

# Sachunterricht における教材内容の精選について

——「水」教材を例として——

白幡 久美子

(教職課程)

## はじめに

本稿は、西ドイツ諸邦の初等段階の教育として実践されている Sachunterricht<sup>1)</sup> における教材内容の一つである「水」<sup>2)</sup> 教材の分析を通じて、初等段階の教材内容の精選について考察することをねらいとする。なお、Sachunterricht は、1960年代後半に端を発する西ドイツにおける一連の Grundschule 教授改革<sup>3)</sup> 以後、初等段階の教科として採用されたものである。この教科は、現在の日本で実践されている教科にはどれにもあてはまらない、様々な専門科目の内容を含んでいる<sup>4)</sup>。また、西ドイツ国内においてでさえ、Sachunterricht が意味する内容領域は、邦によって異なっている。本稿では、Sachunterricht の数多くある教科のうち、日本の理科に相応する内容領域を比較的多く含み、かつ日本の教材としても取り扱いやすい「水」を教材例として選んだ。

Sachunterricht の授業では、教師は教科書を使用しない。したがって、教師が個々に日々の教材を作成する必要がある。その際、補助となるのが教師自らの判断で自由に選択し採用できる「作業帳」(Arbeitsheft) である。これは数多く出版されている<sup>5)</sup>。本稿においては、それらの作業帳の中で、「わたしたちの新しい世界」(“Unsere neue Welt”) を中心の手がかりとして論じていく<sup>6)</sup>。

水はわれわれ人間の生活に必須なものであるとともに、あらゆる生あるものの存続に欠くことのできないものである。また、科学技術の発展による弊害の一つとして、水の問題が挙げられて久しい。つまり、環境公害の一つとして水

質汚濁が世界的に大きな問題となっているのである。また、西ドイツにおいては、ライン川の汚れということが、この川の水を飲料水として生活している国民にとっては深刻な問題である。これらのことが、邦によって多少の違いはあっても<sup>7)</sup>、Sachunterricht において「水」に関する教材が好んでとり上げられるゆえんであろう<sup>8)</sup>。

本稿では、次のように論をすすめていく。まず、「水」という生活に密着した用語により教育内容を組むことの必要性を、教材選択の原則に基づいて考察する。次に、「水」の構造を事実分析 (Sachanalyse) ・構造分析 (Strukturanalyse) を行うことによって明らかにする。以上二つの考察に基づいて、「水」のようにわれわれの生活にもっとも身近なもので、しかもしだいに科学的体系の認識へまで高めていくことのできる教材の選択・配列がわが国の初等段階の教科教育にもとり上げられるべきであることを明らかにしたい。

## 1. Sachunterricht における「水」の必要性

### (1) 教材選択の意義

教授・学習活動を行う際には、適切な教材が選択されなければならない。適切な教材を選択することによって、初等段階の児童に、よりふさわしい教科教育を展開することが可能となるのである。また、現代社会は国際的であり、文化・技術も著しく発展しているから、子ども達の日常生活も広範囲にわたっている。だから、教材となりうる情報も莫大な量になっている。

それらをすべて教材としてとり上げ、教授・学習することは不可能である。したがって、教材選択もしくは教授内容の精選を行うことは、今日いかなる国においても教授学上の大きな課題となっている。とりわけ、現代社会の中で多くの成果を得ている自然科学分野の内容を教材の基盤とする理科教育には、それが必要とされる。というのは、理科教育は、教材を選択するにあたって、一定の原則をすえ、それに則って行わない限り、個々ばらばらな知識を得るだけの経験主義的な教授・学習に陥る危険性を有しているからである。

教材選択を行う際には、科学的系統性を考慮することが必要であろう。しかし、それが初等段階の児童の発達状況を見ないで教材を導入する結果になってしまえば、教授・学習の効果を期待できないことは言うまでもない。だから、教材選択の原則は、いくつかの側面から配慮されたものでなければならぬ。

## (2) 教材選択の原則

前述のように、教材選択を行うことに意義があると認めるならば、次に問題になるのは、どのような原則に従って教材を選択したらよいかということである。現代自然科学の成果を教えたり、最新の情報を理科教育の中に持ち込むことのみが重視されるべきではない。また、一般的に重要なものとか基本的なものというだけでは不十分である。

H. A. アルント (Harry A. Arndt) が挙げている五つの教材選択の原則に従って、この問題を考察してみよう<sup>9)</sup>。

H. A. アルントは、第一に「①子どもの体験界・経験界から教材を選択すること」という原則を挙げている。彼は、子どもの体験しうる、あるいは経験しうる世界を広い流動的なものとして捉えている。体験界・経験界をそのように捉える限り、この①の原則に従って選択された教材は、児童の興味を喚起するものとなる。同時に、児童の体験界・経験界をより拡大し、児童の発達を促しうるものとなる。

H. A. アルントは、第二に「②初等段階の児

童の発達に合わせて教材を『翻案』すること」という原則を挙げる。体験界・経験界を拡大すれば、その中で生起する「自然の事象」も極めて複雑で多様なものとなる。そのような複雑かつ多様な事象を児童にそのまま教えるのは不可能であるから、あくまでも基本的な概念をとり違えることなく、たとえば、モデル化を許容される範囲内で行うなどして、わかりやすい形にかえて教材としてとり上げることが必要である。その場合、逆にモデル化することが可能な事実・事象を教材としてとり上げる必要があるともいえよう。

第三に、「③生活から——生活のために」という原則が挙げられている。教材は専門科学の方向を旨としたものでなければならないが、専門科学の体系そのものを伝達することを目的として選ばれるべきものではない。初等段階の教授目標に鑑みるならば、生活から遊離した教材は全く考慮に値しない。しかし、そうかといって個々ばらばらな経験的知識を得るだけの教材に終始してもならない。

さらに、「④自己活動と直観の原理に即していること」という原則が重要である。初等段階では、児童自身の学習活動や発見を促進することが目標の一つとして挙げられる。したがって、それにふさわしい事実・事象の中から教材を選択することが必要である。

最後に、H. A. アルントは「⑤抽象化・理論化しうること」という原則を挙げる。彼が述べているように、個々ばらばらな知識の獲得に終始することなく、ある一つの事象の背後に潜む原理・法則をも認識させ、科学の基本概念を把握させるためには抽象化・理論化に適した教材が選択されなければならない。もちろん、抽象化・理論化といっても初等段階においては「具体的な事物・事象との直接的な交わり」<sup>10)</sup>に基づいて「準備され、開発される」<sup>11)</sup>べきである。それゆえ、実験したり観察したりする「現実にある技術的な対象物(たとえば、水道の蛇口)」<sup>12)</sup>が自然科学の法則を導き出しうるものでなければならないということである。

以上、五つの教材選択の原則は、相互に密接

な関連を持っており、どの一つをも無視することができない。たとえば、③の原則を無視すれば、生活からの遊離という欠点を露呈するであろうし、⑤の原則を無視すれば、逆に科学的系統性という展望を持たない経験主義に陥るであろう。

### (3) 「水」の選択

それでは次に、H. A. アルントの教材選択の原則に則って、「水」について、このような教材の設定のしかたがふさわしいかどうか考えてみよう。

水は、あらゆる生あるものから切り離し得ないものの一つであることは前述した通りである。それは、人間生活においては、農業、工業等の産業にはもちろん、個々人の日常生活にも欠くことのできないものである。したがって、児童にとっても、水は毎日触れているもっとも身近に存在するものの一つなのである。水がそれ自体様々な形に変化する（水の三態）という点でも、児童にとって興味深い対象物なのである。

（相応する原則①、③）

水は、様々な側面から児童に合った教材になりうる。このことについては、次の「『水』の構造」で詳しく述べる。（相応する原則②）

現代社会においては、水利用の結果として、下水処理問題、水質汚濁問題等を引き起こしている。様々な観点から水を教材としてとり上げ、それについての認識を深めていくことによって、これらの弊害を取り除き、人間生活を改善していかなければなるまい。また、そうすることによって、誤った方法で水を利用しないように努力していくことも重要なことである。（相応する原則③）

水は、数多くの科学的基本概念を持ち合わせている。たとえば、物理学上では三態、潜熱、表面張力等、化学上では溶媒としての性質、硬度等、生物学上では浸透圧等が挙げられる。

（相応する原則⑤）

水は日常生活においてどこにでも存在しているし、取り扱い上の危険もないので児童が学習活動をするのに最適なものの一つといえる。

（相応する原則④）

以上のことから、「水」は初等段階において選択するのにふさわしい教材であることがわかる<sup>13)</sup>。

## 2. 「水」の構造

### (1) 「事実分析」と「構造分析」

ある一つの教材を授業の場において有効に展開するためには、教師は前もってその教材を綿密に分析し、教材各部分の関連を明確に把握していなければならない。とくに、身のまわりの事実・事象から教材をとり上げて授業を行う Sachunterricht においては、教材研究の深淺が授業の成否の鍵を握っているといえよう。その際、とり入れることのできる一つの方法が「事実分析」と「構造分析」である。

「事実分析」とは、ある一つの事実・事象を、それを構成している下位事実・下位事象に分析することである。そして、分析された下位事実・下位事象相互の関係を明らかにし、選択された事実・事象の構造を解明するのが「構造分析」である。「事実分析」なしには、その事実・事象の構造は明らかにならない。また「事実分析」だけでは個々ばらばらな知識として児童に把握させることができたとしても、教材全体としての方向性を見失う危険がある。それゆえ、教材を吟味するにあたっては、「事実分析」と「構造分析」とは相補的な役割を果たしている。また、「事実分析」と「構造分析」とによって、その教材のどの側面が後続する専門諸科目のどれと結びつくかも明らかになる。

それでは、このような「事実分析」・「構造分析」の有効性はどんな点にあるのだろうか。

「事実分析」・「構造分析」を行うことにより、まず第一に、單元ごとのあるいは一時限ごとの目標が明確になる。「水」に例をとれば、「水についての理解を深める」といった曖昧な目標設定ではなく、「事実分析」によって得られた詳細な下位事実・事象で目標を設定することが可能となる。というのは「『事実分析』によって学習対象の主題が明確になる」<sup>14)</sup>からである。

また、「構造分析」によって、一時限ごとの目標達成がその単元の目標達成の中のどの位置を占めるかが明らかになる。

第二に、「事実分析」・「構造分析」は教授内容の精選に役立つ。なぜなら、「一事象の分析でその要因の状態・組織・構造が解明されれば、その要因がどのような意味内容をもっているかがわかる」<sup>15)</sup>からである。「水」の下位事実・下位事象の中には、当然初等段階の児童には適さないものもある。だから、教授学と専門科学との両者の立場から科学的な教授内容の精選を行うためには、「事実分析」・「構造分析」もこれら両者の立場から行われなければならない。もちろん、教授学の立場からといった場合、児童の発達段階を考慮に入れることを含むのであるから、正確には教育心理学の立場も含まれることになる。

第三に、「事実分析」・「構造分析」を行うことにより教授・学習方法を豊かにし、一時限ごとの教材を具体化することができる。身のまわりの事実・事象を、単にそれを知らせることのみに終始せず、基本的な概念を定着させ、諸事実・事象の背後に存在する原理・法則を認識させ、種々の操作に習熟させねばならない。そのためには、教師が教授学的・専門科学的な「事実分析」・「構造分析」を踏まえた教授・学習方法を展開することが必要である。

第四に、「事実分析」・「構造分析」により中等段階の教科目との連続性をも展望して授業を行うことができる。教師が後続する学校段階のカリキュラムを考慮して授業できることは、とくに Sachunterricht においては重要な意味をもっている。

#### (2) 「事実分析」・「構造分析」の例

それではつぎに具体的に「事実分析」・「構造分析」の例を示そう。ここでは、Sachunterricht の「作業帳」の一つである「わたしたちの新しい世界—水—」の内容を分析する<sup>16)</sup>。この「作業帳」の目次では表1に示すように、「水」に関するテーマを九つに分けている。これを第一段階の「事実分析」と考える。そして、

テーマごとに教授・学習上の目標を明確に示している。この目標に基づいて各目標でどんな知識内容を得ることを目指しているかを、できるだけ専門科学の中で用いる用語・法則に適合させて記述した。そして、それらが後続するどの専門諸科目と密接に関連しているかを示し、構造を明らかにした（「構造分析」）。

表2では、表1で示したテーマ（第一段階の「事実分析」）の一つである「I：鉄でできた船がどうして浮くのか」を例にとって、第二、第三、第四段階の「事実分析」を示した。

これらの諸「事実分析」と同様に、作業帳「わたしたちの新しい世界—水—」の中でとり扱われている他の八つのテーマについても「事実分析」を行うことが可能である。

表1からわかるように、全般的に自然科学的な内容を重視してこのテーマをとり扱っている傾向が強い。なお、「水と生活」という専門科目は存在しないが、この部分は、社会科学に属する分野と考えてよからう。

表1のみでは曖昧なところが多いので、表2に示したように、さらに細分化した章ごとの事実分析を行うことによって本テーマの構造がより明確になる。

### 3. 「水」の位置

(1) 生活上の基礎知識から科学的基本概念へ  
それでは、「事実分析」・「構造分析」の表2を手掛かりにして考察をすすめていこう。

木片は水中に浮き、金づちは沈むということは、どんな場においても即座に実験することができる。そしてその事実を正しく認識することが可能である。しかし、どのようなことが原因となってそのような現象が引き起こされるのかは、児童にとって未知のことである。このことを論理的に紐解いて、児童に事実・事象の科学的基本概念を理解させることが初等段階における理科教育の役目である。また同時に、理科教育によって、科学的基本概念の理解が他の事実・事象の解明に際しても転移されなければならない。

表1 「水」——私たちの新しい世界——

| 章   | テーマ<br>(第一段階)          | 目 標   | 内 容   | 専門科目<br>との関連                           |
|-----|------------------------|---|---|--|
| 序   | 地上には、ひじょうに多くの水が存在する    | a) 地上における水の分布量、頻度、多様性について、児童は知識を得る。<br>b) 児童が水の消費量について様々な観点から検査する。<br>c) 児童は、作業帳のテーマによって動機づけられる。  | 地球上の水<br>水はどれだけ必要か                                | 地学<br>水と生活                             |
| I   | 鉄でできている船がどうして浮くのか      | a) 物体の中には浮くものと沈むものがあることを児童が実験によって体得する。<br>b) 変形することによって、沈んでいる物体を浮くようにすることが可能であることを体得する。<br>c) 量と重さを概観し、浮いている物体の排除した水量と重さの関係を児童に明確に把握させる。  | 浮力<br>浮力<br>浮力                                    | 物理<br>物理<br>物理                         |
| II  | 水は変化する                 | a) 児童は水を不安定なものとして認識しなければならない。<br>b) 蒸発と凝固は互いに関連ある過程として認められるべきであり、その際一方から他方への転換がみられる。<br>c) 児童は流動的な水の蒸発時の体積増減によって導かれる変化を観察する。さらに、この方法で力学的エネルギーについても学ばねばならない。<br>d) 氷結と氷が解けることは、いかなる場合も可逆過程として意味がある。その際、水の重量は一定である。 | 水の三態<br>水の三態<br>熱容量と潜熱<br>水の三態                    | 物理<br>物理<br>物理<br>物理                   |
| III | 水道はどのような機能をもっているか      | 児童は連結管の物理的法則性を発見しなければならない。同時に、高架タンクにより、水の供給の機能性を発見しなければならない。<br>a) 動きのない水面は、つねに水平である。<br>b) 結合された容器の中では、水はつねに同じ高さを保つ。<br>c) 高架タンク、導管、せん口は連結している水の管の一つの体系をなしている。せん口は、高架タンク内の鏡のような水面より深いところにあるので、水は蛇口を開くと流れ出る。      | 水のエネルギー<br>水のエネルギー<br>水のエネルギー                     | 物理<br>物理<br>物理<br>技術                   |
| IV  | 汚れた水が飲料水になる            | a) 泥で汚れている水は、汚れた部分の沈降により清められる。<br>b) ろ過することにより沈降しなかった汚れも取り除くことができる。<br>c) フィルターは水を清めるのに効果がある。<br>d) 色、塩分、油による水の汚れはろ過できないので、他の方法を用いなければならない。<br>e) 雨水が地層を貫通してしみ出ることからもわかるように、地層自体がフィルターの作用をする。だからわき水は透明なのである。      | 水の味<br>水質<br>水質<br>水道水の浄化<br>水の不純物<br>水質汚濁<br>わき水 | 生活<br>生物<br>生物<br>技術<br>化学<br>環境<br>化学 |
| V   | 温湯ヒーターはどのような機能をもっているか。 | a) 児童は、技術的に、温湯ヒーターの機械の機能を知る。<br>b) 児童は水の流れの物理的法則性を検査する。<br>獲得すべき知識：水は熱すると膨張する。<br>温水は上昇し冷水は下降する。<br>温湯ヒーター内での循環の原理が技術として利用される。  | 温湯ヒーターの機構<br>水の膨張                                 | 技術<br>物理                               |
| VI  | 水はものをぬ                 | 水の特徴を認識する。<br>a) 水には膜がある。   | 表面張力  | 物理                                     |

|      |                        |   |                      |                |
|------|------------------------|---|----------------------|----------------|
|      | らす。                    | b) 水は物質に付着している。<br>c) 水はせまい管の中を上る。  | 付着作用<br>毛管現象         | 物理<br>物理       |
| VII  | 水は物質を溶かす。              | a) 物質は水中では見ることができない。物質は水の中で消えてしまうのではなく、存在しているのである。この現象を一般に「溶ける」という。<br>b) 児童は、水に溶けるものと溶けないものがあることを知る。<br>c) 蒸発させることにより、溶けた物質はまだ存在していたのだということ、再び見ることが可能となるということを知る。                                | 溶媒としての性質<br>溶解<br>溶解 | 化学<br>化学<br>化学 |
| VIII | どんな生物にとっても水は欠くことができない。 | 児童は水の存在する意義を自然界の事実として認識する。児童は様々の生物の水利用法について知る。<br>a) 動物は水を必要とする。多くの動物は水場をもとめて遠い所まで行く。多種の動物が水を必要としているにもかかわらず、それさえ得られないこともある。<br>b) 植物は水を必要とする。水がなければ枯れてしまう。種子は水がなければ発芽しない。<br>c) 人間は毎日一定量の水を必要とする。 | 動物と水<br>植物と水<br>人間と水 | 生物<br>生物<br>生物 |

\*上表の「章」、「テーマ」、「目標」は、作業帳「わたしたちの新しい世界——水——」の訳であり、「内容」、「専門科目との関連」は、著者が記述したものである。

表2 I：鉄でできた船がどうして浮くのか

| 第二段階                      | 第三段階  | 第四段階  |
|---------------------------|---|---|
| どんなものが浮くか                 | ○浮くもの<br>○沈むもの<br>○ものの重さ                              | あき瓶、プラスチックブラシ<br>金鍮、石けん<br>物質の重さの測定   |
| 水にはものを持ち上げる作用がある。         | ○水は石を上へ持ち上げる力をもっている。<br>○水は他の物質を持ち上げる力をもっている。         | 天びん秤で石の重さ(100gくらいのもの)を測定。石を器に入れ、その中に水を注いでいったときの天びんの変化をみる。<br>石けん、あき瓶  |
| 水が押しのけられる。                | ○棒状粘土は沈む。<br>○船型粘土は浮く                                 | 棒状粘土を水の中に入れたとき、押しのけられた水の量を測定する。<br>棒状粘土と同量の粘土を船の形にして水の中に入れる。そのとき押しのけられた水の量を測定する。                            |
| 浮いているものは、つねに、同量の水を押し上げるか。 | ○水を保持しておく場がなければ、船は多大な水をこぼす。<br>○浮力：船は水を一つの固まりとして排除する。 | 水がいっぱいになっている容器の中に金属容器を入れ、こぼれた水の量を測定する。<br>粘土球は、押しのけられた水より重いから沈み、粘土容器は押しのけられた水と同じ重さだから浮く。                    |
| 水はどこで排除されるか。              | ○水中に浮くものの重さと排除される水量<br>○水中で沈むものの重さと排除される水量            | 粘土で作った小さな船を水中に浮かべる。それが沈むまで小石を積み、その時の重さを測定する。容器全体の重さを測定する。<br>小さな船と同量の粘土を球状にして重さを測定する。それを水中に入れて容器全体の重さを測定する。 |

児童を科学的基本概念の理解へと方向づける手段として「事実分析」・「構造分析」を綿密に行うことが重視される。というのは、そうすることによって、日常の事実・事象の把握から科学的基本概念の理解にまで高められていくことが、段階を追って詳細にわかるからである。たとえば、児童が実験により「浮くもの」と「沈むもの」を分類できたならば、つづいて、ものが浮くということはどのようなことに起因しているのかを探究していく必要がある。この時、児童が自らの感覚諸器官を働かせて実験・観察を行い、科学的基本概念を発見していくような方式をとることが望ましい。また、そうすることが思考力のまだ発達していない初等段階の低学年児童にとってはとくにわかりやすいのである。表1で示した「Ⅳ. 浮いているものはつねに同量の水を押しつけているのか」というテーマの場合をみてみよう<sup>17)</sup>。このテーマでは、水を満たしたビーカーの中に粘土で作った容器を入れ、水をあふれさせてしまうという実験を行う。この実験から、粘土容器をビーカーに入れたために水がこぼれたのだということが、視覚を通じて児童に伝達されることになるのである。

このように、「わかる」ということは児童の生活体験に支えられる必要がある。また、「わかったこと」が生活に応用できるようになることも必要である。言いかえれば、「子どもの感じ方・思い方・考え方・生き方の論理——生活の論理——に噛み合っていない学力は『にせの学力』<sup>18)</sup>にすぎないのである。したがって、児童にとって身近にあり、生活の論理に噛み合った教材である「水」は、わが国の初等段階の理科でもとり上げるのにふさわしいものの一つであるといえよう。

こんどは、われわれ人間にとっての必要性から水をとらえてみよう。

人間の身体の三分の二以上は水から成っている。また、人間は生理的に一日一人当たり最低2.2リットルの水を必要とする。生活のためには一日一人平均322リットルの水を必要としているのである<sup>19)</sup>。海洋、湖、河川など地球

上に占める水の存在量はひじょうに多い。また、歴史的にみるならば、四大文明も河を中心に発展したのである。これらのことから「水」は「土」や「空気」などと同様に、自然界においては一定不変の基盤であることがわかる。

また、水を誤った方法で利用するならば、前述したように公害問題が生ずる。われわれ自身の生活を虫ばむようなことを防ぐためには、公害の恐ろしさも児童に認識させねばなるまい。

以上、人間生活にかかわる面からも、「水」は児童にとって現在並びに将来の生活にも有用なものであることがわかる。ゆえに、初等段階で教授する価値がある。

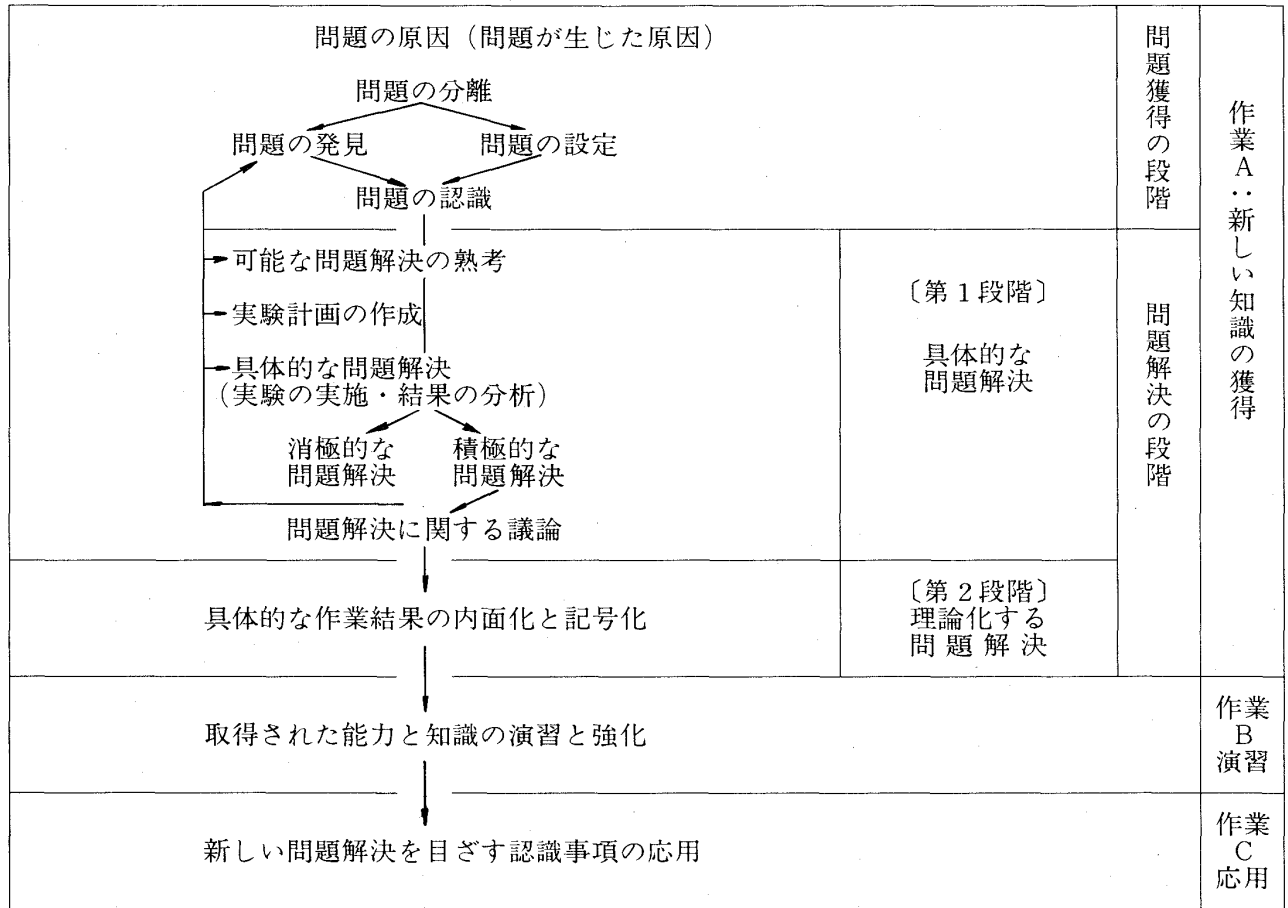
## (2) 論理的思考力・探究心の育成

前項で具体的に示したように、実質的な基礎知識が得られたというだけでは、初等段階の理科教育は広義の教育（人間形成）にはあまり寄与しないことになってしまう。児童個々の人間形成に初等段階の理科教育が果たしうる主な事柄は、論理的な思考力や探究心を育成することである。これらを育成するためには、教授方法として「探究的・開発的教授法」がとられねばなるまい。H. A. アルントは、この「探究的・開発的教授法」がとる過程を図1のように示している<sup>20)</sup>。

児童の探究衝動がかきたてられるためには、たとえば、表2に示した「Ⅰ. 鉄でできた船がどうして浮くのか」というような問題解決のための行動を引き起こす誘因、つまり「問題の原因」が与えられなければならない。この段階で児童の興味を喚起できるかどうかによって、その後が続く段階で児童が自発的・積極的に行動していくかどうかが決まる。

「問題の原因」が与えられたならば、つぎに、たとえば「どんなものが水に浮くのか」というような教師による「問題の設定」とか、あるいは「水に浮くものと沈むものを分類してみよう」といった児童自身の「問題の発見」を通じて、「たしかにもものには水に浮くものと沈むものがあるのだろうか」という「問題の認識」に到達する。その際、児童の自主的な思考、あ

図1 教授手順の分析



るいは自己活動を促すためには「問題の発見」の方が「問題の設定」より優れていることは当然である。しかし、初等段階の児童にとっては「問題の発見」は必ずしも容易ではなからう。いずれにせよ、教師はすべての児童に問題が把握されるように質問をしたり、「問題の設定」をくり返したりしなければならない<sup>21)</sup>。

明確に問題が把握されたならば、つぎに「問題解決」の段階に入っていく。まずはじめに、児童は討議の中で問題を解決するための予想や意見を述べる機会を得る。この段階で、各自が熟考した上で理論的仮説に到達する。たとえば、「水の中に身体を入れると、身体が軽くなったような気がする」というような児童自らの体験から「ものは水中では軽くなる」ということに結びつけていく。そして、「水にはものを上へ持ち上げる働きがあるのではないか」という理論的仮説をたてるのである。この理論的仮説は実験により検証されなければならない。よく考

えた上で出された理論的仮説は、つぎの「実験計画の作成」に当たっての前提条件なのである。

実験を行うことによって、児童は自分自身のたてた仮説や予想が正当であったかどうかを見極める。もしそれらが誤っていたならば、再び出発点、つまり「問題の発見」までたかえらなければならない。

実験により、自己の理論的仮説や予想が正しいと検証できたならば、「初歩的な抽象化と理論化」<sup>22)</sup>のための議論を行う必要がでてくる。この議論によって獲得された事柄（法則・規則・方式）が記号化（Symbolisierung）され内面化される。そして新たな問題解決のために応用され、転用されるのである。

このような「探究的・開発的教授法」をとることによって、科学的基本概念を背景にした教材であればどんなものも児童の探究心を養い、論理的な思考力を身につけることに関与するのである。



おわりに

本稿では、初等段階の教科教育、とくに低学年の理科教育がいかに実践されるべきであるかについて述べてきた。教材内容の例として、われわれの身のまわりにある事象の一つである「水」をとり上げた。生活上の基礎知識であって科学的基本概念に結びつくものであれば、何でも教材としてふさわしいかといえ、決してそうはいえない。論理的思考力・探究心の育成というような、人間形成にとって重要な形式的な側面をも考慮しなくてはならないのである。生活上の基礎知識であって科学的基本概念へ結びつき、しかも論理的な思考力や探究心を育成することが可能な教材内容が、教育的な観点から配慮された有効な教材内容であるといえよう。

「生活上の基礎知識から科学的基本概念へ」ということを重視することによって、児童の興味・関心・発達段階をも考慮した授業を行うことができる。また、「論理的思考力・探究心の育成」を重視することによって、科学的知性を開発することができる。

今日は、情報過多の時代である。したがって、教材内容の精選に関する問題が重要になってくる。教材内容は、授業を規定する重要な要因の一つである。これまで本稿で考察してきたような原則に則って教材内容を選択し、「事実分析」・「構造分析」等による十分な教材解釈を行わなければ、よい授業は展開できないであろう。

また、本稿では「水」を自然科学の教材内容としてのみ論述してきた。しかし、この教材には社会科や技術科に属す内容も多分に含まれている。このように子どもの生活上の基礎知識で科学的基本概念へ結びつき、しかも論理的な思考力・探究心を育成することが可能な教材内容を選択していく方法をとるならば、当然、現在わが国の初等段階で指導されている教科目という枠を取り去らねばなるまい。そして生活と科学の統一を志向した総合的な教材内容の編成が必要であろう。

- 1) 日本では「事実教授」・「事象教授」と訳されているが、訳語で示すことによって生ずる誤解を避けるために言語のまま記すことにする。
- 2) 教材としてとり上げられた水に関する事柄を意味する場合、以下カッコ書きにする。
- 3) Grundschule (西ドイツにおける初等教育機関) は、六歳で就学し四年間(邦によっては六年間)にわたって教育を行う。この学校におけるカリキュラムは、1920年の帝国 Grundschule 法で「国家のあらゆる子ども達のための共通学校」と位置づけられて以来、50年近くの間改革の波を被らなかつた。これにメスを入れたのが、スプートニクショック以来の諸外国のカリキュラム改革運動であり、西ドイツの宗教哲学者 G. ピヒトの「ドイツの教育的破局」(Die Deutsche Bildungskatastrophe) という論文であった。それ以来、改革の必要性が叫ばれ、1969年には Grundschule 会議が開催され、Grundschule の改革問題が論議された。さらに、1970年、ドイツ教育審議会(Deutscher Bildungsrat)は「教育制度に関する構造計画」(Strukturplan für das Bildungswesen) という、ドイツ教育制度改革の青写真ともいえるものを出したのである。Grundschule 教授改革は、この「構造計画」の具体化として各邦で論じられたカリキュラム改革である。その結果出されたのが各邦の「教授計画」(Lehrplan)なのである。  
詳しくは、  
拙稿：「西ドイツの Grundschule 教授改革(1960年代中心)とその基本的方向」(東海女子短期大学紀要第9号)、1983年参照。
- 4) Sachunterricht が含む教育内容は、邦によって相違がある。たとえば、次のようにである。
- 5) 「作業帳」には次のようなものがある。これら

| 〈Hamburg 市の場合〉       | 〈Nordrhein—Westfalen の場合〉       |
|----------------------|---------------------------------|
| 生物 }<br>物理 }<br>技術 } | 物理／気象 }<br>化学 }<br>技術 }<br>生物 } |
| 社会学 }<br>安全教育 }      | 社会教育 }<br>社会科 }                 |

(in : Richtlinien und Lehrpläne BdI Grundschule, 1974)

地理  
安全教育  
家庭科  
(in : Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule, 1973)

はいずれもシリーズになっている。

- Klett Verlag: Unsere neue Welt
- Westermann Verlag: Sachunterricht in der Grundschule

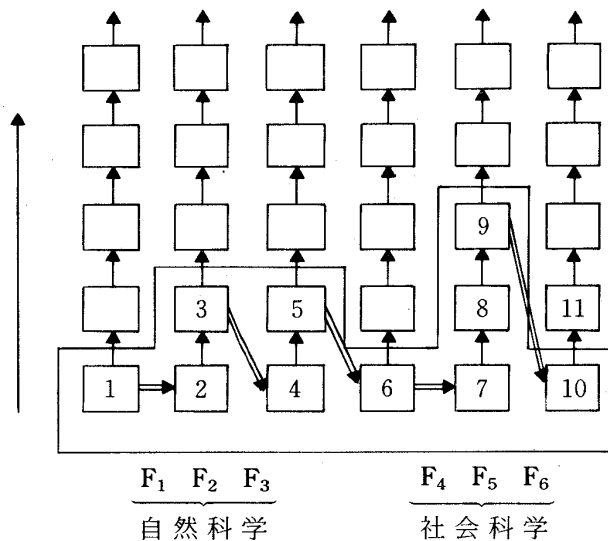
◦ Auer Verlag: Sachkunde der Grundschule

6) 「わたしたちの新しい世界」という「作業帳」は、右図のように専門諸科目を統合して編成したものである。この「作業帳」には、自然科学分野を主なテーマとしているものとして、次の四種のものがある。「水」、「空気」、「土」、「環境保護」。

7) 西ドイツの基本法は、文化高権が各邦にあると明記している。学校教育に関しても、その政策決定と行政は各邦の文化省の管轄下にある。したがってカリキュラムに関しても邦によって異なる部分が生ずるのである。

詳しくは、

大西健夫編：「現代のドイツ——学校と教育」、



(F<sub>1</sub>~F<sub>6</sub> は専門諸科目)

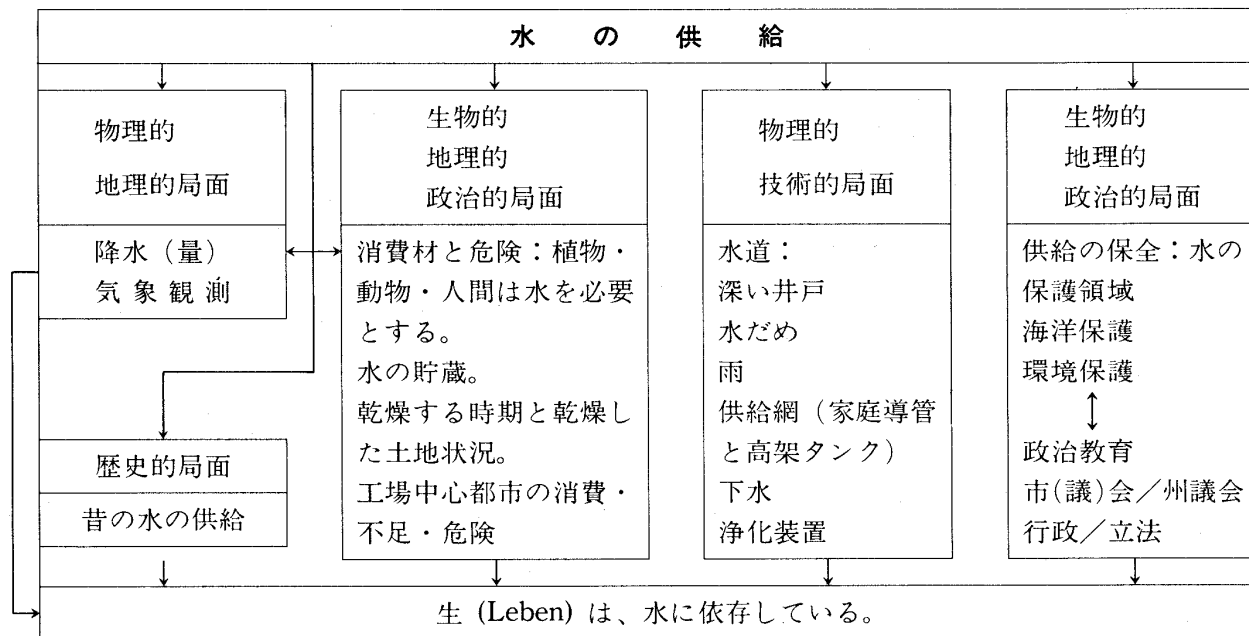
(L. F. Katzenberger : Der Sachunterricht in der Grundschule II, Prögel, S. 381)

三修社, 1984 年参照。

8) 「水」が生命・生活にいかに関係が深いかを、次の表から読みとることができる。

in: H. Klein und andere: "Unsere neue Welt, Wasser", Lehrerheft, Klett Verlag, S. 14.

9) Harry A. Arndt: Naturlehre in der Grundschule,



Westermann Taschenbuch, 1971, S. 80.

10) a. a. O., S. 95f.

11) a. a. O.

12) a. a. O., S. 96f.

13) 「水」は、西ドイツ諸邦の Sachunterricht の教材として必ずとり上げられている。そのため、この教材に関しては、授業研究も盛んに行われている。

- 14) Rudolf Mücke: Sachkunde, Julius Klinkhardt, 1973, S. 24.
- 15) a. a. O., S. 29.
- 16) H. Klein u. a. : Unsere neue Welt, Wasser, Klett Verlag, 1975.
- 17) H. Klein u. a. : a. a. O., S. 9.
- 18) 東井義雄：「学力をどう考えればよいか」（砂沢喜代次編著「教育学入門」福村出版，1982年，53頁）。
- 19) 山縣登著：環境科学ライブラリー①「水と環境」，

大日本図書出版，1976年，126～128頁参照。

- 20) H. A. Arndt : a. a. O., S. 102.
- 21) たとえば次のように「問題の設定」がくり返される。「浮くものと沈むものの重さを比べましょう。」「水に入れるときの入れ方の違いで、ものは浮いたり沈んだりすることがありますか。」
- 22) 例をあげるならば、次のようなことに達する。「水中では、ものの重さは排除された水の分量の重さを空気中で測定したそのものの重さから減じたものに等しい。」