東京工業大学　松田稔樹

第２章　教材分析と授業設計

１．教授学習過程のモデル

教室で行われる授業は、図３－１に示すように、教師と生徒との間で行われるコミュニケーションの過程とみなすことができる(坂元1988)。

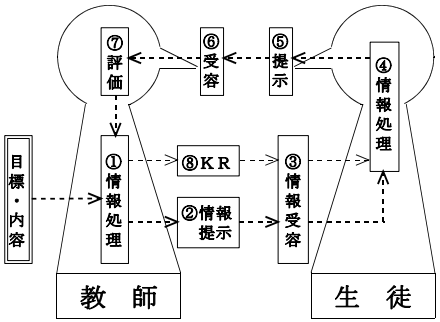

図３－１．教授学習過程のモデル

教師は、まず、教授活動のねらい[教授意図]を明確にし、そのねらいに即してどんな情報[内容]をどう伝達するか[方法]を決定し(①)、生徒に働きかける(②)。生徒はそれを受け止め(③)、受容した情報と既得の知識・技能とを働かせ、さまざまな知識情報処理活動を行う(④)。その活動の過程や結果は、何等かの反応として表出される(⑤)。教師は生徒から表出された反応を受容し(⑥)、それが自分の働きかけに対して期待したものであったかどうか、期待とズレていたとしたら、何がどのようにズレているのか、そして何がその原因かを評価する(⑦)。この評価結果は、①の過程へとフィードバックされ、次の行動のための意思決定に活かされる。このように、生徒の反応は、教師の教授活動の決定に重要な役割を果たす。同様に、生徒も、自分の反応の正誤を知らされたり、励ましや注意を与えられれば、より適切に学習活動を行える。そのための教師の働きかけ(⑧)を教育工学では、KR(Knowledge of Result) と呼ぶ。これは、①の過程と並列して行われる場合もある。

以上、教授学習過程は、教師による情報提示、生徒からの反応、反応に対するKRという３方向のコミュニケーション過程で構成される。坂元は、これを「行って、返って、また行く」と表現している。

坂元(1988)によれば、教師からの働きかけ(②)には、情報伝達を目的とする**タクト**と、行動の喚起・統制を目的とする**マンド**がある。しかし、情報伝達が成立するには、生徒が情報を適切に処理し、理解・記憶する必要がある（マンドの側面）。一方、行動を喚起・統制する場合にも、教師の働きかけは情報伝達により行われる（タクトの側面）。このような両面性を考慮すると、重要なことは、どんな生徒の活動を喚起・統制しようとする時に、どんな内容、方法の特性を持たせて働きかけるべきかを検討しておくことである。

また、認知情報処理の過程では注意の働きが重要である。教師は、③の過程で生徒の注意を喚起し、⑥の過程で自ら適切な反応に注意を向ける必要がある。

最後に、教師が行う評価には、生徒の評価だけでなく、教授活動の評価もある。授業中は、⑦の過程で評価するが、これ以外にも授業後の評価が重要である。そして、最終的には、設計、実施、評価..のサイクルで授業を改善する必要がある。

２．授業中の教師の意思決定モデル

図３－１を教師の意思決定に着目してモデル化すると、図３－２のようになる。

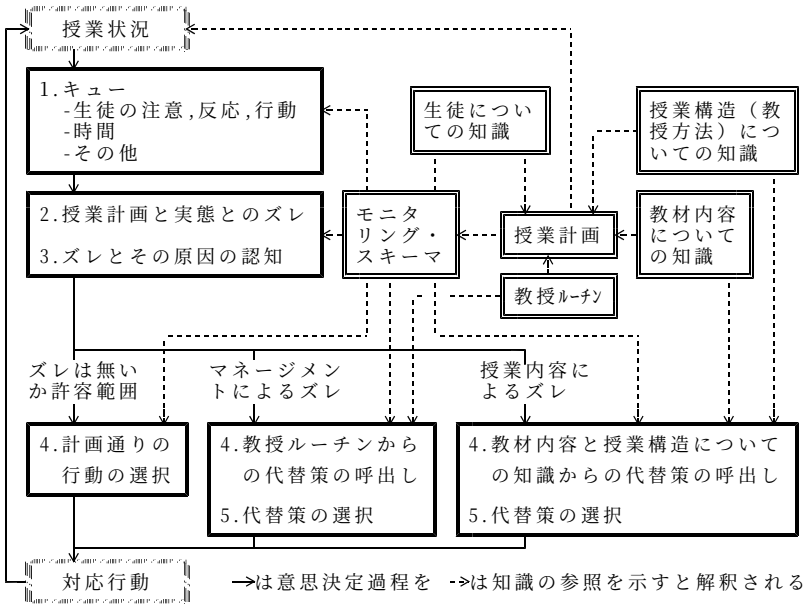

図３－２．授業中の教師の意思決定モデル(吉崎1988)

３．授業前の準備

教師が行う，①意思決定，②情報提示，⑥情報受容，⑦評価，⑧ＫＲといった活動は，準備も無しに授業に臨んで適切に行えるわけではない。図３－２に示したように、これ等の活動を行うには、十分な知識と授業計画が必要である。いわゆる教材研究，教授法研究，授業設計，教材・教具開発といった活動は、そのような授業に必要な知識を獲得したり、授業計画を立案するために必要となる。

ここでは、これらの準備活動について簡単に概説し、第４節以降では、特に教材研究と授業設計について、実際の手続きを説明する。

①教材研究

：授業の内容等を理解するために行う。具体的には、授業の目標（教授目標）、教材情報（説明や問題）、教具として何があるか、またそれ等はどのような性質を持ち、相互にどのように関連しているかなどを理解する。

②教授法研究

：授業を行うにあたり、「自ら学べる生徒を育てる」とか、「科学的方法論の修得を目指す」「探求・発見の過程を尊重する」「一人一人の違いに応じる」など、さまざまな教育観がありうる。そして、これ等の考え方は、授業展開の仕方や、提示する情報の種類、生徒の学習活動の内容や形態など、授業を形作る特定の要因を規定する。このような特定の教育哲学に基づいて授業の型（枠組み）を規定する教授法は、「学び方学習」「仮説実験学習」「発見学習」「個別化学習」など、特定の名前で呼ばれている。一般的な授業は、これ等の特定の型に完全にはまったものではない。しかし、教師が行う教授活動は、全て意図的なものであり、これ等の型が持っている基本的な授業の特性は、一般的に授業の意図を達成する上でも参考になる。教授法研究は、このように、教師が自分の意図を達成するために、どのような教え方をするのがよいかを研究するものである。

③授業設計

：①、②で得た知識に基づいて、生徒の実態に合わせた授業計画を立案する。

④教材・教具開発

：ある方針に基づいて教授法を選んだ時、それを実施するのに既知の教材内容や教具で満足できない場合がある。このような時には、よりよい教材内容を開発したり、新しい教具の活用法を研究する必要がある。

４．教材研究

４－１．概要

教師は、授業を、特定の教育目標を達成するための意図的な活動として実施する（生徒は、授業に、特定の学習内容に関連した知識・技能・態度の変容を意図する機会として参加する）。しかし、実際には、教師も生徒も「意図的」という点を意識していない場合がある（というより、その方が多い）。第１節で、「授業の過程は、教師と生徒との間で行われる相互情報伝達（コミュニケーション）過程とみなせる」と述べたが、コミュニケーションを成立させる上で、「意図」を認識することは極めて重要と考えられる（コミュニケーションの目的は、単に言葉をやりとりすることではなく、言葉を用いて意図を伝達することである→コミュニケーションのモデル参照のこと）。生徒側の「意図」の重要性については、「学習と動機づけ」という観点からも指摘することができるであろう。

教材研究は、教師が生徒に提供する情報の特性を把握するための活動である。この時、上の議論と関連して強調しておきたいことは、教材情報を「教師の意図を達成するための道具」として認識することである。言い替えれば、教師は、生徒に伝達する情報の内容を意図的に選択し、意図的にある方法を用いて伝達すべきである。以上のことは、教材研究を行う際に、全ての教材情報を教師の「意図」と結び付けて分析することが重要性であることを意味している。

ここまでのことを念頭に置いた上で、教材研究を以下の手順で行う。全体的にはマクロからミクロへという流れで行うが、教材理解を進めるためには、具体的な情報（教科書や解説書、問題集などの資料）を大量に集め、それ等を比較しながらボトムアップで解析することも必要であるという点に注意しよう。

教材研究の第一歩は、授業実施の最終ゴールとなる教育目標の抽出である。教育目標抽出のための主要な情報源は、「学習指導要領」と「教科書」「指導書」である。教育目標の抽出において重要なことは、具体的な作業手続きの説明でも述べるように、内容と目標行動（目標達成レベル）を分離することである。内容は学習指導要領に最低限の範囲が示されており、学習指導要領が改訂されない限り（あるいは改訂されても基本的な内容は大きく）変化しない。あとは生徒の実態に即して、適宜関連する内容を取り入れて扱う範囲を広げることになろう。

一方、同じ内容を扱う場合でも、異なる生徒に対しては、その学力の実態等に応じて、達成目標のレベルを調整する必要が生じる（例えば、話として聞くだけでよいとか、正しく計算できる必要があるとか）。この達成目標のレベルを示す方法の一つとして、教育工

学では**目標行動**という記述形式を用いる（→４－２）。

ところで、それぞれの学習内容は、その学問的体系などを背景として何等かの関係をもっている。例えば、「内容Ａを学習するには、内容Ｂを知っている必要がある」とか、「内容Ｘは、内容Ｙを一般化したものである」とかいった関係が考えられる。また、「同じ内容Ｐに対して、まず目標行動ｑを達成し、さらに目標行動ｒを達成する」というように、段階的な学習展開を考えることも重要である（**スモールステップの原則**）。そこで、第二段階では、第一段階で抽出した教育目標を構造化するという作業を行う。

以上、第二段階までで、授業（および教材情報）の骨格をなす教育目標の構造が見えてくる。授業を行うためには、この教育目標を一つずつ達成していくための、用語、記号、概念、定理、法則、事象、現象、数値例、証明、問題、解答などに関する伝達情報が必要になってくる。教科書に載っている情報は、伝達情報のもっとも代表的なものと考えられよう。しかし、世の中に出回っている教科書は沢山あり、それ以外にも市販の書籍等で、さまざまな説明のしかたや問題等が提示されている。一人一人の教師が実際に授業を行う時には、これ等を基本情報としてさらに工夫をこらし、生徒の理解を助けたり学習の定着を図ろうとする。このように、伝達情報は、最終的にどのような表現で生徒に伝達するかという細部さえも教育効果に大きく関わっている。しかし、授業を反省する時には、情報の内容が悪かったのか、表現が悪かったのか、といったことを区別しておくことが望ましい。そこで、情報の特性を記述するための枠組みを設け、その中で個々の提示情報の特性を位置づけるという作業を行う。

以下に、教材研究の具体的な作業手順を示す。本来の教材研究は、最低でも単元単位で行うのが普通であるが、ここでは本講義の授業時数との兼ね合いから、授業１時限分の範囲で教材研究の演習をする。

４－２．教育目標の抽出と構造化

教育工学的に教育目標を示す時には、「内容」＋「目標行動」＝**行動目標**という形式で記述する。行動目標という形式をとる理由は、次の通りである。

第一に、授業が特定の生徒達を対象にして行われる以上、良い授業とは、その特定の生徒達に合わせた選ばれた教育目標の達成に向けて最適に設計されたものでなければならない。既に述べた通り、授業で扱うべき内容は、学習指導要領などでその枠組みが決められており、勝手に選択できるわけではない。それにもかかわらず授業で生徒に提供する情報がさまざまに異なるのは、それ等の内容について達成すべき目標レベルを生徒に合わせて適当に設定しているからである。つまり、授業に変化をもたらす最大の要因は、むしろ内

容ではなく、達成レベルであり、その達成レベルを表現するものが、目標行動であると言える。

第二に、授業が教育目標の達成を目的としている以上、その教育目標の達成の如何を評価できなければ意味がない（評価できなければ、次の授業内容に進んでよいかどうかも分からないし、自分の授業を反省し、改善することもできない）。それではどのようにすれば評価可能になるのか？　我々は、目に見える形で生徒に何等かの変化が生じた時に、生徒が正しく、あるいは誤って学習したことを認知することができる。したがって、教育目標の達成を評価するためには、それを生徒に身に付けて欲しいことがらとして、目に見える変化の形で表す必要がある。

（１）内容－行動マトリックス

以上の考え方にしたがって、教育目標の抽出作業は、次のように行う。

a)教科書に掲載されている情報を表３－１のようなカテゴリーで分類する。

b)分類した各情報を表３－２のように学習内容＋目標行動（＝行動目標）の形で捉える。

この時、

・学習内容は、②用語・記号・概念等の定義か、③定理・手続きから拾える場合が多いが、⑧問題のタイプによって内容を区別すべき時もある。

・行動目標に用いる目標行動のカテゴリー例としては，数学および理科という領域に限定して，表３－３に示すものなどを考える．

表３－１．教科書情報の分類

教科	教科書情報の分類カテゴリー
理科	①タイトル，　②用語・記号・概念等の定義，　③法則・手続き， ④現象，　⑤モデル，　⑥図的表現，　⑦説明・導出過程， ⑧問題，　⑨解答，　⑩データ・観察事実
数学	①タイトル，　②用語・記号・概念等の定義，　③定理・手続き， ④事象，　⑤具体例，　⑥図的表現，　⑦証明，　⑧問題，　⑨解答

表３－３．数学、理科の目標行動カテゴリーの例

Ⅰ.受容･体験	：～を受容する（～を見る，　～を読む，　～を聞く）， ～をノートに書き写す，　～を観察・測定する
Ⅱ.記憶	：～（の定義・記号や式・手続き・実験方法）を暗唱できる， ～（の学習した例，観察例，身近な体験例）を挙げられる， ～の証明や導出過程・解法を思い出して説明できる， ～の内容と式表現の対応関係を思い出して説明できる， ～と現象の関係を思い出して説明できる，
Ⅲ.同定･識別	：～に従って例を分類・識別できる， ～が与えられた例でどう利用されているか判定できる， ～が与えられた例や現象に適用可能か判定できる， ～が与えられた事象を説明する概念かどうかを判定できる， ～が成り立つことを確認する， ～と類似概念との違いを説明できる
Ⅳ.適用	：～にあてはまる（該当する）例や現象を列挙できる， ～に数値をあてはめて計算できる， ～を用いて解を求められる，　～を適用して結果を予測できる ～を用いて数式の変形操作ができる ～を用いて現象を定式化できる，
Ⅴ.総合	：～を適用して現象を説明できる，　～を用いて証明できる， ～を用いて仮説を立てられる， ～を用いて推論可能なことを列挙できる， ～を適用するために必要な副目標が説明（計画）できる ～を調べる実験を計画できる，　～を使って図に表せる， ～と～を関係づけられる（～と～との関係を説明できる）
Ⅵ.評価	：～を用いて具体的事象や文章を式や図などに表わせる， ～を用いて式や図やデータなどの意味を解釈(説明)できる， ～が役立つ例を挙げられる（必要性・有効性を説明できる） ～で理想化（無視）している条件（現象）を説明できる

※Ⅰ～Ⅵの分類は、知識情報処理の深さと関連している。

※教育目標には、技能的な「～を測定できる」や、態度的な「～に興味を持つ」といったものを含めて考える場合が多い。しかし、上表では、器具、道具の使い方といった技能目標は省略した。また、「～に興味を持つ」といった態度目標は、達成を直接評価することが困難なためやはり省略した。「興味を持つ」といった目標の達成は、「～にあてはまる例を列挙できる」かどうかを調べ、さらに列挙された内容を評価することにより推定される。したがって、当面の目標行動としては「例を列挙できる」を掲げておけばよい。

また，以上の作業は，表３－４に示すような内容－行動マトリックスの形で整理しておくと都合がよい。例えば、毎回の学習目標を整理しておけば、本時の学習目標に対応する既習目標について、どのような目標行動レベルまで達成してあるかが確認できる（下の表では、それ等を一緒の表に示しているが、実際には、既習事項のデータは、過去の授業のマトリックスに記述されているはずである。したがって、利用しやすくするためには、コンピュータ上にデータベース化するなどの方法が考えられる）。また、必要に応じて、個々の学習内容について、教科書では省略されている目標行動のレベルを一つ一つ補って（例えば、「暗唱する」と「計算できる」の間に、「利用の可否を判定できる」という内容を補うなど）授業の構成を考慮する上でも役立つ。

表３－４．内容－行動マトリックスの例

内容＼目標行動	書き写す 聞く 読む 見る	手続を再生・説明できる 例を挙げられる 暗唱できる	違いを説明できる が成り立つことを確認できる 利用の可否を判定できる 分類・識別できる	数式を変形できる 解を求められる 計算できる 例を列挙できる	関係づけられる 計画できる 推論できる 証明に利用できる
解の公式（実数）		○		○	
a＞0ならば√-a＝√ai				○	○
二次方程式（実数）		○			
解の公式(複素数)		○	○	◎	
実数解、虚数解		○			
解の公式（b＝2b')		○		◎	
解の公式(一般)				○	
二次方程式（複素数）			○		

〰 線の下が本時の目標であり、上側は既習事項の行動目標を示している。

※図３－３の学習構造図では、目標行動の表現等を文として分かりやすいように適宜変更してあるが、カテゴリーとしては同じものである。

※◎の項目は、本時の中心的な教育目標である。

（２）学習構造図

以上で教育目標が抽出できたが、授業の流れを作るためには、さらにこれ等の目標を構造化しておくことが重要になる。ここでは、目標間の上位－下位関係による目標構造を押さえる。図３－３は、表３－２に対応する目標構造である。ここに示したように、上位－下位関係には、行動目標に示された内容が持ついわば数学的な構造としての上位－下位関係（演繹的推論を行う上での前提－結論の関係）と、達成水準としての目標行動の上位－下位関係の二種類がある。

なお、授業の流れは、必ずしも教育目標の上位－下位関係にしたがって、下位目標に関係する情報を与えてから上位目標の情報を与えねばならないというわけではない。このことについては、授業設計過程の作業の説明において再び触れる。

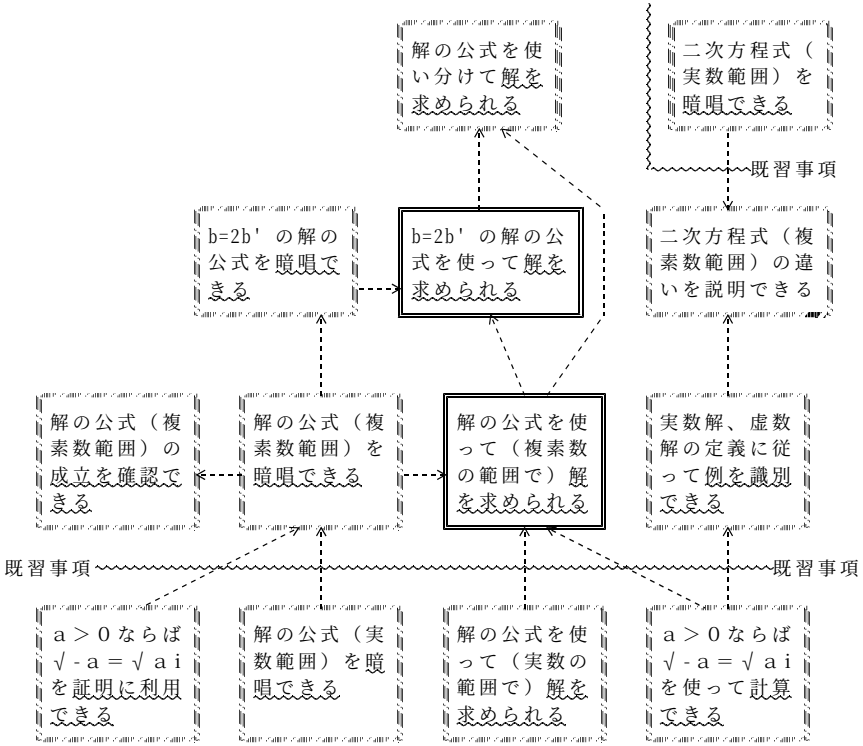

図３－３．目標構造図の例