

地学におけるICT教育の実践例

森村学園中部部・高等部 三枝優輝

1 はじめに

情報活用能力の向上能力を図るために、日本全国で学校におけるICT教育の充実・推進が急速に進められている。本校でも一人一台PCを導入し、日々の授業実験実習にて活用している⁽¹⁾。そこで本稿では、以下2つのテーマを題材に、Excelを用いたグラフ作成やデータ処理の実習を行った。

<その1>気象：気温減率

<その2>天文：地球と恒星の距離について

この実習を通して、地学の知識や思考の効率よい定着を図ることを目的に、Excelでのデータ処理やグラフ作成を行った。また、手描きとExcelで作成したグラフをそれぞれ比較することで、データ処理能力の向上を促進し、今後の高校生活・大学生活での研究活動において、主体的・積極的にデータ処理を行う姿勢を付けさせることも期待した。今回の取り組みは、本校夏期講習中に、地学に興味を示す理系の高等部生7名を対象に行った。

2 内容

<その1>

標高が高くなると気温が低くなることは、登山等のときに実感する。そこで生徒たちには、表1に示した2013年の中部地方における同緯度のいくつかの観測点での年平均気温と標高の関係⁽²⁾を、グラフの作成を行ってもらった。

表1 中部地方の年平均気温 (2013年)

| 観測点 | 標高[m] | 気温[°C] | 観測点 | 標高[m] | 気温[°C] | 観測点 | 標高[m] | 気温[°C] |
|-----|-------|--------|------|-------|--------|------|-------|--------|
| 神岡 | 455 | 11.2 | 樽見 | 190 | 12.6 | 奈川 | 1068 | 8.2 |
| 白川 | 478 | 10.8 | 金山 | 233 | 13.2 | 木曾平沢 | 900 | 10.1 |
| 栃尾 | 765 | 9.7 | 美濃 | 68 | 14.7 | 開田高原 | 1130 | 7.2 |
| 高山 | 560 | 11.4 | 揖斐川 | 45 | 15.5 | 木曾福島 | 750 | 10.7 |
| 六蔵 | 1015 | 7.5 | 美濃加茂 | 74 | 15.3 | 南木曾 | 560 | 11.3 |
| 宮之前 | 930 | 8.5 | 恵那 | 315 | 13.3 | 南信濃 | 407 | 13.3 |
| 八幡 | 250 | 12.7 | 中津川 | 378 | 13.3 | 飯田 | 516 | 13.1 |
| 宮地 | 450 | 12.2 | 関ヶ原 | 130 | 14.6 | 浪合 | 940 | 9.3 |

手書きの場合、縦軸を標高、横軸を気温として各観測地点での情報をプロットし、その並びに最もよく合う直線の傾きを記入することでグラフを作成する。Excelを用いる場合は、空白のExcelファイルに、各観測地点での情報を打ち込み、グラフを作成したい範囲をドラッグで指定した後、「挿入」タブにある「グラフ」をクリックし、「散

布図(直線とマーカー)」を選択すると、グラフが作成できる。

以上のことを踏まえて作成された、手描きのグラフとExcelで描いたグラフの違いを、図1、2にて示す。

手描きのグラフでは、「高度が上がれば気温は下がる」ことは視覚的にも確認できるが、よくみると生徒によってプロットの位置が異なっているため、直線の傾きの様子も異なってしまう。また、直線を引く際に、判断に悩む生徒が多かった。一方でExcelによるグラフ作成では、全員同一のプロット図を作成できるため、「近似曲線の追加」をすると、グラフ上に記入された点の並びに最もよく合う直線が全員同一に表れる。この直線の傾きから気温減率(このデータでは、100mあたり0.75°Cの低下)を求めることができた。

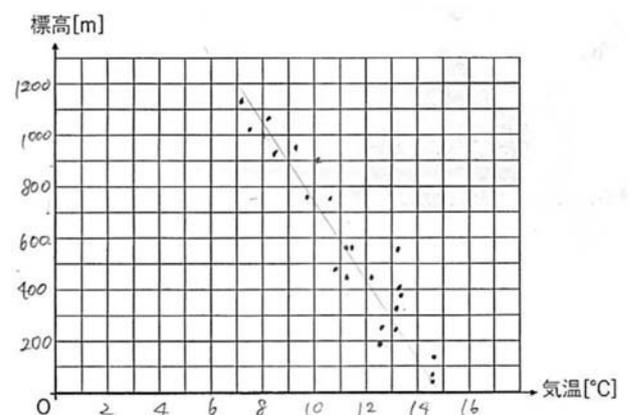
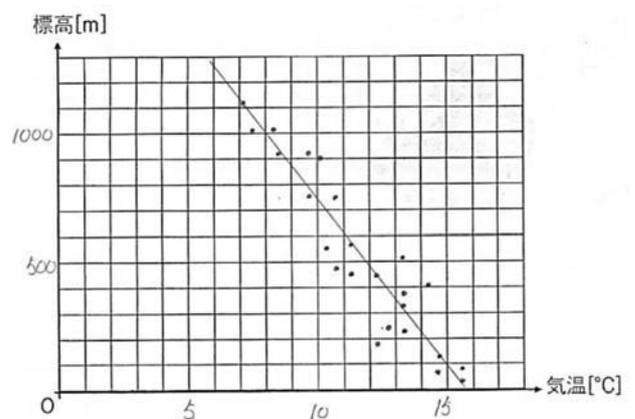


図1 生徒による手書きのグラフ

標高と気温の関係 (岐阜・長野)

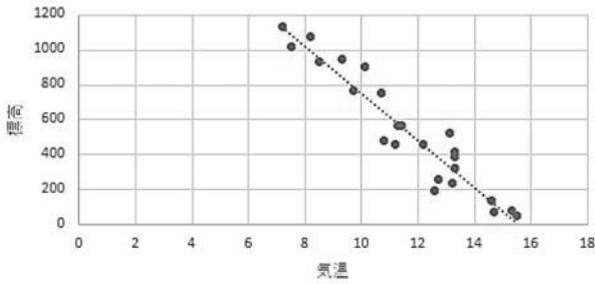


図2 生徒によるExcelのグラフ

<その2>

ドイツの天文学者Besselは、地球の公転運動によって「はくちょう座61番星」が観測される角度が異なることに注目し、その角度（視差）を測定することで、太陽から星までの距離 r を求めた。この視差のことを「年周視差」 p という（図3参照）。また、 $r \gg 1$ であることから、太陽から星までの距離 $r[\text{AU}]$ は、地球から星までの距離と近似してよいものとする。このことから、 r は以下の式(*)のように表される

$$r = \frac{1}{\tan p} \dots (*)$$

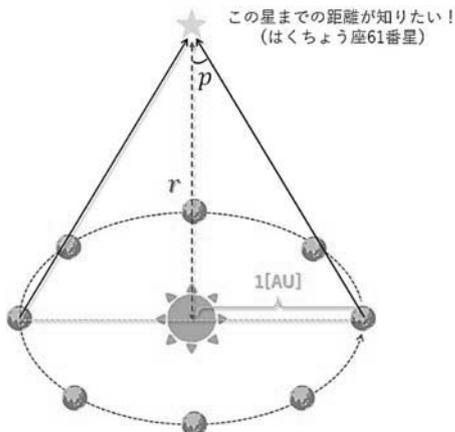


図3 年周視差

ここで、年周視差 p が $1''$ ($=\frac{1}{3600}^\circ$)の時の \tan は、

$$\tan\left(\frac{1}{3600}^\circ\right) = 4.85 \times 10^{-6}$$

であるので、星までの距離 $r[\text{AU}]$ は、式(*)より、

$$r = \frac{1}{\tan\left(\frac{1}{3600}^\circ\right)} = 2.06 \times 10^5 [\text{AU}]$$

と表せる。

また、 $1[\text{AU}]$ は $1.58 \times 10^{-5}[\text{ly}]$ であるので、年周視差 p が $1''$ ($=\frac{1}{3600}^\circ$)の時の星までの距離 $[\text{ly}]$ は、

$$r = (2.06 \times 10^5) \times (1.58 \times 10^{-5}) = 3.26 [\text{ly}]$$

と表せる。

このことを踏まえて、以下の図4に示した【問】を出題した。解答を進めていく上では、手数も多く煩雑な計算でも、素早く正確に行えるようExcelを用いるように課した。Excelのセル中で用いる数式は図5に挙げる。

【問】

- (1) 前頁の図から、太陽と星までの距離 $r[\text{AU}]$ を、年周視差 p を用いて表せ。
- (2) 角度 1° (度)の60分の1が $1'$ (分)であり、そのまた60分の1が $1''$ (秒)である。年周視差 p が $1''$ (秒)の時の距離 r は何 $[\text{AU}]$ か、Excelを用いて求めよ。
- (3) 光速は $3.0 \times 10^8 [\text{m/s}]$ であることから、光が1年で進む距離(つまり1 $[\text{ly}]$ の長さ)を、 $[\text{m}]$ 単位で求めよ。
- (4) $1[\text{AU}]$ は何 $[\text{ly}]$ か。ただし、 $1[\text{AU}]$ は $1.49598 \times 10^{11} [\text{m}]$ とする。
- (5) 年周視差 p が $1''$ (秒)である星までの距離 r は何 $[\text{ly}]$ か、Excelを用いて求めよ。
- (6) 「はくちょう座61番星」の年周視差 p は $0.29''$ (秒)であった。このことを踏まえて、「はくちょう座61番星」までの距離 r は何 $[\text{ly}]$ か、Excelを用いて求めよ。
- (7) 以下の星たちまでの距離 r は何 $[\text{ly}]$ か、Excelを用いて求めよ。

| 星の名前 | 年周視差 p |
|-----------------------|----------|
| ケンタウルス座 α 星 | 0.755" |
| バーナード星 | 0.548" |
| ウォルフ359 | 0.421" |
| おいぬ座 α 星(シリウス) | 0.379" |

図4 【問】

【数式の表示】

| | A | B | C | D | E | F |
|---|--------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | | (基準) | ケンタウルス座 α 星 | バーナード星 | ウォルフ359 | おいぬ座 α 星(シリウス) |
| 2 | $p(\text{sec})$ | 1 | 0.755 | 0.548 | 0.421 | 0.379 |
| 3 | $p(\text{degree})$ | =B2/3600 | =C2/3600 | =D2/3600 | =E2/3600 | =F2/3600 |
| 4 | $p(\text{rad})$ | =RADIANS(B3) | =RADIANS(C3) | =RADIANS(D3) | =RADIANS(E3) | =RADIANS(F3) |
| 5 | $\tan p$ | =TAN(B4) | =TAN(C4) | =TAN(D4) | =TAN(E4) | =TAN(F4) |
| 6 | $r(\text{au})$ | =1/95 | =1/75 | =1/75 | =1/75 | =1/75 |
| 7 | $r(\text{ly})$ | =B6*1.58*10 ⁻⁵ | =C6*1.58*10 ⁻⁵ | =D6*1.58*10 ⁻⁵ | =E6*1.58*10 ⁻⁵ | =F6*1.58*10 ⁻⁵ |

【結果の表示】

| | A | B | C | D | E | F |
|---|--------------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|-----------------------|
| 1 | | (基準) | ケンタウルス座 α 星 | バーナード星 | ウォルフ359 | おいぬ座 α 星(シリウス) |
| 2 | $p(\text{sec})$ | 1 | 0.755 | 0.548 | 0.421 | 0.379 |
| 3 | $p(\text{degree})$ | 0.000277778 | 0.000209722 | 0.000152222 | 0.000116944 | 0.000105278 |
| 4 | $p(\text{rad})$ | 4.84814E-06 | 3.66034E-06 | 2.65678E-06 | 2.04107E-06 | 1.83744E-06 |
| 5 | $\tan p$ | 4.84814E-06 | 3.66034E-06 | 2.65678E-06 | 2.04107E-06 | 1.83744E-06 |
| 6 | $r(\text{au})$ | 206264.8062 | 273198.4189 | 376395.6318 | 489940.1574 | 544234.3173 |
| 7 | $r(\text{ly})$ | 3.258983939 | 4.316535018 | 5.947050983 | 7.741054486 | 8.598902213 |

図5 Excelに入力する数式と結果

3 生徒の反応

講習終了後に、参加生徒たちを対象に、指導後の効果測定として、Microsoft 365 Educationが提供しているアンケート作成アプリケーションFormsを使って自由回答を依頼した。本稿で取り上げたい質問項目は以下の4点である。

- ① グラフを作成する際、手描きとExcelではどちらの方が作成しやすかったか？
- ② 手描きのグラフとExcelのグラフでは、どちらの方が分かりやすいと感じるか？
- ③ 手計算とExcelでの計算では、どちらの方が行いやすいか。
- ④ 今後もExcel等を使って、理科・科学に関するデータ処理を行おうと思うか。

【生徒による回答例】

・素早く計算できるからExcelを使っていきたい。

- ・Excelのルールをすぐに覚えられないので、手描きのグラフの方が描きやすい。
- ・小数点以下にも桁が続く数の計算が多かったので、Excelでの計算ではミスや手間が減ったと思った。
- ・今回の講習で、Excelの方が正確で早くて効率的だと思ったのでこれからはデータ処理にExcelを使っていきたいと思った。
- ・Excelは、色や軸が見やすいように変更できる。
- ・まだExcelを使いこなせてはいないけど、練習していったらもっと便利な道具になると思う。



図6 生徒の活動の様子

本校では、理系の生徒を対象とした地学の授業は開講していないため、手元に教科書がなく、高校時に学ぶ気象学・位置天文学が未知な領域であったにも関わらず、この講座に参加した生徒たちは、講座に前向きに取り組んでいた。また、実習時にExcelを使うことに対して好印象を抱いており、これからもPCを積極的に使っていきたいという生徒が多くいた。一方で、PCの扱いやExcelでのグラフ作成に慣れていないと感じる生徒もあり、手描きのグラフの方が描きやすいと回答した生徒もいたが、Excel計算の速さや正確性、そしてグラフの分かりやすさに注目し、今後も使っていきたいとの回答も得られた。このように、PCを用いた実習活動に関しては、前向きな回答が得られており、受講した生徒たちの積極性と主体性を引き出せた一例となったと考えている。

今後、「Excelの使い方に慣れていない・わからない」という理由でExcelでのグラフ作成を敬遠してしまう生徒が出てくる可能性もあるが、Excelで作成されたグラフの優位性に着目させることで、PCを使ったデータ処理を行う授業を展開していきたい。

4 最後に

OECD（経済協力開発機構）が行った2018年の学習到達度調査（PISA）によると、日本では、学校での学習を、電子機器を用いて利用する時間が非常に少なく、OECD加盟国中最下位であることが知られている一方で、電子機器でプライベートでのチャットやオンラインゲームを利用する頻度が高いことも知られている⁽³⁾。電子機器の扱いに慣れている中高生だからこそ、文房具として適切にPCを利用し、今後の学校・家庭における学びの場にも電子機器による学習機会を定着させることで、ICT教育を充実・推進することになるだろうと考えている。

参考文献

- 1) 三枝優輝：PCを用いた理科実験の実践と指導，物理教育第69巻第2号，100－103，2021年
- 2) 気象庁：過去の気象データ検索
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>
(最終閲覧日2021年10月6日)
- 3) 国立教育政策研究所：OECD生徒の学習到達度調査2018年調査補足資料 生徒の学校・学校外におけるICT利用
https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/2018/06_supple.pdf
(最終閲覧日2021年10月6日)