

無機化学

目次

第Ⅰ部	非金属元素	2
1	水素	2
1.1	同位体	2
1.2	製法	2
1.3	反応	2
2	貴ガス	3
2.1	性質	3
2.2	生成	3
2.3	ヘリウム He	3
2.4	ネオン Ne	3
2.5	アルゴン Ar	3
3	ハロゲン	4
3.1	単体	4
3.2	ハロゲン化水素	5
3.3	ハロゲン化銀	6
3.4	次亜塩素酸塩	6
3.5	水素酸カリウム	6
4	酸素	7
4.1	酸素原子	7
4.2	酸素	7
4.3	オゾン	7
4.4	酸化物の分類	8
4.5	水の特異性	9
5	硫黄	9
5.1	硫黄	9
5.2	硫化水素	9
5.3	二酸化硫黄（亜硫酸ガス）	9
5.4	硫酸	9
5.5	チオ硫酸ナトリウム（ハイポ）	9
6	窒素	9
第Ⅱ部	金属元素	10

第I部

非金属元素

1 水素

無色無臭の気体^{*1} 最も軽く、水に溶けにくい

1.1 同位体

^1H 99% 以上 ^2H (D) 0.015% ^3H (T) 微量

1.2 製法

- ナフサの電気分解 工業的製法
- 赤熱したコークスに水蒸気を吹き付ける 工業的製法
 $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2 + \text{CO}$
- 水(水酸化ナトリウム水溶液)の電気分解
 $2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$
- イオン化傾向が H_2 より大きい金属と希薄強酸
例 $\text{Fe} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$
例 $\text{Zn} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$

1.3 反応

- 水素と酸素 (爆鳴気の燃焼)
 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
- 加熱した酸化銅 (II) と水素
 $\text{CuO} + \text{H}_2 \longrightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$
- 水酸化ナトリウムと水
 $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2$

^{*1} 融点 14K 沸点 20K

2 貴ガス

He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn

2.1 性質

- 無色・無臭
- 第 18 族元素であり、電子配置がオクテットを満たすため反応性が低い。
- イオン化エネルギーが極めて大きい。
- 電子親和力は極めて小さい (ほぼ 0)。
- 電気陰性度は定義されない。

2.2 生成

^{40}K の電子捕獲



2.3 ヘリウム He

浮揚ガス

2.4 ネオン Ne

ネオンサイン

2.5 アルゴン Ar

N_2 , O_2 に次いで 3 番目に空気中での存在量が多い (約 1%)。

3 ハロゲン

3.1 単体

3.1.1 性質

化学式	F ₂	Cl ₂	Br ₂	I ₂
分子量	小	\longleftrightarrow		大
分子間力 (反応性)	弱 (強)	\longleftrightarrow		強 (弱)
沸点・融点	低	\longleftrightarrow		高
常温での状態	<u>気体</u>	<u>気体</u>	<u>液体</u>	<u>固体</u>
色	<u>淡黄色</u>	<u>黄緑色</u>	<u>赤褐色</u>	<u>黒紫色</u>
特徴	<u>特異臭</u>	<u>刺激臭</u>	揮発性	<u>昇華性</u>
H ₂ との反応	<u>冷暗所</u> でも爆発的に反応	<u>常温</u> でも <u>光</u> で爆発的に反応	<u>加熱</u> して <u>触媒</u> により反応	高温で平衡状態 <u>加熱</u> して <u>触媒</u> により一部反応
水との反応	水を酸化して酸素を発生 <u>激しく反応</u>	<u>一部とけて反応</u>	<u>一部とけて反応</u>	<u>反応しない</u> <u>KIaq には可溶</u>
用途	保存が困難 Kr や Xe と反応	<u>ClO⁻</u> による <u>殺菌・漂白</u> 作用	C=C や C≡C の検出	<u>ヨウ素デンプン</u> 反応で <u>青紫色</u>

3.1.2 製法

- フッ化水素ナトリウム KHF₂ のフッ化水素 HF 溶液の電気分解 [工業的製法](#)

$$\text{KHF}_2 \longrightarrow \text{KF} + \text{HF}$$
- [水酸化ナトリウム](#) の電気分解 [工業的製法](#)

$$2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Cl}_2 + \text{H}_2 + 2\text{NaOH}$$
- [酸化マンガン \(IV\)](#) に濃硫酸を加えて加熱

$$\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$$
- [高度さらし粉](#)と塩酸

$$\text{Ca}(\text{ClO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{HCl} \longrightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{Cl}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$$
- [さらし粉](#)と塩酸

$$\text{CaCl}(\text{ClO}) \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{CaCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$$
- 臭化マグネシウムと塩素

$$\text{MgBr}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{MgCl}_2 + \text{Br}_2$$
- ヨウ化カリウムと塩素

$$2\text{KI} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{KCl} + \text{I}_2$$

3.1.3 反応

- フッ素と水素

$$\text{H}_2 + \text{F}_2 \xrightarrow{\text{常温で爆発的に反応}} 2\text{HF}$$
- 塩素と水素

$$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光を当てると爆発的に反応}} 2\text{HCl}$$
- 臭素と水素

$$\text{H}_2 + \text{Br}_2 \xrightarrow{\text{高温で反応}} 2\text{HBr}$$
- ヨウ素と水素

$$\text{H}_2 + \text{I}_2 \xrightleftharpoons{\text{高温で平衡}} 2\text{HI}$$

- フッ素と水



- 塩素と水



- 臭素と水



- ヨウ素の固体がヨウ化物イオン存在下で三ヨウ化物イオンを形成して溶解する反応



3.1.4 塩素発生実験の装置



$\text{Cl}_2, \text{HCl}, \text{H}_2\text{O}$

↓ 水 に通す (HCl の除去)

$\text{Cl}_2, \text{H}_2\text{O}$

↓ 濃硫酸 に通す (H_2O の除去)

Cl_2

3.1.5 塩素のオキソ酸

オキソ酸… 酸素を含む酸性物質

+ VII	<u>HClO_4</u> <u>過塩素酸</u>	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H} - \text{O} - \text{Cl} - \text{O} \\ \\ \text{O} \end{array}$
+ V	<u>HClO_3</u> <u>塩素酸</u>	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H} - \text{O} - \text{Cl} - \text{O} \end{array}$
+ III	<u>HClO_2</u> <u>亜塩素酸</u>	$\text{H} - \text{O} - \text{Cl} - \text{O}$
+ I	<u>HClO</u> <u>次亜塩素酸</u>	$\text{H} - \text{O} - \text{Cl}$

3.2 ハロゲン化水素

3.2.1 性質

化学式	HF	HCl	HBr	HI
色・臭い	<u>無色刺激臭</u>			
沸点	20°C	-85°C	-67°C	-35°C
水との反応	<u>よく溶ける</u>			
水溶液 (強弱)	<u>フッ化水素酸</u> 弱酸	<u>塩酸</u> 強酸	<u>臭化水素酸</u> 強酸	<u>ヨウ化水素酸</u> 強酸
用途	<u>ガラス</u> と反応 ⇒ ポリエチレン瓶	<u>アンモニア</u> の検出 各種工業	半導体加工	インジウムスズ 酸化物の加工

3.2.2 製法

- ホタル石に濃硫酸を加えて加熱（弱酸遊離）

$$\text{CaF}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{CaSO}_4 + 2\text{HF} \uparrow$$
- 水素と塩素（工業的製法）

$$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{HCl} \uparrow$$
- 塩化ナトリウムに濃硫酸に加えて加熱（弱酸酸・揮発性酸の追い出し）

$$\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{NaHSO}_4 + \text{HCl} \uparrow$$

3.2.3 反応

- 気体のフッ化水素がガラスを侵食する反応

$$\text{SiO}_2 + 4\text{HF}(\text{g}) \longrightarrow \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$$
- フッ化水素酸（水溶液）がガラスを侵食する反応

$$\text{SiO}_2 + 6\text{HF}(\text{aq}) \longrightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$$
- 塩化水素によるアンモニアの検出

$$\text{AgO}_2 + 2\text{HF} \longrightarrow 2\text{AgF} + \text{H}_2\text{O}$$

3.3 ハロゲン化銀

3.3.1 性質

化学式	AgF	AgCl	AgBr	AgI
固体の色	黄褐色	白色	淡黄色	黄色
水との反応	よく溶ける	ほとんど溶けない		
光との反応	感光	感光性（→ <u>Ag</u> ）		

3.3.2 製法

- 酸化銀（I）にフッ化水素酸を加えて蒸発圧縮

$$\text{Ag}_2\text{O} + 2\text{HF} \longrightarrow 2\text{AgF} + \text{H}_2\text{O}$$
- ハロゲン化水素イオンを含む水溶液と硝酸銀水溶液

$$\text{Ag}^+ + \text{X}^- \longrightarrow \text{AgX} \downarrow$$

3.4 次亜塩素酸塩

3.4.1 性質

酸化剤として反応（殺菌・漂白作用）



3.4.2 製法

- 水酸化ナトリウム水溶液と塩素

$$2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$$
- 水酸化カルシウムと塩素

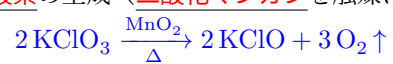
$$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{CaCl}(\text{ClO}) \cdot \text{H}_2\text{O}$$

3.5 水素酸カリウム

化学式：KClO₃

3.5.1 性質

酸素の生成（二酸化マンガンを触媒に加熱）



4 酸素

4.1 酸素原子

同位体：酸素 (O_2), オゾン (O_3)

地球の地殻に最も多く存在

地球の地殻における元素の存在率

<u>O</u>	>	<u>Si</u>	>	<u>Al</u>	>	<u>Fe</u>	>	<u>Ca</u>	>	<u>Na</u>
<u>酸素</u>		<u>ケイ素</u>		<u>アルミニウム</u>		<u>鉄</u>		<u>カルシウム</u>		<u>ナトリウム</u>
46.6%		27.7%		8.13%		5.00%		3.63%		2.83%
おっ		し		やる		て		か		な

4.2 酸素

化学式： O_2

4.2.1 性質

- 無色無臭の気体
- 沸点 -183°C

4.2.2 製法

- 液体空気の分留 工業的製法
- 水 (水酸化ナトリウム水溶液) の 電気分解

$$2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{H}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$$
- 過酸化水素水 (オキシドール) の分解

$$2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$$
- 塩素酸カリウムの熱分解

$$2\text{KClO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{MnO}_2} 2\text{KClO} + 3\text{O}_2\uparrow$$

4.2.3 反応

酸化剤としての反応



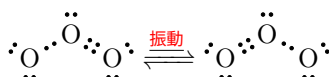
4.3 オゾン

化学式： O_3

4.3.1 性質

- ニンク臭 (特異臭) を持つ 淡青色の 気体 (常温)
- 水に 少し溶ける
- 殺菌・脱臭作用

オゾンにおける酸素原子の運動



⇒極性

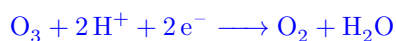
4.3.2 製法

酸素中で無声放電／強い紫外線を当てる



4.3.3 反応

- 酸化剤としての反応



- 湿らせたヨウ化カリウムでんぷん紙を青色に変色

- 酸化カルシウムと水

- 二酸化窒素と水

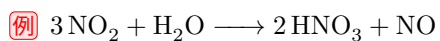
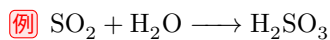
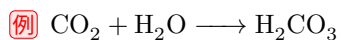
- 酸化銅（Ⅱ）と水

- 酸化アルミニウムと硫酸

- 酸化アルミニウムと水酸化ナトリウム水溶液

4.4 酸化物の分類

	塩基性酸化物	両性酸化物	酸性酸化物
元素	<u>陽性</u> の <u>大きい</u> <u>金属</u> 元素	<u>陽性</u> の <u>小さい</u> <u>金属</u> 元素	<u>非金属</u> 元素
水との反応	<u>塩基性</u>	<u>ほとんど溶けない</u>	<u>酸性</u>
中和	<u>酸</u> と反応	<u>酸・塩基</u> と反応	<u>塩基</u> と反応



4.5 水の特異性

5 硫黄

5.1 硫黄

5.1.1 性質

	<u>斜方硫黄</u>	<u>単斜硫黄</u>	<u>ゴム状硫黄</u>
化学式	<u>S₈</u>	<u>S₈</u>	<u>S_x</u>
色	<u>黄色</u>	<u>黄色</u>	<u>黄色</u>
構造	<u>塊状</u> 結晶	<u>針状</u> 結晶	<u>不定形</u> 固体
融点	113°C	119°C	不定

5.2 硫化水素

5.3 二酸化硫黄（亜硫酸ガス）

5.4 硫酸

5.5 チオ硫酸ナトリウム（ハイポ）

6 窒素

第II部

金属元素