

## 問題用紙

Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
Entrance Examination Booklet (General Selection)

## Question Sheets

(2024 年 1 月 25 日実施 / January 25, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	---

試験時間 : 9 時 00 分 ~ 11 時 30 分 (Examination Time : From 9:00 to 11:30)

### 受験上の注意事項

- (1) 問題用紙は表紙を含み 18 枚, 解答用紙は表紙を含み 8 枚あります。
- (2) これは問題用紙です。解答は別冊の解答用紙に記入してください。
- (3) 問題用紙の表紙及び解答用紙の全頁の指定した箇所に, 受験番号を記入してください。
- (4) この冊子はばらしてはいけません。一部でもばらけてしまった場合には, 直ちに試験監督に伝えて指示に従うこと。
- (5) 選択する科目を, 下欄の表に○印を付して表示すること。ただし, 選択する科目は, 出願時に登録した科目と相違してはならない。
- (6) 1 問につき解答用紙 1 枚を使用すること。解答が書ききれないときには, 同じ用紙の裏面を利用してもよい。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。
- (7) 問題用紙は解答用紙とともに回収します。
- (8) 問題中「図を書きなさい」という指示がある場合は, 解答用紙に記入すること。
- (9) 貸与する定規, 電卓を使用しても差し支えない。
- (10) 質問あるいは不明な点がある場合は挙手をする。

### Notices

- (1) There are 18 question sheets and 8 answer sheets each including a cover sheet.
- (2) This examination booklet consists of only question sheets. Use the other booklet for answers.
- (3) Fill your examinee's number in the specified positions in both booklet covers and each answer sheet.
- (4) Do not disband this booklet. If the sheet has been disbanded accidentally, tell an invigilator and follow his/her instruction.
- (5) Mark the specialized subject that you have selected, with a circle in the Selection row in the table given below. The specialized subject which you mark must be the subject that you registered in the application.
- (6) Use an individual answer sheet for each question. If the space is not enough, use the other side of the sheet and write down "to be continued" on the last line of the sheet.
- (7) Return the question sheets together with the answer sheets.
- (8) When you are required to draw a diagram, draw it on the answer sheet.
- (9) You may use the approved ruler and calculator.
- (10) Raise your hand when you have any questions.

科目 Specialized subject	構造工学 Structural Engineering	コンクリート工学 Concrete Engineering	地盤工学 Geotechnical Engineering	環境衛生工学 Sanitary and Environmental Engineering	水理学 Hydraulics	土木計画学 Infrastructure and Transportation Planning
選択 Selection						

2024 年 4 月入学 (April 2024 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)

(2024 年 1 月 25 日実施 / January 25, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	構造工学 Structural Engineering
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	--------------------------------

問題 1

単純ばりに集中荷重  $P_1, P_2, \dots, P_m, \dots, P_n$  が作用する場合に, カステリアーノの第 2 定理が成立することを示せ.

Question 1

Derive Castigliano's second theorem for a simply supported beam subjected to concentrated loads,  $P_1, P_2, \dots, P_m, \dots, P_n$ .

問題 2

Fig. 2-1 に示すはりが, 等分布荷重  $q$  と軸力  $P$  を受ける. はりの軸力図, せん断力図および曲げモーメント図を描け. なお, A は回転支点, B は中間ヒンジ, C と D は移動支点である.

Question 2

The beam shown in Fig. 2-1 is subjected to a uniformly-distributed load  $q$  and an axial force  $P$ . Assume A is a pin-support, B is an internal hinge, and C and D are rollers. Draw the axial force diagram, shear force diagram, and bending moment diagram of the beam.

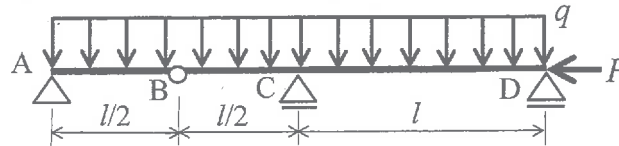


Fig. 2-1

問題 3

Fig. 3-1 に示すはりが, C に集中荷重  $P$  を受ける. A は回転支点, B は移動支点である. また, 曲げ剛性  $EI$  は一定である. A におけるたわみ角を求めよ.

Question 3

The beam shown in Fig. 3-1 is subjected to a single load  $P$  at C. Assume the support at A is a pin, and B is a roller. The flexural rigidity  $EI$  is constant. Determine the slope at point A of the beam.

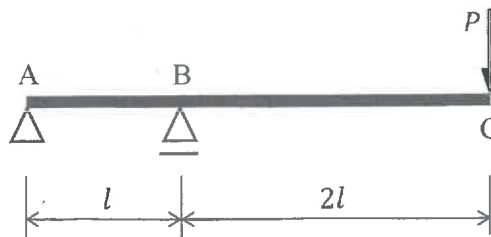


Fig. 3-1

2024 年 4 月入学 (April 2024 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)

(2024 年 1 月 25 日実施 / January 25, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	構造工学 Structural Engineering
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	--------------------------------

問題 4

Fig. 4-1 に示すはりには  $2 \text{ kN/m}$  の等分布の自重と  $10 \text{ kN}$  の移動集中荷重が作用する。A は回転支点, C は移動支点である。このとき, B における最大曲げモーメントおよび正の最大せん断力を求めよ。

Question 4

The beam shown in Fig. 4-1 is subjected to a uniformly-distributed dead load of  $2 \text{ kN/m}$  and a single live moving load of  $10 \text{ kN}$ . Assume A is a pin-support and C is a roller. Determine the maximum bending moment and the maximum positive shear force created by these loads at B.

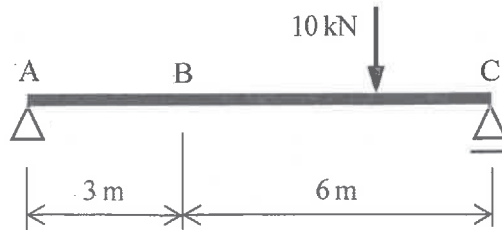


Fig. 4-1

問題 5

Fig. 5-1 に示すはりが, B に  $20 \text{ kN}$  の集中荷重を受ける。A は移動支点, C は固定支点である。また, 曲げ剛性  $EI$  は一定である。A における支点反力を求めよ。

Question 5

The beam shown in Fig. 5-1 is subjected to a single load of  $20 \text{ kN}$  at B. Assume the support at A is a roller and C is fixed. The flexural rigidity  $EI$  is constant. Determine the reaction force at point A of the beam.

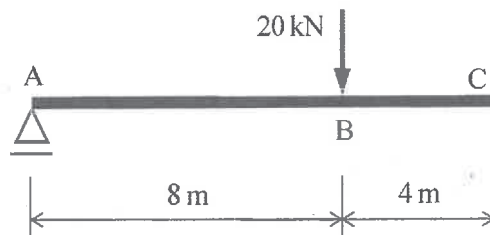


Fig. 5-1

問題 6

両端ヒンジの柱におけるオイラー座屈荷重  $P_E$  は  $\pi^2 EI / l^2$  となることを示せ。ここで, 柱の長さは  $l$ , 曲げ剛性は  $EI$  である。

Question 6

For a pin-ended column, show that Euler's buckling load  $P_E$  is  $\pi^2 EI / l^2$ , in which  $l$  is the length of the column and  $EI$  is the flexural rigidity.

2024 年 4 月入学 (April 2024 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)  
 (2024 年 1 月 25 日実施 / January 25, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	コンクリート工学 Concrete Engineering
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	----------------------------------

問題 1

コンクリート用材料に関する, 以下の問に答えよ.

- (1) セメント中の  $C_2S$  の水和反応式を示し,  $C_2S$  の水和反応の特徴を  $C_3S$  と比較して説明せよ.
- (2) コンクリート用混和材として高炉スラグ微粉末を利用することの長所, 短所を説明せよ.
- (3) AE 剤の役割について説明せよ.

Question 1

Answer the following questions regarding concrete materials.

- (1) Write the hydration reaction equation of  $C_2S$  in cement and explain the characteristics of the reaction in comparison to those of  $C_3S$ .
- (2) Explain the advantages and disadvantages of using ground granulated blast-furnace slag as a mineral admixture for concrete.
- (3) Explain the role of air entraining agent.

問題 2

フレッシュコンクリートに関する, 以下の問に答えよ.

- (1) コンクリートのスランプについて説明せよ.
- (2) レイタンスについて説明せよ.
- (3) プラスティック収縮について説明せよ.

Question 2

Answer the following questions regarding fresh concrete.

- (1) Explain the slump of concrete.
- (2) Explain the laitance.
- (3) Explain the plastic shrinkage.

2024 年 4 月入学 (April 2024 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)  
 (2024 年 1 月 25 日実施 / January 25, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	コンクリート工学 Concrete Engineering
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	----------------------------------

問題 3

硬化コンクリートに関する，以下の間に答えよ。

- (1) コンクリートの強度に及ぼす養生の影響について説明せよ。
- (2) コンクリートの圧縮強度におけるセメント水比説について説明せよ。
- (3) アルカリシリカ反応における，反応性骨材のペシマム量について説明せよ。

Question 3

Answer the following questions regarding hardened concrete.

- (1) Explain the curing effects on the strength of concrete.
- (2) Explain the cement-water ratio law for the compressive strength of concrete.
- (3) Explain the pessimum content of reactive aggregate in alkali silica reaction.

問題 4

鉄筋コンクリートに埋設された鋼材を腐食させる代表的な劣化要因を 2 つ挙げ，それぞれの要因によって鋼材腐食に至るメカニズムを説明せよ。

Question 4

Introduce two typical factors that cause the corrosion of steel bars embedded in reinforced concrete. Then, explain the mechanism of steel corrosion due to each factor.

問題 5

コンクリートの自己収縮，乾燥収縮の発生メカニズムについて説明せよ。また，それぞれの収縮に大きな影響を及ぼす要因を挙げて説明せよ。

Question 5

Explain the mechanisms of autogenous shrinkage and drying shrinkage of concrete. Also, explain factors affecting each shrinkage.

2024 年 4 月入学 (April 2024 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)  
 (2024 年 1 月 25 日実施 / January 25, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	コンクリート工学 Concrete Engineering
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	----------------------------------

問題 6

曲げモーメントの作用を受ける鉄筋コンクリートはりについて、以下の耐荷重を計算するときに用いるコンクリートおよび鉄筋の構成則を、図を用いて説明せよ。なお、(3)については、高強度コンクリートや高強度鉄筋を使用した場合の変化も示せ。

- (1) 曲げひび割れ発生荷重
- (2) 鉄筋降伏荷重
- (3) 曲げ破壊荷重

Question 6

Write the constitutive models of concrete and steel with figures for calculating the following capacities of a reinforced concrete beam subjected to a bending moment. For (3), show the changes in the models when using high-strength concrete and steel, too.

- (1) Flexural cracking capacity
- (2) Steel yielding capacity
- (3) Ultimate capacity

問題 7

鉄筋コンクリートはりのせん断破壊について、以下の機構を説明せよ。

- (1) スターラップを有しない棒部材のせん断抵抗機構
- (2) スターラップを有する棒部材のせん断抵抗機構
- (3) スターラップを有しないディープビームのせん断抵抗機構

Question 7

Regarding the shear failure of a reinforced concrete beam, explain the following mechanisms.

- (1) Shear resistance mechanism of a slender beam without stirrups
- (2) Shear resistance mechanism of a slender beam with stirrups
- (3) Shear resistance mechanism of a deep beam without stirrups

2024 年 4 月入学 (April 2024 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)

(2024 年 1 月 25 日実施 / January 25, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	環境衛生工学 Sanitary and Environmental Engineering
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	---

問題 1

(1) 次の専門用語を説明せよ.

- (a) 酸度
- (b) 温度成層
- (c) 青潮

(2) 陽性対照実験と陰性対照実験の意味と意義を説明せよ.

(3) 水域において水中での藻類による光合成が pH に与える影響とその機構を説明せよ.

(4) 水域において有機汚染物質は疎水性であるほど食物連鎖の上位に位置する生物に蓄積されやすい理由を説明せよ.

Question 1

(1) Explain the following technical terms.

- (a) Acidity
- (b) Thermal stratification
- (c) Blue tide

(2) Explain the meaning and necessity of positive and negative controls for experiments.

(3) Explain the effects of photolysis by algae in water on pH and its mechanism in water bodies.

(4) When hydrophobic organic pollutants exist in water bodies, why are the pollutants more likely to accumulate in organisms higher up in the food chain?



2024 年 4 月入学 (April 2024 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)  
 (2024 年 1 月 25 日実施 / January 25, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	環境衛生工学 Sanitary and Environmental Engineering
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	---

問題 2

ある河川の地点 A で BOD 濃度は  $4.0 \text{ mg L}^{-1}$  であった。地点 A から下流では流入, 流出する河川水および汚濁はなかった。河川の飽和 DO 濃度は  $8.0 \text{ mg L}^{-1}$  であった。流下方向の混合はなく, 再曝気係数は一定として以下の間に答えよ。

- (1) BOD は河川中で流下するに従って減少し, その減少速度は BOD の濃度の一次反応に従い, 減少速度係数は  $0.02 \text{ hr}^{-1}$  であった。地点 A から 5 時間流下した地点における BOD の濃度 ( $\text{mg L}^{-1}$ ) とその減少速度 ( $\text{mg L}^{-1} \text{ hr}^{-1}$ ) を計算せよ。
- (2) 地点 A よりも下流の地点 B で DO 濃度は最小値を示し, DO 濃度は  $4.0 \text{ mg L}^{-1}$ , BOD 濃度は  $2.0 \text{ mg L}^{-1}$  であった。DO の再曝気係数 ( $\text{hr}^{-1}$ ) を推定せよ。
- (3) 地点 B よりも下流では BOD の減少に伴う DO の消費は無視できるとした場合, 地点 B から DO が  $7.0 \text{ mg L}^{-1}$  まで回復する流下時間を推定せよ。

Question 2

In a river, the BOD concentration was  $4.0 \text{ mg L}^{-1}$  at point A. There was no inflow or outflow of water and pollution along the river downstream from point A. The saturated DO concentration was  $8.0 \text{ mg L}^{-1}$  in the river. Answer the following questions assuming there was no mixing for the flow direction and the reaeration rate coefficient was constant.

- (1) The BOD decreased along the flow direction, and its rate followed a first-order reaction of the BOD concentration with a rate coefficient of  $0.02 \text{ hr}^{-1}$ . Calculate the BOD concentration ( $\text{mg L}^{-1}$ ) and its rate ( $\text{mg L}^{-1} \text{ hr}^{-1}$ ) at a point 5 hours downstream from point A.
- (2) At a downstream point from point A (point B), the DO concentration reached to the minimum of  $4.0 \text{ mg L}^{-1}$  and the BOD concentration was  $2.0 \text{ mg L}^{-1}$ . Estimate the value of the DO reaeration rate coefficient ( $\text{hr}^{-1}$ ).
- (3) If the DO consumption associated with BOD decrease was negligible downstream of point B, estimate how many hours from point B were expected to recover the DO to  $7.0 \text{ mg L}^{-1}$ .



2024 年 4 月入学 (April 2024 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)  
 (2024 年 1 月 25 日実施 / January 25, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	環境衛生工学 Sanitary and Environmental Engineering
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	---

問題 3

浄水に関して以下の問に答えよ。

- (1) 沈殿池の表面負荷率と粒子除去率の関係を 100 字程度で説明せよ。
- (2) 急速ろ過法と緩速ろ過法の浄化原理の違いを 100 字程度で説明せよ。
- (3) オゾンを用いた消毒の長所と短所を 100 字程度で説明せよ。

Question 3

Answer the following questions regarding drinking water treatment.

- (1) Explain the relationship between the surface loading rate and the particle removal efficiency of sedimentation tanks in about 50 words.
- (2) Explain the difference in the purification mechanisms between slow and rapid sand filtrations in about 50 words.
- (3) Explain the advantages and disadvantages of ozonation for disinfection in about 50 words.

問題 4

下水道に関して以下の問に答えよ。

- (1) 活性汚泥のバルキングと SVI の関係を 100 字程度で説明せよ。
- (2) 余剰汚泥の減容化プロセスを 100 字程度で説明せよ。
- (3) 生物学的窒素・リン同時除去プロセスのフロー図を示し、窒素が除去される機構を 200 字程度で説明せよ。

Question 4

Answer the following questions regarding sewage treatment.

- (1) Explain the relationship between bulking and SVI of activated sludge in about 50 words.
- (2) Explain the processes of reducing excess sludge in about 50 words.
- (3) Draw a flow diagram of the biological treatment process with simultaneous removal of nitrogen and phosphorus, and explain the mechanism of nitrogen removal in about 100 words.

2024 年 4 月入学 (April 2024 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)  
 (2024 年 1 月 25 日実施 / January 25, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	環境衛生工学 Sanitary and Environmental Engineering
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	---

問題 5

COD 濃度  $10,000 \text{ [mg L}^{-1}\text{]}$ , 水量  $100 \text{ [m}^3 \text{ d}^{-1}\text{]}$  の排水をバイオリアクターで嫌気処理し, 90% の COD 除去率で運転する. このリアクターの処理性能は  $9 \text{ [kg COD m}^{-3} \text{ d}^{-1}\text{]}$  である. また, 発生するバイオガスのメタン濃度は 70% である. 以下の問に答えよ.

- (1) 処理水の COD 濃度  $[\text{mg L}^{-1}]$  を求めよ.
- (2) COD 容積負荷  $[\text{kg COD m}^{-3} \text{ d}^{-1}]$  を求めよ.
- (3) 必要なリアクターの有効容積  $[\text{m}^3]$  を求めよ.
- (4) 水理学的滞留時間  $[\text{d}]$  を求めよ.
- (5) メタンの COD 当量  $[\text{Nm}^3 \text{ CH}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ COD}]$  を示せ.
- (6) 1 日に発生するバイオガス量  $[\text{Nm}^3 \text{ d}^{-1}]$  を計算せよ.

Question 5

A wastewater with a COD concentration of  $10,000 \text{ [mg L}^{-1}\text{]}$  and a flow rate of  $100 \text{ [m}^3 \text{ d}^{-1}\text{]}$  is treated anaerobically in a bioreactor. The bioreactor is operated at 90% of COD removal efficiency. The reactor's COD removal potential is  $9 \text{ [kg COD m}^{-3} \text{ d}^{-1}\text{]}$ . The methane concentration in the produced biogas is 70%. Answer the following questions.

- (1) Find the COD concentration  $[\text{mg L}^{-1}]$  in the effluent.
- (2) Find the COD volumetric loading rate  $[\text{kg COD m}^{-3} \text{ d}^{-1}]$ .
- (3) Find the required effective volume of the bioreactor  $[\text{m}^3]$ .
- (4) Find the hydraulic retention time  $[\text{d}]$ .
- (5) Show the equivalent COD of methane  $[\text{Nm}^3 \text{ CH}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ COD}]$ .
- (6) Calculate the biogas production per day  $[\text{Nm}^3 \text{ d}^{-1}]$ .

2024 年 4 月入学 (April 2024 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)  
 (2024 年 1 月 25 日実施 / January 25, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	環境衛生工学 Sanitary and Environmental Engineering
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	---

問題 6

大気中の二酸化炭素と平衡関係にある純水の pH を求めよ。主要な関係式および数値は以下の通りである。なお、 $[H^+] = [HCO_3^-]$  を仮定してよい。

Question 6

Calculate the pH of pure water in equilibrium with carbon dioxide in the atmosphere. The related equations and values are as follows. Assume that  $[H^+] = [HCO_3^-]$ .

$$K_H = \frac{[CO_{2aq}]}{[CO_{2gas}]}$$

$$K = \frac{[CO_{2aq}]}{[H_2CO_3]}$$

$$K_{H_2CO_3} = \frac{[H^+][HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$$

$$\log[CO_{2gas}] = -3.4$$

$$\log K_H = -1.5$$

$$\log K = 2.8$$

$$\log K_{H_2CO_3} = -3.5$$

問題 7

微生物生態について以下の問に答えよ。

(1) 以下の用語を説明せよ。

- (a) 遺伝子の水平伝播
- (b) GenBank
- (c) アガロースゲル電気泳動

(2) PCR 法における 3 つの反応ステップをそれぞれ説明せよ。

(3) FISH 法による目的とする細菌グループの検出効率を上げるための方法を一つ挙げ、100 字程度で説明せよ。

Question 7

Answer the following questions regarding microbial ecology.

(1) Explain the following technical terms.

- (a) Horizontal gene transfer
- (b) GenBank
- (c) Agarose gel electrophoresis

(2) Explain the three reaction steps of PCR.

(3) Explain a method to enhance the detection efficiency of a targeted bacterial group in FISH analysis in about 50 words.

2024 年 4 月入学 (April 2024 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)

(2024 年 1 月 25 日実施 / January 25, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	水理学 Hydraulics
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	-------------------

問題 1

二次元流体運動についての式(1.1)から式(1.4)に関する以下の問に答えよ。

- (1) 式(1.1)は任意の  $x$  方向の運動方程式である。各項の物理的な意味を説明せよ。
- (2) 流れ関数  $\psi$ , ポテンシャル関数  $\phi$  が存在するための流れ場の条件をそれぞれ説明せよ。
- (3)  $\psi$ ,  $\phi$  が存在するとき, 粘性は流体の運動に影響しないことを示せ。
- (4)  $\psi$ ,  $\phi$  が存在するとき, 定常流れでは式(1.4)で表される全水頭  $H$  がどこでも一定であることを示せ。

Question 1

Answer the following questions about Eqs. (1.1) – (1.4) for two-dimensional fluid motion.

- (1) The equation of motion in an arbitrary  $x$  direction is expressed as Eq. (1.1). Explain the physical meaning of each term.
- (2) Explain the condition of the flow field when the stream function  $\psi$  exists. Explain the condition when the potential function  $\phi$  exists.
- (3) Show that viscosity does not affect the fluid motion when  $\psi$  and  $\phi$  exist.
- (4) Show that the total hydraulic head  $H$  in Eq. (1.4) is constant everywhere for steady flow, when  $\psi$  and  $\phi$  exist.

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} - g_x + \nu \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) \quad (1.1)$$

$$u = \frac{\partial \psi}{\partial y}, \quad v = -\frac{\partial \psi}{\partial x} \quad (1.2)$$

$$u = \frac{\partial \phi}{\partial x}, \quad v = \frac{\partial \phi}{\partial y} \quad (1.3)$$

$$H = \frac{V^2}{2g} + \frac{p}{\rho g} + z \quad (1.4)$$

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	水理学 Hydraulics
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	-------------------

## 問題 2

Fig. 2-1 のような底面の内径  $D$ 、上面の内径  $d$  の円錐形のフラスコがはかりに載せられている。フラスコには水深  $h$  ( $< H$ ) の水が入っており、長さ  $k$ 、断面積  $a$  のパイプから水が流出している。エネルギー損失がなく、 $a$  はフラスコの断面積に比べて十分小さいとして、次の問に答えよ。ただし、水の密度は  $\rho$ 、重力加速度は  $g$  であり、水深  $h$  のときのフラスコ内の水の体積  $V$  は式(2.1)で与えられる。

- (1) 水深  $h$  の時のパイプの流出口から流出する流量を示せ。
- (2) 水深  $h$  の時間変化を表す微分方程式を示せ。
- (3) パイプの流出口から、水面までの流線で  $y$  方向 (鉛直上向) の圧力分布を図示せよ。
- (4) 水深  $h$  の時のはかりに示される重さの値  $M$  を求めよ。次に、フラスコに作用する圧力分布と重さ  $M$  の関係を説明せよ。ただし、フラスコの重さは無視できる。

## Question 2

A conical flask with a bottom inner diameter of  $D$  and a top inner diameter of  $d$  is located on a scale as shown in Fig. 2-1. The flask contains water with depth  $h$  ( $< H$ ), and water flows out from the pipe of length  $k$  and cross-sectional area  $a$ . Assuming that energy loss is negligible and  $a$  is sufficiently small compared to the cross-sectional area of the flask, answer the following questions. Here the density of water is  $\rho$ , the acceleration of gravity is  $g$ , and the water volume  $V$  in the flask at a depth  $h$  is given by Eq. (2.1).

- (1) Write the flow rate from the outlet at  $h$ .
- (2) Write the differential equation for the temporal variation in  $h$ .
- (3) Draw the pressure distribution in the  $y$ -direction in the stream from the outlet of the pipe to the surface of the water.
- (4) Find the value  $M$  of the weight shown on the scale at  $h$ . Next, explain the relationship between the weight  $M$  and the pressure distribution acting on the flask wall. Here, you can ignore the weight of the flask.

$$V = \frac{\pi D^2 h}{4} - \frac{\pi (D-d)h^2}{12H} \left\{ 3D - \frac{h}{H}(D-d) \right\} \quad (2.1)$$

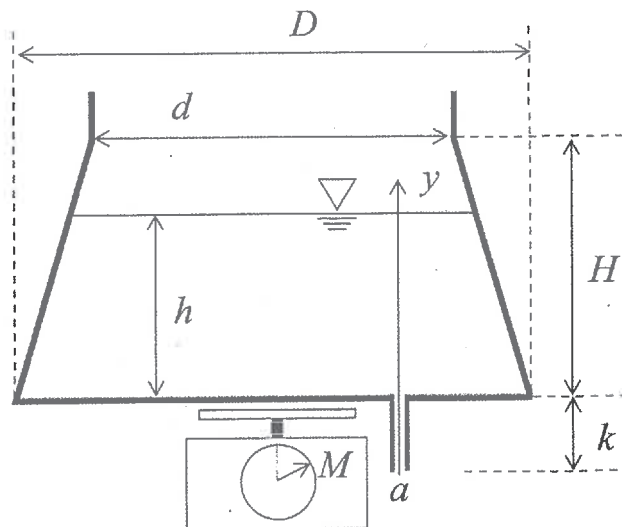


Fig. 2-1

2024 年 4 月入学 (April 2024 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)  
 (2024 年 1 月 25 日実施 / January 25, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	水理学 Hydraulics
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	-------------------

問題 3

- (1) 円管路における急拡大損失係数が  $K_e=(1-A_1/A_2)^2$  になることを説明せよ。ここで、 $A_1$  は急拡大前の断面積、 $A_2$  は急拡大後の断面積である。
- (2) Fig. 3-1 に示すようなタンク A からタンク B に水を送る円管路がある。このときのエネルギー線と動水勾配線をタンク A から管に沿った距離を横軸として図示せよ。ただし、管の摩擦損失係数を  $f$ 、タンク A から管路への流入口での損失係数を  $K_e$ 、曲がりでの損失係数を  $K_b$ 、管路からタンク B への流出口での損失係数を  $K_o$ 、 $D_1$  と  $D_2$  は細管と太管の直径とする。

Question 3

- (1) Show that the loss coefficient at a sudden expansion in a circular pipe is  $K_e=(1-A_1/A_2)^2$ , where  $A_1$  and  $A_2$  are cross-sectional areas before and after the sudden expansion, respectively.
- (2) There are circular pipes that flow water from tank A to tank B as shown in Fig. 3-1. Draw the energy line and the hydraulic grade line with the distance from tank A along the pipes, as the horizontal axis. Here,  $f$  is the friction loss coefficient of the pipes,  $K_e$  is the loss coefficient at the entrance from tank A to the pipe,  $K_b$  is the loss coefficient at the bends,  $K_o$  is the loss coefficient at the outlet from the pipe to tank B, and  $D_1$  and  $D_2$  are the diameters of the thin and thick pipes, respectively.

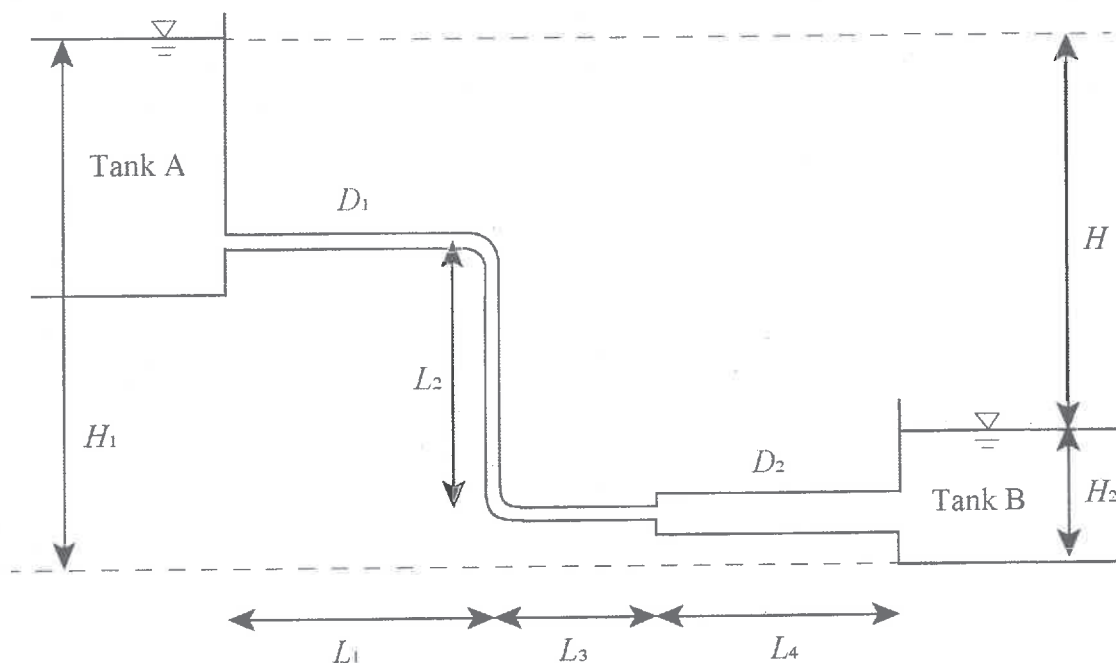


Fig. 3-1

2024 年 4 月入学 (April 2024 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)  
 (2024 年 1 月 25 日実施 / January 25, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	水理学 Hydraulics
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	-------------------

問題 4

Fig. 4-1 に示す勾配  $S$  の斜面を一定の厚さ  $\delta$  で粘性の大きい油が流れている。油の粘性係数は  $\mu$  である。以下の問に答えよ。

- (1) 高さ  $z$  での力のつり合い式を求めよ。
- (2) 流速分布  $u$  を求めよ。
- (3) 単位幅当たりの流量を求めよ。

Question 4

An oil with high viscosity flows on a slope with gradient  $S$ , as shown in Fig. 4-1. The oil layer depth is  $\delta$ . The viscosity of the oil is  $\mu$ . Answer the following questions.

- (1) Write the equilibrium equation of the forces at depth  $z$ .
- (2) Find the velocity distribution  $u$ .
- (3) Find the flow rate per unit width.

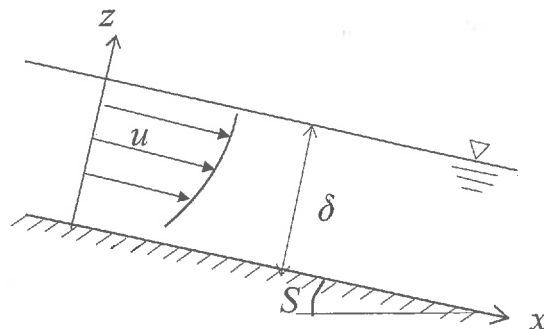


Fig. 4-1



2024 年 4 月入学 (April 2024 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)

(2024 年 1 月 25 日実施 / January 25, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	水理学 Hydraulics
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	-------------------

問題 5

- (1) 開水路流れの分類について以下の語句を用いて説明せよ。  
[非定常流, 等流, 漸変流・急変流, 常流・射流, 層流・乱流]
- (2) 水路幅と勾配が一定の急勾配水路における水面形を描き, その特徴を以下の語句を用いて説明せよ。  
[等流水深, 限界水深, フルード数, 上流方向, 下流方向, 跳水]

Question 5

- (1) Explain the classification of open channel flows using the following terms.  
[unsteady flow, uniform flow, gradually and rapidly varied flows, sub- and super-critical flows, laminar and turbulent flows]
- (2) Draw the water surface profiles in a steep channel with constant gradient and uniform width, and explain the characteristics of water surface profiles using the following terms.  
[normal depth, critical depth, Froude number, upstream direction, downstream direction, hydraulic jump]

2024 年 4 月入学 (April 2024 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)

(2024 年 1 月 25 日実施 / January 25, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	土木計画学 Infrastructure and Transportation Planning
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	--

問題 1

ある町の住民 100 名を対象に公共交通利用と自動車保有について調査され, Table 1-1 の分割表が得られた. 分割表の検定を用いて, 公共交通利用と自動車保有の関連性について記述せよ. 自由度 1 かつ有意水準 0.01 のカイ二乗分布値は 6.64 である.

Question 1

One hundred residents of a town were surveyed about public transportation use and car ownership, and the contingency results were obtained as shown in Table 1-1. Describe the relationship between public transportation use and car ownership using the test of contingency table. The chi-square distribution value is 6.64 with 1 degree of freedom and a significance level of 0.01.

Table 1-1

	People who use public transportation (persons)	People who do not use public transportation (persons)
People who own a car (persons)	20	42
People who do not own a car (persons)	23	15

問題 2

日本の交通事故発生件数の推移を Table 2-1 に示す. 交通事故発生モデルは  $Y_t = a + bt + e_t$  とする. ここで,  $Y_t$  は  $t$  年の交通事故発生件数,  $a$ ,  $b$  はパラメータ,  $e_t$  は誤差項である. 以下の問に答えよ.

- (1) 最小二乗法により,  $a$ ,  $b$  を推定せよ.
- (2) 交通事故発生モデルを用いて, 2003 年, 2008 年, 2013 年, 2018 年, 2022 年の交通事故発生件数を推定せよ.
- (3) 交通事故発生モデルの重相関係数を計算せよ. 重相関係数に基づいて交通事故発生モデルの当てはまり度を評価せよ.
- (4) このモデルの限界を説明せよ.

Question 2

The time-series trend in the number of traffic accidents in Japan is shown in Table 2-1. The traffic accident model is assumed as  $Y_t = a + bt + e_t$ . Where,  $Y_t$  is the annual number of traffic accidents,  $t$  is the year.  $a$  and  $b$  are model parameters.  $e_t$  is the error. Answer the following questions.

- (1) Estimate  $a$  and  $b$  using least squares method.
- (2) Estimate the number of traffic accidents in 2003, 2008, 2013, 2018, and 2022 by using the traffic accident model.
- (3) Calculate the multiple correlation coefficient of the traffic accident model and evaluate the model fitting based on the coefficient.
- (4) Explain the limitations of the model.

Table 2-1

Year	The number of traffic accidents in Japan (1,000 accidents)
2003	948
2008	766
2013	665
2018	431
2022	301

2024 年 4 月入学 (April 2024 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)

(2024 年 1 月 25 日実施 / January 25, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	土木計画学 Infrastructure and Transportation Planning
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	--

問題 3

交通需要予測に関わる以下の問に答えよ。

- (1) 四段階推定法について説明せよ。
- (2) 自然災害の影響を評価する場合、四段階推定法のどの段階を用いるか、その理由も併せて答えよ。
- (3) ライドシェアを検討する場合、四段階推定法のどの段階を用いるか、その理由も併せて答えよ。
- (4) 四段階推定法を実施する上で想定される課題を述べよ。

Question 3

Answer the following questions related to traffic demand forecasting.

- (1) Explain the four-step method.
- (2) Which step of the method is used to assess the impacts of a natural disaster? What is the reason for using that step?
- (3) Which step of the method is used to examine the ride sharing? What is the reason for using that step?
- (4) Explain the limitations of the four-step method.

問題 4

以下の専門用語について、それぞれ説明せよ。

- (1) 建ぺい率
- (2) 技術的外部性
- (3) 国土形成計画
- (4) 市街化調整区域

Question 4

Explain the following technical terms.

- (1) building coverage ratio
- (2) technological externality
- (3) national spatial planning
- (4) urbanization control area

問題 5

市街地火災について、以下の問に答えよ。

- (1) 市街地火災の特徴について、郊外の戸建て住宅の火災と比較しながら説明せよ。
- (2) 都市計画制度の中で、市街地火災の被害軽減効果のある制度を一つ挙げて、その内容を説明せよ。
- (3) 市街地火災の際の道路の役割を説明したうえで、その被害軽減の観点から望ましい市街地道路ネットワークについて説明せよ。

Question 5

Answer the following questions about urban fires.

- (1) Explain the characteristics of fires in urban areas and compare them with those in detached houses in suburban areas.
- (2) Introduce one urban planning system that is effective in reducing the damage caused by fires in urban areas.
- (3) Explain the role of roads in the case of urban fires, and then describe the desirable urban road network from the damage mitigation viewpoint.

## 問題用紙

Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
Entrance Examination Booklet (General Selection)

## Question Sheets

(2024 年 1 月 25 日実施 / January 25, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 II) Civil and Environmental Engineering II	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	---

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

### 受験上の注意事項

- (1) 問題用紙は表紙を含み 3 枚, 解答用紙は表紙を含み 8 枚あります。
- (2) これは問題用紙です。解答は別冊の解答用紙に記入してください。
- (3) 問題用紙の表紙及び解答用紙の全頁の指定した箇所に, 受験番号を記入してください。
- (4) この冊子はばらしてはいけません。一部でもばらけてしまった場合には, 直ちに試験監督に伝えて指示に従うこと。
- (5) 全問に解答しなさい。
- (6) 問題用紙は解答用紙とともに回収します。
- (7) 問題中「図を書きなさい」という指示がある場合は, 解答用紙に記入すること。
- (8) 質問あるいは不明な点がある場合は挙手をする。

### Notices

- (1) There are 3 question sheets and 8 answer sheets each including a cover sheet.
- (2) This examination booklet consists of only question sheets. Use the other booklet for answers.
- (3) Fill your examinee's number in the specified positions in both booklet covers and each answer sheet.
- (4) Do not disband this booklet. If the sheet has been disbanded accidentally, tell an invigilator and follow his/her instruction.
- (5) Answer all the questions.
- (6) Return the question sheets together with the answer sheets.
- (7) When you are required to draw a diagram, draw it on the answer sheet.
- (8) Raise your hand when you have any questions.

2024 年 4 月入学 (April 2024 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)  
(2024 年 1 月 25 日実施 / January 25, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 II) Civil and Environmental Engineering II	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	小論文 A Essay A
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	------------------

問題

- (1) 社会基盤に対する要求は、それぞれの国・地域の社会的・経済的な状況によって異なる。ある国もしくは地域を例に挙げて、社会基盤の整備と維持管理に関する課題とその解決策を 600 字程度で論ぜよ。
- (2) 近年、災害の被害を軽減する減災の重要性が高まっている。減災に関して社会基盤環境工学はどのような貢献ができるのか、あなたの考えを 400 字程度で述べよ。

Question

- (1) The requirements for infrastructure vary depending on the social and economic conditions by each country or region. Considering a country or region as an example, discuss the challenges and solutions for the development and maintenance of infrastructure, in about 300 words.
- (2) In recent years, disaster mitigation to reduce the damage caused by disasters has been becoming increasingly significant. Describe your ideas on what contributions can be made to disaster mitigation by civil and environmental engineering, in about 200 words.

2024 年 4 月入学 (April 2024 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)

(2024 年 1 月 25 日実施 / January 25, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 II) Civil and Environmental Engineering II	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	小論文 B Essay B
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	------------------

問題

大学院博士課程前期入学後の希望研究課題を記したうえで, 希望研究課題に関して, 研究の背景, 先行研究の目的, 方法, 成果, 残された課題を整理して, 1,600 字程度で記述せよ. なお, 所定の書式に従って作成したレビュー論文リストを参照してよい.

Question

After writing your desired research topic in the master's course, explain the background of the research by summarizing the objectives, methodologies, main results, and shortcomings of previous studies, in about 800 words. The list of references prepared in accordance with the specified format can be referred in the Essay.