

高速可逆な亜鉛メッキと 「丹銅」の探求 ~ 中間報告 ~



生物部・化学部 倉兼信・笹瑞穂

はじめに

目標:

青少年のための科学の祭典出展
従来法の問題点 (99年東京)

煮沸 24% NaOH等の危険性
速度, メッキのはげ・火の利用

先輩の改良 (図右上)

草木灰 (K_2CO_3) 利用

昨年度からの改良

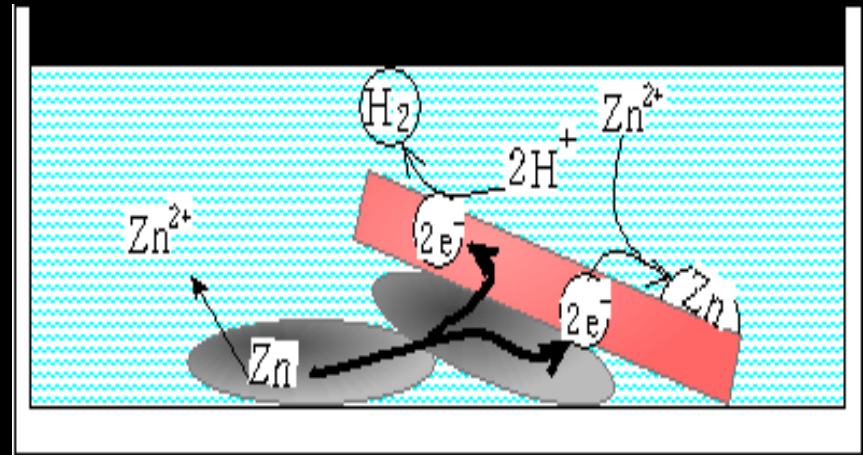
温度管理・通電法で安全確保
新しい色のメッキ作り



実験書の方法

- 硫酸亜鉛法

1. 銅板を磨く
2. 濃硝酸洗浄
3. 3% 硫酸亜鉛・アンモニウム液で通電メッキ



- 塩化亜鉛法

1. 銅板を磨く
2. 10% 塩酸・NaOH洗浄
3. 蒸留水洗浄
4. 飽和塩化亜鉛-亜鉛液に浸け加熱後1時間放置
5. 銅板を亜鉛に接する。



- 水洗後ガス炎で合金形成

従来のNaOH法

1. 銅板を梅肉でみがく
2. 水洗後重曹でみがく
3. 亜鉛末を20% NaOH液内で煮沸直前まで加熱。
4. 加熱しながら銅板投入
5. 電池が形成され, メッキ
6. 水洗後, ガス炎で加熱し, 真鍮合金形成



→ 亜鉛錯体は多い方がよい。
電子を与えた方がよい。

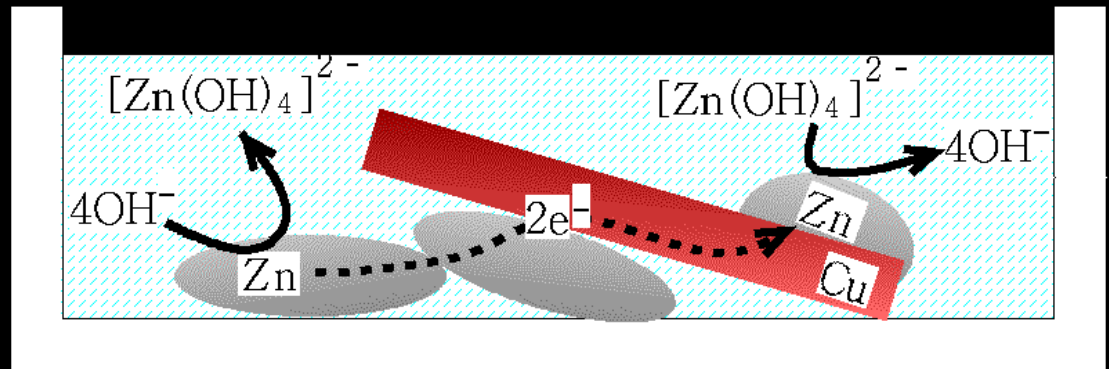
NaOH法の分析

1. 亜鉛は両性金属であり、アルカリに溶け亜鉛錯体となる。
2. できる錯体はテトラヒドロキソ亜鉛(II)酸イオン $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ または2種類のヒドロキソアコ亜鉛(II)酸イオンとされる。
 $[\text{Zn}(\text{OH})_3(\text{OH}_2)]^{2-}$ & $[\text{Zn}(\text{OH})_4(\text{OH}_2)_2]^{2-}$
3. 錯体形成時にできた電子は銅側に移動し、水を還元し水素を発生するが、錯体が過剰なときは亜鉛酸イオンも還元し、銅板表面に亜鉛膜を形成する。

銅板側主反応:



ヒドロキソは、
ヒドロオクとも言います。



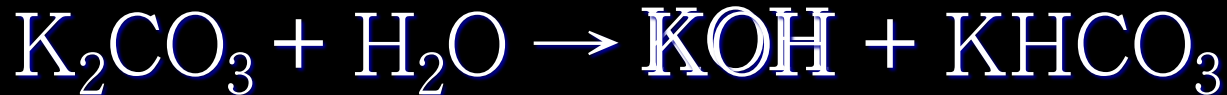
先輩の改良

- 亜鉛錯体は多い方がよい。

江戸時代の灰利用調査より

草木灰 (K_2CO_3) 利用を検討

→ 強塩基の加水分解を利用



結果: 30% K_2CO_3 煮沸で成功 (KOHは $K_2[Zn(OH)_4]$ に変化)

さらに, 自作稲わら灰で成功

欠点: 従来より煮沸時間が長く, メッキ膜が薄い

もう一つの発見

→ 電子を与えた方がよい。

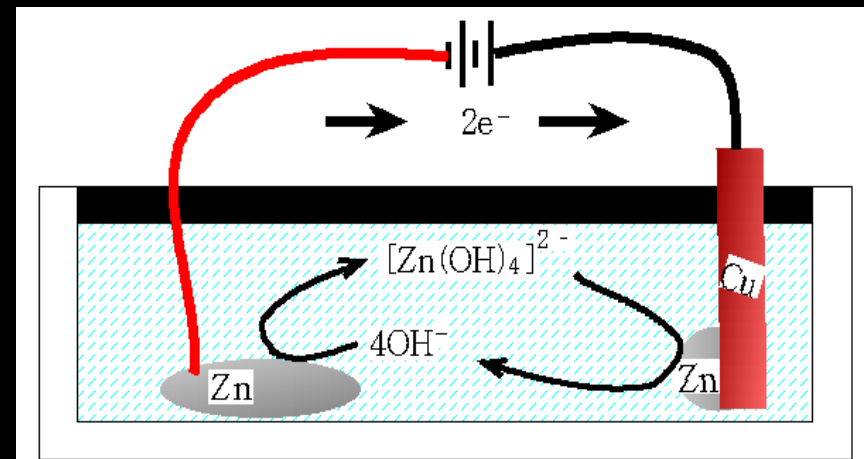
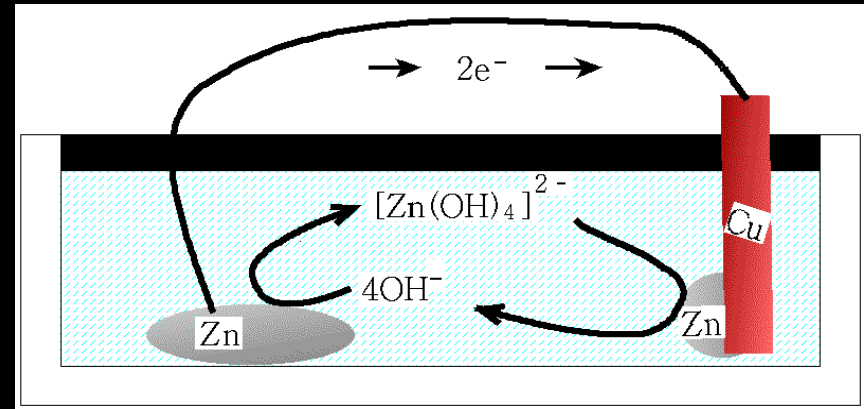
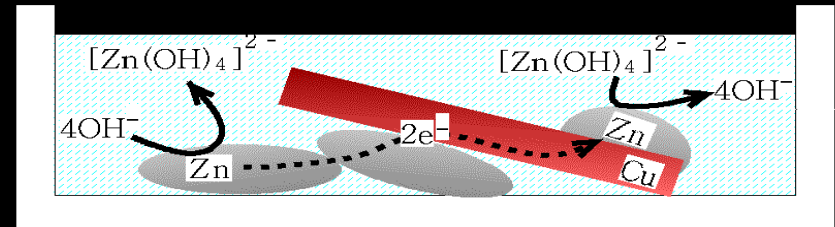
一方, 危険な
NaOHの使用
を避けたい。

昨年からの改良

- 電子を与えた方がよい。

1. 銅と亜鉛を離し、導線でつなぐ。
2. さらに、順方向に通電し、亜鉛錯体の移動を促進。
3. 全体を加熱し、亜鉛錯体の形成を促進。

→ 成功

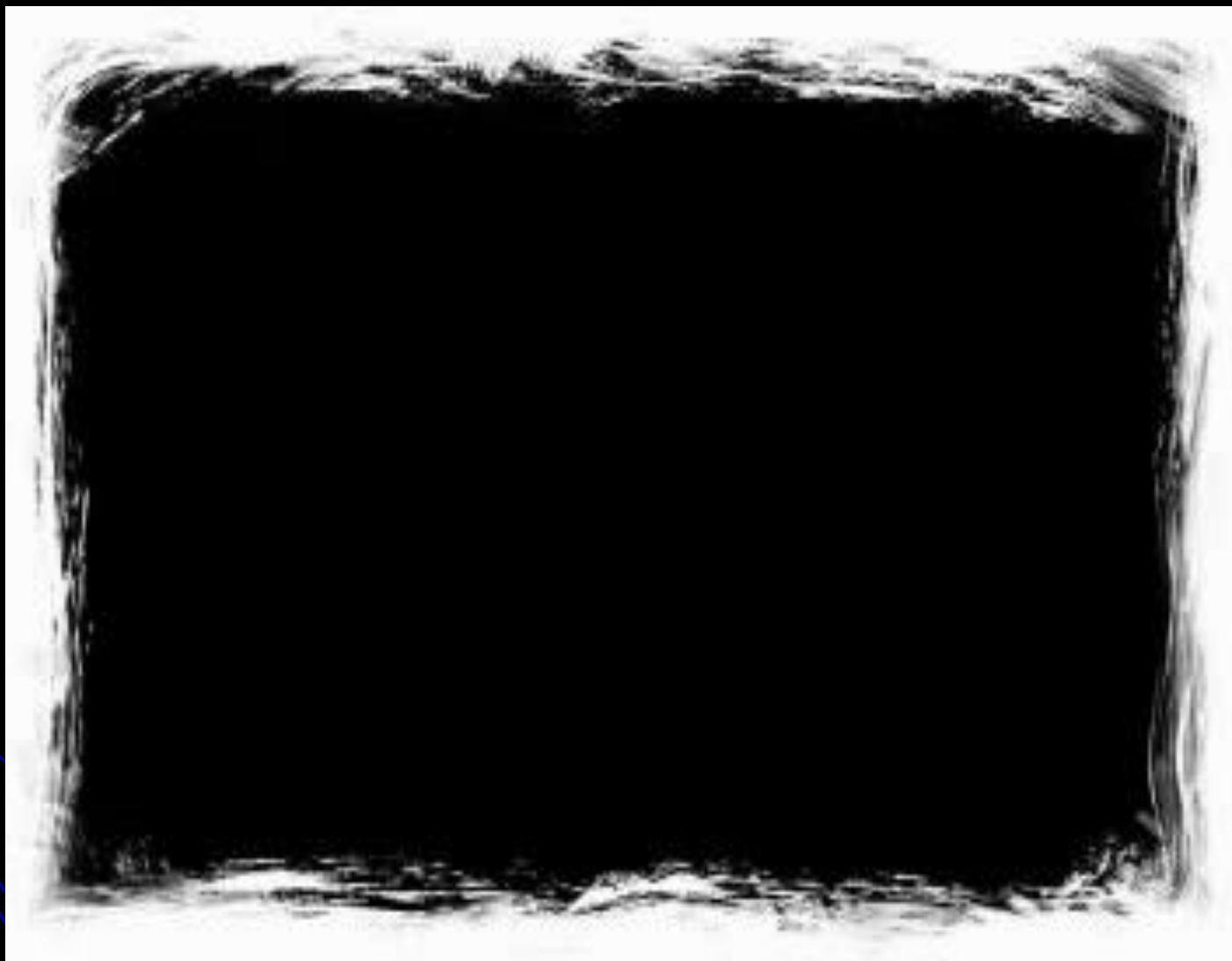


昨年度からの改良

数秒間で
メッキ形成

メッキを可
逆的に体
験可能。

メッキ面
は堅牢で
はがれにく
い。



昨年度からの取組

最後の課題：

メッキで炎を使う課題



90° 加熱で通電すると炎処理せずとも真鍮形成。



ホットプレート合金形成の可能性

→ 成功



科学の祭典の出し物



昨年度からの取組 2

- 朱いメッキの発見

科学の祭典演示中, 赤橙色のメッキを発見

→ 微量亜鉛錯体条件で追試成功

→ メッキ液が酸化疲労し, 亜鉛錯体供給不足
環境の液を90℃に加熱し通電しても成功

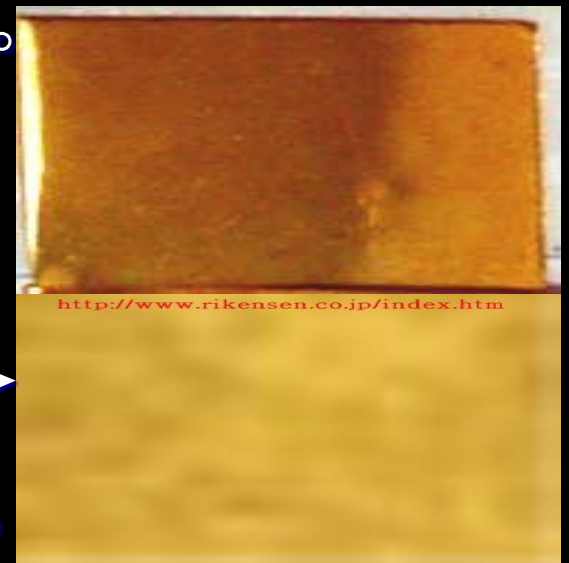
- 参考書・事典・ネットにも資料なし。

- 事典に「丹銅」の記載

「丹」は水銀朱の意味

実際の丹銅 (洋箔4号) →

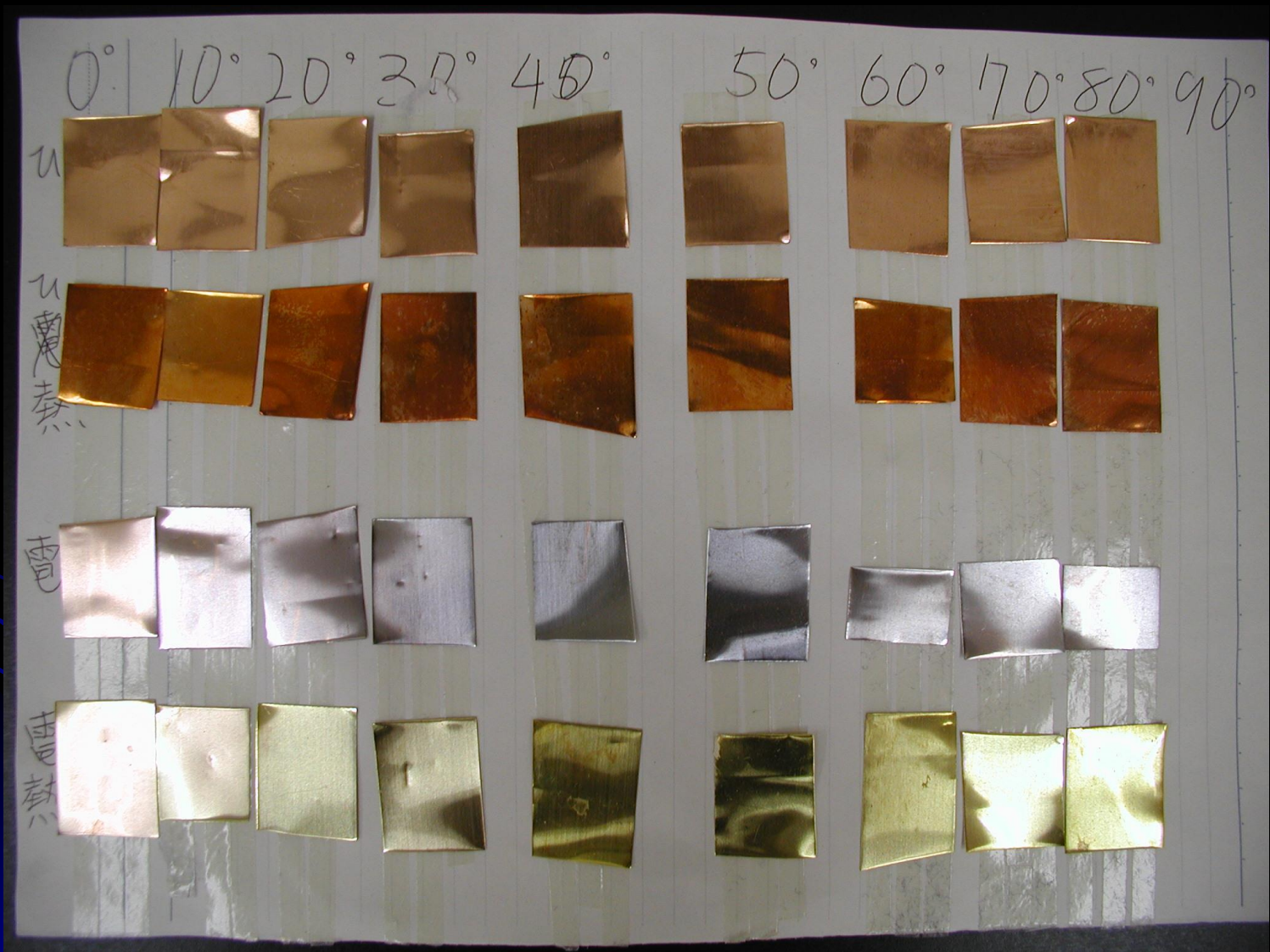
江戸末期川本幸民の著書にもなし。



昨年度からの取組 2



現在の取組1



現在の取組 2



祭典の出し物



亜鉛がアルカリに溶ける過程

1. 原理分析

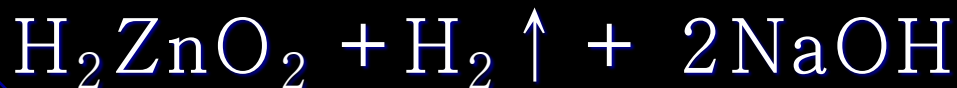
亜鉛酸イオンの振る舞いの探求



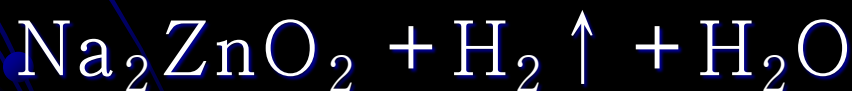
+H₂O Znは直接Naとは反応しない → 水と反応 (高温水蒸気)



↓ Zn(OH)₂を水素酸型とするとH₂ZnO₂



これでNaOHと反応



なぜ多量のNaOHが必要か

分析上の問題点

$Zn(OH)_2$ や ZnO は水に溶けにくい

→水(アコ)や水酸基(ヒドロキシ)で

錯体化している可能性 (図表に表記)

ヒント: $Zn(OH)_2$ が過剰NaOHに溶ける

Na増加により,

$[Zn(H_2O)_2(OH)_2] \rightarrow [Zn(OH)_4]^{2-}$ と、よりテトラヒドロキソ亜鉛酸錯体が形成されて成功する可能性

または、2種類のヒドロキソアコ亜鉛(II)酸イオンとされる。

$[Zn(OH)_3(OH_2)_3]^{2-}$ & $[Zn(OH)_4(OH_2)_2]^{2-}$

で、より右の錯イオンができたとき実験が成功する可能性が高いのではないか？

亜鉛廃液の処理

- 重金属廃液として処理

実験書には、中和して水酸化亜鉛として落とし、
固体は乾燥保存。濾液は流すとある。

できれば、過酸化水素水を使うと酸化亜鉛。

酸化亜鉛はジンクホワイト。

油絵の具で一番安い「白」。

