

第7回数理科学コンクール課題

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つの課題にいくつかの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だけでも、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. 5階のH-52講義室と5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。

課題 1

だんご虫（の仲間）は交替性転向反応を示すことが知られています。交替性転向反応とは例えば格子状になった通路を通るときに交差点で右に曲がれば次は反対側に曲がるという行動のことを言います。この行動はかなり以前から知られ、いろいろな人から興味をもたれて、小中高校の自由研究の題材などにもよくとりあげられています。2月11日放送分「トリビアの泉～素晴らしきムダ知識～」(フジテレビ, 水曜 21:00～21:54)にも、「ダンゴムシは壁にぶつかり右に曲がると次は左に曲がる：88へえ(金の脳)」と紹介されたらしい(出題者は見えていない)。そこで、疑問なのは「なぜだんご虫は交替性転向反応をするのか」ということです。これまでも、色々な説が出されていますが、確かなことは分かっていません。だんご虫にとってどういう有利なことがあり、交替性転向反応と言う性質を獲得したのかを考えてください。また、ロボットに交替性転向反応をさせるためには、どんな機能が必要でしょうか？

これまでに、自由研究で行われた実験結果を参考資料として配布します。

課題 2

植物の葉には葉脈があります。葉脈は植物の葉の隅々までに水、養分を行き渡らせる役割のみならず、葉を支える機能も併せ持っています。さまざまな植物種でいろいろな形の葉の形がありますが、同じ種類の植物であれば、その葉脈は同じような模様になっているので、その葉脈の分岐（枝分かれ）には法則性があるはずです。葉脈の模様から隠された枝分かれの法則を見つけ出してください。植物の種類が違えば法則も違うかもしれないし、同じかもしれません。いろいろなことを考えてください。

葉はキャンパス内に生えている植物のものを採集してきてください。

課題 3

倒立コマとは、回転している間に逆立ちしてしまうコマです。逆立ちをするまでの時間何が影響するか教えてください。

コマのキットが用意してあります。これに、重りをつけたりすることもできます。硬貨の一部分に重りをつけて、倒立コマを作ることもできます。

課題 4

「ある平面図形の透視図とは、図形を空間におき、一点から出る光によってできるその図形の影である。」

「空間の点を平面に垂直に降ろした平面上の点を、空間の点の正射影と言う。空間にある直線は点を連ねたものであるから、同様に直線の平面上への正射影を考えることができる。」

以上の二つの性質に基づいて次の問題に答えてください。

1. どんな凸四角形にもそれを、透視図とする正方形があることを示してください。
2. 理想的な三脚として、同じ長さの三つの直線分が一点で交わっているものを考えます。この理想的な三脚の正射影としてできる脚の影の長さに関して成り立つ関係を考えてください。