

## 銀樹の形状の変化と電解電流の関係性について

化学班:明石 謙吾、平安 陸斗、福田 凌大

### Abstract

We considered whether it would be possible to change the shape of the dendrite of silver. Since ions are very much involved in the formation of the dendrite, we hypothesized that the shape could be changed by applying an electric current and conducted research. As a result, the shape and the way of the deposition changed by applying an electric current.

### 要約

私達は、金属樹である銀樹の形状を変えられないかと考えた。そこで、形成にイオンが関係しているため、電流を加えることによってその形状を変えられるのではないかと仮説をたて、研究を行った。結果は電流を流したことによりその銀樹の形状が変化し、析出の仕方も銅板の陽極側で大きく形成され、陰極側ではあまり形成されなくなることが分かった。

### 1. はじめに

学校の授業で金属のイオン化傾向について学習し、金属樹という物質について興味を持ち、研究することにした。本研究では銅と銀のイオン化傾向の差によって生じる銀樹に注目した。金属樹は本来、金属それぞれでその金属樹の形状は決まっているが、その形状をどうにかして変えることができないかと考えた。そこで、金属樹の形成には金属の陽イオンが関係しているため、電流を流すことによってその形状を変えることができる、という仮説を立てた。この仮説が正しいか否かを検証するため、研究を行った。

### 2. 研究手法

実験1では電流の大きさを変え、放電時間を固定する実験を行った。

実験2では電流の大きさを変え、放電時間を調節して電気量を固定する実験を行った。

《実験1》

①ろ紙または黒色の紙をシャーレの上に置き、その上に1cm四方に切り分けた銅板をのせ、プログラマブル直流電圧/電流発生器(写真2)とワニ口クリップと炭素棒をつなぎ、ろ紙上または黒色の紙上に写真1のようにセットした。

②1.7gの硝酸銀を量り取り100mLメスフラスコを用いて0.1mol/Lの硝酸銀水溶液100mLを作成した。ろ紙に0.1mol/Lの硝酸銀水溶液3mLをしみ込ませて2mA、3mA、5mAで放電した。

③電流を流した場合は10分間放電したのちに、光学顕微鏡で形成された銀樹の最長部分の形状を観察し、0mAの場合は25分程放置した後に観察した。

《実験2》

①<実験1>と同様に行った。

②ろ紙に<実験1>で作成した硝酸銀0.1mol/Lを3mLしみ込ませ、電気量を12C(2mA×600秒相当)で一定になるように3mA×400秒と5mA×240秒の条件で電流を流した。

③光学顕微鏡で形成された銀樹の最長部分の形状を観察した。

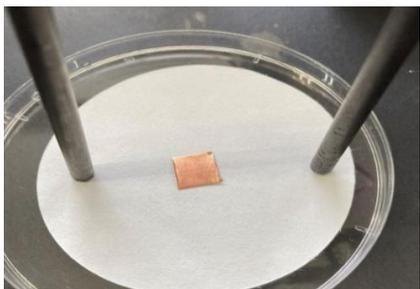


写真1 ろ紙と銅板と電極の外観写真  
(左側が陽極、右側が陰極)



写真2 プログラマブル直流電圧/電流発生器

### 3. 結果

《実験1:電流の大きさを変え、放電時間を固定》

写真3から0mAでは、Y字のように枝分かれをする形状であることが分かった。また、電流を流すことによってその枝分かれが細分化され銀樹の形状が変わった。そのほかにも、電流が大きいくほど銀樹の形成速度が早くなった。具体的には、0mAでは、写真3のような形状が観察できるよう析出するまで25分程の時間を要したが、放電時では約10分で観察できるようになるまで析出した。



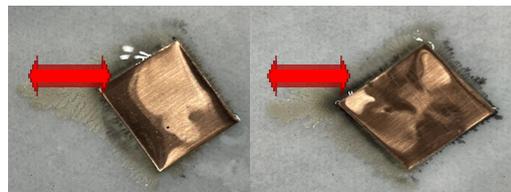
0mA                  2mA                  3mA                  5mA  
写真3 銀樹の細部の形状の変化(光学顕微鏡100倍の写真)

《実験2:電流の大きさを変え、電気量を固定》

次に、銀樹の形状の変化が電流の大きさによるものなのか、電気量によるものなのかを調べた。写真4から3mA・18C(写真3の3mA)と3mA・12C、5mA・30C(写真3の5mA)と5mA・12Cの銀樹の形状を比較するとその銀樹の形状はほとんど変わらなかった。3mA・12Cと5mA・12Cで銀樹の形状が異なっていた。また、写真5から3mA・12Cの銀樹と5mA・12Cの銀樹とで形成された長さ(銅板から銀樹最長部まで)がほぼ同じであった。



3mA・18C                  3mA・12C                  5mA・30C                  5mA・12C  
写真4 銀樹の細部の形状の変化(光学顕微鏡100倍の写真)



3mA・12C                  5mA・12C  
写真5 同電気量での銀樹の長さ

また、電流を流したことにより、銀樹の形成の仕方も変化した。写真6のように無電流時では銅板を中心に同心円状に形成されるが、放電時では銅板の陽極側に大きく形成されるのに対して、陰極側では形成されにくかった。



無電流時                  放電時  
写真6 銀樹の形成の仕方の違い

### 4. 考察

実験1と実験2の結果から、電流を流すことによって無電流時の銀樹と比べてその形状が変化して

いることから、仮説が正しいことが分かった。また、銀樹の形状変化の要因が電気量ではなく電流の大きさであることについては、銀樹は一瞬のうちに形成していくものであるため、流れた電気の合計量よりも瞬間の量が銀樹の形状に直接的に影響を及ぼしていると考えた。電気量に関しては、同電気量下で形成された長さがほぼ同じだったことから析出量に関係を及ぼすと考えた。

次に、銀樹の析出の仕方が無電流時と放電時で異なったことについて、無電流時では、ろ紙にしみ込んでいる銀イオンが銅板へと集まり、銀樹として析出する(図1)。一方、放電時では、陽極、陰極がろ紙の左右に存在するため、溶け出した銅イオンろ紙にしみ込んでいる銀イオンは陰極側へと移動する。しかし、その過程で銀イオンが銅板に到達するとそこで銀樹として析出するため、銅板の陽極側でより大きく析出する。しかし、陰極側では銅イオンが溶け出していること、銀イオンの移動中に銅板がないことから析出されにくいのだと考えた(図2)。

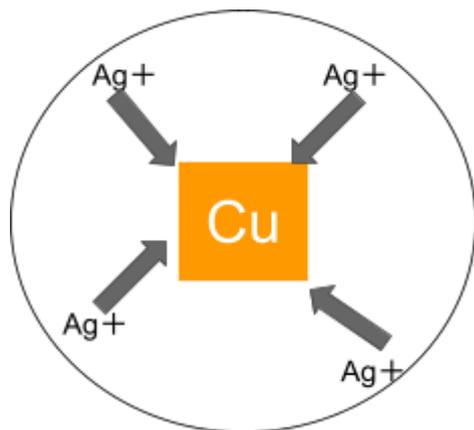


図1 無電流時の銀樹析出モデル図

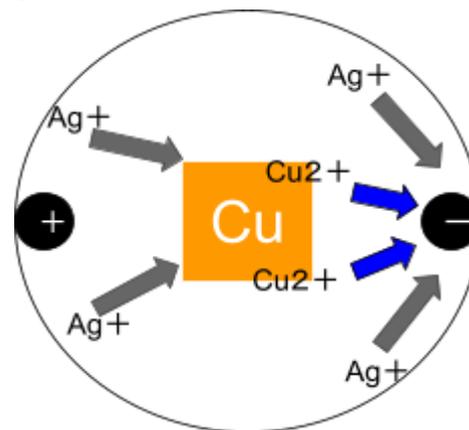


図2 放電時の銀樹析出モデル図

## 5. 結論

実験の結果から、銀樹の形状は電流を流すことによって変化する事、その変化は電気量ではなく電流の大きさに大きく影響される事がわかった。電気量に関しては、析出した銀樹の長さがほとんど同じであったことから析出量に影響を及ぼすと考えた。

また、電流を流したことにより、銀樹の析出の仕方も変化することがわかった。その理由として、電流を流したことによる銀イオンの移動の変化であると考察した。

## 6. 参考文献ならびに参考Webページ

「金属樹の生成と電解電流の関係性について」 奥本大貴ら 2020 J-STAGE

<https://www.iim.or.jp/journal/m/pdf3/59/03/163.pdf>

「金属樹の成長の様子を観察」 荘司隆一 2014 J-STAGE

[https://www.istage.ist.go.jp/article/kakyoshi/62/10/62\\_KJ00009692613/\\_pdf](https://www.istage.ist.go.jp/article/kakyoshi/62/10/62_KJ00009692613/_pdf)