

生きる力の評価に向けた問題例作成の試み（物理分野）

郡上高等学校 中島 福次郎

1 はじめに

授業をととして生徒達が身につけた「生きる力」を判定し評価に結びつける、より一般的な評価方法の開発を研究テーマとし、その一つとして新たな客観テスト問題例の作成を試みた。今回は、作成した問題例から代表的な9問を取り上げ報告する。

2 問題例の構成

「生きる力（問題解決能力）」の評価の観点として下表の4項目を設定し、さらに細分化しA1からD3まで合計9種の観点から各々の力を判定する問題例を作成した。

A 科学（物理）的な 着眼力	A 1	日常生活で接する解説や説明書などを理解し納得できる力。
	A 2	ある事柄について、物理の知識を用いて思考し判断できる力。
B 実験の評価力	B 1	ある実験に接したとき、何を目的としたものか判断できる力。
	B 2	目的に対し、実験結果が正しい証拠となりうるかを判断する力。
C 実験の計画力	C 1	仮説に含まれる要因を分析し計画する力。
	C 2	仮説を検証するための実験を工夫し計画する力。
D データの処理能力	D 1	分析する力。
	D 2	解釈する力。
	D 3	規則性・法則性を発見する力。

3 作成問題例

[A]科学（物理）的な着眼力

A 1

ある車のパンフレットに「この車のエンジンはターボチャージャーと、さらにインタークーラーが付いていますので大変高出力となっています。」とあった。インタークーラーが付いているとなぜ高出力となるのか推理し説明しなさい。

インタークーラー ； エンジンに送る空気を冷却する装置

ターボチャージャー ； エンジンに空気を強制的に送り込むポンプの役目をする装置

（ねらい）各種解説書・使用説明書・仕様書などの読解力・理解力を見る例題。

日常生活の中では、各種の製品を選択して購入し、使用する事は多い。そういった場合、製品に添付されている仕様書や使用説明書などを理解する力は大切である。

A 2

ある王は兵士達の矢が出来るだけ遠くまで届くように強い弓を与えていた。しかし、

王が望むほど遠くまでは矢は届いていない。そこでより強い弓を兵士達に与えようとしたが、賢者が現れ「弱い弓にしろ。そうすれば矢は今より遠くまで届くでしょう」と言った。賢者がなぜそういったのか理由を述べなさい。
(学習した物理量をできるだけ引用すること)

(ねらい) 解決しなければならない事柄に遭遇した場合、その解決に向け学習した物理の知識を複数用いて思考し、それらを組み合わせながら論理を進め構築する力を見る例題。

この問題では、理由について考察させ、学習した物理現象や物理量を適正に用いて推論する力を見たい。

[B]実験の評価力

B 1

ガリレオガリレイは斜面の角度を様々に設定し、それぞれの斜面で同じ高さから転がり落ちる質量の異なる2種のボールの速さの変化を測定した。この実験で彼は何を確認しようとしていたのか推理しなさい。

(ねらい) ある実験から、どのような結論が導き出されるかを推理する力を見るための例題である。この例題では、「角度と速さの関係を調べている」等の実験を単に文章化した解答は不十分である。この実験内容を分析し、角度をなぜ変えるのか、なぜ同じ高さなのか、なぜ質量を変えるのか、に着眼し推理できる力を見たい。

B 2

スキー競技の大滑降では選手の体重によって有利不利があるか質問を受けたA氏は、体重のある選手は雪面からの摩擦力をより多く受けるため不利であるはずだ考え、それを証明するため次のような実験をした。

摩擦のある水平面に1 m間隔で印を付け、5 kgと10 kgの物体を端の点に静止させて、どちらも水平に10 Nの一定の力で引く。動き始めた時を0 secとし物体が各印を通過する時刻を測定した。次の表は、その結果である。

静止点からの距離	1 m	2 m	3 m	4 m	5 m
5 kgの物体の通過時刻	1.41sec	2.00sec	2.45sec	2.83sec	3.16sec
10 kgの物体の通過時刻	2.00sec	2.83sec	3.46sec	4.00sec	4.47sec

この結果からA氏の仮説は正しいと言えるであろうか。理由も述べよ。

(ねらい) 実験データに惑わされず、本来の目的にこの実験が整合しているかを判断できる力を見る。日常生活においても実験データを論拠とした勧誘などが多いが、それらの正否を冷静に判断し取捨選択できる力が必要であると思われる。

[C]実験の計画力

C 1

A氏は同じボールなら空気がたくさん入って硬い程よく弾むと言っている。彼の主張が本当に正しいかどのように調べたらよいか、実験方法を述べよ。

(ねらい) 仮説を証明するために、正確で漏れのない実験を計画する力を見る例題。

ここでは「彼は正しい」という先入観にとらわれた実験では不十分である事に注意したい。「彼が正しくないとすると、どのような状況が考えられるか」にも

着眼し、その状況下での実験も必要であろう。このように実験を企画する前の、冷静で客観的な観察力を通した要因の分析力を見る。

C 2

A氏は「運動している物体は誰も手を触れなければ最後には止まるのが自然の法則だ。物体を床に滑らす実験をしたまえ。実験結果はすべて私が正しいことを示すはずだ。」と主張している。彼の間違いを指摘するには、どのような実験を行えばよいか。理由を含め方法を述べよ。ただし実験は地上の室内で行うとする。

(ねらい) 理想状態を前提とした仮説を、現実的な実験で証明するための方法を企画する力を見る例題。

生徒は「抵抗が無ければ止まらないはず」という仮説をたてるにちがいない。その仮説を証明するための実験を創造・企画させる。問題は抵抗が完全に無い状態での実験は不可能であることだ。この状況下でどのような実験を創造・企画するか、発想力を見たい。

[D] データの処理能力

D 1

競輪のA選手が出すことが可能な最高速度を求めるためにB氏は次の実験を行った。

[実験1]

固定した自転車に乗ったA選手を風洞実験装置の中に入れ、風速とA選手の受ける空気抵抗力を測定した。その結果は次の通りであった。

風 速	20km/h	30km/h	40km/h	50km/h	60km/h	70km/h	80km/h
抵 抗 力	31N	69N	123N	193N	278N	378N	494N

[実験2]

固定した自転車をA選手に漕がせ、車輪の速度と、その速度でA選手の出すことの出来る最大の推進力を測定した。結果は次の通りであった。なお推進力は走行摩擦力を除いた数字である。

速度の大きさ	20km/h	30km/h	40km/h	50km/h	60km/h	70km/h	80km/h
推 進 力	450N	413N	360N	293N	210N	113N	0 N

- (1) 実験結果より、無風の状態でA選手の出せる最高速度の大きさはいくら位いと予想されるか。理由も述べよ。
- (2) 30km/hの追い風がある時、A選手の出せる最高速度の大きさはいくら位いと予想されるか。理由も述べよ。
- (3) 30km/hの向かい風があるとき、A選手の出せる最高速度の大きさはいくら位いと予想されるか。理由も述べよ。

(ねらい) 得られた多数のデータを目的に応じて分析し、数値を取り出す力を見る例題。

D 2

車のバンパー（車体の前部に取り付け車体を衝突から守る部品）の研究をしているA氏は、走っている車について次の実験を行った。

軽くて速く走っている乗用車(A)と、ゆっくり走っている荷物を積んで重い小型トラック(B)を同じ制動力のブレーキで、ブレーキをかけてから静止するまでの「時間」と「動いた距離」を測定した。下表はその結果である。

	時 間	距 離
車 (A)	2 秒	3 メートル
車 (B)	3 秒	2 メートル

- (1) どちらの車にも同じ、硬くて頑丈なバンパーを取り付け、ブレーキをかける前と同じ速さで固い壁に衝突してはね返った場合、どちらの車が壁に大きな力を加えるか予想しなさい。理由も述べなさい。ただし、バンパーと壁の接触時間は同じとする。
- (2) どちらの車にも柔軟で厚みのある同じバンパーを取り付け、ブレーキをかける前と同じ速さで固い壁に衝突したとき、バンパーが衝撃を吸収したため停止したとすると、どちらの車がバンパーの変形が大きいのか。理由を付けて予想しなさい。

(ねらい) 得られたデータを目的に応じて解釈し、応用する力を見る例題。

この問題では、必要な物理量は何か、時間の違いから何が解釈できるか、距離の違いから何が解釈できるか、その力を見たい。解釈には学習した物理量や計算法を基礎として持っていなければならない。

D 3

A氏は、自動車レースを観戦中、目前を通過する車のエンジン音が通過前後で音程が下がることに気が付いた。この音程の変化量から簡単に車の速さがおおまかでも推測できたら楽しいだろうと考え、調査することにした。

- (1) 彼は最初に振動数1000Hzの音源を用いて、通過前後で音程が1オクターブ下がる(振動数が $1/2$ になる)速さを調べるために、通過前後の振動数を数種の異なる速さで測定した。次の表はその結果である。

振動数 \ 速さ	311 km/h	376 km/h	408 km/h	468 km/h
近づくとき	1340Hz	1444Hz	1500Hz	1619Hz
遠ざかるとき	797Hz	764Hz	750Hz	723Hz

この結果から通過前後で音程が1オクターブ下がる速さはいくらかであったか。

- (2) 次に彼は、1000Hzで1オクターブ下がる速さを基準として共通に用い、異なる振動数の音源で音の振動数を測定した。次の表はその結果である。

振動数 \ 音源の振動数	500Hz	700Hz	1500Hz	2000Hz
近づくとき	750Hz	1050Hz	2250Hz	3000Hz
遠ざかるとき	375Hz	525Hz	1125Hz	1500Hz

彼は何を調べようとしたのか。またこの結果から推論されることを述べよ。

- (3) 最後に彼は1000Hzの音源を用いて、通過前後の音程の差と速さのとの関係を知るために、速さを増加させながら、通過前後の音程の差が半音増えるごとにその時の速さを測定した。次の表はその結果である。音程の差は通過前の音の振動数を基準音（ド）とした通過後の音の音階で示している。

通過後の音階	ド	シ	シ♭	ラ	ラ♭	ソ	ソ♭	ファ	ミ	ミ♭	レ	レ♭	ド
速さ (km/h)	0	35	70	106	140	176	210	244	278	311	344	376	408

この表を持参してレース場に行ったA氏は通過する車のエンジン音の変化に注意した。車X号は、通過前から通過後までに半音で6段階下がった。車X号の速さはいくらか。

- (4) 車の速さを知るのに表が必要では、不便である。簡単な数字と計算でおおまかな速さを知る方法をこの表から推論せよ。

(ねらい) 実験結果からどのような規則性・法則性が発見できるか、その力を見る例題。
この問題では、ドップラー効果を異なった視点から観察した実験データをもとに考察させる。

4 問題例の試行結果

(1) 正答率

各問につき正答の場合を100点とし、誤答の場合は部分点で採点した。正答率は、その平均点である。

[問題別]

	A 1	A 2	B 1	B 2	C 1	C 2	D 1			D 2		D 3			
							(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
調査人数	74	116	115	76	114	75	87	87	87	27	27	29	29	29	29
正 答 率 (%)	22	20	19	20	29	2	21	16	14	9	11	41	0	28	3
							17			10		18			

[観点別]

	科学的な着眼力	実験の評価力	実験の計画力	データの処理能力	総合
正答率(%)	21	20	16	15	18

(2) 誤答例

次表は、記述問題について比較的多かった誤答および不十分な解答例である。

A 1	・ エンジンが冷やした方が力がでるから。
A 2	・ 兵士が強い弓を扱えきれなかったから。 ・ 強い弓は「しなり」が小さいから。
B 1	・ 角度と加速度、質量と加速度の関係を調べようとした。
B 2	・ 実験データのとおり彼は正しい。 ・ もっと長距離でないとわからない。
C 1	・ 同じ高さから落とし、はね返った高さを測定する。
C 2	・ 無重力の真空中で物体を運動させる。
D 2	・ 「軽くて速い」と「重くて遅い」なので、どちらも同じ。

(3) 考察

正答率が全般に大変低いのは、解答に多くを期待しすぎたせいである。この試行結果が現在の生徒の持つ「生きる力」を示すとは、まだ言い切れない。問題自体に不完全さがあるのと、問題数も少ない。しかし、全般的な生徒の傾向として以下の点が感じられた。

- ・ 作文能力、自己表現力が不足している。
- ・ 多面的にものを見、思考するのが苦手である。
- ・ 自己流の考えから抜け出せず、科学的(客観的)な立場からものを見ることができない。
- ・ 基礎知識は持っていても理解はしていないため応用力に欠ける。

5 まとめ

「生きる力」を、ペーパーテストで判定することの是非については、議論が必要と思われる。しかし「生きる力」とは何かをより鮮明に具体的に示した問題集があれば、それを見ることで教師と生徒が「生きる力」とは、どのようなことができる力のことなのかを明確に把握し、目標を持って練習や学習活動ができるのではないかと思われる。今回の研究は評価方法の提案に加え、前記の可能性について僅かに探ってみたものである。検討すべき点が多々あり、今後の主な課題として下記のような点が残された。今後の研究・協議に期待したい。

(今後の課題)

- ① 観点の適正さについての再検討
- ② 各例題が「生きる力」の評価の観点に対し適正かどうかの再検討。
- ③ 難から易にわたる、各レベルでの問題作成。
- ④ 今回観点に含めなかった、「興味・関心の強さ」「仮説を設定する力」「探究する能力・態度に関する総合的な力」についての検討。
- ⑤ 生徒が「生きる力」の問題を解答するには時間がかかるため、定期考査問題に挿入する事が困難と思われる。実施方法の検討が必要と思われる。