

金属の酸化皮膜を用いた教材化に向けて

○清松 天樹, 田仲 勇大, 姫野 啓太, 藤川 涼平, 二宮 純子

○Kiyomatsu Tenki, Tanaka Yudai, Himeno Keita, Huzikawa Ryouhei, Ninomiya Junko

大分工業高等専門学校

【キーワード】 金属, 酸化被膜, 光の干渉作用

1. はじめに

金属表面加工において, 酸化被膜を用いることで改質層の形成を誘起して着色を得ることが知られている. 金属の酸化発色の原理は, 金属表面にナノレベルの酸化被膜の層が形成されることで, 光の干渉作用を起こし, 強められた波長の光が色となって見える. これまで, 理科教材としてチタン Ti を用いた陽極酸化法(電解液中でチタンを陽極として電解することで酸化させる方法)が知られている. 本研究では金属 Sn-Zn の融解混合物を加熱(198.7℃)融解した際の金属表面における色調変化に着目し, 教材化を試みるものとする.

2. 研究内容及び方法

二元合金 Sn-Zn の最も低い融点となる混合比を, 下に示す.

モル比(%) Sn:Zn= 85:15

質量比(g) Sn:Zn= 29.68 : 16.35

本研究では, この Sn-Zn 混合比の合金を実験に用いた. 実験方法は,

- ① マッフル炉を用いて, Sn と Zn を最も低融点となる混合比で加熱融解(198.7℃)し, 表面を着色させた Sn-Zn 融解混合物を作成した.
- ② 着色した金属表面を採取し, 走査電子顕微鏡(JOEL 社の JSM-6060A)を用いて Sn-Zn 融解混合物と原子組成を求めた.

- ③ るつばに酸化被膜を形成している Sn-Zn 融解混合物をいれ, 炭素粉末(2g)を添加し, 10 分間加熱(198.7℃)した(図 1). その後, 表面に残った炭素粉末を除去し Sn-Zn 融解混合物の表面を観察した.

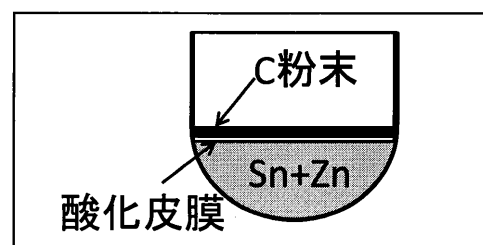


図1 るつば内の様子

- ④ Sn-Zn 融解混合物を入れた小さなるつばを, 炭素粉末を加えた大きなるつばに設置し, 198℃で加熱融解し, 色調変化の時間を測定した.

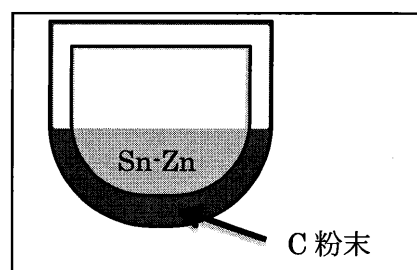


図2 大小のるつば内の様子

3. 結果

金属表面の原子組成分析の結果を図 3, 4 に示す. 金属表面には融解混合物(金属内部)には存在しない酸素原子が確認された. また Sn と Zn の割合が変化し, 金属表面の酸化被膜では二元合金の組成が大きく変化していること

が示唆された。

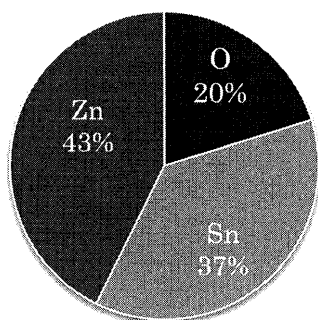


図3 金属皮膜の原子組成

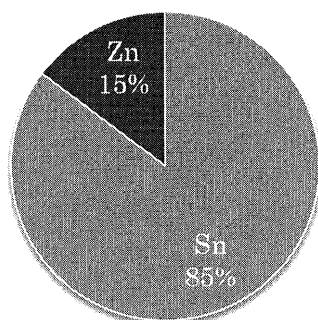


図4 Sn-Zn 融解混合物の原子組成

実験③の結果から、金属表面の酸化被膜の上に炭素粉末を添加して加熱した場合、金属光沢は見られたものの、色調変化を可逆的に確認することは出来なかった。

また、実験④の結果について、色調変化と加熱時間を表1にまとめた。

表1 色調変化と加熱時間(秒)

色	炭素あり(s)	炭素なし(s)
紫	45	15
青	68	25
水色	90	33
黄緑	123	55
黄色	153	66
橙	180	72
赤	194	81
緑	245	91
黒	720	310

この結果から、いずれの色調変化においても加熱時間が約2.5倍となり、炭素粉末を添加することで観察時間を遅延化することが明らかとなった。

4. 考察及び今後の展望

本研究結果から、二元合金 Sn-Zn は加熱融解した際、空気中の酸素と化合し、酸化被膜を形成することで着色することが明らかとなった。これは、酸化皮膜で生じる光の干渉によって発色し、その色は酸化皮膜の膜厚に依存しながら変化することが示唆される。(図5)そのため、加熱時間に従って、酸化被膜の膜厚が変化するのに伴って色調変化すると考えられる。

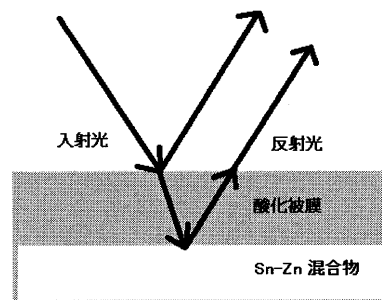


図5 酸化皮膜の発色の原理

また、加熱による金属の酸化被膜の発色実験は、陽極酸化法に比べ、理科教材として以下の点においてすぐれていると考えられる。

- ① 従来の陽極酸化法に比べると、廃液処理などがなく、金属の加熱融解のみでの観察できるため、簡易簡便な実験方法である。
- ② 還元剤として炭素粉末を用いることで、加熱時間による色調変化が観察しやすい。

今後は実験方法を確立し、光の干渉における教材化に向けて取り組み、実践報告する予定である。

5. 参考文献

- 1) 海老原熊雄,『金属データブック』, 金属学会, 丸善株式会社, (1984), p12~555