

# 数学的リテラシーを発揮する子供の育成 —創造的に数学を用いさせることを通して—

## I 主題設定の理由

今日の変化や進歩が著しい現代社会は、新しい知識がかつてないほどの速さで増加している。そのため、先が読めず不確実性が高く、複雑さが増してきている。このような社会の中で、状況に応じて問題を見だし、自力で、あるいは多様な他者との協働を通して、創造的に考えることにより、解決策を生み出すことが求められている。そして、数学教育においては、数学を活用して事象を論理的に考察する力、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、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力の三つの資質・能力が求められている。これらは、本校数学科で考える、数学的リテラシー<sup>註1)</sup>に合致している。また、清水氏（2008）によると、『『数学的リテラシー』という概念が、高度に情報化し、グローバル化した社会が、個人に対して養成する能力を明示するものとして位置づけられている。』<sup>1)</sup>とあり、現代社会においても、その必要性が述べられている。そのため、社会や日常における問題に対して、どのように数学として捉えればよいのか、どのように数学を用いて解決していけばよいのかという視点で考え、創造的に考察して解決する力を育むことが必要となってくる。また、数学を用いて解決する際には、課題解決に使っている根拠が正しいのかや、どのような数学的な考え方が有効なのか、解決方法が筋道立てて考えられているのかを、批判的に考察する力が必要となってくる。そして、自分の解決方法を説明したり、他者の解決方法を聞いたりして、互いの解決方法を比較し検討するためには、コミュニケーションする力が必要となってくる。これらのことから、私たちは、前研究シリーズに引き続き、数学的リテラシーに着目していく。

前研究シリーズ「数学的リテラシーを育む数学科の授業—批判的思考を用いる活動を通して—」では、他者の考えに対して「課題解決に使われている根拠は何だろう」と「結論は正しいだろうか」といったことを意識して発表を聞く姿が見られ、批判的に考察する力が育まれたと考えることができる。しかし、複雑で見慣れない課題に出合った際に、既習の知識を課題や他の知識と関連付けることができず、どのように数学として捉えればよいのか、どのように数学を用いて解決していけばよいのか戸惑い、思いつくままやみくもに課題解決に取り組む姿も見られた。そこで、私たちは、解法が定まった定型的課題だけではなく、社会や日常における問題にも、数学的リテラシーを発揮することができるようにさせたいと考えた。OECD教育研究革新センターは、「学校は、複雑で見慣れない非定型的課題を解決できるように生徒を導かなければならないし、より優れた数学的な創造性と、より良い数学的なコミュニケーションを育成しなければならない」<sup>2)</sup>と述べている。このことから私たちは数学の授業において、よりよい解決を求めて、互いに数学的な表現でコミュニケーションを図り、創造的に数学を用いながら課題解決に取り組むことができるようにしていく必要があると考える。

以上のことから、研究主題を「数学的リテラシーを発揮する子供の育成—創造的に数学を用いさせることを通して—」と設定し研究を進めることとした。

## II 研究の概要

### 1 数学科が目指す子供像

私たち数学科は、目の前の子供たちが、変化や進歩が著しい現代社会を生き抜いていくために、

以下のような子供を育てたいと考えている。

### 【数学科が目指す子供像】

様々な問題を解決するために数学的リテラシーを発揮する子供

「数学的リテラシーを発揮する子供」とは、様々な問題を数学として捉え、数学を用いて解決をし、数学的な表現を用いて伝えていくことを通して、よりよい問題解決を目指す子供である。数学として捉えるためには、様々な視点をもって問題を柔軟に捉えることが大切である。そして、捉えた問題を、創造的に数学を用いて解決をしていくためには、まず、その問題に含まれる情報を基にして、根拠として使えるような知識や有効そうな数学的な考え方は何かを考える。その上で、それらを組み合わせたり、視点を変えたりしながら様々な解決方法を生み出す。その後、生み出された解決方法を比較したり、筋道立てて考えられているかを検討したりする。これらのことを通して、解決策を導くことができる。

## 2 育みたい資質・能力

数学科で目指す子供を育てるためには、次の資質・能力を育む必要があると考える。

- 創造的に考察する力
- 批判的に考察する力

創造的に考察する力とは、課題に含まれる情報を基にして、根拠として使えるような知識や数学的な考え方は何かを考え、それらを組み合わせたり、視点を変えたりしながら様々な解決方法を生み出し、より良い考えを導くことができる力である。また、批判的に考察する力とは、課題解決に使っている根拠が正しいのかや、どのような数学的な考え方が有効なのか、解決方法が筋道立てて考えられているのかを、振り返りながら考察することができる力である。これらの力は、共に数学的リテラシーを構成する力であり、批判的に考察する力は、創造的に考察する際、解決方法を吟味し、解決策を導く役割を果たす。

そして、それらの活動の源になるのは知識である。知識については、深い理解を伴う知識にするために、課題解決にどのような数学的な考え方が有効なのか批判的に考察し、数学的な考え方を再認識させることが必要であると考え。そして、この知識を用いて、課題に対して創造的に考察する力と批判的に考察する力を発揮することを、創造的に数学を用いることとする。なお、数学的リテラシーの領域の一つである、コミュニケーションする力については、育む必要はあるが、本研究の対象としない。

## 3 資質・能力を育むための手立て

資質・能力を育むために、単元を幾つかの節に分け、その節の中に「課題をつかむ場」「課題を解決する場」「振り返る場」という三つの場を設定する。また、「課題を解決する場」において、課題に応じて、拡散的思考と収束的思考を働かせる場面を位置づける。そうすることで、子供たちがそれぞれの場で、どのようなことを意識して学習を進めればよいか明確になり、それぞれの目的に応じた「メタ認知」を働かせることができると考える。

### (1) 三つの場の設定

「課題をつかむ場」では、子供たち一人一人が「どのように数学として捉えればよいだろうか」や「どのような方法で解決していけばよいのだろうか」などの疑問をもてるような課題を教師が提示し、課題を把握させる。このような課題を通して、子供たち自身が疑問をもち、課題解

決に取り組むことができると思う。

「課題を解決する場」では、課題に合わせて個人やペア、グループで追究する時間をそれぞれ設定し、学習プリントに言葉だけではなく、式や表、グラフといった数学的な表現で自分の考えをまとめさせる。この場で、初めに、子供一人一人に自分の考えをもたせることは、学級全体で発表する際に、他者と自分との考えとの共通点や相違点に気付きやすくなり、深い理解を伴う知識を獲得していくために有効であると思う。また、考えをもたせる際に、「何を使えばよいか」「どのように使えばよいか」「なぜ使うのか」といったことを意識させて課題解決に取り組ませ、ペアやグループでそれぞれの解決方法を比較し検討させながら、解決方法を考えさせる。このようにして、解決方法を導く際に、批判的に考察させることで、メタ認知を促進させる（「モニタリング」）。

次に、考えをもつことができた子供に自分の考えを発表させる。発表後、発表者以外の子供たちに、発表された考えを聞いた上で、課題を解決するために用いた根拠や数学的な考え方について、「何を」「どのように」「なぜ」用いたかといったことを意識させ、つかんだことや疑問に思ったことをプリントに記述させることで、解決方法を吟味させ、批判的に考察させる。このようにして、課題解決の過程を批判的に考察する際に、「課題を解決するために用いた根拠や数学的な考え方は何だろうか」と子供自身に問い掛けさせることで、メタ認知を促進させる（「モニタリング」）。そして、プリントに記述した疑問を挙げさせ、その疑問を解決する中で、課題を解決するために用いた根拠や数学的な考え方の意図やよさを明らかにさせる。その際に、教師が数学的な考え方を採用したことを称賛することで、数学的な考え方に価値付けし、子供たちに数学的な考え方の価値を見出させる。そうすることで、子供たちは用いられた数学的な考え方を再認識し、意図的に数学的な考え方を採用することができるようになると思う。

以上の活動を「課題を解決する場」で行うことによって、理解が深まった解決方法となり、他の課題においても意図的に数学的な考え方を採用することができるようになると思う。

「振り返る場」では、「課題を解決する場」で明らかになった課題を解決するために用いた根拠や数学的な考え方の意図やよさについて振り返らせ、解決する上で大切なことを想起させる。その後、数学知識マップをかかせる。数学知識マップとは、言葉だけではなく、式や表、グラフといった数学的な表現を用いて、課題解決に用いる根拠や数学的な考え方のつながりを端的に表現したものである。また、つながりを表現する際は、ただ線で結ぶだけでなく、どのような関連があるのかを記述させる。このようにして、学習した知識を振り返る際に、既習の知識を課題や他の知識と関連付けさせ、メタ認知を促進させる（「リフレクション・モニタリング」）ことで、深い理解を伴った知識を習得させる。

## (2) 拡散的思考と収束的思考を働かせる場面とメタ認知の促進

(1) の手立てに加え、課題に応じて、拡散的思考と収束的思考を働かせる場面を設定する。

「課題を解決する場」では、課題に対して「根拠として使えそうなものは何か」や「どのような方法が使えそうか」、「これまで学んだことで関係しそうなものは何か」といったことを、数学知識マップを基に振り返りをさせることで、メタ認知を促進させる（拡散的思考に関する「モニタリング」）。そして、複数の解決方法を考えることを伝え、組み合わせたり、視点を変えたりしながら様々な解決方法を生み出させる。このようにして、課題解決の計画を立てさせる際に、拡散的思考を働かせる。その後、計画で立てさせた根拠や数学的な考え方を組み合わせたり、視点を変えたりしながら、「何を使えばよいか」「どのように使えばよいか」「なぜ使うのか」といったこ

とを意識させて課題解決に取り組ませ、ペアやグループでそれぞれの解決方法を比較し検討させながら、解決方法を考えさせる。さらに、解決方法が見付けられている子供には、「様々な解決方法を考えるができているか」と問い掛ける。このようにして、解決方法を導く際にメタ認知を促進させる（拡散的思考に関する「モニタリング」）ことで拡散的思考を適切に働かせる。

次に、考えをもつことができた子供に自分の考えを発表させ、全ての解決方法に対して吟味させ、批判的に考察させる。そして、全ての解決方法を確認した後、「発表された考えをもとに、この課題にふさわしい解決策を考えよう」と発問し、課題に対する解決策を考えさせる。そして、批判的に考察することで明らかになった解決方法に用いた根拠や数学的な考え方から、自分の考えを再構築させることで、解決策で課題を解かせる。このようにして、もう一度課題を解決する際に、メタ認知を促進させる（収束的思考に関する「モニタリング」）ことで収束的思考を働かせる。

「振り返る場」では、今回の課題を解決する上で、複数の解決方法について考えて、そこからもう一度課題を解いて解決策を導いた思考の過程を幾つかの視点で振り返り、「拡散的思考」と「収束的思考」の有用性について、授業日記を記述させる。このようにして、振り返る際に、メタ認知を促進させる（拡散的思考と収束的思考に関する「リフレクション・モニタリング」）ことで、拡散的思考と収束的思考が適切に働いていたかを確認させる。

#### 4 資質・能力が育まれたかの評価

資質・能力が子供たちにどの程度育まれているかを、「単元レポート（資料2）」の記述内容で見取り、評価指標を用いて評価する。また、学級全体の変容を捉えるための補助として、前単元までの評価において全体の傾向が顕著に表れている子供を抽出生徒として設定し、「課題をどのように捉え、どのように考えたのか」や、「課題を解決する上で必要な根拠や、数学的な考え方をどのように使ったのか、なぜ使ったのか」を、「学習プリントの記述」や「数学知識マップ」、「授業日記」の記述から見取っていく。

#### 5 研究の経緯

1年次では「モニタリング」と「リフレクション・モニタリング」の具体化をねらいとした。

「モニタリング」に関しては、拡散的思考を働かせるために、課題に関連する知識について可視化させることで、解決の基となる知識を子供自身に引き出させることができた。また、個人やペア、グループでの話し合いを行って考えた解決方法を、学級全体で解決方法について吟味させることにより、解決策を導くことにつながったと考えられる。その際、考えの発表に対して「何を」「どのように」「なぜ」という視点で批判的に考察させることで、知識を深める姿につながった。しかし、手立てである「課題をつかむ場」、「考えをもつ場」、「練り上げる場」の三つの場の設定について、収束的思考を働かせるためにペアやグループでの話し合いを設定したが、この話し合いを通じて新たな解決方法を見付けたり、別の知識を組み合わせたりする姿が多く見られた。そのため、グループでの目的が不明確になってしまい、本来の目的である解決方法の検討するまでにいたらなかった。そこで、「考えをもつ場」のペアやグループでの話し合いを通して、一つ以上の解決方法を見付けられることを目標とさせ、「練り上げる場」において、全体で一つ一つの解決方法を批判的に考察することで、それぞれの解決方法について理解を深めていくことを目標とさせる。このように、場の編成を行うことにより、子供たちがそれぞれの場で、どのようなことを意識して学習を進めればよいか明確になり、それぞれの目的に応じた「メタ認知」を働かせることができると考える。

また、「リフレクション・モニタリング」に関しては、課題解決のあとで拡散的思考と収束的思

考を振り返らせるために、書き出した知識を見直させることで、課題解決に必要であった知識や既存の知識のつながりを確認させる点で有効であったといえる。また、授業日記を書く際に、共通点やつながりをグループで導き出させたり、全体で共有したりした上で、授業日記に自分の言葉としてまとめさせることで、ねらいとしている知識について授業日記に表れやすくなり、より効果的に深い理解を伴った知識の習得につながったと考える。しかし、思考のための「リフレクション・モニタリング」としての目的では、十分な内容を書くことができず、知識のための「リフレクション・モニタリング」の内容になってしまった。そこで、「振り返る場」で行うのは、知識に関することは、知識のつながりを表す「数学知識マップ」とし、思考に関することは、書く内容を思考の振り返りに絞った「授業日記」とする。このように、振り返る対象をはっきりさせることにより、目的に応じた「リフレクション・モニタリング」を行うことができると考える。

また、全ての課題に対して、拡散的思考と収束的思考を働かせることにより、どのような課題に対して、それらの思考が有効かを実感させることをねらいとしていた。しかし、子供によっては、拡散的思考と収束的思考の有用性を実感できない姿も見られた。そこで、全ての課題に対して拡散的思考と収束的思考を働かせるのではなく、課題に応じて働かせることにより、その有用性を実感できるようになると考える。また、拡散的思考と収束的思考を働かせない課題については、知識の理解が深まっているかについて「モニタリング」を行わせることにより、資質・能力を高めていくことにつながると考える。

## 6 2年次のねらい

2年次では、1年次の課題を受けて、拡散的思考と収束的思考を適切に働かせられるように、場の編成の見直しを図るとともに、目的に応じた「リフレクション・モニタリング」を働かせられるように、「振り返る場」の手立てを見直す。さらに、拡散的思考と収束的思考を働かせることが有効な課題に取り組んでいく。以上のことを通して、資質・能力を育むための手立てとして有効であったかを検証する。

注1) 「様々な文脈の中で定式化し、数学を適用し、解釈する個人の能力であり、数学的に推論し、数学的な概念・手順・事実・ツールを使って事象を記述し、説明し、予測する力を含む。これは、個人が世界において数学が果たす役割を認識し、建設的で積極的、思慮深い市民に必要な確固たる基礎に基づく判断と決定を下す助けとなるものである」とPISA調査において定義されている。それを受け、長崎栄三氏は数学的リテラシーを4つの領域に分け、その中の「社会にとっての算数・数学」の領域の内容では、「創造的に考える力、批判的に考える力、コミュニケーションする力、情報を活用する力」に分類している。

## 引用文献

- 1) 清水美憲『今日的数学的リテラシー論からみた学校数学の現状と課題』科学教育研究 32巻4号, 2008年, 322ページ
- 2) OECD教育研究革新センター編『メタ認知の教育学 生きる力を育む創造的数学力』明石書店, 2015年, 19ページ

## 参考文献

- OECD教育研究革新センター編『メタ認知の教育学 生きる力を育む創造的数学力』明石書店, 2015年
- 片桐重男『数学的な考え方の具体化と指導第1, 2, 3, 4巻』明治図書, 2004年
- 国立教育政策研究所『国研ライブラリー 資質・能力 理論編』東洋館出版社, 2016年
- 小寺孝幸・清水美憲著『世界をひらく数学的リテラシー』明石書店, 2007年
- C. ファデル・M. ビアリック・B. トリリング『21世紀の学習者と教育の4つの次元ー知識, スキル, 人間性, そしてメタ学習

ー』北大路書房，2016年

星野将直『数学教育とメタ認知的知識』考古堂，2016年

森敏昭編著『認知心理学を語る3おもしろ思考のラボラトリー』北大路書房，2001年

L. トーブ・S. セージ『PBL学びの可能性をひらく授業づくり 日常生活の問題から確かな学力を育成する』北大路書房，2017年

渡邊光太郎『シンプルに結果を出す人の5W1H思考』すばる舎，2017年