

MathBlackBoard を利用した実践授業

出口 博章

神戸学院大学

(RECEIVED 2006/7/6)

1 はじめに

MathBlackBoard の有効性を確かめるために実際に授業の中での利用を行なった．実践を行なった単元は中学一年の「比例と反比例」で，単元の中で比例のグラフを描くことを学ぶ授業において MathBlackBoard を利用した．

一回の授業の中で，使い方の説明と実際の利用の両方が盛り込まれているが，それでも生徒たちは違和感なく利用していた．

2 授業利用のためのカスタマイズ

授業は神戸大学附属明石中学校の橋場教諭の協力を得て行なった．実践のための準備段階で，教諭から以下の4つの要望があり，それぞれ実装した(図1)．

1. グラフ描画領域のデフォルトサイズを， $-10 \sim 10$ にする
2. グラフの式をデフォルトで表示する
3. グリッドラインをデフォルトで表示する
4. グラフが通る格子点を表示することができる

1～3の要望は生徒が使っているグラフ用紙と似たような外観を持たせるためのものである．生徒が普段利用していた紙のグラフ用紙は $-10 \sim 10$ の範囲がおさまるものであった．4の要望は，MathBlackBoard を自己採点のためのツールとして利用するために設けられた機能である．

3 学習展開

3.1 目標

MathBlackBoard を利用した実践授業(以下，本時)においては，比例のグラフについて，以下の項目を習得することを目標とした．

- 比例定数が正の場合と負の場合で，グラフがどう違うのかを理解する．
- 比例定数が分数であるグラフを書くことができるようになる．

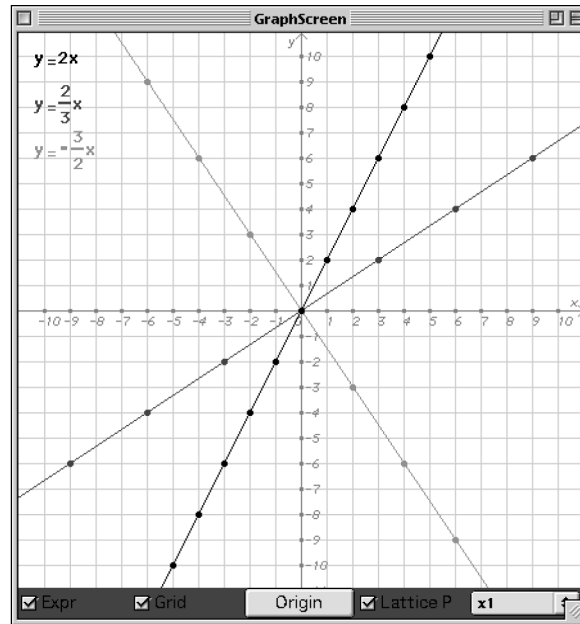


図 1: 実践授業のためにカスタマイズされた GraphScreen

3.2 本時の学習過程

本時は 50 分間の授業であり，表 1 のような計画に沿って実践された．表 1 においては，Math-BlackBoard を MathBB と略記している．以下，表 1 に基づいて，実際の授業の風景を交えながら説明する．

3.2.1 導入

表 1 における「導入」の部分「(1) 比例定数の符号が変わると，グラフはどう変化するかを調べよう．」の「(i) 前時からの宿題である $y = -2x$ の正確なグラフを見て～云々」で，生徒のグラフ用紙は図 2 のようになる．この授業の前に，グラフ用紙に点をとって，その点を結んで比例のグラフをかくことを，生徒は既に学んでいるため，図 2 においても点をとった形跡が見受けられる．

「(1)(ii) $y = 2x$ と $y = -2x$ のグラフを見比べて～云々」では，MathBlackBoard を使ってグラフを表示させると共に，MathBlackBoard の使い方の説明も行なう（図 3）．画面に表示された MathBlackBoard の Blackboard ウィンドウは，実際に教室に設置されている黒板に似た外観であるため，生徒には，親しみを持って受け入れられているように見受けられた．教師が実演する操作方法を見ている生徒たちの表情や小声の会話からは，それほどむずかしいとは感じていない雰囲気が伝わってきた．

表 1: 本時の学習過程

分	学習活動・内容	指導上の留意点
導入 0	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-bottom: 5px;">Start</div> コンピュータ室に入室・着席	<ul style="list-style-type: none"> コンピュータ室内の着席場所について指示する。
展開 10	【一斉】 (1) 比例定数の符号が変わると、グラフはどう変化するかを調べよう。 <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> (i) 前時からの宿題である $y = -2x$ の正確なグラフを見て、自分のグラフが正しいかどうか確認する。 (ii) $y = 2x$ と $y = -2x$ のグラフを見比べて、二つの直線がどのような関係にあるかを見つける。	<ul style="list-style-type: none"> 正確なグラフを提示するため、コンピュータを利用する。本時においては、MathBBを利用する。 (ii)では、発問をして意見の発表を促す。「y軸について左右対称である」という意味合いの誘導をする。
展開 30	【一斉】 (2) 比例定数が分数の場合のグラフをかこう。 <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> (i) 比例定数が分数の場合のグラフを調べよう。 1) $y = 3x$, $y = 2x$ のグラフを見て、比例定数と傾き具合の一致を確認する。 2) $y = \frac{1}{2}x$ のグラフが通る点を予測する。 3) $y = \frac{1}{2}x$ と $y = \frac{1}{3}x$ のグラフを見て、これらのグラフが通る点を調べる。 (ii) MathBBで $y = -\frac{4}{3}x$ のグラフを表示させてみよう。 1) MathBBを起動する。 2) 指示に従って入力操作をし、グラフを表示させる。 3) 紙のグラフ用紙にグラフを記入する。	<ul style="list-style-type: none"> MathBBを使う。一旦グラフを表示した段階で格子点上の点を表示させ、xが1増加するときのyの増加量(傾き具合)と比例定数が一致していることを示す。 後で生徒が自分でMathBBを操作する際の参考となるように操作の方法を説明しながら提示する。 (ii)では、MathBBの使い方の説明をかねて、一つ一つの手順をいいながら、生徒に操作をさせる。格子点上の点を表示させた後、$-\frac{4}{3}$ という比例定数からそれらの格子点が見つけれられることを強調する。
展開 45	【個別】 (3) いろいろな比例定数のグラフをかこう。 <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> 次の比例のグラフを、紙のグラフ用紙にかく。 (a) $y = \frac{3}{2}x$ (b) $y = -\frac{1}{2}x$ (c) $y = -\frac{3}{4}x$ (d) $y = -\frac{2}{3}x$ (e) $y = \frac{2}{5}x$ (f) $y = x$ かけたら、MathBBを使って、正しくかけているかどうかを確かめる。	<ul style="list-style-type: none"> 本時のうちに、かいたグラフについてMathBBで確認させる。「式」が間違っていないか、注意を促す。 時間をみて、(a)~(f)すべてを本時にかくことが難しそうであれば、本時は(a)~(c)とし、(d)~(f)は宿題とするよう指示する。 比例定数とグラフの傾き具合の関係を、もう一度提示する。
まとめ 50	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-bottom: 5px;">End</div> コンピュータのシャットダウン	<ul style="list-style-type: none"> コンピュータは各自でシャットダウンさせる。 机上にゴミを残さないことを指示する。

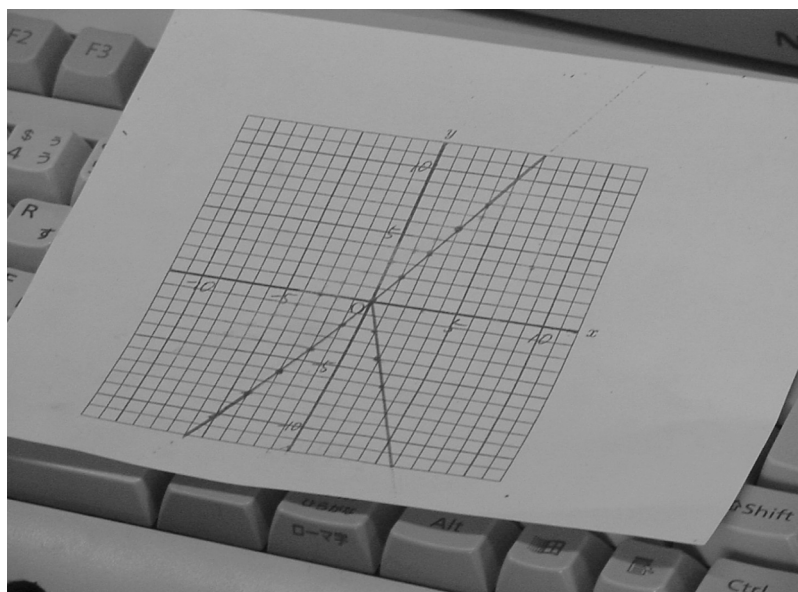


図 2: 生徒のグラフ用紙

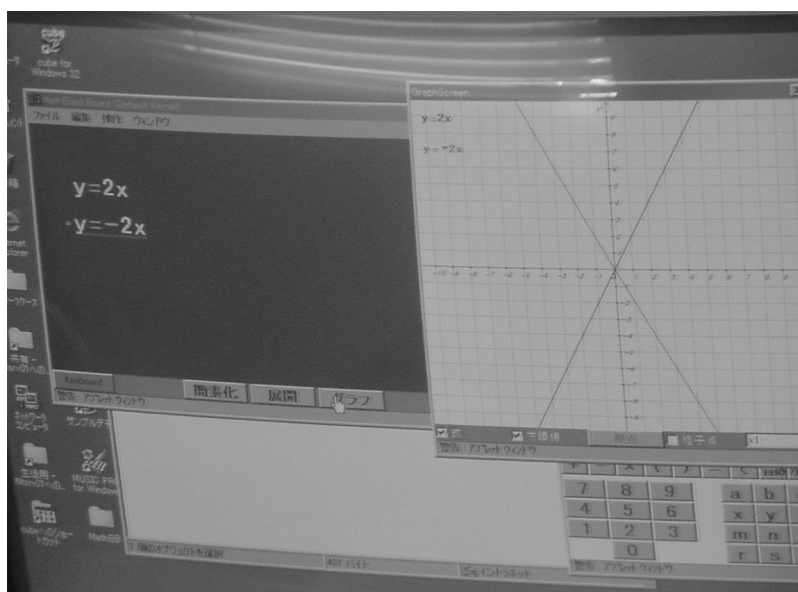


図 3: MathBlackBoard でグラフを表示させながら，操作方法の説明

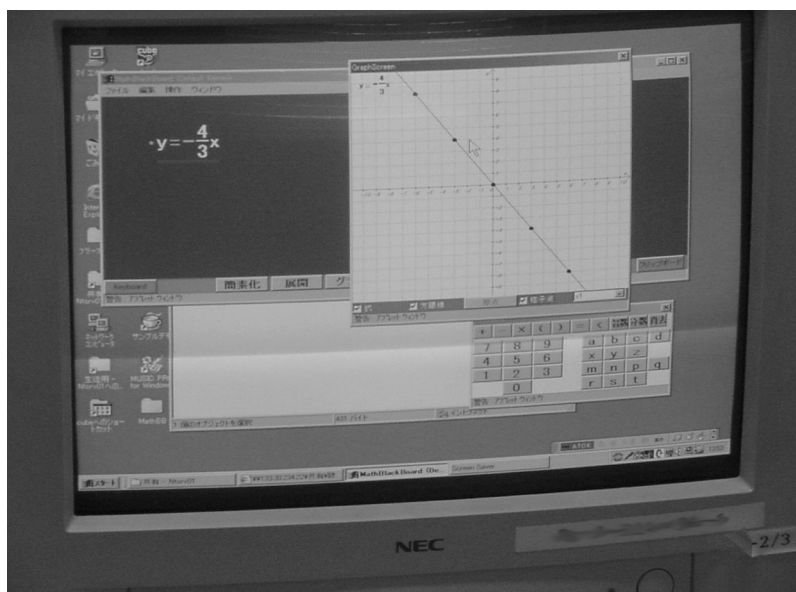


図 4: 比例定数が分母の場合のグラフと、グラフ上の格子点を表示

3.2.2 展開（一斉）

表 1 の「展開」における「(2) 比例定数が分数の場合のグラフをかこう。」の (i) では、Math-BlackBoard によって分数を入力する方法を教師が説明するが、この時は生徒が使う PC のディスプレイ画面には、教師の PC と同じ内容の画面が一斉に表示されるようにした。(ii) で初めて生徒は MathBlackBoard を起動することになる。グラフの表示と格子点の表示を試してみたところが図 4 になる。

また、グラフの傾き具合と比例定数の関係という、本時の目標でもある新たな内容の説明は、ホワイトボードを使って行なった。この時、教師は生徒に発問して生徒からの発言を引き出しながら説明をしていった（図 5）。

3.2.3 展開（個別）

表 1 中の 30 分にあたる箇所、「展開」の「(3) いろいろな比例定数のグラフをかこう。」における課題は、共有フォルダに web ページとして予め用意されており、生徒は各自の PC で表示させて見るができるようになっている（図 6）。

まず、生徒はグラフ用紙にグラフをかく（図 7）。この時、比例定数から見つかることのできる格子点をグラフ用紙に書き込み、それらの点を定規を使って結ぶことでグラフをかくことになる（図 8）。

MathBlackBoard は、自己採点（図 9）の際に利用される。生徒は、自分のかいたグラフと、PC 画面上の MathBlackBoard によるグラフが、同じ格子点を通っているかどうか調べることで、それらが同じグラフであるかどうかを厳密に調べることができる。実は、本時の準備の際に挙げられた要望は、この自己採点の際に、生徒が自分のグラフ用紙と見比べるという場面を想定して

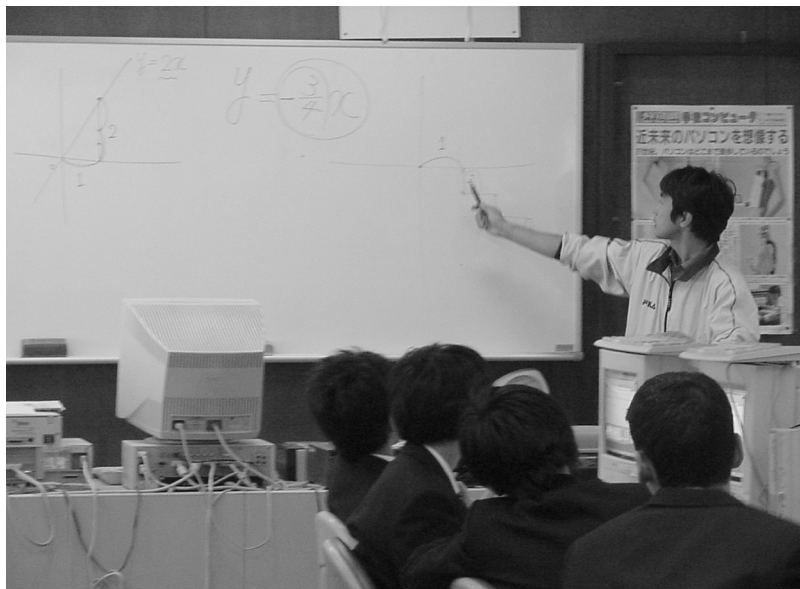


図 5: 傾き具合と比例定数の関係はホワイトボードで説明

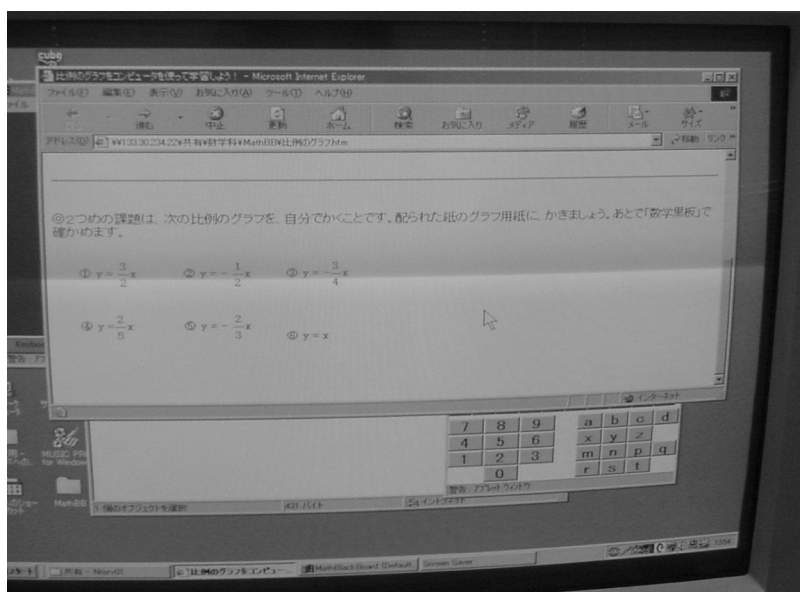


図 6: 紙のグラフ用紙にかくための課題の提示



図 7: まずは紙にグラフをかく

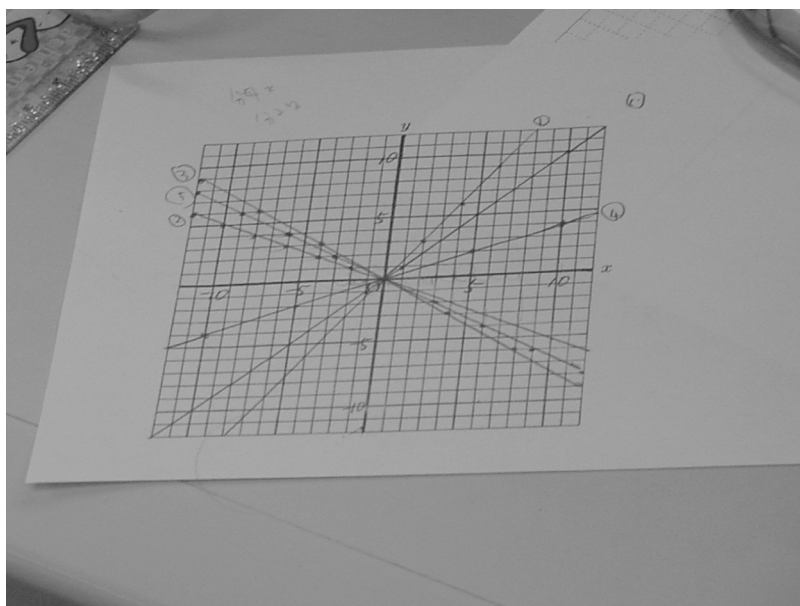


図 8: 生徒のグラフ用紙



図 9: MathBlackBoard を使って自己採点

挙げられたものである。

最後に教師によって要点のおさらいとして「まとめ」が行なわれて授業は終了した。

4 考察

本実践授業によって、ほとんどの生徒たちは、教師によるただ一度の実演だけで、MathBlackBoard の使い方を理解し、自己採点のためのツールとして使いこなすことができるということが明らかになった。つまり、MathBlackBoard は、中学 1 年生にとってであっても、使いやすいユーザインタフェースを備えているということが分かった。また、授業における MathBlackBoard の利用は、本実践授業のように「答え合わせ」という場面に限定するという方法も有効であることが分かった。つまり、数式処理の機能を課題を解くためのツールとしてだけではなく、自己採点用の解答生成のためのツールとしての利用も、教育現場においては有効であるということになる。

また、別の単元での利用において、ドラッグ&ドロップで代入ができるという MathBlackBoard の機能を使い、生徒の代入概念の理解を助けることができるのではないかと示唆が、教諭より得られた。そのためには、単に機械的に文字を置換することで代入を行なっている現在の方法から、生徒が普段記述している方法へ近づける必要があるという、今後の課題も明らかになった。

参考文献

- [1] 出口博章: MathBlackBoard, 日本数式処理学会, 数式処理, **11**(3,4), 2005, pp.77-88.
- [2] DEGUCHI Hiroaki: MathBlackBoard as User Interface of Computer Algebra Systems, ATCM Inc., *Proceedings of the 10th Asian Technology Conference in Mathematics*, 2005,

pp. 246-252.

- [3] DEGUCHI Hiroaki and HASHIBA Hirokazu: MathBlackBoard as Effective Tool in Classroom, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, *ICCS 2006, Part II*, LNCS **3992**, 2006, pp. 490-493.