

算数的活動の内面化を図る授業づくり ～操作の「イメージ」を「言葉」につなげる指導～

片 山 元*

研究の要約

アメリカの心理学者であるブルーナーは、子どもの認知発達について「行動的把握→映像的把握→記号的把握」といった3つの思考する段階があると提唱している。また、ブルーナーは「3つの段階を、螺旋的に繰り返して上昇することが必要である」としている。

本実践では、ブルーナーの認知発達論をもとに、「算数的活動の内面化のプロセス」を重視した指導を行ってきた。1年「繰り上がりのあるたし算」において「10のまとまりで考えるよさ」の定着のためにブルーナーの「行動的把握」と「記号的把握」の間に「映像的把握」の段階を取り込み、ブロック操作と記号操作との溝を埋めていく学びのプロセスを大切にしていく。このような操作の「イメージ」を「言葉」につなげる指導の実践を通して、「算数的活動の内面化」を図る算数の授業づくりを提案したい。

key-words：算数的活動の内面化，ブルーナー「映像的把握」

1 はじめに

アメリカの心理学者であるブルーナーは、子どもの認知発達について次の3つの思考する段階があると提唱している。

- ・「行動的把握」
- ・「映像的把握」
- ・「記号的把握」

また、ブルーナーは「3つの段階を、螺旋的に繰り返して上昇することが必要である」としている。本実践では、ブルーナーの認知発達論をもとに、「算数的活動の内面化のプロセス」を重視した指導を行ってきた。1年「繰り上がりのあるたし算」において「10のまとまりで考えるよさ」の定着のためにブルーナーの「行動的把握」と「記号的把握」の間に「映像的把握」の

段階を取り込み、ブロック操作と記号操作との溝を埋めていく学びのプロセスを大切にしていく。このような操作の「イメージ」を「言葉」につなげる指導の実践を通して、「算数的活動の内面化」を図る算数の授業づくりを提案したい。

2 計算の意味理解と深化

本実践では、「たしざん（2）：繰り上がりのあるたし算」（1年）の単元を取り上げた。本単元では、（1位数）と（1位数）のたし算を発展させ、繰り上がりのあるたし算の仕方を数図ブロックの操作と結び付けて見出すことができるようにするとともに、その計算が確実にできるようにすることが大切である。例えば、 $8+3$ の計算では、①「8と2で10」など、10を

*岡山大学教育学部附属小学校

合成的にとらえること、②10を合成するために、「3を2と1」に分解すること、③「10と1で11」のように「10といくつ」を合成的にとらえることといった既習事項を生かし、数図ブロックによる具体操作から、頭の中で操作する念頭操作へ移行していくことをねらっている。

「岡山大学算数・数学教育学会 算数学力診断調査プロジェクト」が平成17年3月に行った算数学力調査によると、第1学年（調査対象児童数1,416人）の調査で次のような結果が得られている。

【調査項目12】

基本的なたし算の計算技能

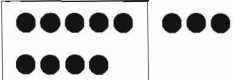
問題10 けいさんを しましょう。
(1) $8 + 3 = \square$

→ 達成率 96%

【調査項目10】

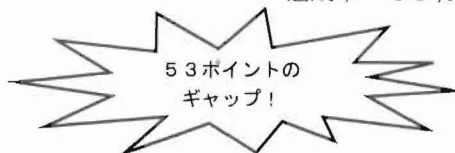
繰り上がりのあるたし算の仕方(加数分解)

問題9 けいさんの しかたを せつめいしています。□にあてはまる かずを かきましょう。
(2) $9 + 3$ の けいさんの しかた



9に を たして
 と で

→ 達成率 43%



以上の調査結果より、繰り上がりのある

たし算の計算技能は達成率96%と概ね達成できているが、計算の仕方(加数分解)を見出し、筋道立てて説明することについては達成率43%であり、計算指導の3要素である

- ① 計算の意味理解(何算になるのか)
- ② 計算の仕方(答えをどうやって求めるか)

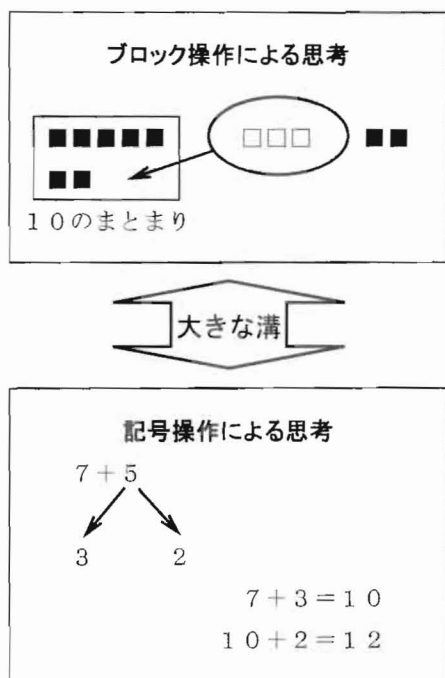
③ 計算の習熟(速く正確に答えを出す)の中で、最も重要な計算方法を見だし説明することに課題があることがわかる。このことは、思考力・判断力・表現力育成重視の算数教育にとっても見逃せない今日の課題であり、早急に授業の改善が求められている。

前述の「【調査項目10】繰り上がりのあるたし算の仕方」における、主なつまずき反応は次の通りである。

- ・「9に3をたして12」で始まる誤答
..... 20%
- ・「9に1をたして10。9と3で12」
..... 4%
- ・「9に1をたして10。10と1で11」
..... 2%
- ・無答
..... 3%

つまずきの原因として、教師が教科書通り子どもにブロック操作をさせる活動の中で、加数分解に結び付けるとなると、確実に定着させたいと思うあまり、急に言葉や式での計算の仕方を教え込んでしまい、数図ブロックの「操作」が「言葉」や「数式」による思考まで高められていないことが考えられる。これでは、子どもが「 $9 + 3$ の答えは3を1と2にわけて、9と1で10。10とあといくつと考えると簡単なんだ」「繰り上がりのあるたし算では1つ1

つ数えてたしていくより、10のまとまりをつくっていくと便利なんだ」「簡単な方法がわかったからこれからもたす数をわけて10のまとまりをつくって考えていきたいな」というように10のまとまりをつくる考えのよさを実感できていないので、加数分解が定着しないままになっており、進んで活用しようという段階に至っていないと考えられる。つまり、「具体物を使った算数的活動とねらいとする思考が結び付いていない」ということであろう。ブロック操作と記号操作による思考の間に大きな溝が存在するのである。



3 本単元で育てたい数学的な考え方

第1学年の繰り上がりのあるたし算は、第2学年のかけ算と同様に、「数と計算」の領域ではもっとも基本的な内容の1つであり、じっくり時間をかけて丁寧に扱い、完全に定着させていくことが大切である。

繰り上がりのあるたし算の計算方法には、加数分解や被加数分解などが考えられるが、この単元で最も大切にしていくべきことは、「10をつくればよい」という10のまとまりをつくる考えのよさに子どもが気付くことである。

アメリカの心理学者であるブルーナーは、子どもの認知発達について「行動的把握→映像的把握→記号的把握」という3つの思考する段階があると提唱している。広岡亮蔵は、著書「ブルーナー研究」(1977)の中で次の様に解説をしている。

「行動的把握」…人間が物事を認知する一番初歩的な様式は行動的把握であり、成すことによって知る。

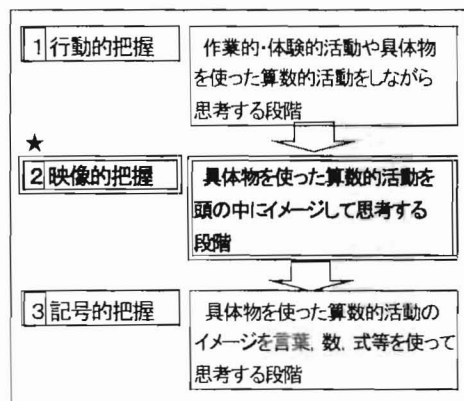
「映像的把握」…物事を視覚的ないし聴覚的なイメージとして、把握したり表現したりする。

「記号的把握」…概念の担い手である言語を伴う概念的認知、また抽象的認知である。

このサイクルを、「幼児が成人していく長期的な巨視の場合における、大サイクルとして成り立っている。だが、こうした大サイクルだけでなく、短期間の微視的場面にも、3つの発達段階めいたものが、小サイクルとして成り立つことが多い」と唱えている。またブルーナーは「3つの段階を、螺旋的に繰り返して上昇することが必要である」としている。

前述のブルーナーの認知発達論をもとに、「算数的活動の内面化のプロセス」を下図のように描いてみた。本実践の1年「繰

り上がりのあるたし算」において、「10のまとまりをつくる考えのよさ」の定着のために次のように「算数的活動の内面化」を図っていき、「行動的把握」と「記号的把握」の間に「映像的把握」の段階を取り込み、ブロック操作と記号操作との溝を埋めていくプロセスを大切にしていきたい。



【算数的活動の内面化を図るプロセス】

4 説明活動を生かした言語活動の工夫

(1) 単元の入り口で増加の問題場面を設定する

たし算には合併や増加などの場面がある。その中で、被加数にいくつかの数を加え、10をつくって計算する加数分解に気が付きやすくするために、単元の導入場面では増加の問題場面を設定するようにする。

(2) 問題の数値を吟味する

子どもが初めて出会う問題の数値が被加数が小さすぎたり、加数が大きすぎたりしたのでは、加数分解での計算に気が付きにくい。そこで、導入場面では被加数はできるだけ「10のまとまり」に近い数にする。

また、9だと数えた方法との違いが見えにくいので、8や7にする。加数は増加の場面と結び付けやすい3, 4, 5が適当であると考えた。

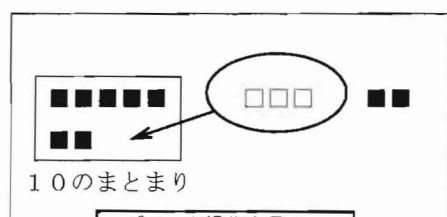
(3) 数図ブロックによる操作を重視し、「10のまとまりで考えるよさ」を実感できるようにする

数図ブロックによる操作を一度行わせるだけですぐに「10のまとまりで考えるよさ」に帰着させてしまうと、加数分解のよさを実感できにくい。そこで、数図ブロックを動かした結果、何個になったかを見ただけでわかるように並べさせるようにしたり、数図ブロックによる操作は一度だけでなく何回もさせるようにしたりする。これによって、数図ブロックによる操作を通して「10といくつ」を意識するようになり、例えば7+5の例で考えると加数の5を3と2に分解し、被加数の7と3をあわせて10をつくって計算していることに気が付きやすくする。

(4) 加数分解により「10のまとまり」をつくる計算方法の内面化を図る過程で、「行動的把握」と「記号的把握」の間に「映像的把握」の段階を取り込む

7+5の計算の仕方を数図ブロックを使って考え、直ちに数と式と結び付けて形式的に計算の仕方をまとめるのは急ぎすぎである。数図ブロックで操作したことのイメージ化を図ってから言葉や数式の記号化に段階的に移行する。そこで、次のように数図ブロックを見て口頭で加数分解の計算方

法を説明するという「映像的把握」の段階を取り入れる。



ブロック操作を見て、
言葉で説明する

まず、7はあと3で10。
つぎに、5を3と2にわけ。
さいごに、7と3で10。10と2で12。



(5) 「吹き出し」で整理する

1年生にとって、数図ブロックを操作して考えたことを数式での計算として説明することは非常に難しい。そこで、頭の中で考えたことを簡単な言葉の「吹き出し」にして、操作した数図ブロックとつながらながら板書に整理していくようにする。



5 単元名と単元目標

(1) 単元名

「たしざん(2): 繰り上がりのあるたし算」

(2) 単元目標

○繰り上がりのある計算に興味をもち、「10の補数」という考えのよさに気づき、進んで計算しようとする。

(関心・意欲・態度)

○10の補数を意識して、加数を分解してたすことを考えることができる。

(数学的な考え方)

○(1位数)+(1位数)の繰り上がりのあるたし算の計算を手際よく計算することができる。

(技能)

○繰り上がりのあるたし算の計算の仕方がわかる。

(知識・理解)

6 単元計画と本時の位置付け

第一次 操作による繰り上がりのあるたし算の計算の仕方・・・・・・・・3時間

第1時 繰り上がりのあるたし算の課題をつかみ、数図ブロックの操作を通して、10の補数を利用した計算の仕方を見出す。

第2時 10の補数を利用した考えをイメージ化し、言葉による計算に高める・・・・・・・・【本時】

第3時 繰り上がりのあるたし算の計算の仕方を数式により形式化する。

第二次 被加数が6以上及び5以下の場合

の繰り上がりのあるたし算の計算の
 定着・・・・・・・・・・2時間
 第三次 繰り上がりのあるたし算の問題づ
 くりと習熟・・・・・・・・・・4時間

本実践は、平成23年度岡山大学教育学
 部附属小学校第1学年は組児童（男子18
 名、女子18名）の協力による。

7 授業の実際

(1) 指導のポイント

学習活動1

7+5のブロック操作をし、本時の
 めあてをつかむ



【問題場面に合わせて数図ブロックを操作する子ども】

問題

くるまが 7だい とまっています。
 5だい くと なんだいに なりますか。

上記の様な問題を提示し、車が5台増えるので「7+5」の式になることを確かめ、まずは前時と同じように、数図ブロックを動かしながら答えの出し方を説明させるようにした。

(前略)

- T 数図ブロックを動かしたら答えがわかるようになったようだけど、数図ブロックを動かさなくても答えがわかるかな？
 C 数図ブロックを動かさなくてもわかるよ。
 C 数図ブロックを見るだけでも答えがわかるよ。
 「本時のめあて」を、次の様に導いた。

ブロックをみながら、7+5のこたえのだし方をせつめいしよう

学習活動2

自分の数図ブロックを見ながら、頭の中でブロックの動きを「イメージ」して、答えのだし方を説明する



【数図ブロックを操作しながら、友達と答えのだし方を伝え合う子ども】

子どもが頭の中で数図ブロックの操作「イメージ」をもちやすくするために、動かす数図ブロックの色だけ青色に変えて、7+5の答えのだし方を口々に言わせるようにした。

いきなり「言葉」で説明しにくい子ども

には、実際に手元の数図ブロックを動かしてから、数図ブロックを元に戻して説明させるようにした。また、自分なりの「言葉」で説明できるようになった子どもには、「まず、～」「次に、～」「最後に、～」といった順序を表す話形を用いて、3段階構成で筋道立てた説明になりやすいようにした。

(前略)

C 数図ブロックを動かしたときにも、数図ブロック盤の3つあいているところに3つ数図ブロックを動かしたね。そうしたら、「10のまとまり」ができて、数ははっきりとしたよ。

C だから、最初に「10のまとまり」をつくるために7にあといくつあわせたらいいのか考えるといいね。

C そうしたら、5を3と2にわけると、(7とあわせる)3ができるね。7と3で10。あと、のこった2で12となるね。最初に数図ブロックを動かしたときと同じように説明できたね。

(中略)

T みんなの説明をつなげて言うと…?

C まず、7はあと3で10になります。だから10をつくるために、次に、5を3と2にわけて、7と3をあわせて10にします。最後に、10と2のこった2で12です。

C ぼくも、同じように言えるよ。

学習活動3

「イメージ」した数図ブロックの操作を話し合い、「吹き出し」に整理する



【操作したブロックを見ながら「言葉」で説明する子ども】

黒板の前で、掲示用の数図ブロックを動かすまねをしながら、数名の子どもに「 $7+5$ 」の計算の仕方を説明させるようにした。その際に、数図ブロックの操作を2段階に分けて提示し、子どもの説明の言葉に出てくる数と数図ブロックを結び付けて、キーワードを「吹き出し」を使って板書に整理するようにした。



【ブロックの操作「イメージ」と「言葉」をつないで「吹き出し」に整理する】

(前略)

T みんなが教えてくれた計算の仕方を「吹き出し」に簡単な言葉でまとめてみたら、数図ブロックを見ながら説明できそうだね。みんなで言ってみようか。

C まず、7はあと3で10になる。

C 次に、5を3と2にわけると、

C 最後に、7と3で10。10と2で12です。

- C 数図ブロックを動かさなくても、見ただけで計算の仕方を説明できるね。
- C 「吹き出し」に表すと説明の仕方でも簡単になって、よくわかったよ。

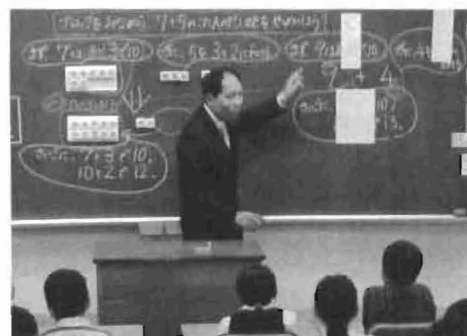
学習活動4

「 $7+5$ 」や「 $9+4$ 」などの数式を見て、数図ブロックを「イメージ」しながら、答えのだし方を「言葉」で説明する



【数式を見て、数図ブロックを「イメージ」しながら、「言葉」で説明する子ども】

数図ブロックを動かさなくても答えの出し方が説明できるようになったところで、「吹き出し」のキーワードを隠し、数図ブロックの動きを「イメージ」しながら、3段構成の「言葉」で筋道立てた説明ができるようにした。



【「言葉」を隠しても説明できるかな？】

また、「 $9+4$ 」など他の数でも繰り上がりのあるたし算の計算を取り上げ、加数をわけて「10のまとまり」をつくる考えのよさにふれ、これまでと同じように、数図ブロックの操作を頭に描いて「言葉」で説明できるように、繰返し算数的活動の内面化を図るようにした。

(前略)

T 今度は、「 $9+4$ 」でも計算の仕方を説明できるかな？

C 前と同じように考えたらできるよ。

C まず、9はあと1で10。次に、4を1と3にわける。最後に、9と1で10。10と3で13。

C ぼくも同じです。

学習活動5

本時のまとめをする

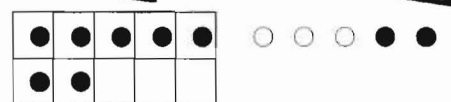
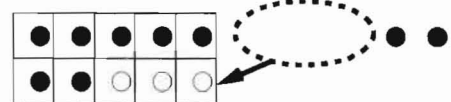


【授業後の板書】

数図ブロックを動かさなくても、繰り上がりのあるたし算の計算の仕方が説明できるようになったことを、子どもの言葉を取り上げまとめさせるようにした。

(2) 本時案 (第一次第2時)

具体目標	7+5のような繰り上がりのあるたし算の計算の仕方を数図ブロックを見ながら説明する活動を通して、頭の中で数図ブロックが動く様子をイメージしながら「まず、7はあと3で10。つぎに、5を3と2にわけろ。さいごに、7と3で10。10と2で12」と説明することができるとともに、数式を見ても加数分解の数図ブロックの動きをイメージすることができる。	
学 習 活 動	説 明 活 動 を 生 か し た 教 師 の 支 援	形 成 的 評 価
1 7+5の操作をし、本時の課題をつかむ。	— 問 題 — くるまが 7だい とまって います。 5だい くと なんだいに なりますか。 1 (1) 上のような問題を提示し、5台増えるので7+5の式になることを確かめ、まず数図ブロックを動かしながら、答えのだし方を説明させるようにする。 (2) 数図ブロックを動かしたら答えがわかるようになったが、数図ブロックを見ているだけでもわかるかなと問い、数図ブロックを動かさなくても答えがだせそうだと言ってきたところで、次のように本時のめあてを導くようにする。 ブロックを見ながら、7+5の答えのだし方を説明しよう	
2 自分の数図ブロックを見ながら、頭の中で動きをイメージして答えのだし方を説明する。	2 (1) 頭の中でイメージをもちやすくするために、動かす数図ブロックの色だけを変えて、7+5の答えのだし方を口々に言わせるようにする。 (2) 言葉で説明できにくい子どもには、実際に数図ブロックを動かしてから元に戻して説明させるようにする。 (3) 言葉で説明できるようになった子どもには「まず」「つぎに」「さいごに」の言葉を使って、3段構成で筋道立てた説明ができるようにする。	・数図ブロックを見ながら言葉で説明できているか。

3 イメージした数図ブロックの操作を話し合い、吹き出しに整理する。	3 (1) 黒板の前で、掲示用のブロックを動かすまねをしながら、数名の子どもに$7+5$の計算の仕方を説明させる。 (2) 数図ブロックの操作を示す2段階の図を提示し、言葉に出てくる数と図を結び付け、吹き出しを使って板書に整理するようにする。 まず、7はあと3で10。 つぎに、5を3と2にわける。  さいごに、7と3で10。10と2で12。 
--	--

8 おわりに

本実践では「10のまとまりをつくる考えのよさ」の定着のために、「行動的把握」と「記号的把握」の間に「映像的把握」の段階を取り込み、ブロック操作と記号操作との溝を埋めていくプロセスを大切にしながら、「算数的活動の内面化」を図った。

その結果、「 $7+5$ の答えは、7はあと3で10だから、5を3と2にわけて、7と3で10。10とのこった2で12。あといくつと考えると簡単なんだな」「繰り上がりのあるたし算では1つ1つ数えてたしていくより、10のまとまりをつくっていくと便利なんだな」「 $9+4$ の計算でも簡単な方法がわかったから、これからもたす数をわけて10のまとまりをつくって考えていきたいな」というように、加数分解をして「10のまとまり」をつくる考えのよさを実感する子どもの姿が多く見られた。

このように、数図ブロックの操作を段階的に指導し、その操作の「イメージ」を「言葉」につなぐ、思考の内面化を図る指導を重視することで、繰り上がりのあるたし算の場面の意味理解を確かにしていくことにつながるものと実感している。

今後も、本実践で取り組んだ様々な算数的活動の工夫を基に、他の学年・単元においても操作の「イメージ」を大切に「言葉」の思考へとつないでいく指導について、実践を通して子どもの姿として具体化していきたい。

【参考文献】

- (1)「小学校指導要領解説 算数編」
文部科学省（平成20年8月）
- (2)「わくわく さんすう 1」
新興出版社啓林館（平成22年3月）
- (3)「新算数指導のポイント I 数と計算 ～1・2年～」
東洋館出版（平成4年12月）
- (4)「ブルーナー研究」広岡亮蔵
明治図書出版（昭和52年）

（平成24年8月27日受理）