

## 教員の負担を減らしながら学生の自立的な研究力を高める教育手法の開発——大学教養科目における科学史 PBL の実践報告

Improving Students' Ability to Conduct Research while  
Reducing Teachers' Burden: A Report on Problem-Based Learning  
for History of Science at a Japanese University

和田 正法 Masanori WADA

### 要約

大学初年次生を対象とする教養科目の枠内で、担当教員の負担を少なくしながらも、効果的に学生の自立的な研究力を育成できる PBL の仕組みを開発し、実践した。運営の柱は、次の四点である。(1) 評価基準を明示する。明確な目標を学生に示すことそのものが、学生の成長につながる。(2) 相互評価を重視する。受講生にとっては、評価基準の周知にもつながり、教員にとっては、採点作業の軽減になる。(3) 一連の単純な研究調査作業を授業の中で繰り返す。頭では理解できても、実際にできるとは限らない。複数回同様の作業を経験させることで、学生が自ら研究を遂行する力を身に付けさせることができる。くわえて、(4) 研究公正を意識させた記録を行わせる。基本的な実験ノートの記録手法を知っておけば、どの分野でも研究に生かすことができる。本稿が示す PBL の柱は、他の多くの分野に適用が可能であろう。

### 1. はじめに

筆者は 2018 年度に三重大学において、四つの PBL (Problem/Project-Based Learning) 方式の授業を開講した<sup>1</sup>。これらの授業の狙いは、学生の自立的な研究を行うことができる素養を育成することにある<sup>2</sup>。本稿は、その実践報告である。

筆者は以前、日本の大学で卒業研究制度が抱える構造的問題を指摘し、その打開策の一つとして、PBL を繰り返し行うことを提案した<sup>3</sup>。そこで指摘した、PBL の導入が改善するところの卒業研究をめぐる構造的問題の概要は、次の通りである：日本の大学におけるカリキュラムの多くは、卒業研究を前提としているため、その準備として、3 年次までに知識を詰め込む傾向がある。その一方で、研究手法を教育していない。最終年次で、高度に細分化された分野で研究をさせようと厳しく指導するあまり、教員の指示をこなすだけの自主性を欠いた視野の狭い学生を生み出している（他方で、いわゆる放任主義がまかり通っており、まともな研究教育を行っていない）。

筆者が PBL に求めたものは、学士課程における上記の問題を解決するための一つの

<sup>1</sup> 授業科目名／授業テーマは次の通り：「PBL 自然科学概論（現代科学）／科学の歴史」、および「PBL 現代科学理解特殊講義（現代科学）／現代の科学と技術」。ともに選択授業である。それぞれの科目を前期と後期に 1 コマずつ、年間計 4 コマを開講した。

<sup>2</sup> 授業で目標にする「自立的な研究力」とは、一連の作業を能動的に遂行することができるという意味である。自ら研究資金を得て、オリジナルな研究を遂行するといった、プロの研究者に必要な力を意味するわけではない。また、当然のことながら、他の目的をもつ PBL もあるが、それは本稿の関心の対象ではない。

<sup>3</sup> 拙著「日本の学士課程における教育の一環としての研究——卒業研究の特徴と課題」『Journal of Learner-Centered Higher Education』（創価大学学士課程教育機構研究誌）第 3 号、2014 年、117-132 頁。

## 教員の負担を減らしながら学生の自立的な研究力を高める教育手法の開発 (和田 正法)

方策であり、自立的な研究力を付けさせることである。この力は、学生が将来研究者になることを前提とするものではない。もちろん、研究者になった場合にも活かせる能力であるが、専門の壁にとらわれることなく、多様で流動的な社会で成果を出すことを可能にする。

筆者は、研究手法やプレゼンテーションの教育は、訓練型の学習方法が適していると考えている。つまり、学生は単純な一連の作業を繰り返すなかで、徐々に高度なことを覚えていく。繰り返し PBL を行う点については、カリキュラムを体系立てることが望ましい<sup>4</sup>。とはいえ、カリキュラム全体の構築は個々の教員の裁量を超えている。

そこで、まずは筆者がシラバスを自由に組み立てられる一つの授業内で、研究手法の訓練を完結することを目指した。とくに本稿が報告する授業では、どの教員でも導入し易いように教員が関与する必要性を極力減らし、学生自身（学生同士）の力で作業を進められるようにすることを優先した。また、近年急激に必要性が増している研究公正教育についても、本授業で扱った。実験ノートを念頭において毎回の授業で活動記録を取らせることで、研究公正の基本を体験的に学ばせる。

## 2. 本 PBL を設置する環境と条件——カリキュラム上の位置付けと制限

### 2.1. カリキュラム上の位置付け

PBL を設置するにあたって、まずカリキュラム全体の中での当該授業の位置付けが問題になる<sup>5</sup>。平成 18 年度文部科学省事業として発足した「先導的 IT スペシャリスト育成推進プログラム」における取組の一つである「PBL 教材洗練 WG」が編纂したノウハウ集では、PBL を設置する際には、その計画段階でまず当該授業のカリキュラム内での位置付けを明確にしておく必要を指摘し、検討すべきポイントとして、次の項目を挙げている<sup>6</sup>。

<sup>4</sup> たとえば、1976 年設立のオランダのマーストリヒト大学では、すべての学部におけるほとんどの開講科目で PBL による教育が行われているという（池田光穂、徐淑子「学習者から探求者へ——オランダ・マーストリヒト大学における PBL 教育」『大阪大学高等教育研究』第 5 号、2017 年、19–29 頁）。日本では金沢工業大学が 1995 年からプロジェクトデザイン教育と呼ばれる制度を設けており、初年次から 4 年まで複数の科目を連携させて学生の自主的な問題発見・解決力の育成に取り組んでいる（古屋栄彦、新聖子、千徳英一「プロジェクトデザインと創造実験の科目連携の試みとその教育効果」『KIT progress——工学教育研究』第 19 号、2012 年、221–230 頁；新聖子、宮崎慶輔、千徳英一「初年次におけるプロジェクトデザイン科目」同誌、第 20 号、2013 年、79–88 頁）。

<sup>5</sup> 本授業を開講するにあたって、PBL に関する多くのハンドブックやノウハウ集を参考にした。たとえば、ダッチ・B.J.、グロー・S.E.、アレン・D.E. 編、三重大学高等教育創造開発センター訳『学生が変わるプロブレム・ベースド・ラーニング実践法——学びを深めるアクティブ・ラーニングがキャンパスを変える』ナカニシヤ出版、2016 年。さらに以下の注で示す文献のほかにも、ウェブ上で容易に入手可能なハンドブックやノウハウ集がある。代表的なものとして次のものを挙げておく：三重大学高等教育創造開発センター編『三重大学版 Problem-based Learning の手引き——多様な PBL の展開』同センター、2011 年；茨城大学大学教育センター編『茨城大学 根力育成プログラム PBL ハンドブック——学生の主体的な学びの実現をめざして』同センター、2013 年；長原礼宗編著『PBL ハンドブック<2013 年度改訂版>——学生主体の授業へのイントロダクション』東京電機大学教育改善推進室、2014 年。

<sup>6</sup> 先導的 IT スペシャリスト育成推進プログラム拠点間教材等洗練事業 PBL 教材洗練 WG 「PBL (Project Based Learning) 型授業実施におけるノウハウ集」(2011 年 7 月改訂)、14

- ・実施時期（教育課程の初期に実施するか、課程の集大成として実施するか）
- ・必修科目とするか、選択科目とするか
- ・課題の分量・想定作業時間（学生にどのくらいの負荷を与えるか）
- ・前後のカリキュラムとの関連性
- ・既存のカリキュラムとの整合性

このノウハウ集は、専門分野内での科目間の連携を前提としている。たとえば、大学院修士課程における必修科目としてPBLを実施したり、学生が大学にいる時間の半分（週20時間）をPBLに充てさせるため、週5コマを学生が集う時間として時間割上に設定したりする例が示されている。また経験談として、講義科目を並行させたり、事前の授業で知識を与え、事後に整理させたりといった、前後のカリキュラムと関連させてPBLの効果を上げる例が紹介されている<sup>7</sup>。

継続的な授業の運営のためには、教員の負担を増やさないという観点も重要である。三重大学高等教育創造開発センターは、授業形態について、教員の関与の度合いと内容の抽象度によって、講義型（最も教員主導で最も抽象的）から、実践体験型PBL（最も学生主体で最も具体的・現実的課題）まで十種類に分類して、それらを提示している<sup>8</sup>。しかしながら、一般の講義に比べて学生主体の度合いが高かったとしても、教員の負担が減ることを直接意味していない。また、基本的なPBLの要件に、教員はファシリテータ（学習支援者）になることが求められているが、その役割が教員の負担を軽減するとは限らない。PBLを開講するにあたって、学生が主体的に取り組む仕組みと高い教育効果を確保することはもちろんであるが、さらに運営上の都合から担当者の負担を軽くすることが望ましい。

## 2.2. 本授業を開講する上での条件

本学において筆者がPBLを開講したところの授業区分では、カリキュラムやガイドラインによって、次のような条件を考慮する必要があった。

- ・1年生が主たる対象である。ほとんどの受講生は、本授業よりも前にPBLを経験したことがないと想定される。相互評価といったPBLで広く採用される評価方法を導入するにしても、同僚を適正に評価する訓練を受けていることが期待できない<sup>9</sup>。体系的な知識を提供するといった通常の講義で重要視されている教育方針の優先度を下げても、PBLに関する手法の周知に時間を割く必要がある。
- ・どの学部の学生でも受講が可能な教養科目である。一つのクラス内に複数の学部からの受講生が混在している。それゆえ、特定の専門に偏らない授業テーマを設定する必

---

頁。この資料は、先端ソフトウェア工学・国際研究センターのウェブサイトからダウンロードすることができる（URL: <http://grace-center.jp/education/outcome>, 2018年12月3日確認）。

<sup>7</sup> 同上, 15頁。

<sup>8</sup> 三重大学高等教育創造開発センター編「三重大学版 Problem-based Learning 実践マニュアル」同センター, 2007年。なお、本稿で報告する授業は、高い学生主体の度合いで、具体的・現実的課題に位置する「基本形PBL」に該当するであろう。ほかには、「事例提示型」「講義後実習型」「チュートリアル型」といった分類がある。

<sup>9</sup> この問題は、Larry K. Michaelsen ほか編著『TBL——医療人を育てるチーム基盤型学習』シナジー, 2009年の第9章「チーム基盤型学習におけるピア評価」（本章はRuth E. Levineによる執筆）においても注意が促されている（84頁）。

## 教員の負担を減らしながら学生の自立的な研究力を高める教育手法の開発 (和田 正法)

要がある。

- ・授業時間は、半期 15 回、1 回 90 分である。いわゆる通常の講義科目と同じ枠組みで行う。くわえて本学では、都合上 2018 年度から 2 単位の科目となり、4 単位を与えていた従来の同科目に比べて時間的な制約が厳しくなった。一教員の立場からは学生の負荷を考慮せず多大な課題を与えることも不可能ではないが、カリキュラム全体を考慮にいれば、想定させる作業時間を適切に制限する必要がある。
- ・授業の最終盤で 10 分間の公开发表 (プレゼンテーション) を行わせる。これは、PBL の授業に共通する枠組みをあらかじめ設けておくことで、教員間・授業間の交流を促進することを念頭にしている。言い換えると、プレゼンテーションの技法という一つのアカデミック・スキルを授業内で教育することが必須になる。逆に、担当者が他の成果発表の形式 (レポート、ディベート、コンテストなど) を選択しにくい。
- ・担当教員は 1 人 (筆者) のみであり、TA はつかない。ノウハウ集の中には、PBL は通常の講義よりも教員の負担が重くなることから、手厚い体制が必要となることを示しているものがある<sup>10</sup>。しかし、本授業ではこうした人員面でのサポートはない。

これらのカリキュラム上の位置付けと PBL を開講するための条件をふまえ、結果的に、次のような特徴をもつ授業を設計した。

### 2.3. 本授業の概要

筆者が実践した授業の特徴は、次の点にある。

- ・問題発見から報告までの一連の作業を 2 サイクル行う。
- ・各サイクルの最後に、10 分間の発表と 5 分間の質疑応答を行う。
- ・3 人程度でグループを組ませる。
- ・相互評価を重視する。
- ・調査テーマは、科学史・科学論の範囲で行う。
- ・高度なオリジナリティを求めない。

とくに、相互評価を重視する点については、後述するように、成績の 80% を相互評価の結果に基づかせている。これは評価基準をあらかじめ明示しておくことで可能になる。発表内容について、教員は改善点を指摘するのみで採点することはない。これほど、相互評価を重視する例は、管見の限りでは見当たらない。評価作業そのものも複数回繰り返すことで評価する力を付けさせ、翻って良い研究調査に結び付けさせることを狙っている。

## 3. 授業の実際——シラバスと成績評価

### 3.1. シラバスの概要

#### PBL 授業の概要

学生に示しているシラバスや学生に配布した資料を引用しながら、本授業の詳細を紹介したい<sup>11</sup>。

<sup>10</sup> たとえば、「PBL (Project Based Learning) 型授業実施におけるノウハウ集」(前掲注 6) の 16 頁。教員 1 人に学生 5~6 人、30 人のクラスを 2 人の教員で担当、主担当教員 1 人と副担当教員 2 人、9 人のクラスで教員 1 人と TA1 人といった例が示されている。

<sup>11</sup> 大学公式のシラバスはウェブ上で公開している (三重大学ウェブシラバス URL: <http://syllabus.mie-u.ac.jp>)。現状では、受講生にむけて履修上の比較を行わせるための最低限の

【調査テーマ】

まず、筆者は科学史と科学論という二つのPBLを担当しているが、授業の構造は同じなので、ここでは、「科学の歴史」について触れておこう。シラバスで、学生が調査すべきテーマを次のように示している。

各グループには、科学の素朴な疑問を一つ定め、その謎を解き明かした人と論文を特定したうえで、発見の過程や原理を分かりやすく発表してもらいます。各グループが探究する疑問には、次のようなものが考えられるでしょう：・ガラスはなぜ透明なのか？ ・電気はなぜプラスからマイナスへ流れる？ ・なぜ炭素は「C」なのか？ ・摩擦とは何？ ・光の速度はどれくらい？ ・なぜダイヤモンドは固いのか？

補足しておく、科学の歴史の場合、作業の重点は、資料調査にある。資料調査作業はどの分野でも行うものであり、類似の課題を出すことで、本稿で示すPBLの柱は多くの分野で実施することが可能であると考えている。

このプロセスを2回行わせて、課題の発見から発表までの一連の作業を体験的に把握させることを主眼にしている。課題そのものは学術的に高度なものではない。分量・負担の点からは、この程度の課題だと一人でできなくもない。万一、他のグループ員全員が途中で授業を放棄した場合でも、作業を完結させることができるであろう。その場合、後述するように、発表の評価基準に「努力が伝わる」、「グループ内の分担がうまくいっている」という項目があり、これらの項目を説得的に聴衆に伝えられれば不利な扱いは受けない。

本授業でグループ活動を行う意味は、作業量の問題ではない。つまり、課題が大きいから複数人で作業を分割しなくてはならないということではない。そうではなくて、作業と成果物の質を変えることを狙っている。グループ活動を意義のあるものにするために、学生には次の二点を伝えている。(1) インタラクション(相互作用)を楽しむこと。とくに遊び心をもったときにみられる柔軟で拡散的な発想力と、いわゆる突っ込みにみられる冷静で論理的な批判力が発揮されれば、成果物の質の向上のためにグループ活動が有効になる。(2) 発表の練習を協力して行うこと。分担して発表の練習を行ったり、お互いに発表する姿を動画で撮影したりするなど、他者の目を意識しながら自分の行動を客観的に見る訓練においてグループ活動が有効になる。

【達成目標】

授業全体では、次のような達成目標を掲げている。個々の目標に対して、目安としてA、B、Cの評定を示している。また、補足でA評定が得られる程度の努力をした場合に身に付く能力を記載している。シラバスを引用しよう。

- ・科学史・科学論の視点を理解する。(C評定)
- ・現代社会における科学技術を、俯瞰的な立場から説明することができる。(B評定)

---

情報しか掲載できていない。本授業では、その情報に基づきながらも、成績評価の詳細や、研究活動を遂行するための手引きを合わせて掲載したものを「シラバス」と呼んで学生に活用させている(本稿で言及するシラバスはこちらのこと)。

## 教員の負担を減らしながら学生の自立的な研究力を高める教育手法の開発 (和田 正法)

- ・科学や技術に関して学術的に探究することが可能な話題を自ら発見し、その題材について明解に発表することができる。(A 評定)

A 評定が得られる程度の努力をすると、付随的に次の3つの能力が向上することを狙っている：(1) 多様な視点から批判的に論理を組み立てる思考力。(2) 全体観に基づく計画力と実践力。(3) 自分の実力と行動を冷静に分析して社会の中で自分を生かす社会性。

付随的に身に付く能力について、とくに(2)で触れている「全体観」を得させることを本授業の最大の特徴として挙げることができる。研究の流れは説明すれば頭ではすぐに理解できるが、実際にその通り行動できるとは限らない。教員が授業計画を綿密に立てておいて、学生にその計画に従わせる方針をもつPBLの例も多いが、学生に自主的で創造的な研究活動を行わせる点で検討の余地がある。そのため本授業では、同様の課題を2回繰り返させることで、学生自身の発露によって創造的な活動に発展させられるようになることを狙っている。1回目のサイクルは失敗を許容して作業の全体像を把握させ、2回目のサイクルで学術的な内容をより意識させるのである。この点が、本稿の冒頭で触れた、卒業研究に表れる日本の大学教育の問題に対する筆者の改善策である。

### 授業計画

本授業は、PBL形式であることにくわえて、2サイクルを行ったり、相互評価を積極的に取り入れたりしている点で、通常の講義に比べて運営上の伝達事項が多くなる。そのため、第1回の授業はシラバスを配布して丁寧に読み、解説を加えることに充てている。教員が一方向的に伝達するのは、実質的にこの初回のみである。

当初、15回にわたる授業を、初回から第7回までを前半、第8回から第15回までを後半と分けていた。しかし、履修登録上の都合で、序盤ではグループ活動が行いにくいことが判明し、のちの学期では、第3回から第8回までを前半、第9回から第14回までを後半と修正した(表1)。なお、第2回はグループ活動を円滑に行うための活動を行い、その中で、科学の素朴な疑問を出す練習をさせている。

表1 授業計画

---

1.	ガイダンス
2.	講習
3.	前半開始(グループ編成, 図書館利用, スライド作成)
4.	調査(図書館利用, スライド作成)
5.	調査(図書館利用, スライド作成)
6.	調査(図書館利用, スライド作成), リハーサル
7.	リハーサル
8.	発表
9.	後半開始(グループ編成, 図書館利用, スライド作成)
10.	調査(図書館利用, スライド作成)
11.	調査(図書館利用, スライド作成)
12.	調査(図書館利用, スライド作成), リハーサル
13.	リハーサル
14.	発表
15.	総括

---

各回の授業のうち、調査に充てる回は、授業開始時に若干の注意事項を確認したあと、各グループは自由に作業を進める。90分間の授業を終了する10分前に、教員から呼びかけを行い、各グループは活動記録ノートを確認し、グループ内で日付と署名を交換して解散する。

## 2 サイクルの狙い

一連の作業を2サイクル行わせる狙いをまとめておきたい。

繰り返し述べているように、本授業では、全15回の授業を前半と後半に分け、受講生に異なるテーマについて同様の作業を2回行わせている。その意味は、単純な一連の作業を繰り返し行わせることにある。1サイクル目で研究調査の流れを理解できれば、2サイクル目で受講生は創造性を発揮しやすくなるというのが狙いである。

本稿の冒頭でも触れたように、筆者は、研究やプレゼンテーションは、訓練型の学習方法が適していると考えている。筆者はこれまで、文章力を向上させるために単純な作業を繰り返し行わせる訓練方法を提唱し、また実践してきた<sup>12</sup>。研究力の向上も同様に、単純な作業を繰り返し行わせる訓練が重要である。

研究を熟知した研究者である大学教員にとって、研究を経験したことがない者がどれほど見通しを持たずに、教員に指示されるままに作業しているか、想像することが難しいであろう。教員は、学生に一度説明をすると、説明をしたことに満足し、学生は理解していると勘違いしやすい。しかし、学生は教員が期待するほどには、研究とは何なのかを理解していない。つまり、与えられた資源(時間、資金、資試料、人的支援等)の中で、どの程度の大きさの課題を扱えばよいのか、どの程度の結果を出せば課題の要求を満たすことができるのか、またそのためにはどのような作業を行えばよいのか——要するに、研究の全体像と一連の流れ——を理解していない。たとえば、研究を経験したことがない者に、計画的に進めると指示を出すことはほとんど無意味である。筆者は、学生との会話を重ねる中で、これらのことを確信している。

そのため、本授業では、ともかく体験させて感触をつかませることを最優先している。結果的に、1サイクル目を失敗する場合もある。学生は、2サイクル目では、十分な見通しをもって作業に取り掛かることになる。一回経験することで全体像を把握することができるので、2サイクル目では、各作業にどの程度の力を注げばよいのか自分で考えるようになる。工夫をする余裕も出てくる。

2サイクルを行わせることのデメリットとして、各サイクルにおける作業時間が減ることが挙げられよう。15回の中で1サイクルの作業を行うよりも、2サイクルの方が、一つのテーマにかけられる時間は減る。そのため、授業の最終盤で求められる公开发表での成果物の質が低下することが懸念される。

それでも筆者が複数回のサイクルを設けることにこだわるのは、研究方法や評価方法の教育は、複数回経験させることで、教育効果を高められると考えているからである。仮に調査の時間が足りないことで成果物の質に教員が納得できないことがあったとしても、学生にとっては、研究の全体像を把握することで自分の創造力を発揮する余地があるという実感を得やすい。これが、筆者が考える学生に自立的な研究力を付けさせるための方策である。

<sup>12</sup> 拙著「レポート採点基準の開発と大学の一般教養科目で学生の文章力を向上させる取り組み」『三重大学教養教育機構研究紀要』第1号、2016年、37-48頁；同「読者のことを考えて書かせるレポート」『会誌 はまゆう』(三重県高等学校国語教育研究会研究紀要)第67号、2018年、171-182頁。

## 教員の負担を減らしながら学生の自立的な研究力を高める教育手法の開発 (和田 正法)

授業後に実施される質問票調査の自由記述で、「1回目よりも2回目の方がうまくできた」、「発表が2回あることで、2回目の内容を考えるのが楽だった」、「1回目の発表より2回目の発表がみんなの発表もすごく良くなっていて、聞いている方も楽しかった」といった感想が得られており、筆者の狙いが根付いている一つの証左と捉えている。

2サイクルを行わせることは、評価する力を向上させることも狙っている。研究活動の中では、他の研究への評価が欠かせない。本授業では、未熟であったとしても評価する行為を繰り返し体験させることで、研究活動への円滑な接続を図る。学生への質問票調査では、「ピアレビューという形式であり、普段は他人の評価をすることが少ないので、とても良い経験になった」という感想が得られている。

逆に、1サイクルしか行わせない場合には、最終盤の公开发表で問題点をフィードバックされても、助言や反省事項を実行する機会がないまま終わる。改善点を指摘されても、すぐに実践できる場を持たないと、結局直さずに終わる恐れもある。要するに、学生が成長せずに授業が終わる可能性が残る。少なくとも、授業の中では、他者からフィードバックされた内容を学生が身に付けたことを保証することができない。また、教員が多く介入することで、その場では教員が納得するような発表ができたとしても、実は、学生の側からはやらされた結果に過ぎず、身に付いていないという可能性にも注意すべきである。

2サイクルを行わせるための工夫として、1サイクルあたりの作業の負担を減らしている。たとえば、筆者が授業の設計時に課題を試行した際に、資料をどこまで取りに行かせるかという問題が起こりえることが分かった。資料が身近にない場合、取り寄せることに時間と費用が発生するため、それを前提とした授業を組み立てることは望ましくない。そこで、入手したい資料が本学の附属図書館に所蔵されていない場合には、調査をそこで打ち切りにして、調査の過程を報告すればよいというルールを設けた。また、学術的な成果には高度なオリジナリティを求めない。ただし、出典を明示させることを徹底している。時間に余裕ができたなら、別のアプローチで情報の信頼性を確かめさせたり、プレゼンテーションの練習に充てたりするように指示している。

### 3.2. 成績評価方法

#### 配点

本授業では、評価基準を初回に明示し、相互評価を重視する方針を伝えている。これは、学生自身が主体的に取り組むことができるようにするための仕組みの一つである。副次的に担当教員の負担を減らすことができる。

本授業での配点をまとめたものを、表2に示す。授業における評価は、大きく三つの項目がある；発表の評価（50%）、グループ活動評価（30%）、活動記録（20%）である。最終的に、教員が確認・調整して成績を判定する。100点満点で換算して、60点以上が合格である。テストやレポートはない。

表2 配点

	グループ点 50 (発表の評価)	個人点 50 (活動の評価)	
		グループ活動評価 30	活動記録 20
前半 40	0~20	-10~10	0~10
後半 60	0~30	-20~20	0~10

前半と後半を、40対60に分けている。作業に充てる期間は前半も後半も同じであるが、前半の配点を低くしているのは、発表の完成度よりも研究の流れを体験させることに重点を置くためである。いわば、前半の失敗を緩和する意味を持たせている。

グループ点と個人点を50対50で評価する。グループ点と個人点の割合は、これまでのところ、これで妥当だと考えている。グループ活動を行う授業において、同じグループに所属するメンバーに同一の成績が与えられることで、学生のモチベーションを下げることがある<sup>13</sup>。さらに、筆者が他の授業を見学して観察したところによると、個人点が成績に反映されている場合でも、グループ点の割合が大きすぎたり個人点の評価基準が学生に明確に伝わっていなかったりすると、フリーライダー(社会的手抜きをする者)が発生しやすく、結果的に授業の教育効果と満足度を下げる。グループ活動におけるフリーライダーの発生を抑制するためにも、適切な配点の設定とともに、成績基準の明示が必須である。

PBLの事例をまとめた上田勇仁らの分類によれば<sup>14</sup>、本授業のうち、発表の評価と活動記録は「成果物の評価」と「相互評価」にあてはまり、グループ活動評価は「相互評価」と「貢献度評価」にあてはまる。本授業では、成果物による評価は、発表の評価(50%)と活動記録(20%)で、成績全体の70%に反映される。学生の相互評価に基づく配点は、発表の評価(50%)とグループ活動評価(30%)で、全体の80%になる。なお、成績に「外部評価」を用いることもありえるが、現状では人的な支援体制が十分ではないため、継続的な運用が困難であると判断し、本授業では採用していない。

#### 【発表の評価】

グループ点のもとになる発表に関する評価基準は、次のように提示している。

「発表の評価票」のチェック項目——これらの基準を参考にして、成績評価と同様に10段階で評価します。

- |        |   |
|--------|---|
| 内容の問題  | <input type="checkbox"/> 基本情報がある。<br><input type="checkbox"/> ネタが面白く、学術的にも深い。<br><input type="checkbox"/> 主張が明解で、説明が分かりやすい。<br><input type="checkbox"/> 信頼できる情報源にあたっている。<br><input type="checkbox"/> 無駄がない。 |
| 見た目の問題 | <input type="checkbox"/> 資料がきれいである。<br><input type="checkbox"/> 元気で、爽やかである。<br><input type="checkbox"/> 努力が伝わる。<br><input type="checkbox"/> グループ内の分担がうまくいっている。<br><input type="checkbox"/> 時間配分が適切である。      |

<sup>13</sup> 次の報告においても言及されている：原令奈，八重樫理人，橋浦弘明，古宮誠一「PBL参加者の成績の評価方法——課題達成への貢献度を反映した，参加者ごとに異なる成績を導く方法の提案」『情報処理学会研究報告 コンピュータと教育研究会報告(CE)』第2010巻第19号，2010年，1-8頁。

<sup>14</sup> 上田勇仁，合田美子，根本淳子，鈴木克明「Project Based Learningにおける学習評価手法の動向と特徴」『日本教育工学会第27回全国大会発表論文集』同会，2011年，677-678頁。評価手法として，次の6つがあることが示されている：(1) 成果物の評価，(2) 自己評価，(3) 相互評価，(4) 学習効果測定，(5) 外部評価，(6) 貢献度評価。

## 教員の負担を減らしながら学生の自立的な研究力を高める教育手法の開発 (和田 正法)

「内容の問題」と「見た目の問題」というのは、西洋のロゴス (word) と東洋の道 (way) という科学史分野で提出されたテーゼに基づく<sup>15</sup>。古代ギリシア由来の「言葉」を優先させる文明と、古代中国由来の「道徳・礼儀」を優先させる文明を対比的に捉えて学問の進展を論じることができるというものである。ここにヒントを得て、プレゼンテーションの評価にも、内容と見た目を分けたうえで、それぞれに細かい項目を設けている。なお、学術的に深かったとしても、本授業の課題を無視している場合には、成績評価で合格を意味する6を超えないというルールを別途設けている。

採点は、成績と同様の尺度を用いて10段階(10が最良)で行う。チェック項目は参考に過ぎず、チェックした個数を点数に反映させる仕組みではない。発表の評価は、前半と後半でそれぞれグループ内の全員がすべて同じ点数になる。10分間の発表、5分間の質疑を、「発表の評価票」を用いてグループ間で相互に評価する。

発表の評価票は、上記のチェック項目とコメント記入欄を一枚の用紙に印刷したものである。用紙は切り取り式にしてあり、教員に提出する部分と、発表グループにフィードバックする部分がある。教員が回収する紙片には、発表グループと点数のほか、採点グループの番号を記入させる。発表グループにフィードバックする紙片には、採点グループの番号は書かせず、いくらかの匿名性を持たせている。

### 【グループ活動評価】

個人点のもとになるグループ活動への貢献度に関する評価基準は、次のように提示している。

グループ活動評価は、プロジェクトへの貢献度によってグループのメンバー間で相互に評価します。評価の原則は、(その人が) グループが良い研究と発表をするのに貢献したかどうかにあります。

「グループ活動評価票」の評価項目——これらの項目を参考にして、成績評価と同様に10段階で評価します(チェック項目は、あくまでも参考程度です。この授業では、個人が全部を完璧にこなすことを期待していません。)

- |        |                          |                            |
|--------|--------------------------|----------------------------|
| 実力面    | <input type="checkbox"/> | 豊富な知識を持っていた。               |
|        | <input type="checkbox"/> | スライド作りのセンスがあった。            |
|        | <input type="checkbox"/> | 発表と質疑が優れていた。               |
|        | <input type="checkbox"/> | 的確な発言・作業をしていた。             |
|        | <input type="checkbox"/> | 全体像がよく見えていた。計画的であった。       |
|        | <input type="checkbox"/> | 多様な意見・視点を提供した。発想が豊かだった。    |
| 努力・態度面 | <input type="checkbox"/> | やる気にあふれていた。率先していた。         |
|        | <input type="checkbox"/> | リーダーシップがあった。分担の提案や指示が良かった。 |
|        | <input type="checkbox"/> | よく調査した。作業量が多かった。几帳面に記録した。  |
|        | <input type="checkbox"/> | 協力的な関係を築いた。                |
|        | <input type="checkbox"/> | 他の人(教員、メンバー)によく相談していた。     |
|        | <input type="checkbox"/> | 盛り上げた。楽しませた。和ませた。          |

上記の発表の評価と同様に、チェックした個数を点数に反映させる仕組みではない。グループ活動評価の項目を示す際には、上記の下線が引いてある箇所「(その人が) グ

<sup>15</sup> Geoffrey Lloyd and Nathan Sivin, *The Way and the Word: Science and Medicine in Early China and Greece* (New Haven, CT: Yale University Press, 2002).

グループが良い研究と発表をするのに貢献したかどうか」が原則であることを強調している。個々の学生が上記のチェック項目を全て達成することを期待していない。ここに示すチェックがすべて埋まる活動を目指せば理想的な人間になるかもしれないが、半期2単位の授業で受講生全員にそのような成長を求めることは現実的ではない。皮肉的に言っておくと、大学の教員でさえ、いつもすべての項目にチェックが入る活動をしているわけではないだろう。組織や集団の中で自分や他者の得意・不得意を見極め、それぞれのパフォーマンスが上げられる社会性を持つことができれば、大学教育の目標として十分である。

それよりも、各学生が、グループ活動に対して何かしらの貢献をしていきたいという姿勢を持ってもらえればよいと考えている。たとえば、本授業では、教員から各グループに役割分担を指示していない。各グループで役割分担を決めてもいいし、決めなくてもいい。実際のところ、役割を分担しなければならないほどの大きな課題でもない。それぞれが得意な作業で貢献しながら、他者の欠点(がある場合には)を積極的に補えばよい。リーダーシップをとるグループ員が誰もいないといった場合にはグループ活動が不活性になる恐れもあるが、教員がそうした問題に対処するのは見つけたあとでも遅くない。

グループ活動評価は、表2に示したように、マイナス点になる場合がある。学生同士の相互評価では、成績と同じように6が合格に相当する10段階の尺度を用いているが、6に満たない場合には、成績上は減点になる。他のグループ員の努力により良いグループ点(最大50点)を得たとしても、グループ活動に非協力的な学生の持ち点を合格点(60点)から遠ざける仕組みである。受講生の不真面目な態度や迷惑行為により、グループ活動に支障をきたすといった場合にも、成績面での対応を明示しておくことで、真面目な学生がつまらない人間関係で苦しまなくなる。

なお、グループ活動評価は原則的にフィードバックをしていない。先述した達成目標の付随項目で、三番目にグループ活動で身に付く社会性があることを示したが、これはカリキュラム上の制約が多い本授業では優先的な目標ではない。PBLに慣れていない受講者の背景を考慮すると<sup>16</sup>、貢献度の評価をフィードバックされたところで、教育効果が上がることは考えにくい。フィードバックを前提にすると、受講生は本音を書かなくなるだけである。受講生が積極的に授業に関わる姿勢を持つことができれば、一つの授業における学習態度の評価として十分であろう。

また、遅刻や欠席は成績に直接反映していない。グループ員が、当該学生の遅刻や欠席によって迷惑を被ることがあれば、グループ活動を評価する際に間接的に反映される。逆に、グループ員同士で十分に連携が取れていれば、数回の遅刻や欠席は成績に影響しないこともありえる。こうした方針を示しておくことで、学生の社会性を向上させることにもなり、また不測の事態に対処させる訓練にもつながる。

#### 【活動記録】

学習の過程にも目を向けたいため、活動記録を評価している。活動記録に関する評価は、次のように提示している。

<sup>16</sup> 『TBL』(前掲注9)には、「(当該課程において)ピア評価を促進し奨励するコースが多ければ多いほど、学生がピア評価を受け入れ、建設的に利用する度合いも高まる」とある(89頁)。

## 教員の負担を減らしながら学生の自立的な研究力を高める教育手法の開発 (和田 正法)

プレゼン終了後に、すべてのページを順番に写真にとり、写真を電子ファイルに貼付け、その電子ファイルを提出します（ノートそのものは提出しない）。半期ごとに、提出があれば5点、内容によってさらに最大5点が与えられます。内容は、原則的に情報量（分量、ページ数）によって採点します。他者が判読できない文字・図表は、情報のうちに入りません。改ざんを防ぐため、無駄な改行や空白は入れてはいけません。この授業では、書いた文字が容易に消せない筆記用具（要するにペン）を用いてください。

記録の媒体には、綴じ込んであって各ページが切り離せないノートを用いている。ノートには通し番号を振らせる。分量は、1回の授業における作業で、2ページを目安に書き込むことを想定しており、そのことを受講生にも伝えている。

記録の付け方は、研究公正の方法を念頭においている。2014年に文部科学省が「研究活動における不正行為への対応等に関するガイドライン」を策定して以降、研究者が告発を受けた際、研究の過程で本来存在すべき記録が存在しなければ不正と認定されるようになった<sup>17</sup>。学士課程においても研究公正の概念が必須の素養になるという筆者の考えから<sup>18</sup>、活動記録の書き方と管理には、ラボノートの書き方に示されているような証人による確認作業を、受講者に意識させるようにしている<sup>19</sup>。

### 相互評価による成績の信頼性と教育効果

ここまで説明したように、本授業では、学生の相互評価を非常に重視している。植野真臣らは、相互評価の利点を次の7つにまとめている<sup>20</sup>。

- (1) 学習者の学習動機を高める。
- (2) 他者からの意見は、テストに比べて内省を促す。
- (3) 他者を評価することで、他者の成果から学び、また内省を促す。
- (4) 教員からの意見に比べて、同僚からの意見は理解しやすい。
- (5) 教員の負担を軽減するとともに、教員が不在でもフィードバックを可能にする。
- (6) 意見の多様性が増す。
- (7) 評価の信頼性が高まる。

これらの利点は、通常の講義科目では得られにくい。多様な評価が可能なPBLの授業で相互評価活動を取り入れることで、これらの利点を積極的に享受すべきである。学生間の相互評価の妥当性については有効性が示されている<sup>21</sup>。また、相互評価を導入す

<sup>17</sup> 平成26(2014)年8月26日文部科学大臣決定、17頁。同資料は、文部科学省のウェブサイトで公開されている。

<sup>18</sup> 拙著「日本の学士課程における研究倫理教育の可能性」『芝浦工業大学研究報告人文系編』第48巻2号、2015年、115-122頁。

<sup>19</sup> たとえば、次の文献が参考になる：岡崎康司、隅藏康一編『理系なら知っておきたいラボノートの書き方 改訂版——論文作成，データ捏造防止，特許に役立つ書き方+管理法がよくわかる！』羊土社、2012年。

<sup>20</sup> 植野真臣，ソナムアン・ポクボン，岡本敏雄，永岡慶三「ピアアセスメントにおける評価者特性を考慮した項目反応理論」『電子情報通信学会論文誌』第J91-D巻第2号，2008年，377-388頁。本文に示した7項目は、引用者が若干改変した。

<sup>21</sup> たとえば次の文献を参照されたい：Keith Topping, "Peer Assessment between Students in Colleges and Universities," *Review of Educational Research* 68(3) 1998: 249-276 ; 藤原康宏，

ることで学習効果が向上することが報告されている<sup>22</sup>。本授業では、従来の研究による成果を積極的に活用している。

相互評価では、一貫性（いわゆる再現性）や公平性が問題として考えられるが、上記の方針に基づいて得られる結果を重要な参考資料として用い、最終的には教員の観察に基づいて成績を調整する。たとえば、大きく的をはずした評価や、グループ内の談合があっても、採点票で確認することができる。こうした調整を行う余地を残しておくことで、成績に正確に反映できない懸念を払拭できる。

本授業での成績評価は、学生の学術面での到達度だけを評価しているわけではない。努力や態度面については、その大部分を学生間の相互評価に委ねることができる。学術面については、本来、成果物が授業の許容範囲内（合格）であることを教員が確認すれば、教養科目におけるPBLの成績評価としては十分であると考えている。学術面について相互評価を行わせる場合でも、先に示したように面白いかといった基礎的な判断項目を設けておくだけで、十分に機能する。踏み込んで述べておけば、学術面の基準を詳細に決めたところで、本学で用いている10段階の成績評価が大きく変化するほど反映させられるのか疑わしい。成績とは直接関係を持たせなくても、担当者が学生に別途フィードバックする機会はいくらでもある。

実際のところ、学術的な質は、評価票を徹底することで教員の観点を周知することができる。またリハーサルの段階から、筆者が各グループに声をかけて、改善点については助言をすることで、学術面でも十分な質の授業を提供できていると考えている。

### 3.3. 授業の実際、その他の工夫

#### 受講生の数

受講者数について、2018年度前期に開講した二つの授業ではそれぞれ27人と7人、後期の授業では25人と13人であった。

クラス規模について、教員の関与が少ないことから、理屈の上では多くの受講者がいても可能であるが、実際のところ、一人の教員が担当できるのは60人・20グループ程度が限度ではなかろうか。教室の広さや設備を考慮する必要もある。出席の管理や、グループ分けに手間がかかることは対処可能かもしれないが、発表時に工夫が必要である。発表回を複数に分けたり、発表できるグループを選抜式にしたりするといった手が考えられる。

逆に、受講生が少なすぎることも問題である。ある程度の人数の受講者がいないと、筆者が提案する相互評価を重視した授業がうまく回らない。受講者の人数が少ない場合には、変則的な対応を迫られることになるが、担当者が個別の受講生と接する機会が増えるというメリットもあるだろう。

---

大西仁，加藤浩「公平な相互評価のための評価支援システムの開発と評価——学習成果物を相互評価する場合に評価者の選択で生じる『お互い様効果』」『日本教育工学会論文誌』第31巻第2号，2007年，125-134頁；小方博之「プロジェクト型学習における相互評価とその妥当性の検証」『日本ロボット学会誌』第31巻第2号，2013年，140-146頁。

<sup>22</sup> 相互評価は、必ずしも新しい評価方法ではない。これまでも多くの実践報告がなされており、その有効性が示されている。たとえば次のような報告を参照されたい：下村勉，天野昌和，須曾野仁志「学習成果の改善を図るWebベース相互評価システムの開発と活用」『三重大学教育学部附属教育実践総合センター紀要』第23号，2003年，31-36頁。

## 教員の負担を減らしながら学生の自立的な研究力を高める教育手法の開発 (和田 正法)

### グループ分け

グループ分けについては、二つのルールを適用している。一つ目は、毎回くじ引きで決める。結果的に、性別や出身学科が偏る可能性もあるが、許容している。二つ目のルールは、後半では、前半で組んだメンバーとは組まないというものである。二つ目については、3人グループを前提にしても、9人以上の受講者が集まらないと実施できない。

前半と後半の二回を別に組ませることで、偏りや、不運な相性に苛まれるリスクを下げることが狙っている。良いグループ員に恵まれると、教員の関与がほとんどなくても学生は高い満足度を得て授業を終える。しかし、グループ員に恵まれないと不満をため込み、授業そのものへの満足度を下げることになる。万一グループ員との相性が悪かったとしても、社会では気が合う者とばかり仕事をするとは限らないという現実を今から意識してほしいという希望を伝えておく。

グループは、基本は3人で組ませている。クラスの人数調整のために、4人になるグループがある。筆者が観察するところでは、本授業程度の短期間で小規模の活動の場合、4人グループよりも3人グループの方が活発な議論が行われる。4人グループでは、3人グループに比べて意思の疎通が取りにくいいためか、議論を重ねるよりも序盤から分担を決め、各人が粛々と作業を進める傾向があった。

### 学生が選んだテーマ

学生が選んだテーマの一部を紹介すると、次のようなものがある：「避雷針に雷が落ちやすいのはなぜか」、「重力の発見」、「飛行機はなぜ飛べるのか」、「思い込みの科学(ブラシーボ)」、「玉ねぎを切るとなぜ涙が出るのか」——いずれも学生が発問したものである。

百科事典の調査から始まり、科学史関連の事典、入門書、専門書を経て、原典を探そうと試みた。なかには、資料の入手が困難であることから、原典にたどり着けなかったグループもあった。しかしながら、10分間のプレゼンテーションでは、いずれのグループも資料を調査する過程を詳細に報告し、必要に応じて科学史上の発見の過程や原理に踏み込んで分かりやすく説明することで、授業の課題を達成することができた。本学の附属図書館に所蔵されていない資料に関しては、授業の特別ルールにもかかわらず、他大学の附属図書館に出向いて資料を入手し、報告を充実させたグループもあった。

## 4. おわりに

### 4.1. 当事者の感想

本 PBL 授業では、学生が自分で成長できるような仕組みを作った。本授業の設置に関するさまざまな制約のもと、2単位の PBL 授業として十分な成果をあげることができたと筆者は認識している。教員の関与を最小限にとどめながらも、学生は成長を実感している。これが、筆者がもくろむ学生の自立的な研究力を向上させる教育である。また、本授業での活動記録作業は研究公正の方針に則るもので、受講生は他分野でものちの実践に活用することができる。

学生に対する質問票調査の結果は、良好であった。全学で実施している調査のうち、データの入手が可能な2018年度前期の結果を示しておこう(回答数は23,回答率70%)。「総合的に判断して、この授業に満足できた」という項目については、5(あてはまる)を付けたものが18人、4(ややあてはまる)を付けたものが5人で、平均4.8であった。3以下を付けたものはいなかった。

全学の調査とは別に、筆者が所属する部局では、PBL 授業のための質問票調査を実施している。こちらでも、筆者が期待した通りの良好な結果が得られた。「ここで得られ

た能力は、今後どのような場面で活用できそうですか」という設問では、プレゼンをする場面のほか、研究に活かせるという記述が多数あった。研究への言及については、ガイダンスをはじめとして授業中にたびたび卒業研究を意識させたので、受講生によく理解されているといえる。とくに、「最終の目標を見据えて調査し、限られた時間の中で完成させる能力は今後の大学生活での授業などで活かすことができると思う」というコメントは、授業提供者である筆者の狙いをよく理解していることが表れている。この回答者は、制約条件が変われば——たとえば1年間の期間が与えられるというように——、それに応じた全体像を見定めて、自立的に研究調査活動を進めることができるであろう。ほかにも、「レポート等作成時の研究倫理」という回答があった。

感想や意見、要望欄には、次のような記述があった。「目標が明確になっており、シラバスを何度も見て途中で進む方向を確認していったことがとてもよかったです」。「楽しくて、評価基準がわかりやすく、成長を実感できるよいものであった。大学での講義とはほぼ全てこのようなものと思っていたけど[そうではなくて]少し残念だったので[この授業では成長を実感できて]うれしい」。「とても主体的な授業だけれど、行き詰ったら先生がアドバイスをしてくれるので困らなく、そのバランスが良かった。[中略]コミュニケーション能力や、調査をして発表という力が楽しく養えて良かった」。いずれも、目標を明確に示しておけば、学生は自分で力を付けていくことを示している。その一方で、「プレゼンの評価を他の学生にしてもらう際に公正な評価ができていないのか疑問です」という意見もあった。このコメントは具体的なことを述べていないので実際に何かが起こっていたのかも不明だが、担当教員としては、相互評価の信頼性を丁寧に説明する必要があることを示していよう。

#### 4.2. まとめと今後の課題

PBL 授業では、当該授業の目標と評価の基準を明示できれば、その後は、教員の関与を最小限で済ませながら、学生を自立的に成長させることができる。本稿では、それを可能にする枠組みを示した。これは、冒頭で示した、日本の大学における卒業研究の問題(学生の自立的な研究力を育成できていないこと)に対しての、一つの打開策である。教員の関与が少ないということは、分野ごとの特殊性に左右されないということにもつながるので、この枠組みを多くの分野で導入し、また応用することが可能であろう。

本稿で報告したことは、あくまでも初年次の学生を受講者の前提としている。彼らにとっては、PBL 方式による学習の端緒にすぎない。また、本稿が示した実践事例は、カリキュラム上の制限に対応させたものであり、その条件が変われば、細かい点で変更する余地がある。本授業が目指した自立的な研究力がどれほど向上しているか、また担当教員の労力がどれほど軽減されているかについての定量的な検討は今後の課題としたい。

**教員の負担を減らしながら学生の自立的な研究力を高める教育手法の開発  
(和田 正法)**

**Abstract**

This paper introduces a problem-based learning (PBL) course designed by the author. The course, which teaches freshmen the history of science at Mie University, aims to improve students' ability to conduct research, while reducing the burden on teachers. To attain this goal, the course consists of four basic policies: (1) to explicitly inform students of criteria for evaluation. This policy gives the students a clear goal and urges them to educate themselves; (2) to adopt a mutual evaluation system for students. Practicing evaluation on their own effectively familiarizes students with the criteria and reduces the teacher's burden in grading; (3) to exercise a set of research steps repeatedly over the course. Although students acquire the knowledge of how research is conducted through the lectures, it does not necessarily mean that they have gained the skills to do it by themselves. Letting them have hands-on experience of a simple process more than once (in this course it is twice) helps them learn the process more comprehensively; and (4) to adopt a note-taking method that is based on research integrity. Once the students learn the basic method, they can apply it in any field in the future. The author implemented these four policies in four classes during academic year 2018. Responses obtained from the questionnaires of these classes exhibit satisfactory results, thus proving this attempt successful.