

自問する数学の授業

— 数学的活動の充実を図る授業モデルを通して —

Class of the mathematics to ask itself about

—Through a class model planning improvement of mathematical activity—

島内 啓介

Keisuke SHIMANOCHI

概 要

TIMSS2015 の結果が公表され、我が国の子供は国際的に見ても上位に位置している。しかし「算数・数学は楽しい」「日常生活に役立つ」などの学習意欲や情意面では、過去の調査と比較すると改善傾向にはあるが、依然国際平均とは開きが大きい。そこで、数学の学習において、子供の情意面をよりよく改善するために、教師が考えなければならないことを学習指導要領における教科の目標の変遷に目を向けながら指摘する。

キーワード：数学的活動、学習指導要領、目標の変遷

Abstract

The results of TIMSS 2015 are announced, and the children of our country are located at the top even internationally. However, in terms of learning motivation and emotion such as "Mathematics is fun" and "It is useful for everyday life", although there is an improvement tendency compared with the past survey, it is still open to the international average. So, in mathematics learning, to improve children's emotional aspect better, point out what we have to think about by looking at the change of the objectives of the course in the curriculum guidelines.

Keyword : Mathematical activity Course of study The change of the aim

目 次

- 1 はじめに
- 2 数学的活動の充実
 - 2.1 平成 10 年度改訂学習指導要領
 - 2.2 平成 20 年度改訂学習指導要領
- 3 自問する授業とは
- 4 おわりに

1 はじめに

平成 28 年 11 月に公表された TIMSS2015 の数学の結果（図 1）によると、前回調査と比較して 550 点未満の生徒の割合が減少し、550 点以上の生徒の割合が増加し、2003 年調査以降、550 点以上の生徒の割合は増加傾向にあり、得点をみると、我が国の生徒たちの学力は高く、また前回調査と比べて平均点も優位に上昇していることがわかった。

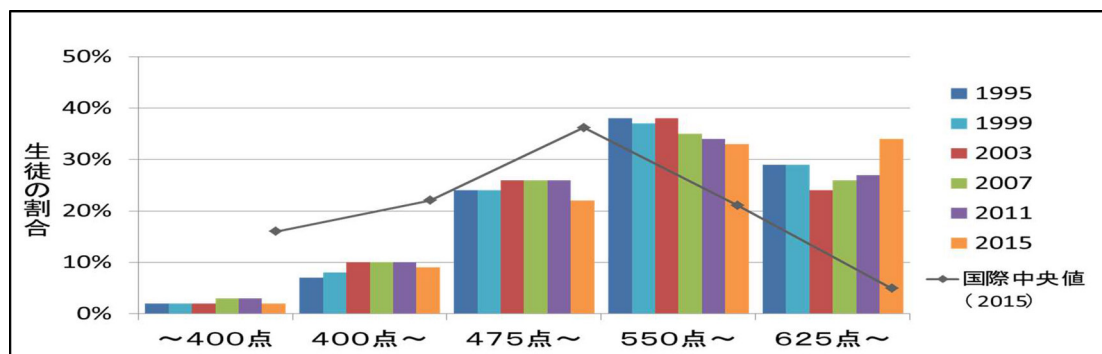


図 1 TIMSS2015 得点分布

一方、「算数・数学は楽しい」（図 2）と思う子供の割合は増加し、中学校においては、国際平均との差が縮まっている傾向が見られるが、「算数・数学は得意だ」（図 3）と思う子供の割合は大きな変化がない。さらに中学校においては、「数学が日常生活に役立つ」（図 4）「将来、自分が望む仕事につくために、良い成績をとる必要がある」（図 5）と思う生徒の割合が増加し、国際平均との差が縮まっている傾向が見られるが依然として、大きな差があり、学習意欲や情意面では徐々に改善はされているものの、依然として課題があるといえる。

そこで、本稿では、その課題を解決していくために、まずは、徐々に改善している点に注目しながら、数学の学習の情意面の課題解決に向けて教師が考えなければならない点を指摘していきたい。

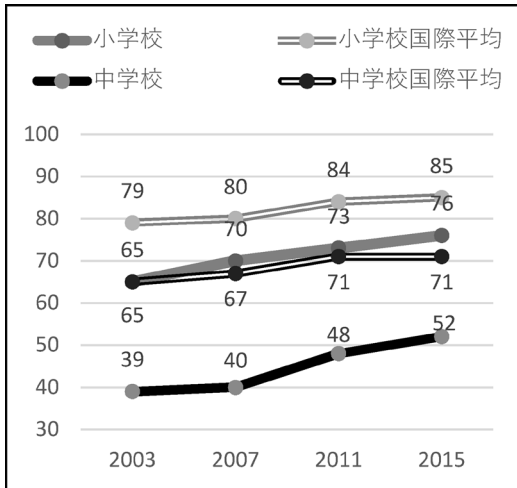


図2 算数・数学は楽しい

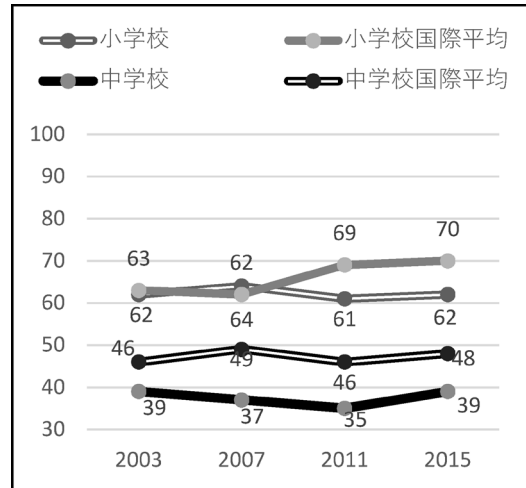


図3 算数・数学は得意だ

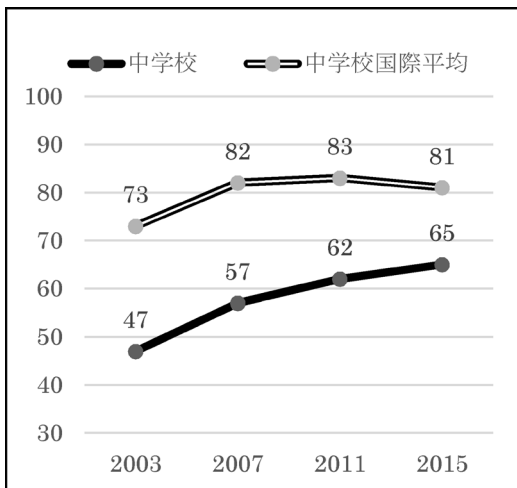


図4 数学が日常生活に役立つ

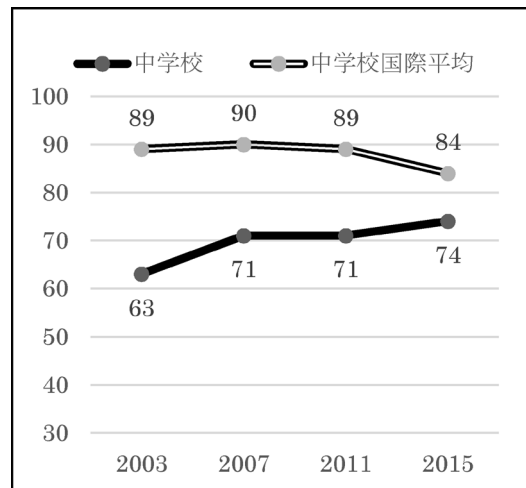


図5 将来のために良い成績をとる必要がある

2 数学的活動の充実

図2～5でもわかるように以前から特に中学校数学に関して「点数はとれるが意欲がない」「数学の学習は役立たない」と考えている生徒が多いといわれてきた。実際、筆者自身が中学校現場で指導している際にも同じような生徒が多く、数学の学習で意欲を高めるような工夫をしてきた。当然、各学校で教師は問題解決学習などを行い、徐々に改善に努めてきた。その改善を一気に進めるきっかけになったのが教科の目標の中に「数学的活動」が取り入れられたことである。

2.1 平成10年学習指導要領改訂

平成10年学習指導要領改訂における数学の目標は以下の通りである。

数量、図形などに関する基礎的な概念や原理・法則の理解を深め、数学的な表現や処理の仕方を習得し、事象を数理的に考察する能力を高めるとともに、数学的活動の楽しさ、数学的な見方や考え方のよさを知り、それらを進んで活用する態度を育てる。(下線 筆者)

この改訂において「数学的活動の楽しさ」という文言が目標に付け加えられた。その理由として、中学校学習指導要領(平成10年12月)解説数学編では「今回の改訂では、目標に『数学的活動の楽しさ』が付け加えられた。これは、教課審答申の算数・数学の改善の基本方針に『実生活における様々な事象との関連を考慮しつつ、ゆとりをもって自ら課題を見つけ、主体的に問題を解決する活動を通して、学ぶことの楽しさや充実感を味わいながら学習を進めることができるようにすることを重視』するとあるのを受けたものである」と説明されている。

また、根本(1999)は「教育課程の実施状況調査やIEAの調査結果などを直視し、数学の学習を通して、数学のよさ、美しさ(審美性など)を生徒が感得し、それによってこれまで以上に数学を学ぶ楽しさが分かるようにしようとする。これが実現できるように目標を改善したのである。」と述べている。

平成10年学習指導要領改訂当時のIEA(国際教育到達度評価学会)が実施した中学校2年生を対象にした意識調査結果は以下(表1)のように、国際平均値とは大きく開きがある。

表1 IEA 調査結果

		「好き」「大好き」	「楽しい」	将来数学を使う 職業に就きたい	生活の中で大切
H7	日本	53%	46%	24%	71%
	国際平均	68%	65%	46%	92%
H11	日本	48%	38%	18%	62%
	国際平均	72%	—	—	—

(— 調査せず)

以後約10年間「数学的活動の楽しさ」を生徒が感じることができるような指導が模索された。しかし、授業時間数の削減などの影響もあり、十分に目標の趣旨を踏まえた指導ができたとはいえない状況であった。

2.2 平成20年改訂学習指導要領改訂

平成10年改訂においても重要視された「数学的活動」が平成20年改訂においても重要視されている。この点は様々な要因が考えられるが、その一つとして平成20年1月に発表された中央教育審議会答申の数学科の改善の基本・方針が大きく関わっている。そこでは、「算数・数学科については、その課題を踏まえ、小・中・高等学校を通じて、算数的活動・数学的活動を一

層充実させ、基礎的・基本的な知識・技能を身に付け、数学的な思考力・表現力を育て、学ぶ意欲を高めるようにする」(下線筆者)と指摘されている。数学的活動を充実させることで、

- ① 基礎的・基本的な知識・技能を身に付けること
- ② 数学的な思考力・表現力を育てること
- ③ 学ぶ意欲を高めること

の3点を求められ、以下のように教科の目標が改められた。

数学的活動を通して、数量や図形などに関する基礎的な概念や原理・法則についての理解を深め、数学的な表現や処理の仕方を習得し、事象を数理的に考察し表現する能力を高めるとともに、数学的活動の楽しさや数学のよさを実感し、それらを活用して考えたり判断したりしようとする態度を育てる。(下線 筆者)

目標の先頭に、「数学的活動を通して」とあることが大きな変化である。それに加えてこの改訂においては、数学的活動を教育内容として明らかにして、従来の内容領域に加え、それとは別の次元として新たな内容領域として設定し、それを図6のように縦軸(数学的活動)・横軸(4つの領域)の関係になるように位置づけている。

実際、学習指導要領解説(以下「解説書」という)では具体的な数学的活動の事例が数多く示され、各教師が授業を行う上では参考になっている。

解説書では、数学的活動とは「生徒が目的意識をもって主体的に取り組む数学にかかわりのある様々な営み」と示され、数学的活動の枠組みを構成する3つの活動として

- ア 数や図形の性質などを見いだす活動
- イ 数学を利用する活動
- ウ 数学的に説明し伝え合う活動

が示されており、教科の目標を達成するためには当然「数学的活動」の充実が必要不可欠となった。

このように教科の目標において「数学的活動」の充実を求められてきたが、実際学校での指導も変化してきている。前述した図4にあるように「数学が日常生活に役立つ」ということを生徒に体感させるには、実生活との関連を図りながら数学的活動を通した指導を充実する必要がある。例えば全国学力・学習状況調査の学校質問紙調査に次のような質問がある。「数学の指導として、実生活における事象との関連を図った授業を行ったか」という質問に対しての平成19年度調査と平成28年度調査結果を比較してみる。

調査結果を次の図7に示したが、平成19年度調査では行っていると回答している割合が48.9%に対して、平成28年度調査では68.6%と約20ポイント上昇していることがわかる。

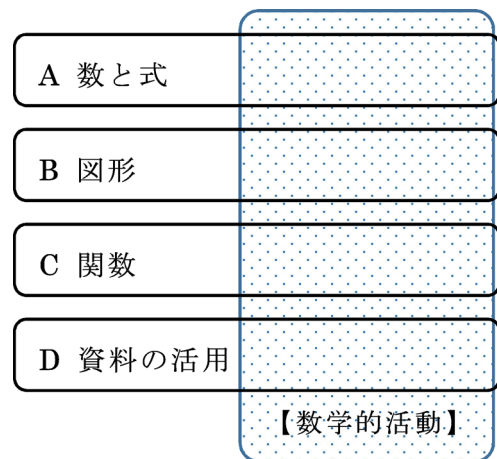


図6 領域の関係

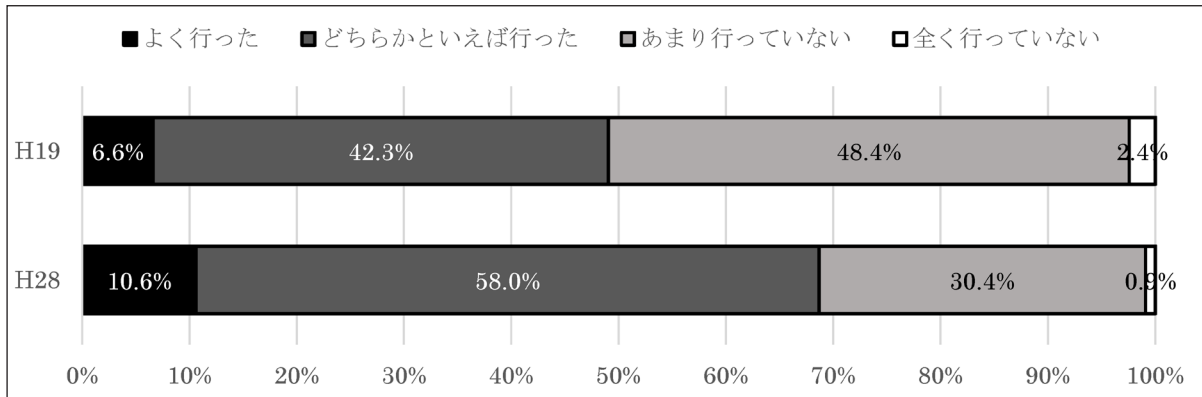


図7 実生活における事象との関連を図った授業

明らかに平成28年度調査結果を見ると、実生活における事象との関連を図った授業を行っている学校の割合は増加しており、このことはTIMSS2015での「点数はとれるが意欲がない」「数学の学習は役立たない」などの質問項目において改善した要因の1つであると考えられる。

3 自問する授業とは

生徒の情意面を改善するためには、より一層数学的活動を充実したものにしていくことが必要なのは、教科の目標の変遷から理解できる。そのために実生活との関連を図りながら前述した3つの枠組みを各学校、各教師が試行錯誤し授業実践していることも調査結果にも現れている。そこで、今後より一層数学的活動を充実させるために、具体的にはどんな点に注意をして授業を行えばよいか課題となる。

数学的活動は「生徒が目的意識をもって主体的に取り組む数学にかかわりのある様々な営み」であり、生徒が「目的意識をもって主体的に取り組む」ことが重要である。今後、より一層、「数学は楽しい」や「数学は役に立つ」と心底思える生徒を育成するには、生徒が「目的意識」を持つことと「主体的に取り組む」ことが必要である。「目的意識をもって主体的に取り組む」ことを解説書では、「新たな性質や考え方を見いだそうとしたり、具体的な課題を解決しようとしたりすること」であり、数学的活動を通じた指導は、各領域において行われる必要があると指摘している。生徒が「新しい性質を考えようとする」ことや「具体的な問題を解決すること」は勿論大切な活動であるが、活動する前にはそのきっかけが必要である。

その点について、永田(2012)は具体的に子供自身が

- (1) 「なぜだろう」と疑問を持つこと
- (2) 「もしかしたら」と予想を立てること
- (3) 「こうすれば」と方針を立てること
- (4) 「それならば」とその結果や過程を評価・改善すること

とまとめている。子供自身がどうすればよいかという視点でまとめられ、非常にわかりやすいし、授業の中で(1)～(4)のような場面を設定することができれば生徒が「目的意識をもって主体的に取り組む」ことができるということである。

さらに (1)～(3) については、生徒自身が自ら「問い」を持たなければ起こりえない活動である。

ボルノー (1978) は「人間とは問う存在である」さらに「人間は世界に開いた存在として、問うことができ、また自分の問いに答えることによって自分の世界を広げることができる」と述べている。さらにボルノーは、人間の問いは「インフォメーションの問い」と「内省の問い」があり、「インフォメーションの問い」とは未知の情報を求める「問い」であり、「問いは絶え間なく続行され、どのような答えも新たな問いを可能にする。問いすすめる可能性が一度見いだされるやいなや、絶えず一つの問いから他の問いへ進み、問いへの渇きはけっして静まることはない」と述べている。また、「内省の問い」とは「自らの問いの中で自らを振り返る問いである」と述べている。

ボルノーの主張するように「人間とは問う存在」であるとすれば数学の授業においても生徒の「問い」が生まれるような工夫をすればよいことになる。そこで今回、主体的に目的意識を持つことを前提として前述の (1)～(3) のような「問い」を生徒自らの「自問」と呼ぶことにする。ボルノーのいう「問い」は2種類であるが、生徒が目的意識をもつことと主体的に取り組む観点を明確にするためまずは生徒自身の問いとして今回は「自問」を考える。「自問」には2つの要素が考えられる。

一つ目は、生徒がこれまでに獲得した数学の知識への「問い」である。現在の課題はこれまで獲得しているどの知識や項目と類似しているか、または関連しているかを自らに問うことである。

二つ目は、生徒がこれまで授業等での学習した体験への「問い」である。どのような考え方をしたのか、仲間とどんな話し合いをしたのかなど数学の知識以外の部分の学習した体験へ自ら問うことである。

ここで大切なことは前述 (4) の評価・改善であり、授業でどんな数学の知識を獲得し、体験をしたのか確実にふり返りをさせる必要がある。振り返りが不十分であればここでいう「自問」は生まれない。

そこで、今回考える「自問」とは「自らの数学の知識や数学を学習した際の経験に対しての自らの問い」と考え、「自問する数学の授業」の大まかな授業構成を以下のように (図8) のように考えていくことを提案したい。

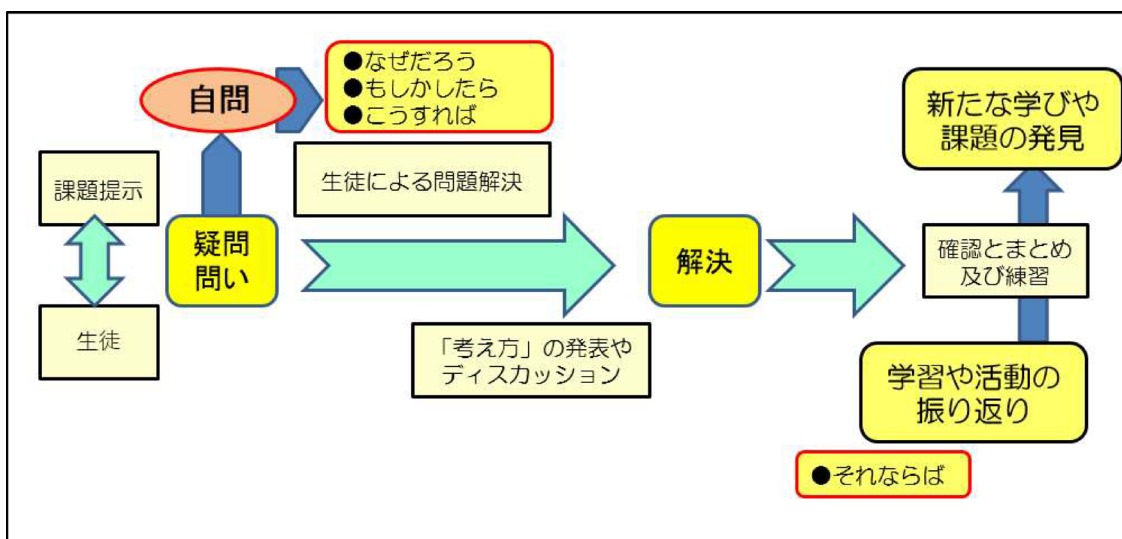


図8 生徒が自問する数学の授業モデル

新たに提案する授業モデルの大きなポイントは2つある。

1つ目は「自問」である。通常授業では解決していく課題がありそれを解決する問題解決の形で進む。そこで生徒が「なぜだろう」「もしかしたら」「こうすれば」というこれまでの数学で学んだ知識や習得している知識、または、数学の授業での学習した体験等を踏まえ、解決のためにはどうするかを「問う」必要がある。この行為が「自問」であり、「自問」することで初めて「目的意識をもって主体的に取り組む」学習が行われるはずである。そのため、教師は「自問」が生まれるような課題を提示する必要がある。

2つ目は「振り返り」の重要性である。「自問」は生徒自らが獲得した知識や授業等で学習した体験に問いかけることを考えており、そのためには1時間の学習を終えて、生徒自らに「何を学んだのか」「何ができるようになったのか」「どのような学習を体験したのか」を明確に意識させる必要がある。そのため授業における振り返りは非常に重要な活動であるといえる。生徒にとって重要であるだけでなく、この振り返る活動を通して、生徒の学習状況を教師が確認し、より効果的な課題提示が可能となるはずである。

さらに、生徒が「自問」するためには、授業で提示される課題も大切であるが、教師の生徒への問いかけ（発問）が何よりも大切であると考え。根本（2014）は、『『百円硬貨と五十円硬貨が99枚あります。全部で七千円です。このとき、百円硬貨と五十円硬貨はそれぞれ何枚でしょう』という連立方程式の問題があるとする。この通りいわれてもあまりやる気がしないが、『百円硬貨と五十円硬貨99枚で七千円を作ることができるでしょうか』と問いかけられたらどうか。大分違うと思うのです。生徒も既に準備されている答えを見つけてくださいというのでは面白くないでしょう。彼らの心に訴えて『できるかどうかやってみよう』『できるなら、できることをどうすれば主張できるか考えよう』のように知的好奇心を呼び覚ますことが重要である」と述べている。このように教師の発問によって、生徒が主体的に、あるいは目的意識をもって取り組むことができるようになる。まずは、授業での教師の発問をしっかり考えていくことが必要である。発問を考えるためには、勿論、生徒の授業時点の学習の成果等を把握しておく必要はあるだろうし、授業で扱う課題の持つ意味や、課題をどのように発展させて考えるかなど、教師自身の数学教育観も重要になってくる。

4 おわりに

今回まずは、数学の授業での発問の重要性を指摘し、簡単な授業モデルの提案をした。提案した授業は生徒の「自問」から解決過程が開始されるため、必然的に主体的な活動となり、現在課題となっている「情意面」の改善には有効であると考え。勿論これだけでは不十分であり、例えば、授業で扱う課題の条件、どのような課題によって生徒の「自問」が生じるのか、またその提示方法や教師の発問など、明らかにしなければならないことは数多くあるが、今後徐々に明確にしながらより一層数学的活動が充実するように提案していきたい。

岡本ら（2014）は、生徒の問いを軸とした数学授業、その授業構想・構成の中で以下のような授業構成のフレームワークを提示している。

Stage 1 教師によるオリエンテーション、動機づけとしての数学的活動

- Stage 2 生徒による「問い」の記述とその共有
- Stage 3 生徒の「問い」を基にした学級としての「学習主題」の設定
 - ① 教師主導による「主題」の設定
 - ② 生徒主導による「主題」の設定
- Stage 4 「学習主題」の協働追求と解決、まとめ
- Stage 5 定着のための練習
- Stage 6 残された「問い」への対応と新たな「問い」

示されたフレームワークは、図8で示した授業モデルと近いものがあり、今後このフレームワークも参考にしながら、さらに「自問する数学の授業モデル」をさらに具体化し、授業モデルやより詳細な生徒に提示する課題等を示していくことができればと考えている。

次期学習指導要領では、数学的活動を「事象を数理的に捉え、数学の問題を見だし、問題を自立的、協働的に解決し、解決過程を振り返って概念を形成したり体系化したりする過程」と改めて定義をして、生徒がどのように学ぶかを明らかにし、「主体的な学び」、「対話的な学び」、「深い学び」の3つの視点が大切にされようとしている。3つの視点は数学的活動を充実する上では必要不可欠な要素である。今後、各学校で目指される授業も踏まえながら提案をしていきたい。

引用・参考文献

- 文部科学省、「中学校学習指導要領解説数学編」，東京，大阪書籍，1999
- 根本博，「中学校新教育課程の解説 数学」，東京，第一法規，1999
- 文部科学省，「中学校学習指導要領解説」，東京，東洋館出版，2009
- 文部科学省「平成28年度全国学力・学習状況調査報告書中学校数学」，東京，2016
- 永田潤一郎，「数学的活動をつくる」，東京，東洋館出版，2012
- ボルノー，「問いへの教育」，東京，川島書店，1978
- 根本博，「数学教育と人間の教育」，東京，啓林館，2014
- 岡本光司・土屋史人「生徒の『問い』を軸とした数学授業」，東京，明治図書，2014

