

アクティブラーニングと e-ラーニングの導入による 基礎化学科目の活性化

田中 義幸[†]

To activate fundamental chemistry course
: a case study by introducing both Active Learning and e-Learning

Yoshiyuki TANAKA[†]

ABSTRACT

Active learning and e-learning were introduced in Fundamental Chemistry courses offered for freshman (first grade students) in FY2016, and a part of the efficacy of these introductions were examined. Many students were aware that the preparation time for the lecture was increased by introducing e-learning. In addition, by repeatedly learning about elemental symbols and element names, a high proficiency level was confirmed especially for elemental symbols.

Almost all students have acquired the periodic table including elements just named this year, namely Nihonium (Nh), Moscovium (Mc), Tennessine (Ts), Oganesson (Og), and related chemical elementary attainments and other episodes on elements.

Key Words: Periodic Table of the Elements, Ebbinghaus's Forgetting Curve, Google Classroom, Google Forms

キーワード: 元素の周期表, エビングハウスの忘却曲線, Googleクラスルーム, Googleフォーム

1. はじめに

大学の講義において、アクティブラーニング（能動的学習）やe-ラーニング（インターネットを活用した学習）を導入することが推奨されている。

本学における基礎化学科目のねらいは初学者に対して、化学の基礎的な素養を与えることにある。折りしもシラバスに元素の周期表習得が掲げられているこの講義の実施期間中、2016年6月8日にはニホニウムをはじめとする4つの元素の記号・名称候補が公開され、11月30日には正式

に決定した（IUPAC HP 2016、理化学研究所HP 2016）。アジアに由来する初の元素命名という大きなイベントであった。この機をとらえ、今年度の講義では周期表の習得を一つの柱として据えた。

本研究は2016年度に本学1年生を対象に開講した一連の基礎化学科目（前期受講生約50名、後期同20名）において取り組んだアクティブラーニングならびにe-ラーニングの導入事例を紹介するとともに、その効果の一部について検証することを目的とする。講義では、Shermanほか（1990）を教科書として採用した。なお、本講義の受講生には高校で化学を選択していない学生も含まれていた。

平成29年1月26日受付

[†] 基礎教育研究センター・准教授

2. 方法

2.1 e-ラーニング 導入による予習・復習の習慣獲得

後期講義開始時に本講義に関する予習・復習の状況を聴取したところ、その結果は芳しいものではなかった。そこで、予習・復習の動機付けに資することを主目的として後期よりe-ラーニングを導入した。Google Forms で作成した選択式の問題をGoogle Classroomを通じて(鈴木 2016, 2017)受講生に基本的に毎週公開し、講義前日の深夜までに回答させた。できるだけ教科書に触れる機会が増えるような出題を心がけた。選択式の問題については回答送信直後に得点ならびに正解が配信されるよう設定した。また計算過程も重視して評価すべき文章題などは、課題を選択式の問題と併記するかたちでGoogle Classroom上に提示し、レポート用紙に手書きで回答させ、講義開始時に回収するスタイルをとった。

後期講義終了時にアンケートをとり、e-ラーニングの導入による予習・復習時間の変化について、学生自身がどのような自己評価をしているのか確認した。

2.2 元素の周期表習得(アクティブラーニングの導入事例)

アクティブラーニングの導入に際して、まずは学生との情報のキャッチボールを重んじた。講義中に感じたことや質問などをメモにまとめさせ毎回回収し、その中から受講生全体の利益につながりそうなテーマをいくつか選択し、次回講義においてスライドを用いて説明したり、担当教員の感想・意見を交えて言及するようにした。

「化学結合」を説明する際には元素の周期表の1族(水素とアルカリ金属)・2族・17族(ハロゲン)・18族(希ガス)などの役割を複数の学生に与え、サッカーボールを電子に見立て、各族の元素がどれだけ電子を欲しがるとか、あるいは

は欲しがらないのかを考えさせながら、ボールの取り合いを演じさせ、最外殻に8個の電子が並ぶ安定な状態を元素が志向することにより化学結合が起こることを体感的・視覚的に学ばせることを目指した。

自習課題としてe-ラーニングを通じて提示した文章題については、担当教員が解説するだけでなく学生に黒板を使って回答・解説させ、他者に説明することを通じて説明者自身の理解を増進することを目指した。回答後には次の回答者を指名させる仕組みを導入して緊張感を保つ工夫をした。

今年度はニホニウムをはじめとする4つの元素の命名に関わる重要なイベントがあったことも踏まえ(IUPAC HP 2016、理化学研究所HP 2016)、周期表のすべての元素記号ならびに元素名を暗記して表記する取り組みを毎回の講義の際に15分の時間を割いて実施した。これには担当教員も積極的に参加して、学生たちとスピードや正確性を競い合った。また、エビングハウスの忘却曲線(綾部・田中 2016)について解説し、講義終了後なるべく早い段階で繰り返すことが効果的な習得に役立つことにも言及した。基本的に1週間に1回の割合で、前・後期あわせておよそ30回実施した。ただし、当初、元素記号の習得を優先させたため、元素名記載試験の開始は記号と比べ2ヶ月ほど遅れた。また、元素記号だけが正解の場合はそのまま正解としたが、元素名は、記号と揃って正解しなければ正解としないというルールを適用した。元素の周期表習得状況を確認するために前期・後期とも受講した学生11名を対象として元素記号と元素名との得点を1ヶ月に1回程度の割合で抽出し、有意水準5%で1元配置の分散分析(1-way ANOVA)とシェッフエの多重比較(Scheffe's F Multiple Comparison)を用いた統計処理を実施して各回の得点の平均値を比較し、その推移を検討した。

周期表を覚えることだけを目的とはせず、教科書の各単元を説明する際に周期表を参照する機会を意図的に増やし、化学の基礎的な事項を周期表上で視覚的に理解できるようになること

を目指した。また、元素に関するエピソードにも積極的に触れて、周期表記憶の助けとした(グレイ2010, グリーン2013, 桜井1997, 玉尾ほか2010, 田中2013, ディングル2009)。たとえばレアメタルに関する事例に触れる際には、日本製のゲーム機がヒット商品になったことにより、その部品に使用されているレアメタルの価格が高騰し、主要産出国のひとつであるコンゴ民主共和国における国内紛争を引き起こしている事例(田中2013)を紹介して、身近な国産商品に使用されている元素が多くの人命に深く関わっていることを実感させた。また、各自が周期表の習得に活用した語呂合わせや歌を披露させ、成功事例の検討も実施させた。

3. 結果

3.1 e-ラーニング導入による予習・復習の習慣獲得

後期講義終了時の予習・復習に関するアンケートの結果、後期の予習に割いた時間は 50.8 ± 35.8 分(平均±標準偏差)、復習は 22.1 ± 20.4 分であった。予習の時間が前期の当該講義(前期に履修していない者はこれまでに受講した講義の平均)と比較して増えたと回答するものが全体の75%を示した。一方、復習の時間に関しては、増加と解答したものは42%に留まった。

3.2 元素の周期表習得(アクティブラーニングの導入事例)

第7周期までの元素の総数118すべてを記載できたら118点満点として(図1, Y軸)、元素記号と元素名について、2016年4月から2017年1月まで(図1, X軸にアルファベットで表記)、1ヶ月に1度のペースでそれぞれの得点推移を示した。

元素記号に関しては、4月12日前期初回の平均点は19.6点であり、最高点は49点だった。最初に118点満点を獲得した学生が現れたのは6月14日であった。8月5日前期最終回には平均点が100点を越えた。後期初回の9月20日には平均点が77.1点

に低下した。12月13日には平均点が108.6点、すべての学生の得点が85点を越えた。値のばらつきも含めて評価すると、元素記号の平均点は実施回に応じて有意差が認められた(1-way ANOVA, $F_{9,96} = 1.97, p < 0.001$)。初回4月と比較して他の全ての月は有意に得点が増え、5月は6月、9月とは有意差無しだが、以後の月は有意に上昇。6月以降は値が安定し、有意な差は認められなかった。

元素名の試験は6月7日に初回を実施した。平均点は28.8点、最高点は78点であった。8月5日前期最終回に平均点82.6点を示した後、9月20日には55.4点まで低下した。12月13日には、はじめて100点を越えた。元素名の平均点は実施回に応じて有意差が認められた(1-way ANOVA, $F_{8,85} = 2.05, p < 0.001$)。初回が他の多くの回と比較して有意に低い値を示したが、元素記号と比べると明確な傾向は認められなかった。

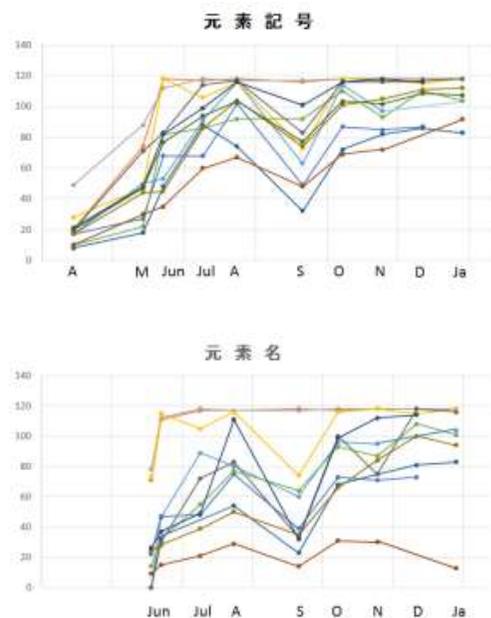


図1 元素記号・元素名習得状況

4. 考察

新たな教授法の導入による学生の習得率の変化を定量的に評価することは一般に困難である。そのためには、たとえば母集団からアクティブラーニングを実施するグループと、実施しないグループとを区別して教育を実施し、両者を比較する必要があるからである。学習効果の検証と学生が質の高い教育を受ける権利とを両立させることが難しい。

しかしながら、予習・復習に関する学生の自己評価ならびに、周期表の習得状況の推移を踏まえると、本講義においてアクティブラーニングやe-ラーニングを導入したことにより、一定の成果があったと評価することができるだろう。

予習時間の増加に比べて復習時間の増加幅が小さかった理由として、e-ラーニング出題の際に、特に予習に重点を置いた文章題を出題をする傾向が強かったことが主な原因であると考えられる。教科書を活用して自習する習慣をつけるという当初の目的の一部は達成されたが、学生が積極的に復習にも取り組む状況までは至らなかった。今後は予習にあたる課題と復習にあたる項目とを明確に区別して実施することが対策になり得るだろう。

元素記号の習得に関しては、4月12日前期初回の講義において実施した際には、平均点は19.6点。水素から順に記載したと仮定すると、原子番号19のカリウム (K)、同じく20のカルシウム (Ca) 付近まで正解したことになる。このあたりまでは、「すいへ〜り〜べ〜」と唱えることにより記憶に留めることが出来ていた学生が多かったと推察される。元素名の習得率が相対的に元素記号より低かった理由は、正式な試験として実施する時期が遅れたことに追加して、記号と和名をセットで正解する必要があるとするルールによるところも大きいと考えられる。

エビングハウスの忘却曲線では、記憶したことのうち1時間後にも覚えている割合は44%、1日後に覚えている割合は26%、1週間後は23%とされ

ている(綾部・田中、2016)。今回のデータから、習得率向上のために払われた各受講生の水面下の努力を可視化することはできないが、満点付近にたどり着いた者の値は、なかなか低下しない事が明らかになった。一方、夏季休暇のために長期に試験期間が開いてしまった場合、休暇後の9月の値が低下する学生が多いという興味深い傾向も認められた。

学生の主体的な取り組みを促す作戦として、本原稿の初稿を学生に示し、「匿名ではあるものの本学紀要に受講生のデータを公表するから、ひとつでも多く覚えられるようがんばれ!」と激励したことも習得率の向上・維持に少しは貢献したかもしれない。

本講義により、ニホニウム (Nh)、モスコビウム (Mc)、テネシン (Ts)、オガネソン (Og) という今年度命名されたばかりの元素も含めて周期表をほぼ習得し、それに関連した化学的な素養ならびに元素に関するエピソードに慣れ親しんだ学生を養成することに成功したと考えられる。

謝 辞

本講義における課題に積極的に取り組んでくれた受講生達、特に本稿におけるデータの使用を快諾してくれた11名の学生に深い感謝の意を表したい。彼らの今後の活躍に大いに期待する。基礎化学科目の講義運営に当たっては、本学基礎教育研究センター化学主任、小比類巻孝幸先生をはじめ鶴田猛彦先生、山内重孝先生、石橋啓逸先生、西田中多美子さんに数々のご助言をいただいた。また、e-ラーニングの導入に関しては基礎教育研究センター長、鈴木寛先生に有益なコメントをいただいた。ここに記して深い感謝の意を表明する。

参考文献

- 1) 綾部宏明・田中博之, 活用学習における学習方略プログラムの開発研究, 早稲田大学大学院教職研究科紀要, 第8号

- pp89-111, 2016.
- 2) セオドア・グレイ (若林文高 監修) 『世界で一番美しい元素図鑑』創元社, p240, 2010.
 - 3) ダン・グリーン (坂根弦太 日本語版監修) 『小学館の図鑑 たんけん! NEO 元素のひみつ』小学館, p112, 2013.
 - 4) IUPAC (国際純正・応用化学連合) ホームページ「IUPAC IS NAMING THE FOUR NEW ELEMENTS NIHONIUM, MOSCOVIUM, TENNESSINE, AND OGANESSON」8 June 2016 <https://iupac.org/iupac-is-naming-the-four-new-elements-nihonium-moscovium-tennessine-and-oganesson/>
 - 5) IUPAC (国際純正・応用化学連合) ホームページ「IUPAC ANNOUNCES THE NAMES OF THE ELEMENTS 113, 115, 117, AND 118」30 November 2016 <https://iupac.org/iupac-announces-the-names-of-the-elements-113-115-117-and-118/>
 - 6) 理化学研究所ホームページ「日本初、アジア初 113 番元素発見の意味するもの」 <http://www.nishina.riken.jp/113/#>
 - 7) 桜井 弘 編『元素 111 の新知識』ブルーバックス B1192, 講談社, p459, 1997.
 - 8) Alan Sherman, Sharon Sherman, Leonard Russikoff (石倉洋子・石倉久之 訳) 『化学 基本の考え方を中心に』東京化学同人, 1990.
 - 9) 鈴木寛, Google Classroom でできること, 八戸工業大学紀要, Vol, 35, pp.107-120, 2016.
 - 10) 鈴木寛, Google ドライブのアプリおよびそのアドオンを用いた課題の作成ー ループリックと自動採点・返却ー, 八戸工業大学紀要, Vol, 36, pp.67-81, 2017.
 - 11) 玉尾皓平, 桜井弘, 福山秀敏 (監修) 『完全図解周期表ーありとあらゆる「物質」の基礎がわかる』(ニュートンムック Newton 別冊サイエンステキストシリーズ) p176, 2010
 - 12) 田中真知『学研の図鑑 美しい元素』株式会社学研教育出版, p128, 2013.
 - 13) エイドリアン・ディンクル (藤田千枝 訳) 『周期表 ゆかいな元素たち!』, 玉川大学出版部, p128, 2009.

要 旨

2016 年度に本学 1 年生を対象として開講した基礎化学科目において取り組んだアクティブラーニングならびに e-ラーニングの導入事例を紹介するとともに、その効果の一部について検証した。e-ラーニング導入により予習の時間が増加したと自覚する学生が多かった。また、元素記号・元素名について繰り返し学習することにより、特に記号については高い習得率が認められた。

本講義により、ニホニウム (Nh)、モスコビウム (Mc)、テネシン (Ts)、オガネソン (Og) という今年度命名されたばかりの元素も含めて周期表をほぼ習得し、それに関連した化学的な素養ならびに元素に関するエピソードに慣れ親しんだ学生を養成することに成功したと考えられる。

キーワード: 元素の周期表, エビングハウスの忘却曲線, Google クラスルーム, Google フォーム