

三文構成モデルに基づく作問プロセスの診断

Diagnosis of problem posing process based on triplet structure model

岩井 健吾^{*1}, 林 雄介^{*1}, 松本 慎平^{*2}, 平嶋 宗^{*1}

Kengo Iwai^{*1}, Yusuke HAYASHI^{*1}, Shimpei MATSUMOTO^{*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} 広島工業大学情報学部

^{*2} Faculty of Applied Information Science, Hiroshima Institute of Technology

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

あらまし： 算数文章題の三文構成モデルは問題が成立するための制約を定義するものであり、これに基づく、作問学習支援環境「モンサクン」での作問形式だけではなく、作問を制約充足問題とした様々な演習形式が考えられる。より自由度の高い作問演習の一つは、ある程度の数の単文からできる限り多くの問題を作成する演習であり、算数文章題の構造と制約を活かして学習者が選択した一つまたは二つの単文から作成可能な多くの組み合わせを推定し、学習者にフィードバックを返すことが重要となる。本稿では、その基礎となる制約ベースの作問プロセスの予測と、それに基づく診断機能に関して検討する。

キーワード： 三文構成モデル, 作問プロセス, シミュレーション, 診断

1. はじめに

問題を解くのではなく、問題を作ることによって学ぶ方法として作問学習がある。作問学習では、問題の制約条件を満たすように適切な解法を考慮する必要がある。そのため、問題の構造（要素と関連から構成されるもの）を理解している必要があり、解法の定着を促す上で効果的であると指摘されている⁽¹⁾。しかしながら、実際の教育現場においては、あまり作問学習が普及しているとはいえない状況にある。その大きな原因の一つとして、学習者の作成した問題を評価することが困難であることが考えられる。以上の背景を踏まえて、筆者らは、学習者が作成した問題を自動診断可能な作問学習支援システム「モンサクン」の開発を行なっている。これにより、教育現場での作問学習の障害となる作問学習の評価の部分の負担をなくし、教育現場で作問学習を行うことが可能であると考えられる。実際にその根拠として、既に小学校において作問学習を実践し、有効な結果を得ている⁽²⁾。

現在、モンサクンでは、より自由度の高い作問演習が可能なシステムへと拡張がされている。本稿では、そのシステムの支援を行うための三文構成モデルに基づく作問プロセスの診断に関して報告する。

2. 三文構成モデルによる算数文章題の定義

三文構成モデルでは、ある数量の存在を表す文（存在文）が2つと、その2つの数量関係を表す文（関係文）の3つの文（単文）によって、算数文章題が構成されると定義している⁽³⁾。さらに、これら単文は、オブジェクト（リンゴ、ミカンなど）、数量（8個、2人など）、述語（あります、います、あげました、もらいました、など）によって構成される。一回の加算もしくは減算で計算できる算数文章題として現れる物語の種類は全部で5種類（合併、増加、

減少、優量比較、劣量比較）であり⁽⁴⁾、関係文の述語の違いによって決定される。図1に「合併」の例を示す。以上のような定義により、モンサクンをはじめとする三文構成モデルに基づく作問演習環境では、学習者が作成した問題の自動診断及びフィードバックが実現されている。

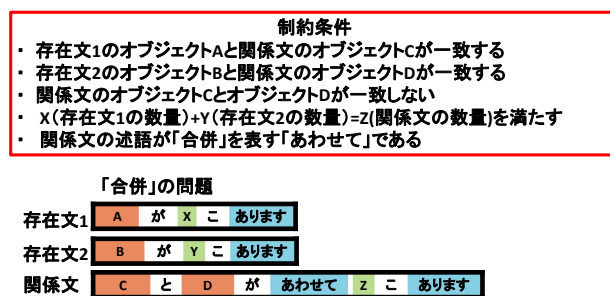


図1 三文構成モデルにおける制約条件の定義

3. 問題制約のない作問演習

現状のモンサクンでは、物語の種類と数量関係を指定して制約とし、単に問題であるだけでは無く、その制約も満たす問題を作成することを求めている。それよりも自由度の高い作問演習として、問題制約をなくした作問演習をここでは提案する。この演習は、学習者に単文集合を与え、それからできるだけ多くの問題（もしくは物語）を作成することを求めるものである。この演習を行うためには、その単文集合で作成可能な問題を網羅的に把握しておくこと、学習者が作成した問題もしくは作成しようとしている問題が妥当であるかを診断することが必要となる。ここでは例としてある存在文があったときに、それを使って全ての種類の物語およびそれらを問題化したものを作る状況を考え、その際の演習の設定と学習者の回答に対してできる診断について考察する。

3.1 演習の設定

この演習では、必要最低限な単文として図2を示すように15個の単文が必要であり、これらを組み合わせることにより5種類の物語を一つずつ、そして、物語中のどれか1文の数量を未知数にすると問題になるため15個の問題が作れる。図中の単文間のリンクはそれらの単文を組み合わせる物語もしくは問題を作れることを表している。例えば、「リンゴが5こあります」は「ミカンがリンゴより2こすくいです」とつながっており、さらに「ミカンはリンゴより2こすくいです」は「ミカンが3こあります」とつながっている。これは、この3文を組み合わせると劣量比較の物語を作れることを示している。また、どれか1文の数量を未知数(?)で表記)とすると、それを求めさせる算数文章題にすることができる。全ての種類の物語の制約が分かっていると、これらの単文で全ての種類の物語が作れること、ある単文を他のどの単文と組み合わせるとどのような物語もしくは問題が作れるかを図2に示すような関係として思考空間を設定し、物語もしくは問題を数式と関連付けて生成または解釈できると考えられる。

算数における物語もしくは文章題をこのような単文構成として考えると、物語もしくは文章題の構成に大きく2つの性質がある。1つ目は、関係文を一つ選択すると作成できる物語もしくは問題の種類と必要な残り二つの存在文が一意に確定されることである。具体的には、図2中で関係文“**リンゴとミカンがあわせて8こあります**”が選択された場合、この単文集合から作成できる物語もしくは問題は1種類に決定される。2つ目は、存在文を一つ選択しても、作成可能な物語または問題の種類は確定されず、多くの可能性があることである。例えば、存在文“**リンゴが2こあります**”が選ばれた場合、それを増加前、減少後とした2種類の物語が作成可能であり、作成可能な問題は6種類ある。作成可能な物語もしくは問題の数が最大となるのは、存在文“**リンゴが5こあります**”が選択された時で全ての種類の物語を作成可能である。

この構造と性質により、作成された物語もしくは問題(単文三つの組み合わせ)が妥当であること、1つまたは2つの単文を選んだ時の可能性、及びそのために必要な制約も明確にできる。

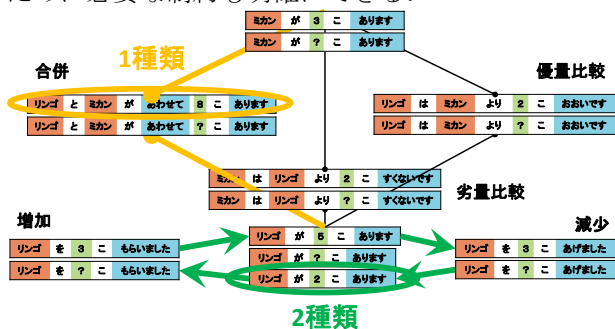


図2 必要最低限の単文集合とその探索空間

3.2 作問プロセスの診断

各単文でそれを使って作成できる物語もしくは問題の可能性を考えることができることにより、作問演習時に作問途中においても、学習者が一つ単文を選択することが次以降の選択にどのような影響を与えるかを診断できる。例えば、図3右側は図2に示した単文をすべて列挙したものであるが、存在文“**リンゴが5こあります**”を学習者が最初に選択したとすると、図3に一例を示すように複数の可能性が示されると共に、増加した数を未知とすると変化後の数量を表す単文が無いために問題を作成できなくなることが分かる。このような診断情報を元に学習者にガイドやフィードバックができると考えられる。

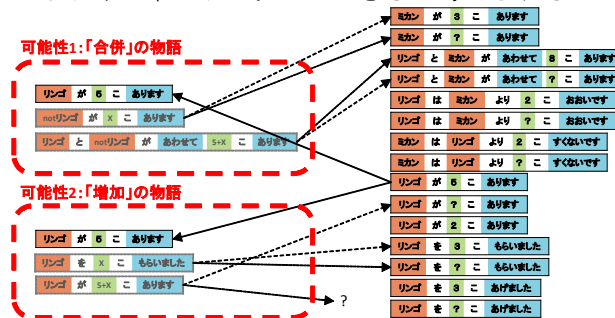


図3 作成可能な物語の推定の一例

4. まとめと今後の課題

本稿では、算数文章題の三文構成モデルに基づいて、先行研究である作問学習支援システム「モンサクン」での作成する問題を制約し一意な正解を設定している作問演習とは異なり、よりオープンに多くの正解を許容する演習を想定し、その演習に必要な課題設定と学習者の回答の診断についての考察を行った。今後の課題としては、提案した仕組みに基づく課題の設定とその診断機能を実装し、演習を行えるようにすることに加え、シミュレーションの仕組みを用いて、学習者の思考を再現し、学習者の誤りが何を前提に、どのような思考を行っているかを再現することで検証し、学習者へのフィードバックに反映させていきたい。

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) Sho YAMAMOTO, Takehiro KANBE, Yuta YOSHIDA, Kazushige MAEDA, Tsukasa HIRASHIMA: ” A CaseStudy of Learning by Problem-Posing in IntroductoryPhase of Arithmetic Word Problems”, Proc. of ICCE2012, pp.25-32, (2012).
- (3) T Hirashima, S Yamamoto, Y Hayashi: Triplet structure model of arithmetical word problems for learning by problem-posing, Human Interface and the Management of Information. Information and Knowledge in Applications and Services, Volume 8522, pp.42-50 (2014)
- (4) Riley, M.S., Greeno, J.G., Heller J.I.: Development of Children’s Problem-Solving Ability in Arithmetic., The Development of Mathematical Thinking, Ginsburg H. (ed.), Academic Press, pp.153-196(1983).