数学教育と課題解決学習に関する基礎研究

Study of Mathematical Education and General conceptions of Mathematical Problems

奥山　和夫*
Kazuo Okuyama
新井　邦二郎**
Kunijiro Arai

1　序

「問題解決」ということの意味を，ひとくちに説明することは困難である．しかし，大体において「ものの見方」「考え方」にかかわることであるといってよいであろう．では，今日の学校教育が問題解決力の育成をこれまで以上に強く叫ぶようになったのは何故だろうか．

2　新教育課程にみる問題解決力の育成の問題

今次の教育課程改訂の作業は，昭和62年8月の臨時教育審議会（岡本道雄会長）の最終答申によって開始された．そして今回，文部省が発表した新教育課程は今世紀最後の改定であり，しかも21世紀へ向かっての我が国学校教育の基準として重要な役割を果たすものであることは周知の通りである．新教育課程は改善の指標として次の4つを示した．

① 豊かな心をもち，たくましく生きる人間を育成を図ること
② 自ら学ぶ意欲と社会の変化に主体的に対応できる能力の育成を重視すること
③ 国民として必要とされる基礎的・基本的な内容を重視し，個性を生かす教育の充実を図ること
④ 国際理解を深め，我が国の文化と伝統を尊重する態度の育成を重視すること

この4項目の中で，特に②は，「問題解決力の育成」をうたっているものと受け止めておくことができる．そこで，本稿では上記②を基本に据えて，問題解決力の育成の問題を次の点から考察していくことにする．

a　問題解決力：論理的な思考力，創造力，想像力，直観力，表現力などの能力
b　問題解決力は，実際に子供が自分自身で学習に取り組まなくては学び得ない能力
c　しかも，問題解決力は，結果ではなく，学ぶこと（解法）の楽しさや有能感，成就感を体得させせことを通して達成できる．
d　問題解決力の育成を目指すには，教師は学習（解決）への適切な動機をいかに与えるかについて考えていくこと．

3　問題解決学習に関するこれまでのわが国の動向（状況）

問題解決学習は，決して新しい授業形態ではない．ルソー（Rousseau, J.J.）やデューイ（Dewey, J.）をはじめとする近代教授学の巨星，さらには遠くソクラテス（sokrates）にま

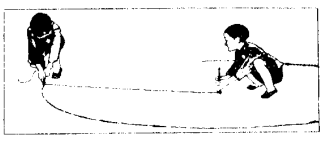
*教職課程　　**筑波大学心理系

でさかのぼることができる「教育の真意」でもあり，しかも，これと連続面をもった授業形態が問題解決学習であると受け止めておくことができる．そこで，筆者らはこうした流れに沿いながらも，最初に，明治以降の我が国における授業形態について考察していくことにした．

(1)　問題解決学習か，系統学習か

明治から大正，昭和初期の授業形態は，概してヘルバルト派の理論を核にした単純な主知主義によるものであった．実際には大正末期から昭和初期にかけて，児童中心主義が登場したものの，児童主義のモメントを含んだ主知主義にしか過ぎなかったと見ておくことができる．例えば下図に示す当時の国定教科書がそのことを物語っているように，昭和初期は子供の生活が大きくクローズアップされた時代であったにもかかわらず，教科書に登場した生活場面とは，唯単に算数の知識や計算技能を如何にして指導するかにおいての媒介物にしか過ぎなかったのである．

尋常小学校算術第 3 学年（文部省，1938）


［スマフ］

山本・木村・田中・小川ノ四人ハ，スマフヲトラウトサウダンシテ，直徑三米六十糎ノ土俵ヲ作リマシタ。ドレダケノ半徑デ圓ヲ畫イタデセウ。

ソレカラ，ダレモ一ペンヅツ顔ガ合フヤウニ組合ハセヲ作リマシタ。

ドンナ組合ハセガ出來タデセウ。

ソコヘ大石ガ來タノデ，仲間ニ入レマシタ。組合ハセノ數ハ，イクツニナツタデセウ。

児童主義がはっきり取り入れられたのは敗戦直後のことである．特に社会科が核となり「生活単元学習」の名で広く普及した問題解決学習がそれであって，どちらかといえば，経験的な生々しい事態に子供を遭遇させることによってその打開を図らせようと考えていたのであった．したがって，算数・数学科はそれらの問題を解決するための周辺教科・用具教科にしか過ぎなかったのである．

しかし，生活の名を借りた当時の問題解決学習にも，アキレスのケンともいうべき欠点があった．それは「はいまわる経験主義」によるためか，国語では漢字が読めない，算数・数学では計算力が落ちたと言っては，子供達の基礎学力が問題になり，昭和20年代後半になると，デューイ（1859-1952）の理論を背景にしながらも直訳でない問題解決学習（つまり生活単元学習）に対して，多くの親や教師から批判されるようになった．そして30年代にはいると，学校は，やはり科学的系統としての知識を教えるべきであるという声が高まり，問題解決学習か，系統学習かの議論が各地で活発に交わされるようになった．そのあげく，「系統学習」が再び息を吹き返したのである．「水道方式」もその一つであった．

2)　問題解決学習と系統学習の妥協案

問題解決学習と系統学習との間の論争は，その後もことごとに対立し，ただ平行線をたどるだけであっだか，昭和30年後半になると漸く問題解決学習派は系統学習派の主張を，また，系統学習派は問題解決学習派の主張に耳を傾け，互いに歩み寄ろうとする兆しさえ見え始めた．二者択一では教育問題が片付けられないことに気づき始めたのである．その結果，デューイの経験学習理論（いわゆる問題解決学習）に沿いながらも，現代科学の基本構造の重視ということで，ブルーナ（1960-1966）によって，問題解決学習と系統学習の長所を生かした「発見学習」が出現したのである．昭和40年代のことである．

発見学習とは，［概要］自明の事実（知識）を，教師が順をおって提示（説明）し，学習（記憶）させるという教師主導の授業形態ではなく，学習させようとする内容（知識等）を教師がまえもって準備して，それを問題の形に組み替え，子供達に投げかけ，結果（知識等）を子供自身に発見させようという授業形態のことである．

しかし，こうした画期的な発見学習も，実際には，発見すべき法則性が顕著に存在していな

い教科や教材には適当でないとか，学習時間が増加して，計画した教材を十分に消化するという点からみて非能率的であるなどの理由から，はなばなしく登場したわりには広く現場で普及するまでに至らなかったのである．

(3) これからの問題解決学習のあり方

いずれにしろ，系統学習や問題解決学習（発見学習も含めて）は，子供の興味・関心をいちおう表に打ち出しながらも，認識の成立に関する理論に強く従ったため，結果的には子供達の動機づけや意欲への配慮が足りなかったと，ここでは理解しておくことができる．

むしろ，教育（授業）過程で大事なことは，そうした認識過程もさることながら，子供達の情意過程を十分に反映させることではないだろうか．

そこで筆者らは，これまでの問題解決学習の遺産を継承しながらも，さらに事態と学習者との間に緊張関係を生み出し，そのことが彼らの知的好奇心となって学習していくという，いわゆる情意過程に重きをおいた授業形態はどうあるべきか，このことを問題解決学習という言葉に代えて「課題解決学習」と呼び，以下論究していくことにした．

4 人間，「考える」ことの動機

「課題解決学習」はどうあればよいか，どんなときに人間は課題解決欲求を抱くのか，このことを論ずるまえに，その手掛かりとして，人間はどんな動機のもとに，あることの解決にむけて「考えはじめるだろうか」について，考察してみることにする．

まず，基本的と思われる「考える動機」を思い浮かべ，しかも課題解決学習にとりわけ関係あると思われるものを選んで，次のように整理しておくことにした．

ア 興味・関心，好奇心（冒険心）に根ざした「知りたい」「解決したい」「やってみたい」といった心理的状態（欲求）

イ 切実感のある未知に対し，追求欲，攻撃欲などによって，解決を迫られる心理状態（不安解消欲求）

ウ 肉体的・精神的な労力をなんとか軽減しようとする心理状態

課題解決学習は，これら3つによる緊張関係を，子供達になりたたせるところから出発し，そのうえで，経験的から理論的への系列において学習行動を動機づけていくことが大事と考えた．

5 授業開始直前の子供の心境（調査）

ここでは，まもなく（3分後）始まろうとしている授業を待つ子供達の心境をさぐり，課題解決学習に役立てる資料を得ようと考え，次の調査を試みた．

(1) 調査の方法と対象

- 時期　平成2年6月～7月
- 対象　埼玉県内公立小学校5，6年生（n＝104）
- 方法　授業開始3分前の時間を使って，次に示す質問について自由に記述させ，結果を内容別にまとめる．
- 質問の内容

テストではありません．いま，あなたが頭の中で思っていることを正直に書いてください．（小片紙を配布，自由に記入させる．）

(2) 調査結果と考察

表1 授業開始直前の子供の心理

次の授業は何を勉強するのだろうか	30%
早く給食がたべたいなあ	18%
早く授業が終わらないかなあ	16%
早く家に帰りたいなあ	10%
遊びたいなあ（体育がやりたいなあ）	9%
その他	17%

全体的傾向としていえることは，一つには，授業を待つ子供達の心境は多様であるということ．二つめには，その内容はどうあれ，まもなく始まろうとする授業について思い浮かべてい

た子供は，僅か30％しかいなかったということである．別な見方をすれば，70％の子供が授業に全く関心を示していなかったということにもなる．そこで先ず授業に参加することの興味・関心を強化する動機づけとして，次のことについて考えておく必要に気づいたのである．

6　授業に参加させる動機づけの一つとして「問題」と「課題」を区別する

まずなにより，子供をもれなく授業という課題解決の場に参加させる工夫が必要である（学習への適切な動機をいかに与えるか）．課題解決の場に参加させることができなければ，すでにその段階で課題解決力（考える力）を伸ばすための機会を失してしまうからである．筆者らは，このような動機づけの工夫を「問題（導入問題）」と「課題（学習課題）」に区別して，授業過程に位置づけることから考えてみることにした．

(1)　導入問題

「導入問題」とは，子供の未熟な経験や知識のまえに，突然立ち現れた“からみつき（例えば，驚き，疑い，当惑，矛盾等）”であって，どうしてもそれを解きほぐさなければならないという心理状態を生み出す抵抗事態のことである．「おかしい！」「どうしてだろう？」「なんとかしなければいけない」といった，感情的には，驚き，疑い，当惑などの緊張感をもたせるキッカケがそれであって，授業の開始時に位置づけようとする動機づけのことである．この点，ブルーナーが発見学習によって強調した内発動機づけと同じであると理解できる．

(2)　学習課題

「学習課題」とは，先の導入問題で生じた“からみつき”を解きほぐすには，何が言えればよいか，何がわかればよいか，解決にむけての「目標志向的動機づけ」のことである．したがって，課題解決学習では，こうした学習課題を子供達の手によって発掘させるところに意義を見出だし，同時に彼らの知的好奇心に訴える手立てとして役立てようと考えたのである．では，どのようにして解決力（忍耐力）を持続させるか，次に考えてみることにしたい．

7　授業過程についての若干の考察

課題解決学習を体験させることによって子供達の「考える力」を伸ばすには，なんといっても，彼らを考える行為（学習行動）のなかに参加させることである．ところが，子供達の学習の様子を観察していると，先の表１でいえるように，授業に意欲的に参加している子供もおれば，そうでない子供もかなりいることに気づく．こうした学習活動における違いを説明する重要な概念が「動機づけ」である．

動機づけには，いくつかの機能が考えられるが，ここでは特に次の３つをよりどころにして，課題解決学習の進め方を考えていこうとするものである．

a　学習行動を起こさせる喚起機能

b　喚起された行動を目標へと方向づけていく目標志向機能

c　目標に到達したとき，その確率傾向を強める強化機能

(1)　子供が問題を解く過程にみられる問題点

解決過程において，“動機づけ”を考えていくためには，ふだん子供達はどのような心境で課題（あるいは問題）を解こうとしているか，また解決することを諦めようとするか，その様子を調べようとして，次の２つの調査を試みた．

(2)　「調査１」の実施

a　対象　埼玉県内公立中学校１年・３年の生徒（n＝ 685名）

b　質問１　問題を解いていて分からなくなったとき，ふだん，あなたはどうするか．

質問２　それでも分からなかったら，あなたはどのような態度をとりますか．

c　結果

表2　問題を解いていて分からなくなったとき

	ア 先生や友達からヒントを聞く	イ 先生や友達から解き方を教わる	ウ 既習の公式や法則を想起し適用する	エ 問題を図や表に表して考える	オ 規則性や関係を見つけるよう努める	カ その他	合計
中1	9.4	14.6	39.9	27.2	7.0	1.9	100%
中3	10.9	19.4	22.4	36.4	7.3	3.6	100%

表3　それでも分からなかったら，どうするか

	ア 先生や友達からヒントを聞く	イ 先生や友達から解き方を教わる	ウ 既習の公式や法則を想起し適用する	エ 問題を図や表に表して考える	オ 規則性や関係を見つけるよう努める	カ その他	合計
中1	22.8	22.8	14.6	27.9	10.0	2.6	100%
中3	22.4	32.8	11.5	12.1	10.9	7.8	100%

結果からもいえるように，最初の質問で最も高い反応を示したのは，中1が，ウ．既習の公式等を想起し適用する（39.9%），次いで，エ．図や表に表して考える(27.2%）であった，中3の場合はこの1位と2位が逆であった．ここで問題視しなければならないことは，ア（先生や友達からヒントを聞く），イ（解き方を教わる）に解答を寄せた者がなんと中1の場合が24.0%（ア＋イ），30.3%（同）もいたということである．質問2ではこうした傾向はより顕著になる．ということは，問題を解決していく過程で行き詰まったとき，安易な他人志向型の方法を選ぶ子供がかなりいるということである．これは，問題を解決することを拒否していることに外ならない．そこで，課題解決力を育成していくためには，まず，「どうしても解きたい」という意欲と，「解かなければならない」「最後まで解こう」という強い意志つまり忍耐力を彼らに形成しておくことが大事だといえる．

そこで考えられる教師活動としては，こうした彼らのマイナス的動機（他人志向型）に打ち勝つだけの動機づけ（勇気づけ）を工夫しておくことである．助言，励まし，ヒントの与え方等の研究がこれに当たる．

(3)　「調査2」の実施

子供がいかに考えているかを大人が思考する様子から推測することができるだろうか．このことについて次のように調査を実施した．

a　被検者：志木市立Ｓ小学校Ｓ教諭

b　調査方法：被検者に，与えられた問題を解いてもらい，その過程で考えたこと，悩んだこと等を言葉（つぶやき）に出してもらい，それを記録する．

c　調査に用いた問題

下図から，斜線の図形どうしの面積の比を求めよ．但し，図の点ＢとＣは辺ＡＤを3等分した点である．

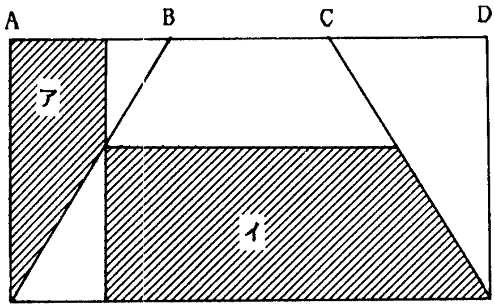


図1

── つぶやきの記録から ──（　）は観察記録

① はやく解いて褒められよう．でも解けなかったらどうしようか…….

② とにかく問題を読んでから考えよう．

③ 難しいそうだぞ，もう一度，読んでみよう．……あっそうか，アとイの台形どうしの面積の割合を出せばいいんだな．

④ 問題で分かっているのは……ＡＢ＝ＢＣ＝ＣＤだけかなあ？（と言いながら，等しい箇所に〃の印をつけ，必要と思われる所にE，F，Gの記号を書き入れている）（図 2）

⑤ 他にないかなあ？

⑥ あっ，そうだ，△ＡＢＥと△ＤＣＧは合同だ．

⑦ うーん，難しい．うーん，うーん．

⑧ アとイは台形…….台形の求積公式は（上底＋下底）×高さ×1/2 だが，上底も下底も高さも長さは与えられていない．困ったなあー．補助線を引いて考えればよいのだろうが，どこに引いてよいやら

わからない．くやしい！

⑨　真ん中に 1 本線を入れて延ばしてみたら何が分かるかなあ．ここにも入れてみようか（図 2）．

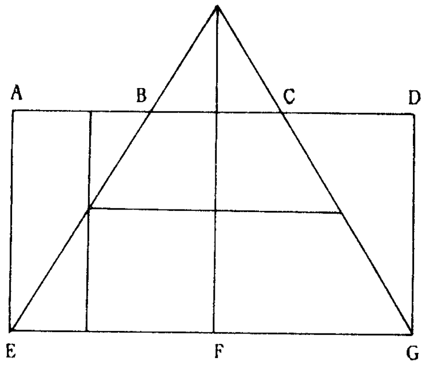


図 2

⑩　でも，ヒントは何も浮かばず．うーん．

⑪　あっ，そうだ！　これと似た問題を前にやったかどうか思い出してみよう．なんとかなるかも知れない．えーと，そうそう確かこんな問題ではなかったかなあ．（と言いながら図 3 を書いていた．）

（中略－図 3 の問題で各部分の図形を相殺していけば残る図形からアとイは 2 対 1 になることを思い出したらしい．）

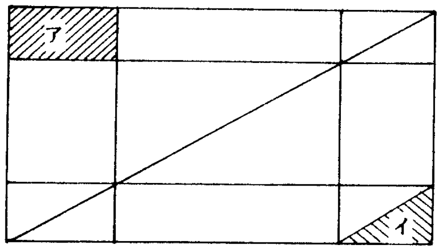


図 3

⑫　もしかすると，最初与えられた問題は 3 対 1 になるんじゃないかなあ？　よし，相殺の方法を使ってもう一度考え直してみよう．

⑬　とは言っても，どうしようか，先ず，図 3 に近くなるように補助線を引こう．AB＝BC＝CDの関係を生かすことにして，点BとCのそれぞれから辺EGに垂線を下ろしてみよう．（図 4）

⑭　どうだい，△ABEと△DCGが出来たぞ．しかも，この 2 つの△は合同になることが分かる．

⑮　なるほど，他の△CGIと△HEBも合同になる．だから，どれも面積は等しくなる．

⑯　よしよし，なんとか見えてきたぞ！　頑張れば俺だって出来るじゃないか．

⑰　今度は，CとHを結んでみようか．すると，△CHIも合同であることが言える．なるほど．（図 4）

⑱　そうなると○印をつけた△（図 4）はどれも合同．だから面積は等しいことが言える．

⑲　ということはほ…，△ABEから○の部分を取り去った台形アと，同じように△CGIから○の△を取り去った台形●は面積は等しい．（図 4）

⑳　あっそうだ．●と◉ は，面積は等しくなるはずだ．ということは……，やっぱりアの台形とイの台形（太線部分）の面積比は 1 対 3 となる．

（後略－このあと証明を終わった．）

㉑　できたぞ！　これでよし．しかし，疲れたなあ

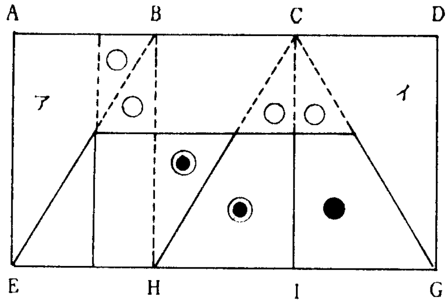


図 4

そこで，S氏の解決過程における“つぶやき”を整理してみると，次のような心の動きが読みとれる．

a. 提示された問題に対して，先ず，危険から回避したい，そして褒められたい，認められたい．しかし，むずかしい，という矛盾した気持ちに追い込まれている．

b. 問題を解決しなければならない．どのような計画を立てて考えればよいか．とりあえず問題を把握しようと努めている．

c. 自分がもつ信念から導かれる予想に反する現象にS氏は立たされていることに気づく．

d. 新たな危機感に見舞われ，再び回避しようと，問題を読み直す．

e. やむを得ず，過去にとりくんだことがあるやさしい類似問題を想起し，解決の見通しを立てようと挑戦している．

f. 類似問題の解決過程で思い浮かべた着想が，新しい問題での解決にどこまで足がかりになるか，または，どこまで活かせるかを確かめながら，再び問題に挑戦．

g. 解決できる（？）ことに気づき，意欲を抱きはじめた．予想を立てて，解決し，その証明に努める．

h. 解決できた満足感，効力感を十分味わっていた．

筆者らは，さらに以上 a～h を整理し，算数数学科における課題解決過程のモデル案を次の

ように組み立ててみた.

Ⅰ　Real Worldからの問題をみつける.（問題把握）

Ⅱ　その問題を解決できそうな類似問題・既習問題に置き換える.（類比・単純化）

Ⅲ　Ⅱで数学的モデル（しくみ）を想起し，見直す.（数理構造確認）

Ⅳ　その数学的モデルを，最初の問題に再現できるように数学的言葉に翻訳し直す.（数理再構造化・巧みに表現する）

Ⅴ　新たに翻訳した事柄を最初の問題に適用する.（問題解決）

さらに，このⅠ～Ⅴをより具体的に示したのが次の図である.

Ⅰ（であい） 新しい知識・技術を育成するのにふさわしい課題と遭遇する	類比 →	Ⅱ（ふれあい） 既習問題あるいはⅠと似た問題を想起し，置き換えて考える
↑　解決		↓　帰納
Ⅳ（高めあい） Ⅲで見直した数学的しくみを更に翻訳し，より堅固なものに装飾する	← 構造化	Ⅲ（ふれあい） Ⅱで取り上げた問題の背景にある数学的しくみを見直す

8　課題解決に向けての欲求と意志を高める手立ての工夫

(1)　まず何より，子供達をもれなく授業に参加させることができなければ，既にその段階で課題解決意欲を高める機会を失ってしまう.

そうならないためには，例えば，「教科書を開きなさい．今日は何頁から始めます．A君読んでごらんなさい.」と言ったように教科書を教えるという安易な方法に流れるのではなく，彼らの能力と興味・関心の方向を考えて授業の導入を工夫すべきである．つまり学習開始に向けての動機づけが必要となる.

では，こうした動機づけをどのうように考えていったらよいか．筆者らはその1つに，知的好奇心を如何に喚起するかをあげてきている．理由は，人間は，他の動物と違って，本来，知的好奇心の富んでいる動物だからであり，また，文化や科学はその知的好奇心の賜物と考えられたからである．― 他の動物が文化や科学を持てないのは，生得的な本能だけで一生を終わり，知的好奇心に基づく新しい行動の学習が極めて乏しい（あるいは無）からだとも考えられる．―

知的好奇心の理論的解釈については，バーライン（Berlyne, D.E. 1965）のように認知的過程の間にくい違い，例えば「“Aが本当なのか，Bが本当なのか”が不快な状態としての葛藤（概念的葛藤）を引き起こし，この不快な葛藤状態の解消あるいは低減を目指すものとして知的行動を起こすととらえる立場（葛藤仮説）」．また，ハント（Hunt, J.Mcv. 1965)のように「人間が本来的に知的能動性をもつと考え，人が不快な状態を解消するためではなくて，情報間のズレ（偏差）そのものが人に対して動機づけの働きをもつととらえる立場（偏差仮説）」とがある．このうち，どちらの解釈の立場が授業における知的好奇心を考えるうえでより大きな説得力をもつかは今後の研究課題になろうが，いずれにしても子供達の経験や概念間のズレやくい違いが，また時としては直接に子供の知的探求心をゆさぶることによって学習意欲を生じさせると考えられる.

(2)　バーラインは，次の①から⑤までの刺激の特性が，概念的葛藤を引き起こすとしている.（但し，解説文は筆者らの加筆による.）

①　驚き（surprise）：子供がこれまで理解し，信じていたことからは考えられない，起こり得ない，と思われるような事態・現象に遭遇したときの心の状態.「これはどうしたことか！」「信じられない」「不思議だ」.

②　疑問（doubt）：既に持つ信念や経験が不十分なとき，出会った現象に対して，どう対処していったらよいか，分からなくなったときの心の状態.「どうしてだろう」「なぜ，これが起きたのか」.

③　当惑（perplexity）：遭遇した出来事や事実が，どれも本当らしく思えるが，そのいず

れが本当のものなのか判断できないときの心の状態.「どれが本当だろうか」「どの出来事を採れば，正しく解決できるだろうか」.

④　挫折（bafflment）：解決の過程で成立（解決）しがたい現象が生じ，結論を導きにくくなったときときの心の状態.「これでは，正しい解決ができない」「どうすればよいだろうか」.

⑤　矛盾（contradiction）：あることを学習したあとに，それを相容れないような場合に遭遇したときの心の状態.「おかしい，こんなはずじゃなかったのに」「どうしてこのようなことが起こるのか」「どれが正しく，どれが間違いなのか」.

以上，知的好奇心をゆさぶる手段としてバーラインの考えを述べたが，これらに共通していえることは，必要な結論は子供達にさがさせるということ（選択させること）であり，したがって，教師はそれを傍らでサポートしていけばよいということである.

次に，こうした好奇心をゆさぶる実験授業の例を取り上げてみることにする.

(3)　実験授業の記録

小学校２年生の算数で扱う内容に「逆算の問題（引き算）」があるが，ふつうは，次のような問題で導入されることがよくある.

たとえば，「公園で何人かの子供が遊んでいました.そこへ，あとから15人来たので，全部で38人になりました.はじめに遊んでいた子供は何人だったでしょう.」というような問題がそれである.

はたして，このような形（$x+b=c$の形式）の課題を提示して，子供達に学習行動を喚起することが期待できるだろうか.正直なところ疑問である.そこで，筆者らは次のような形で導入時の工夫（導入問題）を試みたのである.

〔授業記録（抜粋）〕（授業者：金剛徳子氏）

T：教師　P：児童

T　今日，先生はこんな綺麗な箱をもってきました.今，この箱の中におはじきを何枚か入れます.何枚入れたか，声を出さずに頭の中で数えて下さい.
（と言って，子供達によく見えるようにおはじきを１枚ずつゆっくりと，声を出さずに投入して見せている.）

P　（子供達は真剣な顔をしながら，教師のしぐさに合わせて１枚，２枚，３枚……と黙って数えている.）

T　さあ，全部入れ終わりました.先生は，今何枚のおはじきを箱のなかに入れたでしょうか？

P（一斉に）はーい，８枚でーす.

T　本当に８枚でしたか？

P　そうでーす.ちゃんと数えていたから間違いありません.

P　本当だよ先生，８枚で合っているよ.

T　（箱の中を覗き込みながら不思議そうに）おかしいなあ.箱の中を覗くと８枚よりも沢山入っているように見えるんだがなあ…….

P　（そんな馬鹿なことはないと言うような顔つきで）絶対８枚だよ.先生！

P　そうだそうだ，先生の目がくるっているんじゃないのかなあ.

P　（突然）あっ，わかった！　先生はまた手品使ったんじゃないの？
（Ｓ君の手品という言葉をきいてか，急に教室内は賑やかになった.）

P　（「そうだ，そうだ.手品だー」「先生は手品つかったんだー」と，あちこちで大声をあげる子供が多くなった.）

P　それじゃ，10枚かなあ？

P　もしかすると20枚ぐらいかも知れないよ.

P　先生，本当に８枚よりも多いの？

T　本当よ.８枚より沢山あるわよ.嘘かどうか，誰かさんに箱の中を覗いてもらってもいいわよ.

P　先生，僕に覗かせてよ！

T　いいわよ.ここに来て覗いてごらん.

T　どう？８枚だった？

P　（箱の外から目で数えて“おかしいなあ”と言う顔つきをしながら）うーん，８枚よりたくさん入っているみたいだ.

T　不思議だわね.先生が嘘ついていないこと.分かりましたか？

P　先生，僕にももう一度見せてよ.

P　あたしにも見せて！

T　では，箱を逆さにして，中のおはじきを全部出して見せましょう.
（と言って，教卓の上におはじきを全部取り出し，１，２，３……と８枚まで数えて見せる.おはじきは，まだ残っている.）

P　本当だ！８枚より多く入っている.
（誰かが“はじめから沢山入っていたんじゃないの？”と言い出す.）
（その声につられて「そうだよ，始めから入っていたんだ」「先生，ずるいやずるいや」と文句を言い出す子もいた.）（どうやら，子供達は教師のカラクリに気づいたらしい）

T　あっ，そうだったの.始めから箱の中にはおはじ

きが何枚か入っていたんですね．先生は慌てていたものだから，箱の中を調べておかなかったからいけないのね．ごめん，ごめん，これから気をつけますね．

P　そうだよ先生．はじめに箱の中をみんなに見せればよかったんだよ．

T　では，箱の中には，はじめ何枚のおはじきが入っていたか調べられますか．どうやって調べたらいいのでしょうね．

P　…………．

P　先生！　箱の中のおはじきは全部で何枚になっているの？

P　おはじき全部の数を教えてくれなけりゃわからないよ．

P　（一斉に）そうでーす．

T　では箱の中のおはじきの数を皆で調べてみましょう．

以下略

このような問題で導入したところ，子供達の学習は極めて活発となった．すなわち，こうした問題提示は，まさに「行動喚起機能」を十分に果たしていたわけである．もちろん，このあとの授業展開は，

• おはじきの全体の数…………34枚
• あとから加えたおはじきの数……８枚

から，

• 初めにあったおはじきの数……？

が学習され，最初にあったおはじきの数は「34－8」の式から求められることを，つまり観点を変えていえば，□＋８＝34の逆算の考えを子供自らの手で発見していったのであった．

このような学習（思考）活動のきっかけをつくったのは，子供達からごく常識的な反応や判断を誘い出し，そのうえで，それに真っ向から反するような事実を，子供の言葉を借りれば手品という手法で彼らに提示したのである．そして，バーラインの言葉を借りて表現すれば，まさに，強烈な「驚き」や「疑い」を生じさせ，それを契機に問題の解決に必要と思われる情報を子供達から要求されるまでに彼らの知的好奇心をゆさぶることに成功した実験授業であった．

9　波多野と稲垣による知的好奇心を引き起こす方法の考察

波多野誼余夫と稲垣佳世子（1971）は，知的好奇心をゆさぶる手続きとして，次の①～③の３つをあげ，下記のように説明している．（事例等については筆者等が加筆した）

① 子どもの信念や先入観を利用する．
② 足がかりになる知識を与え，それを利用する
③ 既存の知識のずれに気づかせる

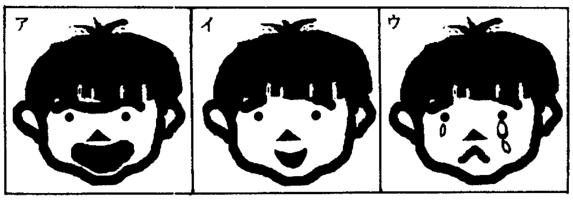
(1)　子どもの信念や先入観を利用する

子供は，生活経験や先行経験から比較的不正確な信念（信じて疑わないこと）を作りやすい．そこで，その信念から導かれる予想に反するような事実や現象を提示する．すると，子供達は大いに驚き，そして，では真実はどうであろうかと知的好奇心がゆさぶられる．

■５Ｗ１Ｈ■
Why ＝なぜ？
What＝何か
Who ＝誰か
Where ＝何処で
How ＝どんな方法

ところで，このような「ゆざぶり」が最もよく現れるのが教師の「発問」である．但し，ここでは言う発問とは，「なぜか」「なにか」「誰か」「どれか」「どこか」「どんな方法で」の５Ｗ１Ｈ的な発問だけではなく，むしろそうした一連の発問活動の中で現れる否定的発問をいうのである．つまり，子供の意志とか予想との間にズレを生み出す「反問」あるいは「きり返し」のことである．次に筆者の一人（奥山）が過日行った実験授業（小学校３年生算数「３分の１」の導入）で，このことについてさらに考えてみることにしたい．

授業は，次のような子供の顔を描いた３枚の絵（ア，イ，ウ）を，教師は黙って黒板に提示し，しばらく，見せているところから始まった（この間，教師の説明はまったくない）．



ようかん

やがて，絵（ウ）の子供だけが泣き出しそうな顔をしているのに彼らは疑問を抱きはじめた

ようす．そこで教師は，同じく黙って４枚目の絵（ようかん）を先の３枚の絵の下に提示したところ，何故ウの子供だけが泣き出しそうな顔をしているかが分かったらしい．そこで，

Ｔ１：なぜ，泣きそうな顔をしているのだろう？
Ｐ１：ようかんが嫌いだから．
Ｔ２：他の人も，そう思いますか？
Ｐ２：はい．そうーでーす．
Ｔ３：本当に，そうかな？
Ｐ３：そうだよ．そうに決まっているよ．
Ｐ４：絶対に，そうだよ．
Ｔ４：そうかな？　先生はそうは思わない．
Ｐ５：えっ，どうして！（教師の意外な発言に子供達は困惑している様子）
Ｔ５：嫌いな食べ物が給食のときに出ると，みんなも泣くか？
Ｐ６：（まさか，というような顔つきで）泣かないよ．
Ｔ６：そうだろう．ではウの子はどうして泣き出しそうな顔をしているのかなあ．
Ｐ７：（しばらく考えていたが）もしかすると，アとイの二人に食べられてしまって自分は食べられないと思っているからかなあ………．
Ｐ８：（他の子も）そうだ．きっとそうだよ．
Ｔ７：では，どうしたらよいと思う？
Ｐ９：３人で仲良くわけてから食べられるようにすればよいと思うよ．
Ｔ８：仲良くわけるとは，どういうことなの？
Ｐ10：同じにわけることさ
Ｔ９：同じにわけるということは，どういうことなの？
Ｐ11：同じ大きさにわけることだよ．
Ｔ10：どうすれば同じ大きさにわけられるかなあ？
Ｐ12：先生，できるよ！
Ｔ11：それでは，１メートルのテープをみんなに配るから，大きな“羊羹”だと思って３人に仲良くわけてあげてごらん．

と言って，１ｍの紙テープが一人ひとりに配られ，作業学習に入った．

ところで，以上のような発問活動の中で，特に，T4にみられるような，「先生は，そうは思わない．」と否定的発問によって突如問われたものだから，これまで考えようとする動機がなかった子供達も「こりゃ大変だ．もしかすると，簡単な問題ではなさそうだぞ」と，改めて考えなおしてみることが促されようということになる．つまり，これまでの自分たちの生活経験に反するような事実や現象に，突然出会ったとき，子供達は大いに驚き，では真実はどうであろうかと知的好奇心がゆさぶられることになったのである．

要は，彼らが，どのように考え，どのように感じていくか，その心理の傾向を教師がよく掴めば，この方法はかなり利用範囲が広がると言えよう．さきに紹介した「逆算の問題」の導入は，この方法を巧く用いたものであると言える．

(2)　足がかりになる知識を与え，それを利用する．

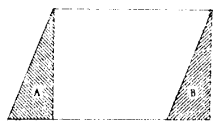
子供が前もって信念や知識をもっていない時は，上の方法は使えない．驚きや矛盾の感情の生まれる素地がないからである．このような場合に，まず期待や矛盾を抱くような知識や法則を与え，その後これを利用するとよい．

このことについて，さらに平行四辺形の求積公式を作らせる指導事例で考えてみることにしたい．

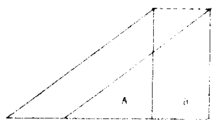
たとえば，前時の授業で，次のことを学習してきたとする．

（前時までの学習内容）…下のア図に示したように，平行四辺形から(A)の部分を切り取って(B)のところへ移すと，長方形になるから，平行四辺形の面積は，すでに知っている長方形の求積公式を使って求めることができる．

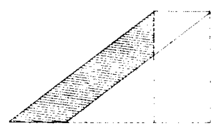
ア図



イ図



ウ図



本時は，イ図のように縦に細長い平行四辺形の面積を求めることを学習する．しかし，ここでは前時の方法は頂点から引いた平行四辺形の高さが，底辺の延長上におちるので，切り取る部分が斜線をつけた形になって，ア図のような斜線の三角形にならない．したがって，ここでは前時までの考えが，そのまま使えないように思われるが，イ図も平行四辺形であることには

かわりがないから，ア図の場合の方法がまったく通用しないのはおかしい．必ず使えるはずだ．

「では，どうすればよいのだろうか？」

子供達に疑問を投げかけ，改めて，ア図とイ図の場合を比較させながら，同じ考えがイ図でも使えることに気づかせていくのである．

たとえば，

「ア図の全体の図から，(B)の三角形を取り除けばもとの平行四辺形が残る．また，(A)の直角三角形を除けば長方形が残る」．

このような見方（筋道）は，ウ図の場合ではどうかについて考えさせていけば，そのまま当てはまることに気づき，さらに平行四辺形の求積公式をは理解されて行くことになろう．

(3) 既存の知識のずれに気づかせる

子供の既にもっている知識相互にずれがあることに気づかせて，知的好奇心を引き起こそうという方法である．子供は，本当はどちらが正しいのだろうかという葛藤状態に置かれ，そこでこの疑問を解決してくれる情報を求めるようになろう．

例えば，幼児の前に下のア図のようように白と黒の碁石を等間隔に並べ，両方の数は等しいということを学習したとしよう．次に一方の碁石の間隔を変えてイ図のように並べてどちらが多いかを質問したとき，多くの子供は，碁石の長さに着目して長い方を多いと答える．そこで実際に数えさせ，両方の碁石の数は同じだったことを確かめさせ，そのうえで個数の多い少ないの問題は，長さでは決まらないことに気づかせていく．こうした指導例もその事例の１つと言える．この他にもっともらしい選択肢を並べて１つ選ばせるやり方もある．こうして子供の知的好奇心をゆさぶるのである．

ア ○ ○ ○ ○ ○ ○
● ● ● ● ● ●

イ ○ ○ ○ ○ ○ ○
●●●●●●

以上のような考えを，導入問題に組み入れ，子供達に提供することによって，彼らの知的好奇心をゆさぶろうというのである．

つまり，昭和20年代の問題解決学習での生活場面の取りあげ方に違いを見出だそうというのが，本稿が考える「課題解決学習」のねらいだといえる．

では，筆者らは，こうしたことをいかなる方法（場）によって授業に取り入れようとしているか，現在その実験を通して確かめている幾つかの方略を説明的に列記しておくことにする．

10　課題解決学習の動機づけとしての問題提示の一試策

(1) 映像による課題解決への動機づけ

筆者らは，なぜ映像（例，紙芝居等）という特別な手法に着目したかは，何よりも子供の実態の観察から出発した．ことばや文字による説明（課題提示）では，すぐに飽きてしまう子供も，紙芝居などの映像で問題や知識が示されると，熱心に見ようとする．特に，現代っ子は，テレビやマンガ等の映像文化の中で育ってきており，文字や記号などよりも映像に親しみをもつ．また，児童発達心理学的にみても，子供は映像による思考の方が，ことばや記号による思考よりも得意であることが指摘されている．

たとえば，『教育の過程』の著者であり，発見学習の提唱者として知られているブルーナー（Bruner, J.S. 1960）は，外界の事象とかかわる経験を人が内部的に表し処理する働きを表象作用と呼び，この表象作用の発達を行為的表象，映像的表象および象徴的表象の３段階に分けている．行為的表象とは，外界の諸物事について，それを取り扱う習慣的な動作パターンとして知っていることを指し，人の発達の初期，だいたい一歳ごろまでのものの認知はもっぱらこの行為的表象による．20世紀の最大の認知心理学者であるピアジェ（Piaget,J. 1896-1980．スイス生まれの心理学者）は，この時期を感覚運動的知能の時期と呼んでいる．

次の映像的表象は，事象をそれについての映像，イメージによって思い浮かべる表象で，生後一年すぎぐらいから現れてくる．はじめは，動作的なものの関与が強いが，次第にそれから

分離してくる．ピアジェがいう直観的思考の時期である．

7，8歳ごろから現れてくる象徴的表象は，事象をそれとはまったく別個な抽象的な記号－その代表が言語－に置き換えて表わす表象で，これにより小学校の子供達は，徐々に言語やその他の記号を用いて経験を処理出来るようになる．ピアジェの発達段階説では，操作的思考－首尾一貫した思考操作が行われる－の時期にあたる．

以上のようなブルーナーの表象作用の発達段階の図式における最初の行為的表象が次に述べるゲームの心理的過程として，そして次の段階の映像的表象が映像の心理的過程として横たわっているのである．

これら2種の表象作用の様式は，言語やその他の記号による象徴的表象様式よりも，子供にとってよく使いこなされているがゆえに，得意なものとなっているのである．

(2)　ゲームによる課題解決への動機づけ

映像による行動喚起の意義の理論的解釈のところでも触れたように，ゲームのルールは象徴的表象の世界そのものであっても，ゲーム自体は動作的表象の世界そのものなのである．言い換えれば，ゲームのルールは頭を使わなければ理解できないが，ゲーム自体は手や足を使って行われ，また，自分の手足や身体を動かすなかで，ルールも頭で理解されていく．ゲームは，それゆえ動作的表象の世界そのものと言えよう．

この動作的表象は，人間の発達の最も初期の思考形態であり，小学生の子供は何の抵抗感をもつことはない．それどころか，好きで好きで仕方がないぐらいである．頭を使うことは嫌いな子供はいてもゲームを嫌がる子供は先ずいない．仮にいるとすれば，ゲームは勝敗がつきものであり，自分は負けることがいやだからゲームもいやだと考える子供がいるぐらいである．この点は，算数でゲームを取り上げる際に注意しなければならないことであろう．あらかじめ勝敗が十分に予想できるような場面でゲームを動機づけの方法として利用することは避けるべきことであるかも知れない．やって見なければゲームの勝ち負けが分からないような場面でこそ，子供達は夢中になるのである．

(3)　物語による課題解決への動機づけ

われわれの子供時代を思い出しても分かるように，小学校の頃の子供は，実際にはあり得ないような童話とか寓話などに強い興味や関心を示すものである．そこで，筆者らの研究も，こうした子供達の特性を利用して，算数の授業を最初から教科書の問題で考えさせようとするのではなく，物語りを聞かせることによって，そこに解決しなければならないような事柄（課題）に遭遇させ，解決に向けて学習行動を動機づけるという方法を試みた．もちろん，ここで取り上げようとする「物語（童話や寓話）」とは，古今東西の有名な物語りや歴史上の逸話や日常生活の題材などをヒントに教材的にアレンジした内容のことである．ここでは実際に起こる事柄ではなく，仮想のものであっても，それが子供達の学習意欲のゆさぶりに役立つ内容であれば，教材として取り上げようと考えた．

なお，ここで取り上げる物語りによる動機づけの方法には，同じように絵と話を併用することも多く考えられるが，そのときの「物語」はあくまでも動機づけの中心として位置づけ，一方の絵（映像）は「従」として考えていこうと考えている．

11　おわりに

一応，課題解決学習を進めていく上での方略を考える基礎資料を得るために，動機づけに焦点を当てながら，いくつかの実験授業を取り上げてきた．そこで，このあと，更に授業改善のための1つとして課題解決学習をどのように組織化していったらよいか，引き続き考えていくことにする．なお，その際の仮説として，前年度ならびに今年度の研究成果から，課題解決学習過程のモデルを次に示し，次年度への目標志向とする．

課題解決過程と動機づけの内容例

方略	問題解決過程	動機づけの内容例
方略 1	意識をもって観察し，問題を発掘する課題に置きかえる態制をつくる	・学習に熱中する場を設定する ・問題の必然性に目をむけよう ・何を考えていけば満足できるか ・これまでの問題と異なることは何か ・課題の形に言い換えよう
方略 2	課題が持つ，あるいはもつべき基本的性質を明らかにする	・課題がもつあるいはもつべき基本的性質（データ）にどんなものがあるか。データを集めよう ・そのデータで役立つものに何があるか ・他に役立つ資料や方法はないか ・既習問題を生かせないか。また、共通すると思われるものを探そう
方略 3	解決の見通しをたてる	・予想ないし見通しをたてよう ・どんな考え方やアイデアが，もっとも役立つと思うか ・何を，どのように解決すればよいか，すっきりした形で表すことはできないか
方略 4	経験を生かす	・予想や見通しを，もっとやさしくこれと似た問題や特殊な問題を使って実験し，確かめよう ・矛盾したところはないか ・どんな考え方，　アイデアがもっとも役立つと思うか ・図や表などを使って考えられないか ・単純な性質，規則を導き出せないか
方略 5	誰も認める理法にまで洗練し，高める，装飾する	・予想や見通しを修正する必要はないか ・これまでの過程をふりかえり，よりすっきりした形にできないか ・導き出された結果を試すことができたか ・広く使える数学的ことば，考え方にまとめられないか ・最初の問題に応用して，解決しよう
方略 6	より高める努力をする	・結果を違った方法で導き出せないか ・他の問題あるいは課題にその結果を応用することができないか ・学習したことをことばでまとめておこう

参考・引用文献

奥山和夫　1971「算数・数学科における発見学習」近代新書

新井邦二郎・奥山和夫　1981「授業における学習の動機づけのモデル」埼玉大学教育学部紀要（教育科学）30

新井邦二郎・奥山和夫　1982「授業の情意過程に関する研究」埼玉大学教育学部（教育科学）31

新井邦二郎・奥山和夫　1983「三種の動機づけのモデルに基づく授業の効果」埼玉大学紀要教育学部（教育科学）32

奥山和夫・新井邦二郎　1991「外発的動機づけからみた教師の語りかけに関する調査研究」共栄学園短期大学研究紀要第7号

波多野誼余夫・稲垣佳世子　1973　「知的好奇心」中公新書

和田義信編　1977　「考えることの教育」第一法規

広岡亮蔵　1990　「授業改造」　明治図書

吉田章宏　1978　「授業の研究と心理学」国土社