

氏名（本籍）	鈴 ^{すず} 木 ^き 崇 ^{たか} 広 ^{ひろ} （埼玉県）
学位の種類	博士（学術）
学位記番号	甲第18号
学位授与の日付	2021年9月30日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	周期表第14族元素を題材とする実験教材の 開発 —スズと鉛に関する電気化学実験—

論文審査委員	（主査）教授 井上 正之
	嘱託教授 松田 良一 教授 武村 政春
	教授 太田 尚孝 教授 駒場 慎一

論文内容の要旨

本論文は、高等学校理科における「化学基礎」、「化学」、「科学と人間生活」で扱われる“電池”および“めっき・合金”における新規な実験教材の開発に関するものである。

鉛蓄電池は高等学校で学習する代表的な二次電池であり、その電解質には硫酸が用いられている。しかし実際に硫酸水溶液と鉛板を用いて鉛蓄電池を作成して放電と充電を行う実験を実施すると、電極に生成した硫酸鉛（Ⅱ）が剥離して、充電を行っても電池の状態を完全に復元することができないという問題がある。本研究では電解質に硫酸水素ナトリウムを用いることで、この課題を解決した。このとき電極に生成する硫酸鉛（Ⅱ）は、硫酸を電解質とする場合に比べて微小で緻密な結晶群を形成し、これが電極からの剥離を防止していると考えられる。硫酸水素ナトリウムは硫酸よりも安全に扱える物質であり、実験操作上のリスクを軽減することもできる。

銅板にスズをめっきし、これを強熱して青銅めっきに誘導する実験は、めっきと合金を同時に学習することができる魅力的な実験教材である。古典的なスズめっきの実験では高濃度の水酸化ナトリウム水溶液をめっき液としていたが、これを加熱する操作に大きなリスクが伴う。これに対して 3 mol/L の塩酸および塩化スズ（Ⅱ）、ドデシル硫酸ナトリウムを用いるめっき液を用いる実験法が報告されているが、加熱の過程で塩化水素が発生する、めっきが脆弱であり銅板で実験を行うと青銅めっきに誘導できないという問題があった。本研究では、このめっき液に塩酸の代わりに硫酸水素ナトリウム水溶液を用いることで、これらの課題を解決した。このとき硫酸水素ナトリウム水溶液のモ

ル濃度は 0.10 mol/L で十分であり、銅板を用いても青銅めっきに誘導することができる。

論文審査の結果の要旨

本論文は、高等学校理科における「化学基礎」、「化学」、「科学と人間生活」で扱われる“電池”および“めっき・合金”に関する実験教材の開発に関するものである。

鉛蓄電池は高等学校で学習する代表的な二次電池であり、その電解質には硫酸が用いられている。しかし実際に硫酸水溶液と鉛板を用いて鉛蓄電池を作成して放電と充電を行う実験を実施すると、電極に生成した硫酸鉛(Ⅱ)が剥離し、充電を行っても電池の状態を復元することができない。本研究では電解質に硫酸水素ナトリウムを用いることで、この課題を解決した。このとき電極に生成する硫酸鉛(Ⅱ)は、硫酸を電解質とする場合に比べて微小で緻密な結晶群を形成し、これが電極からの剥離を防止していると考えられる。硫酸水素ナトリウムは硫酸よりも安全に扱える物質であり、実験操作上のリスクを軽減することもできる。

銅板にスズをめっきし、これを強熱して青銅めっきに誘導する実験は、めっきと合金を同時に学習することができる魅力的な実験教材である。古典的なスズめっきの実験では高濃度の水酸化ナトリウム水溶液をめっき液としていたが、これを加熱する操作には大きなリスクが伴う。また 3 mol/L 塩酸、塩化スズ(Ⅱ)、ドデシル硫酸ナトリウムを用いるめっき液を用いる実験法が報告されているが、加熱の過程で塩化水素が発生する、めっきが脆弱であり銅板で実験を行うと青銅めっきに誘導できないという問題があった。本研究では、このめっき液の塩酸の代わりに硫酸水素ナトリウム水溶液を用いることで、これらの課題を解決した。硫酸水素ナトリウム水溶液のモル濃度は 0.10 mol/L で十分であり、銅板を用いても青銅めっきに誘導できる。

学位申請者は両実験教材の開発過程で理学的な見地に立った学術検討を行い、最適な試薬の組み合わせと実験条件とを確立した。また学校現場での授業実践および現職教員を対象の講習会での実践を行い、質問紙調査によって得られた生徒目線での評価と教員目線での評価を分析し、これらの実験が高等学校における実験教材として十分に利用できるものであることを検証した。

以上のように本論文には、周期表第 14 族元素である鉛とスズを題材とした電気化学分野の実験教材の開発過程における理学的な検討結果と教育的な評価が述べられており、中等化学教育の内容に資する安全性の高い実験教材が報告されているので、本学大学院理学研究科科学教育専攻における博士(学術)論文として十分に価値があるものと認められる。