（イ）基礎・専門化学教育におけるフィードバック

京都三大学教養教育研究・推進機構　教育 IR センター／京都府立大学　教授
石田　昭人

1．はじめに

本年度の共同化教育の担当者会議では教育の質を保証する活動の具体化を進める観点から「フィードバック」を主な話題とすることになった。筆者は共同化教育を担当してはおらず、また、教養教育も担当してはいないが、教育 IR センターで教育の質の保証を担当している者としてこの種の話題にはかねてから大きな興味を抱いている。そこで、筆者が専門教育においてこれまで行ってきた学生に対する直接的なフィードバックや興味の喚起の手法について紹介させていただくことにした。本稿はそれをもとに執筆したものである。

2．フィードバックの意義

教育の改善を全く行わない教員はおそらく居ないだろう。授業中の学生達の反応を見ながら内容を加減したり、試験の成績を分析したりして理解度と定着度を高めるべく、次年度には何らかの改善を図っているはずである。それは教員自身によるフィードバックといえる。しかし、学生に対するフィードバックとなると効果的に実施している教員は存外少ないのかも知れない。実際、試験の答案を返却しなかったり、実験レポートに点数だけを記してコメントを全くつけない教員が残念ながら未だに少なくないようである。本来、単位制度において単位を授与することはその教育内容が理解・定着されていることを保証するものであるはずで、試験終了後３ヶ月後には頭の中がすっからかんという状況は許されるものではない。かといって、60 点以上を合格としている限り、単位取得者全員に対して 100%の理解と定着を求めることもあまりに非現実的である。100 点以外の成績で単位を授与する以上、試験終了後に学生各自の理解の不足箇所とその程度を正確に認識させることこそ最も大切な教育指導であると筆者は認識している。その意味では、試験において成績だけを開示して答案の返却や個別講評などのフィードバックを行わないことは片手落ちの非難を免れまい。

一方、実験教育においては知識や技術だけではなく高い倫理観を備えた科学者や技術者を育てるという、昨今特段に強まってきた社会的要請に応えるためにも、科学研究の方法論の基本をしっかりと身につけさせなければならない。特に、実験ノートの記載法やレポート作成の技法を丁寧に指導していくことは絶対不可欠であり、実験ノートを見ない、レポートを返却しない、あるいは点数だけを記載してコメントをほとんど付記しない、といったことは教育者として到底許されることではないと思われる。また、実験教育においては安全性、再現性、所要時間、必要経費といった面を改善していくことが求められ、実習中の学生の反応やレポートの質を分析することでフィードバックを行っていく必要がある。特に専門実験の場合には最新の高度な内容を扱うことも多く、次年度へむけて内容やプロトコルの大幅な再検討が必要になることも少なくない。

このように、講義科目、実験科目いずれにおいてもフィードバックには教員自身が教育内容を洗練向上させていくことと学生に対する直接的なフィードバックの両面が存在するが、影響力の面ではもちろん後者のほうが圧倒的に比重が大きいわけで、以下では学生に対する直接的なフィードバックについて、筆者の事例をケース別に紹介していくことにする。

3．講義科目におけるフィードバックの方法論

講義科目において学生に直接フィードバックを行うことの目的は、学生自身が理解度を確認し、知識の定着を図るとともに、学習内容に対する興味を自ら喚起する機会を形成するといったことであろう。学生だけではなく教員にとってもそれに

対する学生の反応を観察することで学生の理解度や興味を把握することができる貴重な情報源となり、教育の質向上を図ることができる。すなわち、フィードバックのループを形成するわけである。もちろん、講義の種類や対象人数によって具体的な方法は自ずと異なってくる。そこで、他の科目にも通用すると思われる試験後の指導を最初にとりあげ、その後、特定の内容や人数に対応した、使っていただけそうな手法を順に紹介していく。

1）試験後の個別学習指導

筆者の担当科目は生命環境学部の生命分子化学科、農学生命科学科、および森林科学科の 1,2 回生を対象とする基礎化学 I と物理化学で、授業規模はそれぞれ 120 名、50 名程度である。この 2 科目はいずれも専門基礎に該当するので、その理解不足は以後の専門科目の履修にきわめて大きな影響を与える。担当者の責任は重大であり、講義の設計やシラバスの作成はもちろん、授業の進行や試験の実施に至るまで、細心の注意を払いつつ大きな注力を行っている。その一環として、筆者は試験終了後に必ず個別の直接講評を行っている。学生一人一人に対して、答案を前にして、どこが理解できていて、どこが理解不十分であるかを丁寧に説明する。それによって、学生は自分の理解の不足箇所を確認・認識するとともに、学習法の不備の改善や後続科目の履修に備えるための休暇中の補充学習の具体的な方法といった指導を受けることができる。もちろん、指導した内容がすべて実行されるとは到底思えないが、少なからぬ数の学生が試験結果の反省に基づいて次の科目の学習に臨んでいることは確かである。少なくともただ答案を返却するよりかは遙かにましであろう。実際、このような試験後の個別学習指導に対する学生からの評価は非常に高い。このことは、学生が試験答案の返却はもちろん、試験後の学習指導を強く希望していることの裏付けに他ならない。ただし、それは一定以上の成績を収めて単位を授与された学生に限っての話であり、著しく成績の悪い不合格者に関してはその効果はもちろん、心情についても全く定かではない。そういった学生で答案を取りに来る学生は残念ながらごく少数だからである。すなわち、教育上極めて重要な課題である成績不良者対策としては、答案の返却による個別の学習指導は全く無力といわざるを得ない。この問題については個々の教員の努力に依存した対応に甘んじているのが現状であるが、教育の質保証が強く求められている以上、全学的な取り組みが不可欠な、極めて重要かつ喫緊の課題であると思われる。

2）講義期間中におけるフィードバック

i) メールによる質疑応答と補充解説

学生にとってよほど退屈であるか重要性の低い講義でもない限り、講義終了後に教壇に質問に来る学生は少なくないであろう。筆者の講義では質問者が列をなすことも珍しくはない。学生達を集めてそれぞれの質問の概要を素早く聞き取ったうえで、全員を前に講義中には理解できなかった共通の箇所について黒板を使って再度説明すると、大抵の場合はその場で理解し納得してもらえる。しかし、このようにして教員に直接質問できるのは積極性の高い学生に限定されてしまう可能性が高い。これはオフィスアワーを設けた場合でも同様であろう。あるいは、教室よりも敷居が高いかも知れない。実際、過去にオフィスアワーを設けたにも関わらず、学生が一人も来ないことが多かったため、現在、筆者はオフィスアワーを設定していない。したがって、学生からの質問をただ待っているだけでは、少なからぬ数の学生が理解不十分で、引っかかっている箇所の存在には自身で気付いてはいるものの、それを解決することなく放置してしまう可能性が非常に高い。すなわち、質問を積極的に吸い上げる工夫と、それを基に理解度を上げる工夫がともに不可欠なのである。筆者はその具体策としてメールを用いている。

メールアドレスはシラバスに明記されているし、初回の講義で行っているガイダンスでもメールによる質問を受け入れる旨説明している。メールを使うことで、口頭では直接教員に対して質問できないような内気で控えめな学生であっても比較的気軽に質問することができる場合が多いようであるし、家に帰ってノートや教科書を見直している途中で浮かんできたちょっとした疑問点を問うことができるうえに、その返答もリアルタイムに近いタイミングで得られる。実はこの、「ちょっとした疑問がリアルタイムに解消される」ということが非常に重要である。理解の足かせとなっていたわずかな引っかかりが解消されることで重要事項の理解が急速になされ、また、その快感体験によって復習の意欲も湧いてくるからである。実際、メールによる指導では講義当日の夜や土日の夜に質問が反復して送られてくることが多く、復習している証拠であろう。

このようにして、数名の学生からのメール質問を受けると、それらには必ず共通点があり、理解の勘所がおのずと浮かび上がる。また、同時に講義の不備も明らかになってくる。そこで、それをまとめて直ちに補充解説を作成し、その場で受講者全員にメール配信する。教員から送られてきたメールを無視する学生も中には居るであろうが、多くはそれがきっかけでノートや教科書を見直すので、格好の復習の機会となるようである。これによって、次回の講義までに全体の理解度を格段に向上させておくことができるわけである。教員が通常行っている講義中の補充解説はいわば後手後手の対策に過ぎず、メールを利用したリアルタイムな補充解説の効果には遙かに及ばないであろう。

メールを使う理由はこれだけに留まらない。昨今、学生はほぼ例外なくスマートフォンを持っているので、ノートに数式を書いて撮影し、そのファイルを本文に添付してくることもできるし、こちらから画像ファイルの形で返送することも可能である。これは、数式、立体構造、反応式などのやりとりでは非常に有効である。また、説明がある程度以上複雑になる場合には文章ではなく解説した音声を録音して音声ファイルの形で添付することもできる。これらを組み合わせれば、黒板の前で説明しているのと同じことが短時間で可能であり、しかも、学生同士で互いに転送することもできるから、同じ内容の質問に対して説明を何回も繰り返す必要がない。教員の負担を減らすうえでもこのようなメールの利用は非常に有効と思われる。

さらに、筆者はこのような毎回の講義内容に関する質問に対して個別あるいはまとめて応える以外に、講義の流れをまとめた解説を数回に一回ずつ学生達にメールで配信している。それによって、学生達は現在位置と近日行われる講義の背景や趣旨を確認することができる。正直のところ、本来ならばこれは学生自身がなすべきことであると思うが、このまとめ配信は理解度の向上に効果が高く、学生達には非常に好評である。

以上が、筆者が行っているメールによる解説の概要であるが、メールの利用については学生との直接のやりとりとなるので CIO と相談の上、コンプライアンス上の問題を十分に考えておく必要がある。本来ならばこの種の情報のやりとりにはキャンパス Web システムの利用を前提とすることが望ましい。色々な懸念を考慮すると、教員、学生ともに、メールのやりとりはお互い公式に与えられているアカデミックアカウントに限定すべきであろう。また、教員側は通常ほとんどが PC を用いているのに対して、大多数の学生は日常生活では PC を全く使っていないことに留意しておく必要がある。本学の場合は yahoo メールを用いているので、スマートフォンやタブレットを用いていてもアカデミックアカウントによる教員―学生間のメールのやりとりが学内外を問わず 24 時間可能である。

ii) 課題による自主学習とフィードバック

基礎化学Ⅰの授業では自主学習を強いるために講義内容に関連したA4用紙1枚の調査課題に毎週取り組ませることも行っている。図書館やネットで調べるうちに、一見全く無関係と思われる課題が授業内容と深く関わっていることがわかった時の学生達の驚きと喜びは非常に大きく、A4用紙表裏にぎっしりと書き込んでくる学生も少なくない。優秀なものはまとめて表彰するようにしている。この場合もメールで指導を仰いでくる学生が居るのでそれに応えて興味を喚起する。また、用紙末尾の感想欄で学生達が有している知識のレベルと興味の対象を探ることができるうえ、課題や前回授業に対する感想によって質問しない学生の意見をリアルタイムに吸い上げることも可能である。

4．実験科目におけるフィードバックの方法論

科学研究の方法論の基本をしっかりと身につけさせることが社会から強く求められており、実験科目におけるフィードバックはきわめて重要である。しかし、それは時間と労力の面で多大な負担であり研究活動の障害であるという意識が根底にある教員も少なくないように思われる。確かに、研究活動とは異なり成果が目に見えない教育指導は達成感が低い。筆者を含めて少しでも効率よく行いたいと考えるのは当然であろう。筆者は京都府立大学で基礎物理実験と専門化学実験を、京都大学で基礎化学実験の指導を担当している。ここでは、それらの中で工夫してきた実践例を紹介したい。

1) 基礎実験におけるフィードバック

京都大学の基礎化学実験は半期の科目で、学生を3つのグループに分け、定性分析、容量分析、有機化学の3課題について、それぞれ4つの小課題に順番に取り組み、担当教員は3課題のうちの一つを担当する。すなわち、ガイダンスや全体講義を除いて、4種の小課題を3回繰り返し、計12回の指導を行うことになる。学生の立場からは3人の異なる教員にそれぞれ4回ずつ指導を受けることになる。規模は教員1名あたり学生が約20名である。この実験科目の大きな特長は担当教員がその時間の中で実験指導を行うと同時に前回のレポートにコメントを入れて採点したうえで、学生一人一人に直接コメントしながら返却することを義務づけられていることである。TAが1名ついているものの、これは正直かなりきつく、集中力と同時に隅々にまで注意を巡らせる高い力量が要求される。出席の確認や実験ノートのチェックはTAが行うが、ノートの改善点の指摘などの細かい指導は当然教員が行うし、実験手技についても一人一人丁寧に指導しなければならない。特に、安全のために完全に目を離しているわけにはいかないことがレポート採点の足かせとなる。しかも、この基礎実験の受講者はほとんどが1回生なので、開始早々の時期には実験レポートの基本を知らない。したがって、複数の学生に対して同じコメントを何度も繰り返して書くことを強いられることが多い。そこで、筆者は、多用するコメントについてスタンプを作ってみたところ、格段に効率良くコメントできるようになった。「過去形で！」、「有効数字を確認！」といった規則を遵守させるものや、「この数字から言えることは？」、「この結果の意味は？」、「もう一歩深く考えよう！」のようにより深い考察を促すもの、さらに、「よい図表☆」、「よい考察☆」、「よい着眼点☆」、「よい調査☆」といった内容を褒めるものまで、規則、表現、数値、考察、賞賛、といったジャンル別にそれぞれ5個ずつくらいを一つのラックに入れてある。採点時にこのラックを右前に置き、読みながら気になったところにスタンプを押していく。これによって、格段に速く的確なコメントができるようになった。しかも、その分、手書きのコメントを充実させられるようになり、学生にとってもより丁寧な指導を受けてい

ることを実感できるようである。もちろん、返却時には一人一人に丁寧に指導を行う。前述のように、この実験は 4 回連続で同じ学生を指導するので、学生の力量が目に見えて向上していくことを実感できる。すなわち、最初のうちは規則や表現に関するスタンプが多数押されていても、3,4 回目になるとそういったスタンプはほとんど押されなくなり、賞賛のスタンプや手書きのコメントが増えていく。これは教員にとっても達成感を実感できる嬉しい結果である。筆者の取り組みの成果を見て、実験事務のほうで同様なスタンプを作成し貸与するに至っている。本題とは外れるが、京都大学の基礎化学実験では最初から形式・内容ともに非常に優れた完璧なレポートを書ける学生が必ず数名居る。出身を問うと例外なく SSH 指定校であり、具体的な成果が出て来たといえよう。また、入学直後にも関わらず、学部や学科で学生の気質が驚くほど異なり、それが実験態度やレポートにはっきりと現れることも興味深い。さらに、筆者が過去に中学や高校へ出張講義に行った際に指導した学生が居て向こうから声を掛けてきてくれたことが数回あったことも大きな喜びであった。

一方、府立大学の基礎物理実験においては、教員は一人の学生についてたった 1 回だけの指導に留まる。上述のように、一人の学生を継続して指導することによってその成長を実感できることは教員にとっては大きな喜びであり、1 回きりの指導は教員のモチベーションにとっても甚だ良くないように思われる。レポートにコメントを入れなかったり、基礎実験の指導を単なる負担や研究活動の障害としか考えない意識と無関係ではなかろう。指導の不備が有効数字や図表の規則といった極めて重要な基本事項を専門実験になっても未だに守れず自己流を押し通す学生が多数存在する現状の一因となっているように思われてならない。実験のプログラムを変えるだけで、実験指導に対する教員の意識改革は存外簡単に進むように思われる。

ii) 専門実験におけるフィードバック

専門実験はレポート作成やデータ処理の基本が修得されていることを前提として指導を行うので、実験データからどこまで多くの情報を読み取れるかといった考察の深さが焦点となる。これを赤ペンで記載していくことは正直非常に大きな負担となる。筆者は 34 ～ 38 人の学生を対象に 6 種類の実験を一人で指導し、毎週全員にコメントを返している。1 ヶ月半で 240 回レポートを添削しなければならない。これを全部手で行うのはさすがにきついので、筆者は赤ペンを手にレポートを見ながらコメントを喋り、その音声ファイルをメールで学生に送っている。学生のほうは、赤ペンで所々印をつけられたレポートを見ながら音声を聞くことで、問題点、改善点、褒められるべき箇所を教員から直に話し掛けられるのと同様の臨場感で知ることができる。しかも、何回も聞くことができるうえ、以前のレポートのコメントや友人のレポートに対するコメントと比較することもできるし、効果は一層大きくなる。実際にやってみると、優劣はあるものの多くの学生においてコメントのかなりの部分が共通していることが多いが、それでも敢えて一人一人個別のコメントを作成している。これは学生の側からすれば当然で、自分に向かって話をしてくれているのと、全体に向かっての話では響き方が全く違うからである。筆者の担当する実験は内容が高度なうえに毎週のレポートが課されるので学生にとっても非常に負担が大きいが、このボイスコメントがあることもあって、満足度は非常に高い。

5. おわりに

以上、筆者の実践例を御紹介した。もちろん、これらが最善の方法である訳はないし、全ての科目に通用するものでもない。ご批判も多いことと思う。あくまで御自身の FD の参考にしていただければ幸いである。