

# 東ドイツの中等物理教育における能力発達論に関する一考察

柴 一 実  
(広島大学大学院)

## I はじめに

最近、学校教育において、いかなる学力が必要とされるのか、といった問題がさかんに議論されている。こうした学力の問題と密接に関連して、各教科における能力発達に関する問題も同時に考慮されねばならないであろう。それでは、一体中等教育段階の物理教育において、いかなる能力が発達されねばならないのか、また、そのためには、具体的な授業の中で、どのような教授・学習が行なわれねばならないのか。

こうした問題に取り組んでいる研究グループとしてカール・マルクス大学(ライプツヒヒ)の『能力発達』(Fähigkeitentwicklung)に関する研究グループを挙げることができる。このグループは、1960年代の中頃につくられ、カール・マルクス大学の教授学者、教育方法学者、心理学者、各教科領域の専門家などを中心として構成されている。

そこで、本論文では、この研究グループの一員であり、物理教育に関する研究グループの指導者であるW.Riehlの主張を中心として、東ドイツの中等物理教育における能力発達論を明らかにすることを通して、東ドイツの中等物理教育のあり方に関する一考察を試みる。

## II 能力発達に関する一般的主張

W.Riehlは、雑誌『学校の物理』(Physik in der Schule)の中で、能力発達に関して、原則として考慮しなければならない点をいくつか挙げている。(①, 522, 523)

- (1) 能力発達とは、生徒の知的、知的-実践的活動の過程の質の高まりに関する教師の組織的な仕事を意味している。
- (2) 能力発達は、内容に対して科学的な思考方法や学習方法の媒介を持っている。
- (3) 能力発達は、生徒による知的(精神的)活動の一般的、専門的方法、技術等の習得を要求する。ここで言う知的活動とは、分析・総合という基本操作に還元される。その基本操作は、比較する・抽象する・普遍化する・系統立てる・結論づける、

等々のような操作において、具体的に述べられている。

さらに、W.Riehlは、能力発達に対するできるだけ良い寄与を果たすために、教師が授業の中で考慮しなければならない点をいくつか挙げている(①, 523, 524)

- (1) 授業過程は、生徒がますます意識的、創造的、自主的に活動を実行することを学ぶように導入されねばならない。
- (2) 新しい知識(物理学の事態、方法論的知識、等々)の媒介は、生徒にとって認識過程として意識的に形成されねばならない。物理学の認識方法の認識論的に正しい投入、特に実験の正しい投入(事態を説明する・法則を獲得する・仮説を再考する、等々のための実験の正しい投入)が、生徒に意識されねばならない。
- (3) 積極的、効果的な学習へと生徒を導くすべての可能性が利用されねばならない。
- (4) 思考と言語は、互いに密接に結びついている。そのために、物理教育の成果は、生徒が物理的な事態を専門用語を使って記述したり、表現することができるように達成されねばならない。

## III 物理教育における能力発達

【】において取り上げられたような一般的・方法論的視点に則って、物理教育における能力発達はどのように考えられているのか。前述のW.Riehlは、まず初め物理教育における能力発達の必要性に関して、次のように述べている。(②, 183~185)

- (1) これらすべての活動の際に、特に実験上の取り扱い(例えば、実験方法)、論理的な取り扱い、エネルギー論的考察、構造論的考察、探究的方法(例えば、ブラック・ボックスの取り扱い)、数学的方法・取り扱いが適用される。生徒がこれらの取り扱いを知ることだけでは十分ではなく、むしろ、様々な課題を解決するために、これらの取り扱いを応用することができるか否かが問題である。知識は、形式的な知識としてのみ存在すべき

ではない。それゆえに、物理教育においても、知的、実際の活動を目標に合わせて、計画的に実行することができる能力を生徒に発達させることが肝要である。

- (2) 物理教育の知的能力の発達に関して、教育的指導の中心に弁証法的—唯物論的思考の形成が存在している。H. Faustは、弁証法的—唯物論的思考を一般的に特色づけた。物理教育において、そのための寄与がもたらされねばならない。この思考は、(生徒にとって)新しい認識を獲得したり、知識を習得したり、問題(例えば、授業における様々な問題、労働共同体における物理的—技術的な問題、等々)を解決できるようにする。

では、ここで問題としている物理教育において発達されるべき基礎能力とは、一体どのような能力を具体的に示しているのか、次にみてゆこう。

W. Riehlは、物理教育において発達されるべき基礎能力を2点に分類している。(②, 185, 186)

- (1) 物理学的な見解のもとに、自然事象、技術的な事象を観察するための能力  
(2) 物理的、並びに物理的—技術的な課題を解決する際に、一般的、特殊な学習方法を応用する能力  
さらに、(2)の点に関しては、次に挙げるような①～⑥の能力に細かく分類している。①論理的な操作を用いるための能力(例えば、仮説を設定する場合、構造論的考察、エネルギー論的考察を実施する場合)、②実験に基づいた学習を計画したり、組織する能力、③モデルを用いる能力、④物理量を測定する能力(一連の測定の評価も含めて)、⑤物理的な事象において、数学的な方法・取り扱いを応用する能力、⑥世界観的—哲学的な因果関係を認識する能力(Lehrplanの要求の枠内で)、⑦物理的な事象を、事実に応じて表現する能力、⑧知識を自主的に習得する能力(特に、文献から)

次に、能力発達と密接に関連している知的(精神的)活動の形成について述べてみよう。

カール・マルクス大学の「能力発達」に関する研究グループの指導者であるH. Faustは、その著「第5学年から第10学年までの授業における知的能力の発達」の中で、「能力発達の内容に関して、Lehrpläneの教材単元の中に明示されている知的(精神的)活動も顧慮されねばならない。能力は、知的(精神的)活動の過程において発達するので、社会主義的人格の創造的な能力の発達にとって重要な知的(精神的)活動が計画的に形成されねばならない。」(③, 51)と述べている。具体的に、第6学年から第9学年までの物理のLehrpläneに含まれている知的(精神的)

活動は、次の通りである。

(1) 第6学年

物理的事象を観察し、観察したことを記憶力、或いは(教師の援助によって置かれた)測定値表において固定させ、事情によっては図式的に評価する。原因と結果を区別する。力学、熱学の簡単な測定器具を取り扱う。先に与えられた式に物理量を挿入する。実験過程の最初の意識。法則を帰納的に獲得する最初の実験。この活動は、教師による引きしまった指導の場合に実行される。生徒の場合に、直観的なモデルを取り扱う最初の能力が発達する。また、それは、微視的な物理的事象(粒子像における説明)によって巨視的な物理的現象を説明する能力にとって有効である。

(2) 第7学年

一般的な原理から、特別な推論を引き出す、即ち、演繹的に新しい認識を獲得する。数学という教科における進歩は、今や、式の置き換えによる計算を実施することを許す。第6学年の活動が継続発達される。

(3) 第8学年

モデル概念を使って学習する能力が拡大される。生徒は、複雑な物理的過程において、粒子概念、エネルギー論的考察を典型的な物理的考察方法として応用する。場の概念の発達が生徒に準備される。生徒は、簡単な電気測定器具を取り扱う。

(4) 第9学年

生徒は、物理実習の枠内で、実験過程の部分的処置をますます自主的に実施する。生徒は、物理的問題について論ずるように促される、その際に、綿密な公式化と確実な表現能力が問題である。生徒は、帰納的、演繹的な取り扱いの応用において確実な自主性を獲得する。基礎的な学習方法は、常により意識的に応用される。生徒は、便覧を利用する。生徒は、物理学の概念体系の中へより深く入り込み、定義と経験に基づく原則(経験則)とを区別する能力が与えられる。生徒は、常に物理的合法性性において、マルクス主義的哲学を認識する能力が与えられる。目標志向性、忍耐、誠実さ、慎重さ、正確さといったような人格特性は、生徒実験によって固められる。

さらに、H. Hogauは、雑誌「学校の物理」(Physik in der Schule)の中で、第6学年の教科書、課題集(Aufgabensammlung)に含まれている課題、問題を解決することと知的(精神的)能力の発達との関係について、次のように述べている。「第6学年において、実験をしたり、モデルを使って学習した

り、物理へ数学的な取り扱いを適用する最初の能力が発達されねばならない。生徒は、現象の解釈に関する知識の基礎の上に、現象から本質へと突き進むことを学ぶ能力が与えられる。……そこで、例えば、一般的な生活経験から知られている概念が、概念解釈の方法において、着実に科学的な概念にまで継続発達されねばならない。生徒の知的（精神的）能力に関して、要求実現のための手段は、教科書や課題集の中に含まれている課題や問題である。挙げられた本の中に含まれている個々の課題やそこに提示されている個々の問題は、生徒の知的（精神的）活動を、これらの対象領域において鼓舞したり、組織することに寄与すべきである。」(④, 539)引き続き、彼は、教科書、課題集の中の問題を次の①～⑩の問題形態のタイプに分類している。①記述、或いは描写問題、②演示問題、③説明問題、④定義問題、⑤説明、或いは解釈問題、⑥証明問題、⑦確認、或いは識別問題、⑧予測問題、⑨関連問題、⑩選択問題

ここで、具体的に第6学年の教科書に盛り込まれている課題・問題例をいくつか取り上げてみよう。(⑤, 118)

- すべての物体は、いかなる共通の特性を持っているのか?
- 水の入った容器の中へガラスロートを逆にして伏せ、その時指で管の上をふさぎなさい! 開きなさい! あなたの観察したことを記述し、説明しなさい!
- 水の入った容器の中へ空のガラスコップを逆にして伏せなさい! うつわの底にあらかじめ金属の円筒を立てることによって実験を繰り返しなさい!
- a) ロートをびんの口の所へきっちりとあてがいが、水を注ぎ入れなさい! なぜ、うまく、或いはちっとも流れないのか? ロートを持ち上げなさい! 説明しなさい!
- b) プラスチックのロートの場合には、管の所にみぞが認められる。それはいかなる用途を持っているのか? a) と比較しなさい!

このように、教科書・課題集の中の課題・問題をいくつかの問題形態のタイプに分類したことについて、「他の形態はほとんど話されていないが、教科書や課題集の中の問題提供から、決まった思考形態が比較的強く発達する。それは、物理学的思考の領域における能力構造の形成において成果を持っていないからではない。我々は、専門教育において、知識を媒介するばかりでなく思考発達も促進したいので、思考過程のタイプが課題のタイプに本質的に依存するように、問題や課題の選択の際には指導すべきであろう。」(④,

553) と述べている。

#### Ⅳ おわりに

カール・マルクス大学での能力発達に関する研究が始まってから10年以上経ている。Ⅲにおいて引用した W. Riehl の論文は、1972年10月24・25日に開催された第3回会議での報告をもとにして出版されたものである。物理教育における能力発達の問題に関して言えば、一応心理学的、教授学成果等に則って、大きな枠組み・視点は明らかになってきているように思われる。しかし、その具体的なあり方には、まだ不明確な点が多いことも事実である。例えば、Ⅲで課題の解決と知的（精神的）能力の発達との関連を論じたが、何を基準に問題形態を分類したのか、また、いかなる課題の解決が、具体的に知的（精神的）能力の発達とどのように対応して考えられているのか、など不明確である。

だが、一方で、東ドイツの物理教育において、こうした能力発達論を強く推し進めて行こうとする要因として、上級学年に進むにつれて、物理学の体系を線型的な内容構成に従って系統的に学習すると同時に、Ⅲで述べたように、能力発達が科学的な思考方法、研究方法の媒介を持っているために、絶えず発展しつつある物理学が駆使する方法論に迫るような教授・学習が要請されているように思われる。このことは、第6学年の物理において、「物理学の対象と物理学的研究方法」という教材内容が学習されていることから明らかである。

最後に、最近東ドイツにおいて論じられている創造的な能力の発達とも関連して、能力発達に関する研究がどのように推し進められて行くのか注目に値する所である。

#### 引用文献

- ① W. Riehl: Zur Entwicklung von Fähigkeiten im Physikunterricht, Physik in der Schule, Heft 12, 1974.
- ② H. Faust: Entwicklung des Könnens im Fachunterricht, V. und W., 1974.
- ③ H. Faust: Entwicklung geistiger Fähigkeiten im Unterricht ddr Klassen 5 bis 10, V. und W., 1971.
- ④ H. Hogau: Aufgabenlösen und Entwicklung geistiger Fähigkeiten, Physik in der Schule, Heft 12, 1975.
- ⑤ R. Grabow: Physik Lehrbuch für Klasse 6, V. und W., 1975