

(2015年度)

2 生物問題 (60分)

(この問題冊子は18ページ，5問である。)

受験についての注意

1. 監督の指示があるまで，問題冊子を開いてはならない。
2. 試験開始前に，監督から指示があったら，解答用紙の右上の番号が自分の受験番号と一致することを確認し，所定の欄に氏名を記入すること。次に，解答用紙の右側のミシン目にそって，きれいに折り曲げてから，受験番号と氏名が書かれた切片を切り離し，机上に置くこと。
3. 監督から試験開始の指示があったら，この問題冊子が，上に記したページ数どおりそろっていることを確かめること。
4. 筆記具は，HかFかHBの黒鉛筆またはシャープペンシルに限る。万年筆・ボールペンなどを使用してはならない。時計に組み込まれたアラーム機能，計算機能，辞書機能などを使用してはならない。
5. 解答は，解答用紙の各問の選択肢の中から正解と思うものを選んで，そのマーク欄をぬりつぶすこと。その他の部分には何も書いてはならない。
6. マークをするとき，マーク欄からはみ出したり，白い部分を残したり，文字や番号，○や×をつけてはならない。
7. 訂正する場合は，消しゴムでていねいに消すこと。消しきずはきれいに取り除くこと。
8. 解答用紙を折り曲げたり，破ったりしてはならない。
9. 試験時間中に退場してはならない。
10. 解答用紙を持ち帰ってはならない。
11. 問題冊子，計算用紙は必ず持ち帰ること。

- 1 以下の問1～問5について、a)～e)のうちから正しいものを全て選べ。ただし、正しいものがない場合はf欄にマークせよ。

問1 細胞について

- a) 大腸菌のような原核細胞は核を持たないが、DNAは持つ。
- b) 原核細胞と真核細胞はともに細胞膜で包まれている。
- c) 真核細胞では、ミトコンドリアや細胞質基質には酵素があるが、核にはない。
- d) ミトコンドリアの膜は、リン脂質が2層になった膜1枚で構成されている。
- e) 真核細胞の核やミトコンドリアは光学顕微鏡で観察できる。

問2 ATPについて

- a) ATPの構成要素である糖は、RNAの構成要素である糖と同じである。
- b) ATPが利用される時には、リン酸と糖の間の結合が切れて多量のエネルギーが放出される。
- c) ATPはミトコンドリアだけでなく細胞質基質でも合成される。
- d) 代謝において、同化ではATPを合成し、異化ではATPを分解する。
- e) ATPはホタルが発光するためのエネルギーを供給する。

問3 光学顕微鏡による細胞の観察について

- a) 染色したタマネギの鱗片葉の細胞の中にリボソームが見える。
- b) 染色したタマネギの根端の細胞の中に凝縮した染色体が見える。
- c) オオカナダグモの葉の細胞の中で、葉緑体が移動するのが見える。
- d) 染色したヒトのほおの内側の細胞の中に核が見える。
- e) 染色したヒトの赤血球の中に核が見える。

問4 肝臓について

- a) 肝細胞が放出したグルコースは肝静脈に運ばれる。
- b) 肝細胞が放出した尿素は胆管に運ばれる。
- c) 肝細胞が取り込むグルコースは肝門脈から供給される。
- d) 肝細胞が必要とする酸素は肝門脈から供給される。
- e) 肝動脈を流れる血液と肝門脈を流れる血液は肝臓の中で合流する。

問5 免疫について

- a) 抗原抗体反応が起きなかった場合にアレルギーとなる。
- b) 抗体は抗原分子に結合してこれを分解する。
- c) ある種の白血球は細菌を食作用により細胞内に取り込む。
- d) 一度病気にかかると、その病原体に対する抗体が多量につくられ続けるためにその病気には再びかかりにくくなる。
- e) 白血球が関与しない免疫を、体液性免疫と呼ぶ。

2 血糖の調節に関する次の文章1と文章2を読み、以下の問6～問12に答えよ。

文章1 図1は血糖量の調節のしくみの一部を模式化したものである。(オ)と(カ)は神経、(キ)～(ケ)はホルモンを表す。斜線は器官や臓器を示している。

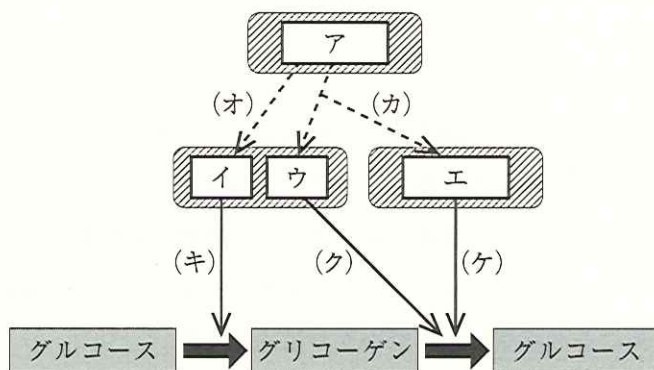


図1

問6 図1の ～ と(オ)～(ケ)にあてはまる語として最も適切なものを、それぞれの選択肢から選べ。

【 ～ の選択肢】

- a) 視床下部 b) 脳下垂体前葉 c) 脳下垂体後葉
- d) 肝臓 e) すい臓のA細胞 f) すい臓のB細胞
- g) 腎臓 h) 副腎皮質 i) 副腎髄質
- j) 甲状腺 k) 骨格筋

【(オ)と(カ)の選択肢】

- a) 感覚神経 b) 運動神経 c) 介在神経 d) 副交感神経
- e) 交感神経

【(キ)～(ケ)の選択肢】

- a) アドレナリン b) ノルアドレナリン c) インスリン
- d) グルカゴン e) 糖質コルチコイド f) 副腎皮質刺激ホルモン

問7 食事後1時間程度で活発になる神経と、量が増えるホルモンをa)～e)のうちから全て選べ。

- a) オ b) カ c) キ d) ク e) ケ

問8 アに関する記述として適切な文章を、a)～d)のうちから全て選べ。ただし、適切なものがない場合はe欄にマークせよ。

- a) チロキシンによりここでのホルモン分泌が抑制される。
b) ここにある神経分泌細胞の軸索が脳下垂体前葉にまで伸びている。
c) ここから成長ホルモンが分泌される。
d) ここから甲状腺刺激ホルモンが分泌される。

問9 ホルモンに関する記述として適切な文章を、a)～d)のうちから全て選べ。ただし、適切なものがない場合はe欄にマークせよ。

- a) ホルモンによる調節作用は、自律神経系に比べてすばやく短時間で働く。
b) ホルモンの結合により受容体が核に移行し、遺伝子発現を調節することがある。
c) ホルモンの中には細胞膜を通過できないものがある。
d) ホルモンは体液中を運ばれて標的細胞に作用する。

問10 血糖量の調節に関する記述として適切な文章を、a)～d)のうちから全て選べ。ただし、適切なものがない場合はe欄にマークせよ。

- a) すい臓のA細胞によるホルモン分泌は、結果としてすい臓のB細胞によるホルモン分泌を促進する。
b) タンパク質からのグルコース合成はアドレナリンによって促進される。
c) すい臓のB細胞は、血糖量の上昇を感知できる。
d) 脳下垂体は、血糖量の上昇を感知できる。

文章2 図2はA～Cの3人の血液中の血糖量とインスリン量の食事後の変化を示している。1人は健康なヒト、他の2人は血糖調節に異常を持つヒトである。

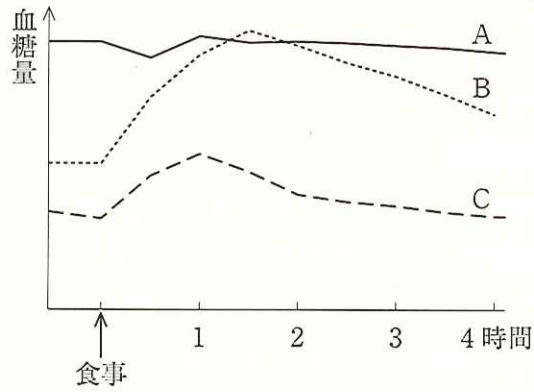


図2

問 11 A～Cのヒトについての説明として最も適切なものを，a)～d)のうちからそれぞれ1つずつ選べ。ただし，重複して選んでもよい。

- a) 健康なヒト
- b) インスリンの分泌に異常があるために血糖量が低下しにくいヒト
- c) インスリン分泌の低下により，血糖値が低く保たれているヒト
- d) 身体各組織でのインスリンの感受性が低下しているヒト

問 12 BとCのヒトに関する記述として適切なものを，a)～d)のうちから全て選べ。ただし，適切なものがない場合はe欄にマークせよ。

- a) Bが食事後4時間で再度，同様の内容の食事を摂った場合，その2時間後(最初の食事から6時間後)の血糖量は図2のBの2時間の値より高くなる。
- b) Cが食事後4時間で再度，同様の内容の食事を摂った場合，血糖量の変化は図2のCのグラフと同様になる。
- c) Cにインスリンを投与しても血糖量は変化しない。
- d) Bにインスリンを投与した場合，血糖量が図2のBの食事前よりも低くなる可能性がある。

3 体液に関する次の文章を読み、以下の問 13～問 18 に答えよ。

文章 多細胞動物では、大部分の細胞は外部環境と直接接触していない。それらの細胞は体液とよばれる液体に浸っている。脊椎動物の場合、体液は、血液、組織液、リンパ液に分けられる。血液は液体成分(血しょう)⁽¹⁾に赤血球、白血球、血小板などの有形成分が浮遊したものである。血しょうの主成分は水であり、それに ①, ②, 無機塩類などが溶けている。細胞で生じた老廃物は、血しょうに溶けて腎臓へ送られて、尿として排出される。

ほ乳類の腎臓には、肝臓で作られた ③ などの老廃物の他、余分な水分や無機塩類を尿として排出するしくみがある。腎臓が行う最初の作業は、血しょう成分の大半を糸球体からボーマンのうにこし出して原尿を作ることである。原尿は細尿管へ送られ、ここを通過する際に水分やその他の多くの成分は周囲の毛細血管に再吸収される。水分は細尿管に続く集合管でもさらに再吸収され、残りが尿となる。細尿管におけるナトリウムの再吸収とカリウムの排出は ア から分泌される鉱質コルチコイドによって促進される。また、集合管での水分の再吸収は、 イ から分泌される ウ によって調節される。これらのホルモンは体液の浸透圧を調節するための大切な役割を担っている。この他に、 エ から分泌されるホルモンであるパラトルモンは、細尿管におけるカルシウムの再吸収を促進する働きがあり、カルシウムの血中濃度を一定に保つために貢献している。クレアチニンや ③ などの老廃物は再吸収されにくく、細尿管で高濃度⁽²⁾に濃縮され、尿の成分となって体外に排出される。

問13 表1は文章中の①～③に示した成分の、血しょう、原尿、尿中における濃度を表している。①～③にあてはまる物質名を下の選択肢a)～f)のうちからそれぞれ1つずつ選べ。

表1 血しょう、原尿、尿中の成分の比較(一部の成分は省略してある)

成分	濃度(質量%)		
	血しょう	原尿	尿
①	7～9	0	0
②	0.10	0.10	0
③	0.03	0.03	2.0
ナトリウム	0.32	0.32	0.35
カリウム	0.02	0.02	0.15
カルシウム	0.008	0.008	0.015
塩素イオン	0.37	0.37	0.6
クレアチニン	0.001	0.001	0.08

【選択肢】

- a) 尿酸 b) 脂質 c) タンパク質
d) アンモニア e) 尿素 f) グルコース

問14 , , にあてはまる適切な語をa)～h)のうちからそれぞれ選べ。ただし、適切なものがない場合はi欄にマークせよ。

- a) 脳下垂体前葉 b) 脳下垂体後葉 c) 甲状腺
d) 副甲状腺 e) 副腎皮質 f) 副腎髄質
g) すい臓のA細胞 h) すい臓のB細胞

問 15 にあてはまる適切な語を a) ~ g) のうちから選べ。ただし、適切なものがない場合は h 欄にマークせよ。

- a) アドレナリン b) インスリン c) グルカゴン
- d) バソプレシン e) 成長ホルモン f) チロキシン
- g) 糖質コルチコイド

問 16 下線部(1)の血液、組織液、リンパ液についての記述として最も適切なものを a) ~ d) のうちから選べ。ただし、適切なものがない場合は e 欄にマークせよ。

- a) 血しょうの一部が毛細血管からもれ出て組織液となる。組織液の一部は毛細リンパ管に入りリンパ液となる。
- b) 血しょうの一部が毛細血管からもれ出した液と、リンパ液の一部が毛細リンパ管からもれ出した液が混ざり、組織液となる。
- c) 毛細リンパ管からもれ出したリンパ液が組織液となり、組織液の一部は毛細血管に入り血液となる。
- d) 血しょうの一部が毛細血管からもれ出てそのまま毛細リンパ管に入りリンパ液となる。さらに毛細リンパ管からもれ出たリンパ液が組織液となる。

問 17 のホルモンについての記述として適切なものを a) ~ d) のうちから選べ。

- a) 塩分を過剰に摂取すると分泌が増え、尿の量が増える。
- b) 塩分を過剰に摂取すると分泌が増え、尿の量が減る。
- c) 塩分を過剰に摂取すると分泌が減り、尿の量が増える。
- d) 塩分を過剰に摂取すると分泌が減り、尿の量が減る。

問 18 下線部(2)の記述にあるように、クレアチニンは糸球体でろ過された後、細尿管ではほとんど再吸収されない。原尿中のクレアチニンがそのまま濃縮されて尿中に排出されるとした場合、1日の尿量が1.8Lのときの原尿の量(糸球体でろ過される血しょうの量)は1日何Lか。表1の値を利用して計算し、最も近い値をa)～g)のうちから選べ。

- a) 500 b) 400 c) 300 d) 150 e) 75 f) 50
g) 15

4 遺伝子に関する次の文章を読み、以下の問 19～問 26 に答えよ。

文章 ヒトの 1 組の染色体(ゲノム)を構成する DNA には、約 の塩基対が含まれている。「ヒトゲノム計画」は、ヒトのゲノム DNA の全塩基配列を決定して、さらにはその中にどのような遺伝子を書き込まれているかを明らかにしたものである。その結果、ゲノム DNA には、約 個の遺伝子の情報が書き込まれていると推定されている。遺伝子は、ゲノム DNA 上にとびとびに存在していて、タンパク質のアミノ酸配列を指定している部分⁽¹⁾はゲノム DNA の塩基配列全体の 1% 程度と言われている。ヒトのゲノム DNA の塩基配列は、個人個人でわずかに違い、 %ほどの個人差があると言われている。このような差は、遺伝病を引き起こしたり、病気のかかりやすさ、薬の効きやすさなどのさまざまな個人の性質⁽²⁾にかかわっていると予想されている。

問 19 にあてはまる最も適切な数値を、a)～d)のうちから選べ。
a) 3 千万 b) 3 億 c) 30 億 d) 120 億

問 20 にあてはまる最も適切な数値を、a)～d)のうちから選べ。
a) 200 b) 2 千 c) 2 万 d) 20 万

問 21 にあてはまる最も適切な数値を、a)～d)のうちから選べ。
a) 0.001 b) 0.01 c) 0.1 d) 1

問 22 文章中の下線部(1)に関する記述として適切なものを、a)～c)のうちから全て選べ。ただし、適切なものがない場合は d 欄にマークせよ。
a) 塩基 4 個の並び順が 1 つのアミノ酸を指定している。
b) この部分の配列情報を写し取った伝令 RNA が合成される。
c) この部分にリボソームが結合してタンパク質が合成される。

- 問 23 個体間のゲノム DNA の塩基配列の違いが、どのように個人の性質(文章中の下線部(2))にかかわるかを述べたものとして適切なものを、a) ~ d)のうちから全て選べ。ただし、適切なものがない場合は e 欄にマークせよ。
- a) ある酵素のアミノ酸配列情報を持つ DNA 領域の塩基配列に違いがあると、その酵素の活性が低下する場合がある。
 - b) 貧血や循環器障害を引き起こす遺伝病である鎌状赤血球症は、ヘモグロビン遺伝子の 1 個の塩基が置き換わることで起こる。
 - c) DNA は遺伝情報であるので、ゲノム DNA のどの塩基配列に違いがあっても、その違いは、必ず個人の性質の違いに反映される。
 - d) あるタンパク質のアミノ酸配列情報を持つ DNA 領域の塩基が 1 つ欠失していると、その塩基が指定しているアミノ酸 1 つが欠失しているタンパク質ができあがる。

- 問 24 ある生物から DNA を取り出してきて、その塩基組成を調べるとアデニン(A)の比率が 28 % であることが分かった。その DNA のグアニン(G)の比率として最も適切な数値を、a) ~ e)のうちから選べ。ただし、適切なものがない場合は f 欄にマークせよ。
- a) 18 % b) 22 % c) 24 % d) 28 % e) 36 %

- 問 25 ヒトの体細胞の核にある染色体は、通常 46 本である。1 本の染色体に含まれる DNA は、切れ目のないひと続きの DNA 分子である。(ア)~(ウ)のヒトの細胞の核に含まれている DNA 分子の数として最も適切なものを、a) ~ e)のうちからそれぞれ選べ。ただし、適切なものがない場合は f 欄にマークせよ。
- (ア) ヒトの G_2 期の細胞
 - (イ) ヒトの G_1 期の細胞
 - (ウ) ヒトの精子
- a) 23 b) 46 c) 69 d) 92 e) 138 (数字は分子の個数)

問 26 染色体に関する記述として適切なものを， a) ～ c) のうちから全て選べ。ただし，適切なものがない場合は d 欄にマークせよ。

- a) 染色体では，ヒストンと呼ばれるタンパク質に DNA が巻き付いている。
- b) 体細胞分裂の過程で，凝縮した染色体が G_2 期から M 期にかけて観察される。
- c) ショウジョウバエやユスリカの幼虫のだ腺の細胞には，ふつうの細胞の染色体に比べて巨大な染色体が観察される。

- 5 血液による酸素と二酸化炭素の運搬に関する次の文章を読み、以下の問 27～問 33 に答えよ。

文章 ヒトの心臓は 1 分間に約 5 L の血液を送り出している。血液には 100 mL あたり約 15 g のヘモグロビンが含まれている。ヘモグロビン 1 g が結合する酸素の量は、気体に換算して最大約 1.3 mL になる。図 1 は、血しょう中の酸素濃度と酸素ヘモグロビンの割合の関係を表している(酸素解離曲線と呼ばれる)。グラフ中の A は肺における曲線、B は酸素を消費する組織(以下、組織と呼ぶ)における曲線である。肺での血しょう中の酸素濃度を 100 % とすると、組織での血しょう中の酸素濃度は 40 % である。一方、二酸化炭素は動脈血には 1 L あたり、気体に換算して約 480 mL 含まれている。

(注)以下の問の計算では、ヘモグロビンには結合せず血しょう中に物理的に溶解している酸素の量は無視できるものとする。

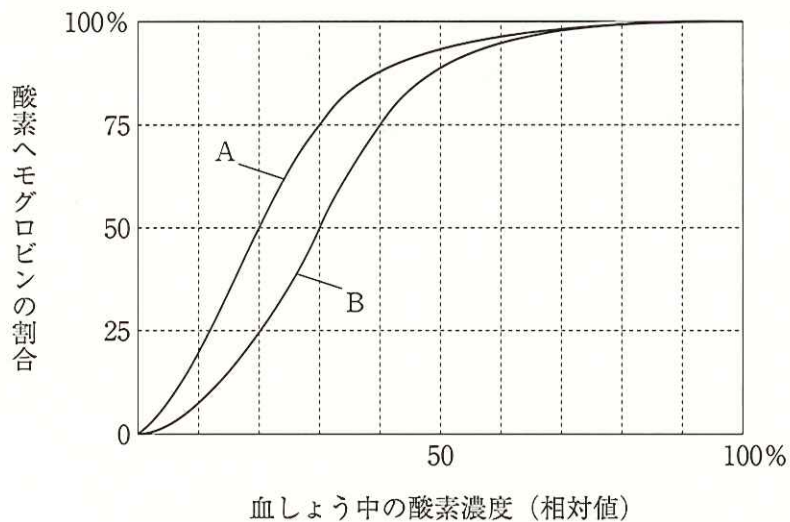


図 1

問 27 ヘモグロビンについての記述として適切なものを a) ~ e) のうちから全て選べ。ただし、適切なものがない場合は f 欄にマークせよ。

- a) 肝細胞で合成される。
- b) 腎臓で分解される。
- c) 血液凝固反応を促進する。
- d) 血しょうに含まれる。
- e) アミノ酸を主要な構成成分としている。

問 28 1 分間に肺から血液によって送りだされる酸素は、気体に換算して何 mL になるか。文章中の数字から計算し、一の位を四捨五入して下の と にあてはまる数字をマークせよ。空欄となる四角には 0 をマークせよ。

毎分約 0 mL
百の位 十の位 一の位

問 29 1 分間に組織で消費される酸素は、気体に換算して何 mL になるか。図 1 のグラフを用いて計算し、最も近い値を a) ~ k) のうちから 1 つ選べ。

- a) 100 b) 150 c) 200 d) 250 e) 300 f) 350
- g) 400 h) 450 i) 500 j) 550 k) 600

問 30 仮に組織で消費される酸素が全てグルコースの分解に使われ、グルコースは全て二酸化炭素と水になると仮定すると、静脈血 1 L に含まれる二酸化炭素量はいくらになるか。二酸化炭素量は気体の体積に換算した値を求めよ。1 分間に組織で消費される酸素の量は問 29 で選んだ値を用いよ。なお、グルコースの分子式は $C_6H_{12}O_6$ である。また、同じ分子数の気体は酸素も二酸化炭素も同じ体積を占めるものとする。答えは一の位を四捨五入し、下の と にあてはまる数字をマークせよ。空欄となる四角には 0 をマークせよ。

1 L あたり約 0 mL
 百の位 十の位 一の位

問 31 激しい運動時には、筋肉において酸素を消費せずにグルコースを分解してエネルギーを取り出す反応が行われる。解糖と呼ばれるこの反応を表した式として、最も適切なものを a) ~ f) のうちから 1 つ選べ。ただし、適切なものがない場合は g 欄にマークせよ。

- a) グルコース 1 分子 → エタノール 2 分子 + エネルギー
- b) グルコース 1 分子 → エタノール 2 分子 + 二酸化炭素 2 分子 + エネルギー
- c) グルコース 1 分子 → 乳酸 2 分子 + エネルギー
- d) グルコース 1 分子 → 乳酸 2 分子 + 二酸化炭素 2 分子 + エネルギー
- e) グルコース 1 分子 → ピルビン酸 2 分子 + エネルギー
- f) グルコース 1 分子 → ピルビン酸 2 分子 + 二酸化炭素 2 分子 + エネルギー

問 32 運動時には筋肉での酸素消費が6倍に増え、心臓が送り出す血液量は1分間に15Lに増える。この状態で血液が筋肉の酸素消費を満たす量の酸素を運搬しているとすると、筋組織での血しょう中酸素濃度は図1の相対値で表すと何%になっていると考えられるか。図1のグラフを用いておよその値を求め、最も近い値をa)～e)のうちから選べ。

- a) 25% b) 30% c) 35% d) 40% e) 45%

問 33 胎盤では、酸素は母体のヘモグロビン(成体型ヘモグロビン)から胎児のヘモグロビン(胎児型ヘモグロビン)に受け渡される。また、筋肉では、酸素はヘモグロビンから筋細胞内にあるミオグロビンと呼ばれるタンパク質に受け渡される。成体型ヘモグロビン、胎児型ヘモグロビンおよびミオグロビンについて、同じ条件下で酸素解離曲線を描いたのが図2である。成体型ヘモグロビンの曲線がcである。胎児型ヘモグロビンとミオグロビンの曲線はどれか。下の オ と カ にあてはまる曲線を図2のa～eのうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを選んでもよい。

胎児型ヘモグロビンの曲線 オ
 ミオグロビンの曲線 カ

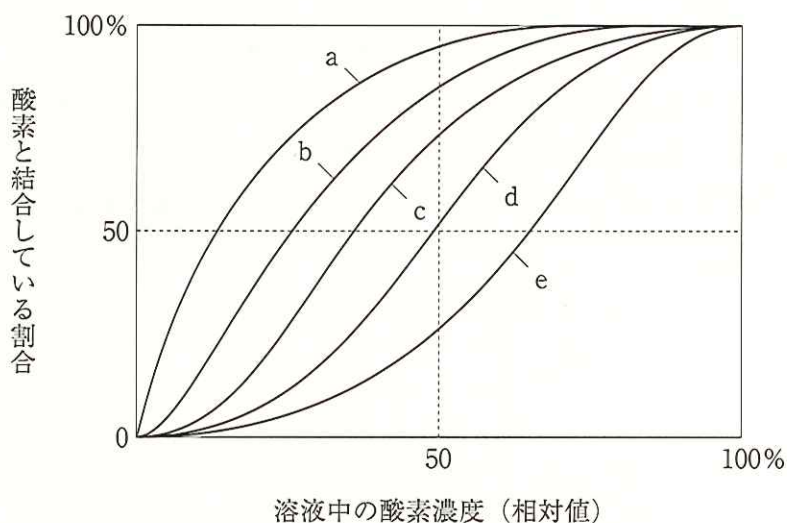


図 2



