

乗除数量関係図（ボックス図）を使った割合指導の予備実験結果について

東京福祉大学

加藤 卓

ta-kato@ed.tokyo-fukushi.ac.jp

玉川大学

守屋 誠司

smoriya@edu.tamagawa.ac.jp

山梨大学

進藤 聡彦

t-shindo@yamanashi.ac.jp

概要：割合問題の解法の思考ツールとして乗除数量関係図（ボックス図）を提案した。2数直線の表現に比べると、1あたりの量（もとになる量）が明確である。割合を未習である5年生2名に対して5時間の教育実験をした結果、ボックス図を正確にかけるようになった。また、その図をもとにして正しく立式できることが分かった。さらに、全国学力・学習状況調査B問題の割合に関する過去の記述式の問題の解答についても有効であった。

検索語：割合，乗除数量関係図，ボックス図，B問題，記述式問題

1 問題の所在

割合問題は、児童の到達度が低く、指導に苦慮する内容であるため、これまでにOT図や田の字表、数直線などの思考ツールを使用して指導の工夫が行われてきた。しかしながら、割合問題の正答率は、さして向上しておらず、特に、全国学力・学習状況調査のB問題は、記述式である要因もあり、正答率が低いまである。これらの事象は、従来の指導方法では期待される効果が得られていないことを示している。

従来の思考ツールの課題は、次の2点に集約される。①OT図などでは、演算決定が形式的に行われ、量感をもち数量の関係を理解したうえで解決することができない。②2本の数直線では、Shindoら（2015）は、自発的に数直線を描いて問題解決できない学習者が多いこと。また、守屋ら（2015）は、全ての児童が適切な図を描くことは難しいことを指摘し、不都合があることを明らかにしている。

さらに、記述力に関しては、記述式の問題に対応可能な力を育成できる具体的な指導内

容・方法が示されていないという課題がある。

これらの課題を解決する方法として、割合や速さ等の文章題の解決に乗除数量関係図（以下、ボックス図と記載）が有効であることを加藤（2008）は報告している。そこで、ボックス図の効果を実証するために、現行教科書の問題をそのまま使用し、数直線部分をボックス図に置き換え、記述力も高められるワークシートを検討・修正して作成し、予備実験を行った。

2-1 図の読みによる数量の関係性の理解

基本のボックス図は、NとEを重ねてかいた形である。左上の三角形の中は、常に「1倍の割合」を記入し、左下の台形の中には「もと

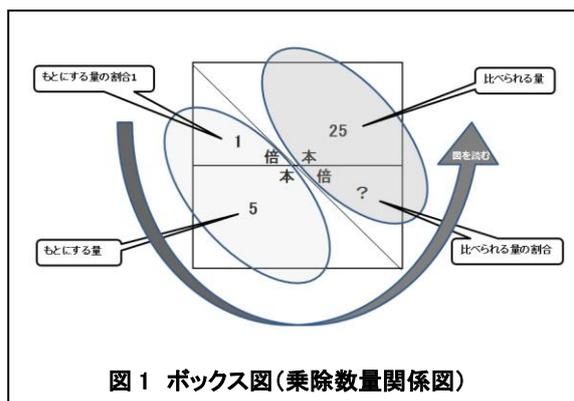


図1 ボックス図(乗除数量関係図)

にする量」を記入する。右下の三角形の中には「割合」を、右上の台形の中には「比べられる量」を記入する。単位は全て図の中心に書き、割合の1倍と？倍、元にする量と比べられる量は、対頂角同士で同じ単位になる。(図1)

文章題では、条件となる様々な数量が順不同に提示される。上位の児童は念頭操作で解決できるが、念頭操作では解決できない児童には次のように指導する。まず「1倍」にあたる「もとにする量」と「？倍」にあたる「比べられる量」が、文章中のどれであるかについて考えさせ、条件の整理を行わせてから立式をさせる。

条件を整理しても立式できない児童には、条件をボックス図に記入させ、図の「1倍」からスタートして反時計回りに読ませ、4数量の関係性を正しく理解させてから立式させる。

さらに、数量の関係性を理解しても立式ができない児童は、求める数量を「？」で表し、第2用法の「もとにする量×割合＝比べられる量」で立式させ、変形して解決させる。(図2)

求めるものは、図書委員会の定員をもとにした、希望者数の割合です。

1 倍 (割合) → 30 人 (単位)

? 倍 (割合) → 24 人 (単位)

1 倍 が、30 人 のとき、

? 倍 は、24 人 です。

式は、30 × ? = 24

24 ÷ 30 = 0.8

図2 4つの量の関係性の理解から立式する

第2用法の手立てでも立式ができない児童は、少数存在する。それら児童には最後の手立てとして数量の位置関係から立式させる。

2-2 記述力を高めるワークシート

正しく立式できる児童でも、解決過程を適切に記述できるとは限らない。記述力を高めるためには、よい記述方法で繰り返し書く経験が必要になる。ワークシートは、よい記述方法として「求める答え→条件の整理→(ボックス図)→図の読み(立式の根拠)→立式→答」の順に繰り返し書いて習得できるように構成した。

3-1 予備実験の目的

予備実験の目的を次のように定めた。

- ① 文章題を解決に際し、児童がボックス図をかいて図から数量の関係性を読み取り、正しく立式し、正答を導くことができるか。
- ② 全国学力学習状況調査の過去のB問題(記述式)を正しく記述できるようになるか。
- ③ ワークシートの改善すべき点は何か。

3-2 予備実験の方法

予備実験は、2016年12月、割合を学んでいない5年児童2名を対象に行った。守屋が指導者となり、作成したワークシートの内容に沿って行われた。予備実験の前後に行う調査問題は、守屋ら(2015)の問題を使用した。

3-3 予備実験結果

事前調査の結果を以下に示す。(表1)

問題		M児	N児	予備実験 正答率	守屋ら 数直線 有	Shindoら 数直線 有	
単純設問	1	式	○ $39 \div 13 = 3$	○ $13 \times \square = 39$ ○ $39 \div 13 = 3$	100%	100%	96%
		答え	○ 3倍	○ 3	100%	100%	
	2	式	○ 2.5×3.2	○ $2.5 \times 3.2 = \square$ ○ $\square \div 3.2 = 2.5$ ○ $2.5 \times 3.2 = 8$	100%	80%	67%
		答え	○ 8m	○ 8	100%	80%	
3	式	○ $7.5 \div 1.5$	○ $7.5 \div \square = 1.5$ ○ $1.5 \times \square = 7.5$ ○ $7.5 \div 1.5 = 5$	100%	100%	71%	
	答え	○ 5kg	○ 5kg	100%	60%		
文章題	4	式	○ $18 \div 30 = 6$	× $30 - 18 = 12$ × $12 \div 30 = 0.4$	50%	40%	87%
		答え	× 6	× 0.4倍	0%	40%	
	5	式	○ 40×0.6	× $40 \div 0.6$	50%	60%	78%
		答え	○ 24人	× 無答	50%	60%	
	6	式	× 15×0.6	× $15 \times 0.6 = 9$ × $15 \div 0.6 =$	0%	60%	78%
		答え	× 9つ	× 無答	0%	60%	

表1 予備実験の事前テスト 結果

比較のために守屋ら(2015)とShindoら(2015)の調査結果を併記した。今回の事前テストでは、単純問題は全て正解であった。

指導中に、次のことが観察できた。参加者はボックス図のかき方を指導され、複数回練習して慣れればかけるようになった。ただし、第三用法のボックス図をかくことは難しい。1からスタートする矢印をかき、ボックス図を読んで数量の関係性を認識し立式する様子が観察できた。図をかければ立式はでき、立式は第二用法を基本にすることで正確にできる。

事後調査の結果を以下に示す。

問題	M児		N児		予備実験 正答率	守屋ら 数直線 無	Shindoら 数直線 無
	式	Box	式	Box			
1	式 ○ $13 \times \square = 39$ $39 \div 13 = \square$ $\square = 3$	○	○ $13 \times \square = 39$ $39 \div 13 = 3$	○	100%	100%	96%
	答え ○ 3倍	○	○ 39kgは13kgの3倍です	○	100%	100%	
2	式 ○ $2.5 \times 3.2 = \square$ $\times 3.2 \div 2.5 = \square$ $\square = 1.28$ 助言後 ○ $2.5 \times 3.2 = \square$ $\square = 8$	○	○ $2.5 \times 3.2 = \square$ $3.2 \div 2.5 = 12.8$	○	100%	80%	67%
	答え $\times 1.28m$ 助言後 ○ 8m	○	$\times 12.8m$ は2.5mの3.2倍です 助言後 ○ 8	○	0%	80%	
3	式 $\times 7.5 \times 1.5 = \square$ $1.5 \div 7.5 = 0.2$ $\square = 0.2$ 助言後 ○ $\square \times 1.5 = 7.5$ $7.5 \div 1.5 = \square$ $\square = 5$	\times 第2 助言後 ○	○ $\square \times 1.5 = 7.5$ $7.5 \div 1.5 = 5$	○	50%	100%	71%
	答え $\times 0.2kg$ 助言後 ○ 5kg	○	○ 7.5kgは5kgの1.5倍です	○	50%	60%	
4	式 ○ $30 \times \square = 18$ $18 \div 30 = \square$ $\square = 0.6$	○	○ $30 \times \square = 18$ $18 \div 30 = 0.6$	○	100%	60%	9%
	答え ○ 0.6倍	○	○ 最初にあった竹の長さの0.6倍です	○	100%	60%	
5	式 ○ $40 \times 0.6 = \square$ $\square = 24$	○	○ $40 \times 0.6 = \square$ $\square = 40 \div 0.6$ 助言後 ○ $40 \times 0.6 = 24$	○	100%	80%	67%
	答え ○ 24人	○	○ まさお君の組の男の子の人数は24人	○	100%	80%	
6	式 ○ $\square \times 0.6 = 15$ $15 \div 0.6 = \square$ $\square = 25$	○	○ $\square \times 0.6 = 15$ $15 \div 0.6 = 25$	○	100%	80%	45%
	答え ○ 25個	○	○ あきら君がはじめに もっていたおはじきは25 こ	○	100%	80%	

表2 予備実験の事後テスト 結果

事後調査は、ボックス図をかいてとくという指示のもとに行われた。参加者は、第二用法の間違いを除けば、ボックス図をかくことができた。過去のB問題にも正解している。(表2)

4 考察と課題

予備実験結果より以下のことが考察される。

- ㊦ 文章題を解決に際し、児童がボックス図をかいて図から数量の関係性を読み取り、正しく立式し、正答を導くことができる。
- ㊧ ワークシート学習により全国学力・学習状況調査の過去のB問題を正しく記述できる。
- ㊨ ワークシートの改善点として、もとにする

量と比べられる量の判断が難しいため、判断力を養う指導内容・方法が必要である。特に、第三用法では、より丁寧な指導が必要である。

なお、この予備調査をもとにして大規模調査を行うことが今後の課題となる。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 15K04510 の助成を受けたものです。

引用・参考文献

1. 横地清, 「倍と割合の見直し」, 『授業の創造』第8号, 教育研究社, pp.29-34, 1980
2. 加藤卓, 「射影量の文章問題の演算構造による分類について」, 『数学教育学会誌臨時増刊 2015年度数学教育学会春季年会発表論文集』, pp138-141, 2015
3. 加藤卓, 「単位当たりの量に関する指導内容の改善について」, 『2014年度数学教育学会秋季例会 数学教育学会誌 臨時増刊』, pp.29-30, 2014
4. 加藤卓, 「数量関係図」の導入により算数の苦手意識を克服する ～実質・形式陶冶の両面強化を図り, 思考の筋道を明示し説明に使う「数量関係図」の開発～, 山形県教育共励会教育奨励賞, 2008
5. T.Shindo・S.Moriya・M.Shimizu, "Number Lines as an Instrument for Solving Problem on Relative Values", Proceedings of GDM2015 in Basel, 2015, 印刷中
6. 守屋誠司・進藤聡彦・清水光, 「数直線の指導による割合問題の指導改善について」, 『数学教育 学会誌臨時増刊 2015年度数学教育学会春季 年会発表論文集』, 2015
7. 進藤聡彦・守屋誠司, 「割合に関する問題解決の困難さー数直線の把握の観点からー」, 『日本教育心理学会 第57回総会発表論文集』, 2015, p.605