

第23回数理科学コンクール課題

令和2年11月20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情報科学コース

第23回数理科学コンクールの課題をお届けします。本年度は、感染症の流行を受けて、開催時期と開催方法を変更しました。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。機材の準備には、千葉大学大学院の学生の皆さんにも協力してもらいました。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。

感染拡大防止のため3密を避けることから、機材は参加者の自宅宛てに送りました。そのため、今回の数理科学コンクールの課題の部では個人参加だけを対象としました。しかし、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。なお、大変残念ではありますが、今回ロボットの部はやむを得ず中止としました。

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。また、感染拡大防止の観点から、対面での優秀者表彰式、記念品贈呈式、講評会は開催しません。その代わりに、優秀者の参加番号を千葉大学先進科学センターのホームページ上に掲示して受賞をお知らせします。また、優秀者への賞状と記念品は受賞者の皆さんにお送りします。主催者一同、次回の数理科学コンクールでは、千葉大学で皆さんに会えることを待ち望んでいます。

千葉大学先進科学センター

センター長 教授 音 賢一

千葉大学大学院融合理工学府数学情報科学専攻情報科学コース

コース長 教授 川本一彦

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. 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. 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. 今回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。

課題 1

近年では、会社などのオフィスでペーパーレス化が叫ばれ、会議などの資料、リーフレット、パンフレット等をデジタル化し、紙の使用を控える努力がなされてきました。オフィスへのOA機器の導入により、作成文書の量が増え、容易に印刷できる環境が整い、逆に紙の使用量が増えている例もあります。しかし、今年是在宅勤務を強いられて、否応なくペーパーレス化が確実に進んでいます。これまでの長い間、紙は文明のバロメーターとされてきました。実際、四大文明で文字が発明されて以来、それを記すメディア（素材）に、粘土板、竹簡、パピルス紙など工夫が凝らされてきましたが、中国で紙が発明されて以降、記録された文書の量は爆発的に増加します。

紙は記録メディアとして誕生しましたが、今日では包装、建材、家具など様々な用途に用いられています。

紙は材料としての強度は弱いというイメージを持たれがちです。しかし、1枚の薄い紙でも両端を持って、紙面に平行に引っ張っても簡単には破れません。ところが、紙の一部に破れた部分（亀裂と呼ぶ）があると紙面に平行に引っ張っても簡単に破れてしまうことがあります。

では、亀裂と紙の強度とはどのような関係があるのでしょうか？その法則性を見出してください。

まず、紙を引っ張る向きに垂直に鉋で切れ目（亀裂）を入れて、その長さによる変化や、場所による変化を考察してみてください。

また、単なる切れ目だけでなく、穴が開いている場合、穴の大きさ、形にどのように依存するか考察してみてください。

紙を引っ張る力にはペットボトルに入れる水の量を調整しながらぶら下げるといいでしょう。

課題 2

植物の種は自己の分布を広げるために播種の方法に工夫を凝らしている。実が熟すと果皮が裂けて巻き上がり、その勢いで種を飛ばすものもあれば、カエデ科の植物の種は翼のような皮をまとい、回転しながら航空機のように揚力を発生させ飛翔するものがある。他に、ポプラの種のように全体に綿毛をまとい、ふわふわ空中に浮かんでいるものもある。

中でも、タンポポは身近過ぎてあまり注目もしないけれど、よく見てみると興味深い形をしている。タンポポの種子のように見えるものは、正確には果実で、瘦果と呼ばれます。瘦果から長い柄が伸び、その先端に冠毛が車輪のスポークのように放射状に伸びています。この傘のような形でタンポポの種子はよく風に乗る、遠くまで飛んでいくことが可能です。

では、この形の何がポイントで安定した飛行を可能としているのでしょうか？タンポポの種を用意したのでその飛行をよく観察し、また、模型を作製してタンポポの飛翔の秘密を解明してください。

課題 3

無人観測装置を目的地に到着させる場合、現在、地表では GPS を利用して、無人観測装置を目的地に制止・着地させることができます。GPS がない場合に、無人探査機を目的地に、自動的に到着させる装置・仕掛を考えることにします。

出発地からの移動距離を測る装置をオドメーター (距離計) といいます。店舗、集合住宅、戸建、公園、公共機関の主要駅、停留所からの時間を示すためには、まず、オドメーターで道路の距離を測ります。そして、不動産業者の取扱う物件では 80m を 1 分で歩くとして、駅から時間を計算します。帆船の時代、船の速さは、先頭に浮きを付けた、印付のロープを流して、一定、時間に流れるロープの長さを測りました。

地面上や海面の距離を利用した距離を測れない場合、例えば飛行して目的地に達する必要のある無人計測装置が目的地に到着したことを判断する装置を考えてください。

課題 4

自動車、航空機、船舶の燃料であるガソリン、ディーゼル油、ケロシン等は、原油から分留・精製される液体です。液体燃料を燃料タンクに保持すると、加速・減速時にタンク中で液体燃料が移動するため、走行・飛行装置の重心が移動する。重心の移動によって機体・車体の運動が不安定になることがあります。高速で走行するレース用の自動車、急速に運動方向を変える戦闘機では、液体としての燃料の機体・車体の内部での移動による重心移動が無視できません。そこで、液体燃料のタンク内での移動を最小限にとどめる燃料の保持法を考えてください。