

# 算数・数学科

小林 早弥香・熊野 めぐみ・松島 充  
青谷 章弘・天野 秀樹

## I はじめに

昨年度より、東雲小学校・東雲中学校では、『グローバル時代をきりひらく資質・能力』を培う教育の創造を研究テーマに設定して実践研究を始めることになった。本研究における「グローバル時代をきりひらく資質・能力」は、先行研究と先進校の取り組み、本校の教育目標を踏まえて、「さまざまな文化や価値観を理解し多様性を認め合いながら自分の考えを明確にして問題を解決する力」と定義され、その要素として、主体性、協働性、多様性が挙げられている。これらの3要素は、「21世紀を生き抜く力をもった市民」としての日本人に求められる能力である「21世紀型能力」(国立教育政策研究所, 2013 a)にも見られる。本研究では、これらの3要素は個別に見られるものではなく、主体性と多様性が相互に関係しあい、そこに協働性が生まれるのだと整理する。主体性は自分が理解しようとする事、多様性は他者と共に知識構築すること、協働性は両者をつなぐ対話であるにとらえると、これらの3要素は学習過程で見られる児童の姿であるともいえる。

「算数・数学科におけるグローバル時代をきりひらく数学的資質・能力」(以後、「数学的資質・能力」とする)とは何であろうか。OECDのDeSeCoプロジェクトでは、キー・コンピテンシーを、相互作用的に道具を用いる、自律的に活動する、異質な集団で交流する(ライチェン,D., サルガニク,R., 2006)の3種に同定し、その相互作用的に道具を用いるコンピテンシーを測定するPISA調査において数学的リテラシーを「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」(国立教育政策研究所, 2013 b, p.9)と規定している。数学的リテラシーは、すべての成人が身につけることが望まれる算数・数学の知識、技能、考え方、態度など(長崎, 2010)であり、本校算数・数学部がめざす「数学的資質・能力」も、東雲小学校・東雲中学校の子どものみならず、すべての子どもを対象とした概念である。つまり、「数学的資質・能力」の考察には、数学的リテラシー論が大きく関連することになる。そのため、「数学的資質・能力」の内容面は、学習指導要領に示された中学校までの算数・数学科の知識・技能すべてが対象となる。

「数学的資質・能力」はどのように構成されるだろうか。PISA調査における数学的リテラシーの定義には、数学的モデル化の活用サイクルの重視、データを基に算数・数学を使って事象を記述することの重視、批判的思考の重視が見られる。本校算数・数学部では、一昨年度まで関数領域を対象として、数学的モデル化の活用サイクルを重視した実践研究を重ねてきた(東雲小学校・東雲中学校, 2013; 2014)。算数・数学の活用は、現実の世界の問題を算数・数学の世界の問題に変換した後に、算数・数学の世界で解決し、それが現実の世界の問題の解としてふさわしければ問題が解決されたとする一連の学習サイクルの中で用いられる。このサイクルは、数学的モデル化の活用サイクルといえる。この際に数学的モデル化の活用サイクルを進める大きな推進力となったのが、関数の考えを活用しようとする子どもの主体性と、数学的モデル化の活用サイクルを批判的に捉える批判的思考である。そこで本校では、「数学的資質・能力」を、数学的モデル化を遂行する力<sup>1)</sup>、見通しを持って自律的に算数・数学をつくっていく力、数学を基に批判的に思考したり、数学自身を批判的に思考したりする力であると考えた。なお、「数学的資質・能力」の内容面として挙げた、学習指導要領に示された中学校までの算数・数学科の知識・技能すべても数学的モデル化の活用サイクルを推し進める力としてとらえている。

グローバル時代を生きる子どもたちにとって、本校でとらえた「数学的資質・能力」をどのように育成すべきであろうか。知識基盤社会と言われる現代には、地球温暖化問題やエネルギー問題などのように、専門家ですら答えをもたない問題が山積している。そのような問題を「数学的資質・能力」を用いて、自分なりの解をつくり、未来を生き抜いていく子どもを育てるために、本校では、オープンエンドの問題や不確定事象に関する問題に焦点を絞って実践を進める。なぜなら、専門家から与えられた解ではなく、オープンエンドのような多様な解をもつ問題にも、他者との協働を基に、主体的に問題にかか

わっていくことは重要であり（戸田山，2011），またビッグデータが用いられるようになった現代において，不確定な事象の確からしさに基づいて合理的に物事を判断し，行動する力を身に付けておくことは，極めて重要なことだからである（松浦，2014）。

オープンエンドの問題や，不確定事象の問題において，「数学的資質・能力」を用いて，自分なりの解をつくり上げていく子どもをどのような方法で育成していけばよいだろうか。本校では，その手立てとして，協働的問題解決<sup>2)</sup>を取り上げる。協働的問題解決（collaborative problem solving）は，21世紀型スキルの学びと評価プロジェクト（ATC21S）で注目された2つの大きなスキル領域のうちの一つであり（グリフィンら，2014），一人ひとりがわかっていることをもち寄り，全員の見方や考え方を積極的に取捨選択することを繰り返して，はじめより納得できる解に到達することをめざすものである。言い換えれば，協働的問題解決が生起しているときは，「ひとりひとりが，共通の問いに対して，それぞれ独自の考え方を話し手になって深めたり，聞き手になってその適用範囲を広げたり，という学習活動をくり返している」（三宅，2012，p.201）ときである。このことを本校で挙げている3要素を使って置き換えてみると，児童それぞれの主体性と多様性が相互に関わり合い，協働性を生み出しながら新たな数学をつくり出したり，その適用範囲を広げたりすることで数学的モデル化の活用サイクルを推し進めている姿であると言える。しかし，推し進めると言っても，一方向へ推し進めるということではない。数学的モデル化の活用サイクルを批判的に思考していく中で，前段階へ戻っていくことも必要な場合がある。ここでいう「推し進める」とは，思考の過程の中で必要に応じて行きつ戻りつしながらも次の段階へと着実に進んでいく姿なのである。このように，協働的問題解決によって数学的モデル化の活用サイクルを進めることで，「数学的資質・能力」は育成されていく。また，育成された「数学的資質・能力」は次なる数学的モデル化の活用サイクルを推進する原動力となるのである。以上をまとめると図1のようになる。

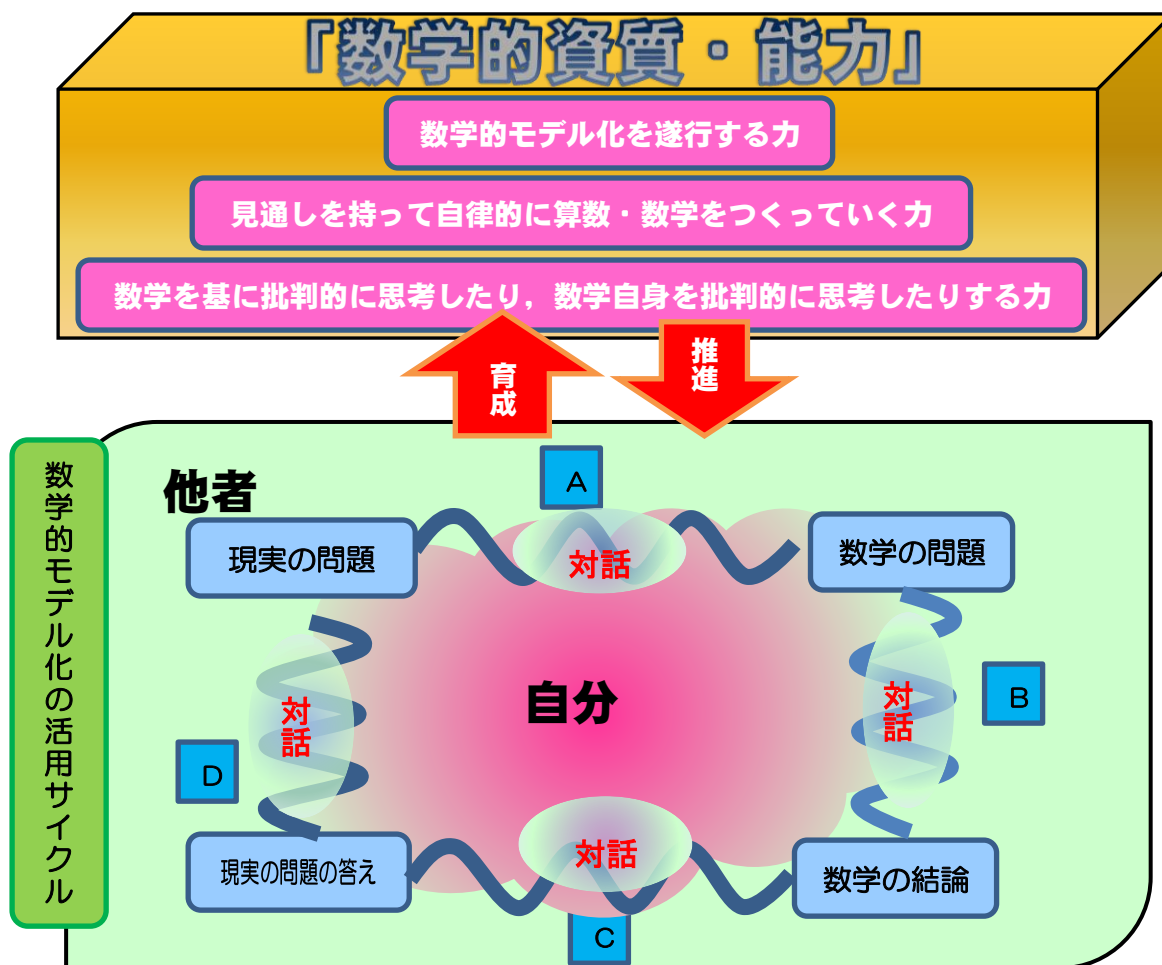


図1 協働的問題解決を取り入れた数学的モデル化の活用サイクルと「数学的資質・能力」

## II 本年度の研究計画

### 1 成果と課題

昨年度、「グローバル時代をきりひらく数学的資質・能力」を育成し得る協働的問題解決を生起させるための手立てを見いだすことを目的に研究を行った結果、次のような成果と課題が見いだされた。

#### (1) 成果

- ・本時の課題を複数設定し、解決に向けて課題ごとに分析する役割を設けたことで、責任感が生まれ、伝えたいというモチベーションにつながった。
- ・オープンエンドの課題や、数学の結論をもとに現実の問題解決を目指して考える活動を設定したことは、子どもたちの数学的資質・能力の育成につながった。
- ・協働的問題解決を生起させる課題の設定の方向性が見えてきた。

#### (2) 課題（次年度に向けて）

- ・グループ活動で批判的思考を働かせること、それを表現することが上手でない子どもが多い。そのため、協働的問題解決場面を多く設定し、その中で学びの深め方を具体的に指導することが必要であろう。
- ・教師の介入方法について、子どもの活動場面における介入時期、適切な方法について研究を深める必要があるだろう。そのためにも、子どもが決められた時間で思考を深められる手立てをあらかじめ講じておく必要があるだろう。
- ・子どもたち同士の対話において、問いが繰り返し発生するような授業デザインの視点を抽出する必要がある。

### 2 研究の目的

昨年度の研究より、協働的問題解決を生起させる授業デザインの視点を抽出する必要があると明らかになった。この課題を解決するために、答えが1つに定まらない問題や不確定な事象を取り扱った問題を授業に取り入れていく。

そこで本研究の目的を、「答えが1つに定まらない問題や不確定な事象を取り扱った問題を授業に取り入れることで、協働的問題解決を生起させる授業デザインの視点を抽出すること」とする。

### 3 研究の方法

事例研究を通して「グローバル時代をきりひらく数学的資質・能力」を育成し得る協働的問題解決を生起させるための手立てを見いだす。手立ての抽出には、以下の3点を用いる。

- (1) 答えが1つに定まらない問題や不確定な事象を取り扱った問題を設定する。
- (2) 数学的モデル化の活用サイクルにおける数学の結論や現実の問題の答えを導く過程で、教師と子どもや子ども同士の対話により、子どもの考えが深まった場面を見いだす。
- (3) 授業を振り返り、協働的問題解決が生起した、もしくは生起しなかった要因を特定し、次時の授業デザインに生かす。

#### 4 研究会当日の授業

答えが1つに定まらない問題や不確定な事象を取り扱った問題を設定し、協働的問題解決を取り入れた数学的モデル化の活用サイクルを軸とした授業を展開する。

表1 学年別 協働的問題解決を取り入れた数学的モデル化の活用サイクルを軸とした授業

学年	授業のポイント	活用サイクル
小学校 第2学年	くじの数からどちらが当たりやすいかを予想してから、くじを引き、結果を記録する。その結果から、どちらが当たりやすいかの結論を出す活動を設定する。	A, B
小学校 第5学年	不確定な事象を対象とした割合の考えを扱い、主観的な判断から間主観的な考えへと深めるようにするため、結果を予想した上でグループごとに実験をしたりその結果を全体の場で解釈したりする活動を設定する。	A, B, C
小学校 第6学年	確率概念を育成するために、論理的な考えによって求めた解と、実験によって求めた解が、ほぼ一致することを実感する活動を設定する。	A, B, C
中学校 第1学年	不確定要素を含む課題について、自ら仮定を設定することで問題を具体化させ、結論を導くといった一連の学習活動を体験させる。また、結論をゆさぶる“数学実験”を設定する。	A, B, C
中学校 第2学年	各人が自校の魅力を鑑みて角のイメージをもとに、スクールキャラクターのアクセサリーを交流し、創りあげていく活動を設定する。	C, D

#### 註

- 1) 数学的モデル化を遂行する力は、西村(2012)によって、数学的モデル化過程、数学的モデル化能力、批判的サイクル、数学的モデル化に関する意識・態度という4次元で規定されている能力である。
- 2) collaborative problem solving は、協調的問題解決と訳されることもある。collaborative problem solving は PISA2015 調査において1つの調査項目として加わるが、文部科学省はこれを協働的問題解決と訳しており、本研究においてもこの訳を用いることにする。

#### 引用・参考文献

- ・国立教育政策研究所(2013a)『教育課程の編成に関する基礎的研究 報告書5 社会の変化に対応する資質や能力を育成する教育課程編成の基本原則』
- ・ライチェン,D., サルガニク,R. (2006)『キー・コンピテンシー国際標準の学力をめざして』, 明石書店.
- ・国立教育政策研究所(2013b)『生きるための知識と技能』, 明石書店, p.9
- ・長崎榮三(2010)「数学教育学研究への問いかけ: 数学的リテラシー論に内在するもの」, 日本数学教育学会, 『第43回数学教育論文発表会論文集「課題別分科会」』, pp.1-6.
- ・広島大学附属東雲小学校・中学校(2013:2014)『東雲教育研究会実施要項』.
- ・西村圭一(2012)『数学的モデル化を遂行する力を育成する教材開発とその実践に関する研究』, 東洋館出版, pp.85-112.
- ・戸田山和久(2011)『科学的思考のレッスン—学校で教えてくれないサイエンス』, NHK出版新書.
- ・松浦武人(2014)「初等教育における確率概念の形成を意図した学習材の開発研究」, 広島大学, 学位論文.
- ・グリフィン,P., マクゴー,B., ケア,E. (2014)『21世紀型スキル 学びの評価の新たなかたち』, 北大路書房.
- ・三宅なほみ(2012)「第12章 協調的な学習」, 三宅芳雄, 『教育心理学特論』, 放送大学教育振興会, p.201.