

「オタク型成長曲線」に沿った成長を促す授業デザインの検討 —中学校数学授業における試み—

藤川 大祐

千葉大学教育学部

「オタク型成長曲線」(藤川 2020a) に沿った成長を促す授業デザインとして考えられる事例として、筆者が 1991 年度から 1995 年度まで行っていた中学校数学の授業実践を取り上げ、この授業実践が「一部の生徒は学習塾で『予習』を行っている」、「一区切りついた授業の内容は次の時間には忘れられている」、「口頭で発表できても書けるとは限らない」等の前提をもち、「授業のサブチャンネル」、「着手しやすいが奥が深い教材」、「板書比較法」という三つの基本システムから成っていることを論じた。この授業実践においては、授業者が数学の「オタク」として振る舞っていたこと、教材や「授業通信」において生徒が「オタク」として好みそうな話題が多く取り上げられていたこと、個々の生徒の個性ある考え方が紹介されることが多かったことといった要素があり、「オタク型成長曲線」を促す授業デザインの一例として捉えられうることを確認された。

キーワード：オタク力、オタク型成長曲線、中学校数学、授業のサブチャンネル、板書比較法

1. 「オタク力」と学校教育¹

とが有効でありうると主張した。

1.1. 「オタク型成長曲線」

鈴木 (2012) が明らかにしているように、学校では「スクールカースト」と呼ばれる階層構造が生じることが多く、この構造がいじめの問題等につながっている。

藤川 (2020a) では、この構造が、日常の授業等において、少数者を犠牲にして多数派に同調することが利得になる「多数決ゲーム」と呼ばれるような状況を生じさせることを指摘した。「多数決ゲーム」の状況においては、個々の学習者が自ら課題と向き合っそれぞれが独自の解決策を提起することは困難となり、その場で求められているであろう態度を推察することばかりが学ばれることとなりかねない。

藤川 (2020a) では、こうした「多数決ゲーム」を、互いに影響を与えながら各成員の成長物語を展開する「群像劇ゲーム」に転換することの可能性を示唆した。「群像劇ゲーム」を実現するためには、各成員が他の成員とは異なる特性を発揮できるようにする必要がある。藤川 (2000a) では、「学校で特段求められているもの以外で、自分が好きだと思える何らかのことからについて、独自の仕方発揮できる能力」としての「オタク力」を伸ばし、その後に学力を伸ばすという「オタク型成長曲線」(図 1) をモデルとして、学習者の成長を促すこ

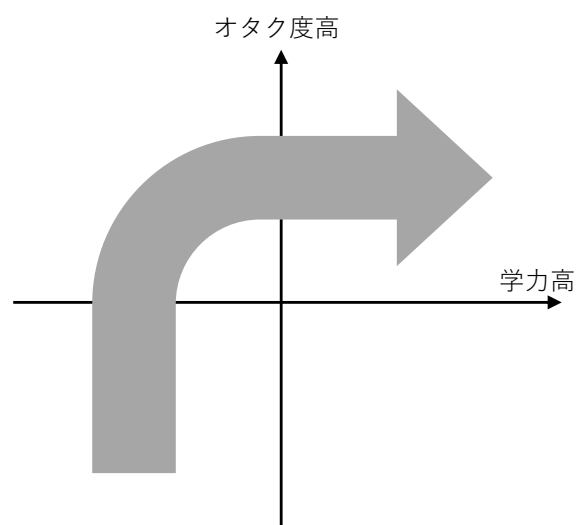


図 1 オタク型成長曲線 (藤川 2020a)

なお、藤川 (2000a) においては「オタク力」の定義において、好きだと思ふことの対象を「学校で特段求められているもの以外で」と限定しているが、このような限定が必要か否かについては本稿においてあらためて検討したい。

1.2. 「オタク」と学校

「オタク」と学校はどのような関係にあったか、これまでの議論をたどってみよう。

ここで言う「オタク」という語は、ある種のことがらに関するマニアを意味する語であり、1980 年代から広

Daisuke FUJIKAWA : Consideration of Lesson Design promoting Growth along “Otaku-Type Growth Curve”: In Junior High School Mathematics Courses
Faculty of Education, Chiba University

く使われるようになった。当初は、「おたく」とひらがなで表記されることもあった。この語はマニアに対する蔑称として用いられることが多かったが、漫画・アニメ・ゲーム等のサブカルチャーが市民権を得るようになったことと並行して、「オタク」という語には否定的な意味合いがなくなっていった。そして、2000年前後には、オタクは高い購買力をもつ消費者層としても注目されるようになり、肯定的に見られるようになった（野村総合研究所 2004 等参照）。

学校においては、牧野（2018）が指摘するように、学校内の「スクールカースト」の中で「オタク文化」が下位に貶められることが自明とされがちであったものの、2010年代以降、幅広いサブカルチャー愛好家が「オタク」を自称することとなり、「オタク文化」のスクールカースト上の地位が変動しつつある。しかし、牧野によれば、「スクールカースト」においてコミュニケーション能力が成員の地位に影響するのと同様、「オタク」のコミュニティ内においてもコミュニケーション能力の序列化が見られ、「オタク文化」を「スクールカースト」の対抗文化と見ることができるようには至っていない。

なお、日本の「オタク文化」は外国の人たちに人気が高く、漫画やアニメを契機に日本語や日本文化に興味を持つ学生の日本への留学につながっていることから、日本語・日本文化教育においては「オタク」的なトピックを生かすことの可能性が示唆されており（小林 2013）、この方向でも教材開発等も行われている（たとえば李 2020）。

以上のように、コミュニケーション能力が相対的に低い者に関して「オタク型成長曲線」をモデルとした成長を促す方法は十分に明らかとはなっていないものの、小林が示唆しているように授業における教材や教師の話をも「オタク」的にすること等によって「オタク型成長曲線」をモデルとした成長を促す授業デザインを構築する可能性は十分にあると考えられる。

1.3. 「オタク力」を意識した実践事例

筆者らの研究グループでは、「オタク力」をキーワードに、学習者が自分の好きなことにマニア的に取り組むことを支えることによってその学習者の成長が促されるような教育実践に注目し、検討を続けている。たとえば以下のような教育実践が報告されている。

坂巻（2019）では、幼稚園における「むしけんきゅうじょ」という実践が報告されている。この実践が行われた幼稚園には独自の園内通貨があり、園児たちが商店、銀行等の「おみせ」を作って経済活動を年間通じて行う実践が進められている。こうした中、昆虫やクモなどの「ムシ」に興味をもった子どもたちが「むしけんきゅう

じょ」という「おみせ」を作って、保育者のサポートを受けながら、カマキリの飼育等の活動を行い、タブレット端末で撮影して他の子どもたちに向けて動画の上映を行う等の活動をしている。

この実践においては、「ムシ」に関心をもった園児たちが経済活動の時間中、ただひたすら「ムシ」の研究に取り組むことが許されており、坂巻によればこうした活動の中で園児たちが感動を共有し、自分たちの活動を振り返る機会を得るに至っている。子どもたちの成長がどのようなものかと言えども報告されていないが、このように興味をもったことにひたすら取り組める環境を作ることで、「ムシ」に関心をもつ園児たちが「むしけんきゅうじょ」の活動を通して成長するとともに、他の園児たちとの関わりもできると考えられる。ここで「ムシ」は科学教育と関わる題材なので「学校で特段求められているもの以外で」とは言えないことには注意が必要であるが、この事例は、好きなことへのマニア的な関心が子どもの成長につながりうる事例と考えることができる。

小牧（2020）では、中学校の数学の授業において、授業中に数学にはあまり向き合わず漫画のような絵を描いてばかりいる生徒に着目し、言わば「漫画オタク」の生徒が数学の授業に参加できるようにする試みが報告されている。授業者は、生徒たちに向けて配布している「授業通信」と呼ばれる印刷物の中で、「漫画家募集！」として、数学で登場する項目を擬人化したキャラクターのデザインを募集した。そして、一部の生徒が、反比例や負の数といった概念をもとにしたキャラクターの絵を描いてくるようになった。このような取り組みを通して、数学に抵抗を示していた生徒が数学への抵抗をなくしていった様子が記されている。

以上のような教育実践の報告はなされている。だが、こうした実践は、「授業デザイン」と呼べるほどに確立したものとは言えず、試行的な取り組みとして捉えられるべきであろう。

2. 中学校数学における授業実践例

2.1. 概要と背景

以上の認識をふまえ、本稿では、「オタク型成長曲線」に沿った成長を促す授業デザインとして考えられる一つの事例について記述し、考察を行うこととする。取り上げる事例は、筆者が過去に行っていた中学校数学の授業実践である。

以下、授業実践の概要と背景を示す。

ここで取り上げる授業実践は、1991年度から1995年度の5年間、東京都にある国立のA中学校において、筆者が非常勤講師として担当していた数学の授業であ

る。なお、以下のことがらはすべて当時のものである。

A 中学校は中高一貫校で、高等学校からの募集はなかったため、中学校 1 年生で入学した生徒が基本的にそのまま高校 3 年生まで在籍して卒業する学校であった。入学時の選考は学力試験と抽選で行われており、一般的な学力の水準は公立の中学校と大きく変わらないものであった。高校受験はなく希望者は基本的に全員高等学校にそのまま進学できるので、生徒たちは高校受験のための学習をする必要はなかったのだが、おそらく半数以上の生徒が学習塾に通っていた。

1 学級の生徒は基本的に 40 名（男女各 20 名）であり、1 学年は 3 学級あった。筆者が担当する学年は年度ごとに異なっていたが、1 年生を担当することはなく、2 年生あるいは 3 年生のいずれか 1 学年を担当することが原則であった。2 年生も 3 年生も数学は各学級毎週 4 時間授業が組まれており、筆者が担当する学年については専任教員 1 名と筆者が各学級の授業を毎週 2 時間ずつ分担して担当していた²。年度当初の打ち合わせで年間で扱う単元を半分ずつ扱うことを決め、筆者は自分が担当することとなった単元を 3 学級それぞれで担当して指導していた。筆者が担当する単元については同一学年の授業を筆者のみが担当していたこともあり、教材や指導法については他の教員と足並みを揃える必要はなく、基本的に筆者の裁量に委ねられていた。なお、毎週同じ曜日に 3 学級の授業が 1 時間ずつ組まれていたので、基本的に各学級では同じ日に同じ内容を扱うこととしており、学級による進度の差は生じなかった。

筆者は、1991 年度当時、大学院博士課程の 1 年次に在籍中であり、それまでは教育実習や研究の一環という形で小中学校で授業を行う機会を経験していたが、教員として授業を行った経験はなかった。筆者の専門は教育方法学で特段数学教育を研究していたわけではなかったが、中学校・高等学校の数学の教員免許は取得しており、数学に関心をもつ教員や学生と研究会を開催する等の取り組みはしていた。また、当時筆者は、『『個』を育てる授業』と呼ばれる静岡市立安東小学校の築地久子氏の授業（主に社会科の授業）を研究対象としており、教師が子どもたちを「枠」にはめず個々の子どもが別々に動いていても互いに関わりながら学ぶ授業がどのように成立しているかを明らかにしようとしていた（藤川 1993 参照）。小学校社会科と中学校数学科という違いはあるが、自ら授業を行うにあたり、築地実践の考え方を参考にする部分は大きかった。

こうした状況であったので、筆者としては授業担当を教材開発について学ぶ好機と考え、学習指導要領を踏まえ教科書の内容を用いつつも、すべての単元において教材開発を行い、独自の教材を用いて授業を行うこととした³。

1991 年度は A 中学校の専任教員の授業を見学させてもらったり⁴、A 中学校の専任教員らが開催している勉強会⁵に参加させてもらったりしつつ自らの授業において試行錯誤を行い、1992 年度からは概ね安定的な方法で授業を実施することができるようになった。以下、1992 年度以降の授業が基本的にどのようなものであったのかを述べる。なお、実際にはさまざまな試行錯誤をしたが、本稿では基本的な授業のあり方についてのみ述べることとする。

2.2. 前提

当時筆者は、授業を構想するにあたり、いくつかのことを前提とし、そうした前提を言わば出発点として授業の構想を考えていた。以下、主な点について述べる。

前提(1) 一部の生徒は学習塾で「予習」を行っている

既述のように、高校受験の必要がないにもかかわらず、おそらく半数以上の生徒が学習塾に通っていた。しかも、多くの学習塾では、学校ごとに対策をしてくれるらしく、A 中学校の授業の進度に合わせて「予習」をしてくれているようであった。このため、教科書に沿って授業を進めてしまうと、一部の生徒はすでに教科書の問題を終えており、授業中に退屈してしまうことが考えられた。そうした「予習」をしていない生徒も多いため、教科書に沿って授業を進めたと仮定すると、全生徒が同じペースで学習を進めることは困難であると考えられた。40 名一斉授業の形式で授業を進めるのであれば、「予習」をしているか否かにかかわらずに参加できる授業にする必要があると考えられた。

前提(2) 一区切りついた授業の内容は次の時間には忘れられている

1 時間ごとの授業の内容を工夫し、1 時間ごとにひとまとまりの内容を扱って授業を終えるようにすると、大半の生徒は次の授業のときに前の授業の内容を忘れていた。もちろんノートを見れば想起することはできるが、想起させた上であらためて次の内容の導入をすることとなり、授業の効率が著しく悪くなると考えられた。1 時間ごとに内容を一区切りさせず、むしろ結論が楽しみで仕方がない状態で授業を終えるようにすれば、授業者主導で導入をしなくても、生徒の方から前時の内容に言及し、続きをやりたいと言われるようになると考えられた。

前提(3) 口頭で発表できても書けるとは限らない

授業において口頭で発表することができても、黒板やノートに考えを書くとすると細部が曖昧になる。また、他の生徒が読んで理解するように書くことがなかなかできない。数学という学問の性質上、書いて説明することが重要であるのであり、いくらそれらしく話すことができても書いて説明でない状態を放置するわけにはいかない。数学の授業においては、口頭でのコミュニケーションでなく書き言葉でのコミュニケーションを重視する必要がある。

前提(4) 誤りを修正することができなければ正確な解答は書けない

生徒はともすると、一定の方法を身につけてある種の問題について解答を出せるようになればその種の問題について習得したと考えてしまう。しかし、解答を導く過程において誤解やミスから誤りが生じてしまえば、当然ながら正確な解答に到達することはできない。複雑な問題を扱う場合には、途中で誤りがあると行き詰まってしまうこともある。解答を出すことができるだけでなく、誤りを修正することが重要である。

前提(5) 数学の問題も答えも、誰かの力によるものである

中学校の数学の授業で扱われる内容は、基本的に問題に対してあらかじめ答えが決まっているものに見える。だが、答えが決まっているように見えるのは、あらかじめ誰かが解いているからである。そもそも、問題自体も誰かが作ったものであるはずで、誰の力もなしに問題が生まれてくるようなことはない。中学校の数学の授業で扱われる内容には、ギリシア時代のピタゴラスやユークリッドによるとされているものが多い。このことをふまえると、数学史に関する話題を取り上げたり、数学における未解決問題に言及したりする必要があると考えられる。

前提(6) 授業者は「数学の教員」とみなされる

当然のことであるが、中学校の教員は特定の教科を担当する教員なのであり、生徒から見れば教員は特定の教科を担当する教員と見られる。筆者の場合であれば、大学院生としての専門が数学教育でなく教育方法学であり、数学に限らずさまざまな教科の授業を研究対象としても、生徒にとっては数学の教員でしかない。数学の教員であるということは、生徒から「なぜ数学を学ばなければならないのか」という問いを常に突きつけられる立場にあるということの意味する。実際、筆者は生徒

たちから何度か「なぜ数学を学ばなければならないのか」と問われた。よく聞いてみると、保護者が「中学校の数学で習ったことなんて、その後の人生で使ったことがない」と言うこともあったようだ。筆者は生徒に「数学の教員」として関わり、数学を学ぶことを生徒たちに要求し続ける以上、どの生徒にとっても数学は学ぶ意義のあるものであるということを示し続ける必要があるように思われた。なお、私は生徒から「なぜ数学を学ばなければならないのか」と問われた際には、「数学は人類が長い歴史をかけてきた文化であり、これからの社会を担う君たちはこうした文化の一端を知っておくことは、教養として必要だ」と言っていた。ただし、この言葉だけで生徒が納得するはずはなく、日頃の授業の中で、数学を学ぶ意義を繰り返し再認識させる必要があった。

前提(7) 授業者が説明をすると生徒は授業者に頼ってしまう

授業において、ともすると生徒たちは、授業者たる筆者が正しいことを説明すると期待しており、何が正しいのかを自ら判断するのではなく、授業者を頼って受け入れるようになってしまう。しかし、数学という学問においては権威ある者が言ったから正しいなどということではなく、数学の前に人は平等であり、権威ある人が言ったことでも誤りがあれば権威のない人から批判され修正される。授業者の説明に頼らせるような態度を許してしまうと、数学について誤解を与えかねない。何が正しいかについて、授業者も生徒たちも平等な立場であることを維持する必要がある。

前提(8) 生徒が考えるには相応の時間がかかる

ある問題について生徒に考えを発表させる場合、当然であるが生徒が考えを深めて発表の準備をするためにはかなりの時間がかかる。必要な時間には個人差があるが、考えるのに時間がかかる者に対して時間切れだからといって考えるのをやめさせることを正当化するべきではないと考えられる。考えさせるのであれば、考えるのに必要な時間を与えられるよう、授業を設計する必要がある。

前提(9) 他人から教えられた場合でも、発表者に立証責任を課すことはできる

初めて取り組む問題に対して、すべての生徒が自分の力のみで解答を出すことができるとは限らない。教科書や問題集に例題があるように、最初は別の者が考えた解き方をたどって理解することはありうる。ただし、他の

者の解き方をたどったり他の者から教えてもらったりした場合、ただ読んだり話を聞いたりするだけで本人が理解したとみなすには無理がある。逆に、他の人の考えに頼っていても、最終的に本人が発表者となり、自分の責任で説明ができるのであれば、そのことには価値があると考えることが可能である。

前提(10) 授業準備に使える時間は限られる

以上のような前提に立ち、すべての授業をオリジナルの教材で実践しようと考えたと、授業の準備に膨大な時間がかかりそうである。しかしながら、他の取り組みも行いながら非常勤講師として週 2 回の授業を実践するために使える時間は限定される。定期試験の問題作成や採点等の業務を別にすれば、各回の授業の準備に使える時間はせいぜい平均 2~3 時間と考える必要がある。

2.3. 三つの基本システム

以上の前提から、試行錯誤の結果、筆者は授業について三つの基本システムを構想し、継続的に活用した。以下、それぞれについて述べる。

システム(1) 授業のサブチャンネル

授業で扱うことになっている単元の内容だけで、生徒たちに広く数学への関心を喚起することは困難である。しかし、授業の時間は限られており、授業で扱うことになっている単元以外の内容について、雑談のような形で時間を取ることは難しい。そこで、週に 1 回、「授業通信」を発行して学年の生徒たちに配布することとした。筆者としては、授業時間中の必要な単元を扱う部分を「授業のメインチャンネル」、「授業通信」の配布のように授業時間と無関係に進む部分を「授業のサブチャンネル」と呼ぶこととした。筆者の授業のシステムにおいては、「授業のサブチャンネル」に含まれる取り組みは、基本的にすべて「授業通信」に関わる取り組みであった⁶。なお、小牧 (2020) における漫画募集の取り組みは、この「授業のサブチャンネル」に示唆を得たものである。

当時はインターネットがまだ普及しておらず、教員等によって構成される教育関係のサークルが「サークル通信」を発行し、郵送で互いに送り合う取り組みが盛んに行われていた。筆者も自分たちのサークルの通信を

多く発行していた経験があり、また教員等が学級通信等を発行している事例も知っていたので、サークル通信や学級通信を参考に、「授業通信」を発行することとした。

「授業通信」は、ワープロソフトで A4 判 2 ページで作成したものを B4 判片面 1 ページに縮小して印刷することとしており、基本的な構成はメインの話題一つ、「今日の難問」というコーナーであった (図 2-1、2-2 参照)。生徒たちに配布する際には、「読まなくてもいいけど、よかったら読んでください」と言い、「今日の難問」については「解かなくていいし、難問だから簡単に解けないだろうけど、解いたり、解けなくても考えたことがあったりしたら、紙に書いて提出してください。場合によってはその後の授業通信で紹介します」と言っていた。

このように、「授業通信」については読むのも自由で、掲載されている問題を解くのも自由としていたので、仮に生徒が文章を読んだり問題を解いたりしたとしたり、



フェルマーの大定理をめぐって

- みなさんと会うのは2か月ぶりになります。夏休みはどんなふうに過ごしましたか？僕は、いくつかの研究会に参加しました（そのうちひとつは北海道であり、観光も兼ねて行ってきました）。中でも、「ディベート」（2つのチームに分かれてやる討論ゲーム）についていろいろと勉強してきました。その話は、また機会があったら書こうと思います。
- さて、夏休み前の最後の授業のときに、「フェルマーの大定理が証明されたらいい」と教えてくれた人がいました。どうなっているのかちょっと調べてみましたので、報告します。
- まず、「フェルマーの大定理」についてご紹介しましょう。フェルマーの大定理とは、次のような定理です。

$$x^n + y^n = z^n$$

n が 3 以上の整数のとき、上の式を満たす x, y, z は存在しない。

- いま授業でやっているピタゴラスの定理に似ていますね。ピタゴラスの定理は、上の式で $n=2$ としたものです。この場合は、 $3^2 + 4^2 = 5^2$ のように式を満たす x, y, z が存在しますが、 $n \geq 3$ のときにはそのような自然数 x, y, z が存在しない、というのが「フェルマーの大定理」です。
- フェルマーというのは1600年代に活躍した数学者です。このフェルマーが自分の蔵書の余白に上の定理を書き残し、しかも「驚くべき証明を見つけたが、それを書くのにこの余白は狭すぎる」と書いたまま、フェルマーは死んでしまいました。それが1637年頃と言われており、その後、300年以上に渡ってさまざまな数学者たちがフェルマーの大定理の証明を試みたのですが、ずっと失敗に終わってきました。ですから、「フェルマーの大定理」というのは、「定理」という名前がついていても、証明されていない「仮説」だったのです。
- フェルマーの大定理が証明されたという話は、300年間、さまざまな形で伝わったの

図 2-1 「授業通信」の例 (左ページ)

それは生徒が自主的に行ったこととなる⁷。こうして、授業者から言われて取り組むのではなく自主的に取り組む部分として、「授業のサブチャンネル」が機能することとなる。

「授業通信」の主要な記事では、数学の未解決問題の話題、中学生にもある程度の理解が可能な現代数学の話題、プロ野球日本シリーズの勝敗や鉄道の最長片道切符の問題ように中学生が関心をもちそうな話題を数学的に分析したもの等を取り上げた。理科の教員から3地点での地震観測地点から震源地を求める方法を尋ねられ、筆者も即答できなかつたことから、授業通信で取り上げたこともある。以下が記事の見出しの例である(藤川1994より一部抜粋)。

- ・サッカーくじ、是か非か
- ・ユークリッド幾何の魅力
- ・逆、必ずしも真ならず
- ・寅さんと数学的帰納法

ですが、結局は途中に間違いが見つかるということが多かったようです。ところが、今年になって、今度こそ証明されたというニュースが伝わってきました。今年6月25日の朝日新聞は、「数学界最大の難問・フェルマーの定理、決着?」米教授『証明できた』という見出しで、このニュースを伝えています。

【ロンドン24日=尾関章】数学界で約三百五十年間にわたり最大の難問の一つといわれてきたフェルマーの最終定理を証明した、米プリンストン大のアンドリュー・ワイルズ教授が二十三日、英ケンブリッジ大のアイザック・ニュートン数理論理学研究所で開かれた講演で明らかにした。

フェルマーの最終定理はこれまで多くの数学者が証明に成功したとしながらも、その都度、誤りが発見されており、最終的な証明は得られていない。これまでの研究によって、フェルマーの最終定理が成立するためには「谷山・ペイユの予想」と呼ばれる問題が証明されればよいとされており、同研究所のP・ゴダード教授によると、ワイルズ教授はこれに成功した。

講演の中で同教授が「この定理を証明した」と静かに告げると数秒の沈黙の後、かっさいが起こった。その後、研究所では、シャンパンを開けて難問解決を祝った。

ワイルズ教授は報道陣との接触を避けているが、同研究所は「フェルマーの最終定理、証明」と正式に発表するなど、周辺は今回の成果に自信を持っている。

○宮岡洋一・京都大学数理解析研究所教授の話 ワイルズ教授は数学者として極めて優秀な人なので、確度が高いのではないかと。最終定理を含む「谷山・ペイユの予想」を証明した教授の方法は、言ってみれば「正当な方法」。近年、証明の道具に使える高度な理論がそろってきたので、証明されたとしても不思議ではない。

まだ、ワイルズ教授の証明が正しいかどうかという確認はとれていないようですが、上に書かれている「谷山・ペイユの予想」など、フェルマーの大定理を証明するために役立ちそうな理論が出てきた上でのことなので、今度こそどうやら大丈夫らしいようです。

- さっそく、数学関係の雑誌『数学セミナー』を買って、どういうことなのか、読んでみました。詳しいことは僕には理解できないのですが、当初は数学的に重要な問題ではないと考えられていたフェルマーの大定理が、今では現代数学の発展に寄与する重要な問題だというふう考えられているということがわかりました。
- フェルマーの大定理については、さまざまな本に出ていると思います。自由研究で読んだ本に出ているという人も多いのではないのでしょうか。興味を持った人は、探してみてください。

今日の難問

ある小さな村には床屋さんがあります。彼は、自分で自分のヒゲを剃らないだけのヒゲを剃ります。もちろん、そういう人全員のヒゲを剃るのです。さて、この床屋さんのヒゲは誰が剃るのでしょうか? (『秋山仁の中学生おもしろ数学』NHK、700円、より)

図2-2 「授業通信」の例(右ページ)

- ・中学生にもわかる離散数学
- ・フェルマーの大定理をめぐって
- ・ピタゴラス数を研究する
- ・時刻表で数学しよう
- ・モルワイデ図法は楕円ではない
- ・確率でみる人生
- ・パラドックスの世界

「今日の難問」では、中学生でも読めるような数学の入門書や一般書で紹介されている問題を、出典を示して紹介した。

「授業通信」は、素材が決まればそれを2ページで書くのに1時間もかからなかつたが、当時はインターネットはなく活字から素材を得ることが現在にもまして重要であったので、毎週1回は東京・神保町あたり大手書店に行って面白そうな本を探したり、新聞や雑誌を読んでも数学的に分析できそうな話題を探したりしていた。講談社ブルーバックスシリーズ⁸、秋山仁氏⁹、仲田紀夫氏¹⁰、多湖輝氏¹¹らの著作や数学オリンピック関係の書籍(たとえば、数学オリンピック財団1995)には、大いに助けられていた。

「授業通信」について生徒たちは概ね好意的で、いつも楽しみにしていると言う者、家族や塾の先生と一緒に愛読しているという者、「今日の難問」に果敢に挑戦してくる者、授業通信で紹介された本を読んだことを報告してくる者等がいた。そうした評判を授業通信上で紹介することで、さらに「授業通信」を楽しむ者が広がっていったと感じている。

この授業通信の取り組みは、数学の問題は誰かによって作られ、誰かによって解明されたものであることを知らせる機能(前提(5)関連)や、授業者が数学にマニア的に取り組んでいる者であるということを伝え、数学に関する話題があれば授業者者に伝えてもよいという認識を生徒がもちやすくする機能(前提(6)関連)をもっていた。また、学習塾に行っていて「予習」をしている者が、中学校数学の範囲に限らず数学に関心をもつきっかけを提供することもできた(前提(1)関連)。限られた時間の中で効率よく準備することが可能であり、5年間、一度たりとも発行が休みとなるようなことはなかつた(前提(10)関連)。

「授業通信」の取り組みは「授業のメインチャンネル」とは独立したものであり、一見無駄なもののように思われるかもしれない。だが、「授業通信」を発行し続けることによって筆者は数学に関わり続けることができたものであり、数学に関してマニア的に取り組むことの肯定的な印象を生徒

たちに与えることができ、生徒たちに中学校数学の枠組みに囚われずに数学を楽しむ姿を見せることができたことの意義は大きいと考えている。「授業通信」の取り組みによって、数学を好きな生徒が各学級に何名もいる状態が可視化され、「授業のメインチャンネル」を進める中でもそうした生徒たちが積極的に問題を深く探究してくれるようになっていたので、「授業通信」の取り組みが授業を進めるための基盤を整備することになっていたように思われる。

システム(2) 着手しやすいが奥が深い教材

「授業のメインチャンネル」においては、年間計画の中で学習指導要領に定められ、教科書に掲載されている内容を、漏らさずに計画的に扱い、生徒たちが習得できるようにする必要がある。しかし、生徒たちの能力は多様であり、既述のように学習塾で「予習」している生徒も多い。各学級 40 名の生徒が、毎時間の授業で同様の経験をするものとするわけにはいかない。生徒たちが互いに関わりながら学んでいたとしても、一人一人の経験は異質なものとなるはずである。そうした中、所定の内容を習得させるとともに、余裕がある者にはさらに深い学習をさせることが必要である。

では、どうするか。単元の最初にどのような問題を扱うかが重要である。

「予習」をしておらず数学に苦手意識をもっている者、それまでは数学の授業に消極的であった者も、新しい単元が始まり、最初の授業で取り組みやすそうだという印象を受ければ、その単元については少しは熱心に取り組んでみようと思うかもしれない。単元の最初には、一部の生徒を門前払いするようなことがなく、誰でもとりあえずは取り組める問題を扱う必要がある。

他方、「予習」をしており、数学は得意だと自認している者には、深く追究したくなるような問題を与える必要がある。塾で「予習」したことを言えばよいだけであれば、そうした生徒にとって授業は退屈で、時間の無駄と感ぜられるものになってしまう。こうした生徒の知的好奇心が喚起され、追究してみたいくなる問題を与えることが重要だ。

これらは相矛盾した要求に思われるかもしれないが、そうでもない。着手しやすく、かつ奥が深い問題を設定することは可能である。単元の最初にはこうした問題を 2~3 時間かけて扱うこととするのである。単元の最初の問題が決まれば、必要な内容を扱うために何が必要かをリストアップし、扱う順序を決めれば単元構成を行うことができる。単元の中盤や終盤には、大量の練習問題を扱えるよう時間に余裕をもたせておく。

単元の最初の問題については、それなりに準備が必要

である。筆者の場合、基本的に年間 4 単元を扱えばよかったので、年度当初に担当の単元が決まると、日頃から各単元の最初にどのような問題を扱うかをひたすら考え、よいアイデアが出るとそのアイデアに基づいて教材を作成するようにした。教材は基本的に、1 時間分を B5 判 1 枚という形に統一していた。この教材の中に、授業の中で扱う基本の問題、ヒント、発展問題などを入れる。

以下が具体例である（各事例について詳しくは藤川 1994 参照）。

【ウルトラマンになろう！（中 3・相似と計量）】

ウルトラマンの身長は 40m。身長 140~180cm くらいの自分がそのままの体型でウルトラマンと同じ身長になったら、体重はいったいどれくらいになるのかを考える問題から始まる、3 次元の相似を考える授業。生徒の身長や体重がそれぞれ異なるので、全員が異なる計算をすることになるが、結局は単純比例説、2 乗説、3 乗説に分かれる。粘土で作った模型の重さを量る等して 3 乗説に落ち着き、人間が身長 40m になったら体重は約 800 トンになることが確認される。自動車 1 台が約 1 トンなので 800 トンでもかなり重い、ウルトラマンの体重はなんと 35,000 トン。このような話から始まり、2 次元、3 次元の相似について学習が進んでいく。

【コメの値段調べ大作戦（中 2・統計）】

1994 年、国産米が不足し、外国米を輸入する措置がとられた。国産米や外国米はそれぞれ 1kg あたりいくらで売られているのか。A 中学校で生徒の通学区域が広いことを活かして、生徒に実際に自宅近くの米屋さんやスーパーで国産米や外国米がそれぞれ何 kg 何円で売られているのかの調査を宿題とし、筆者が半日以上かけて表計算ソフトにデータを打ち込み、B4 判で 7 枚にもわたる生データを生徒に渡して授業開始。まずは国産米について、1kg あたり何円で売られている場合が多いのがよくわかるような表とグラフを作るという課題を出した。度数分布表やヒストグラムという概念をあらかじめ教えていなくても、生徒たちはそうした考え方で表やグラフを作っていた。実際に多くのデータを扱って統計の基礎を学ぶ授業である。

なお、「数と式」や「方程式」に関連する内容の場合、着手しやすく奥が深い教材を作りにくいことがあった。こうした場合、「アドベンチャープリント」と称した物語性のあるプリント教材を作成した。物語性を付与することにより、最初のプリントにおいて着手しやすく奥が深いものとするを意識して作りやすくなり、数学的な関心と物語への関心のいずれをも喚起できるような

ものを作りやすかった¹²。

【アドベンチャー・プリント「ジュリアーナの冒険」(中2・式の計算の応用)】

当時、筆者の家にはいた少々癖のあるネコをモデルに、ジュリアーナという名のネコを主人公とした冒険物語を教材とした。1時間に1枚のプリントで授業を進めていき、教室全体で課題を解決すると次のプリントに進む。ジュリアーナは、悪の大王にさらわれた妹を探しに冒険の旅に出る。ジュリアーナは数式を見ると卒倒してしまう特異な体質であるため、悪の大王は次々と式の計算の応用に関わる問題を、パズルのように仕掛けてくる。教室の生徒たちはジュリアーナを助けるべく、悪の大王が出す問題に答えていかなければならない。冒険の文脈の中で式の計算の応用に関わる問題が次々と出されるので、生徒たちは物語の展開を期待しながら、難しい問題や量の多い練習問題にも熱心に取り組んだ。

なお、このシリーズのパート2として、因数分解の単元用の教材も開発している。このパート2では、式と式との積を「田の字型」の面積の図で表すことを扱った。因数分解は、面積がわかっている田の字の形の縦と横を求めることとなる。この教材では、ジュリアーナが「田の字の術」を習得しながら冒険を進めていく。

以上のように教材を作ることによって、「予習」をしている生徒もそうでない生徒も、冒頭から抵抗なく単元の内容に取り組むことが可能となった(前提(1)関連)。また、単元全体で一つの流れとなり、区切りのよいところでなくても時間が来れば授業を終えて、「では続きは次回」としていたので、続きを楽しみにしたり問題解決に取り組んできたりする生徒が多くなった(前提(2)関連)。単元冒頭の問題を考えるのには時間を要したが、あらかじめ単元全体の流れを構想してから単元の授業に臨んでいたため、毎回の授業用の教材は基本的にB5判1枚であり、1時間以内で作成できることが多かった(前提(10)関連)。

システム(3) 板書比較法

各時間の授業については、藤川(2014)でも論じた「板書比較法」という方法を基本とした。「板書比較法」とは、具体的には次のような方法である¹³。

- ・教材(基本的にB5判1枚)で問題を確認し、各自取り組むように言う。複数の問題を一度に扱うこともある。
- ・各自の取り組みがある程度進んだ段階で、授業者が黒板に解答欄を作成する。解答欄は同じ問題につき2または3欄設ける。

- ・解答欄の数に合わせ、問題1問につき2~3名を抽選で指名する。指名回数は記録しておき、過去に多く指名された者の番号が出た場合にはその次の番号の者を指名する等の調整を行う。

- ・指名された者は、黒板の解答欄に解答を書く。この際、自力で解答を作成できない場合には、他の者の真似をしたり他の者に教えてもらったりしてもよいこととする。また、口頭での補足を前提とせず、読んだだけでわかるように書くことを基本的なルールとする。

- ・指名されなかった者や指名された問題の解答をすでに書いた者は、黒板に書かれている解答を確認したり指名された者を助けたりし、それでも余裕があれば発展問題に取り組むこととする。

- ・指名された者が解答を書いた段階で、授業者主導で、板書された解答を比較検討する。

このような方法には、当時筆者が研究対象としていた前出の築地久子氏の授業の影響によるところがある。築地氏の授業、特に社会科の授業においては、個々の児童が探究的な活動をしていたり、教科書や資料を調べていたり、黒板に調べたことや意見を書いたり、授業者に相談をしたりしていた。そうした中で、授業の中心の流れである話し合いは児童主導で活発に勧められていた。授業の中で授業者である築地氏が全体に対して話をする場面は限られており、築地氏は個々の児童の活動をよく観察しつつ、必要に応じて個々の児童に助言をすることが多かった。

藤川(1993)で検討したように、築地氏の授業においては、一人一人の学習者にそれぞれの「脈絡」があると考えられており、授業者は学習者のもつ「脈絡」に「枠」をはめないよう注意を払っていた。筆者が中学校において数学の授業をする際にも、こうした考え方が求められると考えられた。

板書比較法においては、問題が提示されてからしばらくは、誰が発表するかがわからない状態となる。発表者は抽選でランダムに決まるので、基本的に全員が自分が発表する可能性があると考え、発表できるように準備を行う。この段階では全員が授業に参加可能である。システム(2)によって着手はしやすい問題を準備しているので、着手すら難しいという生徒は少ない。仮に着手が難しい生徒がいても、授業者は自由に動く余裕があるので、さりげなく支援することができる。

他方、数学に自信をもっている学習者も、それなりに緊張感をもって問題に向かうことになる。というのは、単にその問題が解ければよいとか説明できればよいということではなく、他の生徒たちが読むだけで理解できるように板書することが求められているからである。仮に自分が短時間で解答を出すことができたとしても、容

易には自分で解答にたどりつかない者が読むだけでわかるように説明をしなければならぬのであるから、説明を準備するにはそれなりに手間がかかる（前提(3)関連）。仮に学習塾で「予習」をしていても、他の者にわかりやすい説明を書くまでの「予習」はできていないことが多い（前提(1)関連）。

このように、表面的には同じ問題に取り組んでいても、生徒によって「脈絡」は異なることとなる。

ある程度時間が経過した後、発表者が抽選で決まることとなる。小中学校の授業を見学すると「意図的指名」などと言って授業者が期待する解答を書いている学習者を指名することが重視される様子を見るが、板書比較法においては授業者は「意図的指名」を一切行わない。抽選で決まった者が、たとえ問題を難しくと感じていても、責任をもって発表できるようにするのである。なお、発表者が決まっても、ただちに発表することが必要であるわけではない。問題にもよるが、数分から十数分は時間をとる（前提(8)関連）。発表者以外の者も、発表者を助けたり、板書された解答を確認したり、発展問題に取り組んだりする等、取り組めることがあるので、発表者を待っていても、退屈する者が出ることはない。

当然、発表者が自力では解答を発表できないことはありうる。その場合には、他の者に教えてもらって発表してもよいし、他の者の解答を真似てもよい。板書比較法では1問につき複数の者が解答を発表するので、他の発表者が先に解答を書いていることが多い。他の者に学んで解答を理解し、自分の責任で発表すれば、それはそれで十分に意味があるはずである（前提(9)関連）。「意図的指名」が重視される場合に自力で解答を発表できない者は指名さえもされないことに比べれば、他人の真似であっても自分の責任で発表する機会があれば学習内容について理解を深められる可能性は高い。

指名された全員が解答を板書したら、いったん各自の活動を止め、板書された解答を比較検討する。解答が一つしかない場合、学習者から指摘がなければ、授業者が積極的に指摘を行わない限り、解答の検討は深められない。だが、複数の解答を比較する場合には、常に「これらの解答に違いはあるか」という問いを立てることから検討を始めることができる。そして、違いがあった場合、どちらの書き方も妥当なのか、どちらかが不適切なのか、あるいは両方が不適切なのかを検討することができる。結論が異なる場合もあれば、結論は同じでも結論に至るアプローチが異なる場合もある。あるいは、結論もアプローチも同じでも、改行位置が異なる等、書き方が微妙に異なる場合もある。いずれにしても、授業者が特に指摘をしなくても、解答に不適切な箇所があれば、比較検討をする中で学習者が気づくことが多い。（前提(4)及び(7)関連）

3. 考察

以上、筆者による中学校数学の授業実践について述べてきた。

この授業実践には、いくつか「オタク」と関わる要素があった。

第一に、授業者たる筆者が数学の「オタク」として振る舞っていた。もともと筆者は数学には趣味的な関心があったが、数学の授業を担当していた期間中は、日頃から授業通信や単元の冒頭授業に使えそうな素材を集めてまわり、数学について知り、数学について探究することにマニアックに取り組んでいた。このことは、生徒たちに筆者が担当する授業では「オタク」であることが肯定されていることを印象付けたものと思われる。数学に興味を抱いた者は、日頃から数学関連の書籍を好んで読む等、進んで「数学オタク」となっていた。

第二に、教材や「授業通信」の中で、スポーツや鉄道など、生徒が「オタク」として好みそうな話題を多く取り上げていた。特定の生徒が喜ぶだろうということを想定してこうした内容を意識的に扱ったこともある。また、アドベンチャー・プリントのように、ゲームのような体裁の教材を扱ったこともある。こうしたことにより、生徒が自分や他の者がマニア的に好きなことと数学が繋がることとなり、もともとマニア的に好きだったことを活かして数学の学習を進めやすくすることができていたと考えられる。

第三に、板書比較法や「授業通信」において、個々の生徒の個性ある考え方が紹介されることが多かった。個々の生徒の書き方や考え方の特性が注目を集めることが多く、互いが異なっていることが繰り返し肯定的に扱われることとなった。このことは、「オタク」であることをも肯定する授業風土のようなものにつながると考えられる。

当時は「オタク型成長曲線」という着想はなかった。だが、多様性が尊重され、「オタク」であることが肯定され、「オタク」であることが教科の学習に寄与するといったことから、このような授業実践は、「オタク型成長曲線」に沿った成長を促しうるものだと考えられる。そして、授業者が「数学オタク」となり、学習者も「数学オタク」になる様子が見られたことを考えると、「オタク力」の定義において好きだと思ふことの対象を「学校で特段求められているもの以外で」と限定する必要がないことも示唆されているように思われる¹⁴。

本稿で取り上げた授業実践は、以下の基本システムから構成されていた。

システム(1) 授業のサブチャンネル

システム(2) 着手しやすいが奥が深い教材

システム(3) 板書比較法

これらのうち、システム(1)は授業者が継続的に取り組むもの、システム(2)は授業者もしくは他の人が単元ごとに準備するもの、システム(3)は一つのパターンとして基本的に毎時間活用なものである。これらを組み合わせることで年間の授業を構成したものが、「オタク型成長曲線」に沿って生徒の成長を促すことができる授業デザインの一例と言えるであろう。

- 1 藤川 (2020b) の一部を再構成し、加筆修正した。
- 2 年度によって高校の学年を担当したり週あたりの担当時間数が異なったりすることはあった。
- 3 当時開発した教材の一部は、藤川 (1994) において紹介されている。
- 4 学んだことの一部を藤川 (1992) に記した。
- 5 1年に1回、夏の時期に長野県の古民家において、3泊4日で島田 (1990) の問題をひたすら解いていくというゼミ形式の勉強会であった。数学の教師には、数学をゼミ形式で学ぶことが重要であるということを学ばせていただいた。
- 6 なお、夏季休業中あるいは冬季休業中の課題として、数学に関する本を読み、その感想を提出させたり、そこに掲載されている興味深い問題を紹介させたりすることを課したことはあった。こうした課題は内容的にはここで言う「授業のサブチャンネル」に関わるものと言えるが、生徒たちには義務として課していたので、ここでは「授業のサブチャンネル」とはみなさないこととしたい。
- 7 この考え方は、藤川ら (2016) 等で取り組んでいる教育におけるゲーミフィケーションにおいて、学習者に「協力するかしないか」等を問い、学習者が「協力する」と答える手順を経てから次の課題に進む方法に通じるものと言える。
- 8 たとえば、Reid (1955)。この本は、筆者が中学校時代に数学の教員に示唆された読み、整数論の領域の未解決問題の話題に感銘を受けたものであり、折に触れて紹介している。
- 9 「レゲエ数学者」としてテレビ出演が多かった秋山氏は、離散数学を専門としており、この離散数学が中学生にも理解可能な未解決問題の宝庫であった。秋山・Graham (1993) 等参照。
- 10 元中学・高校の数学教師で世界の地理や歴史に造詣の深い中田紀夫氏には、仲田 (1986) をはじめとする「数学のドレミファ」シリーズ等、世界各地の話題と数学とを関連づけた著作が豊富であり、多くのことを学ばせていただいた。
- 11 後にゲームアプリ「レイトン教授」シリーズの監修でも知られる多湖輝氏の「頭の体操」シリーズ (多湖 1966 等) は、数学にもつながる論理パズルの宝庫であり、筆者自身小学生時代から愛読していて、授業通信でもたびたび紹介させていただいた。
- 12 後にこの方向で中学校数学全単元用のアドベンチャー・プリントを作成した。藤川 (2006a、2006b、2006c) である。
- 13 藤川 (2014) では特に教科等を限定せずに説明しているが、ここでは筆者による中学校数学授業の場合について具体的に述べる。
- 14 「オタク力」の定義は「趣味として何らかのことがらに没入することによって獲得／伸長されることが期待される能力であって、他の領域においても活かされると考えられるもの」とすることが考えられる。

引用文献

- 秋山仁・Graham, R. L. (1993) 『離散数学入門』朝倉書店
 藤川大祐 (1992) 「授業にあらわれる教師の信念—ある経験教師の年度当初の授業の分析—」、教育内容研究第9集 (東

- 京大学教育学部教育内容研究室)、pp.1-21
 藤川大祐 (1993) 『「個」を育てる授業づくり・学級づくり』学事出版
 藤川大祐 (1994) 『数学する教室』学事出版
 藤川大祐編集 (2006a) 『やるぞ!! 中学数学ワークシート 1年』学事出版
 藤川大祐編集 (2006b) 『やるぞ!! 中学数学ワークシート 2年』学事出版
 藤川大祐編集 (2006c) 『やるぞ!! 中学数学ワークシート 3年』学事出版
 藤川大祐 (2014) 『授業づくりエンタテインメント!』学事出版
 藤川大祐・小池翔太・有田泰記「ゲーミフィケーションを取り入れた協働学習算数教材の開発」、『教育におけるゲーミフィケーションに関する実践的研究』(千葉大学大学院人文社会科学部研究科研究プロジェクト報告書第306集)、pp.17-22
 藤川大祐 (2020a) 『『多数決ゲーム』から『群像劇ゲーム』へ—ゲーミフィケーションを取り入れた学校教育論の試み—」、授業実践開発研究第13巻、pp.1-10
 藤川大祐 (2020b) 『『オタク力』に着目した授業デザインの可能性』、日本教育工学会 2020 年秋季全国大会講演論文集、pp.79-80
 小林由子 (2013) 『『オタク』は日本語学習とどのように結びつきうるか—日本語・日本文化研修生を対象に—』、日本語教育方法研究会誌、20(2)、pp.78-79
 小牧瞳 (2020) 『『オタク力』を活かした学習モデルの提案—中学校数学の授業実践の事例から—』、授業実践開発研究第13巻、pp.39-44
 牧野宏樹 (2018) 「学級内における対抗文化としての『オタク文化』」、奈良大学大学院研究年報第23巻、pp.25-37
 仲田紀夫 (1986) 『ディズニーランドで数学しよう：アメリカ数学旅行』(数学のドレミファ1)、黎明書房
 野村総合研究所 (2004) 『「オタク層」の市場規模推計と実態に関する調査』
<http://www3.keizaireport.com/report.php/RID/22930/>
 (2020 年 12 月 18 日最終確認)
 Reid, Constance (1955) From Zero to Infinity: What Makes Numbers Interesting. A K Peters Ltd. (芹沢正三訳『ゼロから無限へ』講談社、1971)
 坂巻綾香 (2019) 「タブレット端末を用いた動画撮影による保育の可能性—『むしけんきゅうじょ』で撮影された動画を例に—」、授業実践開発研究第12巻、pp.7-12
 島田茂 (1990) 『教師のための問題集 (教職数学シリーズ)』共立出版
 数学オリンピック財団 (1995) 『数学オリンピック (1990～1994)』日本評論社
 鈴木翔 (2012) 『教室内 (スクール) カースト』光文社
 多湖輝 (1966) 『頭の体操 第1集』光文社
 李縁舟 (2020) 「中国の大学におけるクイズを取り入れた授業の開発—日本語学部の専攻生を対象として—」、授業実践開発研究第13巻、pp.75-83

謝辞

1991 年度から 1995 年度まで中学校における授業で一緒の時間を過ごしてくれたかつての生徒のみなさん、そして当時大変お世話になった中学校の先生方に、今さらながらですが感謝申し上げます。