

子どもの自由な試行活動を中心とした初等理科教育

～ 丸本喜一の理論と実践に関する研究 ～

Elementary Science Education Centered on Children's Free Trial Activities:
A Study on Kiichi Marumoto's Theory and Practice

辻井満雄 松山友之
TSUJII Mitsuo MATSUYAMA Tomoyuki

富山県の初等理科教育は、高い評価を得ている。この背景には、約 30 年前丸本喜一氏を中心に県内の多くの教員が参加した「自由な試行活動」の実践の影響が大きいと考える。そこで、本研究では、その理論と実践を分析し、これを現在の小学校理科の授業の中でどのように生かし、発展させることができるかを研究することがその目的である。特に課題と問題をどのように捉え「自由な試行活動」を位置付けたかその理論と「自由な試行活動」によって浮かび上がった児童の実態を指導要領と関連付け、単元全体構造のイメージ化を図る具体的な実践の手法についてまとめることにする。

キーワード：自由な試行活動、初等理科教育、自然事象、課題、問題

はじめに

平成 27 年度の全国学力・学習状況調査で、富山県の理科の平均点は小学校で全国 1 位、中学校で 3 位と好成績であった。理科専科教員の配置、科学オリンピックの実施等の富山県教育委員会の積極的な取組の成果であると考えられる。加えてその背景にはノーベル賞を受賞した田中耕一氏を生んだ理科教育の土壌があるのではないだろうか。なぜそのように考えるかと言えば、昭和 59 年頃、大学在学中に、丸本喜一氏が中心となって富山県の小学校の先生方がまとめた「自由な試行活動による発想を育てる理科の授業」に出会ったからである。当時、その内容に大きな刺激を受けたが、改めて目を通すと現在に通じるものが多く、当時の先生方の熱意と苦労が伝わるとともに、当時の富山県の初等理科教育のレベルの高さに驚かされる。

そこには普遍の児童理解に基づく温かな理科教育の営みがあり、この実践が富山県の理科教育の土壌に深く浸透しているのではないかと考える。そこで本研究では、丸本の「自由な試行活動」

に関する研究を基に、その本質にある考え方、その理論を明らかにしたい。また、現在の理科教育に生かし、発展させることができるかについて研究してみたい。

1 「課題」から「問題」へ、その理論的な考え方

丸本の研究を論じる前に、現在の小学校理科の授業に見られる状況から検討してみたい。

学力向上が強く言われるようになって、板書に課題や問題などのカードを掲示し、本時の学習のテーマを書くことが習慣化され、分かりやすい構造的な板書が定着しつつある。しかし、「課題として板書されたものが果たして課題になっているか?」、「課題と問題は違うのか?」などよく質問されるように、きちんと定義され、共通理解されているとは言えない。また、課題や問題などの用語についても諸説あり、教科によっても違いがある。実際の授業では単純に本時の授業のテーマとして板書されている場合が多いのかもしれない。(以下、丸本の標記を用い、学習課題など板書されるものを課題とする。)

丸本は自身の研究の初めに、この課題について深く考察している。そこで本研究でも課題について、現在の授業の様子を考察することから研究を始めることにする。

授業の導入の課題の提示で、教師の提示には次に示す2つのパターンがある。

A 教師が課題を提示し子供が解決するパターン

- ・ 「今日の課題は〇〇・・・〇〇です。いいですか?ノートに写しましょう。」

B 子供の問題を課題として解決するパターン

- ・ 「この前の話合いでは、〇〇・・・〇〇が問題だったよね。それで今日は〇〇・・・〇〇について考えましょう。」

この違いは、教師が主導していくか、子供が主体となって進めるかの違いといった方がよいかもしれない。主体的な問題解決を教科の本質とする理科においては、当然Bのパターンであるべきである。しかし、Aのパターンの導入を選択する教師が多い。Bのパターンの場合、子供がどのように課題をもち、問題を解決していくかについて教師が明確なビジョンをもっていなければ、多様な子供の考えを整理できず混乱してしまうことになる。当然、学習指導要領に示す目標や内容に迫ることはできない。

もちろんAのパターンであっても、教師が課題の提示を工夫し、十分に時間をとり課題を児童の問題にすることも可能である。しかし、ここには教師の高い力量が必要になり、児童の主体的な学習、問題解決的な学習にならないことが多い。

次に教科の内容として、課題と問題をどのように定義するか、また、学習の主体が児童にあるか教師にあるかの2つの点について丸本の考えをもとに論じてみたい。

(1) 「課題意識をもつ」ことと主体的学習について

丸本は、問題解決と関連して、先に述べた課題の2つのパターンについて明確に違いを述べている。次の一文から子供の主体的学習は、人間の主体的な問題解決の過程と一致するはずであり、自然事象を捉え、課題意識をもたないところに理科の主体的な問題解決は起こらないことになる。

子供がある事象に注目し、「おや、変だな」と気付いて、注意を持続しているうちに「きっとこうかも知れない」と、自問自答したりする。

これが契機となり、やがて子供の心を離さないようになる。このような心的不均衡の状態を「課題を持った」とか「課題をとらえた」というのである。

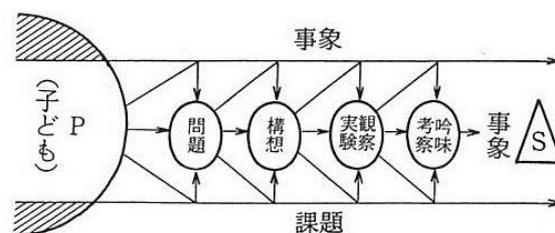
人間はこの課題をとらえると、これを説明し自分で納得のいくように思考したり行動したりする。これは人間の本性といえる。この場合、知的不均衡を均衡化しようとする一連の活動が問題解決である。従って人間が主体的に問題を解決する場合、まず課題を意識し、これから問題が生まれ、これを説明し解決しようとする方向に学習が展開されていく。これが主体的学習の原型といえる。(丸本、1983、8頁)

この点からも、Aのパターンのように教師が課題を提示するような学習は、主体的な問題解決を図る理科の学習には適していないことは明らかである。

さらに丸本は、「ほとんどの人は、課題は教師が子供に与えるものであって、子供はこの課題を解明しようとしたときに、問題を意識していくような錯覚に陥っている。」(丸本、1983、8頁)と痛烈に批判している。Aのパターンの課題の提示は、この指摘に当たるものであり、教師主導で教師が課題を提示している現状は30年前にもあり、この現状は今も変わっていないのである。

(2) 「課題」から「問題」へと進む学習の展開について

丸本は、子供の主体的な学習を推し進める立場にあることを確認した上で、どのように課題と問題を定義し、その関係を考えていたのであろうか。丸本は、その過程を図に示し、①～③の段階にまとめ紹介している。この課題や問題のとらえ方は非常にはっきりとしていて、理科という教科の本質を明確に示すとともに、当時の児童理解がいかに深く、その考え方に深く共感するものである。



(丸本、1983、8頁)

①子供 (P) は、対象 (S) に注意を向ける。(上の矢印：意識の限定)

②注意を持続していると、自分の知識経験では説明できないことから、矛盾を意識する。

課題意識 (下の矢印：意識の限定)

③課題を説明しようという立場から思考が凝縮し方向性をもつように組みかえられる。

問題の成立

この①～③のように子供が考えるとすれば、子供一人一人が、何らかの自然事象に出会い、注意を向けると、そこに課題意識が生まれ、課題を説明しようとして思考が凝縮し、方向性をもったときに問題が生まれると明確に定義しているのである。

2 生活の中から課題をとらえる

一人一人の子供が、家庭生活の中では多様な自然事象に出会い、数多くの課題をもつと考えられる。丸本は、日常の「おや」、「不思議に思ったこと」など小さなノート（疑問帳）にメモし、朝の時間に発表することやそれを授業に結びつけるという取り組みも研究している。授業の場面では、当然この一人一人違う課題をすべて扱うことはできないし、その課題が学習指導要領に結びつくものばかりではないのは明らかである。そこで、重要な課題をみんなで話し合う内に、共通課題となり自分たちの課題をみんなの力で解決していこうとする姿勢に置き換えられることを考えている。

そこには、教科書の順に学習するだけではなく、日常生活の中から課題をとらえ、自分たちの問題として自力で解決する子供たちの主体的な学習を目指す思いが伝わってくる。しかし、ここでは次の2つの問題点が浮かび上がってくる。

- よほどの経験と学習内容に関する見通しのある教師でなければ生活の中で子供が見つけた課題を全体の問題にすることは難しい。
- 子供が生活の中からつかみとってくる課題だけで、学習指導要領に示されている学習内容の全部を計画的に扱うことはできない。

生活の中から課題をつかみとり、これを学校教育のカリキュラムに反映させていくという試みは子供の主体性や自主性を回復し、「課題から問題へ」の精神に沿って問題解決の学習が有効に展開されていくが、この方法には限界がある。各学年で扱う内容や教科の枠を外して総合的に扱うことは困難だからである。

現在の総合的な学習の時間があればどうであったらと思うが、教科書がない総合的な学習の時間では、担当する教師の力量によって活動の良し悪しが決まってしまうことが多いことから考えると、これも総合的に扱うことは決して簡単なことではないと考える。

3 自由な試行活動とは何か？

「教科の学習の中で、教師が一言も教えなくても、子供たちが自然の事象から自由に学習課題をつかみ取ってくるような学習場面を作り出すことはできないだろうか」（丸本、1983、12頁）丸本の強い願いが、この一文に表れている。

ここで生まれたのが「自由な試行活動」ということになる。生活の中から導けないのであれば、授業の導入の段階で、意図的・計画的に児童の課題意識に働きかける事象を提示しようとする取り組みである。丸本は次のように述べている。

この活動では、教師は場の設定に工夫を凝らし、必要な刺激を加える（これを相の投入とも言う）だけで、他は一切指示や発言をしないようにする。子供はこの刺激にあって「おや」と注意を持続し、やがて「おかしいぞ」「どうして」と疑問をいだくようになる。やがて、この矛盾は課題意識に変わり、子供は自分でこれを解明しようとして、主体的に行動を起こすようになる。この行動を観察したり、科学的に分析したりすることによって、子供の主体的な問題解決の学習のシステム化が可能になるのではないかと考えた。（丸本、1983、13頁）

児童にいかにか課題意識をもたせるかを重視していたかがよく分かる。また、それによって児童が主体的に問題解決に取り組むことをシステム化するところまで視野に入れていたことに先見性を感じる。加えて、感想が中心になりがちな実践研究の中に科学的な分析を加えようとしていたことにも感心させられる。

(1) 初期の自由な試行活動における課題の把握

丸本は、自由な試行活動を次のように定義している。

自由な試行活動 教師は、場の設定に工夫を凝らし、必要な刺激を加える（相の投入）

- ・教師は、他は一切指示や発言をしないようにする。
- ・子供はこの刺激にあって「おや」と注意を持続し、やがて「おかしいぞ」、「どうして」と疑問や矛盾をいさぐ。この矛盾が課題意識になり、主体的に行動を起こすようになる。（丸本、1983、13 頁）

丸本は、昭和 45 年～昭和 50 年にかけて東京教育大付属小学校（現筑波大学附属小学校）での先導的な実践では、この場を設定し子供の反応を調査している。しかし、「子供たちは活動し、熱中するが、その時とらえた課題はあまりにも多面的で、教師が予想するものや、ねらいに合うものばかりとは言えなかった。」（丸本、1983、13 頁）と述べているように、思うような結果がでなかったと述懐している。それは場の設定を工夫してもそこから児童が見いだす課題はあまりにも多面的で、それを課題にすることが困難であったからである。つまり、生活の中から、よりさらに限定して意図的に事象を提示しても児童の思考はさらに広がっていくことを意味している。予想したような結果が上がらなかったとしている。

現在でも多くの教師が、導入で面白い実験や児童が驚くような事象を提示して、課題に導こうとするが、多様な考えは出ても教師が意図する課題に児童が至らない。最初は盛り上がるがすぐにさめて興味が持続しないといったことがよくあるのではないだろうか。同じことを丸本は報告しているのである。ここで「自由な試行活動」の焦点化の必要に迫られることになる。

(2) 「比較」に注目した課題づくりの工夫

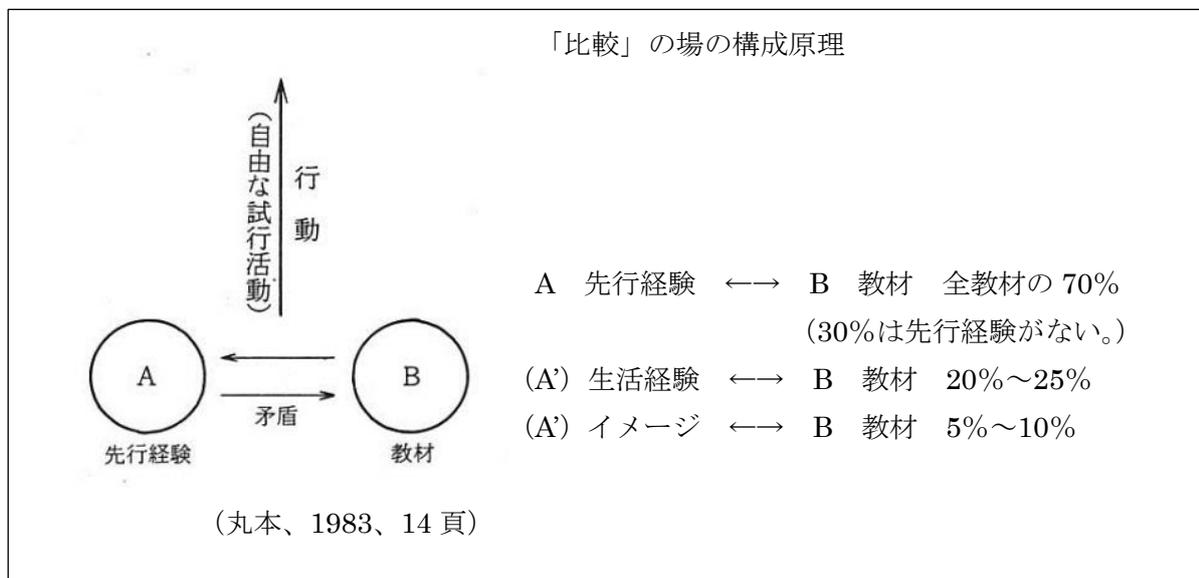
丸本は、焦点化するため「比較」に目を向ける。既知の事象と未知の事象を同時に提示し、両者の相違に目を向け、相互関係から矛盾の意識を引き出すことを実践している。

この比較の導入は非常に意味深いものがある。それは、先行経験と教材を比較することで児童が何を考えるかを予想できるということである。教師からすれば、児童が何を考えるかが分かれば当然授業のプランは立てやすい。先行経験はアンケートや自由記述等で、ノートを事前に見れば簡単に知ることができる。事前に児童の考えを知っていることで、何が起きるか分からない導入をねらいに向かった導入に変えることができる。また、そのための発問や提示の仕方を吟味することができる。このことは教師にとって大きな価値がある。

丸本がこの中間報告としてまとめた「豊かな発想を生む理科学習」が意外な反響を呼び、一部

の単元だけでなく、全単元についても報告してほしいという要望が強かったと語っているように、どのような導入が望ましいかについては昔も今も変わらない問題がそこに潜んでいるからではないかと考える。「何とかして楽しい授業にしたい」、「何とかして主体的な児童の学習を導きたい」という教師の願いは今も昔も変わらない。しかし、導入についてどのように取り組むかについては、なかなか結論が出ない問題である。

この比較の場の構成原理の優れている点は、**A**（既知のもの）と**B**（未知のもの）を2つ同時に提示し、意図的に矛盾を生み出している点である。図に示したように**A**と**B**の矛盾や対立が生まれ、この矛盾や対立を解明しようとするのが課題意識であり、さらに新しい考えを生み出そうとすることが問題解決の学習となる。児童がこの課題を解決しようとしていろいろと行動することが上に向かう矢印の自由な試行活動になるのである。



さらに分析は進み、全教材の約 70%は、先行経験と教材との比較という構成原理で課題把握は可能であるが、残りの 30%は適切な先行経験がないと語っている。この 30%については、生活経験との対比が 20~25%、適切な生活経験がない場合は、イメージとの対比が 5~10%としている。6 年の「地層」の例を提示しているが、簡単に言えば「足下の地層はどうなっているかと」聞かれても児童には先行経験がないので分からない。生活経験もない、そこで想像図を描かせて実際の地層と対比させるというのである（丸本、1983、14 頁）。

このデータは非常に大きな示唆を与えてくれる。一般的に教師は授業の導入に力を入れるが、その際ただ面白い事象を提示しても目指す学習内容にはつながらないということである。そこで、学習内容に関連する事象をただ漠然と提示するのではなく、先行経験を思い出させて提示する。もし先行経験がなければ、生活経験を思い起こさせる。生活経験もない場合は、想像させて比較できるものを提示するということである。このことは授業で、児童が主体的に学習を進める場合は、事象を先行経験、生活経験、イメージの順に比較させることで課題に迫る学習が展開できることを示唆している。このように焦点化することで自由な試行活動から生まれる課題が学習内容に結び付くようになるのである。

4 自由な試行活動から分かる子供の実態から展開へのアプローチ

この研究では、当時の小学校理科6年間の全ての単元に対して、授業展開と実践を試みている。次にその基本的な授業実践へのアプローチを明らかにしてみたい。個々の実践は、各教師の創意に溢れたものである。しかし、この実践を支える自由な試行活動から得られた児童の実態の把握、それを基にした学習指導要領に結び付く学習内容の分析、そして児童の連続した課題意識をイラストも加えて分かりやすく表現した全体構想図の3段階によってなりたっている。以下、この3つの段階について考察を加えてみたい。

(1) 子供の自由な試行活動の実態の把握〈第1段階〉

当時のデータでは、自由な試行活動から生まれる事象に対する疑問や不思議に思うこと、調べてみたいことなどに分けて何人の児童がそのように思ったかと百分率を提示している。つまり児童の実態を分析し、何%の児童がそのように考えるか傾向をつかんでいる。

表1 『子どもの自由な試行活動の実態』

項 目	人数	%
1 ジャガイモの芽はどうなっているか		
1-1 芽が出ている。	11人	29.3%
1-2 芽の下にぶつぶつがある。	4	10.8
1-3 ジャガイモのくぼんだところから目が出ている。	19	51.4
1-4 芽は1つだけでなく、たくさん出ている。	6	16.2
1-5 芽の下のぶつぶつのところから、小さいものが出ている。それは根みただ。	15	40.4
1-6 芽の出るところが一方に固まっている。	2	5.4
1-7 芽には長いのが短いがある。	4	10.8
1-8 芽の先はとがっている。	5	13.5
2 芽の出ているジャガイモはどうなっているか		
2-1 芽の出ているジャガイモは、出ていないジャガイモに比べてやわらかい。	6	16.2
2-2 芽のたくさん出ているジャガイモは、しわがたくさんある。	5	13.5
2-3 芽の出ているジャガイモは、球根みただ。	5	13.5
2-4 ジャガイモのたねは、ジャガイモだ。	2	5.4

(丸本、1983、16頁)

表1の『子どもの自由な試行活動の実態』にあるように、児童の思考をパターン化し、どのような疑問や考えを児童がもっているかを科学的に分析しようとする丸本の思いが見て取れる。新たに実践を始める場合、このデータを基にすれば、児童の考えを予想することができ、多様な授業を想像することができるはずである。このように科学的に分析することで、授業はさらに構造化され、教師の計画的な発問や意図的な指名が可能になる。

(2) 自由な試行活動の実態から展開へのアプローチ〈第2段階〉

次のこの実態をどのように生かすかが課題となる。丸本は自由な試行活動から得られた児童の実態（疑問や思い等）を学習指導要領の目標から学習内容を分析して、位置付ける試みを行っている。それば次の図2に示す「自由な試行活動の実態から展開へのアプローチ」である。このように目標に至るように児童の考えを分析することで、2つの大きなねらいが達成される。1つ目は、児童の主体的な学習になることである。2つ目は学習指導要領の目標の達成に迫れるということである。さらに時間的な配分や学習のまとまりが明確に意識されることも忘れてはならない。

図2『自由な試行活動の実態から展開へのアプローチ』

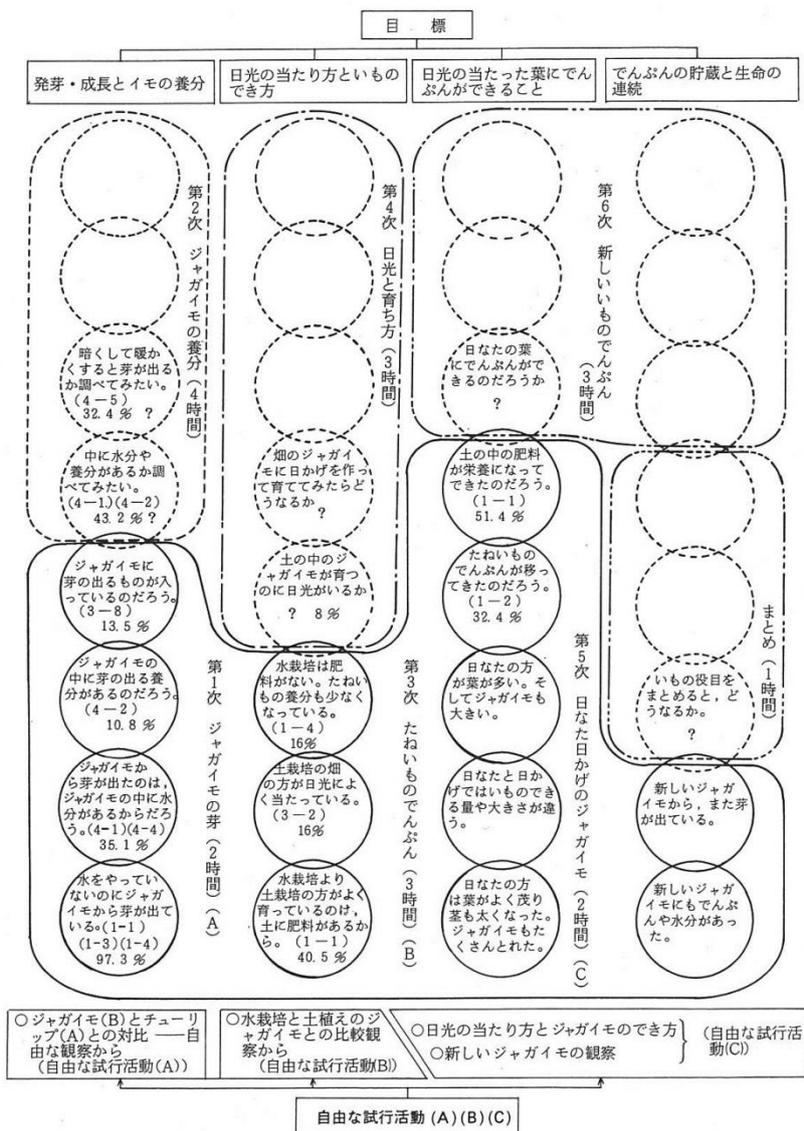


図2の『自由な試行活動の実態から展開へのアプローチ』は次のように構造化されている。

上に目標、それに関連する試行活動からの事実認識（実線の円）、そこから派生した問題意識（点線の円）、大きな点線（一点鎖線・二点鎖線）は事実と問題を基盤とした活動の方向を予想したものである。

（丸本、1983、18頁）

自由な試行活動の実態から展開へのアプローチでは、大きく2つの段階から分析がなされている。さらに丸本の非常に優れている点は、自由な試行活動から生まれた疑問が学習指導要領の目指す目標のどの内容に結びつくのかを分析している点である。つまり、学習のゴールと指導要領の内容と関連付け、自由な試行活動から

児童がもつ疑問を学習指導要領の内容に位置付けている。その結果、思い付きのような疑問は避けて、学習の目標に明らかに結びつくものに焦点化している点が優れている。授業の導入で面白い実験や事象を提示しても子供たちの興味が持続しなかったり、その後でこの単元で学ぶ内容と結びつかなかったりすることがよくある。丸本はこの点についても見通して、学習指導要領の内容に結びつくように疑問を整理しているのである。

2 つ目に優れている点は、自由な試行活動により児童がもつ疑問を百分率で示している点である。つまり、科学的な事象を提示した場合、児童は何を思うか児童の疑問の所在を示していることである。この手法は、実に合理的であり、授業が児童の思考に沿ったものになるとともに、学習指導要領から離れないものになっている。教師からすれば、児童の実態が分かり、どの疑問から手を付けるか、どのように解明していく方が考えやすくなることを示している。また、どのくらいの数の児童が疑問をもつかを把握できれば、中心的な課題が明らかになり、授業の構想がより具合的なものになるはずである。

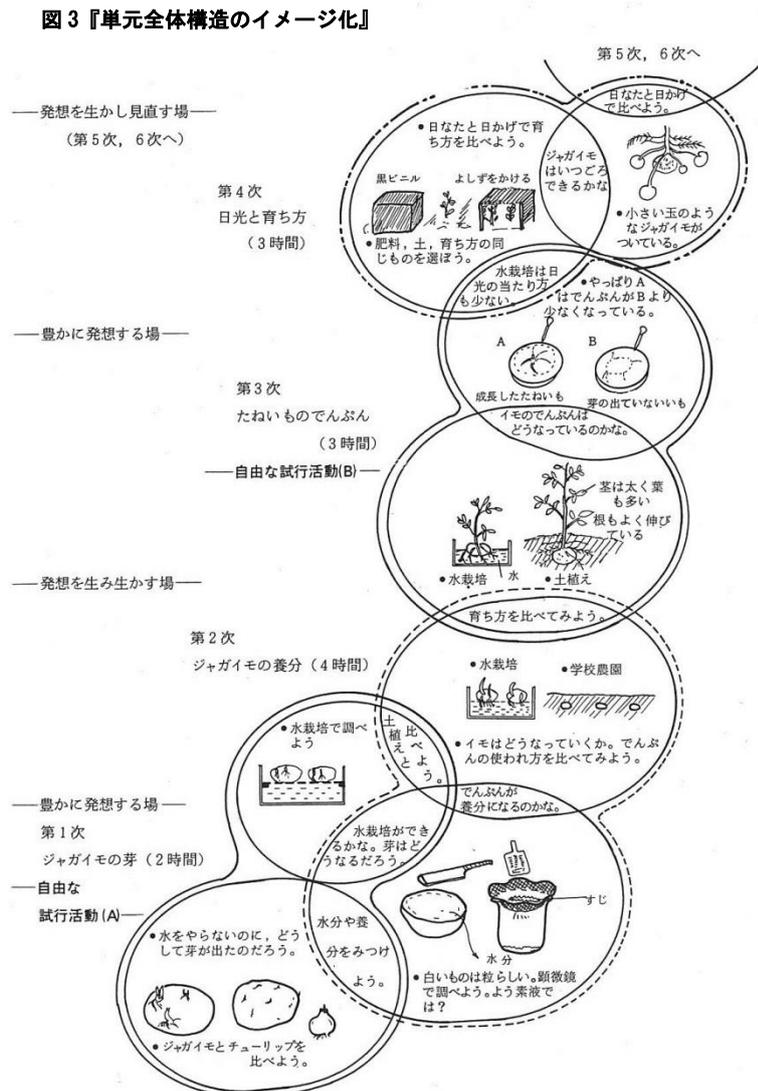
このように児童の実態から展開へのアプローチがなされていることで、児童は課題意識をもって学習に取り組むことができるし、教師は見通しをもって授業全体を児童の思考の流れに沿って無理なく構成できるようになる。

(3) 単元全体構造のイメージ化〈第3段階〉

単元構想のイメージ化について数多くの実践事例の検証が進められているのだが、特徴的な手法として、児童のもつ疑問を実線で示し、その疑問の重なるところに課題を提示している。加えて言葉だけでなくイラストも加え、ビジュアル化が図られている。この点も現在に通じる新しさをもっている。

現在でも多くの指導案は文字情報が中心である。図3の『単元全体構造のイメージ化』にもあるようにイラストが多用され、端的に子供の疑問や思いが表現されている。単元全体の構造を示した構造図では、子供の主体的な活動のまとまりを円で示す。円と円の重なるところに問題が示される。前時で残された問題が活動のスタートとなる。一目で子供の主体的な問題解決を見通すことのできる工夫は素晴らしいものである。この手法の優れた点は常に児童の思考、思考の流れが実践の中心となっていることである。

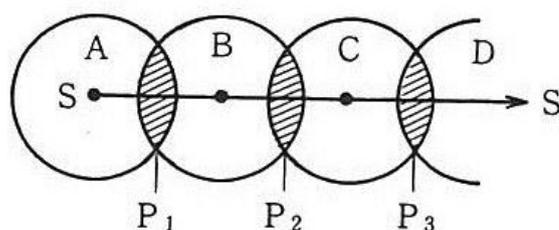
(丸本、1983、19頁)



5 課題から問題へのシステム

丸本は、小論のまとめとして、自由な試行活動の結果を分析すること、子供の課題 (S) をとらえることだけでなく、これを説明しようとして生まれる問題 (P) を P₁、P₂、P₃ と次々に連続するシステムを予測していく。ここに子供の主体的学習が成立すると結んでいる。ここまで丸本の「自由な思考活動」を中心とした初等理科教育の在り方を論じてきたが、この図 4 に示されるように児童が主体の問題解決が延々と積み重ねられる構造を意識している。このことは初等理科教育だけでなく、現在の教育の姿に求められるものではないだろうか。

図 4



(丸本、1983、22 頁)

6 まとめとして

この丸本の手法は、当時の富山県の理科教育において共通の原理となっていたのではないかと考えられる。ノーベル賞を受賞した田中耕一氏を小学校時代に指導した澤柿教誠氏の学習指導法について、松本らはその指導の進め方について、その特徴を次の3点にまとめている。(松本、2001、6～8 頁)

- ① 題材 (単元) の中で設定されているいくつかの小単元のうち、題材の本質に関わる小単元を中心単元として特に丁寧に扱っている。
- ② 全員による共通問題の解決というスタイルであり、短い単元でしかも展開がシンプルである。
- ③ 全ての単元において、事象提示による導入から共通問題の設定までを丁寧に扱っている。

この3点を見るとき、澤柿の実践と丸本の実践の共通点の多さに気付かされる。一つは、題材の本質に関わる小単元を特に丁寧に扱い、教師と児童の会話の中から共通の問題を作り上げ、それを全員で解決するという手法である。また、全ての単元に、事象提示による導入を取り入れ、児童の疑問が共通問題となるまで丁寧に進めているところは丸本の実践と一致する。このことから富山県の初等理科教育の流れの中に丸本の手法は位置付いていると考えることができる。共に研究をされていたことから考えると二人の実践に共通点が多いのは当然ではあるが、このことは丸本の実践が、ノーベル賞を生み出す力の基礎となっていたと考えることもできるのではないだろうか。

著者が今回取材した教師の中には、「この輪を描く構造図を見たことがある」と「実際の指導案に書いたことがある」という方に複数出会った。このことは、ある時期この授業分析の手法が支持され、他の教科でも実践されていたことを裏付けている。しかし、現在指導案でこの手法を用

いている例を見ることはできない。

小学校の教師にとって、忙しい日々の中で、全ての単元でこのような実践をすることは難しいのかもしれない。しかし、富山県の初等理科教育の土壌の中で、児童の主体的な問題解決の学習の基礎は培われていると著者は考えている。多くの教師は、自然に児童の考えを大切にしながら理科の授業を進めているのではないだろうか。

著者が参観した授業の中で、押し縮められた注射器の中の気体のようすをイメージ図にする場面があった。現在の子供たちが考えたイメージ図は、何と 30 年以上前の実践で子供たちが提案したイメージ図とほとんど同じであった。むしろ 30 年前の実践の児童のイメージ図の方が多様な考えを含んでいた。

このことから、もしできるなら丸本や多くの教師が試みたこの素晴らしい「自由な試行活動」の研究を何とかしてもう一度再評価し、そのよいところを現在の授業の実践に生かすことはできないだろうかと考える。今後、当時まとめられた数多くの実践例の分析などを基に、初等理科教育の展開について研究し報告したい。

最後に、すでに絶版となっている貴重な資料を提供いただいた丸本文庫と富山県教育記念館の皆様へ深く感謝したい。

引用・参考文献

- 丸本喜一編著、1983、『自由な試行活動による発想を育てる理科の授業』、初教出版株式会社
松本謙一編著、2009、『自然読解力をはぐくむ授業と教材提示』、学校図書株式会社