

三文構成モデルに基づく自然言語からの算数文章題の作問学習支援システム Interactive Learning Environment by Posing Arithmetic Word Problems from Natural Language based on Triplet Structure Model

山元 翔^{1,2}, 金子 竜大¹

Sho YAMAMOTO¹, Tatsuhiko KANEKO²

¹近畿大学工学部

¹Faculty of Engineering, Kindai University

²近畿大学情報学研究所

²Cyber Informatics Research Institute, Kindai University

Email: yamamoto@hiro.kindai.ac.jp

あらまし：筆者らは単文統合型の作問学習支援システムの構築と運用に継続して取り組んでいる。これらは算数文章題の構造理解に有用であることを実証している。しかし単文の粒度で構造理解に習熟した学習者らは、次の段階として、より粒度の細かい、単文そのものから組み立てる学習への取り組みが考えられる。そこで本研究では、三文構成モデルに基づき、音声認識と自然言語解析を用いることで、単文自体を学習者にスクラッチで構築させ、この組み合わせとして作問学習を実現するシステムを提案する。

キーワード：作問、音声認識、三文構成モデル、算数文章題、自然言語解析

1. はじめに

筆者らは算数文章題の外在化による作問学習支援システムの研究に携わっている⁽¹⁾。システムは三つの量概念を表すカードを組み立てることで問題の作成を実現するものであり、学習者が算数文章題における量概念と数量関係の関係性について学習できるシステムである。システムはすでに多くの学校で実践利用を実施しており、算数文章題の構造を理解することができることを確認している。

これらのシステムで学習できるのは、あくまで単文という単位であり、単文が何で構成されているかについては組み立てを行っていない。よって単文カード単位の構造に習熟した学習者の次のステップとして、より粒度を細かく構造を理解するため、単文カード（すなわち量概念）がどのような概念で構築されるかを理解する演習を実現する。しかし従来のカード型の作成の場合、用意する部品が多くなりすぎ、演習において余分な負荷が増加する。

そこで本研究では、単文の組み立て演習に音声を用い、発話により単文という部品を作り出す作問学習支援システムを提案する。

2. 単文統合型の作問学習と単文構成の実現

筆者らの取り組んでいる作問学習支援システム「モンサクン」では、三つの単文を組み合わせることで問題を作成する。この時学習者は、作問課題と、複数の単文カードを与えられる。本研究では1回の加減算で解決できる算数文章題を扱うため、与えられる単文はおおよそ6枚程度である。

作問課題は、数量関係と物語である。例えば、「 $3+6=?$ 」と「増えるお話」のように表現される。また、この時の正解は、「リンゴが3個あります。りんごを6つ買います。リンゴが?個あります」のようになり、「?」を未知数として求める問題として作

成される。よって学習者は「リンゴが3個あります」のような単文カードを取捨選択しながら、問題を作成することになる。

この時、学習者の理解すべき対象は、算数文章題の構造である。モンサクンではこれは三文構成モデルとしてシステムに実装されている⁽²⁾。三文構成モデルでは、単文は「数量」、「その数量が何の数量かを示すオブジェクト」、「単文の種類を表す述語」で構成される。ここで単文の種類とは、数量概念が存在することを表す存在文と、それらの数量概念の関係性を表す関係文の2種類である。また、加減算の算数文章題には4つの物語がある。

問題を成立させるためには、存在文2文と関係文1文を組み合わせる必要がある。また、用いた3枚のカードの数量とオブジェクトの対応関係も、物語ごとに適切に組み合わせる必要がある。この構造を、問題を試行錯誤しながら組み立てることによって習得させるシステムが、モンサクンとなる。

3. 開発したシステム

3.1 言語解析による単文の組み立てからの作問

モンサクンでは単文はすでに用意されているため、単文単位での構造理解を促進させる演習を実現していた。しかし実際の生活の中で算数を活用する際には、より細かい粒度での構造理解も重要となる。従って本研究の目的は、単文単位での構造理解を促進するため、単文からの組み立てを実現するためにモンサクンの機能を拡張することである。

ここでの問題は、従来同様カード形式で単文から組み立てを実現する場合、カード枚数が多くなり、また、演習自体も煩雑になることである。そこで我々は、問題の組み立てを自然言語によるスクラッチでの組み立てとし、三文構成モデルに沿って問題を成立させていく演習として実現した。

実用的な自然言語解析は容易に実現できるものではないが、モンサクンは算数文章題の知識構造をシステムが保持している。よって自然言語そのものを解析するのではなく、知識構造に沿った解析とすることで、文章の成立ではなく算数文章題の成立に関して診断をかけることができ、システムを容易に実現可能であると考えた。

3.2 音声によるモンサクンの実現

システムの実現する演習は、学習者が発言して一つ一つの単文を作成していくことにより、従来の三文構成モデルに沿った問題を作成するものである。よって学習者は、自身の発言から算数文章題において必要になる情報を分節化し、単文単位、問題単位でそれぞれの要素がどのように関係づくかを考えながら作問することが求められる。よって、Mayer が SOI モデルに基づく有益な学習戦略として述べた、必要情報の取捨選択と統合、そして自身の知識との結合を、学習者自身の発言に対して行わせている⁽³⁾。

図 1 に単文作成のためのインタフェースを示す。学習者は空欄の右にあるボタンを押すことで、一つ一つの文章を音声で入力する。その際、単文の構成要素として適切ではないと、システムは単文の生成に関する誤りとして、フィードバックを返す。

診断は、「数量が1つ存在するか」「数量を表す概念が適切に含まれているか」「述語が適切に含まれているか」である。これについては発言に形態素解析をかけ、対応する数詞や名詞、及び動詞を診断し、過不足をフィードバックしている。この時、述語については、小学校の各教科書会社6社から算数文章題を調査し、述語のデータベースを作成して、これと照合している。

この活動により全ての文章が揃うと、3つの空欄の下にある診断ボタンがアクティブとなり、従来のモンサクンの診断が実行される。この際誤りがあれば、学習者は各単文の横のボタンを押すことで、再度単文の構築をし直すことができる。なお、今回は試験的なシステムということもあり、音声認識の精度を鑑みて、単文をタップすることで文章を修正することもできる。

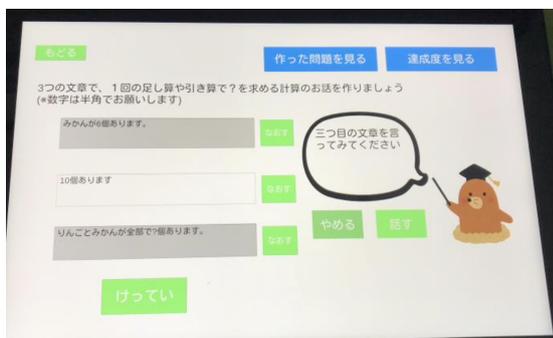


図 1 単文作成インタフェース

4. 試験的評価

被験者は工学系の大学生 10 名である。実験手順と

して、本モンサクンを利用してもらった後に、従来のモンサクンを利用してもらい、表 1 のアンケートに回答してもらった。また、自由記述で、本モンサクンで学べる内容や従来モンサクンとの違いにも回答してもらった。

結果として、本モンサクンは「文章題の構成」や「名詞と数値の関連付け（数量概念の表現法）」、「文章構成や名詞、動詞の使い方（数量概念の表現法）」について学べるという回答が得られ、これらは従来モンサクンでは見られなかった。従ってより細かい粒度で構造を捉える上で有用なシステムである可能性が確認できた。

表 1 アンケートの質問項目

	質問内容
#1	今回利用した音声で回答するモンサクン（以下本システム）は、算数文章題を学ぶのに有用である
#2	本システムは従来のモンサクン（二回目に使ったシステム）より、算数文章題について詳しく考える必要がある
#3	本システムは文章題の構成要素を理解することができる
#4	本システムは従来のモンサクンでの演習が可能な小学生であれば、利用できると思えますか

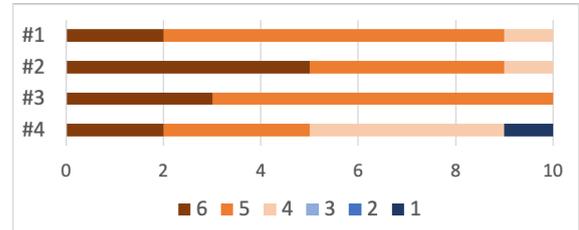


図 2 アンケートの回答

5. まとめ

本研究では音声入力と自然言語解析、そして三文構成モデルを組み合わせ、スクラッチで作問学習を実現するシステムを報告した。今後はシステムの拡充や、より詳細な効果検証を検討している。

参考文献

- (1) 山元翔, 神戸健寛, 吉田祐太, 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 D, Vol.J96-D, No.10, pp.2440-2451, (2013)
- (2) Hirashima, T., Hayashi, Y. and Yamamoto, S. :“Triplet Structure, Model of Arithmetical Word Problems for Learning by Problem-Posing”, Proc. of HCI2014, LNCS 8522, Springer International Publishing, pp.42-50 (2014)
- (3) Mayer, R. E. :“Learning strategies for making sense out of expository text: The SOI model for guiding three cognitive processes in knowledge construction”, Educational psychology review, Vol. 8, No. 4, pp. 357-371 (1996)