

## 多様な算数文章題の作問活動を実現する Tri-Prop-Scrabble の設計・開発

### Design and development of Tri-Prop-Scrabble to realize creating problems for multiple arithmetic statements

山口 耕平<sup>\*1</sup>, 岩井 健吾<sup>\*2</sup>, 林 雄介<sup>\*2</sup>, 平嶋 宗<sup>\*2</sup>  
Kohei YAMAGUCHI<sup>\*1</sup>, Kengo IWAI<sup>\*2</sup>, Yusuke HAYASHI<sup>\*2</sup>, Tsukasa HIRASHIMA<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 広島大学工学部

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

<sup>\*2</sup> 広島大学先進理工系科学研究科

<sup>\*2</sup> Graduate School of Advanced Science and Engineering, Hiroshima University

Email: yama-k@lel.hiroshima-u.ac.jp

**あらまし**：算数文章題の構造理解に有効な学習法として、単文を取捨選択、組み立てることにより問題を作成することのできる単文統合型の作問学習が提案されている。これまでシステムはタブレットや PC 上で動作するものであり、多くのカードを用いた多様な作問活動に転用することは困難であった。本研究では、AR を用いることで現実空間の単文カード情報を読み取り、システム側で診断できるシステムを設計・開発し、これを用いて行う学習ゲームとして Tri-Prop-Scrabble を提案する。

**キーワード**：Augmented Reality, 物語推測, 作問, 三文構成モデル

#### はじめに

問題を解くのではなく作ることによる学習方法を作問学習と呼ぶ。算数文章題の解法の定着においては、作問学習が学習者に問題構造を理解させる方法として有効であるとされている<sup>(1)</sup>。

算数文章題を対象として、与えられた単文カードを組み立てることにより対象の構造を学習できる、単文統合型の作問学習支援システム「モンサクン」が開発されている<sup>(2)</sup>。このシステムでは、学習者は量的概念を示す最小単位である単文（りんごが3こあります、など）をカードとして複数提示され、これを取捨選択し、組み立てることで問題やその構造を、問題の構成要素を意識しながら学習することができ、その効果が小学校での利用を通じて示されている。

本研究では、一つの単文から多様な問題が作れることを体験する学習環境を提案する。モンサクンは与えられた条件を満たす妥当な問題が一意に決定される環境で作問する演習となっている。これに対して、提案する環境では、学習者が状況に合わせて複数の妥当な問題を作り、比較できる演習を可能とする。これにより、算数文章題の成立条件を実際に適用しながら学べる環境を実現する。

このような学習環境を実現するためには、学習者が多くの単文を利用して、その組み合わせを検討することが必要となる。そこで本研究では、単文カードを用いて作問を現実空間で行い、Augmented Reality により診断が可能なシステムと、これを用いた演習として Tri-Prop-Scrabble を設計・開発した。

#### 単位演算の三量命題モデル

1 回の加減算で計算できる算数文章題は、量の存在を表す存在文 2 つとその 2 つの量間の関係を表す関係文から構成されると定式化できる<sup>(3)</sup>。モンサクンでは、学習者に与えられた単文から「” 3-2” で計算できる” 合わせていくつ” のお話を作ろう」といった計算式と物語種類についての制約に基づいて一意に決定できる算数文章題を作成させることで、算数文章題の成立条件を学ぶ演習を実現している。

より一般的には、一つの単文から複数の物語を作成することができる。図 1 に示すように、「りんごが 5 こあります」という単文からは、「合併・増加・減少・過剰比較・不足比較」のすべての種類の物語を作成可能である。本研究では、ある単文からできるだけ多くの算数文章題の作成可能性について学習者に検討させることを通じて、算数文章題の成立条件を学ぶ演習を実現することを目指す。

多様な算数文章題を検討させる演習を行うためには、多くの単文を利用して、より多くの単文の組み合わせができること、そして作られた算数文章題の妥当性が確認できることが必要となる。

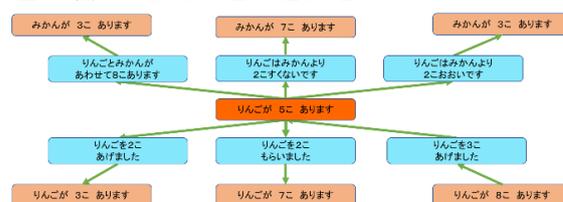


図 1 同一存在文から作成可能な物語

#### Tri-Prop-Scrabble

Tri-Prop Scrabble は、多人数でプレイするボードゲームであり、プレイヤーは盤上で単文カードを接続

していくことにより順番に作問していく。図2に示すプレイ時の様子のように、単文カードを接続できる箇所が多数存在し、プレイヤーはその中から自分の手持ちのカードを2枚出して物語を作成できる箇所を探して、物語を作成してつなげていく。この活動を通じて、算数文章題の成立条件を学ぶ演習となっている。

Tri-Prop Scrabble の演習手順を図3に示す。本演習は、盤上の単文カードと手札の単文カードを駆使して、クロスワード上に作問を行い、作問数を競うものとなっている。作成した問題をモンサクン AR でスキャンすることで、正誤判定を行うことができる。

図4にモンサクン AR のインターフェースを示す。学習者はこのシステムにおいて、マーカー登録されている単文カードをカメラで読み取ることで、現実空間で作成された問題を認識する。システムは Augmented Reality SDK として Vuforia を用いており、開発環境は Unity で C#により開発している。

学習者は単文カードを並べ、システムで撮影する (Yes ボタンを押す) ことで、作成した問題の診断ができる。なお、カードをシステムが認識していると、図4のようにカード上にアイコンが表示される。

また、インターフェース左上部のボタンを押せば、作成済みの問題の書類や、作成した問題のログも確認することができる。



図2 プレイ時の様子



図3 Tri-Prop Scrabble の手順

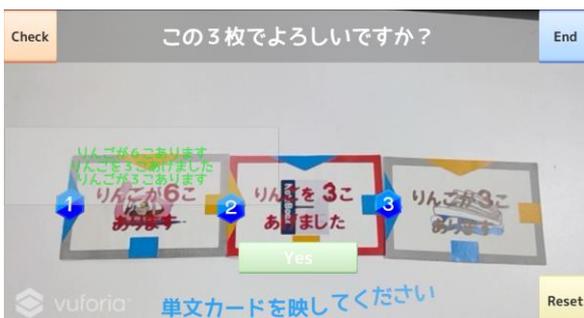


図4 モンサクン AR のインターフェース

## 試験的利用

直前にモンサクンによる演習を行った高校生18名を3人ずつのグループに分け、グループごとにシステムを利用してもらった。この試験的利用では、アンケートや構造理解テスト、ログから、小学生にもシステムを用いた演習が実施可能か、また、問題構造理解を深める演習になり得るかについて調査した。

アンケートからは、ルールも分かりやすく、演習も楽しく行え、演習方法と使い方さえ説明されれば、提案演習は小学生にも実施可能という意見が得られた。また、事前に行った問題構造理解度を測るテストとグループごとの演習スコア (全作問数) について相関係数を求めたところ、正の相関が認められ ( $r=0.69$ )、問題構造の理解を要求するゲームになっていることが示唆された。

高い動機付けのゲームの中で、上手くゲームを進めるために必要となるものがあれば、プレイヤーはその必要なものを理解しようとする。このことから、演習を上手く進めるには問題構造理解が必要であるといえ、問題構造理解を深める演習になり得ることが確認できた。

## まとめ

本研究では単文統合型の作問学習支援システムを、探索的な作問のような、カードを多く用いる作問ができるように、AR を用いて現実の作問を診断可能なシステムへと改良した。演習結果からは、システムが小学生にも利用可能であることや、演習が問題構造理解を深めるものである可能性が示された。今後は、演習による学習効果の検証、四則演算への拡張に取り組んでいきたい。

## 参考文献

- (1) 中野昭, 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, 第 J83-D1 巻, 第 6 号, pp. 539-549 (2000)
- (2) 山元翔, 神戸健寛, 吉田裕太, 前田一誠, 平嶋宗: “教室授業との融合を目的とした単文統合型作問学習支援システムモンサクン Touch の開発と実践利用”, 電子情報通信学会論文誌, 第 J96-D 巻, 第 10 号, pp. 2440-2451 (2013)
- (3) T Hirashima, S Yamamoto, Y Hayashi: Triplet structure model of arithmetical word problems for learning by problem-posing, Human Interface, and Management of Information. Information and Knowledge in Applications and Services, Volume 8522, pp. 42-50 (2014)