

【実験A】希釈法 実験指示書

1 希釈法 … 希釈＝薄めること。有害な塩化銅水溶液を多量の水で薄めて廃棄する方法

【実験A】 希釈法

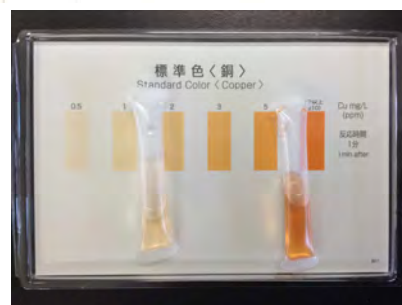
〈準備〉 5%塩化銅水溶液、精製水、パックテスト、50mlビーカー、ガラス棒、ポリスポイト、万能試験紙

〈手順〉

- 1 5%塩化銅水溶液（イオン濃度24000ppm）1mlをビーカーに入れ、9mlの精製水を加える。これを液①とする。
- 2 液①をポリスポイトで1mlはかりとり、別のビーカーに入れる。これに別のポリスポイトで9mlの精製水を加えたものを液②とする。（液②は、液①の10分の1の濃度になる）
- 3 以下、同様に液を希釈していき、液③、液④をつくる。
- 4 液③、④を以下のようにパックテストで評価する。1分後のパックテストの色の変化を標準色表と比較して測定値を読む。



- 5 液③、④のpHを、万能試験紙で調べる。
- 6 以下の問題について考え、ノートに記入する。
 - (1) 実験の方法から、液①～液④の銅イオンの濃度は、それぞれ何ppmだと考えられるか。
 - (2) 次の資料をもとに、塩化銅水溶液1Lの全てを希釈して廃棄するには、どのくらいの水の量が必要か。また、費用はいくらか。計算で求めなさい。



- 7 【実験A】希釈法の良い点、悪い点を整理する。

<参考資料>

① ppm …… 濃度の単位 mg / L (ミリグラム毎リットル)

すなわち、銅イオンは環境中には1 L中に3 mgまでは安全に排出できる。

※一律排出基準

項 目	許容限度
水素イオン濃度 (水素指数) (pH) ※海域以外の公共用水域に排出されるもの	5.8 以上 8.6 以下
Cu	3mg/L (ppm)
Zn	2mg/L (ppm)
Fe (溶解性鉄)	10mg/L (ppm)

※アルミニウムの排出基準は現在のところありません。

◇環境省HPより <http://www.env.go.jp/water/impure/haisui.html>

②薬剤や材料等の費用

◎上・下水道料金表 (さいたま市)

◇さいたま市役所HPより <http://www.city.saitama.jp/001/006/002/045/002/p010154.html>

さいたま市水道料金表 (1か月)

口径	水量料金(1立方メートル)	
	水量	単価
13mm	8立方メートルを超え20立方メートルまでの分	189.00円
20mm	20立方メートルを超え30立方メートルまでの分	237.60円
25mm	30立方メートルを超える分	334.80円

さいたま市下水道使用料 料金表(1か月)

区 分	金額	
基本使用料 0立方メートルから	712.80円	
汚水排水量 (1立方メートルにつき)	1立方メートルから10立方メートルまでの分	16.20円
	10立方メートルを超え30立方メートルまでの分	119.88円
	30立方メートルを超え50立方メートルまでの分	147.96円
	50立方メートルを超え100立方メートルまでの分	180.36円
	100立方メートルを超え200立方メートルまでの分	221.40円
	200立方メートルを超え500立方メートルまでの分	241.92円
500立方メートルを超え1,000立方メートルまでの分	284.04円	

(計算) 口径 25mm、1立方メートル=1000Lで計算

上水道 基本料金 (1890円) + 水量料金 (単価189円×【 】立方メートル) 円	+	下水道 基本料金 (712.8) 円 + 汚水排水量 (単価16.2円×【 】立方メートル) 円
--	---	--

※つまり、使えば使うほど単価料金が増えていくしくみになっている。

【実験B】中和（沈殿）法 実験指示書

2 中和（沈殿）法 …… 酸・アルカリを中和する時にできる難溶性の塩として、金属イオンを沈殿させる方法。

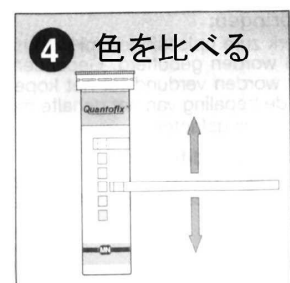
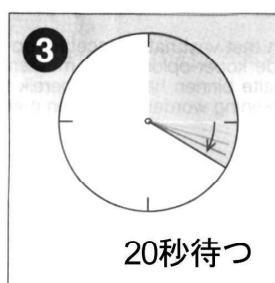
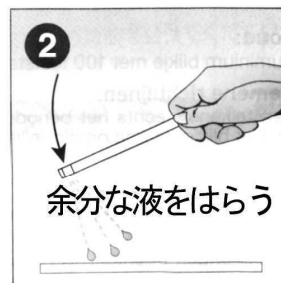
【実験B】 中和（沈殿）法

〈準備〉 5%塩化銅水溶液、8%炭酸ナトリウム水溶液、酸性雨モデル（食酢）、万能試験紙、銅イオン試験紙、アンモニア水、50mlビーカー、プラケース、ろ紙、ピンセット

〈手順〉 ※2人で1つ実験してよい。

- 1 5%塩化銅水溶液10g（10ml）を電子てんびんでビーカーにうつす。
- 2 8%炭酸ナトリウム水溶液を、5.0g加え、ビーカーを手でゆすってかき混ぜる。液を中性にする。その後、3分放置する。（これを液①とする。）
※右②反応式参照
- 3 液①を右図のようにしてビーカーへろ過する。
- 4 ろ紙に残った沈殿物をろ紙ごとピンセットでプラケースにのせ、酸性雨モデル（食酢）をかける。3分間放置する。

- 5 4を放置している間、3のろ液を以下のように銅イオン試験紙で評価する。試験紙の色の変化を標準色表と比較して測定値を読む。同様に、万能試験紙を用いて、pHの値も測定する。



- 6 4のプラケースで、ろ紙をピンセットで取り除き、紙コップゴミ箱に捨てる。プラケースに残った液に3%アンモニア水を10滴、滴下する。このとき液を振り混ぜ、色の変化を観察する。このような**アンモニアによる検定（右ページ③参照）**で水中の銅イオンの量を評価する。
- 7 以下の問題について考え、ノートに記入する。
 - (1) 実験の方法から、塩化銅水溶液1L中和するのに必要な炭酸ナトリウムの量および費用はどれぐらいだと考えられるか。
 - (2) 塩化銅水溶液の濃度が分かっていない場合、中和法は適用できるか。理由もあわせて書きなさい。
- 8 【実験B】中和（沈殿）法の良い点、悪い点を整理する。

<参考資料>

① ppm …… 濃度の単位 mg / L (ミリグラム毎リットル)

すなわち、銅イオンは環境中には1 L中に3 mgまでは安全に排出できる。

※一律排出基準

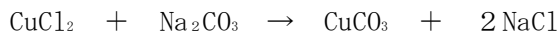
項 目	許容限度
水素イオン濃度 (水素指数) (pH) ※海域以外の公共用水域に排出されるもの	5.8 以上 8.6 以下
Cu	3mg/L (ppm)
Zn	2mg/L (ppm)
Fe (溶解性鉄)	10mg/L (ppm)

※アルミニウムの排出基準は現在のところありません。

◇環境省HPより <http://www.env.go.jp/water/impure/haisui.html>

② 反応式

◆炭酸ナトリウムによる反応 (イオン反応) :



炭酸銅・沈殿

この炭酸銅に、酸性雨モデル (食酢) をかけると…?

③アンモニアによる検定

水溶液中に銅イオンが 100 mg / L 以上存在する場合、アンモニア水を滴下するとその部分が、濃い～うすい青色に変化する。(銅イオン濃度が高いほど、濃い青色を示す。) また他のイオンが存在する場合、その他に白い沈殿を生じることもあるが、それは銅イオンとは無関係である。

④ 薬剤や材料等の費用

炭酸ナトリウム …… 2000円 / 500g (株) ナリカカタログより

【実験C】金属置換法 実験指示書

3 金属置換法 …… 金属のイオン化傾向を利用して、イオン化傾向の高い金属イオンと置き換えて、有害な金属イオンを回収する方法。

【実験C】 金属置換法

〈準備〉 5%塩化銅水溶液20ml、金属板（アルミニウム板、亜鉛）、3%アンモニア水、50mlビーカー、ガラス棒、電子てんびん、万能試験紙、プラケース

〈手順〉

- 1 5%塩化銅水溶液20mlの入ったビーカー①、②を用意する。
- 2 ビーカー①にはアルミニウム板を1枚（約0.3g）入れ、ビーカー②には亜鉛版を1枚（約0.7g）入れて、それぞれかき混ぜながら5分程度観察する。
- 3 時間になったら金属板を残しつつ、液の半分をプラケースに移す。（これを液①とする）残り半分の液と金属は、さらに3分振り混ぜながら放置する。



- 4 時間になったら、3で残した残りの液だけをプラケースに移す。（これを液②とする）
- 5 それぞれの液②に万能試験紙をつけ、液性を調べる。



- 6 液①、②に3%アンモニア水を5～6滴、滴下する。このとき液は振り混ぜないで、そのまま色の変化を観察する。このような**アンモニアによる検定（右ページ④参照）**で水中の銅イオンの量を評価する。



- 7 以下の問題について考え、ノートに記入する。

(1) 実験の方法から、塩化銅水溶液1Lをそれぞれの金属で置換するのに必要な金属の量および費用はどれぐらいだと考えられるか。今回の5%塩化銅水溶液20mlを置換するのに、アルミニウム板は1枚（0.3g）必要であり、亜鉛板は1枚（0.7g）必要だとして計算しなさい。

(2) 亜鉛は、金属置換法の素材として有効か。今回の実験結果と資料を基に理由も合わせて書きなさい。

(3) この実験を、鉄で行った場合、その方法は有効か。今回の実験結果と資料を基に理由も合わせて書きなさい。

- 8 【実験C】金属置換法の良い点、悪い点を整理する。

<参考資料>

① ppm …… 濃度の単位 mg / L (ミリグラム毎リットル)

すなわち、銅イオンは環境中には1 L中に3 mgまでは安全に排出できる。

※一律排出基準

項 目	許容限度
水素イオン濃度 (水素指数) (pH) ※海域以外の公共用水域に排出されるもの	5.8 以上 8.6 以下
Cu	3mg/L (ppm)
Zn	2mg/L (ppm)
Fe (溶解性鉄)	10mg/L (ppm)

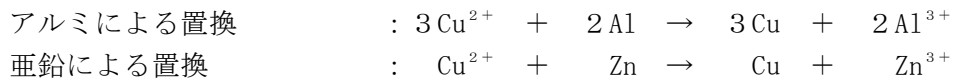
※アルミニウムの排出基準は現在のところありません。

◇環境省HPより <http://www.env.go.jp/water/impure/haisui.html>

② イオン化傾向



③ 金属置換反応におけるイオン反応式



④アンモニアによる検定

水溶液中に銅イオンが 100 mg / L 以上存在する場合、アンモニア水を滴下するとその部分が、濃い～うすい青色に変化する。(銅イオン濃度が高いほど、濃い青色を示す。) また他のイオンが存在する場合、その他に白い沈殿を生じることもあるが、それは銅イオンとは無関係である。

⑤薬剤や材料等の費用

金 属	1 キログラムあたりの金額(円 / k g)
アルミニウム	2 2 0
亜 鉛	1 8 0
銅	3 8 0
鉄	1 0

【実験D】固定化法 実験指示書

4 固定化法 …… セメントなどで有害な液体を含んで固め、土中などに固定（埋蔵）する方法。

【実験D】 固定化法

〈準備〉 5%塩化銅水溶液、速乾セメント、セメント速乾材（水ガラス）、パックテスト、酸性雨モデル（食酢）、50mlビーカー、プラスチックカップ、つまようじ

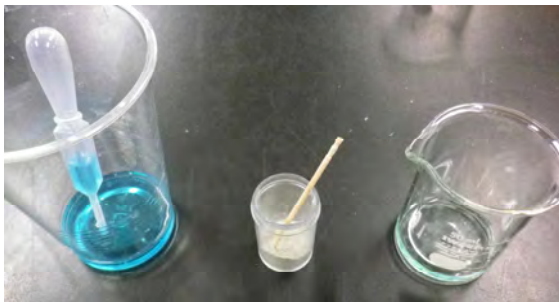
〈手順〉 ※2人で1つ実験してよい。

1 プラスチックカップに2.0gのセメントを入れたものを、2つ用意する。これをセメント①、セメント②とする。

2 1のセメントにそれぞれ以下の操作を行う。
セメント①には、5%塩化銅水溶液1mlのみをポリスポイトで入れて、つまようじでかき混ぜる。その後10分間動かさずに放置する。

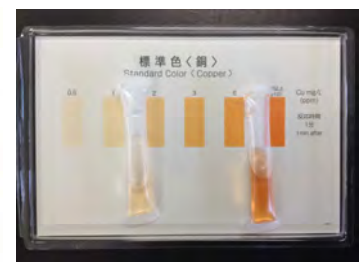
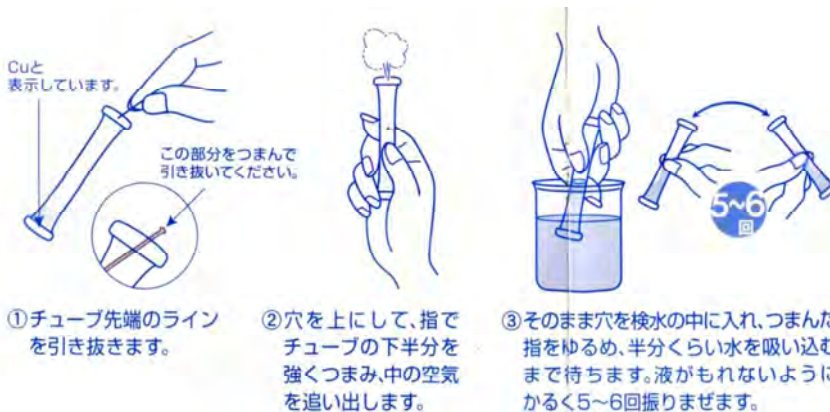
セメント②には、5%塩化銅水溶液1mlを入れて30秒間かき混ぜる。均一になったところで、セメント速乾材（水ガラス）1.0gをビーカーからカップに注いで、15秒間かき混ぜる。その後10分間動かさずに放置する。

※ここでは、固まったかどうかの確認はしない。（つまようじ等で突かない）



3 固まったセメント①とセメント②に、それぞれ酸性雨モデル（食酢）をカップの8割程度まで1分間放置する。

4 時間になったら、以下のようにパックテストで評価する。パックテストの色の変化を標準色表と比較して測定値を読む。



5 以下の問題について考え、ノートに記入する。

(1) 実験の方法から、塩化銅水溶液1L固定するのに必要なセメントや水ガラスの量および費用はどれぐらいだと考えられるか。

6 【実験D】 固定法の良い点、悪い点を整理する。

<参考資料>

① ppm …… 濃度の単位 mg / L (ミリグラム毎リットル)

すなわち、銅イオンは環境中には1 L中に3 mgまでは安全に排出できる。

※一律排出基準

項 目	許容限度
水素イオン濃度 (水素指数) (pH) ※海域以外の公共用水域に排出されるもの	5.8 以上 8.6 以下
Cu	3mg/L (ppm)
Zn	2mg/L (ppm)
Fe (溶解性鉄)	10mg/L (ppm)

※アルミニウムの排出基準は現在のところありません。

◇環境省HPより <http://www.env.go.jp/water/impure/haisui.html>


② 薬剤や材料等の費用

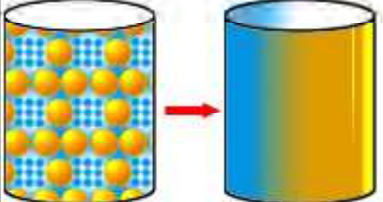
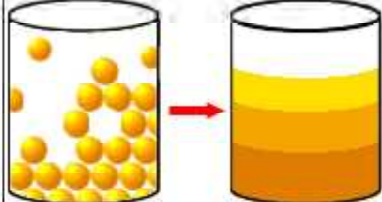
セメント …… 430円 / kg

セメント速乾材 (水ガラス) …… 700円 / kg

③ 社会におけるセメントを用いた廃棄物の埋め立ての現状

◎水ガラスの成分である【ケイ酸ナトリウム (珪酸ソーダ)】の役割

 ……セメント粒子

2液瞬結工法	従来工法
	
珪酸ソーダとセメントにより生成されたゲルがセメント粒子の沈降を防ぎ、均一な改良体をつくることできる。そのため、高い強度を得ることができる。	セメント粒子は沈降する。結果、出来あがった改良体は、不均一なものとなる。

つまり、ケイ酸ナトリウムを加えることで、セメントで固めた内容物を外に出しにくくできる。

◇JST協会HPより <http://www.jst.gr.jp/a/a.htm>

◇ 環境保全エンジニア ◇

公害防止機器メーカーや環境調査会社などで、公害防止や環境保全に役立つ技術を開発、提供する技術者。主な仕事は、例えば大気汚染防止装置や水質汚濁防止装置、廃棄物処理装置、各種測定器など、公害を防ぐさまざまな機器の設計・製作・メンテナンスを行うことである。一般企業の機器開発部門や機械メーカーなどの技術者として働くケースが多い。研究部門に配属されたり公的な環境調査機関などに勤めた場合は、実際に大気・水質・土壌の汚染濃度や騒音などを計測したり、調査・分析を行うこともある。一般の企業活動も公共事業も環境を無視しては行えない時代になっていることから、公害を防ぐ装置や環境保全につながる技術のニーズはますます高まると予想される。



◇13歳のハローワーク公式サイトより

<http://www.13hw.com/jobcontent/J000100368.html>

◎塩化銅水溶液について

<基本データ>

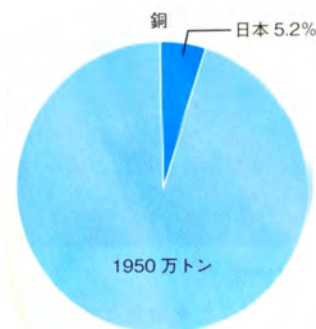
①銅イオン (Cu^{2+}) 濃度

5%塩化銅水溶液には、約24000mg/L (24000ppm) 含まれている。

②液性・・・酸性 (pH 3~4)

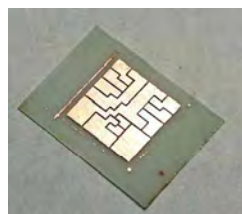
③日本や世界の消費量

日本の銅消費量は、世界全体の消費量に対して 5.2 %である。これを 100 %全て輸入でまかなっている。世界全体でも銅資源の減少が懸念されている。



④塩化銅水溶液の社会利用

プリント基板への利用や金属のめっきなどに利用されている。めっきの例として、トランペットなどの金管楽器の工場では、楽器の表面を美しく保ち独特の音色をつくるために、電気分解を利用した「電気めっき」とよばれる技術が使われています。電極の一部となった楽器の表面が電気ので金属のイオンを引きつけ、金属でうすくおおわれます。



クロサワ楽器HPより

(<http://www.kurosawagakki.com/kurosawawind/kanstul...>)

⑤足尾銅山鉍毒事件・・・渡良瀬川への影響

群馬・栃木両県の間を流れる渡良瀬川に足尾銅山から流れてきた物質によって、両沿岸の田畑 1,200 余町の広い地面に鉍毒を及ぼし、2年も3年も収穫が無かったとされる。特に明治 23 年という年は、植物が実らないのみならず、植物が生えなかったといわれている。鉍毒とは、鉍山の排煙、坑内水、選鉍・製錬所廃水や、ぼた山、廃滓（はいさい）の崩壊などにより流出した毒物で生ずる害のことをさす。