

「自然界のネイピア数をGeogebraで暴く」

熊本県立宇土高等学校
チーム名：宇土ウシン 梅川元鶴 甲斐光喜

要旨

熱いコーヒーやお風呂の温度が冷めるときの温度の変化や、はやぶさが獲物に近づくときは対数螺旋を描いて飛ぶなど、自然界には指数関数が隠れていることを知り、「自然対数（ネイピア数）」の存在に興味を持った。そこで、まず、身近にある氷の状態変化による体積の変化に着目して実験を行った。氷が常温において完全に融解するまでの体積の推移、もしくは沸騰した水が常温に戻るまでの温度の推移などを測定した。その結果、「自然対数」の傾向が見られた。分析には、シュミレーションソフトGeogebraを用いると、自然現象の中にネイピア数と結びつくものがあるかどうか分析できることもわかった。まだ実験の試行回数が少なく詳細な研究の解析をできていないため、更に研究を進めていきたい。また、その他、音の減衰現象なども調べ、自然界に隠れる「対数」を多く調べていきたい。

目的

自然界と数学は密接に関わり合っており、まだまだ未知の事象が多く存在している。そこで私達は、Excelやオシロスコープを用いて、水の流入や、音の大きさの減衰の様子をグラフにとり、数学的な法則を見つけ出すことができないかと考えた。

方法1

- ・気柱共鳴装置を用い、水溜めを下げ、ガラス管内に流入する水の様子をスマートフォンで動画撮影・観察する。
- ・次に、スマホアプリ「ウゴトル」を用いて、動画を停止しながら、時間と水面の高さを記録する。

水溜めの内径：9 cm
チューブの内径：1 cm
ガラス管の内径：2.5 cm
水の高低差：1.2 cm



ガラス管

水溜め

方法2

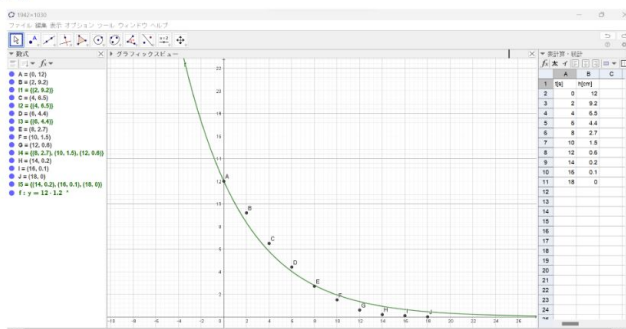
- ・異なる重さと長さをもつ金属製の棒（ここでは六角ボルトと差金アンカー）をそれぞれ五種類二本ずつ用意する。

- ・一種類ずつ実験を行うため、二本の同様の金属製の棒のうち、片方は空中で固定し、もう片方は手に持っておく。

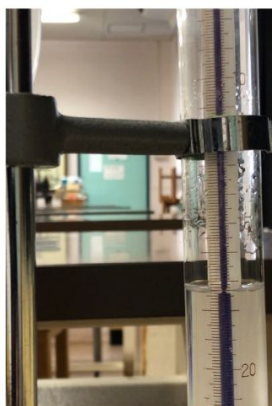
- ・スマホ内にインストールしたオシロスコープのアプリを起動し、固定した金属製の棒と手に持った金属製の棒を打ち合わせ、その時に響いた音を記録した。



結果1



「自然対数」の傾向は見られなかったが、 $y = 12 - 1.2 \cdot e^{-x}$ の関数に近い減衰が得られた。



水面が下がるようす：時間ごとに水面の高さを計測

結果2

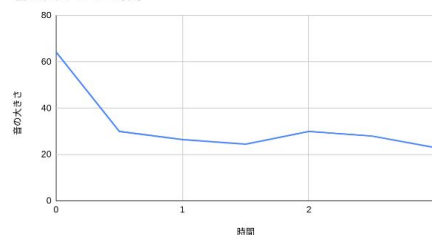
重さ 259.42g
音の最大値 64.2db
長さ 45.5cm

グラフの単位

横軸：秒

縦軸：db

音の大きさと時間



※音の最大値が測定された瞬間をt=0とする

「自然対数」の傾向は見られず、また、3次関数のように途中に山がみられた。

考察

- ・水溜めとガラス管の高低差が0になる際、自然対数eではなかったが、指数関数的に減少がみられた。

- ・音の大きさはt = 0で最大の音が検出された後、一度小さくなり、大きくなったあと、また小さくなっている。また、グラフからわかる通り、音の減衰の様子としては3次関数のような形で音の減衰が起こっていると考えられる。

展望

音については、音の減衰が3次関数の形で起こっているのか、実験の回数を増やして信頼性を高めたいと考えている。うなりなどの影響も考えられるため、Geogebraを用いて調べ、さらに詳しく調べたい。

また、その他の減衰も調べ、自然現象に潜む数学をさらに調べてみたい。