

クラスで学ぶ利点を生かす生物基礎の授業実践

牧野 伸一

Trials for utilizing the merits of classroom situation on teaching Basic Biology

Shin-ichi MAKINO

Abstract

In order to improve a course for Basic Biology, I strove to automatically create a lively atmosphere through various activities requiring cooperation with classmates. Considering evaluation by students on each class, here I discuss pros and cons of it, ideas for improvement, and advantages on classroom situation along with various learning materials.

Keywords : class improvement, cooperation, Basic Biology, classroom situation

1. はじめに

学生は授業を受ける際に、どのような気持ちで臨んでいるのだろうか。本来、授業とは学びたいことを学べる機会であり、学生はお金と時間を費やしてまで希望して受けているはずである。しかし、その辺りのことは忘れて、学校に通うのが日常であり、授業を受けることは、ただルールに従って学歴を積み上げるための手続きと考えているかもしれない。特に、自らの興味がある分野に関わりが薄い科目や、興味が無い科目の授業は、ただ出席しなければならない苦行と捉えられていることは容易に想像できる。

私は1学年の総合科学という科目の後期を担当している。この科目では、前期にアースサイエンス、後期にライフサイエンスとして、自然科学分野における物理と化学以外の内容をカバーする。技術者が分野共通で備えるべき基礎的能力の習得のための必修科目として位置付けられている。ライフサイエンスにおいては、基本的に文部科学省検定済み教科書である生物基礎に沿った内容を学ぶ。その一方で、上の学年の専門コースの学生数から見て、この科目の内容が自分の専門分野になると考えている学生は、1割にも満たないと推測される。さらに、生物学は数学や物理学などと異なり、ほとんどの学生には直接引き続く科目が無いいため、わからなくても上の学年で困らないと、誤って認識される傾向がある。

教える側の視点では、人間自体が生物であることから、生物学は人生のほとんどの場面に関わってくるものであり、人生において有用な知識をこの科目で得てもらわないと、学生の将来が心配である。その重要性は、実際に知ってみないとわからないものであるから、知る前にそれをいくら強調しても、なかなか学生の興味を引き出せない。興味も無く、苦行に耐える学生を相手に授業をすることは、教える側にとっても苦行である。

そこで、生物学に興味を持ってもらうためには、まず授業に興味を持ってもらうことが重要と考えた。授業は必ず40人ほどのクラスの単位で行うものであるから、個人指導に比べると学べる効率が低くなるかもしれない。それでも、見方を変えれば、同じ授業を受ける仲間がいることが大きな特徴である。そこで、一人で学ぶのと違って、クラスの存在意義を感じられるようなアクティビティを授業に盛り込んでみることにした。周囲の学生とのコミュニケーションが存在することで眠くならない。一人でするには重い腰を上げなくてはならないことでも、みんなでなら容易に始められる。参加し

ていれば、授業を進めるのに欠かせない役割を持ち、クラスに何らかの貢献をしていることで、集団への帰属意識も生まれ、充実感も得られやすい。気が付けば楽しく学んでいた、という状況を作り出すことを目指した。

本報告では、半年間の授業におけるさまざまな試みと、授業を受けた学生からの評価をまとめることで、クラスで行う授業の利点を生かした授業改善法を模索する。

2. 方法

1回の授業時間は90分で、内容により教室または少し広い特別教室のどちらかを使用した。各授業でのアクティビティは、4〜5人組で構成される10班を基本にして行い、その班分けはランダムに分けられた班分け表により、毎回の授業の始めに指定した。班分け表は、毎回別のものを用いて、班のメンバーが固定しないようにした。

2.1. 生物名しりとり

初回の授業において、生物に興味を持ってもらうことと、アクティビティに参加する練習を兼ねてしりとりを実施した。生物名に限定したしりとりで、20分以内にどれだけ多くの生物名をつなげられるかに挑戦させた。クラスで協力して1回20分のしりとりを行い、クラス全員を巻き込むために、10班のそれぞれの班内で「アカサ（ア行、カ行、サ行を意味する。）」、「タナハマ」、「ヤラワ」、「戦術」についての担当者を決め（5分）、同じ担当者どうしを集めて相談をさせた（15分）、また班に戻って打ち合わせをして（5分）、しりとりを行った（20分）。結果の記録は、その場でエクセルのファイルに入力する画面をプロジェクターで映し出しておいた。エクセルのファイルには、入力済みの同じ生物名が出た場合に、自動的にセルの色を変えて知らせるように設定しておいた。授業の終りには、知らない生物名を耳にして、どんなものか気になったということを例にして、知らないことも、まず知ろうとしてみることを提案した。後日、5クラスで挙げられた全生物名をまとめたものを教室に掲示した。

2.2. DNA情報の解読

DNAの塩基配列を与えて、そこにどんなタンパク質の情報が含まれているかを調べさせた。図1の様式でA1版の紙⁽¹⁾に、DNAで270塩基対のA、T、G、Cの4種類の文字による情

図1 DNA情報の解読の授業でのプリント

報を打ち出して、班ごとに1枚を渡した。DNAの塩基配列は、それぞれの紙で別々のものを用意しておいた。3塩基ごとにコドン表からアミノ酸を読み取って、6通りの読み枠に記入させた。アミノ酸の並びの長さからタンパク質と思われるものを推定させ、タンパク質配列のデータベースであるUniprotで、読み取ったアミノ酸配列を入力して相同性検索（BLASTサーチ）をさせた。さらにその結果で得られたタンパク質の名前から、それがどのようなものかを調べて記入させた。班ごとに1台のタブレットを貸し出し、相同性検索とタンパク質名からの情報収集にウェブブラウザを使わせた。

1回の授業範囲について要点をまとめた記入式のプリントを全員に配り、分担して調べ、情報を交換して完成を目指す。プリントでは10個のまとまりに分けてあり、10班にそれぞれ一つずつを担当させ、その範囲の内容について他の人に教えらるるくらい詳しくなるように、教科書と資料集で調べさせた。その後、クラスで情報交換の時間を取り、自由に教え合わせた。途中での学生からの質問に対しては、回答す

2.4. 免疫カードゲーム

免疫細胞と免疫のできる流れをルールに盛り込んだ、オリジナルのカードゲームを考案した。それを9セット作成し、班ごとに渡して取り組ませた。この時の班は、ゲームが盛り上がるように気の合う人で集まってもらい、その場で4~6人のグループに分けた。ゲームのルールの詳細は、図2に表した通りで、良く知られたカードゲームのUNOに似て、一番先に手持ちのカードを場に出し終えた人が勝ちとなる。それぞれのカードは、トランプのように裏面から透けて見えないように、裏面には模様を印刷しておいた(図3)。それぞれのカードの名称と枚数は次の通りとした。細菌 9枚、ウイルス 9枚、好中球 8枚、マクロファージ 4枚、樹状細胞 4枚、ヘルパーT細胞 4枚、NK細胞 2枚、キラーT細胞 2枚、B細胞 4枚、抗細菌抗体 4枚、抗ウイルス抗体 4枚、細胞 4枚、造血幹細胞 4枚の合計62枚を1セットとした。

免疫カードゲーム

4～5人用

1人5枚ずつの手札で開始

最初に出す人と周り順を決める

順番に手札を1枚ずつ場に出すか、出さずに積み札から1枚*引く

*「大量感染」の場合は例外

引いたカードがすぐに出せるカードであれば出して良い

自分のカードを全て出し終えたら勝ち(1人が終わったら、そのゲームは終了する)

開始時、場には病原体を出せる

一連の反応が免疫反応カードにより終われば、次の順番の人は病原体を出せる

出せる札の順序は下の表の通り

病原体は「細菌」、「ウイルス」
「細胞」は病原体が感染するもの
「抗〇〇抗体」はタンパク質
その他は免疫細胞

病原体	免疫反応 →					
細菌	好中球	終				
	マクロファージ	終				
	樹状細胞	ヘルパーT細胞	B細胞	抗細菌抗体	好中球	終
					マクロファージ	終
	細胞	NK細胞	終			
		樹状細胞	ヘルパーT細胞	キラーT細胞	終	
	↓既に抗細菌抗体が出されている場合(免疫記憶による二次応答)					
ウイルス	好中球	終				
	マクロファージ	終				
	樹状細胞	ヘルパーT細胞	B細胞	抗ウイルス抗体	好中球	終
					マクロファージ	終
	細胞	NK細胞	終			
		樹状細胞	ヘルパーT細胞	キラーT細胞	終	
	↓既に抗ウイルス抗体が出されている場合(免疫記憶による二次応答)					
	抗ウイルス抗体	好中球	終			
		マクロファージ	終			

造血幹細胞 どれか1枚の免疫細胞の代わりに使える(どれかの免疫細胞を自己申告する)
細胞、病原体、抗体としては使えない

大量感染

同種の病原体カードを一度に2枚出すと、一時的に特別ルールになる

出せる札の順序と枚数は下の表の通り (マクロファージは1枚で出せる)

(既に免疫記憶がある場合は抗体1枚で出せる)

順番の人がカードを出せなければ、大量感染開始からの累積枚数を積み札から引く

例)細菌2枚の後であれば2枚引く

例)細菌2枚、樹状細胞2枚、ヘルパーT細胞1枚の後であれば5枚引く

引いたカードがすぐに出せるカードでも出せない

カードが引かれるか免疫反応が終われば、大量感染は解除

大量感染が解除されたら、その続きから通常ルール(1枚)の免疫反応を続ける

病原体	免疫反応 →					
細菌 2枚	好中球 2枚	終				
	マクロファージ 1枚	終				
	樹状細胞 2枚	ヘルパーT細胞 1枚	B細胞 1枚	抗細菌抗体 1枚	好中球 1枚	終
					マクロファージ 1枚	終
	細胞 2枚	NK細胞 1枚	終			
		樹状細胞 2枚	ヘルパーT細胞 1枚	キラーT細胞 1枚	終	
	↓既に抗細菌抗体が出されている場合(免疫記憶による二次応答)					
ウイルス 2枚	好中球 2枚	終				
	マクロファージ 1枚	終				
	樹状細胞 2枚	ヘルパーT細胞 1枚	B細胞 1枚	抗ウイルス抗体 1枚	好中球 1枚	終
					マクロファージ 1枚	終
	細胞 2枚	NK細胞 1枚	終			
		樹状細胞 2枚	ヘルパーT細胞 1枚	キラーT細胞 1枚	終	
	↓既に抗ウイルス抗体が出されている場合(免疫記憶による二次応答)					
	抗ウイルス抗体 1枚	好中球 1枚	終			
		マクロファージ 1枚	終			

造血幹細胞 どれか1枚の免疫細胞の代わりに使える(どれかの免疫細胞を自己申告する)
細胞、病原体、抗体としては使えない

積み札のカードが無くなった時には、場に出されたカードを集めてシャッフルし、積み札にして継続する

免疫カードゲーム応用編

免疫ダウト

全てのカードを配る

出せる札の流れを守って、自己申告しながら裏返しに1枚ずつカードを場に出していく(大量感染なら2枚もある)

自己申告と違うカードを出したと思ったら、ダウトと言う

自己申告の通りのカードであれば、ダウトと言った人が場のカードを全て引き取る

自己申告と異なれば、そのカードを出した人が場のカードを全て引き取る

自分のカードを全て出し終えたら勝ち(1人が終わったら、そのゲームは終了する)

図2 免疫カードゲームのルール

病原体カードに続いて場に出せるカードの順序を右側に続くつながりで表している。

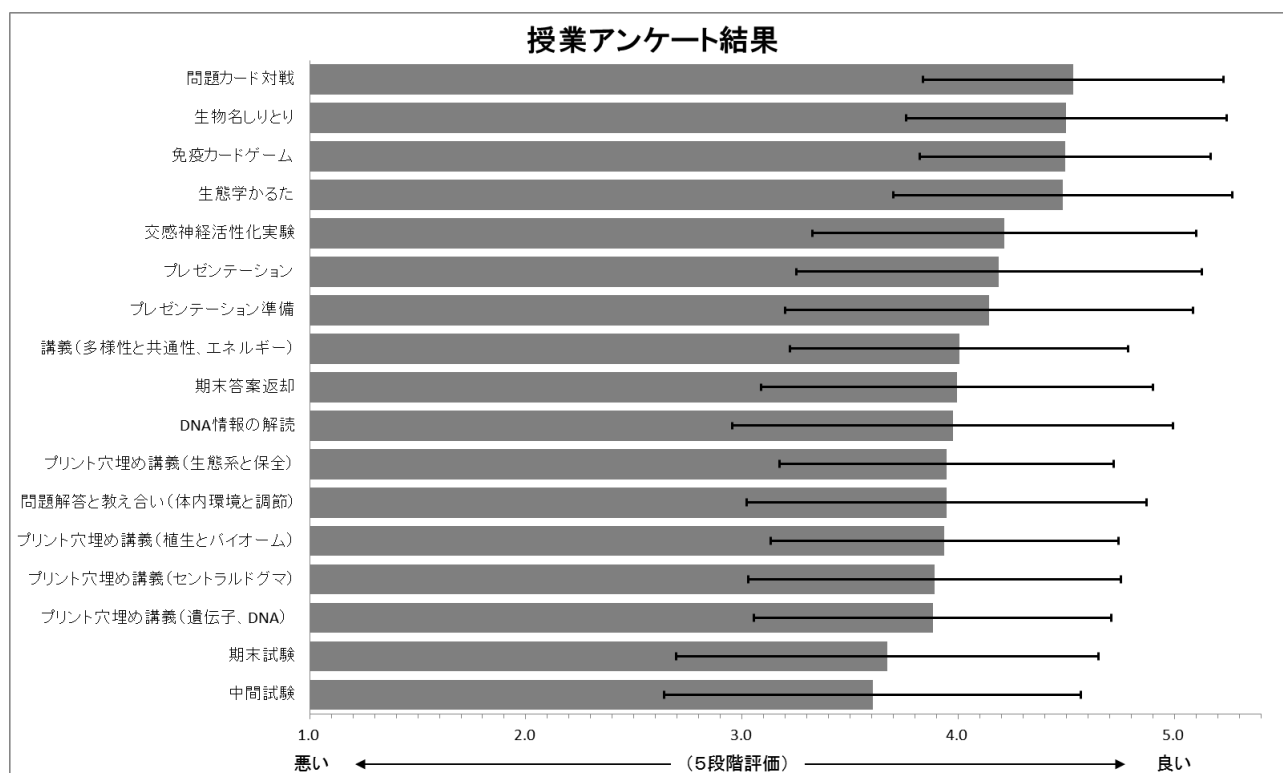


図6 アンケートによる各回の授業評価

上から評価平均が高い順に並べた。平均の周りの黒い線は、標準偏差(±SD)を表し、評価のばらつきの度合いを表している。

に備えて、それぞれの問題は表示されてから数秒後にその答えとして取るべき札に書かれた語が遅れて表示されるようにアニメーション設定をしておいた。プロジェクターのスクリーンが見えるように、かるたを広げる2つの場として机を寄せ合わせて配置し、それぞれの場に班から1人ずつ参加して、各場で10人ずつ、1ラウンドにつき全20人で対戦を行った。1ラウンドの対戦につき、50枚の問題スライドを表示させた。3ラウンド行い、確実に全員が参加できるようにした。全ラウンドでの班の合計枚数を競った。

2.9. プリント穴埋め講義

学生は講義を聴きながら、配布されたプリントの空欄に重要な語句などを記入して行く、従来の講義形式である。教える内容に適したアクティビティが設定できなかった回の授業を中心に用いた。

2.10. 授業アンケート

最終回の授業で、授業を受けた全員に対してアンケートを行い、各回の授業についての総合評価として、「良い」から「悪い」までを5から1の間の整数で5段階評価させた。

3. 結果

アンケートによる各回の授業の評価の平均値を、標準偏差とともにグラフに表した(図6)。このグラフでは評価が高かった順に上から並べ替えてある。上位に行くほど、学生が

活発に参加していた授業であった。生物名しりとりでは、どのクラスでも20分間で100前後の生物名が挙げられた。免疫カードゲームではどの班でもルールを理解して遊ぶことができた。中間試験、期末試験の前に行った問題カード対戦と生態学かるたも、とても活発に授業に参加していた。それに対し、講義はいずれも下位に入っている。

DNA情報の解読では、標準偏差が大きく、評価がばらついていていることがわかる。授業中にDNAの配列情報からタンパク質の名称を突き止めることができたのは、約8割の班であった。アミノ酸配列のデータベース上での検索に数分かかり、待ち時間ができてしまった班もあった。

プレゼンテーションでは、発表が3分に満たない班が多く見られた。また、内容がクラス内の他の班と被ってしまったこともあった。

交感神経活性化実験では、5クラスのデータを解析したところ、テスト返却前後において定規をつかむ反応の速さには有意な差は見られなかった。

4. 考察

学生の授業評価に影響していると考えられるものは、第一に授業の活気が上げられる。上位4つの授業のように、狙い通りに自然とやる気になった授業では、評価が高かった。しかし、活気という視点からでは、交感神経活性化実験、プレゼンテーションとその準備、DNA情報の解読の授業も活気があった。それぞれでやや評価が下がったのは、結果に対する満足度が不十分なためと推測される。交感神経活性化実験で

は、始めに期待したようなわかりやすい結果が得られなかった。プレゼンテーションでは、発表の完成度について、学生の満足度が足りなかったように感じた。DNA情報の解説は、最後まで進めずに達成感を得られなかった学生もいた。こうして見てみると、授業評価に影響するものの二つ目は、できた、わかったと感じることが挙げられる。免疫カードゲームの感想で、「遊んでいるうちに自然と免疫細胞のつながりが覚えられた。」というコメントがあった。ただ楽しかっただけではなく、何かの役に立った、または役に立ちそうだという実感が重要なようである。

活気がありながらも評価が低くなった授業については、最後に「できた」と感じさせるように導くことが望ましい。交感神経活性化実験では、違いがはっきりと出るような実験に変更することも一案である。プレゼンテーションでは、発表の完成度を上げることや、聴衆の反応によるフィードバックを得られるようにすることなどが改善点として考えられる。

発表にパワーポイントのソフトウェアを使いたいという班があり許可したが、準備作業を同時進行で行うことが難しく、残念ながら班の中でやる人とやらない人ができてしまったようだった。やはり、推奨した通りの、やや原始的な方法が、同時に作業するには適していると考えられる。そもそもプレゼンテーションは、ソフトウェアによる形式的に整った印象によることよりも、1枚のスライドの構図や発表全体の構成によって、わかりやすさが決まるものである。また、聴衆からの適切なフィードバックは、もし発表がうまくいかなかったとしても、次につながる経験として捉えられる点で望ましいことである。

DNA情報の解説では、タンパク質合成の終了を意味する暗号(終止コドン)が重要な鍵となっていることを、学生が自ら気付くのが理想だが、それにつながるヒントを早めに出して、授業時間内に最後まで到達するように導くことも、「できた」と感じさせるために重要と考えられる。

特別なアクティビティを実施できなかった講義においては、活気を保つように興味を引きそうな関連した話題を話すなどの努力をしたものの、他に比べて低い評価となった。評価の数値からすると悪くはないが、良くもないということである。やはり、何かちょうど良いアクティビティを行う方向で検討して行くべきと考えられる。

問題解答と教え合いでは、活発に動いていたものの、理解不足のままで十分に教えてもらえないことがストレスで、低い評価になったようだ。アンケートでのコメントからも、不満を持った学生がいたことがわかった。まずは、分担された内容をよく理解させるのに工夫が必要である。

結果にまとめたアンケート項目に加えて、「授業のやり方」として総合評価も求めた結果、平均4.4となり、このアンケートの中では高い数値であった。したがって、授業全体としては「活気」と「わかった」の二つの条件を満たすことができたのではないかと考えられる。

本研究報告での免疫カードゲームと同様のコンセプトで、遊びながら免疫の仕組みに興味を持てるというTLRカードゲームというものが既に報告されている⁽²⁾。そのTLRカードゲームは、免疫の専門的で詳しい内容を題材にしている、生物基礎の学習範囲では難しすぎる。本研究報告において開発した免疫カードゲームは、生物基礎の範囲で理解できるものとして、生物基礎を教えている高校などでも使用に適したも

のとなっている。

現代は情報があふれていて、ネットで簡単に知識が手に入る。しかし、ネットから正しい知識を得るには、取捨選択の技術が必要である。そのため、教科書や授業は厳選された知識を与えてくれる点で、今でも価値の高い情報を提供する。つまり、学生は正しい知識を欲し、「わかった」と感じたい気持ちで、教科書や授業にも期待をしているはずである。その一方で、集中力が続かないために、なかなかそれが表に現れて来ないこともある。それでも、クラスであれば周りの学生からの影響を受けて、クラス全体の「活気」が生まれる場合もある。そこへ上手く導くことが、授業に興味を持ってもらえるような授業改善に効果的である。クラスで授業をすることの可能性を、教える側もワクワクしながら授業をすること、共感を誘発するのに効果的とも考えられる。授業改善に対する意欲は、こうした形でも作用を表すと思われる。

5. 謝辞

北九州工業高等専門学校において、DNA情報の解説で、A1版のプリントに記入しながら進める授業形式⁽¹⁾を、当時開発中であったにもかかわらず使わせていただいた油谷英明先生、平成28年度に総合科学の後期の授業と一緒に担当し、問題カード対戦の発案と授業実践を行った中村成芳先生(現・宇部高専)に感謝いたします。本研究を行うに当たり、授業実践の対象となった北九州工業高等専門学校平成29年度に1学年であった学生の皆様に感謝いたします。

6. 参考文献

- (1) H. Aburatani, K. Kuroda, M. Okada, S. Nakamura, S. Maki, T. Yamaguchi, M. Ichitsubo (2016). Use of Large-Sized Handout (LSH): A template for group learning and active learning, International Symposium on Project Approaches in Engineering Education, **6**, 356–363
- (2) 日比野拓 (2016) 埼玉大学紀要 教育学部, **65** (2), 261–270

(2018年11月 5日 受理)