

カエル跳びゲームの授業試行 — 棋譜的表現に注目して —

小野 亮二

第 1 章 構成主義への注目

1.1 算数科改訂のポイント

平成 20 年度の学習指導要領の改訂⁽¹⁾では、算数的活動の強調が見受けられる。これは次の経緯によるものである⁽²⁾。

OECD（経済協力開発機構）の PISA 調査など各種の調査によって、我が国の児童生徒には以下のことが明らかになっている。

- ① 思考力・判断力・表現力等を問う読解力や記述式問題、知識・技能を活用する問題に課題
- ② 読解力で成績分布の分散が拡大しており、その背景には家庭でも学習時間などの学習意欲、学習習慣・生活習慣に課題
- ③ 自分への自信の欠如や自らの将来への不安、体力の低下といった課題

など複数あることがわかった。この結果より学習指導要領の改善、①～⑦の基本的な考え方として打ち出された。以下に記す。

- ①改正教育基本法等を踏まえた学習指導要領改訂
- ②「生きる力」という理念の共有
- ③基礎的・基本的な知識・技能の習得
- ④思考力・判断力・表現力等の育成
- ⑤確かな学力を確立するために必要な授業時数の確保
- ⑥学習意欲の向上や学習習慣の確立
- ⑦豊かな心や健やかな体の育成のための指導の充実

これらを踏まえ、平成 20 年 3 月 28 日に学校教育法施行規則を改正するとともに、小学校学習指導要領は公示された。それに基づき、算数科の改訂は、中央教育審議会の答申に示された算数科、数学科の改善の基本方針を受けて行われた。改善の 5 つの項目を以下に記す。

- 第 1 項目：小学校、中学校、高等学校を通じての算数・数学教育における重要なねらい
- 第 2 項目：知識・技能の確実な定着のため、発達や学年の段階に応じたスパイラルによる教育課程を編成すること
- 第 3 項目：数学的な思考力・表現力の育成
- 第 4 項目：学ぶ意欲を高めること
- 第 5 項目：算数的活動、数学的活動の一層の充実

以上が5項目だが、これに続き小学校算数科の改善について、答申では「算数科を充実」、「算数的活動を今後も一層重視していく」と書かれている。

OECDのPISA調査から、日本の児童生徒の学力に関する問題が浮き彫りになり、学校教育法施行規則の改正、小学校学習指導要領の告示が行われた。それら答申に基づき、算数的活動に一層力をいれる算数科の改訂がなされたことになる。

1.2 算数的活動について

算数的活動がより重要視されるようになったとは、学習指導要領の記述でどのように反映されているか見てみよう。ここではさらに深く算数的活動について見ていく。そのために現時点で最新の「平成20年度版」による目標と、それ以前の「平成10年度版」による目標とを比較する。

まず、平成10年度版での算数科の目標の部分を引用⁽³⁾する。

数量や図形についての算数的な活動を通して、基礎的な知識と技能を身に付け、日常の事象について見通しをもち筋道を立て考える能力を育てるとともに、活動の楽しさや数理的な処理のよさに気づき、進んで生活に生かそうとする態度を育てる。

次いで平成20年度版の目標の部分を引用⁽⁴⁾する。

算数的活動を通して、数量や図形についての基礎的・基本的な知識及び技能を身に付け、日常の事象について見通しをもち筋道を立てて考え、表現する能力を育てるとともに、算数的活動の楽しさや数理的な処理のよさに気づき、進んで生活や学習に活用しようとする態度を育てる。

この平成10年度版と平成20年度版の両者の差異を箇条書きの形で記すと、

- ①平成20年度版では、初めに「算数的活動」がきている
- ②平成20年度版では、「表現する能力」を育てることが加わっている
- ③「活動の楽しさ」が、「算数的活動の楽しさ」に変わっている
- ④「生活」だけでなく、「学習」にも活用させるようになっている

となる。それぞれ見ていこう。

まず①では、算数的活動が全体にかかるように一番初めにきている。また、③が単なる活動ではなく、算数的活動の楽しさになっていることから、より重要視されていることがわかる。次に②では、表現が加わっている。算数科で用いられる表現には日常の言語をはじめ、数、式、図、表、グラフなど様々なものがある。そうした方法を用いて考えたり、自分の考えを説明・表現したりする学習活動を充実させることが重要になっている。

最後に④では、学習が加わっている。ここでいう学習とは、既習事項を次の学習につなげて学ぶスパイラルのことを指しているといえる。また、算数科を他教科にいかすことでもあるといえる。このように、目標の中に算数的活動が大きな割合を占めていることがわかる。

それでは、算数的活動によって子どもにどのような効果が期待できるのか見ていく必要がある

る。平成 20 年度版の解説⁽⁵⁾によれば、

- ・児童の活動を中心とした主体的なものとする
- ・児童にとって楽しいものにする
- ・児童にとって分かりやすいものとする
- ・児童にとって感動のあるものとする
- ・創造的、発展的なものとする
- ・日常生活や自然現象と結びついたものとする
- ・他教科、総合的な学習の時間等と関連させる活動を構想しやすいものとする

としている。このような効果が期待されるものとして、算数的活動は、作業的・体験的な活動など身体を使うもの、具体物を活用するもの、算数の課題について考えること、算数の知識をもとに発展的・応用的に考える活動、考えたことを表現・説明する活動などが列挙されている。つまり、算数的活動は、目的意識を持って行う、主体的な活動であるので、それによる学習によって、子どもは、楽しくて、分かりやすいものになると、学習指導要領解説は主張していることになる。

以上見てきたように、平成 10 年度版から平成 20 年度版は算数的活動がより重要視されることになったといえる。

1.3 構成主義の考え方

構成主義⁽⁶⁾とは 20 世紀後半に発達した主張で、数学的な内容をそのまま子どもに教え込むのではなく、ある作業の中でそのような数学的な概念が自然に子どもの中に生まれることを大切にする立場のことである。構成主義の考え方は、算数的活動と子どもが主体的に学ぶ点で共通するといえる。そのことから、構成主義を取り上げる。

構成主義の立場として代表的な人物として挙げられるのが Z.P. ディーンズである。ディーンズは、具体的なものから子どもの活動を導入し、その活動の質を漸次高めながら、抽象的な数学を理解させるという教授活動を提案している。その数学化のプロセス⁽⁷⁾は下記のような 6 段階として示されている。

- ①自由遊び：手近なものを転がしたり、さわったりする。
- ②ルールに縛られた遊び：鬼ごっこでもルールがあるし、サッカーでは手を使わないという制限によって、ゲームとしての面白さが増す。
- ③同形ゲーム：あるゲームと一見違うが構造が同じゲームを経験させる。
- ④図式化：構造が同じであることを図に表わすことでよりよく理解する。
- ⑤記号化：同じである事実を記号として表わし、記号を使って操作する。
- ⑥論証：これは数学的な作業である。

このようなアプローチである。

1.4 遊びを授業化したいいくつかの例

同じく構成主義による活動を提案しているカミイら⁽⁸⁾から遊びを授業化したいいくつかの例を取り上げよう。

(1) 神経衰弱

このゲームは一般的によく知られているゲームである。カミイらは、

このゲームはやさしいので、1年生に初めて算数のゲームを導入する時にもよいものです。

子どもはゲームが終わると、…ある子どもは東ねたカードの高さを比べたりします。このゲームは、枚数を増やすと難しくなります。

と述べている。

(2) 家族合わせ

準備は同じ絵の4枚1組のカードを5セット用意する。ルールを以下に記す。

- ①全部のカード配る。
- ②カードをもらったら、カードを見えないようにする。
- ③最初の人と同じカードの4枚の家族を作るために、他の人に欲しいカード要求してゲーム開始。
- ④A君がB君に「ゾウをちょうだい」といって、B君が持っているならば、A君に渡す。
- ⑤当たれば、外れるまで相手にカードを要求する。外れたら、交代。
- ⑥多くの家族ができた人が勝ち。

カミイらは、

『家族合わせ』は、論理的に考える機会がたくさんあるという理由でとてもよいゲームです。例えば、3人の子どもで遊んでいる時、BがAに「ゾウは持っていない」といったらAはCがゾウのカードを持っているに違いないと考えることができます。発達の進んだ5歳児はこのような論理的思考ができ、驚くべき早さでたくさんの家族を作ります。

と述べている。以上2つの例を出した。1つ目は、誰でも知っているトランプゲームで、小学1年生の初めて算数のゲームの導入で使える。2つ目はあまりなじみのないゲームではあるが、論理的思考を促すゲームとして使える。

ピアジェの構成論⁽⁹⁾によれば、子どもたちは論理・数学的知識や自律性を外部から内面化するのではなく、環境との相互作用を通して内部から構成するのだという。これは、外部から論理や知識が構成するのではなく、内側から構成されるということである。あくまで外部は内側から構成する手助けをしているのに過ぎないということである。

しかし上に紹介したゲームを授業化した例も他の例も、それぞれ6段階のうち第1、2段階にとどまっているものが多い。そのため、第3、4段階の授業に興味を持たれる。

第2章 カエル飛びゲームについてのあらまし

2.1 カエル飛びゲームへの注目

カエル飛びゲーム⁽¹⁰⁾とは、2色のカエルを使って、カエルをスライドさせるか、ジャンプ（飛び越え）させるかの2つの動作を行って、互いの位置を入れ替える1人遊びである。いろいろな手順がありうるが、その中で最少の手数は何手かを考えることが子どもの課題となる。

佐々木力也⁽¹¹⁾はこのゲームを中学3年生に対して授業している。この授業の目的は、帰納的考えや演繹的な考えのほかに、文字式の有用性を感じ得ることにあつた。しかし、ここではこのゲームを、前章で述べたディーンズの6段階を進めるための教材として注目したい。

- ①自由遊びでは、配られたブロックを自由に手で動かしたりして遊ぶ。
- ②ルールに縛られた遊びでは、カエル飛びゲームのルールを説明して、そのルールに従って遊ぶ。
- ③同型ゲームでは、時間的経過を、プリントの行の進みに置き換えた「同型性」として、プリントの○×の形に記録（以降「棋譜」と記す）しながら行う。
- ④図式化では、色が交互になる状態などに注目して、棋譜を分節化して、その記述。
- ⑤記号化では、再帰的性質について、④で考えた分節化した棋譜での関係を考察しやすくする記号で表す。
- ⑥論証では、記号化したものを使って証明したり説明する活動をさす。

第5段階の再帰的性質に注目し、それを記号化させることは小学校算数としては難しい。小学校向けの題材として扱うのであれば、せいぜい第4段階までとなるだろう。

カエル飛びゲームをただゲームとしてだけ捉えるのではなく、結果を表にまとめたり、カエルの動きを棋譜のようにして表現することになる。それは構成主義、ディーンズの6段階の立場から、算数の授業に組み込むことであり、学習指導要領が強調するところの児童に記録することの大切さ・必要性に気づかせることでもある。

2.2 学年配当

カエル飛びゲームの活動は、学習指導要領へどのように位置づけることができるだろうか。周知のように、学習指導要領は各学年に関して教材を4つの領域に分けている。その4領域とは、「数と計算」、「量と測定」、「図形」、「数量関係」である。この中では数量関係領域に属する教材として考えるのが1番自然であるので、どのような記述が為されているか見ておこう⁽¹²⁾。

表2-2-1 各学年におけるD数量関係の学習事項

	学習事項
第1学年	(1) 加法と減法が用いられる場面を式に表したり、式を読み取ったりすることができるようにする。
第2学年	(1) 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。 (2) 乗法が用いられる場面を式に表したり、式を読み取ったりすることができるようにする。 (3) 身の回りにある数量を分類整理し、簡単な表やグラフを用いて表したり読み取ったりすることができるようにする。

第3学年	<p>(1) 除法が用いられる場面を式に表したり、式を読み取ったりすることができるようにする。</p> <p>(2) 数量関係を表す式について理解し、式を用いることができるようにする。 ア 数量の関係を式に表したり、式と図を関連付けたりすること。 イ 数量を□などを用いて表し、その関係を式に表したり、□などに数を当てはめて調べたりすること。</p> <p>(3) 資料を分類整理し、式やグラフを用いて分かりやすく表したり読み取ったりすることができるようにする。 ア 棒グラフの読み方やかき方について知ること。</p>
第4学年	<p>(1) 伴って変わる二つの数量の関係を表したり調べたりすることができるようにする。 ア 変化の様子を折れ線グラフを用いて表したり、変化の特徴を読み取ったりすること。</p> <p>(2) 数量の関係を表す式について理解し、式を用いることができるようにする。 ア 四則の混合した式や()を用いた式について理解し、正しく計算すること。 イ 公式についての考え方を理解し、公式を用いること。 ウ 数量を□、△などを用いて表し、その関係を式に表したり、□、△などに数を当てはめて調べたりすること。</p> <p>(3) 四則に関して成り立つ性質についての理解を深める。</p> <p>(4) 目的に応じて資料を集めて分類整理し、表やグラフを用いて分かりやすく表したり、特徴を調べたりすることができるようにする。 ア 資料を二つの観点から分類整理して特徴を調べること。 イ 折れ線グラフの読み方やかき方について知ること。</p>
第5学年	<p>(1) 表を用いて、伴って変わる二つの数量の関係を考察できるようにする。 ア 簡単な場合について、比例の関係があることを知ること。</p> <p>(2) 数量の関係を表す式についての理解を深め、簡単な式で表されている関係について、二つの数量の対応や変わり方に着目できるようにする。</p> <p>(3) 百分率について理解できるようにする。</p> <p>(4) 目的に応じて資料を集めて分類整理し、円グラフや帯グラフを用いて表したり、特徴を調べたりすることができるようにする。</p>
第6学年	<p>(1) 比について理解できるようにする。</p> <p>(2) 伴って変わる二つの数量の関係を考察することができるようにする。 ア 比例の関係について理解すること。また、式、表、グラフを用いてその特徴を調べること。 イ 比例の関係を用いて、問題を解決すること。 ウ 反比例の関係について知ること。</p> <p>(3) 数量の関係を表す式についての理解を深め、式を用いることができるようにする。 ア 数量を表す言葉や□、△などの代わりに、a、xなどの文字を用いて式に表したり、文字に数を当てはめて調べたりすること。</p> <p>(4) 資料の平均や散らばりを調べ、統計的に考察したり表現したりすることができるようにする。 ア 資料の平均について知る。 イ 度数分布を表す表やグラフについて知ること。</p> <p>(5) 具体的な事柄について、起り得る場合を順序良く整理して調べることができるようにする。</p>

「式に表わしたり、読み取ったり」と式などの表現手段の読み書きについて多く述べていること、そして表現手段としては、「式」、「表」、「文字」、「グラフ」があること、その活動や数学的概念としては「分類整理」、「比例・反比例」、「数量の対応」、「変わり方」、「平均・散らばり・場合の数」、「比」、「百分率」、「四則」などがみられる。

そこで、表 2-2-1 を簡略化して、学年ごとの推移を中心に表 2-2-2 で確定事象、すなわち非確定事象である確率・統計的部分を除いた比較を試みてみよう。

表 2-2-2 数量関係領域での教材・活動内容の学年を追っての推移

	式	表	文字・□	グラフ	四則	数量の対応	比・比例
1年	読・書				加減		
2年	読・書	▲		▲	加減乗		
3年	図との関連		□	棒	除		
4年	公式・括弧		○・□	折れ線	四則混合	変化の割合	
5年		考察		円・帯		式から	▲
6年	比例の考察	比例の考察	a, x	比例の考察			比・比例

※：▲は「簡単な」ものの扱いを示す

概して、6年での

「(2) 伴って変わる二つの数量の関係を考察することができるようにする。

- ア 比例の関係について理解すること。また、式、表、グラフを用いてその特徴を調べること。
- イ 比例の関係を用いて、問題を解決すること。」

へ向けて、着々と準備を進めていっているという印象を持つことができるだろう。

カエル跳びゲームの特徴は、匹数の変化によって、最少回数がどのように増えていくのか、またカエルの動きを記号化することにある。最少回数は関数で言えば2次関数となるので、算数・数学の学年配当で言えば高等学校を待つ必要がある。また記号で表す対象は、数量に限られており、操作を記号で表すことを表 2-2-2 に見出すことはできない。

以上に見たように、学習指導要領の中の学年配当に位置づけることは難しい。しかし、小学校算数科で重要視されている算数的活動や表現する能力の育成に注目すると、次のことを見出すことができる。

もっぱら記号は数量を表わすものとして扱われているが、絵や図による表現から発展した「一連の操作の記録」の要素として、操作を表わす記号の扱いを「発展的な扱い」として実験的に行なう。

このことから、遊びを中心とした扱いとして素朴な楽しみのなかに、児童が記録すること有用性を感じることで授業を意図したい。

2.3 表現への着目

カエル跳びゲームを行う目的として、記録することの有用性を知ることがある。記録を含めた表現について学習指導要領の中でどのように扱われているか見ていきたい。第1章でも述べ

たが、現行の学習指導要領では「表現する」ことが重要視されている。学習指導要領では、以下のように記されている⁽¹³⁾。

④の思考力・判断力・表現力等をはぐくむために、観察・実験、レポートの作成、論述など知識・技能の活用を図る学習活動を発達の段階に応じて充実させるとともに、これらの学習活動の基盤となる言語に関する能力の育成のために、小学校低・中学校の国語科において音読・暗唱、漢字の読み書きなど基本的な力を定着させた上で、各教科等において、記録、要約、説明、論述といった学習に取り組む必要があると指摘した。

このようにして、小学校全体の指導のなかで、表現力をはぐくんでいく必要がある。これら学習指導要領の基本的な改善に伴って、算数科の目標においても「日常の事象について見通しをもち筋道を立てて考え、表現する能力を育てる」とあり、「表現する」能力の育成が追加されている。さらに「表現」について学習指導要領には、考える能力と表現する能力は互いに補完し合う関係と捉えている。自分の考えを表現することで、自分の良い点に気づいたり誤りに気づいたりすることもある。また、授業の中ではさまざまな考えを出し合い、お互いに学び合っていくことができると考えている。具体物を用いたり、言葉、数、式、図、表、グラフなどを用いて、考えたことを表現したり、友人に説明する学習活動が大切であるとされている。

2.4 子どものノートの表現

算数科で考えられる表現には、さまざまあるものを使って操作する動作的表現、言葉によって行う言語的表現、記録として行う記録的表現がある。カエル跳びゲームでは、カエルの動きを実際に見せながら、説明する言語的表現と、カエルの動きを忘れないように記録していく記録的表現がある。忘れないように記録することは、児童視点であるが、教師側が意図する記録的表現について見ていきたい。正田⁽¹⁴⁾が文献を記している。それを見てみよう。

河村は、ノートを授業に関連させて利用する場面として、次の3点を挙げている。

- (1) 自分で問題の解決方法を考えたり、考えたことを他者と比較して、考えを深めたりする。
- (2) 学習した公式や定理、アイデアなどを整理し、それを忘れないようにしておく。
- (3) 計算の習熟を図ったり、学習したことの適用問題を解いたりする。

この各点は、それぞれ、思考・記憶・練習に関わるものと要約できる。

ともすれば、練習のためのみにノートを意識しがちであるが、記憶・記録の他にもKJ法のように、情報を外部に出すことによって整理しやすくなり、新たな発想を得たりする効用は注目に値する。また、啓蒙書分野でも、太田あやのようにノートの作り方に焦点を当ててよりよい学習へのヒントとする提案も為されている。ノートを作ることにによりよい表現を目指そうとするといった「表現の練習」としての効用も指摘することができる。PISAの「数学的リテラシー」は、「しっかりした根拠に基づいた決定や、建設的で思慮深い市民としての生活」での数学を想定している。授業中のみならず、子ど

もが社会人・市民となったときも、よりよく生きるために寄与するノート作りが望まれるところである。

このように、ノートをただの練習として使うのではなく、表現し活用するといった意味で効果的だと考える。記録として残すことで視覚に訴えることができ、児童の思考を助けたり、整理することにもつながり、よりよく学ぶことにつながると考える。記録するという表現することの重要性が伝わり、授業にいかすようになるなど、表現する能力を養うことができると考える。

第3章 カエル跳びゲームの授業試行

3.1 カエル跳びゲームの授業構想

第2章では構成主義と算数的活動の関連性、カエル跳びゲームの取り扱いについて述べてきた。カエル跳びゲームは発展的な内容で、表現としての記録をしていくことの大切さに気付く授業として位置づける。カエル跳びゲームに期待することは、

- ①操作をしながら、考えることができる
- ②記録の必要性（カエルの動きの記号化）に気づくことができる

さらに細かく分けると、

- ・ゲームを教材化しているため、楽しく主体的に学ぶことができる
- ・数図ブロックを使って行うことで、思考を促す
- ・最少手数を見つけるのは、子どもにとって楽しい活動になる
- ・活動していく中で、子ども自らが記録の必要性に気づくことができる。
- ・記録をしていく中で法則性やコツに気づくことができる。

これらを踏まえて、卒業研究でカエル跳びゲームを題材とした授業を構想した⁽¹⁵⁾。以下に記す。

0分	<p>(課題をつかむ)</p> <p>資料1のプリントと、駒として用いる「算数ブロック」とを配る。</p> <p>【1・1】の場合について、ルールの説明をしながら、黒板で2色のマグネットとチョークで書いたマスを用いて教師が行ってみせる。</p> <p>【2・2】の場合について子どもに手元で行わせる。その後で、8手あることを子どもの1人を指名して黒板で行わせるなどして示す。</p>	算数ブロックは、1箱に20個入っているのので、2人で1箱程度あれば十分である。
5分	<p>(自力解決)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>カエルが各色3匹ずついるとき、このルールで入れ替えるには、何手の操作が必要だろうか。行えた手数が少ない新記録を黒板へまとめて行こう。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・コツがあったらあとで聞くので、手元の紙にメモしておこう。 ・余力があれば、もっと匹数が多い場合について調べてもよい。 	新記録が出たら黒板へ書きに来るように言う。

15分	(練り上げ) ・コツはあったか？ ・では、新記録保持者に黒板で実演してもらおう。 (15手なので手順を忘れてしまう可能性がある) ・手数が多いので、どのような手であったのか、ひとめで見通せる工夫をしよう。 (意見を言わせて、その方法で【1・1】、【2・2】の場合などについて記してみる)	ごく簡単に聞き、発言があったら板書する。 15手未満は、数え間違えであろうが、新記録は新記録として扱い、数え間違えであることを示す。再生の可能性を高めるために、棋譜のような記録が必要であることを示したい(資料1にも、その示唆を記している)。 3.4での(2)の方法はでるだろう。(16)
30分	・表し方の一長一短。 ・【3・3】の場合を各自の最適な方法で表させる。 ・この表し方を見て、気づいたことはないか。	可視性と冗長性を子どもなりの言い方で出させたい。
40分	(まとめ) 質問紙に感想等を書かせ、後日プリントなどでフィードバックしたい。	

3.2 カエル跳びゲームの授業

東京都の公立小学校の6年生の2クラスでカエル跳びゲームの授業が行われた。2クラスをそれぞれB組とC組として授業の時間配分や授業者のコメントを照らしながら見ていきたい。カエルの数がそれぞれ2匹ずつのとき【2・2】と以後表記する。

B組では、カエルの数が【2・2】も自力解決とし、C組では記号化を主なものとした授業だったので時間配分は互いに異なる。それらを表にまとめて以下に表す。

表3-2-1 授業配分表

	課題をつかむ	自力解決	練り上げ	まとめ
授業案	5	10	25	5
B組	9	11	21	4
C組	5	8	31	1

B組に関して、課題をつかむところで時間がかかってしまったが、【2・2】・【3・3】の自力解決を行っている。C組に関しては、課題提示がスムーズに行われた。【2・2】は授業者が説明し、【3・3】のみの自力解決となった。練り上げに関しては、コツ・記録の方法・表し方の3つに分かれているため、その時間配分も細かく見てみよう。

表3-2-2 授業(練り上げ)の時間割り当て

	コツ	記録の方法	表し方	合計
授業案	5	10	10	25
B組	4	9	8	21
C組	7	10	14	31

B組に関して、黒板で記すにとどまり、記録をとる子どももいれば、ブロックの操作のみの子どももいた。【1・1】の動き方が【2・2】の動き方に含まれるということが、【3・3】の最適な方法を見つけるといふ自力解決のヒントになる。この提示が36分であった。

C組に関しては、B組において記録していない子どもが多かったため、授業者が机間指導しながら書かせるようにしていた。そのため、【1・1】の動き方が【2・2】の動き方に含まれるというヒントを元に【3・3】の自力解決に取り組むことができた。

結果として、B組は1度目の自力解決に重点を置き、C組は2度目の自力解決に重点を置いたといえる。自力解決の場面が2つあるため、どちらかに重点を置くという結果になった。全体的な子どもの様子としては、ブロックの操作に夢中になったり、友人と最少回数を競うなど主体的に取り組んでいた。このことから、構成主義や算数的活動の授業を展開できていたのではないかと考える。しかし、自力解決の時間を延ばすことはできずに、授業者が説明をして進めなければいけない場面があり、時間については課題になりそうである。

3.3 質問紙調査からカエル跳びゲームの評価

カエル跳びゲームのまとめで、B・Cの両組で質問紙調査を行った。この質問紙は縦軸のような問を8個と最後に自由記述の全9個の問を用意し調査を行った。横軸は、点数を表している。点数は、

- 7: すごく当てはまる
- 6: 当てはまる
- 5: びみょうだけど、どちらかというとき当てはまる
- 4: どちらともいえない
- 3: びみょうだけど、逆かな
- 2 : 逆だよ
- 1: 全く正反対。

の7段階で2クラス（49人）の子どもを対象に調査した。その結果⁽¹⁷⁾を見てみよう。

表 3-3-1 子どもを評価者とする授業への評価表

	7	6	5	4	3	2	1
(1) 算数とか数学の授業としては、内容が珍しかった。	6	17	22	3	0	1	0
(2) 今日の問題の内容は難しかった。	4	14	14	9	6	2	0
(3) 授業を聞いて、分かった。	11	19	15	4	0	0	0
(4) この時間の授業は、役に立ちそうだ。	6	14	14	13	1	1	0
(5) このような問題は、好きだ。	17	17	9	3	3	0	0
(6) 算数（とか数学）は、好きだ。	9	12	7	10	6	4	1
(7) このような問題について、他にも知りたかった。	6	10	15	14	4	0	0
(8) きょうのこの時間は楽しかった。	23	20	3	3	0	0	0

表 3-3-2 各組の平均点

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
B組平均	5.43	5.12	5.79	4.83	5.96	4.63	5.13	6.42
C組平均	5.52	4.60	5.72	5.48	5.76	5.04	4.88	6.16

それぞれ見ていこう。まず(1)について、全体の半分近くが珍しいと感じている。子どもにとって少し珍しい内容のものであることがわかった。このことは(5)と関係でわかる。「このような問題が好き」な子どもは全体の3分の2を占めている。(8)との関係も含めると、子どもにとってこのような内容が好まれていて、楽しく学ぶことができたことがわかる。ここで重要なのは授業のどのあたりに興味を持っていてくれたかである。B組とC組では(1)ではあまり差が出なかったものの、(5)と(8)ではB組のほうがポイントが高い。このことから、単純にカエルの操作の自力解決をしていたB組のほうが、子どもにとって楽しいものであったと思われる。2つ目に(2)について、多くの子どもが難しいと感じている一方で、難しく感じていない子どもは全体の3分の1程度だった。どちらかというとなりに難しいほうによるが、解けないことはないという難易度だったといえる。また(3)からわかるように、わかったという子どもが大多数だった。第2章でも述べた発展的な扱いに課題があるところだったが、6年生において適切な難易度だったといえる。3つ目は(4)について、具体的にどんなものに役に立ちそうなのか、子どもに聞かなければ分からないが、算数科の目標である「…進んで生活や学習に活用しようとする態度を育てる」部分につながる。また、(9)の自由記述の欄に「メモが重要な意味をもっているなんて」のコメントを書いている子どもがいる。このことにより、授業者の意図した記録することの大切さ・有用性について子どもが気づいたことがわかる。

4つ目は、(6)について、この項目はこの授業がどうであるかではなく、単純に算数が好きであるかどうかを問うものである。算数が好きではない子どもがどれだけ授業を楽しむ・取り組むことができたか、理解することができたかが重要である。このことに関しては、(3)・(8)より問題がないことがわかる。最後に(7)について、この項目からわかることは、この授業が「同じような問題をやってみたい・知りたい」という次につながるものであるかどうかである。「このような問題が好き」や「授業は楽しかった」の質問では高い点数を出していたにもかかわらず、「もっと知りたい」という探求まではいかない結果となった。

授業や質問紙の結果として、子どもたちの多くが主体的に授業に取り組むことができていた。しかし、記録する・子どもが操作することの、どちらか一方にかたより、十分な時間をとれないことは大きな課題である。子どもの自力解決の時間とカエルの動きを記録する時間に、もう少し時間をかけることの2点は、改善しなければいけないことである。

3.4 カエル跳びゲームの課題

授業の様子や質問紙の結果を受けて、この授業の課題点をあげ、改善点を出していくこととする。

課題点として、挙げられることは、

- ・1つの授業のなかに自力解決が2つあることは、不自然。
- ・自力解決が2つあることで、お互いの時間を圧迫し、時間不足に陥っている。
- ・パターンを見つけて終わりにするのではなく、それを活用して解く問題を行う。

である。これらを受けて、以下の改善点が挙げられる。

- ・2時間構成の授業にして、子どもが手を動かす、考える、記録の時間を確保する。
- ・記録をもとにパターンを見つけ出し、予想する時間を増やす。
- ・実際の操作を行わずに手数を調べる活動を取り入れる。

第4章 カエル跳びゲームの再試行

4.1 カエル跳びゲームの提案

前章で2時間構成とする必要を指摘した。それを反映した授業実践の機会を得た⁽¹⁸⁾。1時間目では、3匹ずつの入れ替えに挑戦する。1匹ずつ、2匹ずつの場合を使って、棋譜による記録を行う。2時間目では、棋譜による記録からパターンを見つけ出し、3匹の場合の記録がどのようになるべきか予想し行う。また、見つけ出したパターンを使って4匹、5匹の場合を行ってみる。

第1時	学習活動	○留意点、◇評価、・補足など
0分	<ul style="list-style-type: none"> ・数図ブロックを2人に1組配布。 ・プリント1（ルールの詳細を記載）を配布。 <p>【課題をつかむ】 <1匹ずつ>、<2匹ずつ>の場合を例として、カエル跳びゲームのルールを説明する。</p> <p>何手で入れ替えをさせることができるか。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・1組の20個のブロックがあるもので、1人に5つずつ2色の10個のブロックが用意できる。 ・スライドとジャンプ ・同じ色を続けて操作してもよい。 <p>○プリント1の表に記入。</p>
8分	<p>では、<3匹ずつ>の場合はどうか。</p> <p>3匹ずつの場合、何手が最少手数かやってみよう。</p> <p>制限時間は7分。</p> <p>【自力解決】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・後戻りしたり、左右の外へはみ出たりして、必ずしも最少手数とはならない。 ・1匹ずつ:3手、2匹ずつ:8手だけでは、外挿は難しいだろう。 	<ul style="list-style-type: none"> ・キッチンタイマーを利用。 ・黒板へ新記録の保持者を書かせる。
15分	<p>【練り上げ・記録の方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・さて、最少記録は何手だろう。実際にやってみよう。 	<ul style="list-style-type: none"> ・再現できないかもしれないが、それも記録がないので、再現しにくいとして利用。
20分	<ul style="list-style-type: none"> ・プリント2(A4判)配布。1匹の場合を例に記入法を説明。 ・2匹の場合について、子どもに各自のプリントへ記録を記入させる。 	<p>◇記録についてのルールを理解しているか。(机間巡視での観察)</p>

27分	○このパズルについて、コツのようなもの、あるいは他に気づいたことはあったか。 (子どもの予想) ・ジャンプが多くなるようにする。 ・途中で2色が完全に交互になるときがある。 ・時系列の真ん中で対象になっている。 ・匹数が多くなると手数が多くなる。 ・同じ色が隣り合うように駒を動かすのは損。 ・初手が、左側か右側かで、対症的なやり方がある。	
40分	【再度探求】 ・3匹の場合について、記録つきで、何手かを言えるか。 ・4匹ずつ以降は、何手ずつになるかやってみよう。 【予告】 ・次時は、この解決篇になる。	(机間巡視での観察)

第2時	学習活動	留意点など
0分	【復習】 ・前次の内容について、思い出してみよう。	・ひとつひとつ出させて板書。
7分	【練り上げ】 ・前次の内容以外に気づいたこと。	・ひとつひとつ出させて板書。
15分	○記録を見て気づいたことはないか。 特に、2匹ずつと1匹ずつ。あるいは2匹ずつと3匹ずつと見比べて気付くことはないか。 ○表を見て気づいたことはないか。 ・記号的な特徴よりも、数値的な特徴の方がとらえやすいかもしれない。	
25分	○では、<4匹ずつ>、<5匹ずつ>の場合はどうなるか。	・実際にやってみなくても、記号を並べることで、手数を数えることができそう。
30分	【まとめ】 ・この2時間の学習で、何を学んだか、またどのような感想を持ったか。	・記録をとることの効用など出るかもしれない。
35分	・プリント2の感想などの記入欄を記入。	
45分	・プリント回収。	

4.2 2時間構成のカエル跳びゲームの授業実践

小学校での「サマースクール」の機会を利用した授業であったので4.1で提案した授業は、計画の45分×2ではなく、30分×2の60分で行われている⁽¹⁹⁾。その様子は正田⁽²⁰⁾に報告されている。国土館大学の教育学専攻の学生とティームティーチングで行われたものである。45分×2の授業を30分×2で行ったため、授業がどのように行われたか、また提案した45分×2の授業がいかに30分×2の授業に短縮されたか見ていく必要がある。DVDの授業記録によって以下にくわしく見ることにしよう。

表 4-2-1 予定案と実施との比較（第1時）

第1時	45分×2（予定）	分：秒	30分×2（実施）
0分	・数図ブロック・プリント1の配布。 ・〈1匹ずつ〉、〈2匹ずつ〉でルール説明。	00:59 02:58 07:48	・数図ブロック・プリント1の配布。 ・〈1匹ずつ〉、〈2匹ずつ〉でルール説明。 ・〈2匹ずつ〉が何回だったか、実際に数えさせる。
8分	【自力解決】 ・〈3匹ずつ〉をやってみる（7分）。 机間巡視	12:13	【自力解決】 ・〈3匹ずつ〉をやってみる（7分）。 机間巡視
15分 20分	【練り上げ・記録の方法】 ・最少記録は何手か。実際にやってみよう。 ・プリント2の配布。 ・1匹の場合を例に記入法を説明。 ・1匹の場合を参考に各自、2匹の場合を、プリントに記入させる。	18:33 19:43 23:13 27:21	【練り上げ・記録の方法】 ・プリント2を配布。 ○コツあるいは気づいたことを発表。 ・1匹の場合を例に記入法を説明。 ・1匹の場合を参考に各自、2匹の場合を、プリントに記入させる。
27分	○コツあるいは気づいたことを発表。		
40分	【再度探求】 ・3匹の場合について、記録つきで、何手か。 ・4匹ずつ以降は、何手ずつになるか。 【予告】 ・次時は、この解決篇になることを伝える。	32:50	・それぞれ、黒板に書いてある2匹の場合の答えを確認。 (3匹ずつの記録を書こうとする子どもいれば、4匹ずつを行っている子どももいた) 【予告】 ・次時は、この解決篇になることを伝える。

表 4-2-2 予定案と実施との比較（第2時）

第2時	45分×2（予定）	分：秒	30分×2（実施）
0分	【復習】 ・前時の内容の復習。	00:58	【復習】 ・前時の内容の復習。
7分	【練り上げ】 ・前時の内容以外に気付いたこと。	05:21 10:55 17:29	・個人で考える（3分）。 ・グループで考える（5分） ・グループごとに発表。
15分	○記録を見て気づいたことはないか探させる。 ○表を見て気付いたことはないか探させる。	22:47	・プリントを逆さまにするように指示し、逆さまにしても同じことに気づかせる。 ・1匹のときの動きが2匹のときの動きに含まれていることに気づかせる。
25分	○〈4匹ずつ〉、〈5匹ずつ〉の場合をブロック使わずに手数を調べる。		・1匹、2匹、3匹の記録を使えば、〈4匹〉〈5匹〉のときも、ブロックがなくても手数が分かることを口頭で説明。
30分 35分 45分	【まとめ】 ・この2時間の学習で、学んだことや感想。 ・アンケート。 ・プリント回収。	28:25 29:26 33:35	【まとめ】 ・ノートに記録することの良さを伝える。 ・アンケート。 ・プリント回収。

4.3 30分×2の授業実践の結果

授業がどのような時間配分で行われたか、DVD記録から指摘できること、質問紙調査からわかることの3点について見ていこう。

まず、表4-2-1、表4-2-2からいずれも30分を5分弱の延長をする結果となったことがわかる。第1時において流れはほとんど同じように進行している。3匹ずつを記録つきで何手か、4匹ずつは何手かのところで解く時間はなかった。2手の記録を書けた子どもが自主的に行うという形になった。第2時においては、プリントを逆さまにするよう指示したことや、4匹・5匹ずつを調べるところを口頭で説明することで授業を短縮した。

以上のことをBクラス、Cクラスと、今回の実践校（「D校」と示す）の授業の時間配分の違いをまとめると次のようになる。

表4-3-1 授業配分表（分単位）

	課題つかむ	自力解決	コツ	記録の方法	表し方	まとめ
B組	9	11	4	9	8	4
C組	5	8	7	10	14	1
D校	11	8	20	10	口頭で説明	1

※D校のコツの時間は、第1時では3分、第2時では17分でそれを足したものである。

次に、授業の様子をDVD記録から見て、次のことが指摘できる。

- ①全体的に子どもが調べる活動が少なくなった。
- ②個人、グループ、全体で考え話し合う時間を多く取った。

それぞれ見てみると、まず①に関しては、前節の授業比較を見てみるとわかる。表4-2-1の40分目の再度探求の「3匹の場合について、記録つきで、何手か」、「4匹ずつ以降は、何手ずつになるか」が削除されていることがわかる。また、表4-2-2においても25分の部分の「<4匹ずつ>、<5匹ずつ>の場合をブロック使わずに手数を調べる」活動が削除されている。35分×2の授業ができたとして、それぞれ10分をけずる結果となった。その10分間の中でけずられたものは、全体的に活動であった。次に②に関しては、考える・発表・共有する活動が行われたことである。これらは、学習指導要領でも取りあげられているものである。授業の中でも、他のグループの発表の中から気づいたこともあったようだ。考える活動が行われたことは効果的であったが、配布されたプリントの中に書き込む欄がなかった。考えたことを書く、友人の発表を書く、全体の意見を書く欄が必要だと感じた。

最後に、質問紙の視点から見てみよう。表3-3-2にD校の質問紙の結果を加えて表にすると、

表4-3-2 各組の平均

	問1	問2	問3	問4	問5	問6	問7	問8
B組	5.43	5.12	5.79	4.83	5.96	4.63	5.13	6.42
C組	5.54	4.60	5.72	5.48	5.76	5.04	4.88	6.16
D校	4.57	4.93	4.64	5.71	5.21	4.64	5.21	6.29

となる。ここで顕著な差が出ているのは、問1と3で平均で1ポイント少ない。問1で、今回のカエル跳びゲームの珍しさは、D校ではどちらでもないという結果が出た。表4-3-1で時間配分を見ると、子どもが手を動かして考える活動が少なく、反対に考える活動が多かったため、普段の授業との差を感じるができなかったのだと考えられる。

問3に関しては、理解に関する項目で統計的に有意ではないが平均値は低くなっているという結果になった。これは、先ほどと同様で、説明されたことを実際に試すといった再度探求活用したりする時間が取れなかったため、B・C組との差が出たのだろう。

4.4 カエル跳びゲームの改善とまとめ

今回の授業で改善すべき点を見ていこう。

まず4.3で指摘したこととして、子どもが気づいたことやわかったことを行う活動の時間が確保できなかったことが挙げられる。つまり、B・CとDとの比較から再度探求の授業がけずられたことが原因でポイントが下がったと予想できる。表4-2-3を見ると、B、C、Dは「コツ」・「表し方」以外はだいたい同じ時間配分である。しかしコツの時間が20分と全体の中でも多く取られている。30分の中で行うのであれば、この時間を少し短縮することで、子どもが分かったことをもとに活動する、深めることができると考える。今回30分×2で授業をしたが、45分×2で行えたならば、子どもが活動する時間がしっかり確保できたといえる。

次に、第2時の練り上げに時間をかけた。話し合う活動を取り入れたことで、全体に考えが浸透し、子どもの思考を助けることができたといえる。子どもの思考を補うものとして、記録の重要さは述べた。しかし今回用いたプリントには、子どもたちが話し合ったことをメモする欄が用意されていない。自分の考えや友人の考えを記入することで、さらに思考を助けることにつながる。また、これは記録をするという表現になるため、取り入れることは意味のあるものになるだろう。

このカエル跳びゲームは構成主義の考えをもとに作られている。1つ目として、子どもが楽しむ中で主体的に学び、知識が構成されていく点。2つ目として、ディーンズの6段階の中で第3段階を中心に授業化されている。今回の実践では、記録することを目標に授業が行われた。子どもたちは、このような授業を楽しんで受けていたり、役立つと感じている。特に「役立つ」と感じたのは、記録を徹底して行われたC、DとそうではないBとを比べた結果わかる。子どもたちは、覚えることのできなかったカエルの動きを棋譜として残すことができたこと、その棋譜から特徴を見つけることができたために、役立つと感じたのだろう。これはつまり、ディーンズの第3段階である同型ゲームが記録として、行われたことを意味する。

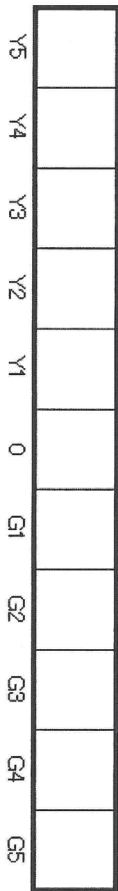
ゲームを授業化することはただの遊びになりがちでとても難しい。構成主義に注目することでゲームを授業化することができた。子どもたちは、純粋にゲームを楽しみながら、記録することが「役立つ」という反応を示している。このことは私にとって、子どもたちが主体的に取り組むことのできる授業を展開したいという気持ちを叶えてくれたものである。小学校で構成

主義に基づきゲームを授業化した貴重な実際の例として、これから教師になってから、他の授業の授業創りにいかしていきたい。

注

- (1) 文部科学省『小学校学習指導要領解説 算数編』東洋館出版、2008、pp.1-17。
- (2) 前掲書、pp.1-2。
- (3) 文部科学省『小学校学習指導要領解説 算数編』東洋館出版、1998、p.10。
- (4) 文部科学省『小学校学習指導要領解説 算数編』東洋館出版、2008、p.8。ただし、下線は引用者によるものである。
- (5) 前掲書、p.19。
- (6) 佐藤心平「かさ」の導入—構成主義に留意して」国士館大学『算数教育（正田）研究室卒業論文集』、2006 http://homepage.kokushikan.ac.jp/rio/user/kks_rio/memo/index.htm
- (7) 平野次郎訳『ティーンズ選集2 算数・数学の学習過程』新数社、(原著1970、訳書1977)。
- (8) コンスタンス・カミイ、レズリー・ハウズマン『子どもたちが発明する算数—ピアジェの構成論にもとづく教育—』大学教育出版、2003、pp.168-172。
- (9) 前掲書、pp.2-4。
- (10) 正田良「数学的表現を探求する授業構想—カエル跳びゲームの教材化—」青山学院大学教育学会紀要『教育研究』第55号、2011、pp.37。
詳しいルールに関しては第4章末尾の資料参照。
- (11) 佐々木力也「魅力ある導入問題を活用した授業実践：蛙跳びゲームで最少手数を考える」日本数学教育学会『数学教育』89巻3号、2007。
- (12) 文部科学省『小学校学習指導要領解説 算数編』東洋館出版、2008、pp.66-181。
- (13) 前掲書、p.2。
- (14) 正田良「児童の相互評価による算数のノート指導—小学校高学年におけるパフォーマンス評価の試み—」東京学芸大学数学科教育学研究室『学芸大数学教育研究』第23号、2011、pp.31-40。
- (15) 正田良「数学的表現を探求する授業構想—カエル跳びゲームの教材化—」青山学院大学教育学会紀要『教育研究』第55号、2011、pp.27-38。
この論文の付記に「この授業構想に関しては、小野亮二君（国士館大学文学部初等教育専攻学生）との議論から示唆を受けた。」とある。
- (16) 前掲書、p.31。
3.4での(2)の方法とは、「カエルを○×などで、その時点の様子を文字列で表す」のことを指している。
- (17) 正田良「カエル跳びゲームの授業試行」青山学院大学教育学会紀要『教育研究』第56号。(準備中)
- (18) プリントについては、章末に資料1として収める。
- (19) 正田良『カエル跳びゲーム』で学ぶ『ノートする利点』国士館大学・地域の教育研究会『しらかば』2011年11月、pp.77-85。電子掲示板 <http://kkshehex.sakura.ne.jp/sirakaba/sirakaba2011.doc>
- (20) 正田良「カエル跳びゲームの授業試行」青山学院大学教育学会紀要『教育研究』第56号。(準備中)

Leaping Frogs



1. 黄色 (Y) n 匹, 緑 (G) n 匹のカエルがいる。中央の 0 をはさんで、向かい合っている。
2. 初めの場所は, $Y1 \sim Yn$ に黄色, $G1 \sim Gn$ に緑。
3. 黄色・緑を動かして, $Y1 \sim Yn$ に緑, $G1 \sim Gn$ に黄色が来るようにする。
4. 1 回の動作では, 次の 2 つのうちどれかを選べる。また動かすのはどの色のカエルでもよい。
 - a) 隣が空きならば, そこへ動くことができる。(スライド)
 - b) 隣が, 自分と異なる色で, それのさらに 1 つ先が空いているなら, 隣を飛んで, 空きの場所に移ることができる。(ジャンプ)
5. 要する動作の最小回数を求める。

匹数 n	1	2	3	4	5
回数 k	3				

黒板に,

3 匹 : 4 匹 :

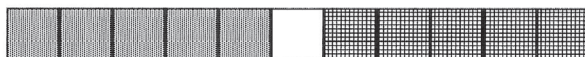
17 回 (山野)

15 回 (君村)

のように新記録をまとめる。

Q. 動かして行くので, どうだったか忘れやすい。将棋の棋譜のようなものは作れないだろうか。

.....



2011.2.03.改訂版 カエル跳びゲーム研究のワークシート

6年 組 番 名 氏 _____

今日の授業の最後に戻りますが、見せてもらってから後日お返します。

1. メモ用紙

	左5	左4	左3	左2	左1	0	右1	右2	右3	右4	右5		左5	左4	左3	左2	左1	0	右1	右2	右3	右4	右5
0					○		×					0			○	○		×	×				
1												1											
2												2											
3												3											
4												4											
5												5											
6												6											
7												7											
8												8											

2. メモ用紙

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					

3. 感想用紙

おのそれぞれの感想について、あなたがどれほど当てはまるかどうか。

7: すごくよく当てはまる。6: 当てはまる。5: びみょうだけど、どちらかという当てはまる
 4: どちらとも言えない。3: びみょうだけど、逆かな。2: 逆だよ。1: まったく正反対。
 たいくつ段階で下に丸をつけて答えてください。研究にこの結果を使いますから、御理解（おせじ）ではなくて、正直に答えてください。

←当てはまる 当てはまらない→

(問1) 算数とか数学の授業としては、内容が珍しかった。 7・6・5・4・3・2・1
 (問2) きょうの問題の内容は、難しかった。 7・6・5・4・3・2・1
 (問3) 授業を聞いて、分かった。 7・6・5・4・3・2・1
 (問4) この時間の授業は、役に立ちそうだ。 7・6・5・4・3・2・1
 (問5) このような問題は、好きだ。 7・6・5・4・3・2・1
 (問6) 算数（とか数学）は、好きだ。 7・6・5・4・3・2・1
 (問7) このような問題について、他にも知りたく思った。 7・6・5・4・3・2・1
 (問8) きょうのこの時間は楽しかった。 7・6・5・4・3・2・1
 (問9) その他、下へ自由に感想をお願いします。

.....

