

理 科

I 物 理 の 学 習 指 導

知 識 ， 思 考 ， 実 験

水 越 醸

1—1. 知識，思考，創造性

教育は単なる無差別情報伝達ではないのだから、系統的に、或いは歴史過程をふまえながら知識の整理伝達がなされ、教材の伝達をしながら、思考法や創造性が養われるであろう。基礎的定義、原理、概念が土台として存在した上で分析、総合、予測、類推、検証（演繹）、観察、想像、問題把握、情報収集、処理、調査企画、視野の広さ（評価、価値判断）、感受性、興味、目的性、集中、忍耐の各能力が養われるべきであろう。

観察は理科学習における重要な出発点と考える。問題把握が始まり科学的思考や創造性が養われる。観察のときには原因の探究、要素の分析、本質の把握、他との比較（同種・異種）、変化の観察や予測から本質の把握等が思考されていると考える。

科学的思考は医者^の診断や、天気予報などと対比して考えられる。問題把握からの思考過程の一例を挙げると。

カラーテレビのスイッチをON→すぐ絵が出る→
（自分のもつ情報と比較）↑（矛盾、おかしい）
ブラウン管にヒーターいるはず
ヒーターをいつも温めているか→電気代損、寿命
短い →新ブラウン管か → こまった……→
↑
（情報不足）

ケースの中をのぞく→ テレビ切ってもヒーター
（検証） ついているぞ

問題把握、予測等の何ずれの思考も目的と照らし合わせて評価できる能力を持つことが大切である。しかも柔軟な転換ができることよい。その上、評価の基準となる物指を多量、多質に持ち合わせる事が重要である。従って評価できる尺度を持つための知識と能力が必要である。更に、この尺度は弾力的に変更できることが大切である。創造という面を眺めれば、問題把握と評価力（価値判断力）なくして創造は生まれ得ない。

一方問題を見つける意欲があるべきである。それは興味・向上欲（希望）、欲求不満（不便、故障）、真理発見の喜び等があげられよう。

基本的姿勢を要求しても、それらが備わっているとは限らない。だから授業や、学習活動の殆んどについて問題把握させる努力と工夫を相当しなければならないであろう。問題の周辺を指示したり、暗示を与えたりすることや、質問の出し方を変えたり、考えの多様性を与えて観察や、観点の方向を変えさせる。このように質問によって、問題が誘発されることも考えられる。

予測の段階では原理や法則、概念の貯えが多量であることや、これらの知識が再生可能であることと、問題解決に必要なそして妥当なものの分析力、選択力、しかも容易に取り出せること、諸原理、知識相互の結合力が予測の確実性と高次元性への重要な条件であろう。必要なものの弁別に対する障害は類似なものの中や、他との組み合わせによる埋没とか、習慣によるなれの場合などがあげられよう。

予測の場合も、適当な指導と援助が必要なが多いであろう。ヒントを与えたり、類推、モデル化を指示したり、教師や生徒による誘発と補充が実施されよう。

問題把握や、予測などのような思いつき、ひらめきの思考は断片的な思考が他の思考や情報と結びついて価値あるものと評価されたときである。従ってどのような思いつきも、例えば子供の思いつきも、評価力がなかったならば、如何なるすばらしいことでも無意味であり、埋没する。直観は断片的であるから偶然性に左右されるが問題意識や評価力によって関連性が生まれるものである。直観が試行錯誤と異なる点はどうだろうか。直観は思いつくまで意識に表象化されないが、思いついたら価値化される。しかし、試行錯誤は実際にやってみなければ分からない。

洞察的模倣思考（理解）で学習した場合に比べ、准創造的学習（再生産）を実施した場合には、科学的思考力が養われ転移されよう。試行錯誤的な要素が入ったとしても分析力、総合力がつく。また、これによって付随的情報が得られようし、情報の量、質が増加し確実性を増し、目的情報の位置づけがはっきりすることが考えられる。

経験や検証において教師実験やテレビ等のごとく、

理解をさせる間接的経験とか代理理験の問題点は何であろうか。これらは観念の上で理解し、受け止めているが、実践力を伴わない、思考が浅い、理解しただけで意欲を持たない、思考における分析、総合力等伴わない、利用できないことなどであろう。これは、あたかも自動車運転の理論を聞いたり、見たりしても実際に運転できないこと、似ている面がある。

問題把握の機会としては、授業において習ったこと、知っていることと、知らない新しいこと、矛盾を意識させる。読書、観察記録、素材実験、故障・不便列挙、応用列挙、部分変更、分析工夫等があげられる。

具体的事物がある場合には、想像の場合や、図に書いて考えるより問題把握はしやすい。完成装置がある場合には使用法やあそび方について思いつきがあり各種装置の部品等である時には、それ等使用物の限定内で思いつきがあり、自分自身で何等かの装置を工夫するとなれば年令による技能等の制限があるが思いつきは相当なされよう。以上3段階について何ずれも問題把握、創造性と思考の陶冶がなされるが後述の段階ほど質が高い。これを玩具に置き変えても全く同じようにいえるから幼児から創造性が養われていると考えられる。この面から考えると、完成品、便利的なものを与えるのはよくない。テレビはあっても、有役な玩具は果してどの位あるべきであろうか。真に遊びの喜びを持続させる玩具を再認識すべきであろう。

授業において観察力(観点変更, 条件変更), 想像力(モデル形成), 分析力等の育成としての質問例と物理学習, 熱のところを示すと, 〽分子運動はどのような現象として見られるか。この運動を変更できる条件は何か。結晶にはどんなものがあるか。結晶の形から何が想像できるか。ボイルの法則はどんな現象にあるか。シャルルの実験をするにはどうしたらよいか。万年筆のインクケース内の圧力はどのように変化しているか。ブラウン運動がピンポン球によりできないか。ろうかを走ると滑る, このまさつ力を出す方法について考えよ。アルミと銅の比熱はちがうことをどうしたら調べられるか。水道管が破裂しやすい条件と防ぐ条件。まさつ熱の測定法はどうするか。〽

科学的思考と創造性の育成場面を検討すると,

講義的授業のとき 科学的思考の洞察的模倣(理解)

問題提示, 情報, 定義, 概念, 分析, 総合, 類推

誘導的授業のときは 准創造的思考

問題演習のとき 例題で科学的思考, 類推, 演習では

問題把握, 情報収集, 分析, 予測, 類推, 検証

観察のとき 問題把握, 分析, 予測, 想像力, 好奇心

実験のとき 検証, 分析, 問題把握(発展), 分析,

原因, 条件, 予測, 独創力

問題内容を実験のとき, 方法工夫, 新問題発見

発見的授業のとき } 問題把握, 情報収集, 分析, 予測
自由研究のとき } 類推, 検証

素材実験のとき 分析, 総合, 一次問題把握(漠然)
予測, 評価, 検証

観察記録のとき 分析, 問題把握, 情報収集, 原因,
条件, 予測

故障・不便列挙のとき 観察力, 問題把握, 診断(情報収集, 原因, 関係発見, 分析, 総合, 予測), 検証, 評価

応用列挙のとき 分析, 評価, 類推, 予測, 検証, 特性把握, 観察力

分析工夫票のとき 観察, 分析, 類推, 評価, 問題把握, 予測, 検証, 情報収集

問題解決報告書(発展, 考案工夫, 課題研究, 研究)
科学的思考, 創造性

以上概要を列挙したにすぎないが一度の思考過程では終らなくてラセン的再思考により解決されることが殆んどであろう。特に注意したいのは問題把握, 予測, 検証などの思いつきについて評価できることが重要である。

1-2. 課題研究(概要)

科学的態度や創造性を養うには課題研究を実施すると効果がある。指導期間は少なくとも3~4ヶ月間にわたることが望ましい。指導の前段階では前項で挙げた。観察記録, 不便列挙, 応用列挙, 問題解決票等の展開が必要であろう。高校2年の生徒に実施した結果の考察の概要を次に示す。(紙面の関係で詳細割愛
テーマは力学関係を決定した者, 47, 流体, 振動, 16, 熱, 8, 光, 7, 電気, 4, 工作工夫, 8, 化学4, 生物, 7, 地学, 7, 調査, 15, その他, 15。

研究について気にとめていた日数1~5日が22人, 6~10日が24人で多く, 40日以上16人である。問題把握までは1時間以下27人, 1~5日が72人で最高, 研究にかかった日数は1~10日27人, 11~20日が28人, 40日以上が27人ある。分析, 予測は1日以下46人, 1~5日66人で最高, 実験, 観察は1日以下57人1~5日62人, 研究について参考にした資料は物理教科書42人で多く, 図書館38人, 科学書31人, 科学雑誌, 百科辞典, その他教科書等57人。研究は何回目かについて1回目57人, 2回目40人で実施の必要を痛感する。これによって, どんな能力や役立ちがあったかについて, 観察注意力21人, 思考力28人, 忍耐力8人, 実験能力17人, その他, 公式利用, 実験の楽しみ, アイデアを生む力, 廃物利用, 授業が理解しやすくなった, 条件作成技術, 研究のやりがい, 復習, 問題把握, 想像力等をあげている。問題決定には相当時間が必要であり, 指導を加えるべきである。日数を多く要した者もあり, 提出期限が少し早過ぎたので未成熟な報告に終わった者があった。提出期限(40日)より遅れた者のレポートが着想や内容が優れていたものが多かったことは考慮すべきと考えた。