

学校数学における『オープン・アプローチによる指導』の研究  
- 数学的な問題解決の活動を中心に -  
A Study of "Open-Approach" Method in School Mathematics Teaching  
- Focus on Mathematical Problem Solving Activities -

能田伸彦 (Nobuhiko NOHDA)

筑波大学教育学系

(Institute of Education, University of Tsukuba)

ここでは、問題解決における教師の指導のあり方と子供の解法の仕方に関連して、認知的な側面と社会的・文化的な環境とを取り上げ、そこでの問題解決の指導において、自主的に子供同士が協力し、相互に働きかける活動を取り入れるために、オープンな場面(つまり、多様な展開のある問題)を用いて、子供が主体的に解決する学習の形態(一般には、『オープン・アプローチによる学習』と呼んでいる)を取る授業のあり方について、理論と実践の両面から考察し、よりよい学校数学の指導のあり方を究明しようとするものである。教育本来の姿は、『学習が学習という名称』に値するために、それが未来の学習に『開かれる』べきものであり、また生涯にわたって役立てていくための資質を育成すべきものである。そして、各自が数学の学習の成果として身につけた見方や考え方を活用し、自らの考えを究明しながら、健全な精神と肉体を維持し、社会に貢献できる資質や能力を兼ね備えることが、学校数学では必要・不可欠なことである。

特に、一人ひとりの子供が、問題解決の学習で、自主的にして主体的な活動を行い、数学的なよさを獲得するとともに、それらを活用し、算数や数学に興味と関心を持ち、具体的な活動から抽象的な思考へと展開する、十分なTPO(時間と場所と機会)を確保しながら、よりよい実践ができる授業実践を教師は日々行うべきである。

*Our study on analyzing students' strategies and difficulties in problem solving is considered indispensable to improve teaching and learning in mathematics classroom activities. It seems that these strategies and difficulties are influenced greatly by some social and cultural factors, such as languages, symbols and representations etc.. This study is planned in order to make exact the effects of teaching and learning of teacher and students who engage in problem-solving by means of the 'Open-Approach' method, particularly with reference to share mathematical ideas of problem and use of mathematical patterns involved in problem solving. We have to become more aware of the information processes which consist of the communications and interactions between the teacher's explanations and pupil's approach to problem-solving.*

## 1. 緒言

「問題解決」に関する研究は、過去20年間に渡って日本や欧米を中心に、世界中の数学教育学会での重要な研究課題の一つでありました。また、これからの21世紀においても引き続き研究しなければならない重要な課題の一つでもあります。その中には、「問題解決」における子供の「問題」についての興味と関心に関する研究があり(つまり、問題状況とその文脈と関連する課題)、また問題の「解決の方法やストラジー」に関する研究であり(例えば、問題解決過程にお

ける推測とその手続きに関する開発研究や、発見と証明との関連でコンピュータの利用法に関する基礎的研究)、その他に、解決方法や手続きの「特殊性と一般性に関する実証的な研究」もあります。これらの研究では、まず、最初に、「問題解決」における子供の主体的な解決活動と問題設定との関連に焦点化し、解明することが重要な着眼点であります。次に、問題解決過程で究明するところは、「問題解決」の授業における教師の問題提示の方法と子供の解決における処理手続きと関連する知識と技能との関わり方を

取り上げ、そこでの基礎的な役割と相互作用の関係を調べることがあります。さらに、上記の課題を調べるためには、これまでの「閉じた」問題(一般には、答えが一つの完結な問題、あるいは必要かつ十分な問題)よりも、むしろ「開かれた」問題(条件過剰な問題や条件不足な問題など、日常生活の中でよく見られる現実に即した問題)を取り上げることが実用的であり、子供に適した問題の提示のあり方です。また、教師中心の授業展開より、むしろ子供主体の活動による問題解決型の授業の方が、ここでの研究主題に適していることは、言うまでもないことであります。(Silver, E., 1993, 1995)

ここでは、上記の問題解決における諸要因の関わりを解明するために、「開かれた」問題を用いて子供が主体的に解決する学習の形態(つまり、子ども中心の学習で、彼らが興味や関心を持つ授業について、理論と実践との両面から考察し、よりよい学校数学のあり方)を提言しようとするものであります。

## 2. 学校数学における問題解決活動のあり方

問題解決の活動は、教師と子供、または子供間の相互協力において行われます。わが国においては、一般に、教師が最初に中心課題を問題として子供に与え、解決を行いながら授業を展開するのが通常であります。そして、教師は問題解決を指導しながら、子供の数学的な見方や考え方の育成を図りながら授業を展開します。ここでの問題解決の授業では、少なくとも、2つの側面があります。つまり、授業を構成する外的要因と内的要因があります。外的要因には、例えば、学校や教室などの学習環境に関わるもので、その多くは経済的・社会的・文化的側面などの影響があります。一方、内的要因には、子供の認知的・情意的な側面との関連があり、算数や数学への理解と意欲などを高めることとなります。さらに、これら外的要因と内的要因とが相互に関連する働きに、教師と子供、及び

子供同士の話し合いと練り上げなどの活動があります。例えば、数学の問題解決の過程で、教師と子供の話し合う場面において、子供にとって未知の問題に遭遇する場合と既知の問題に遭遇する場合とでは、当然なことであるが、解決の進捗状況に応じて対応が異なることがあります。例えば、問題解決過程においては、問題に関する子供の事前理解の程度と解決過程における処理能力などに対して、教師による子供に対する指導が有効に働いているかどうかが問われます。ここでの指導力は教師の力量によるものであります。

能田は、教師と子供の問題解決過程に関する諸関係を記述するために以下の「モデル」を提案します。(図-1 参照)教師は子供に問題を与える時、問題の理解を確実なものにするため、問題文の個々の数学的な概念や方法に関係する事項を説明しながら授業を行います。一方、子供の問題に対する理解を深めるために、教師は子供に未知の問題を既知の経験に関連づけて、解決の糸口を見出させ、子供が主体的に解決できるように促す。そして、問題解決活動において、教師は子供にとって自習的に解決できる適切な問題を与え、子供がよりよく学習できるよう助言したり、ヒントを出したりして、子供のやる気を促すように指導します。これら一連の指導ができるのは、教師のこれまでの体験や経験の積み重ねによるものであります。言い換えると、教師のそれまでの失敗や間違いの積み重ねに依るものであります。また、子供が行う問題解決の仕方も、多くの場合、教師による指導の仕方による場合が多いので、教師は留意して子供の指導に当たることが、いかに大切なことを、私は経験を通して体得することができました。

しかし、教師も子供も問題解決を行う場合は、ともに主観的で、しかも内的な活動が多いので、外から見て十分に理解できない場合がよく起こります。従って、この内面的で、しかも主観的な活動である問題解決の過程を適切に指導する

ためには、教師と子供の活動が一体となって行われ、しかもそれらの活動が双方で理解できるように顕在化させるためにも、話し合い活動と適切な問題を提供することが必要不可欠であります。もし子供の活動を好き勝手に放任するならば、それは学習でもなく、また指導でもありません。問題解決における子供(および子供間)の自発的な活動と教師の指導が有機的に、しかも効果的に行われるならば、たとえ子供が問題解決に失敗しても、そこから多くの学習成果と

やり方が得られます。更に、問題解決の授業では、話し合いを行いながら、理解したことから、数学的な用語や記号などで置き換えながら、簡潔・明瞭に表現し、よりよい理解の方法を身につけ、クラスの友達と共有することができます。特に、数学的な見方や考え方をクラス全体で共有し、協同学習を行うことができるように援助することは、一斉指導で、大切なところがあります。(能田伸彦, 1983, 1987)

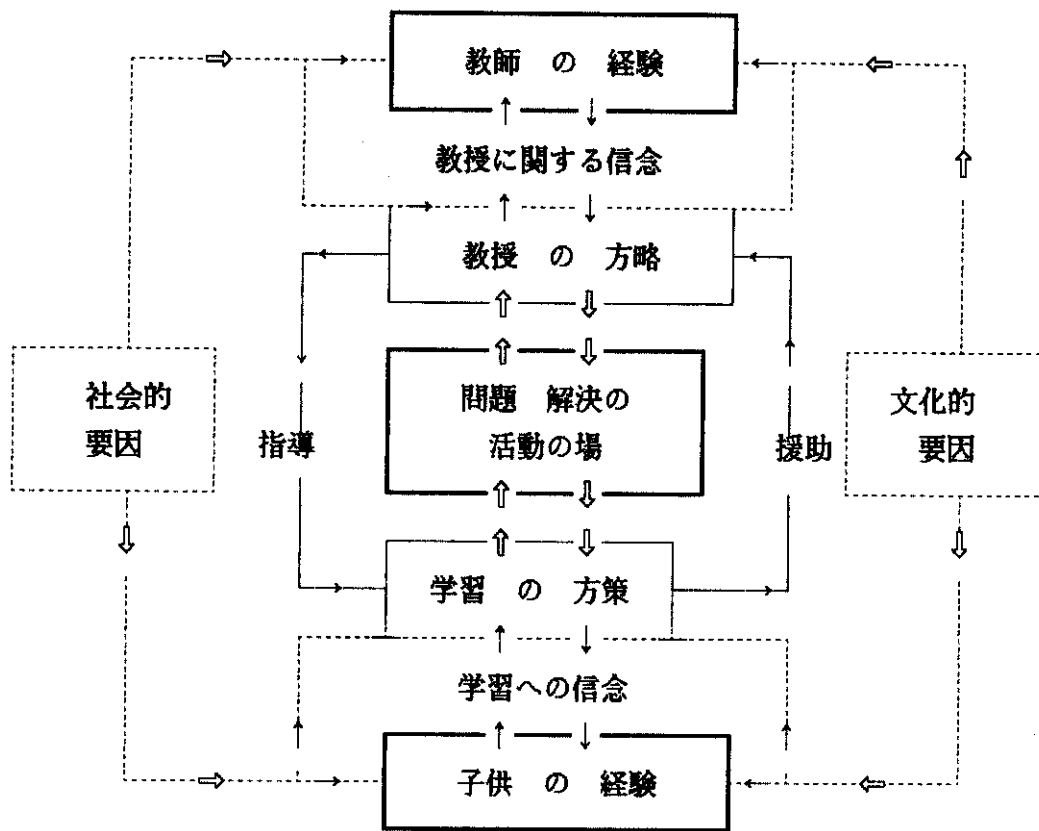


図-1. 問題解決活動における学習と教授モデル

わが国の学校教育の現状をみると、子供を取り囲む環境や子供自身の発達の程度も様々であり、ひとり一人の見方や考え方も様々でありますから、問題解決の仕方も色々であるのは当然であります。問題のよりよい理解と解決の方法を見出すためには、特に、問題解決の授業において、思考活動が内的で、しかも流動的に展開

するために、より一層、教師の指導力が要求されます。例えば、問題解決の授業では、まず子供一人ひとりの考えを明確に持たせ、しかも話し合い活動を通して、練り上げさせ、次によりよい考えにまとめ上げる工夫をするとともに、異なる考えを共有し合うように学習状況を整えることが、今回の新学習指導要領における学力

観であり、これに基づいて指導することが、特に、大切であります。

### 3. オープン・アプローチによる学習指導とは何か

オープン・アプローチによる授業のねらいは、問題解決の過程を通して子供の主体的な活動を育成し、創造的・発展的な思考を援助するとともに、子供が数学的に好ましい活動の方法を身につけることができるよう意図的に指導するところにあります。つまり、学校数学の授業では子供のやる気と数学的な理解とを配慮した指導であります。そのためには、まず、個々の子供の自由な活動を育成しながら、しかも子供たちの能力や興味に応じて解決できる問題を設定するとともに、さらに多様な解決を引き出し、それらを統合・発展できるように、よりよい数学的な着想や方法を子供が身につけるように指導することです。さらに、問題解決の授業では、この方法を適用して、一般的で発展的な解決をすることができるように、子供に働きかけるところに力点があります。そして最終的には、子供自らが数学的な知性や感性を身につけ、日々の生活の中で、生きて働く力を身につけることができるように、学校では教育することが大切であります。

教育本来の姿は、学習が学習に値するために、それが将来の学習に『開かれている』べきものであり、また生涯にわたって生きていくための資質を身につけることでもあります。そして、算数・数学の学習の成果として得られる数学的センスや知識・技能、そして数学的な見方や考え方などを基にして、各自が自らの生き方を模索し、見いだしていく勇気を持つとともに、広く社会に貢献できる健全な心を兼ね備えることが必要であります。ここでは子供の問題解決活動の中に、数学的なセンスを育成するとともに、個々の子供の能力に応じた数学的な活動ができる時間と場所と機会(TPO)を確保すべきであり

ます。こうした方法は、必ず、子供達の数学的な問題解決の学習を通して、知識や技能となり、しかもよりよい数学的なリテラシーを確保する機会となり、個々の子供の興味や関心に応じて、数学的な見方や考え方を豊かに育成するだけでなく、独創的で創造的な活動へと転化する潜在的な力を確保することになるはずであります。

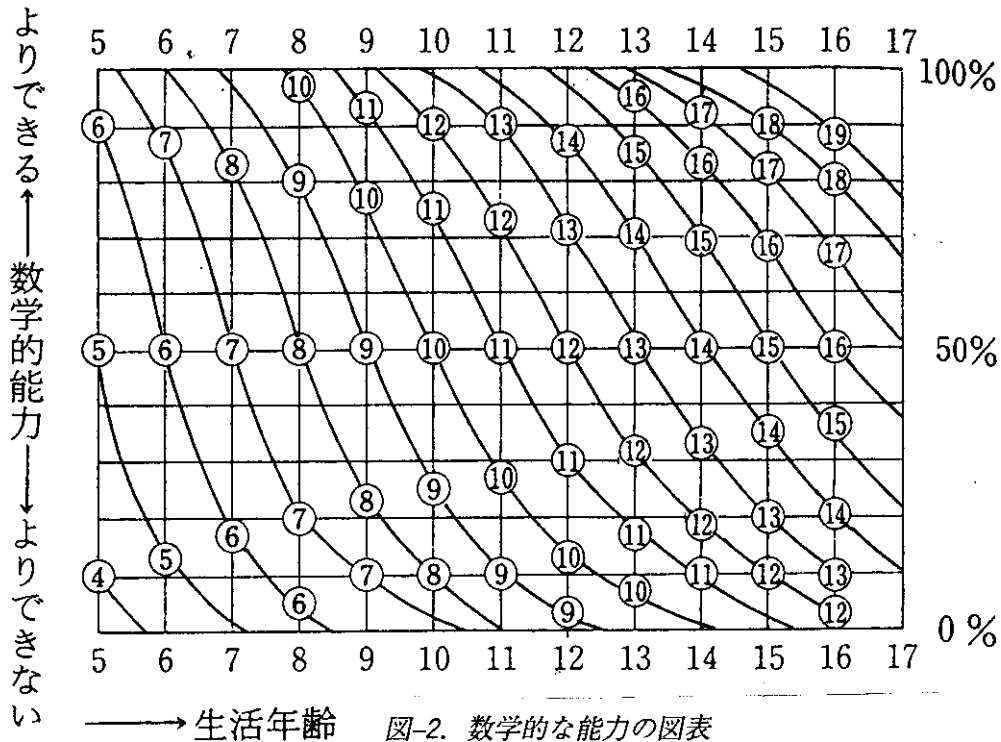
オープン・アプローチによる指導は、子供の日常生活における遊びと学校での算数や数学の活動でのアイデアと調和・発展する意図的なねらいがありますので、そのねらい沿った問題設定と多様な展開を行うプロセスがあり、特に、オープン・エンドな問題とアプローチにおける指導の方法について、更に説明します。

### 4. 子供の算数・数学の発達を育成する指導のあり方

一般に、算数・数学の内容は系統性が強く、発展的であることから、これまでは多くの子供が従来の学習のどこかでつまずいたり、理解不十分であったりして、そこから先に進むことが不可能になったりしてきたと言われております。従って、当該学年までの内容や方法について、算数・数学は、ある程度、継続的に、しかも累積的に学習しておかないと、先へ進むことができない教科であると、言われてきておりました。この点について配慮した指導の方法が、ここで述べる『オープン・アプローチの指導』であります。ここでの『オープン・アプローチの指導』について説明する前に、子供の数学的な能力について調べた資料がありますので、まず、その資料を紹介することから始めます。まず、子どもの発達による数学的な学力の差が、どのようなものなのかをお知らせするために、イギリスのジョン・ケーブル(Cable, J.)が作成した図表の紹介から始めます。小学校に入学する子供の数学的な能力は、少なくとも、5才から7才までの2年間の開きがあります。そして卒業時(12才)の子供の数学的な能力は、9才から15才までの

6年間の開きがあります。参考までに、中学生(15歳)の数学的な学力を見ると、11歳から19歳までの8年間の開きがあります。この幅は、能力のある子供が教育によって知的にどんどん成長

していき、そうでない子供との差が広がっていきます。従って、子供の学力に応じて個別指導か小集団の指導が必要になってくるのである。



### 5. オープン・アプローチによる指導の展開とその特徴

オープン・アプローチによる指導で用いる問題の特徴から、まず、考察します。オープン・アプローチで用いる問題の特徴は、ノン・ルーチンな問題であります。例えば、クリンチャンセンなどが言う問題設定、過程問題と探究問題があります。実際の授業では、各教師によって、個々の子供の学力や興味などの実態を考慮しながら指導目標や内容を選択し、よりよい学習指導の展開を目指して、多様で、しかも柔軟な対応のできる内容や方法、そして最終的には達成したい目標を設定します。このように、実際の指導では、個々の子供の实態に即した指導を取りながら、しかも各教師の指導観に基づいた展開が工夫されます。教育的な授業とは、例えば、筆者が述べるオープン・アプローチによる指導

ではないか、と自負しております。それは、望ましい子供の心の働きと子供らしい見方や考え方を育成する指導のあり方を究明し、最後に、子供の学力や能力などを配慮した総合的な指導の展開をめざした、指導方法であります。(能田伸彦: 1986)

ここで取り扱う問題の種類は、日常のルーチンな問題から始まり、問題設定、プロセス問題、そして未完結な問題などあります。なお、欧米で開発研究されました、クリンチャンセンが言う探究問題は、これまで我が国で開発研究されてきました未完結な問題(代表者は故島田茂先生:元国立教育研究所)と類似な問題であります。また、ここで取り扱う問題は、まず、教師から子供に与えられ、そこから問題解決の授業が始まります。特に、ここで与えられた問題の特徴は、条件不足や過剰な問題もあり、一般には、

オープンな問題と言われており、その解法は子供にとって未知で、少なくとも、色々な考えないと簡単に解決しない問題であります。そして、ここでの問題は、子供にとってリアルな『生きている問題』と感じられる問題であることが必

要な条件であります。

以下では、オープン・アプローチによる指導で用いる問題とそこでの展開のあり方について述べます。

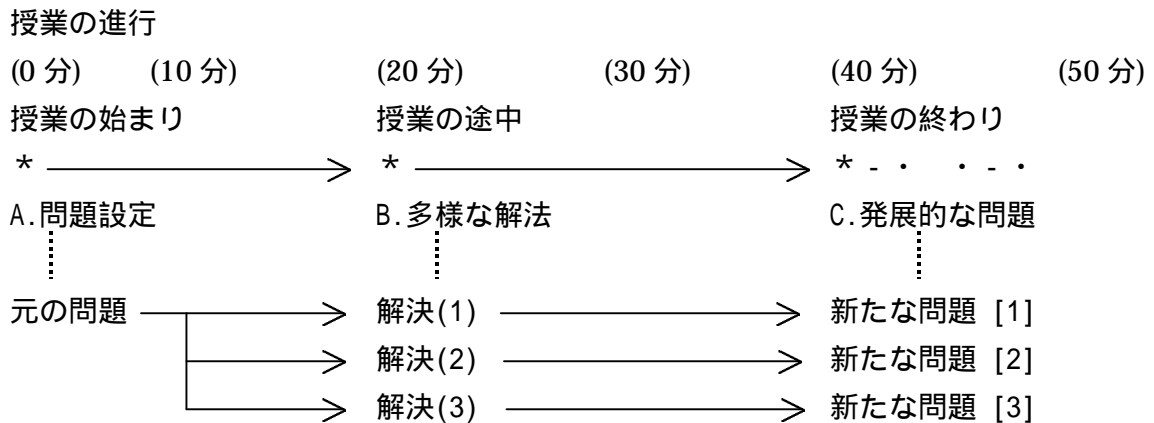


図-3. オープン・アプローチによる指導の枠組

図3のオープン・アプローチによる指導で用いられる問題と展開の枠組は、基本的には、授業の流れに従った時系列による配列であり、それをモデル化したものであります。しかも、オープン・アプローチによる指導の形態は、筆者が言う問題設定と多様な解法、そして発展的な問題などを用い、しかも指導上、必要に応じて、これら3つの場面を適宜組み合わせさせて指導します。以下では、オープン・アプローチによる指導で用いる典型的な展開に従った、問題設定の導入場面と途中での問題解決における多様な解法の場面、さらに各解決方法における発展から生まれる一般性のある問題へと展開される3種類の発展的な段階を、以下で説明します。

A. 問題設定では、一般に教師が用意し、与えられた問題を各子供が理解し、それを数学的に定式化し、そしていかに解決するかを考察するものであります。ここでは、主として問題の場の理解と問題の定式化の過程に配慮し、子供の活動と数学的な展開との両面から考

察します。

B. 解決過程では、与えられた問題に対して、各子供の既習経験を生かし、解決の方法を見出します。そこでの解決の仕方は、一般には多様であり、それらを統合したり発展させたりして、よりよい一般的な方法を見出す過程を考察の対象とします。特に、ここでは、多様な解決の方法と一般的な解法を見出す過程を考察の対象とし、特に、多様な解決の方法である一般性に着目し、数学の持っている発展性と抽象性を大切にします。

C. 発展的な問題では、まず与えられた問題を解決した後から、問題を一般化したり、また、それを解決することを通して、より一般化された方法を見出したり、また、新しい問題に発展する方法を開発したりして、より広い、また深い考察が出来るようにします。

以上、A、B、Cの順に、授業の展開を行います。ここでは、まず、開かれた問題を閉じた問題に設定し直すことを通して、元問題の本質と

構造を知らせるとともに、それらの問題を解決する過程を通して、発展できる問題の性質を理解したり、また問題の一般性について考えたりして、よりよく問題の構成手順を知るとともに、新しい問題へと発展していく問題の構造を知る手続きを通して問題の本質を体得することが、ここでのねらいであります。

なお、上記のA,B,Cの3種類の問題とその展開の詳細は、原本の学位論文『学校数学における‘Open-Approach’による指導の研究(Vol.1と2)』から、構成と内容を変えないで、学校現場の多くの先生方や研究者の方々に理解して頂くために書き換えたものであります。それは、『算数・数学科・オープン アプローチによる指導の研究授業の構成と評価』(東洋館出版社)から出版されたものです。

6. オープン・アプローチによる指導の事例 - 未完結な問題を通して -

この事例は日米の協同研究で用いた共通問題の一つであり、『おはじき』の問題と呼ばれるものであります。この問題は、一般に未完結な問

題と呼ばれ、多種・多様な着想やアイデアや考え方が含まれております。また、我が国の授業などでもよく取り扱われている、代表的な事例で、我が国の女の子が遊びによく用いる『おはじき』であります。〔(図-4)参照〕

この例では、「おはじき」のちらばりの程度が、〔一郎，花子，次郎の順に小さくなっている〕と言えそうです。そこで、ちらばりの程度を『数』で表す仕方を考え、それを書き上げましょう、という問題であります。

子供は、色々と考え、工夫しますが、最終的には、ちらばりの程度を各点の線分の長さの和や各点の線分で囲まれた面積、または散らばりの程度などを、分散や標準偏差などの考えで評定することができます。

この問題は未完結で、例えば、中学校2年生に与え、教師は、生徒に色々と考えさせ、散らばりの程度をいかに数値で表すかを評定します。ここでは、適当な数値を当てはめて、この問題を数量化してほしいと、教師は説明します。生徒は問題を理解した後、各自の発想により：ちらばりの程度をいかに定式化するかを考えます。

〔板書〕

『おはじき』の問題

一郎，次郎，花子の3人がおはじき落としの遊びをしています。  
下の図のようになりました。ちらばりが小さい方が勝ちであります。

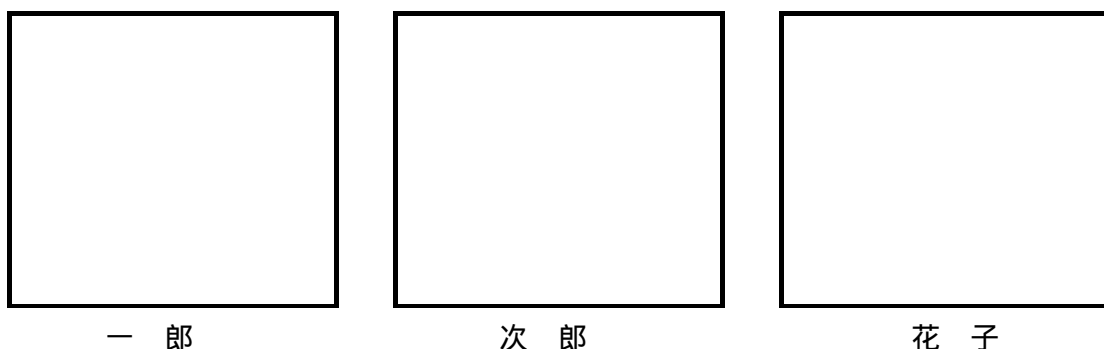


図-4. 未完結な問題

この事例は、日米の授業研究会などで、よく取り上げられたものの一つであります。そして、

この『おはじきの問題』は、我が国の子供が、昔から、日頃よく遊んだ、懐かしいことがらで、

数学的な活動に適するよい問題であると言われております。

この授業は、外国でも紹介しましたが、子供達に評判がよく、面白く楽しんでくれたので、ここでも紹介させて頂きました。

## 7. オープン・アプローチによる指導についての考察

オープン・アプローチによる指導では、ルーチンな問題よりもノン・ルーチンな問題の方が、一般に問題解決において有効であります。しかし、子供にとっては困難をとまなうので、指導に当たって、教師は、前もって子供の実態をおさえておくとともに、教材研究をして授業に臨み、子供と話し合いながら、授業を臨機応変に進めることが出来る程度の準備をしておくことが必要であります。特に、ノン・ルーチンな問題を取り扱う時は、臨機応変な展開ができることが特徴です。その際、子供が試行錯誤ができる場面を用意するとともに、子供が数学的な知性を培う遊びをすることが必要であります。

オープン・アプローチによる指導では、一般に、問題解決の初期段階で、子供が問題を理解したら、各自の解決の仕方、たとえば下手な解決の仕方であっても、一応の解決を独力で行い、結果を出すようにすることが大切であります。つまり、算数・数学では、答えが出てから、思考が始まります。もちろん、問題解決で答えを出す前でも考えますが、それは、むしろ思いつきや試行錯誤による、いわば浅い考えで、決して反省的な思考ではありません。算数・数学の授業では、反省的思考の育成が重要なねらいとなっていることからお分かり頂けるように、子供が答えをだしてから考えることが始まるのであります。言い換えると、答えが出てから話し合いが始まり、練り上げて行くプロセスにおいて、よりよい数学的な考え方が育成されていくので、多様な展開が、算数や数学の授業では、特に、大切であると言われております。

多様な展開による問題解決での子供の内的な活動を調べてみると、子供は問題に対して適切なアプローチ、つまり問題に内在している構造(これを問題構造とよぶ)に気づくと、解決への糸口を見出し、独力で解決へと進みます。そして、子供が問題解決で見いだしたストラテジーをいかに活用しているかは、子供の解答用紙をチェックすることで分かります。また子供が困難に陥っている時、教師の助言でどのように解決して行くかのプロセスは、子供の活動を観察したり、インタビューしたりしてチェックをする。そしてそこで得られたデータをプロトコール分析などに加味して、子供がどのようにして、困難を乗り越え、解決に到ったかを調べることが大切であります。なお、協同研究者の一人でありますアメリカのシルバー教授は、『未完結な問題』の使用について、子供の独立心と創造性を育成するのに有効な方法である、と述べています。(Silver, 1987)

## 8. 終わりに

学校数学におけるオープン・アプローチによる問題解決での研究から得られた教育的な示唆は以下の通りであります。

- (1)問題解決における子供のストラテジーの使用  
とそこでの困難点の研究では、問題構造とそれとの関わりで子供が解決する際に用いる思考様式の両者についての関係を解明することです。ここでの示唆は、最初に、子供自身による問題解決行動が前提であり、その後、クラス全員による話し合い活動によって、初期の問題解決行動を精選する過程で、数学的な構造を獲得していくことができます。
- (2)優秀な子供は問題に内在する数学的な構造を容易に発見し、解決を図ることができます。教師は子供の考えを支援するとともに、最初に与えた問題を乗り越えて、さらに発展



した問題と解法を見出すように子供を援助することは大切であります。子供たちは問題を考えて解決することが好きであります。ここで教師の大切な役割は、よくできる子供を見出し、その子供に適した助言と援助を与え、さらに成長させることです。

- (3)大半の子供は手持ちの知識や技能では問題解決できないのが普通であります。なぜなら、ここで取り上げる問題の多くは、ノン・ルーチンな問題であり、多くの子供にはなじみのない問題であります。このような場合には、教師は子供の学習履歴を調べ、子供の経験を生かし、しかも子供が慣れ親しんでいるところまで問題を容易にして解決へと導くことが大切であります。なぜなら、彼らにとってその問題は決して容易でないかもしれませんが、自力で問題解決を行い、成功した経験とそのよさを知ることは学習で大切なことであるからです。

子供にとって問題解決における成功への道と教師の暖かい支援とかクラスの子供の励ましによる共感であります。そのためには教室環境を教師と子供によって整えることが前提であります。ここでも教師と子供、子供同士の信頼関係を作り出す教室文化の中での営みが必要不可欠な条件であると言えます。そして、一斉指導の中で、共に考え、話し合い、そして助け合う中から、学習活動への信頼関係が生まれてくるものです。

以上の(1)から(3)の問題解決過程の活動を通して、子供自らが考え、そして発見していく中で、たとえ失敗しても、そこから得られる貴重な体験と人間的な触れ合いから得られる協力は、将来、子供にとって無形の財産となります。

#### 参考・引用文献

- (1)古賀 昇一(1971):『算数・数学教育における

エンリッチメント教材の開発算数・数学科の授業改造』, 明治図書

- (2)古藤 怜(1990):新潟算数教育研究会,『算数科 多様な考えの生かし方』, 東洋館  
 (3)古藤 怜(1991):上越数学教育研究会 会,『算数・数学科における Do Math の指導』, 東洋館  
 (4)古藤 怜(1995):古稀記念論文集,『学校数学の改善』,Do Math の指導と学習, 東洋館  
 (5)古藤 怜(1998):新潟算数教育研究会,『コミュニケーションで創る新しい算数学習多様な考えの生かし方まとめ方』, 東洋館  
 (6)島田 茂(1977):『算数・数学科のオープン エンド アプローチ 授業改善への新しい提案』, みずうみ書房  
 (7)島田 茂 (1997):『新訂 算数・数学科のオープンエンドアプローチ授業改善への新しい提案』, 東洋館  
 (8)能田伸彦(1979):『算数・数学科 授業の設計と実際評価を中心にした科学的方法』, 東洋館  
 (9)能田伸彦(1983):『算数・数学科 オープン アプローチによる指導の研究』授業の構成と評価, 東洋館  
 (10)能田伸彦(1986):『子供の心を開く算数の授業』, 一人ひとりに豊かなこころ・確かな学力シリーズ, 光文書院  
 (11)能田伸彦(1995):数学学習の理論化にむけて, 数学的思考と問題解決: オープン・アプローチによる学習指導, 日本数学教育学会編, 産業図書  
 (12) 能田・中山(1996):『自ら学ぶ図形の世界; 先生・生徒・コンピュータが作る新しい授業』, 筑波出版会  
 (13) 能田・芳賀(1997):『意味の論理: 意味の論理学の構築(Piaget&Garcia 共著)』訳の監訳・共訳, Sanwa  
 (14)Nohda, N. (1987): 'Teaching and Evaluation of Problem Solving Using

- the 'Open-Approach' in Mathematics Instruction', TJESM.
- (15)Nohda, N. (1991): Paradigm of the "open-approach" method in mathematics teaching: Focus on mathematics problem solving, Zentralblatt fur Didaktik der Mathematics, 23(2), pp. 32-37 .
- (16)Nohda, N.(1994): Classroom Trials of Teaching Estimation in a Problem-Solving Context: Computational Alternatives for the Twenty-first Century, 'Computation and the need change' and 'Classroom trials of teaching estimation in problem-solving context', Cross-Cultural Perspectives from Japan and The United States.
- (17)Nohda, N.(1995): 'Teaching and Evaluation Using 'Open-ended Problems' in Classroom, Zentralblatt fur Didaktik der Mathematics, 27(2), pp.57-60 .
- (18)Nohda, N. (1995): Learning and Teaching Through Open Approach Method. Industry Library. pp. 95-98.
- (19)Nohda, N. (1997): Communication and Negotiation through Open-Approach, Research Report 176, University of Helsinki, pp.63-72.
- (20)Nohda, N. (1998): Teaching and Learning by "Open-Approach Method" in Math. Classroom Activities, 第 30 回数学教育論文発表会 (大阪教育大学) .
- (21)Nohda, N. (1999): Teaching and Evaluation Using Open-Approach Method in Classroom Activities, 第 31 回数学教育論文発表会 (横浜教育大学).
- (22)平林一栄(1987) : 『数学教育の活動主義的展開』, 東洋館 .
- (23)和田義信(1997) : 和田義信・著作・講演集, 講演集刊行会編集 ,東洋館 ,1. 著作集 ,2. 論文集 , 3. ~ 7. 講演集 : (1)数学と数学教育 , (2)考えることの教育 , (3)数学教育の現代化, (4)数学的な見方・考え方と教材研究, (5)学習指導と評価 ,8. 遺稿集 : (1)具体と抽象,(2)数学教育内容論, (3)数学教育方法論, (4)数学と理科教育の位置, (5)数と計算の指導,(6)数学教育実践論.