

理論と実践の往還をめざした 算数教育

大阪府 アウトプット算数教育研究会
代表 木村 憲太郎

アウトプットすることには、主に3つの効果（①自信につながる、②わかりやすい指導ができるようになる、③ふり返ることができる）がある。このことを軸に、基本的に毎月1回定例会（研究授業を含む）を行った。本研究会のメンバーは、算数教育を専門とする大学教員と算数科の研究・実践に対して熱心に取り組む小学校の現職教員である。定例会において、大学教員は主に算数教育に関する学習理論をアウトプットした。現職教員は自身の実践をアウトプットした。それらについて議論し、算数教育に関する理論と実践の往還をめざしてきた。このような活動を継続して行うことで、学校現場において質の高い算数教育が展開されることを期待している。

1 はじめに

教員は学生時に、「教育原理」「教育心理」「教育史」等の講義を受けている。その後、教員採用試験対策として、そのような講義で学習した内容やキーワードを再度学習する。しかし、学校現場に出ると、学習した内容やキーワードに出くわすことが皆無になってしまう。そのため、学習したことが忘れ去られ、教育に生かし切れていない場合が多い。また、大学教員が学校現場に来て、現職教員に学習理論を伝達したり、指導したりする機会は、そう多くはなく、書籍や学会・研究会等で紹介・報告されている学習理論が学校現場まで伝わっていないことが考えられた。

近年新型コロナウイルス感染拡大防止措置により、学会や研究会等はオンラインでの開催が余儀なくされた。オンラインは移

動の手間が省けるといったメリットがある一方で、発表者以外の参加者は質問する程度の発言となる。自身の実践を発表・説明（アウトプット）することで、省察することができるとともに、自信につなげることができるとされている。そこで、大学教員である筆者が大阪近郊の小学校の現職教員に呼びかけ、本研究会を立ち上げた。

このように、算数教育を専門とする大学教員（筆者）は、主に「教育原理」や「教育心理」等のキーワードや算数教育に関する学習理論を伝達（アウトプット）するとともに、現職教員は自身の実践を伝達（アウトプット）し、それらについて議論することで、理論と実践の往還を行い、学校現場で質の高い算数教育が展開できるのではないかと考えた。

2 本年度の活動内容

(1) 第1回 5月28日(土)

大学教員である筆者は、ソーンダイク(1874-1949)の理論を提案した。具体的には、ソーンダイクの3大法則「レディネス(準備)の法則」「練習の法則」「効果の法則」と「転移」である。議論が活発になされたのは、「転移」である。「転移」とは、新しい刺激に出くわしたときに、それと類似の過去の刺激を呼びおこして、それに結合している反応をすることである。算数科は系統性の強い教科であり、既習事項を習得できていないと、「転移」することが難しい場合がある。学習指導案や教師用指導書には、これまでの学習の系統性が示されている場合が多いが、今回の学習が今後どのような学習に「転移」させていくのかが明示されていれば、それを意識し、よりより授業を展開できるのではないかという議論がなされた。

次に、現職教員からは「ジグソー法」に似た授業展開について説明がなされた。6年「分数のかけ算」の単元において、まず4人グループで、「どうして $4/5 \times 1/3$ が $4/15$ になるのか」をボードに示す。そして、4人の内の1人がお店役として残り、自分たちのグループの考えを説明する。残りの3人は他のグループに行き、説明を聞いてくる(図1)。一定時間経過後、元のグループに戻り、得た情報を共有し、その後一斉形態で確認するという授業展開であった。議論がなされたのは、この方法のメリット・デメリットである。デメリットの1つは、評価するにあたり教員1名では子ども一人ひとりの様子を見切れないという点であった。一方メリットとして、この方法は、他の教科の授業でも活用できるという意見があった。



◆図1 授業の様子

(2) 第2回 6月25日(土)

大学教員である筆者は、ロバート・M・ガニェが提唱している9教授事象について説明をした。9教授事象とは、研修や授業の構成を考えるときに使われる枠組みである(表1)。

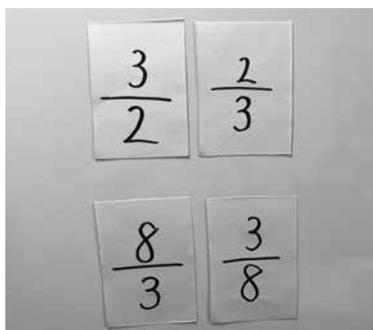
表1 ガニェの9教授事象

- (1) 学習者の注意を喚起する。
- (2) 学習者に目標を知らせる。
- (3) 前提条件を思い出させる。
- (4) 新しい事項を提示する。
- (5) 学習の指針を与える。
- (6) 練習の機会を作る。
- (7) フィードバックを与える。
- (8) 学習の成果を評価する。
- (9) 保持と転移を高める。

この9つの事象を1時間にすべて取り入れる必要はないことを前提に、特に算数科では「(3)前提条件を思い出させる」が大切であると説明した。具体的には、算数科は系統性の強い教科であり、学習の定着度合いに差が生じている。差が生じているまま、未習の学習に取り組ませると、解決できる児童とできない児童に分類される。そのため、既習事項を想起させる必要がある。このことは、「同じ土俵に上げる」と言われることがある。例えば、2年生で、〇時〇分の時計の学習をする際には、「1年生のときに、〇時とか〇時半っていう学

習をしたね。(時計を見せて)これは、何時だったかな。」と復習するというようなことである。

次に、小学校教員から6年生の逆数の授業についての提案があった。逆数とは、ある数にかけ合わせると1になる数であることを押さえた上で、児童にカードのテンプレートを配布し、ペアになる数を書かせる。そして、グループで通称「ババ抜き」と呼ばれるゲームのように、2つの数をかけると1になれば良いというゲームを行う(図2)。この時間、児童は楽しみながら逆数を定着させることができたこと、ある児童は、分数同士のペアだけでなく、「0.2」と「5」もペアになると考えていたことと説明がなされた。同じ6年生の担任を受け持つ参加者からは、「ぜひ取り入れてみたい。」、他の参加者からは、「子ども同士の関りが必然となるゲームで、逆数が定着する。」という意見があった。



◆図2 逆算のカード

(3) 第3回 7月23日(土)

大学教員である筆者は、インストラクショナルデザイン(以下、IDと表記)について説明をした。IDの定義は、「教育活動の効果・効率・魅力を高めるための手法を集大成したモデルや研究分野、またはそれらを応用して学習支援環境を実現するプロセス(鈴木2006)」である。IDはアメリカを中心に発展

してきた。アメリカでは数十年前から軍隊での訓練プログラムや企業の研修に盛んにIDが活用されてきた。軍隊では、読み書きが十分にできない新兵に対して兵器の使い方を短期的訓練で修得させなければならないという緊急の課題があった。低コスト・短期間で多くの兵士を訓練し、技術を習得させ、実戦にすぐ役立つ兵士を育成することが国力に直接つながる。そのために、IDを発展させる必要があったのである。現在では、学校教育においても適用できると考えられ、日本でもIDが研究・実践されるようになった。

これらを説明した後、ID理論(スキナーのプログラム学習・メリルの第一原理・ケラーのARCSモデル等)を提案し、学校現場でどのようにIDを生かすことができるのか議論を行った。

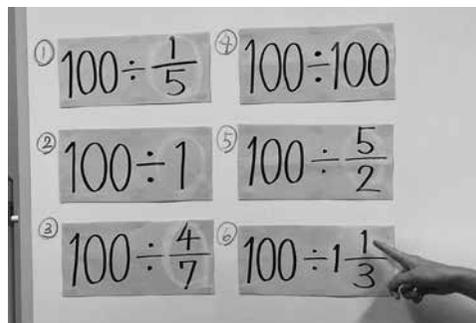
(4) 第4回 9月24日(土)

大学教員である筆者は、ジョン・デューイを紹介した。そして、算数科との関わりについて議論を行った。

ジョン・デューイとは、アメリカの経済発展、2つの世界大戦、社会主義革命等の社会の変容を目の当たりにし、今までの教育システムに限界であると感じ、新しい教育の形を提唱したことで有名である。デューイの教育論を一言で言うと、「子ども中心」の「経験主義」的教育法である。2017年告示の小学校学習指導要領では、どのように学ぶかという視点で、「主体的・対話的で深い学び」というキーワードが示されており、デューイの思想は、学習指導要領の改編の一翼を担っていると議論がなされた。また、デューイは民主主義社会における教育の重要性を訴えており、算数科で子どもが考えた解決方法の中で、効率よく解決できる方法について、教師が、「これからこの方法を使いま

しょう。」とするのではなく、みんなで議論し、決めていくことの重要性が話し合われた。さらに、デューイは、「知性的である」ということは「行動できる」ということを提唱している。算数科では、「～考えましょう。」というめあてが立てられることが多い。しかし、考えるだけで、行動に移せていないこと、得た知識を活用することが必要であることについて議論がなされた。

次に、6年生を担任する教員から分数のわり算に関する実践報告がなされた。本時では、商は自分がもらうことのできるお小遣いの金額であることを前提に、図3のように6つのカードを示し、どのカードを選択するのがベストかということを考えさせるものであった。そこで、本時の目標について議論がなされた。本時の目標は、学習指導略案によると、「わり算の計算をして、お小遣いの金額を決めよう。」であった。そこで、「この目標が適切ではない。」「除数が1より小さい数であることを発見できれば、計算しなくても選択できる。」等の議論がなされ、最終的に本時の目標は「計算しないで、商が被除数より大きくなる式を見つけられることができる。」が良いのではないかと結論付いた。また、めあてについても議論がなされた。本研究会のメンバーは、勤める市町村等が異なっているため、めあてに関する認識に差異があることが確認できた。めあてを授業の導入で示すべきだと感じていた教員、めあてという言葉を使わず、課題という言葉を用いている教員等、様々であった。議論の中で、「めあては授業の中盤に示す場合もある。」「デューイが示したように、考えましょうというめあてでなく、行動を踏まえるめあてをこれから考えたい。」等の意見が出された。

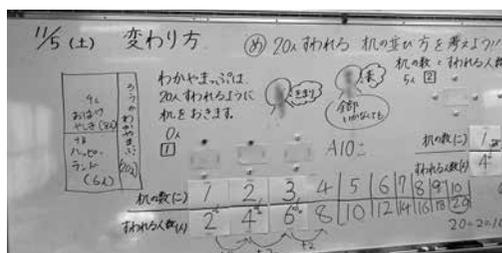


◆図3 整数×分数のカード

(5) 第5回 11月5日(土)

本研究会のメンバーである教員が所属する小学校(以下、A校)で研究授業を行った。長年A校は、「探求のしかけ」について研究を行っている。研究授業は、第4学年の単元「変わり方」で行われた。この単元では、2つの数量を関連づけて考える関数の考え方の基礎作りである。具体には、表の良さに気付かせるとともに、表から規則性、そして式を発見したり、規則性を生かして、すべての表に数値を示さなくても、その先を予想することができたりすることを学習する。本時の目標は、「変化や対応における規則性を見出し、それをもとに可決の仕方を考えることができる。」であり、子どもたちにとって身近であるイベントを題材にした授業が行われた(図4)。

討議会では、「表のよさをまだまだ感じていない子どもが多い。」「教師が主導権を握りすぎており、子どもの主体性に欠けていた。」等の意見があった。



◆図4 実際の板書

(6) 第6回 12月3日(土)

大学教員である筆者は、カナダの心理学者バンデュラの社会的学習理論(モデリング)について紹介した。社会的学習理論とは、他者の行動を観察することで、自らも新たな行動を習得していく、または既存の行動を変容していくことである。

そこで、学校現場では、社会的学習理論(モデリング)をどのような場面で活用しているのか、またどのように活用すれば効果的か議論がなされた。議論の中で、ある教員が「学(まな)ぶ」の語源は、「真似(まね)る」だということを知ったことがあると述べた。また、山本五十六の名言の一部「やってみせて、言ってみせて、させてみて、ほめてやらねば、人は動かじ。」との関連性についても議論がなされた。算数教育から離れる意見もあったが、これからこの理論を学校現場で意識・活用していきたいという声があった。

(7) 第7回 1月28日(土)

本研究会のメンバーである教員がA校で研究授業を行った。研究テーマはICTを活用したデータサイエンスであった。授業は、第4学年の単元「調べ方とせいのしかた(啓林館)」で行われた。

前時では、A校の保健室で収集しているデータ(いつ、どこで、何年生が、どんなけがをしたか)を表に整理する学習を行った。本時では、その表をタブレット内にダウンロードされているアプリに入力し、グラフ化しようという試みであった。そして、実際に児童が前時で整理した表の数値をアプリ内の表に入力して、アプリ内で表を完成させた。その後、ある操作をするだけで様々なグラフが出来上がることの説明がなされ、児童は実際にグラフ化を図った。こ

のことにに関して、児童は大変驚くとともに、アプリの便利さに気が付いたようであった。

研究授業後の検討会では、次時以降は、作成したグラフを分析していく予定であることを前提に議論がなされた。本時では、算数科の学習にデータサイエンスの要素を取り入れたが、本来算数科で学ぶべきである2次元の表の良さが浸透できていないことが話し合われた。さらに、アプリで表やグラフを作成したが、全部の項目を用いたグラフが作成されていたため、次時以降何について分析したいのかという観点がなく、児童が分析しづらい、または何を明らかにすればいいのか不明になるという点について話し合われた。さらに、算数科の目標を達成させつつ、データサイエンスを学ばせるためには、多くの時間を要することが予想されるため、年間通したカリキュラム・マネジメントが必要であるという意見があった。

(8) 第8回 2月25日(土)

大学教員である筆者は、ベルとランカスターが提唱した指導法「モニトリアル・システム」について紹介した。モニトリアル・システムとは、教師が、成績優秀な年長の何人かの生徒を助教(モニター)に選出して指導し、この助教が教師の監督・指導の下、他の一般生徒の指導に当たるという二段階方式の指導体制のことである。

このモニトリアル・システムを現在の学校現場で有効活用できないか等について、議論がなされた。議論の中で出てきた意見は、以下の通りである。

- 算数科では、三角定規やコンパスを活用した作図の学習で、モニトリアル・システムを活用すると、効果的だと思う。
- 第2学年の九九の学習において、既に九九を唱えることができる児童に、チェック係を任命している。

- 学習を既に理解している児童は、ただ待つだけではないので、退屈しない。また、教えることによって、頭の中が整理される。
- 算数科の授業の最後に、練習問題をさせ、終わった人から、先生のところに来させ、丸付けをしている。そして、全問正解だった児童には、教えに回るように指示をしている。このことは、モニトリアル・システムと似ていると思った。
- 第6学年の算数科の最後の単元は、総復習である。算数の学力差があり、教師一人では全員をサポートすることが難しいので、この単元では一斉授業ではなく、学び合いで進めるようにしている。この学び合いが、モニトリアル・システムと似ているように思った。
- 算数科ではないが、低学年の音楽科における鍵盤ハーモニカの指導で、ピアノを習っている児童をミニ先生にしている。
- 体育科のサッカーの指導や外国語（英語）、プログラミングの指導でも、習い事として習っている児童をミニ先生にしている。
- 以前、別の研究会で、「グループ決めは、教師が意図的に行い、話し合いがうまくいくようにしなければならない。」と聞いた。話し合いやグループワークをうまく行わせるためには、モニトリアル・システムのように、グループのメンバーに指導できる学力が高い児童や発言力のある児童を一人でも入れておくことが重要であることを改めて感じた。
- モニトリアル・システムには、課題がある。学習を理解している児童がミニ先生となるので、その児童がその学習を苦手とする児童の気持ちを理解することができない可能性があるのではないか。また、教師が教えてほしいと頼んだことが、うまく伝わらず、異なることを教えてしまう可能性があるのではないか。
- たてわり活動は、モニトリアル・システムのように機能していることがわかった。例えば、この2月は、「6年生を送る会」をするために、まず5年生が学級で話し合いを行い、その後5年生がリーダーとなり、下級生に教えにいらっている。例えば、この2月は、「6年生を送る会」をするために、まず5年生が学級で話し合いを行い、その後5年生がリーダーとなり、下級生に教えにいらっている。

3 まとめと今後

新型コロナウイルス感染が懸念されていたが、定期的に例会を行うことができた。本研究会について、最も教職経験年数が浅い教員（2年目）は、「例会に継続して参加することで、勤務校以外の人と関わることができ、いい刺激を受けることができた。」と述べている。本研究会は、算数教育に関する理論と実践の往還をめざしているが、それ以外の効果として、メンバーのモチベーションを向上させることができていくことがわかる。また、別の教員は、「ファッションの流行は、ある一定周期で繰り返されている。この1年間の例会で学んだことは、一昔の学校現場で活用されなくなったことかもしれないが、近年「個別最適化」が推進されているように、教育もファッションと同じように一定周期で繰り返される可能性があり、この先の時代に必要となりそうなことを学ぶことができて良かった。」と述べ、教育史や教育原理等を改めて学び直す必要性を主張している。

今年度は、創立1年目ということや新型コロナウイルスの影響で、本研究会のメンバーを増員させることができなかった。しかし、少人数だからこそ、各メンバーがアウトプットや議論を行いやすかった。また、メンバー同士のよりよい関係を築くことができた。次年度は、メンバーの増員に力を注ぐとともに、今年度同様に定期的に例会を行い、算数教育に関する理論と実践の往還を図り、メンバーの授業力向上をめざしていく。そして、本研究会での学びをメンバーが勤務校の同僚教員に拡散させ、多くの子どもたちの学力向上に寄与したい。

（代表：木村憲太郎）