

金属樹生成の要因とプログラミング解析

大阪府立北野高等学校

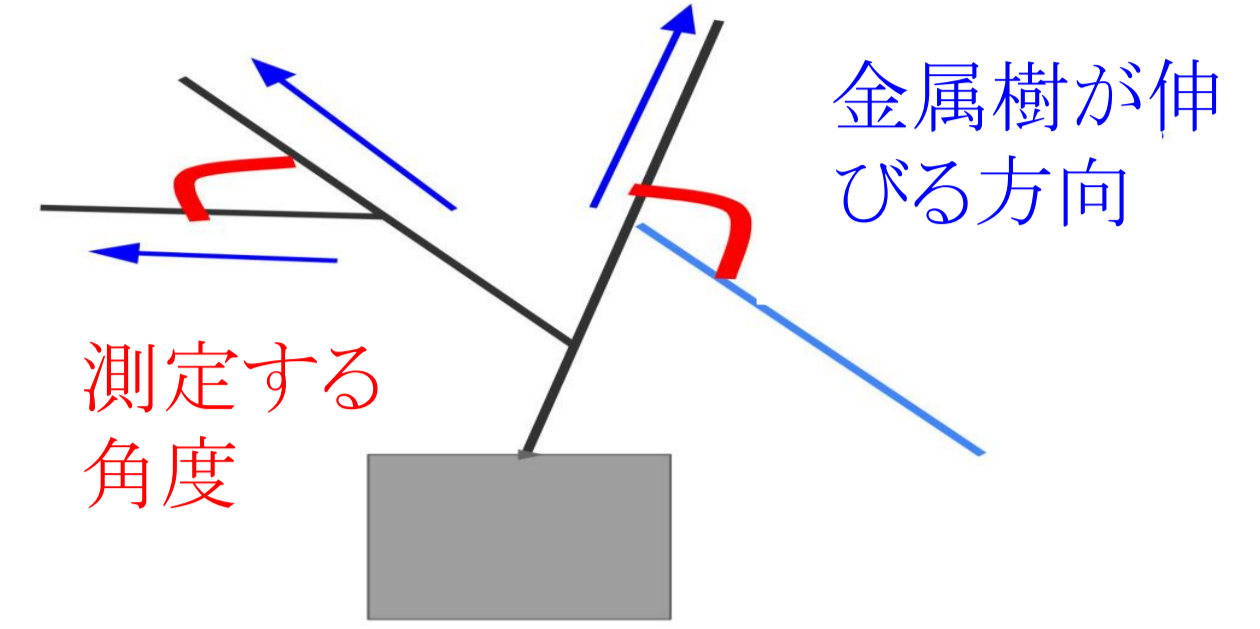
背景と目的

<実施の背景>

- ・先行研究(Ag樹・Pb樹の形状の違いを示す)をふまえて、他の金属樹に興味を持ちCu樹に着目したが、Cu樹は角度を測ることが困難だったため、一度すでに析出角度を測ることができているAg樹の実験に立ち戻り、よりきれいで見やすい析出の方法を見つけることにした。そこで、金属イオンを含む溶液と陰イオンを含む溶液を混合したものを加え樹析出について調べてみようとして、カルボン酸溶液に着目した ⇒ 実験1
- ・金属樹の析出の様子をプログラミングソフトによって再現できるのではないかと考え、着目した ⇒ 実験2

<目的>

- ・カルボン酸溶液の陰イオンの違いが金属樹析出時の反応に与える影響を調べ、よりきれいで見やすい樹の析出方法を見つける。
- ・プログラミングソフトを用いて擬似的に金属樹析出の様子を再現して実際の実験結果と比較する。



実験 1

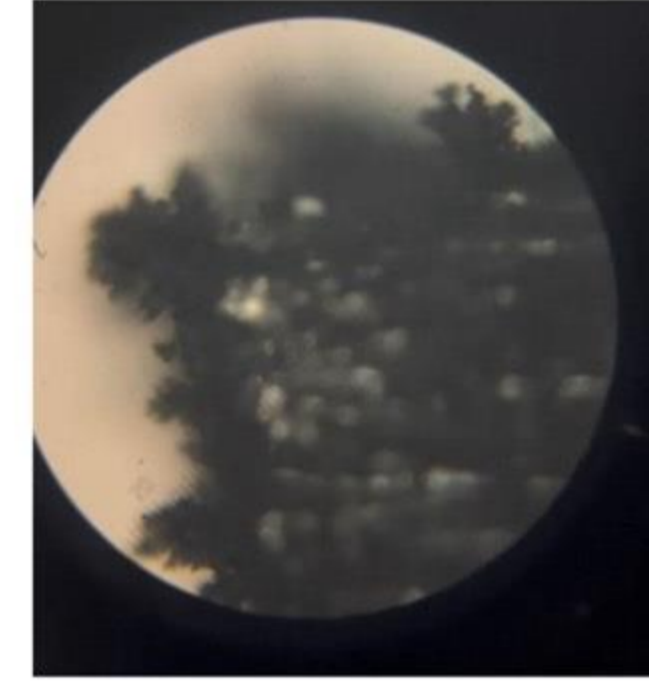
方法

1. シヤーレにAgNO₃溶液とカルボン酸溶液を、モル比1:1で混合したものを3 mL入れて薄くのばす。
2. その上にCu板を置く。
3. 金属樹が析出する様子を観察し、それぞれのカルボン酸溶液による影響を比較する。

カルボン酸として用いたもの：(CH₃CO)₂O、CH₃COOH、CH₃CH₂COOH
HCOOH、酒石酸

Cu樹の比較

CuSO₄(0.1 mol/L)



Cu(NO₃)₂(0.1 mol/L)

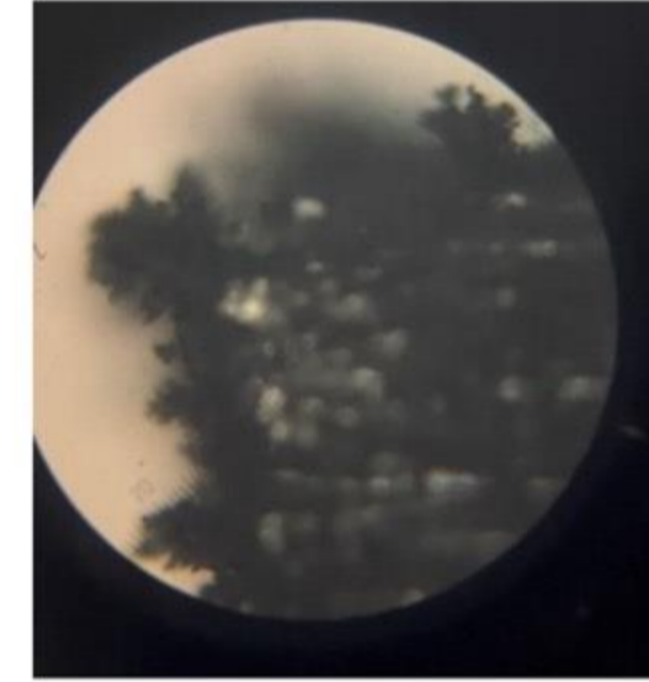


CuCl₂(0.1 mol/L)

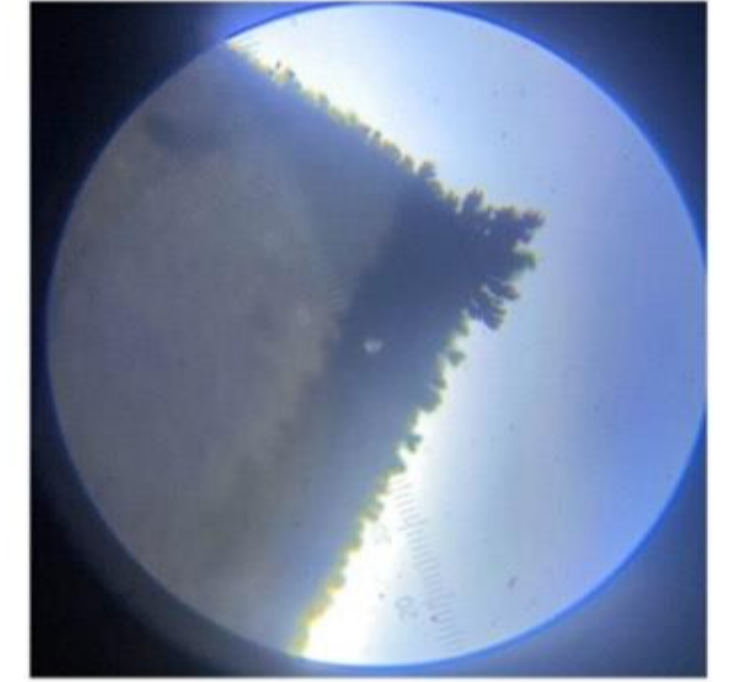


⇒0.1 mol/L CuSO₄ が比較的に見やすく析出する

CuSO₄(0.1 mol/L)



CuSO₄(0.01 mol/L)



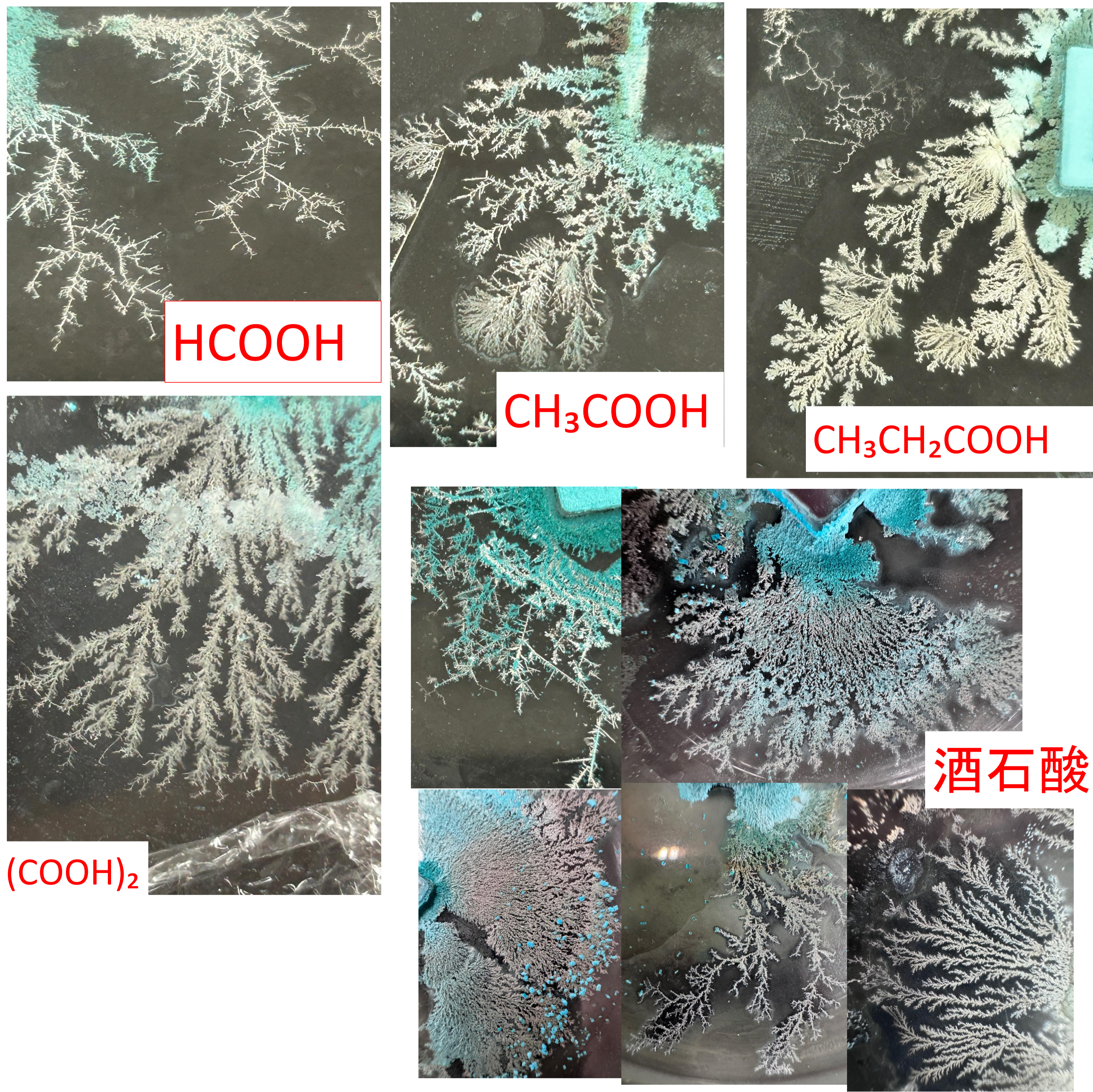
CuSO₄(0.001 mol/L)



⇒0.01 mol/L CuSO₄ が見やすく析出する

しかし、角度を測ることは困難

結果



実験 2

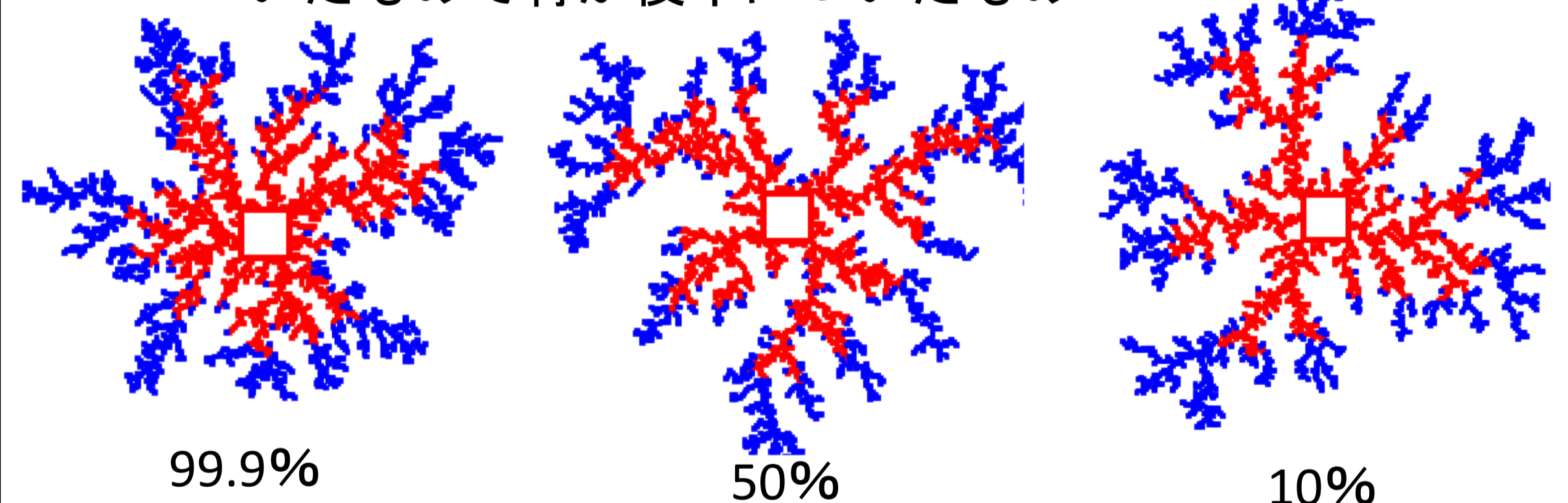
方法

1. 金属板に見立てた正方形が中心にあり、金属イオンが周りにある大きい円周上のランダムな位置から出現する。
2. 金属イオンは金属に触れると金属として析出する。
3. 最初の金属イオンは金属板の縁のランダムな位置に近づくように動き、2個目以降の金属イオンは一つ前に金属となった金属イオンに近づくように動く。

[例] 近づく動きをする割合が60%→60%で近づく動きをし、残り40%を4分割した10%ずつで上下左右に動く

結果

図の下の数字は近づく割合、赤が前半についたもので青が後半についたもの



考察

- ・カルボン酸の溶液を加えると、加えなかった場合と比べて金属樹の枝分かれをよりはっきりと目視で確認できたことから、陰イオン(-COOH)が反応に影響をもたらしたと考えられる。
- ・見やすく析出したのは、金属樹の重なりが見られなくなる、つまり金属として析出する金属イオンの数がカルボン酸溶液を加えなかった場合と比べ少なくなったと考え、カルボン酸溶液は金属樹析出を阻害すると考えた。
- ・一価の陰イオンである酒石酸と、その他の二価の陰イオンでは、金属樹の形状に差が出た。カルボン酸溶液を加えて析出した金属樹の中でも、更に価数の違いで金属樹の形成に影響があると考えられる。

考察

- ・近づく割合を下げると、枝の間隔が大きくなり枝が広範囲に広がった。
- ・近づく割合が低いということは実際の金属樹の生成でいう他の粒子により金属イオンが濃度勾配に従いにくくなった状態であると考えれば、金属イオンが動きにくくなったと捉えられると考えた。

展望

- ・それぞれのカルボン酸のpHを測って、pHが関係しているかを調べたい。
- ・析出した金属樹の角度を測って客観的に違いを分析したい。
- ・シミュレーションと実際の金属樹の相違点、類似点を数値化して客観的に分析したい。

参考文献

- ・「サイエンスビュー化学総合資料」実教出版編集部(2024)
- ・浜島書店編集部(2021)「ニューステージ 科学図表」浜島書店 p42
- ・齋藤烈,藤嶋昭(2017)「化学 改訂版」啓林館 p100