

# ホウ砂球反応を用いた 混色ガラスの作製

12班

## ガラスに色を着けるには？

ガラス原料(ホウ砂)に着色材として  
**金属酸化物**や**金属塩**を加える

金属酸化物や金属塩での色ガラス

Ex)

酸化銅(II)

塩化銅(II)



酸化クロム(III)

硫酸クロム(III)



金属塩とは？

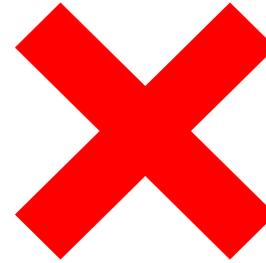
酸の $H^+$  (水素イオン)を金属イオンに置き換えた化合物。

Ex) 塩酸  $HCl$

↓  $H^+$  を  $Na^+$  に置き換える

塩化ナトリウム  $NaCl$

# 背景・目的



規模大

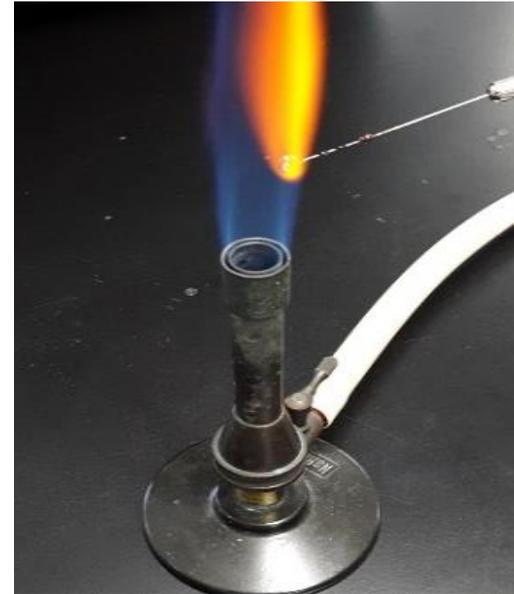
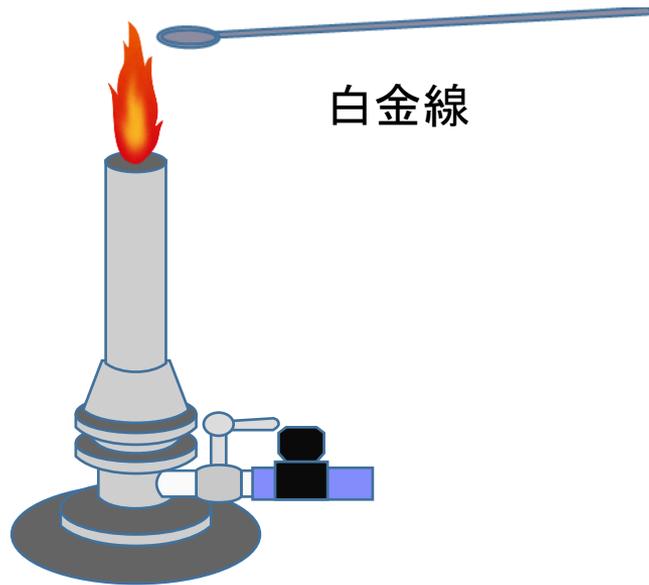


規模の小さい実験として  
“**ホウ砂球反応**”がある

# 背景・目的

## 【ホウ砂球反応】

金属の元素を見分ける方法の一つ  
白金線にホウ砂と**遷移金属**をつけ溶かし、  
ガラス球をつくる



遷移金属ごとにガラス球の色が異なる

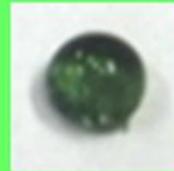
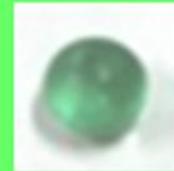
# 背景・目的

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	ランタノイド	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	アクチノイド	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og

(周期)

 : 遷移金属

# 背景・目的

	4	5	6	7	8	9	10	11 (族)
	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu
第4周期								

それぞれの遷移金属での色はわかっていたが混ぜるとどのように変色するかはわかっていない



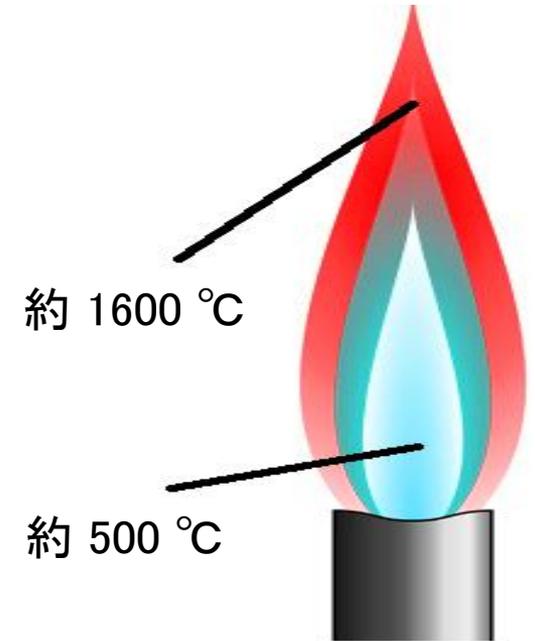
2種類の遷移元素を混ぜることで、  
さまざまな色のガラスを作れるのではないか

しかし白金線を用いたホウ砂球反応には問題点がある

# 背景・目的

## ホウ砂球反応実験の問題点

- ・外炎(酸化炎)と内炎(還元炎)で温度が異なり条件が変わってしまう
- ・白金線を何度も使うと色が混ざる



### スライドガラス法

ホウ砂と金属塩を耐熱スライドガラスの上に置き  
ガスバーナーではなく電気炉を用い加熱する



## 実験1

スライドガラス法で色ガラスを作製する

## 実験2

2種類の金属化合物を混ぜ、  
混色ガラスを作製する

# 実験1

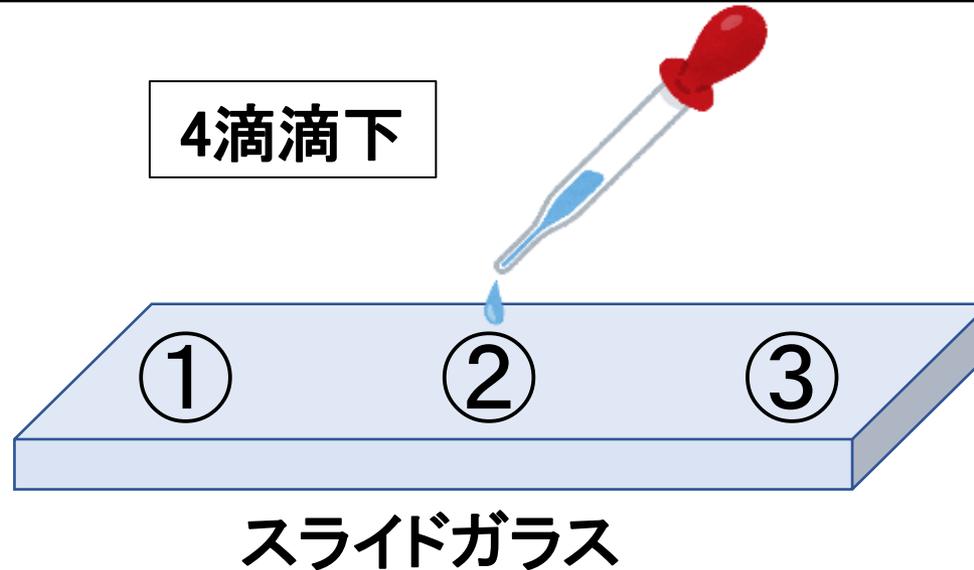
スライドガラス法でホウ砂球反応と同じように色ガラスを作製できるのか？

1種類の遷移金属のガラスの色を調べる

## 使用した金属塩

- ・硫酸クロム(Ⅲ)十五水和物  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 15\text{H}_2\text{O}$
- ・塩化銅(Ⅱ)二水和物  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- ・硝酸銀(Ⅰ)  $\text{AgNO}_3$
- ・塩化金(Ⅲ)酸四水和物  $\text{H}[\text{AuCl}_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
- ・塩化白金(Ⅳ)酸六水和物  $\text{H}_2[\text{PtCl}_6] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

# 実験方法

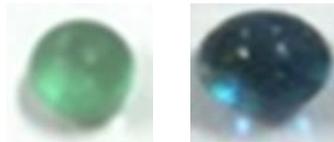


1. 図の①～③にそれぞれ溶液を4滴滴下
2. 滴下した溶液にホウ砂を 0.15 g 添加
3. 電気炉に入れ741度になり、1分経過するまで加熱

# 結果

mol/L	Cr	Cu	Ag	mol/L	Pt	Au
0.010				0.0010		
0.050				0.0025		
0.10				0.010		

Cr : 緑色 Cu : 青色 Ag : 無色 Pt : 灰色 Au : 赤色



- ・同濃度では物質ごと色の濃さ(明度)が異なる

Pt > Au > Cr > Cu > Ag

# 実験2

実験1より遷移金属1種類の時の色を把握

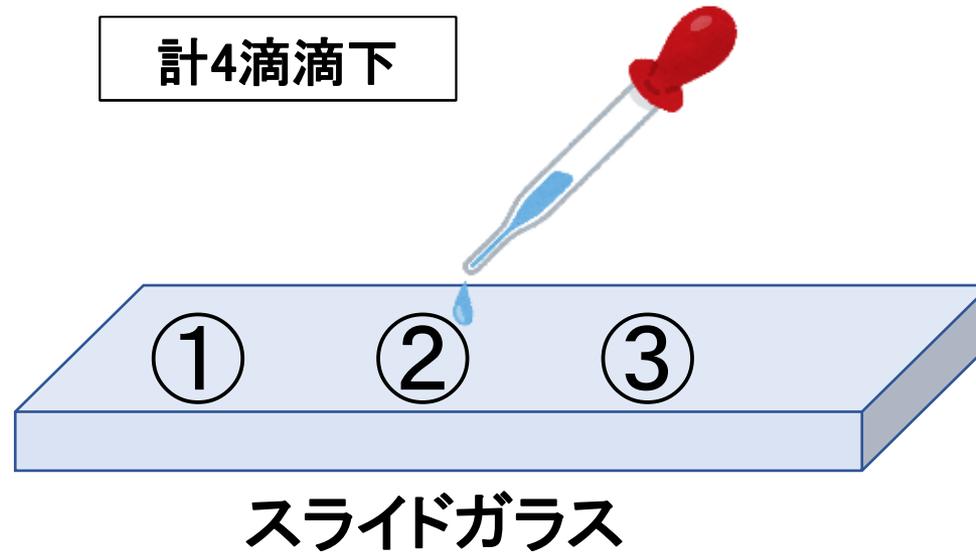
Cr : 緑色 Cu : 青色 Ag : 無色 Pt : 灰色 Au : 赤色

mol/L	Cr	Cu	Ag	mol/L	Pt	Au
0.010				0.0010		
0.050				0.0025		
0.10				0.010		



2種類の金属水溶液を混ぜた時の変化を調べる

# 実験方法



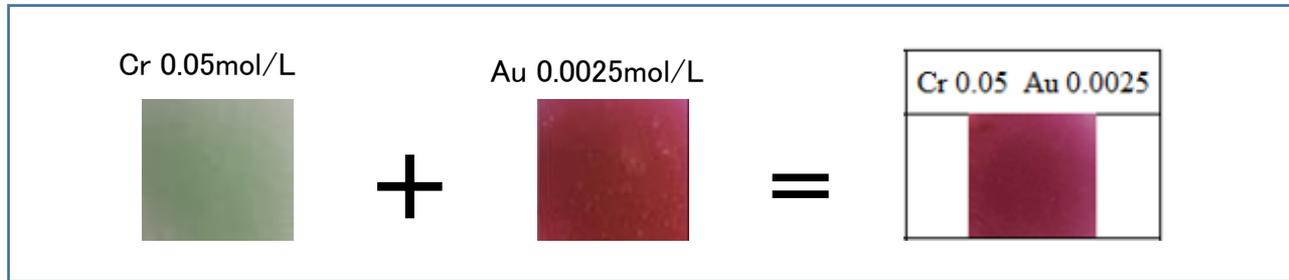
1. 図1の①～③にそれぞれ溶液を2滴ずつ滴下
2. 滴下した溶液にホウ砂を0.15 g 添加
3. 電気炉に入れ741度になり1分経過するまで加熱

# 結果

Ag 0.01 Au 0.0025	Cu 0.10 Au 0.001	Cr 0.05 Au 0.0025
		
Au 0.0025 Pt 0.01	Cr 0.05 Cu 0.05	Cu 0.10 Ag 0.01
		
Cr 0.10 Ag 0.01	Cr 0.05 Ag 0.01	
		

- Cr, Cu, Pt, Au の組み合わせ
  - ▶ 片方だけの色や中間色
- Cr とAg を混ぜる
  - ▶ 濃い黄色 (Cr の濃度が高いと黒色)

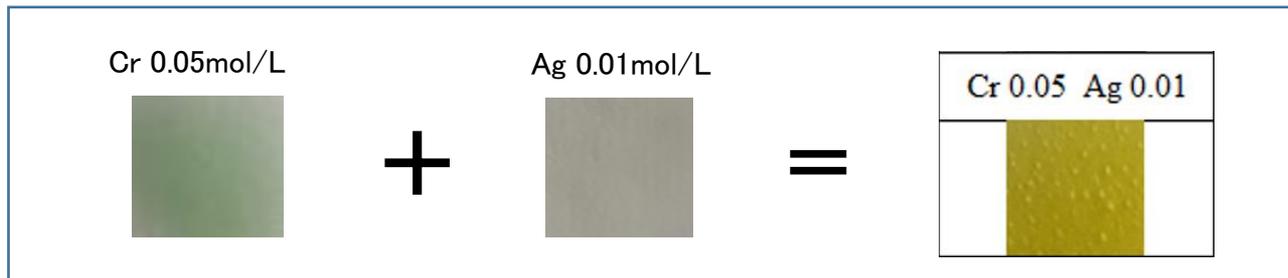
# 考察



混色ガラスの色は物質ごとの色の濃さに依存



色のコントロールが可能



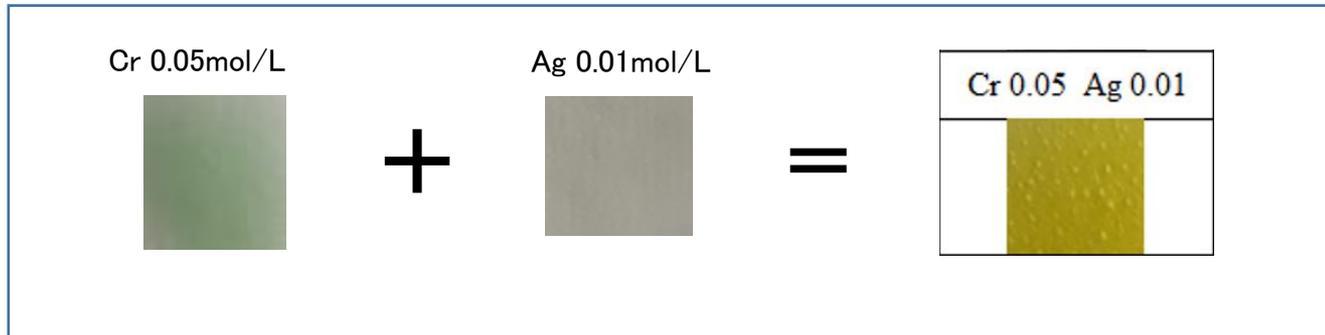
Cr とAg の組み合わせで黄色が見られた



Cr, Ag 間で特異的な反応が起きているのでは？

# 考察

## なぜ黄色が見られたのか？



この黄色はクロムイオンの色ではなく、  
**銀コロイド(銀の微粒子)**による  
呈色だと考えられる

硝酸銀に硫酸クロムを加え加熱すると  
なぜ銀コロイドができたのか？



銀コロイド水溶液

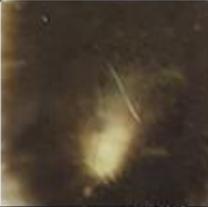
# 実験3

Cr 0.10 Ag 0.01	Cr 0.05 Ag 0.01
	

CrとAgの濃度を変えることでどのような色の変化が見られるのか？

**CrとAgの濃度による色の変化**

# 結果

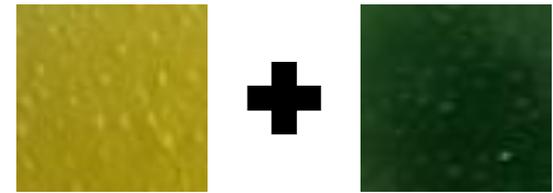
		Cr 濃度		
		0.01	0.05	0.10
Ag 濃度	0.01			
	0.05			
	0.10			

- Cr 濃度が 低→高，黄色→黒
- Ag 濃度では変化しない

# 考察

		Cr 濃度		
mol/L		0.01	0.05	0.10
Ag 濃度	0.01			

銀コロイドによる呈色



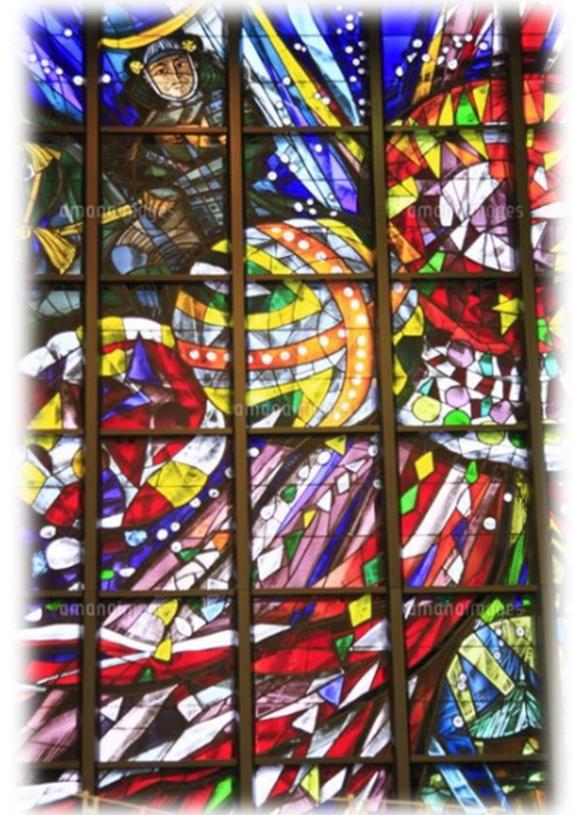
黒い色 = 濃い緑と黄色が混ざった色

銀にクロムを添加することで呈色は強くなる

- スライドガラス法でも色ガラスの作製が可能である
- 溶液の濃度調整によって混色ガラスの色をコントロールできる
- AgにCrを添加することで銀コロイドの呈色(黄色)が強くなる

# 今後の展望

- AgにCrを添加するとなぜ銀コロイドの呈色が強くなるのか原理解明
- 他の遷移金属の混色ガラスの作製
- ガラスを用いた工芸品への利用



# 参考文献

- 1) 「ホウ砂球反応を用いたガラスの着色」  
宮城県仙台第三高等学校 高坂友莉 土井うたの 小田島菜緒 (2017)
- 2) 「化学大辞典」化学大辞典編集委員会 南條安昭 (1963)
- 3) 「銀ナノ粒子の性質」〈<https://www.sigmaaldrich.com/japan.html>〉
- 4) 「ガラス工芸広場」〈<http://www.glass-kougeihiroba.jp/index.html>〉
- 5) 「ホウ砂球反応と炎色反応」  
〈<http://www.sci.keio.ac.jp/etduprojec/practice/chemistry/detail.php?eid=0000>〉
- 6) 「ガラスの着色技術」  
〈[https://www.jstage.jst.go.jp/article/sfj1970/32/8/32\\_8\\_432/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/sfj1970/32/8/32_8_432/_pdf/-char/ja)〉
- 7) 「色ガラス作り」 池井晴美, 他3人  
〈<http://www.nagano-c.ed.jp/seiho/risuka/2006/2006-08.pdf>〉

ご清聴ありがとうございました