

# 1 1 ヨードチンキとビタミンCで金メッキ

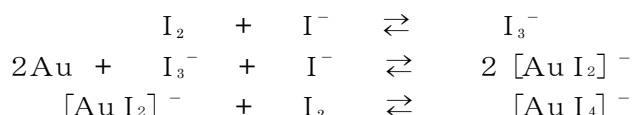
## 1 目 的

ヨードチンキを用いて金箔を溶解し金のコロイドを生成する。そして実際に金属板に金メッキを行いその反応条件等を検討する。

## 2 原 理

金は王水にテトラクロロ金(Ⅲ)酸イオン  $[\text{AuCl}_4]^-$  となって溶けるが、ヨードチンキにもテトラヨード金(Ⅲ)酸イオン  $[\text{AuI}_4]^-$  となって溶ける。金箔が次第に細かい粒子となり溶解して均一な溶液になる。金箔1枚(約0.03 g)を溶かすのにヨードチンキは、2.5 ml(金箔の約100倍の質量)以上必要である。

貴金属を溶かす有機溶媒には、ハロゲン、ハロゲン化物、有機溶媒(メタノール、エタノール、アセトニトリル等)からなる混合物を用いる。ヨードチンキは溶媒にエタノールが含まれこの組み合わせになっている。この中の三ヨウ化物イオン  $\text{I}_3^-$  が金に対して高い反応性をもつ。



## 3 準 備

器具：炭素棒、ピンセット、蒸発皿、ガラス棒、駒込ピペット(2 ml)、綿棒、葉さじ、試験管、試験管ばさみ、ビーカー、三脚、ガスバーナー、1.5V 乾電池、電池ボックス、リード線(ワニ口クリップ付き)、電流計、電圧計、温度計

試薬：0.01 mol/l- $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 、0.1 mol/l- $\text{AgNO}_3$ 、0.1 mol/l- $\text{HCl}$ 、クエン酸、アスコルビン酸、炭酸水素ナトリウム、ヨードチンキ、希ヨードチンキ、イソジン、イソジンうがい液、金箔(2 cm 角大)、ニッケル板、鉄板、亜鉛板、銅板、鉛板、アルミニウム板

## 4 方法と結果

実験1 金コロイドをヨードチンキを用いて生成

### (1) 方 法

- ア 蒸発皿にピンセットで2 cm 角程度(約0.001 g)の金箔1枚を入れる。
- イ ヨードチンキ 1.0 ml を滴下してガラス棒で攪拌する。
- ウ アスコルビン酸 小さじ1杯(約0.3 g)と純水 4 ml を加える。
- エ 試験管に移し約20分間ビーカー内で水浴加熱する。

### (2) 結 果

ヨードチンキを加えて攪拌するとすぐに溶解して黒っぽい赤褐色のコロイド溶液になっ

た。これにアスコルビン酸を加えると無色透明になった。これを水浴加熱するとコロイド粒子が生成し薄い茶色で不透明な金コロイド溶液が得られた。

## 実験 2 金コロイドの性質

### (1) 方法

ア コロイド溶液をセロハンチューブに入れる。約15分間温水（約50℃）に浸して透析をする。この間に2～3回ビーカーの温水を取り替える。そのあと取り替えた温水に0.1mol/l- $\text{AgNO}_3$ を入れる。

イ 溶液の入った試験管にレーザー光線を当てる。（チンダル現象）

ウ 2本の試験管に少量の溶液をとり1本に純水 2ml、他方には0.01 mol/l- $\text{Na}_2\text{SO}_4$  2mlを加える。（凝析）

エ コロイド溶液をU字管に入れて、15V の直流を15分間かける。（電気泳動）

### (2) 結果

取り替えた温水に硝酸銀水溶液を入れたら黒い沈殿ができた。また、生成したコロイド溶液は薄い茶色であった。このコロイド溶液にレーザー光線を当てるとチンダル現象（光の行路）がしっかりと見られた。しかし、この溶液に硫酸ナトリウム水溶液を加えたら凝析をした。しかし少量の沈殿であった。電気泳動では、陽極の方へコロイド粒子が移動した。

（移動が見づらいのでアスコルビン酸で還元する前のコロイドを用いた）

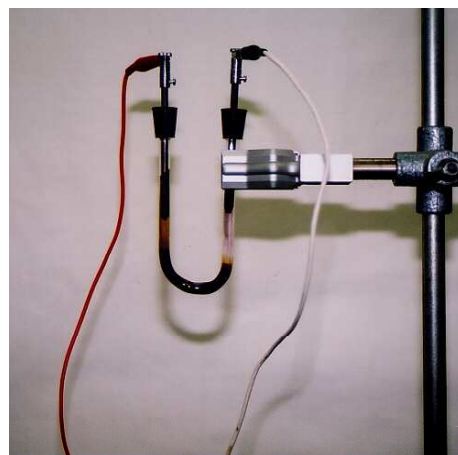


図 1 電気泳動

## 実験 3 いろいろな金属板での電解金メッキ

### (1) 方法

ア ニッケル板、鉄板、亜鉛板、銅板、鉛板、アルミニウム板を台所用洗剤で洗う。

イ 0.1 mol/l- $\text{HCl}$  にしばらく浸して水洗いする。

ウ それぞれの蒸発皿に金箔 1/2枚 を入れる。

エ ヨードチンキ 3.0 ml を加えてガラス棒で攪拌する。

オ アスコルビン酸 小さじ1杯 と純水 1ml を加え攪拌する。

カ 乾電池1個を用いてアの金属板を陰極に、炭素棒を陽極にして2分間電解メッキする。

キ 炭酸水素ナトリウム粉末でメッキ面を磨き黒色物質を除去する。



図 2 電解金メッキ

## (2) 結 果

アルミニウム板は、メッキできなく亜鉛板、鉛板は黒ずんでしまった。鉄板にメッキはできたが金メッキがすぐとれてしまい、銅板はメッキされた部分が見分けにくかった。ニッケル板は、きれいにメッキでき色の変化が観察しやすくメッキもとれにくい。ニッケル板の金メッキで金属板に電気を流すとすぐに金色に変化し、しだいに濃くなっていく。また、炭素棒付近の溶液に少し赤褐色の部分が見られた。これはヨウ素が析出したからと考えられる。ニッケル板からは、気体が発生した。実験4からは金属板にニッケル板を用いることにした。

### 実験4 ヨウ素を含む他の物質を用いた電解質メッキ

#### (1) 方 法

- ア 3つの蒸発皿それぞれに金箔 1/2枚 を入れる。
- イ 希ヨードチンキ、イソジン、イソジンうがい薬をそれぞれの蒸発皿に 3.0 ml ずつ加えてガラス棒でよく攪拌する。
- ウ 金箔が溶解したらアスコルビン酸 小さじ1杯 と純水 1 ml を加え攪拌する。
- エ 乾電池1個を用いてニッケル板を陰極に、炭素棒を陽極にして2分間電解メッキをする。

#### (2) 結 果

希ヨードチンキの場合、コロイド溶液の色がヨードチンキのときよりも薄い茶色だった。レーザー光線を当てるとチンダル現象が認められた。メッキを試みるとニッケル板に深緑の物質が付着し金色のメッキにはならなかった。イソジンおよびイソジンうがい薬の場合金箔は、ほとんど溶解しなかったができた溶液は薄紫色になりチンダル現象はおきたのでコロイド溶液であることが確認できた。しかしこの溶液では金メッキはできなかった。

薬 品	含有ヨウ素	溶 液	金 箔 の 溶 解
イソジンうがい薬	0.07 g	溶液 1 ml	ほとんど溶けない
イソジン	0.01 g	溶液 1 ml	ほとんど溶けない
希ヨードチンキ	0.3 g	70%エタノール 1 ml	溶けるがヨードチンキより劣る
ヨードチンキ	0.6 g	70%エタノール 1 ml	溶ける

表1 ヨウ素の含まれている物質

### 実験5 電流密度と電解金メッキの関係

#### (1) 方 法

- ア それぞれの蒸発皿に金箔 1/2枚 を入れる。
- イ ヨードチンキ 3.0 ml を加えてガラス棒で攪拌する。

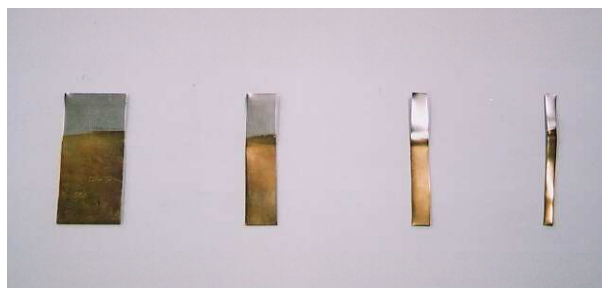


図3 大 ← 電流密度 → 小

- ウ アスコルビン酸 小さじ1杯 と純水 1ml を加え攪拌する。
- エ ニッケル板の面積を変化させ電流密度を変えて電解金メッキを行う。
- オ 乾電池1個を用いてニッケル板を陰極に、炭素棒を陽極にして2分間電解メッキをする。
- カ メッキ前後のニッケル板の質量を測定しメッキ量を求める。

(2) 結果

電流密度が変化してもメッキ量に大きな違いは確認できなかった。メッキされた面を観察しても違いは認められなかった。

電流密度 [mA/cm <sup>2</sup> ]	メッキ前の質量 [g]	メッキ後の質量 [g]	メッキ量 [g]
0.485	2.8610	2.8618	0.0008
0.680	1.3781	1.3790	0.0009
2.305	0.6924	0.6929	0.0005
3.305	0.2928	0.2937	0.0009

表1 電流密度とメッキ量の関係

実験6 メッキ液の温度と電解金メッキの関係

(1) 方法

- ア それぞれの蒸発皿に金箔 1/2枚 を入れる。
- イ ヨードチンキ 3.0 mlを加えてガラス棒で攪拌する。
- ウ アスコルビン酸 小さじ1杯 と純水 1ml を加え攪拌する。
- エ メッキ液の温度を氷および湯を用いて変化させる。
- オ 乾電池1個を用いてニッケル板を陰極に、炭素棒を陽極にして2分間電解メッキをする。
- カ メッキ前後のニッケル板の質量を測定し金メッキ量を求める。

(2) 結果

温度が 66℃ のときメッキ量は多いが、黒い物質が付着して表面が汚くなった。他の低い温度ではメッキ量が少なくなるが、表面はきれいであった。

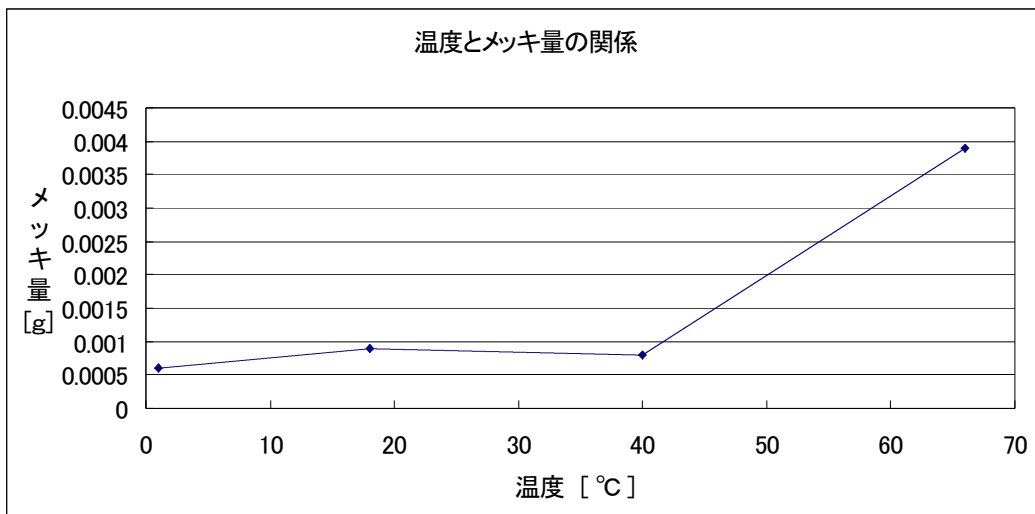


図4 温度とメッキ量の関係

温度 [°C]	メッキ前の質量 [g]	メッキ後の質量 [g]	メッキ量 [g]
1	1.4205	1.4211	0.0006
18	1.3781	1.3790	0.0009
40	1.2948	1.2956	0.0008
66	1.3642	1.3681	0.0039

表2 温度とメッキ量の関係

実験7 溶液の金濃度と金メッキの関係

(1) 方法

- ア 金箔を 1 枚 (0.03 g)、1/2枚 (0.015 g)、1/4枚 (0.0075 g) と変えそれぞれ蒸発皿に入れる。  
 イ それぞれヨードチンキ 3.0 ml を加えてガラス棒で攪拌する。  
 ウ アスコルビン酸 小さじ 1 杯 と純水 1 ml を加え攪拌する。



金箔1/4枚

1/2枚

1枚

図5

- エ 乾電池 1 個を用いてニッケル板を陰極に、炭素棒を陽極にして 2 分間電解メッキをする。

(2) 結果

メッキ液の金濃度が大きいほど金色の色彩が強くなりきれいにメッキできた。

実験8 還元剤を使用しないメッキ液を用いて電解金メッキ

(1) 方法

- ア 蒸発皿に金箔 1/2枚 を入れる。  
 イ ヨードチンキ 3.0 ml を加えてガラス棒で攪拌する。  
 ウ 乾電池 1 個を用いてニッケル板を陰極に、炭素棒を陽極にして 2 分間電解メッキをする。

(2) 結果

ヨウ素が還元されないので黒っぽい赤褐色の溶液で行った。メッキ時間は 2 分間だが実験 3 と同じようなメッキができた。

実験9 アスコルビン酸以外の還元剤を用いたメッキ液での電解金メッキ

(1) 方法

- ア 蒸発皿に金箔 1/2枚 を入れる。  
 イ ヨードチンキ 3.0 ml を加えてガラス棒で攪拌する。  
 ウ クエン酸 小さじ 1 杯 と純水 1 ml を加え攪拌する。  
 エ 乾電池 1 個を用いてニッケル板を陰極に、炭素棒を陽極にして 2 分間電解メッキをする。

## (2) 結 果

黒っぽい赤褐色の溶液の色は変化が認められなかった。クエン酸でヨウ素は十分還元されなかった。メッキ時間は2分間だが実験3と同じようなメッキができた。

## 5 考 察

- (1) 金コロイドは、凝析で濃度が小さいためか少量の沈殿であった。疎水コロイドであることが確認できた。
- (2) 電気泳動で陽極へ移動した。金コロイド粒子はマイナスの電荷を帯びていることがわかった。
- (3) コロイド溶液を透析したビーカーの水に硝酸銀水溶液を加えると黄色く濁ったり黒変したりした。これは、ヨウ化物イオンがセロハンの膜外へ出てヨウ化銀の沈殿ができたと思われる。
- (4) イオン化傾向の大きい金属は、メッキしにくい。イオン化傾向の小さい金属は、できたメッキが安定している。ニッケル板を金メッキしたら黒い付着物もなくきれいにできた。
- (5) メッキ液は、アスコルビン酸を加えたので酸性である。金メッキのとき陰極のニッケル板からは、水素イオンが還元されて水素が発生したと考えられる。
- (6) 電流密度が変化してもメッキ量、メッキされた面の様子に大きな違いは確認できなかった。
- (7) ヨードチンキに金を溶解させたコロイド溶液にアスコルビン酸を加えると、ヨウ素が還元されヨウ化物イオンになり薄い茶色で不透明な金コロイド溶液に変化した。しかし、クエン酸を加えると還元力が弱く赤褐色のままだった。
- (8) 還元剤を使用しないメッキ液では、メッキの進み方が確認できず不便を感じた。メッキ状態を確認できるように還元力の強いアスコルビン酸でヨウ素を還元させた方がよい。
- (9) 1.5Vで金メッキをする場合、常温でヨードチンキに限度まで金箔を溶解させたメッキ液を用いて行うのがよい。

## 6 参考文献

- 高木春光、関登 『化学と教育』50巻10号、日本化学会、2002年  
『化学の実験』、大衆書房出版  
『理化学辞典第4版』、岩波書店