

# 酸化・還元教材の指導

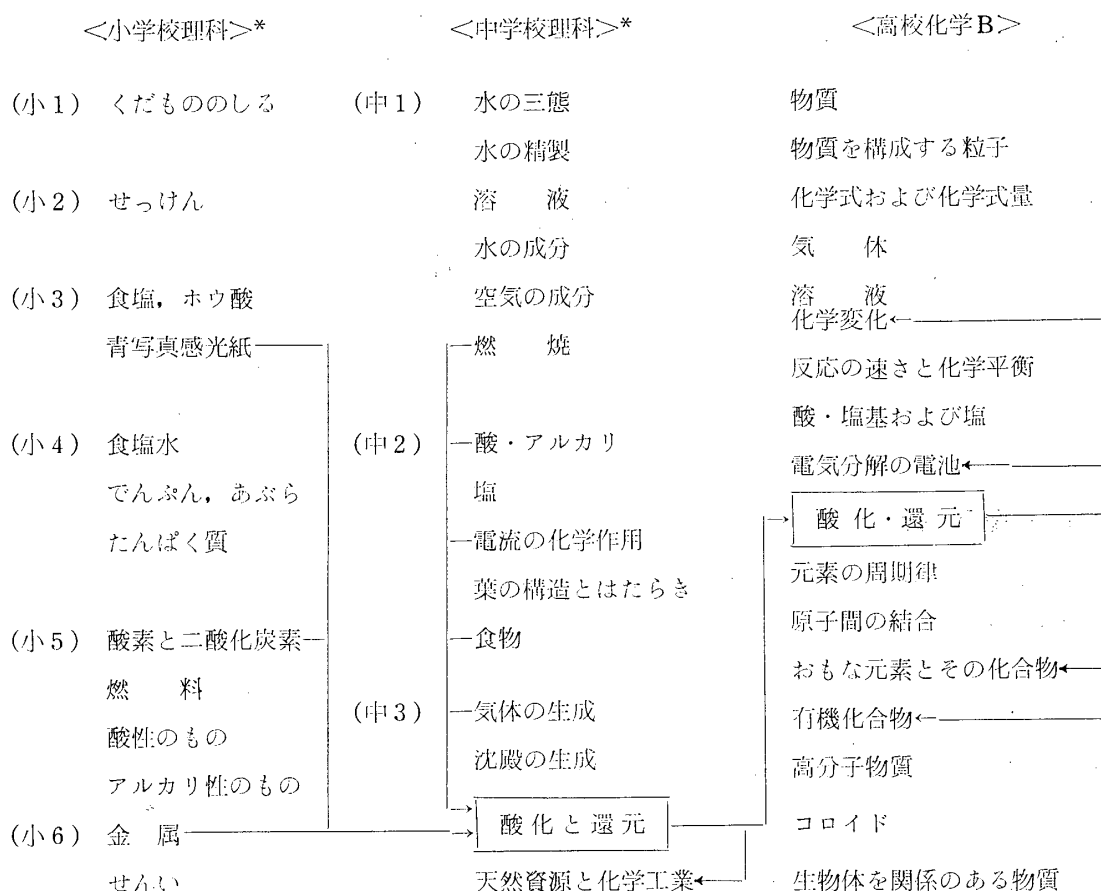
加 藤 貞 夫

**要旨** 高校化学Bにおける酸化・還元教材の「酸化数」の概念を構成する相互の関係を調べ、電気陰性度表を利用して酸化数を理解させた方がよいという結論。さらに具体的酸化・還元の化学反応式を示し、酸化還元概念の応用性と、有機化合物への統一的発展の困難さにおよぶ。

## 1. 酸化還元教材をとりあげた理由

1-1 小学校理科，中学校理科，および高校化学の教科書の中に，酸化・還元に関する教材が多い。

小中高における酸化・還元教材の相互関連



\*化学的内容のみをならべる。

1-2 酸化・還元の学習に終っていて，なかなか応用的発展がむづかしい。

酸化還元が，沢山の化学変化に共通する，応用面の広い概念であるにもかかわらず，応用的発展がともしれば限られてくる。

1-3 酸化数の考え方にあいまいな点がある。

酸化数の概念は便利ではあるが，納得させるのには困難を感じる。

以上のような理由で，酸化・還元教材をとりあげて，その構造分析を試み，指導法の発展に資したいと考えた。

## 2. 酸化還元概念を構成するもの

2-1 狭い意味での酸化・還元は，酸素の授受を中心に，これに水素の授受を補足して表わしている。

2-2 拡張された酸化還元は電子の授受を中心に表現し，そうしてイオン価数の変化，すなわち原子価の増減で酸化・還元を説明していた。ところが，原子価概念が不安定となるや，イオン結合物質はよいとしても，共有結合物質の酸化・還元を説明する手だてに苦しんだ。そこを Pauling が，電気陰性度の考え方を導入して，従来の考え方を維持しながらも，統一的，

便宜的方法として、「酸化数」の概念を導入したとある。

この関係を図表化すれば右図のようである。

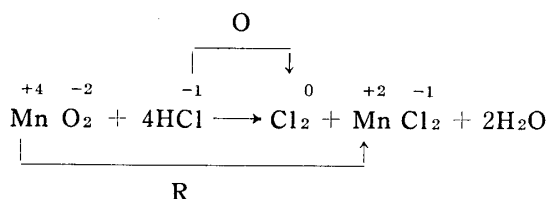
### 3. 電気陰性度

酸化・還元概念構成を見ていくとき、電気陰性度なる考え方に気付く。この電気陰性度の概念は、化学Bの教科書の表現には次のように表わされている。「より陰性の元素の方をマイナス、より陽性の元素の方をプラスとする。」また、他の教科書では原子の電気陰性度の概念の確立者である Pauling の定義付には、「分子内の原子が、おのれの方へ電子を引きつける力」ということにしている。伊藤尚夫の面白いたとえは次のようである。「各元素の原子を人に、電子をお金にたとえば、電気陰性度は「窓の深さ」を数字で示したものである。そして1人ぼっちのときは、問題なく、多勢の人の中でサラッとしているか、強窓であるかが問題である。」と、このような電気陰性度の概念抜きでは、酸化数の概念の理解は苦しい。

### 4. 酸化・還元教材

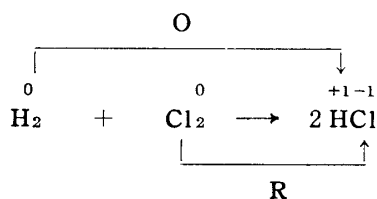
<凡例 O:酸化, R:還元, 小数字:酸化数>

#### 4-1 塩素発生

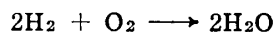


この場合  $\text{MnO}_2$  は酸化剤であるから、 $\text{MnO}_2$  以外の酸化剤を使っても同じ結果になることを理解すれば、応用範囲は拡大される。

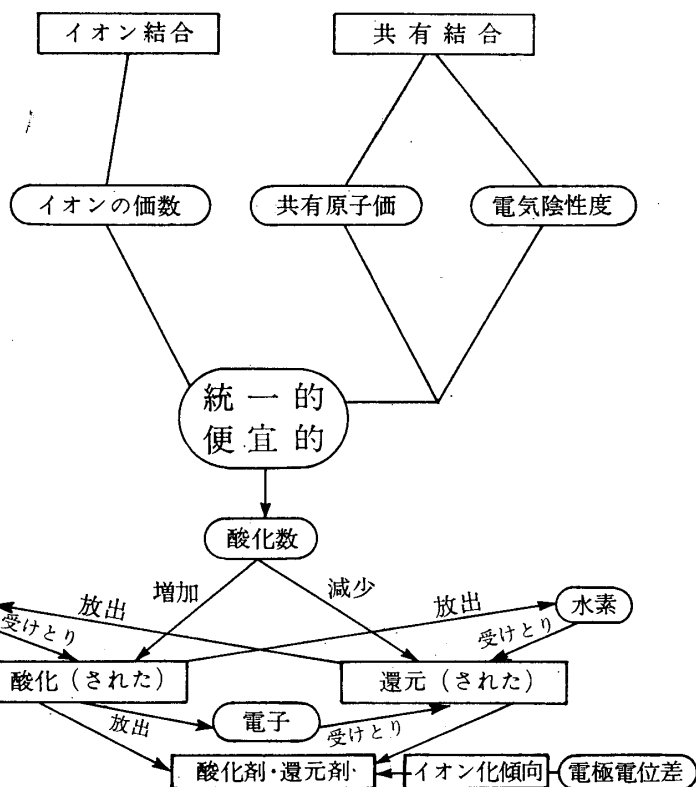
#### 4-2 塩化水素の合成



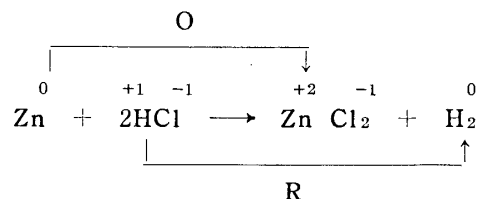
の反応と、水の合成



の反応とは、酸化・還元面からは同じ原理である。

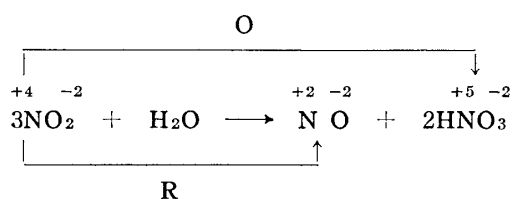
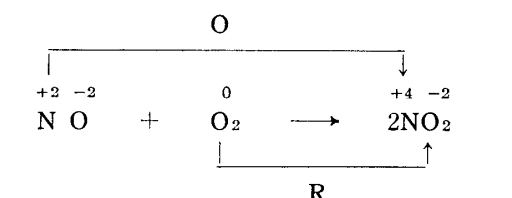
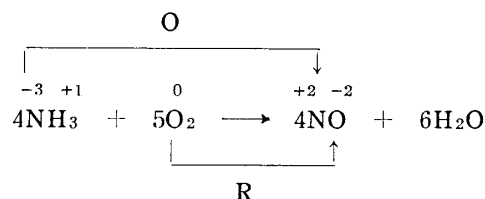


#### 4-3 水素の発生



金属のZnは貴金属でなければ、同一の原理で $\text{H}_2$ が発生することになる。

#### 4-4 硝酸の生成



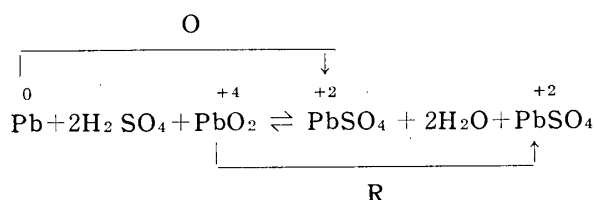
この反応は一見複雑そうに見えるが、酸化・還元を中心に見ていけば、理解しやすくなる。

## Puling の電気陰性度表\*

H																
2.20																
Li	Be											B	C	N	O	F
0.98	1.57											2.04	2.55	3.04	3.44	3.98
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl
0.93	1.31											1.61	1.90	2.19	2.58	3.16
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ca	Ge	As	Se	Br
0.82	1.00	1.36	1.54	1.63	1.66	1.55	1.83	1.88	1.91	1.90	1.65	1.81	2.01	2.18	2.55	2.96
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I
0.82	0.95	1.22	1.33	(1.23)	2.16	(1.36)	(1.42)	2.28	2.20	1.93	1.69	1.78	1.96	2.05	(2.01)	2.66

\* カッコに入れた数字は他の目盛で求めた電気陰性度

## 4-5 蓄電池の原理



この場合も同様である。

## 5. ま と め

## 5-1 酸化還元概念の早期指導が好ましい。

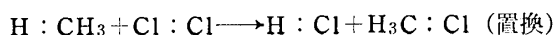
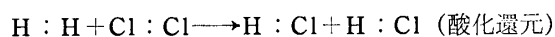
化学教材に沢山あるので、できるだけ早く指導しておいて、くりかえし酸化・還元適用を試みるとよいと思う。

## 5-2 複雑な化学反応でも理解が容易である。

硝酸の製法、溶鋇炉中の反応など、複雑な変化でも、酸化・還元的に見ていくことによって、化学反応の本質理解が容易になる。

5-3 電気陰性度の表を利用することによって、酸化数の概念がいくらかでも、理解容易になる。

5-4 酸化数のみでは、有機化学での酸化・還元の理解は困難である。例えば、次の反応は、一方で酸化といい、他方で置換という。このあたりの統一的説明ができないものか。



## 6. あとがき

昭和42.12.13, 愛知県理科教育研究会高校部会の協議資料の中に、基本的事項として現在以上に力を入れる方がよい項目にも、また昭42年度文部省教研集会の結論でも電気陰性度を含めた酸化還元概念が重視されている。

(本研究は昭和42・10・14第17回日本理科教育学会(於千葉大学)で研究発表したものを補筆したものである。)

(かとうさだお)

## &lt;参考文献&gt;

- 文部省：中学校理科指導事例集 東洋館'64  
 高等学校学習指導要領 '60  
 植田竜太郎：原子価について 化学16巻4号'61  
 伊藤尙夫：電気陰性度とはどんなものか。  
 化学11巻5号 '56  
 同 11巻7号 '56  
 白井俊明：酸化還元：高校教育，実教，  
 16巻5号 '64  
 酒井 馨：酸化・還元をどのように教えたらい  
 か：高校教育研究8号 '57  
 戸刈 進：高校化学カリキュラム現代化のため  
 の一試案名大附属紀要第9集 '63  
 永井彰一郎他：高校化学教育基準に関する研究  
 (丸善) '67