

子どもが数学的な知識を構成する小学校算数科の授業づくり

—主として内容に関する知識の構成に焦点を当てて—

木村 れいこ 教職基盤形成コース 教科授業力高度化プログラム

キーワード：構成主義 教師の見通し

1. 研究動機・研究問題・研究方法

大学に入学するまで私は、算数数学の学びについて、数学をすでにあるものとみて、数学を与えられることを待つ学習者と与える教師がいると捉えていた。すなわち、算数数学の学びについて、繰り返し問題を解くことで解法を覚えたり、より多くの種類の解法を知ったりすることと捉えてきた。そして、教師は、解法を丁寧に解説する役割があると思ってきた。このような考えが揺さぶられたきっかけは、大学在学中に、学習者自身が知識を構成していくことを学習と捉える構成主義の学習観に出会ったことである。加えて、算数数学の学びについて、「既習事項を使えば、新しい知識・技能や考え方を子どもが創り出していけるという特性」をもつ(盛山, 2020)との指摘や、算数科における期待される学びの姿として文部科学省(2018)では「算数の学習が創造的に行われる」(p. 23)や「新しい算数を創る」(p. 26)という表現がある。しかし、算数科におけるそのような子どもの姿を捉えることは、前述した学習観、教師観でいた私にとって簡単ではなく、ましてやそのような子どもの姿が溢れ出す授業を実現することには課題がある。以上のことから、本研究では、研究問題「子どもが数学的な知識を構成する算数科の授業をどのようにつくることができるか」に取り組む。

研究問題解決のために、研究問題1「小学校算数科の授業において、子どもが数学的な知識を構成するとはなにをどうすることか。」を設定し、目指すべき子どもの姿を明らかにする。そのために、まず、知識の構成について、ライル(1949/1987)、久保田(2012)をもとに考察する。次に、算数科における知識の構成について、中島(1982/2015)を参考に定義づけ、実習での子どもの様子を例示することで答える。そのうえで、研究問題2「子どもが数学的な知識を構成するために教師は算数科の授業づくりにおいて何をどうするか。」を設定し、自身の授業実践や他者との対話を省察することで示唆を得る。

2. 数学的な知識の構成

研究問題1への解答は、「算数科の授業における数学的な知識とは、内容に関する知識と方法に関する知識の2種類があり、子どもが数学的な内容に関する知識を構成するとは、子どもが数学的な概念や性質などを、数学的な価値観からの課題意識のもとで、数学的なアイデアを働かせるなどしながら課題を解決することで発見・評価すること。」である。

2.1 数学的な知識

知識には内容と方法の2種類がある(ライル, 1949/1987)。ただし, 2つは相互に関わりながら知っている状態になる(池吉ら, 2009)。したがって, 算数科における数学的な知識についても, 相互的な関係にある, 内容と方法の2種類があるといえる。

例えば, 数量や図形の内容や性質は, 真偽があり, 確かな事柄として認めていくため, 内容に関する知識となる。また, 算数数学における問題発見・解決の過程である数学的活動は, 数学を学ぶための方法であるとともに, 数学的活動をすること自体を学ぶという意味で内容でもある(文部科学省, 2018)。これもまた算数科の授業を通して知るべき対象となり, 方法に関する知識として捉えられる。本研究では, 短期間の授業で構成過程が比較的捉えやすいといえる, 数学的な内容に関する知識について扱う。

2.2 主として数学的な内容に関する知識の子どもによる構成

構成主義の立場をとる本研究では, 数学的な内容に関する知識の構成過程を, 中島(1982/2015)の創造的活動の構造に依拠して述べる。構成主義では, 私たち自身が知識を作り出し, それを解釈していくという知識観を前提とし, 学習を, 学び手が主体的に世界と関わり知識を構成していくことと捉えている(久保田, 2012)。また, 中島(1982/2015)は, 算数数学教育のねらいの1つとして, 知識を生み出していく方法とする創造的活動に着目しており, これは構成主義的な知識観に重なる主張として捉えられると考えた。

本研究では, 数学的な内容に関する知識を構成する過程として, 以下の3つの観点『課題を, 簡潔, 明確, 統合などの観点をふまえて把握すること』, 『解決の鍵としての「数学的なアイデア」の存在と意識化』, 『解決の確認とその真価の感得, 残された問題点と発展への志向』を位置付ける。なぜなら, これら3つは, 創造的活動の持つべき構造のうち, どんな内容において少なくとも含まれるからである(中島, 1982/2015)。

例えば, 第3学年「分数」単元で, A児は, 次のように, 同分母分数の加法の仕方を明確にしたいという意識のもとで, 分数を量分数で捉えて, 単位分数の個数の計算で処理できることを見出した。S教諭が示した「 $1/5 + 2/5 = 3/10$ 」をきっかけに, 正しい同分母同士の計算の仕方を明らかにしたいという課題意識を持ったA児は, 全体追究で, 同じ高さのリットルマス図に, $1/5, 2/5, 3/10$ のかさの量をそれぞれ表したうえで, 「分子を足して3になります。3/10だと, 合わせたのに量が減っていることになるから違います。どちらも5つに分けたうちの1つ分と2つ分です。」と話した。つまりA児は, もとになる量が $1/5$ や $2/5$ と同じ1Lの場合の $3/10$ の量を示していることから, 分数を量分数で捉えていることがわかる。さらに, 最後の「どちらも」という表現より, A児は, もとにする1Lが同じであるゆえに $2/5$ は $1/5$ の2つ分といえて, 分子同士を足すことを説明しているといえる。

3. 子どもが数学的な知識を構成する授業における教師の役割

研究問題2への解答は, 少なくとも『子どもの課題意識と合わせて問題を位置付けるために「子どもがどんな数学的な課題をいつ把握しうるか見通しをもって, 子どもの言動を捉えにいくこと」, 子どもの表現にある数学的なアイデアなどを顕在化するために「数学的な知

識の関連性を把握し、子どもが働かせうる数学的なアイデアについて見通しをもったうえで、子どもの言動の意味について問い返したり板書したりすること』である。

3.1 子どもがどんな数学的な課題意識をいつ把握しうるかについて見通しをもつ

教師は、子どもが本時のどの瞬間においてどのような数学的な課題を持ちうるのか見通しをもって授業を構想する。そのうえで、実際の子どもの表情や仕草、つぶやきから、どんな課題をもったのかを捉え、子どもの課題意識の内容およびタイミングと合わせながら問題として位置付ける。これにより、子どもの課題意識に基づく問題が解決の対象となるため、「子どもが」課題を数学的な観点から把握することを支えることができると考える。

授業後に「先生納得した？」と声をかけてきた子どもの姿(2021年12月)や、「子どもに“なんで？”と問うのはどうして？」というチーム演習での質問(2022年2月)を受け、私の都合で、課題意識を子どもに“持たせよう”としていたことに気づかされた。

それを受け、第3学年「10倍の大きさの数」の実践(2022年6月)に臨むにあたって、ねらいにかかる「ある数を10倍した答えはその数の右端に0がつく数になる理由を明らかにする」という子どもの課題意識を想定した。一方で、これまで 5×10 などは九九の決まりを用いて確かめてきたが 21×10 はそれが適用できないという違いから、「10倍の大きさの数がどのように表されるかを明確にしたい」という課題意識も予想された。そのため、私は、 21×10 を示す場面でも、子どもがどんな課題を把握したかを子どもの表出から捉えられると考えた。実際の授業では、子どもの表情の変化を見逃さないようにしながらゆっくりと 21×10 を示すと、「え？」と言う反応があり、一瞬場が静まったことから、私は、やはり後者の課題を持つ子どもがいると判断できた。そして、「絶対210だと思う人？」「いや、まだわからないと思う人？」と尋ね、約半数の子どもが後者に手を挙げたことが確認されたことから、「 21×10 の答えを求めて計算の仕方を説明しよう」が解決の対象となった。

3.2 数学的な知識の関連性を把握し子どもが働かせうる数学的なアイデアの見通しをもつ

教師は、その時の子どもにとっての既知やその先のどんな場面で必要な知識となるかを明確にし、子どもがどんな数学的なアイデアを働かせうるか見通しをもって授業を構想する。そのうえで、実際の子どもの言動の意味を問い返したり板書したりすることで、子どもが働かせた数学的なアイデアを顕在化する。これにより、働かせていた数学的なアイデアを子どもが自覚できるため、数学的な知識を発見・評価することを促すと考える。

第3学年「大きな数の表し方」の実践(2022年6月)にあたり、私は、子どもがこれまでに数を数字として書き表す際には、十進位取り記数法を根拠としており、それは大きな数を表すときこそ改めて認識することが大切であるという見通しをもった。しかし、実際の個人追究では、漢数字と数字を並べ矢印を引いたり、「数字では、万、千、百、十は書かない」と説明したりする子どもが多く見られたため、この時点では、子どもたちに数のまとまりの個数をそれぞれの位に表しているということは意識されていないと判断した。そこで私は、位の部屋及び数をまとまりで書いている児童に黒板への記入を促し(図1白字)、さらに、全体追究において、「(矢印をさして)これ十じゃん、なんでここ1になっているの？」などと

尋ねながら、子どもの反応をもとに（図1黄色字）を書き加えた。これにより、例えば、この後に「4と4と4，同じなの？」という私の問いかけに対し、B児は「位が違う」と答え、「位が違うってことは何が違うの？」と尋ねると「数が違う」と答えている。つまり、私が本時に意識的に十進位取り記数法に関わる子どもの記述や言葉

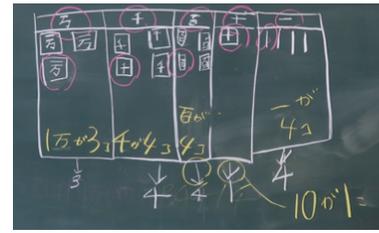


図1：十進位取り記数法についての板書

に着目できていたことで、それが顕在化される場面がつくられ、B児は数字の位置によって表す数の大きさが違うことを再確認する経験をしたと考える。

4. 研究の意義と今後の課題

本研究において、数学的な知識を構成する子どもについて具体的な姿を示した。これにより、教師が子どもの学びを詳細に捉えること、および、その捉えた事実から教師の指導を見直す観点を得ることとなり、教師の授業改善に役立つことが期待される。

また、私自身の生じた変化として、授業づくりにあたって、目の前の子どもの視点や思考と教師がもつ教科のねらいがどのように重なっていくかを模索するようになったことがあげられる。1年次までは、構成主義的立場であるといいながらも、気づけば、ねらいに即して想定した子どもの姿をどのように実現するかを考えるなど、教えてあげる存在としての子どもの捉えが残り、教師主体の授業であった。しかし、自らの既知や経験をもとに数学的な知識を構成する存在として子どもを捉えている今は、子どもの文脈に惹かれながら、それを教師として教科の視点から整理したり意味づけたりすることを大切にしたいと思う私がいる。このことは、子どもがいてこそ授業であるという捉えへの更新が示唆される。

なお、本研究は、第3学年のいくつかの単元における授業実践での事例をもとに、特に数学的な内容に関する知識の構成に焦点を当てた。そのため、今後の課題は、発達段階に応じた数学的な内容に関する知識を構成する子どもの姿とそのための教師の役割を特定すること、及び、数学的な方法に関する知識の構成過程について明らかにしていくことである。

文 献

- 池吉琢磨・中山康雄 (2009). knowing-that と knowing-how の区別. 科学基礎論研究, 37(1), 1-8.
- キルバート・ライル (1987). 心の概念. (坂本百大・宮下治子・服部裕幸共訳). みすず書房. (原著出版 1949)
- 久保田賢一 (2012). 構成主義パラダイムの学習理論. 情報研究：関西大学総合情報学部紀要, 36, 43-55.
- 文部科学省 (2018). 小学校学習指導要領解説 (平成 29 年告示) 算数編. 日本文教出版.
- 中島健三 (2015). 算数・数学教育と数学的な考え方. 東洋館出版社. (原著出版 1982)
- 盛山隆雄 (2020). 数学的な見方・考え方を働かせる算数授業. 明治図書.