数学用語・記号の意味を大切にする 視点を育成するための調査研究

長期研修員　濵　田　ひ　ろ　子

Hamada Hiroko

要　　旨

改訂教育基本法を踏まえた新学習指導要領では、高等学校数学においても「言語活動の充実」が重視され、習得した知識や技能を実社会で生かす能力の育成が求められている。言語活動を充実させるためには、素地の一つとして語彙力を高めることが不可欠であるが、高等学校１年生の数学用語・記号の理解力や表現力の調査を実施してみると、語彙力の課題や用語ごとの理解の傾向などが浮き彫りになった。また、この調査方法が授業研究や授業改善の資料として活用できることを考察した。

キーワード：　言語活動の充実、数学用語・記号、理解力、表現力

1　はじめに

「言語活動の充実」を盛り込んだ新学習指導要領が、平成24年度高等学校入学生から数学科において実施されたところである。奈良県では、平成24年度全国学力・学習状況調査によると、中学校数学Ａ、数学Ｂの平均正答率がそれぞれ63.5％、50.4％（全国は62.1％、49.3％）と全国平均をやや上回っているにもかかわらず、「数学の勉強は好きですか」、「数学の勉強は大切だと思いますか」という質問に対する回答は、「当てはまる」、「どちらかといえば当てはまる」を含めると、それぞれ48.4％、78.0％（全国は52.1％、82.1％）と全国平均を下回り、数学の学習意欲が低く、数学を学ぶことの意義や有用性をあまり実感できていない等、数年来継続している課題がある。現状からは、問題を解くことはある程度できるものの、「なるほど」、「そういうことか」と納得し、喜びや感動を味わう段階までには達していない生徒の姿が浮かんでくる。なぜこのような事象が生ずるのだろうか。解答手法の学習が納得できる段階にまで昇華されるために必要なことは、生徒自身にじっくりと多角的に「考える」という姿勢をもたせることであると考える。新井紀子（2011）は、「言語活動の充実と数学的活動」の中で、「数学の目的を達成する上で基盤となるのが、概念や記号の導入、式や命題による表現、そして数学的対象に関する性質の証明という数学特有の言語活動なのである。」と述べている。概念を表す「用語」や「記号」は、数学を「考える」という作業を行う際の素地の一つである。日常生活で使用する言葉は、複数の意味や曖昧なニュアンスをもつことが多いため、場面や状況に応じて意味を取捨選択して用いられるのに対して、数学で使われる言葉、つまり数学用語・記号は曖昧さを省くために意味をはっきりと定義して用いられる。したがって、数学用語・記号の意味を正確に理解することが、数学を学習する上で重要となる。そこで、生徒はこのような数学用語・記号の意味をどれくらい正確に理解できているのか、また、教員はそれを生徒に正確

に伝達できているのかを考察するために、高校生を対象に、高等学校入学までに学んだ数学用語・記号の理解状況を調査することにした。小・中学生対象の調査を行った志水廣（2012）は、「算数科における語彙指導モデルの開発」の中で、「算数科の語彙力とは、算数の内容を正しく理解できる力（理解語彙）と算数で思考するときに正しく使える力（使用語彙の力）としたい。後者の場合は、算数で思考し、表現し、活用するときの力としたい。言い換えると、語彙力とは、算数の概念を表す語彙を理解し、活用していく力である。また、語彙力は算数の概念を拡げていく源にもなる力と捉えている。」と述べている。この先行研究を参考にし、本研究では数学用語・記号を理解する力を「数学語彙力」と表現し、それを（数学語彙）理解力と（数学語彙）表現力の２つの観点に分けて定義し、考えてみたい。そして調査結果を基に高等学校１年生の数学語彙力の現状を確かめ、教員及び生徒の課題を明らかにしたい。

２　研究目的

生徒が授業を通じて数学のよさを実感するには、数学を「考える」という作業を行う際の素地の一つとして、数学語彙力を充実させることが不可欠だと考える。特に多くの新しい用語や記号を扱う高等学校の数学科においては、学習内容の理解のために、教員も生徒も数学語彙力の重要性を意識することが必要であろう。そこで数学語彙力の現状を把握するために、高等学校１年生を対象に調査を行い、調査結果を教員が授業に活用する方法を考察する。

３　研究方法

(1)　中学校学習指導要領及び教科書からの数学用語・記号の抽出

(2)　数学語彙力調査問題の検討及び作成

(3)　数学語彙力調査の実施

(4)　数学語彙力調査結果の集計及び分析

(5)　考察

４　研究内容

(1)　中学校学習指導要領及び教科書からの数学用語・記号の抽出

数学用語・記号の抽出にあたっては、奈良県の公立中学校の数学教科書採択状況を鑑み、東京書籍の教科書「新しい数学」を用いた。

抽出された数学用語・記号の総数は、基本的な定理や性質を含めて272であった。領域別の内訳は「数と式」100、「図形」113、「関数」29、「資料の活用」30である。

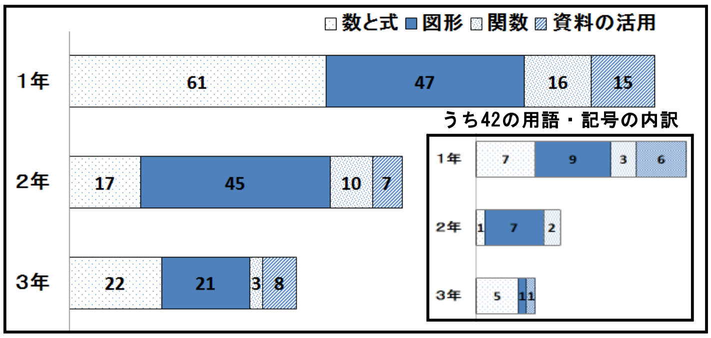

図１　抽出された数学用語・記号の学年及び領域別内訳の詳細
（中学校学習指導要領で挙げられている42語についても表示）

学年別の内訳は第１学年139、第２学年79、第３学年54である。このうち、中学校学習指導要領で当該学年で学ぶ〔用語・記号〕として挙げられている42語が含まれている。（図１）

(2)　数学語彙力調査問題の検討及び作成

抽出された272語から、理解力をみる問題として26問、表現力をみる問題として８問、合計34問を作成した。理解力をみる問題については、５肢択一式の設問とした。設問例を図２に示す。「数と式」12問、「図形」８問、「関数」３問、「資料の活用」３問である。また、表現力をみる問題については、「数と式」２問、「図形」３問、「関数」２問、「資料の活用」１問を作成した。これらにより、回答にどのような傾向があるか、条件に適した図をかけるか、用語をどのように表現しようとするか、適切な用語を用いることができるかなどを調査した。34問中には、中学校学習指導要領で〔用語・記号〕として挙げられている42語のうち11語（自然数、絶対値、係数、円周率π、弧、ねじれの位置、定義、傾き、平均値、中央値、階級）が含まれている。

(3)　数学語彙力調査の実施

ア　調査実施学年

県内公立高等学校第１学年

イ　調査日

平成24年９月12日

ウ　調査内容

高校生の「数学」（用語・記号）に関する調査

> **問７　「方程式」の意味や説明として正しいものを１つ選びなさい。**
>
> 1.　１次式や２次式のこと
> 2.　等号を使って右辺と左辺の関係を表した式のこと
> 3.　式の中の文字に代入する値にかかわらず、必ず等号が成り立つ式のこと
> 4.　式の中の文字に代入する値によって成り立ったり成り立たなかったりする等式のこと
> 5.　式の中の文字に数を代入して計算した結果のこと

図２　調査問題設問例

エ　調査対象

調査実施校の生徒は県内の広範囲の中学校から入学しているが、入学後の学習条件の差異はほぼない。また、後述の基礎学力テストデータによると、数学に対する意識調査の生徒の傾向に、特別な偏りはない。

オ　回答数

１校から309名の回答を得ることができた。

(4)　数学語彙力調査結果の集計及び分析

ア　分析に利用する基礎学力テストデータについて

今回の数学語彙力の調査の分析を多角的に行うため、調査対象生徒に対して入学後に実施された基礎学力テスト（ベネッセ学力リサーチ）の結果データの提供を受けた。これは、

◇「公式理解」の問題　　定理、公式、計算規則に関する基礎的な知識や計算力の確認

◇「公式利用」の問題　　必須の解法が、問題に応じて活用できるかの確認

◇「応用力」の問題　　公式利用をふまえた複合的な応用問題に対する学力の確認

という三つのパートからなり、高等学校の数学学習を始める上での標準的なレディネステストとして教員、生徒共に活用できるものである。校内偏差値による分布は図３のようになっている。今回の調査ではこの基礎学力テストでの成績の階層分けを参考にし、校内偏差値60以上の生徒54名を上位層、41以上60未満の生徒200名を中位層、41未満の生徒55名を下位層として分析に用いることを試みた。

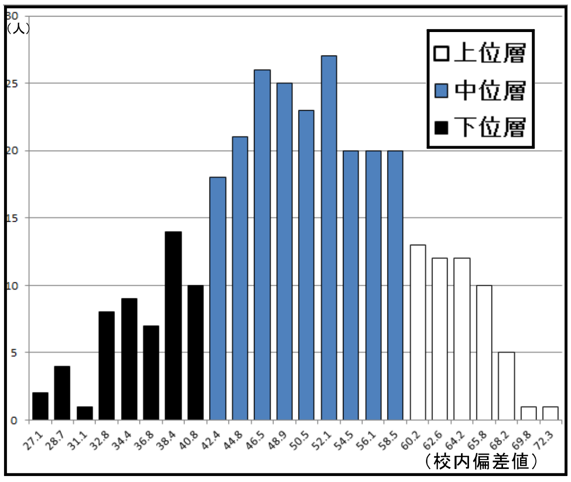

図３　基礎学力テスト偏差値分布

イ　理解力をみる問題の分析

26問中の正解数の分布は図４のようになっ

た。平均正解数は11.1問である。この正解数と基礎学力テストの得点の間に有意な相関は認められなかった。しかし設問ごとに階層別の傾向をみると、明らかに階層間で正解率に差のあるもの、あまり差が認められないものなど、それぞれに特徴があることが分かった。

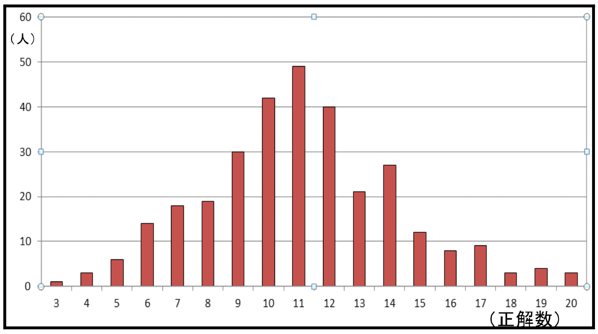

図４　理解力をみる問題正解数分布

(7) 階層間の正解率の差が15%以上の設問

表１に理解力をみる問題の調査結果のうち、３問を示した。表中の太字は正解を表している。「自然数」の設問は選択肢④が主な誤答になるだろうと予想し作成したが、「数」という用語を用いた選択肢②と③の回答が合わせて全体の18.7%あり、「整数」と「数」の違いが不確かな生徒がいることが分かった。

表１　理解力をみる問題データ１

「自然数」の意味や説明として正しいもの（%）重複なし

	選　択　肢	全体	上位	中位	下位
①	０を除く整数	11.3	5.6	12.0	14.5
②	正の数と０	8.7	0.0	9.5	14.5
③	正の数	10.0	11.1	11.5	3.6
④	正の整数と０	24.6	25.9	23.0	29.1
⑤	**正の整数**	**45.3**	**57.4**	**44.0**	**38.2**

「平方」について正しく書いてあるもの（%）重複なし

	選　択　肢	全体	上位	中位	下位
①	**－４の平方は１６**	**31.4**	**40.7**	**30.5**	**25.5**
②	－４の平方は－１６	0.3	0.0	0.5	0.0
③	４の平方は２	6.5	5.6	6.5	7.3
④	４の平方は±２	59.5	48.1	61.0	65.5
⑤	－４の平方はない	2.3	5.6	1.5	1.8

平面だけで囲まれた立体をなんというか（%）重複なし

	選　択　肢	全体	上位	中位	下位
①	立方体	41.7	33.3	43.5	43.6
②	**多面体**	**42.7**	**59.3**	**42.0**	**29.1**
③	角錐（すい）	0.0	0.0	0.0	0.0
④	角柱	2.6	0.0	3.5	1.8
⑤	直方体	12.6	7.4	11.0	23.6
⑥	無回答・複数回答	0.3	0.0	0.0	1.8

「平方」の設問では、どの階層でも「４の平方は±２」を最も多く選んでおり、下位層では65.5%の生徒にのぼる。下位層の生徒ほど「平方」と「平方根」を混同している。

平面だけで囲まれた立体の名称についての設問では、直方体と立方体を選んだ生徒が合わせて50%を超えた。下位層ほど「平面」を正方形や長方形と限定して捉えている可能性がある。また、「直方体は多面体である」は正しいが「多面体は直方体である」は誤りであることの理解が曖昧ではないかとも考えられる。

上位層と、中位層または下位層の正解率の差が15%以上の他の設問は「素数」、「２次方程式の解」、「連立方程式」、「円周率」、「平行四辺形になるための条件」、「ねじれの位置」、「放物線」である。これらの設問ではそれぞれに階層間の差が付くポイントがあった。「素数」の設問では、１を素数に含めてしまった誤りが上位層では18.5%、下位層では34.5%であった。１が素数かどうかの理解がポイントになった。

「２次方程式の解」の設問では、「$x^2-4x-5=0$ の解は５である」を選択した生徒が上位層では29.6%、下位層では47.3%であった。「解は５である」と「５は解である」を区別

できたかどうかである。「連立方程式」の設問では、「解を組み合わせたいずれかの方程式に代入したら等式が成り立つ」、「次数が２の方程式のことである」と回答した生徒が上位層ではそれぞれ1.9％と22.2％、下位層では7.3％と30.9％であった。「円周率」の設問では、どの階層でも「πは変数である」と回答した生徒が約40％いた。文字が定数なのか、変数なのか、未知数なのかという捉え方が不十分である。さらに、「円周率は円周÷半径」と「円周率は正確に3.14」を、上位層ではそれぞれ9.3％と11.1％、中位層では20.0％と18.0％が回答した。「平行四辺形になるための条件」の設問では、「２組の角の大きさが等しい四角形」のように、「向かい合う」という用語を本来の条件から省き、他の四角形になってしまう可能性がある二つの選択肢を、上位層では合わせて27.8％、下位層では36.4％が回答した。「ねじれの位置」の設問では、「垂直でなく、平行でない」と「垂直でなく、交わらない」を、上位層では合わせて35.2％、下位層では47.3％が回答した。「放物線」の設問では、１次関数ｙ＝ａｘ＋ｂや反比例ｙ＝ａ／ｘのグラフ、関数一般のグラフを放物線だと回答した生徒が、上位層ではそれぞれ０％、7.4％、０％だが、下位層では5.5％、14.5％、7.3％であった。これらの設問では、下位層ほど用語の定義の理解が曖昧なことが分かる。

(ｲ) 正解率が30%未満の設問

表２ 理解力をみる問題データ２

「方程式」の意味や説明として正しいもの（％）重複なし

	選　択　肢	全体	上位	中位	下位
①	１次式や２次式のこと	10.4	7.4	11.5	9.1
②	等号を使って右辺と左辺の関係を表した式のこと	51.8	57.4	49.5	54.5
③	式の中の文字に代入する値にかかわらず必ず等号が成り立つ式のこと	16.5	13.0	18.5	12.7
④	**式の中の文字に代入する値によって成り立ったり成り立たなかったりする等式のこと**	**18.1**	**20.4**	**17.0**	**20.0**
⑤	式の中の文字に数を代入して計算した結果のこと	2.9	1.9	3.0	3.6
⑥	無回答・複数回答	0.3	0.0	0.5	0.0

「定義」の意味や説明として正しいもの（％）重複なし

	選　択　肢	全体	上位	中位	下位
①	**使うことばの意味をはっきりと述べたもの**	**9.1**	**7.4**	**10.5**	**5.5**
②	与えられてわかっていることがら	20.4	18.5	18.0	30.9
③	あることがらが成り立つわけを、すでに正しいとわかっている性質を根拠にして示すこと	56.3	64.8	57.0	45.5
④	証明されたことがらのうち大切なもの	7.8	3.7	8.5	9.1
⑤	これから導こうとしていることがら	6.1	5.6	6.0	7.3
⑥	無回答・複数回答	0.3	0.0	0.0	1.8

表２を見ると、「方程式」の設問では「等式」の説明である選択肢②を回答した生徒が全体の50％を超えた。確かに等式の一種ではあるが、同じではないことの理解が不十分である。

また、「定義」の意味を問う設問では、「証明」の説明である選択肢③を回答した生徒が全体の50％を超えており、上位層ほどその傾向が強い。下位層では「条件」の説明にあたる選択肢②を回答した生徒が他の層よりも比較的多く30.9％である。これらの用語は、高等学校の日常の授業で頻繁に用いるものであるから、用いる際には意味の再確認が必要である。

正解率が全体の30％を下回った他の設問は、「１次方程式（4.9％）」、「円周率（25.2％）」、「鈍角（26.5％）」、「階級（24.9％）」であった。「１次方程式」の設問は２ｘ＋３という１次の整式を選択したり、式の整理を行わずx^2があるので正解としなかった結果、4.9％の正解率になった。中学生の発達段階では「方程式」、「１次方程式」の定義を理解するのはか

なり難しいようである。「鈍角」の設問では、正答は90度よりも大きく180度よりも小さい角のことだが、単に90度より大きいと回答したものが全体の46.0%、90度以上や90度以上180度以下と回答したものが合わせて全体の18.4%で、理解の不正確さが見られる。「階級」の設問では、どの階層も回答が一つに集中しない傾向が見られた。この傾向は、「確率が1/2である（31.4%）」や「標本調査（44.3%）」でも同様であり、新学習指導要領で新領域として扱われる「資料の活用」の用語がまだまだ定着していないことを示していると考える。

(ｳ) 正解率が70%以上の設問

正解率が70%以上の設問は「係数（78.3%）」、「傾き（89.6%）」、「放物線（78.6%）」の三つの設問である。「係数」は中学校卒業後に高等学校で再度学習しており高い正解率になったと考えられる。「傾き」は９割が正解の「変化の割合に等しい」を回答し、学習の重点が置かれた用語だと分かる。「放物線」は前述のとおり階層間の差が15%以上の用語である。

(ｴ) その他の設問

正解率が30%以上70%未満で、階層間の差が15%未満の設問についていくつか挙げる。「絶対値」の設問では、全体の56.3%が「５の絶対値は±５である」を回答した。絶対値が数直線上で原点からある数までの距離であると理解していれば、負の答えは出てこない。生徒は符号が変化することがあるという経験の記憶から、「５と－５の絶対値は５である」と混乱していると思われる。「累乗」の設問では、上位層の誤答者のうち75%が「指数」の説明を、15.6%が「次数」の説明を回答したのに対して、下位層では誤答者のうち56.3%が「指数」の説明を、40.6%が「次数」の説明を回答し、傾向が異なるのが特徴的である。「弧」の設問では、「円周上の２点を結ぶ線分」という「弦」の説明と正解が回答をほぼ二分した。弧と弦が区別できていない、または円周の一部分である曲線も線分と捉えている可能性がある。

ウ　表現力をみる問題の分析

(ｱ) 記述による説明を求めた設問

表３ 表現力をみる問題データ１

「単項式」の説明（%）重複なし

	分　　類	全体	上位	中位	下位
①	**数や文字についての乗法だけで表された式であると説明**	**1.0**	**1.9**	**0.5**	**1.8**
②	正しい例を挙げているのみで説明なし	3.6	7.4	3.0	1.8
③	多項式の項について説明	1.3	1.9	1.0	1.8
④	項が一つの式などと説明	28.2	29.6	30.5	18.2
⑤	＋や－がない、×や÷だけなどと演算で説明	13.6	24.1	11.5	10.9
⑥	次数が１、２乗がないなどと１次式のことと捉えた説明	4.9	5.6	4.5	5.5
⑦	文字が一つ、一種類という観点で説明	18.8	9.3	21.5	18.2
⑧	その他	11.7	3.7	12.5	16.4
⑨	無回答	17.2	16.7	15.0	25.5

「点（３，１８）は関数ｙ＝３ｘ^{2}のグラフ上の点かどうか」の説明（%）重複なし

	分　　類	全体	上位	中位	下位
①	**ｘに３を代入してｙ＝１８になるかどうかで判断**	**29.1**	**46.3**	**28.5**	**14.5**
②	ｙに１８を代入してｘ＝３になるかどうかで判断	2.3	1.9	2.5	1.8
③	同時にｘ＝３、ｙ＝１８を代入し、２７＝１８と記述し判断	21.4	33.3	21.0	10.9
④	①～③の方法を示唆しているが実際の計算結果の記述なし	14.2	7.4	17.5	9.1
⑤	３と１８が別の点だと認識して別個に確認	2.6	1.9	3.0	1.8
⑥	①と②の両方を確認	1.0	1.9	0.5	1.8
⑦	（３，１８）を通るのはｙ＝２ｘ^{2}だと説明	1.6	0.0	2.5	0.0
⑧	その他	7.4	0.0	7.5	14.5
⑨	無回答	20.4	7.4	17.0	45.5

大問８問を出題した。用語の説明を記述させたものが５問、用語に適した図をかかせたものが２問、適切な用語を記入させたものが１問である。生徒の回答（図は特徴）を一覧表にリストアップし、主な回答パターンを特定し、分類するという方法をとった。今回は語彙力の調査なので、基本的な用語をどのように図や文章に表現するかに絞って出題した。

用語についての説明を記述させた５問のうち「単項式」、「乗法の交換法則」、「ｙはｘ²に比例する」の説明を記述させた３問は、教科書に書かれた本来の定義にあたる内容で説明しようとした生徒は５％未満だった。表３で示した「単項式」は、正確な定義を説明するのはかなり難しいようである。正解とした分類①に共通して、演算に着目して説明している分類⑤は、上位層では24.1％、中位層と下位層ではそれぞれ11.5％、10.9％である。１次式と混同していると思われる分類⑥と、文字が一つ（一種類）だと考えている分類⑦の合計は、上位層14.9％、中位層26.0％、下位層23.7％と、上位層が低くなっている。正解ではないが、正解と共通する着眼点をもつ生徒は上位層に多いことが「単項式」については言える。「乗法の交換法則」や「ｙはｘ²に比例する」の設問では、どの階層でも正解に関連する回答ができている生徒は15％未満であった。定義が定着していない用語であると言える。

次に「点（３，18）は関数ｙ＝３ｘ²のグラフ上の点かどうか」を説明する設問は、正解率が上位層46.3％、下位層14.5％と階層間の差が比較的大きくなった。「円周角の定理」も同様の傾向であった。これらは中学校の演習問題で頻繁に登場し、問題解決のポイントとなる数学独特の表現や定理である。

(ｲ) 図による説明を求めた設問

表４　表現力をみる問題データ２

「平行な３つの直線ａ、ｂ、ｃが直線ｍとそれぞれＡ、Ｂ、Ｃで交わり、直線ｎとそれぞれＡ’、Ｂ’、Ｃ’で交われば、ＡＢ：ＢＣ＝Ａ’Ｂ’：Ｂ’Ｃ’」の図示（％）①～⑧は重複あり

	分　　類	全体	上位	中位	下位
⓪	**条件に適した図をかいている**	**4.9**	**7.4**	**3.5**	**7.3**
①	ｍとｎも平行になっている	22.0	16.7	24.5	18.2
②	ｍとｎも平行かつ平行な３直線に対して垂直になっている	18.4	18.5	21.5	7.3
③	平行な３直線がほぼ等間隔になっている	57.6	61.1	59.5	47.3
④	ｍ、ｎ、ａ、ｂ、ｃの記述がない（一部抜けている）	14.9	18.5	15.0	10.9
⑤	Ａ、Ｂ、Ｃ、Ａ’、Ｂ’、Ｃ’の記述がない（一部抜けている）	2.3	1.9	2.0	3.6
⑥	ｍ、ｎとａ、ｂ、ｃのいずれか３直線が１点で交わっている	3.6	1.9	3.5	5.5
⑦	ｍとｎが３直線上で大きく交差している	3.6	5.6	3.0	3.6
⑧	その他（①～⑦以外の大きな誤り）	6.8	3.7	8.0	5.5
⑨	無回答	26.5	20.4	24.0	41.8

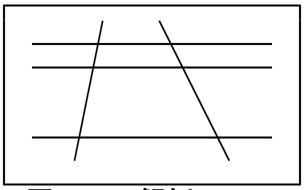

図５　正解例（直線のみ）

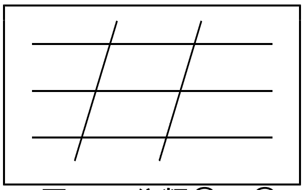

図６　分類①＋③

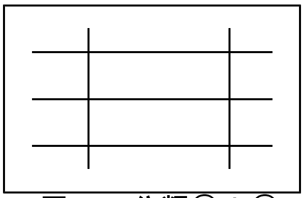

図７　分類②＋③

表４は、平行線３本を含む５本の直線を図で表現する設問の分類結果で、正解例は図５である。回答の図から特徴を拾い出したので、分類は重複する。例えば、３本の平行線を条件にはない等間隔にかいてしまうという分類③は全体の57.6％であった。その中で、分類①の特徴を併せもつ図６をかいた回答は全体の18.4％、分類②の特徴を併せもつ図７をかいた回答は14.9％であった。無回答を除く回答のうち、45.4％が図６や図７のような図である。３直線が１点で交わる図８のような分類⑥を含めると、条件にない特別

な場合の図を、無回答を除いたうちの約50%の生徒がかいている。このことは、問題を解決するために条件を分かりやすくする目的で図に表現する際、本来の問題の意図とは異なる図をかき、それを基に思考をしているということがうかがえる。

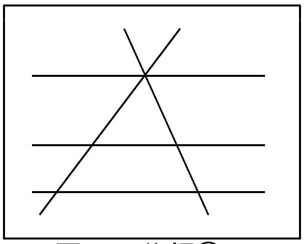

図８　分類⑥

(ｳ) 適切な用語を求めた設問

理解力をみる設問で用語の意味を主に問うのとは逆に、説明から適当な用語を表現（利用）できるかを、統計分野の基本的な用語を用いて設問とした。「代表値」30.7%、「平均値」24.3%、「中央値」42.7%、「階級値」11.7%の正解率である。「中央値」は設問中に「中央」という言葉が出てくるにもかかわらず、正解率は50%に満たなかった。また、「平均値」は平均点の計算等、手法は身近なもののはずだが、「個々の資料の値の合計を資料の総数で割った値のこと」という定義（設問文）から正答できたのは24.3%である。この状況から、統計用語は理解力の点からも表現力の点からも課題が多いことがうかがえる。

(ｴ) 無回答の状況

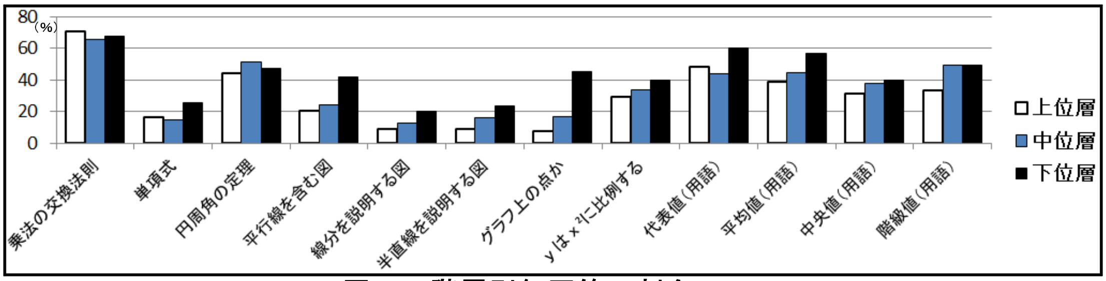

図９　階層別無回答の割合

表現力をみる問題の無回答の状況を示したのが図９である。記述式なので無回答の割合が多くなっており、ほとんどの設問で上位層ほど無回答の割合が低いことが分かる。上位層ほど各設問に関連する知識をもっていたり、自らのもつ知識をできるだけ引き出し、回答する意欲が高いということがうかがえる。また、「グラフ上の点である」等、数学独特の表現を、下位層ほど苦手としていることが分かる。用語等を図で表現することについても同様である。

エ　分析のまとめ

調査の結果から、高等学校入学時の生徒の数学語彙力は心許ない状況であると言える。基礎学力テストなどで計ることのできる、いわゆる「数学の力」と本研究で示した数学語彙力との相関は、高校入学時点では低かった。しかし中学校で学習はしたものの、実際の演習問題にはあまり登場しない用語の理解度は全体的に低く、問題によく登場し、解答の正否のポイントとなることが多い用語は上位層ほど理解が進んでいる。また、図で表すときに与えられた条件以上のものを勝手に付け加え、問題の意図とは異なる表現にしてしまう傾向があることや、上位層ほど（誤りであっても）無回答の割合が低いことなども分かった。このような調査により、個別の用語について、理解の誤りにどのような傾向があるのかを調べることが可能だと分かった。

(5)　考察

ア　数学科における言語活動の充実を図るための考察

学習の段階が進むにつれて既習の数学用語・記号が増える分、数学語彙力の影響が重きを増してくるのは当然である。しかし、調査結果から、多くの生徒が数学の授業において、理

解の不十分な用語の羅列の中で、学習についていけず取り残されているのではないかと危惧される。数学の学習において自分の考えを説明したり、説明を聞いたりする際、「わかる」という実感に至る思考に数学語彙力が必要なことは自明であろう。(図10) 言語活動を授業で充実させるためには、小学校から始まる数学用語・記号の学習を、生徒の発達段階や学習内容に応じて、異なる説明の仕方で、繰り返し行うことが大切である。また、新出の数学用語・記号を学習する際、既習のものとの関連付けを意識して行うことも大切である。そして、高等学校数学において積極的に言語活動を意識した学習方法を授業に取り入れ、単元ごとの知識や技能を結びつけ、相乗的に数学の力を伸ばすことが、教員にも生徒にも求められているのだと考える。

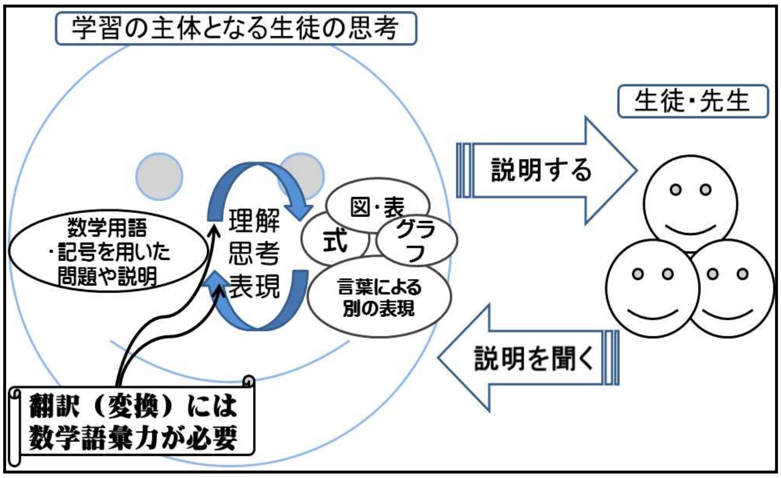

図10　数学科における言語活動のイメージ

「今回の学習指導要領は何を転換したのか。端的に表現するならば、『数学ができる』とはどのような状態を指すか、ということに関する転換であり、『問題が解ける』ことから『今自分が学んでいることの数学全体における意味と位置付けを理解している』ことへの転換だと考える。」と新井紀子(2011) は述べている。この転換には、数学の力を充実させるための従来の様々な取組に加えて、数学語彙力の強化が必要である。そのための手段の一つとして、今回の数学語彙力調査の手法の活用を提案する。

イ　教員による調査の活用

今回実施したような数学用語・記号の意味の理解力や表現力をみる調査を学年当初や単元の始めに実施することにより、対象となる生徒集団に適した授業の方針が立てやすくなると考える。今までから教員は生徒の数学語彙力の不足に対する不安を日々の学習活動の中で感じており、それぞれの工夫により補完してきた。事前に調査データを得ることによって、弱点の詳細や気付かなかった別の問題点が明らかになれば、手立ての方策を講じやすくなり、これまで以上に生徒に応じた用語の説明ができるようになる。単元ごとの調査であれば用語の数も限られるので、問題作成にかかる教員の負担は少ない。選択式でも記述式でも、それぞれに成果を得ることができる。(図11)

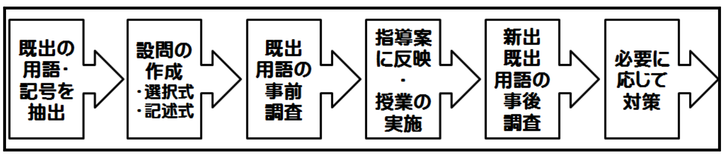

図11　数学語彙力調査導入のモデル

また、数学科の観点別学習状況の評価における評価規準の作成に付随する客観的な評価方法として、この調査が利用可能である。具体的には、数学における基本的な概念、原理・法則などを体系的に理解し、知識を身に付けているかをみる、「知識・理解」の観点の評価に活用できる。数学語彙力の発達は基本的な概念の深化につながることから、各単元で学習する重要な数学用語・記号を特定し、その理解状況を調査することによって、個々の生徒の理解

の度合いを随時確認することができる。

ウ　調査により生徒に期待される効果

生徒にこうした調査を実施し、数学用語・記号の意味を大切にする教員の姿勢を示すことで、数学用語・記号の理解も数学における重要な学習内容であるという意識を高め、意味の理解と定着が進むことを期待したい。実際、今回の調査に参加した生徒自身が、数学用語・記号の理解が不十分であることに驚いたはずである。数学用語・記号を誤った意味で捉えることは、出題の内容や意図を誤って捉えることを意味する。また、授業の内容を伝えようとする教員の説明が理解できず、「何を言っているのか分からない、どうせ分からない」と授業に興味をもてなくなる原因の一つかもしれない。調査を学習計画に取り入れ、結果の考察を生徒自身が行うことで、数学用語・記号を理解することの大切さに気付き、数学の言語としての側面に目を向け、総合的な数学の力と学習意欲の向上につながることを期待したい。

５　おわりに

記述式の答案の採点をしていると、等号を不適切に使っていたり、必要のないところで２次方程式の解の公式を用いたりと、いろいろな誤答に出会う。記号や解答手法を身に付けていても、それが何に役立つのか、いつ利用するのか、どんな価値があるのかという本質を理解していないのだと実感するところである。今回の学習指導要領に「言語活動の充実」が示されたことは、数学の学習によって生徒に身に付けさせるべき力は何であるのか、そのためにどのような方法が考えられるのか、再確認することを、我々教員に求めている。共通言語としての数学用語・記号を教員、生徒が共に大切にすることで、自ら参加し、自ら思考し、相互に伝え合えていると実感できるような授業づくりに励んでいきたい。

参考・引用文献

(1)　国立教育政策研究所（2012）「平成24年度 全国学力・学習状況調査 報告書・集計結果について」
http://www.nier.go.jp/

(2)　中央教育審議会（2008）「幼稚園、中学校、高等学校及び特別支援学級の学習指導要領等の改善について」（答申）　pp.53-54
http://www.mext.go.jp/

(3)　新井紀子（2011）「言語活動の充実と数学的活動」『中等教育資料』No.901　pp.34-39

(4)　志水廣（2012）「算数科における語彙指導モデルの開発」『愛知教育大学研究報告，教育科学編』第61輯　pp.137-145

(5)　志水廣（2009）「算数科における語彙指導のあり方」『日本数学教育学会，第42回数学教育論文発表会論文集』　pp.439-444

(6)　志水廣（2010）「算数科における語彙指導のあり方２」『日本数学教育学会，第43回数学教育論文発表会論文集』　pp.687-692

(7)　文部科学省（2008）『中学校学習指導要領』　pp.34-43

(8)　文部科学省（2009）『高等学校学習指導要領解説数学編理数編』実教出版　pp.1-17

(9)　国立教育政策研究所（2012）「評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料 高等学校数学」教育出版　pp.23