突撃インタビュー

清水宏幸先生に聞く

恒例の突撃インタビューも 14 回目となりました。今回は，現在，山梨県教育庁義務教育課で，ご活躍中の清水宏幸先生です。清水先生は，昨年度まで文部科学省国立教育政策研究所研究開発部教育課程研究センターに勤務されていました。今回のインタビューでは文部科学省在職中に，全国学力・学習状況調査や教育課程についてのお話をいろいろ伺いました。

1 プロフィール

清水先生の経歴

私は，山梨県出身で，山梨大学の教育学部を卒業した後に，公立の中学校の教員として 11 年間過ごしました。その間平成 8 年から，山梨大学の大学院教育学研究科で 2 年間勉強をしました。そのときに研究したのが中学校数学における文字式の理解，特に多項式をひとまとまりとみるということについてです。連立方程式の代入法のとき，例えば $3x+10$ をひとまとまりとみて，それを一つの数と考えて代入しなければいけないんですけれど，そこに生徒にとって抵抗があるということをずっと現場で感じていました。それを顕在化するために調査問題を開発し，インタビュー調査を中心に質的な研究をしました。現在は東京学芸大学にいらっしゃる藤井斉亮先生に師事をし，修士論文を仕上げました。そして，平成 12 年に山梨大学の附属中学校へ赴任し，そこで 9 年間過ごしました。その間に研究部長を 3 年間やり，いくつかの賞も頂いたことで，平成 21 年に今の仕事に就きました。

学力調査官の仕事

この仕事に就いて 3 年目になりました。学力調査官とは全国学力・学習状況調査が始まる前年度の平成 18 年度からできた役職です。全国学力・学習状況調査の問題作成と分析が主な仕事です。

具体的には，1 月から 12 月の 1 年間をかけて，次年度実施予定の調査問題を作成しています。この作業を毎年繰り返しています。全国約 110 万人の中学 3 年生から約 40 万人の生徒を抽出して調査をし，その調査が終わった後，分析を行います。

そして，その結果からどのような成果と課題が浮かび上がるかを洗い出し，それらを基に，授業改善のための方策等をまとめます。そして，それを報告書にするという作業が私の主な任務です。

2　全国学力・学習状況調査について

（1）一次方程式$2x=x+3$の解を求めるために，左辺$2x$と右辺$x+3$のxに，-2から4までの整数をそれぞれ代入して左辺と右辺の値を調べました。

	左辺$2x$の値	右辺$x+3$の値
$x=-2$のとき	-4	1
$x=-1$のとき	-2	2
$x=\ \ 0$のとき	0	3
$x=\ \ 1$のとき	2	4
$x=\ \ 2$のとき	4	5
$x=\ \ 3$のとき	6	6
$x=\ \ 4$のとき	8	7

この方程式の解について，下のアからオまでの中から正しいものを1つ選びなさい。

ア　$x=3$のとき，左辺と右辺の値はともに6になるので，6はこの方程式の解である。

イ　$x=3$のとき，左辺と右辺の値はともに6になるので，3はこの方程式の解である。

ウ　$x=3$のとき，左辺と右辺の値はともに6になるので，3と6はこの方程式の解である。

エ　$x=0$のとき，右辺の値が3になるので，3はこの方程式の解である。

オ　-2から4までの整数の中には，この方程式の解はない。

解答類型と反応率

問題番号		解答類型		反応率(%)	正答
3	(1)	1	ア　と解答しているもの	12.9	
		2	イ　と解答しているもの	57.2	◎
		3	ウ　と解答しているもの	10.5	
		4	エ　と解答しているもの	13.5	
		5	オ　と解答しているもの	4.5	
		9	上記以外の解答	0.2	
		0	無解答	1.2	

分析結果と課題

○　この問題では，一元一次方程式の解が，方程式の左辺と右辺の値を等しくするxの値であることを理解していることが求められる。方程式の解の意味を理解することは，二元一次方程式や二次方程式など中学校における方程式の学習に加え，高等学校における方程式や不等式の学習においても必要である。正答率は，57.2%であり，一元一次方程式の解の意味の理解について課題がある。

○　誤答については，解答類型1，3，4の反応率を合わせると，36.9%である。これらの中には，一元一次方程式の解と方程式の左辺や右辺の値との区別ができていない生徒がいると考えられる。

図 1：平成 22 年度 全国学力・学習状況調査 中学校数学 A 問題と解答類型

誤答は宝の山

この全国学力・学習状況調査は○×の採点ではありません。正答についても，こちらが望ましい正答としているものは◎，ある程度の段階まで，この問題を理解して答えていると考えられるものは○ (準正答) としています。更に，誤答は全部ひとくくりに×にせず，誤答も生徒が陥りやすい典型的な誤答に分類し，類型に分けます。番号をつけて誤答の類型に分けています。

このことが中学校の先生にあまり伝わっていなくて，×は全部×で採点していて類型に分けられていないという話も聞きます。しかし，実は，誤答を分析することによって生徒の実態がみえ，授業改善につながる宝の山だと思います。どういう間違いをしているかということをしっかり見ていくことによって個々の生徒の指導に活かすことはとても大切です。

道具的理解と関係的理解

分析を通して感じることの一つは日本の中学生は計算は特によくできることだと思います。これは国際調査の結果からみてもまだ上位にいますので，よくできると言ってもよいと思います。

しかし，方程式の移項の意味を問うと，方程式を解く問題より正答率が落ちます。つまり計算自体はよくできているんだけれども，その計算の根拠や意味の理解については課題があるということです。欧米諸国の研究でも道具的理解と関係的理解といって，理解にも 2 通りあるとされています。手続き的に計算ができるのは道具的理解で，意味を知って関係としてとらえ，計算の背後にある意味や性質をきちんと理解している状態が関係的理解です。1980 年代ぐらいからずっと欧米諸国では言われていることです。

子ども達が道具的，つまり手続き的理解に陥りがちだということで，関係的理解を促すために，問題解決型の授業を重視しようという流れがあります。道具的理解を関係的理解に高めるように指導するべきではないか，そこを目指すべきだという議論が活発に行われました。

この調査から日本でも同じ現象になっていることが明らかとなっています。中学校の先生が「できる」「わかる」に焦点を当てる授業になりがちになっているのではないかと思って

います。もう少しゆとりがあると，どういった意味になっているのかを突くような授業ができると思うんです。しかし，すべてのカリキュラムを終えようとするあまり，生徒達の理解度より，計算がよくできているかどうかというところに焦点が当たってしまっている感じがします。今年度から全面実施される学習指導要領では数学の時間数が増えるので，数学＝計算という考えを打破していくような授業を目指していかなければいけないと思っています。

身近な事象から

問題作成で，私たちが大切にしているのは，その問題を解いてみたいと感じる生徒が持つモチベーションです。先生が問題を出せば，子ども達は一生懸命取り組みます。しかし，なぜこの問題に取り組むのかやこの問題をどうにか解決して生活に役立てたいなど，数学を使って解くことのありがたみがわかるような問題設定を考えています。例えば，平成 21 年度の数学 B の問題は，次のような場面を設定しています。その家で白熱電球が切れてしまいました。これから買い換えるんだけどもこれまでどおり白熱電球を買うのか，電球型蛍光灯を買うのかどちらの方が得かを調べてみようと思う。そこで，いろいろなパンフレットを集め，その平均寿命や電気代，単価などを調べ，どちらがいいだろうかを考えるというような問題の場面設定です。何かきっかけがあり，そこで問題解決したいなと思わせて，じゃあやってみようというふうに展開するという授業場面を意識しています。

その他には，数学的に価値があるかどうかということです。例えば，理由を述べなさいと言っても何か日常の言葉で述べることができてしまうような問題では，数学を使ってよかったと思うことはできないと思います。そこで，数値，表，式，グラフ等を根拠としてその理由を説明するという数学的に表現ができるように考えています。数学を使うとこんなことができるんだ，とか日常の中でこんなふうに数学を使っているんだ，ということがわかるようにしたいと考えています。

子ども達が，なぜ数学を勉強しなければいけないのかや数学がどのように役立っているかをあまり意識していないので，できるだけ活用の問題では身近なところから数学の舞台に載せて考えるということを中心に考えています。

数学的モデル化を高校の数学で

全国学力・学習状況調査の結果から，数学的モデル化したものを形式的に処理し，その結果を解釈することに，課題があることが明らかになっています。これまでの数学の授業の中では正確に計算をしたり，証明がきちんと書けるようにするところに重点が置かれていましたので，日常の事象を数学のモデルに載せることはなかなかこれまでの授業ではやられていませんでした。

アメリカでは，グラフ電卓やコンピュータ等を使って，日常事象の問題を形式的に処理することをどんどん子ども達にやらせているようです。グラフ電卓を使って計算することやグラフをかくことは機械に任せてしまっているようです。アメリカでは，日常の問題解決を数学の教科書の中に取り入れています。特にアメリカの教科書を見てみると，まず最初に式が登場します。例えば日常の事象が $3x+1$ とかの式で表せます，というように，いきなり事象をこういう式でモデル化できますということを最初から提示して，x がこういう時はどうしますか？ と問うていきます。それら

を電卓とかコンピュータで計算していくようになっているわけです。このように日常の問題を数学を使って解決できますよということを見せるわけです。その後，そこで使っている数学について詳しく勉強していくわけです。

日本は伝統的に１つ１つ数学を丁寧に積み上げていくという流れになっています。数学を利用する場面は単元の後半にくることが多いと思います。数学を積み上げていく段階では，その学習している数学が何のためにやっているのか，どういうふうに使われていくのか，わからないまま進みます。ですから子ども達は数学が役に立たないものではないかと思ってしまいます。

2000 年の PISA ショックはまさしくこのギャップが，日本とアメリカや欧米諸国の差が出てきたところだと思います。それをなんとか埋めていこうという取り組みが大切だと思います。

高校へ行くと指数関数や無理関数等いろんなものを使えますので，数学的モデル化を意識した授業をレベルの高い数学を勉強する高校の数学でできるようになるといいと思っています。例えば直線で回帰したらこれはうまくいかない，じゃあ次に指数関数で回帰してみようとか無理関数でやってみようとかそんなふうにモデルを変えて最適なものを探し，それをもとに予想したり，問題解決したりできると一番よいと思います。しかし，中学校では限界があって，知っている数学の知識が少ないので，モデルの取替はできにくく，直線で回帰できるものぐらいしか扱えないのです。高校は今述べたようにモデルを取替えて，最適なものを探して問題解決するというような可能性があると思います。

問題解決のために自分で仮定を置いてシミュレーションして，結果を見ていくようなことは，今の中学校にはありません。それは，完全にアメリカやイギリスに置いていかれている分野ではないかと思われます。どうしても日本の数学はまず内容が重要視されています。アメリカやイギリスでは仮説を置いてシミュレーションして実験をして，それではじめに自分でおいた仮説を改善するというような方法知，つまり数学的なプロセスを重視しています。もちろん数学の内容が大切ですが，数学的なプロセスの指導について，学習指導要領では，チャレンジしていかなければいけないのではないかと考えています。

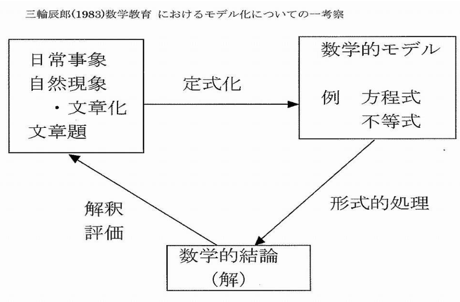


図 2：数学的問題解決過程

3　高校入試について

論証指導は大事

先生が数学的活動を重視し，考えさせる授業をしていても「計算練習をしなくていいんですか？」「時間ばかりかかって，計算力が心配だ」という声が上がる現状もあります。

それには高校入試を変えていくことが大切だと思っています。「学習指導要領の精神や理想は，全国学力・学習状況調査からよくわかるんだけれど，高校入試がそうなっていない」という話をよく聞きます。ですから，もう少し学習指導でやられてることが反映できるようにしたいと感じます。ここは私たちも問題点として意識しています。高校入試について変えていきましょうという動きをこの国立教育政策研究所の中でも取り組みとして始めています。

全国学力・学習状況調査において，19 年度から 22 年度まで，毎年図形の証明の問題を出しているんですけれど，約 40 パーセント台の

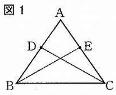
正答率です。中学校数学で一番大事な部分はこの論証指導（もう一つは文字式の指導）だと思うんです。この論証指導は中学校数学では非常に大事で，高校入試にも必ず出題されていると思います。しかし，なかなか成果が上がっていません。完全証明を目指してこれからも取り組んでいきたいと思います。

$\boxed{4}$ 次の問題１は，下のように証明できます。

問題１

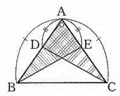
図１のように，AB＝ACの二等辺三角形ABCの辺AB，辺AC上にAD＝AEとなる点D，点Eをそれぞれとります。
このとき，BE＝CDとなることを証明しなさい。

図１



問題１の証明

△ABEと△ACDにおいて，
仮定から，
AB＝AC ……①
AE＝AD ……②
共通な角だから，
∠BAE＝∠CAD ……③
①，②，③より，
２辺とその間の角がそれぞれ等しいから，
△ABE≡△ACD
合同な図形の対応する辺の長さは等しいから，
BE＝CD



次の（１），（２）の各問いに答えなさい。

（１）**問題１の証明**では，「２辺とその間の角がそれぞれ等しい。」という三角形の合同条件が用いられています。この合同条件を用いるとき，△ABEと△ACDの対応する２辺の間の角が等しいことを表しているのは，上の証明のどの部分ですか。その部分を書きなさい。

解答類型と反応率

問題番号			解答類型	反応率(%)	正答
4	(1)	1	∠BAE＝∠CAD　と解答しているもの（「共通な角だから」を加えて書いていたり，「③」と解答していたりするものを含む。以下同様。）	48.8	◎
		2	BAE＝CAD　と解答しているもの	0.1	○
		3	AB＝AC，AE＝AD，∠BAE＝∠CAD　と解答しているもの	9.1	
		4	AB＝AC　と解答しているもの　または，AE＝AD　と解答しているもの	7.3	
		5	BE＝CD　と解答しているもの	1.5	
		6	△ABE≡△ACD　と解答しているもの	3.7	
		9	上記以外の解答	15.0	
		0	無解答	14.6	
			正答率	48.8	

分析結果と課題

○ 本問題では，与えられた証明に用いられている根拠を確認することが求められる。提示された証明の中で，３つの相等関係のうち仮定にはない部分を指摘できるかどうかをみるものである。正答率は，48.8％であり，与えられた証明をよみ，そのしくみを考えることに課題がある。

○ 解答類型９の反応率は，15.0％である。この中には，「共通な角だから」や「∠A」などの解答がある。

図 3：平成 22 年度 全国学力・学習状況調査 中学校数学 B 問題と解答類型

整数の性質の扱い方

私が教員になった頃の平成元年から平成８年までは整数の性質を中学校１年生あるいは３年生でやっていました。素因数分解は今は平方根を $a\sqrt{b}$ にするためにやっていて，整数の性質を調べるために素因数分解を使うという活用になっていないのです。ですから，本当はもう少し整数の性質が中学校にも入るといいなと感じています。

文字を用いて説明する場面，例えば偶数と奇数をたすと奇数になることを説明する場面では，すぐに文字を導入して証明するのではなく，具体的な数でいくつも例を考えることを通して，偶数と奇数は連続しているときも連続していないときも考えなければいけないので，偶数を $2n$ と表したら奇数は違う文字で $2m+1$ と表さなければいけないなどを議論することが必要なのではないかと考えています。具体的な数で考えているときは，生徒達が喜々としてやっているのに文字での説明に入るととたんに手が止まってしまうということがよくあります。あまり文字の導入を急ぎすぎずにやることが大切だと思います。

整数の問題も整数自身の性質をきちんと知るということはその後の無理数や複素数を学習する上で非常に大事になってくることだと思います。

整数をしっかり勉強するのは本当は中学校でやりたい部分ではあるのですが，高校でも大事な学習です。今回の学習指導要領では高校に入りました。日常の中でも整数があふれていますから，数感覚というのは大事にしていきたいと思います。

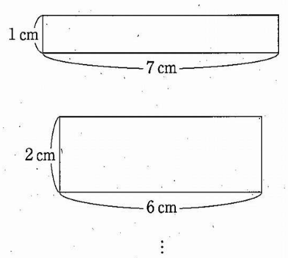
また，代数的に処理したけれど，同じことを幾何的にやったらどうかという発想を持てる子ども達にしたいと思います。特に，３年生の学習ではそのような発想ができる場面が多いと思うのです。例えば２次方程式を解くということと，グラフで処理することは高校ではリンクしてやります。中学校では別の領域・単元としてやるので，繋げている先生は少ないと思いますが，積極的に繋げたいと思います。

今回の改訂で，内容は増えた

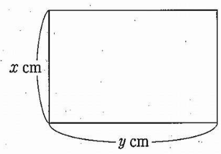
教材研究を通して，中学校で育てたい考え

と高校に繋がっていく大事な考えなどを見極め，1年間を通して軽重をつけて年間計画を立てていけば，限られた時間をうまく使えるのではないかと思います。その余裕のある時間を少しでも先生が面白いなと思ったところや，興味を持って取り組んだ教材研究の内容などを子ども達と一緒にやってみるということを提案したいと思っています。それを年間指導計画に位置づけて実践できればと思っています。

（3）長さ16 cmのひもを使って，いろいろな形の長方形を作ります。長方形の縦の長さを変えると，横の長さがどのように変わるかを調べます。



長方形の縦の長さを x cm，横の長さを y cm とするとき，y を x の式で表しなさい。



解答類型と反応率

問題番号			解答類型	反応率(%)	正答
$\boxed{11}$	(3)	1	$-x+8$ と解答しているもの	26.3	◎
		2	$x+8$ と解答しているもの	0.3	
		3	$\frac{8}{x}$ と解答しているもの	0.4	
		4	$-x+16$ と解答しているもの	4.3	
		5	$x+16$ と解答しているもの	0.8	
		6	$\frac{16}{x}$ と解答しているもの	3.4	
		9	上記以外の解答	38.0	
		0	無解答	26.6	

分析結果と課題

○　事象における数量の関係を式で表すことは，関数関係に着目して数学的に表現し考察する際に必要である。正答率は，26.3%であり，具体的な事象における一次関数の関係を式で表すことに課題がある。

○　解答類型9の反応率は，38.0%である。この中には，$y=x$，$y=16x$，$y=x-1$ など多様な解答がある。また，無解答率は26.6%であり，本問題で与えられている長さ16 cmのひもと長方形の縦と横の長さとの関連が理解できていない生徒がいると考えられる。

○　本問題において，解答類型9と解答類型0の生徒のうちの83.5%は，A$\boxed{9}$(1)の比例の関係を表す表の特徴をとらえる問題を正答している。このことから，具体的な事象における一次関数の関係を式に表せなかった生徒の中にも，表から関係を正しくよみとれていた生徒がいると考えられる。

○　平成19年度調査【小学校】算数A$\boxed{7}$では，16 cmのひもで作った長方形について，(2)では縦の長さと横の長さの関係を表に表し，(3)では縦の長さが1 cmずつ増えるときの横の長さの変化を答える問題を出題した。正答率は，(2)が75.4%，(3)が75.3%であった。
　このように，算数A$\boxed{7}$では，問題場面を理解し数量の関係を表に表してから，その表を基に変化をよみとる問題を出題している。これに対し，本問題では場面のみを与えて関係を式に表す問題を出題した。本調査の結果から，具体的な事象における2つの数量の関係においてそれらの変化や対応を調べる方法が身に付いていないと考えられる。

図 4：平成 22 年度　全国学力・学習状況調査 中学校数学 A　問題と解答類型

中学校の数学の教師として，数学って面白いな，と生徒が興味をもって数学に取り組んでもらえたらと思っています。数学が面白いなと思ってもらえば，高校でも勉強してみようと思いますし，さらに大学でも勉強しようかなと思ってくれるはずなので，そういう子ども達を育てていきたいと思います。それが高校の先生への橋渡しになると思います。楽しい，面白い，勉強するといいことがあるのではないか？ と思わせたい。この調査問題作成もその思いで取り組んでいます。

中学生にとって文字式は難しい

歴史的にみて，文字を変数として扱えることができるまで，人類は長い時間を要しています。歴史的にみても時間がかかっているのだから，中学生が文字式をきちんと使いこなせるようになることは難しいことだと思っています。数学の言語を，小学校で日本語を習得してくことと同じように，長い時間をかけて習得していくと考えることが大切ではないかと思うのです。

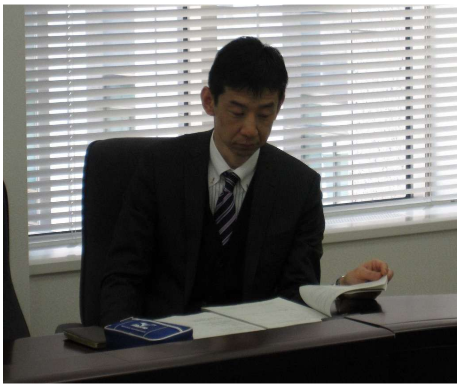
しかし，初歩の時期を指導する中学校の先生があまりそのような意識はなく，子ども達がしっかり習得するまでに至っていないというのが現状ではないかと思います。文字式の多くの規約は西洋からきています。数や文字や式をもう少し小学生の段階から数学の言語として習得するという観点で指導する必要があると思います。

ただ，文字式の習得は，論証と同じように中学生にとって難しい内容の一つなのです。先程述べたように，文字による説明の場面で具体的な数で考え，それを文字で置き換えるということを中学校でも意識的にするのですが，なかなか生徒ができるようになりません。生徒から文字式を使って説明しようという発想がなかなか出てこないので，文字式を使うことを先生が言ってしまうのです。つまり天下り的にやっているというのが現状だと思い

ます。

長さ 16cm のひもを使い，いろいろな長方形をつくるという場面の問題（平成 22 年度 全国学力・学習状況調査 数学 A $\boxed{11}$ (3)）では，そのことがよく現れています。長方形の縦の長さを $x$cm，横の長さを $y$cm としたとき，y を x の式で表すという問題です。$y=-x+8$ と正答した生徒は 26.3 %にとどまっています。長方形の縦と横の長さの関係を自分で表にするなどしてつかみ，$x+y=8$ と式をつくることがうまくできないという実態がうきぼりになっています。

いつも先生が表にしましょう，式で表しましょうと投げかけることが多く，それらを生徒自らがやろうというところまで至っていないように思います。



4　目指したい授業

授業でしゃべりっぱなしはやめましょう

高校の授業については，数学のよさとか，これがどういうふうに実生活に役立っているかということに合わせて，中学校との繋がりについて教えてもらえるといいなと感じています。中学校の先生の授業を私は見る機会が多いのですが，中学校の先生の中には 50 分間しゃべりっぱなしという先生がおられます。大事なことも全部先生が言ってしまうという授業もあります。高校の先生方にも自分の授業の見直しをしてもらえるとよいと思います。

授業の進め方については，例題を解説して，教科書や問題集の問題を何分間か取り組ませて，子どもに黒板に解答を書かせ，それを丸つけして，最後に応用問題をやるというスタイルが多いと思います。

そういった授業だけでなく，問題解決のために数学を使う場面を設定し，今やっている数学がどのように日常世界と繋がっているのかを少し子ども達に意識させてもらいたいと思います。習っている段階で，こういうありがたみがあるんだ，とか，これと繋がっていたんだということがわかると「あ，そうか」と生徒自身が思えると思います。そういう瞬間を子ども達に作りたいなと思っているんです。

日本の子どもはわからないと書かない

PISA の調査で日本の子ども達は無解答率が非常に高いという特徴があります。上位の子ども達は正答を導けるのですが，問題に対して何も書かない無解答の生徒の割合が他の欧米の生徒に比べて 2.5 倍から 3 倍くらい高いのです。

日本の子ども達は答えに自信がないと，間違ってもいいから答案用紙に自分の考えを書くのではなくて，何も書かないということを選択しているのが現状です。間違うことを恐れる，間違うことを嫌うという日本の子ども達の課題がでています。この課題を克服しようという取り組みの 1 つが言語活動の充実であると思います。

授業で活発に意見を言ったり，積極的に発言する子ども達の考えは大体わかります。一生懸命考えているのだけれどじっとしている子どもの様相はなかなかみえてきません。例えば自己評価をノートに記述するということを行い，自分の考えを記述するということを継続的に鍛えていこうという実践があります。

理想のクラス人数

一クラス 40 人は少し多いかなと思います。いろいろな子ども達がいる中で互いの意見が聞けるような環境が望ましいのではないかなと思います。基本は一斉授業でいろんな子ども達の考えを出させるような授業がいいなと思います。

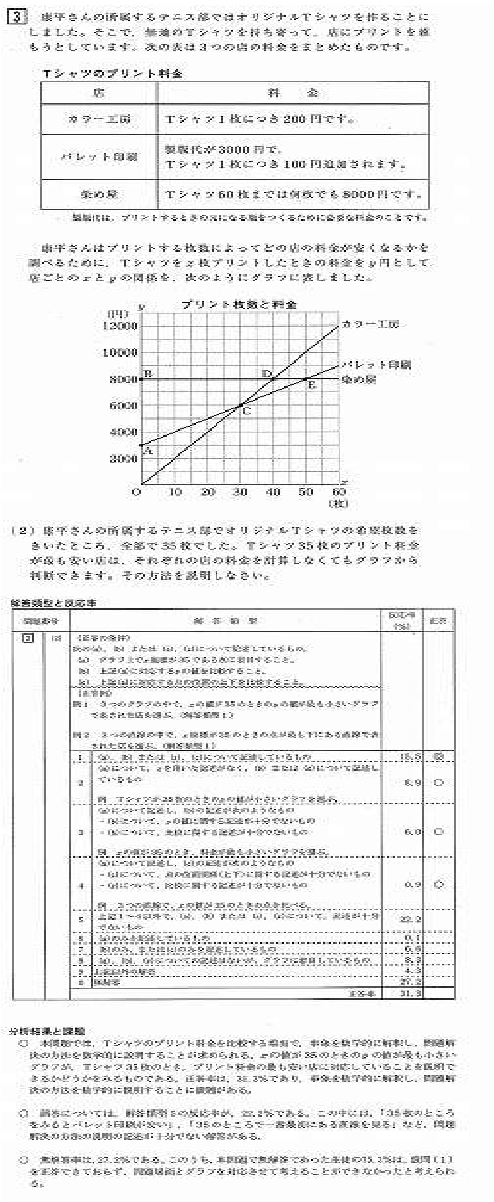


図 5：平成 22 年度　全国学力・学習状況調査　中学校数学 B　問題と解答類型

中学校などではいろいろな人達と係わって，人格形成をしていくというのが義務教育の最終的な目標であり，学校は小社会だということが中学校までの大事な役割だと思いますので，ある程度人数がいる一斉授業の中で議論し合いながら進んでいくことが大切ではないかと思っています。

5　グラフ電卓やコンピュータの活用について

グラフ電卓は面白い

私は，積極的に電卓等を使っていいと思っています。特に計算が不得意な子どもにとっては，早い段階で算数・数学嫌いになってしまうと思います。そういう子ども達には積極的に電卓を持たせて，計算はこれでやっていいということにして，計算よりむしろ活用する場面を重視する活動を大切にしたいものです。出た答えを分析させるとか，どのように立式するかというところに主眼を置くような授業に転換するべきだと思っています。

コンピュータもいいと思いますが，わざわざコンピュータ室に移動しなくてはならないなどがネックになっています。その点，グラフ電卓はわざわざコンピュータ室にいかなくとも，教室で必要があるときだけ使うことができます。

私は附属中学校で，よくグラフ電卓を持たせて授業を行っていました。もちろん計算の習熟やグラフを自分でかくことは大切ですから指導します。しかし，身近な場面で問題をつくると，どうしてもデータの数値が複雑になったりします。そういうときの計算やグラフ表示にグラフ電卓を使いました。

子ども達は，私が教える以上にどんどん使いこなしていました。例えば指示もしていないのに max キーを使って，最大値を求めるなどができてしまいました。

それから，中学校ではグラフをかく問題が多いのですが，本当はグラフをかいた後に，それを読み取ることが大切だと思っています。例えば携帯電話の使用時間と料金の関係のグラフを読み取って，お得なところを探したり，どの会社を選べばいいといったような問題解決の道具としてグラフを使いたいのです。これまでの数学の授業では，グラフをかくということを目的とし，グラフがかけたかどうかで○×をつけていました。かいた後にグラフを読み取るには，ぱっとグラフをかいてくれるグラフ電卓やコンピュータの表計算ソフトなどは有効です。先生の指導の価値としては，グラフをかけるようにすることだけではなく，グラフをかくことによってそこから問題解決のための情報をよみとるようにすることだと思っています。

今度，統計分野が入ってきました。例えば，ヒストグラムをかいて，階級の幅を変えて一つの分布をいろんな見方でみるという指導場面があったとします。グラフ電卓やコンピュータがなければ，その都度いちいち度数分布を作り直し，ヒストグラムをかき直さなくてはなりません。非常に大変です。ですが，階級の幅を変えてヒストグラムを表示して傾向をよみとるといった活動が，コンピュータ等の道具によって簡単にできるようになってきています。それから，高校に導入された箱ひげ図などもすぐにかけます。私は，いろいろなところで，時間の許す限り「こんなことができますよ」とデモンストレーションしています。

高校生は数学の知識や技能が豊富なので，コンピュータ等を導入するとよいと思うのですが，計算力やグラフの表現能力が落ちる等の意見が多く，高校の数学ではなかなか使ってもらえません。

2次関数を学習した後，2次関数 $y = ax^2 + bx + c$ において，a, b, c の値の1つを生徒自身にでいろいろ設定を変えてグラフをかくような活動を行わせるといいと考えています。このようなグラフ表示がグラフ電卓では簡単にでき，大きな特徴だと思っています。

デジタルコンテンツは発見するための道具

電子黒板は，先生が準備でき，子どものノートを表示できたりするので，うまく使えばとてもいいものになります。一昨年，イギリスの数学の授業を見に行きました。イギリスでの数学の授業では全部プロジェクター，電子黒板で授業をしています。モニターではなく，壁一面に映しながら，授業を展開するのです。イギリスは，中学も高校も先生個人の数学の教室があります。つまり，大学のように，先生が教室に行くのではなく，生徒がその教室にやってきて授業を受けるのです。子どもの書いたプリントもすぐにプロジェクターで映し出したりして，ここの部分がこうだとか，生徒同士が意見交換をするという授業をみることができました。先生方の使い方がとても上手で，テクノロジーをうまく活用して指導しているという印象でした。

デジタルコンテンツにふさわしいものとして，子ども達自身に性質を発見させたり，あるいは，自分の考えに基づいて探求をして，課題を解決するような道具になるといいと思います。

先生の指示に従って天下り的に数学の作業

を行うのではなく，グラフ電卓だったら自分で式を入力して，グラフを表示したり，作図ツールだったら，問題の仮定に従って図形を作図し，その図形を動かしながら図形の性質を発見し，証明したりするようなことができると思います。例えば，図形の性質をコンピュータ上で発見できたら，今度は自分自身で紙の上で考えを進めていくというような流れで生徒が自ら考えることの補助としてコンピュータが使えるとよいと思います。

先生が効果的に数学の内容を教えるためにコンピュータを使うことは従来行われてきましたから，生徒が数学の内容を自ら発見するための道具として使っていくとよいと思っています。

切断面なども先生が切断してみせるのではなく，生徒がいろいろと自分で切って，そして性質を発見していくというコンテンツがいいと思います。そういったアイデアがたくさんのっているようなコンテンツだと，先生方も使いやすいと思います。生徒の理解に結びつくコンテンツがあるといいと思います。

（2）−10より大きい負の整数を1つ書きなさい。

解答類型と反応率

問題番号			解答類型	反応率(%)	正答
1	(2)	1	−9，−8など，−10より大きい負の整数を解答しているもの	75.8	◎
		2	上記1以外で，−9.5 や $-\frac{1}{3}$ など，−10より大きい負の数を解答しているもの	0.0	
		3	0以上の数を解答しているもの	3.7	
		4	−10と解答しているもの	0.0	
		5	−11，−12など，−10より小さい整数を解答しているもの	17.1	
		6	上記5以外で，−10.5 など，−10より小さい数を解答しているもの	0.0	
		9	上記以外の解答	0.7	
		0	無解答	2.7	

（参考）平成16年度調査（第1学年）※1　正答率　78.1%

分析結果と課題

○　この問題では，負の整数において，絶対値が小さくなると数は大きくなることを理解していることが求められる。この内容は，正の数と負の数を計算したり，計算の結果を見積もったりする際などに必要である。正答率は，75.8%である。

○　誤答については，−10より小さい整数を解答した解答類型5の反応率が，17.1%である。この中には，負の数についても絶対値が大きい数ほど大きいと考えた生徒や数直線上で0に近い数ほど小さいと考えた生徒がいると考えられる。

図 6：平成 22 年度　全国学力・学習状況調査　中学校数学 A　問題と解答類型

6　最後に

「わかる」「できる」から「つくる」「使う」ことを重視した数学の授業を展開してほしいのです。1時間の授業の中で「わかる」「できる」の後の「使う」への手がかりとしてグラフ電卓等のICTを活用できればと思っています。その際，何らかの問題解決をする場面が必要だと思います。

教えている子ども達が数学を楽しいなとか，「あっそうか，高校の数学ってこういうよさがあるんだ」ということを，学習している時点で子ども達にわかるような授業づくりをしてもらえるとありがたいと思います。先生が嬉々として教えている内容が，数学が得意な生徒にも苦手な生徒にもその場で伝わるような，そんな数学を展開してもらえれば幸いです。それを今日，高校の先生方にお伝えしたいと思っておりました。

お忙しいところありがとうございました