令和４年度入学試験問題

理　　科

令和４年２月25日

(理科１科目受験者)	(理科２科目受験者)
自 12 時 30 分	自 12 時 30 分
至 13 時 30 分	至 14 時 30 分

答案作成上の注意

1　この問題冊子には，物理基礎・物理(３～14ページ)，化学基礎・化学(15～26ページ)，生物基礎・生物(27～44ページ)，地学基礎・地学(45～54ページ)の各問題があります。総ページは**54ページ**です。

2　解答用紙は，物理基礎・物理，化学基礎・化学，生物基礎・生物は，それぞれ**１枚**(表裏の計２ページ)です。地学基礎・地学は**３枚**(表裏の計５ページ)です。

3　下書き用紙は，各受験者に**１枚**あります。

4　**受験番号**は，解答用紙の所定の場所に，必ず記入しなさい。

5　解答は，解答用紙に記入しなさい。
出願の際に**届け出た科目以外**の科目について解答しても**無効**となります。

6　配付した解答用紙は，持ち出してはいけません。

7　試験終了後，問題冊子及び下書き用紙は持ち帰ってください。

8　この問題冊子の裏表紙には，試験時間中に机の上に置いてよいものを記載しています。

生物基礎・生物 （5　問）

注　意　事　項

字数制限のある設問については，句読点，アルファベット，数字を含めた字数で答えること。

〔Ⅰ〕 5種の生物について，光合成色素の組成を薄層クロマトグラフィーで分離して比較した。この実験に関して，次の文章を読み，問1～問4に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

生物1は種子植物である。生物2は，畑の周囲で採集した，胞子を形成する平たい形の植物である。生物3は海岸の浅い場所で採集した海藻，生物4と生物5は，海岸の深い場所で採集した海藻である。それぞれの生物をシリカゲルの粉末とともにすりつぶし，アセトンで抽出した色素を，薄層プレート上に鉛筆で描いた開始線上に吸着させ，ヘキサン：アセトン＝6：4の展開溶媒を用いて分離した。図1は，光合成色素の分離パターンを模式的に示している。実線で囲まれた楕円形の領域は色素のスポットを示し，緑色に見えたスポットは，実線の内部を塗りつぶして示してある。同一の点線上にあるスポットは，開始線上の原点からの移動距離が同じであり，一部のスポットについては左側に色素名あるいは記号が示してある。生物5は，赤色であったがこの方法では赤色の色素を分離することはできなかった。

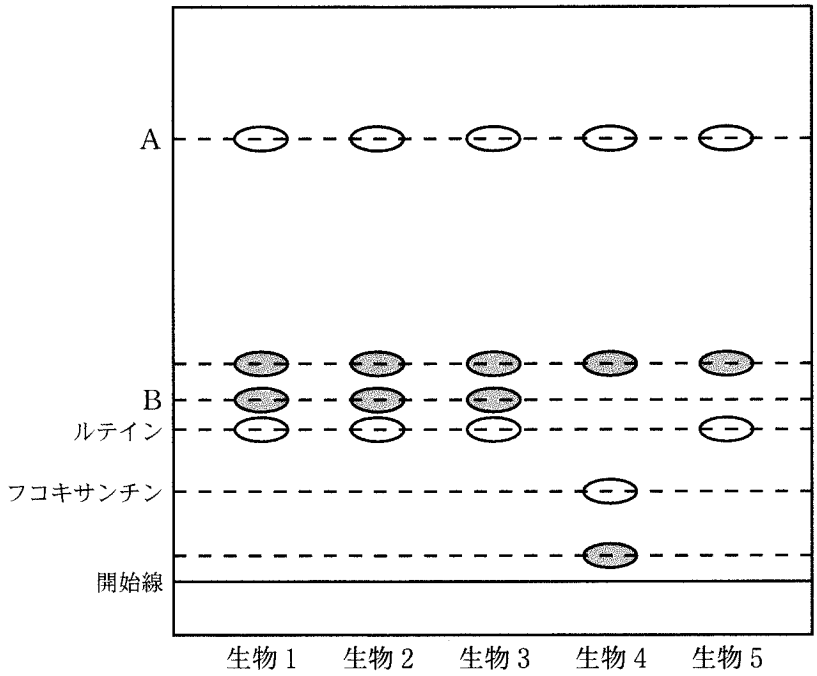


図1

問 1　生物 1 ～生物 5 の生物名としてふさわしいものを以下から選び，それぞれ番号で答えよ。

① ワカメ　② ゼニゴケ　③ ヤブツバキ　④ テングサ
⑤ アナアオサ　⑥ スギゴケ　⑦ ワラビ　⑧ シャジクモ

問 2　実験に用いた生物 1 ～生物 5 のうち，生物五界説において原生生物に分類されるものはどれか。全て選び，1 ～ 5 の番号で答えよ。

問 3　原点からの距離 A，B に位置する光合成色素の名称を以下から選び，それぞれ番号で答えよ。

① クロロフィル a　② クロロフィル b　③ クロロフィル c
④ カロテン

問 4　実験に用いた生物 4 は，進化の過程で，光合成を行う真核生物が別の真核生物の細胞内に取り込まれて共生した結果，生じた生物と考えられている。生物 4 のクロロフィルの組成と葉緑体の構造に関する説明で，最も適切なものを以下から一つ選び，番号で答えよ。

① クロロフィル a とクロロフィル c を含み，2 重の葉緑体膜を持つ。
② クロロフィル a とクロロフィル c を含み，4 重の葉緑体膜を持つ。
③ クロロフィル b とクロロフィル c を含み，4 重の葉緑体膜を持つ。
④ クロロフィル a のみを含み，4 重の葉緑体膜を持つ。
⑤ クロロフィル b のみを含み，2 重の葉緑体膜を持つ。
⑥ クロロフィル c のみを含み，4 重の葉緑体膜を持つ。

〔Ⅱ〕 草原の生物多様性に関する次の文章を読み，問１～問５に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

かつて草原は日本列島の各地に広がっていた。これらの草原の多くは，(a)草刈りや放牧，火入れなど人間活動により維持されてきたものであったが，草原に依存する(b)植物や昆虫など多くの生物種の生息地としても重要な役割を担っていた。しかし，近年は生活様式の変化や地域の過疎化・高齢化などにより，これらの管理がなされない草原が多くなり，草原は全国的に減少の著しい生態系の一つとなった。絶滅のおそれのある種を掲載したリストであるレッドリストには，草原に依存する草本植物やチョウなどが多く掲載されている。

このような状況から，いくつかの草原では生物多様性の保全を目的とした火入れや草刈りなどの管理が行われている。例えば，熊本県や長野県では火入れや草刈りを行うことにより，オオルリシジミ（絶滅危惧種のチョウ）の幼虫の食草であるクララやその成虫が花蜜を得ることのできる草本植物の生育に好適な環境が維持されている。(c)これらの草原では(d)オオルリシジミの個体数調査が継続して行われており，保全管理の効果が確かめられている。しかし，このような保全管理を行っている草原は全国的にはまだ限られており，(e)生息地の分断化や孤立化による草原依存種の絶滅が懸念される。

問１　下線部(a)に関して，火入れなど人為的な管理が行われないと，草原はどのような生態系に移行すると考えられるか，以下の①～④から一つ選び，番号で答えよ。

①　湿地生態系　　②　砂漠生態系　　③　森林生態系　　④　水田生態系

問２　下線部(b)に関して，ある場所に生息する異なる種の個体群の集まりを何と呼ぶか，その名称を答えよ。

問 3　下線部(c)に関して，チョウは植物の花から蜜を得る代わりに，植物の花粉を運ぶ役割を果たす。このように双方に利益をもたらす種間関係を以下の①～④の中から一つ選び，番号で答えよ。

① アブラムシとナミテントウ

② マングースとアマミノクロウサギ

③ ゾウリムシとヒメゾウリムシ

④ アブラムシとクロオオアリ

問 4　下線部(d)に関連して，ある草原内のチョウの個体数を推定するために以下の方法で 2 回の調査を行った。

1 回目の調査：草原内において 50 個体のチョウを捕獲し，各個体に標識を付け，同じ草原内に戻した。

2 回目の調査：1 回目の調査の 2 日後に，同じ草原内において 120 個体のチョウを捕獲したところ，10 個体に標識が確認できた。

(1) 草原内のチョウの個体数を計算し，数値で答えよ。ただし，1 回目と 2 回目の調査の間に草原内のチョウの個体数に増減はなかったものとする。

(2) このような個体数の推定方法は何と呼ばれているか，その名称を答えよ。

(3) 1 回目と 2 回目の調査の間に標識が消失した個体がいた場合，推定結果は実際の個体数に比べて，どのような値になると考えられるか，以下の①～③から一つ選び，番号で答えよ。

① 過大推定になる。

② 過小推定になる。

③ 過大推定にも過小推定にもならない。

問 5　下線部(e)に関して，生息地の分断化が生物の絶滅を招く原因として誤っているものを以下の①～④の中から一つ選び，番号で答えよ。

① 分断化した個体群では性比が偏りやすくなり，出生率が低下する。

② 分断化した個体群では近親交配が進み，近交弱勢によって繁殖力や生存力が低下する。

③ 分断化した個体群の遺伝的多様性が増加することで，環境の変化や新しい病原体に対応できる個体が少なくなる。

④ 個体数が少ないと天敵に襲われる確率が上がったり，繁殖成功率が下がったりする。

〔Ⅲ〕 ヒトの肝臓及び腎臓に関する次の文章を読み，問1～問4に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

動物にとって肝臓と腎臓はその生存に欠かせない重要な臓器である。肝臓は直径1～2 mmほどの円柱形の構造をした［ア］から構成され，［イ］という血管を通して胃や小腸からの血液が流れ込んでいる。肝臓の主なはたらきとして，「血糖値の調節」，「解毒作用」，「尿素の合成」などが挙げられる。肝臓に運搬されたグルコースの一部は［ウ］として肝細胞に貯蔵されるとともに，［ウ］は再度グルコースに分解されて血糖値を調節している。また，タンパク質やアミノ酸が代謝されると，細胞にとって有害な物質であるアンモニアが生成される。哺乳類などでは複雑な反応経路(オルニチン回路)により肝臓でアンモニアを毒性の低い尿素に変換しているが，鳥類などでは<u>アンモニアを尿酸に変換して排出</u>(a)している。また，腎臓の皮質には，毛細血管が絡まった構造の糸球体と，糸球体を包むような袋状の構造のボーマンのうがあり，糸球体とボーマンのうとを合わせて［エ］という。［エ］とこれにつながる細尿管は尿をつくる基本構造を構成しており，その名称を［オ］という。腎臓の主なはたらきは不要物を血液からろ過することである。また，腎臓は体内の水分量や塩類濃度の調節にも重要な役割を果たしているが，それらには体内の様々な<u>ホルモン</u>(b)が関与している。

問 1　文章中の［ア］～［オ］に適切な語句を記せ。

問 2　下線部(a)について，アンモニアを尿酸に変換して排出することの利点について，80字以内で記述せよ。

問 3　下線部(b)について，副腎皮質から放出されて腎臓に作用し，ナトリウムイオンと水の再吸収を促進させるホルモンの名称を答えよ。

問 4　健康なヒトにイヌリンを静脈注射した後に，血しょう・原尿・尿における各成分の濃度を測定したところ，表 1 の結果を得た。なお，尿は 1 分間に 1.20 mL 生成されたものとし，また，イヌリンはろ過されるが再吸収されないものとする。尿素の再吸収率(%)を答えよ(有効数字 3 桁)。

表 1

	血しょう	原尿	尿
タンパク質(mg/mL)	90.0	0	0
グルコース(mg/mL)	1.00	1.00	0
尿素(mg/mL)	0.400	0.400	25.0
イヌリン(mg/mL)	0.100	0.100	12.0

〔Ⅳ〕 生物の温度適応に関する次の文章を読み，問1と問2に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

魚類や昆虫などの変温動物の体温は環境温度に依存する。これらの生物はそれぞれの生息域における環境温度下で生育するため，特殊な成分(a)や各温度に適した反応系を保持する。また，生物が生命活動を営むのに必要な反応の多くは，生体内に存在する様々な酵素により行われる。酵素反応は，基質濃度や温度に大きく依存する(b)。そのため，例えば，温和な環境下に生育する生物が有する酵素(図1　酵素X)に比べ，高温環境下に生育する生物は高温でも機能する酵素(同　酵素Y)を保持している。このように，生物は分子レベルで適応することで，各環境温度下での生存を可能としている。

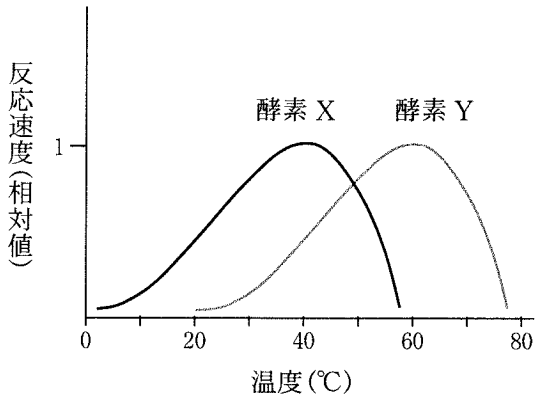


図1

問1　下線部(a)に関連して，下記の文章を読み，問に答えよ。

0℃を下回る環境に生息する一部の魚類や昆虫などは，体液の凍結を防ぐため「不凍タンパク質」を作る。これらの生物が有する不凍タンパク質の分子構造の例を図2に示す。いずれも平坦な面を分子内に有し，この領域が氷結晶に結合することで氷の成長を阻害する。図2に示した不凍タンパク質は，共通祖先タンパク質遺伝子に由来するものではなく，それぞれの系統で独立に生じたものであり，分子系統的な関連性はない。そのため，これらの不凍タンパク質は，分子レベルにおける［　ア　］の事例の一つと言える。

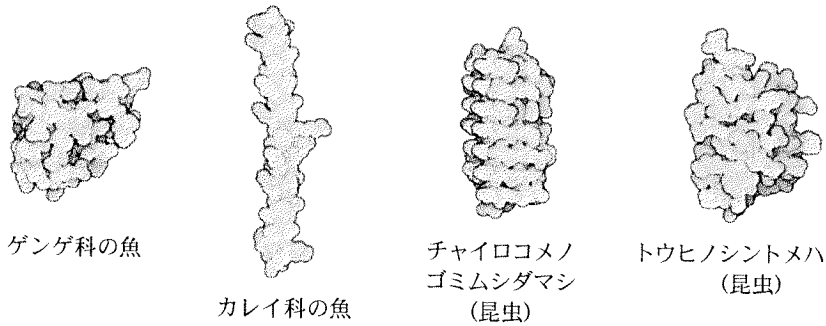


図 2 (「David Goodsell, Educational portal of PROTEIN DATA BANK, 2009」から改編)

ここで, [ア] に当てはまる用語を以下の①～④から, その個体レベルにおける関係の代表的な例を以下の⑤～⑧からそれぞれ一つ選び, 番号で答えよ。

① 中立進化　② 収れん進化(収束進化)　③ 適応放散　④ 共進化

⑤ ガラパゴス諸島に生息するダーウィンフィンチ類
⑥ フクロモモンガとアメリカモモンガ
⑦ ランの花と花蜜を吸うスズメガ
⑧ ハナアブとミツバチ

問 2 下線部(b)に関連して, 酵素 X(図 1)は基質 S に作用し, 反応生成物 P が生じる。ここで図 3 は基質 S の一定濃度条件下における時間と生成物 P 量との関係, 図 4 は酵素 X の一定濃度条件下における基質 S 濃度と反応速度との関係を表したグラフである。この反応系においては, 酵素・基質ともに十分量存在するものとする。

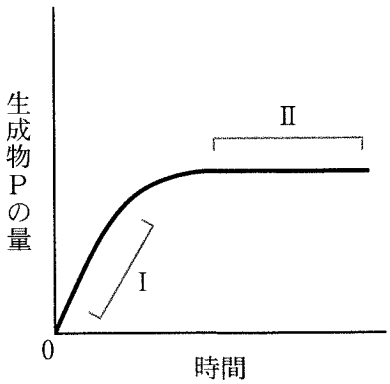


図3

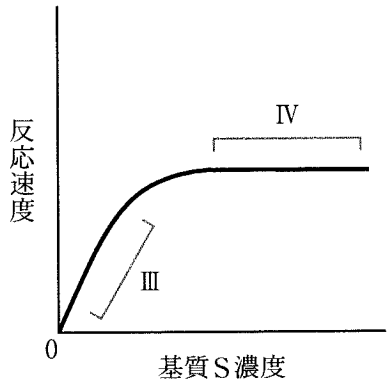


図4

(1) 図3及び図4のⅠ～Ⅳの範囲における酵素と基質との結合状態について，以下の①～④から正しいものを選び，それぞれ番号で答えよ。

① すべての酵素が基質と結合している。

② すべての酵素が基質と結合していない(酵素－基質複合体が存在しない)。

③ 横軸の値の増加にともない，基質と結合している酵素の量が増える。

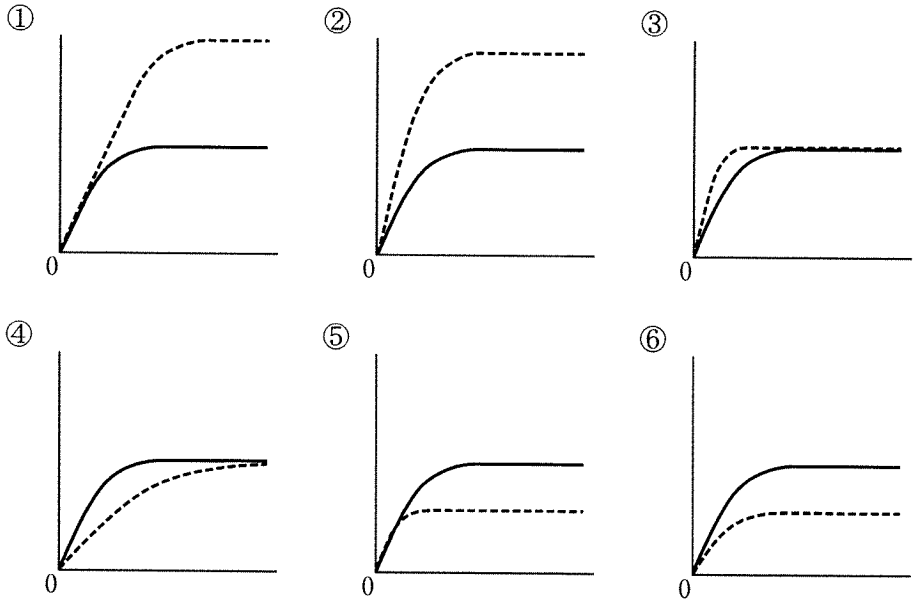
④ 横軸の値の増加にともない，基質と結合している酵素の量が減る。

(2) 図3及び図4に関連して，以下の条件(i)～(iii)を表すグラフを次の①～⑥から選び，それぞれ番号で答えよ。ただし，実線が元の反応系，点線が新たな条件における反応系を示すものとし，グラフの縦軸及び横軸は図3あるいは図4のものと同一とする。

(i) 図3において基質S濃度を2分の1とした。

(ii) 図3において反応温度を20℃から40℃に上昇させた。

(iii) 図4において反応温度を20℃から40℃に上昇させた。



(3) 酵素Xと酵素Y(図1)は同じ基質特異性を示す。ここで20℃条件下で酵素Xと酵素Yとを等量混合し，酵素混合液(A)を得た。この酵素混合液(A)について，下記の温度処理を連続的に行い，酵素混合液(B)～(E)を得た。

酵素混合液(B)：(A)の一部をとって，40℃条件下で十分に静置した。
酵素混合液(C)：(B)の一部をとって，さらに60℃条件下で十分に静置した。
酵素混合液(D)：(C)の一部をとって，さらに40℃条件下で十分に静置した。
酵素混合液(E)：(D)の一部をとって，さらに20℃条件下で十分に静置した。

次に，一定量の酵素混合液(A)～(E)のそれぞれに基質Sを添加し，各静置温度【(A) 20℃，(B) 40℃，(C) 60℃，(D) 40℃，(E) 20℃】における反応速度を測定した。ここで，酵素混合液(A)とおおよそ同じ反応速度を示した酵素混合液はどれか。(B)～(E)の中から一つ選び，記号で答えよ。

〔V〕 DNA に関する次の文章を読み，問 1 ～問 6 に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

遺伝情報を担う生体内の分子は DNA である。通常，長大な分子である DNA は，核内でヒストンと呼ばれるタンパク質(a)などと結合したクロマチンとして存在する。細胞分裂を行う場合には DNA の複製(b)が行われ，分裂後に生じる二つの細胞には全く同じ情報を持つ DNA が配分される。例外的に，ショウジョウバエやユスリカなどの幼虫のだ腺の細胞(c)では，ふつうの細胞の 100 倍以上にもなる大きさの染色体がみられる。このだ腺の染色体は，パフと呼ばれる膨らんだ部分やその位置の変化を顕微鏡で観察することができるため，発生の過程と DNA の関係を理解する上で有用な情報となった。

真核生物の体細胞の核には通常大きさがほとんど同じ DNA が 2 本ずつ存在する。有性生殖する生物では，これらは卵と精子それぞれの DNA に由来しており，その組み合わせが遺伝的多様性(d)を生み出している。なお，細胞分裂が行われるとき，DNA の複製の過程で突然変異(e)が起こり，疾病などの原因になることがある。

問 1　植物の場合は核以外にも独自の DNA を含む細胞小器官が 2 種類ある。それらの細胞小器官の名称を答えよ。

問 2　下線部(a)について，タンパク質のもつ一般的な特徴の説明として，以下のうち正しいものを全て選び，番号で答えよ。

① タンパク質は，単糖類が多数連結したものである。

② タンパク質には，必ず窒素が含まれる。

③ タンパク質は，四次構造をとることがある。

問 3　下線部(b)について，複製が行われる場合には通常 2 本鎖で存在する DNA はほどかれて半保存的複製が起きる。半保存的複製の仕組みに関する以下の説明のうち，誤りを含むものを一つ選び，番号で答えよ。

① DNA は，細胞周期の S 期に正確に複製される。

② ほどかれた 2 本の DNA 鎖の両方とも鋳型となり，DNA ポリメラーゼの作用によって元の反対側の鎖が合成される。

③ DNA のヌクレオチド鎖は，5' 側から 3' 側の方向にしか合成されない。

④ リーディング鎖では複数の短いヌクレオチド鎖が断続的に複製され，DNA リガーゼのはたらきによって連結される。

問 4　下線部(c)について，なぜ通常の細胞の 100 倍以上もの大きさの染色体ができるのか。考えられる理由として，最もふさわしいものを一つ選び，番号で答えよ。

① 細胞分裂が連続的に起こるため，大きな分子になる。

② 通常の DNA とは別の DNA が作られることにより，大きな分子になる。

③ DNA は複製されるが，細胞分裂が行われないため，大きな分子になる。

問 5　下線部(d)に関連して，有性生殖のときに遺伝的多様性をもたらす仕組みとして適切なものを全て選び，番号で答えよ。

① 配偶子の染色体の組み合わせが減数分裂のときにランダムに決まる。

② 減数分裂のときに，染色体の乗換えが起こる。

③ 植物では，重複受精が行われる。

④ 多数の精子と一つの卵が受精しない仕組みがある。

問 6　下線部(e)について，あるタンパク質のアミノ酸配列をコードするDNAの塩基配列の途中で1塩基が置き換わる突然変異が生じた場合，どのような影響が起こる可能性があるか。以下のうち，適切なものを全て選び，番号で答えよ。

① 塩基が置き換わっても，コドンが指定するアミノ酸は変化しない。

② 塩基が置き換わることによって，コドンが指定するアミノ酸が変化し，タンパク質の立体構造が変化する。

③ 塩基が置き換わることによって，コドンが指定するアミノ酸が変化し，mRNAがたくさん作られるようになる。

④ 塩基が置き換わることによって，コドンが終止コドンに変化し，短いタンパク質が合成される。

試験時間中に机の上に置いてよいもの

○　本学受験票

○　大学入学共通テスト受験票

○　配付した問題冊子等

○　黒鉛筆(和歌，格言等が印刷されているものは不可)

○　鉛筆キャップ

○　シャープペンシル

○　消しゴム

○　鉛筆削り(電動式，大型のもの，ナイフ類は不可)

○　時計(辞書，電卓，端末等の機能があるものや，それらの機能の有無が判別しにくいもの，秒針音のするもの，キッチンタイマー，大型のものは不可)

○　眼鏡

○　ハンカチ

○　目薬

○　ティッシュペーパー(袋又は箱から中身だけ取り出したもの)