

自然科学系教養科目履修における 学習効果を高める教育手法の検討

上野寛子¹・永井明日香²
明治学院大学

A Study on Enhancing Learning in Natural Science Courses within a Liberal Arts Curriculum

Tomoko UENO・Asuka NAGAI
Meiji Gakuin University

文系学生は、大学入学時までには自然科学を学ぶ機会が少ないため基礎学力の習熟度が低く、自然科学系科目の履修に際し、学習意欲、内容理解の面で大きな障壁がある。さらに、近年、大学の入試制度の多様化と進学率の上昇により、ますます多様なレベルの学生が入学するようになった。このような学生を含む状況下においても「学びの質」を確保するには、学生のニーズを把握し、学生のレベルに応じた「オーダーメイド教育」が不可欠である。そこで、本学では「生物学4(ゲノムサイエンス)」と「生物学2(進化)」において、「ワークシートの活用」・「理解を深める多様な工夫」・「成績評価方法の透明化」・「ワークシートのフィードバック」の四つの要素を取り入れた新しい授業スタイルを考案し、2009年度から実施している。「学習意欲」、「内容理解」、「学習習慣」に対する有効性を検証するために、アンケート調査を実施した結果、すべてにおいて高い評価が得られ、履修者の約9割が生物学に対する興味・関心が「高まった」と回答した。履修者数においても、春学期の生物学4から秋学期の生物学2にかけて毎年約3倍に増えていることから、この新しい授業スタイルは文系学生に対する自然科学教育として有効である可能性が示された。文系大学の自然科学系科目においては、多様なレベルの学生であっても楽しく授業に参加することができ、日頃の積み重ねが成績に結びつく、様々な工夫を凝らした教育の実践が必要である。

〔キーワード：文系大学、初年次教育、自然科学教育、生物学、ワークシート〕

1. 研究背景・目的

1998年、1999年の学習指導要領の改訂により、「ゆとり」と「特色ある教育」をテーマとした新しい学習指導要領が実施された。完全学校週5日制により小・中学校の授業時間および内容が削減され、中学校から高校に多くの内容が移行した。高校においては必修科目の最低合計単位数の減少により選択学習の幅を拡大させた結果、カリキュラムの多様化および学力水準の低下を引き起こした。例えば、高校理科の必修科目は、理科基礎、理科総合A、理科総合B、物理I、化学I、生物I、地学Iの中から2科目である(ただし、理科基礎、理科総合A、理科総合Bから1科目以上を含む)。中学校から高校へ移行した内容の一部は、物理I、化学I、生物I、地学I、生物IIにも含まれており、それらを履修しない場合は、これまで中学校で学んでいた基本的な知識さえも得ることなく高校を卒業することになる。一般に、文系学生は、入試科目ではない自然科学系科目においては高校で学ぶ機会が少ないため、内容理解の面で大きな障壁がある。また、自然科学に対し苦手意識

¹ 明治学院大学教養教育センター tanakaut@gen.meijigakuin.ac.jp

² 明治学院大学教養教育センター(機関会員) nagai12@gen.meijigakuin.ac.jp

があるために、大学における自然科学系科目の履修に際し学習意欲が乏しい(山本・六車・桑村, 2010)。科学技術によって支えられた現代社会においては、理系学生のみならず自然科学を教えるだけでなく、科学技術を正確に理解し、その是非を判断するためにも文系学生への教育の重要性は増している。高校において自然科学の基本的な知識の伝達がなされていない現状では、大学が自然科学の系統的学習の最後の機会となる。したがって、大学での自然科学教育には、基礎知識から丁寧にわかりやすく教授することが求められている。

近年、大学の入試制度はますます多様化が進んでいる。2010年度の推薦・AO入試による合格者の割合は、国公立大学で17.5%、私立大学では入学者の過半数(51.4%)を占める(文部科学省, 2010)。本学においても、推薦・AO入試合格者は全入学者数の約4割にのぼる(2010年度推薦・AO入試合格者1,121名/全入学者2,888名)。また、高校での学習時間および大学入学時の基礎学力においては、一般入試・センター利用入試による入学者と推薦・AO入試合格者の間に顕著な差が生じている(Benesse教育研究開発センター, 2010)。すなわち、大学は、学習習慣や基礎学力が乏しい学生も含めて教育しなければならず、自然科学系科目の学習意欲が低い文系学生に対する自然科学教育は極めて難しいものとなっている。従来の一方向型の講義形式では学習意欲や学習効果が上がらず、また、そのような状況でのレポート作成や学期末に実施する試験結果のみでの成績評価にも問題が生じている。多様なレベルの学生を含む状況下においても「学びの質」を確保するには、学生のニーズを把握し、学生のレベルに応じた「オーダーメイド教育」が不可欠である。

表1 自然科学系科目の教授法

出典	西村(1996)	伊東(1996)、大作(1999)	石塚・宮永(2002)
授業形式	DTPにより作成した副教材・出席カード 視聴覚教材・演示実験	視聴覚教材 (インターネット・新聞・ビデオ・OHP)	演示実験
特徴	副教材は表面に図版を多用し余白にメモを取る。裏面は印刷が無く、白紙でノートとして使用できる。講義毎に出席カード(A6)を配布し、簡単なクイズやアンケートに答えてもらったり、自由に質問・意見や感想を述べてもらう。質問については次の講義で回答し、授業内容の改善に役立てる。視聴覚教材も使用し、演示実験も行なう。	インターネットを用いて、WWWページの同一画面上でテキスト・図・映像資料を提示する(伊東, 1996)。教科書の副教材として新聞を使用し、ビデオ・OHP・スライドなどの視聴覚教材も使用する(大作, 1999)。	万有引力実験機・放電管・パンデグラフなどの比較的大きな装置を講義室に持ち込み、学生の前で実験を行う。
学習意欲	○	○	○
内容理解	○	○	○
学習習慣	○		
出典	鈴木(2008)	上野・永井(本研究)	
授業形式	クリッカー(授業応答システム)	ワークシート・視聴覚教材・成績評価方法の透明化・ワークシートのフィードバック	
特徴	簡単なクイズやアンケートを10分から15分に一度の頻度で出題し、その意見分布の結果がすぐに教員のPCに集計され、スライドに映し出される。結果が教員と学生双方にフィードバックされる。	講義の要点を設問にしたワークシートを用いて、講義を聴きながらまとめていく。ワークシートは授業後に回収し、質問などの書き込みがあれば、次の講義で回答する。新聞による身近な話題や最新の話題の解説、ビデオ・OHP・パワーポイントなどの視聴覚教材、標本などの実物も提示する。成績評価方法は、ワークシートの提出枚数(=出席回数)と書き込み具合で得点をつける。各自の全回数分のワークシートを冊子体にするにより、自分で作り上げたオリジナル教科書が完成する。学期終了時に返却する。	
学習意欲	○	○	
内容理解	○	○	
学習習慣		○	

これまで、自然科学系科目において様々な教授法が実践されてきた。実験を伴わない講義科目については、例えば、DTP(Desk Top Publishing)により作成した独自の副教材や出席カードなどを取り入れたもの(西村, 1996)、インターネットを取り入れたもの(伊東, 1996)、新聞・ビデオ・OHPなどを取り入れたもの(大作, 1999)、演示実験を取り入れたもの(石塚・宮永, 2002)、授業応答システムであるクリッカーを使用したもの(鈴木, 2008)があり(表1)、視聴覚教材を活用することで理解を深め、映像や音からも知識を取り入れて興味・関心を喚起する教授法が学習意欲の乏しい学生に対して有効であることが示され

ている。しかし、「面白さ」や「興味深さ」以外の動機づけと根拠がなければ、大多数の学生が真剣に学習に身を入れることは難しい(笠原・山本・加藤, 2008)。学習習慣の乏しい学生にとってはなおさらである。理解を深めるには知識の積み上げが必要であるため、授業に毎回出席し、真剣に取り組むことが最も重要となってくる。さらに、高校までの自然科学の基礎知識に差がある学生に対する成績評価を一度の試験で評価することは困難であるため、新しい成績評価方法が必要である。

そこで、本学の自然科学系教養教育科目のうち「生物学4(ゲノムサイエンス)」と「生物学2(進化)」において、2009年度から「ワークシートの活用」・「理解を深める多様な工夫」・「成績評価方法の透明化」・「ワークシートのフィードバック」の四つの要素を取り入れた新しい授業スタイルを立案し、実施した。2年目となる2010年度に履修者を対象にアンケート調査を行い、「学習意欲」、「内容理解」、「学習習慣」において新しい授業スタイルの有効性を検証した。

2. 「生物学」における学びの意欲を引き出す授業スタイル

教養教育科目に相当する「明治学院共通科目」のうち、春学期に開講される「生物学4(ゲノムサイエンス)」はゲノムを通して命のつながりを学ぶ内容であり、秋学期の同時限に開講される「生物学2(進化)」のテーマはダーウィンの軌跡を辿る進化の旅である。本学には白金校舎と横浜校舎の二つのキャンパスがあり、教養教育科目の大半は後者で開講されている。生物学4と生物学2は横浜校舎でのみ開講されているため、主に1,2年生が履修する。また、これらの科目は一部の学科を除く全学部(文学部, 経済学部, 社会学部, 法学部, 国際学部, 心理学部)で自由に選択できる。春学期の生物学4に引き続き、秋学期の生物学2を履修する者もいるが、通年科目としての履修ではないため、必ずしも履修者は同一ではない。これらの科目について、次の四つの要素を取り入れた新しい授業スタイルを実施した(図1)。

(1) 手作りワークシートの活用：基礎学力を身につける・意見交換ツール

講義ごとに要点を設問にしたワークシートを準備し、一つの講義につきA4用紙両面印刷で1~3枚程度のワークシートを配布する(図2:右)。設問以外に各自がメモを取りたい場合を想定し、余白を多くとっている。また、講義内容に応じて図や表も掲載する。ワークシートの利点は、講義の最初にワークシートを見ただけで、その日の授業の流れや重要な点を把握することができる上、要点を効率良く整理できることである。講義ではパワーポイントを活用し、講義を聴きながら各自が設問に沿ってワークシートに自由に書き込んでいく。「リアルタイムでノートテイク」することは、講義における重要な点を見極め、素早く書き留めるために大変重要であり、大学の学習方法に馴染みのない1,2年生に対しては、初年次教育としてノートテイクを効果的に身につけさせる機会となる。ワークシートは講義終了時に回収し、書き込み具合を採点する。ワークシートに質問などが記されている場合は、次週の講義で回答する。講義に関連したイラストがある場合は、パワーポイントに取り込んで紹介する。したがって、ワークシートは授業補助教材だけではなく、履修者との意見交換ツールとしての役割がある。

(2) 豊富なスライドを用いた解説+映像+標本などの実物：内容理解を深める多様な工夫

各講義につき 50 枚程度のスライドを用意し、内容を理解するために効果的な図表を豊富に盛り込んでいる。高校では授業内で観察や実験は十分に行われていないので(斎藤・縄田, 2005)、本科目では高校までの学習で明らかに不足している「実物を目で見て体験する」機会を多く設けた。これは内容理解の一助としてのみならず、好奇心を引き出し、学習意欲の向上につなげることを目的とした。春学期の生物学 4 では、両生類や爬虫類などの生殖細胞(卵)、本物の DNA や DNA の立体構造模型、実験用シャーレやカイコなどを講義室に持ち込み、直接見て触れる機会を設けた。秋学期の生物学 2 では、地球の成り立ちや生物の進化の様子が描かれた映像資料を上映したり、様々な化石などを提示した。

(3) ワークシートのみでの成績評価：学習習慣の定着・成績評価方法の透明化

成績評価方法は、毎回の授業で配布するワークシートの提出による出席状況と、ワークシートの完成度合いの得点を合計したものである。例えば、ワークシートが提出されていても設問に対して適切な解答が書き込まれていなければ、設問一つにつき -1 の減点となる。全講義回数 14 回中 13 回以上のワークシートが提出されており、点数の合計が 90~100 点の者は評価を「S」とした。それ以下の評価は 80~89 点が「A」、70~79 点が「B」、60~69 点が「C」、59 点以下が「D」、途中で履修を放棄した者は「E」とした。自然科学系教養科目では試験による成績評価が一般的であるが、大学入学時まで自然科学の基礎知識に差がある状況においては、履修開始時点での学力差が成績に反映される可能性が大きい。したがって、講義に出席する習慣を身につけることにより知識を積み上げ理解を深められ、授業に対する取り組み具合が直接成績に反映されるこの評価方法は、基礎知識に差がある文系学生にとって公平な成績評価方法だといえる。

(4) ワークシートのフィードバック：取り組みを形にする

学期終了時に全講義回数分を冊子体に綴じて返却する。これにより、毎回 90 分の講義に参加しワークシートに真剣に取り組むだけで「世界でたった一つのオリジナル教科書」が出来上がる(図 2: 左 表紙)。各回のワークシートには必要に応じてコメントを書き入れ、冊子体の表紙には全体を通じた感想を添える。講義初回日に予めワークシートがフィードバックされると説明することで、ワークシートに対する書き込みもさらに真剣になるという効果が期待される。

① 基礎能力を伸ばす授業スタイル
ワークシートを活用することにより「リアルタイムでまとめる力」を伸ばす

② 理解を深める多様な工夫
豊富なスライドを用いた解説+映像(+標本等の実物)

③ 成績評価方法の透明化
ワークシートへの書き込み具合と出席のみでの成績判定
【積極的な授業参加を促す・評価の公平性を確保】

④ ワークシートのフィードバック
“取り組み”を形にする
14週かけて一生懸命に取り組んだワークシートが“オリジナル教科書”に仕上がります

基礎能力を伸ばす
長い習慣を身につける

多様な工夫
理解を深める

実践をもとに
成績評価

ワークシート

2010年度春学期生物学 4
【ゲノムサイエンス】

オオサンショウウオ *Andrias japonicus*
学術番号 氏名

■ 自分が重要だと感じた点は次のページも利用してどんなメモをしていきましょう！

- 1) あなたが「いきもの」と判断する基準を述べなさい。すなわち、生命体に共通する特徴を書き出しなさい。
- 2) 細胞膜の構造を描き、その性質について述べなさい。
- 3) 「DNA」について基本構造もきめて記しなさい。
- 4) ゲノムとは？

図 1 学びの意欲を引き出す授業スタイル

図 2 ワークシートの一例

3. 研究方法

2010年度春学期の生物学4の履修者に対しては、第3回目と第14回目の講義中にアンケートを実施した(回答者: 第3回目 106名, 第14回目 97名/履修者 114名)。秋学期の生物学2では第14回目の講義で実施した(回答者 327名/履修者 367名)。高校での自然科学系科目の履修状況, 新しい授業スタイルに対する評価, 講義を受けたことにより自然科学に対する興味・関心がどのように変化したかを調査した。さらに, 2009年度, 2010年度の履修者数と成績評価の内訳を元に, 本科目が文系学生の自然科学系教養科目に適していたのかを検討した。

4. 結果

高校での進路希望状況は, 両科目ともに「最初から文系」が最も多く(生物学4で82%;87名, 生物学2で83%;272名), 次いで「途中で理系から文系に変えた」が多かった(生物学4で14%;15名, 生物学2で15%;49名)。高校での自然科学系科目の履修状況は, 両科目ともに理科基礎, 理科総合A, 理科総合B, 物理I, 化学I, 生物I, 地学Iのうち2科目(これを必修科目とする)に加えて, さらに1科目を履修していた者が多く(生物学4で35%;37名, 生物学2で33%;107名), 次いで必修科目のみを履修していた者が多かった(生物学4で26%;28名, 生物学2で24%;77名)(図3)。

ワークシートについては「効果的な学びにつながった」が生物学4で92%(89名), 生物学2で83%(272名)であった(図4)。理解を深める多様な工夫に関しては「学習意欲を向上させた」が生物学4で88%(85名), 生物学2で94%(309名)に上った。成績評価方法の透明化に対しては「良い形式である」が生物学4で99%(96名), 生物学2で98%(322名)と高い評価を得た。さらに, 履修者のほぼ全員が「楽しく学ぶことができた」と回答した(生物学4で98%;95名, 生物学2で97%;317名)。自由記述欄には, 「週ごとの授業で成績が決まるので集中して聞くことができ, 自分で書くことによって理解することができました」, 「パワーポイントや映像資料が多いため, 理系が苦手な人でも理解しやすいと思いました」, 「普通の授業では実際に標本などを見る体験ができないので, とても刺激的でした」という肯定的な意見が大変多かった。

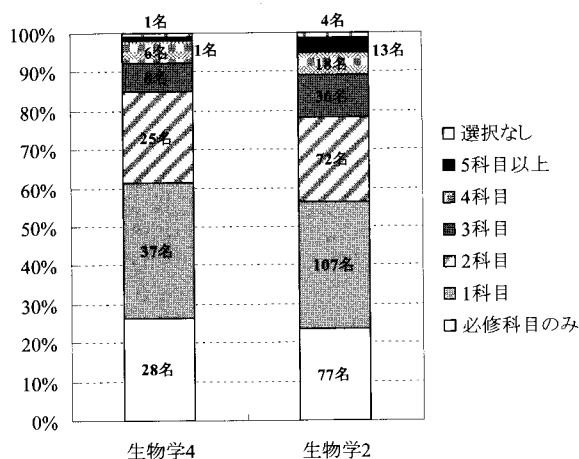


図3 高校での自然科学系科目の履修状況

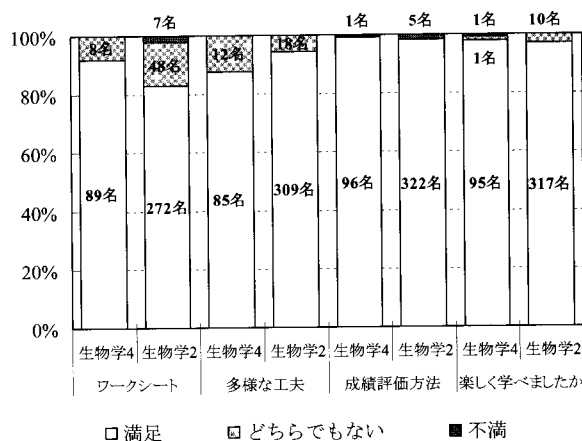


図4 新しい授業スタイルに対する評価

生物学に対する興味・関心について、受講前は「どちらでもない」および「興味がなかった」が生物学4で37%(39名)、生物学2で56%(185名)だった。受講後には生物学4で92%(89名)、生物学2で96%(314名)において「高まった」と回答した(図5)。

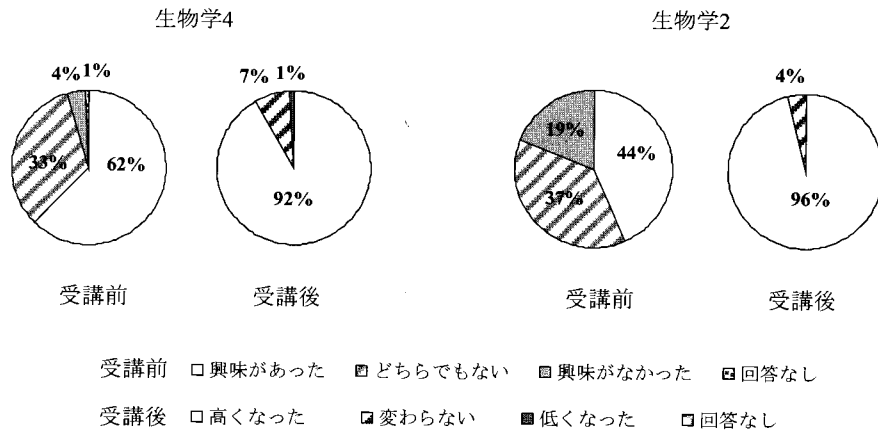


図5 受講前後における生物学への興味・関心の変化

両科目の履修はともに1, 2年生が約9割を占めた(図6)。2010年度の生物学では、2009年度の履修動向から教室定員超過が予想されたため、予め2年生全員が履修不可とする制限が大学により設けられた。この結果、教室定員に若干の余裕が生じたため、生物学4の講義2週目において2年生の履修希望者を少数受け入れることになった。生物学2については秋学期開始までに履修制限が解除されたが、生物学4と同様、1年生が過半数を占めることとなった。すなわち、2009年度と2010年度の履修者数の推移は生物学4で125名から114名、生物学2では343名から367名と各々前年とほぼ同数となった。なお、両年度ともに、生物学2の履修者数は、生物学4の履修者数の約3倍増となった。さらに、2011年度の生物学4では履修制限が設けられなかったため、履修者が280名にまで増えた。また、履修者の成績評価の内訳は、2009年度の生物学4以外は「S」が約8割を占めた(2010年度生物学4で83%、生物学2は両年度ともに76%) (図7)。

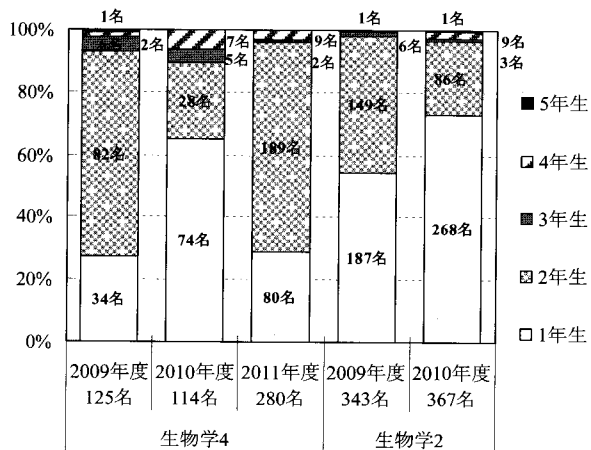


図6 「生物学」における学年別の履修者数

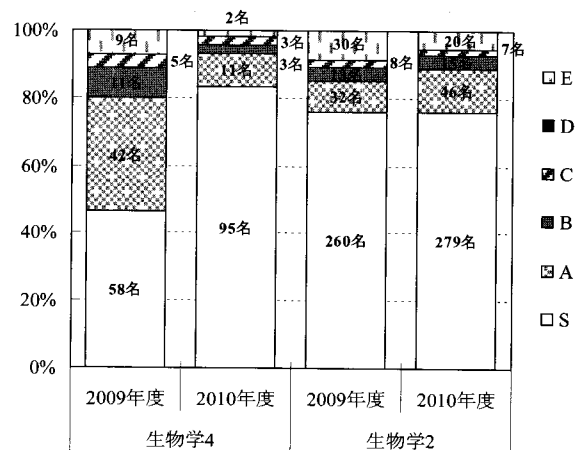


図7 「生物学」における成績評価の内訳

5. 考察

高校での自然科学系科目の履修状況の結果(図 3)より、必修科目のみと必修科目に加えて1科目を履修していた者が履修者の過半数を占めたことから、高校学習指導要領の改訂前に中学校で学んでいた自然科学の基本的な知識のすべては習得されていないことが明らかとなった。また、必修科目のみの者も履修者の約4分の1を占めることから、本学の文系学生においても自然科学の知識は限られているといえる。

文系学生は自然科学系科目に対し学習意欲が乏しいという山本他(2010)による報告の通り、生物学2における履修前の生物学への興味・関心(図5)についても、過半数(56%)において興味・関心があるわけではなかった。一方、生物学4では履修者の62%で「興味があった」と回答した。生物学4では2年生全員に対する履修制限があり、講義2週目に履修を強く希望した2年生のみ履修を認めたため、生物学により関心の高い学生が集まったと推測される。つまり、生物学4は特殊な状況下での結果であり、生物学2の結果が本学における文系学生の生物学に対する興味・関心を示しているのかもしれない。

このように本学においても対象とする学生の基礎学力には差があり、学習意欲が高いわけではなかったが、ワークシート、理解を深める多様な工夫、成績評価方法の透明化についての評価はすべて高く(図4)、両科目で9割以上の履修者において興味・関心が高まり(図5)、「楽しく学ぶことができた」とほぼ全員が回答したこと(図4)により、積極的な学びが行なわれていたことが明らかとなった。自由記述欄には新しい授業スタイルを支持する意見が多数寄せられた。文系学生に対する自然科学の教授法に共通して取り入れられていた視聴覚教材を用いて理解を深める方法(表1)に加え、講義の要点を伝え、基礎学力を身につけることができ、意見交換ツールとしても役立つワークシートを用いた新しい授業スタイルは、内容理解を深め、学習意欲を高める授業形式であるといえる。ワークシートの返却時には「世界でたった一つのオリジナル教科書」に感動し、コメントや感想を見て喜び、さらに学びたいという学生の声を直接耳にすることから、ワークシートのフィードバックは次の学びにつなげるために有効であると考えられる。しかし学習効果をより一層高めるためには、学生の手元においていつでも復習できるよう、回収したワークシートを翌週に返却することが望ましい。履修者数が多い現状では、1週間でワークシートのチェックと採点を済ませることが困難であるため、やむを得ずワークシートを一括して返却している。

履修者の成績評価の内訳(図7)は、2009年度の生物学4を除き、すべての科目で履修者の大部分が出席回数13回以上の「S」という評価であった。新しい授業スタイルを初めて導入した2009年度の生物学4では、履修者にとって馴染みがなかったため出席が軽んじられたと解釈できる。すなわち、多くの教養教育科目で毎回の授業参加に積極的ではないことを示唆している。したがって、ワークシートによる成績評価方法は学習習慣の定着に効果的であるといえる。

秋学期の履修者数は春学期の履修者の評判によって左右される。両年度ともに、春学期の生物学4から秋学期の生物学2の履修者数は約3倍増となったこと(図6)から、生物学4は生物学2を履修する動機づけの役割も果たしており、四つの要素を取り入れたこの新しい授業スタイルは、文系学生に対する自然科学系科目の授業に適していると評価できる。ただし、本研究では、新しい授業スタイルを導入していない場合とのデータ比較をしていないため、教育効果の解釈には制約があることに注意しなければならない。

6. まとめ

従来の授業形式では、基礎学力、学習習慣、学習意欲の不足している学生にとっては、週を経るごとに内容の理解が難しくなっていくため、学習意欲の低下を引き起こす悪循環がみられた。特に、文系学生に対する自然科学教育は成績評価方法も含めて大変厳しい状況にある。この新しい授業スタイルは、授業ツールとしてワークシート、視聴覚教材、標本などの実物提示を用いることで内容理解を深める上に、ワークシート自体が意見交換ツールとして機能するため学生参加型の授業となっている。授業の詳細は述べなかったが、自然科学の身近な話題を取り上げたり、資料の朗読や、教員自らが講義内容に沿って演技・演出したりと随所に工夫を凝らしている。また、本学図書館の授業関連図書コーナーには必要な参考図書を配架し、予習・復習用に授業で適宜紹介している。これらの要素も相まって、多くの学生の内容理解を深め、学習意欲の向上を維持してきたと考えられる。さらに、成績評価方法の透明化および公平性の確保は学習習慣の定着も促した。これまで自然科学系科目の教授法において様々な工夫がなされてきたが、この授業形式はそれらをさらに改良したものと位置づけられる(表 1)。文系大学の自然科学系科目においては、多様なレベルの学生であっても授業に参加することができ、日頃の積み重ねが成績に結びつくような「オーダーメイド教育」の実践が今後ますます求められるだろう。

参考文献

- Benesse教育研究開発センター (2010)「特集 相互選択の時代の推薦・AO入学」『Between』, 夏号 (http://benesse.jp/berd/center/open/dai/between/2010/07/01toku_01.html) (2011年4月7日閲覧)
- 石塚 瓦・宮永健史 (2002)「自然科学の授業での実験の効果について」『和歌山大学教育学部教育実践総合センター紀要』, 12, 115-118.
- 伊東 章 (1996)「マルチメディア教材を活用した自然科学実験教授法の開発：化学分野」『大学教育研究年報』, 2, 108-113.
- 笠原千絵・山本秀樹・加藤善子 (2008)「講義科目でアクティブ・ラーニングを可能にする基本構造：社会福祉専門職教育関連科目における実践から」『関西国際大学研究紀要』, 9, 13-23.
- 明治学院大学 (2010)「2010年度入学試験志願者数・手続者数等に関する調査」『明治学院広報』, 316, 20-21.
- 文部科学省 (2010)「平成22年度国公立大学入学者選抜実施状況」
- 西村秀雄 (1996)「私立文系単科大学における「科学史」受講による科学観の変化」『一般教育学会誌』, 18(2), 84-89.
- 大作 勝 (1999)「メディア利用による人文系学生への自然科学教育の改善：安田女子大学での実践例から」『メディア教育研究』, 2, 57-67.
- 斎藤紘一・縄田朋樹 (2005)「全学教育における文系学生向け自然科学実験のニーズ」『東北大学大学教育研究センター年報』, 12, 103-110.
- 鈴木久男 (2008)「授業応答システム“クリッカー”(シンポジウム 理系学士課程教育の充実方策)」『大学教育学会誌』, 30(1), 41-47.
- 山本茂義・六車千鶴・桑村哲生 (2010)「中京大学全学共通科目における科学教育」『名古屋高等教育研究』, 10, 23-38.