

カリキュラム開発研究 研究構想図

東京都教職員研修センター研修部教育経営課
府中市立府中第四中学校 主任教諭 富岡 誠

| | | |
|---|--|--|
| <p>【社会背景】 予測困難な時代において、ICTも活用しながら、自分で課題を設定し振り返り、責任をもって行動する力等、自ら学習を調整しながら学んでいくことができるよう、「個に応じた指導」を充実することが必要である。 (令和5年3月 東京都教育委員会 デジタルを活用したこれからの学びの提案)</p> <p>【今日的な教育課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> デジタルを活用した学び方の転換 (令和7年3月 東京都教育施策大綱) 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の育成 (中学校学習指導要領解説数学編 (平成29年3月)) | <p>【東京都教育委員会の教育目標】</p> <ul style="list-style-type: none"> 互いの人格を尊重し、思いやりと規範意識のある人間 社会の一員として、社会に貢献しようとする人間 自ら学び考え行動する、個性と創造力豊かな人間 <p>【東京都教育ビジョン (第5次)】</p> <p>【柱1】 自ら未来を切り拓く力の育成</p> <ul style="list-style-type: none"> デジタルを活用したこれからの学び 授業改善に資する研究・研修の推進 子供が自ら学び方を選択し、自立した学習者になることを目指した授業づくり 一人1台端末活用の日常化に向けた取組を一層推進 | <p>【教科等の課題】 「学習した内容について、分かった点やよく分からなかった点を見直し、次の学習につなげることができていますか」という設問に対して、明確に「あてはまる」と答えた東京都の生徒の割合が23.7% (令和7年度 全国学力・学習状況調査)</p> <p>【所属校の実態】 「数学の授業で、分かった点やよく分からなかった点について、見直していましたか。」という設問に対して、肯定的な回答をした生徒の割合は86.4%であった。その中で明確に「あてはまる」と答えた生徒の割合は27.0%であった。</p> |
|---|--|--|

| |
|---|
| <p>【育てたい生徒像】</p> <ul style="list-style-type: none"> 学習した内容の振り返りを生かし、主体的に学習に取り組む生徒 生涯にわたって、自ら成長しようとする意欲を高め、自分らしく成長できる生徒 |
|---|

| |
|--|
| <p>【先行研究】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○数学的活動への取組を促し、生徒の「主体的・対話的で深い学び」の実現を図るための具体的な授業の在り方と評価方法等の実践研究 (令和2年度 国立教育政策研究所教育課程研究指定校事業研究協議会) ○自立した学習者の育成を目指す学びの在り方 ー見通し・振り返り・自己調整を大切にー (令和5年度 千葉県千葉市教育センター) ○数学科における効果的な「学習の個性化」の実現 ー個別最適な学びと協働的な学びの交互作用による学習の深化ー (令和6年度 東京都教育研究員中学校数学会) |
|--|

| |
|--|
| <p>【研究主題】 中学校数学科における主体的に学習に取り組む生徒を育成する授業改善 ー生徒の振り返りに対する教員のフィードバックにおける生成AIの活用を通してー</p> |
|--|

| |
|---|
| <p>【主題設定の理由】 東京都教育ビジョン (第5次) では、生徒が自立した学習者となることを目指した授業づくりの重要性が示されている。また、東京都教育施策大綱では、デジタルとリアルを最適に組み合わせた学びの展開が明記されている。さらに、中学校学習指導要領解説数学編 (平成29年3月) では、生徒が問題解決の過程を振り返り、評価・改善しようとする態度の育成が重視されている。これらの資料はいずれも、生徒が学んだ内容を振り返り、次の学習に生かすことができるよう、教員が授業を設計・改善することの重要性を示している。生徒が学習内容を深く理解し、問題解決の過程を主体的に考え、振り返りを通して次の学びに生かすためには、教員が生徒の学習状況を的確に把握し、それを基に授業改善を行うことが不可欠である。そこで本研究では、1単元を通して、教員がデジタルを活用し、毎時間の生徒の振り返りに対してフィードバックを行うとともに、その内容を授業改善に生かす取組を行う。以上の手だてを通して、生徒の主体的に学習に取り組む態度の育成を図ることを目的とし、本主題を設定した。</p> <p>【副題設定の理由】 生徒の主体的に学習に取り組む態度の向上を目指し、本研究では、生徒が問題解決の過程を振り返り、その内容に基づいて教員がフィードバックを行い、指導改善に生かすことを重視した。そこで、生成AIを活用してフィードバックの下書きを作成する方法について検討した。さらに、こうした手立てを基盤として、生徒の振り返りを教員が継続的に把握し、指導改善に生かす仕組みや、生徒が自ら学習を調整しようとする姿が授業の中で表れるような授業設計について、実践と改善を行う。これら一連の取組の有効性を検証するため、本副題を設定した。</p> |
|---|

| |
|---|
| <p>【研究仮説】 毎時間の授業における振り返りと教員による個別のフィードバックを継続し、生徒の学習状況に応じた授業を行うことで、生徒の「主体的に学習に取り組む態度」が向上するだろう。</p> |
|---|

| | 目的 | 資料・方法 (実施予定月) |
|----|--|--|
| 基礎 | <ul style="list-style-type: none"> 「振り返り」の効果と「学習の調整」との関連、「学習の調整」と「主体的な学習」との関連、デジタルを活用することの効果について研究する。 過去の研究・実践事例を調べる。 | <ul style="list-style-type: none"> 中学校学習指導要領 小学校学習指導要領 高等学校学習指導要領 各種実践事例 東京都教育ビジョン (第5次) <p>(4月～5月)</p> |
| 調査 | <ul style="list-style-type: none"> 近隣の小学校の算数科の授業について、どのような振り返りを行い、次の学びにつなげているのか、児童の実態を教員にインタビュー調査する。 府中市内公立中学校の生徒の学び方や、主体的に学習に取り組む態度について、生徒の実態を調査する。 | <ul style="list-style-type: none"> 小学校の教員に対して質問紙調査を実施 生徒に対して質問紙調査を実施 中学校1～3年の授業見学 (行動観察・実態把握) <p>(5月～6月)</p> |
| 開発 | <ul style="list-style-type: none"> 検証授業に向けて、単元全体を見通した授業・評価計画を立案する。 教材の開発を行う。 | <ul style="list-style-type: none"> 単元指導計画、学習指導案の作成 デジタル振り返りシートの開発 <p>(6月～8月)</p> |
| 検証 | <ul style="list-style-type: none"> 授業実践を行い、開発した教材および、仮説の効果の検証を行う。 | <ul style="list-style-type: none"> 検証授業の実施 生徒に対して意識調査を実施 (アンケート) <p>(9月～11月)</p> |

研究主題「中学校数学科における主体的に学習に取り組む生徒を育成する授業改善 —生徒の振り返りに対する教員のフィードバックにおける生成AIの活用を通して—」

東京都教職員研修センター研修部教育経営課
府中市立府中第四中学校 主任教諭 富岡 誠

第1 研究のねらい

現代社会は、Society5.0の到来やDXの加速などにより急速に変化しており、予測困難な時代にある。学校においても、児童・生徒の多様化や情報化への対応が進む中で、単なる知識の獲得にとどまらず、学習過程を振り返り自らの課題を把握して学びを調整する力や、他者と協働しながら学びを深めていく力の育成が求められている。こうした状況を踏まえ、「東京都教育ビジョン（第5次）」（東京都教育委員会, 2024）では、子供が自立した学習者になることを目指した授業づくりを推進し、主体的・対話的で深い学びの実現を図ることが示されている。また、「デジタルを活用したこれからの学び」（東京都教育委員会, 2025）においても、生徒の振り返りを次の学習に生かし、自立した学習者を育成する授業デザインのモデルが示されている。さらに、主体的に学習に取り組む態度の評価については、「学習評価の在り方ハンドブック」（国立教育政策研究所, 2019）において、①「知識及び技能を獲得したり、思考力、判断力、表現力等を身に付けたりすることに向けた粘り強い取組を行おうとする側面」と、②「①の粘り強い取組を行う中で、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。その具体的な方法として、児童・生徒による自己評価が挙げられており、生徒が学習を振り返る活動は、主体的に学習に取り組む態度を育成する上でも重要な役割を担っている。

そこで本研究では、毎時間の授業終末において「分かったこと」、「分からなかったこと」などを言語化する振り返りを行い、教員がその内容を把握し、フィードバックを行う授業実践を継続する。また、教員が把握した振り返りの内容を次時以降の指導に生かす学習サイクルの構築を試みる。

なお、本研究では、生徒が自らの学び方に目を向ける振り返りを引き出すことを意図し、単元の一部の授業において、生徒自身が学び方や進め方を選択し、問題解決に取り組む授業を取り入れている。これらの授業設計と、授業後の振り返り及び教員によるフィードバックを組み合わせることで、生徒が粘り強く課題に取り組もうとする態度や、学習を調整しようとする態度がどのように表れるのかを明らかにすることを、本研究のねらいとする。

第2 研究仮説

毎時間の授業における振り返りと教員による個別のフィードバックを継続し、生徒の学習状況に応じた授業を行うことで、生徒の「主体的に学習に取り組む態度」が向上するだろう。

第3 研究の内容と方法

1 基礎研究

(1) 数学科の目標及び学習内容に関する整理

中学校学習指導要領解説数学編（平成29年3月）及び小学校学習指導要領解説算数編（平成29年3月）を精読し、算数・数学科の学習目標と、問題解決における振り返りの位置付けを整理した。その結果、振り返りは学習の結果の確認にとどまらず、学習の過程を捉え直し、次の

学習に生かすための活動として位置付けられていることが分かった。

(2) 先行研究及び文献資料の収集

数学教育における振り返りに関する先行研究を調査した結果、振り返りを通して生徒の学習意欲や理解を深めようとする実践は多く報告されていた。一方で、毎時間の振り返りを継続し、その記述内容を次時の指導や授業改善に生かす学習サイクルに関する研究、デジタルによる振り返りと個別フィードバックを組み合わせた研究は確認できなかった。

2 調査研究

(1) 主体的に学習に取り組む態度に関する調査

所属地域における「主体的に学習に取り組む態度」の実態を把握することを目的として、「粘り強い取組を行おうとする側面」及び「自らの学習を調整しようとする側面」の二つの観点から、府中市内公立中学校の第1学年から第3学年の通常の学級に在籍する生徒（n=4,240）を対象に、数学の授業に関する質問紙調査を実施した。なお、本研究では、後述する検証授業を所属校において行うことから、府中市全体の実態に加え、所属校（n=522）の状況についても把握することとした。

表1 数学の授業で、難しいと感じる問題でも、最後まであきらめずに取り組んでいますか。

| | 当てはまる | やや当てはまる | やや当てはまらない | 当てはまらない |
|-----|-------|---------|-----------|---------|
| 府中市 | 39.8% | 48.3% | 9.7% | 2.2% |
| 所属校 | 43.7% | 49.7% | 5.5% | 1.1% |

表2 数学の授業で、分かった点やよく分からなかった点について、見直していましたか。

| | 当てはまる | やや当てはまる | やや当てはまらない | 当てはまらない |
|-----|-------|---------|-----------|---------|
| 府中市 | 27.4% | 54.4% | 13.7% | 4.5% |
| 所属校 | 27.0% | 59.4% | 10.9% | 2.7% |

まず、「粘り強い取組を行おうとする側面」に関連する設問「難しいと感じる問題でも、最後まであきらめずに取り組んでいますか。」に対して、「あてはまる」と答えた生徒の割合は、府中市全体では39.8%、所属校では43.7%であった（表1）。次に、「自らの学習を調整しようとする側面」に関連する設問「分かった点やよく分からなかった点について、見直していましたか。」に対して、「あてはまる」と答えた生徒の割合は、府中市全体では27.4%、所属校では27.0%であった（表2）。

(2) 小学校算数科における振り返りの指導の実施状況に関する調査

中学校段階における生徒の振り返りの実態は、それ以前の小学校段階での学習経験とも関連していると考えられる。そこで、振り返りの指導の実施状況について、所属校近隣の小学校で算数を指導する正規教員40人を対象に質問紙調査を実施した。その結果、振り返りの実施頻度は「毎回の授業で行っている」と回答した教員は27.5%、「2～3コマに1回振り返りを行っている」が37.5%、「単元の最後に振り返りを行っている」が22.5%であり、多くの教員が振り返りを授業に取り入れている。一方、振り返りを実施する頻度には差が見られた（表3）。

表3 所属校近隣小学校の算数科の振り返りの実施頻度

| | 毎回の授業で | 2～3コマに1回 | 単元の最後に 行っている | 行っていない | その他 |
|----|--------|----------|-----------------|--------|------|
| 人数 | 11人 | 15人 | 9人 | 4人 | 1人 |
| 割合 | 27.5% | 37.5% | 22.5% | 10.0% | 2.5% |

また、負担に感じる点として、「児童一人一人へのフィードバックを記述する時間の確保」「振り返りによる自力解決の時間の減少」「ノートやプリントの回収・返却に伴う業務量」などが挙げられた。（表4）。

表4 振り返りを行うにあたっての課題（複数回答可）

| 児童の振り返りを行うにあたり、課題と思うことは何ですか。 | |
|------------------------------|-----|
| 児童一人一人へのフィードバックを記述する時間の創出 | 24人 |
| 振り返りを行うことによる、自力解決などの時間の減少 | 19人 |
| ノートやプリントの回収・返却に伴う業務量 | 13人 |
| 振り返りによる学習効果をあまり感じない | 5人 |
| 課題と思うことはない | 2人 |

以上のことから、振り返りを継続的に実施

するには、教員の負担を抑えつつ、学習改善につながる振り返りの方法を検討する必要がある。

3 開発研究

(1) 「デジタル振り返りシート」の作成

本研究では、生徒が毎回の授業にて、振り返りをデジタルで記録し、教員が確認・フィードバックできるように、「生徒用」と「教員用」の2種類のデジタル振り返りシートを作成した。生徒用は、学習状況や理解の程度を生徒自身が記録するために、教員用は、生徒の記述を一覧で把握し、指導やフィードバックに生かすために設計した。両者はプログラミングにより連動させ、入力内容が即時に反映される仕組みとした（図1、図2）。

| 名前 | とみおか | --名前を記入してください | | 一☆☆数学科デジタル振り返りシート☆☆一 生徒が記入できるのは黄色の部分です。ほかの部分は入力しないように。 | | |
|------|------|-----------------|--------------------------|---|--|--|
| クラス | 3 | --数学のみで教えてください | | | | |
| 出席番号 | 32 | --数学のみで教えてください | | | | |
| コース | 基礎 | --コースを選んでください | | | | |
| 時数 | 日付 | めあて | 今日の授業の理解度 良 4・3・2・1 難 | 振り返り (わかったこと、疑問に思ったこと、できるようになったこと) | 先生からのコメント | |
| 1時間目 | 7月7日 | 石取りゲームの勝ち方を考えよう | 3 | 今回の学習を振り返って、何か一つのことをずっと調べて探すと、普段の数学やほかの授業ではやることのないからやってみて楽しい部分もあったけど大変な部分も多くあったからたまにやるのはいいなと思います。また最後の発表の時間でみんな自分とは違う意見を持っていて、いろいろな方法の解き方があったのでとてもおもしろかった。今回学んで一つのこと集中して学習するという力が身についたと思うから、今後の学習に生かしていきたい。 | あなたの振り返りから、探究的な学習に対して前向きに取り組んだ様子がよく伝わってきました。楽しいと感じた部分と大変だった部分の両方をしっかり受け止めていることが素晴らしいです。発表の時間に他の人の考え方に触れて「おもしろかった」と感じたことは、学びの幅が広がった証です。今後も、一つのこと集中して深く学ぶ力を大切にしていってください。 | |
| 2時間目 | | | | | | |
| 3時間目 | | | | | | |
| 4時間目 | | | | | 4時間目の返信 | |

項目

①生徒情報：生徒名、クラス、出席番号、コース

②日付：授業実施日を記録

③めあて：授業の学習目標を記入

④授業理解度：4段階評価で自己評価

⑤振り返り：
「わかったこと」「疑問」「できるようになったこと」

⑥先生からのコメント：
教員用シートから反映されたフィードバックの文

図1 生徒用デジタル振り返りシートの一部

| 生徒名 | クラス | 出席番号 | コース | 日付 | めあて | 今日の授業の理解度 良 4・3・2・1 難 | 振り返り (わかったこと、疑問に思ったこと、できるようになったこと) | 先生からのコメント |
|------|-----|------|-----|------|-----------------|--------------------------|---|--|
| とみおか | 3 | 32 | 基礎 | 7月7日 | 石取りゲームの勝ち方を考えよう | 3 | 今回の学習を振り返って、何か一つのことをずっと調べて探すと、普段の数学やほかの授業ではやることのないからやってみて楽しい部分もあったけど大変な部分も多くあったからたまにやるのはいいなと思います。また最後の発表の時間でみんな自分とは違う意見を持っていて、いろいろな方法の解き方があったのでとてもおもしろかった。今回学んで一つのこと集中して学習するという力が身についたと思うから、今後の学習に生かしていきたい。 | あなたの振り返りから、探究的な学習に対して前向きに取り組んだ様子がよく伝わってきました。楽しいと感じた部分と大変だった部分の両方をしっかり受け止めていることが素晴らしいです。発表の時間に他の人の考え方に触れて「おもしろかった」と感じたことは、学びの幅が広がった証です。今後も、一つのこと集中して深く学ぶ力を大切にしていってください。 |
| | | | 基礎 | | | | | |
| | | | 基礎 | | | | | |
| | | | 基礎 | | | | | |
| | | | 基礎 | | | | | |

項目

①生徒情報：生徒名、クラス、出席番号、コース

②日付：授業実施日を記録

③めあて：授業の学習目標を記入

④授業理解度：生徒の4段階評価

⑤振り返り内容：生徒が記述した内容

⑥先生からのコメント：
生成AIによって作成されたフィードバックを教員が確認・修正し張り付けた文

図2 教員用デジタル振り返りシートの一部

また、一覧化された生徒の振り返りを基に、生成AIを用いて個別フィードバックの下書きを作成した上で、最終的に教員が内容を確認・修正し、生徒に返却する運用とした。これにより、教員と生徒が振り返りを次の学習や指導に生かす学習サイクルの構築を図った（図3）。

(2) 生徒の主体的な学習を促す授業の設計

生徒が既習事項を基に課題に向き合いながら、「粘り強い取組を行おうとする側面」及び「自らの学習を調整しようとする側面」が学習の過程の中で具体的に表れるよう、学習場面を設定した。本研究では、「星形多角形の先端の角の和を求める」課題を扱う際に設定した。

この課題は、複数の解き方が考えられる中で、なぜその角度の和が180°になるのかを、既習の図形の性質に関連付けながら理解することが求められる教材である。

授業では、生徒が友達と相談する、ノートや教科書を見返す、インターネットを活用して解法を調べる、教員に質問するなど、学習の方法や取り組む順序を自ら選択して課題に取り組み、その問題解決の過程を振り返りとして言語化する流れを意図的に構成した。ワークシートには

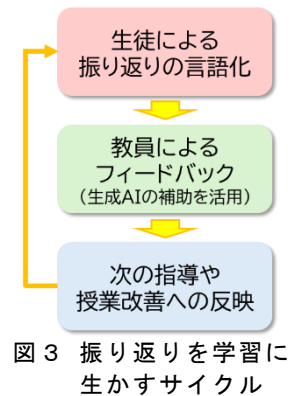


図3 振り返りを学習に生かすサイクル

学習過程を記入する欄を設け、生徒が自らの学習状況を振り返りやすくした(図4)。以上のような授業設計により、生徒が学習方法を選択・調整しながら課題に向き合い、問題解決に取り組む経験を重ねることで、主体的に学習に取り組む態度の育成につながると考えた。

| 月/日 (曜日) | 学習計画 | 実際の学習活動 |
|-------------------|---|---|
| 例 10/28 (火) | 何を使って調べますか。①・紙・④ 5分 自分で紙に書いて調べる 10分 友達に聞いて調べる | 何を使って調べましたか。①・④・他 5分 自分で紙に書いて調べる 10分 インターネットをつかって調べた。 |
| / () | 何を使って調べますか。イ・紙・他 分 分 | 何を使って調べましたか。イ・紙・他 分 分 |

図4 授業内の学習計画記入欄

4 検証授業

(1) 検証授業の目的と概要

所属校第2学年の数学科「図形」分野の単元「図形の性質の調べ方を考えよう」において、1クラス15時間、3クラスで授業を行った(表5)。

本検証授業では、開発した教材及びデジタル振り返りシートを用いた授業実践や指導改善を通して、生徒の主体的に学習に取り組む態度に与える影響を明らかにすることを目的とした。

(2) 授業の流れと生成AIを活用したフィードバック

毎時間の冒頭で、前時に記入された振り返りの記述の中から数人分を抽出し、教員が全体に紹介した。この活動は、他者の振り返りに触れることで、学習の捉え方や振り返りの観点を共有し、自らの学習を見直す視点を広げることがねらいとして行った。本来は、生徒が他者の振り返りを各自の端末で参照できる形を想定していたが、システム上の制約により教員による提示とした。その後、ワークシートを中心に授業を展開し、授業終末の約5分間に振り返りを実施した。フィードバックについては、生成AIを用いて下書きを作成し、教員が内容を確認・修正した上で生徒に返却した。なお、生成AIに与えたプロンプトは(表6)のとおりである。生徒の実際の振り返りの記述と、それに対するフィードバックの一例を示す(表7)。

表5 検証授業の指導内容

| 指導内容 | | | |
|------|--------------|---|-------------|
| ① | 多角形の内角の和 | ⑨ | 合同な図形 |
| ② | 多角形の外角の和 | ⑩ | 三角形の合同条件 |
| ③ | 対頂角 | ⑪ | 三角形の合同条件の活用 |
| ④ | 平行線と同位角、錯角 | ⑫ | 仮定と結論 |
| ⑤ | 三角形の内角の和 | ⑬ | 図形の証明 |
| ⑥ | 補助線を引く求角問題 | ⑭ | 平面図形の性質 |
| ⑦ | 問題演習 | ⑮ | 章末問題 |
| ⑧ | 星形多角形の先端の角の和 | | |

表6 実際に使用したプロンプト

| 設定内容 | プロンプト |
|---------|--|
| 役を指定 | あなたは中学校の数学科の教員です。 |
| 状況を設定 | 授業後、生徒が「めあて」に対して振り返りを行いました。 |
| 依頼内容 | ファイルをアップロードするので、「生徒の理解度」(1から4で4が高い)、「振り返り」の記述内容を基に、個々にフィードバックを作成してください。 |
| 出力形式を設定 | 生徒の記述は出力しません。学んだことに対して記述されている内容や気付きがあれば評価を、疑問が記述されている場合は解決のヒントを、可能ならば今後に向けてどのように学習に臨めばよいかフィードバックをお願いします。 |

表7 振り返りの実際

| 生徒No. | 日付 | めあて | 今日の授業の理解度 | 振り返り (わかったこと、疑問に思ったこと、できるようになったこと) | 先生からのコメント |
|-------|--------|---------------|-----------|--|--|
| 1 | 10月22日 | 三角形の内角の和を考えよう | 3 | 三角形の内角の和が180°になることを導いて成り立つようにすることを「証明」ということを知った。内角の和が180°になるには平行線や錯角が使えたとわかった。 | 証明の意味や、平行線・錯角を使って三角形の内角の和が180°になることを理解できているのは素晴らしいです。証明は「なぜそうなるのか」を説明する大切な考え方です。今後は実際に自分で証明を書いてみることで、さらに理解が深まります。 |
| 2 | 10月22日 | 三角形の内角の和を考えよう | 3 | 直線上にある内角の1つの角度と外角の角度がわかれば簡単にもう一つの角度が求められるとわかった。でも、三角形の角の和が180°だという証明文を何も見ずに書くのは難しそうだった。 | 角度の求め方や外角の性質をしっかりと理解できていますね。証明文を自分で書くのは最初は難しいですが、ポイントを整理して順番に書く練習をすると、だんだん慣れてきます。まずは教科書やノートを見ながら練習し、少しずつ自分の言葉で書けるようにしていきましょう。 |
| 3 | 10月22日 | 三角形の内角の和を考えよう | 3 | 今回の授業を通して三角形の角の性質について理解した。例えば∠aは錯角を使って表すと∠a'と表すことができる。三角形の内角外角の性質は三角形の内角の和は180°であり外角の和はそれと隣り合わせない2つの内角の和に等しいとわかった。また、証明の仕方について学んだから自分だけでも証明をできるようにしたい。 | 三角形の内角・外角の性質や、錯角の使い方でしっかり理解できています。証明の仕方も学び、自分でできるようになりたいという意欲が素晴らしいです。例題を参考にしながら、証明の流れを何度も練習してみましょう。 |
| 4 | 10月22日 | 三角形の内角の和を考えよう | 4 | 平行線の性質→三角形の内角の和ということがわかりました。三角形の内角の和は180°というのを証明することができるようになった。まだ証明したことがないから、今日書いた証明の書き方を覚えたいです。 | 平行線の性質から三角形の内角の和を導く流れを理解できていて素晴らしいです。証明の書き方を覚えたいという前向きな気持ちもとても良いですね。証明は何度も書いてみることで自然と身につきます。今日の授業内容を復習しながら、ぜひ自分の言葉で証明を書くことができるようになりましょう。 |

(3) 生徒の自己評価と学力の関連

生徒の授業理解度に関する自己評価と学力の相関関係について、小テストの結果から検討した。小テストは教科書の「まとめ」ページと同程度の難易度とし、全 13 問 13 点満点で実施した。その結果、授業理解度の平均が高い生徒ほど得点も高く、自己評価と知識・技能の定着には一定の関連があることを確認した(表 8)。

表 8 授業内の生徒の自己評価と学力の関係

| 授業の理解度の平均点の階級 | 人数(人) | 小テストの平均(点) |
|---------------|-------|------------|
| 4.0点 | 69 | 12.77 |
| 3.5点以上～4.0点未満 | 60 | 12.47 |
| 3.0点以上～3.5点未満 | 43 | 11.92 |
| 2.5点以上～3.0点未満 | 14 | 10.79 |
| 2.5未満 | 5 | 8.4 |

(4) 授業後のフィードバックについての加筆と修正

生成 AI による自動生成フィードバックは、個々の生徒の学習活動や授業内での具体的な行動、個別の課題に即した対応が十分でない場合があった。そこで、本研究で行った、教員による加筆・修正の具体的な実践例を以下に 3 点示す。

ア 教員による学習活動への価値付けの加筆

| | |
|---|---|
| 生成 AI によるフィードバックは、生徒の学習過程や成果に対する一般的な評価にとどまる傾向があった。例えば、授業内で発表を行った生徒に対し、生成 AI は発表行為自体への言及がなかった。そこで教員は、生徒が行った具体的な学習活動に対して価値付けを加筆し、生徒の学習行動を積極的に承認した。このように、生成 AI による自動化と、授業内の行動・発言についての教員による評価を組み合わせることで、より動機付けにつながるフィードバックを行った。 | |
| 生徒の記述 (8 時間目 めあて：星形多角形の先端の角の和を求めよう) | |
| 最初自力で求めていたけれど、わからなくてインターネットを使って求め方を調べたら、分かりやすいのが出てきてちゃんと理解できたので良かったです。同じ考え方で少し違うのがびっくりしました。 | |
| 生成 AI によるフィードバック | 教員の加筆・修正後 |
| 自分で調べて理解を深めた姿勢がとても素晴らしいです。同じ問題でも考え方がいくつもあることに気付いたのは大きな成長です。今後も自分で調べたり、いろいろな方法を比べてみることを続けてください。 | 自分で調べて理解を深めた姿勢がとても素晴らしいです。同じ問題でも考え方がいくつもあることに気付いたのは大きな成長です。今後も自分で調べたり、いろいろな方法を比べてみることを続けてください。発表上手でした！図を用いて説明してくれたことで、クラス全体の理解も深まりました。分かりやすい説明をありがとう。 |

イ 努力を要すると評価される生徒への具体的な指導と次時へのつなぎ

| | |
|--|---|
| 生成 AI によるフィードバックは、努力を要すると評価される生徒に対して一般的な助言を与えるにとどまる場合が多かった。これに対し教員は、用語の理解や図形認識のポイントを具体的に指摘し、「まずは同位角と錯角の違いを整理しましょう。錯角は Z の内側にある角です。一緒に確認しましょう。」といった、次時につながる具体的な指導のコメントを加えた。さらに、次時の授業開始前に個別指導を行い、用語の意味や角の位置関係を、図を用いて確認することで、理解の定着を図った。 | |
| このように、生成 AI による一般的な助言に、教員が生徒一人一人の課題に即した具体的な指導を加えることで、学習支援の質を高めることができた。 | |
| 生徒の記述 (4 時間目 めあて：同位角と錯角について知ろう) | |
| 今日の授業で一番難しく思ったのは錯角です。どういうふうに見分けたらいいかわからなくてすぐに答えられないです。あと問題に同位角や錯角など新しく習った言葉などが入ってくると意味が分からなくなって難しく感じます。 | |
| 生成 AI によるフィードバック | 教員の加筆・修正後 |
| 錯角の見分け方が難しいと感じていること、問題に新しい用語が出てくると意味が分からなくなってしまうことに気付いているのはとても良いです。分からない部分は、図や式を使って整理したり、友達や先生に質問してみましよう。繰り返し練習することで、少しずつ理解が深まります。新しい言葉や性質も、使いながら覚えていきましょう。 | 錯角の見分け方が難しいと感じていること、問題に新しい用語が出てくると意味が分からなくなってしまうことに気付いているのはむしろ良いことです。まずは同位角と錯角の違いを整理しましょう。錯角は、Z の内側にある角です。次の時間に一緒に確認しましょう。 ※次の授業開始前の休み時間で個別指導を行った。 |

ウ 記述内容への価値付けの強化

| | |
|---|--|
| 生徒が数学的な論理構造や一定の前提に基づく考え方（公理的な考え方に関わる視点）に気付いた場合、生成A Iは一般的な励ましにとどまる傾向が見られた。教員は、以下のように専門的な知識や視点を加筆し、生徒の新たな気付きや思考の深まりを積極的に評価した。 | |
| このように、生徒が自身の考えを意味あるものとして捉え、数学的に探究しようとする姿勢につながるよう、価値付けを強化した。 | |
| 生徒の記述（5時間目 めあて：平行線の同位角と錯角の関係について知ろう） | |
| 平行線の性質や平行線になるための条件についてこれ以上深追いしなくていいということになっているようですが、そういうものもあるんだなと思いました。 | |
| 生成A Iによるフィードバック | 教員の加筆・修正後 |
| 新しい視点をもっているのが良いですね。気になったことや疑問は、自分で調べたり友達や先生に聞いてみることで、より理解が深まります。自分の疑問を大切に、学びを広げていきましょう。説明する力も少しずつ伸ばしていきましょう。 | そうです！数学では、これ以上は証明せず前提として扱う「決まり」があります。数学ではこうした考え方を公理といいます。新しい視点をもっているのが良いですね。気になったことは、自分で調べたり友達や先生に聞いてみることで、より理解が深まります。 |

こうした取組を、単元を通して、3クラス全てに対して行った。

(5) 生徒の振り返りの記述を生かした授業改善

「主体的・対話的で深い学びを実現する授業改善の視点について」(国立教育政策研究所, 2020)を参考に授業改善を図った。以下に、具体的な実践例を3点示す。

ア 生徒の気付きを基にした性質の一般化

| | |
|--|---|
| 次の生徒記述は、外角の性質を活用した効率的な解法に気付き、その性質の一般化の可能性について考察している点で、高度な数学的思考を示している。この気付きを受け、次時の授業では「三角形の外角は、それととなり合わない内角の和に等しい」ことを全体で再確認する活動から授業を開始した。生徒の発見を全体で共有することで、既習の内角の性質を使うよりも、外角の性質を利用する方がより簡潔に角の大きさを求められることへの理解を深めることを意図した。 | |
| 生徒の記述（6時間目 めあて：角の大きさを求めよう） | 授業改善 |
| いろいろな角の大きさを求めることができました。求めたい角を外角として、それ以外の内角の和を使って求める方法がやりやすかった。最初は三角形の全ての角の大きさを求めて180°から引いていたが、外角を利用すればよいことに気付いた。また、外角がそれ以外の内角の和に等しい性質は、多角形にも通用するのかわかるところ、どんな多角形でも成り立つことが分かった。 | 次時の授業で「三角形の外角は、それととなり合わない内角の和に等しい」ことを再確認した。 |

イ 既習内容との関連付けによる学習の連続性の強化

| | |
|---|---------------------------------------|
| 次の生徒記述は、小学校での経験と中学校で学ぶ合同条件を関連付け、合同条件が単なる作図手順ではなく数学的根拠を示す条件であることや、説明の仕方が論理の保証に関わることに気付いている。 | |
| 本単元では、当初より小学校算数との関連を踏まえた指導を計画していたが、生徒の振り返りから、既習内容とのつながりを捉えている様子が見られたことを受け、次時の授業では小学校で学んだ内容との関連を再確認し、生徒が既習内容と新しい知識を結びつけ、学習の連続性を意識できるようにした。 | |
| 生徒の記述（10時間目 めあて：三角形の合同条件を考えよう） | 授業改善 |
| 今日学んだ三角形の合同条件は、小学校で合同な三角形を書く方法を考えたことにつながっていると思った。小学校では自分のやり方でよいと言われていたが、今日の授業で、それらは根拠のある方法であり、説明の仕方によっては合同とは言えなくなることが分かった。考え方だけでなく、説明の仕方も大切だと感じた。 | 小学校で学んだ合同な図形の作り方と、三角形の合同条件との関係を再確認した。 |

ウ 個別指導による理解の深化

| | |
|---|-------------------------------------|
| 次の生徒記述は、角の性質と平行線の条件を関連付けようとする意図があるものの、それらを用いた角度の求め方が明確には示されていない。そこで、授業改善の一環として次時の授業で個別指導を重点的に行い、角の性質と平行線との関係を基に角度の求め方を指導した。 | |
| 生徒の記述（6時間目 めあて：角の大きさを求めよう） | 授業改善 |
| 対頂角は等しい 同位角、錯角が等しい \leftrightarrow 2直線が平行 | 角の性質と平行線との関係を基に、角度の求め方について個別指導を行った。 |

(6) 学習を調整しようとする側面の可視化

単元の途中で、「3 開発研究(2)」で示した、生徒が学び方や進め方を選択し、その過程を振り返りとして言語化できる授業を実践した。その結果、学習方略の選択、理解の確認や次の課題設定といった、「自らの学習を調整しようとする側面」が振り返りの記述に表れた。

トへの記録など、次時以降の学習行動を示す記述が全体の 72.2%に見られた（図 10）。

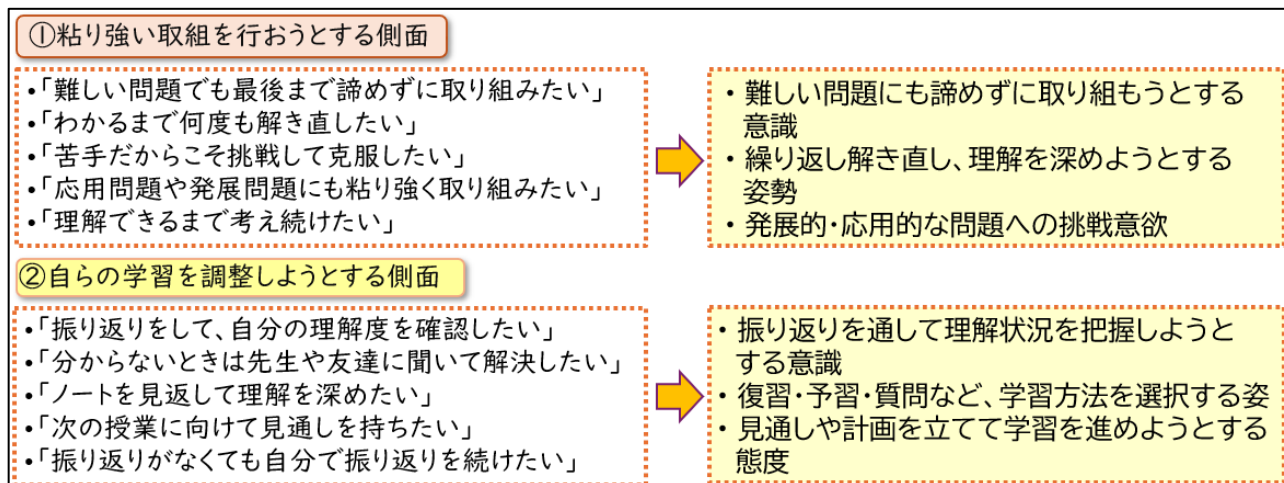


図 10 自由記述「今後、数学の学習に対してどのように取り組んでいきたいですか。」の内容と分析

第 4 研究の成果

検証授業前後に実施した質問紙調査の結果から、生徒の「粘り強い取組を行おうとする側面」及び「学習を調整しようとする側面」の双方において、向上が見られた。

本研究で行った、デジタルによる毎時間の振り返りと教員によるフィードバックを継続し、生徒の学習状況に応じた授業を行ったことは、生徒の「主体的に学習に取り組む態度」の育成に有効であることが示唆された。

第 5 今後の課題

本研究では、対象とする生徒数が増えるにつれて、生成 AI によるフィードバックの一人当たりの文章量が短くなるなど、記述の具体性や個別性を確保しにくい場面が見られた。今後は、プロンプトの工夫に加え、人数規模が大きい場合でも、生徒の記述内容や学習状況に即したフィードバックを維持するための方策を検討する必要がある。

また、生徒の端末操作には個人差があり、入力に時間を要したり、誤入力が生じたりする場面が散見された。その結果、入力が円滑に進まず、教員からのフィードバックを授業内または適切なタイミングで受け取ることができない場面も見られた。

このような状況の中で、「デジタルで行ったことにより、先生から毎回コメントをもらえることは良かった。」という設問に対して、否定的に回答した生徒が 10.3%見られた（図 11）。これらの結果から、デジタルによるフィードバック自体の価値は認めつつも、フィードバックを受け取ることができず、活用する経験が十分でなかった生徒にとっては、その有用性を実感しにくかった可能性があると考えられる。今後は、入力手順を標準化した生徒用マニュアルを整備するなど操作面での支援を行うとともに、プロンプトの工夫や教員による加筆・修正を行うことなどを通して、フィードバックの質の向上を図る必要がある。

なお、本研究で用いたデジタル振り返りシートの取組や考え方は、教科特性に応じた振り返りの観点やフィードバックの在り方を検討することにより、他教科への活用や所見作成への活用など、更なる展開の可能性も考えられる。

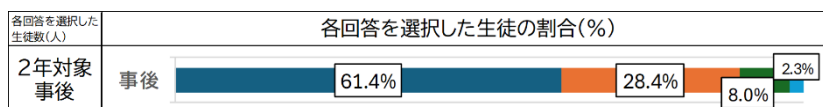


図 11 デジタルで行ったことにより、先生から毎回コメントをもらえることは良かった。(n=90)