

第 18 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。
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

昔、全長がおよそ 40cm に達するトンボが生息していたことを示す化石が発見されています。しかし、現在の地球上で、自然の状態で胴体の直径が 30cm を超えるカブトムシは存在しないし、直径 30cm を超えるニシキヘビのようなミミズは見たことがありません。この理由は巨大なトンボが生息していたころは地球大気の酸素濃度が現在より高かったからと言われています。確かに、水槽に酸素を過剰に供給すると縁日ですくった金魚が鯉のようにおよそ 30cm にも成長することが知られています。では、酸素濃度がどのように昆虫やミミズなどの生物の大きさを制限しているのか、物理学的、生物学的考察し、説明してください。

課題 2

紙玉鉄砲という竹の筒から紙で作った玉を打ち出す玩具があります。紙玉鉄砲は、竹から細長い円筒を切り出したものをシリンダーとし、その両端に水で濡らし丸めた紙（吸水性の良い新聞紙など）を詰める。シリンダーの内径よりやや細い竹の棒で手元側に詰めた紙玉を押し、ピストンとしています。ピストンがある程度押し込んだところで、内部の空気圧のために先端に詰めた紙玉が弾き出され、飛んで行きます。

紙玉鉄砲でできるだけ先端に詰めた玉を速く撃ち出し、遠くまで飛ばすための理想的な設計と飛ばし方を考えてください。特に、竹筒の半径、長さ、玉の詰め方、ピストンの押し方に注目して考察してください。

課題 3

アイザック・アジモフの創ったロボット工学 3 原則は

第 1 条 ロボットは人間に危害を加えてはならない。また、その危険を看過することによって、人間に危害を及ぼしてはならない。

第 2 条 ロボットは人間にあたえられた命令に服従しなければならない。ただし、あたえられた命令が、第一条に反する場合は、この限りでない。

第 3 条 ロボットは、前掲第一条および第二条に反するおそれのないかぎり、自己をまもらなければならない。

西暦 2058 年の「ロボット工学ハンドブック」第 56 版

です。和文は早川書房『われはロボット』からの引用です。この 3 原則の元の英文は

- 1 A robot may not injure a human being or, through inaction, allow a human being to come to harm.
- 2 A robot must obey the orders given it by human beings, except where such orders would conflict with the First Law.
- 3 A robot must protect its own existence as long as such protection does not conflict with the First or Second Law.

この 3 原則は小説の世界を抜け出して、実社会でのロボット工学のあり方や、ロボット工学研究者の倫理観に関係付けられることもあります。また、この 3 原則に基づいて、作者アイザック・アジモフ自身も、その後多数の小説を発表しています。ここでは、3 原則に基づいて以下の事象について考えて見ましょう。

問 1 この 3 原則に基づけば、ロボットは本当に人間に危害を及ぼすことがないのでしょうか。

問 2 もし、危害を及ぼすことがあるとすれば、どのような事象が起こっているのでしょうか。

問 3 ロボットが、人間に対して絶対に危害を及ぼさないようにするためには、原則全体をどう変更すれば、そのことが実現可能になるのでしょうか。

課題 4

集合の包含関係を考えることにします. $A \subset X, B \subset X, C \subset X, A \cup B = \emptyset, B \cup C = \emptyset, C \cup A = \emptyset$, であるときこの関係を図 1(a) の様な木構造で表すことができます. ここで, A, B, C を葉 X を A, B, C の根といいます. 葉と根を結ぶ線を枝といいます.

さらに, $D \subset A, E \subset A, F \subset C, G \subset C, F \cup G = \emptyset, G \cup F = \emptyset$, であるとき木は図 1(b) の様になります. 図 1(a) の木を階層 2 の木, 図 1(b) の木を階層 3 の木といいます. 集合の包含関係を順序関係と考えれば, これらの木は順序関係による階層構造を表現しています. 一方, A, B, C や F, G などは左から右に向かって並んでいることから, 「左から右に向かって何らかの順序関係がある. 」と無意識に感じてします. しかし, これらには順序を定義したわけではなく, 文章の中で出現順にアルファベットのラベルを付けたに過ぎません.

そこで, 各階層, 今の例では, A, B, C や F, G の層に無意識の順序を入れない木構造の表現法を考えなさい.

ヒント: 各階層の葉の数, 階層数が, 共にある程度大きな例で考えると表現法が明確になります.

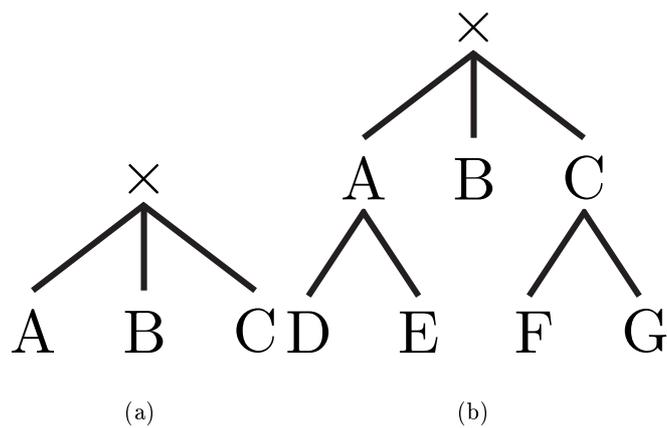


図 1: 木構造

ロボットの部

課題 KJunior が用意してあります。各自でロボットの動作課題を考え、その動作を実現下さい。どのような動作課題を考えたかレポートを作成して下さい。動作の独創性、面白さを評価します。動作実演は7月19日の午後3時に始めます。それまでに、動作プログラムを完成させてください。