

# 東ドイツの中等物理教育

— 内容に関する一考察 —

柴 一 実

( 広島大学大学院 )

## I はじめに

ドイツの中等物理教育を論ずるに当たって、19世紀後半から20世紀初頭にかけてドイツの中等物理教育の発展に尽力した人物として Ernst Grimsehl (1861~1914), Friedlich Poske (1852~1925) らの名を挙げることができる。戦後、国家体制の変遷した東ドイツの中等物理教育の実状を見ても、彼等に代表されるドイツ流の中等物理教育の理念なり原理・原則は、依然として少なからず影響を持っているように思われる。しかし、その一方で現行の東ドイツの中等物理教育は、社会主義教育の枠内で新たな発展の様相を呈している。その結果、ドイツ流の伝統と新しい社会主義教育との融合を中等教育段階の物理という教科において見出すことができる。従って、東ドイツの中等物理教育を目的・内容・方法に涉って詳細に分析して行くことは、前述のような諸要因を背景として一般的に中等物理教育を成立させる原理・原則的なものを見出すことであり、そのための1サンプルを抽出することである。

そこで、今回は現行の教育課程を中心として、東ドイツの第6学年から第10学年までの内容を明らかにする中から、東ドイツの中等物理教育の特色とその問題点について考察したい。

## II 東ドイツの中等物理教育の内容

さて、1977年文部省発行の Lehrplan によれば、第6学年から第10学年までの物理教育の内容は次のように構成されている。以下、括弧の中の数字は授業時間数を示している。

### (1) 第6学年の内容構成(①, 9-22)

物理教育への導入(2)

物体と物質(60)——物体の物理的性質・集合状態(4)、物体の体積(4)、固体の運動(6)、力とその物体への作用(4)、物体の質量(4)、物体の密度(5)、粒子から成る物質の構成・物体の形と体積の変化(5)、加熱と冷却の際の物体の体積変化(6)、物体の温度(4)、加熱による物体の状態変化(8)、物質内部での熱の伝導(5)、原子の構成と電荷(5)

物理学の対象と研究の仕方(3)

幾何光学(25)——光源と光の伝播(5)、光の反射(7)、光の屈折(8)、光学器械(5)

### (2) 第7学年の内容構成(①, 29)

力と図によるその表示(5)

力学における仕事、エネルギー、仕事率(31)——力学的仕事(8)、簡単に力を変換する装置における仕事(10)、力学的エネルギー(6)、仕事率(4)、復習と応用(3)

液体と気体の力学(24)——閉じ込められた液体や気体の中での圧力(7)、重力圧とその作用(10)、流動する液体や気体の中での圧力の関係(4)、復習と応用(3)

### (3) 第8学年の内容構成(①, 51)

熱学(25)——熱エネルギー(9)、理想気体の平衡状態(6)、エネルギー変化(8)、復習、まとめ、応用(2)

電気(35)——電荷、電流、電圧(10)、電氣的エネルギー、電気による仕事・仕事率(5)、電気抵抗およびオームの法則(8)、直列回路と並列回路(9)、復習、まとめ、応用(3)

### (4) 第9学年の内容構成(①, 74)

力学(38)——運動学の基礎(13)、動力学の基礎(9)、エネルギー(4)、円運動(5)、重力(4)、復習、まとめ、および応用による強化づけ(3)

電気(42)——電場(7)、磁場(8)、電磁誘導(8)、電気伝導に関する事象(16)〔一般的モデル(7)および応用(9)〕、復習、まとめ、および応用による強化づけ(3)

実習(10)

### (5) 第10学年の内容構成(①, 104)

核物理学(13)——原子構造と原子モデル(2)、原子核(10)〔安定した原子核(2)、不安定な原子核(3)、原子核変化、核分裂、核融合(2)、放射線の利用・保護、市民の擁護(3)〕、原子物理学の発展(1)

振動(31)——力学的振動(8)、電磁氣的振動(21)〔交流(13)、振動領域(3)〕、復習、まとめ、および応用による強化づけ(2)

波動(27)——力学的波動(7)、電磁波(18)〔光波(9)、ヘルツ波(7)、レントゲン線(2)〕、復習、まとめ、

および応用による強化づけ(2)

全体の復習とまとめ(16) — 振動と波動(実験を伴う教師の講義(1), エネルギー保存則(実験を伴う教師の講義(1), 拡大した教材領域の復習(4), 実習(10)次に、教科書の内容について見てゆこう。教科書の内容は Lehrplan の内容に従って編集されており、その内容は前述のそれぞれの物理学的内容に関する説明的記述がほとんどである。教科書の前半の約4分の3の部分が内容の説明(物理的概念の定義づけ、図・表・モデルに関する事項等々)であり、後半の約4分の1の部分が質問、課題、生徒実験に当てられている。質問・課題数は、第6学年で242、第7学年で174、第8学年で191、第9学年で228、第10学年で178である。各学年ごとの教科書に示されている生徒実験は次の通りである。括弧の中の数字は実験数である。

(1) 第6学年の生徒実験(14)(②, 140-159)

測定と計算による規則的な形の固体の体積の決定、不規則な形の固体の体積の決定、速度、ばねばかりの組立て、天秤による物体の質量の決定、密度の決定、加熱した際の液体の変化等々

(2) 第7学年の生徒実験(8)(③, 120-128)

力の合成、ばねを伸ばした際の仕事の決定、すべり摩擦係数の決定、滑車による仕事の決定、斜面での仕事の決定、メスシリンダーを使った比重の決定、静力学的浮力の決定等々

(3) 第8学年の生徒実験(8)(④, 115-123)

2つの液体の混合温度の決定、物質の比熱の決定、直流回路における電圧・電流の決定、電力の決定、抵抗の決定、直列回路における電流・電圧の決定等々

(4) 第9学年の生徒実験(7)(⑤, 156-165)

等加速度運動、2力の合成、力の分解、ベルの組立て、三極真空管の  $I_a - U_g$  特性曲線の作成、半導体ダイオードの  $I - U$  特性曲線の作成等々

(5) 第10学年の生徒実験(6)(⑥, 164-172)

単振り子の周期、直流・交流回路でのコイル・コンデンサーの抵抗、負荷のかかっていない変圧器の電圧、変圧器の負荷と2次電圧の依存性、光の回折の観察、線格子での光の回折の観察

## Ⅱ 東ドイツの中等物理教育の内容の範囲と関連

それでは、一体内容の範囲はどのような原理・原則に基づいて決められているのであろうか。第6学年から第10学年までの Lehrplan に課せられた課題・目標、および前述のⅡより次のようにまとめられる。

(1) 物理的な現象・事象に関する基礎的な内容であること。

(2) 総合技術教育との関連性を持った内容であること、

と、即ち技術的な利用に関する内容をもうけること。

(3) 生徒の直観に基づくこと、即ち生徒の実際経験や生産実習の中から引出すこと。

(4) 生徒の身の回りの生活との関連性を持った内容であること。

(5) 自然科学的教科は言うに及ばず、歴史、公民科などの他の教科との関連性を持った内容であること。

さらに、どのような原理・原則に基づいて関連性(系統性)が図られているのであろうか。前述と同様に、各学年に課せられた課題・目標、および前述のⅡより次のようにまとめられる。

(1) 物理学の体系的・系統的内容が容易なものから困難なものへと配列されていること。

(2) それと同時に数学的な取扱いが容易なものから困難なものへと配列されていること。

(3) 同様のことが生徒実験に関しても言えること。

(4) 正確な物理学的概念の形成ができるように配列されていること。

(5) 物理的な現象・事象に関する確実な基礎的知識を唯物論的見識にまで高められるように配列されていること。

次に、こうした原理・原則が具体的な内容においてどのように実現されているのか見て行きたい。例として力学的内容を取り上げてみると、各学年ごとの力学的内容は、導入(第6学年)→静・動力学的な取扱い(第7学年)→動力学的な取扱い(第9学年)→物体と場との相互作用の考察(第10学年)へと系統立てられている。又、H. Parthey著「数学・自然科学教育における世界観の一哲学的陶冶・訓育」において各学年ごとの力学的内容の取扱いに関して次のように述べられている。

(1) 第6学年(⑦, 264)

『力学的運動』という概念は巨視物理的物体の相対的な位置変化、或いは場所変化として導入され、運動の絶対的な特徴が例において示され、運動の相対的な要素として静止が特徴づけられる。』

(2) 第7学年(⑧, 264)

「力学的運動の尺度量として運動エネルギーとポテンシャルエネルギーが導入される。力学的に運動している物体と周囲との相互作用は、今や不可欠なものとして認識される(摩擦)。力学的エネルギーの形態の変わりやすさが取扱われる。』

(3) 第8学年(⑨, 265)

「固体、液体、気体中で運動している粒子のモデル概念を使って熱学における多くの現象が説明される。運動している荷電粒子のモデル概念——とりわけ電子に関して——は、電気的な現象の説明のため

に利用される。このことは、第一の場合、巨視的物理学の領域における力学的運動概念の広範囲に及ぶ適用を意味し、第二の場合、他の物理的な運動形態の領域や電気的運動の領域における概念の形式的な転移を意味する。……人間は作用する法則や条件を知り応用する時、それらを実験室や工場において自分自身実施しうる。」

(4) 第9学年(⑦, 265)

「力学的、電磁氣的運動のより広い形態の取扱いは、これらの形態を系統づけたり、それらの関係を調べたり、認識を深めるという可能性を明らかにする。」

(5) 第10学年(⑦, 265)

「力学的運動概念の発達には、第10学年において、力学的振動、波動を取扱うことによって確実な決定を得る。その時、力学的運動観の補充と出現は電磁氣的振動と波動、並びに原子論的、準原子論的運動現象を探究する際に生ずる。」

最後に、力学的内容に関して、第6学年の教師用書にみられる授業展開例の一部を挙げておこう。

(1) 物体の運動(11時間目)(⑧, 56)

- ① 運動概念を明らかにすること→授業討論、ノートを使った学習
- ② 運動の相対性を明瞭にすること→授業討論
- ③ 異なった運動を区別すること→演示実験、ワークシート、表を使った学習
- ④ 運動の形態に基づいて運動を分類すること→板書、ノートを使った学習
- ⑤ 新しい知識をまとめること

(2) 等速直線運動(12時間目)(⑧, 58)

- ① 等速直線運動を演示すること→演示実験、授業討論
- ② 等しい時間に経過する経路を比較すること→演示実験、授業討論
- ③ 等速直線運動の際の距離と時間を測定すること→演示実験、ワークシート、表を使った学習
- ④ 測定された値をグラフ的に表現すること→ワークシート、表を使った学習
- ⑤ 新しい知識をまとめること→生徒がまとめること

#### Ⅳ おわりに

東ドイツの中等物理教育の内容について考える時、Ⅲで述べたような点が内容の範囲、および関連性を決定している原理・原則を示しているように思われる。それらの中の幾つかの点は、物理教育を問わず他の教科にも共通する一般的原理・原則である。具体的には、

Ⅲにおいて力学的内容の関連性を見たわけであるが、「導入」から「物体と場との相互作用の考察」へと繋がる一連の内容は、Ⅲで述べたような原理・原則を背景としてその配列において線型的であると言えよう。又、具体例として力学的運動に関する概念の発達を見て来たが、Ⅲで述べた唯物論的見識に関しては、力学的運動観の形成という形で論じられていた。

最後に、具体的には力学的内容を取り上げて来たわけであるが、東ドイツの中等物理教育の特色として幾つかの点が指摘されよう。そうした特色の一つとして、内容の範囲において生徒の直観性、生活との結合性、他教科との結合性(Koordinierung)などの教育的、教授学的原理・原則が貫かれている点、並びに、第6学年から初めて体系立った物理教育が始まることを考慮すれば、内容の配列において伝統的な体系立った系統性(その配列において線型的)が重じられている点が見られる。こうした中等物理教育のあり方は、戦後幾度かの変遷を経て今日に至るまで、ドイツの教育伝統の上に漸進的ではあるが着実に発展して来た東ドイツ流の中等物理教育のあり方を示しているように思われる。なお、今後の課題として力学的内容に限らず他の内容領域についても考察する中から、内容全体を規定する原理・原則をより明確にする必要がある。

#### 引用文献

- ① Ministerium für Volksbildung Lehrplan Physik Klassen 6 bis 10, V. und W., 1977.
- ② Rolf Grabow, Physik Lehrbuch für Klasse 6, V. und W., 1975.
- ③ Rolf Grabow, Physik Lehrbuch für Klasse 7, V. und W., 1975.
- ④ Rolf Grabow, Physik Lehrbuch für Klasse 8, V. und W., 1975.
- ⑤ Rolf Grabow, Physik Lehrbuch für Klasse 9, V. und W., 1975.
- ⑥ Werner Damm, Physik Lehrbuch für Klasse 10, V. und W., 1975.
- ⑦ H. Parthey, Weltanschaulich-philosophische Bildung und Erziehung im mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht, V. und W.
- ⑧ G. Heise, Unterrichtshilfen Physik 6 Klasse, V. und W., 1975.