

# 理 科 学 習 調 査

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

# 化 学 分 野

化学Ⅰ・Ⅱ学習調査（53～55年度アンケート結果）

（担当）大 谷 悦 久

## 1. は じ め に

53～55年度の終了時（3月）に高1（化学Ⅰ必修約160名）、高2（化学選択約110名）を対象に化学Ⅰ・Ⅱのアンケート調査を行った。52・54年度については参考（1）で発表した。ここでは56年度の結果を加えた。

## 2. 化学Ⅰ学習調査

質問項目1～5は一般的な印象を聞いている。また6～31は各指導項目について、32～50は実験項目についてそれぞれ聞いている。

53年度は4クラスを2クラスずつに分けて2人の教師（A、B）が担当し、54年度はA、55年度はBが担当した。

### 問

- この科目には興味をもてましたか。  
(1) 興味をもてた (2) 興味がわからない (3) どちらともいえない
  - この科目を学ぶことは君の将来にとって有益だと思いますか。  
(1) 有益である (2) 有益でない (3) どちらともいえない
  - この科目は難しいと感じましたか。  
(1) 難しい (2) やさしい (3) どちらともいえない
  - 生徒実験全体は  
(1) 面白い (2) つまらない (3) どちらともいえない
  - 君が化学Ⅱ（または生物Ⅱ）を選択するとき、主にどのようなことを考慮して決めましたか。（1つだけ選んで下さい）  
(1) 化学Ⅱ（または生物Ⅱの内容） (2) 将来の進路（受験も含めて）  
(3) 化学Ⅰや生物Ⅰ（他の教科も含めて）の成績 (4) 自分の趣向  
(5) 特別に考えなかった (6) その他
- 次の項目は理解できたと思いますか。

- (1) 理解できた (2) 理解できなかった (3) どちらともいえない
6. 化合の法則と原子・分子 (定比例の法則, 原子説, 分子説, アボガドロの法則, 分子式)
7. ~31 省略
- 次の実験は興味をもてましたか。
- (1) 興味あり (2) 興味なし (3) どちらともいえない
32. 実験器具の取扱い方 33. ~50. 省略

## 結果および結論

単純集計結果および年度間の比較を図1~図4に示す。図1, 2は一般的な項目について, 図3は指導項目について, 図4は実験項目についての集計結果である。これらの結果から以下のことが言える。

- ① 図1から, 化学Iは「興味あり」「有益」だが, 一方「難しい」という印象を持っている。そして実験は「面白い」と感じている。
- ② また図1から教師の指導のし方による生徒の受取り方の違いが見られる。特に54年度は他の年度に比べて, 教える側の反省をうながす結果となっている。
- ③ 図1で, 年度を追って化学Iは「難しい」と感じる生徒が多くなっている。よく「文科系志向が強まっている」とか「理科嫌いが増えている」などと言われる傾向と似ている。もう少しつっ込んだ調査が必要であろう。
- ④ 化学II, 生物IIの選択は自分の趣向や将来の進路にもとづいて選択している。しかし, 別な調査によれば(参考①)化学II選択群は生物II選択群より化学Iの成績は良い。
- ⑤ 指導項目として「理解できた」と生徒が感じているのには, 次のものがある。
- ア. 金属のイオン化傾向    イ. 化合の法則と原子・分子    ウ. 原子量・分子量  
 テ. 元素の周期律        オ. コロイド溶液
- また「理解できなかった」としているのには, 次のものがある。
- カ. 塩の加水解離と塩の生成    キ. 炭素と炭素化合物    ク. 酸素化合物  
 ケ. 電気分解と電池            コ. 水素化合物
- 「理解できた」項目のアと, 「理解できなかった」項目ケは関係が深いように見えるが, なぜこのような結果になったかについて1つにはケが計算を伴うからかも知れないが, 計算が伴うのは他にもあるから, 今の段階ではよくわからない。
- 「理解できなかった」項目は2学期の終わりから3学期にかけてのものが多。これは, 十分な指導時間をとっていなかったことに原因があるように思える。
- ⑥ 年度間で差ができた原因は, 配当期間の多少, 指導の力点のおき方などが考えられる。これについてはさらに詳しい検討が必要である。
- ⑦ 実験項目で人気のあるのは次のものである。
- ナトリウム・カルシウム    中和滴定    硫化水素    イオン化傾向    硝酸

人気のないのは次の項目である。

器具の取扱い方 酸素の密度 中和熱 化学平衡 アンモニア

人気のあるのは、変化が明りょうで定性的傾向の強いもので、かつ2～3学期にかけての実験で印象によく残っているものである。人気のないのは、これとは反対に地味で定量的、1～2学期のものといえる。指導項目との共通性はあまり見られない。

### 3. 化学Ⅱ学習調査

一般的な問および集計結果は図5に、以下指導項目は図6に、実験項目は図7に示した。53・54年度は同一教師（B）により、55年度は教師（A）により指導が行われた。また単純集計に加えて年度間の比較を行った。

#### 結果および結論

① 単純集計結果から見ると、化学Ⅱは「興味深く」「将来に有益」で、どちらかというところ「難しい」が、積極的に「努力して」いることがわかる。実験については、生徒実験の数は「ちょうどよく」かつ内容は「面白い」と感じている。なお、成績にあまり満足していないのは、自己に対する要求が高いためであろう。

② 指導項目では遷移元素、赤外分光法、紫外可視分光（55年度を除く）が特に難しいと感じている。また実験項目では、極性と溶解性のような地味なものは人気がないようだ。これは化学Ⅰにも共通している。

③ 多数の質問項目（指導項目等）について、53年度と54年度間に差が見られ、特に53年度の方が指導に対して一般的な項目1～8については、批判的な見解が強かった。また指導項目・実験項目についても、54年度の方が「理解できない」「面白くない」としている。同一の教師によって指導されてこのような結果になっていることから、指導者の指導のし方が生徒の学習に非常に大きな影響を与えると考えられる。54年度の指導全体の反省となる。なお、54年度は学校行事等で授業時間が少なくなっていることにも原因の1つはあろう。

④ 55年度は53・54年度と異なり別な教師によって指導された。55年度は、53・54年度のほぼ中間的な答を生徒は出している。教師の指導のし方、個性、配当時間が生徒に与える影響は大きいと思われる。

#### （参考）

- (1) 大谷悦久 東京都理科教育研究会研究発表集録20（昭和55年度）
- (2) 大谷悦久 筑波大学付属駒場中・高等学校研究報告19 173—182（1979）
- (3) 大谷悦久 東京都理科教育研究会研究発表集録19 40—43（昭和55年度）

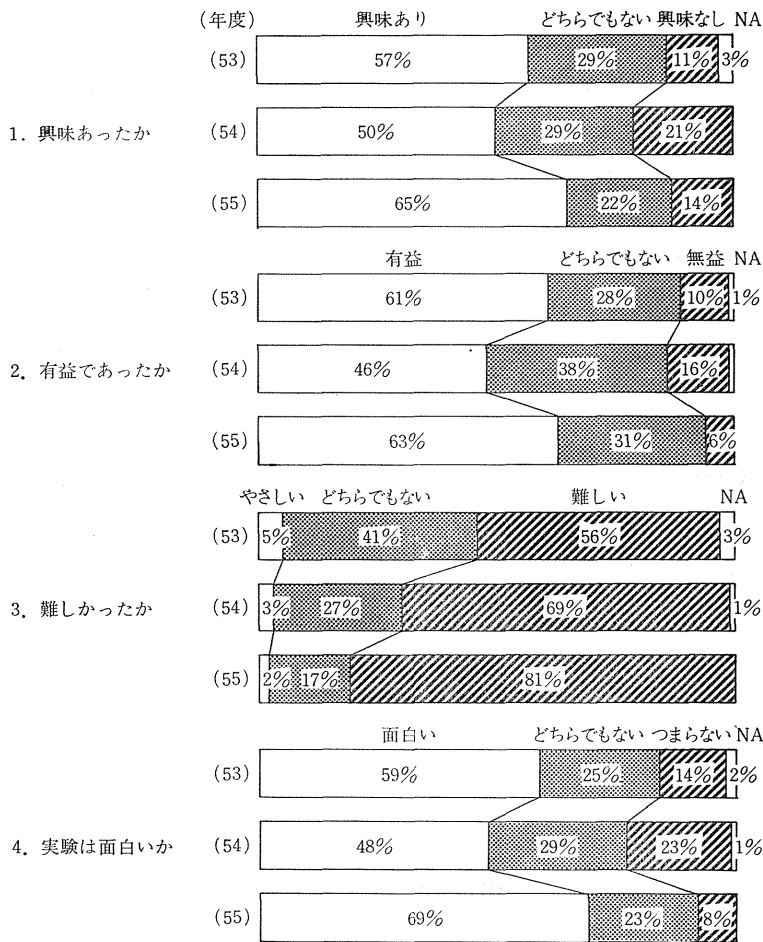


図1 一般的項目の単純集計と年度間の比較

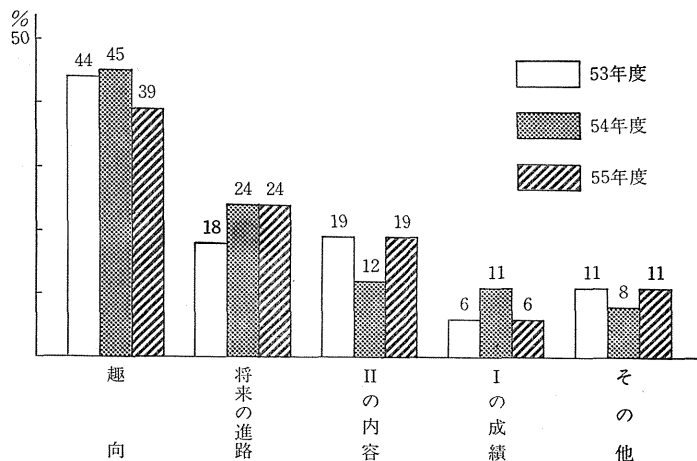
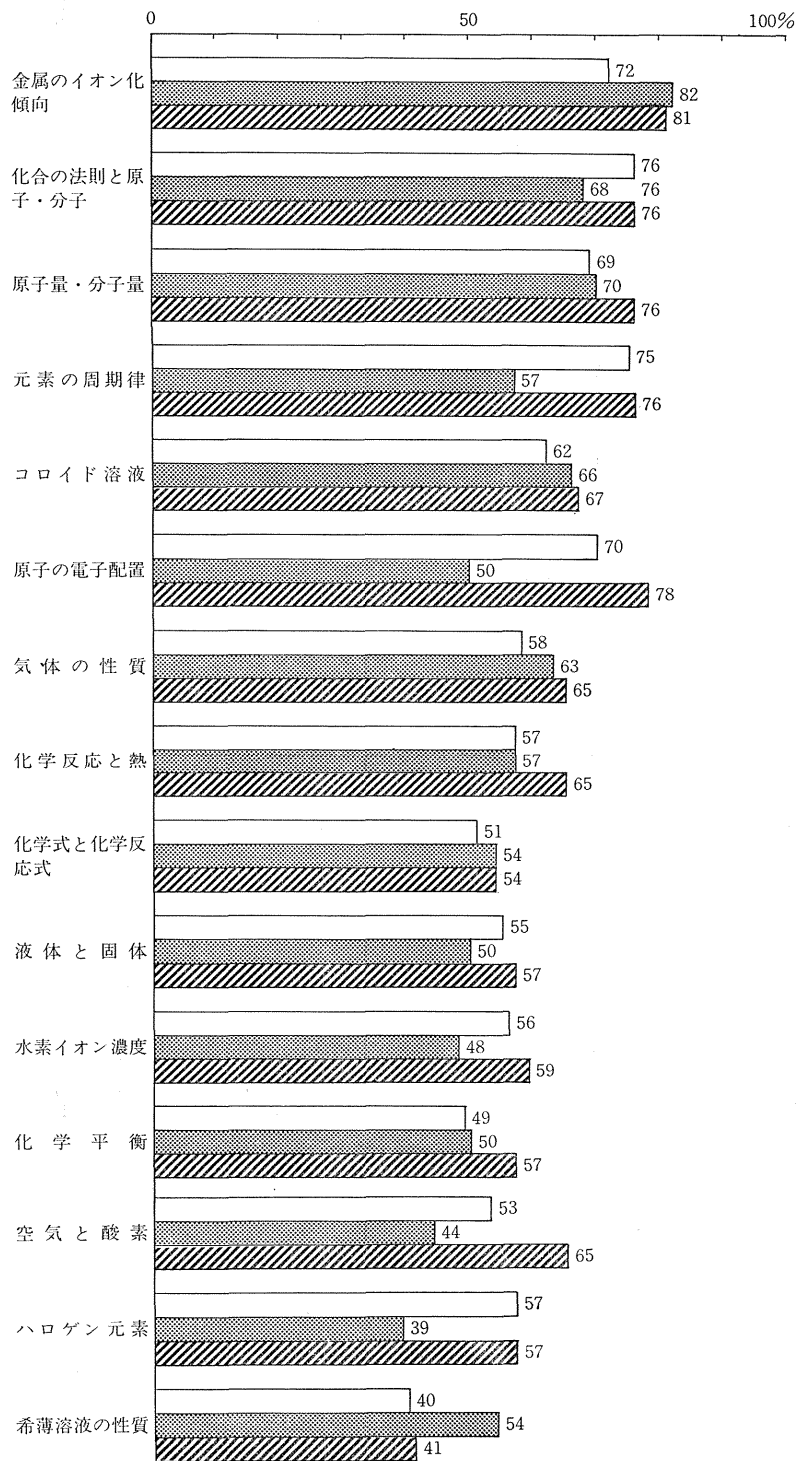


図2 化学Ⅱ(生物Ⅱ)の選択理由



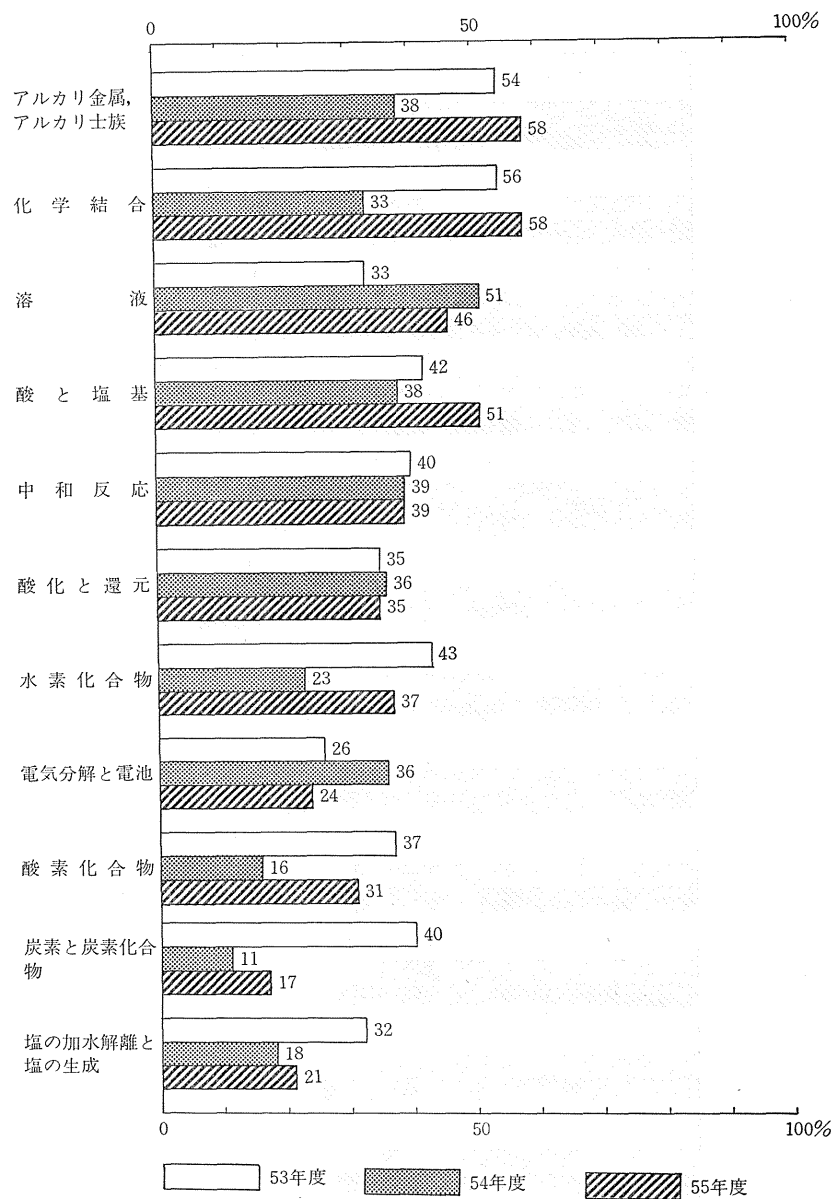
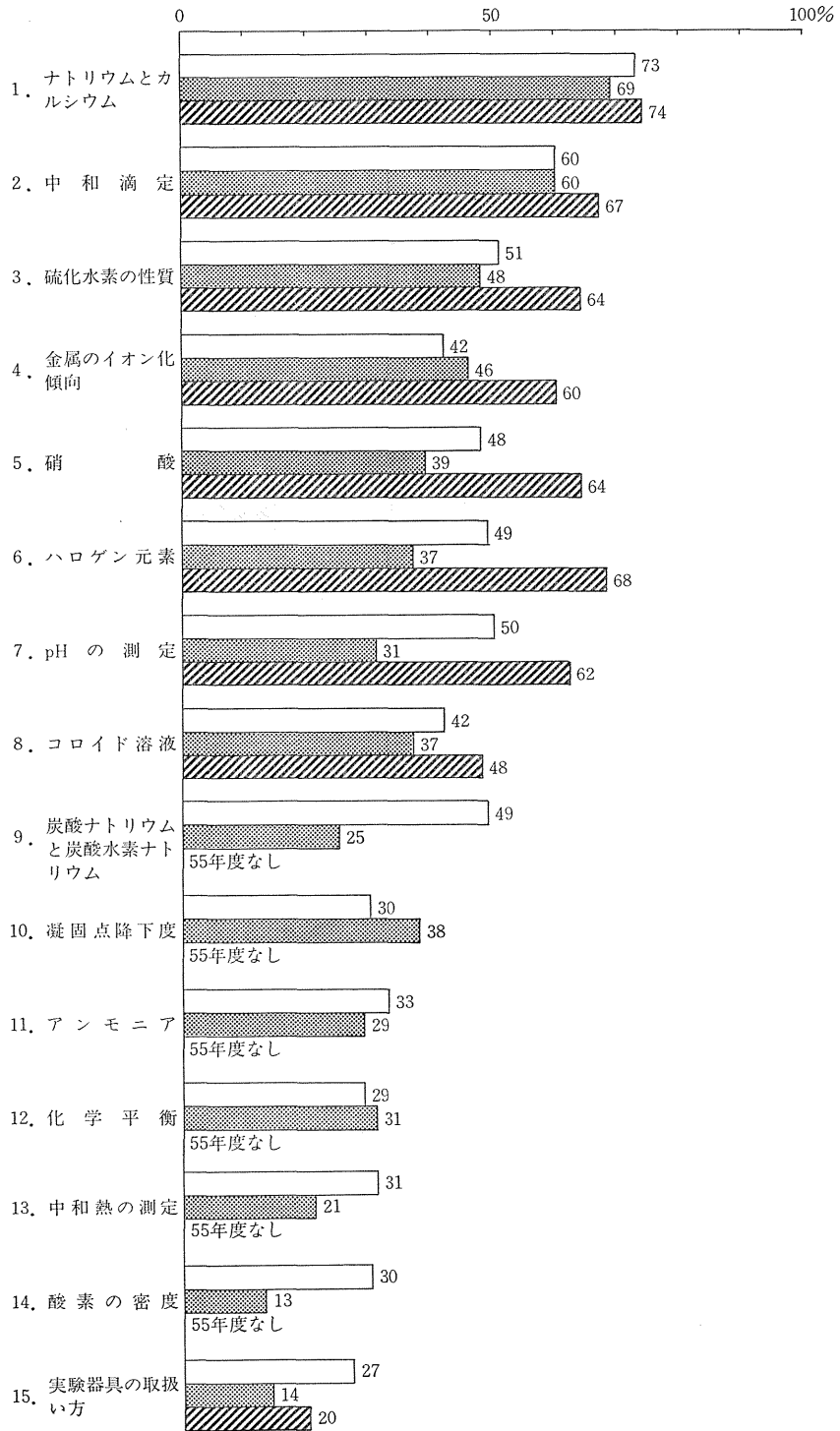


図3 「理解できた」と答えた者(%) (多い順)





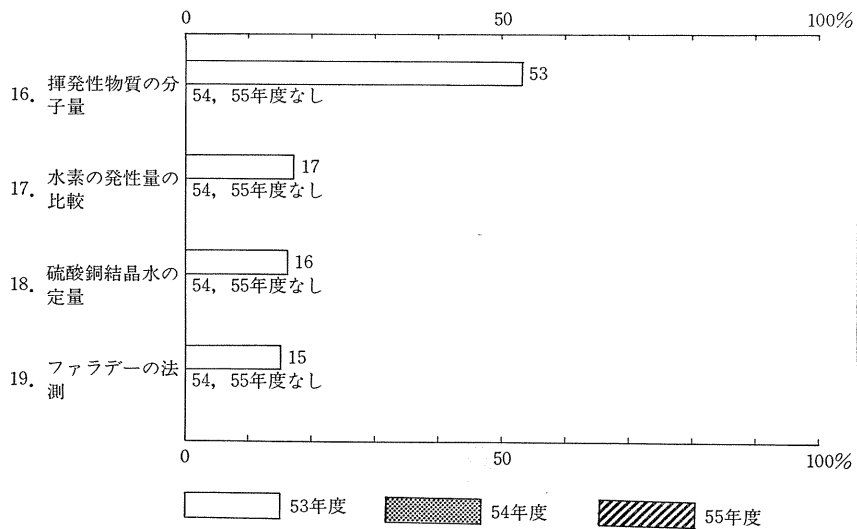
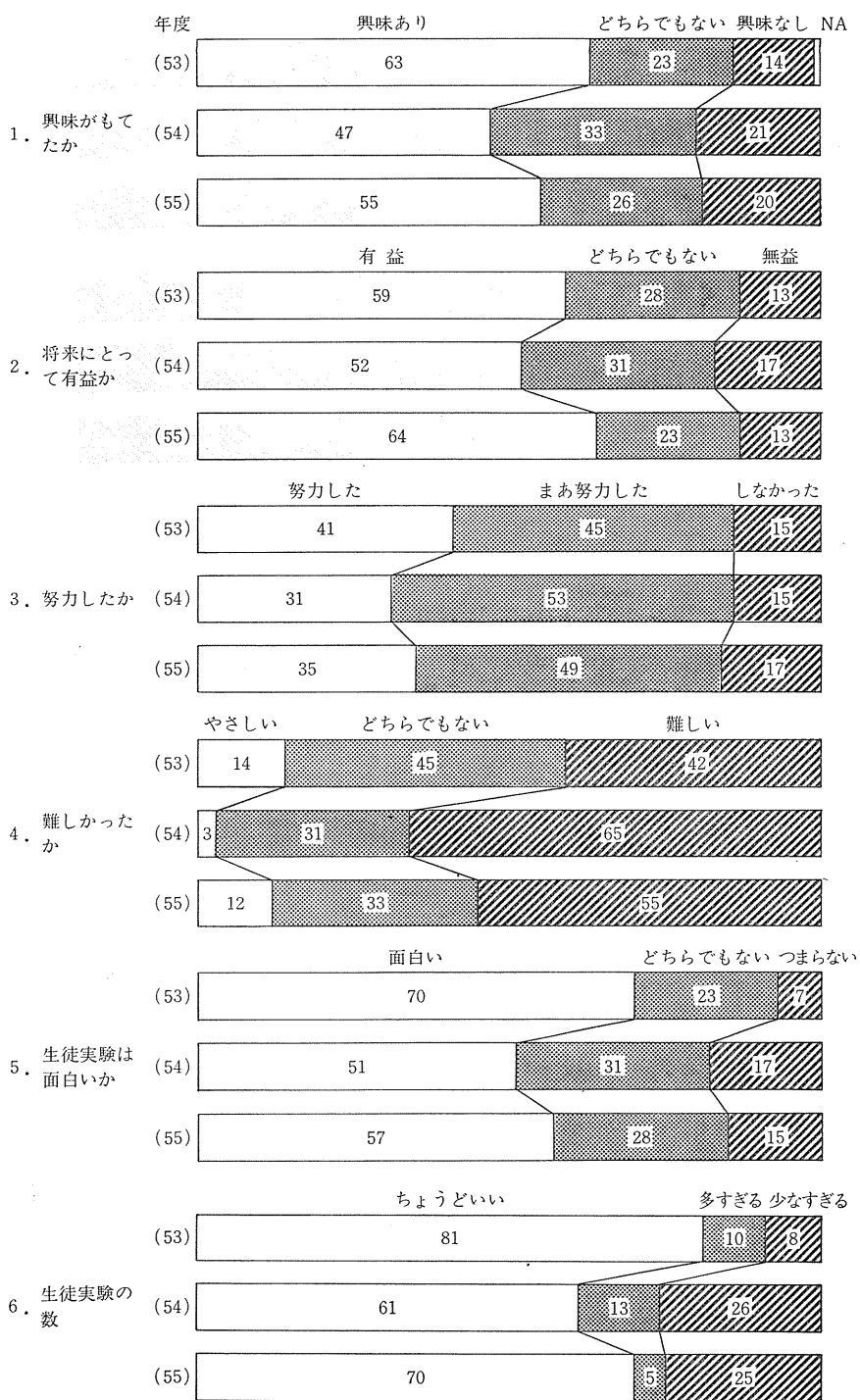


図4 「興味あり」と答えた者(%)多い順



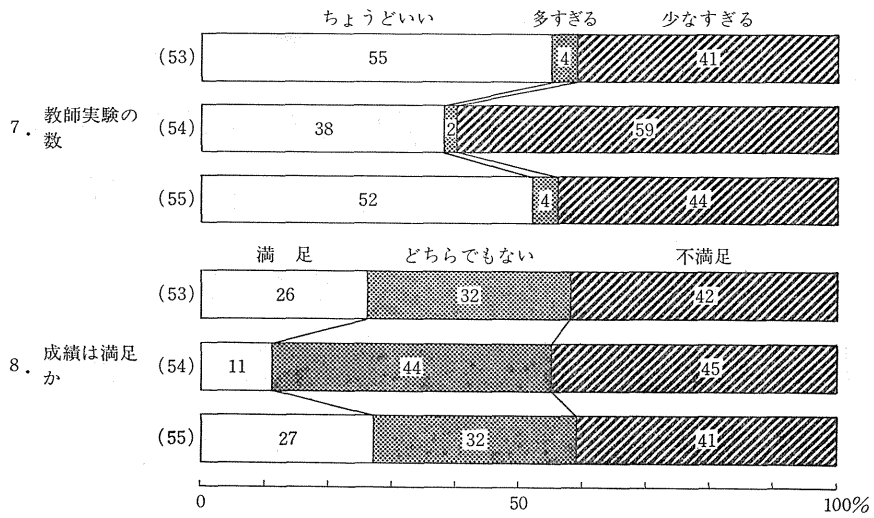


図5 一般的項目の単純集計年度間の差

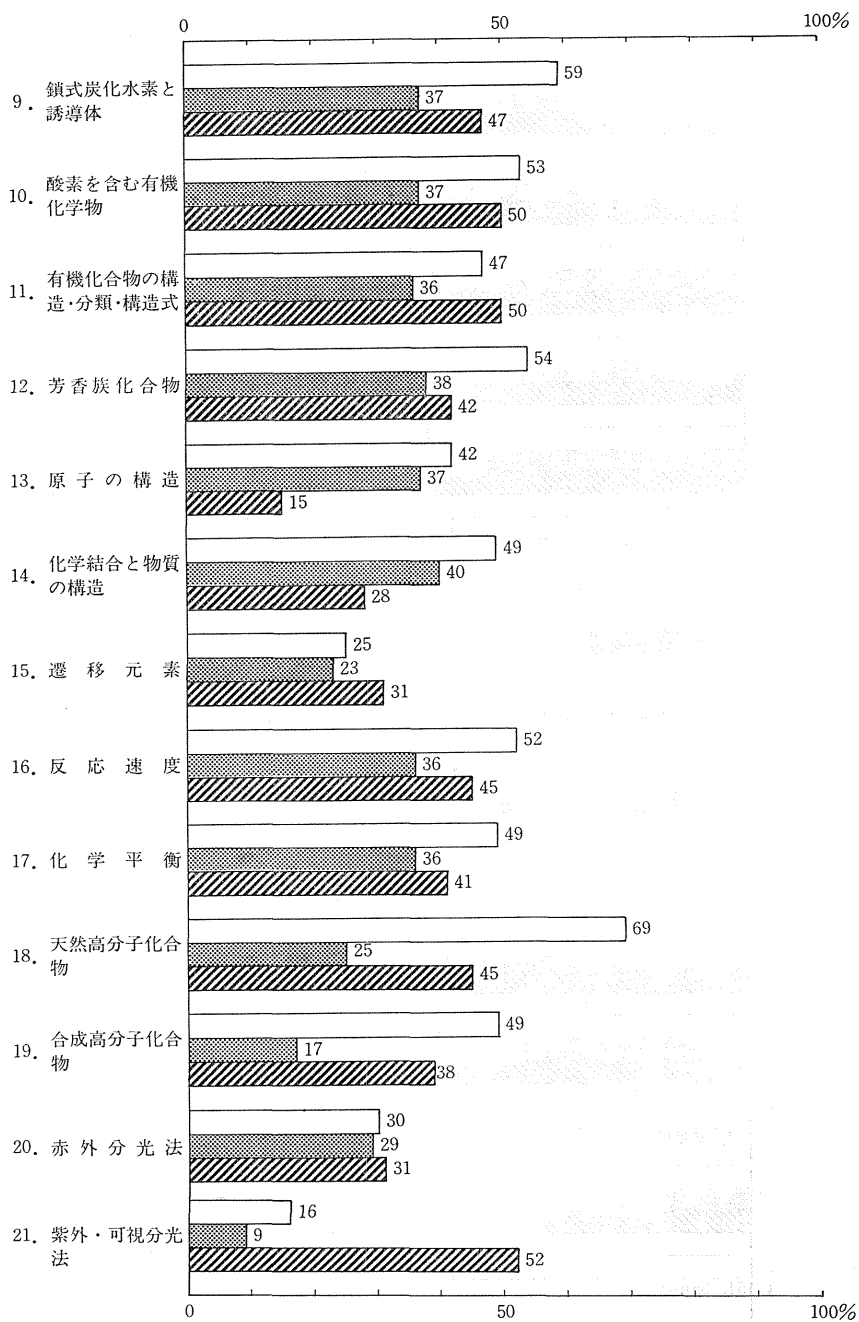


図5 「理解できた」と答えた者 (%)

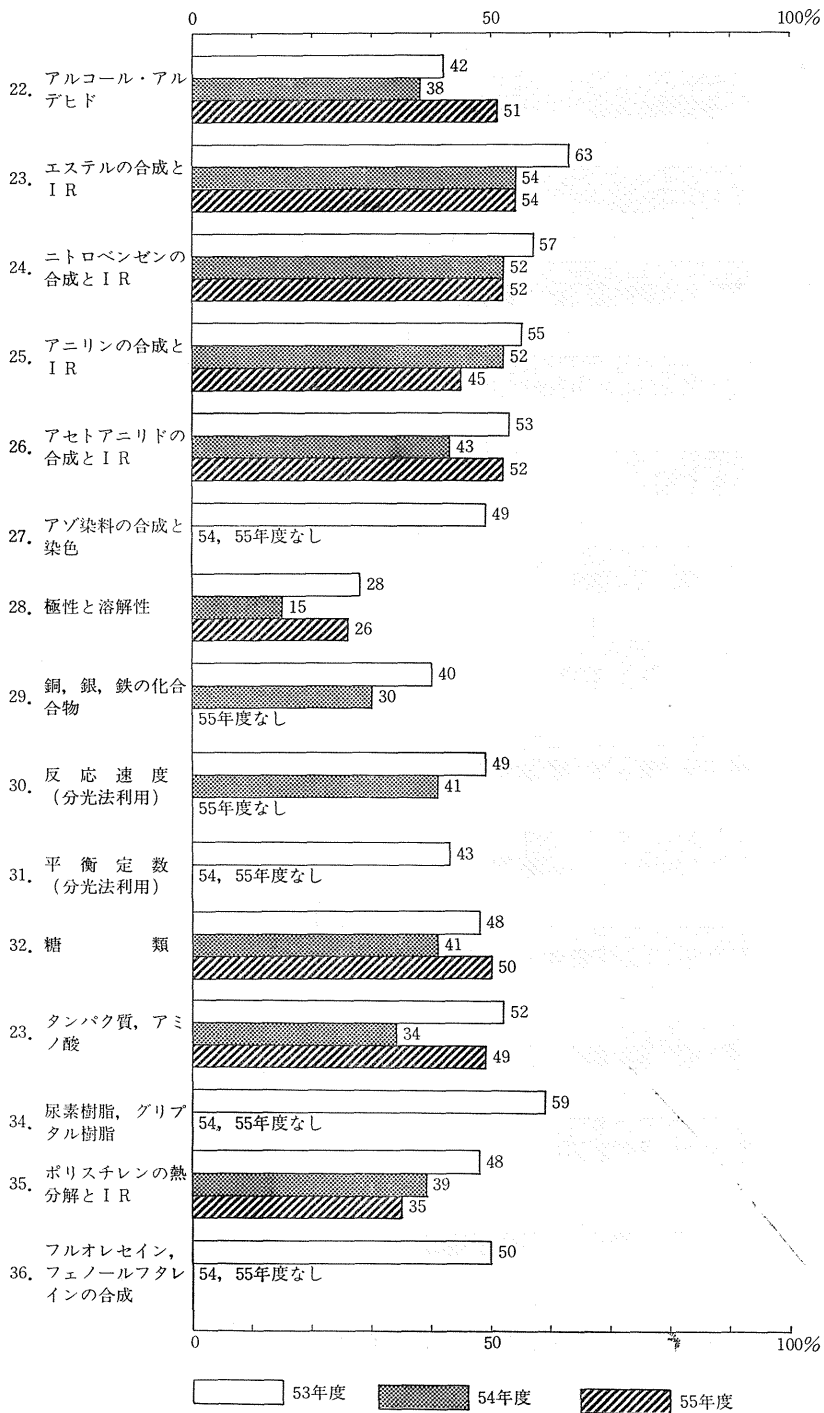


図7 「興味あり」とした者 (%)

# 物 理 分 野 (波動)

(担当) 大 道 明

調査対象 中三 119名, 高二 110名, 高三 107名 (文系 66名, 理系 41名)

(次の問いの答を選択肢より一つ選びなさい。)

1. 次の現象で波として伝わるのはどれですか。

- (1) 煙突からでは煙の拡り      (2) 金属棒を伝わる熱      (3) 野球で用いられるスピードガンからでる信号      (4) 水の中に落した一滴のインクの拡り      (5) 電光ニュースの文字の移動

	(1)(2)	(3)	(4)	(4)	(5)	無答
中三	4	3	72	16	3	1
高二	1	8	75	12	4	
高三(全)	5		79	14	2	2 [%]
文系	4		73	21	2	
理系	5		90		2	2

2. 粒子の運動と物質中を伝わる波の運動を較べた次の文で正しいのはどれですか。

- (1) 粒子が空間を移動する現象を粒子の運動といい、波の場合も波形状の物質が空間を移動する現象を波の運動(波動)と云う。  
 (2) 波の性質は粒子の運動からすべて説明することができる。  
 (3) 粒子の空間移動を粒子の運動と云い、波の場合、物質の空間移動はなく、物質の変形が物質を移動する現象を波の運動と云う。  
 (4) 波も粒子もその運動によりエネルギーを運ぶが、運動量を運ぶのは粒子の運動だけである。  
 (5) 粒子の運動ではエネルギーが運ばれるが、波はエネルギーを運ばない。

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	無答
中三	12	14	47	23	2	3
高二	4	26	40	23	5	1
高三(全)	5	17	47	24	4	4 [%]
文系	4	15	50	26	3	2
理系	5	20	41	22	5	7

3. 波の特徴を示す用語で最もなじみにくいのはどれですか。

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	無答
中三	3	49	20	25	3	1
高二	4	26	40	23	5	1
高三(全)	3	36	13	46	2	2 [%]
文系	3	36	18	39	3	
理系	2	37	(3) 4	(4) 57		

- (1) 波長 (2) 波面 (8) 振巾 (4) 波数 (5) 振動数

4. 音波と光波で最も大きく異なる性質は何ですか。

- (1) 音波は縦波であり、光も縦波である。  
 (2) 音波は横波であり、光も横波である。  
 (3) 音波は縦波であり、光は横波である。  
 (4) 音波は真空中を伝わらないが、光は真空中を伝わるができる。  
 (5) 音波は物質中を伝わるが、光は物質中を伝わるができない。

	(1)(2) (3)	(4)	(5)	無答
中三	3 3 7	80	8	1
高二	2 2 12	76	7	1
高三(全)	3 1	33	61	3
文系	4 2	33	58	3
理系	(3)	32	(4)	66

(%)

5. 縦波と横波の違いについて正しいものを選びなさい。

- (1) 縦波は波の進む方向と変位（つり合いの位置からのずれ）の方向が垂直であり、横波は平行である。  
 (2) 縦波の進行方向と変位の方向は平行であるが、横波の場合は垂直である。  
 (3) 縦波の進行方向と変位の方向は平行であるが、横波の場合は、進行方向に垂直な成分と平行な成分をもつ。  
 (4) 横波の変位は進行方向と垂直であるが、縦波の変位は進行方向に垂直な成分と平行な成分をもつ。  
 (6) 進行方向と変位の方向の間の関係からだけで、横波、縦波の区別をすることはできない。

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	無答
中三	30	22	19	14	13	1
高二	30	29	14	14	12	2
高三(全)	9	69	14	3	3	2
文系	15	56	21	3	3	2
理系	(2)	90	2	2	2	2

(%)

6. 縦波と横波について述べた次の文章で正しいものを選びなさい。

- (1) 縦波は液体、気体中のみ伝わるができる。  
 (2) 縦波は気体中のみ伝わるができる。  
 (3) 横波は気体中のみ伝わるができる。  
 (4) 横波は気体中を伝わるができない。  
 (5) 横波も縦波も固体、液体、気体中を伝わるができる。

\* 上記の波で電磁波は除きます。

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	無答
中三	18	14	12	13	41	3
高二	9	8	15	17	50	1
高三(全)	19	11	13	36	21	(%)
文系	18	12	20	27	23	
理系	20	10	2	51	17	

7. 波長 8. 波面 9. 振巾 10. 振動数 の説明として正しいものを次の共通選択肢の中から選びなさい。

- (1) 単位時間あたりの振動の回数
- (2) 波の山から山までの距離
- (3) 同一位相の点を連ねた時できる面または線
- (4) 最大変位の大きさ
- (5) 波に垂直な平面に波を投影した時にできる波の形

	(2)	(3)	(4)	(5)	
中三	82	1	13	3	
高二	91		(4)6	3(5)	
高三(全)	1(1) (2)	98			1(3)
文系	2(1) (2)	98			(%)
理系	(2)	98			2(3)

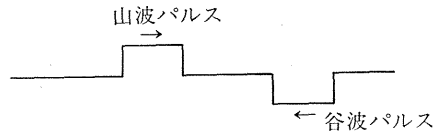
	(3)	(4)	(5)	
中三	61	3	36	
高二	1(1) (3)	77	(5) 22	
高三(全)	2(1) (2) (1) (3)	80	(4) 1(5) 16	(%)
文系	2(2) (1) (3)	79	(5) 18	
理系	2(1) (3)	83	(4) 2 12	

	(2)	(3)	(4)	(5)	無答
中三	2(1) 13	6	76		1
高二	(2)7 2(3) (4)		87	(5)3	1
高三(全)	1 4 (4)		92	(5)3	(%)
文系	2 2 3 (4)		91		3
理系	2(3) (4)		95		3

	(1)	(4)(5)	無答
中三	96	2 1 2	1
高二	97	(3)1 (4)	1
高三(全)	95	(2)4 2(3)	3
文系	94	(2)3 3(3)	3
理系	98	2(2)	2



11. 右図のように右に進む山波パルスと左へ進む谷波パルスの衝突について述べた次の文で正しいものを選びなさい。



- (1) 衝突中の最大変位はゼロで衝突後は下図アのように進む。
- (2) // // 衝突後は下図イのように進む。
- (3) 衝突中の最大変位は山波の最大変位に等しく、衝突後は下図イのように進む。
- (4) // // , // 下図アの //
- (5) 衝突中の最大変位は決まらず、衝突後は左右に進む波はない。



	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
中三	18	25	21	11	25	
高二	17	33	26	9	14	
高三(全)	12	64		17	4	3
文系	17	61		15	3	4
理系	5	71		(3)	20	(4)5

同じ直径で単位長さあたりの質量が大きいばねAと小さいばねBを直列につなぐ。この時、次の問いに答えなさい。

12. ばねAからばねBへ伝わる山波パルスは、ばねAとBの境界面を通過したあとのようになりますか。

13. ばねAからばねBへ伝わる山波パルスは、ばねAとBの境界面を通過したあとのようになりますか。

12, 13は下記の選択肢(共通)から選んでください。

- (1) 反射波は谷波パルスとなり、透過波は山波パルスとなる。
- (2) // // , // 谷波パルス // 。
- (3) // 山波パルス, // 山波パルス // 。
- (4) // // , // 谷波パルス // 。
- (5) 反射波をつくることなく、透過波は山波パルスとなる。

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	無答
中三	37	19	15	16	12	
高二	41	14	17	14	14	
高三(全)	35	15	31	9	9	
文系	35	21	23	12	8	
理系	34	5	44	5	12	

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	無答
中三	24	13	22	29	11	2
高二	29	12	26	28		5
高三(全)	57		6	16	16	4
文系	53		8	15	21	2
理系	63		2	17	7	10

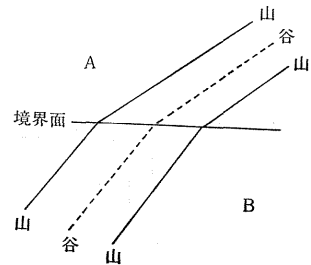
14. ばねAとBを伝わる波の速さはどちらが大きいですか。

- (1) ばねAの方が大きい (2) ばねBの方が大きい (3) どちらも同じである  
 (4) どちらともいえない。

	(1)	(2)	(3)	(4)	無答
中三	29	50	15	6	1
高二	20	46	26	7	1
高三(全)	22	51	20	6	1
文系	27	45	21	4	2
理系	15	59	17	8	

右図は水深の異なる水面AからBへ水波（直線波）が伝わる様子を示したものである。

同時刻に「山」になっている点を結んだ時できる波面は図のようになった。



15. 波長を較べるとどうなりますか。  
 16. 水波の伝わる速さを較べるとどうなりますか。

15. 16の選択肢（共通）

- (1) Aの方が大きい。 (2) Bの方が大きい。 (3) どちらも同じである。

	(1)	(2)	(3)	無答
中三	40	35	24	
高二	31	44	23	2
高三(全)	36	48	16	1
文系	44	36	18	2
理系	22	66	12	

	(1)	(2)	(3)	無答
中三	35	41	24	
高二	29	46	24	1
高三(全)	42	47	10	1
文系	47	38	14	
理系	34	61	5	

17. 入射角と屈折角の大きさを比べるとどうなりますか。

- (1) 入射角 > 屈折角    (2) 入射角 < 屈折角    (3) 入射角 = 屈折角

	(1)	(2)	(3)	無答
中三	34	36	26	4
高二	30	38	30	2
高三(全)	45	41	12	2
文系	45	38	14	3
理系	44	46	10	

(%)

18. 波の干渉を説明する文章として正しいのはどれですか。

19. 波の回折を説明する文章として正しいのはどれですか。

18. 19の選択肢(共通)

- (1) 波が小さな障害物にあたって拡がる現象
- (2) 異なる媒質(波を伝える物質)の境界面で波の進行方向が変わる現象
- (3) 2つの障害物の間隙を通過した波が障害物の影の部分にも拡がる現象
- (4) 2つの波源(波のでている源)からでた波が重なり合う現象
- (5) 水にたらししたインクが水中に拡がるような現象

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	無答
中三	11	18	12	53	3	3
高二	10	9	9	67	3	2
高三(全)	4	5	5	84	2	2
文系	4	8	4	82	2	
理系	2	3	5	88	5	5

(%)

(1)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	無答
中三	12	35	44	5	3	1
高二	12	43	36	5	2	2
高三(全)	10	9	74	6	1	1
文系	12	12	70	4	2	
理系	7	5	80	4	7	

(%)

20. 次の波の中で相対的に一番興味のある波は何ですか。

21. 次の波の中で相対的に一番波であることが理解しにくい波は何ですか。

20. 21の選択肢

	(1)	(2)	(3)	(4)	無答
中三	8	33	22	36	1
高二	10	38	16	36	
高三(全)	7	32	18	43	2
文系	8	27	18	45	2
理系	5	39	17	39	

(%)

- (1) 水波 (2) 光波 (3) 音波 (4) 電波

	(1)	(2)	(3)	(4)	無答
中三	8	71	4	14	2
高二	19	65	3	13	2
高三(全)	9	49	10	30	2 (%)
文系	12	52	9	26	2
理系	5	44	12	37	2

22. 音の高さ  
 23. 音の強さ  
 24. 音 色  
 25. 光 の 色
- を説明するのに最も適切な波の性質を表わす用語は何ですか。  
 22. 23. 24. 25の選択肢  
 (1) 波長 (2) 振幅 (3) 振動数 (4) 波形 (5) 波のエネルギー

	(1)	(2)	(3)	(4)(5)	無答
中三	10	9	77	2	1
高二	18	10	70	5	1
高三(全)	8	4	87	1	1 (%)
文系	11	3	83	3	1 (4)
理系	2	5	91	1	1

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	無答
中三	7	67	8	3	15	2
高二	3	61	7	1	27	1
高三(全)	2	45	3	1	49	2 (%)
文系	2	47	3	2	47	2
理系	2	41	2	(5)	51	2

	(1)	(2)(3)	(4)	無答
中三	8	3 3	85	2
高二	7	4 2	85	2 (5)
高三(全)	7	8 4	79	2 (%)
文系	9	9 4	76	2
理系	2	7 2	85	2

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	無答
中三	58	3	8	8	21	3
高二	68	2	6	7	16	2
高三(全)	74	4	9	3	10	2 (%)
文系	70	4	11	4	11	2
理系	80	2	7	(5)	10	2

26. 音波では観測できないが、光波で観測できる現象は何ですか。

- (1) 干渉 (2) 回折 (3) 振動面の偏り (4) 屈折 (5) 共鳴または共振

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	無答
中三	9	28	15	45	13	3
高二	4	18	27	51		
高三(全)	6	14	47	31	2	(%)
文系	9	20	33	35	3	
理系	2	5	68	24		

27. 音速 (空气中) 28. 光速 (真空中) のだいたいの値はいくらですか。(単位 m/s)

27. 28. の選択肢 (共通)

(1)  $3 \times 10^2$  (2)  $3 \times 10^3$  (3)  $3 \times 10^5$  (4)  $3 \times 10^8$   $5 \times 10^{10}$

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
中三	73	9	8	7	3	
高二	79	10	4	3	3	
高三(全)	85	6	3	2	4	(%)
文系	82	8	4	2	4	
理系	90	5	2	2	1	

	(1)(2)	(3)	(4)	(5)	無答	
中三	3	3	21	53	16	3
高二	8	1	20	52	18	1
高三(全)	7	2	17	61	13	(%)
文系	9	2	17	56	17	
理系	5	2	17	68	7	

地面上に静止している観測者に対して、地面上に静止している音源、光源それぞれからでる音波、光波の進む速さを  $C$  (記号は同じだが光速と音速は異なる) とする。

観測者が地面に対して速さ  $v_0$  で波源に近づく場合、次の問いに答えなさい。

29. この観測者にとって音速はいくらになりますか。

30. この観測者にとって光速はいくらになりますか。

(1)  $C$  (2)  $C+v_0$  (3)  $C-v_0$  (4)  $C+2v_0$   $C \times \frac{C+v_0}{C-v_0}$

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	無答
中三	28	32	9	8	21	3
高二	44	26	8	7	15	
高三(全)	46	22	6	4	22	(%)
文系	36	23	4	6	30	
理系	61	22	10	(5)	7	

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	無答
中三	9	55	18	9	5	3
高二	4	69	18	3	5	
高三(全)	9	64	8	2	16	(%)
文系	9	55	9	3	23	
理系	10	80	(3)	(5)	(5)	

### 〔結果の考察〕

調査対象の中学三年生，高校二年生は波動についての学習をしていないが，（小学校で音の性質，中二で幾何光学の初歩について学習しているが，教材が波動学習の中では位置付けられていない）高三年は力学的波動については学習済みであるが，光，電磁波については学習していない。

正答が求められる問いの正答率は中三47.3%，高二51.8%，高三60.5%であった。（当然の事であるが，理系は文系よりも正答率が高い。）

問題12はどの学年を取っても正答率が低い。中三，高二は現象を見た事がなく，考える糸口がつかめなかった事によると思われる。高三年は現象を見たことはあるが，何故そうなるかを意識化できなかったことによるのであろう。問題13は，軽いばねから重いばねへの波の伝播であるが，問題12に較べると正答率が高い。高三年については，極めて印象的な現象で記憶に残る割合が高かったと考えられるが，中三，高二についてはまぐれ当り的な要素が強いように思われる。

次に問題6の正答率が低いが，縦波，横波の生ずるしくみについての知識がないことが，特に高二，中三に多く，縦波も横波も気体，液体，固体を伝わると考える原因になっている。高三年でも文系になると正しく理解しているとは言い難い状態である。

問題11はどの学年も注意係数が極めて大きいことから判断すると，衝突中という用語の理解が不統一で問いかけ方に問題があることがわかる。

中三，高二にも波の衝突は，粒子の衝突とは異なり，「すれ違い」になることを約半数が理解しているが，中三で，衝突した後は波はなくなると考えている生徒が $\frac{3}{4}$ いることは粒子衝突のイメージを残している生徒もかなりいることを示唆している。

問題25も問いかけ方に問題がある。色とエネルギーを結びつけた生徒が中三，高二でそれぞれ約2割いるが，これは中二で学んだ色と温度の関係によると思われる。

問題26では，中三，高二で，音波は屈折しないと考ええている生徒が約半数いる。現象を観測するのが難しいことに起因するのであろう。また，音波の干渉については，ステレオ等で経験しているから，かなり理解しているのに対し，回折については，これも日常生活の中での経験の無さから約 $\frac{1}{3}$ の生徒が音波では生じないと考えている。高三年でも文系と理系では，理解度にかかなりの差が見られる。問題を逆に，音波で観測できて，光波で観測できない現象は何かと問えば，おそらく，共鳴という答が多いのではあるまいか。

音の強さに関する問題も注意係数が大きい。音の強さを振巾だけと結びつけている生徒が中三，高二で特に多く，高三年でも約半数がこの傾向をもっている。オシロスコープに音を入れた時，音を大きくした時，波形が大きくなることからの連想である。高校段階で波のエネルギーを定量化していない事とも関連していると思われる。

問題17で高三年の正答率が低いのはどういう訳であろうか。中三，高二については，波面と波の進行方向について学習していないから正答率が低いのは当然と考えられるが，高三年で理系でも約半数が誤っているのは理解し難いことである。問題5では，高三年に較べて中三，高二の正答率が特に低いが，知識の有無が結果に結びついた典型例である。

問題30の光速不変については、中三、高二、高三それぞれの正答率に大きな差がない。学校教育では触れることが余りなく、啓蒙書等による学習にかぎられる結果によると考えられる。

問題2についても問題30と同様の結果である。波と粒子の運動の基本的な違いについての押えが学習場面で必要である。

問題11も学年により正答率の差が余りないが、特に文系生徒（拡りをもつ波）の水波についての理解は充分でないようである。

学年に関係なく正答率が高いのは、問題10、7、9、24、27である。どの問題も常識程度の知識で答えられる特徴をもっている。

波の用語のなじみ難さを問うた問題では、最もなじみ難いのが、中三では波面、高二では振巾、高三では波数となっている。高二の結果は意外である。

興味ある波について問うた問題20では、興味の中心が電波、光波に集中し、水波に興味のないことが分った。当然の結果と云えるかもしれない。

また、波であることが理解しにくいのも、光波、電波の順である。真空中をどういうメカニズムで波として伝わるかが理解しにくいのであろう。また、高二、中三では電波よりも光波の方が波として伝わるのが理解しにくいと答えた生徒が圧倒的に多いが、波長の違いが大きく影響していることが推測される。

調査結果全体を眺めて、中三、高二にそれ程大きな差がないことが分り、高三については、特に文系で学習の定着度が余りよくないのではないかと推測される。また、高三では、注意係数の高い問題が高二、中三に較べて少ないことから、学習の深浅がそのまま結果に現われたということができる。

逆にいえば、中三、高二では、調査問題全体が「当てもの」意識でとらえられていたのではなかろうか。

## 波 動 展 開 案

1. この展開案では力学的波動についてのみ取り扱い、光学的波動については扱わない。
2. 一次元波動を重視し、波の伝わるメカニズムの解明に努力した。

単元	展 開 項 目 (メモ)	備 考
波 と は 何 か	§ 1 波の伝わり方 ・変位, 媒質, 伝わる速さの説明→ $y=f(t-\frac{x}{v})$ の導出 ・波源の運動と波形 ・波源が単振動する場合の振動数, 振幅, 波長と一定時間ごとの波形と波の進行 $y = A \sin 2\pi\nu (t - \frac{x}{v})$	ゴムホース, つるまきばねを伝わる波を見せる。  図 示 ウェーブマシーン
	§ 2 重ね合せの原理 ・パルス波と連続波について重ね合せの原理が成り立つことを示す (定常波についても図示と式の上での説明を行なう。)	ウェーブマシーンとプリンターによる説明
	§ 3 波の透過と反射 ・媒質の変化した時, その境界面でどのようなことがおこるか。 重いばねと軽いばねの接続と入射波, 透過波の関係 固定端と自由端における反射の相違と波形の図示 ・波はどのようにして伝わるか。……力学台車の玉突き衝突と波の伝播のアナロジー	太さの異なる 2 本の接続したゴム管上の波の伝わり, PSSC ばね 2 本 ウェーブマシーン 台車
	§ 4 波動方程式 (糸を伝わる波について) ・波が伝わる速さは波の媒質の単位長さ当りの密度と糸の張力のみに関係すること。 $v = \sqrt{T/\sigma}$	重いばね, 軽いばねと張力の変化
	§ 5 波のエネルギー ・波が運ぶエネルギー = 媒質の運動エネルギー + 媒質の変形エネルギー ・定常波とエネルギー	
	§ 6 振りをもつ波 (1) 波形の平行移動……波面と進行方向 (2) 重ね合せの原理……干渉と干渉縞, 位相差と干渉縞 (3) 反射と屈折………反射の法則, 屈折の法則 (4) 回折……単スリットと複スリットを通過した水波の回折 (スリット幅と波長の大小による回折縞の変化)	水波投影装置による演示 実験ループフィルム

このあと、音は波か という単元を設け、振りをもつ波の一例として音波の特性を探る。(詳細は略)



## 生 物 分 野 (恒常性)

(担当) 貝 沼 喜 兵

この調査は、本校の理科のカリキュラムをつくるための資料にするものです。教科の成績とは一切関係ありません。それぞれの質問項目に対してよいと思うものを、それぞれの選択肢から選び回答カードのあてはまる番号をHBの鉛筆でマークして下さい。すべて1つを選びます。

1. 内部環境とは何ですか。正しく表現しているものを選び。
  1. 体液の組成や状態のことである。
  2. 体温が一定に保たれることである。
  3. 体内の血糖値のことである。
  4. 体内の浸透圧である。
  5. 体液の組成や状態が一定に保たれるしくみである。
2. ホメオスタシス (恒常性の維持) とは何ですか。問1の選択肢から1つ選べ。
  3. 抗体は、次の血清タンパク質のどれですか。
    1. アルブミン
    2. フィブリノーゲン
    3.  $\alpha$ グロブリン
    4.  $\beta$ グロブリン
    5.  $\gamma$ グロブリン
  4. 病気を予防するため、人体に、毒性や感染力の弱い病原菌などを注射することがある。これを何というか。
    1. 自然免疫
    2. 生菌ワクチン
    3. 死菌ワクチン
    4. 血清療法
  5. ヒトのABO式血液型の判定は、抗原抗体反応の一種である凝着反応に基づいている。B型の血球をウサギに注射して得たウサギの血清の中にある凝着素は、次のどの組み合わせのものと共通性が高いか。
    1. A型とAB型
    2. B型とAB型
    3. B型とO型
    4. A型とO型
    5. A型とB型
  6. ヒトの血液の凝固抑制作用のないのはどれですか。
    1. クエン酸ナトリウム
    2. シュウ酸カリウム
    3. リン酸カルシウム
    4. 血液の冷蔵
    5. ヘパリンとヒルジン
  7. 気温が低下し、体温が低下する傾向がある時、通常おこらない反応はどれですか。
    1. 立毛筋収縮
    2. 汗腺の分泌抑制
    3. チロキシンの分泌促進
    4. 心臓の拍動促進
    5. 皮膚直下の血流の増大
  8. 血糖上昇作用のないホルモンはどれですか。
    1. アドレナリン
    2. グルカゴン
    3. 糖質コルチコイド
    4. 成長ホルモン
    5. インシュリン
  9. 脳下垂体前葉の刺激ホルモンの直接支配を受けない内分泌腺はどれですか。
    1. 甲状腺
    2. 精巣
    3. 卵巣
    4. 副じん髄質
    5. 副じん皮質
  10. 体液の浸透圧調節に関係しているホルモンはどれですか。

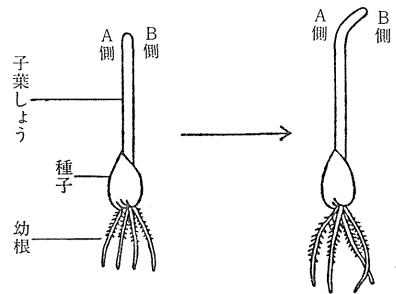
1. バソプレシン（血圧上昇ホルモン） 2. セクレチン 3. インシュリン  
 4. オキシトシン 5. ガストリン
11. 自律神経（交感神経と副交感神経）の拮抗支配を受ける次の表の中で、正しくないものを選び。

自律	心臓 <sup>1</sup>	小腸 <sup>2</sup>	瞳孔 <sup>3</sup>	毛細血管 <sup>4</sup>	肝臓の血糖 <sup>5</sup>
交感	促進	抑制	縮小	縮小	増加
副交感	抑制	促進	拡大	拡大	減少

12. カイコの脱皮変態に関与するホルモンの記述の中で正しいものはどれですか。
1. カイコは、回4脱皮して5令になると前胸腺ホルモンの分泌がおとろえ、アラタ体ホルモンだけになると変態して蛹になる。
  2. カイコは、4回脱皮して5令になるとサイナス腺ホルモンの分泌がおとろえ、アラタ体ホルモンだけになると変態して蛹になる。
  3. カイコは、4回脱皮して5令になるとアラタ体ホルモンの分泌がおとろえ、前胸腺ホルモンだけになると変態して蛹になる。
  4. 5令の幼虫に4令以前の前胸腺を移植すると脱皮して6令幼虫となる。
  5. 3令の幼虫の前胸腺を除去すると幼虫は変態して小さな蛹になる。

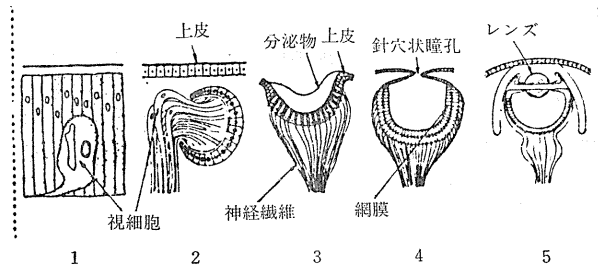
13. 植物ホルモン、オーキシンのはたらきは考えられないのはどれですか。
1. 頂芽の成長を促進し、側芽の成長を抑制する。
  2. 子房にはたらいて、種子ができなくても果実の成長を促進させる。
  3. 細胞壁を伸びやすくし、細胞内への水の透過を大きくし、呼吸をさかんにし細胞を伸びやすくする。
  4. 発根を促進する。
  5. オーキシンは、花成ホルモンのはたらきをする。

14. 暗所で、垂直にのびたカラスムギの芽ばえの子葉しょうを数分間水平にしたら、子葉しょうは、1時間以内に屈曲した。右の図は、水平にする前（左）と屈曲した後（右）の芽ばえの状態を示している。次の中から子葉しょうの屈曲について正しくのべているのはどれですか。



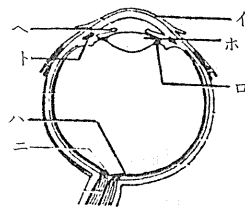
1. 子葉しょうを水平にすると、オーキシン量は、全量はかわらないが、図ではA側>B側となる。
2. 子葉しょうを水平にすると、オーキシン量は、全量が変わらないが、図ではA側<B側となる。

3. 重力は、オーキシンの移動を阻害する。
4. 光は、オーキシンののはたらきを促進する。
15. 光周性と春化処理についての次の文章で正しくないのはどれですか。
1. 短日植物は、一定の暗期（臨界時間）が持続すると花芽を形成する。
  2. 長日植物は、暗期の途中で1回、弱光をあてて中断すると、花芽を形成しない。
  3. 長日植物は、一定の明期（臨界時間）が持続すると花芽を形成する。
  4. 短日植物は、暗期の途中で1回、弱光をあてて中断すると、花芽を形成しない。
  5. 秋播コムギを春に播くと花芽を形成しないが、発芽種子を低温（5℃ぐらい）で30～40日処理して春に播くと花芽を形成する。



16. 右図は、いろいろな動物の眼である。カメラ眼はどれですか。
1. 1～2
  2. 2～5
  3. 3～4
  4. 4と4
  5. 5のみ
17. 右図で、明暗と光のくる方向だけしか区別できない眼はどれですか。
18. 形態を区別できる眼の組み合わせはどれですか。ただし、番号は、眼の下の1～5と対応するものとする。
1. 1～5
  2. 2～5
  3. 3～5
  4. 4～5
  5. 5のみ
19. 右図、ヒトの眼のイ～ニの名称の正しい組み合わせはどれですか。

	1	2	3	4
イ	レンズ	角膜	角膜	角膜
ロ	チン帯	チン帯	毛様筋	チン帯
ハ	黄点	黄点	盲点	黄点
ニ	盲点	盲点	黄点	視神経



20. 明暗調節に関係しているのはどれか、問19の図中の記号で答えよ。
1. イ
  2. ホ
  3. ロ
  4. へ
  5. ニ
21. 遠近調節に関与しているのはどれか、問19の図中の記号の組み合わせで答えよ。
1. イとロ
  2. ホとト
  3. へとト
  4. ホとロ
  5. ハとニ
22. 視紅の再生に必要なビタミンは次のどれですか。
1. ビタミンA
  2. ビタミンB<sub>1</sub>
  3. ビタミンB<sub>2</sub>
  4. ビタミンB<sub>6</sub>

5. ビタミンD

23. 次の反射中枢のある部位はどこですか。

光→眼の網膜→感覚神経→反射中枢→運動神経→ひとみを収縮させる筋肉→ひとみの縮小。

1. 大脳 2. 間脳 3. 中脳 4. えん髄 5. 脊髄

24. 次の反射中枢のある部位はどこですか、問23の選択肢から選べ。

食物→味覚芽→感覚神経→反射中枢→運動神経→だ液腺→だ液の分泌。

25. 次の反射中枢のある部位はどこですか、問23の選択肢から選べ。

ひざ下を軽くたたく→筋紡錘→感覚神経→反射中枢→運動神経→筋肉収縮→足があがる。

26. 次の動物の中で、条件反射のもっとも成立しにくいのはどれですか。

1. ニホンザル 2. コイ 3. ニワトリ 4. イヌ 5. ネコ

27. 次の中で、条件反射によるものはどれですか。

1. ウメボンを口に入れたらだ液がでた 2. ウメボンという字を読んだらだ液がでた  
3. ゴキブリは、急に明るくすると暗い方へ逃げる。  
4. ネコは、ふつうネズミを見ると追いかける。  
5. 鳥類のヒナは、ふ化後、そばで動くものを親とみなし、ついていく習性がある。

28. 次にあげる動物の神経系で、中枢と末しょうの区別のないのはどれですか。

1. ヒドラ 2. プラナリア 3. ミミズ 4. バッタ 5. コイ

29. はしご状神経系をもつのはどの組み合わせか。ただし、1～5は、問28のものである。

1. 2と3 2. 3と4 3. 1～3 4. 3～5 5. 5のみ

30. 右図は、脊髄とそこから出入りする末しょう神経の配置を示したものである。求心性神経とその通路の正しい組み合わせはどれですか。

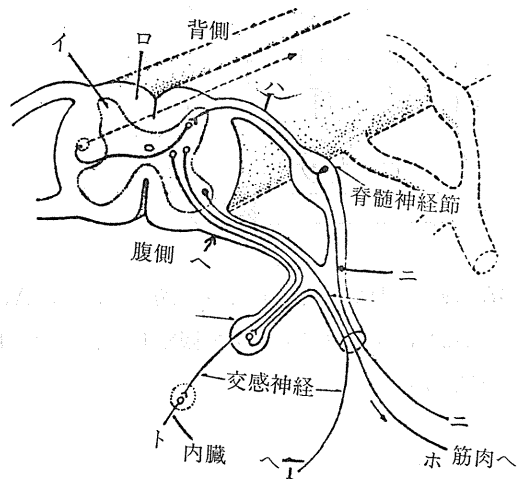
1. ニとハ  
2. トとヘ  
3. イとト  
4. ホとヘ

31. 大脳の新皮質と同じような構成をしているのはどれですか。問30の記号で答えよ。

1. イ 2. ロ 3. ハ 4. ヘ

32. 問30図のトの末端から分泌される物質は何ですか。

1. アセチルコリン 2. インシュリン  
3. アドレナリン 4. グルカゴン  
5. コルチン

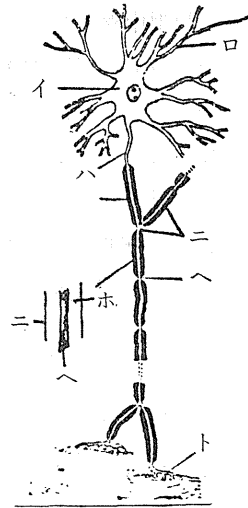


33. 問30図のホの末端から分泌される物質は何ですか。問32の選択肢から選べ。

34. 右図は、ニューロンの構成図である。図中のハ、ホ、ヘの正しい名称の組み合わせはどれか。

	ハ	ホ	ヘ
1	c	h	e
2	c	e	f
3	c	d	f
4	b	d	f
5	b	e	g

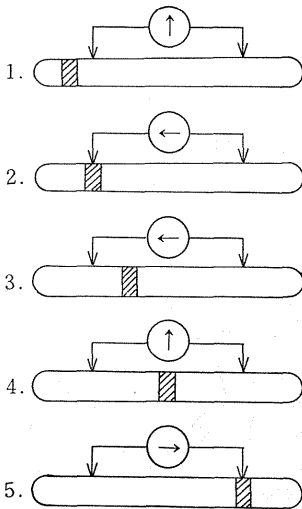
- a : 核
- b : 樹状突起
- c : 神経突起
- d : 神経鞘
- e : 髄鞘
- f : ランヴェイ絞輪
- g : 終板
- h : 細胞体



35. 問34の図に示されたニューロンをもつ動物は、次のどれか。

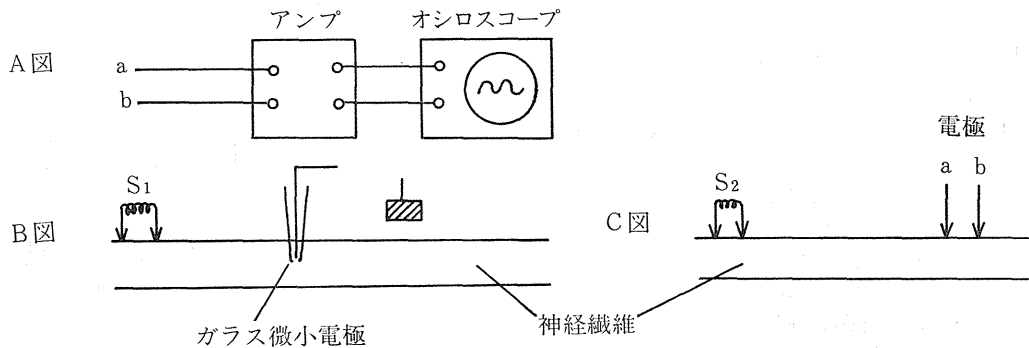
1. ザリガニ 2. ミミズ 3. イカ 4. タコ 5. カエル

36. 下図は、神経に電位差計をあて、興奮にもなって生じた電流の流れる方向を電位差計で示したものである。図の中で電位差計が正しく作動していないのはどれか。



- 電位差なし  
電流は流れず。
- 電位差あり  
右から左へ電流が流れる。
- 電位差あり  
左から右へ電流が流れる。

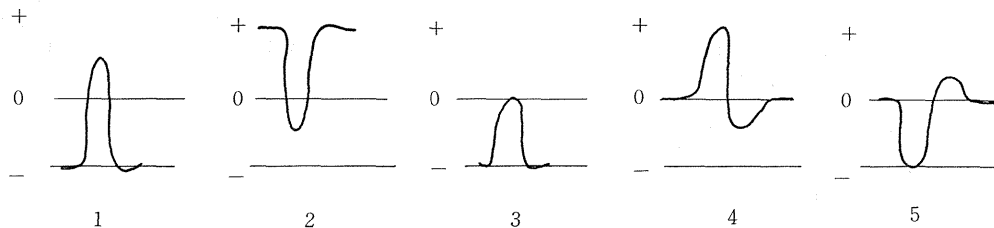
37. 神経の興奮伝導のしくみを調べるため、A図の装置を用いて、発生する電位変動をアンプで増幅し、オシロスコープで観察した。なお、B~C図のa, bは、それぞれ、A図のa, bに接続するものとする。



B図の a と b の電極の間の電位はどうなるか。ただし、S<sub>1</sub> に刺激を加えないものとする。

1. a 電極の電位は、b 電極に対して常に負である。
2. a 電極の電位は、b 電極に対して常に正である。
3. 2つの電極間に電位差はあるが、正負は一定しない。
4. 2つの電極間に電位差は認められない。
5. a、b 両電極間の電位差は、時々逆転する。

38. 問37の B図の S<sub>1</sub> に閾値以上の刺激を加えた時、A図のオシロスコープにどのような波型があらわれるか。ただし、b 電極を基準に示した波型とする。



39. 問37の C図の S<sub>2</sub> に閾値以上の刺激を加えた時、A図のオシロスコープにどのような波型があらわれるか。ただし、b 電極を基準に示した波型とする。問38の選択肢から選べ。

40. 問37、A、B、C図に示した装置を用いて実験で観察できにくいものはどれですか。

1. 不応期の測定
2. 閾値の測定
3. 全か無かの法則
4. 伝達物質の同定
5. 伝導速度の測定

1. 恒常性のカリキュラム

1	内部環境と恒常性 (8時間)	54年度(高3)		55年度(高2)	
		授業	実験など	授業	実験など
	1. 恒常性とは何か	○	/	○	
	2. 体液				○カエルの心臓
	1. 血液の役割	○	○血球の観察 ○カエルの心臓	○	film
	2. 心臓の自動性	○	film	○	/
	3. 血液の凝固	○	/	○	
	4. 抗原抗体反応	○	○ABO式判定	○	○ABO式判定
	5. 血液型(ABO式)	○		○	
2	自律神経系とホルモン(5時間)				
	1. 自律神経系とその調節	○	film	○	/
	2. ホルモンによる調節	○	○カエルの心臓	○	○カエルの心臓
	3. 無脊椎動物のホルモン	○	/	/	/
	4. 植物ホルモン	/	/	/	/
	5. 光周性	○	/	/	/
3	神経系の構造と機能(6時間)				
	1. 神経系とは何か	○	/	○	/
	2. 神経系の系統発生	○	/	○	/
	3. 刺激伝導のしくみ	○	○カエル坐骨神経の二相性	○	○カエルの坐骨神経二相性
	4. 興奮性細胞の特徴	○	VTR	○	VTR
	5. 受容体と作動体	○	/	○	/
4	動物の行動(4時間)				
	1. 反射	○	/	○	/
	2. 走性	○	/	○	/
	3. 本能行動	○	/	○	/
	4. 学習	○	/	○	/
	5. 創造行為	○	/	△	/

備考 {  
○ 授業、実験などを実施した  
/ " " せず  
film 16m/m 映画を見せた  
△ 少しふれた程度

2. 学習調査の結果

学 習 調 査		正 答 率 (%)				学 習 調 査		正 答 率 (%)			
		55 年 度 (高 3)		56 年 度 (高 2)				55 年 度 (高 3)		56 年 度 (高 2)	
番号	項 目・内 容	生物Ⅱ 選択者	化学Ⅱ 他	生物Ⅱ 選択者	化学Ⅱ 他	番号	項 目・内 容	生物Ⅱ 選択者	化学Ⅱ 他	生物Ⅱ 選択者	化学Ⅱ 他
1	内部環境とは	90	91	91	92	21	ヒトの眼の構造・遠 近調節	26	12	11	11
2	ホメオスタシス	97	91	97	95	22	視紅の再生	48	50	46	40
3	抗体物質は何か	26	21	0	18	23	反射中枢(ひとみの 開閉) (1)	29	23	29	20
4	生菌ワクチン	68	67	69	80	24	" (だ液分泌 中枢) (2)	13	24	11	12
5	A B O式血液型	23	25	37	34	25	" (膝蓋腱反 射) (3)	81	83	69	67
6	血液の凝固	42	25	26	22	26	条件反射 (1)	42	45	26	45
7	体温調節のしくみ	32	19	29	28	27	" (2)	87	82	83	74
8	血糖調節のしくみ	52	41	34	30	28	神経系の系統発生(1)	61	62	77	69
9	脳下垂体～内分泌系	61	49	40	39	29	" (2)	39	32	34	21
10	浸透圧調節	29	17	9	10	30	脊髄の構造と機能(1)	48	46	23	25
11	自律神経系の調節	35	43	20	16	31	" (2)	55	55	37	33
12	カイコの脱皮・変態 とホルモン	35	33	43	44	32	伝達物質 (1)	42	32	29	42
13	オーキシンのはたら き	13	18	17	17	33	" (2)	45	44	26	27
14	屈地性とオーキシン	68	61	69	58	34	ニューロンの構造(1)	45	33	43	44
15	光周性	45	28	46	36	35	" (2)	71	59	66	66
16	眼の構造と機能(1)	61	49	66	49	36	神経の刺激伝導(1)	58	77	37	42
17	" (2)	32	23	37	20	37	" (2)	23	26	11	17
18	" (3)	26	29	14	35	38	" (3)	42	32	9	14
19	ヒトの眼の構造	61	73	57	50	39	" (4)	48	33	37	30
20	" 明暗調節	81	78	71	83	40	" (5)	68	58	51	52

1. 正答率の低い問題

- 3 (抗体物質)
- 5 (A B O式血液型)
- 6 (血液の凝固)
- 7 (体温調節のしくみ)
- 10 (浸透圧調節のしくみ)
- 11 (自律神経系の調節)
- 12 (カイコのホルモン)
- 13 (オーキシンの働き)
- 15 (光周性)
- 17 (いろいろな眼)

• 印：特別に正答率が低い。

• 18 ( " 形態視)

- 21 (ヒトの眼の遠近調節)
- 23 (反射中枢ひとみの開閉)
- 24 (だ液分泌中枢)
- 26 (条件反射) (1)
- 29 (神経系の系統発生)
- 30 (脊髄の構造と機能)
- 32(伝達物質アセチルコリン)
- 33 ( " アドレナリン)
- 34 (ニューロンの構造)
- 37 (ニューロンの刺激伝導)

• 印：特に正答率が高い。

38 ( " ) (2)

2. 正答率の高い問題
- 1 (内部環境)
  - 2 (ホメオスタシス)
  - 4 (生菌ワクチン)
  - 19 (ヒトの眼の構造)
  - 20 ( " 明暗調節)
  - 25 (膝蓋腱反射)
  - 27 (条件反射)
  - 28 (神経系の系統発生)
  - 35 (ニューロンの構造)



### 3. 問題の分析

#### (1) 正答率の低い問題

問題番号	項 目	分 析
3	抗体物質	フィブリノーゲンや $\alpha$ グロブリンと混同している。
5	抗原抗体反応	B型血球→ウサギ→ $\beta$ を生ずることの理解不十分
6	血液の凝固防止	凝固防止と錯覚している生徒が多い。
7	体温調節	よく理解されていない。
10	浸透圧調節	バソプレシンをインシュリンと答えている生徒が多い。
11	自律神経系	全体的に指導したが細部にはふれず。
12	カイコの脱皮変態とホルモン	アラタ体ホルモンと前胸腺ホルモンの混同あり。
13	オーキシン	指導せず
65	オーキシンの屈性	指導せず
17	眼の機能(明暗と方向)	指導せず
18	形態視	指導せず
21	遠近調節	指導せず、毛様筋とチン帯とを混同
23	反射中枢(ひとみの開閉)	指導せず
24	“(だ液分泌中枢)	間脳と答えている。条件反射とからめて指導している。
26	条件反射と大脳	コイをニワトリと答えている。よく理解していない。
29	神経系(はしご状)	プラナリア(かご状をはしご状と混同)
30	脊髄の構造と機能	前根～前角と後根～後角との混同あり。
32	伝達物質(1)	アドレナリンをアセチルコリンと混同。
33	伝達物質(2)	アセチルコリンをアドレナリンと混同。
34	ニューロンの構造	神経鞘と髄鞘の混乱
37	膜電位	膜電位の正逆の混同
38	活動電位	スパイク電位を二相性の活動位と混同。

#### (2) 正答率の高い問題

問題番号	項 目	分 析
1	内部環境	恒常性維持の基本的事項
2	ホメオスタシス	基本的事項で理解は高い。
4	生菌ワクチン	日常的に経験もあり、健康維持(保健ともダブル)
19	ヒトの眼の構造	小学校～中学校で学習し常識的、高校で指導せず。
20	明暗調節	” ”
25	膝蓋腱反射	単純で理解しやすい。
27	条件反射	常識的な問題でもある。
28	神経系の系統発生	指導あり、事項は単純。
35	有髄神経系	指導あり、事項は単純。

#### (3) 全体的特徴

##### 1. 正答率の低い問題分析の共通点。

- (1) 当然ながら、授業で指導していない項目の正答率が低い。
- (2) 細かい知識を問う項目について、錯覚、混乱が多い。
- (3) 二者択一的なケース(アドレナリンとアセチルコリン:神経鞘と髄鞘など)での混乱。

(4) 指導し、実験で取り上げた項目でも、理解しにくい項目(膜電位、活動電流の波型など)での混乱。

2. 正答率の高い問題分析の共通点。

(1) 基本的、学習上のポイントとなる事項については、理解度は高い(1. 2. 27. 35)。

(2) 中小学校で学習し、日常的な生活経験的な事項については高い正答率(4. 19. 20..25)。

3. 調査の参考事項

(1) 学習調査は、予告しないで、いきなり実施した。したがって生徒が、あらかじめ学習して調査を受けるということにはなかった。

(2) 問題は、「恒常性の維持」について、全体的に出題した。調査後、カリキュラムとの対応で高一の生物で、指導したもの、その程度、実験でとりあげたもの、その範囲を検討したものである。

(3) 高2は、1年間、高3は2年間の時間経過があり、予告しないで調査した点を考慮すると、それほど正常率が低いとは考えられない。

(4) 高2より高3の正答率が若干高い傾向が認められる。この原因は、共通一次対策として学習している徴候が認められる。

# 地 学 分 野 (地球)

(担当) 牛 田 英 一

①

この調査は、よりよいカリキュラムを作成するためのものであって、成績には無関係である。それぞれの問いに対して、諸君の認識しているものを正確に答えてほしい。

※ ②のように□をつけたものが正答である（生徒用にはつけていない）

- 地球の自転周期は、我々が日常用いている時間でいうとどれほどになるか。  
①：24時間    ②24時間 4分    ③：23時間56分    ④：23時間48分    ⑤：わからない
- 地球の自転を、振り子を用いて確めた人はだれか。  
①：ニュートン    ②：ガリレオ・ガリレイ    ③：フーコー    ④：コペルニクス  
⑤：わからない
- 上の2で示した振り子の振動面が、時間とともに回転する事実が自転の証拠になるのだが、北半球では、どのように回転するか。  
①：時計の針と同方向    ②：時計の針と反対方向    ③：場所によってちがう  
④：45°までは時計の針と同方向でそれより高緯度は逆方向    ⑤：わからない
- この振り子の振動面が1回転するのに要する時間（周期）は、緯度によってちがう。いま緯度を $\varphi$ とすると、その周期（時間で表わす）は次のどれで示されるか。  
① $24 \sin \varphi$     ② $24 \operatorname{cosec} \varphi$     ③ $24 \cos \varphi$     ④ $24 \tan \varphi$     ⑤：わからない
- この振り子の振動面の回転周期が上の4の答のようになるのは、次のどの事実の証拠となるか  
①：地球はほぼ球形    ②：地球の自転軸が傾いている    ③：地球の赤道の長さは約4万 km    ④：地球の重力の存在    ⑤：わからない
- この振り子の振動面の回転周期が48時間になる地点の緯度はどれか。  
①：0°    ②：30°    ③：45°    ④：90°    ⑤：わからない
- この振り子以外に地球の自転の証拠として挙げられるものはどれか。  
①：昼と夜が交互にやってくる    ②：太陽が南中して次に南中するまで平均24時間である    ③：人工衛星が赤道を横切る時の地点が次第に西に移る    ④：金星が「明けの明星、や「よひの明星、といわれるように見える場所が東や西と変化する    ⑤：わからない
- 地球の公転の証拠としてもっともよいと思うものはどれか  
①：恒星の見える方向が、1年を周期としてわずかに変化している    ②：恒星の南中する時刻が少しずつ早くなる    ③：温帯地方では四季の変化がある    ④：季節によって昼夜の長さが変化する    ⑤：わからない

9. 地球の公転の証拠として、年周視差、というものがあるが、これで示されるものは次のどれか

- ①：恒星の質量    ②：恒星の明るさ    ③：恒星の大きさ    ④：恒星の距離  
⑤：わからない

10. 地球の公転軌道の平均半径を1とした長さの単位はどれか

- ①：天文単位    ②：光年    ③：パーセク    ④：宇宙キロメートル    ⑤：わからない

11. 我々にもっとも近い恒星はどれか

- ①：おおいぬ座のシリウス    ②：ケンタウルス座のプロキシマ    ③：こと座のベガ  
④：北極星    ⑤：わからない

12. その恒星までの距離はどれだけか

- ①：2.8光年    ②：4.3光年    ③：8.7光年    ④：11.3光年    ⑤：わからない

②

13. A：月食のとき月にうつる地球の影はいつも丸い    B：高い所ほど遠くまで見える  
C：南北にへだたる北極星の高度がちがう、ということを見せて、地球は球であるといった人はだれか。

- ①：ピタゴラス    ②：ソクラテス    ③：アリストテレス    ④：プラトン    ⑤：わからない

14. 地球を球として、その中心を含んだ切り口の円の周の長さを最初に求めた人はだれか

- ①：エラトステネス    ②：プトレマイオス    ③：ユークリッド    ④：アルキメデス  
⑤：わからない

15. 地球の赤道半径と極半径では、前者が少し大きい。それはどれほどか。

- ①：約2km    ②：約10km    ③：約20km    ④：約80km    ⑤：わからない

16. 赤道の全周はどれほどになるか

- ①：約1万km    ②：約2万km    ③：約4万km    ④：約10万km    ⑤：わからない

17. 地球が完全な球からどの程度つぶれているかを示す偏平率は、赤道半径をa、極半径をbとすると、次のどの式で示されるか

- ①： $a(a-b)$     ②： $\frac{(a+b)}{a}$     ③： $\frac{(a-b)}{b}$     ④： $\frac{(a-b)}{a}$     ⑤：わからない

18. 地球の偏平率はどれほどか

- ①：1/100    ②：1/300    ③：1000    ④：600    ⑤：わからない

19. 地球の重力加速度の大きさはその表面でどれほどの大きさか

- ①：80cm/S<sup>2</sup>    ②：490cm/S<sup>2</sup>    ③：980cm/S<sup>2</sup>    ④：1013cm/S<sup>2</sup>    ⑤：わからない

20. 地球自転の遠心力は赤道で最大になるが、地球の引力の何倍ほどか

- ①：100倍    ②：390倍    ③：1/100倍    ④：1/300倍    ⑤：わからない

21. 重力異常について正しい説明をしているものはどれか

- ①：一般に大洋でマイナス，大陸でプラスになる  
 ②：一般に大洋でプラス，大陸でマイナスになるが，海溝ではマイナスになっている  
 ③：一般に大洋でプラス，特に海溝ではプラスの値が大きく，大陸でマイナスになっている  
 ④：海沿いの地帯でマイナス，大陸内部，大洋ではプラスになる ⑤：わからない
22. 地球の質量を求めるには，重力加速度の大きさのほかになにが必要か  
 ①：万有引力の法則 ②：落体の法則 ③：ケプラーの法則 ④：慣性の法則  
 ⑤：わからない
23. 地球の質量はどれほどか  
 ①： $6 \times 10^{27} \text{ g}$  ②： $2 \times 10^{27} \text{ g}$  ③： $6 \times 10^{33} \text{ g}$  ④： $2 \times 10^{33} \text{ g}$  ⑤：わからない
24. 地球の平均密度はどれほどか  
 ①： $2.3 \text{ g/cm}^3$  ②： $3.5 \text{ g/cm}^3$  ③： $5.5 \text{ g/cm}^3$  ④： $7.9 \text{ g/cm}^3$  ⑤：わからない
25. 東京で磁針が静止したとき，そのNが指す方向はどれか  
 ①：西へ $6^\circ$ 寄った方向 ②：真北 ③：東へ $6^\circ$ 寄った方向 ④：西へ $12^\circ$ 寄った方向  
 ⑤：わからない
26. 東京で重心を支えた磁針のNは25の方向を指すとともに上下どのような向きになるか  
 ①：水平になる ②：水平より $14^\circ$ 下がる ③：水平より $49^\circ$ 下がる ④：水平より $49^\circ$   
 上がる ⑤：わからない

③

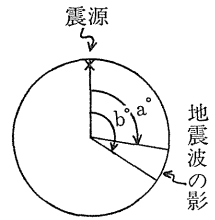
27. 近ごろの地磁気の強さはどうようになっているか  
 ①：しだいに強まっている ②：ほとんど変化なし ③：強くなったり弱くなったり  
 している ④：しだいに弱まっている ⑤：わからない
28. 地磁気の向きは，過去にどのようなようになっていたか。  
 ①：現在と同じであった ②：1回だけ逆転した ③：3回ほど逆転した  
 ④：何回も何回も逆転した ⑤：わからない
29. 地震のP波とS波の固体中の速さはどうなっているか  
 ①：S波がP波の約1.7倍 ②：P波がS波の約1.7倍 ③：P波がS波の0.9倍  
 ④：S波がP波の約0.5倍 ⑤：わからない
30. P波の速さをPkm/s，S波の速さをSkm/s，初期微動継続時間をt秒，震源距離をDkm  
 とするときDを求める式はどれか  
 ①： $(P-S)t$  ②： $\left(\frac{P}{P-S}\right)t$  ③： $\left(\frac{S-P}{S}\right)t$  ④： $\left(\frac{PS}{P-S}\right)t$   
 ⑤：わからない
31. P波，S波の伝わり方はどのようなになっているか。  
 ①：両方とも固体，液体，気体中を伝わる ②：P波が固体，液体中だけ，S波は固体  
 中だけ伝わる ③：S波は固体中だけ，P波はどれでも伝わる ④：P波はどれでも  
 S波は気体中は伝わらない ⑤：わからない

32. 地震波が地球の中心を通過して反対側の地点に到達するのに要する時間はどれほどか

- ①：約50秒    ②：約5分    ③：約20分    ④：約1時間  
 ⑤：わからない

33. 右図のように中心角  $a^\circ \sim b^\circ$  の間の地表に地震波の観測されないところがある。それは次のうちどの部分か

- ①： $82^\circ \sim 92^\circ$     ②： $65^\circ \sim 95^\circ$     ③： $103^\circ \sim 143^\circ$   
 ④： $121^\circ \sim 161^\circ$     ⑤：わからない



34. マントルと外核の境界の深さはおよそどのくらいか

- ①：1200km    ②：2400km    ③：2900km    ④：5100km    ⑤：わからない

35. 外核と内核の境界の深さはおよそどのくらいか。

- ①：2400km    ②：2900km    ③：2500km    ④：5100km    ⑤：わからない

36. 地殻、マントル、外核、内核のありさまはどうなっていると考えられているか

- ①：地殻、マントルは固体、他は液体    ②：内核のみ液体、他は固体    ③：外核のみ液体、他は固体  
 ④：全部固体    ⑤：わからない

37. 地殻中に最も多く含まれているものはどれか。

- ①： $\text{SiO}_2$     ②： $\text{Al}_2\text{O}_3$     ③： $\text{Fe}_2\text{O}_3$     ④： $\text{CaO}$     ⑤：わからない

38. 核中に最も多く含まれているものはどれか

- ①：Pb    ②：Ni    ③：Si    ④：Fe    ⑤：わからない

1. 目的 調査用紙に示したように生徒の地球に対する認識の程度を、学習前(高2)、学習後(高3)について調査し、その効果及び指導上の留意点を確認するためのものである。
2. 対象 高3：156名(9月3日実施) 高2：150名(10月6日実施)
3. 方法 マークシート方式により集計は化学の大谷教官に依頼し、NECのスピーディリストで行った。
4. 結果 各学年の「正答率」、 「わからないと答えた者の割合(%)」はそれぞれグラフ、及び表で示してある。
5. 結果の考察
  - ① それぞれの内容について高の正答率が高いのは、学習効果が挙げたことを示していると考えてよい。
  - ② 「わからない」と答えた者の割合が問8を除いて高2に多いのも①を裏づけていると考えてよい。
  - ③ 高3の正答率が70%を割った問は、次の通りである。

問4：フーコーの振り子の振動面の回転方向

11：もっとも近い恒星

23：地球の質量

24： // 平均密度

25：地磁気の偏角

26： // 伏角

28： // 逆転

31：P波、S波の伝わり方

34：マントルの深さ

35：外核の深さ

36：地球内部の相

38：核の物質

これらの大部分は記憶を必要とするものだが問3は少し考えれば自転と関係づけて理解できるものと思われる

問31の17%という正答率は非常に意外であったが  
2：P波が固体、液体中だけ、S波は固体中だけ伝わるが76%を占めている点から考えると波を一般的な疎密波として考える点に欠けていたと思われる

いずれにしても指導上考えなければならない点であると思う

④ 高2で「わからない」と答えたものが25%以上になった問は次の通りである。

問4：フーコーの振り子の振動面の回転周期

5：同上で証明される事実

6：回転周期が48時間の地点

20：自転の遠心力

○ 21：重力異常

○ 23：地球の質量

○ 24： // 平均密度

○ 28：地磁気の逆転

29：地震波の速さ

○ 31：P波、S波の伝わり方

○ 33：地震波の影

○ 35：外核の深さ

問23、24、28、31、35は高3の70%以下と共通しており、いずれも記憶を必要とするものである

問4、5、6、21、29、31、33は中学で学んだこともなく、ことばとしても初めて接したものもあると思う。このような内容のものについては特に力点を置いて指導する必要があると思われる

⑤ 高2では上の④で○をつけた間は正答率が25%以下であるが、その他にも次に示す間について25%以下になっており、これらの指導にも力を入れる必要があると思われる。

問26：地磁気の伏角

30：震源距離を求める式

34：マントルの深さ

26：地球内部の相

問26, 34, 36は高3の70%以下の間と共通しており、記憶に殆どないことを示している

問30は学習すれば容易に理解できるとされる

〔備考〕各問の内容は次の通りになっている。

① 地球の自転	問1～問7	⑤ 地球の質量	問22～問24
② " 公転	8～12	⑥ 地磁気	25～28
③ " 形と大きさ	13～18	⑦ 地震波の伝わり方	29～33
④ " 重力	19～21	⑧ 地球の内部と物質	34～38

正 答 率

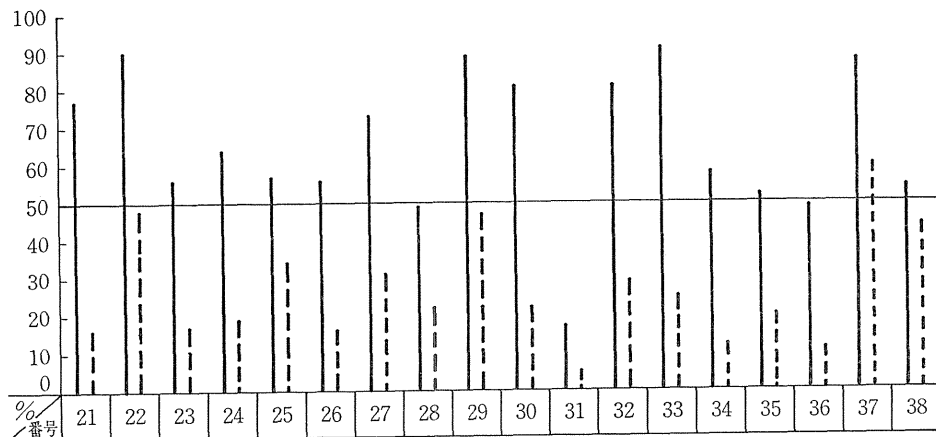
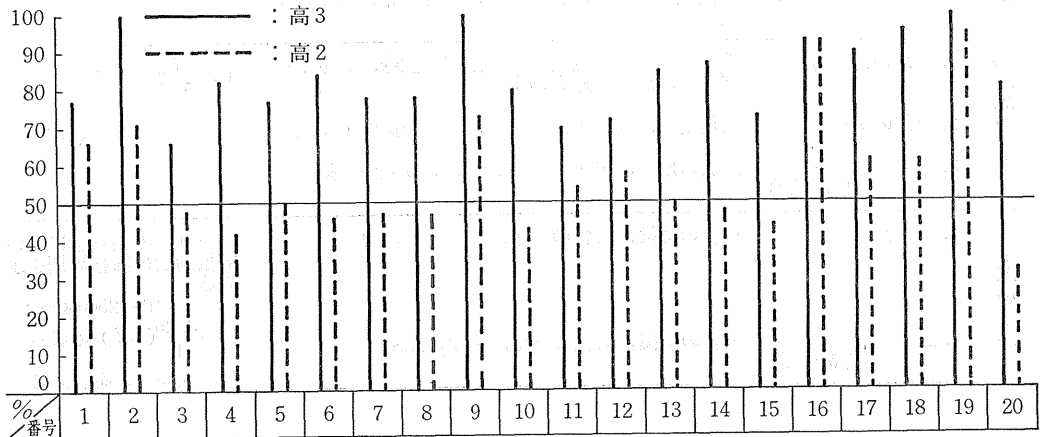




表1

「わからない」と答えた者の割合 (%)

番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
わからない	高3	1	1	0	3	3	4	2	2	2	3	3	5	1	1	2	1	1	0	0	3
	高2	2	2	13	33	30	34	6	1	12	18	11	13	17	13	15	2	17	23	3	33
番号	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	平均		
わからない	高3	3	1	6	6	3	5	4	5	0	2	1	2	2	3	2	3	2	5	2.4	
	高2	36	19	43	30	13	23	23	25	26	24	30	24	45	23	25	10	11	15	19.8	

~~~~~ : 25%以上      ..... : 25%に近いもの

表2

地球の指導計画 (17時間)

| 節          | 指導項目                                        | 指導内容                                                                                               | 備考                                                                                                             |
|------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (1) 地球のすがた | 1. 形と大きさ<br>2. 万有引力と重力<br>3. 地磁気 (6時間)      | 球としての地球, 地球楕円体, 半径の測り方<br>万有引力の法則の発見, 重力と遠心力, 重力異常<br>ジオイド, 地球の質量・密度<br>地磁気の三要素, 古地磁気, 磁気異常, ダイナモ説 | ◦ エラトステネス, リシエーにふれる<br>◦ ケプラーの法則と関連                                                                            |
| (2) 地球の内部  | 1. 内部の探り方<br>2. 内部のありさま<br>3. アイソスタシー (6時間) | 地震波の種類, 性質, 走時曲線の意味, シェドゾーン, 地殻の厚さの求め方<br>層伏構造, 物質のありさま, 内部の温度・密度<br>地殻の厚さ, アイソスタシーの成り立つ証拠         | $V_p = \sqrt{\frac{k+4/3u}{\rho}}$<br>$V_s = \sqrt{\frac{u}{\rho}}$                                            |
| (3) 地球の運動  | 1. 自 転<br>2. 公 転 (5時間)                      | 自転の証拠, 自転の統果, コリオリの力<br>公転の証拠, 公転の統果, 恒星の距離                                                        | ◦ フーコーの振り子について振動面の回転周期を求める<br>$T = 25 \cos \epsilon \cos \phi$<br>$D = \frac{3.26}{P} (\text{LY})$ の成り立つことを答える |