

シンガポールと日本の数学教育の比較

—関数を中心として—

2019SS024 石塚 恒慶

指導教員: 佐々木克巳

1 はじめに

シンガポールの教科書[1]では、別途 web サイト上に用意された ICT 教材[2]を利用して、学習活動をさせる記述が多くある。この記述は、日本の教科書にはないシンガポールの教科書の特徴を考える。

本研究の目的は、その特徴の日本の数学教育への活用を考察することである。より具体的には、背景としてシンガポールの教育制度を調べた上で、シンガポールの ICT 教材のよさを、その教材の具体例と日本の教科書[3]を比較することで明らかにし、明らかにされた ICT 教材のよさをもとに、日本の数学教育への活用を考察する。比較の対象とした ICT 教材は、[2]から抽出した 3 つのテーマとした教材である。

(I)正方形の面積と 1 辺の長さの関係

(II) $y = x^2$ と $y = -x^2$ のグラフ

(III) $y = ax^2 + bx + c(a \neq 0)$ のグラフ

そして、この 3 つの教材のよさを、それぞれ次の(i)~(iii)のように明らかにした。ただし、(i)の視覚的な理解と(ii)は、3 つの教材すべてのよさでもある。

(i)グラフの変化を視覚的に理解できる

(ii)正確な図を作ることで、その図を活かした考察ができる

(iii)限定的な範囲を経験するのではなく、広い範囲を経験できる

本稿では、上の 3 つの教材のうちの(III)の詳細と、(i)~(iii)をもとにした、日本の数学教育への活用を述べる。2 節で(III)の ICT 教材の詳細を述べ、3 節でその教材のよさを、日本の教科書と比較することで明らかにする。4 節で、日本の数学教育への活用を述べる。

2 シンガポールの ICT 教材の具体例

この節では、本研究で対象とした 3 つの ICT 教材のうち、(III)の詳細を述べる。具体的には、対象となる[1]の学習活動、[1]で利用する[2]の教材、[1]の活動における[2]の教材の役割をこの順に述べる。

まず、[1]の学習活動を述べる。図 1 は、シンガポールの教科書[1]における 2 次関数の単元からの引用である。ここでは、investigation (調査)として、[2]のサイトのソフトウェアを開くように指示している。

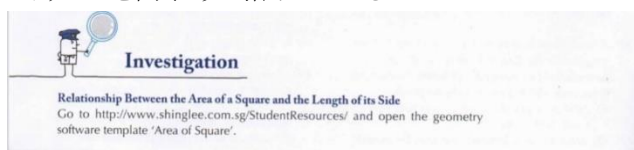


図 1:シンガポールの教科書(出典[1])

そして、[1]では、図 1 の後に、そのサイトの ICT 教材を用いて、2 次関数 $y = ax^2 + bx + c$ の a, b, c の値をかえ

たとき、その 2 次関数のグラフにどのように影響するかを調べる設問が続いている。 a の値を変えた場合の設問からはじめて、 c の値、 b の場合を扱う設問が続き、最後に図 2 に示す設問がある。そこでは、表の 6 つのグラフを、ICT 教材を用いてかかせ、表を埋めていくことにより、2 次関数の特徴を気づかせるようになっている。

Quadratic Graph	Coefficient of x^2	Opens upwards / downwards	Coordinates of minimum / maximum point	Equation of line of symmetry	x-intercept(s)	y-intercept
$y = x^2 - 4x + 3$	1	Opens upwards	(2, -1)	$x = 2$	1, 3	3
$y = -x^2 - 2x + 3$						
$y = x^2 - 4x + 4$						
$y = -4x^2 + 12x - 9$						
$y = 2x^2 + 2x + 1$						
$y = -3x^2 + x - 4$						

Table 5.1

図 2:シンガポールの教科書(出典[1])

次に、この[1]の学習活動で利用する[2]の教材を紹介する。図 3 は、図 1 で指示されたソフトウェアを利用している画面である。このソフトウェアを開いた段階では、グラフはかかれていない。画面の「 $a = 2$ 」の近くにある●を水平線にそって、右(左)にドラッグすると「 $a = 2$ 」の 2 が大きく(小さく)なり、ともなってグラフが変わる。 b と c も同様である。図 3 は、 a を 2、 b を 2、 c を 1 にしたときの画面である。

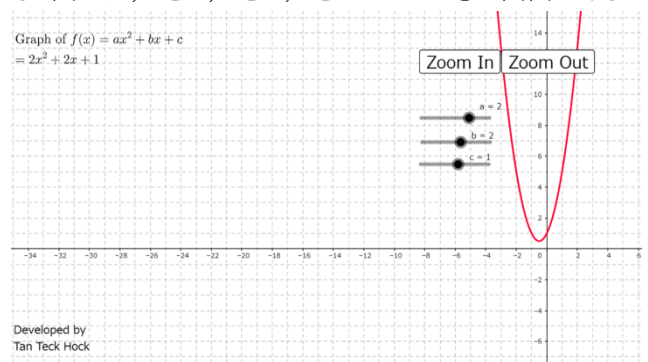


図 3:シンガポールの ICT 教材

最後に、[1]の活動における[2]の教材の役割を述べる。まず[2]の教材は、[1]の活動における、2 次関数 $y = ax^2 + bx + c$ の a, b, c の値を変えたときのグラフの変化を観察するのに用いられ、 a, b, c の動きに連動したグラフの変化を観察できる。次に、図 2 の表を埋める活動では、5 つの関数のグラフをかくために用いられ、正確な図を即座に得ることができる。

3 日本の教科書との比較

この節では、2 節の ICT 教材のよさを、日本の教科書と比較することで明らかにする。

図 4 は、2 節の内容に対応する日本の教科書の部分である。

関数 $y = ax^2$ で、 $a < 0$ のときのグラフを、 $y = -x^2$ を例にとって調べてみましょう。

x	...	-3	-2	-1	0	1	2	3	...
x^2	...	9	4	1	0	1	4	9	...
$-x^2$...	-9	-4	-1	0	-1	-4	-9	...

縦向きにひらける
比例定数が負の数の
場合のグラフを考える
図方・考え方

ひろげよう どんなことがわかるかな

右の図は、関数 $y = x^2$ のグラフです。上の表をもとにして、関数 $y = -x^2$ のグラフを右の図にかき入れましょう。関数 $y = x^2$ のグラフと関数 $y = -x^2$ のグラフには、どんな関係があるでしょうか。

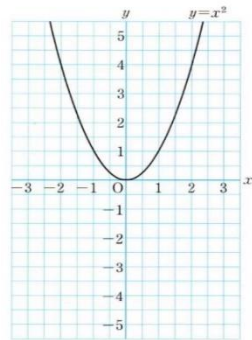


図 4:日本の教科書(出典[3])

日本の教科書では、表を用いてグラフを手書きでかいている。また、 $b = c = 0$ である $y = ax^2$ の場合だけを扱い、 a の係数を変化させて、 a の値がグラフにどのように影響するのかを考えさせている。

これらを 2 節のシンガポールの活動に対応づけて、3 つの視点からまとめたものを表 1 に示す。

表 1:シンガポールと日本の違い

視点	シンガポール	日本
1. グラフの作成の仕方	ICT 教材を使い、図を作る	表をもとに、グラフ用紙に手書きで記入する
2. 次式の係数とグラフの関係性の理解の仕方	3 つの係数の変化に応じて、グラフが変化する様子を見て、理解する	$y = ax^2$ の形に限定し、具体的な a の値に対する複数のグラフをかいて理解する
3. 考察の仕方	正確な図を用いて考察を行う	グラフ用紙に書いた図をもとに考察する

表 1 から、1 節の(i)~(iii)のよさが次のように読み取れる。

(i)の視覚的な理解については、表 1 の 3 つのどの点にも現れるがとくに視点 2 に現れている。より具体的には、ICT 教材により、 a 、 b 、 c の値の変化に連動したグラフの変化を観察できるが、日本の活動は具体的な値に対するグラフの比較にとどまっている。

(ii)の図の正確性を活かした考察については、視点 3 に直接現れるが、たとえば、グラフと x 軸との交点の x 座標の読み取る活動の信頼度が高くなる。

(iii)の広い範囲の経験は、視点 2 に現れている。 a 、 b 、

c の動く範囲が日本では $b = c = 0$ の場合に限定されているが、シンガポールは ($a \neq 0$ 以外の) 制限はない。

4 日本の数学教育への活用

この節では、1 節の(i)~(iii)の、日本の数学教育への活用を考察する。

(i)と(iii)は、現在の教科書の流れにあり、そのもとになった活動は日本でも活用できると考える。(ii)も活用が可能と考えるが、ICT 教材を用いて正確な図をかくことで、手書きで図をかくことでの気づきができなくなることに注意が必要と考える。

さらに、ICT 教材を用いて得た結論に対して、その根拠づけを行う活動も重要であり、その活動は日本でも活用できると考える。例えば 2 節では、図 2 の表を埋めることにより、2 次関数のグラフと x 軸との交点の個数は 0、1、2 のいずれかであると結論付けをすることができるが、この結論は、ICT 教材でいくつかの例を経験することで得たもので、数学的にきちんと根拠づけられたものではなく、その結論に疑問をもつ生徒もいると考える。したがって、この根拠づけを行う活動は、とくにそのような生徒にとって、重要であると考えられる。

5 おわりに

今回シンガポールの教科書を和訳して日本の教科書と比較したのだが、シンガポールの教科書の特徴として、習う数学的概念を視覚的に理解させること、正確な図を活かした考察ができること、広い経験をさせることが挙げられた。しかし、ICT 教材を用いて授業をすることは、習う数学的概念によっては、授業で用意する教材の準備が大変になる可能性も十分にあり得る。その負担を減らすために、ICT 教材を国が提供したり、市などで学校の授業のために作った教材などを共有したりすると、先生の負担が減る上に、教材研究への時間や他の仕事に時間を当てられるので、このような取り組みなどを国が推奨すれば、日本の ICT 教材を用いた授業展開が広がると感じる。

日本でも、ICT 教材を配布することや学校の wifi 環境の整備を無料で行うなどをしていくと、シンガポールのように ICT を用いた探求的な授業展開ができるようになり、生徒の勉強意欲も向上するのではないかと感じた。

参考文献

- [1] Dr Joseph Yeo, Teh Keng Seng, Loh Cheng Yee, Ivy Chow, Neo Chai Meng, Jacinth Liew, Ong Chan Hong, 『NEW SYLLABUS MATHEMATICS TEXTBOOK2(7th Edition)』, Shing Lee Publishers, 2016
- [2] Shing Lee Publishers, Student Resources, <https://www.shinglee.com.sg/student-resources>, (参照 2022-1-10)
- [3] 岡本和夫 ほか 39 名, 『未来へひろがる数学 3』, 啓林館, 大阪, 2014