

記述式小テストの解答入力過程からの学生の自信がない箇所の検出の試み

木村聖*1・高瀬治彦*1・川中普晴*1・鶴岡信治*2

Email: kimura@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, 演習支援, 作成過程

1. はじめに

講師は授業をする際に、学生の状況に応じて授業改善を行うことが望ましい。一方で、近年、大学などの教育機関への進学率は増加し続けており、さまざまな関心や学力を持つ学生が同じ教室で受講することがしばしばある。そのような状況で、講師は学生の状況をとらえることが困難である。西森による大学の数学基礎教育に関する調査⁽¹⁾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。

講師は小テストの解答から、学生の状況を把握し授業改善に役立てている。さらに講師は、小テストにおいて学生の解答からだけでなく、そのふるまいからも学生の状況を把握している。学生のふるまいとして、解答の作成過程や学生の身体の動きなどが挙げられる。講師は授業中に机間巡視しながら、学生のふるまいも観察して、学生の状況に応じて、個別や全体に指導をしている。しかし、多人数を対象に行う授業において、学生のふるまいから指導すべき内容を把握することが困難である。

そのため、近年の計算機およびネットワークの発達を受けて、小テストを解答中の学生のふるまいから学生の状況を把握することを支援するためのさまざまな研究が行われてきた。成田らは学生を撮影した映像をもとに、学生の状況を分析した⁽²⁾。浅井らはペンのストロークを分析することで、解答の作成過程を分析した⁽³⁾。本稿では、計算機システムを通じて、記述式小テストを実施している状況を想定し、解答の作成過程に着目をし、ここから学生の状況を判定することを試みる。特に、解答のキーボードの入力過程を分析することによって、解答の作成過程に影響を与える要因の一つの自信のない箇所の抽出を試みる。なお、本稿において、記述式小テストは成績に関わるテストではなく、学生の理解を確認するために演習問題とする。

また、成田らや浅井らの取り組みは、学生のふるまいを分析するために一人一人に特別な機器を準備する必要あることや、学生が分析の機器を扱うため、学生が解答する際に、解答にすることに緊張や意識してしまうであろう。そのため、我々は解答の入力過程に着目することによって、特別な機器や学生に収集されているなどの緊張や意識をされずに学生の情報を得ることができるであろう。

最終的には、講師にはここから収集し、分析した情報から指導すべき内容についての把握の支援をすることによって、授業改善をはかれるように支援することを目標とする。

2. 文章の作成過程

これまでに我々は、解答の作成過程に着目し、ここから学生の状況を判定することを試みてきた。そして、学生がキーボード入力により解答文を入力する際の停滞に着目することで、学生の自信がない記述を検出できる可能性を指摘してきた⁽⁴⁾。これを図で表すと図1のように表される。自信がない記述は、その記述自体はあやふやな記述であろう。そのため、これを講師に提供しても、講師がこれを読み解く必要がある。そこで、自信がない記述ではなく、自信がない項目(語)を抽出することで、講師が学生の状況を把握することに役立つと考え、その抽出を検討する。

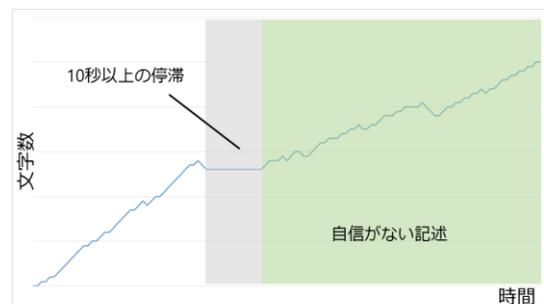


図1. 停滞と自信がない記述

検討に先立ち、学習者が解答文を作成する過程について分析する。文献(4)では、タイピング技術、自信の有無を原因として挙げている。内田らは、個人ごとの内観を時間の推移に従って調査した結果、作文過程で注意を払う問題は、大きく表1に示す4つのスタイルに分けられると報告している⁽⁵⁾。さらに、これらの比率が学年を追うに伴いB型多くなる傾向にあると述べている。本稿では、高等教育機関における小テストを対象にしており、B型が多い状況にあると予想をする。

B型において解答の入力が停滞するのは、「状況依存的に書き進める」ことができなくなった状態であろう。まず学習者は、問題に対して解答すべき項目を考える。

そして、それらの項目に逐次肉付けをして解答を記述しているであろう。この際スムーズに肉付けができなかった際に、入力停滞する。肉付け対象の項目に対して、学習者が十分に理解していると自信を持っているならば、この段階で入力が停滞することはないだろう。すなわち、入力停滞を引き起こした部分で記述しようとしていた項目が、学生が自信を持っていない項目とみなすことができる。本稿ではそのような項目の自動検出をめざす。

文献(4)の成果をふまえると、長時間の停滞の後に自信がない記述が含まれている。そのため、長時間の停滞前後の記述を分析することで、自信がない項目を抽出できるだろう。

表1. 作文での4つスタイル

A型	全体の構想をきちんと立てて、その構想に従って書きすすめる
B型	テーマを決めて、そのテーマに照らしながら状況依存的に書き進める
C型	テーマの意識化がないが、次に何を書くかを決めながら書きすすめる
D型	連想的に思いついた順に文字化していく

3. 解答の入力過程からの自信がない項目の自動抽出手法

この節では、解答入力中における長い停滞から、自信がない項目の自動検出する手法について検討する。

文献(4)では、長時間(10秒以上)の入力停滞の後に、学生の自信がない記述があることが示されている。今回は、自信がない項目の抽出を目的としており、これでは不十分であると考え。例えば、自信がない記述した文の途中で入力停滞が生じた場合、停滞後のみに着目しても意味が取り難い。そこで、抽出する単位で区切り、停滞箇所からいくつかの文節を抽出する手法を比較・検討する。文節単位で区切ることで意味が中途半端になることを防ぎ、文節数を限定することで講師に提供する情報を厳選する。各個人でこのような情報を抽出し、全学生の情報から、頻出な項目を抽出することで、教室内で多くの学生が自信を持っていない項目が明らかになるだろう。

次の節で、二つの文節の抽出法による抽出結果を比較・検討する。

4. 解答の入力過程と学生の状況の関係

解答の作成過程の長い停滞から、自信がない記述の中のテーマとなる箇所の検出がおこなえないか試みる。

4.1 解答の入力過程の収集

分析のために、まず何人かの被験者に解答の過程と、その解答で自信がない箇所を収集する。

解答の入力過程は、以下の条件のもとで収集した。被験者は、理系の大学生5名と大学院生5名の計10名とした。小テストには、「右ねじの法則を大学1年生向けに言葉で説明してください。」や「ローパスフィルタを大学3年生向きに説明してください。」といったように、さまざまな間を6問用意し、それぞれ15分制限で解答してもらった。被験者は、図2に示すようなインターフェイスをもつ専用のシステムを利用し解答を入力・提出した。システムは、時間、入力をした文字と文字数を逐次収集するようになっている。なお、文字数のカウントはローマ字単位で収集した。また、入力をせずに1秒経過した場合には、入力した文字と文字数をそのままにして時間だけを1秒後に更新する。このシステムを利用して、被験者が入力するたびに、前述の3つを収集した。実際の収集状況を図3に示す。



図2. 学生側のインターフェイス

14:30:56		0
14:30:57	m	1
14:30:57	み	2
14:30:58	みg	3
14:30:58	みぎ	4
14:30:59	みぎt	5
14:30:59	みぎて	6
14:31:00	みぎてn	7
14:31:00	みぎての	8
14:31:00	みぎてのh	9
14:31:00	みぎてのほ	10
14:31:01	みぎてのほう	11
14:31:01	みぎてのほうs	12
14:31:01	みぎてのほうそ	13
14:31:01	みぎてのほうそk	14
14:31:02	みぎてのほうそく	15
14:31:02	みぎてのほうそくと	16
14:31:02	みぎてのほうそくと	17
14:31:02	みぎてのほうそくとh	18
14:31:02	みぎてのほうそくとは	19

図3. 収集した解答の入力過程

各被験者には、小テスト終了後、アンケートを実施し、解答に自信がない箇所とその理由について示してもらった。自信がない項目の抽出は、示してもらった箇所でもわからなかったこと、うまくまとめられなかったことや気にかかることなどを筆者により分類した。

60個の解答に対し、自信がない項目の箇所は延べ61箇所あった。また、10秒以上の停滞は延べ72箇所あった。

自信がない項目は、「右ねじの法則を大学1年生向けに言葉で説明してください。」という問いでは、「向き

が時計か反時計かで迷った」, 「電流が流れてどうなるかうまくまとめられなかった」や「電流が流れて、回す方向がどうなるか考えていた」といったように「向き」や「電流」の箇所が自信がない項目と考えられる。

「ローパスフィルタを大学3年生向きに説明してください。」という問では、「周波数の扱い方がまとめられなかった。」や「コンデンサが浮かんでいて、コンデンサをどうすればいいかわからなかった。」といったように、「周波数」や「コンデンサ」の箇所が自信がない項目と考えられる。

この示した項目を解答の入力過程から抽出できるかどうか検証する。

4.2 自信がない箇所の抽出

4.1 節で収集した入力過程から、3章で提案した手法により自信がない記述を抽出する。

解答は、日本語係り受け解析器 Cabocha⁶⁾を用いて文節単位に区切り、長時間(10秒以上)入力が停滞した前後の文節を抽出する。

抽出する長さは、4文節とした。抽出範囲は、停滞箇所より後の4文節、もしくは、停滞より前の2文節と後の2文節の二つの範囲で行った。

また停滞した箇所が文節内で生じた場合、解答はローマ字入力で行っているため、停滞前後のアルファベットの数が少ない方に合わせる。例えば、「右ねじの法則を大学1年生向けに言葉で説明してください。」で生じた「電/流が」の「/」の箇所で停滞が生じた場合、「denn/ryuuga」とし、前半の方がアルファベットの数が少ないので停滞した箇所は「電流の」の前の箇所で停滞が生じたと見なす。

本来は、各学生から抽出した文節を全員分収集して、さらに頻出後を抽出する。本稿では、抽出した文節に必要な情報が含まれているかどうかを検証するため、頻出後の抽出は行わない。

4.3 実際の解答での抽出結果

提案手法で抽出した文節内に、アンケートで収集した自信がない項目が含まれているのか調査する。表2に結果を示す。停滞前後の文節が、停滞後のみの文節よりも自信がない項目を多く含んでいることが分かる。

表2 停滞後と停滞前後で4文節中のテーマの箇所数

	テーマあり	テーマなし
停滞後4文節	44	17
停滞前後4文節	51	10

表2より10秒以上の停滞があるもので、自信がないと回答された解答は延べ61箇所、停滞後4文節からテーマの箇所を抽出できたのは、44箇所、72.1%で、停滞前後4文節からテーマの箇所を抽出できたのは、51箇所、83.6%であった。ここから、停滞前後に着目をした方がテーマの箇所を10%高い精度で抽出でき、停滞した前後に多くあることが分かる。

表3および表4に抽出した文節の例を示す。表3は「右ねじの法則を大学1年生向けに言葉で説明してく

ださい。」という問に対する解答から、表4は「ローパスフィルタを大学3年生向きに説明してください。」という問に対する解答から抽出した結果である。表中の下線は自信がない箇所を表し、網掛けはアンケートで得られた自信がない項目である。抽出したそれぞれの文節からだけでは、自信がない項目について特定できない。多数の学生が同じ項目について自信を持っていないければ、これらの抽出結果から頻出の語を検出することで特定できるだろう。実際、表3では、「方向(向き)」、「電流」が頻出していた。表4では、「高周波」、「コンデンサ」が頻出していた。これはアンケートの結果と一致している。以上より、長時間停滞した前後の文節内に、解答者が自信を持っていない項目(語)が含まれていることが示された。

表3 右ねじの法則を説明する問での解答例

10秒以上の停滞前の記述	10秒以上の停滞後の記述
(文頭)	コイルを巻いている
(文頭)	ある電流を
ある電流を	流すことにより
発生すること	その方向に
進む方向に	電流が流れる
(文頭)	電流が生じた
導線に電流を	とは、
右ねじを止める	回す方向と
同じである	一方向に流した
でん	電流を流す
親指のさす方向が	電界の向きで
指の向き	磁界の向き

表4 ローパスフィルタを説明する問での解答例

10秒以上の停滞前の記述	10秒以上の停滞後の記述
(文頭)	回路に並列に
(文頭)	高周波領域成分をカットする
そちらに流して	コンデンサ…。出力に
信号を通す	通過させるもの
回路である。	オペアンプにコンデンサを
オペアンプにコンデンサを	(オペアンプ)の入力に(コンデンサを)接続する
(文頭)	低周波の信号のみ
ローパスフィルタとは	高い周波数を
高い周波数を	入力された周波数の
(文頭)	一定の周波数以上の
除去する回路。	コイルとコンデンサーを

ここで停滞前後を抽出する手法で、失敗した10件の事例について検討する。

まず検出基準である文節数・停滞時間のしきい値

を調整することで解決できるであろうものが6件あった。このうち3件は、停滞した箇所から3文節目に自信がない項目が存在した。別の3件は、その前後2文節目以内にある停滞が5秒以上であったものの、10秒に達しなかった。これらを検出することができたとすれば、前後の文節を抽出する手法により、90%を超える(57/61)検出率を達成できる。この結果は、検出基準である文節数や停滞時間の調整が不足していたことを意味する。今後は、全員一律の基準ではなく、学習者毎に調整した値を用いることを検討したい。

残りの4件については、提案手法そのままでは検出が困難な状況であった。1件は、停滞はしていなかったが書き換えが行われていた。そのため、停滞以外にも書き換えについても着目するといいたい。2件は、アンケートによると自信はなかったか、思い切って解答したとのことであった。提案手法では、自信のなさに起因するためらいを検出するため、このような場合については対応できない。残りの1件は、停滞・書き換えとは関係のないところに、自信がない項目があり、これについてはさらなる解説が必要であろう。

すべての10秒以上の停滞したい箇所のうちで、提案手法で抽出した文節内に、アンケートで収集した自信がない項目が含まれているのか調査する。表5に結果を示す。こちらも停滞前後の文節が、停滞後のみの文節よりも自信がない項目を多く含んでいることが分かる。停滞前後の文節では、70%以上検出することができた。

表5 10秒以上の停滞とテーマの有無

	10秒以上内に テーマあり	10秒以上に テーマなし
停滞後4文節	44	28
停滞前後4文節	51	21

ここで停滞前後を抽出する手法で、失敗した19件の事例について検討する。

これらは、問題文を読んで、解答の内容まとめていることや、より分かりやすい解答になるように項目を肉付けしようとしたものであった。残りの2件は休憩というものであった。この結果は、解答の文頭において、それぞれの学生問題を読み、解答内容を考える時間は異なり、そのまとめる時間を考慮することが不足していたことを意味する。今後は、文頭において、提案とは別の処理を検討したい。

5. おわりに

本稿では、記述式の小テストから学生の状況を講師が把握することを支援するシステムの構築をめざしている。本稿ではその一環として、学資絵の解答文ではなく、学生の解答の作成過程(入力過程)から、学生が自信をもっていない項目の抽出を試みた。そこで、

解答の入力過程において、長時間の停滞があった後に自信がない記述があることを示した従来研究を発展させた。自信がない記述があることを示した従来研究を発展させた。自信がない記述は、その記述自体はあやふやな記述であろう。そのため、これを講師に提供しても、講師がこれを読み解く必要がある。そこで、自信がない記述ではなく、自信がない項目(語)を抽出することで、講師が学生の状況を把握することに役立つと考え、その抽出を試みた。そこで、自信がない項目と入力停滞箇所の関係を、実際の小テストの解答およびその入力過程を対象に調べた。その結果、停滞箇所の近傍(前後2文節目程度)に自信がない項目の多くが記されていることを明らかにした。また、停滞箇所の近傍の文節を抽出し、全学生についてまとめ、頻出な項目(語)を抽出することで、多くの学生が自信を持っていない項目(語)を検出できる可能性を示した。

今後は、講師による小テストの結果をもとに、フィードバックを支援するシステムの構築のため、検出結果の提示方法について検討したい。

謝辞

本研究は、JSPS 科学研究費 26350274 の助成を受けたものである。

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) 成田 雅博: “授業ビデオ映像を活用した授業研究支援システムに関する調査”, 山梨大学総合情報処理センター研究報告, 山梨大学 (2007)
- (3) 浅井洋樹, 野澤明里, 苑田翔吾, 山名早人: “オンライン手書きデータを用いた学習者のつまづき検出”, 第4回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (2012)
- (4) Kenji Hayakawa, Haruhiko Takase, Hiroharu Kawanaka, Shinji Tsuruoka: “Analysis of Typing Process to Answer Descriptive Quiz - A Discussion of Reason for Suspension of Typing Process”, proc. of the sixth international workshop on regional innovation studies (IWRIS), pp.77-80 (2015)
- (5) 内田伸子: “文章産出一物語ること・書くこと・考えること”, 『言語心理学』朝倉書店 p.86 (2006)
- (6) 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)