

**国際環境工学部**  
**エネルギー循環化学科**  
**総合問題**

**【注 意】**

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 試験時間は10時00分から12時00分までの120分、配点は60点です。  
(配点の内訳：第1問30点・第2問30点)
3. この問題冊子は、表紙以外に3ページあり、解答用紙は2枚あります。
4. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
5. 解答用紙には、解答箇所以外に受験番号記入欄（各解答用紙2箇所）、氏名記入欄（各解答用紙1箇所）があるので、受験番号と氏名を正しく記入してください。正しく記入されていない場合には、採点できないことがありますので、十分注意してください。
6. 解答はすべて指定した解答用紙に記入してください。
7. 解答用紙を持ち出してはいけません。持ち出した場合、試験をすべて無効とします。
8. 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけません。
9. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

## 第1問（環境に関する科学）

以下の文章を読み、問いに答えよ。

計算に必要な場合は、原子量を  $H = 1.0$ ,  $C = 12.0$ ,  $O = 16.0$  とし、途中の計算過程も示せ。

- 問1 太陽光の平均エネルギー密度  $100 \text{ W/m}^2$ 、変換効率  $10\%$ 、面積  $10 \text{ m}^2$  の太陽電池パネルの、1年間の発電量 (kWh) を算出せよ。また、これによって系統電力（送電線から流れる電力）の消費量が減るとして、二酸化炭素排出削減量を求めよ。なお、太陽電池による電力  $1 \text{ kWh}$  の二酸化炭素排出量をゼロ、系統電力  $1 \text{ kWh}$  あたりの二酸化炭素排出量を  $0.445 \text{ kg}$  とする。必要ならば、 $1 \text{ kWh} = 3.6 \text{ MJ}$  を用いよ。有効数字を3桁で答えよ。
- 問2 日本の2018年の化石燃料消費量は、石炭  $47.9 \times 10^{11} \text{ MJ}$ 、石油  $73.8 \times 10^{11} \text{ MJ}$ 、天然ガス  $46.7 \times 10^{11} \text{ MJ}$  である。石炭のCとHの組成比を1:1、発熱量を  $39 \text{ MJ/kg}$ 、石油のCとHの組成比を1:2、発熱量を  $44 \text{ MJ/kg}$  とする。また、天然ガスは  $\text{CH}_4$  からなり、発熱量を  $56 \text{ MJ/kg}$  として化石燃料消費による二酸化炭素排出量を求めよ。有効数字を2桁で答えよ。
- 問3 大気中に二酸化炭素として炭素が72億 t 排出され、すべて大気中に留まるとすると、大気中の二酸化炭素は何 ppm 上昇するか。次の(1)～(4)の手順に従って求めよ。有効数字を2桁で答えよ。
- (1) 地球を半径  $6,370 \text{ km}$  の球とするとき、地球を取り巻く大気の質量は何 t か求めよ。ただし、地表の平均気圧を  $98 \text{ kPa}$  とする。これは、地表面  $1 \text{ m}^2$  の上空にある大気の質量が  $10,000 \text{ kg}$  であることを意味する。ただし、 $6,370^2 = 4.1 \times 10^7$  である。
  - (2) 二酸化炭素体積濃度  $1 \text{ ppm}$  は、大気  $1 \text{ t}$  あたり何 g の炭素を含むか求めよ。必要ならば、大気分子量  $29.0$ 、 $0 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 $1 \text{ 気圧}$  の理想気体  $1 \text{ mol}$  の体積  $22.4 \text{ L}$  を用いよ。なお、ある気体物質が  $1 \text{ m}^3$  の大気中に  $1 \text{ cm}^3$  含まれているとき、 $1 \text{ ppm}$  という（体積濃度）。
  - (3) (1)で求めた地球の大気に対して、二酸化炭素を  $1 \text{ ppm}$  上昇させるのに要する炭素の質量は何億 t か求めよ。
  - (4)  $72 \text{ 億 t}$  の炭素が排出されると、二酸化炭素濃度は何 ppm 上昇するか求めよ。

(計算用余白)

## 第2問 (化学)

問1～問5に答えよ。答えの導出過程を示さなくてもよい。

[注意] 必要であれば、次の原子量と数値を用いよ。

$H = 1.00, N = 14.0$ , 気体定数  $8.3 \times 10^3 \text{ Pa L}/(\text{mol K})$ , 水のイオン積  $1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ ,  
 $\log_{10} 2.0 = 0.30, \log_{10} 5.0 = 0.70$

問1 次の物質の電子式をそれぞれ記せ。

- (1) 水素
- (2) 窒素
- (3) アンモニア
- (4) アンモニウムイオン

問2 次の反応の化学反応式をそれぞれ記せ。

- (1) 銀イオンを含む水溶液に少量のアンモニア水を加えると、酸化銀の褐色沈殿が生じた。
- (2) 酸化銀の沈殿に過剰のアンモニア水を加えると、沈殿が溶けて無色のジアンミン銀(I)イオンを含む水溶液となった。

問3 一定温度で、 $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  の窒素  $6.0 \text{ L}$  と  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  の水素  $4.0 \text{ L}$  を  $5.0 \text{ L}$  の容器に入れた。  
次の問いに有効数字2桁で答えよ。

- (1) 窒素の分圧 [Pa] を求めよ。
- (2) 混合気体の全圧 [Pa] を求めよ。

問4 アンモニアは窒素と水素から合成される。次の問いに有効数字2桁で答えよ。

- (1) 合成したアンモニアを  $27^\circ\text{C}$  で  $8.3 \text{ L}$  の容器に入れたとき圧力は  $9.0 \times 10^4 \text{ Pa}$  であった。  
アンモニアの物質質量 [mol] を求めよ。
- (2) この反応に使われた窒素の質量 [g] を求めよ。

問5 アンモニア水では、溶けているアンモニアの一部は電離してアンモニウムイオンとして存在する。 $0.20 \text{ mol/L}$  のアンモニア水の電離度を  $0.010$  とし、次の問いに答えよ。

- (1) 水酸化物イオンのモル濃度  $[\text{OH}^-]$  を有効数字2桁で求めよ。
- (2) pH を小数第1位まで求めよ。