

第6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

電子計算機（コンピュータ）の基本素子は以下の3通りのものです。

- **AND** ゲート：2つの入力口と1つの出力口とを持ち、2つの入力口に共に入力された場合に出力を出す。
- **OR** ゲート：2つの入力口と1つの出力口とを持ち、2つの入力口のどちらか一方、あるいは両方の入力口に入力された場合に出力を出す。
- **NOT** ゲート：1つの入力口と1つの出力口とを持ち、入力がない場合に出力を出し、入力がある場合に出力しない。

また、NOT ゲート3つとAND ゲート1つで、OR ゲートを実現できることが知られています。

したがって、電気以外でAND ゲートとNOT ゲートとの働き模倣する装置を実現できれば、電気以外で動く計算機が実現できます。そこで、AND ゲート と NOT ゲート とを身近な物で実現する方法を考えてください。

課題 2

電気の流れと水の流れは似た性質を持っています。水を使って電気回路の性質を調べることができます。電気回路の抵抗は、水路の太さを変えて、ある場所を流れる単位時間の水量を変えることに相当します。電気回路で抵抗を使わずに、抵抗を実現する方法を考えてください。これは、水の流れに例えれば、水路の太さを変えたり、蛇口の流量を変えたりすることを行わずに流量を調節することになります。ただし、放水栓を全開したり閉鎖したりすることは許すことにします。

実験に関して床に水をこぼさないようにしてください。

課題 3

同じ温度, 同じ体積のジュース (要するに, 濃い砂糖水) とウィスキー (要するに; 40wt% 程度のエタノール水溶液) を同じ形のコップに注ぐ. その中に, 同じ温度, 同じ質量の氷を入れるとき,

1. どちらの氷が速く溶けるか.
2. 何故そうなるか.

を考えてください.

実験用の試料, 器具をそろえてあります. 実験しながら考えてください. ただし, 「エタノール水溶液」は絶対に飲まないこと. 実験用の氷も口に入れないこと.

課題 4

1 辺 (直径) 1.2cm の 3 次元の凹凸のある物体 (例えば, 金平糖のようなもの) の表面積を計ることを考えます。ただし, 数百, 数千の物体の表面積を測定しなければならないので, 1 個の測定に手間をかけられません。できるだけ効率的で精度の良い測定方法を考案してください。また,

1. 何が測定誤差の原因になるのか。
2. どのくらいの精度で計算できるのか。
3. 1 個の測定にどのくらいの時間がかかるか。

も考察してください。参考のために金平糖を用意しましたので, 眺めながら, 食べながら考えてください。この実験機材は食べて結構です。