

算数・数学的活動における「意味の連鎖」

愛知教育大学 佐々木 徹 郎

1. はじめに

教育界では、やはり言葉が大切である。算数・数学的活動という言葉は、先生方には、食傷気味である。ところが、「アクティブ・ラーニング」という言葉を聞くようになった。意味としては、全く同じであるものの、何か新しさが感じられるのであろう。何れにしても、児童・生徒が活動的に学ぶような授業を実現していくことが重要なのである。

「ゆとり教育」以降の教育界の移り変わりには、付いていけないという声を聞く。学校教育において、現場の教師は、相矛盾するような実践を求められたことが大きい。さらに、メディアが発達した現在、さまざまな意見が錯綜しているのも確かである。それらに惑わしてしまうと、混乱する。「愚者は経験に学び、賢者は歴史に学ぶ」という通り、教育は単純ではないのである。数学教育の思潮を把握すると共に、その実現のための指導を考察しなければならない。

2. 算数・数学的活動による学習指導

2000年に入り、「ゆとり教育」の時代になって、まもなく「学力低下」が問題となった。経済協力開発機構(OECD)のPISA調査で、2000年に1位だった成績が、2003年には、わずか3年で6位にまで急降下した。さらに、2006年には10位にまで下がってしまった。

さらに、1990年代から2009年にかけて、18歳人口が205万人から121万人へと84万人も減少した。これによって、大学の定員割れが起こることが懸念されたものの、実際には大学進学率が26%から50%へと倍増した。大学の教員からすれば、学力低下と考えるのは当然の状況であった。「分数のできない大学生」などが話題となった。

そこで、「ゆとり教育」と学力向上策の両方を実践することが、学校教育に求められた。学校教育そのものに学力低下の原因があった訳ではないにもかかわらずである。そこで、百マス計算などのドリル学習やスモールステップなど、半世紀近く前の行動主義が流行した。能力別や個別化による指導が実践された。これらは、まさに時代遅れの観があったものの、この時代の学力向上策としては致し方なかった。

しかし、このような拙速な対応では、限界がある。教育思潮の流れは、子どもの自立した学習や主体的な学習を算数・数学教育の目的に設定することである。現行の学習指導要領において、算数・数学的活動が強調されているのは当然である。現場の教師の立場からは、ドリル学習のような指導は比較的単純であるものの、算数・数学的活動の指導は容易ではない。指導の力量や知識を必要とする。

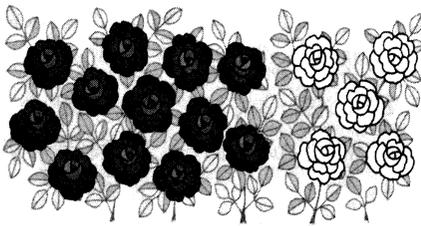
3. 算数・数学的活動の指導の事例

現行の学習指導要領 小学校第2学年の「D 数量関係」には、「加法と減法の相互関係について理解し、式を用いて説明できるようにする。」とある。また「算数的活動」には、「加法と減法の相互関係を図や式に表し、説明する活動」が明示された。

(1) 小学校第2学年の事例

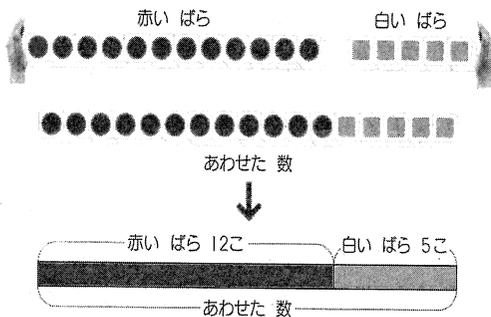
啓林館の教科書では、次のような教材と指導の展開となっている(pp. 48-49)。学習指導要領の趣旨を踏まえたものである。

⑨ 図をつかって



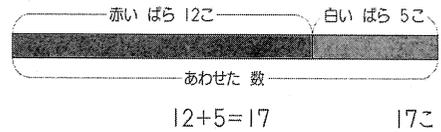
- 1 赤いばらの花が12こ、白いばらの花が5こさいています。
あわせて何こさいていますか。

□ をならべて考えてみましょう。



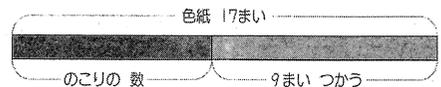
上のような図は つぎのように かきます。

図のかき方	① 赤いばら 12こ	赤いばら 12こ
	② 白いばら 5こ	赤いばら 12こ 白いばら 5こ
	③ あわせて何こ	赤いばら 12こ 白いばら 5こ あわせた数



- 2 色紙を17まいもっています。
9まいつかうと何まいのこりますか。
図にかいて考えましょう。

図のかき方	① 色紙 17まい	色紙 17まい
	② 9まいつかう	色紙 17まい 9まいつかう
	③ 何まいのこる	色紙 17まい のこりの数 9まいつかう



「加法」そのものは、小学校1学年で学習している。しかし、合併を意味する「あわせて」や増加を意味する「ふえると」などのキーワードによって、演算を決定する指導になっているのが、現実である。改めて、そのような指導をする意義は何かを、教師は十分理解しておく必要がある。

(2) 高等学校の事例

平成24年11月に本学附属高校の研究授業として、数学Aの「場合の数と確率」の授業が公開された。高等学校数学における「課題学習」を実践したものであり、今後のあるべき授業を具現化していた。教材は、以下のような問題である。

〈ロシアの結婚占い〉

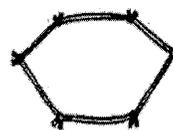
ロシアの農村に古くから伝わる「結婚占い」です。

長さが20～30センチの「麦わら」を6本、図のように握ります。手の上から出ている6本のうち、2本を選び、結びます。自分で結ぶのが難しければ、誰かに結んでもらいます。



次に、手の下から出ている6本のうち、2本を同じように結びます。また上に戻り、残っている4本のうち2本を選び、結びます。このとき、手で握っている部分は決して開いてはいけません。上、下、上、下と繰り返して、最後は図のようになるまで、上も下も結びます。

全部結び終わったら手を開き、結んだ部分がほどけないように注意しながら「わら」を大きく広げます。このとき、完全に一つにつながり、下のように大きな輪ができたなら、その人は心に思っている人と一年以内に結婚できるという話です。



教師はまず、生徒に予想させ、大きな輪ができる確率は、低いと推測した。そして、実際に紐を使ったシミュレーションをして、生徒に実験をさせた。生徒は、各班に分かれて実験を繰り返し、学級全体で100回の実験になった。その結果、大きな輪が一つできたのは45回で、予想以上に確率は高いのではないかということになった。

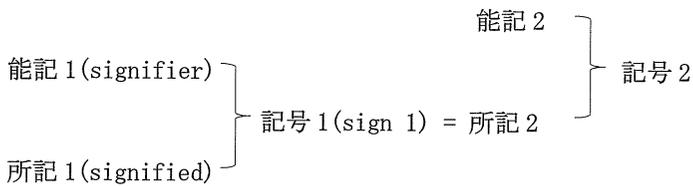
教材のおもしろさと実験という操作活動によって、生徒は積極的に取り組んでいた。高等学校数学の授業で、このように生徒が主体的に取り組む姿は余り見た経験がない。また、実際に紐を使って実験することで、紐の一方は既にランダムに結ばれているという条件で考えればいいということに気付いてきた。そのような意見を述べる生徒もいた。

しかし、次の計算によって、その確率を求める段階になると、生徒は急速に消極的になった。小学校の教師が「潮が引くように、子どもが引いていく」というような雰囲気であった。それは、計算が容易ではないからである。問題は、紐を操作する活動と計算における式表現のギャップであった。

4. 算数・数学的活動における「意味の連鎖」

意味の連鎖は、フランスの言語学者 ソシュールや精神医 ラカンの記号学から構想された記号の連鎖過程論である。これは、算数・数学的活動の発展を考察するには有用である。また、表現の発達が思考の発達とは不離一体のものとされている。

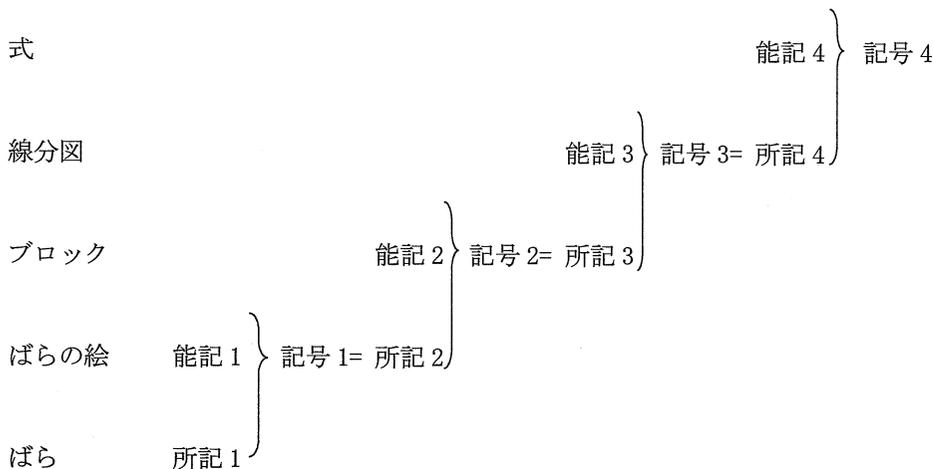
それは、次のような図式になるが、具体的に事例で説明する。



意味の連鎖 (chain of signification)

(1) 小学校第 2 学年の事例から

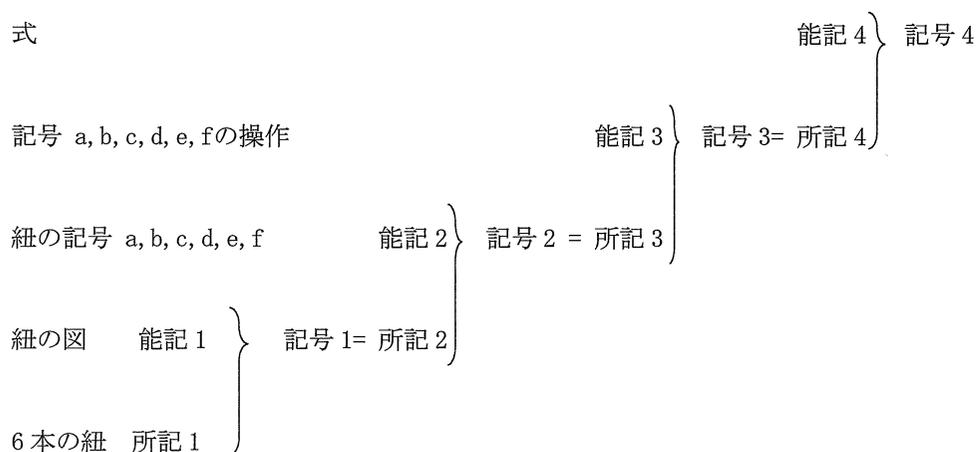
「赤いばらの花が 12 こ、白いばらの花が 5 こさいています。あわせて何こさいていますか。」という問題である。まず、所記 1 は、実際のばらの花である。教科書では、ばらの絵が描かれている。これが能記 1 である。普通には、これらは特に区別することなく、記号 1 として一体のものとして考える。このばらの絵を所記 2 として、数図ブロックで記号化する。これが能記 2 である。これらが記号 2 となり、さらに所記 3 として、線分図に記号化される。これが能記 3 である。この記号 3 を所記 4 として、式表現する。これが能記 4 となる。次のような図式になる。



このように問題解決の過程を表現活動としてみれば、児童が実際の意味を連鎖させながら、記号を抽象化していき、式という形式的な活動に到達する筋道が明確になる。この過程を、一気に進める児童もいるだろうし、また丁寧に進む児童もいる。教師は、児童の表現活動をみていくことで、思考の過程を指導できるのである。

(2) 高等学校確率の事例から

「麦わら」を6本を、紐ということにする。この表現様式の意味の連鎖は、次のようなものが考えられる。



紐を図に表し、さらにそれらにa, b, c, d, e, f といった記号を付け、すべての結び方が15通り、一つの輪になる場合が8通りであることを、記号操作で導く過程が必要であった。これが、まさに意味の連鎖なのである。

既に述べたように、実際の授業では式表現に戸惑う生徒が多かった。この段階では当然である。特に生徒が困難を感じていたのは、「すべての結び方が何通りか」ということであった。

$6C_2 \times 4C_2 \times 2C_2 = 90$ と計算する生徒が多かった。

1つの大きな輪ができる場合は、 $4 \times 2 \times 1 = 8$ は、多くの生徒が導いていた。そこで、 $8 \div 90 = 0.09$ としている生徒もいた。すると、実験の結果45%とは大きく違ってくる。つまり、すべての結び方は、 $(6C_2 \times 4C_2 \times 2C_2) \div 3! = 15$ 通りなのである。

授業者の青山先生は、公開授業として時間内に収めるために、紐の記号化を敢えて省略されたのであろう。また、3!で割る必要性は宿題にして、生徒にじっくり考えさせることも可能であったろうが、授業の中で結果を導くことを選択された。優れているのは、青山先生は、生徒が興味をもつ教材を開発されたことである。これは、課題学習では何よりも重要なことである。

5. おわりに

算数・数学的活動を通して学習を指導するためには、意味の連鎖のような研究成果も活用できる。現場の教師の実践経験や知識とともに、数学教育学の研究成果も重要なのである。そのような体制を整えていく必要がある。

PISA2012 では、日本は7位になったことで、学力が回復したという報道がなされた。しかし、PISA2003 で6位になったことで「学力低下」で騒ぎになったことを考えれば、まさに回復しただけといえる。これからは、算数・数学的活動をより幅広く実践することが必要となる。教科書も、そのように変わってくるだろう。また、中学校や高等学校では、課題学習の考え方が重要である。

引用・参考文献

- ① 文部科学省 (2008). 『小学校学習指導要領解説 算数編』, 東洋館出版社.
- ② 清水静海ほか 49 名 (2012). 『わくわく算数 2 上』, 啓林館.
- ③ 愛知教育大学附属高等学校 (2012). 『第 32 回 高校教育シンポジウム 第 2 分科会数学科 数学 A 青山和宏』.