後

総 合 問 題

(90分)

環 境 科 学 部

環境政策・計画学科

注 意 事 項

1. 解答開始の合図があるまで，この問題冊子および解答冊子の中を見てはいけません。
2. 問題は２題で，６ページあります。
3. 解答開始後，**解答冊子の表紙所定欄に受験番号，氏名をはっきり記入**しなさい。表紙にはこれら以外のことを書いてはいけません。
4. **解答は，すべて解答冊子の指定された箇所に記入**しなさい。解答に関係のないことを書いた答案は無効にすることがあります。
5. 解答冊子は，どのページも切り離してはいけません。
6. 試験終了後，問題冊子は持ち帰りなさい。解答冊子を持ち帰ってはいけません。

1 次の文章を読んで，後の問い（**問 1 ～ 6**）に答えよ。文字数を制限する解答については，句読点も字数に入れ，数字やアルファベットなども1マスに1字を入れること。

（沖大幹『水の未来—グローバルリスクと日本』，岩波書店，2016 年より一部改変）

［注］ 企業が自然災害などの緊急事態に遭遇した場合において，事業の継続あるいは早期復旧を可能とするために立てる計画

問 1 空欄 $\boxed{\text{A}}$ ～ $\boxed{\text{E}}$ に入る適切な用語を，文章中の用語の中から答えよ。なお，同じ用語が入る場合もありうる。

問 2 1992 年の地球環境サミットで話し合われた国際的な条約について以下では説明している。それぞれの条約の名称を答えよ。

ア 1997 年に開催されたその条約の締約国会議（京都会議）では，先進国の温室効果ガスの排出抑制についてはじめて法的な拘束力をもった京都議定書が採択され，2005 年に発効した。2015 年に発展途上国を含む国際社会全体が取り組むための新たな枠組みとしてパリ協定が採択された。

イ その条約のもと，2000 年には遺伝子組みかえ生物などの国境をこえる移動について定めたカルタヘナ議定書が，2010 年には遺伝子資源の利用と公正な利益配分などを定めた名古屋議定書が採択されるなど，さまざまな取り組みが進められている。

問 3　下線部分(a)のように述べられている理由を「…と考えられるから」で終わる形で60字以内で本文中から抜き出せ。「と考えられるから」は字数に含めない。

問 4　下線部分(b)のように述べられている理由を「…と考えられるから」で終わる形で50字以内で本文中から抜き出せ。「と考えられるから」は字数に含めない。

問 5　著者は下線部分(c)の時期から，世界が3つの点で変化していることを挙げている。どのように変化しているのか，3点それぞれについて，本文中の言葉を用いて50字以内で答えよ。

問 6　下線部分(d)，(e)に関連して，環境経済学においては「強い持続可能性」とは今ある自然の減少を全面的に避ける考え方を指し，「弱い持続可能性」とは自然の減少は人工の施設や社会の仕組みで補えるとする考え方を指す。例を下に示す。

はじめに，例とは異なる具体的な環境問題を一つ挙げて，その環境問題に対する「強い持続可能性」に沿った対策と「弱い持続可能性」に沿った対策をそれぞれ分かりやすく説明せよ。次に，それら対策のどちらに賛成するか立場を明示したうえで，その立場に賛成する理由を論理的に説明せよ。字数は制限しないが，枠内に解答すること。

（例）　「環境問題」：絶滅の危機にある生物種であるトキの問題。

「強い持続可能性」に沿った対策：人の立ち入りを禁止して生息地環境を保全する。

「弱い持続可能性」に沿った対策：人間生活と両立できる範囲で生息地環境保全を実施し，絶滅に備えて，生物学的情報を記録しておく。

2 次の文章を読んで，後の問い(**問 1 ～ 3**)に答えよ。なお解答とともに導出過程を解答欄で説明せよ。

一般に，悪化した水質を改善するためには，湖は河川に比べて時間がかかると言われている。最も大きな理由は，湖の滞留時間が長く，水が入れ替わるために河川より長い時間を必要とするからである。ここで滞留時間とは，水の入れ替わりやすさを表す指標であり，湖や河川に存在する水の体積を 1 年間に流入・流出する水の体積で割ることで定義される。琵琶湖であれば，滞留時間は約 5.5 年である。

時間 $t = 0$ 年の時点で湖に存在した水のうち t 年後にも湖に残っている水の体積の割合を残存率 $R(t)$ $(0 \leqq R(t) \leqq 1)$ と定義して，滞留時間が Y 年の湖の $R(t)$ を考えていく。なお，湖の水は常に完全に混合されており，湖面への降水や湖面からの蒸発などはすべて流入や流出の中に含まれているとする。

問 1 滞留時間の定義より，滞留時間が Y 年の湖では 1 年間に，湖の水の $\dfrac{1}{Y}$ の体積の水が流入・流出する。この $\dfrac{1}{Y}$ の体積の水が 1 年の間のどの時期にどれくらい流入・流出するかについては様々なパターンが考えられるが，ここではまず，1 年に 1 回，湖から $\dfrac{1}{Y}$ の体積の水が流出して，その後に同じ体積の新しい水が湖に流入してくる($\dfrac{1}{Y}$ の体積の水が入れ替わり，$\left(1 - \dfrac{1}{Y}\right)$ の体積の水が残存する)ことが毎回繰り返されているとする。

(1) 滞留時間 $Y = 16$ 年の湖の 2 年後の残存率 $R(2)$ を小数点以下 3 桁まで求めよ。

(2) 滞留時間が Y 年の湖の $R(t)$ を Y と t を用いて数式で答えよ。

問 2　次に，1年をM等分して，$\frac{1}{M}$年毎に$\frac{1}{MY}$の体積の水が湖から流出して，その後に同じ体積の新しい水が湖に流入してくることが毎回繰り返されているとする。

(1)　この湖の残存率$R(t)$をYとt，Mを用いて数式で答えよ。

(2)　滞留時間$Y = 4$年の湖において$M = 4$のとき，残存率$R(t)$が0.5以下となるために必要な年数tを$\log_{10} 2$，$\log_{10} 3$，$\log_{10} 5$を用いて答えよ。

(3)　(2)の年数tを求めよ。必要であれば，$\log_{10} 2 = 0.301$，$\log_{10} 3 = 0.477$，$\log_{10} 5 = 0.699$の値を用いよ。

問 3　問2の湖においてMを無限大($M \to \infty$)にして，無限に細かい(無限小の)時間単位で湖の水が入れ替わっているとする。このとき，湖は一定の時間内に同じ体積の水が連続して流入・流出している状況と同じとなり，この湖の残存率$R(t)$は①式の指数関数で表されることがわかっている。ここで$e\,(e > 1)$は自然対数の底と呼ばれる正の定数である。

$$R(t) = e^{-\frac{t}{Y}} \qquad \cdots\cdots①$$

この湖において，残存率$R(t)$が0.5となるのに必要な年数をH年とする。

(1)　HをYとeを用いて数式で答えよ。

(2)　この湖の$t = kH$年後(kは任意の自然数)の残存率が②式で表されることを①式を用いて示せ。

$$R(t) = R(kH) = \left(\frac{1}{2}\right)^k \qquad \cdots\cdots②$$

(3)　琵琶湖の滞留時間が$Y = 5.5$年であり，残存率$R(t)$が①式に従うとする。このとき琵琶湖にとってのHを求めよ。また，$R(t)$が0.03125以下となる，すなわち琵琶湖の水の96.875％以上が入れ替わるために必要となる年数tを整数で求めよ。必要であれば$\log_e 2 = 0.693$の値を用いよ。