

教師の授業設計や意思決定の特徴を評価する模擬授業ゲーム盤の開発 STG Gameboard for Identifying Teacher's Decisions in Lesson Design and Instrucion

松田 稔樹
Toshiki Matsuda

東京工業大学 大学院社会理工学研究科
Graduate School of Decision Science and Technology, Tokyo Institute of Technology

<あらまし> 模擬授業ゲームは、教授活動ゲームが動作する時のモードの1つであり、もう1つのモードである意思決定ゲームを使って作成した指導案を模擬授業形式で実行するためのシステムである。この模擬授業ゲームのゲーム盤として、ユーザが作成した指導案データおよび模擬授業中にユーザから収集した反応データを用い、教師としてのユーザの意思決定の特徴を評価するためのプロダクションルール群を構成した。当該ゲーム盤は、2008年度の教職課程の授業で形成的評価を行った後、現在、効果検証の実践中である。

<キーワード> 模擬授業ゲーム ゲーム盤 教師の意思決定 教育評価 教授活動モデル

1. はじめに

筆者は、授業研究や教師教育での利用を想定し、授業設計作業や仮想的模擬授業を実施できる教授活動ゲーム（IAG：Instructional Activities Game）を開発し（Matsuda 2004）、機能拡張を続けている。IAGには、意思決定ゲームと模擬授業ゲームがあり、前者は汎用のe-learningシステムとしても利用可能である（松田2009）が、図1に示す通り、授業設計作業を行う場合は、前者で指導案を作成し、後者で模擬授業を実施する（松田2006）。

筆者らは、複数の教科・分野で指導案を記述するための項目を検討してきた（Matsuda 2008, 松田 2008a, 松田・遠藤 2008, 松田ほか 2008）。これらの項目は、伝統的な教育工学の授業設計手法をふまえて、認知・

学習科学や各教科教育の考え方と関連づけて構成している。教職課程の「教育の方法及び技術に関する科目」で実践した結果、これらの項目で授業設計させることは、教職課程の基礎科目（発達と学習や教科教育法）を軽視しがちな学生達に、認知・学習科学等の理論や知見を学んで授業設計に活かすことの重要性に気づかせる上で有効であった（松田 2008b）。その結果もふまえて、項目の改善は現在も進められている（Matsuda 2009）。

以上の効果は、指導案を記述した後の模擬授業ゲームでもたらされている部分も少なくない。実際、学生に書かせた「教育実習に向けた課題」というテーマのレポートには、模擬授業ゲームから、「天下りの、教師主導型である」「生徒とのコミュニケーションが十分とれていない」「発問や評価、KRが不足している」など、自分達自身が「良い授業」の条件として挙げていたことが実現できていないことに気づいた、との記述が多くみられる。

ただし、従来の模擬授業ゲーム盤は、学習者の情意面の状況変化をARCSモデル（Keller 1987）と教育実習での調査・観察データをもとにルール化したもの（Matsuda and Noda 2004）と、授業を構成する分節や設定した教授意図に対して、そこで必要な働きかけを

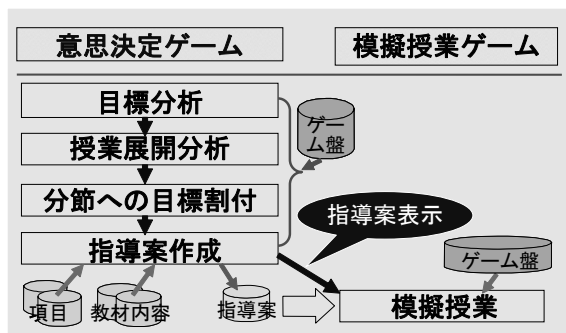


図1 IAGによる授業設計作業

ルール化し、学生の反応に即してフィードバック等を改善したもの（石井ら 2006）、教授行動の種類や回数を評価したものなどから構成されている。つまり、前述した認知・学習科学や教科教育等の理論を反映させた学習者の理解状況の変化を反映させたルールは数少ない。それでも前述したような学生の反応が見られるのは、情意面への働きかけが不十分だと知識・理解も進まないというルールが機能しているためだと推測される。

2. 目的

本研究では、一般大学で中学・高校の数学・理科の教員免許を取得する教職課程履修生（以下、学生）を対象として、IAG用模擬授業ゲーム盤を作成する。その際、以下の点を重視し、必要に応じて指導案記述項目の見直しや、IAGの機能拡張も行う。

- ・当該記述項目やゲーム盤は、指導案作成時に、認知・学習科学や教科教育学の成果を活かして生徒の認知的・情意的側面を適切に制御しながら学習目標を達成させることの必要性を認識させ、その基礎となる知識や考え方の習得を促すものであること
- ・そのために、各学生が作成した指導案の特徴を上記の側面から適切に抽出・評価し、学生の知識・理解や思考・判断の不適切な点について、改善を促す適切なフィードバックを提示できるものであること
- ・同様に、指導案を授業実施段階で具体化するための意思決定に関しても、指導案との整合性や指導案に書かれていない暗黙の教授意図や意思決定の特徴を抽出し、想定外の事態への対応など、より良い意思決定を支援したり、当該学生の特徴に即した指導案改善の助言を提供できるものであること

3. ルール群の構成

3.1. 基本方針

学校教育で書かれる指導案は、学習指導要領に即しつつ、想定する学習者に応じて適切に目標設定され、それを達成するための効果的な働きかけが計画されている必要がある。それを確認できるよう、指導案には記述すべき情報があり、一定の記述形式がある。

一般的な指導案は、授業を計画する前提条件を記述する表紙部分と授業中の時系列的なコミュニケーション過程を記述する展開部分とから成る。教職課程の学生は、表紙部分を自分自身が生徒だった時の経験に即して記述する機会が多い。しかし、特に理数系教科では、生徒の意識等（理解度や好き嫌い、有用性等）が、理系の生徒と文系の生徒、進学を希望しない生徒などの中で大きくズレており、理系の学生が自分と同じような生徒を授業実施条件として想定することは意味がない。教職課程では、さまざまな生徒を想定し、多様な実施条件の中でどのような計画立案の方針を立てたらよいかを考えることが大事であり、表紙部分については、生徒の実態と学習目標や授業観、指導上の配慮事項等との整合性を評価することが重要になると考える。

一方、展開部分は、表紙部分で立てた方針に則して適切な授業状況の予測や働きかけが計画されているかどうか重要になる。その際、吉崎(1988)の授業中の教師の意思決定モデルとの関係で捉えると、教師は、学習者に関する知識（認知・学習科学の理論等）に基づき、生徒の情意的、認知的状況の変化を予測することが求められる。その上で、教材知識や教授方法（教科教育学や教育方法学の知識等）に基づき、学習目標と生徒の状況に応じた適切な働きかけを選択することが求められる。模擬授業ゲームではこの働きかけの適否を評価する必要があるが、模擬授業ゲームの開発のねらいは、ユーザー一人一人が作成する（内容もさまざま異なる）多様な指導案に対して適切な評価・助言をすることにある。しかし、これまでのゲーム盤では、指導内容に則した評価機能が弱かったため、理解面の評価が不十分であった。本研究では、この部分を教材情報の工夫とそれを活かすための他の指導案記述項目の工夫とで充実させることが目的となる。教材情報については、Matsuda(2008)で拡張された教材の情報特性パラメタをメニューに追加する機能を活用する。さらに、文字情報以外の画像等の情報を付加できるようにするとともに、そこに意味情報や生徒の誤り情報なども付加できるようにし、授業状況の予測に、誤り情報と関連

づけた選択肢を用意するなどの工夫を行う。

3.2. 表紙部分の評価・助言

本学で用いている教育実習指導案の標準的書式では、表紙部分に、「教科・科目」「日時」「学級」「授業者」「教科書」「単元名」「単元目標」「単元の指導計画」「本時の目標」「授業・教材観/生徒観/指導上の工夫」「評価方法」を書かせる。IAGを使った指導案作成でもこれらの項目を記述させるが、それらのうち、本研究で評価対象とするのは、先に述べた方針に則して、「本時の目標」「授業・教材観/生徒観/指導上の工夫」とする。

以上を前提にして、今回は表1～3の中から授業の基本方針を項目選択させ、内容に直接関わる留意事項は自由記述させる。選択された項目は、表1関係については「教科書演習重視」「入試重視」「関心意欲重視」など、表2関係については「2極分化」「暗記重視」「教科書演習重視」など、それぞれ当該授業等の特徴を表すキーワードに変換し、それらの整合性のチェックと、大まかな授業のタイプ分類を行う。この分類で重視するのは、授定しているのか、調査データなどに見られる

表1 生徒観の記述項目

- この教科・科目が得意な生徒と苦手な生徒の2極分化が見られる | ほとんどの生徒はこの教科・科目が苦手である | この教科・科目が得意な生徒が多く苦手な生徒はほとんどいない | この教科・科目が好きな生徒よりも嫌いな生徒の方が多い
- この教科・科目は受験のために仕方なく勉強するものだと思っている生徒が多い | この教科・科目は受験に使わないので本当はとりたくないと思っている生徒が多い
- この教科・科目の前提になる他教科・科目の学習が身につけていない生徒が多い (理科)
- この教科・科目の勉強は日常生活や将来の仕事に役立たないと思っている生徒が多い | この教科・科目ができると将来の選択の幅が広がるのでしっかり勉強しようという生徒が多い | この教科・科目の学習成果を実生活で活用しようとしている生徒は少ない
- この教科・科目の勉強を塾や予備校でしているの、学校の授業をおろそかにしている生徒が多い
- この教科・科目は、暗記が大事だと思っている生徒が多い | この教科・科目では、教科書の演習問題を解けるようになることが大事だと思っている生徒が多い | この科目は、式に表わして定量的に処理し、結論を導く力が重要と思っている生徒が多い (理科) | 現象を科学的な概念や法則で説明できるようにすることが重要だと思っている生徒が多い (理科) | コンピュータシミュレーションが発達すれば実験・観察は不必要だと思っている生徒が多い (理科)
- 問題を解いた後に、答が合っているかどうかを別の視点から検討できる生徒はあまりいない (理科) | 少しでも行き詰ったら自力で課題解決するのを諦めてしまう生徒が多い

※文中の | は項目の切れ目を表す

表2 授業・教材観の記述項目

- 教科書通りに解説し、例題、問、練習問題を扱うことで数学の問題を解ける力や基礎力をつける
- 入学試験の問題を解く力をつける
- 科学的な概念・用語を使って解説した文書を読解できる力をつける (理科)
- 現象を「数理的な表現/科学的な概念や法則」を使って伝える力をつける
- 普段の生活に関わる事象を「数学的に/科学的に」捉え、考え、問題解決する力をつける
- 観察・実験データを処理して、因果関係や法則性を見つける力をつける (理科)
- 数学/科学への関心を高めたり、「数学/科学・技術」の有用性を認識できるようにさせる
- 数式や化学反応式を使って結果を定量的に予測・説明する力をつける (理科)
- 数学的/科学的な見方・考え方の有用性を認識させ、それを活用できる力をつける
- 科学的に考えることの難しさを認識させ、科学者を尊敬する態度を養う (理科)
- 「概念、定理、公式/概念や法則、公式」の意味を説明し、それらの有用性・実用性を認識させる
- 数学/理科学習用に作成された課題ではなく、一般社会で起こりうる課題を考える力をつける
- 「質的/定性的」に表現されている事象を「量的/定量的」に「表現できる/扱える力」をつける

表3 指導上の工夫の記述項目

- できるだけ黒板上に図解して示し、理解を助ける
- ICTを活用してビジュアルに分かりやすく解説したり、印象に残りやすくする
- 具体例や数値例を意図的にたくさん扱う
- この教科・科目の有用性を強調するために、生活・仕事との関連づけをしっかりと説明する
- 現実の問題解決に応用できるように、生活・仕事と関連した課題を解かせる
- 問題を解く時に、できるだけ自分で図に表して考えるように指導する
- 発問を多く取り入れることで考える力をつける
- 発問を多く取り入れることで定着度を確認する
- 課題(発問)を設定したワークシートを配布し、生徒が主体的に考える課題解決型授業を行う
- 法則や公式は、生徒が自力で導出したり、理論的な説明ができる程度に理解させる(理科)
- 教科書にそって授業を進めることを重視する
- 教科書の説明では分からない生徒や予習している生徒がいるので、教科書とは違う説明を重視する
- 模範的な解答の書き方を指導し、生徒がノートに解く時も、細かくチェックする
- 数学/科学的な見方・考え方の適用の仕方を明示的に解説し、生徒が使うように促す
- 答を出すための計算や式変形はコンピュータに任せ、現象を定式化させることを重視する
- 生徒の主体的な活動を促すためにグループワークを取り入れ、議論する機会を設ける
- 教科書の問題だけではなく問題集からピックアップして演習する
- 例題の解説をし、定着させるために同じタイプの間や練習問題にて演習することを重視する
- 復習にしっかり時間をかける
- 復習には時間をかけず、できるだけ多くの新規事項を扱うことに時間を使う
- 定理/法則や公式の導出に時間をかける
- 定理/法則や公式の導出には時間をかけない
- 問題演習は結局各自で行うしかないので、考え方が理解できるように例題解説に時間をかける
- 教科書の問題演習をたくさんこなし、使い方に慣れるようにする
- 予習や教科書の問題を解いてくることが前提で、教科書以外の問題を解くことに時間を使う
- 発表する機会を用意し、考えたことを説明させる時間を作ることで理解を促す
- 前回の授業の定着度を測るために確認テストを実施する時間を設ける

業がしやすい自分達と同じような生徒像を想動機づけや活用力・問題解決力の育成にさまざまな工夫が必要な生徒達を想定しているのかといった点である。その上で、当該の授業タイプに対して、表3関係の指導上の工夫が適切に選択されているかどうかを評価する。

3.3. 展開部分の評価・助言

展開部分の指導案には、以下の情報が含まれるように指導案記述項目を設定した。(括弧内は入力形式であり、指導上の留意事項以外は全て選択式である。なお、この形式は本研究用に採用したものであり、システム自体はメニュー形式をさまざまに設定できる。)

- ・授業展開スクリプトの分節名(2階層)
- ・第2階層の分節ごとの学習目標(伝達内容項目と行動目標項目の組み合わせで任意個)
- ・授業状況の予測(5項目以内、表5)
- ・教授意図(5項目以内、表4)
- ・教授行動(1項目)と実行様式パラメタ(任意個)
- ・伝達内容項目+情報特性パラメタ+表示情報(5項目以内)
- ・伝達内容補助情報(1項目、表6)
- ・指導上の留意事項(自由記述)

下線で示した表示情報に付随する伝達内容項目は、当該分節の学習目標の伝達内容項目、あるいは、その下位目標の伝達内容項目のいずれかである。(内容に依存しない表示情報を選択した場合を除く。)すなわち、表示情報に付随する伝達内容項目と情報特性パラメタとから、当該ステップで学習者にどのような理解や思考を促そうとしているのかが学習目標との関係においてある程度把握できる。

もちろん、その働きかけが有効かどうかは、授業状況や教授意図との整合性次第であり、効果を確実なものにするには、適切な教授行動や伝達内容補助情報の選択が必要である。当然、その有効性は1つのステップ単位で評価するだけでなく、それ以前の働きかけとの連続性において評価する必要がある。

これらの多様な評価視点の存在に対応するために、IAGに用意されている以下のような評価機能を活用するとともに、新たに必要と

なる評価機能を検討し、実現する。

1つ目の評価としては、指導案記述用対話インタフェースを用いて1ステップ記述する毎に、当該5つ組の整合性をルールファイルを用いて評価・助言する機能が意思決定ゲームにある。これは、従来から利用されてきた機能であるが、理解に関わる伝達内容に関する評価は全く行ってこなかった。その理由は、伝達内容の評価するための情報が不足していたためだが、今回は新たに付加された情報特性パラメタを使って教授意図等との整合性を評価するように変更する。その際、選択した伝達内容が分節の学習目標やその下位目標(既習事項)とどのような関係にあるのか、それが教授意図等に即しているのかも評価できるように、学習目標の情報も評価ルールに渡せるようにシステムの拡張を図る。

2つ目は、模擬授業ゲームによる評価・助言である。今回の主目的の1つである理解・活用など目標達成度に関わる評価の充実については、Matsuda and Noda(2004)の学習者モデルによる評価機能を改良・拡張する。具体的には、従来の評価では、あるステップで提示した情報が当該分節の学習目標に関連した内容項目であり、かつ、教授意図が目標行動に関連した項目であれば、理解度が高まるとしてきた。この評価方法では、教師による一方的な説明でも理解度は高まることになる。しかし、実際には生徒自らが考え、疑問を持ちながら、それを解決していく過程が必要であるし、言語的な説明と図のイメージや具体例との関連づけ、注意を向けるべき情報の適切な選択や思考操作に必要な記憶の想起などが行われなければ、真の納得が得られず、知識の再構成も行われぬ。このように、理解に必要な思考操作を認知情報処理モデル等に基づいて多面的に評価するために、以下に示したような観点を設定し、情報の前後関係や関連づけの程度、同じ内容について提示される情報の多様性などに着目して評価する。

- ・目標レベルに則した教授意図か
- ・認知情報処理モデルに則した提示順序か
- ・教授意図に則した教授行動か
- ・指導上の工夫に則した教授意図・教授行動・伝達内容か

・生徒の思考を促すために、説明や板書ばかりでなく、発問形式を活用しているか
評価結果は、適切な対応をしている箇所コメントを表示したり、4人の仮想生徒の状態を画像とともに提示したり、分節ごとに各観点の評価結果を「○」「△」「×」などでフィードバックする。

また、授業実施段階での意思決定力を評価するとともに、設定している授業観や生徒観が学生にとって都合の良いケースである場合に、異なる状況への対応力があるかどうかを評価したり、そのようなケースを想定した指導案作成が必要であることを認識させるために、以下のような観点から評価と助言を行う。なお、b)、c)のために4の拡張を利用する。

- a) 集団のばらつきを適切に制御したり活用したりしているか
- b) 発問の際に、その意図が明確に分かる表現とそうでない表現とを識別し、適切なものを選択できるか
- c) 生徒の誤りに適切に対応できるか

4. システムの拡張

今回のゲーム盤開発に当たって、以下のシステムの機能拡張が必要になった。

第1に、意思決定ゲームで指導案の5つ組を評価する際、学習目標の情報を評価プログラムに渡す機能である。これは、5つ組のデータのリストに単純に学習目標のデータを追加するのみで対応できた。

第2に、教材情報に図表データやさまざまな発問の仕方（表現）の選択肢、誤り・つまづきのデータを追加し、必要などころで活用できるようにする機能である。この機能は、

(ID番号 "伝達内容項目"

(ID₁ "情報特性パラメタ₁" "表示情報₁")

(ID₂ "情報特性パラメタ₂" "表示情報₂")

.....)

というような構成になっている教材情報に、4番目の要素としてメニューには表示されない付加的な情報を追加できるようにし、それを指導案データに含めて模擬授業ゲーム盤で参照できるようにすることで実現した。この4番目の要素に図表ファイルデータを指定しておけば、意思決定ゲームで指導案を表示す

る時や模擬授業ゲームで教材情報を提示したい時に当該ファイルが表示・参照でき、それ以外のデータが付加されている時は、それを模擬授業ゲームの内部変数処理機能を使って評価対象にしたり、選択肢として使ったり、メッセージ表示に利用できる。

以上の他、生徒モデルの更新を容易にするために、「状態aになったら状態bは解消される」といったルールを生徒モデルに記述しておけば、変数更新時に自動的にルールに基づいて整合性が保たれる機能や、上位目標の達成度が下位目標の達成度より高くないように更新する関数など、変数更新を容易にする関数や機能を追加した。

5. 今後の課題

今回作成した模擬授業ゲーム盤は、既に、2008年度後期の「数学科教育法」の授業で試行的に利用し、形成的評価を行っている。その結果をふまえて改良を行い、2009年度前期の「教育の方法及び技術に関する科目」で、数学、理科の指導案作成～模擬授業までを行い、その効果を検証する計画である。

謝辞

本研究の一部は、独立行政法人日本学術振興会・科学研究費補助金・基盤研究(C) [代表松田稔樹]の支援を受けている。関係各方面の方々に感謝する次第である。

参考文献

石井奈津子、野村泰朗、松田稔樹(2006)

教授活動ゲームを活用した授業設計指導の改善、岡本敏雄・伊東幸宏・家本修・坂元昂編「ICT活用教育・先端教育への挑戦～第17章」、海青社、115-118

Keller, J.M. (1987) Development and use of the ARCS model of motivational design. *Journal of Instructional Development*, 10(3): 2-10

Matsuda, T. (2004) Instructional Activities Game: a Tool for Teacher Training and Research into Teaching. in Shiratori, R., Arai, K., and Kato, F. (Eds.) *Gaming Simulations, and Society: Research*

- Scope and Perspective*. Springer-Verlag, Tokyo, 91-100
- 松田稔樹(2006) 教育実習を支援するための「教授活動ゲーム」の開発, 日本シミュレーション&ゲーミング学会全国大会論文報告集, 2006年春号, pp.61-66
- 松田稔樹(2008a) 数学・理科・情報・世界史の指導案記述項目の共通性と独自性. 日本科学教育学会第32回年会講演論文集, pp.445-446
- 松田稔樹(2008b) 教職科目「教育工学」の授業改善とその効果, 松田稔樹, 日本教育工学会研究会報告集, JET08-5, pp.235-242
- Matsuda, T. (2008) Using Instructional Activities Game to Promote Mathematics Teachers' Innovative Instruction. *US-China Education Review*, 5(3): 24-30
- Matsuda, T. (2009) Constructing a Category System to Describe Lesson Plan: Teachers' Professional Development Supported by Vygotsky's Theories. *SITE 2009*, pp.3677-3684
- Matsuda, T. and Noda, T.(2004) Development of a Web-based Micro-teaching System. *ICCE 2004*, pp.1995-2000
- 松田稔樹, 遠藤信一(2008) 教授活動ゲームによる「世界史」用授業設計訓練環境の構築. 日本教育工学会研究会報告集, JET08-3, pp.103-110
- 松田稔樹, 石井奈津子, 滝沢ほだか(2008) 教授活動ゲームによる情報科教育用授業設計訓練環境の構築. 日本教育工学会研究会報告集, JET08-2, pp.133-140
- 吉崎静夫(1988) 授業における教師の意思決定モデルの開発. 日本教育工学雑誌, 8: 61-70

表4 本研究で採用した数学用の「教授意図」記述項目

<p>【動機付け・受容準備・状況確認】 時間や場面の切り替えを意識づける, 授業の準備をさせる, 発話や提示の前に注意を向けさせる, 不思議さや新規性を強調する, 日常生活や身近な仕事と関連づける, 他教科の内容と関連づける, 今後の学習に必要なことを認識させる, 本時/分節の学習目標と関係づける, 既習事項と関連づける, 作業や考えるための時間を与える, 制限時間を設定して緊張感を持たせる, 出欠を確認する, 問題点を指摘して改善を促す, 生徒の状況を確認する</p> <p>【情報受容・共有・強調】 聞かせる/読ませる/受容・体験させる, 考え/理解することに集中させる, 情報をいつでも参照できるようにしておく, 情報を参照させないようにする, 提示情報の中のポイントを強調する, どこに焦点を当てるのかを明確にする, 視点を変えるよう促す, 解決に必要な情報は何かを確認する, 次の思考に必要な情報を共有させる, この情報の必要性・重要性を強調する, 理由や根拠を明示する, 今やるべきことを確認する, 最終的に提出すべき物を確認する</p> <p>【再認・再生・記憶】 既習であることを再認させる, 自分で思い出させる, 手がかりとして目的や条件を強調する, 手がかりとして典型例や数値例を示す, 手がかりとして問題例を提示する, 手がかりとなるキーワードを提示する, 手がかりとして概略や特徴を提示する, ヒントとして選択/穴埋め方式で提示する, 覚える必要があることを明示する, 覚え方や再生時に役立つ手がかりを与える, 繰り返し練習させる, 保持や振り返りの助けとする</p> <p>【表現・提示方法の工夫】 生徒に自分で気づかせるように促す, 状況説明を省略できるようにする, パターンを発見しやすくする, 類似性に気づきやすい表現をする, プロセスを明確にする, 構成要素を明示する, 要素間の関係を明示する, 選択肢を明示する, 同じ内容を別の方法で表現する, リアリティを高める, ノートをとる負担を減らす</p> <p>【思考・操作】 相違点を発見させる, 共通点や類似点を発見させる, 間違いや矛盾を発見させる, 正誤や優劣を判断させる, 分類や場合分けを考えさせる, 要約させる, 関係を考えさせる, 定理性を見出す, 副目標や手順を考えさせる, 結果を予想させる, 適用可能な既習事項を考えさせる, 適用させる, 何を適用したのか確認させる, 原因や理由や根拠を考えさせる, 複数の定式化を着想させる</p> <p>【数理的な見方・考え方】 数量化させる, 具体的な現象に置き換えさせる, 図表化させる, 記号化させる, 数概念的な概念や式に置き換えさせる, 一般化させる, 特殊化させる, 演繹的に考えさせる, 帰納的に考えさせる, 類推的に考えさせる, どの考え方を使ったか同定させる, どの考え方を使うとよいか考えさせる, どの考え方を使うべきか明示する, 見方・考え方の有用性を考えさせる</p> <p>【メタ認知】 自分の状態を自覚させる, 他人の状態と比較させる, 予想や計画とのズレに気づかせる, 分析すべきデータや方法を考えさせる, 解やデータのチェック方法を考えさせる, 着目すべき観点を考えさせる, 評価・改善視点を明示する, 5W1Hに着目して考えさせる, 改善方法を考えさせる, どの方法がより良いか考えさせる, なぜ誤りなのか考えさせる, 正誤を明示して考えさせる, 誤り・つまづきを発生させる, 別解/代替案を考えさせる, 自分に合った方法を選択させる</p> <p>【生徒集団の制御】 違いを共有して問題点を明確にする, 多様な解や説明がありうることを納得させる, 確実に全員に受容させる, 生徒同士の協力を促す/平等に分担させる, 誤解する生徒がいないようにする, 指名が偏らないように配慮する, 目標達成度のばらつきに対応する, 興味・関心の多様性に対応する, 経験に差があることに対応する, 適性処遇相互作用に配慮する, 生徒による解決方法の違いに対応する, 進捗状況のばらつきに対応する, テーマやアプローチの違いに配慮する</p> <p>【情報化への対応】 作業の効率化を図る, 実験・体験が困難なことを代替する, 個人差に対応する, 多様な情報を教材として利用する, 試行錯誤することを支援する, 学習者同士の情報交換を促進する, 最新の情報を活用させる, 多様な情報を利用可能にする, ICTを活用して視覚化できないか考えさせる, ICTを活用して効率化できないか考えさせる, ICTを用いた解決方法の良さを考えさせる</p>
--

※理科用の項目は, 以上の「定理」と書かれた箇所を「法則」とし, さらに「科学的な見方・考え方」の項目を加えたものである。

表5 本研究で採用した数学・理科用の「授業状況の予測」の記述項目

<p>【態度・意欲・準備】 生徒は授業を受ける準備ができていない、出欠状況が不明である、授業に集中していない、授業内容や教師の話に関心がない、この内容を学習する意義が感じられない、試験のために仕方なく勉強しようと思っている、目的／目標意識を持って授業を受けていない、苦手意識や不安を感じている、教科書やプリントを忘れてきた生徒がいる、授業を受ける準備ができていない生徒がいる</p> <p>【情報の受容・注意の状態】 適切な対象に注意を向けている、ノートをとっている／とることに意識がある、教師の説明とは別のものに注意が向いている、注目すべきポイントを誤解し／見失っている、指示された作業をしていて話を聞いていない、ノートすべき内容をノートしていなかった、大事な情報を見落としたり聞き逃したりした、提示したものが見えにくい生徒がいる</p> <p>【発問への応答や作業の状況】 作業手順や内容を把握できていない生がいる、指示された作業や議論をしている、必要なデータが得られない生がいる、とるべきデータに問題がある生がいる、少なくとも1人は作業目標を達成できた、ほとんどの生が作業目標を達成できた、指名した生が解答を板書し終えた、指名した生が解答できないでいる、誤り・つまずき・疑問への対応が必要がある、生の理解／進捗状況が不明である、解答した生とは別の答を考えた生がいる、生から提出物を回収し終えた</p> <p>【知識の暗唱／理解の状況】 用語や定理等の名前を忘れ／誤解している、用語を定義した理由や目的を忘れ／誤解している、用語や定理等の意味内容を忘れ／誤解している、表記法や単位を忘れ／誤解している、用語や定理等を表現した数式を忘れ／誤解している、利用場面に応じた複数の式表現までは思い出せない、複数の定義・定理等の関係を説明できない、条件や場合分けを忘れ／誤解している、直観や経験的思い込みとの矛盾に混乱している、演繹的に証明できる定理が例から帰納される公式が区別できない、定理が成り立つことを数値／現象例では説明できる、定理を既習知識から導出／証明することはできない、定義や定理を具体的事象と対応づけて説明できない、既習内容と新規内容との関係を説明できない</p> <p>【用語や定理や手続きの活用の状況】 ここで使える用語や定理や手続きを思いつかない、不適切な用語や定理や手続きに着目している、どの用語や定理や手続きが適用されたのか分からない、式の中の変数を何に対応づけていいのか分からない、課題文や現象中の要素を習った用語・概念に置き換えられない、課題文や現象中の条件から適用の可否を識別できない、法則を使えるように式変形するということができない、式変形過程で計算ミスや条件の見落としが予想される、値が分数や小数になると計算ができない、複数の定理や公式を組み合わせて使うことができない、類似概念や定理との使い分けができない、類題通りに定理を使えるがなぜそれで解けるのか分からない</p> <p>【問題状況の理解と解決】 見聞きしただけでは問題状況がよく分からない、数学的な概念や用語を使って言い替えることができない、数式や数学固有の図表表現を使って定式化できない、何が目標かは特定できたが求めるべき答の形が分からない、求めたい関係性は分かるが解決の方針が分からない、不明なものを文字で表すという発想ができない、不適切な解決方針を立てている、手がかりになる類題が思いつかない、不適切な類題を手がかりにしようとしている、定理の活用を意図して問題／現象を定式化するという発想はできない、問題状況と示された式との対応関係が分からない、示された式の数学的な意味や性質が分からない、答が得られたとしてもその正誤が判定できない、異なる方法で検算するという発想はできない、得られた答えがどんな現象を意味するかが解釈できない、この問題が現実的な問題解決にどう役立つかわからない、学習成果を現実の問題解決に当てはめる見通しを得た</p> <p>【数理・論理的な見方・考え方と自己評価】 自分と他の生徒の状態との相等・相違が区別つかない、自分の考えと比較している、正誤の確認をしている、自分と他の生徒の考えや状態の差を認識している、誤りやつまずきに気づいていない、数理的な見方・考え方を未習／忘れていない、適用すべき見方・考え方を同定できない、数量化して考えるという発想ができない、図表化して考えるという発想ができない、記号化して考えるという発想ができない、身近な事象と対応づけて考えるという発想ができない、現象を数学的概念や記号で表すという発想ができない、特殊／典型的な場合を考えるという発想ができない、複数の場合を統合／一般化するという発想ができない、演繹的に考えたいが適用できない、帰納的に考えたいが適用できない、類推的に考えたいが適用できない、〇〇化したいができない</p> <p>【科学的な見方・考え方と自己評価】 科学的な見方・考え方を未習／忘れていない、適用すべき見方・考え方を同定できない、実験・観察して確認するという発想ができない、理想化し簡略化してモデル化するという発想ができない、実験条件を複数の要因に分解するという発想ができない、データを関数化して予測するという発想ができない、同じ条件で再現性を確認するという発想ができない、仮説に基づいて実験条件を絞り込むという発想ができない、既知の法則や事実との整合性を考えるという発想ができない、計画した実験が仮説の反証にも有効かを検討していない、変化させる要因を1つに絞り込むという発想ができない、空間的位置関係に着目して整理するという発想ができない、時間的な変化に着目して整理するという発想ができない、保存／変換／平衡といった見方ができない、連続／不連続、可逆／不可逆といった見方ができない、エネルギーや力や電氣的性質に着目した見方ができない、原子の構造や電子配置に着目した見方ができない</p> <p>【クラス内のばらつき】 学習意欲にばらつきがある、ノートをとる時間のばらつきが大きい、予習済みの生徒とそうでない生徒がいる、具体例の理解を助ける実体験に差がある、一通りの説明方法では理解にばらつきが多い、予習で既に問題を解き終わっている生徒がいる、生徒によっていろいろな「解き方」を発想する、話し合いがスムーズな群とそうでない群がある、解決方法を自力発見できる生徒とそうでない生徒がいる、解決の見通しが得られた生徒とそうでない生徒がいる、作業の進捗にばらつきがある、生徒同士で協力したり助け合う雰囲気がない</p> <p>【時間経過の状態】 時間が余っている、時間が不足している、予定した時間になった、時間をもてあましていない生徒がいる</p> <p>【情報伝達メディアの状態】 生徒は教科書を閉じている、生徒は教科書を開いている、プリントをまだ配布していない、プリントは生徒の手元にある、生徒は必要事項をプリントに書き込んでいる、必要な情報は黒板に書かれている、板書事項を生徒はノートにとり終えている、必要な情報は前回の授業でノートにとらせている、教師用の情報機器はまだ使える状態になっていない、教師用の情報機器は使える状態になっている、機器の準備ができていない生徒がいる、生徒用の情報機器は使える状態になっている、情報機器にトラブルが発生した場合</p>
--

※以上の項目で「定理」「数学」と書かれた箇所は、理科では「法則」「科学」としている。

※理科用には【数理・論理的な見方・考え方】の項目が、数学用には【科学的な見方・考え方】の項目がそれぞれ含まれない。(上の【科学的な見方・考え方】には自己評価の項目を省略した。)

表6 本研究で採用した数学用の「伝達内容補助」記述項目

<p>【場面展開】 それでは授業を始めます、出欠を確認します、今日の授業の流れを説明します、まずは復習です、それでは今日の本題に入ります、今日はこういう問題を考えていきましょう、次は習ったことを使って問題を解いてみます、それでは問題を自分で解く練習をしましょう、それでは、作業/話し合いを始めて下さい、はい、作業/話し合いをやめて下さい、それでは、今日の授業をおさらいしてみましょう、これで授業を終わります</p> <p>【情報受容・共有・強調】 聞かせる/読ませる/受容・体験させる、考え/理解することに集中させる、情報をいつでも参照できるようにしておく、情報を参照させないようにする、提示情報の中のポイントを強調する、どこに焦点を当てるのかを明確にする、視点を変えるよう促す、解決に必要な情報は何かを確認する、次の思考に必要な情報を共有させる、この情報の必要性・重要性を強調する、理由や根拠を明示する、今やるべきことを確認する、最終的に提出すべき物を確認する</p> <p>【動機づけ・指示・準備】 この学習は〇〇の△△の内容と関係しています、身近なところで、次のようなことに応用可能です、これは〇〇で必要になります、既に習った〇〇の続きだと思えばいいでしょう、(〇〇分あげますから) 考えて/やってみて下さい、出欠を確認する間に授業の準備をして下さい、配布されたプリントは忘れずに持ってきて下さい、指示されたものはちゃんとノートにとって下さい、課題は、このような手順で解きましょう、まだ〇〇が終わっていない人は、少し急いで下さい、間違った/忘れた人は復習が必要ですよ、これらを次回までの宿題とします</p> <p>【注意喚起】 はい [こちらに注目して/話を聞いて] 下さい、ここに注目して下さい、今私は何と言いましたか?、必要になったらこれを参照して下さい、〇〇を見てはいけませんし相談もしてはいけません、ここがポイント (特に大事) ですよ、ここに焦点を絞って議論を進めましょう、これを使うのに必要な情報は何かですか?、さあ、やるべきことは分かりましたか?</p> <p>【強調・確認】 こんな時のために [用語/定理を] 習いましたね?、単位は〇〇でしたね、次のような式が成り立ちましたね、次のように場合に応じて複数の式を学びましたね、これを使うときは必ず場合分けしましたね?、これを使うには以下の情報があればいいですね、これがその理由/根拠でしたね、このようなことになってしまった原因はこれですね</p> <p>【再生・暗唱】 こうでしたね、思い出しましたか?、このことは、すでに学習したはずですよ、これらを [〇〇/何] と言いました [か?], これは [何/次] の目的で定義/導出しました [か?], このような目的/条件で使えるものがありましたね?、例えば (〇の時) △で (●の時) ▲などでしたね?、単位は何ですか?、この関係を [どの/次の] ような式で表しました [か?], こんな感じの式/形でしたよね?、この問題を見て思い出しませんか?、次のヒントから思いつくものは何ですか?、次の中に答えはありますか?、次のように覚えるといい [でしょう/という話をしましたね?], 〇〇の時別の式を使い了吗?、これらの定義/「定理/定理」はどんな関係にありましたか? これを使うための前提条件は次の通りでしたね、私が言った通りに復唱して下さい</p> <p>【指名・反応処理・KR】 〇〇さん/〇〇君、その通りすばらしい!、手順は次の通りでしたね確認して下さい、聞こえましたか? 「〇〇」ということですね?、どうして〇〇を使おうと思ったのかな?、他の見方はできませんか?、[その答/これ] でいいと思いますか?、他の意見/考え方/解決案はありませんか?、以上の通り異なる複数の意見/考え方がありますね、〇〇だと思える人? [××だと思える人? それ以外の人は?], これがこの問題の答えになります、これは正しいですね、これは違えますね</p> <p>【問題理解・解決】 この課題の条件は [何/次の通り] でした [か/ね]?、この課題は何を求めればいいですか?、今の課題は、これが求めれば解決したことになります、これは今までに解決した [ど/次] の問題と似ています [か?], その類題以外にもっと良い類題はありませんか?、この式と問題文の要素とを対応づけて下さい、変数に代入すべき値は問題文のどれですか?、これは適用の前提条件を満たしていますか?、定理が使えるように式を変形してみましょう、〇〇したい時はこれと何を組み合わせればいいですか?、[ど/こ] の定義/「定理/定理」・手続きが使えます [か?], この課題はどのような手順で解けばいいですか?、この課題を解くのに [どの/この] 既習事項が使えます [か?], 表計算ソフトを使って課題を解いてみましょう、Webを検索して課題を解いてみましょう</p> <p>【思考・操作】 要点をまとめると [どう/こう] になります [か?], それらは [どの/この] ような関係にあります [か?], [何/これ] が相違点です [か?], [ど/こ] んな類似点/共通点/傾向があります [か?], これはどがおかしいですか?、これは (常に) 正しいですか/間違っていますか?、このような基準で考えるとどれがより良いですか?、[何/〇〇] に着目して場合分けするといいです [か/ね]?、(〇〇に着目すると,) [どう/次のように] 場合分けできます [か?], これらの例・図表から [どんな/次の] ことが言えます [か?], これらの類似点・共通点・傾向から [どんな/次の] ことが言えます [か?], これを使うにはその前に何が必要ですか?、(〇〇を使うと) この式は [どの/次の] ように変形できます [か?], 何の公式を使って変形しましたか?、そのように考えた理由/根拠は何ですか?、これは先ほどの例/条件/場合/基準に該当しますか?、(これらの) 規則性が正しいことを他の例でも確かめましたか?</p> <p>【認知技能】 今の〇〇君 [さん] の回答をどう思いますか?、まわりの人と答を合わせをしてみして下さい、その [結果/やり方] は、[予想/計画] 通りですか?、〇〇だと思った [になった] 人はどこか間違っていますよ、より良い順に並べるとこのようになります、どのような立場/視点で考えればいいですか?、なぜこのようなことになってしまったのでしょうか?、以上の作業からどんなことが学べましたか?、〇〇については考慮しましたか?</p> <p>【数理的見方・考え方】 どんな「見方・考え方」がありましたか?、ここでどの「見方・考え方」を使うといいですか?、ここで〇〇化して/〇〇的に考えてみましょう、「見方・考え方」を使って考えてみましたか?、[何/これ] と同じように考えればいいです [か/ね]?、これに該当する現象例に [何/次のもの] があります [か?], 〇〇を使って定式化すると [どう/次のように] になります [か?], この条件が成り立つとすると [どう/次のように] になります [か?], これは [どの/次の/〇〇の] 場合に該当します [か?], これを一般化すると次のようになります、これを一般化するにはどの条件を取り除けばいいですか?、[この/〇〇] という条件を取り除くと [どの/次の] ようになります [か?], 文字〇に[数値]を代入すると [どの/次のように] になります [か?], これの数値例を挙げてください、次の例はこの式に具体的な数値を当てはめたものと言えますか?、数値を文字に置き換えると [どう/次のように] になります [か?], 図表で表すと [どう/次のように] になります [か?]</p>
--

※理科用の項目は、以上の「定理」と書かれた箇所を「法則」とし、さらに「科学的な見方・考え方」の項目を加えたものである。