

無機化学

目次

第Ⅰ部	遷移元素	2
1	性質	2
2	鉄・コバルト・ニッケル	2
2.1	鉄	2
2.2	硫酸鉄 (Ⅱ) 7 水和物	3
2.3	塩化鉄 (Ⅲ) 6 水和物	4
2.4	鉄イオンの反応	4
2.5	塩化コバルト (Ⅱ)	4
2.6	硫酸ニッケル (Ⅱ)	4
3	銅	5
3.1	銅	5
3.2	硫酸銅 (Ⅱ) 5 水和物	6
3.3	銅 (Ⅱ) イオンの反応	6
3.4	銅の合金	6
4	銀	6
4.1	銀	6
4.2	銀 (Ⅰ) イオンの反応	7
4.3	難溶性化合物の溶解性	7
5	クロム・マンガン	7
5.1	単体	8
5.2	クロム酸カリウム・二クロム酸カリウム	8
5.3	過マンガン酸カリウム	8
5.4	マンガンの安定な酸化数	9
第Ⅱ部	APPENDIX	10
A	気体の乾燥剤	10
B	水の硬度	10
C	錯イオンの命名法	10
D	金属イオンの難溶性化合物	11
E	金属イオンの系統分離	13

第I部

遷移元素

d 軌道・f 軌道（内殻）の秋に電子が入っていき、最外殻電子の数は①1 か 2

(②ランタノイド・③アクチノイド：f 軌道に入っていく過程)

同族元素だけでなく、同周期元素も性質が似ている。

1 性質

- 単体は密度が④大きく、融点が⑤高い金属
- d 軌道の一部の電子も価電子
- 化合物やイオンは⑥白色のものが多い
- 安定な⑦錯イオンを形成しやすい（⑧d 軌道に空きがある）
- 単体や化合物は⑨触媒になるものが多い*1
- 酸化数が $\left\{ \begin{array}{l} \text{小さい} \\ \text{大きい} \end{array} \right\}$ 酸化物は $\left\{ \begin{array}{l} \text{⑩還元} \\ \text{⑪酸化} \end{array} \right\}$ 剤

2 鉄・コバルト・ニッケル

2.1 鉄

2.1.1 性質

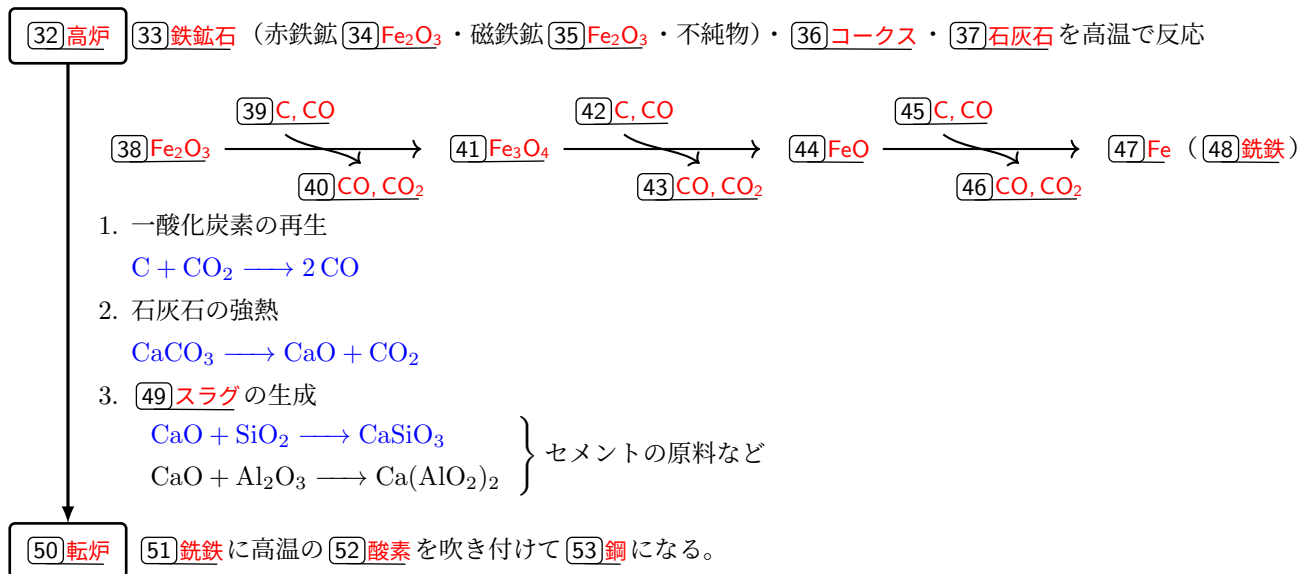
- 常温で⑫強磁性
- イオン化傾向が水素より⑬大きい
- ⑭強酸と反応（⑮濃硝酸には⑯不動態となり反応しない）
- ⑰高温の水蒸気と反応して⑱緻密な⑲黒錆が生成（酸化被膜）
- 湿った空気中では⑳粗い㉑赤錆を生成

酸化鉄（Ⅲ）	Fe ₂ O ₃	②②赤褐色	②③常磁性
四酸化三鉄	Fe ₃ O ₄	②④黒色	②⑤強磁性
酸化鉄（Ⅱ）	FeO	②⑥黒色	②⑦発火性

軟鋼	②⑧鉄鋼	②⑨銑鉄	③⑩ステンレス鋼	KS 磁石鋼
C0.2% 未満	C2% 未満	C2% 以上	③①Cr, Ni	Co, W, Cr
加工しやすい 鉄筋・鉄骨	硬くて弾性あり レール・バネ	硬くてもろい 鋳物	錆びにくい キッチン	人工永久磁石

*1 ④例 V₂O₅, MnO₂, Fe₃O₄, Pt

2.1.2 製法

鉄の製錬 [工業的製法](#)

2.1.3 反応

- 塩酸との反応

$$\text{Fe} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$$
- 高温の水蒸気との反応

$$3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2 \uparrow$$
- 微量に含まれる炭素・鉄・水による **[54] 局部電池**（**[55] 食塩**などが溶けていたら反応速度上昇）
 正極（**[56] C**） $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \longrightarrow 4\text{OH}^-$
 負極（**[57] Fe**） $\text{Fe} \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$
- [58] 水酸化鉄（Ⅱ）**の生成

$$\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{Fe(OH)}_2 \text{ ([59] 緑色)}$$
- 速やかに**[60] 水酸化鉄（Ⅱ）**が酸素により酸化

$$4\text{Fe(OH)}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{Fe(OH)}_3$$
- [61] 水酸化鉄（Ⅲ）**の脱水

$$\text{Fe(OH)}_3 \longrightarrow \text{FeO(OH)} + \text{H}_2\text{O} \text{ (酸化水酸化鉄（Ⅲ）濃橙色)}$$

$$2\text{Fe(OH)}_3 \longrightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O} + (3-n)\text{H}_2\text{O} \text{ ([62] 赤褐色)}$$
 （エバンスの実験）

2.2 硫酸鉄（Ⅱ）7水和物

化学式：**[63] FeSO₄・7H₂O**

2.2.1 性質

- [64] 青緑色**の固体
- Fe²⁺ 半反応式

$$\text{[65] Fe}^{2+} \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{e}^-$$
- 空気中で表面が**[66] Fe₂(SO₄)₃**（**[67] 黄褐色**）

2.2.2 製法

鉄に〔68〕希硫酸を加えて、蒸発濃縮

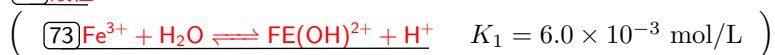


2.3 塩化鉄(Ⅲ) 6水和物

化学式：〔69〕 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

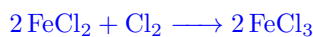
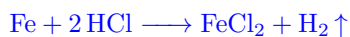
2.3.1 性質

- 〔70〕黄褐色で〔71〕潮解性のある固体
- 〔72〕酸性



2.3.2 製法

鉄に希塩酸を加えてから、塩素を通じる。



2.4 鉄イオンの反応

	NaOH	$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$		
Fe^{2+} 〔77〕淡緑色	〔74〕 $\text{Fe(OH)}_2 \downarrow$ 〔78〕緑白色	$\text{Fe}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow$ 〔79〕青白色	$\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow$ 〔80〕濃青色	〔75〕変化なし 〔81〕淡緑色	〔76〕変化なし 〔82〕淡緑色
Fe^{3+} 〔85〕黄褐色	〔83〕 $\text{Fe(OH)}_3 \downarrow$ 〔86〕赤褐色	$\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow$ 〔87〕濃青色	$\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]\text{aq}$ 〔88〕暗褐色	〔84〕 Fe^{2+}aq 〔89〕淡緑色	$[\text{Fe}(\text{NCS})]^{2+}$ 〔90〕血赤色

- Fe^{2+} , Fe^{3+} は、〔91〕 OH^- とも〔92〕 OH^- とも錯イオンを形成しない
- ベルリンブルーとターンブルブルーは〔93〕同一物質

2.5 塩化コバルト(Ⅱ)

化学式：〔94〕 CoCl_2

2.5.1 性質

- 〔95〕青色で〔96〕潮解性のある固体
- 6水和物は〔97〕淡赤色
- 塩化コバルト紙を用いた〔98〕水の検出
- CO^{3+} は〔99〕 NH_3 と錯イオンを形成

2.6 硫酸ニッケル(Ⅱ)

化学式：〔100〕 NiSO_4

- 黄緑色で潮解性のある固体
- 6水和物は青緑色
- Ni^{2+} は〔101〕 NH_3 と錯イオンを形成

3 銅

3.1 銅

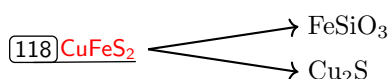
3.1.1 性質

- (102)赤色の金属光沢
- 他の金属とさまざまな色の (103)合金
- 展性・延性が (104)大きく、電気・熱伝導性が (105)高い
- イオン化傾向が水素より (106)低く、酸化力のある酸と反応
- 空気中で徐々に酸化して、緻密な錆（(107)酸に溶解）が生成
(108)赤色の酸化銅（I）(乾)・(109)青緑の錆（(110)緑青）(湿)

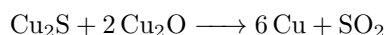
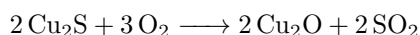
3.1.2 製法

銅の製錬 (粗銅)・(111)電解精錬 (純銅) (工業的製法)

(112)高炉 (113)黄銅鉱 ((114)CuFeS₂)・(115)コークス・(116)石灰石・(117)ケイ砂を高温で反応



(119)転炉 硫化銅（I）に (120)酸素を吹き付けて、(121)粗銅にする。



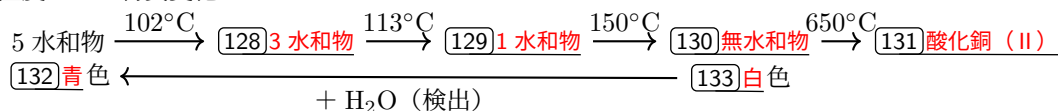
3.1.3 反応

- 銅と希硝酸
$$3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 \longrightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}\uparrow$$
- 銅と濃硝酸
$$\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_2\uparrow$$
- 銅と熱濃硫酸
$$\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2\uparrow$$
- 空気中で 1000°C 未満で加熱して、(122)黒色の (123)酸化銅（II）生成
$$2\text{Cu} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CuO}$$
- さらに 1000°C 以上で加熱して、(124)赤色の (125)酸化銅（I）生成
$$4\text{CuO} \longrightarrow 2\text{Cu}_2\text{O} + \text{O}_2$$
- 銅イオンから水酸化銅（II）の生成
$$\text{Cu}_2^{2+} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow$$
- 水酸化銅（II）とアンモニアの反応
$$\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \longrightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{OH}^-$$
- 水酸化銅（II）の加熱
$$\text{Cu}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$$

3.2 硫酸銅（Ⅱ）5水和物

3.2.1 性質

- (126)青色の固体（結晶中の(127) $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ の色）
- 温度による物質変化



- Cu^{2+} による(134)殺菌作用（農薬）
- 還元性を持つ有機化合物の検出*2
(135)赤色の酸化銅（Ⅰ）が生成

3.2.2 製法

銅に(136)濃硫酸をかけてから(137)加熱。

3.2.3 反応

3.3 銅（Ⅱ）イオンの反応

	少々の塩基	過剰の NH_3	濃塩酸	H_2S （(138)全液性）
Cu^{2+}	(139) $\text{Ca}(\text{OH})_2 \downarrow$	(140) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \text{ aq}$	(141) $[\text{CuCl}_4]^{2-} \text{ aq}$	(142) $\text{CuS} \downarrow$
(143)青色	(144)青白色	(145)深青色	(146)黄緑色	(147)黒色

- 炎色反応：(148)青緑色
- 加熱すると(149)分解
- Cu^{2+} は(150) NH_3 と錯イオンを形成し、(151) OH^- とは形成しない

3.4 銅の合金

(152)黄銅（真鍮）	(153)洋銀（洋白）	(154)白銅	(155)青銅	(156)ジュラルミン
(157)Zn	(158)Zn, Ni	(159)Ni	(160)Sn	(161)Al（主成分）
適度な強度と加工性 楽器・水道用具	柔軟で錆びにくい 食器・装飾品	柔軟で錆びにくい 五十円玉・五百円玉	硬くて錆びにくい 像	軽くて丈夫 航空機・車両

4 銀

4.1 銀

4.1.1 性質

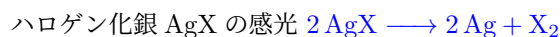
- 展性・延性が(162)大きく、電気・熱伝導性が(163)最も高い
- イオン化傾向が水素より(164)小さい
(165)酸化力のある酸（(166)硝酸・(167)熱濃硫酸）と反応
- 空気中で酸化しにくい、(168)硫化水素とは容易に反応

4.1.2 製法

- 銅の電解精錬の(169)陽極泥 工業的製法

*2 フェーリング液・ベネディクト液

- 銀の化合物の熱分解・光分解



4.1.3 反応

- 銀と希硝酸



- 銀と濃硝酸



- 銀と熱濃硫酸



- 銀と硫化水素



4.2 銀（Ⅰ）イオンの反応

(170) 硝酸銀 水溶液

	少量の塩基	過剰の NH ₃	HCl	H ₂ S ((171)全液性)	K ₂ CrO ₄
Ag ²⁺	(172)Ag ₂ O↓	(173)[Ag(NH ₃) ₂] ⁺	(174)AgCl↓	(175)Ag ₂ S↓	(176)Ag ₂ CrO ₄ ↓
(177)無色	(178)褐色	(179)無色	(180)白色	(181)黒色	(182)赤褐色

- 銀と少量の塩基



- 銀と過剰の NH₃



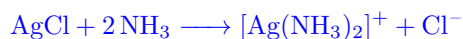
- 銀と HCl



- 銀と H₂S



- 銀と K₂CrO₄



4.3 難溶性化合物の溶解性

		HNO ₃	NH ₃	NaS ₂ O ₃	KCN
Ag ₂ S↓	(183)黒色	(184)溶ける	(185)溶けない	(186)溶けない	(187)溶ける
Ag ₂ O↓	(188)褐色	(189)溶ける	(190)溶ける	(191)溶ける	(192)溶ける
AgCl↓	(193)白色	(194)溶けない	(195)溶ける	(196)溶ける	(197)溶ける
AgBr↓	(198)淡黄色	(199)溶けない	(200)やや溶ける	(201)溶ける	(202)溶ける
AgI↓	(203)黄色	(204)溶けない	(205)溶けない	(206)溶ける	(207)溶ける
溶解している物質	(208)無色	(209)Ag ⁺ (AgNO ₃)	(210)[Ag(NH ₃) ₂] ⁺	(211)[Ag(S ₂ O ₃) ₂] ³⁻	(212)[Ag(CN) ₂] ⁻

5 クロム・マンガン

化学式：(213)Cr・(214)Mn

5.1 単体

5.1.1 性質

- (215)強酸と反応 ((216)Cr は (217)濃硝酸 には (218)不動態 となり反応しない)
- 空気中で錆び (219)にくい ((220)不動態) \Rightarrow (221)ステンレス鋼 (Fe, Cr, Ni) (クロム)
空気中で錆び (222)やすい (マンガン)
- (223)ニクロム 合金 (Fe, Cr, Mn) (電熱線・発熱体)

5.1.2 反応

- クロムと希塩酸
 $\text{Cr} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{CrCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$ (Cr^{2+} : 青色)
- マンガンと希塩酸
 $\text{Mn} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{MnCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$ (Mn^{2+} : (224)淡桃色)

5.2 クロム酸カリウム・ニクロム酸カリウム

化学式: (225) K_2CrO_4 ・(226) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

5.2.1 性質

- 二つは平衡状態にある
 $(227)2\text{CrO}_4^{2-} + \text{H}^+ \rightleftharpoons (228)\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{OH}^-$
(229)塩基性・(230)黄色 (231)酸性・(232)赤橙色
- (233)酸化剤として反応 (ニクロム酸カリウム)
 $(234)\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ ((235)硫酸酸性 下)

5.2.2 製法

1. クロム (III) イオンに少量の水酸化ナトリウム水溶液を加える
 $\text{Cr}^{3+} + 3\text{OH}^- \longrightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 \downarrow$
2. さらに水酸化ナトリウム水溶液を加える (過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加える)
 $\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \longrightarrow [\text{Cr}(\text{OH})_4]^-$
3. 過酸化水素水を加えて加熱
 $2[\text{Cr}(\text{OH})_4]^- + 3\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{OH}^- \longrightarrow 2\text{CrO}_4^{2-} + 8\text{H}_2\text{O}$

5.2.3 反応

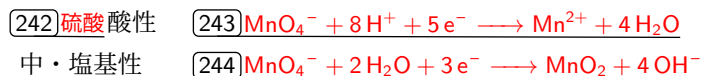
- クロム酸イオンと銀イオン
 $\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{Ag}^+ \longrightarrow \text{Ag}_2\text{CrO}_4 \downarrow$ ((236)赤褐色)
- クロム酸イオンと銀イオン
 $\text{CrO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} \longrightarrow \text{BaCrO}_4 \downarrow$ ((237)黄色)
- クロム酸イオンと銀イオン
 $\text{CrO}_4^{2-} + \text{Ag}^{2+} \longrightarrow \text{PbCrO}_4$ ((238)黄色)

5.3 過マンガン酸カリウム

化学式: (239) MnO_2

5.3.1 性質

- (240)黒紫色の固体
- (241)酸化剤として反応



5.3.2 製法

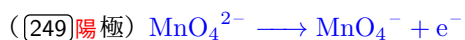
1. 酸化マンガン(IV)と水酸化ナトリウムを混ぜて空気中で加熱



2. (a) 酸性にする



- (b) 電気分解する



5.4 マンガンの安定な酸化数

残留酸素の定量(ウィンクラー法)

1. マンガン(III)イオンを含む水溶液に塩基を加える



2. 水酸化マンガン(II)が水溶液中の溶存酸素と速やかに反応



3. 希硫酸を加える



第 II 部

APPENDIX

A 気体の乾燥剤

固体の乾燥剤は (251) **U字管** につめて、液体の乾燥剤は (252) **洗気瓶** に入れて使用。

性質	乾燥剤	化学式	対象	対象外 (不適)
酸性	(253) 十酸化四リン	(254) P₄O₁₀	酸性・中性	塩基性の気体 ((255) NH₃)
	(256) 濃硫酸	(257) H₂SO₄		+ (258) H₂S ((259) 還元剤)
中性	(260) 塩化カルシウム	(261) CaCl₂	ほとんど全て	(262) NH₃
	(263) シリカゲル	(264) SiO₂ · nH₂O		特になし
塩基性	(265) 酸化カルシウム	(266) CaO	中性・塩基性	酸性の気体
	(267) ソーダ石灰	(268) CaO と NaOH		(269) Cl₂ , (270) HCl , (271) H₂S , (272) SO₂ , (273) CO₂ , (274) NO₂

B 水の硬度

水の中の重荷 Ca²⁺ と Mg²⁺ を CaCO₃ として換算した時の濃度 [mg/L]

硬水に含まれる陰イオンが

煮沸する (275) **炭酸塩** が沈澱して軟化可能 (一時硬水)

(例) 炭酸水素カルシウム水溶液

$$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$$

(例) 炭酸水素マグネシウム水溶液

$$\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 \longrightarrow \text{MgCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$$

煮沸しても軟化不可能 (永久硬水)

C 錯イオンの命名法

(主に遷移) 金属イオンに対して、(276) **非共有電子対** を持つ (277) **分子** や (278) **イオン** が (279) **配位** 結合

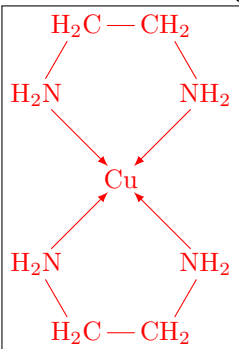
「(配位子の数 (数詞)) (配位子) (金属 (価数)) (酸 (陰イオンの場合)) イオン」

金属イオン	Ag ⁺ Cu ⁺	Cu ²⁺ Zn ²⁺	Fe ²⁺ Fe ³⁺ Co ³⁺ Ni ²⁺ Cr ³⁺ Al ³⁺
配位数	(280) 2	(281) 4	(282) 6

(283) **直線系** (284) **正方形** (285) **正四面体形** (286) **正八面体形**

数	1	2	3	4	5	6	7	8
数詞	(287)モノ	(288)ジ (295)ビス	(289)トリ (296)トリス	(290)テトラ	(291)ペンタ	(292)ヘキサ	(293)ヘプタ	(294)オクタ
配位子	NH ₃		CN ⁻	H ₂ O	OH ⁻		Cl ⁻	H ₂ N - CH ₂ CH ₂ - NH ₂
名称	(297)アンミン		(298)シアニド	(299)アクア	(300)ヒドロキシド		(301)クロリド	(302)エチレンジアミン

エチレンジアミン … 1 分子あたり 2 か所で (303) **配位** 結合する (2 座配位子) ((304) **キレート** 錯体)



- [Zn(OH)₄]²⁻
(305) **テトラヒドロキシド亜鉛 (II) 酸イオン**
- [Zn(NH₃)₄]²⁺
(306) **テトラアンミン亜鉛 (II) イオン**
- [Ag(S₂O₃)₂]³⁻
(307) **ビス (チオスルファト) 銀 (I) イオン**
- [Cu(H₂NCH₂CH₂NH₂)₂]²⁺
(308) **ビス (エチレンジアミン) 銅 (II) イオン**

D 金属イオンの難容性化合物

	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ₂ S	H ₂ S	OH ⁻	OH ⁻	NH ₃
			酸性	中・塩基性	NH ₃	過剰	過剰
K ⁺	[309]沈殿しない	[310]沈殿しない	[311]沈殿しない	[312]沈殿しない	[313]沈殿しない	[314]沈殿しない	[315]沈殿しない
Ba ²⁺	[316]無色 [323]沈殿しない	[317]無色 [324]BaSO ₄	[318]無色 [325]沈殿しない	[319]無色 [326]沈殿しない	[320]無色 [327]沈殿しない	[321]無色 [328]沈殿しない	[322]無色 [329]沈殿しない
Sr ²⁺	[330]無色 [337]沈殿しない	[331]白色 [338]SrSO ₄	[332]無色 [339]沈殿しない	[333]無色 [340]沈殿しない	[334]無色 [341]沈殿しない	[335]無色 [342]沈殿しない	[336]無色 [343]沈殿しない
Ca ²⁺	[344]無色 [351]沈殿しない	[345]白色 [352]CaSO ₄	[346]無色 [353]沈殿しない	[347]無色 [354]沈殿しない	[348]無色 [355]Ca(OH) ₂	[349]無色 [356]Ca(OH) ₂	[350]無色 [357]Ca(OH) ₂
Na ⁺	[358]無色 [365]沈殿しない	[359]白色 [366]沈殿しない	[360]無色 [367]沈殿しない	[361]無色 [368]沈殿しない	[362]白色 [369]沈殿しない	[363]白色 [370]沈殿しない	[364]白色 [371]沈殿しない
Mg ²⁺	[372]無色 [379]沈殿しない	[373]無色 [380]沈殿しない	[374]無色 [381]沈殿しない	[375]無色 [382]沈殿しない	[376]無色 [383]Mg(OH) ₂	[377]無色 [384]Mg(OH) ₂	[378]無色 [385]沈殿しない
Al ³⁺	[386]無色 [393]沈殿しない	[387]無色 [394]沈殿しない	[388]無色 [395]沈殿しない	[389]無色 [396]Al(OH) ₃	[390]白色 [397]Al(OH) ₃	[391]白色 [398][Al(OH) ₄] ⁻	[392]無色 [399]Al(OH) ₃
Mn ²⁺	[400]無色 [407]沈殿しない	[401]無色 [408]沈殿しない	[402]無色 [409]沈殿しない	[403]白色 [410]MnS	[404]白色 [411]Mn(OH) ₂	[405]白色 [412]Mn(OH) ₂	[406]白色 [413]Mn(OH) ₂
Zn ²⁺	[414]無色 [421]沈殿しない	[415]無色 [422]沈殿しない	[416]無色 [423]沈殿しない	[417]淡桃色 [424]ZnS	[418]白色 [425]Zn(OH) ₂	[419]白色 [426][Zn(OH) ₄] ²⁻	[420]白色 [427][Zn(NH ₃) ₄] ²⁺
Cr ³⁺	[428]無色 [435]沈殿しない	[429]無色 [436]沈殿しない	[430]無色 [437]沈殿しない	[431]白色 [438]沈殿しない	[432]白色 [439]Cr(OH) ₃	[433]無色 [440][Cr(OH) ₄] ⁻	[434]無色 [441]Cr(OH) ₃
Fe ²⁺	[442]無色 [449]沈殿しない	[443]無色 [450]沈殿しない	[444]無色 [451]沈殿しない	[445]無色 [452]FeS	[446]灰緑色 [453]Fe(OH) ₂	[447]緑色 [454]Fe(OH) ₂	[448]灰緑色 [455]Fe(OH) ₂
Fe ³⁺	[456]無色 [463]沈殿しない	[457]無色 [464]沈殿しない	[458]無色 [465]Fe ²⁺	[459]黒色 [466]FeS	[460]緑白色 [467]Fe(OH) ₃	[461]緑白色 [468]Fe(OH) ₃	[462]緑白色 [469]Fe(OH) ₃
Cd ²⁺	[470]無色 [477]沈殿しない	[471]無色 [478]沈殿しない	[472]淡緑色 [479]CdS	[473]黒色 [480]CdS	[474]赤褐色 [481]Cd(OH) ₂	[475]赤褐色 [482]Cd(OH) ₂	[476]赤褐色 [483][Cd(NH ₃) ₄] ²⁺
Co ²⁺	[484]無色 [491]沈殿しない	[485]無色 [492]沈殿しない	[486]黄色 [493]CoS	[487]黄色 [494]Co(OH) ₂	[488]白色 [495]Co(OH) ₂	[489]白色 [496]Co(OH) ₂	[490]無色 [497]Co(OH) ₂
Ni ²⁺	[498]無色 [505]沈殿しない	[499]無色 [506]沈殿しない	[500]黒色 [507]NiS	[501]青色 [508]Ni(OH) ₂	[502]青色 [509]Ni(OH) ₂	[503]青色 [510]Ni(OH) ₂	[504]青色 [511][Ni(NH ₃) ₄] ²⁺
Sn ²⁺	[512]無色 [519]沈殿しない	[513]無色 [520]沈殿しない	[514]黒色 [521]SnS	[515]緑白色 [522]SnS	[516]緑白色 [523]Sn(OH) ₂	[517]緑白色 [524][Sn(OH) ₄] ²⁻	[518]青黒色 [525]Sn(OH) ₂
Pb ²⁺	[526]無色 [533]PbCl ₂	[527]無色 [534]PbSO ₄	[528]褐色 [535]PbS	[529]褐色 [536]PbS	[530]白色 [537]Pb(OH) ₂	[531]白色 [538][Pb(OH) ₄] ²⁻	[532]白色 [539]Pb(OH) ₂
Cu ²⁺	[540]白色 [547]沈殿しない	[541]白色 [548]沈殿しない	[542]黒色 [549]CuS	[543]黒色 [550]CuS	[544]白色 [551]Cu(OH) ₂	[545]無色 [552]Cu(OH) ₂	[546]白色 [553][Cu(NH ₃) ₄] ²⁺
Hg ²⁺	[554]無色 [561]沈殿しない	[555]無色 [562]沈殿しない	[556]白色 [563]HgS	[557]白色 [564]HgS	[558]青白色 [565]HgO	[559]青白色 [566]HgO	[560]深青色 [567]HgO
Hg ₂ ²⁺	[568]無色 [575]Hg ₂ Cl ₂	[569]無色 [576]沈殿しない	[570]黒色 [577]HgS	[571]黒色 [578]HgS	[572]黄色 [579]HgO	[573]黄色 [580]HgO	[574]黄色 [581]HgO
	[582]白色	[583]無色	[584]黒色	[585]黒色	[586]黄色	[587]黄色	[588]黄色

	Cl^-	SO_4^{2-}	H_2S	H_2S	OH^-	OH^-	NH_3
			酸性	中・塩基性	NH_3	過剰	過剰
Ag^+	(589) <u>AgCl</u>	(590) <u>沈殿しない</u>	(591) <u>Ag_2S</u>	(592) <u>Ag_2S</u>	(593) <u>Ag_2O</u>	(594) <u>Ag_2O</u>	(595) <u>$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$</u>
	(596) <u>白色</u>	(597) <u>無色</u>	(598) <u>黒色</u>	(599) <u>黒色</u>	(600) <u>褐色</u>	(601) <u>褐色</u>	(602) <u>無色</u>

E 金属イオンの系統分離