

自然系共通専門科目「化学基礎」教科書作成

自然科学研究科 自然構造専攻 澤田 清

本学での授業カリキュラムの大改革により、ベンチマーク方式をとることになった。これにより、基本的には、学部学科の授業科目であったものも、全学に解放することになり、さらに教養教育の授業も内容を均一化する方向を目指すこととなった。この中で、教養教育においては自然科学系（理・工・農・医・歯学部）の初年次学生を対象に数学、物理学、化学、生物学および地学の分野に、自然系共通専門基礎科目を開設した。これまでは“基礎科目”の内容は担当教員個人の判断のみに任されており、教育の全体的整合性、講義内容の合一性等については全く議論されていなかった。これを機に、化学系においては授業内容を統一してカリキュラムを組むプロジェクトを立ち上げた。文系の化学、有機・生化学等は別系統として、理系の化学は講義内容を協議し、統一したシラバスを構築することを目的とした。

このプロジェクトにおいて、理系の学生に対して最低限教育すべき内容を検討した。これに伴い、共通の教科書を指定することになった。特に、記載項目と内容の難易度が問題となった。すなわち、教養教育として過不足のない項目が取り上げられているか。高校から入学したばかりの1年生に対する、相応しい基礎的な解説があるか。教養教育の程度を逸脱した高度な内容が中心となっていないか、などである。これらの条件を満たす教科書は見あたらず、このために教科書を出版してはとの結論になり、教科書の作成に熱意のある化学同人^(株)と出版契約を結んだ。

このような経緯により、教科書としての内容について、具体的かつ慎重な検討を重ねた。また、これと同時に並行して出版社との打ち合わせを行った。これまでの科学の歴史を通して蓄積されてきた膨大な知識の中から、基礎化学として何を取入れるかは非常に難しい選択であった。特に限られた授業時間内に、また現在の学生の理解度を考慮し、どこまでを授業内容として取り扱うかが問題であった。4単位の時間内で講義する内容について、理学部化学系の教員で議論を重ね、他学部意見を求めるなど、検討をおこなった。これらの検討の結果、表1のシラバスに示すような授業内容、時間の割り振りを決定した。基礎化学全体を4単位とし、化学基礎Aおよび化学基礎B、各2単位に分類し、対象学生は理（化学科学生も含む）、医、歯、農学部1年生を対象、工学部学生の聴講も可とした。

このシラバスに沿って教科書の章立て、内容について、討議検討し、次のような方針に沿って、2006年4

月に化学同人より「理系のための基礎化学」が出版された。

「化学は物質を対象とする科学であり、化学工学などの実用面から、身近な環境まで、非常に多彩な分野に関連している。人間の活動はあらゆる面で物質と関わり合い、20世紀の物質文明の発展も化学なくしては不可能であったと思われる。化学の進歩は目覚ましくその情報量の蓄積は膨大で、そのスピードは加速度的に増している。豊かな物質文明を享受する現代人にとっては、その人の活躍する分野がどのような分野であっても、物質に関心を持ち、物質に関する基礎的な知識を習得することは必要であろう。特に大学での化学の基礎を学ぶことは、他の自然科学同様、科学を理解する上の基礎知識の習得の一環として重要と考える。」

本教科書作成の成果の内容を示すため、本書の目次を表2にあげた。第I部は量子論の初歩を取入れ、物質をミクロなレベルから考察し、「原子・分子の化学」について解説しており、第IIは熱力学の基礎に基づき物質を巨視的な立場から考察する「集合体の化学」からなっている。敢えて第I部と第II部で重複した内容の部分も加え、第1部、第2部いずれかの2単位づつだけでも履修できるよう工夫した。これらの第I部・第II部はそれぞれ化学基礎A、および化学基礎B似対応している。本書は2006年度の第1期から講義の教科書として用いられている。

実際の講義を通してよりよい教科書への改訂も含めさらに検討してゆく予定である。最後に本プロジェクトに参加し、著作に携わった教員のリストを表3に示す。

表1 新潟大学教養教育、理系向け化学のシラバス（H17年度）

化学基礎A

〔概要〕：原子の構造や性質、周期律、イオン結合や共有結合等さまざまな結合の成り立ち、分子の構造とそれに起因する物質の性質について解説するとともに、それらの基礎となる基本法則を説明する。

第1回：原子の構造と性質について解説する。

第2、3回：水素原子の原子スペクトルなど量子論誕生のきっかけになった現象について解説し、光と物質の2重性について述べる。

- 第4回：ボーアの理論について解説する。
 第5回：シュレーディンガーの波動方程式の概要について解説する。
 第6回：水素原子のエネルギー，電子の分布について解説する。
 第8回：電子配置，元素の周期律について解説する。
 第9回：イオン結合について解説する。
 第10回：共有結合について解説する。
 第11回：共有結合の極性，飽和性，方向性について解説する。
 第12回：多原子分子の構造について解説する（混成軌道，多重結合，パイ結合，水素結合，立体異性など）。
 第13回：原子価結合法にもとづき配位化合物の結合様式を解説する。
 第14回：結晶場理論に基づき配位化合物の性質（発色など）について解説する。
 第15回：期末試験。

化学基礎B

[概要]：原子や分子の集合体としての物質の状態と相（およびその変化），物質の化学変化，相平衡と化学平衡について，それらを支配する原理，記述する方法，および具体例を解説する。

- 第1回 物質の状態とその変化，状態方程式，相と相平衡について解説する。
 第2回 熱平衡状態と温度，熱とエネルギーおよびその次元について解説する。
 第3回 熱と仕事，内部エネルギー，熱力学第一法則，エンタルピーについて解説する。
 第4回 熱と温度の関係，気体の膨張収縮について解説する。
 第5，6回 エントロピーと熱力学第二法則について解説する。
 第7回 自由エネルギーについて解説する。
 第8回 溶液の性質について解説する。
 第9回 化学平衡と質量作用の法則，水溶液の電離平衡について解説する。
 第10回 水溶液の溶解平衡について解説する。
 第11回 酸と塩基について解説する。
 第12回 酸化と還元について解説する。
 第13回 電池と電極，電極電位と起電力について解説する。
 第14回 化学反応の種類，反応速度式と速度定数について解説する。
 第15回 期末試験とまとめ。

表2 「理系のための基礎化学」(科学同人) 目次

第I部 原始・分子の化学	
第1章	物質・元素・原子
1.1	物質とは何だろうか
1.2	原子を構成する粒子
1.3	原子量・分子量と物質質量
1.4	原子核の化学
第2章	原子の構造
2.1	原子のスペクトル
2.2	量子力学の誕生
2.3	多電子原子の電子配置と元素の周期律
第3章	分子の構造と化学結合
3.1	化学結合
3.2	多原子分子の構造と化学結合
第II部 集合体の化学	
第4章	物質の状態とその変化
4.1	物質の三態 - 固体，液体，気体-
4.2	気体の熱力学的性質
4.3	物質の混合系
4.4	結晶固体の構造
第5章	熱力学の基本法則
5.1	熱力学で用いられる用語
5.2	熱力学第一法則と内部エネルギー
5.3	エンタルピーと熱容量
5.4	熱力学第二法則
5.5	自由エネルギーと化学平衡
第6章	化学平衡
6.1	溶液の性質
6.2	酸塩基平衡
6.3	酸化還元反応と電池
6.4	溶液平衡と沈殿平衡
第7章	反応速度
7.1	反応速度
7.2	反応速度と温度
7.3	触媒

表3 本プロジェクトに参加した教員

工藤 久昭 (理)，後藤 真一 (機器分析センタ)
 佐藤 敬一 (理)，澤田 清 (自然研)
 島倉 紀之 (理)，徳江 郁雄 (理)
 増田 芳男 (理)，松岡 史郎 (理)
 丸山 健二 (理)，湯川 靖彦 (理)
 (敬称略，アイウエオ順)