

授業実践

ヨードチンキと ビタミンCで金メッキ

東京都立大森東高等学校教諭 高木 春光

はじめに

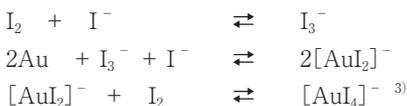
化学の教科書では、金は唯一王水に溶けると記述されている。また、金メッキでは通常シアン化合物の水溶液が使用されている。これらは強い毒性があり、環境的に問題がある。

解決策の一つに、毒性の少ない有機溶媒系に金が溶解することが見いだされ、再利用技術として期待されている¹⁾。金を溶かす有機溶媒系はたまたま身近にあり、家庭で消毒に使われるヨードチンキがそれにあたる。これを用いて、高校の化学実験室でも安全に実施できる金の実験を2つ考案した。ここでは金箔をヨードチンキに溶解し、ビタミンC（アスコルビン酸）で無色透明にし金コロイドを観察する。さらに乾電池による電気メッキを行い、簡単かつ短時間で銅板に金メッキする²⁾。

1. 実験の原理

金は王水に塩化金酸イオン $[\text{AuCl}_4]^-$ となって溶けるが、ヨードチンキにもヨウ化金酸イオン $[\text{AuI}_4]^-$ となって溶ける。実際に行うと、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0.03g）を溶かすのにヨードチンキは2.5ml（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系とは、ハロゲン (X_2)、ハロゲン化物 ($\text{A}^+ \text{X}^-$)、有機溶媒（メタノール、エタノール等）からなる混合物を指す。ヨードチンキは偶然にこの組み合わせになっている。この中の I_3^- が Au に対して高い反応性をもつ。



2. 準備

〈試薬類〉 金箔（1枚）、ヨードチンキ、アスコルビン酸、シャープペンの芯（1本）、銅板（1×

2cm 位を数枚）、単一乾電池（1個）、希塩酸、炭酸水素ナトリウム

〈器具類〉 ピンセット、蒸発皿、ガラス棒、駒込ピペット（2ml）、薬さじ、試験管、試験管ばさみ、ビーカー、三脚、ガスバーナー、リード線（ワニ口クリップ付き）2本、電池ボックス

3. 操作と結果

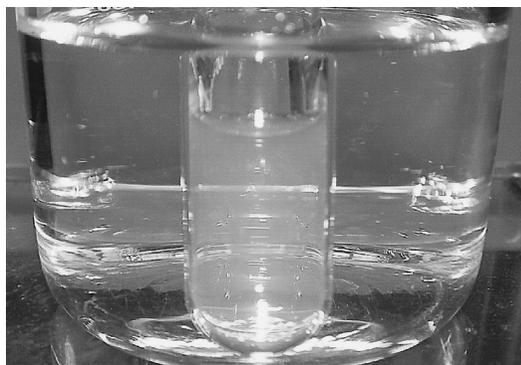
3.1 金コロイドをつくる

(1)蒸発皿にピンセットで2cm角程度（約0.0012g）の金箔1枚をおく。ヨードチンキ1mlを滴下し、ガラス棒でよく攪拌し完全に溶解させる。

(2)アスコルビン酸小さじ1杯（約0.3g）と水4mlを加えよく攪拌し静置する。アスコルビン酸でヨウ素が還元されてヨウ化物イオンになり、無色透明の溶液となる。

(3)試験管に移し5～20分間ビーカー内で水浴加熱する。赤紫～青紫色の金コロイドが生成する。金濃度高いと土色の不透明な溶液になる。逆に金濃度高いと紫色が薄くなる。

不純物が少なければ、金コロイドは通常粒子が小さくなるにしたがって青色→青紫色→赤紫色→紅紫色に変化する。本実験では青紫色～赤紫色の金コロイドが観察される。



3.2 銅板に金メッキする

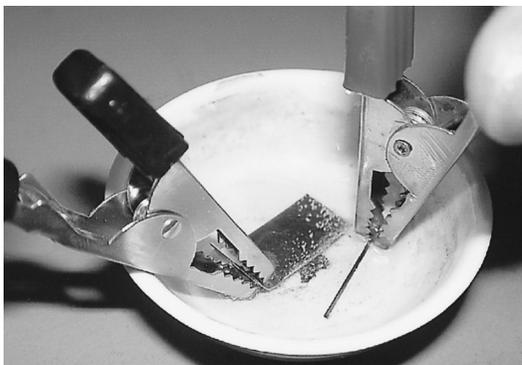
(1)銅板を洗剤で洗い、塩酸にしばらく浸して水洗いしておく。銅板の洗浄については神経質にならなくてもよい。

(2)蒸発皿に残りの金箔全部（1/2～2/3枚）を入れ、ヨードチンキを2.5～3.0ml加える。ガラス棒でよく溶かし、金コロイドより金濃度の高い溶液をつくる。金の溶解量が多いと、ヨードチンキの色が赤黒い色から若干緑色がかかる。

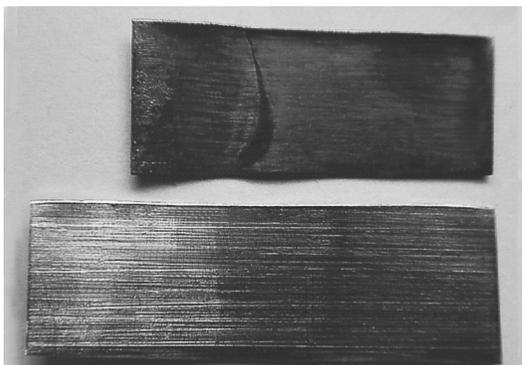
(3)アスコルビン酸小さじ1杯と水1mlを加え攪拌し、

メッキの様子が観察できるよう無色透明の溶液にする。

(4)乾電池1個を用いて(1)の銅板を陰極、半分に折ったシャープペンの芯を陽極に接続する。シャープペンの芯から先に溶液に浸し(銅版から浸すと黒色物質が付着してしまう)、続いて銅板を浸して電気メッキする。メッキ時間は10秒~3分くらい。すぐに金色に変化しはじめ、徐々に濃くなっていく。陽極にはヨウ素が析出し、銅板からは水素が発生する。黒ずみが増えてきたら引き上げるが、金濃度が適正であればほとんど黒ずまない。



(5)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と、光沢のある金メッキができる。



(写真の上は銅版、下は銀板に金メッキしたもの)

4. まとめ

(1)金単体からスタートし溶解、析出というプロセスの全てを生徒自身で行え、環境を考える題材となる。
(2)塩化金酸等も使うことなく、身近で安全な物質だけを使用し、簡単、短時間に行える。温度、pH調節等も不要で小、中学校でも可能。

(3)金メッキの実験としては安価で済む。金箔は紙サンドであれば100枚時価10,000円~15,000円程度で購入できる(カタニ産業 tel 076-263-6111)。

5. 発展のための参考事項

この実験はまだ多くの知見が得られていないので、今後いろいろな発展の可能性があると思われる。

(1)他の金属では

Ag板でも良好に金メッキできる。Fe、Ni板では金メッキできるが炭酸水素ナトリウム粉末で強く磨くとはがれてしまう。Zn、Al板では金メッキできない。

(2)この皮膜が金であることの簡単な確認

金メッキした銅板を濃硝酸に入れると、二酸化窒素を発生して全て溶解してしまうが、生成した青色の硝酸銅溶液の表面には金の微粒子が浮いている。

(3)還元剤を加えない場合

理論的にはアスコルビン酸で還元を行わず、黒色溶液をそのままメッキ液として使用した方が、金の析出に有効であると考えられる。しかし、メッキ液が無色透明でないと銅板の変化が全くわからず、メッキ時間の見当がつかない。実際、黒色部分の発生が多く良いメッキにならない。メッキ液が無色透明であると、銅板がみるみるうちに金色に変化していくところがはっきりわかり、金メッキをしている実感が湧く。

(4)無電解メッキついて

銅板をこのメッキ液に浸すと少し金色がかかるが、黒色物質が付着し炭酸水素ナトリウムで磨いても光沢のあるメッキにはならない。

(5)ヨードチンキ類似薬品について

「希ヨードチンキ」はヨウ素濃度が「ヨードチンキ」の半分なのでメッキはうまくいかない。「ルゴール液」に金箔は少し溶けるがメッキは難しい。「イソジンうがい薬」では、ほとんど金箔の溶解は認められない。

参考文献

- 1) 中尾幸道, 日本金属学会会報第32巻第9号(1993)
- 2) 高木春光, 化学と教育, 50,698(2002)
- 3) Y. Nakao Chem. Commun., 1996, 897