

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～

宮 川 健

要 約

本稿の目的は、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）の仕組みを明らかにすることである。それにより、開発したカリキュラムの実現可能性について議論する際の手掛かりを得たい。具体的には、プロジェクト「課題探究として証明することのカリキュラム開発」の一環で実施された授業化を事例に、教授人間学理論の諸概念を用いて、授業化の異なった複数の場面を特徴付け、その構造を示すとともに、各々の場面において授業の性格（生態）を形づくり、その実現に影響を与えている要素（条件と制約）を特定する。そして、研究者や実践者がいかなる制約に従い、いかなる制約を制御しているのか、何が期待する授業の実現を妨げ、何が期待しない授業の性格を形づくるのかなど、実現可能性検証の手掛かりを示す。

キーワード：教授人間学理論，実現可能性，論証指導

1. はじめに

研究プロジェクト「課題探究として証明することのカリキュラム開発」（以下、「プロジェクト」）（宮崎・永田・茅野, 2014）では、中学校における論証指導に関わるカリキュラム開発が進められている。そこでは、開発した指導内容を各単元にいかに取り入れることが可能か、その実現可能性を示すため、研究者と実践者の協働により授業が構想・実践されている。これは、「意図されるカリキュラムを“夢物語”に終わらせぬため」（ibid., p. 5）である。この研究者と実践者の協働による授業の実現過程は「授業化」と呼ばれている。

授業化の過程では、研究者のもつ理論的な視点と実践者がもつ経験に裏打ちされた実際の視点の双方から、実現可能な授業を探ることになる。その際、実践者や実践場所等に応じて、結果として実現される授業の性格は異なる。特に、このプロジェクトのように、研究者がカリキュラムを開

発する場合では、研究者のもつ理論的な視点からの期待をすべて授業で実現することは難しく、ときには一部が、ときには別の一部が実現される。

以上のことからすれば、幾度かの授業実践のみで、実現可能性をいかに議論できるだろうか。開発したものは通常の授業に持続的に取り入れ可能なのか、一般的な数学教師が再現可能なのか、などといった問いに、いかに答えることができるだろうか。こうした点については、これまで十分に研究されてこなかったように思う。実際、研究者と実践者の協働は、実現可能性よりも「理論と実践の往還」という視点から、そのあり方が議論されることが多い（岩崎, 2013; 大谷, 2013）。

そこで本稿では、プロジェクト「課題探究として証明することのカリキュラム開発」の一環で実施された授業化を事例に、研究者と実践者の協働により授業を実現する過程を考察し、その仕組みの解明を試みる。それにより、カリキュラムの実現可能性を議論する上での手掛かりを得たい。具体的には、教授人間学理論（以下、ATD）の視点

から、筆者がプロジェクトで担当した中学校第 1 学年図形領域「移動」単元の授業化の営み(宮川・初谷, 2014)を客体化して分析対象とし、授業化の異なった複数の場面を特徴付け、授業化の構造を示すとともに、各々の場面において授業の性格を形づくり、その実現に影響を与える要素(条件と制約)を特定する。それにより、授業化の過程で、研究者や実践者がいかなる制約に従い、いかなる制約を制御しているのか、何が期待する授業の実現を妨げ、何が期待しない授業の性格を形づくるのかなど、実現可能性検証の手掛かりを示す。

なお、授業化の仕組みを検討するにあたって ATD に依拠する理由は、この理論的枠組みが研究者と実践者の営みを外的な視点から捉えることを可能にし、カリキュラムや教材の実現可能性を議論する上で最適と考えたことにある。

以下では、まず、本研究が依拠する理論的枠組みの概要を示すとともに、枠組みの視座から実現可能性がいかにつまえられるか述べる。(2 節)。次に、プロジェクトの授業化について述べ、授業化の実際を示す(3 節)。さらに、枠組みの視点から、授業化の営みを分析し、その構造、授業の実現に影響を与える要素について考察する(4 節)。

2. 理論的枠組み：教授人間学理論(ATD)

(1) 生態学的アプローチ

「教授人間学理論(Théorie anthropologique du didactique)」(cf. Chevallard, 1992; 宮川, 2011)では、数学というものを“社会(institution)”という視点から捉え、社会によって異なった数学(もしくは数学の知)が存在すると考える。そして、学校教育における数学がいかにつまづかれているのか、その仕組みを解明しようとする。

ATD では、こうした数学の存在を生態学的に捉える(cf. Chevallard, 1994; Artaud, 1998; 宮川, 2012)。すなわち、ある数学的対象もしくは数学的な概念は、それを取り巻く環境の中で、他の対象・概念など様々なものの影響を受けながら、何らかの機能をもって存在していると考えられる。例えば、わが国の学校数学における証明は、それが中学校数学に生息するための“条件(conditions)”を満たしているからこそ、そこに存在しており、数学の

内的な整合性や教育の目標、社会の要求など、その環境に存在する様々な“制約(contraintes)”に従っているからこそ、教科書に見られるような証明の形態で何らかの機能を果たして存在しているのである(cf. 宮川, 2012, 2013)。

生態学的アプローチでは、こうした条件と制約を特定することにより、数学の生態を形づくる仕組みの解明を試みる。

(2) プラクセオロジー：数学構成、教授構成

上では、生息する‘もの’を数学や数学の知、数学的対象、概念などとやや曖昧に表現した。ATD では、これらを「プラクセオロジー(praxéologie)」という概念で捉える(cf. Chevallard, 1999; 宮川, 2011)。プラクセオロジーとは、知識や知といったものを、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概念である。それは、実践的な営みを記述する「実践部分(praxis)」と、実践の背後にありその根拠となる「理論部分(logos)」からなる¹⁾。例えば、日本の中学校第 2 学年では、二等辺三角形の底角の定理が三角形の合同条件を用いて証明される。これは一つのプラクセオロジーでモデル化される。実践部分は二等辺三角形の底角が等しいことを示す営みからなり、理論部分はこの定理をはじめ、証明に用いられる様々な性質や前提からなる。なお、フランスではこの定理を線対称の性質により示す。これは、実践部分が異なりそれに応じて理論部分も異なる別のプラクセオロジーと捉える。

また、プラクセオロジーは、その定義の仕方により、数学に関わる営みのみならず、その他の人間の営みにも適用できる。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)」²⁾、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)」と呼ぶ。

以上のように、生態学的アプローチでは、生息する‘もの’をプラクセオロジーの概念で捉え、そして数学構成の生態を探ることを研究課題とする。ただし、学校数学に生息する数学構成は、そ

の指導の仕方つまり教授構成と独立に存在するものではない。数学構成と教授構成が互いに影響し協調しあって、それぞれが決定される²⁾。このため、数学構成の生態は、教授構成の生態とともにしばしば検討される。

(3) 条件と制約、決定レベル

数学構成の生態を探ることは、それが生息する環境におけるその実現可能性（もしくは生息可能性）を探ることとほぼ同義である。先述のように、生態学的アプローチでは、数学構成が生息するための“条件”とそれを妨げる“制約”を特定することが課題であった。ある数学構成を授業で実現しようとした際、その数学構成を取り巻く環境が生息の条件を満たしていれば実現可能である。ATDの視座からすれば、カリキュラム等の実現可能性を検証することは、その生態を可能にしている条件と制約を探ることに帰着できるのである。

一方、条件と制約の種類は多様である。例えば、先ほどの二等辺三角形の底角の定理の数学構成がわが国の学校数学に生息する条件は様々である。中には「数学という教科が存在すること」といった、より大局的な社会的な視点からの条件もあれば、「三角形の合同条件が導入済み」といった、より局所的な数学内の条件もあろう。そこでATDでは、数学外から数学内までの種々の条件と制約を分類するため、また条件と制約を特定する手掛かりを与えるため、次の「決定レベル (niveaux de détermination)」(cf. Chevallard, 2002) と呼ばれる枠組みを導入する。

文明－社会－学校－教科（数学）－領域

－単元－テーマ－問い

この視点からすれば、先の「数学という教科が存在すること」は学校レベルの、「三角形の合同条件が導入済み」は単元レベルの条件となる。

3. 授業化とその実際

(1) カリキュラム開発の過程と授業化

プロジェクトでは、次のような過程でカリキュラム開発が進められている。

1. 課題探究として証明することの概念化。
2. カリキュラムの問題点の整理。
3. 中学校における論証指導のあり方を探り、そ

の指針を示す枠組み（図1）の構築。

4. 各学年で扱う内容を規定する「内容－活動対応表」（表1）の作成
5. 授業の概要を示した「授業レシピ」の作成
6. 研究者と実践者による授業の構想・実践

ここで「授業化」は、主に5,6辺りの過程を指す。それは、「理論知と実践知の相互作用に基づいてカリキュラムを授業として形づくるプロセス」（宮崎ほか, 2014, p. 5）である。本稿では、授業レシピの作成以降の過程を分析する。

(2) カリキュラム開発のための枠組み

プロジェクトのカリキュラム開発のための枠組みは、主に次の二点に焦点を当てている。第一に、論証指導において、課題探究という視点から、証明の構想 (P) と構成 (C) を明確な視点として取り入れること。ここでは、構想についてはC1, C2, 構成についてはP1, P2というレベルが設定されている (ibid., p. 4)。第二に、課題探究という視点から、証明の生成に評価 (E)・改善 (I)・発展 (A) のサイクルを取り入れること。これは、各学習レベルで想定される。これらをもとに学習レベルの移行過程を設定し、さらに各学年で求められる学習レベルと移行を規定する（図1）。

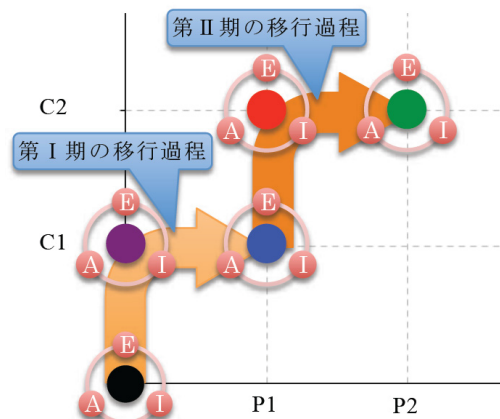


図1 移行過程に関する枠組み（宮崎ほか, 2014）

さらに、プロジェクトでは、カリキュラムの内容とそれに対応する証明することの活動を設定し、各内容における学習レベルとその移行を明確化する。表1は、本稿で分析する授業化が位置づく第1学年図形領域の各項目とそこでの学習レベル・移行を示したものである (ibid., p. 4)。第1学年は、論証指導の初期段階であり、証明の構想と構成の両者をいずれも最初のレベル (P1, C1) に到達さ

せることが目標となる(図1の第I期の移行過程)。
 なお、開発にあたっては、実現可能なカリキュラムを目指すため、各学年で扱われる数学の内容やその順序は既存のものと概ね同様になっている。

表1 第1学年図形領域の「内容－活動対応表」

項 目	学習レベル・移行
平行移動, 対称移動及び回転移動	O → C1
基本的な作図とその活用	
平面図形の運動による空間図形の構成	C1 + EIA
空間図形の平面状への表現と読み取り	C1 → (P1, C1)

(3) 授業化の概要

「平行移動, 対称移動及び回転移動」における授業化は, 表1に示したように, C1を目指したものであった。C1は, 「前提と結論の間に命題の演繹的な連鎖を形づくり表現する」段階であり(宮崎ほか, 2014, p. 4), これまでほとんど求められなかった演繹的な記述の説明が第1学年で求められることになる。ただ, C1を目指す最初の授業であることから, この授業の中で生徒らがC1に到達することを目標とするのではなく, C1へ動き出すこと, 第1学年の他の単元の素地となることが目標となる。すなわち, 生徒らは, 結論をいうための前提と根拠となる事柄を自分なりに特定し, それらを文章として記述することが求められる。

また, 授業化の時系列の活動内容とその役割を担う主たる者は以下のとおりであった。

1. 授業レシピ作成(研究者)
2. 第1回打合せ(研究者, 実践者)
3. 指導案作成(主に実践者)
4. ワークシート作成(研究者, 実践者)
5. 第2回打合せ(研究者, 実践者)
6. 校内授業研究会(実践者)

第1回打合せでは, 枠組みに基づき作成した授業レシピを用いて, 研究者が実践者に想定する授業の概要と意義を説明し, それがいかに実践可能か検討した。その検討をもとに実践者による指導案作成, 共同でのワークシート作成, メール交換とその後の第2回打合せを経て指導案とワークシートをはじめ, 授業の詳細を決定し, そして, 校

内授業研究会という形で実践者が授業を行なった。

(4) 授業の内容と位置付け

授業は, 第1学年平面図形領域全16時間の内の8時間目, 「移動」の最後の時間に実施することになった。課題は以下のものである。

下の図のような三角形を1回移動して作られる四角形(もとの三角形と移動後の三角形の合体で作られる四角形)はどのような四角形でしょうか? 実際にかいて, その四角形になる理由を説明しよう!

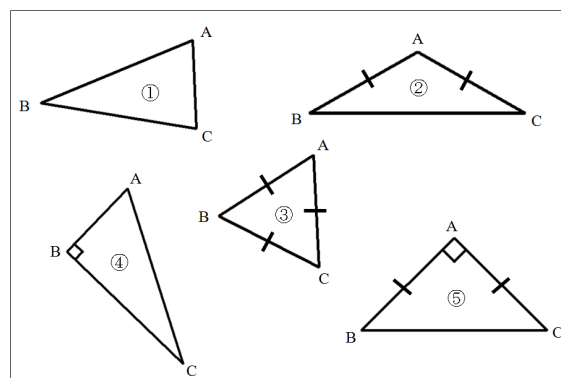


図2 課題とワークシートの図

構想した授業展開は次のようなものである。導入では, 色々な三角形を想起させたのち, 図2①の三角形の場合に, 直線ABを軸に対称移動してたこ形を作り, たこ形になる理由の説明を教室全体で検討する。これにより, 説明方法を把握する。ここでの説明は教師主体で構成する。次に, 共通課題として, 生徒らは①の三角形を辺ABの中点を中心に点対称移動して四角形を作り, 平行四辺形になる理由を説明する。その後, 選択課題として, 他の図形で同様に対称移動もしくは点対称移動により四角形を作る場合に取り組む。なお, 共通課題と選択課題の両者において, 生徒らはペアで課題に取り組み, 小さな紙の三角形を用いて四角形を作る。

ここで目標とされるC1の説明は以下のとおりである。

「 $\triangle ABC$ を直線ABを対称軸として対称移動すると四角形ACBDができる。対称移動した線分なので, $AC=AD$, $BC=BD$ である。となりあう2組の辺がそれぞれ等しいので, 四角形ACBDはたこ形である。」(①の対称移動の場合)

(5) 授業の実際

授業は新潟県の公立中学校(1学年200人強)

で2014年1月に実践された。この時期の数学は少人数クラスであったため、生徒数は18名であった。

授業は事前に想定していたように展開された。教師主体の①のたこ形の説明があり、その後、生徒らは共通課題、選択課題に取り組んだ。彼らは、授業全体を通してペアで積極的に関わり、多くの説明を書いた。生徒らの説明は、教師が与えた説明に類似したものが多かったものの、その成果は実践者（授業者）の予想以上であった。想定外だった点は、教師の与えた①の対称移動の説明で、「対称移動した線分なので」の文言が「 $BC=BD$ 」の前から抜けていた点である（図3参照）。

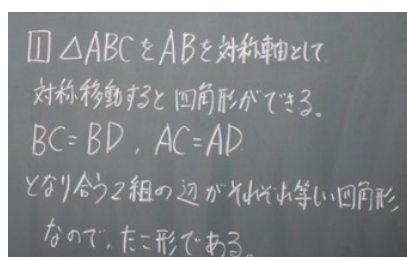


図3 教師による①の対称移動の説明（板書）

また、選択課題においては、長方形の説明など説明が長くなるものも少なくない。そのこともあり、全体として、C1の説明に相当するものは少なかった。しかしながら、不十分ではあるもののC1に向けた説明は多くみられた³⁾。例えば、図4の説明では、すべての角が直角であることの演繹的な説明はなく、最初の一文で「長方形ができる」と説明が循環しているが、長方形であることの説明はC1の演繹的なものとなっている。

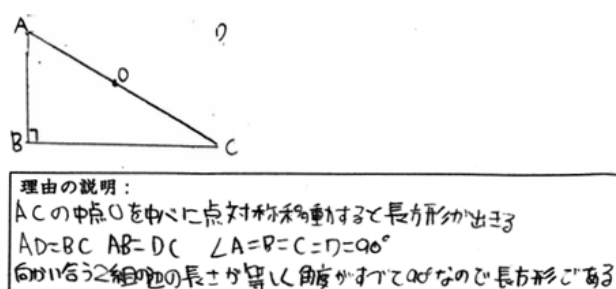


図4 生徒のC1に向けた説明

4. 授業化の過程の考察

3節で示した授業化の過程は、ATDの視点からすれば、いかに捉えられるであろうか。

(1) 授業化の過程の理論的特徴づけ

考察の結果から述べれば、授業化の過程の全体

像は図5のように特徴付けられる。ここで、MOは数学構成、DOは教授構成を意味する。①は授業レシピの作成段階、②は研究者と実践者の協働による指導案等の作成段階、③は実践者による授業実践の段階である。添え字は、異なった段階におけるMOとDOを区別するために便宜的につけたものである（PlanのPなど）。「実際の授業」から「研究者」と「実践者」に点線矢印がついているが、これは実際の授業をもとにさらなる改善が図られるためである。この過程は今回検討しない。

さらに図5では、研究者と実践者が点線で囲まれている。これらは各個人の想定している授業（MOとDOからなる）を意味する。個人の内的なもので完全に記述できないため点線で表した。ただし、研究者の想定する（ MO_R ; DO_R ）の一部は授業レシピに、実践者の想定する（ MO_T ; DO_T ）の一部は指導案・ワークシートに表出する。

また、①と②の段階では双方向に矢印が向いている。これは相互作用によって、両者の数学構成・授業構成が明確化されるからである。例えば①では、研究者は漠然と授業に対するイメージを持ち、授業レシピの作成によりそれが明確化される。

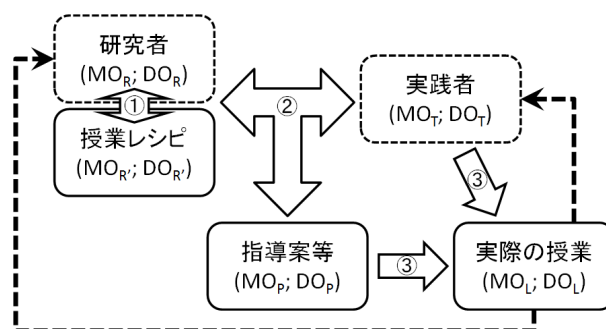


図5：理論的な視点から見た授業化の過程

(2) 授業化の過程における条件と制約

次に、ATDの視点から授業化の各段階の詳細を分析するとともに、各段階で作出される数学構成と教授構成を形づくる条件と制約を考察する。

① 研究者⇄授業レシピ

プロジェクトにおける授業化は、研究者が授業において期待する数学構成（ MO_R ）を想定することから始まる。それは、筆者の場合であれば、3節(2)で示したカリキュラム開発の枠組みを中学校第1学年図形領域「移動」の場合に具体化したものである。MO_Rの実践部分にC1を目指した証明

を構成する行為が含まれる。MO_Rを想定すると同時に、MO_Rを実際の授業でいかに生じさせるかといった方法、つまり研究者が授業において期待する教授構成 (DO_R) も部分的に想定される。

研究者のもつ MO_Rと DO_Rは、授業レシピ作成の過程で、各々の実践部分と理論部分が徐々に明確化される。そして授業レシピには、想定された (MO_R; DO_R) の要点が (MO_{R'}; DO_{R'}) として記述される。紙面の都合上、詳細は示せないが、(MO_{R'}; DO_{R'}) の内容は概ね以下のようなものであった。

- MO_{R'}の実践部分：図2の課題の原型（簡易化されたもの）、期待される説明例など
- DO_{R'}の実践部分：指導の具体的な留意点など（画用紙の三角形を用いた課題の導入など）
- DO_{R'}の理論部分：授業の趣旨など

次に、授業レシピ作成の段階において、(MO_R; DO_R) と (MO_{R'}; DO_{R'}) を形づくる主たる条件と制約について考察する。

授業レシピ作成では、プロジェクトの枠組みが、C1を目指すこと、つまり証明を構成する活動を MO_Rに含めること、C1がいかなる証明かということを示唆した。一方、証明以外に MO_Rに盛り込まれる活動、及びその指導方法 (DO_R) については、すべて研究者の経験にもとづき検討された。

先述のように、プロジェクトでは、今日の授業に劇的な変化を求めるのではなく、日頃の授業にプロジェクトの趣旨を少し反映させようとする。そのため、教科書ベースで授業レシピを作成した。MO_Rの構想には、教科書に見られる単元構成という単元レベルの制約、教科書に見られる指導内容や問い・課題などテーマレベルと問いレベルの制約の影響を受けた。実際、図2に示した課題は、授業を実施した地域で採用している教科書にある、「三角形の移動と四角形」というテーマの複数の問いを改変したものである（一松ほか、2012, pp. 160-161）。したがって、こうした問いの存在が今回の課題を扱う条件となる。

以上が、①の段階における (MO_R; DO_R) と (MO_{R'}; DO_{R'}) を形づくる主たる条件と制約である。

② 指導案等に至るまで

授業レシピ作成後の次の段階では、研究者と実践者が協働し、授業をより具体化した指導案・ワ

ークシートを作成する。ここでは、研究者が想定する (MO_R; DO_R) を授業レシピ (MO_{R'}; DO_{R'}) とともに実践者に説明し、実践者はその授業についての自らの (MO_T; DO_T) を作り上げていく。それを表現したものが、指導案やワークシートである。

第1回打合せにおける実践者の主な検討事項は、課題提示の方法、それに対する生徒らの反応であった。ATDの言葉で換言すれば、実践者は DO_Tの実践部分と MO_Tの実践部分をより具体的に想定した。その中で、実践者が指摘した最大の問題点は、図2にあるような課題を提示したのみでは 生徒らは説明を書けない、ということであった。

これは、実践者の経験にもとづき、授業レシピの DO_{R'}では期待する MO_{R'}の実践部分が生じないとの指摘である。そして、彼らが説明を書くためには、どのような説明が求められているのか把握できる仕掛けが必要であるとした。その結果、教師が教室全体で説明例（図2の①の場合）を示すこととなった。

こうした第1回打合せの検討を通して培われた (MO_T, DO_T) をもとに実践者は指導案を作成した。ただ、指導案においては、説明例の示し方 (DOの実践部分)、活動の形態 (MOの実践部分) などの詳細については固まっておらず、メール交換及び第2回打合せでそれらを検討した。

説明例の示し方については、図2①を対称移動でたこ形となる場合を教師が示し、点対称移動で平行四辺形となる場合を穴埋めの説明とする1案と、教師が黒板で実際に図を描きながら口頭で確認する2案が、実践者より提案された。1案より、生徒らが説明を書けないのではないかという認識が指導の方法 (DOの実践部分) に大きく影響を与えていることがわかる。検討の結果、最終的には、3節(4)で述べたように、たこ形の場合は教師が主導で提示し、平行四辺形の場合は共通課題として生徒らが取り組むこととなった。

また、教師の説明の提示の仕方においては、「アイデアを出す段階」と「説明を書く段階」を分けるよう、研究者から実践者へ、お願いした。これは、この授業が必ずしも構想 (P) を目指すものではなかったが、課題の性格から説明を構想する段階を入れた方がよいと判断したためである。実際、

この課題では、結論（たこ形や平行四辺形）を直観的に知ることができ、結論をいうためには何がいればよいかを考えることが自然である。したがって、ここには課題の性格という問いレベルの要素が説明の構想を促す条件となっていた。

以上のようにして、説明例の示し方と最初の共通課題の提示という DO の実践部分と、共通課題における生徒らの活動という MO の実践部分が、概ね決定したのである。

第 2 回打合せでもう一つ検討事項となったことは、「生徒の説明をいかに教室全体で取り上げるか」ということであった。C1 を目指すためには、生徒自らが書いた説明に対するフィードバックが必要である。不十分な点を改善して C1 に近づいていくのである。しかしながら、彼らが模造紙などに説明を書く時間がないこと、実物投影機や大型プリンタなどもない（通常は使わない）ことなどから、生徒に口頭で発表してもらい、教師が板書することとなった。すなわち、学校レベルの時間の制約とインフラの制約が授業者の DO_T の選択に影響を与えていたのである。

一方、「C1 の説明として、どのような説明を求めるか」については、大した議論にはならなかった。授業レシピ作成の際、研究者側には、説明における根拠となる事柄についての懸念事項があった。それは、平行四辺形になるための条件など、中学校でまだ証明されていない性質を根拠となる事柄として用いてよいのかという、数学の内的な整合性の制約についてであった。これを認めなければ、第 1 学年で図 2 の課題を扱うことはできない。しかしながら、このことは制約とはならなかった。実践者は、2 年生以降と 1 年生では体系という点で異なった数学であるとの認識を有していた。すなわち、こうした実践者の認識が今回の授業化の条件の一つとなっていた。

以上が、指導案とワークシートに見られる (MO_P, DO_P) に至るまでの段階の仕組みとそこで見られた主な条件と制約である。

③ 実際の授業

実践者は、指導案とワークシート (MO_P, DO_P)、そして自らが想定した授業展開 (MO_T, DO_T) にもとづき授業を実践した。実際の授業では、3 節

(5) で示したような数学に関わる活動と教師の指導が見られた。それらは (MO_L, DO_L) でモデル化される。この段階では、研究者の想定 (MO_R, DO_R) は授業に直接影響を与えることはできない。

授業で見られた生徒らの活動 (MO_L の実践部分) には、多くの記述により説明する活動が含まれていた。それはいかに生じたのだろうか。先述のように、生徒らの説明は教師の与えた説明に類似したものが多かった。これは、予想されたことだが、教師が最初に説明例を示したためである。すなわち、MO_L の実践部分が DO_L の実践部分に直接的に影響を与えたのである。一般に、MO の実践部分は、その理論部分が背景となって生じる。理由の説明（証明）の場合であれば、本来、MO の理論部分に、証明の必要性がなければ MO の実践部分（説明する営み）は生じない。今回の授業化では、証明の必要性についての議論はほとんどなく、指導案等の (MO_P, DO_P) に至る段階で、生徒らが説明を書けないであろうという認識が制約となり、結果的に説明例を提示するという DO_L を生じさせた。したがって、この制約を考慮に入れない（書けなくても構わないとする）、この制約に対する別の対処方法（例えば、説明の必要性を喚起する工夫をする）を採用するなどの選択肢がない限り、生徒らの類似した説明は不可避だったのである。

一方、3 節 (5) で示したように、説明の一文が抜けるという想定外のことが生じた。実践者の説明では、いずれの問題でも同様の一文が抜けていた。これは、MO_T において最終的な説明の形態が明確でなかったことに起因している。研究者にとっては、(MO_T, DO_T) の中身は実践者とのやり取りと指導案等から推し量ることしかできない。そしてそれは実践者にとっての研究者の (MO_R, DO_R) についても同様である。そのため、(MO_R, DO_R) と (MO_T, DO_T) のずれは多かれ少なかれ不可避であり、そのずれが、結果的に (MO_R, DO_R) と (MO_L, DO_L) のずれとなったのである。

以上が、今回の授業に見られた (MO_L, DO_L) の成立までの主たる仕組みである。

5. おわりに

本稿では、プロジェクト「課題探究として証明

することのカリキュラム開発」の一環で筆者が担当した授業化における研究者と実践者の協働による授業の実現過程を、教授人間学理論 (ATD) の視点から詳細に分析し、その仕組みの解明を試みた。その結果は4節のとおりである。特定の授業化の過程で、研究者や実践者がいかなる制約に従い、いかなる制約を制御しているのか、何が期待する授業の実現を妨げ、何が期待しない授業の性格を形づくるのか、などをある程度示せたと思う。

今回の研究は、授業開発や研究者と実践者の協働にいかに関与できるだろうか。その主たるものは、研究者と実践者の協働により授業を実現する過程を整理し、授業における営みに影響を与える要素(条件と制約)を明確化する視点・方法を具体例とともに提示したことと考える。この視点は、本研究のきっかけとなった実現可能性をはじめ、研究者と実践者の協働における両者の関わり方など、様々な議論の手掛かりとなる。例えば、プロジェクトでは複数の授業化が進められているため、この視点を適用することにより、各々の授業化がいかなる要素を考慮に入れて実現されたものなのか、といった統一的な議論を可能にする。今後は、複数の授業化を分析対象として、実現可能性をさらに検討していきたい。

謝辞

授業化にあたって、新潟県中学校教諭初谷淳先生にご協力いただきました。心から感謝致します。また、本研究は科研費(24243077, 26282039, 26381185)の助成を受けて推進されました。

註

- 1) より正確には、実践部分は、解決する課題の種類である「タスクタイプ」とそれを解決する「テクニック」から、理論部分は、テクニックの根拠となる「テクノロジー」とテクノロジーの背景となる「セオリー」から構成される。
- 2) この仕組みは「相互決定 (co-détermination)」と呼ばれる (cf. Chevallard, 2002)。
- 3) 図4以外のものは、宮川・初谷 (2014) を参照。

引用・参考文献

Artaud, M. (1998). Introduction à l'approche écolo-

gique du didactique. In M. Bailleul, et al. (Eds.), *Actes de la IXème école d'été de didactique des mathématiques* (pp. 101-139), Caen: ARDM.

Chevallard, Y. (1992). Fundamental concepts in didactics. In R. Douady et al. (Eds.), *Research in Didactique of Mathematics: Selected papers* (pp. 131-168), Grenoble: La Pensée Sauvage.

Chevallard, Y. (1994). Les processus de transposition didactique et leur théorisation. In G. Arsac et al. (Eds.) *La transposition didactique à l'épreuve* (pp. 135-180), Grenoble: La Pensée Sauvage.

Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Vol. 19, No. 2, 221-266.

Chevallard, Y. (2002). Organiser l'étude 3, Ecologie et régulation. In J.-L. Dorier et al. (Eds.) *Actes de la 11e Ecole d'Eté de Didactique des Mathématiques* (pp.41-56), Grenoble : La Pensée Sauvage.

一松信ほか (2012). 中学校数学 1. 学校図書。

岩崎浩 (2013).「現職教員との協同による算数・数学科の授業開発研究」. 日本数学教育学会 第46回秋期研究大会発表集録, pp. 1-10.

大谷実 (2013).「算数と数学の接続をはかる実践家と研究者の協働的デザイン研究」. 日本数学教育学会 第46回秋期研究大会発表集録, pp. 11-20.

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, Vol. 94, 37-68.

宮川健 (2012).「フランス前期中等学校平面幾何領域における証明の生態」. 日本数学教育学会誌, 94.(9), 2-11.

宮川健 (2013).「幾何領域における証明の存在理由」. 数学教育学論究臨時増刊 第46回秋期研究大会特集号, Vol. 95, 345-352.

宮川健・初谷淳 (2014).「「平行移動, 対称移動及び回転移動」において課題探究として証明することの授業化」. 日本数学教育学会誌, 96 (9), 6-9.

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, 96 (9), 2-5.