

1

2. 私がすすめる教材研究—高等学校（物理）—

3

4

若い先生方に贈る教材研究・教材開発のノウハウ

5

山本 明利

7

8

1. はじめに

筆者は神奈川県の高校に理科の教員として 36 年間奉職した。昨年縁あって大学の教職課程担当として第二の人生を送ることになり、中学・高校の理科の教員を目指す後進の育成に当たっている。その学生たちに語るつもりで、高校の教壇に立っていた頃の教材研究を振り返ってみたいと思う。思い出語りのようなことをお許し願いたい。

2. 教員の人生と教材研究のステップ

どんなベテラン教員でも初任の頃はあったはずである。新採用教員は着任早々不安を抱えながらも一人で授業をしなければならぬ。日々自転車操業の教材研究は仕事でもあり自己研鑽でもある。教員は授業をしながら育つ。学生だった頃は理解していなかったが、教材研究の中でようやく納得できたことは数多い。時には生徒に質問されてから一緒に考えることもあった。生徒に育ててもらったと感謝している。学生には「教員は生涯勉強し続ける職業だ」と話している。

私の場合、試行錯誤しながら自分の授業スタイルを確立するのに 2 年ぐらいかかっている。振り返ってみると自分の教員人生はこの時期に方向付けられたと思う。初任の頃の教材研究は一生の貴重な財産になる。

自分が実験畑を歩んできたこともあって、授業に実験を取り入れることの重要性は最初から意識していた。幸いなことに初任校は歴史のある学校で、実験道具がそろっていた。生徒も実験を喜んでくれたので、可能な限り実験を取り入れるよう

にした。暇さえあれば実験室や準備室の実験器具を片っ端から取り出して使ってみた。それ以前には見たこともない教具も少なくなかったが、マニュアルや実験図鑑を参考にして、予備実験と言えるレベルでもなく、とにかくいじりまくった。この過程で理解が進んだし物理現象に対する感覚も磨かれたと思う。教員の自己研鑽でも実験は大切なのである。

退職してつくづく思うことは、実験室や豊富な実験器具という環境は学校ならではの貴重なものだということだ。転勤すれば環境も大きく変わるので、今ある環境を大切にして、学校にある実験器具をとにかく全部いじってみることをおすすめする。極めて効果的な研修になるはずだ。授業に使えるかどうかは実際に使ってみなければ判断できない。せつかくあるのに触りもしないのではあまりにもったいない。

さて、経験を積むにつれ、授業のノウハウや教材のストックも蓄積されてくる。生徒の反応も読めるようになって、マイペースで授業が進められるようになる。安定期を迎えて、ある意味楽になるわけだが、ここであぐらをかいてはいけぬ。ここが、教材を改良したり、新たにオリジナル教材を開発したりするチャンスである。教材開発については次に章を改めて述べることにする。

教員人生の終盤は年相応の責任を負わなければいけない時期である。教員集団を束ねたり和を保ったり、後進を育成する役回りも加わってくる。このころには時間的にも体力的にも自由がきかなくなってくるが、次の世代に確実にバトンを渡すことは、先行するランナーの大切な仕事だと思う。

3. 教材開発のスタンス

私は教材を改良・新規開発する際には次のようなスタンスで取り組んできた。理科に限らずどの教科でもあてはまることだろう。また、実験教材に限らず、整理プリントやワークシートも含めて、これらのスタンスで開発することが大切だと思う。

- ① その学校の生徒に合わせて教材を作る
- ② 誰でも使える教材にする
- ③ よい教材は広く公開して普及をはかる

①はある意味当たり前のことである。行く先々の生徒に合わせて教材を工夫して提示すること、それが教員の役割なのだ。教科書を読むだけ、問題集を解くだけなら教員はいらない。

②は生徒にとってわかりやすい、取り組みやすいという意味も含むが、他の教員でも使える教材にチューンナップすることも、意識すべき事だと思う。独りよがりの教材は結局生徒にとってもわかりにくいものになるし、影響力が狭い範囲にとどまってしまう。実験教材にしても開発者の職人芸に頼るものは結局普及しないので、できれば誰でも手軽に作れて操作できるところまで改良を加え、普及を図りたいものである。なお、改良のためには生徒の意見や他の教員の意見も取り入れることが大切で、閉鎖的にならないことは重要なスタンスである。

③は②で改良した教材を広く発信する姿勢をとることを意味する。オリジナルなものはもちろんのこと、自分が開発した教材でなくても、おすすめと思うものは積極的に取材し、情報源を明示しながらさらに拡散をはかる。有用な情報を共有することは大きな力になる。

私自身は今はその役割を終えた自分自身の教材を自分の Web ページに公開している。

<http://www2.hamajima.co.jp/~tenjin/tenjin.htm>

4. 開発中の教材

現在開発中・普及促進中の教材の実例をご紹介します。いずれも優れた先行研究をヒントに改良を加えたものである。誰でも使える教材にするこ

と、より簡単に実現する方法を常に模索している。学生たちが現場に赴いて自作できるものにするのが目標だ。

(1) 黒板用斜面と放物すだれ

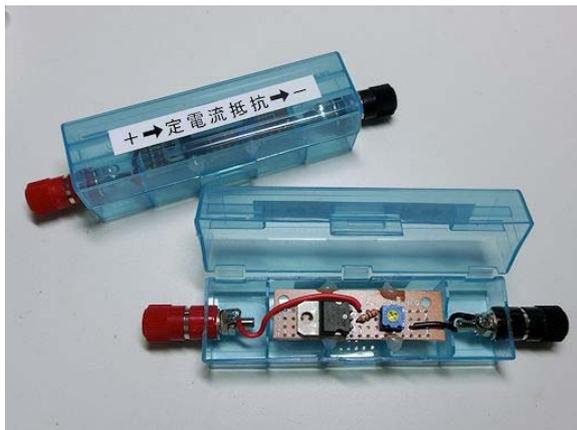


神奈川県の水上市慶文氏はあらゆる実験を黒板上で演示する。一般教室に道具を持ち込んで黒板を実験室にしてしまう。¹⁾これにヒントを得て、できるだけ手軽に扱えて、しかも効果的な放物運動の演示をめざして工夫したものが上の実験装置である。²⁾

斜面部分は配線モールにストローを接着し、マグネットフックをストローに挿して白板上に固定しただけである。磁石を移動すれば白板上で自由に変形できる。先端にはビースピ ▼ が取り付けられていて射出速度を測定する。予備投射で測定した鉄球の射出速度に合わせて、白いゴムひも（衣服用の織ゴム）を 0.5 秒後の直進位置まで引き伸ばすと、紙テープで一円玉をつり下げたすだれが放物線を描く。初速度に合わせて自動的に変形するところがポイントである。もう一度斜面上の同じ位置から転がした鉄球は、正確に一円玉の位置をトレースして見事に命中する、という仕組みだ。材料はビースピ ▼ 以外はすべて百円ショップで調達できる。

(2) 定電流抵抗器

抵抗、コイル、コンデンサーは電気回路の三役であるが、コンデンサーは最近まで高校の物理以外での扱いはなかった。しかし大容量の電気二重層コンデンサーと高輝度 LED が普及したことで、子どもにもわかる演示が可能となり、新課程では小学校にも登場することになった。抵抗、コイル



と並んで重要な回路素子なので、小中高と系統的に指導するのが望ましいと考えている。

ところで、高校でのコンデンサーの定量実験には定電流装置があると便利である。安田明氏の研究³⁾を参考に、取扱いの簡便な抵抗器型の定電流装置⁴⁾(上の写真)を開発して普及を図っている。三端子レギュレータ IC・LM317T を用い、回路を極力簡略化して、材料費を 300 円程度に抑えた。詳細は参考文献を参照されたい。

5. サークル活動のすすめ

高等学校は今、大量退職・大量採用時代を迎えている。私たちと入れ替わりに、多くの若手教員が職場に入ってきて、学校は着実に若返っている。現場の活性化を期待するところである。

ただ、戦後最低の水準まで理科の時間が削られた前学習指導要領の影響で理科教員が減った状態で人員交代が行われようとしているため、高校では地学はもとより物理は一人しかいないという学校が普通であり、若い理科教員が孤立する状況がしばしば生じている。小中学校の理科ではもっと深刻な状況かもしれない。

教材研究は複数で行うのが効果的である。先輩教員が若手の相談に乗れる環境があれば理想的だが、同じ科目の教員がいなくてままならないケースが多いだろう。いま物理教育はノウハウ継承の危機を迎えている。各自治体の教育委員会や教育センターの対策を切に望むが、ここは草の根の力にも期待しよう。

筆者は自主研修サークル「横浜物理サークル

(YPC)」の仲間と共に活動している。毎月の例会には 30 人ほどが集まり、校種を越えて授業研究と情報交換を行っている。仲間を持つことは心強いことである。上で紹介した研究も、まずサークルで発表して批評を仰ぐと細かな改善案が示されて、更にチューンナップされていくのである。

物理教育関係の全国的な組織としては日本物理教育学会や、物理教育研究会(APEJ)がある。後者は夏に実験講習会を開いて、基礎的な物理実験の技術継承をはかり、積極的に後進の育成に当たっている。

教材研究の上で孤独を感じている方は、ぜひ地元の研修サークルや、前記の学会・研究会にアプローチしてみてください。幸い、現代はインターネット万能の時代だから、遠隔地であっても情報交流は可能である。

思えば、まだインターネットというものがなくて、有線電話回線を使ったダイヤルアップ接続で細々と「パソコン通信」が行われていた時代、NiftyServe の教育フォーラム【理科の部屋】で、全国のアクティブな理科教員がつながるといいうブレイクスルーがあった。全国の仲間たちとの交流の中で、「虹ビーズ」や「ビースピ」など、今や定番となった実験教材が続々と世に送り出されていたのである。【理科の部屋】の世話人だった楠田純一氏の名文句を最後に掲げて本稿を閉じたい。

「情報は発信するところに集まる」

参考文献

- 1) 水上慶文「黒板でモンキーハンティング」『YPCニュース』, No. 145, 横浜物理サークル, 2000.
- 2) 山本明利「黒板用斜面と放物すだれ」『YPCニュース』, No. 324, 横浜物理サークル, 2015.
- 3) 安田明「電気二重層コンデンサーを用いた実験」『昭和 58 年度(第 15 回) 東レ理科教育賞受賞作品集』, 1983.
- 4) 山本明利「続・定電流抵抗器の提案」『YPCニュース』, No. 321, 横浜物理サークル, 2014.

やまもと あきとし

北里大学理学部教授・教職課程センター

