

## 振り返り記述を活用した自己調整を促す授業実践

有明工業高等専門学校 田端 亮<sup>1</sup>

### 1 はじめに

平成 28 年 12 月の中教審答申において、対話的な学びとは「子供同士の協働，教職員や地域の人との対話，先哲の考え方を手掛かりに考えること等を通じ，自己の考え方を広げ深める」こととされている ([1], p.50)．さらに同答申では，数学的活動としての問題解決の過程における 2 つのサイクルのイメージ図が示されており，その各場面において言語活動を充実し，過程を振り返り，評価・改善することの必要性が述べられている ([1], p.141)．このことは平成 29 年 7 月および平成 30 年 7 月に，文部科学省によって公示された中学校，高等学校学習指導要領解説でも繰り返されている ([2], p.23 および [3], p.25)．上記のような対話的な学びを実現するためには，問題解決場面のみならず，日頃の学習の中で積極的に言語活動を行う必要がある．

令和 5 年度はこの学習指導要領の下で中学校数学の学習を進めた生徒が高等学校に進学する年度であり，この学習活動を継続かつ発展させていくことが期待される．筆者の所属する高専もまた，その例外ではない．高専創設時の「中堅技術者」という人材養成像は，様々な時代背景の変化に伴って「幅広い場で活躍する多様な実践的・創造的技術者」へと変容している．こうした背景の下，国立高等専門学校機構が導入したモデルコアカリキュラムもまた令和 5 年 4 月に改訂され [5]，変革の時期を迎えている．中等教育後期課程の学齢を含む学生を受け入れている高専は，「高等学校の教育課程に高等教育課程を加えるような設計とは根本的に異なる点に留意する必要がある」としながらも，高等学校学習指導要領との対応関係について述べている．数学科目においても「高等学校指導要領（平成 30 年告示）との対照表 ([5], p.168)」の中で，より具体的な学習内容の対応関係が示されている．

平成 28 年の答申の中で，「次期学習指導要領が目指すのは，学習の内容と方法の両方を重視し，子供たちの学びの過程を質的に高めていくこと」が求められている ([1], p.26)．すなわち，何を学ぶだけかではなく，どのように学ぶか，の視点が重要視される．これに対する考え方の 1 つに自己調整学習が注目されており，「子供が ICT も活用しながら自ら学習を調整しながら学んでいくこと」が述べられている ([4], p.17)．

本稿では，反転授業における自宅学習に対する振り返りをオンラインで収集し，授業の中で共有する指導について報告する．これには学習者が各々で進めた学習方法や，学習に対する考え方が含まれている．それらを活用した学習を，実際の対話を伴う以外の活動の中での対話的な学びとして捉え，自己調整学習に接続できるような側面にも焦点を当てながらその実践について述べる．まず，第 2 章で Zimmerman らによる自己調整学習の要点を述べる．第 3 章で振り返りを活用した教材の工夫や活動内容について述べ，説明することから発展させた学習活動例を紹介する．第 4 章ではこの実践から得られる気づきを述べる．

<sup>1</sup>E-mail: tabata@ariake-nct.ac.jp

## 2 自己調整学習

自己調整学習は、1970年代の Bandura の社会的認知理論における自己効力感に端を発する概念であり、その影響を受けた Zimmerman らの研究が典型的かつ先導的な理論モデルとなっている。例えば [6] でその概要が述べられている。自己調整とは「メタ認知、動機づけ、行動において、自分自身の学習過程に能動的に関与していること」とされる (Zimmerman [7], 伊藤 [8])。これらに基づいて進められる学習を自己調整学習といい、学習者自身が学習過程に能動的にかかわり、自己の認知活動や行動をコントロールしながら、効果的に学習目標を達成していく。自己調整学習は、数学教育において長らく研究されている学習方略やメタ認知を包含する概念として規定されるので、数学教育にとっては言うまでもなく関係が深い。

自己調整学習には予見、遂行、自己内省の循環的な過程が提唱されており、それぞれ学習活動前、学習活動中、学習活動後に生じる過程とされる。予見段階では、課題分析や自己動機づけ信念といったことが挙げられる。例えば、ドリルを全て取り組もう、これを学んで試験で良い結果を目指す、といった方略の計画や目標設定をすることが挙げられるだろう。遂行段階では、主に自己制御、自己観察がある。新たに学んだ方法で問題を解こう、この計算処理に気をつけよう、といった意識が挙げられ、メタ認知のような視点も含まれる。自己内省段階では自己判断、自己反応とされており、正解や他者の解答と見比べることや、より効果的に実行できるように調整するという事等も含まれるだろう。

自己調整のレベルには観察的レベル、模倣的レベル、自己制御レベル、自己調整レベルという4段階で規定する見方がある (例えば Schunk, Zimmerman [9])。初期段階である観察的レベルは、スキルを観察して獲得する段階である。次の模倣的レベルではこれに遂行能力が伴う。自己制御レベルでは獲得したスキルを活用する段階であり、自己調整レベルでは文脈や自身の条件に応じてこれを調整し適用していく。

Zimmerman は、一般には自己調整力は目に見えづらく、そのために自己調整学習に関して学習者および教師に多くの課題が残されていることを指摘している ([6], p.69)。生徒の課題としては目標や方法、学習パートナーを選ばないこと、教師側の課題としては目標を決めさせないことや学習方略を教えないこと、自己効力感や因果関係等の生徒の学習に対する思いをアセスメントしないこと等を挙げている。現在までに多くの実証的な研究が進められているが、これらの課題は残されていると言えるだろう。

## 3 記述活動による授業実践

筆者は、週1回90分、ベクトルの単元においてオンラインを活用した反転学習型の授業の実践例について報告した ([10])。自宅学習での課題を電子提出させ、それに基づいて基礎的な学習よりも振り返りと発展学習を重視した授業構成や教材作成をする。その学習サイクルを図1に示す。この学習サイクルの特徴として、学習者が自ら学習ペースを決めることができる、教材を選ぶ場面がある、自宅学習後の振り返りを行う等がある。学習者はオンラインツールを用いるために、PC、スマートフォン、タブレット端末等の活用方法を自らの設計する学習方法に合わせて選択することになる。一般的な受講方法に比べて、自己調整学習の過程に現れるような行動が生み出されやすい形態になっている。

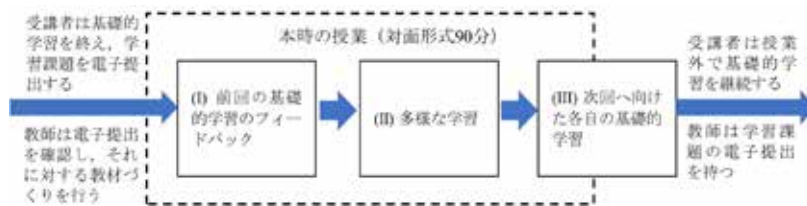


図1 学習の基本サイクル ([10])

この章では、自宅学習の課題とともに提出される学習者の振り返り記述を活用し、学習教材として紹介する活動を中心に述べる。振り返りをするという活動自体は、学習者に内省的な思考を促し得ることから、メタ認知の枠組みで捉えられることもある。このため学習者が授業の中で話し合い意見を交換する場面を設定したり、授業後に感想シートやリフレクションペーパーを用いて学習内容を振り返ったりするといった活動が多く実践される。今回報告する取り組みの特徴の1つは、場所や時間の制約が少ないというオンラインのよさを活かし、各自が自宅学習を終えた段階での振り返りを収集する点である。対面授業後の振り返りでは、授業内で印象に残った内容やその授業のまとめの部分に反映される傾向がある。それに対し自宅学習後の振り返りでは、各々の学習（すなわち学習者自身により計画・実行される学習）が円滑に進められたか、どのような疑問が残ったか等が記述されやすい。各々の学習方法に関する記述が見られることもある。従来より指摘されている自己調整学習の課題の視点から、教師にとってもこうした面に目を向けることは有益である。なお、記述内容には強い制限を設けず、学習内容の要約や何が分かったか、疑問点等を入力してもよいとした。

### 3.1 振り返りの記述を活用した学習活動

数学の学習において深く理解するためには、教科書等に記載されないような内潜在的な思考活動が伴われる。しかしながら、その指導方法は明示されることはほとんどなく、教科書で扱われる例や問題、ときには吹き出しによる説明、日頃の授業内でのコミュニケーション等を通じて思考が促され、実際に思考がなされるかどうかは学習者自身に委ねられがちである。学習者が日頃から学習の振り返りをするのは、上のような課題を解決するためのアプローチになり得る。以下に振り返り記述の一部を例として挙げる。

- 「文字式のようにベクトルの計算をすることも出来ることが分かった」
- 「位置ベクトルとはどこかの点を原点とみて、各点の位置を示すベクトルのこと」
- 「媒介変数  $t$  によって、点  $P$  の場所が一直線上で移動するのが想像できた」
- 「内積を利用した解き方もあるが、外積を利用した方が早く求められた」
- 「任意の点  $P$  をとり、平行四辺形を作ることで平面の方程式を出せることが分かった」

これらには学習方略に関する記述が多く含まれている。新たに学習した数学概念を自らの言葉で説明すること、問題の解き方の構造や要点、既習内容との関係性に留意して整理すること等、精緻化、体制化といった認知的方略である。これらを取り上げてスライドと

して教材化し、授業内で学級全体で共有する。学習者が他者の多様な説明や考え方に触れたり、インフォーマルな説明を読み取ったりする活動を（実際の対話を伴うわけではないが）対話的な学びとして位置づけ、自らの考えを整理し、再構築することをねらいとする。

これらの学習方略は通常の授業においても教師によって十分に指導されていると思われる。しかし、学習者には教師による指導は正しいものだという認識が少なからず存在し、「先生に教えられたから」という事実を根拠とし、十分な意味理解を伴わないまま解法や操作手順だけが定着してしまう場合も決して少なくない。自分自身と似た、あるいは異なった学習観があるということや、参考になる他の取り組み方があるという気づきを与え、授業を学習者間で合意形成を図る場とすることをもう 1 つのねらいとする。

反転学習により自宅での学習が済んでいる場合、学習者は対面授業を受講する時点で解法を模倣するレベルまで近づいた状態にある。対面授業の中では、学習内容をより俯瞰的に捉え、既習内容に関連づけたり、価値づけを行ったりすることに主眼をおく。他者の説明や考え方に触れる際に、自らの学習成果（例えば既に取り組んだワークシートや自身で作成したノート）に注釈を加える等、各々の次なる学習方略も生じ得る。この学習活動を継続する中で、「（自宅学習を行うことによって）解き方は分かったが、より詳細を授業で確認したい」といった記述も見られるようになる。

振り返りの中には繰り返し練習をしようといったリハーサル方略、学習した公式を覚えようといった暗記方略に分類されるような記述も見られる。これらの方略が学習成果に良い影響を与えるかどうかについては様々な示唆があるが、学習者自身が操作に慣れたり、例外的なケースに出会ったりすることを意図して反復練習を選択し実行することは、自己調整学習の側面から見れば十分に意味があると考えられる。暗記方略に対しては、意味理解を促したり、覚える利点を説明したりすることで、覚えこもうとする公式に価値を与えていくことを教師の役割とする。

それ以外にも収集した振り返りには様々な記述が見られる。例えば以下のような振り返りを授業内で紹介したことがある。

「難しいところが多くありました」（ベクトルの和を導入して）

「平面ベクトルと同じ方法のできるので、基礎をやっておくことが大事だと思いました」

「平面のときの抜け落ちをカバーしたい」（空間ベクトルを学び始めて）

「計算手順は分かるが、図のイメージが難しい」（空間内の平面の方程式を学んで）

何気ない学習後の感想に、学習目的やその先の学習展開を踏まえての心構えや助言となるような筆者なりの返答を述べるようにした。教師が学習者の立場からその動機づけや目標設定に関与することができることは振り返りを活用する利点と言える。

### 3.2 発展的な学習活動

他の教科に比べて数学学習では、答えが 1 つに定まるべきである、数式で答えなければならない、といった認識が生まれやすい。近年、説明を求めるような設問が増えている傾向はあるが、説明や考察をするための手法や定型的な表現方法を明示的に学ぶ機会は少ないだろう。日頃から振り返りのような言語活動を積極的に取り入れることは、自らの言葉

で表現する学習活動を円滑にする。ここでは対話的な学びから、より発展的な学びへ繋げていく活動例を紹介したい。

**活動例 1** まず学習者は（自宅学習において）次のような問いについて考える。

- (1) 3点 O, A, B が一直線上にあり,  $\vec{OA} = \vec{OB}$  が成り立つとき, 点 O, A, B はどのような位置関係であるか。  
 (2) 3点 O, A, B が一直線上にあり,  $|\vec{OA}| = |\vec{OB}|$  が成り立つとき, 点 O, A, B はどのような位置関係であるか。

(1) 点 A と B が一致する (2) 点 A と B が一致する, もしくは点 O が線分 AB の中点である, といった解答が挙げられる。様々な表現があり得るため学習者の振り返りを通じて, この各問いに対する解説をしてほしい, という要求も起こる。

対面授業の中で, まずはこの問いについて確認をした後,

「では, (1)(2) において『3点 O, A, B が一直線上にあり,』という条件 (\*) がなかった場合 (それぞれ (1)', (2)' とする) について考えてみましょう」

と問う。(1)' 点 A と B が一致する (2)' 点 A と B は, 点 O を中心とする円上にある, といった解答が挙げられる。条件を変更することによって発展的に考えることや, (1) において条件 (\*) は元々不要であったように, より端的で良い主張へと洗練させることを学ぶ。ベクトル学習の初期段階でも十分取り組め, これらの考察は位置ベクトルや図形のベクトル方程式への繋がりを生む。

**活動例 2** 次のような問いについて考える。

一般に, 次の等式は成り立たない。このことについて, 理由とともに述べなさい。

$$|\vec{a} + \vec{b}| = |\vec{a}| + |\vec{b}|$$

$\vec{a}$  と  $\vec{b}$  のなす直角三角形で,  $|\vec{a}| = 3, |\vec{b}| = 4$  とすると

$$|\vec{a} + \vec{b}| = 5, \quad |\vec{a}| + |\vec{b}| = 7$$

であるという例や, 成分表示を用いた反例による解答が挙げられる。説明的な記述を伴うものとしては, 例えば

「 $|\vec{a} + \vec{b}|$  の場合は  $\vec{a}$  の初端から  $\vec{b}$  の終端への線分の長さであり,  $|\vec{a}| + |\vec{b}|$  は  $\vec{a}$  と  $\vec{b}$  の長さの合計であるため」

といった回答が見られた。それ以外にも例えば, 図を書き添えた上で

「 $|\vec{a} + \vec{b}|$  は  $\vec{a} + \vec{b}$  のベクトル 1 つの長さであって,  $|\vec{a}| + |\vec{b}|$  は  $|\vec{a}|$  と  $|\vec{b}|$  という 2 つのベクトルをたしたもののため成り立たない」

「向きがちがえば足し算した結果もちがうから」

「 $|\vec{a} + \vec{b}|$ は $\vec{a}$ と $\vec{b}$ のベクトルの成分を足して正にするが、 $|\vec{a}| + |\vec{b}|$ は $\vec{a}$ と $\vec{b}$ を先に正の数にして足す」

等のインフォーマルな表現による考察が多く見られる。そのほとんどは曖昧な、あるいは不正確な表現を含んでいるが、直観的な理解が伴っているようにも思われる。これらについて吟味をした後は

$$|\vec{a} + \vec{b}| \leq |\vec{a}| + |\vec{b}|$$

という三角不等式が成り立つことは容易に納得できるので、

「この不等式が成り立つことを証明できるでしょうか」

という問いを投げかける。数学の特徴である形式的な表現と処理の重要性には留意しながらも、それに偏重せず意味理解を促すことができる。さらに、直観的な見通しに伴う曖昧さをなくして、より正確に表現したり、成り立つことを確かめたりすることができるというよさの認識へと繋がられる。

## 4 振り返り記述から得られる気づき

振り返りの記述からは普段は得られにくい気づきを得ることができる。

1つ目は学習を終えたときの各学習者の状態である。学習の積み重ねを実感し容易に新しい知識を取り込むことができている学習者がいる一方で、体系的に理解できず、学習が進むにつれて大きな負担を感じている学習者もいる。既習事項の習得ができていないことを自覚した様子の記述が見られることもある。また、教師の意図と学習者の受け止め方が乖離していることを認識しやすい。学習すべき概念よりも技能面に焦点が当たり過ぎている記述や、教師が想定していないような対象との関連性や類似性に言及する記述があり、ミスコンセプションが生じている可能性に気づく。

2つ目は定義の指導に関する課題である。新たに導入する用語や定義を正しく認識していないことに起因して、問いに答えられない場合や理解が進まない場合の援助要請がよく見られる（例えば、単位ベクトルが「分からない」という記述を目にする）。普段の学習では、用語の定義を正しく認識せずに例題に記載されている解法の型に特徴を見出してやり過ごすことで、この課題が表面化していないことが疑われる。これは特定の文脈に限ったものではなく、数学学習全般に通じる根本的な課題であると考えられる。他にも毎回の振り返りに目を通す中で、証明と説明の違いを把握していないと思われるような記述も目立った。特に説明する活動を取り入れた学習指導を試みる場合には、指導前に十分に留意しておかなければならない。

これらの気づきと課題は現時点で正しく評価できるものではない。各学習者の中ではうまく関連づけがなされていたり、学習過程を経て最終的にうまく内化させていたりすることも否定はできない。しかしながら指導上で留意したり、教材に反映させたりすることが可能であった。

## 5 まとめと今後の課題

本稿では、自己調整学習という視点をもって授業実践を行い、振り返り活動に関する部分を中心に報告した。さらに、発展的に考える活動への展開や得られる気づきと課題についても述べた。学習者が学習内容から新たな気づきを得ていることや発展的に考えようとする態度を垣間見ることができた。これらの振り返りを通じたアセスメントは日頃の試験による評価とは差異があるように感じられる。両者を踏まえて授業改善することが望ましい。

今回はベクトルの単元を選択したこともあり、平面での考え方を空間へ拡張する場面で、それまでの学習の自己評価を行っている様子等が分かりやすく伺えた。見たことがない問いに対しても見通しが立てられることやそれに取り組もうとする姿勢そのものが自己効力感に繋がるとすれば、問題解決やその方略の指導が大切であることも改めて実感する。

今回の報告は自己調整学習の視点を参考にして授業の分析をしているに過ぎず、自己調整力や学習成果を分析するには至っていない。振り返り記述を含めた学習過程に対する評価方法が必要である。より発展的な学習活動の実践例の蓄積もまた今後の課題である。

## 参考文献

- [1] 中央教育審議会, 幼稚園, 小学校, 中学校高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について (答申), 平成 28 年 12 月 21 日.
- [2] 文部科学省, 中学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説数学編, 平成 29 年 7 月.
- [3] 文部科学省, 高等学校学習指導要領 (平成 30 年告示) 解説数学編, 平成 30 年 7 月.
- [4] 中央教育審議会, 「令和の日本型学校教育」の構築を目指して～子供たちの可能性を引き出す, 個別最適な学びと, 協働的な学びの実現～ (答申), 令和 3 年 1 月 26 日.
- [5] 独立行政法人国立高等専門学校機構, モデルコアカリキュラム, 令和 5 年 4 月 28 日.
- [6] B. J. Zimmerman, Becoming a Self-Regulated Learner: An Overview, *Theory into Practice* **41**(2), (2002), 64–70.
- [7] B. J. Zimmerman, A Social Cognitive View of Self-Regulated Academic Learning. *Journal of educational psychology* **81**(3), (1989), 329–339.
- [8] 伊藤崇達, 自己調整学習の成立過程, 北大路書房 (2009).
- [9] D. H. Schunk, B. J. Zimmerman, Social Origins of Self-Regulatory Competence, *Educational Psychologist* **32**(4), (1997), 195–208.
- [10] 田端亮, 鮫島朋子, ウェブサービスを利用した数学科授業の実践, 日本数学教育学会高専・大学部会誌 **28**, (2022), 53–62.