

ATDの視点から見た指導法及びその開発プロセス

Development Process of Teaching Methods from the Perspective of the Anthropological Theory of the Didactic

宮川 健
上越教育大学大学院

要 約

本稿の目的は、教授人間学理論 (ATD) の視座から、「課題探究として証明すること」のカリキュラム開発プロジェクトの一環で開発されている「指導法」の意味するところを整理し、カリキュラム開発の枠組みの役割をより明確にすることである。そのため、プラクセオロジーの視点から開発される指導法の特徴づけを試みた。その結果、指導法として、数学構成 (MO) がより詳細に規定されているとともに、教授構成 (DO) のタスクタイプが規定され、タスクタイプを達成するためのテクニックの選択・決定は教師に委ねられていることがわかった。換言すれば、この指導法は授業における教師の発問や教授行為を細かく規定するものではなく、カリキュラムにおいてその根幹となる活動が授業の中で生じるための最低限の方法を提示したものである。

キーワード：教授人間学理論，教授構成（プラクセオロジー），指導法

1. はじめに

本研究は、「課題探究として証明すること」の学習を中学校において実現するためのカリキュラム開発についての継続的な研究プロジェクト（以下、課題探究プロジェクト）の一部である。これまで春期研究大会を中心に、カリキュラム開発の枠組みを提案するとともに（宮崎・永田・茅野，2012）、カリキュラムを具体化する授業化（宮崎・永田・茅野，2014）の成果を報告してきた。

一方、筆者は、カリキュラム開発において意図された指導内容を盛り込んだ授業が、研究者と実践者の協働により実現されるまでの過程（授業化）に関心をもち、その過程において影響を受ける制約を特定するとともに、開発したカリキュラムがどの程度実際に実現可能なのかその可能性について議論してきた（宮川，2014）。

これまでのプロジェクトでは、授業化において、指導内容はカリキュラム開発枠組みに

より規定されていたものの、指導法については特に定めてこなかった。そのため、授業化における実際の指導方法の選択については、研究者及び実践者の経験に依っていた。そして現在、今回の創成型研究課題でテーマにあるように、開発されたカリキュラムをより適切に授業に導入できるようにするため、授業実践に伴う指導法の開発が進められている。では、その指導法とはどのようなものか。カリキュラムに規定される指導内容といかなる関係にあるのだろうか。指導法を規定することは、教師の自由度をなくし、Teacher Proofのカリキュラム（どんな教師であっても同じように指導できるカリキュラム）を目指すことになるのだろうか。

本稿では、こうした疑問に答えるため、数学教育学の一理論的枠組みである教授人間学理論 (ATD) の視座から、「課題探究として証明すること」のカリキュラム開発プロジェクトで開発が企図されている「指導法」の意味するところを整理し、カリキュラム開発の枠組みの役割をより明確にしたい。

そこで以下では、まず ATD の視点から指導内容や指導法がいかに特徴づけられるかを示し (第 2 節)、課題探究プロジェクトにおいて開発されてきたカリキュラムが何を規定し、指導法が何を規定しようとしているのか、明らかにする (第 3 節)。

2. ATD の視点から

(1) プラクセオロジー

教授人間学理論 (ATD) は、シュバラール氏により 1980 年に発表された「教授学的転置理論」が発展したものである (Bosch & Gascón, 2006; 2014)。教授学的転置理論においては、数学が一つしかないものではなく、“institution” と呼ばれる社会的なコミュニティのようなもの (数学者の集まり、技術者の集まり、教師の集まり、学校、教室、家族、など) に応じて異なった数学が存在すると考える。実

際、同じ数学的概念であっても、国によってその扱いは大きく異なり、同じ数学が教えられているとは言い難い^[1]。

そして ATD では、そうした種々の数学を「プラクセオロジー (praxéologie)」という概念を用いて記述する (Chevallard, 1999; 宮川, 2011)。これは、数学や数学的知識と一概に言ってもそれが何を意味するのか明確ではないからである。プラクセオロジーは、知識や技能を、それに伴う実践的な営みや行為をも含めてモデル化する。それは、実践的な営みを記述する「実践部 (praxis)」と実践の背後にありその根拠となる「理論部 (logos)」より構成されるとする。さらに詳述すると、実践部分は、解決する課題の種類である「タスクタイプ (type of tasks)」とそれを解決する「テクニック (technique)」から、理論部分は、テクニックの根拠となる「テクノロジー (technology)」とテクノロジーの背景となる「セオリー (theory)」から構成される。例えば、日本の中学校第 1 学年で学習する 1 次方程式を考えれば、1 次不等式を解く営みは、一つのプラクセオロジーでモデル化されうる。実践部分は、 $ax + b = cx + d$ ($a, b, c, d \in \mathbb{R}$) を解くというタスクタイプ、及びそれを解決する移項などのテクニックからなり、理論部分は、等式の性質及びそれを保証する方程式の理論 (もしくは実数の理論) などからなる。

(2) 指導内容と指導方法

プラクセオロジーは、その定義の仕方により、数学に関わる知識・営みのみならず、その他の人間の営みにも適用できる。「きちんと成し遂げられたいかなる人間の行為も、プラクセオロジーの語で概括する唯一のモデルに包含されうる」(Chevallard, 1999, p. 223) ことを前提とするのである。特に、数学教育に関するものでは、教師がもつ数学の指導に関する知識や技能、その営みをモデル化できる。そのため ATD では、数学的な知識や営みをモデル化するプラクセオロジーを「数学構成

(organisation mathématique)」(以下, MO), 教師の指導における知識や営みをモデル化するプラクセオロジーを「教授構成 (organisation didactique)」(以下, DO) と呼ぶ。

授業における数学の指導・学習の活動を想定すれば, 生徒は数学的な知識を用いたり創り出したりといった数学的な活動を営み, それは MO によってモデル化される。一方, 教師はそうした MO を促す教育的な活動を営み, それは DO によってモデル化されるのである。したがって, 数学の指導内容は MO に, 指導方法は DO に包含されるものとなる。ただし, カリキュラム開発のように教えるべき数学的内容としての MO と実際に授業で見られる MO は異なる。ATD では, 教授学的転置の視点から, それぞれが属する “institution” が異なると考え, これらを区別する。この点については, 次節でより詳細に見ていく。

また, 学校数学に見られる数学構成 (MO) は, その指導の仕方つまり教授構成 (DO) と独立に存在するものではない。数学構成と教授構成は互いに影響し協調しあい, それぞれが決定される。この仕組みは ATD において「相互決定 (co-determination)」と呼ばれる。

3. カリキュラム開発から指導法開発へ

以下では, ATD の視点から課題探究プロジェクトが開発するカリキュラム及び指導法の意味するところを, この創成型課題研究の宮崎ほか (2017) の指導法開発を例に検討する。

(1) 開発対象

課題探究プロジェクトは, カリキュラム開発を目的とし, 現在は同時に開発したカリキュラムを実現するための指導法の開発に取り組んでいる。これは, 大局的に見れば, カリキュラムとして指導内容となる MO と指導方法の DO, もしくはそれぞれの一部を開発対象としていると捉えられる。

一方, 課題探究プロジェクトは, わが国で定められた学習指導要領の範疇で開発を進め

ている。現在学校現場で指導されている数学的な内容に変更をもたらすことなく, 通常の授業に課題探究プロジェクトで推奨される証明の視点を導入しようとしているのである。

こうした取り組みは, 教授学的転置の視点からすれば, 図 1 のような転置過程における「カリキュラム」部分の MO_C と DO_C を開発対象としていると捉えられる^[2]。一般に, 転置の過程は, 国定カリキュラムや教科書に見られる「教えられるべき数学」から教室に見られる「教えられた数学」へというように記述されることが多い。しかしながら, 課題探究プロジェクトで開発されている指導内容と指導法は, 学習指導要領に基づき開発され, 教室に持ち込むことを前提としていることから, 両者の間に位置すると言えよう。

さらに, 次節で述べるように, 具体的な指導内容や指導法は, 領域には依存するものの, 必ずしも数学的な特定の内容(四角形や関数, 方程式など)についての知識や技能をモデル化したものではない。むしろ, それは数学的な内容を扱う際の証明についての知識や技能である。そのため, 開発対象は, MO_C そのものというよりも, その一部である。このことは, DO_C についても同様であろう。



図 1 教授学的転置の視点から

(2) カリキュラム開発

課題探究プロジェクトでは, カリキュラム開発にあたり, 「開発枠組み」を設定するとともに, 枠組みを学習指導要領で規定された各学年の学習内容に適合させる「内容-活動対応表」を作成する。前者では, 証明の構想と構成に関してそれぞれ二つのレベルを設定し, そこに学習レベルの移行を設ける。この移行過程を実現できるように, カリキュラムを開発するのである。この移行過程は, 学習内容から独立した証明にかかわるものであるため,

後者の対応表により、各単元における学習内容がどのような学習の移行過程に相当するのかが示す。例えば、以下は証明の構成についての二つのレベルである。

C1：前提と結論の間に命題の演繹的な連鎖を形成する。

C2：演繹的な推論を普遍例化と仮言三段論法に分化して、前提と結論の間に命題の演繹的な連鎖を形成する。

学習レベル (P1, C1) から (P1, C2) への移行が想定される単元では、証明を C1 としてではなく、C2 として構成することが求められる (P1 は証明の構想に関する一つのレベル)。

プラクセオロジーの視点からすれば、開発枠組みと内容-活動対応表は、数学構成 (MO) の一部を記述したものである。すなわち、中学校数学の授業において、また各学年や各単元において、どのような数学的な活動を目指とするのか示したものである。ただし、この記述においては、具体的にどのような問題や課題を用いるのか規定されていない。そのため、内容-活動対応表の記述は、この単元で「証明する」という何かの課題 (タスク) に対するテクニックにおける証明にかかわる側面の性格が記述されているといえよう。ATD においては、「証明する」という課題は、タスクタイプではなく、それよりもさらに大きな分類となる「タスクジャンル (genre of tasks)」(Chevallard, 1999) と呼ばれるものである。この視点からすれば、内容-活動対応表は、「証明する」というタスクジャンルに対して用いられるテクニックの証明にかかわる特徴を、学習活動として記述しているといえよう。

(3) 指導法開発

課題探究プロジェクトにおいては、開発されたカリキュラムが具体的にいかに導入されるのか、その実現可能性の検証も含めて、「授業化」と呼ばれるカリキュラムの検証が実施されてきた。図 1 でいえば、開発したカリキュラムを教室に持ち込み (カリキュラムの右

にある右向き矢印)、その成果をカリキュラム開発に活かそうとする (左向き矢印) 営みである。授業化においては、無論のこと、指導の仕方を検討する必要がある。プロジェクトは、これまでその点について明確に規定してこなかった。そのため、授業で見られる実際の指導法については、研究者及び実践者の経験に依っていた。図 2 は授業化の過程を図式化したものである。プロジェクトのメンバーである研究者は、実際の授業 (教室) に導入しようとする MO_R と DO_R をもっており、それが授業レシピという形で明文化される。この MO_R に開発されたカリキュラムのアイデアが含まれており、 DO_R については特にプロジェクトが定めるものは含まれていなかった。

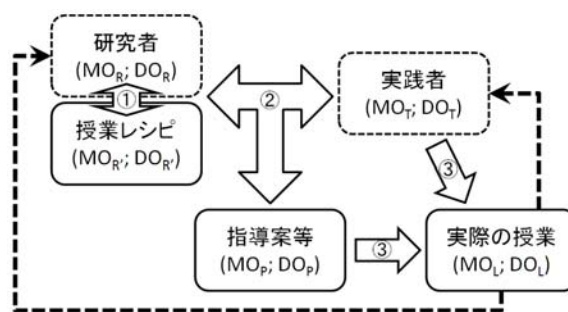


図 2 授業化の過程 (宮川, 2014)

そして今回の創成型課題研究の宮崎ほか (2017) は、DO でモデル化されるプロジェクトとしての指導法の開発を提案するものである。では、それはどのようなものだろうか。

課題探究プロジェクトで想定されている指導法は、「学習レベルの移行に必要な学習活動を実現する指導法」である。その開発のために、以下の三段階が提案されている。

- ア. 学習レベルの移行に必要な学習活動を考案する
- イ. 学習活動を実現する指導法を単元展開に組み込む
- ウ. 授業実践で指導法を評価・改善する

宮崎ほか (2017) で検討されている学習レベル (P1, C1) から (P1, C2) への移行における指導法開発を例にあげると、アの段階では、

C1 から C2 への移行がどのような学習活動によりなされるのか、より詳細に分析し、「A. 全称命題の共用」、「B. 単称命題群への全称命題の組込」、「C. 単称命題群における全称命題の用い方の明示」という三つの活動を提案している。この段階では、指導法というよりも、C2 に向かう学習者の活動のあり方を示している。すなわち、プラクセオロジーの視点からすれば、DO ではなく MO がより詳細に示されていると言えよう。さらに、前述のカリキュラム開発と同様、これらの活動は数学的な指導内容からは独立し、C1 と C2 の性質を検討することにより特定されている。

この段階では、アで特定された学習活動を単元展開の中に組み込み、数学的な指導内容と証明にかかわり期待される活動を規定する。宮崎ほか (2017) では、中学校第 2 学年図形領域において (P1, C1) から (P1, C2) への移行を設計し、「A. 全称命題の共用」の学習活動を、対頂角が等しいことの証明から同側内角の和が 180 度であることの証明までに位置付けている。さらに、ここで規定された学習活動を生じさせ、それを促進することが指導法とされている。例えば、「全称命題の共用促進」が (P1, C1) から (P1, C2) への移行を促す指導法の一つとされる。

プラクセオロジーの視点からすれば、ここでの指導法は、基本的により詳細に記述された MO の実践部分を促進することや設定することであり、教師が授業の中で取り組むべき課題 (タスク) である。また、特定の活動というよりもいろいろな場面で課題となるタスクであることから、教師の取り組む「タスクタイプ」と捉えられる。これは、DO の一部ではあるが、授業において具体的にどのように課題設定し発問し指導するのかといったことや、その背景にある思想や理念ではない。すなわち、DO のテクニックやその理論部分ではない。したがって課題探究プロジェクトでは、授業で教師が取り組むべき課題は規定さ

れるものの、それをいかに解決すべきかについては教師に委ねられているのである。また、実際の授業の中での指導法は、扱われる数学の内容に応じても変化する (MO と DO の相互決定)。DO のテクニックは、MO に応じ、そして教師のもつ指導についての理論部分 (例えば、問題解決型授業、構成主義的な授業、など) に応じて決定されるのであろう。

最後に、指導法開発のウの段階においては、カリキュラム開発の際の授業化と同様、指導法を適用した授業実践を実施し、指導法をさらに改善する。これは、図 1 における「カリキュラム」と「教室」の両方向の矢印に相当する活動である。そして、その過程も授業化同様、図 2 の過程を経ることになる。すなわち、その過程では、研究者と実践者のもつ経験や思想・理念などが一体となって授業実践が推進されるのである。

4. おわりに

本稿では、教授人間学理論 (ATD) の視座から、「課題探究として証明すること」のカリキュラム開発プロジェクトの一環で開発されている「指導法」の意味するところを整理し、指導法が何を規定し何を規定しないのか、カリキュラム開発の枠組みの役割を考察してきた。その結果、課題探究プロジェクトで開発される指導法は、プラクセオロジーの視点からすれば、教授構成 (DO) のタスクタイプであると判断できた。それは、換言すれば、授業における教師の発問や教授行為を細かく規定するものではなく、カリキュラムにおいてその根幹となる生徒による証明活動が授業の中でより適切に生じるために規定された最低限の指導法であった。実際、課題探究プロジェクトが規定するタスクタイプを達成するためのテクニックの選択・決定は教師に委ねられる。それは、数学的な指導内容 (MO)、教師と生徒らで作るクラス文化、教師の数学指導に対する思想や理念 (DO の理論部) など、多

くの要素の影響を受け決定される。

課題探究プロジェクトにおける指導法開発のこうした方針は、教師の自由度が大きいため、プロジェクトで開発したカリキュラムの実現可能性を高める。その一方で、カリキュラム開発にかかわる指導法において新たな視点を導入することも興味深いように思う。とりわけ、「探究」という点においては、探究についての革新的な考え方をもたらした「世界探究パラダイム」(Chevallard, 2015) や世界的に導入が進められている探究型学習 (Inquiry-Based Learning)^[3] など、今日多くの新たなアイデアが提案されている。こうしたことを採り入れた指導法の更なる検討も可能ではないだろうか。

注

[1] 証明の場合は、宮川 (2013), Miyakawa (2017) を参照されたい。

[2] 図 1 は転置過程の一部を示した。

[3] ヨーロッパの場合は, PRIMAS プロジェクト (<http://www.primas-project.eu/>) を参照。

引用・参考文献

Bosch, M. & Gascón, J. (2006). Twenty-five years of the didactic transposition. *ICMI Bulletin*, No. 58, 51-65. [大滝孝治・宮川健 (訳). 「教授学的転置の 25 年」, 上越数学教育研究, 第 32 号, pp. 105-118, 2017.]

Bosch, M. & Gascón, J. (2014). Introduction to the anthropological theory of the didactic (ATD). In A. Bikner-Ahsbahr et al. (Eds.), *Networking of theories as a research practice in mathematics education* (pp.67-83). Springer: Switzerland.

Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 19(2), 221-266.

Chevallard, Y. (2015). Teaching mathematics in

tomorrow's society: a case for an oncoming counterparadigm. In S. J. Cho (Ed.) *The Proc. of the 12th ICME* (pp. 173-187). Springer: Switzerland. [大滝孝治・宮川健 (訳). 上越数学教育研究, 第 31 号, pp. 73-87, 2016.]

宮川健 (2011). 「フランスを起源とする数学教授学の「学」としての性格」, 数学教育学論究, 第 94 巻, pp. 37-68.

宮川健 (2013). 「幾何領域における証明の存在理由 ～フランスと日本の場合～」, 日本数学教育学会誌 数学教育学論究臨時増刊, 第 95 巻, pp. 345-352.

宮川健 (2014). 「研究者と実践者の協働による「授業化」の仕組みについて～証明することのカリキュラム開発の事例から～」, 日本数学教育学会誌 数学教育学論究臨時増刊, 第 96 巻, pp. 177-184.

Miyakawa, T. (2017). Comparative analysis on the nature of proof to be taught in geometry: the cases of French and Japanese lower secondary schools. *Educational Studies in Mathematics*, 94 (1), 37-54.

宮崎樹夫・永田潤一郎・茅野公穂 (2012). 「中学校数学における課題探究としての証明学習カリキュラムに関する研究：カリキュラム開発のための枠組みの構築」, 日本数学教育学会第 45 回数学教育論文発表会論文集, pp. 887-892.

宮崎樹夫・永田潤一郎・茅野公穂 (2014). 「中学校数学における課題探究として証明することのカリキュラム開発：進行状況と授業化の意味・役割」, 日本数学教育学会誌数学教育, 第 68 巻第 5 号, pp. 2-5.

宮崎樹夫・清水静海・岩永恭雄・市川大輔 (2017). 「課題探究として証明することを実現する指導法開発—指導法開発の意味—」, 日本数学教育学会第 5 回春期研究大会論文集 (本論文集).

謝辞 本研究は, JSPS 科研費 (26282039, 16H02068) の補助を受けて進められました。