

プログラミングによるシミュレーション

を活用して学ぶ授業の実践例について

Lessons with Simulations by Programming

高木和久

Kazuhisa TAKAGI

高知工業高等専門学校

Kochi college, National Institute of Technology

Email: ktakagi@ge.kochi-ct.ac.jp

あらまし：小学校や中学校でプログラミングを学んだ生徒が高等学校に進学することにより、将来的には全ての高校生がプログラミングの素養を身につけていることになる。本発表では、生徒がプログラムを入力してシミュレーションを行う授業の実践例を紹介する。

キーワード：プログラミング, 新学習指導要領, 理数探究, シミュレーション

1. はじめに

平成 32 年度より施行される次期学習指導要領では小学校や中学校においてプログラミング教育を行うこととされている。その結果、将来的には高等学校に進学する全ての生徒がプログラミングの素養を身につけていることになり、高等学校における教育においてもプログラミングを用いたより深い学びが可能となる。

また、高等学校では理数融合型の科目として「理数探究」が新設される。「理数探究」は教科の枠にとられない多角的・複合的な視点で事象をとらえ、科学的・数学的な見方や考え方を豊かな発想で活用したり組み合わせたりしながら探究的な学習を行うものである。この教科では様々な自然現象を観察して数式化することが求められる。この時に生徒のプログラミングのスキルを利用してコンピュータによるシミュレーションを用いるとより深い学びを実現させることができる。

また、データサイエンスを学ぶ上では正規分布を理解することは必須であるが、この時にも生徒のプログラミングのスキルを生かすことができる。

ただし、現在の生徒についてはプログラミングのスキルや意欲は十分なものではないので、授業の実施にあたっては最初に動画による解説を生徒に視聴

させ、その後で一人一人にプログラムを入力させる方式をとった。

2. 教材の例

2.1 サイクロイドの描画

サイクロイドは数式
$$\begin{cases} x = a(t - \sin t) \\ y = a(1 - \cos t) \end{cases}$$

によって定義される曲線で、円が直線の上を滑らないように転がる時に円上の 1 点が描く軌跡である。従来の授業では黒板に図を書いて説明するが、円が転がる様子をアニメーションで見せた方がより良く理解できる。プログラムも 2 行ですむ簡単なもので、全ての生徒が無理なく理解できていた。

2.2 パラボラアンテナの原理

パラボラアンテナの形状は放物面であり衛星からの電波が反射して焦点に集まる性質を利用している。授業では電波の進む方向を逆にして放物線 $y = 2\sqrt{x}$ の焦点 $F(1,0)$ から出発した電波が放物線で反射して x 軸に平行に進む様子をプログラムで表現させた。

2.3 だ円ビリヤードの原理

縁がだ円の形をしたビリヤード台では、焦点の位置に置かれた球を打つと球は縁で反射した後、必ずもう一方の焦点を通る。このような球の軌跡をプログラムで再現した。(図 1)

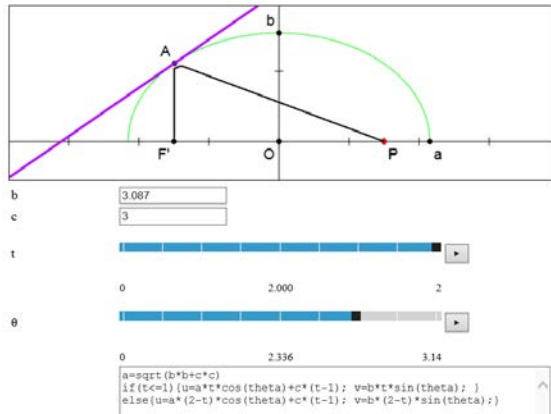


図1. だ円ビリヤードにおける球の軌跡

2.4 標準正規分布

データサイエンスを学ぶ上で正規分布は欠かすことのできない重要な分布である。これまで正規分布に関して学生に計算をさせる時は、教科書の最後にある数表を使うか、あるいは表計算ソフトの統計関数を用いるかであった。

標準正規分布表は $y = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$ のグラフと x 軸に囲

まれる部分の面積の表であるから、表を用いなくても値をプログラムを用いて計算することができる。

結果のみを使うのではなく計算過程をも明らかにすることで、そこから生徒をより深い学びに導くことができる。なお、 x 軸と y 軸を同じ縮尺で描くとグラフがつぶれて見えるため、図2のグラフは高さを6倍にしている。これも、数表を使わずにプログラムを作って計算したことによって得られた発見であった。

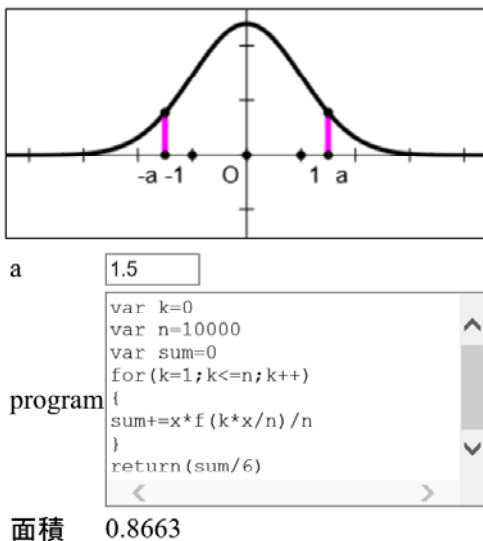


図2. 標準正規分布の確率密度関数

2.5 サイクロイドの等時性

サイクロイドの形をしたカーブを球が転がり、最下点まで到達するまでの時間は出発点の高さによらず一定である。黒板に数式を記述するだけの授業よりも、サイクロイド曲線に沿って球が転がり落ちる様子をアニメーションで見る授業の方が生徒の理解が深まることは言うまでもない。

授業では、まずエネルギー保存則を用いてサイクロイド曲線に沿って転がり落ちる球の運動方程式を導き、その後で球の運動を動画で見せた。更に一人一人にプログラムを入力させてシミュレーションを実行させ、球が落ちるまでの時間が高さによらないことを確認させた。

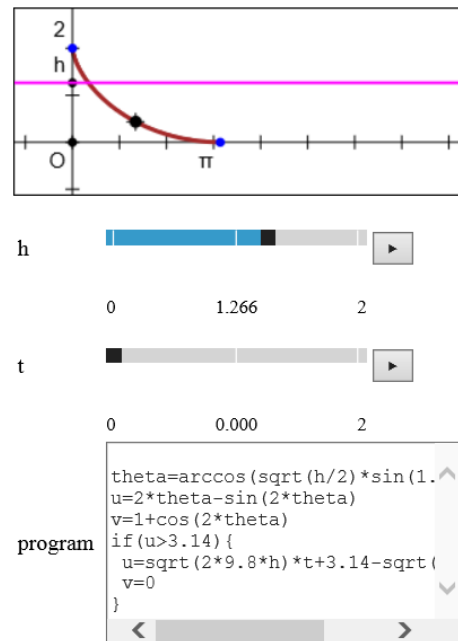


図3. サイクロイド曲線を転がり落ちる球の運動

なお、本研究の一部は日本学術振興会の科学研究費(課題番号 16K00993)“スマートデバイスによる動画再生を活用する高専数学の実践的研究”の補助を受けて行われた。

参考文献

- (1) 高木和久: 学習者のプログラミングのスキルを生かした数学の授業について, 日本数学教育学会第50回秋期研究大会発表集録 PP. 437-440(2017)
- (2) 高木和久: 動画とプログラミングを活用した数学の授業について, 教育システム情報学会研究報告 vol. 32, No. 6(2018-3)PP. 9-14, 2018