フォーラム理科教育　No6　2004

大学生の学力度調査

沖花　彰[1)]，芝原寛泰[2)]，武蔵野実[3)]，坂東忠司[4)]

1）京都教育大学　理学科　okihana@kyokyo-u.ac.jp
2）京都教育大学　理学科　shiba@kyokyo-u.ac.jp
3）京都教育大学　理学科　musasino@kyokyo-u.ac.jp
4）京都教育大学　理学科　bando@kyokyo-u.ac.jp

キーワード　大学生の学力低下，中学校理科
（受付け：2004 月 9 月 27 日）

抄録
　中学校程度の理科の学習内容に関して大学生がどの程度理解しているかを調べた。調査結果について報告する。

Ⅰ．はじめに

　最近あいついで全国的な規模で小，中，高の生徒を対象に学力及び学習についての実態調査が行われた（平成 13 年度小中学校教育課程実施状況調査，平成 14 年度高等学校教育課程実施状況調査)。高校生に対する調査では観察や実験の結果やグラフを読みとり思考・判断する力が不十分，記述式の問題で無解答率が高いといった指摘がなされている。大学生についても大学のグローバル化の中で全体として学力低下が指摘されているがその実態の把握に関する報告はあまり聞かない。今回京都教育大学に入学した主として理系１回生を対象に理科の各分野における基礎学力を問う調査を行ったので報告する。実施日は平成 15 年 5 月で実施対象者は物理学基礎受講者 49 名である。そのうち１回生は 45 名で教員養成課程が 6 割，総合科学課程が４割であるが受講生のほぼ全員が中学校理科免許取得希望者である。また調査対象者全員が小中高いずれも旧学習指導要領（末尾の URL 参照）のもとで学習したものばかりである。実施時間は１科目約 20 分で授業の関係上，物理分野と物理以外の３分野を２回に分けて行った。

Ⅱ．各教科に対するアンケート調査

　学力調査の前に理科の各科目に対するアンケートを行った。
（1）高校での履修度　各教科について以下の基準で履修度指数を算出した。
　履修無し：0　ⅠA のみ：1　ⅠB のみ：2　ⅠA＋ⅠB：3　Ⅱ：4
　ⅠB＋ⅡまたはⅠA＋ⅠB＋Ⅱ：5　として被験者全員の平均を履修度指数として計算した。最高値 5。
　　物理　2.0　　化学 4.1　　生物　2.4　　地学　0.2
　化学はほぼ全員が履修し，そのうち 3/4 はⅡまで履修している。物理，生物は４割程度がⅡまで履修し，その一方で４割～５割は全く履修していない。地学に至っては９割以上

が高等学校で全く履修していない。

（2）好き嫌い　各教科について以下の基準で好感度指数を算出した。
好き：5　どちらかといえば好き：4　普通：3　どちらかといえば嫌い：2　嫌い：1
として被験者全員の平均を好感度指数として計算した。最高値 5。
○物理学：好感度（好き＋どちらかと言えば好き）30％
嫌悪度（嫌い＋どちらかと言えば嫌い）34%
好感度指数 2.9
○化学：　好感度 60%　嫌悪度 28%　好感度指数 3.6
○生物学：　好感度 78%　嫌悪度 12%　好感度指数 4.1
○地学：　好感度 53%　嫌悪度 8%　好感度指数 3.6
生物がもっとも好感度が高く地学，化学が同じくらいで物理がもっとも好感度が低い。

（3）好感度に対する履修度の割合
教科の好感度がどの程度履修率に結びついているか，ー好きな教科と実際に選択した教科との相関はあるかーを見る指標として，履修度指数／好感度指数を算出した。指標が低いと好きなのに履修していない（履修できない）ことを示し，指標が高いと好きでもないのに履修している（履修させられている？）ことを表している。
物理　0.69　　化学　1.1　　生物　0.59　　地学　0.06
化学は生徒の希望如何にかかわらず履修するしくみになっており，逆に地学は好きな生徒が多いのに履修できないという現在の高校の履修システムをよく表している。どうして化学は履修させなければならない教科なのか？逆にどうして地学は履修させないしくみになっているのだろう？

III．各教科に対する学力調査

今回中学校で学習する程度もしくはこのくらいは知っていてほしいというレベルで各科目の調査問題を作成した。各設問を付録に添付する。

（1）物理の解答結果とその分析
○内容　　小問の数　　難易度
１．光の屈折　　４問　　中学校の教科書
２．鏡に映る　　３問　　中学校の教科書（（3）は応用やや難）
３．配線する　　１問　　中学校の教科書
４．オームの法則　２問　　中学校の教科書
５．消費電力　１問　　中学校の教科書

○履修度別の正答率
各問いはいずれも中学校理科第１分野の範囲で必ず履修しているか，その範囲内で理解をしていれば答えられる問題ばかりである。正答率の平均は５６％と，大学生としては非常に悪い。高等学校での履修度の違いによる差はどの場合も１０～２０％の違いとなって

表れている。１，２は光分野で２の第３問を除けば中学校理科の履修範囲に入る基本的な問題である。屈折が履修度と相関があるのに対し，鏡にどう映るかは履修の差違によらず

問題番号	全体	物理履修なし	物理ＩＡ又はＢ	物理Ⅱまで
１	６９％	５２％	７３％	９２％
２	４２％	３３％	４８％	５３％
３	２４％	１６％	３３％	３０％
４	４１％	１６％	２２％	７８％
５	６７％	５２％	６７％	８５％

全体的に悪い。３，４，５は電気の分野であるがいずれも中学校理科の教科書にある問題である。

（２）化学の解答結果とその分析

○内容　　小問の数　　難易度

１　水とエタノールの沸点の違いと簡単な密度計算　　３問　公立高校入試問題

２前半　溶液の電気伝導度および金属と酸，アルカリの反応　６問　公立高校入試問題

　後半　電気伝導のミクロなイメージと気体の確認実験　　３問　公立高校入試問題

○履修度別の正答率

問題番号	全体	化学履修なし	化学ＩＡ又はＢ	化学Ⅱまで
１	８７％	８３％	８２％	８８％
２前半	７０％	６７％	７１％	７３％
２後半	７８％	６７％	６８％	８６％

化学分野の問題は，中学校で履修した内容であり実際に公立高校入試問題として使われたものである。従って，高校における化学履修の状況は，２の後半の問題を除いて，正解率に大きく影響を与えていない。全体の平均正解率は８０％程であるが，問題の内容を考えるともう少し高い正解率を期待していた。特に問題２は，溶液中での粒子の挙動についてミクロなレベルでどこまで正しい科学概念をもっているかどうかを判定できる問題であるが，あまり正解率が高くない。これは知識の蓄積ではなく，獲得した科学概念の応用力を試す問題であり，正解率が低いことは今後の対応を考える上で重要な結果である。化学分野は履修率が１００％であるので，ある程度の知識の蓄積は期待できる。しかし前述のように基礎的な科学概念ー例えば溶解あるいは電気伝導に関わるミクロな粒子論的なとらえ方ーは十分に獲得されていないように思われる。理科教師の育成にとっては非常に重要な課題をなげかけられたことになる。

（３）生物の解答結果とその分析

○　　内容　　小問の数　　難易度

１．細胞のつくり　　２問　　高等学校の教科書

２．細部分裂　　２問　　中学校の教科書

３．ヒトの血液型　　２問　　高等学校の教科書
４．植物と動物の検索表　１問　　中学校の教科書

○履修度別の正答率

問題番号	全体	生物履修なし	生物ＩＡ又はＢ	生物Ⅱまで
1	６４％	４２％	７２％	８１％
2	６３％	６１％	６６％	６４％
3	７７％	６２％	６８％	９５％
4	６３％	５５％	５９％	７３％

生物分野の問題は，中学校及び高等学校で学習する内容から最も基本的であると思われるものを選んだ。

問１は，細胞内小器官の名称を答えさせるものであるが，高等学校での履修程度が結果に大きく反映されている。細胞の構造は，生物学を学習する上で必要不可欠な要素の一つであると考えられるが，出題された二つの図が植物細胞か動物細胞かさえ答えられなかった者が３名（６％）おり，その内の２名はセンター試験で生物を選択している学生であった。

問２は，タマネギの根端における細胞分裂の順序を問う問題である。この内容はすべての者が中学校で学習している上，知識の記憶に頼らなくとも，落ち着いて図を見ることで比較的容易に正答が導き出せるものであるが，正答率は４問中で最も低いものであった。高等学校における履修の有無が，結果にほとんど影響を与えていない点も気がかりである。

問３は，ＡＢＯ式血液型の遺伝に関する問題である。日常生活の中でも話題に上る内容であることに起因するのであろうか，４７％の者が全問正解しており，全体的にも最も高い正答率（７７％）であった。

問４は，一般的な植物群および動物群を検索表によって分類するというものである。問１および問３の場合と同様，高等学校での履修程度が結果に大きく反映されている。生物という教科の学習を通して，さまざまな生物に触れる機会が多いことが，さらには繰り返し学習することが知識の定着を促進していると考えられる。

全体的には６３％から７７％の正答率ということで，一見まずまずという感もあるが，中学校・高等学校の教科書からの基本的な設問であること，また，被験者の多くが小学校・中学校の教師を志す者であるということを考えると，決して楽観できるものではない。教師にはさまざまな面での力量が要求されるが，理科の内容を教授するという点だけをとっても，理科教師志望の学生たちには基礎的知識を確実なものとすることはもちろん，身近な自然や現象に対して好奇心のアンテナをはりめぐらし，自らのバックグラウンドを広げる努力をするという習慣を身につけて欲しい。

（４）地学の解答結果とその分析

○内容　　小問の数　　難易度

１．気象　天気図　　１　　中学校の教科書
２．地震　初期微動継続時間　１　　中学校の教科書（考察にある）
３．地形　海岸段丘　　１　　中学校の教科書

○履修度別の正答率

問題番号	全体	地学履修なし	地学ＩＡ又はＢ	地学Ⅱまで
1	９１%	９１%	８３%	１００%
2	５７%	５７%	６７%	５０%
3	６１%	６２%	３３%	１００%

地学は身近な自然や自然現象を対象にしており，体験的な学習によって習得しているものが多い．またそれらは，日常生活の中で見聞きすれば常識的な知識として定着していくと考えられる．

問１は西高東低の気圧配置を示す冬の天気図を示したもので，高校での地学履修の有無に関わらず 9 割の正答率であった．日常のテレビ放送での天気図の表示や気象解説とあいまって，基本的な知識として定着している．

問２は地震波の初期微動継続時間の意味するところを問うたものであり，中学の教科書でも考察の対象として扱われている．この継続時間が長いことは震源が遠いことを意味しており，大切な概念であるが，正答率は 6 割を切っており日常的知識としてはあまり定着していない．

問 3 は海岸段丘の単純明快な図であり，海水準の変動と結びつけた概念として受け入れやすいものだと思うが，正答率は 6 割である．こうした地形は生活と結びついていないと知識として定着しないのかもしれない．海水浴で遊びに行ってもちょっとだけ注意すれば気が付くものなのに．

全体の傾向として興味深いのは，高等学校における地学の履修と，中学校での地学の履修内容の定着度とは関連が薄いことである．むしろ地学 IA または B まで履修したものは，履修しなかったものよりも正答率が悪い．問３の海岸段丘の問題は高等学校では既知の概念とされ河岸段丘のみを扱っているためかもしれない．なお地学 II まで履修したものの正答率は高い．高校で地学 II まで履修するもののモチベーションは高いことを示しているのであろう．

Ⅳ．まとめ

大学生の意識調査は様々なところで行われているが，学力についての調査はあまり行われていない。今回理科の各分野で協力して実態調査を行った意義は大きい。調査結果は全体として基礎学力の低下を実証した。今後も系統的な調査を続け，教員養成系大学として理科の基礎教育の改善に生かさなければならない。

文献

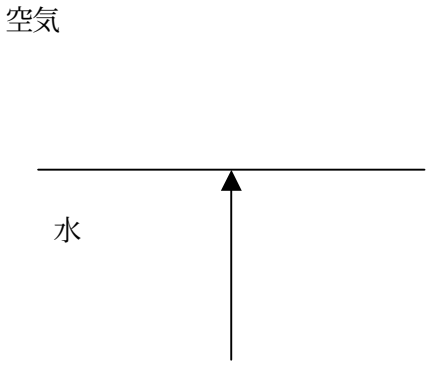
平成 13 年度小中学校教育課程実施状況調査. 2003 年７月及び平成 14 年度高等学校教育課程実施状況調査.　2004 年７月　国立教育政策研究所教育課程研究センター
（いずれも http://www.nier.go.jp/homepage/kyoutsuu/index.html）
例えば http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/youryou/101/index.htm

参考資料　各教科の問題

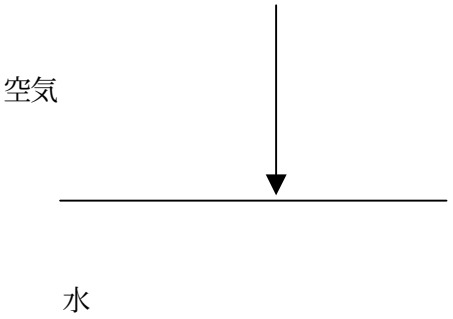
（1）物理

1．光はどう進む？？

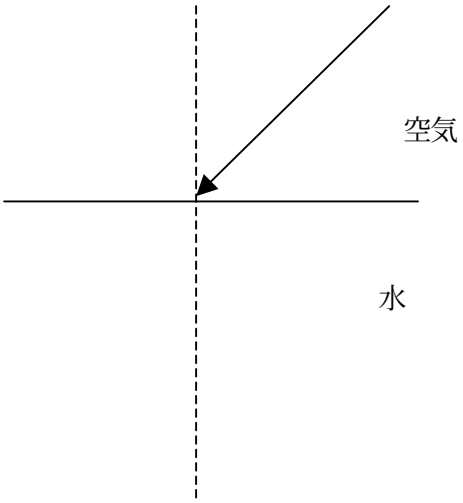
（1）



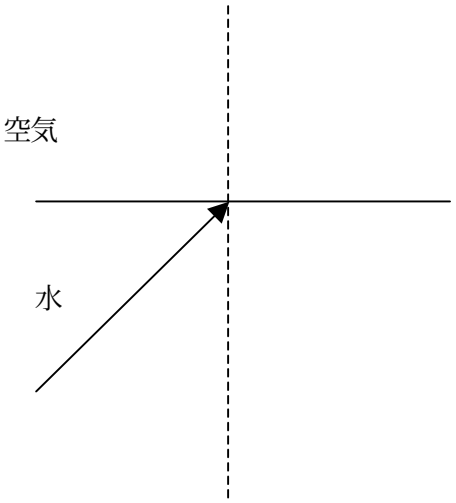
（2）



（3）

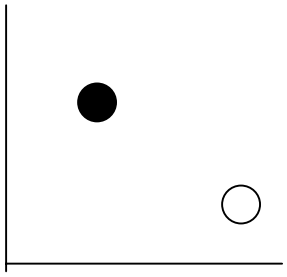


（4）



2．鏡にいくつ見える？

もの（白丸）を，直角に立てた鏡で見たら（自分は黒丸）ものは鏡のどの位置にうつるでしょうか？鏡のどこにうつるかその場所を書き入れ，ものから自分までの光路も書き入れよ。



電気分野

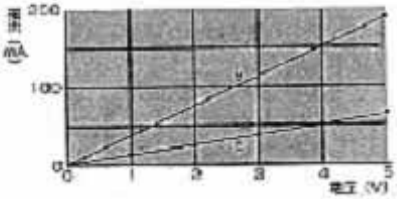
3 下の図の豆電球、電源装置、電流計、電圧計を線(導線)でつないで、回路を完成させなさい。






4 右のグラフは、電熱線a、bのそれぞれに加える電圧を変えて、電熱線を流れる電流の大きさをはかったものである。

① 電熱線a、bの抵抗の値はそれぞれいくらか。

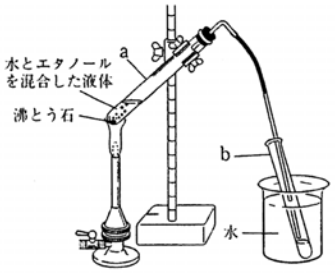


② 電熱線a、bを直列にして3Vの電池につなぐと何Aの電流が流れるか。

5 トースターと電気ストーブを 100V のコンセント(二股)につなぐと、トースターには 6.5A、電気ストーブには 10A の電流が流れた。それぞれの器具の消費電力は何Wか。

（2）化学

1 右の図のような装置を用いて，同じ体積の水とエタノールを混合した液体をaの試験管で加熱し，生じた気体をbの試験管で冷やして再び液体にする蒸留の実験を行った。これについて，次の問い(1)・(2)に答えよ。



(1) 右の図のように，bの試験管に液体が少したまったとき，加熱をやめた。たまった液体は，水とエタノールのどちらを多く含むと考えられるか，A群の①・②から1つ選んで番号で書け。また，その理由として最も適当なものをB群の(ア)～(エ)から1つ選んで記号で書け。A群(　　)　B群(　　)

A群　①　水　　②　エタノール

B群　(ア)　水の沸点がエタノールの沸点より低いから。

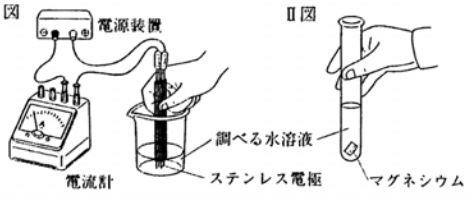
(イ)　エタノールの沸点が水の沸点より低いから。

(ウ)　水の融点がエタノールの融点より低いから。

(エ)　エタノールの融点が水の融点より低いから。

(2) aの試験管に残った液体とbの試験管にたまった液体をとり出して，同じ温度になるまで放置した後，それぞれの液体の体積と質量を測定すると，aの試験管に残った液体は5 cm^3 で4.8 gであり，bの試験管にたまった液体は3 cm^3 で2.4 g であった。aの試験管に残った液体の密度はbの試験管にたまった液体の密度の何倍か。(　　倍)

2 砂糖水，食塩水(塩化ナトリウム水溶液)，塩酸，水酸化ナトリウム水溶液のそれぞれについて，次のⅠ図のような装置を用いて，電流が流れるかどうかを調べる実験Ⅰを，またⅡ図のようにマグネシウムを入れたときに気体が発生するかどうかを調べる実験Ⅱを行った。右下の表はそれらの結果をまとめるためのものである。これについて，次の問い(1)～(3)に答えよ。



調べる水溶液	実験Ⅰ	実験Ⅱ
砂糖水		×
食塩水		×
塩酸		
水酸化ナトリウム水溶液		

(1) 実験結果はどうであったと考えられるか，下の表の空欄に○または×を記入して表を完成させよ。

調べる水溶液	実験Ⅰ	実験Ⅱ
砂糖水		×
食塩水		×
塩酸		
水酸化ナトリウム水溶液		

《表の記入上の注意》

実験Ⅰでは，電流が流れた場合には○を，流れなかった場合には×を記入する。

実験Ⅱでは，気体が発生した場合には○を，発生しなかった場合には×を記入する。

(2) 実験Ⅰで電流が流れた水溶液が，金属と同様に電流を通した理由について述べた次の文のうち，最も適当なものはどれか，(ア)～(エ)から1つ選べ。(　　)

(ア) 金属中で＋の電気を帯びた自由電子が－極に移動するのと同様に，電流が流れた水溶液中では，溶質が水にとけてできた原子から，＋の電気を帯びた電子が飛び出して－極に移動するから。

(イ) 金属中で＋の電気を帯びた自由電子が－極に移動するのと同様に，電流が流れた水溶液中では，溶質が水にとけてできた，＋の電気を帯びた陽イオンと－の電気を帯びた陰イオンが，それぞれ－極，＋極に移動するから。

(ウ) 金属中で－の電気を帯びた自由電子が＋極に移動するのと同様に，電流が流れた水溶液中では，溶質が水にとけてできた原子から，－の電気を帯びた電子が飛び出して＋極に移動するから。

(エ) 金属中で－の電気を帯びた自由電子が＋極に移動するのと同様に，電流が流れた水溶液中では，溶質が水にとけてできた，＋の電気を帯びた陽イオンと－の電気を帯びた陰イオンが，それぞれ－極，＋極に移動するから。

(3) 実験Ⅱで，発生した気体が何であるかを確認する実験操作について述べた次の文のうち，最も適当なものはどれか，(ア)～(ウ)から1つ選んで記号で書け。また，この気体の分子の化学式を書け。実験操作(　　)　化学式(　　)

(ア) 気体が発生したら，上から別の試験管をかぶせて集め，その試験管の口に火を近づける。

(イ) 気体が発生したら，試験管にガラス管付ゴム栓をし，別の試験管に入れた石灰水中に導入する。

(ウ) 気体が発生したら，試験管の口の上方を手であおぎ，においをかぐ。

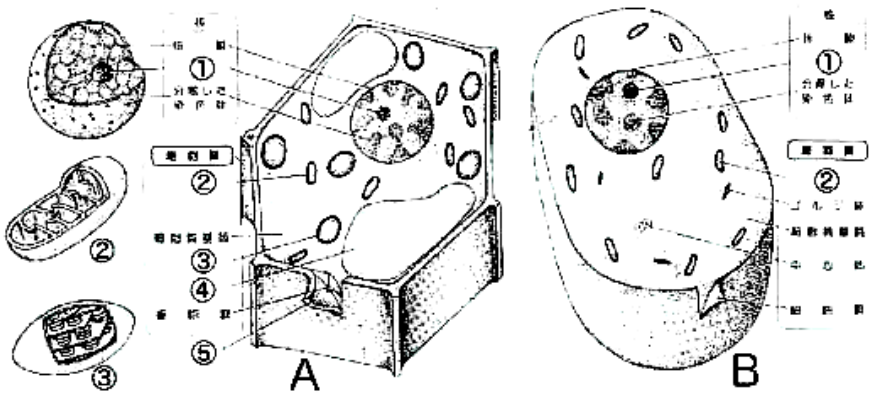
（3）生物

1. 次の図は細胞のつくりを示した模式図です。

(1) ①～⑤の名前を答えなさい。

①＿＿＿＿＿　②＿＿＿＿＿　③＿＿＿＿＿　④＿＿＿＿＿　⑤＿＿＿＿＿

(2) 植物細胞はA、Bのうちのどちらですか？記号を○で囲みなさい。

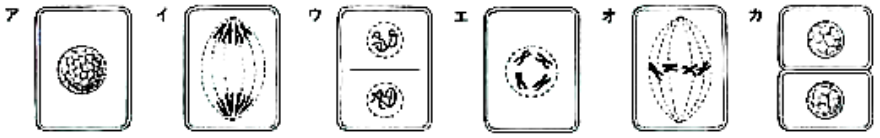


2. 下の図はタマネギの根の先端を用いて、細胞分裂の各段階のようすをスケッチしたものです。

(1) アから始まり、カで終わるように、イ～オのスケッチを細胞分裂の順に並べ替えなさい。　（ア →　→　→　→　→ カ）

(2) カは、このあとどうなりますか？

（　　）



3. 次のaとbの事実をもとにして、各問いに答えなさい。

a. ある4人の兄弟のABO式血液型を調べると、全員が異なる血液型であった。

b. 両親の血液型は不明であるが、父方の祖父母はともにA型、母方の祖母はO型であった。

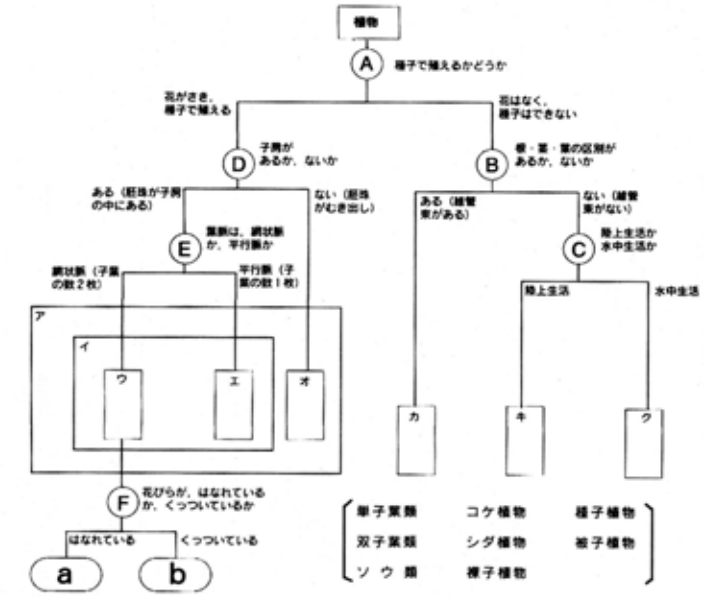
(1) 両親の血液型とその遺伝子型を答えよ。

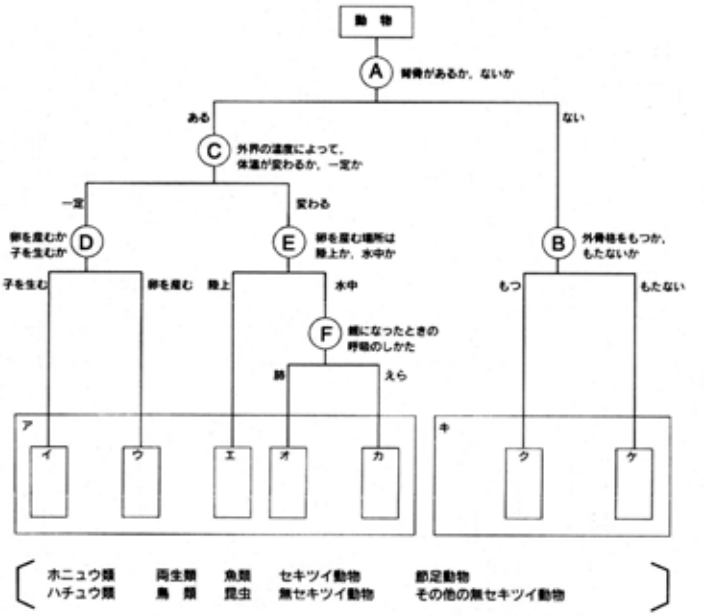
父：＿＿型＿＿＿＿＿＿　、　母：＿＿型＿＿＿＿＿＿

(2) 母方の祖父の血液型は何型ですか。考えられるものをすべてあげなさい。

（　　）

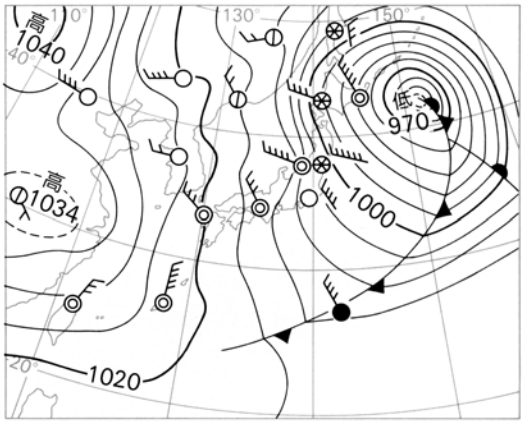
4. 次の図は、植物と動物の検索表を示したものです。それぞれの検索表について、ア～クに当てはまる分類群を〔　　〕から選びなさい。また、その分類群に当てはまる生物名を一つずつ答えなさい。



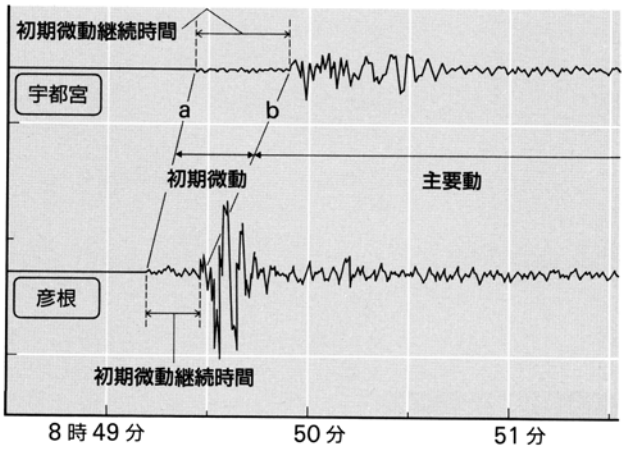


（4）地学

Ⅰ．この天気図は一年のいつ頃のものであるか，判断した根拠も示して答えなさい。



Ⅱ．地震は揺れの小さな初期微動に続いて，揺れの大きな主要動が来る。この間の初期微動継続時間は何を意味しているか答えなさい。



Ⅲ．下図は海岸段丘の断面を示したものです。段丘面のできた順序を答えなさい。

