

大学と高校の接点としての化学教育(その 2) — Pre · test, Post · test の添削指導を中心として —

A Teaching Method on Basic Chemistry for Freshman (II) : Teaching Method with Pre-test and Post-test

立木次郎[†], 武井庚二^{††}
Jiro Tatsugi, Kouji Takei

Abstract: This report deals with review of a teaching method on basic chemistry for freshman in this first semester. We tried to review this teaching method with pre-test and post-test by means of the official and private questionnaires. Several hints and thoughts on teaching skills are obtained from this analysis.

1. はじめに

本年度の実施状況を、主に昨年度^{1), 2)}と比較して、特に実感した点、問題点や留意点などをまとめた。

2. 実施の仕方

昨年度と本年度との講義の主な変更点は以下の(1)~(3)である。また講義用プリント(4)は昨年と同様に用いた。

- (1) 昨年度は pre-test, post-test とともに、初めの数回を除いて、すべて課題としたが、本年度は pre-test は 13 回のすべてを、毎回講義の始めに行った。post-test は最初の一回だけで、後の 12 回は課題とした。
- (2) 昨年度は教科書を用いなかったが、本年度は教科書 <基礎固め> 化学、小島一光著、化学同人を用いた。
- (3) 本年度は参考書を昨年度“一般化学”長島弘三 他 1 名著から本年度“大学生の化学”大野惇吉著に変えた。
- (4) 昨年度と同じく、講義用プリント毎回 2 枚(A4 版)を利用し授業展開した。

3. 実施後の授業の実像を探る

3.1. 独自のアンケートからこの授業の実像を探る

(最終の講義終了時に実施した)

アンケート項目と結果:

化学基礎を受講して、

(1) 一番印象に残ったことを書いてください。(%)

- ① pre-test, post-test による授業展開 (28)
- ② 高校の復習で高校時に分らなかった点がよく理解できた (25)
- ③ 原子の構造(19)、プリントによる授業展開 (19)
- ④ その他 後期も開講を期待する (6)、基礎化学の理解に役立つ (3)

「高校とは凄く違うなあ」といろいろな面で、“これが大学だ”と(原文のまま)

(2) この点は良かった、この点は直して欲しいなどあったら書いてください。(%) {加えても 100%にならない(一つひとつ別な意見として 1 つの項目にまとまらなかったため)}

○ 良かった点

- ① pre-test, post-test の答え合わせをきちんとしてくれて、添削と次回での返却 (40)
- ② プリントにより、詳しく説明してくれたこと (15)
- ③ その他、①、②を別の表現のもの多かった。例えば分かりやすかったなど。

○ 直して欲しい点

- ① プリントも内容は丁寧に書いてあり、説明も分かりやすかったが、プリント、教科書、参考書との関係が十分にうまく結合していないように思われた。
- ② 授業の進捗状況にもよるが、時間に追われ授業の後半は分かりにくかった。
- ③ 板書の量がすこし多いように思われた。また、字も大きくてよかったが、偶に小さく見にくいものがあった。
- ④ この講義内容が高校の復習と書いてあったが、大学に入って初めて学ぶものがかなりあった。

(化学基礎の開講目的は、すでに学習した化学 I B および化学 II の内容を復習し、さらに、これから大学で学ぶ化学関連科目を理解するための化学的基礎知識を習得するためである(授業計画、2003)。

「“全部の pre-test, post-test を赤字で添削し、返却してくれたので復習ができ、定期試験に自信をもって臨める”」(原文のまま)

(3) 自身の取り組みについても書いてください。(%)

{加えても 100%にならない(一つひとつ別な意見で 1 つの項目としてまとまらない)}

- ① 一生懸命 post-test (宿題) をやった (22)
- ② 全部出席した (16)
- ③ 家ではあまり勉強しなかった (13)
- ④ 最初は宿題をやっていた理解できたが、徐々にやらなくなっていた (6)、講義が進むにつれて post-test は難しかった (6)

「“化学が一番好きなので、これからも頑張って取り組んでいきたい”」(原文のまま)

3.2 授業のフィードバックアンケートの前年度と本年度との比較からこの授業の実像を探る

() の数字はアンケート調査用紙項目の番号で、○の番号は評価で、①そう思う ②どちらかといえばそう思う(以下①+②と表示) ③どちらともいえない ④どちらかといえばそう思わない ⑤そう思わない (以下③、④、⑤は略す)

アンケート・調査項目と結果:

- (1) あなたはこの授業を何回欠席しましたか。
○ ① 0回 昨年度 78% 本年度 74% (-4%)
- (2) あなたはこの授業に何回遅刻しましたか。
○ ① 0回 昨年度 93% 本年度 96% (+3%)
- (3) あなたは、この授業を熱心に、意欲的に受講しましたか。
① そう思う + ② どちらかといえばそう思う
(以下 ①+② と表示)
昨年度 77% 本年度 64% (-13%)

学生自身の意識も、熱心に受講したのは、本年度は 13%減でした。

(10) 教員は熱心にこの授業に取り組んだと思いますか。

† 愛知工業大学 工学部 応用化学科

†† 愛知工業大学 工学部 応用化学科非常勤講師

①+②

昨年度 86% 本年度 77% (-9%)

教員自身は昨年より劣らず取り組んでいます、学生の評価は 9% 減でした。

(14) この授業の内容には興味が持てましたか

①+②

昨年度 59% 本年度 57% (-2%)

(15) 総合的に見て、あなたはこの授業に満足しましたか。

①+②

昨年度 60% 本年度 59% (-1%)

学生自身による満足度は 60% くらいで本年度も昨年度も変わらなかった。必ずしも、熱心に意欲的に取り組んでいる人が満足しているとは限らないことが分かる。逆にまた、熱心に意欲的に取り組まない人は満足を決して得られないことは事実であろう。

4. まとめ

(1) 化学基礎の単位について以下の質問が多かった。

① 単位はもらえるのでしょうか。

② 「化学基礎についての学生便覧 (p.56, 2003) の応用化学科の 2. 卒業要件の注①、星印*」に掲載されている卒業要件の意味についての質問が多かった。注「*印の化学基礎の単位は、卒業および進級要件には含まない」と明記されている。このことによるのか、履修者が比較的少なかったこと。理由は学生が、最後まで、pre-test, post-test を行い、試験を受けて、単位を取得しようという意志を持続することができなかったか、出席して単位をとる必要もないと考えたと思われる。

(2) 本年度(2003)と昨年度(2002)との比較

| | 本年度 | 昨年度 |
|---|---------|---------|
| ① 受講者数(人) | 60人 | 95人 |
| ② 定期試験の受験者数(人) | 45人 | 75人 |
| ③ 受験者数/受講者 100×(②/①) (%) | 75% | 79% |
| ④ 成績評価 (A+B) D の人数(人) | 41 4人 | 72 3人 |
| ⑤ 最終評価 (A+B) C の人数(人) | 41 1人 | 72 2人 |
| ⑥ 単位認定者数/受講者数の百分率 (=100×⑤ (A+B+C) / ① (%)) | 70% | 78% |

(3) 定期試験は通常の受講者がほとんど受験したと考えられる。

理由は、pre-test, post-test による毎回の出席者数がほとんど定期試験の受験者数と同じであるから。

(4) 受講者数と成績の概観

受講者数は、昨年度 75 人：本年度 45 人=10：6 であり、その割合で考えても、昨年度は比較的成绩上位者(上位 10%位の受講生)が多く受講し、本年度は上位者が比較的少なかったと思われる。一方、下位者(下位 10%位の受講生)は昨年と同じ割合で受講したと考えられる。その理由は、前期定期試験問題の共通問題(比較的易しい問題)の不正解率を分析した結果、下位の人数割合は、ほぼ等しいと考えられる。また、昨年度は本年度より上位者が多く聴講していたと考えられるのは、毎回の pre-test, post-test, 定期試験、そして受講態度などから比較して推測した。その成績の差は上位者が、常に学習において、他の学生を刺激し、牽引の役割を果たしていたと考える方が正しいかも知れない。さらに授業のフィードバックアンケートの比較からも推察される。

もう少し多くの受講生が望まれる。その理由は学生間で切磋琢磨することが大切であると考えられるから。

5. 更なる授業の改善を求めて

(1) 授業に対する昨年度の反省から改善したい項目について昨年度の反省をもとに、改善に特に留意した項目である。

データは授業のフィードバックアンケートを用いた。(11) ~ (13)はそのアンケート項目である。

(11) この授業内容のレベルは、あなたにとって適当でしたか。(%)

①高すぎる ②やや高い ③適当 ④やや低い ⑤低すぎる。

①+②、③ 昨年度 43%、55%本年度 47%、51% (①+②; +4%)

(12) この授業の速度は、あなたにとって適当でしたか。(%)

① 速すぎる ② やや速い ③ 適当 ④ やや遅い ⑤ 遅すぎる

①+②、③ 昨年度 35%、63%本年度 41%、54% (①+②; +6%)

(13) この授業内容の量は、あなたにとって適当でしたか。

①多すぎる ②やや多い ③適当 ④やや少ない ⑤ 少なすぎる

①+②、③ 昨年度 34%、60%本年度 43%、55% (①+②; +9%)

本年度は教科書を利用し、高校の復習を主要課題として取り組み、pre-test, post-test も昨年より随分やさしくした。しかし、本年度の学生の反応は上記のように、フィードバックアンケート結果からは改善されていない。このことは昨年度と本年度との受講生の資質の差(学習意欲を含む)によるのか、授業方法に問題がある(教員自身の問題)のかは検討を要するが、今後一番の改善点であることには間違いない。

pre-test も課題にした方が良かったのかは検討を要する。pre-test は指定教科書の内容を復習し、予習することでできる問題と高等学校で既に学んでいる問題を出題した。また、この授業に用いた教科書の内容が高校の学習内容のほんの一部に限定されていることもこの講義のシラバスと授業展開に注意が必要であった。

post-test は主に、推薦した参考書を基に出題した。本年度は教科書、参考書も初版で、訂正箇所や、著者の意欲は認められるが、分かりにくい記述が多くあったことを付け加えたい。教科書については、間違い箇所と留意した方が良い点、このように直したらどうかなどの点を B5 にまとめ、学生に印刷して配布し、また、著者、出版社にそれを送って見解を求めた。

教科書、参考書、そしてプリントと内容が多すぎた。また、それにそれらの整合性がうまくいったとはいえない。一層の内容の精選が必要である。

高校で別の理科学科を履修し、化学 I B と化学 II を学んでこない学生(本年度は受講生のうち 5 名)には、この科目の受講を勧めるとともに、オフィスアワーの活用も急務であろう。授業内容はより高校の復習に重点をおき、かつ大学生としてのプライドを鼓舞する内容であることも重要となる。また、pre-test および post-test は真剣に取り組ませて、授業に臨む態度を養うためにも新入生には大切であろう。

(2) 化学を通じて教育(授業)を進めていく際に、特に留意されなくてはならないことについて

①授業は学生と教員との共鳴があって成立する。

(i) 大学生としてふさわしい学力をもたねばならないが、学生は 100 人 100 様の意欲、能力、知識をもっているため、教員はそれに合わせて行うことは容易ではない。講義はできる限り高い方に合せて目標を設定して授業展開する必要がある。

(ii) 学生の学習する力を高めなくてはならない。すなわち、学習意欲を起こさせ、それを持続させなくてはならない。それにはどうしたらよieldらうか。教える側と教えられる側の意思の疎通が図られていること(教える側の能力と教えられる側の能力の問題もあるが、互いのできる限りの理解が必要一例えば教える側はここまでは学生が既習し、ある程度の知識をもっていることなど)。また、毎回学生は成長していくので、学生にとって、常に新しい内容を提供しなくてはならない(この気持ちが大切)。授業内容をわかりやすく教えるのは当然であるが、両者に信頼関係が成立していることも大切。学生を甘やかすことではなく、むしろ厳しく誘導していくことが大切。波長が合わない場合も当然起こるが、指揮者(教員)がぶれないように導いていくことが必要な場合がある(一時的に指揮者(教員)が演奏者(学生)に合わせながら本来の道に導く必要であろう)。

②何を教えるべきか一目標を明確する。講義のプリント、教科書や参考書で、その講義内容を明示し、学ぶ目標をはっきりさせ、それを強く意識し授業展開していくことが大切であろう。また、その内容は

(i) 基礎的事項で、今後の専門教育の土台となり発展性があり、

(ii) 教える内容とそのための具体的基礎事項も時代とともに進化していくであろう(例えば高等学校指導要領なども常に変わっている)。

③基礎教育のアシスタントの充実—オフィスアワーなど

時間をかけて分からないところを徹底して教え、また学生に学問探究の面白さなども含めて、学生の心の内面に入ったカンセリングも必要であろう。

また、学生の教育に携わる教員にこの拙文が何らかの参考になれば望外の喜びである。

6 おわりに

この講義を受講した学生が、今後の学習や実験の礎として、一層、勉学や研究に邁進し成果をあげることを期待している。

表1. 講義用プリントの内容

| | |
|---------------------------|---|
| 1回 (No 1) (No 2) | 序章 化学 (chemistry) とはどんな学問か、また物質 (substances) とは何か 1. 元素 (elements) 2. 有効数字 (significant figures) と測定値 (measurement) の計算 3. 物質の分離 (separation) とクロマトグラフィー (chromatography) |
| 2回 (No 3) (No 4) | -原子と分子- I章 原子の構造 (the structure of atoms) 1. 原子構成要素の解明 (evidence for sub・atoms) 2. 原子番号 (atomic number) の決定 (Moseley の方法) 3. 同位体 (isotopes) 4. イオン (ions) 5. 元素の原子量 (atomic weights) 6. 分子量 (molecular weights) 7. 物質質量 (amount of substance) モル質量 (molar mass) 8. アボガドロ定数 (Avogadro constant) の求め方 9. 元素の周期表 (periodic table) II章 原子の電子構造 (the electronic structures of atoms) 1. 水素原子のスペクトル (hydrogen atom spectrum) と波長 (wavelength) 2. ボーアの水素原子モデルと水素原子の輝線スペクトル (Bohr's atomic model and emission spectrum for hydrogen) |
| 3回 (No 5) (No 6) | 3. 量子数 (quantum number) と原子オービタル (atomic orbital) 4. 電子配置 (electron configuration) 5. 同族 (group) の元素 6. 同周期 (period) の元素 |
| 4回 (No 7) (No 8) | 物質の構造 -原子間(イオンを含む)の結合- III 化学結合 (chemical bonds) 1. イオン結合 (ionic bonds) ①イオン対の位置エネルギー図 (potential energy diagram of ion pair) ②イオン化エネルギー ③電子親和力 (electron affinity) |
| 5回 (No 9) (No 10) | 2. 共有結合 (covalent bonds) -その1 ①分子オービタル (molecular orbitals) ②σ結合 (sigma bonds) とπ結合 (pi bonds) ③非局在結合 (delocalized bonds) 3. 配位結合 (coordinate bonds) |
| 6回 (No 11) (No 12) | 物質の構造-分子間あるいはイオンと分子の間に働く相互作用- 4. 分子間力 (intermolecular force) またはファンデルワールス力 (van der waals force) 5. 水素結合 (hydrogen bond) 物質の構造 -金属と合金- 6. 金属結合 (metallic bonds) 金属結合と自由電子 (free electron) 物質の構造 -ダイナミックな構造- 1. 電気陰性度 (electronegativity) 2. 極性 (polarity) 3. 双極子モーメント (dipole moment) |
| 7回 (No 13) (No 14) | IV共有結合 (covalent bond) -その2 と分子の構造 (molecular structure) 1. 混成オービタル (hybridized orbitals) 2. 分子の形 (molecular shapes) と結合 (bonds) 3. 結合距離 (bond distance) と結合角 (bond angle) 4. 結合角とオービタル 5. 結合エネルギー (bond energy) |
| 8回 (No 15) (No 16) | 物質の状態 V章 物質の三態 (three states of matter) 融点 (melting point) と沸点 (boiling point) 1. 気体 (gases) ①理想気体の状態方程式 (ideal gas equation) ②気体分子運動論 (kinetic theory of gas) ③ファンデルワールスの状態方程式 (van der Waals equation) |
| 9回 (No 17) (No 18) | 2. 液体 (liquids) ①溶液 (solution) ②水和 (hydration) ③水和イオン (hydrate ion) ④溶解度 (solubility) と分配の法則 (partition law) ⑤分配係数 (partition coefficient) 希薄溶液の性質 (properties of dilute solution) ⑥ラウールの法則 (Raoult' law) モル分率 (mole fraction) 浸透圧 (osmotic pressure) ⑦電解質 (electrolytes) の希薄水溶液 電離度 (degree of electrolytic dissociation) 3. 固体 (solids) 結晶の構造 (structures of crystals) イオン結晶 (ionic crystals) 分子結晶 (molecular crystals) 共有結合結晶 (covalent crystals) 金属結晶 (metallic crystals) 非晶質 (amorphous) |
| 10回 (No 19) (No 20) | 別章 (トピックス) 化学反応 1. 熱力学第一法則 (first law of thermodynamics) 2. 変化の起こる方向 (spontaneity of physical and chemical changes) 3. エントロピー (entropy) 4. ギブズの自由エネルギー (Gibbs free energy) 5. 化学平衡 (chemical equilibrium) 6. 可逆反応 (reversible reactions) 7. 種々の平衡状態 (equilibrium states) 8. 複合反応 (complex reaction) と律速段階 (rate determining step) 9. 質量作用の法則 (the law of mass action) 10. 平衡定数 (equilibrium constant) 11. 活量 (activity) と活量係数 (activity coefficient) |
| 11回 (No 21) (No 22) | VI 酸・塩基反応 (acid-base reaction) 1. アレニウスの酸・塩基 (Arrhenius acid-base) 2. ブレンステッドの酸・塩基 (Brønsted acid-base) 3. 共役酸・塩基 (conjugate acid-base pair) 4. ルイスの酸・塩基 (Lewis acid-base) 5. 酸・塩基の強弱 (strength of acid and base) 6. イオン積 (ion product) 7. 弱い酸と塩基 (weak acid and weak base) 8. 緩衝溶液 (buffer solution) |
| 12回 (No 23) (No 24) | VII 酸化還元反応 (oxidation-reduction reaction) 1. 酸化還元と酸化数 (oxidation number) 2. 酸化還元滴定 (oxidation-reduction titration) 3. 基準電極 (normal electrode) 4. 標準電極電位 (standard electrode potential) 5. ネルンスト式 (Nernst equation) |
| 13回 | まとめと復習 (review) |

アンダーラインの項目については、時間をかけないで簡単に説明をした。

表2. Pre-test の内容

高校での履修範囲であること。予習が必要であること。解答は一通りでなく、自由に発想できること、すなわち記述式が多い。

| | |
|----|---|
| 1回 | 1. アンケート (問題ではないがここで行う) - 本大学入試理科受験科目と高校理科の履修科目について 2. 化学反応式の完成 (小問2)、物質質量 (mol) (有効数字を含めて) - メタノールの完全燃焼 (小問2) |
|----|---|

| | |
|-----|--|
| 2回 | 1. 物質を構成する粒子と結晶の種類、相対質量と原子量 (小問2) 2. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ についての質量パーセント濃度、モル濃度、質量モル濃度 (小問3) 3. 化学反応式と物質量の計算—アンモニアの生成など (小問4) 4. 各種イオンからできる組成式と名称 (小問3) |
| 3回 | 1. 相対質量—原子質量単位、2. 原子量—同位体、3. モル濃度、4. 化学反応式をつくる (小問4) |
| 4回 | $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ について物質量と質量 (小問3) 2. ボーアの水素原子モデル 3. 化学反応式 (小問3) 4. $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ —複塩と名称 |
| 5回 | $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ —0.1mol/l のつくり方 (小問3) 2. 有用な分類例による化学反応式—その1—分子式による、イオン反応式による、正味のイオン反応式による (小問6) |
| 6回 | 1. 物質とそれを構成する化学結合の名称 (小問5) 2. 水素結合を形成する化合物の名称 3. 物質の電子式 (小問5) 4. 示されている物質の融点の高低とその理由 |
| 7回 | 1. 市販濃塩酸から指定の濃度と容積をつくる 2. 酢酸 2 分子の水素結合したようすの構造式 3. 有用な分類例による各種の化学反応式—その2 (小問6) |
| 8回 | 1. 再度、溶液の質量パーセント濃度、モル濃度、質量モル濃度 (小問3) 2. 物質の結合の種類によるイオン結合と共有結合の分類 3. 有用な分類例による各種の化学反応式—その3 (小問5) |
| 9回 | 1. 有用な分類例による各種の化学反応式—その4 2. シュウ酸標準溶液と水酸化ナトリウムとの中和反応、食酢の質量パーセント濃度を求める |
| 10回 | 1. シュウ酸の指定濃度と容積をつくる 2. いろいろな物質の化学式、名称 (和名と英名で) |
| 11回 | 1. 化学反応式と計算—オストワルト法による硝酸の製造 (小問3) 2. 酸化還元反応と化学反応式—銅と濃硫酸との反応 (小問3) |
| 12回 | 1. 酸化還元反応—硫酸酸性のオキシドールと過マンガン酸カリウム水溶液 (小問2) 2. 標準電極電位と反応の方向 (反応が起こるか否か) (小問2) |
| 13回 | まとめと復習 (試験にむけて) |

表3. Post-testの内容

毎回の授業内容、またそれに関連した問題の多くは大学の化学への第一歩として必要であり、これから学ぶ者への問題提起としても、課題内容は多岐にわたっている。

| | |
|-----|--|
| 1回 | 1. 化学における物質とは 2. いろいろな物質の単体、化合物、混合物の分類 3. 物質の精製と分離 4. 元素と単体の意味の確認 |
| 2回 | 1. クロマトグラフィーとは 2. リュードベリ一定数 R とバルマー系列の n_1 、 n_2 の値から輝線スペクトルの波長 λ を求める 3. 原子番号 (陽子の数)、中性子の数と質量数 4. 同素体と同位体 |
| 3回 | 1. ボーアの水素原子モデルと水素原子の輝線スペクトルに関する式から電子の移行の際に放出するエネルギーとその電磁波の波長を求める 2. 電子殻の電子の最大収容数 3. 電子の状態をきめる4つの量子数 4. 電子殻の副殻とその軌道の数 |
| 4回 | 1. いろいろな原子のスピン量子数の充填の仕方と電子配置記号 2. いろいろな原子の電子配置記号とエネルギーの大小 3. いろいろな原子の電子配置記号での表示 4. いろいろな原子の電子配置記号とイオン化エネルギーの大小 5. いろいろな原子の電子親和力の大小 |
| 5回 | 1. いろいろな原子の電子配置、電子式、そして電子配置記号での表示 2. 第一イオン化エネルギー[eV]を1molあたりのエネルギー[kJ]に変換 3. イオンと殻外電子数 4. ある電子配置記号の原子について第 n イオン化エネルギーと第 n+1 エネルギーの間に大きなエネルギー差があること |
| 6回 | 1. 原子の電気陰性度と化合物のイオン結合性の大小 2. メタンの生成熱グラフアイトの昇華熱、そして水素の解離熱から C-H の結合エネルギーを求める 3. 三角錐形の NH_3 と平面正三角形 BF_3 の極性、無極性について 4. N_2 分子の二つの原子の結合の仕方 |
| 7回 | 1. いろいろな化合物の極性分子と無 (非) 極性分子の分類 2. メタン、アンモニア、水の電子式を書き、それらの結合角を比較し、その理由について 3. σ 結合と π 結合の違い 4. いろいろな分子の結合距離からある分子の原子間の結合距離を求める |
| 8回 | 1. いろいろな分子から中心原子の sp^2 混成軌道の選択 2. いろいろな分子・イオンから三角錐形、正四面体形、そして配位結合している物質の選択 3. アンモニアの結合角 H-N-H は 90° でなく 107° の理由 4. ある状態の二酸化炭素を理想気体、実在気体として計算し、その差の算出 |
| 9回 | 1. 与えられた反応式の共役な酸と塩基 (小問2) 2. 与えられている各種反応式から酸塩基の強弱などの推定 (小問3) 3. 濃度 c の弱酸の解離定数、電離度から pH を表す関係式を求める 4. アレーニウス、ブレンステッド、そしてルイスの酸・塩基の定義 |
| 10回 | 1. 酸、塩基の強さと反応の方向(起こるか否か) (小問3) 2. 指定された溶液 (水酸化バリウム、酢酸、酢酸ナトリウム、そして酢と酢酸ナトリウム) の pH を求める (小問4) |
| 11回 | 1. 酸化還元反応の反応式を記せ (小問2) 2. 標準電極電位の決め方とその必要性 3. ネルンストの式について、また、与えられた電池式の起電力を求める |
| 12回 | 1. 電池式と標準電極電位とからその正極、負極で起こる変化と起電力を求める (小問2) 2. 与えられた電池式と起電力から、正極、負極で起こる変化と反応自由エネルギーの変化を求める |
| 13回 | アンケート まとめと復習 (試験にむけて) |

| | |
|-----|---|
| テスト | 講義内容、Pre-test, Post-Test, の全分野から片寄らない問題 16 問 (問により 2 つ以上の小問もある)、穴埋め問題、択一問題、記述式、計算問題など含む |
|-----|---|

参考文献

2) 立木次郎, 武井庚二, 化学と教育, 50, 863-864 (2002).

1) 立木次郎, 武井庚二, 愛知工業大学研究報告, 38B, 219-222 (2003).

(受理 平成 16 年 3 月 19 日)