

教育システム研究

別冊

「本学の教員養成課程の改善・高度化に向けた
大学教員と附属教員の連携研究推進事業」
成果論文集

2017年

奈良女子大学
教育システム研究開発センター

本学の教員養成課程の改善・高度化に向けた 大学教員と附属教員の連携研究推進事業

今般、教員免許法が改定され、平成 31 年度の入学生から新しい教職課程が適用されます。新課程では「教職に関する科目」と「教科に関する科目」の区別が撤廃され、それに伴い、専門科目の「教職教育」性の強化が求められることが予想されています。これは、各教科の専門科目担当教員にも教科教育に関する確かな識見や研究業績が求められることを意味します。このような新しい状況に対応するために、本学では学長の指示により、教育計画室と教育システム研究開発センターが連携して、「本学の教員養成課程の改善・高度化に向けた大学教員と附属教員の連携研究推進事業」を実施することになりました。これは、大学の教員と附属校の教員が連携して教科教育に関する共同研究を実施して、その成果を『教育システム研究』その他に発表していただく、というものです。

昨年度は、まず各教科において少数の教員の方々に試行としてご執筆をお願いし、本誌第 12 号に特集として掲載させていただきました。これらの論文をモデルとして、平成 31 年度以降に「教科に関する科目」をご担当される予定の全教員の方々にご協力を依頼し、第一次募集分として 41 本の論文をご寄稿いただきましたので、今回別冊として刊行する運びとなりました。

このプロジェクトは、直接的には教員免許法改訂への対応がきっかけですが、それ以前から、大学と附属が連携した教員養成の改善や高度化は本学における大きな懸案でもありました。今回の試みが、大学と附属校との連携のいっそうの深化と、それに基づく本学の教職教育のさらなる充実につながることを願います。

目 次

国 語

- 「文学教材」の授業はどんな力を養成できるのか
—「走れメロス」というテキストと向き合うこと— … (二田 貴広・吉川 仁子) 1
- 「教室」という空間とメディア・リテラシー
—高等学校国語科におけるメディア・リテラシー教育の有効性—
…………… (二田 貴宏・磯部 敦) 9
- 中学校国語科における『平家物語』発展教材「俊寛」の可能性
…………… (金沢 節子・岡崎真紀子) 15
- 漢文から何を学ぶか —中学校国語科における漢語と漢字のルーツの学習—
…………… (谷本 文男・奥村 和美) 23
- 漢詩の平仄から古典を知る
—高等学校国語科教育における体験型古典学習の実践と検討—
…………… (谷本 文男・大平 幸代) 29

地理歴史

- 東アジア世界の貨幣の歴史をめぐって
—中学校社会科における歴史教材としての現物と言葉—
…………… (笠井 智代・佐原 康夫) 35
- 中等教育地歴科歴史分野における世界史と日本史が融合した「現代史」の授業研究
—1920年代アメリカにおける大量消費社会の誕生から現代社会を考える—
…………… (笠井 智代・山辺 規子) 39

公 民

- 中学校社会科・公民分野における異文化交流と国際交流に関する学習
—奈良女子大学附属中等教育学校の鮫島京一教諭による授業実践の検討—
…………… (武藤 康弘) 43
- 高等学校「倫理」と「政治・経済」を接合する試みとその課題
—公民科教育の深化のために— …………… (中村 博之・柳澤 有吾) 49
- 内側と外側の関係を探求する教科としての公民科
—社会学との関連性をめぐって— …………… (小川 伸彦) 57

数 学

- 数学的な問題解決を通じた数学教育の試み
—中学校数学における作図による問題解決を用いた幾何学習の実践検討—
…………… (川口 慎二・山下 靖) 69
- 三角形の五心を通じた図形学習の実践と検討
—高等学校数学教育における高大連携授業研究の試み—
…………… (川口 慎二・高橋 智彦) 73

中学校数学科における関数概念への新たなアプローチ法の研究 —附属学校教員と大学教員による連携授業研究の試み— …………… (河合 一郎・森藤 紳哉・柳沢 卓・吉岡 英生)	77
高等学校数学科の単元「指数関数・対数関数」の授業検討 —高大連携授業研究の試み— …… (山上 成美・永廣 秀子・石井 邦和)	83
求積問題に対する多面的なアプローチを通じたベクトル理解の深化 —高等学校数学科教育における高大連携授業研究の試み— …………… (山上 成美・岡崎 武生・嶽村 智子・村井 紘子)	89
求積法の変遷を探る学習 —高等学校数学科授業の多角的観点からの検討— …………… (佐藤 大典・篠田 正人・梅垣由美子・比連崎 悟)	95

理科 (物理)

中学校理科におけるモーターの製作を取り入れた「電流が磁場から受ける力」の 学習の実践と検討 …… (米田 隆恒・山内 茂雄)	101
高等学校「物理基礎」における「門扉の質量測定」の学習 —附属学校教員と大学教員による連携授業研究の試み— …………… (米田 隆恒・山本 一樹・小川 英巳)	107
高等学校物理における放物運動の新たな解法の研究 —作図によるアプローチ— …… (米田 隆恒・吉岡 英生)	111
高等学校物理の単元「放物運動」におけるコンピュータシミュレーションを 用いた授業 …… (米田 隆恒・狐崎 創・比連崎 悟)	115
高等学校「物理」における身近な現象の測定を題材とした実験物理の授業研究 …………… (米田 隆恒・太田 直美)	119
レンズのはたらきを光の波動性から考える —高等学校物理教育における高大連携授業研究の試み— …………… (米田 隆恒・石井 邦和)	123
高等学校物理における万有引力の発見に関する学習 —天体の観測から普遍的な法則を見いだす— …… (米田 隆恒・永廣 秀子)	127
星のスペクトルを通じた原子学習の実践と検討 —高等学校物理教育における高大連携授業研究の試み— …………… (米田 隆恒・高橋 智彦)	131

理科 (生物)

生物の構造と機能の関連を観察と実験によって理解させる試み —中学校理科における心臓を教材とした授業実践の検討— …………… (櫻井 昭・奈良 久美・佐藤 宏明)	135
中学校理科教育における体験型授業科目「生物実験」の重要性 —奈良女子大学附属中等学校における実践の検討— …………… (矢野 幸洋・安田 恵子・遊佐 陽一)	141
高等学校理科「生物基礎」における生態学教育 —猿沢池のアオコを題材とした実践的授業展開とその高大連携的検討— …………… (矢野 幸洋・鍵和田 聡・坂口 修一・吉川 尚男)	147

理科（地学）

天文学を通じた地学学習の実践検討

—高等学校理科「地学」領域教育における高大連携授業研究の試み—

……………（米田 隆恒・林田佐智子・久慈 誠）153

高等学校「地学基礎」におけるHR図を用いた宇宙科学の授業

—生徒の直感的な理解の一助となるような指導方法の検討—

……………（米田 隆恒・野口 克行）157

高等学校「地学基礎」における二重フーリエ級数を用いた地質図の見方

および地質断面図の作成の実践と検討 ……………（米田 隆恒・山内 茂雄）161

保健体育

中学校体育におけるスポーツバイオメカニクスの観点を取り入れた実技指導の試み

—頭でわかること、体でわかること— ……………（中川 雅子・藤原 素子）165

「からだをマネジメントする授業」への視座

—中等教育学校前期課程3年生男子のバレーボール授業を介して—

……………（大内 淳也・成瀬 九美）173

攻防の面白さを楽しむ剣道の授業

—奈良女子大学附属中等教育学校1年女子体育科の授業検討—

……………（中司みずほ・星野 聡子）179

武道必修化以後の剣道授業の展開に関する一考察

—奈良女子大学附属中等教育学校の授業を参観して— ……………（石坂 友司）187

保健体育科の教員養成における教職実践演習の実践報告

—模擬授業・討議がひらく可能性—

……………（大森雄一郎・中田 大貴・芝崎 学・鷹股 亮・石坂 友司）191

英 語

Lesson Design for Communicative English Class ……………（Mark Scott）205

高等学校「総合英語」のトピックとしてのジェンダー ……（山口 啓子・西出 良郎）211

高等学校における英語教育と多様性の受容 ……………（金折 典子・竹本 憲昭）217

情 報

中学校技術科におけるプログラミングの導入授業の研究

—学習目標及び評価の観点から— ……（吉川 裕之・新出 尚之・高田 雅美）221

高等学校情報科におけるネットワークの仕組みに関する授業研究

—コンピュータシステムの仕組みの理解に向けて—

……………（吉川 裕之・松本 尚・城 和貴）225

高等学校情報科におけるロボットを用いたプログラミング技術の学習に関する考察

……………（二田 貴広・高須 夫悟・鴨 浩靖）229

「文学教材」の授業はどんな力を養成できるのか —「走れメロス」と向き合うこと—

二田 貴宏（奈良女子大学附属中等教育学校）

吉川 仁子（奈良女子大学研究院人文科学系）

1. はじめに

中学国語2年生の教科書に登場する「走れメロス」は、長く教科書に採用されている定番教材である。高橋広満¹⁾は高校教科書の定番教材について、主人公がさらされる「極めて決定の難しい局面」での「究極の選択」が生徒の想像力を刺激し、「たんなる好悪を越えた、少しまとまった言説を生み出す基盤を^{マツ}供え」ているとその意義を指摘している。「走れメロス」は、疲れ果てて町へもどることをあきらめかけたメロスが己を叱咤し走り始める姿に自己との葛藤が描かれるものの、彼は約束を守ることを絶対的な使命として自ら背負った存在であり、困難を乗り越えてその約束を間違いなく果たすという展開になっている。高校の定番教材に比べて心理的葛藤の複雑さはなく、筋は明快である。「期待の地平」²⁾に見事着地していると言えるだろう。作品の内容については、「人間の信頼と友情の美しさ、圧政への反抗が簡潔な力強い文体で表現されていて、中期の明るい健康的な面を代表する短篇」³⁾という評価が根強い。展開、テーマの明快さが、中学国語教科書の定番となっている理由かもしれない。しかし、一般的に流布していると思われるわかりやすく明るい作品という評価が全てだろうか。

二田は、「走れメロス」をテキストとしてとりあげ、「太宰治の「走れメロス」」としてテーマに収斂させる読解ではなく、汎用性の高い文学作品の読解力の養成を目指している。以下、その授業実践を二田が報告し、それに吉川が解説を加える。

2. 国語科授業案

■授業の概要

テ　　マ	「文学教材」の授業はどんな力を育成できるのか ～「走れメロス」を用いた授業実践を通した提言～
日　　時	平成29年2月14日（火）
場　　所	2年B組教室
授　業　者	二田 貴広
学　　級	2年B組（男子22名、女子19名）
本時の目標	①本単元までに学習した内容を本単元での学習と関連させて学習に取り組ませることにより、物事を関連づけて考えたり、観点を持って分析をしたり批評する態度や能力を育む。 ②人物造型（キャラクター）を捉え、それを物語の文脈と関連づけた読解をすることにより、物語の読解のひとつの方法を身につけさせる。

■単元の概要と目標

中学2年生の授業では、「文字言語の意味とその意味から喚起されるイメージ、文字言語の連

なりから表現される文脈（コンテキスト）を、文字言語そのものの意味およびに文字言語の連なりによる意味を根拠として読み取る能力。」を身につけさせることを通年で行う基礎的な目標としている。本授業実践ではその上に次の2つの目標を積み上げることにより、物語読解においてほかの作品の読解にも応用できる能力を育成しようと考えた。

①人物造型（キャラクター）を捉え、それを物語の文脈と関連づけた読解をすることにより、物語の読解のひとつの方法を身につけさせる。

②物語の「型（話型・パターン）」を捉え、それを物語の構成と関連づけた読解をすることにより、物語の読解のひとつの方法を身につけさせる。

本単元の学習は、生徒たちが入学時から取り組んできたいくつかの学習内容と関連する。また、今後の学習にも生かしていくことになる。さらにいうと、教室と教室外とを、文学と非文学とを、映像と文字とを、読解と表現とを関連づけられるようにも構想してある。そのような学習活動を行うことによって、生徒は物事を関連づけて考えようとしたり、自ら観点を持って分析をしようとしたり、表現をしようとしたりするようになるということも学習の目的である。また、生徒が人物造型や話型といったステレオタイプ的なコードの存在を知り、その呪縛から自由になっていくということも構想に入っている。

■単元の指導計画（全8時間）

- ①「走れメロス」の読みに既習の内容がどう役立つか知る …………… 1時間
- ② 人物造型（キャラクター）を捉える態度や能力を育む …………… 3時間
- ③ 物語の「型（話型・パターン）」を捉える態度や能力を育む …………… 2時間（本時）
- ④ 作者による文脈再構築の工夫や独自のメッセージを読み取る態度や能力を育む … 1時間
- ⑤ 既存の「価値」について批評的に分析し論述する態度や能力を育む …………… 1時間

■教材

小説「ゼブラ」（ハイム・ポトク『国語2』光村図書所収）

小説「走れメロス」（太宰治『国語2』光村図書所収）

映画「チャーリーとチョコレート工場」（ティム・バートン監督）

3. 授業展開

時間 分節	生徒の学習活動	指導上の留意点	評価規準					評価 方法
			関心・意 欲・態度	話すこと・ 聞くこと	書く こと	読むこと	言語 事項	
5 導 入	・前時までの学習内容を振り返り、本時の学習内容を確認する。	・前時までの学習では、チャーリー、ウィリー・ウォンカの人物造型を捉えようという学習活動から、王の人物造型（キャラクター）を捉えるところまでが終わっている。本時では、はじめに、メロスの人物造型（キャラクター）を捉えることを指示する。	教師の指示を聞いているか					観 察

10 展開 1	<ul style="list-style-type: none"> 王とメロスがはじめて対面しやり取りをする場面までを根拠として、メロスの人物造型（キャラクター）を捉える。 	<ul style="list-style-type: none"> メロスの人物造型（キャラクター）を捉える観点として、「表情・心情・言動」に着目させる。 	課題に取り組んでいるか	根拠を明らかにして述べられたか（一部）	メロスの人物造型を捉えられたか	観 察
15 展開 2	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">小集団での学習活動</div> <ul style="list-style-type: none"> 小集団を編成して、王とメロスとのそれぞれの人物造型（キャラクター）とが、物語の展開をどう規定しているのか分析し、発表する。 「不足・欠乏」「外部・内部」というキーワードでこの物語の「型（話型・パターン）」について考える。 	<ul style="list-style-type: none"> 班長を決めさせ、話し合いの調整役をさせる。 この人物造型が「必然」として起こす物語の展開とはどのようなものなのかを考えさせる。 「外部」については、町とメロスの村とが二重の外部性を持っていることに気づかせる、あるいは教授する。 	課題に取り組んでいるか	自分の意見を述べているか	物語の展開と人物造型とを関連づけて詠んだか	観 察
15 展開 3	<ul style="list-style-type: none"> 次時の学習にこの話し合いを継続できるよう、話し合った内容を各自メモしておく。 	<ul style="list-style-type: none"> 展開3は、次時に引き継ぐ学習活動となることを確認する。 	話し合いに参加しているか	他者の意見を傾聴しているか		提出物
						提出物

4. 考察

本単元設定の目標である「①人物造型（キャラクター）を捉え、それを物語の文脈と関連づけた読解をすることにより、物語の読解のひとつの方法を身につけさせる」、「②物語の「型（話型・パターン）」を捉え、それを物語の構成と関連づけた読解をすることにより、物語の読解のひとつの方法を身につけさせる」は十分に考えたり書かせたりできた。ほかの小説への応用を次年度は果たしたい。

（分担執筆 二田貴広）

5. 叙述そのものに着目して読むことの意義

「走れメロス」（『新潮』昭和15年5月）について、どう読まれているかを検証した田中実⁴⁾は、「1. はじめに」でも紹介した「人間の信頼と友情の美しさ、圧政への反抗が簡潔な力強い文体で表現されていて、中期の明るい健康的な面を代表する短篇」という奥野健男⁵⁾に代表される肯定的な見方が、「走れメロス」評価に影響を与えてきたと説明している。また、田中は、結末部分のメロスの赤面に「白々しさに照れた作者の狼狽」を指摘した山田晃⁶⁾のような否定的評価もあることを挙げ、多くの指導書が山田論を受けて、作品の末尾に「作者の照れやはにかみ」があると言及していることを指摘している。そして、「この小説を教材化する際も、自殺未遂の常習者、「滅びの人」太宰治という流通している作家のイメージに相応しくない、明るい小説という評価が前提になっており、その際、作家太宰の弱さや暗さを隠し味としている」と述べている。田中はこうした読解の在り方を「小説の表現把握が作家像と癒着して、自律的に捉えられていない」と批判し、叙述そのものを問題として「走れメロス」を分析している⁷⁾。叙述を重視すべきだという主張はその通りであろう。

日本近代文学研究は、30年ほど前に、作品の解釈に作者の情報を参照する作品論から、作者と作品を切り離して読むテキスト論へとパラダイムチェンジしているが、太宰は、無頼派とよばれる彼の人生への関心と、彼自身の投影と見られる人物が登場する作品が多く見られることなどから、作者と作品を結び付けて論じられることの多い作家である。作者の情報を参照することは、作者の個性を知ることによって作品への親しみを高め、同じ作者の他作品への興味を持たせるなどの効果が期待できる。また、作者の個性という問題は、近代という時代を考えるうえで重要だ。しかし、教室での読解において、作品論的に読解していくには、教師が時間をとって作者の情報をかなり補足説明する必要がある、教師から生徒へ一方的に「教える」形になるおそれがある。また、作品論的なアプローチは、個々の作者を知らなければ文学作品は読めないのかという文学作品を読む際の敷居として作用する可能性もある。

一方、「作者の死」そして「読者の誕生」へというロラン・バルトの主張を起点とするテキスト論の立場は、テキストがどのように書かれているか、叙述そのものを重視する読み方である。教室での読解が、基本的に教科書掲載のごく簡単な作者情報だけで、もっぱら教科書本文をもとに進められることを考えると、テキスト論的なアプローチは、生徒が主体的に読解に取り組むうえで有効だと言えるだろう。本授業における、キャラクター分析や物語の構造分析等もテキスト論的な立場からのアプローチだが、それらによって登場人物の性格が物語の展開に関わる役割を担っていることや、一見異なる存在として無数にあるように見える文学作品が実はいくつかのパターンに分類できることなどを発見することは、生徒の文学作品への向き合い方を変えるだろう。授業で提示されている「内部／外部」の対立構造は多くの物語に適用できるが、さらに、プロップ『昔話の形態学』（北岡誠司・福田美智代訳 1987年 水声社 原著初版1928年）や、ジョーゼフ・キャンベル『千の顔をもつ英雄』（新訳版 倉田真木・斎藤静代・関根光宏 2015年12月 早川書房 原著初版1949年）などの紹介を通し、生徒が身近に親しんでいると思われる冒険物語や英雄伝説に見られる構造の共通性を示すなどすれば一層興味が深まるだろう。構造分析は、文学作品だけでなく他ジャンル、他メディア、さらには、世界すべてが分析対象になりうることへの気づきとなり、「教室と教室外とを、文学と非文学とを、映像と文字とを、読解と表現とを関連づけられるように」という授業の意図を果たすものと言えよう。

6. 「単純」なメロスが意味するもの

本授業は、人物造形の分析を丁寧に行う計画で進められている。教科書本文の記述から人物に関係する表現を拾い上げて分析することが基本となると思われるが、作品に原典がある場合は、それと比較検討してみることで、人物がどう造形されているか、作品がどう作られているかについて、手がかりが得られる。「走れメロス」の末尾には、教科書では省略されているが、「(古伝説と、シルレルの詩から。)」という文言があり、本作品に素材として直接的にもっとも影響を与えたのは小栗孝則訳『新編シラー詩抄』（改造文庫 昭和12年）所収の「人質 譚詩」（以下、「人質」）であると考えられている⁸⁾。本授業での人物造形重視の点をふまえて、ここでは、「人質」と比較してみた場合、原典と異なる設定によって形作られたメロスのキャラクターが、展開にどうかかわるか考えてみることにする。「走れメロス」と「人質」との目立つ相違点は次の通りである。

「人質」	「走れメロス」
①最初から暴君の圧政を正す目的を持って短剣を懐に忍び寄っている。	①「人を信ずることができ」ないために周囲の人を殺す王への怒りを募らせて、メロスは「政治」も「わからぬ」のに、「王城」に押しかける。
②セリヌンティウスに人質になってくれる承諾を予め得ている。	②セリヌンティウスの承諾を得る前に「あれを人質としてここに置いていこう」と王に提案し、友は事後承諾の形で身代わりにされている。
③なし。	③結婚式に出席し、「一生このままここにいたい」と、「未練の情」を起こす
④胸中のくわしい描写とまどろむ場面がない。	④疲れ果てて「勇者に不似合いなふてくされた根性」が出て、しまい「どうとも勝手にするがよい」と「四肢を投げ出し」「まどろむ」。
⑤場面なし。	⑤メロスとセリヌンティウスとが殴り合う。
⑥場面なし。	⑥少女が緋のマントをメロスに捧げ、メロスが赤面する。

①②と①②を比べると、「走れメロス」のメロスは、無謀ともいうレベルの「単純」な男として造形されていることがわかる。また、③④のメロスの姿は、一貫して町に急ぐことだけを志していた「人質」のメロスとは大きく違う。①②の人物造形を踏まえたとえ③④の心理を考えてみるとどうなるだろうか。

③の部分のあと故郷を発つ際のメロスの胸中は、次のように書かれる。

私は、今宵、殺される。殺されるために走るのだ。身代わりの友を救うために走るのだ。王の奸佞邪知を打ち破るために走るのだ。走らなければならぬ。そうして、私は殺される。若いときから名誉を守れ。さらば、ふるさと。若いメロスは、つらかった。

悲壮な覚悟である。葛藤を乗り越え、友のもとへ走る行為は、確かに正しい。しかし、そもそも、①②に見られるようなメロスの無謀がすべてを招いたのではないか。王の行いに激怒する正義感も確かに正しい。しかし、正義感の強さは単純さと結びついたとき、無謀に反転する両刃の剣である。彼は自分をそうした運命に追い込んだ自らの無謀さに反省的ではない。ここから読み取れるのは、メロスの自己陶酔的なヒロイズムだと言えるだろう。また、疲れ果て、まどろんでしまったあと、水を飲んで体力気力が蘇った時、メロスに生まれた「希望」は「義務遂行の希望」であり、それは、「我が身を殺して、名誉を守る希望」であった。「私は信頼に報いなければならぬ」「私は信頼されている」と繰り返し、さらに、次のように自分に言い聞かす。

先刻の、あの悪魔のささやきは、あれは夢だ。悪い夢だ。忘れてしまえ。五臓が疲れているときは、ふいとあんな悪い夢を見るものだ。メロス、おまえの恥ではない。やはり、おまえは真の勇者だ。再び立って走れるようになったのではないか。ありがたい！ 私は正義の士として死ぬことができるぞ。ああ、日が沈む。ずんずん沈む。待ってくれ、ゼウスよ。私は生まれたときから正直な男であった。正直な男のままにして死なせてください。

自らの弱さを叱咤し克服しようとしている箇所ではある。しかし、一瞬でも「義務遂行」を放棄したことは高田知波の指摘するように「最も重大な背信行為の行動性」⁹⁾ であるのに、ここでは、友への呵責や責任感よりも、「正義の士」「正直な男」という己の名誉に重点が置かれている。さらには、セリヌンティウスの弟子のフィロストラトスがもう間に合わないから走るのはやめろと言いき、「あの方は、あなたを信じておりました」と告げると「それだから、走るのだ。信じられているから走るのだ。間に合う、間に合わないは問題でないのだ。人の命も問題でないのだ。私は、なんだか、もっと恐ろしく大きいもののために走っているのだ」とメロスは答える。メロスはなんのために走っているのだろうか？「信じられているから走る」という言葉は、信頼してくれている友のために走っているようにも聞こえるし、確かにそのために走り始めたのだろう。しかし、間に合う合わないは問題ではなく、人の命も問題ではないとはどういうことか？つまり、彼は、今や、セリヌンティウスのためではなく、自分が勇者であるために、自分が信頼を裏切らない男であるために、自分の名誉のために走っている。しかし、そうした身勝手さは自覚されず、信頼を裏切らないという「恐ろしく大きい」倫理的な目的に陶酔しているのが「単純」な「若いメロス」であると言えるだろう。こうしたメロス像は、①②の設定によって導かれるものである。「信頼と友情の美しさ」ではなく、「信頼と友情の美しさ」を信じることへの自己陶酔を描いているのが「走れメロス」だろう。⑥のメロスの赤面に関わって、義務遂行の努力放棄という決定的な背信を「悪い夢」という曖昧な言葉で謝罪したメロスを、「すべてを察した」セリヌンティウスが許すという点に、セリヌンティウスによる美談の演出を指摘し、メロスに「人間失格」に通じる「正体を見抜かれ暴かれることへの恐怖と、正体を見抜かれたにもかかわらず暴かれないことの苦痛」を見出した高田知波の論¹⁰⁾は刺激的である。しかし、①②の設定に導かれるメロスはもっと単純な男のように見える。善ではあるが無謀なまでに単純な男が「走れメロス」のメロスだ。

単純な男の造形は何を意味するだろうか。最後に、作品論的になってしまうが、奥野健男¹¹⁾が「走れメロス」の解説の中に引用している「みみづく通信」(『知性』4巻1号 昭和16年1月)の中の次の言葉に注目してみたい。

「青春は、友情の葛藤であります。純粹性を友情に於いて実証しようと努め、互ひに痛み、つひには半狂乱の純粹ごっこに落ちいる事もあります。」

「みみづく通信」は、作者の新潟への講演旅行について書かれた作品である。その中に、講演で「走れメロス」を朗読したのち上記の言葉を述べたと書かれている。友情について述べた上記の言葉は、「互に凡てを打ち明けて、互に力に為り合ふ様なことを云ふのが、互の娯楽の尤もなるもの」(「それから」二の二)であった代助と平岡の「純情ごっこ」(みみづく通信)が思わぬ展開を見せる夏目漱石の「それから」を想起させる。メロスとセリヌンティウスも「半狂乱の純粹ごっこ」だったのだ。痛みどころか、一つ間違えば命すらなかった。〈美談〉は結果的に辛うじてもたらされたに過ぎない。「走れメロス」は、メロスの単純さを借りて自己陶酔という青春の無謀を描いている。

メロス＝善、王＝悪、と置いた時、物語は自動的に動き始めるが、原典との比較は、その自動的に生成する物語を疑ってみるきっかけになるのではないだろうか。

7. おわりに

授業実践をうけて、物語の型や、人物造形など、叙述を中心にした読解について述べた。

文学は作者を知らなくても読めるし、どのように読んでもよい。作者を知らなくても読める力、どのように読むかを模索する力、叙述に着目するテキスト論的アプローチを授業で用いることはそうした汎用性のある読解力の養成につながり、自律した読者を育てるだろう。作者についての情報はもちろん大事であるが、それは、叙述そのものを読む力がついたときに、初めて大いに生きてくるものと考えている。まずは、叙述そのものをきちんと読める読解力の養成が大事であり、その中で、生徒は、読まれるものは文字だけではないと気づいていくだろう。本授業実践によってその力が身につくものと思う。

(分担執筆 吉川仁子)

[注]

- 1) 「定番を求める心」(『漱石研究』第6号 1996年5月)。この論文で定番教材とされているのは、芥川龍之介「羅生門」、中島敦「山月記」、森鷗外「舞姫」、夏目漱石「ころも」である。
- 2) H.R.ヤウス 轡田収訳『挑発としての文学史』岩波書店、1976年
- 3) 奥野健男『太宰治』(昭和48年3月 文芸春秋)
- 4) 「^{プロット}お話を支えるカー太宰治『走れメロス』」(『小説のカー—新しい作品論のために』1996年2月 大修館書店)。初出は、「〈メタ・プロット〉へ—『走れメロス』—」(『都留文科大研究紀要』38 1993年)。
- 5) 注3に同じ
- 6) 「走れメロス」(『国文学 解釈と鑑賞』1960年3月)。山田は「正義への命を賭けた献身が、いつかは邪悪を矯めずにはおかぬという、まことに単純な古典的なテーマが、きわめてあらわに語られ、それを抽出した後の白々しさは覆うべくもない」と述べている。
- 7) 田中は「悪い夢」という語の曖昧さに着目し、疲れ果てた時ではない、㊸の状態³で未練を起している点を問題とした。本文でふれた高田知波「"反美談" 小説としての『走れメロス』」(『駒沢国文』2013年2月)も、「悪い夢」という語に注目し、メロスが、セリヌンティウスの信頼への裏切りを明確にしていないことを問題として立論している。両論とも興味深い論である。
- 8) 角田旅人「「走れメロス」材源考」(『香川大学一般教育研究』24、1983年10月)
- 9) 注7の高田論文に同じ。
- 10) 注7の高田論文に同じ。
- 11) 新潮文庫『走れメロス』解説(昭和47年7月)

〈付記〉

本文引用は「走れメロス」は『国語2』(光村図書)、「みみづく通信」は『太宰治全集5』(1998年8月 筑摩書房 ただし、字体は新字に改めた)、「それから」は『漱石全集6』(1994年5月 岩波書店)による。

「教室」という空間とメディア・リテラシー

— 高等学校国語科におけるメディア・リテラシー教育の有効性 —

二田 貴宏（奈良女子大学附属中等教育学校）
磯部 敦（奈良女子大学大学院人文科学系）

1. はじめに

メディア・リテラシーをひとことでいえば、「情報（物語）に対する批判力」ということになろうか。「情報（物語）」としたのは、それが表現されたもの、語られ（騙られ）たものであるからだ。そしてなんらかの媒体は物語に対して透明であるのではなく、媒体としての性質や意味を情報（物語）に付与することになる。したがって物語と向きあう際には、どのような内容なのか以上に、どのように表現されているのかという視点が重要となることは言うまでもない。そして、媒体が透明でいられないように、受容者もまた透明な情報（物語）受容をしているわけではない。過去の経験や知識にもとづいて解釈し、分類し、理解する。リテラシー（批判力）の対象は情報（物語）だけでなく自分にも向けられているのである。

授業実践者の二田貴宏は、たとえば「メディア・リテラシーを援用して国語科における「読解力」「表現力」を育成する授業の方法—授業の工夫と評価を組み合わせ—」（奈良女子大学附属中等教育学校『研究紀要』49、2007）をはじめ、メディア・リテラシー教育を積極的に授業でおこなっている。生徒がみずからの「読んで理解する」「書いて表現する」という経験を対象化しうるところに、メディア・リテラシー授業の有効性を見さだめている。

（磯部敦）

2. 単元の概要と目標

■授業の概要

テーマ	教科書外教材活用 メディア・リテラシーを育む —「読むこと」の試みとして—
日時	平成28年10月17日（月）
学級	5年C組（男子20名、女子22名）
本時の目標	①受け取った情報から、様々な「意味」を読み取ったり、自分なりに「意味」を補完したり、他の情報と組み合わせでより深い「意味」や新しい「意味」を構築してゆく態度と能力とを育む。 ②自己とはどのような存在であるのかを知り、他者とはどのような存在であるのかを知ろうとする態度を育む。

■単元の概要と目標

（1）生徒の将来を展望して必要である

本校の生徒のほとんどは大学への進学を志望している。大学卒業後は、知的リーダーとして社会で活躍したり、大学院へ進学してさらに研究を深めたりしたいと希望している生徒も多い。知的リーダーとまではいかないまでも、社会に有為な人材になりたいという志を持っている生徒まで含めると、ほとんどの生徒がそう希望している。

(2) 現在の生徒をとりまく状況と近い将来の社会状況を展望して必要である

現在は、価値観の多様性が認められる時代であるといえよう。しかし、個人の価値観が尊重されてはいるが、どのような価値観のもとに自己を構築してゆくのか、簡単には決めることはできないし、自己の構築をはじめた直後から、自己のあり方が他の様々な価値観によって常に問い直され続ける。そのような厳しい時代でもある。

様々な価値観があふれている状況にあっては、自己をいかにして確立するかが重要である。様々な価値観に囲まれ影響を受けながら、自分の価値観とそれに基づく生き方をいかにして構築するのか、いかにしてよりよいものにしてゆくのが現代を生きる者の重要な課題だ。その課題に取り組むためには、自己とはどのような存在であるのかを知り、他者とはどのような存在であるのかを知る態度が必要不可欠である。

■単元の指導計画（全5時間）

- | | |
|------------------------------|-------------|
| ① メディア・リテラシーを知る・既習の内容と関連づける | 2時間（2時間日本時） |
| ② 自分を知る・自己を客観視する態度を養う | 1時間 |
| ③ 自分と他者とを客観視するための方法や観点を身につける | 1時間 |
| ④ 「意味」を発見し課題をみつけ解き明かす態度を養う | 1時間 |

■教材

- 随筆「僕の俳優修行」（長塚京三）
- 評論「『共生』とは何か」（鬼頭秀一）
- 映画「パールハーバー」（マイケル・ベイ監督）
- 映画「千と千尋の神隠し」（宮崎駿監督）

■授業展開

時間	学習目標	生徒の学習活動	指導上の留意点	評価規準				評価方法
				関心・意欲・態度	話すこと・聞くこと	書くこと	読むこと	
導入 5分	本単元までに学習した内容を本単元での学習と関連させて学習に取り組みさせることにより、複数の情報を組み合わせるものごとを考える態度と能力とを育む。	「様式」「怖い森」「異界」「深層心理にある日本的なもの」について再確認する。	プリントを用いて、本単元までに学習した内容と本単元での学習との関連を生徒に伝え、その前提の下に学習を進められるよう心理的な準備をさせる。	前時での内容を振り返ったか。				観察 発問
展開 (1) 15分	情報を受け取るだけでなく、自ら情報を得ようとし、得た情報から何かしらの背景や暗示されている、あるいは明示されていない意味を読み取るようとする態度を育む。	映画「パールハーバー」を見て（一部のみ）、「様式」と「深層心理にある日本的なもの」を読み取る。	「パールハーバー」からは、とくに人物造形について「深層心理にある日本的なもの」を読み取るよう指示する。	指示されたことを映画から読み取るようとしたか。				観察 学習 プリント

展開 (2) 15分	同上	映画「千と千尋の神隠し」を見て、「様式」と「怖い森」「異界」「深層心理にある日本的なもの」を読み取る。	「千と千尋の神隠し」からは、「怖い森」「異界」「深層心理にある日本的なもの」を読み取るよう指示する。	指示されたことを映画から読み取ろうとしたか。				観察学習プリント
リフレクション 10分	自己の学習活動を振り返り、自己のものの捉え方や感じ方を振り返る態度を養う。	展開(1)、(2)で、自分は「様式」と「怖い森」「異界」「深層心理にある日本的なもの」をどう読み取ったのか記述する。	紙のプリントでまとめたものを日に配布して共有することを伝える。あるいは、教育用SNSに記述させクラスで共有する。			自分が映画から読み取ったことをわかりやすくまとめられたか。		観察学習プリント

■単元の指導計画

本単元設定の問題意識である、「受け取った情報から、様々な『意味』を読み取ったり、他の情報と組み合わせる『意味』を補完し、より深い『意味』や新しい『意味』を構築してゆく態度と能力」、「自ら課題意識を持ち、情報を求めたり情報を発信したりして、課題を解決してゆこうとする態度と能力」については、生徒の記述した内容を見て十分に涵養・育成できた。

生徒たちは、ふだん目にする「表現」の中に、様々な価値観が表現されており、知らず知らずに自分自身はその価値観に影響されていることに気づき、注意深く表現に接するようになった。とくに、「パールハーバー」からは、日本人がどのように米国で価値判断されているかに気づくことができ、自分たちを「外から見る」ことができた。

だが、本単元だけで、上記のような態度や能力、そして、多様な価値観の中で事故をたしかなものとしながらしなやかに生きていくコンピテンシーを身につけさせることは難しい。引き続き、学習活動および特別活動等で涵養・育成の手立てを講じる必要がある。

(二田貴広)

3. 「成長」を相対化する

『千と千尋の神隠し』（監督：宮崎駿、2001。以下『千と千尋』）が「行って帰ってくる」という往還物語の構造を持っていることは、すでに大塚英志『物語論で読む村上春樹と宮崎駿』（角川 ONE テーマ 21、2009）をはじめとする諸書が指摘するところである。この構造が「成長」物語たりえているのは、流離中の艱難を乗り越えた先にある栄華という構造が担保していると同時に、読者という他者によってその構造が承認されている点にあるだろう。

構造の承認は共感とか感動などともいえようが、いずれにしても読者のうちに自然発生的に起きるものではない。過去の経験や現在の状況という内部環境によって引き起こされることもあるが、ここで注目したいのは外部環境、そうした共感・感動・承認にいざなう力、すなわち語りである。本稿冒頭で「語り（騙り）」と書いたのも、語ることと騙ることがきわめて構造的・中心的であるためだ。小説において、こうした中心へのベクトルは言葉のはしばしにあらわれてくる。たとえば、川端康成『伊豆の踊子』（『文藝時代』1926年1・2月号）。この小説もまた「(伊豆に)行って(東京に)帰ってくる」往還構造を持ち、「踊子」との交流をとおして孤児根性で歪んだ自己の性質が氷解し素直な自分に生まれかわる「成長」物語として提示されている。けれども、語り手が最後まで薫を「踊子」という呼称で語るように、旅芸人に対する差別的かつ性的

なまなざしは物語現在どころか語りの現在においても保持されたままである。説明調「～のである」という説明表現をとおして聞き手／読み手に承認を要求するが、語り手の語る「成長」がきわめて自己完結的・自己満足的な美化表現に支えられたものであることは、一読して明らかだ。

一方、『千と千尋』においてはどうかだろうか。映画において物語現在を見る視座を提供しているのはカメラワークやカットなどであろう。たとえば冒頭のトンネルの場面。ここで特徴的なのは、私たちの目線が千尋とおなじ高さに設定されていることだ。千尋とおなじ目の高さから父親を見あげたり、彼女をまなざしたりする。どの視座から物語世界を見るのかは、その世界を共有し経験するうえで重要なファクターだ。あるいはまた、トンネルに入ろうとする父親と引越し業者を気にするは母親とが会話しているカットに千尋は映っていない。けれども千尋が反対を表明するカットでは、逆に父母の顔が映っていない。観る者（読者）は、千尋の目線から家族間のすれ違いを感じとることになる。暗いトンネルに入ると父親が「足もとに気をつけな」と声をかけてくるが、かといって具体的になにかアクションを起こすわけではない。母親は、腕をつかんできた千尋の手を握りかえすどころか「そんなにくっつかないで、歩きにくいわ」と心配するそぶりすら見せない。先頭に立ってトンネルをずんずん進む父の背中、子どもの目線から見あげるように描写されている。本来ならば未知の世界へ進んでいく恐怖を和らげる頼もしい存在としての父の背中であるのだろうが、このカットには、父親を頼ろうにも頼りきれない不安感・不信感も確実ににじみでているのである。独りであることが際立つようなカットやフレームをとおして、私たちは冒頭から千尋に寄りそうように仕向けられている。

このトンネルの反照ともいべき場面が、千尋とカオナシ、そしてネズミになった坊とハエ鳥の一行が銭婆の家に向かうところだ。列車を降りた一行が家に向かう途次、千（千尋）が坊（ネズミ）に「肩に乗っていいよ」と声をかける。物語内容からすれば、この行為はトンネルの場面において父母が千尋にしなかったことだ。けれどもここでのカットは、坊の目線から千を見あげたり千ひとりを中心化せず、一行を側面から俯瞰するのであった。内容からすれば、親を拒絶し乗り越えることで成長を遂げる親殺しの場面ではあるが、語りはそれを保留するのである。もうひとつ、おなじく反照箇所として、末尾の、トンネルを抜けて元の世界に戻る場面を見ておこう。ここでのカットやセリフは冒頭の場面とまったくおなじである。両親はもとより、千尋も異世界でのできごとを覚えていない。来たときとなにも変わらないということは、彼らはこれまでとおなじような関係性を続けていくということだ。『千と千尋』は「成長」物語ではないのだろうか。

むろん、ここで監督の宮崎駿の意図なりを持ってきて「成長」とはなんぞやと問うこともできるが、ここでの興味は、『千と千尋』における「成長」の内実ではなく機能のほうだ。映画のストーリーテリングを分析したクリストファー・ボグラウ『神話の法則 ライターズ・ジャーニー』（ストーリーアーツ&サイエンス研究所株式会社、2002）によれば、ヒーローズ・ジャーニー（英雄の旅）の結末は、帰還時に持って帰ってきた宝で日常世界に恵みをもたらすところにある。だからこそその英雄なのだし、異世界での経験や戦いが彼／彼女を英雄たらしめる。「ジャーニー」とあるのはその謂いだ。けれども、ここには「異世界でのできごとを覚えている」という前提がある。その記憶がなかったら、彼／彼女は「英雄」ではなくなるのだろうか。想像たくましくすれば、恐らく、当の本人の気持ちとは別に、周りからは恵みをもたらした者として英雄視されることになるだろう。そしてこの構造は、物語内容とその物語を受容する者との関係にもあてはまる。つまり『千と千尋』は、構造的には「成長」しない物語なのだ。けれどもそこに「成長」を見いだしているのは、その物語を観た者、つまり物語を経験した読者のほうなのである。読書経

験と「成長」というのは読書論的には至極あたりまえの構造ではあるけれど、それゆえに『千と千尋』は自身の読みを相対化するメディア・リテラシーの教材としてふさわしいともいえるのである。

4. 「教室」を相対化する

ところで、メディアを身体や身体感覚を拡張するテクノロジー、経験や関係性を媒介する作用ととらえたのは、M.マクルーハン『メディア論—人間の拡張の諸相—』（みすず書房、1987。原書刊行は1964）であった。「メディアはメッセージである」とはその謂いである。同書のなかでマクルーハンは、映画を受容者による参与性の低い「熱いメディア」に分類し、「教室の拡張」であるところにメディアとしての特質を見ている。映画館という受容形態やコンテンツのパッケージ性といった映画の完結性が「熱いメディア」たるゆえんであろうが、メディア・リテラシーと授業という本稿のテーマからすると、映画と「教室」の相関こそが問題となる。「熱いメディア」の定義からすれば、「教室」とは、教材を解釈し、議論し、自身の見解を相対化していくような「冷たいメディア」空間ではなく、映画館のように同一の情報を複数の人間が受容する均質空間ということになる。けれどもメディア・リテラシー授業において、というよりも「教室」における授業においても必要なのは、この「教室」を「冷たいメディア」とすることだろう。二田教諭の、「受け取った情報から、様々な『意味』を読み取ったり、他の情報と組み合わせて『意味』を補完し、より深い『意味』や新しい『意味』を構築してゆく態度と能力」すなわち他者と自己の差異を認めて「意味」を構築していく力、そして「自ら課題意識を持ち、情報を求めたり情報を発信したりして、課題を解決してゆこうとする態度と能力」すなわち主体的な問題設定の力をはぐくむというメディア・リテラシーの授業は、リテラシーを知識ではなく解釈・討議・表現といった受容者の運用として、メディアを運動体としてとらえたところに成立している。生徒たちが『千と千尋』なりの個別の物語からさらに「映画」「教室」「国語」といったメタ的な視点に立ったとき、いったいどのような議論が生まれるのか興味深いところである。

（磯部敦）

中学校国語科における『平家物語』発展教材「俊寛」の可能性

金沢 節子（奈良女子大学附属中等教育学校）

岡崎真紀子（奈良女子大学大学院人文科学系）

はじめに

本稿は、中等教育における古典の教材について、実践的な教育研究を試みたものである。奈良女子大学附属中等教育学校の2年生（中学2年次）の教室で実際におこなわれた授業研究の報告と、その報告について奈良女子大学で教育に携わる者が述べた見解からなる。まず「1. 授業研究」において、授業者（金沢節子）による報告を記し、ついで「2. 本授業研究について」において、それについての見解（岡崎真紀子）を記す分担執筆の体を取り、それぞれの章で各執筆者がまとめの考察を述べた。

ここで具体的に取り上げたのは、『平家物語』の「俊寛」をめぐる物語である。『平家物語』本文の理解を起点として、歌舞伎「俊寛」の鑑賞へと展開させた今回の授業実践は、このような学びが、生徒に対して古典に親しむ端緒を与える豊かな可能性を持つことを示している。くわえて、本教材の持つさらなる可能性をも示し得ているように思われるのである。

（分担執筆 岡崎真紀子）

1. 授業研究（2年「国語基礎」）

■実施概要

テーマ	『平家物語』発展教材「俊寛」の可能性 ―歌舞伎「俊寛」の解釈と鑑賞から―
授業者	金沢 節子
学 級	2年（中2）「国語基礎」
本時の目標	①古典に興味を持ち、登場人物の言動や心情について進んで読み取り、古典に親しもうとする。 （関心・意欲・態度／読むこと） ②作品に表れているものの見方や考え方について、知識や体験と関連づけて自分の考えを書くことができる。 （書くこと／知識・理解） ③意見交換を通して異なる観点や解釈に触れ、視野を広く持つ。 （関心・意欲・態度／話すこと） ④伝統芸能における演じ方を想像し鑑賞することによって、古典の世界を楽しむ。 （関心・意欲・態度／知識・理解）

■授業概要

『平家物語』は鎌倉時代の軍記物語で、序章「祇園精舎」で仏教思想を根本にしつつも、「生者必滅」ではなく「盛者必衰」と表現して、栄華を極めた平家が滅亡にいたるまでの栄枯盛衰を描いた物語である。古今問わず、戦いに際して人々は己の運命を現実問題として目の前に突きつけられる。戦いに臨む人々の戸惑いや諦め、未練や覚悟などさまざまな感情が揺れ動き、多くの心に残るエピソードが物語として残っている。教科書教材である敦盛や那須与一など大変魅力的な人物も多い。

今回、発展教材として取り上げる「俊寛」は、歌舞伎という伝統芸能として三百年近く上演されてきた演目である。その歌舞伎「俊寛」は、原典である『平家物語』「俊寛」を改変して、新たな「俊寛」像を作りあげている。その「俊寛」像とはどのような人物像か。そして、たった一人島に残された俊寛が船を見送る最も劇的な場面を、歌舞伎役者がどう演じるか。また、歌舞伎「俊寛」は海外でも人気が高い演目であるが、国を超えて感動を呼び続ける歌舞伎「俊寛」の魅力とは何か。さまざまな視点から生徒とともに考えることができる教材であると考えられる。

第1時、2時で『平家物語』「俊寛」を読んだことを踏まえて、歌舞伎「俊寛」のワークシートを読む。作者（近松門左衛門）が『平家物語』「俊寛」から改変している内容を確認し、新しい「俊寛」像を理解する。そして、歌舞伎「俊寛」の最後の場面で、俊寛が船を見送るときの心情を想像し、その演じ方について班で話し合う。

■単元の指導計画

(1) 単元名：『平家物語』を味わう（全10時間を予定）

教科書教材をしっかりと味わった後に、理解力を深めるために「扇の的」と「俊寛」を発展教材として設定した。全体で10時間計画となっているが、授業展開によって増減することがある。

(2) 単元構成

- ①『平家物語』に関する基礎知識、「祇園精舎」……………2時間
- ②「敦盛の最期」……………2時間
- ③「扇の的」……………2時間
- ④「俊寛」……………3時間（本時）
- ⑤『平家物語』を終えて（ふりかえり）……………1時間

■教材

(1)『俊寛』（自作ワークシート）

参考文献 新編日本古典文学全集 『近松門左衛門集 3』「平家女護島」小学館

(2)『俊寛』歌舞伎映像（2002年中村吉右衛門公演、2005年松本幸四郎講演、2011年中村勘三郎公演）

■授業展開

	学 習 活 動	指導上の留意点	評価の観点
導 入	1. 「祇園精舎」全員で暗唱 2. 前時のワークシートを見て、『平家物語』「俊寛」の内容を振り返る。	◆音読するときは背筋を伸ばすよう促す。「遠く異朝を～」はワークシートを見てもよいことを指示。 ◆前時までの授業を振り返る。	■正しい姿勢ではっきりと大きな声で音読できる。[話]
展 開	2. ワークシートの文章を読む。 3. 康頼と俊寛の台詞を音読する。波線部分を現代語訳する。 4. 『平家物語』「俊寛」から歌舞伎「俊寛」で近松が変えた部分を考える。	◆ワークシート配布。歌舞伎「俊寛」について説明する。 ◆康頼と俊寛の台詞を音読する。台詞の現代語訳を確認させる。波線部分の現代語訳を考えさせる。 ◆登場人物、話の筋、新しい「俊寛」像の三点について考えることを指示する。	■古文を正しく現代語に直すことができる。[知] ■二つの作品を正しく読み取り、相違点を指摘することができる。[読]

展 開	5. 歌舞伎「俊寛」の最後の 場面で、俊寛が船を見送る ときの心情を想像し、その 演技方を考える。また、歌 舞伎「俊寛」が海外でも人 気の演目である理由も考え る。プリントへの記入がほ ぼ終わったら、班で話し合 う。話し合いでまとまった 意見をWBに記入する。	◆ワークシート空欄に、俊寛の演じ 方、海外でも人気の演目である理 由を各自考えて記入させる。その 後、4～5人の班で話し合いをす るよう指示し、各班にWB配布、 班内の総意を記入するよう指示す る。 ◆話し合いの状況やWBの内容を鑑 みて、数班指名、発表させる。	■各自が想像力を働かせ て考えている。[知] ■各班内で他者の意見を 聞き、互いの考えを交 流できる。[関] [話] ■他班の意見に触れ、そ の意図を理解できる。 [関]
	6. 歌舞伎「俊寛」を鑑賞す る。三人の役者の表情の違 いに注目する。	◆2002年中村吉右衛門公演、2005 年松本幸四郎講演、2011年中村 勘三郎公演の最後の場면을鑑賞さ せる。 ◆表情の違いに注目するよう指示す る。 ◆時間があれば、表情の違いについ て発表させる。	■三人の役者の演じ方の 違いを鑑賞できる。 [関]
	7. 演じ方の違いを考える。		■三人の役者の演じ方の 違いを説明できる。 [話]
連 絡	8. 次回の授業で『平家物語』 を振り返ることを確認する。	◆次回の授業で『平家物語』を振り 返し、まとめることを連絡する。	

[関] 関心・意欲・態度 [読] 読むこと [話] 話すこと [知] 知識・理解
WB…ホワイトボード

■考察

今回の授業実践では歌舞伎を取り入れた古典授業を行ったが、生徒が古典を読んで各自が想像した「俊寛」像と、3人の歌舞伎役者それぞれが解釈した「俊寛」像とのすりあわせが肝であった。生徒は自由に想像の翼を広げて考え、興味津々の目で歌舞伎の映像に見入っていた。伝統芸能を取り入れた古典授業の可能性を探究することができたと思う。古典離れを踏みとどまらせるためには、生徒が興味・関心を持つ教材開発を試み続ける必要がある。今後もこのように伝統芸能を積極的に授業に取り入れ、生徒が古典に親しむ態度を養う支援をしていきたいと思う。また、今回の授業では生徒の話し合いの活動と映像鑑賞など盛りだくさんな内容で、少し詰め込みすぎたことの反省があり、今後の改善点として留意すべきことである。

(分担執筆 金沢節子)

2. 本授業研究について

■授業の骨格

この授業研究は、実施概要「本時の目標」で明示されているように、2年生(中学2年次)を対象として、「古典」に親しみ、その世界を楽しむことを目指した実践である。古典文学に苦手意識を持つ中高生が少なくない現在にあって、国語教育における「古典」を本格的に学び始めて間もない段階で、まずもって親しむ、そして楽しむ意識を養うことは、生徒をさらなる読みの深みへ誘う第一歩であるにちがいない。

『平家物語』を主たる教材とし、歌舞伎「俊寛」(近松門左衛門『平家女護島』第二段・鬼界

が島の場合)の映像鑑賞へと展開させた本授業には、二つの柱がある。一つは、『平家物語』における俊寛像と、『平家物語』を原拠とした歌舞伎における俊寛像の違いを理解すること。すなわち、『平家物語』と歌舞伎の筋立てを比較し、その差異を通して考える活動である。もう一つは、歌舞伎の「俊寛」を演じた三人の役者の、演じ方の違いを考えること。すなわち、それぞれの役者の身体所作や声を介して現出する俊寛の心情を、鑑賞者として味わう活動である。

あるものを別のものと比較し、共通する要素をおさえたいうえで差異を考えると、論理的思考の原点である。本授業はその原点を骨格として構築されている。「古典」を楽しむ意識を養うには、楽しみながら考えさせる仕掛けが必要なのだ。二つめの柱をめぐるのは、歌舞伎の映像を鑑賞した後に生徒たちから出た多様な意見に、ある程度委ねられた部分も多かったのではないかと思われる。よって、ここでは主に一つめの柱に関連して、見解を述べてみたい。やや長くなるが、『平家物語』と『平家女護島』の叙述に改めて立ち返りつつ、具体的に検討してゆくこととする。

■『平家物語』における俊寛

まず、『平家物語』において俊寛がどのように語られているかを確認しておこう。以下、『平家物語』の本文は、特に注記しないかぎり、一般に国語教材で底本とされる覚一本により、引用は新編日本古典文学全集(小学館)によった。

俊寛をめぐる物語は、『平家物語』の巻第一から巻第三に記されている。俊寛は、後白河院の近臣として重用され、法印権大僧都、法勝寺執行をつとめた。同じく院の近臣であった藤原成親・平康頼らとともに、鹿ヶ谷で平家追討の謀議を重ねる(巻第一・鹿谷)。ところが、企てが事前に漏れて捕らえられ、「薩摩瀉鬼界が島」に流罪となった(巻第二・大納言死去)。鬼界が島において、成経と康頼は熊野権現を勧請して、帰京を願う祈りを捧げるが、俊寛はこれに加わらない。平清盛の娘中宮徳子の懐妊に伴う恩赦があったけれども、俊寛に対する清盛の憤りは解けず、成経と康頼のみ帰京を赦される(巻第三・赦文)

都からの使者が鬼界が島に到着し、俊寛が赦免状を開き見るが、自分の名は無い。「人目も知らず泣きもだえ」るが、どうしようもない。道理を曲げて自分も舟に乗せてくれと懇願するが叶はずもなく、俊寛一人を残して、舟は岸を離れて行く。

僧都せん方なさに、渚にあがり倒れふし、をさなき者の、めのとや母な^らンどをしたふやうに、足ずりをして、「是乗せてゆけ、具してゆけ」と、をめきさけべども、漕ぎ行く舟の^{ならび}習にて、跡は白浪ばかりなり。いまだ遠からぬ舟なれども、涙に暮れて見えざりければ、僧都たかき所に走りあがり、沖の方をぞまねきける。(巻第三・足摺)

この巻第三・足摺の場面が、俊寛をめぐる話りのクライマックスで、後代に影響を与える核となった部分である。教材としてとりあげる際にも、力を入れたところであろう。

その後、幼少から俊寛に仕えていた有王が、はるばる海を渡って鬼界が島にやって来る。痩せ衰えた俊寛に直面した有王は涙にむせび(巻第三・有王)、俊寛の妻と息子が亡くなったことを伝える。もはや帰京を念じて生き延びる理由もないと思った俊寛は、まもなく他界した(巻第三・僧都死去)。

『平家物語』は、かつては法勝寺執行として満ち足りた暮らしをしていた俊寛が、鬼界が島に取り残され、惨めな末路を遂げたことについて、「かの^{しんせむざん}信施無慙の罪によって、今生にはや感ぜ

られけりとぞ見えたりける」(巻第三・有王)と語る。信者から布施を受けても、他者に恩恵を施さず自らの物とするような所業を重ねたのに、それを省みて恥じる心がなかった罪によって、現世において早くも報いを受けたのだ、というのである¹⁾。つまり、『平家物語』における俊寛は、いささか驕り高ぶりを押し出した人物像で語られている。先に引用した、俊寛が鬼界が島で足摺りをし、遠ざかる舟の方に向かって手を招くくだりは、まことに哀れをそそる語りではある。だがそれを、俊寛自身が負う罪の応報だという因果関係で梓づけようとする志向を持つのが、『平家物語』の語りに底流する論理なのである。しかも、「か様に人の思おもひなげき歎のつもりぬる、平家の末こそおそろしけれ」(巻第三・僧都死去)というように、俊寛の怨死と、平家の滅びの行く末との関連を匂わせて²⁾、俊寛をめぐる語りは締め括られるのであった。

このような『平家物語』を源泉として、近松門左衛門の『平家女護島』はつくられた。しかし、語られる俊寛像も、物語をつき動かす論理も、『平家物語』のそれから大きく変容している。では、『平家女護島』の舞台上で、俊寛はどのように描かれるのだろうか。

■歌舞伎における俊寛

近松門左衛門作の『平家女護島』は、享保四年(1718)八月竹本座で浄瑠璃初演、翌五年正月に歌舞伎として上演された。全五段からなるが、もっぱら第二段・鬼界が島の場のみが上演され、歌舞伎では「俊寛」の俗称で名高く、現在も国内外で人気のある演目となっている。『平家女護島』は、全段を通して平家一門と源氏方の人物をめぐる複数の挿話を組み合わせて展開する時代物である。『平家物語』が原拠であることは言うまでもないが、いわゆる流布本の『平家物語』のみならず、『源平盛衰記』、謡曲、幸若、その他の古典文学からくる要素も多く、それらが同時代の巷説や、近松が創出した趣向と絡み合い、修辞のいきづく詞章によって壮大なストーリーが織り上げられている。個々の場は、『平家女護島』という物語全体の文脈のなかの部分であるわけだが、一場のみを上演した場合も、それ自体がまとまりのある物語として機能し、観衆の心を動かす舞台となる。

第二段・鬼界が島の場(歌舞伎「俊寛」)は、『平家物語』にもとづく謡曲「俊寛」に拠るところが多いが、話の筋立てや登場人物といった叙述内容のレベルからして、『平家物語』とも謡曲「俊寛」ともかなり異なっている。

俊寛僧都と丹波少将成経と平判官康頼が、鬼界が島に配流されてから三年が経過した。三人はやつれた姿になり果てて生きているのだが、成経は、島の海女である千鳥という女と結ばれ、夫婦の間柄となっていた。それを打ち明けられた俊寛は喜び、千鳥と親子の盃を交わし、祝福する。

そのとき都から赦免を伝える使者を乗せた舟が、鬼界が島にやって来た。読み上げられた赦免状に、俊寛の名は無い。しかし書状はもう一通あり、平重盛・教経のはからいによって俊寛も赦されることが伝えられた。俊寛もほかの三人も、狂喜乱舞の体でよろこぶ。

ところが、成経と共に都へのぼるつもり千鳥が舟に乗ることを、使者の瀬尾太郎兼康が許さない。千鳥は泣いて愁歎する。俊寛が瀬尾に千鳥も共にと重ねて懇願するが、そのやりとりの際に瀬尾の口から、実は俊寛の妻あづまや東屋は、清盛のものになれという意向に従わなかったために死に至ったのだと語られた。妻東屋の死を知った俊寛は、

三世の契りの女房死なせ、何楽しみに我一人京の月花見たうもなし。二度の嘆きを見せんより、我を島に残し、代りにおことが乗つてたべ³⁾。

と言って、自分の代わりに千鳥を乗せようとする。そして、瀬尾を斬り、使者を殺害する新たな罪を敢えて犯すことによって、自分は流人として鬼界が島に残る覚悟を決める。そして、「俊寛が乗るは弘誓くせいの船、うき世の船には望みなし」というように、自分が乗るのは来世で悟りの彼岸へと救われる仏の船だ、現世の船に未練は無いと言って、千鳥を舟に乗せる。

舟が波の彼方に漕ぎ離れてゆくと、覚悟を決めたとは言え、やはり悟りきれない凡夫の心が俊寛にもたげる。鬼界が島の段は、次のような語りによって締め括られている。

思ひ切つても凡夫心、岸の高見に駆け上がり、爪立ちて打ち招き、浜の真砂に臥しまるび、焦がれても叫びても、あはれ訪ふ人とても、なくは音はかもめ、あまつかり、誘ふは、己がともちどり友衛、一人を捨てておき津波いく重の、袖や濡らすらん。

この最後の場面における俊寛を、どのような表情と所作によって見せるかが、歌舞伎で俊寛を演じる役者の見せどころと言えらるだろう。

千鳥という登場人物は、『平家女護島』の筋立て上欠かせない存在だが、『平家物語』や謡曲「俊寛」には見られない。都の男が配所で海女と結ばれるという話型は、たとえば『伊勢物語』を下敷きとする謡曲「松風」に、在原行平が須磨で松風・村雨姉妹と契ったという話があるように、古来存した。近松はその話型を取りこんだのである。くわえて、俊寛の妻東屋をめぐる挿話も導入した。俊寛が妻の死を知って帰京への思いを失うという要素は、『平家物語』から見られる。しかし、妻が清盛の意に従わず死んだという話は無い。しかも、それが帰京の舟に乗る乗らないの場面で、千鳥を思いやる俊寛が覚悟を決める誘引となるというのも、『平家女護島』以前には全く見られない筋立てである。

このように、先行する文学に無い新たな要素をとりこむことによって、『平家女護島』第二段・鬼界が島の場は、夫婦の契りを交わした男女の情愛、親子の契りを交わした者同士の義理人情、都の使者が島の女や俊寛を見下す態度などといった、さまざまな人間関係と心情が交錯した物語となっている。それは、女性が物語をつき動かす重要な因子としていきづく、近松が構築した論理によって描かれる物語だと言えるのではないだろうか。『平家女護島』という題名には典拠があるが⁴⁾、この題名が「全段を通じての東屋と千鳥、常盤と松が枝、といった女性からみた平家滅亡の浄瑠璃であることを暗示している」(歌舞伎名作事典⁵⁾)という解説は妥当だと考える。

鬼界が島の場に戻ろう。遠ざかる舟に向かって慟哭する俊寛の心情も、一言では言い表せない多面性をはらんでいると解釈し得る。『平家女護島』における俊寛は、『平家物語』の俊寛のように、自らが負う「信施無慙の罪」の報いを受けた者として語られるわけではない。

愛する妻を喪った悲歎と絶望。清盛の憤りをまねいて妻を死なせてしまった痛恨。千鳥・成経の若い二人の幸を願う祈念。島に残る覚悟。覚悟を示したものの捨てきれない帰京への執心。たった一人になってしまった絶望的な孤独。そして、さまざまな思いを心閑かに受け容れようとする諦観……。これは、物語中の出来事を一つの論理にもとづく因果関係で粹づけようとする志向を持たない、すこぶる人間臭い心の物語だと言えるように思われる。

演劇評論家の渡辺保は、歌舞伎「俊寛」について、題材が「人間の孤独」を扱う芝居であると規定したうえで、初代中村吉右衛門の俊寛を、単に「シリアスにや」るのではなく、「滑稽なほろ苦い面白さのうちに客を泣かせる」芸にくわえ、「せりふでは語ることのできぬいうにいわれぬ深い想い」を「表情」がたたえるものであった、と絶賛している(『歌舞伎という宇宙—私の

古典鑑賞』⁶⁾)。本授業研究で鑑賞したうちの一つは、今日の歌舞伎きっての名優吉右衛門の俊寛であったが、その先代播磨屋の俊寛を評した文章である。渡辺の口ぶりには、往年の芸を称讃する懐古意識があるのでそれは差し引くとしても、この劇評は、『平家女護島』の俊寛が、多面的な心の動きをみせる人物であることをよく捉えていると思う。

■「古典」を読むこと、「古典」とはいかなるものかを考えること

以上、『平家物語』と『平家女護島』の具体的な叙述内容にそくして長々と検討してきたのは、『平家女護島』が、『平家物語』を源泉としつつ、源泉からいかに跳躍するかを梃子として、新たに生み出された文学である、ということを改めて確認したかったからである。当たり前のことを述べているようだが、これはきわめて本質的なことなのだ。

先行する言語表現にもとづいて、その発想や型を受け継ぎながら、もとの言語表現には無い新たなものをそそぐことによって、それまでとは異なる言語表現を創出するという営みは、一般に、文学を生み出す根底にある原動力だと言えるのではないだろうか。『異本論』の著者外山滋比古は、「古典」と呼ばれるものとはいかなるものかについて、次のように述べている。「作者の手もとをはなれたときすでに古典になっているという作品」など存在しない。では、「古典」はいったい誰がつくるのか。それは、作品を享受する読者である。「もとの原作に対する異本が生まれるところから、古典化が始まる」。すなわち、読者が、ある作品をもとにして「第二次的創造」を生み出すと、もとの作品が典型と見なされることによって押し上げられ、結果として「古典が生まれる」というのである（「古典論」はしがき⁷⁾）。これは読者論・異本論の観点からの文学評論の一節であるが、日本の古典文学を考えるうえでも領ける部分が多い。この観点で言えば、近松なり謡曲なりといった、多種多様な文学を後世に産み出す源泉となった『平家物語』は、まさに「古典」だということになる。このように、『平家物語』と『平家女護島』の関係は、そもそも長い時を越えて読み継がれる「古典」とはいかなるものか、といった本質的なことを考える契機となり得るのである。

また、検討してきたように、『平家物語』と『平家女護島』における俊寛を比較し、両者の差異を明らかにしながら読む営みは、『平家物語』という作品と『平家女護島』という作品がそれぞれ独自に持っている、叙述や論理の個別性を浮かび上がらせた。つまり、作品自体を掘り下げて理解することに繋げられるのである。

『平家物語』の「俊寛」をめぐる物語を、歌舞伎とからめて取り上げる授業は、「古典」の初学者に対して「古典」に親しむきっかけを与える実践として、きわめて有益である。そのことを、本授業研究は示していた。ただこう考えてくると、『平家物語』発展教材「俊寛」の可能性は、単に「古典」に親しむ点だけに留まらないと思われる。より深いところで「古典」を理解する契機を与える点にも、教材としての可能性がある、と言えるのではないだろうか。

以上で、本授業研究についての見解を終える。最後に蛇足を加えるならば、このように述べてきた背景には、「古典」の授業をめぐる個人的な思い出が少々関わっているかもしれない。高校3年次でのことである。選択科目の「古典」で、『平家物語』『敦盛最期』と謡曲「敦盛」、そして歌舞伎の『一谷嫩軍記（いちのたにふたばぐんき）』（いわゆる「熊谷陣屋」）を教材として、比較考察しながら読む授業を受けた。担当の先生は大学院で近世芸能を専攻していた教諭で、熱く語ったり、架蔵のビデオを披露したりして、とても楽しそうに授業をおこない、教室は大いに盛り上がった。もう三十年ほど前なのに記憶は鮮明だから、生徒の側も楽しかったのだろう。あ

のような読みの授業は、古典学習を積んできた高校生だからこそ可能だったのだろうか。むろん、古文を読む基礎学力を身につけていなければ、本文の読解は難しい。ただ、物事の本質的なことというのは、受けとめる側の年齢や学習段階にかかわらず、案外響くものであるかもしれない。だとすれば、伝える側がどのように工夫すればそれを伝えられるのだろう、などと夢想してみたくなった。

(注)

- 1) 『平家物語』の叙述は「愚痴・無慚にして、徒らに信施を受けて、他の物もて償はざりし者、この報を受く」(往生要集・大文第一厭離穢土・第三畜生道)にもとづく。
- 2) 俊寛を「信施無慚」の罪を負う者として語る姿勢は『平家物語』諸本に見られるが、覚一本ではとくに俊寛の怨情と平家の行く末を関わせようとする傾向が強い。鈴木彰『平家物語の展開と中世社会』(汲古書院、2006年)ほか参照。
- 3) 引用は、七行八十四丁本を底本とする新編日本古典文学全集『近松門左衛門集3』(小学館)による。なお歌舞伎で演じられる際の台詞や詞章は、近松浄瑠璃の本文とは異なるところがある。
- 4) 第三段・朱雀の御所の場に「朱雀^{しゅしやか}の御所は女護の島」とあるのに基づく。源義朝の妾常盤御前の朱雀御所を女ばかりが住む「女護の島」に喩える『平家女護島』の叙述には、紀海音『鎌倉大將軍』第二の影響があると指摘される。なお、『平家女護島』における常盤御前の挿話は、徳川將軍の姫の乱行を語る巷説を踏まえているとされる。
- 5) 演劇出版社、1996年。
- 6) 筑摩書房、1991年。
- 7) 『外山滋比古著作集3 異本と古典』(みすず書房、2003年)所収

(分担執筆 岡崎真紀子)

漢文から何を学ぶか

— 中学校国語科における漢語と漢字のルーツの学習 —

谷本 文男（奈良女子大学附属中等教育学校）

奥村 和美（奈良女子大学大学院人文科学系）

1. 日本語の語彙と文字

本単元は「いにしえの心に触れる」をテーマとし、日本の古典3時間・中国古典1時間の授業からなる。最後の中国古典1時間が、本時「今に生きる言葉「矛盾」」である。本時の目的は、大きく二点あると思われる。一つは、漢文を通して、現代日本語の語彙の出自を中国古典の中にたどり、言葉としての成り立ちを理解することである。もう一つは、教科書の訓読文の表記を通して、現在の標準的な使用漢字とその背後にある漢字という文字世界の豊かな広がりを知ることである。本稿は、この目的に照らし、本時の取り組みについて、日本語の語彙と文字の両面から考察を加える。とともに、同じ単元で扱われた「いろは歌」及び『竹取物語』との関連について触れ、もって日漢両方の古典文学をより深く味わうことのできる授業づくりへの一助となることを目指す。

（分担執筆 奥村和美）

2. 授業研究（1年「国語基礎」）

■実施概要

テ ー マ	いにしえの心に触れる—今に生きる言葉『矛盾』
授 業 者	谷本 文男
学 級	1年（中1）「国語基礎」
本時の目標	日本人の知性の源流は、漢文にある。私たちが使っている言葉には中国の古典に由来するものがたくさんある。中国から多くの古典を受け入れた私たちの祖先は、自らの文化を育む土壌のこやしとしてそれらを学び、学問的な思考のツールとして漢文を摂取してきた。日常的使用語彙の中にも、故事成語として様々な歴史的事実、背景を持つ語がある。語彙のルーツを学び、味わうことによって日々の言語生活をより実り豊かなものにする。

■授業概要

中国の文化は、古代東アジアにおいて圧倒的な力を持ち、周辺諸国にその影響を及ぼした。文字を持たなかった日本は、漢字を受け入れることによって自らの言葉を表記するすべを手に入れた。しかしながら、中国語と日本語は構造・語法を異にする二つの言語であり、工夫なしでは日本語を表記するものとして漢字を用いることができない。文字の面では仮名の発生であり、表現面では漢文訓読の発明であった。

さて、その漢文訓読であるが、それぞれの流派が独自に読みを行い、同じ文を読みながらずいぶん異なったものが並立していた。現今のようにほぼ統一された読みに落ち着いたのはそう遠い昔のことではなく、明治の末年に「漢文教授ニ関する調査報告」により学校で教えるための指針が示されて以降である。

この授業では、一般の漢文訓読のやり方とさらに少し異なる、中学段階での訓読について、生徒の漢字についての知識をもとに考察する。

■単元の指導計画

(1) 単元名：「いにしへの心に触れる」（4時間を予定）

代表的な古典を全身で学び取る。音読は、古文・漢文を問わず、古典を学ぶ方法として重要なものである。小学校以来絶え間なく続けられてきた漢字学習の一つのバリエーションとして、年齢・学年に応じてどのように漢字を使いこなすことが期待されているかを、漢文の訓読の仕方を通して考察する。

(2) 単元構成

- ① 古文 音読を楽しもう いろは歌…………… 1時間
- ② 古文 月に思う…………… 1時間
- ③ 古文 蓬萊の玉の枝―「竹取物語」から…………… 1時間
- ④ 漢文 今に生きる言葉「矛盾」…………… 1時間（本時）

■教材

- (1) 『矛盾』『国語1 光村図書』159頁
- (2) 『矛盾』白文プリント（漢字のみ、返り点送り仮名なし、句読点あり）
- (3) 『矛盾』パワーポイント（書き下し文…漢字で書くべきもの・平仮名で書くべきもの色分け）

■授業展開（○または（数字）…教師の活動／▼…生徒の活動）

時間	学習活動	指導上の留意点	評価の観点
導入 5分	①「矛盾」の意味は？ ▼辞書を見ずに答える ②「矛盾」を用いた例文を作ろう ▼自分のノートに20字程度の例文を書く	②自分で場面を想定して例文を作成させる	
展開1 10分	▼「矛盾」を用いた例文を発表する5人 ○生徒の作成した例文を検討して、「矛盾」の意味を考えさせる	言葉は使われて生きるということを感じ取ってほしい。	簡潔な文による表現ができる
展開2 25分	「矛盾」書き下し文作成 ○書き下し文にするために、パワーポイントで「矛盾」提示 ○「矛盾」のプリントを配布 (1) 原文 次の二つに色分けしてある ・青…漢字で書くべきもの ・赤…平仮名で書くべきもの ▼青と赤の色分けについて考える―特に赤の字の働きを	パワーポイントの色分けの意味を理解させる 明確に指示し、作業をスムーズに行わせる	赤で示した字の性質について考えることができる。 自ら工夫して違いを際立たせている 二つの書き下し文に違いが生じていることの原因

展開1 25分	<p>▼自分のプリントに、パワーポイントと同じような色分けを施す</p> <p>(2) 書き下し文</p> <p>▼自ら書き下し文を作成する</p> <p>▼自らの書き下し文と教科書掲載の書き下し文とを比較</p>	教科書の書き下し文の性格をおおまかに把握する	を考えようとする
まとめ 5分	<p>二つの書き下し文の比較</p> <p>1. 教科書掲載の書き下し文は仮名が多い</p> <p>2. 常用漢字表とのかかわりについて考える</p>	常用漢字表、および表掲載の音訓について調べる	漢字の使用についてどのように判断されているか予想する

■考察

書き下し文を自ら作成することにより、教科書掲載のものと異なることを実感させたい。高校段階で学習すべきはずのものと大幅に異なるものを中学の教科書が掲載していることの意味を、生徒自ら発見する。我が国の漢字政策の柱となっている常用漢字表の存在を意識し、教科書において中学生の学習の便となるべく編集されていることを認識する。(分担執筆 谷本文男)

3. 字音語

漢語から生まれた日本語は数多くある。そのうち字音語は、中国語である漢語を呉音にせよ漢音にせよ近似する日本語音で表したものである。「矛盾」は、その一つに他ならない。これに対して、翻訳語（翻読語とも）——明治期のそれとは異なる——は、漢語に和語すなわち訓をあてることによって作られた語であり、それが漢文訓読の場において固定化したものが訓読語である。

字音語は、古くは、こんにちの外来語と同様、日本語に置き換えることができない新しい事物や概念を表すことばであった。すでに『萬葉集』には「波羅門」「無何有」「五位」「力士」などが見える。また字音語の中には「塔」「梅」「菊」「蝶」など現在、すっかり日本語に馴染んでいて、もと漢語であったことが意識されないものもある。

本単元で扱われた『竹取物語』は仮名書き文献ではあるけれども、「ほうらい」「うどんぐゑ」「るり」は明らかに「蓬莱」「優曇華」「瑠璃」の字音語であり、気づきにくい「ほとけ」もまた「仏」の字音フツ・フトに由来する字音語と言われる。「いろは歌」もまた、文字としては仮名文字だが、「うるのおくやま」の「うる」は仏教漢語「有為」に対応する。

仮名書き文献の中にも、このように漢語を直接の源とする語は少なからず見られる。つまり、字音語としていわば漢語をナマなかたちで取り入れることによって日本語の語彙は拡充してきた。それは、そのまま外国の新思想・新事物の受容の跡でもある。平安朝初期にあって「ほうらい」という語のもつ一首のエキゾチズムは、いまわれわれがこの語から受け取る感覚—某チェーン店を介して抱く中華風というイメージ——とはおそらく比較にならないものであっただろう。『竹取物語』の現実離れた空想世界の特質を考える一つの糸口がこの語にある。

4. 翻訳語

翻訳語は、外形的には和語のつらなりである。「しらつゆ」はシロの交替形シラとツユから成

る語で、どちらも和語であるが、これは漢語「白露」をもとに「白」にシロを「露」にツユをそれぞれあてることによって成立した翻訳語である。『竹取物語』にも見える「よのなか」は、仏教漢語「世間」の翻訳語であり、「世間」はさらにはもとサンスクリット loka の漢訳語であった。「しろがね」もまた、漢語「銀」を、その訓詁「白金」に基づき翻訳して生まれた語である。なお、「無常」の翻訳語が「つねなし」であることは言うまでもないが、「いろは歌」の「つねならむ」は、それを前提とした反語的表現であるように、漢語「無常」は、翻訳語を通して、仏教思想とともに日本語の中に十分に咀嚼されている。中国語が翻訳語として日本語に受容され、もとの和語とほとんど区別なく同化していると言える。本時の授業における音読は、そのことを身体を通して実感させる有効な方法であろう。

5. 故事成語

「矛盾」は、故事成語の一つでもある。故事成語は、語の背後に過去の史実や物語を有する。したがって、文字そのものの意味「ほこ」と「たて」からだけでは、語としての意味を正確に捉えることができない。故事を知ってはじめて、それが、論理が噛み合わないこと、前後のつじつまが合わないこと、という意味であることが理解される。本時の授業では、まずそのことが生徒に反省的に捉えられるよう工夫されている。「矛」と「盾」は、故事を最もよく表す具体物であり、その点で、「矛盾」という語は或るまとまった話しを短く圧縮した短句でもあって、諺に近い性格のものと言うこともできる。このような故事成語には、「推敲」「杞憂」「四面楚歌」など、字音語で定着したものが多いが、中には「蛍雪」が「蛍の光、窓の雪」、**「雁書」が「雁の便り」**というように、翻訳され和語化したものもある。

6. 文字としての漢字

「矛盾」の典拠である『韓非子』には、「鬻」という漢字があり訓読では「ひさぐ」と訓まれる。常用漢字には登録されていない。商いをするという意味の語だが、およそ中学生の知らない字であり訓であるし、現代日本語としてもめったに使われることはない。かろうじて「春を鬻ぐ」という言い回しに残る程度である。また「陷」という字が何度か見える。現在一般には「おちいる」「おとし入れる」と訓まれる字だが、ここでは矛で盾を突くという文脈から「とほす」或いは「やぶる」と訓む。これも常用漢字表にはない訓みである。生徒は、自ら書き下し文を作成することによって、これら原典に用いられた漢字の多様さと、それに対応させられる日本語の、文脈に応じた自在さを知ることになるだろう。ごく大まかに言えば、そのような漢字と訓の多様な対応のしかたが、徐々に固定化し定着していったところに、日本語としての標準的な漢字使用が成立するのであり、その中からさらに文字としての実用性を勘案して精選されたのが常用漢字表である。つまり、本時の授業において生徒は漢文の原典である中国古典に触れ、或いは独自に漢文訓読を行うことによって、既知の漢字のむこうにさらに豊かな文字世界の広がりのあることを知る。と同時に、それを日本語の中に様々な形で取り入れ、日本語の語彙を拡充し表現を新しくしていった先人の試みに触れることができたことと評価できよう。

7. 漢文訓読

なお、漢文訓読に関わって補足しておきたいことがある。たとえば現在の学校漢文では、会話文などの引用に用いられる「曰」は、「いはく、……と」というように訓読される。これは平安

初期の訓法では、「いはく、……といふ」というように文末に「いふ」を補読し、引用部分を「いふ」ではさむような形をとった。そのような漢文訓読の形式によって生まれたのが、すでに指摘されているように、『竹取物語』の「いはく、……といふ」や「のたまはく、……とのたまふ」という文の形式である。「答へていはく、……と答ふ」や「申すやう、……と申す」はそのような漢文訓読体の応用であろう。上代そして平安朝初期に、漢文訓読が日本語散文の確立に大きな影響を与えたことは近年明らかにされつつあるが、そのことは文体という概念のとらえにくさもあって、中学生にはまだ理解が難しいであろう。しかし、日本の平安朝の仮名書き文と漢文訓読文とを比較することを通して両者の文体的な近さに気付かせる試みがあれば、古典の文章を表現として捉えるきっかけになるかもしれないし、また生徒には多少とりつきにくい漢文についての興味をもたせることができるかもしれない。

参照文献

金文京『漢文と東アジア——訓読の文化圏』（岩波新書 1262 2010年8月）

興膳宏『仏教漢語 50 話』（岩波新書 1326 2011年8月）

日本古典文学大系『竹取物語』阪倉篤義「解説」（岩波書店 1957年10月）

奥村悦三『古代日本語をよむ』（和泉書院 2017年5月）

（分担執筆 奥村和美）

漢詩の平仄から古典を知る

— 高等学校国語科教育における体験型古典学習の実践と検討 —

谷本 文男（奈良女子大学附属中等教育学校）

大平 幸代（奈良女子大学大学院人文科学系）

1. はじめに

日本の言語文化の特質を理解し、豊かでの確な言語表現を身につけるためには、「伝統的な言語文化への興味・関心を広げる」ことが不可欠である。そして、「伝統的な言語文化」を知るには、「我が国の文化と外国文化との関係について気付く」ことが重要になる¹⁾。漢詩・漢文は、日本の言語文化に多大な影響を与えてきたにもかかわらず、現代の高校生には親しむ機会が少なく、教訓的な内容や機械的な訓読法ばかりが印象に残りがちである。高校生が興味をいだき、伝統的な漢字文化の特質に気付くためには、いかなる授業方法が考えられるだろう。

大学において漢詩・漢文を学ぶ学生の中には、高校の国語の時間に、中国語による漢詩の朗読をきいて、その音に興味をもったという者が少なからずいる。ならば、高等学校において、漢詩の音の美のしくみを体験する場を設けてはどうだろう。それには平仄のきまりをゲーム感覚で再現してみるのが有効ではないか。古えの中国や日本の文人は、漢詩の読者であるのみならず創作者でもあった。その言語活動を疑似体験することによって、ことばの音のおもしろさに気付くことができれば、漢詩・漢文への関心も広がり、その後の学習意欲を高めることにもなるだろう。

本稿は、高校生の古典文化（とりわけ漢詩）に対する興味、関心を喚起しようとする試みであり、附属中等教育学校における谷本文男教諭の実践に対して、本学文学部教員大平幸代が中国古典文学研究の見地から解説を加えたものである。（大平幸代）

2. 授業研究（4年「国語総合」）

■実施概要

テーマ	唐詩－漢詩の平仄
授業者	谷本 文男
学級	4年（高1）「国語総合」
本時の目標	日本人の知性の源流は、漢文にある。唐代文芸の華といわれる漢詩についても「唐詩選」等により慣れ親しんだ。のみならず日本人自ら漢詩の作成にいそしみ、明治・大正までは日常的に漢詩・漢文に親しんだ日本人もあった。ただ、現今の状況は、学校で学習すべきとされているもの以外に漢文に触れることは少ないと思われる。この状況下で、平仄について語るこの意味は、文化に対する共感力を養うことにあると思われる。訓読という方法によって漢詩を享受している以上、平仄は無視せざるを得ないが、音による制約の上に定型詩が成り立っているということを、平仄の規則を一つ一つ確認しながら感得することを通して、漢詩に対する理解を深める。

■授業概要

中国の文化は、古代東アジアにおいて圧倒的な力を持ち、周辺諸国にその影響を及ぼした。文字を持たなかった日本は、漢字を受け入れることによって自らの言葉を表記するすべを手に入れた。しかしながら、中国語と日本語は構造・語法を異にする二つの言語であり、工夫なしでは日本語を表記するものとして漢字を用いることができない。文字の面では仮名の派生であり、表現面では漢文訓読の発明であった。

訓読の功罪はさまざまにあり、功の部分には十分評価すべきであるが、漢詩を耳で享受するという面においては、明らかに罪がある。すなわち、その最たるものが平仄の無視である。訓読という手法による以上やむを得ないこととはいうものの、詩作をする立場に立ってみれば第一に考慮すべき規則と思われるものに、全く注意が払われていない。

現代日本人が漢詩を作ることはまずないだろうが、鑑賞する立場であっても、その作品を成り立たせている条件を知ることは重要であると思われる。

■単元の指導計画

(1) 単元名：「唐詩」（4時間を予定）

「漢文・唐詩・宋詞・元曲」という言葉があるように、漢詩といえば先ず唐詩を思い浮かべる。日本でも『唐詩選』がよく読まれ、唐代の代表的な詩人である李白や杜甫の名は多くの人が知っているだろう。作品の鑑賞に入る前に、鑑賞するために必要なことがらというものがある。

(2) 単元構成

- ① 詩の歴史 概説…………… 1時間
- ② 漢詩の平仄…………… 1時間（本時）
- ③ 絶句の学習…………… 1時間
- ④ 律詩の学習…………… 1時間（本時）

■教材

- (1) 参考 『唐詩概説』（岩波書店）
- (2) 参考 『中国文化叢書』（大修館書店）

■授業展開（○または（数字）…教師の活動／▼…生徒の活動）

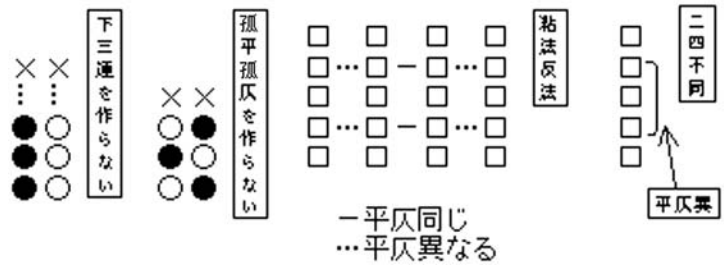
時間	学習活動	指導上の留意点	評価の観点
導入 5分	▼「春暁」を全員で訓読する○教師が中国語で「春暁」を読む	訓読による漢詩のリズムを体感する	よどみなく訓読できる

展開 35分

○以下の規則について説明する

- 1 偶数句末に押韻する。（韻字は通常平声、絶句は仄声もあり得る。）（七言詩は第一句にも押韻する。）
- 2 韻を踏まない句末の字の平仄は韻字の平仄と逆。
- 3 二四不同。二六対。

- 4 粘法・反法。
- 5 孤平・孤仄を作らない。
- 6 下三連を作らない。



上記3～6の図解

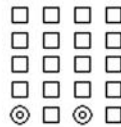
▼五言絶句を例に生徒自ら作業を行う

規則は規則として了解し、それを当てはめると、まるでオセロのように白と黒が配置される面白さを味わう。

第1段階…句末の字について

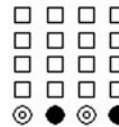
その1

- 1 偶数句末に押韻する。韻字は通常平声。



その2

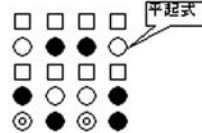
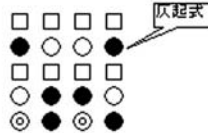
- 2 韻を踏まない句末の字の平仄は韻字の平仄と逆。



△は漢字一文字を表す。平仄不明。
○は平声。
●は仄声。
◎は平仄どちらでも可。

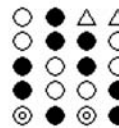
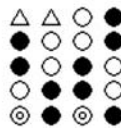
第2段階…2字めと4字めについて (2通りに分かれる)

- 3 二四不同。
- 4 粘法・反法。



第3段階…1字めと3字めについて

- 5 孤平・孤仄を作らない。
- 6 下三連を作らない。



まとめ 5分

仄起式と平起式、上記二つの平仄のタイプを比較する。二つのタイプが右手と左手の関係にあることを見抜く。教師はあまりリードせず、静かに待つ。

■考察

自ら手を動かして作業することにより、規則の面白さを実感する。整然と並んだ黒と白を見たときに感じる美しさは、実際に漢詩を鑑賞するときに、よみがえってくるだろう。

詩を見るときに、意味をのみ追求するのではなく耳を澄ませて音を聴くという姿勢を持つことが重要であることを実感できたのではないか。(谷本文男)

3. 唐詩学習の実践の検討：漢詩の平仄を学ぶこと——「古典」を体感することの意味

(1) 漢詩と声律——規範の美

詩は本来、歌われるものだった。曲にのせて歌われなくなっても、声に出して朗誦されつづけた。詩歌の美にとって、ことばの意味と音声(声律)はどちらも欠かせない要素だったのである。近代になって、われわれは詩を黙読するようになった。学校での詩の学習においても、意味を解釈し構造を理解することに重点がおかれている。ましてや、漢詩は、現代の高校生にはなじみが

薄く、意味をとるだけで精一杯であろう。本授業は、その欠を補おうとするものであり、古えの詩人が変化に富んだ音声の美を実現するため、いかなる工夫をこらしたのかを疑似的に体験させる試みである。その要点をまとめれば、次の二点になろう。第一に、教師の中国語による音読と生徒の訓読練習により、中国語と日本語のリズムの差を体感できること。第二に、耳で聴き分けるとの困難な平仄の組み合わせの妙を、視覚で補いながら生徒自ら発見できること。

日本において、漢詩は訓読によって読まれ、本来のリズムや響きとは異なる音で受容されてきた。だが、それとともに忘れてならないのは、平安貴族から戦国武将、夏目漱石・森鷗外など近代作家にいたるまで、漢文の素養のある多くの日本人が、高水準の漢詩を作っていることである。もちろん彼らの漢詩も、押韻や平仄などのきまりを守って作られている。現代における声律の軽視は、漢詩が作るものから、もっぱら鑑賞するものになったことによる²⁾。

なお、きまりの多い近体詩（絶句・律詩）の創作は、一見、規則の緩やかな古体詩よりむずかしそうに思えるが、規則に従って語彙を当てはめれば、一定水準の詩を作ることができる。日本でも江戸時代には、平仄を記した語彙集が何種も刊行されているから、初心者でもピース（語彙）を枠（平仄のきまり）に当てはめていけば、いちおうの形にはなった。別の言い方をすれば、基本を押さえたうえで、どうアレンジをきかせるかが詩人の力量のみせどころであったのだ。

（２）漢詩のリズム

漢詩のリズム構造は、松浦友久氏の説によれば、五字目の後に休止が入り、○○|○○|○×の三拍になる³⁾。七言詩は、五言の上に二文字追加され、○○|○○|○○|○×の四拍のリズムになる。五言にしても七言にしても、二言（二音節）で一拍。こう考えれば、二四不同、二六対のように偶数番目の字に平仄の制約ができた理由も理解しやすい。本授業では、現代中国語による音読が行われており、学習者が漢詩のリズムを体感できるよう工夫されている。このリズムは、日本語の音読みでも、ある程度再現できるため、教員による中国語音のリズムをまねて、生徒に日本漢字音で音読させてみてもおもしろいだろう。

春	眠	不	覚	曉	×	
chūn	mián	bù	jué	xiǎo		現代中国語音（ピンイン表記）
シュン	ミン	フ	カク	ギョウ		日本漢字音
処	処	聞	啼	鳥	×	
chù	chù	wén	tí	niǎo		現代中国語音（ピンイン表記）
ショ	ショ	ブン	テイ	チョウ		日本漢字音

なお、近代以降、唐代の音が推定・復元されており⁴⁾、近年、インターネットでも複数の音源が公開されている。唐代音、日本漢字音、現代中国語音の三者を比較してみると、日本漢字音と唐代音の意外な近さを感じることもできよう。

（３）漢詩の理解——平仄と対の思想

本授業では、平仄が○と●との対比で視覚的にとらえられ、きまりに則って○と●を並べれば、一詩のほとんどの字の平仄に制限がかかることに気付くよう工夫されている。実際には、孤仄は孤平ほど忌避されないし、「はさみ平（下三字の○●●となるべきところが●○●になる）」のよ

うな変則もあり、必ずしもすべての詩が厳密にきまりを守るわけではない。だが、初学者に対しては、こういった実際的な規範を教えるより、平仄の対比を強く印象づけるほうが効果的だろう。

平仄のきまりについて考える際、同時に考えるべきは「対」への志向である。「二四不同」「二六対」が一句の中のきまりであるのに対し、「粘法」「反法」は、二句を一对としたきまりである。一句目と二句目の（2・4・6字目の）平仄は逆、三句目と四句目の平仄も逆。さらに、一二句目の一聯と、三四句目の一聯が、鏡写しのように逆になる。（「授業展開」の項の図を参照されたい。）律詩の場合は、さらに前半四句と後半四句が対（鏡写し）になる。

では実際に、対句における意味と平仄の対比について、唐・王之渙の五言絶句「鶴雀楼に登る」を例にとって、検証してみよう。○は平、●は仄、◎は韻字を示す。

[	白日	依山	尽	白日	山に依りて尽き
	●●	○○	●		
[	黄河	入海	流	黄河	海に入りて流る
	○○	●●	◎		
[	欲窮	千里	目	千里の目を窮めんと欲して	
	●○	○○	●●		
[	更上	一層	楼	更に上る 一層の楼	
	●●	●○	◎		

起句の「白日」は、●（入声）＋●（入声）の短い音のつながり。「夕陽」では●＋○なので合わない。山に隠れるものには「白雲」もあるが、これも●＋○で不可。対する「黄河」は、のびやかな平声○＋○の組み合わせで、「流」れゆく河の広がりを感じさせる。蛇足ながら、「長江」も○＋○で平仄はあうが、ここは地理的にも、色彩語の対にするためにも「黄河」でなければならない。

転句と結句では、水平方向の「千里」と垂直方向の「一層」の対が目をはく。実際には「千里」の彼方が見えるはずもないが、「百里」や「十里」では●＋●なので合わない。さらに誇張しようとして「万里」とするのも●＋●なので不可。「一層」は、平仄のうえでは「兩層」でも「五層」でもよいが、「千里」の多との対であるから、もとより最少の「一層」でなければならない。

もちろん、意味のうえだけでもこの詩の対句の妙を味わうことは可能だが、音声面の平仄の対比をあわせ見ることによって、詩に絶妙のバランスが保たれていることがより深く理解できよう。

なお、漢詩の基本構造を理解することは、読解にも役立つ。訓読は語順を入れ替えて読むため、かえって漢詩本来の意味の切れ目が分かりにくい。五言詩は、通常、2＋3で区切れる。下の3言は2＋1のこともあれば、1＋2のこともある。七言詩は、4＋3（より細かくいえば、2＋2＋3）で大きく区切れる。この点を知っているだけでも、漢詩がずっと読みやすくなる⁵⁾。

（4）東アジア漢字文化の広がり——国際的言語表現としての漢詩・漢文

漢詩のきまりを理解することは、さらに、伝統（古典）を尊重してきた東アジア文化の特質を知ることにもつながる。

当然のことながら、漢字音は時代によって変化する。中国においても、唐代の音と現代中国語の音とは大きく異なる。よって、絶句や律詩の声律が確立した唐代の詩人と、その後の詩人が発

した音とはかなり違っていたはずである。とくに、入声音は北方では早くに失われ、もと入声のグループに属していた字が平声・上声・去声に分かれて属すようになった。実際の音（調値）が変わっただけでなく、声調の体系さえも部分的に変化していたのである。それにも関わらず、後世の詩人は旧来のきまりを遵守した。朝鮮、日本、ベトナムなど周辺諸国も、自国の音によらず、唐代漢字音（中古音）の体系にしたがって詩を作った。時代も地域も越え、詩人はみな、唐代（或いはそれにつづく宋代）の詩をつねに手本としつづけたのである。前近代の東アジア漢字文化圏において、口頭言語の異なる知識人たちが、漢詩・漢文を共通言語、社交の手段としえたのは、つねに詩や文のゆるぎない規範としての「古典」（唐詩や漢文）が存在したからにはかならない。

漢詩を作り、音を楽しむことは、今日の学校教育の中では難しい。だが、唐詩の音を聞き、きまりを実際に体験してみることはできる。こうした試みは、東アジアの文人たちが継承してきた古典文化を身近に感じ、さらに自ら探究するきっかけを提供することとなるだろう。（大平幸代）

注

- 1) 現行の高等学校学習指導要領・国語編「総合国語」〔伝統的な言語文化と国語の特質に関する事項〕参照。
- 2) 漢詩創作者からの立場で著わされた書に、石川忠久『漢詩を作る』（大修館書店、1998）などがあり、漢詩のきまりの理解にも役立つ。
- 3) 松浦友久『中国詩歌原論』（大修館書店、1986）、同氏『漢詩——美の在りか』（岩波新書、2002）などを参照。
- 4) 大島正二『唐代の人は漢詩をどう詠んだか——中国音韻学への誘い』（岩波書店、2009）参照。
- 5) 唐詩の平仄や構造については、「教材」の項の参考書目のほか、一海知義『漢詩入門』（岩波ジュニア新書、1998）に分かりやすく解説されている。

東アジア世界の貨幣の歴史をめぐって

— 中学校社会科における歴史教材としての現物と言葉 —

笠井 智代（奈良女子大学附属中等教育学校）

佐原 康夫（奈良女子大学大学院人文科学系）

はじめに

前近代の日本の歴史は、中国を中心とする東アジア世界で展開してきた。そして中国で最初に統一国家を形成した、始皇帝の秦の持つインパクトは極めて大きく、一部分は現代にまで及んでいる。しかしその時代があまりにも古いため、日本とつなげて考えてみるのが難しい。ここで取り上げるのは、中学社会科の歴史的分野における、世界の古代文化の中で中国古代を扱う单元である。上記の難しさを授業の中でどう扱い、生徒の興味を誘い、歴史的理解を促すかには、かなりの工夫が必要である。

本稿では、中国の統一と東アジアへの影響を、現物教材として中国古代の銅銭を出発点として、日本を含む東アジアの見えないつながりについて考えさせる授業実践を報告し、それにコメントを加える形で、グローバル世界の歴史教育において、貨幣と漢字の長い歴史をどう扱うかを考えてみたい。

1. 授業実践報告

授業研究（2年 社会 歴史的分野）

■実施概要

テ　　マ	青銅貨幣から見た中国－中華帝国の出現－
授　業　者	笠井 智代
学　　級	2年（中2） 「社会（歴史的分野）」

■単元の指導計画

(1) 単元名 人類の始まりと文明 6時間

(2) 単元および本時の目標

中学社会の歴史学習全体の導入にあたる单元であり、塾で学んだ「正解ありき」の歴史学習でなく、「過去のことを知る」ために、文字史料や遺構、遺物をもとに何を見いだしていくかという過程を中学生なりにかみ砕いて体験する学習をめざしている。また、世界の歴史について初めて学ぶ場でもあるため、諸文明圏の成り立ちを、人類が、環境や多様な要素に対応しながら築いてきた歴史の一環として、長い時間軸を意識しながら理解させていきたい。

本時の授業は、その中でも、日本の成り立ちや歴史とも深く関わる東アジア文明圏の成立を扱うもので、近現代までつながる東アジア世界を理解する土台という位置づけになる。本時は貨幣や文字を題材に、中国の統一がもつ意味を、国家統一事業という側面と、日本を含む諸国に及ぼした影響という側面から見ることを目標としている。また、古代の青銅貨幣という実物がもつ単

純な魅力に触れ、「なぜそうなったか？」を考える歴史学習の楽しさを知ることそのものも大目標の一つである。

(3) 単元の指導計画

- 第1時 サルからヒトへ
- 第2時 人類の進化と拡散
- 第3時 古代オリエント
- 第4時 インドの文明と仏教
- 第5時 中国文明
- 第6時 中華帝国の出現 …《本時》

■授業展開

(1) 本時

	学 習 活 動	指導上の留意点
導 入	<p>1. 青銅貨幣</p> <ul style="list-style-type: none"> ●中国の地図を白板に書いておく。 ●刀銭、布銭、蟻鼻銭の順で、実物を見せる+プロジェクトで大きく映す。 Q.これは、二千数百年前の中国の〇〇です。何だろう？ →ナイフ、玩具、お守り… Q.これ（蟻鼻銭）は、何かの形をまねたものです。何の形かな？（ヒントで青銅貝貨と貝貨の写真を映す+タカラガイの実物も見せる） Q.「貝」のつく漢字を挙げてください。 →買、売（賣）、財、貯、貸、貨… Q.では、この金属でできた何か、は何ですか？ →お金！ ●円銭を見せる 実は、同じ時代、このお金も使われていました。 	<p>謎解き感覚を消さないように注意。 「答を知っている子（稀にいる）は、いまは秘密にしておいて」と、後で活躍の余地を残して協力させる。</p>
展 開 1	<p>2. 多様な貨幣や文字を持つ理由</p> <ul style="list-style-type: none"> ●刀銭、布銭、蟻鼻銭、円銭を映写。 Q.なぜいろんな形のお金があるんだろう？ →金額（価値）？ 重さ？ ●各地の漢字（「馬」の字）をカードで見せる。楚、燕、韓魏趙。 Q.これは何？ →漢字！ Q.なんて書いてある？ →…？（ヒントで齊、秦の「馬」を出す） →「馬」！ Q.この漢字に種類が多い理由は、さっきの、お金の形に種類が多い理由と同じです。その理由とは？ ●中国の白地図に、各地の漢字カードを貼っていく。貨幣は絵で。 ●半両銭を見せる+映写 Q.じゃあ、このお金に似ているものは？ →5円玉、和同開珎、富本銭、寛永通宝… Q.なぜこのお金だけ、いまのお金や昔の日本の銅銭に似ているの？ →これを使っていた国が、日本に伝えたから。（こんな内陸の国が貿易で？） →これを使っていた国が、ほかのお金を使っていた国を倒したから。 	<p>地方によって異なる文字や貨幣を使用していたことに気づく。</p> <p>自分たちが今知っている「馬」の字や穴あき銭と、知らなかった字や銅銭の存在を対比し、国家統一とは何か、について考える。</p>

	<p>Q.その、「ほかの国を倒した」を何という？ →「中国を統一した。」</p> <p>●始皇帝の写真 + 中国地図に、統一領域を書き込む。</p>	
展 開 2	<p>3. 中国の統一</p> <p>●始皇帝の絵と兵馬俑の写真+中国地図</p> <p>Q.貨幣や文字のほかに統一すべきものは何か？ →度量衡（徴税）、思想（法律）、…</p> <p>Q.「皇帝」とは？ なぜ「王」の称号を変えたか？</p> <p>●万里の長城の写真</p> <p>Q.これは？ →万里の長城 （一種の統一事業として、始皇帝以前の各国の長城と、万里の長城を地図に書き込んでいく。）</p> <p>Q.なんのための「城」（秦代の土塁写真や版築技法も紹介しつつ） →防御</p> <p>Q.何から？誰から？（出なければ、地理の知識でモンゴル高原を思い出させる） →モンゴル高原の騎馬遊牧民</p>	<p>皇帝の支配する統一国家が出現したことを、具体例から実感する。</p> <p>今後の中国史が、農耕民と遊牧民の関係によって動いていくことを示唆。</p>
さ い ご に	<p>4. 「中華帝国」とは？</p> <p>Q.ほかにも漢字を使っている国は？ →韓国（朝鮮半島だけでなく、ベトナムも昔は使っていた。穴あき銭は、各国で使用していたが、現役は日本だけ）</p>	<p>周辺諸国との関係に触れる。漢代以降の金印の授業につなぐ。</p>

■考察

低学年は実物で非常に盛り上がるため、脱線もしつつも発言は活発で、みな意欲的に参加している様子だった。授業内容については、統一事業や万里の長城など具体的な部分についてはスムーズに展開したものの、「皇帝」の称号が持つ意味や、周辺諸国との関係性など、目に見えない力関係については、ずっと理解できた生徒と、なかなか理解できなかった生徒がいた。教師や周りの生徒とのやりとりの中でわかったのは、「国が滅ぼされる＝殺される（いなくなる）」と思い込んだのが一因ではないかということである。子どもらしい「なぜそうなるの？」の因果関係にこだわりすぎると、歴史学習で身につけさせたい大きな問いや因果関係を考える力が育たない部分もあるので、低学年における、興味関心と抽象概念のバランスは永遠の課題である。

（担当執筆 笠井智代）

2. コメント 教材としての現物と文字、言葉

本授業の狙いは、中国の統一という大きな歴史的動きを、戦国時代の多様な青銅貨幣と方孔円銭への統一について貨幣の現物と漢字から理解させることにある。「貝へん」の漢字は、財貨に関係する意味を持つことが多く、蟻鼻銭を媒介として貨幣の実物と「お金」につないでいくのは、常識的な展開といってよい。貝という漢字が象形文字であるだけに、生徒にとってイメージしやすいことは確かである。他方で、いつまでも小学生の漢字教室のような教材の扱いでよいかは、検討してみる必要があるだろう。貨幣は単なる金属製品ではなく、ある時代の社会における経済的関係の中で機能する、見えない制度を担っているからである。

我々が用いる漢字は、文字の成り立ちと原義に沿って単独で使われることは稀で、ほとんどは熟語として、歴史的な意味の変遷を経て使われている。日本を含む東アジア世界の形成を視野に入れるとすれば、現代までつながる具体的な手がかりとして、現物と単漢字だけでは、射程が短

いように感じられる。このあたりを、東アジアの貨幣経済の歴史から考えてみたい。

「お金」を表す熟語として、貨幣と金銭がある。漢字の成り立ちから言えば、貨幣は貝殻と布に関わり、金銭は黄金と銅銭を意味する。現在の日本語では、貨幣制度という言葉は使われるが、金銭制度とは言わない。金銭出納という言葉はあっても、貨幣出納という言葉はない。どうやら貨幣は法制的側面の強い言葉であり、金銭は即物的なキャッシュを指向する言葉である。

歴史的に見れば、金銭は明らかに後から生まれた日本語で、黄金（銀も含めれば貴金属）と銅銭が使われたのは、日本の中世から近世である。中国では歴史的背景が異なるため、中国語では「金銭」という熟語はまず使われない。「貝へん」の漢字を化石のように扱うだけでは間に合わず、日常的な言葉の持つ歴史性や、同義語の使い分けにも、生徒の気づきを促したいところである。

ところで、現在の貨幣を構成する紙幣と硬貨は、国内的には互換性があり、1000円札（日本銀行券）と100円玉（財務省造幣局）10枚は等価である。しかし国際的には、紙幣は他国の通貨と両替できるが、硬貨は両替できない。このように貨幣には、国内的なルールと国際的なルールの二つの次元があり、それぞれが歴史的に変化してきた。

中国では銅銭が秦の始皇帝の時代から使われてきたのに対して、日本では奈良時代から平安時代にかけて、国内的な銅銭が作られたが、広く使われたわけではない。日本の中世には、中国の銅銭をさかんに「輸入」したが、国内的な銅銭は作られなかった。近世になると鎖国体制が布かれ、江戸幕府が銅銭を作り、上位貨幣として金と銀が併用されたが、長崎貿易で金の国外流出に悩むようにもなる。こうした貨幣の歴史には、国内的側面と国際的側面の両方が常に影響しあっていることがわかる。そして前近代の日本に大きな影響を持ったのが、中国を中心とする東アジアという枠組みであった。

秦漢帝国や隋唐帝国のように、中国における巨大な統一国家の出現は、日本を含む周辺地域に極めて大きな影響を与えてきた。特に始皇帝による全国統一は、中国のみならず前近代の東アジア全域に深い痕跡を残している。皇帝という称号、法制と官僚機構、漢字の使用、四角い穴のあいた青銅銭。たとえば現在の日本で漢字が使われるだけでなく、「県」という行政機関の名前が生きているように、始皇帝の遺産の寿命の長さは驚異的といってよい。

中国を中心とする東アジアは、「漢字文化圏」と呼ばれることがある。しかしこの地域で、中国語が共通言語とされたわけではない。漢字は表意文字であることによって、逆に多言語に対応することができた。日本では漢字と仮名、音読みと訓読みのような複雑な使用法を発明して、漢字を使いこなしてきた。その結果として、話し言葉である「やまとことば」と書き言葉としての「漢文」が違って当たり前の文化を生み出した。これは日本固有の現象ではなく、朝鮮半島でも同様である。

漢字を使った漢文は東アジアの国際標準だが、漢字の国内的な使い方はそれぞれの国で歴史的に変わっていった。このように考えると、文字文化と貨幣という全く異なるものが、東アジア世界の中で、それぞれに国際的側面と国内的側面のからみあった歴史をたどってきたことがわかる。日本の歴史と文化が、絶えず中国からの影響を受けてきたことは事実である。これを、進んでいる／遅れている、優れている／劣っているという単一の物差しを当ててのではなく、国際的側面と国内的側面から相互的に位置づけてみる。これが、グローバルな視野から世界の諸地域の歴史を見直すのに、必要な視座ではないだろうか。現物教材と言葉自体の歴史性に気づくことが、その有効な手段であると思われる。

（担当執筆：佐原康夫）

中等教育地歴科歴史分野における世界史と日本史が融合した「現代史」の授業研究 — 1920年代アメリカにおける大量消費社会の誕生から現代社会を考える —

笠井 智代（奈良女子大学附属中等教育学校）

山辺 規子（奈良女子大学大学院人文科学系）

1. はじめに

地歴科の科目は、しばしば「暗記科目」とみなされ、知識偏重の面白くない科目とされる。その中でも、小学校、中学校と勉強する機会があって、多少なりとも知っている事項や人名、地名が並ぶ日本史に比べて、世界史は見たことも聞いたこともなく、なぜ知っておくべきなのかよくわからないのに多くのことを知ることを求められるため、「丸暗記」の科目として否定的に捉えられがちである。

しかし、大学で西洋史概論の最初の時間に世界史の履修状況を確認すると、「センター試験以降触れる機会がないから忘れてしまった」という回答がある一方、「高校の先生の話が面白かったので、大好きでした」という回答も必ずある。このような回答をする学生は、高校の地歴科の科目を暗記科目として捉えるのではなく、知らないことを知って理解する喜びを感じていたとすることができよう。

いかに、受講する側に興味を持たせ、「もっと知りたい」という思いをもたせるか。好奇心を持つことができれば、知ることは楽しみとなる。知識をわがものとすることによって、より理解が深まり、思考するためにも役立つと思わせることができるようにすることは、歴史学を教える者にとって常に課題の一つである。いうまでもないが、無味乾燥にただ覚えろというのは苦痛である。つまり、高校の歴史の授業は、いかに理解し、関心を持たせるかについて、授業の進め方が重要な鍵となる。History と Story は同じ語源（ラテン語の *historia*）をもつ。そして、「語ること」につながることを意識した授業が求められる。それは、単に面白いネタを入れていくという意味ではない。あえていえば、受講生が自ら、その歴史を語るができるほどに理解するための授業をめざしたいということである。

実際のところ、これは難しい。そもそも、まったく関心もなく、よく知らない世界について、短時間でそこまで理解させるというのは無理難題である。したがって、多くの人々に求められるものとされているのは、なんらかの意味で現代を生きる自分につながるがある現代史であり、それは日本史・世界史の垣根を越えて考察されるものである。学校設定科目として、世界史Aと日本史Aの融合を意図した「現代史」が設定されているのもこのためであり、新学習指導要領では「歴史総合」にあたる科目である。このような科目は取り扱う内容を厳選しなければならないが、自分たちの身近にあるものが登場するという意味でも、世界史と日本史が直結していることをイメージしやすいテーマは、授業研究テーマとして好例である。そこで、ここでは、附属中等学校の授業研究「大量消費社会の誕生—1920年代のアメリカ—」を取り上げて、取り扱う事物、アプローチのありかたなどについて考えてみよう。

（山辺規子）

2. 授業研究「大量消費社会の誕生—1920年代のアメリカ—（4年 現代史）」

(1) 実施概要は以下のとおりである。

テ ー マ	大量消費社会の誕生—1920年代のアメリカ—
授 業 者	笠井 智代
学 級	4年（高1）「現代史」（*世界史Aと日本史Aの融合を意図した学校設定科目。新学習指導要領の「歴史総合」にあたる。）
単 元 名	戦間期の世界（7時間）
単元の目標	戦間期の世界について、ヴェルサイユ・ワシントン体制とアジアの民族運動といった基本的な構図を理解し、世界恐慌がその国際関係にもたらした危機を考察していくと同時に、国際平和機構の誕生や大量消費社会の登場といった、現代世界の原点としての戦間期の意味をとらえる。
単 元 の 指 導 計 画	第1,2時 ヴェルサイユ体制 —戦間期のヨーロッパ— 第3,4時 ガンディーと孫文と日本 —戦間期のアジア— 第5時 大衆社会の誕生 —1920年代のアメリカ— …《本時》 第6,7時 1929 —世界恐慌の打撃—
本時の目標	(1) 今世紀までつづく大量生産・大量消費を原理とする大衆社会の登場を、フォードやGMの自動車、コカ・コーラ、ディズニーといった、生徒にとっての「自分の日常生活そのもの」を題材として見直す。 (2) 「自分の日常生活」から、品物（ブランド）のルーツが1920年代のアメリカにあることだけでなく、「お父さんがスーツにワイシャツ、ネクタイ姿で通勤し」「自家用車のある一戸建てに住んで」「かつてOLだったお母さんが今は専業主婦として」「たくさんの家電を使って」「洗い上げた服を着せてシャンプー、歯磨きもした清潔で健康な子どもたちを育てる」というステレオタイプのルーツでもあることに気づかせ、自分たちの持つ価値観を時間軸のなかで相対化していく契機とする。 (3) 現下の大問題である移民に関する理解を重層化する。

(2) 授業展開

(1) 本時

	学 習 活 動	指導上の留意点
導 入	1. 戦間期アメリカの好景気 ●摩天楼、T型フォードの写真 Q.これはどこか？ 何か？ Q.なぜ第一次世界大戦後のアメリカ合衆国は空前の好景気となったか？ (第一次世界大戦との関係性)	自動車と石油という第二次産業革命の象徴から、大衆社会の誕生を考えていく。
展 開 1	2. 大量消費社会の登場 「アメリカ的」ライフスタイルの誕生 ●就業別人口グラフ Q.19世紀末と1920年代を比較すると、どこの部分が変化しているか？ 自動車を、ローンを組んで買い換えていく層とは？ ※T型フォードのライン生産・安価路線に加え、GMの車種・デザイン戦略によって消費社会へ… ●「郊外一戸建て」の家庭にある大量の品物や家電の写真 Q.この写真の中で、今の家であって、昔（19世紀まで）の家にはなかったものは？	「ホワイトカラー」の登場と消費社会への転換に気づく。（女性の社会進出と参政権、その限界にも触れる）消費の中に、余暇や娯楽の要素が登場することを紹介す

展 開 1	<ul style="list-style-type: none"> ●ラジオ、ミッキーマウス、ジャズ、野球… ●Ford English School の写真 <p>Q.写真の中の横断幕の文字を読む (Ford English School)。 Q.「英語を学ぶ労働者」とはどのような存在なのか？ Q.合衆国の標語でもあった“E Pluribus Unum”を掲げたフォード社の意図は？</p>	<p>るに留める。フォードの生産を支える新移民やアジア系から成る「ブルーカラー」の存在を考える。</p>
展 開 2	<p>3. 不寛容の時代</p> <ul style="list-style-type: none"> ●KKK のワシントン行進の写真 <p>Q.この団体は？ (南北戦争後のところで一度紹介済み) Q.なぜこの時期に活動がさかんに？ 排斥の対象は？ Q.都市のエスニックコミュニティ形成とフォード社の労働者家庭の衛生指導、禁酒法、移民法、そしてKKKの全米での拡大。そこから見えてくるものは？</p>	<p>禁酒法、移民法などの背景にあるWASPの保守化がどこに端を発するかを考える。</p>
さいごに	<p>4. 20年代アメリカの外交</p> <p>Q.この時期のアメリカ合衆国の外交はどのようなものだったか？ (復習、整理) →孤立主義外交で国際連盟不参加、ワシントン会議は主催、ドイツ賠償問題には積極介入</p>	<p>国内情勢と、戦間期の世界における合衆国の動きの関係に注意喚起。</p>

3. 授業者の考察

生徒にとって非常になじみ深いものを扱う授業であるため、関心は高く、こちらが問いかけないことに対する感想や意見も多かった。大正デモクラシーやサザエさんといった、「日本の」大衆社会の原点という枠を外すことで、改めて、自分たちの「現代的」ライフスタイルに関する位置づけをし直すことができたようである。また、移民排斥の動きに関しては、現在のヨーロッパ各国情勢やトランプ大統領の出現を、生徒たちも問題意識をもってうけとめているようで、そのことに関する感想の声が散見された。

今後の課題を二点挙げる。一点目は、移民に関して、日本からの移民についての授業を組み込む必要があるだろうということ。二点目は、国民国家というシステムの持つ意味と問題点について、単元全体を通して (あるいは冷戦期、ポスト冷戦期まで見通した形で)、通奏低音のような位置づけをどう授業に反映していくかということ。二点目については、4年生 (高1) での理解をどこまでめざすかという問題はあるが、たとえば年度末に、生徒の議論の場を設けるといった形をとることも検討中である。 (笠井智代)

4. 大学教員の考察

この授業研究のテーマ「大量消費社会の誕生—1920年代のアメリカ—」は、ちょうどアメリカ合衆国において大統領選挙が進行し、トランプ大統領が誕生した時期におこなわれたため、日本に大きな影響を与えるアメリカ合衆国という国家のありかたに注目させるという意味で、グッドタイミングであったといえる。笠井教諭の考察でも、生徒の関心が高かったとされることも、あるいはアメリカやヨーロッパの移民問題を課題とされていることも、現代の問題を考えることにプラスとなる意義を示している。このテーマは、現在推奨されているアクティブ・ラーニングのテーマとして活用するテーマの候補でもある。もっといえば、時間さえ許せば、ぜひアクティブ・ラーニングのテーマとして考えてもらいたいテーマである。

それは、大量消費社会を時間軸で生徒たちに考えさせることに意味があると考えからである。世界史の授業として、1920年代のアメリカを大量消費社会が誕生した社会と位置づけるのは当然として、実際に取り扱われる大量消費財にはさまざまな特徴があり、その特徴を意識することによって、大量消費社会の理解が深まるであろう。

たとえば、この授業研究では、19世紀末と1920年代を比較して、どこが変化しているかという形で、具体的なものに着目している。「郊外一戸建て」の家庭には大量の品物と家電があったことが示されたあと「この写真の中で、今の家であって、昔（19世紀まで）の家になかったものは？」という問いかけがなされたようである。その次に「ラジオ、ミッキーマウス、ジャズ、野球…」とある。このなかに野球があるのはどういう意味だろうか。野球は19世紀半ばには米国で広くみられるようになり、1870年代には既にプロ・リーグが結成されていたはずである。日本にも明治時代（19世紀）に既に伝えられている。野球ファンならば、19世紀後半からの大衆スポーツの隆盛のありかたとして捉えたのではないかと思われる。

コカ・コーラもまた、19世紀後半に健康になる薬効のある飲料として生み出され、人気を博した。コカ・コーラ社は特徴的な瓶を採用し、原液を供給して、ボトラーの会社が瓶詰めするというシステムにより代表的なアメリカの飲料となり、1920年代には日本にも輸入された。

たしかに1920年代はジャズ・エイジといわれる時代だと思われるが、ジャズそのものは、19世紀末から20世紀初めにかけて成立している。GM、フォードを代表とする自動車がアメリカの消費社会の象徴であることはまちがいないが、他国での自動車の普及にはまだ時間がかかる。これに対して、ジャズは日本でもヨーロッパでも流行をみる。この違いをどう考えさせるか。それについては、それぞれの地域の状況や音の再生、動画（映画）の発展も関係してくる。映画の場合には、無声映画とトーキーの発展、さらに白黒からカラー化する発展などもからむ。たとえば、ミッキーマウスは、誕生そのものが1927年ないし1928年頃であり、1920年代とはいえ、他のものに比べると、かなり遅い。

つまり、1920年代はアメリカにおける大量消費社会の誕生の時代とされるが、消費社会の確立にはいくつかの段階がある。大型冷蔵庫やテレビがおかれるようになり、ディズニーランドが開園し、マクドナルドが大きく拡大する1950-60年代にも注目されることが望ましい。各国における大量消費のありかたの差異にも注目することもできる。

大学で主として西洋前近代を担当している私として、このテーマは必ずしも「専門」とは言えない。また、実際の授業を見学したわけでもない。1時限で「1. アメリカの好景気」「2. 大量消費社会の登場『アメリカ的』ライフスタイルの誕生」「3. 不寛容の時代」「4. 20年代アメリカの外交」を展開するとすれば、ポイントを絞る中でおこなわれた授業であることを考慮すれば、私がここで述べたことには誤解もあるかもしれない。あまり重箱の隅をつつくようなことはいくべきではない。しかし、日本のテレビや映画にしても、ハリウッドの映画にしても、娯楽性、意匠性を優先させる結果、時代考証の観点からみると首をかしげることが多々ある。現在につながるもののルーツといいながら、それと一つの時代、場所をつなげる場合に、例として挙げた事物の普遍性と特殊性を意識する必要があると思われる。だからこそ、生徒にいろいろな例について調べさせてみることに意味があるのではないかと考える。ただ「丸暗記」ではなく、広く情報を得て認識することは、価値を判断したり、討論をしたりするためにも役立つことを知って、自分でいろいろ調べていく姿勢を養っていくことが求められよう。（山辺規子）

中学校社会科・公民分野における異文化交流と国際交流に関する学習 — 奈良女子大学附属中等教育学校の鮫島京一教諭による授業実践の検討 —

武藤 康弘（奈良女子大学大学院人文科学系）

1. はじめに

本論は、奈良女子大学附属中等教育学校の鮫島京一教諭による公民科の授業に関する論考である。「政経」分野に対応した「カルチャーショック」を大きなテーマとした鮫島教諭の授業は、「引き出物」とアグネス・チャン氏の「体験的国際交流論」の大きく二つに分けた単元から構成されている。両者に通底するのは、自身と異なる文化に遭遇した時の対応といった、現代に生きるわれわれの身近におこりうる問題である。

2. 授業記録

■授業の概要

テ　　マ	「引き出物論争」あるいは「カルチャーショック」——人は自分と異なる価値に遭遇した時にどうするか——
授　業　者	鮫島 京一
学　　級	3年「現代社会」(中学社会・公民分野)
本時の目標	21世紀には、いまよりも人の移動がはげしくなり、自分とは異なった価値を持つ人と接触する機会が増えることが予想される。わが家で起こった「引き出物」論争を通して、カルチャーショックが日常化するこれからの社会のあり方を考え深める。

■単元の概要と目標

自分とは異なる価値を持つ人間との接触によって生じる「カルチャーショック」は、グローバル化が進展するなかで私たちが最も経験することの一つであろう。しかし、欧米のみならず世界の国々と日本社会を比較してみたとき、日本がきわめて同質性の高い社会であることに気づく。つまり、かの地では「カルチャーショック」は日常的な出来事であるが、この地においてはそう頻繁に出くわす出来事ではない。したがって、複数の文化が併存する社会を私たちが構想することはじつに難しい問題である。

日本という文脈において「カルチャーショック」をいかに考えさせることができるか。「カルチャーショック」は個人レベルで直面する問題であり、感情的な障害を引き起こす。また「カルチャーショック」は、生活の習慣をはじめとする日常生活の次元から、政治に対する価値判断の基準といった高度な次元を含む広い範囲で経験する。

グローバル化の時代とは「カルチャーショック」が日常化する時代でもある。順応しようとして緊張する者、自分の居場所がないと感じる者、新しい環境で必要な役割を演じなければならない圧力に屈する者あるいは楽しむ者、混沌の中で自らの価値を発見する者など、さまざまな反応が想定される。「カルチャーショック」への反応にはどのようなパターンがあるのか。そしてそれにどう対処していけばよいのか、考えてみたい。

■単元の指導計画

(1) 単元構成について

「現代社会」の授業は週に2回組まれている。通常の授業では、政治や経済についての基礎的な知識を学ぶ時間としているが、折に触れて、時事的な問題やテーマを定めて議論している。議題は教師が用意するのだが、時には生徒が自ら論じたい議題を用意し、それについてみんなで討論することもある。今回の研究授業は、時事的な問題やテーマを定めて議論する時間であり、一単元の授業となっている。

(2) 議論をする上での生徒の知識

「カルチャーショック」ということについては、言葉の理解はできていると考えられるが、生徒が自らの問題として考えを深めるには、つまり「カルチャーショック」とどう向き合うかについては、至っていない。

■授業展開 (▽教師の問い ▼教師の解説・説明)

授業のながれ	教師のコメント及び生徒の活動
<p>【導入】 秋が来れば思い出す… ▽鮫島（授業者）が昨年の秋に結婚式を挙げる時に、最も困ったことは何か、と問う。</p> <p>▼披露宴の「引き出物」を何にするかを定めることであった。</p>	<p>エピソードを交えながら楽しく話す。</p> <p>鮫島夫婦で相談していたがなかなか決まらず、双方の実家に相談した。ところが、各人が推薦する品物が違い、ますます収拾がつかなくなってきた。</p>
<p>【展開1】 引き出物あれこれ ▼各人が推薦した引き出物の候補を紹介する。カードにして黒板に掲示する。</p> <p>▽「君たちであればどれにするか？」</p> <p>▽「いくつかに分かれたけれども、引き出物は1つだ。どれにするか、みんなで決めよう。」</p>	<p>それぞれの品物についての推薦者の主張を織り交ぜながら話す。</p> <p>掲示したカードから1つ選ばせ、その理由をきく。</p> <p>できれば一つに絞らせたいが、できなくても構わない。生徒同士がどれにするか説得しあう議論が大切。</p>
<p>【展開2】 論争の彼方に… ▼鮫島のところで実際に残ったの候補は、「ラジオ付懐中電灯」「電子辞書」「食器セット」であったことを話す。</p> <p>▼「ここで注目してほしいのは、引き出物を選ぶにあたっての各人の反応であった」と述べ、4つのパターンを示す。</p> <p>①鮫島の母・妻の父 ②鮫島の父 ③鮫島夫婦 ④鮫島の祖母・妻の母</p> <p>▽「この4つのタイプのうち、君らはどれにあてはまるか。先ほどの議論での自分を考えてみよう」</p>	<p>鮫島の実家と妻の実家で行われた、各人の説得工作について話す。</p> <p>4つのパターンを類型化したカードを掲示する。</p> <p>①わが道を行く ②新しい選択肢へ ③宙ぶらりん（トリレンマ状態） ④折衷（いいとこどり）</p> <p>【展開1】での議論を振り返り、自分が当てはまる類型に挙手をさせる。</p>

<p>【展開3】 アグネス・チャンの文化交流論</p> <p>▼「実はこれは異文化に接した時の個人の反応によく似ているのだ。次の資料を読んでみよう。」</p> <p>○資料：アグネス・チャン『体験的国際交流論』（日本放送出版協会）</p> <p>▼アグネス・チャンは4つのパターンを示している。それぞれ確認しよう。</p> <p>(a) passing (b) chauvinistic (c) margin (d) mediation</p> <p>▽「異文化に接したときに、自分は(a)～(d)のどのパターンをとると思うか？」</p>	<p>資料を配布し、生徒に読ませる。</p> <p>4つのパターンについてしっかりと確認する。内容については適宜、補足・解説する。</p> <p>(a)～(d)をカードにして黒板に掲示し、【展開2】で行った①～④の類型と対照させる。</p> <p>選択させて理由を述べさせる。(a)～(d)を組み合わせさせて答える生徒もありうる。いったん生徒の意見を出させてから、より具体的な状況を設定して選ばせることも考える。</p>
<p>【まとめ】</p> <p>▼今後の世界では、私たちが好もうと好まざるとも、何らかの形で自分たちとは異なる価値に遭遇することになると予想されている。「カルチャーショック」に悩むことが日常化する時代が来るのである。</p> <p>▽「カルチャーショックと付き合うためには、(a)～(d)のどれが一番望ましいだろうか？」</p> <p>▼さて、私の引き出物なのだが、結局、デパートの引き出物カタログに決めた。各人が主張する品物が取り揃えられていたからである。後日、デパートから各人が注文した品物のリストが送られてきた。彼・彼女らは、自ら主張した品物ではなく、欲望の赴くままに別の品物を手に入れていたのであった。</p>	<p>予想の根拠を示す。①少子高齢化にともなう労働人口の不足に対処するための外国人労働者受け入れ（法務省出入国管理計画）、②フランスの社会学者ジャック・アタリの予想、③グローバル化の進展、④アメリカのスチュアート高校の生徒の集合写真（『ナショナル・ジオグラフィック』より）など。</p> <p>生徒の意見をきく。互いに議論させる。(d)が望ましいという結論になるであろうが、ほんとうにそうか考えさせる。授業者は(c)が望ましいと考えるので、その点について議論する。時間がないことが予想されるので、その場合は、後日議論する。</p>

■考察

予定調和的な結論へと導く教材であったように感じた。アグネス・チャンの「カルチャーショック」に遭遇したときの4つの態度では、mediationが望まし、つまり文化の多様性を認めようという前提があり、そこに議論がとどまってしまった。本授業のように、文化の排他性という視点が落ちてしまえば、異文化理解が単なる相対主義にとどまり、権力の問題が欠けてしまう。じつは、この点が異文化理解教育の陥穽ではないだろうか。mediationが望ましいかどうかを生徒に吟味させたが、そこまで至ることができなかった。

3. 授業記録へのコメント

前半の「引き出物」に関するテーマは、日本人に特有の贈答品を事例としたものである。しかし、このテーマは、日本人に特有の謙遜というものが織り込まれている点が、授業の内容からはあまり明確にはなっていない。この謙遜という概念、つまり日本人がよくつかう「粗品」という

単語や「つまらないものですが」というフレーズは、日本人以外には全く理解できない心意なので、グローバルな視点からは比較することは難しいと考えられる。したがって、引き出物をテーマにしたことは、生徒の理解が十分得られたのかは疑問である。

また、「引き出物」を手掛かりとして、贈答文化を軸にして贈与論や互酬性へと展開することも可能といえる。日本人は、均質的な社会の中で生活しているので、「引き出物」から自身がつもものとは異なる価値観と接触することが想定されるが、価値観のことなる人たちへ贈り物をする機会は実際には少ないので、生徒たちが体験や経験として共有することができないのではないかと考えられる。

文化人類学の視座から見た場合、筆者がテーマとするのであれば、引き出物とも親和性がある結婚そのものである。近年、国際結婚をテーマとした異文化理解に関する図書は数多く出版されている。結婚前は表面的にはお互いの文化を相互理解していたと認識してきた夫婦が、一緒に生活することで、お互いの生活習慣や文化や宗教の違いを認識しながら、差異を克服した話は、枚挙にいとまがない。さらに子供が生まれて学校に行くことになり、それぞれの子供時代の教育環境の相違に戸惑った話まで、テーマとしては無限に広がっていくのである。これこそ、「カルチャーショック」や「異文化理解」に密接に関連すると考えられる。中等教育学校の授業の中で、他の国の学校生活の違い等を抽出できれば、生徒たちの理解も深まることが予想される。さらに、結婚をテーマとしてジェンダー的視座からの展開も想定されるのである。

次に後半部分のテーマとして取り上げられたのはアグネス・チャン氏の「体験的国际交流論」である。これは、体験的と表題にあるようにアグネス氏自身の実体験に基づいているため、極めて説得力があるといえる。パーシング (passing)、ショービニステック (chauvinistic)、マージン (margin)、メデイエーション (mediation) の4類型が提示されている。それぞれ、異文化に接触した際に個人がとりうる行動として想定されるものである。

異文化に接触した時に、個人がとりうる態度として理想的なものが、もともとの文化と新しい文化が調和したメデイエーションであることは、いうまでもないことなのである。しかし、もともとの文化を過度に否定してしまうパーシングや、異なる文化を過度に拒絶し、もともとの文化に依存するショービニステック、両者の中間で右往左往するマージン等、いずれも、アグネス氏だけでなく、海外で現地調査を行った筆者でも経験したことでもある。

授業の方向性として、異文化理解や国際交流を目指しているため、メデイエーションへと最終的な目標が設定され、それに向けて論議が深まるという授業は、附属中等学校における政経の授業の到達目標として、正鵠を得たものといえる。

しかし、グローバル化が進んだ現在の国際情勢のなかで、近年台頭してきているアンチグローバルイズムの潮流も看過できないものとなっている。筆者は、このような新しい過激な政治運動への対応も想定して授業を構成する必要があると考える。つまり、先にあげた4つの分類のなかで、ショービニステックに関する対応である。

現在アメリカで生起しているアンチグローバルイズム的な政治運動は、ヨーロッパにおいても大きな潮流となりつつあり、これからの数年間は確実に、世界経済や政治の保守化という点で、われわれに与える影響も小さくないといえる。最も好ましい選択肢に向けて論議も導くことが望ましいのは理解できるが、最も望ましくない帰結が到達する可能性も全くないとは言えないのである。

さらに、異文化理解という視点からは、もっと身近なテーマがあるといえる。それは、国際観

光都市である奈良の街にあふれる外国人観光客の存在である。外国人観光客は、奈良に大きな観光収益をもたらすとともに、その一方で文化的な軋轢も生起させているのである。インバウンド観光に対応した行政の観光案内所の職員やボランティアガイドの人たちに、異文化理解や国際交流といったテーマで体験談を語ってもらうことも一つの方法であろう。また、奈良女子大学には外国人留学生が多いので、これらの留学生の日本の生活での体験や、母国の生活や文化との相違をどのように認識したか、あるいはどのように生活の困難さを克服したか等を話してもらうことも有意義な授業方法と考えられる。

高等学校「倫理」と「政治・経済」を接合する試みとその課題

— 公民科教育の深化のために —

中村 博之（奈良女子大学附属中等教育学校）

柳澤 有吾（奈良女子大学大学院人文科学系）

1. はじめに

公民科教育は曲がり角に来ており、公民科目の今後の在り方についても中教審で議論がなされてきた（新科目「公共」の設置を含むその結果は、平成28年12月に「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について」としてまとめられている）。答申に先立つ教育課程部会特別チームの議論において当初「課題」として挙げられていたのは、①積極的に社会参加する意欲が国際的に見て低い②現代社会の諸課題等についての理論や概念の理解、情報活用能力、自己の生き方等に結びつけて考えることに課題がある③課題解決的な学習が十分に行われていない、の3点である。このうち、とくに「社会参加する意欲」や社会問題を「自己の生き方に結びつけて考えること」は、「社会」と「自己」を結びつける公民教育の根幹にかかわる部分であり、また基本的にマニュアル化には馴染まないこともあって、理論的にも実践的にも課題が多い。そこには、「社会的存在」としての自己を再発見し、自らが「当事者」であることを自覚する主体的プロセスが介在しなければならないからである。

そのプロセスを起動させ導くうえでは、社会問題を具体的に取り上げ、その複雑さや難しさを引き受けながら、粘り強く調べ、また考え抜いていく作業に取り組むことがひとつの有力な方法になる。たしかに、スキルを磨くためならば、モデル化され一般化された事例や思考実験的な問題設定でもある程度は役に立つ（それを「課題解決的な学習」と呼ぶこともできよう）が、社会で現に生じている問題や生起しうる事柄が有する「重み」、それが突き付ける問いの「鋭さ」には代えられない。仮想的な問題の場合、クイズにでも取り組むかのようにテクニカルに対応し、最初から最後まで「客観的に」（いわば他人事として）話を済ませてしまうことも可能である。が、そうではなくて、社会の一員としての自己を意識しつつ、それをどのように引き受けるのか、主体的な問題として生徒が考えられるように授業を組み立てることが肝要であろう。その際、「公民」を構成する科目相互の関係にも留意して、多面的・総合的にアプローチする必要がある。

科目相互の有機的連携の重要性については現行の学習指導要領（平成21年12月）でも指摘されている。「公民」を構成する3科目のうち、「現代社会」は、それだけ独立して履修しても公民科の目標を達成できると考えられているので、連携が問題になるのは「政治・経済」と「倫理」である。この両科目を結びつける手掛かりは指導要領のうちにも求めることができるだろう。

まず「政治・経済」の側から考えるならば、たとえば以下のような一節がある。「高等学校では「政治・経済」において、「個人の尊厳」、「基本的人権の尊重」、「対立」、「協調」、「効率」、「公正」など政治や経済をとらえるための基本となる概念や理論を学び、現代社会の諸課題を考察させることによって見方や考え方を吟味し、さらに深化、発展させるようになっている」。これらの「基本となる概念」のうち、とくに「個人の尊厳」や「基本的人権の尊重」、「公正」などは倫理的観点からも重要であることは言うまでもない。次節で見る授業実践との関連もあるので、

ここでは「公正」という概念に注目してみよう。「公正」が意味するものについては、「幸福」及び「正義」との関連で比較的詳しく説明されているが、とりあえず、「対立や衝突を調整したり解決策を考察したりする過程において、また、その結果の内容において、個々人が対等な社会の構成員として適切な配慮を受けていること」という定義だけ確認しておこう。その在り方においても環境条件においても等しからざる個々人が、「対等な社会の構成員として適切な配慮を受ける」とはどういうことを意味するのか、また、それはいかにして可能になるのか、さらに掘り下げていかなければならない。

一方、公民の一部としての「倫理」には、道德教育に相当する「人間としての在り方生き方に関する教育」の中核を担う役割が割り当てられており、「人格の形成に努める実践的意欲を高め、良識ある公民として必要な能力と態度を育てることを目指して設けられた科目」とあるように、意欲や態度、実践的能力にアクセントが置かれている。しかし、そうしたものをそれだけ独立して育てることは難しい。「良識ある公民として必要な能力と態度を育てる」うえでも、「人格の形成に努める実践的意欲を高める」ためにも、拠り所が必要である。指導要領でも、「生き方の課題を現代の倫理的課題と結び付けて学ぶ」ことが重視されており、「倫理」の側から見ても、現代社会の諸課題に取り組むことを通して、その目標を達成することが求められている。「政治・経済」と「倫理」を有機的に結びつける具体的な取り組みが重要になってくる所以である。

以下では、東日本大震災後の原発問題を素材とした授業実践記録を検討することによって、その試みの可能性と課題について考えてみたい。(柳澤有吾)

2. 授業の概要

社会（公民科）授業研究（6年「政治経済」）

■実施概要

テ　　マ	原発の「いま」と「これから」について考える～政治経済と倫理のはざままで～
授　業　者	中村 博之
対　　象	6年「政治経済」（選択科目）
本時の目標	2011年の東日本大震災に直面し、原発にかかわる以下の問題を「市民のひとりとして」把握し、行動原理を考える。 授業者から問題を提起し、生徒から意見を受けたうえで、対話形式による発展をめざす。 問題提起の際には考えるための道筋となるヒントを幾つか提示していく。生徒の思考のプロセス自体を重視し、結論はオープンエンドという方法をとる。 1. 誰が（事故の収拾という）危険な作業を担うべきなのか 2. 避難住民に対する賠償金や事故対応にかかる費用は誰がどのようなかたちで負担すべきか 3. 「いま」を生きる我々と、「これから」を生きる将来世代の人々にとって原発政策はどうあるべきか（これからも推進すべきか、それとも将来的に廃止すべきか）

■単元の指導計画

- (1) 単元名：「現代を生きる人間の倫理～正義の考え方」および「現代社会の諸課題～原子力発電の動向～」
- (2) 単元構成（本校の教育課程では5年「倫理」および6年「政治経済」それぞれにおいて学

習した内容を以下に整理して示す

- ① (倫理) 民主主義の成熟のために …………… 2 時間
- ② (倫理) 正義の考え方 …………… 1 時間
- ③ (政経) 地球環境と資源・エネルギー問題 …………… 2 時間
- ④ (政経) 福祉社会と日本経済の課題 …………… 2 時間
- ⑤ (倫政融合) 原発のいまとこれからをかんがえる …………… 1 時間 (本時)

■授業のねらいと構成

今回の授業で生徒に考えさせたテーマは、震災が引き起こした原発事故の対応という「危険な作業」を誰がどのような条件のもとで行うべきなのか、という点と、震災(復興)にともなう経済的な負担を誰がどのように担うべきなのか、という点とである。これらの問いは以下の2つの原理的考察を含む。一つは共時性における原理、もう一つは通時性における原理である。前者については、社会的公正の基準(別言すれば「配分的正義」)について、今の世代のなかで考える契機を与えることが狙いである。後者については、「未来世代への責任」という原理である。授業に際して、教師は基本的にファシリテーターの役割を担い、対象生徒の参加方法はディベートやディスカッション形式ではなく、質問に対する意見を用紙に書き、それを分類して意見の傾向分析を行い、何人かの生徒を指名して再度教師から発問をし、意見を聞くというスタイルで展開することとした。なお、授業導入時に生徒たちへの注意事項として「遠慮のない、タブーを設けない真面目な議論にしよう」ということに力点を置いた。なぜなら、冷やかしかや遊び半分では困るが、「被災地の人たちが困っているのに」という感情論が先行すると、配分的正義の議論が冷静に行えなくなるからである。

以上のねらいをもって、この授業は高等学校「倫理」と「政治・経済」の両科目を接合する一つの試みとして行った。

■教材

教科書「倫理」東京書籍

「政治・経済」東京書籍

副教材「政治・経済資料集 2016」清水書院

参考文献(今回の授業を作るうえで参考にした書籍等)

M. サンドル『これからの「正義」の話をしよう～いまを生き延びるための哲学』 早川書房

同 『マイケル・サンドル大震災特別講義 私たちはどう生きるのか』 NHK出版

J. ロールズ『正義論 改訂版』川本隆史監訳 紀伊国屋書店

伊藤滋 他編『東日本大震災 復興への提言～持続可能な経済社会の構築～』 東大出版会

加藤典洋 『未来からの不意打ち』(河出書房新社編集部編『思想としての3.11』所収)

加藤尚武他編『現代世界と倫理 改訂版』 晃洋書房

■授業展開

時間	授業の流れ	教師からの手引き	生徒の動き	備考
導入 5分	東日本大震災と原発事故について言及する我々は、「公正な社会」に生きる市民としていかに行動すべきかについて、真面目に考えてみよう。	<p>[意見を述べる際のルール]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・真面目に考えることを条件に、「タブー」を設けないこと ・他者を納得させるための根拠づけに努めること ・多様な意見が出るのが望ましい。柔軟な思考を心がける 		意見を書く用紙とマグネットを用意する (約60枚・マグネットは30個)
展開 10分 (3分)	<p>問いかけ</p> <p>①誰が「危険な作業」を担うべきだと思うか</p> <p>→①の意見集約・展開</p>	<p>「危険な作業」とは、ここでは被爆の可能性が極めて高い原発施設内・周辺での諸々の作業をさす。何を最優先すべき課題とみなすかによって意見は変わりうる</p>	<p>「〇〇が担うべき。なぜなら、…」という形で考えをまとめ、WBに貼る</p> <p>他の意見を要約でメモ</p>	各自、書き上げた順に貼りに来るよう指示 ※自分が書いた用紙がどれか分かるように
10分 (3分)	<p>②誰が原発事故の損害回復費用を負担するべきだと思うか</p> <p>→②の意見集約・展開</p>	<p>莫大な消火・放水活動費 周辺住民への損害賠償、除染作業費用等(実例として震災賠償支援機構の紹介)</p> <p>→負担の公正な配分について考える</p>	<p>「〇〇が負担するべき。…」という考え方が社会の公正を実現するから」という形で考えをまとめ、WBに貼る</p> <p>他の意見を要約でメモ</p>	同上
15分	③これからの原発政策はどうあるべきか	<p>「いま」と「これから」(未来世代の人々)を思考の地平として、推進すべきか廃止すべきかを考える</p> <ul style="list-style-type: none"> ・義務論的思考 ・目的論(功利主義)的思考 	メモ用紙に、意見を書き、それぞれが述べる。教師との対話形式で進行する。	様子をみて推進・廃止どちらかへ挙手させる等の方法を適宜取り入れる
結び 5分	意見・学習のまとめ	<p>「公正な社会とはいかにして作るか」を考察する＝正義論(ロールズ、サンデル等の試みで、政治哲学とも称される)1つの答えは出ずとも、問題点の整理や我々の行為の選択枝を考慮する等が可能になる。市民がつねに公正な社会の実現を志向する姿勢を示していくことで、国会や政府の審議の成熟にもつながるのではないか</p>		

■考察

この授業案は、執筆者が以前行った公開授業のものであり、その時に得られた生徒の反応を含めて以下に記したい。

①の問いは、「身体的なリスク」という（いわば「負」の）分配の方法を考えるものである。担い手として挙げられる対象者は、事前に予想した範囲内の意見がほとんどだったが、予想に反していたのは例えば「自衛隊が中心となり、ボランティアも募る」「東電職員がまず責任を持って最大限行い、足りない場合は公務員等を中心に政府が任命した者を派遣する」など、担当者を複数で捉える意見が多く、現場主義・現実主義的な解答が多かった。実際に行われた作業自体はそうした複数の対象者によって担われていたのであり、報道の記憶に引っ張られた意見であった可能性もある。少数意見（1人）であったが「高額な報酬でならやってもよい」は、生徒から出て欲しいと思っていた意見の1つであり、そこで立ち止まって「倫理的な問題として捉えたとき、お金目当ての善行は正しい行為と言えるだろうか？」と生徒に問いかけてみた。その時の1人の生徒の答えは「無償でやるという人が居たらそれがベストだが、それでは人員が不足するだろうし、命の危険を伴う作業への高額報酬はやはり倫理的にも『不道德』とまでは言えないのではないか」と返ってきた。そこで再度私のほうからは、行為の程度についての整理（以下 A.~C.）を提示した。すなわち、A.倫理的に「善い」行為 B.倫理的に「許容できる」行為 C.倫理的に「許容できない・悪い」行為 の3つである。高額報酬による担い手はB.と考え、倫理的な意味での「善」と「公正」を切り離して考えることが必要かもしれないとコメントを付け加えた。さらに、「復興を支援するべきである・またはするべきでない（する必要はない）」という議論の前提となる判断を導く主な倫理的な枠組みには、「義務論的倫理」と「功利主義的倫理」の2つが存在することを確認した。（この枠組みについては以前の授業でも取り扱ったことがあるため）

②の問いについては、経済的負担における公正について考えるものである。大きく分けて財政支出をイメージする意見（所得税や消費税を上げる、特別な措置をせずに一般会計予算から捻出する、国が負担する等）と、民間支出をイメージする意見（寄付金、電力料金を上げる等）との2つの方向性が提示された。教師からは、指名した生徒との対話を通じて、以下の論点整理の方法を提示した。

1. 「寄付金」のような市民の善意によってのみ復興支援を行う国家モデルは想定しうる。R.ノーゾック等が提唱する「リバタリアニズム国家」である。今回の意見の中には、この立場を支持する者はいない。

2. 電気料金の値上げによって、原発事故処理と事故に伴う賠償等を国民が負担する方法は想定しうる。しかし、実際に誰がどれだけ負担するべきなのか、という点について考える必要がある。たとえば電気使用量が多い人ほど、その使用量に比例して多額の負担をする等の例が考えられるが、その方法が公正だと言えるのか。この公正についての検討は、以下「税負担による財政措置」のケースと論理的に同一のカテゴリーだと考えてよい。

3. 税負担による財政措置によって国民が負担する方法については、以前「税の公平性」の単元で学習したが、間接税によるのか直接税によるのかで、負担の在り方についての考え方は大きく異なる。復興経費の総額が大きければ大きいほど、低所得者の負担率は高くなることになる。所得税であれば累進税率をどのように改変するのかを検討することも、公正についての議論では重要な課題となる。現在の税制は、（最高税率が約2000万円を超える部分の所得に対して40%であり）1980年代のそれ（約7000万円を超える部分の所得に対して80%）と比べて、所得格差

の拡大を是認した制度である。「負担できる能力のある者に対してより大きな負担をしてもらう」という意見は複数あったが、この意見は累進税率を後者の方向へ変えていくことにつながる。

※上記の税制については公開授業当時のものである。

③の問いについては、古くて新しい「原発推進政策 Yes? No?」の問いである。将来を担う若者たちが、政策を決定していく際の大本となる理念の望ましいあり方について、大いに真面目に考え、議論するという「場の設定」は重要である。

この授業後に行われた研究協議会にて、指導助言者の西村拓生先生より大変参考になるご意見をいただいた。以下に要点を記しておきたい。

(1) 今回の授業の「位置づけ」について

リベラルアーツ、シチズンシップ教育とは、「フェアに議論できる市民」を育てる教育であり、今回の授業はその核心となるものだといえる。

(2) 「フェアに議論できる市民」を育てるために必要なものは何か＝それは「思考力」である。思考力を素朴に図式化して、それぞれの力を授業の中で問うことが出来ているかを検証したい。

①判断←②理由付け（論理）←③前提となる原理←原理の妥当性

←③' 前提となる情報←情報リテラシー

(3) 「書く（各自の思考）」「貼る（構造化）」「語る（パフォーマンス・表現）」この意味についてそれぞれが議論の成立にとって重要（必要）なファクターとなっている。この3つの作業が生徒の中でしっかりと共有されていることが、授業の成功の鍵となるであろう。

(4) 「公正」については、やはり原理の妥当性を問う必要あり。

原理の持つロジックが「(生徒の思考を) 抑えこむ力」として働く危険性というはある。そのため、原理それ自体の妥当性を問うことが欠かせないのだが、今回の授業ではそこまで至っていない。また、「フェアプレー」の「フェア」が、「美しさ」「かっこよさ」といった「感」から生じるものだとすると、原理の妥当性について検討しつつ、「感」から「観」へどう展開するかを考える必要がある。

最後になるが、「原理の妥当性」（つまり今回の授業のなかで言えば「義務論的思考」「功利主義的思考」などの原理そのものについての妥当性）について考えることは、こうした政治哲学的なテーマの議論の要諦である一方、高校生の公民科という（生徒の）発達段階においてこうした主題を本格的に授業で扱うには、教師側にも生徒側にも、非常に高い知的・授業技術的・意欲的な水準が求められることになる。言うまでもなく、相当の長期的視野に立った授業計画と授業案作りも必要となる。授業の前後の文脈を断ち切ることなく、しかも今回のように時事的な話題との連関性の中で原理の妥当性についても議論しつつ、「(現代社会に存する) 生きた教材たる諸問題を考察していくという授業展開が、言うは易し、だが実際に可能かどうか。それが出来たとき、「政治経済」と「倫理」がもっと緊密な繋がりを持って生徒自身の眼前に表れてくるように思われる。(中村博之)

3. 検討

「はじめに」でも確認したように、具体的な社会問題に即して高等学校「倫理」と「政治・経済」の両科目を接合する試みが為されるのは、公民という科目の目標を達成する上できわめて有意義なことである。知識からはじめることの多い学びのプロセスを現実と結び付けることで、学んだことの有効性を確認するとともに、現実の複雑さに直面して、それをさらに深く分析し検討

するための視点やツールの必要性と重要性を実感することも可能になる。その一方で、原発問題のように高度に複合的な問題について倫理的考察を促そうとする場合には、どの水準で、誰を主体に、どういう意味での「倫理」を問おうとしているのかを明確にしないと、議論が混乱したり拡散したりして焦点を結ばないまま終わってしまう可能性もあるので、注意が必要である。

まず、課題①に関連して授業者が注目している生徒の意見、(危険な作業を)「高額な報酬でやらせてもよい」からはじめることにしよう。授業の流れからすれば、「お金目当て」という動機の不純さと「善行」という結果のよさから出発して、「義務論的倫理」と「功利主義的倫理」の話につなげていってもよかったかもしれない。ただし、この話を「動機か結果か」という二者択一の問題として扱うことが適切だとは思われない。授業者が「善と公正を切り離して考えることが必要かもしれない」とコメントしていた点は、行為の理論としては、合理性の観点から論じられていることでもあり、行為の合理的根拠全体のうちで道徳的な理由をどう位置付けるのか、丁寧に考える必要がある(わたしたちは自己の幸福あるいは利益を追求する存在でもあり、「道徳的でない理由」も——少なくともある程度までは——「理由」として相互に認めあっているはずなので)。

その点からすれば、そもそも「お金目当て」と称してよいかどうかも問題である。その呼び方には、「報酬を基準にすべきではないところで金銭を行動原理として採用する間違った態度」という含意があり、論証されるべき結論を先取りした論点先取的言葉遣いだとも言える。「リスクや負担に応じた(高い)報酬が用意されてしかるべきだ」という考え方は、広く認められている市場原理に即したニュートラルな立場として理解することもできよう。ただし、そもそもなにをどこまで市場に委ねてよいのか問題であるし、市場を自由な主体間の平等な取引関係として描くことの一面性にも注意を払わなければならない。「自由な選択」の背後には、しばしば、様々な事情でやむを得ずそういう選択をせざるを得ない人々の「不自由さ」が隠されているからである(いわゆる「経済的徴兵制」に類する問題)。

課題①で、「危険な作業」の担い手として、「東電」「公務員」「自衛隊」「ボランティア」等が挙げられていることから、なにを読み取ることができるだろうか。そこに「責任」の観点が関わっているのは明らかである。2017年3月の前橋地裁判決は東京電力と国の過失を認め、賠償責任ありとした。事故の予測可能性があったと認定したからであるが、刑事責任を問う裁判ではそれとは違った判決が下される可能性もあるし、他のケースを想定しても構わない。「未曾有の」事故、「想定外の」事故について、責任を問う余地がほんとうにあるのか、あるとすればどのような意味においてか。生徒たちの認識と社会の仕組みや法的な考え方とのズレについても確認しながら、語り合うべきところであろう。「無過失責任」や「無限責任」などの概念についても説明があったほうがよいと思われる。

また、形式的・法的な責任の認定問題とは別に、実質的な責任能力・対処能力について考える必要もある。特別職である自衛隊だけでなく一般の公務員も動員されてよいと生徒たちが考えているとすれば、それは「公務員」というものに関するどのような認識と前提によるものなのか、問わなければならない(「公僕」はなぜそしてどこまで「公」に殉じるべきなのか、一般市民との違いはどこにあるのか、等々)。

関連して、「ボランティア」についても考えるべきことは多い。社会的な意味での「仕事」あるいは「役割」との関係において、「ボランティア」とはどのような存在なのか。また、ボランティア自身の立場からみたとき、なにがその人をボランティア活動へと動かすのか。具体的な声

をメディアから拾ったり、生徒自身が想像してみたりすることもできるだろう。そこから、市民社会の構成員のあり方や相互の関係性について、読み取れること、考えられることもあるのではないか。

②についても、まずは責任論との関係を確認して、そのうえで、公共的な「みんなの問題」としてはどう考えられるべきかを問うのが筋であろう。ここで、一般論としての税制論議に移る前に、受益者負担論を見ておく必要もある（電気料金への上乗せはそのひとつの形である）。原発の場合に受益者負担の議論が重要なのは、電源開発における都市と地方の格差がひとつの焦点だからである。日々支払われている電気料金には、原発や使用済核燃料貯蔵施設・加工施設を受け入れた自治体に対する補助金（電源三法交付金）負担が含まれていることにも留意したい。いずれも「公正さ」にかかわる問題である。

それと同時に、費用負担が実際には社会的にどのように配分されているのかを調べ、その背景にある問題点を探ることもできるはずで、「公正」という理念に基づいて構想される負担プランと実際の配分状況とを比較検討するだけでなく、実際の配分ルールの背後にあって暗黙の前提となっている事柄や、そこに見て取られる社会像や人間像のようなものを読み取り、「公正な社会」のそれと比較する作業も課題になりうる。

ロールズ、サンデルなどの議論に即してあらかじめフレームを用意し、そこに向けて話を収斂させていく方法もあるだろうが、震災や原発の問題において「公共性」や「公正としての正義」が具体的にどのように問題になりうるのかを事柄自身に語らせるような形で明らかにしていき、そのうえでロールズらの議論が有する意義や射程などについて生徒に考えさせるやり方の可能性も探ってみる価値はある。そのような作業を通して、所与の条件のもとでの課題解決能力だけでなく、前提としての公共的な基本的原理そのものを批判的に問う力——「より良い」社会を構想し実現していくためには不可欠の力——も育っていくのではないだろうか。（柳澤有吾）

内側と外側の関係を探求する教科としての公民科

— 社会学との関連性をめぐって —

小川 伸彦（奈良女子大学研究院人文科学系）

1. はじめに

学問領域としての社会学及び大学でのその教育は、中等教育における「公民」とどのような関係をもっているのだろうか。本稿では、まず公民科の授業事例を紹介し、続く節で、そこにいかなる着想や創意が包含されているのかを社会学の視点から指摘したい。その際には、社会学（教育）と公民科の共通性を、＜内側と外側＞という視座を用いて浮き彫りにすることを試みる。そのうえで、大学での教員養成課程における「教科に関する科目」の一つとしての社会学教育と公民科が結びうる関係の可能性について言及したい。

なおここで、「公民」としているものは、高等学校の公民科と中学校の社会科公民的分野の双方を念頭においている。

2. 事例

本節では、奈良女子大学附属中等教育学校の鮫島京一教諭が作成した授業内容（2016年度公民科「政治経済」/同校6年生〔高等学校3年生に相当〕向け）を一回分、詳しく紹介する¹⁾。

(1) 授業の概要

本授業の実施概要は下記のとおりである。

テ　　マ	アイデンティティをめぐる政治——現代世界をとらえるために——
授　業　者	鮫島 京一
学　　級	6年「政治経済」
本時の目標	1. 以下の3点について理解を深める (1) 人間のもつ攻撃性とそれを生み出す社会の存在 (2) ヘイトスピーチが生み出される社会的背景 (3) アイデンティティを構成する要素の政治的利用 2. 1をもとに、世界で起こっている社会的マイノリティへの攻撃を乗り越えるためにどのような試みがあるのか、ということについて自ら考える条件をつくる。

■単元の概要と目標

授業者が実施に際して設定した本単元の概要と目標は、下記のとおりである。

「個人的なことは政治的である」というフェミニズムのスローガンに象徴されるように、現代社会における政治をとらえるためには、政治の概念そのものを拡張する必要がある。すなわち、文化をめぐる問題という視点から現代社会をとらえる目を養うことが求められる。本単元では、アイデンティティに関する学習を、従来の「青年期の課題」として展開するにとどめることなく、社会や歴史、そして個人的な嗜好などと関係づけながら展開す

ることを試みた。自分をつくっているものについての理解を深めることが、社会や歴史を理解することへとつながっていることをつかませることが本単元の目標である。

(2) 単元の指導計画

単元の指導計画は下記のとおりである。

- 1 時間目：アイデンティティとは何か—青年期の課題としての自立—
- 2 時間目：性とアイデンティティ—LGBT をめぐる偏見や差別—
- (本時) 3 時間目：ヘイトスピーチとアイデンティティをめぐる政治
- 4 時間目：自分らしく生きる—あっても良い違い、あってはならない違い—

(3) 授業展開

授業展開は、下記のとおりである。

授業のながれ	教師のコメント及び生徒の活動
<p>【導入】</p> <p>▼鶴橋におけるヘイトスピーチの様子を描いた映像を視聴する。</p> <p>▼ヘイトスピーチについて解説する：社会的マイノリティ、国籍、性的指向などを対象として暴力的な誹謗中傷を行う／扇動する発言。</p>	<p>▽視聴後、感じ考えたことを述べる。「憎悪感情、罵詈雑言を口に出している」など</p>
<p>【展開1】 ヘイトスピーチの「文法」</p> <p>▼ヘイトスピーチの「文法」とは？ ヘイトスピーチ用語集（パワポ）を提示する。 「我々は～」「憎き朝鮮人」「朝鮮半島に帰れ」 etc…</p> <p>▼「文法」の特徴はどこにあるだろう？ 感情：憎悪、嫌悪感、イラつき、むかつき…etc 論理：二分法、還元主義、決定論…etc 単純な論理や感情で反論は聞かない</p> <p>▼このような感情・論理構造を持つ人と一緒に暮らせるか？</p> <p>▼どうして、こうになってしまうのだろうか？ この人たちだけが特殊なのだろうか？</p>	<p>▽資料をみながら、「文法」について考える。</p> <p>▽特徴について考える 「自分たちこそが正義であり、被害者」 「好き／嫌い」「仲間／その他」といった単純な二分法に基づいた感情や思考の構造</p> <p>▽「暮らせない」と答える生徒が多いだろうから、理由を丁寧に聞く「何らかの理由で難癖をつけられるかもしれない」「自分の変えられないところを攻撃しているから」</p> <p>▽考えを述べ合う「生まれながらに攻撃的ではないだろう」「ヘイトスピーチを行うことを仕事にしているのでもないだろう」</p>
<p>【展開2】 人間のもつ攻撃性</p> <p>▼スタンフォード監獄実験のあらましについて説明</p> <p>▼以下の三つの問い順番に提示する</p> <p>①なぜ、この実験は5日で終わってしまったのか？ →看守役が暴走する</p>	<p>▽説明を聞く</p> <p>▽①～③について考えを述べ合う。他の具体例を挙げながら、述べる。</p>

<p>②このことからわかることは何か？ →普通の人がある一定の社会条件の下において、だれでも攻撃的になる。</p> <p>③それはどういった状況だろうか？ →権力関係が固定化している状況</p> <p>▼誰でも、ある一定の条件下において、ヘイトスピーチを行う可能性がある →エーリッヒ・フロムの『破壊』『悪について』を紹介。</p>	<p>▽特殊論や個人に還元するのではなく、人間のもつ攻撃性と、それを生み出す社会について考える。</p>
<p>【展開3】 ヘイトスピーチの社会的背景を考える</p> <p>▼ヘイトスピーチが生み出されてしまう「一定の条件」(社会的条件)とは何か？</p> <p>①在日朝鮮人に対する不満 ②その背景には社会全体への不満</p> <p>▼なぜ不満をもつのだろうか？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・不安な状態と改善を切に願う人々の感情 ・社会的格差・不平等からくる不満→不安→さまざまな社会的格差の拡大と固定化 <p>▼不満や不安の出口は？</p> <p>▼不満や不安の「はけ口」としてアイデンティティが政治的に利用されてはいないだろうか？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・移民・宗教・ジェンダー・セクシュアリティ・国民意識・民族意識などのアイデンティティを構成する要素が政治的に利用される ・いじめなどにも通じるのではないか？ 	<p>▽考えを述べ合う</p> <ul style="list-style-type: none"> ・生活保護を受ける→在日というだけで ・歴史認識の違い→度重なる慰安婦問題など ・政治的な問題→竹島など <p>▽考えを述べ合う</p> <ul style="list-style-type: none"> ・不満が不安につながる。 ・自己存在が不安定である <p>▽考えを述べ合う</p> <p>▽考えを述べ合う。</p> <p>→「私とは何者だろうか」「私の仲間はだれなのだろうか」といったアイデンティティに関わる問題へと目を向けていく。</p>
<p>【まとめ】</p> <p>▼以下の3点について確認する</p> <ol style="list-style-type: none"> ①人間のもつ攻撃性とそれを生み出す社会の存在 ②ヘイトスピーチが生み出される社会的背景 ③アイデンティティを構成する要素の政治的利用 <p>▼以下の点について考えてみるように指示</p> <ol style="list-style-type: none"> ①ヘイトスピーチをすることが解決になるのか？ ②世界で起こっている社会的マイノリティへの攻撃を乗り越えるためにどのような試みがあるのか？ 	<p>▽授業を振り返る</p>

(4) 授業者による考察

本授業内容に関して、授業者である鮫島は、下記のような考察を寄せている。

いささか盛り込みすぎたように感じる。とくに、人間のもつ攻撃性については、スタンフォード実験もさることながら、エーリッヒ・フロムの研究を紹介するにとどめるのではなく、

じっくりとレビューし生徒に考えさせる方が、その後の展開、ヘイトスピーチのが生み出される社会的背景についての理解が深まったように思われる。もし、そうする場合、展開③を、次時にまわし、現代世界で起こっているさまざまな事例を提示し、じっくり分析することによって、現代日本と現代世界をつなげながら理解を深めるように促すことになるだろう。

3. 本授業の特徴

本授業の特徴はどこにあるだろうか。いかなる着想と創意がこめられているかという観点からさぐってみたい。

(1) 授業の概要 および 単元の概要と目標について

ここには評価すべき点がすくなくとも4つある。

1つ目は、教育内容としての「政治」概念の拡張の必要性がまさに今日生じていることを正当に示している点である。2つ目は、その拡張に際して、「文化」ファクターを重視していることである。ちなみに、筆者（小川）が奈良女子大学文学部で担当している教科に関する科目「文化社会学概論」において掲げている「概要」（2017年度版）は下記のとおりである。

「文化」の働きを考える

「文化」には多様な顔がある。それは人間が創りだし、受け継いでゆくものであり、暮らしや人生を豊かにする働きを持っている。しかし一方でそれは、人々の差異を明確化し、時には争いの根拠となる。さらに、社会を変革する力の源泉となることもある。本講義では、このような文化の多面的なあり方について、現代文化の諸相を描いたテキストを活用しつつ考える。

これは、差異・争いや社会変革といった広義の政治現象の可視化や根拠付けに文化が深く関わっていることを指摘したものであるが、鮫島による単元の目標と期せずして響き合っている。つまり、現代社会において、文化を考える際にはその政治的側面を、政治を考える際にはその文化との関わりを複眼的に把握する必要があるということ、どちらの授業も目指していることになる。

3つ目は、あえてこの問題を、諸単元の中の「政治」パートにおいてではなく、「青年期の課題」という従来の枠をも有効に拡張するものとして位置づけられている点であり、ここに授業者の創意のひとつがある。その結果として、人間の内側にあるもの（攻撃性やアイデンティティ）と外側にあるもの（ヘイトスピーチ・社会的格差・アイデンティティの政治的利用など）が、別々に存在するのではなく、密接に絡み合っているのだということへの理解を促す授業となっている。

そして4つ目は、〈本時の目標〉の後半にある、「自ら考える条件をつくる」の部分である。マイノリティへの攻撃を単に〈してはいけないもの〉と結論づけて納得させるのではなく、また、実際に存在する対抗措置の事例を学ばせるだけでなく、自分で考えるよういざなうことが重視されているのである。授業時間内に考えさせて終わりとするのではなく、授業後も一人でまたはクラスメートと考え続けたいくなるような「条件」を生徒に与えることは、課題や問題が授業終了とともに消えてなくなるのではないというメッセージもふくんでいる。

(2) 単元の指導計画について

上記で評価すべきとして掲げた1点目～3点目を、実際にはどのような具体的事象と関わらせて展開するのか。その題材選びは容易ではない。この問題に対するひとつのソリューションが単元の指導計画には示されている。

セクシュアリティと民族差別という、現代社会に生きる人間存在に直結する2つの大きな問題を取り上げている点がまずは注目される。そして同時に評価されるべき点は、この2つが、重要だから取り上げるという消極的な位置づけではなく、アイデンティティをめぐる問題という明確な位置づけを与えた上で呈示されている点である。そこでのキーワードは「違い」(=差異)である。差異をめぐる政治が、人間の内側と外側の両局面で展開されており、ひとりの人間の内面においても不断に問い返され更新されつづけるダイナミックな過程であることを、まさに現代社会の喫緊の問題に即して感得せしめる指導計画であるといえよう。

ただし一般に、アイデンティティのトラブルや排除問題を題材にする授業には、生徒に過度な心理的負荷を与える可能性もあり、相応の配慮と覚悟が必要である。さらにそこには、以下に記すようなひとつのジレンマが潜んでいる。

たしかに重要なのは、社会問題を他人事にしない、という態度であろう。「いじめ」への言及が授業展開の中にもあるように、内側と認識されがちな教室も安全地帯ではない。教室も社会であり、そのなかにも無数の内と外が存在し、外部社会という意味での外側と同型の問題が縮小再生産されて生じうるのでということへの自覚を促すことが必要である。しかし、自覚が問題の回避につながるとは限らない。問題を発生させる可能性さえあり、ここにジレンマがある。

別の表現で説明しよう。LGBTや在日の当事者をくいないことにしない>という想像力の涵養は重要である。しかしそれが成功すればするほど、ではこの教室のだれがそうなのかという事柄への意識が強化される。そのような意識が活性化した状況を教室に生み出したのち、教員はどう振る舞うべきなのだろうか。当事者生徒と非当事者生徒をふたたびどのように出会わせるのか。われわれとあのひとたち、といった分断線が教室の中に発生してしまったらどうするのか。いや逆に、発生を回避するよりも、一旦発生させたうえでそれといかに向き合うかを考えることが必要なのではないか……など、悩みは深い。

この問題は、大学の社会学の授業においても直面する事柄であるが、ホームルーム単位で生徒たちが日々濃密な人間関係を生きている初等・中等教育段階の教室においてはより重い問題であろう。鮫島がその単元構成において、マイノリティ問題を扱ったのち次時において、<4時間目：自分らしく生きる―あっても良い違い、あってはならない違い―>というテーマを設定しているのは、まさにこの問題に生徒とともに向き合いはじめるためである。

(3) 授業展開について

上掲の授業展開の表には、多くの着想や工夫が盛り込まれているが、以下3点に絞って言及したい。

1つ目は、事象をきめ細かく把握することの重要性である。それは、ヘイトスピーチの「文法」と題された<展開1>によく表れている。相手を傷つけるひどい言辞が横行しているのだなあ、といった概括的な印象把握ではなく、ヘイトスピーカーの感情や論理構造に迫るために「用語集」を用いた細かい検討が生徒とともになされていく。自然科学系の観察のみならず、社会現象についてまたリアルに細かく観察することがいかに大切さかを生徒は学ぶであろう。

そして、観察には装置が必要である。この公民科「政治経済」の授業で実験器具に相当するものは何であろうか。それは、「文法」という概念である。社会・人文科学系の探究においては、事象と分析者の間に＜概念＞を介在させることによって観察が可能になる。このことを生徒に体得させる工夫もここには込められているといえよう。

2つ目は、普遍性の指摘である。＜展開2＞の中の、「特殊論や個人に還元するのではなく、人間のもつ攻撃性と、それを生み出す社会について考える」という一文にそれは端的に表現されている。ヘイトスピーカーは自分たち生徒とは無関係で異常な人びとなのではなく、人間とは、自分自身も含めて誰しものがそうな可能性を持った存在であること。ナチズムの台頭などにも通底する問題であることを意識しつつ、単に思想や留意事項として説かれるのではなく、社会心理学の実験を参照して科学的に呈示されている。このことはふたつの効果をもたらす。生徒が自らの内にあるかもしれない攻撃性に客観的に向き合うきっかけとなるということが一点。そして二点目は、ヘイトスピーカーをただ排除することでは問題は解決しないどころか、それはヘイトスピーカーと同じ論理に乗った攻撃性の発露ではないのかという自問にスイッチをいれることである。

3つ目は、社会的要因へと視野を広げることの重要性である。人間の中に攻撃性が存在するとしても、すべての人がそれを発動させるわけではない。何が引き金を引くのかという問題を、個人の性格の相違といった問題に還元させず、社会的・政治的状況のなかにさぐるというのが＜展開3＞である。もちろんこのような構図の設定については、なんでも世の中のせいにするな、といった反論もありうるであろう。しかし、なにもかも「自己責任」の問題とみなす風潮はすでにこの社会に蔓延している。それとバランスをとる複眼的な思考を獲得するためにも、「社会的背景」に目を向ける訓練を教室内で行うことには大きな意義がある。

4. 公民科と社会学と社会学教育

(1) 公民科と社会学—その共通性の所在—

そもそも社会学とは何であろうか。ここ30年ほどの間に刊行された中でもっとも大部と目される社会学辞典には次のようにある。

「社会学は社会現象を人間の生活の共同という視角から研究する社会科学である」

「社会学とは、社会生活において人々のつくり出す社会的行為、相互行為、社会関係、そしてそれらの織りなす社会システムの構造と機能、およびその変動を主題として研究し、この主題に関係するかぎり、その研究対象領域をパーソナリティ・システム、文化システム、物財システム（artifacts system、すなわち人間の作り出した物的生産物）にまで広げようとする経験科学である」（秋元律郎「社会学」の項、森岡清美他編『新社会学辞典』有斐閣、1993：599）

また、比較的近年刊行された事典において大澤真幸は、「社会学を定義する根本主題」は「社会秩序はいかにして可能かという問い」であるとしている（「社会学」の項、大澤真幸他編『現代社会学事典』弘文堂、2012：570）。ここにいう秩序には「現実的な秩序と可能的な秩序の両方」が含まれ、具体的には、二つの問題系から構成されるという。それは、個人と個人（行為と行為）の関係、および全体と諸個人（諸行為）の関係をめぐるものである。

上記の二つの定義は一見隔たりがあるようにみえるかもしれないが、秋元の定義にある「研究」がそもそも何を解明するためのものであるのかを「秩序」を鍵概念として闡明したのが、大澤の定義であると結びつけることが可能である。

いっぽう、高等学校学習指導要領（平成21年3月告示）において教科としての「公民」の目標は以下のように示されている。

広い視野に立って、現代の社会について主体的に考察させ、理解を深めさせるとともに、人間としての在り方生き方についての自覚を育て、平和で民主的な国家・社会の有為な形成者として必要な公民としての資質を養う。

社会と人間の双方について広い視野から考察・理解しようとする点は、まさに社会学と問題意識を共有するところであることが読み取れるであろう。一方が学術研究であり他方が公教育の一環であるという違いがあるため、国家の有為な形成者の育成にかかわる後段の目的部分は一致するわけではないが、社会的存在としての人間の幸福のあり方を探究するという点においては共通している。

（2）「教科に関する科目」としての社会学と公民科

では、社会学教育とは何か。大学において社会学は学生に何を教えようとしているのであろうか。詳細に関しては、「大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準 社会学分野」（日本学術会議社会学委員会が作成し、同会議ウェブサイトで公開）を参照していただきたい。非常に包括性の高い構成となっており、あらゆる部分が公民科や社会科の公民分野と関係していることがわかるであろう²⁾。

社会学教育の内容を筆者なりにまとめておこなえば、それは大きく、技法・知識・構えの3つに整理できる。

技法というのは、質的量的な調査に代表されるような、科学的な結論を導く手順に関する教育であり、内外の文献を読みこなす能力もここに含まれるだろう。知識は社会学理論にかかわるものと、個別の社会一人間的事象にかかわるものがあり、ともに多岐にわたる。そして構えというのは、そもそも社会学的な問いをいかにして発し、それを深めていくのかにかかわる部分である。

この3つめの部分においても、教科に関する科目としての社会学が果たしうる役割は小さくないと思われる。というのも、上掲のような創意に富んだ授業内容の設定や展開が、授業者の個人的資質だけに依存しつづけるものであってはならないからである。大学における教科に関する科目を受講した学生が「公民科」や「社会科」を教える立場になった際に、社会とは何か、そして、それにいかに探究していけばいいのかをめぐって想起され役立つような内容であることが必要である。

その一例として、筆者が学生に示している社会学の定義を以下に掲げる。

社会とは、人々がかかわり合いながら生きていくことを可能にしている仕組み（価値・ルール・関係・媒介メディア・制度など）の総体です。そして、この「人々」の大半は、もともと見知らぬ者同士でした。そういう人たちが数人単位、もしくは数千万人単位で、直接・間接に関係しあいながらともに暮らしている……。これは実は、奇跡といってもよ

い驚くべき状態です（もちろん、奇跡が無理やり演出されている場合もあります。均衡が崩れ、反目にいたる現象も起きています。また、多数派のための奇跡から排除されて苦しんでいる人々もいます）。とにかく社会学は、この種の奇跡の存在に気づき・驚くことから始まります。（小川伸彦「社会学的思考のための11のヒント」小川・山編『現代文化の社会学 入門』ミネルヴァ書房、2007：273 - 4）

また、探究の着眼点に関しては下記のように整理して示している。「3 人のせい、世の中のせいにする」などは今回紹介した鮫島の授業内容と大いに響き合うものがあるといえるだろう。

社会学的思考のための11のヒント（▼は補足説明、●は例示／同書：270 - 273頁より）

1 「人それぞれ」からの脱却

社会意識・価値観や態度などがテーマのとき、「結局、人それぞれ」と考えてしまいがち。無理やりにでもこの思考法からひとまず脱却する。

→「個性尊重」の時代に育った私たちは、相手の判断や意思に介入しないことが善だと教えられている。ゆえについ、「人それぞれ、みんなユニーク」という思考に走りがち。ここから脱却して、まずはタイプ分けを試してみる。ただしそうすると、血液型性格判断のように、「タイプそれぞれ」に溺れそうになる。タイプ分けしただけ、にならないためにはさらに工夫を。

2 分ければ分かる、くくれば見える

さらに人間のみならず、どんな対象でもよく観察して、分類してみる。これが、理解の第一歩。そのうえで分類項間の比較をして、どんなくくりが可能かを探り、相互の関係や共通性を見抜く。

3 人のせい、世の中のせいにする

対象に含まれる特性を、本人の自律的な志向・力量（のなさ）・責任・判断によるものと考えず、それを取り巻く他者や、世の中（構造的なものや状況的なもの）のせいにする。

▼我々は、「人のせいにするな」と言い聞かされて育っている。そういう、世間の「道徳」は、ここでは忘れる。ただし、「人のせいにする」だけでもダメ。その人がそうしてしまう理由もさらにつきつめること。すると、結局は世の中のせいになる。そこで、なぜそのようなものを「世の中」は引き起こしてしまうのか、という問いにはいってゆくとよい。▼なお、世の中のせいにして、という態度を獲得した途端に、テーマを突き放して眺めることが可能になり、考慮される変数が増加して、調査にも厚みが増す。▼それにしてもなぜ、「人のせいにするな」という道徳規範が根強いのか。一考の価値あり。

4 ジレンマさがし

あちらをたてればこちらが立たず。板挟みはいかに存在し、どう対処されているか。ここにこそ、研究対象を読み解く秘密が潜んでいる。

▼良いことがもたらす困ったこととは何なのか。皆が合理的に判断しているはずなのに、結果として不具合が生じていないか。ある事象をめぐる、非難する人と擁護する人に分かれるのはなぜか……。そういうことに思いを巡らすうちに、社会的世界の複雑性が見えてくる。

5 概念を使う／つくる

《概念》は、ばらばらの物事をひとくくりにし、思考のはしごを一段あがるツール。テーマの特性や研究視点をうまく表現する《ことば》を、社会学という貯蔵庫のなかから見つけてください。あるいは、自分で発明してもかまいません。

6 批判してみる

テーマが「面白いもの・好きなもの・望ましいとされるもの」であるときほど、批判的視点が要請される。

▼批判は否定ではない。建設的作業である。ただし、世の中に流通している「批判もどき」の真似に終わらぬように。

7 解釈を解釈する

世の中のあらゆる事柄は、人々によって意味が与えられ、解釈されつづけている。その意味づけや解釈を、さらに解釈してゆく。

●「お金」はどのくらい大切に考えられているのか、それはなぜなのか。／「延命治療」について人々はどのように考えているのか、それはなぜか。

8 複眼の思考

「その事象は、Xにとって、どんな意味・機能や関わりがあるのか」という問いを立てる。このXに、《関係する人間／関係する集団・組織・地域／舞台としての社会》という（少なくとも）3つのものをあてはめて洞察を深める。

●「フリーターの増加」という事象は、「本人や高校生にとって／家族・雇用側にとって／現代日本社会にとって」、どんな意味・機能や関わりがあるのか。

9 違うものを探す（比較その1）

研究対象と「似て非なるもの」をさがして両者を比較すると、必ず発見がある。過去との比較も重要。

●サッカーファンの特徴を知るために、野球ファンと比べる。

10 似たものを探す（比較その2）

研究対象と「実は似ているもの」をさがすと、事象を把握する視野が広がる。

●学校は、実は工場や監獄と似ているのではないか。

11 その奥をみきわめる

目先のテーマの奥に何が見えてくるかを常に意識する。

▼「自分のテーマはAだけど、それを通して、Bまで明らかにできないか」という思考をもつ。

●A＝携帯電話の多機能性、B＝「そもそもコミュニケーションとは何か」、「そもそも情報とは」、「そもそも他者とは何か」「そもそも携帯するとはどういう行為か」など。

5. むすびにかえて一学と教育

大学人がおこなう研究教育の営みと、中等教育における教育実践とはいかなる関係にあるのだろうか。この点を考察して本稿の結びとしたい。

従来からの一般的な方向性としては、大学における学術の世界で発見・確認された知識を適切に取捨選択し、それをカリキュラム化して中等教育現場へ、という形がある。たとえば「公民科と社会科学:社会学的知識の教育内容化」(児玉康弘、2004、『新潟大学教育人間科学部紀要 人文・社会科学編』巻7所収)といった論文はそのような営為を示す一例といえるだろう。

しかし今回、より細かく授業計画等を検討することにより、逆の方向性も存在することに気付かされた。つまり、中等教育(以下では高校と表現する)が大学に与える影響力の存在についてであり、それは少なくとも3つのベクトルを構成している。

1つ目は、高校の教育方法が大学の教育方法に与える示唆である。それは、いかに周到に準備しうるかやどんな工夫が可能かといった技法面だけではない。特に公民科においては、教室の中にある社会といかに対峙するかという、内側と外側をめぐる同じ悩みを抱えた教育主体同士であるだけに、より濃密な環境にある高校のカリキュラムから学ぶことは多いのである。

2つ目は、高校の教育方法が大学の研究内容に与える示唆である。高校や中学での教育において、きちんと生徒に説明しようとする、どうしても不明な点が生じる場合があるだろう。そこは、学術的にも詰めきれていない穴である可能性がある。そのフィードバックは、学の世界に良い効果をもたらす。

3つ目は、高校側においてなされる研究が与える大学側への示唆である。SSH校などが活躍する昨今ではこのベクトルも珍しくないのかもしれないが、人文社会学系の分野においても、高校生が行うさまざまな研究活動が実質的なヒント(や場合によっては解)を大学人に与えることも今後ますます増えていくであろうと思われる。

これらのポジティブな相乗効果を生み出すには、2つのことが必要であろう。一つは、社会学者の岡崎宏樹が「社会学者における中等教育への関心の欠如」(「中等教育の中の社会学」『社会学評論』2011、61(3):263)と指摘する状況に関わりがある。岡崎は、社会学が中等教育の中で周辺的な位置しか占めていない状況を論じており、関心欠如の克服は、いわば発信力の強化につながり、大学→中等教育という方向の影響をもたらすものとして構想されている。しかし同時に、関心の欠如の克服は受信感度の向上にもつながるだろう。そうすれば、上記に3点指摘した中等教育→大学というベクトルの活性化にもつながるであろうし、これは社会学分野にかぎったことではない。

そしてもう一つは、教職課程にかかわる。社会学マインドを豊かに備えた高校・中学の教員を大学が多く輩出することができれば、よりよい教育実践が中等教育においてなされ、それが大学にもまたフィードバックされてくるであろう。筆者としては、教科に関する科目としての社会学関連諸科目をそのような見通しをもって担当してゆきたい。また同時に、そもそも<社会学マインド>とは何なのかというディシプリンの根幹にかかわる自問を続けたいものである。

【注】

1) 執筆者(小川)はこの授業の参観は行っておらず、本節(1)~(5)の記述内容は鮫島教諭が提供してくださったものをそのまま使用している。記して感謝いたします。なお以下本文

では氏の肩書きを略させていただきます。

2) なお、このような包括性のために、今日、社会学にはさまざまな諸学が流れ込み、また逆に、さまざまなスタディーズ (ex.メディア論・観光研究・ジェンダー論・都市論・地域研究など) や隣接ディシプリン (ex.地理学や歴史学など) において社会学的知見が応用される越境的な状況が生じている。この過程の中で、社会学というディシプリンは溶解し雲散霧消するのだろうか。そうではないとすれば、社会学に固有のものとして残るのはいったい何なのだろうか。それは社会学の、ディシプリンとしての社会的存在意義の問題ともつながっている。筆者は、社会学のディシプリン性のあり方を探究する研究プロジェクトに参加しており (付記参照)、本稿も、そのような問題関心に導かれたものである。

【付記】

本研究は下記による成果の一部である。

- ・ 科研費 基盤研究 B (15H03409) 「社会学のディシプリン再生はいかにして可能か——デュルケム社会学を事例として」 (平成 27 (2015) 年度～平成 30 (2018) 年度 / 研究代表者 中島道男)

数学的な問題解決を通じた数学教育の試み

— 中学校数学における作図による問題解決を用いた幾何学習の実践検討 —

川口 慎二（奈良女子大学附属中等教育学校）

山下 靖（奈良女子大学大学院自然科学系）

1. はじめに

本稿は奈良女子大学附属中等教育学校教員と奈良女子大学教員の連携研究推進事業の一環として行った教育研究報告である。ここでは「作図とその応用」をテーマにして行った授業（数学科・川口慎二教員）の内容を扱っている。第2節では、川口教員によるこの授業の概要・題材観・単元の指導計画・授業展開・考察が記載されている。第3節では、山下によるコメントが記載されている。

2. 授業の概要（数学科指導案）

■実施概要

テ ー マ	作図とその応用
日 時	平成19年11月6日（火）
場 所	1年C組 普通教室
授 業 者	川口 慎二
学 級	1年C組（男子19名、女子21名、合計40名）
本時の目標	現実的な問題を理想化・単純化することにより、幾何の問題として捉えることができることおよび、図形の性質をもとに判断し、作図を活用して問題の解決を目指す。

■題材観

幾何の歴史を振り返れば、その起こりが古代エジプトにおいて、ナイル河の氾濫が起こったあとの肥沃な土地の分配、区画整備の必要性にあることはよく知られている。幾何学（geometry）という学問の名が「地球を測る」、「測地術」というギリシャ語に由来することからもわかる。このように、幾何学は日常生活における重要な問題の解決という具体的な必要性から、図形そのものに共通する性質を取り出し、分析するという抽象的な普遍性を求める学問に発展した。今回の授業において、現実世界の具体的な問題を理想化・単純化することにより、幾何の問題として捉え解決を目指すことは、幾何という学問の大きな流れを体感するよい機会になるであろう。

さらに、今回の授業では2003年に実施された経済協力開発機構（OECD）による「生徒の学習到達度調査」（PISA調査）の問題を用いており、PISAの提唱する数学的リテラシーの分析と育成にも有効である。実際の問題に対して有効な数学的手段を見つけ出し、関連する知識を活用して解決し、さらなる課題へと発展させていくことが可能な題材であり、PISAのいう「熟考クラスター」育成にどれだけ有効であるかを見るために最適であると考えられる。

■単元の指導計画

全 8 時間

- (1) 図形が無数の点の集合であることを認識し、円の定義を理解する。…………… 1 時間
- (2) 線分の垂直二等分線の定義および性質を理解し、その作図方法を習得する。…………… 2 時間
- (3) 角の二等分線の定義および性質を理解し、その作図方法を習得する。…………… 2 時間
- (4) 垂線の作図方法を習得し、平行線の引き方を理解する。…………… 1 時間
- (5) 作図を用いて、現実世界の問題を解決する。…………… 2 時間（本時はその 2 時間目）

■授業展開

（※：生徒の反応、●教師の支援、☆評価の観点、★リベラルアーツの観点）

	学 習 活 動	指導上の留意点	評価の観点
課題提示	1. 導入と課題の提示		
	三角形の形をした公園に 1 本の街灯を立てる必要がある。夜間でも公園全体が明るくなるようにするためには、公園のどの位置に街灯を立てたらよいのか。		
探究活動	2. 個人・班による考察 ※問題の意味を確認する。 ※光の広がり方を把握できていない。 ※問題を理想化・単純化して考えている。 ※グループ内で、自分の考え方を周りと比較する。	●航空写真を提示しながら状況を説明する。 ●外心を内部に含む三角形を用いて考えさせる。	☆自分の考えをまとめている。 （表現・処理） ◆コミュニケーション
考察	3. 考察と問題の解決 ※問題を理想化・単純化して幾何の問題として捉える。 ※光の広がり方から、三角形の外心を作図すればよいことに気付く。 ※外心を 2 辺の垂直二等分線の交点として作図する。	●どのように課題を理想化・単純化し、幾何の問題として認識しているのかを確認する。 (i) 外心を作図している場合 ●光の広がり方や外心の性質をもとに、自分の言葉で説明できるよう考察させる。 (ii) 外心以外の作図をしている場合 ●街灯の位置を決めた理由をもとに作図方法を確認する。	◆モデル化 ☆現実世界の問題を幾何の問題として捉えることができる。（数学的な見方・考え方）
まとめ	4. まとめと発展的課題の提示 ※自ら新しい課題を設定して、解決を図る。 ※興味を示さない。	●幾何（特に作図）が現実問題の解決に有効であることを確認する。 ●発展的な問題として、 ・外心が外側にできる三角形の場合 ・2 本街灯を立てる場合 ・四角形の公園の場合など、自分で設定させる。	☆自ら課題を設定して、解決に取り組もうとする。 （関心・意欲・態度） ◆問題設定と問題解決

■考察

生徒は、公園の形を三角形と捉えて表現することや街灯の光の広がりを同心円として理解することができていた。数学化において、条件を目的に応じて取捨選択し、定式化する必要がある。今回の場合、「できるだけ広い範囲を照らす」という条件を重視した班は「三角形の外心を作図する」という数学的課題へ、「できるだけ無駄なく明るくなるように照らす」という条件を重視した班は、「三角形の内心を作図する」という数学的課題へと翻訳された。このような数学的課題を、既存の知識に照らし合わせて(数学的に)解決できた。現実の公園に関連付けて考えてみると、本当に外心の位置に街灯を立てることが合理的であるかという判断は、多くの生徒の考察には見られなかった。一部には、外心に立てると半分程度は公園の外を照らすことになるという指摘をしている生徒もいた。この点から、自分の作った数学モデルの評価と修正という過程が今後の課題であると考えられる。(執筆担当 川口慎二)

3. 大学教員からのコメント

幾何学を学習すると、例えば図形の面積などはその土地を耕して得られる農作物の収穫量などの意味付けを容易に考えることができるが、様々な幾何概念の中にはなぜそれを学ぶのかがわかりにくいものも少なくない。その中で今回の三角形の外心や内心などに具体的な問題解決を通じてアプローチする本授業の試みは非常に興味深いものである。三角形の公園に街灯を配置するという問題はイメージしやすく、生徒も興味をもって取り組んだのではないだろうか。

この問題に取り組みにあたっては、まず問題を正確に把握することが最初のステップになる。これまでの授業において、線分の垂直二等分線の作図や角の二等分線の作図を行ってきたので、それらを利用することは何となく想像がつくかと思われるが、公園を表す三角形の辺や角とそれら結びつけるのはやや注意力が必要かもしれない。また、街灯の光が同心円状に広がるということを把握するには、適切なモデル化の能力が必要となる。筆者は当日の授業の現場にいたわけではないので、対象学年である1年生が自分一人でどの程度モデル化ができていたのか不明であるが、このあたりはグループ学習や教員の指導により、生徒一人一人が正しいスタートラインにつけたのではないかと想像した。

前節の授業展開の記録によると、考察を進めることにより多くの生徒は垂直二等分線または角の二等分線がキーとなることには気が付いたようである。しかし、三辺の垂直二等分線が一点で交わることをまだ授業で学習していないとすると、このあたりを生徒がどのように扱っていたのかが気になった。これは角の二等分線の場合についても同様である。二つの辺または角を選んでから垂直二等分線や角の二等分線を作図し、その後二つの線の交点を求めるといった作図法の場合には、どのように二つの辺を選択するのかによって最終的な答えが一定になるのかどうかの論証を行う必要があるが、これを限られた授業時間内に生徒に自分で考えさせるのは難しいかもしれない。

また、前節の授業展開の表によると、外心以外の作図を行っている場合にはその理由を確認すると書かれている。授業時にどのようなアイデアが出てきたのかにも筆者は興味をもった。今回の問題の場合には、私が生徒の立場なら外心や内心以外のアイデアはなかなか出てきそうにないのだが、Encyclopedia of triangle centers (<http://faculty.evansville.edu/ck6/encyclopedia/ETC.html>)によると、本稿執筆時点で驚くべきことに一万三千種類以上の「三角形の中心」がすでに登録されている。仮に授業時間に余裕がある場合、このようなインターネットのウェブサ

イトがあることに触れてみるのも楽しいかもしれない。

今回の授業では、探究活動や考察においてグループでの議論が積極的に行われているようである。このような活動は数学の授業においても積極的に取り入れることが求められているようであるが、今回の課題においては自分のアイデアを紙に書いて表現することが比較的容易で、グループワークの経験がまだ少ない1年生にとっても取り組みやすいものだったのではないだろうか。今回の課題がグループワークの良い練習になることを期待する。

今回の課題は、情報技術の利用にも適した課題となっている。例えばタブレットの上で動作する対話式幾何学ソフトウェア（geogebra など）を用いることで、垂直二等分線や角の二等分線を描画するとともに、三角形の頂点をインタラクティブに動かして、自分で考えた街灯の配置がどのように変化するかを観察することができるはずである。ただしそのような活動を行うためには準備の時間も必要となるので、実際の授業の進行の中で取り入れることが現実的に可能かどうかは、議論の余地があるかもしれない。

また、今回の課題の「どの位置に街灯をたてたらよいか」というものは、ある種の最適化問題とみなすことができる。そのためには、何を最適化するのかという評価尺度の設定が必要になる。前節の考察の最後の部分でもこのあたりが今後の課題となると述べられている。具体的にどのような評価尺度を採用すべきなのかはこの授業の範囲を超えているかもしれないが、数学を用いた問題解決の意義と限界を生徒が実感上で大事なポイントとなるであろう。（執筆担当 山下靖）

三角形の五心を通じた図形学習の実践と検討

— 高等学校数学教育における高大連携授業研究の試み —

川口 慎二（奈良女子大学附属中等教育学校）

高橋 智彦（奈良女子大学大学院自然科学系）

1. はじめに

本稿は奈良女子大学教員と奈良女子大学附属中等教育学校教員の連携研究推進事業の一環として行った教育研究報告である。ここでは附属中等教育学校において川口慎二教員により行われた作図とその応用に関する授業の内容を取り扱っている。第二節ではこの授業研究の目的、内容および考察が述べられている。第三節には大学から高橋のコメントが記載されている。

2. 授業の概要

数学科指導案

■実施概要

テーマ	作図とその応用
日時	平成 21 年 2 月 21 日（土）
場所	2 年 A 組 普通教室
授業者	川口 慎二
学級	2 年 A 組（男子 20 名、女子 20 名、合計 40 名）
本時の目標	具体的な課題を理想化・単純化することにより、幾何の問題として捉えること、および三角形の五心の性質をもとに状況を判断し、必要な作図を活用して問題を解決し、その過程を論理的に説明することを目指す。

■題材観

三角形の五心は古代ユークリッドの時代からその存在が知られていた。以後、自然科学の様々な場面で登場してきた。重心は特に、テコの原理や力のモーメントといった物理概念と密接な関連性を持つ。今回の塩の実験においても、穴の位置からの距離とその地点での山の高さを比較しながら考察することにより、数学と物理、さらには自然現象との関わりを意識することができる。と考える。

同時に、このような活動は、PISA の提唱する「数学化サイクル」や「モデル化」という側面（本校ではこのような数学的活動を「数学する」という言葉で説明している）を併せもち、「数学的リテラシー」育成の一側面として有効である。また、グループ活動を取り入れることで、自分の意見をまとめるだけでなく、相手にわかりやすく伝える、相手の意見を正しく理解して自分の考えを再構成するという状況を設定することにより、PISA のいう「読解力」育成につながる。

■単元の指導計画

全 12 時間

- (1) 三角形の外心と内心の定義および性質を理解し、その作図方法を習得する。…………… 3 時間
- (2) 三角形の垂心の定義および性質を理解し、その作図方法を習得する。…………… 1 時間
- (3) 三角形の重心の定義および性質を理解し、その作図方法を習得する。…………… 2 時間
- (4) 三角形の傍心の定義および性質を理解し、その作図方法を習得する。…………… 1 時間
- (5) 三角形の五心の性質を用いて、具体的な課題を解決する。… 3 時間（本時はその 2 時間目）
- (6) チェバの定理とその逆を証明し、それらを用いて問題を解決する。…………… 2 時間

■授業展開

(※：生徒の反応、●教師の支援、☆評価の観点、★リベラルアーツの観点)

	学 習 活 動	指導上の留意点	評価の観点
課題提示	1. 導入と課題の提示		
	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p>課題 3つの穴があいた厚紙の上に大量の塩をのせると、穴から塩がこぼれていき、山ができる。この山の頂点はどこにできるだろうか。</p> </div>		
	<ul style="list-style-type: none"> ・予想をワークシートで再確認し、実験結果と課題の解答を班ごとに確認する。 ※重心、外心、内心など。 ・山の頂点の位置が正確に捉えにくい状況で、どうやって位置を特定できるのかを考える。 ※問題を理想化・単純化して幾何の問題として捉える。 	<ul style="list-style-type: none"> ●話し合った結果を確認させる。 ●予想が正しいことをどうやって確認するか考えさせる。 ・実験の際に、1つの穴や2つの穴で試行した班の場合 ・試行した班の場合 ●どのように課題を理想化・単純化しているのかを確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆モデル化 ☆現実世界の問題を幾何の問題として捉えることができる。(数学的な見方・考え方)
探究活動	2. 個人・班による考察		
	<ul style="list-style-type: none"> ・自分の考えをワークシートにまとめる。 ・班ごとに意見を出し合い、解答を検討しあう。 ※班内で、自分の考え方を周りと比較しながら議論を進める。 ※班の結論をまとめ、各自メモする。 	<ul style="list-style-type: none"> ○「まず、自分の考えをまとめてみよう。」 ●班での議論を促すとともに、自分の意見と他者の意見を比較検討させる。 ●班の意見を自分たちの考えを説明できるように指示を出す。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆思考と推論、表現 ☆自分なりに考えをまとめているか。(表現・処理) ☆積極的に議論に参加する(関心・意欲・態度)
考察	3. 全体による考察と問題の解決		
	<ul style="list-style-type: none"> ・各班の代表者が班の考えを説明する。 ※外心の位置に山の頂点が 	<ul style="list-style-type: none"> ●△ABCの外心の位置に塩の頂点ができることを幾何学的に確認し、作図方法を確認する。 ●穴の位置からの距離に注目する。 	<ul style="list-style-type: none"> ☆作図方法を考察し、手順を再現することができる。(表現・処理)

考 察	<p>できることを推察し、その理由を理解しようとする。</p> <p>※外心を2辺の垂直二等分線の交点として作図する。</p>	<p>●クラスの議論の結果をまとめて、全員に共通理解をはかり、さらに検討する。</p>	
ま と め	<p>4. まとめ</p> <p>・実験結果を幾何の問題として捉えることで、3点を頂点とする三角形の外心に山の頂点ができることがわかった。</p>	<p>●直接確認することが困難な場面でも、幾何が現実問題の解決に有効であることを確認する。</p>	<p>◆問題設定と問題解決</p>

■考察

このような現実問題を数学化し、数学の問題としてとらえる活動を昨年から行ってきているため、3つの穴によって作られる三角形の問題として捉えることができている。また、「塩に山の頂点がどの位置にできるか」という問題の言語を「三角形の各頂点から等距離にある点はどのような点であるか」という数学の言語に変換して問題を捉えている生徒が多い。このような状況から、現実の問題を数学の世界へ翻訳する能力は2年間を通して育成できたと判断する。



(執筆担当 川口慎二)

3. 大学教員からのコメント

作図とその応用という数学のテーマを取り扱う單元において、積極的に物理を意識させながらの授業展開は、生徒の学力に広がりや深みを与えることになるだろう。

三つの穴から落ちる塩がつくる山を見せる導入部分は、三角形の五心それぞれの定義、性質と作図法を学習してきた生徒にとって、コンパスや定規も使わずに実験を行うという点において新鮮で知的好奇心をそそるものと思われる。実験結果として得られた三つの山の形から山の頂点や谷にできる直線を見つけるには、塩粒の大きさや山の凹凸の情報を削ぎ落として眺める必要があるが、美しい幾何的な図形を容易に認識できる実験である。現象からのモデル化を授業で体感するには非常に良い課題となっていると思われる。

本單元では数学化サイクルや数学的モデル化がうまく取り入れられ、作図に関する知識だけでなく、数学的な考え方のさまざまな側面を体得することが可能となろう。幾何的な図形を見出すには、実験で見た現象を単純化したり、余分な現象を捨象、近似したりする思考が必要である。塩がつくった山の形を幾何の問題として捉え直す過程では、距離や角度を数量化するという形式化が必要である。さらに外心に関する数学的問題となった段階で数学的解決を与える過程が含まれてくる。生徒は知的興味に従って活動するだけで、多くの数学的な行為を経験できる指導計画となっていることに感服させられる。

塩の頂点と外心との関係を考察する段階においては、結果としてできた塩の形だけでなく、一粒の塩が落ち始めてから小さな三つの山をつくりはじめ、それらが合わさって段々と図形が現れる過程が重要な鍵となっている点が興味深い。塩の動力的なプロセスが（まさに物理が）図形

を形作ったと認識すること無しに塩の頂点について理解できず、必然的に物理と数学との関わりに生徒が触れることになるからである。自然現象の動力学的なプロセスがつくる形は、砂丘の風紋や雲の形など、身の回りにたくさん存在しており、それらは複雑に見えても幾何学的な捉え方ができると感じてもらえるはずだ。生徒の深層に数学と物理との関係の奥深さを印象づけることになるだろう。

数学と物理学との関係の深さはいくら強調してもし過ぎることはない。近代の物理学はニュートン力学から始まり、同じくして数学における微積分学もニュートンにより確立されたのだった。数学でのフーリエ解析は物理学の熱伝導の研究から始まった。シンプレティック幾何学は物理学である解析力学に起源をもつが、数学で発展させられたのちに今度は物理学へ影響を及ぼしている。数学にリーマン幾何学がなければ一般相対性理論は成立しなかった。等々、歴史的に数学と物理学が深い関わりを持ってきた例は枚挙にいとまがない。

数学は自然科学を記述する単なる言語であるという人がいる。しかし、数学者の小平邦彦は、数学は森羅万象の根底をなしている、との思いを述べている。数学と自然科学とは、言語だとか何だとかという以上に、もっと密接で深い繋がりをもつ存在であるとの信念であろう。

数学的な美とでも言うべきものが自然の根幹をなすという誇大妄想に近い思いは、素粒子物理、超弦理論を研究している者に蔓延しているようにも思える。しかし、このような妄想は何も現代に限ったものではない。そもそもニュートン力学の成立に不可欠だったケプラーの法則の発見が顕著な例である。ケプラーは公転周期の二乗と公転軌道の長半径の三乗が比例するという第三法則を発見したが、惑星の観測データから自然数ベキなど見出せないことは有名な話である。ケプラーは新プラトン主義という思想に心酔しており、自然数が神秘的な意味をもつと信じたのである。自然現象の中に数学的な美を追求した結果としてケプラーの法則が発見されたと言えるから、妄想なくして物理学は誕生しなかったと言っても過言ではないのである。

素粒子の標準理論を記述するゲージ場の量子論の数学的基礎はファイバー束の幾何学である。アインシュタインによって始められた物理法則の幾何学化が素粒子物理においてはほぼ完了しているのである。幾何学が物理学の基本原理をなしているというこの事実は、ケプラーから現代まで続く信念が単なる妄想ではないという思いを強くさせる。

一方、数学において世紀の難問と言われたポアンカレ予想の証明では、熱量やエントロピーという物理的な用語が使われたとのことである。物理学は数学について思考する際の言語であるという見方もできるのである。

結局、数学と物理学は、宇宙の法則、宇宙の姿や歴史、数学の深遠な定理、を理解するためにどちらも不可欠な関係にあると思えるし、両者は不可分かつ相補的であるということだけは確かであろう。穴から落ちる三筋の塩が山をなす様を見ながら、数学と物理によって自然の一部である人間が自然について理解できるという不思議について生徒に感じ取ってもらえれば、この授業は成功したことになるのであろう。

(執筆担当 高橋智彦)

中学校数学科における関数概念への新たなアプローチ法の研究

— 附属学校教員と大学教員による連携授業研究の試み —

河合 士郎（奈良女子大学附属中等教育学校）

森藤 紳哉（奈良女子大学大学院自然科学系）

柳沢 卓（奈良女子大学大学院自然科学系）

吉岡 英生（奈良女子大学大学院自然科学系）

1. はじめに

本稿は奈良女子大学附属中等教育学校教員と奈良女子大学教員との連携研究推進事業の一環として執筆された教育研究報告である。ここでは附属中等教育学校で行われた3年生向け数学授業「自然現象から2次関数をみつけよう」（数学科・河合士郎教員）の内容とそれに対する研究協議を取り扱っている。第二節では、河合教員による授業案と考察が記載されている。第三節では、授業案に対する大学教員（大学院自然科学系・森藤紳哉、柳沢卓、吉岡英生）のコメントが記載されている。

2. 数学科授業案と考察

■授業の概要

テーマ	自然現象から2次関数をみつけよう
日時	2005年2月25日（金）
場所	PC教室1
授業者	河合士郎
学級	3年A組 解析I（必修） 40名（男子20名、女子20名）
本時の目標	<ul style="list-style-type: none">・具体的な事例から、2次関数で表現できそうな事象を発見し、GRAPESを用いて放物線であるかを確認しようとする。（関心・意欲・態度）・2次関数のグラフとしてとらえた曲線の式を、方略的に決定できる。（数学的な見方や考え方）・GRAPESを操作し、2次関数のグラフを平行移動することができる。（表現・処理）・具体的な例を通して、2次関数の式を $y=a(x-p)^2+q$ または $y=ax^2+bx^2+c$ で表せ、グラフと関連づけられる。（知識・理解）

■単元の概要と目標

教材観

伴って変化する2つの量の関係についてきちんと考察することは、生徒にとって易しいことではない。本校における「解析I」では、中学校3年間の関数分野を系統立て、まとめて扱うカリキュラムにより、対応表・関係式・グラフといった、多様な表現方法をじっくりと学んでいる。関数の概念について十分に理解させたいうえで、中学校の内容である「2乗に比例する関数」から、高等学校の「2次関数」へと連続して進み、グラフの意味やその移動についても、さ

らに理解を深めたい。

また、重力による運動をはじめとして、2次関数で表現できる自然現象は多い。「力」は等加速度運動をもたらす、物体の位置は時刻の2次関数で表される。ただ単に式が操作でき、グラフが描けるだけではなく、本校では、このような身近な自然現象を解析する道具・手段として、関数の考え方をを用いることを大切に、「関数のめがね」とも呼ぶべき授業時間を取り入れている。

その学習においては、グラフ電卓やコンピュータなどのテクノロジーを利用し、具体的な関数の取扱いに習熟させたい。そして、様々な設定・状況に応じて関数を活用できる基礎作りをする。

単元目標

- 2次関数の一般形と標準形の関係を明らかにする。
- 2次関数の特徴をグラフによって明らかにする。
- グラフの簡単な平行移動・対称移動などができるようにする。
- 2次関数の特徴を利用して、最大値・最小値が求められるようにする。
- 日常生活の中にみられる関数の具体例について考察する。

■単元の指導計画

2次関数のグラフ	… 2時間
放物線の平行移動	… 4時間
放物線の対称移動	… 2時間
身の回りの2次関数（「関数のめがね」）	… 2時間（本時はその2時間目）
2次関数の最大・最小	… 5時間
2次関数の決定	… 3時間

■授業展開

学習のねらい	生徒の学習内容	指導上の留意点
振り返りと関連づけ（3分）	1次関数では線香を用い、2乗に比例する関数では振り子を用いて、自然現象を解析した。グラフ電卓を用いて2次関数を求めたことを思い出させる。	自然現象を簡単な関数で表現できることに、興味を持たせる。
問いかけ（5分）	○「身の回りにある放物線を探そう。」 前のモニターで、生徒が撮ってきた放物線らしい写真を発表する。 ○「どれが放物線らしいか。」 ☆ いちばん分かりやすいのはホースの水・噴水だろう。	事前に、放物線と思われるものの写真を生徒に撮らせておく。別に用意した写真と合わせて、サーバーに入れておく。なるべく生徒が撮影した写真を採用する。
課題提示（2分）	デジタルカメラで撮影したホースの水の画像と噴水の画像(複数写っているもの)を、1枚ずつサーバーから提示する。 ○「放物線かどうかは、どうしたら判定できるだろう。」 ☆ 曲線が重ね合わせられたらいい。	水の描く曲線の形を2次関数のグラフで示す方法を考える。

<p>探究活動（5分）</p>	<p>○「曲線を重ねる方法は？」 ☆ GRAPES を思いつく生徒もいるだろう。</p>	
<p>数学化（20分）</p>	<p>GRAPES に取り込ませる(前で取り込みの演示)。 ○ 写真を1枚選び、放物線のグラフを重ねさせる。どの写真を近似するか、統一する。 ○「本当に放物線になるか、調べてみよう。」 ☆ 水の描く曲線にグラフを重ねて、形の確認をする。 具体的には、 ☆ 頂点を目測し、標準形の式を入れる ☆ 文字係数で標準形の式をいれ、係数を変化させる ☆ 一般形を使う生徒も出てくる ☆ 軸や座標平面を移動する生徒も出てくる</p> <p>○「放物線になりましたか？」 ○「では、作業の方法を発表してもらいます。」 ○ 机間を見て回り、何人かの生徒を指名し、前へ。 前のモニターで操作させ、発表させる。 ○「近似で出てきた式を書き出そう。」 (以下の質問もありえる) ☆「隣の人と同じ式になっていません」 ☆「頂点はどこにすればよいですか」</p> <p>(以下はなるべく生徒から) 軸・目盛り幅がちがうと式はそれぞれ変わってくる。簡単な関数の式にするには、頂点を原点にすればよい。</p> <p>○ プリントに、気づいたことをまとめさせる。 ○ 余裕がある生徒には、他の噴水についても同じ作業をさせる。</p>	<p>画像の貼り付け方を示す。前の1台で提示。</p> <p>自由に活動させる。 (GRAPES の操作の練習は前時)</p> <p>2次関数の式は、 $y=a(x-p)^2+q$ または $y=ax^2+bx^2+c$ で表せる。 (知)</p> <p><具体的操作> 様々なパターンを言わせる。 $y=ax^2+bx^2+c$ を使った生徒には、係数を決めていく手順も述べさせる。</p> <p>方略的に (a,p,q) や (a,b,c) を決められる。(数)</p>
<p>発展的活動（13分）</p>	<p>代表生徒に予め用意させておいた、いろいろな写真から画像をとりこませ、2次関数の曲線で近似させる作業をさせる。 ○ モニターで、何人か生徒に活動例を発表させる。</p>	<p>「発展的に課題を考えよう」各自 GRAPES で調べる。 <机間指導> 2次関数で表現できそうな曲線を探す。 2次関数の式で近似できる。</p>
<p>一般化・まとめ（2分）</p>	<p>グラフがぴったりと重ね合わせられれば、曲線は2次関数の式で近似できる。自然現象の中には、2次関数で表せる曲線が潜んでいる。</p>	<p>[評価の観点] 関心・意欲・態度 … (関) 数学的な見方や考え方… (数)</p>

	表現・処理 … (表)
	知識・理解 … (知)

教師の発問・指示○

予想される生徒の答・動き☆

使用ソフト

GRAPES…大阪教育大学附属高等学校池田校舎 友田勝久 氏

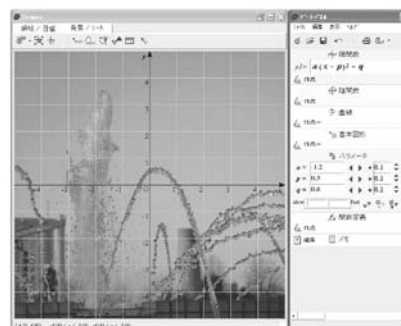
<http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/?tomodak/>

参考実践

静岡市立籠上中学校 武藤寿彰 氏

<http://www.enpitu.ne.jp/usr4/bin/day?id=48536&pg=20041113>

<http://www.enpitu.ne.jp/usr4/bin/day?id=48536&pg=20041116>



■考察

具体的な事例から、2次関数で表現できそうな事象を発見し、GRAPESを用いて放物線であるかを確認しようとする、活動的なようすがみられた。グラフとして捉えた曲線の式を決定していく手だてとして、数学的な見方・考え方がいかされ、2次関数のグラフの描図については、平行移動をはじめとして、GRAPESの操作が有効にできていた。自然界に存在する事例に対応して、2次関数の式を $y=a(x-p)^2+q$ または $y=ax^2+bx^2+c$ で表すことに興味をもってとり組め、数学と科学現象の結びつきを理解するのによい題材であった。(執筆担当 河合士郎)

3. 大学教員からのコメント

森藤紳哉：「伴って変化する2つの量の関係」を理解することは、数学的理解の中でも大変高度なことだと思う。そのことを、自然現象(身の回りのもの)から「放物線」を見出そうとする導入によって生徒たち(3年生)へ紹介しようとする試みは評価出来る。コンピューターソフトを用いた取り組みも良いだろう。ただ、そのような作業にかなりの時間(最初の15分)が割かれている印象を否めない。中盤の20分で、2次関数の諸性質について教えることは良い。2次関数の理解には必ずそのグラフの「頂点・軸」と「開き具合」の把握が伴うので、しっかり図を書き、計算することが大切である。「グラフの平行移動」と共に教えるならば、直線であれ放物線であれ、違いはないのだから、グラフを縦に横に平行移動して、そのグラフを表す式の求め方を徹底的に練習してよい。最後の15分でもう少し発展的なことを教えるならば、いろんな可能性があるだろう。(1)「関数概念、集合、写像」についてももう少し踏み込んでみる(やや抽象的に考えてみる)、(2)2次関数のグラフの学習の直ぐ先にある学習として、横軸との交わりを考えるとから生まれる「判別式」の考え方に触れておく、などのいろんな可能性である。自然現象やコンピューターを見ながら2次関数の学習を行うという多様性が本授業の目的ではあったが、高校や大学での数学に目を向けた可能性(1)、(2)についても言及しておく。もっとも、これらの発展的学習にも自然現象やコンピューターを見ながら行う授業が考えられるが、これは将来の課題であろう。

柳沢卓：本授業案において提示されている変化する2つの量の間の具体的関係を運動する物体の軌跡等と対応させて探っていくというアプローチは、生徒の興味と自発的考察を引き出しながら関数概念を導入する為の一つの有効な方法であると考え。更に、運動の軌跡を画像としてコンピュータに取り込み、それを具体的関数のグラフと比較させることにより関数形を決定させるという学習プロセスは、①視覚的に関数と親しむことができる点、②グラフから関数形をどのように決定できるのかを生徒自身がコンピュータを実際に操作する中で試行錯誤をしながら考察していくことができる点、で大変興味深い。

一方、現実の物理的事象の中に関数関係を探る場合には独立変数と従属変数が何であるのかについての検討・確認が十分に為されている必要があると考え、本課題においては独立変数を時間変数と考えた生徒がいた場合には多少の混乱が生じるように思う。その点で、「授業展開」において示された典型的な軌跡を前もって「画像」としてコンピュータに取り込み、「運動」の要素を排除した形で生徒に提示するという方法は無難なアイデアと考える。また、観察した物体運動の軌跡が特定の関数のグラフと「重なる」（ように見える）ことを根拠に、運動自体がその関数で表現されると安易に結論付ける授業をするのは避けるべきと考える。中学生に対して、一様重力下における自由落下運動の解説をすることは困難かもしれないが、少なくとも、課題として生徒に提示した画像（ホースの水、噴水の飛沫）が放物線（に近い）のは確固とした物理的背景があつてのことであり、それについては今後高校「物理」の授業において詳しく学んでいく、ということは伝えておくべきと考える。

吉岡英生：“身の回りの現象の中で関数を探す”という課題設定は大変興味深い。通常の授業では、紙と鉛筆の中だけで関数を定義するだけであり、それがどのような形で我々の生活に現れてくるのかは問題とはしないであろう。例えば、2次関数は放物線と呼ばれるが、なぜそのような名づけられるのかは数学の授業だけではわからない。高校で物理を習い、重力の元での質点の運動の軌跡を求め、それが2次関数で表されることを導出して、初めて2次関数が放物線と呼ばれる理由がわかるのであろう。このような経験をとおして、数学が単に紙と鉛筆の世界のものではなく、自然現象を記述する道具としての意義があることを認識させれば、理科が好きな生徒が数学を好きになり、数学が好きな生徒が理科を好きになると思われる。また、本授業を通して、最も簡単な2次関数 $y=ax^2$ を平行移動することによって2次関数の一般式 $y=ax^2+bx+c$ もしくは $y=a(x-p)^2+q$ が得られるということが理解できるようになればよい。それがソフトウェアを使って可能となっていることは素晴らしいと思うが、それを生徒が認識できるようになるかどうかカギであろう。

高等学校数学科の単元「指数関数・対数関数」の授業検討

— 高大連携授業研究の試み —

山上 成美（奈良女子大学附属中等教育学校）

永廣 秀子（奈良女子大学大学院自然科学系）

石井 邦和（奈良女子大学大学院自然科学系）

1. はじめに

本稿は奈良女子大学の大学教員と奈良女子大学附属中等教育学校教員の連携研究事業の一環として、執筆された教育研究報告である。ここでは附属中等教育学校の4年生向けに行われた数学領域の授業である単元名「指数関数・対数関数」の内容、及びこれに対する大学教員からのコメントを記述している。第二節では、この授業の概要、計画、および授業展開について記述している。ここでは、山上教員の教育方針と生徒に理解させたい本質について議論されている。第三節に、大学教員のコメントを記述する。

2. 授業の概要

数学科授業案

■授業の概要

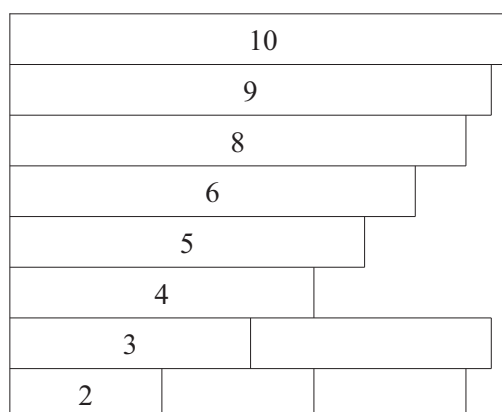
テーマ	求積法の変遷を探る
日時	2012年2月
場所	4年 A,B,C組教室
授業者	山上 成美
学級	4年
本時の目標	・対数の性質の不思議さや有用性を、タイルを通して実感する（興味・関心） ・片対数グラフ用紙を使えば、指数関数を捉えやすくなることに気づく（見方・考え方）

■題材観

〔1〕単元 指数関数・対数関数

〔2〕教材観

この単元のこれまでの授業は、教科書に沿ったオーソドックスに展開している。対数や指数の性質を使った計算をすることは、生徒たちにとってそれほど難しくはない。しかし、計算ができて指数や対数を本質的に理解しているとは言えない。そこで、対数の性質をタイルで表す（これは計算尺を扱う内容と本質的に変わらない）ことによって、2数の積が対数の和で表される不思議さと面白さを実感させたい。この活動は、



数学的リテラシーを狙っている。また、片対数グラフ用紙を使えば、指数関数を直線で捉えることができることについても同様である。

リベラルアーツは、私の中でまだ落ちていない。しかし、この授業の最後に、片対数グラフがどの場面で使えるかを考えさせる。実際、「情報の科学」では「モデル化とシミュレーション」の課題で、ネズミ算やフィボナッチ数列、シンガポールの人口予測など、片対数グラフが使える場面を示している。同じような形のグラフになると捉えて、彼らの一部は2次関数で近似しようとしている。指数関数と片対数グラフという新しいメガネの価値に気づくことがリベラルアーツにつながるのではないかと考えた。「これは使える!」「これを使ってみよう!」と思えばこの授業は成功である。

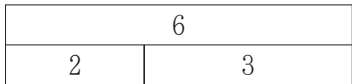
〔3〕単元の目標

- ・累乗根の意味を理解し、指数を任意の実数まで拡張する（数学的な見方・考え方）
- ・対数を定義し、その基本性質を理解する（知識・理解）
- ・指数関数や対数関数が日常のいろいろな事象を観察するのに有用であることに気づく（興味・関心）

■授業展開

●本時の目標

- ・対数の性質の不思議さや有用性を、タイルを通して実感する（興味・関心）
- ・片対数グラフ用紙を使えば、指数関数を捉えやすくなることに気づく（見方・考え方）

	学 習 活 動	指導上の留意点
導入 20分	<p>○宿題の課題を解決する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・秘密（タイルは $\log AB = \log A + \log B$ を表す）を班で確認する  <ul style="list-style-type: none"> ・欠けている 1,7 のタイルについて発表する（1のタイルは長さ0、7は2,3,5,10では作れない） ・$7 \times 7 = 49 \approx 50$ などを利用して、できるだけ7のタイルに近い長さを求める 	<ul style="list-style-type: none"> ・タイルの作成と秘密を探る課題を与えている。 ・タイルの長さを使って、一般的に表すように促す。人によっては理解が不十分なので、班で協力して理解するように促す。 ・工夫することで、近似値でも他の値のタイルを求められることを確認する
展開 25分	<p>○片対数目盛を作る</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2,3,4,5,6,7,8,9,10,20,30,40,50,60,70,80,90,100 のタイルの長さをノート（横いっぱい）に取る ・100以降どのような目盛になるかを予測する 2, 3,4,5,6,7,8,9,10 と同じ間隔で、200,300,⋯,1000 などができることを理解する 	<ul style="list-style-type: none"> ・指定の長さ以外もかいてもよいが、指定した分は色を変えるなど明示する ・7, 70 は近似値で良い ・100以降の目盛については簡単に触れる程度とする
展開 35分	<p>○片対数のグラフ用紙で指数関数を描く</p> <ul style="list-style-type: none"> ・片対数グラフ用紙の見方を知る ・底を2, 10の場合を全員共通で描き、3,1.1,0.5, 0.9の場合を班で分担して描く ・指数関数のグラフは、必ず直線のグラフになることを予想する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ノートにとったものと同じ（サイズは異なる）であることに気づかせたい ・数値を与える（2の場合が難しい場合、2,10,0.9のみとし、残りは宿題とする） ・証明は可能であるが、発展課題として各自考えさせる

まとめ 10分	<p>○片対数グラフ用紙を使えば、何に使えるか利用場面を考える</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「情報の授業で取り組んでいるモデル化とシミュレーションで人口増加で使うと、指数関数を見つけられるかもしれない」 ・班で意見をまとめて終わる・今日のまとめを宿題とする 	<ul style="list-style-type: none"> ・班で議論することで、片対数グラフ用紙が具体的な問題解決に使えることに気づかせたい
------------	--	---

●事前配布プリントの課題

<p>タイルの秘密を探れ</p> <p>①作業 タイルの裏に厚紙を張り、タイルを切り取れ</p> <p>②探究 タイルを適当に並び替えて、タイルに隠された秘密を探れ</p> <p>③指令 欠けている1,7のタイルを見つけよ</p> <p>④発見 さらに、新発見し、報告書にまとめよ</p>
--

■考察

今年初めて教科を担当した学年であった。普段から私は「どうして?」「なぜ?」を連発し、証明を生徒の中から引き出すように心がけた。全員ではないが、私の挑発に彼らは必至で考えて答えようとした。今回の授業も事前にタイルを作り、どんな特徴を持っているのかを考えさせるところから始めた。ほぼ全員がタイルを用意し、当日はグループでタイルを突き合わせながら、考えていた。

対数を学んだ直後ではあったが、対数であることは伏せておいた。タイルの数値の積が、タイルの長さの和になっていることに違和感・不思議さを共有することができた。対数も同じなのであるが、おそらく何人かの生徒たちは、今まで対数の機械的な式計算で終始しており、その不思議さを感じていなかっただろう。だから、授業で感想を聞いたときに、対数だから当たり前というよりも、その違和感を口にできたのだ。ものの見方がダイナミックに変わるには、いつもとは異なるアプローチも必要だということを、今回の授業で気づくことができた。見方や考え方が変わる・広がるのが、リベラルアーツの涵養に必須ということだろう。

また、授業を理数の教員に観察していただいた。そのコメント（一部）は、以下の通りであった。

この授業は、「対数」観の創造を企てている。「観」をつくるためには、生徒の心の中で bottom up で築きあげる作業と、関連づける作業、周辺領域と有機的結合をつくり、智のネットワークを形成していくことが大切。そのために、次の①～③が企てられている。

- ①「帯」の持っている秘密を発見する時間の確保
- ②「秘密を見つけたときどう感じた?」という問いかけによる、感情の意識付け
- ③「この帯の秘密は日常とどう関連する?」という問いかけによる智のネットワーク形成への誘導

大きくなる方に縮小し、小さくなる方は拡大する。望遠鏡と顕微鏡、あらゆるスケールが肉眼で見える。あらゆるスケールを普通に苦勞することなく考えることができる。対数が見せてくれる数学の思考法の世界の魅力がまたまだあるのだろう。 (分担執筆 山上成美)

3. 大学教員による考察

本節では、単元「指数関数・対数関数」に対し、大学（物理学）の専門教員からのコメントを記述する。

コメント1

本授業では、指数関数・対数関数という、頭では想像しにくい関数について、直感に基づき理解することを主眼として取り組んでいる。特に「秘密を探れ」という生徒に興味を持たせる単語を用い、背景にある法則を見いださせている点が、非常に有意義であると考えられる。

物理学の分野ではよくデータや物理観測の振る舞い（つまり何らかの関数）について「指数関数的に大きくなる」や「たかだか \log の振る舞い」というような言葉遣いをするところがある。それはつまり、物理学の世界—すなわち現実の社会—に、指数関数・対数関数が潜んでいることを示している。おそらく数学初学者や文系の生徒は、 x^2 と 2^x の違いの重要性を理解せずにいるかもしれない。この違いが非常に大きいのだと言うことを、実感として感じさせるこの授業は非常に興味深い。

提案としては、最後の「まとめ 10 分」のところで述べられている「…人口増加で使うと、指数関数が見つけられるかも知れない」といった、現実社会に対する応用（利用）のところで、新発見にとどまらず、「何故それが指数関数的振る舞いをするのか？」の背景にも思いをはせられると良いと思う。例えば、ある細菌が一分間に一回分裂して2つになる、と言った増殖プロセスについて「新発見」した場合、生徒達にそのメカニズムについてなんからの「仮定」（理論模型と言っても良い）をさせ、このようなメカニズムなら、指数関数的になるという「筋の通った説明」をさせると面白いかも知れない。

逆に、指数関数になりそうな現象を先に見つけておいて、実際のデータを（インターネットでも）探しに行ってみるのも面白い。

指数関数は、上記に述べた様に物理学の世界でも重要である。大学ではさらにこれを複素数にまで拡張した複素指数関数を学ぶ。複素数にまで拡張すると、複雑になるかと思いきや、実は、オイラーの公式の様に今まで見えていなかった関係まで見えてくる。その導入のためにもこのような授業は非常に重要であると考えられる。

（永廣秀子）

コメント2

この授業では、指数関数および対数関数についての生徒の持つ知識を、生徒たちの実際の生活や暮らしの中でのイメージに変えるために、秘密のタイルというユニークな手法を用いることで実践しているものである。片対数グラフを目盛りをも含めて自分たちで作成し、また、片対数グラフに実際にプロットさせていることで生徒たちの理解も深まることが期待される。実際に作業もさせていること、そして班で議論もさせていることから、生徒たちの頭にも残りやすく、理解も深まらうことが予想される。

物理学の世界では指数関数が多くあらわれる。例えば、充電されたコンデンサの放電現象や時間とともに減衰する放射能等である。このような現象をきちんと理解するには、理論的に解析し、その結果を実験と合わせていく必要がある。単純な指数関数的な増加、もしくは減少するような物理量であれば、片対数グラフにその物理量をプロットし、直線関係を見出し、指数関数的なふるまいをしていることを確かめる。さらには、得られた片対数グラフに直線的にプロットされた

指数関数を最小二乗法によって解析し、指数関数の肩にある物理量を得たりすることもある。コンデンサの例でいうと、抵抗値およびコンデンサ容量等の値が得られる。放射能の例では、半減期がわかっている場合においては経過年数等がわかることとなり、これは実際に考古学分野における年代測定に応用されているものである。

提案としては、指数関数であるなら片対数グラフにプロットすると直線上に関数があるということを実際に体験させてみてはどうかということである。運営上難しいかもしれないが、例えば物理学の授業と合同で行い、指数関数的なふるまいをする物理量を実験で得ておいて、片対数グラフにプロットをさせるといったものである。この結果を解析し、計算で得た値と比べてみるとおもしろいと思う。

指数関数、対数関数は上述したように物理学でとても重要なものであるが、実生活においても重要なものである。この授業ではその指数関数および対数関数について、また片対数グラフについて、生徒の記憶に残りやすく理解もしやすい方法が工夫されているので、大変意義深いものであると考えている。

(石井邦和)

求積問題に対する多面的なアプローチを通じたベクトル理解の深化

— 高等学校数学科教育における高大連携授業研究の試み —

山上 成美 (奈良女子大学附属中等教育学校)

岡崎 武生 (奈良女子大学大学院自然科学系)

嶽村 智子 (奈良女子大学大学院自然科学系)

村井 紘子 (奈良女子大学大学院自然科学系)

1. はじめに

従来の数学教育では、講義で新しい数学的概念や定理・公式を講師が説明した後、それに関連する、適度な難易度の問題を学生に考えさせ、講義内容の理解確認を行うものが主流であった。また中等数学教育では、公式暗記、問題形式タイプに対する解法マニュアルの暗記に偏重する向きも見られる。

しかし近年、IT技術の発達に伴い、中等数学教育で学ぶ計算能力より、AIなどではできない質の高い数学的思考力が必要とされる時代となった。

また本来、数学とは紀元前から様々な数学者・哲学者が、様々な問題に対し、新しい計算方法や概念を生み出し解決してきた歴史的な文化であり、こういった先人の業績や姿勢から学ぶべきことは多い。現代数学教育の目的の一つは、様々な数学の問題を考えさせ、先人の解法を学ばせる事によって、一つの問題に対し多角的で柔軟な視点・姿勢を持ち、思考する能力を育むことであると我々は考える。また、それまでは難解だと思われていた問題に対し新しい視点から問題を眺めることで簡単に解決する「ブレイクスルーする」瞬間に味わう達成感・高揚感は、後の学習意欲にも繋がり、中高生の内に経験しておく事が非常に望ましい。

本稿は「本学の教員養成課程の改善・高度化に向けた大学教員と附属教員の連携研究推進事業」の一環として奈良女子大学教員と奈良女子大学附属中等教育学校教員が行った教科教育に関する共同研究の報告であり、奈良女子大学附属中等教育学校で山上成美教員が行った授業（テーマ：求積法の変遷を探る）の内容を取り扱っている。第二節ではこの授業の内容及び山上教員の狙いが記載されており、第三節ではそれに対する大学教員（岡崎、嶽村、村井）からのコメントが記載されている。

(岡崎武生、嶽村智子、村井紘子)

2. 授業の概要

■授業の概要

テーマ	求積法の変遷を探る
日時	2014年11月
場所	5年A組教室
授業者	山上 成美
学級	5年代数・幾何選択 38名

本時の目標	A) 課題解決のために、積極的に意見を出し合い、取り組む（関心・意欲・態度） B) 課題を解決する方法をいくつか考え、それぞれの特徴を捉えて評価することができる（数学的な見方・考え方）
-------	---

■単元の概要と目標

〔1〕単元 数学B ベクトル

〔2〕今回の教材について

高校のベクトルは、図形を対象にしている。彼らは、中学のときにユークリッド幾何を学び、4年次では図形と計量（三角比）、図形と方程式も学んだ。これで、図形の課題にさまざまなアプローチができるようになった。つまり、1つの問題でも幾何的に解決するのか、方程式に持ち込むのか、ベクトルで解くのかの選択肢が広がったのだ（極座標や微積分は未習である）。単元学習のときには、どのようなアプローチで取り組むかは考える必要がない。しかし、どの考え方が適当かどうかを見極める力も必要ではないだろうか。

今回、ベクトルの単元の最後で「閉曲線で囲まれた図形の面積を求める」という課題をする。三角形に分割すれば簡単に解決でき、問題として難易度は高くない。だからこそ、生徒全員が同じスタート地点に立ち、さまざまな求積方法を考えることができる。その中で、与えられたデータからどれだけ簡単に、正確にわかりやすく面積を求められる方法かがポイントになる。天下りに、「ここではこの方法が有効です」ではなく、彼ら自身で評価することに価値がある。だから、もうひとつ高い次元で自分たちが学習してきたことを見つめなおす授業に挑戦したい。

〔3〕指導観

数学科ではSSHの指定を受け、数学的リテラシーを育成する授業について研究してきた。特に、私の授業では、リテラシー育成のために、作品作り（数学を味わう）、数学的関係を発見する（数学を見つける）、作品やレポートなどの発表（数学を語る）を、個人や班活動を通して、多く取り入れてきた。

さらに、昨年度から、知識の定着や理解を促し、より積極的に取り組めるように、インタラクティブな活動を授業に取り入れている（数学を鍛える）。例えば、質問に対する答えを即答させたり、指名せずに自由に意見を出し合ったりなど。簡単な質問でも、即答するためには、質問をしっかりと聞き、その答えを瞬時に考え、それを声に出して答えなければならない。この活動を繰り返すことで、さまざまな知識は定着し、理解を促すと考えている。残念ながら、積極的に答えられる生徒ばかりではなく、理解不足で答えられていない現状もあり、最善の方法とは言いがたい。

とはいえ、自由に発言できる仲間作りができ、全体では発言しにくい生徒も班活動では意見を出すことができる。日ごろから、「なぜ?」「考えてみよう」「意見は?」「質問は?」「班で話し合って」と声をかけ、生徒の意見をたくさん取り入れて行う授業を展開している。

■単元の指導計画

- 第1節 平面上のベクトル 8時間
- 第2節 ベクトルの応用 8時間
- 第3節 空間におけるベクトル 9時間
- 第4節 まとめ 3時間（本時第1時間目）

■授業展開

●指導目標と評価規準

・目標

A) 課題解決のために、積極的に意見を出し合い、取り組む(関心・意欲・態度)

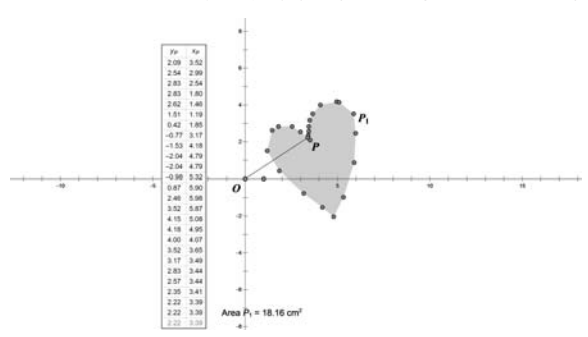

B) 課題を解決する方法をいくつか考え、それぞれの特徴を捉えて評価することができる(数学的な見方・考え方)

・「努力を要する」状況(C)と判断される生徒(班)とその手立て

A) 班活動で話し合いに加わらない…考えたことを一度ノートに書かせ、それを班で共有するように促す

B) 1つの方法に固執し、柔軟に考えることができない…面積を考えるいろいろな場面を想像し、それぞれにあった解決方法を探らせる

●学習指導過程

	学 習 活 動	留 意 点
導入 10分	<p>○点の座標がわかる図形の面積を求める方法を考える。</p>  <p>Area P₁ = 18.16 cm²</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・クラス全体で、いくつかの方法を出し合う ・細かい計算はせずに、大雑把に出し合う ・長所、短所をサンプルとして確認する
展開 25分	<p>○三角形の面積Sの公式をいくつか確認する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ $S = (\text{底辺}) \times (\text{高さ}) \div 2$ ・ $S = \frac{1}{2} OA \cdot OB \cdot \sin \theta$ ・ヘロンの公式 ・ $S = \frac{1}{2} |a_1 b_2 - a_2 b_1|$ ($\vec{OA} = (a_1, a_2), \vec{OB} = (b_1, b_2)$) <p>○班で、面積を求める具体的な方法を考え、その方法を評価する例</p> <ul style="list-style-type: none"> ・図形の内部に点Oを移動させて、三角形に分割する →適当な点がないときがある ・絶対値の計算がたくさんあり、計算が面倒 	<ul style="list-style-type: none"> ・もっとも単純な図形(三角形)について考える ・班は4人ずつ9班 ・いろいろな図形と座標データを示す
まとめ 15分	<p>○発表し、情報を共有する 予想される意見</p> <ul style="list-style-type: none"> ・面積が正負で出てくれば、簡単に求められる ・この式 $\frac{1}{2}(a_1 b_2 - a_2 b_1)$ で得られる値は、回転する方向で面積に正負の符号がつく。 $\sum_{k=1}^n \frac{1}{2}(a_k b_{k+1} - a_{k+1} b_k)$ →ベクトルと同じように大きさと向き(回転)を考えることで、有効な道具になる 	<ul style="list-style-type: none"> ・完成していなくても途中経過や評価を発表させる ・(時間の都合上)最も良い案とそうでない案を発表する ・時間があればこの考え方に誘導したい。時間がなければ生徒の意見をまとめて終わり、次の時間に紹介する。

■考察

研究授業では、生徒達が自由に発言し、議論を深める普段どおりの授業を行えた（いつもと違ったのは、普段発表しない生徒が自ら発表したこと）。生徒が意欲的に取り組み、生徒の発表に対する質疑と理解する時間を確保したため、予定よりも20分超過した。最後のベクトルを用いた考え方は出ないと予想していたが、考察力の高い生徒が考え、答えた。そして、その考え方をわかりやすく別の生徒が解説し、さらに、また別の生徒がどうしてそのような発想をしたのかを質問した。「考え抜く力」をもち、「前に踏み出す力」で質疑ができた。

残念ながら他の2つのクラスでは、個別の図形の求積にこだわり、一般化する意見が出なかった。そこで、2時間目は教師主導で、簡単な状況の図形から求積を考え、難しい図形へと一般化させた。原点Oが図形の中から外に出ただけで、先ほど求めた求積方法が使えないので工夫が必要なこと、与えられた情報は点の位置だけでなく順番も含まれていること、などを生徒から引き出しながら、最後のベクトルの考え方を導いた。

この研究授業では、SSHのテーマである「リベラルアーツ」を如何に普段の授業で実践するかであった。成功の要因は、次の3つである。

- 課題が難解でなく、どの生徒にも目標・目的が明快であった（生徒に合った適切な課題）
 - グループやクラス全体でも解決のためのアイデアを出し、議論できた（話し合える仲間作り）
 - これまでの学習を踏まえて、一段階高い課題に意欲的に取り組めた（意欲を引き出す課題）
- （分担執筆 山上成美）

4. 大学教員からのコメント

岡崎武生：数学のひとつの問題に対して、図形(幾何)的視点、代数的視点など様々な視点を持ち、自分にとって考えやすい視点から問題を眺めることを試みさせる授業である。こういった方法論は、数学のみならずあらゆる問題に対して、柔軟にものごとを捉えようとする姿勢を養うことにつながり、たいへん教育的である。

一般に教室で発言することを躊躇する学生は多い。このため、他者と議論し、なにが問題点なのかを明確にし、質問などをする(コミュニケーション能力を養う)機会をなかなか持たずにいる学生が多い。こういった問題点を、まずは各班に別れさせて小さいコミュニティで議論させるといったステップをふませることでうまく回避していると思われる。

授業内容は、折れ線の頂点の座標を具体的に与え、その折れ線で囲まれた領域の面積を求めさせるものである。

公式などの抽象的な結論をもとめる問題ではなく、各班に別れた学生達が、有効と思われる公式を選んで、問題を解決するものなので、数学をどのように実践的に使用するのかを班の他のメンバーと議論しながら理解できる機会にもなったと思われる。

また、学生達は、他班の解答と自班のものをくらべてみて、そのような巧妙なやり方があるのかとったりもし、より数学に興味をもち、議論したりアイデアを出すことの楽しさを味わうことがあったのではないだろうか。

授業では、具体的な問題を扱ったのだが、学生たちは具体的な図形の面積を求める訓練をしたのであるから、今度は更に踏み込んで、抽象的な座標(a,b,c...)に対して面積を求めさせても面白いのではないだろうか。

学生達を巧く誘導などすれば、平面ベクトルの外積値を得ることができ、そうすることで、今度は、抽象的な数学の美しさや有用さ、具体的なものを抽象化するプロセスなどを理解できるのか

もしれない。

嶽村智子：「閉曲線の面積を求める」という課題について、数学の細分化された分野に固執せず、多角的な視点で解法を考えるというとても興味深い授業である。班活動を取り入れることにより、様々な意見が飛び交い議論が進んだことが推測される。限られた時間の中で学生が班となり議論・発表を行う事は難しいことであったと思うが、一般的な図形に対する解法についても解説を行うなど、非常に充実した授業であったことが窺える。

解法の一つである閉曲線の内部の点を三角形に分割して面積を求めるという手法は、後に履修する単元である積分法で取り扱う区分求積法へと繋がるものであり、積分法の導入としても大変重要な役割を果たしている。

課題が明快であることにより、数学を得意としない学生に対しても議論に参加しやすく取り組みやすい課題であったことが特に評価すべき点である。数学の問題解決への困難と面白さを体験することにより、学生たちの数学への興味が深まったことを期待する。

個人的な興味としては、「閉曲線の面積が小さくなっていった場合、すなわち点に収束する場合の面積の収束」、「面積は分割の方法に依らず定まるが、分割を有限個ではなく無限個とした場合に、無限個の面積の和が有限になるという問題」について、学生たちがどのように考察するのか、またどのように捉えようと試みるのかに関心がある。そのような点からもこの授業は、様々な分野への応用の可能性を持った授業であると考えている。

村井紘子：この授業で扱われるのは閉曲線で囲まれた図形の内積を求めるという、簡潔だが一般的な設定の問題である。図形の内積を求めるという問題は、土地を測量する等社会の要請により約紀元前 2500 年から考えられてきた。そして円の面積に等しい正方形の求め方を与える円積問題等、これまで図形の内積に関連する素朴な問題を契機として豊かな数学が生まれ、発展してきた。今回の課題は問題の意味を理解するのは簡単だが、単元学習ではできない、「与えられた問題を数学的にどのように解釈して解くか」を考えさせる内容であり、自然現象や社会における様々な問題を解決するために必要となる数学的能力を伸ばす授業だと思われる。

実際の授業の流れとしては与えられた図形を多角形に近似し、実際に現在測量で用いられている座標法という求め方を導くという課題設定であるが、座標法は大学で学ぶグリーンズの定理の特別な場合でもあり、高いレベルを目指した授業であると感じた。この方法を生徒が自らの力で考察して引き出したことは素晴らしく、これまでの「数学を鍛える」活動の成果であろう。

今回の授業でも導入部分ではいくつかの方法を出して検討しているが、その後座標法に向けて焦点を絞っている。座標法の外、未習である積分学の手法に繋がるような、座標を高さとする長方形で近似する方法、凸多角形に分割する方法等、多様なアプローチを許し、図形がどのような特徴をもつ場合にどの方法が有用であるかを議論するような授業展開の仕方もあるだろう。それぞれの方法についてどのように工夫の余地があるか、その特徴、長所、短所を話し合うことは良い数学体験になることと思う。また3次元の図形に対して、その座標が与えられた時に表面積を求めるといった課題に取り組むなど、さらなる発展の可能性のある授業であると思う。

求積法の変遷を探る学習

— 高等学校数学科授業の多角的観点からの検討 —

佐藤 大典 (奈良女子大学附属中等教育学校)

篠田 正人 (奈良女子大学大学院自然科学系)

梅垣由美子 (奈良女子大学大学院自然科学系)

比連崎 悟 (奈良女子大学大学院自然科学系)

1. はじめに

本稿は奈良女子大学の大学教員と附属中等教育学校教員の連携研究推進事業の一環として、附属中等教育学校の5年生（高校2年次に該当）文科系対象の数学授業「求積法の変遷を探る」をテーマとして扱った教育連携研究の報告である。ほとんどの高校では文科系向けとして深くは扱われることの少ない「積分の定義」について取り上げた内容であり、教育連携研究の対象として価値が高いものと考えられる。本テーマの授業指導案および実践の記録に基づき、授業担当教員（佐藤）と大学で数学・物理学を研究する教員（篠田、梅垣、比連崎）がその意義、課題、発展について多角的な視点から検討を行った。以下、第二節でこの授業の内容及び担当教員の意図を記述し、第三節で大学教員が検討した提案等について述べ、第四節でまとめを行っている。

2. 授業の概要

本節では佐藤による当初指導案を基にした本テーマ授業の概略説明と、授業実施後の考察を述べる。特に、積分の定義やカヴァリエリの原理といった文科系の生徒には扱わせることが難しいテーマを取り上げた意義について「リベラルアーツとの関わり」で説明している。

■実施概要

テーマ	求積法の変遷を探る
日時	平成26年2月27日(木)
場所	5年C組教室
授業者	佐藤 大典
学級	5年解析Iδ講座(文系) 29名(男子9名、女子20名)
本時の目標	<ul style="list-style-type: none">・カヴァリエリの原理とニュートンの求積法について理解する。・カヴァリエリとニュートンの求積法の違いを理解することで、極限や微積分の概念を深めることができる。・偉大な先人の思考に触れることで、科学がどのように発展していったのかに興味・関心を持つ。

■リベラルアーツとの関わり

今回授業を行うのは文科系クラスであり、中等教育段階での数学の学習は5年生で最後となる。「微積分」の学習はその集大成であり、「さまざまな現象の微小な変化のようすをみる、また微小な変化のようすから全体をみる」といった概念を身につけることを目標としている。このときに重要になるのが「極限の概念」である。しかし、この極限の概念については中等教育段階においては直観的な理解にとどまっている。例えば「限りなく0に近づけること」と「0」の違いについて、それほど意識している生徒は少ないであろう。そこで、この授業では積分法の学習のまとめとして、微積分の発見者の1人であるニュートンと、それ以前のカヴァリエリによる求積法の違いについて考えさせることにした。カヴァリエリは、図形がこれ以上分割できない究極の成分である「不可分者 (indivisible)」という概念を用いて、2つの図形の面積(体積)が等しいことを示している。しかし、そもそもこの「不可分者」の存在自体に曖昧さが残る。ニュートンは「極限の概念」を用いてその曖昧さを打破し、それが微積分の概念につながっていく。このように偉大な先人の思考に触れることによって「極限の概念」をより深く理解するだけでなく、「限りなく近づくとはどういうことか」というように次なる問いを見つけ、思考が広がっていくのではないかと考える。

■単元の指導計画（単元「積分の考え」、数学 II、計 18 時間）

1. 区分求積法……………3 時間
 2. 定積分と微分積分学の基本定理……………1 時間
 3. 原始関数と定積分の公式……………2 時間
 4. 定積分の性質……………2 時間
 5. いろいろな図形の面積……………4 時間
 6. 体積……………2 時間
 7. 定積分で表された関数……………1 時間
 8. 不定積分……………2 時間
- [発展] 求積法の変遷を探る……………1 時間（本時）

■授業展開

	学習活動	指導上の留意点	評価の観点
導入 5分	1. 区分求積法から定積分にどのように発展していったのか確認する。	・この単元で学習した内容を確認する。 ・プリントを配布する。	
展開 (1) 15分	2. 微分積分の発見以前（カヴァリエリ）と発見者（ニュートン）の求積法を知る。	・PowerPoint を用いて説明する。各自メモをとるよう指示する。	2つの求積法の違いを理解する。

カヴァリエリの原理：ある平行線の間には2つの平面図形があるとし、そしてその平行線の間には平行線から等距離に引かれたどんな直線においても、そしてその直線の図形に含まれる部分の長さがどんな

場合にも等しいならば、その 2 つの平面図形の面積は互いに等しい。図 1 において、平行線による切片の長さがそれぞれ等しいことから面積 $S = T$ であるといえる。平行な面の間に挟まれた 2 つの立体図形についても、体積について同様の関係式が成り立つ。

ニュートンの求積法：上部が曲線で囲まれる図形の面積は、「内接する、狭い一定の幅をもつ長方形の面積の和」を考え、その幅を減らしていった場合の面積に、究極的に等しくなる。図 2 において、小区間の幅を狭めていけば長方形の面積和が囲まれる図形の面積に近づく。内接する長方形の代わりに外接する長方形を用いても同様のことがいえる。

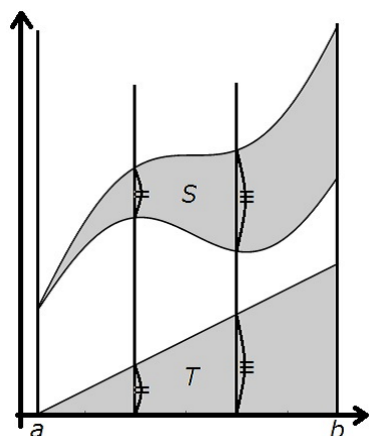


図 1：カヴァリエリの原理

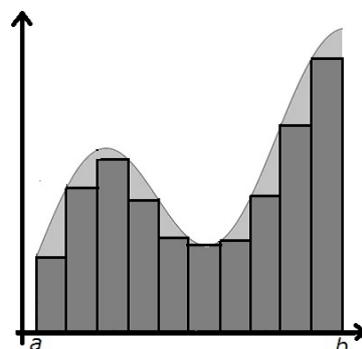


図 2：ニュートンの求積法

	学習活動	指導上の留意点	評価の観点
展開 (2) 20分	3. カヴァリエリとニュートンの求積法について疑問に思ったところを挙げる。	・近隣の人と相談してもよい。 ・何人かの生徒に発表させ、疑問点を共有する。	
	4. カヴァリエリとニュートンの求積法の違いについて考える。	・再度、近隣の人と相談し、2 つの求積法の違いを考えさせる。 ・生徒から出た意見を参考にして、教師がまとめる。	
まとめ 5分	5. 2人の求積法の違いを理解することで、極限や微積分の概念をより深める。		・科学がどのように発展していったのかに興味・関心をもつ。

■授業後の考察

予定通り進むことができず、「不可分者」の話で終わってしまったが、授業終了後の休み時間に生徒たちが「0 を無限個足しても 0 じゃないの」などと議論していた。このように本時の授業で学んだことに対して、生徒自身で新たな問いを見つけ、考えようとする姿勢が見られた。また、授業の最後に生徒

に本時の感想を書かせた。多くの生徒が『究極的に0』と『0』の違いがよくわかった」と述べる一方、「極限は難しい」「極限はむずむずします」という感想もあった。この感想から、この授業を通して、無限小量と0の違いや極限に対する「違和感」を感じ取ることで、極限の概念をより深く理解することができたと思われる。

3. 大学教員の検討と提案

本節ではこの「求積法の変遷を探る」というテーマに対し、大学（数学、物理学）の専門教員からのコメントを記述している。

以下に見られるように、三者のいずれも微積分学の歴史を巡りつつ生徒の理解を深めさせるという意欲的な授業に対し好意的に高く評価しており、その意義が十分果たされるための課題点と提案を行っている。篠田（数学、コメント1）および梅垣（数学、コメント2）は、特に極限の扱いの難しさ、そして生徒に混乱なく伝えることの難しさを指摘し、篠田はこの単元全体でストーリー立てをした授業計画案の可能性、梅垣はこの授業以前の導入段階で扱われたであろう極限について生徒の理解度の確認の重要性について述べている。また比連崎（物理学、コメント3）は、この授業で学んだ複数の求積法について具体例を用いて生徒に手を動かして検討させ、理解を深めさせる方法を提案している。以下にそれぞれのコメントを記載し、総括は第四節で行う。

1. 大学入学以前での微積分の学習は、極限操作の厳密さにどの程度配慮するかが難しく、多くの教科書でも苦心の跡が見て取れる。2015年度大学入試センター試験数学II・IIBにおいて微分の定義が出題されるなど、単なる計算法の暗記が求められているわけではない。本単元（「積分の考え」）の授業計画では、微積分に関する基本法則と計算練習を積み、文系の生徒の理解度に配慮したうえで最後の授業において面積・体積の定義を歴史的な視点から見直すという問題提起の試みである。この授業での生徒の反応にも見られるように、極限に関する「気持ち悪さ」は微積分の導入段階でどの生徒も薄々感じているはずのものである。それ以前にも生徒・児童にしばしば問われる「 $0.999999\dots=1$ なのか」「1点の面積が0なのか」といった問題は、結局（ほとんどの学生にとって）大学初年度の理系向けの講義を待たねば解決しないものである。そこに敢えて足を踏み入れ、5年生（高校2年生）の段階で積極的に話題に取り入れようとする意義は十分理解する。特にカヴァリエリの原理は、底面の形と高さが等しい2つの三角錐の体積は等しいという「知識」においてすでに生徒が体感している原理であり、ここで使い方に習熟すれば、例えば楕円 $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ で囲まれる面積が πab であることが円の伸縮から求められるとすぐに理解できるであろう。ただしこの授業では45分という限られた時間であり、この1コマで本来の授業目標にまで到達するのは非常に難しいと感じる。18コマというこの単元に与えられた時間を考えると（もちろん微積分の計算演習等が不十分にならないよう配慮しつつ）、この単元の導入である最初の授業での「区分求積法」、中頃の「いろいろな図形の面積」、そして最後の本授業、とストーリーを立てて3コマ程度で織り込むのが適切な分量ではないかと考える。（篠田）
2. 極限を扱うことは非常に難しい。そこに意欲的に踏み込んだ画期的な授業だと感じられる。面積や体積を求めるといった興味のある歴史的な問題を扱うことで、学生は極限という概念が必要であ

り、かつ、非常に有効であることを理解すると思う。ただ、高等学校まででは極限を厳密に取り扱わない状況にあり、また、微分積分学が確立していく歴史において様々な試行錯誤がある、という2つの点を踏まえると、歴史を辿りながら混乱なく理解を深めるためにも、まず無限の取り扱いに関して最低限の正しい知識を身に付けておく必要性を感じる。ここで身に付けて欲しいこととは、常に有限の対象物を用いて極限を扱っているということである。生徒の感想から、例えば次の事柄を少なくとも確認しておく必要があるだろうと感じた。

(1) 例えば $y = 1/x$ という関数を考える。 x を無限大に近づけた時の極限は x に代入する数値を大きくしていく時に、 $y = 1/x$ の値が 0 に近づいていくことを意味しているのであり、決して 0 になるということではない。

(2) 無限に足すという操作は実際は不可能であり、我々は有限和の挙動で極限を判断している。ここでいう有限和の挙動とは、級数の部分和を数列と見做した時の値の変化を意味する。

上記の2つのポイントは当たり前のようだが、「正しく理解している」かどうかで無限の理解に大きな差が生じるので、強調して伝えることが大切だと考える。微分積分学の歴史を取り上げる場合、生徒に混乱を生じさせない程度の話題に止め、かつ、内容において誤魔化す箇所がないようにする、という一見相反する注意が必要となる（誤魔化しや曖昧さを認めると無限を厳密に扱う意義がなくなる）。このように大変に難しい対象ではあるが、それを論ずることにより、無限の重要性と面白さの一端を垣間見ることができよう。また、考え方によっては無限小という概念は哲学である。文学の世界においても、トルストイは歴史の考察にそのような微分積分学の考え方を導入しようと試みた。そういう視点に立つと、今回のような無限小をテーマとした数学の紹介は、文系の生徒にとっても非常に興味深いものであると感じる。したがって、今回の授業では予定通りの進捗で進めることが難しかった部分もあったにせよ、意欲的なこの取り組みを高く評価することができ、今後にも大いに期待することができる。（梅垣）

3. この授業は積分に関する内容を学習したあとで、[発展]の項目として求積法の変遷を学習し、このことによって数学の発展に関して生徒の関心が向くことも目指しており意義深い内容であると考えられる。しかしながら、「不可分者」の概念などやや難解な部分があり、授業が予定通り進まなかったのは少しもったいないと思う。そこでこの授業内容に関しては、具体例をあげて実際にいくつか計算してみることで生徒の理解が早まるのではないかと、という点をコメントしたい。先にも述べたように、この授業を実施する段階では生徒は基本的な区分求積法や定積分の計算をマスターしていると期待できる。そうであれば具体的（かつ計算が容易）な関数をいくつか用意して、「カヴァリエリの原理」、「ニュートンの求積法」、「定積分」、をそれぞれ実際に数式を使って表現したり計算することによって生徒の理解がスムーズになる可能性はないか？具体的には、生徒自身に
- (1) 積分計算等が簡単にできる、事前の授業で取り扱った関数を持ちいて様々な平面図形を表現させる。
- (2) カヴァリエリの原理で述べられている「平行線の間で平行線から等距離に引かれたどんな直線においても、そしてその直線の図形に含まれる部分の長さがどんな場合にも等しい」ような異なる形の図形を複数 (1) の方法で表現する。

- (3) (2) の図形の面積を、区分解法や定積分で計算する。
- (4) 更に「平行線の中に平行線から等距離に引かれた直線において、その直線の図形に含まれる部分の長さ」が、一部で異なる図形の場合はどうなるか？検討させる。
- (5) (4) で「長さ」の異なる部分を小さくしていった場合はどうなるか？
等の具体例を生徒自身に検討させ、実際に計算してみることで理解が進む可能性もあると感じた。
もちろん授業時間の制限があるので、すべてを取り扱うことはできないがこの興味深い授業がより実り多いものになれば良いと思う。(比連崎)

4. 評価、今後の課題とまとめ

本テーマで取り扱った求積法の変遷という視点を通して微積分の理解を深めさせるという授業は、高等学校で省略されがちであり多くの文科系の生徒にとっては大学でも学び直すことのない「微積分の定義」に踏み込んだ内容であり、非常に意義の高いものである。同時に、大学との連携教育研究の対象としても価値のあるものと考えられ、多角的な観点からの意見交換によってさらに効果的な授業となり得るものである。第三節に記載した大学教員の提案には生徒には高度かつ時間的に厳しい内容もあるが、附属教員が授業を受ける生徒にあわせてアレンジし、何度かのPDCAサイクルを回すことで有意義な実践が可能であると考えられる。附属中等教育学校では新たに65分授業がスタートしたこともあり、1回の授業で扱う内容として十分妥当な量となる。

さらに、こうした「大学で数学を学び直す機会の少ない文科系生徒」向けの数学のテーマは他にも考えられる。高校数学の発展として一次変換、複素関数、整数の性質、二次曲線といった様々な話題からいくつかを選んで1、2回の授業で簡単に紹介しつつ、違った観点からそれまでに学んだことの理解の助けとする試みを考える価値はあり、連携教育研究の対象となり得るであろう。

中学校理科におけるモーターの製作を取り入れた 「電流が磁場から受ける力」の学習の実践と検討

米田 隆恒（元・奈良女子大学附属中等教育学校）

山内 茂雄（奈良女子大学大学院自然科学系）

1. はじめに

本稿は、奈良女子大学教員と奈良女子大学附属中等教育学校教員の連携研究推進事業の一環として行った教育研究報告である。ここでは附属中等教育学校で行った理科・物理分野の授業、モーターの製作を取り入れて行った「電流が磁場から受ける力」の学習（担当：米田隆恒教員）の内容、およびそれに関する考察を報告する。

「電流と磁場」の単元では、直接見ることはできないが空間にある「磁場」の存在と、電流と磁場の相互作用を理解することが目的である。本論文で扱う授業では、「磁石や電流が作る磁力線」、「電流が磁場から受ける力」を学習した後、自作のモーターの動作で「電流が磁場から受ける力」を確認することを実践している。本授業で取り上げるモーターは電池、アルミホイール等、身近な材料で作る簡単なものであるが、電流が磁場から受ける力を考察するのに十分なものである。第二章では担当教員よりこの授業の概要、目的、実施報告とこの授業の実施に基づいた考察が述べられ、第三章では大学教員の視点からの考察が述べられる。（山内茂雄）

2. 授業研究（2年「理科基礎Ⅱ（1）」）

2.1. 実施概要

テーマ	超簡単モーターの製作
授業者	米田 隆恒
学級	2年「理科基礎Ⅱ（1）」（必修科目）
本時の目標	与えられた少数の材料から、自分たちの持つ知識や技術を総動員して、モーターを製作する。これにより、知識を自らの中で再構築する。

2.2. 授業概要

「電流が磁場から受ける力」の学習では、図1の装置で詳しく学習し、また、直流小型モーターを分解・観察し、工夫された構造と回るしくみを学習済みである。この種の小型モーターを小学校で作っている生徒もいる。しかし、個々の事例や知識を、観察を通して理解できたとしても、それらを総合的に関係づけることは一般に困難である。そこで電流と磁場の関係について、モーターを作るという課題を与えることにより、基礎知識を有機的に関連づけ、応用する能力を身につけさせる。さらに、磁石と電流の間の相互作用、それらのまわりの空間に対する概念の理解を深めさせたい。また、必要なものは自分で作るものであるという姿勢を身につけさせたい。

目指すモーターは、回り続けるという本質を実現させる必要最小限の構造と言え、ファラデーが最初に作ったモーターと同じ構造である。授業では、材料だけを与え、作り方は指示しない。生徒間で自由な発想を出し合いながら、モーターの本質は何かを考え、回ることを目指す。

2.3. 単元の指導計画

(1) 単元名：「電流と磁場」(8時間を予定)

磁石および電流がそのまわりにつくる磁場を、方位磁針および磁力線の観察から学ぶ。方位磁針が電流から力を受けるならば、逆に、電流は磁石から力を受けるのではないか。図1の装置を用いて、電流の流れる棒が磁石から力を受けること、また、電流・磁力線・力の向きの間を、実験を通して学習する。電磁誘導では、磁場から電流を作れるかを、実験を通して観察する。

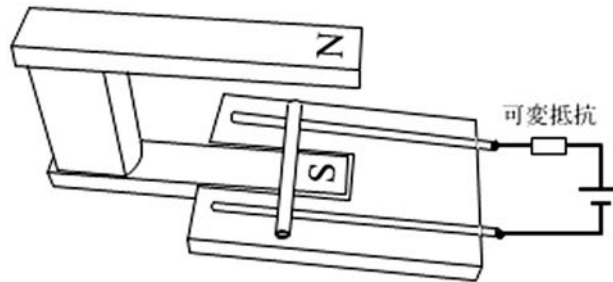


図1

(2) 単元構成

- ①磁石のつくる磁力線の観察 1時間
- ②電流のつくる磁力線の観察 1時間
- ③電流が磁場から受ける力の観察 2時間
- ④電磁誘導と発電の観察 2時間
- ⑤直流と交流 1時間
- ⑥モーターの製作 1時間 (本時)

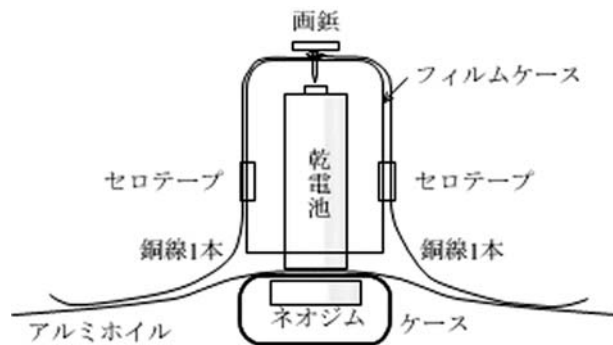


図2 モーター完成例

2.4. 準備物 (2人1セット、可能なら1人1セットが望ましい)

ネオジウム磁石1個、導線1本(直径0.10mm、長さ20cm)、単三乾電池1個、フィルムケース1個、画鋏1個、アルミホイル(15cm×15cm)、セロテープ

2.5. 授業展開（○または（数字）…教師の活動／▼…生徒の活動）

時間	学習活動	指導上の留意点	評価の観点
導入 5分	○モーターを作りたい。材料は準備したものである。	材料の性質や作り方などは一切言わない。	[興味・関心・態度] 自分で考えようとすることができる。
展開1 5分	▼誰とも相談せずに、目の前の材料を用いてモーターを作る方法を考える。	他の生徒と相談せず、自分で考える時間を持つ。	[科学的知識・概念] 学んだ知識・概念を課題に結びつけようと努力できる。
展開2 30分	▼4人チームの中で相談しながら試行錯誤を行う。許可するまでは他のチームの考えを参考にしてはならない。	<p>机間巡視をし、自分たちで解決策を発見できるように、間接的なアドバイスをを行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> 面白いアイデアを試しているチームには他のチームに見られないように指示する。 解決から遠いところでこだわっているチームには別の発想にも挑戦するよう促す。たとえば、フィルムケースに導線を巻いているチームには、導線が短すぎるので別な発想はないかと促す。 全体の意欲が低下しないよう気を配る。 時間が経過し、解決に近づいたチームが出たときは、そのチームを励ます。同時に、全チームに、他のチームの取り組みを見て回ることを許可する。 まったく解決に近づかないときは、磁石から力を受けるのは何か、回転するのは何か、などに注目するように指示する。 動きが見られたチームには、摩擦に注目し、回転し続けることを目指させる。 回転に成功したチームが出たとき、全体に知らせる。 	[科学的思考力] 自然や他人との対話により、さまざまに考えを発展させることができる。
まとめ 5分	▼回転に成功したチームは右記の追加課題に挑戦する。	<p>(1) 装置の断面図をスケッチし、代表者は黒板に書く。</p> <p>(2) 力を図に書き込む。</p> <p>(3) 逆回転に挑戦する。</p>	[科学的知識・概念]

2.6. 授業に対する考察

すべてのチームが最終的に回転させることに成功したといえる。課題は、生徒は棒磁石のまわりの磁力線をすでに観察しているが、製作したモーターの磁力線と電流の関係を考えるのが難しいようである。磁石のNからまっすぐ出て、Sにまっすぐ入ることにとらわれ、その間の磁力線がどのようになっているかに注目できていないようである。 (米田隆恒)

3. 考察

自然科学は様々な自然現象を対象として、そこに働く自然の法則と現象の理解を深めることを目標とする学問である。探求の過程で多くの実験、観察結果に基づいて自然の法則を明らかにするとともに、実験を通して検証を行ってきた。このような経緯を踏まえると自然科学である理科の学習においては、教科書に基づいて理論を学習することに加えて、その理論を自ら確かめる実験を行うことで理解が深められるといえるだろう。さらに実験という能動的な学習を行うことで記憶にも残るため、学習効果が上がると期待される。これらの点から考えると、教員による演示実験ではなく自らの手で実験を行ったことは生徒の理解を深めるのに大いに役立ったと思われる。本授業は中学2年生が対象であり、実験につかう機材を製作する工作自体も生徒の興味を引いたことだろう。工作を進める際には具体的な作成方法を示さず、電流と磁場、直流小型モーターの構造と回るしくみ等、それまでに学んだことを材料にして、いかにして回転させるかを考えることからスタートしている。ここには実現したい事柄に対して、持ちうる知識を総動員して考えるという活動が含まれている。これはまさにアクティブラーニングであり、この点でも教育的効果は高いと思われる。授業では全てのチームがモーターを回転させることができたとのことであるから、その過程において生徒同士で議論を重ねて装置を製作し、実験を実施したであろう。これら一連の活動を通して、モーターの回転に電流が磁場から受ける力がどのように利用されているかについて理解できたと思われる。

今回の実験では実験器具の構造や動作させる方法がわかっており、自分で改変して実験してみることも容易である。追加課題となっている「回転方向を逆にする」ためには、磁石の極性を逆に、あるいは電池を逆に接続して電流の流れる向きを反対にすれば、磁気力の働く方向が逆になり実現される。このこともこの実験装置では簡単に行うことができる。また、棒磁石やU字型磁石と違って見た目でもN、S極の判断が難しいネオジム磁石の場合、磁石の置き方（上下の配置）によってモーターの回転方向が異なる。したがって、始めに作ったモーターの回転方向がチームごとに違うということになっているだろう。その違いが何に起因するのかを検討するという課題も設定できる。その際、N、S極がわかる棒磁石を用いた場合との比較や、ネオジム磁石の磁極を確認することも面白い。これらのことも現象の本質を理解することにつながるだろう。

教科書には図1に示すようなN-S極間に作られる一様な磁場中で、磁場の向きと直行する向きに流れる電流に働く力が説明されている。しかし、磁石のまわりにまいた砂鉄で作られる模様からも確認できるように、一般には磁力線は一様でもなければ直線でもない。ネオジム磁石のまわりで磁力線がどうなっているか、そのような状況の中で磁場からの力が電流にどのように働いているかを考えてみることも意義深い。中学校における学習の範囲では扱わないが、磁力線の方法と電流の流れる方向が平行でなければ電流は磁場から力を受ける。図2に示すように、フィルムケースの上面にある電流は磁場の向きに直行する方向に流れているので、図1と同様の状況となっていて力の働く様子がわかりやすいが、フィルムケースの側面を流れる電流も磁場の向きとは平行ではないため磁場から力を受け、同じ方向の回転を生み出している。実験後の学習でネオジム磁石の作る磁力線の様子と、フィルムケースの側面を貫く磁力線から電流が受ける力のことにも触れれば、発展的学習ともなるだろう。

研究の現場における実験では既存の装置を用いるばかりではなく、その実験にのみ使用する機材を設計して特別に製作してもらうことや、場合によっては自ら製作することがある。本授業では簡単な工作とはいえ、自分たちで実験器具を作って実験を行った。実験に必要なものは自ら調

達し、実施するという実験物理学の醍醐味を体験することにもなっていて、生徒にとって興味深い機会であったと思われる。また、身近にある材料を使っても工夫次第で簡単に自然法則の検証ができるということに気づく機会にもなっただろう。この体験をきっかけに、生徒が日常的にいろいろ試してみようと思ってくれることを望む。

モーターの製作を取り入れた本授業は実験的検証を通して電磁現象の理解を目指したもので、発展的学習も含む内容となっている。また、簡単な工作ではあるが実験機材の製作からそれを用いて実験を実施するまでの一連の体験をも含んでいて、実験実習という点でも大変意義深い。このように、第2章で述べられた本授業のねらい・目的の達成を目指した様々な要素が取り入れられている。この授業を通して直接見ることはできないが空間にある「磁場」の存在と、電流と磁場の相互作用に対する生徒の理解が深められることを期待する。 (山内茂雄)

〔参考文献〕

奈良女子大学附属中等教育学校:『物理のとびら3』, 2015, p.63

高等学校「物理基礎」における「門扉の質量測定」の学習

— 附属学校教員と大学教員による連携授業研究の試み —

米田 隆恒（元・奈良女子大学附属中等教育学校）

山本 一樹（奈良女子大学大学院自然科学系）

小川 英巳（奈良女子大学大学院自然科学系）

1. はじめに

本稿は奈良女子大学教員と奈良女子大学附属中等教育学校教員の連携研究推進事業の一環として行った教育研究報告である。ここでは附属中等教育学校で行った「門扉の質量測定」（理科・米田隆恒教員）の内容およびそれに関する議論を取り扱っている。

第2節ではこの授業の内容及び米田教員の狙いが記載されている。

第3節ではこの授業に関するまとめが記載されている。

第4節には大学から山本・小川からの共同のコメントが記載されている。

2. 授業の概要

■実施概要

テ　　マ	門扉の質量測定
時　　数	2時間
場　　所	1時間目： 教室、 2時間目：校門の門扉のところ
授　業　者	米田 隆恒
学　　級	4年「物理基礎（必修科目）」
本時の目標	門扉の質量測定の方法を考察し、実施することにより、重力質量と慣性質量の概念の違いを明確にする。慣性質量の測定に必要な法則として、運動方程式 $ma=F$ が必要であることを理解する。

■授業概要

校門の門扉はとても「重い」。とても重いものがなぜ片手で動かせるのだろうか。摩擦が小さいからか。そうではない。「重い」という言葉には、まったく異なる2つの概念が含まれているからである。その2つとは運動方程式の左辺 (ma の m) と右辺 (mg の m) である。それを実感してみたい。毎日通り過ぎている校門の、ときどき開け閉めする門扉の質量はどれくらいだろうか。門扉は「重すぎて」持ち上げることはできない。これは重力質量 m が大きく、重力 mg が大きいからである。しかし、どんなに「重く」ても門扉を開け閉めすることはできる。この開け閉めするときの、動きにくさを表す量が慣性質量 m である。同じ力 F を加えた場合、 $a=F/m$ であるから、慣性質量 m が大きいほど物体は加速しにくく、これも日常では「重い」と表現する。加速しにくいとは、速くなるのに時間がかかるというだけであり、摩擦がないならば、どんなに慣性質量の大きいもの、自動車や飛行機でも力を加え続ければ、手で引っ張って動くのである。さて、門扉を開け閉めするときには体験しているこの質量を測定してみよう。運動の法則の学

習が終わっている段階で行うのがよい。

1 時間目はグループおよびクラス全体で測定方法について議論し、実現可能な最良の方法を考案し、各グループで役割分担を決め、必要なものを準備する。2 時間目はグループごとに実際に門扉の質量を測定する。データ処理は各自の宿題とする。



以下は、さまざまな議論の中で最良の方法だったものを紹介する。下記の準備物は、事前に指定したものではなく、議論の結果必要となったものである。

■単元の指導計画

(1) 単元名：投げ込み教材

力学の学習では、加速度が外力に比例し、質量に反比例するという運動方程式を、実験に基づいて導いている。摩擦力等の力の種類、仕事とエネルギーについても学習し、演習問題も解けるようになっている。力学の学習を終え、力学から遠のいている時期にこの課題を与えるのがよい。

(2) 単元構成

門扉の質量測定 …………… 2 時間（本時）

■課題：校門の門扉の質量を測定せよ。ただし、校門の門扉を傷つけてはならない。

■準備物（7 人前後で 1 チーム）

メジャー、ストップウォッチ、バネばかり、メトロノーム、チョークなど

■授業展開（○または（数字）…教師の活動／▼…生徒の活動）

時間	学習活動	指導上の留意点	評価の観点
導入 5 分	○課題のみを説明する。 ▼課題に関する質問	質量の意味、測定方法に関係しない範囲で、課題に対する質問があれば答える。	[関心・意欲・態度] 質問をすることができる。
展開 5 分	▼誰とも相談せずに、声にも出さず、課題の意味を明確にし、測定方法について考察する。	誰も検討が付けられない場合は、測定するためには、それを含む法則が必要であることを補足説明する。	[関心・意欲・態度] 知識を整理し、課題に関連づけようと努力できる。
展開 15 分	▼7 人チームで相談しながら、ホワイトボードにアイデアをスケッチする。案がまとまれば、役割分担と準備物についても考える。	机間巡視をし、チームごとに 1 歩進むためのアドバイスを行う。あくまでも、自分たちで方法を発見できるようにアドバイスの内容には留意する。	[科学的思考力] 自然との対話、他人との対話、自分との対話により、論理的に思考できる。
展開 15 分	▼各チームの測定方法を図とともに発表する。 ▼それを踏まえて、各チームの実施方法を再考する。 ▼各チーム、決定した方法に従って、役割分担と準備物を決定する。	危険な方法、門扉を破損する方法は再考させる。 ・摩擦による減速に気付いていない場合は指摘する。 ・門扉を動かす場合、挟まれる危険があるので、門扉を停止させる係を 2 名必ず割り当てさせる。	[実験観察技能] 危険な場面を予測できる。測定精度を上げる工夫ができる。役割分担に従って、実験を進められる。

まとめ 5分	▼準備物を用意し、休憩時間後すぐに測定開始できるようにイメージトレーニングを行う。	各チーム、測定時間の割り当てが短いので、役割分担を明確にさせる。	
-----------	---	----------------------------------	--

3. 考察

一般に、单元の中で与えられる課題は、その单元の知識を活用すればよいから、解法を見つけやすい。一方、現実に出会う課題では、何を求めればよいのか、そのためにどのような概念や法則を関連づけて活用すればよいのかなどが不明な段階から思考をスタートすることになる。実際、力学の学習では力学台車を用いて運動の法則を導く実験をしたはずだが、今回の門扉の質量測定の課題が与えられたとき、力学台車の実験になかなか結びつかないようであった。実験方法は、どの班も 8kgw 位をはかれるバネばかりで門扉を一定の力で引っ張り、時間と門扉の位置を測定するものとなった。時間の測定方法、位置の測定方法は各班で工夫が見られた。各班とも、測定結果から描いた $v-t$ グラフは同じような傾向を示していた。しかし、1 回きりの測定であるので測定誤差が大きく、質量の測定結果には正解を挟んで大きなばらつきがあった。

■参考文献

奈良女子大学附属中等教育学校:『物理のとびら』, 2013, pp29-33

(米田隆恒)

4. 大学教員からのコメント

持てないほど重い物体でも、校門の門扉のように車輪が付けられれば、簡単に動かせる。この門扉の開閉動作には、質量 m と外力 F が、加速度 a と運動方程式 $ma=F$ を通じて関係している。運動方程式中の質量とは物体の動きにくさを表している慣性質量である。体重計で計測できる、一般にイメージする「重さ」としての重力は、質量 m に重力加速度 g をかけた $F=mg$ であり、この質量とは重力質量である。もし、摩擦力が小さく無視できれば、 $m=F/a$ であり、門扉を加速運動させ、その時の加速度と外力を測定すれば、慣性質量が求まることとなる。

授業テーマとしては、慣性質量と重力質量の概念を明確化するとともに、この動作を解析することで、慣性質量の測定を行うことである。この授業前に、台車による実験から、加速度が外力に比例し、質量に反比例するという、運動方程式を導くことは既にされている。そこで、この授業は、一歩進んだ物理学の本質に迫れる学習と言える。

慣性質量と重力質量は全く異なる定義であるが、等価原理により同じ値であるとされる。通常、両者を区別することなく質量として使われている。歴史的にもこの両者が等しいのか、ニュートンの時代から実験で確かめられており、現代においても追及されている問題である。今のところ高い精度で、両者に違いが認められてはいない。これらに関し生徒にどこまで教えるのかは難しいところであるが、実際どこまで生徒は理解しているのだろうか。

授業展開の展開3の「学習活動」に、各チームの測定方法を図とともに発表するということと、それを踏まえて、各チームの実施方法を再考することがある。チーム毎に提案する測定方法には優劣があると思われ、それを他のチームに発表してしまうと、再考の段階で、殆ど(全て)のチームが一番優れていると思われる測定方法を再提案するのではという気がするが、どのように検討が収束したのであろう。

1・2時間目と授業の流れはいいと思う。さらに、「データ処理は各自の宿題とする。」となっている。3時間目として、その結果を発表し合うような時間は取れたのかどうか。時間の制約はあるであろうが、自分たちで考えた方法に従って測定したデータを整理し、その結果も発表し合い、できれば実験誤差の評価や測定誤差を減らすための工夫についても、話し合うことが出来れば、より進んだ学習となるのではないかと思う。

定性的であっても、このような慣性質量を自分で体感できる例題をいろいろと考えさせるのもいいと思う。例えば、自転車や荷物運搬用台車で「重く」となると、動いているものをさらに加速させるのに、より大きな力が必要なことは体感できると思う。

また、慣性質量と重力質量が等しいかどうか確認することも興味深いと思う。例えば、振り子の周期は、両者が異なれば慣性質量/重力質量の平方根に依存して、振り子の長さだけでは決まらなくなる。これより、実験精度内ですが等価原理を確認できる。さらに、思考実験を課題に与えても面白いと思う。例えば、無重力下では、加速度 a で等加速度直線運動する宇宙船内では、逆向きの慣性力 ma で疑似的な重力が感じられ、この ma も「重さ」として考えられる。

また、重力下でエレベーターに同じ体重計を2つ置き、それぞれに同じ重力質量 M の異なる物質 A と B を乗せます。エレベーターが静止している時は、どちらの体重計も Mg で押されているので、2つの体重計の指す目盛りは等しい。次にこのエレベーターを上向きに g の等加速度運動をさせたとき、物質 A と B の慣性質量をそれぞれ、 M_A 、 M_B とすると、 $M=M_A=M_B$ が成り立たなければ、2つの体重計は異なる目盛りを指すが、物質 A と B に対していかなる物質の組み合わせを採用しても、2つの体重計は等しく、最初の日盛りの2倍を指す。以上のことより、慣性質量と重力質量は、いかなる場合も等しいことが証明されるはずである。

実験には安全対策が必須だが、教員の指導のほかに、測定者たる生徒にも十分に検討させることは、教育的効果は高いと思われる。しかし、「物理の本質」とは関係のない部分なので、こういう点に注意を割かなければならないのは残念であり、より安全な事例で実験を行えればと考える。

運動方程式中の質量が、一般的な「重さ」である重力質量ではなく、慣性質量だと認識させることは、物理学の本質を探る良い授業であると考えられる。

高等学校物理における放物運動の新たな解法の研究

— 作図によるアプローチ —

米田 隆恒 (元・奈良女子大学附属中等教育学校)

吉岡 英生 (奈良女子大学大学院自然科学系)

1. はじめに

本稿は奈良女子大学附属中等教育学校教員と奈良女子大学教員との連携研究推進事業の一環として執筆された教育研究報告である。ここでは附属中等教育学校で行われた5年生向け物理授業「作図による放物運動の探求」(理科・米田隆恒教員)の内容とそれに対する研究協議を取り扱っている。第二節では、米田教員による授業案および考察が記載されている。第三節では、授業案に対する大学教員(大学院自然科学系・吉岡英生)のコメントが記載されている。

2. 授業の概要 (5年「物理」)

■実施概要

テーマ	作図による放物運動の探究
授業者	米田 隆恒
学級	5年「物理」(自由選択科目)
本時の目標	重力の中での物体の運動を、方程式を解くのではなく、作図だけで解明する。課題を解決する中で浮かんでくるアイデアや新たな課題にどんどん挑戦する。

■授業概要

物体は 45° で投げ出したとき最も遠くに着地する。なぜだろう。証明は水平方向と鉛直方向で方程式を立て、到達距離を仰角 θ で表したとき、距離の最大値が $\theta=45^\circ$ であることから証明できる。

しかし、証明ができたとき「わかった!」と感動できるだろうか。実感を伴わない気持ち悪さが残るのではないだろうか。また、解いている問題に誘発されて疑問やアイデアが浮かんでも、方程式で表してそれを解くことはなかなか難しい。たとえば、 45° で100mまで届くとしたら、同じ初速で50mまで投げるには何度で投げ出せばよいか。草野球で、バッターが打ったボールにグローブを投げてホームランを阻止するには、どの方向にグローブを投げればよいか。水平面ではなく、斜面に向かって最も遠くまで投げ出すには何度がいいかなどと問えば、即答はできないだろう。また、計算で求めるのも簡単なことではないだろう。

ところが作図を用いれば、上記のような問題が計算なしに直感的にしかも結構正確に求めることができる。課題を考えていると、それに誘発されて新たな課題・疑問が生み出される。自ら課題を生み出すことは、自分にそれが解けるのだろうかという不安が伴う。しかし、解決できたときの感動の積み重ねは、課題は自分で解決できるものだという確信にかわる。この作図教材は、問題を解くための技術という面を持つが、それ以上に、課題を発見する楽しみ、それを解く楽しみを与える。

課題の流れは、課題を解決ことによってわき起こってくるひらめきや疑問を新たな課題とし、自ら解決していく1つの道筋を示すものである。したがって、資料に示す課題は、これまでの生徒たちによって見いだされたひらめきや【発見】、【疑問】をまとめたものであり、この通りに進めるべきものということではない。時間的に余裕があれば、課題1、課題2までを与え、後は生徒たちが見いだした課題やアイデアを互いに出し合い、共有しながら取り組むのがよい。

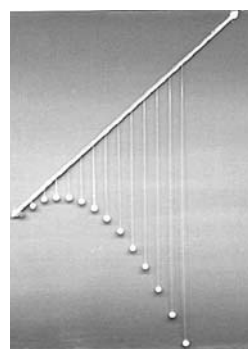
■単元の指導計画

(1) 単元名：「放物運動」(5時間を予定)

重力を受けて平面内で運動する物体を運動方程式に基づいて考える。空気抵抗がある場合についても、運動方程式を差分方程式で表し、10進Basicによるシミュレーションを行う。

(2) 単元構成

- ①作図による放物運動の探究 …………… 2時間 (本時)
- ②斜方投射 (解析的方法) …………… 1時間
- ③空気抵抗がある場合の落下運動 …………… 2時間



放物すだれ

■準備物 課題プリント、A3 グラフ用紙を1人数枚

■授業展開 (○または(数字) …教師の活動 / ▼ …生徒の活動)

時間	学習活動	指導上の留意点	評価の観点
導入 15分	<p>▼準備：重力加速度を 10m/s^2 とし、1秒ごとの落下距離を求める。</p> <p>(1) 水平投射の作図方法を説明 (右図)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水平初速 20m/s で、重力なしで作図 ・1秒ごとに落地点を作図し、 ・それらを結んで軌跡を描く。 <p>(2) 放物すだれを見せ、初速や仰角を変えてイメージをつかませる。</p>	<p>・水平投射の作図法の説明</p>	<p>[興味・関心・態度]</p> <p>指示された方法を自分で確かめることができる。</p>
展開 65分	<p>▼課題1：初速 40m/s、60m/s のときの軌跡を先ほどの図に書き足す。</p> <p>▼課題2：初速の向きが水平でないときの着地点を作図。</p> <p>○作図しながら、発展課題や疑問点を自分で考え出し、作図によって自分で解決を試みなさい。面白い課題や疑問はみんなに向かって発表しなさい。</p> <p>▼課題に取り組む。思いつかない場合はプリントの課題を参考にする。</p> <p>○衝突の作図方法の説明</p> <p>▼課題、疑問、アイデアに取り組み、適宜、発表する。</p>	<p>・課題2の解答例</p> <p>・衝突の作図方法の説明</p>	<p>[科学的思考力]</p> <p>課題に挑戦し、新たな課題や疑問を自分で発見し、表現することができる。</p>

展開 65分		・45°最長到達の証明図	[科学的思考力] 課題に挑戦し、新たな課題や疑問を自分で発見し、表現することができる。
まとめ 10分	▼例題の解答、考案した課題、解決できない課題を電子黒板に写して説明する。		[興味・関心・態度] 平面レンズの活用方法を考えながら、実験を見ることができる。

3. 考察

作図に慣れると運動を直感で解けるようになるが、煩雑さや思考の行き詰まり感が出てくる。この段階で、通常の解析的な思考法を導入すれば、その重要性を身にしみて感じ取ることができるだろう。作図による放物運動の分析は、幾何学の問題を、補助線を探して証明する楽しみに似ている。これに対し、方程式で考えることは、座標を数値で表し幾何学を解析学で考えることに対応し、直感の世界から独立して、概念や思考を深めていくことにつながる。

■参考文献

奈良女子大学附属中等教育学校:『物理のとびら』, 2013, pp.17-28 (執筆担当 米田隆恒)

4. 大学教員からのコメント

力学の全ての運動はニュートンの運動方程式を解くことによって得られる。このニュートンの運動方程式は2階線形常微分方程式である。高校の物理では、運動方程式を微分方程式と意識することなく解を導いているため、その解の導出が冗長であることは否めない。そのため、数学があまり得意でない、もしくは運動方程式の解の導出に納得できないなど、なんらかの理由で運動方程式の解が得られない場合には、そこで止まっていまい、本質であるところの物理を論ずることができない。したがって、運動方程式を解くという通常のプロセスを踏まず“作図によって放物運動を解く”という着眼点は、運動方程式の解の導出で躓いた生徒にとって、有用なアプローチとなると考えられる。また、そうでない生徒にとっても作図を通して見出された疑問を計算によってアプローチするという課題を見出すことができるという意味で意義あることであろう。

以下に授業の進め方に関して気づいたことを列記したい。まず、導入で水平投射の作図をさせている。私が考える限り、提示されている作図方法でなぜ軌道が得られるのかを理解するためには、①運動方程式は、水平方向と鉛直方向に分離できること。②水平方向の運動は等速運動であり、初速度 v_0 を使って、 $x = v_0 t$ と書けること。③鉛直方向の運動は自由落下であり、重力加速度 g を使って、 $y = -gt^2/2$ と書けること。を知っておく必要があると思われる。この授業は放物運動の1回目に計画されているが、これらの事実を学生は既に習得しているのであろうか？原理がわからなければ、単なる作図だけで終わってしまうことが心配である。さらに、展開においても作図で幾つかの課題が想定されているが、これらに取り組む場合であってもその原理を知っておくことは必要ではないだろうか。

なお、この授業では、重力加速度を $g = 10\text{m/s}^2$ としている。本来の値 $g = 9.8\text{m/s}^2$ ではなく、こ

の値を用いないと作図が煩雑になることは十分に理解できる。また、最長到達距離が実現する投げ上げの角度は重力加速度の値によらず 45° になるため、この課題に取り組む場合には $g=10\text{m/s}^2$ としても差し支えない。しかしながら、やはり重力加速度の値は 9.8m/s^2 であり、決して 10m/s^2 でないことは伝えておくべきであろう。実際、当然のことではあるが、到達距離は重力加速度の値に依存するため、 $g=10\text{m/s}^2$ を用いた作図で得られる到達距離は正確ではない。

(執筆担当 吉岡英生)

高等学校物理の単元「放物運動」における コンピュータシミュレーションを用いた授業

米田 隆恒（元・奈良女子大学附属中等教育学校）

狐崎 創（奈良女子大学大学院自然科学系）

比連崎 悟（奈良女子大学大学院自然科学系）

1. はじめに

本稿は奈良女子大学教員と奈良女子大学附属中等教育学校教員の連携研究推進事業の一環として執筆された教育研究報告である。ここでは附属中等教育学校で行われた5年生向けの物理学の授業、単元名「放物運動」の内容及びそれに関する大学教員からのコメントを記述している。第二節ではこの授業の内容及び米田教員の狙いが記載されている。第三節には大学から、狐崎、比連崎のコメントが記載されている。

2. 授業の概要

授業研究（5年「物理」）

■実施概要

テーマ	空気抵抗がある場合の落下運動とシミュレーション
授業者	米田 隆恒
学級	5年「物理」（自由選択科目）
本時の目標	空気抵抗を考慮し、運動方程式を立てる。これを差分方程式と見なしてExcelでシミュレーションを行う。応用として、空気抵抗がある場合の斜方投射に挑戦する。

■単元の指導計画

(1) 単元名：「放物運動」（5時間を予定）

重力を受けて平面内で運動する物体を、運動方程式に基づいて考える。空気抵抗がある場合についても、運動方程式を差分方程式で表し、Excelによるシミュレーションを行って考える。

(2) 単元構成

作図による放物運動の探究 …………… 2時間

斜方投射（解析的方法） …………… 1時間

空気抵抗がある場合の落下運動 …………… 2時間（本時）

■授業の流れ（○または（数字）…教師の活動／▼…生徒の活動）

① [授業の目標] 空気抵抗がある場合の落下運動を、運動方程式を解いて求める。

▼落下運動および斜方投射がどのような軌跡を描くか、速度はどう変化するかを予想する。

② [微分の意味を説明]

x が $x+dx$ に変化するとき、 dx を x の微分（かすかな増加分）という。

運動とは、微小時間 dt の間に位置 x および速度 v が微小量 dx および dv 増加することを意

味する。

この増加分を決定するのが微分方程式としての運動方程式 $ma=F$ である。

これまでの授業では、力が一定の場合のみを扱ってきた。したがって、加速度は一定であった。しかし、空気抵抗がある場合や万有引力による人工衛星や天体の運動では、力は時間や位置によって変化する。こんな場合も、運動方程式から出発し、次のように、加速度の定義、速度の定義に戻ることによって、運動方程式に基づいて速度と位置の時間変化を求めることができる。

▼加速度の定義、速度の定義に基づいて、運動方程式を变形していく。

$$\left[ma = F \text{ より } a = \frac{F}{m} \right] \rightarrow \left[\text{定義 } a = \frac{dv}{dt} \text{ より } dv = a dt = \frac{F}{m} dt \right] \rightarrow [dt \text{ 後の速度 } v' = v + dv]$$

$$\rightarrow \left[\text{定義 } v = \frac{dx}{dt} \text{ より } dx = v dt \right] \rightarrow [dt \text{ 後の位置 } x' = x + dx]$$

③ [具体例：空気抵抗があるときの落下運動]

速度が小さい場合、空気抵抗は物体の速度 v に比例すると仮定する。空気抵抗の比例定数を k [Ns/m] とし、鉛直上向きを正とすると、質量 m の物体にはたらく力は $-mg - kv$ である。

$$[F = -mg - kv] \rightarrow [ma = -mg - kv] \rightarrow \left[dv = a dt = \left(-g - \frac{k}{m} v \right) dt \right] \rightarrow \left[v' = v + dv = v - \left(g + \frac{k}{m} v \right) dt \right]$$

$$\rightarrow [dy = v dt] \rightarrow [y' = y + dy = y + v dt]$$

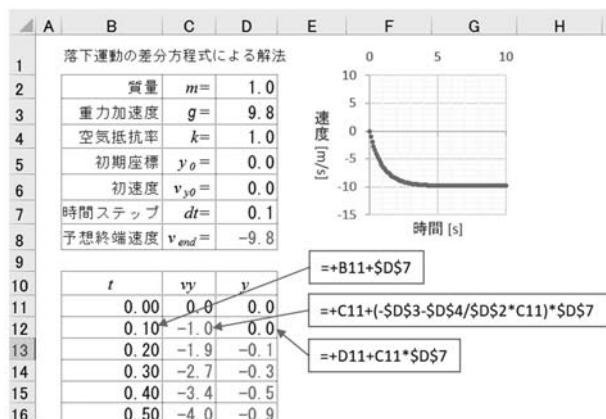
dt を 0 に持って行けば微分方程式であるが、微小時間のまま計算を進めるのが差分方程式である。

④ [差分方程式を Excel に入力]

差分方程式を Excel で表計算として実行し、グラフ化することによって解を視覚化できる。

▼右図のテキストのとおり Excel に入力する。

時間と速度の関係を散布図として表示する。
○Excel 入力のコツとして、絶対番地指定 \$ やコピーの仕方を確認する。時間幅 dt を大きくすると誤差が膨らんで無意味な結果になることも確認させる。

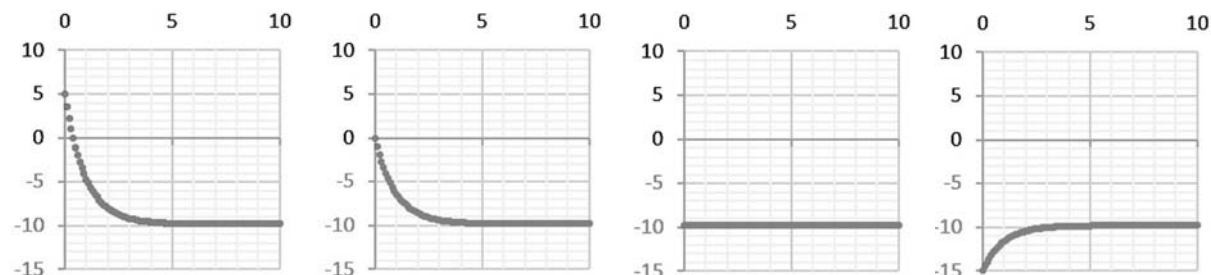


⑤ [演習 1]

▼空気抵抗がある場合の終端速度 v_{end} を計算し、Excel の結果と比較する。

$$-mg - kv_{end} = 0 \text{ より } v_{end} = -\frac{mg}{k}$$

▼初速度を変えて、速度の時間変化を観察する。初速度が 5, 0, -9.8, -15m/s の場合の実行例。



▼質量や空気抵抗係数を変化させるとどうなるかを調べる。

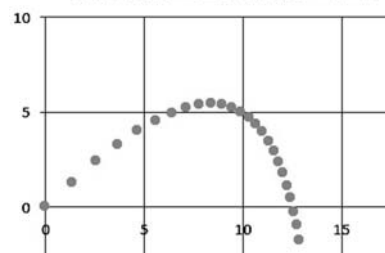
▼位置 y と時間 t のグラフを描く。

⑥ [演習 2 : 空気抵抗がある場合の斜方投射]

x-y 平面で斜方投射をする場合の軌跡を Excel で差分方程式を解いて表示せよ。

▼解答例：右図は、質量 1kg、空気抵抗率 1Ns/m、 $\theta = 45^\circ$ で初速 $v = 20\text{m/s}$ で投げ出したときの軌跡である。

斜方投射と空気抵抗の影響



■考察

差分方程式は、運動を微小な時間間隔に分け、その間は力が一定であると見なし、運動方程式に基づいて微小時間内の速度の変化及び位置の変化を計算し、次の時間ステップに進む考え方である。この考え方を、実習を通して理解することにより、課題研究などにおいて生徒が問題に直面したとき、生徒自身によって解決可能な領域を拡げることができる。Excel を用いるならば、プログラミングという壁もないので自由度がより拡げられる。

■参考文献 奈良女子大学附属中等教育学校:『物理のとびら 3』, 2015,pp.35-37

(文責 米田隆恒)

3. 大学教員からのコメント

狐崎創：物理にとって微分方程式の考え方はその発展の歴史の出発点から不可欠ですが、現在の高校までの教育課程では正面から扱うことを避けています。それは微分方程式が難しくその理解までに生徒が多くハードルに出会うことを考慮してのことでしょうが、一方でその概念が一旦身に着けば物理法則に対する理解が飛躍的に進み、実際に問題を解くことが楽になることは物理に携わる者は皆感じているところでしょう。その意味で差分法を体験的に学習し、微分方程式への橋渡しをすることは大学に進学する前の生徒にとっても大変有意義な授業であり、また意欲的な試みだと思います。

ご参考になるかわかりませんが、私は大学初年度の微分積分の演習の一環として、同様の差分法の内容の授業を行ったことがあります。その際は差分法について解説した後の演習問題として、まず等加速度運動の速度 $v(t) = 2t$ から位置 $x(t)$ を求める問題として簡単な微分方程式 $dx/dt = 2t$ を差分化した式 $x(t + \Delta t) = x(t) + 2t\Delta t$ で、時間刻み Δt を何通りか変えて折れ線グラフを手で描いてもらい、 $\Delta t \rightarrow 0$ の極限を想像した後、漸化式を解いて極限をとると解 $x(t) = t^2$ が得られることを全員に体験してもらいました。そして次に発展問題とし月の軌道付近から、小物体が地球の万有引力で落下する場合の運動を差分法で解く課題を出してみました。この場合は、4~5日 で地表に落下するので $\Delta t = 1$ 日程度にすると電卓だけで落下にかかる日数が概算ができます。

このような授業をしてもらおうと、微分の直感的な理解までに、人によっていくつかハードルがありそうだと感じます。例えば、 $\Delta t \rightarrow 0$ で折れ線グラフが滑らかな曲線に近づくことを直感的に把握するのはグラフを手で描いた経験が少ない学生には難しいようですし、 Δt が小さいと誤差が小さいという説明で $\Delta t = 0.1$ 日を $\Delta t = 8640$ 秒と単位を変えただけで (8640 という数字が小さく見えないので) 混乱する学生がいて教える側も説明に戸惑ったりします。

多くの生徒がぶつかるハードルとその解決法を探るには、実践的な授業を通して生徒と対話することがとても大事だと思います。大学で上述のような演習をした後でも、(極端にいうと $dx =$

3のような)無限小という概念と矛盾する式をおかしいと感じずに書いてしまう学生や、計算はできるのに微分の意味を忘れてしまってグラフを用いた解釈ができない学生が見受けられます。よりよい学習法を見つけてフィードバックして頂ければ、大学の初年度教育にとってとても有用なので、ぜひ継続して頂けたらと思います。

比連崎悟：かなり高度な内容を巧みに教えておられると思う。本格的なプログラミングを行うと授業の負担が大きくなってしまふことを避けて、空気抵抗までも取り入れた現実的な放物運動を生徒に理解させることを目指している。この授業内容に関するコメントとしては、せっかくここまで高度な内容を取り入れたのであれば、空気抵抗などのパラメータの設定を現実的なものとして、より具体的で身近な放物運動の例を、生徒たちに自由に検討させるような機会があるとさらに学習効果があがると思う。例えば、

ある物体の空気抵抗率はどのように決定することができるか？

その空気抵抗率を用いた物体の運動はどのようなものになるか？

空気抵抗がない場合と比較してどのように異なる運動になるか？ 実験を通じて確認できるか？

実験と食い違いが生じた場合に、原因は何であると考えられるか？

を検討させるのはどうだろうか。例えば、それぞれの項目の具体例として、

野球のボールの空気抵抗率はどのように決定できるか？ 単純には自由落下の終端速度を測定できれば良いが他に方法はあるか？ または、実際の野球のボールを用いずに空気抵抗率を決められるか（空気抵抗率がボールのどのような特性で決まるかの検討もできる。）？

(1) で決定した空気抵抗率を用いると野球のボールの飛跡はどのようになるか？野球のキャッチボールや、打球の飛跡など。

実際のボールの運動を十分に理解できるか？ プロ野球選手のホームラン打球の飛跡などはどうか？ 空気抵抗がない場合は、斜方投射でもっとも遠くまで物体を投げる場合の最適の角度は水平面に対して45度であるが、空気抵抗がある場合はどうなるか？ 最適な角度は初速度に依存するのか？

たとえば野球の場合、投手の投げる球に変化球がある。これは、ここで取り扱っている空気抵抗の効果で理解ができるのか？ 更にどんな効果が予想できるか？

もちろん授業時間の制限があるので、すべてを取り扱うことはできないが、空気抵抗という効果を軸にして、生徒が現実的な現象と、高校で学ぶ理想化された運動方程式の間の関係に想いを馳せるきっかけとなると良いと考える。さらにこのことは、物理学の歴史を学ぶ上での重要なポイントにつなげることも可能である。物理学の歴史は、複雑な現象から根本にある自然のルールを見つけてきた歴史であり、その意味で「実際の現象」から「根本のルール」を見通す難しさを気づかせるためにも役に立つように思う。

様々な発展が考えられる有意義な授業であると思う。

高等学校「物理」における身近な現象の測定を題材とした実験物理の授業研究

米田 隆恒 (元・奈良女子大学附属中等教育学校)

太田 直美 (奈良女子大学大学院自然科学系)

1. はじめに

物理学は長年にわたり、理論と実験が車の両輪として働くことで発展を続けてきた。物理教育においても両者をバランス良く配置することが理想であるが、現実にはそう容易ではなく、高校物理では生徒が自ら手を動かして実験を行う時間は限られているだろう。とかく、教科書に書かれている事柄や法則性と実際に目の前で起きている現象の理解とが乖離しがちであると言える。実際、大学の物理学実験においても、あらかじめ「正解がある」という考えに縛られて、そこから脱却できないでいる学生も少なからずいる。これと関連して、一般に、実験値と理論値を比較するときには、測定に伴う誤差の見積もりは避けて通れない。しかし、知る範囲において、誤差の考え方は高校物理の教科書の付録として取り上げられるにとどまっているようである。その影響のためか、大学初年次の初めての実験でいざ誤差の評価を行おうとすると、そもそも誤差とは何かを誤解していたり、単に“誤差が大きい”=“実験が間違っている”(あるいは逆に“誤差が小さい”=“実験が正しい”)と判断してしまったりすることがある。以上のような状況のもと、物理実験がどのように高校教育に取り入れられているのか、また双方にとって可能な改善点は何か、について考察するために、附属中等教育学校5年「物理」の授業例を取り上げる。

(太田直美)

2. 授業の概要 (5年「物理」)

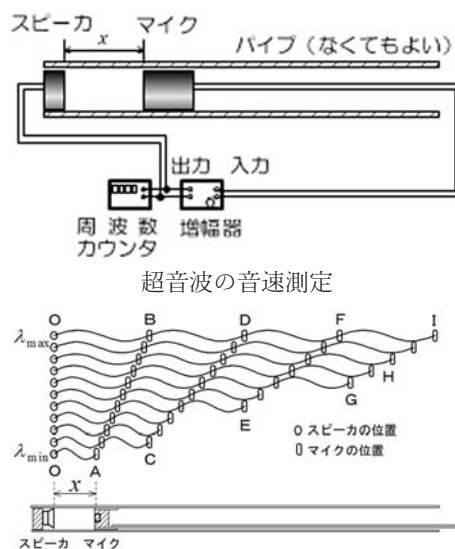
■実施概要

テーマ	ハウリングを用いた音速の測定
授業者	米田 隆恒
学級	5年「物理」(自由選択科目)
本時の目標	ハウリングという現象を用いて音速を精密に測る

■授業概要

20℃～40℃における乾燥空気中の音速は、 t ℃において $v=331.5+0.6t$ と学習する。また、一般に、音速は媒質によって決まり、振動数や振幅によって変化しないとある。しかし、気柱共鳴の実験では、共鳴点の位置を精度よく測定することができないため、気温や振動数と音速との関係を調べることは困難である。また、水中や固体中の音速を測定することも困難である。

ところで、マイクをスピーカに向けるとピーという高い音がする。いやがらずに、マイクとスピーカを向かい合わせたまま、それらの間隔を長くしていくと、発振音の振動



数が減少していき、ある位置を超えると振動数が再び高くなる。さらに間隔を長くすると再び減少するということを繰り返す。同じ振動数で発振する2点間の距離がその振動数に対する音の波長であり、周波数カウンタで測定した発振振動数から音速が決定する。少しずつ位置を変えることにより、さまざまな振動数に対する音速を測定できる。この装置を気体、液体中に入れることにより媒質中の音速を測定できる。マイクとスピーカを弦に接触させることにより、弦を伝わる波の速さも測定することができる。

授業では、可聴音について代表生徒といっしょに演示実験を行いながら本装置の測定原理を説明し、2時間目は超音波（40kHz 前後）の音速測定を生徒実験として行う。

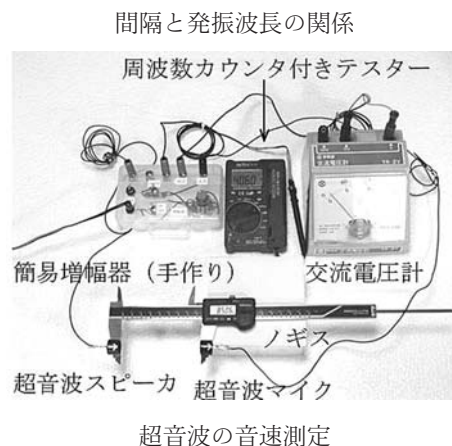
■単元の指導計画

(1) 単元名：「音波」（5時間を予定）

「物理基礎」では、音の基本的性質を学習し、気柱共鳴による音速測定を実施している。「物理」では、音の性質を復習した後、音速の精密測定とドップラー効果について学習する。

(2) 単元構成

- ①ハウリング音速測定の原理と測定 … 2時間（本時）
- ②ドップラー効果 …………… 3時間



■準備物（4人1セット）

生徒用：超音波マイクとスピーカ、ノギス、増幅器、周波数カウンタ付きテスター、温度計、交流電圧計、可能なら各班にオシロスコープ。演示用にマイク、スピーカ、オシロスコープ

■授業展開（○または（数字）…教師の活動／▼…生徒の活動）

1 限目	学習活動	指導上の留意点	評価の観点
導入 15分	○設問 (1) 音速の公式 $v=331.5+0.6t$ が成り立つ条件は何か。 (2) 音速を測定する方法をできるだけいろいろ考えよ。 (3) この公式を気柱共鳴の実験によって検証できるか。 ▼グループで考え、発表。	(1) 公式には前提条件があるということを確認する。 (2) 進んだ距離/時間という方法だけでなく、 $v=f\lambda$ の関係式に注目する。 (3) 気柱共鳴の測定精度に注目する。	[科学的知識・概念] 学んだ内容を1つ深い視点から見直すことができる。
展開1 30分	○ここにマイクとスピーカと増幅器がある。これを用いて音速を精密に測定する方法をみんなと考える。 ▼生徒代表2人前へ。 ▼マイクに声を入れ音量を上げる。 ▼マイクをスピーカに向ける。周波数カウンタを読み取る。 ▼マイクとスピーカの距離を徐々に離していき、周波数を読む。	・規則性がある ⇒法則があるはずだ（間隔と発振波長の関係） ⇒その法則を音速と関係づける ・発振信号の波形(オシロスコープ)と交流電圧計を見ながら、増幅器のボリュームを少しずつ大き	[科学的思考力] ・ハウリングという現象の特徴を、生徒間の対話と試行錯誤によって発見することができる。 ・その特徴を音速測定という課題に結びつけることができる

展開1 30分	▼代表2人とフロアーの生徒達が議論し、音速測定の方法を考える。	くし、大きくしすぎると正弦波形が崩れることを確認する。	
展開2 35分	▼超音波マイクとスピーカ、ノギス、増幅器、交流電圧計を用いて超音波領域のいくつかの振動数について音速を測定する。 ○音速 $v = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho}} = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$ が理論式である。ここから音速の公式を導け。また、CO ₂ などの気体中の音速はどうか、測定方法も考えよ。	<ul style="list-style-type: none"> 超音波領域の発振音は聞こえないので、静かに実験することができる。 発振の電圧は1V～2Vがよい。 空気以外の音速測定など発展的な申し出がない場合、CO₂の音速測定の課題を与える。 	[実験観察技能] 前時に行った可聴音のハウリングと関係づけ、見ることも聞くこともできない超音波を、測定器から得られるデータに基づいて音速を測定することができる。
まとめ 10分	○予備実験では、28.4℃、40.60kHzの13組の測定結果から、 $v = 350.41 \pm 0.24$ m/sが得られている。 ▼レポートの作成と片付け	公式の値348.7m/sからのずれは、湿度の影響である。	[科学的知識・概念] 表現を通して現象を概念化できる。

■考察

教科書から得られる知識や方法だけで満足してほしくない。もし、生徒が音速の公式に疑問を持ち、精密測定をしたいと考えたとき、可能な範囲で生徒の発展的な思考を現実のものにしたい。それによって生徒の独創性を伸ばすことができるはずである。

■参考文献

奈良女子大学附属中等教育学校:『物理のとびら』, 2013, pp.51-57

(米田隆恒)

3. 考察

この授業例は、高校物理の教科書にはない実験手法を導入して音速を測ることで生徒の興味をかき立て、日常生活において身近な波である音について様々な気づきをもたらされるテーマとなっている。まず、多くの人知っているハウリングを取り上げることで、自ら規則性を探りながら、波の基本的な性質について理解を深めることができる。また、測定方法を与えてしまうのではなく、生徒自身が基本式を眺めながら考え出すという機会も貴重であり、論理的思考も鍛えられるだろう。これらの取り組みは、1. で述べたような教科書の知識と自らの自然観察とのギャップを埋めることにつながると期待できる。

その一方で、授業記録によると予備実験で音速について0.1%を下回る相対誤差を得ていることになるが、系統誤差について触れられていない点に不安がある。例えば、スピーカとイヤホンが1mm傾いたたけでも波長に対して±0.5%程度の不定性を生む可能性があり、統計誤差と比べて無視できない。この他、温度計の温度の絶対値、周波数カウンタの確度などの機器誤差もあり得るため、これらを踏まえることで理論値と実験値の違いが湿度によるものなのか、あるいは他の要因によるものなのか、がより定量的に評価できるだろう。もちろん難易度の問題はあるが、早期に統計誤差や系統誤差の適切な扱い方に少しでも触れる機会があると、1. に述べたような誤解を抱きにくくなり双方にとって有意義であると考えられる。

さらに、授業時間内にその場で全て測定できなくとも、異なる温度や湿度の実験結果を参考データとして比較することで、媒質による影響を具体的に探ることができる。このように、発展的な考察が生まれることが期待できる授業例となっている。

(太田直美)

レンズのはたらきを光の波動性から考える

— 高等学校物理教育における高大連携授業研究の試み —

米田 隆恒 (元・奈良女子大学附属中等教育学校)
石井 邦和 (奈良女子大学大学院自然科学系)

1. はじめに

本稿は奈良女子大学の大学教員と奈良女子大学附属中等教育学校教員の連携研究事業の一環として、執筆された教育研究報告である。ここでは附属中等教育学校の5年生向けに行われた「物理」の授業である単元名「レンズのはたらきを光の波動性から考える」の内容、及びこれに対する大学教員からのコメントを記述している。第二節では、この授業の概要、計画、および授業展開について記述している。そこでは、米田教員の教育方針と生徒に理解させたい本質について議論されている。第三節に、大学教員のコメントを記述する。

2. 授業の概要 (5年「物理」)

■実施概要

テーマ	レンズのはたらきを光の波動性から考える
授業者	米田 隆恒
学級	5年「物理」(自由選択科目)
本時の目標	光の波動性から考えてもレンズの公式が成り立つことを理解する。さらに、回折・干渉を利用することによって、平面レンズが作れることを理解する。

■授業概要

平行光線は凸レンズによって1点(焦点)に集まるが、もしその点で光の位相がバラバラであれば、そこは暗いはずである。授業では、光の位相に注目してレンズのはたらきを考える。その応用として平面レンズの可能性とその検証として、超音波を用いたフレネル・ゾーンプレートを実験する。

■単元の指導計画

(1) 単元名:「レンズと鏡」(4時間を予定)

凸レンズ、凹レンズ、鏡について、光線の進み方に注目し、物体と像の種類や位置の関係や倍率について理解を深める。

(2) 単元構成

- 1 凸レンズ、凹レンズ、鏡 …………… 3時間
- 2 レンズのはたらきを光の波動性から考える …………… 1時間(本時)

■準備物 (2人1チーム) ノーボード(紙製のホワイトボード)、マーカー、イレイザー、演示用に、超音波送受信機(手作り)と超音波用フレネル・ゾーンプレート(手作り)、資料プリント

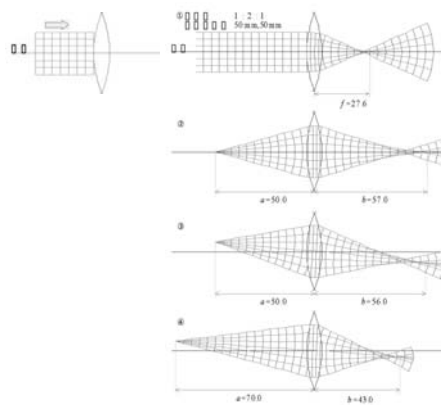


図1 課題1

図2 課題1解答

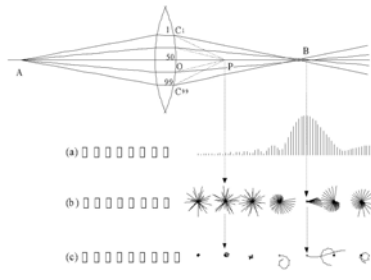


図3 光軸上の位相と強度の分布

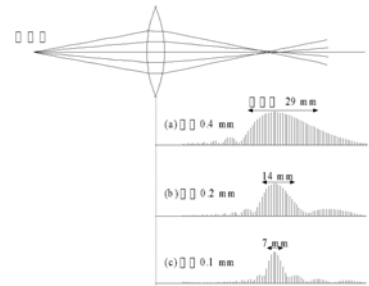
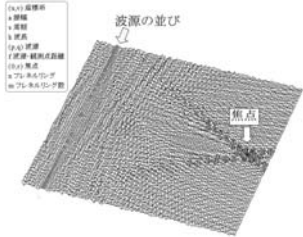
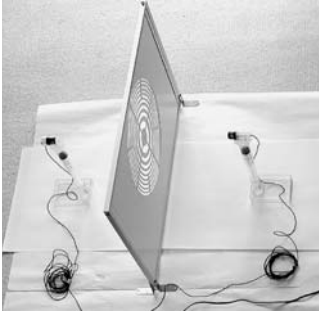


図4 波長と強度分布

■授業展開 (○または(数字)…教師の活動/▼…生徒の活動)

時間	学習活動	指導上の留意点	評価の観点
導入 10分	(1) 平面波が凸レンズに入った後、波面はどのように進むか。 ▼2人チームで作図し、発表する。 ▼それを確認する方法も考える。	光線と波面は垂直、屈折率と波長の関係に注目する。焦点の位置の位相に注目。	[科学的思考力] 波の性質に従って作図することができる。
展開1 10分	(2) 図2プリント配布。平面波や点光源による波面の進み方の計算結果である。レンズの公式は成り立っていると言えるか。焦点や像について何か気付くことはないか。 ▼図2プリントを観察し発表する。	光線に注目すると幾何光学的証明と一致しそうである。数値がレンズの公式に合うか検証する。焦点や像に広がりがあることに注目する。	[実験観察技能] 定量的に考察できる。焦点や像が1点に集中していないことに気付くことができる。
展開2 10分	(3) 図3,4プリント配布。光軸上の位相分布を計算し、それを合成したものである。 ▼波長と像の強度分布の関係を調べる。	像の位置の周辺で強度が強まること。波長が短いほど像の広がりが小さいことが読み取れる。小さい物を見るためには短い波長が必要であることと関連する。	[実験観察技能] 強度が1/2以上になる幅と波長が反比例することを予想できる。
展開3 10分	(4) 位相がそろふことが像を結ぶことであるとすれば、ホイヘンスの原理を用いて、波源を適切に分布させることにより、平面レンズが作れるのではないだろうか。右図は、平面波が左から入射し、直線上に配置したスリットによって、右の方の1点に強度のピークができています。 ▼どのようにスリットを配置しているか考える。	解答例：焦点の位置を中心に、半径を1波長ずつ大きくしながら同心円を描き、直線との交点をスリットとする。 	[科学的思考力] ある点Pで位相がそろふということは、スリットSnとPとの距離、S1P、S2P、…の距離の差が1波長であればよいことに気付くことができる。

<p>まとめ 5分</p>	<p>(5) 光は波長が短すぎるが同じ波動で、波長約8mmの超音波を用いれば、位相がそろうことによって凸レンズのはたらきをつくることができる。超音波を用いたフレネル・ゾーンプレートの実験を見せる。 ▼このような装置の活用方法を考える。</p>		<p>[興味・関心・態度] 平面レンズの活用方法を考えながら、実験を見ることができる。</p>
-------------------	---	--	---

■考察

光の学習では、薄膜干渉などは波動性で考え、レンズでは粒子性で考える。生徒の思考はこの壁から自由になるべきである。反射や屈折はホイヘンスの原理を用いて波動性で考えるのであるから、レンズは波動性を用いて考えるよい練習問題である。

課題(4)は、もし防波堤の波消しブロックがこの例のように配置されたとすると大きな被害が出るだろう。電子は電荷があるので電場や磁場でレンズをつくれる。電荷を持たない中性子はその物質波を利用すればフレネル・ゾーンプレートによって中性子顕微鏡をつくれるだろう。

■参考文献

奈良女子大学附属中等教育学校:『物理のとびら2』,2014,pp.35-54

(米田隆恒)

3. 大学教員による考察

本節では、単元「レンズのはたらきを光の波動性から考える」に対し、大学(物理学)の専門教員からのコメントを記述する。

この授業計画では「レンズのはたらきを光の波動性から考える」と題しており、光の粒子性と波動性、光の位相、レンズのはたらき等を考える授業となっている。また、応用として超音波によるフレネル・ゾーンプレートの実験も盛り込まれている。

授業の展開としてはまず平面波が凸レンズに入射されるときに、どのように波面が進むのかを作図し、発表させる。その後、平面波および点光源からの波面の進み方についてプリントによる学習と解説があり、またほかのプリントによる光軸上の移送分布についての学習がある。そして波の位相が揃うことが像をつくる条件だとすると、ホイヘンスの原理から平面レンズを作るという発想にたどり着く。最後に超音波を用いたフレネル・ゾーンプレートを用いた実験を見せている。

この授業計画を通して、導入部で生徒は光線と波面は垂直であることを確認し、屈折率と波長の関係、波の性質についての復習が行える。そしてプリントを有機的に活用することにより、波面と光線という二つの見方があることを確認し、そのそれぞれが光の波動性と粒子性を表していることに気づく。そして複数スリットに入射した平面波のふるまいを、光の位相がそろうことであると理解することができる。最後の超音波を用いたフレネル・ゾーンプレートの実験では、生徒にとって印象に残ると思われる実験であり、この実験を理解することにより光の性質についての理解が深まると考えられる。

物理学の分野では高校で学ぶ粒子性と波動性の理解は必須のものとなる。質量を持つ粒子であっても波動性を持つことが知られており、大学では量子力学でシュレディンガー方程式と呼ばれる波動方程式として学ぶ内容である。例としては、素電荷 e を持つ質量 m の電子を、所謂ヤングの実験のように二重スリットに透過させる実験が挙げられる。この実験では電子銃から電子を発射して写真乾板に到達させるものであり、その経路上に二本のスリットが入った板を置く。電子が写真乾板に到達するためにはスリットを透過する必要がある。写真乾板には電子による感光で電子が到達した位置がわかる。結果として、乾板には波の干渉縞と同じ濃淡が得られたというものである。この実験は後に電子を一個ずつ発射しても同じ干渉縞が得られることがわかっており、電子の波動性を示す有力な手がかりとなった。さらには、フラレンとよばれる巨大分子においても干渉縞が生じることがわかっており、巨大な質量をもつ粒子であっても波動性をもつことが示されている。このように質量を持つ粒子であっても波動性を持つことが証明されており、高校において波の性質を学んでおく必要性は高いと考えられる。

また、一般生活においても米田教師が指摘されている消波ブロックの配置の問題だけでなく、レーザー光や電子レンジ、電波を利用した携帯電話等様々な分野において光が利用されており、理解するためには波の性質が重要なものとなる。また、横波だけでなく縦波についても考えると、音の伝搬や地震の伝搬等も波の性質を持っていることも指摘したい。つまりは波の性質を理解することにより、その位相の重なり具合によって強め合ったり弱め合ったりするということをわかっておいてほしいと考える。これは日常生活に役立つだけでなく防災上も知っておいた方がよいと思うからである。

最後に高校の物理の授業において、それぞれの生徒が波の性質をきちんと理解を深めておくことは、将来的に物理分野にすすむ、すすまないにかかわらず、社会人としての常識として重要なことである。この授業計画では、基本を学び、自分で波の波面を作図し、班でいろいろ議論を行い、発表もする。さらには超音波によるフレネル・ゾーンプレートの実験も行うことにより、生徒への印象付けも強いと考えられる。また授業の中で、光線と位相という性質をうまく融合させることにより、波の持つ性質をしっかりと理解させようという工夫がみられ、この授業計画で波の授業を行うことは大変意義深いものだと考えられる。

(石井邦和)

高等学校物理における万有引力の発見に関する学習

— 天体の観測から普遍的な法則を見いだす —

米田 隆恒（元・奈良女子大学附属中等教育学校）

永廣 秀子（奈良女子大学大学院自然科学系）

1. はじめに

本稿は奈良女子大学の大学教員と奈良女子大学附属中等教育学校教員の連携研究事業の一環として、執筆された教育研究報告である。ここでは附属中等教育学校の5年生向けに行われた物理学の授業である単元名「万有引力」の内容、及びこれに対する大学教員からのコメントを記述している。第二節では、この授業の概要、計画、および授業展開について記述している。ここでは、米田教員の教育方針と生徒に理解させたい本質について議論されている。第三節に、永廣のコメントを記述する。

2. 授業の概要

本節では、米田による本授業の概略説明と、授業展開法、および考察を述べる。特に、物理学の発展に不可欠であった万有引力の発見について、単なる経緯の説明のみではなく、その手順を追試する形で授業を行い、物理法則の発見にいたるまでの道筋を追体験させることで、問題発見能力、問題解決能力を養う点が特徴的である。

授業研究（5年「物理」）

■実施概要

テーマ	天体の観測からわかること：万有引力の法則の発見
授業者	米田 隆恒
学級	5年「物理」（自由選択科目）
目標	天体の観測データに基づいて、万有引力の法則が発見されるまでの道筋を追う。

■授業概要

20世紀中頃、日本において素粒子論が世界をリードした背景に、坂田昌一、武谷三男らによる科学哲学的方法論の発展があった。その三段階論はニュートン力学の成立に照らし合わせると理解しやすい。それは天体観測から始まるが「地学」の学習領域であり、物理選択者は学ばないのが一般的かもしれない。だとすれば非常に残念なことであるので、本授業では、三段階論に照らし合わせ、天体観測から導かれる諸結果を実際の作業を通して学び、万有引力の法則の成立過程を追いかける。また、教科書では触れられていない球体のつくり出す万有引力を、実際に積分によって計算し、質点と球体とは同じ式で表せることを確認する。

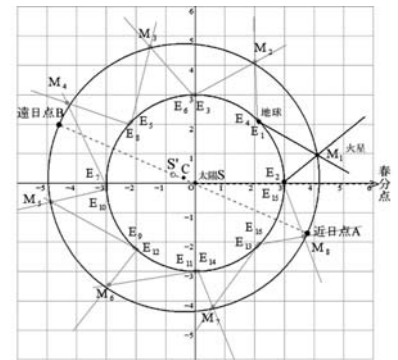
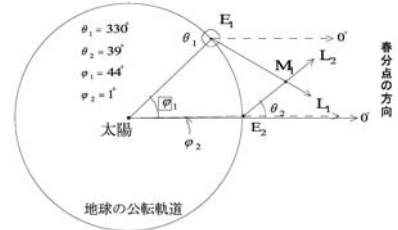
■単元の指導計画

(1) 単元名：「万有引力」（8時間を予定）

天動説から地動説への転換。チコ・ブラーエのチームによる精密な観測データの蓄積。ケプラーによる数学的分析による惑星運動のモデルの構築およびケプラーの法則の確立。ガリレオ、ホイヘンス、デカルト、ニュートンらによる運動の3法則の成立とニュートンによる万有引力の法則の発見を、作業を交えながら学ぶ。

(2) 単元構成

- ①天体の観測からわかること（公転周期の決定）… 1時間
- ②火星軌道の作図と分析（ケプラー第1、2法則）… 2時間
- ③天体の観測データとケプラーの第3法則 …… 1時間
- ④質点間の万有引力の法則の導出 …… 1時間
- ⑤地球の重力、人工衛星の運動 …… 1時間
- ⑥万有引力による位置エネルギー …… 1時間
- ⑦球体の万有引力の求め方 …… 1時間



②火星軌道の作図

■授業展開（補足説明）

[現象論] 観測データから各惑星に関してわかること

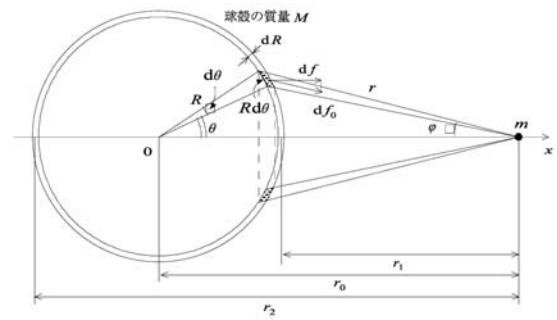
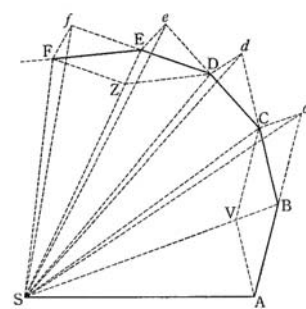
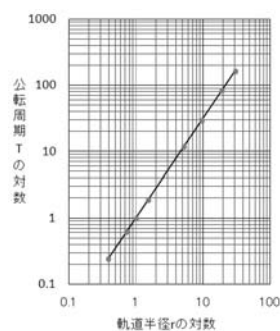
①太陽、惑星、恒星の日周運動、年周運動の観測データなどから、惑星の会合周期を求め、惑星の公転周期を計算によって導く。

②火星の公転周期を前提にして得られた太陽、地球、春分点、火星の方向の観測データから、地動説に基づく作図によって火星の軌道を作図する。

[実体論] 地動説というモデルの提唱に基づき、数学的分析によって3つの実体論的法則を導く

②作図した火星軌道の計測から、太陽の位置の中心からのずれ、楕円軌道と見なせること（ケプラーの第1法則）、面積速度（ケプラーの第2法則）が一定と見なせることを確認する。

③各惑星の軌道長半径と公転周期をグラフにし、規則性を発見する。両対数グラフにすることにより、公転周期の2乗と軌道長半径の3乗が比例する（ケプラーの第3法則）ことを発見する。



③ケプラーの第3法則の発見

④向心力による面積速度一定の証明

⑦球殻による万有引力の計算

[本質論] ニュートンの万有引力の法則の発見

④ケプラーの第2法則(面積速度が一定)から太陽と惑星の間の力は中心力である。

- ・ 仮定：太陽は動かず、惑星は等速円運動すると仮定する。この仮定は最終的になくされる。等速円運動の場合のホイヘンスの遠心力の式をニュートンは向心力と読み替える。
- ・ 前提：ニュートンの運動の法則とケプラーの第3法則、向心力の式を前提として、距離 r 離れた質点 M と質点 m の間の万有引力 F を下記の手順で導くことができる。

$$F = m \frac{v^2}{r} = m \frac{1}{r} \left(\frac{2\pi r}{T} \right)^2 = \frac{4\pi^2 m r}{T^2} = \frac{4\pi^2 m r}{kr^3} = \frac{4\pi^2 m}{kr^2} = G \frac{Mm}{r^2}$$

(i) (ii) (iii) (iv)

(i) は運動の第 2 法則と向心力の式、(ii) は等速円運動の速さの式、(iii) はケプラーの第 3 法則を用いた。(iv) では力が一方の質量 m に比例するならば、他方の質量 M にも比例するはずだと考え、 m と同列に M を加え、残りの比例定数を G と置いた。 G は万有引力定数。

⑦残された課題：太陽や地球のように大きさを持った球体どうしの万有引力はどうなるか。

上の式は質点と質点の間の力である。そこで、極座標表示における積分、2重積分、3重積分の計算方法を解説し、球体を同心球殻に分けて球体と質点の万有引力を計算し、密度が球対称な分布をする場合は全質量が球の中心に集中しているとして万有引力が計算できることを証明する。

■考察

実際の観測データに接することによって、概念の成立過程を追いかけ、法則の積み上げによる大法則の成立を大きなドラマとして受け止めることができた。具体的なデータを持ち出すことによって、さまざまな議論や疑問が浮かび上がってくる。それは、それぞれの部分の理解が深まった証拠である。

地学の学習内容を物理の学習に融合する価値は大きい。

■参考文献 奈良女子大学附属中等教育学校:『物理のとびら 3』, 2015, pp.48-62

(文責 米田隆恒)

3. 大学教員による考察

物理学は 200 年以上の時間をかけ、積み上げられてきた知識の集合である。何故、太陽は上がるのか、何故、転がしたボールはいつか止まるのか、何故リンゴは落ちるのか。現代の物理学の知識は、目の前で観測される事実を説明すべく、様々な推測、仮定、時には信仰と呼ばれるものも経て、紆余曲折を繰り返したどり着いた「真理」のかたまりである。

では、我々が物理学を学ぶとき 200 年が必要であろうか。いやそうではない。先人達が辿った山ほどの失敗、否定された仮定の積み重ねは淘汰され、膨大な観測のデータはより単純な「法則」へと昇華されている。今日の物理学の教科書は、その法則が羅列された、いわば辞書のようなものである。

生徒はその辞書を「あ」の項目から順番に読み、各項目に記載された法則を「天から降って来た」ものとして「覚える」ことになるだろう。2 節に論じられているように、数年という短い間に現代の「基礎知識」を網羅しようと思えば、その法則を発見するに至った経緯まで追いかける時間は往々にして省かれる。「何故、この法則が発見されたのか」「何故、他の説明では駄目なのか」という疑問は、しばしば置き去りにされる。

しかし、これでは「物理学」を学んだことにならない。「物理学」は上で述べた様に、先人の知識が綺麗に整頓された法則を知る学問であると同時に、未知の「観測事実」に対して、「何故」「どうして」という疑問をもつ、それに対する「仮定」をする、その仮定を証明するための新た

な「観測」を行うなどの、問題発見能力・問題解決能力を養う学問でもある。この観点から考えると、本授業の「万有引力の発見の道筋を追体験する」という目標は、非常に有意義であり、物理選択者が学ばない手はないと考える。

授業内容にかんするコメントとしては、生徒には、是非、「自分は、万有引力は知らないもの」として、観測データの解析を行って欲しい。大学生でも、物理実験などの考察を書かせると「このデータは〇〇に載っている数値と同じなので自分の実験はうまくいったと思う」というようなことを書く学生が少なからずいる。これでは全く意味がない。この観測データを解析する生徒には、『データを説明する仮説を立てる』という作業を行わせると良いかも知れない。あるいは敢えて間違った仮定を複数提示して、すべて同等なものとして検証させることも考えられる。

また、授業内容としては、「保存則」にも触れて貰いたい。角運動量の概念は、高校物理では導入されないかも知れないが、例えば、ケプラーの第2法則（面積速度一定）は、角運動量の保存から言える。保存則（もしくは対称性）は現代物理学の重要な概念であることも付け加えられるとよい。

さらに、ここから先は大学の「力学」の範囲であるかもしれないが、第何法則のようにいくつも法則があるように見えるが、これらはさらに、 $F=ma$ （正確には $F=dp/dt$ ）という黄金方程式に集約されるということも強調すると良いと思われる。（もちろん F を見いだす問題は別であるが）。それにより「法則」は、天から降って来た小難しい式の羅列ではなく、たどり着くべくしてたどり着いた「真理」であることを感じる事が出来るだろう。（永廣）

4. まとめ

本授業で取り扱っている「万有引力の法則が発見されるまでの道筋を追う」ことは、非常に有用かつ重要であるにもかかわらず、多くの高等学校の授業では省略されてしまう内容だと考える。また、大学では「既に学んできたこと」という扱いで振り返る機会はない。その意味で、このような授業は大変有意義である。自由選択授業とあるが、是非すべての物理学習者に経験して貰いたい。これにより問題発見能力、問題解決能力といった現代社会で必要不可欠な能力を手に入れることが可能になると考える。

さらに物理学に興味のない生徒にも有意義であると考え。物理学の法則は、決して「ブラックボックス」ではなく、はたまた「天から降って来たもの」でもなく、たどり着くべくしてたどり着いたものであることを理解することで、似非科学などに踊らされることのない論理的思考を身につける事が出来るだろう。（永廣）

星のスペクトルを通じた原子学習の実践と検討

— 高等学校物理教育における高大連携授業研究の試み —

米田 隆恒 (元・奈良女子大学附属中等教育学校)

高橋 智彦 (奈良女子大学大学院自然科学系)

1. はじめに

本稿は奈良女子大学教員と奈良女子大学附属中等教育学校教員の連携研究推進事業の一環として行った教育研究報告である。ここでは附属中等教育学校において米田隆恒教員により行われた星のスペクトルに関する授業の内容を取り扱っている。第二節ではこの授業研究の目的、内容および考察が述べられている。第三節には大学から高橋のコメントが記載されている。

2. 授業の概要 (6年「物理」)

■実施概要

テーマ	星のスペクトルからわかること
授業者	米田 隆恒
学級	6年「物理」(自由選択科目)
本時の目標	恒星の連続スペクトル、線スペクトルの観測データから、恒星の表面温度や成分がどのようにしてわかるかを学ぶ。

■授業概要

物理の原子領域の学習では、考えるもとになる具体的データや生徒実験が非常に少ない。地学の天文学の領域にはその素材が豊富にあるが、物理選択の生徒はそれを学ぶ機会がないのは残念である。そこで、恒星のスペクトル写真を見ながら物理で学んでいることとの関連を考えていくことにする。

■単元の指導計画

単元名：投げ込み教材「星のスペクトルからわかること」(1時間を予定)

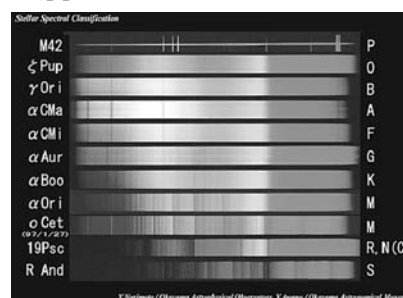
ボーアの原子模型の学習が終わった段階で、展開する。

■資料 奈良女子大学附属中等教育学校：『物理のとびら3』, 2015, pp.82-103

■授業展開 (○または(数字)…教師の活動/▼…生徒の活動)

(1) 連続スペクトルからわかること

ニュートン力学の成立過程の学習では、天体の軌道観測データから万有引力の法則の発見に至る道筋を学んだ。今回は、恒星の出す光のスペクトルから星自体についてどのようなことがわかるかを調べる。図1は天体のスペクトル写真である。連続スペクトルと線スペクトルを読み取ることができる。恒星の出す連続スペクトルは黒体放射と見なすことができる。



資料提供
 乗本祐慈 (国立天文台 岡山天体物理観測所)
 栗野諭美 (岡山天文博物館)

図1 天体のスペクトル

黒体輻射は、波長・振動数に対する強度分布が絶対温度だけで決まり、プランクの輻射法則として知られる。これによると、恒星表面から垂直に出て行く光の放射エネルギー密度 $J(\lambda, T)$ は、恒星表面の単位面積、単位時間、単位立体角、単位波長あたり式①で与えられ、図2のようになる。ここから何を読み取れるだろうか

$$J(\lambda, T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{\exp\left(\frac{hc}{k\lambda T}\right) - 1} \quad \dots \textcircled{1}$$

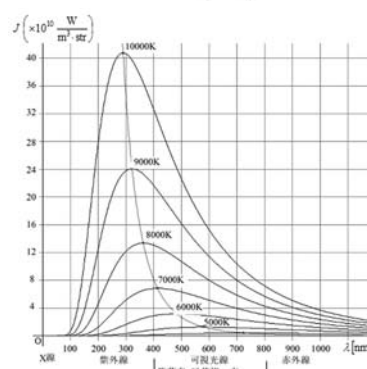


図2 連続スペクトル

▼課題1 赤い恒星は温度が低く、青い恒星は温度が高いと言われている。このグラフと関連させて説明せよ。

▼課題2 各グラフの頂点の間どのような関係があるか。このことから図1の天体の表面温度を推定せよ。

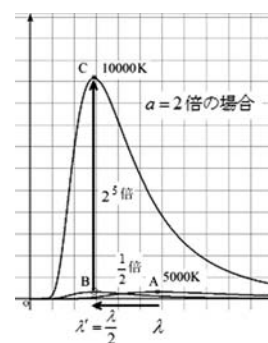
▼課題3 グラフの面積は、恒星の単位表面積 1m^2 から每秒放射される電磁波の全エネルギー E [W/m^2] を表す。表面温度 T とグラフの面積 E の間にどのような関係があるか。

[課題1の解説] グラフの縦軸は光の強度で、強度最大の波長付近が恒星の代表的な色となり、高温ほど波長が短い。

[課題2の解説] 温度 T と強度最大の点の波長 λ を読み取ると、 $T=10000\text{K}$ で $\lambda=290\text{nm}$ 、 $T=5000$ で $\lambda=580\text{nm}$ であり、 $\lambda T=2.9 \times 10^{-3}$ [$\text{m} \cdot \text{K}$] で一定となる。これをウィーンの変位法則といい、恒星のスペクトルの最大強度の波長から恒星の表面温度を簡単に知ることができる。具体例：図1の最大強度は上から下に行くほど波長の長い側になるように写真が配置されている。太陽の肉眼で見たときの色は、それを反射した満月の色で黄色である。図1の中央Gタイプの恒星と同じスペクトルであり、図2から黄色がピークとなる温度は 5000K である。肉眼で見る色は、スペクトルの強度最大の色付近にあり、太陽の表面温度は正しくは 6000K である。

[課題3の解説]

どのグラフもよく似た形をしている。横に圧縮して縦に引き延ばせば一致するのではないかと予想できる。実際にグラフの頂点の座標を読み取ってみると、 $T=5000\text{K}$ の頂点を横に $1/2$ 倍にし、その高さを 2^5 倍すると $T=10000\text{K}$ の頂点が得られる。これは他の点でも言えることがわかる。したがって、 $T=5000\text{K}$ のグラフ全体を横に $1/2$ 倍し、縦に 25 倍すると $T=10000\text{K}$ のグラフの面積になる。つまり、表面温度が 2 倍になると全放射エネルギーは $1/2 \times 2^5 = 2^4$ 倍になる。一般に単位面積あたりの全放射エネルギー E [W/m^2] は絶対温度 T のみで決まり、 T^4 に比例する。これをシュテファン・ボルツマンの法則といい、①式を λ で積分することにより次式が得られる。



$$E = \sigma T^4 \quad \text{ただし、} \sigma = 5.67 \times 10^{-8} \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4} \right]$$

証明：温度 $2T$ のグラフ $J(\lambda', 2T)$ を変形すると、つぎのようになる。

$$J(\lambda', 2T) = \frac{2hc^2}{\lambda'^5} \frac{1}{\exp\left(\frac{hc}{k\lambda' \cdot 2T}\right) - 1} = 2^5 \cdot \frac{2hc^2}{(2\lambda')^5} \frac{1}{\exp\left(\frac{hc}{k \cdot 2\lambda' \cdot T}\right) - 1} = 2^5 \cdot J(2\lambda', T) = 2^5 \cdot J(\lambda, T) \quad \text{ただし、} \lambda = 2\lambda'$$

つまり、温度 T のグラフの波長 λ のときの値 $J(\lambda, T)$ を 2^5 倍したものは、温度 $2T$ 、波長 $\lambda' = \lambda/2$ のときの値 $J(\lambda', 2T)$ に等しい。

具体例：太陽の半径 R は $6.960 \times 10^8 \text{m}$ であるから、太陽全体から放射されるエネルギーは、 E に表面積をかけて $L = 4\pi R^2 \sigma T^4 = 4 \times 3.14 \times (6.96 \times 10^8)^2 \times 5.67 \times 10^{-8} \times 5800^4 = 3.90 \times 10^{26} [\text{W}]$ となる。

(2) 線スペクトル (吸収スペクトル) からわかること

図1には、たくさんの黒い縦線つまり吸収スペクトルが見られる。これは、恒星内部から出てくる連続スペクトルのうち、恒星表面の原子、分子、イオンの軌道電子のエネルギー準位差に等しいエネルギーの光が吸収され、四方に再放射されるため、地球から見るとそのエネルギー差に相当する部分が暗くなるからである。つまり、吸収スペクトルを調べれば、恒星表面大気の組成がわかる。さらに、原子、分子、イオンの状態と表面温度が密接な関係にあるため、吸収線のパターン (これをスペクトル型という) から温度を推定することができる。右図は理科年表 2008 年度版のデータである。高温の恒星では水素原子の吸収線が見られ、低温の恒星では金属など重い原子の吸収線や分子の吸収線 (幅の広い吸収帯) がたくさん見える。

スペクトル型	表面温度	目立つ吸収線	恒星の色	代表的な恒星
O型	29,000 - 60,000	電離ヘリウムの強い吸収線	青白	
B型	9,600 - 29,000	水素と中性ヘリウムの吸収線が強い	青白	リゲル、スピカ
A型	7,200 - 9,600	水素の吸収線が最強。電離金属、カルシウムの吸収線が現れる	白	シリウス、ベガ
F型	6,000 - 7,200	水素の吸収線やや弱い。金属、カルシウムの吸収線が強まる	薄黄	カノープス、プロキオン
G型	5,300 - 6,000	水素の吸収線は目立たない。カルシウムの吸収線が強い	黄	太陽
K型	3,900 - 5,300	カルシウムの吸収線が強く幅広。金属の吸収線が重なる	橙	アルデバラン、アーケトゥス
M型	2,500 - 3,900	酸化チタンなどの吸収線が特徴	赤	アンタレス、ベテルギウス

■考察

生徒は、量子論といえば原子の線スペクトルと関連づけがちであるが、量子概念の出発は連続スペクトルに対するプランクの輻射公式の解釈からであったことを生徒に伝えたい。プランクの輻射公式は難解な関数であるが、上記の方法によって、恒星に関する精密な議論ができるのは魅力的である。

(文責 米田隆恒)

3. 大学教員からのコメント

プランクの輻射公式はエネルギー量子という量子論的な概念を初めて物理学に持ち込むこととなった重要な式である。しかし、高校の教科書ではプランクの輻射公式について触れられず、補足としてエネルギー量子が説明される程度だ。教科書の脚注にあるプランクの業績について高校生自身に掘り下げてもらふことは、より深く物理学を知るためにも意味があることだと考える。

高校の物理では、量子概念はアインシュタインの光量子仮説として登場し、光子のエネルギーを与える式の中にプランク定数 h が物理学の基本定数として初めて現れる。光量子仮説は光電効果を説明する仮説として述べられ、光の振動数と光電子の運動エネルギーとの関係から、光の粒子性やプランク定数の値について理解できるよう書かれている。

ボーアの原子模型では、定常状態、量子条件、振動数条件について学ぶことになる。これらの考え方を使得水素原子のエネルギースペクトルが計算され、水素の輝線の波長を表わす式に含まれるリュードベリ定数が基本的な物理量で書き表される。その理論値と実測値が非常によく一致することからボーアの考え方の正しさを確信できるよう書かれている。

量子論的な概念は日常的な経験とはかけ離れているため、高校の教科書では、その概念が獲得されていった歴史に重きを置きつつ、実験との比較によって考え方の正しさが納得できるよう工夫されている。量子論的な概念の丁寧な導入を見れば、プランクの輻射公式を高校物理で取り上げることの難しさが浮き彫りになってくる。

エネルギー量子仮説から輻射式を導出するには、平衡状態にある輻射とボルツマン分布、さらに振動モードの状態数について理解する必要がある。高校で習う気体分子運動論と電磁波の知識

をかなり発展させねばならず、高校で輻射式を導出するのは時間が足りず困難であろう。エネルギー量子仮説は重要であるにもかかわらず、光量子仮説やボーア模型に比べて量子論的な概念を学ぶ教材としては不適切なのである。

しかし、輻射公式を投げ込み教材として取り上げることで、生徒がプランクの業績について知ることができれば意義深い経験となろう。なぜなら、大学の講義においても輻射公式について掘り下げる作業は学生自身に委ねられることが多く、高校での知識がその作業を行う動機へと繋がると思われるのである。

それだけにとどまらない。この授業研究の内容は、シュテファン・ボルツマンの法則とウィーンの変位法則とを取り上げているために、単なる動機付け以上の意味をもつ可能性を秘めている。歴史を振り返れば、シュテファン・ボルツマンの法則とウィーンの変位法則は輻射公式の提唱よりも前に実験的に知られていたのである。実際には輻射公式から二つの法則が発見されたわけではなく、二つの法則に立脚して輻射公式が確立していったというのが歴史的眞実なのである。

輻射公式①を λ で積分して得られるシュテファン・ボルツマンの法則の比例係数 σ は

$$\sigma = \frac{2\pi^5 k^4}{15c^2 h^3}$$

で与えられる。また、輻射公式において $J(\lambda, T)$ が最大になる波長を λ_{\max} とすれば、

$$\lambda_{\max} T = \frac{1}{4.965} \frac{hc}{k}$$

というウィーンの法則が得られる。

これらを見れば確かに輻射公式から二つの法則が導かれたようだが、プランクが輻射公式について考えをめぐらしていた1900-1901年の状況は全く違った。プランクが輻射公式を導くために導入したプランク定数 h はもちろんのことながら、ボルツマン定数 k の値でさえ正確な値が知られていなかったのである。一方で、シュテファン・ボルツマンの法則とウィーンの法則については実験値が存在していたから、上で導いた二式を実験値と組み合わせることで、プランク定数とボルツマン定数の値を正確に知ることができたのである¹⁾。

19世紀の終わりに原子論が進展する中、プランクの輻射公式は原子論における定数の正確な決定に大きな役割を果たしたのである。気体定数はボルツマン定数とアボガドロ数との積だから、ボルツマン定数の決定によってアボガドロ数が正確に決定できる。さらに、電気分解における電気量の単位であるファラデーは素電荷とアボガドロ数の積だから、素電荷の値が正確にわかる。さらにトムソンによる比電荷の測定値を使えば、電子の質量が決まる²⁾。このように輻射公式によるボルツマン定数の正確な決定は原子論の発展において重要な結果をもたらすことになったのである。物質が原子からできているという考えを科学として当然のように受け止めている高校生や大学生が多い中、プランクの輻射公式が現代の原子論に果たした役割について学ぶことを通じて、未知の世界と格闘しながら原子論を確立していった人々が高々百年少し前にいたという歴史に思いを馳せてくれれば素晴らしいと思うのである。

注

1) Max Planck, “Ueber das Gesetz der Energieverteilung im Normalspectrum”, Ann. Phys., 309 (3): 553-63 (1901).

2) Steven Weinberg, “Lectures on Quantum Mechanics”, Cambridge University Press, (2013).

(文責：高橋智彦)

生物の構造と機能の関連を観察と実験によって理解させる試み

— 中学校理科における心臓を教材とした授業実践の検討 —

櫻井 昭 (奈良女子大学附属中等教育学校)

奈良 久美 (奈良女子大学大学院自然科学系)

佐藤 宏明 (奈良女子大学大学院自然科学系)

はじめに

生物を理解する重要な方法のひとつに、構造と機能の関連性の追究がある。この方法は、生物の器官や組織、細胞の構造は機能を反映しているという前提に基づく。この前提にしたがえば、それらの構造と機能を詳細に検討することにより、構造と機能が密接に関連していることが明らかとなる。この積み重ねによって、構造がわかれば機能が推定でき、機能がわかれば構造を予想できるようになる。前者の例として、動物の化石の形態からその生態を類推できることが挙げられ、後者の例としては、生物の構造を真似た人工構造物の設計が挙げられる。

このことからわかるように、現行学習指導要領が生物を学ぶねらいとして「動物の体のつくりと働きとを関連付けて理解させること」を掲げていることは当然といえる。学習指導要領は生物的領域において「植物の生活と種類」、「動物の生活と生物の変遷」、「生命の連続性」を扱うことと定め、そのうち「動物の生活と生物の変遷」のねらいとして「動物の消化、呼吸及び血液循環や外界の刺激に対する反応についての観察や実験などを基に、動物の体のつくりと働きとを関連付けて理解させること」を掲げている。さらに、「動物の生活と生物の変遷」の内容を示した細目のひとつに「生命を維持する働き」を挙げ、これを「消化や呼吸、血液の循環についての観察、実験を行い、動物の体が必要な物質を取り入れ運搬している仕組みを観察、実験の結果と関連付けてとらえること」と説明している。すなわち指導要領は、生物の構造と機能を関連付けて生徒に理解させるだけでなく、観察や実験という活動を通してそれを行うことを求めていると敷衍できる。

観察と実験は自然科学の基本的営みである。したがって、現行学習指導要領が構造と機能の理解のみならず、観察と実験も重視することは当然である。何気ない事象に対し、観察ないし予備実験によって検証可能な仮説を立て、さらなる観察や実験によって仮説を検証することは自然科学では必須の手段である。しかし、観察や実験を通して生物の構造と機能を関連付けて生徒に理解させることは、どのようにして可能だろうか。この疑問に対する試みが、今回の授業案である。

(執筆担当 奈良久美、佐藤宏明)

理科授業案

■授業の概要

テーマ	心臓のつくりとはたらき
日時	平成 25 年 7 月 5 日(金)
場所	生物教室

授業者	中村 博之
学級	2年B組 42名
本時の目標	ニワトリの心臓を観察・スケッチし、心臓の構造を理解させる。また、右心室と左心室の大きさの違い、覆う筋肉の厚さの違いから、心臓の仕組みと体循環と肺循環を考えさせる。

■単元の概要と目標

(1) 単元観（教材観）

人間が毎日欠かさず行っている「呼吸」と「食事」が、なぜ生きるために必要な行動なのか、細胞呼吸という新しい概念を学ぶことで、自分の身体を捉えなおす機会にさせたい。また、細胞呼吸を全ての細胞に行わせるために、人間の器官がどれだけ巧みにできているかを知り、生命について考える発端としたい。

(2) 生徒・学級の実態

1学年120人、3クラス（40人学級）編成を基本としており、クラス単位での授業がほとんどである。2年生の理科は4単位あり、2単位ずつ「生物・地学分野」、「物理・化学分野」と分け、2人の教師で担当している。前期課程生の「生物」分野においては、1年で「植物」、2年で「動物」を学び、3年では「生殖・遺伝」を扱っている。

(3) 単元の目標

動物において、口から取り入れている食べ物が、体内で消化・吸収され、その後全身の細胞でエネルギーに変えられていることを理解させる。そして、呼吸によって出し入れされる酸素と二酸化炭素もこの一連の流れに関与していることを理解させる。

■単元の指導計画

- ① 栄養分を摂取する仕組み ……5時間
- ② 栄養分のエネルギー変換 ……5時間
- ③ 血液の働き ……5時間

メダカの血管観察

血液成分とその働き

不要な物質の排出と血液循環

心臓の観察（本時）

心臓のつくりと働き

■授業展開

時間	学習活動	指導上の留意点	評価の観点
導入	<ul style="list-style-type: none"> ・体循環と肺循環の2つの循環があったことを確認する ・心臓が二つの部屋に分かれていることを再確認する 	<ul style="list-style-type: none"> ★電子黒板の図に書き込みながら説明することで、確認を短時間で済ませる ・観察レポートを配布 	

<p>展開</p>	<p>1. 心臓の観察方法を知る</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2人で1つの心臓を観察する • 余分な脂肪を解剖バサミで除去してから観察を開始する <p>2. 実験・観察を行う</p> <ul style="list-style-type: none"> • 心臓に繋がる血管の確認ピンセットを用いて、太い血管から心臓のどこに繋がっているか確認する • 左心室を縦に切り開き、内部観察を行う • 右心室を縦に切り開き、内部観察を行う <p>3. 考察</p> <ul style="list-style-type: none"> • 左心室と右心室の構造上の違いを見つける • 構造上の違いが、動きの違いに反映されているか考える 	<p>★書画カメラで教師の手元を見せながら説明する</p> <ul style="list-style-type: none"> • 解剖バサミを丁寧に扱うように指導する • 脂肪を除去する時に、血管を切り取らないように注意させる • 血管の壁の厚さから、大動脈を見つけさせる • ピンセットを大動脈から挿入することで、大動脈が心臓のどこに繋がっているか発見させられるように指導する • 大動脈が繋がっている先が、左心室であることを認識させる • 右心室と左心室の大きさ比較をさせる • 左心室内の膜構造（心房と心室の中隔膜や弁）に注目して、観察させる • 心室の壁（筋肉）の厚さに注目して観察させる • 左心室と右心室それぞれを取り囲む壁（筋肉）の厚さから、血液の送り出しかたと、送り出す先を考えさせる 	<p>観察・実験の技能 〈行動観察・レポート評価〉</p> <p>思考・判断・表現 〈行動観察・レポート評価〉</p> <p>観察・実験の技能 〈行動観察・レポート評価〉</p> <p>思考・判断・表現 〈レポート評価〉</p>
<p>まとめ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 後片付けをする • レポートをまとめて提出 	<ul style="list-style-type: none"> • 解剖後の心臓は一所に集めさせる • 解剖バサミ、ピンセット、解剖皿を所定の位置に返却させる • 生徒全員、石鹸で手を洗うように指示する 	

■考察

生徒たちに模型ではなく、実際の心臓を解剖・観察させることで、筋肉の厚さの違いや弁についての個人の理解が深まったようであった。レポートを見ても、スケッチをしっかり行い、観察して分かった心臓のつくりから考えられることが、生徒の言葉で述べられており、ただ解剖してみたという行動より、深い学びができていないのではないかと感じられた。また、今回は食品としてスーパーなどで売られている材料を、教材として扱ったことで、生命についても生徒に考えさ

せる機会を与えられたようであった。ニワトリの心臓は小さいため、技術的には難しいが、中学2年生には可能な範囲であると分かった。

(執筆担当 櫻井 昭)

■授業展開および考察の検討

観察と実験によって、心臓のつくりをその働きと関連付けて生徒に理解させるために、この授業はニワトリの実物の心臓を材料とし、解剖、観察、描画という行為を通して、左心室と右心室の構造の違いを生徒に気づかせ、その違いが働きの違いを反映していることを考えさせることを目指した。

指導要領が要求する「観察、実験を通じた動物の体のつくりと働きの理解」を本授業が満たすことは当然として、他にふたつの特徴がみてとれる。ひとつは描画を取り入れていること、もうひとつは教材の適切さである。描画は、網膜から伝達された情報を脳が処理し、脳からの指令によって手を動かすことで、その情報を紙に再現するという過程をたどるため、生徒が何を認識し、何を認識していないかが線画をみることにより如実にわかる。それ故、描画は観察眼を養う最適な方法である。一方、ニワトリの心臓は入手と保存が容易であり、価格が低廉で、事前準備に手間を要せず、法律上の規制を受けないという利点がある。懸念される欠点として、解剖ないし観察対象としての小ささがあるが、考察にあるように実際には問題になっていない。したがって、ニワトリの心臓はすぐれた教材と言える。このように本授業は目的、方法、教材の点でよく練られていると判断できる。

しかし、気になる点が二つある。ひとつは、授業案を見る限り、心臓に入る血管と出る血管のうち、大動脈にのみ注意を向けさせている点である。もちろん、授業中には、大静脈、肺動脈、肺静脈、大動脈を説明した上で、大動脈がどれであるかを特定するよう指示しているとは思いが、他の血管についても特定してみるよう指示を出しても良いように思う。そして、大動脈を他の血管と比較させることにより、構造と機能の密接な関係をさらに深く理解できるようになるのではないだろうか。

もうひとつは、考察そのものについてである。考察は具体的結果に基づく論考であるべきである。今回の考察は、抽象的結果に基づく感想にすぎないように思える。「スケッチをしっかりと行い」とあるならば、そのスケッチを掲げるべきであるし、「生徒の言葉で述べられている」とするならば、その言葉を引用すべきと思う。また、「深い学びができています」とは何をもってそう「感じられた」のか、論拠を示すべきではないだろうか。さらに、「生命についても生徒に考えさせる機会を与え」たとしても、実際に生徒が生命の何をどう考えたのかはまったく不明であり、厳しい見方ではあるが、単なる機会を与えたにすぎないと言えなくもない。授業案の形式がそうさせているのかもしれないが、この授業案を参考に授業を行なおうと考える他の教師ために、考察の内容あるいは形式は検討を要すると思う。

本授業の実施に際し、単元の指導計画との関連で念押ししておきたい点がひとつある。それは、本テーマ「心臓のつくりとはたらき」の前に、単元の目標に掲げられた「食べ物の消化・吸収」と「呼吸によって出し入れされる酸素と二酸化炭素」との関連性を生徒に理解させておく、ということである。単元の指導計画において、本テーマの前に、栄養を摂取する仕組みと栄養分のエネルギー変換に各5時間の時間を割くことになっている。この時間に、血液に溶けて全身に運ばれる糖などの食べ物由来の養分と、やはり血液に溶けて肺と全身の間を運ばれる酸素や二酸化炭

素がどのように関連しているのか、また、体の各器官の隅々まで血液を循環させることが動物にとってどれだけ重要なのかを理解させておく必要があると考える。その上で心臓の構造を観察させることで、その機能との関連を効果的に理解させることや、血液循環にはたらく心臓の重要性を実感させることがより確実になるのではないだろうか。

本授業は、ニワトリの心臓という扱いが容易で低廉な教材を用い、解剖、観察、描画という行為を通して、心臓の構造と機能に関連づけて考えさせる優れた構成になっている。それだけに、授業の結果としての生徒のレポートにあらわれた線画や記述を示さずに考察が記述されているのは残念である。大学教員としても、示された指導案のみに基づく検討だけでなく、授業参観をすることで生徒の反応を実際に把握するとともに、生徒が提出したレポートを実検することにより、授業の改善に資して行きたい。

(執筆担当 奈良久美、佐藤宏明)

中学校理科教育における体験型授業科目「生物実験」の重要性

— 奈良女子大学附属中等学校における実践の検討 —

矢野 幸洋（元・奈良女子大学附属中等教育学校）

安田 恵子（奈良女子大学大学院自然科学系）

遊佐 陽一（奈良女子大学大学院自然科学系）

1. はじめに

日本の子供たちの「理科離れ」が問題になっている。平成 27 年度 4 月に実施された全国学力・学習状況調査（全国学力テスト）では平成 24 年度調査から 3 年ぶりに理科が調査科目に加わった。平成 24 年度に「理科の実験が好き」と答えた児童は 81.5%であったが、中学 3 年生になった平成 27 年度調査では 61.9%となり、20%減少した。また、平成 24 年度に「理科の勉強がわかる」と答えた児童／生徒 86.0%についても平成 27 年度には 66.9%となり、同様な減少を示している。国語や算数/数学でもこの傾向はあるものの、理科における減少は特に顕著であった。小学校から中学校にかけて「理科嫌い」が進んでいることがわかる。

文部科学省でもこの問題は重要な課題と受けとめられ、平成 20 年に改訂された学習指導要領では「理科教育の充実」を目標として掲げ、特に「観察・実験の充実」が求められてきた。「理科」、特に生き物を扱う「生物」では、実際に生物に触れることは生徒の理解に大きな影響があると考えられる。自分の五感を使って起こっている事象を捉えることは、「生物のしくみの理解」のためには重要で、まさに実感をともなった理解となりうる。しかし、学習指導要領で目標として挙げられ、「理科好きを増やす」ようなアクションプランが実施されてはいても、思うように「理科離れ」の解決にいたっていないのが現状である。小・中学校で広く使用されている理科教科書を見ると、学習内容量が中学校になると急激に上昇するが、理科の時間数は小学校 6 年生と中学校 1 年生の間でそれほど増加していないため、中学校では 1 単位時間内に多くの項目の内容の理解が求められることとなる。そのため、中学校では「観察・実験」に思うように時間をかけられない現状がある。観察・実験の体験型授業で生徒にどのような知識・能力をつけさせるか精査し、授業計画にどのように取り入れるかを考えることが必要となる。今回、実際に奈良女子大学附属中等学校で行われた「遺伝子 DNA を取り出す」の授業計画の内容について考えることで、「中学校理科教育における観察・実験授業のありかた」について考察する。

2. 授業の概要

(1) 授業の概要

テ　　マ	遺伝子 DNA を取り出す
日　　時	平成 25 年 1 月
場　　所	生物教室
授　業　者	矢野 幸洋
学　　級	2 年 A 組

本時の目標	<ul style="list-style-type: none"> 身近な食品から遺伝子DNAを取り出すことによって、遺伝子をより具体的に理解するとともに、遺伝子に関する興味関心を高める。また、取り出せる理由がだいたい理解できるようにする。 器具を正しく使い、協力して実験を行う。
-------	---

(2) 単元の目標

身近な生物についての観察、実験を通して、生命の単位としての細胞構造を理解する。併せて、生物の成長と親の形質が子に伝わることの規則性を理解し、遺伝子の本体がDNAであることを学ぶ。

(3) 単元の概要

遺伝や遺伝子という言葉は日常生活の中に深く入り込んでいるにも関わらず、その内容をDNAまで深く理解するのは高校の生物基礎においてである。一方、中学2年で細胞と核を学ぶので、一歩進めてDNAの内容まで触れるのは学習の自然な流れといえる。学習指導要領では、DNAを3年で学ぶことになっているが、2年生でも十分に理解できるものと考えている。アメーバのような単純な構造のものから複雑な構造をもつヒトまですべての生物が同じ遺伝子DNAを共有することを学ぶことによって、生命のつながりと不思議さにあらためて気づかせたいと考えている。

(4) 単元の指導計画

単元名「細胞と遺伝子（10時間）」の内容を以下に示す。

- 1 生物の多様性と共通性、遺伝と遺伝子
- 2 観察：タマネギの細胞の観察
- 3 観察：ヒトの頬の細胞の観察
- 4 細胞のまとめ、核のつくり
- 5 観察：タマネギの核の観察
- 6 核のはたらきと細胞分裂
- 7 観察：染色体の観察
- 8 染色体とDNA
- 9 実験：遺伝子DNAを取り出す →本時
- 10 遺伝子のまとめ

(5) 授業展開

時間	学 習 活 動	指 導 内 容
導入	<ul style="list-style-type: none"> 本時の目標と注意点を確認する 	<ul style="list-style-type: none"> この実験では、容器の中でどんな反応が起こっているかは理解しにくので、薬品を加える意味の確認をする
展開	<ul style="list-style-type: none"> 4人1グループで、実験を行う 実験の作業の責任分担を決める ブロッコリーをすりつぶす 	<ul style="list-style-type: none"> 全員が協力して作業ができるように責任分担を決めさせる 十分にすりつぶすように指導する

展開	<ul style="list-style-type: none"> • 洗剤を入れて軽く混ぜ静置する • 茶こしで DNA を含む液をろ過する • エタノールで DNA を沈殿させる • 沈殿物を巻き取る • 染色液で染色する • 結果・考察を記入し、片づけを行う 	<ul style="list-style-type: none"> • 洗剤を適量静かに入れ、軽く混ぜるように指示する • 茶こしに残ったものは流しに流さないように指示する • 白色沈殿物ができる様子を詳細に観察させた後、巻き取らせる • エタノールで洗わせて、色を確認させる • 結果は班で共有し、考察は個人で考えるように留意する
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> • 染色された結果から DNA が取り出せたことを確認する 	<ul style="list-style-type: none"> • DNA は青紫色に染まることを確認する • 今回の実験で得られた DNA は不純物が多いが、比較的簡単に DNA が取り出せることを強調し、別のものでもやってみようとする意欲を引き出させる

(矢野幸洋)

3. 考察

DNA を取り出す実験は 3 年の教科書に掲載されており、2 年に掲載されていないが、今回は 2 年で実施した。しかし、生徒は違和感もなく、楽しく実験を行っていたし、その実験の内容は概ね理解できていた。また、この実験は、材料と方法をいろいろに変えることができ、低学年のミニ課題研究には適した教材であると思う。具体的には、ブロッコリーをはじめ、肝臓や納豆など様々なものが材料としてあげられる。いずれも身近なものであり、どれが DNA を多く含む取り出すのに適するかの探究活動に適している。また、実験方法も主な薬品が、洗剤、食塩、エタノールであり、それぞれの使用する意味を考えたうえで、その順番を換えたり、洗剤の変わりに加熱してみるなど実験方法を変えることによって、その実験方法の意味を考えさせることができる。いろいろな方向に発展性のある教材といえる。

(矢野幸洋)

遺伝子の本体である DNA を目に見える形で抽出することは、遺伝子とは何かを深く学ぶ前の中学生にとっても、意義深いものであると考えられる。まず、タマネギの核の染色像を学んだ後に、同じ染色液で DNA が染まるのを自分の目で確かめることは、核の中に DNA が存在することを体験として理解する上で役立つだろう。また、今回 DNA は単に繊維状のものくらいとしか認識されないかもしれないが、遺伝子の本体としての DNA を今後学ぶ上で、貴重な経験になると思われる。

多くの生物から DNA を抽出することが原理的には可能であるが、本実習ではブロッコリーのつぼみ部分を用いる。なぜそうすることが効率よいのか (= 分裂中の小さな細胞を多く含むため) を教え、さらにどのような材料ならば同様に効率よく DNA の抽出が可能なのか、生徒に考えさせても良いかもしれない。時間が許せば、実際に生徒が挙げた材料で抽出させ、予想通りに行くかどうか試させてみることも、仮説とその検証によって進んでゆく科学の実体験として重要だと思われる。

また、このような実習の際には成功するレシピだけを行うのが常であり、それは時間の制約上やむを得ないことであるのは承知しているが、科学においてはネガティブコントロールの考え方も大事である。DNA でなくて別のものでも白い繊維状のものができるのではないかと考えるよ

うな疑い深い（これは決して悪いことではない）中学生には、探究学習的な時間を用いて、ブロッコリーを入れずに実験をやらせてみたり、茎の部分を使って DNA の収量がどうなるか確かめさせてみてもいいだろう。

同様に、なぜ抽出の過程で洗剤を用いるのかに関して、洗剤が界面活性効果のために膜を壊すことを簡単に説明しておくのがいいかも知れない。後に生体膜を深く学ぶ際に、生徒はそのことを思い出すことで、生体膜がリン脂質でできていることを、具体的に理解できることと思われる。このような体験に基づいて細胞の構造を理解することは、生物学を単なる暗記科目から考える教科に戻すための、小さな試みになるだろう。

なお些末なことではあるが、アメーバは決して細胞として単純な訳ではなく、むしろ単細胞で生きるため、かなり複雑な構造を持っている。また、実験においては、できるだけ冷やしながら行うこと、エタノールの取り扱いには注意することなど、留意すべき点がいくつかある。「授業展開」の部分には書かれていなかったので、蛇足ながら付記しておく。（遊佐陽一）

単元「細胞と遺伝子」の指導計画で 10 時間の内容が示されている。細胞、核、DNA を順に理解させるために、適切な順で授業が組み立てられ、指導されていると思われる。10 時間には、4 回の観察、1 回の実験（今回の指導案）が含まれていて、実際の生物の細胞、核、DNA を観察・体感させ、同時に知識を教える形式になっており、生徒により正しい理解が促せる。

今回の指導案では、ブロッコリーを材料として用い、使用する器具や試薬も特殊なものではなく、食塩や中性洗剤、茶こしなど、大変身近なものを使用している。これまで教科書や参考書の世界の登場人物であった遺伝子 DNA が、大変身近なものとして生徒には捉えられるにちがいない。中学校の 1 コマの授業であるからたぶん 45 分くらい。その中で実験の説明、実験操作、結果のまとめまで行うのは大変難しいと思われるが、この実験は手順も簡単であり、授業で行う実験として優れている。

実験を始めるときに、グループ分け、実験作業の責任分担を決めており、これは生徒一人一人が実験に責任を持って参加し、互いに協力して作業を行うことを促しており、生徒のコミュニケーション力を養う上でも有効であると考えられる。

ヒトの 1 細胞の核内の総塩基対は 60 億、長さを計算すると、2 m。染色体数は 46 だから、1 つの染色体に含まれる DNA の長さは 4.4cm にもなる。一つの細胞の大きさが直径 $10\mu\text{m}$ とすると、DNA は驚くほど長いものである。実験で得られた DNA は繊維状であり、たくさんの DNA がからまった形であるが、DNA の形状が感覚的に捉えられるにちがいない。DNA が伸びた状態が繊維状であるとする、タマネギの核の観察で、細胞分裂時に見られた染色体は DNA がどのような状態になっているのか、発展的に考える糸口として導入し、生徒の考えを発展させることも可能である。中学生で専門的な理論の理解は難しいとしても、なぜ？ どうなっているのだろう？ という疑問を持つことは望ましいことである。

いかに簡単な操作でできる実験とはいえ、失敗もあると思われる。DNA が採取できなかったり、繊維状にならなかったり。その場合は、手順を考え直すことで、どこに問題があり、その手順はどんな意味をもっていたのかがよく理解できるにちがいない。指導案では、実験手順の順番を変えたり、実験方法を変えたりして実験方法の意味を考えさせるとある。実験結果から、明らかになったことを考える。予想と反する結果（失敗も含め）が出たら、その原因を考えて、次に繋げて考えていくことは、科学の大変楽しいところである。

「生物」の教科書は大変内容が詳しくなり、学ばねばならない内容が多くて、「考える」科目ではなく、下手をすると「暗記」科目とみなす学生もいて、残念なことに思われる。実は理論を立てて、それを実験や調査によって検証し、真実を求めていくのが科学の醍醐味である。そんな楽しい「生物」を中学生にはぜひ体験していただきたいと考える。今回の指導案はそういう意味でも生徒に良い影響を与えられると思われる。

最後にいかに簡単な作業であっても、試薬や器具を使用するので、安全には気をつけて行いたい。実験に入る前に試薬等の説明が計画されているが、アルコールも使い方によっては危険なものである。生徒には日頃から安全に実験を行う知識と態度を身に付けるよう促すことが必要である。(安田恵子)

4. まとめ

今回の「遺伝子 DNA を取りだす」では、普通では目に見えない遺伝子 DNA が、実験により目に見える形で実感として捉えられること。またブロッコリーという身近な材料を使用することによって、遺伝子 DNA が身の回りの生物すべてに存在するものとして認識される効果を挙げており、体験型の実験授業として優れていることは一致した意見であった。

学習指導要領では、「思考力・判断力・表現力等をはぐくむために、観察・実験、レポートの作成、論述などの知識・技能の活用を図る学習活動を発達の段階に応じて充実させる。」とある。平成 24 年度の全国・学習状況調査の結果からは、日本における理科の体験型授業では、「予想や仮説を基に計画を立てる」よりも、「結果を分析し解釈する」ことに偏りがちであることを示している。「予想や仮説を基に計画を立てる」ことは、生徒自ら考える力をつける点で重要な活動である。今回の実験には残念ながら、「予想や仮説を基に計画を立てる」という活動は含まれていないが、考察にも述べられているように、この授業の結果から発展的な実験を考える、また実験が失敗し遺伝子 DNA が正常に得られなかった時、改善策を考えるなどのステップを入れることで生徒の自ら考える力をはぐくむ事に繋がると考えられた。また、どんな簡単な実験にも操作により事故に繋がる場合がある。実験に際しては安全教育を実施すること、実験を行う時の心構えについても日ごろから生徒に身につけさせたい内容であると思われる。

「理科」をできるだけ多くの生徒に「好き」になっていただきたいと思う。著者の体験でもあるが、幼い頃に体験した実験のことは生涯忘れられない経験であり、今でも感動を持って思い出し、さらにその記憶は将来の進路にまで影響する。体験型観察・実験授業の内容を精査し、実験を有効に実施することは、生徒に理科の面白さを伝え、「理科離れ」によい影響を与えることが期待される。

5. 参考資料

文部科学省 学習指導要領「生きる力」

文部科学省国立教育政策研究研究所「平成 24 年度全国学力・学習状況調査」

文部科学省国立教育政策研究研究所「平成 27 年度全国学力・学習状況調査」

平成 25 年度理科教育研究グループ「生徒が観察、実験に目的意識をもって取り組む理科」
授業－小学校との持続を意図した事象提示と働き掛けを通して－

http://www.edu-c.pref.miyagi.jp/longres/H25_S/s/rika-02.pdf

高等学校理科「生物基礎」における生態学教育

— 猿沢池のアオコを題材とした実践的授業展開とその高大連携的検討 —

矢野 幸洋（元・奈良女子大学附属中等教育学校）

鍵和田 聡（奈良女子大学大学院自然科学系）

坂口 修一（奈良女子大学大学院自然科学系）

吉川 尚男（奈良女子大学大学院自然科学系）

1. はじめに

生態学は、具体的な生き物の生活や環境問題などを扱い、生物学の中でも生徒達の興味を惹きやすい分野である。しかし、なんとなく分かった気になっていても、正確な知識や論理的な思考に基づいた科学的な理解ができていないことが多い。本稿では、奈良女子大学附属中等教育学校の矢野が、猿沢池に異常発生したアオコを題材とし、「生物基礎」の授業の一環として中等学校5年生を対象におこなった生態学に関する教育実践について紹介する。矢野は、教科書やタブレット端末を用いた下調べから、現地調査・検証実験のための計画策定と実験の実施、発表まで、生徒に自発的に考えさせ、必要に応じてグループで討論させる学習方法を採用した。これにより、生態系と人間の関わりについて正確に生徒に理解させ、あわせて、科学的調査・思考能力と言語的能力を向上させることを目指した。理学部化学生命環境学科生物科学コース教員である鍵和田、坂口、吉川は生物学の大学教員の立場から本授業に対するコメントを記載している。

2. 授業の概要

■授業の概要

テーマ	アオコについて考える
日時	平成25年7月5日（金）
場所	地学教室（北館3階）
授業者	矢野 幸洋
学級	5年生物選択者（理系）23名
本時の目標	アオコの発生についてその原因を知るとともに、その検証実験を検討する。それら一連の学習過程により、科学的思考力の育成を図る。

■単元の指導計画

(1) 単元の目標

- ・人間活動が自然にさまざまな影響を与え、この影響が生物どうしの関係に変化を与えていることについて理解させる。
- ・水質汚濁の起こるしくみと、その影響による生物の生息域の変化などの生態系に与える影響について理解させる。
- ・一連の学習過程を通して科学の課題を解決する方法を学び、討論するという過程を通して科学的なものの見方や考え方を学ばせる。

(2) 単元の評価規準

関心・意欲・態度	思考・判断・表現	観察・実験の技能	知識・理解
生態系のバランスと自然環境の保全について興味関心を抱き、現在の地球上でのさまざまな環境問題について興味関心をいだく。	生態系のバランスと種の多様性の関係を理解できる。地球環境問題を人類の活動との因果関係から捉えることができる。自然環境の保全について人類として何をなすべきかについて考える。	実験方法と留意点を自ら気づき、実験方法を作り上げる。それら一連の流れをレポートにまとめることができる。	生態系が維持されるしくみを理解する。一方で、人類の活動により生態系が破壊され、地球環境問題が発生していることを理解し自然環境保全のための取組について考える。

(3) 単元の授業計画

第1次 生態系の成り立ちと生態系内の物質循環 (2時間)

第2次 人間活動による生態系への影響

- 第1時 生態系のバランスと水質汚濁
- 第2時 アオコについて調査とミニ実験
- 第3時 アオコについて調査発表 (本時)
- 第4時 実験：猿沢池の環境と生物を探る
- 第5時 生態系への影響まとめ

■ 授業展開

時間	学習活動	指導上の留意点	評価の観点
導入	<ul style="list-style-type: none"> ・猿沢池のアオコの発生の現状を知る。 ・本時の課題を確認する。 (1) アオコの原因と条件 (2) その原因を調べる方法 (3) アオコを防ぐ方法	<ul style="list-style-type: none"> ・4月と6月の比較写真を提示する。 ・植物プランクトンにより表面が青緑色になる現象を確認させる。 	
展開	<ul style="list-style-type: none"> ・班内で各自の調査結果を整理する。 課題1 アオコの原因と発生条件を整理する。 <ul style="list-style-type: none"> ・原因は水面近くの植物プランクトンが異常に繁殖することによる。 ・夏のよく晴れた日に発生する。 ・異常繁殖の原因について整理し考察する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・個人調査の内容を班で集約する。 ・原因の解明では、できるだけ具体的なものを示すように助言する。 ・異常繁殖のキーワードは光、温度、富栄養化 (栄養塩類・生活排水)、垂直移動、滞留時間等である。 	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">知識・理解</div> <発表評価> 自分の言葉で、生物用語を用いて表現できる。
	課題2 原因を確かめる方法を考察する (グループ内討論) <ul style="list-style-type: none"> ・想定される実験例 	<ul style="list-style-type: none"> ・方法を黒板掲示させる。 ・異常繁殖の原因を検証する方法を考えさせ、結果も予想させる。 	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">思考・判断</div> <発表・レポート評価>

展開	①環境の測定（天気・温度・pH・COD等） ②目視による生物観察 ③水を採取し、顕微鏡観察 ④光の強さ・温度を変え繁殖の様子を調べる。	<ul style="list-style-type: none"> データ収集は複数の器機で行うことに気づかせる。 定量的な方法としてクロロフィル量抽出法があることを学ばせる。 継続観察が必要であることにも気づかせる。 	科学的に検証することができる。
	課題3 アオコを防ぐ方法を考察し、発表する。 <ul style="list-style-type: none"> 身近な家庭排水にその要因の一つがあることに気づく。 生態系のバランスについて考える。 	<ul style="list-style-type: none"> 意見を黒板掲示させる。 自然界の水質浄化が働かない原因を生態系のバランスの視点から考えさせる。 DVD映像をヒントに考えさせる。 	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">思考・判断</div> <発表評価> 生態系のバランスの視点から考察できる。
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> アオコは富栄養化のシグナルであることに気づく。 	<ul style="list-style-type: none"> 自然保護の第一歩は自然を理解することであることに気づかせる。 	

■考察

新課程の生物基礎の柱の一つとして取り上げられている生態分野の中の環境保全を扱った。新指導要領ではその方針の一つに言語活動の充実が掲げられており、それを取り込んだ授業展開を考え、実践を試みた。

予備知識は教科書を中心に学習させ、特に今回は学校の近くにある猿沢池にアオコが大発生していたのでそれを取り上げることにした。猿沢池は通学途上にある池で、何人かの生徒は池が緑に濁っていることに気づいていたようだ。その現象について、こちらから課題を与えて、各自1台ずつ与えられたタブレットで調べさせた。また、その調査結果をもとに話し合いを行わせた。話し合いに際し、その前段階として、自分で調べ、考えを整理する必要がある。そのために、ワークシートに各自の考えをまとめさせた。それをもとに、グループごとに議論させ、ホワイトボード（A3サイズ）にまとめさせ、それをもとに発表させた。

生徒たちは熱心に議論を重ね、ユニークな考えも含めて授業者が考える以上の議論ができたと感じている。（矢野幸洋）

3. 大学教員からのコメント

鍵和田聡：環境問題を考える上で、自分が住んでいる地域の問題を題材に選ぶことは、高校生が環境問題を身近に感じるために効果的な方法だと思う。とりわけ猿沢池は単に近所にある池というだけでなく、観光地として全国的に有名であることから、その水質汚濁は多くの人々の耳目を集めるので、生徒にとっても関心を抱きやすく意欲も湧きやすい、奈良の地の利を活かした理想的な題材であろう。さらに猿沢池周辺には鷺池や大仏池などもあり、それらと比較することで、猿沢池について考えたことを他の題材へと展開することも期待できると思う。また、アオコのような植物プランクトンは、顕微鏡による観察や光合成活性の測定を高校の理科実験室でも行いやすく、ひとつの生物種について分子機能から細胞構造、生育環境そして他の生物との関係に至るまで総合的に理解するための良い系であり、この授業もそうした点を意識して設計されている。この授業を受けることで、教科書で分散して出てくる事項に対して相互に関連をもたせて理

解できるようになるのではないだろうか。このような多様な切り口があるため、生徒が考えるべき事項が豊富で、独創性のある考察が可能となる反面、情報過多のために議論が発散しやすく、総合するのが難しくなる場合もあるだろう。しかし、この授業ではタブレット端末による資料収集・ワークシートによる論点整理・ホワイトボードによる発表というようにそれぞれの目的に適った用具を利用することで、科学的討論・発表形式に慣れていない高校生が効率的に議論したり発表できるように工夫していると感じた。最近大学でも発表を指導する機会が増えているが、大いに参考にすべき事例であると思う。

坂口修一：アオコの大発生は、湖沼の富栄養化によっておこる現象として生物基礎の教科書でも詳しく取り上げられている。それが学校のすぐそばの池で見られるとあれば、生徒達の興味を惹き付け、環境保全の問題を考えさせる上でこれほどタイムリーな教材はないといえる。アオコはまた専門的内容まで分かりやすく解説された資料が複数 web で公開されている（参考資料 1, 2）。本授業のようにタブレット端末で web を調べさせるのであれば、このような学習資料がすぐ利用できる点もアオコを教材とするメリットであろう。教師の予想以上に生徒達が熱心に議論しユニークな考えを発表できた一因はこのアオコの教材としてのアドバンテージにあると想像する。このアドバンテージをさらに利用して、アオコの顕微鏡観察の際、これが原核細胞でシアノバクテリアの一種であり、この仲間が共生して植物の葉緑体になったことを補足してあげたいと思うのは欲張りすぎであろうか（原核細胞、シアノバクテリア、共生説のいずれも生物基礎の範囲）。反面、アオコが発生しない年やそもそもアオコが発生するような池がそばにない学校では教材にしにくいという弱点があるのも事実であろう。人工的にアオコが発生させられる培養システムがあれば、環境要因（温度、光、富栄養度）とアオコの発生の関係を立証する実験ができるだけでなく、アオコの教材としての普遍性も格段に高まると考えられる。そのようなシステムは開発されていないのであろうか。

吉川尚男：この授業では、身近な例として「猿沢池に発生したアオコ」を取り上げ、その発生要因と防ぐ方法について調査と実験を行って考察させることで「生態系と人間との関わり」を理解させることを目的としている。対象とした調査地の猿沢池は通学路にあり、毎日見ておれば気づく現象であることから、教材として好都合であったことは想像できる。また、タブレットで調べることができる授業のため、アオコの原因が「シアノバクテリア」と呼ばれる「ラン藻」であることも学習できる（参考資料 1）。また、似たような現象として、田んぼの水面がユーグレナ（ミドリムシ）などで緑色に覆われる例があるが、顕微鏡観察を通じて、両者を比較させると、シアノバクテリアは運動せず、ユーグレナは鞭毛で運動する、という原因生物の違いを学習できたと思う。一方、アオコを防ぐ方法については、水質の「富栄養化」が主な要因で、それは主に人間の活動と大きく関わっていることに結びつき、身近な現象を通じて「人間の活動が自然界に及ぼす影響」を理解させる的確な課題と言える。一方、課題 2 の指導内容にある「定量的な方法としてクロロフィル量抽出法があることを学ばせる」については、web で調べると、定量法については詳しく公開されている（参考資料 3, 4）が、さまざまな抽出方法や吸光度により測定するといった内容を理解することは中等学校 5 年生には難しいと思われる。例えば、教科書に記載されているペーパークロマトグラフィーを使った色素の分離法という簡便な手技を使って、半定量的に比較できるような方法はないだろうか。

参考資料

- 1) 中野伸一・田中拓弥 (監修) (2012年) アオコってなに? —ラン藻の大発生についてもっと知るために— 京都大学生態学研究センター
<https://www.env.go.jp/policy/kenkyu/suishin/gaiyou/pdf/aokobook120606.pdf>
- 2) 農林水産省農村振興局農村環境課 (2012年) 農業用貯水施設におけるアオコ対応参考図書
http://www.maff.go.jp/j/nousin/kantai/tekiou/pdf/aoko_sankou1.pdf
- 3) 光合成解析センター (早稲田大学植物生理学研究室) クロロフィル定量法・光合成の森
<http://www.photosynthesis.jp/proto/chlorophyll.html>
- 4) 彦坂幸毅 クロロフィル含量の測定-光合成の生理生態学講座 (第二版)
<http://hostgk3.biology.tohoku.ac.jp/hikosaka/chl-metho.html>

天文学を通じた地学学習の実践検討

— 高等学校理科「地学」領域教育における高大連携授業研究の試み —

米田 隆恒（元・奈良女子大学附属中等教育学校）

林田佐智子（奈良女子大学大学院自然科学系）

久慈 誠（奈良女子大学大学院自然科学系）

1. はじめに

本稿は奈良女子大学教員と奈良女子大学附属中等教育学校教員の連携研究推進事業の一環として行った教育研究報告である。ここでは附属中等教育学校で行った5年生対象「地学基礎」のうち、「天体の三角測量」の課題（理科担当：米田隆恒教員）を取り上げる。第二節では授業の内容と指導教員の狙い、具体的な授業実施内容を記載している。第三節に、担当教員と大学教員二名の考察をまとめた。

2. 授業の概要

■実施概要

テーマ	天体の三角測量
授業者	米田 隆恒
学級	5年「地学基礎」（選択科目）
本時の目標	教室を宇宙と見なし、地球儀の直径とそこまでの距離を測量する。

■授業概要

星空を見ているとき、「あの星までの距離を測りたい」と思うことはないだろう。すべて同じ距離にあるように見えるし、オリオン座はその形のままで夜空にあるように思う。しかし、一つ一つの星に愛着がわいてくると、星のことをくわしく知りたくなってくる。

1時間目「星座の形」(1) さそり座とオリオン座を横から見たらどう見えるかを考える。星座の主な恒星までの距離データに基づいて、地球と星座を結ぶ線に対して直角方向から見た図を作成し、宇宙を立体的に見るといふ視点を身につける。(2) ウッドベリー著『パロマの巨人望遠鏡』の概略を説明し、宇宙への夢を膨らませる。(3) 天体までの距離をどのようにすれば測定できるかを話し合う。「あの星までの距離が知りたい」と思ったときどうすればよいか。わかっていることから始めればよい。

2時間目（本時） 大教室の壇上に大きな地球儀を置いてみる。そこから離れた机（これを自分がいる地球あるいは太陽系と見なす）から、地球儀までの距離と地球儀の直径を測ってみよう。使える道具は身の回りにあるものか、必要な道具は自分で作るしかない。

星までの距離と星の大きさがわかったとしよう。星について、次に知りたいことは何だろうか。それはどのようにして測定すればよいだろうか。



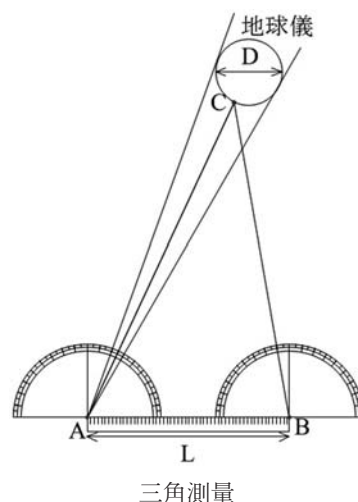
授業風景

■単元の指導計画

(1) 単元名：「太陽と恒星」（6時間を予定）

夜空はただ眺めているだけでも美しく魅力的である。星から届くこの光をくわしく調べることによって、星や宇宙の性質が解き明かされてきた。星の大きさや星までの距離、星の温度や内部構造、星の年齢、宇宙の進化などが、どのようにしてわかってきたかを調べていこう。夜空の奥深さと魅力が増していくに違いない。

天文学は力学、電磁気学、統計力学、相対性理論、量子力学など物理の魅力を実感できる場であり、物理の授業でも行いたい内容である。



三角測量

(2) 単元構成

- ①星座の形 …………… 1時間
- ②星の距離測定 …………… 1時間（本時）
- ③星の明るさ …………… 1時間
- ④恒星までの距離と明るさ …… 1時間
- ⑤恒星のスペクトルとHR図 …… 2時間

■準備物（4人1組）

場所は大教室か階段教室がよい。長机、1m定規2本、分度器、グラフ用紙。

正解を知るために、50mのメジャーを全体で1つ。

■授業展開（○または（数字）…教師の活動／▼…生徒の活動）

時間	学習活動	指導上の留意点	評価の観点
導入 5分	○目標：前時にみんなで考えた方法で、チームごとに地球儀までの距離とその大きさを三角測量する。		[興味・関心・態度] チームで協力して作業に入ることができる。
展開1 30分	▼最初に、他のチームの邪魔にならないように、各チームの位置を決める。 ▼分度器や定規の精度から地球儀の測定精度がどれくらいになるかを見積もる。 ▼長机の1点から地球儀の両端を見る角度、長机の2点から地球儀の1点を見た角度を精密に測定する。 ▼測定データをグラフ用紙に適切な縮尺で描き、計算する。 ▼地球儀の大きさと距離が求めたチームから、50m尺を用いて実測し、三角測量の精度を求める。	三角測量自体は、中学の数学の授業で体験済みである。したがって、この授業では、1mの金属定規だけがをしないかなどに注意するだけであり、測定方法やデータ処理については間違っただけを指摘せず、自分たちで気付くように見守る。	[実験観察技能] 距離、角度を精度良く測定できる。適切な縮尺を選びデータ処理ができる。 [科学的思考力] 距離測定は与えられたテーマである。それだけで済ますのではなく、その次に何を知りたいかを考えることができる。

まとめ 5分	○次の視点を入れてレポート作成・ 測量結果と考察・実際の宇宙で の測量方法・大きさと距離のつ ぎに何を知りたいか。 ▼レポートの作成と片付け		[科学的知識・概念] 表現を通して現象を概念 化できる。
-----------	--	--	------------------------------------

3. 考察

3.1. 授業担当者からの考察

三角測量は数学でも体験済みであるが、天体観測という別のジャンルを数学の学習事項につなげるのに時間がかかる生徒も多い。知識の活用範囲を広げるよい課題であるといえる。

測定結果は、大教室の後ろのチームでもよい値を得ていた。大教室では、作業中動き回るので他のチームの視線に入って邪魔になる場合がある。距離と大きさの次に何を知りたいかについては、なかなか思いつかないものである。悩ませる価値のある課題である。 (米田隆恒)

3.2. 大学教員からの意見

簡単な設備・道具を用いて、天体までの距離を測るという大問題に挑戦するテーマ設定に、生徒の興味を喚起する大きな意義を感じる。三角測量は基本的な測量技術であるが、数学で理論を学習するだけでは身につかず、具体的な応用問題に取り組みながら体を動かして経験することで習得できるものと思う。この課題は、理論的知識の実践的な応用問題として適切なよい課題と思う。まとめの時間に「実際の宇宙での測量方法」として議論されると思うが、実際には地球の太陽公転軌道をうまく使って、夏と冬に測定する方法が適用されている(年周視差)。実際には多くの場合に於いて星と地球の距離が非常に大きいので年周視差は大変小さいはずだが、実習の際に粗い目盛りの巻き尺や分度器などをわざと用意して、測定誤差が異なる場合の実験もしてみれば、測定誤差が結果を大きく左右することなども実感できるだろう。 (林田)

三角測量という汎用性のある測定手法を天文学に応用するという興味深い授業である。具体的には、大教室を宇宙とみなし、地球儀の直径とそこまでの距離を測量する。それによって、星の大きさと星までの距離を測定することに対する理解を得る。その際、身の回りにある道具を用いる所に工夫がみられる。まず、分度器や定規の精度から地球儀の測定精度がどれくらいになるかを見積もることについてであるが、測定精度の見積もりには、誤差に対する理解が必要であると思われる。それには高度な内容が含まれているが、事前に数学などの授業で学習した知識が活かされていると考えられる。次に、測定結果の数値をグラフ用紙に適切な縮尺で描くことにより、天体の位置関係をより模式的にイメージできるように工夫されている。これにより受講生は取り扱う状況を抽象化して捉えられるようになると考えられる。

発展として、その次に何を知りたいかを考えることができる点で優れた教材である。受講生が能動的に授業を受ける工夫が見られる。ここで、例えば、天文や気象など、地学分野の学習テーマは、人類の知的好奇心や社会の必要性に基づく場合があるので、歴史的な経緯にも思いを馳せるきっかけになると考えられる。 (久慈)

4. 総括

55分の短い授業に、天文の理解、測定誤差、発展的考察力などの重要項目を収めてあり、担当教員の周到な授業準備や受講生の理解の深さを垣間見ることができる。 (林田・久慈)

■参考文献

奈良女子大学附属中等教育学校:『物理のとびら3』,2015,p.83

高等学校「地学基礎」におけるHR図を用いた宇宙科学の授業

— 生徒の直感的な理解の一助となるような指導方法の検討 —

米田 隆恒 (元・奈良女子大学附属中等教育学校)

野口 克行 (奈良女子大学大学院自然科学系)

1. はじめに

本稿は、奈良女子大学教員と奈良女子大学附属中等教育学校教員の連携研究推進事業の一環として行った教育研究報告である。ここでは、附属中等教育学校における「地学基礎」の授業内容の立案及びその実践、そして授業内容に対する検討を取り扱っている。第二節には、授業概要及び指導計画、具体的な学習内容や指導上の留意点などが記載されている。第三節には、この授業の実践に対する検討として大学教員からのコメントが記載されている。

2. 授業研究 (5年「地学基礎」)

■実施概要

テーマ	HR図から星のデータを読み取る
授業者	米田 隆恒
学級	5年「地学基礎」(選択科目)
本時の目標	この単元で学習した知識を用い、HR図から恒星のデータを読み取る。

■授業概要

ここまでに、恒星までの距離 d と絶対等級 M 、実視等級 m の関係、恒星のスペクトル、ウィーン法則、シュテファン・ボルツマンの法則、プランクの輻射公式について簡単に学んできた。

前回の授業(恒星のスペクトル)の最後に、それまでのまとめをかねて具体例として、図1のように、主な恒星21個、近距離の恒星24個のデータを、HR図としてプロットを完成してくることを宿題にする。完成すれば図3となる。曲線と網掛けは最初に入れてある。

【演習】恒星のスペクトル型と絶対等級をもとにして、HR図を描いてみよう。

	星の名	スペクトル型	絶対等級 M	見かけの等級 m	距離 d [parsec]	距離 d [光年]
1	ふたご座 α	A1	0.6	1.6	16	52
2	はくちょう座 α	A2	-7.4	1.3	552	1800
3	みなみのうお座 α	A3	1.8	1.2	7.7	25
4	エリダヌス座 β	A3	0.6	2.8	27	89
5	おひつじ座 β	A5	1.3	2.6	18	50
6	わし座 α	A7	-2.2	0.8	5.2	17
7	おとめ座 α	B1	-3.5	1.0	80	260
8	いて座 α	B2	-2.1	2.0	67	220

	星の名	スペクトル型	絶対等級 M	見かけの等級 m	距離 d [parsec]	距離 d [光年]
1	おおいぬ座 α A	A1	1.5	-1.4	264	86
2	シリウス α	A1	1.5	-1.4	264	86
3	シリウス伴星	DA2	11.3	8.4	264	86
4	おおいぬ座 α B	A5	11.2	8.3	264	86
5	こいぬ座 α A	F5	2.7	0.4	350	114
6	太陽	G2	4.8	-26.8	0.00	0
7	ケンタウルス座 α A	G2	4.3	0.0	135	44
8	くじら座 ϵ	G8	5.7	3.5	365	119
9	ケンタウルス座 α B	K1	5.7	1.4	135	44
10	エリダヌス座 ϵ	K2	6.2	3.7	322	105
11	インディアン座 ϵ	K3	6.9	4.7	362	118

図1 恒星データ (スペクトル型、 M 、 m 、距離 d (parsec と光年))

本授業では、HR図を見ながら次の課題にそって学習する。

- (1) HR図の縦軸は何を表し、上に1だけ数値が小さくなると恒星の明るさはどうなるか。また、縦軸の値が0の恒星に比べ、それよりも100倍明るいのは数値がいくらのところか。
- (2) 横軸は何を表し、左に行くほど恒星の表面温度はどうなるか。
- (3) 主系列星、赤色巨星、白色矮星はHR図のどの部分の恒星を指すか。

シュテファン・ボルツマンの法則 $E = \sigma T^4$ および恒星の明るさを表す式 $L = 4\pi R^2 \sigma T^4$ を用いて次のことを説明せよ。

- (4) HR 図を上へ 5 だけ、あるいは 10 だけずれると半径は何倍になるか。
- (5) HR 図の右へいくほど半径が大きいことを示しなさい。
- (6) HR 図の曲線は何を意味すると考えられるか。

■単元の指導計画

(1) 単元名：「太陽と恒星」(6 時間を予定)

星から届く光を調べることによって、星の大きさや星までの距離、星の温度や内部構造、星の年齢、宇宙の進化などが、どのようにしてわかってきたかを調べる。

(2) 単元構成

- ①星座の形…………… 1 時間
- ②星の距離測定…………… 1 時間
- ③星の明るさ…………… 1 時間
- ④恒星までの距離と明るさ…………… 1 時間
- ⑤恒星のスペクトル…………… 1 時間
- ⑥HR 図…………… 1 時間 (本時)

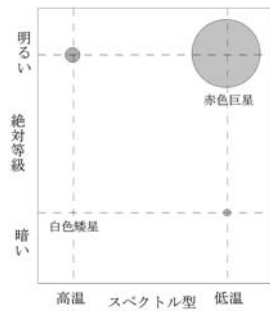


図2 HR 図と星の半径

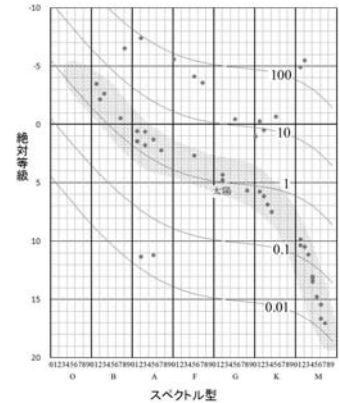


図3 完成した HR 図

■資料

奈良女子大学附属中等教育学校:『物理のとびら 3』, 2015, pp.82-103

■授業展開 (○または (数字) …教師の活動 / ▼…生徒の活動)

時間	学習活動	指導上の留意点	評価の観点
導入 5分	○これまで恒星について学習してきたことが HR 図に濃縮されている。HR 図の位置から、恒星のどのようなことが読み取れるか調べよう。	宿題にしていた HR 図が完成しているかを確認する。	[興味・関心・態度] HR 図を完成して授業に臨むことができる。
展開1 35分	▼チームで課題に取り組む。 (1) ▼縦軸は絶対等級 M を表す。 M が 1 小さいと約 2.51 倍明るく、5 小さいと 100 倍明るいから、同じ縦軸上であれば $M=0$ に対して 100 倍明るいのは $M=5$ である。 (2) ▼横軸はスペクトル型を表す。左に行くほど恒星の表面温度は高い。 (3) ○主系列星、赤色巨星、白色矮星を説明し、進化の段階を説明する。 (4) ▼HR 図を上へ 5 だけずれると恒星の明るさ L は 100 倍になる。スペクトル型は同じだから温度 T は同じである。したがって $L=4\pi R^2\sigma T^4$ より R^2 が 100 倍、よって半径 R は 10 になる。同様に、上に 10 だけずれると半径は 100 倍になる。	(1) 感覚器官の特徴として強度の感覚は対数的である。縦軸が上に向かって数値が小さくなり、1 小さくなるごとに $\sqrt[3]{100}=2.511$ 倍になる。 (4) $E=\sigma T^4$ 、 $L=4\pi R^2\sigma T^4$ は、プランクの輻射公式から証明されたことを思い出す。 (4)(5) をまとめると図2のようになる。	[科学的思考力] 学習した概念や法則を用いて論理的に考えを進めることができる。

<p>展開1 35分</p>	<p>(5) ▼HR図の右へいくと M は同じだから明るさ L は同じ、スペクトル型は右へ行くほど温度 T は小さくなる。よって半径 R は大きくなる。</p> <p>(6) HR図の上に行くほど、右に行くほど半径が大きくなるから、右に行くと下に行くほど半径が等しくなる。したがって、HR図の曲線は半径の等しい位置と考えられる。曲線間の縦の間隔は5だから、上は下より半径が10倍である。</p>	<p>・ベテルギウスのデータから半径を求め、太陽の何倍か、太陽系の太陽の位置にそれがあるとするところまで広がっているか、などの具体例を生徒自らが考え出せるように助言する。</p>	
<p>まとめ 5分</p>	<p>たくさんの恒星に関するデータをスペクトル型と絶対等級を座標軸として表すことによって、恒星が大きく3つに分類された。この他に分類する仕方はないだろうか。考える価値があるだろう。</p>	<p>[科学的知識・概念] 1つ学んだら、それを手本に発想を広げることができる。</p>	

■考察

HR図は数学的に複雑である。具体例を適切に入れ込む必要がある。

(文責 米田隆恒)

3. 大学教員からのコメント

宇宙科学の授業では日常生活では目にできない時間・空間スケールの現象を扱うことが多いため、生徒が直感的な理解を得にくい恐れがある。ここでは、上述の授業研究を踏まえながら、生徒の直感的な理解の一助となるような指導方法について検討及び考察する。

HR図は、横軸がスペクトル型（表面温度）、縦軸が絶対等級（明るさ）である。恒星の温度が高いと、恒星から放射される電磁波のスペクトルは短波長側に移動する（つまり、赤色から黄色などを経て青色になる）というウィーンの変位則は、式を与えて説明しても生徒には直感的に理解しにくい内容かもしれない。そこで、例えば豆電球を取り上げ、弱い電流の場合はフィラメントが赤黒く弱く発光しているが、電流を増すに連れて黄色となり、最後には明るく輝く（そして、高温になり過ぎて焼き切れてしまう）ことを視覚的に示せば、（現実問題として授業の実験で青色に輝くような温度にするのは難しいかも知れないが）温度によって色が変わるという点については直感的な理解を促せるであろう。

恒星の明るさは、恒星の半径にも依存する。そのため、HR図における変数は、軸上に現れる表面温度や絶対等級に加えて、半径も隠れた変数となっている。表面温度、絶対等級、半径の計3変数の関係を2次元の図で表現するには、3変数目の半径を等高線や色などで表さなければならない。図3には太陽半径を1としたときの等高線が描かれており、生徒のより直感的な理解への配慮がなされているが、そのような多変数に対する考察に慣れていない生徒に対しては、理解度に応じた丁寧な説明が必要だと思われる。

HR図の応用を考えることも、HR図そのものへの理解を深める一助となるであろう。例えば、HR図を用いれば主系列星に対してスペクトル型から絶対等級が推定できるため、観測される見かけ上の明るさとの差からその恒星までの距離が推定できる。このような距離推定の計算を具体的な恒星のデータに対して行わせることで、恒星までの距離と明るさの関係をより直感的に理解できるであろう。HR図の学習の発展的内容としてもふさわしいと思われる。

授業の導入時など生徒の興味を引くために、太陽と他の恒星の絶対等級を比較するという学習内容が考えられる。普段我々が目にする太陽の見かけの等級は約 -27 等級であり全天で圧倒的に一番明るい天体だが、絶対等級で考えると太陽よりもはるかに明るい恒星が多数存在する。例えば、代表的な赤色超巨星であるベテルギウスは、太陽の1万倍以上も明るいと考えられている。なぜそのような明るい星が夜空で暗く見えているのか（答えは、太陽よりもはるか遠方にあるためである）を考えさせることで、距離の異なる恒星の明るさを正規化する手段としての絶対等級の概念の導入を示すことができるであろう。さらに、距離以外にも恒星の明るさを決める要因はないかについても考えさせることができるであろう。

HR図は、恒星の明るさや温度などの複雑な関係性を一枚の図にまとめたものであるが、生徒にとっては直感的な理解を得ることが難しいかも知れない。HR図に関わる各法則の説明に加えて、授業においては図2のような視覚的な資料を併せて用いたり、図3のようにHR図そのものを作成する作業を行わせたりすることで、直感的な理解を促し宇宙科学に対する苦手意識を持たせないような指導を目指したい。

（文責 野口克行）

高等学校「地学基礎」における二重フーリエ級数を用いた地質図の見方 および地質断面図の作成の実践と検討

米田 隆恒（元・奈良女子大学附属中等教育学校）

山内 茂雄（奈良女子大学大学院自然科学系）

1. はじめに

本稿は、奈良女子大学教員と奈良女子大学附属中等教育学校教員の連携研究推進事業の一環として行った教育研究報告である。ここでは附属中等教育学校で行った理科・地学分野の授業（担当：米田隆恒教員）の内容およびそれに関する考察を報告する。

この授業では、空間的認識を深めることを目標として地形図と地質図を取り上げ、数学的手法であるフーリエ級数を用いて空間構造を関数で近似し、求めた関数を3次元描画して空間構造を可視化するという試みを行っている。数学的手法の応用と計算機を用いた情報処理演習を兼ね備えた実習となっている。第二章では担当教員よりこの授業の概要、目的、実施報告と授業の実施に基づいた考察が述べられ、第三章では大学教員の視点からの考察が述べられる。

（山内茂雄）

2. 授業研究（5年「地学基礎」）

2.1. 実施概要

テーマ	二重フーリエ級数を用いた地質図の見方および地質断面図の作成
授業者	米田 隆恒
学級	5年「地学基礎」（選択科目）
本時の目標	地質断面図の作成をとおして空間認識を深める

2.2. 授業概要

自然科学の目標は自然を理解し、人間を理解することである。自然という1つのものを学習するために、やむを得ず物理、化学、生物、地学、そして数学という分野にわけて日々学習を積み重ね、それぞれの分野で理解が深められている。しかし、残念なことに、生徒はこれらすべてを学ぶわけではなく、相互の関連もなかなか扱われない。たとえば、地学には、物理の学習を発展させる魅力的な話題が豊富にあるが、物理選択者はそれらに出会う機会がないかもしれない。たとえば、地震と力学、気象と熱力学や気体分子運動論、天体や恒星の物理学などである。

各教科、科目の内容を総合して自然という総体を再構築するためには、それを目的とした学習教材を作る必要がある。課題研究の目標とするのもよいだろう。ここでは、自然科学の骨組みの1つである空間認識を取り上げる。空間は単なる座標系ではなく、また、物体が運動する入れ物という単純なものでもない。空間は、重力場、あるいは、電場や磁場といったさまざまな性質を持った実体である。電場はポテンシャルの勾配であるから、よく山に喩えられる。そのとき、山というものをどれだけ実感できるかが問われる。雪山の斜面にスキーを履いて立ったと想像してみよう。そのときわき起こってくる感覚は、各人の経験によって異なってくるだろう。

空間認識を深める課題として地質図を取り上げる。地質断面図の作成を目指して、数学、地学、物理の考え方を関連づけ、山という概念を深めたいと思う。地学の授業ではまず、二重フーリエ級数を活用し Excel マクロによって、生徒の意見を取り入れながらさまざまな形の山を電子黒板上に作る。さらに、Grapes3D を用いて地層を入れ、地層が等高線図や断面図にどのように現れるかを、さまざまな角度から電子黒板に表示し、立体模型と共にイメージをつかむ。下図（図1、2）は二上山の例である。つぎに、演習プリントに従って、地質図の書き方を順に学習する。

2.3. 単元の指導計画

(1) 単元名：「地層と地質構造」（7時間を予定）

プレートの動き、地熱や、風や水の流れなどは、地球表面にどのような影響を及ぼしてきたのだろうか。地層および地質構造を調べることによって過去のそれらの影響を知ることができる。

(2) 単元構成

- ①地層 …………… 1時間
- ②不整合 …………… 1時間
- ③地質構造 …………… 1時間
- ④地質断面図の作成と考察 …………… 2時間（本時）
- ⑤変成岩、岩石サイクル …………… 1時間

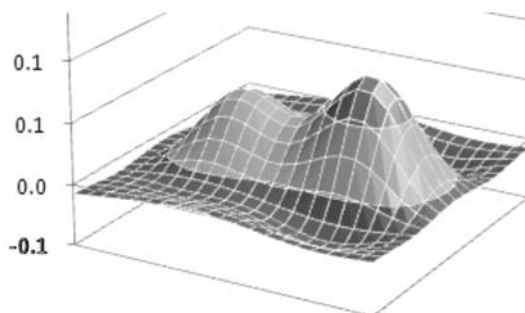


図1 二重フーリエ級数による山の作成

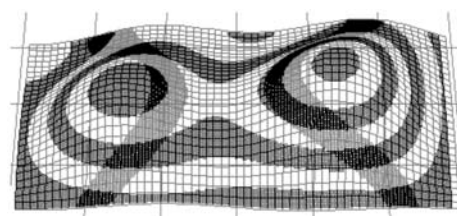


図2 Grapes3D による等高線と地層の表示

2.4. 授業展開（○または（数字）…教師の活動／▼…生徒の活動）

時間	学習活動	指導上の留意点	評価の観点
導入 10分	<ul style="list-style-type: none"> ○富士山や二上山を描きなさい。 ○これらに地層が斜め 45° で西から東に入った図を描きなさい。 ▼ノートに作図する。 ○コンピュータでこれを描くにはどうすればよいか。 ▼チームでアイデアを発表する。 	与えられた図面から立体、また、立体から図面をイメージするのは慣れるのに時間がかかる。発泡スチロールの立体模型を見ながら自分で作図するのがよい。	[興味・関心・態度] さまざまな作図を自発的に、自ら進んで行うことができる。
展開 35分	<ul style="list-style-type: none"> ○今から数学を用いて描くので、チームのアイデアと比較しなさい。 ○生徒の意見に基づき、Excel で山を描き、Grapes3D で地層を入れる。 ○ディスプレイの表示を参考にして、(1) 各自ノートに描いた山の等高線を描き、(2) その図の上に地層境界線を描きなさい。(3) この図の東西の断面図を描きなさい。(4) この図をもとにして、地層の傾斜が 45° であることを求める方法を考えなさい。 ▼チームで考える。 	発泡スチロールでさまざまな模型を作るのはたいへんだ。コンピュータを用いれば、生徒の意見を反映した地形を簡単に作れる。	[科学的思考力] 2次元の平面に描いた図と、3次元の立体を対応付けすることができる。

宿題 地層が 30° の場合などさまざまなパターンをノートに作図する。			
2 限目 展開 2 35 分	<p>▼宿題で考えたいいくつかのパターンについて発表する。</p> <p>▼作業プリントに従って、下記の地質図の描き方、読み方を練習する。</p> <p>(1) いろいろな地質図の例を見る。</p> <p>(2) 立体図の露頭線を地形図に記入。</p> <p>(3) 地質図の露頭線から走行と傾斜を求める。</p> <p>(4) 測定された走行と傾斜から地質図に露頭線を作図する。</p> <p>(5) 地質図から地質断面図を作図。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 走行と傾斜については、傾斜台とクリノメーターで練習済みである。 • 生徒どうし教えあって作図を進める。 • 机間巡視して、個別に指導する。 	[実験観察技能] 作図手順に従って、正確に作図することができる。作図手順を習得できる。
まとめ 3 分	地質図を練習したが、ここで練習した方法は、工業製品の設計図、人体の解剖図、数学の幾何学など共通の発想である。空間を見る方法である。		

2. 5. 授業に対する考察

物理では、音のスペクトルのところでフーリエ級数に触れる。三角関数の活用であるフーリエ級数の意外な応用として二重フーリエ級数を幾何学さらに空間認識と結びつけることができる。
(米田隆恒)

3. 考察

地形図は 3 次元構造である地形を、等高線を用いて 2 次元画像として表したものである。この地形図を読み解けば、どこが山にどこが谷になっているかという空間構造を想像することはできるが、等高線だけでは凸部と凹部の判断が難しい場合がある。また、本来 3 次元情報である地層・地質の構造の情報を平面図に書き込んだ地質図では、地層の厚み、深さといった情報は表示しにくく、実際の様子はわかりづらい。これらは発砲スチロールや粘土等を用いた立体模型で表示すれば一目瞭然であるが、立体模型の製作には時間と手間がかかる。本授業では、数学的手法であるフーリエ級数を用いて空間構造を関数で近似し、求めた関数を 3 次元描画ソフトで表示することで空間構造を立体的に表現するという試みを行っている。この手法であれば、時間も手間もかからないので再製作も簡単である上、3 次元描画ソフトで異なる方向から見た図を描画したり、平面図に表したり、また、地質、地層の情報を表示させたりすることが簡単にできる。したがって、3 次元構造である地形や地質の空間構造の認識やそのような構造を形成した地殻変動の歴史の理解に大いに役立つ手法であると思われる。

授業の展開においては指示に従って作業を進める時間だけでなく、個人、チームで考えたり、アイデアを発表したりという機会も取り入れられている。課題解決のために持ちうる知識を使って考える。それは探求活動において必須の作業である。このとき、課題となっている分野の知識だけに限らず、いろいろな分野の知識を総動員することが大切である。このような能動的活動を行うことで教育効果は高められると思われる。

フーリエ級数は、オシロスコープで観察した声の波形を周波数分解して表現する等、音のスペクトルの表現として取り扱うことが多い。本授業では、空間構造の認識を課題として地学分野の地形図、地質図を取り上げて実践しており、フーリエ級数の応用事例としても面白い。また、フー

リエ級数に限らず、関数として表現したものを3次元画像にして可視化するという手法は様々な課題に応用できるだろう。例えば、物理分野では電位や電場、天文分野ではブラックホール周辺の重力場や重力レンズ効果など、空間構造の認識が重要となる課題やテーマがある。ここで実践した方法を使って「場」を可視化することで、大いに理解が深まるのではないか。

近似曲線を求める際にフーリエ級数の次数を大きくしすぎるとデータ点のあるところで尖った構造を作ってしまう。これを避けるため、フーリエ級数の次数を大きくしない範囲 ($n, m=2$ 程度) としているが、どのくらいの次数が適切だろうか。次数を変えると結果がどのように変わるか。モデル作成の計算には時間や手間がかからないので、いろいろ試してみるのも面白い。本単元の目的からは少しはずれるが、この作業はフーリエ級数の理解を深めることにつながるだろう。また、計算に用いたデータ点は限られた数であるが、より正確な空間構造を得るためには、どのくらいのデータ点があれば十分なのか。どこまで詳細に立体構造を再現するかにもよるが、これらを調査しておくこと今後の応用を考える上で大変有効な情報になるだろう。

二重フーリエ級数を用いた計算には表計算ソフトを用いている。同様の計算を何度でも行えるようにするため、マクロを利用してプログラム化を行っており、求めた関数を3次元描画ソフトにより可視化している。三角関数の重ね合わせで様々な曲線を作るところは数学の知識・手法を用いているが、その後の作業は主として計算機を用いた処理であり、プログラム作成を含んだ情報処理実習としても非常に興味深い。この授業の中で全ての生徒にプログラムの文法等を理解させるのは難しいかもしれないが、プログラムに興味がある生徒がこれをきっかけに様々な用途に応用することができれば、情報処理学習の効果も期待できる。

本授業では、空間認識を深める課題として地形図、地質図を取り上げ、数学の手法を用いて3次元構造を表現した。こうして作ったモデルを使えば、空間構造の認識を通して地層の褶曲構造や断層ができる際に作用する力の理解や地殻変動の歴史の理解等に役立つだろう。地球や宇宙が題材となる地学分野にはこの他にも可視化することでわかりやすくなるものが多い。また、数学、物理学等、他分野の知識と関連づけることで自然科学全般の理解につながる魅力的な話題も豊富にある。本授業で実践したような複合的学習は、地学分野の理解にとどまらず数学・物理学の手法や考え方の習得も促す機会となっており、多分野が相互関連していることを学ぶ機会にもなっている。今後、多くのテーマでこのような複合的学習が実施され、自然科学全般に対する生徒の理解が深められることを期待する。

(山内茂雄)

〔参考文献〕

奈良女子大学附属中等教育学校：『物理のとびら2』，2014，pp.79-88

中学校体育におけるスポーツバイオメカニクスの観点を取り入れた実技指導の試み — 頭でわかること、体でわかること —

中川 雅子 (奈良女子大学附属中等教育学校)
藤原 素子 (奈良女子大学大学院生活環境科学系)

1. はじめに

運動が苦手と思う生徒は、どうすれば指示されたスキルが習得できるかという理屈を理解しても、自分の体をその理屈通りに動かすことができない場合や、体がどのように動いているのかが分からない場合が多い。さらに、例えばボールを投げる際に体重移動をすることや膝を曲げる等といった幼少期からの遊びの中で自然に身についてくるような体の動かし方を知らない、あるいはその動きを生み出す体ができていないといった課題を持つ。一方、運動が得意な生徒においても、新たなスキルを感覚的には習得するが、自分の体の動きがどのように変化して習得につながったのか、客観的に自己の動きを意識しながら行っている者は1年次には稀である。

「できない」が「できる」に変わる瞬間を、できるだけ早い成長段階で多くの生徒に持たせることが、本校在籍中の6年間を通して「体育」に楽しみを見出し、充実感を持って取り組むことにつながると考える。また、それらの体験や経験は、その生徒の人間関係の構築や生涯スポーツといった観点から見ても大きな意味を持つ。それゆえ、授業においては他者と自己の比較から生徒一人一人が体のつくりや動き方、癖などに気付き、そこからスキル習得のために考え、修正を繰り返すその過程を大切にする必要があるだろう。最終的には、自己と自己の比較から「変化」がわかり、習得したスキルを他者に説明し、教えられる力や習得したスキルを新たな動作の習得に応用する力を育てることも重要な目的となる。

スポーツバイオメカニクスは、スキルの習得過程を動作分析によって明らかにする学問であり、スポーツ科学においては効率的なスキルの習得に貢献しうる分野である。本稿では、多くの球技系スポーツ動作に共通する、ボールを「投げる」・「捕る」という基本動作に着目し、運動の得手不得手に関わらず、多様なスポーツの基本動作となるスキルの習得過程について、指導案およびその実践について授業実践者自らが考察を行う。さらに本指導案と実践者の考察について、スポーツバイオメカニクスの観点から分析を加えた。

授業のテーマは、「頭でわかる・体でわかるベーススキルの習得—スロー・キャッチ動作に着目して—」であり、基礎的な体づくりからはじめ、自分の体や動きを知り「頭でわかる」、「体もわかる」という感覚を伸ばすことを目的とした。

2. 実施概要

テ　　マ	頭でわかる・体でわかるベーススキルの習得—スロー・キャッチ動作に着目して—
授　業　者	中川 雅子
学　　級	1年(中1)女子「体育」
本時の目標	スローイング、キャッチングの動作を通して、自分の体がどのように動いているのかに意識を向ける。見本動作を理解し、見本や他者の動作と自己の動作を比較する

ことで、自分が思い描く体の動きと実際の動きとのずれに気付かせる。また、外部からのフィードバックの重要性について学ぶ。

3. 単元の指導計画

(1) 単元名：「体づくり・スローイング・キャッチングスキル」(8～10時間を予定)

3年次以降の選択制体育において、多様なスポーツ（ソフトボール、バスケットボール、バレーボール、アルティメット、ラクロスなど）を選択する際に、それぞれの種目を行う上で必要なベースとなるスローイング・キャッチングのスキルを身に着ける。手でボールを投げる（ここでは特にオーバーハンドスローを取り上げる）、捕るといった動作習得を原点に、ボールの種類に変化を持たせる、道具を用いる等の応用を試み、最終的には、スローイング、キャッチングスキルを用いた簡易ゲームを仲間とともに楽しむ。生徒の状況を見て時間数が変わることもある。

(2) 単元構成（1時間：65分）

- ① 体の動きに意識を向けよう・ゴールとなる動作とは…………… 1時間
- ② 昔遊びと体づくり ―スローイング・キャッチングに必要な動きとは―…………… 1時間
- ③ スローイングの動きを分析 自己と他者の比較…………… 2時間
- ④ キャッチングの動きを分析 自己と他者の比較…………… 1時間
- ⑤ ボールの種類を変えて・道具を介して…………… 1時間
- ⑥ 動きの変化を知ろう・スキルチェック…………… 1時間
- ⑦ 習得したスキルでゲームを楽しむ…………… 1時間

4. 使用する機材・教材

ソフトボール・バレーボール・ラクロスクロス・ラクロスボール・ipad・動作分析アプリ kinovea

5. 授業展開：1時間目（○または（数字）…教師の活動／▼…生徒の活動）

時間	学習活動	指導上の留意点	評価の観点
導入 5分	○ボールを片手でうまく投げる（上投げ）・両手でうまく捕るには？ 体はどう動いている？ ○距離がかわれば動作も変わる？ ▼好みに答える	答えを出すのではなく、問いを共有する	自身の経験から考えを出せているか
展開1 25分	▼準備運動 1) キャッチボールをしてみよう ○近距離から遠距離まで設定する ▼ペアをつくり、指示された距離で進める。 2) 体の動かし方を考えよう ○それぞれの距離でどんな体の動かし方をしたか？ ▼体の動きをイメージして答える	ソフトボールを使用 距離設定 2～15m 距離ごとに問いかける 距離による動作の違いは何か、答えやすいよう促す 距離に応じて、動き方に变化があったことに自分で気づいたか問う	積極的に参加しているか 自身の動きについて振り返りができているか

<p>展開1 25分</p>	<p>3) 他者と動きの比較をしよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ○自分のパートナーや隣のペアの動きを交互で観察し、自分の動きと他者の同じ点、異なる点を見つけるよう ▼キャッチボールを続けながら、自己と他者を観察、比較する ○他者と比較してみて、自分の動きはどんな動きだった？ ▼気付いたことを出し合う ○自分の動きをどれくらいわかっている？ ▼意見を言う ○ワークシートを配布する ▼気付いたことなどを記録する 	<p>人には聞かず、自分はこう動いているという認識だけを大事にさせる</p> <p>体の動かし方に加え、ボールのスピードや軌道についても見るよう声掛けをする</p> <p>他者からのアドバイスがあった方が人との違いがわかりやすいか問う</p> <p>自分の動きをどれくらい認識できているか確認させる</p>	<p>他者の観察を行い、自分の動きと比較しようという態度が見られるか</p>
<p>展開2 25分</p>	<p>1) ゴールとなる動きを見る</p> <ul style="list-style-type: none"> ○スローイング、キャッチングの見本動作を映像で見せる ○見るポイントを伝える <ul style="list-style-type: none"> ・足の動き ステップ、膝、つま先 ・腰の動き ・腕の動き 肩、肘、手首 ・体の向き・腕の引き、膝の動き ・ボールをとらえる位置 ○映像を見て気付いたことを聞く ▼好きに答える <p>2) 見本の動きを模倣してみる</p> <ul style="list-style-type: none"> ○今回は、自分の動きを他者にみてもらおう ▼キャッチボールを隣のペアと交代で観察し合い、見本と見比べアドバイスし合う ▼アドバイスしてもらったことや気付いたことを記録する ○この見本の動きに自分の動きを近づけることを目標とさせる 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>★ゴール (15m以上離れた場所に投げる場合)</p> <p><u>スローイング</u></p> <p>①フォーム (右利き)：右足から左足への体重移動をしながら膝を曲げてステップが踏める・肩、肘を後方に高い位置で引くことができる・腰の回旋から肩、肘を前へ出し、手首を返してリリースできる・フォロースルーの際、体が目標に向いている。</p> <p>②自分が投げたいところに投げられる (距離・コントロール)</p> <p><u>キャッチング</u></p> <p>①フォーム：ボールをよく見て、ボールの衝撃を吸収する引きの動作 (腕の引き動作・膝曲げ) ができている。</p> <p>②ボールの動きに対応して自分で動いて正面でキャッチできる</p> </div> <p>ポイントにふれながら進める動作についてポイントを意識させ、積極的に声掛けを行う。生徒同士での声掛けも促す。他者からのアドバイスと自分が思い描いていたものとどれくらいずれがあったか気づかせる。</p>	<p>他者の動きを観察して、見本との違いが分かっているか。</p> <p>適切にアドバイスでき、もらったアドバイスを理解できているか。</p>
<p>まとめ 5分</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○キャッチボールの際、パフォーマンスや自分の体の動きは見本と比べてどうだったか？ ○パフォーマンス結果はすぐにわかるが、それと体の動きがどう 	<p>自分の今のパフォーマンスがどのような体の動きに起因していたか問う。自分の体は自分が思い描いているように実際動いていたか、</p>	

<p>まとめ 5分</p>	<p>かかわっているかをわかること、さらに動作修正のために自分の体を思った通りに操ることも簡単ではないことを伝える。</p> <p>▼振り返りを行い、気付いたことを述べる</p> <p>○外からのフィードバックを効果的に用い、自分の体や動き方と向き合いながら、スキルの習得を目指していくことを伝える</p>	<p>修正するために思う通りに動かせたか</p> <p>実際の動きと自分の感覚を近づけ、動きを修正するには、自分の感覚だけを頼りにするのではなく、自分を客観視できる外的フィードバックが重要であることを伝える。</p>
-------------------	---	--

6. 考察

この授業では、スローイングとキャッチングの動作を行う上で、パフォーマンス結果だけに着目するのではなく、以下の3点について試みた。

- ①普段自分の体がどう動いているのかについて、どれくらい認識していたのかを生徒個々に気付かせること
- ②他者との動きの比較の中で生徒自身が自分の体の動きに意識を向け、どのような動きをしているかを考えさせること
- ③自己を客観的に捉えるための外的フィードバックがいかに重要かを伝えること

終盤は見本の動きを模倣することを通して、自分のどのような動きがそのパフォーマンスを導いたのかという点を考えさせようとしたが、見本動作について、「なぜ、この動きを行うとこういったパフォーマンスが生まれるか」といった点をポイント毎にもう少し丁寧に伝える必要があったと考える。ある程度動作を習得している生徒にとっては、それらの理屈がなくても感覚を掴めたかも知れないが、その動作自体に慣れない生徒には、まずはなぜその理屈が必要なのかという点を自分の動作とリンクさせて考えられるような工夫（例えば、肘を曲げずにボールを投げてみる、投げる腕と同じ足を出して投げてみる等）が必要だったかもしれない。（中川雅子）

7. スポーツバイオメカニクスの観点に基づいた指導案の分析

本指導案は、中学1年女子を対象として、「投げる動作」に必要なスローイングスキルと「捕る動作」に必要なキャッチングスキルの習得を目指したものである。投げる動作と捕る動作は、系統発生的な「歩行」や「走行」などの移動運動とは異なり、個体が生育する過程において獲得される個体発生的な運動である。ここでは、「投げる動作」と「捕る動作」に分けて分析を行う。

(1) 投げる動作

「投げる動作」の様式は対象物と目的によって変わる。ヒトの場合は、「片手で」あるいは「両手で」投げることが可能であり、投げ方には本授業で取り上げている「上手投げ（オーバーハンドスロー）」以外に「横手投げ」「下手投げ」「押し出し投げ」がある。本授業における対象物はソフトボールであるが、平成27年度の文部科学省による体力・運動能力テストの結果においては、11歳女子のソフトボール投げの平均値は16-17mである。中学1年に相当する13歳では、ハンドボール投げに変わるため、13歳女子のソフトボール投げの全国平均は定かではないが、20m前後であることが推定される。また、この年齢では、女子の値は男子より10m以上

低い値である。この性差は5歳時点ですでに認められており、幼児期および児童期に現れる投球技能の差が青少年期まで継続することを示している。

本授業では、まず導入段階で「うまく投げるには、あるいはうまく捕るには？」という問いを生徒に投げかけており、体の動かし方について考えさせている。スキルの習得を目指す授業においては、生徒に仮説を立てさせたうえで実践することは非常に重要である。展開1の前半では、ペアでキャッチボールを行わせており、その距離は2m～15mの範囲で短い距離から徐々に長くしている。そして、まず自身の体の動かし方に意識を向けさせ、さらに投げる距離による動作の違いを考えさせている。この段階で、導入で立てた仮説に対して確認作業を行っている。さらに展開1の後半では、他者の動作と自身の動作の比較作業を行わせている。この作業においては、直前に自身の体の動かし方へ意識を向けたことが生かされ、しっかりと意識を向けていれば他者と自身の動作の違いについて気づくことが可能となる。

展開2の前半においても他者と自身の動作の比較作業が続くが、ここでの他者は模範的な映像となっている。そして、実践者は生徒に模範的な映像を見るポイントについて伝えている。同じ映像を見ても生徒によって見る観点が異なるため、共通してみるポイントを提示することは重要である。この気づきに基づいて、展開2の後半では模範的な動作の模倣を行わせている。ここで問題になるのは、模範動作の認知とそれを自身で再現することにおけるズレの度合いである。模倣がうまくできなかった場合に、それが模倣動作そのものを正確に認知できていないことによるのか、認知はできているが自身の動作として再現できていないことによるのか、という2つの可能性が出てくる。これらのズレを補正するために、他者からのアドバイスが外的フィードバックとして非常に有効となる。授業のまとめでは、授業の振り返りとともに自身の動作を客観的に捉えるうえでの外的フィードバックの有効性を確認している。

図1はバイオメカニクス的見地による投動作パターンの分類と動作得点の加齢的变化を示している。本授業での展開2において、実践者がフォームに関しての指導上の留意点として挙げている内容は、まさにこの図に示されている動作パターンである。発達過程においては、初めは上肢のみによる動作であるのが、加齢に伴い下肢の動き、体幹の捻りが加わり、「ムチ打ち動作」あるいは「運動連鎖」といわれる下肢から上肢への力の伝搬が行われていく様子が見てとれる。女子に比べて男子の飛距離が長いのは、動作に関わる関節が多いことに加え、体幹の捻りと最終的な手関節、前腕の動きを遅らせることで、下肢からの力をうまく伝搬させていることによるといえるだろう。ボールを遠くに投げるには、ボールが手から離れた直後の飛び出し角度と速度が重要である。理想的な飛び出し角度は35-45°、また速度は大きいほどよく、下肢から体幹、上肢への運動連鎖によって伝搬した力を最終的にボールに伝えることで、速度を大きくすることができる。

以上のことから、投球動作の習得においては模範となる動作の特徴を理解し、自身の動作をそれに近づけることが重要であるといえる。この点において、動作分析を主な手法とするバイオメカニクスの視点を授業に取り入れることは有効であるといえよう。そして、模範の動きに効率よく近づけるために、他者からの外的フィードバックが重要であり、ズレの補正を繰り返すことで模倣は完成していく。

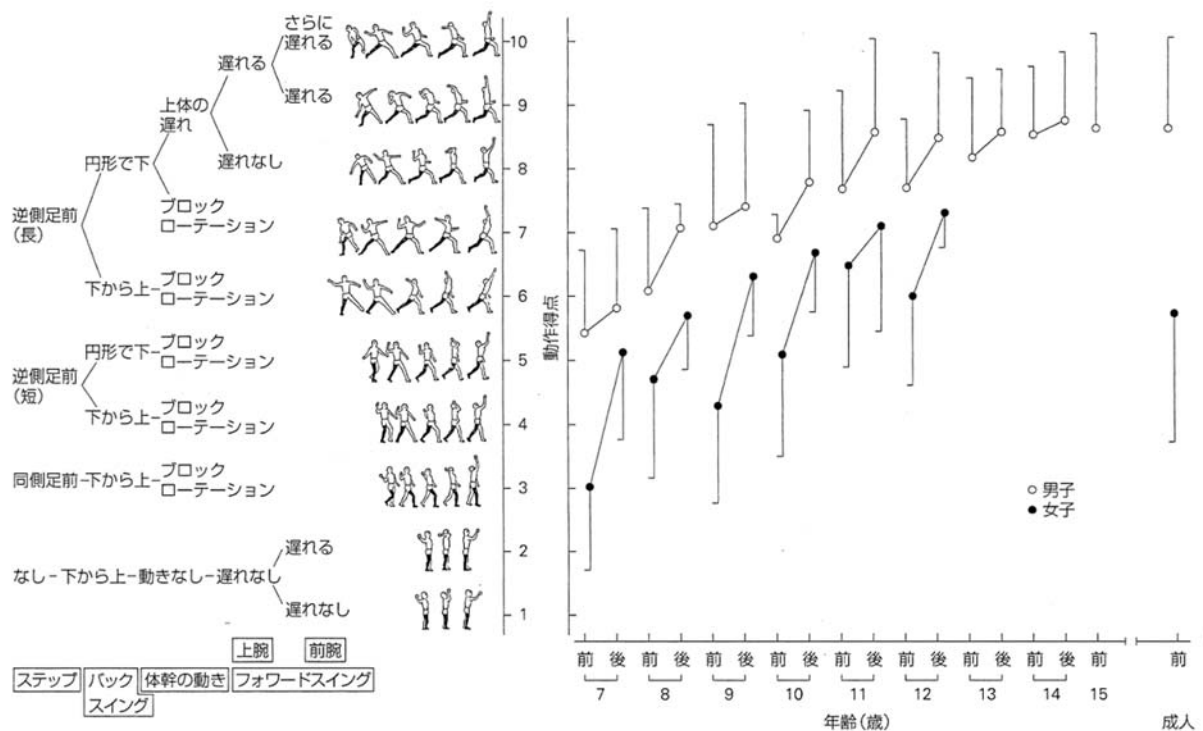


図1. 投動作パターンの分類と動作得点の加齢的变化

前は練習前、後は練習後の成績を示す。

(後藤幸弘・辻野昭：投動作の発達。In 金子公有・福永哲夫編、
バイオメカニクス。pp281-287, 杏林書院, 2004)

(2) 捕る動作

「捕る動作」は投げる動作に比べて、スポーツバイオメカニクス領域での研究が少ない。理由は、動作がコンパクトで、キャッチの成否によってのみ動作が評価されるからである。そのため、捕る動作に関する研究では、キャッチ動作そのものよりもキャッチに至るまでの対象物の飛行経路についての情報処理や予測に関するものが多い。

本授業では、「捕る動作」についても「投げる動作」と同様に、自身の動作へ意識を向けることから、他者との比較、模範動作との比較へと発展させている。模範動作との比較においては、指導上の留意点が2つ挙げられている。まず、ボールの衝撃を緩和するための引きの動作フォームである。飛んでくるボールが持つ運動量は、ボールの質量と速度の積によって決まるため、重いボールをキャッチする場合、また軽いボールでも速度が大きい場合には手への衝撃は大きくなるので、引く動作が重要となる。バイオメカニクスの説明すると、ボールの持つ運動量はキャッチ時に手に加わる力積（接触時間×平均の力）と等しいため、引き動作により接触時間を長くすることで手にかかる平均の力を減らすことができるのである。もう一つ挙げられているのは、ボールの動きに対応して正面でキャッチすることであり、これにはボールの飛行に関する予測が必要となる。

先述したとおり、「捕る動作」は「投げる動作」に比べて動作がコンパクトであるため、模範となる動作を見ても重要なポイントを見つけるのは難しい。それゆえ、他者からのフィードバック情報は非常に重要となるだろう。

(3) まとめ

本実践のような運動スキルの習得学習においては、身体および対象物の運動が物理学の法則によるところが大きいため、物理学をベースとし、動作分析を主な手法とするスポーツバイオメカニクスの観点を取り入れた指導は非常に有効であるといえる。「投げる動作」と「捕る動作」の巧拙は幼少期からの遊びの中での経験に大きく依存しており、中学高校段階ではその経験によって二極化傾向が現れる。しかしながら、得意な生徒も不得意な生徒もこの時期に身体運動のしくみについて、理屈を学び、それを自身の体で表現することは重要である。理屈を学ぶことは「頭でわかること」であり、体で表現することは「体でわかること」なのである。この点からすると、実践者自身が考察で述べているように、なぜ理屈が必要なのかという点を自分の動作とリンクさせて考えられるような工夫は必要であろう。

今回の授業で着目した「投げる動作」と「捕る動作」は、球技全般の基礎スキルとして重要なスキルである。今回のソフトボール投げ動作で習得したスキルは、様々な大きさや重さのボールを投げるときに応用できる。また、「捕る動作」において膝を曲げて腕を引く動作は、バレーボールのレシーブ動作やラクロスのような道具を用いてのキャッチ動作に必要な衝撃の緩和に共通する。同じ球技であるのに種目が異なることで難しいと感じる生徒が多いが、スローとキャッチのベーススキルを中学1年時に体得し、その後の球技系スポーツの実践において自身でうまくアレンジして用いる力をつけていくことが期待される。

(藤原素子)

8. 引用文献

後藤幸弘・辻野昭(2004)投動作の発達. In 金子公宥・福永哲夫編, バイオメカニクス. pp28
1-287, 杏林書院.

文部科学省 平成27年度全国体力・運動能力、運動習慣等調査集計結果

http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/kodomo/zencyo/1364874.htm (参照日 2017年4月20日)

「からだをマネジメントする授業」への視座

— 中等教育学校前期課程3年生男子のバレーボール授業を介して —

大内 淳也 (奈良女子大学附属中等教育学校)
成瀬 九美 (奈良女子大学大学院生活環境科学系)

1. はじめに

筆者らは本学および本学附属中等教育学校において保健体育科目を担当する教員である。これまでに教育実習やアカデミックガイダンス等を通じた面識はあったが、21世紀型リーダーシップ育成を目指したインタラクティブ型授業カリキュラムの開発や、スポーツに主体的に取り組むことができる態度や能力を育成する発達段階を考慮した課題設定と教材の工夫等を研究テーマとする大内と、身体表現学や身体コミュニケーション論の教科科目を担当する成瀬のマッチングにより連携研究を進めることになった。

事前の打ち合わせではそれぞれの体育授業について近況報告的に話しあった。見学授業として、3年生男子のバレーボールと5年生男子の選択授業(サッカー)が候補にあがった。これらの授業の枠組みは、成瀬の担当する「健康運動実習」(必修、1回生前後期配当)と「スポーツ実習」(選択、2回生以上)の違いに相当すると考えられた。また、「健康運動実習」において、受講生同志の交流や仲間づくりの効用を期待してバレーボールを行っていることから、筆者らに共通項の多い3年生男子バレーボール授業を対象とすることになった。対象授業の状況や単元内容に関する詳細な情報共有は特に行わず、予断なく成瀬が大内の授業を見学することから連携研究を開始した。

本稿では、成瀬による授業記録・感想に対する大内の解説・コメントを通じて明らかになった生徒の変容をもとに、授業が目指すねらいを再び検討した。その結果、からだをマネジメントする授業への視座が得られたので報告する。(成瀬九美・大内淳也)

2. 授業を見学して

平成29年2月第2週の授業を見学した。3年生は前週に3泊4日のスキー行事に出かけており、通常であれば週2回実施する授業が1回分抜けていた。

2月6日(月)は4時間目授業(45分間)を見学した。バレーボールコートを先に設営したのちに集合し、教師が単元のため(協力する・ゲームを楽しもう)と本時のため(協力する・ゲームを楽しむ)を伝えた。準備運動、二人組でのパス練習を経て4つのチームに分かれ、ブロック練習とサーブ練習を行った。ブロック練習は、ネットを挟んでペアが同時にジャンプをして、互いの手をネット上で合わせるものである。横移動しながら連続ジャンプするこの練習は、ブロック技術へ転用可能であると同時に、他者とタイミングを合わせる協調課題としての側面もある。笑い声も起きていて、生徒たちは楽しそうに練習をしていた。両手をあげたまま横移動する生徒や、高くジャンプするために一旦腕を降ろしてから振り上げる生徒など、そのやり方は様々だったが、「高い地点で手を合わせたい」という目的は共有されていた。

これらの練習の後、2試合を行った。ゲームはアンダーサーブとアンダーレシーブを中心に展

開していた。ボールの軌跡は山なりで安定しており、レシーブのつながりはそれなりにあり、前衛中央の生徒がブロックを行う様子もみられた。一方で、サーブの落下点に誰も移動しない、いわゆる「お見合い」の場面も起きていた。第1試合終了後の集合で、教師は「ちょっと雑。久しぶりかもしれないけど」とコメントし、本時のめあてについて「予測することは準備すること」と再確認したのちに、「今からこの斜面滑るぞというのと一緒」とスキー行事の体験を想起させながらアドバイスしていた。スキー行事による中断を挟んで再開した本時は1コマのみという時間的制約もあり、次の展開に無理をして進むことはせず、直近に体験したスキーという身体活動とバレーボールとの共通の感覚を示すことによって、これまでの授業で積み上げてきた枠組みの微修正を行い次回の授業につなげたと思われた。

第2試合では、イレギュラーボール等に対して移動してレシーブすることはできなくても、その場で手や足をボールの方向へ伸ばす反応がみられるようになり、予測し構える体が準備できはじめたと感じた。この反応は「彼が動こうとした」事実として仲間に見えることであり、自分たちが動きあおうとしていること確かめ合いにつながると思われた。

3日後の2月8日(木)は3~4時間目授業を見学した。授業の展開を表1にまとめた。この日、生徒たちは常にプレイし続けていた。10分休憩にはボールを使った他の遊びをすることも出来たが、舞台側コートではゲームが、入口側コートではサーブ練習が続けられていて、誰ひとり休憩をとることはなかった。中学生の体力では45分間程度の運動では疲れないのかもしれないが、バレーボールをプレイすることへの集中を終始切らさない姿がみられた。授業後半に行われた試合はいずれも得点が接近していてワンサイドではなかった。コート外へ走り出で拾うレシーブカバーやブロックを使ったネット際での攻防や三段攻撃などが度々みられて、「今日のゲームは質の高いものになると最初に言っていたが、思った以上に良かった」(教師の最後の話)に共感した。サーブミスやファーストレシーブのミスなどはまだまだ多いが、何よりも「誰も動かずにボールが落ちたことはなかった」(教師の最後の話)のである。

試合という枠組みの中では個々が反応しあったことが得点や失点という結果となる。生徒たちの様子を見てみると、ナイスプレイのあとにもガッツポーズやタッチをしようといった様子は特にみられず、バレーボール単元のこの時期において、得点の推移や勝敗に対する意識はまだ薄いかもしれない。また、今日の試合で現れたナイスプレイはチーム固有の、いわゆる作戦としてのチームプレイではない。サーブが打たれるとサーブの落下点に居た生徒が反応し、さらにレシーブされたボールの方向に居た誰かが反応するという、偶然に生まれるつながりによるものであった。見学者としてはサーブから始まる生徒たちの即興劇を見たような3試合であった。

2試合目の中盤ごろ、教師は「さあ、集中で」と全体に向けて声をかけていた。2試合目

表1 授業の展開

時刻	内 容
10:40~ 集合	本時のめあて (たくさん動くこと。協力すること)
10:45~ 準備運動	①ランニング ②柔軟 (股関節、肩関節) ③ペアになり体軸チェック
10:50~ ドリルⅠ	①ひとりで連続レシーブ (その場/移動しながら) ②レシーブの構え (ペアが投げるボールを自分が保持しているボールに当てて止める)
10:55~ 集合	ドリルⅠへのコメント
10:58~ ドリルⅡ (ペアでの練習)	①レシーブ練習 (ラリー、「コーチ役」が左右に配球) ②サーブ練習 (床のラインを使って)
11:05~ ネット張り 集合	今後の内容説明と試合へのコメント チーム分け (4チーム)
11:15~ チーム練習	①ブロック練習 (ネットをはさんでジャンプ) ②サーブ練習
11:20~ 休憩	
11:30~ 試合	2コートを使って対戦。 3試合 (2試合目終了後に2分間休憩)
12:10~ 片づけ 集合	本時へのコメント

を終えた時点で2分休憩を指示したのち、「疲れていないか。大丈夫か」と問いかけたが、生徒たちは腰を下ろすことはなかった。数人が水を飲みに行き、ひとつのチームは円になって相談をしていた。3試合目には低い打球を足に当ててレシーブするシーンも現れ、「さすがや」と感嘆する声があがっていた。

今日の3試合において、生徒はプレイすることが純粹におもしろかったのではないだろうか。どうなるかわからない展開に自分がそのひとりとしてかかわっている実感があり、そのおもしろさに引き込まれていたように思う。この活動を下支えした要因のひとつがバレーボールの基本スキルであろう。本時の序盤30分間の練習にはいくつかの<ドリル>が取り入れられていた。ほぼ全員がそのドリルをこなせていたが、出来ない生徒には教師から個別にアドバイスが与えられていた。この日のドリルは、ボールをコントロールするために必要な「強い前腕」や「ボールと体の適切な距離感覚」を養うものであり、月曜日の授業で見た「アンダーサーブとアンダーレシーブを中心とする安定したラリー」を下支えしていたことを理解した。

教師と生徒双方のサーブに対するこだわりも興味深かった。教師は「安定したサーブの秘訣はここ」とアンダーハンドサーブにおける上肢のバランスや下肢の体重移動について指導しており、「サーブはサービス」とも声をかけている。また、月曜日の試合では「オーバーでサーブを打つ時は、『ごめん打たして』と言う」とオーバーハンドサーブ使用を認めていたが、今日は「アンダーハンドサーブに戻す」というルールが伝えられていた。生徒は、サーブが苦手と思われる仲間には、「大丈夫や」と声をかけたり、自分の腕を振って見本を示し「こうしろ」とアドバイスをしていた。これらのことから、自分たちがゲームを楽しむために誰かがサーブを打たないと始まらないという意識が生徒に共有されているのではないかと思われた。そして、アンダーサーブとアンダーレシーブというシンプルな技術でつながってゆくゲーム展開において、ブロックはネット際のダイナミックな技術としてゲームを盛り上げていた。

生徒たちは<ドリル>をクリアすることによって自分たちがバレーボールに関する同等のスキルを保有している仲間であるという安心感を得てプレイを開始し、試合の場でそのスキルが役にたつものであることを確認しつつ、時間経過とともにその応用の幅を広げ、時には既にある自分の知識や能力（三段攻撃やサッカー技術の転用）を加え発展させていたと思われる。つまり、試合の場で思う存分に基礎スキルを使うことによって、生徒共通の基礎として身につけたスキルが、生徒それぞれの固有のスキルに発展する兆しが見えてきたのである。

別の観点になるが、体育授業の見学を通じて生徒が保有する社会性を感じる場面があった。集合場面で、先生の問いかけに対して仲間内で反応してざわつくものの一瞬のうちに静寂を作って先生の次の言葉を待つ様子があり、自分たちで作ったざわつきを自分たちで収められる心の落ち着きを感じた。また、準備運動で自分の体軸をペアにチェックしてもらった場面があったが、友だちの体をふざげずに見ることができており、他者と対面し、見る－見られる関係になることに抵抗のない人たちなのであると感じた。或いは、抵抗が起きるのは今からなのだろうか。

(成瀬九美)

3. 授業者のコメント

研究対象とした授業は「3年生」「男子」「バレーボール」である。そのカテゴリーごとに大切にすべきポイントがあると考えながら授業を実践している。教師（教える側）と生徒（教わる側）の間に存在する、学ぶべき事柄を意識しながら、全体を通して「たくさん動く」「うまくなる」

「協力する」ということを繰り返し伝えている。加えて、その3つの要素を「考えて」、さらには「考えながら」実践していく力をつけていこうという目的意識である。

バレーボールについて考えると、自らのからだで（道具を使わず）ボールを「はじく」「うつ」という特性を持ち、ネットを挟んで行う攻防の楽しさを得ることができる教材である。ただし、その楽しさを体感するためにはボールを「うつ」際の「痛み」や自分に向かってくる「ボール」を「コントロール」する「スキル」などが必要となる。痛みを克服し、ボールをコントロールすることができても、ルールやポジショニングなどいわゆる「グループ戦術」を理解できないとその楽しさを享受することはできないと考えられる。今回の授業ではそれぞれの要素を互いに連関させながら少しずつバレーボールの「楽しさ」を感じることができるよう工夫したつもりである。また、バレーボールを楽しむためには「競争」する（得点を競う）ことよりも、まずは「協同」する（自分も周囲もうまくなる）ことが必要であるということを強調し、得点を競いつつも、「うごいている」「うごいてみる」ことを評価し、コート内のなかまと協同してポジションを確認しながら「予測して反応する」ことの重要性を繰り返し説明した。

実際の授業展開についてはスキー行事明けの2月6日の授業では「からだほぐし」と生徒たちが経験してきた「スキー」・「スノーボード」の体験を大切にしながら次回の授業へとつなげることを意識した。ゲレンデの斜面を目の前にすると、自分がこれからどのような姿勢でどのように滑降するかをイメージして、構えて、目標に向かって、滑っていくわけであるが、バレーボールも同じで、相手チームがサーブを打ってくる際には「ボールがどこにとんできて」「自分はそれをどのように受け」「どこにパスを送るか」などと考えながら構えることが大切になる。そのようなことを声掛けしながら生徒の気づきを期待した。

表2 展開案

2月8日の授業は2時間連続（45分授業10分休憩45分授業）であり、練習～ゲームの流れを落ち着いてつくることができた。授業のはじめに本時の目標として、「予測して動く」ということをポイントに挙げ、「予測する」とは、「考えながら「構えること」と話をした。また、「今日はおそらく前回よりも質の高いゲームができるはずだ」とも声をかけた。練習ではドリルを意識している。アンダーハンドパスやオーバーハンドパスといったバレーボールにおける基礎的スキルの「型」を教え込むというよりは、「ボールをはじく」という感覚を大切にしている。「たくさんボールに触れる」ということである。また、その際の下半身の動きや、ボールと「からだ」の位置関係などを考えながら動くことを要求している。ボールとからだの位置関係が変わると、からだの使い方は変わってくる。逆に言えば、ボールとからだの位置が変わっているのに、からだの使い方が変わらないとボールはイメージ通りに扱えないということである。

対象クラス	3年(男子選択講座)	人数	29名
単元目標			
バレーボールの特性を理解し、スキルを高め、ゲームを楽しむことを中心に自己マネジメント力を高めること			
今日の目標			
基本スキルの確認及びドリルに取り組むこと 「ゲームを楽しむ」ために必要なことについて考えること			
準備物 ネット、ボール			
活動内容(時間配分)		指導のポイント、予想される反応など	
集合・出欠確認 本時の活動内容説明(5分)		<ul style="list-style-type: none"> ・たくさん動く。うまくなる。協力する。 ・「予想して動く」 ・ドリル練習(がんばる) 	
<ul style="list-style-type: none"> ・W-up ・基本スキルの獲得(15分) ボールをはじく。アンダーハンドパス、オーバーハンドパス ボールを上に向けて高い位置でキャッチ その場で…動きながら… アンダーハンドサーブ 		<ul style="list-style-type: none"> ・「型」よりも「感覚」を大切に ・「うごいてみる」「うごいてみる」ことを評価 	
<ul style="list-style-type: none"> ・チーム分け(2分) 		まだチームは固定しない	
<ul style="list-style-type: none"> ・グループ練習(15分) ネットを挟んでジャンプ～両手をバチンと レシーブをセッターに入れる練習 アタック(ジャンプしてボールをヒットする)練習 		<ul style="list-style-type: none"> ・「3段攻撃」への流れを自然につくりたい ・「打ってみよう！」と思える雰囲気づくり 	
<ul style="list-style-type: none"> ・ゲーム(40分) サーブはアンダーハンドサーブのみ ローテーション 		<ul style="list-style-type: none"> ・『ポジションを意識する』の意味することは… ・声をかける(雰囲気をつくる) ・無駄に動くことを評価する 	
<ul style="list-style-type: none"> ・ふりかえり(5分) 			

ドリル練習の後半には、上から落ちてくるボールを頭上で打つ練習にも取り組んだ。真上に投げ上げたボールを「高い位置でキャッチ」することから始まり、「ジャンプして高い位置でキャッチ」、「高い位置で打つ」「ジャンプして高い位置で打つ」という流れである。その後のグループ練習は、まだ組織化できていない段階で、ここでは多くは要求していない。ただし、ネット際でジャンプするという動作や、そこに助走が加わった時に「からだ」はどのように動くのかということは全員が体感できるように練習することを指示している。これはケガの防止の面からも必要なことだと考えている。

ゲームはこちらが想定していたものをこえるような内容であった。コートの中の全員がよく動き、よく構え、よく反応していた。「グループ戦術」としての三段攻撃の「型」はほとんど練習していないにもかかわらず、三段攻撃がいたるところで出現し、生徒たちはどんどん三段攻撃に挑戦していた。また、全員でローテーションしながらポジションを確かめ合う声掛けや、スキルのポイントに関する声掛けもみられ、「協同」する姿勢が感じられ、生徒たちは楽しそうにボールを追っていた。(大内淳也)

4. おわりに

成瀬による授業記録・感想に対して大内が解説・コメントするという今回のやりとりを経て、以下の共通の観点が得られた。

まず保健体育科目を担当する教員として、授業を通じて対象者（生徒、学生）のなかに、一生のつきあいとなる自分のからだに対する意識や態度を養いたいと考えている点である。大内は、「自分のからだとは一生のつきあいになる。『いい』『悪い』ではなく、自分の『からだ』を丁寧に感じ、丁寧にメンテナンスさせたい。自分の『履歴』として様々な運動経験や記録を大切にしたい」と考えている。成瀬は大学体育（健康運動実習）において「大学受験期にいったん中断したままの身体活動を復活させこれからの生活につなげたい。そのために、体力の回復という目的もあるが、体育という場で、仲間と一緒にからだを動かす行為を通じて得られる自分存在の確かめができる」と考えている。中学3年生や大学1回生といった、教育制度上の変わり目の時期にある対象者を筆者らが担当していたことから、この観点が浮かび上がってきたともいえる。

次に、その教材（種目）を構成する基礎スキルについての考え方についてである。見学を通じて成瀬は、日々の授業における教材の扱い方において、「ゲームという応用・即興場面を通じて基礎スキル（知識）を汎用可能なものとして定着させる授業展開を工夫することがおもしろい」と考えている教師としての自分に改めて気づかされた。大内は「バレーボール」の授業において、その競技特性や歴史的背景などを語りながら、各種基礎的スキルの獲得に焦点を当てる活動と、「からだでボールをはじく」という単純な動作から、ボールとからだの位置関係の変化にからだをどのように対応させるか、自分の意図した所に意図した強さのパスを送るためにはどのように動かなければならないかなどといった身体感覚を意識させようと試みている。そこには、バレーボールという教材の「目的論」でも「手段論」でもなく、その両方をバランスよく学習させつつ、文化としてのスポーツを大切にしたいという思いが根底にあるということが再確認できた。

「バレーボール」などの教材を学ぶことによって、その各種目が持つ文化的側面を理解し、体感することは学習場面において重要な要素である。多くのスポーツのスキルを獲得することはより多くのコミュニケーションツールを獲得することにつながることになるからである。加えて今

回整理したように、仲間とともにからだを動かすことによって、自らのからだを（からだの状態を）確認するということを要求することは、学生や生徒たちに自分のからだへの「気づき」を期待するということであると考えている。自分のからだは、「自分で動き」「自分で感じ」「自分が気づく」ことしかできないということである。そこには、「できる」「できない」という評価基準だけでは測ることのできない自己評価の尺度があり、その評価をポジティブにとらえさせることで、それぞれの発育発達段階に応じた自分のからだへのマネジメントにつなげたいと考えているという目的意識が明らかになったのである。

今回の連携研究では「3年男子バレーボール」という授業を分析することで、筆者らが「からだをマネジメントする授業」を志向していることが明らかになった。このことから今後の課題として以下の二点を挙げておくこととする。一つは「自分のからだを意識させることは体育のどの授業においても共通の課題としてとらえることができるか」ということである。扱う教材の特性や、学習者の発育・発達段階、メタ認知の状況などいくつかの観点からの検討が必要だと考える。二つ目は「からだをマネジメントすることを主眼とした授業プログラムの開発」である。教材の「目的論」や「手段論」を超え、さらにはカリキュラムの中の縦軸として位置付けられるような教材（プログラム）を開発することはカリキュラムマネジメントの面からも意味のあることだと考えている。これらの課題については、今後も問題意識を共有しながらさらなる連携研究につなげることができればと考えている。

（成瀬九美・大内淳也）

攻防の面白さを楽しむ剣道の授業

— 奈良女子大学附属中等教育学校 1年女子体育科の授業検討 —

中司みずほ（奈良女子大学附属中等教育学校）

星野 聡子（奈良女子大学大学院生活環境科学系）

1. はじめに

保健体育科1年（中学一年）女子体育を対象とした「剣道」の単元として、平成28年2月17日に、奈良女子大学附属中等教育学校における公開研究授業「攻防の面白さを楽しむ剣道の授業」を奈良女子大学附属中等教育学校保健体育科教諭中司みずほが担当した。また、奈良女子大学准教授星野聡子が大学で保健体育教職免許必修科目「武道」を担当する立場から指導助言者として加わった。

中学校で必修化されている剣道の授業には固有の難しさがあり、現場の教師を悩ませている。剣道の授業をとりまく様々な考え方や現状にある問題について参加者で共有し、剣道の授業・武道の授業のあり方について理解を深めるため、この度、剣道を専門種目としている教師による剣道の面白さを伝える研究授業を展開した。研究協議の部においては、剣道を専門種目としない教師による授業報告も交え、参加いただいた現職教諭の皆様とともに剣道の魅力をいかに伝えられるのか、その可能性について議論がなされた。剣道が特性として持つ難しさを超えて、剣道の魅力を通して何を学ばせるのかを今回の剣道授業の指導案を練り上げる過程も含め、研究授業の記録を本稿に記す。

剣道の醍醐味を伝えられない悩み

限られた単元時間（15時間）において、剣道は他の球技種目のようにゲームまで展開することが難しい現状がある。これには、理合に適った竹刀操作や気剣体の一致などの習得が非常に難しい技能面の問題、剣道具の打突部位への正しい打突を管理する安全配慮面の問題、剣道具の整備という設備環境面での問題など、多岐に渡る理由が考えられる。

また剣道をはじめとする芸道文化には、作法や所作・着装にも決まり事が多く、それについての説明にも時間を要する。行動体力を養う運動量の確保のためにも、どこまで決まり事を伝えるべきかを取捨選択しなければならない。

さらには、生徒らが剣道に対して抱いているイメージとの相違もある。剣道の持つ動的側面である激しい動きは、思いっきり動きながら戦いたいという欲求を駆り立てるが、実際に授業で体験できる剣道は、意外と物静かで地味であったという声も聴かれる。一方で、相手と近距離で相手の身体に打ち込むという心が乱れやすい精神状態を経験し、初めて竹刀を握る生徒でも自分と相手との"間"の存在に緊張感を感じられるという。

限られた単元時間内で、いかに剣道の特性を生かして行動的・精神的双方の体力向上を目指せるかが課題である。

剣道の種目特性から何を学ばせるのか

剣道は瞬間的に勝敗が決せられる競技で、相手の一瞬に生ずるわずかな隙を打突して勝ちを制しなくてはならない。判断を誤るとその一瞬が敗因となって取り返しがつかない点が面白さにつながる。剣道の醍醐味は、相手と自分に対して刻々と変化する状況を判断し、対峙する相手との攻防過程において注意力と判断力を駆使を強く要求されることにある。相手の動きのきざしを感じ取り、直観的に判断する能力（いわゆる勘）を養い、素早く反応して攻めや守りの動作を起こすのである。

そこで、対一の関係の「対人運動」である剣道では、相手を意識して相手の動きを感じ取っていく過程や、相手に応じて自分が反応できていく過程において、自然と身につける変化を大切にして授業を展開することとした。

2. 単元の目標と学習内容

本単元では、礼法や所作の学習を通して、伝統的な考え方や行動の仕方を理解し、相手との「対人運動」である剣道の運動特性を活かし、相手との気持ちを合わせることや相手の動きに応じて動くことができるようになることを学習のめあてとした（表1参照）。

1時間は65分間で、研究授業は単元計画の第3時間目にあたる。1～3時間目では、日本の伝統文化に対する理解、および、相手を理解することに重点をおく。剣道の基本動作のうち、①基本の構え、②間合いの攻防、③相手に意識を集中する、という三点の達成に授業目標を絞ることとした。

表1 単元計画

時間	学 習 内 容	学習内容のキーワード
1	オリエンテーション／礼法, 所作・構え	武道を学ぶ意味／姿勢
2	足さばき, 面打ち	気剣体の一致
3	攻防遊び①／攻防 【研究授業】	相手に応じて動く／間合
4	攻防遊び②／基本技メン・コテ・ドウ	打突部位
5	防具の着装（胴・垂れ・小手）／ドウ・コテの打突	紐を結ぶ／勇気
6	前時までの復習／手ぬぐいの巻き方	
7	面の着装／メンの打突	勇気
8	剣道基本技稽古法①「基本1」防具を付けて行う	合気, 正しい形, 残心
9	剣道基本技稽古法②「基本1」	
10	剣道基本技稽古法③「基本1テスト」	

3. 授業の展開

研究授業は単元計画の3時間目にあたる。本時までの経過の要点を振り返る。

【1時間目】

まず、導入として「道」と付く言葉の意味について問いかけ、「道とは、先人の教えを学ぶことであり、かつ、自分で探し求めていくもの」であるとイメージを抱かせ、ひとの成長について思いを馳せるところから始めた。また、「道」で重要視されている礼法を美しく、正しく、丁寧に行うことの大切さについて、「お願いします」「ありがとうございます」という言葉で表現し、相手を尊重する気持ちが重要であること伝えた。

これら一連の導入部分において、とりわけ座礼の実践において、教師の姿勢や動作を細部に渡ってなぞり、相手の動きや息づかいに合わせようとする生徒の行動が印象的であった。対面する相手に動きや気持ちを添わせていく静かな時空間で、生徒は日本文化に込められた理屈を心地よく学び取っているようにも見て取れた（写真1）。



（写真1） 礼法を美しく、丁寧に

【2時間目】

竹刀の名称（剣先、つば、つる、刃、物打ち）および、構え、立礼・抜刀・納刃の所作を理解した後、「物打ち」で相手の正面を打つための工夫について展開した。剣道の「一本（有効打突）」の評価は、打突部位に対して、刀法の原理に基づき刃筋正しく（真っ直ぐに打つ）、竹刀の物打ちで（間合いをつかむ）、強い打ち（気剣体を一致させる）であることを学習させた。この理解を促進するために、生徒同士で学習前後を比較させた（写真2）。学習後には、受け手側の生徒から「怖い〜」という声が飛び交っていたことが印象的であった。恐怖を感じさせられるほどの正しい打ち方を導けたことは、「脅威に対していかに勝ち残るか」という武道が冠する「武」の姿態を学ぶ機会を提供できたといえる。さらに、「打たせていただく」という感謝の気持ちを持つことを学ばせながら、授業は安全に対して十分に配慮して行われた。



（写真2） 「物打ち」でメンをとらえる

【研究授業：3時間目】

研究授業当日は、ここ数日の厳しい寒さが和らぎ、裸足で授業に取り組む生徒の負担はやや軽減された。本時の冒頭で、「これまでの授業で、相手を意識しようと言ってきましたね。」と視点を明確にした上で、相手との駆け引きが、剣道を続けていて感じる一番の魅力であることに触れ

た。生徒にもこの楽しさを味わってほしいと、教師のこの授業に込めた思いが述べられた。種目の専門であるか否かを問わず、教師がその種目を通じて、自らが理解し体感した面白さや楽しさを共有するという授業内容は、生徒の関心を効果的に引き出せるだろう。

本時の展開を表2に示す。展開①で、「相手との駆け引き」を体感させるために、2種類の攻防遊びを用いた(写真3)。示範した教師が生徒に見事に負けてしまう想定外の事態に、生徒は沸いた。このことが功を奏し、場の空気を和ませ、一瞬の駆け引きで勝負が決してしまう攻防を楽しもうと、生徒の動機づけが一気に高まった。

展開②では、相手と向き合い、相手の動きに意識を集中し、相手の動きに素早く対応して一步で攻められる距離(一足一刀の間合い)を保つ間合いの攻防を学習した(写真4)。

展開①、展開②ののどちらにおいても、礼に始まり礼に終わり、相手を尊重する気持ちを表現した。さらに、「お互いに礼!」「始め!」の掛け声とともに、一瞬にして静から動へと勝負の世界に転換され、意欲的に駆け引きへの思考・判断に集中する生徒の姿が印象的に映った。

本時のまとめでは、攻防それぞれで考えたことや気持ちの変化について問いかけ、「スリルがあった」という生徒の声が聞かれた。そして、単元の最初に問うた「道」と付くものの意味について再度投げかけ、研究授業を閉じた。



(写真3) 攻防あそび



(写真4) 相手の動きに素早く対応する

表2. 3時間目（研究授業）の学習指導案

	学 習 活 動	指導上の留意点
導 入 8 分	<ul style="list-style-type: none"> あいさつ・出欠確認・体調の確認 ペアで準備体操・運動 <ul style="list-style-type: none"> ①肩入れ ②体側左右 ③背中のばし ④両腕を組み背中合わせでひざの曲げ伸ばし10回 ⑤握手をしてお互いのひざをタッチ（相手にタッチされないようにしながら） 	<ul style="list-style-type: none"> 相手の動きに合わせてタイミングや力を調整しているか。
展 開 ① 5 分	<ul style="list-style-type: none"> 本時の学習内容の確認（板書） <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>今日の目標</p> <p>① 剣道＝「対人運動」</p> <p>相手との攻防を楽しむ</p> <p>相手の を意識する。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> の中に入る言葉を考える。 	<ul style="list-style-type: none"> 準備運動の⑤が相手との攻防であったことを示し、それを思い出しながらの言葉を考える。 生徒に答えさせる。 想定解答「動き」「作戦」
展 開 ② 10 分	<ul style="list-style-type: none"> 攻防遊び <p>ペアで向かい合って座る。</p> <p>①相手の手の間にあるものを素早く抜き取る。 相手にとられそうになったら握って防ぐ。 （抜き取るための攻めの工夫/相手の動きに応じて防ぐ）</p> <p>②手押し相撲 （相手の動きに応じて攻めたり守ったりする）</p> <p>相手が変わるごとに、お互いの顔を見て「お願いします」のあいさつをする。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 相手を変える。 ①は奇数の場合、3人組でやらせる。 ②は相手を変えて2回行う。 相手に合わせて反応したり動いたりできているか。 攻防に工夫があるかどうか声をかけて評価する。 相手と合わせて挨拶できているか。
展 開 ③ 7 分	<ul style="list-style-type: none"> 剣道 前時の復習 <p>裸足になり、竹刀をとる。</p> <p>4列横隊になり前後左右の間隔をとる。</p> <p>立礼 帯刀 構え刀 面打ち 「メン」の声を出す</p>	<ul style="list-style-type: none"> 所作のポイントを確認しながら行う。 気剣体の一致を意識させる。
展 開 ④ 25 分	<p>集合</p> <ul style="list-style-type: none"> 目標の確認「相手との攻防」 剣道の攻防を学習する。 <p>（板書）</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>④ 「間合」</p> <p>剣道の攻防の基本。相手との距離。</p> <p>「一足一刀の間」</p> <p>一歩出れば相手を打つことができ、一歩下がれば相手の打ちをかわすことができる間合。</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> 生徒を相手に模範を示す。

<p>展 開 ④</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「一足一刀の間」の確認のし方を聞く。 ・相手を取り、「一足一刀の間」を確認する。 <ol style="list-style-type: none"> ①お互いに向かい合う ②所作 相手と気持ちを合わせ、構え刀まで一連の所作を行う。 ③一足一刀の間をお互いに確認する。 ④攻防練習 <ol style="list-style-type: none"> 1. A が一步前に攻めたら B は一步下がり間合を守る。 打たれる間合まで攻め込まれたら負け。 A と B の役割を交代して行う。 相手を変えてもう一度行う。 2. 発展 A は連続 2 歩までせめてよい。 1 歩と 2 歩をうまく使い攻める。 A と B の役割を交代して行う。 相手を変えてもう一度行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・奇数の場合は教師が相手をする。 ・相手の動きに応じて動いているか。 ・奇数の場合は、一人休憩。 ・工夫して攻めているか。 ・相手に応じて間合を保つよう動いているか。
<p>ま と め 5 分</p>	<p>竹刀を片づけて集合</p> <ul style="list-style-type: none"> ・相手を意識して攻めたり守ったりできたか振り返る。 ・教師によるまとめを聞く。 剣道＝「対人運動」 礼法は相手と気持ちを合わせて行う。 剣道は相手と自分の間に成立するものが大事である。剣道をすることで、相手と自分との関係性もうまく作る力を身につけて欲しい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・できたと思う者は挙手させる。 ・挙手が無い場合は、何が難しかったか問う。

4. 話題提供：剣道を専門としない教師による授業報告

研究協議の前半では、本学附属中等教育学校の中川雅子教諭と大森雄一朗教諭から、剣道の授業実施報告を通して、剣道を専門としない教師による授業の実際について話題提供いただいた。

生徒に剣道がうまくフィットした点として、「見た目・内面双方の美しさ、発声や礼の気持ちよさ、静と動、非日常、緊張感、信頼、怖くないこと、意識的に動く、自分や仲間の動きの考察」などが、キーワードとして紹介された。特に、稽古前後の礼によって静かで落ち着いた雰囲気を作り出すこと、また、気剣体の一致を目指し、意識的に時間をかけて動きを確認していくことなど、中学生の時期に新しい感じ方で自分を見つめ、発見していく時間をこの授業を通して確保されるということは意味のあることではないかという、現場に立つ教師の生きた感想も聞かれた。

逆に、現場での苦労や課題としては、冬季の寒さへの対応、剣道具装着の困難さと活動時間確保の難しさ、打突部位から外れた時の対応、「形（木刀による剣道基本技稽古法）」を用いることが精一杯であったこと、剣道具をつけた実践では間合いの意味や攻防に注意を払いづらかったなど、設備環境面、技能面、安全配慮面それぞれに課題は山積していた。

5. 研究協議を通して剣道授業のありかたを考える

本研究授業および剣道授業報告を受け、参加いただいた多数の県内外の中学校教諭、高等学校

教諭、教育委員会や大学関係者の方々とともに、剣道授業の設備環境面、技能面、安全配慮面の課題について、また、剣道の特性を伝える授業のありかたについて、次のように積極的な意見交換会を展開した。

設備環境面では、足の冷たさをできるだけ回避した実施時期を選ぶことや、また、剣道具不足の問題に対して、剣道具が少数だからこそ学べる大切なことが提案された。剣道具を生徒同士で装着し合うことは思いやりを育み、生徒のまどろっこしさを防ぐことができる。剣道具をつけない者が見守ることで安全な実践と、また一方で、剣道具をつけていない時には、理想とする他者の動きの探求が可能となるのであろう。

技能面については、剣道を専門とするが故に、専門家のこだわりが授業を退屈なものにしてしまう危険性もある。厳密なこだわりは大切な部分ではある。しかし、この剣道が特性として持つ技能面の難しさを超えて、剣道の魅力を通して何を学ばせるのか。専門家は出来る限りこだわりをそぎ落とし、部活動とは違った剣道の醍醐味を伝える工夫をしなければならない。この観点からいうと、むしろ専門でない教師が、自らが味わった面白さのエッセンスを教材に活かしていく可能性は無限であろう。

さらに、安全面では、危ない打ち方をする生徒への細やかな指導をするなどの十分な配慮が求められる。安全に行えない状況では、必ずしも試合や地稽古まで実施する必要はないだろう。安全に技能を評価する方法としては、基本打ちや「形」を課題にして、気剣体の一致の美しさを生徒同士で判定することによって試合をすることができる。また、安全面に配慮して行う攻防の楽しみ方としては、導入として今回の研究授業で用いた攻防遊びのほか、「形」を用いて安全に学ぶことや、スポーツチャンバラでの代用も可能であろう。

6. むすび

生徒にとって、剣道という種目が「相手と正対する初めての体験」である場合も少なくない。この機会が新しい自他への感じ方を見つけていく場となるであろう。剣道が持つ「対人運動」の特性から、相手の動きを感じ取り、駆け引きを展開する攻防を楽しんでほしい。そして、ひいては、攻めるべき機会に果敢に攻め込む「勇気」を学ばせたい。

われわれ教師は、剣道授業を通して何を学ばせるのか、そのためにどこにゴールを設定できるかを考え続けることが務めである。今後も教師間の意見交換の場を持つことが、授業の質向上につながることを確信し、研究協議を閉会した。

謝辞

ご参加いただき貴重なご意見を頂戴いたしました各位に、また、研究授業に協力いただいた奈良女子大学附属中等教育学校保健体育科教諭各位に、深謝申し上げます。

参考文献

- 1) 三橋秀三(1972) 剣道の意義と特性、剣道、大修館書店、東京、pp. 20-44.
- 2) 瀧本誠樹(2006)「武」の「立ち合う」を考える。三井悦子編著、からだ論への扉をひらく、叢文社、東京、pp. 166-185.

- 3) 全日本剣道連盟 (2014) 安全で効果的な剣道授業の展開.
- 4) 全日本剣道連盟 (2008) 剣道指導要領.

執筆の分担

星野聡子 (主著者)

1. はじめに
3. 授業の展開
4. 話題提供：剣道を専門としない教師による授業報告
5. 研究協議を通して剣道授業のありかたを考える
6. むすび

中司みずほ (共著者)

2. 単元の目標と学習内容
3. 授業の展開のうち学習指導案

武道必修化以後の剣道授業の展開に関する一考察

— 奈良女子大学附属中等教育学校の授業を参観して —

石坂 友司（奈良女子大学大学院生活環境科学系）

1. はじめに

本稿は2017年2月17日に奈良女子大学附属中等教育学校で行われた、2016年度公開研究会における保健体育科目（剣道）の研究授業と研究討議に参加した所感と、武道必修化以後の武道授業の展開について考察したものである。

参観した授業は中学1年生の女子29名を対象とした保健体育（剣道）の授業で、自身も剣道経験のある附属教員によって行われた。10時間のうち3時間目にあたる授業で、礼法、所作・構えについて説明した1時間目のオリエンテーション、足さばき、面打ちを実施した2時間目に続き、「相手に応じて動く／間合」をキーワードにした攻防遊びが学習内容であった。授業の概要は本誌に掲載されている星野聡子・中司みずほの報告（「攻防の面白さを楽しむ剣道の授業」）に詳しい。

2. 武道の必修化と学習内容をめぐる議論

筆者は、2012年度より始まった中学校保健体育における武道の必修化について、学習指導要領に定められた「伝統と文化の尊重」が意味するところを学習内容との関係性から論じてきた（石坂 2013）。

そもそも武道の必修化をめぐる議論は、なぜ「伝統と文化の尊重」が武道における教育内容に付加されなければならないのか、その社会的意味について問いかけてきた（根上 2010; 青沼 2012 など）。また、実際に学校教育現場に導入されるにあたっては、多くの教員が武道の指導経験を有していないことから、その指導方法と安全性をめぐる議論が展開されてきた（北村 2013; 内田 2013; カドー・イブ 2015）。体育教員の不安はもっともなものであり、限られた環境・資源の中でどの種目を実施するのかについて、各学校が対応に迫られてきた。必修化の導入から5年を経て、体育授業における怪我や事故の発生は予想をはるかに下回ったとみて良いだろう。このことは教育現場での安全確保に対する十分な検討や配慮、指導スキルの向上といった取り組みがなされた結果と思われるが、かといって発生件数やリスクがゼロになったわけではなく、今後も教育内容を含めた検証・検討が続けられていく必要がある。

その意味で、今回の公開研究会は剣道を対象にし、剣道を専門とする教員の研究授業でありながら、専門外の教員の担当経験を踏まえた議論の場が用意されているなど、必修化から数年を経た武道教育のあり方を再確認する上で重要な取り組みであると思われる。

そこで、今回の研究授業を分析するにあたって、拙論で提示した課題活動（Task）から達成状態（Achievement）への転換という概念について敷衍して検討してみたい（石坂 2013）。そのことが知識や技能の伝達という一般的な教科教育の意義を超え出て、武道が教科として導入された意味を切り開くことにつながると考えるからである。

言うまでもなく、課題活動（Task）と達成状態（Achievement）の概念は「わざ言語」をめ

ぐる研究から、教育における新たな可能性を模索した生田久美子によって示された枠組みである(生田 2011)。「わざ言語」とはV・A・ハワードが音楽の教授事例を通して示した、教授プロセスで用いられる独特の言語(The Languages of Craft)の日本語訳である。「わざ言語」は例えば、民俗芸能の伝承場面において扇を差し出す動作を指導する際に、指導者が「天から舞い降りてくる雪を受けるように」といった感覚的な表現で自身の身体感覚を伝えることによって、学習者がその身体感覚を感得するための推論活動へと誘うことを可能にするものである(生田 2011: i - ii)。

近年、生田は「わざ言語」が「教える／学ぶ」の関係性についてとりもつ意味連関を拡大し、技能や技術の習得には課題活動(Task)と達成状態(Achievement)という異なる位相があることを示している。それによると課題活動(Task)は、特定の動きや身体感覚の発現を目指し、この学びはいかにしてある種の行為ができるかという「方法(やり方)の学び」(Learning "how to do")に過ぎないのに対して、達成状態(Achievement)の学びはある種の行為が生起してしまう「状態の学び」(Learning "to do"あるいは"to be")として発現する。学習者は学習活動(Task)を経た結果としてある種の「わざ」が到達した状態(Achievement)になるとされるが、それが一つの連続する道筋、あるいは段階のように生起するわけではなく、むしろ学習者の知的判断が根底に働いているか、他者との「感覚の共有」や他者への「共感」といった要素が働いているか否かが重要であるとされる(生田 2011: 11-4)。

そのことを教科教育に当てはめて考えたとき、一般的に学校教育が普遍的かつ抽象的概念にもとづいて体系化された「知識」を提供し、学習者がTaskを通して受け入れ、頭の中に表象していくといった一方向的なプロセスは生田によって批判されていくことになる。教える者と学ぶ者との間の「場」の共有こそが重要だと仮定すると、Taskそれ自体の「学び」は、優先的に目指されることがあったとしても、Achievementの学びを展望に入れて限りで意味をなすからである(生田 2011: 26)。

3. 研究討議を経た授業の検討——剣道授業の困難性

以上のことを研究授業に即して、特に担当教員と研究討議で語られた困難性に着目して考えてみよう。今回授業を担当した中等校の教員は剣道部出身で、武道必修化以前より剣道の選択授業を実施していた。その意味で剣道の専門家ではあるが、剣道を授業で実施する上でのいくつかの困難が語られた。このような、専門家が武道必修化以後の授業を担当することの難しさについて、実のところ十分に検討されていないのではないだろうか。すなわち、これまでの議論では、剣道の指導経験のない教員が授業担当になった際の困難さについて語られることが多かったのに対して、剣道経験・指導経験ともに十分な教員においてさえなお、必修化された教材として剣道を教えることの難しさが認識されているということである。一般的に考えて、保健体育科目は教員が携わってきた競技種目であれば、他の種目に比べて比較的ストレスなく担当・実施ができることから言えば、この困難性は武道を教材として扱う上で特殊なものと考えておく必要があるだろう。研究討議で語られた、剣道の授業を実施する際の困難は以下の通りである。第1に、生徒の緊張感の蓄積である。座礼に始まり、生徒は普段持ち慣れない竹刀を握り、振らなければならない。また、対人での所作が求められるため、相手との距離感、力加減を探るのが難しく、他の競技と違って和気藹々と、楽しく実施できる局面が少ない。今回の授業案で、手押し相撲をしての攻防遊びが含まれていたが、一人の生徒を相手に教師が説明を行った際に、教師が大きくよろめくと

いう場面があった。そのときはじめて生徒の顔がほころび、緊張の糸がはじけたように感じられたのが印象的であった。安全性を高めるため、この緊張感が必要なものであるのだが、授業終了時の生徒、教員の疲労感の蓄積は相当なものがあると感じられた。

第2に、この教材では楽しみを実感させるのが難しいとのコメントがあった。今回の授業では手ぬぐいとりや手押し相撲などを入れ込むなど、剣道の要素をいかにして体得させるのか、間合いをどのようにつかませるのかと言うことに工夫がなされていた。また、この教材の特性として、他の競技で生徒が喜びを覚えやすい試合の実施が安易に行えないということがあげられる。打ち合うためにはかなりの時間をかけ、ある程度の力量に達する必要があるが、現在の教科教育ではそこに到達することはほとんど不可能に近い。中には打ち込まれた際に痛みを感じたり、怖さを感じたりする生徒もいるようで、力の加減を指導するのはさらに難しい。

第3に、今回は使用しなかったが、防具の調達や装着の仕方を教えることも授業の困難性を高めることにつながっていると考えられる。お互いにもっと自由に打ち合いたいという感想が生徒から寄せられることが多いとのことで、ゲームが行えない大変さはこの教材の難しさの一つだろう。

第4に、剣道はさまざまな所作や決まりがあるため、それを説明すればするほど、また動きを詳細に伝えようとすればするほど時間をとられ、生徒の動きが減ることになりかねない。それはある程度の説明や試技の後に、感覚的にチャレンジさせられる他の競技との大きな違いだろう。

第5に、附属中等校の教育や生徒の特性から起きる可能性は低いものの、竹刀を持たせた際に、自分の力をコントロールできなかつたり、指示に従わない生徒がいたりすることの蓋然性は否定できない。このような教師の指示に従わない混乱状態が起きたとき、授業をコントロールすることは至難になり、怪我の危険性は高まる。特に指導経験のない教師が授業を担当している場合、上記に示したような安易に面白さを提供するのが難しい教材で、いかに生徒の興味を引き付け、授業を展開するのかが課題であると感じられる。

第6に、環境をめぐる問題がある。剣道の場合、防具や竹刀の調達、メンテナンスに加え、実施する時期の問題も授業の成否を大きく左右する。今回の授業は2月中旬の実施と言うことで、暖房の入っていない体育館は寒さが厳しく、しかも裸足での実施であったため、生徒にとっても大変であったことが予想される。一方で、夏の時期であれば、逆に暑さが課題となり、特に防具の装着には汗や臭いと言ったネガティブな要素がつきまとう。道具や環境の整備は学校毎によって異なると思われるが、教材の適切な実施時期を判断するのも重要な要素になるだろう。

4. おわりに——Task から Achievement の学びへ

以上の困難性を抱えながらもなお、この教材の実施によって体験され、体得される学びとはどのようなものだろうか。逆説的ではあるが、これらの困難性こそが、体育科教育で武道（剣道）を実施する一つの意義になり得る。冒頭で生田が述べる Task から Achievement への学びの移行を示したように、これまでの教材の多くは教員の意図とは別に、生徒の側に楽しさを追求する側面が強くあり、技術を身に付けることが楽しさへ導くための過程としてなんとなく位置付けられていたとは言い過ぎだろうか。すなわち、例えばサッカーでパスやシュートができること（Task）と、その先にどのような達成状態（Achievement）が要請されているのかということについて、自覚的に取り組んでいる教員を除けば、十分議論されることは少なかったのではないだろうか。その点、基本的に対人関係から成り立つ武道は、相手との距離感覚（間合い）、力のコ

ントロール、そして伝統的な所作の説明に至るまで、目指すべき達成状態が前提としてなければ教育効果は発揮されにくい。

すでに拙論で書き記したことだが、山口香が柔道教育の重要性に相手との調和・距離感を探ること、すなわち「理合」を掲げていることからわかるように、相手に危害を与えてはならないからこそ、相手を思いやる心や、自らを律する心などを育むことが可能になる武道教育の重要性が浮上してくるよう思われる（石坂 2013）。

今回の授業では最後の「攻防入れ替え」の展開が、上述した教育の可能性を感じさせる内容であった。一步の攻防、二歩の攻防と少しずつ攻防を入れ替えながら打ち合うことは、相手の息づかいを感じ、力加減に気をつけ、相手との調和・距離を探ることに他ならないからである。これらを体感させることは、剣道経験のあるなしにかかわらず、むしろ経験がないがゆえに、教員も自覚的に取り組める武道教育の意義ではなかろうか。繰り返しになるが、教える者と学ぶ者との場の共有にもとづく、達成状態（Achievement）の感覚の共有こそが不可欠なのである。今回の授業はそのことを十分感じさせてくれるものであった。

引用・参考文献

青沼裕之、2012、「現代武道の創造に向けて——武道教育を如何に実践するか」『体育科教育』60(1): 40-3。

樋口聡、2013、「武道とダンスを学校教育で教えることにより広がる可能性とは何か」『スポーツ社会学研究』21(1): 53-67。

生田久美子、2011、「『わざ』の伝承は何を目指すのか——Task か Achievement か」生田久美子・北村勝朗編『わざ言語——感覚の共有を通しての「学び」へ』慶應義塾大学出版会、3-31。

石坂友司、2013、「中学校保健体育における武道必修化の影響と授業展開に関する一考察」関東学園大学紀要『Liberal Arts』21: 1-11。

カドー・イブ、2015、「武道必修化とナショナリズム」石坂友司・小澤考人編『オリンピックが生み出す愛国心——スポーツ・ナショナリズムへの視点』かもがわ出版、216-30。

北村尚浩、2013、「武道必修化の課題と展望」『スポーツ社会学研究』21(1): 23-35。

根上優、2010、「武道の必修化に寄せて」九州地区大学体育連合『体育・スポーツ教育研究』12(1): 4-7。

内田良、2013、『柔道事故』河出書房新社。

保健体育科の教員養成における教職実践演習の実践報告

— 模擬授業・討議がひらく可能性 —

大森雄一郎（奈良女子大学附属中等教育学校）

中田 大貴（奈良女子大学大学院生活環境科学系）

芝崎 学（奈良女子大学大学院生活環境科学系）

鷹股 亮（奈良女子大学大学院生活環境科学系）

石坂 友司（奈良女子大学大学院生活環境科学系）

1. はじめに——学習内容設定の観点

教職実践演習に関する文部科学省の科目趣旨・ねらいは、「教職課程の他の授業科目の履修や教職課程外での様々な活動を通じて、学生が身に付けた資質能力が、教員として最小限必要な資質能力として有機的に統合され、形成されたかについて、課程認定大学が自らの養成する教員像や到達目標等に照らして最終的に確認するもの」とされている。2010年度入学者から教員免許状取得希望者に必修として課された授業科目である。教員養成段階における最低限の資質能力が何を意味するのかを検討し、教職実践演習における適切な到達度目標を設定することは、教員養成段階での学習内容の明確化に重要な示唆を与えることができると考えられる（清水ほか 2013）。

本学の場合、2016年度は第1回目が10月22日（土）に実施され、「学び続ける教師になるために」をテーマに、教職課程で何を学んだのか、どのような意味があったのかなどを討議した。第2回目は11月26日（土）に実施され、学校観察を踏まえて、同僚としての視点で教員の授業から何を学び、批評していくのかについて討議した。そして第3回目は12月10日（土）に実施され、各教科に分かれて模擬授業とそれにもとづく討議を行った。筆者らはこの第3回目の模擬授業（奈良女子大学第1体育館）と討議（同N302教室）に参加したことから、授業内容の考察を行う。

2. 授業概要

文部科学省の方針として、本科目には教員として求められる以下の4つの事項を含めることが適当である、とされている。

1. 使命感や責任感、教育的愛情等に関する事項
2. 社会性や対人関係能力に関する事項
3. 幼児児童生徒理解や学級経営等に関する事項
4. 教科・保育内容等の指導力に関する事項

保健体育科目では奈良女子大学文学部4回生2名（Aさん、Bさん）、生活環境学部1名（Cさん）の計3名が受講した。Aさん、Bさんは体育実技の模擬授業を、Cさんは保健の模擬授業をそれぞれ30分ずつ行った。体育実技の模擬では、女性教員2名、男性教員2名（うち1名は附属中等教育学校の教員）、学生2名の計6名が生徒役となり、実技を行った。学生には、事前

に学習指導案の作成をするように伝え、当日は自身が6月の教育実習中にて実施した授業内容について、模擬授業を行ってもらった。また模擬授業終了後、スポーツ健康科学コースの教員4名、生活健康学コースの教員2名、附属中等教育学校の教員1名（体育科教育専門）、学生3名で、授業の反省と総合討論を約100分実施した。

2-1. Aさんの授業内容の概要および評価

Aさんは中学校2年生を対象として想定したソフトボールの授業を行った。単元の指導計画として、11時限中の9時限目（「バッティング・守備」）、本時の目標は「攻撃時には、ランナーや相手の守備位置を見て打撃方向を考え、守備時にチーム内で力を合わせて相手チームの得点を防ぐことによって、次回のゲームに向けて実践を積むことを目標とする。また、競い合う楽しさをしる。」とあった。授業は最初に準備運動（3分）、次にキャッチボール・素早いキャッチボール（10分）、簡易なゲーム（14分）、後片付け・説明（3分）の指導過程であった。

授業全体としては、指示の説明がはっきりしており、聞きやすかった。問題点を以下に記す。

- ①素早いキャッチボールは、空中でボールをキャッチしてそのまま投げる、という技術であった。非常に難易度が高く、中学校2年生が行うのは困難であり、取り組む課題としては不適切に思えた。空中ではなく、ボールをキャッチしてから素早く投げる、だけでも十分である。
- ②簡易なゲームでは、体育館で実施したこともあり、バッターは打ち終わった後、バットを待っている次のバッターに手渡し、それから1塁へ走る、というルールで行われた。しかし、中学校2年生の技術レベルでは、「待っている次のバッター」の方向に打球が飛ぶ可能性が高く、安全面からは不適切に思えた。対案としては、バットを持って1塁へ走るでも良いかと思われる。
- ③ソフトボールのルールを理解していない者への説明が不足していた。実際に、簡易なゲームの最中に、ランナーはフライになったら帰塁する、ということをおぼろげにわかっていない者がいた。そのことに対し、ルールの説明がなされていなかった。
- ④室内用のベースが無かったため、床のラインの交点をベースとして設定していたが、守備側と攻撃側が交錯するおそれがあり、コーンを2つ使用する等、他の設定が必要であると思われる。

2-2. Bさんの授業内容の概要および評価

Bさんは中学校3年生（選択必修、男子20名、女子10名）を対象として想定した、水泳の授業を行った。単元の指導計画として、7時限中の2時限目（「トレーニング」）、本時の目標は「次回の水泳の授業に向けて、トレーニングをする」とあった。授業は最初に授業の説明（3分）、ストレッチ（10分）、ライニングドリル（閉眼スタート）（10分）、整理体操（7分）の指導過程であった。水泳の授業として行われるが、実際にはまだプールで実技ができない時期の授業設定であった。

授業全体としては、指示の説明がはっきりしており、聞きやすかった。問題点を以下に記す。

- ①ライニングドリルを行ったが、このドリルをやる意味や意図の説明がなされなかった。そのため、参加者はひたすらドリルを続けている状況が続いた。

- ②ドリルのペースが早く、運動強度としてはかなり高かった。
- ③もう少し水泳と関係があるドリルを設定する必要があるように思えた。
- ④ライニングドリルの内容は変化が乏しく、参加者（生徒）が飽きる可能性が高い。

2-3. Cさんの授業内容の概要および評価

Cさんは中学校2年生を対象として想定した保健の授業を行った。単元の指導計画として、2時限中の2時限目（「循環器官」）、本時の目標は「循環器とは何か、どのような働きをしているのかを理解する。また、循環器の発達について学習し、中学生、高校生の時期に適度な運動をすることの重要性を理解する。」とあった。授業は導入（7分）、展開①（12分）、展開②（12分）、展開③（8分）、まとめ（5分）の指導過程であり、30分での短縮授業とした。

授業全体としては、落ち着いて話が進められ、また板書もきれいにされており、わかりやすかった。問題点を以下に記す。

- ①教科書で最も重要視されている「呼吸器官や循環器官の機能をよりよく発達させるには、中学生の時期にどのような生活を送ればよいのか」という問題に対し、説明が不十分であった。
- ②循環器官の構造に関する説明は十分にされていたが、機能についての説明がほとんどされていないなかった。
- ③中学生がわかりやすいような具体例を示すことができれば、より理解が深まるように思えた。

3. 授業全体を通して

今回の研究授業に関する授業評価方法として、教員7名が関わった。その専門分野として、体育科教育以外の教員が関わっている割合が高いことから、様々な視点から授業を評価することができ、指導体制・連携体制づくりがなされていたと考えられる。また、杉崎ほか（2016）によると、4年制大学を対象とした保健体育の教員養成のための教職実践演習における保健の実施状況に関する調査では、中高保体免許状を取得できる日本全国の大学学部の約70%が教育実践演習において保健の時数を確保しており、またその内容も講義ではなく模擬授業の授業形態を実施している割合が高いことが示されている。よって、今回の教育実践演習の中で、3名中1名が保健の模擬授業を実施したことは、全国的にも標準的な授業形態であったと言える。

保健体育の教員を目指す学生にとって、最も注意しなければならないことは、自分の価値観だけで授業構成や教材内容を設定しないことである。今回の研究授業では、AさんとBさんが設定した教材内容において、「空中でボールをキャッチして、そのまま投げる」、ライニングドリルで「眼をつぶって、手を使わずに起き上がる」ことは、運動・体育・スポーツが得意な生徒は実施可能であろうが、苦手な生徒は実施不可能であろうと思われる。教材内容のレベルをどこに設定するのか、ということは非常に難しいが、苦手な生徒でも取り組むことができる教材内容を設定するという視点は不可欠である。これには経験も必要になってくるであろうが、体育実技に関する実技技能だけではなく、苦手な生徒への思考と判断を培うことも必要である。

学生はわずか30分間の担当授業であったが、学習指導案の作成、授業計画、授業実践までの経験、また授業後の検討会における授業の技術的省察、実践的省察の経験は、今後、現職の教員として実施する際に、非常に有用であると思われる。学習指導案に関しても、上記のように他の教員から、様々な意見が出された。武田ほか（2013）は、初任教員のニーズに関するアンケート

調査において、「学習指導案について学べること」を挙げている割合が最も高かった。そのため、本授業における学習指導案に関するコメントは、学生にとって将来的には非常に有益であると考える。また、教員免許は取得するが一般企業に就職する学生にとっても、論理的思考能力、実践的応用能力を身につける機会になったと考える。(中田大貴)

4. 討議における検討事項と考察

本章では、上記のように実施された模擬授業、それを踏まえた討議の中で指摘された事項を確認しつつ、教員やリーダーの関わり、フェアプレイ・危険性などの観点から考察を加えていきたい。

4-1. Aさんの授業に対する討議内容

(1) 授業についての一般評価

模擬授業は単元途中の内容を実施したため、生徒役にこれまでの授業過程が把握されていないこともあり、授業がスムーズに進まない点がみられた。また、参観側も全時限の指導案を確認していないこともあるが、当該指導案においてもいくつか不明瞭な点が指摘された。

①指導案について

- ・対象学年を明記する。
- ・本時の目標において、簡易ゲームのめあてのみが記載されているが、屋内で実施するため、安全面に関しても意識した目標を設定していた方がいいのかもしれない。
- ・キャッチボールはすでに何時限も経験している前提の指導案と思われるが、未経験者にはかなり高度な内容を要求していると思われた。
- ・ローカルルールの設定は実施場所と人数、対象者のレベルを考慮したものであった。
- ・バットの取り扱いや、体育館内であることから力をセーブすることを喚起すると記載されているが、中学2年生でどこまで徹底できるかを検討する余地がある。また、今後のためにもその具体策についても指導案に記述しておくことが望ましい。

②実践について

- ・体育館を使用して実施したため、使用上の注意事項がグラウンドよりも多くなっている。指導案には体育館で実施する想定がなされているが、それらを十分に生徒役に把握させられなかったし、さらに中学2年生でどこまで意識統一ができるかは疑問である。
- ・上記に関係して、意識的に配慮することが多くなってしまうため、より自動化できる配慮(授業準備)が必要である。
- ・技術的な説明をする際、より具体的で明確な指導が必要である。
- ・冬期に実施しているので、十分なウォーミングアップが必要であり、最後のストレッチの時間も十分に確保する必要がある。
- ・ローカルルールに関する説明が十分でなかったため、ルールが徹底できなかった面があり、通常のルールとは異なる点に関しては生徒役が適宜確認できるようホワイトボードを利用するなどの工夫が必要である。
- ・公平性を配慮して7分で攻守の交代としていたが、時間の公平性は保たれていなかった。

- ・練習であるため、得点はあまり重要視されないのかもしれないが、ゲームの公平性の面からも得点ボードを準備し、正確に得点を示した方がよい。

(2) 考察

①教員の関わり

専門分野でない競技を指導するにあたって、当該スポーツの経験者の関わりを促し、細やかな技術的なことはリーダー格の生徒役に任せ、教員は安全面や適宜ルールの説明などに注視し、生徒の自立性を優先できていたと思われる。おそらく、実際の授業においても経験者がリーダー格として協力していたと思われた。比較的全体を見渡しながら適宜指導できていたと思われる。簡易なゲーム形式を実践する中でルールを説明していたが、最終的なゲームを円滑に実施するために、参観者から指摘があったようにルール説明時には一旦止めて説明をする方がよい。また、同様に安全面に関して認識を高めるためにも適宜中断することも必要である。

②リーダーの関わり

事後実習のため生徒役数が少ないこともあったが、それぞれのチームに経験者が配分され、準備運動後のキャッチボールなどにおいても、苦手な生徒役に適宜指導することが任されていた。安全面に関わるローカルルールがいくつかあったので、リーダー格だけでなく、仕事の分担をさせるなどして、全体で運営している意識を持たせることも重要であり、それによってより安全に授業が進められたのではないかと思われた。

③フェアプレイ・危険性

ソフトボールに限らずゲームが白熱するほど、プレーヤーだけでなく、観戦者も視野が狭くなり、注意事項を忘れてしまうことがある。簡易ゲーム形式において、今回は7分間で攻守を交代することとしたが、やや時間制限が曖昧になっていた。スコアに関しても全員が共有できるように準備が必要であった。逆にそこを生徒役に意識させることで実際のゲーム時の準備を促すこともできたのかもしれない。今回は体育館内で実施したこともあり打者のバットの取り扱いをグラウンドよりも意識する必要があるが、安全面をより意識しやすいのではないかと思われた。しかし、ゲームとなると安全面への意識がやや薄れ、バットの扱いや送球が雑になることがあった。しかし、その都度、教員だけでなく、周囲が注意していたため、危険性を意識させることには有用であったと思われる。

④その他

ローカルルールが必要なため、いくつかの注意点が最初に教示されたが、安全面に関する内容はホワイトボードを使用するなど、生徒が安全性を常に意識できるように準備しておくことが望ましい。

4-2. Bさんの授業に対する討議内容

(1) 授業についての一般評価

模擬授業は体育館を使用することを前提としていたため、プールが使用できない場合を想定した内容であった。

①指導案について

- ・記述者にとってあたり前と思うことでも、他の人が当該指導案を読んで理解できるように記述する（対象学年、本時の目標など）。
- ・漠然とトレーニングと記述するのではなく、どのトレーニングがどの泳法を意識しているのかを明確にしている方が批評を受けやすく、改善に役立つと思われた。
- ・指導上の留意点を列挙しており、指導する項目を事前に明確にできていた。
- ・整理体操に記述している「使った筋肉を…」のように、準備運動の項目も同様にどこを意識させるのかも記述しておくことが望ましい。
- ・学習活動においていくつか作業内容が記述されているが、どのようなところを意識させるのか、目的が何かを記述しておく方が他の人が読んでも意図が伝わりやすくなる。
- ・水中ではないことでできる学習のメリットを明示しておく方がよい。

②実践について

- ・トレーニングを効果的に実施するためには、動機づけが必要であり、何を意識すればいいのかを明示する方が効果的である。
- ・トレーニング内容からひねりを意識した柔軟体操を加えた方がいいのではないかとの意見があったように、準備運動もルーチン化するのではなく、その授業内容に合わせて必要項目を加えて対応する必要がある。
- ・冬期に実施しているので、十分なウォーミングアップが必要であり、最後のストレッチの時間も十分に確保する必要がある。
- ・ダッシュがメインのトレーニングでいくつかの泳法を意識したダッシュ前の身体活動を取り入れてあったが、その方法がどの泳法に有用なのかを意識させるような指示や説明があった方がより効果的と思われた。
- ・ゴールポイントで止まらず流すと説明していたが、なぜなのかも説明した方がよい。
- ・指定された動作が困難な場合の対応策を準備していたのか。
- ・指導案に記述されていた整理体操時の「使った筋肉を意識」がどこであるかの指示があった方がよい。もしくはそれを考えさせることも有効ではないかと思われた。
- ・指導上の留意点を明記できていたが、生徒に指導する場合には「なぜ」をきちんと説明した方がわかりやすいのではないかと思われた。

(2) 考察

①教員の関わり

少人数の授業であったこともあり、教員から声かけや、生徒役の声出しを促し、単調になりがちなトレーニングを活気づけていた。巡回しながら全体を見渡すことができていた。様々なダッシュを設定し、徐々に難度をあげて身体の使い方を考えさせることができていた。抽象的な指示が気になったが、作業を達成できた生徒役をうまく誘導しながら身体の使い方を説明させていた。テクニク的な説明に偏ってしまったことで、本来の目的が水泳のための身体の使い方のトレーニングであることを意識させることができていなかったことが残念である。動作試技に対する注目させるタイミングなどが効果的にできていた。

②リーダーの関わり

ボディバランスがキーになる運動では、タスクを達成した生徒役がコツを言葉と動きで表現することになる。このような場合はリーダーとなる生徒が必ずしも見本となるわけではない。誰ができるのかを判断しつつ、その生徒役のパーソナリティを配慮して見本役を務めさせていた。

③フェアプレイ・危険性

少人数であったこともあるが、安全面を配慮したコートの使い方であった。シーズンが異なるが、冬期に実施しているので、柔軟体操やウォーミングアップに十分な時間をかける必要があったと思われる。ふりかえりの中で指摘があったように、特に回旋などダッシュの前にするので、運動内容に合わせた準備体操を導入することで怪我のリスクを回避することも考えた方がよいと思われた。

④その他

単純なダッシュがメインとなるが、その前に様々な動作をタスクとして含めていたが、これらがどの泳法につながる身体の動きになるのかを説明することが望まれた。水の外でトレーニングすることのメリットを解説することで、トレーニングへの理解度が上がるのではないかと思われた。

4-3. Cさんの授業に対する討議内容

(1) 授業についての一般評価

①指導案について

- ・対象学年を明記する。
- ・アクティブラーニングを考慮した指導計画になっているが、ある程度ディスカッションの方向を示す内容を記述しておく方が望ましい。
- ・本時では準備物が教科書のみで、模型などの使用はなかったが、ビジュアル的に理解を促す展開があってもいいのかもしれない。
- ・中学2年生に呼吸器・循環器を理解させるための導入がしっかりと準備できていたか、何を主に伝えたいのか、導入部分の準備はもう少し詳細に記述しておくことが望ましい。

②実践について

- ・板書計画は比較的良好に練られていたと思われるが、板書時に生徒に背中を見せる時間が長く、できれば語りかけの際にできるだけ生徒側を見る機会を増やしてはどうかとの指摘もあった。生徒の反応（理解）を確認するためにも、例を挙げつつ随時生徒側を見ながら板書するように心がけた方がよいと思われた。
- ・解剖の講義では最初に臓器の位置と形を描かせることもあるが、イメージを膨らますためにも実際に模写するなどのアクティビティがあってもいいのかもしれない。
- ・展開②で心拍数を計ったが、最初に循環器を意識させることを導入部分でしてもよかったのかもしれない。
- ・循環器の構成の説明があったが、それぞれの機能について説明した方がよい。例を挙げることでその重要性を意識させることも必要かと思われた。

(2) 考察

呼吸器・循環器は中学生にも比較的意識しやすい臓器であるが、実生活に照らし合わせた実例をできるだけ多く示す方が生徒は興味を持ちやすい。本時は前回に呼吸器について学習した後に循環器について学習する計画となっており、酸素運搬との関係について振り返りながら循環器の役割を確認することがスムーズにできており、生徒役も意識しやすかったと思われる。生徒の理解度を画一的なものとして計画している感があり、座学の場合は授業後に個人で調べる意欲がでるような要素を含めておいてもよかったのかもしれない。

導入部分で本時のアクティビティを意識した話題提供をしておくことによって、生徒に考える時間と機会を与えることができたのかもしれない。アクティビティとして今回は触診で脈拍測定を取り入れた。脈拍は血圧によって生じているものなので、心臓の動きと血液循環を確認した方がよかったのかもしれない。脈打つところから血管や血液の流れを意識させることもできたかもしれない。

4-4. 討議のまとめ

事前事後実習は教師としての確かな力量形成を培うための方法として導入されている。3名とも自身の専門とする分野（競技）以外の内容に取り組み、批評を受けた。本論作成にあたり気づいたことであるが、学級所見もそれぞれが教育実習で担当したクラスの生徒を振り返り記載されていた。しかし、事後実習では当該生徒が対象にはならないので、事前にどういう学級をイメージしていたのかも説明することによって教師の関わり方に関する有益な指摘が得られたのかもしれない。また、逆に教育実習中に当該生徒を対象とした授業批評は受けているので、実際に受け持った生徒ではなく、実習中に見学した別のクラスの生徒をイメージして実施することも力量形成という意図では有益なのかもしれない。

3名とも学習指導案にいくつかの不備がみられたが、授業の構成や進め方から、実践的力量があることを示すことができたと思われる。学習者の目標設定とできない生徒への配慮は学習指導案から窺い知ることはできなかったが、リーダー格の関与やその誘導（実技試技）などから臨機応変に授業を進行できていたようである。討議における参観者からの指摘にも適切に対応し、今後の発展のための反省点も意識できていたと思われる。

（芝崎学）

5. 保健授業（「循環器官」——Cさんの授業）についての検討

中学校保健領域で指導すべき内容の一つとして、現行指導要領では、「心身の機能の発達と心の健康について理解できるようにする。」が取り上げられている。ここでは、心身機能の発達に関する模擬授業の授業内容、授業の進め方について検討し、さらに保健分野において今回取り上げた内容をよりよく指導するためにどのようなことに留意すればよいのかに関して考察する。

5-1. 授業の概要

すでに述べたが、ここで論じる保健の授業は「呼吸器官・循環器官の発育・発達」の2コマ目の授業を想定し、循環器官の発育・発達に関する授業であった。なお、1コマ目に呼吸器官の発育・発達の授業を既に行っているという設定である。

本授業の目標は、「循環器とは何か、どのような働きをしているのかを理解する。また、循環器の発達について学習し、中学生、高校生の時期に適度な運動をすることの重要性を理解する。」

ことであった。

授業は、まず初めに簡単に前回授業の復習をした後、授業の目的について説明がなされた。その後、循環器とはなにか、そしてその構成はどのようになっているかを板書によって説明した。次に、運動時に心拍数が上昇することを、椅子立ち上がり運動前後で生徒に測定させ、その結果を踏まえて運動時の心拍数の増加と酸素消費量の増加との関連についての説明がなされた。次に教科書の図を用いて心臓の機能の発達について取り上げた。ここでは、心臓の機能の変化について、近くの席の他の生徒と話し合いをさせ、意見を聞いた。最後に、本授業のまとめが行われ、授業を終了した。授業は、指導案の計画どおりに行われた。

5-2. 考察

全体として、非常にまとまっており、良い授業であったと感じた。ここでは、保健の授業のあり方について生理学を専門としている著者の考えを述べ、保健ではどのような授業がより効果的になるかについて本授業の進め方と関連させて著者の意見を述べ、考察する。

学習指導要領における「身の機能の発達と心の健康について理解できるようにする。」の中で取り扱う内容として、「身体には、多くの器官が発育し、それに伴い、様々な機能が発達する時期があること。また、発育・発達の時節やその程度には、個人差があること。」を理解させる事が挙げられており、特にここでは、呼吸・循環機能を中心に扱うこととなっている。本授業は、循環器官の発育・発達についての授業であったが、多くの時間が循環器官の機能に関する基礎的な知識を身につけさせるための指導に使われた。一方、発育・発達に関する内容を取り上げた時間がかなり少なかったという印象があり、そのような意見が本授業を参観した他の見学者からも出された。

中学生は、生徒が成長の急進期にあるため、発育・発達に関して学ぶことは、重要であると考えられるが、発達を理解する上で、生体がどのように機能しているかの基本知識がないとそれを理解することは難しい。保健の授業ではその背景（特に生理学・衛生学的な背景）として非常に多くの知識が必要とされるにも関わらず、各単元に割かれる授業時間は極めて少なく、基礎的な内容をとぼして応用的な内容になっている傾向がある。保健においても、科学的な基礎知識は不可欠であるが、基礎的な内容に割ける時間は非常に限られているため、より効果的な授業を行う必要がある。本授業では、授業内容を理解させるという点からみると効果的に循環器官の機能について指導がなされていたと評価するが、時間的な面からみると少し改善の余地があるのではないかと感じた。さらにこの問題を解決するためには、この授業時間だけではなく、保健体育の授業全体で対応するような指導計画が必要なのではないかと感じた。

身体の働きや生活習慣や生活環境と身体との関わりに関する基礎的な知識を身につけることは、将来的に健康的な生活を送るための基礎となる。保健において科学的な基礎知識を理解させることにより、将来の健康的な生活を送る能力を養うことになると考える。近年は、マスコミなどで健康に関する話題が多く取り上げられているだけでなく、多くの健康食品や健康関連機器などがマスコミを介した広告で紹介されている。適切な情報を得て、健康的な生活を送るためには、最低限の知識を身につけて情報を取捨選択できる能力を身につけておくことが必要である。

基礎的な知識が必要である一方、保健で取り扱う内容は、実生活で実践されることに意義がある。抽象的な概念を講義スタイルの授業、そして、いわゆる入試科目にはなっていない保健の授業で、生徒たちのモチベーションを上げることは難しいかもしれない。一方、保健で取り扱う内

容は、自分の身体で起こっている現象であったり身の回りの環境であったりするため、具体的な事例をもとに授業をすすめることにより、実感を持って理解させやすい教科でもあるといえる。本授業では、生徒に椅子からの立ち上がり運動を行わせて、心拍数を測定し、酸素消費と心拍数の関連に関しての解説が行なわれた。これは、非常に効果的であったと思う。自分の体の中で起こっている現象を測定したり、これまでの経験と対応させたりするようにさせることにより、取り扱っている内容に興味を示すようになるのではないかと思う。このように、可能であれば実習的な要素を取り入れて授業をするのが効果的であるのではないかと思った。

一方、短い時間で必要な内容を効果的に指導するという点では、さらなる改善ができるのではないかと感じた。前述のように保健では、本来教えなければならない基礎的な内容が授業時間に比べて非常に多い。本授業の板書は非常に丁寧でわかりやすかったが、このやり方だと、教師が板書をする時間だけでなく、生徒がそれを書く時間を含めるとかなりの時間がそこに割かれてしまう。そのため、基礎的な身体の働きに関する指導はかなりしっかりしていたが、発達・発育に関する内容を取り上げる時間を十分に確保することが難しくなり、発達・発育に関する学習の時間が十分とはいえなかった。もっと、生徒が教師の話聞き、教師が話した内容を理解させるためには、パネルやプレゼンテーションソフトのスライドなどを用いるとともに、プリントなどを配布して授業をするのが効果的になるのではないかと感じた。板書とノートテイクに割く時間が短くなり、効率よく授業ができ、発達・発育に関する内容についてももう少し十分に教えることができたのではないかと思われる。また、循環系において肺循環と体循環を理解させるために、図を見て説明するだけでなく、例えばプリントに描かれた循環系の模式図に血液の流れを矢印などで図示させたり、動脈血の流れている血管と静脈血の流れている血管の色ぬりをさせるなど、作業を取り入れるとより理解が深まるのではないかと感じた。

さらに、ここではスポーツ選手とあまり運動をしていない人の心拍出量、心拍数の違いについての説明がされたが、今回の椅子からの立ち上がり運動でそれを明確に示すのは少し難しい。実際にもう少し高強度の運動を负荷した際に測定することにより、スポーツ選手とあまり運動をしていない人との違いが明確に示すことができたのではないかと思う。そこで、特に、呼吸・循環機能に関しては、保健分野と体育分野を横断的な融合させた授業が効果的であると考え。体育分野では、各種スポーツの技術の習得も重要であるが、健康スポーツを意識させるような授業も望まれる。運動時に身体の中で何が起こっているのかを、「体づくり運動」、「陸上」、「水泳」などの授業の時に指導することは、将来の運動習慣や運動のあり方を学ぶ重要な内容であると考え。ただ、運動が健康によいというだけでなく、運動がどのように健康につながっていくのかについて保健体育で総合的に学ぶことが、将来の健康につながっていくと考える。

5-3. まとめ

中学校において保健体育は、将来健康的な生活を送るための実践力を身につける非常に重要な教科であるにもかかわらず、十分な指導時間が確保されているとはいえない。特に核となるべき基礎的な知識を教える十分な時間がない。この短い時間で重要な生理学、衛生学的な知識を身につけさせ、さらに実践に結びつけていくためには大変難しいが、適切に教材を用意し効率的な指導することにより、幾らかでもこの問題が改善されるのではないかと考える。特に体育分野と横断的な繋がりをもった指導は時間的にも内容的にも効果的であると考え。一方、自分の身体や身の回りの環境を対象とする保健は、自分の身体で起こっていることや身の回りで起こっている

ことを測定することにより、実感をもって理解しやすいため、適切な方法で授業を行うことにより生徒たちも興味をもって授業を受けられるのではないかと思う。このような授業の工夫が良い授業になり、生徒たちが将来健康的な生活を送る能力を身につけることができるのではないかと思う。

(鷹股亮)

6. 附属中等学校教員から見た教職実践演習

昨年度、今年度と2年続けて奈良女子大学附属中等教育学校教諭の立場から、教職実践演習に参加した。振り返ってみると、学びの多い場であった。授業後に行われた研究討議では、より良い保健体育の授業をどう構築していくのかという視点から、多くの指摘があり、学生だけでなく、私にも新たな気づきがあった。何をこの授業で伝えたいのか、そのための教材になっているのか、当たり前だと思っていたことが実はとても大切なことだと素直に思わされた。自分自身も、きちんと足元から授業を見なおさなければいけないと改めて考えさせられる有意義な時間であった。

また、これから教員になろうとする、いわば未来の同僚に対して、どのように指導するのかという点についても、考えさせられた。どちらかといえば、私は駄目なものは駄目だと言ってしまう方である。学生に対しても、その授業方法では生徒は理解できないだろうと切り捨ててしまう傾向があった。しかし大学の先生方は、どの授業に対しても良い所を指摘し、どうすればその部分を伸ばせるのかといった観点からの発言が多かった。私からみれば、これでは駄目だろうと思う授業も、大学の先生方から見れば良い点がある。その見方が、驚きであり新鮮であった。実際に、発言を受けて最後に提出される学生からの振り返りも実に前向きな内容が多かった。どのように未来の同僚と向き合い、彼女達の成長に寄り添っていくのか、この点についても考えを深められた。

一方で、この演習には課題もある。学生達にとって、この場はどのような意味を持つのかという点だ。忌憚なく言わせてもらえば、学生達が準備してきた指導案の内容、そして模擬授業に臨む姿勢には問題があった。

昨年度の事例を挙げると、参加した学生が少人数の模擬授業に意義を見出せなかったのか、熱心でない態度で授業を行ったことがあった。私から、その姿勢では評価できないと伝えると、反省して前向きに取り組む様子が見られたが、卒業前にこういった点を指摘しなければいけない演習に少し寂しさを覚えた。また、指導案の内容も課題がある。教育実習で行ったことをほとんど変更せず持ってくる学生がいるが、何故だろうか。相手が違う、生徒数が違う、条件が全く異なる環境なのに、そのまま授業するのが、理解できない。どんな形であれ、授業をする以上、それ相応の準備をしていくべきではないだろうか。もしこの演習を継続していくのであれば、学生達にこの場の意味をより深く理解してもらったうえで、臨んでもらえれば、もっと質の高い演習になるのではないだろうか。

上記のように課題はあるものの、附属教員としては大学の先生方と一つの授業を事例に、意見交換ができる貴重な場だと思っている。今年度も新しい気づき、発見をこの演習で頂けるのを心から楽しみにしている。

(大森雄一朗)

7. おわりに

最後に、今回の教育実践演習における模擬授業と討議、そして教員による振り返りの本稿を通して、浮上したいいくつかの課題と可能性についてまとめておきたい。

まず、模擬授業の制約について、ここでの授業が少人数で展開されていることは改めて考えておく必要がある。本学の学生規模では、保健体育教員の志望者が数名にとどまるため、中学校・高校の一クラスを想定した人数で模擬授業を実施することはできない。従って、履修学生と担当教員、あるいは参観及び討議に参加した教員の数名が生徒役をつとめることになる。このような少人数による模擬授業の実施方法や、教育効果については未だ十分に議論されていない現状がある（小松崎 2010）。

例えば、通常は生徒役の学生・教員が高い技能を有していることが多いため、実際の授業と前提が大きく異なるのではないかという指摘がある（小松崎 2010: 263）。そのことは本稿の 2-1 で述べているように、仮に高い技術レベルを要求する授業課題が含まれていたとしても、多くの生徒役が難なくこなしてしまうため、できない生徒を想定した授業展開にならないのではないかという疑念が生じるかもしれない。しかしながら、その後の討議を通じて技術的レベルへの気付きが与えられれば、どのような技術課題、あるいは工夫が必要だったかを皆で検討することができる。

加えて、4-1 で述べられているように、特に安全面への配慮が教員役の学生だけでなく、生徒役の学生・教員によって確保されていたという指摘は、そのことによって安全な授業が成立していたに過ぎないのではないかという疑念を生じさせる。しかしながら、このことも同様に、討議を通して検討が加えられれば、安全な授業がどのような配慮、声かけによって成立するのか、参加学生に気付きを与えることにつながると考えられる。この点は小松崎が指摘するように、座学の講義だけでは保障することが難しい授業実践に直結する具体的事項を身につけさせるという意味で、生徒役が少ないという構成上の限界を差し引いても、十分にあまりある効果をあげていると言える（小松崎 2010: 263）。一方で、下級生の参加など、より実際の授業形態に近いかたちを整えることは今後の検討課題としてあげられるだろう。

また、南埜らが指摘するように、これまでの教職科目で実践されてきた学習指導案の作成と模擬授業という繰り返しが、この教職実践演習の模擬授業で集大成となるという、いわゆる「学びの軌跡」を事前に理解させ、それぞれの模擬授業の質的違いについて学生に徹底することも重要な課題となるだろう（南埜ほか 2015: 57）。

この点に関わる教育実践演習の課題はここ数年で浮き彫りになってきている。例えば、すべての教育実習を終えた後に開催されるこの授業の実施時期が、卒業論文の締め切りを控えた余裕のない時期に重なるという点がある。また、すでに一般企業への就職を決めるなど、必ずしも教員を目指す者のみがこの授業を履修しているわけではないことから生じる、各学生のモチベーションの違いがあげられる。詳しくは書かないが、それらに起因する課題が生じていることも事実である。モチベーションの違いによって引き起こされる課題は、模擬授業の実施者を教員希望者にしぼるなどしてある程度は対処可能だが、この授業のもつ意味を、全学生に常に意識させつつ実施することが求められよう。

以上の模擬授業の成果に加えて、討議のもたらす効果についても考えておく必要がある。藤田らが述べるように、模擬授業の成果は主に教授技術や授業観察力の獲得・向上をその指標としたものが多かったが、近年効果的な授業実践や教師の成長に関わる「省察」(reflection) の意義についても問い返されるようになってきた（藤田ほか 2011: 20）。教師が反省的实践家として成長するためには、授業中に生起する緒事象や状況との対話として行われる「行為の中の省察」(reflection in action) と、授業後にそれらを対象化して検討する「行為についての検討」

(reflection on action)が必要となる(長谷川 2010: 257)。模擬授業を終えた後に討議を行うことは、この二つの省察を行うことにつながるのである。

加えて、今回の教職実践演習の第3回目は、現場教員の授業を同僚目線で批評するという学校観察を踏まえた後に行われている。従って、教育実習で実施した同じ指導案を用い、少ない授業参加者(生徒役の学生・教員)を対象に実施するのであっても、上記の省察を経たならば十分な教育効果が期待できることは上で示してきたとおりである。

最後に、本稿は附属中等教育学校と大学の連携事業の一環として企画されたものだが、もともとは教職実践演習の中で実施されてきた大学教員と附属教員の参加による模擬授業があり、今回はその実践報告というかたちをとった。教職実践演習を用いた附属校と大学の連携については研究事例も見られるようになってきたが(清水ほか 2014 など)、本学の場合はまだ緒についたばかりであり、このほかの授業でも連携が模索され始めている。6.でも示されたように、教職実践演習は本来学生のための授業ではあるものの、それが「学び続ける教師になるために」というテーマを設定したとき、現場教員にとっても学びの場としてひらかれる可能性がある。現時点の取り組みは全く十分とは言えないながらも、この点を自覚的に展開できたとき、この授業の教育力と可能性は大きなものになり得ることを指摘して稿を閉じたい。(石坂友司)

引用・参考文献

- 藤田育郎・岡出美則・長谷川悦示・三木ひろみ、2011、「教員養成課程の体育科模擬授業における教師役経験の意義についての検討——授業の『省察』に着目して」『体育科教育学研究』27(1): 19-30。
- 福ヶ迫善彦・坂田利弘、2007、「授業省察力を育成する模擬授業の効果に関する方法論的検討」『愛知教育大学保健体育講座研究紀要』32: 33-42。
- 長谷川悦示、2010、「教師力を高める体育授業の省察」高橋健夫・岡出美則・友添秀則・岩田靖編『体育科教育学入門』大修館書店、257-62。
- 小松崎敏、2010、「模擬授業の意義と効果的な進め方」高橋健夫・岡出美則・友添秀則・岩田靖編『体育科教育学入門』大修館書店、263-71。
- 南埜猛・岸田恵津・別惣淳二・山中一英・石野秀明・藤原忠雄、2015、「教職実践演習『模擬授業』の授業実践から考えるカリキュラム改善の提案」『兵庫教育大学研究紀要』47: 49-59。
- 文部科学省、2006、「教育実践演習(仮称)について」、文部科学省ホームページ、(2016年12月10日取得、http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/attach/1337016.htm)。
- 清水将・清水茂幸・浅見裕・栗林徹・鎌田安久・澤村省逸・上濱龍也、2013、「体育科教育における教師教育研究の動向と成果を踏まえた教職実践演習の試み」『岩手大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要』12: 131-9。

- 清水将・清水茂幸・菅原純也・根木地淳・松村毅・加賀智子・高橋走・岩手大学教育学部・岩手大学附属小学校・岩手大学附属中学校、2014、「附属校の体育授業を利用した教師教育のあり方——教員養成と現職研修を融合させた教職実践演習の試み」『岩手大学教育学部プロジェクト推進支援事業教育実践研究論文集』1: 60-5。
- 杉崎弘周・物部博文・植田誠治、2016、「保健体育の教員養成のための教職実践演習における『保健』の実施状況——4年制大学を対象とした全国調査の結果に基づいて」『体育学研究』61(1): 281-8。
- 武田明典・村瀬公胤・八木雅之・宮木昇・嶋崎政男、2013、「教職実践演習のカリキュラム開発——初任教員のニーズ調査」『神田外語大学紀要』25: 307-30。

Lesson Design for Communicative English Class

This article presents the Teaching Plan of Ms. Fumi Shiokawa, followed by a brief commentary on it and a reflection on teaching English in Japan. Ms. Shiokawa's plan is designed to enable students to express themselves in English. It trusts their "interest and willingness" to understand and be understood, and it both values and invites "a positive attitude" in every student toward communicating actively in English.

Teaching Plan

Instructor: Fumi Shiokawa

1. Date:

2. Class:

3. Text: *New Horizon English Course 3* (Tokyo Shoseki)

Review material: p.18 Multi Plus 2

New material: Unit 3 Our Sister in Nepal

4. Aims of this lesson:

To have students (Ss) think about the grass-roots international cooperation.

To have Ss listen to and read about international cooperation.

To have Ss say and write what they can do to support people in difficult situations.

To familiarize Ss with the use of present perfect tense and infinitives.

5. Aims of this period:

To have Ss recognize the situations in Nepal and its people by listening and reading.

To enable Ss to understand the form of the present perfect tense and its difference from the simple past.

To enable Ss to describe (speak and write) experiences in the past

Evaluation criteria: (A) Interest, willingness, and a positive attitude towards communicating in English

Active participation in language activities

(B) Ability to express themselves in English

Appropriate speaking/ writing skills

(C) Ability to understand English

Appropriate reading / listening skills

(D) Knowledge and understanding of language and culture

Appropriate knowledge of English grammar, usage, words, etc.

6. Time allotted for this lesson

1st period: Introduction of the whole unit

(This period) Introduction of the dialogue

Starting Out (p.20)

Present Perfect (experience in the past, with 'ever/never')

2nd period: Dialogue (p.21)

Comprehension in detail

	Present Perfect (experience a very short time ago, with 'just')
3 rd period:	Reading for Communication (p.22) Comprehension in detail Nouns followed by infinitives
4 th period:	Reading for Communication (p.23) Comprehension in detail Adjectives followed by infinitives
5 th period:	Review of the passages Exchanging ideas as communication practice on economic disparity Listening Plus Production-Writing a letter to Meena Listening Plus Singing a song. "The Long and Winding Road" (the Beatles) (No.5)

7. Teaching aids:

Handout(HO)(No.1-No.4) /Picture cards(PCs) /Flash cards(FCs) /CD /OHC

8. Teaching procedure:

Activities (Time)	Instructor's activities	Students' activities	Notes Evaluation Criteria
Greetings(1)	To greet Ss	To greet the instructor	
Small talk (1)	To introduce some "News" To enjoy interactions	To listen to the instructor To enjoy interactions	Do Ss try to interact well? (A)(B)(C)
Warm-up (3)	To have Ss talk about their experiences on the previous day Expressions to be used: Oh, / did you? To have Ss give a question	To talk about what happened on the previous day to the partner To listen to the partner speak and give one question to him/her	To keep talking for one minute Do Ss try to express themselves? (B)Do Ss try to understand their partners? (C)
Review Reading Story retelling (5)	To have Ss listen to the CD To have Ss read the text (Chorus reading) To have Ss fill in the blanks in HO No.1 with books closed To check the answers: By reading the answers →By showing the answers	To listen to the CD To read in chorus with books closed To fill in the blanks in HO No.1 with books closed by remembering the previous lesson To check the answers By listening to the instructor →By looking at OHC	Is the Ss' reading fluid and well-paced? (A)(B) Do Ss have full understanding of the previous text? (A) (C)
Introduction of the New Materials (7)	To introduce the target sentences by extending the case of Aya To have Ss understand and familiarize the target sentences: Have you ~? Yes, I have. No, I haven't. I have never~.	To listen to the instructor To understand the target sentences To familiarize themselves with the target sentences	Do Ss understand the target sentences? (C)

Practice (10)	To have Ss practice: Structural practice HO No.2 Communication practice HO No.3	To practice the present perfect form	To help Ss practice, if necessary Do Ss speak clearly?(B) Are Ss enjoying the tasks? (A)
Oral Introduction Introduction of the New Words (3)	To introduce the whole story in easy English(PCs) To have Ss understand the whole story and get familiar with the new expressions Words: Nepal/foster program/support/well Grammar: Present perfect	To listen to the instructor carefully and understand the gist To recognize the new expressions	To try to have much interaction Do Ss listen to the instructor carefully?(A) Do Ss understand the gist? (CD) Do Ss recognize the new expressions?(C)
Introduction of the New Materials (6)	To introduce the poster for the bazaar To have Ss learn the new words (FCs) bazaar,foster,program, playground,ever,Nepal	To get information about the bazaar To learn the new words	To speak redundantly Do Ss try to understand much about the poster and the situations it was made? (A)(B)(C)
Reading (5)	To have Ss read the text Model reading (CD) Chorus reading (Teacher/CD) Buzz reading Reading in pairs	To read the text	Is the Ss' reading fluid and accurate? (A)(B)
Writing (5)	To have Ss copy the whole text into their notebooks.	To copy the target sentences and the whole text into the notebook	To help Ss write, if necessary Are Ss writing accurately? (A)(B)
Consolidation (3)	To assign homework HO No.4 To practice reading / To copy the text To think about what is necessary for a bazaar	To understand the assignment	
Greetings (1)	To greet Ss	To greet the instructor	

9.Reflection

The students effectively learned the usage of present perfect tense by contrast with the usage of past tense. Plenty of input of the expressions with targeted structures followed by step-by-step practices starting from the structural practices and developed into communicative practices has enabled the students to learn new grammatical structure without difficulties.

Also, this lesson has contributed to broaden the students' perspective through being exposed to children's life with totally different background and they seemed to start thinking about what they could do to improve the difficult situations of Nepalese children.

Commentary and Reflection

Shiokawa-sensei's Teaching Plan strikes me as conforming to current standards for secondary-level

lesson plans. Thousands of such plans can be found on the web. They are practical. They give teachers and students things to do, providing some specification as to how activities are to be executed, what results are to be expected from doing them, and how students are going to be evaluated upon completing them. This Teaching Plan seems adequate in its lesson aims (even if the first two seem to say the same thing twice), but vague and overly ambitious in its period aims. Assuming that a lesson is distributed over five 50-minute periods in one week, I think periods 2, 3, and 4 have too few activities, while the 5th, with its six items, has too many. As for vagueness, “Comprehension in detail” and “Listening Plus” specify no activities and are unclear in meaning. Similarly, what, in terms of doing, does “To have Ss recognize” or “understand” X mean? How does a teacher “enable” a student “to understand” or “to describe”? But questions about the theoretical underpinnings of lesson plans, as about empirical evidence supporting their objectives, can be easily multiplied. This is why I say that lesson plans are useful, workable, practical: they are not designed to justify the implicit and explicit claims they make.

The major trend in lesson planning in the last 20 or 30 years has been to define and operationalize “evaluation” in quantifiable terms. This trend has yielded mixed results. Shiokawa-sensei’s Teaching Plan does not quantify “Evaluation Criteria.” I think that’s a point in its favor. I am less happy to see, under “Students’ Activities,” the word “instructor” occurring so many times. If students focus their eyes and ears on the teacher, then the teacher’s production is the focus of the lesson. Why shouldn’t the students’ communication be the focus? Maybe this Teaching Plan demands too little of the students’ know-how, know-what, and know-why. Is their talking and listening to each other, in English, the main activity of every period? Is the Instructor enabling student communication to happen, and then noticing students when they succeed? And are students being asked to evaluate themselves and each other, as knowing when they have made themselves, for all practical purposes, understood?

The main activity I miss in the Plan is the Instructor putting the students into pairs and small groups, and then visiting with them as they 1.) Read the text aloud to and for each other, and 2.) Talk about their experiences. Maybe this is what Shiokawa-sensei means by, e.g., “To familiarize themselves with the target sentences,” “To read the text,” “To understand the assignment.”

Of course, I speak from my own prejudices and experiences: 30 years of college English teaching, including one year in China and five years in Japan. I have no scientific evidence that my teaching has been successful. I have tried what I and other teachers have thought might work, and gotten mixed and variable results. My constants now are two: 1.) Asking students to “stay in English” and 2.) Asking students to take turns reading all texts aloud. The goal is always real conversation. I never emphasize grammar or correctness. Our daily lives bear out the primacy of talking, not of reading and writing. Textbooks, papers, exercises, and tests barely touch the texts our students know, the texting they do, the messages they send, the books they read, the things they see and watch. I try to keep this in mind in the classroom. So I emphasize practical English, which means talking.

On the whole, Japanese students are better at English than they think they are. When I say “language,” “communication,” “write,” or “presentation” in classrooms at Nara Joshidai, my students assume I’m

talking about “English” -assume that I have put English in front of those nouns. But I haven’t. I only want them to be aware of their total experience, not just their experience in English, when they’re talking with each other in class. I want them to stop listening to English and start hearing it. And so I invite them to speak English freely; and when they do, they do it, all things considered, surprisingly well.

Mark Scott

Foreign Instructor

Nara Women’s University

高等学校「総合英語」のトピックとしてのジェンダー

山口 啓子 (奈良女子大学附属中等教育学校)

西出 良郎 (奈良女子大学大学院人文科学系)

I. はじめに

特定のトピックについてまとめた英文を読み、自分の意見を英語で表現し、視野をさらに広げて世界を知ること为目标としてあげる「総合英語」科目は、コミュニケーションへの関心を高め、自己学習能力、表現能力を培い、言語や文化についての理解を深めるための科目と位置づけられている。いわゆる英語四技能を個別のトピックを使って学習するのではなく、一つのトピックにまつわる英語表現を、読む、書く、聞く、話すといった総合的側面から集中的に学習することによって従来よりも高い学習効果が得られるとされる。本稿では2012年に奈良女子大学附属中等学校4年生(高校1年生相当)のクラスで行われた「総合英語」科目の実践例をみながら、総合英語のトピックとしてのジェンダーの有効性について考える。

II. 授業研究(総合英語): 山口啓子(奈良女子大学中等教育学校) 報告

Year 4 Integrated English Teaching Plan

Instructor: Keiko Yamaguchi

1. Date / Time: Thursday, November 22, 2012

2. Class: The 4th year, Class C (22 girls and 19 boys), Nara Women's University Secondary School

3. Integrated English 2012

The material was designed for reading lessons of the Integrated English course in 2012 for first-year high school students whose English proficiency was low intermediate. In this course students had five English classes a week: three reading classes, and one for speaking/listening and writing respectively. Reading classes worked as a kind of core class to connect other skill classes, but additional speaking/writing activities relating to the reading materials were also incorporated into reading classes. The four skills were taught in an integrated manner according to a theme scheduled for that time.

4. Theme: Gender

The theme of gender was chosen from a well-publicized topic of the time: the Taliban's shooting of Malala Yousafzai, a fourteen-year-old Pakistani girl promoting education for girls, which got a lot of coverage in 2012. The instructor thought it would be important for high school students to consider gender issues close to everyday life and of the world, and to develop their own ideas towards them.

Aims of this lesson:

- (1) To familiarize the students (Ss) with gender issues in the world

- (2) To have Ss be familiarized with the vocabulary and expressions related to the topic
- (3) To have Ss express their feelings and thoughts on the topic

Aims of this period:

- (1) To have Ss report what they understood from statistics
- (2) To have Ss discuss the presented ideas/solutions on gender issues
- (3) To have Ss summarize the solutions presented in class

5. Materials and Teaching Procedures

The reading materials were adapted from several course books and online resources, and tailored for the target students by the instructor in order to develop their understanding of gender issues. Follow-up speaking and writing activities such as discussions were added for each reading topic based on the course objectives. This unit consisted of 11 lessons.

Allotment of this unit

- 1st Gender stereotypes: “Pink and Blue” (Handout No. 19)
- 2nd Gender stereotypes: “Pink and Blue” (Handout No. 19)
- 3rd Gender stereotypes: Discussion (Handout No. 19)
- 4th Women and housework: “Women’s Place” (Handout No. 20)
- 5th Women and housework: Discussion (Handout No. 20)
- 6th The situations in the world: “Women and Change” (Handout No. 21)
- 7th The situations in the world: “Women and Change” (Handout No. 21)
- 8th Gender statistics: “Japan falls to 101st place in gender equality rankings” (Handout No. 22)
- 9th Gender statistics: “Japan falls to 101st place in gender equality rankings” (Handout No. 22)
- 10th Presentation ① (Handout No. 22)
- 11th Presentation ② (Handout No. 22) **【This period】**

The first three lessons began with the topic of gender stereotypes as an introduction to the theme. After reading the article about gender stereotypes regarding colors, students had a group discussion about what other gender stereotypes we might have and how they were formed. Then the fourth and fifth periods were allotted for listening/reading opinions about housework sharing and later a task to think about what percentage of housework men/women should do in their future families. After this, topics moved onto world issues such as women's life in Africa in the sixth and seventh lessons, and World Economic Forum's 2012 global gender equality rankings in eighth and ninth. As the final project of this unit, students in groups were supposed to make a presentation in the tenth and eleventh periods about three points from various gender-issue charts: data, implied problem(s), and solution(s).

Teaching Procedure:

Time	Activities	Instructor's activities	Students' activities	Notes
1	Greetings	To greet Ss	To greet the instructor	To create a good atmosphere
8	Review	To summarize the main points of the earlier presentations in the last class	To listen to the teacher	To activate prior knowledge
35	Presentation & Sharing in groups	To have each group of Ss present their ideas on the assigned chart - what data it shows - what problem they can find - what can be a solution to the problem To have each group review the problem/solution presented in each presentation To ask Ss questions and summarize the key points (To repeat the same procedure for each presentation)	To make a presentation To listen to the speaker and take notes To remember the key points with group members To answer the questions and listen to the teacher	To help Ss if they have any problems To make Ss listen carefully
5	Writing	To have Ss summarize the solutions presented in class	To write the summary in the handout	To help Ss if they have any problems
2	Consolidation	To announce what Ss should do for the next class	To listen to the teacher	

6. Reflection

Though it was a challenging task for students, they overall did a pretty good job in their presentations. However, considering that only one representative student from each group made a presentation about their assigned chart based on their group discussion in this class, because of the time constraints, it would have been better if all the members were given a chance to talk in front of everyone in the form of group presentations. In addition, the teacher could be more attentive to slow learners especially to check their understanding of each presentation. The teacher also used many more minutes than expected for reviewing the main points of the previous presentations, and the class could not reach the section on writing. Therefore, to let students summarize what they have thought about gender issues from their presentations, the writing task to reflect on their ideas was given in the next class, which worked as a consolidation task for this unit.

Ⅲ. 「総合英語」の利点

「総合英語」は週5時間ひらかれ、そのうち3時間は「リーディング」に、残りの2時間は「スピーキング/リスニング」、「ライティング」に充てられるが、話す、聞く、書く、3技能は個別授業のなかで取り込まれるのではなく、「総合英語」科目のコアとなる「リーディング」で扱われるトピックと関連させながらすべての授業に取り入れられている。「リーディング」は、

授業担当者みずからが、数種類の教科書やインターネット上のソースから、中等学校4年生（英語習熟度中級）にふさわしいジェンダー関連の英語テキストを準備し、学習者がそこに用いられる語彙や表現を学ぶ／まねることで、四技能のバランスがとれた総合的養成が期待できる。こうした方法は、「リーディング」、「スピーキング／リスニング」、「ライティング」でばらばらのトピックを扱うよりも学習効果が高い。特定のトピックに関連する語彙・表現のインプットとアウトプットを集中的に行うほうが、「リーディング」科目単独でインプットを繰り返すよりも、新しい情報が定着しやすいことが報告されている（廣森 69）。

IV. トピックとしてのジェンダーの可能性

「総合英語」で扱うテーマとしてジェンダーを取り上げることは、英語学習の観点からも適切だと思われる。子どもたちに自意識が芽生えるころより、彼らにとってジェンダーは常に身近にあった事象であり、生活の様々な側面で経験してきた日常的な話題だといえるだろう。同時に子どもたちが中学、高校へと進み、心身の成熟とともに、性差への関心が深まるにつれ、ジェンダーが単に生物学的側面のみならず、社会的、文化的、歴史的、政治的側面をもつことが意識されるようになる。伊藤裕子によれば、この時期の子供には、性差観、異性意識、性役割指向性、性差に関する自覚の点で、性別のみならず、個々人の中で大きな多様性が見られる（伊藤 247）。大多数の生徒がこの問題に強い関心を持っていると推定されるうえに、スピーキング／リスニング活動で必要となる意見、主張の多様性、議論の発展性も期待できる。もちろんそのためには、この科目で生徒が学習するジェンダー関連の語彙や表現力が必要となるだけでなく、みずからの意見を自由に主張できる雰囲気を整えることも必要となろう。

V. 方法の有効性

ジェンダーのテーマを導入するに当たって、授業担当者は、なじみ深いステレオタイプを第一トピックとしている。「男の子は青を好み、女の子はピンクを好む」といった命題は、生徒が幼い時期の経験を踏まえて考えたり意見を述べたりできるきわめて身近なトピックである。授業では、色に関するステレオタイプのほか、どのようなステレオタイプがあるのか生徒に議論させている。このトピックは、英語で話したり書いたりする題材としても敷居が低く、優れた主題導入の役割を果たす。第4-5回で取り入れられる「女性と家事」のトピックも、家庭生活の性役割に関する様々な見解を英文で読み、将来、生徒たちがパートナーをもったとき、どのような割合で家事を分担すべきかを考えさせる。家庭内性差分業に関連する英語表現をインプット・アウトプットすることで、ジェンダーに関する日常的英語運用能力が養成されると思われる。第6-7回は、アフリカで女性の置かれた位置がどのように変化してきたかを説明するテキストを教材とし、ジェンダーを地理的、文化的、歴史的、政治的側面からとらえる視点を提供する。授業が行われた2012年11月は、パキスタン・タリバーン運動の支配下で女性が教育を受ける権利を訴えたマララ・ユスフザイ氏が銃撃される事件があった直後であり、多くの報道がなされた。女性の権利を英語で学ぶ生徒のモチベーションも高かったと思われる。第8-11回授業では、日本の性差平等ランキングが101位に後退したことを示す英文統計を教材とする。生徒はグループごとにデータを読み、問題点を発見し、その解決策に関するプレゼンテーションをおこなった。生徒たちは他グループのプレゼンテーションを聞き、ノートをとりながら要点を押さえ、さらに質問、コメントを発することが求められている。一つの活動をとおして、読む、書く、聞く、話すという英

語四技能を総合的に養成することを謳う「総合英語」の長所を最大限に活用した授業である。

VI. 今後の発展

この実践例での最終目標は、第 8-11 回で行われた、日本の女性地位に関する英語統計を読み取り、分析し、解決策を提案するプレゼンテーションを行わせることにある。授業担当者が述べるように、この課題には高度な英語力が必要となろう。また、グループ別のプレゼンテーションは時間の制約から代表一人が話すことになりやすい。グループ全員がたとえ少しでもスピーキングに参加できるように、英語スクリプトを工夫するとよい。さらに上級生にたいしては、長期休暇前に、「ジェンダー・ロール」、「ジェンダー・イクォーリティ」等のざっくりしたテーマを与えた後、生徒一人一人が資料収集、分析、スクリプト作成を行い、休み明けにプレゼンテーションを行うといった授業も、教員、生徒双方にとってチャレンジングではあるものの、4年生の実践例から見て不可能ではない。

(西出良郎)

引用文献

伊藤裕子「高校生のジェンダーをめぐる意識」『教育心理学研究』46, 1998, 247-254
廣森友人『英語学習のメカニズム』大修館, 2015

高等学校における英語教育と多様性の受容

金折 典子（奈良女子大学附属中等教育学校）

竹本 憲昭（奈良女子大学大学院人文科学系）

1. 言語と多様性

言語には多様性を擁護するところがある。そもそも世界に数多くの言語が存在することが、言語の何よりの多様性だろう。世界に一つしか言語がなければコミュニケーションが容易になって都合がよいという単純な考え方もあるだろうが、それは多様な文化を否定することにつながる。世界の様々な文化は、各地のそれぞれの言語によるところが大きい。また逆に言語を立体的に学ぶためには、その言語が使用されている地域の言語文化を学ぶことが求められる。

一つの言語の中にも多様性が認められる。地域差による方言、時間の流れとともに生じる古語や流行語、国際交流によって受け入れる外来語など、多種多様な言葉が豊かな文化をつくり出す。日本語の場合は、一つの国と一つの言語が一對一対応しているが、英語はそうではなく、多くの国で国語もしくはそれに準じる言語として用いられているため、国によつての違いがあり、それもまた尊重すべき多様性といえるだろう。

英語を国際的な公用語に最も近い言語とみなす場合、英語の地域的な差は優劣を生むと考えるべきではない。イギリスの英語もアメリカの英語も、特に発音の面で絶対的とはいえない。英語を外国語として話す人々が、たとえ母国語に引き寄せられた発音でしか英語を話せないとしても、その発音でコミュニケーションがきちんと成立する限りにおいて、必要以上に発音をアメリカ的なものやイギリス的なものに似せるかたちで矯正することもないだろう。日本人にありがちな発音で話される英語を「パングリッシュ」と呼んでさげすむ日本人学生に会ったことがあるが、われわれはそのような姿勢が差別につながりうることに敏感でなければならない。

言語全般に造詣が深かった英国の小説家アントニー・バージェスは、自分もまたそうであることを認めつつ、人は言語について感情的になりがちで、自分の使っている言語を絶対視することを指摘し、より理性的になって言語の多様性を偏見なく受容することを勧めている。外国語を立体的に学ぶことは、自分が普段使っている言語を相対化することによって、偏見や差別に対する抑止力になりうるように思われる。また高い言語能力を用いた理性的な思考や訴えかけが、偏見や差別に立ち向かうにあたって効果的であることはいままでもない。

英語教育は言語の相対化や多様性の受容のために、どのように役立ちうるだろうか。以下附属中等学校の「英語」の授業研究を検討する。

（竹本憲昭）

2. 授業研究（5年 Topic Studies）

■実施概要

テーマ	人と人との繋がり
授業者	金折典子
学級	5年（高2） Topic StudiesⅢ
本時の目標	友人関係や親との関係など人間関係で悩んでいる生徒が多い。インターネットやSNSが普及し、人と簡単につながれるようになった反面、簡単に人を傷つけたり、傷付けられたりする可能性もある。今回の授業ではモリーという一人の少女のいじめの経験を通し、そこからどのように立ち直ったかを英文から読み取る。その上で彼女のメッセージから自分がどのように考えるかを表現させ、クラスの中で共有したい。

■授業概要

生徒は友達や周りの人と人間関係を築いていくなかで、失敗しながら学び、成長している。この授業ではモリーという生徒たちと同じ年齢の少女が壮絶ないじめから立ち直り、大勢の前でスピーチし、苦しんでいる人々に勇気を与える人間に成長した実話を読みとる。まずはテキストにある簡単な彼女のいじめの話を読み取る。テキストの文章は彼女のいじめの経験については詳しく書かれているが、そこからどのように立ち直ったかはあまり書かれていない。生徒はテキストの文章ではもの足りなさを感じると考え、インターネットの記事を使うことにした。多くの記事の中から彼女がいじめからどのように立ち直ったかについて詳しく書かれている記事を選んだ。同年代の実話を自分のこととして関連付けて考えさせ、そこから学んだことや、成りたい人間像について授業の中で共有したいと考える。

■単元の指導計画

(1) 単元名：You could ask for advice.

(2) 単元構成（7時間）

- ① Vision of Hope テキストを読んで内容を理解
- ② Vision of Hope テキストを読み、いじめについて意見を出し合う。
Molly の動画を見て、実際の彼女のスピーチから感じることを話し合う。
- ③ Molly Burke stands up about being blind and bullied.
1. 2時の授業の英文よりさらに詳しく書かれている文章を読み、具体的な彼女の苦しみを
知る。
- ④ Molly Burke stands up about being blind and bullied. 彼女がどのように立ち直ったかについて読み取る。
- ⑤ Molly Burke stands up about being blind and bullied. 彼女のメッセージを読み取り、その中から自分が感銘を受けた箇所について理由をともに作文をする。（本時）
- ⑥ If you see someone in trouble, don't just stand there. 実際に困っている人がいたら
どのように対処するかを読み取る。
- ⑦ If you see someone in trouble, don't just stand there. 目の前に困っている人がいた
場合、どう対処するかについて話し合う。

■教材

- (1) David Bohlke and Jennifer Wilkin (2015). *Vision of hope. Time Zones 4*.
Cengage Learning
- (2) Sonya Davidson February 26, 2016. *Toronto Guardian*
- (3) Lynn Bonesteel (2003) *If you see someone in trouble, don't just stand there. Strategic Reading 2. Cambridge University Press*

■授業展開

時間	学習活動	指導上の留意点	評価の観点
導入 5分	前時に読んだ内容について簡単に復習する。	モリーが立ち直ったきっかけとなる活動に焦点を当て、内容を確認する	
展開1 10分	後半の内容で文法的に難しい箇所を板書で確認したり、グループで話し合う。 理解した部分を主人公になったつもりで音読する。	日本語も交え、抽象的な表現の理解に努める。	単に意味を理解するだけでなく、自分のこととして捉え、自分の言葉で説明することが出来ているか。
展開1 25分	個人活動もう一度最初からストーリーを読み、心に残ったところに線を引く。 下線を引いた部分とその理由について作文する。	表現方法などで困っている生徒がいないか、机間巡視する。	自分の思いを英語で表現することができるか。
まとめ 5分	生徒が選んだ箇所についてペアで説明しあう。		

■考察

この授業ではモリーという少女の物語を通して、生徒たちがどのように感じたかを表現させることを試みた。主人公の年齢が生徒に近いこと、また自分たちも似たような経験をしたことが書かれていることから共感できることが多いストーリーであったと思われる。自分と直接的な接点はないが、身近な存在として感じられるという点で、意見が出しやすかったかもしれない。結果的には、この物語を通して、彼女の強さを知り、自分も勇気づけられたという意見が多く出された。また、クラスで何人かの作品を紹介し、全員で共有することができた。日本語では恥ずかしくて書けないような表現も英語では表現できた部分があったと思われる。

インターネットの記事は単語や表現などが少し難しかったが、書いてある内容に興味があったので積極的に理解に努めていた。

(金折典子)

3. 検討

この授業では、いじめに関する実話をテキストとして使用し、さらにテキストでは不十分な点

はインターネットの記事で補いながら、読解を教えている。読解のテキストとしての適性は、文章の文法的並びに語彙的な難易度がむろん関係するけれども、場合によってはそれ以上に文章の内容が読者にとっていかに興味深いものであるかに拠るところが大きい。そして「いじめ」というテーマは「考察」でも記されているように、生徒にとって「自分たちも似たような経験をしたことが書かれていることから共感できるところが多いストーリー」を形成している。生徒にとって切実な問題が扱われているとするならば、文章が多少難解であっても、辞書をこまめにひくなど意欲的に読解に取り組むことが促されるはずだ。インターネットの記事はまさにそのような難しい文章であったわけだが、「考察」の末尾でふれられているように、この文章を生徒に読解させたことは適切であったといえるだろう。

「いじめ」そのものは、現在いじめられている生徒や、かつていじめられた経験のある生徒にとって、まことに切実な問題である。いじめによって強い孤立感をおぼえることもあるだろう。そのような生徒が、このモリーという少女がいじめから立ち直って、さらには苦しんでいる人々に勇気を与える人間に成長したという実話を読むとき、その孤立感はいくらか緩和されるかもしれない。自分だけがいじめられているわけではない、いじめは日本だけでなく外国にもある、そしていじめから立ち直って立派な活躍をする人もいるという事実は、いじめられた経験をもつ生徒の視野を社会、そして世界に広げていくだろう。

生徒のなかには、いじめる側に立ったことのある者や、いじめられた経験はないが周囲のいじめを目にしたことのある者、さらには幸いなことにいじめと全く無縁に生活してきた者もあるかもしれないが、そのような生徒もまた、この実話を読むことでいじめられる者の辛さと、いじめからの立ち直りの素晴らしさを感じ、社会的ないじめの問題に目を開かれるのではないだろうか。

いじめ自体は、英語教育よりもむしろ社会科教育や道徳教育と直接関わる問題なのかもしれないが、国語としての日本語や外国語としての英語の教育と無関係なわけではない。いじめを解決する方法は簡単に見つかるものではないが、言語を学ぶことによっていじめへの対処を一步前進させうる場合もあるだろう。この教材の主人公であるモリー・バークもスピーチというかたちで言語能力を発揮して、いじめの解決に立ち向かっている。

ところでモリー・バークは幼いとき色素性網膜炎を患って視覚障害者になっており、彼女の受けたいじめは障害者差別という側面ももっているのだが、モリーはスピーチにおいて人間の多様なあり方を力強く擁護する。世の中にはいろいろな差別があるが、違いを排するのではなく、歓迎することによって、モリーは差別やいじめに立ち向かうのだ。

言語によって状況を客観的に把握し、問題を普遍的に考えるところに、モリー・バークの強みが認められる。モリーの場合は自国語としての英語で客観的・普遍的な表現を試みているわけだが、この授業では生徒にとって外国語である英語でモリーの物語について意見を求めることで、「日本語では恥ずかしくて書けないような表現も英語では表現できた」という、いわば相対化による客観的自己表現が成立している。この相対化は言語の多様性を受容するにあたって必要なことであり、その意味で高く評価できるだろう。

(竹本憲昭)

中学校技術科におけるプログラミングの導入授業の研究

— 学習目標及び評価の観点から —

吉川 裕之 (奈良女子大学附属中等教育学校)

新出 尚之 (奈良女子大学大学院生活環境科学系)

高田 雅美 (奈良女子大学大学院生活環境科学系)

1. はじめに

情報技術を利用する際に、その技術の仕組みの詳細を知る必要はない。例えば、インターネットに接続し、Web サイトを閲覧する場合、キーボードやマウスなどによる入力方法を知っていれば、その先のネットワーク技術や Web 閲覧のためのソフトウェアの仕組みを知らなくても利用することができる。しかしながら、科目としての「情報」を学ぶ場合、最低限の原理や仕組みを理解しておくことが望ましい。そのためには、プログラミング開発を経験することによって、プログラムの役割やその活用方法を考察することが必要である。

本稿では、「プログラムの役割と活用 (1)」のテーマに沿って行われた授業に対する考察を行う。

2. 技術科授業の概要

■授業の概要

テ ー マ	プログラムの役割と活用 (1)
場 所	PC 1
授 業 者	吉川 裕之
学 級	3年
本時の目標	<ul style="list-style-type: none">• ロボット開発や、超スマート社会のシステムの理解や維持発展を展望したプログラミングを行うことが社会的課題の解決に貢献することを理解する• プログラミングとその検証のグループワークでP D C Aサイクルから課題解決に向けた創造力やものづくり意欲を向上させる• Python のプログラミング手法を学ぶ

■単元の概要と目標

私たちの生活には電化製品が溢れ、そして現在、ほとんどの電化製品にはマイコンが活用され、制御されている。プログラミングは身の回りの小さな制御、町にある大きな制御だけではなく、社会的なシステムを形成し、社会の抱える問題を解決することもできる。今回授業では Python (パイソン) というプログラム言語を学ぶ。スクラッチのように、ブロックを並べて作っていくビジュアルプログラミングは操作や結果がビジュアル的に明快で、初心者でも取り組みやすくなっている。今回取り組む Python はテキストプログラミングのひとつであり、アルファベットや記号を入力していくタイプのプログラミング言語である。あらかじめ準備されたブロックだけでは自由度が低く、できることには限りがある。テキストプログラミングでは、より自分の考えたプログラムを自由に走らせることができる。今回の授業ではプログラミングによって接続したバー

コードリーダーからデータを取り込み、今後の社会に必要な販売管理や顧客管理を行うプログラムを考え、システム構築を行うことを課題としている。言語の習得だけではなく、社会的な課題解決へのいとぐちがプログラミング学習では必要である。

■単元の指導計画

- ① プログラムとは…………… 1 時間
- ② プログラミング実習…………… 5 時間
 - ダウンロードと数値計算の方法
 - ループと分岐（本時）
 - 課題解決
 - 検証と再構築
- ③ 社会の中でのプログラミングの活用…………… 2 時間

■授業展開

時間	学習活動	指導上の留意点	評価の観点
導入 5分	1. 依頼主から注文を受けた解決してもらいたい社会的な課題を説明する。	<ul style="list-style-type: none"> • 社会の要請に応える取り組みであることを意識させる。 • プリントを配布する。 	
展開1 10分	2. ソフトのインストール方法を知る。	<ul style="list-style-type: none"> • ソフトのダウンロード未経験者には丁寧に指導する。 • Python 変数の設定に☑を入れるように指示する。 	<ul style="list-style-type: none"> • ソフトのインストールをスムーズに行うことができているか。
展開2 15分	3. コマンドプロンプトで数値の計算を行う。	<ul style="list-style-type: none"> • コマンドプロンプトの説明 • グループで相談しながら進める。 	
	4. 変数の扱いを知る。	<ul style="list-style-type: none"> • プログラミングにおける変数の概念を説明する。 • 数学的な等式の内容ではないことを抑える。 	
展開3 10分	5. プログラムをファイルに書き出す	<ul style="list-style-type: none"> • 保存するファイルの拡張子を*.py とするよう指示する。 	<ul style="list-style-type: none"> • 拡張子が理解できているか
まとめ 5分	6. 本時のまとめと次時の予告を行う。	<ul style="list-style-type: none"> • 準備が整い、次時から本格的なプログラミングをグループで行っていくことを予告する。 	

3. 考察

プログラミングには特有の考え方がある。例えば数学的に理解しようとするあまり、プログラミングにおける「 $x = x + 1$ 」という数式がプログラミングの理解を進めて行く上での妨げになることがある。プログラミングのスタートでつまずきやすいポイントは丁寧な指導が大切である。

今回の授業ではプログラミングを使って社会的な課題解決を始めるところまでは進むことはできなかったが、バーコードリーダーで読み取ったデータをつかって、商品管理していくという課題については丁寧な興味づけを行った。今後の授業では売主、販売店、顧客との間でやり取りされる価格と商品管理について、閉店後の売り上げ計算までを課題とし、達成できたグループには売り切れた時の急な発注や売れ残ったときに価格を下げた販売処理などのプログラミングを行っていく。身近な社会システムからプログラミング的な考え方や問題解決能力の育成につながると考えている。

(吉川担当執筆)

プログラミングをきちんと行うためには、テキスト入力による開発が必要となり、プログラミングのための様々な決まり事を把握しなければならない。本テーマに対しては、プログラミング言語として Python が用いられている。Python は、プログラミング初心者でもすぐにプログラミング開発を行うことができる。また、Google、YouTube などでも利用されているプログラミング言語であるため、高校生が初めて経験するプログラミングのための言語としては、適切であると考えられる。授業の進め方としては、高校生主体の PDCA サイクルによる改良に主軸をおいているため、自ら考える力が身に付きやすいと思われる。ただし、PDCA サイクルを機能させるためには十分な時間が必要となるため、応用問題に取り組む時間が足りなくなっている。しかしながら、教員からトップダウン式にプログラミング方法を学ぶよりも、自らの経験によるほうが、プログラムの仕組みを直感的に理解できることが期待される。

(高田担当執筆)

プログラミングの導入授業においては、初学者への配慮とともに、興味を持った受講者が学習を発展させる方向に行きやすければさらに望ましい。Python は、記述量が少なくて済むなど初学者にとって良い特徴を持つとともに、画像処理や機械学習、ロボット制御などを含む豊富なライブラリを持ち、商用のものも含め大規模なソフトウェア開発にも用いられていることから、入門から段階的に習得していく学習者が興味を持続しやすいと言えよう。「社会的な課題解決への糸口」としてのプログラミング教育を考えた場合、このような点から、Python プログラミングを題材とすることは好ましい選択の 1 つと考えられる。また、Python の処理系としてフリーソフトウェアのものが用いられていることから、ソフトウェアの自由という重要な視点に触れさせることも、発展的には可能であろう。

一方で、初歩のプログラミングにおいては、誤りに陥った受講者へのフォローも重要である。グループを組んで自ら学習する姿勢を主体としつつも、わからなくなっている受講者に対しては、エラーメッセージから考えさせるなど適切な誘導をしていくことが期待される。(新出担当執筆)

高等学校情報科におけるネットワークの仕組みに関する授業研究

— コンピュータシステムの仕組みの理解に向けて —

吉川 裕之（奈良女子大学附属中等教育学校）

松本 尚（奈良女子大学大学院生活環境科学系）

城 和貴（奈良女子大学大学院生活環境科学系）

1. はじめに

情報機器やコンピュータシステムを利用する際に、それらの仕組みを知ることなく利用している生徒が大多数である。実際に情報機器やコンピュータシステムは急激な発展を遂げ、多数の仕組みを複雑に絡み合わせたものとなっており、一部の専門家を除けば、ほとんどの利用者は「なぜかわからないが欲しい情報が手に入る便利な機械」、つまりブラックボックスとして使用するしかないのが、現状である。しかし、これらの機器やシステムは現在も研究開発が継続されており、機能や性能が改善され続けている。研究開発を行う研究者やエンジニアは当然これらの機器の仕組みに精通している必要がある。将来の研究者やエンジニアを育てるためにも、より多くの生徒に、これらの機器の仕組みに興味を持ってもらい、理解してもらうことが重要である。また、これらの機器のもたらす利便性や娯楽性がどうやってもたらされているのか、その仕組みに興味を示す生徒も少なからず存在する。これらの生徒の知的好奇心に応えることも、情報科の授業の大きな役割である。

本稿では、コンピュータシステムの仕組みに関する情報科の授業のうち「ネットワークの仕組み」のテーマに沿って行われた授業に対する考察を行う。

2. 情報科授業の概要

■授業の概要

テ ー マ	ネットワークの仕組み
日 時	平成 28 年 12 月 13 日（火）
授 業 者	吉川 裕之
学 級	4 年
本時の目標	<ul style="list-style-type: none">・コンピュータをつなぐ意味とつなぐことによってできる可能性の広がり意識する・LAN、WAN、インターネットといったネットワークのシステムが理解できる・プロトコルの意味を理解できる・接続速度や IP アドレスなど、自身のコンピュータについて調べることができる・IP アドレスによる管理について理解できる

■単元の概要と目標

コンピュータを単独で使用する時代は終焉し、コンピュータはネットワークでつながることで新たな可能性を生み出している。コンピュータを「つなぐ」とはどういうことを意味し、どのような方法が用いられているのかを知ることが、システム構築への興味付けとなるとともに、ネッ

ト被害から自分の身を守り、よりよい情報活用を行うための能力を育成することにつながる。

中学校では技術の授業をはじめ、コンピュータに触れる機会がある。その中では概論的な内容は学習していると思われるが、実際の使用におけるシステムの構築といった視点を持たせてはいない。生徒の日常生活の中にコンピュータが溢れているにも関わらず、コンピュータはブラックボックス化し、「わからなくても操作できる」生活を送っている。ほとんどすべての生徒が携帯電話・スマートフォンを所持し、毎日インターネットに接続する生活を送る中で、仕組みへの関心を持っている生徒とそうでない生徒の差が大きいと感じている。

■単元の指導計画

- ①情報の表し方
- ②コンピュータでのデジタル表現
- ③コンピュータの仕組み
- ④ネットワークの仕組み（本時）
- ⑤情報システムと情報セキュリティ

■授業展開

		指導内容	生徒の活動	指導上の留意事項
0	導入		パソコンを「つなぐ」意味について興味を持つ	<発問> 隣の友達のパソコンと自分のパソコンはどうつながっているのだろう
				LAN 接続について気づかせる
			つなぐことでできることを考える	<発問> “パソコンをつなぐ”と何ができるのか
			送りたいもの、受け取りたいもの、操作したいものを考える（ワークシート）	
5	ネットワークの構成	LAN、WAN、インターネットの概念図理解	ネットワークの構成図を埋める（ワークシート）	
		接続の方法を知る		ケーブル、無線での接続の実例を見せる
				<発問> コンピュータの接続速度でストレスを感じているか
			接続方法による速度の違いを知る	接続速度をインターネットで調べて見せる
			通信速度を速める理由を考える	<発問> もっと速くつなぐことができたならどんなことがさらに可能になるだろうか
20	プロトコルの意味		会話のプロトコルについて考える	言語が違っているとコミュニケーションが成立しないことに触れる

20				いろいろなパソコンや周辺機器が接続されていることを確認する
			インターネットにおける情報伝達の仕組みを理解する	インターネットでは様々な機器と接続し、操作されなければならないそのためには共通のルールがあることを伝える
30	インターネットのプロトコル	TCP/IP の理解	TCP/IP の必要性を理解する	TCP/IP の説明
		階層の理解	各層での役割をまとめる(ワークシート)	階層の説明
35	IP アドレスの設定	IP アドレスを確認する	使用中のパソコンの IP アドレスを探す	わからない生徒には援助する
			ペアで情報交換し、調べたアドレスの共通点を探る	共通点から LAN 内のアドレスの管理について知らせる
		IP アドレスの活用	IP アドレスで Web ページを表示する	公開されている IP アドレスを知らせ、IP アドレスから接続する方法を試行させる
		IP アドレスの役割と注意	IP アドレスの果たしている役割を考えてみよう	世界的な管理と自分のパソコンの関係に気づかせる
			IP アドレスの漏えいの問題事象を紹介する	IP アドレスの漏えいの問題事象を紹介する
55	まとめ	本時のまとめを行う	確認テスト	解答とテストの意味について伝える

(担当執筆 吉川裕之)

3. 考察

講義形式になりがちな単元であったが、IP アドレスを実際に確認するといった生徒の活動を含み、日ごろ何気なくパソコンを使用しているだけでは、触れることのない自分のパソコンへの興味づけからネットワークに参画している意識を持たせることができる授業となっている。IP アドレスの国際的な管理や情報漏洩による問題にも触れていきたい。(担当執筆 吉川裕之)

ドメイン名ではなく IP アドレスを指定することにより、web ページが表示できることを確認させて、世界中で一意になるように配付されている IP アドレスが通信相手の識別に本質的であることに、生徒に気づかせる授業スタイルは学習効果が高いと思われる。しかし、IP アドレスの概念だけでは、なぜ通信パケットが通信相手まで配送されるのかといった生徒の疑問に答えることはできない。授業時間の制限もあるのであるであろうが、ルータと経路制御表の話にも触れて欲しい。TCP/IP という言葉の紹介ぐらいはあってもよいと思うが、TCP/IP の各階層の動作の説明は時間的に無理があると思われるので、生徒の誤解を避けるために省略してもよいと考える。その代わりに、プロトコルを言語とのアナロジー(違う言語間ではコミュニケーションが取れない)だけで説明するのではなく、簡単なシリアル通信を例に挙げて、通信速度、スタートビット数、ストップビット数、パリティビットの有無といった約束事(プロトコル)なしには、通信内容が

理解できないことを説明することが望ましいと感じた。イーサネットケーブル上に電気信号が流れることは、生徒も容易に理解できるだろうから、シリアル通信によってプロトコルの必要性を説明する方が、生徒の理解度は上がると思われる。言語とのアナロジーでプロトコルの解説を補強することは好ましいが、このアナロジーのみで通信プロトコルを説明するのは、通信媒体からの論理的な飛躍が大きく、却って生徒を混乱させる危険性を感じる。 (担当執筆 松本尚)

コンピュータネットワークとインターネットの違いを理解させる必要がある。コンピュータネットワークを構成するのに通信方法に工夫が必要であるという形でプロトコルの必要性を理解させ、例えばバイシンクプロトコルなどの具体的な例も示せられる。アナログ電話回線を使ってコンピュータネットワークを構築していたという昔話も生徒の興味を引くかもしれない。「通信速度を速める」ことは現在の生徒は理解が難しいと思うので、現在の何百万分の一の通信速度だったころの時代背景と、そのために確実に通信を行うためのプロトコルの必要性というものが理解の助けとなるだろう。そのようにして様々なコンピュータネットワークが世界中でバラバラに作られて行って、それがインターネットで繋がるようにするために、さらに難しい TCP/IP というものがあるのですよというくらいの位置付でいいと思う。下手に TCP/IP とグローバル IP を教えると、それが自分の環境では全く見えないことに気付き、やはり生徒を混乱させる危険性を感じる。 (担当執筆 城 和貴)

高等学校情報科におけるロボットを用いたプログラミング技術の学習に関する考察

二田 貴宏 (奈良女子大学附属中等教育学校)

高須 夫悟 (奈良女子大学大学院生活環境科学系)

鴨 浩靖 (奈良女子大学大学院生活環境科学系)

1. はじめに

教育現場における ICT の活用に社会の注目が集まり、効果的なプログラミング技術の習得方法の確立が求められている。ICT 技術の活用は社会のあらゆる場面で必要となっており、これを支える人材の育成が急務である。ICT 技術の基礎はプログラミングにある。計算機をどうやって制御し、目的とする処理を効率的に行うかはプログラミングにかかっており、高等学校の普通教科「情報」においては、生徒にプログラミングの概念を理解させるとともに、実際にプログラミングを経験させて知的興味を喚起することが望まれている。

本論文では、ロボットを題材として、プログラミングの概念と基礎的技術を生徒にわかりやすく理解させる試みについて考察する。

2. 「情報の科学」授業案

■授業の概要

テーマ	課題発見・課題解決へのコンピュータの活用 1 ～車型ロボットを制御して課題コースをクリアしよう～
日時	平成 28 年 9 月 16 日 (木)
場所	パソコンルーム 1
授業者	二田 貴広
学級	4 年 B 組 (男子 20 名、女子 21 名)
本時の目標	課題コースをクリアするプログラムの作成を通して、コースの情報収集や実験結果から精度の高いプログラムになるように改善することができる。

■単元の概要と目標

現行の高等学校学習指導要領の改訂時に、教科情報について下記のように改定の趣旨が示された。

普通教科「情報」については、その課題を踏まえ、高校生の発達の段階や多様な実態に応じて、情報化の進む社会に積極的に参画することができる能力・態度をはぐくむとともに、情報に関する科学的な見方・考え方を確実に定着させる指導を重視し、科目やその目標・内容の見直しを図る。

また、「情報と社会」「情報の科学」の 2 つの科目が新設され、「情報の科学」については下記の通り科目の性格が規定された。

現代社会の基盤を構成している情報にかかわる知識や技術を科学的な見方・考え方で理解し、習得させるとともに、情報機器等を活用して情報に関する科学的思考力・判断力等を養うなど、

社会の情報化の進展に主体的に寄与することができる能力・態度を育てることに重点を置く。

本単元では、IoT、インダストリー 4.0 といったさらなる高度情報化社会で生徒たちが生きていくことを展望し、次の目標のもとに、モーターとセンサーを活用したロボット制御のプログラムを生徒に作成させる。

- ①現代社会の基盤を構成しているモータやセンサーの制御の基礎的な知識や技術を理解し習得する
- ②上記①で理解習得した知識と技術をもちいて課題コースをクリアするプログラムを作成し、プログラムによる課題の解決をはかる基礎的な知識と技術を習得する

■単元の指導計画（全 4 時間）

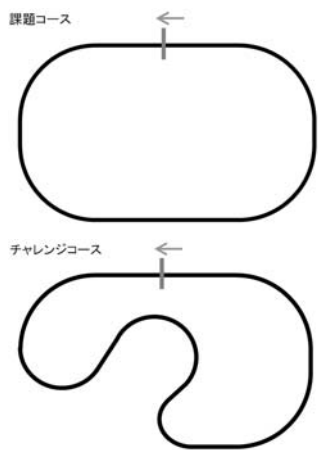
- ①LEGO EV3 mindstorms を組み立てる …………… 1 時間
- ②センサーとアクチュエータの動作を確認する…………… 1 時間
- ③プログラミングの基礎を修得する…………… 1 時間
- ④課題コースのクリアにチャレンジする…………… 1 時間（本時）

■教材

LEGO EV3 mindstorms

LEGO EV3 mindstorms Windows 用プログラミングソフトウェア

■授業展開 4～5名のグループでの学習活動とする

時間分節	生徒の学習活動	指導上の留意点	評価規準	評価方法
5 導入	<ul style="list-style-type: none"> ・PC と EV3 を起動する。 ・前時にできたこととできなかったことを確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・各グループについて「できたこと」「できなかったこと」をはっきりとさせ、グループの課題を明らかにする。 	とくになし	導入
15 展開 1	<ul style="list-style-type: none"> ・「フローブロック」の無限(∞)の繰り返し、分岐とカラーセンサーを組み合わせて、「黒を感知したら B,C のどちらかのモーターを動かす」「黒以外を感知したら黒を感知した時とは反対側のモーターを動かす」というプログラムを作成する。 ・課題コースから外れないようにカラーセンサーでラインを感知しながら走るロボットのプログラムを作成する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・生徒が試行錯誤しながら「タイヤの回転数」の微調整によって、コースを走れるようになることに気付くよう「教えずに教える」。 	<ul style="list-style-type: none"> ・失敗しても課題コースをクリアできるように論理的に考えて試行錯誤しているか 	観察
20 展開 2	<ul style="list-style-type: none"> ・課題コースをクリアできたグループは、チャレンジコースのクリアに挑戦する。 		<ul style="list-style-type: none"> ・課題コースのプログラムでは乾燥できないことに気づき、「論理的」に試行錯誤しているか 	観察

	<ul style="list-style-type: none"> ・チャレンジコースのクリアに成功したグループは、「赤いライン」で止まる、止まった後、もう一度実行ボタンを押すと再び走り出す、といったプログラムの作成にチャレンジする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・課題コースのプログラムでは、チャレンジコースの第2カーブ第3カーブを「曲がりきる」ことができない。いずれかのタイヤを逆回転させるか、センサーの位置を変えることでクリアできるが、それを「論理的」に試行錯誤してグループでおこなえるように、気づきや話し合いが生じるように支援する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・赤いライン、再走行ができたグループには A+ の評価をおこなう 	観察
--	---	--	--	----

■考察

生徒はプログラミングの関心や理解にはばらつきがある状態であったが、前時までの学習活動によってプログラミングに非常に前向きに主体的に取り組むようになっていた。

そのため、すべてのグループが課題コースをクリアし、クリアできた理由を論理的に理解できた。チャレンジコースについても主体的に話し合いながら試行錯誤してチャレンジする姿が見られた。

したがって、本時の目標である「課題コースをクリアするプログラムの作成を通して、コースの情報収集や実験結果から精度の高いプログラムになるように改善することができる。」については、十分に達成できた。 (執筆担当 二田貴広)

3. 大学教員からのコメント

プログラミングの基礎を習得させるよい課題設定がなされている。ロボットという目に見える対象物を用いることで、本来抽象的であるプログラミングの概念が具体的な例として生徒の学習意欲の動機付けに貢献できていると評価できる。また、ロボットをプログラムを通じて操作する体験は、今後様々な場面で生徒が直面する情報機器の操作へのスムーズな導入になると思われる。本課題は、プログラムによる課題の解決をはかる基礎的な知識と技術の習得が強く期待できる意欲的な課題である。

プログラミングを習得する際に最も重要な点の一つに、プログラムの制御構造の正しい理解がある。今回の課題である、設定したコースを外れることなくラインを感知して走行するロボットプログラムの作成では、センサーから得られる色情報に基づき、条件付き分岐と繰り返し実行(ループ)を用いてタイヤの回転数を調整しながら、目的地に到達するプログラムを作成することが求められる。具体的には、現在の位置情報を色情報から得て(黒であればライン上、そうでなければラインから外れている)、外れた方向と反対方向に移動するように車輪の回転数を調整することで、コースを外れることなく走行し、目的地に到達(赤を検知)した時点で停止、という手順をプログラムとして記述する。条件付き分岐と繰り返し実行はプログラミングにおける制御構造の基本である。本課題を通じて自発的にプログラミングの基礎を習得できることが期待できる。

最初に設定する課題コースは直線部と曲率一定の曲線部から構成されている。直線部では両輪を同じ回転率で回転させることで直線移動が可能になる。一方、曲線部のコースを外れないため

には、内輪と外輪の回転数をうまく調整する必要がある。生徒は回転数の調節に関して試行錯誤を通じることで、両輪の回転率の差が大きいほど急なカーブ（曲率が大きい）をクリアできることを理解し、課題コースをクリアするプログラムを作成することができた。プログラムされたとおりに動作するロボットを用いることで、生徒側の自発的な学習が可能になったと考えられ、本学習アプローチは高く評価できる。

最後の課題として取り組むチャレンジコースは、曲率が異なる複数の曲線部を含んでおり、ロボットのより複雑な制御が必要となる。しかし、基本的な考え、すなわち、色情報に基づき両輪の回転率をうまく制御して曲線部をクリアする、は全く同じである。従って、課題コースをクリアするプログラムを若干修正するだけで、チャレンジコースを走行させることが原理的に可能である。この点に生徒が気付くかどうかは本取り組みの最も大きな山場である。センサー情報に基づき、適切な条件付き分岐と繰り返し実行を組み合わせることで、複雑な経路の走行が可能になること、また、単純な手順をより複雑化することで、より多様な複雑な処理が可能になることに生徒が気がつけば、本単元の目的は十分達成されたと考える。（執筆担当 高須夫悟）

プログラミング入門の題材として最適な選択である。

プログラミング入門の題材としてのロボット制御を、他の題材、数値計算、テキスト処理、コンピュータグラフィックスと比較検討する。

数値計算はもっとも古くからのコンピュータの応用であり、プログラミング入門の題材としても古くから使われてきた。教材として使用する際の知見は蓄積していて、理工系の大学生のための入門教材としては使いやすい。しかし、見た目が地味であるため、多くの中学生・高校生等の興味を引くことが難しい。また、数学が好きでない生徒が最初から拒否感を持つこともある。

テキスト処理は、数値計算に次いで古くからのコンピューターの応用であり、数値計算と同様に理工系の大学生のための入門教材としては使いやすい。しかし、見た目の地味さで多くの中学生・高校生等の興味を引くことが難しいことも、数値計算と同様である。さらに、本格的なテキスト処理を行おうとすると、国際化や多言語化のための面倒があり、入門のレベルをすぐに超えてしまう。

コンピュータグラフィックスは、前記の二者と異なり、見た目を派手にすることが可能であるため、多くの中学生・高校生等の興味を引くことが可能である。しかし、初級段階だけでは、ツールの使い方の習熟が中心となり、分岐や繰り返しなどプログラミングの基本的な考え方を学ぶことには適していない。また、本格的な実践を行おうとすると数学や物理学の知識が必要となり、一部の生徒が拒否感を覚える危険がある。

これらと比較すると、ロボット制御は、見た目の派手さもあり、最初からプログラミングの基本的な考え方を必要とするので、多くの中学生・高校生にプログラミングの基本的な考え方を伝えるには適した教材である。ただし、本格的に活用するには、リアルタイム性への考慮が必要となり、プログラミング的にはイベントドリブン型プログラミングを理解する必要が生じ、入門のレベルを超えてしまう。

以上に鑑み、本論文の実践を検討すると、ロボット制御の教材としての利点を活かし、中等教育で用いる際の難点を回避している、適切な選択がなされていると言える。LEGO EV3 minds forms を用いることで、分岐と繰り返しのみを用いイベントドリブン型プログラミングを回避することに成功しているからである。

（執筆担当 鴨 浩靖）

教育システム研究 別冊

「本学の教員養成課程の改善・高度化に向けた
大学教員と附属教員の連携研究推進事業」

成果論文集

奈良女子大学教育システム研究開発センター

平成 29 年（2017 年）10 月 発行

編集・発行者 奈良女子大学教育システム研究開発センター
代表 西村 拓生

〒630-8506 奈良市北魚屋東町

TEL 0742 (20) 3352

<http://www.crades.nara-wu.ac.jp/>

印刷 (株)新踏社

〒630-8264 奈良市鍋屋町 19-1