

都中数研会報

第142号

編集 東京都中学校数学教育研究会

これからの授業づくりと東京都中学校教育研究会の役割

東京都中学校数学教育研究会会長 秋野 宏之

1 生徒が楽しいと感じる数学科授業

令和2年12月、世界39カ国・地域が参加して行われたTIMSS2019(国際数学・理科教育動向調査)の調査結果が示されました。平均得点は前回までと同様、高い水準を維持(39カ国中4位)していることに加えて、前回(2015年)調査の結果よりも、高得点者の割合が高くなっていることが分かりました。

	400点未満	400点以上	475点以上	550点以上	625点以上
2015年	3%	10%	26%	34%	27%
2019年	1%	7%	21%	34%	37%

+10ポイント

また、「数学の授業は楽しい」と答えた生徒の割合は、国際平均の70%よりは下回っているものの、経年比較可能な2003年調査から一貫して増加しています。

	2003年	2007年	2011年	2015年	2019年
数学の勉強は楽しい	39%	40%	48%	52%	56%

平成20年に公示された現行の学習指導要領では、目標のひとつとして、生徒が数学の学習に主体的に取り組むために、数学的活動の楽しさや数学のよさを実感することが示され、指導者もそれを目指して授業改善を重ねてきたはずです。今回のTIMSSの調査結果から、学習指導要領の目標の達成を目指した授業づくりの成果が数値的にも表れているのではないかと思います。

先に目を向けると、今年の3月で新学習指導要領の移行措置が終わり、4月からはいよいよ全面实施を迎えます。今回の改訂では、数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して数学的に考える資質・能力を全体として育成することを目指しており、その中で、数学的活動の楽しさや数学のよさを実感することについては、引き続き目標のひとつとして位置付けられています。「数学をやっても将来なんの役にも立たない」と言う生徒が、日常の事象と数学の事象を相互に結びつけ、数学に対する有用感をもてるような授業づくりが求められているのだと思います。東京都中学校数学教育研究会(以下都中数という)においても、このことを目指した活動を進めて参ります。

2 GIGAスクール構想

新型コロナウイルスの感染拡大に伴い整備計画が前倒しされたGIGAスクール構想によって、生徒1人1台の学習用端末の整備が急速に進んでいます。新学習指導要領が全面实施となる中で1人1台の学習用端末が整備され、授業づくりの転換期を迎えているとも言えます。都中数調査部が行っている実態調査においても、「自校の課題」「授業力を高めるために研修したい項目」の設問において、ICTの活用については、回答の割合がこれまで毎年減少していたものが、今年度は増加しています。このことから、各校において学習用端末の活用に対して意識を高めていることがわかります。

当初の計画では段階的に環境の整備が進み、実践事例を積み重ねながら全校で環境が整う予定のものが、社会情勢の影響で一気に全校に配備されることになりました。最初は試行錯誤が繰り返されるでしょうが、GIGAスクール構想が目指すものは、Society5.0時代を生きる子どもたちにとって必要な資質・能力を育成することです。このねらいを理解し、数学科の目標の達成と重なるようなICTの活用について、皆さんと一緒に都中数でも研究を進めて参ります。

目次

会長挨拶	1
講演会要旨	2
各委員会の活動報告	3~4
数学教育研究大会(教育課程委員会)	5
調査研究報告(調査部)	6

□発行日	令和3年3月9日
□発行 者	東京都中学校数学教育研究会
□会 長	秋野 宏之 (日野市立七生中学校)
□編集責任者	会報部長 杉田 正徳 (杉並区立東田中学校) 杉並区成田東3-19-17 03-3313-1461

数学的活動の充実とその評価

1 数学の学びのイメージ

国際調査の度に、日本の子どもは「数学が好き」「数学は社会で役に立っている」という質問への肯定的反応が少ないことが指摘される。それ以上に、最近、好き、役立っていると考えている大人の発言を聞いて気になったことがある。「数学、好きでしたよ。問題が解けたときの爽快感がなんとも言えませんでした。」「中高生のときは、解法のパターンを徹底的に頭に入れました。パターンを見抜く力は社会に出てからも役立っています。」と。数学の学び＝問題を解くこと、となってしまう。私たちは、数学の授業を通して、どうも数学の豊かな学びのイメージを残せていないようなのである。

2 豊かな学びのイメージ

自分たちで問題を見いだしたり、統合・発展させたりしていく活動が、本来の数学の豊かな学びの一つの姿であろう。例えば、ひし形ABCDの面積は、対角線を用いて $AC \times BD \div 2$ として求められる。

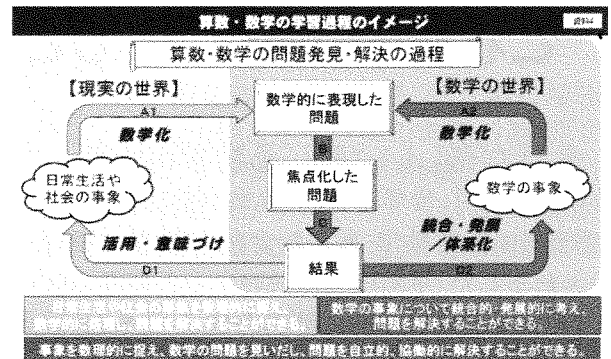
では、 $AC \times BD \div 2$ で面積が求められる四角形はひし形以外にないだろうか。ひし形の面積を考えた過程を振り返ることで、対角線が直交していればよいことに気づく。

さらに、対角線が直交しない四角形について、対角線を用いた面積の公式は作れないのだろうか。右の図の四角形ABCDの面積は、 $AC \times BD \times \sin \theta \div 2$ となる。対角線が直交する場合は、この式で $\sin \theta = 1$ の場合であったことがわかる。

今次の学習指導要領改訂では、数学的活動が、「算数・数学の問題解決・発見の過程」として模式図化され示された。上述の面積の例は、この図の右側のサイクルにあたる。

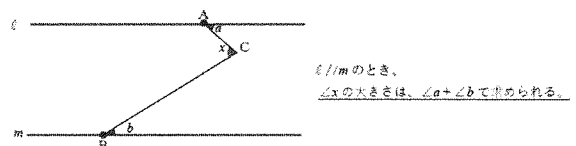
3 授業でいかに数学的活動を実現するか

「私の学校ではこんな授業はできない!」という声を聞くこともある。算数科においても「問題解決・発見の過程」が重視されているが、すべての生徒が統合的に考えたり、発展的に考えたりすることを習慣化している



とは限らない。できないからやらないのではなく、できるようにしていくのである。

例えば、次の平行線の性質に関する問題の解決後に、「点Cの位置を変えても $\angle x = \angle a + \angle b$ は成り立つか」を問う。



そして、机間指導をし、3点A, B, Cが一直線になる場合や点Cが直線m上にある場合などを考えている生徒を探す。「Aさんがこんな考えをしていたんだけど、なんでこう考えたと思う?」、「どういうところがすごい?」と投げかける。そのよさを共有した後で、「次に何を考えたい?」と問う。これは平面図形の性質を活用した問題解決の過程を振り返って評価し考えようとしているか、すなわち、主体的に学習に取り組む態度を評価する機会にもなる。このような指導と評価を繰り返し、徐々に自ら統合・発展的に考えられるようにしていく。

もちろん、「基礎・基本で手一杯です。」「こんなことをしては終わりません。」という声もあろう。生徒の「問い」で授業をつなぎ、数時間をかけて「問題解決・発見の過程」のサイクルをまわっていくことも考えたい。例えば、 $x^2 + 6x - 1 = 0$ の解をタイル図を用いて $(x + 3)^2 = 10$ と変形して求めた授業の最後にその過程を振り返らせ、「xの係数が奇数や負の数になった場合も同じようにできるかを考えたい」という「問い」を引き出す。次時以降もこのような振り返りをし「問い」をつなぎ、平方完成による解法を一般化し2次方程式の解の公式を導いていく。このような授業を実現するには、問いのつながりのストーリーを、指導計画とともに考える必要がある。

令和2年度 各委員会の活動

数式委員会

数式領域における「主体的に学習に取り組む態度」

本年度は、テーマ【「主体的に学習に取り組む態度」に関する指導と評価の一体化】について研究をしてきた。

主体的に学習に取り組む態度を見とるために、授業の方法を変え、生徒が振り返りできるノートのまとめ方やノート作りを指導した。また、レポート課題を出し、生徒自身による自己評価や他生徒による相互評価から、生徒が主体的に意欲をもって授業へ取り組むことができるようになってきた実践事例をまとめた。コロナ禍で各学校の教育課程も変わり、感染予防と多忙でなかなかみんなが集まれない中、5回の委員会を開くことができ研究発表会に向けて研修してきた。

来年度は、今年度十分にできなかった研究の続きをやり、新しい観点別評価を念頭におき、数式委員会で何ができるのかを考え研修していきたい。

(文責 稲城市立稲城第六中学校 伊藤 晴美)

図形委員会

折り紙を活用した作図の指導について

図形委員会では、中学1年作図の指導について、継続して研究に取り組んでいる。今年度は、生徒の理解の現状を踏まえて、中学1年「作図」における折り紙の折り目との関連を図る指導について、指導案の検討を行った。

作図の指導では、図形の対称性に着目させて作図の方法を見いだす取り組みが示されており、作図の方法を一方向的に与える指導にはなっていない。しかし、作図の手順の説明において、一つ一つの線の意味について深入りしているとは言い難く、学力調査等の結果を分析すると、振り返って意味を考えると操作活動との関連で理解を図ることについては課題があると考えられる。そこで、垂直二等分線と角の二等分線の作図をした後、作図でかいた線を折り目として紙を折り、対称性など、いろいろな性質を確かめる活動を指導案に盛り込んだ。

今年度は、コロナ禍により活動が制限され、授業実践もできなかったが、新学習指導要領に基づく実践を積み重ね、よりよい研究活動を進めていきたい。

(文責 中野区立中野中学校 堀 孝浩)

教育課程委員会

中学校における「割合」の指導について

本委員会では、平成24年度より、「中学校における『割合』の指導について」をテーマに指導案検討、授業実践を中心に研究を進めてきた。今年度は、これまで8年間の研究を総括し、割合の見方・考え方のよさや必要性を実感できるような「割合」の指導の在り方について検討してきた。中学校数学科の4領域において授業を実践し、ワークシート等の分析を通して、生徒が割合の学習の際につまずくポイントをまとめた。また授業実践を通して、各領域で割合を使わなければならない状況や割合でなければ適切に比べられない状況を意図的に与えることで、生徒は課題解決の際に割合を用いることに価値を深く認識するようになって分かった。様々な単元で割合を用いた指導を行い、その積み重ねでようやく割合の習熟に繋がるということが分かった。

今後は、これまでの研究の成果を第103回全国算数・数学教育研究(埼玉)大会で発表する予定である。また、学習指導要領の内容を踏襲した授業の在り方について研究していく予定である。

(文責 大田区立羽田中学校 諏佐 佳典)

確率統計委員会

データを自ら収集し、活用する力の育成
—「D領域:データの活用」の授業提案—

今年度は、地球温暖化を考える一つの方法として、東京都のある地点における気温のデータをまとめ、結果を分析する、という授業を考案した。

この授業は、D領域:「データの活用」の3年間のまとめと位置付けて行う。というのも、実際に社会でデータをまとめる際には、必要となるデータを選択することや、適切な方法でまとめることが求められるからだ。地球温暖化は、天気予報等で生徒達も一度は耳にしたことのある話題である。生徒達にとって、地球温暖化の実感は無いかもしい。しかし、保護者世代では夏や冬の気温の感覚が今とは異なり、温暖化を実感している人は多いはずだ。そこで本当に温暖化が進んでいるのかを、100年分の気温のデータをもとに分析させていく。分析するために必要な気温や分析するための適切な方法は生徒達に選択させる。これからも、確率統計分野に限らず生徒が興味関心をもつような教材を開発していく。

(文責 国分寺市立第五中学校 橋本 麻衣子)

評価委員会

新学習指導要領における評価のあり方について
～「主体的に学習に取り組む態度」の

観点についての評価の考察・提案～

本委員会では、継続して「新学習指導要領における評価のあり方について」というテーマで研究を行い、今年度は「主体的に学習に取り組む態度」の観点についての評価を研究して、誌上発表を行いました。

国立教育政策研究所の参考資料にあった事例を基にして授業実践を行い、そこで得られた生徒の「生」の声をもとに、「主体的に学習に取り組む態度」の観点についてどのように評価をしていくかについて考えました。評価をする際にルーブリック（評価基準表）を作成することで評価を明確に行うことができました。

次年度に向けては、ルーブリックを事前に生徒に示した際の反応の評価方法、ルーブリックの改善方法、単元ごとの評価計画等について研究を進めていき、新学習指導要領での適切な評価が行えるようにしたいと思います。

（文責 江戸川区立小松川第一中学校 湯浅 浩）

導入法委員会

「等式の変形」の指導法の提案

今年度は、第2学年第1章における「等式の変形」の指導についての研究を行いました。

「等式の変形」の指導においては、指導内容が「等式の変形」の技能面に偏りがちで、等式を変形する必然性や必要性、意義を生徒が実感しにくいのではないかと考えました。そこで、都内各校にご協力をいただき、「等式の変形」の授業を終えた中学2年生を対象としてポストテストを実施しました。ポストテストの結果から、等式を変形する必要性を問う問題（式変形の操作を必要としない問題）の正答率が16.7%と著しく低いことがわかりました。

これを受けて本委員会では、お金を貯めることについて4つの数量を使って考える場面を設定し、目的に応じて式変形をするよさを実感できるような指導案を作成しました。令和3年度に授業研究を行い、ポストテストにおける前述の問題の正答率が6割を超えることをねらう。本委員会では、これからもさまざまな領域を扱いながら、さらなる教材開発や指導法の工夫を提案していきます。

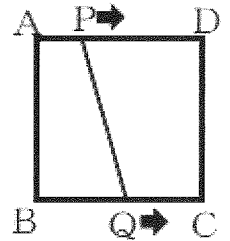
（文責 世田谷区立上祖師谷中学校 石川 寛樹）

関数委員会

第2学年 関数の利用における指導法の改善

本年度は、これまでの研究を受けて、第2学年においてICT機器を活用して課題を視覚させたり、問題解決の道具として使ったりすることに焦点を当て、これまで作成した各学年の「関数の利用」の指導を見直すことにしました。

関数の利用場面で、正方形の辺上を2点が往復運動することでできる図形を考える課題において、ICTの活用を視点におき指導改善を行いました。



課題の特徴は、点P、Qの動きを把握し、多角形ABQPの形の変化をとらえるためにグラフが有効であることを実感させる課題とし、指導の流れは、グラフを利用して点P、Qの動きをとらえさせ、表、グラフ、式を相互に関連付けて問題解決させるものとなりました。

GeoGebraで作成したコンテンツでは、4点A、B、Q、Pで囲まれた図形で、どのような形になるのかを考えるためにP、Qの2点を自由に動かすことができるようにし、GCで作成したコンテンツは、興味関心を高め、2人から4人の班での話し合いを活発にし、生徒の思考の助けとしました。

今後はこれまでの研究をもとに、関数の指導計画をよりよいものに改善したいです。また、関数指導にICT機器を取り入れつつ、数学的に解決できる能力を養えるような指導計画の改善や指導案の作成を行い、実証的に研究を進めていきたいです。

（文責 北区立滝野川紅葉中学校 小高 洋平）

指導法委員会

今年度まで活動を休止しておりましたが、来年度は活動を再開し、これまでの研究を深めていく予定です。これまでの研究では、「深い学び」を目指し、生徒の学習感想から“学びが深まっているかどうかを見取る視点”について考えました。そして、3学年の問題解決型授業において、「身に付けさせたい数学的な見方・考え方」、「予想される学習感想」をまとめた一覧表を作成しました。

今後は、“学習感想から学習状況を見取る視点”について、新学習指導要領の評価の観点別に再検討し、前述の一覧表を1、2学年分についても作成し、評価に生かす方法を検討していきます。

（文責 足立区立谷中中学校 古庄 恵実）

中学校における「割合」の指導について ～各学習領域の授業分析を通して考える～ 教育課程委員会

1. 研究の経過

本委員会では、中学校数学科の4領域において、割合の見方・考え方を生かせる内容や割合を扱う指導において難点といわれる内容等を取り上げ、指導案作成、授業実践と分析を行ってきた。授業構成を練るに当たり本委員会では、割合指導の場面に限定し、「内容」面を、①割合の意味を知る活動 ②割合を求める、割合で求める活動 ③割合を読み取る活動 ④割合を利用する活動 に分類した。

- ・「関数」領域 第2学年「1次関数」の利用(H25～)(③、④)
- ・「図形」領域 第1学年「平面図形」のおうぎ形の弧の長さや面積を求めること(H26～)(②)
- ・「資料の活用」領域 第2学年「確率」の導入(H28～)(①、④)
- ・「数と式」領域 第1学年「文字と式」の計算、「方程式」の比例式(H30～)(④)

2. 「数と式」領域における授業実践と分析

指導案A・Bに基づき授業実践、分析を行った。

〈指導案A〉では、割合を用いた数量を文字式で表し、逆に文字式がどのような数量を表しているのかを読み取ることをねらいとした。授業では、3割の利益をつけた商品を3割引で売った場合の損得を考える問題を提示した。解答した生徒の多くは、100円などの具体的な値で確認し、次に文字を用いて考えることで、割合の再学習をするとともに、一般的に考えることのよさについて知る機会となった。しかし割合についての理解が不十分な生徒にとっては解答が難しく、白紙となる生徒も多く見られた。解答しても、「 $100+30-30=100$ 」のように、割合をそのまま足したり引いたりするなど、誤った活用をしてしまい、割合の意味を理解できていない様子が見られた。この授業により、割合について考えることがいかに難しいのかを改めて実感することとなった。今回の授業実践をとおして、教師は意図的に文字を使って考えることを取り上げ、生徒に文字を使うことのよさを気付かせるようにすることが大切である。

〈指導案B〉は比例式を導入する場面で、割合を「分数」や「比」の形で表したりしながら、課題解決を行う。その学習過程をとおして、比例式の導入をスムーズに行うとともに、割合の理解を深めることを目的とした。授業では、小麦粉200gと砂糖120gのクッキーと同じ甘さのものを、砂糖90gで必要な小

麦粉の量を求める問題を提示した。「差でくらべるのか、割合でくらべるのか」「割合でくらべると判断しても、何をもとにする量にするのか」に混乱する生徒の様子が見られた。このような生徒達に対して「もともになる量は何ですか」や「量の差ではなく、割合でくらべなければならないのはなぜですか」という発問を行うことにより、割合の考え方を復習することができた。また、比例式を方程式に帰着させて課題解決を行うことで、方程式との学習のつながりを意識させることができ、割合と方程式の理解を相互に深めることが期待できると考える。

3. 研究の成果と課題

8年間の研究をとおして得られた成果として、割合を扱う学習における生徒のつまづきを大別すると、次のようになると考えた。

- ・何がもとにする量で、何がくらべる量なのか
 - ・差でくらべるのか、割合でくらべるのか
 - ・問題の文脈における割合そのものがもつ意味
- これらの判断に課題があるということがわかった。

しかし、学習指導要領上、割合の素地的な学習指導は、小学校で一通り完結しているときみなされ、中学校の学習での主要な指導内容であるとは言い難い。しかもその内容は、学習が進むにつれ抽象性が増し、もともと割合についての理解が不十分な生徒にとっては、割合の再学習まで至らないという事態が見られた。日常生活や社会で、割合を用いて問題解決することは多いが、割合の考え方そのものに時間を割くことは難しいという点も課題である。

本研究を通して、全ての領域で適切な場面設定を与えれば、生徒は既習事項をもとに、割合の見方・考え方を働かせる学習を実施することができると分かった。主たる学習内容の指導の理解促進を図るために割合の見方・考え方を効果的に活用し、割合の見方・考え方のよさを感じ得る授業展開を行うことで、生徒の割合への苦手意識を軽減させていく必要があると考える。もちろん、数回の授業で割合の考え方を定着させるのは難しく、これまでの実践の積み重ねで、割合の習熟に繋がる。そのことを、我々教師は意識して授業を実践していかなければならない。

(文責 大田区立羽田中学校 諏佐 佳典)

他に、関数委員会と確率統計委員会が誌上で発表をいたしました。

令和2年度 調査研究報告「数学教育推進にかかわる実態調査」

— 授業授業の改善のために —

調査部部長 江戸川区立葛西第二中学校長 植木 清

1 調査の概要

(1) 調査の目的

令和2年度の中学校における数学教育推進上の諸課題等や、数学科教員の意識等についての調査を行い、今後の数学授業の改善に役立てる。

(2) 調査方法

都内全公立中学校(義務教育学校含)613校の数学科教員が回答するアンケート方式で実施した。設問数は全9問である。回答校数は606校で回答率は99%であった。

2 調査結果の概要(各設問の結果について)

【設問1】自校の数学科の課題

「①ICT機器を活用した授業」、「②数学的活動を取り入れた授業」、「③言語活動を充実させた授業」が年々減少傾向にあったが令和2年度は増加している。これは、全生徒に配布されるタブレットの活用方法、「主体的・対話的で深い学び」の実現のための授業改善について、教員が課題意識をもつようになったと推察できる。「⑥数学的な見方・考え方を働かせる指導」においては、約半数の学校が課題と捉えている。

【設問2】授業力を高めるために研修したい点

「②興味・関心を高めるICTの活用」、「⑦新しい学習指導要領に沿った授業づくり」が、令和2年度に増加している。タブレットの活用方法や「主体的・対話的で深い学び」の実現のための授業改善等の授業力を高める研修が必要である。

【設問3】数学的活動を取り入れた授業内容

最も多かった回答は、「①教科書の各章の導入課題を利用する」で71.1%であった。

【設問4】授業で活用するICT機器

調査結果から、ICT機器・ソフトが急激に普及していることがわかる。しかし、「⑦パソコンやタブレット端末(生徒用)」は他に比べて非常に低い。令和3年度は、普及が進み増加するものと思われる。

【設問5】ICT機器を活用した授業の頻度

ICTを活用した授業を「①毎時間行っている」が大幅に増加し、「⑤ほとんど行っていない」が大幅に減少した。ICT機器・ソフトの普及が地区によって差があるが確実に普及していると推察される。

【設問6】「四分位範囲」「箱ひげ図」の指導

2年間でだいぶ解消されているが、8割以上の学校が指導に不安をもっていることがわかる。

【設問7】「数学的活動の一層の充実」に取り組む上で今後研究したい内容

「⑤数学的活動の評価方法」が大幅に増加した。これは、令和3年度以降の評価の観点「主体的に学習に取り組む態度」の評価方法に不安を感じている教員が多いと考えられる。今後、評価に関する研修、研究にも各地区、各研究会で取り組んでいく必要がある。

【設問8】4月・5月の臨時休校中におけるネットを通じた数学(オンライン授業)の学習内容

最も回答が多かったのは「④ホームページに課題をアップした一方通行の学習提供」であった。オンライン授業、動画配信、ネットを通しての課題の配布・回収・質問の受付等については、各地区のICT環境が異なること、教員のICT技術力不足、各家庭のICT環境の課題から難しかったと考えられる。

【設問9】観点「主体的に学習に取り組む態度」評価

「②ノートやワークシートの記述内容に基づいた評価」が73.3%と最も高く、他と比較して、具体的な要素が多いため評価しやすいと考える教員が多いことが推測できる。また、「④定期考査や単元別テストなどペーパーテストによる評価」が22.3%と低く、この観点の評価をペーパーテストで行うことは難しいと多くの教員が考えていることが分かる。調査からどう評価したらよいか、頭を悩ませている教員は少なくないと考えられる。

3 まとめ

現在、「主体的・対話的で深い学び」の実現のための授業改善、数学的活動を取り入れた授業、ICTを活用した授業、若手教員を含めた授業力の向上、多様化する生徒への支援など多くの課題がある。今年度、4月・5月が臨時休校となり、オンライン授業等の課題が浮き彫りになった。また、観点「主体的に学習に取り組む態度」の評価についても課題がある。今後も授業改善に結びつく実態調査を行っていききたい。

回答いただいた各校の先生方、各地区で調査問題の配布と集計を担っていただいた連絡理事の先生方の多大なるご協力によって、本調査を報告することができたことを感謝申し上げます。