

第28回数理科学コンクール課題

課題の部

令和7年8月1日

千葉大学先進科学センター

千葉大学大学院情報・データサイエンス学府

千葉大学大学院融合理工学府数学情報科学専攻

千葉大学情報・データサイエンス学部

千葉大学情報戦略機構

第28回数理科学コンクールの課題です。コロナ禍の経験から、課題の部は、対面、遠隔両方で開催します。今年度から「ロボットの部」をしばらく中止します。「人工知能の部」は完全に遠隔開催として引き続き開催します。

数理科学コンクールの主題である、「自ら実験をして現象を考察する。」を引き続き実施するために、今回は実験機材を参加者に送ることにしました。配送できる機材の大きさや種類には制限があるため、皆さんが受け取る機材の中には自分の使いたいものが入っていないかもしれません。しかし、与えられた機材だけを使って、実験の方法を考察して工夫することも科学者にとって重要な訓練です。

今回は対面参加者、遠隔参加者に共通の課題を4課題用意しました。遠隔参加者には、機材は参加者の自宅宛てに送りました。例年行っている数理科学コンクールのように、1題の課題に対して複数の考えをぜひ解答してください。むしろ、複数の解答を主催者は期待しています。遠隔開催の参加者は、開催案内に書かれている期日までに解答を千葉大学に返送してください。

AI、データ・サイエンスの手法がいろいろな現場で普通考え方になってきました。また、AI、データ・サイエンスの課題を取り扱い、解決するためのプログラムも種々公開されています。そこで、千葉大学数理科学コンクールでは、「人工知能の部」を開催しています。人工知能の部は遠隔開催とします。

千葉大学先進科学センター

センター長 教授 寺内文雄

千葉大学大学院情報・データサイエンス学府

学府長 教授 塩田茂雄

千葉大学大学院融合理工学府数学情報科学専攻

専攻長 教授 川本一彦

千葉大学情報・データサイエンス学部

学部長 教授 塩田茂雄

千葉大学情報戦略機構

機構長 教授 今泉貴史

1. 4つの課題を用意しました。いくつかの課題に解答してもかまいません。また、1つの課題にいくつ解答してもかまいません。例えば、実験をして見つけた解答と、実験をせずに考えた解答との2つの解答を提出してもかまいません。むしろ2種類以上の解答を歓迎します。その場合には、どうして答えが2つ以上になったのかも説明してください。
2. 用意した解答用紙を何枚使用してもかまいません。ただし、異なる番号の課題は同じ解答用紙に記入しないでください。また、1つの課題に1つ以上の解答用紙を使った場合は解答用紙の記入欄に課題ごとの通し番号と総枚数を記入してください。1つの課題に2つ以上の解答を提出する場合も同様に解答用紙の記入欄に課題ごとの通し番号と総枚数を記入してください。
3. 遠隔開催の参加者は、同封した機材以外を利用して実験を行った場合には、その機材名を解答用紙に記載してください。
4. 遠隔開催の参加者は自宅にあるどのような資料を参考にしてもかまいません。インターネットで参考資料を検索した場合には、検索先の URL を答案に引用してください。そして、どの部分を参考にしたのかを答案に書いてください。
5. 遠隔開催の参加者は自宅で課題を解答するため、コンテストとしての保険に加入していません。刃物等を使用する場合は、怪我をしないように利用法をまず考え十分注意してください。課題に、火や炎を利用することは想定していません。つまり、火や炎を利用しないと考察できない課題は用意していません。
6. 対面開催、遠隔開催、どちらの参加も課題に関する質問は監督者に質問してください。どんな質問でもどしどし質問してください。
7. 答案作成にインターネット上の記事、動画を参考にした場合は、それぞれの URL 等、記事、動画の所在を引用として明記してください。

課題 1(対面・遠隔共通課題)

ガリレオ・ガリレイは、ピサの斜塔の上から質量の異なる2つの物体を同時に落とし、それらが同時に地面に到達することを観測したと伝えられています。では、斜面を滑り降りる物体の場合はどうでしょうか？ 床面が板でできている滑り台と、図1に示すローラーが並んでいる滑り台(ローラー式滑り台)では滑り降りる時間に違いはあるのでしょうか？ 物理的に考察してください。特に、体重が異なる人が滑った場合にどのような違いがあるのかについては考察しておいてください。



図 1: ローラー式滑り台

課題 2(対面・遠隔共通課題)

温度を測る道具としては、小学校の理科の実験でも用いる灯油の熱膨張を利用した棒温度計がなじみ深いかもしれません。この温度計を図 2 左に示します。新型コロナの流行以降、体温計も赤外線を用いた非接触型の放射温度計 (サーモグラフィー) が普及しました。放射温度計を図 2 中に示します。

また、透明な液体中に浮力の異なる複数の浮き子を入れ、液体の密度の温度変化により浮沈する浮き子に記された温度で大まかに温度を知るガリレオ温度計もインテリアとして販売されています。ガリレオ温度計を図 2 右に示します。液晶で温度に応じた色や数字が浮き出るサーモテープなどもあります。科学実験や工業製品では、放射温度計、抵抗温度計、熱電対、バイメタル式温度計など場合に依りて様々な測定原理の温度計が用いられています。

液体について、温度計を用いず、液体に直接接触らず、これまでにない原理で温度を測る方法を考えてください。液体を移動させる (流す) ことは構わないことにします。

解答にはどのような物理法則を用いて、どのような原理で測定できるのかを明確に記してください。理科年表などの物性値を用いて測定精度などを考察していれば高く評価します。



図 2: 棒温度計 (モノタロウ), 放射温度計, ガリレオ温度計 (WikiPedia)

課題 3(対面・遠隔共通課題)

現在 NHK で放送中の連続テレビ小説「あんぱん」では”図案”と呼ばれる美術の分野が出てきます。狭い意味での図案は商業絵画であり、ポスター、ラベル、包装紙、などの意匠 (デザイン) を指します。公共空間での禁煙が今ほど厳しくない時代には喫茶店で店の広告を施した小さな燐寸箱が配られていました。これらは、街の小さな印刷会社で木版や石版で印刷されていました。商品の包装を少し広く捉えると、商品を納める箱、店の紙袋のデザインも図案の分野に入ります。これは package design と呼ばれます。さらに、箱のデザインは、商品の収納法のデザインも含みます。例えば、箱を開けたときに中に詰められた商品の見栄えが良い詰め方も考えます。

磁器製品、陶器製品、ガラス製品等、運搬中に破損しやすい物品の場合には、その収納法、緩衝材の入れ方を考える必要があります。緩衝材として長く、発泡スチロールが利用されてきました。それ以前は、粃殻や木毛 (木を薄く削った糸状材) が利用されてきました。現在では、資源保護の観点から、再生可能な、紙、段ボールだけで、衝撃材と一体型の梱包が一般的になってきました。このような箱では、箱加工の観点から考えると、切込や、折込が最小限であることが必要です。また、梱包作業時に折込が容易に行える必要があります。

梱包を考える上で、基本となるものの1つがカトラリー (洋食器) です。カトラリーの1人用基本セットは、大スプーン、大フォークと対のナイフ、ティースプーンの4種類です。セットの場合は、5人分または6人分で販売されています。また、美術品の輸送では、埴輪や仏像のような破損しやすい物品を梱包する必要があります。

問 1. 4種のカトラリー1組を固定して、見栄えよく、1枚の紙に、切込を入れ、最小限の折込で、固定して収納できる、衝撃材と一体型の箱を考えなさい。

問 2. 4種のカトラリー6組を固定して、見栄えよく、1枚の紙に、切込を入れ、最小限の折込で、固定して収納できる、衝撃材と一体型の箱を考えなさい。

問 3. 埴輪のような破損しやすい物品を固定して運送する為に1枚の紙に、切込を入れ、最小限の折込で、固定して収納できる、衝撃材と一体型の箱を考えなさい。

解答は、折込の山線、谷線と、切込線を定義し、図面で提出して下さい。

課題 4(対面・遠隔共通課題)

第1回数理科学コンクールに、次に述べる課題を出題しました。

各頂点が自由に動く立方体の骨組を考えます。この骨組の頂点間に筋交いを補強する場合、筋交いの総延長が最小になる補強の方法を考察しなさい。

骨組の部材は長さと質量があり、太さの無い理想的な柱である場合には、頂点の位置ベクトルと筋交いの長さから決まる行列の性質を解析すれば答えがでます。

今回は、実際の立方体を作成してこの課題に取り組みます。各頂点では、最初3本の柱が交わっています。筋交いを追加すると、4本の柱が交わります。実験をしてこの課題の解を求めるためには、複数の柱が頂点で自由に動く接続構造を作る必要があります。そこで、太さのある複数の柱が接合点で自在に動く接合法を考えてください。ここで、“**自在に動く**”とは一方の柱の動きを固定した場合に、固定していない柱が空間的に 4π の立体角を動くことです。

遠隔参加で、解答として写真や動画を提出する場合には、

subject (件名) を”課題4 解答 (参加者番号)(氏名)”として

cfs-contest@chiba-u.jp

宛て、に送信してください。

また、解答として実物の提出を希望する場合には別途自己負担で返信してください。

第28回数理科学コンクール課題

人工知能の部

令和7年8月21日

千葉大学先進科学センター

千葉大学大学院融合理工学府数学情報科学専攻

千葉大学情報・データサイエンス学部

千葉大学情報戦略機構

第28回数理科学コンクール「人工知能の部」の課題です。

AI, データ・サイエンスに関する報道は落ち着きを見せてきています。AI, データ・サイエンスの手法がいろいろな現場で普通の考え方になってきました, また, AI, データ・サイエンスの課題を取り扱い, 解決するためのプログラムも種々公開されています, そこで, 千葉大学数理科学コンクールでは, 本年度も「人工知能の部」を開催します。人工知能の部は遠隔開催とします。

千葉大学先進科学センター

センター長 教授 寺内文雄

千葉大学大学院情報・データサイエンス学府

学府長 教授 塩田茂雄

千葉大学大学院融合理工学府数学情報科学専攻

専攻長 教授 川本一彦

千葉大学情報・データサイエンス学部

学部長 教授 塩田茂雄

千葉大学情報戦略機構

機構長 教授 今泉貴史

注意事項

1. Wolfram cloud が提供する Wolfram 言語の機械学習機能を利用して, 千葉大学先進科学センターが用意する解説書を, インターネットを通じて取得し事前学習をおこないます.
2. 8月21日 10:00 時から 8月27日 16:00 時の間に課題に取り組んでください.
3. 課題に関する質問は監督者に質問してください. どんな質問でもどしどし質問してください.

質問は

AIcontest@chiba-u.jp

宛に subject AI 質問

として問い合わせてください.

質問への回答は順番に行っていきますので、返信に相応の時間がかかりますことをご留意ください.

4. 答えは, 座標をどのように求めたかアルゴリズムの説明をレポートとして提出してください. アルゴリズムの説明はファイル名 **AI(参加者番号).pdf** としてください. また, notebook 2 ファイルは分かるファイル名にしてください.
5. レポート, notebook 2 ファイルは共に
8月27日 16:30 までに,
subject AI(参加者番号)
として添付にて
AIcontest@chiba-u.jp
宛に提出してください.
6. 手書きの答えをスキャナー, スマートホンで pdf 変換したものでも構いません. どうしても pdf ファイルにできない場合は他の形式でも受け付けます.
7. 答え作成にインターネット上の記事, 動画を参考にした場合は, 夫々の URL 等, 記事, 動画の所在を引用として明記してください.

第 28 回数理科学コンクール「人工知能の部」課題

生物の種の同定と分類のためにゲノムプロファイリング (GP) が用いられます。GP は, (1) ランダム PCR, (2) マイクロ温度勾配ゲル電気泳動 (μ TGGE), そのゲノムプロファイルの特徴点の推定と処理によって, (3) 種同定ドット (スピード) を生成する, という 3 つの主要ステップから構成されます。

μ TGGE は, ポリアクリルアミドゲル中で温度勾配を形成し, 生体高分子を泳動させることで, 分子の構造変化や変性を利用して分離を行います。温度上昇に伴い, 高分子は変性し, その形態が変化します。そのため電気泳動における移動度に違いが生じ, 分離が可能になります。

μ TGGE では図 1 のような画像が得られます。縦軸方向に電位勾配をかけ, 縦軸が移動度, 横軸が温度です。

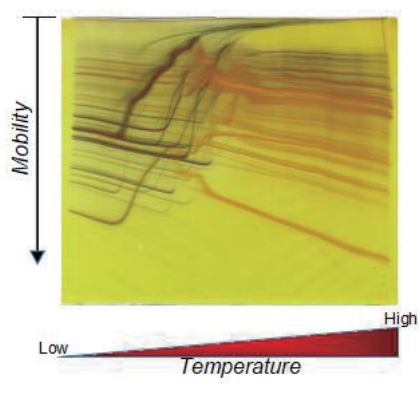


図 1: マイクロ温度勾配ゲル電気泳動画像 (DOI:10.26434/chemrxiv-2024-n9q36)

μ TGGE では, 電気泳動バンド (黒い線) の位置が温度によって変化し, DNA 断片の固有の融解温度を超えると, DNA の変性によりバンドの軌跡が急激に変化します。急激に変化する点をスピードと呼びます。全てのバンドのスピードの位置を正確に推定することが重要になります。処理すべき画像は大量にあるので, この作業を自動化することを考えます。

電気泳動画像に現れる全てのバンドのスピードの位置を正確に推定することが重要になります。処理すべき電気泳動画像は大量にあるので, Mathematica の機械学習機能を用いて, できるだけ多くの推定用データのスピードの座標を求めてください。いずれのデータの電気泳動画像にはスピードを緑と黄色の $\circ$ で表示しています。スピードの座標を求める場合に, これらの電気泳動画像から直接 $\circ$ 図形の座標を求めるアルゴリズムを用いなくてください。

問 1 Wolfram Mathematica の機械学習機能を用いて, 推定用データの電気泳動画像のみから, そのスピードの座標をできるだけ多く求めてください。計算に使用した notebook を提出してください。

問 2 電気泳動画像から, スピードの座標をどのように求めたかアルゴリズムの考え, 動作等を説明するレポートを纏めてください。レポートは AI(参加者番号).pdf の形式にしてください。

問 3 問 1 で求めたスピドの座標と推定用データとして与えたスピドの座標を比較することにより, 推定精度の検証を行ってください. 推定精度の検証計算に使用した notebook を提出してください.

1. 学習用データと推定用のデータは Mathematica notebook の形で Wolfram Cloud 上で共有します.
2. 学習用データには 25 枚の電気泳動画像とそれらの全てのスピドの座標がリスト形式で収められています.
3. 推定用データには 5 枚の電気泳動画像とそれらの全てのスピドの座標がリスト形式で収められています.
4. 学習用データ, 推定用データ, いずれの電気泳動画像にも便宜的にスピドの位置を緑もしくは黄色の $\circ$ で表示しています. 実際の電気泳動画像には緑もしくは黄色の $\circ$ は付されていないことを念頭に解答してください.

本課題で使用するデータは 西垣功一 埼玉大学名誉教授にご提供頂きました.