

授業探訪

総合系科目・多彩な学び「生命の歩み」

考えない小テストと考える期末テスト

全学共通科目兼任講師 更科 功

授業のゴール

私が担当させていただいている全学共通科目の「生命の歩み」では、地球における生命の歴史を講義している。生命の起源から始めて現在の生物まで、ほぼ時間にそって話したあと、最後に地球外生命の可能性を述べて終了としている。

学生のほとんどは文系で、理系の授業は数年前に受けたのが最後という人もめずらしくない。理系の分野には興味がなく、「せっかく文系の学部に入ったのに、なぜ理系の科目を勉強するのか」という疑問を持つ学生もいる。その一方で、生命の進化にマニアックな興味を持つ学生もかなりいる。全14回の授業のなかの1回は恐竜についての講義なので、その恐竜の回が聞きたくて「生命の歩み」を選択したという学生も毎年一定数は存在する。子供のころから化石が大好きだという学生から、まったく何の興味もないという学生まで、受講生の興味の幅は、他の分野以上に広くばらついているのではないかと思う。

このようにさまざまなモチベーションを持つ学生を相手にする授業のゴールとして、私が設定しているのは、以下のようなコメントが学生から何枚か寄せられることである。

「最初はこの授業にまったく興味がなかったのですが、何回か受講しているうちに授業が面白いと思うようになりました」

つまり、興味のレベルがもっとも低い学生に合わせて授業をしているわけだ。しかしこれは、授業の難易度のレベルを下げるのとは違う。興味のない学生に簡単な話しかしなかったら、ますます興味を失ってしまいかねない。したがって、高校の地学で習うレベルよりはかなり高度だが、化石の名前などは最低限に抑えて、どうやって大昔のことを明らかにするのかという方法論を詳しく話すように心掛けている。しかし結果的には、この心掛けによって、元から興味を持って授業を受けてくれている学生にも、一定の満足感を与える内容にはなっているようだ。

考える手本

考えることは簡単だ。何をどう考えてもよいのなら、教育は必要ない。しかし、適切に考えることは難しい。どういうデータが信頼できるのか、どういう筋道で考えていけばよいのか、導き出した結論を検証するにはどうすればよいのか、そしてそのうえで自分の意見を持つというのはどういうことか。そういう営みを適切に行うことは、決して

簡単なことではない。

私は考えることに関して、3つの方法を試みている。それは、1) 考えることの手本を示す講義、2) 考えない小テスト、3) 考える期末テスト、の3つである。

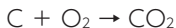
まず、1) の考える手本だが、これは毎回の授業で私が学生に示して、論理的に考えることに慣れてもらうようにしている。少し長くなるが、例を一つだけ挙げてみよう。

地球温暖化の主な原因としては、大気中の二酸化炭素の増加がもっとも有力である。したがって、二酸化炭素を減らすことによって、地球温暖化を止められる可能性が高い(ここまでは正しい)。そのため学生の中には、植物の力によって地球温暖化を止められるのではないかと考える人もいる。光合成は材料として二酸化炭素を使うので、植物にどんどん光合成をしてもらえば、大気中の二酸化炭素が減るというのだ。でも、きちんと考えれば、これは間違いであることが分かる。

植物は光をエネルギー源として、二酸化炭素 (CO₂) を吸収して酸素 (O₂) を放出し、有機物 (C) を合成している(有機物の主成分は炭素 (C) なので、ここでは有機物を C で代表させる)。このプロセスを単純化して示すと、次のようになる。



つまり、植物は二酸化炭素を吸収して、その中の炭素を使って体を作り、余った酸素は捨てるわけだ。こうして植物は成長していき、場合によっては百メートルを超える高さにまでなる。こうして植物が生きているあいだは、二酸化炭素が炭素(植物体)と酸素(大気)に分かれているので、たしかに大気中の二酸化炭素は減ったようにみえる。しかし、これは植物が生きているあいだだけの話だ。植物には長生きのものもあり、5千年ぐらい生きるものもある。しかし植物も、いつかはかならず死ぬ。そして微生物などに分解されるが、そのためには酸素が必要である。このプロセスを単純化して示すと、次のようになる。



つまり、植物が死んで分解されると、植物体は酸素と結合して二酸化炭素になる。要するに、元に戻るわけだ。植物は光合成をすることによって、大気中の酸素を増やし、二酸化炭素を減らしているように思えるが、それは植物が成長しているときだけだ。植物が生まれてから死ぬまでの一生で考えれば、植物は大気中の二酸化炭素を、増やしもしないし減らしもしない。何もしないのである。

しかし実際に、大気中の二酸化炭素は、昔と比べれば減っている。それは、植物が光合成をしたからではなく、死んだ植物の一部が分解されないで石炭などになったからだ。石炭になれば、炭素 (C) は石炭の中に留まったままなので、大気中の酸素 (O₂) と結合して二酸化炭素 (CO₂) に戻ることができない。そのため、石炭などの化石燃料が作られれば作られるほど、大気中の二酸化炭素は減っていくのである(ちなみに大気中の二酸化炭素が減少した理由には、石灰岩になって地中に取り込まれたことなどもあるが、ここでは植物に関係した話だけに限った)。

以上に述べたように、大気中の二酸化炭素が減った原因(の一つ)は、長い時間をか

けて化石燃料が作られたためであり、植物が光合成をしたことが直接の原因ではない。そのため、逆に化石燃料を燃やせば、化石燃料中の炭素 (C) が酸素 (O_2) と結合してしまう。燃えるというのは、酸素と結合することだからだ。そして、大気中に二酸化炭素 (CO_2) が増えてしまう。たとえ植物がどんどん光合成をしても、それを止めることはできないのである。

光合成の基本的な仕組み (二酸化炭素を吸収して有機物を作り、酸素を放出する) や燃焼反応 (酸素と結合する反応) などを知っていれば、上記の話は当然のことである。それなのに、植物がどんどん光合成をすれば、大気中の二酸化炭素が減ると考えてしまうのは、論理的に考えるくせがついていないからであろう。そのため、適切な考え方の例を、まずは授業で学生に示すようにしている。

考えない小テストと考える期末テスト

私は毎回、授業の最後に小テストを行っている。小テストの問題は、例えば次のようなものである。

「シアノバクテリアが出現したのはいつか。つぎの選択肢から選べ。

(1) 38 億年前 (2) 34 億年前 (3) 27 億年前 (4) 19 億年前」

小テストをするときは、ノートなどを自由に見てよいことにしている。したがって、授業さえ聞いていれば、とくに考えることもなく誰にでもできる問題を小テストには出しているわけだ。

特別な知識がなくても考えれば解ける問題を出题すると、一部の学生から不満の声があがる。「一生懸命勉強してたくさん覚えたのに、あんな問題なら勉強していない学生にも解けてしまう。」私は、そういう意見は (半分ぐらいは) もっともだと思う。そこで、出席をとる代わりという意味も兼ねて、きちんと授業を受けてさえいれば、考えなくてもできる問題を小テストでは出题している。ちなみに、小テストの合計は 40 点である。

先ほど、「一生懸命勉強してたくさん覚えたのに、考える問題なら勉強していない学生にも解けてしまう」という意見について、半分ぐらいはもっともだと思うと書いた。ということは、残りの半分ぐらいは賛同しかねるということだ。

適切に考えるためには、正確な知識が必要である。何も知らなければ適切に考えることはできないし、不正確な知識をもとに考えるくらいなら、むしろ考えない方がましであろう。

そして、考えるときの知識は、基本的には頭のなかに入っているべきだと思う。もちろん、書籍やインターネットで知識を補うことは必要だ。しかしそれでも、頭のなかの知識は (正確なら) 多いほうがよい。多ければ多いほど、それを補う書籍やインターネットの範囲も広がるはずだ。頭のなかの知識が少なければ、それを補う書籍やインターネットの範囲も狭くなってしまふ。それでは、考えることも限られてしまふだろう。

したがって、考える問題にも知識は必要で、一生懸命勉強することは考える問題に答

えるときにも役に立つはずだ。授業を受ける前より後では（つまり、勉強しなかった学生より勉強した学生は）、考えるレベルが高くなっていなければならない。もしも勉強した学生にも勉強していない学生にも等しく解けるような考える問題が出題されたとしたら、それは私（も含めた教員）の責任だろう。しかし、かく言う私も、そういう問題を出題したことがあるかもしれない。それについては素直に学生に謝りたい。ごめんなさい。

一方期末テストでは、考える問題を出題している。「～について説明せよ」ではなく「～について論ぜよ」という形で出題している。「論ずる」つまり「根拠と結論を含む一連の主張」を書かせるようにしている。学生数がだいたい100～300人ぐらいのことが多いので、私が「論ずる」手本を見せるだけで、学生に「論ずる」練習はさせていない。それでも、ある程度の成果は上がっているように思う。期末テストでそこそこ論じてくれる学生がかなりいるからである。

その他のこと

授業ではパワーポイントを使っているが、その目的は写真や図を見せるためなので、文字はほとんど入れないようにしている。せいぜい1枚のスライドに20文字ぐらいである。それでも、昔の生物の姿などを見せると、すぐにスライドの枚数が増えてしまう。

授業のスタイルは古典的な板書式である。人数はかなり多いが学生の行儀はよい。学生は授業に適度の緊張感をもって臨むのが理想かもしれないが、私の授業ではやや緊張感が足りないかもしれない。学生からのコメントを見ると、わりとくつろいで授業を受けているようだ。（おそらく私の立ち居振る舞いが）のんびりしていて癒されるという意見も多い。それでも、普段はあまり考えたことのないことを聞かされるので、授業の内容には興味を持ってきているようだ。私たちの祖先には眼が3つあったとか、ネアンデルタール人の脳は私たちより大きかったとかいう話をすると、毎年熱心に聞き入ってくれる。それだけで、最初に述べた私のゴールは達成されているとも考えられるが、学生の論ずる練習はどうするかなど、授業方法については現在もいろいろと模索中である。

さらしな いさお