

5-3. 化学

5-3-1. まえがき

文部科学省が平成21年6月に設置した「大学における実践的な技術者教育のあり方に関する協力者会議」（座長 谷口 功 熊本大学学長）で検討した、技術者教育の充実、実践的教育の必要性、求められる技術者像等について、平成22年6月「大学における実践的な技術者教育のあり方」報告書が提出された。この報告書を、文部科学より、大学における実践的な技術者教育での学生の共通的な到達目標（最低限の基準）を示す事を目標とする平成22年、23年度先導的の大学改革推進委託事業「技術者教育に関する分野別の到達目標の設定に関する調査研究」が公募された。千葉大学の野口博大学院工学研究科長を中心に上記の協力者会議委員を中核とした全国の国立・私立大学の工学系の教職員や企業の技術者による体制を構築し、申請を行い、採択された。

本調査研究の背景として、技術者教育の主な受け皿である企業活動の国際化や複合化がある。学問分野として工学は、理学、医学、薬学、看護学、農学等との融合分野の発展が加速し、更に経済学、社会学、心理学等のいわゆる文科系学問との連携が進み、従来の工学から総合工学的要素が強くなりつつある。

本報告書は、技術者教育において基礎的で共通部分である「自然科学（物理、化学、情報リテラシー等）」に含まれている化学の教育に焦点を絞り、学士課程において学習すべき知識や理解およびこれらを具体的課題に適應する能力について、その範囲とレベルを、項目や到達目標、学修に当たっての配慮事項を提示するものである。

技術者教育において学士課程での共通的な化学分野の教育のうち、どの学生も学ぶ事が大切である4分野「原子の構造」「化学結合の仕組み」「化学反応と反応速度」「無機化合物と有機化合物」「物質の状態」について提示するものである。学士課程教育において身につけるべき知識や理解、およびこれらを具体的事例に適用する能力について、その範囲と要求レベルを、具体的な項目や到達目標の形で、学修に当たっての配慮事項とともに提示する。

これらの知識と能力の修得は相互に関連しており、また数学および物理学とも密接な関係にある。これらの関係をイメージ化したものを図5-5に示す。

技術分野共通科目

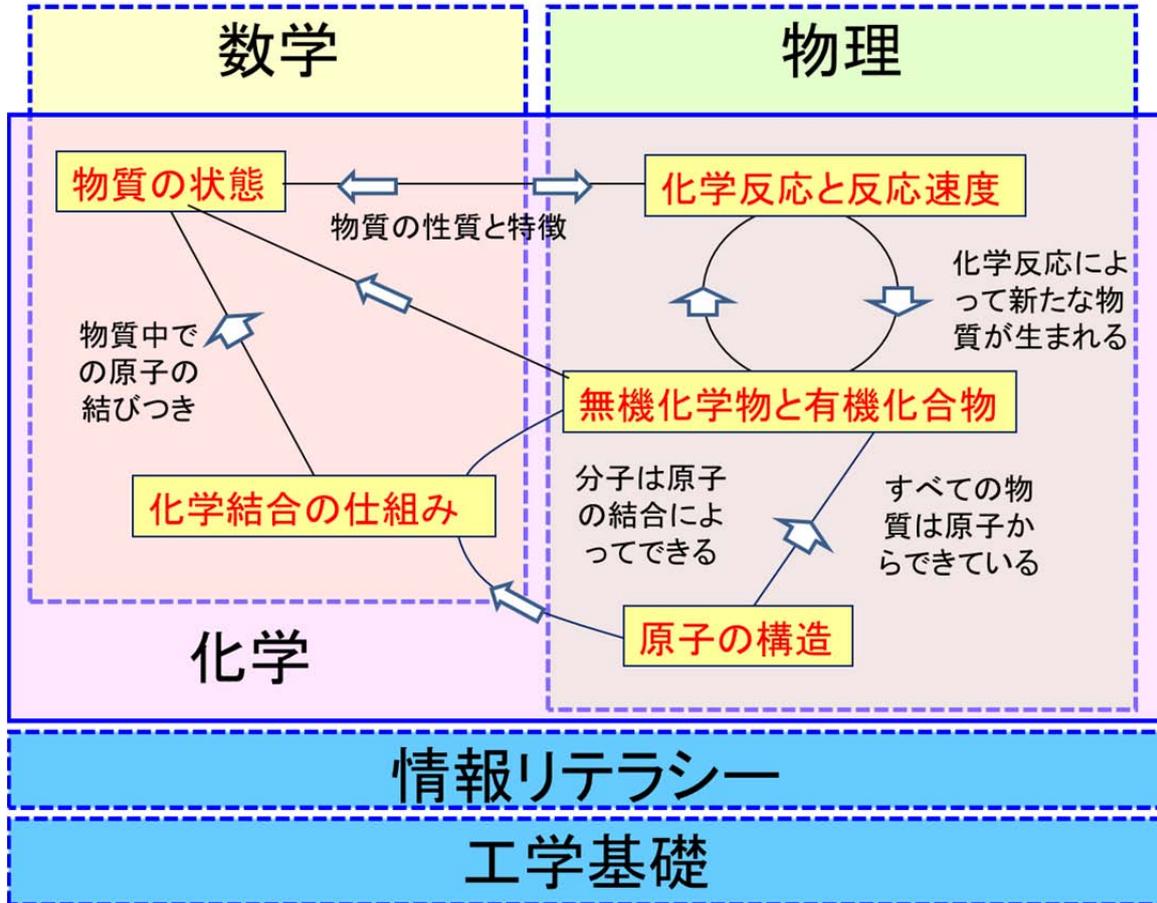


図5-5 共通化学科目間関連図

また、平成23年7月、8月に実施した技術者教育の共通分野としての化学に対するパブリックコメント募集に対して、大学の工学系学部・学科、学協会、産業界などの方々から18件（21項目）のご意見を頂きました。これらの意見を基に再度精査検討し、反映させるべきと判断したご意見を取り入れて改訂した。

共通部分としての化学分野の到達目標は、必ず履修すべき分野、項目から成り、全ての技術者教育を行う上で学んで欲しい内容であると位置づけられる。分野ごとに専門が進化している現代においても、上記の基本的な事項を理解し応用する力を有する事は全ての技術者に求められるものである。これ以外の項目に関しては、カリキュラムのゆとりに応じてそれぞれの大学、学部、学科において設定すべきものであり、それらはそれぞれの大学ごと或いは学科ごとのカリキュラムの特色として捉えられるべきものである。本報告の分野と項目、到達目標などを用いた厳格な評価手法が確立されれば、日本の技術者の化学に関する質保証を強力に後押しすることができるものと考えられる。

この報告書は第一段階のたたき台であり、これからも学協会、企業の方々など関係する方々と協議を継続し、より良い学士課程における化学教育の確立を目指して鋭意努力すべきたたき台として利用して頂ければ幸いである。

5-3-2. 化学の到達目標及び学修に当たっての配慮事項

化学の到達目標と学修に当たっての配慮事項は、次の5分野について示す。

1. 「原子の構造」
2. 「化学結合の仕組み」
3. 「化学反応と反応速度」
4. 「無機化合物と有機化合物」
5. 「物質の状態」

1. 「原子の構造」

(1) 原子の構造

到達目標

- ・原子の大きさが分かる。
- ・原子を構成する三つの粒子が理解できる。
- ・電子の性質と電子殻の概念が分かっている。

学修に当たっての配慮事項

- ・物質を構成する基本的粒子である原子が、どのような物でも共通する三つの粒子（陽子、電子、中性子）から構成されていることを量子化学的基礎に立脚して理解できるよう配慮する。

(2) 原子の種類

到達目標

- ・原子の種類について理解し、元素と原子の関係が説明できる。
- ・元素の周期的な性質変化と周期表を説明できる。

学修に当たっての配慮事項

- ・原子の構造と種類およびそれぞれの特徴を把握し、原子が集まってできている身の周りにある全ての物質が、原子によって出来ていることを理解できるよう配慮する。

2. 「化学結合の仕組み」

(1) 原子の結びつき

到達目標

- ・金属元素と非金属元素の違いが分かり、その種類と量を説明できる。
- ・原子間の結合の概念が説明できる。
- ・原子の混成軌道が説明できる。
- ・金属元素を特徴づける自由電子の概念が分かり金属結合からなる物質を把握できる。
- ・イオンの概念が説明でき、イオン結合を理解している

学修に当たっての配慮事項

- ・物質が、原子のどのような結びつきによってつくられているかを理解できるよう配慮する。

(2) 原子の結合

到達目標

- ・原子が結合してできる分子について化学式を作ることが出来る。
- ・電子を共有する化学結合について電子対の概念を説明できる。
- ・ σ 結合と π 結合の概念が理解できる。
- ・水分子の形と水素結合の概念が分かっている。
- ・モルの概念を把握し、分子の質量が計算できる。

学修に当たっての配慮事項

- ・化学式で表わすことができる分子が、原子のどのような結びつきによってできるのか、また物質量の概念を理解できるよう配慮する。

3. 「化学反応と反応速度」

(1) 化学反応

到達目標

- ・身の回りの化学反応の例を示せ、物質を作り出す化学反応が理解できる。
- ・物質の生成・分解に関わる化学反応が理解できる。
- ・化学反応における反応座標と活性化エネルギーの概念が理解できる。
- ・化学反応について、化学反応式を導くことができる。
- ・化学反応式における係数と物質量の関係を把握している。
- ・エネルギーの出入りを化学反応式で表すことができる。
- ・化学反応に関する速度論と平衡論が理解できる。

学修に当たっての配慮事項

- ・新たな物質を作り出す化学反応がどのように起きているかを把握し、その概念が、多様な反応に活用できることを理解できるよう配慮する。

(2) 酸化と還元

到達目標

- ・酸化と還元が定義できる。
- ・電子の動きから酸化と還元が定義できる。
- ・酸化剤と還元剤の概念と具体例が分かっている。
- ・電池の基本的なしくみが理解できる。

学修に当たっての配慮事項

- ・自然界で起る酸化や還元などの現象が、電子が深くかかわって起きていることを理解できるよう配慮する。

(3) 反応速度

到達目標

- ・化学反応式から化学反応速度式を定義できる。
- ・反応次数が理解できる

学修に当たっての配慮事項

- ・化学反応が進行するときの速度が、反応物の濃度変化で定義されていることを理解できるよう配慮する。
- ・核化学について基礎的理解ができるよう配慮する。

4. 「無機化合物と有機化合物」

(1) 無機化合物と有機化合物

到達目標

- ・空気や水、生命体そして生活用品など身近に存在する物質の性質の違いが理解できる。
- ・無機物質と有機物質の特徴を理解しそれらの違いが説明できる。

学修に当たっての配慮事項

- ・生命体を含む多様な物質が、有機化合物からなる有機物質と無機化合物からなる無機物質に分けられ、それぞれの特徴が二つの分類に活用できることを理解できるよう配慮する。
- ・DNAなども有機物質であることを理解できるよう配慮する。

(2) 無機物質と有機物質

到達目標

- ・身近な無機物質と有機物質が、どのような元素から構成されているか説明できる。
- ・無機物質と有機物質の化学反応の違いを把握し、無機物質からも有機物質が得られることを理解できる。

学修に当たっての配慮事項

- ・無機物質と有機物質がそれぞれの特徴に合った化学反応を起こし、新しい物質を作り出すことに活用できることを理解できるよう配慮する。

5. 「物質の状態」

(1) 物質

到達目標

- ・物質を化学の目で見、物体と物質の違いを理解できる。
- ・物質は元素でできていることと純粋な物質と混ざった物質の違いを把握できる。
- ・色々な物質の密度の違いが理解できる。
- ・融点と沸点の概念が分かり、沸点を利用して混合物を分けることが理解できる。

学修に当たっての配慮事項

- ・物質の物理的特性の違いが、身近な物質の性質の違いを把握することに活用できることを理解できるように配慮する。

(2) 物質の状態

到達目標

- ・気体、液体、固体の集合状態の違いが説明できる。
- ・温度によって変化する物質の状態と粒子の運動との関係が理解できる。
- ・熱と温度の違いと、エネルギーを加えると状態が変化する事が理解できる。
- ・熱力学法則から物質の安定な状態とその変化が理解できる。

学修に当たっての配慮事項

- ・物質を構成する粒子の集合状態の違いが、物質の状態の決定に活用できることを理解できるように配慮する。

(3) 気体と溶液

到達目標

- ・気体の圧力と体積の関係についてボイルの法則が説明できる。
- ・気体の温度と体積の関係についてシャルルの法則が説明できる。
- ・気体や固体の溶液への溶解する現象を理解できる。
- ・溶液の濃度が説明できる。

学修に当たっての配慮事項

- ・物質の物理的性質が、気体や溶液などの状態を決め、身近な現象の把握に活用できることを理解できるように配慮する。

(4) 酸と塩基

到達目標

- ・酸と塩基およびその強さの概念が理解でき、酸性と塩基性の見分けが出来る。
- ・中和の概念と塩について理解できる。

学修に当たっての配慮事項

- ・酸と塩基の性質が、身近な物質の性質の把握に活用できることを理解できるように配慮する。

(5) 光

到達目標

- ・光の波長とエネルギーの関係が理解できる。
- ・光の三原色と物が見えるしくみが分かる。
- ・蛍光と発光について理解できる。
- ・物質の色について説明できる。

学修に当たっての配慮事項

- ・光の特徴とその理解が、光が物質に及ぼす現象の把握に活用できることを理解できるように配慮する。