

「エクセルのグラフを動かす」

科学計算や、シミュレーションなど小回りがきいて使いやすいソフトがあればと考えていたが、どのソフトもマイナーで、補助線を入れたり、変数を思いどおりに変化させたり、回転させたりできるソフトは、なかなかない。

情報の時間に市販のソフトでグラフを書いても、生徒の反応は、今ひとつである。その理由の一つは、自分でそのソフトを所有していないからではないかと考える。

エクセルのグラフ機能は、多種にわたり、使いやすく、データを素早くグラフ化するには、最良と思われる。普通的使用方法では、変数を手入力で変化させ、グラフの変化を見ることができるが、ダイナミックさに欠ける。

田沼晴彦著 「Excel で遊ぶ手作り数学シミュレーション」では、グラフに補助線を引いたり、変数をマクロで変化させたりして、グラフを変化させている。

また、神足史人著 「Excel で操るここまでできる科学技術計算」は科学技術計算の90%はExcel でできる！」をコンセプトに掲げている。他にも、10年以上前から多くの著作や、ウェブ上のプログラムがあり、高校2年生程度で理解できそうなものを検討してみた。

例1 福利単利計算

- ・教科書「情報の化学」の題材である。・範囲名で数式を記述する。
- ・スピントタンで利率を変化させる単純なもの。

例2 気体の状態方程式 3次元グラフ(等高線グラフ)を回転させる。

- ・化学や物理で学習する気体の状態方程式  $PV = nRT$  を等高線グラフで描いた後、キー記録モードで回転させてから、コードを変更したもの。

例3 二次関数グラフ 係数を変化させる (スピントタン)

- ・二次関数の係数をスピントタンで変化させる。頂点の座標P、垂線PHをグラフに追加したもの。

例4 二次関数グラフ 係数を変化させる (マクロ)

- ・例3をマクロで係数bを変化させ、グラフを動かす。

- 例 5 二次関数グラフ 頂点の軌跡をグラフ化する
- ・例 4 で移動した頂点の座標 ( $P_x$ ,  $P_y$ ) をシートに書き込み、頂点の軌跡をグラフに追加する。
- 例 6 二次関数グラフ 長方形の面積を積分する
- ・長方形の面積の和で積分する。刻みを小さくすることで、積分値に近づける。
- 例 7 二次関数グラフ 台形の面積と長方形の面積で積分する
- ・長方形の面積の和より、台形の面積の和の方が積分値に近いことが分かる。
- 例 8 円運動とサイン曲線
- ・単位円を ( $\sin \theta$ ,  $\cos \theta$ ) で描き、線分  $OP$ 、線分  $OH$ 、線分  $PH$ 、サイン曲線をグラフに追加した。
- 例 9 波の合成 うなりをみる
- ・横軸時間で、A 波、B 波、 $A+B$  波をグラフ化し、マクロで B 波の振動数を変え、うなりの変化をグラフで確認する。エクセルの持つ、高速フーリエ変換、逆変換も紹介できる。
- 例 10 波の合成 波の独立性をみる
- ・横軸距離で、進行方向が逆の波の合成をグラフで可視化する。連続波では、何が起きているか分かりにくいので、1 波長分以外は、0 を掛けて消している。
- 例 11 月ロケット マクロあり
- ・かえる跳び法で地球から月に向かってロケットを打ち上げる。刻み時間、初速度を変化させ、月周回軌道に当てずっぽうに打ち上げる。5 分から、20 分かかる。ほとんど失敗するので、生徒に初速度を分担して、求めさせる。(ファイルサイズ 0.5MB)
- 例 12 月ロケット マクロなし
- ・例 11 と同じ計算をマクロを使わずにシート上で行い、グラフ化する。3 行目の計算式を 20000 行くらいコピーして使用するが、1 秒くらいで結果がでる。(ファイルサイズ 5.5MB)

### 例 13 月から地球ロケット

- ・例 12 の初期値（2 行目）位置、向き、初速度を変えるだけで、月から地球帰還ロケットとなる。

### 例 14 人口衛星 マクロなし

- ・例 12 のグラフをコピーし、地球付近を拡大するだけで、人口衛星のモデルを実行できる。

大別すると次の 2 つに分けられる

- ① シート上でデータを計算し、グラフ化しておいてから、マクロで変数を動かすか、スピントタンなどで変数を変え、グラフを動かす。
- ② マクロで数値計算し、データ領域に数値を順に書き込み、グラフ上に点や、線分を追加または、変化させる。

- ・②の場合、Excel はシートの計算を優先させ、グラフ化を飛ばす傾向がある。その場合、マクロ文に Calculate と書き込むと、ステップ毎にグラフを書き直してくれる。
- ・スピードが速過ぎて動きがわからないときは、For～Next 文などで時間稼ぎを入れる。
- ・グラフの種類は、基本的に散布図を使用する。
- ・マクロは、複雑なものは避け、10 行以内の簡単なものにとどめる。（例 11 は、30 行程度）

### Excel のグラフの利点

- ・多くの生徒が持っている。
- ・手軽にグラフ化できる。
- ・グラフをコピーして一部を拡大できる。
- ・ソルバーや、データ分析などが使いやすい。

### Excel のグラフの欠点

- ・等高線グラフはあるが、3 次元グラフがない。例えば、直方体を描こうとすれば、8 点を 2 次元変換し、散布図に線分 12 本のデータを追加しなければならないのではないだろうか。
- ・グラフの題名は、グラフの下に書くべきか。

## 感想

「情報の科学」で扱う、シミュレーションでは、セルの操作が中心で、数値計算が少ないように感じられる。学年末で時間が余ったら、いくつか授業で試してみたい。

数学、化学、物理など、授業とは別の角度からやってみることは、重要だと思う。いつか、生徒が自宅なのでやってくれたらと思う。

## 参考文献・資料

- (1) 田沼晴彦著 「Excel で遊ぶ手作り数学シミュレーション」 講談社ブルーバックス 2004
- (2) 神足史人著 「Excel で操るここまでできる科学技術計算」 丸善出版 2009
- (3) 北陸電力ミックスオイラープロジェクトチーム著 「Excel による数値解析」 培風館 2008
- (4) 吉澤純夫 Excel で月に向かうロケットの軌道を表示してみよう  
<http://www.hi-ho.ne.jp/touchme/PDFFiles/RocketToTheMoon.xls>