

「探究的な学習」の基礎研究としての 授業科学の形成と論理

The formation and logic of Classroom Science as basic research
for "Inquiry Based Learning"

宮地 祐司
MIYACHI Yuji

In education, especially in class, there is a fundamental contradiction between "student initiative" and "academic systematicity". The history of school education in Japan has swung like a pendulum between the two. This paper points out that there is already a previous study that solved this contradiction. It is Hypothesis-Experiment Class ("Kasetsu-Jikken-Jugyo" in Japanese) advocated in 1963 in Japan and the "two courses that elucidate the essential laws in the history of science" (by Dr. ITAKURA Kiyonobu) on which it was based. It is suggested that results of classes applying these "two courses" will lead to the realization of future "Inquiry Based Learning".

0. はじめに

学習指導要領の改訂で高等学校の「総合的な学習の時間」が「総合的な探究の時間」と変わり、2022年度からは「探究」の名前の入った教科（古典探究、地理探究、日本史探究、世界史探究、理数探究基礎、理数探究）が新設され、探究がキーワードとなっている。教育とりわけ授業においては、〈生徒の自主性〉と〈学問の系統性〉という、どちらもなくすることができない、だがしかし、こちら立てればあちらが立たずの基本的な矛盾が存在する。日本の学校教育の歴史はこの2つの間を振り子のように揺れ動くことがくり返されてきた。総合的な探究の時間は「探究の見方・考え方を働かせ、横断的・総合的な学習を行うことを通して、自己の在り方生き方を考えながら、よりよく課題を発見し解決していくための資質・能力を育成することを目指す」¹ことから、「探究」を付した科目は〈生徒の自主性〉を高める方向に向いている。これからの日本社会、世界情勢を分析した学習指導要領解説「総合的な探究の時間編 第1章総説」の冒頭どおり、未来の日本の教育がこの方向に進むことはもう逆行はできない。しかし、〈生徒の自主性〉にまかせるだけでは、〈生徒の自主性〉と〈学問の系統性〉の矛盾は解決されないことも今までの歴史が証明している。

この論文では、この矛盾を解決していく先行研究がすでに存在することを指摘し、本校の教職講義「教育方法・総合的な学習の時間の指導法」でそれを試みた授業結果とその有効性も示す。この矛盾の解決にこそ、今後の「探究的な学習」を実のあるものとするにつながると考える。

1. これまでの日本の教育思潮の歴史

まず、明治以来、日本の教育思潮は〈生徒の自主性〉と〈学問の系統性〉、言い換えれば〈生徒の経験・興味の重視〉と〈学力の重視〉の間を振り子のようにゆれてきたことを確認する。

戦後から現在の学習指導要領改訂の歴史²に限定して見てみよう。1947年(昭和22)には戦前の国家主義教育から民主主義、児童中心主義の流れで「生活単元学習」、さらに1951年(昭和26)に「問題解決学習」が提唱され、生徒の経験や興味を重視するようになる。しかし、1958年(昭和33)にはその経験主義が批判され、基礎学習の育成・現代化として「系統学習」が重視される。その結果、落ちこぼれ問題、詰め込み教育への批判から、1977年(昭和52)に教育内容の精選、削減、「ゆとりの時間」が導入。さらには「生きる力」の育成、「総合学習」(1998)と生徒の自主性が尊重。ところが、また学力低下問題が指摘されると、「生きる力」の育成とともに授業時間が増やされ、学力重視という学習指導要領(2008)が出る。そして、「主体的・対話的で深い学び」(いわゆるアクティブ・ラーニング)がうたわれ(2017)、高等学校では「総合的な学習の時間」から「総合的な探究の時間」へ(2019)、「探究」という名前のついた科目の新設(2022)へと至っている。

この戦後の歴史を見ても、〈生徒の自主性〉と〈学問の系統性〉、〈生徒の経験・興味の重視〉と〈学力の重視〉の間を行ったり来たりしていることがわかる。それに合わせた授業方法が流行しては廃っていくことが繰り返された。もちろん、教育における〈生徒の自主性〉と〈学問の系統性〉はどちらも捨てることはできないことは明らかである。しかし、今度は〈生徒の自主性〉、今度は〈学問の系統性〉と重点をずらすことをくり返しても解決しないことも、また自明である。

一方、教育学においても同じ構造の歴史がある。戦後の「生活単元学習」では、生活を重視する教育思想家であるデューイ(1859～1952)のプラグマティズムの哲学が流行。その後、デューイの経験主義・児童中心主義が批判され、今度は系統学習の理論を展開したのがブルナー(1915～2016)である。もちろんデューイは子どもの自主性だけでなく知識の習得も融合させようとしたし、ブルナーも単なる知識詰め込みではなく発見学習の重要性も指摘した。しかし、理念的にそう考えたとしても、その矛盾を解決する方法を誰もが実現できる形では提示されてこなかった。思弁的な学問ではなく、その解決方法を具体的に示す科学的な研究こそが必要である。そのためには、過去の先行研究を徹底的に洗うことから始めるのが科学研究である。

2. 授業における基礎的な矛盾の解決方法

では今までに、この〈生徒の自主性〉と〈学問の系統性〉という、教育、とりわけ授業の基本的矛盾の解決方法を示した研究者はいなかったのか。筆者が知る限り、少なくとも1人の研究者がいる。仮説実験授業と呼ばれる、科学の基礎的・原理的な法則を教える授業を日本で1963年に提唱した板倉聖宣(1930～2018)である。以下、板倉の論文を引用しながら板倉の解決方法をたどってみよう。

(前略)「**生徒の自主性を**重んじて身近な教材から出発すると、科学が教えられない」。しかしまた、「**出来上がった科学を**教えようとすると、**おしつけ教育になる**」

——あくまで**生徒の自発性**を重んずべきか、それとも、**おしつけ**になっても、**出来上がった科学**を積極的に教えるべきか、というのである。

しかし、こういうことは抽象的に思弁しても一向に考えが前進しない。それでは「**生徒の自主性**も大切に、**科学の体系性**も大切に、どちらもいきすぎないようにうまく調節しながら授業するのが教師の力量の見せどころだ」などというほかない。(中略)「教育は**生徒の自発性**を重んじなければいけないが、度をすぎると**自由放任**になる。だからといって**教材の体系性**、**教師の指導性**を發揮しすぎると**おしつけ**になる。その両者の行きすぎにならないようにしなければならない」という教育学者がどんなにたくさんいたことか。(中略)〈**生徒の自発性**〉と〈**教材の体系性**〉、〈**自由放任**〉と〈**おしつけ**〉、〈**自由**〉と〈**束縛**〉、〈**学習**〉と〈**教授**〉——この二つの対立は、じつは授業の歴史はじまって以来のこととすることができる。明治以来の日本の教育流行史を見ても、教育におけるこの二つの契機をどのように位置づけるかについて、重点のおきどころが少し右へずれたかと思うと左へずれる、というシーソーゲームをくりかえしてきたといってもよいのである。³

(引用文中のゴチック体は宮地による。以下、同じ)

引用した論文は1977年に書かれたものだが、その後40年間の日本の教育事情は、板倉の指摘どおりに「シーソーゲームをくりかえして」いる。板倉は、この〈**生徒の自発性**〉と〈**教材の体系性**〉という授業の基本的な矛盾の存在を確認できれば解決できるという。つまり、こうである。

(前略)「理想的な授業というのは、**生徒の自由な活動にある種の束縛**を与えて教師の指導性を發揮することがかえって**生徒の自主性**をよびおこし、その**自由な発想**をトコトンつきつめさせることによって**教師の指導性**を高めることができるような、そういう授業ではないか」というのである。最初の問題は生徒たちから出させずに**教師の側からえりすぐった問題(予想の選択肢を含む)を与える**。そして、その選択肢をえらばせたあとの討論は、全く**生徒の自由**にまかせ、そのあと、実験を行なって討論をしめくくる。そして一連の問題がすんだあとで、生徒たちに問題を作らせるようなこともする。⁴

この解決方法を適用したのが仮説実験授業である。「仮説実験授業の展開の仕方は、まさに生徒の自発性と教師の指導性との矛盾(どちらか一方の側から見れば、自由と束縛の矛盾、おしつけと放任の矛盾)の構造を意識的にトコトン活用したものに他ならないのである」⁵。つまり、〈**生徒の自発性**〉と〈**教材の体系性**〉のいいバランスをとるのではなく、学問・科学からの束縛をきちんとすることでより生徒の自主性が高まる形を見つめることが、矛盾を解決する方法だということである。

3. 「探究的な学習」をどうとらえ、どう解決するか

1963年に授業の基本的矛盾を解決する具体的な方法である仮説実験授業が、板倉によって提出されている。しかしこれも従来の教育学者たちのような「抽象的な思弁」の1つであるとも考えられる。そんなうまくいく方法が本当にあるのだろうか。

仮説実験授業は、提唱から3年後(1966)に発足した仮説実験授業研究会を中心に、授業としてうまくいくという実験結果が着実に積み上げられてきている。付言すると、筆者は過去に高校教師として31年間勤務し仮説実験授業を毎年、授業してきた。高校生から仮説実験授業への高い評価と支持を受け続けてきたのも、この50年間ほどの実験結果のうちの1つに入っている。間違いなく、思弁的な学問ではなく、誰がやっても成果があがる授業科学として仮説実験授業はとらえられると評価できるだろう。未知のことを探究し未来に立ち向かっていく人間を育てる教育を考えていくためには、仮説実験授業の先行研究の上に立つことが近道なのではないだろうか。⁶

一方、「探究的な学習」について「現在の探究的な学習は理論的に裏打ちされた単一の学習方法でもないし、歴史を共有できる教育実践の伝統でもないということである。それはむしろ、異なる歴史的系譜の中で展開してきた学習方法の総称、行政によって混同され1つの場所に居所を与えられた、官製のキメラ的な学習方法といえるもの」⁷という蒲生(2020)の指摘がある。蒲生は「探究的な学習は2つの異なる傾向性で語られる。1つは学問研究的な傾向が強い科学教育的な探究である。もう1つが問題解決の傾向が強い社会科学的な探究である」⁸と述べているが、それはたかだか戦後からの歴史をたどっての整理にすぎない。「探究的な学習」があいまいならばなおさら、未知を探究し解決してきた人類の文化遺産に立ち返る必要があるのではないだろうか。「探究」という言葉をつけただけでは再び〈生徒の自主性〉から〈学問の系統性〉へと揺れもどるだけである。

その点、仮説実験授業は学校の理科の教授法の一つと一般的には認知されているが、じつはそうではない。2500年以上前の古代ギリシアからはじまった科学がいかに生まれ、その伝統がどうつながっていったか、日本で科学が生まれそこなったのはどうしてかなどの板倉の科学史学⁹、科学論・認識論研究¹⁰からの成果からつくられたものである。¹¹したがって仮説実験授業は最初から自然現象だけでなく社会現象を対象とする科学¹²(板倉は〈社会の科学〉と呼ぶ)も射程に入っている。つまり、今の専門分化した科学(science)の前の、より根源的な科学の伝統(例えば、まだ専門分化する前の啓蒙時代の英国におけるnatural philosophy、experimental philosophy)をひきつぎ、展開されたものが仮説実験授業である。そういう点でも、仮説実験授業の研究成果から、「探究的な学習」というあいまいな概念をより歴史的に整理する視点が見えてくるだろう。リベラルアーツの起源が古代ギリシア時代たどれるように、原点までもどって考えることこそ探究的な研究であろう。

板倉には「一般的に〈本質論的な理論〉といわれるものが形成される道すじには二つのコースがあるのではないか」という科学史上のたくましい仮説とそれを論証した論文¹³がある。仮説実験授業提唱前のこの論文については今まであまり知られてこなかったが、今回、大きな鍵になることに気づいた。その〈2つのコース〉の1つは「その対象の運動法則を生み出すもとなっている〈基本的矛盾〉を追究していくコース」¹⁴、もう1つは「その矛盾がつくりだす典型的な運動形態を実体

論的に明らかにして、そのような運動形態がなぜ生ずるか、転釈¹⁵する（解釈しなおす）ことによって、本質論的な法則を見つけていくコース¹⁶である。板倉はそれを、科学の本質論的法則が解明されてきた古典力学、電磁気学、そして量子力学が生まれてきた過程において、それぞれに〈2つのコース〉の流れがあることを論証している。¹⁷その論文をまとめた4年後（1963）に仮説実験授業が提唱された。さらにその14年後、仮説実験授業の形成過程にもその〈2つのコース〉が成立することの発見が、先に引用した論文「仮説実験授業の形成と論理」（1977）の内容である。

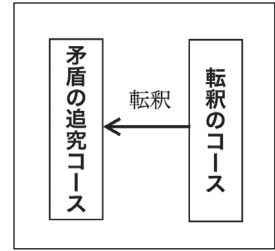


図1 〈2つのコース〉

仮説実験授業における1つめの〈基本的矛盾を明らかにして突き詰めていくコース〉は、もちろん授業における〈生徒の自主性〉と〈学問の系統性〉の矛盾を追究するコースに相当する。しかし、それだけでは思弁的なものになり、具体的な解決策とはならない。解決するためには、もう1つの〈その矛盾によってひきおこされる典型的な法則性を実体論的に明らかにして、再度、その矛盾を追究するコースにもどして解釈しなおすコース〉が必要である。それが仮説実験授業では個々に開発された「授業書」だと板倉は言う。

授業の基本的矛盾である〈生徒の自主性〉と〈学問の系統性〉に関して、どのように〈生徒の自主性〉にまかせ、どのように〈学問の系統性〉にまかせるかの束縛条件を明確に規定したものが授業書である。授業書によって生徒の自由な活動に〈ある種の束縛〉を与えて教師の指導性を発揮することがかえって生徒の自主性をよびおこし、その自由な発想をトコトンつきつめさせることによって教師の指導性を高めることができるような授業が可能になる保障をする。誰にでも授業を検証できる授業科学という形に可能にした実体こそが授業書である。授業書にしたがって授業をすれば、〈生徒の自主性〉と〈学問の系統性〉の矛盾をもって自らを解決していく。板倉は古典力学や電磁気学、量子力学と同様、仮説実験授業の形成過程にも〈2つのコース〉が存在すると主張した。

それならば、この板倉の仮説実験授業提唱前の論文で提出された、〈本質論的な理論〉が解決されてきた〈2つのコース〉の仮説で講義内容を組み立て、未知の問題をどう解決していくかを学生に伝えることができるなら、振り子のように揺れ動くことなく、「探究的な学習」の授業を組み立てる上で最も原理原則的な〈探究の見方・考え方〉を学ぶことができるのではないか……これが筆者の問題意識である。これから、その講義で学生たちがどう捉えたか的一端を示していく。

4. 授業における基本的矛盾の追究のコース

まず1つめの「その対象の運動法則を生み出すもとになっている〈基本的矛盾〉を追究していくコース」に関してである。学生たちの多くは、授業における〈生徒の自主性〉と〈学問の系統性〉の矛盾が存在することすらも理解していない場合が少なくない。まずは、その矛盾が存在するということを認識することからはじめる必要がある。

そのためには矛盾という言葉の理解も確認する必要がある。「矛盾というのは、なくなさないといけない、あってはいけない」というイメージを持っている学生が少なくない。「矛盾はありえないも

の」とも考えているようだ。〈生徒の自主性〉と〈学問の系統性〉は、どちらも大事で、一方を無くしてしまつたら問題の解決にはならない。また、ありえないものではなく、両方はまぎれもなく存在する。そして、あちら立てればこちら立たずと思われていることを、両方立たせるという形で解決していく道がある。つまり、自主性を呼び起こす束縛があり、その束縛を発見することが解決になるのである。それを理解していくためには、授業の矛盾だけでなく、もっと広い意味あいで〈生徒の自主性〉＝〈自由〉と〈学問の系統性〉＝〈束縛〉の問題として、「〈束縛〉によって生まれる〈自由〉がある」あるいは「〈自由〉によって生まれる〈束縛〉がある」と一般論に広げていく。矛盾である事柄はなくさずに、車の両輪のように両方がうまく作用する条件を設定することで、解決していくことが可能であるということを講義で伝える。

また、科学的認識の成立条件として「すべて認識というものは、意識的な実践・実験によってのみ成立する」という概念もほとんどの学生は持っていない。「実験とは実験装置を用いて人為的に現象を起こす活動」と思っている。それは、教科書に書いてあることを自分でも確かめてみるという「実習」の意味でしか、日本の理科教育¹⁸では学んでいないためである。科学研究の最先端の現場でおこなわれている実験は、背後の仮説から予想をたてて、どれが正しいのかを確認することを実験という。そうであれば、自然を対象とする実験だけでなく、社会での実験、ビジネス・商売などの場でも実験という概念が広く適用できることがわかる。さらにこの時に、予想するという極めて個人的な〈主観〉と、その主観が正しいかどうかを事実によって検証していく実験結果の〈客観〉と、ここにも〈主観〉と〈客観〉の矛盾があることの指摘も講義です。

（前略）多くの唯物論者は、「認識は**客観的な事物**の反映だ」と主張し、そこに**主体の能動的な働きかけ**の意義を認めようとしなかった。「**客観的な事物**を正しく、まちがいをなく認識するためには、**主観**をすてて**客観的な事物**をそのまま自己の中に反映させるよう務めなければならない」といったことを主張したのである。しかし、「**客観的な事物**を正しくまちがいをなく認識するためには、**認識主体の側**からの**客体側**への積極的な働きかけがなければならない」ということもまたたしかである。そこで認識における**主体の能動的な働きかけ**を重視する主体的唯物論の主張が生まれたのである。¹⁹

こういう主体的唯物論の認識論から仮説実験授業は生まれている。つまり、「客観的な法則をより正しく（つまり主観的なまちがいを犯すことなく）認識しようとするれば、（主観の働きを制限するのではなく、かえって）主観の働きを活発化し、実践（実験）によってその主観と客観とを対決させることが、決定的に重要なのだ」²⁰。予想をたてて確かめていくという実験概念にも、〈主観を活発化することによって得られる客観がある〉、さらには〈客観によって主観もさらに活発化する〉という基本的な矛盾が存在し、〈主観〉と〈客観〉を対決させ、解決するのが実験だという構造を示す。

また、科学的認識のもう1つの重要な成立条件「科学的認識は社会的認識である」ということが

ある。学生の多くは「〈考える〉という作業は自分一人です、きわめて個人的な作業である」と今までの教育で思い込まされている場合が少なくない。しかし科学の最先端では、同じ専門分野での研究者どうしは活発に議論し、今までなされてきた膨大な先行研究の上に乗って研究を進めていくのは当然のことである。科学は個人ではなく社会的事業である。社会ではそうやって未解決の問題解決が社会的になされ、研究成果が公表され蓄積されていく。〈自分の頭〉を使うことはもちろんのこと、〈他人の頭〉も、すでに死んでしまった〈先人の頭〉も使う、それが科学という人類の文化遺産であるという認識を持つことこそが、探究するには必須である。そしてここにも、考えるのは〈個人〉だけではだめで〈他人〉や〈社会〉の存在がないと個人でも活発に考えることができないという、〈個人〉と〈他人〉、〈個人〉と〈社会〉の基本的な矛盾が存在することも指摘できる。それを解決するのが、発表であり討論という「主体的・対話的な深い学び」であり、そのためには協働する研究仲間とのチームワーク、組織論が必要であることも伝えていく。

さらには、未知のものを探究し解明していく科学研究にも、教育と同様な基本的矛盾が存在する。例えば〈研究の新規性〉と〈先行研究〉、つまり〈創造〉と〈模倣〉という矛盾²¹である。あるいは学校教員になった場合には、生徒と担任の関係、部活動の部員と顧問・監督・コーチとの関係などにも〈自由〉と〈束縛〉の問題は常に生じている。このように教育や研究の本質的な部分には基本的矛盾の関係が必ず存在し、それを確認し、そして解決していく方法があることを、いろんな場面で気づかせていくのが、1つ目の〈基本的矛盾を追究していくコース〉としての講義である。

5. 授業における具体的なものによる転釈のコース

しかし、〈基本的矛盾を追究していくコース〉として「抽象的な思弁」を繰り返しているだけでは、現実の社会や学校現場での具体的な体験がほとんどない学生には、抽象的な一般論を具体的な〈自分ごと〉としてとらえることは難しい。超一流の科学者でさえも〈矛盾の追究コース〉だけでは本質的な法則は解明されなかった科学の歴史を板倉は明らかにした。本質論の基本的矛盾の存在を気づき、それを追究し、一方で、その矛盾がつくりだす典型的な運動形態を実体論的に明らかにして、そのような運動形態がなぜ生ずるか、転釈する（解釈しなおす）ことによって、本質論的な法則を見つけていくコースが必要であるというのが板倉の仮説である。それは何か。

先に述べたように仮説実験授業ではそれが授業書に相当する。「従来個々の教師の熟練とカンにたよっていた授業を標準化することによって技術化し、その技術的改善の道をひらき、教師の技能の限界をこえた授業の成果を技術的に保証しようとする意図で作製されるもの」²²こそが授業書である。さらに板倉はこう書いている。

授業書ほど〈おしつけ〉的な側面と〈自由放任〉的な側面とがみごとに同居しているものはないからである。授業書では、問題と選択肢は明らかにおしつけられる。それは、そのおしつけによってかえって生徒の興味・関心・自発性をひきおこすことが見越されているからである。また、選択肢を選んだあとの討論は、まったく自

由に放任される。それは、その自由な討論の中で、きまつてある種の仮説や概念が提出されるものと期待できるからである。授業書というものを解釈しなおし（転釈）てみれば、そこに授業の弁証法的な法則がみごとにとらえられていることがわかるのである。ある授業書が一応の完成の域に達したということは、そういう〈おしつけ〉と〈自由放任〉とが相互に高めあって生徒の意欲を高め、教育効果をあげていく法則性が見出されたということを示しているのである。²³

「授業書というのは、授業の運動法則を客観的に、実体論的に把握するのにもっとも有力な武器になる」²⁴。科学上の基礎的な概念を認識していく過程には、教師やクラスの生徒が違って、そこには同じ法則性があり、その法則性にもとづいて授業を展開する技術的な処方箋こそが授業書である。授業書どおりに授業をおこなうと、どの教師、どのクラスでも同じような傾向の授業が実現しうるものが、仮説実験授業提唱以来50年以上、毎年、その報告が蓄積され続けている。

そうであれば、大学生に仮説実験授業の授業書3種類くらいを模擬体験することで、そこから授業における基本的矛盾とその解決の仕方を授業書ごとに考えていく授業展開も可能だろう。しかし具体的な授業書体験をいきなりしても、何のためにやっているのかもわからない状態では彼らはとまどう。授業の本質的な矛盾を先に示しておかないと授業書体験から本質論へと転釈できない。詳細な授業内容は本稿では割愛せざるをえないが、以下のような流れの授業を組み立てた。

○最初の5コマ：理論編

〈主観〉と〈客観〉、〈個人〉と〈社会〉、〈模倣〉と〈創造〉、〈自由〉と〈束縛〉などの矛盾の存在の認識とその解決法を体験するためのミニ授業書（本格的な授業書ではなく、短いプラン）・フリップ・紙芝居（授業書がない分野では、これが仮説実験授業の授業書の一部の役割を担う）、ものの見方・考え方の発想法をまとめたものなどを使った体験。ここで、仮説実験授業の基本的な科学的認識論を具体的に体験してもらい、そこからの転釈で基本的矛盾の存在を気づかせていく。

○真ん中の5コマ：模擬授業体験編

授業において〈生徒の自主性〉と〈学問の系統性〉があることを示して、仮説実験授業の授業書まるごと1つを体験。仮説実験授業は授業においての基本的矛盾をどのように解決しているかを考えてもらうとともに、仮説実験授業を生徒の立場でまるごと体験してもらう。

○最後の5コマ：リーダーシップ論、組織論編

認識が社会的なものである以上、未知のものを探究していくには仲間が必要。その仲間とどのような関係をつくっていくかの組織論が必要である。ここでも〈自由〉と〈束縛〉の矛盾を追究しながら具体的なモデル（皿まわしなど）を使って、そこから体感し、転釈して考えていく。

6. 学生たちの反応を知るための道具としてのユニバ

日本の大学生は多人数の講義となると、活発な討論どころか手を挙げての発言などもほとんど起

こらない。学生たちが何を考えてどう感じているのかさえも、わからないのが実状である。

ところが、新型コロナウイルスの感染拡大により2020年度前期からリモート授業となり、ユニパ (universal passport) という大学のサーバを利用した学生とのやり取りをするようになった。そこで、〈毎回の講義の感想を書いてもらったものの一部を紹介する形で通信をつくり、それをユニパでデジタル配信し、学生はそれを読んでコメントを返す〉というきわめてシンプルなことを試してみた。すると学生から気楽な素直なコメントが寄せられ、その一部も通信で紹介する形をとった。リアルな対面授業になった時も、このリモート授業を同時並行的に継続した。すると、今までとは違い、学生の思考が手にとるようにわかり、こちらの講義の意図がどれだけ伝わったのかも探る道具となった。さらに、学生も、他の学生のコメントを読むことで、自分以外の他の学生がどんなことを考えているのかも共有できるようになった。

7. 学生たちの授業の評価

講義終了後の学生たちの授業に対する5段階の評価結果は次である。

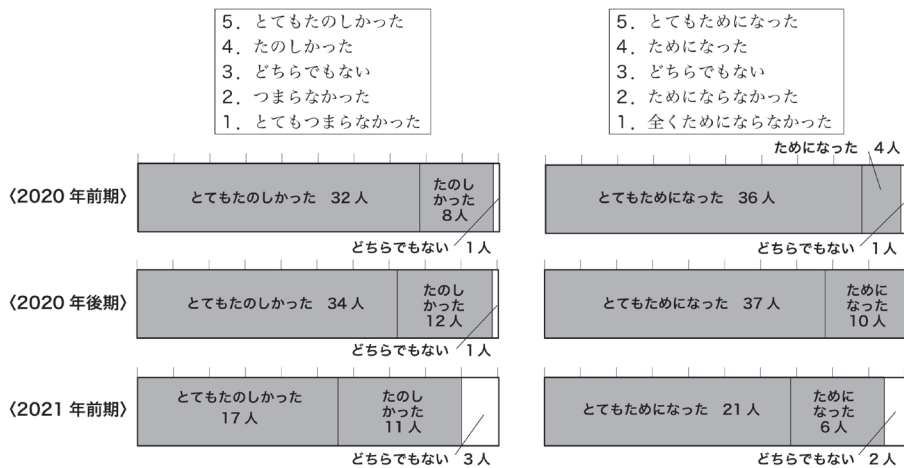


図2 授業評価グラフ

8. それぞれの授業内容に対する学生たちのコメント

2020年度前期・後期、2021年前期の3タームでの授業結果として、以下、学生の授業での感想、ユニパでのコメントのごく一部だけを紹介する。授業がうまくいったかどうかの実験結果は、授業を受けた側からの主観的なコメントを見るしか判断できない。もちろん以下の感想は筆者が恣意的に選んではいるが、今まででもよくあるコメントであり、決して特別なものではない。以下の学生の文章は、学生の〈主観〉が特にきわだったものをほぼそのまま一部を引用した。それがかえって講義内容をイメージするための〈客観〉的な事実がより伝わることになるかと判断した。

(1)〈生徒の自主性〉と〈学問の系統性〉の矛盾が仮説実験授業でどう解決しているか

コメント 1

<p>□ 前情報なしで問題が始まることで、生徒が自主的に意見を出せるようにし、事実として実験をして確かめる。このような問題を繰り返すうちに自分自身で原理が予想できる。</p> <p>生徒の自主的な学びで授業が動いているように見えて、授業書が認識されないところでしっかりと授業を支えている点が、〈自由〉と〈束縛〉、〈自由放任〉と〈おしつけ〉の解決に関わっているのではないかと感じた。</p>	<p>□ 〈生徒の自主性〉と〈教材の体系性〉は、授業書の配布により解決されています。生徒の自主性は重んじられるものの、教材の枠組みから大幅にはみ出ることは無くなります。</p> <p>〈自由放任〉と〈おしつけ〉は、各々に予想を立てたのちに理由を述べながら正解に導くという形で解決されています。自由はあるものの完全に放任するのではなく、且つ、押し付けがましいと感じさせないように正解へ導けます。</p>
--	--

(2)予想をして確かめる = 実験に含まれる、〈主観〉と〈客観〉の矛盾について

コメント 2

<p>□ 「客観視するには主観的な予想がある」……今回の授業は実はこういうことを体感する為だったんだと思いました。そして認識論は面白そうな学問だと思いました。</p> <p>今まで授業にこうした認識に関する学問関わっている</p>	<p>なんて思ってもいなかったので驚きましたし、授業だけでなく生活にも密接しているように思いました。</p> <p>□ 客観的にものを捉えるには、主観的な動きが必要……という言葉にハッとしました。</p>
---	--

(3)一般的な〈自由〉と〈束縛〉の矛盾について

コメント 3

<p>□ 「束縛のせいで自由がなくなる」というように考えがちですが、実は「どちらも共存してこそ成り立つ」ということが分かりおもしろかったです。</p> <p>□ 「自由に考えるとは何かに束縛されること」という言葉を、私は最初、「バランス」や「適度に」みたいな意味だと思っていました。これはもう少し考える必要があるので、数日、頭に持ち帰ります。</p> <p>□ 音楽は「自由になれる束縛」に当てはまっていると思った。例えば、楽譜には大抵、強弱記号や発想記号(曲のイメージを伝える記号。cantabile など)を含む演奏記号がある。それらを無視してしまうと絶望的な演奏になってしまうので、絶対に守らなくてはならない。そういった束縛があるからこそ、私たちはその作曲家が意図している曲想を掴み、そこからやっとな自分の色を出していくことができる。</p> <p>□ コロナが流行する以前は、好きな事だけして生きたいと思っていたが、今年度の授業開始が遅れ、全て自分次第の生活はとても苦しく、私たちは何かに囚われるから自由に</p>	<p>なれる事が、よくわかりました。新しい行動をしたいなら、これまでと違う束縛を与えることによって出来る、と知り、実践していきたいと思いました。</p> <p>□ 私は、今まで、「自由にやって」という指示が嫌い、というか、恐怖でした。もともと私の脳内にある空想やアイデアは、少ない方の人間ではないと思うのですが、「自由にやって」と言われた途端、何も思い浮かばなくなります。「あれ、私ってこんなに何も無い人間なんだ」と気づいてしまうのが、怖かったです。</p> <p>しかし、実際はそんなことなかったのかな、と今では思えます。束縛を上手に徹底して利用すれば、これからはどれだけでも、自由になれる気がしました。</p> <p>□ 私は束縛されるのが、すごく嫌いです。自由が好きです。「そんな束縛が自由を生むなんて！」って思ったけど、先生のお話を聞いて、「たしかにな。すごくおもしろいな」と思いました。</p>
---	--

(4)予想をたてて確かめる実験論について

コメント 4

<p>□ 清々しいほど間違えた。「そうだったのか！」「やられた！」と、悔しいような楽しいような複雑な気分。予想が外れた際に、ほんの少しのムカつきを覚えた（ごめんなさい）。</p> <p>理由を考えてみる。テスト勉強をしていないテストで外しまくっても流せるけれど、テスト勉強をしたテストで外したらつらい……のと同じように、自分では「見えている」「生活や人生のテスト勉強ができていいる」と思い込んでいたんだろう。物を見るとき、何の予想も実験もしていなかった。予想を持たずピーカー振っても実験ではない。「目的意識をもって問いかける」心がけはどの世界でも大事そう。</p> <p>問題を当てた人に謎の嫉妬。でも、そういう感情はおいしいとも、根本的に知らないことを知れることがうれしかった。学びの快感を感じた。</p> <p>□ この授業に参加するようになってから、予想を立てて実験を行うことの楽しさを知った。小中高とやってきて、ただただ面倒でしかなかった作業を、この歳になって楽しいと思えるのは幸せなことだ。</p> <p>また理屈が正しように思えても、実は全くあてにならないかったり、自分の間違いが新しい気づきにつながったり、毎時間、自分の中の考えが変わっていくのが面白いです。</p> <p>□ 高校までの授業ではどちらかと言うと結果が既に見えていて、「どうせこうなるんだろう」と皆が思いながら、あるいは「こうなりますから試してみましよう」とすでに仮説を提示された状態で学ぶことが多く、委屈に感じるこ</p>	<p>が多々あった。</p> <p>しかし、今回の授業では、結果がどうなるか予想がつかず、何回も実験をして法則を見つけ出していくプロセスであったので、考えることがとても楽しく感じたのではないかと思った。</p> <p>□ 「予想を立ててからやってみる」実験の考え方は、僕達の実技にも応用できると一番思いました。「日々の練習も一つの実験だよな〜」と……！ 考えや意図、予想を常に持ち続けて生きていくことで、いくらでも自分の人生を豊かにできるなど、大げさじゃなく、本気で思いました。</p> <p>□ この講義で半年も経たないうちに、今まで少数派だったとしても少数派で手をあげなかった私が、周りを気にせず自信を持って手をあげられるようになりました。</p> <p>これからの学校教育ではこの少数派でも手をあげることができて、その上どうしてそう思ったのか考えて伝えることができる、そんな力を身につけさせる教育を目指さなくてはいけないのだなと感じました。</p> <p>□ 今までの授業を受けて、間違える事が悪いことではないことが分かりました。正解する事や間違えることは大した問題ではなく、自分で予想を立てて、他人の意見を聞いて考えて、実験する事が大切だと思いました。</p> <p>リスク（＝不確実性）の意味と実験をくり返していく事によってリスクを減らしていくという事が、なるほどなと思ひ、ためになったと思ひます。</p>
--	--

(5)考えることについて

コメント 5

<p>□ 「科学は空想から始まる」というのは、私の概念がくつがえった。</p> <p>□ 私はいろいろを「考える」ことが苦手で、「頭が悪いからだな」とか思って、考えることを放棄してきていました。が、頭が良い悪いの問題だけではなく、ただ単に「正しく脳ミソを使えていなかったんだ」ということに気づきました。</p> <p>□ この授業を受けて変わったことを一つ挙げますと、それは、「考えることが楽しい」と思えるようになったことです。この授業を受ける、2年生の前期まで、私は「考えること」が苦で仕方ありませんでした。先生や親から様々なことに関して「考えなさい」と幾度も言われました。でもいざ考えようとしても全くアイデアも出てこないし、それ以前に何から手をつければいいかわからないうでした。考える気も起きないし、もうどうしよう……と悲観的になって悩むこともしばしば。</p>	<p>しかし、この授業を受けることで、「考えることは、意外と楽なことである」と知るようになりました。「自分で全て考えようとはしなくていいんだな、他人の脳みそを積極的に使おう！」と思うようになりましたし、「予想を立てて確かめる（実験）」を使って、普段の楽器の練習もたのしくできるようになりました。</p> <p>□ 小中……とくに中学生は、初めてテストで順位が出て、少しでも点数を取るためにひたすら……そして、それが考える事だと思っていましたし、それはなんとなくやっぱり苦痛でした。</p> <p>5回の授業を通して、考える事は他人の力を使ってももちろん良いし、一緒に実際に確かめる事でさらにもっと知りたくなるという良い循環で楽しいものなんだと分かりました。考えるという事に対して、気楽になれたような気がしました。</p>
---	--

(6)科学的認識の社会的認識について

コメント 6

<p>□ この授業で私が1番気に入っていた点は、友達の意見や考えを知れることです。自分には無かった視点で物事を見ている人や、素敵な考えを持っている子や、すごく素直な意見を言っている子がたくさんいて、共感したり賛成したり刺激を受けたりしました。</p> <p>この授業は本当に自由な考えを持つ事を肯定してもらえ る場で、自分にも素直になれました。</p> <p>□ 「通信」を読んでいて、私にはない意見があり新鮮だっ</p>	<p>たのと同時に、私と似たような意見もあり、様々な考えが 沢山読めて視野が広がったようで嬉しく思います。</p> <p>□ リモートで感想を提出しているだけなのに、回を重ねる ごとに誰かのコメントに対するコメントをする人が増えて いて……リアルに議論をしている気分です。リモートだと、 コメントをまとめる時間はたっぷり取れるし、全員の気持 ちを知れるし、いいことばかり……？ コロナという〈束 縛〉のもとに生まれた〈自由〉ですかね。</p>
---	---

(7)間違いをすることについて

コメント 7

<p>□ 「ガリレオ並み、アリストテレス並みのまちがい」とい う言葉が面白かった。昔(中学?)は、間違うことをす ごく怖がり、何度もフラッシュバックするくらい恥ずかし がっていたが、今の、色々学び、アップデートされた自 分のことを良いなと思う。</p> <p>□ 初めは間違えることが怖くて、びくびくしていました が、いろんな人の意見を聞いて、あってもあってもなくて も、「ああ、こういう考えがあるんだ」と知ることができて、 おもしろいなと思いました。やっていくうちに間違えること が怖かったはずなのに、間違えた方がもっと知りたいと 思う気持ちが強くなって楽しんでる自分に気づき、驚き ました。</p> <p>□ 「間違えを楽しむ、という事はまさにこういう事」とい うコメントがありとても共感できました。高校時代まで、 普通科目の授業やテストで間違えると、とにかく必死に答</p>	<p>えを探し、間違えた理由を考え、とにかく「二度と間違え ないように!」(ここまで大袈裟ではないけれど)と言 うような気持ちで取りかかる事が多かった気がします。</p> <p>□ 社会において未知のことに立ち向かうことを厭わない人 間になるための教育ということにじっくりきました。私は どちらかという臆病なので失敗を恐れがちです。でも実 験を繰り返し探求する楽しさを学んで「次はこの仮説を試 したい、他の視点はないのだろうか」と他の関心より探究 心が強くなっていて、この高まりを育てていけばあらゆる 行動で役立つことなんだと思いました。</p> <p>□ 高校までの授業は「空気でいたい、参加したくない、挙 手なんてしない」の一点張りでした。</p> <p>それは「間違ったら勉強が足りないことが露呈する」 「間違いは何も産まない」ということを恐れてたんだと、 「通信」の「間違えてもいい雰囲気」という言葉で思いました。</p>
--	---

(8) 仮説実験授業を体験して

コメント 8

<p>□ 自分も、他の人の感想を読んでも、いつもとは違う脳ミソの使い方をしているということがよくわかりました。間違えたっていいし、恥ずかしいことなんかじゃない、とか、なんか根本的に考え方が変わってきているのかもしれないなとも思いました。</p> <p>□ 普段、見ようとしな部分に疑問をもち、また予想して、答えを考える。今まで受けてきた授業は、あたり前のように答えをまるなげされて、それをあたり前のように覚える……というものでしたが、仮説実験授業は今までの授業とは全く違うもので、「楽しい」という感情が最初に来て、新鮮でした。</p> <p>□ 正直、ふつう、講義を受けている時に頭を使うことがあまりありませんでした。けれど、仮説実験授業はいつの間にか頭をフル回転させている。この授業は疲れるけれど、楽しさからの充実感を毎回、味わうことが出来ました。</p> <p>□ 授業のあり方について、今一度、考えるべきだと思った。今まではイスに座って、ただ聞いているだけだったけど、まず授業に参加しているという時点で、今までと違った。予想して結果を知って説明聞くだけで、予想しているからこそ、「あ〜そういうことだったのか」となったし、さら</p>	<p>に世界が広がった気がした。</p> <p>□ 私は授業があまり好きではありません。特に、自分は何もせず、先生の話聞きながらプリントに穴うめするような授業が。だから、授業をサボって、代わりに楽器の練習をするなんてこともよくしていました。しかし、この授業で「授業って楽しい」など思うことができました。</p> <p>体調不良の1回以外、対面授業を休まなかったことは、自分でもおどろきです（なんて不良なんだ）。授業の楽しさを教えてくださってありがとうございました。</p> <p>□ 今まで学校で受けてきた多くの授業は、とくに興味のないことを覚え、特に考えたくもないことを考えさせられるといったことが多く、それが「つまらない」と思う一因だった。私はずっと、「学校の授業はどうしてこうも生きていくのに必要じゃないことを、さも人生の全てのように詰め込まれるんだろう」と疑問に思っていました。</p> <p>しかし、仮説実験授業では「考えること」が、ものすごく楽しいと感じることが多かった。別人ようになって考えた。</p> <p>私は小中高校までの大切な成長する時間を不当に奪われたように感じます。この講義のような実験による実のある学びがしたかった。</p>
---	--

(9) 授業科学について

コメント 9

<p>□ 今まで授業とは先生のオリジナルの授業がいいと思っていましたが、このように「達人の道具＝授業書を使う」ことは、確かに確実に面白い授業ができるということに気がつきました。誰かのアイデアを借り、自分もそれを行うことは、決して悪いことではなく、むしろ授業を素晴らしいものに変えることができる道具であるのだなと感じました。</p> <p>□ 先生が説明される中で一度口にされた「教師が研究者も全て兼ねているのはおかしい」（一言一句合ってはいないと思いますが……）というフレーズが1番衝撃的で、心に残ったのです。そのフレーズを耳にした瞬間、既になんとなく分かっていてこの授業の真意が、ほんとうの意味で分かったような気がしました。全て自身の経験のみをもって、授業の進め方や生徒への教え方を決めようだなん</p>	<p>て、なんて傲慢な教師なのでしょう。振り返ってみると、今まで関わってきた学校の先生には そんな先生が多くいたように思いますが、その中でほんとうに上手くしている人なんて僅か数人でした。授業書を上手く使って授業すれば良いことを知らずに、激務と並行して狭い視野で研究もされていた、今までの担任の先生方を思うと、頑張りが形にならなかっただけで「イマイチな先生」などと言われて可哀想だったなあと思ってしまいます。</p> <p>私が教師になる頃には、授業書を使う授業をすることが当たり前になってほしいと思います。そうすれば、きっと教師を軽視する最近の風潮も少しは良くなる気もするのです。仮説実験の授業には、生徒の未来も教師の未来も、日本・世界の未来までも、明るくできる力があると思っています。</p>
---	---

(10)こちらが意図していない感想

コメント 10

- 大学生になっても「ネガティブ思考は相変わらず治らないな～」と落ち込んでいましたが、この授業を受けてからはいつのまにか前向きになれて、心から楽しむことができました。何より先生も楽しんで授業をしていることが好印象でした。
- 他の方の感想でいちばんはっとさせられたのは「ずっと

楽な気分で受けられた」というものです。私自身、科目等履修生としてこの授業を履修しているのですが、同級生も友達もいませんので、一人でこっそりひっそり授業を受けるものだと思っていましたが、今回の授業ではニヤニヤしたり周りを見回したり、ある時は我慢していたのに耐えきれず半泣きでゲラゲラ笑ってしていました。

別にカウンセリングをしているわけでもないのに「前向きになれた」「明るくなった」「笑顔になった」「すごくらくな気持ちで授業が受けられた」という、まるで生き方が変わったとでもいうような感想も少なくない。この講義で展開されていることが、未知の問題に人間はどう立ち向かっていくかの方法論を伝えているならば、最先端の問題に果敢に挑戦して立ち向かって解決していった人間たちと似たマインドセットになったとしても不思議ではない。「他の講義には味わえない、未知なるものを知るたのしさを味わえた」という学生の感想も出ることからも、未解決な問題を解いていく科学という社会的事業の方法論の一端は伝わったのではないだろうか。

9. さいごに

日本では1872年(明治5)に学校制度、1886年(明治19)に義務教育がはじまり、その後も様々な改革がなされてきた。そして、現在の2021年に生きている学生たちはこんなことを書いている。

「今まで受けた授業というのは、鳥の雛のように生徒が口を広げて、先生から淡々と知識を詰め込まれるのを待っているだけの受け身な姿勢で取り組むのが基本だった。ほーっと先生の言葉を聞き、板書された単語で空欄を埋めてという単純かつ面白みのない授業を受けて成績をつけられるので、授業の価値を見失いそうになったこともあった。しかし、今回の授業は自分の脳みそで予想をして確かめるという、遠回りのようにも感じることをするからこそ能動的に授業に参加することができ、楽しむことができた。」

「今まで私は小学校から高校を通じて、〈間違えることはいけないことで、なるべく避けるべきもの〉と学んできました。間違っていたら嫌だから発言しない、不正解だと成績が下がりそうだから発言しない。しかし、仮説実験授業を通して〈間違いは恐れずに経験していくもの〉ということを学ぶことができました。小中高と本当にもったいないことをしていたんだなと思いました。あとで意見を変えられる、違う考えがたくさんあった方が面白い……と心から思わせてくれる授業で楽しかったです。」

皮肉なことに「総合的な探究の時間」が設定される時代になっても、授業は「淡々と知識を詰め込まれるのを待っているだけの受け身な姿勢」「間違えるのはいけないことだ」「不正解だと成績が下がりそう」「そのためには発言しない」という隠れたカリキュラムを学んだことが学校教育の「最大の成果」である状況は、2020年代の日本で今も続いている。上記のような感想は少数派ではなく多数派である。日本の教育現場は明治時代から本質的には驚くほど変わっていないと言わざるをえない。未だ学校現場では、学習指導要領のいう「主体的・対話的で深い学び」（いわゆるアクティブラーニング）とは真逆の教育がずっと続いている状況がある。

この連鎖を立ち切るために、本質論的な法則の解明にいたる〈2つのコース〉という板倉の先行研究（1955, 1957-59）にたどりつき、「探究的な学習」のもっとも基礎となる原理原則的な見方・考え方を伝える講義を組み立て授業をした、その実験結果と有効性を示した。

引用文献、ならびに注

- ¹ 高等学校学習指導要領解説「総合的な探究の時間編第3章総合的な探究の時間の目標」2018、文部科学省、p.11
- ² 国立教育政策研究所教育研究データベース「学習指導要領の一覧」<https://erid.nier.go.jp/guideline.html/>（アクセス日 2021.10.1）
- ³ 板倉聖宣、「仮説実験授業の形成と論理」、『科学の形成と論理（増補版）』1978（初版1973。ただし、この論文は増補版から掲載）、季節社、pp.263-264（初出『仮説実験授業研究12』1977、仮説社。『仮説実験授業の研究論と組織論』1988、仮説社にも再録）
- ⁴ 前出論文(3)、p.267
- ⁵ 前出論文(3)、p.267
- ⁶ 「アクティブラーニング」や「探究的な学習」と仮説実験授業との関連について、現場からではなくアカデミックの場からも「わが国において、「深い学び」と「対話的な学び」を結び付けた科学教育実践の蓄積として、まず想起されるのは仮説実験授業である」（松下佳代、「科学教育におけるディープ・アクティブラーニング」、『科学教育研究』41巻2号、2017、p.78）という評価がある。
- ⁷ 蒲生涼太、「『探究的な学習』の歴史的形成について」、『立命館高校教育研究』20号、2020、p.71
- ⁸ 前出論文(7)、p.59
- ⁹ 以下を参照のこと。
板倉聖宣、『原子論の歴史 上・下』2004、仮説社
板倉聖宣、『科学はどのようにしてつくられてきたか』1984、仮説社
板倉聖宣・中村邦光・板倉玲子、『日本における科学研究の萌芽と挫折』1990、仮説社
- ¹⁰ 宮地祐司、「私的〈板倉科学論〉の位置づけ」、『板倉聖宣 その人と仕事』1995、キリン館、pp.122-147を参照のこと。
- ¹¹ 科学論の立場からは「『仮説実験授業』が板倉自身の緻密な科学論に裏づけられていることはよく知られている」（唐木田健一、「科学論と教育」、『大学の物理学教育』3号、2001、p.61）という評価がある。
- ¹² 1660年（国王の正式な認可は1662）に英国ロンドンで近代科学研究のために組織された王認学会 Royal Society の最初の出版物は自然科学ではなく、グラント（1620～1674）の『死亡表に基づく自然的・政治的考察（Natural and Political Observations Mentioned in a Following Index and Made upon the Bills of Mortality）』1662という社会科学の本である事実からも、当時の natural philosophy の性格がわかる。
- ¹³ 板倉聖宣、「物理学と矛盾論」、『科学の形成と論理』、pp.63-100（初出『科学と方法』別冊6、1955、東大自然科学法研究会）
板倉聖宣、「古典力学と電磁気学の成立過程とその比較研究」、『科学の形成と論理』、pp.103-236（初出『科学史研究』、44-51号、1957-1959）
- ¹⁴ 前出論文(3)、pp.256-257
- ¹⁵ 「転訳」は今ではあまり使われない用語であるが、板倉の論文で使用されている転訳の語源は物理学用語にある。量子力学のハイゼンベルク（1901～1976）の論文には *umdutung* が使われており、それを天野清（1907～1945）が「転訳」と日本語訳したと思われる。

¹⁶ 前出論文(3)、257

¹⁷ 簡単に結論だけまとめると、古典力学史では矛盾の追究コースが〈力〉と〈運動〉、転訳のコースが〈天体運動〉。電磁気学史では矛盾の追究コースが〈電場〉と〈磁場〉、転訳のコースが〈光〉である。量子力学史では矛盾のコースが〈波動〉と〈粒子〉、転訳のコースは〈原子構造の研究〉である。詳細は注13

¹⁸ 明治の初期では、experience を「実験」、experiment を「試験」と訳していた。実験 = 「実際に験す」、試験 = 「試みに験す」とすれば、「試験」の方が訳としては正しかった。板倉聖宣「日本における実験概念とその言葉の歴史」『仮説実験授業研究 5』1994、仮説社、pp.22-55 を参照のこと。

¹⁹ 前出論文(3)、p.265

²⁰ 前出論文(3)、p.266

²¹ 〈模倣〉と〈創造〉の矛盾については、板倉聖宣『模倣と創造——科学・教育における研究の作法』に詳しい。

²² 板倉聖宣、「仮説実験授業とは何か」、『科学と方法』1969、季節社、p.225（初出『理科教室』1966年9月、10月号）

²³ 前出論文(3)、pp.269-270

²⁴ 前出論文(3)、p.270

執筆者

宮地 祐司（教養教育 非常勤講師）