

学 位 論 文 要 旨

氏 名 那須 悦代

題 目 国際標準をめざした高校化学教材の開発 ―熱力学と電極電位を中心にして―

国をまたいだ経済活動や人的交流がすすむ現在、国際理解教育は「人間同士が国境・民族を越えて互いにわかりあっていくための基本的資質を培う教育」とされ、特に「総合的な学習の時間」が導入されてから、学習課題のひとつとして全教員がなんらかの形で関わるようになってきている。高校教育に関しては、授業全てを英語で実施する学校が話題になったり、科学英語教育に取り組むように呼びかけられてきたが、本論の取り組みを始めた2002年当時、高校化学の英語版実験書さえ市販されていなかった。

一方2003年から日本の高校生が参加している「国際化学オリンピック」で参加する高校生に求められている学習内容としては「電子配置に関する量子数」、「フントの法則、パウリの排他律」、「放射性壊変」、「ギブズの自由エネルギー、熱力学第二法則」、「ネルンストの式、電極電位」などが挙げられているが、現行より以前の日本の高校化学の教科書ではほとんど扱われてこなかった。2009年改訂された現行学習指導要領は「理数教育の充実」を掲げており、「電子の軌道」「格子エネルギー」「標準電極電位」「マルコフニコフ則」などが、発展的内容として全教科書に記載された。ただし、対応する実験教材は提案されていない。

高校生が化学反応の本質を理解する上で、エネルギーの視点を持たせることは重要である。これまで、「エンタルピー」、「エントロピー」、「ギブズの自由エネルギー」などの学習内容が、日本では扱われていなかったが欧米では扱われている。エネルギーの視点を取り入れて化学反応を探究する教材が、日本では不足しているのではないかと考えられる。

また、教員は新たに導入された「標準電極電位」などの概念を指導していかなければならない。そこで2013年10月に和歌山県高等学校理科学研究会の化学担当教員対象の意識調査を実施した。現職教員のほぼ半数は大学で電気化学に関する科目を選択履修していなかった。また高校生にうまく説明できないという戸惑いを感じていた。本論では、熱力学と電極電位を扱う実験教材について、通常の授業において教員が扱いやすく、簡単な実験器具や装置で実施できるものを検討した。

第2章では「金属塩の溶解熱-パソコンセンサーの活用-」を提案する。ここでは、わずかな熱量変化でも計測できる熱センサーの特性を活かし、金属塩の無水塩と水和物の水への溶解による温度変化を測定し、単に発熱、吸熱を理解するだけでなく、水溶液中における水和エンタルピーと格子エンタルピーの観点から探究を目指した発展的教材として検討した。

第3章は「結晶の壁のぼりに関するエネルギー変化」である。「再結晶法による結晶づくり」は、中学校の教科書でも扱われている基礎的な実験であるが、高校段階になると、「溶解」とは水分子との静電的引力による安定化であることが示され、結晶の溶解と析出がエネルギー変化を伴う現象であることを十分に理解させる必要があり、そのための教材を開発した。

第4章は「中和熱とプロトン解離平衡」である。先に述べたように、現行の高校化学教科書には「エントロピー（乱雑さ）」の概念が導入されたりしている。今回導入された学習内容を高校生が容易に理解できるような教材を工夫する必要があるが、「エントロピー」に関する高校化学の実験教材は報告されていない。本章では簡便な測定方法で、中和反応とプロトン解離平衡およびエントロピーを結びつける教材の開発を試みた。

第5章は「電極電位とその教材」を検討した。まず、電気分解に関する教材の検討を行った。さらにニッケルめっきの教材は、従来の「電気分解」の実験としてではなく、「電極電位」を活用して理解を深めるために、電気分解において金属析出量と気体発生量を同時に測定可能な簡易な装置を製作して、電極反応の起こりやすさを探究する教材を開発した。

以上のように本研究では、通常の授業において教員が扱いやすく、簡単な実験器具や装置で実施できる実験を通して、国際標準とみなせる学習内容のうち、日本の高校化学に不足している「熱力学」、「電極電位」など物質のエネルギーに着目して、化学変化を探究できる発展的教材を開発し提起した。