

算数文章題の単文統合型作問演習におけるログデータからの思考の変化の分析 ～第1選択単文の観点から～

Analysis of Change of Thinking from Log Data in MONSAKUN - First Sentence Selection in Sentence Integration Problem-posing-

林 雄介^{*1}, ヌル ハサナ^{*1}, 前田一誠^{*2}, 平嶋 宗^{*1}
Yusuke HAYASHI^{*1}, Nur HASANAH^{*1}, Kazushige MAEDA^{*2}, Tsukasa HIRASHIMA^{*1}

^{*1} 広島大学大学院工学研究科

^{*1} Graduate School of Engineering, Hiroshima University

^{*2} 広島大学附属小学校

^{*2} Hiroshima University Attached Elementary School

Email: hayashi@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし：問題を解くだけでなく、問題を作るということが、学習者の理解を深めるのに有益であるとされているが、作問演習の実施が難しい上に、そこで効果が得られるメカニズムは明らかになっていない。本稿では、単文統合型の作問演習環境モンサクンの利用データの分析から学習者の思考を推定する技術を確立する第一歩として、学習者が最初に選択したものに注目して傾向を調査し、その理由を考察する。

キーワード：作問学習、単文統合型、思考プロセス、ラーニングエンジニアアナリティクス

1. はじめに

学習対象の理解を深め、確認するための活動として一般的に問題解決演習が行われているが、問題を解くのでは無く、問題を作ることも教育的に意義があることが古くから知られている⁽¹⁾。本研究で対象としている算数の分野でも作問演習についての研究も行われ、その効果が示されている⁽²⁾⁽³⁾。しかし、作問活動は学習者、教授者共に非常に負担のかかる作業であるために十分な作問量を確保することが難しく、従来は実用的な実施が困難とされてきた。

そのような作問学習を授業などで行えるようにするための学習支援システムとしてモンサクンが開発されている。モンサクンの特徴は、次節で説明する単文統合型という作問演習形式を採用することにより、短い時間内でも数多くの作問活動が行えることにある。実際に小学校での授業での実践的利用が多く行われており、十分な作問量が確保できると共に、問題の解決と作成の両方への効果や問題の識別能力の向上といった効果も報告されている⁽⁴⁾。

本研究では、作問学習における学習者の思考を推定し、適切なフィードバックを返すことを目標として、モンサクン上で得られた作問過程のデータから思考を推定する手法の開発を目指している。本稿では、その第一歩として学習者が最初に選択する単文に注目して分析した結果を報告する。

2. 単文統合型作問演習

モンサクンにおける作問演習形式である単文統合型というのは、学習者が自由に文章を作成するのでは無く、用意された単文の選択と組み合わせとして、要求される条件を満たす算数の文章題を作る演習形式である。この形式での作問課題の一例を図1に示す。モンサクンで提示される課題は、作成する問題

の要求として式と物語の種類、それを組み立てる材料として5または6個の単文を提供する。この課題では「8-3」という式で答えを求め、「あわせていくつのもんだい」を作ることを求めている。学習者は提示された単文の中から3つを適切に選ぶと、求められた問題を作る。この課題では単文1, 2, 3を組み合わせたものが正解となる。ただし、モンサクン上で単文が提示される並びはランダムである。

この課題は式が引き算であるのに対して、「あわせていくつのもんだい」という足し算を想起させる問題を作ることを要求しており、これを学習する小学校1年生にとって解くのが難しいとされているものである。このような問題は逆思考問題とよばれ、モンサクンが提供する課題にも含まれている。

課題：「8-3」でけいさんできる「あわせていくつのもんだいをつくらう
単文1：白いうさぎが3ひきいます
単文2：黒いうさぎが？ひきいます
単文3：白いうさぎと黒いうさぎがぜんぶで8ひきいます
単文4：白いうさぎが8ひきいます
単文5：白いうさぎは黒いうさぎより3ひきおおいです
単文6：ちやいろいうさぎが3ひきいます

図1 単文統合型作問演習の課題例

このような形式で作問を行うことにより、学習者は提示された単文の範囲で作問をするので自由度は失われるが、文章を作成する負担は軽減され、要求される条件に必要な要素を考えることにより焦点が当てられるというのが、期待される効果である。

そして、このように作問を定義すると、作問を与えられた6つの単文から3つを選ぶ組み合わせ探索問題となり、探索空間を規定できる。これによって作問タスクを明確にすると共に、学習者の回答プロセスがコンピュータ処理可能になるメリットもある。

3. データ分析

3.1 対象データ

本研究では、モンサクンにおいて逆思考問題の作問として最初に出てくるレベル 5 の 1 問目を対象として、広島大学附属小学校での 2 年生を対象とした授業内での利用のデータの分析を行った。対象とした授業では、最初に児童がモンサクンを利用して指定したレベルの課題を行う。そして、指定されたレベルに含まれる課題を少し変更したものを使って教室全体で考え、可能であれば最後の 5 分ほどでまたモンサクンを利用した。今回のデータは児童がレベル 5 に取り組んだ最初の授業から 3 回分の授業のデータ（1 日目と 2 日目の間は 2 日空き）である。

3.2 データの概要

1 日目で対象とする作問ができたのは 39 名中 17 名であったが、2 日目以降はほぼ全ての児童が作問できた。1 日目には授業後の利用はできなかったが、2 日目以降は授業後にも実施し、3 日間のトータルで対象の課題を最大 8 回行った児童もいる。ただし、レベル 5 の全 12 問を完了してから、また最初の問題に戻るようになっているので、作問できた後にすぐに同じ課題を行ったわけではない。

3.3 データの傾向

ここでは、3 日間をトータルとして、3 回以上作問に正解した 31 名のデータを用いて、最初、2 回目、3 回目に作問できたときに最初に選択された単文を分析対象とした。表 1 に各回のデータを示す。

表 1 1 回目から 3 回目の正解のデータ

単文	1 回目			2 回目			3 回目		
	選択者数	操作回数 (平均)	答え合わせ (平均)	選択者数	操作回数 (平均)	答え合わせ (平均)	選択者数	操作回数 (平均)	答え合わせ (平均)
1	6	27.17	5.33	3	22.33	4.67	2	3.00	0
2	1	35.00	8.00	1	3.00	0.00	4	7.50	0.5
3	7	10.57	1.86	15**	11.94	2.00	15**	7.87	0.64
4	16**	42.13	5.81	11**	17.20	2.70	9	33.67	6.5
5	0**	-	-	1	13.00	2.00	1	12.00	0
6	1	50.00	10.00	0**	-	-	0**	3.00	-

**：2 項検定において有意水準 1% で有意差

選択されるカードがランダムであると仮定し、期待値を均等として適合度検定を行った。その結果、1 回目から 3 回目までそれぞれ $\chi^2(5) = 35.380, 38.089, 32.284$ で有意水準 1% で選択に有意差が見られた。よって、児童が意図的に選択していることが分かる。

同様の条件で各単文の選択において 2 項検定を行い、1 回目は単文 4、2 回目は単文 3 と 4、3 回目は単文 3 が有意に多かった ($p < .01$)。

ライアンの方法による多重比較によっても、1 回目は単文 4 が単文 2、5、6 に比べて、2 回目は単文 3 が単文 2、5、6 に比べて、単文 4 が単文 6 に比べて、3 回目は単文 3 が単文 1、5、6 に比べて多かった。

これらの結果から正解の回数に応じて、多く選ばれる単文の傾向が変化していったことが分かる。

4. 考察

最初に多かった単文 4 の選択は、この課題までに行ってきた課題から得られた単純なルールを適用していることが推定される。分析対象となるレベル 5 の課題までは、提示されている式の中の数字の順番とカードを並べた際の数字の順番が一致し、数量の関係を表す文（例えば、この課題では単文 3）が最初に来ることはなかった。つまり、この課題までは文章と数式の関係を把握していなくても作問ができてしまったと言える。よって、同じように考えると、条件に合うのは 8 という数をもち関係を表すものではない単文 4 であり、最初に取り組んだときにこれを選択した児童が多かったことと一致する。

一方、単文 4 に代わって多くなる単文 3 は「白いうさぎと黒いうさぎがぜんぶで 8 ひきいます」というもので、「あわせていくつ」の問題の構成を特徴付けるものである。この課題では、この種類の単文はこれだけであり、これを選択することで求められている条件の一つが満たされる。このため、これを最初に選ぶということは、作ることを要求されている問題の特徴を理解していると推定できる。ただし、単に回答を憶えている児童がいる可能性もあるので、更なる調査が必要である。

有意ではないが 3 回目の正解においても、正解に含まれない単文 4 を最初に選択する者も少なくない。これについては 2 度解けたといっても、単に正解を憶えるわけでも、求められる文章題の特徴をきちんと理解しているわけではなく、まだ試行錯誤で解いている可能性がある。単文統合型作問環境の目標は作問活動を通じて物語とそこに含まれる数量関係、式の間を関連させることであり、それを促進するための更なる支援が必要と考えられる。

5. おわりに

本稿では、モンサクンを児童が授業の中で利用したデータから、最初に選ばれるカードに注目してデータを分析し、その理由について考察した。分析の結果から学習者の選択は 2 つの単文に集中し、それぞれの理由が推定できた。今後はデータの量を増やすことにより、この推定の妥当性を検証するとともに、作問プロセス全体を対象としていきたい。

参考文献

- (1) Polya, G.: How to solve it: A new aspect of mathematical method, Princeton University Press (1957)
- (2) Ellerton, N.F.: Children's Made Up Mathematics Problems: A New Perspective on Talented Mathematicians. Educational Studies in Mathematics, Vol.17, 261-271 (1986)
- (3) Silver, E.A., Cai, J.: An Analysis of Arithmetic Problem Posing by Middle School Students, Journal of Research in Mathematics Education, vol.27, No.5, 521-539 (1996)
- (4) 横山 琢郎, 平嶋 宗, 岡本 真彦, 竹内 章, "単文統合による作問を対象とした学習支援システムの長期的利用とその効果", 日本教育工学会論文誌, Vol.30, No.4, pp.333-341 (2007)