

## 静岡県内国立大学理系学部・東京都内国立大学理工系学部でのワークショップの実践報告

松井 雄一郎

### 1. 静岡県内国立大学理系学部・東京都内国立大学理工系学部でのワークショップの概要

筆者は、静岡県内国立大学理系学部学生、および東京都内国立大学理工系学部学生を対象としたワークショップを実施してきた。実施日は、静岡県内国立大学理系学部学生を対象としたワークショップが2021年（令和3）8月26日、東京都内国立大学理工系学部学生を対象としたワークショップが2021（令和3）年9月8日である。ワークショップの流れは、まず、令和元年度（第69回）埼玉県標準テストI+Aを関数電卓を用いて解いた。次に、非営利団体College Boardが主催する米国の標準テストであるSATのThe SAT Math Testのサンプル問題を、関数電卓を用いて解いた。取り上げた問題は、標準テストの①(1)～(5)、②(1)～(5)、③(1)～(3)、⑤(5)、SATのSubject Test Math 1 Question 4 of 32、Subject Test Math 1 Question 10 of 32である。最後に課題として、1人3題ずつThe SAT Math Testのサンプル問題より出題した。

### 2. 学生らの課題への回答

筆者は、学生らへ、The SAT Math Testのサンプル問題それぞれ1題に対し、2～3名回答するように、課題を振り分けた。関数電卓を用いたThe SAT Math Testのサンプル問題への回答のうち、学生間で異なる回答であったものを以下に記述する。

#### 2.1. Subject Test Math 1 Question 2 of 32 について

SAT Test Math 1 Question 2 of 32の問題文は以下の通りである。

Question 2 of 32

A band wants to distribute its music on compact discs (CDs). The equipment to produce the CDs costs \$ 250, and blank CDs cost \$ 5.90 for a package of 10. Which of the following represents the total cost, in dollars, to produce  $n$  CDs, where  $n$  is a multiple of 10?

（日本語訳）

あるバンドが、自分たちのコンパクトディスク（CD）を配布したいと考えている。CDを作るための機材は250ドル、ブランクCDは10枚入りで5.90ドルである。 $n$ を10の倍数とした時、CDを $n$ 枚生産するときの総コストをドルで示したものはどれか。

この問題には学生3名（学生H.M, 学生K.N, 学生W.M）が取り組んだ。以下では、学生の回答についてまとめる（表1, 表2, 表3）。

表1 学生 H.M の回答

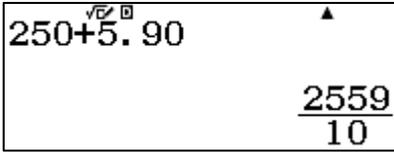
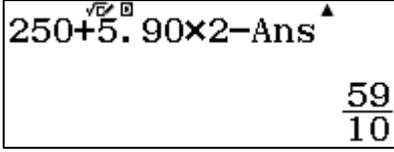
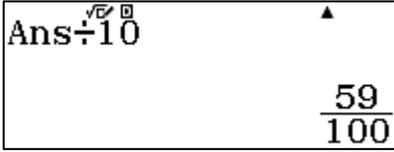
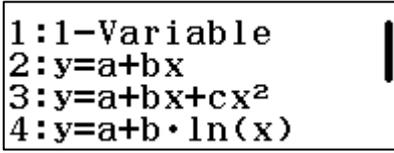
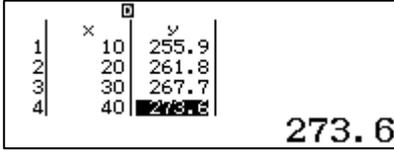
操作方法	画面
<p><b>【操作1】</b>            CDの枚数を<math>x</math>、合計費用を<math>y</math>、<math>y</math>を<math>x</math>の1次関数とみなして、傾きと<math>y</math>切片から式を求める。            10枚つくったときの費用を計算する。            「<b>2 5 0 + 5 . 9 0</b>」を入力して「<b>=</b>」を押すと、「255.9」が出力される。</p>	
<p><b>【操作2】</b>  <b>AC</b> キーを一度押してから、20枚つくった時の費用と先程求めた費用との差を計算する。            「<b>2 5 0 + 5 . 9 0 x 2 = Ans</b>」と入力して「<b>=</b>」を押すと、<math>y</math>の増加量である「5.9」が出力される。</p>	
<p><b>【操作3】</b>            上記の<math>y</math>の増加量に対応する<math>x</math>の増加量は <math>20 - 10 = 10</math> なので、操作2の画面からそのまま「<b>÷ 1 0</b>」を入力し「<b>=</b>」を押すと、傾き「0.59」が出力される。  <math>y</math>切片は250であるので、求める式は <math>250 + 0.59n</math> である。</p>	

表2 学生 K.N の回答

操作方法	画面
<p><b>【操作1】</b>            「6:統計計算」モードで、「2:<math>y = a + bx</math>」を選択する。</p>	
<p><b>【操作2】</b>            そして、以下を入力する。  <b>1 0 = 2 0 = 3 0 = 4 0 =</b>            そして、<b>▶ ▲</b> を押し、<math>y1</math>セルまで移動させ、<math>y</math>の値を以下の層に入力する。  <b>2 5 5 . 9 = 2 6 1 . 8 =</b>  <b>2 6 7 . 7 = 2 7 3 . 6 =</b></p>	

<p><b>【操作 3】</b>  <b>OPTN 4</b> を押すと、「4: 回帰計算一覧」が表示され、<math>y = a + bx</math>の<math>a</math>と<math>b</math>が表示される。よって答えは<math>250 + 0.59n</math>となる。</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 1:Select Type  2:Editor  3:2-Variable Calc  4:Regression Calc </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <math>y=a+bx</math>  <math>a=250</math>  <math>b=0.59</math>  <math>r=1</math> </div>
--	--

表 3 学生 W.M の回答

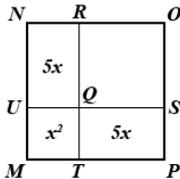
操作方法	画面
この問題に関数電卓を使える部分がないと思った。 何をを使えばいいか分からなかった。	

学生 H.M, K.N は、今回の問題を 1 次関数とみなして解き進めていた。学生 H.M は、「基本計算」モードにて、アンサーメモリー機能を活用し、CD が 10 枚、20 枚のときの総コストを求め、 $y$ の増加量と $x$ の増加量から直線の傾きを求めている。学生 K.N は、「統計計算」モードにて、CD が 10 枚、20 枚、30 枚、40 枚それぞれの総コストを表に入力し、OPTION の回帰計算一覧より傾きを確認している。学生 W.M は、関数電卓ならではの使い方が分からなかったとしている。

## 2.2. Subject Test Math 1 Question 7 of 32 について

SAT Test Math 1 Question 7 of 32 の問題文は以下の通りである。

Question 7 of 32



The figure above shows a square region divided into four rectangular regions, three of which have areas  $5x$ ,  $5x$ , and  $x^2$ , respectively. If the area of MNOP is 64, what is the area of square QROS?

(日本語訳)

上の図は、正方形の領域を 4 つの長方形の領域に分割したもので、そのうち 3 つの領域の面積はそれぞれ  $5x$ ,  $5x$ ,  $x^2$  である。MNOP の面積が 64 のとき、正方形 QROS の面積はいくつになるか？

この問題には学生 3 名 (学生 K.N, 学生 S.I, 学生 T.A) が取り組んだ。以下では、学生の回答についてまとめる (表 4, 表 5, 表 6)。

表 4 学生 K.N の回答

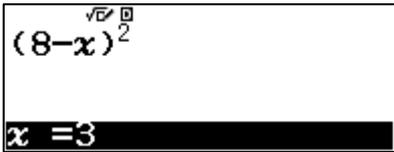
操作方法	画面
<p>【操作 1】  <math>(8-x)^2</math> と入力する。</p> <p>【操作 2】                      カルク機能を使い <math>x = 3</math> を代入する。</p>	

表 5 学生 S.I の回答

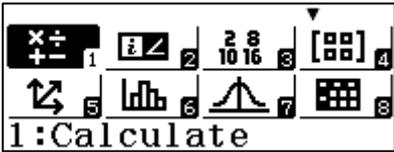
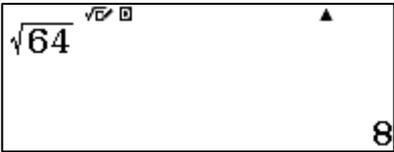
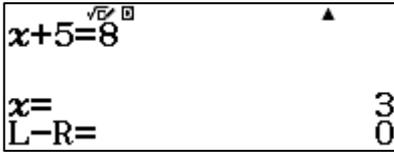
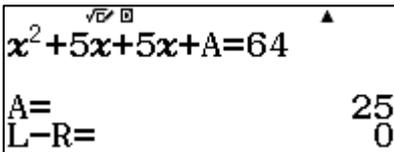
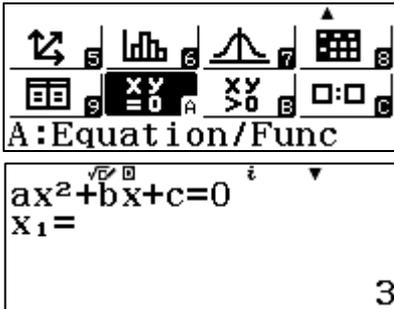
操作方法	画面
<p>【操作 1】                      MENU を押して 1 を押し、基本計算モードにする（取扱説明書 p.7,8）。</p>	
<p>【操作 2】                      正方形の一辺の長さを知るために 6 4 と押下し、<math>\sqrt{\square}</math> を押す（取扱説明書 p.22）。</p>	
<p>【操作 3】                      関数電卓を用いない考え方と同じように一辺が <math>(x+5)</math> であることがわかるため、<math>x + 5 = 8</math> を押下し SHIFT CALC を押下する。さらに <math>\square</math> ボタンを押す（取扱説明書 p.27,28）</p>	
<p>【操作 4】  <math>x^2 + 5x + 5x + A = 64</math> と押下し、SHIFT CALC を押し <math>x = 3</math> として <math>\square</math> を押す。この値が答えである（取扱説明書 p.27,28）</p>	

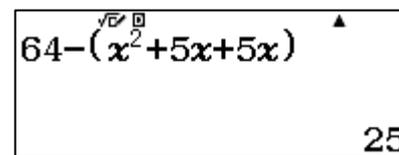
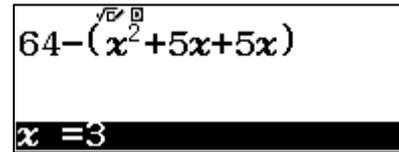
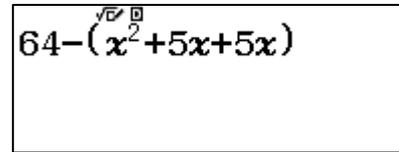
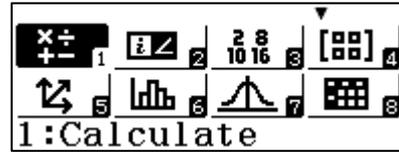
表 6 学生 T.A の回答

操作方法	画面
<p>【操作 1】                      Menu から A 番の方程式/関数計算を選択。2 番の工事方程式を選択し、次数を 2 に設定。<math>(x+5)^2 = 64</math> を解くために、展開と整理をして <math>1x^2 + 10x + (25 - 64)</math> のように各行の係数を入力する。<math>\square</math> を押し計算を実行すると、答えとして <math>x = 3, -13</math> を得るが、<math>x &gt; 0</math> は明らかなので <math>x = 3</math> を得る。</p>	

【操作 2】

Menu から 1 番の基本計算を選択。

$64 - (x^2 + 5x + 5x)$ を入力し, r を押す。  $x = 3$ を入力し,  $\square$ を押すと, 答えの 25 を得る。



学生 K.N, S.I は, 「基本計算」モードを選択し, 解き進めていた。学生 K.N は, 「基本計算」モードにて, カルク機能を活用し,  $(8 - x)^2$ に  $x = 3$ を代入し, 正方形 QORS の面積を求めた。学生 S.I は, 「基本計算」モードにて, 正方形 MNOP の一辺の長さを求め, ソルブ機能により  $x$ の値を求めた。その後, ソルブ機能を活用し, 正方形 QORS の面積を A として A の値を求めた。

学生 T.A は, 「方程式/関数 計算」モードを選択し, 高次方程式機能を活用し,  $x$ の値を求めた。その後「基本計算」モードのカルク機能にて正方形 QORS の面積を求めた。

学生 S.I は, 手計算では  $x$ の値がわからなくても解き進められるが, 関数電卓では  $x$ の値がわからないと解き進められないという点を指摘した。

2.3. Subject Test Math 2 Question 11 of 28 について

SAT Test Math 2 Question 11 of 28 の問題文は以下の通りである。

Question 11 of 28

A sequence is recursively defined by  $a_n = a_{n-1} + 2a_{n-2}$ , for  $n > 2$ . If  $a_1 = 0$  and  $a_2 = 1$ , what is the value of  $a_6$  ?

(日本語訳)

$n > 2$ のとき,  $a_n = a_{n-1} + 2a_{n-2}$ によって順番は再帰的に定義づけられている。  $a_1 = 0$ ,  $a_2 = 1$ のとき,  $a_6$ の値はいくつになるか。

この問題には学生 2 名 (学生 Y.S, 学生 S.I) が取り組んだ。以下では, 学生の回答についてまとめる (表 7, 表 8)。

表7 学生 Y.S の回答

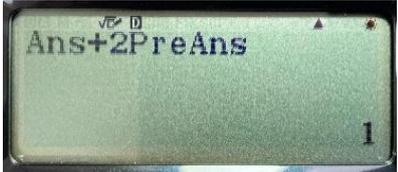
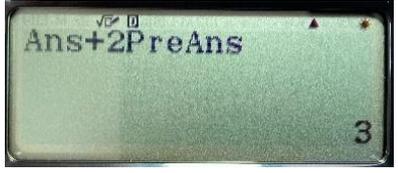
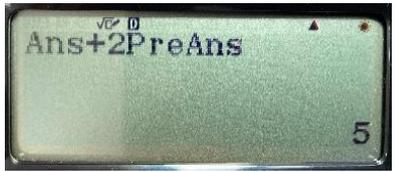
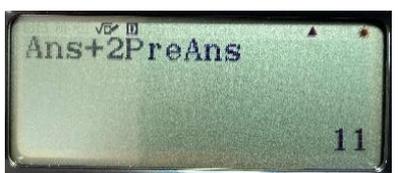
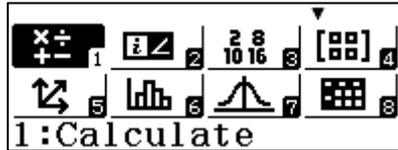
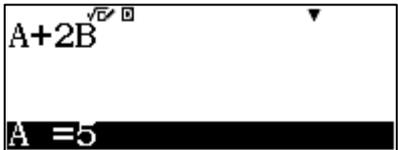
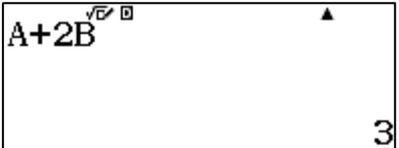
操作方法	画面
<p>【操作1】  <math>a_1 = 0</math>  <math>\boxed{0} \boxed{=}</math></p>	
<p>【操作2】  <math>a_2 = 1</math>  <math>\boxed{1} \boxed{=}</math></p>	
<p>【操作3】  <math>a_3 = a_2 + 2a_1 = 1 + 2 \times 0</math>  <math>\boxed{Ans} \boxed{+} \boxed{2} \boxed{ALPHA} \boxed{Ans} \boxed{=}</math></p>	
<p>【操作4】  <math>a_4 = a_3 + 2a_2 = 1 + 2 \times 1</math>  <math>\boxed{=}</math></p>	
<p>【操作5】  <math>a_5 = a_4 + 2a_3 = 3 + 2 \times 1</math>  <math>\boxed{=}</math></p>	
<p>【操作6】  <math>a_6 = a_5 + 2a_4 = 5 + 2 \times 3</math>  <math>\boxed{=}</math></p>	

表8 学生 S.I の回答

操作方法	画面
<p>【操作1】  <math>\boxed{MENU}</math> を押して <math>\boxed{1}</math> を押し、基本計算モードにする。          (取扱説明書 p.7,8)</p>	
<p>【操作2】  <math>\boxed{ALPHA} \boxed{(\rightarrow)} \boxed{+} \boxed{2} \boxed{ALPHA} \boxed{(\rightarrow)}</math> と押下し <math>\boxed{CALC}</math> を押す (取扱説明書 p.27)</p>	

<p>【操作3】  <math>A = 1, B = 0</math> と押し下し, <math>\text{⊖}</math> を押す  (取扱説明書 p.27)</p>	
<p>【操作4】  【操作1】, 【操作2】 を行い, <math>A =</math> 【操作3】 の結果,  <math>B = 1</math> となるように押し下し, <math>\text{⊖}</math> を押す(取扱説明書  p.27)</p>	
<p>【操作5】  【操作1】, 【操作2】 を行い, <math>A =</math> 【操作4】 の結果,  <math>B =</math> 【操作3】 の結果となるように押し下し, <math>\text{⊖}</math> ボタン  を押す(取扱説明書 p.27)</p>	
<p>【操作6】  【操作1】, 【操作2】 を行い, <math>A =</math> 【操作5】 の結果,  <math>B =</math> 【操作4】 の結果となるように押し下し, <math>\text{⊖}</math> ボタン  を押す。この結果が答えである(取扱説明書 p.27)</p>	

学生 Y.S, S.I は「基本計算」モードを選択し, 解き進めていた。学生 Y.S は, 「基本計算」モードにて, アンサーメモリー機能, プレアンサーメモリー機能を活用し, 解き進めた。学生 S.I は, 「基本計算」モードにて, カルク機能を活用し,  $a_6$  の値を  $a_3$  から一つずつ求めていた。学生 S.I は, 関数電卓で計算を進めていく際には, 自分が今何を求めて, そのために何を代入するべきなのかを意識することの重要性について言及した。

#### 2.4. Subject Test Math 2 Question 14 of 28 について

SAT Test Math 2 Question 14 of 28 の問題文は以下の通りである。

Question 14 of 28

A line has parametric equations equals  $x = 5 + t$  and  $y = 7 + t$ , where  $t$  is the parameter. The slope of the line is

(日本語訳)

$t$  をパラメータとして  $x = 5 + t$ ,  $y = 7 + t$  であらわされた直線がある。この直線の傾きを求めよ。

この問題には学生 2 名 (学生 S.H, 学生 T.A) が取り組んだ。以下では, 学生の回答についてまとめる (表 9, 表 10)。

表 9 学生 S.H の回答

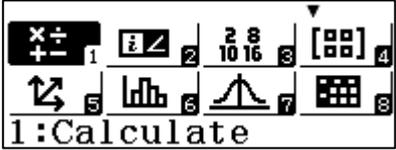
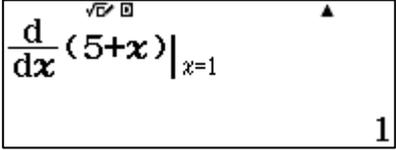
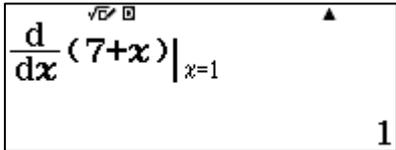
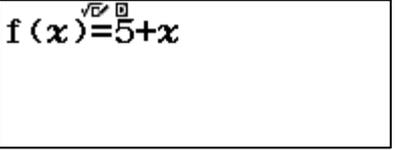
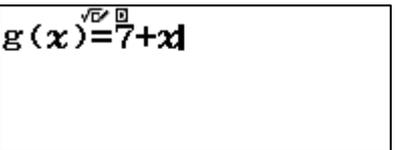
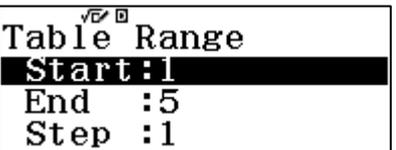
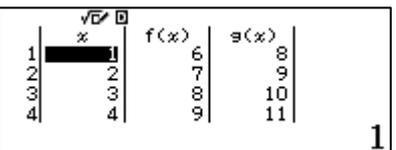
操作方法	画面
<p><b>【操作 1】</b>  <math>x</math> と <math>y</math> についてそれぞれ <math>t</math> で微分をする。                      「1:基本計算」モードで</p> $\frac{d}{dx}(7+x) _{x=1}$ <p>をそれぞれで計算するといずれも 1 になる。( <math>t = x</math> とおいている。)                      つまり、<math>x</math> と <math>y</math> の増加量はいずれも 1 である。                      直線傾きは ( <math>y</math> の増加量 ) / ( <math>x</math> の増加量 ) で求められるので、<math>\frac{1}{1} = 1</math> となる。</p>	 <p>1:Calculate</p>  $\frac{d}{dx}(5+x) _{x=1}$ <p>1</p>  $\frac{d}{dx}(7+x) _{x=1}$ <p>1</p>

表 10 学生 T.A の回答

操作方法	画面																				
<p><b>【操作 1】</b>                      Menu から 9 番の数表作成を選択。  <math>f(x) = 5 + x, g(x) = 7 + x</math> を入力する。                      数表の範囲の設定を、開始値と終了値は何でもよいが、ステップ値を 1 に設定する。                      この状態で <math>\square</math> を押すと、数表が表示される。</p>	 <p>9:Table</p>  $f(x) = 5 + x$  $g(x) = 7 + x$  <p>Table Range  <b>Start: 1</b>                      End : 5                      Step : 1</p>  <table border="1" data-bbox="962 1787 1358 1937"> <thead> <tr> <th></th> <th><math>x</math></th> <th><math>f(x)</math></th> <th><math>g(x)</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>6</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>7</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3</td> <td>8</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>9</td> <td>11</td> </tr> </tbody> </table> <p>1</p>		$x$	$f(x)$	$g(x)$	1	1	6	8	2	2	7	9	3	3	8	10	4	4	9	11
	$x$	$f(x)$	$g(x)$																		
1	1	6	8																		
2	2	7	9																		
3	3	8	10																		
4	4	9	11																		

学生 S.H は、「基本計算」モードにて、 $x$ と $y$ について、それぞれ $t$ で微分し、 $x$ と $y$ の増加量を求めた。そして $x$ 、 $y$ の増加量から直線の傾きを求めた。学生 T.A は、「数表作成」モードにて、ステップ値を1とし、 $t$ が1増えた時 $x$ 、 $y$ がいくつずつ増えるのかを求め、直線の傾きを求めた。

### 3. 今回のワークショップを通して

今回は、静岡県内国立大学理系学部学生に対しては、オンラインにて、東京都内国立大学理工系学部学生に対しては、対面にて、ワークショップを行った。本稿では、学生らの回答について、異同を確認した。今回紹介したように、関数電卓を用いた解法と手計算での解法の違いや、関数電卓を用いる上で気をつけたことについて言及した学生がいた。今後も関数電卓を用いた解法と手計算での解法が異なる回答に着目し、継続してワークショップを実施する。