

Ⅲ RA 利用による

生徒の物理学学習実態分析

岡 謙 二

<概要>

生徒の学習の理解度や実態を判断するのに、特定生徒への質問や、たまのテストによるだけでは少々無理がある。レスポンスアナライザー (RA) を利用して、口頭、OHPはまたTVカメラで生徒に問題を示し、この結果を生徒が押す、押しボタンによりその応答を教卓上のランプで知り、同時に記録して、そのデータをもとに実態を調べてみた。

記録をとることによって生徒に心理的圧迫感を与えないよう、成績評価にはその応答がまったく無関係であることを強調し、正直に、気軽に、ボタンを押すよう事前指導をし、2学期中間テストの1週間前から同期末テスト前までの期間で7回実施した。

各実施段階での問題及びデータそして必要に応じてデータの読み取りの所感を述べておくことにする。質問の「予習してきたか」とは、授業時間外で、家庭であれ、学校内であれ、通学途中の車内であれ、教科書やノートを開いてみた生徒および本格的に勉強した生徒が予習者に、他の場合が未予習者に応答するように約束した問いである。また、「正答者」は正解をした生徒、「誤答者」は計算ミス及び考え方を誤った生徒、「わからぬ者」はどのように考えたらよいのか糸口も見当らない生徒のことである。

<第1回目> 出席人数 43名

{ 等速円運動をしている物体の速度、加速度、向心力
の公式を記憶しているか。 }

記憶していた者 15名、忘れていた者 28名

OHPにより公式提示後、次の問題A、Bを考えさせ10分後正誤答を調べ、次にAのみ解答解説をして再び問題Bを考えさせて、再び正誤答を調べた。

- (A) 半径20cmの円周上を周期0.5秒で等速円運動している質量10gの物体がある。
- ① この物体の速さは何 cm/s か。
 - ② この物体に働いている向心力は何 dyn か。
- (B) 2.5gのおもりをつるすと、ちょうどその時切れてしまう非常に細い長さ100cmの糸の一端に98gのおもりをつけ、他端を中心として水平面内で円運動させ次第に速さを増してゆくと、何 cm/s になると糸は切れるか。

	公式記憶者	忘れていた者
A ① の正答者	12 (15名中)	26 (28名中)
A ② の正答者	12	24
B の正答者	6	1
B の誤答者	2	5
Bのわからぬ者	7	18

Aの解答解説後

B の正答者	11	13
B の誤答者	4	7
Bのわからぬ者	0	8

公式にそのまま数値を代入すればよい問題Aでは、公式を提示すればほとんどの生徒が答えられる。

問題Bの誤答者は今回に限り $5\sqrt{5}/7$ となった生徒のみにした。この数値になるのは公式の理解が不十分な場合である。

公式記憶者ではAの解答解説後、問題Bがまったくわからない人数は0名、忘れていた者では8名である。これは公式を忘れていた者の中には、公式を提示されてもその理解がまったくできない者が8名いることを意味している。

次の授業時、等速円運動に関する問題を提示すると予告。

<第2回目> 出席人数 41名

最初に予習者、未予習者の人数を調べ、その後、次の問題を提示

{ 長さ50cmのばねにおもりをつるすと1cm伸びる。
このばねにこのおもりをつけて水平面内で円運動させて、次第に速くするとばねは10cm伸びた。この時のおもりの速さを求めよ。 }

	予習者 (16名)	未予習者 (25名)
正答者	9	7
30cm/sとなった者	0	1
30以外の誤答者	2	1
わからなかった者	5	16

30cm/s と答をだした生徒は、公式の理解が不十分な生徒である。前回では11名いたが今回は1名と減少した。講義を受けた直後では、よく理解できる生徒と、理解できない生徒の2色に分かれたことになる。

問題点はやはり、未予習者の中にわからない生徒が多いことである。そこで前回問題Aの解答解説後、問題Bがわからなかった生徒8名の追跡分析をした。前回わからなかった生徒8名中

- { 今回予習者3名中 → 正解者2名, 誤答者1名
- { 今回未予習者5名中 → わからなかった者5名

<第3回目> 出席 43名

中間テスト後まもない時期に、テスト範囲に含めなかった内容について質問をして、その結果を分析してみた。

[u, v, λ の関係式を記憶しているか。]

記憶者26名, 忘れていた者17名

[T, v の関係式を記憶しているか。]

記憶者17名, 忘れていた者26名

[波動方程式を記憶しているか。]

記憶者8名, 忘れていた者35名

次に $v=v \cdot \lambda, T=1/v$ および波動方程式を提示した後、次の問題を解かせた。

- (1) 波長50cmの波が340cm/sの速さで進んでいるとき、この波の振動数を求めよ。
- (2) CGS系単位で $y=10 \sin 50 \pi (t-x/1000)$ で表わされる波の振巾, 周期, 振動数, 速さを求めよ。

	正答者	誤答者	わからない者
(1)	39	4	0
(2) 振巾	38	3	2
(2) 周期	32	5	6
(2) 振動数	31	5	7
(2) 速さ	24	6	13

公式にそのまま数値を代入すればよい問題(1)では、公式提示によりほぼ全員が正答である。誤答の4名は単位に注意をしなかったため6.8c/sとなった生徒である。

問題(2)の振巾がわからなかった者2名は、波動方程式がまったく理解できていない生徒である。振動数, 速さを求めるためには、他の公式 $T=1/v, v=v \cdot \lambda$ を合せて理解していなければ答えられない。これらの公式を提示される以前に記憶していた生徒、そうでない生徒の正答を調べてみた。

		$T=1/v$ の記憶者	$T=1/v$ を忘れていた者
振動数	正答	15	16
	誤答	2	10
		$v=v \cdot \lambda$ の記憶者	$v=v \cdot \lambda$ を忘れていた者
速さ	正答	20	4
	誤答	5	15

公式を知っていた生徒は、それを用いなければならない時、直ちに適用しているのに対して、忘れていた生徒の内、公式だけを示されてもその応用ができない生徒が非常に多い。

次回もう一度波動方程式について質問すると予告。

<第4回目> 出席 37名

[波動方程式を勉強してきたか。]

予習者9名, 未予習者28名

[CGS系単位で $y=5 \sin 100 \pi (t-x/100)$ で表わされる波の振巾, 周期, 振動数, 速さを求めよ。]

	正答者	誤答者	わからない者
振巾	28 (9)	0 (0)	0 (0)
周期	23 (9)	2 (0)	3 (0)
振動数	26 (9)	0 (0)	2 (0)
速さ	20 (8)	1 (1)	7 (0)

表で () なしは未予習者の数, () つきは予習者の数である。

前回と同じ問題であるが、わからない生徒が今回7名いる。そこで前回のわからない生徒がこの7名の中にいるかどうか、「速さ」の問題について調べてみた。

前回わからなかった13名中

今回欠席 2名

予習者 11名 → { 正答者 7名
わからない者 4名

未予習者 0名

前回わからなかった生徒は、欠席を除けば全員予習をしてきており、その中で半数以上が正答者である。したがって、わからない生徒の中には、勉強不足によりできない(やればできる)生徒と、勉強してもできない生徒がいる。後者の場合、勉強方法に欠陥があるのか、能力的に無理があるのか、いずれにしても個別に指導を要する生徒である。

また、表からわかるように、予習者はほぼ全員正答者であるのに対して、未予習者の中には(2回目の同

じ問題であっても) わからない者がいる。
 次回は弦の固有振動数について質問すると予告。

<第5回目> 出席 44名

[弦の固有振動数について勉強してきたか。]
 予習者 9名, 未予習者35名(前回の欠席者含む)
 [v, v・λの関係式を知っているか。]
 記憶者33名, 忘れていた者11名
 v=v, λ の関係式を提示して, 次の質問をした。

長さ 50 cm の弦を張り, 弾いたとき基本振動数で
 400c/sの振動数の音であった。
 (1) 弦を伝わる波の速さを求めよ。
 (2) この弦の中央を押えて弾くときの振動数を求めよ。

第3回目するとき, v=v・λ を忘れてしまっていた生徒は17名, 今回も11名いることに驚いてしまった。それで予習者, 未予習者との関係を調べてみた。

予習者で	$v=v\lambda$ を記憶していた者	8名
	$v=v\lambda$ を忘れていた者	1名
未予習者で	$v=v\lambda$ を記憶していた者	25名
	$v=v\lambda$ を忘れていた者	10名

次は問題についてのデータ表で, () なしは未予習者の数, () つきは予習者の数である。

	正答者	誤答者	わからない
問題 (1)	22 (8)	9 (1)	4 (0)
問題 (2)	26 (8)	3 (0)	6 (1)

以上の2つのデータ表から, 常識程度の公式を忘れてしまっていたり, 簡単な基本問題も解けない生徒は圧倒的に未予習者の中に多いことが理解できる。
 次回は気柱の振動について質問すると予告。

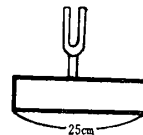
<第6回目> 出席 43名

[気柱の振動について勉強してきたか。]
 予習者 7名, 未予習者36名
 まず最初に, 5回目とまったく同じ問題について質問した結果が次の表である。

	正答者	誤答者	わからない
問題 (1)	33 (7)	1 (0)	2 (0)
問題 (2)	33 (7)	1 (0)	2 (0)

() なしは未予習者の数, () つきは予習者の数である。

右図のような長さ25cmの音
 きの共鳴管がある。開口端
 補正を考えなければ,



- (1) 共鳴箱の気柱の定常波の最も長い波長はいくらか。
 (2) 音速を 340m/s とすると基本振動の振動数はいくらか。

この問題の結果は

	正答者	誤答者	わからない
問題 (1)	27 (7)	2 (0)	7 (0)
問題 (2)	24 (7)	4 (0)	8 (0)

以上2つのデータ表から, わからない生徒は, 未予習者の生徒だけであることが理解できる。これは第4回目の結果と同じである。

次回はドップラー効果について質問すると予告。

<第7回目> 出席 42名

[ドップラー効果について勉強してきたか。]
 予習者18名, 未予習者24名

振動数 1000c/s の音をだして静止している発音体
 に向かって, 観測者が 20m/s で近づいている。空
 気を伝わる音速を 340m/s として次の間に答えよ。

- (1) 発音体の振動数より大きく聞こえるか。
 (2) 観測者に聞こえる振動数はどれほどか。
 (3) 発音体も 40m/s の速さで観測者に近づいて動けば, 聞こえる振動数はどれほどか。

	正答者	誤答者	わからない
問題 (1)	20 (17)		4 (1)
問題 (2)	15 (13)	7 (3)	2 (2)
問題 (3)	13 (12)	5 (2)	6 (4)

ドップラー効果の公式提示後, 問題(2)のわからない者は, 予習者で 0名, 未予習者で 3名いた。

最後に,

期末テストの得点と, 1回から7回までの予習回数, 正答回数および, わからなかった回数との相関を調べてみた。

得点と予習回数および正答回数とは, 相関があまり認められないが, 予習回数の少ない者に得点の悪い者が多い。得点とわからない回数とは, 相関がかなり認められる。以上要約してみれば,

