

## 単文統合型の逆思考問題作問における誤りの分析

### Analysis of Student's Errors in Posing of Reverse-Thinking Problems from Calculation Structure

神戸 健寛<sup>\*1</sup>, 吉田 祐太<sup>\*1</sup>, 山元 翔<sup>\*1</sup>, 平嶋 宗<sup>\*1</sup>,  
Takehiro KANBE<sup>\*1</sup>, Yuta YOSHIDA<sup>\*1</sup>, Sho YAMAMOTO<sup>\*1</sup>, Tsukasa HIRASHIMA<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 広島大学大学院工学研究科

<sup>\*1</sup> Graduate School of Engineering, Hiroshima University

E-mail: kanbe@lel.hiroshima-u.ac.jp

**あらまし:** 算数の和差算の文章題を対象とした作問学習支援システムとしてモンサクンの開発を行なっている。本システムが取り扱う課題としては大きく分けて順思考問題作問と逆思考問題作問が存在し、後者は特に解決が困難であることが明らかとなっている。

本研究では逆思考作問に焦点を当て、小学校1年生に対して行われたモンサクンの実践利用における作問履歴から学習者が起こす間違いの種類と、課題内・課題間での間違いの変化を分析する。

**キーワード:** 作問学習, 逆思考, 和差算

#### 1. はじめに

問題を解くのではなく、逆に問題を作ることによる学習は作問学習と呼ばれている。作問学習は解法の定着を促進することができることとされており、<sup>(1)</sup>。これまで先行研究として算数の和差算を対象とした作問学習支援システムとしてモンサクン<sup>(2)</sup>が開発されている。しかしながらこれまでモンサクンを利用して実践的な授業を行う対象としては和差の範囲を学習済みの児童に対するものであった。そこで教授者側からの意見として物語構造を明示的に教えながら和差の範囲を学習途中の児童に対して指導を行いたいというものがあ、これを実現するために適切な課題設定・フィードバックへと改善を行った上でモンサクンをタブレット環境で実行可能にしたシステムの開発を行なった。このシステムを利用して小学校1年生に対する実践授業が行われ、本システムの有効性を示すことができている。

本研究ではこの実践授業内における児童の作問履歴から学習者の作問活動の過程を明らかにするため、学習者の誤りに着目して分析を行った。

#### 2. 問題の分類と分析対象

算数の和差算には一般的に順思考問題と逆思考問題の2つが存在する。順思考問題は物語を順に解釈するだけで問題を解くことができるもので、問題の関係を式で表すと「 $\bigcirc + \square = ?$ 」の形になるもの(関係式)である。一方逆思考問題は物語全体の状況を把握した上で未知数の計算を行わなければならない問題であり、関係式が「 $\bigcirc - ? = \square$ 」等の形になるものである。本システムでは順思考問題作問課題・逆思考問題作問課題の両方を扱っているが、更にこの2つ分類の他に作問課題によって関係式を与える課題と計算式(未知数を求めるための式)を与える課題との2つに分けられる。例として図1では計算式からの作問を行わせる課題を示している。この課

題の物語構造は合併であり、正解の関係式は「 $3 + ? = 8$ 」または「 $? + 3 = 8$ 」となる。児童は与えられた計算式「 $8 - 3$ 」からこの上記の関係式を表す単文を選択しなければならず、関係式を与える課題に比べ難易度が高いといえる。

表1に授業実践で行われた、順思考問題作問 Level1、逆思考問題作問 (Level3、Level5) の3つの正答率を示す。正答率とは総作問数における課題の条件を満たした正解の問題数の割合を示している。この結果を見ると関係式を与える Level3 に比べ計算式を与える Level5 の正答率が低く、児童が大きく躓いている部分であることがわかる。関係式を与えた場合の作問活動では順思考・逆思考の正答率に差が見られないが、児童は関係式通りに単文カードを順に当てはめる事ができるため問題の難易度が低くなっているからであると考えられる。そこで本研究では逆思考問題作問の計算式を示す課題に焦点を当て、学習者ごとの間違いの種類と各課題内、課題間での間違いの変化の分析を行うこととした。



図1 計算式を示す課題の作問画面

	Level1	Level3	Level5
総作問数	2396	1500	4998
正答数	1849	1058	670
間違い数	547	442	4328
正答率	0.771703	0.705333	0.134054

表1 課題の設定と各課題の正答率

### 3. 実践内容

本研究が行う分析とその結果を述べる前に、分析対象となるデータを収集した評価実験の内容を説明する。この評価実験では小学校1年生39名に対し、2週間程度で全9回の実践授業を行った。授業内容は1章で述べたように単文統合型の作問活動を用いた授業の中に確認と復習のために本システムを授業の前後5分程度、合計10分ほど使用してもらった。

また、学習者の問題解決能力を測るため、問題解決テスト、情報過剰テスト、作問テストの3つのテストを行った。学習者の学力の上位下位によって分析を行う際にはこの情報過剰テストのうち、ポストテストの逆思考問題の成績部分を用いている。

### 4. 分析結果

現在本稿を執筆中にも児童の作問履歴の分析を行っているが、これまでの分析内容と分析結果を述べる。

#### 4.1 作問活動による誤り数の変化の分析

本システムを用いて作問学習を行うにつれ、同じ物語構造を持った課題に関しては学習途中に問題スキーマが洗練されていくという仮定を立てた。正解までの誤り数の減少が確認出来ればこの仮定が正しいことを示すことが出来ると考えられる。

分析結果は表2の通りである。各問題において、正解までに起こす誤りの作問数の減少が見られることが分かった。問題6に関しては、関係文（物語構造を決定する述語を持つ単文）の数量が未知数となっており、他の課題と少し性質が異なっているため誤り数が多くなっていると考えられる。

以上の結果より誤り数の減少を確認でき、本システムによって物語構造の理解が進み、問題スキーマが洗練されていると言える。

#### 4.2 成績の違いによる問題作成過程の変化

本システムを用いて作問学習を行なっていく際、同じ課題を2度以上繰り返して行なっている部分が存在する。同じ課題を繰り返している間に学習者の起こす誤りの種類が変化していくことが予想できる。ポストテストの成績上位者においては本システムによって問題スキーマが洗練され、成績下位者においてはあまり理解できないまま作問活動を行なっていると考えられる。そこで学習者の誤りの数ではなく、誤りの種類の側面から分析を行った。仮定として、成績上位者は成績下位者よりも1度目の作問活動に比べ2度目以降の作問活動のほうが間違いの種類の変化が大きいはずであると考えられる。

分析の結果は表3の通りである。本研究の分析では誤りの種類を7つに分類し、まとめたものを表4に示す。これは学習者の作った問題自体の正しさと、この問題と課題との比較の2つの側面から分類を行ったものである。このうち誤りタイプ7に関しては物語構造を理解していない場合において発生する誤りであり、問題の種類に関係なく作問全体における

誤りの性質を示す間違いであると考えられる。

そこで児童の作問履歴から誤りタイプ7に着目すると、この誤りの数が成績下位者では誤りの割合が増加しているのに対し、成績上位者では誤りの割合が減少している事が分かった。この結果より成績上位者は物語構造を意識しながら作問活動を行っており、単文カードをランダムに当てはめるといった活動が減少しているのではないかと判断できる。この考察より学習者が物語構造を意識しながら作問活動を行うことが問題解決能力の向上に関わっているのではないかと考えられる。

合併(問題1, 3)	増加(問題4, 6)	減少(問題7, 9)	比較(問題10, 12)
1.51351	0.86486	7.40541	12.9143
		14.4839	8.64286
			4.16
			2.35

表2 問題間の平均誤り数の比較

成績上位		1	2	3	4	5	6	7	総誤り数
初回	誤りの種類	1	2	3	4	5	6	7	
	誤り数	40	56	9	10	63	26	235	439
	誤りの割合	0.091	0.128	0.021	0.023	0.144	0.059	0.535	
周回後	誤りの種類	1	2	3	4	5	6	7	総誤り数
	誤り数	25	28	22	2	56	12	139	284
	誤りの割合	0.088	0.099	0.077	0.007	0.197	0.042	0.489	
成績下位		1	2	3	4	5	6	7	総誤り数
初回	誤りの種類	1	2	3	4	5	6	7	
	誤り数	60	50	4	21	63	78	245	521
	誤りの割合	0.115	0.096	0.008	0.04	0.121	0.15	0.47	
周回後	誤りの種類	1	2	3	4	5	6	7	総誤り数
	誤り数	26	44	27	18	47	28	260	450
	誤りの割合	0.058	0.098	0.06	0.04	0.104	0.062	0.578	

表3 成績の違いによる誤りの変化の違い

[物語構造ができていない]	
mistake = 7:	/* 物語構造ができていない */
[計算不可能だが物語構造はある]	
mistake = 6:	/* オブジェクトも数式もどちらも違う */
mistake = 5:	/* 数式が成り立っていない */
mistake = 4:	/* オブジェクトがあていない */
[物語構造が存在し、計算も可能]	
mistake = 3:	/* 正解と物語構造も計算式も違う */
mistake = 2:	/* 計算式があていない */
mistake = 1:	/* 物語構造がちがう */

表4 誤りの種類

### 5. まとめと今後の課題

本稿では小学校1年生に対して行われた実践授業の作問履歴のうち、逆思考問題作問の計算式を提示する課題において作成された問題を対象として分析を行った。今回行った2つの分析により、実践授業で行われた作問活動の状況が少しずつ明らかになってきたといえる。これからの課題としてプレテスト・ポストテストの成績上昇率の違いによって学習者を分割し、学習者の誤り数などの比較を行うことや学習者の単文カードの並べ方を調査することによって、児童の単文統合による作問過程の分析を進めていきたいと考えている。

#### 参考文献

- (1) 中野 明, 平嶋 宗, 竹内 章: "「問題を作ることによる学習」の知的支援環境", 電子情報通信学会論文誌 D-I, Vol.J83-D-I, No.6, pp.539-549(2000)
- (2) 倉山 めぐみ, 平嶋 宗: "逆思考型を対象とした算数文章題の作問学習支援システムの設計開発と実践利用", 人工知能学会論文誌 27巻2号 D