

幼稚園保育内容・環境と小学校算数・理科へとつながる 代数力養成のための学習指導法の開発（1）

樋口 勝一

1. 序論

最近、児童・生徒・学生の理数離れが進んでいると言われている。これら、算数（数学）と理科、特に物理と化学の一部に共通するのは、「少数の抽象的な前提から多くの事実を説明できる教科である」ということである。結局のところ、どちらの教科もそのほとんどが『代数』に関連している。そこで、『理科離れは、代数嫌いに起因するものではないか』という仮説を立ててみた。例えば、理科離れと言われているが、代数的要素を大きく含む物理的内容は嫌いであるが、暗記的要素の強い生物は嫌いでないという傾向があれば、この仮説の裏づけとなるだろう。

この仮説を検証は、本論文だけではまかなえない大変大きなものなので、今回は、検証の第一歩として、算数（数学）と理科に関する内容（幼稚園保育内容・環境を含む）について、本学大学1回生全員に対するアンケート調査をおこなった結果の一部を報告し、考察をおこなうことにする。また、この調査をもとに、幼稚園保育内容・環境^[1]と小学校算数・理科^[2]へとつながる代数力を身につけるための簡単な指導案を幼稚園、小学校それぞれ1つずつ提案する。

2. 調査方法

本学の大学1回生に対し、アンケート調査をおこなった。本学は4年制文科系女子大学で、心理保育教育系学科と英語・観光系学科がある。

詳細は以下の通りである。

- ・調査対象：本学学生 1 回生全員 87 名（有効回答数 71）
- ・時 期：6 月
- ・全 29 調査項目中、12 項目抜粋

(11) $\frac{1}{3} + \frac{4}{7} + \frac{2}{11} =$

(12) 12.85km の道のりを、1 人が 0.556km ずつ順にリレーして走ったところ、最後に走った人は 0.062km 走ってちょうど終わりになりました。走った人は全部で何人でしたか。

(13) 340 円のお菓子を 3 割引で購入しました。購入金額はいくらですか。

(14)
$$\begin{cases} 2x + 5y = 7 \\ 3x - 2y = 5 \end{cases}$$

(15) 算数（数学）は好きですか。

(16) 理科は好きですか。

(17) 物理は好きですか。

(18) 化学は好きですか。

(19) 生物は好きですか。

(20) 地学は好きですか。

(21) 算数・数学はいつから嫌いになりましたか？

（1 小学校低学年 2 小学校高学年 3 中学校 4 高校 5 好き）

(22) 理科はいつから嫌いになりましたか？

（1 小学校低学年 2 小学校高学年 3 中学校 4 高校 5 好き）

※ (11) ～ (20) については

1. いいえ、2. どちらかといえばいいえ、3. ふつう、

4. どちらかといえばはい、5. はい

と重みづけをした。

3. 結果と考察

アンケート調査では29項目の問いに答えてもらったが、今回の論文では、その一部について結果と考察をおこなうことにする。

まずは、設問(11)～(14)の正答率から見ていくことにする。ここで、(11)～(13)は小学校5年生、(14)は中学校2年生の学習範囲である。

結果は、下図のようになった。

表1. 算数・数学問題の正答率

問題番号	正答率
(11)	20 %
(12)	30 %
(13)	66 %
(14)	34 %

(11)の分数計算は、3つの数の通分を含む少々難しいと思われる問題で最も正答率が低く、一方、(12)の文章題は内容、計算とも比較的易しいものであったがこれも正答率は低かった。

(13)は割合の一行問題で計算が非常に簡単なものであり、最も正答率は高かった。(14)は中学2年生で学習する内容である連立方程式で、答えが分数になるものであった。正答率は34%と高くはなかった。これまでの調査^[3]で連立方程式は正答率が比較的高い内容であったが、今回の正答率はそれらの結果よりも低かった。これは、今回の問題の解が分数であったことが理由ではないか。

次に、相関を見てみる。(11)と(12)の相関は強く、通分の複雑な分数計算を解くことと長い文章題を解くことには「粘り強く問題に取り組む」という能力が必要であることが共通しているのではないかと考えられる。

一方、(11)と(14)はいずれも分数計算であるが、それらの間には相関がない。同じ分数の計算であるが、分数の通分ができる能力と分数解を求める連立方程式を解く能力は異なるものであることがわかる。

また、(12) と (14) の間にも相関がない。長い文章題を解く能力と分数解の連立方程式を解く能力は異なるものであることがわかる。

表2. 算数・数学問題正答の相関

	(11)	(12)	(13)	(14)
(11)				
(12)	0.45			
(13)	0.25	0.30		
(14)	0.12	0.06	0.26	

ところで、「文章題」については、解答作業の中で2つの能力が必要であると考えられる。「計算力」と「代数力」である。表2に示すように、分数計算(10)や連立方程式(14)と文章題の間には相関関係があまり見られないことから、文章題ができないのは、「代数力」不足に原因があるのではないかと考えてみた。ここで、何度も「代数力」という語句を用いているが、代数の定義は、広辞苑では「代数学の略」で、代数学とは「数の代わりに文字を記号として用い、数の性質や関係を研究する学問」となっている。この定義によると、小学校の文章題を解くことは、数字を扱うため、代数ではないと考えられる。しかしながら、「代数」の本質である「ものごとを抽象的に考えていくこと」ということに注目すると、文章題は、具体的な物事を、数というものに抽象化しているという点で「代数」と考えてもよいのではないかと(図1)。本論文では「物事を抽象化して考える力」という意味で「代数力」という言葉を定義することにする。

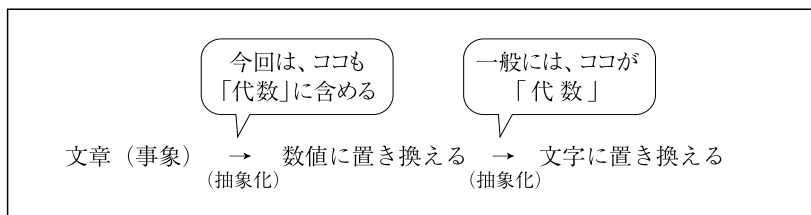


図1. 代数力の定義

次に、算数・理科の好き嫌いについての結果を述べる。算数好きと理科好きの間には正の相関があることがわかった (0.33)。特に、物理との相関は 0.39 で他の 3 教科よりも強く、算数と理科、特に物理の間には好きになるために共通する能力があることがわかる。

つまり、理科の好き嫌いには、物理の内容の好き嫌いが関わっており、その物理の好き嫌いには算数の好き嫌いが関わっているのである。

表 3. 算数好きと理科好きの相関

	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
(15)	0.33	0.39	0.33	0.00	-0.04
(16)	1	0.64	0.52	0.60	0.50

さらに、算数・理科の好き嫌いと、算数・数学力との関係を見ていく。結果は図 2, 3 と表 4 に示した。

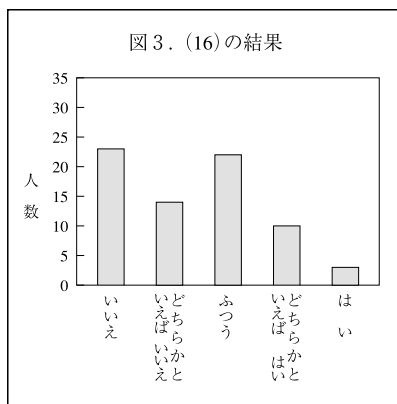
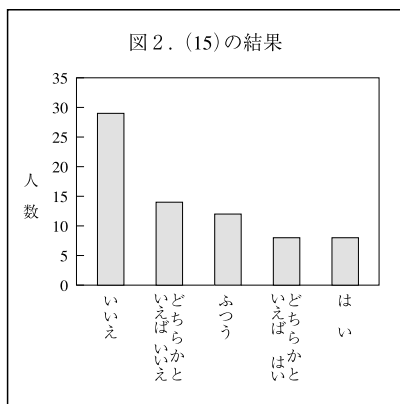


表 4. 算数・理科の好き嫌いと算数・数学力との相関

	(13) 分数計算	(14) 文書題	(15) 割合一行	(16) 連立 eq.
(15) 算数好嫌	0.44	0.45	0.34	0.16
(16) 理科好嫌	<u>0.11</u>	<u>0.17</u>	<u>0.21</u>	0.07

文章題の正答と、算数・理科の好き嫌いの間には正の相関がある。当然のことではあるが、算数好きが理科好きよりも算数・数学の正答率と正の相関が高い傾向がある。

また、算数の好き嫌いは、(15)、(16)と比較して、(13)、(14)との方が強い相関がある。これは、結局

「算数の好嫌＝粘り強く問題に取り組む力があるか～代数力があるか」を示している。

なお、平成21年8月6日に文部科学省研究振興局長より、「基礎科学力強化に向けた提言」及び「基礎科学力強化総合戦略」についての通知がおこなわれた^[4]。そこでは、未来の創造的人材の育成・初等中等教育の項目で、「科学的な疑問を持ち考え抜く力の育成」ということがうたわれていることを付記しておく。

ここまでのことをまとめてみる。

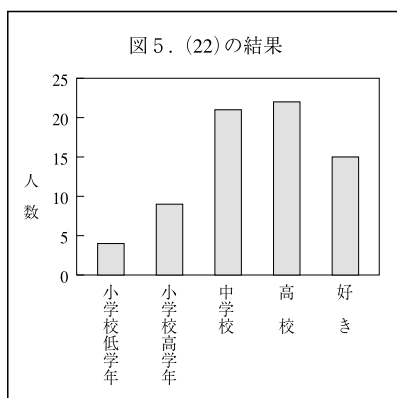
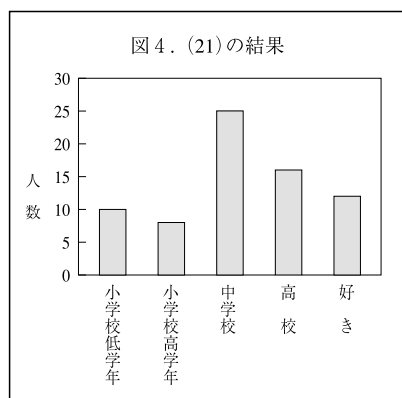
- ・分数通分計算をすることと長い文章題を解くことには「粘り強く問題に取り組む」という共通の能力が必要である。
- ・長い文章題を解くには「代数力」が必要である。
- ・算数好きは物理が好きで、理科が好きである。
- ・算数好きは粘り強く問題に取り組む力がある。

ここで、物理の内容は「代数」であり、理解するには「粘り強く問題に取り組む」力が必要であることを付記しておく。

ということは、理科好きな児童と生徒を増やすためには物理内容を好きになってもらわなければならない。そのためには「代数力」をつける必要がある。「代数力」をつけるためには、「粘り強く問題に取り組む」能力を身につける必要がある。そうするには、「分数の通分を含む複雑な計算」や「長い文章題の学習」が教材として有効ではないかと考えた。

さて、算数と理科が嫌いになった時期を見てみると、ともに中学生まで

の時期が多い(図4,5)。ただ、算数・数学の方が早い時期に嫌いになっており、算数が嫌いになり、代数力が必要になる物理内容を含む理科が嫌いになっていくというシナリオが考えられるのではないかと考えた。算数・数学が嫌いになるのは中学生の時期が最多数であることから、単純に考えると中学時にその対策を立てなければと思ってしまっただけなのだが、むしろ、幼稚園・小学校の時期に十分な「代数力」が身につけていないから、中学校で嫌いになったのではないかと考えた。



もしこのシナリオが正しいならば、小学校高学年の算数や理科の学習の前に「分数の通分を含む複雑な計算」、「算数の長い文章題」などで「代数力」を身につけるための学習をしっかりとっておけば、少なくとも算数・理科嫌いはなくせるのではないかと考えた。そのためには、幼稚園・小学校において代数の学習と、算数から理科へとつながる指導案が必要ではないかと考えた。今回は幼稚園保育内容・環境と小学校算数・理科へとつながる簡単な指導案を次章で1つずつ提案してみる。

4. 環境、算数と理科へとつながる代数力養成のための指導案

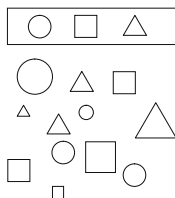
(1) 簡単な幼稚園年長指導案の一例

子どもの姿	面倒なことであっても、粘り強く正確に取り組む姿勢を、まずは、ゲーム感覚で競争しながら身につけてもらいたい。毎日、少しずつ取り組んでほしい。	
ねらい	図形の形や大きさを、ドリルを通じて認識する。	
時間	予想される幼児の活動	指導上の留意
10分	<ul style="list-style-type: none"> ○一筆書き競争（問題1） ・教師がらせんをなぞって例を示す ・1つだけ練習させる ・時間を計って、いくつできるか競争させる 	はみ出して書いた幼児には消しゴムで消して、はみ出した部分のみ修正をするよう指導
10分	<ul style="list-style-type: none"> ○同じ形、大きさの図形に色を塗る（問題2） ・教師が○（丸）について、同じ大きさの○をみつけて色を塗る例を示す ・□について色塗りをさせる ・△について色塗りをさせる 	形は同じでも大きさが違うものには色を塗らないよう指導
10分	<ul style="list-style-type: none"> ○点と線を結ぶ（問題3） ・教師がらせんをなぞって例を示す ・1つだけ練習させる ・時間を計って、いくつできるか競争させる 	斜めの線の引き方を丁寧に指導す

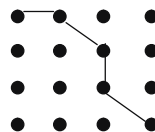
※問題1の例



※問題2の例



※問題3の例



(2) 簡単な小学校5年生算数または理科指導案の一例

小学校5年生算数における「小数」と「分数」の内容定着のための授業を通して代数力を養成する簡単な指導案を提案する。なお、小学校5年生理科における「物質とエネルギー」の範囲で利用することも可能と考えている。以下指導案である。

1. 単元名 小数と分数を使う文章題

2. 題材について

代数力をつけるための通分を含む分数計算問題と長い文章題を学習の題材とした。ただし、それぞれの題材とも難度を2段階として、易しい問題で成功体験を積めるような計画とした。

3. 目標

- ・通分を含む分数計算をミスなく解けるようになる（処理、態度）
- ・長い文章題の内容を粘り強く読み解きながら、数値に置き換える
(態度、理解、数学的な考え方)

これらを達成することで、「代数力」を身につける

4. 展開

学習活動	主な発問と予想される児童の反応	指導上の留意	時間
1.今日の学習目標を知る	「通分を含む分数計算」と「長い文章題」を学習することを伝える。 その時の児童から苦手だという発言がある。「なぜ苦手なの？」と質問する。 「ミスをする」、「面倒だ」のような答えが返ってくる。 ミスをしないことや面倒であることを実行できることが、将来必要で素晴らしい事であることを、例えば、裁判官の仕事の事例など用いて説明する。	仕事の例で納得させること。	10分

<p>2. 通分を含む 分数のたし算</p> <p>(1)</p>	<p>板書 1. 分数計算</p> <p>(1) $\frac{1}{5} + \frac{2}{7} =$ (2) $\frac{1}{3} + \frac{2}{5} =$</p> <p>(3) $\frac{3}{11} + \frac{2}{17} =$ (4) $\frac{3}{5} + \frac{2}{13} =$</p> <p>・板書をノートに書く (1分) ・時間を計って問題を解く (2分) ・隣の人とノートを交換して、答えのみ答えあわせ (2分)</p>	<p>ゲーム感覚で</p>	<p>6分</p>
<p>2. 通分を含む 分数のたし算</p> <p>(2)</p>	<p>板書</p> <p>(1) $\frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} =$ (2) $\frac{1}{2} + \frac{2}{3} + \frac{3}{4} =$</p> <p>(3) $\frac{2}{3} + \frac{3}{7} + \frac{5}{8} =$ (4) $\frac{2}{5} + \frac{3}{7} + \frac{4}{11} =$</p> <p>2と同じ。ただし、(6)、(8)は解説する。</p>	<p>ゲーム感覚で</p>	<p>8分</p>
<p>3. 文章題</p>	<p>板書 2. 文章題</p> <p>(1) カップにある 250g の食塩を 28g のスプーンで取り出すと、スプーン何はい分とれますか？あまりも 1 ばいとします。</p> <p>(2) 1350g の水をコップに分けていきます。コップに何はいとれるでしょう。また、あまった水は何 g でしょうか。</p> <p>2と同じ。ただし、簡単に解説する。</p>	<p>必ず途中の式を書くよう指導する。式がなければ×。</p>	<p>8分</p>
<p>4. 長い文章題</p>	<p>板書</p> <p>(3) ベットボトルに水が 1000g 入っています。この水を 430g の容器に全部うつそうとしたときに、あふれた水を集めて 3 人が同じ量に</p>		

4.長い文章題	<p>なるようにコップに分けました。そのうち1人はコップの水を全部、もう一人は半分飲みました。そして、3人がみんなコップに残った水をペットボトルに戻しました。このとき、ペットボトルには何gの水がありますか。</p> <p>(4) 10mの紙テープを75cmずつに切ってリボンを作りました。さらにあまったテープをリボンの数だけ1.5cmずつ切り取ってリボンの飾りにしました。テープは結局何cm残るでしょうか。</p> <p>2と同じ。ただし、解説する。</p>	必ず途中の式を書くよう指導する。式がなければ×。	13分
留意事項	時間が不足するときは、分数計算問題数を減らす。		

5. おわりに

今回は、代数力を養成するための簡単な指導案を作成したが、代数力は1回の授業で身につけられるものではない。1回の全時間使うよりも、毎授業はじめの10分程度使ってこの力をつけるためのドリルを演習する方がよいのではないかと考えている。そのための教材を現在、製作中で本論文が出版される頃にはノア出版より出版されることになっている。

なお、本研究は、兵庫教育大学溝邊和成教授らとの科研費共同研究「女子大学における小学校理科指導力育成のための広領域実践型プログラムの開発」一環としておこなわれたことを付記しておく。

参考文献

- [1] 幼稚園教育要領解説（2008）、文部科学省
- [2] 小学校学習指導要領解説算数編（2008）、文部科学省
小学校学習指導要領解説理科編（2008）、文部科学省
- [3] 樋口勝一（2005）、表計算ソフトの実習講義における割合学習の重要性、平成17年度全国大学IT活用教育方法研究発表会予稿集、私立大学情報教育協会、pp.10-13
樋口勝一（2005）、大学生の「割合」の理解についての考察、数学教育論文発表会論文集、日本数学教育学会、pp.795-796
樋口勝一（2006）、大学生の入学時における算数数学力と就職意識調査報告、日本数学教育学会誌、日本数学教育学会、p.506
- [4] 平成21年8月6日文部科学省研究振興局長通知、「基礎科学力強化に向けた提言」及び「基礎科学力強化総合戦略」について