

平成19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. 答案用紙は、合計4枚ある。
 - (1) 各問ごとに1枚ずつ答案用紙を用いよ。
 - (2) 残りの1枚は、草稿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、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)Ralph Lorenz, *Science*, **299**, 837-838 (2003)より抜粋, 一部改変

(注)本文中の斜体部分は雑誌名または人名である。

*1. concede that ~: ~と認める, *2. nonequilibrium: 非平衡,

*3. resolution of general circulation models: 大循環モデルの解像度,

*4. heat flux: 熱流束, *5. void: すき間, 欠落

設問

- (1) 下線部①から③の学問分野の日本語名称を記しなさい。
- (2) 下線部④を日本語に訳しなさい。人名は原文のままにかまわない。
- (3) 下線部⑤を日本語に訳しなさい。人名は原文のままにかまわない。
- (4) 下線部⑥を日本語に訳しなさい。略号は原文のままにかまわない。
- (5) 二重下線部⑦の意味することを、the work output を A, the heat flux を B, the temperature gradient を C として、A, B, C を用いて数式で表しなさい。
- (6) Paltridge の理論に対する 1 番目と 2 番目の批判（反論）の要点をそれぞれ簡潔に書け。

【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。)

(著作権者の許諾を得ていないため、公開できません。)

(出典) I. Langmuir, *J. Am. Chem. Soc.*, **39**, 1848-1906(1917)より抜粋, 一部改変

(注) *1. strip: 細長い小片(短冊), *2. blade: この文章では「小さい平板」を意味する,

*3. balance: 天秤, *4. castor-oil: ひまし油, *5. dyn: $1\text{dyn}=10^{-5}\text{N}$, *6. satiate: 飽和させる

設問

- (1) 下線部①, ④, ⑤を日本語に訳しなさい。
- (2) 下線部②の語の単数形を書きなさい。
- (3) 下線部③の記述を説明するための図を描きなさい。
- (4) **Fig. I**中に描かれるべき, 1つの曲線の概形をスケッチしなさい。ただし, この曲線上には点R, S, T, Vがあり, 点R, Tは**Fig. I**中で示される位置にある。解答用紙には, 横軸と縦軸(目盛りは不要, 軸の説明は英文でよい), 曲線および曲線上の点R, S, T, Vを明示しなさい。
- (5) この文章のタイトルとして最も適切なものを以下から選択しなさい。
 - (a) Absorption equilibrium
 - (b) Rayleigh and Pockels
 - (c) Properties of oil films on water
 - (d) Why do oils spread on water?

【3】 次の和文（1）～（4）を英語に訳しなさい。

（1）昔、地球が丸く、太陽のまわりを回っていることを人々は知らなかった。

（2）この新しい材料は、従来の金属とは全く異なっていくつかの性質を持っている。

（3）彼の理論は、極端な単純化のために多くの研究者から批判されてきた。

（4）アメリカの科学者たちは、宇宙に太陽の1000億倍の大きさとも思われる新しい物体を発見したと言っています。しかし、その物体がブラックホールなのか、あるいは、新しい未知の物体なのかはわからないと言っています。

平成19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. 問題は線形代数、微分・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) 線形代数 および 微分・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。
これら3問のすべてに解答した場合には無効となることがあるので注意せよ。
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(線形代数、微分・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

1. 連立1次方程式 $Ax = b$ を考える。ただし,

$$A = \begin{pmatrix} a & 1 & -1 \\ 1 & a & -1 \\ -1 & -1 & a \end{pmatrix}, \quad b = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{pmatrix}, \quad x = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

とする。次の問に答えよ。

- 1) $|A| = 0$ となるような定数 a の値を求めよ。
- 2) $|A| = 0$ のとき、行列 A の階数を求めよ。
- 3) $|A| = 0$ のとき、 $Ax = b$ が解をもつような b 、およびそのときの解を求めよ。

2. A を n 次実対称行列とする。 A の固有値を λ_i ($i = 1, 2, \dots, n$)、 λ_i に対応する正規化された固有ベクトルを u_i ($i = 1, 2, \dots, n$) とし、 n 次正方行列 P を

$$P = (u_1 \ u_2 \ \dots \ u_n)$$

とする。また、線形変換 $v \rightarrow Av$ および $v \rightarrow Pv$ を考える。このとき、以下の問に答えよ。

- 1) P によって、原点が不変であること、および任意の2点間の距離が不変であることを示せ。
- 2) 1)の結果に基づき、 $n = 2$ のとき P はどのような操作を表すかを述べよ。
- 3) $n = 2$ のとき A はどのような操作を表すか。

微分・積分

1. 次の不定積分を求めよ。

$$\int \frac{x^2 - 2x - 1}{x^2 - 5x + 6} dx$$

2. 次の定積分を求めよ。

$$\int_0^1 \frac{\sqrt{1-x^2}}{1+x} dx$$

3. 自然数 n に対して $I_n = \int (\cos^{-1} x)^n dx$ とおく。

1) $\frac{d}{dx} (\cos^{-1} x)^n$ を求めよ。ただし、 $\frac{d}{dx} \cos^{-1} x = \frac{-1}{\sqrt{1-x^2}}$ である。

2) 3以上の自然数 n に対して、 $I_n = x(\cos^{-1} x)^n - n\sqrt{1-x^2}(\cos^{-1} x)^{n-1} - n(n-1)I_{n-2}$ であることを示せ。

応用数学

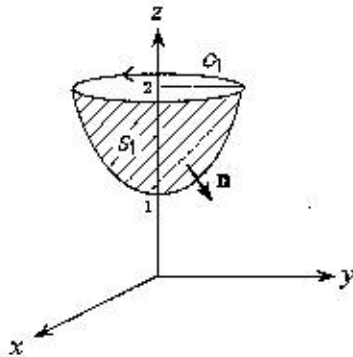
1. 次の間に答えよ。

1) 微分方程式 $\frac{dy}{dx}(x^2 - 1) = 2y$ の一般解を求めよ。

2) 微分方程式 $\frac{dy}{dx} - y = x$ の一般解を求めよ。

3) 微分方程式 $\frac{dy}{dx} + 2y = \sqrt{y}$ を、 $u = \sqrt{y}$ において、 $x = 0$ で $y = a$ の条件を満たす解を求めよ。ここで a は正の実数とする。

2. 回転放物面 $z = x^2 + y^2 + 1$ において、下図のように $1 \leq z \leq 2$ を満たす部分を S_1 とし、 S_1 上の外向きの単位法線ベクトルを \mathbf{n} とする。また、閉曲線 $x^2 + y^2 = 1, z = 2$ を C_1 とする。さらに、 $\mathbf{r} = (x, y, z)$ 、 $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ とおき、ベクトル場 \mathbf{A} を $\mathbf{A}(\mathbf{r}) = \mathbf{r}/r^3$ により定義する。このとき、次の間に答えよ。



1) \mathbf{A} の C_1 上での線積分 $\int_{C_1} \mathbf{A} \cdot d\mathbf{r}$ を求めよ。ただし $d\mathbf{r}$ は C_1 上の線素ベクトルである。

2) \mathbf{A} の S_1 上での面積分 $\int \int_{S_1} \mathbf{A} \cdot \mathbf{n} dS$ を求めよ。ただし dS は S_1 上の面素である。

(ヒント：ガウスの発散定理を用いよ。)

離散数学

2つの整数 x と y (ただし, $1 \leq x \leq y$) を入力とし, 整数 z を出力するアルゴリズム A を考える。図 1 は A の擬似コードであり, 図 2 はその動作の流れを図示している。

```
algorithm A(x, y)
  while x ≠ 0 do {
    r ← (y mod x)
    y ← x
    x ← r
  }
  z ← y
  return z
```

図 1: A の擬似コード

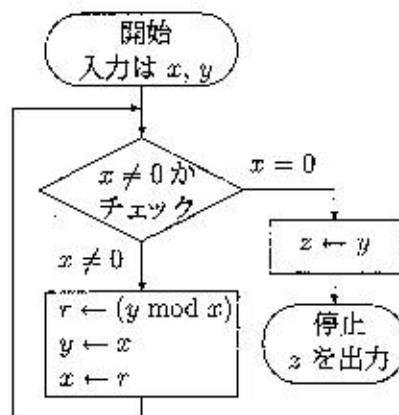


図 2: A の動作の流れ

ただし, r は整数変数, \leftarrow は代入演算, $(y \bmod x)$ は y の x による除算の剰余である。すなわち, y は非負整数 a と b を用いて $y = ax + b$ (ただし $0 \leq b < x$) と書け, このとき $(y \bmod x)$ は b となる。たとえば $(7 \bmod 3)$ は 1 である。以下の各問に答えよ。

- 1) $x = 60, y = 84$ を入力としたときの z の値を求めよ。
- 2) 一般に, 入力 x と y に対し, A はどのような z を出力するか, 簡潔に述べよ。
- 3) 任意の入力 x と y (ただし, x, y は整数で $1 \leq x \leq y$ を満たす) に対し, アルゴリズム A は必ず停止し, z を出力することを示せ。

次に, このアルゴリズム A の計算量を

「 $(y \bmod x)$ を計算する回数」

で考える。たとえば, $x = 2, y = 4$ を入力としたときの計算量は 1 であり, $x = 3, y = 7$ を入力としたときの計算量は 2 である。以下の各問に答えよ。

- 4) $x = 55, y = 89$ を入力としたときの計算量と z の値を求めよ。また, z を計算する過程で現れる r の値をすべて列挙せよ。
- 5) 計算量が 12 であり, z が 5 となる x と y の組を一組求めよ。必要であれば, 問 4) の結果を用いてよい。

力学

1. 質量 M 、慣性モーメント I の剛体円板と質量 m の 2 個の質点が、質量を無視できる細い剛体棒で連結されている (図 1)。剛体円板の中心 O には軸が挿入されており、この軸の回りに剛体円板は滑らかに回転できるとする。また、2 個の質点には図 1 に示すように鉛直方向にバネがとりつけられており、静止状態では連結棒は水平であるとする。中心 O から質点までの長さを ℓ 、バネ定数を k として、次の問に答えよ。なお、2 個の質点と剛体円板の中心は一直線上にあるとする。

- 1) 剛体円板が中心 O の回りに静止状態から角度 θ だけ反時計回りに回転したとする。このとき、2 個のバネによって中心 O の回りに発生するモーメントを求めよ。ただし、角度 θ は微小であるとする。
- 2) 剛体円板と 2 個の質点が中心 O の回りに微小振動しているときの運動方程式を書け。
- 3) 上述の微小振動における固有振動数を求めよ。

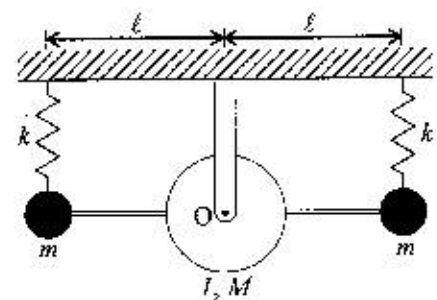


図 1

2. 問 1 の問題では剛体円板は中心 O の回りに回転するだけであったが、剛体円板はさらに鉛直方向に滑らかに変位できるとする。静止状態 (図 2) では、剛体円板と 2 個の質点に作用する重力とバネ力は釣り合っており、連結棒は水平である。静止状態から剛体円板と 2 個の質点が微小に変位するとして、次の問に答えよ。

- 1) 剛体円板の中心 O の回りの回転角を θ 、また中心 O の、静止状態からの鉛直方向変位を u とすると、右側と左側の質点は静止状態から鉛直方向にそれぞれどれだけ変位するか。ただし、 θ については反時計回りを正、 u については下向きを正とする。
- 2) 剛体円板と 2 個の質点の鉛直方向の変位と中心 O の回りの回転に関する運動方程式をそれぞれ書け。
- 3) 上述の運動方程式より固有振動数を求めよ。

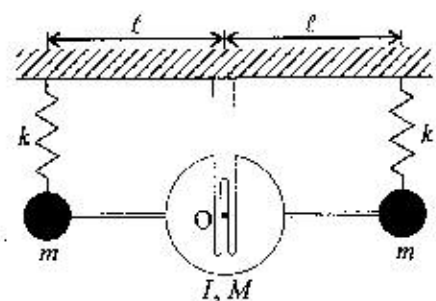


図 2

平成19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。
3. 答案用紙には氏名を記入してはならない。
4. 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。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しなさい。

1. 次の文章は4人の学生が計算機シミュレーションについて議論した様子の記録である。4人のうち2人の意見を取り上げ、さらに説明を加えることによって、計算機シミュレーションについて論ぜよ。ただし、必ず例を挙げながら具体的に説明すること。

A君：近年の計算機の劇的な進歩により、計算できる対象はどんどん広がっている。こうした計算機の特徴を十分活かせば、計算機シミュレーションは実験にとってかわるようになるであろう。つまり、危険な実験や高価な実験をせずとも現実の複雑な現象を予測することが可能になる。

B君：いやいや、少し状況が複雑になるとシミュレーションは難しくなる。実験の代わりを目指す努力をするより、むしろ理想化された簡単な状況に注目し、そうした例を徹底的に調べて、新しい法則を発見するための道具として使うべきだ。あるいは、現実にはない状況を計算機の中につくり出すことによって、現実に対するより深い理解を目指すのも興味深い目標だ。

C君：計算機シミュレーションにとって大事なことは、何を計算すべきか、という問題もさることながら、計算した後のデータをどう扱うか？ということである。計算して得られた大量のデータを図示したり、統計的に扱うことで、実験では得られない情報を取り出すことができる。

D君：いずれにせよ、大事なのは計算の速度を上げることだ。そのためには、計算機アーキテクチャーを開発する必要がある。あるいは、計算機の能力を最大限に引き出す数値アルゴリズムの開発が重要である。何を計算すべきかは、計算機の能力またはアルゴリズムの能力によって大きく変わってゆくであろう。

2. あなたが関心を持っている分野（大学院で研究しようとしている分野であつてもよいし、全く異なる分野でもかまわない）に話題をしぼって、以下の4点についてあなたの意見を具体的な例に基づいて自由に述べなさい。

1) コンピュータがどのようにして人間にとって有用な役割を果たしているか

2) コンピュータが有用な役割を果たすために人間がどのような役割を果たしているか

3) 人間とコンピュータの関係は今後どのように変化していくか

4) 現在および将来における人間とコンピュータの関係の問題点とその対応策（問題点がないと考える場合は、その理由）