

数学的思考を使う協調学習を取り入れた 授業実践と思考力・判断力・表現力の評価

神奈川県立白山高等学校 教諭
白石 紳一

(1) 共通テストから生まれた学習

大学入試センターが発表した令和7年度共通テスト「情報I」試作問題は、数学的思考を使う問題が多い。中でも第3問は、身近な金種計算アルゴリズムから、疑似言語を使った最小硬貨枚数プログラムについての思考判断選択(表現)である。

本稿では、数学的思考を生徒に体験させた上で協調学習に数学的思考を用い、疑似言語学習までの約2か月の学習の過程(3)～(7)と、9月中旬までの生徒の学習改善状況を記述した。学習改善とは、正しい知識技能の暗記ではなく、自分の考えを表現しながら主体的に自分の概念を育てていく姿勢の形成である。形式的な知識技能中心の過去の教育方法は、主体的な姿勢を妨害している。主体的に自分の考えから始めると必ず誤体験が生まれ、誤体験の主体的な修正から厚い概念が形成される。これが学力を向上させる学習で、学習観は行動分析から構成主義に転換している。国立教育政策研究所は、主体的な学習に対して自らの学習状況を把握して、誤体験からの試行錯誤による、自らの学習を調整して学ぶ過程評価を重視している¹⁾。学力の向上のためには、誤体験を修正することが大事である。誤体験の修正には、主体的な姿勢が必要であり、一連の学習は協調学習によって可能になる。

(2) 大学入試改革に対応する数学的思考力

大学入試改革後、東京大学は、一般選抜試験出題の意図で、数学的思考力向上を全受験生に呼び掛けている²⁾。大学入試センターは「解決過程を振り返って考察するなどの思考力」等を評価すると高校に通知し、大学入試の知識技能評価から思考力評価への転換を示した。2022年共通テスト数学の長文で読み取りにくい問題は、数学的思考力評価のための問題である。数学は定義から始まり、言葉の意味を明確にして発展する学問なので、2022年共通テストは、良問である。伊藤(2020)は、自分なりに問題を解読し、考え抜くところ、どうやったら問題が解け

るのかを考えるとところが数学だと、問題解決を文章から自分自身で行う学習の意義を示した³⁾。私は神奈川県の高校で、表現力と読解力を伸ばす目的で合格答案作成ゼミを実践した。合格答案作成ゼミとは、大学入試問題を輪番で解いて何故そうなるのかを言葉で表現する授業で、ゼミ授業に問題解決学習と協調学習の成果を加えた授業である。2021年～23年にかけて偏差値67～68と言われる複数の高校で、合格答案作成ゼミを実施し、共通テスト平均点は、数学I A 73点、数学II B 85点。東大・国立大医学部希望者9名のうち8名合格等という実績を残した。

(3) 数学的思考を使った疑似言語のレディネス

協調的姿勢形成のために、4月は問題解決について、自分の思考を使ってブレインストーミングを始めた。自分の考えから始めて学びを修正することを体験し、「間違っても修正すればいい」という呼びかけで、話し合いをするだけでなく、自分の表現から思考する姿勢を繰り返し、9月まで継続指導した。6月は、表計算ソフトのセルの座標学習で、2次元配列のイメージを狙った。ROUND関数は、四捨五入の戻り値と引数の言語化を行っている。7月は、表計算ソフトによる xy 座標のグラフ化を使った折れ線グラフと円グラフの比較を行い、2つのグラフの印象について言語化を行った。疑似言語学習として必要なのは、問題解決過程を言語化する力であるので、(4)以降も言語化コミュニケーションを継続する。

(4) 数学的思考を体験する知識構成型ジグソー法

本授業では、学習の目標と目的を明示して主体的な学びを支援している。生徒には、「数学的思考を学ぶと情報を自分のものにできる」「思考力を伸ばすと新しい創造ができる」と説明して協調学習に入った。本教材である握手問題は、「4組8人の夫婦があるパーティに出席した。出席者の一人であるA氏がパーティ終了後、他の7人にパーティで何人の人と握手したかを尋ねたところ、すべての人が違う回数を答えたという。A氏の配偶者は何回握手した

か。ただし、自分の配偶者とは握手をしなかったとする」というもので、1対1対応の握手関係を探求する問題である⁴⁾。目的は、答えの3を出すことではなく、配偶者との1対1対応を言語表現することにある。本授業は知識構成型ジグソー法を使うので、生徒全員が問題分析を行い、自分の考えを相互にコミュニケーションすることから問題解決をする。過去6校(偏差値44～73)の実践では、全学校で主体的な学習が起きている。ただし本校生は、読解力と表現力の事前学習が不十分なので、繰り返し学習場面を用意して、表現力を伸ばしながら読解力を伸ばせるようにした。筆者は、誤体験からの修正学習により生まれた数学的思考によるベクトル学習で、ベクトル概念形成の深い学びが形成的評価で発生したことを示した⁵⁾。知識構成型ジグソー法による握手問題では、誤体験を引き出す目的で、問題文も分かりにくい表現をあえて残し、学習過程でも不完全な条件で学習活動を行うように設計してある。本校で握手問題を実践したところ、主体的な活動は発生したが、言語表現が十分に出なかったため、2時間の振り返り授業と1時間のパズル問題を追加した。振り返り授業は、学習思考過程を整理して順に行い、班ごとの協調学習後に、言語化のできない班に主体的な思考を確認してから思考過程を示し、言語化をさせた。さらに、思考と数学的思考との対応を確認した。生徒は、思考過程を言語化してコミュニケーションを重ね、繰り返し考えることから自らの思考を調整しながら学んでいた。

(5) 2次関数シミュレーション探求学習

5つの図式モデル(2次関数のグラフ)を学習する。グラフを描くシミュレーションにコンピュータを使うが、生徒はプリントに従って以下の学習を行い、レポートを完成させる。各図のモデルについて「計算→座標→コンピュータによるグラフ表現→グラフの座標に注目した読み取りによるグラフ写し→言葉による係数の効果まとめ」を行う。2次関数のy座標を自分で計算し、コンピュータが座標により表現されたグラフを読み取って、2次関数のグラフを描く。さらに、描かれた2つの2次関数を比較、係数の意味を言語表現してレポートを提出する。これは、数学的思考の活用であると同時に、(6)の引数、戻り値のレディネスになる。2次関数シミュレーション学習での生徒の反応は良く、協調的姿勢でレポート作成を行った。

(6) プログラム実習

プログラム実習では、プログラムの誤り記述からのシミュレーションで、コマンドとアルゴリズムのイメージをつかむ。言語表現については、協調学習で数学的思考を意識することで、論理の言語表現を伸ばしながらプログラムの関係把握を行う。これは、疑似言語のレディネス形成である。

(7) 疑似言語を習得するためのプログラム学習

引数、戻り値、条件分岐、配列、繰り返し等についてのイメージ体験を基に、試作問題から知識技能を構成する教材を用意し、協調学習を実践する。

(8) 思考・判断・表現の評価と指導

認知過程の評価になるので、学習状況に応じたアンケートや、学習内容に対する言葉の説明や生徒の自発的発言等を評価する。生徒の気持ちをとらえて、主体的な学習を引き出すための評価を優先した。授業中にスマホをいじっていた生徒に、握手問題の見方を説明したら、「面白い面白い」と言ってやりだした。常に、完全否定をせずに修正学習に導く方針である。「それは違うけど、考えなおしてごらん」と主体的な思考で修正学習を支援する。「わかんない」と生徒が言ったら、「よく考えたね。分かるためには、こうしたらいい」と見方・考え方を個別で示して支援する。

以上の評価と指導は、全ての授業で実践している。(4)～(7)における数学的思考過程の評価は、2段階で行う。1段階目は、数学的思考過程の言語表現。2段階目は、使っている数学的思考(①言語の意味、②どこまで分かっているのかを明らかにした)の選択分類である。最後の疑似言語の知識技能習得については、試作問題を定期テストに出題して、学習の修正をしていく。この修正学習の繰り返しによる効果は、2年後の共通テストと一般選抜での評価から、新1年生のための指導計画修正につなげる。

<参考文献>

- 1) 国立教育政策研究所, 「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料高等学校情報, p.10, 2021年
- 2) 東京大学, 「高等学校段階までの学習で身につけてほしいこと」, https://www.u-tokyo.ac.jp/ja/admissions/undergraduate/e01_01_18.html(アクセス日: 10月3日)
- 3) 伊藤由佳理, 「美しい数学入門」, 岩波新書, p.147, 2020年
- 4) 数学オリンピック財団, 「ジュニア数学オリンピック 2012-2016」, 日本評論社, p.64, 2016年
- 5) 白石神一, 「誤体験から修正学習を可能にできる知識構成型ジグソー法」, 令和5年度第4回学習科学セミナー, 2023年