

Logo 指導の入口を求めて

生田 孝至* 佐藤 英朗**
高野 栄*** 早川 久吾****

1. はじめに

最近、学校教育へのコンピュータの導入が促進され、それとともにコンピュータリテラシーの問題がクローズアップされている。コンピュータリテラシーは、情報化社会で必要とされる新しい学力とさえいわれているが、その実態はまだはっきりしない。しかし、コンピュータの社会での役割などを知ること、コンピュータを生活の中で利用できるようになること、そしてコンピュータ言語を理解しプログラムがわかること、などがその内容とされる。小学校段階ではコンピュータリテラシーを育成するには、Logo が適しているといわれる。それは、他のコンピュータ言語に比べて、Logo は、タートルグラフィック、手続き定義型のプログラミング、リスト処理、などの特徴を持ち、その操作性と問題解決型の手続きに優れているからである。こうしたことから、Logo 指導に関する実践例を多く見かけるようになってきた。実践例の内容としては、児童の描いた図や指導したカリキュラムの報告が多く、児童の学習過程に関する報告は少ないように思える。われわれは、子どもにとって新奇と思える Logo を、子どもはどのようにして学習していくのか、その導入部分を事例的に調べ、今後のコンピュータリテラシーの指導への基礎資料を得ることにした。

2. 研究の目的

初めて Logo を学ぶ児童は、どのような過程を経て Logo を学んでいくのかを事例研究を通して明らかにする。この際に、次の観点からデータをまとめる。

- (1) 児童は、初めにどんな図形を描くか。
- (2) 児童は、最低限どんなコマンドを使えば、自力で図形を描いていけるか。
- (3) 児童は、教師にどんな種類のコマンドを、どのような順序で指導して欲しいと要求するのか。
- (4) 児童は、学習の過程でどんな所でつまづくのか。
- (5) 児童は、どのような過程でプロシーチャーの概念を学習していくのか。

3. 研究の方法

・被験者 小学校児童

第1グループ	4名 (A班 5学年 2名) (B班 6学年 2名)
第2グループ	2名 (C班 5学年 2名)

* 新潟大学教育学部
*** 新潟市総合教育センター

** 田上町立羽生田小学校
**** 新潟市立牡丹山小学校

・指導時間等

第1グループ 原則として、毎週土曜日1時間
(昭和61年12月～昭和62年3月)

第2グループ 原則として、隔週2時間
(昭和61年8月～昭和62年3月)

・使用 Logo

第1グループ ACCESS LOGO
LOGO88

第2グループ GOURD LOGO

・指導の場所 A・C班 教務室 B班 教室

- ・記録方法
- ・ビデオカメラを用いて、入力コマンドや児童が描いた図形及び児童の会話等を記録する。(第1グループ)
 - ・観察カードを用いて、時刻・入力コマンド・児童の反応・教師の指導及び助言を記録する。

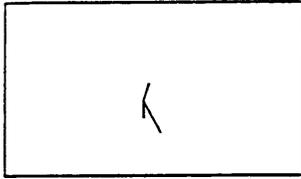
4. 結果と考察

(1) 導入時におけるコンピュータ操作の学習について

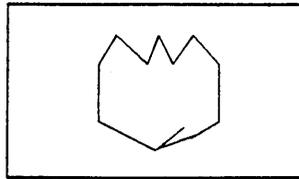
今回の事例で取り上げた3班は、いずれも初めてコンピュータに触れる児童であった。しかし、3班の児童とも、ほとんど抵抗なくキーボードに触れていた。キーボードの操作についても、Logoで使うコマンド数が少ないことからすぐ覚え、最初の1時間の学習活動の中で、キーが見つからずまどつくことはなくなっていった。コマンドの覚え方ではC班が興味深い反応を示した。C班は、コマンドをキーボードに記されているかな記号で覚えていった。例えば、「RT」は「スカ」「REPEAT」は「スイセイチカ」というようにである。それに対して、A・B班の児童はコマンド通りのアルファベットで覚えていった。いずれの場合にもコマンドの意味(RTはright turnなど)は考えず、このような記号を入力すればタートルがそれにとまって動くというように、記号として覚えていたようであった。このことから、現在Logoのコマンドの日本語化が進んでいるが、コマンドを意味を持つ命令として指導するか、単に命令の記号として指導するか考慮していく必要があるようである。

(2) 児童が初めて描く図形

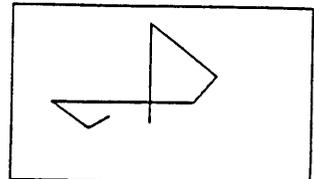
最初に、C班では、最初の2時間に(FD、BK、RT、LT、CS、ST、CIRCLE、HOME、REPEAT)の9コマンドを指導した。しかし、児童の初期の活動で必要としないコマンドは、すぐ忘れてしまい、指導した効果がなかった。そこで、A・B班の指導にあたっては、C班の児童が初期の段階で使用したST、FD、BK、RT、LT、CSの6コマンドを教え、児童に図形を描かせた。(図1、図2、図3参照)



(図 1)



(図 2)



(図 3)

C S、S T以外のコマンドを教える際に、A班はコマンドの機能のみを紙に書いて指導し、B・C班では、コマンドの機能と共にそれに伴うタートルの動きをデモンストレーションして教えてから、作図活動に入らせた。

(A班での指導例)

T 「FD」は、タートルを前に進める命令です。「FD_ (数字)」というようにコンピュータに入れると、その数字の分だけ三角形(タートル)が前へ動きます。

(ノートに「FD_ (数字) とかく。)

T [RT]は、この三角形(タートル)を右に回す命令です。

T 「RT_ (数字)」というようにコンピュータに入れてください。

(ノートに「RT_ (数字) 」とかく。)

(C班での指導例)

T 「FD」は、タートルを前に進める命令です。この命令の後に数字を入れると、その数の大きさだけ前に進みます。

例えば、「FD 100」とやってみるよ。

(教師がコンピュータに入力し、タートルを動かしてみる。)

T ほら、前に動いたでしょ。

T 今度は、タートルを右に曲げてみるよ。「RT」の後に曲げる角度を入れると、その角度だけ曲がるよ。じゃあ90度曲げてみるよ。

(教師がコンピュータに入力し、タートルを動かしてみる。)

T ほら、タートルが右に向いたでしょ。

T もう1回前に進んで、右を向いてみるよ。

(教師がコンピュータに入力し、タートルを動かしてみる。)

T ちゃんと動いたでしょ。これを繰り返すと、四角がかけるね。

(正方形をかいてみせる。)

A班の児童は、コマンドやその際の入力する数値によるタートルの動きが十分イメージ化できず、初期の段階では、先ずコマンドとそれに伴うタートルの動きを見つめる試行錯誤の活動をしなければならなかった(図1、図2参照)。図1の活動では、FDやRTの後の数値を1桁で入力していたため、タートルが殆ど動かなかった。

それに対し、B・C班の児童は、ある程度コマンドとそれに伴うタートルの動きがイメージでつかめていたため、その機能を試す活動から入っていった。こうしてできたのが、図3(B班)である。

これらのことから、最初の導入時に、どんなコマンドをどのように教えるかが、最初に描く図形を左右すると考えられる。B・C班では、教師の示範でCRT上に描かれた図形が、児童の描こうとした図形のイメージ作りに大きく作用したのであろう。一方、A班においては、示範がなかったために児童は自由なイメージで作ったと考えられる。

(3) 児童が要求するコマンド

ST、FD、BK、RT、LT、CSの6つの基本コマンドを教えた後、児童に作画をさせた。児童達が図形を描いていく過程で、教師に指導を求めた最初のコマンドは、A・B班共に、描いた線を消すPEであった。

次に児童が求めたコマンドは、A班では、円を描くためのREPEAT、そして、CRTの画面上に線を描くモードを切り替えるPU、PDであった。B班では、PU、PDが先に要求され、続いてREPEATであった。

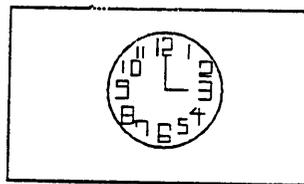
6つの基本コマンドを教える際に、一緒にPU、PDを教えることも可能であろう。PU、PDは、初期のひと筆書きの図形から、より複雑な図形へ移行するためには不可欠のコマンドである。このコマンドを使うことによって、児童は、自力で線分で構成される図形(図4など)を、次々に描いていくことができる。

また、児童が線分だけの図形に物足りなくなり円を描きたいと感じた時、REPEATを要求してくるだろうと予想できる。

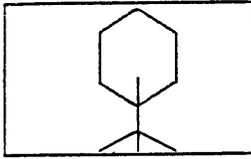
(4) 自力で作画する際に必要なコマンド

児童が、Logoを使って、イメージ通りの図形を最初に描いたものが図5(A班)、図6(B班)である。これらの図形を描くのに必要であったコマンドは、ST、FD、BK、RT、LTの5つのコマンドであった。

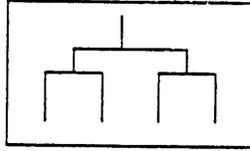
次に、描いたイメージ通りの図形は、図7(A班)、図8(B班)であった。



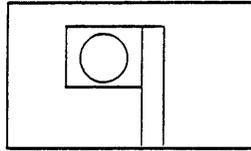
(図 4)



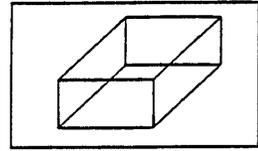
(図 5)



(図 6)



(図 7)



(図 8)

A班では、児童の「丸をかきたい」という要求に対し、次のような活動を行い、その中で、REPEATを指導した。

C1 先生。丸かけますか。

T これは線しかかけないけど、工夫すればかけるよ。

C2 少しずつかけば。

C1 それじゃあ面倒だ。

T C2君のやり方でできるんじゃない。やってみれば。

C1 でも面倒だ。

T じゃあ、いい命令があるよ。「REPEAT_繰り返す回数_[繰り返させる命令]」とやるんだよ。

(ノートに書きながら指導)

C 「REPEAT 100 [FD 2 LT 2]」と入力

C1 お！かき始めたぞ。(タートルの動きを注意深く見ながら)

C1 ちょうど100で半分だから、もう100だ。

日の丸の枠線を描く段階では、「飛だす命令はないんですか。」という要求に対し、PU、PDを指導した。以後、これらのコマンドにPEを加えた9コマンドを用いて、児童は自分達がイメージした図形を描くことができた。

B・C班では、活動の中で教師に要求してきたコマンドの順序はA班と同じではなかった。しかし、最終的には同様なコマンドを必要とした。したがって、以上の9コマンド(ST、FD、BK、RT、LT、PU、PD、PE、REPEAT)を使えるようになれば、児童は自力でイメージ通りの図形を描くことができるようである。

REPEATは、曲線を描く際に不可欠のコマンドではあるが、線分で構成される図形であれば、REPEATを除いた8コマンドで十分と考えられる。B班では、これらの8コマンドで、図7の図形を完成させている。

(5) Logo 学習中の児童のつまずき

児童が学習中につまずいた場合、既存の知識の再構成で立ち直ることができる場合、教師の働きかけとして「助言」が必要になる。しかし、既存の知識の再構成だけでは立ち直ることができない

場合、教師の働きかけとしては「指導（新知識を教えること）」が必要になる。以上のように「助言」と「指導」を区別して、Logo学習中の児童のつまずきについて考察してみる。

A・B班とも児童の大きなつまずきは、描き間違った線を消したいが、今までに学習したコマンドを使うだけでは、消せないという状況であった。そこで児童は、教師に対してその様な内容のコマンドはないかと要求してきた。そこで教師は、PEを指導した。さらに、ひと筆がきでの図形から、より複雑な図形に移る際、軌跡を残さずタートルを動かす必要が出てきた。そこでも、「線をかかないで動かさせませんか」というように児童が新しいコマンドを要求してきた。そこで、PU、PDを指導した。

この状況では、既に習ったコマンドを使うことでは、代行されない。助言だけではなく、指導の必要な状況であったといえるだろう。

児童が、円を描きたいが描き方が分からないという状況でも、児童は大きなつまずきを見せた。A班を指導した教師は、既に学習したコマンドを使えばできることを助言し、少しずつ線分を描いていけばできそうだという考え方を引き出した。一方、B班では、同じ状況のときに、REPEAT 360 [FD 1 RT 1]とREPEAT 36 [FD 10 RT 10]を指導してしまった。そのため、A班の児童は、以後イメージ通りの円を描いていったが、B班の児童は、イメージ通りの円を描くまでには、さらに数段階の学習を必要とした。

以上のことから、Logoの学習指導でも、他の学習を指導するときと同じように、つまずきAに対してはA'の助言が適切であり、つまずきBに対してはB'の指導が適切であるといった事を、指導者としての教師は把握しておく必要があるだろう。

(6) プロシーチャーの概念の把握

児童が描こうとする図形が複雑になるにつれ、プロシーチャーの概念の導入が必要になってくる。児童にとってプロシーチャーの概念とは、教師からの指導なくしては気付かぬものであった。活動の中での児童は、不便を感じながらもその存在を予想できないため、教師に要求できない。そこで、各班とも教師がその時期を見極め指導していった。

A・C班では、「コンピュータに覚えさせる命令を教えよう」という教師の働きかけにより、プロシーチャーの定義方法について指導し、次のように学習活動を進めていった。

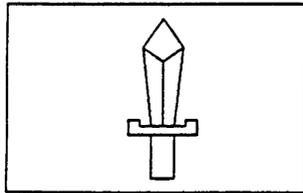
(A班)

- 多角形を一つずつ定義する活動（三角形、五角形、六角形、四角形、八角形、百角形、一三角形）
- 円（日の丸）、長方形（旗）、長方形（柄）をそれぞれ定義し、それを組み合わせて日本の国旗を作る活動
- 刃、鐔、柄の部分をそれぞれ定義し、それを組み合わせて剣を作る活動

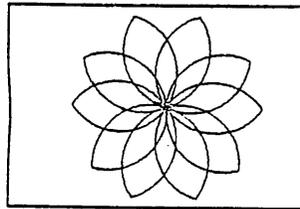
(図9参照)

(C班)

- 正方形を定義し、それを90(30)度ずつ回転させて模様をかく活動
- 正三角形を定義し、それを90度ずつ回転させて模様をかく活動
- 正三角形を90度ずつ回転させた模様を定義し、それに茎や葉を加えて花を作る活動
- 花の色を変える活動
- 色を変えた花をたくさんかいて、お花畑を作る活動
- 丸い花びらを定義し、その大きさを変えられるようにする(変数を用いて)活動
- 花びらに茎や葉を加えて花を作る活動 (図10参照)



(図 9)



(図 10)

プロシージャの概念では、いくつかのプロシージャを部品として組み合わせ、新たなプロシージャを組み立てる過程が大切である。しかしこの活動も、始めは指導しなければならない概念であるようである。今までダイレクト入力で図形を描いていた児童にとっては、一つの図形を続けて描く活動があたりまえの事であり、定義した部品はその位置に固定したものである。そのため、定義したプロシージャを自由に移動し組み合わせようとは、考えられないようである。

プロシージャの概念は、今までの活動に比べ、新たな発想の転換が必要なものであり、教師の指導によって児童に把握させるものであるといえるようである。

(7) 児童の課題意識の持ち方とプロシージャの概念の捉え方との関係

活動中のC班のプロシージャの捉え方と、A班の活動中の捉え方を比較すると、大きな違いが見られる。

A班の児童にとってのプロシージャの受けとめ方は、

- 今まで苦労して作った図形をコンピュータに教えて、簡単な名前をかかせる便利な命令
- 複雑な図形をかく際、できたところまで保存しておく命令

であるのに対し、C班では、

- 今まで苦労して作った図形をコンピュータに教えて、簡単な名前をかかせる便利な命令
- かきたい図形をいくつかの部分に分け、その部分部分を保存し組み合わせる命令

- より目的にあった命令を定義する際の資料と受け止めている。

この違いは、何時間かの活動の中の流れにおける児童の課題意識の持ち方の違いに原因があるようである。

A班では、各時間ごとの活動課題に継続性が見られない。前時に定義したプロシーチャーを、次時に活用したり応用することは考えず、また新しい課題で新しいプロシーチャーを定義している。

C班は、「花をかきたい」という継続した課題意識の中で、活動を行っている。そこで、前時に定義したプロシーチャーを次時で見直し、それを組み合わせたり、さらに修正を加えている。

(C班の活動例 丸い花びらの花をかく活動の中で)

- 孤をかくプロシーチャー「ハル」を定義
- 「ハル」を用いて一枚の花びらをかくプロシーチャー「ミーィ」を定義
- 「ミーィ」を用いて花をかくプロシーチャー「シゲコ」を定義
- 「ハル」を修正し、もう少し小さな孤をかくプロシーチャー「スキ」を定義
- 「ハル」を修正し、変数を取り入れ大きさの変えられるプロシーチャー「ホー」を定義
- 「ホー」を用いて、大きさの変えられる花びらをかくプロシーチャー「ルカ」を定義
- 「ルカ」を用いて、自分の目的にあった大きさの花をかくプロシーチャー「ルミ」を定義 (図10参照)

児童に課題意識を継続して持たせるか否かによって、プロシーチャーに対する児童の捉え方が異なってくるようである。プロシーチャーを用いた活動において、どのように課題意識を持たせるか、教師が配慮・指導して行く必要があるだろう。

(8) 2人での児童の学習過程

各班とも、学習は2人で行った。A・B班では、2人で助け合いながら学習している様子が見られた。

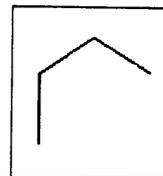
(三角形がうまく描けない場面において A班)

*REPEAT 3 [FD 100 RT 60]

C1 あれ、どうしてこうなるの。

足りないのだ。角度が。

C2 3.0にしてみよう。

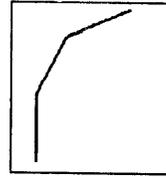


*REPEAT 3 [FD 100 RT 30]

C2 あれ。

C1 だっけいったろ。角度が足りないって

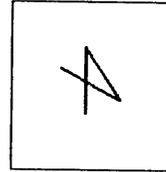
C2 わかった。



*REPEAT 3 [FD 100 RT 150]

C1 ほらね。

C2 どうしたら書ける。



*REPEAT 3 [FD 100 RT 120]

C2 できた。

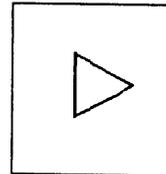
C1 どうしてできたの。100か。

(教師) C2君。どうしてできたか分かる。

C2 エッ。

C1 残りの角度だ。180ひく何になるんだ。
だっていいかね。

(C2に、ノートに書いて教える)



しかしC班では、児童のかきたい図形が異なってしまう、2人が時間を区切り、独自の活動をすることもあった。

2人で活動する際、特につまづいた場合など、お互いに解決策を話し合い、自力で解決する利点がある反面、児童の組み合わせ方によっては、目的意識の違いからバラバラに活動する危険性があるようである。教師は、どのような組み合わせでグルーピングするか、事前に良く考慮する必要があると思われる。

(9) Logoの学習方法(メモの必要性)

A班での指導では、指導に際し、教師側で事前にノートと鉛筆を用意した。児童は、新たに覚えたコマンドや定義したプロシーチャーの名のメモや、イメージした図形の下書きなどにノートを活用した。それに対して、B・C班では、筆記用具は用意しなかった。児童はコマンドを忘れてたり、定義したプロシーチャー名を忘れてしまい、活動に支障をきたすこともあった。そのためC班では、活動の中で自分から筆記用具を用意し、メモをするようになっていった。

このことから、コンピューターに向かっているだけでなく、メモをとるなどの活動も必要であると思われる。

5. ま と め

今回の児童の中で見られた児童の学習態度を次にまとめてみる。

(1) 同調的な学習について

S. パパートの「マインド・ストーム」では、「子供はタートルを操っている時、自分とタートルを同一視して捕らえている」とある。そして、「問題に行きづまったら、自らタートルを演じることによって、その問題を解決しようとする」と、タートル幾何について述べている。

今回の指導例においても、児童たちは、自分達が定義したプロシーチャーの間違いを調べる際に、自分がタートルになり、自分のかいたプロシーチャー通りに、自分達の手や顔を動かしてみたり、紙に図を描いてみたりして、その間違いを調べていた。このように、タートルを用いてプログラミングし、そしてそれを見直す活動の中で、児童はタートルと自分とを一体のものとして考えている。そして、自らまたは何か身近なものに置き換えてタートルを演ずる中で、その問題をいくつかのモジュールに分け、既に分かっている問題と関連させながら考えていく、「問題解決の方法」を学ぶことが出来ると考えられる。

(2) デ バ グ

始めの時期では、思うように絵がかけないと、そのプログラムを見直すことをせず、また始めからやり直している。しかし、回数を重ねるにつれ、バグのあるプログラムを何回も実行し、タートルの動きがおかしくなるところを見つけ、自分のプログラムのバグを捜すような活動をするようになってくる。このことにより、デバグをし、バグを見つける活動の中で、「どこが間違い、それが修正可能なのか」の観点で、自分の間違いやその過程を見直す意識が育てられると思われる。

(3) 既習事項の選択と応用

新しい課題を解決する際、今までの学習で作ってきたプログラムの中で使えるものを考え、それを修正して使っている。A班でも、初期の段階では新しい課題を解決する際には、今までの活動を振り返らずに考えていた。しかし、学習が進むに連れて、新しい課題が出ると今までのメモを見直し、使えるものはないかと考えるようになっていった。タートルを用いて、プロシーチャーを活用してプログラミングする活動の中で、今の問題を解決するには、既習事項の中の何が使えて、それをどう使えば効果的なのかを考える力が身につくのではと思われる。

このような力は、例えば算数科における「オープンアプローチ」などにおいても重要視している力であり、Logoを用いることによって児童につけていく力の、大きな要素として考えられるのではないと思われる。

(4) 共同学習について

今回は、2人のペアによる学習の形態をとった。問題があると話し合いで解決しようとの様子がみられ、共同学習のよさがみうけられた。二人の間での理解度の差があらわれるなど、個人差は避けようがない。また、直感型の児童と熟慮型の児童はその特徴が現れる面もあり、学習の促進にはこうした学習のタイプを考慮する必要があるだろう。

参考文献

- 1 平山智史「注目される Logo —その思考とプログラム例—」『ASCII』12月号、ASCII 出版、1984.
- 2 神成昌司「Logo はAI のツールとなりえるか？」『Oh ! PC』11月号、日本ソフトバンク、1984.
- 3 三宅なほみ編『教師値にマイコンをもちこむ前に』新曜社、1985
- 4 S. Papert, 奥村貴世子訳『マインド ストーム』、未来社、1982
- 5 Peter Ross, 倉谷直臣訳『やさしい Logo 入門』、啓学出版、1985