

理 論・無 機  
化 學 講 義

---

山 名 寧 雄  
近 藤 一 二  
共 著

太 陽 堂 發 行

---

東 京

昭和15年3月10日第1版印刷  
昭和15年3月20日第1版發行



著 作 者 山 名 寧 雄

著 作 者 近 藤 一 二

發 行 者 照 井 健 伍

東京市神田區神保町2ノ5

印刷者及  
印刷所

株式會社・開明堂

代表者 高田王午郎

東京市神田區神保町1ノ34

發 行 所

太 陽 堂 書 店

東京市神田區神保町二丁目五番地

電話九段一九四四番・振替東京三一七二五番

◇理論・無機化學講義・定價 五 圓◇

〔外地 至 5.50〕

# 理論無機化學講義 目次

## 第一章 緒 論

|     |               |   |
|-----|---------------|---|
| 第一節 | 自然科學 化學       | 1 |
| 第二節 | 均一系と不均一系      | 1 |
| 第三節 | 物理變化と化學變化     | 2 |
| 第四節 | 化合物 元素 單體 混合物 | 3 |

## 第二章 化學の基礎概論

|      |                     |    |
|------|---------------------|----|
| 第一節  | 質量不變の定律             | 5  |
| 第二節  | 定比例の定律              | 5  |
| 第三節  | 倍數比例の定律             | 6  |
| 第四節  | 相互比例の定律             | 6  |
| 第五節  | Dalton の原子説         | 7  |
| 第六節  | Gay-Lussac の氣體反應の定律 | 8  |
| 第七節  | Avogadro の假説及び分子説   | 9  |
| 第八節  | 分子量及び原子量            | 10 |
| 第九節  | 化學當量                | 13 |
| 第十節  | 元素の化學記號及分子式實驗式      | 14 |
| 第十一節 | 原子價 構造式及び異性體        | 16 |
| 第十二節 | 化學方程式               | 19 |
| 第十三節 | 無機化學反應の主なる形式        | 20 |

## 第三章 元素の週期律

|     |             |    |
|-----|-------------|----|
| 第一節 | 元素の週期律      | 23 |
| 第二節 | 元素及無機化合物の分類 | 24 |

## 第四章 水素及水

|     |                    |     |
|-----|--------------------|-----|
| 第五章 | 氣體の性質              | 35  |
| 第一節 | Boyle-Charles の法則  | 35  |
| 第二節 | 氣體の分子量測定法          | 38  |
| 第三節 | 混合氣體 分壓の法則         | 41  |
| 第四節 | 氣體分子運動説            | 43  |
| 第五節 | 氣體の比熱              | 48  |
| 第六節 | Van der Waals の状態式 | 51  |
| 第六章 | 酸素及空氣              | 54  |
| 第一節 | 酸素 オゾン、過酸化水素       | 54  |
| 第二節 | 空氣                 | 62  |
| 第三節 | 稀有氣體               | 64  |
| 第七章 | 酸素族元素及其化合物         | 69  |
| 第一節 | 硫黃及其化合物            | 69  |
| 第二節 | セレン及テルル            | 92  |
| 第三節 | 酸素族元素總括            | 95  |
| 第八章 | 窒素族及び其化合物          | 97  |
| 第一節 | 窒素及其化合物            | 97  |
| 第二節 | 磷及其化合物             | 116 |
| 第三節 | 砒素及其化合物            | 127 |
| 第四節 | アンチモン及其化合物         | 133 |
| 第五節 | 蒼鉛及其化合物            | 139 |
| 第六節 | 窒素族元素總括            | 141 |
| 第九章 | 液體の性質              | 142 |
| 第一節 | 純粹なる液體の通性          | 142 |
| 第二節 | 表面張力及粘度            | 142 |

|      |                  |     |
|------|------------------|-----|
| 第三節  | 蒸發熱              | 143 |
| 第四節  | 蒸氣壓と沸點との關係       | 144 |
| 第十章  | 溶 液              | 145 |
| 第一節  | 溶解度              | 145 |
| 第二節  | ヘンリーの定律          | 145 |
| 第三節  | 分配の定律            | 146 |
| 第四節  | 滲透壓              | 147 |
| 第五節  | 蒸氣壓の降下           | 149 |
| 第六節  | 沸點上昇と氷點降下        | 151 |
| 第七節  | 沸點法及氷點法による分子量の測定 | 153 |
| 第八節  | 異常分子量            | 154 |
| 第十一章 | 炭素族元素及其化合物       | 156 |
| 第一節  | 炭 素              | 156 |
| 第二節  | 珪 素              | 169 |
| 第三節  | 炭素族元素總括          | 178 |
| 第十二章 | 熱化學              | 180 |
| 第一節  | 燃 燒              | 180 |
| 第二節  | 反應熱              | 183 |
| 第三節  | 實熱量              | 185 |
| 第四節  | 熱化學方程式           | 186 |
| 第五節  | Hess の定律         | 187 |
| 第十三章 | 硼 素              | 191 |
| 第十四章 | 固體の性質            | 197 |
| 第一節  | 結晶質と非結晶質         | 197 |
| 第二節  | 多形 同形及同形律        | 199 |

|       |                          |     |
|-------|--------------------------|-----|
| 第 三 節 | Dulong-Petit の法則 .....   | 200 |
| 第 四 節 | Neumann-Kopp の法則 .....   | 202 |
| 第十五章  | 酸 鹽基 鹽 濃度 .....          | 204 |
| 第十六章  | ハロゲン族元素及び其の化合物 .....     | 211 |
| 第 一 節 | 弗 素 .....                | 211 |
| 第 二 節 | 鹽 素 .....                | 213 |
| 第 三 節 | 臭 素 .....                | 225 |
| 第 四 節 | 沃 素 .....                | 228 |
| 第 五 節 | ハロゲン族元素總括 .....          | 232 |
| 第十七章  | 化學反應速度及び化學平衡 .....       | 235 |
| 第 一 節 | 化學反應速度と溫度及光との關係 .....    | 235 |
| 第 二 節 | 反應速度に對する觸媒の影響 .....      | 236 |
| 第 三 節 | 化學反應速度と反應物質の濃度との關係 ..... | 239 |
| 第 四 節 | 可逆反應と化學平衡 .....          | 243 |
| 第十八章  | 質量作用の定律 .....            | 245 |
| 第十九章  | 金屬總論 .....               | 249 |
| 第二十章  | アルカリ金屬及其化合物 .....        | 254 |
| 第 一 節 | リチウム $Li$ .....          | 254 |
| 第 二 節 | ナトリウム $Na$ .....         | 255 |
| 第 三 節 | カリウム $K$ .....           | 268 |
| 第 四 節 | ルビヂウム及びセシウム $Cs$ .....   | 272 |
| 第 五 節 | アルカリ金屬總括 .....           | 273 |
| 第 六 節 | アムモニウム化合物 $NH_4$ .....   | 274 |
| 第二十一章 | 電氣化學其一 .....             | 277 |

|       |                     |     |
|-------|---------------------|-----|
| 第一節   | 電解質 電離説             | 277 |
| 第二節   | 電解質水溶液の電気傳導         | 278 |
| 第三節   | Faraday の定律         | 281 |
| 第四節   | 電離平衡と稀釋律            | 283 |
| 第五節   | 溶解積                 | 284 |
| 第六節   | 水の電離と水素イオン濃度        | 288 |
| 第七節   | 中和と加水分解             | 289 |
| 第二十二章 | 銅族元素及其化合物           | 292 |
| 第一節   | 銅                   | 292 |
| 第二節   | 銀                   | 298 |
| 第三節   | 金                   | 304 |
| 第四節   | 銅族元素總括              | 308 |
| 第二十三章 | 相 律                 | 310 |
| 第一節   | 相                   | 310 |
| 第二節   | 獨立成分と自由度            | 311 |
| 第三節   | 相 律                 | 312 |
| 第四節   | 一成分系の平衡             | 314 |
| 第五節   | 二成分系の平衡             | 319 |
| 第二十四章 | アルカリ土類金屬及其化合物       | 337 |
| 第一節   | ベリリウム $\text{Be}$   | 337 |
| 第二節   | マグネシウム $\text{Mg}$  | 338 |
| 第三節   | カルシウム $\text{Ca}$   | 341 |
| 第四節   | ストロンチウム $\text{Sr}$ | 348 |
| 第五節   | バリウム $\text{Ba}$    | 349 |
| 第六節   | アルカリ土類金屬總括          | 352 |

|       |                   |     |
|-------|-------------------|-----|
| 第二十五章 | 光化學               | 355 |
| 第一節   | 輻射エネルギー           | 355 |
| 第二節   | スペクトル分析           | 356 |
| 第三節   | 光化學反應             | 358 |
| 第四節   | 發 光               | 360 |
| 第二十六章 | 亞鉛族元素及其化合物        | 362 |
| 第一節   | 亞 鉛               | 362 |
| 第二節   | カドミウム             | 365 |
| 第三節   | 水 銀               | 366 |
| 第四節   | 亞鉛族元素總括           | 371 |
| 第五節   | 酸化と還元             | 372 |
| 第二十七章 | 電氣化學其二            | 375 |
| 第一節   | 電離溶壓              | 375 |
| 第二節   | 可逆電池と不可逆電池        | 378 |
| 第三節   | 蓄電池               | 383 |
| 第四節   | 濃淡電池              | 385 |
| 第五節   | 酸化還元電池            | 387 |
| 第六節   | 電氣分解              | 388 |
| 第二十八章 | 土類金屬, 稀土類金屬       | 395 |
| 第一節   | アルミニウム及其化合物       | 395 |
| 第二節   | ガリウム, インヂウム, タリウム | 402 |
| 第三節   | 土類金屬總括            | 403 |
| 第四節   | 稀土類金屬             | 404 |
| 第二十九章 | 膠質化學              | 408 |
| 第一節   | 膠質物質              | 408 |

|       |                                 |     |
|-------|---------------------------------|-----|
| 第二節   | ゾルとゲル                           | 409 |
| 第三節   | ゾルの製造                           | 411 |
| 第四節   | ゾルの性質                           | 412 |
| 第三十章  | 錫族元素及其化合物                       | 418 |
| 第一節   | ゲルマニウム                          | 418 |
| 第二節   | 錫                               | 418 |
| 第三節   | 鉛                               | 423 |
| 第四節   | 錫族元素總括                          | 429 |
| 第三十一章 | チタン <sub>Ti</sub> 族元素土酸族元素及其化合物 | 431 |
| 第一節   | チタン                             | 431 |
| 第二節   | ジルコニウム                          | 432 |
| 第三節   | ハフニウム                           | 432 |
| 第四節   | トリウム                            | 433 |
| 第五節   | チタン族元素總括                        | 433 |
| 第六節   | 土酸族元素                           | 434 |
| 第七節   | 土酸族元素總括                         | 435 |
| 第三十二章 | クロム <sub>Cr</sub> 族元素及其化合物      | 437 |
| 第一節   | クロム                             | 437 |
| 第二節   | モリブデン                           | 443 |
| 第三節   | フルフラム                           | 445 |
| 第四節   | ウラニウム                           | 446 |
| 第五節   | クロム族元素總括                        | 447 |
| 第三十三章 | マンガン <sub>Mn</sub> 族元素及其化合物     | 448 |
| 第一節   | マンガン                            | 448 |

|       |                  |     |
|-------|------------------|-----|
| 第 二 節 | マスリウム及びレニウム      | 454 |
| 第 三 節 | マンガン族元素總括        | 454 |
| 第三十四章 | 鐵族元素及其化合物        | 455 |
| 第 一 節 | 鐵                | 455 |
| 第 二 節 | コバルト $\text{Co}$ | 470 |
| 第 三 節 | ニッケル $\text{Ni}$ | 473 |
| 第 四 節 | 鐵族元素總括           | 475 |
| 第三十五章 | 白金族元素及其化合物       | 476 |
| 第三十六章 | 配位說              | 481 |
| 第 一 節 | 主原子價と副原子價        | 481 |
| 第 二 節 | 錯化合物 配位數（又は同座數）  | 482 |
| 第三十七章 | 放射性元素            | 488 |
| 第三十八章 | 原子の構造            | 494 |
| 第 一 節 | 原子核と軌道電子         | 494 |
| 第 二 節 | 原子核の構造           | 494 |
| 第 三 節 | 原子番號             | 496 |
| 第 四 節 | 同位元素と同重元素        | 497 |
| 第 五 節 | 化學的性質の説明         | 498 |

# 理論・無機化學講義

---

## 第一章 緒 論

### 第一節 自然科學・化學

現存する宇宙を**自然界**と稱す。自然界には絶えず**自然現象**が起る。**自然科學**はこの自然現象を研究の對照とするものなり。

自然現象は常に不變の法則の下に起るものにしてこれを**自然現象の恒一性**と呼ぶ。例へば投げ上げられた石は必ず地上に落下し、水は一氣壓の下に  $100^{\circ}\text{C}$  にて沸騰す。これは洋の東西古今を問はず如何なる人によりて實驗さるゝも同一なる結果に認めらるゝ事實なり、この事實ある故に自然科學が成り立つ。

**化學**は自然科學の一分科にして主として物質の組成、性質、變化等に就き研究する學問なり。**物質**とは空間を占め質量を有するものなり。各物質には夫々その物質に特有なる**性質**を有しこの性質によりて他の物質より區別せらる。物質が一定の大きさ、形を備ふる時これを**物體**と稱す。

### 第二節 均一系と不均一系

**純物質と溶體** 何れの部分をとるもその性質の等しきものを**均一系**なりといふ。水、食鹽水の各々はみな均一系なり。又取る部分によりて性質の異なるもの、例へば氷と食鹽との混合物、水と氷との混合物等はこれ等各

各全體として考ふる時は不均一系なり。

均一系には純物質と溶體とあり、純物質とは只一種類の物質より成り立つものにして水、食鹽等の各々は純物質なり。溶體とは均一系なれど二種以上の純物質より成るものにて例へば食鹽水、空氣等の如きものをいふ。溶體に氣溶體、液溶體、固溶體等あり。

氣溶體とは氣體と氣體とが混合して一樣なる混合氣體となりたるものにして空氣はその例なり、液溶體はまたこれを溶液ともいふ。食鹽を水に溶解して一樣なる食鹽水を得ればこれ液溶體即ち溶液なり。固溶體は二種以上の物質の混合によりて成れる固體にしてその組成の均一なるものをいふ。硝子はその例にして、例へば曹達硝子は珪酸ソーダ、珪酸カルシウム、無水珪酸等を主成分とする固溶體なり。固溶體は一般に純粹なる物質と異なり一定の融點、沸點等を示さず、例へば硝子を熱すれば次第に軟化して遂に液體となり、その間判然たる融點を認むるを得ざるなり。

### 第三節 物理變化と化學變化

物質の種々の變化を大別すれば物理變化と化學變化との二つとなる。

#### (1) 物理變化 (Physical change, *physikalische Verwandlung*)

硫黃の塊を摩擦すれば電氣を發生して紙片の如き輕き物質を引きつける性質を持つに至り、又白金線を強く熱すれば白く輝くものなれども之等は硫黃や白金線の本質が變化して全く別種の物質となりたるものとは考へられざるものにして、斯の如くある物質の狀態が變化するもその本質には變化なき場合この變化を物理變化といふ。物理變化は物質を構成する分子に變化の及ばざるものなり。

#### (2) 化學變化 (Chemical change, *chemische Verwandlung*)

之に反して硫黃を燃焼すれば亞硫酸瓦斯と呼ぶ特有の強き臭氣を有する

無色の氣體となり、マグネシウムといふ金屬の紐に點火すれば燃燒して金屬マグネシウムとは全く性質の異なる酸化マグネシウムと呼ぶ白色の粉末となる。

斯の如く或る物質の性質が全く變化して別種の物質となるときこの變化を化學變化といふ。化學變化は分子を構成する原子の結合狀態を變化するものなり。

ある數種の物質が互に作用して新しい物質を生じたる場合之等の物質が**化學反應** (Chemical reaction, *chemische Reaktion*) を起して新しき物質を生成せりといふ。而して反應を起す物質を**反應物質**、新らしく生じたる物質を**生成物質**といふ。

一つの均一體を**相** (Phase, *Phase*) と稱す、而して相の變化する場合を廣義の化學變化と稱することあり、又物理變化は相の變化せぬ場合の變化にしてこの定義によれば物質の本質變化を化學反應として區別す。例へば水が水蒸氣になるは化學變化にして水の水素と酸素とに分解するは化學反應なり。

#### 第四節 化合物・元素・單體・混合物

ある一つの物質が化學的に二種以上の異なる物質より造り得る場合に之を**化合物** (Compound, *Verbindung*) と云ふ。

例へば水は酸素と水素とより合成し得るが故に水は一つの化合物なり。

化學的に二種以上の異なる物質より造ることを得ざる物質を**單體** (Simple substance, *einfache Substanz*) といふ。而して單體を構成してゐる本質を**元素** (Element) といふ。

例へば石墨は化學的に二種以上の異なる物質より造ることを得ざるが故に一つの單體にして炭素と呼ぶ元素から構成せらる。

即ち單體は最も單純なる物質にして唯一種の元素より成り、之に反して化合物は數種の元素より構成せられたるものなり。

而して化合物を構成せる各元素をその化合物の成分 (Component, *Komponent*) といふ。

例へば酸素及び水素は水の成分なり。

化合物の數は現在大約三十萬と稱せらるゝも、元素は未だ約九十種知られてゐるに過ぎず。

今地殻を構成せる物質中に含まれる主なる元素の百分率を示せば大體次の如し。

|         |       |        |       |        |      |
|---------|-------|--------|-------|--------|------|
| 酸 素     | 49.20 | 珪 素    | 25.67 | アルミニウム | 7.50 |
| 鐵       | 4.71  | カルシウム  | 3.39  | ナトリウム  | 2.63 |
| カリウム    | 2.40  | マグネシウム | 1.93  | 水 素    | 0.87 |
| チタン     | 0.58  | 鹽 素    | 0.19  | 磷      | 0.11 |
| マンガン    | 0.09  | 炭 素    | 0.08  | 硫 黄    | 0.06 |
| バリウム    | 0.04  | 窒 素    | 0.03  | 弗 素    | 0.03 |
| ストロンチウム | 0.02  | 其他の元素  | 0.47  |        |      |

二種以上の物質が混じそれら各成分の性質を獨立に表はし得る場合これを混合物 (Mixture, *Gemenge*) といふ。例へば空氣は混合物にしてその主成分は酸素と窒素にして空氣は酸素の性質も窒素の性質も各々獨立に表はす。

## 第二章 化學の基礎概論

### 第一節 質量不變の定律 (Law of conservation of mass. *Massenerhaltungsgesetz*)

物質が如何なる化學變化を起す場合に於ても變化前の質量の總和は變化後の質量の總和に等し。之を質量不變の定律と稱し18世紀の末(1774) 佛國化學者ラブオアゼー (Lavoisier) が實驗的に發見したるものなり。

例へば空氣と燐の小片とを入れたる密閉器の質量がA瓦ありたりとすればこの器をそのまま加熱して燐を燃焼せしめたる後之を秤量するもその質量は變化なく依然としてA瓦なり。

斯の如く物質は一般にその性質形狀容積等を如何に變化するもその質量の總和は一定不變なるが故に化學に於ては物質の量を測定するには常に質量によるものなり。

### 第二節 定比例の定律 (Law of constant proportions, *Gesetz der konstanten Proportions*)

1799年佛人プルースト (J. L. Proust) が始めて主張したるものにして全ての化合物に於て之を組成せる各成分の質量の割合は常に一定なりといふことなり。

例へば炭酸瓦斯はその成因、所在、量、溫度、壓力等の如何に拘らずその成分たる炭素及び酸素の質量の割合は常に一定して炭素 3、酸素 8 よりなるが如き之なり。

### 第三節 倍數比例の定律 Law of multiple proportions, *Gesetz der multiplen Proportions*)

甲乙二元素が數種の相異なる化合物を作る場合に甲元素の一定量と化合する乙元素の諸量の間には互に簡單なる整數比が成立つ。

之を倍數比例の定律と呼び1802年英人ドルトン (John Dalton) の發見したるものなり。

例へば水素と酸素との二種の元素よりなる化合物である水と過酸化水素との組成の割合は分析の結果次の如きものなり。

水                      水素 1.0081 : 酸素 8

過酸化水素              水素 1.0081 : 酸素 16

即ちこの二つの化合物に於て水素の一定量1.0081と化合する酸素の量の間には 8:16 即ち 1:2 なる簡單なる整數比が成立す。

### 第四節 相互比例の定律 (Law of reciprocal proportion, *Gesetz der reziproken Proportionen*)

獨逸の化學者リヒター (Richter) によつて1792年發見せられたるものにして **Richter の定律\*** ともいふ。

即ち甲乙二元素が夫々他の元素丙の同量と化合する際の甲乙二元素の量の比は甲乙二元素が互に化合する場合の比に等しいか或は夫と簡單な整數比が成立つといふなり。

例へば水素1.0081量は酸素8量と化合して水を作り、窒素 $\frac{14}{3}$ 量と化合してアムモニアを作る。即ちこの際酸素と窒素との量の比は $\frac{8}{14}$  即ち $\frac{12}{7}$ なり。然るに別に酸素と窒素との化合物の中無水亜硝酸及び無水硝酸に於ける酸

\* 又一名化合量の定律ともいふ。

素と窒素との量の比は夫々  $\frac{12}{7}$  及び  $\frac{20}{7}$  にしてこの三つの比を比較すれば

$$\frac{12}{7} : \frac{12}{7} : \frac{20}{7} = 3:3:5$$

即ち前二者は等しく且つ後者とは 3:5 なる簡単な整数比をなすことを知る。これ即ち相互比例の定律なり。

**問題 1.** 酸化炭素及無水炭酸中の炭素は夫々 42.86%, 27.27% なり、これより倍数比例の定律を説明せよ。

**問題 2.** 窒素と酸素との化合物二種につき窒素の百分組成を求めしに夫々 63.64, 30.43 を得たり。此結果を用ゐて倍数比例の定律を説明し且つ之等の化合物の化學式を求めよ。

### 第五節 Dalton の原子説

古代ギリシヤの哲學者 Democritus, Epicurus 等は既に物質を次第に小さく分割すれば遂に之以上分割し得ざる極限に到達すべきを想像して之を **原子 (Atom)** と命名したり。蓋し分割し得ざるものゝ意味なりといふ。

1804年英人ドルトン (John Dalton) は定比例の定律、倍数比例の定律等を説明せんがためにこの思想を復活して**原子説 (Atomic theory, Atomtheorie)** なるものを提出したり。その説の要點を挙げれば、

- (1) 物質は無限に小さく分割することを得ざるものにて最後にはある極限に達す。この極限の微粒子を原子といふ。
- (2) 各種の元素は各々固有の質量及び性状を有する原子より成る。
- (3) 化合物は二種或は夫以上の相異なる元素の原子が 1:1, 1:2, 1:3, 2:3, 等の如き比較的簡單なる割合にて數個結合して出來た**複原子\*** (Compound atom) によつて成立つ。

この原子説によれば以上數節に互つて述べた實驗的に發見せられたる定

\* 複原子は現今の分子に相當する。