

理 科 学 習 調 査

筑波大学附属駒場中・高校 理科

卷島三郎・牛田英一・福岡久雄・貝沼喜兵
大道 明・大谷悦久・石川秀樹

力学分野

理科学習調査

(担当) 大道 明

理科ではこの4～5年、科目別に各分野の生徒の理解度を調べ、カリキュラム展開上の問題点、留意点を明らかにしてきた。物理では、これまでに「熱」「現代物理」「波動」についての調査を実施し、その結果を本校の紀要に発表してきた。

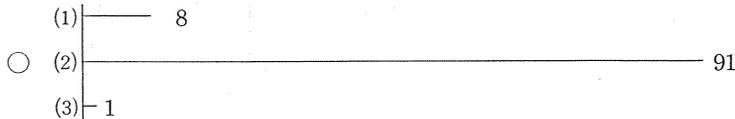
今年度は、理科Iで扱われる力学現象について、58年度理科Iの力学分野を学習する高校一年生160名について調査を実施した。以下は、調査問題とその結果、結果についての考察である。

I 調査問題と回答結果

(なお、結果の数値は%で表わされている。解答番号の前の○は正答を示す。)

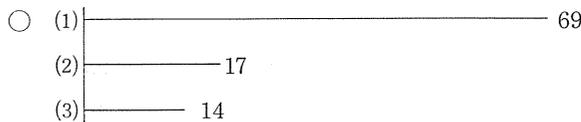
1. 54 km/h と 20 m/s ではどちらの速さが大きいですか。

- (1) 54 km/h (2) 20 m/s (3) どちらも同じ



2. 用語上、速さと速度はどこが違いますか。

- (1) 速さは大きさのみで示されるが速度は大きさと向きで示される。
(2) 速さは大きさと向きで示されるが速度は大きさのみで示される。
(3) 速さも速度も同じように大きさのみで示されるが、日常用語としては速さを用い、物理用語としては速度を用いる。



南から北へ流速 3 m/s で流れる川がある。2艘の船A、Bをこの流れに浮かべ、Aを西から東へ静水中 3 m/s の速さで動かし、Bは流れに対して静止しているとします。

3. 船Aの岸に対する速度の大きさはいくらですか。

- (1) 3 m/s (2) 約 4.2 [m/s] (3) 6 [m/s] (4) 0 [m/s] (5) 約 5 [m/s]

- (1) 41
- (2) 49
- (3) 3
- (4) 2
- (5) 3

4. 船Bから見て、船Aはどの向きに動いていますか。

- (1) 北東 (2) 東 (3) 南東 (4) 南西 (5) 北西

- (1) 44
- (2) 31
- (3) 17
- (4) 3
- (5) 3

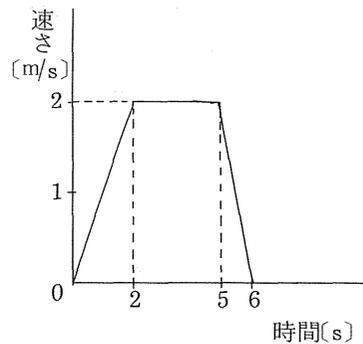
図は一直線上を運動する物体の速さと時間との関係を示すグラフである。

1〔S〕～2〔S〕の区間をA, 2〔S〕～5〔S〕の区間をB, 5〔S〕～6〔S〕の区間をCとしたとき、次の問いに答えなさい。

5. 加速度の大きさが一番大きいのはどの区間ですか。

- (1) A (2) B (3) C
- (4) どの区間も同じ

- (1) 55
- (3) 44



6. 区間内に進む距離が一番大きいのはどの区間ですか。

- (1) A (2) B (3) C (4) AとC
- (5) AとB

- (1) 2
- (2) 90
- (3) 5
- (4) 2
- (5) 1

運動している物体A, B, C, D, Eがある。

物体Aは滑らかな水平面上を一定の速さで直線運動している。

物体Bは人工衛星で、一定の速さで地球のまわりを円軌道を描いてまわっている。

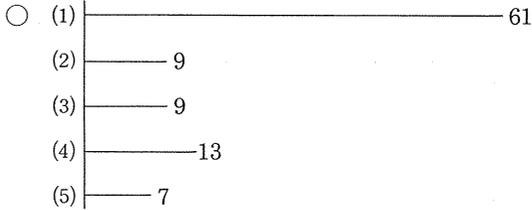
物体Cは地上のある高さから水平に投げ出された物体で放物運動をしている。

(ただし真空中)

物体Dはばねにつけられたおもりで、なめらかな水平面上で振動している。
 物体Eは地上で自然に手から離れた物体で自由落下している。(ただし真空中)

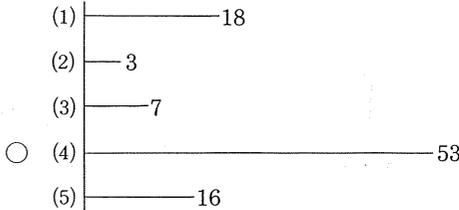
7. 物体に力がはたらいていないのはどれですか。

- (1) A (2) D (3) B (4) AとB (5) AとBとD



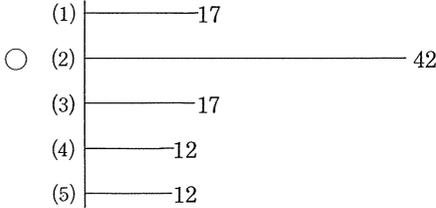
8. いつも一定方向の直線上で力がはたらいているのはどれですか(力が0になることはない)

- (1) A (2) B (3) B, C, D, E (4) C, E (5) B, D, E



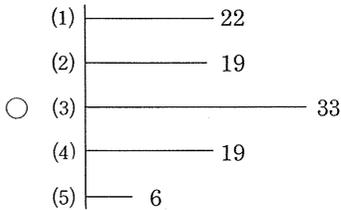
9. いつでも一定の大きさの力がはたらいているのはどれですか。

- (1) A, B, C, E (2) B, C, E (3) C, E (4) B, C, D, E (5) B, E



10. 運動方向に全く力がはたらいていないのはどれですか。

- (1) Aのみ (2) Bのみ (3) A, B (4) A, B, C (5) A, B, C, D



11. 運動エネルギーが増え続けるのはどの場合ですか。

- (1) C, D, E (2) B, C, D, E (3) Eのみ (4) C, E (5) A, B

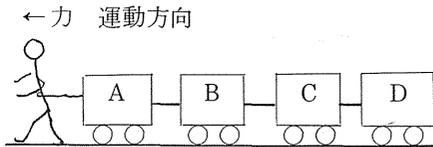
- (1) 1
- (2) 2
- (3) 27
- (4) 68
- (5) 1

12. 位置エネルギー（弾性エネルギーを含む）が変化しないのはどの場合ですか。

- (1) Aのみ (2) A, B (3) A, B, D (4) A, B, C, D (5) A, D

- (1) 6
- (2) 38
- (3) 44
- (4) 3
- (5) 8

右の図は台車を4台ひもで直列につないで、人が右から左へ一定の力で引き、台車が右から左へ動いている様子を示したものである。ただし、A～Dの台車の質量はすべて等しいとします。



13. 台車Bを右へ引く力と左へ引く力の関係として正しいのはどれですか。

- (1) 左へ引く力の方が大きい (2) 右へ引く力の方が大きい (3) どちらも同じ

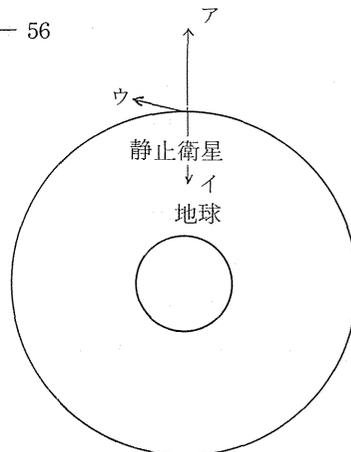
- (1) 61
- (2) 11
- (3) 26

14. 台車A B, B C, C D間のそれぞれのひもにかかる力の大きさを比べると。

- (1) A B間にかかる力が一番大きい (2) どのひもにかかる力も等しい
(3) C D間にかかる力が一番大きい

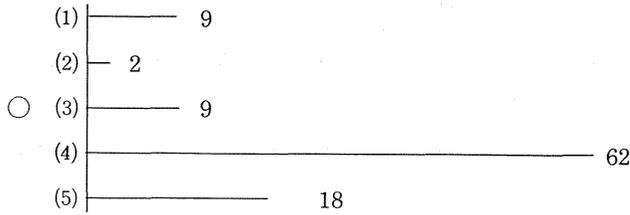
- (1) 56
- (2) 38
- (3) 6

静止衛星は赤道の上空を地球の自転周期と同じ周期で回転している人工衛星である。従って、地表から見ると相対的に静止しているが、恒星系から見ると等速で円運動している。



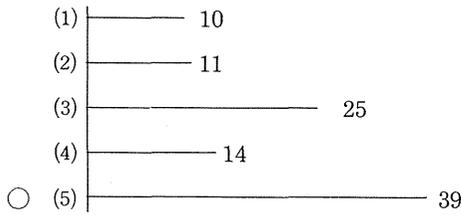
15. 慣性系から見て静止衛星にはたらいっている力はどんな向きをもっていますか。

- (1) アとウ (2) アのみ (3) イのみ (4) イとウ (5) アとイ

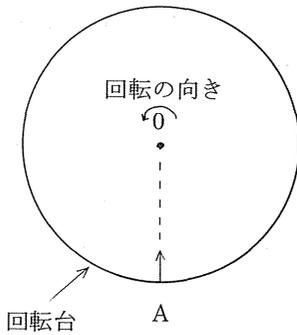


16. 地表から見て静止衛星にはたらいっている力の向きはどうなりますか。

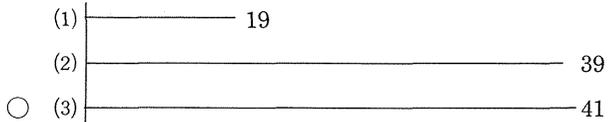
- (1) アとウ (2) アのみ (3) イのみ (4) イとウ (5) アとイ



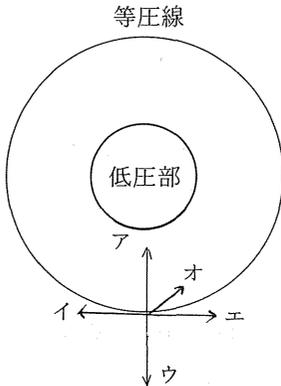
17. 図は反時計廻りに回転している台を真上から見たものである。回転台の一点AからOに向けて物体を投げたとき、回転台の上にいる人が真上から物体の軌道を見ると、物体はどのように進みますか。



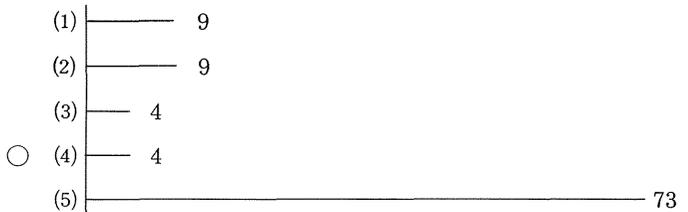
- (1) まっすぐ進む
(2) 左に(反時計廻り)曲がるように進む
(3) 右に(時計廻り)曲がるように進む



18. 北半球の上空(空気の流れと地表との摩擦を無視できる位の高度)で高圧部から低圧部へ風が吹くとき、安定した風の流れの向きはどうなりますか。

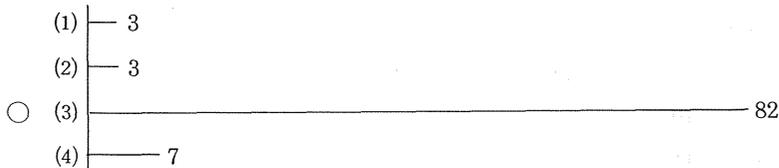


- (1) ア (2) イ (3) ウ (4) エ
(5) オ



19. 18の風の流れの向きを決定するのに

- (1) 地球の自転・公転は無関係。
- (2) 地球の自転には関係ないが、公転には関係がある。
- (3) 地球の公転には関係しないが、自転には関係があり、北半球と南半球では風の向きが反対になる。
- (4) 地球の公転には関係しないが、自転には関係があり、北半球と南半球では風の向きは同じになる。



II 結果の考察

問題1は速さの単位の換算ができるかどうかを問うたものである。約1割の生徒ができていない。km/hが時速を意味することを理解していないのかもしれない。

速さと速度の違いが明確になるのは曲線運動であるが、直線運動を数式で表示する場合には座標系の選び方によって、速度の正・負が変わることから速度で運動を記述する必要性が理解できる。中学時代の予備知識で速さと速度の区別ができる生徒が約7割であるが、正答率は高いと言えるであろう。

運動する座標系から運動を見ることは静止した座標系から運動を見ることより難しいが、問題3、4から相対速度の向きと大きさの理解が意外に少ないことが判明した。もともと問題3で(1)と誤答した生徒が41%もいるから、問題を正しく理解していないことも予想できる。流れに対する静止を岸に対する静止と誤解しているのでであろう。問題4では「船Bから見て」を「岸から見て」と誤解している生徒が41%いる。

船Aの進行方向を東と答えた生徒は問題3で「流れに対して静止」を「岸に対して静止」と理解した生徒であろう。いずれにしろ、2つの座標系で運動を観測する場合には、どの座標系で見ているかを絶えず確認する必要がある。

$v-t$ グラフを書いた場合、面積が移動距離を表わすことはかなりの生徒が理解している。問題6の正答率が90%あることからそのことが窺える。これに反して、 $v-t$ グラフの直線の傾きが加速度の大きさを意味することを理解していない生徒が55%いるが、加速度の正負が何を意味するかを十分に把握していないのでであろう。加速度が負になるのは減速している場合ではなく、あくまでも座標系の定め方によることを強調したい。このことにより、一の値だから十の値より小さいという誤解を減らすことができるであろう。

問題6～10は力と運動の関係を問うたものである。22%の生徒が等速円運動する物体には力ははたっていないと答えている。中学校では曲線運動を扱わないから力がはたらくと速さが変わ

ることだけが強調され、運動の向きを変える力のはたらきが無視されているのである。

約2割の生徒が等速直線運動する物体には一定方向に力のはたらくと考えている。この場合の一定方向とは運動方向を指すと考えられるから、約2割の生徒が慣性の法則を理解していないことになる。暗記した知識は時間と共に忘れていくから、運動を扱う各場面で慣性の法則にふれ、知識の定着化を目指す必要がある。

また、等速円運動についても一定方向に力のはたらくと考えている生徒が約3割いる。運動方向とその方向を変える力の向きとの関係の指導が重要である。

力の大きさについては17%の生徒が等速円運動では力の大きさが一定でないと考え、12%の生徒が振動物体にはたらく力が一定であると考え、放物運動ではたらく力の大きさは変化すると考えている。合せて約3割の生徒が曲線運動の場合、力の大きさが変化すると考えているから、直線運動だけを扱っては、運動と力の関係を正しく理解させることはできない。

問題10の結果より水平投げだしの放物運動では運動方向に力のはたらかないと考える生徒が25%いる。投げだしの瞬間のみを考えたのであろうか。軌道の接線方向が運動方向になることが理解できれば、放物運動は重力の作用下で生じ、重力の向きはいつでも一定だから、運動方向にはいつでも力のはたらかないと考える生徒はいなくなるであろう。あるいは運動方向を水平方向と間違えた者もいるかもしれない。

放物運動では位置エネルギーが変化することは大部分の生徒が理解しているが、運動エネルギーが増え続けることを、理解しない生徒が27%いる。水平方向と鉛直方向への運動の分解とそれぞれの方向の運動の独立性を理解したうえでそれぞれの方向の運動を合成する視点がぬけているのである。この場合も水平方向の運動の勢いを運動エネルギーと理解し、投げだしの際の「勢い」が運動をしつづけても保存しているという考えがあるのではないだろうか。中学時代のエネルギー保存則の理解が定着した知識になっていないのであろう。

これに対して振動では運動エネルギーは変化するが位置エネルギー（弾性エネルギー）は変化しないと考えている生徒が5割以上いる。重力の位置エネルギーのみに注目し、弾性エネルギーを忘れていたのであろう。位置エネルギーといえば重力の位置エネルギーを思い起こしがちであるから、位置エネルギーという用語でなく相互作用のエネルギーという用語を用いて、重力の場合や弾性力の場合について、エネルギーが変化する条件を求めた方がよいのかもしれない。

作用・反作用の関係にある2力とつりあいの関係にある2力の関係を混同しがちである。中学ではつりあいの状態にある物体について作用・反作用の法則を説明しているから、余程注意深く扱わないとこの混乱を是正することは難しい。この調査では約3割の生徒に理解の混乱が見られるが、この例（問題13、14）のように運動している場合について、運動の第2法則と第3法則を同時に適用しないと運動を正しく理解できないことを示すことにより、上記の混乱は避けられると考える。もちろんひもの張力という概念もわかりにくいに違いないが。

理科Ⅰの地学分野、特に地球の自転に関連する項は、それまでに学習してきた物理の知識では理解し難い内容を含んでいる。もちろん地学教材の理解が物理教材理解の厳密さと同等のレベル

で行わなければならないと主張するわけではないが、単なる暗記に終らせては知識の定着度はずっと低くなってしまおう。問題15～19は自転に関連する事項を物理的に理解する場合の生徒の予備知識についての調査問題である。

恒星系（慣性系）から見て等速円運動している静止衛星に、はたらく力の向きを正しく答えられた生徒は9%しかいない。運動方向に力がはたらくているという思い込みが強いのである。2つの座標系をもち込むとつりあいの条件さえあやふやになってしまう。このことは、問題16の正答率が39%しかないことから窺い知ることができる。慣性系でも遠心力がはたらくと考えている生徒が約3割いるが、遠心力は誤用されやすい概念である。回転座標系に移ることによって生ずる慣性力であることを理科Iの中で簡単でよいから触れたい。また理科I物理分野で円運動は是非扱いたい教材である。

高圧部から低圧部に流れこむ風の向きについては8割以上の生徒が自転に関係することを知っているが、摩擦のない上空と摩擦のある地上で風の向きと等圧線のなす角が変化することを大部分の生徒がつかんでいない。回転座標系で運動を解析する視点の全く欠落した生徒にとっては当然の結果であるが、物理教材で扱う範囲と地学教材で扱わねばならない範囲の違いということで簡単に片付けられない問題である。このような両者の境界領域にある教材については両科目の先生方の共同した検討が求められる。

化学分野

(担当) 大谷悦久

1 はじめに

化学に関する言葉の調査を行った。50の言葉をA群(主として理科Iの教科書にでてくる言葉, 19) B群(最近の化学・技術に関する言葉, 14) C群(環境問題, 公害, 食品安全に関する言葉, 17)に分け, それぞれの言葉について, (1)内容を充分に知っている, (2)内容を少し知っている, (3)聞いたことはあるが内容はわからない, (4)聞いたことがない, の選択肢から, 調査対象者に選ばせる方法をとった。調査対象者は, 筑波大学付属駒場中・高等学校(以下T校と略), 調布学園中・高等学校(以下C校と略)の生徒(表1)である。なお, C校は, 東京都世田谷区東玉川2-21-8に所在し, 中学生と高校生1,310名の女子校である。

2 結果

調査の単純集計結果を図1, 図2に, また学年進行に伴う変化のようすと, T校, C校の比較を, 図3, 図4, 図5に示す。また, 表2には, 学年進行による変化のようすを分類してある。

3 結論

T校とC校ではカリキュラムが違い, 同学年または同条件での比較は難しいので, ここでは学年進行に伴う変化を中心に, つまり表2を中心に考察する。

①A群の言葉は, やはり学習効果が高い。A群の言葉が, 主として高1で用いる理科Iの教科書から抽出してあるので, 中3→高1の段階で学習することがわかる。この傾向にあるのは, アイソトープ, アボガドロの法則, 価電子, 希ガス, 構造式, 質量数, 単体, 同素体, 分子量, モルである。

②A群の中で, 中3→高1→高2と次第に上昇傾向にある言葉がある。T校では, アルカリ金属, 非金属元素, 元素の周期律で, 元素各論ともいえる内容であり, 調査時点では未習である。従って高2でも上昇する。しかし, この時点でもかなり予習が行われていることを想像させる。これに対してC校では, イオン結晶, 質量保存の法則, 同素体であるが, 共通の要素が見つからない。カリキュラムの組み方, 順序によるものと考えられる。

③A群の中で, 高1→高2と上昇するものにT校では光学異性体があるが, 化学IIで学習する内容なので当然である。C校では高1→高2で, 一般に上昇傾向が強いが, 高1で理科I, 高2が旧課程化学Iのためであろう。

④A群の中で, 下降傾向にあるものは, 地味で, 科学史上の一つの区切りとなった法則である。

なおT校で、イオン結晶に下降傾向の見られるのは、教師の教材の取り上げ方であろう。

⑤A群の、中3の段階で、T校とC校を比べて見ると、T校生は高校で習うような言葉をかなり良く知っているが、C校生はほとんど知らない。従って、高校入学後の学習効果はC校生の方が顕著である。教えられたことはよく勉強する、という姿がうかがえるが、これは女子の特徴かも知れない。

⑥上記⑤の傾向は、B群、C群にも見られる。多くの言葉で学年差がないのは、大部分学校で直接に教えられていないものである。

⑦B群の言葉は化学Ⅱの内容に関連したものが多く、従ってカリキュラムの関係でT校生の上昇傾向が大きい。(T校では、高2で化学Ⅱを選択する。)

⑧C群では、光化学スモッグ、PCB、水俣病、イタイイタイ病、四日市ぜんそく等は良く知られており、学年差はあまりない。保健の授業等で取り上げられていることも関係するであろう。

⑨逆に、富栄養化、COD、 AF_2 などはあまり知られていない。また学年差も少ない。

⑩窒素酸化物、六価クロム、PPMは学年進行に伴い上昇傾向にある。教材との関連が深いと思われる。

⑪プロピレングリコールや AF_2 の回答が低いことから、食品添加物に対する関心は男女ともうすいと思われる。

4 おわりに

今回の調査は、1つはこのような調査方法の可能性を見ることと、もう1つは、生徒のおよその傾向を見るのが主要な目的であったが、一応目的は果せたと思われる。次回からは、焦点をしぼること、また言葉の選択基準を明確にすることの必要がある。

なお、本調査だけについても分析が不十分で特にA、B、C群の相関を見てない。現場では、学校で教えることを中心に、各種の情報からどれくらい生徒が知っているかの認識が重要であり、相関を見ることは重要であると考え。

本調査には、調布学園中・高等学校の片平克弘教諭に御協力いただいた。感謝申し上げます。

5 参 考

理科I教科書(大日本図書)

現代用語の基礎知識('82版)(自由国民社)

表1 回答者の内訳(人数)

	T 高校生(男)	C 校生(女)
中 3	80人	46人
高 1	159人	146人
高 2 (化学選択者)	97人	47人

表2 学年推移(変動)の分類とその内訳

(T校とC校の比較)

	学年変動なし		高学年で 下 降 傾 向	上 昇 傾 向 あり		
	共に 低率で	共に 高率で		上昇高1 中3→高2	中3→ 高1→高2	中3 高1→高2
				T C	T C	T C
1 アイソトープ(同位体)				T C		
A 2 アボガドロの法則				T C		
3 アルカリ金属					T	C
教 4 イオン結晶			T		C	
科 5 価電子				T		C
書 6 希ガス(不活性ガス)			C	T (C)		
に 7 気体反応の法則		T				
出 8 非金属元素					T	C
て 9 元素の周期律					T	C
く 10 構造式				T		C
る 11 質量数				T C		
言 12 質量保存の法則		T			C	
葉 13 絶対温度		T				C
14 単体				T C		
15 定比例の法則			T C			
16 同素体				T	C	
17 分子量				T C		
18 モル				T C		
19 光学異性体	C					T

B
最近の化学(技術)に関する言葉

- 20 サンシャイン計画
- 21 ブタン
- 22 多糖類
- 23 ナフサ
- 24 クラッキング
- 25 LPG
- 26 ポリアミド
- 27 重合
- 28 液晶
- 29 可塑剤
- 30 LNG
- 31 C₁化学
- 32 燃料電池
- 33 水銀乾電池

C	T				
					T C
			C		T
C			T		
C					(T)
				C	T
C					T
C	T				T
C				(T) (C)	
C				(T)	
C					(T)
T				C	
	T				C

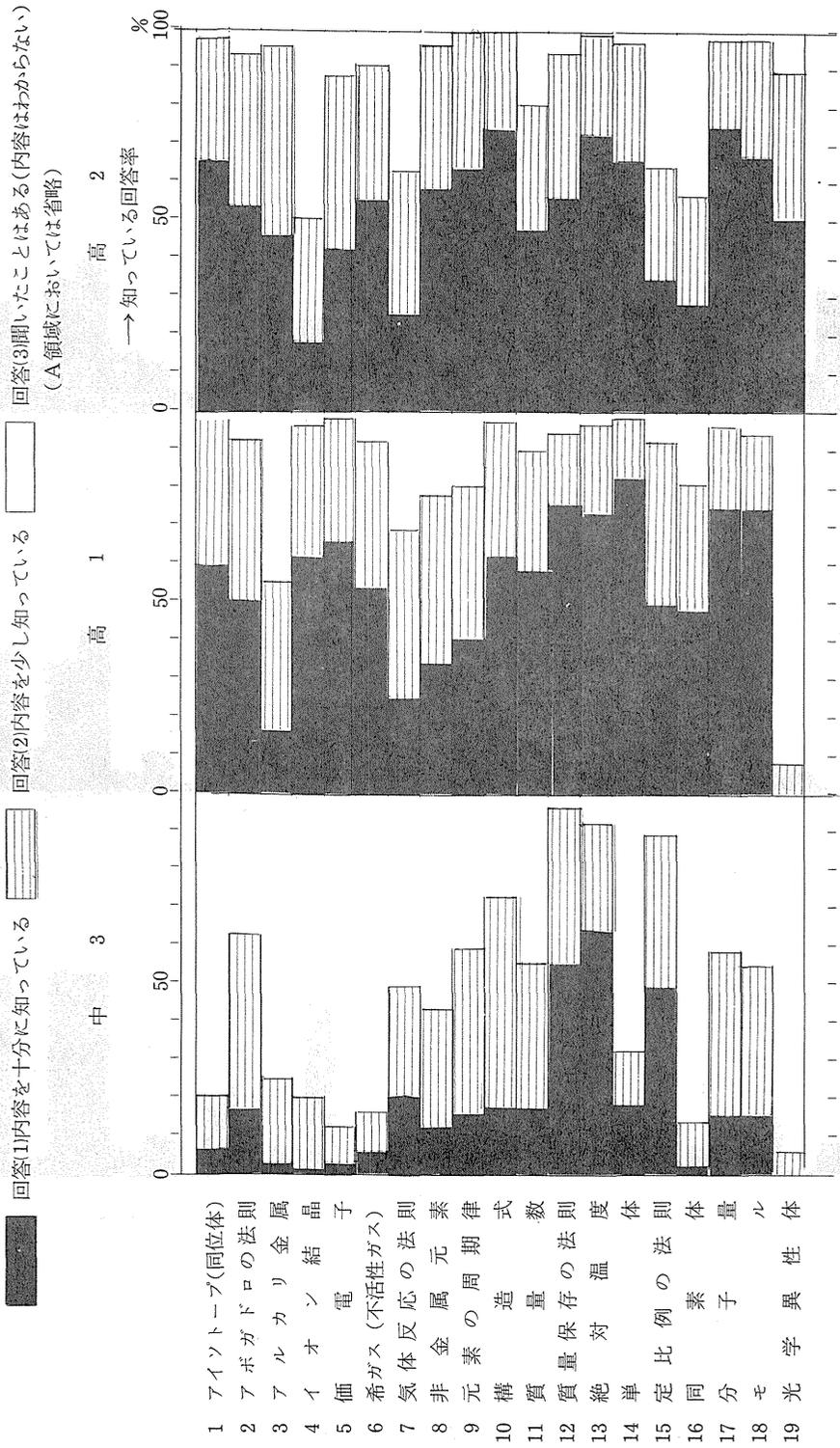
C
環境問題、公害、食品安全に関する言葉

- 34 窒素化合物
- 35 BTX
- 36 光化学スモッグ
- 37 富栄養化
- 38 COD
- 39 カドミウム
- 40 アルキル水銀
- 41 六価クロム
- 42 PCB
- 43 水俣病
- 44 イタイイタイ病
- 45 環境アセスメント
- 46 四日市ぜんそく
- 47 フロンガス
- 48 プロピレングリコール
- 49 AF₂(フリルフラマイド)
- 50 PPM(単位)

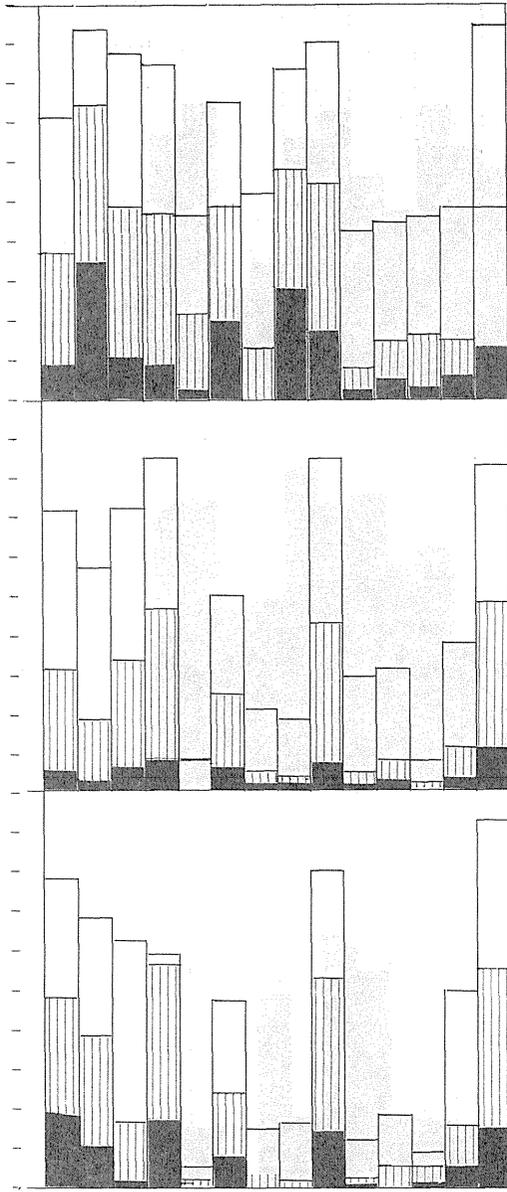
			T	C	
T C					
	T C				
T C					
T C					
			T C		
C				T	
				C	T
C	T				
	T C				
	T C				
			T C		
	T C				
					C
C					(T)
T C					
			T	C	

TはT校の場合、CはC校の場合、()の回答率が50%未満のものを示す。

図1 T 校生の回答内訳

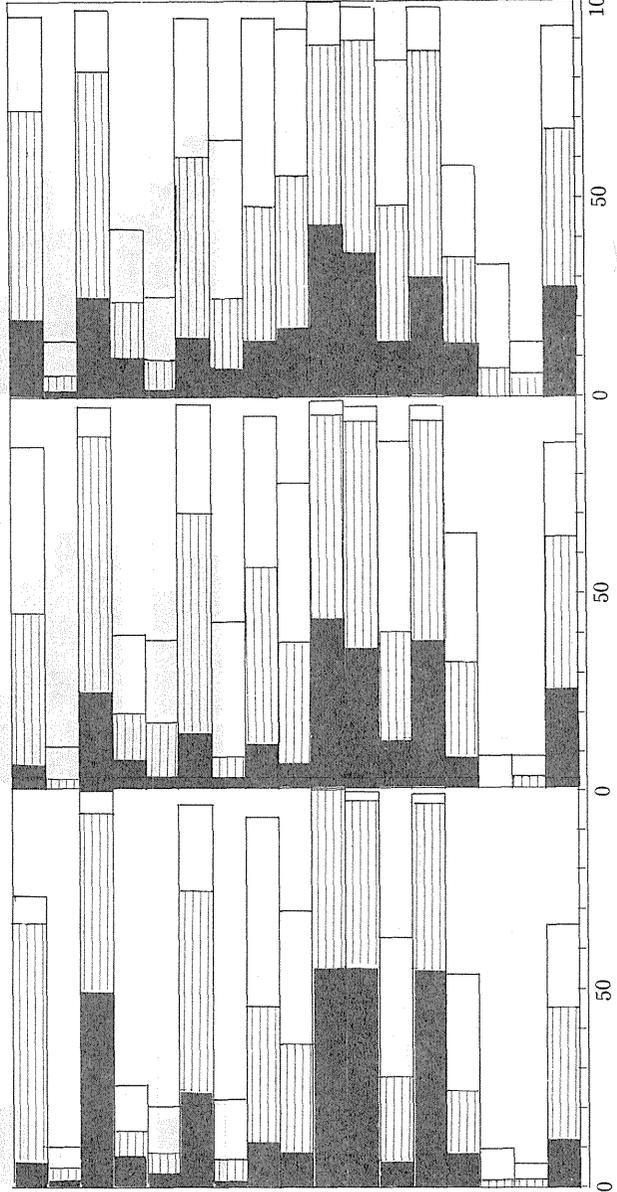


A 教科書に出てくる言葉



20 サブ
 21 シン
 22 チャ
 23 タ
 24 糖
 25 フ
 26 キ
 27 P
 28 ア
 29 重
 30 液
 31 可
 32 L
 33 C₁
 燃 水
 池 池
 電 電
 料 幹
 化 学
 N G
 塑 剂
 品 合
 晶 合
 ド ミ
 G
 グ
 サ
 グ
 類
 画
 計

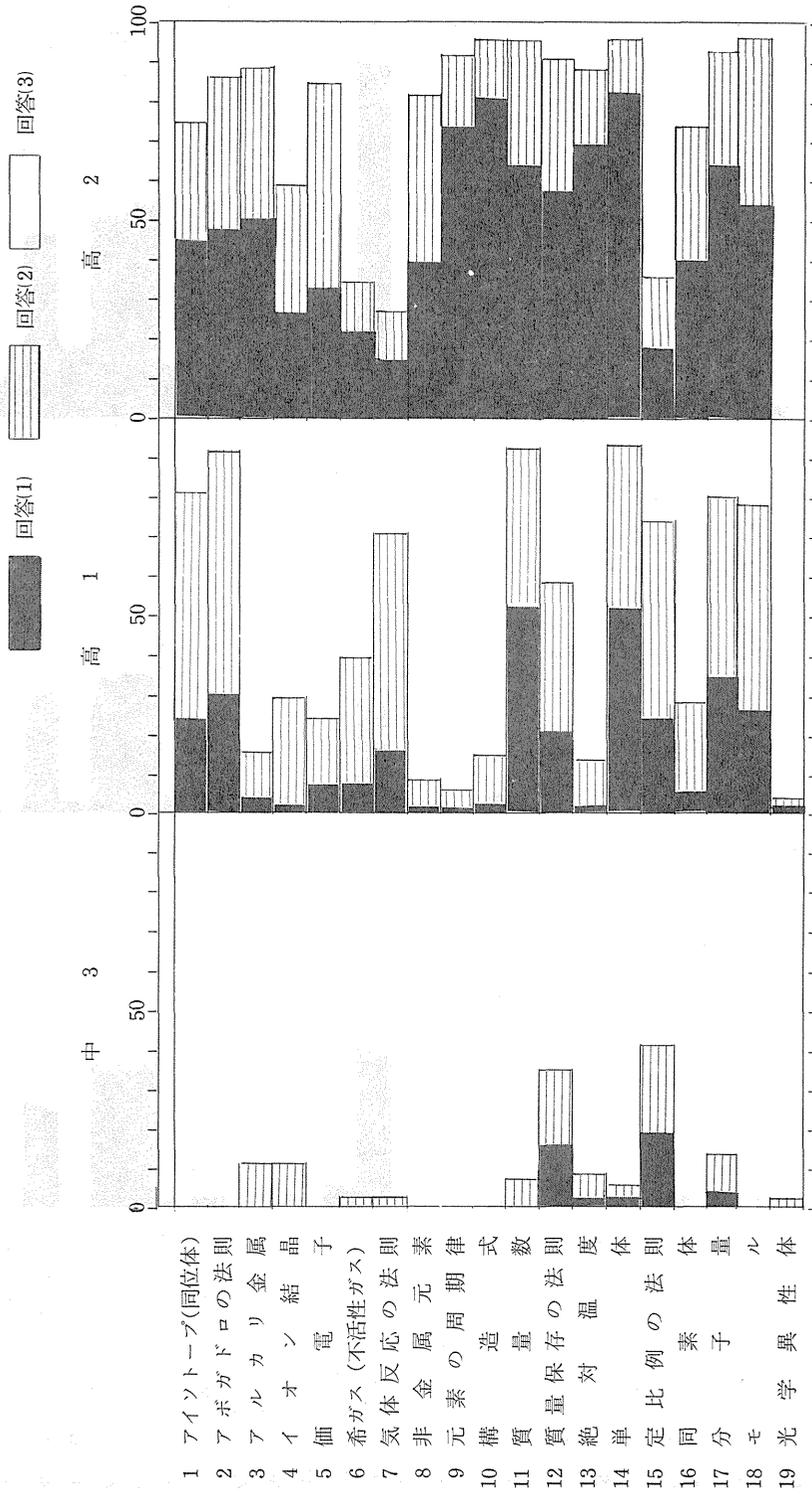
B 最近の化学（技術）に関する言葉



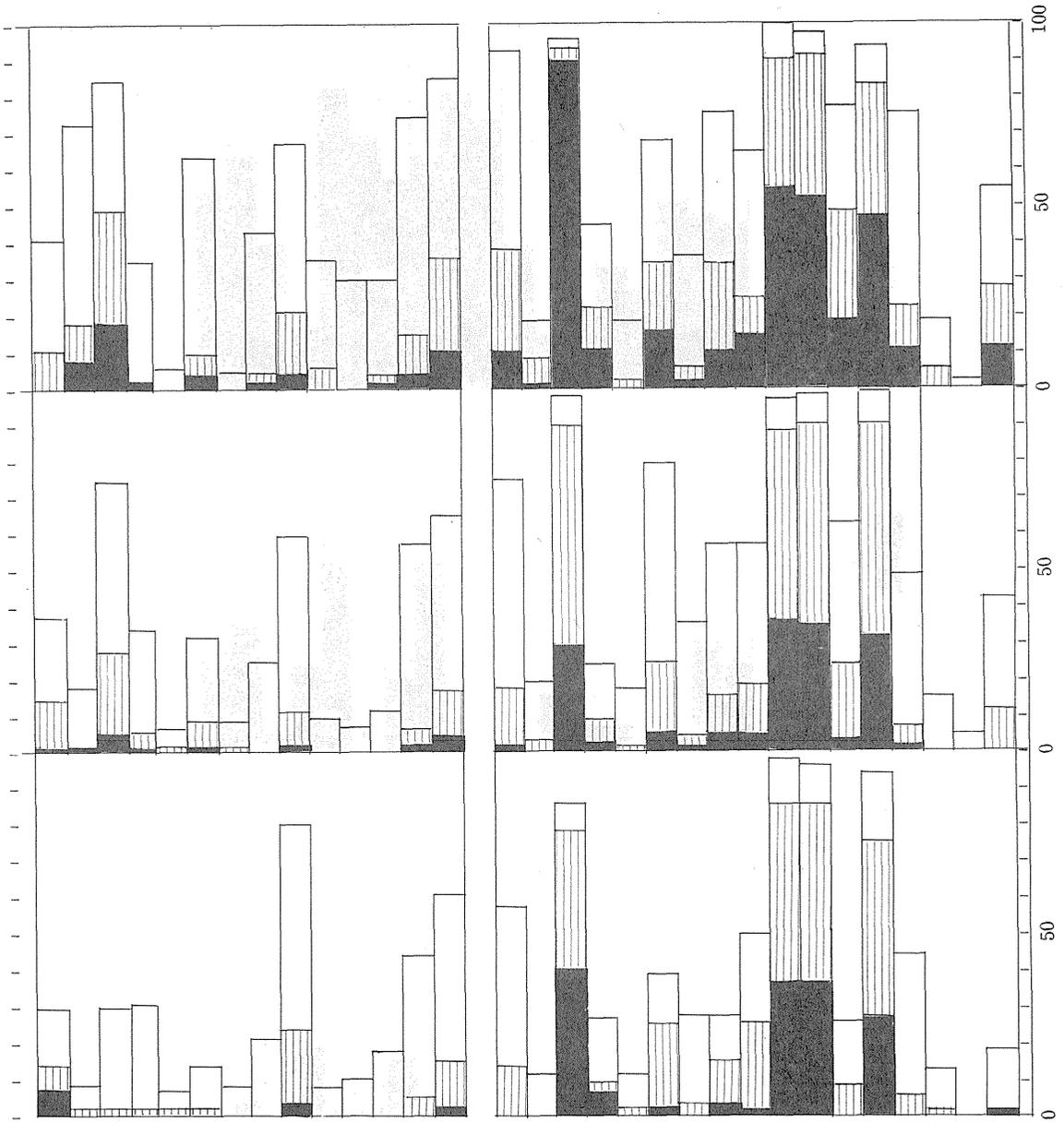
34 窒
 35 B
 36 光
 37 富
 38 C
 39 カ
 40 ア
 41 六
 42 P
 43 水
 44 イ
 45 環
 46 四
 47 フ
 48 プ
 49 AF₂
 50 P P M
 物 X
 合 T
 化 ス
 モ ッ
 養
 O
 D
 ム
 銀
 ム
 B
 病
 病
 イ
 タ
 ア
 セ
 ス
 メ
 ン
 ト
 く
 そ
 ぐ
 ス
 ル
 コ
 ル
 (単位)

C 環境問題、公害、食品安全に関する言葉

図2 C校生の回答内訳



A 教科書に出てくる言葉



20 サブ
21 ショ
22 タ
23 ナ
24 ク
25 ラ
26 P
27 ア
28 ミ
29 重
30 液
31 可
32 L
33 C₁
34 燃
35 水
36 乾
37 電
38 池
39 池
40 計
41 画
42 シ
43 ン
44 類
45 サ
46 グ
47 G
48 ト
49 合
50 晶
51 剤
52 G
53 学
54 池
55 池

B 最近の化学（技術）に関する言葉

34 窒
35 B
36 光
37 富
38 C
39 カ
40 ア
41 六
42 P
43 水
44 イ
45 環
46 四
47 フ
48 プ
49 AF₂
50 P
51 P
52 M
53 (単位)
54 物
55 X
56 グ
57 化
58 D
59 ム
60 銀
61 ム
62 B
63 病
64 病
65 イ
66 タ
67 ア
68 セ
69 メ
70 ン
71 日
72 市
73 ぜ
74 ン
75 ガ
76 コ
77 ル
78 (フル
79 フ
80 ラ
81 マ
82 イ
83 ド)

C 環境問題、公害、食品安全に関する言葉

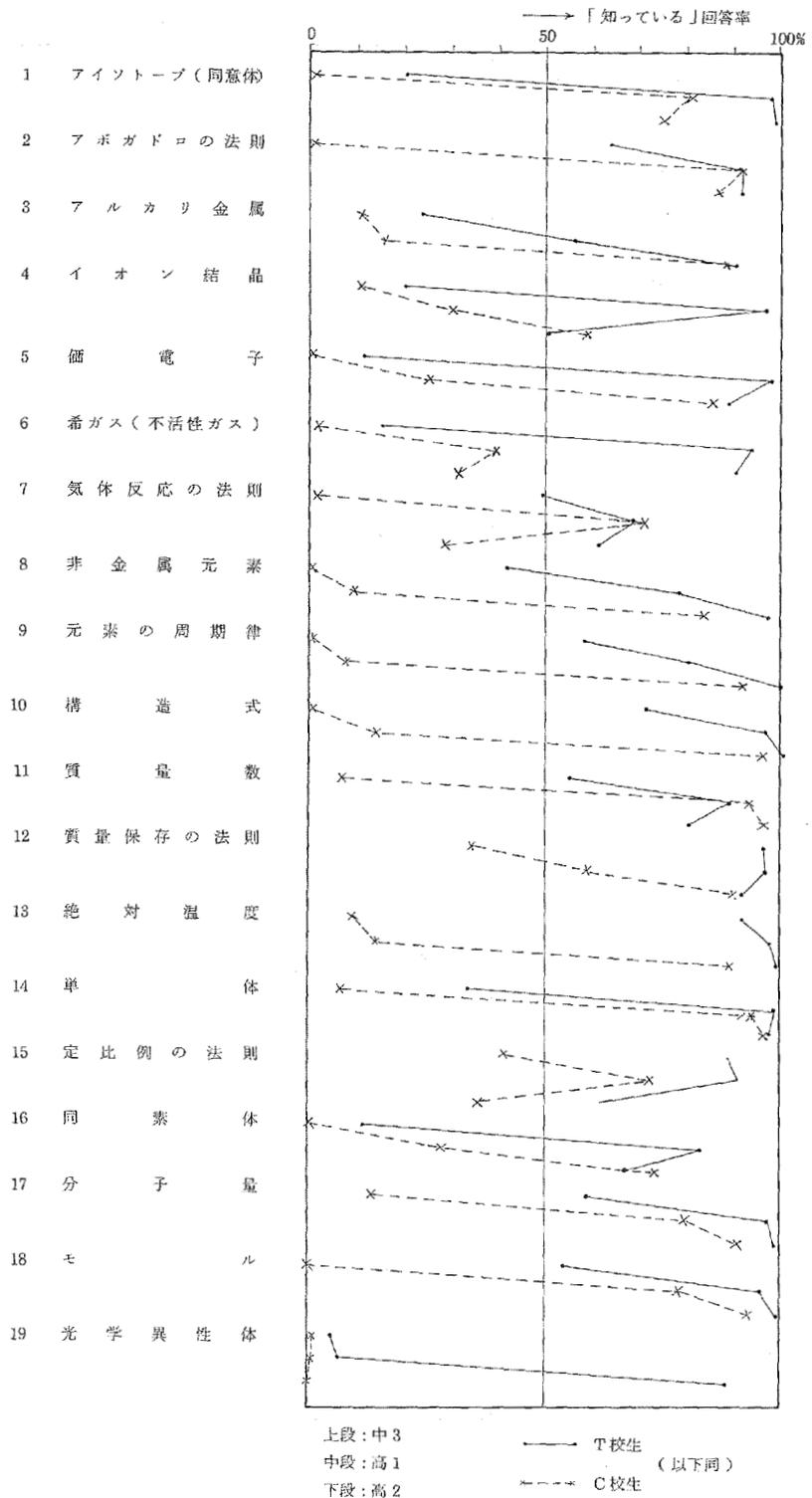


図3 A領域言葉に対する「知っている」回答(1),(2)の学年推移
(T校とC校の比較)

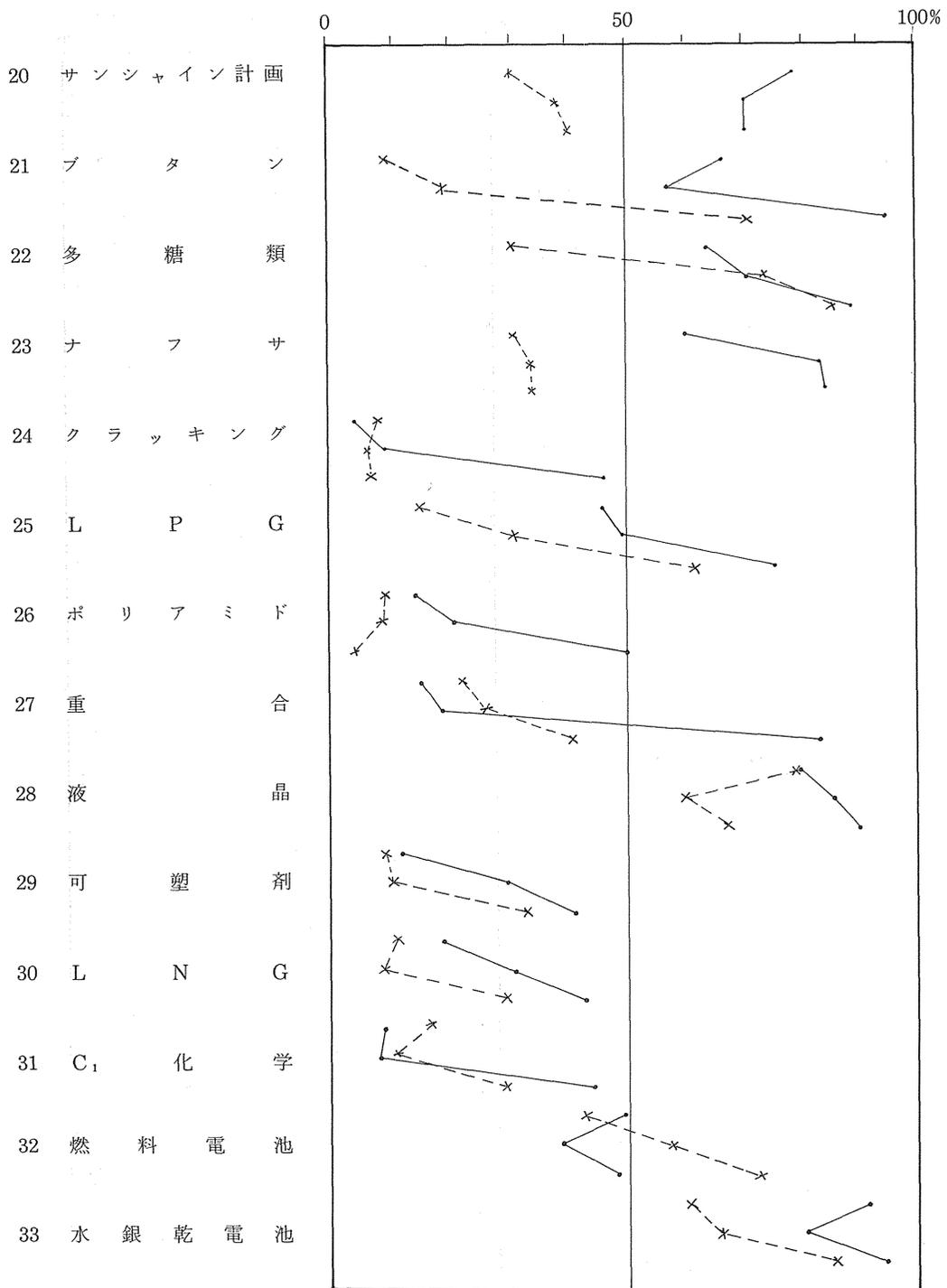


図4 B領域言葉に対する「知っている」回答(1),(2),(3)の学年推移
(T校とC校の比較)

- 34 窒素化合物
- 35 B T X
- 36 光化学スモッグ
- 37 富栄養化
- 38 C O D
- 39 カドミウム
- 40 アルキル水銀
- 41 六価クロム
- 42 P C B
- 43 水俣病
- 44 イタイイタイ病
- 45 環境アセスメント
- 46 四日市ぜんそく
- 47 フロンガス
- 48 プロピレンガスコール
- 49 AF₂ (フリルフラマイド)
- 50 P P M (単位)

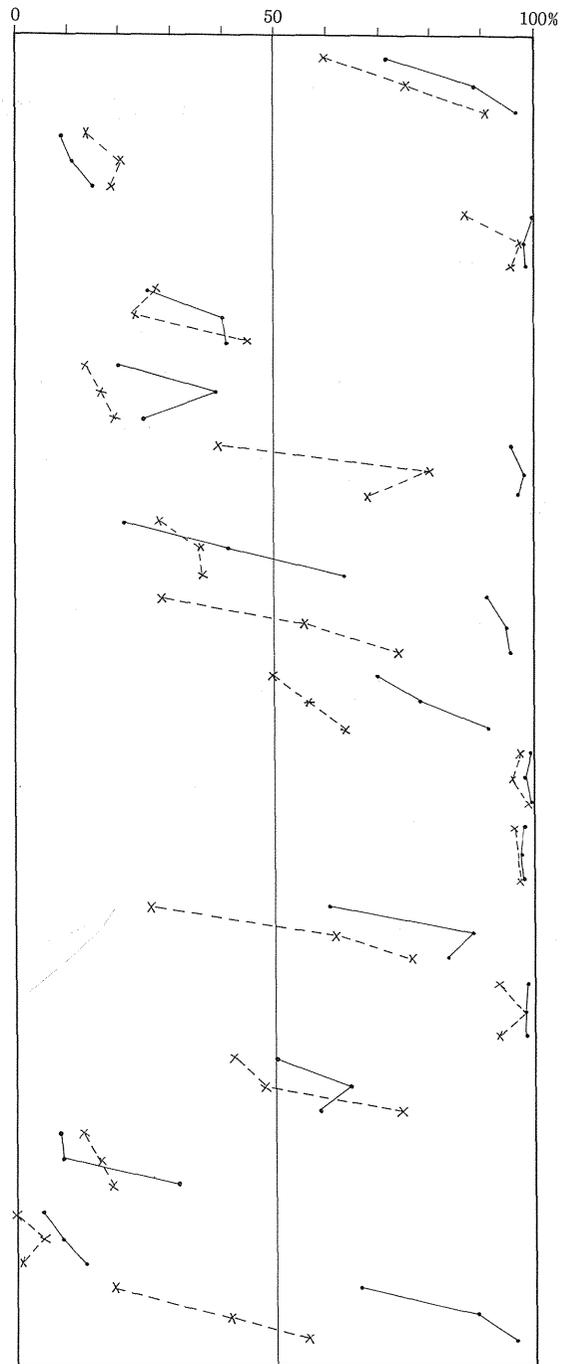


図5 C領域言葉に対する「知っている」回答(1),(2),(3)の学年推移
(T校とC校の比較)

生物学学習調査

(担当) 貝 沼 喜 兵

はじめに

生物科では、カリキュラム改善の一環として、過去2回学習調査を実施した(「細胞の構造とはたらき」, 「恒常性の維持」)。調査結果の分析は、カリキュラムの検討に役立った。

今回は、「生命の連続性」について、同じ趣旨で学習調査を実施した。。方法は高校生物Ⅰの教科書(三省堂, 学図, 清水書院, 東京書籍)の中から指導すべき共通項目を抜き出し, 50問の問題を作成した。この問題を高校2年生の生徒を対象にマークシート方式で50分の時間で回答させた。

調査生徒数は生物選択者29名, 化学選択者105名, 計134名(高2生徒総数は160名)であった。回答カードは、コンピューターにかけ, SP表を作成した。

そこで、調査結果分析の概要を次の順序で紹介する。

- 1 カリキュラム(54年度実施)
- 2 問題の一部(50問の中から, 13題)
- 3 正答率一覧
- 4 正答率の低い問題とその分析
- 5 正答率の高い問題とその分析
- 6 問題の分析
- 7 全体の特徴
- 8 SP表

1 カリキュラム 生命の連続性

		56年度 高1		
I 生殖(8時間)	授業	実験など	備考	
1 生殖の意義	○		種族の保存, 進化	
2 生殖の方法	○			
3 減数分裂	○	film	体細胞分裂と比較しながら	
4 植物の配偶子形成と受精 (重複受精を含む)	○		接合, 同型配偶子, 異型配偶子	
5 動物の配偶子形成と受精	○		配偶子の形成についてふれている	
6 世代交代	○	film		
II 発生(10時間)				
1 発生の意義	○			
2 卵黄の存在様式と卵割	○			
3 個体発生				
(1) ウニ	○	film	○ 重点的に触れた	
(2) カエル	○	film	○ "	
(3) ニワトリ	○	film	○ 胚膜の意義などについてふれた	
(4) ヒト	△			
4 系統発生	○		キョク皮動物の分類についてふれた	
5 発生のしくみ	○		前成説, 後成説の歴史的な実験	
III 遺伝(10時間)				
1 メンデルの法則	○		メンデルの法則 遺伝子の自由配分等につ	
2 メンデルの法則の例外	○		↓ いてふれた	
3 遺伝子相互のはたらき	△		連鎖くみかえ	
4 連鎖と組みかえ	○		↓	
5 染色体地図	○		染色体地図	
6 伴性遺伝	×		↓	
7 細胞質遺伝など	×		一遺伝子一酵素説(軽く)	
(1) キセニア			↓	
(2) 遅滞遺伝			DNAのつくり	
8 一遺伝子一酵素説	×		構造, 複製, タン白質合成	
9 遺伝学の応用	×			

○ 授業, 実験などを実施した

film 16ミリの映画をみせた

× " " せず

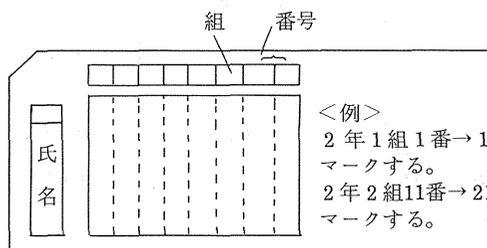
△ 時間がなく少しふれた程度

2 調査問題（50題より13題）

この調査は、本校のカリキュラムをつくるための資料になるものです。それぞれの質問に対して、よいと思うものをそれぞれの下から選び、回答カードのあてはまる番号を鉛筆（HB）でマークしなさい。

★ カードの書き方 ★

- 氏名欄に氏名を記入する。
- 生徒番号欄下の3桁の欄に組、番号を記入し、マークする。



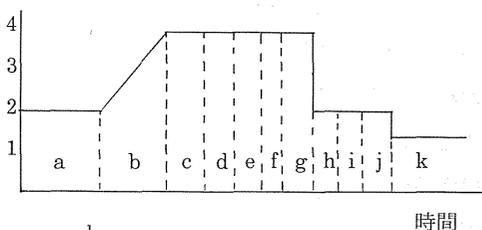
2. 生殖の方法として胞子形成を主とするものはどれか、次の生物群の中から選べ。
- ① ヒドラ ② コウボキン ③ オランダイチャゴ ④ ゼニゴケ ⑤ トマト
3. 次の中で配偶子の分化という点で、最も未分化なのはどれか。
- ① シダの前葉体の配偶子 ② ゾウリムシの接合 ③ アオミドロの接合
- ④ ユリの胚のうと花粉
4. 最も分化していると考えられるのはどれか。3.の選択肢より選べ。

6. 右図は細胞分裂におけるDNAの変動を示したもので、細胞周期と呼ばれている。

この分裂の様式は次のどれにあたるか。

- ① 卵割 ② 無糸分裂
③ 体細胞分裂 ④ 減数分裂

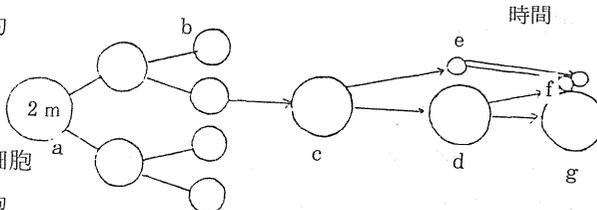
DNA 相対値（細胞当たり）



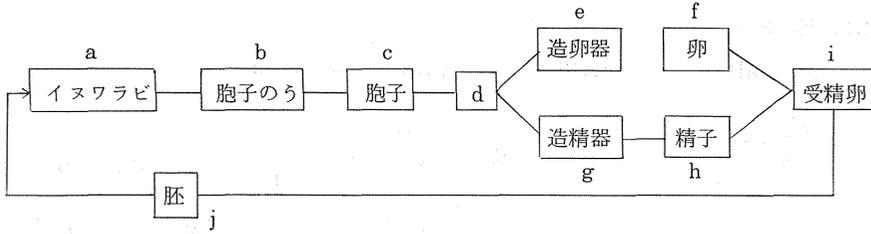
14. 右図は動物の配偶子形成を模式的に示したものである。

Cの名称は何か。

- ① 卵原細胞 ② 第1卵母細胞
③ 成熟卵 ④ 第2卵母細胞
⑤ 第1極体 ⑥ 第2極体



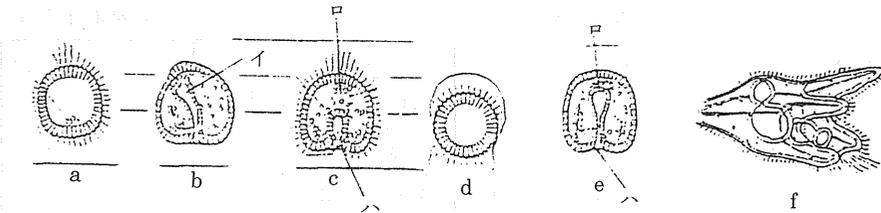
22. 次の図は、イヌワラビの生活環を示したものである。



d の名称は何か。

- ① 雌株 ② 雄株 ③ 胚のう ④ 前葉体 ⑤ 胞子体

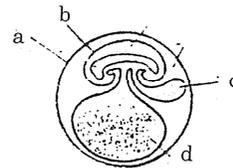
23. 下図のような発生をする動物は何か。22. の選択肢から選べ。



30. 右図は、ニワトリの胚膜を模式的に示したものである。

b は何か。

- ① しょう膜 ② 羊膜 ③ 卵黄膜(のう)
④ 尿膜(のう)



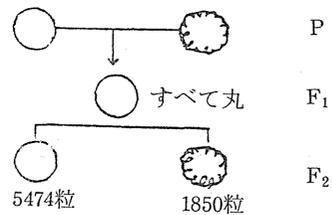
31. d は何か。30. の選択肢から選べ。

32. c のはたらきは何か。

- ① 保護 ② 栄養 ③ 呼吸 ④ 排出 ⑤ 呼吸と排出

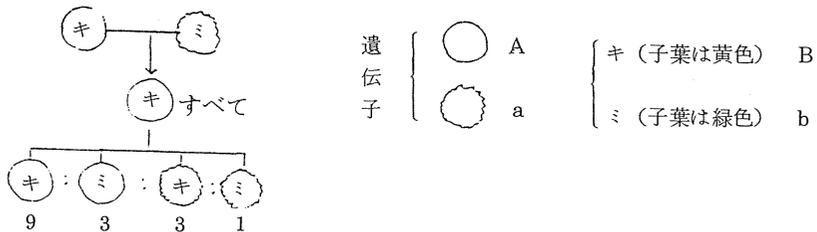
42. 右図の交配において、 F_2 の丸の種子の中で、自家受精して F_3 でも全て丸の種子を生ずる種子の確率はいくらか。

- ① 1 ② 0.5 ③ 0.33 ④ 0.25



45. 下図はエンドウの両性雑種である。F₁にある形質のものをかけ合わせたら、全て⊕になった。
ある形質の遺伝子型は何か。

- ① AABB ② AaBb ③ AABb ④ AaBb ⑤ aabb



(表1)

50. アカパンカビの野生株は試験管中で糖と数種類の無機塩類と、ビオチン(ビタミンの一種)を含む最小培地で生育する。しかし変異株の中には最小培地で生育しないが、これにある種のアミノ酸、たとえばアルギニンを加えるとよく育つものがあり、これをアルギニン要求株という。アルギニン要求株には、右表にみられるように種類の違うものがある。

アカパンカビのアルギニン要求変異株

株	添加物質	オルニチン	シトルリン	アルギニン
	ア要求株	I	+	+
ギ求株	II	-	+	+
ニン株	III	-	-	+

(+…発育する -…発育不良)

野生株は前駆物質より、まずオルニチンをつくりそれからシトルリンを経て、アルギニンを合成することが知られている。表2はアルギニン要求株IIについての上記アミノ酸の合成酵素の有無を示すものである。空欄に酵素合成をもつものを+、もたないものを-と記入したい。次の1~4の中で正しいものはどれか。

選択度	酵 素		
	オルニチン合成	シトルリン合成	アルギニン合成
1	+	+	+
2	-	+	+
3	-	-	+
4	-	-	-

(表3)

	合 成 酵 素		
	オルニチン合成	シトルリン合成	アルギニン合成
変異株II			

(表2)

3 学習調査の結果

		正答率(%)				正答率(%)	
No	項目と内容	生物II	化学II	No	項目と内容	生物II	化学II
1	生殖の役割	52	69	26	ウニの発生様式 (4) (プルテウス幼生)	93	71
2	生殖の方法(無性生殖)	83	40	27	" (5) (中胚芽形成)	90	70
3	有性生殖 (配偶子の分化) (1)	31	39	28	" (6) (原腸の形成)	41	30
4	" (2)	76	76	29	" (7) (後口動物)	62	64
5	無性生殖と有性生殖の比較	45	62	30	ニワトリの胚膜 (1) (羊膜)	69	64
6	細胞周期 (1)	83	76	31	" (2) (卵黄膜)	83	71
7	" (2)	69	57	32	" (3) (尿膜の機能)	24	22
8	" (3)	59	63	33	胎盤の形成	28	34
9	被子植物の配偶子形成 (花粉) (1)	66	47	34	発生予定図 (1) (交換移植)	48	32
10	" (精核) (2)	52	30	35	" (2) (予定神経と表皮の交換)	41	36
11	" (胚のう細胞) (3)	14	29	36	" (3) (原口背唇の移植)	66	62
12	" (極体) (4)	24	24	37	クシクラゲの割球分離と クシ板形成	45	42
13	" (被子植物の配偶体) (5)	21	28	38	ウニの割球分離 (4細胞期)	48	63
14	動物の配偶子形成 (第1卵母細胞) (1)	10	20	39	モザイク卵と調整卵	52	61
15	" (第1極体形成) (2)	72	39	40	オルガナイザーの発見者 シュペーマン	41	39
16	" (第2卵母細胞) (3)	62	54	41	エンドウの遺伝研究材料 としての特徴	79	47
17	" (極体形成の意味) (4)	55	49	42	単性雑種 (丸かしわか)	55	41
18	ウニの受精 (受精膜形成) (1)	100	85	43	両性雑種の遺伝子型	38	38
19	受精のしくみ	69	72	44	補足遺伝子	52	17
20	シダの生活環 (前葉体) (1)	72	71	45	抑制遺伝子	21	15
21	" (2) (減数分裂のおこる時期)	10	15	46	連鎖と交さ率 (1)	48	34
22	卵割(不等全割)	45	43	47	" (2) 配偶子の遺伝子型	31	36
23	ウニの発生様式 (1)	97	84	48	伴性遺伝 ヒトの色盲の遺伝 (1)	48	36
24	" (2) (ウニの発生順序)	79	75	49	" (2) 色盲の遺伝子型	69	55
25	" (3) (幼生の名称)	52	41	50	アカパンカビの一遺伝子 一酵素説	21	48

4 正答率の低い問題 (38%以下のもの)

3 (有性生殖-配偶子の分化)	31(生)	39(化)
10(被子植物の配偶子-精核)		30(化)
11(" " -胚のう細胞)	14(生)	29(化)
●12(" " -極体)	24(生・化)	
●13(" " -配偶体)	21(生)	28(化)
●14(動物の配偶子形成)	10(生)	20(化)
●21(シダの生活環-減数分裂)	10(生)	15(化)
28(ウニの発生-原腸)		30(化)
●32(ニワトリの胚膜-尿膜の機能)	24(生)	22(化)
33(胎盤の形成)	28(生)	34(化)
34(発生予定図-交 移植)		36(化)
43(両性雑種-遺伝子型)	38(生)	38(化)
▲44(補足遺伝子)		17(化)
●45(抑制遺伝子)	21(生)	15(化)
46(連鎖と交さ率(1))		34(化)
47(" -配偶子の遺伝子型)	31(生)	36(化)
48(ヒトの伴性遺伝-色盲)		36(化)
50(アカパンカビ-遺伝子-酵素説)	21(生)	

● 特に低い問題 ▲ 生・化で差の著しい問題

5 正答率の高い問題 (70%以上)

2 正答率の高い問題 (70%以上)

2(生殖の方法)	83(生)	
4(有性生殖)	76(生・化)	
6(細胞周期)	83(生)	76(化)
15(動物の配偶子形成)	72(生)	
○18(ウニの受精)	100(生)	85(化)
19(受精のしくみ)		72(化)
20(シダの生活環)	72(生)	71(化)
○23(ウニの発生様式)	97(生)	84(化)
24(ウニの発生順序)	79(生)	75(化)
△26(プルテウス幼生)	93(生)	71(化)
△27(中胚芽形成)	90(生)	70(化)
31(胚膜-卵黄膜)	83(生)	71(化)

○ 特に高い問題 △ 生・化で差の著しい問題

6 問題の分析

1 正答率の低い問題と予想される理由(正答率)

No	項目など	分 析	数字は正答率
3	有性生殖 -配偶子の分化	配偶子の分化, ゾウリムシとすべきをアオミドロとしている生徒が多い。この比較は無理か?	31(生)39(化)
10	被子植物の配偶子 -精核	精核と花粉管との混同。30(化) 忘れたらしい。	
11	" -胚のう細胞	核相を n とすべきを $4n$ とする。	14(生)29(化) 理解不十分。
12	" -極体	極体とすべきを胚のうとしている。	24(生・化) 忘れたらしい。
13	" -配偶体	胚のうとすべきを多核細胞としている	21(生)28(化) 理解不十分。
14	動物の配偶子 形成	第1卵母細胞とすべきところを第2卵母, 成熟卵としている。 忘れたらしい。	
21	シダの生活環 (減数分裂)	シダの生活環の減数分裂のおこる時期を, 前葉体の造卵(精)器で 配偶子形成時におこるとしている生徒が多い。	10(生)15(化)
28	ウニの発生 -原腸	中胚葉とすべきを原口としている生徒(化)が多い。	30(化) 理解不十分。
32	ニワトリの胚膜 尿膜の機能	呼吸と排出の機能を排出のみとしている。	24(生)22(化) 忘れたらしい。
33	胎盤の形成	ほ乳類で退化する胚膜-卵黄のうを尿のうとしている。	28(生)34(化)
34	発生予定 -交換移植	神経とすべきを表皮あるいは二次胚などと答えている。	36(化) 理解不十分, あるいは忘れ
43	両性雑種 -遺伝子型	AABBとすべきを F_1 AaBb と混同。遺伝を忘れたらしい。	38(生・化)
44	補足遺伝子	$9:7$ とすべきを $3:1$ としている。 (生)は遺伝を復習, (化)は学習せず。	17(化)
45	抑制遺伝子	$1:3$ とすべきを $3:1$, $13:3$, $15:1$ などとしている。 (生)は復習, (化)は学習せず。	21(生)15(化)
46	連鎖と交さ	2% とすべきか 18% 。 忘れたらしい。	34(化)
47	" 配偶子の遺伝子型	$1:0:0:1$ とすべきを $4:1:1:4$ としている。	31(生)36(化)
48	伴性遺伝	伴性遺伝の理解不足。 学習せず。	36(化)
50	アカパンカビ -遺伝子-酵素説	原理について理解不十分。 学習せず。	21(生)

問題の分析(2)

2 正答率の高い問題

No.	項目など	分 析	数字は正答率
2	生殖の方法 - 無性生殖	生物群の中から孢子形成をするものを選択する問題(易)のためか。	83(生)
4	有性生殖 - 配偶子の分化	生物群の中から最も分化した配偶子を選択させる問題でやさしいためか。	76(生・化)
6	細胞周期 - 減数分裂	体細胞分裂か減数分裂かを判断させる問題。やさしいためか。	83(生) 76(化)
15	動物の配偶子形成 - 極体	動物の卵形成で極体を知っていれば答えられる。	72(生)
18	ウニの受精	発生順序を調べさせるのでやさしいためか。	100(生) 85(化)
19	受精のしくみ	受精のしくみには卵の出す物質による精子の正の走化性で確実に卵に接近すること。	72(化)
20	シダの生活環 - 前葉体	生活環の中で前葉体の役割を知っていればできる。	72(生) 71(化)
23	ウニの発生様式	ウニとカエルの発生様式を理解していればできる。	97(生) 84(化)
24	ウニの発生順序	発生の正しい順序にならべかえさせる問題で単純。	79(生) 74(化)
26	ブルテウス幼生	ブルテウス幼生の形と名称を知っていればできる。	93(生) 71(化)
27	中胚葉形成	ウニの中胚葉の形成の特徴を知っていればできる。	90(生) 70(化)
31	ニワトリの胚膜- 卵黄膜	ニワトリの胚膜の中で卵黄のうを知っていればできる。	83(生) 71(化)

3 全体の特徴

1 正答率の低い問題での共通点

- (1) 授業で取り上げなかった問題(48, 50)は共通して低い。
- (2) 細かい知識を問う問題では、錯覚、混乱、混同が多く、正答率を低くしている。
3, 10, 12, 13 など。
- (3) よく指導されていない問題については正答率は低い。(32, 33, 34 など)
- (4) 指導後時間が経過し、忘れたために正答率を下げている例が多いようだ。これらは細かい知識を問う問題ではない。

2 正答率の高い問題

- (1) 基本的事項、学習上のポイントとなるような事項についての正答率が高い。(2, 4, 6,

15, 18, 19, 20, 26, 27, 31 など)。

(2) 単純な問題, 難易度の低いやさしい問題などは正答率が高い。(2, 4, 20, 23, 26 など)。

(3) この調査は, 生物選択者が「遺伝」の復習をしているところであり, 一部の問題について差を生じている。(44)。

3 生物選択者と化学選択者で, 正答率の高いもの, 低いもので, 大きな差は認められなかった。部分的に, 学習調査の時点で, 遺伝の復習をしていたので一部の問題(44補足遺伝子)で差を生じた。

正答率の低い問題は次のような項目であった。配偶子の分化, シダの生活環で減数分裂のおこる時期, 胚膜の形成と機能, 補足遺伝子, 抑制遺伝子, 伴性遺伝, 一遺伝子一酵素説, これらの項目の指導内容と時間配分などは必ずしも十分ではなかった。今後改善する予定である。

最後に生物選択者のS P表を示す。

