平成16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

# 外国語(英語)

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3問ある. すべてに解答すること.

3. 答案用紙2枚と草稿用紙1枚がある.
   各問を答案用紙の指定された場所に解答せよ.

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, 草稿用紙はすべて回収するので, 持ち帰らないこと.

1　　次の文章を読んで以下の問いに答えよ．

（著作権者の許諾を得いていないため公開できません。）

(出典)　R.A. Buchanan, "The power of the machine," Viking (1992)

(注)　*1 archaeology: 考古学　*2 synonymous: 同義の
*3 entity: 実在物，実体　*4 at their disposal: 自由に，勝手に
*5 recognizable: 承認できる　*6 literacy: 読み書き　*7 numeracy: 計算
*8 penetrate: 洞察する　*9 distinct: 別個の，(種類あるいは性質が)異なる

(1)　文中の①～④に適当な前置詞を入れよ．

(2)　以下の単語において，第１アクセントを持つ部分を番号で答えよ．

| | (1) | (2) | (3) | (4) |
|---|---|---|---|---|
| (i) | sys - | tem - | at - | ic |
| (ii) | ac - | cu - | rate | |
| (iii) | sig - | nif - | i - | cant |
| (iv) | in - | flu - | ence | |
| (v) | in - | stru - | ment | |
| (vi) | ob - | jec - | tive | |

(3)　下線部(a)および(c)は何を示すか．日本語で具体的に記述せよ．

(4)　下線部(b)および(d)を和訳せよ．

**2** 次の文章を読んで以下の問いに答えよ.

(著作権者の許諾を得ていないため公開できません。)

（著作権者の許諾を得ていないため公開できません。）

(出典) David L. Goodstein and Judith R. Goodstein, "FEYNMAN'S LOST LECTURE: The Motion of Planets Around the Sun," W. W. Norton & Company (1996)

(注) *1 tack: 鋲（びょう），留めくぎ　　*2 lightbulb: 白熱電球
*3 vice versa: 逆に，反対に　　*4 cite: 引用する
*5 arcane: 不可解な，神秘的な

（１）下線部(a)を和訳せよ．
（２）下線部(b)を和訳せよ．
（３）下線部(c)を和訳せよ．
（４）下線部(d)の２つの性質の内容を記述せよ．

**3** 次の和文（1)~(4）を英訳せよ.

（1）座標系とは，参照とする原点に対して，空間内の任意の点の位置を一意的に指定するための方法である.

（2）ある化学プロセスが起こっている場所を特定することは，その反応機構を決定する上で大切なことである.

（3）所定の条件下では，この簡単なモデルと実験結果との整合は完全に満足できるものではない.

（4）理学や工学の計算においては，SI単位を用いると便利である．この単位系での基本単位は，距離をメートル(m)，質量をキログラム(kg)，時間を秒（s),電流をアンペア（A)で表すMKSA単位系を合理的に拡張したものから選ばれている.

平成16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.
   (3) 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.

# 基礎数学（線形代数）

実ベクトル $\mathbf{x}_n = \begin{pmatrix} x_n \\ y_n \\ z_n \end{pmatrix}$ $(n = 0, 1, 2, \cdots)$ が

$$\mathbf{x}_{n+1} = A\mathbf{x}_n$$

（$A$ は 3 次実正方行列）を満たすとき，以下の問に答えよ．

1) $\lambda$ が $A$ の実固有値，$\mathbf{x}_0$ がその固有ベクトルである場合，$\mathbf{x}_n = \lambda^n \mathbf{x}_0$ であることを示せ．

2) 共役な複素数 $re^{\pm i\theta}$ が $A$ の固有値，$\mathbf{u} \pm i\mathbf{v}$ がその固有ベクトルである場合，

$$\mathbf{x}_0 = a\mathbf{u} + b\mathbf{v}$$

ならば

$$\mathbf{x}_n = r^n \{a(\mathbf{u}\cos n\theta - \mathbf{v}\sin n\theta) + b(\mathbf{u}\sin n\theta + \mathbf{v}\cos n\theta)\}$$

であることを示せ．なお，$r, \theta, a, b$ 及び $\mathbf{u}$, $\mathbf{v}$ の各成分は実数，$i$ は虚数単位 $(i^2 = -1)$ であるとする．

以下の問 3)，4)，5) は，$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 3/2 & 1 \end{pmatrix}$ として答えよ．

3) $A$ の固有値と対応する固有ベクトルを求めよ．ただし，固有ベクトルは $z$ 成分が 1 のものを示せ．

4) $\mathbf{x}_0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 4 \end{pmatrix}$ のとき $\mathbf{x}_n$ を求めよ．

5) $\mathbf{x}_0 = \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{pmatrix}$ に対する $\mathbf{x}_n$ が $\lim_{n\to\infty} \mathbf{x}_n = 0$ を満たすとき，$x_0, y_0, z_0$ の間に成り立つ関係式を求めよ．

# 基礎数学（微積分）

I. 以下の極限を求めよ．

1)
$$\lim_{x\to 0}\frac{a^x - b^x}{x} \quad (a>0, b>0)$$

2)
$$\lim_{\epsilon\to +0}\int_{\epsilon}^{\pi/2}\left(\frac{1}{x}-\cot x\right)dx$$

II. 平面上の極座標 $(r,\theta)$ を用いて $r=a(1-\cos\theta)$　$(0\leq\theta\leq 2\pi)$ で与えられる曲線 C を考える（$a$ は正の定数）．

1) 曲線 C の概形を図示せよ．

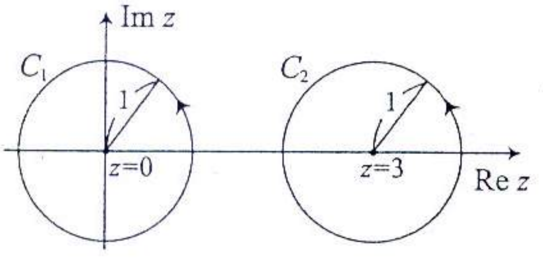
2) 曲線 C で囲まれる図形の面積 $S$ を求めよ．

3) 曲線 C の長さ $L$ を求めよ．

# 応用数学

I. 複素平面上の次の線積分の値 $I_1, I_2$ を求めよ．ただし，積分路 $C_1, C_2$ はそれぞれ原点 $z=0$ と $z=3$ を中心とし，半径 1 の円周上を反時計周りに 1 周するものとする．また，$n$ は整数である．

$$
\begin{aligned}
I_1 &= \int_{C_1} \frac{1}{z}\mathrm{d}z \\
I_2 &= \int_{C_2} z^n \mathrm{d}z
\end{aligned}
$$




II. $a, b, c$ を定数とし，3 次元のベクトル場 $\boldsymbol{v}$ が $\boldsymbol{v} = (2x+2z, -2y, ax+by+cz)$ で与えられているとして，以下の問に答えよ．

1) rot $\boldsymbol{v} = 0$, div $\boldsymbol{v} = 0$ のとき，定数 $a, b, c$ の値を求めよ．
2) そのとき，$\boldsymbol{v} =$grad $\phi$ となるような関数 $\phi = \phi(x, y, z)$ を求めよ．ただし，$\phi(0,0,0) = 0$ とする．

III. 関数 $u = u(t)$ に対する常微分方程式

$$
\frac{d^2}{dt^2}u + u = a \sin t
$$

について以下の問に答えよ．

1) $a = 0$ のとき，$u$ の一般解を求めよ．
2) $a = 1$ のとき，$u$ の一般解を求めよ．

# 離散数学

与えられた正の整数 $n$ に対して，実数 $x$ のべき乗 $x^n$ をできるだけ少ない回数の乗算で計算することを考える．たとえば，$x^7$ は

$$y_1 := x * x (= x^2);\quad y_2 := y_1 * y_1 (= x^4);\quad y_3 := x * y_1 * y_2 (= x^7)$$

と計算されるので，4 回の乗算で計算できる．実はさらに精密な議論から，この 4 回は最小回数であることが示される．

1) $x^{16}$ を乗算 4 回で計算するアルゴリズムを与えよ．

2) $x^{17}$ を乗算 5 回で計算するアルゴリズムを与えよ．

3) $x^{18}$ を乗算 5 回で計算するアルゴリズムを与えよ．

4) $x^{19}$ を乗算 6 回で計算するアルゴリズムを与えよ．

5) $x^{20}$ を乗算 5 回で計算するアルゴリズムを与えよ．

6) 一般に $n$ の 2 進展開

$$n = d_t\, 2^t + d_{t-1}\, 2^{t-1} + \cdots + d_1\, 2 + d_0,\quad (d_t = 1,\ d_i = 0 \text{ または } 1\ (0 \le i \le t-1))$$

が与えられたとき，高々 $t + (d_{t-1} + \cdots + d_1 + d_0)$ 回の乗算で $x^n$ を計算するアルゴリズムを与えよ．

7) $x^{15}$ を乗算 5 回で計算するアルゴリズムを与えよ．

# 力学

質量 $m$ の小さな物体を，速さ $V$ で水平と角度 $\theta$ の方向に地上から投げる．投げ上げた時刻を $t=0$ とする．物体に働く力は，鉛直下方に働く一様な重力 $mg$ と，速度 $\mathbf{v}(t)$ に比例する空気抵抗力 $-km\mathbf{v}(t)$ であるとする．以下の問に答えよ．

1) 物体の投げられた水平方向に $x$ 軸，鉛直上方に $y$ 軸をとる．速度成分を $\mathbf{v}(t)=(u(t),v(t))$ として，物体の運動方程式を示せ．

2) 投げた地点から物体が地面に落下する点までの距離を到達距離 $L$ とする．空気抵抗が無視できる $(k=0)$ とし，角度 $\theta$ を変えて投げたとき，$L$ が最大となる角度 $\theta_M$ とそのときの到達距離 $L_M$ を求めよ．ただし，地面は水平であり，$V$ は一定だとする．

3) 空気抵抗が無視できないとき，角度 $\theta$ で投げられた物体の時刻 $t$ での速度 $\mathbf{v}(t)$ を求めよ．

以下では空気抵抗は小さく，地面に落下する時刻 $t=T$ までの間で $kt<<1$ が成り立つとする．このとき，物体の速度は $k$ の 1 次までの精度で

$$\tilde{\mathbf{v}}(t)=\left(V\cos\theta-ktV\cos\theta,\ V\sin\theta-gt-k\left(tV\sin\theta-\frac{gt^2}{2}\right)\right)$$

と与えられる．

4) $\tilde{\mathbf{v}}(t)$ を使って，物体が地面に落下する時刻の近似値 $\tilde{T}$ を $k$ の 1 次までの精度で求めよ．すなわち，$\tilde{T}=T_0+\Delta T$ （$T_0$ は空気抵抗が無視できる場合の落下時刻）とおき，空気抵抗による落下時刻の変化 $\Delta T$ を $k$ の 1 次までの精度で求めよ．

5) $\tilde{T}$ と $\tilde{\mathbf{v}}(t)$ を使い，物体の到達距離の近似値 $\tilde{L}$ を $k$ の 1 次までの精度で求めよ．また，$\tilde{L}$ を最大とする $\theta$ は，2) で求めた $\theta_M$ より大きいか小さいかを示せ．

平成16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

インターネットにより接続された，世界中に分布する多数のコンピュータを使い，巨大な計算をさせようという研究が行われています．これは，一台の高性能な計算機を作って計算をさせるという，これまでの高速計算の方法とは違ったアプローチです．この技術について，以下の観点からあなたの考えを述べなさい．

1) 1 台の非常に高性能な計算機を利用することと比べて，このようなアプローチはどのような長所と短所があると考えますか？

2) このような技術が可能となって，現在より桁違いに大規模な計算ができるようになったとしたら，あなたはそれをどのような問題を解くのに利用したいですか？考えられる問題をいくつか挙げて説明しなさい．