

手計算での練習が必要な項目の オンラインテスト化と 計算アプリへの誘導

専修大学・経済学部・国際経済学科・准教授

小川健(OGAWA, Takeshi)

(090)4255-1796 takeshi.ogawa.123@gmail.com

2021(令和3)年11/20(土)

グラフ電卓研究会@福井工業高専・オンライン

始めに:対面試験・問題演習も遠隔化に

- コロナ禍で遠隔化を必要とした部分は講義説明だけではない。対面試験や対面で行っていた問題演習も全て遠隔化に。
⇒感染症が終息しない限り「戻す」判断を各教員では行えず。
- オンラインテストは対面筆記試験とは「異なる」想定が必要。
- 例えば筆算の練習をさせたい場合でも筆算の練習はできず。
(例えば $31 \div 7$ を小数第4位四捨五入で小数第3位まで求めて、と言ったら、筆算の練習をしてほしい子は電卓を出す。)
- 一方で「関数電卓・グラフ電卓」を知らない子だと、四則演算でできない事は「答える方法が無い」ので、できる子に答えを回してもらい、とにかく「乗り切る」だけで求めようとせず
⇒不正対策と共に事細かな「手順」なども合わせて要解説。
- 「iPhoneには関数電卓備わっている」ということはあっても「全員使える」想定ではない。(紹介の上で他も認めないと)

2019年度までの「配慮」そして「想定」

- 2019(令和元)年度までの「**配慮**」:スマホは全員持っている訳ではない。何も持っていない子が不利益にならないようにする反面、**スマホの「通常の」電卓は使える状況**が最も楽。
⇒「普通の電卓で」解ける範囲で、試験以外は電卓アプリで。
(試験は通信機能無き電卓も、スマホが使えないのは不満)
- **メモリー機能など「電卓」の基本利用法も知らない**例は多数。
加えて関数電卓部分等は使えない子がいる前提も必要。
⇒**手計算でも解け、しかも「紙に書き出せる」配慮**が必要。
- PC等という旧時代の遺物は高いだけで、自らには不要。
スマホでできない事は「課す」教員の方がおかしく時代遅れ。
端末と言えばスマホであり、PC等は「レポートを書くためだけに大学の端末室で」あれば良く、フリック入力为标准対応していないので**長文を書かせるのは「教員の権威誇示」目的。**
数式を入れる等以ての外で、なら手書きでスマホ写真当然。

オンラインテスト化するときの困難と想定

- 乗除は順番通り計算し、電卓アプリで出てくる答えは「**全て正しい**」もの：誤差配慮は「知らない」ので $3 \div 7 = 0.4286$ と出たらそれが正しいと思うし、 $3 \div 7 = 0.4285$ と出たら、 0.4285 は「誤差を含まない」想定故、四捨五入等の問題文の指示は見ない。(故に、**そのまま掛け算等して誤差は積み上がる**。)
- 監視にはカメラが必要、しかし全員にカメラを用意できる想定は難しく、**監視する機会も限られる**：相談・参照をされる可能性を想定して、出題していく必要(**時間制限**の必要性)
- 単純に出題してしまえば電卓アプリで処理をされる可能性。
⇒問題を解く能力・解法を身に着ける必要性と電卓アプリや計算サイトの「**使いどき**」を想定しておき、時には意欲を失わせて手計算させる判断をさせ、時にはあえて使わせる問題設計が必要になる。問題における「**誘導**」も大事になる。

例1:割り算の筆算をどう補充するか

$$\begin{array}{r} 58.5 \\ 1.8 \overline{) 915.37} \\ \underline{90} \\ 153 \\ \underline{144} \\ 97 \\ \underline{90} \\ 0.7 \end{array}$$

•そのまま割り算を出しても電卓アプリ計算。
⇒余りは通常電卓でどう計算「？」で停止。

•この計算は数字のミスは無くとも4か所誤り

1. 位取りの0を忘れている。
2. 余りのある割り算で商は整数で止める
3. 余りの小数点は基の位取りで行う
4. その部分まで計算を戻って考える必要。

•実は「余り計算サイト」を使われると終わり。
⇒自分で判断できそうと思わせる必要性

•(誤) $915.37 \div 1.8 = 58.5 \dots 0.7$ の誤筆算を見
せて正しい商・余りを答えさせる: 正答率1割

•(正) $915.37 \div 1.8 = 508 \dots 0.97 (0 \leq 0.97 < 1.8)$

例2:後から2桁少なく答えさせ「切り上げ」

同じビッグマックの価格から為替レート指標

ポーランド	日本	$\frac{390}{13.43}$	$\div 29.03946\dots$
13.43ズロチ	390円		

許容誤差範囲:±3%

$$\Rightarrow 1\text{ズロチ} = 28.17\text{円} \sim 29.91\text{円}$$

[実際]1ズロチ=26.46円 \Rightarrow 1ズロチ=28.66円
(約8.3%:邦貨の減価・外貨の増価)

- 計算のコツとして乗除途中は答えの桁数より2桁余分に[有効数字]
 \Rightarrow **問題の「指定として」**入れる。(初めは敢えて桁数多く答えさせる)
 - 端数処理は「**四捨五入**」を「**切り捨て**」で答えてくる事例も数例。
- cf. マークシート等だと桁数分量を取り, 桁数不足は出題ミス扱いに

例3: 2元1次連立方程式は2例+1例で出す

- 教育上出すのは(計算練習上)「綺麗な解」になる場合中心。
でも**実際のデータが出てくるとまず綺麗な解にはならない。**
- **「九九で」解けない範囲が乗除で出ると解答速度大幅down**
⇒乗除は1桁, 加減は高々2桁程度, 解は1桁で詰まらせない。
 - $x-4y=2, 3x+7y=25$ (代入法で解き易い例) $(x,y)=(6,1)$: x のみ
 - $6x-5y=19, 4x-3y=15$ (加減法で解き易い例) $(x,y)=(9,7)$:片方
- 他の問題を挟んでから, 「一見同じ難易度」に見えそうなのに
「解が綺麗にならない」旨予告で出題。(不揃いな例を見せる)
 - $5x+9y=6, 8x-7y=4$ (y で小数第4位を四捨五入) $y \doteq 0.262$
- 2元1次連立方程式は**解き方を知ってから計算サイトを紹介**
⇒ **「電卓アプリ以外の」ソフト・サイトで解ける広がり**を実感。
例えばMicrosoft Math Solver <https://math.microsoft.com/ja>

例4:不定積分は手計算も定積分はサイト計算

- 通常, 定積分の基本練習は「**手計算させるべき**」論が中心。
でも単純な「べき乗」の積分でも定積分の数値計算は厄介。
- 「**九九で**」解けない範囲が乗除で出ると**解答速度大幅down**
⇒定積分を「計算し易い範囲で」計算させると数値例僅少。

$$\blacktriangleright \int_2^3 \frac{1}{19} x^2 dx = \frac{1}{19} \left[\frac{1}{3} x^3 \right]_2^3 = \frac{1}{19 \cdot 3} (3^3 - 2^3) = \frac{27-8}{19 \cdot 3} = \frac{19}{19 \cdot 3} = \frac{1}{3}$$

- **九九のみで計算できる累乗**は2が6乗まで, 3が3乗まで。
- 不定積分は手計算させるにしても**定積分は最初サイト等の計算で「後から」綺麗になる例のみ**手計算, の方が効率的。
通常の電卓でできない積分が**さっとできる**と理解させる。

例えばMicrosoft Math Solver <https://math.microsoft.com/ja>

$$\blacktriangleright \int_8^9 5x^6 dx = \left[\frac{5}{7} x^7 \right]_8^9 = \frac{5}{7} (9^7 - 8^7) \text{ (=) } \frac{13429085}{7} \doteq 1918440.7$$

オンラインテストでは手順を細かく出す

- 数学の記述式解答問題では小問はヒント・誘導としても「自由な発想」の重要性を求めるので、「**細かく**」出題はしない。
- オンラインテストは「数学の記述式」とは違い細部を書けず
⇒途中で躓かないためにも「**手順を事細かに**」出す必要有。
(cf. マークシート式だと「解答マーク数の制限」から割愛も、割愛した所は「誘導をかけても」答えない場合が多い。) ⇒オンラインテストの場合はマーク数・解答欄の心配は不要。
「細かく」出題することで、今何を求められているか分かる。
- 例: $\max_{x \geq 0} (\pi =) 7x - 2x^4 - 1$ の場合。最大解 $x (> 0)$ 等を導出
- π を x で微分する小問。内点解の1階の必要条件(1回微分して $= 0$ の条件式)を書かせる小問。 x の前に x^3 を求めさせる小問。
- **今自分が解いている部分で経路上に乗ると実感させる**

最後に:(λなど)出し難い項目がある事への理解

- 各フォーム等オンラインテストには**出せる/出せない形式**が。
⇒ **答え易さを考えて**出さないと「不用意に」躓く学生も。
- ときには「**定形化して**」慣れさせることも必要。(数値のみ)

$$\frac{d}{dx} \left[6x^9 + 4x^2 + 10x + 8 + 5e^{4x} + 7e^x + 3\ln(x) + 2\ln(5-4x) \right]$$
$$= \textcircled{1}x^{\textcircled{2}} + \textcircled{3}x + \textcircled{4} + \textcircled{5}e^{\textcircled{6}x} + \textcircled{7}e^x + \frac{\textcircled{8}}{x} - \frac{\textcircled{9}}{\textcircled{10} - \textcircled{11}x}$$

- Microsoft Forms等では「**計算させる計算式**」を出すことも。
⇒ 予告無しは戸惑うが、今から行う計算式により状況整理。

$$0.57 \times \frac{20.4}{18.3} + 0.21 \times \frac{22.9}{20.2} + 0.14 \times \frac{0.199}{0.174} + 0.08 \times \frac{25.5}{22.7} - 1$$

- λなど**ギリシャ文字**はMicrosoft Forms数式でも**入れ難い**。