

焼結の科学～お茶碗から宇宙船まで～

－ 中学生を対象とした夏休みの自由研究に関する技術相談会 －

志田賢二

応用分析技術系

1 はじめに

第11回中学生を対象とした夏休みの自由研究に関する技術相談会において焼結現象をテーマとして技術相談を実施した。このテーマは技術職員が事前に提案しパンフレット、Webで公開されたもので3名の中学生からの申込みを受けた。本来、自由研究は中学生自らが実験できるような内容であるべきものとする。大学の設備を使った“難しい実験”を経験する事は将来科学者を目指す小さなきっかけになればとの思いも込めてテーマ設定をした。“難しい実験”を中学生と共にやった際の様子について報告する。

2 諸言

焼結とは、酸化物や金属の粉末の成形体を融点よりも低い温度で加熱すると、粉末が固まって焼結体と呼ばれる緻密な物体になる物理現象である[1]。我々の身近なところではお茶碗、皿といったテーブルウェアやトイレの便器、洗面台などの衛生陶器の焼結により製造されているあまり知られていないが携帯電話、PCを構成する多くの電子部品の製造にも焼結は用いられている。我々の生活に身近ではないところでは宇宙船の耐火バリア、強力な磁石、発電装置用の部材も焼結によって製造されている。現在の生活に不可欠な技術であるが人類が焼結現象を利用し始めたのは太古の時代の土器にまで遡る。今回の相談会では比較的低温かつ短時間で焼結する銀粘土を用いた銀製アクセサリーの作製を通じ焼結現象を体験してもらった。準備した材料、装置は銀粘土（PMC3：三菱マテリアル）、坩堝炉（PR12K：いすゞ製作所）、手袋、研磨紙であった。

この銀粘土は10gで2千円程度でありホームセンター等で購入が可能である。図1は銀粘土から銀の焼結過程を示す。銀粘土はナノサイズの銀超微粒子とバインダー、溶媒（水など）から成り可塑性を有している。

そのため、手でこねる、型抜きや押し込みにより任意の形状に成形することが可能である。成形後に乾燥させると脱溶媒し、銀粒子同士がバインダーを介して緻密に密着した構造となる。これを銀の融点である961.93℃よりもはるかに低い700℃で熱処理することで緻密な銀焼結体を得られる。今回の実験で用いた銀粘土は600℃で焼結が可能であったが、熱処理時間を短縮するために熱処理温度を700℃に設定した。

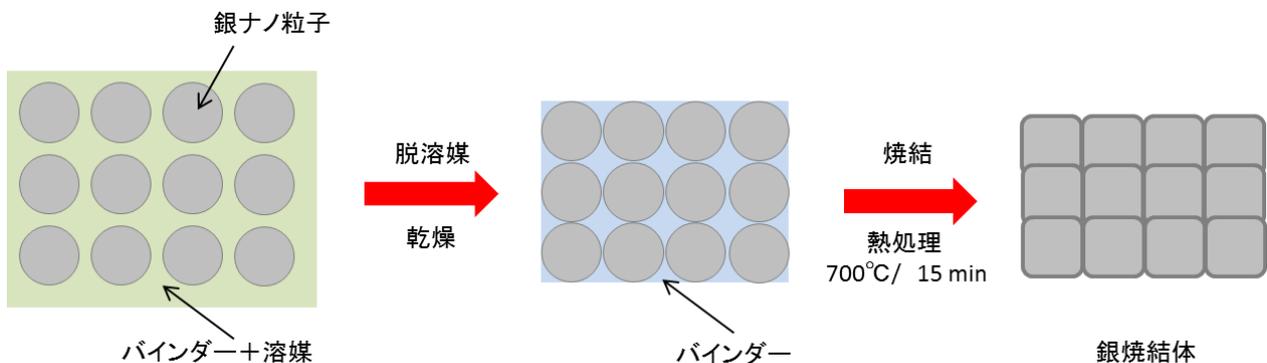


図1 銀粘土からの銀焼結体の製作プロセス

3 実験内容

当日の相談時間は他テーマとの兼合いで2時間に設定した。2名の中学生に対してスライドを使用して「焼結」とはどのような現象であるかを説明した。このスライドの前半の構成は大学3年生がセラミックス化学等で履修する焼結のメカニズムに関する内容であり、当初の想定通り「???’とといった反応であった。スライドの後半では生活の中にある「焼結」によって製造される品々を写真で示した。例としてはお茶碗、セラミックス製包丁、携帯電話部品等。ここでほんの少しだけ「ピンときた」様子であった。若干の興味を惹いたところで実験内容の説明をして作業に移った。銀粘土を各人に10gずつ配り好きな形に成形してもらった。銀粘土に含まれる溶媒の量は数%で、あまり時間をかけると上手く成形できない。一人は指輪を、もう一人は水滴様のチャームを製作した。諸般の事情で別日に実施した中学生には両親が付添って来られた。純銀製のアクセサリーが製作できるとあり母娘で夢中になっていた。図2は実際の実験過程を示す。成形(1)～乾燥(2)～熱処理(3)を経て得られた焼成体は表面に酸化物相が生成し白色である。これを研磨紙で丁寧に磨くと(4)のような金属光沢が発現する。この段階での感動が一番大きかったようである。最後にストラップを取付けてお土産として持ち帰ってもらった。

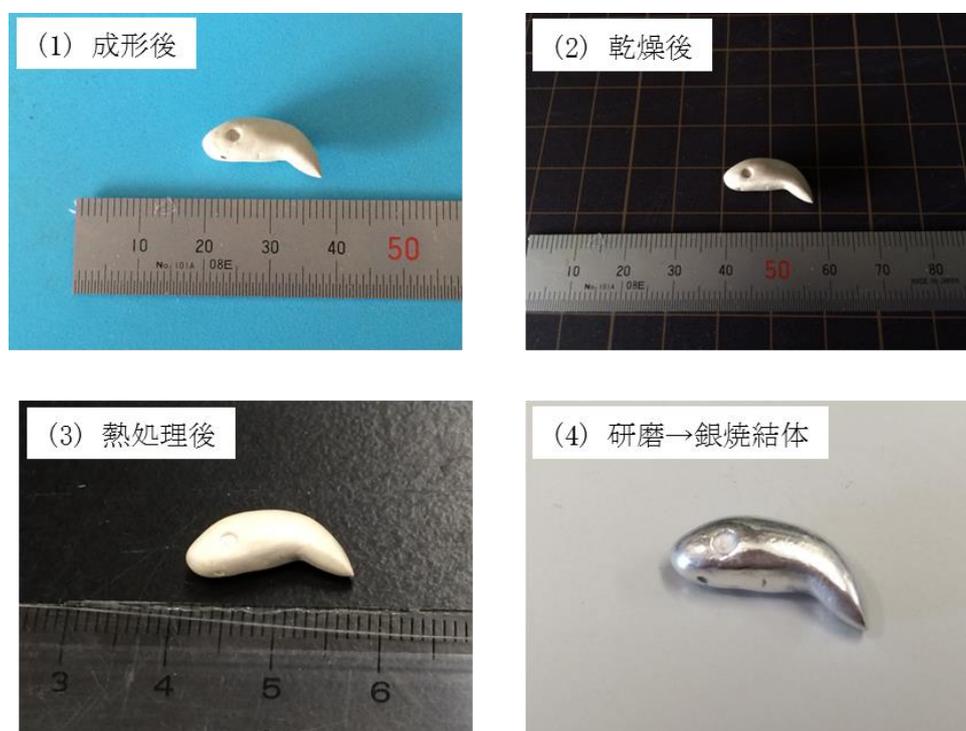


図2 銀粘土からの勾玉作製工程

4 まとめ

中学生の自由研究相談会において、銀粘土を使った銀細工を通じて焼結をテーマに設定した。家庭でもできる内容にするべきか？大学でしかできない内容にするべきか？との葛藤があった。しかしながら楽しそうに作業する姿はとても微笑ましく“熊本大学で何か難しい事を実験した”という経験が将来の技術者・科学者誕生のきっかけになれば幸いである。中学生に難しい現象を理解させるかの工夫は日々の大学生への研究支援業務に通ずるものがある。今後もこのような機会では少し難しいテーマを提案していきたいと思う。

参考文献

[1] 柳田博明 編著 “セラミックスの化学”、(1993)、pp.151-157.