

令和4年度

修士論文

モンサクン-三角ブロックの  
段階的学習モデルの開発

指導教員 平嶋 宗 教授

広島大学大学院 博士課程前期

先進理工系科学研究科

先進理工系科学専攻 情報科学プログラム

M211665

尾坂 隆児

令和5年2月6日 提出

## 概要

本研究では、1回の四則演算で求答可能な単位文章題を対象とした作問学習支援システム（モンサクン四則）と、複数の単位文章題の連結として構成されている複合文章題を対象とした問題を構成する量命題間の演算構造の組立学習支援システム（モンサクン三角ブロック）の接続教材を設計・開発する。モンサクン四則では、三量命題モデルに基づいて、それぞれ1つの量命題を表す3つの単文の組み合わせとして単位文章題を組み立てる。ここで量命題とは、単位を持った数を表す命題であり、たとえば(1)「鉛筆が2本ある」、(2)「鉛筆は1本20円である」、(3)「鉛筆2本の値段が40円である」、はそれぞれ量命題を表す単文であり、(1)と(3)が存在量命題を表す単文、(2)が関係量命題を表す単文となっている。そして、2つの存在量命題を表す単文と1つの関係量命題を表す単文の適切な組み合わせによって1つの演算が決定されるとしている。この事例では、 $2 \times 20 = 40$ の演算が決定される。モンサクン三角ブロックでは、3つの量命題を各頂点に配置した三角形（これを単位三角ブロックと呼ぶ）で単位文章題を表現し、複数の単位三角ブロックの頂点における連結として複合文章題を表現する。三角ブロックでは、単文ではなく量命題を直接扱うようにしており、前述の例であれば、(1)「鉛筆2本」、(2)「鉛筆1本20円」、(3)「鉛筆2本の値段40円」と表記される。このモンサクン四則とモンサクン三角ブロックは、どちらも三量命題モデルに基づく記述ではあるものの、表現形式が異なると共に、それらの表現間の変換は明確な規則に従ったものとなっている。本研究で設計する教材は、モンサクン四則を学習した児童がモンサクン三角ブロックに進むうえでの表現形式の違いおよび三角ブロックの性質を学ぶためのものとなる。モンサクン四則を学習した児童にとって三角ブロックに進むうえで学ぶこととしては

- モンサクン四則の三文構成表現を単位三角ブロック表現に変換すること
- モンサクン四則で扱っていなかった複合文章題を単位三角ブロックの連結として取り扱うこと
- モンサクン四則では暗黙的であった一和二差関係が三角ブロックでは三角形を回転して底辺を入れ替えることで取り扱うこと

の3つが主なものとなっており、これらを学ぶための演習課題を設計し、演習システムとして実装している。

# 目次

概要.....	i
目次.....	i
図索引.....	iii
表索引.....	v
第1章 はじめに.....	1
第2章 研究背景.....	4
2.1 道具的理解と関係的理解.....	4
2.2 オープン情報構造アプローチ.....	4
2.3 算数文章題.....	4
2.3.1 算数文章題の構造を理解することの意義.....	5
2.3.2 三量命題モデル.....	5
2.3.3 単位文章題と複合文章題.....	7
2.3.4 順思考問題と逆思考問題.....	7
第3章 情報構造の理解を指向した算数文章題の学習支援環境.....	9
3.1 単文統合型作問支援システム「モンサクン」.....	10
3.2 三角ブロックモデルと三角ブロックシステム.....	10
3.3 モンサクン三角ブロック.....	13
3.4 モンサクンと三角ブロックシステムの利用.....	14
第4章 モンサクンと三角ブロックのギャップと明示的でなかった課題.....	15
4.1 モンサクン-三角ブロック間の3つのギャップ.....	15
4.1.1 単位三角ブロックの組立.....	15
4.1.2 底辺変更.....	16
4.1.3 単位三角ブロック同士の接続.....	17

## 目次

4.2	明示的でなかった課題.....	18
4.2.1	単位文章題の構造理解.....	18
4.2.2	複合文章題の構造理解.....	18
第5章	段階的学習支援システム.....	19
5.1	多段階的な演習.....	19
5.1.1	単位文章題の構造に焦点を当てた演習.....	20
5.1.2	単位文章題の構造とモンサクン四則から単位三角ブロックを組み立てることに焦点を当てた演習.....	23
5.1.3	底辺変更の理解に焦点を当てた演習.....	24
5.1.4	単位三角ブロック接続の理解に焦点を当てた演習.....	25
5.1.5	複合文章題の構造に焦点を当てた演習.....	26
5.2	実際の授業で使うことを想定した演習.....	28
第6章	予備的評価.....	33
6.1	小学校教諭による予備的評価の概要.....	33
6.1.1	結果と考察.....	33
6.2	教職大学院生による予備的評価.....	36
6.2.1	予備的評価の概要.....	36
6.2.2	結果と考察.....	38
第7章	まとめと今後の課題.....	41
7.1	まとめ.....	41
7.2	今後の課題.....	41
	謝辞.....	42
	参考文献.....	43
	付録.....	46

## 図索引

図 2-1 三量命題モデルに基づいて表現した文章題の例（和差〈合併〉） .....	6
図 2-2 三量命題モデルに基づいて表現した文章題の例（乗除） .....	6
図 2-3 三量命題モデルの組み合わせ例 .....	6
図 3-1 算数文章題の問題解決過程 .....	9
図 3-2 モンサクンの演習画面 .....	10
図 3-3 単一の三角ブロック（単位三角ブロック） .....	11
図 3-4 三角ブロックモデルを使った単位文章題の表現例 .....	11
図 3-5 三角ブロックを階層的に組み合わせて複合文章題を表現 .....	12
図 3-6 三角ブロックモデルを使った複合文章題の表現例 .....	13
図 3-7 三角ブロックシステムの演習画面 .....	13
図 4-1 モンサクンと三角ブロックの3つのギャップ .....	15
図 4-2 単位三角ブロック組立のイメージ .....	16
図 4-3 単位三角ブロックの3通りの表現 .....	16
図 4-4 底辺変更のイメージ .....	17
図 4-5 異なる単位文章題から作成された単位三角ブロック同士の接続例 .....	17
図 4-6 単位三角ブロック接続のイメージ .....	17
図 5-1 各レベル設計 .....	20
図 5-2 簡易化された三量命題モデルの説明 .....	21
図 5-3 場面の種類，場面の式，答えを求める式 .....	21
図 5-4 関係量命題選択演習 .....	22
図 5-5 場面の種類選択演習 .....	22
図 5-6 場面の式選択演習 .....	22
図 5-7 答えを求める式選択演習 .....	23
図 5-8 モンサクン四則による作問演習 .....	23
図 5-9 単位三角ブロック組立 .....	24
図 5-10 場面の式，答えを求める式について単位三角ブロックを作成する演習 .....	24
図 5-11 作成した場面の式の三角ブロックと同じ意味のブロックを選択させる演習 .....	25
図 5-12 複合文章題に関する単位三角ブロック同士を繋ぎ合わせる演習（ダミー無し） .....	26
図 5-13 複合文章題に関する単位三角ブロック同士を繋ぎ合わせる演習（ダミー有り）	

.....	26
図 5-14 複合三角ブロックから複合文章題を選択する演習.....	27
図 5-15 複合文章題から複合三角ブロックを選択する演習.....	27
図 5-16 複合三角ブロックから数式を選択する演習.....	28
図 5-17 複合文章題から数式を選択する演習.....	28
図 5-18 授業用の演習設計.....	29
図 5-19 前半 4 つに共通のモンサクン.....	29
図 5-20 : 作成した問題に対して与えられた単位三角ブロックが正しいかを判断する演習.....	30
図 5-21 : 作成した問題を表象する単位三角ブロックを選択する演習.....	30
図 5-22 : 作成した問題を表象する単位三角ブロックを作る演習 (一部) .....	31
図 5-23 : 作成した問題を表象する単位三角ブロックを作る演習 (全部) .....	31
図 5-24 : 場面の式を選択する演習 .....	32
図 5-25 : 答えを求める式を選択する演習 .....	32
図 6-1 設問 1 回答結果.....	34
図 6-2 設問 2 回答結果.....	35
図 6-3 設問 4 回答結果.....	35
図 6-4 設問 5 回答結果.....	36
図 6-5 設問(11)の回答 .....	39
図 6-6 設問(12)の文字数.....	40
図 6-7 アンケート結果.....	40

## 表索引

表 2-1 和差の文章題の物語の種類の一覧 .....	7
表 2-2 和差の文章題の各物語種類における構成する命題の数量関係.....	7
表 2-3 順思考問題と逆思考問題 .....	8
表 3-1 情報構造操作を指向する算数文章題の学習支援環境の一覧[24].....	14
表 6-1 アンケートの内容 .....	33
表 6-2 各日程の参加者数.....	37
表 6-3 利用実験の内容.....	37
表 6-4 アンケートの内容 .....	38

# 第1章 はじめに

算数文章題とは、自然言語表現で記述された問題文から数量関係を取り出し、数式への変換を行うことで問題解決を行う学習課題である。算数文章題は、小学校算数科の学習指導要領における「数学的な問題発見・解決の過程に位置付く『日常の事象から見いだした問題を解決する活動』」[1]にあたるが、苦手としている学習者も多い課題である。算数文章題の解決には、その問題の構造を学習者がどの程度把握しているかが重要であると指摘されているため、算数文章題を苦手とする学習者は問題文から数式へ変換する際に問題文と数式をつなぐ数量関係を含む構造を理解できていない可能性がある。

問題の構造を学習者に把握させるために有効な学習方法のひとつに作問学習があり、その教育的意義や有効性があることは広く知られている[2][3][4][5]。作問学習とは、問題を解いて解を導き出すのではなく、問題を作成することによって問題に対する理解を深める学習方法である。問題を作るには解法の適用可能な条件、つまり、問題の構造を理解している必要があるため、作問学習によって解法の定着、問題の構造を理解することができるようになる。

算数文章題の情報構造を表現するモデルとして、三量命題モデル[6]がある。これは1回の二項演算で解ける算数文章題（このような文章題を単位文章題と呼ぶ）が3つの数量概念を含む命題の組み合わせで表現可能であることを表したものである。また、解を得るために複数回の二項演算が必要な算数文章題（このような文章題を複合問題と呼ぶ）については、複数個の単位問題の組み合わせによって表現可能だと考えることができる[7]。この三数量命題構成モデルに基づいて設計・開発された算数文章題の単文統合型作問学習支援システムが「モンサクン」である[8]。モンサクンの特徴は、単文統合型という作問演習形式を採用しており、短時間に数多くの作問活動を行える点にある。また、学習者がどの単文を選択して組み合わせたのか、正解するまでにどれだけのステップ数を要したのかなどの情報が蓄積されるため、学習者の回答プロセスを分析することができる。モンサクンは小学校を中心に多くの実際の教育現場において実践的利用が行われており、単文統合型の作問が実施可能であること、および算数文章題の構造的な理解に有用であることが確認されている。またこのモンサクンは和差と乗除を合わせたの四則演算の作問演習システムとして活用されており、以下ではモンサクン四則と呼ぶこととする。

また、これまでの研究から学習者の算数文章題の問題解決過程は問題理解過程と、問題解決過程の2つに分けられるとされている。問題理解過程は問題を理解する過程で、それはさらに変換過程、統合過程の2つの過程に分けられる。また、問題解決過程は実際に問題を



## 第1章 はじめに

解決する過程で、これもプラン化過程と実行過程という 2 つの過程に分けられる。その中でも統合過程が最も躓きやすく、重要であるとされている[11]。また、この過程は文章題と数式の間であり、具体的に表現することが困難であるため、外部からの直接的な支援も難しい。しかし、理解の外化を行うことによって支援が可能になると考えられている[12]。

この統合過程は、言語的な統合として捉えられる場合が多いが、言語的に統合するだけでは数量関係は導かれず、数量関係が導かれなければ、その先のプランを立てることはできない。したがって、言語的に統合するだけでなく、数量関係も導くことができるような統合が必要であるとして、先行研究で統合過程の整理が行われた。先行研究では統合過程を、問題文から言語的な意味を理解する言語的統合過程と、「数量を表す概念」間の算術的演算関係を見つけて、それらを統合する数量関係的統合の 2 つに整理した[13]。

言語的な統合に関しては、問題文という具体的な表現が存在する。一方で、数量関係的な統合を表す具体的な表現は存在していなかった。そこで、この数量関係的な統合を表す表現として「三角ブロック」が先行研究で提案された[14]。この三角ブロックも 1 回の四則演算で構成される算数の単位文章題を 3 つの単文で表現する三量命題モデルに基づいている。それぞれ頂点に 3 つの単文を持つ三角形で単位文章題を表象し、単位文章題に対する三角ブロックを単位三角ブロックと呼ぶ。さらに、複数の四則演算で構成される算数の複合文章題の数量関係的な統合を、単位三角ブロックの連結として表現し、これを複合三角ブロックと呼んでいる。

モンサクン四則は単位文章題を、三角ブロックは複合文章題を対象とした算数文章題の構造を操作し、それらを適切に構成する学習を行うシステムとなっている。モンサクン四則を使った学習は小学校低学年から中学年の学習者を主な対象としており、三角ブロックシステムは小学校中学年から中学校の学習者を主な対象としている。これらのことから、小学校の低中学年はモンサクン四則を使った単位文章題の学習に取り組み、学年が上がっていくにつれて、三角ブロックを使った複合文章題の学習にステップアップしていく、といった学習の流れが成立する。また、モンサクン四則や三角ブロックを使った学習は、各システムそれぞれ単独で完結する形で実施されているのが現在の主な利用状況である。

先行研究であるモンサクン四則や三角ブロックは、3 つの量命題で 1 つの演算が構成される。モンサクン四則は場面を表し、その場面から場面特有の 1 つの演算が決定できるようになっている。しかしながら、場面特有の演算は明示化されている一方で、3 つの量命題に対して成立する残りの 2 つの演算は明示化されない。このことが逆思考問題の難しさとなっている。これに対して三角ブロックでは、3 つの量命題間に存在する 3 つの演算関係を可視化するものとなっている。このため、モンサクン四則から場面を取り除いた抽象化と、場面の演算に加えて 2 つの演算を取り扱う必要があり、これらを児童に理解させることに加え、ブロック同士の接続を理解させることが先行研究の課題であった。そこで、モンサクンおよび三角ブロックの開発に携わり、小学校授業で実践利用を継続的に行っている共同研究者より、モンサクンと三角ブロックの間のギャップは無視できないものであり、これらのシス

## 第1章 はじめに

テムを実践利用してもらおう上で、それらのギャップの分析と、それを埋めるための教材の開発が必要である、との指摘を受けて開始したのが本研究である

本研究では先行研究の課題であった、「モンサクン四則から場面を取り除いた抽象化」と「場面の演算に加えて2つの演算が算数文章題に存在すること」を児童に理解させることに加え、「単位三角ブロック同士の接続」を理解させることを目的とする。その目的を達成するために本研究では、1回の四則演算で求答可能な単位文章題を対象とした作問学習支援システム（モンサクン四則）と、複数の単位文章題の連結として構成されている複合文章題を対象とした問題を構成する量命題間の演算構造の組立学習支援システム（モンサクン三角ブロック）の接続教材を設計・開発する。モンサクン四則による演習の前に場面の理解に重点を置き、これら2つのモデルの接続に際して、先行研究で課題となっていた「単位三角ブロック同士の接続」、「単位三角ブロック組立（モンサクンから場面を取り除いた抽象化）」、「底辺変更（場面の演算に加えて2つの演算が算数文章題に存在することの理解）」に焦点を当てた演習を設計・開発した。また、本システムを現役の小学校教諭に使ってもらい、本システムの有用性や将来性について検証する。

## 第2章 研究背景

本章ではまず学習者の理解の種類とそこへ向けたアプローチについて説明した上で、算数文章題の構造を理解する意義とその構造について説明する。

### 2.1 道具的理解と関係的理解

学習対象の理解には、「計算ができる」、「公式を用いて解を求めることができる」などの手続きの習得として対象を理解する道具的理解と、学習対象の意味やその基本的な概念及び概念間の関係を理解する関係的理解があるとされている[15]。道具的理解は、その手続きの成立理由まで理解が及んでおらず、応用性に乏しいとされる一方で、関係的理解はその手続きが妥当である理由も含んだ理解であるため応用性があるとされている。それゆえ、学習においては高度な理解としての関係的理解の促進を行うことが重要であるといえる。

### 2.2 オープン情報構造アプローチ

関係的理解を促進するアプローチのひとつとしてオープン情報構造アプローチ[16]が提唱されている。オープン情報構造アプローチは課題設計の方法であり、このアプローチは、

1. 情報構造を外在化して学習者に提供する
2. 外在化された情報構造の学習者による直接的な操作を可能にする
3. 学習者の操作結果を反映・フィードバックする

の3つのステップからなる。このオープン情報構造アプローチに従って対象を情報構造として記述しその情報構造についてのインタラクティブな操作を計算機上で実現することで、その対象についてのより深い学びを可能にする学習環境の設計開発と実践利用が行われ、いくつかの先行研究の事例[17][18]が妥当性を示唆している。したがって、関係的理解を促進するために有効な学習支援の方法のひとつであると考えられている。

### 2.3 算数文章題

算数文章題を解くということは、問題文という言語表現から数量関係を取り出し、それを数式表現へと変換して未知の数量を求めることであると考えられている[20]。しかし、児童はしばしば問題の表層的な特徴に基づいて問題を解いてしまうために誤ってしまうという

## 第2章 研究背景

こと、表層的ではなく構造的に理解することが必要であることが報告されている[19].

### 2.3.1 算数文章題の構造を理解することの意義

算数文章題の理解を深めるためには、学習者が問題を構造的に理解することが必要であると指摘されている。小学校学習指導要領解説算数編 p22[1]でも以下のように述べられている。

「算数科においては、身に付けるべき基礎的・基本的な内容の習得を重視するとともに、その背景にある概念や性質についての理解を深めながら、概念や性質の理解に裏付けられた確かな知識及び技能を習得する必要がある。例えば、分数の除法の計算の仕方を学ぶ際には、意味を踏まえないうまま公式などを暗記させたり、計算を形式的に速く処理できることを技能として求めたりするなど、形式的な学習指導に終わるのではなく、計算の仕方の基に原理・原則があることや、原理・原則をうまく使って形式的な処理の仕方が考え出されることを理解することなどが大切である。」

算数を学ぶ上での目標は、単に問題を解決する手法を獲得することだけでなく、背景にある概念や性質についての理解を深めながら問題解決を行わせることで、確かな知識及び技能を習得することであると述べられている。算数文章題を対象とした場合の学習者が獲得すべき知識・技能とは、算数文章題の構造を理解し、計算の意味を把握した上での問題解決能力であると考えられる。

### 2.3.2 三量命題モデル

三量命題モデルとは、1回の二項演算によって計算可能な算数文章題は、3つの命題の組み合わせによって表現可能であるということ定義したものである[13]. これを表したものが図 2-1 および図 2-2 である。このとき、算数文章題を構成する3つの命題は、

- ◆ 「プリン」や「ケーキ」のような数量の対象物と、「3個」や「100円」のような数量を表した存在量命題2つ  
(例：「ケーキが3個あります(ケーキの個数)」)
- ◆ その2つの存在量命題が示す数量の関係を表した関係量命題1つ  
(例：「ケーキを4個食べました(食べたことで減ったケーキの個数)」, 「プリン1個あたりの値段は80円です(プリン1個あたりの値段)」)

のそれぞれを満たす組み合わせである必要がある。

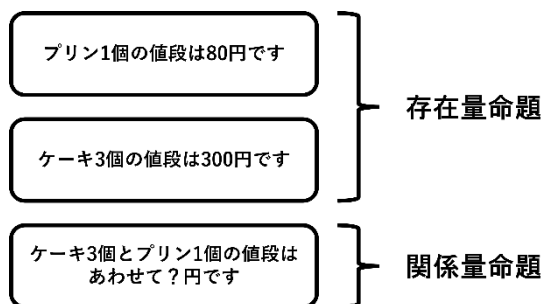


図 2-1 三量命題モデルに基づいて表現した文章題の例（和差〈合併〉）

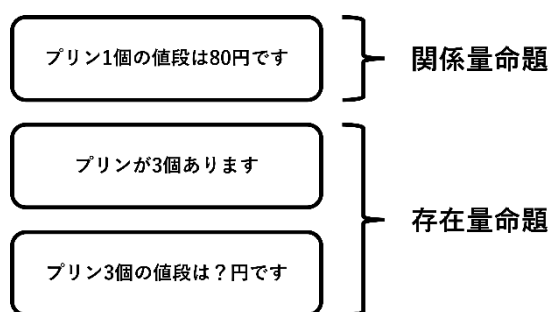


図 2-2 三量命題モデルに基づいて表現した文章題の例（乗除）

また，図 2-3 のように命題の組み合わせによってさまざまな問題が作成できる。

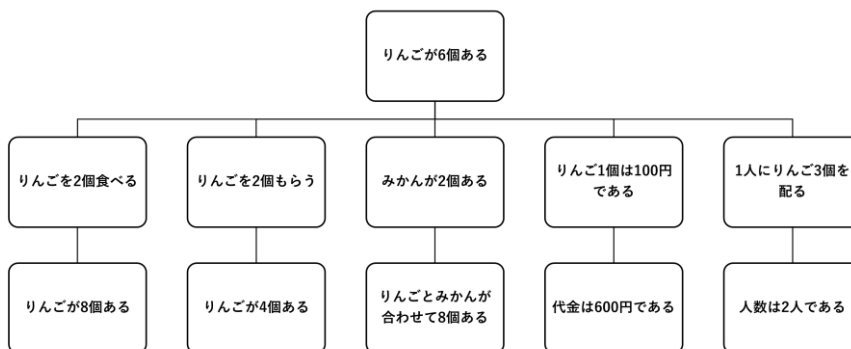


図 2-3 三量命題モデルの組み合わせ例

ここで，存在量命題は和差乗除全ての演算に対して共通して用いることができるものである一方で，関係量命題は和差，乗除の演算それぞれに特有のものとなっている[14]。特に，和差の文章題においては，関係量命題によって，物語の種類（表 2-1 に示す）が決定され，それに伴い物語に登場する命題の数量関係（物語の構造）も決定される（乗除の文章題については，必ず  $[1\text{つ分の数}] \times [\text{いくつ分}] = [\text{全部の数}]$  という数量関係になる。和差の文章題については，表 2-2 で示す）[6]。

表 2-1 和差の文章題の物語の種類の一覧

物語の種類		説明
合併		「あわせていくつ」の問題 (2つの対象物の数量が合計される)
変化	増加	「ふえるといくつ」の問題 (1つの対象物の数量が時系列上で増加する)
	減少	「のこりはいくつ」の問題 (1つの対象物の数量が時系列上で減少する)
比較	超過	「ちがいはいくつ」の問題 (2つの対象物の数量の比較で、基準となる方の数量が多い場合)
	不足	「ちがいはいくつ」の問題 (2つの対象物の数量の比較で、基準となる方の数量が少ない場合)

表 2-2 和差の文章題の各物語種類における構成する命題の数量関係

物語の種類		数量関係
合併		存在量命題 1 + 存在量命題 2 = 関係量命題 (合併)
変化	増加	存在量命題 (変化前) + 関係量命題 (増加) = 存在量命題 (変化後)
	減少	存在量命題 (変化前) - 関係量命題 (減少) = 存在量命題 (変化後)
比較	超過	存在量命題 (優勢) - 存在量命題 (劣勢) = 関係量命題 (超過分)
	不足	存在量命題 (優勢) - 存在量命題 (劣勢) = 関係量命題 (不足分)

### 2.3.3 単位文章題と複合文章題

算数文章題は、1回の二項演算で解が求まる文章題と、複数回の二項演算を経て初めて解が求まる文章題の二種類に分類される。以下 1 回の二項演算で計算可能な文章題のことを単位文章題、複数の二項演算が必要な文章題のことを複合文章題と呼ぶ。複合文章題は、1 回の二項演算で解が求まる単位文章題を最小単位としたとき、これを複数個組み合わせたものとして表すことができる。

### 2.3.4 順思考問題と逆思考問題

単位文章題には、順思考問題と逆思考問題が存在する。順思考問題と逆思考問題について、例を示したものが表 2-3 である。順思考問題とは、問題文の流れに従っていきだけで解くことのできる問題である。例として、「りんごが 2 つあります。りんごを 3 つもらいました。りんごはいくつあるでしょう。」という問題を取り上げる。この問題の物語（この場合は増加）の数量関係を表す式（問題式）は「 $2+3=?$ 」で、答えを求める計算式（求答式）も

## 第2章 研究背景

「 $2+3=?$ 」であり、問題式と求答式が一致する。このような問題を順思考問題とよび、問題文が把握できれば解決可能な問題であると言える。一方で、逆思考問題とは問題文の示す問題式と求答式が一致しない問題のことである。例として、「りんごが2つあります。りんごをいくつかもらいました。りんごが5つあります。りんごをいくつかもらったでしょうか。」という問題の場合、増加の物語であるので、問題式は「 $2+?=5$ 」と足し算になるが、求答式は「 $5-2=?$ 」と引き算となり、問題式と求答式が一致しない。このような問題を逆思考問題とよぶ。逆思考問題を解くためには文章題の構造を意識すること、つまり、物語の数量関係を捉え、未知数となる数量の意味を理解し、求める数量に応じて式を導出する必要がある。逆思考問題は、単に問題文の流れに従っていただけでは解決できず、学習者にとっては難易度の高いものとされている[19]。表 2-2 で、順思考問題では増加の物語における変化後量、逆思考問題では変化前量が未知数となっていた。つまり、物語の数量関係を表す問題式において、右辺の数量が未知数となる問題が順思考問題、左辺の2つの数量のどちらかが未知数となる問題が逆思考問題であると考えられ、未知数となる数量によって算数文章題の難易度が変化していると言える。

表 2-3 順思考問題と逆思考問題

順思考問題	りんごが2つあります。 りんごを3つもらいました。 りんごはいくつあるでしょう。
逆思考問題1	りんごが2つあります。 りんごをいくつかもらったので5つになりました。 りんごをいくつかもらったでしょうか。
逆思考問題2	りんごがいくつかありました。 りんごを3つもらったので5つになりました。 はじめはりんごをいくつもっていたでしょうか。

## 第3章 情報構造の理解を指向した算数文章題の学習支援環境

これまでの研究から学習者の算数文章題の問題解決過程は問題理解過程と、問題解決過程の2つに分けられるとされている。問題理解過程は問題を理解する過程で、それはさらに変換過程、統合過程の2つの過程に分けられる。また、問題解決過程は実際に問題を解決する過程で、こちらもプラン化過程と実行過程という2つの過程に分けられる。変換過程は、問題文の一文ごとの意味を理解する過程であり、統合過程は変換過程で得られた様々な事柄を統合し、1つの意味を持った問題表象を構成する過程である。プラン化過程は統合過程によって得られた問題表象から解を求めるための計算手順やその演算式を導く過程であり、実行過程は実際に演算を適用して答えを得る過程である[9][10]。その中でも統合過程が最も躓きやすく、重要であるとされている[11]。また、文章題と数式の間にある過程であり、具体的に表現することが困難であるため、外部からの直接的な支援も難しい過程となっている。

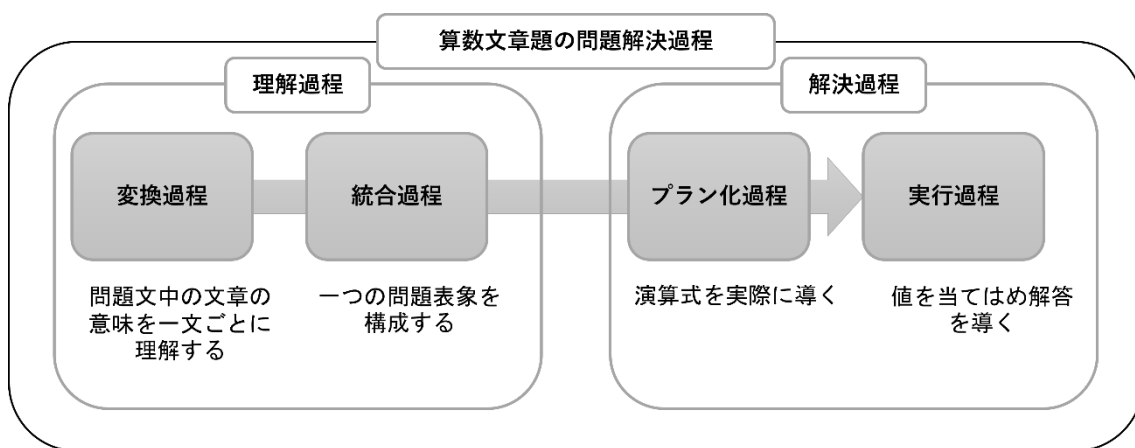


図 3-1 算数文章題の問題解決過程

本章では、第2章で述べたオープン情報構造アプローチ、オープン情報構造アプローチをもとにして提唱された三量命題構成モデルに基づき、この統合過程を支援するために開発された算数文章題の情報構造を操作することで算数文章題の学習を支援するシステムであるモンサクンと三角ブロックについて述べる。



### 3.1 単文統合型作問支援システム「モンサクン」

算数文章題の問題構造の理解を深めるために、問題を作ることが問題を解くことよりも有効であることが示されている。この問題を作る学習を作問学習と呼び、古くから有効な手段であると言われてきていたにも関わらず、実際の教育現場ではあまり用いられてこなかった。これは多種多様な作問結果が想定され、教授者による作問結果の診断やフィードバックが難しいからである。そこで、学習者に単文（命題）を与え、必要な単文を取捨選択し、並べさせることで問題を作成させる単文統合型作問支援システム「モンサクン」が開発された[8][21]。モンサクンの演習画面のインターフェースを図 3-2 に示す。単文統合型の作問学習とは、3つの単文を組み合わせる（統合する）ことによって算数文章題を作問するというものであり、三量命題モデルに基づいている。また、「制約条件」として作問に使用することができる単文と、作成する問題の式、物語が与えられ、それらの制約条件を満たす算数文章題を作問することが課題となる。モンサクンには和差を範囲とするものと、乗除を範囲とするものが存在する。このシステムにより、作成された問題の自動診断が可能となり、作問学習を行う環境が構築された。また、小学校での授業利用を通じて、作問能力の向上や、算数文章題を構造的に理解できるようになった、といった学習効果が見られるという形で有効性が実証されている。

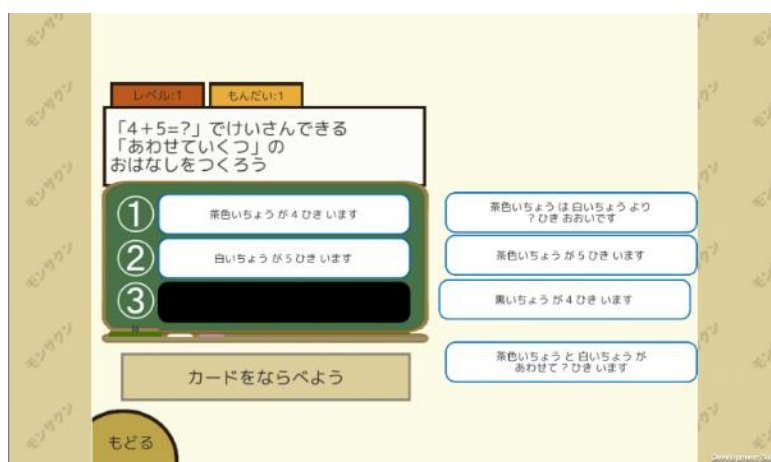


図 3-2 モンサクンの演習画面

### 3.2 三角ブロックモデルと三角ブロックシステム

統合過程では、数量概念同士を演算関係で関係付ける。それを実現するための枠組みとして、「言葉の式」[12]を用いた単一の二項演算を基本単位とした3つ組構造（以下、三角ブロック）が提案された。

これに基づく三角ブロックモデルは、算数文章題の問題解決過程中の統合過程を支援する上で、三量命題モデルの適用範囲を複合文章題に対して拡張したものであり、複合文章題

が単位文章題を複数個組み合わせたものであることを，外在化した情報構造の形として表すためのモデルである[22].

三角ブロックモデルの基本的な形を図 3-3 に示す. 三角形の底辺には[演算子]が，底辺の両端には数量を表す命題である[要素 A]，[要素 B] がそれぞれ配置されていて，頂点には演算結果の数量を表す命題である[結果]が配置されている. このとき，底辺の両端の[要素 A]，[要素 B] と[演算子]による二項演算から，頂点の[結果]の数量が導かれることになる. つまり，[結果]と[要素 A]，[要素 B]との間で，

$$[\text{要素 A}] [\text{演算子}] [\text{要素 B}] = [\text{結果}]$$

の関係が成立する. これは，1 回の二項演算で計算可能な単位文章題を表現したものである.

図 3-4 は単位文章題を表現した三角ブロックの具体例を示したものであり，これは

$$[\text{要素 A}] \rightarrow [\text{男子の人数}], [\text{要素 B}] \rightarrow [\text{女子の人数}]$$

$$[\text{演算子}] \rightarrow [+]$$

$$[\text{結果}] \rightarrow [\text{クラスの合計人数}]$$

となり，

$$[\text{男子の人数}] [+ ] [\text{女子の人数}] = [\text{クラスの合計人数}]$$

の関係を表している.

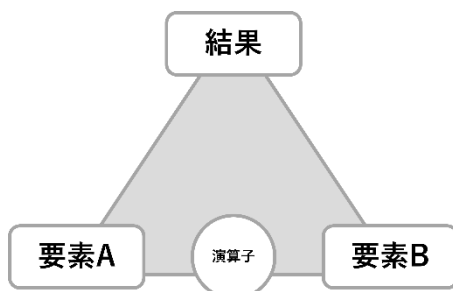


図 3-3 単一の三角ブロック (単位三角ブロック)

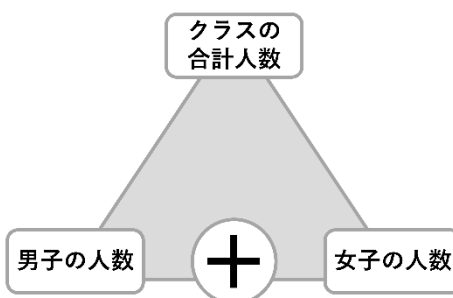


図 3-4 三角ブロックモデルを使った単位文章題の表現例

また，三角ブロックモデルでは，同一の数量命題を介して三角ブロックを繋げることで，図 3-5 のような階層的な数量関係も表現できる. このとき，各命題間では，

$$[\text{要素 A}] [\text{演算子 1}] [\text{要素 B}] = [\text{結果 A}]$$

$$[\text{結果 A}] [\text{演算子 2}] [\text{要素 C}] = [\text{結果 B}]$$

の関係が成立する。この階層的な数量関係の表現ができることで、三角ブロックモデルは、解を求めるために複数回の二項演算が必要な複合文章題の情報構造の表現を可能にしている。図 3-6 は複合文章題を表現した三角ブロックの具体例を示したものであり、

$$[\text{要素 A}] \rightarrow [\text{男子の人数}], [\text{要素 B}] \rightarrow [\text{女子の人数}]$$

$$[\text{演算子 1}] \rightarrow [+]$$

$$[\text{結果 A}] \rightarrow [\text{クラスの合計人数}], [\text{要素 C}] \rightarrow [1 \text{人あたりの学級費}]$$

$$[\text{演算子 2}] \rightarrow [×]$$

$$[\text{結果 B}] \rightarrow [\text{合計の学級費}]$$

となることから、

$$[\text{男子の人数}] [+ ] [\text{女子の人数}] = [\text{クラスの合計人数}]$$

$$[\text{クラスの合計人数}] [×] [1 \text{人あたりの学級費}] = [\text{合計の学級費}]$$

の関係を表している。

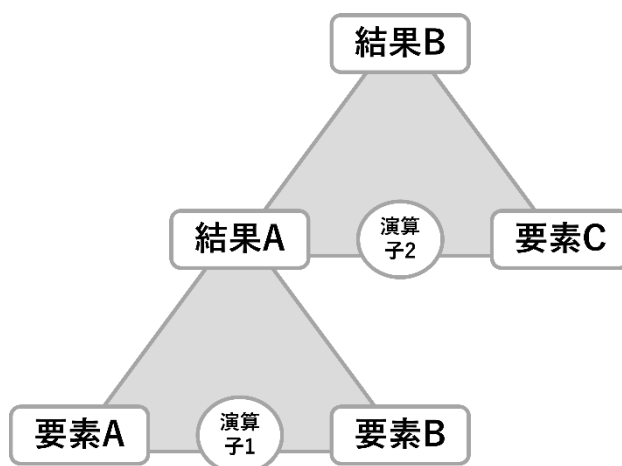


図 3-5 三角ブロックを階層的に組み合わせて複合文章題を表現

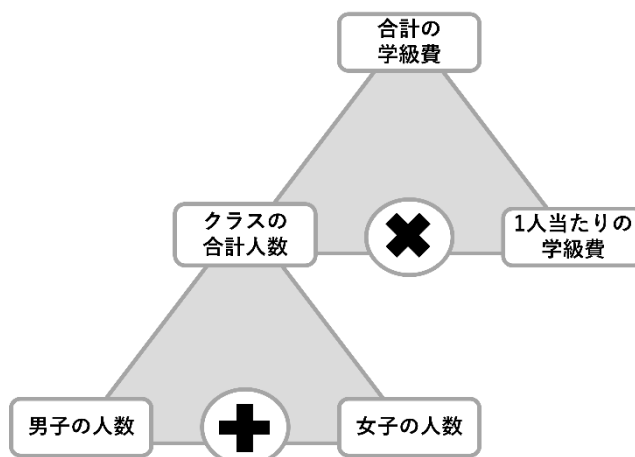


図 3-6 三角ブロックモデルを使った複合文章題の表現例

この三角ブロックモデルをもとに開発された学習支援システムが、三角ブロックモデルを使って複合文章題を組み立てる学習を行う三角ブロックシステムである。三角ブロックシステムは、算数文章題の問題解決過程のうち、特に統合過程を支援するものとなっている。このシステムの演習画面を図 3-7 に示す。

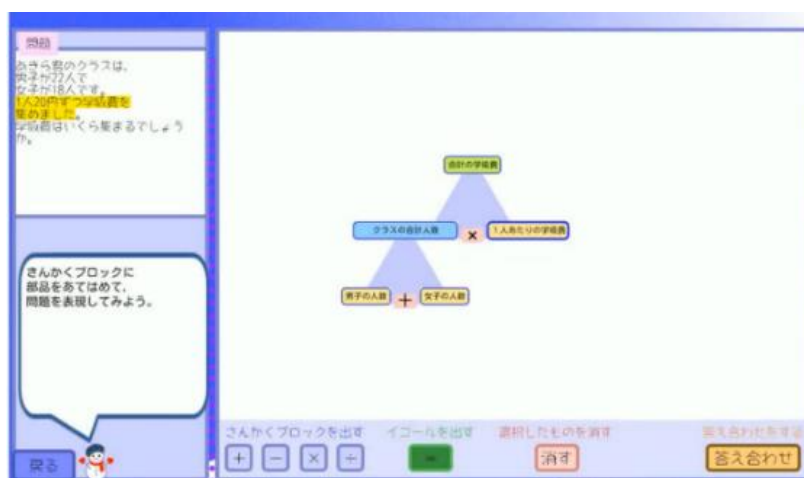


図 3-7 三角ブロックシステムの演習画面

### 3.3 モンサクン三角ブロック

三角ブロックの組み立てを作問とは言えない。しかしながら問題理解過程の統合過程に相当する活動を、三量命題モデルに基づいて設計しているという点でモンサクンの発展形と位置付けることができる。本研究ではこれをモンサクン三角ブロックと呼んでいる。また、三角ブロックでは三角の底辺となる部分に演算を配置しているが、残りの 2 つの斜辺にもそれぞれ演算が存在することも暗に意味されており、単位三角ブロック 1 つで加減の物語

における計算式の一和二差関係，および乗除の物語における計算式の一積二商関係を可視化するツールであるといえる[31].

### 3.4 モンサクンと三角ブロックシステムの利用

前節までで述べてきたように，「モンサクン」と三角ブロックシステムは，いずれも三量命題モデルに則って開発されたシステムである．各々の演算を対象としたモンサクンや三角ブロックシステムは，それぞれ単独で，小学校の算数の授業内で実践利用を行い，学習効果が確認された実績がある[22][8][23]．単位文章題の組み立てを対象としたモンサクンは，小学校1年生から中学年を主な対象学年としている．複合文章題の表象化を目的とした三角ブロックシステムは小学校中学年から中学校を主な対象学年としている．これらをまとめたものが表3-1である[24].

表 3-1 情報構造操作を指向する算数文章題の学習支援環境の一覧[24]

主対応学年	内容	システム
幼稚園	絵図を用いた 数量関係の組み立て	Monsakun-ILLUSTRATION[25]
小学1年	和差文章題	Monsakun-Addition&Subtraction[8] Monsakun-Whole&Part[26]
2年	乗法文章題	Monsakun-Multiplication[27]
3年	乗除文章題	Monsakun-Division[23]
4年	複数演算文章題	Monsakun-TriangleBlock[28]
5年	割合文章題	Monsakun-Ratio[29]
6年	複合文章題	Monsakun-TriangleBlock[22]
中学1年	一元方程式	Monsakun-Equation[30]

小学校低学年のうち，和差や乗除などの各演算の単位文章題を対象としたモンサクンを使って単位文章題を対象とした作問学習を行っている．小学校中学年以降は，主に三角ブロックシステムを使って，複合文章題を対象とした問題の構造を組み立てる学習へと移り変わっていく．低学年から高学年でこのような学習の流れが成立すると言える．

## 第4章 モンサクンと三角ブロックのギャップと明示的でなかった課題

モンサクンと三角ブロックのそれぞれの運用に関しては3.4で述べた通り問題ないことが確認された。そこでモンサクンと三角ブロックを通した運用を行おうとしたところモンサクンと複合三角ブロックにギャップがあり(図4-1)、複合三角ブロックに移行する段階で詰まってしまう児童が多くいることをモンサクン、および三角ブロックの開発に携わり、小学校授業で実践利用を継続的に行っている共同研究者と一緒に確認した。

ここではそのギャップとして主に3つの要素が挙げられるということを述べる。加えて、モンサクンと三角ブロックそれぞれで扱われているが明示的に区別されてなかった課題対象(場面の種類、場面の式、答えを求める式)と複合文章題の表現同士を繋ぐうえで必要な課題対象についても述べる。

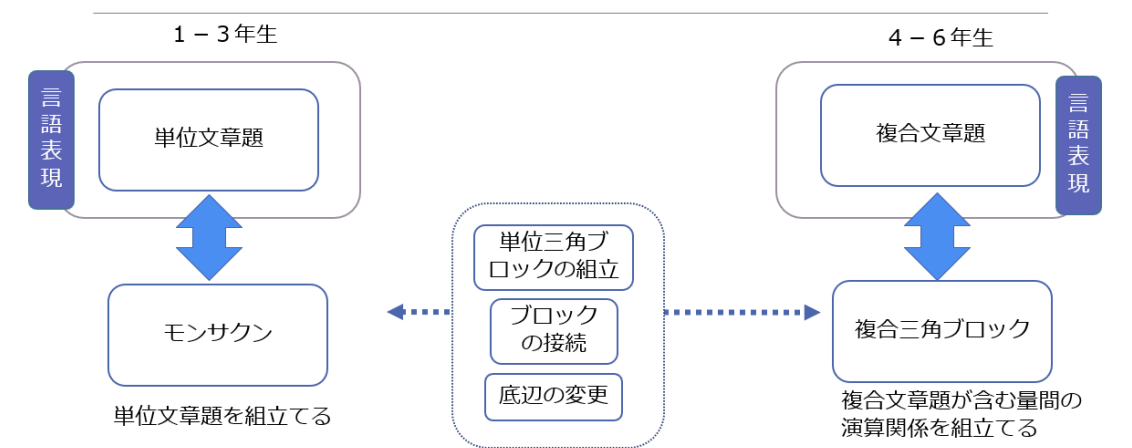


図4-1 モンサクンと三角ブロックの3つのギャップ

### 4.1 モンサクン-三角ブロック間の3つのギャップ

#### 4.1.1 単位三角ブロックの組立

モンサクン四則で作問を行い、その作問に基づいた単位三角ブロックを作成する過程で、モンサクンで取り扱った3カードが単位三角ブロックの2要素1結果になることを理解できていない児童が見受けられた(図4-2)。これらを結びつける演習がモンサクン四則とモンサクン三角ブロックの接続には必要である。



図 4-2 単位三角ブロック組立のイメージ

#### 4.1.2 底辺変更

1つの単位文章題につき図 4-3 のように3つの単位三角ブロックを作成することが可能であること、つまり問題を表す三角ブロックが数種類あることを理解できていない児童が見受けられた(図 4-4)。これはモンサクン四則では暗黙的であるが、3.3 で述べた一和二差関係、一積二商関係にもつながり、問題中の量と量の関係構造を理解するためには大切な要素であると言える。単位三角ブロックの底辺の演算を変更することから本研究ではこれを底辺変更と呼んでいる。

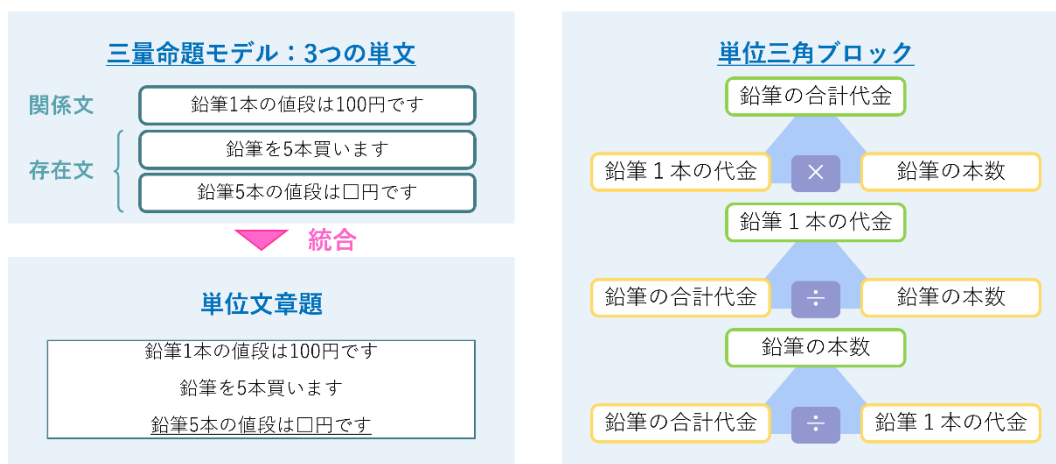


図 4-3 単位三角ブロックの3通りの表現

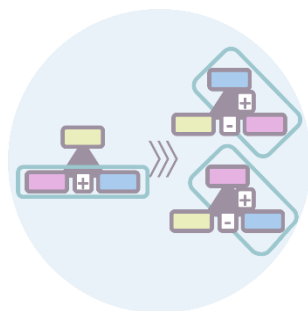


図 4-4 底辺変更のイメージ

### 4.1.3 単位三角ブロック同士の接続

単位文章題の組み合わせが複合文章題であり、同様に単位三角ブロックの組み合わせで複合三角ブロックを作成できるということ(図 4-5)を理解できず、単位三角ブロックは組み立てられるがそれらをうまく接続できない児童が見受けられた(図 4-6)。



図 4-5 異なる単位文章題から作成された単位三角ブロック同士の接続例

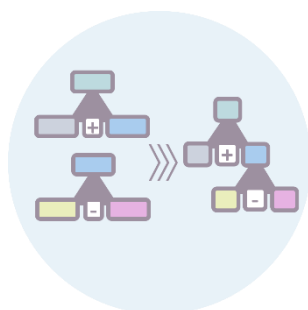


図 4-6 単位三角ブロック接続のイメージ



## 4.2 明示的でなかった課題

モンサクンと三角ブロックのギャップは上記のとおり 3 つに分類できるが、モンサクンや単位文章題そのものと三角ブロックや複合文章題そのものに躓く児童も想定される。ここではモンサクンと三角ブロックそれぞれで演習対象になっているが明示的でないものについて述べる。

### 4.2.1 単位文章題の構造理解

モンサクンと単位文章題に関しては 2.3 で述べた物語の種類（表 2-1），その物語の場面の式（問題式），答えを求める式（求答式）の理解が作問をする上で求められる。一方で，これらの理解が曖昧なままモンサクンに取り組んでも構造の理解に至る前に躓いてしまう可能性がある。モンサクンを通した単位文章題の構造理解の促進には物語の種類，場面の式，答えを求める式の理解の理解が必要であり，課題設計の上では着目すべき点であると言える。

### 4.2.2 複合文章題の構造理解

三角ブロックと複合文章題に関しては，三角ブロック表現と物語表現，数式表現の関係性の双方向の理解ができている状態が望ましい。そのため問題を表現する複合文章題の問題文，複合三角ブロック，数式をそれぞれ相互に関連付けて理解させることによって，多角的な視点で複合文章題の構造理解ができるように支援する必要がある。

## 第5章 段階的学習支援システム

本研究では、複数の二項演算で解ける複合文章題の学習を始める小学校4年生に対して、モンサクン四則からモンサクン三角ブロックへの学習の流れを円滑にすることを指向したシステムの設計・開発を行った。大きな目的は複合文章題の構造を表現している複合三角ブロックを理解させることで命題間の関係を意識させ、算数文章題の構造を理解させることで関係的理解に導くことである。第3章で述べた通り、複合三角ブロックを構築させる演習システムは既に開発され、実験的に利用されている。しかし、このシステムの演習だけで複合三角ブロックを理解させるのは難しい。このシステムは学習者個々の思い通りに三角ブロックの組み立てを行うことができる。しかし、複合文章題が単位文章題の組み合わせであることを理解するためには、そこへの学習者自身による気づきが必要である。そこで、算数文章題の構造を理解させるために、理解させたいことに着目させる演習を段階的に用意し、算数文章題の構造化を行う演習を設計した。本章ではその演習内容について述べる。

### 5.1 多段階的な演習

本研究で提案する問題演習について説明する。まず、モンサクン四則からモンサクン三角ブロックへの演習を円滑にするために各ギャップを解消すべく3段階の演習を設計した。さらに、これらに単位文章題と複合文章題の構造理解に向けた演習を2つ加え、大きく分けて以下の5つの演習段階を設計した。

1. 単位文章題の構造理解に向けて：単位文章題に対して場面の種類、場面の式、答えを求める式について考えさせることで単位文章題の構造理解に焦点を当てた演習
2. 単位三角ブロックの組み立ての理解に向けて：単位文章題の構造とモンサクンから単位三角ブロックを組み立てることに焦点を当てた演習
3. 底辺変更の理解に向けて：単位文章題に対して場面の種類、場面の式、答えを求める式について考えさせ、それぞれの単位三角ブロックを認識させることにより単位文章題を表す式と単位三角ブロックは一和二差、および一積二商でそれぞれ三種類あるという底辺変更の理解に焦点を当てた演習
4. 単位三角ブロック同士の接続の理解に向けて：複合三角ブロックが単位三角ブロックの組み合わせであるという単位三角ブロック接続を理解させ、同様に複合文章題が単位文章題の組み合わせであることを理解させることに焦点を当てた演習
5. 複合文章題の構造理解に向けて：複合文章題と複合三角ブロックと数式の変換により

## 第5章 段階的学習支援システム

### 複合文章題の構造に焦点を当てた演習

これらについて以下、図 5-1 の 13 のレベルで演習を設計した。

レベル	演習内容	形式	目的
Tutorial	スライド式のチュートリアル		場面の種類、場面の式、答えを求める式についての学習
1	関係文選択演習	モンサクン	単位文章題の関係文を選ぶようになること
2	モンサクン→単位ブロック作成演習（順思考）	モンサクン 三角ブロック	単位文章題の構造操作と三角ブロックの作成
3	場面の種類、場面の式を選択する演習（?なし）	選択問題	問題の場面とその式についての学習
4	場面の種類、場面の式、答えを求める式を選択する演習（?あり）	選択問題	?がある場合の問題の場面、その式および?を求める式についての学習
5	場面の式と答えを求める式を同時選択 →それぞれの三角ブロック作成	選択問題 三角ブロック	それぞれの式に対応した単位三角ブロックの作成
6	場面の式選択→その三角ブロックを作成 →残りの同じ意味の二種の三角ブロックの選択演習	選択問題 三角ブロック	単位三角ブロックの一和二差、一積二商関係の理解
7	モンサクン→単位ブロック作成演習（逆思考）	モンサクン 三角ブロック	単位文章題の構造操作と三角ブロックの作成
8	複合文章題を見て二つの単位三角ブロックを選択、接続する演習	三角ブロック	複合文章題に対する三角ブロックを構築すること
9	複合文章題を見て二つの単位三角ブロックを選択、接続する演習(ダミーあり)	三角ブロック	複合文章題に対する三角ブロックを構築すること
10	三角ブロックを見て複合文章題を選択する演習	三角ブロック 選択問題	複合文章題に対する三角ブロックを理解すること
11	複合文章題を見て三角ブロックを選択する演習	三角ブロック 選択問題	複合文章題に対する三角ブロックを構築すること
12	三角ブロックを見て数式を選択する演習	三角ブロック 選択問題	三角ブロックの表す式を理解すること
13	複合文章題を見て数式を選択する演習	選択問題	複合文章題に対する式を理解すること

単位文章題の構造理解	三角ブロックの組立	底辺変更	三角ブロックの接続	複合文章題の構造理解
------------	-----------	------	-----------	------------

図 5-1 各レベル設計

#### 5.1.1 単位文章題の構造に焦点を当てた演習

単位文章題の構造について理解するためには、まずはそれについての知識を得る必要がある。そこで単位文章題の演習に対するチュートリアルとして三量命題モデルを小学生向けに説明したもの（図 5-2）と、各場面の種類ごとの場面の種類、場面の式、答えを求める式の説明（図 5-3）を作成した。モンサクンに対するチュートリアルとしては、図 5-4 に示す存在量命題が与えられている状況で、与えられた式に合う関係量命題を当てはめる演習を作成した。この演習は以降のモンサクンの操作自体のチュートリアルも兼ねている。また単位文章題の構造理解のために未知数のない場合は場面の種類、場面の式を、未知数のある場合は場面の種類、場面の式に加え答えを求める式を選択する演習を作成した（図 5-5、図 5-6、図 5-7）。場面の式と答えを求める式はそれぞれを児童に明確に区分させることに重点を置き二択問題とした。

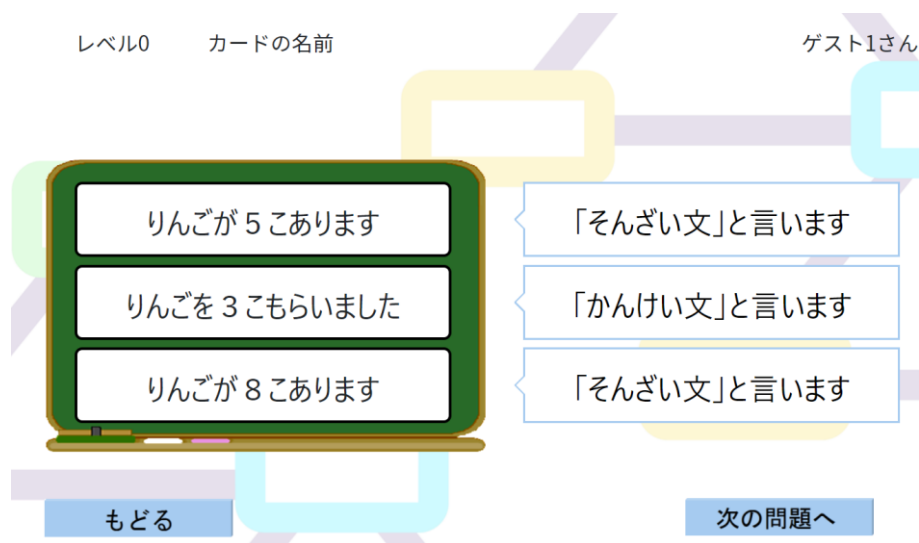


図 5-2 簡易化された三量命題モデルの説明

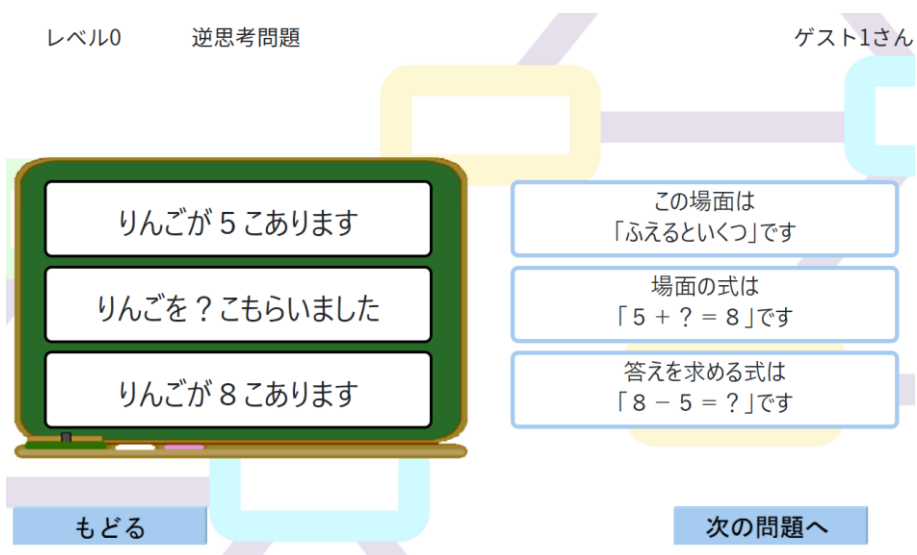


図 5-3 場面の種類, 場面の式, 答えを求める式

レベル1 問題1-1 ゲスト1さん

「 $4+8=12$ 」で計算できる「合わせていくつ」のお話を作ろう

白い花かざりを4こ作ります

赤い花かざりを8こ作ります

?にあてはまる数を求めましょう

カードをならべよう

白い花かざりは赤い花かざりより12こ多いです  
白い花かざりを12こもらいました  
白い花かざりと赤い花かざりを合わせて12こ作ります  
白い花かざりを12こあげました

図 5-4 関係量命題選択演習

レベル3 問題3-2 ゲスト1さん

「物語の種類」を選ぼう

白いあさがおが2つさいています  
赤いあさがおは白いあさがおより6つおおくさいています  
赤いあさがおが8つさいています

レベル4 問題4-1 ゲスト1さん

「物語の種類」を選ぼう

くるまが9だいあります  
くるまが?だいでていきました  
くるまが8だいあります

ふえるといくつ  
のこりはいくつ  
あわせていくつ  
ちがいはいくつ

答えがない 答え合わせ

図 5-5 場面の種類選択演習

レベル4 問題4-1 ゲスト1さん

「場面の式」を選ぼう

くるまが9だいあります  
くるまが?だいでていきました  
くるまが8だいあります

$9 - 8 = ?$

$9 - ? = 8$

答えがない 答え合わせ

図 5-6 場面の式選択演習

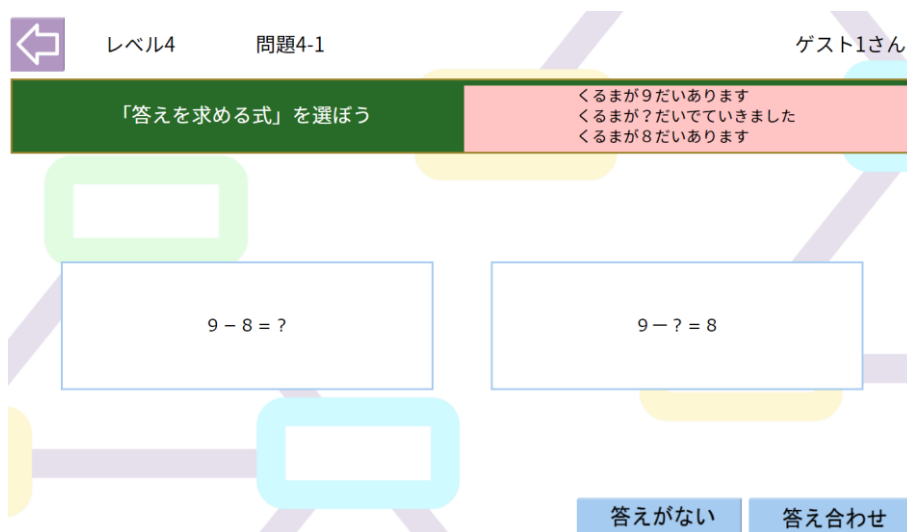


図 5-7 答えを求める式選択演習

### 5.1.2 単位文章題の構造とモンサクン四則から単位三角ブロックを組み立てることに焦点を当てた演習

三角ブロックの組立の支援を目的として、モンサクン四則による作問演習で作った問題から単位三角ブロックを組み立てる演習を作成した(図 5-8, 図 5-9)。レベル 2 は順思考問題, レベル 7 は逆思考問題をそれぞれ取り扱っている。逆思考問題は単位文章題の構造理解, 三角ブロックの組み立てに加え, 底辺変更の理解が必要な演習となっており難易度が高いと判断したためレベル 7 として実装している。

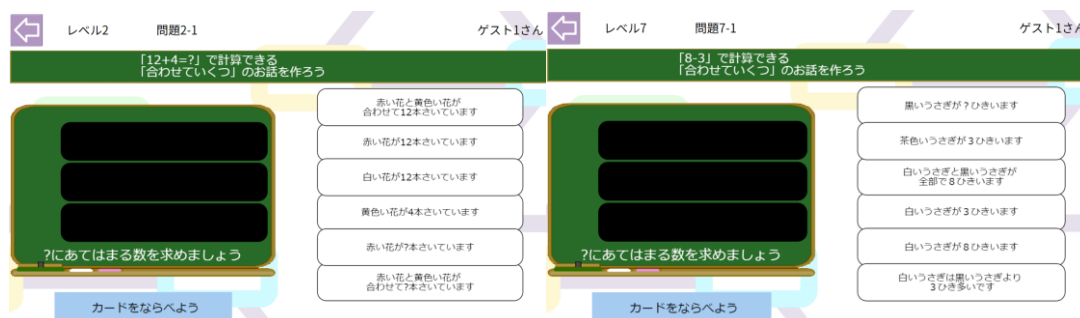


図 5-8 モンサクン四則による作問演習

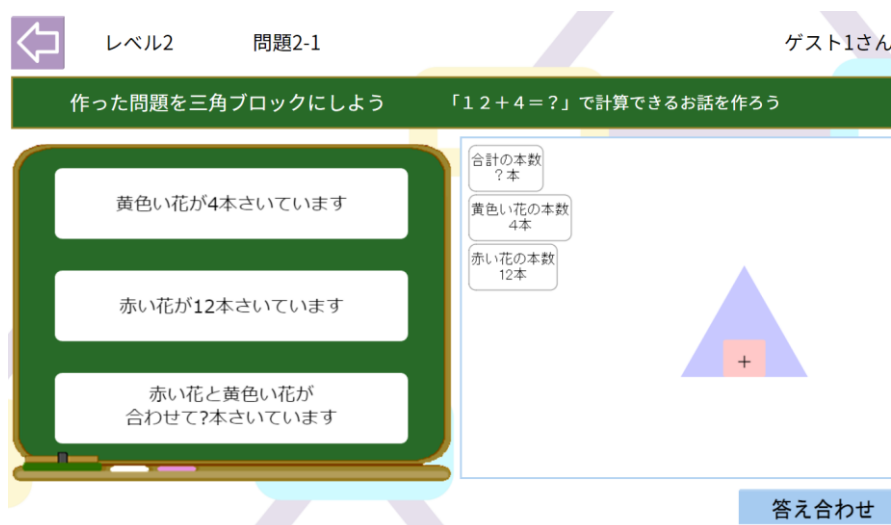


図 5-9 単位三角ブロック組立

### 5.1.3 底辺変更の理解に焦点を当てた演習

これまで述べてきたように1つの単位文章題に対して、3つの演算関係が成立しており、それぞれの単位三角ブロックを組み立てることができる。いずれも1つの足し算に対して、2つの引き算が成立し、1つのかけ算に対して、2つの割り算が成立する。その構造理解に焦点を当て、場面の式、答えを求める式について単位三角ブロックを作成する演習（図 5-10）と作成した場面の式の単位三角ブロックと同じ意味の三角ブロックを選択させる演習（図 5-11）を作成した。この演習で底辺変更についての理解の促進を目指す。

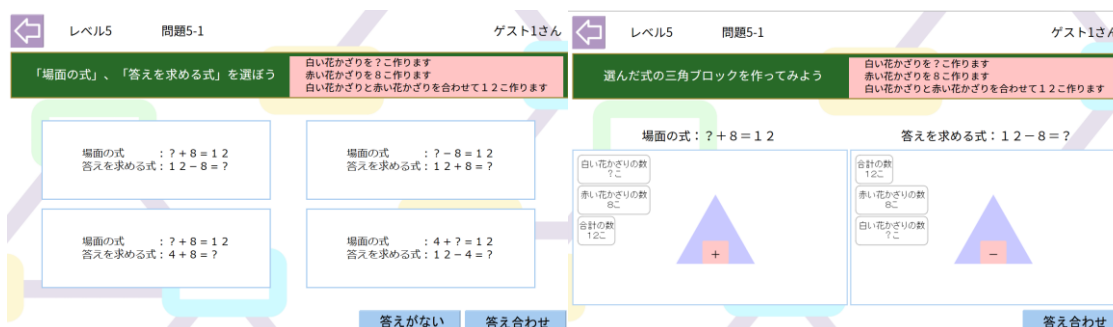


図 5-10 場面の式、答えを求める式について単位三角ブロックを作成する演習

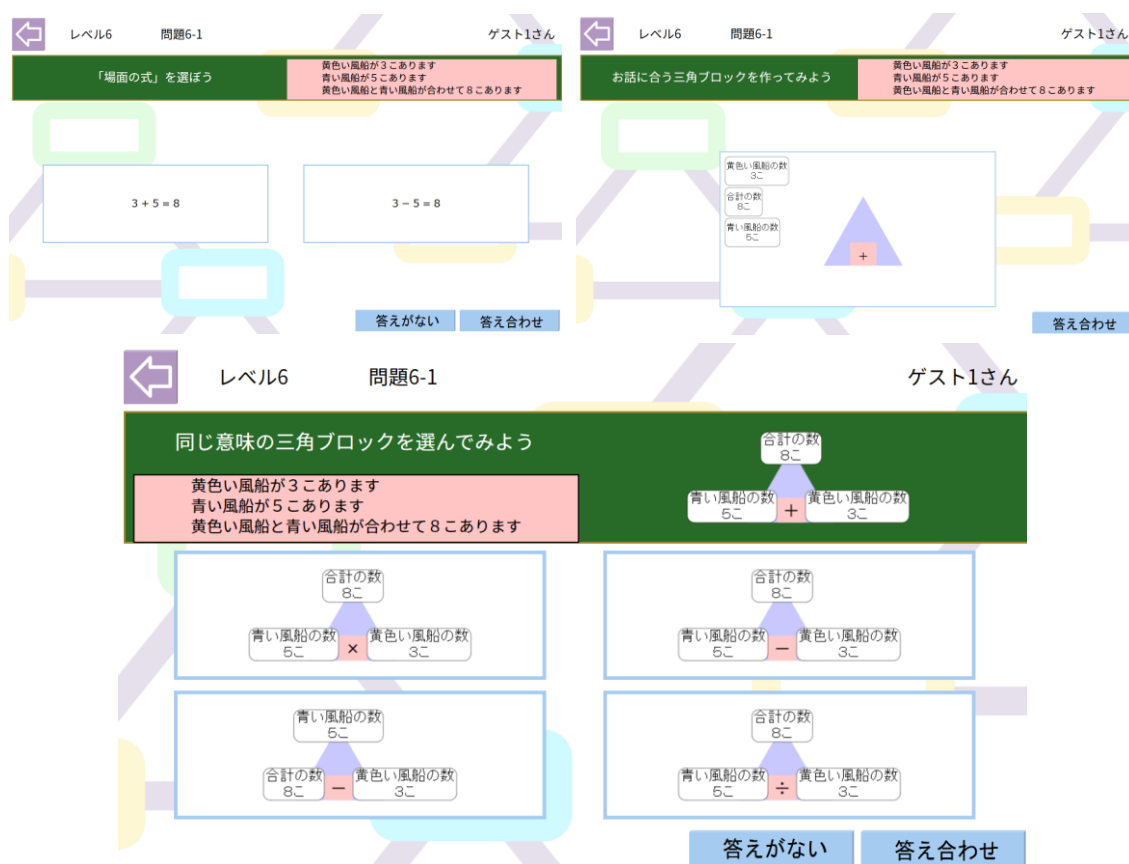


図 5-11 作成した場面の式の三角ブロックと同じ意味のブロックを選択させる演習

#### 5.1.4 単位三角ブロック接続の理解に焦点を当てた演習

複合文章題の構造理解に向けて複合三角ブロックが単位三角ブロックの組み合わせであり、複合文章題が単位文章題の組み合わせであるということを理解させる必要がある。そこで、複合文章題に関する単位三角ブロック同士を繋ぎ合わせる演習を作成した。複合文章題と複数の単位三角ブロックを与え、単位三角ブロック同士を接続させることで複合文章題を表現させる。この形式の演習はダミーの有無で2種類用意した(図 5-12, 図 5-13)。ダミー無しの演習は同じ名前の命題同士を繋げるだけで正解するのを避けるために、与えられた2つの単位三角ブロックだけでは複合文章題を表現することができない問題を混ぜてある。同様の理由でダミー有りの演習ではダミーとしてもう1つ単位三角ブロックを与え、その複合文章題に対する複合三角ブロックを意識して構築させるように調整した。



レベル8 問題8-1 ゲスト1さん

三角ブロックをつなぎましょう

500円持って買い物に行きました。  
150円のジュースと  
80円のパンを買いました。  
残ったお金はいくらですか。

合計の代金 〇円

ジュースの代金 150円 + パンの代金 80円

残ったお金 〇円

持っていたお金 500円 - 合計の代金 〇円

やりなおす できない 答え合わせ

図 5-12 複合文章題に関する単位三角ブロック同士を繋ぎ合わせる演習（ダミー無し）

レベル9 問題9-1 ゲスト1さん

三角ブロックをつなぎましょう

500円持って買い物に行きました。  
150円のジュースと  
80円のパンを買いました。  
残ったお金はいくらですか。

合計の代金 〇円

消しゴムの代金 100円 + えん筆の代金 50円

残ったお金 〇円

持っていたお金 500円 - 合計の代金 〇円

合計の代金 〇円

ジュースの代金 150円 + パンの代金 80円

やりなおす できない 答え合わせ

図 5-13 複合文章題に関する単位三角ブロック同士を繋ぎ合わせる演習（ダミー有り）

### 5.1.5 複合文章題の構造に焦点を当てた演習

複合文章題の構造の理解を深めさせるために問題文、数式、複合三角ブロックをそれぞれに変換する演習を作成した。複合三角ブロックに対して、複合文章題を選択する演習（図 5-14）や、反対に複合文章題に対して複合三角ブロックを選択する演習（図 5-15）を用意した。複合三角ブロックを選択する演習においては、正解の複合三角ブロックが複数存在するため、選択肢の中に正解が 1 つしか存在しないパターンや複数存在する問題パターンも用意した。また、複合三角ブロックに対して数式を選択する演習（図 5-16）と最終的な目標である複合文章題に対する数式を選択する演習（図 5-17）も設計した。

レベル10 問題10-1 まちがい数：0 ゲスト1さん

三角ブロックと同じ問題を選びましょう

合計の代金  
□円

たまごの代金 220円 + ね引きされたパンの代金 0円

パンの代金 180円 - ね引きする金かき 30円

220円のお菓子を2つ買います。  
180円のパンを買います。  
パンは30円引きでした。  
代金は□円です。

180円のお菓子を2つ買います。  
220円のパンを買います。  
パンは30円引きでした。  
代金は□円です。

答えがない
答え合わせ

図 5-14 複合三角ブロックから複合文章題を選択する演習

レベル11 問題11-1 まちがい数：0 ゲスト1さん

問題と同じ三角ブロックを選びましょう

おつり □円

持っていたお金 500円 - ね引き後のお菓子の代金 0円

お菓子の代金 150円 - ね引きする代金 50円

150円のお菓子を2つ買に行きました。  
お菓子は50円引きで売っていました。  
500円出しました。  
おつりが□円でした。

おつり □円

持っていたお金 500円 + ね引き後のお菓子の代金 0円

お菓子の代金 150円 - ね引きする代金 50円

おつり □円

持っていたお金 500円 + ね引き後のお菓子の代金 0円

お菓子の代金 150円 - ね引きする代金 50円

答えがない
答え合わせ

図 5-15 複合文章題から複合三角ブロックを選択する演習

レベル12 問題12-1 まちがい数：0 ゲスト1さん

三角ブロックと同じ式を選びましょう

おつり □円

たけるさんの出したお金 500円 + 弟の出したお金 300円

出したお金の合計 □円 - 花束のねたん 780円

$\square = (500 + 300) - 780$

$\square = (500 + 300) + 780$

答えがない 答え合わせ

図 5-16 複合三角ブロックから数式を選択する演習

レベル13 問題13-1 ゲスト1さん

数式を選ぼう

150円のおかしを買いに行きました。  
おかしは50円引きで売っていました。  
500円出しました。おつりが□円でした。

$150 - 50 + \square = 500$

$150 + 50 + \square = 500$

$\square = 500 - 150 - 50$

$500 = \square + 150 + 50$

答えがない 答え合わせ

図 5-17 複合文章題から数式を選択する演習

## 5.2 実際の授業で使うことを想定した演習

設計・開発をした13のレベルはそれぞれのレベルで目的が明確なため各学習者の個別最適を担うのには適しているが、13レベル全てを小学校のクラス全体に対する授業で使うのは時間の制約上難しい。そこで教育関係者の方との協議の元、授業用の演習として一部演習をピックアップし、単位文章題の構造理解のための授業用の演習として追加で8種類（図5-18）を設計・実装した。前半の4つは順思考でモンサクン（図5-19）から単位三角ブロックを作成する過程（図5-20：作成した問題に対して与えられた単位三角ブロックが正しいかを判断する演習，図5-21：作成した問題を表象する単位三角ブロックを選択する演習，図5-22：作成した問題を表象する単位三角ブロックを作る演習（一部），図5-23：作成し

た問題を表象する単位三角ブロックを作る演習（全部）の部分化演習である。後半の4つは逆思考の問題で、前半で行った部分（図 5-20, 図 5-21, 図 5-22, 図 5-23）以降の場面の式（問題式）と答えを求める式（求答式）を求めることによる底辺変更の部分化演習である（図 5-24, 図 5-25）。

**【順思考 ※関係式のみ】**

1. 式→作問→三角ブロック（判断）
2. 式→作問→三角ブロック（選択）
3. 式→作問→三角ブロック（補完）
4. 式→作問→三角ブロック（組立）

**【逆思考 ※関係式と求答式】**

5. 問題→三角ブロック（判断）→式選択
6. 問題→三角ブロック（選択）→式選択
7. 問題→三角ブロック（補完）→式選択
8. 問題→三角ブロック（組立）→式選択

図 5-18 授業用の演習設計

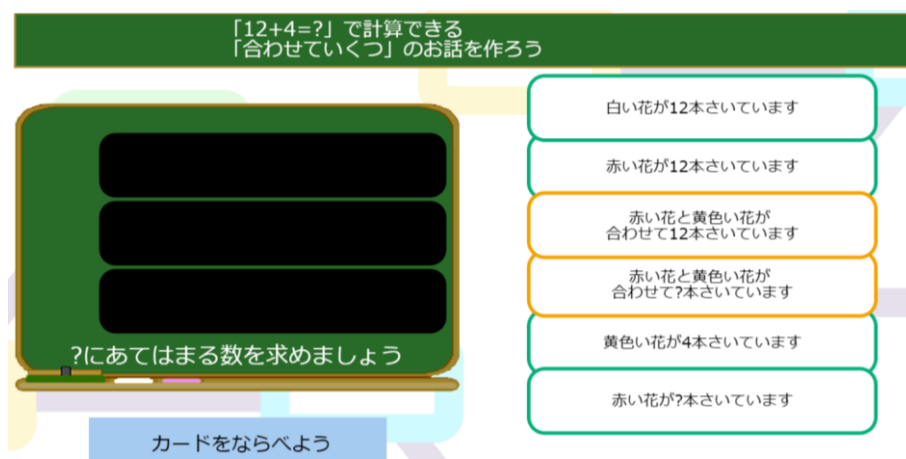


図 5-19 前半4つに共通のモンサクン

レベル14 問題14-1 ゲスト1さん

右の三角ブロックは正しいかな？

赤い花が12本さいています  
黄色い花が4本さいています  
赤い花と黄色い花が合わせて？本さいています

合計の本数  
？本

赤い花の本数 12本 + 黄色い花の本数 4本

ただしい

ただしくない

答え合わせ

図 5-20 : 作成した問題に対して与えられた単位三角ブロックが正しいかを判断する演習

レベル15 問題15-1 ゲスト1さん

お話に合う三角ブロックを選ぼう

赤い花が12本さいています  
黄色い花が4本さいています  
赤い花と黄色い花が合わせて？本さいています

合計の本数  
？本

赤い花の本数 12本 × 黄色い花の本数 4本

合計の本数  
？本

赤い花の本数 12本 - 黄色い花の本数 4本

合計の本数  
？本

赤い花の本数 12本 + 黄色い花の本数 4本

合計の本数  
？本

赤い花の本数 12本 ÷ 黄色い花の本数 4本

答えがない

答え合わせ

図 5-21 : 作成した問題を表象する単位三角ブロックを選択する演習

レベル16 問題16-1 ゲスト1さん

作った問題を三角ブロックにしよう 「12 + 4 = ?」で計算できるお話を作ろう

赤い花と黄色い花が合わせて?本さいています

黄色い花が4本さいています

赤い花が12本さいています

黄色い花の本数  
4本

赤い花の本数  
12本

合計の本数  
?本

答え合わせ

図 5-22 : 作成した問題を表象する単位三角ブロックを作る演習 (一部)

レベル17 問題17-1 ゲスト1さん

作った問題を三角ブロックにしよう 「12 + 4 = ?」で計算できるお話を作ろう

赤い花が12本さいています

黄色い花が4本さいています

赤い花と黄色い花が合わせて?本さいています

黄色い花の本数  
4本

赤い花の本数  
12本

合計の本数  
?本

答え合わせ

図 5-23 : 作成した問題を表象する単位三角ブロックを作る演習 (全部)

「場面の式」を選ぼう

黄色い風船が3こあります  
 青い風船が?こあります  
 黄色い風船と青い風船が合わせて8こあります

合計の数  
8こ

黄色い風船の数  
3こ

+

青い風船の数  
?こ

$3 + ? = 8$

$8 - 3 = ?$

答え合わせ

図 5-24 : 場面の式を選択する演習

「答えを求める式」を選ぼう

黄色い風船が3こあります  
 青い風船が?こあります  
 黄色い風船と青い風船が合わせて8こあります

合計の数  
8こ

黄色い風船の数  
3こ

+

青い風船の数  
?こ

$3 + ? = 8$

$8 - 3 = ?$

答え合わせ

図 5-25 : 答えを求める式を選択する演習

## 第6章 予備的評価

本研究では、設計開発したモンサクンー三角ブロックの段階的学習モデル（以下、三角ブロック導入教材）が実際の教育現場で受け入れられるものであるか、またそれが算数文章題の学習に有用であるかを確認・検証するために、小学校教諭と教職大学院生を対象に利用実験を行い、アンケートに回答してもらうことで予備的な評価を行った。

### 6.1 小学校教諭による予備的評価の概要

ある東広島市立小学校の教員 11 名を対象として予備的評価実験を行った。本システムは、モンサクンや三角ブロックと深く関係があるため、関係のあるシステムについても同時に予備的評価を行っている。内容は、「モンサクン和差」・「モンサクン乗除」、本システムの「三角ブロック導入教材」、「モンサクン三角ブロック」、「情報過不足問題を扱った三角ブロック教材」の計 5 種類について、各々の使い方とねらいの説明、タブレット端末での利用、アンケート調査、質疑応答を 2 時間で行った。接続教材ではレベル 2、レベル 4、レベル 6 の説明を行い利用では各自で自由に解いてもらった。アンケートではアプリケーションの有用性や教員に受け入れられるものか、将来性をそれぞれ問うものとなっている（表 6-1）。

表 6-1 アンケートの内容

番号	設問	回答方法
1	算数に役立つ課題であったと思いますか？	5 件法
2	どの学年に利用できそうですか？	複数回答あり
3	アプリが無くても同様な授業を実施できそうですか？	5 件法
4	アプリを使った授業をしてみたいですか？	5 件法
5	将来的に利用できる可能性があると思いますか？	5 件法
6	改善すべき点、感想などをお書きください。	記述式

#### 6.1.1 結果と考察

はじめに、設問 1 の回答結果のグラフを図 6-1 に示す。本システムである三角ブロック



## 第6章 予備的評価

導入教材は11名全員から肯定的な回答を得ることができた。他システムでは否定的な回答もあるため、それらと比較しても小学校教諭から見て算数に有用なものであることが確認できたと考える。

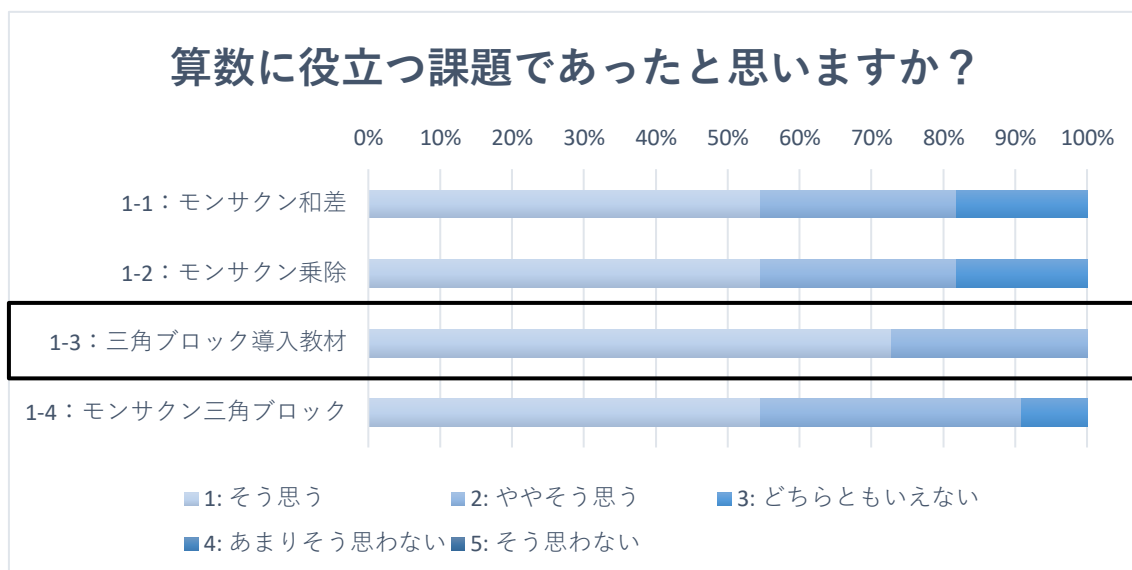


図 6-1 設問1 回答結果

次に設問2の回答結果のグラフを図6-2に示す。5章で述べたように本システムは複数の二項演算で解ける複合文章題の学習を始める小学校4年生以上に対して、モンサクン四則からモンサクン三角ブロックへの学習の流れを円滑にすることを指向しているため、小学校教諭からも同様の意見を得られ、その妥当性が確認できた。また1年生から3年生に対しても利用できそうだという意見もあった。

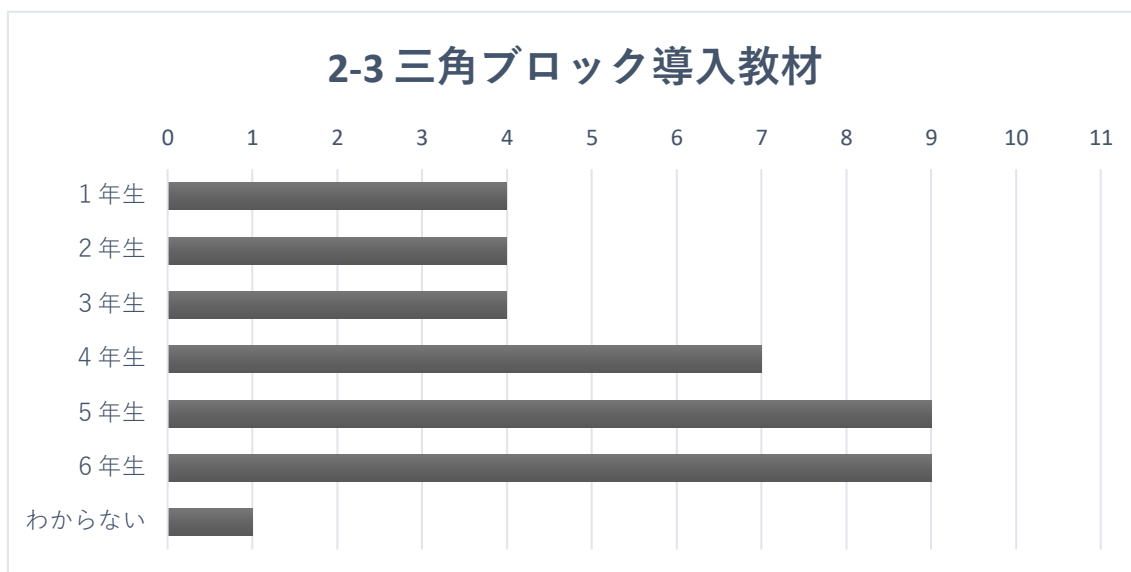


図 6-2 設問 2 回答結果

最後に設問 4, 設問 5 の回答結果のグラフを図 6-3, 図 6-4 に示す。アプリを使った授業をしてみたいかについての肯定的な回答が 7 割以上で、否定的な回答が 1 つもなかったことから実際の教育現場でも広く受け入れられるものであると考察する。将来性についても設問 1 と同様に 11 名全員から肯定的な回答を得ることができた。今後はシステムの改善を行い、学習者にとっても教授者にとっても使いやすいものにしていきたい。また、設問 6 の「改善すべき点、感想などをお書きください。」では「クリア報酬を与えると児童のモチベーションにつながる」という意見を 2 件頂いた。そういった児童目線での改良も重ねていきたい。

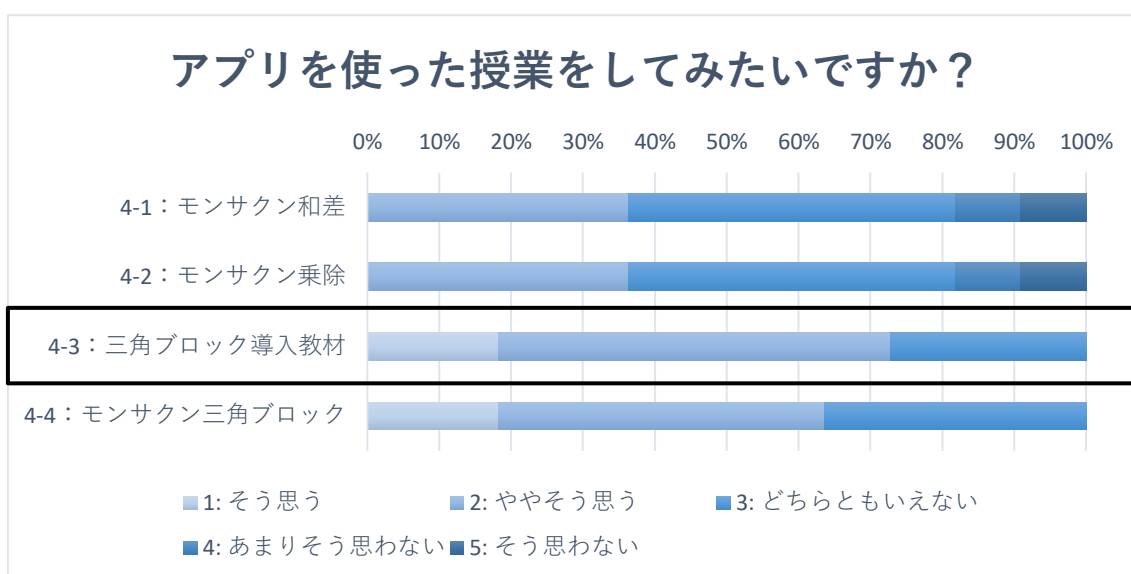


図 6-3 設問 4 回答結果

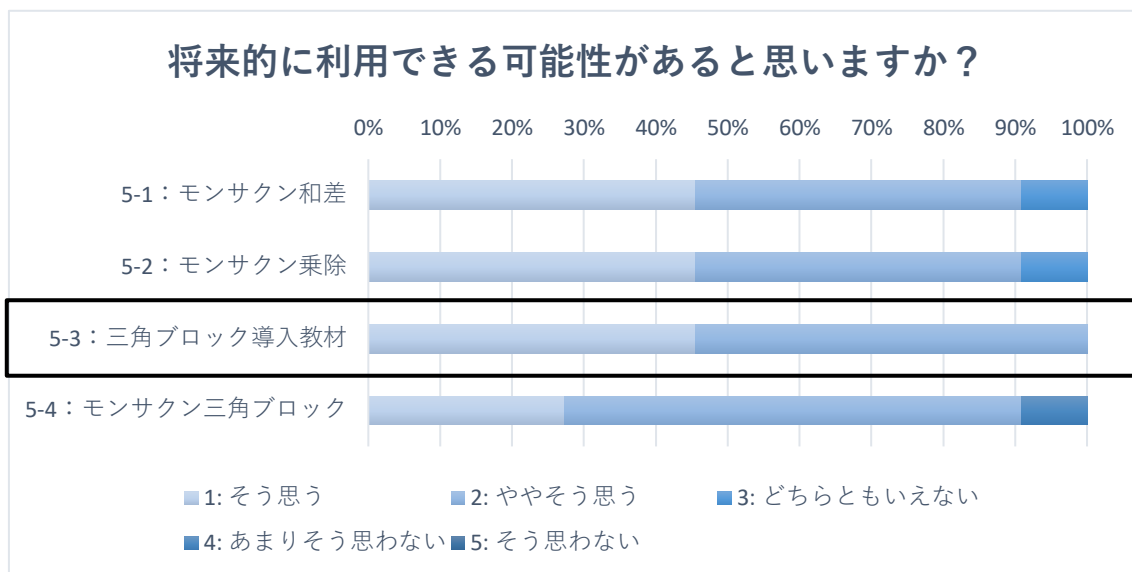


図 6-4 設問5回答結果

## 6.2 教職大学院生による予備的評価

次に、実際の教育現場で指導している教員を含む教職大学院生に予備的評価を行ってもらった。なお、この実験では、開発したシステムであるモンサクン-三角ブロック接続教材だけでなく、算数文章題の過不足課題を取り扱った算数三角ブロック-web と数量概念の多対多関係組み立て演習システムについても同時に利用実験を行っている。

### 6.2.1 予備的評価の概要

対象は教職大学院生 13 名で利用は 3 日間に分けて行った。参加被験者は 1 日が 5 名、2 日目が 3 名、3 日目が 5 名である (表 6-2)。本実験では、前述した 3 つのシステムを、算数三角ブロック-web、モンサクン-三角ブロック接続教材、多対多関係組み立て演習システムの順に、それぞれ 30 分ずつ利用実験を行った。5 分間の利用説明と、20 分間のシステム利用、5 分間のアンケートで各 30 分が構成されている (表 6-3)。モンサクン-三角ブロック接続教材のパートでは初めの 5 分間で、モンサクンと三角ブロックについてと、システムの利用方法を説明した。その後の 20 分間の利用ではチュートリアル、レベル 2 を 3 問、レベル 6 を 5 問、レベル 7 を 2 問、EX5 を 1 問、EX8 を 1 問、レベル 9 を 5 問、レベル 11 を 4 問解いてもらった。最後に行った 5 分間のアンケートの内容は以下 (表 6-4) のとおりである。

表 6-2 各日程の参加者数

1日目	5名
2日目	3名
3日目	5名
計	13名

表 6-3 利用実験の内容

システム名	内容	時間
算数三角ブロック-web	システムの説明	5分
	利用実験	20分
	アンケート	5分
モンサクン-三角ブロック 接続教材	システムの説明	5分
	利用実験	20分
	アンケート	5分
多対多関係組み立て 演習システム	システムの説明	5分
	利用実験	20分
	アンケート	5分
計		90分

表 6-4 アンケートの内容

番号	設問	回答方法
(1)	接続教材は算数学習に役立つ活動でしたか？	5 件法
(2)	授業でこのアプリを利用できますか？	5 件法
(3)	従来の算数の授業でも今回のアプリのような活動が行われていると思いますか？	5 件法
(4)	アプリがなくても同様な授業を実施できそうですか？	5 件法
(5)	モンサクンと三角ブロックの接続教材アプリで演習化している内容の課題を児童に取り組みせるうえで、このアプリは有用だと思いますか？	5 件法
(6)	アプリを使った授業を行ってみたいですか？	5 件法
(7)	教材分析として役に立ちますか？	5 件法
(8)	教材分析を共同でする場合に役に立ちますか？	5 件法
(9)	このアプリはモンサクンから三角ブロックへの移行を容易にする教材になっていると思いますか？	5 件法
(10)	改良の余地があると思いますか？	5 件法
(11)	どの学年に利用できそうですか？（複数回答可）	複数選択
(12)	接続教材アプリについて改善すべき点、感想などをお書きください。	自由記述

### 6.2.2 結果と考察

アンケートで得られた複数回答の設問(11)の結果を図 6-5 に、自由記述の設問(12)の文字数の箱ひげ図を図 6-6 に、5 件法の設問の回答を図 6-7 に示す。対象学年は前節で述べた小学校教諭のものに比べると 3 年生という回答が多くなったが、概ね同様の傾向があると言える。改善点・感想の文字数の中央値は 100 文字で平均は 110.4 文字だったことから被験者に真摯に取り組んでもらえたことが示唆されている。5 件法の設問に関しては、(1)算数学習に役立つ活動であったかについては、13 名全員が肯定と判断した。(2)授業で使えるかについては、12 名が肯定した。(3)同様な活動が行われているか、については、本研究としては否定を予想していたが、半数以上の 8 名が非否定であった。これは、本教材の活動の内容が、従来の授業においても重要な部分を含んでいたことを示唆すると判断している。(4)アプリなしで授業ができるか、についても、本研究としては否定を予想していたが、7 割が非否定であった。これは、本アプリの内容を、黒板を用いた通常の授業形態においても実施可能であると教員が判断した結果と推定している。先行研究のモンサクンの実践においても、モンサクンの考え方に沿った単文の組立てによる作問の仕組みを教員が黒板において実施し、その後に演習としてのアプリとしてのモンサクンを個々の学習者が利用する形態をとっていた。このことは、教員によるアプリなしの授業実施の可能性と、演習も含めた場合のアプリの必要性は対立するものではないと判断できる。(5)児童に取り組みせることが

## 第6章 予備的評価

有用であることは10名が肯定判断しており、児童への利用に関しても多くの教員が肯定的であることが示された。(6)授業で使ってみたいかは、11名から肯定の判断が得られた。(7)教材分析になるかの問いに対しては、9名から肯定の判断が得られ、否定判断は1名であった。本教材の利用中、内容に関して教員同士が意見交換する光景がしばしばみられており、教材分析の手段としての利用の可能性も持っていると考えている。(9)移行のための教材になっているかについては、10名より肯定判断が得られた。(10)改良の余地があるかについては、11名が肯定判断であった。

上記のアンケート結果は(3)、(4)にあるように、全面的に本アプリの新規性や必要性を肯定するものとはならなかったが、それぞれ本アプリの価値を損ねるものではないとの解釈が可能である。他の項目は、多くの教員らが本アプリを利用価値のあるものとして受け入れていることを示しており、実践利用に進むうえでの必要な評価結果が得られたことが本研究の成果であると判断している。

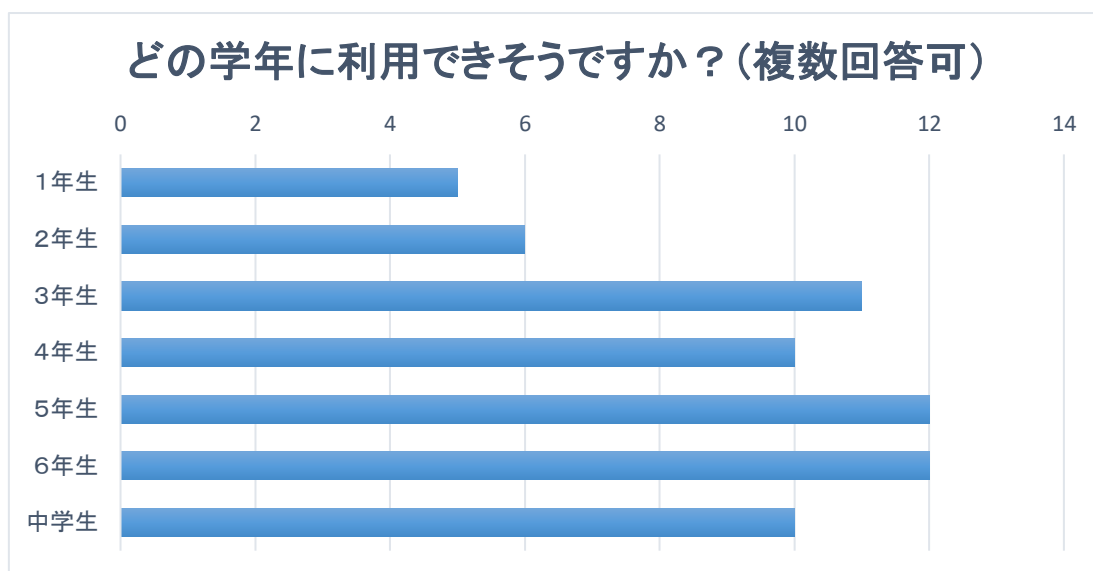


図 6-5 設問(11)の回答

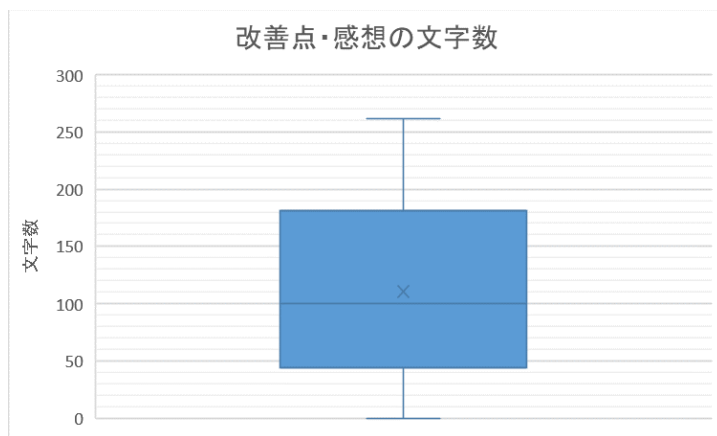


図 6-6 設問(12)の文字数

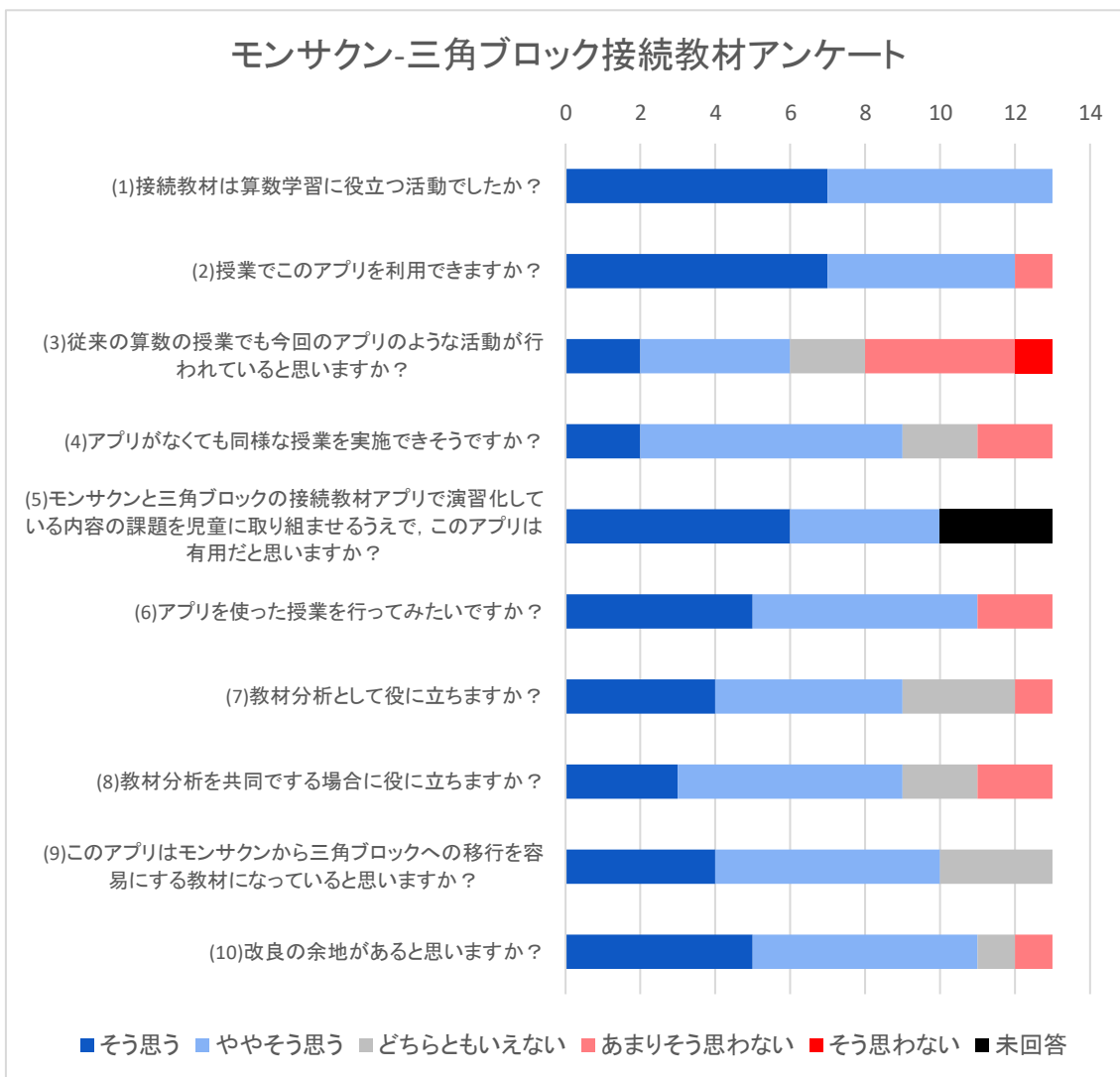


図 6-7 アンケート結果

## 第7章 まとめと今後の課題

### 7.1 まとめ

本研究では1回の四則演算で求答可能な単位文章題を対象とした作問学習支援システム（モンサクン四則）と、複数の単位文章題の連結として構成されている複合文章題を対象とした問題を構成する量命題間の演算構造の組立学習支援システム（モンサクン三角ブロック）の接続教材を設計・開発した。研究の目的は先行研究の課題であった、「モンサクン四則から場面を取り除いた抽象化」と「場面の演算に加えて2つの演算が算数文章題に存在すること」を児童に理解させること、これに加え、「単位三角ブロック同士の接続」を理解させることである。本システムは、ギガスクール構想や教育のDXの面から、異なるデバイス間で動作可能なWebアプリケーションとして開発している。また、開発したシステムについて現役の小学校教諭11名と教職大学院生13名に利用してもらい、アンケート調査を行った。アンケートの結果から、本システムが教育者の目線でも有用であること、それが受け入れられること、対象学年が妥当であること、将来的にシステムを学校授業等で利用できる可能性があることについて確認できた。

### 7.2 今後の課題

実践結果から、本研究で設計・開発したシステムの有用性・将来性は評価できたが、学習効果の確認はできていない。そのため、さらなる小学校での実践的利用を通して学習者側のデータを集め、その効果を評価する必要があると考える。システムの改良も課題であり、具体的にはユーザーインターフェースの見直しや、クリア報酬の追加、一部ログ機能が実装されていないレベルへのログ機能の追加が挙げられる。



## 謝辞

本研究を行うにあたり，多くのご指導をいただきました，平嶋宗教授，林雄介教授に，心から感謝いたします。並びに，本論文の審査をしていただきました，北須賀輝明准教授に感謝いたします。また研究及びシステムの開発に多くの意見，助言，多大な協力をいただきました前田一誠先生（環太平洋大学次世代教育学部），山元翔先生（近畿大学情報学部）並びに，清水拓海氏，守山映見里氏をはじめとする，学習工学研究室の皆様方に心から感謝いたします。

## 参考文献

- [1] 文部科学省：“小学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説 算数編”，日本文教出版 (2018)
- [2] Polya, G.: How to solve it: A new aspect of mathematical method, Princeton University Press (1957)
- [3] E.A. Silver, “Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing,” ZDM-The Int. J. Mathematics Education, vol.97, no.3, pp.75–80, 1997.
- [4] S.I. Brown and M.I. Walter, The art of problem posing, Franklin Institute Press, Philadelphia, PA, 1983.
- [5] V. Cifarelli and J. Cai, “The evolution of mathematical explorations in open ended problem solving situations,” J. Mathematical Behavior, vol.24, pp.302– 324, 2005.
- [6] 林雄介,山元翔,平嶋宗:” 算数文章題における物語の構造分析” , 先進的学習科学と工学研究会,68,pp.7-12,(2013)
- [7] Hirashima, T, Furukubo, K, Yamamoto, S, Hayashi, Y, Maeda, K: “Practical Use of Triangle Block Model for Bridging between Problem and Solution in Arithmetic Word Problems”, Proc. of ICCE2016, pp.36-45 (2016)
- [8] 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 D, Vol.J96-D, No.10, pp.2440-2451 (2015)
- [9] 多鹿秀継 : 算数問題解決過程の分析, 愛知教育大学研究報告, 44, pp157-167, 1995
- [10] Mary Hegarty, Richard E.Mayer, and Carolyn E.Green : Comparison of Arithmetic Word Problems: Evidence From Students’ Eye Fixations, Journal of Educational Psychology, Vol.84, No.1, 76-84, 1992
- [11] 坂本美紀:算数文章題の解決過程における誤りの研究,発達心理学研究,第 4 卷,第 2 号,117-125,1993
- [12] 中川 和之, 平嶋 宗, 舟生 日出男 : 「言葉の式」の階層的な外化による算数・数学の文章題に対する立式支援, 人工知能学会研究会資料, 先進的学習科学と工学研究会 58, 73-78, 2010
- [13] 尾土井 健太郎, 山元 翔, 平嶋 宗 : “算数文章題の統合過程のモデル化とシステムによる外化支援の実現” , 2012 年度 JSiSE 第 6 回研究会, 2013
- [14] 竹内俊貴, 山元翔, 林雄介, 前田一誠, 平嶋宗, “算数文章題の問題解決過程における

- 数量関係的統合の外化支援”，人工知能学会研究会資料 SIG-ALST-B301 pp39-44
- [15] R. Skemp: 新しい学習理論にもとづく算数教育-小学校の数学, 平林一榮(監訳), 新曜社, (1992).
- [16] 平嶋宗: 学習課題の内容分析とそれに基づく学習支援システムの設計・開発: 算数を事例として, 教育システム情報学会誌, 30,1,8-193, (2013).
- [17] 平嶋宗: 「学習課題」中心の学習研究: 情報構造としての学習課題の再定義と構造操作としての学習活動の設計, 人工知能学会誌 30 (3), 277-280, (2015)
- [18] 平嶋宗: Computational Thinking の外在化とプロセスエビデンス: 情報構造オープンアプローチ, 人工知能学会全国大会, (2017).
- [19] 栗山和広: “小学校 2 年生の算数文章題における意味構造の影響”, 愛知教育大研究報告, pp67-72 (2009)
- [20] R.E. Mayer, Thinking, problem solving, cognition. Second ed., pp.455-489, W.H. Freeman, New York, 1992
- [21] 橋本拓也, 山元翔, 神戸健寛, 吉田祐太, 前田一誠, 平嶋宗: “乗算文章題を対象とした作問学習支援システムの比の三用法に基づく設計・開発”, 教育システム情報学会研究報告 27(6), pp.97-104 (2013)
- [22] Hirashima, T., Hayashi, Y., Yamamoto, S. et al.: “Bridging model between problem and solution representations in arithmetic/mathematics word problem”, Proceedings of ICCE2015, pp.9-18 (2015)
- [23] 山元翔, 赤尾優希, 室津光貴, 前田一誠, 林雄介, 平嶋宗: “算数文章題の構造的理解を指向した作問学習支援システムの乗除算への拡張とその実践利用”, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J100-D, No.1, pp.60-69 (2017)
- [24] 平嶋宗, 林雄介: “メタ問題設計法としてのオープン情報構造アプローチ”, 人工知能学会研究会資料, 先進的学習科学と工学研究会 (SIG-ALST-B509), pp.55-60 (2018)
- [25] Furtado, PGF, Hirashima, T, Hayashi, Y, Maeda, K: “Learning arithmetic word problem structure with a picture combination application in Kindergarten”, Proc. of ICCE2017, pp.11-20 (2017)
- [26] 岩井健吾, 合田将治, 林雄介, 平嶋宗: “図的中間表現としての部分全体図を用いた和差の算数文章題演習環境の設計・開発とその試験的評価”, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J101-D, No.6, pp.843-853 (2018)
- [27] 山元翔, 橋本拓也, 神戸健寛, 吉田祐太, 前田一誠, 平嶋宗: “作問学習支援システム「モンサクン」への乗法の実装とその実践利用”, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J99-D, No.2, pp.232-235 (2016)
- [28] Hirashima, T, Furukubo, K, Yamamoto, S, Hayashi, Y, Maeda, K: “Practical Use of Triangle Block Model for Bridging between Problem and Solution in Arithmetic Word Problems”, Proc. of ICCE2016, pp.36-45 (2016)

## 参考文献

- [29] 本多創一, 赤尾優希, 津高七海, 林雄介, 平嶋宗: “算数文章題の言語・数式・空間表現の相互変換を通じた割合を含む乗除構造の关系的理解を促進する演習システムの設計・開発”, 2017年度教育システム情報学会中国地区学生研究発表会(2018)
- [30] 山本晏宏, 吉村穰, 林雄介, 平嶋宗: “代数文章題と算数特殊文章題への三角ブロックモデルの適用”, 2016年度教育システム情報学会第6回研究会(2016)
- [31] 平嶋 宗: “作問学習に対する知的支援の試みと実践—組立としての作問および診断・フィードバック機能の実現—”, 科学教育研究, 43 卷, 2 号, p. 61-73 (2019)

# 付録

## 付録1. 本システムへのアクセス方法

本システムのアクセス方法を付録として載せる.

- ・ URL: <http://lel.main.jp/SSBPPO/>

## 付録2. 評価に利用したアンケート

評価で利用したアンケートを掲載する.

平岩小学校アプリ利用アンケート (2023年1月6日)

ご氏名:

ご担当の学年:

(1) 算数に役立つ課題であったと思いますか?

(1-1) モンサクン和差の課題は算数に役立つ

1. そう思う, 2. ややそう思う, 3. どちらともいえない, 4. あまりそう思わない, 5. そう思わない

(1-2) モンサクン乗除の課題は算数に役立つ

1. そう思う, 2. ややそう思う, 3. どちらともいえない, 4. あまりそう思わない, 5. そう思わない

(1-3) 三角ブロック導入教材の課題は算数に役立つ

1. そう思う, 2. ややそう思う, 3. どちらともいえない, 4. あまりそう思わない, 5. そう思わない

(1-4) モンサクン三角ブロックの課題は算数に役立つ

1. そう思う, 2. ややそう思う, 3. どちらともいえない, 4. あまりそう思わない, 5. そう思わない

(1-5) 情報過不足教材の課題は算数に役立つ

1. そう思う, 2. ややそう思う, 3. どちらともいえない, 4. あまりそう思わない, 5. そう思わない

(2) どの学年に利用できそうですか?(複数回答可)

(2-1) モンサクン和差

1年生, 2年生, 3年生, 4年生, 5年生, 6年生, わからない

(2-2) モンサクン乗除

1年生, 2年生, 3年生, 4年生, 5年生, 6年生, わからない

(2-3) 三角ブロック導入教材

1年生, 2年生, 3年生, 4年生, 5年生, 6年生, わからない

(2-4) モンサクン三角ブロック

1年生, 2年生, 3年生, 4年生, 5年生, 6年生, わからない

(2-5) 情報過不足教材

1年生, 2年生, 3年生, 4年生, 5年生, 6年生, わからない

(3) アプリが無くても同様な授業を実施できそうですか?

(3-1) モンサクン和差

1. そう思う, 2. ややそう思う, 3. どちらともいえない, 4. あまりそう思わない, 5. そう思わない

(3-2) モンサクン乗除

1. そう思う, 2. ややそう思う, 3. どちらともいえない, 4. あまりそう思わない, 5. そう思わない

(3-3) 三角ブロック導入教材

1. そう思う, 2. ややそう思う, 3. どちらともいえない, 4. あまりそう思わない, 5. そう思わない

(3-4) モンサクン三角ブロック

1. そう思う, 2. ややそう思う, 3. どちらともいえない, 4. あまりそう思わない, 5. そう思わない

(3-5) 情報過不足教材

1. そう思う, 2. ややそう思う, 3. どちらともいえない, 4. あまりそう思わない, 5. そう思わない

(4) アプリを使った授業をしてみたいですか？

(4-1) モンサクン和差

1. そう思う, 2. ややそう思う, 3. どちらともいえない, 4. あまりそう思わない, 5. そう思わない

(4-2) モンサクン乗除

1. そう思う, 2. ややそう思う, 3. どちらともいえない, 4. あまりそう思わない, 5. そう思わない

(4-3) 三角ブロック導入教材

1. そう思う, 2. ややそう思う, 3. どちらともいえない, 4. あまりそう思わない, 5. そう思わない

(4-4) モンサクン三角ブロック

1. そう思う, 2. ややそう思う, 3. どちらともいえない, 4. あまりそう思わない, 5. そう思わない

(4-5) 情報過不足教材

1. そう思う, 2. ややそう思う, 3. どちらともいえない, 4. あまりそう思わない, 5. そう思わない

(5) 将来的に利用できる可能性があると思いますか？

(5-1) モンサクン和差

1. そう思う, 2. ややそう思う, 3. どちらともいえない, 4. あまりそう思わない, 5. そう思わない

(5-2) モンサクン乗除

1. そう思う, 2. ややそう思う, 3. どちらともいえない, 4. あまりそう思わない, 5. そう思わない

(5-3) 三角ブロック導入教材

1. そう思う, 2. ややそう思う, 3. どちらともいえない, 4. あまりそう思わない, 5. そう思わない

(5-4) モンサクン三角ブロック

1. そう思う, 2. ややそう思う, 3. どちらともいえない, 4. あまりそう思わない, 5. そう思わない

(5-5) 情報過不足教材

1. そう思う, 2. ややそう思う, 3. どちらともいえない, 4. あまりそう思わない, 5. そう思わない

(6) 改善すべき点, 感想などをお書きください.