中間試験のヒストグラム

データのヒストグラムを図1、図2に示す。

本研究で分析に利用した振り返り文は、2016年4月から2016年9月までのものである。期間を問わず、成績の上位、中位、下位に分けた特徴の分析と、一学期期末試験までの期間と、その後の2学期中間試験までの期間の2つに分けた振り返り文の分析を行った。それぞれのデータの特徴をまとめたものを、表5と表6に示す。

次に、生徒が記述した振り返り文の例を表4に、成績

表 5 総コメント数, 平均コメント数, コメント数分散, 平均文字数, 平均点

	成績上位	成績中位	成績下位
総コメント数	901	1294	891
平均コメント数	37.54	33.17	34.26
コメント数分散	41.37	54.32	39.40
平均文字数	35.63	29.77	22.83
平均点	78.20	49.10	25.96

表 6 総コメント数, 平均コメント数, コメント数分散, 平均文字数, 平均点

	一学期期末試験	二学期中間試験
総コメント数	1428	1658
平均コメント数	26.44	23.35
コメント数分散	9.732	16.12
平均文字数	31.79	27.48
平均点	51.59	49.12

3. データの分析

3.1 成績区分別分析

成績上位, 中位, 下位の, それぞれの区分の生徒の振り返り文についての分析を行うため, 各区分の人数が同じ人数になる点数を探し, その点数を成績区分の基準とした. 図 3, 図 4 に示すように, 成績上位を 65~100 点, 成績中位を 36~64 点, 成績下位を 0~35 点とした.

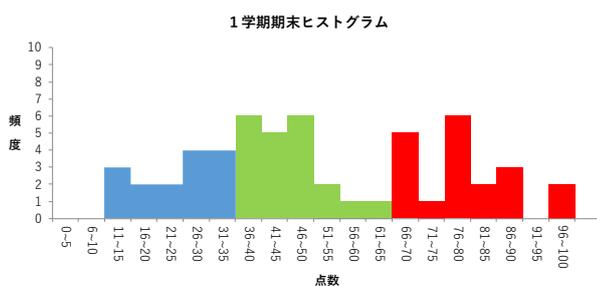


図 3 期末試験のヒストグラム

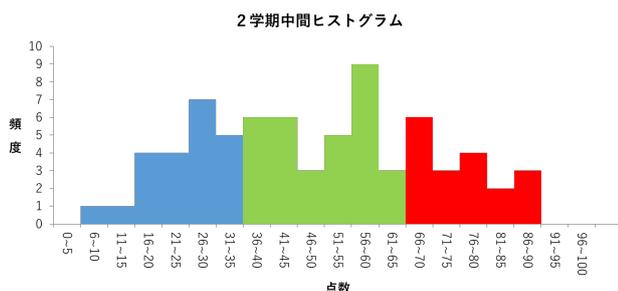


図 4 中間試験のヒストグラム

成績区分を上位・中位・下位に分けた理由は, 成績上位と下位では, 利用する語彙や頻度が異なると予想したからである. 出現する単語の頻度や表現の差を見つけることができれば, 生徒や教師にフィードバックするための要素になると考える. 単語を抽出するため, 形態素解析器 MeCab*2を各成績区分のデータに対して適用し, 単語の出現率順に整理した. ここで, 単語 (w) の出現率 ($R(w)$) を以下のように定義する.

$$R(w) = \frac{f(D_{p,g,w})}{f(D_{p,g})}$$

ここで $D_{p,g}$ は, 成績 g ($\in \{ \text{上位}, \text{中位}, \text{下位} \}$) の生徒の質問 p ($\in \{ \text{質問 1}, \text{質問 2}, \text{質問 3} \}$) に対する振り返り文の集合であり, $D_{p,g,w}$ は, $D_{p,g}$ 中に単語 w が出現した振り返り文の集合であり, $f(D)$ は, 振り返り文の集合 D 中の振り返り文の数である.

単語の出現率をまとめたものを表 7, 8, 9 に示す.

表 7 質問 1 に対する振り返り文の中の単語の出現率

	単語の出現率 (質問 1)					
	上位		中位		下位	
こと	0.6147	でき	0.3333	こと	0.2709	
まし	0.4532	こと	0.3058	よう	0.1843	
わかり	0.2776	まし	0.2607	でき	0.1648	
でき	0.2662	ので	0.2509	わかっ	0.1508	
とき	0.2492	です	0.2274	なっ	0.1396	
という	0.2067	分かっ	0.1882	覚え	0.1396	
する	0.1869	よかっ	0.1705	まし	0.1117	
です	0.1756	方程式	0.1647	ない	0.1089	
わかっ	0.1728	単語	0.147	する	0.1089	
問題	0.1728	よう	0.145	から	0.1005	
ので	0.1614	計算	0.1411	ので	0.0949	
よう	0.1473	今日	0.1352	とき	0.0921	
ない	0.1359	覚え	0.1294	よかっ	0.0893	
計算	0.1331	する	0.1274	です	0.0893	
方程式	0.1104	わかっ	0.1254	という	0.081	
ところ	0.1104	連立	0.1196	方程式	0.081	
よかっ	0.1104	ない	0.1156	できる	0.0754	
ある	0.1076	など	0.1058	けど	0.0754	
分かっ	0.1048	問題	0.1058	分かっ	0.0726	
など	0.0934	理解	0.0882	単語	0.0726	
なっ	0.0821	たい	0.0882	とか	0.0642	
求め	0.0764	とき	0.0843	たい	0.0642	
今日	0.0764	英語	0.0823	今日	0.0614	
なる	0.0736	復習	0.0784	計算	0.0614	
復習	0.0736	使い方	0.0784	ところ	0.0586	

*2 <http://taku910.github.io/mecab/>

表 8 質問 2 に対する振り返り文の中の単語の出現率

出現率 (質問 2)					
上位		中位		下位	
ない	0.3257	ない	0.3	ませ	0.2067
です	0.3116	です	0.1941	あり	0.1955
なかっ	0.1898	なかっ	0.1745	なかっ	0.1815
ませ	0.1898	分から	0.1411	ない	0.1787
問題	0.1614	わから	0.1156	わから	0.1201
わかり	0.1614	ませ	0.1098	です	0.1005
でし	0.1331	ので	0.1019	単語	0.0754
とき	0.1218	問題	0.098	とか	0.067
ので	0.1218	よく	0.0941	ので	0.0642
こと	0.1189	こと	0.0803	分から	0.0558
たい	0.1161	とくに	0.0784	ところ	0.0558
わから	0.1048	たい	0.0764	たい	0.0558
ところ	0.1048	よう	0.0627	覚え	0.053
分から	0.0991	単語	0.0627	する	0.0502
まだ	0.0878	とか	0.0568	問題	0.0502
計算	0.0594	ところ	0.0549	特に	0.0502
する	0.0594	でし	0.0549	とくに	0.0474
よう	0.0594	まだ	0.0549	まだ	0.0446
という	0.0594	計算	0.049	今日	0.0446
とくに	0.0594	あり	0.049	方程式	0.0446
もん	0.0566	方程式	0.047	計算	0.0418
むずかしかっ	0.0509	する	0.045	やつ	0.0391
よく	0.0481	分数	0.045	でき	0.0391
から	0.0481	とき	0.0431	なっ	0.0391
まし	0.0481	特に	0.0431	あっ	0.0363

表 9 質問 3 に対する振り返り文の中の単語の出現率

出現率 (質問 3)					
上位		中位		下位	
です	0.3824	たい	0.349	たい	0.1061
たい	0.3682	です	0.2549	あり	0.081
やり	0.1473	やり	0.1274	ませ	0.081
つづき	0.1048	ない	0.1	やり	0.0726
ない	0.0963	つづき	0.0843	ない	0.067
から	0.0849	よう	0.0784	やつ	0.0642
問題	0.0764	方程式	0.0686	です	0.0558
ところ	0.0509	問題	0.0666	とか	0.0502
ので	0.0509	連立	0.0549	ます	0.0446
復習	0.0509	ます	0.0549	よう	0.0418
方程式	0.0509	次回	0.0529	もう	0.0363
続き	0.0481	ところ	0.0509	から	0.0335
わかり	0.0453	計算	0.047	する	0.0335
テスト	0.0396	復習	0.045	テスト	0.0335
ませ	0.0396	単語	0.0411	復習	0.0335
計算	0.0339	やつ	0.0411	単語	0.0307
よう	0.0339	ので	0.0411	問題	0.0307
さん	0.0339	もん	0.0411	年生	0.0279
英語	0.0311	やつ	0.0392	つづき	0.0279
basic	0.0311	いき	0.0392	ページ	0.0279
とか	0.0311	する	0.0372	だい	0.0279
単語	0.0311	こと	0.0372	ところ	0.0251
する	0.0283	から	0.0352	次回	0.0251
なかっ	0.0254	予習	0.0352	なかっ	0.0223
それ	0.0254	英語	0.0333	今日	0.0223

3.2 成績区分別分析の結果

3.2.1 丁寧語「です」「ます」の使用

表 7, 8, 9 中の丁寧語「です」と「ます」について、「です」、「ます」「です+ます」の各ヒストグラムを図 5, 6, 7 に示す。

図 5 を見ると、質問 1, 2, 3 に対するどの振り返り文においても成績上位の方が丁寧語「です」の出現率が高いことが分かる。

図 6 から、丁寧語の「ます」の出現率に関して、質問 1 に対する振り返り文では成績上位の方が高くなっているが、質問 2 に関しては同程度、質問 3 に関しては成績下位の方が高くなっている。

丁寧語の「ます」に関してさらに詳しく調べてみると、成績下位の生徒が「ありません」という文章を多用していることが判明した。そこで、質問 1, 2, 3 に対する振り返り文それぞれに対して、「ありません」という文章の出現率を分析し、その結果を図 8 に示す。

図 8 より、成績上位の生徒にはほとんど出現しておらず、成績下位の生徒が頻繁に使用していることが分かる。特に

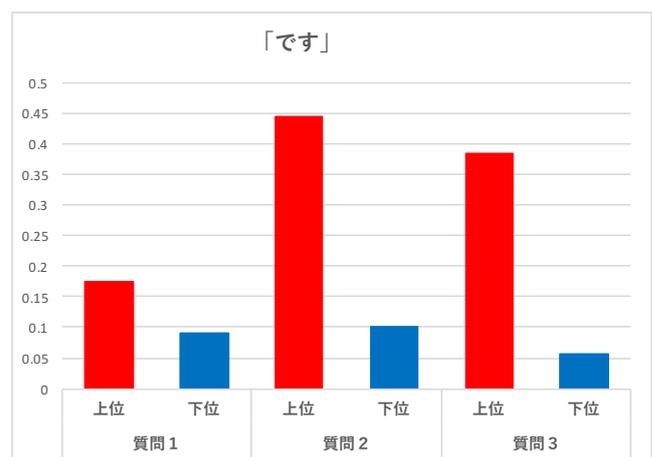


図 5 丁寧語「です」の出現率

成績下位の質問 2 に対する振り返り文で「ありません」という文章が頻出している。

表 1 から、質問 2 は「今日の範囲で分からなかった事、今日の学習で分からなかったことや、質問したいことを教えてください」であった。そのような質問に対して「ありません」と回答していることになる。「ありません」という

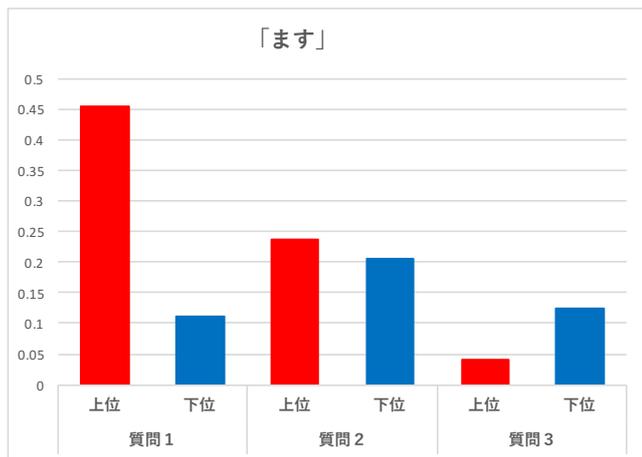


図 6 丁寧語「ます」の出現率

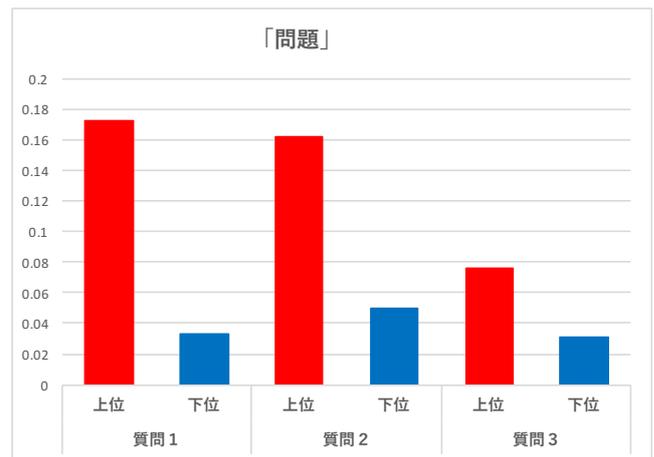


図 9 名詞「問題」の出現率

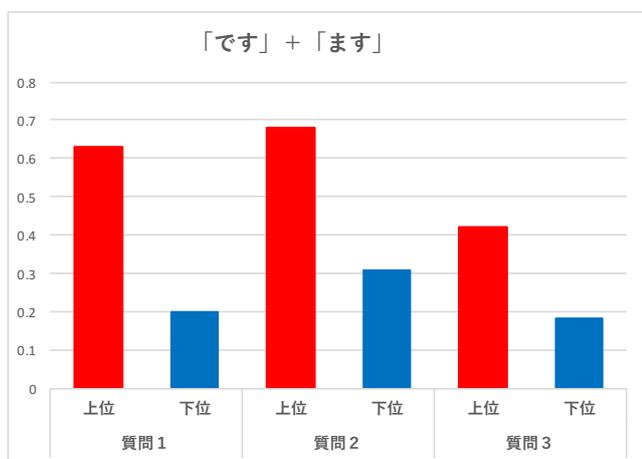


図 7 丁寧語「です + ます」の出現率

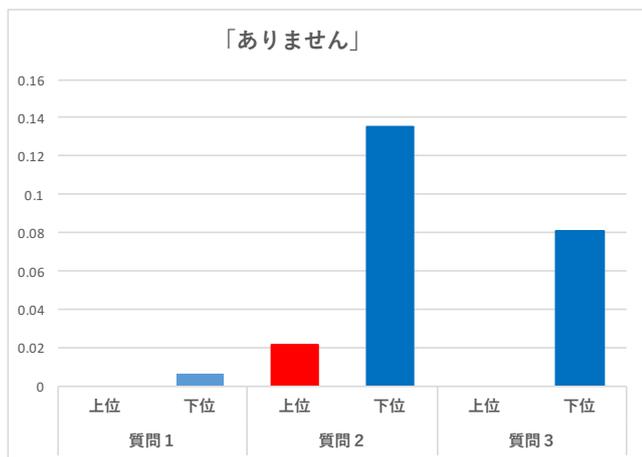


図 8 文章「ありません」の出現率

言葉の裏には 2 つの意味が考えられる。1 つは、「本当に今日わからなかったことや質問したいことがなかった」こと、もう 1 つは、「自分が何を分からないのかや質問したいのかすらも分かっていない」、ことである。今回の場合、成績区分を考慮すれば、後者に当てはまると推察される。

これが、図 6 の下位の生徒区分において、質問 2、3 の振り返り文の丁寧語「ます」の出現率が高くなった要因と

考えられる。

3.2.2 具体的な問題内容の記述

図 9 に名詞「問題」の出現率を示した。図 9 を見ると、質問 1、2、3 に対するどの振り返り文においても成績上位の方が「問題」という単語の使用頻度が高くなっている。「問題」という単語が使われている文章を調べてみると、「今日分かった問題や理解できた問題」に関する記述であったり、「今日分からなかった問題や質問したい問題」についての記述であることが分かった。以下に「問題」という単語が含まれている成績上位と下位の振り返り文の例を示す。

- 上位：今日は、疑問文や、否定文に書き変える問題を、やって Do の使い方や、not を置く位置を復習することができた。
- 下位：3 年生の問題などはなるべく授業で理解して単語をがんばりたいと思いました。

上記の通り、成績上位の方が「問題」という単語の出現率が高くなっているのに加えて、成績上位と下位ではその「問題」の内容の具体性に差があることが分かった。これは、今日分かったことや分からなかったことを伝える能力に差があるため、と推察する。

3.3 成績変化に着目した分析

4 月～6 月の期末試験までの期間と、7 月～9 月の中間試験までの期間に、振り返り文を分け、期末試験と中間試験で成績に変化があった生徒に着目して、成績の変化と振り返り文との間の関係の有無を分析した。

今回、成績が良くなった、悪くなったという基準を設けるにあたって、まず期末試験から中間試験にかけて成績区分が変化している生徒を調べた。図 10 に成績区分が変化している生徒をまとめたものを示した。図 10 を見ると、成績が悪くなっている生徒が多く、どの生徒も点数の変化が大きくなっていることが分かる。図 10 のデータのヒストグラムを図 11 に示す。

図 11 より、ほとんどの生徒が 10 点以上点数が変化して

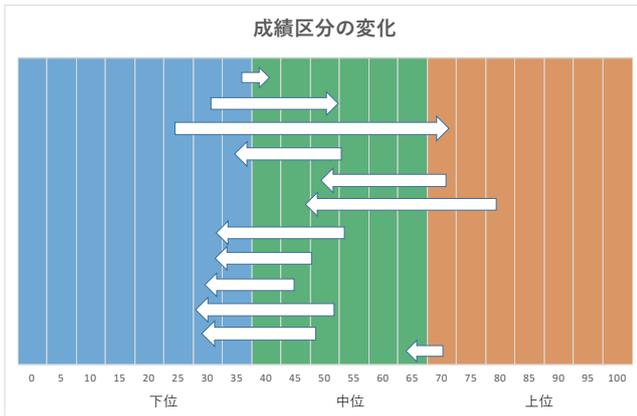


図 10 成績区分が変化した生徒

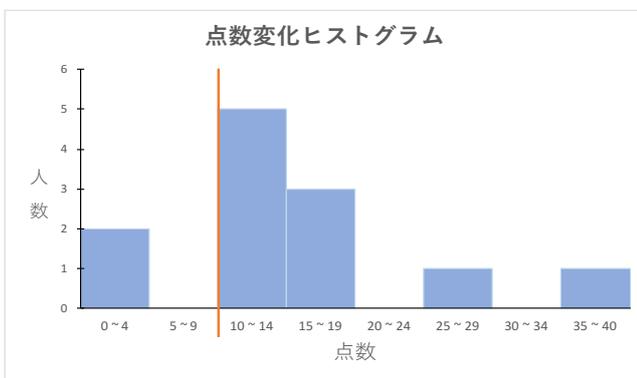


図 11 点数変化別ヒストグラム

いることがわかる。そこで、成績変化の基準を次のように定めた。

成績変化	期末試験と中間試験の点数差
有り	10 点以上
無し	10 点未満

この基準をもとに、成績区分の変化の有無とは関係なく、成績自体が 10 点以上変化した生徒を調べたところ 20 人いた。内訳は、成績上昇：5 人、成績下降：15 人であった。

分析の視点

「問題」という単語について分析した時に、その生徒が分かった問題や分からなかった問題を具体的に書いている生徒もいれば、抽象的に書いている生徒もいた。そこで、成績が変化している生徒は、「期末試験と中間試験でその「問題」の説明の具体性や抽象性に変化がある」という仮説を立てた。仮説を検証するため、期末試験と中間試験で成績が変化している生徒の振り返り文から CaboCha^{*3}を使用して、動詞とその目的語を抜き出し、目視で変化を分析した。

*3 <https://taku910.github.io/cabocho/>

3.4 成績変化に着目した分析の結果

分析した文章の例を表 10, 11 に示す。

表 10 成績が上昇した生徒

一学期期末試験		二学期中間試験	
目的語	動詞	目的語	動詞
計算が	わかった	植物チェックが	できるようになってきた
摩擦力を	覚えた	成長・ふえ方が	できるようになった
式が	分かった	はたらきが	できるようになってきた
部品が	おぼえられた	連鎖が	できるようになった
”	おぼえられた	まえより	解けるようになった
”	おぼえた	ハネケインムシなどが	わかった
生物体だと	わかった	正解だと	わかった

表 11 成績が下降した生徒

一学期期末試験		二学期中間試験	
目的語	動詞	目的語	動詞
内容について	復習できませんでした	内容を	復習できました
受け身形について	復習できませんでした	復習が	できました
不規則動詞について	復習できませんでした	内容が	わかりました
受け身形を	復習できませんでした	復習が	できました
単語について	復習できませんでした	復習が	できました
英単語を	覚えました	復習が	できました
基礎について	復習できませんでした	復習が	できました

表 10 は成績が上昇した生徒の期末試験と中間試験の振り返り文から動詞とその目的語を抜き出したものである。表中の動詞に着目すると、一学期期末試験では「分かった」や「覚えられた」などのごく一般的な動詞を用いているが、二学期中間試験では、「できるようになった」や「解けるようになった」など変化を表す動詞を使用しており、期末試験までの期間と中間試験までの期間の間で、振り返り文に変化を見ることができた。

表 11 は成績が下降した生徒の期末試験と中間試験の振り返り文から動詞とその目的語を抜き出したものである。

表中の目的語に着目すると、一学期期末試験までは、目的語の内容が授業毎に変化している。一方、その後の二学期中間試験までは、「内容が」と「復習が」の繰り返しとなっている。成績の下降の要因を、その生徒の理解度が低くなったことと関連すると考えると、一学期期末試験後の学習状況が悪化したか、科目内容の理解が及ばなくなり、何を書けば良いかわからない状態となり、同じ表現を繰り返すようになったのではないかと推察される。これらについては、今後の確認が必要である。

4. 成績区の変化の定量的推定

4.1 エントロピーを用いた定量的分析

目視で分析した結果、一学期期末試験までの期間と、その後の二学期中間試験までの期間に記載された振り返り文の内容に変化を見ることができた。読み取れた特徴として、目的語や動詞の具体性や、同じ表現の繰り返しなどが挙げられる。これらの結果から、成績の変化を表現するためにエントロピーを利用する。先の目視の分析が正しければ、「成績が上昇した場合の振り返り文のエントロピーは大きくなり、下降した場合のエントロピーは小さくなる」はずであり、そのエントロピーの値を成績の変化の推定に利用可能と考える。

成績推定を行うにあたって、振り返り文の数がある程度揃っていることが求められるため、まず、一学期期末試験から二学期中間試験までの期間中に、ひと月に受けた授業回数が2回以上(最大5回)の生徒13人を対象とした。これらの生徒で、一学期期末試験から二学期中間試験にかけて成績が上昇していた生徒は5人、下降していた生徒は8人である。ただし、ここでの成績の上昇、下降の基準として、3.3節で定義した基準(10点以上の変化)を利用すると、該当する人数が10人以下になるため、その基準は利用していない。そのため、一部の生徒については、目視で確認した特徴が利用できない可能性があり、その分、推定は難しくなる。

4.2 期間ごとのエントロピーの利用

成績推定用のデータセットを作成するにあたって、一学期期末試験までの期間と二学期中間試験までの期間の、これら生徒の振り返り文集合について、エントロピーを計算し、2次元のベクトルを作成した。これに、学習用のラベルとして、成績上昇の場合には1を、下降していた場合には-1を付与した。

成績の変化を推定するため、機械学習器のSupport Vector Machine (SVM) *4 と Random Forest (RF) *5 を用いる。これら学習器を、作成したデータセットに適用し、成績変

化の推定を行なった。交差検証法として Leave-One-Out*6 を用いた。評価尺度として F1 値 (マイクロ) を求めた。10 回繰り返し実行し、その平均をとった。

成績変化の推定の結果 (F1 値) を表 12 に示す。

表 12 成績変化の推定結果・F1 値

SVM	RF
0.544	0.478

SVM を用いた場合の F1 値は 0.544, RF を用いた場合の F1 値は 0.478 となり, SVM を用いた場合の方が RF より高い結果を得た。一方, その値は, 成績の変化を推定する上で高いとは言えない。この原因として, 生徒によって受けた授業回数に差があり, それがエントロピーの計算に影響を与えたのではないかと考えられる。

4.3 毎回の授業振り返り文に対するエントロピーの利用

先の期間ごとにエントロピーを求めた手法に対して, 毎回の授業の振り返り文に対して, エントロピーを計算する方法を取る。具体的には, 4月~9月の全6ヶ月間, つまり $5 \times 6 = 30$ 次元のベクトルを作成した。生徒が欠席などの理由で, 振り返り文を書かなかった授業回のエントロピー値の欠損を補完するため, 2つの方法(文章補完法とエントロピー値補完法)を用意した。

文章補完法は, 欠席などの理由で記載されなかった振り返り文を, あらかじめ用意した文章(例えば, 「休み」や「欠席」)で置き換える方法(以下, 文章補完法)であり, エントロピー値補完法は, 欠損した日のエントロピー値自体を, その生徒の, その月のエントロピー値の平均で補完する方法である。

ラベルに関しては, 前述の通り, 一学期期末試験から二学期中間試験にかけて点数が上昇していた場合には1を, 下降していた場合には-1を付与し, 機械学習器としては, SVM と RF を, 交差検証法としては, Leave-One-Out を用いて, F1 値 (マイクロ) を計算した。10 回繰り返し実行し, その平均をとった。表 13 に結果を示す。

表 13 成績の変化の推定結果・F1 値

F 値	SVM	RF
文章補完法	0.538	0.538
エントロピー値補完法	0.692	0.538

表 13 より, SVM を用いたほうが RF より F1 値が高く, 同月の平均エントロピーで補完するエントロピー値補完法の方が, 欠損した振り返り文を固定の文章で置き換える文章補完法より F1 値が高くなっている。また, テスト期間の振り返り文全てを用いて計算したものをを用いる方法より

*4 <http://scikit-learn.org/stable/modules/svm.html>

*5 <http://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.ensemble.RandomForestClassifier.html>

*6 http://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.model_selection.LeaveOneOut.html

も、授業毎にエントロピーを計算し用いる方法のほうがF1値が高くなっている。

今回は、エントロピー値を利用した推定の可能性を探るため、6か月間の振り返り文に出現した全単語を用いてエントロピーを計算したが、振り返り文の表現の変化や、目視で得た特徴をより直接的に生かす方法を探るなど、今後、さらなる改善が求められる。

5. おわりに

5.1 分析結果のまとめ

成績区分別分析

今回、「成績区分毎に分けられた振り返り文では、出現する単語や、その頻度に差がある」ことと、それを利用した「成績区分の変化を捉えることが可能」との予想をたて、振り返り文の分析を行った。その結果、成績区分の上位の生徒は下位の生徒に比べて丁寧語の「です」と「ます」を使う割合が高い傾向があることが分かった。また、成績上位の生徒は「問題」という単語の使用割合が高い傾向があり、成績上位の生徒は下位の生徒に比べて分かったことや分からなかったことをより具体的に書いているということが分かった。これらは成績区分の変化を見る上で重要な要素であると考えられる。

成績変化に着目した分析

成績が変化した生徒に関して、振り返り文を一学期期末試験までの期間と、その後の二学期中間試験までの期間に分けて分析することで、成績の変化に伴う振り返り文の特徴を読み取れるのではないかと仮説を立て、振り返り文から動詞とその目的語を抜き出して分析を行った。その結果、成績が上昇した生徒は目的語の具体性が増し、使用する動詞の差異が見受けられた。一方、成績が下降した生徒は、目的語が抽象的になったり、繰り返しの表現が多くなっていた。これらを踏まえて、振り返り文のエントロピーを計算することで成績変化の推定を試みた。その結果、テスト期間ごとの全振り返り文を用いてエントロピーを計算するよりも、授業毎の振り返り文に対してエントロピーを計算して推定する方法のほうがF1値が高くなった。

5.2 今後の課題

今後の課題として以下の点が挙げられる。

- 今回得られた知見を利用し、動機づけ方略 [9] などとも考慮しながら、具体的に生徒にどのようにフィードバックすれば良いかを検討
- 今回は様々な科目の情報を分析に用いているため、分析内容が、科目内容に影響されてしまう点を改善
- 分析に使用できるデータが少数である点を補う方法を検討

謝辞 本研究で使用したデータは、株式会社コラボプラ

ネットより提供を受けた。本研究の一部は、科学研究費JP16H02926とJP17H01843の支援を受けた。合せて感謝する。

参考文献

- [1] Deepak Prasad, Rajneel Totaram, and Tsuyoshi Usagawa, Development of Open Textbooks Learning Analytics System, International Review of Research in Open and Distributed Learning, Vol.17, No. 5, (2016)
- [2] Kizilcec, Ren F., Chris Piech, and Emily Schneider. "Deconstructing disengagement: analyzing learner subpopulations in massive open online courses." Proceedings of the third international conference on learning analytics and knowledge. ACM, (2013).
- [3] Jordan, Katy. "Initial trends in enrolment and completion of massive open online courses." The International Review of Research in Open and Distributed Learning 15.1 (2014).
- [4] 合田 和正, 廣川 佐千男, 峯 恒憲: 学習態度に関する自己評価記述の正確さと成績推定性能の相関, 電子情報通信学会和文論文誌, Vol.J98-D, No.9, pp.1247-1255, (2015)
- [5] SHAYMAA EZZELARAB MOHAMED SOROUR.: A Study of Comment Data Mining to Predict Student Performance, PhD thesis, Kyushu University, (2016)
- [6] Barry J Zimmerman, Self-Regulated Learning: Theories, Measures, and Outcomes, International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences (Second Edition), Elsevier, pp. 541-546 (2015)
- [7] Kazumasa Goda, Tsunenori Mine: Analysis of Students' Learning Activities through Quantifying Time-Series Comments, Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems, Springer, 6882, pp.154-164, (2011)
- [8] 合田 和正, 峯 恒憲: 自己学習評価文章の授業回時系列分析による学習状況の把握, 教育システム情報学会誌 Vol.30, No.1 pp.104-109 (2013)
- [9] 新谷 一郎, 長井 孝幸, 峯 恒憲: 中学生の授業後振り返り文に基づく成績推定, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 117, No. 326, AI2017-12, pp. 31-36, (2017)
- [10] 伊藤 崇達, 神藤 貴昭: 中学生用自己動機づけ方略尺度の作成, 心理学研究, 74 巻, 3 号 pp. 209-217 (2003)