

第15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つの解答と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 円筒に砂や液体を詰めて斜面を転がすとその円柱はどのように転がるか？砂や液体の量, 種類, 斜面の角を変えて現象を考察してください. また, 円柱の中で砂や液体の表面の形はどのようになるか調べてください.

課題 2

コーラ, シャンパンなど炭酸飲料は注いだときに泡ができるが暫くするとその泡は消えてしまう. 石鹼の泡も同じように時間をおけば消えてしまいます. 泡はなぜ消えるのでしょうか? 泡の消え方の法則を見出してください.

課題 3

ユークリッドの原論によれば、点とは「位置をもち、部分を持たないものである。」となっています。また、2つの異なる点を与えれば、それを通る直線は一つに決まることになります。直線は、太さを持たない幾何学的な対象である曲線の一種で、どこまでもまっすぐ無限に伸びて端点を持ちません。従って、ある有限の図形と交わる直線は無限に存在することになります。

一方、現実のものは幅があるので、図形と直線の交わりの問題は、図形とテープとの交わりになります。すなわち、図形と交わり図形を隠すには有限の本数のテープで十分であることが分かります。この問題を、曲面で考えてみましょう。球面に沿って紐を一重になるべく長く巻きつけるには、どのようにまけばいいでしょうか。長く巻きつけるために紐の太さと球の半径の間に何か関係があるでしょうか。

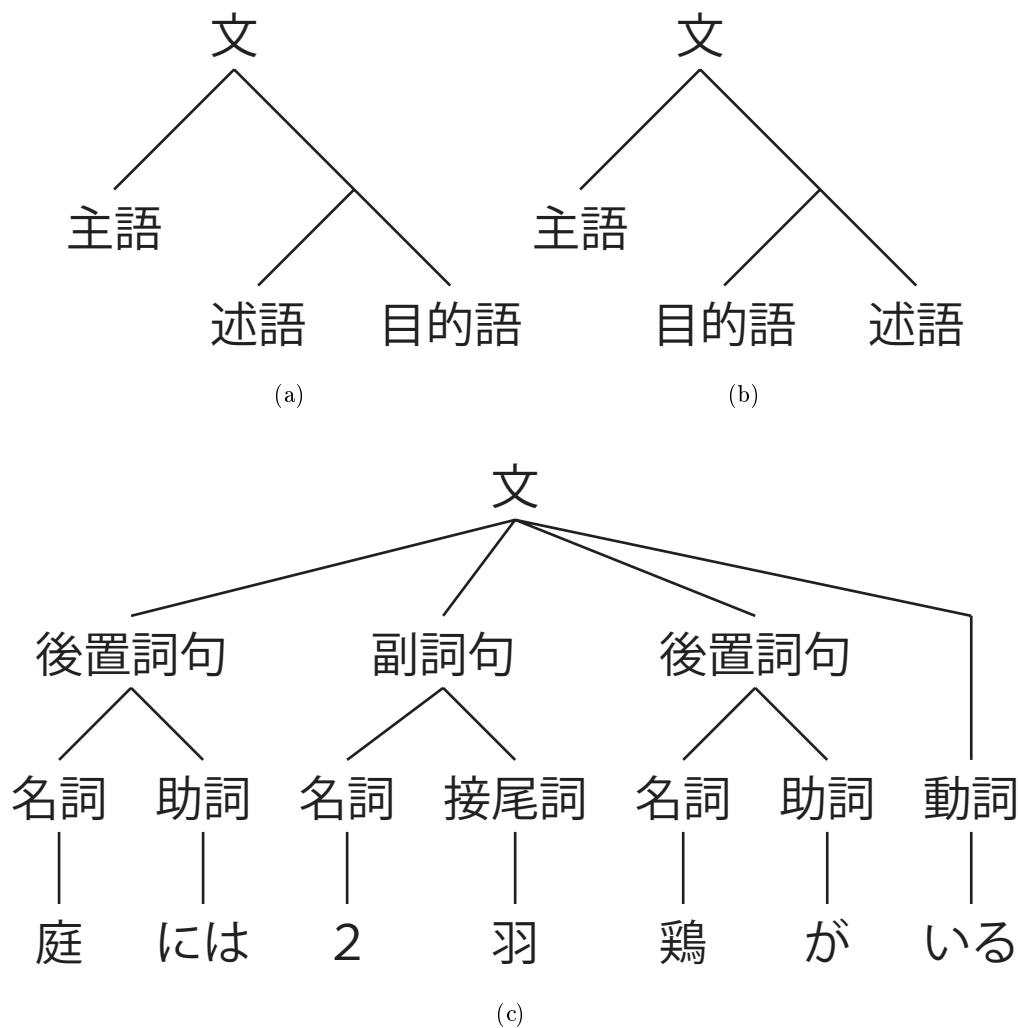


図 1: 構文木: (a) の述語と目的語を入れ替えると (b) になる. (c) 文を木で表した例.

課題 4

漢文はもともと古い中国語の文です。従って、漢文の主語、動詞の語順は英語に似ています。日本語文と漢文の語順の違いを変えて、漢文を日本語のように読みこなすための手段が返り点です。

文章は、文章を根、として、主語、述部とに分けられます。さらに、述部は述語と目的語とに分かれます。この関係を木構造といいます。主語、述語、目的語は枝の先について葉の名前となります。返り点はこの木の上で、枝を入れ替える操作にすることに相当します。図 1 に語順の変換の例をしめします。

返り点を使って英文を日本語文に直すことを考えてみましょう。このとき、漢文で利用する返り点の規則だけで、英文を日本語の語順に変換することができるか、あるいは、漢文の返り点規則だけでは不十分か、さらに、不十分であれば何が不足しているか考えてください。