

新たな時代に求められる「数学的に考える資質・能力」を身に付ける生徒の育成

— 数学の学習過程のイメージ図に「学習を調整する視点」を取り入れた授業の展開とその評価 —

豊留洋輔 [鹿児島大学教育学部附属中学校]

追立直也 [鹿児島大学教育学部附属中学校]

榊隼弥 [鹿児島大学教育学部附属中学校]

中野弘章 [鹿児島大学教育学部附属中学校]

Fostering Students Who Acquire the "Qualities and Abilities to Think Mathematically" That Are Required in the New Era: Development and Evaluation of Lessons That Incorporate "Viewpoints of Adjusting Learning" into a Schematic Figure of Mathematical Learning

TOYODOME Yosuke, OITATE Naoya, SAKAKI Junya and NAKANO Hiroaki

キーワード：学習を調整する視点、「What If Not?」（もし〜でなければ）

1 研究仮説

学習過程のイメージ図に「学習を調整する視点」を取り入れた「Society5.0で求められる資質・能力を育成する三つの活動」を充実させることで、「主体的に学習に取り組む態度」をより育成し、また、「What If Not?」を用いた授業の展開を工夫することで評価することができる。

2 研究主題並びに仮説設定について

本校数学科では平成30年度から、「Society5.0で求められる資質・能力を育成する三つの活動」（表1）を次のように捉え、研究・実践を進めている。昨年度は、グランドデザインを作成するために、「学習指導要領における数学科の目標」と「学校教育目標」を基にして、表2のように「本校数学科の目指す資質・能力」を設定した。

表1 Society5.0で求められる資質・能力を育成する三つの活動

読み解き・対話する活動	日常生活や社会・数学の事象を数量や図形及びそれらの関係などに着目し、数学的な問題を見いだす活動。
思考・吟味する活動	学習課題・問題を解決するために、数学的な推論を用いて対話したり、批判的に考察したりして、吟味する活動。
価値を見つけ・生み出す活動	導き出された結果から活用・意味づけさせたり、統合・発展させたりして、新たな問題を導き出す活動。

表2 本校数学科の目指す資質・能力

知識及び技能	日常の事象や数学の事象を数学化し，焦点化するための知識及び技能を身に付けるようにする。
思考力，判断力，表現力等	事象に応じて，他領域を組み合わせ考察したり，数学的な表現を関連付けて簡潔・明瞭・的確に説明したりする力を養う。
学びに向かう力，人間性等	日常の事象や数学の事象へと新たな問題を見いだす態度を養う。

これまでの2年間の研究で，様々な成果を挙げることができたが，問題解決の過程を振り返って評価・改善しようとすることや「学びに向かう力，人間性等」に着目した授業をデザインする手立てが少なかったこと，評価の方法が明確でなかったため，指導と評価の一体化が不十分だったことなどの課題も残った。

これらの課題から，問題解決の過程において，自らの考えを振り返り，評価したり，改善したりする工夫を行うことによって，主体的に学習に取り組む態度の育成を目指していきたい。

そのためには，まず，正しく理解したり，他者と対話したりして自己の考えを広げ深める活動である「読み解き・対話する活動」を充実させていきたい。具体的には，見通しをもたせ，日常生活や社会，数学の事象を数学化したり，数学化した問題を焦点化させたりしたい。

そして，解決した過程で得られた考え方を振り返り，よりよくするための活動である「思考・吟味する活動」を充実させていきたい。具体的には，振り返ることができる場面を設定し，生徒が問題解決の過程を客観的に振り返り，必要に応じて確認・修正しながらよりよい問題解決をさせたい。

最後に，解決して得られた解（唯一解・最適解）などを生かして新たな価値を創造していく活動である「価値を見つけ・生み出す活動」を充実させていきたい。具体的には，生徒が導き出された結果を統合・発展するなどして，自己の学習を省みて，学んだことを次に生かし，つなげられるように新たな問題を導かせたい。これらの三つの活動を充実させることが，本校数学科の目指す資質・能力の育成につながると考える。

そこで，今年度は副主題を「数学の学習過程のイメージ図に学習を調整する視点を取り入れた授業の展開とその評価」と設定し，「新たな時代に求められる『数学的に考える資質・能力』を身に付ける生徒の育成」の3年次として研究・実践を進めていくことにした。

3 研究の構想について

3.1. 主体的に学習に取り組む態度とは

「学びに向かう力，人間性等」は，国立教育政策研究所によると「主体的に学習に取り組む態度」として観点別評価を通じて見取ることができる部分と，観点別評価や評定にはなじまず，一人一人のよい点や可能性，進歩の状況を個人内評価を通じて見取ることができる部分があると説明されている。また，「主体的に学習に取り組む態度」については，「粘り強い取組を行おうとする側面」と

「自らの学習を調整しようとする側面」という二つの側面から評価することが求められている。

本校緒論「新たな時代を豊かに生きる生徒の育成」（2021）では、本校の主体的に学習に取り組む態度を、「興味や楽しさを感じながら目的や目標をもって自分の学習活動を調整して課題の解決に取り組み、その解決に向けて持続的に努力をしている態度」と定義している。そこで、学習指導要領における「学びに向かう力、人間性等」の目標と国立教育政策研究所の「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料に記載されている主体的に学習に取り組む態度の評価規準を基に本校数学科における「学びに向かう力、人間性等」の目標を「日常の事象や数学の事象へと新たな問題を見いだす態度を養う」と整理した。したがって、本校数学科における「学びに向かう力、人間性等」の目標においては、国立教育政策研究所の「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料に記載されている主体的に学習に取り組む態度の育成が不可欠と捉え、研究を進めていく。

3.2. 主体的に学習に取り組む生徒の姿とは

本校緒論「新たな時代を豊かに生きる生徒の育成」（2021）では、学習者が自分自身の学習過程に能動的に関与していくものである「自己調整学習」の理論を基に、自己調整学習方略を取り入れることによって、本校で求める資質・能力の育成を目指した。そこで、本校数学科では、「学習を調整する視点」を表3のように定義した。

数学科において、「コンテンツの視点」をもつことで、数学が日常生活や社会生活において、また他教科の学習やその後の人生において必要不可欠なものであることに気付かせたい。

また、「プロセスの視点」をもつことで、自分の問題解決の過程を評価するために自ら立てた見通しから解決に至るまでの過程を客観的に捉え、改善するために解決の方法などが正しいのか確認・修正させたい。

そして、「リソースの視点」をもつことで、多様な考えを相互に出し合って認め合ったり、取り入れたりすることでよりよい問題解決を実現させ、次の課題に向けた新たな発想を引き出させたい。

表3 本校数学科における学習を調整する視点

コンテンツの視点	数学的な知識及び技能を確実に用いることができるようになったり、数学的な表現を用いて、獲得した知識や自分の考えを既習事項と結びつけて、整理・要約することができるようになったりすること
プロセスの視点	問題解決に向けて解決方法の計画を立て、必要に応じて確認・修正しながら学習を進め、その過程を振り返って評価・改善すること
リソースの視点	生徒同士の多様な考えを認め合ったり、生徒以外の他者の考えを取り入れられたりすること

そこで、本校数学科では、主体的に学習に取り組む生徒の姿を『問題解決のために数学的な知識及び技能を確実に用いることができるようになったり、数学的な表現を用いて関連付けながら考えたりすることができ、数学を生活や学習に生かそうとしている生徒』、『問題解決のために構想や見通しを立て、試行錯誤により解決し、結果を導いた後に、解決の方法や内容、順序を見直したり、自らの取組を客観的に評価したりしようとしている生徒』と捉え、指導の工夫を行っていきたい。

3.3. 主体的に学習に取り組む生徒の育成のために

平成29年度告示の中学校学習指導要領解説数学編において、数学の学習過程のイメージ図が示されており、本校数学科では、Society5.0で求められる資質・能力を育成する三つの活動に対しての手立てを講じ、下の図1のように授業を展開してきた。

今まで行ってきた手立てを「学習を調整する視点」で考えると次のように捉えることができる。

まず、「何を使って・どのような考え方で」と考えさせる手立ては、事象を数学化したり、問題を焦点化したりするために「読み解き・対話する活動」で行ってきた。事象を数学化するために、今まで獲得した知識や自分の考えを、既習事項と結びつけて整理することは、「コンテンツの視点」をもたせていたことになる。また、問題を焦点化するために、目的や目標をもって、解決方法の計画を立てることは、「プロセスの視点」からも考えさせていたことになる。

次に、「三つの数学的な推論」、「批判的な考え」で考えさせる手立ては、伝えたいことを論理的に組み立て、数学的な表現を用いて説明するために「思考・吟味する活動」で行ってきた。伝えたいことを論理的に組み合わせるために、問題解決に向けて、自己の学習を省み、必要に応じて確認・修正しながら学習を進めることは、「プロセスの視点」からも考えさせていたことになる。

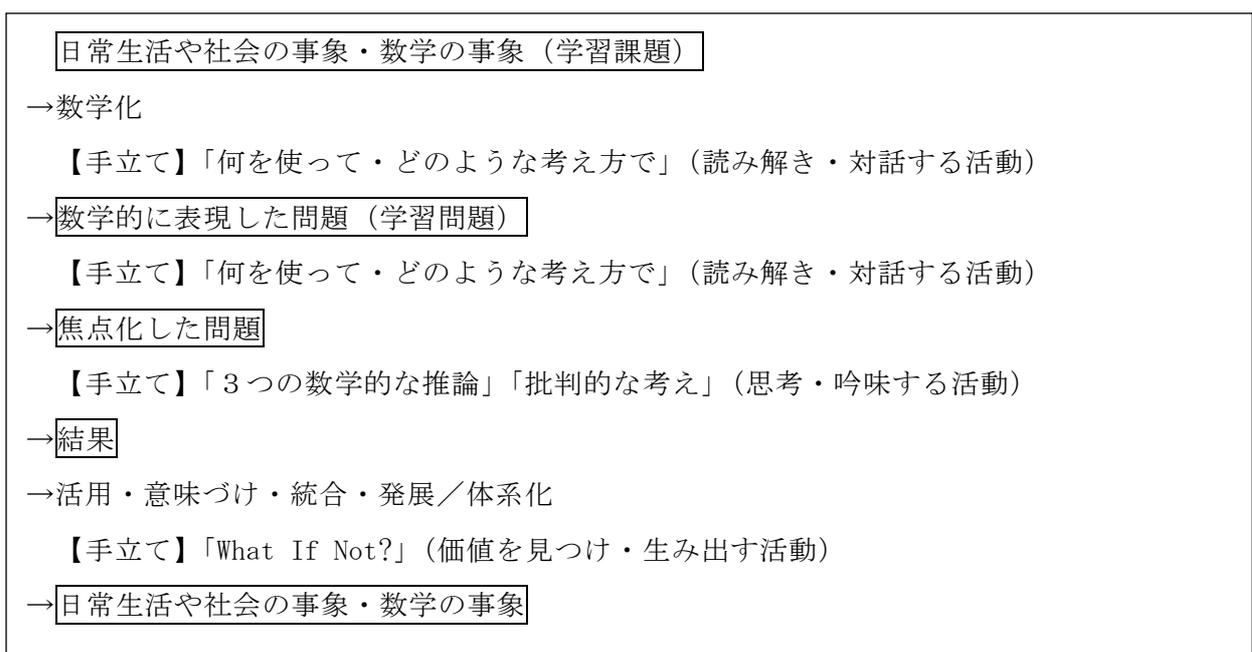


図1 数学の学習過程のイメージ図を基にした授業の展開

そして、「What If Not?」で考えさせる手立ては、新たな問題を見いださせるために「価値を見つけ・生み出す活動」で行ってきた。導き出された結果から活用・意味づけさせたり、統合・発展させたりするために、より深い理解やよりよい考えにつなげられるようにすることは「コンテンツの視点」、また、学んだことを次に生かし、つなげられるようにすることは「プロセスの視点」からも考えさせていたことになる。

最後に、これらの手立てに、ICTを活用したり、他者と関わりながら学びを深めたりすることは、「リソースの視点」をもたせていたことになる。

したがって、今までの手立てにおいても、「学習を調整する視点」を取り入れた「三つの活動」を行っていたと捉えることができる。そこで、今までの研究の手立てを行いつつ、さらに主体的に学習に取り組む生徒を育成するために、「結果」から「日常生活や社会の事象・数学の事象」の過程における「価値を見つけ・生み出す活動」に焦点を当て研究を進めることにする。

ア 主体的に学習に取り組む態度の育成のための「価値を見つけ・生み出す活動」

「結果」から「日常生活や社会の事象・数学の事象」の過程における「価値を見つけ・生み出す活動」において、生徒は、「What If Not?」で条件を変更して考えることができるようになってきた。そこで、さらに自らの学習を調整しようとする「コンテンツの視点」や「プロセスの視点」が働くように「結果」から「日常生活や社会の事象・数学の事象」の過程の部分で学びを振り返り、実際に条件を変更した新たな問題を解く手立てを取り入れたいと考えた。そうすることで、「コンテンツの視点」や「プロセスの視点」をもちながら、生徒が数学的な表現を用いて関連付けて考えたり、今まで学んだ数学を生活や学習に生かしたりすることができるのではないかと考えた。

3.4. 主体的に学習に取り組む態度の評価の方法とは

国立教育政策研究所の「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料によると、主体的に学習に取り組む態度の評価規準は、①数学のよさを実感して粘り強く考え、数学を生活や学習に生かそうとしている、②問題解決の過程を振り返って評価・改善しようとしている、③多様な考えを認め、よりよく問題解決しようとしている、となっている。また、③については、統計に関わる「内容のまとめり」について評価規準を作成することになっている。つまり、これらの三つの態度が身に付いているかどうかについて評価することになっている。そして、「主体的に学習に取り組む態度」を評価する方法は、「一つの問題に対するいくつかの解き方を比較し、自分なりの考察を加えて残した記述を基に評価する例」、「小単元の取組を振り返り、『わかったこと・大切な考え方』や『よくわからないこと・もっと知りたいこと』などについての記述を基に評価する例」、「既習の学習内容を基に解の求め方を考察し、整理したノートの記述を基に評価する例」、「問題を解決するための構想を立てる場面や振り返りの場面での取組の様子を観察し、評価する例」、「学習の内容や方法について個別に面談を行い、面談の内容を評価に生かす例」、このように五つの例が挙げられている。

これらの評価の方法を例に、本研究では、「学習を調整する視点」を取り入れた Society5.0 で求められる資質・能力を育成する「三つの活動」における主体的に学習に取り組む態度を形成的・総合的に評価していきたいと考える。

4 研究の内容

4.1. 「学習を調整する視点」を取り入れた「三つの活動」を充実させる指導の工夫

ア 「What If Not?」による条件の変更（「学習を調整する視点」を取り入れた「価値を見つけ・生み出す活動」）

この活動によって、主体的に学習に取り組む生徒の姿の「問題解決のために数学的な知識及び技能を確実に用いることができるようになったり、数学的な表現を用いて関連付けながら考えたりすることができ、数学を生活や学習に生かそうとしている生徒」と「問題解決のために特定の見方・考え方に固執するのではなく、協働的な学習を通して、多様な視点から捉え、それらを比較するなどして新しい考えを創造しようとする生徒」の育成を目指したいと考えた。このような生徒を育成するために、「What If Not?」で条件を変更して考え、条件を変更した新たな問題を解いてみる必要がある。条件を変更して自ら考えた新たな問題を解くことで、これまでに学習してきた数学的な知識及び技能を確実に用いることができるようになり、数学を生活や学習に生かすことができた実感を得ることができる。図2のように主に「価値を見つけ・生み出す活動」にあたる「結果」から「日常生活や社会の事象・数学の事象」の過程において、数学のよさを実感して粘り強く考え、数学を生活や学習に生かそうとするために、①～④のように「学習を調整する視点」を取り入れ位置付けることにする。

① 問題解決後に、「What If Not?」で条件を変更する

問題解決後に、問題解決の過程を振り返り、「What If Not?」で学習課題・問題のどの条件を変更したいか考えさせるようにする。このようにすることが、新たな考えを得ようとすることにつながる。

② 条件を変更した内容を共有・比較する

条件を変更した内容をペア・グループ、または全体で共有・比較するようにする。このようにすることが、自らが考えなかった新たな条件の変更に気付くことにつながる。

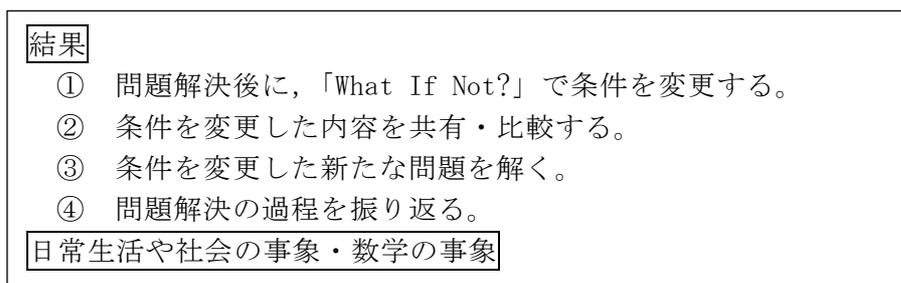


図2 「結果」から「日常生活や社会の事象・数学の事象」の学習過程

表4 「What If Not?」で条件を変更する視点

学習指導要領に記載されている新しい知識を得る視点	生徒に与える「What If Not?」で条件を変更する視点
① 他に分かることがないかを考えること。	求めるものを変更すること。
② 問題解決の過程を振り返り、本質的な条件を見だし、それ以外の条件を変えること。	問題の条件は変えずに、数値（形）を変更すること。
③ 問題の考察範囲自体を広げること。	問題文を変更すること。
④ 類似な事柄の間に共通する性質を見いだすこと。	①～③で変更した新たな問題を他の問題と比較すること。

③ 条件を変更した新たな問題を解く

条件を変更した新たな問題と条件を変更する前の問題と比較しながら解くようにする。このようにすることが、条件を変更した発展的な問題であっても取り組もうとすることにつながる。

④ 問題解決の過程を振り返る

条件を変更した新たな問題と条件を変更する前の問題の問題解決の過程を振り返るようにする。このようにすることが、比較し、何が分かったのかを教訓として引き出すことにつながる。

「What If Not?」で条件を変更することは、学習指導要領の「数量や図形などの性質を見だし統合的・発展的に考察する力」とつながりがあると考える。得られた解決に関して、新しい知識を得る視点と生徒に与える視点を次のように表4で整理した。

4.2. 主体的に学習に取り組む態度の評価の工夫

主体的に学習に取り組む態度の評価は、単元の途中や単元末の場面で設定していることが多い。本研究においては、生徒の課題に挙がっている「問題解決の過程を振り返って評価・改善しようとする態度」を育成するために、主に単元末に焦点を絞り進めることにした。

ア 「What If Not?」を用いた評価の工夫

テストの問題や授業の学習課題を再度、授業で活用することによって、定着を図ることにした。このことを用いると、主体的に学習に取り組む態度の評価の方法の例の「問題を解決するための構想を立てる場面や振り返りの場面での取組の様子を観察し、評価」することにつながると考える。

今まで、生徒は、定期テストや実力テスト等の振り返りとして、訂正帳に取り組んできたが、本当にその問題を解けるようになったか、理解できているのか確認する場面を設定していなかった。また、授業の学習課題がどれくらい分かったかを確認する場面を設定していなかった。そこで、本研究では、「主体的に学習に取り組む態度」の評価につながる、「知識・技能」、「思考・判断・表現」を図るテスト問題の訂正や授業の振り返りが終わった後に再度考える場面を設定することにした。そして、その問題を教科論文5-(1)-イ「What If Not?」による条件の変更によって新たな問題を作成し、テスト問題や授業の学習課題を振り返ることにした。評価方法としては、「知識・技能」や

表5 評価の一例

評価	知識・技能, 思考・判断・表現	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
「十分満足できる」状況 (A)	前時で扱った問題にすべて正しく答えることができた。	「What If Not?」で条件を変更して新たな問題を作り, 問題や解答が適切かどうか検討することができた。	「What If Not?」で条件を変更して新たな問題を作ろうとし, 粘り強く考え, 問題や解答が適切かどうか検討しようとした。
「おおむね満足できる」状況 (B)	前時で扱った問題に一部正しく答えることができた。	「What If Not?」で条件を変更して新たな問題を作ることができた。	「What If Not?」で条件を変更して新たな問題を作ろうとした。
「努力を要する」状況 (C)	おおむね満足できると判断される状況に達していないもの		

「思考・判断・表現」, 「主体的に学習に取り組む態度」を合わせて評価することにした。上の表5は, 単元末に行われる評価の一例である。

5 授業実践

以下は, 研究の内容を取り入れた, 第1学年比例と反比例での授業実践である。

(1) 本時について

ア 本時の目標

- ・ 数量の変化や対応に着目して関数関係を見だし, その特徴を表, 式, グラフなどで考察し表現することができる。
- ・ 数学的活動の楽しさや数学のよさに気付いて粘り強く考え, 数学を生活や学習に生かそうとする態度, 問題解決の過程を振り返って検討しようとする態度を養う。

イ 本時の評価規準

- ・ 比例, 反比例を用いて具体的な事象を捉え考察し, 表現することができる。
- ・ 比例, 反比例を活用した問題解決の過程を振り返って検討しようとしている。

(2) 本時のテスト問題について

A君とB君が同時に学校を出発して, 学校から5400m離れた駅まで, それぞれ一定の速さで, A君は歩いて, B君は自転車に乗って行った。グラフは, 2人が学校を出発してからx分後に, 学校からym離れた地点にいるとして, 2人の進んだようすを, 途中の1800m地点までグラフに表したものである。

- ① B君が駅に着いたとき, A君は学校から何m離れた地点にいるか求めよ。
- ② 2人の距離が2436mになるのは, 学校を出発してから何分何秒後か求めよ。

授業の流れ	生徒の活動の様子
<p>1 テスト問題を把握する。</p> <p>2 答え合わせをする。 (結果)</p> <p>3 思考過程を振り返る。 (数学の事象)</p>	<p>1.1 テスト問題を把握する。</p> <p>1.2 テスト問題に取り組む。</p> <p>2.1 求めたものが正しいかどうか、考え方も含めて確認する。</p> <div data-bbox="603 383 1433 562" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>【思考・判断・表現の評価】</p> <p>比例、反比例を用いて具体的な事象を捉え考察し、表現することができる。</p> </div> <p>2.2 「What If Not?」で条件を変更して、問題を作成する。</p> <div data-bbox="603 618 1433 689" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>教科論文 5-(1)-イ 「What If Not?」による条件の変更</p> </div> <p>2.3 条件を変更した新たな問題を共有・比較する。</p> <p>2.4 条件を変更した新たな問題に取り組む。</p> <p>3.1 問題解決の過程を振り返る。</p> <div data-bbox="603 869 1433 1048" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>【主体的に学習に取り組む態度の評価】</p> <p>比例、反比例を活用した問題解決の過程を振り返って検討しようとしている。</p> </div>

図3 授業の流れと生徒の活動の様子

授業の流れと生徒の活動の様子については図3に示した。

(2) 授業の実践及び考察

ア 「What If Not?」による条件の変更

アンケート結果より、ほとんどの生徒が「What If Not?」の視点で問題を作り、その問題を解くことができていた。ただし、その問題の数値が正しいかどうかまで考えることができた生徒は、6割にとどまった。生徒のアンケートの記述では、「答えが割り切れなかったり、あり得ない数字になってしまったりしたのを調整していくのが難しかった。」「実生活の数値と照らし合わせることの大切さを学び、これからの学習に生かしていこうと思った。」と述べられていた。

このことから、新たな問題を作ることはできたが、問題解決の過程を振り返って評価・改善することに課題が残った。そこで、今後もこのような取組を各単元で繰り返し行うことで、問題解決の過程を振り返って評価・改善することができるのではないかと考える。

イ 「What If Not?」を用いた評価の工夫

生徒のアンケートの記述では、「テスト問題を訂正していたのに正しく答えることができなかったため、まだ、理解できていないと思った。」「訂正プリントでやった問題ができるようになったか確かめることができた。」と述べられていた。次のワークシートの生徒は、学年末テストのとき正しく答えることができているので、本時でもう一度取り組んだ際も正しく答えることができているので、「知

識・技能」の評価はAになると考えられる。

また、ワークシートの記述から、「What If Not?」で条件を変更して新たな問題を作り、その問題が適切かどうか検討することができた様子がわかるので、「思考・判断・表現」、「主体的に学習に取り組む態度」の評価は、ともにAになると考えられる。

6 成果と課題

これらの研究を通して、次のような成果と課題を得ることができた。

6.1. 成果

- ・ 自分の思考を動画やワークシートに外化させることによって、過去の自分や他者との比較を行い、問題解決の過程を振り返り、評価・改善することができた。
- ・ 「What If Not?」によって、新たな問題を作るための視点がはっきりとわかった。
- ・ 『学び』の振り返りシート」を用いることで、定期テストや実力テスト、単元テストを「学習を調整する視点」で見取ることができた。
- ・ ワークシートを用いて、「知識・技能」や「思考・判断・表現」、「主体的に学習に取り組む態度」の評価を同時に見取ることによって評価がしやすくなった。

6.2. 課題

- ・ 自分の思考を外化したものを一人一台の情報機器端末を活用し、動画を保存したり、ポートフォリオでまとめたりすることができないか検討する必要がある。また、その動画やポートフォリオをどのように評価するかの検討が必要である。
- ・ テスト作成の段階から「What If Not?」で条件を変更し、新たな問題を作ることができるような問題を考える必要がある。
- ・ 『学び』の振り返りシート」を「学習を調整する視点」で見取るとはできるが、その後どのように評価と結びつけるかの検討が必要である。

【引用・参考文献】

- ・ 鹿大附属中 (2019～2020)：新たな時代を豊かに生きる生徒の育成
- ・ 文部科学省 (2017)：中学校学習指導要領解説 数学編，日本文教出版株式会社
- ・ 国立教育政策研究所 (2020)：「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料 数学
- ・ L・B・ニルソン (2017)：学生を自己調整学習者に育てる，(株) 北大路書房

【付記】

本報告は、鹿児島大学教育学部附属中学校令和3年度の研究紀要で発表した内容に基づきその内容を発展させ、その研究成果をまとめたものである。