

平成17年度 名古屋大学大学院工学研究科 博士課程（前期課程）  
電子情報システム専攻

## 入学試験問題

### 外 国 語 （ 英 語 ）

（平成16年8月24日（火）10:10～12:00）

### 注 意

1. 問題は3問題よりなっている。全問題を解答せよ。
2. 解答は問題ごとに別の答案用紙に書き、それぞれ問題番号、受験番号を上端に記入せよ。氏名は記入してはならない。なお、草稿用紙が1枚ある。解答が用紙の裏面にまわる場合は、答案用紙下部にその旨明示すること。又、上部横線に相当する位置以下に書くこと。
3. 問題用紙、答案用紙、草稿用紙はすべて持ち出してはならない。
4. 携帯電話は時計としても使用してはならない。電源を切ること。

Once, attending a Mass in the Cathedral of Pisa, Galileo was absentmindedly watching a candelabra\*<sup>1</sup> which was set in motion by the attendant who lighted the candles. The consecutive swings were becoming smaller and smaller as the candelabra was slowly coming to rest. "Does the time of each swing also become shorter?" Galileo asked himself. Having no stop watch — for this had not been invented at that time — Galileo decided to measure the time of the consecutive swings by counting his own pulse. And, probably to his surprise, he discovered that, although the swings were becoming shorter and shorter, their duration in time remained exactly the same. Coming home, he repeated this experiment with a stone tied to the end of a string and found the same result. ①He also discovered that, for a given length of the string, the oscillation period remained the same no matter whether he used a heavy or a light stone in his experiment. Thus, the now familiar device known as a pendulum came into being. Galileo reversed ②the course of his original discovery and suggested the use of a pendulum of standard length for measuring the pulse beat of patients.

For a number of years his interests were centered in the field of what is now known as *dynamics* — that is, the study of the laws of motion. Why is the period of the pendulum independent of the "amplitude," i.e., the size of the swing? Why do a light and a heavy stone attached at the end of the same string swing with the same period? Galileo solved neither of the problems, but certainly contributed a lot to the formulation of both. The motion of a pendulum is a special case of the fall caused by the force of gravity. ③If we release a stone unattached to anything, it will fall straight down to the ground. If, however, the stone is tied to a string attached to a hook in the ceiling, it is forced to fall along an arc of a circle. If a light and a heavy stone, attached to a string, take the same time to reach the lowest position, then these two stones must also take the same time to fall to the ground after being released from the same height. This conclusion stood in conflict with the generally accepted opinion of Aristotelian philosophy at that time, according to which heavy objects fall down faster than light ones. To prove his point Galileo dropped from the Leaning Tower of Pisa two spheres, one of wood and one of iron, and the unbelieving spectators below observed the two spheres hit the ground at the same moment.

When one release a stone it moves down faster and faster, and Galileo wanted to know what mathematical law governs that ④accelerated motion. But the free fall of objects proceeds too fast to study it in detail without the use of modern equipment such as, for example, fast photography. Thus, Galileo decided to "dilute the force of gravity" by making the ball roll down an inclined plane. The steeper the plane, the faster the ball rolls, and in the limiting case of a vertical plane the ball falls free alongside it. The main difficulty in performing that experiment was the measurement of time taken by the ball to cover\*<sup>2</sup> different distances. Galileo solved it by using the water clock in which time was measured by the amount of water pouring out through a little opening near the bottom of a large container. Marking the positions of the ball at equal intervals of time, beginning from the start, he found that distances covered during these time intervals were standing in the ratios 1 : 3 : 5 : 7, etc. When the plane was steeper, the corresponding distances became longer but their ratios always remained the same. Thus, concluded Galileo, ⑤this law must also hold for the limiting case of free fall. The above-obtained result can be expressed in different mathematical form by saying that the total distance covered during a certain period of time is proportional to the square of that time. ⑥Indeed, if we take as the unit length the distance covered by the ball during the first interval of time, the total distance covered at the end of consecutive intervals will be  $1^2, 2^2, 3^2, 4^2$ , etc., or 1, 4, 9, 16, etc. Thus the distances covered during each of the consecutive time intervals will be: 1;  $4 - 1 = 3$ ;  $9 - 4 = 5$ ;  $16 - 9 = 7$  etc.

(出典) George Gamow, *The Great Physicists from Galileo to Einstein*, Dover Publication, Inc., 1988 より抜粋, 一部改変.

(注) \*1 candelabra : 枝つき燭台 (しょくだい)      \*2 cover : 〈ある距離を〉行く

- (1) 下線部①を日本語に訳しなさい.
- (2) 下線部②の指す内容を日本語で具体的に説明しなさい.
- (3) 下線部③を日本語に訳しなさい.
- (4) 下線部④の“accelerated motion”を調べるために Galileo が行った実験について, 重要と思われる実験方法上の特徴を3つあげ, 本文の内容に沿って日本語で具体的に説明しなさい.
- (5) 下線部⑤の指す内容を本文の記述に沿って日本語で具体的に説明しなさい.
- (6) 下線部⑥を日本語に訳しなさい.

2

次の文章を読んで設問に答えなさい。

(a) HYDROGEN FUEL CELLS\*<sup>1</sup> have two obvious attractions. First, they produce no pollution at point of use. Second, hydrogen can come from myriad\*<sup>2</sup> sources. In fact, the gas is not a fuel in the conventional sense. A fuel is something found in nature, like coal, or refined from a natural product, like diesel fuel from oil, and then burned to do work. Pure hydrogen does not exist naturally on earth and is so highly processed that it is really more of a carrier or medium for storing and transporting energy from some original source to a machine that makes electricity. “The beauty of hydrogen is the fuel diversity that’s possible,” said David K. Garman, U.S. assistant secretary for energy efficiency and renewable energy. Each source, however, has an ugly side.

For instance, a process called electrolysis makes hydrogen by splitting a water molecule with electricity. The electricity could come from solar cells, windmills, hydropower\*<sup>3</sup> or safer, next-generation nuclear reactors. Researchers are also trying to use microbes to transform biomass\*<sup>4</sup>, including parts of crops that now have no economic value, (①) hydrogen. In February researchers at the University of Minnesota and the University of Patras in Greece announced a chemical reactor that generates hydrogen from ethanol mixed (②) water. Though appealing, all these technologies are either unaffordable or unavailable on a commercial scale and are likely to remain so for many years to come, according to experts.

Hydrogen could be derived from coal-fired electricity, which is the cheaper source of energy in most parts of the country. Critics argue, though, that if coal is the first ingredient for the hydrogen economy, global warming could be exacerbated\*<sup>5</sup> through greater release of carbon dioxide.

Or hydrogen could come from the methane in natural gas, methanol or other hydrocarbon fuel. Natural gas can be reacted with steam to make hydrogen and carbon dioxide. Filling fuel cells, however, would preclude\*<sup>6</sup> the use of natural gas for its best industrial purpose today: burning in high-efficiency combined-cycle turbines to generate electricity. (b) That, in turn, might again lead (③) more coal use. (c) Combined-cycle plants\*<sup>7</sup> can turn 60 percent of the heat of burning natural gas into electricity; a coal plant converts about 33 percent. Also, when burned, natural gas produces just over half as much carbon dioxide per unit of heat as coal does. As (④) result, a kilowatt-hour of electricity made from a new natural gas plant has slightly over one fourth as much carbon dioxide as a kilowatt-hour from coal. In sum, it seems better for the environment to use natural gas to make electricity for the grid\*<sup>8</sup> and save coal, rather than turning it into hydrogen to save gasoline.

(出典) Matthew L. Wald, “Questions about a Hydrogen Economy”, SCIENTIFIC AMERICAN (MAY 2004)より抜粋, 一部改変

(注) \*1 hydrogen fuel cell : 水素燃料電池

\*2 myriad : 多数の

\*3 hydropower : 水力発電

\*4 biomass : バイオマス (生物資源)

\*5 exacerbate : 悪化させる

\*6 preclude : はばむ, 妨げる

\*7 combined-cycle plant : 複合サイクル (発電) プラント

\*8 grid : 送電網

- (1) 文中の①～④に適切な冠詞または前置詞を入れなさい。
- (2) 下線部(a)の文章を日本語に訳しなさい。
- (3) 本文中では水素を生成するいくつかの具体的な手法が述べられている。どのような手法が述べられているか、それらを日本語で箇条書にして示しなさい。
- (4) 下線部(b)の示すことがらを日本語で具体的に記述しなさい。
- (5) 下線部(c)の文章を日本語に訳しなさい。

3

次の文章は、ある架空の出版社”ABC Press”から電子メールにより配信された架空の電子版学術論文誌”International Journal of Engineering (国際工学誌)”の案内である。下線部の日本語を英語に訳しなさい。

The ABC Press is pleased to announce the publication of new articles in the International Journal of Engineering (IJE), the first fully electronic engineering journal.

① 国際工学誌では、理論から応用に至るまでの広範囲にわたる工学の顕著な研究や学術的知見が掲載されています。 ② 本学術論文誌の目標は、工学がカバーする広い範囲の研究分野から質の高い論文を集約することにあります。 The range of topics includes process design, operation and control, new concepts of productions, fluid dynamics, environmental and energy engineering, as well as topics drawn from the substantial areas of overlap between science and engineering.

③ この国際工学誌の斬新なところは、進歩したデジタル技術を有効に活用して、優れた価値の高い出版物を提供することができることです。 A key advantage is that the additional features of the electronic journal are combined with affordability, accessibility and significantly shortened publication times. IJE takes advantage of web publishing in several ways. Articles are published as soon as they are accepted rather than wait for an issue to be completed. Authors can present data and results which cannot be readily presented in print journals. For example, authors can include additional files, including experimental data, supplementary figures or tables, databases, spreadsheets as well as video/audio clips showing simulations, experimental results, etc. In addition hypertext links to other resources/supplementary material and references available elsewhere on the web can be easily included. To submit your research to IJE, visit [http://www.abc\\_press.com/ije](http://www.abc_press.com/ije).

④ この電子メールリストから削除を希望される場合には、メール標題欄に「中止」と表記のうえ返信をお願いします。

平成17年度 名古屋大学大学院工学研究科 博士課程（前期課程）  
電気工学・電子工学及び電子情報学専攻

## 入学試験問題

### 基 礎

(平成16年8月24日(火) 13:30～16:30)

### 注 意

1. 6問中4問を選んで答えよ。
2. 解答は問題ごとに別の答案用紙に書き、それぞれ問題番号、受験番号を上端に記入せよ。氏名は記入してはならない。なお、草稿用紙が1枚ある。解答が用紙の裏面にまわる場合は、答案用紙下部にその旨明示すること。又、上部横線に相当する位置以下に書くこと。
3. 問題用紙、答案用紙、草稿用紙はすべて持ち出してはならない。
4. 計算機類は使用してはならない。
5. 携帯電話は時計としても使用してはならない。電源を切ること。

1

1. 非負整数  $m, n$  に対して,  $I_{m,n} = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^m x \sin^n x dx$  とおく。次の問に答えよ。

(1)  $I_{m,n} = I_{n,m}$  が成立することを示せ。

(2)  $I_{m,n} = \frac{m-1}{m+n} I_{m-2,n}$  が成立することを示せ。ただし,  $m \geq 2$  とする。

(3)  $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^n x dx$  を求めよ。

2. 次の極限を求めよ。

(1)  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x^2 - 1 + \cos^2 x}{x^4}$

(2)  $\lim_{n \rightarrow \infty} \left( \sum_{k=1}^m a_k^n \right)^{\frac{1}{n}}$  ただし,  $a_k \geq 0$  とする。

3.  $\iint_D \arctan \frac{2y}{x} dx dy$  を求めよ。ただし,  $D$  は  $D = \left\{ (x, y) \mid \frac{x^2}{4} + y^2 \leq 1, x \geq 0, y \geq 0 \right\}$  で

表される領域とし,  $\arctan \frac{2y}{x}$  は主値をとり,  $-\frac{\pi}{2} \sim \frac{\pi}{2}$  の値とする。



## 2

平面上に  $n$  個の点  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$  が与えられており、 $i \neq j$  のとき  $x_i \neq x_j$  が成り立つとする。このとき、

**命題** これら  $n$  個の点を通る  $n-1$  次関数  $y = a_{n-1}x^{n-1} + \dots + a_1x + a_0$  がただ 1 つ存在する。

が成り立つ。この命題について、次の問に答えよ。

- (1) 関数  $y = a_{n-1}x^{n-1} + \dots + a_1x + a_0$  が  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$  を通るという条件を、 $a_0, a_1, \dots, a_{n-1}$  に関する連立一次方程式として表せ。
- (2)  $n = 2$  の場合に問(1)の連立一次方程式を解け。

以下では、 $n \times n$  行列  $V_n$  を

$$V_n = \begin{pmatrix} 1 & x_1 & x_1^2 & \cdots & x_1^{n-1} \\ 1 & x_2 & x_2^2 & \cdots & x_2^{n-1} \\ 1 & x_3 & x_3^2 & \cdots & x_3^{n-1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_n & x_n^2 & \cdots & x_n^{n-1} \end{pmatrix}$$

と定義する。

- (3)  $\det V_3$  を求めよ。
- (4) 問(3)の結果を使い、 $n = 3$  の場合に命題が成り立つことを証明せよ。
- (5)  $\det V_4$  を求め、それを用いて  $n = 4$  の場合に命題が成り立つことを証明せよ。  
(ヒント:  $\det V_4$  において第  $i$  列から第  $i-1$  列の  $x_1$  倍を引くという操作を  $i = 4, 3, 2$  の順に施せ。)

## 3

1. 次の1階線形常微分方程式を解け。

(1)  $\frac{dy}{dx} = ay$       ただし、 $a$  は実定数とする。

(2)  $\frac{dy}{dx} = x + y + 1$

2. 次の2階線形常微分方程式について、以下の問に答えよ。ただし、 $a, b$  は実定数とする。

$$\frac{d^2y}{dx^2} + a \frac{dy}{dx} + by = u(x) \quad (1)$$

(1) 次の空欄 A, B に当てはまる数式を示せ。

$u(x)=0$  のとき、 $y=e^{\lambda x}$  とおき、式(1)に代入すると、 $(\text{A})e^{\lambda x} = 0$  が得られる。ここで  $\text{A} = 0$  の方程式を特性方程式という。この方程式の解を  $\lambda_1, \lambda_2 (\lambda_1 \neq \lambda_2)$  とする場合、 $y_1 = e^{\lambda_1 x}, y_2 = e^{\lambda_2 x}$  は一次独立であり、基底と呼ばれる。これより一般解は任意の定数  $C_1, C_2$  を用いて  $y = \text{B}$  と書き表せる。

(2)  $u(x)=0$  のとき、特性方程式の解が複素共役根として得られる場合に、 $a, b$  の満たす条件を示せ。

(3)  $u(x)=0$  のとき、特性方程式の複素共役根を  $\lambda_1 = p + iq, \lambda_2 = p - iq$  ( $p, q$  は 0 でない実数) とした場合、式(1)の実数解の基底と一般解を  $p, q$  を用いて導出せよ。なお、必要ならば、オイラーの公式  $e^{\pm i\theta} = \cos\theta \pm i\sin\theta$  を用いよ。

(4)  $u(x)=0$  のとき、特性方程式が実重根を持つ場合、式(1)の基底と一般解を求めよ。

(5)  $u(x) = e^{kx}$  ( $k$  は実定数) のとき、式(1)の一般解を求めよ。なお、 $u(x)=0$  のときの特性根を異なる2実根  $\lambda_1, \lambda_2 (\lambda_1 \neq k, \lambda_2 \neq k)$  とする。

4

真空の誘電率を $\epsilon_0$ とし、以下の問に答えよ。ただし、各導体球殻の厚さは無視でき、各導体球殻において電荷はその面内で一様に分布するものとする。

- 1) 図1に示すように、真空中において半径 $a$ の導体球殻Aを半径 $b$ の同心導体球殻Bで包み、AB間には誘電率 $\epsilon$ の誘電体をつめた。図1において、球殻Aに $Q$ の電荷を与え、球殻Bを接地した場合、半径 $r$  ( $a < r < \infty$ )の同心球面上における電界の大きさを求めよ。
- 2) 1)の状態において、AB間の電位差を求めよ。
- 3) 図2に示すように、真空中において半径 $a$ の導体球殻Aを半径 $b$ の同心導体球殻Bで包み、AB間には誘電率 $\epsilon$ の誘電体をつめ、さらに、球殻Bの外側を半径 $c$ の同心導体球殻Cで包み、BC間は真空とし、球殻Cを接地した。このとき、AC間の静電容量を求めよ。
- 4) 3)の状態において、球殻Aに電荷 $Q$ を与えたときの静電エネルギーを求めよ。
- 5) 図1において、球殻Aを接地し、外球Bの接地をはずして正の電荷 $Q$ を与えた。電気力線の分布の概略を向きを含めて図示せよ。また、電位分布を計算し、概略を図示せよ。

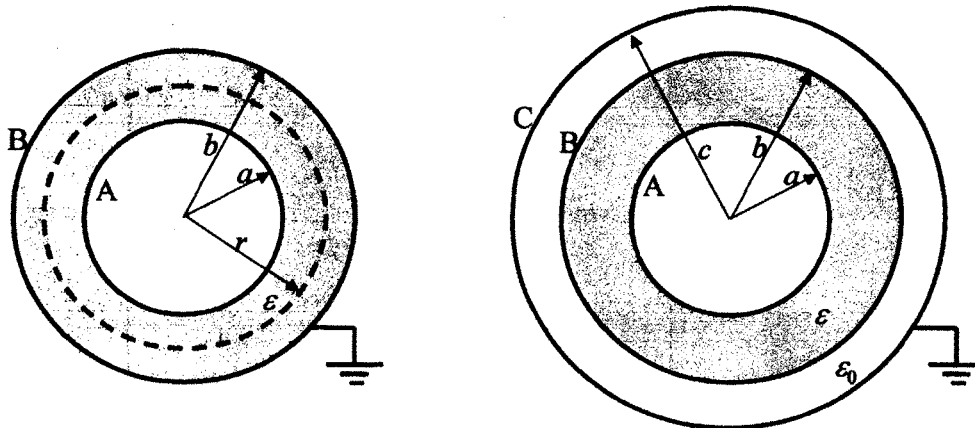


図1

図2

5

- 1) 図1に示すように、 $z$ 軸に沿う半径  $a$  の無限に長い円柱状の導体に、電流密度  $J$  の一様電流が  $z$  の正の方向に流れている。導体の中心軸からの距離  $r$  の点  $P$  における磁界の強さ  $H$  を  $r$  の関数として求めよ。また、磁界の強さ  $H$  と  $r$  との関係を図示せよ。
- 2) 1)で求めた点  $P(x, y)$  での磁界の  $x$  および  $y$  成分 ( $H_x, H_y$ ) を示せ。
- 3) 図2に示すように、 $y$  方向に中心軸が  $d$  だけずれた半径  $b$  の  $z$  軸に沿う円柱状の空洞を作る。1)のときと同様に、電流密度  $J$  の一様電流を流す。このとき、空洞内の磁界は  $x$  方向を向き、その強さは一定値となることを示し、その値  $H_0$  を求めよ。ただし、 $d+b < a$  とする。
- 4) この空洞内に、一辺の長さが  $c$  ( $c < b$ ) の正方形回路を図3(a), (b)に示すように置き、電流  $I$  を  $ABCD$  の方向に流す。このとき、各辺が受ける力の大きさ  $F_{AB}, F_{BC}, F_{CD}$  および  $F_{DA}$  を、3)の  $H_0$  を使って表せ。ただし、面  $ABCD$  と  $yz$  面とのなす角を  $\theta$  とし、空洞内の透磁率を  $\mu_0$  とする。

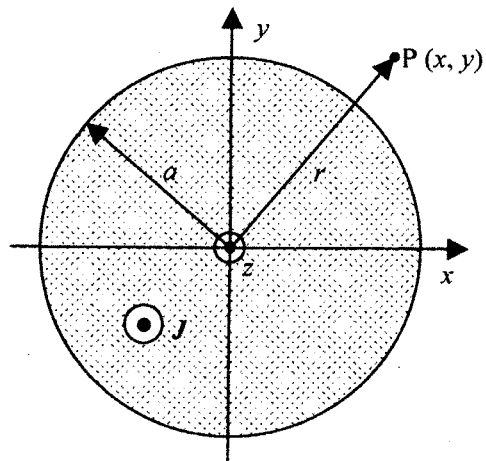


図1

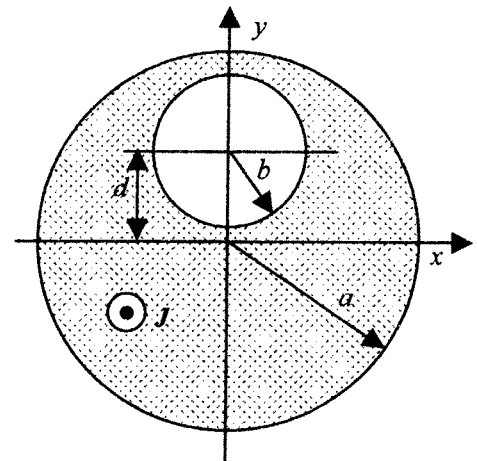
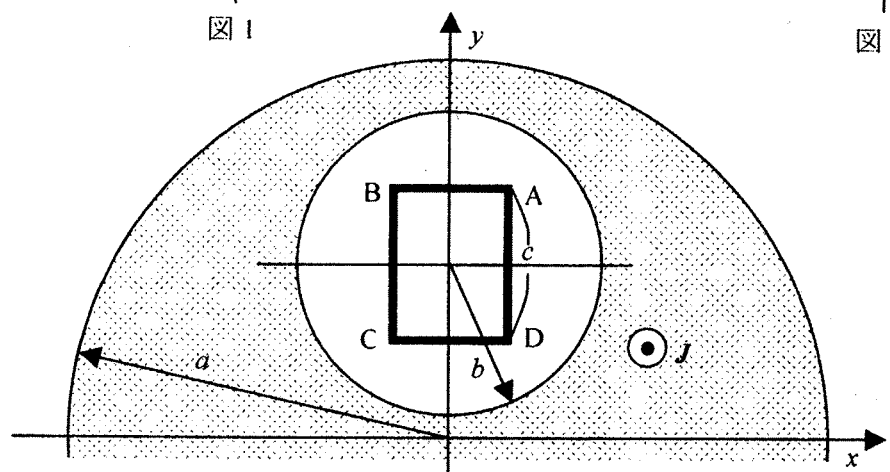
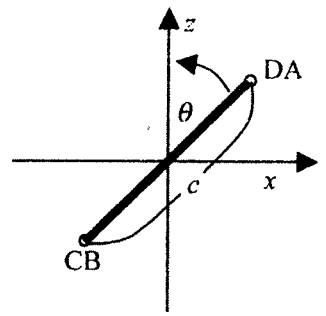


図2



(a)



(b)

図3

## 6

質量 $M$ 、半径 $a$ の円柱と水平から $30^\circ$ 傾いた斜面がある。重力加速度を $g$ とし、斜面に沿って下向きに $x$ 軸をとって以下の間に答えよ。ただし、円柱は一様であり、その中心軸は $x$ 軸と垂直であり、中心軸まわりの慣性モーメントは $\frac{1}{2}Ma^2$ で与えられる。

まず、図1のように、円柱を斜面に置き、静かに手を離す。

- 1) 斜面に摩擦がなく、円柱が斜面を転がらずに滑り下りるとき、円柱の重心について $x$ 方向の加速度を求めよ。
- 2) 円柱が斜面を滑らずに転がり下りるとき、円柱の重心について $x$ 方向の加速度を求めよ。
- 3) 円柱が斜面を滑らずに転がるための静止摩擦係数 $\mu$ の範囲を求めよ。

次に、図2のように、円柱の中心から糸で質量 $m$ の小物体がぶら下がっている仮想的な系を考える。糸が斜面の法線となす角度を $\beta$ として円柱と小物体から同時に静かに手を離したとき、円柱は斜面を下り、角度 $\beta$ を一定に保ったまま小物体が動いた。

- 4) 斜面に摩擦がなく、円柱が斜面を転がらずに滑り下りるとき、糸の張力 $T$ と角度 $\beta$ を求めよ。
- 5) 円柱が斜面を滑らずに転がり下りるとき、糸の張力 $T$ と角度 $\beta$ を求めよ。

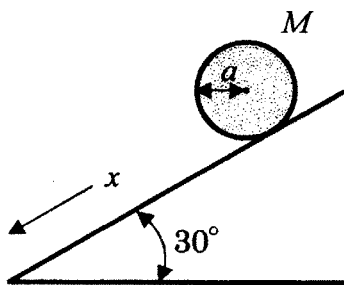


図1

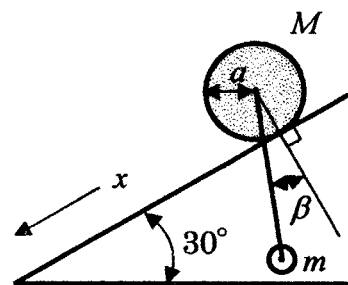


図2

平成17年度 名古屋大学大学院工学研究科 博士課程（前期課程）  
電子情報システム専攻

## 入学試験問題

### 専 門

(平成16年8月25日(水) 9:00～12:00)

### 注 意

1. 8問中4問を選んで答えよ。
2. 解答は問題ごとに別の答案用紙に書き、それぞれ問題番号、受験番号を上端に記入せよ。氏名は記入してはならない。なお、草稿用紙が1枚ある。解答が用紙の裏面にまわる場合は、答案用紙下部にその旨明示すること。又、上部横線に相当する位置以下に書くこと。
3. 問題用紙、答案用紙、草稿用紙はすべて持ち出してはならない。
4. 計算機類は使用してはならない。
5. 携帯電話は時計としても使用してはならない。電源を切ること。

1

図1に示すように、1回線の三相送電線が運用されており、受電端には平衡三相負荷が接続されている。受電端における線間電圧の実効値は21kVである。このとき、平衡三相負荷の有効電力は6300kW、力率は $\sqrt{2}/2$ (遅れ)である。1相分の線路インピーダンスは $j20\Omega$ である。遮断器は開放されている。次の各問に答えよ。

- (1) 三相負荷の有効電力  $P_1$  を求めよ。
- (2) 送電線1相に流れる電流の実効値  $I$  を求めよ。
- (3) 送電端における線間電圧の実効値  $V_s$  を求めよ。

次いで、遮断器を投入して、コンデンサからなる調相設備を接続したところ、受電端における線間電圧は27kVに上昇し、有効電力は8100kWに増加した。ただし、調相設備の接続前後において、送電端における線間電圧の実効値および平衡三相負荷の力率は変化しないものとする。次の各問に答えよ。

- (4) 送電端の線間電圧と受電端の線間電圧との位相差  $\theta$  を求めよ。
- (5) 送電線の1相に流れる電流の実効値  $I'$  を求めよ。
- (6) 調相設備の容量(無効電力) $Q_2$  を求めよ。

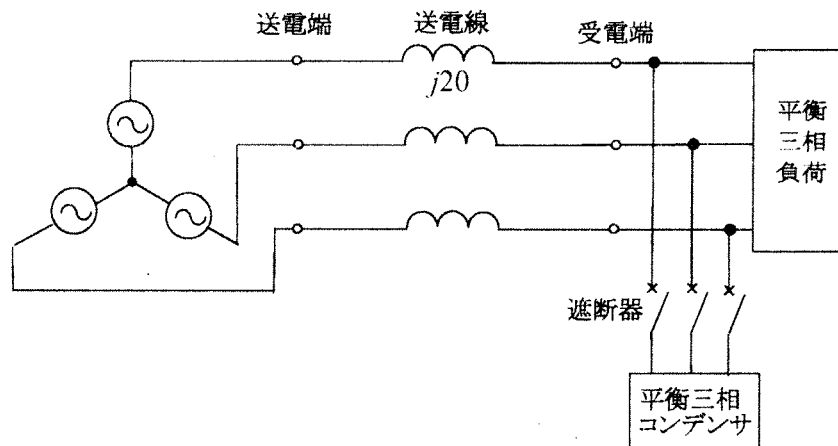


図1

2

特性インピーダンス  $Z_0$  および  $Z_1$  の無損失無歪線路(位相速度はともに  $v$ )を用いた回路について以下の問に答えよ。

- (1) 線路が図1のように接続されており, BC, BD 間の長さはともに  $L$ , C および D 端の負荷はそれぞれ  $2Z_1$  および  $0.5Z_1$  である。また, A から B 方向に方形単パルス(パルス幅  $T \ll L/v$ , 電圧  $V_0$ )を伝搬させたところ, パルス波は B において反射することなく C および D 方向に伝搬した。以下の問に答えよ。
- (a)  $Z_0$  を用いて  $Z_1$  をあらわせ。また, C および D 端における電圧反射係数を求めよ。
- (b) 線路内での反射および透過により C 端に到達する 2 回目のパルス電圧を  $V_0$  を用いて表せ。
- (2) つぎに, 図2のように特性インピーダンス  $Z_1$ , 長さ  $L$  の線路の右端( $x=0$ )にある負荷を, 左端( $x=L$ )に正弦波電源(角周波数  $\omega$ )を接続し, 定常状態において電源側から負荷側をみたインピーダンスを考える。
- (a) 負荷端( $x=0$ )に向かう入射波の電圧を  $V_f = E_0 e^{j(\omega t + kx)}$  で表すとき, 入射波の電流  $I_f$  を  $E_0 e^{j(\omega t + kx)}$  を用いてあらわせ。ただし,  $k = \omega/v$  であり, 図中の矢印を電流正方向とする。また, 負荷端における電圧反射係数を  $\Gamma$  とするとき, 反射波の電圧  $V_r$  および電流  $I_r$  を  $e^{j(\omega t - kx)}$ ,  $Z_1, E_0$  および  $\Gamma$  を用いてあらわせ。
- (b) 電源から負荷側を見たインピーダンス  $Z(L)$  を  $Z_1, e^{-j2kL}$  および  $\Gamma$  を用いてあらわせ。
- (3) 図1の回路において AB 間の線路を取り外し, B 端に問(2)の正弦波電源を接続する。BC, BD 間の長さがともに  $1/8$  波長( $kL = \pi/4$ )のとき, 定常状態において B から右側をみたインピーダンス  $Z_B$  を  $Z_1$  を用いて表せ。

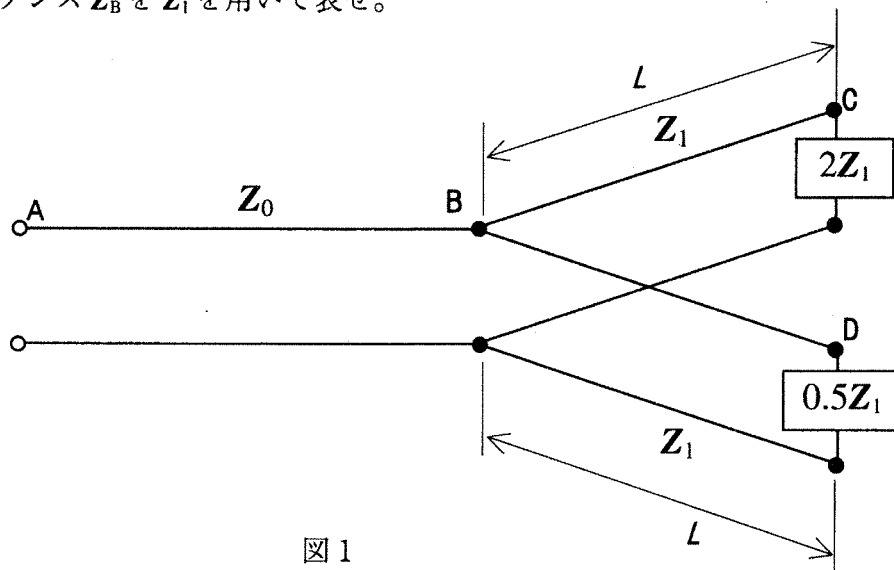


図1

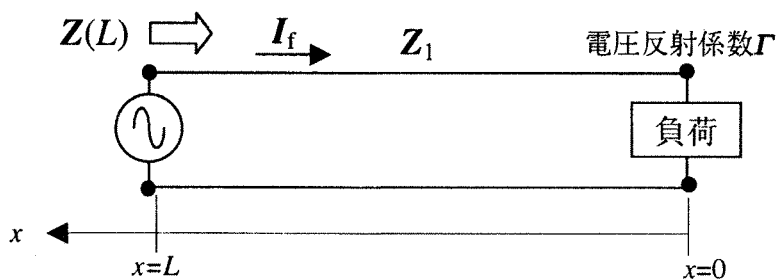


図2



3

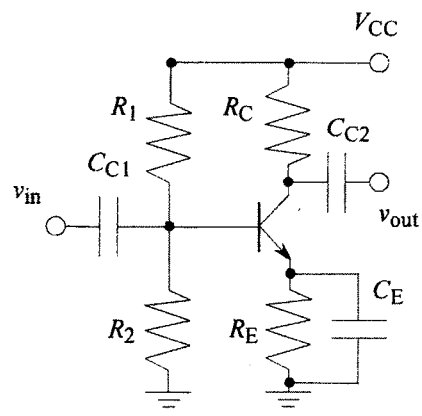
下図のCR結合増幅回路について以下の問題に答えよ。

なお、必要があれば、次式で定義されるエミッタ接地トランジスタの $h$ パラメータを用いること。ここで $v_i$ ,  $i_i$ ,  $v_o$ ,  $i_o$ は、それぞれ、小信号の入力電圧, 入力電流, 出力電圧, 出力電流である。

$$\begin{pmatrix} v_i \\ i_o \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{ie} & h_{re} \\ h_{fe} & h_{oe} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} i_i \\ v_o \end{pmatrix}$$

ただし、 $h_{re}$ と $h_{oe}$ は十分小さく無視できるとし、また、 $h_{fe}$ は十分大きいとする。

1. コレクタを流れるバイアス電流 $I_C$ を求めよ。ただし、ベース電流はコレクタ電流、及び、 $R_1$ ,  $R_2$ を流れる電流に比べて十分小さく無視できるとし、また、トランジスタのベース-エミッタ間電圧は $V_{BE}$ とせよ。
2.  $C_{C1}$ ,  $C_{C2}$ ,  $C_E$ ともにインピーダンスが十分小さく、短絡と考えてよい周波数において、小信号等価回路を書き、電圧増幅率 $A_v=v_{out}/v_{in}$ を求めよ。
3. 次にバイパス容量 $C_E$ の影響を考える。
  - a. まず、エミッタ抵抗 $R_E$ とバイパス容量 $C_E$ の並列インピーダンスを $Z_E$ とおき、小信号等価回路を書け。ただし、結合コンデンサ $C_{C1}$ ,  $C_{C2}$ は十分大きく、ここで考える周波数では短絡とみなすことができる。
  - b. 等価回路から電圧増幅率 $A_v=v_{out}/v_{in}$ の表式を求めよ。
  - c. これから、電圧増幅率の周波数依存性について説明せよ。
4. 上記2.の条件において、コレクタのバイアス電流2mAで電圧増幅率が100となるように $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_C$ を決めよ。用いるトランジスタの特性はコレクタ電流2mAのとき、 $h_{fe}=200$ ,  $h_{ie}=5k\Omega$ とする。また、 $R_E=1k\Omega$ ,  $V_{BE}=0.7V$ ,  $V_{CC}=12V$ とし、 $R_1+R_2=60k\Omega$ とする。

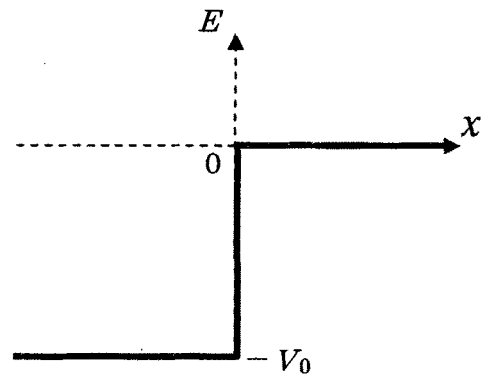


図

## 4

図に示すようなポテンシャル障壁 ( $V_0 > 0$ ) がある場合に,  $-x$  方向から質量  $m$  の粒子が入射した時の運動について考える。ただし, 入射粒子のエネルギーを正 ( $E > 0$ ) とする。

- (1)  $x \leq 0$  の領域における時間に依存しない一次元のシュレディンガー方程式を示せ。また, その一般解を示せ。ただし, 波動関数は  $\varphi_-(x)$  とする。
- (2)  $x \leq 0$  と  $x > 0$  のそれぞれにおける波動関数  $\varphi_-(x)$  および  $\varphi_+(x)$  を求めよ。ただし, 入射波の振幅を  $A$ , 反射波の振幅を  $B$ , また透過波の振幅を  $C$  とせよ。
- (3) 入射した粒子の波長は,  $x \leq 0$  の領域と  $x > 0$  の領域でどちらの場合が大きくなるかを示し, その理由を述べよ。
- (4)  $x = 0$  における波動関数の境界条件を示し,  $\frac{B}{A}$  および  $\frac{C}{A}$  を求めよ。
- (5)  $x = 0$  における反射率を求めよ。
- (6) 逆に, 粒子が  $+x$  方向から  $-x$  方向に入射した場合の  $x = 0$  における反射率を求めよ。



5

図1の状態遷移図において、各状態  $q_0, q_1, q_2, q_3$  を二つのフリップフロップ  $Q_1, Q_2$  によって、00, 01, 11, 10 に割り当てるものとする。

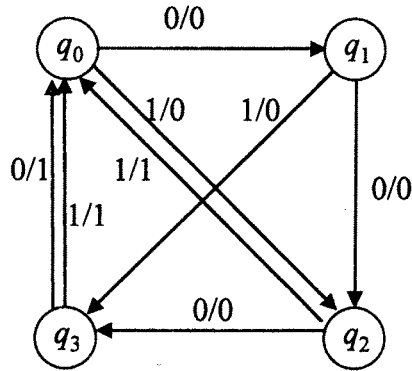


図1

- (1) 入力を  $x$  とし、次の状態を  $Q_1', Q_2'$ 、出力を  $z$  とするとき、表1の状態遷移表の空欄を埋めて、この表を完成させよ（表を解答用紙に書き写して解答すること）。

表1 状態遷移表

現在の状態 $Q_1 Q_2$	次の状態 $Q_1' Q_2'$		出力 $z$	
	$x=0$	$x=1$	$x=0$	$x=1$
$q_0$ : 00				
$q_1$ : 01				
$q_2$ : 11				
$q_3$ : 10				

- (2) 出力と状態遷移のカルノー図を描け。  
 (3) 次の状態  $Q_1', Q_2'$  と出力  $z$  を、入力  $x$  と現在の状態  $Q_1, Q_2$  の論理式で表せ。  
 (4) エッジトリガ D-FF を用いて、Mealy 型順序回路を実現せよ。なお、Mealy 型順序回路とは、出力が状態と入力の両方により決定される順序回路をいう。  
 (5) 実現した順序回路が適用できる具体的な例を述べよ。その際には入力  $x=0, 1$  および出力  $z=0, 1$  が何に相当し、各状態  $q_0, q_1, q_2, q_3$  が何に相当するかを明記せよ。

6

下図の離散回路について以下の問に答えよ。ここで、 $x[n]$  は入力、 $y[n]$  は出力、 $a$ 、 $b$ 、 $c$  は定数である。

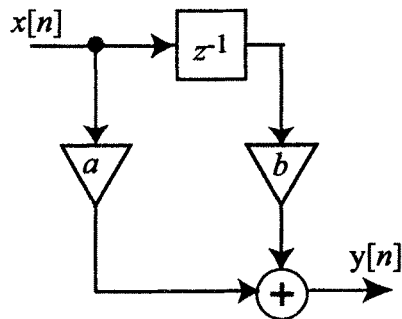


図1 離散回路1

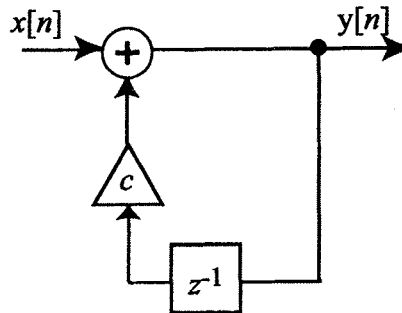


図2 離散回路2

- (1) 離散回路1の伝達関数  $H_1(z)$  を求めよ。
- (2) 離散回路1の単位インパルス応答を求めよ。
- (3) 離散回路1は線形位相となるか。線形位相となる場合、その条件を示せ。
- (4) 離散回路2の伝達関数  $H_2(z)$  を求めよ。
- (5) 離散回路2の単位インパルス応答を求めよ。
- (6) 離散回路1, 2の各々について安定性を論じよ。
- (7) 離散回路2は線形位相となるか。線形位相となる場合、その条件を示せ。
- (8) 伝達関数が  $H(z) = H_1(z)H_2(z)$  となる回路の回路図を描け。ただし、遅延素子の数が最小になるように構成せよ。

7

一様分布に従う乱数を用いて、指数分布に従う乱数を生成することを考える。次の間に答えよ。

- (1) 一様分布に従う確率変数  $W$  の確率密度関数  $f_w(w)$  が次のように与えられるとき、確率変数  $W$  の分布関数  $F_w(w) = P\{W \leq w\}$  (確率変数  $W$  が  $w$  以下の値をとる確率) を求めよ。

$$f_w(w) = \begin{cases} 1 & (0 \leq w \leq 1) \\ 0 & (\text{other}) \end{cases}$$

- (2) 指数分布に従う確率変数  $X$  の確率密度関数  $f_x(x)$  が次のように与えられるとき、確率変数  $X$  の平均値と分布関数  $F_x(x) = P\{X \leq x\}$  を求めよ。

$$f_x(x) = \begin{cases} \alpha e^{-\alpha x} & (x \geq 0) \\ 0 & (x < 0) \end{cases} \quad \text{ただし, } \alpha > 0$$

- (3) 確率変数  $W$  の関数として新たな確率変数  $Y = G(W)$  を定義する。その分布関数  $F_Y(y) = P\{Y \leq y\}$  が、平均  $m$  の指数分布の分布関数となるような関数  $G$  を求めよ。
- (4) 0 以上 1 以下の値をとる一様乱数を用いて、平均 10 の指数分布に従う乱数を生成する方法を説明せよ。

0, 1 を要素とする 3 個の情報ビット  $a_1, a_2, a_3$  に対し,

$$\begin{cases} c_1 = a_1 \oplus a_2 \\ c_2 = a_1 \oplus a_2 \oplus a_3 \\ c_3 = a_1 \oplus a_3 \end{cases} \quad (\text{ただし, } \oplus \text{ は排他的論理和}) \quad (1)$$

により検査ビットを作る。これを情報ビットに付加することにより

$w = (a_1, a_2, a_3, c_1, c_2, c_3)$  という符号語に符号化する。以下の問に答えよ。

- (1) このようにして作った符号語を全て列挙せよ。
- (2) 任意の二つの符号語の排他的論理和は符号語となることを示せ。
- (3) 相異なる符号語間のハミング距離の最小値が 3 であることを示せ。ここで、ハミング距離とは、対応する位置にある成分の対のうち互いに異なるものの数である。
- (4) この符号語を 2 元通信路を介して送信し、受信側において受信語  $b = (b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6)$  が得られたとする。この時、 $s = (s_1, s_2, s_3)$  を

$$\begin{cases} s_1 = b_1 + b_2 + b_4 \\ s_2 = b_1 + b_2 + b_3 + b_5 \\ s_3 = b_1 + b_3 + b_6 \end{cases} \quad (2)$$

と定義する。受信語  $b$  に単一ビット誤りが生じた時、その 6 種類の場合について

$s = (s_1, s_2, s_3)$  が全て異なり、かつ  $s \neq \mathbf{0}$  であることを示せ。