



#### 4. 評価実験

本研究で開発したシステムが学習者の数学理解向上にどれだけ貢献できるかの評価をするための実験を行った。

##### 4.1 目的

本システムが用意した解答文テンプレートを基に生成した図形的表現の妥当性・有効性を検証した評価実験について報告する。今回の実験対象は数学Ⅱを履修もしくは学習したことのある人に限る。

##### 4.2 方法

数学Ⅱを一度でも学習したことのある理系大学生18人を被験者とした。被験者には、システムを使用する前に、実験手順を説明し、練習問題を使用し、被験者とともシステム操作方法を確認した。

実験の手順は、実験の流れを説明後に、システムを一度も触れていない状態で、事前テスト(10分)に解答してもらった。その後、前半のシステムによる学習活動(30分)を行ってもらい、事後テスト1(10分)に回答してもらった。続いて、後半のシステムによる学習活動(30分)、事後テスト2(10分)に回答してもらった。実験終了後に6件法(6:とても思う, 5:思う, 4:やや思う, 3:あまり思わない, 2:思わない, 1:まったく思わない)でアンケートに答えてもらった。

##### 4.3 結果

被験者18人にシステムの使用前後で行ったテストとアンケート一部の結果を表1, 表2に示す。

表1より、変換機能無しのシステムを利用したときよりも大きくその平均正答数を上げていることから、本システムで扱った記号表現から図形表現への変換手法の有効性が示唆された。

表2より、システムが学習に有効であったかの評価で、(1)表現の変換について高い評価を得られた。(2), (3)のように変換を行うことで数学理解向上に繋がるかについてやその方法についても高評価を得られた。実験を通して数学表現についての重要性を感じることができたかという(5)に関しても評価を得られ、本手法による数学理解向上について効果があるということが示唆された。

表1 テスト平均正答数

平均正答数		グループA	グループB
事前 テスト	大問1	2.0	2.1
	大問2	2.6	3.0
	大問3	0	0
	合計	4.6	5.1
システム 学習1		表現変換機能 無し	表現変換機能 有り
	大問1	2.4	3.4

事後 テスト1	大問2	2.8	3.3
	大問3	0.1	0.1
	合計	5.3	6.9
システム 学習2		表現変換機能 有り	表現変換機能 無し
事後 テスト2	大問1	2.9	3.6
	大問2	3.7	3.7
	大問3	0.6	0
	合計	7.1	7.6

表2 アンケート内容と評価(一部)

1) 表現の変換は数学理解につながるか	4.7
2) 文から図形への変換能力は理解に重要か	5.8
3) 図の提示や操作が学習理解に繋がるか	5.2
4) システムを用いた数学学習は有効か	5.2
5) 数学記号と図形表現の重要性を感じたか	5.3

#### 5. おわりに

本稿は、数学の問題における問題文や解法に該当する記号的表現と、それが意味する図形的表現の関係性の理解を促進する手法と、記号的表現を単に図に変換するだけでは、その記号的表現の制約を十分に理解できるとは限らないと考え、図を制約の範囲で操作可能にする機能を提案した。

効果検証のため、本研究で開発したシステムが学習者の数学理解向上にどれだけ貢献できるかの評価をするための実験を行った。そして実験後アンケートにより、システムが行う記号表現から図形表現への変換や図の操作の妥当性、数学理解の有効性が示唆された。

今後は、実験評価を基に、必要な機能や手法をさらに検討し、この表現変換による学習がより学習者に数学理解向上を促せるよう機能の充足、問題解答がより試行錯誤しやすいよう機能修正を行う。

#### ■ 謝辞

本研究の一部は科研費・基盤研究(C)(15K00492) 基盤研究(B)(K15H02931) 基盤研究(B)(K26280127)の助成による。

#### 参考文献

- (1) 藤村宣之: “知識の獲得・利用とメタ認知, 三宮真智子(編)メタ認知-学習力を支える高次認知機能”, 京都, 北大路書房, 京都, (2008)
- (2) 藤澤伸介: “ごまかし勉強-学力低下の助長するシステム”, 新曜社, (2002)
- (3) 中原忠男: “算数・数学における構成的アプローチの研究”, 聖文社, (1995)