

問題用紙

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

Question Sheets

(2025年1月23日実施 / January 23, 2025)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 I) Vehicle and Environmental Systems Engineering I	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	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) 問題用紙は表紙を含み8枚、解答用紙は表紙を含み7枚あります。
- (2) 問題用紙及び解答用紙のそれぞれに、受験番号を記入してください。
- (3) 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。
- (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) 問題用紙は解答用紙とともに回収します。
- (7) 問題中「図に書きなさい」という指示がある場合は、解答用紙に記入すること。
- (8) 作図する場合、貸与する定規を使用しても差し支えない。
- (9) 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 question sheets and 7 answer sheets including a front sheet.**
- (2) Fill in your examinee's number in the specified positions in this cover and each question and answer sheet.
- (3) This examination booklet consists of only question sheets. Use other separate sheets for answers.
- (4) If the space is exhausted, use the reverse side of the answer sheet and write down "to be continued" on the last line of the sheet.
- (5) Answer all the questions.
- (6) Return these question sheets together with the answer sheets.
- (7) If given the instruction to draw a diagram, draw it on the answer sheet.
- (8) You may use the approved ruler if you need.
- (9) Raise your hand if you have any questions.

2025年4月入学 (April 2025 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)

(2025年1月23日実施 / January 23, 2025)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 I) Vehicle and Environmental Systems Engineering I	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

数学
Mathematics

問題 1 以下の問いに答えよ。

- (1) 不定積分 $\int \frac{x^2}{(x-1)^2} dx$ を求めよ。
- (2) 定積分 $\int_0^{\pi/2} 2x \sin^2 x dx$ を求めよ。
- (3) 常微分方程式 $\frac{dy}{dx} = 2x + y + 1$ の一般解を求めよ。
- (4) $\mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 \\ -1 & 1 & -1 \\ 1 & -2 & 0 \end{bmatrix}$ のとき、 \mathbf{X} の固有値を求めよ。
- (5) $\mathbf{A} = \mathbf{i} - \mathbf{j} + \mathbf{k}$, $\mathbf{B} = \mathbf{i} + 2\mathbf{j} + 3\mathbf{k}$, $\mathbf{C} = 2\mathbf{i} + 2\mathbf{j} - \mathbf{k}$ のとき、 $\mathbf{A} \times (\mathbf{B} \times \mathbf{C})$ を求めよ。
ただし、 \mathbf{i} , \mathbf{j} , \mathbf{k} は x , y , z 軸方向の単位ベクトルである。

Question 1 Answer the following questions.

- (1) Find the indefinite integral $\int \frac{x^2}{(x-1)^2} dx$.
- (2) Find the integral $\int_0^{\pi/2} 2x \sin^2 x dx$.
- (3) Find the general solution for the ordinary differential equation $\frac{dy}{dx} = 2x + y + 1$.
- (4) When $\mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 \\ -1 & 1 & -1 \\ 1 & -2 & 0 \end{bmatrix}$, find the eigenvalues of \mathbf{X} .
- (5) When $\mathbf{A} = \mathbf{i} - \mathbf{j} + \mathbf{k}$, $\mathbf{B} = \mathbf{i} + 2\mathbf{j} + 3\mathbf{k}$, $\mathbf{C} = 2\mathbf{i} + 2\mathbf{j} - \mathbf{k}$, find $\mathbf{A} \times (\mathbf{B} \times \mathbf{C})$,
where \mathbf{i} , \mathbf{j} , and \mathbf{k} show the unit vectors in x , y , and z axis directions.

次ページへ続く。 Continued on the following page.

2025 年 4 月入学 (April 2025 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)

(2025 年 1 月 23 日実施 / January 23, 2025)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 I) Vehicle and Environmental Systems Engineering I	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

数学 Mathematics

問題 2 $o-xyz$ 座標系において円柱螺旋を表す位置ベクトル

$$\mathbf{r} = x(t)\mathbf{i} + y(t)\mathbf{j} + z(t)\mathbf{k} = a \cos t \mathbf{i} + a \sin t \mathbf{j} + ct \mathbf{k} \quad (t > 0, a \text{ と } c \text{ は定数で } a > 0) \quad (2.1)$$

について以下の問いに答えよ。ここで, $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$ は x, y, z 軸方向の単位ベクトルである。

- (1) $t = 0$ に対応する点から測った曲線の長さ s を求めよ。
- (2) 単位接線ベクトル $\mathbf{t}(= d\mathbf{r}/ds)$ を求めよ。
- (3) 関係式 $\mathbf{t} \cdot \mathbf{t} = 1$ の両辺を s について微分することにより, \mathbf{t} に垂直な単位主法線ベクトルを求めよ。
- (4) $c = 0$ の場合を考えると, \mathbf{r} は原点を中心とする半径 a の円周上の点を表すことになる。曲線 C で囲まれた閉領域 S を考えると, 連続微分可能な任意のベクトル関数 $\mathbf{F}(x, y)$ に対して Gauss の発散定理

$$\iint_S \nabla \cdot \mathbf{F} dS = \int_C \mathbf{F} \cdot \mathbf{n} d\ell \quad (2.2)$$

が成立する。ここで, \mathbf{n} は C 上における S から外向きの法線ベクトルである。 $c = 0$ のとき, Gauss の発散定理を用いて線積分により円の面積を求めよ。

Question 2 Answer the following questions about the position vector

$$\mathbf{r} = x(t)\mathbf{i} + y(t)\mathbf{j} + z(t)\mathbf{k} = a \cos t \mathbf{i} + a \sin t \mathbf{j} + ct \mathbf{k} \quad (t > 0, a \text{ and } c \text{ are constants, and } a > 0) \quad (2.1)$$

that represents a cylindrical spiral in the $o-xyz$ coordinate system. Here, $\mathbf{i}, \mathbf{j},$ and \mathbf{k} are unit vectors in the $x, y,$ and z directions.

- (1) Find the length s of the curve measured from the point corresponding to $t = 0$.
- (2) Find the unit tangent vector $\mathbf{t}(= d\mathbf{r}/ds)$.
- (3) Find the unit principal normal vector perpendicular to \mathbf{t} by differentiating both sides of the equation $\mathbf{t} \cdot \mathbf{t} = 1$ with respect to s .
- (4) When $c = 0$, \mathbf{r} represents a point on the circumference of a circle with radius a centered at the origin. When considering a closed region S enclosed by the curve C , Gauss's divergence theorem

$$\iint_S \nabla \cdot \mathbf{F} dS = \int_C \mathbf{F} \cdot \mathbf{n} d\ell \quad (2.2)$$

holds for any continuously differentiable vector function $\mathbf{F}(x, y)$. Here, \mathbf{n} is the outward normal vector from S on C . When $c = 0$, use Gauss's divergence theorem to find the area of the circle using line integrals.

次ページへ続く。 Continued on the following page.

2025年4月入学 (April 2025 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)

(2025年1月23日実施 / January 23, 2025)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 I) Vehicle and Environmental Systems Engineering I	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

数学
Mathematics

問題 3 関数 $f(t), g(t)$ の Laplace 変換を

$$\mathcal{L}[f(t)] = \int_0^{\infty} f(t) e^{-st} dt \equiv F(s), \quad \mathcal{L}[g(t)] = \int_0^{\infty} g(t) e^{-st} dt \equiv G(s) \quad (3.1)$$

と定義する。以下の問いに答えよ。

(1) 2重積分

$$\mathcal{L}[f(u)]\mathcal{L}[g(v)] = \left\{ \int_0^{\infty} f(u) e^{-su} du \right\} \left\{ \int_0^{\infty} g(v) e^{-sv} dv \right\} = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} f(u) g(v) e^{-s(u+v)} du dv \quad (3.2)$$

に、変数変換 (3.3) 式を施すことにより (3.4) 式となることを示せ。また、(3.5) 式の合成法則が成立することを示せ。

$$u + v = t, \quad v = \tau \quad (3.3)$$

$$(3.2) \text{ 式} = \int_0^{\infty} h(t) e^{-st} dt = \mathcal{L}[h(t)], \quad h(t) = \int_0^t f(t - \tau) g(\tau) d\tau \quad (3.4)$$

$$h(t) = \mathcal{L}^{-1} \{ \mathcal{L}[f(t)]\mathcal{L}[g(t)] \} = \int_0^t f(t - \tau) g(\tau) d\tau \quad (3.5)$$

(2) $x(t)$ に関する常微分方程式

$$x''(t) + \omega^2 x(t) = \sin \nu t, \quad x(0) = x'(0) = 0 \quad (\omega > 0, \nu > 0) \quad (3.6)$$

について以下の問いに答えよ。

- (a) (3.1) 式の Laplace 変換の定義に従い $\mathcal{L}[\sin \nu t]$ を求めよ (計算過程を示すこと)。
- (b) (3.1) 式の Laplace 変換の定義に従い $\mathcal{L}[x''(t)]$ を計算し、 $X(s) (= \mathcal{L}[x(t)])$ を用いて表せ (計算過程を示すこと)。
- (c) (3.6) 式を Laplace 変換し、 $X(s)$ を求めよ。
- (d) 小問 (c) の $X(s)$ に逆変換を施すことにより $\nu \neq \omega$ の条件下で $x(t)$ を求めると

$$x(t) = \frac{\phi(t)}{\omega^2 - \nu^2} = \frac{\nu}{\omega^2 - \nu^2} \psi(t) \quad (3.7)$$

となる。 $\phi(t)$ と $\psi(t)$ を求めよ。

- (e) $\nu \rightarrow \omega$ のとき $x(t) = \frac{\phi(t)}{\omega^2 - \nu^2}$ の極限值を求めよ。

次ページへ続く。 Continued on the following page.

2025 年 4 月入学 (April 2025 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)

(2025 年 1 月 23 日実施 / January 23, 2025)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 I) Vehicle and Environmental Systems Engineering I	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

数学 Mathematics

Question 3 Define the Laplace transform of the functions $f(t)$ and $g(t)$ as

$$\mathcal{L}[f(t)] = \int_0^{\infty} f(t) e^{-st} dt \equiv F(s), \quad \mathcal{L}[g(t)] = \int_0^{\infty} g(t) e^{-st} dt \equiv G(s). \quad (3.1)$$

Answer the following questions.

(1) Show that the double integral of

$$\mathcal{L}[f(u)]\mathcal{L}[g(v)] = \left\{ \int_0^{\infty} f(u) e^{-su} du \right\} \left\{ \int_0^{\infty} g(v) e^{-sv} dv \right\} = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} f(u) g(v) e^{-s(u+v)} du dv \quad (3.2)$$

can be transformed into eq. (3.4) by applying the variable transformation eq. (3.3). Also show that the convolution theorem of eq. (3.5) holds.

$$u + v = t, \quad v = \tau \quad (3.3)$$

$$\text{eq. (3.2)} = \int_0^{\infty} h(t) e^{-st} dt = \mathcal{L}[h(t)], \quad h(t) = \int_0^t f(t-\tau) g(\tau) d\tau \quad (3.4)$$

$$h(t) = \mathcal{L}^{-1}\{\mathcal{L}[f(t)]\mathcal{L}[g(t)]\} = \int_0^t f(t-\tau) g(\tau) d\tau \quad (3.5)$$

(2) Answer the following questions about ordinary differential equation for $x(t)$:

$$x''(t) + \omega^2 x(t) = \sin \nu t \quad x(0) = x'(0) = 0 \quad (\omega > 0, \nu > 0). \quad (3.6)$$

- (a) Calculate $\mathcal{L}[\sin \nu t]$ according to the definition of the Laplace transform in eq. (3.1) (show the calculation process).
- (b) Calculate $\mathcal{L}[x''(t)]$ according to the definition of the Laplace transform in eq. (3.1) and express it using $X(s)(= \mathcal{L}[x(t)])$ (show the calculation process).
- (c) Take the Laplace transform of eq. (3.6) and find $X(s)$.
- (d) By applying an inverse transformation to $X(s)$ in subquestion (c), $x(t)$ is found under the condition $\nu \neq \omega$, resulting in

$$x(t) = \frac{\phi(t)}{\omega^2 - \nu^2} = \frac{\nu}{\omega^2 - \nu^2} \psi(t). \quad (3.7)$$

Find $\phi(t)$ and $\psi(t)$.

- (e) Find the limit of $x(t) = \frac{\phi(t)}{\omega^2 - \nu^2}$ when $\nu \rightarrow \omega$.

次ページへ続く。 Continued on the following page.

2025年4月入学 (April 2025 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)

(2025年1月23日実施 / January 23, 2025)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 I) Vehicle and Environmental Systems Engineering I	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

力学 Dynamics

問題 1 物体の自由落下を考える。自由落下を始める位置を原点とし、鉛直上向きに x 軸をとる。物体は質量 m の質点とみなし、重力加速度は g とする。また、時間を表す変数を t とする。以下の問いに答えよ。

- (1) 自由落下する物体には速度に比例する大きさの空気抵抗が作用するとみなした場合、物体の運動方程式を求めよ。抵抗係数は C ($C > 0$) とする。
- (2) 小問 (1) の運動方程式を解き、時刻 t における速度を求めよ。
- (3) 小問 (1), (2) の運動における物体の終端速度を求めよ。
- (4) 自由落下する物体には速度の 2 乗に比例する大きさの空気抵抗が作用するとみなした場合、物体の運動方程式を求めよ。抵抗係数は K ($K > 0$) とする。
- (5) 小問 (4) の運動における物体の終端速度を求めよ。

Question 1 Consider the free fall of an object. The position where the free fall begins is taken as the origin, and the x -axis is taken to be vertical and pointing upwards. The object is considered to be a mass point with mass m , and the gravity acceleration is taken to be g . The variable representing time is taken to be t . Answer the following questions.

- (1) If it is assumed that an object in free fall is subject to air resistance proportional to its velocity, find the equation of motion for the object. The resistance coefficient is taken to be C ($C > 0$).
- (2) Solve the equation of motion in subquestion (1) and find the velocity at time t .
- (3) Find the terminal velocity of the object in the motion in subquestions (1) and (2).
- (4) If it is assumed that an object in free fall is subject to air resistance proportional to the square of its velocity, find the equation of motion for the object. The resistance coefficient is taken to be K ($K > 0$).
- (5) Find the terminal velocity of the object in the motion in subquestion (4).

2025 年 4 月入学 (April 2025 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)

(2025 年 1 月 23 日実施 / January 23, 2025)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 I) Vehicle and Environmental Systems Engineering I	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

力学 Dynamics

問題2 一様な棒 (長さ $2l$, 質量 M) がある。Fig. 2.1 に示すように、この棒の両端 A および B と、O 点の釘を軽い糸で結ぶ。糸はたるまないものとし、OA と OB の長さは a で一定である。O を中心にこの系を平面上で微小運動させる時、以下の問いに答えよ。重力加速度を g とする。

- (1) この系の O 点まわりの慣性モーメントを求めよ。
- (2) 回転角が小さいと仮定して、微小運動の周期を求めよ。

Question2 There is a rod with homogeneous material (length: $2l$, mass: M). As shown in Fig. 2.1, the ends A and B of this rod and the nail at point O are connected by a light string. The string does not sag and the lengths OA and OB are constant at a . The system is oscillated freely in the plane around the point O. Answer the following questions. Gravity acceleration is g .

- (1) Find the moment of inertia of this system around the point O.
- (2) Find the period of the harmonic motion assuming the angle of the rotation is small.

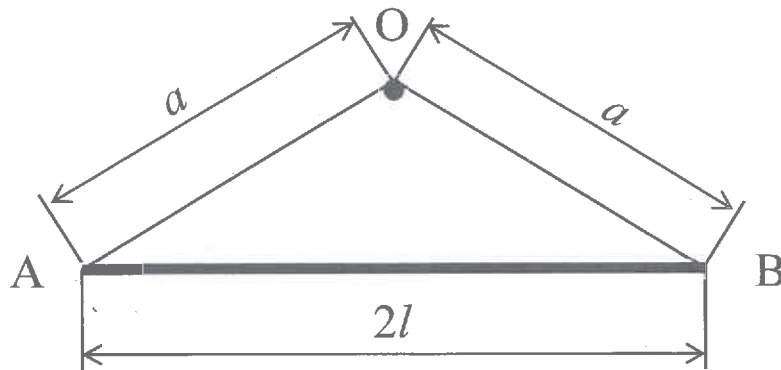


Fig. 2.1

2025年4月入学 (April 2025 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)

(2025年1月23日実施 / January 23, 2025)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 I) Vehicle and Environmental Systems Engineering I	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

力学
Dynamics

問題3 Fig. 3.1 に示すように、張り出しはりが、区間 BC に等分布荷重 q を受けている。はりの長さ、ヤング率、断面2次モーメントはそれぞれ $2L$, E , I とする。このはりについて以下の問いに答えよ。

- (1) はり AC の自由物体図を描け。
- (2) 全ての支点反力を求めよ。
- (3) 曲げモーメント図、せん断力図を描け。なお、主要な結果を図中に記入せよ。
- (4) 位置 C におけるたわみ角を求めよ。

Question 3 As shown in Fig. 3.1, an overhanging beam is subjected to the uniformly distributed load q over the region BC. Length, Young's modulus and the moment of inertia of area of the beam are denoted as $2L$, E and I , respectively. Answer the following questions about the beam.

- (1) Draw the free body diagram of the beam AC.
- (2) Determine all reactions.
- (3) Draw the bending moment diagram and the shearing force diagram. Note that the specific results should be described in the diagrams.
- (4) Determine the deflection angle at position C.

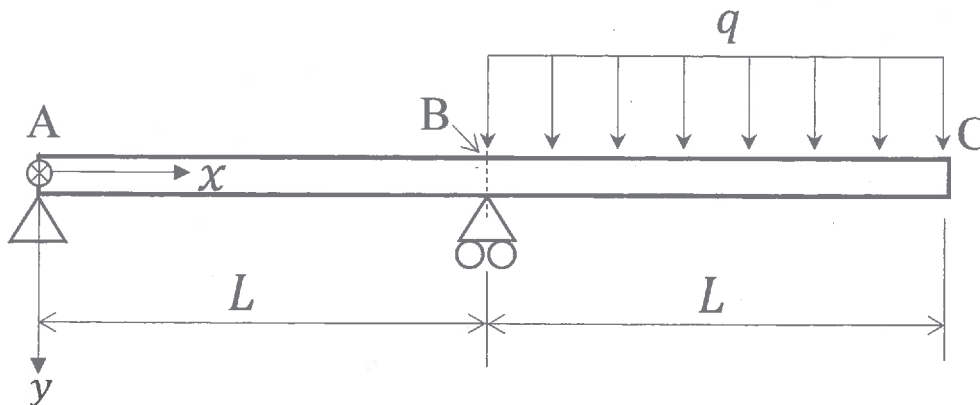


Fig. 3.1

問題用紙

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

Question Sheets

(2025 年 1 月 23 日実施 / January 23, 2025)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 II) Vehicle and Environmental Systems Engineering II	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	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) 問題用紙は表紙を含み 2 枚, 解答用紙は表紙を含み 2 枚あります。
- (2) 問題用紙及び解答用紙のそれぞれに, 受験番号を記入してください。
- (3) 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。
- (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) 問題用紙は解答用紙とともに回収します。
- (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 **2 question sheets and 2 answer sheets including a front sheet.**
- (2) Fill in your examinee's number in the specified positions in this cover and each question and answer sheet.
- (3) This examination booklet consists of only question sheets. Use other separate sheets for answers.
- (4) If the space is exhausted, use the reverse side of the answer sheet and write down "to be continued" on the last line of the sheet.
- (5) Answer all the questions.
- (6) Return these question sheets together with the answer sheets.
- (7) Raise your hand if you have any questions.

次ページへ続く。 Continued on the following page.

2025 年 4 月入学 (April 2025 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)

(2025 年 1 月 23 日実施 / January 23, 2025)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 II) Vehicle and Environmental Systems Engineering II	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

小論文 Short essay

問題 1 無人運航の旅客船の開発と運用を考える。開発面において考慮すべき、流体力学、材料力学に関わる事柄をそれぞれ 1 つ挙げ、それらについて論ぜよ。また、運用面において、省エネルギーを実現する方法を 1 つ挙げ、論ぜよ。必要に応じて、図を用いても差し支えない。

Question 1 Consider the development and operation of unmanned passenger ships. Point out and discuss one issue related to fluid mechanics and one issue related to materials mechanics that should be considered in the development. Also, point out and discuss one method to achieve energy conservation in the operation. If necessary, you may use schematics.