

実践2 その2

物理における非連続型テキストを使った読解力向上への取組 - 表とグラフを用いた取組 -

愛知県立小坂井高等学校 山畑 真樹

1 はじめに

PISA2003調査で、PISA型読解力（以下、読解力とする）の分野の結果が、前回の2000調査の結果よりも大きく落ち込んだということで、読解力の向上が大きな課題として浮かび上がってきた。

読解力は、「自らの目標を達成し、自らの知識と可能性を発展させ、効果的に社会に参加するために、書かれたテキストを理解し、利用し、熟考する能力」と、定義されている。そして、読解力は「書かれたテキスト」をその対象とし、テキストは形式によって、次の2点から成っている。

(1) 連続型テキスト（いわゆる文章に相当する。物語、解説、記述、記録など）

(2) 非連続型テキスト（データを視覚的に表現した図・グラフ、表・マトリックス、地図など）

また、PISA2003調査の読解力では「書かれたテキスト」を読む過程を「情報の取り出し」「テキストの解釈」「熟考・評価」の3点を設定している。日本の場合、「熟考・評価」の問題に課題がある。すなわち、自分の意見を表現することに弱いことが指摘されている。

本研究では、非連続型テキストである表やグラフから情報を取り出し、解釈し、熟考・評価することから読解力向上を試みるものである。

2 研究の目標

大学教員から「最近の学生は、グラフをかくことができない」と、よく指摘を受ける。私の場合、授業で演示実験は多く行いが、生徒実験を行い、結果をグラフ化させるところまで指導できていないのが現状である。特に生徒は、縦軸・横軸に何も設定されていない座標軸に適切なグラフを記入することが苦手である。そこで、グラフをかくことを含めて指導し、最終的に生徒がグラフから情報を取り出し、解釈し、熟考・評価できるようにすることを目標とする。

3 予備調査

現状把握として図1の予備調査（レディネステスト）を実施した。対象は、理系3年76名（男子67名、女子9名）、理系2年63名（男子54名、女子9名）の計139名とし、平成19年5月25日（金）及び28日（月）の両日に実施した。ヒントを与えずに、軸の取り方から目盛りの付け方まですべて自分で考えさせ、約10分間で解答させた。表1、表2は予備調査の問題である。

到達目標として、問1（フックの法則）は縦軸をバネに働く力、横軸をバネの伸びと置き、グラフの傾きがバネ定数を表していることを理解することを目標とする。また、中学ではおもりの個数で学習している。高校ではフックの法則 $F = kx$ の公式を学習しているので、おもりの個数をおもりの重力がバネを引く力に置き換えて考えることができるかもみたい。

問2（自由落下）は縦軸を移動距離、横軸を時間と置き、グラフの形が放物線になっていることを目標とする。

〔表 1：予備調査・問 1 の問題〕

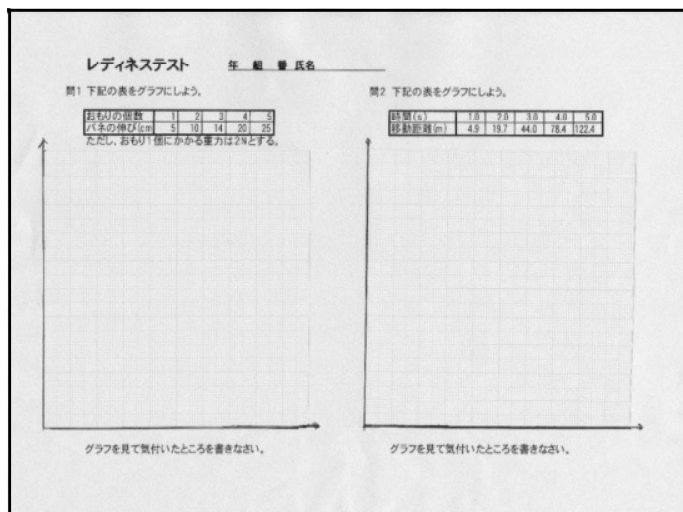
おもりの個数	1	2	3	4	5
バネの伸び(cm)	5	10	14	20	25

ただし、おもり 1 個にかかる重力は 2 N とする。

〔表 2：予備調査・問 2 の問題〕

時間(s)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
移動距離(m)	4.9	19.7	44.0	78.4	122.4

図 1：予備調査



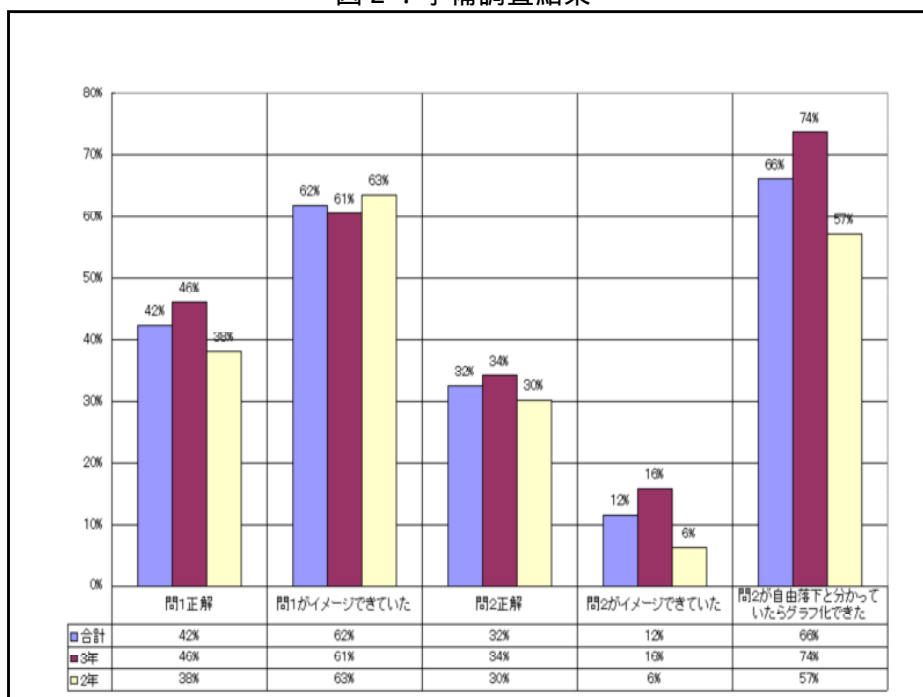
4 予備調査の結果

予備調査の結果（図 2）は、問 1 の正解が 42%（3 年：46%，2 年：38%），問 2 の正解が 32%（3 年：34%，2 年：30%）であった。そして、次の問題点が挙げられた。

- (1) 縦軸・横軸の表示を書くことができない。縦軸・横軸の単位を意識することができない。
- (2) 問 1 では線グラフでなく棒グラフでかく生徒がいた。
- (3) プロットした点にこだわりすぎ、滑らかな直線、曲線でグラフをかくことができない。
- (4) 目盛りの付け方が、切りのよい数字で目盛るのではなく、自分の都合のよい数字や与えられた数値で目盛ってしまう。
- (5) 放物線になる根拠を証明できない。
- (6) 表から運動のイメージを考えられない。

(2)について、表からグラフをかく場合、表の上段を横軸，下段を縦軸にすることが多いので，問 1 の場合，目標の縦軸をバネを引く力 F （おもりの個数），横軸をバネの伸び x としたのは 12%（3 年：13%，2 年：11%）であ

図 2：予備調査結果



った。これは、教科書に載っているバネの写真などから縦軸はバネの伸びとイメージができていることが考えられる。そして、フックの法則は意識できているが，表のとおり縦軸 x ・横軸 F をかいたという生徒も多かった。また，棒グラフは中学で同範囲をこのように学習するので，おもりの個数でバネの伸びだけを考えればかいた理由は理解できる。

問 2 ではほとんどの生徒

が縦軸を移動距離 x としたが、速度 t とした生徒も 9 % (3 年 : 13 % , 2 年 : 3 %) いた。3 年生が多いのは、 $v-t$ グラフの傾きが加速度を示すことを意識していたものと考えられる。

生徒の考えているグラフの形は基本的に正比例のグラフであると推測される。考え方としてはとてもよいものである。やはり 3 年生の方が問題演習で重力加速度の測定問題等を数多く行っているの、数が多くなってと思われる。しかし、縦軸を時間 t にする生徒が 8 % (3 年 : 13 % , 2 年 : 3 %) , 加速度 a にした生徒が 1 名いた。

(4) について、きまじめに点と点を結んでしまう。漸近線の感覚がなく、生徒実験の少なさがうかがえる。また、与えられた数値にこだわってしまうので軸の目盛りが付けられない。

(6) について、実際に生徒にアンケートをしてみると、表 3・図 2 のように、問 1 のフックの法則については全体で 62 % の生徒がフックの法則のイメージができていた。上記にある目標の縦軸をバネに働く力 F (おもりの個数) , 横軸をバネの伸び x とした 12 % の生徒のうち、86 % の生徒はフックの法則のイメージができていた。 $F = kx$ を意識した結果である。

しかし、問 2 の自由落下では全体で 12 % の生徒しか表の運動を自由落下として認識をしていなかった。しかし、自由落下を $x-t$ グラフなどにさせるとよくグラフをかくことができる。アンケートでも 66 % の生徒が自由落下の表だと分かっていたらグラフをかくことができたと答えている。

表 3 : アンケート結果 (詳細)

	合計			3 年			2 年		
	男	女	計	男	女	計	男	女	計
問 1 がイメージできていた	62 %	50 %	62 %	60 %	56 %	61 %	67 %	44 %	63 %
問 2 がイメージできていた	13 %	0 %	12 %	18 %	0 %	16 %	7 %	0 %	6 %
問 2 が自由落下と分かっていたらグラフ化できた	67 %	61 %	66 %	75 %	67 %	74 %	57 %	56 %	57 %

5 研究の仮説

生徒は公式をよく覚える。公式をグラフにすることは比較的できる。

$$\text{自由落下} \rightarrow y = \frac{1}{2}gt^2 \rightarrow \text{放物線 (グラフ化)}$$

しかし、逆にデータをグラフ化し、グラフの形状から公式を類推し、運動のイメージを抱くことができないのではないのか。

$$\text{グラフ化} \rightarrow y = \frac{1}{2}gt^2 \rightarrow \text{自由落下のイメージ}$$

アンケートでもこの ① のような読解は理解できるが、② のような読解はなかなか理解することができないと答えている。これは「表から物理現象をイメージできないからグラフがかけないのではないのか」と、推測される。

ならば、② の読解を理解させるように授業を行い、① の読解や ③ の読解を強化することができるのではないのか。大学入試センター試験では、物理現象を表すグラフを選択させる問題が多い。そうすれば、受験にも対応した効果的な展開が期待できると考えられる。

6 指導の方法

グラフや表に関する着眼点を強く指導する。強調する指導事項は以下とする。

- (1) グラフで、縦軸・横軸の設定に注意させ、傾き（縦軸/横軸）や面積（縦軸×横軸）の内容を考えさせる。
- (2) グラフにプロットし、ラインを引くときにプロットした点にこだわりすぎず、直線又は滑らかな曲線でかくように指導する。
- (3) 縦軸・横軸に付ける目盛りの目盛り方を指導する。
- (4) あらかじめ $y = ax$, $y = ax^2$, $y = a/x$, $y = a\sqrt{x}$ などのグラフの形を指導し、かいたグラフの形から縦軸と横軸の関係を類推できるようにする。
- (5) 生徒たちにとってグラフは基本型が正比例のグラフであることを我々が認識し、その他の形があることを生徒に理解させる。
- (6) 最終的に、物理現象のイメージを付けさせるために、生徒実験を行う。グラフのかき方やデータの分析の仕方など、ノウハウを指導する。

7 追調査

指導後の状況を知るために追調査を実施した。対象は、理系3年76名（男子67名、女子9名）、理系2年63名（男子54名、女子9名）の計139名とし、平成19年9月25日（火）及び26日（水）の両日に実施した。表4、表5を追調査の問1、問2とし、様式は予備調査と同じとした。また、問3として図3にあるように平成17年度高等学校教育課程実施状況調査問題例を参考にして実施した。

表4：追調査・問1の問題

物体の速さ(m/s)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
運動エネルギー(J)	1.0	3.9	9.0	16.0	24.9

表5：追調査・問2の問題

振り子の長さ(m)	0.25	1.00	2.00	3.00	4.00
振り子の周期(s)	1.00	2.00	2.83	3.47	4.00

図3：追調査・問3の問題

図1のように、ばねにおもりをつるして、おもりの重さに対するばねの伸びを測定したところ、下表の値が得られた。ばねの重さは無視できるものとして、次の各問に答えなさい。

おもりの重さ [N]	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8
ばねの伸び [cm]	0.0	1.4	3.0	4.7	6.0

(1) 表の結果をもとにして、解答用紙の方眼に測定値を●印で記入し、おもりの重さとはばねの伸びの関係をグラフにかきなさい。

(2) 図2のように、測定に使ったばねと0.4Nのおもり2個を軽くてじょうぶな糸でつなぎ、なめらかに回る定滑車を通してつるすと静止する。このときのばねの伸びは何cmと考えられるか。次の①～④のうちから最も近いものを1つ選び、番号で答えなさい。

① 1.4 cm
② 3.0 cm
③ 4.7 cm
④ 6.0 cm

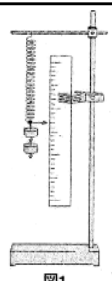


図1

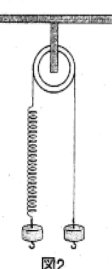
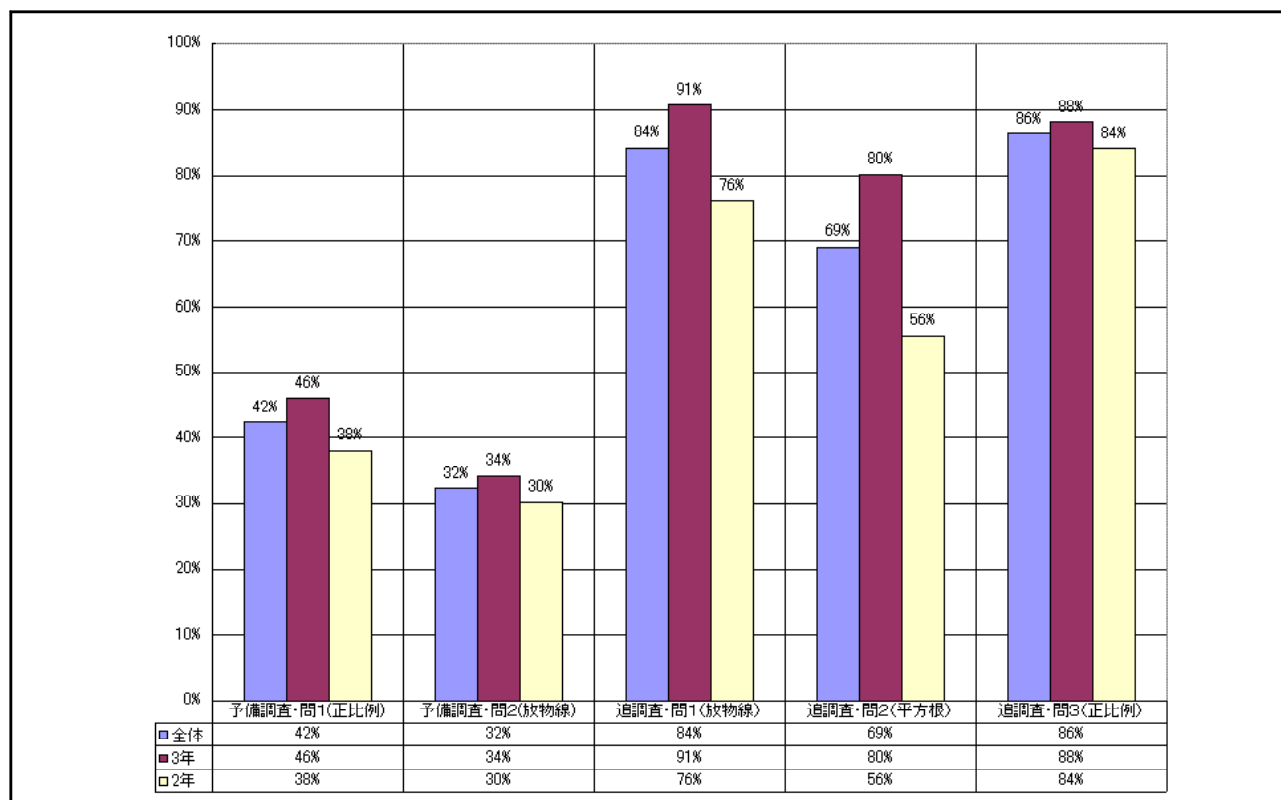


図2

8 追調査の結果

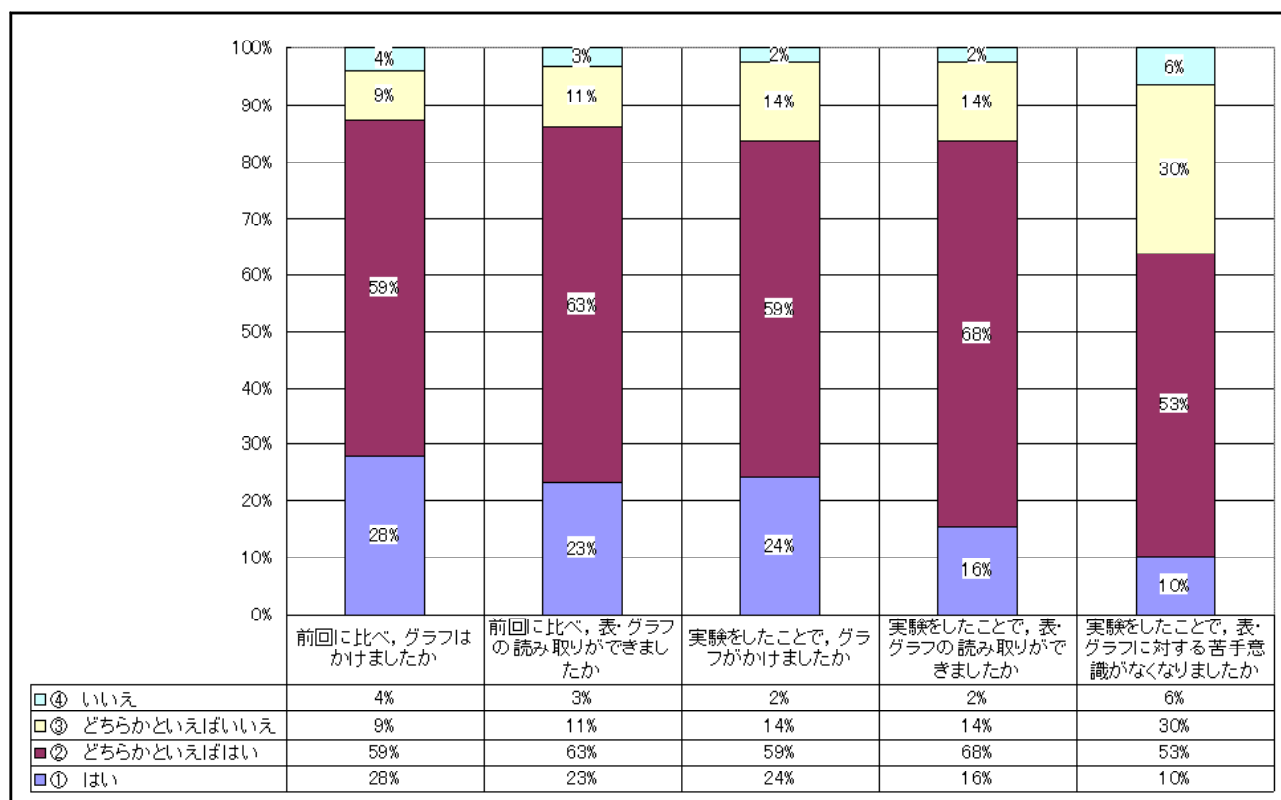
指導後の結果（図4参照）は、問1で84%（3年：91%、2年76%）がグラフを記入することができた。問2は3年生で履修する単振り子の周期であったが69%（3年：80%、2年56%）の生徒が正解であった。この問題では縦軸に周期 T 、横軸に振り子の長さ l で平方根のグラフをかいた生徒が54%（3年：71%、2年33%）縦軸に振り子の長さ l 、横軸に周期 T で放物線のグラフをかいた生徒が15%（3年：9%、2年22%）であった。2年は授業で履修していない分野なので、表を見て正確にグラフ化できている事が分かる。目立った間違いとしては、原点を通らないグラフをかいていたもので問1で7%、問2で5%に上った。また、放物線、平方根のグラフを片方の物理量を二乗することで正比例のグラフをかくことで証明することができた生徒も多くいた。

図 4：予備調査・追調査結果 正解率比較



また、追調査を行う前に生徒実験を1回（2年は重力加速度の測定実験，3年は電池の内部抵抗の測定実験）行った。その際，実験（物理現象）→表→グラフ→公式の考え方の説明をした。考察などの指導はまだまだ不十分であったが，グラフをかくことについては成果があったようである。

図 5：追調査後のアンケート結果



アンケートでも実験を行ったことでグラフがかきやすくなったと答えた生徒が83%に上った。しかし、苦手意識を克服できそうだと答えた生徒は63%にすぎず、より一層の指導が必要であると再認識した。(図5)

最後に、問3では(1)で86%(3年:88%,2年84%)が正解し、平成17年度高等学校教育課程実施状況調査の設定通過率60%を上回った。予備調査の時に比べ、縦軸・横軸の設定、目盛りの目盛り方、グラフの形など予想以上に記入することができた。そして、アンケートでは、前回に比べグラフがほぼかけたと答えた生徒が87%、表の読み取りがほぼできたと答えた生徒は86%に上った。しかし、(2)では60.4%が正解したにすぎず、設定通過率60%とほぼ同じであった。グラフがかけたからといって考察問題ができるわけではないことが分かった。

9 おわりに

今回の指導でグラフ製作やそのグラフが意味する傾きや面積が示す物理量などの理解については、一定の結果が出た。しかし、読解力向上には、より一層の経験が必要であると感じた。やはり、基本に戻って生徒実験、演示実験を数多く実施し、生徒に多くの物理現象を経験させることが最も必要であると強く感じた。そうすることによって、表やグラフから物理現象をイメージさせ、その現象を理解させることができ、最終的に、読解力向上につながるのではないかと考える。

また、生徒のこれまでの学習との関連への配慮、生徒が抱いている自然事象に対する考え方を把握し指導に生かすことやかかわりのある単元との関連を図って原理や法則などの定着を図ることが必要であろう。そして、生徒自身が学習を振り返る機会を増やすことが読解力向上につながると思う。今後も、読解力向上を常に心掛け、適切な指導をしていきたい。

<参考文献>

田中孝一(監修)『中学校・高等学校 PISA 型「読解力」-考え方と実践-』(2007年,明治書院)
清原洋一『中等教育資料 平成19年8月号』「理科教育の改善・充実 高等学校教育課程実施状況調査結果 物理をもとに(1)」(2007年,ぎょうせい)