

〈巻頭言〉

情報を導き出し、整理、統合しての仮説的推論  
(アブダクション)による問題解決力を育てる教育方法  
－算数・数学の学習が社会に開かれたものになるために－

関西福祉大学 加藤 明

要約 「社会に開かれた教育課程の実現」が今回の教育課程改定の主要な契機の一つである。そのために「各学校における『カリキュラム・マネジメント』の実現」が奨励され、論理的・批判的な見方・考え方を基盤に、教科の見方・考え方さらにメタ認知的な見方・考え方の育成が教育課程の核として位置づけられる所以もここにある。このような問題意識のもとに、この稿は次のような章立てから成り立っている。第1章は与えられた条件、情報だけに限定せず、論理的・批判的な思考によつて新たな条件、情報を導き出しての問題解決の大切さについて述べ、第2章は論理的・批判的な見方・考え方だけでなく、それに教科の内容という彩りのもとに成り立つ教科の見方・考え方を相補的に活用し、分かっている情報を確認し、それを生きた知識・技能として活用するための論理的・批判的思考としての演繹的思考による問題解決のあり方を述べ、第3章は事象から条件、情報を導き出し、収集、整理しての仮説的推論（アブダクション）の指導展開について述べている。いずれの章にも共通していることは、情報をどのように収集、整理し、生きた知識・技能としてどのように仮説的推論に活用していくかであり、特に事象から隠れている情報を導き出しての情報の収集、整理からの仮説的推論（アブダクション）の指導のあり方を考察する第3章は本稿の中心であり、このような能力を系統的に育てる単元さらにカリキュラムの開発が今後のクリエイティブな課題である。

1. 文章題「分かっていること」から「分かること」へ

－論理的思考によって、与えられた情報から、新しい情報を導き出す力を－

2 年算数科の教科書に次のような問題がある。

ねこが 15ひき います。  
ねこは、いぬより 4ひき 多いそうです。  
いぬは 何ひき いますか。

このような文章題を指導する際の定石は、次のようである。

- ① 分かっていることは、何か。
- ② 求めることは、何か。
- ③ ①②をふまえて問題を構造化し、演算決定をする。
- ④ 演算によって、答えを求める。
- ⑤ 求めた答えを、問題文にあてはめて確かめる。

この教科書では、この問題はテープ図を導入するためのものと位置づけられており、テープ図によつ

て③の段階の問題の構造化に進むことになる。

しかしながら、このような展開は論理的・批判的思考を育成する上では改善の余地がある。「① 分かっていることは、何か。」では、「ねこが15ひき」「ねこはいぬより4ひき多い」が導き出されるが、これは「既に分かっていること、分かりきっていること」であり「論理的に新しく導き出して分かること」ではない。

「ねこはいぬより4ひき多い」とは、「いぬは、ねこより4ひき少ない」ことであり、これは論理である。ここからは、 $15 - 4$  という立式が導かれ、求答できる。「⑤の求めた答え、いぬは11ひきをあてはめると、ねこ15ひきは、いぬ11ひきより4ひき多い」となり、確かめることができる。PISA型学力で求められている読解力とは、与えられた情報を読み取る力であり、ここでの論理的に思考して「いぬは、ねこより4ひき少ない」という新しい情報を導き出す力である。テープ図や線分図等は、論理的に導き出せる情報を収集した後の情報の整理、統合のストラテジーとしてのツールとして位置づけなくてはならない。言い換えると、ここから先は線分図が問題構造を明らかにしてくれる、そのような状況下での導入によって、線分図による構造化の有用性を、使い熟す技能とともに育成すべきものである。さらに、そのような線分図を構造化のためのツールとして使い熟すことそのものをねらいとする単元を開発することも考えなくてはならない。これについては、別の機会に明らかにしたいと考える。

## 2. 「L字型の長方形を2等分する」問題解決についてのアブダクションからの分析

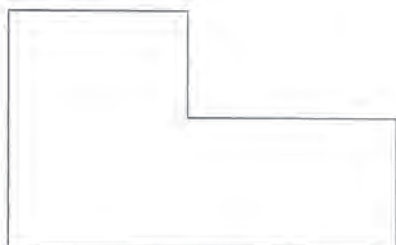
ー導き出した新しい情報を、仮説的に論理的に繋いで解決する力をー

長方形をL字型に積んでの面積の求積は、4年算数の長方形の面積における定番の問題である。縦に2つの長方形に分割して求めるか、横に分割して同様のやり方で求めるか、L字型を含む大きな長方形から小さな長方形を切り取るか、これらの3つのアプローチによって求積をする。これをベースにした次の問題（<図1>）は、以前に取り上げたものである。（『教育実践方法学研究』2020 第5巻 第1号）

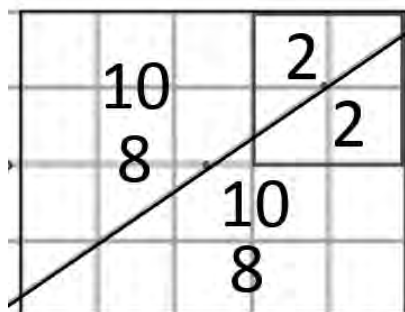
アブダクション（abduction 仮説的推論）とは、「もし何々だったら」と条件を前提にして結論から仮説を導き出し、論理を展開して解決を模索する思考法である。帰納的思考法や演繹的思考法と異なり、非線型の閃きによる思考法であるため想像力が求められる。

このようなアブダクションのためには、前述の「ねこといぬ」の文章題のように論理的に導き出さ

下の図形の面積を2等分する直線を図の中に1本かき入れましょう。



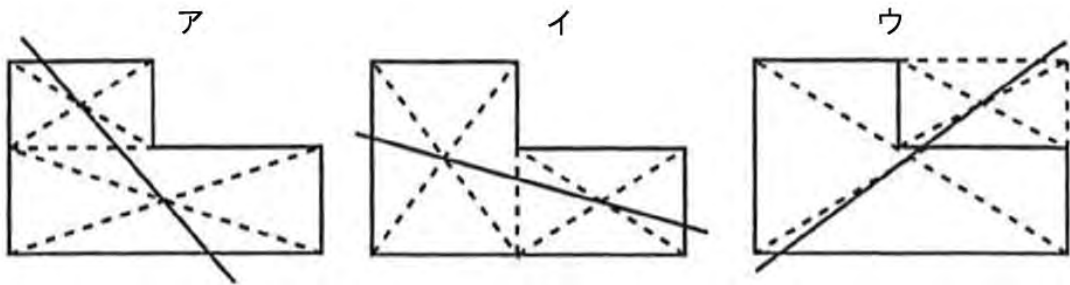
<図1>



<図2>

れる新しい条件、情報を収集、整理しておくことが、条件と結論の鎖を論理的につなぐif思考の閃き、想像力を活性化し、解決に導く効果的な手だてになると考えられる。

L字型の図形の2等分の問題は、「長方形は対角線の交点を通る直線によって2等分できる」という情報、知識・技能を導き出し、これをどのように活用すればL字型の図形の面積を1本の直線で2等分できるかという問題についてのアブダクションが求められており、前提となる情報、知識・技能を活用して「2つの長方形の対角線の交点を結べばよい」という閃きによる仮説的推論ができれば問題は解決できる。



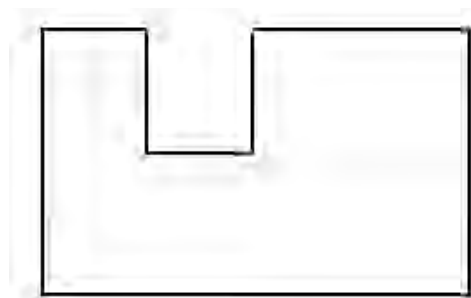
<図3>

ただ、L字型を含む大きな長方形の半分から小さな長方形の半分を切り取ればよいという「ウ」のアプローチは理解が困難なものである。「大きな半分から、取るべき半分を取れば、求めるL字型の半分が残る」この論理展開の納得が子ども達には、なかなか手強い。そこで「基準となるものさしのいくつか分によって量を測定する」という測定の原理に還って、論理的納得を図るための教材が<図2>である。図に示された10, 8, 2の意味から子ども達に考えさせるとよい。ここでの10は全体の長方形の半分であり、2は取るべき長方形の半分、8は求めるL字型の半分である。この教材と展開の効果は的面であり、論理的納得を得るには効果的であった。

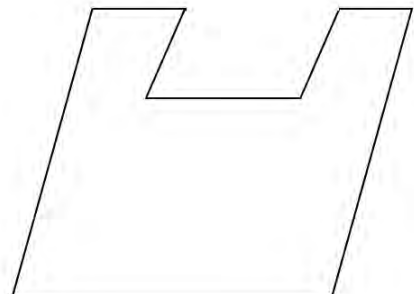
当然のことながら、このような論理的・批判的な見方・考え方としてのアブダクションの力を使い熟するための活用題が準備されなければならない。次の問題は、その例である。

『次の凹型の図形を2本の直線で2等分しよう。1本の直線でも2等分しよう。』

『平行四辺形から平行四辺形を切り取った凹型の図形を、1本の直線で2等分しよう。』



<図4>



<図5>

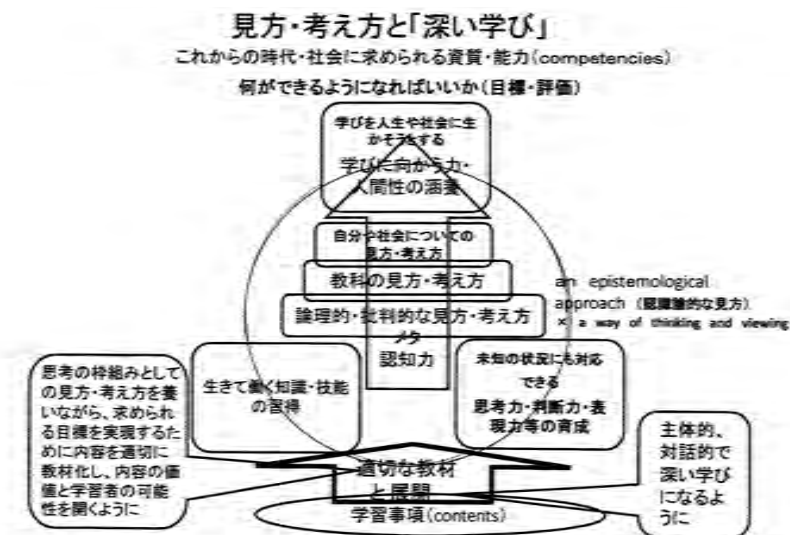
ここで用いた測定の原理は、重さ、かさ、長さ、面積、体積等の「測定（量と測定）」領域を貫く数学的な考え方であるが、認識論的、汎用的な論理的・批判的見方・考え方の基盤のもとに、教科の内容に即して導き出される見方・考え方と位置づけられる。

「見方・考え方」は、今回の教育課程の改定においては、新しい時代に必要となる資質・能力として目標（何ができるか）に掲げられた「生きる力」の3つの要素である「生きて働く知識・技能の習得」「未知の状況にも対応できる思考力・判断力・表現力等の育成」「学びを人生や社会に生かそうとする学びに向かう力・人間性の育成」の核に位置づけられるものであり、内容（何を学ぶか）から、目標としてめざす資質・能力へと引き上げていくのが「見方・考え方」であり、そのための「どのように学ぶか」の授業デザインを担うのがアクティブ・ラーニングである。

「見方・考え方」を核に、今回の教育課程の改定が示す授業づくり、カリキュラム・マネジメント及び開発について、整理すると次のようになる。（＜図6 これからの授業づくり、カリキュラム・マネジメント＞）

図について補足すると、「見方・考え方」の構成要素としては、「論理的・批判的な見方・考え方」を基盤にして、そのうえに教科内容に即した「教科の見方・考え方」が構成され、それらの成果及び振り返りに基づいて成立するのが未来志向的な「自分自身や社会についての見方・考え方」である。そしてそれらを貫くものとして「メタ認知」能力が位置づけられる。「メタ認知」は、「論理的・批判的な見方・考え方」では「批判的な見方・考え方」として機能し、「教科の見方・考え方」では三角形の面積の公式後の台形の面積の公式との統合といったAI的な普段の認知構造の更新といったディープ・ラーニングがこれにあたり、「自分自身や社会についての見方・考え方」ではリアルな自我（エゴ）と理性的な本来の自分自身（セルフ）との同行二人の対話が該当する。

いずれにしても、このような見方・考え方は、目標に掲げ、実現を目指して積極的で効果的な指導があって初めて成果が期待されるものである。



＜図6 これからの授業づくり、カリキュラム・マネジメント＞

### 3. 「50 はどの指になるか」事象から情報を導き出し、整理してのアブダクションを育成する指導のあり方

ーアクティブ・ラーニングの授業デザインにおける啐啄同機、開示悟入ー

『親指から小指までを 1, 2, 3, 4, 5 と数えていき、薬指にかえて 6, 中指が 7, 人差し指は 8, 親指が 9, また人差し指にかえて 10・・・と数えていくとき、50 はどの指になるのでしょうか。』

この問題を提示したところ、アプローチの仕方によって 2 つのグループに分かれる。1 つは、親指から順に数えていき、すぐに人差し指という答えを導き出すグループであり、もう一つは、手のひらをじっと眺めて考え、なかなか答えが出ないグループである。



<図7>

手のひらを眺めて考え込む子どもに「とっくに答えを見つけた子がいるよ」と言ったところ、「先生、あの子達は数えて答えを見つけたんだらう。僕らは、考えて答えを見つけようとしているのだ」という返事。実はどちらのアプローチも大切であり、特に実際に数えて答えを出し、それを振り返っての情報の収集、整理からアブダクションの閃きが生まれ、論理的・批判的思考を駆使することによって問題が解決するのである。

実際に数えてのアプローチを振り返る必要感を喚起するには「50 はどの指になるか」に続けて「58, 42 はどの指になるか」の問いも効果的である。これは、8 ずつの増減という現象が同じ指で起こっていることに気づかせるために効果的な問いである。

「50 はどの指になるか」の後に、「52, 48 はどの指になるか」の問いは、親指に向かって数えるのか、小指に向かって数えるのかの違いがあることに気づかせる問いである。

もっと直接的に、数え方の軸になる 8 の倍数が人差し指にあることに気づかせるためには 50 の後に、48, 56 等の 8 の倍数になる指を見つけさせ、人差し指が 8 の倍数になることに気づき始めたら「啐啄同機」で「他にもきまりがないか、数を書き出して整理してみよう」と呼びかけるのが効果的な展開である。

この数を導き出してのまとめ方、つまり事象からの情報を導き出しての収集及び整理の仕方については、子ども達のそれぞれのアプローチに任せ、後に成果を発表し合つての情報交換によってよりよい収集・整理の仕方を導き出すこと。このような知的コラボレーションの場を設定することは、この後に続く活用題の設定とその解決の学習活動ともども、見方・考え方を核にしてコンテンツからコンピテンシーに引き上げるための授業設計としてのアクティブ・ラーニングの腕の見せ所である。ここではさらに、導き出して創り上げた収集と整理の仕方を使い熟すために、発展的な活用題が求められる。

例えば『同じような数え方のルールにしたがって両手の場合には、どのようなきまりが見つかるでしょうか。』『見つけたきまりから、問題をつくりましょう。』活用題等が効果的である。

この片手を使つての『親指から小指までを 1, 2, 3, 4,



<図8>

5 と数えていき、薬指にかえて 6、中指が 7、人差し指は 8、親指が 9、また人差し指にかえて 10・・・と数えていくとき、50 はどの指になるでしょうか。』の問題について、実際に数えることから数値を導き出し、整理すると例えば次のようになる。

<表1 親指から小指を経て親指までの数の洗い出し>

親指	人差し指 →	中指 →	薬指 →	小指	薬指 ←	中指 ←	人差し指 ←
1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32
33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54	55	56
57	58	59	60	61	62	63	64
65	66	67	68	69	70	71	72

現象から数値（情報）を導き出し、表に整理したデータをどのように読み取るか。

気がついたこと、見つけたことを発表し合う場合は、拡散的思考による知的コラボレーションの場である。

例えば ・人差し指は 8 の倍数になっているが、それは小指から親指に向かう方向においてに限ること。したがって 50 なら、人差し指の 48 から親指の 49 になり、人差し指にかえて 50 になること。

- ・このような往復の動きからの混同を避けるには、両端の親指または小指をもとにすればよいこと
- ・それぞれの指は、8 でわって 1 余る、2 余る、3 余る・・・といった剰余系になっていること

<表 1 >は、8 の剰余系から成り立つものであり、7 の剰余系から成り立つカレンダーのきまり及び計算の工夫等はここでも成り立つことになる。

このような教材は、教材そのものが内にもつ価値、つまりこれまで見えなかった教材の世界を開くとともに、事象から情報を取り出し、整理することによって見えなかった世界が見えるようになる、つまり開き方を身に付けさせ、学習者自身の可能性を開くものであり、「開示悟入」の方法原理に立つ授業づくりのためにも適切な教材である。

### <引用及び参考文献>

① 「啐啄同機と開示悟入からの授業づくりの構築－『開く』授業による授業改革

加藤 明 教育実践方法学研究 Online Journal 2020 第 1 巻 第 1 号 2020.7

② 「新学習指導要領をひもとく－PDCA サイクルによる教材開発と展開、評価の活用－」

加藤 明 文溪堂 2019. 7