

生きてはたらく力の育成 — 個と仲間、個の未来とつながる数学科教育の実践 —

荻谷 康司
岐阜市立加納中学校

Education to develop life power:
Mathematics education to connect friends with the future

Yasushi KARIYA

キーワード：仲間とつながる 未来とつながる 協同学習

I. 実践研究の背景と目的

1. 教育の今日的課題

20世紀の日本は、大量生産・大量流通・大量消費に支えられた工業立国として、戦後、奇跡的な成長を遂げ、世界第2位の経済大国にまでなった。人間の求めている価値は、21世紀において物質・生産から、情報・文化コミュニケーションへと転換している。さらに、環境問題や加速度的な技術の発展、グローバル化、自然災害などにより不確実性を増していく時代となっている。そのために、生産に係る労働力の大部分がAIやロボットに代替されるため、多くの雇用が失われることが懸念されている。

こうした予測困難な時代に求められるものとして、次期学習指導要領では、「感性を豊かに働かせながら、どのような未来を創っていくのか、どのように社会や人生をよりよいものにしていくのかという目的を自ら考え、自らの可能性を發揮し、よりよい社会と幸福な人生の創り手となる力を身に付けられるようにすることが重要である」と述べられている。

しかし、このような力はまったく新しいものではなく、学校教育が長年その育成を目指してきた「生きる力」である。こうした国の動向は、これまで我々が捉えてきた「生きる力」を、生徒がこの先の人生を送っていく上で、どのような力となって働くのかというところまで見通し、育成を目指す資質・能力として再度捉え直していく必要があることを示している。これは、抽象的なコンセプトの創造、他の人間との協働や交渉などであり、これらは人間にしかできないことであるからこそ中学校における教育が担う部分は大きいと私は考える。

2. 数学が将来どのように生きて働くのか

数学科における各領域の授業の学習内容と、それが社会でどのような場面に利用できるかを、図形領域を例に以下に記す。

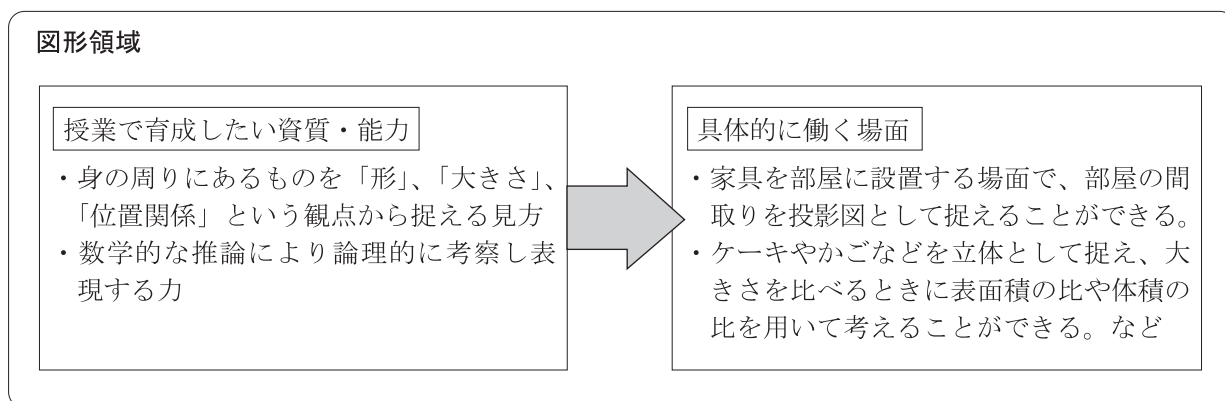


図1 数学の授業と具体的な場面のつながり

図1のように事象を数学化して捉えることで、様々な場面で、数学を利用できると気付くことができる。また学習した素材だけでなく、単位量当たりの考え方や、一つ一つの根拠を明確にして結論を伝える演繹的な推論の仕方などは、他領域や日常生活においても活用することができる。

上記のように、学習した内容を他領域や他教科へと広げていくと、日常で数学が使われている場面が大いにある。それを理解した上で意図的に指導することで、数学を学ぶ意義や本質につながると考える。さらに、それらを実感し、進んで活用していくためには、実生活において、ある事象に出会ったときに数学の授業を通して身に付けた見方・考え方で思考をし、問題解決を図ろうとする生徒に育てていくことが必要である。

数学は、これからの人生で解決すべき問題に出会ったとき、これまで培ってきた見方や考え方を生かして、よりよい方法を追究し、問題を解決できる生き方を学んでいく教科であると考えている。

Ⅱ. 実践研究の方法

1. 実践研究のテーマ

生きてはたらく力の育成

— 個と仲間、個の未来とつながる数学科教育の実践 —

2. 願う生徒の姿

- ・ 社会生活における事象を数理的に捉え、数学の問題を見だし、問題を自立的かつ、仲間と協力して解決する姿
- ・ 問題解決のために必要な情報を収集し、それを精査・分析し、その傾向を踏まえてあらゆる課題を解決する姿
- ・ 本時学んだ知識及び技能を、解決過程の振り返りを行うことで概念を形成したり体系化したりできる姿

3. 評価方法

- ・ 毎時間、学習を振り返る活動（評価問題または記述による振り返り）を位置付け、その内容を分析する。
- ・ 全国学力・学習状況調査を経年比較によって分析する。

Ⅲ. 研究内容と実践例

本校の生徒の実態として、平成29年度全国学力・学習状況調査の生徒質問紙の「数学の授業で学習したことは、将来、社会に出たときに役に立つと思いますか。」において、「当てはまる」と回答した割合は36.0%であった。個と仲間をつなぐ授業や個と未来をつなげる授業を展開できるように授業改善を図っていくことが、この項目の数値の向上につながると期待したい。

1. 仲間とつながる工夫

(1) 研究内容 1—① 協同学習と全体交流の在り方

一単位時間において協同学習や全体交流を通して「自分の考えをもち仲間と交流したり、学んだことを他の問題や具体的な場面で活用したりすることで考えを再構築する。」及び「再構築した考えを用いて問題を解決できる。」ことを目指している。そのような対話的な学びの実現により、仲間と考えを広げ深めることができると考え、協同学習と全体交流について実践を積み重ねていく。

協同学習は「進め方」よりも「考え方」。仲間を高め、仲間の支援に応えるという2つの「個人の責任」が一人一人に求められる厳しい学習形態。だからグループ学習＝協同学習ではない。

図2 協同学習の定義付け

協同学習がつくるアクティブ・ラーニングより¹⁾

本実践研究において協同学習を全体交流と区別するため、協同学習を以下のように定義付ける。

他者の伸びを喜び合える仲間関係のある学級を、授業のどこかの場で小集団に分け、生徒は自分の考えを伝えるとともに仲間の考えを聞き受け入れること。

【協同学習の効果】

- 考えの共通点や相違点から意見を調節し、より高度な考えをつくりだす思考力が高まる。
- 相手意識をもち伝えることで表現力が高まる。
- 協同がもたらす意欲付けが学習を促進する。
- 人間関係、コミュニケーション能力、対人理解などの同時学習もできる。
- 発言できた、意見を聞いてくれたといった成功体験がある。

図3 協同学習の効果

一単位時間に協同学習を位置付けていくが、その際に以下の2点に留意する。

- ・協同学習を行う前に、必ず自分の考えをつくる時間を確保すること
- ・協同学習後に全体交流を位置付けるときは、話し合いの内容の重なりを避けるため新たな視点を設定して話し合うこと

実践例 数と式領域 第3学年 1章 多項式 第16時

本時は、半径 r の池の周りの道路の面積 S を道路の幅 h と中央の線 l の積で求めることができることを証明するために、多項式の展開や因数分解の知識を利用して問題を解決する学習内容である。

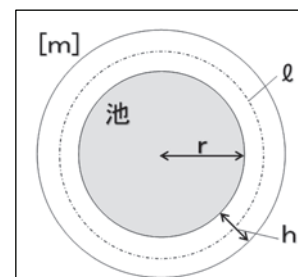


図4 $S = h l$ の図

問 $S = h l$ となることを証明しなさい。

- Q 1. (全体の面積) - (池の面積) で道路の面積を求めよう。
- Q 2. l の長さを r と h を使って表そう。

本時のねらい「中央の線の長ささと道の幅の積で道の面積が求められることを、文字を用いて説明することができる。」を全員が達成するために以下のように授業を展開した。

①個人追究

自分で考えをもつ。「Q 1. (全体の面積) - (池の面積) で道路の面積を求めよう。」「Q 2. l の長さを r と h を使って表そう。」の問題に取り組み、Q 1 と Q 2 がどうつながるのか考える。

②協同学習 (4人で1グループを形成)

既習の展開・因数分解の技能を補うことと目的に合わせた式変形の考え方の交流をねらう。

- ・Q 1 と Q 2 ができるように確認する。

Q 1 $S = 2 \pi r h + \pi h^2$ と Q 2 $l = 2 \pi r + \pi h$ がどのようにつながって $S = h l$ が証明できるかを考える。2つの式をつなげるために以下の二つの方法が考えられる。

→Q 2の式の両辺に h をかけることで、 $S = h l$ が成り立つことが分かる。

→Q 1の式の h をくくり出すことで $S = h(2 \pi r + \pi h)$ となり、Q 2の式とつながる。

- ・協同学習が進むにつれて、生徒の言葉が「どこまでできた?」「なぜそうなるの?」から「なるほど」「分かりやすい」に移行していくことを目指す。(図5の交流のイメージを生徒に提示)

③全体交流

以下の2つの視点で交流する。

- ・協同学習で解決できなかった疑問を全体場で解決する。
- ・どのような見方・考え方をすれば①と l の式がつながるのかを交流する。

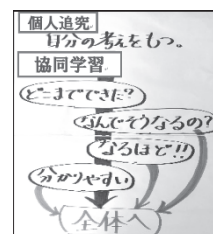


図5 交流のイメージ

②協同学習での生徒の様子 数学の苦手なB子のいるグループ

- A男: どこまでできた?
- B子: Q 1 で式をつくることができたんだけど…。
- A男: 前に学習した、式を展開すればいいんだよ。(乗法公式と分配法則の説明をする。)
- B子: あ、そうか。ありがとう。でも…。

<p>B子：Q 2はどうやったの？</p> <p>A男：lの式の両辺にhをかければいいんだよ。 $l = 2\pi r + \pi h$</p> <p>B子：なんでhをかけるのかな。 $h l = 2\pi r h + \pi h^2$</p> <p>A男：hをかければ$S = h l$になるよね。</p> <p>B子：うーん。(納得できていない様子)</p>
<p>③全体交流での生徒の様子</p> <p>Q 1は技能の問題であるため、全体で確認。</p> <p>T：では、協同学習で疑問が残ったグループはありますか。</p> <p>B子：さっきA男さんに教えてもらって、hを両辺にかければよいことは分かりましたが、その理由が分かりませんでした。</p> <p>T：B子さんの疑問を解決したいですね。どうですか。→挙手→C男さんどうぞ。</p> <p>C男：hを両辺にかけるとQ 1 $S = 2\pi r h + \pi h^2$ とQ 2 $l = 2\pi r + \pi h$の左辺が等しくなるからです。</p> <p>(黒板で指示しながら説明するC男を見て、A男は気付いて勢いよく挙手をする。)</p> <p>T：A男さんどうぞ。</p> <p>A男：今は$S = h l$の証明をしたいんだから(黒板の式を指し示す)、このSとこの$h l$が同じ式で表されればいいんだよ。だから両辺にhをかけるんだよ。</p> <p>(多くの生徒が「あ、なるほど」と反応する。さらに得意なD男が挙手。)</p> <p>D男：$S = h l$にしたいから$S = 2\pi r h + \pi h^2$を$S = h(2\pi r + \pi h)$と変形すると、この部分(波線部分)に代入することができます。</p> <p>(生徒はさらに納得したように反応する。)</p>

図6 協同学習、全体交流における交流の様子

生徒の振り返りより

<p>B子</p> <p>A男さんが前で2回目の説明をしてくれたときに分かった。目的に合わせて式を変形するためにQ 2の両辺にhをかけた。その後のペアで説明をするときも、理由を付けて言うことができた。問題を解いているうちに、何をすればよいのかが分からなくならないよう、目的をもち続けていきたい。</p>
<p>E子(数学的な見方・考え方の問題が苦手な生徒)</p> <p>今日ほど数学でスッキリしたことはありませんでした。自分も何となく分かったという状態だったけれど、前でA男さんが「$S = h l$が大事」と話をしてくれたから、自分も気付くことができた。なぜそうなるのか、ということが分かったときすごくうれしかった。</p>

図7 授業終末に記述した生徒の振り返り

(2) 研究内容1-② 仲間と問題を解決するための協同学習

この研究内容は、授業展開の後半に位置付ける。主に発展問題として扱う問題を、協同学習で仲間とともに取り組む。この活動により、以下の姿と能力の向上をねらう。

- ・発展問題に普段なら取り組まない数学の苦手な生徒も意欲的に取り組むこと
- ・本時に学習した内容を使うことで解決できることを実感すること。
 - 得意な生徒は苦手な生徒に対して、納得してもらえるよう言葉を選んで説明をする。そのことにより、言葉を正しく使おうと精選され、さらに理解が深まる。
 - 苦手な生徒は、説明を聞く中で理解しようと意欲的に取り組み、考える視点が広がって統合的な思考ができるようになる。

実践例 数と式領域 第3学年 2章 平方根 第12時

本時は、循環小数を分数で表す技能を身に付ける学習内容である。

<p>以下の五つの循環小数を素材として扱い、技能を身に付ける。</p> <p>$0.\dot{6}5$ $0.\dot{3}1$ $0.\dot{5}$ $0.\dot{3}24$ $0.\dot{1}56$</p>

<気を付けてほしいこと>

難しいことを考えて書いていくことよりも、自分が難しいと思うことを分かりやすく簡単だなあと
と思わせるように表現することがポイントである。

図9、図10は実際に生徒のレポートである。

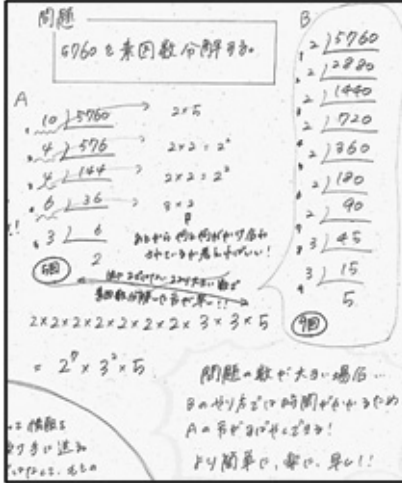


図9 生徒が書いたレポート①



図10 生徒が書いたレポート②

このような振り返る活動を行うに当たって、以下の点に留意した。

- ・生徒の学力を保証するために、技能テストは再受験可とした。
- ・レポート形式のテストは用語を正しく使うことから教科書、ノートを持ち込み可とした。
- ・日常から考えていけるよう先生への事前相談も可とした。

図9の生徒は、授業で素因数分解の内容を学習した際に、「自分問題」を作成した。その時は小さい素数から順に割り進めていくことで問題を解決した。次の日に、「このような解き方はどうですか」とノートを持ってきた。除数の6を「 2×3 」と理解した上で活用していることや、4を 2^2 と捉えることができていることが、次の単元の「平方根」の学習とつながっているため、よい考え方であることを価値付けた。「数が大きくなっても早く素因数分解できないか、掛け算の式を見ていたら思い付きました。」と満足気に語った。そして、その内容を単元の終末のレポートにまとめた。

図10の生徒は、「白銀比は黄金比よりも美しい…と感じる日本人は多くいる。」という教師の言葉から調べていこうと決めた。実際に自分で長方形をかいて、「自分自身も白銀比の方が好きだな。」と思い、もっと調べてみたいという気持ちが動機になり、レポートのテーマとなった。レポートのテーマを探しながら授業を進めていくことで、内容を理解しようとする意欲が高まってきていると感じた。この生徒が東京スカイツリーや五重塔、あるいはその他の建造物等を見たときに、「比」という視点が備わっていることを考えると、将来に生きてくる学習であると実感することができる。

IV. 実践を終えての考察

1. 研究内容1-① 協同学習と全体交流の在り方 について

○数学が苦手と感じている生徒が授業に意欲的に取り組んでいる姿が増えたこと

→自分がここまでできたことを受け止めてもらえる安心感があるから。

→自分の考えをもつことができた生徒が、早く仲間に伝えたい、違う人の意見を聞きたいという思いが向上した。

→全体交流の際に、グループで出た疑問というところがよい。自分一人でないことから全体に疑問を投げかけやすくなった。だから「分からない」を共有できるような場面が増えた。

○得意な生徒と一緒に学習する仲間に分かってほしいと思い、相手の様子をうかがいながら説明する姿が増えたこと

→自分も伝えられる側になりたいと、予習・復習をしてくる生徒が出てきた。

●自分で考えをつくる時間が耐えられなく、すぐに聞いてしまう姿があること

2. 研究内容1-② 仲間と問題を解決するための協同学習 について

- 普段は自分から発展問題に取り組めない生徒も、意欲的に挑戦できるよさがあること
- 得意な生徒はここぞとばかりに頑張り、仲間に分かってもらえるよう説明していること
→説明する相手が既習事項を理解しているか、どう伝えたら理解してもらえるのかなど、学習内容と相手の様子を伺いながら説明する姿が多くある。
- 自分で考える時間と仲間と交流する時間の調節が難しいこと

3. 研究内容2 学びを未来とつなげる単元の学習を振り返る活動 について

- 事前によく学習するようになった。特に数学に興味のある生徒は、レポート形式のテストに関心が高く、単元の中盤からレポートに書く内容を模索している姿があること
- 苦手と感じている生徒は、レポート形式のテストで図7のように技能をまとめることが多いが、毎時間の振り返りがレポートにつながることを実感しており、どう考えたら課題を解決できるのか丁寧に振り返っていること
- 技能テストは、現在は各単元2回の機会を設けている。1回目のテスト後に次はできるようになりたいという思いをもって、進んで直しをしてくる生徒が多くいること
- レポート形式のテストにおける学習評価の仕方を考えていく必要があること
→現在は「関心・意欲・態度」の観点で評価を行っている。本校数学科で「知識・理解」、「思考・判断・表現」の観点でも評価したいと議論したが、テーマが異なることや記述内容を制限しなければならぬことが考えられたため「関心・意欲・態度」の観点で評価すると判断した。次期学習指導要領の全面实施に向けても、どの観点で評価していくのかを明確にしていく必要がある。
- 技能テストを各単元2回、実施することは、生徒にとっては力が伸びるが時間の確保が難しいこと

V. 終わりに

全国学力・学習状況調査の生徒質問紙において、本校の経年比較は以下の通りであった。

表1 平成31年度全国学力・学習状況調査の生徒質問紙の結果

	年度	「当てはまる」と回答 (%)
数学の授業で学習したことは、将来、社会に出たときに役に立つと思いますか。	R1	44.6
	H30	40.1
	H29	36.0

生徒の実態が異なるため、必ずしも言い切れることではないが、教科書は同じものを使ってきている。学習指導要領が改訂され、私たちが今の時代にどんな教育が必要なのか、常に模索しながら生徒と向き合い、数学を通してどんなことを教育できるのか、生徒の可能性を伸ばすことができるのかを今後も考えていきたい。今回の結果は満足でき、次につながる結果となった。

また、今回の実践の成果が全国学力・学習状況調査の結果から明らかとなった。

表2 平成31年度全国学力・学習状況調査の調査結果[数学]

問 題	本校正答率 (%)	全国正答率 (%)
6 (2) それぞれの冷蔵庫の使用年数と総費用の関係を表す式かグラフのどちらかを選び、それをを用いて冷蔵庫Bと冷蔵庫Cの総費用が等しくなる使用年数を求める方法を説明しなさい。	63.9	45.9
7 (3) 正方形でない四角形で、 $AF = CE$ になる四角形ABCDを考えます。四角形ABCDがどんな四角形ならば、 $AF = CE$ になりますか。	63.4	53.3
8 (2) 桃子さんが作ったヒストグラムを見ると、航平さんのように「1日あたりの読書時間の平均値が26.0分だから、1日に26分ぐらい読書をしている生徒が多いといえそうだ」という考えは適切でないことがわかります。その理由を、桃子さんが作ったヒストグラムの特徴をもとに説明しなさい。平成31年度全国学力・学習状況調査より ²⁾	52.9	40.8

これらの問題は、「問題解決の方法や判断の理由を、数学的な表現を用いて説明する問題」である。

正答率の高い要因は以下の二つである。

一つ目に、どの点が分からないのかを明確にし、その点をどのようにしたら解決できるか、課題解決までの過程を協同学習や全体で交流してきたこと。

二つ目に毎時間の終末に「課題をどのように考えたら解決できるか」という視点で振り返りを記述する活動を行ってきたこと。

今後も、生徒の実態を把握すること、どこでも意欲的に数学に向かう生徒を育成することを目指し、実践を積み上げていきたい。

注・文献

- 1) 杉江修治 (2016) : 「協同学習がつくるアクティブ・ラーニング」, 明治図書, 24-58, 148, 149.
- 2) 国立教育政策研究所 (2019) : 「平成31年度全国学力学習状況調査」
https://www.nier.go.jp/19chousa/pdf/19mondai_chuu_suugaku.pdf