

報告

履修困難学生のための再チャレンジプログラム

金崎英二

徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部 ライフシステム部門

(キーワード: 物理化学履修困難学生対策)

Attempt for Promoting Completion of Learning Physical Chemistry in Undergraduate Course

Eiji Kanazaki

Institute for Technology and Science, The University of Tokushima

(Key words: promoting completion, physical chemistry)

1. 緒言

標題のプログラムは、徳島大学工学部化学応用工学科(以下「本学科」とする)二年生対象の「物理化学」における教育改善を目的として平成19年度から平成21年度迄に実施した。本報告はその三年間の経緯と結果を記したものである。本プログラム開始時には「基礎物理化学(一年生)」「物理化学(二年生)」及び「量子化学(三年生)」等の科目で、概ね物理化学全体を履修する計画であった。「基礎物理化学」は既に必修科目であったが、「物理化学」と「量子化学」は本プログラム開始時には選択科目であった。「物理化学」の主な内容は化学統計熱力学の基礎である。「物理化学」は平成21年度の入学生より必修科目へ変更された。このカリキュラム改訂に対応して、「物理化学」の教育水準を低下させることなく単位取得者数の増加を図る方策を模索することが本プログラム開始の動機である。

2. 英文教科書

「物理化学」の講義では、多数の数式の導出や数値の参照及び図表を用いて説明する機会が多いため、教科書の使用は不可欠である。「物理化学」の教科書は'Physical Chemistry', 8th ed. (P. Atkins, Oxford University Press, 2006)である。「物理化学」では、第五版以降の改訂新版を教科書として採用しており、現在は第八版を使用している。この書籍を教科書として用いる理由は、①現在も数年毎に改訂を続けており、学問の進歩を新版に取り入れていること(改訂第九版の出版は今年度内に予

定されている)②教科書中に豊富な図表(色付き)が用いられている③物理化学全体について記述の偏りが無いので必要に応じて他の領域(分子分光学、固体化学、化学熱力学等)の内容を参照できる④大学専門科目の教科書として定評を得ていること等である。特に②は貴重である。学生にとっては難解な式の意味をわかりやすい図表によって理解できる利点がある。また、講義実施上では、予め出版社の許可を得て、教科書中の図表をスクリーン画像(パワーポイント画像)として説明に用いることができる利点がある。

他方、英文教科書を使用することは、教科書の読解上、多少の困難さが付随する。この困難さがあっても、猶、英文教科書を用いる理由は以下の通りである。(1)本学科では最終学年で「卒業研究」や「雑誌購読」を必修科目として課す(昼間コース)。これら科目の単位取得のためには化学の英文文献を一定の速度と理解力を維持しつつ読解する必要がある。低学年での専門科目における英文教科書の使用はそのための訓練の一環である。(2)「物理化学」で履修する内容は国際的に共通であり国内限定の特殊要素は皆無である。従って、外国語を翻訳した日本語の専門用語を用いる意義が乏しい。(3)卒業後の進路如何に関わらず専門領域での英文読解能力の涵養は、単に職業生活を維持するためだけでなく社会生活上も不可欠である。そのため一般的な準備は中等教育で終了しており、大学では英語の知識を実際に化学の教科書の読解に用いることができる。(3)に関しては、次のことも考えなければならない:近年のデフレ経済下で

は、労働集約的な製造業は作業場を海外移転させる傾向がある。従って、本学科の卒業生が今後も製造業に職を求めるのであれば、外国勤務の可能性を考慮せねばならない。勤務地がどの国であるにせよ、共通語としての英語の素養を化学の分野で維持することは有用である。専門教育を通じて、英文読解に対する実際の・心理的障壁を低くすることで、来るべき将来に備えることができる。「卒業後に役に立つ学問を大学で履修したい」という学生の希望は使用言語の有用性も含むと理解すれば、「物理化学」での英文教科書の使用は適切であると考える。

3. 成績評価と履修困難学生

「物理化学」での成績は、①課題に対するレポートの提出状況と②学期末定期試験の成績を総合して評価する。①では教科書中に記載される応用問題に解答することも含まれる。応用問題の内容は、講義中に説明する例題の内容と酷似しているため、講義での説明を聴き、例題を復習すれば解答は困難ではない。また、①には、教科書中の式を用いて表計算ソフトにより表を作成し、更にその結果を作図ソフトにより作図した後所見を加える作業も含まれる。この表計算・作図作業は、予め講義中にその過程と結果を説明するので、レポート作成に格別の困難さはない。①と②との割合は4:6としているので、単位習得の障壁は低い。講義に出席し、レポートを毎回提出し、定期試験でそれなりに得点すれば全員合格と予想するのが自然であるが、その自然な予想が外れることはこれ迄に何回も経験している。ここに履修困難学生対策の必要性が存在すると考えた。又、標題中の「再チャレンジ」の意味は、数回の宿題（レポート提出）や定期試験及び再試験等のそれぞれにチャレンジ精神が必要な程に履修が困難な学生がいると考えたからである。

4. 経過と結果

平成19年度は履修困難学生のための補習クラスを開設した。その目的は、教育水準を保ちつつ、「物理化学」の履修が困難な学生を支援することである。大学院生等から構成されるTAによる補習

クラスを、「物理化学」講義終了後に同じ教室で30分程度開設した。この補習クラスでは、レポート作成に関する相談のみでなく、「物理化学」全般の学習相談も可とし、相談内容によっては補習クラス終了後に担当教員（金崎）による学習相談も計画した。「どう学習すればいいかわからない」という学生の声を聞くことがある。この場合の「わからなさ」は各人各様であるので、多数を対象とする講義中で一人一人の「わからなさ」を解決するには多くの時間が必要である。また、講義中多数の同級生の中で自ら質問を発する学生は稀である。こうした点を考え併せると、「わからなさ」を講義中に解決することは困難である。このことは学校教育の一つの弱点であるが、補習クラスの開設でそうした弱点克服を計画した。その結果、平成17年度（プログラム開始前々年）の履修者数14名中単位取得者は8名、平成18年度（プログラム開始前年）の履修者数38名中単位取得者28名であったが、プログラム開始初年度の平成19年度の履修者数は33名で単位取得者は28名であった。この結果、履修者数に対する単位取得者数の割合は平成17年度57%、平成18年度74%に対し、平成19年度は85%と上昇した。効果はあったように見える。しかし、詳細に観察・検討した結果、問題点も残った。それは、宿題の解答等をTAに過度に依存し、自らの問題解決の努力を放棄する学生が一部に出現したことである。

平成20年度は前年度の問題点に鑑み、補習クラスを縮小して継続し、担当教員によるフォローアップを強めた。前年度に引き続き、講義水準を保ちつつ単位取得者数の増加を図ることが目的である。平成19年度に全学で実施した「学生に対する授業評価アンケート」の集計結果⁽¹⁾によれば、全項目中、「自宅学習時間の確保」が最低の評価（自己評価）であったとされる。この評価は平成19年度のみでなく翌年度にも同じ評価がなされている⁽²⁾ことから、「自宅学習時間の確保」が不十分であることは依然継続した問題である。この評価結果は見逃ごせないと考え、平成20年度は「物理化学」における自宅学習時間の確保（増加）を追加の目的とした。それは同時に平成19年度の反省点の「自らの問題解決の努力を放棄する学生」対策

でもある。自宅学習時間の確保のためには、宿題の頻度を前年度の7回から10回へと増やした。宿題の頻度はこれが限度だと感じている。また、学習相談を受けた場合に、解答を即時・直接には示さずにヒントのみを与えるか教科書の参照箇所を示すのみとした。その際、指導内容をメモにして印刷し学生に手渡した。こうすることで「聞きっぱなし」「言いつぱなし」の弊害防止ができると考えた。以上の結果、平成20年度は履修者数61名中、単位取得者数は38名であった。履修者数に対する単位取得者数の割合は前年度の85%に比べて62%と低下したが、履修者数は前年度の33名に比べ実に84%増であった。平成20年度の履修者数は本学科学生定員の76%である。履修者数が増えたことは、一面の成功であるが、他方、単位取得者数はそれほどには増加していない。詳細に検討したところ、定期試験で不合格だった学生のうち、再試験を受験しなかった学生が16名いた。平成20年度に実施した二回の再試験における非受験者数は、一回目の再試験では対象者32名6名であり、二回目の再試験では対象者数20名中10名であった。不合格者数23名中実に7割近くが再試験を受けずに不合格になったことが分かった。再試験を受験しなかった学生の定期試験での得点は極端に悪い。これらのことを考え併せると、次の結論を得る：ある程度の学力がある学生は平成20年度のプログラムで単位を取得できたが、成績が極端に悪い学生は依然単位取得が困難である。前述の様に「物理化学」では数回のレポート提出を求め、その結果を最終成績に反映させている。単位取得できない学生は、レポート提出状況も芳しくない。つまり再試験を受験しない学生は元々講義を理解していないと推測できる。結局、単位取得者数を増やすには、「講義を理解した学生数を増やす」ことが必要である。何やら振り出しに戻った観があるが、これが平成20年度の結論である。

平成21年度も前年度に引き続き、講義水準を保ちつつ単位取得者数の増加を図る目的は同じである。前年度の結果に鑑み、平成21年度は以下の方策を実施した：(a)講義に用いるスクリーン画像の内容に英文表記を多用する。説明の際に英文(語句)に訳語をつけることで教科書の読解の際の負

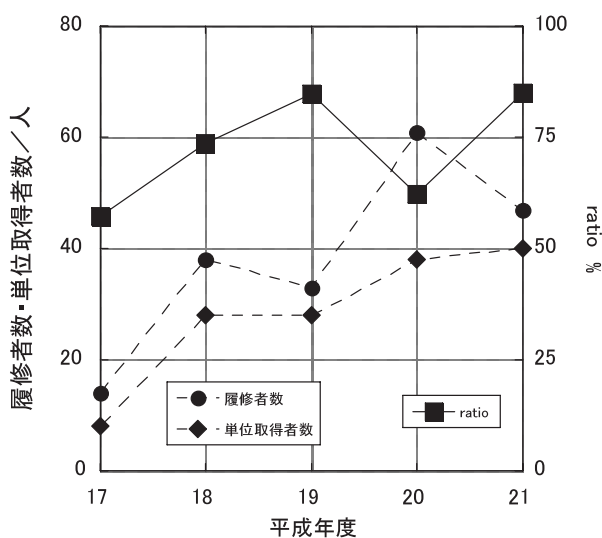
担軽減に役立つ。訳語が複数ある場合、どの訳語が適切であるかもわかる。(b)教科書中の一節を講義中、学生に訳させる。このことで、自宅学習での教科書の予習を促した。(c)教科書記載の多くの練習問題を講義中、詳細に説明し解答することで内容の理解を図る。(d)練習問題を解く際にパソコンの計算ソフトを使用し、別の面から教科書の理解を図る。(e)教科書中に記載されている他の分野の図表を多く参照し関連を述べることにより内容の理解を助ける等である。これらの方策の一部は以前から実行していたものも含むが、平成21年度は徹底して実行した。これらの結果、履修者数に対する単位取得者数の割合は85%となり、前年度の62%から上昇した。つまり、平成21年度は、定期試験不合格者の多くが再試験(二回実施)を受験して合格し、その結果、単位取得学生数が増加した。このことに限れば、平成21年度の方策がある程度成功したといえる。前年度の反省点「講義を理解した学生数を増やす」に関しては一定の成果があったと結論した。レポートの提出状況や記載内容を詳細に検討すると、(d)の方策が有効であったと思われる。実は、前年度から、他の担当科目「化学応用工学概論」(一年生)においてパソコンの表計算ソフトを用いた簡単な科学計算を講義中に説明した。この講義を履修し進級した二年生は、パソコンによる計算に習熟していたものと考えられる。又、レポートの記載内容を検討すると、(a)及び(b)の方策も有効であったと結論した。しかし、定期試験の結果を検討した限りでは(c)の方策には有効性が確認できなかった。講義中にかなりの時間を割いたにもかかわらずこの結果になったことは不可解である。平成21年度は履修者数が47名であり前年度の61名から減少した。毎年のものであるが、二回目の講義終了頃に履修届の締め切りがあり、履修者数が減少する。履修届を出さない学生がいるからである。履修届を出さなかった学生はその後出席せず、意見聴取ができないので履修しない理由は不明であるが、一部の学生の意見によれば予告されたレポートの回数が多すぎるとのことであった。

5. 結果のまとめ

「履修困難学生のための再チャレンジプログラム」として試行錯誤を行った三年間の結果を開始前二年間の結果と併せ、まとめて図に示す。左縦軸は履修者数 (●)、単位取得者数 (◆) であり、右縦軸は単位取得者数の履修者数に対する割合 (■) である。履修者は履修届を提出した学生を指す。横軸は平成の年度を示す。履修者数は概ね増加傾向にあるが、隔年に凸凹状の変化を示す。すなわち、平成18年度(プログラム開始前)と平成20年度は増加するが、平成19年度と平成21年度は減少する。平成18年度はプログラム実施前年であるが、実はこの年度から宿題(レポート)の結果を成績評価に含めるという方針を実施した。このことが履修者数と単位取得者の大幅増をもたらしたと考えられる。定期試験のみの成績評価は学生には評判が悪いということである。一方、単位取得者数は平成18年度と平成19年度に同数であるが、平成20年度以降は約40名迄に増加した。その結果、履修者数に対する単位取得者数の割合は、平成17年度から平成19年度迄は増加し、平成20年度に一旦減少したものの、平成21年度には平成19年度の水準に戻っていることがわかる。履修者数に対する単位取得者数の割合は、プログラム実施前の60%以下に比べ、平成20年度の特殊事情を除いてはプログラム実施期間中概ね75%以上に迄増加した。しかし、「物理化学」が必修化される平成22年度以降は履修者数が80名近くに増加する。その場合にもこの割合が高率になる様、今後共、一層の工夫が必要である。

本報告では、標記プログラム期間中に実施した幾つかの工夫が、履修者数や単位取得者数の増加等の「短期的な教育改善目標」にどのように寄与したか/寄与しなかったかを述べた。「短期的な教育改善目標」は「緒言」で述べた教育改善効果の一端を示すと考える。しかし、公平に見れば、「幾つかの工夫」と「短期的な教育改善目標」との因果関係の判断には主観が混じる。更に、「大学における教育改善」とは何かという議論無しに「短期的な教育改善目標」を策定し実行することの意味を問われれば的確な返答はできない。従って、三年間の「物理化学」の講義で実施した幾つかの工

夫は、報告者の少しの経験・知識と多くの主観に基づくものである。



6. 教科書を持たない学生と講義記録(ノート)を作成しない学生

履修した学生の中に教科書を持たない学生が少なからずいることがわかった。講義は教科書の読解を前提としているので、教科書無しに講義を聴いても講義は理解しがたい。教科書がなければ少なくとも予習はできないし、復習も難しい。教科書を持たないことは、講義を理解する上で何ら助けにはならないと断言できる。前述の「学生に対する授業評価アンケート」の集計結果中「自宅学習時間の確保」の自己評価が低かったのは、教科書を持たない学生がいて、自宅学習が「できない」ことが一因だとすれば平仄が合う⁽³⁾。教科書は学生の個人所有が基本原則だから、教科書を購入するよう学生を指導する必要がある。教科書を所有しない学生の幾人かに、教科書無しで講義が理解できるか尋ねたところ、いずれも講義の理解には教科書は必要であると答えた。それでは実際にどうするのかと重ねて尋ねると、教科書を持つ友人に頼んで当該部分を複製させてもらおうと答えた学生がいた⁽⁴⁾。

講義記録(ノート)を取らない学生がいることもわかった。記録を取る代わりに教科書の余白にメモを書き込む学生もいた。講義記録を取らなければ自宅で講義の復習をする際の拠り所がなく、

講義の記憶をよび起こすことは難しい。また、講義記録をとらないと、宿題等の確認も疎かになる。更に、定期試験対策も立てにくいので単位取得に結びつかないであろう。スクリーン画像を用いた講義では、学生の手許が暗く文字が書きにくい場合がある。その対策として、「物理化学」の講義では、映写幕付近の黒板灯のみ消灯し、学生の座席の照明は点灯したままである。従って、手許が暗いから講義記録を取ることができないとは考えられない。また、授業評価アンケート中、「講義は聴き取れるか」の設問に対する評価は高いので、こちらの声は届いているらしい。それでいて講義記録を取らないのは不可解である。実はここ数年間、筆者の研究室に所属する卒論生・大学院生が書く実験ノートや提出するレポート等の内容の貧弱さに驚くことが再々ある。このことは学部・大学院の区別なく、学生全体に対する印象である。実験ノート中に当然記録すべき事項が欠落しているだけでなく、まとまりのない記述に気付く。この事態は、学生が講義記録をとらないことと関連があるのではないかと考えている。

教科書を持たない学生や講義記録を取らない学生に対しては、教える側の工夫は空転し、学生の単位取得には結び付かない。こうした行動は、「物理化学」の履修上、学生に対して何の利益ももたらさないことは明らかである。これらのことは、自らの学生時代には考えられなかったことであり、気付くのが遅きに過ぎたかと反省している。こうした行動をとる学生の実態を把握するための調査も今後必要であろう。

7. 結論

本プログラムの実施後には「物理化学」の受講者数に対する単位取得者数の割合が75%程度に増加した。科目の必修化に向けてこの割合の維持・向上に一層の工夫を傾けたい。プログラム期間の結果を参考にして、更に対策を練り、引き続いて「短期的な教育改善」への試みを実施する必要がある。教科書を読み講義記録を作成することが「物理化学」の履修に不可欠であることを学生に指摘し続けなければならない。本プログラムで集計した指標を今後とも継続して調査し、その結果を教

育改善の基礎資料としたい。

8. 謝辞

本プログラムは平成19年度から平成21年度迄の三年間の徳島大学教育関係支援事業により実施したものである。事業採択及び「大学教育研究ジャーナル」への投稿の機会を与えて戴いた川上博副学長（教育担当理事）に感謝します。また、協力してくれたTAの諸君や意見聴取に協力してくれた多くの学生諸君にも感謝します。

9. 参考文献及び脚注

- (1) 金崎、嶋林、前澤、教育の成果・効果を検証するためのアンケート調査報告書（平成19年度版）、徳島大学自己点検・評価委員会WG、平成20年2月22日。
- (2) 矢野、中嶋、三宅、嶋林、橋爪、教育の成果・効果を検証するためのアンケート調査報告書（平成20年度版）、徳島大学自己点検・評価委員会WG、平成21年1月19日。
- (3) ひょうそくがあう；条理が通じること、つじつまが合うこと。（この脚注は編集委員会の「平易な表現を」との求めに応じて付け加えた）
- (4) 出版社の同意無く書籍を複写することは法規違反である。このことは学生に度々注意している。