

2021 年 4 月入学 (April 2021 Admission)  
広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2021 年 1 月 28 日実施 / January 28, 2021)

試験科目 Subject	応用化学 (専門科目 I) Applied Chemistry I	プログラム Program	応用化学 (Applied Chemistry)	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--------------------------------------	------------------	-----------------------------	---------------------------	---

試験時間 : 9 時 00 分 ~ 12 時 00 分 (Examination Time: From 9:00 to 12:00)

受験上の注意事項

- (1) 問題用紙兼解答用紙はこの表紙を含み 8 枚あります。
- (2) この表紙を含むすべての問題用紙兼解答用紙に、受験番号を記入してください。
- (3) これは問題用紙と解答用紙が合冊されたものです。解答は指定された箇所に記入してください。
- (4) 解答が書ききれないときは、同じ用紙の裏面を利用しても構いません。ただし、その場合は「裏に続く」などと裏面に記載したことが分かるようにしておくこと。
- (5) 全問に解答しなさい。
- (6) 貸与された計算機(電卓)を使用しても差し支えない。
- (7) 質問あるいは不明な点がある場合は手を挙げてください。

Notices

- (1) There are 8 problem and answer sheets including this front sheet.
- (2) Fill in your examinee's number in the specified positions in this front sheet and all the problem and answer sheets.
- (3) This examination booklet consists of problem sheets and answer sheets. Answer the problems in the specified positions.
- (4) If the space is exhausted, use the reverse side of the sheet and write down "to be continued" on the last line of the sheet.
- (5) Answer all the problems.
- (6) You may use the provided calculator if you need.
- (7) Raise your hand if you have any questions.

2021年4月入学 (April 2021 Admission)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2021年1月28日実施 / January 28, 2021)

試験科目 Subject	応用化学 (専門科目 I) Applied Chemistry I	プログラム Program	応用化学 (Applied Chemistry)	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--------------------------------------	------------------	-----------------------------	---------------------------	---

問題1 (Problem 1) 問題用紙は3枚あります (three sheets for Problem 1)

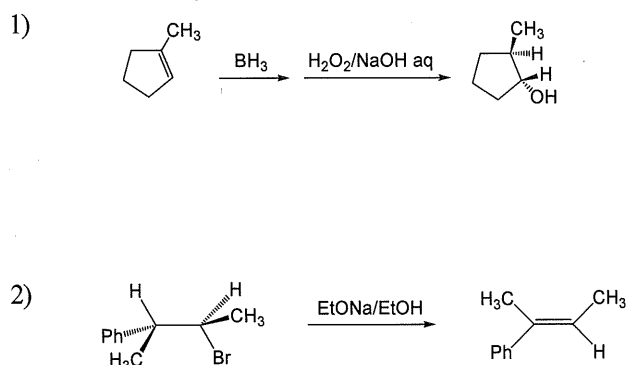
1. 次の組み合わせで、どちらがより沸点が高いかを化合物番号 (I~IV) で記し、理由を簡単に説明せよ。(Which compound in each pair has the higher boiling point? Answer with the compound number (I~IV) and explain the reason briefly.)



番号 (number):  
理由 (reason):

番号 (number):  
理由 (reason):

2. 次の反応の位置および立体選択性を反応機構に基づいて説明せよ。必要に応じて図を用いてもよい。(Explain the regio- and stereoselectivity of the following reactions based on the reaction mechanisms. Figures may be added if necessary.)



3. ブタンの光塩素化による主生成物 (C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>Cl) の構造と開始段階と成長段階の反応機構を示し、停止段階の反応を一つ挙げよ。(Draw the structure of the major product (C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>Cl) and the reaction mechanism of the initiation and propagation steps of photochlorination of butane, and a reaction of the termination step.)

主生成物 (major product)	反応機構 (reaction mechanism)	停止段階 (termination step)

4. ニトロメタン (CH<sub>3</sub>NO<sub>2</sub>) の共鳴構造を示せ。(Draw the resonance structures of nitromethane (CH<sub>3</sub>NO<sub>2</sub>)).

5. *trans*-1,2-ジメチルシクロヘキサンの最も安定なす形構造を示せ。(Draw the most stable chair-conformation of *trans*-1,2-dimethylcyclohexane.)



2021年4月入学 (April 2021 Admission)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2021年1月28日実施 / January 28, 2021)

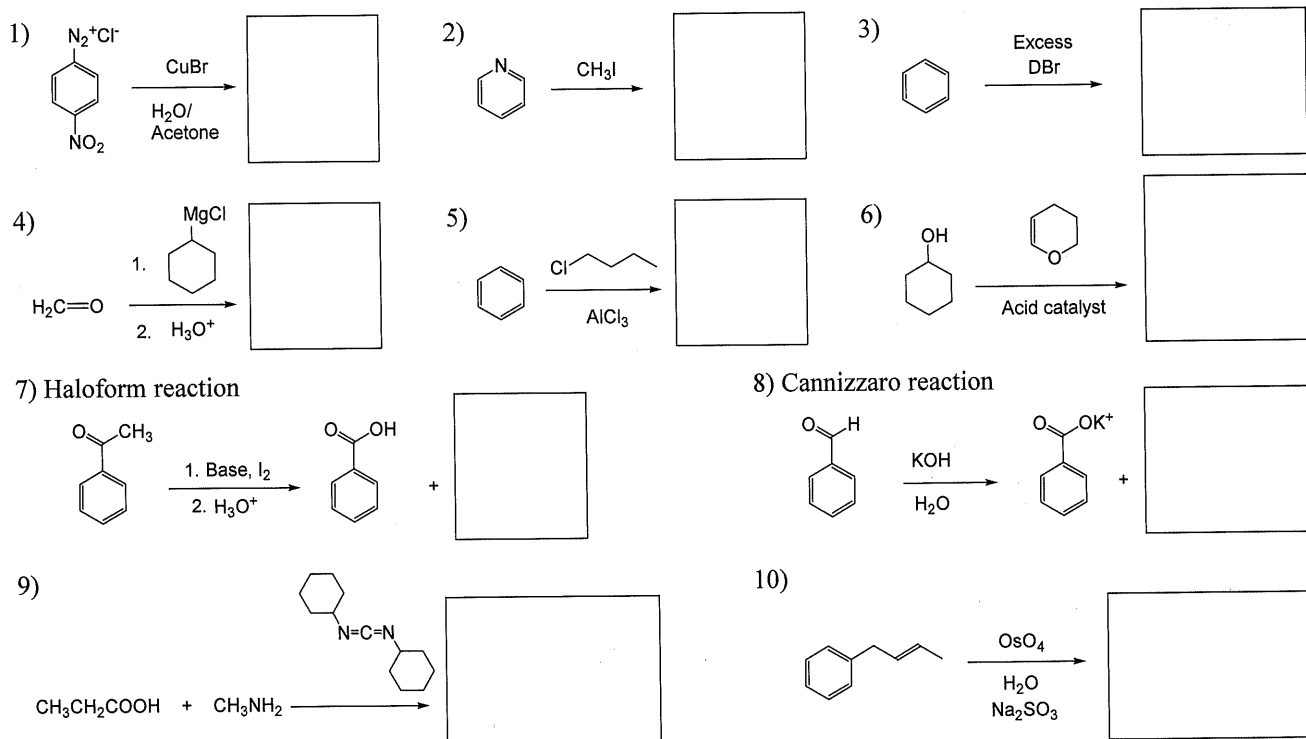
試験科目 Subject	応用化学 (専門科目 I) Applied Chemistry I	プログラム Program	応用化学 (Applied Chemistry)	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--------------------------------------	------------------	-----------------------------	---------------------------	---

問題1 (Problem 1) 続き (Continued)

6. 次の化合物は芳香族性 (○) かそうでない (×) かを示し, その理由を述べよ。(Show whether these compounds are aromatic (○) or not (non-aromatic and antiaromatic; ×). Explain the reasons.)

化合物 Compounds	例 Example 					
芳香族性 Aromaticity	○					
理由 Reasons	この分子は平面環状であり, 十分共役しており, 6π電子をもつのでヒュッケル則を満たすため。(This molecule is cyclic, planar, and fully conjugated and satisfies Hückel's rule because it has 6π electrons.)					

7. 次の反応における有機の主生成物を化学式で示せ。必要に応じて, 立体化学が分かるようにすること。エナンチオマーが生成する場合は一方のみを示すこと。(Draw the structures of the major organic products in the following reactions. Show the stereochemistry if necessary. When enantiomers are formed, draw one of them.)



2021年4月入学 (April 2021 Admission)  
広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2021年1月28日実施 / January 28, 2021)

試験科目 Subject	応用化学 (専門科目 I) Applied Chemistry I	プログラム Program	応用化学 (Applied Chemistry)	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--------------------------------------	------------------	-----------------------------	---------------------------	---

問題1 (Problem 1) 続き (Continued)

8. 分子量 2,000 の分子と 8,000 の分子の等モル混合物について, 数平均分子量  $M_n$ , 重量平均分子量  $M_w$ , および  $M_w/M_n$  を求めよ。(Calculate the number average molecular weight  $M_n$ , weight average molecular weight  $M_w$ , and  $M_w/M_n$  of an equimolar mixture of molecules with molecular weights of 2,000 and 8,000.)

9. メタクリル酸メチル, 酢酸ビニル, およびイソブテンの付加重合について以下の問いに答えよ。(Answer the following questions on addition polymerization of methyl methacrylate, vinyl acetate, and isobutene.)

1) カチオン重合が可能なモノマーはどれか。また, それに用いる重合開始剤の例を一つ挙げ, 化学式で記せ。(Indicate the monomer which can be polymerized by cationic polymerization and describe an example of initiator for the polymerization in chemical formula.)

モノマー (monomer):

開始剤 (initiator):

2) アニオン重合が可能なモノマーはどれか。また, それに用いる重合開始剤の例を一つ挙げ, 化学式で記せ。(Indicate the monomer which can be polymerized by anionic polymerization and describe an example of initiator for the polymerization in chemical formula.)

モノマー (monomer):

開始剤 (initiator):

3) ラジカル重合でのみ重合が可能なモノマーはどれか。また, それに用いる重合開始剤の例を一つ挙げ, 化学式で記せ。(Indicate the monomer which can be polymerized only by radical polymerization and describe an example of initiator for the polymerization in chemical formula.)

モノマー (monomer):

開始剤 (initiator):

10. アイソタクチックポリプロピレンの構造を立体配置が分かるように示せ。また, その合成法を述べよ。(Draw the structure of isotactic polypropylene so that the three-dimensional arrangement can be understood. Also, describe its synthesis method.)

構造:

(structure)

合成法:

(synthesis method)

2021年4月入学 (April 2021 Admission)  
広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2021年1月28日実施 / January 28, 2021)

試験科目 Subject	応用化学 (専門科目 I) Applied Chemistry I	プログラム Program	応用化学 (Applied Chemistry)	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--------------------------------------	------------------	-----------------------------	---------------------------	---

問題2 (Problem 2) 問題用紙は2枚あります (two sheets for Problem 2)

1. 次の語句を簡潔に説明せよ。(Explain the following technical terms clearly.)

1) 最大仕事関数 (Maximum work function)

2) 臨界点 (Critical point)

3) ボルンの式 (Born equation)

4) 自由膨張 (Free expansion)

5) デバイーヒュッケルの極限法則 (Debye-Hückel limiting law)

2. 2.00 mol の二原子分子完全気体を 4.5 atm の一定圧力で加熱したところ、温度が 270 K から 320 K まで上昇した。モル定圧熱容量  $C_{p,m} = 29.4 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$  として、熱量  $q$ 、内部エネルギー変化量  $\Delta U$  およびエンタルピー変化量  $\Delta H$  を求めよ。ただし、気体定数  $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$  とする。(When 2.00 mol of diatomic perfect gas molecules is heated at a constant pressure of 4.5 atm, its temperature increases from 270 K to 320 K. Calculate the heat quantity ( $q$ ), the change in internal energy ( $\Delta U$ ), and the change in enthalpy ( $\Delta H$ ). Assume the constant-pressure heat capacity  $C_{p,m} = 29.4 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ . Use the gas constant  $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ , if needed.)

3. 一次反応  $A \rightarrow P$  は、A の 90% が反応するのに時間  $t_{90}$  を要する。 $t_{90}$  を用いて、A の 99.9% が反応するのに要する時間を表せ。(A first-order reaction,  $A \rightarrow P$ , requires a time,  $t_{90}$ , to go to 90% completion. Express the time required for the reaction to go to 99.9% completion using the time  $t_{90}$ .)

2021年4月入学 (April 2021 Admission)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2021年1月28日実施 / January 28, 2021)

試験科目 Subject	応用化学 (専門科目 I) Applied Chemistry I	プログラム Program	応用化学 (Applied Chemistry)	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--------------------------------------	------------------	-----------------------------	---------------------------	---

問題2 (Problem 2) 続き (Continued)

4. 量子論に関する以下の問いに答えよ。ただし、プランク定数は  $6.626 \times 10^{-34}$  J s, 電子の質量は  $9.109 \times 10^{-31}$  kg, 光の速度は  $2.998 \times 10^8$  m s<sup>-1</sup>とする。(Answer the following questions related to the quantum theory. Use Planck's constant:  $6.626 \times 10^{-34}$  J s, mass of an electron:  $9.109 \times 10^{-31}$  kg, and speed of light:  $2.998 \times 10^8$  m s<sup>-1</sup>, if needed.)

1) 波長が 5.0 cm の電子の速さを計算しなさい。(Calculate the speed of an electron with a wavelength of 5.0 cm.)

2) 実効質量が  $1.33 \times 10^{-25}$  kg の粒子からなる調和振動子において、隣接するエネルギー準位の差が  $4.82 \times 10^{-21}$  J である。この調和振動子の力の定数を計算しなさい。(For a harmonic oscillator consisting of a particle of an effective mass of  $1.33 \times 10^{-25}$  kg, the difference in adjacent energy levels is  $4.82 \times 10^{-21}$  J. Calculate the force constant of the oscillator.)

3) 速さが 995 km s<sup>-1</sup> の電子がある。その運動量の不確かさを 0.0010 パーセントに押さえようとするとき、どれだけの位置の不確かさを我慢しなければならないかを計算しなさい。(The speed of a certain electron is 995 km s<sup>-1</sup>. If the uncertainty in its momentum is to be reduced to 0.0010 per cent, what uncertainty in its location must be tolerated?)

5. 水素原子のスペクトル線群の一つに、プント系列がある。このスペクトル線群の最短波長は 2279 nm に観測される。プント系列における最長波長を示せ。必要なら水素原子のリュードベリ定数  $109677$  cm<sup>-1</sup> を用いよ。(The Pfund series is the one of the line groups in the spectrum of atomic hydrogen. The shortest wavelength of the Pfund series is observed at 2279 nm. Show the longest wavelength transition in the Pfund series. Use Rydberg constant:  $109677$  cm<sup>-1</sup>, if needed.)

2021年4月入学 (April 2021 Admission)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2021年1月28日実施 / January 28, 2021)

試験科目 Subject	応用化学 (専門科目 I) Applied Chemistry I	プログラム Program	応用化学 (Applied Chemistry)	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--------------------------------------	------------------	-----------------------------	---------------------------	---

問題3 (Problem 3) 問題用紙は2枚あります (two sheets for Problem 3)

1. 次の括弧内の化合物の組み合わせの中から、問いで求めるものを選び解答欄に記せ。(Answer the questions by selecting the correct chemical species from the combinations given in parentheses. The correct chemical species should be given in the answer column.)

- ① (Cs, K, Ga) 電気陰性度の最も小さい元素 (Which has the smallest electronegativity?)
- ② ( $Zr^{4+}$ ,  $V^{4+}$ ) 反磁性イオン (Which ion is diamagnetic?)
- ③ ( $Ti^{+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ) 八面体配位にあるイオンが、ヤーンテラーの歪みを示すイオン (Which ion shows a Jahn-Teller distortion in an octahedral coordination?)
- ④ ( $Rb^{+}$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $Y^{3+}$ ) 半径の最も大きいイオン (Which has the largest ionic radius?)
- ⑤ (Na, Mg) 第一イオン化エネルギーの大きい元素 (Which has larger first ionization energy?)
- ⑥ ( $S^{2-}$ ,  $O^{2-}$ ,  $F^{-}$ ) 半径の最も小さいイオン (Which has the smallest ionic radius?)
- ⑦ ( $CO_3^{2-}$ ,  $I_3^{-}$ ) 結合角が小さいイオン (Which has the smaller bond angle?)
- ⑧ (CsCl,  $CdCl_2$ ) 層状構造でない物質 (Which does not have a layered structure?)
- ⑨ ( $BaCO_3$ ,  $MgCO_3$ ) 分解温度が高い物質 (Which has higher decomposition temperature?)
- ⑩ (MgO, NaCl) 融点の高い物質 (Which has the highest melting point?)

解答欄 (Answer column)

①	②	③	④	⑤
⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

周期表の一部 (a part of periodic table of the elements)

Na	Mg											Al	Si
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo					Ag	Cd		

2. 塩化ルビジウム ( $RbCl$ ) は岩塩型構造で、格子定数は  $a = 0.658 \text{ nm}$  である。次の問いに答えよ。(Rubidium Chloride ( $RbCl$ ) adopts rock salt structure with the lattice parameter  $a = 0.658 \text{ nm}$ .)

1) X線として  $CuK\alpha$  (波長  $0.154 \text{ nm}$ ) を用いて  $RbCl$  の粉末 X線回折を測定した場合、(113)面からの回折線の Bragg 角  $\theta$  を求めよ。(When X-ray powder diffraction of  $RbCl$  is measured by using  $CuK\alpha$  radiation (wavelength  $0.154 \text{ nm}$ ), calculate the Bragg angle  $\theta$  for the diffraction from (113) planes.)

2)  $RbCl$  結晶中の Rb と Cl の配位数を答えよ。(Answer the coordination numbers of Rb and Cl in the  $RbCl$  crystal.)

Rb:

Cl:

3. 酢酸ナトリウム  $10.0 \text{ g}$  を濃度  $1.00 \text{ M}$  酢酸水溶液  $200.0 \text{ mL}$  に溶解させて緩衝液を調製した。酢酸ナトリウムを溶解したときの体積変化を無視できると仮定して、この酢酸/酢酸ナトリウム緩衝液の  $298 \text{ K}$  における pH を算出せよ。ただし、酢酸ナトリウムのモル質量は  $82.03 \text{ g mol}^{-1}$ 、 $CH_3COOH$  の酸解離定数  $K_a$  は  $298 \text{ K}$  において  $1.7 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$  である。(A buffer solution was prepared by dissolving  $10.0 \text{ g}$  of sodium acetate in  $200.0 \text{ mL}$  of aqueous solution of acetic acid ( $1.00 \text{ M}$ ). Assuming the change in volume when the sodium acetate is dissolved is negligible, estimate the pH of the acetic acid/sodium acetate buffer solution at  $298 \text{ K}$ . The molar mass of sodium acetate is  $82.03 \text{ g mol}^{-1}$  and the acid dissociation constant  $K_a$  for acetic acid at  $298 \text{ K}$  is  $1.7 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$ .)

2021年4月入学 (April 2021 Admission)  
広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2021年1月28日実施 / January 28, 2021)

試験科目 Subject	応用化学 (専門科目 I) Applied Chemistry I	プログラム Program	応用化学 (Applied Chemistry)	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--------------------------------------	------------------	-----------------------------	---------------------------	---

問題3 (Problem 3) 続き (Continued)

4. 次の語句を説明せよ。 (Explain the following terms.)

1) 電子親和力 (Electron affinity)

2) ショットキー欠陥 (Schottky defect)

3) 炎色反応 (Flame reaction)

4) 共沈 (Coprecipitation)

5) 比色分析 (Colorimetric analysis)



2021年4月入学 (April 2021 Admission)  
広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2021年1月28日実施 / January 28, 2021)

試験科目 Subject	応用化学 (専門科目Ⅱ) Applied Chemistry II	プログラム Program	応用化学 (Applied Chemistry)	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--------------------------------------	------------------	-----------------------------	---------------------------	---

試験時間 : 13時30分～15時00分 (Examination Time: From 13:30 to 15:00)

受験上の注意事項

- (1) 問題用紙兼解答用紙はこの表紙を含み2枚あります。
- (2) この表紙を含むすべての問題用紙兼解答用紙に、受験番号を記入してください。
- (3) これは問題用紙と解答用紙が合冊されたものです。解答は指定された箇所に記入してください。
- (4) 解答が書ききれないときは、同じ用紙の裏面を利用しても構いません。ただし、その場合は「裏に続く」などと裏面に記載したことが分かるようにしておくこと。
- (5) 質問あるいは不明な点がある場合は手を挙げてください。

Notices

- (1) There are 2 problem and answer sheets including this front sheet.
- (2) Fill in your examinee's number in the specified positions in this front sheet and all the problem and answer sheets.
- (3) This examination booklet consists of problem sheets and answer sheets. Answer the problems in the specified positions.
- (4) If the space is exhausted, use the reverse side of the sheet and write down "to be continued" on the last line of the sheet.
- (5) Raise your hand if you have any questions.

2021 年 4 月入学 (April 2021 Admission)  
広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2021 年 1 月 28 日実施 / January 28, 2021)

試験科目 Subject	応用化学 (専門科目Ⅱ) Applied Chemistry II	プログラム Program	応用化学 (Applied Chemistry)	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--------------------------------------	------------------	-----------------------------	---------------------------	---

問題 (Problem) 大学で行った卒業研究あるいは現在行っている研究の内容について 1,000 字以内で記述せよ。(Describe the contents of your graduation thesis at university or current research within 2,000 characters or 400 words.)