

金属樹の生成と形のコントロール

Control of metal dendrite formation and shape

Abstract

In order to elucidate the structure that produces the beautiful looking metallic dendrite, we focused on the changes in the structure of the metallic tree and its conditions, and generate the metallic dendrite by changing the conditions of generation. To changes in the shape and structure of metal dendrites during the generation process based on variations in conditions. Understanding the relationship between the generated metal dendrites and fractal structures, incorporating observational criteria.

はじめに

私たちの研究は金属樹の生成と形のコントロールである。金属樹とは二種の金属のイオン化傾向の違いによって生成される樹木のような構造をもつ金属の結晶のことであり、非常に美しい構造を持つ。そんな美しい金属樹をコントロールを本研究では行っていく。

金属樹とは溶液中の金属イオンと金属板のイオン化傾向の違いによる電子の受け渡しにより液中の金属イオンが金属板の表面から電子を奪い金属板の表面上に樹木上に析出したものである。

金属樹の生成法は、模索の結果シャーレとろ紙を用いたものにした。利点として、二次元平面での生成ができ観察がしやすくなる点、ろ紙を用いることによって金属樹の保管がしやすくなっている点が挙げられる。より我々はこの方法で生成することに決めた。実際にその方法で生成した金属樹は下の写真である。

二次元平面で生成したことにより構造が見やすくなっていることがわかる。そしてろ紙を用いることで金属樹が安定している。そして本実験では見やすさや扱いやすさなどの観点から銀樹を用いて行う。本研究ではこの金属樹を用いて金属樹生成の形や構造にかかわる条件を探求し、その条件をもちいて金属樹の構造や形をコントロールすることを目的として行っていく。

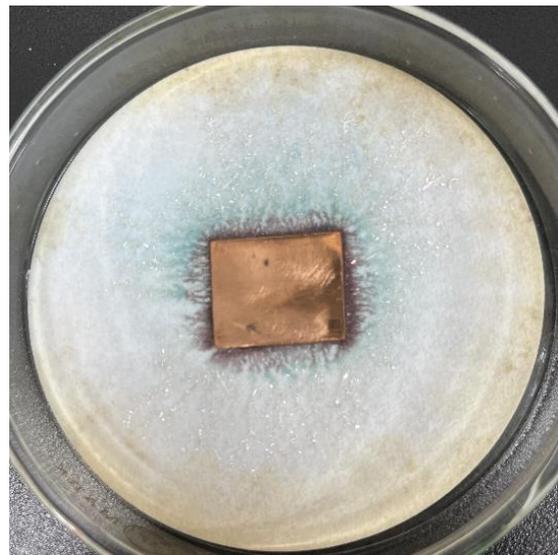


図1-シャーレで生成した金属樹

実験（１）基準となる金属樹の生成

実験方法

シャーレにろ紙を敷き 0.2 mol/L の硝酸銀水溶液を 2.5 g 量り取りろ紙に気泡を含まないように全体にまんべんなくかける。全体に溶液を染みわたらせたのち、真ん中に磨いた銅板を置き、金属樹が生成されるのを観察する。

本研究では、この条件を今後の研究における基準とするために、同じ条件のものを四つ生成し、その共通点を構造、大きさ、密度などの観点で見ることとした。使用した道具は右の写真のものである。

実験用具

硝酸銀水溶液 (0.2 mol)、ろ紙、シャーレ、ピンセット、ガラス棒
メスシリンダー、1 cm 四方銅板



図 2-実験で使用したもの

結果（１）

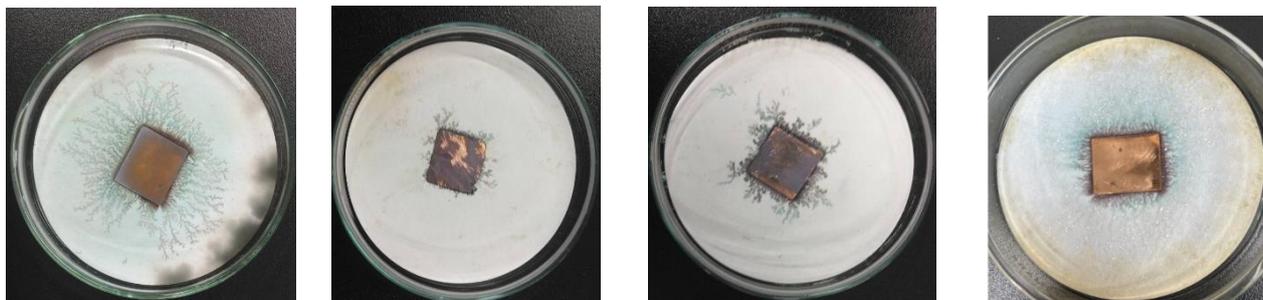


図 3-すべて同じ条件生成された金属樹（４つ）

生成された金属樹は上の写真なのだが、一つとして同じ形のものはなかった。なので溶液量、銅板の大きさなど本実験で用いられた条件以外の金属樹生成にかかわる条件を見つけなければならない。

まず極端に金属樹が小さいものは、途中から裏側のほうに生成されており（写真 4）、その原因も考察していく。



図 4-裏側に生成された金属樹

考察（１）

全く同じ形の金属樹が生成されなかった原因として、ろ紙の繊維によるものということが考えられる。ろ紙には必ず繊維構造に違いが出てくる。その繊維構造の違いが金属樹の形の相違に関わるのではないかと。しかし、ここまで大きさや形に差が出たことについてはほかの条件や金属樹の見落としていた性質について考えなければならない。また、裏側に生成された原因としては、乾燥が関係すると考えている。乾燥することにより表面に溶液がなくなり、電子の受け渡しができなくなり金属樹の生成ができなくなるが裏側にはまだ溶液が残っておりそこから電子を受け取り生成されたため裏側に生成されたと考えた。より次からの実験には乾燥による変化についても観察していきたい。

実験（2）濃度、液量、乾燥による金属樹の変化

実験（1）と同様の方法で金属樹を生成する。本実験では溶液の濃度と量を変えながら4種の金属樹を生成する。

A、濃度 0.2 mol、液量 2.5 g の溶液を用いて上記の方法で生成させる。(0.2 mol、2.5 g)

B、Aに用いた溶液の二倍の量の溶液 5.0 g を用いて上記の方法で生成させる。(0.2 mol、5.0 g)

C、Aに用いた溶液の二倍の濃度の溶液を 2.5 g 用いて上記の方法で生成させる。(0.4 mol、2.5 g)

D、Cに用いた溶液の二倍の量の溶液 5.0 g を用いて上記の方法で生成させる。(0.4 mol、5.0 g)

実験用具

硝酸銀水溶液 (0.2 mol)、硝酸銀水溶液 (0.4 mol)、ろ紙、シャーレ、ピンセット、ガラス棒
メスシリンダー、1 cm 四方銅板

結果（2）

表1-実験（2）の結果

	A	B	C	D
生成されたか	○	○	○	○
構造	基準	密度が上がり、太くなった。	Bと同じ	Bよりも密度が上がり、太くなった。
大きさ	実験1と同じ	シャーレいっぱい生成された。	Aと同じ	Bと同じ

金属樹の構造変化の一条件としては濃度ではなく、溶液中の金属イオンの数によって決まることが分かった。溶液中の金属イオンの数が増えるほど、金属樹の構造密度が大きくなり、太くなることも分かった。



図5-Aの構造拡大図



図6-Bの構造拡大図

また、液量が少ないものは途中で表から消え、裏側に生成されていた。溶液量が多く、乾燥が抑えられた金属樹は大きく、シャーレを満たすまで成長をした。構造に関しては金属イオンの量が同じものにはよく似た構造が見られた。

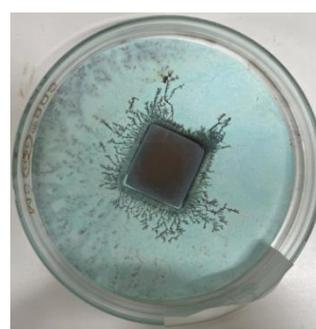


図7-Cの表側



図8-Cの裏側

考察（２）

結果から、乾燥が金属樹に与える影響についての考察は正しかったと言える。乾燥によりイオンの受け渡しをする場所がなくなり、裏側に残った溶液により受け渡しをし金属樹を生成する。

金属樹の構造については溶液濃度ではなく溶液中の金属イオンに関係することが分かった。金属イオンの数が多ければ多いほど密度が大きくなり、金属樹の太さも大きくなることが分かった。それに、イオン数が同じ金属樹には同じような構造が見られたため基本的な構造を決定する条件は溶液中の金属イオンの数であると考えられる。

今後の課題

我々の今後の課題は他の条件による金属樹への影響の模索とフラクタル構造を用いた金属樹の構造の数値化による可視化をしていきたい。

進んでいた磁界での実験をより強く、理想の形の電磁石を用いて行いたい。そしてまたそれに合わせた金属樹生成法の模索も進めていきたい。

湿度のコントロールにより、よりムラがなくきれいな金属樹を作成していきたい。

参考文献

土屋徹：平面展開による金属樹の保存とイオン化傾向の理解

https://www.toray-sf.or.jp/awards/education/pdf/h23_06.pdf

奥本大貴：金属樹の生成と電解電流の関係について

https://www.jstage.jst.go.jp/article/materia/59/3/59_163/_pdf/-char/ja