

市民の一般教養としての電磁気学

山本明利 神奈川県立湘南台高等学校, 252-0805 藤沢市円行1986番地

(日本物理教育学会「物理教育」誌の特集投稿記事)

1. 二つの「電気」

発行が遅れていた「高等学校学習指導要領解説・理科編・理数編」がようやく出たので読んでみた。物理に関してはかなりの大改訂が行われたが、特に物理Ⅰの最初の項目の「生活の中の電気」は、現行の指導要領の電磁気分野と大きく異なる内容となっている。ここでは「電気の性質と日常生活とのかかわりを中心に、身近な事例を取り上げ、実験、観察などを行い、物理学が人間生活と深くかかわっていることについて認識させること」がねらいとされていて、日常生活とのかかわりがことさら強調されている。

その一方で、物理Ⅱの「電気と磁気」の單元には従来物理ⅠBで扱っていた内容も含め、電磁気学のほぼ全分野が詰め込まれていて、「基礎的な原理・法則と基本的な概念を系統的に理解させる」ことが目標として掲げられている。ここでは「系統的」がキーワードなのだろう。

この二つの「電気」を対比すると、新指導要領が示唆するものが見えてくる。すなわち、従来高等学校で行われていた電気単元の扱いはとりあえず後回し(物理Ⅱ)にして、物理学の成果の中でもその恩恵を印象づけやすい「生活の中の電気」を取り上げて動機付けとせよ、ということなのだろう。以下、この物理Ⅰ冒頭の電気分野に絞って話を進める。

2. 物理Ⅰ「電気」の内容

新指導要領の物理Ⅰ「生活の中の電気」は(ア)電気と生活、(イ)モーターと発電機、(ウ)交流と電波、の3つの單元からなる。

このうち、(イ)は電流が磁界から受ける力や電磁誘導の応用技術を扱うわけだが、これらの原理・法則と基本的な概念の系統的な学習は物理Ⅱで行うこととされているので、ここではあくまでも現象の実験的な確認と定

性的な理解にとどめることが求められる。つまり、電流が磁界から受ける力の式や、電磁誘導に関するファラデーの法則などの式を示して、定量的に指導するわけにはいかないのである。

(ウ)にしても、物理Ⅱに共通する單元があるので、ここでは「日常生活と関連させて」定性的に触れる程度にとどめることが求められている。当然ながら正弦波交流の式や、コイルやコンデンサーのリアクタンスを持ち出すわけにはいかない。交流の実効値の定義にさえ触れないようにと、指導がなされているのである。

つまるところ、物理Ⅰの電気では、式を示して定量的に議論ができるのはオームの法則と電力の定義ぐらいのもので、踏み込んでせいぜい直列・並列合成抵抗の式の扱いが許される程度である。これらはむしろ、従来、中学校の理科に含まれていた内容に近い。

このように見てくると、物理Ⅰの電気分野は、現行の物理のそれとはだいぶ趣が異なることがわかる。「いったい何を教えればいいのか」と、現場の当惑が予想されるところである。

3. 指導要領の枠の中で

物理Ⅱまでの選択を前提に考えてよいならば、単元の順番を入れ替えて、現行課程とそれほど変わらない授業を展開することは可能であろう。その場合、物理Ⅰ「電気」は有名無実化して物理Ⅱ「電磁気」に取り込まれてしまうのかもしれない。しかし、物理Ⅰだけで終わる選択者のことを考えればそうもいかないし、指導要領が意図するところも明らかに異なる。ここでは物理Ⅰ「電気」の授業展開について、指導要領に忠実に考えてみよう。新指導要領についてはいろいろと批判も多いが、出版各社が供給する教科書は当然これに沿った内容になるはずだし、事ここに至ってはこれを受け入れざるを得ないのだから。

4. 電気製品の分解・観察

前述のように物理Ⅰ「電気」のキーワードは「日常生活とのかかわり」である。言うまでもなく日常生活において電気の果たす役割は大きい、ブラックボックス化が進んでいるので、その存在は意識しにくい。そこでアプローチの第一段階として家庭用電気製品の分解・観察を位置づけてみたい。燃えないゴミとして捨てる前に、一度分解して構造を観察してみることは有意義だと思う。

本校の物理室には他の常設展示とともに、ゴミ置き場から拾ってきたビデオデッキやパソコンなどがシャーシのふたをはずした状態で置いてある。三々五々おとずれる生徒が、面白半分にならず分解していく。彼らはよくわからないなりに、興味を示しているようだ。これにちょっぴり解説を加えてやるだけで、授業になるだろうと思う。もちろん、感電などの危険防止には十分な配慮が必要であるが、可能な範囲で生徒自身の手でこれを行わせたいものだ。

模型用の小型モーターや自転車用のダイナモ程度のものなら、分解・観察からそのしくみを理解するのはさほど難しくないだろう。ミニ四駆が流行していた頃には小学生でもモーターの改造を手がけていたのだから・・・。そういえば、新課程の物理を学ぶ高校生たちはちょうどその時代の小学生たちだったのではなかろうか。

5. 修理ができる市民の育成

次の段階は製作である。新指導要領では、探求活動の例としてモーターや電流計、ラジオの製作を挙げている。製作・調整の試行錯誤の過程を通して、原理の理解を深めさせるねらいだと思う。実際にこれらの製作実習を生徒に行わせることは言うほどたやすくはなくて、一単位時間では完了しないことも考えられるが、その試行錯誤の過程にこそ意義があると考えべきなのだろう。

このような指導の一つの目標として、「電気の小修理ができる市民の育成」というものを掲げるのはどうだろう。自分で電気回路を製作するという時代ではないにせよ、断線や接触不良など電気器具の小故障を見極め、対応できる能力は一般市民のものであってよい。電気器具に限らず、しくみがわかり、原理が理解できれば、対応できる故障は少なくない。壊れたといってすぐに捨ててしまう前に、どうして動かないのだろうと考え、原因を追及できる能力、それこそが市民の科学なのではないだろうか。

例えば、夜に部屋の電灯が突然消えたとき、われわれはその原因についてどのように推論を進めるだろうか。まず、誰かがスイッチを開いた可能性を検討し、電球のフィラメントの断線を疑ってみる。隣の部屋の電灯もつかないなら、配電盤の漏電遮断機や契約ブレーカーを当たってみる。ついで、隣家や町内の明かりがついているかどうかを調べて、停電か否かを判断するに違いない。このとき大切なのは、発電所、送電線、変電施設、屋内配線も含め、部屋の電灯までがひとつながりの回路になっていて、そのうちどの一箇所が切断されても電灯は消えるのだという理解と、その原因箇所をつきとめる推論の方法である。原因がつきとめられれば、対処の方法は自ずと明らかになる。

仮に、消費電力超過のためにブレーカーがはたらいたのだとして、安全のためにはどの電気器具の使用を抑えたらよいか、契約電流の範囲内ではどこまでならば同時使用が可能か、などの計算が自然にできることは現代の市民の常識ではなかろうか。できることなら物理Ⅰを必修として全国民の常識としたいものだ。

6. 教材整備計画

本校では本年度から、ドライバー、ニッパ、はんだごてなどの工具をクラスの生徒数分そろえる整備計画に着手した。幸い、百円ショップなどの市場進出もあって、これらの工具は比較的安価に整備できる。もちろん分解・観察のためのガラクタには事欠かない。

簡単なモデル回路を用意して、故意に電池切れや断線などの原因を作って動作不良にしておき（生徒には伏せておく）、その原因を突きとめて、回路がはたらくように修理するという探求学習も構想している。テスターなどを手がかりに、推理を進める過程はきっと楽しいと思う。

新教育課程のもとでは、生活により近いところで、実感を持った「電気」の授業を展開してみたいと考えている。