平成 17 年度

名古屋大学大学院工学研究科計算理工学専攻入学試験

英　語

【注意】

問題は全部で三問ある．すべてに解答すること．

1 次の文章を読んで設問に答えなさい.

（著作権者の許諾を得ていないため公開できません。）

（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.

(著作権者の許諾を得ていないため公開できません。)

(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 : 複合サイクルプラント　　*8 grid : 送電網

（1） 文中の①～④に適当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）"の新刊案内である．下線部の日本語を英語に訳しなさい．

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．

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．

（著作権者の許諾を得ていないため公開できません。）

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
計算理工学専攻博士課程（前期課程）
入学試験問題

基礎部門

以下の注意をよく読みなさい．

1. 試験開始の合図があるまでは，この問題冊子を開いてはならない．

2. 問題は基礎数学（線形代数），基礎数学（微積分），応用数学，離散数学，力学の5問があるが，その中から次の通り4問に解答すること．
   (1) 基礎数学（線形代数）および基礎数学（微積分） の2問はともに必ず解答すること．
   (2) 応用数学，離散数学，力学の3問の中から2問を選択して解答すること．それら3問すべてに解答した場合は無効となるので注意せよ．

3. 答案用紙は，予備1枚を含めて合計5枚ある．
   (1) 各問ごとに1枚ずつ答案用紙を用いよ．
   (2) 選択した問題の分野名（基礎数学（線形代数），基礎数学（微積分），応用数学，離散数学，力学のいずれか）を指定欄に記入せよ．
   (3) 予備の答案用紙を下書き用紙として使用してよい．

4. 答案用紙には氏名を記入してはならない．

5. 問題用紙，答案用紙（予備を含む）はすべて回収するので，持ち帰らないこと．

線形代数

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 $y = a_{n-1}x^{n-1} + \cdots + a_1 x + a_0$ 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 $y = a_{n-1}x^{n-1} + \cdots + a_1 x + a_0$ 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。）

基礎数学（微積分）

1.　次の極限を求めよ。

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

(2) $\displaystyle \lim_{n\to\infty}\left(a^n+b^n\right)^{1/n}$　ただし，$a>b>0$ とする。

(3) $\displaystyle \lim_{n\to\infty}\left(\sum_{k=1}^{m}a_k{}^n\right)^{1/n}$　ただし，$a_k\geq 0$ とする。

2.　次の不定積分を計算せよ。ただし，log は自然対数を表すとする。

(1) $\displaystyle \int e^x \sin x\, dx$

(2) $\displaystyle \int \sin(\log x)\, dx$

3.　$\displaystyle \iint_D \mathrm{Arctan}\frac{2y}{x}dxdy$ を求めよ。　ただし，D は $D=\left\{(x,y)\middle| 1\leq\frac{x^2}{4}+y^2\leq 4,\ 0\leq y\leq\frac{x}{2}\right\}$ で表される領域とする。

応用数学

I. 以下の問に答えよ.

1) 線形微分方程式

$$ax^2\frac{d^2y}{dx^2}+bx\frac{dy}{dx}+cy=0 \quad (a,b,c\text{ は定数})$$

は変数変換 $x=e^t$ によりつぎの定数係数の線形微分方程式になることを示せ.

$$a\frac{d^2y}{dt^2}+(b-a)\frac{dy}{dt}+cy=0.$$

2) 上のことを用いて方程式

$$x^2\frac{d^2y}{dx^2}+x\frac{dy}{dx}-y=(\log x)^2$$

を解け.

II. 3 次元ベクトル場 $\boldsymbol{A}$ が $\boldsymbol{A}=(x-2y, y-2z, z-2x)$ で与えられているとする．6 つの平面 $x=0, x=1, y=0, y=1, z=0, z=1$ によって囲まれた立方体を V，その表面を S とする.

1) 面積分 $\displaystyle\iint_S \boldsymbol{A}\cdot\boldsymbol{n}\,dS$ をその定義に従って計算せよ．ただし，$\boldsymbol{n}$ は S の外向き単位法線ベクトルを表す.

2) 体積分 $\displaystyle\iiint_V \mathrm{div}\boldsymbol{A}\,dV$ を求めよ.

離散数学

N 個の複素数データ $\{a(0), a(1), \ldots, a(N-1)\}$ に対し，次の式で定義される $\{c(0), c(1), \ldots, c(N-1)\}$ を $\{a(j)\}_{j=0}^{N-1}$ の**離散フーリエ変換**と呼ぶ。

$$c(k) = \sum_{j=0}^{N-1} a(j) \exp\left(-\frac{2\pi ijk}{N}\right) \qquad (k = 0, 1, \ldots, N-1) \tag{1}$$

ただし，i は虚数単位を表す。いま，$N = 2^p$（p は 1 以上の整数）とするとき，この離散フーリエ変換を高速に計算するアルゴリズムを次の手順により設計せよ。

(1) 定義式をそのまま用いて $\{c(k)\}_{k=0}^{N-1}$ を計算するときの計算量を求めよ。ただし，複素数の四則演算はすべて 1 演算と数え，$\exp(-2\pi ijk/N)$ は数表により与えられていると仮定してその計算量は考慮しないとする。また，計算量は N に関するオーダー（$O(N^3)$ など）のみを答えればよい。

以下では，$q = 0, 1, \ldots, p$ に対し，$2^{p-q} \times 2^q$ の複素数配列 $X_q(j,k)$ を次のように定義する。

$$X_q(j,k) = \sum_{m=0}^{2^q-1} a(2^{p-q}m + j) \exp\left(-\frac{2\pi imk}{2^q}\right) \tag{2}$$
$$(j = 0, 1, \ldots, 2^{p-q}-1, \quad k = 0, 1, \ldots, 2^q-1)$$

この配列の値を $X_0(j,k)$ から始めて $X_1(j,k), X_2(j,k), \ldots, X_p(j,k)$ と順に計算していくことにより，離散フーリエ変換を計算するアルゴリズムを考える。

(2) $X_0(j,0) = a(j)$（$j = 0, 1, \ldots, N-1$）および $X_p(0,k) = c(k)$（$k = 0, 1, \ldots, N-1$）が成り立つことを示せ。

(3) $X_{q+1}(j,k)$ は $X_q(j,k)$ から次の式により計算できることを示せ。

$$X_{q+1}(j,k) = X_q(j,k) + X_q(j + 2^{p-q-1}, k) \exp\left(-\frac{2\pi ik}{2^{q+1}}\right) \tag{3}$$
$$(j = 0, 1, \ldots, 2^{p-q-1}-1, \quad k = 0, 1, \ldots, 2^{q+1}-1)$$

ただし，$0 \le q \le p-1$ とし，右辺において k が 2^q 以上となった場合は，$\bmod 2^q$ で考えるとする。

(4) 小問 2)，3) の結果を使って $\{a(j)\}_{j=0}^{N-1}$ の離散フーリエ変換を求めるアルゴリズムを書け。なお，アルゴリズムの記述には適当なプログラミング言語を用いてもよい。

(5) 小問 4) のアルゴリズムの計算量を求めよ。なお，計算量を求めるに当たっての条件は小問 1) と同様とする。

力学

細長い剛体棒（密度 ρ，長さ ℓ，軸方向に垂直な断面積 A）が，図１に示すように，ピンと紐（ひも）により鉛直軸OO′に角度 θ で取り付けられ，一定の角速度 ω で回転している．紐は水平面内にある．重力加速度を g とし，剛体棒の軸方向に沿ってピンから測った長さを ξ として，次の問に答えよ．ただし，剛体棒はピン継手部で鉛直面内に滑らかに回転でき，密度 ρ は一定であるとする．なお，紐の質量は無視できるとする．

1) 剛体棒の体積要素 $Ad\xi$（図中のハッチング部分）に作用する重力と遠心力は，どのように表されるか．

2) 紐に生ずる張力 T およびピンに作用する力の水平成分 P_x と鉛直成分 P_y を，断面積 A が一定の場合に求めよ．

3) 断面積 A が剛体棒の軸方向に変化する場合，紐の張力 T およびピンに作用する力の水平成分 P_x と鉛直成分 P_y はどのように表されるか．ただし，$\int_0^{\ell} A\xi^k d\xi$（$k = 0, 1, 2, 3, \ldots$）を計算する必要が生じた場合には，$\int_0^{\ell} A\xi^k d\xi = I_k$ と置くものとする．（例：$\int_0^{\ell} A\xi^2 d\xi = I_2$）

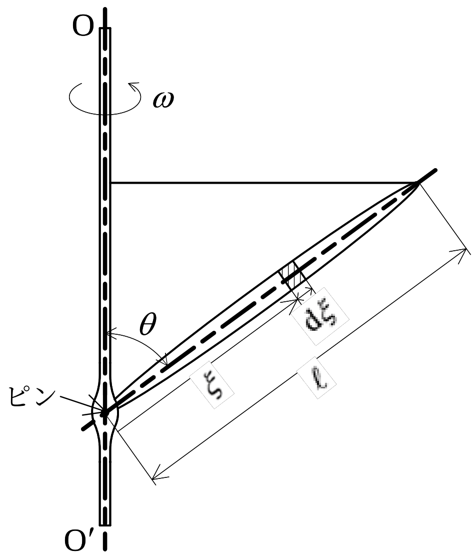

図１

平成17年度
名古屋大学大学院工学研究科
計算理工学専攻博士課程 (前期課程)
入学試験問題

専門部門

以下の注意をよく読みなさい.

1. 試験開始の合図があるまでは, この問題冊子を開いてはならない.

2. 答案用紙は, 予備1枚を含めて合計2枚ある.
   予備の答案用紙を下書き用紙として使用してよい.

4. 答案用紙には氏名を記入してはならない.

5. 問題用紙, 答案用紙 (予備を含む) はすべて回収するので, 持ち帰らないこと.

小論文

以下の２問から１問を選択して解答せよ．

１．　近年，ソースコードを公開しないパッケージソフトウェアに対して，Linux のようなソースコードを公開するオープンソースの動きが盛んである．これについて，以下の問いに答えよ．

(1) オープンソースの長所と短所をできるだけ多様な側面から論ぜよ．

(2) オープンソースの流れは今後どのように変遷していくと考えられるか，上記長所・短所をふまえて論ぜよ．

２．　現在，多くの企業の開発現場では，実機実験を計算機シミュレーションで代替することで，製品開発に要する時間と経費を削減する試みが進められている．計算機シミュレーションは確かに厳しい開発競争に勝つ有効な手段を提供するが，一方でシミュレーションでは予期されなかった状況において不具合を引き起こす危険をはらんでいる．製品の使用者の生命に関わるような故障は大きな社会問題を引き起こしかねない．計算機シミュレーションについて，以下の問いに答えよ．

(1) 計算機シミュレーションの利用は今後どのようになっていくと考えますか？

(2) もし，あなたが計算機シミュレーションに関わる研究開発に従事するとしたら，どのようなことがやりたいですか？

なお，いずれの問題を選択した場合においても論理展開力を重視して採点するので，そのことに留意して論述せよ．