

第21回数理科学コンクール課題

1. 課題の部は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つ以上になったかも説明してください。
2. グループで参加した諸君は、1つの課題に1つの解答でも、また、複数の解答でもかまいません。たとえば、協力して解答を考えたけれども、途中から別々の結論を思いついた場合には、それぞれの参加者が別々に解答してもかまいません。その場合、1つの解答を一緒に提出する参加者の名前を、解答用紙に記入してください。たとえば、Aさん、Bさん、Cさん3人のグループで、AさんとBさんが1つの解答を、Cさんが1人で、別の解答を用意した場合には、Aさん、Bさんが用意した解答用紙には、グループ番号、AさんBさん2人の名前と参加番号を、もう1つのCさんの解答用紙にはグループ番号、Cさんだけの名前と参加者番号を記入してください。
3. 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入れてください。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入れてください。
4. 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。
5. 2階のG-22講義室と2階のフロアーには解答を考えるための実験用の道具、教材、機器が用意してあります。何を使っても構いません。工具の利用法は監督者に相談してください。
6. ロボットの部は、第1日目にロボットの動作に関するプログラムの講習を受けてください。第2日目(課題の部実施日)にプログラムを作成し、第2日目の午後3時以降に動作評価のためのコンテストを実施します。

課題の部

課題 1

日常生活において布は欠かせないものである。布は繊維を用いて作った薄く広い板状のものであるが、作り方によって織物、編み物(ニット)、レース、フェルト、不織布に分けられる。

織物(おりもの)とは、図1のように多数の経糸(たていと)と(しばしば1本の)横糸(緯糸)を組み合わせて、糸が交差する構造で作った布地である。一方、編み物は、図2のように、糸、特に毛糸や綿糸を結び目を作る要領で「一目ずつ」形を編んで作った布地である。編み物でできた布は結び目構造を持ち、弾性のある糸を用いて、糸と糸の摩擦と滑りがあるため、布に力を加えて伸ばした時に、大きく変形し、弾性を示す。

さて、図2のようなメリアス編みの布を引っ張った時に網目はどのように変化するか、引っ張る力と変形の仕方などに注目して、様々な角度から法則性を見出さない。

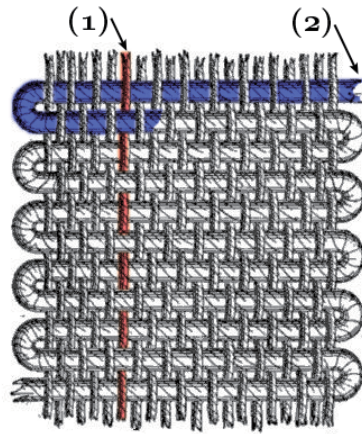


図 1: 平織の経糸 (1) と緯糸 (2)

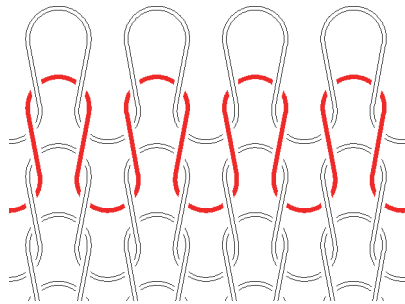


図 2: メリアス編みの構造

課題 2

容器に入った液体を速く出してしまいたいことはよくある。ここでは、底の平らな容器に液体を満たした後、穴を開けたときにできるだけ速く中の液体を出すにはどのようにすれば良いかを考える。ただし、容器を振ったり運動させず、変形(穴の大きさ、数)もさせないで、どのようにすれば速く中の液体を流出させられるかを物理的に考えなさい。

解答には、まず、何故その方法で速く流出させられると考えたのか物理的根拠を示しなさい。次にその考えを検証するにはどのような実験をすればよいのか、実験の計画を記述しなさい。最後にその検証結果について書きなさい。

容器として紙コップ(1名2個まで)を用意してある。穴あけポンチを用いて底に1つだけ穴を開けて実験してください。穴あけポンチの使用方法が分からない場合はスタッフに相談してください。

有機溶媒を用いたスプレーなどを用意してある。換気の問題もありますので、スプレーは屋外で使用してください。また、数の限られた道具などはその場で使用するか、使用后、速やかに元の場所に返してください。

課題 3

古今東西、図書館が重要な役割をする逸品小説が多々ある。文字を記録したものを書物と呼ぶなら、図書館は書物の保管庫である。しかも、図書館は書物の利用者である読者があって初めて存在する保管庫である。そのため、図書館の中では書物が、利用の便を考えて配置されている。書物の配置方はその入れ物である建物の構造にまで影響を及ぼすことになる。

図書館を情報科学的に考えると、巨大な実態データの保管庫である。そのため、データを検索するために、索引や分類規則が整備されている。巨大な実態データ保管装置として、図書館のほかに、植物園や博物館(宝物殿)も存在する。西洋では、図書館、植物園、博物館は共に僧院や大学の付属施設として発展してきた。図書館が最初に存在し、本の内容を学ぶ場として開設された大学も存在する。また、一国の知識や歴代の国家の正当性を示す資料の宝庫としての図書館も存在する。

知識を得るためには、検索画面を利用して電子的に蓄えられたデータを検索することと異なり、最後には、図書館に保管された書籍や雑誌の宇宙に分け入って情報を探索することになる。そこで、人間が中で実際に行動し、情報の探索に適した、書籍の配置、書籍の分類を考慮して、図書館を設計してください。設計図を解答とする場合には、設計の意図、設計の留意点などを文章で付加してください。

課題 4

夜空に炸裂する花火の広がりや形も、当然のことながら古典物理の法則に支配されている。すなわち、炸裂した後は、小さな火の玉が、地球自体の回転や、上空の風の影響を受けて夜空中で運動することになる。

実際の宇宙には、自転速度、上空の循環気流、下降気流、上昇気流が、地球に比べて速い惑星も存在する。このような惑星で、地球で見ると同様に、球状に広がる花火を実現するためには、どのような仕掛けを花火に持たせれば良いか考えなさい。恒星の周りを公転する惑星は、その星系の中心(重心)にある恒星からのエネルギーを利用して生命を育んでいる。また、生命体が知的になった段階で、恒星からのエネルギーを十分に利用することを始める。一方、惑星の形や、宇宙の規模を考えると、惑星上の生命体は、恒星から惑星に降り注ぐエネルギーを点でしか補足していない。そこで、生命体の発展過程の次の段階として、面によって、恒星からのエネルギーを補足する段階に移っていくと予測されている。この段階の至った1つの例として、リングワールド(円環天体)が考えられている。生命体は、自分たちの住む球形の惑星を作り替え、中心恒星の周りに、自転車のリム状の新しい天体を構築に進むことが予想されている。生命体は、円環天体を回転させ、天体上に、遠心力による重力を人工的に発生させることになる。このとき、リムの内側に生命体は生存することになる。さて、円環天体で花火を打ち上げると、どのような花火を見ることができると考えなさい。この天体での気象モデルを考えて解答しなさい。

ロボットの部

課題

1階の自習室に、RAPIRO が用意してある。各自でロボットの動作課題を考え、その動作を実現しなさい。どのような動作課題を考えたかレポートを作成してください。動作の独創性、面白さを評価します。動作実演は7月22日の午後3時に始める。それまでに、動作プログラムを完成させてください。