

2022年10月入学者選抜試験

2023年4月入学者選抜試験

修士課程（博士前期課程）

入学試験問題

（専門科目）

<解答上の注意>

- 出題された12の設問から3設問を選び、解答すること  
（解答する3設問はどの系の科目から選択してもよい）
- 解答する設問ごとに1枚の答案用紙を使用すること  
（答案用紙が足りなければ裏面を使用すること）
- 答案用紙ごとに受験番号、科目名、氏名を明記すること
- 答案用紙ごとに解答する設問番号を明記すること

北海道大学

大学院環境科学院 生物圏科学専攻

## 設問番号 1 (フィールド科学系科目)

次の文章をよく読み、以下の問に答えなさい。

ほとんどすべての動物は ( A ) を<sup>(a)</sup>消化する酵素をもっていない。( A ) は構造 ( B ) と呼ばれる構造物質であり、植物の主な成分である。<sup>(b)</sup>ある種の動物の消化管には ( C ) がすみ、宿主が消化しうる物質に ( A ) を変換する。腸内の ( C ) が宿主の代謝に機能をもつもう一つの例が ( D ) の合成である。( D ) は血液の凝固に必要であるが、<sup>(c)</sup>鳥類はこのような腸内 ( C ) を欠くので、<sup>(d)</sup>食物から ( D ) を摂取しなければならない。

問 1. ( A ) ~ ( D ) に入る語句を答えなさい。

問 2. 下線部(a)について、哺乳類の胃から分泌される消化酵素とホルモンの働きについて、200 字程度で説明しなさい。

問 3. 下線部(b)のひとつに反芻動物があげられるが、その消化管の特徴について 200 字程度で説明しなさい。

問 4. 下線部(c)の鳥類が持つ<sup>そのう</sup>嗉嚢の役割と、胃の特徴について、哺乳類との違いから 200 字程度で説明しなさい。

問 5. 下線部(d)について、動物が自身ではつukれないが、健康のため必要な物質を何というか答えなさい。また、ヒトにとってのそれについて例を 2 つあげ、それぞれ十分に供給されない場合の欠乏症を答えなさい。

## 設問番号 2 (フィールド科学系科目)

窒素に関する以下の文を読み、問に答えなさい。

### 1) 農業における環境負荷について

窒素は、(a)肥料として重要な三大元素の一つである。自然界では、根粒菌などにより空気中の  $N_2$  が固定化され、生態系内を循環する。また、ハーバー・ボッシュ法による人工的なアンモニア合成により、窒素肥料など様々な用途で利用されている。

過剰に合成された窒素化合物は、大気汚染物質や温室効果ガスである (1) やアンモニアとして大気中に放出され、自然界に多大な影響を及ぼす。(b)農業生産における地球温暖化対策として、 $CO_2$  とともに (1) や水田や家畜からの (2) の放出量の削減が重要である。

問 1. 下線部 (a) について、三大元素のうち窒素以外の二元素を答えなさい。

問 2. (1) および (2) に入る語句を答えなさい。

問 3. 下線部 (b) について、作物生産における温室効果ガスの削減手法について考察し、200 字程度にまとめなさい。

### 2) アミノ酸・タンパク質について

窒素はタンパク質の主要構成元素である。生物が持っているタンパク質は多様な構造をしており、多くの機能を持っている。しかしながら、(c)タンパク質はわずか 20 種類のアミノ酸が連なった集合体にすぎない。

問 4. 下線部 (c) について、生物を構成するアミノ酸から、極性アミノ酸、非極性アミノ酸、芳香族アミノ酸をそれぞれ 1 つあげなさい。

問 5. 下線部 (c) について、アミノ酸の結合方法の概要を下記のキーワードを用いて 200 字程度にまとめなさい。

キーワード：脱水結合、ジスルフィド結合、極性、電荷

### 設問番号 3 (フィールド科学系科目)

以下の文を読んで問 1 – 5 に答えなさい。

生物多様性の 3 要素とは(a)種多様性, (b)遺伝的多様性, (c)生態系多様性のことを指す. 野生植物の多様性に対する危機は増大しており, 日本の野生維管束植物種の約 25%がレッドリスト(環境省, 2020 年)に記載されている. その絶滅の危機を高めている要因としては, 開発による(a)生育地の分断・消失, 乱獲, 草食動物による採食圧の増大などがある. ある絶滅危惧植物の個体群が(突発的な環境変動などがない条件下で)増減するか安定しているかを推定するためには, 個体群の年齢構成をもとに(c)生命表を作成する方法がある.

問 1. 下線部 (a) に関連して, 大面積の生育地がいくつかの小面積に区画されている場合のそれぞれの種数を例に,  $\alpha$  多様性,  $\beta$  多様性,  $\gamma$  多様性がどのように求められるか 80 字程度で説明しなさい.

問 2. 下線部 (b) について, 遺伝子多様度は各遺伝子座における対立遺伝子の多様さを示し, ヘテロ接合体頻度によって定量化される. ランダム交配時のヘテロ接合体頻度の期待値 ( $H_e$ ) を, 対立遺伝子  $i=1\sim n$  の頻度  $p_i$  を用いて式に表しなさい. また, ヘテロ接合体頻度の観察値が期待値と乖離する要因となる現象を複数挙げ 80 字程度で説明しなさい.

問 3. 下線部 (c) は二つの側面から評価される. これを 80 字程度で説明しなさい.

問 4. 下線部 (d) の生育地の分断により, 個体群が遺伝的に劣化する機構を次の 2 つの用語を用いて 100 字程度で説明しなさい.

- ・劣性(潜性)有害対立遺伝子
- ・弱有害突然変異

問 5. 下線部 (e) から個体群の純増加率  $R_0$  をどのように求めるか, 以下の 2 つの用語を解説しながら 100 字程度で説明しなさい. なお添え字の  $x$  は年齢を示す.

- ・年齢別相対個体数  $l_x$
- ・年齢別出生率  $m_x$

## 設問番号 4 (フィールド科学系科目)

問 1. 植物の交雑と倍数性に関する以下の問いに答えなさい.

- (1) 同一植物種の二倍体と四倍体を交雑してできる雑種個体の倍数性を答えなさい.
- (2) (1)の交雑の時, 二倍体を花粉親にした時にできた雑種個体と, 四倍体を花粉親にした時にできた雑種個体の遺伝学的な違いを述べなさい.
- (3) (1)でできた雑種個体の花粉を調べると, 発芽能力がないことがわかった. 花粉の発芽能力がない要因として考えられることを述べなさい.
- (4) 二倍体の植物から四倍体を作成する方法を述べなさい.
- (5) 二倍体の植物から一倍体を作成する方法を述べなさい.

問 2. 次の用語を説明しなさい.

1. 異数体
2. 異質倍数性・同質倍数性
3. 重複受精
4. 遺伝子の水平伝搬

## 設問番号 5 (生命科学系科目)

以下の文章を読み、設問に答えなさい。

真核生物の細胞内膜系には、核膜、小胞体、ゴルジ体、リソソーム、小胞、エンドソーム、そして ( ① ) 膜が含まれるが、各々の膜系は、まったく独立に存在するのではなく、お互いに連携しながら機能する。細胞内膜系の大半は、小胞体で占められており、生体化合物の合成、膜タンパク質・分泌タンパク質の加工や輸送に加えて、情報伝達物質である ( ② ) イオンの貯蔵や放出にも、中心的な役割を果たす。⑥小胞体には、構造的に異なる2つの領域が存在するが、表面にリボソームが散在するものを ( ③ ) 面小胞体、ほとんど付着のないものを ( ④ ) 面小胞体と呼び、これらは生体化合物の生産において、異なる働きをする。

⑥小胞体で作られた化合物は、輸送小胞によりゴルジ体に運ばれて、糖鎖の付加などの化学修飾を受ける一方、中には小胞体内に留まるものもある。ゴルジ体は、扁平な袋状構造の重なりとして存在するが、小胞体からの受け入れ側を ( ⑤ ) 面、分泌小胞を送り出す側を ( ⑥ ) 面と呼ぶ。ゴルジ体で完成した化合物は、分泌小胞の中に蓄えられた後に、最終的に細胞外や目的の場所に運ばれる。細胞内膜系の正常な働きは、生体の恒常性維持に必須であり、厳しい細胞ストレスに晒されると、特有の機能不全に陥る。特に小胞体へのストレスでは、変性タンパク質の蓄積が観察され、これが長引くと、やがては細胞死に至ることから、様々な疾患との関係も指摘されている。⑥小胞体ストレスを感知した細胞は、(1)新規タンパク質の翻訳抑制、(2)分子シャペロンの増強、(3)プロテアソーム経路の活性化、を誘導して、定常状態への回復を試みる。

問 1. 空欄 ( ① ) ~ ( ⑥ ) に入る、最も適切な語句を答えなさい。

問 2. 同じ細胞小器官でも、ミトコンドリアと葉緑体は、他の細胞内膜系と区別される場合が多い。その理由を 100 字程度で述べなさい。

問 3. 下線部⑥について、2つの構造の異なる小胞体の働きの違いを 100 字程度で説明しなさい。

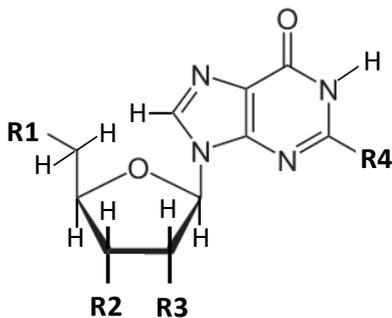
問 4. 下線部⑥について、下の文章は、あるタンパク質の 1 次構造の特徴を説明したものである。小胞体内腔に留まる可能性がもっとも高いと思われる特徴を 1 つ選びなさい。

- a) N 末端に 5-10 個の疎水性アミノ酸を中心とするシグナルペプチドをもつ
- b) 分子内に生体膜を 7 回貫通する疎水性のヘリックス構造をもつ
- c) C 末端に K-D-E-L の 4 つのアミノ酸を中心としたシグナル配列をもつ
- d) 分子内に P-P-K-K-K-R-K-V の塩基性アミノ酸に富んだシグナル配列をもつ
- e) 分子内に N-X-S/T の糖鎖付加部位をもつ

問 5. 下線部©について、変性タンパク質が蓄積した、小胞体ストレスからの回復の仕組みを、本文で示した 3 つの応答反応の具体的な働きを含めて、200 字程度で説明しなさい。

## 設問番号 6 (生命科学系科目)

問 1. 下の図はデオキシグアノシン 3 リン酸の構造を描いたものである。R1～R4 に当てはまる「基」としてもっとも適当なものを (a)–(f) から選びなさい。なお、同じ「基」を複数回使ってもよい。



- |             |                     |
|-------------|---------------------|
| (a) $-H$    | (d) $-NH_2$         |
| (b) $-OH$   | (e) $-SH$           |
| (c) $-CH_3$ | (f) $-P_3O_{10}H_4$ |

問 2. 以下の文章のうち、正しいものをすべて選びなさい。

- (1) DNA プライマーは DNA 複製の際のラギング鎖の伸長反応に必須である。
- (2) RNA エディティングは原核生物にのみ存在する。
- (3) 真核生物の mRNA の 5' 端にはメチル化された GTP が付加されている。
- (4) リボソームの大サブユニットも小サブユニットも RNA を含む。
- (5) リボソームでの翻訳の終了時、ナンセンスコドンには tRNA が結合しない。

問 3. ニーレンバーグらは大腸菌を破碎し、その破碎液に ATP やアミノ酸などに加えて人工合成した RNA を添加すると、その破碎液は無細胞翻訳系として機能し、ポリペプチドが合成されることを発見した。さらにコーナらは無細胞翻訳系に 2 つの塩基の繰り返し、もしくは、3 つの塩基の繰り返しの人工合成 RNA を加えることで、コドンの解読を進めた。コドンが 3 つの塩基で指定されることを前提に、下記の実験 1 から実験 3 の結果に基づいて、次の問いに答えなさい。

[実験 1]

GU の繰り返し配列 (GUGUGU…) を RNA として合成し、上述の無細胞翻訳系に加えるとシステイン (Cys) とバリン (Val) が交互に繰り返されたポリペプチドが合成された。

[実験 2]

GGU の繰り返し配列 (GGUGGUGGU…) を RNA として合成し、上述の無細胞翻訳

系に加えると、グリシン (Gly) のみからなるポリペプチドと、バリン (Val) のみからなるポリペプチド、さらにトリプトファン (Trp) からなるポリペプチド、と 3 種類のポリペプチドが合成された。

[実験 3]

AUG の繰り返し配列 (AUGAUGAUG…) を RNA として合成し、上述の無細胞翻訳系に加えると、メチオニン (Met) からなるポリペプチドとアスパラギン酸 (Asp) からなるポリペプチドの、2 種類のみが合成された。

- (1) 上述の実験系で破碎液にアミノ酸だけでなく ATP も添加する理由について、「tRNA」という言葉を用いて 200 字以内で答えなさい。
- (2) 実験 1 と実験 2 の結果に基づいて、システインをコードするコドンとバリンをコードするコドンをそれぞれ 1 つずつ答えなさい。
- (3) 実験 1 と実験 2 の結果に基づいて、トリプトファンをコードする可能性のあるコドンを 2 つ答えなさい。
- (4) 実験 2 で 3 種類のポリペプチドが合成されたのに対し、実験 3 で 2 種類のポリペプチドのみが合成されたのはなぜか、可能性が高いと考えられる理由を 100 字以内で 2 つ記載しなさい。

## 設問番号 7 (生命科学系科目)

問 1. 以下の文章は、細胞結合に関して述べたものである。説明文をよく読み、空欄 ( a ) ~ ( j ) に適切な語句を、以下の ① ~⑩ から選んで入れなさい。

多細胞生物の細胞が相互作用する際の基本は、細胞どうしの連結である。細胞の連結はその機能に応じて ( a ) 結合、( b ) 結合、( c ) 結合の大きく 3 つに分類される。

( a ) 結合は、隣接した細胞の細胞膜をぴったりとシート状にくっつけて、低分子物質でも細胞間に漏れるのを防いでいる。これによって細胞のシートは器官のなかで障壁の役割を果たし、分子を一方あるいは他方の細胞にとどめておく。

( b ) 結合にはいくつかのタイプがある。デスモソームとよばれる結合は、隣り合った細胞どうしの ( d ) をつなぎ合わせるのに対して、ヘミデスモソームは、上皮細胞を ( e ) に固定する。( f ) とよばれるタンパク質はそのほとんどが 1 回貫通型タンパク質であるが、この分子が細胞間の結合の役割を果たす。また、接着結合とよばれる結合では、細胞のアクチン繊維が隣の細胞のアクチン繊維や細胞外マトリックスと結合する。この結合で働く連結タンパク質は ( g ) とよばれる細胞膜受容体の大きなスーパーファミリーに属し、細胞外マトリックスのタンパク質部分に結合する。

( c ) 結合では 2 つの細胞の細胞質をつなぐ連結が成立し、低分子物質やイオンを一方から他方へと通すものである。この細胞間の通路を、動物細胞ではギャップ結合、植物細胞では ( h ) とよぶ。

植物細胞の ( h ) は動物とは異なった構造になっている。それは植物細胞が、( i ) などの多糖類に富んだ頑丈な ( j ) に閉じ込められているためである。

- |            |         |             |
|------------|---------|-------------|
| ① : カドヘリン  | ② : 細胞壁 | ③ : 原形質連絡   |
| ④ : 細胞骨格   | ⑤ : 基底膜 | ⑥ : 密着 (閉塞) |
| ⑦ : インテグリン | ⑧ : 固定  | ⑨ : セルロース   |
| ⑩ : 連絡     |         |             |

問2. 動物細胞におけるギャップ結合のしくみを以下の4つの用語を全て用いて説明しなさい (250字程度). 同じ用語は何度用いても構わない. 説明文中で用いた用語にはアンダーラインを引くこと.

- 1) コネキシン
- 2) コネクソン
- 3) ヘミチャンネル
- 4) チャンネルの開閉機能

## 設問番号 8 (生命科学系科目)

問 1. 以下の説明文は細胞がエネルギーを蓄える仕組みを述べている. 説明文をよく読み, 以下の設問に答えなさい.

酸化は物質から電子を取り去り, 還元は物質に電子を付加する. 電子と( ① )を物質に付加する( ② )反応もまた還元で, その逆は脱水素反応である. 酸化還元反応から放出されたエネルギーの一部は高エネルギー化学結合や高いエネルギーレベルに保たれた電子として活性型運搬体に蓄えられる. ATP, NADH, NADPH は活性型運搬体である. ATP は ADP のリン酸化反応によって生じる. 電子 2 個と( ① )を  $\text{NAD}^+$  と  $\text{NADP}^+$  に付加するとそれぞれ NADH と NADPH を生じる. 活性型運搬体は, エネルギー的に起こりやすい反応と起こりにくい反応の( ③ )反応で生じ, これは酵素が触媒する. 酵素は化学反応の( ④ )を低くすることで反応を推進する. これら活性型運搬体がエネルギーを要求する細胞機能を駆動する.

(1) ( ① ) ~ ( ④ ) に最も適切な語句を入れなさい.

(2) 下線部の 3 つの化合物の正式名称を日本語または英語で答えなさい.

問 2. 以下より正しい文をひとつ選び, 解答用紙に番号で答えなさい.

- (1) 生物はエネルギーを産み出すことで活動する.
- (2) 脂肪酸を不飽和化する反応は酸化である.
- (3) アセチル補酵素 A は高エネルギーリン酸結合を持つ.
- (4) 細胞を構成する主要な 4 元素は C, H, P, S である.

問 3. 生物のエネルギー獲得の代表的な方法である基質レベルのリン酸化と化学浸透について, 合計で 200 字以内で説明しなさい.

## 設問番号 9 (水圏・海洋学系科目)

問 1. 生物の適応戦略モデルのひとつである、頻度依存淘汰型の進化的安定戦略として、フィッシャー性比がある。次の文章の ( ) を埋めなさい。

2つの戦略がある集団を考える。進化的安定状態とは、集団中の頻度によって変化する2つの戦略の平均適応度が等しくなる状態のことである。有性生物の「雄」と「雌」という2つの戦略を例にとると、頻度の低い性は異性と出会う機会が多くなり有利であるが、その性の頻度が増えると、その有利さはなくなる。このことを数式で考えてみよう。まず、雌対雄を  $1:x$  とし、集団の総個体数を  $N$  とすると、雌の数は、(① )、雄の数は、(② ) となる。雌の平均産卵数を  $f$  とすると、集団の子の総数は (③ ) となり、雄1個体が残す平均子数は、(子の総数) / (雄の総数) = (④ ) となる。雌と雄が残す1個体の平均子数は、(⑤ : ) となり、これは性比の (⑥ ) となる。したがって、少ない性の方が多くの子を残し、次第にその性が増える。しかし、同性個体が増えると配偶する機会が減るので、結局性比は (⑦ : ) で安定する。

問 2. 配偶システムの原理に関して尋ねた次の文章の ( ) を埋めなさい。

フィッシャー性比、すなわち 0 歳の性比が (⑧ : ) で安定する集団がある。成熟後、繁殖可能な間隔を実験的に調べると、雄は1日5回、雌は2日に1回繁殖できることがわかった。つまり繁殖後、次の繁殖が可能になるまでの間隔が雌雄で異なっており、(⑨ ) 性比が、雄:雌 = (⑩ : ) と予想された。しかし、野生集団では、雄は1日4回が最大で、雌は3日に1回しか繁殖できず、しかも成熟個体数の割合が雄は雌の  $N$  倍もいた。したがって、(⑪ ) 性比は (⑫ : ) と考えられる。このように成熟した雄が多かった理由は、(⑬ ) あるいは (⑭ ) が雌より雄の方が低いためかも知れない。

## 設問番号 10 (水圏・海洋学系科目)

問1. 水の基本的特性に関する次の文章を読んで、以下の設問に答えなさい。

水は、2つの水素原子と1つの酸素原子が化学的に結合したものである。化学的に類似した(a)化合物((b),  $\text{H}_2\text{Se}$ ,  $\text{H}_2\text{Te}$ )と比較すると、水の(c)と沸点は予想される温度より遥かに高いことが知られている。実際、水は地球表面で気体、液体、固体が共存できる唯一の物質であり、全ての生命にとってなくてはならない物質である。

水の(c)と沸点が予想される温度より高いのは、水分子の(d)構造に関係している。液体の水を蒸発させたり、氷を溶かしたりするためには、この水分子同士を繋げる(a)結合をまず壊さなければならないため、大量のエネルギーが必要になる。このように水の(e)が非常に高いことは、海洋の温度を変化しにくくしている。

水の分子は隙間のある結晶構造をとるため、氷の(f)は水よりも小さくなり、水に浮く。①氷が $0^\circ\text{C}$ まで温まると、熱による分子の振動で結晶構造が壊れ始め、氷が溶け始める。

純水の水の氷点は $0^\circ\text{C}$ であるが、②その水に塩分を加えると、氷点は下がる。例えば、塩分35‰の海水は(g)  $^\circ\text{C}$ で凍る。

また、溶質は水分子よりも原子の質量が大きいため③水の(f)は塩分と共に増加する。

- (1) 文章中の(a)～(g)に適切な言葉を入れなさい。
- (2) 下線部①において、氷が溶けてさらに温度が上昇したとき水の(f)はどのように変化するのか？ 50字程度で説明しなさい。
- (3) 下線部②において、海水の氷点が淡水よりも下がる理由を50字程度で説明しなさい。
- (4) 下線部③において、もし淡水と海水が攪拌されずに接したときどのような現象が起こると考えられるか？ 35字程度で簡単に説明しなさい。

問2. 陸水学に関して、以下の2つの用語の相違がわかるようにそれぞれ100～200文字程度で説明しなさい。

- (1) 生物化学的酸素要求量(BOD)と化学的酸素要求量(COD)
- (2) 表水層と深水層
- (3) 年1回循環湖と年2回循環湖
- (4) 表面静振と内部静振

問3. 湖の食物網に関する次の文章を読んで、文章中の (a) ~ (e) に適当な言葉を入れなさい。

近年、湖沼の沖帯の食物網の研究において、植物プランクトンが生産した炭素量だけでは上位の動物の成長を支えられないことが様々な湖で明らかになった。エネルギーの流れを見積もる際に見逃していた要素があり、それが (a)、鞭毛虫、(b) からなる (c) 群集であった。動植物プランクトンや魚が排出する (d) 炭素を (a) が取り込み、(a) は従属栄養の鞭毛虫や (b) に食べられ、それらはワムシや甲殻類プランクトン、場合によっては小魚にも食べられる。このようにして、沖帯の生物から失われた炭素の一部が (c) 群集によって古典的な食物網に戻されている。この炭素のリサイクル過程を、(c) (e) と呼んでいる。

## 設問番号 1 1 (水圏・海洋学系科目)

問1. 海洋における一次生産を制限する 1 次的要因には日射と栄養塩濃度がある。それぞれの要因が一次生産をどのように規定するかを合計 500 字程度で説明しなさい。説明の際に図を用いても良い。

問2. 下表にあるように外洋域における年間総一次生産は全海洋の 80%以上を占めるが、魚類生産は 1%未満である。その一方で湧昇域における年間総一次生産は全海洋の 0.5%にすぎないが、魚類生産は全海洋の 50%を占める。総一次生産と魚類生産の全海洋に占める割合が、外洋域と湧昇域で逆転する理由を以下の語句を必ず使用して 500 字程度で説明しなさい。語句を文中で使用するには下線をひくこと。

語句：

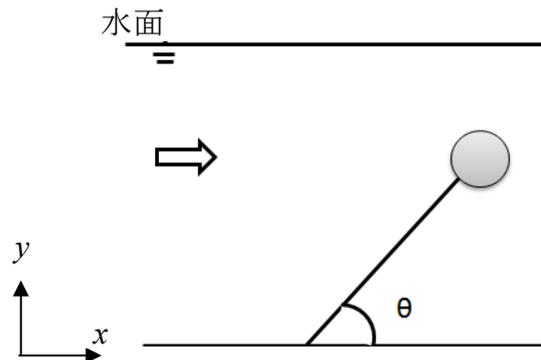
転送効率，海域面積，平均栄養段階数，一次生産者の個体サイズ，栄養塩，転送数，珪藻類

表. 各海域における一次生産と魚類生産の比較 (ピネ著 海洋学より引用, 一部改変)

海域	一次生産		海域面積		総一次生産		平均栄養段階数	転送効率 (%)	魚類生産	
	(gC /m <sup>2</sup> / yr)		(km <sup>2</sup> )	(%)	(t C/yr)	(%)			(t C/yr)	(%)
外洋域	50		325x10 <sup>6</sup>	90.0	16.3x10 <sup>9</sup>	81.5	6	10	0.16x10 <sup>6</sup>	<0.7
沿岸域	100		36x10 <sup>6</sup>	9.9	3.6x10 <sup>9</sup>	18.0	4	15	12x10 <sup>6</sup>	50
湧昇域	300		0.36x10 <sup>6</sup>	0.1	0.1x10 <sup>9</sup>	0.5	2.5	20	12x10 <sup>6</sup>	50

設問番号 1 2 (水圏・海洋学系科目)

図のように一様流が流れる水中に球状の浮子が細い金属ワイヤーで係留されている。ワイヤーの傾斜角  $\theta$  からこの一様流の流速の大きさを見積もりたい。このとき以下の問に答えなさい。ただし、ワイヤーは十分細く、その質量や作用流体力は無視でき、浮子は振動せずに平衡状態にあるものとする。



- 問 1. 浮子には浮力、重力、抗力などの力が作用している。解答用紙に上図を描いて、浮子に作用すると考えられる力のベクトルを矢印で全て示しなさい。ただし、矢印は何の力なのかを明示すること。
- 問 2. 浮子に作用する浮力の大きさを  $B$ 、重力の大きさを  $G$ 、抗力の大きさを  $D$  とするとき、ワイヤーの傾斜角  $\theta$  を  $B$ 、 $G$ 、 $D$  を用いて表しなさい。
- 問 3. 一様流の流速を  $U(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$ 、水の密度を  $\rho_w (\text{kg} \cdot \text{m}^{-3})$ 、浮子の体積、投影面積（物体を正面からみたときの面積）、抗力係数をそれぞれ  $V(\text{m}^3)$ 、 $S(\text{m}^2)$ 、 $C_d$  としたとき、浮子に作用する浮力の大きさ  $B$  と抗力の大きさ  $D$  をこれらのパラメータを用いて表しなさい。ただし、重力加速度を  $g(\text{m} \cdot \text{s}^{-2})$  とする。
- 問 4. 浮子の物体密度を  $\rho_M (\text{kg} \cdot \text{m}^{-3})$  (ただし  $\rho_w > \rho_M$ ) としたとき、ワイヤーの傾斜角  $\theta$  を問 3 で示したパラメータを用いて表しなさい。
- 問 5.  $\theta$  が 45 度の角度を示したとき、流速  $U$  はおよそいくらか。有効数字一桁で示しなさい。ただし、 $g=9.8(\text{m} \cdot \text{s}^{-2})$ 、 $\rho_w=1000(\text{kg} \cdot \text{m}^{-3})$ 、 $\rho_M=998(\text{kg} \cdot \text{m}^{-3})$ 、 $C_d=0.5$ 、浮子の直径を 1.0 (m) とする。