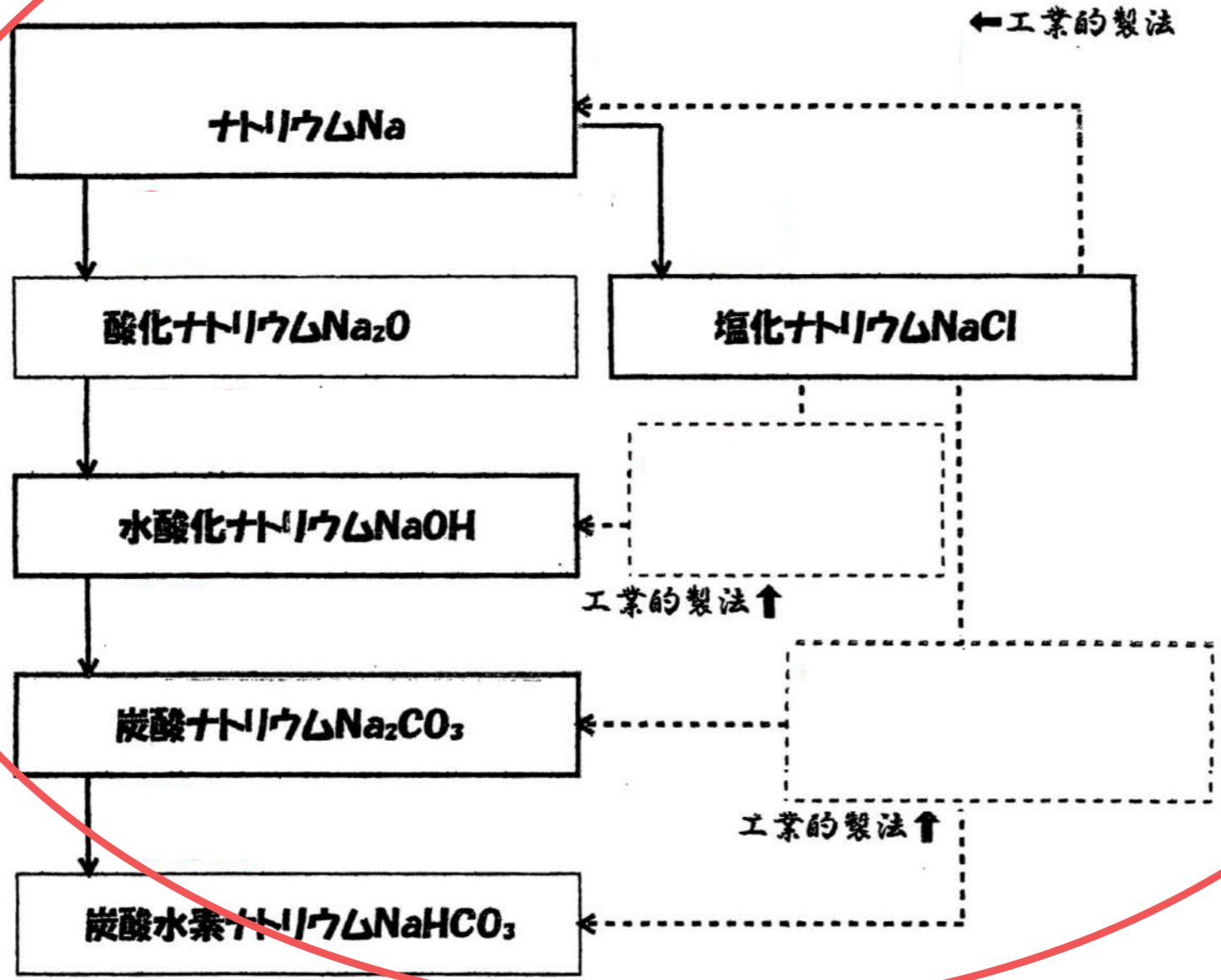


全体の相関

整理例⑧ アルカリ金属

アルカリ金属の単体と化合物の概略

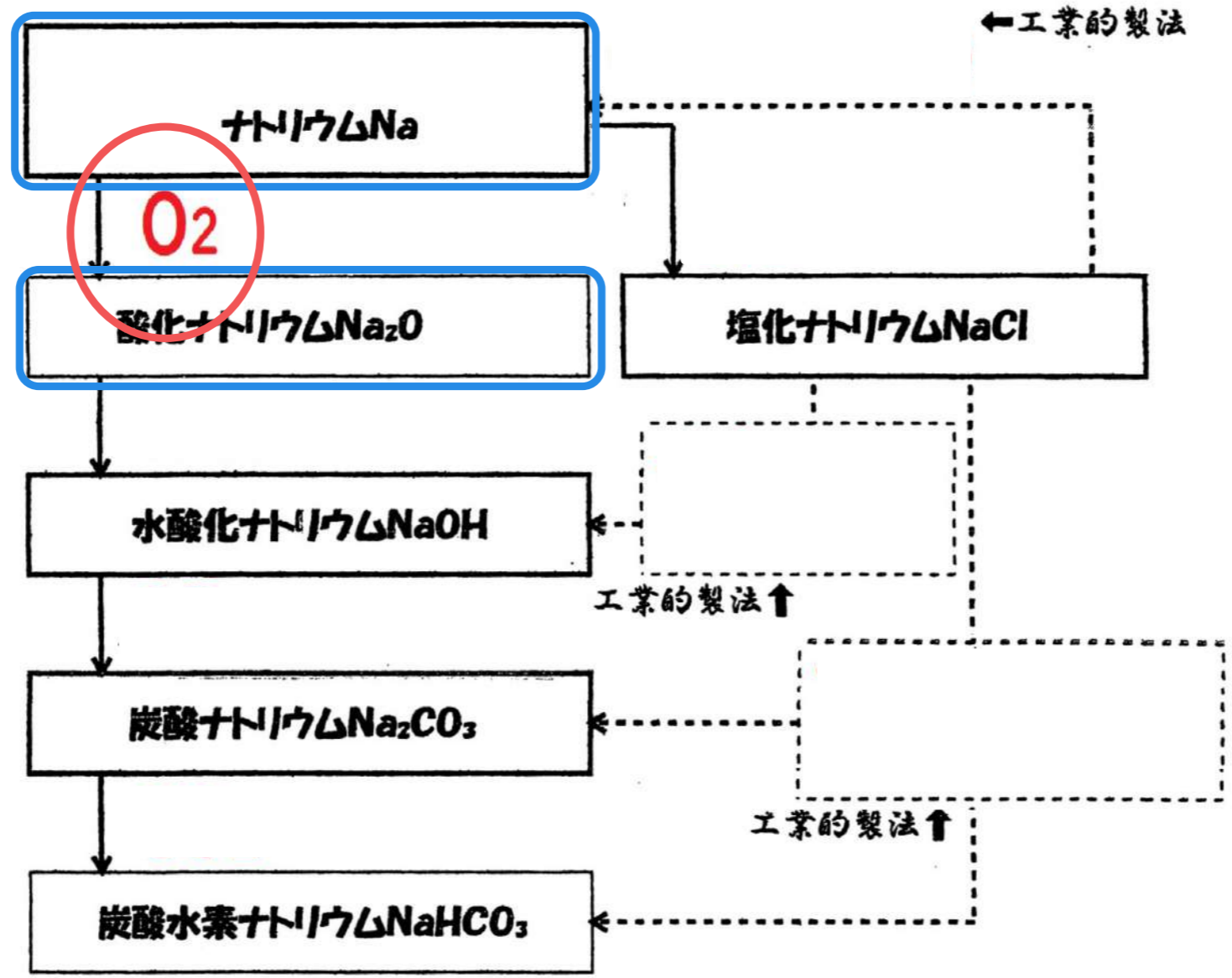
1族元素の学習では、アルカリ金属の代表例としてナトリウムに注目するとよいですね。



整理例⑧ アルカリ金属

アルカリ金属の単体と化合物の概略

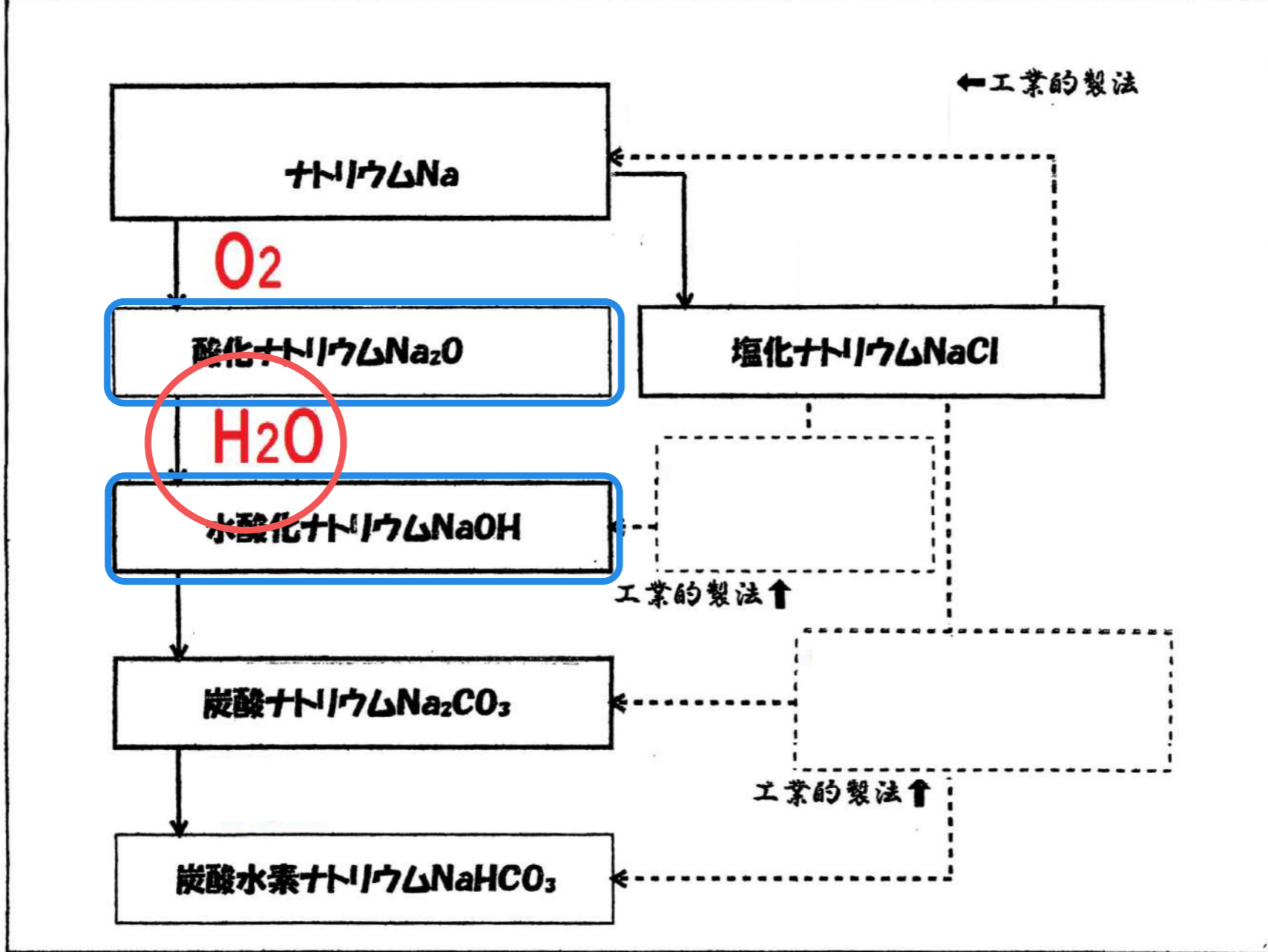
1族元素の学習では、アルカリ金属の代表例としてナトリウムに注目するとよいですね。



整理例⑧ アルカリ金属

アルカリ金属の単体と化合物の概略

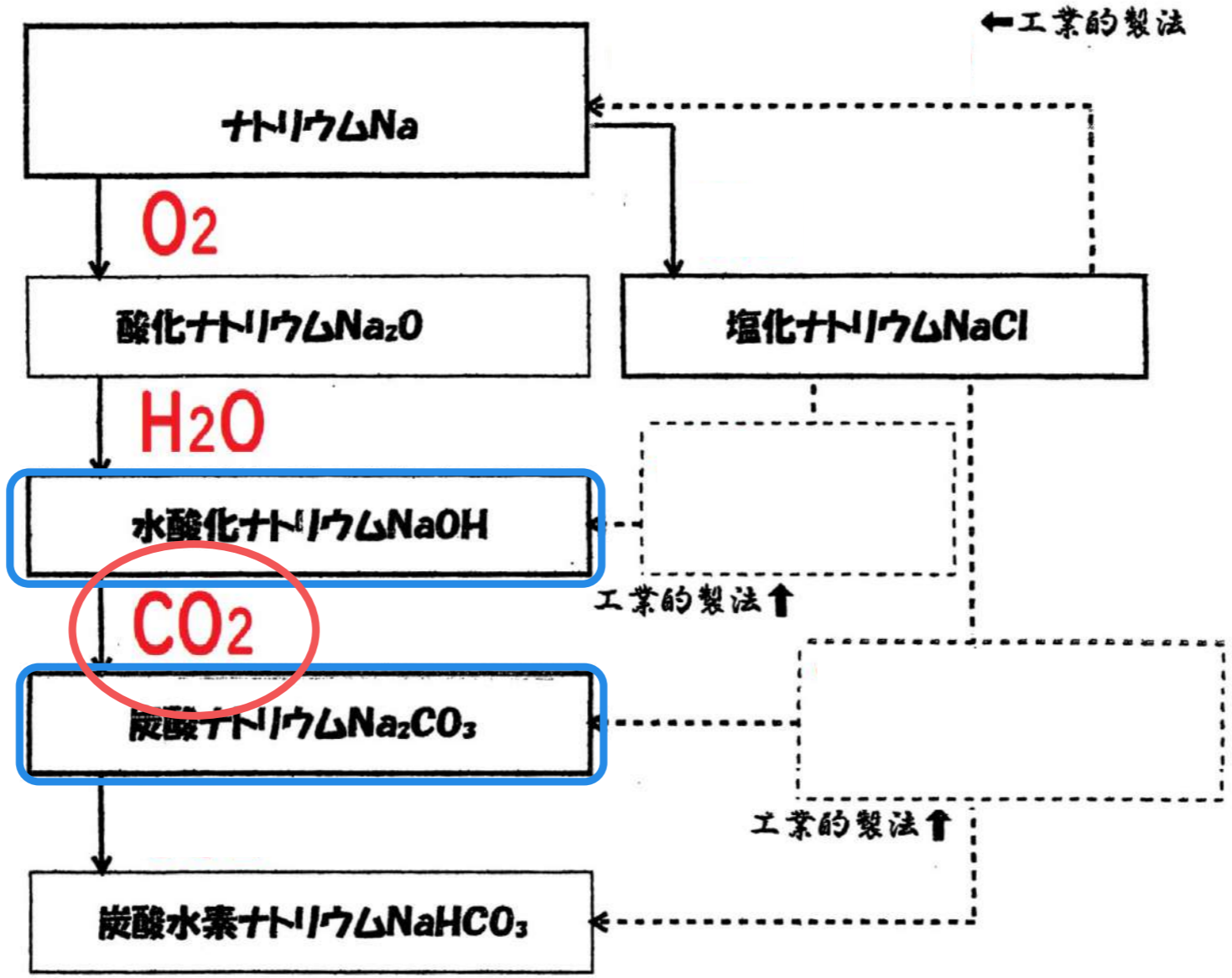
1族元素の学習では、アルカリ金属の代表例としてナトリウムに注目するとよいですね。



整理例⑧ アルカリ金属

アルカリ金属の単体と化合物の概略

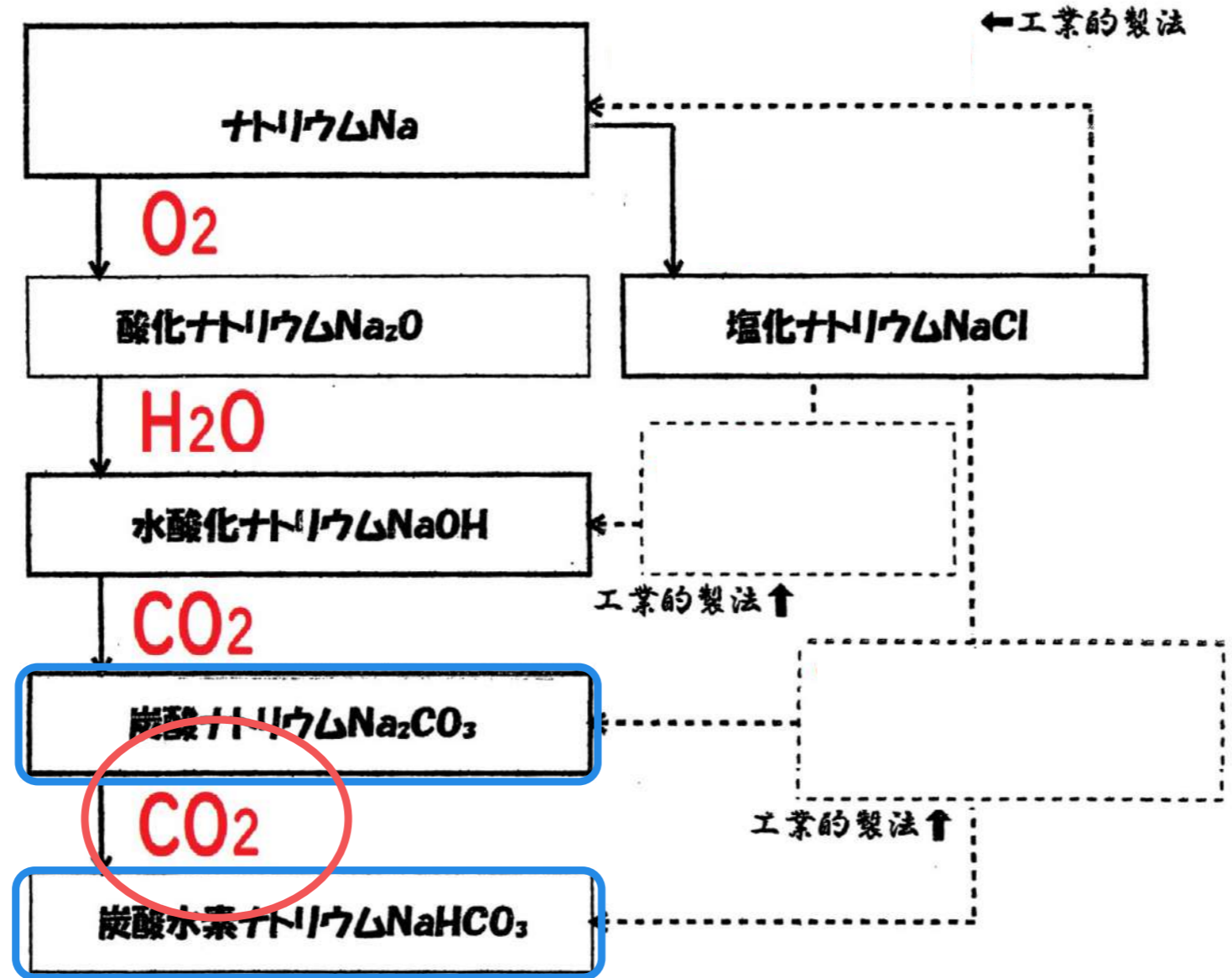
1族元素の学習では、アルカリ金属の代表例としてナトリウムに注目するとよいですね。



整理例⑧ アルカリ金属

アルカリ金属の単体と化合物の概略

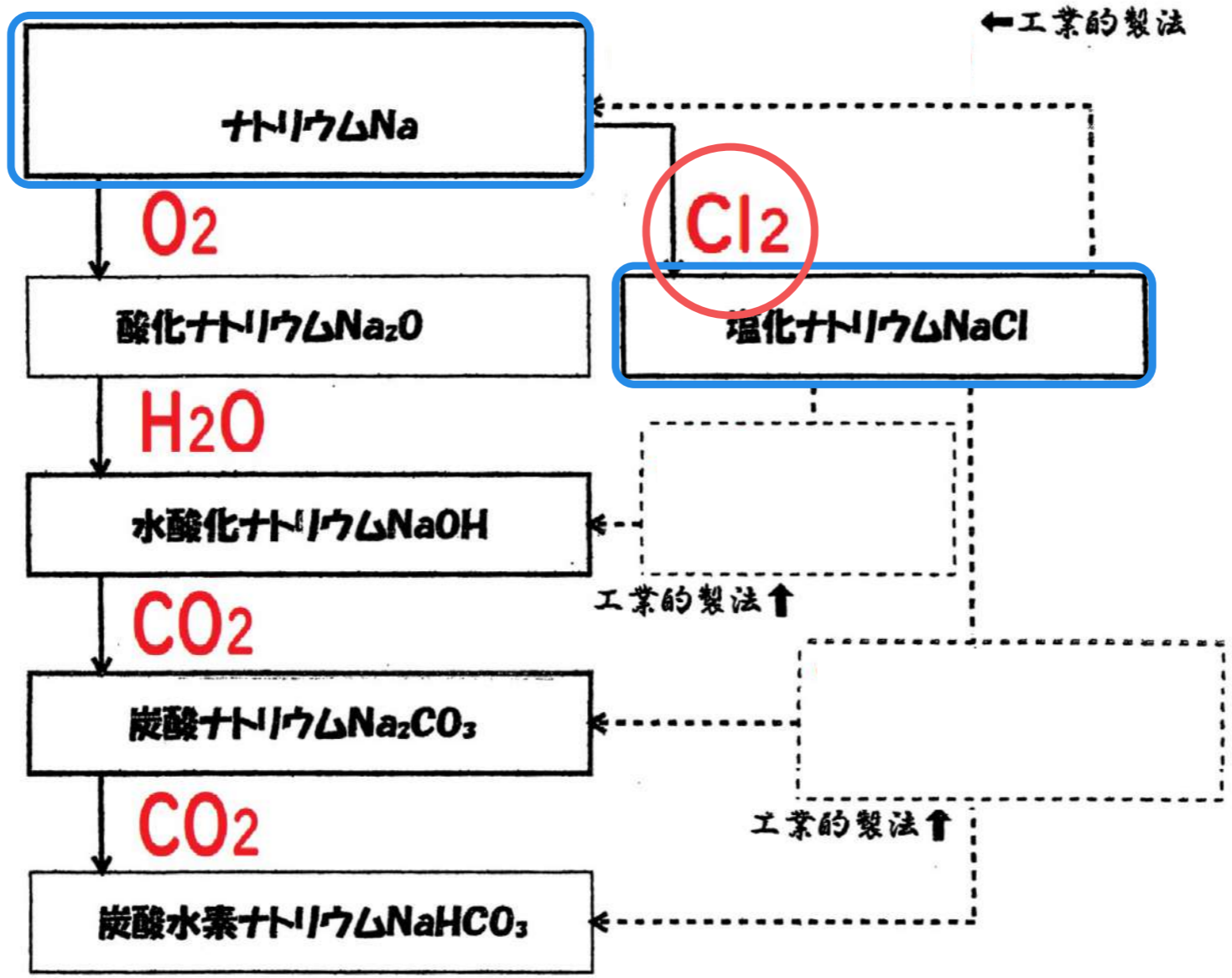
1族元素の学習では、アルカリ金属の代表例としてナトリウムに注目するとよいですね。



整理例⑧ アルカリ金属

アルカリ金属の単体と化合物の概略

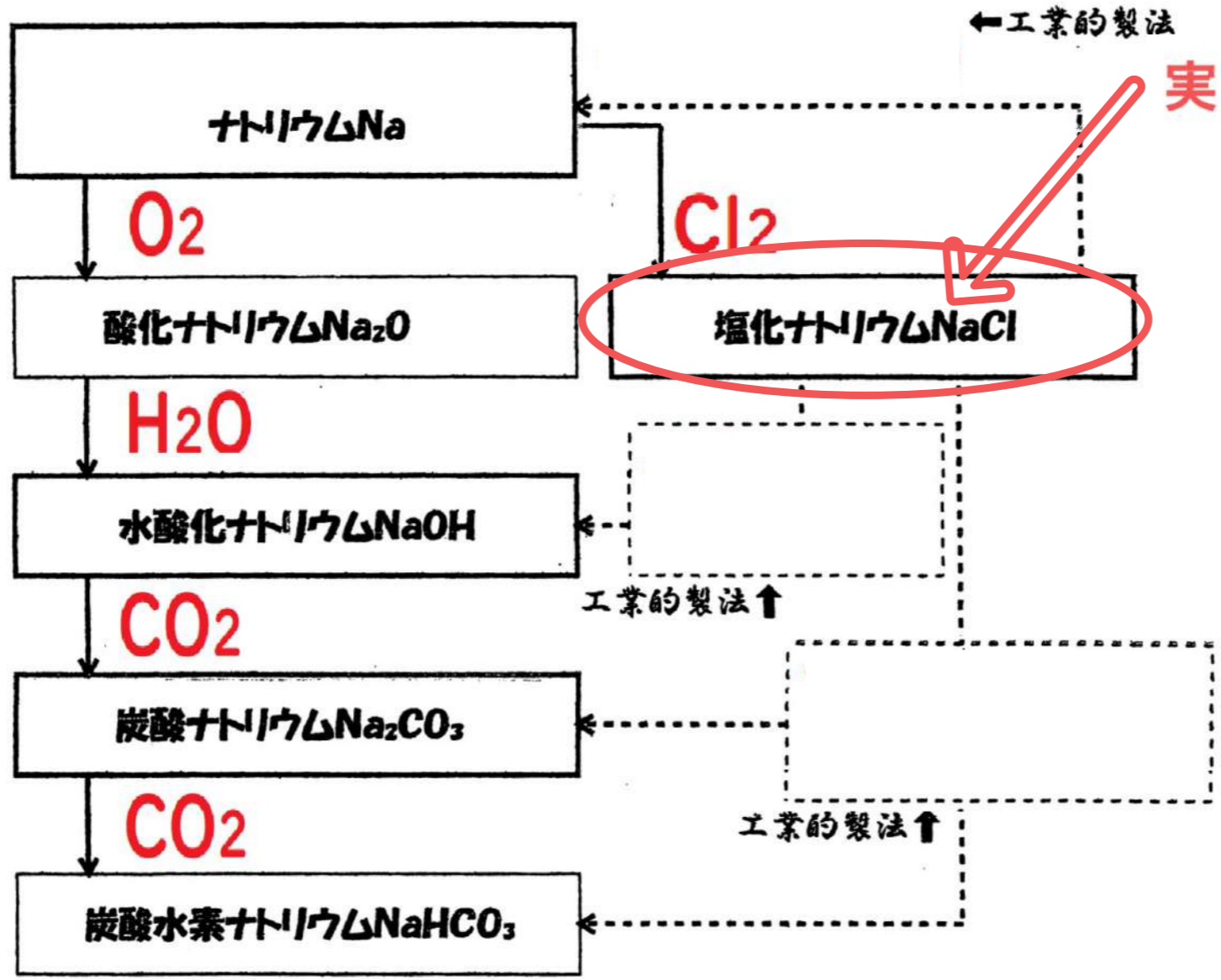
1族元素の学習では、アルカリ金属の代表例としてナトリウムに注目するとよいですね。



整理例⑧ アルカリ金属

アルカリ金属の単体と化合物の概略

1族元素の学習では、アルカリ金属の代表例としてナトリウムに注目するとよいですね。

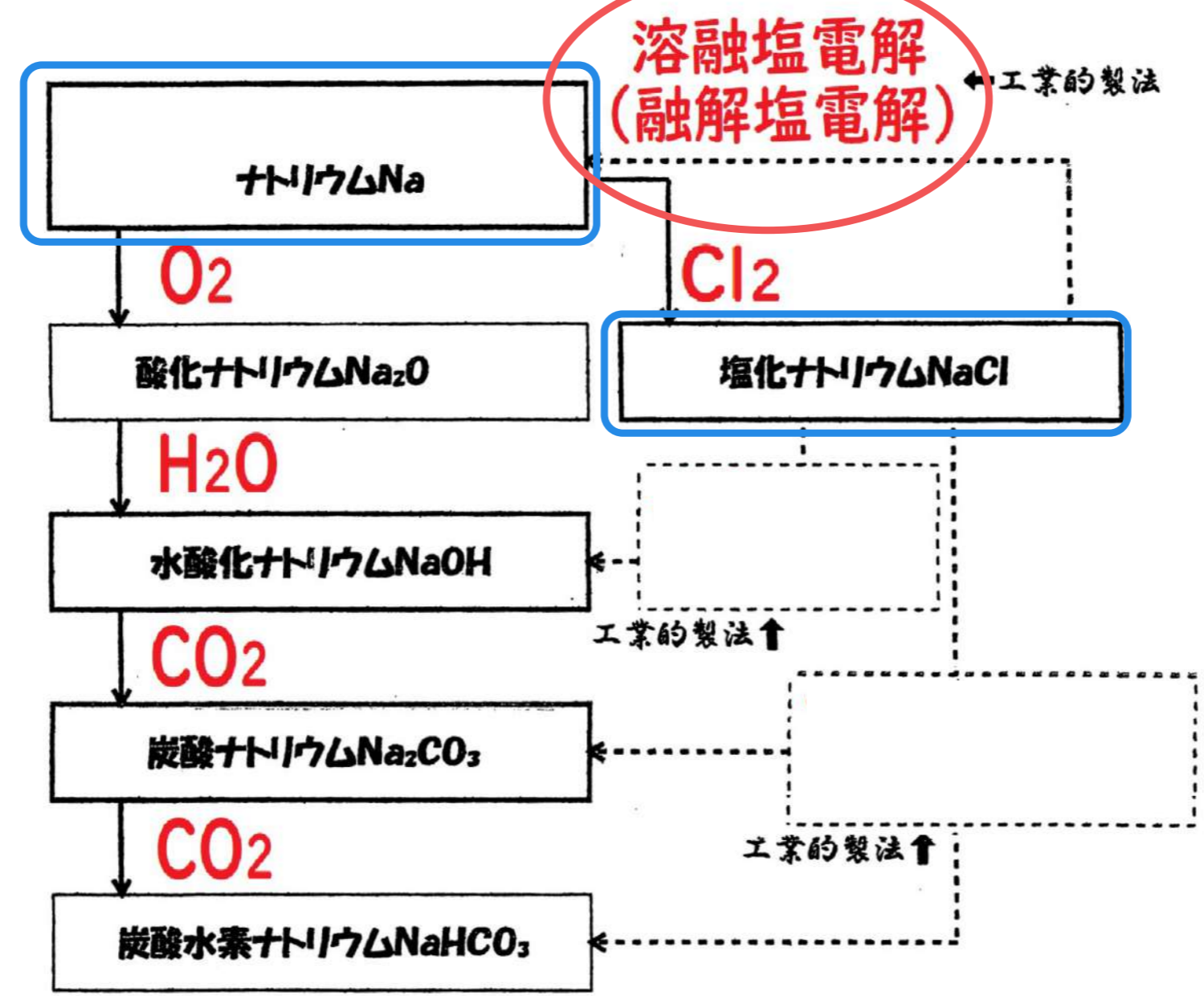


実はここがベース！

整理例⑧ アルカリ金属

アルカリ金属の単体と化合物の概略

1族元素の学習では、アルカリ金属の代表例としてナトリウムに注目するとよいですね。

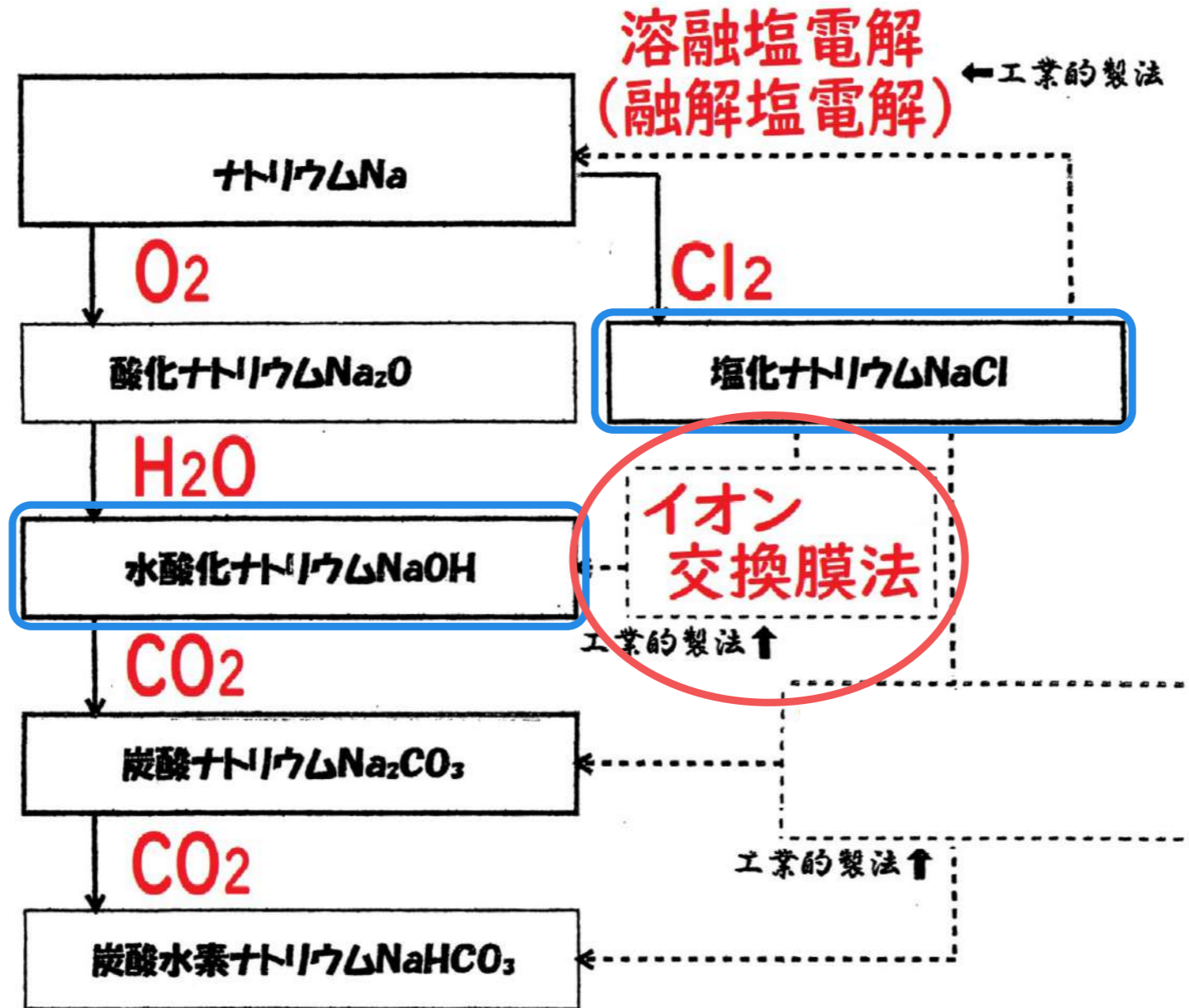


整理例⑧ アルカリ金属

⑧-1

アルカリ金属の単体と化合物の概略

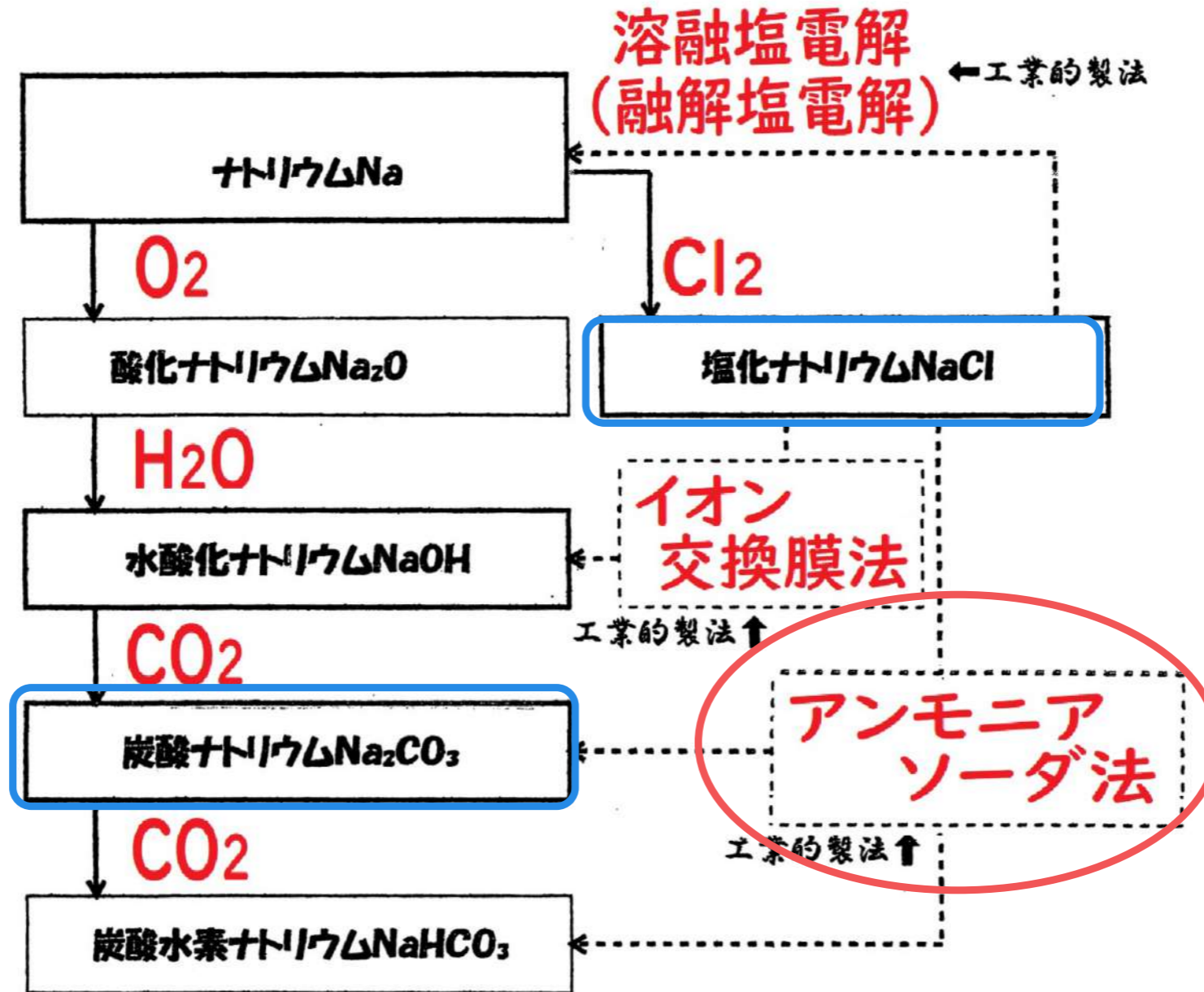
1族元素の学習では、アルカリ金属の代表例としてナトリウムに注目するとよいですね。



整理例⑧ アルカリ金属

アルカリ金属の単体と化合物の概略

1族元素の学習では、アルカリ金属の代表例としてナトリウムに注目するとよいですね。



Naの製法

アルカリ金属の単体の製法と性質(反応性)

アルカリ金属の単体(Na)の製法

工業的製法

アルカリ金属の単体は, 融解塩電解によって得られる。
[例] ナトリウムの単体は, 塩化ナトリウムや水酸化ナトリウムの融
解塩電解によって得られる。
(陰極での反応) []

融解塩電解（熔融塩電解）

アルカリ金属の単体の製法と性質(反応性)

アルカリ金属の単体(Na)の製法

工業的製法

アルカリ金属の単体は、融解塩電解によって得られる。
[例] ナトリウムの単体は、塩化ナトリウムや水酸化ナトリウムの融解塩電解によって得られる。
(陰極での反応) []

アルカリ金属の単体の製法と性質(反応性)

アルカリ金属の単体(Na)の製法

工業的製法

アルカリ金属の単体は、融解塩電解によって得られる。
[例] ナトリウムの単体は、塩化ナトリウムや水酸化ナトリウムの融解塩電解によって得られる。



アルカリ金属の単体の製法と性質(反応性)

アルカリ金属の単体(Na)の製法

工業的製法

アルカリ金属の単体は, 融解塩電解によって得られる。
[例] ナトリウムの単体は, 塩化ナトリウムや水酸化ナトリウムの融解塩電解によって得られる。



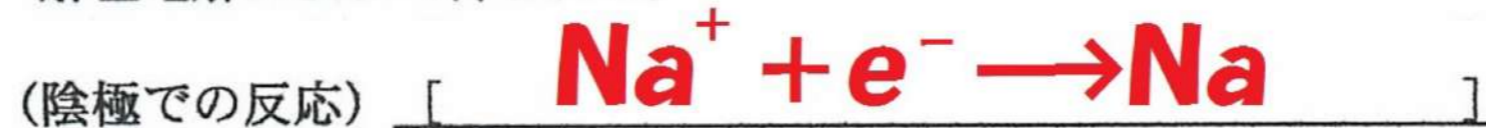
融解塩を電気分解する理由は?

アルカリ金属の単体の製法と性質(反応性)

アルカリ金属の単体(Na)の製法

工業的製法

アルカリ金属の単体は、融解塩電解によって得られる。
[例] ナトリウムの単体は、塩化ナトリウムや水酸化ナトリウムの融解塩電解によって得られる。



融解塩を電気分解する理由は？

Naはイオン化傾向が大きいので、 Na^+ を含む化合物の水溶液を電気分解しても、Naは析出せず、 H_2 が発生するのみだから。

我々が連想する金属っぽくない。

水より軽い。 0.97g/cm^3

その融点は水の沸点よりも低い。 98°C

ナイフで簡単に切れる。



Naおよび

アルカリ金属の単体の性質

訂正して下さい。

1.93

ルビジウムRb	セジウムCs
1.53 g/cm ³	0.87 g/cm ³
39°C	28°C

アルカリ金属の単体(Na~Cs)の性質					
	Li	Na	K	Rb	Cs
密度	遷移元素の単体よりかなり []。				
融点	遷移元素の単体よりかなり []。				
水との反応性				爆発的	爆発的


↓↑参考資料↓↑

	リチウムLi	ナトリウムNa	カリウムK	ルビジウムRb	セシウムCs
密度	0.53g/cm ³	0.97g/cm ³	0.86g/cm ³	1.53 g/cm ³	1.93g/cm ³
融点	181℃	98℃	64℃	39℃	28℃


アルカリ金属の単体(Na~Cs)の性質					
	Li	Na	K	Rb	Cs
密度	原子番号が大きくなるほど大きい。 遷移元素の単体よりかなり []。				
融点	遷移元素の単体よりかなり []。				
水との反応性				爆発的	爆発的

↓↑参考資料↓↑

	リチウムLi	ナトリウムNa	カリウムK	ルビジウムRb	セシウムCs
密度	0.53g/cm ³	0.97g/cm ³	0.86g/cm ³	1.53 g/cm ³	1.93g/cm ³
融点	181℃	98℃	64℃	39℃	28℃

アルカリ金属の単体(Na~Cs)の性質						
		Li	Na	K	Rb	Cs
密度	原子番号が大きくなるほど大きい。					
	遷移元素の単体よりかなり []
融点	遷移元素の単体よりかなり []
水との反応性						
				爆発的	爆発的	

アルカリ金属は同一周期の元素の中では最も原子半径が大きく（体積が大きく）、比較的密度が小さい。原子番号が大きくなると、体積、質量ともに増大するが、体積の増大より質量の増大が顕著で、それゆえに密度が増大するのだろうが、これは入試では問われない。

アルカリ金属の単体(Na~Cs)の性質					
	Li	Na	K	Rb	Cs
密度	原子番号が大きくなるほど大きい。 遷移元素の単体よりかなり [小さい]。				
融点	遷移元素の単体よりかなり []。				
水との反応性	<div style="text-align: center;">  </div>				
				爆発的	爆発的

↓↑参考資料↓↑

	リチウムLi	ナトリウムNa	カリウムK	ルビジウムRb	セシウムCs
密度	0.53g/cm ³	0.97g/cm ³	0.86g/cm ³	1.53 g/cm ³	1.93g/cm ³
融点	181℃	98℃	64℃	39℃	28℃

アルカリ金属の単体(Na~Cs)の性質					
	Li	Na	K	Rb	Cs
密度	原子番号が大きくなるほど大きい。 遷移元素の単体よりかなり [小さい]。				
融点	原子番号が大きくなるほど低い。 遷移元素の単体よりかなり []。				
水との反応性				爆発的	爆発的

↓↑参考資料↓↑

	リチウムLi	ナトリウムNa	カリウムK	ルビジウムRb	セシウムCs
密度	0.53g/cm ³	0.97g/cm ³	0.86g/cm ³	1.53 g/cm ³	1.93g/cm ³
融点	181℃	98℃	64℃	39℃	28℃

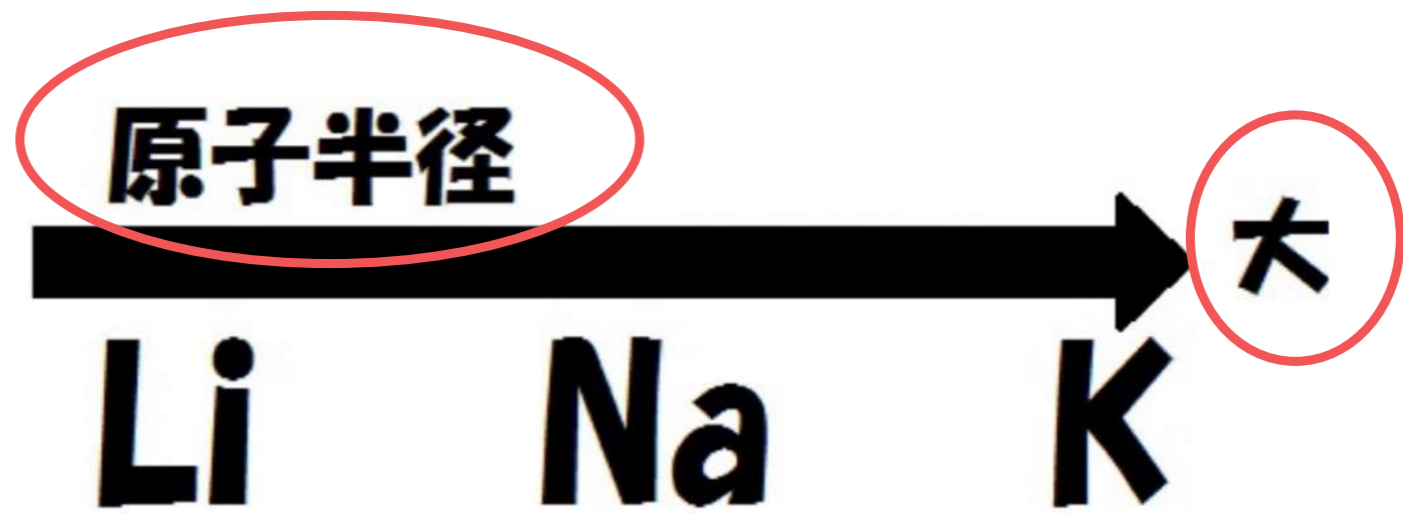
**(同族)
価電子1個
の典型元素:**

Li

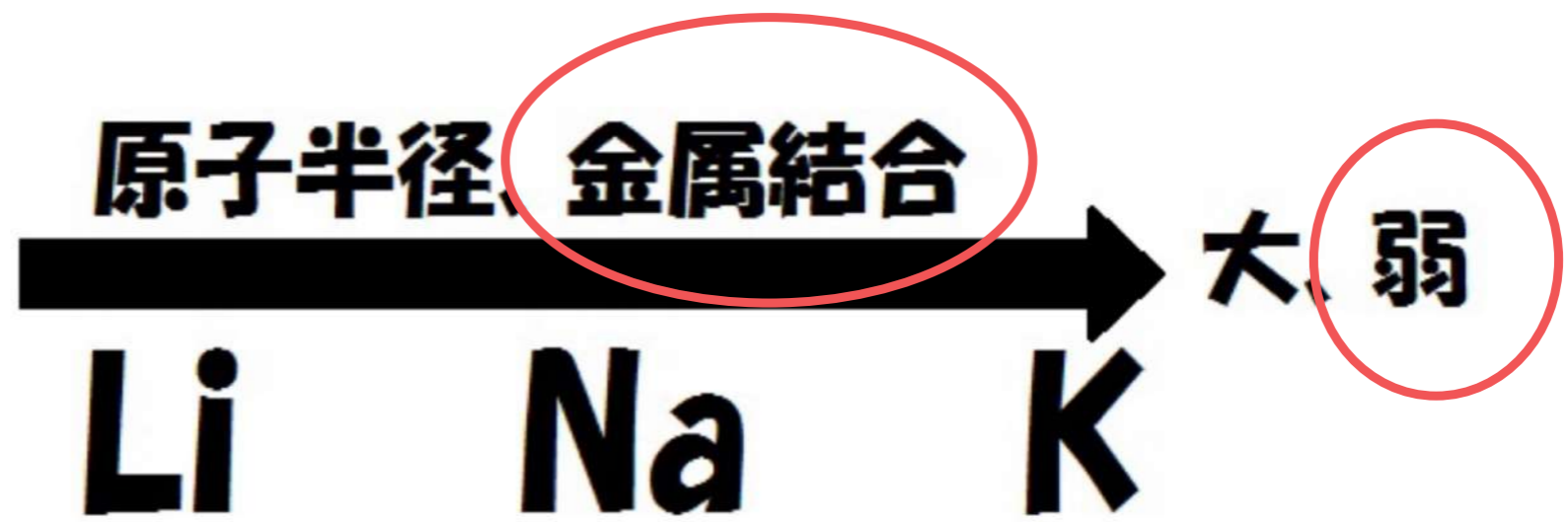
Na

K

(同族)
価電子1個
の典型元素:



(同族)
価電子1個
の典型元素:



金属結晶の融点

(同族)
価電子1個
の典型元素:

原子半径、金属結合



大、弱

Li Na K

高



融点



アルカリ金属の単体(Na~Cs)の性質	
	Li Na K Rb Cs
密度	原子番号が大きくなるほど大きい。 遷移元素の単体よりかなり [小さい]。
融点	原子番号が大きくなるほど低い。 遷移元素の単体よりかなり [低い]。
水との反応性	<div style="text-align: center;"> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> 爆発的 爆発的 </div>

↓↑参考資料↓↑

	リチウムLi	ナトリウムNa	カリウムK	ルビジウムRb	セシウムCs
密度	0.53g/cm ³	0.97g/cm ³	0.86g/cm ³	1.53 g/cm ³	1.93g/cm ³
融点	181℃	98℃	64℃	39℃	28℃

アルカリ金属の単体(Na~Cs)の性質	
	Li Na K Rb Cs
密度	原子番号が大きくなるほど大きい。 遷移元素の単体よりかなり [小さい]。
融点	原子番号が大きくなるほど低い。 遷移元素の単体よりかなり [低い]。
水との反応性	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="text-align: center; margin-right: 20px;"> 穩 </div> <div style="flex-grow: 1; border-bottom: 1px solid black; position: relative;"> → </div> <div style="margin-left: 20px;"> 爆発的 爆発的 </div> </div>

↓↑参考資料↓↑

	リチウムLi	ナトリウムNa	カリウムK	ルビジウムRb	セシウムCs
密度	0.53g/cm ³	0.97g/cm ³	0.86g/cm ³	1.53 g/cm ³	1.93g/cm ³
融点	181℃	98℃	64℃	39℃	28℃

アルカリ金属の単体(Na~Cs)の性質					
	Li	Na	K	Rb	Cs
密度	原子番号が大きくなるほど大きい。 遷移元素の単体よりかなり [小さい]。				
融点	原子番号が大きくなるほど低い。 遷移元素の単体よりかなり [低い]。				
水との反応性	穩				爆
				爆発的	爆発的

↓↑参考資料↓↑

	リチウムLi	ナトリウムNa	カリウムK	ルビジウムRb	セシウムCs
密度	0.53g/cm ³	0.97g/cm ³	0.86g/cm ³	1.53 g/cm ³	1.93g/cm ³
融点	181℃	98℃	64℃	39℃	28℃

アルカリ金属の単体(Na~Cs)の性質					
	Li Na K Rb Cs				
密度	原子番号が大きくなるほど大きい。 遷移元素の単体よりかなり [小さい]。				
融点	原子番号が大きくなるほど低い。 遷移元素の単体よりかなり [低い]。				
水との反応性	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%;">穏やか</td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;">爆発的</td> </tr> </table>	穏やか			爆発的
穏やか			爆発的		

↓↑参考資料↓↑

	リチウムLi	ナトリウムNa	カリウムK	ルビジウムRb	セシウムCs
密度	0.53g/cm ³	0.97g/cm ³	0.86g/cm ³	1.53 g/cm ³	1.93g/cm ³
融点	181℃	98℃	64℃	39℃	28℃

アルカリ金属の単体(Na~Cs)の性質											
	Li Na K Rb Cs										
密度	原子番号が大きくなるほど大きい。 遷移元素の単体よりかなり [小さい]。										
融点	原子番号が大きくなるほど低い。 遷移元素の単体よりかなり [低い]。										
水との反応性	<table border="0" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;">穏</td> <td style="width: 20%; border-bottom: 1px solid black; border-right: 1px solid black;"></td> <td style="width: 20%; border-bottom: 1px solid black;"></td> <td style="width: 20%;">爆</td> </tr> <tr> <td></td> <td>穏やか</td> <td style="border: 2px solid red; border-radius: 50%;">激しい</td> <td>爆発的</td> <td>爆発的</td> </tr> </table>		穏			爆		穏やか	激しい	爆発的	爆発的
	穏			爆							
	穏やか	激しい	爆発的	爆発的							

↓↑参考資料↓↑

	リチウムLi	ナトリウムNa	カリウムK	ルビジウムRb	セシウムCs
密度	0.53g/cm ³	0.97g/cm ³	0.86g/cm ³	1.53 g/cm ³	1.93g/cm ³
融点	181℃	98℃	64℃	39℃	28℃

アルカリ金属の単体(Na~Cs)の性質	
	Li Na K Rb Cs
密度	原子番号が大きくなるほど大きい。 遷移元素の単体よりかなり [小さい]。
融点	原子番号が大きくなるほど低い。 遷移元素の単体よりかなり [低い]。
水との反応性	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-between;"> 穏 → 爆 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> 穏やか 激しい 激しい 爆発的 爆発的 </div>

↓↑参考資料↓↑

	リチウムLi	ナトリウムNa	カリウムK	ルビジウムRb	セシウムCs
密度	0.53g/cm ³	0.97g/cm ³	0.86g/cm ³	1.53 g/cm ³	1.93g/cm ³
融点	181℃	98℃	64℃	39℃	28℃

アルカリ金属の単体 (Na) の反応性

① 常温の水と反応して、水素を発生し、水酸化物となる。

[例] []

② 常温の空气中で、酸素と反応して酸化物となり、金属光沢を失う。

[例] []

③ アルカリ金属の単体は、上述のように水や空気と反応しやすいので、
[] 中に保存する。

アルカリ金属の単体 (Na) の反応性

① 常温の水と反応して、水素を発生し、水酸化物となる。



② 常温の空气中で、酸素と反応して酸化物となり、金属光沢を失う。

[例]

③ アルカリ金属の単体は、上述のように水や空気と反応しやすいので、
中に保存する。

アルカリ金属の単体 (Na) の反応性

① 常温の水と反応して、水素を発生し、水酸化物となる。



② 常温の空气中で、酸素と反応して酸化物となり、金属光沢を失う。

[例]

③ アルカリ金属の単体は、上述のように水や空気と反応しやすいので、
中に保存する。

Naは水をも還元する！

アルカリ金属の単体 (Na) の反応性

① 常温の水と反応して、水素を発生し、水酸化物となる。



② 常温の空气中で、酸素と反応して酸化物となり、金属光沢を失う。



③ アルカリ金属の単体は、上述のように水や空気と反応しやすいので、
中に保存する。

アルカリ金属の単体 (Na) の反応性

① 常温の水と反応して、水素を発生し、水酸化物となる。



② 常温の空气中で、酸素と反応して酸化物となり、金属光沢を失う。



③ アルカリ金属の単体は、上述のように水や空気と反応しやすいので、

灯油中に保存する。

アルカリ金属の単体 (Na) の反応性

① 常温の水と反応して、水素を発生し、水酸化物となる。



② 常温の空气中で、酸素と反応して酸化物となり、金属光沢を失う。



③ アルカリ金属の単体は、上述のように水や空気と反応しやすいので、

灯油中に保存する。

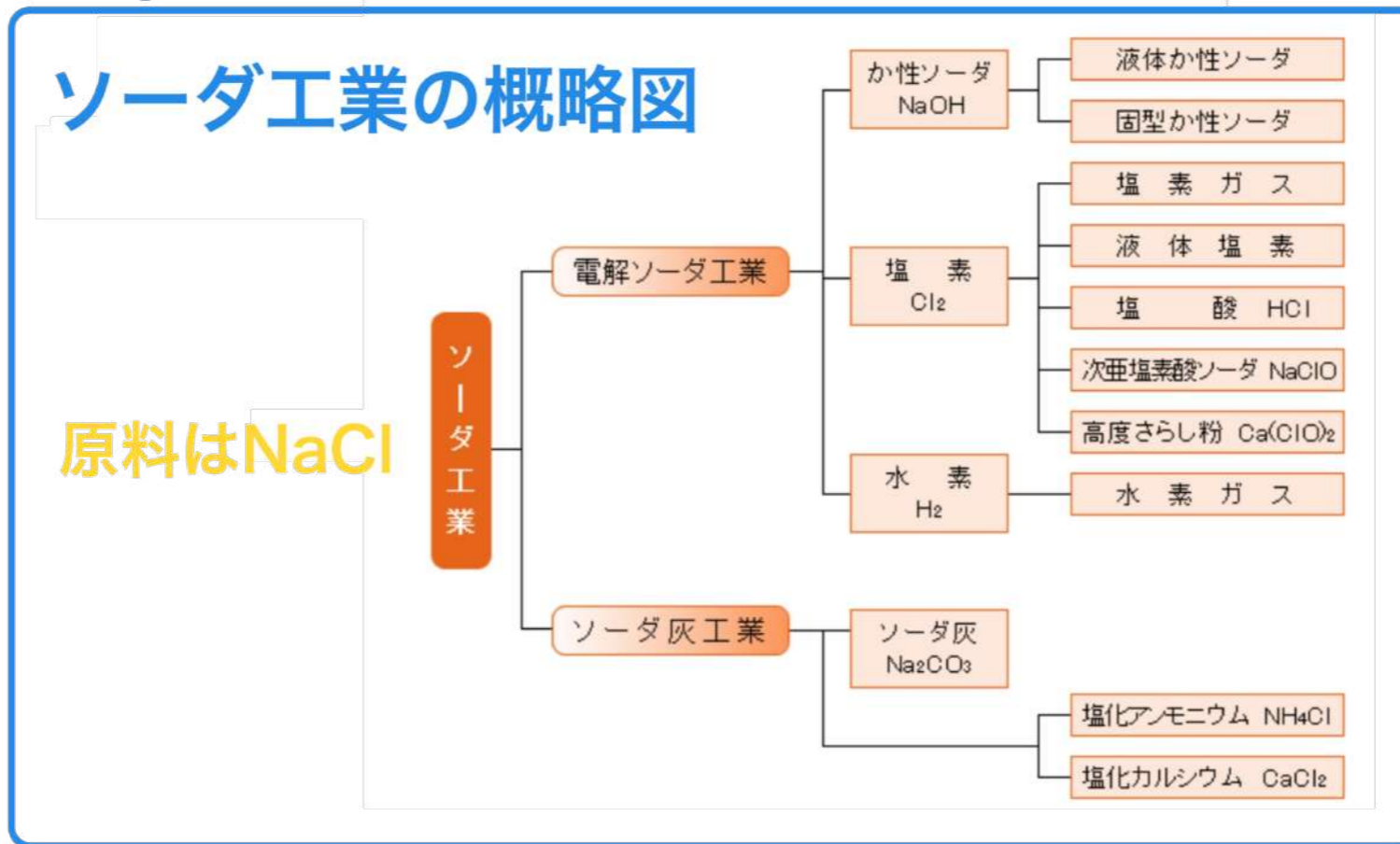
カリウムは定期的に灯油を交換する。ルビジウム、セシウムは封管中に保存する。







NaOHの製法



アルカリ金属の水酸化物の製法と性質

アルカリ金属の水酸化物 (NaOH) の製法

NaOHの製法	隔膜法(過去)	イオン交換膜法(現在)
電解液	(陽極槽) [_____] (陰極槽) [_____]	(陽極槽) [_____] (陰極槽) [_____]
電気分解反応	(陽極) [_____] (陰極) [_____] (全体) [_____] または, [_____]	[_____] [_____] [_____] [_____]

アルカリ金属の水酸化物の製法と性質

アルカリ金属の水酸化物 (NaOH) の製法

NaOHの製法	隔膜法(過去)	イオン交換膜法(現在)
電解液	(陽極槽) [_____] (陰極槽) [_____]	(陽極槽) [_____] (陰極槽) [_____]
電気分解反応	(陽極) [_____] (陰極) [_____] _____ (全体) [_____] または, [_____]	[_____] [_____] _____ [_____] [_____]

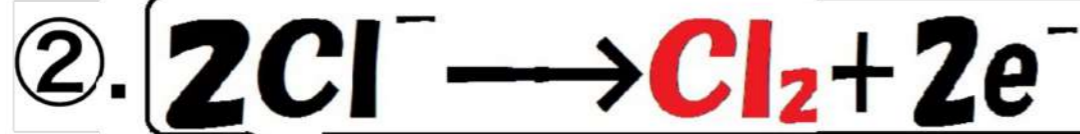
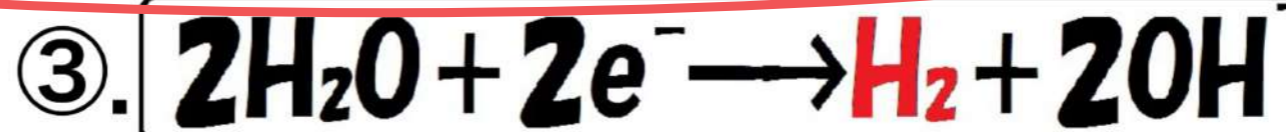
いずれにせよ、基本的にはNaCl水溶液の電気分解。

**NaCl水溶液の電気分解と
隔膜法、イオン交換膜法
について考えてみよう。**

NaCl水溶液を電気分解すると？



①. NaCl水溶液を電気分解すると？



陽極

陰極

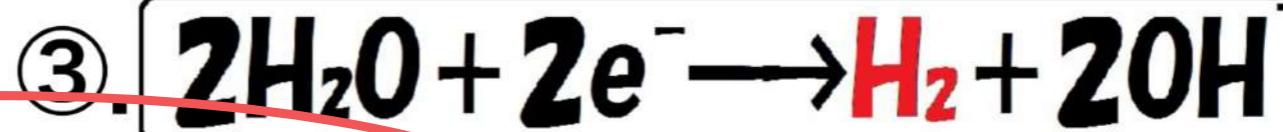
④. 電解液中に
NaOHが生成

⑤. しかしここにはある不都合が！

⑥. Cl_2 とNaOHが反応してしまう！

NaCl水溶液

①. NaCl水溶液を電気分解すると？



陽極

陰極

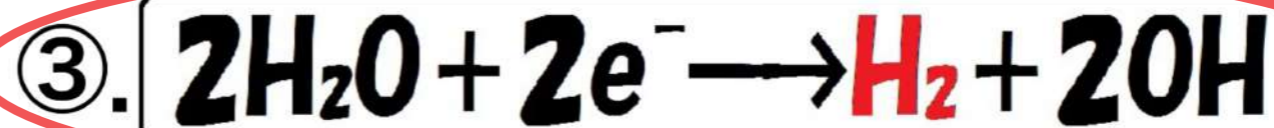
④. 電解液中に
NaOHが生成

⑤. しかしここにはある不都合が！

⑥. Cl_2 とNaOHが反応してしまう！

NaCl水溶液

①. **NaCl水溶液を電気分解すると？**



陽極

陰極

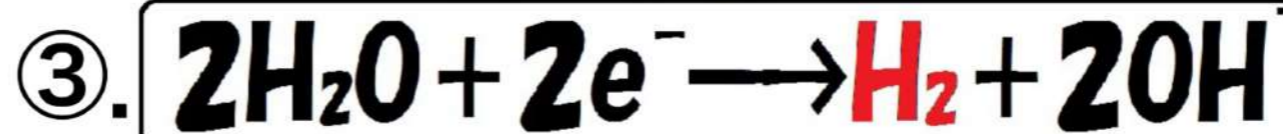
④. 電解液中に
NaOHが生成

⑤. **しかしここにはある不都合が！**

⑥. **Cl_2 とNaOHが反応してしまう！**

NaCl水溶液

①. NaCl水溶液を電気分解すると？



陽極

陰極

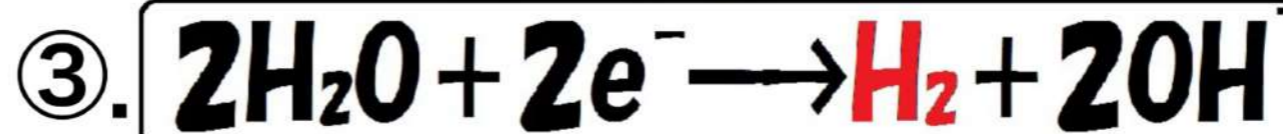
④. 電解液中に
NaOHが生成

⑤. しかしここにはある不都合が！

⑥. Cl_2 とNaOHが反応してしまう！

NaCl水溶液

①. NaCl水溶液を電気分解すると？



陽極

陰極

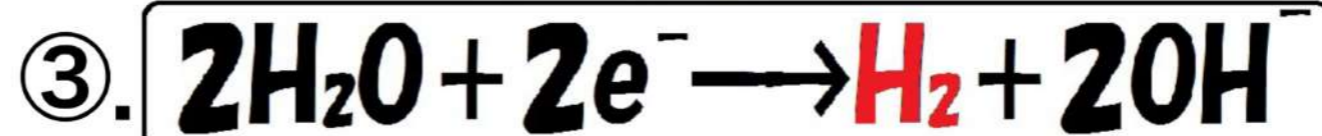
④. 電解液中に
NaOHが生成

⑤. しかしここにはある不都合が！

⑥. Cl_2 とNaOHが反応してしまう！

NaCl水溶液

①. **NaCl水溶液を電気分解すると？**



陽極

陰極

④. 電解液中に
NaOHが生成

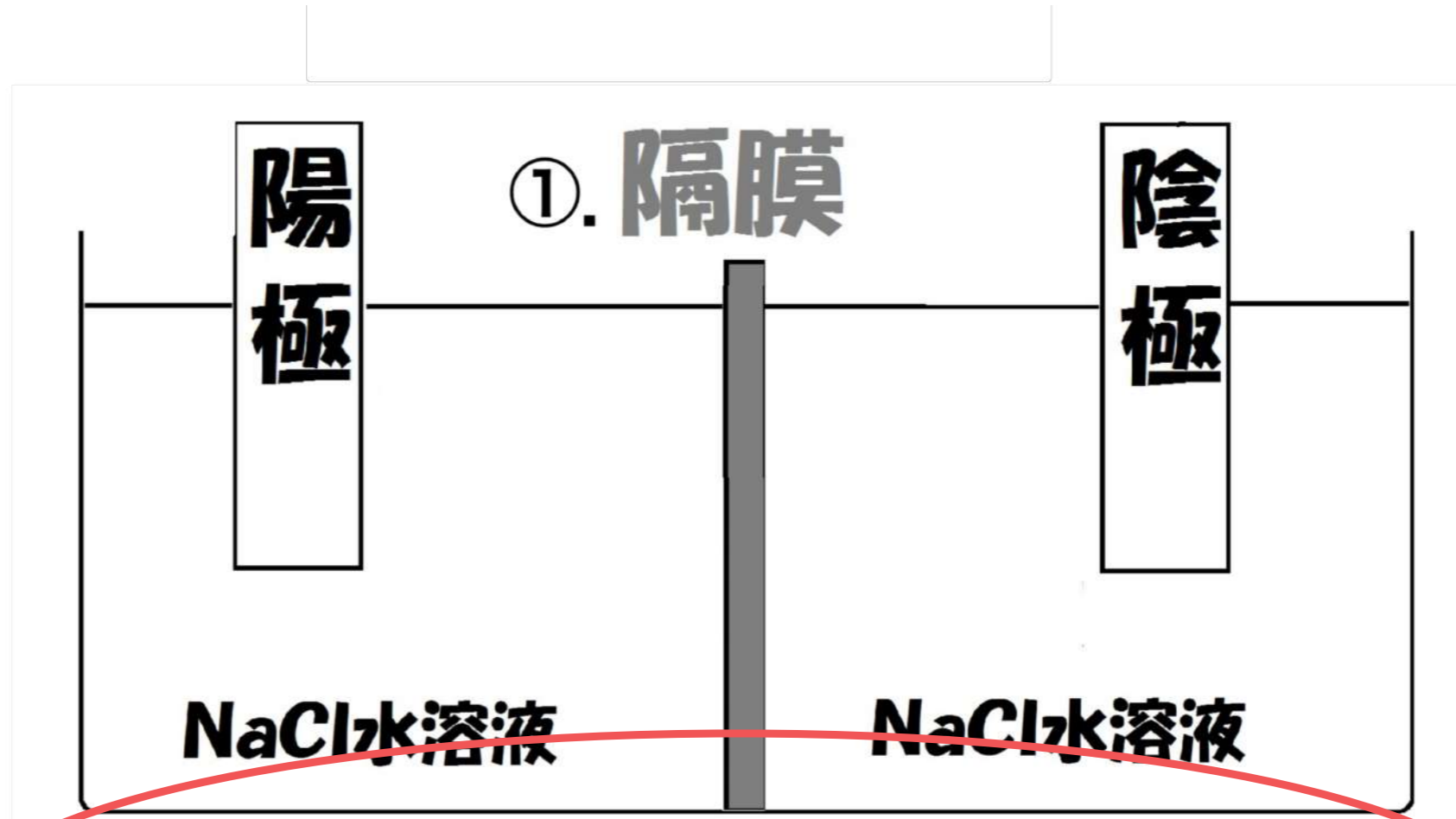
⑤. **しかしここにはある不都合が！**

⑥. **Cl₂とNaOHが反応してしまう！**

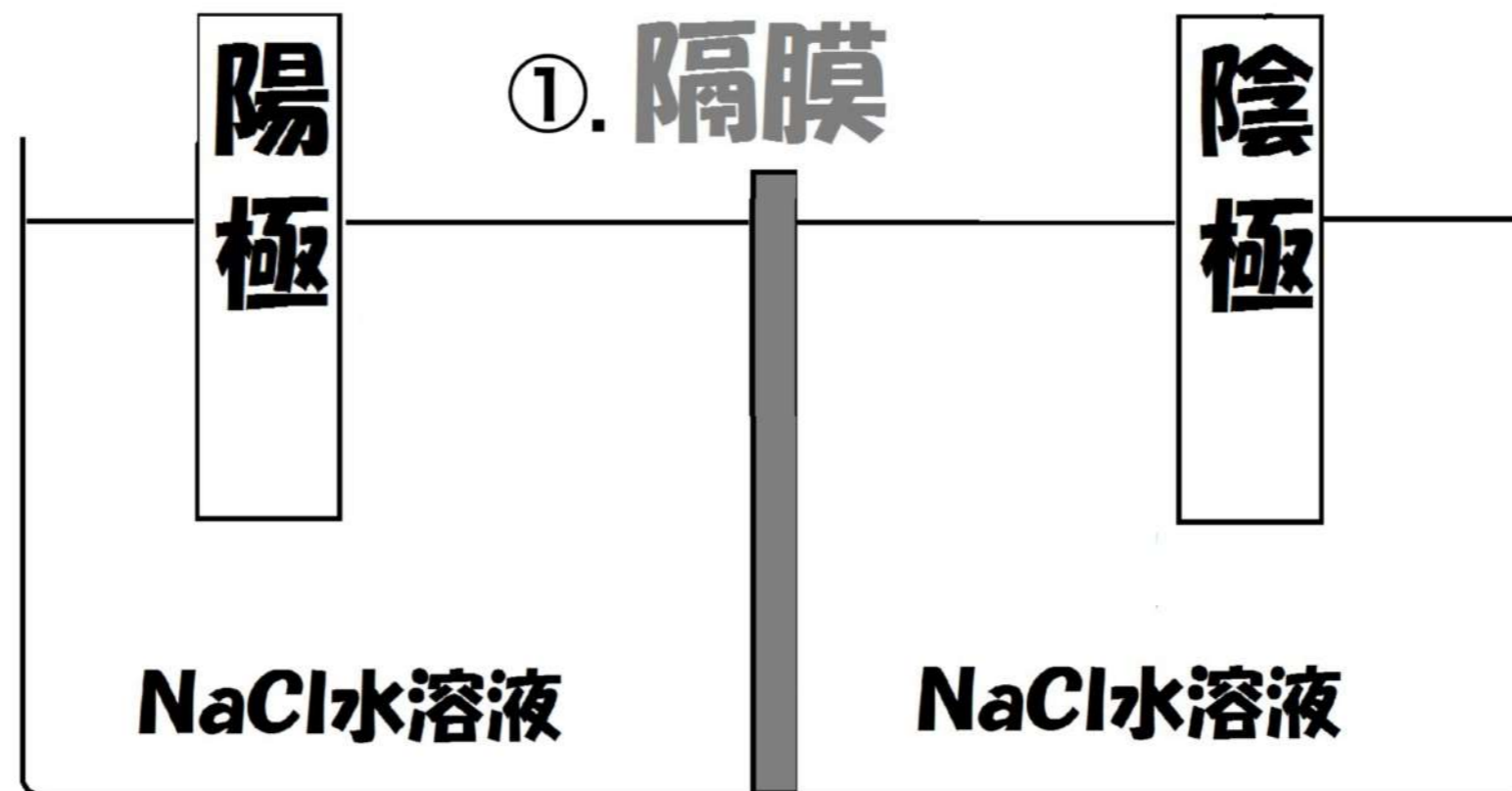
NaCl水溶液

そこで





②. **これがかつての隔膜法!**



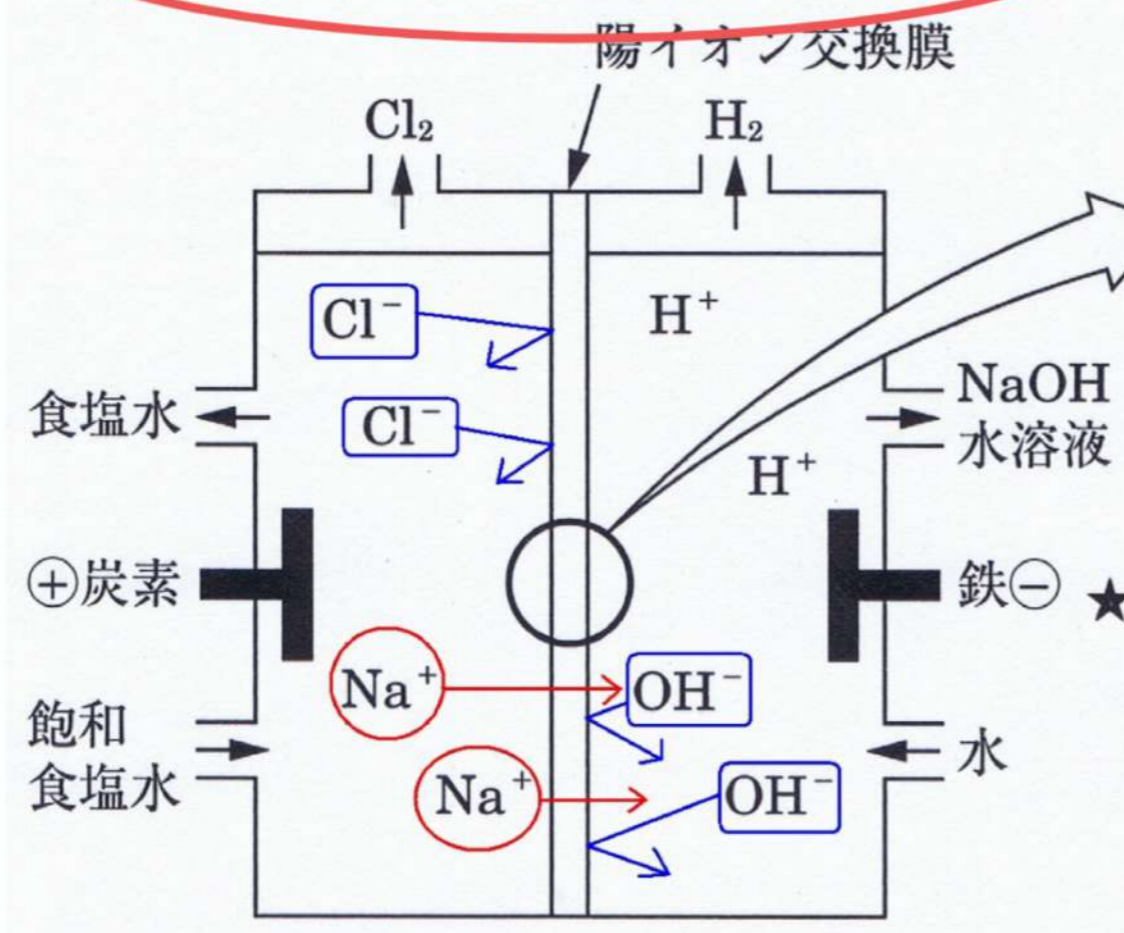
②. **これがかつての隔膜法！**

③. **この隔膜法には大きな欠点がある！ NaCl水溶液中で NaOHが生成するので、純度の高いNaOHが得られない！**

そこでさらに



ちなみに、陽イオン交換膜とは？



★ 陽イオン交換膜は膜の穴の内面が負の電荷を帯びているため、陽イオンは通れるが、陰イオンは通ることができない。

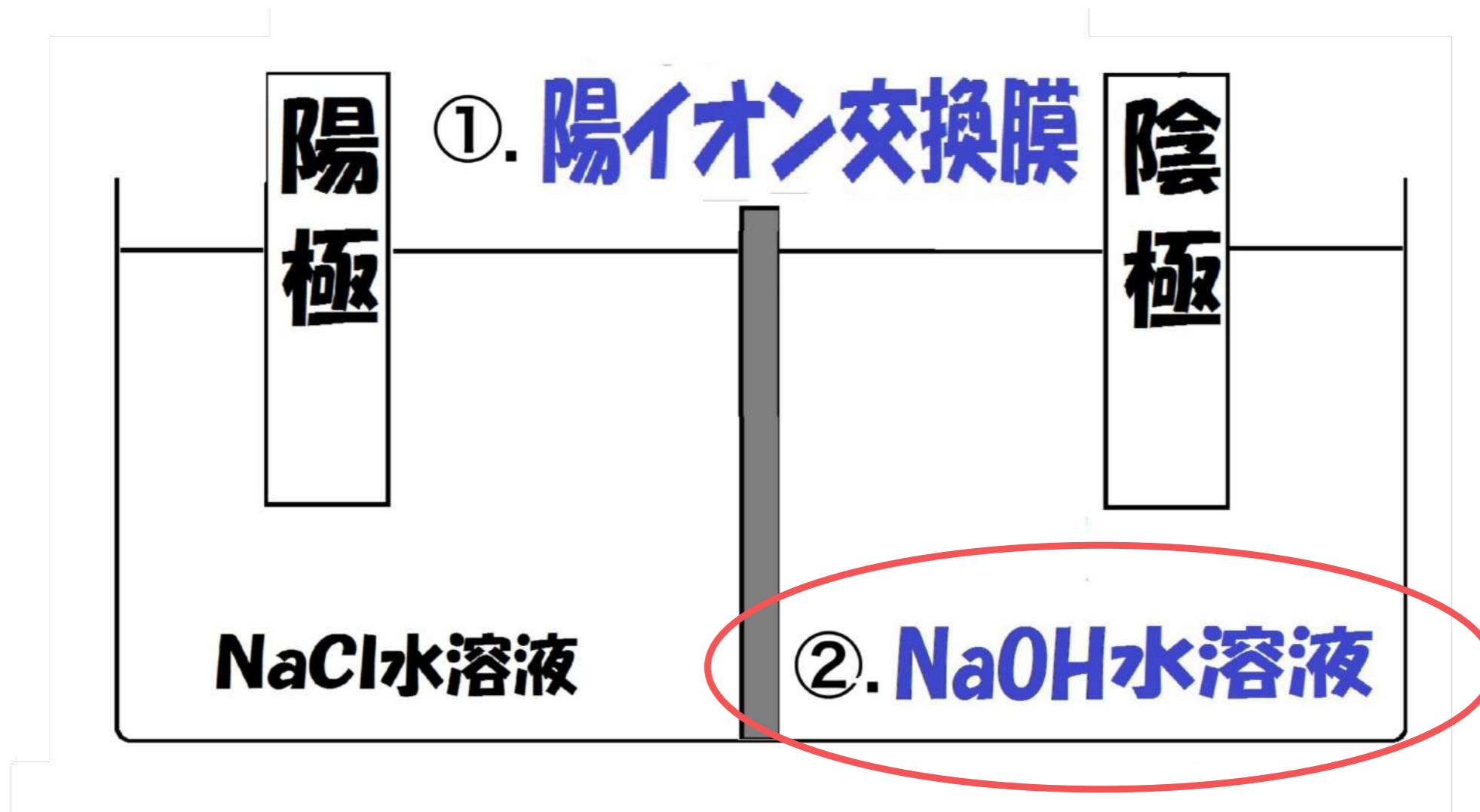
陽極

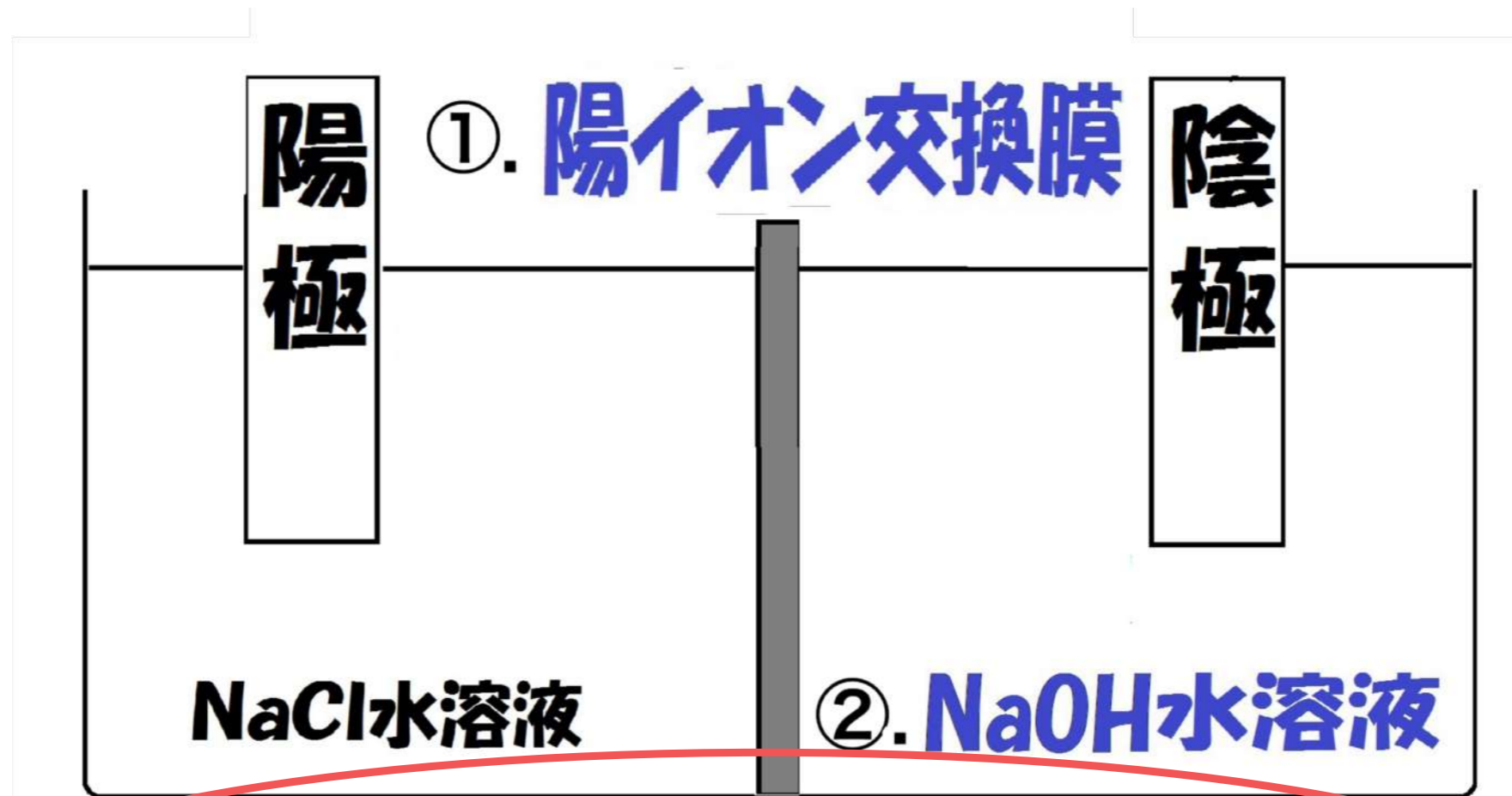
①. 陽イオン交換膜

陰極

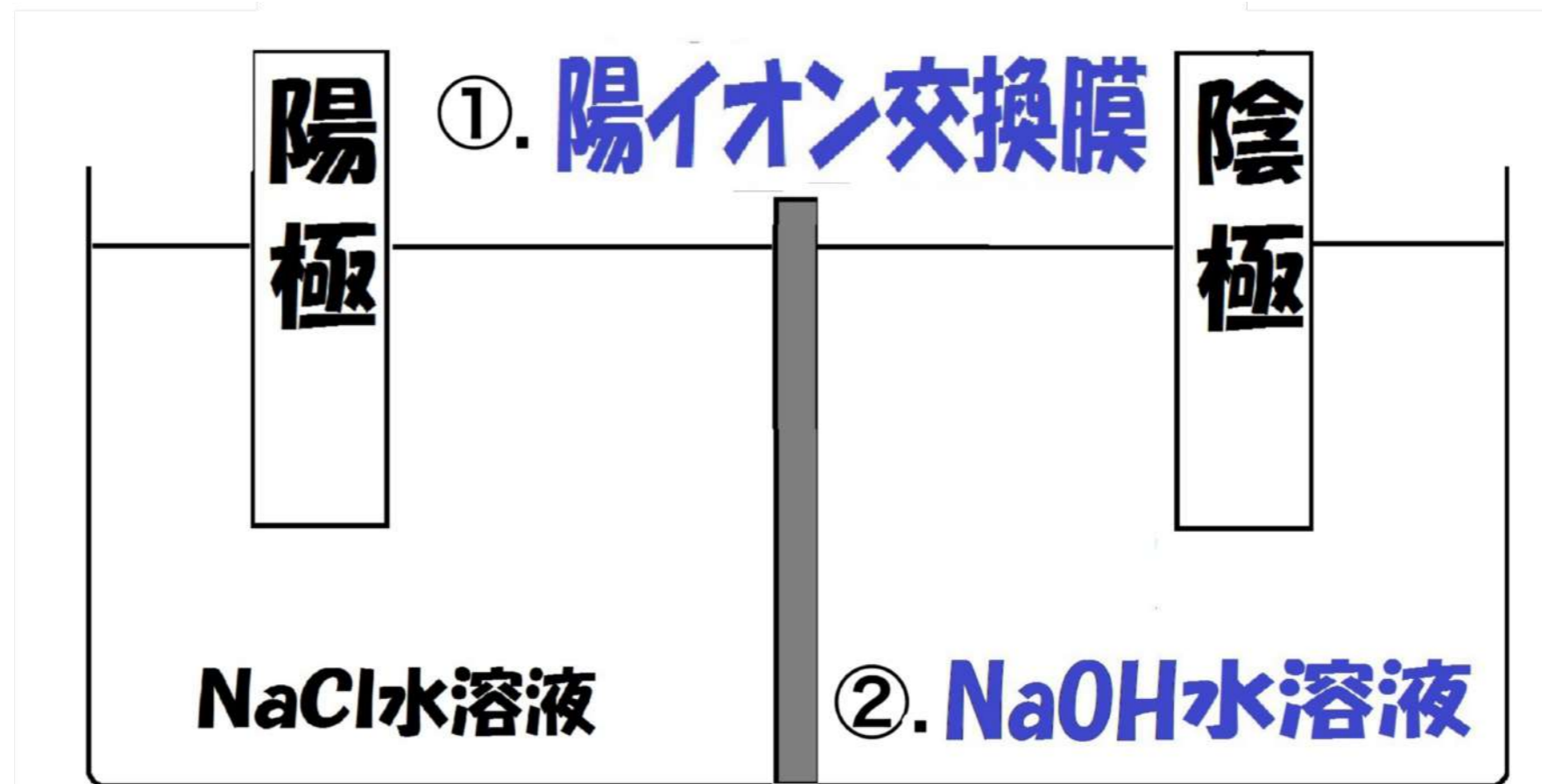
NaCl水溶液

②. NaOH水溶液





③. **これがイオン交換膜法!**

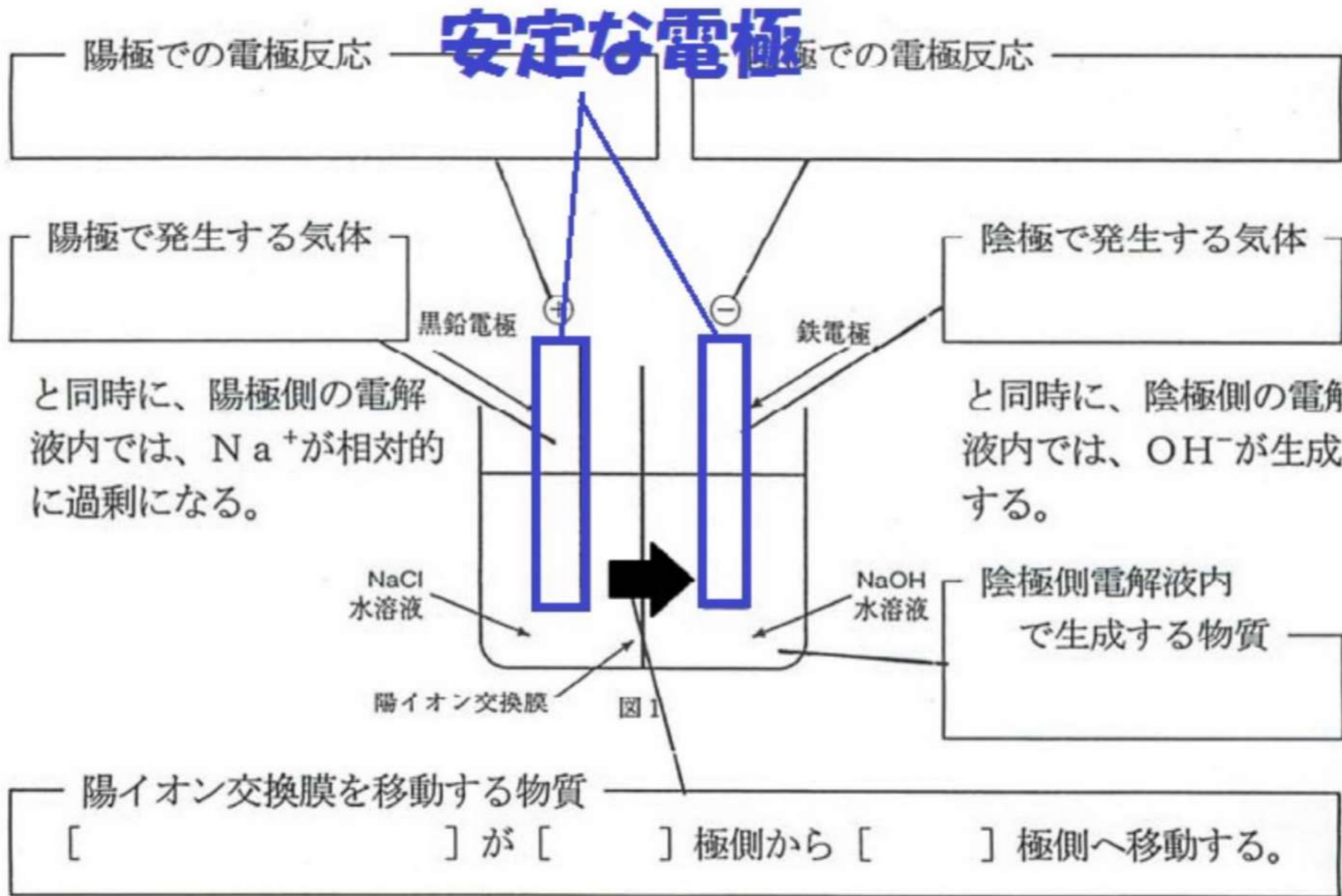


③. **これがイオン交換膜法！**

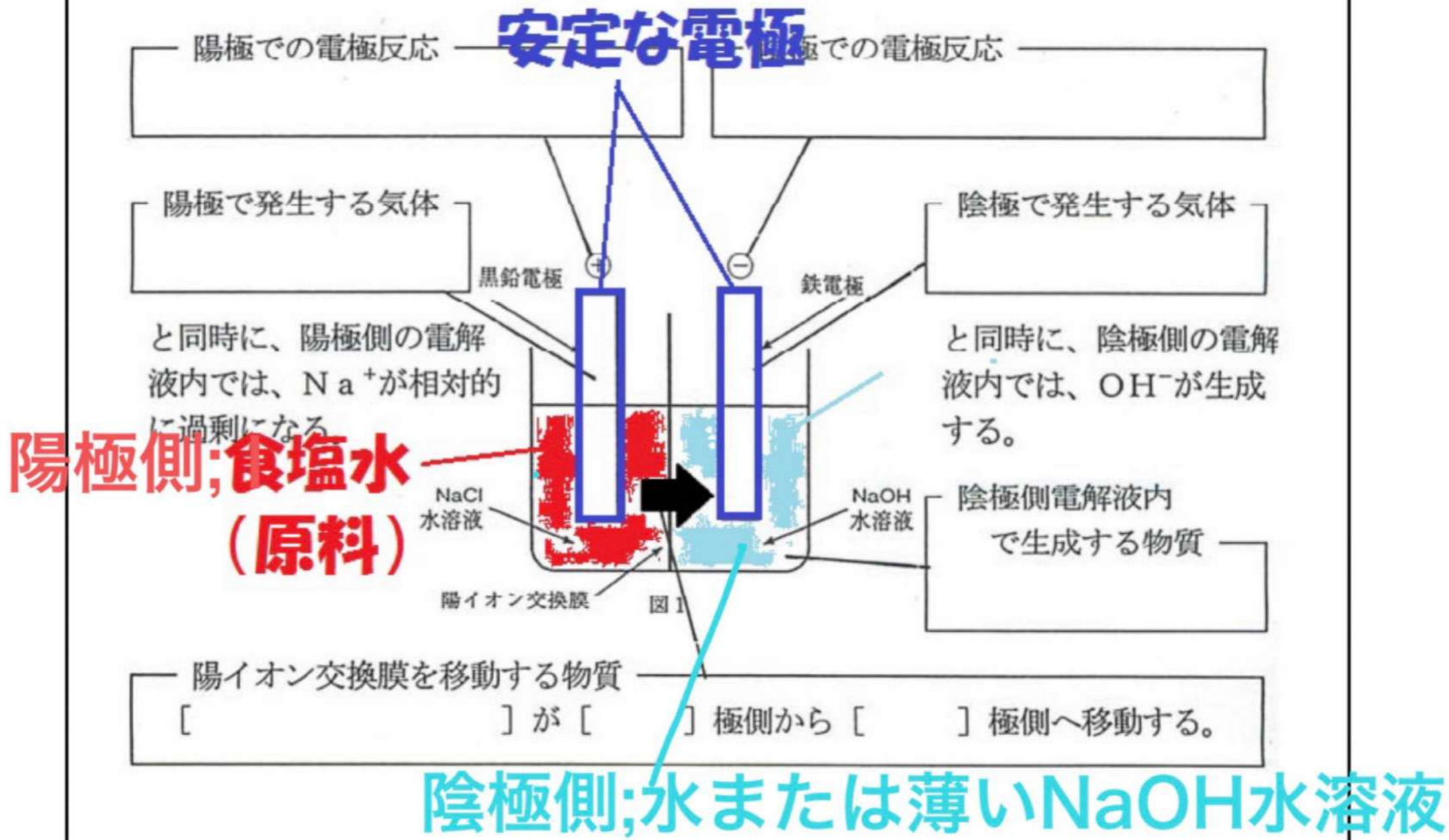
④. **両極側の水溶液は混じらず、NaOH水溶液の中で生成するので、純度が高いNaOHが得られる。**

では、
イオン交換膜法の詳細
について。

イオン交換膜法の概略



イオン交換膜法の概略



イオン交換膜法の概略

陽極での電極反応



陽極で発生する気体



と同時に、陽極側の電解液内では、 Na^+ が相対的に過剰になる。



と同時に、陰極側の電解液内では、 OH^- が生成する。

陰極側電解液内で生成する物質

陽イオン交換膜を移動する物質

[] が [] 極側から [] 極側へ移動する。

陽極で起こる反応

1. 電極の溶解
2. ハロゲン単体の生成
3. 酸素の発生

イオン交換膜法の概略

陽極での電極反応



陰極での電極反応

陽極で発生する気体



黒鉛電極

+

-

鉄電極

陰極で発生する気体

と同時に、陽極側の電解液内では、 Na^+ が相対的に過剰になる。

相対的に過剰の Na^+

水溶液

と同時に、陰極側の電解液内では、 OH^- が生成する。

陰極側電解液内で生成する物質

NaOH水溶液

陽イオン交換膜

図1

陽イオン交換膜を移動する物質

② [Na^+] が [陽] 極側から [陰] 極側へ移動する。

イオン交換膜法の概略

陰極で起こる反応

- 1. 重金属単体の析出
- 2. 水素の発生

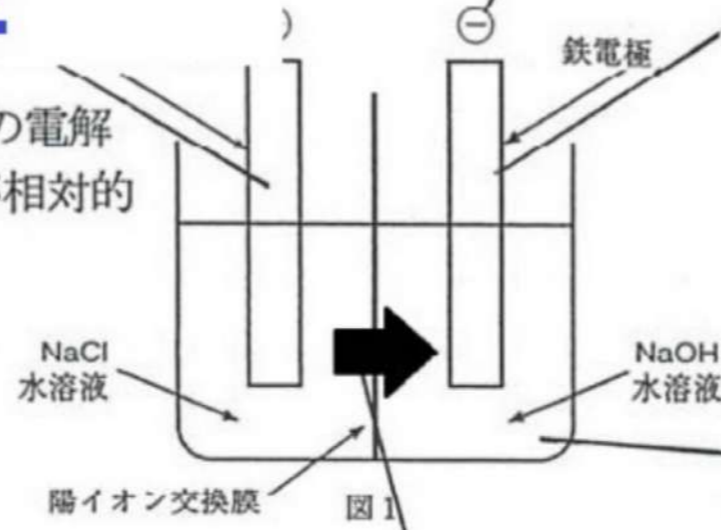


陰極で発生する気体
H₂

と同時に、陰極側の電解液内では、OH⁻が生成する。

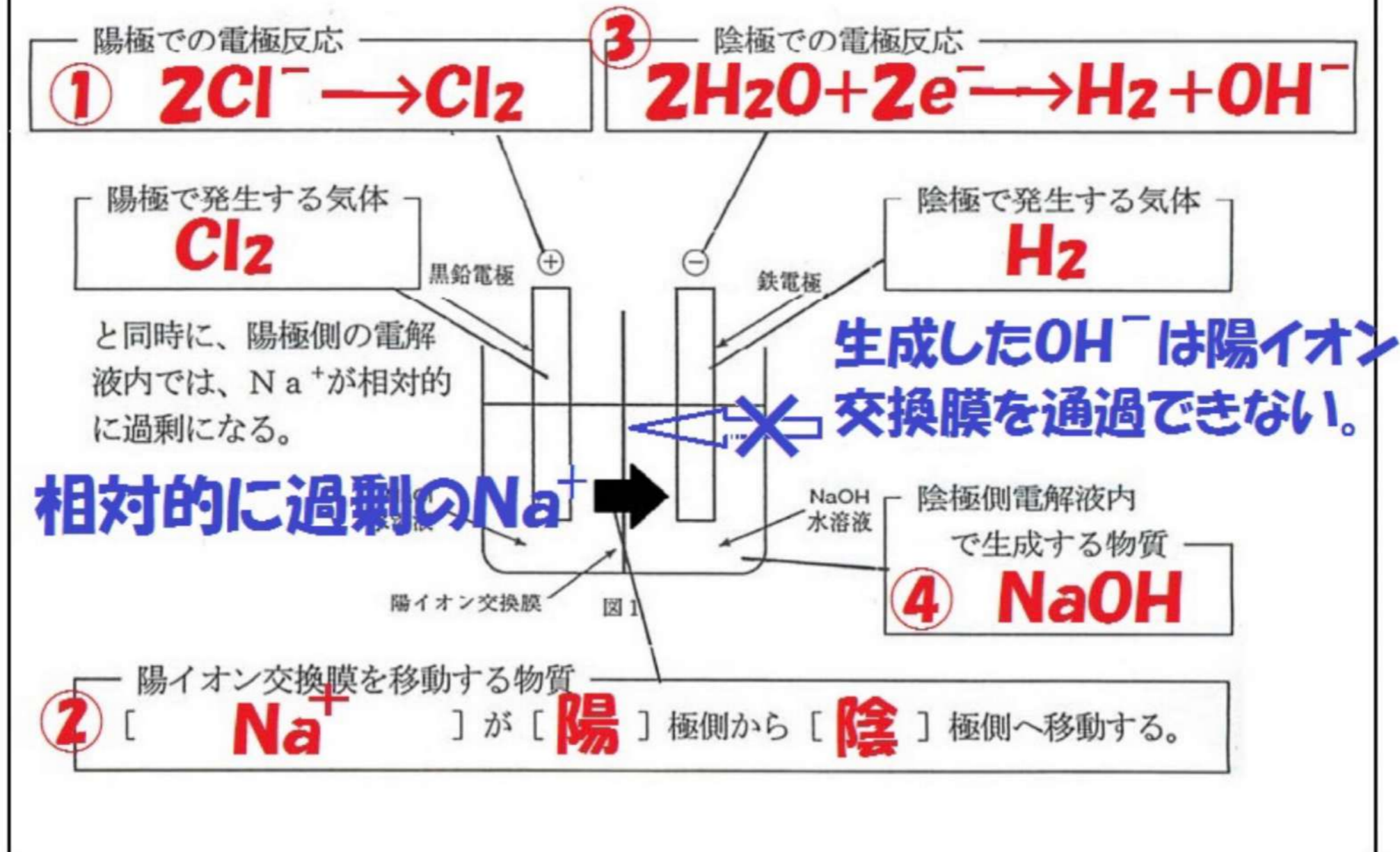
陰極側電解液内で生成する物質

と同時に、陽極側の電解液内では、Na⁺が相対的に過剰になる。



② 陽イオン交換膜を移動する物質
[**Na⁺**] が [**陽**] 極側から [**陰**] 極側へ移動する。

イオン交換膜法の概略



アルカリ金属の水酸化物 (NaOH) の製法

NaOHの製法	隔膜法(過去)	イオン交換膜法(現在)
電解液	(陽極槽) (陰極槽)	(陽極槽) (陰極槽)
電気分解反応	(陽極) (陰極) <hr/> (全体) または,	

アルカリ金属の水酸化物 (NaOH) の製法

NaOHの製法	隔膜法(過去)	イオン交換膜法(現在)
電解液	(陽極槽) NaCl水溶液 (陰極槽) NaCl水溶液	(陽極槽) (陰極槽)
電気分解反応	(陽極) (陰極) <hr/> (全体) または,	

アルカリ金属の水酸化物 (NaOH) の製法

NaOHの製法	隔膜法(過去)	イオン交換膜法(現在)
電解液	(陽極槽) NaCl水溶液 (陰極槽) NaCl水溶液	(陽極槽) NaCl水溶液 (陰極槽) NaOH水溶液
電気分解反応	(陽極) (陰極) <hr/> (全体) または,	

アルカリ金属の水酸化物 (NaOH) の製法

NaOHの製法	隔膜法(過去)	イオン交換膜法(現在)
電解液	(陽極槽) NaCl水溶液 (陰極槽) NaCl水溶液	(陽極槽) NaCl水溶液 (陰極槽) NaOH水溶液
電気分解反応	(陽極) $2\text{Cl}^- \longrightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$ (陰極) <hr/> (全体) または,	

アルカリ金属の水酸化物 (NaOH) の製法

NaOHの製法	隔膜法(過去)	イオン交換膜法(現在)
電解液	(陽極槽) NaCl水溶液 (陰極槽) NaCl水溶液	(陽極槽) NaCl水溶液 (陰極槽) NaOH水溶液
電気分解反応	(陽極) $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$ (陰極) $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ <hr/> (全体) または,	

アルカリ金属の水酸化物 (NaOH) の製法

NaOHの製法	隔膜法(過去)	イオン交換膜法(現在)
電解液	(陽極槽) NaCl水溶液 (陰極槽) NaCl水溶液	(陽極槽) NaCl水溶液 (陰極槽) NaOH水溶液
電気分解反応	(陽極) $2\text{Cl}^- \longrightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$ (陰極) $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ <hr/> (全体) $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Cl}_2 + \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ または,	

アルカリ金属の水酸化物 (NaOH) の製法

NaOHの製法	隔膜法(過去)	イオン交換膜法(現在)
電解液	(陽極槽) NaCl水溶液 (陰極槽) NaCl水溶液	(陽極槽) NaCl水溶液 (陰極槽) NaOH水溶液
電気分解反応	(陽極) $2\text{Cl}^- \longrightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$ (陰極) $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ <hr/> (全体) $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Cl}_2 + \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ または, $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Cl}_2 + \text{H}_2 + 2\text{NaOH}$	

NaOHは潮解性をもつ。
(他には塩化カルシウムなど)

NaOH

アルカリ金属の水酸化物 (NaOH) の性質

熱分解	加熱しても分解しない。
反応性	① 水によく溶け、その水溶液は強い塩基性を示す。 ② 二酸化炭素をよく吸収し、炭酸塩を生成する。 [] さらに二酸化炭素を吸収させると、炭酸水素塩を生成する。 []

アルカリ金属の水酸化物 (NaOH) の性質

熱分解	加熱しても分解しない。
反応性	① 水によく溶け、その水溶液は強い塩基性を示す。 ② 二酸化炭素をよく吸収し、炭酸塩を生成する。 [] さらに二酸化炭素を吸収させると、炭酸水素塩を生成する。 []

アルカリ金属の水酸化物 (NaOH) の性質

熱分解	加熱しても分解しない。
反応性	<p>① 水によく溶け、その水溶液は強い塩基性を示す。</p> <p>② 二酸化炭素をよく吸収し、炭酸塩を生成する。 []</p> <p>さらに二酸化炭素を吸収させると、炭酸水素塩を生成する。 []</p>

アルカリ金属の水酸化物 (NaOH) の性質

熱分解	加熱しても分解しない。
反応性	<p>① 水によく溶け、その水溶液は強い塩基性を示す。</p> <p>② 二酸化炭素をよく吸収し、炭酸塩を生成する。</p> <p>$2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$</p> <p>さらに二酸化炭素を吸収させると、炭酸水素塩を生成する。</p>

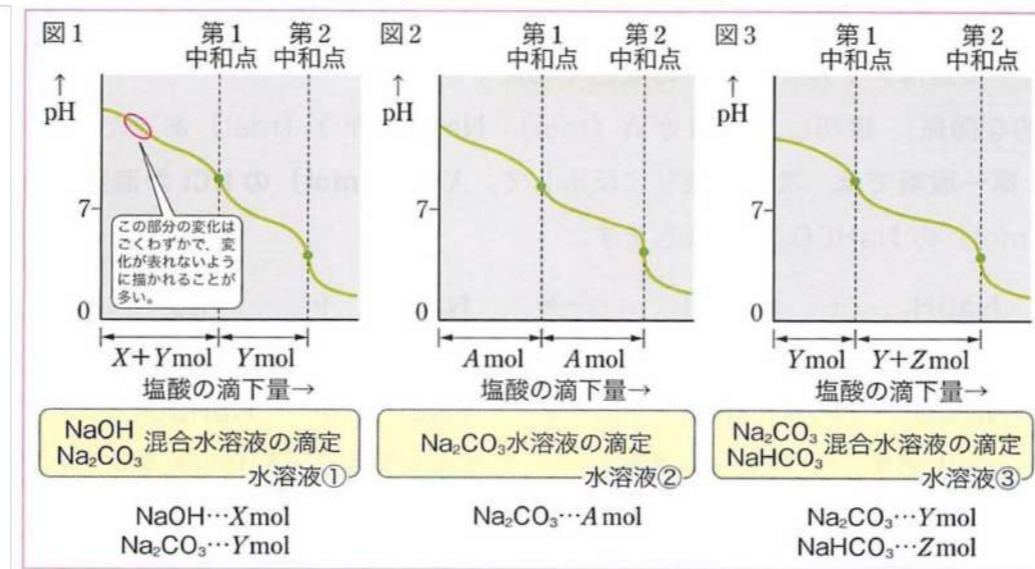
アルカリ金属の水酸化物 (NaOH) の性質

熱分解	加熱しても分解しない。
反応性	<p>① 水によく溶け、その水溶液は強い塩基性を示す。</p> <p>② 二酸化炭素をよく吸収し、炭酸塩を生成する。</p> <p>$2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$</p> <p>さらに二酸化炭素を吸収させると、炭酸水素塩を生成する。</p> <p>$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \longrightarrow 2\text{NaHCO}_3$</p>

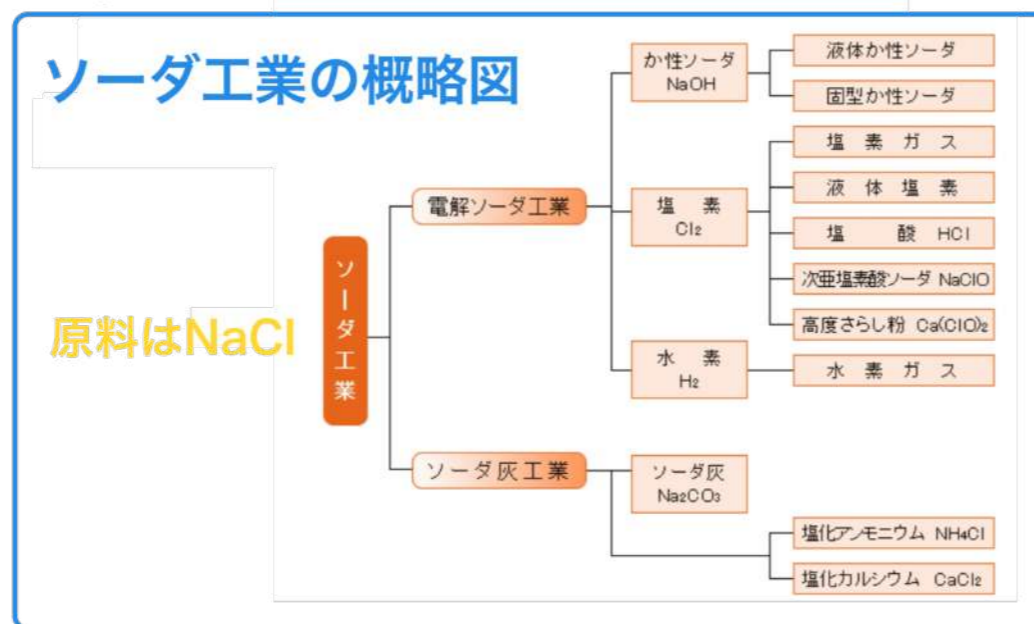
アルカリ金属の水酸化物 (NaOH) の性質	
熱分解	加熱しても分解しない。
反応性	<p>① 水によく溶け、その水溶液は強い塩基性を示す。</p> <p>② 二酸化炭素をよく吸収し、炭酸塩を生成する。</p> <p>$2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$</p> <p>さらに二酸化炭素を吸収させると、炭酸水素塩を生成する。</p> <p>$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{NaHCO}_3$</p>

理論化学における重要なテーマ

二段滴定

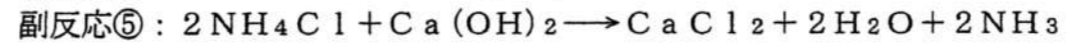
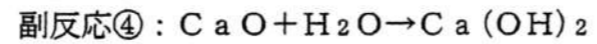
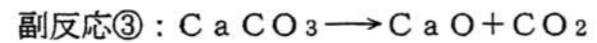
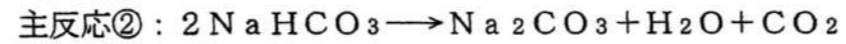
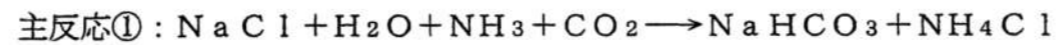
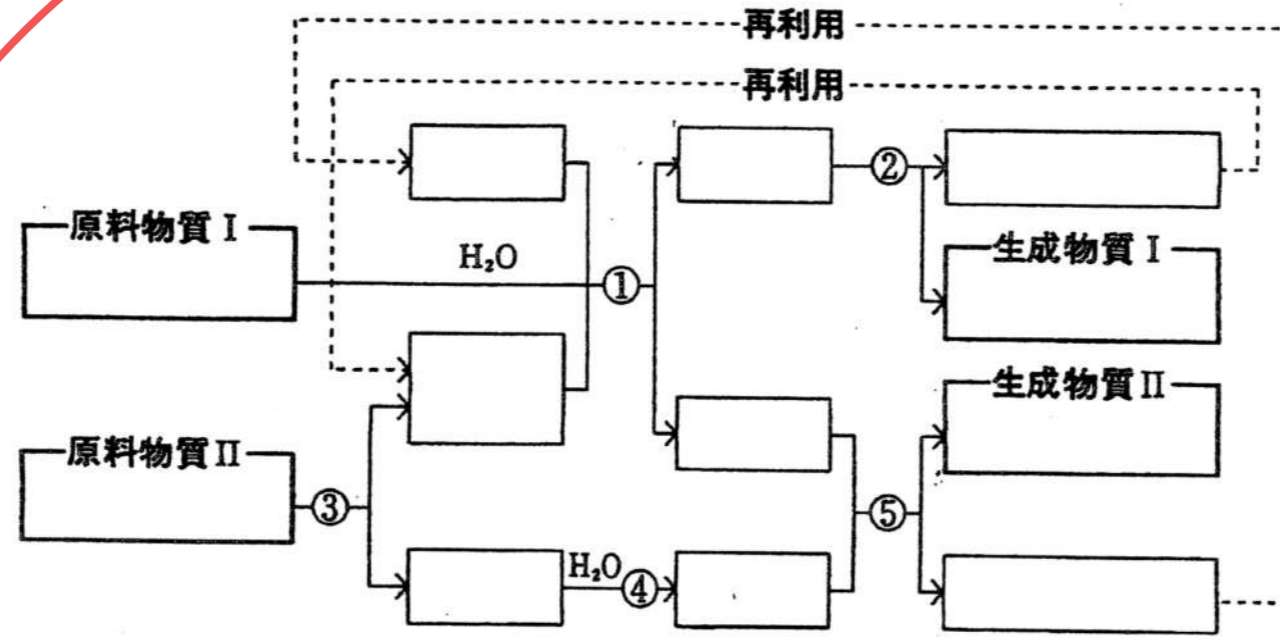


Na₂CO₃の製法



アルカリ金属の炭酸塩の製法と性質

Na₂CO₃ (NaHCO₃)の製法[アンモニアソーダ法(ソルベー法)]



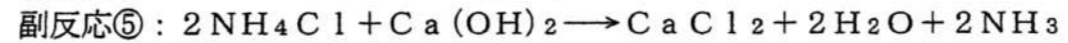
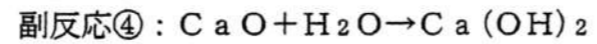
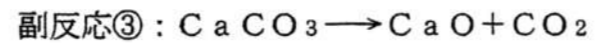
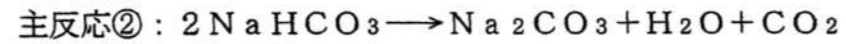
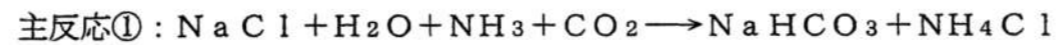
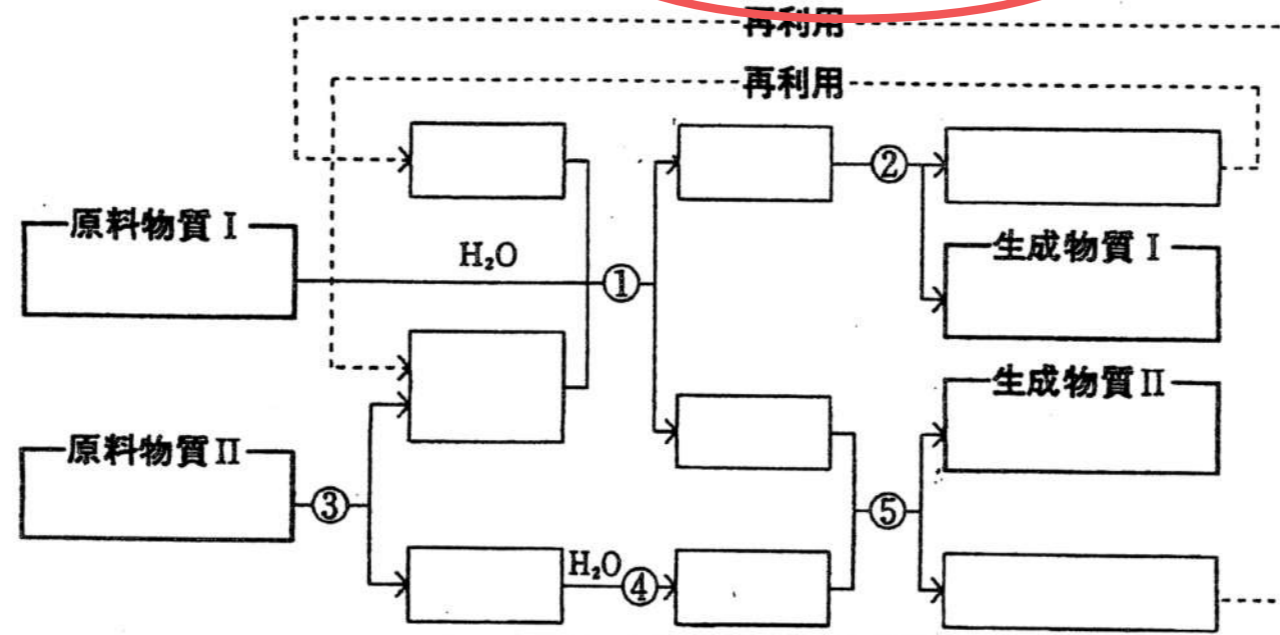
全体反応 : ①×2 + ② + ③ + ④ + ⑤ より、

[]

[]には起こりえない反応を、[]を利用して[]なく引き起こしている。

アルカリ金属の炭酸塩の製法と性質

Na_2CO_3 (NaHCO_3)の製法 [アンモニアソーダ法(ソルベー法)]

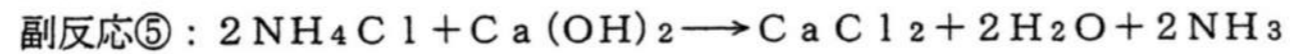
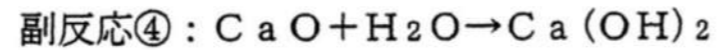
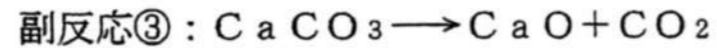
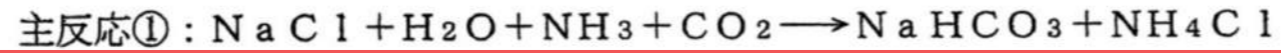
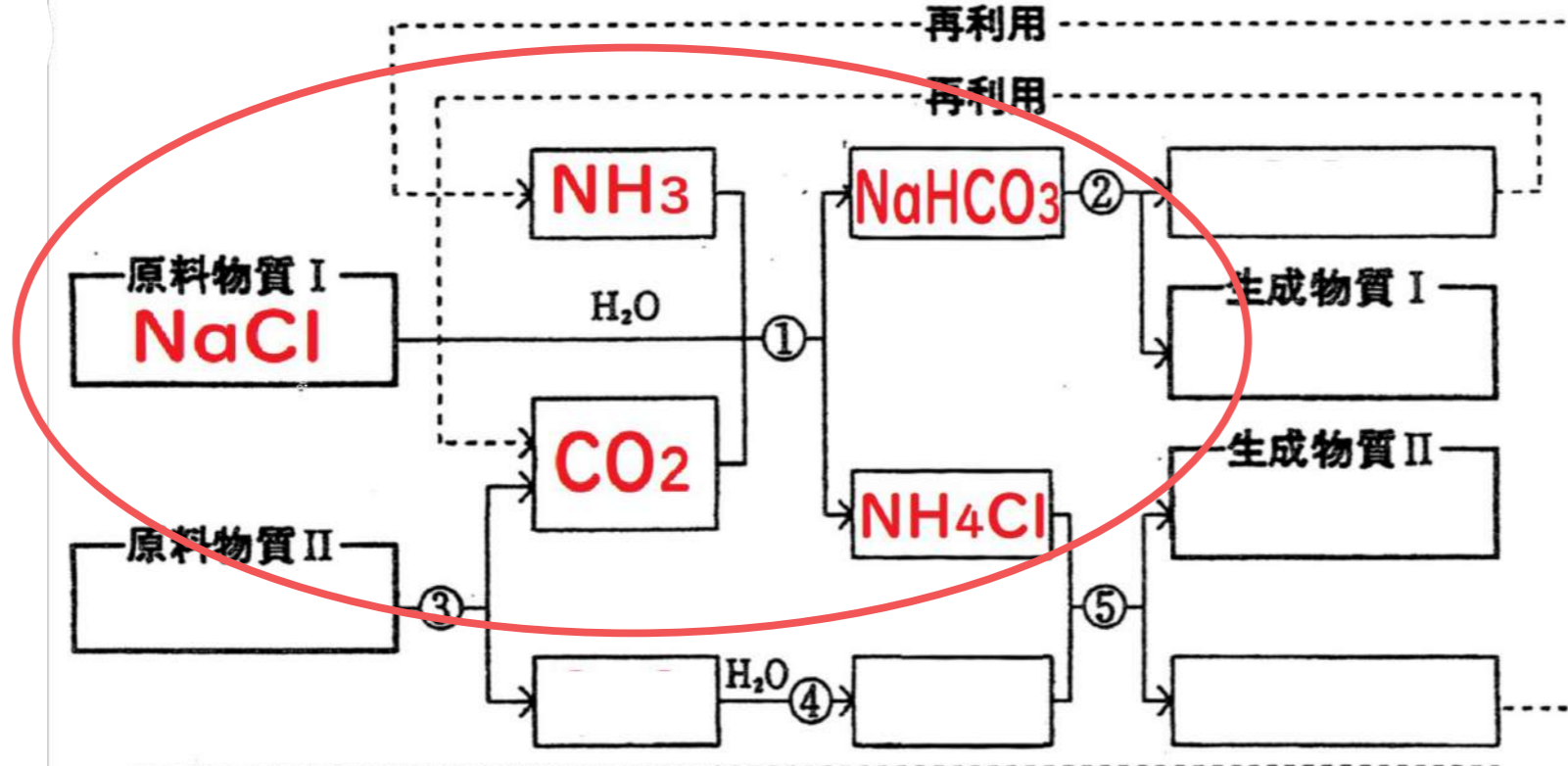


全体反応 : ①×2 + ② + ③ + ④ + ⑤ より、

[]

[]には起こりえない反応を、[]を利用して[]なく引き起こしている。

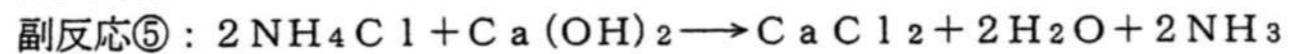
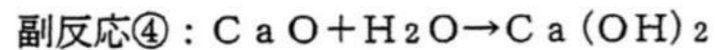
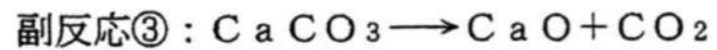
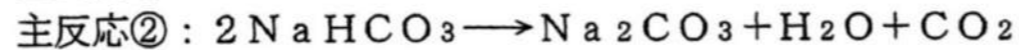
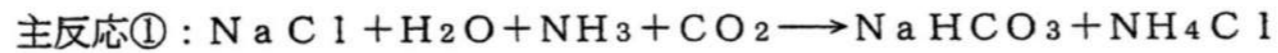
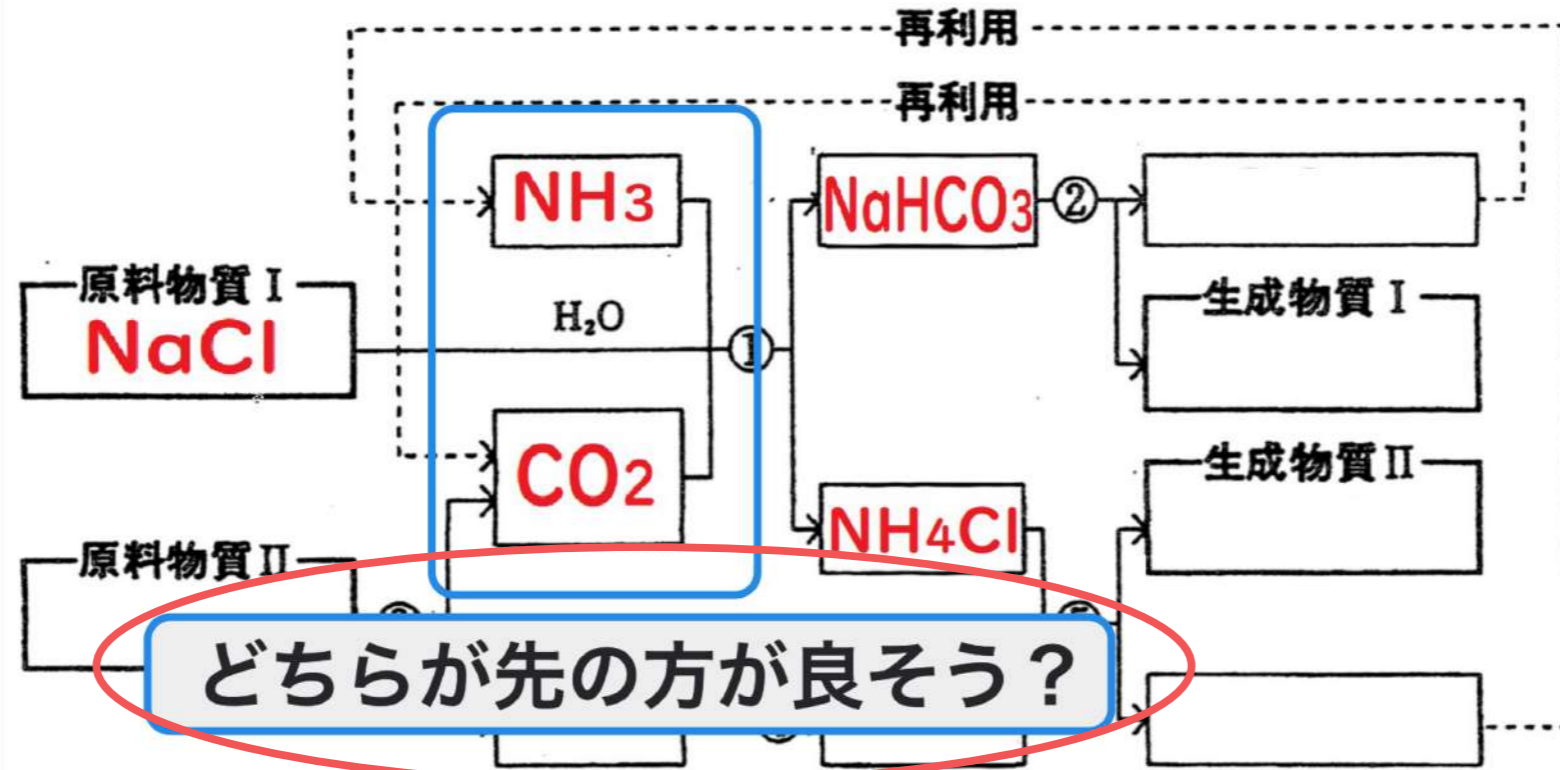
Na_2CO_3 (NaHCO_3)の製法[アンモニアソーダ法(ソルベー法)]



全体反応: ①×2+②+③+④+⑤ より、

[]には起こりえない反応を、[]を利用して[]なく引き起こしている。

Na_2CO_3 (NaHCO_3)の製法[アンモニアソーダ法(ソルベー法)]

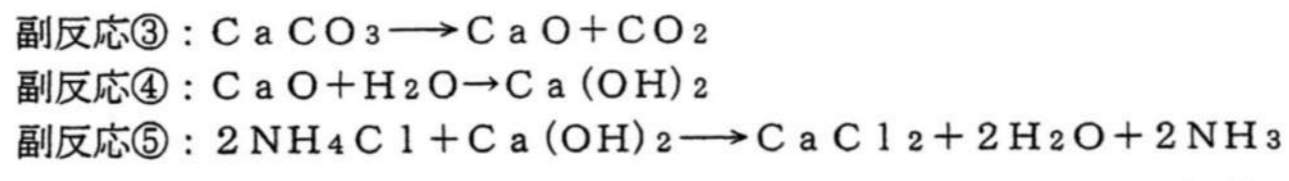
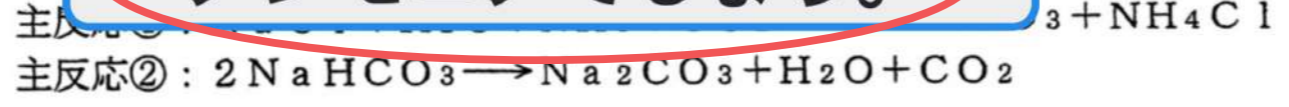
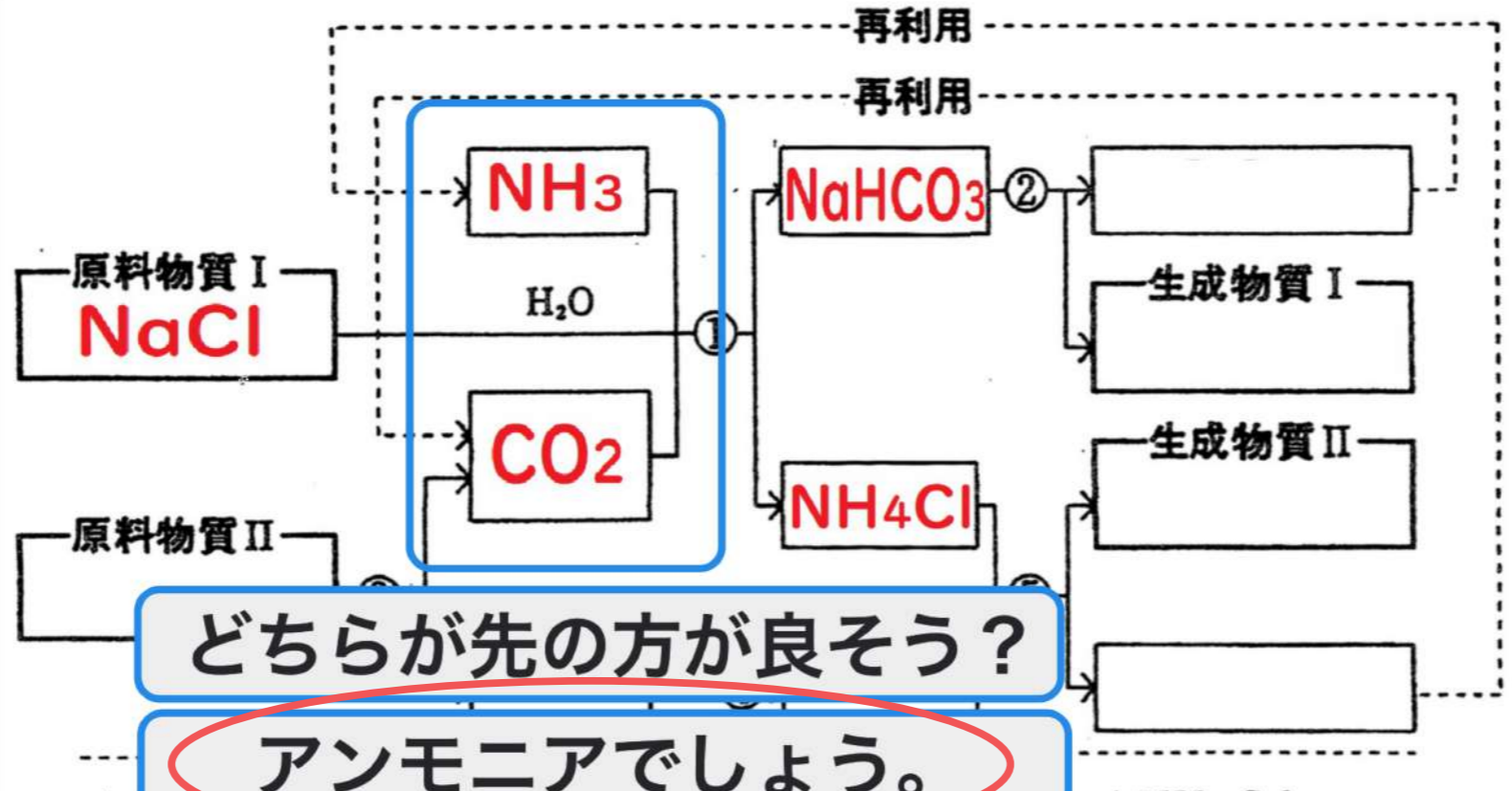


全体反応: ①×2+②+③+④+⑤ より、

[]

[]には起こりえない反応を、[]を利用して[]なく引き起こしている。

Na₂CO₃ (NaHCO₃)の製法[アンモニアソーダ法(ソルベー法)]

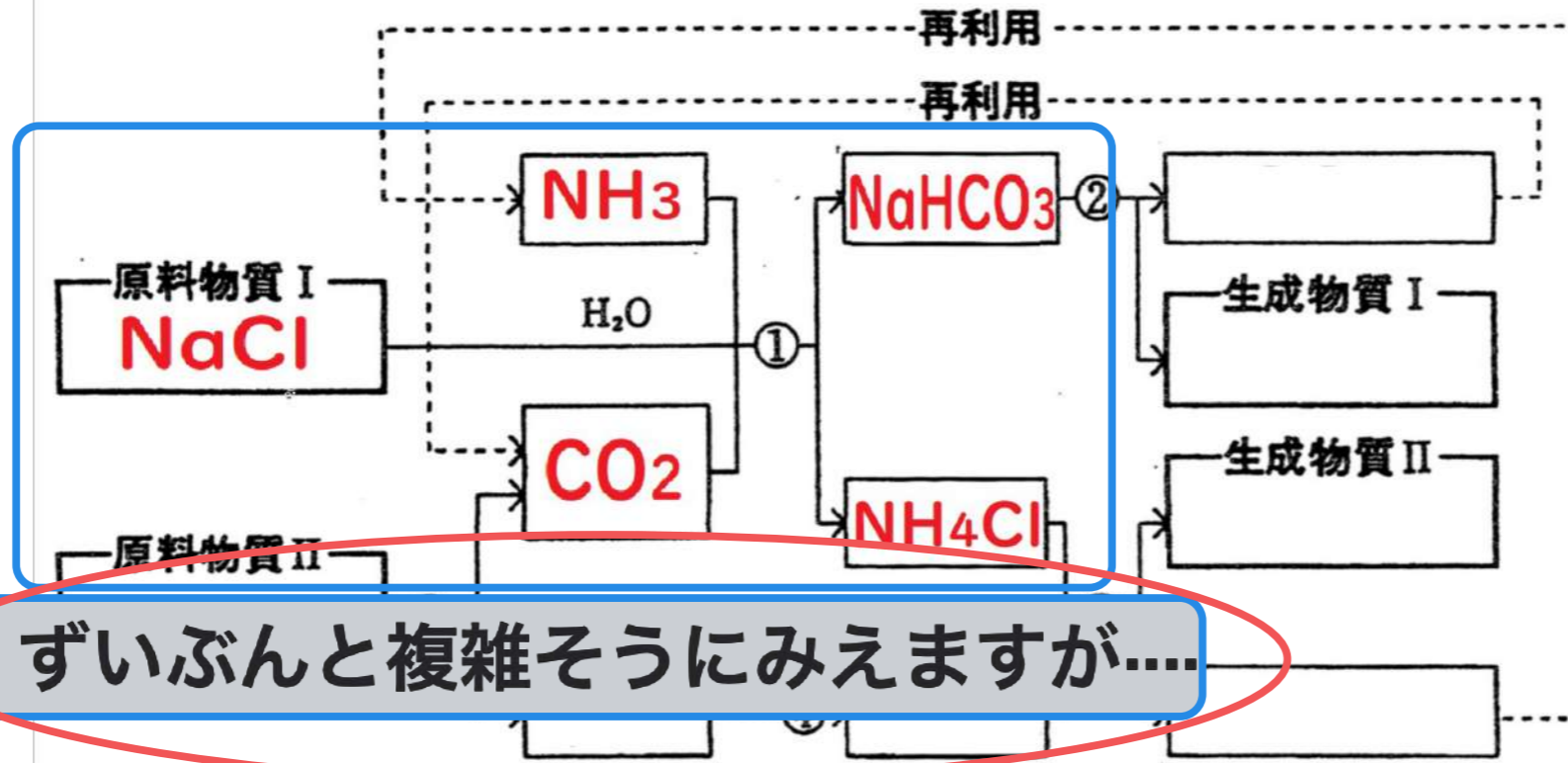


全体反応: ①×2 + ② + ③ + ④ + ⑤ より、

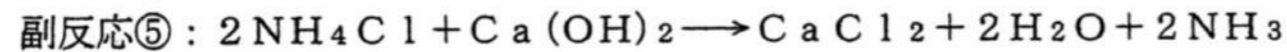
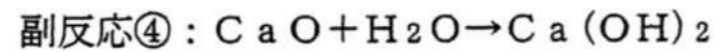
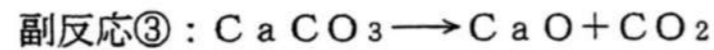
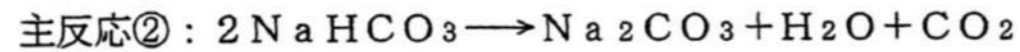
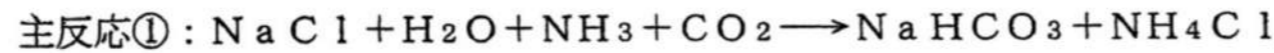
[]

[]には起こりえない反応を、[]を利用して[]なく引き起こしている。

Na_2CO_3 (NaHCO_3)の製法[アンモニアソーダ法(ソルベー法)]



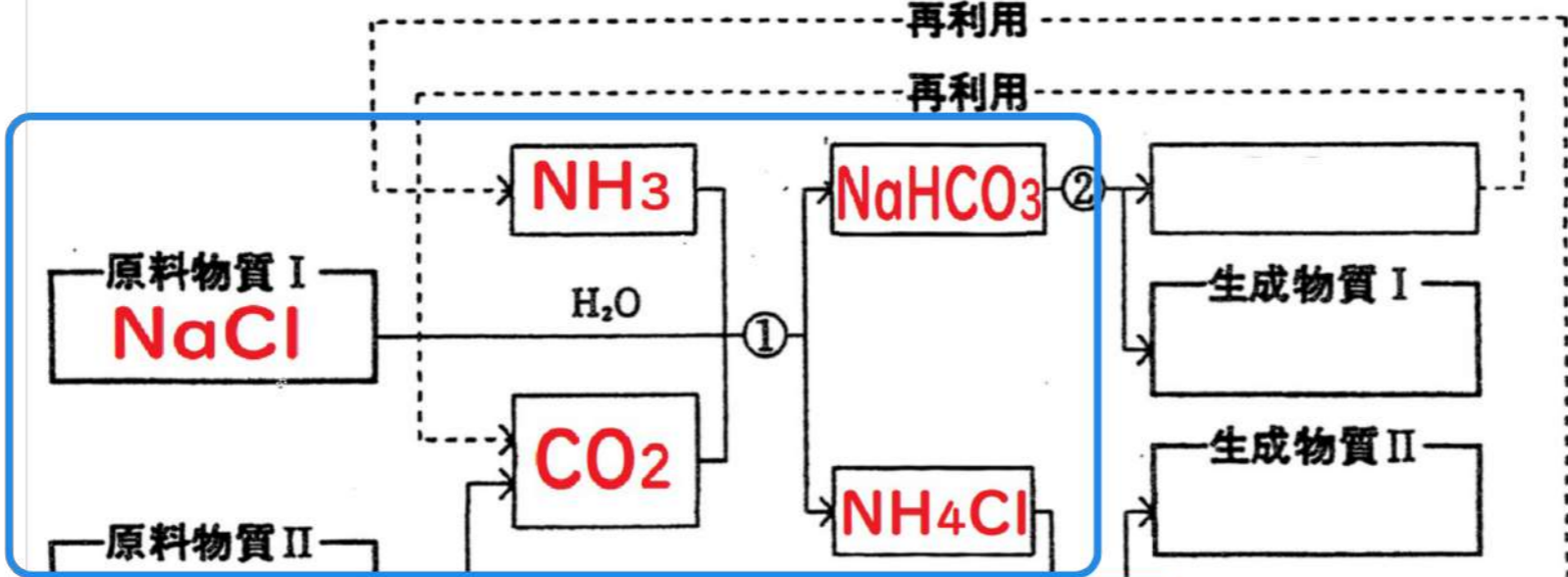
ずいぶんと複雑そうにみえますが……



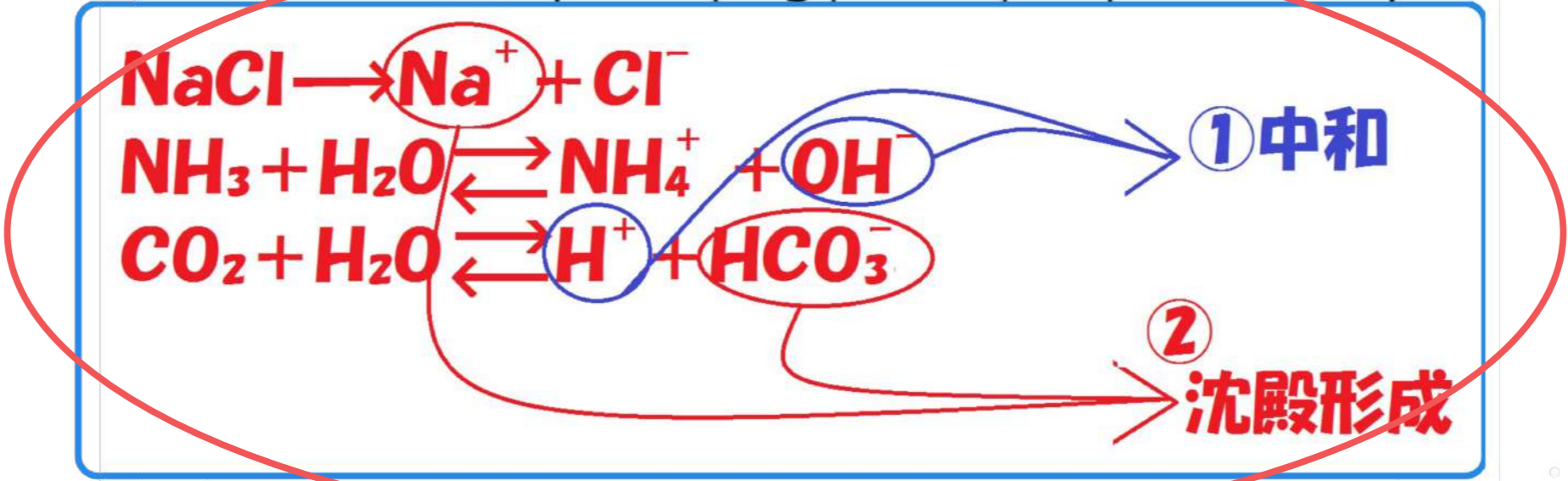
全体反応: ①×2+②+③+④+⑤ より、

[]には起こりえない反応を、[]を利用して[]なく引き起こしている。

Na₂CO₃ (NaHCO₃)の製法[アンモニアソーダ法(ソルベー法)]

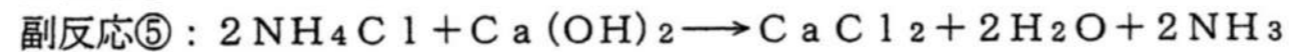
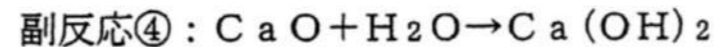
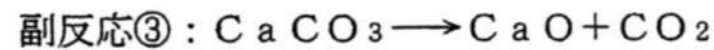
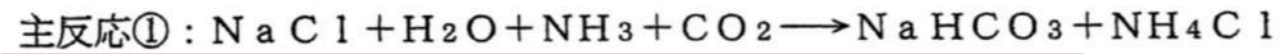
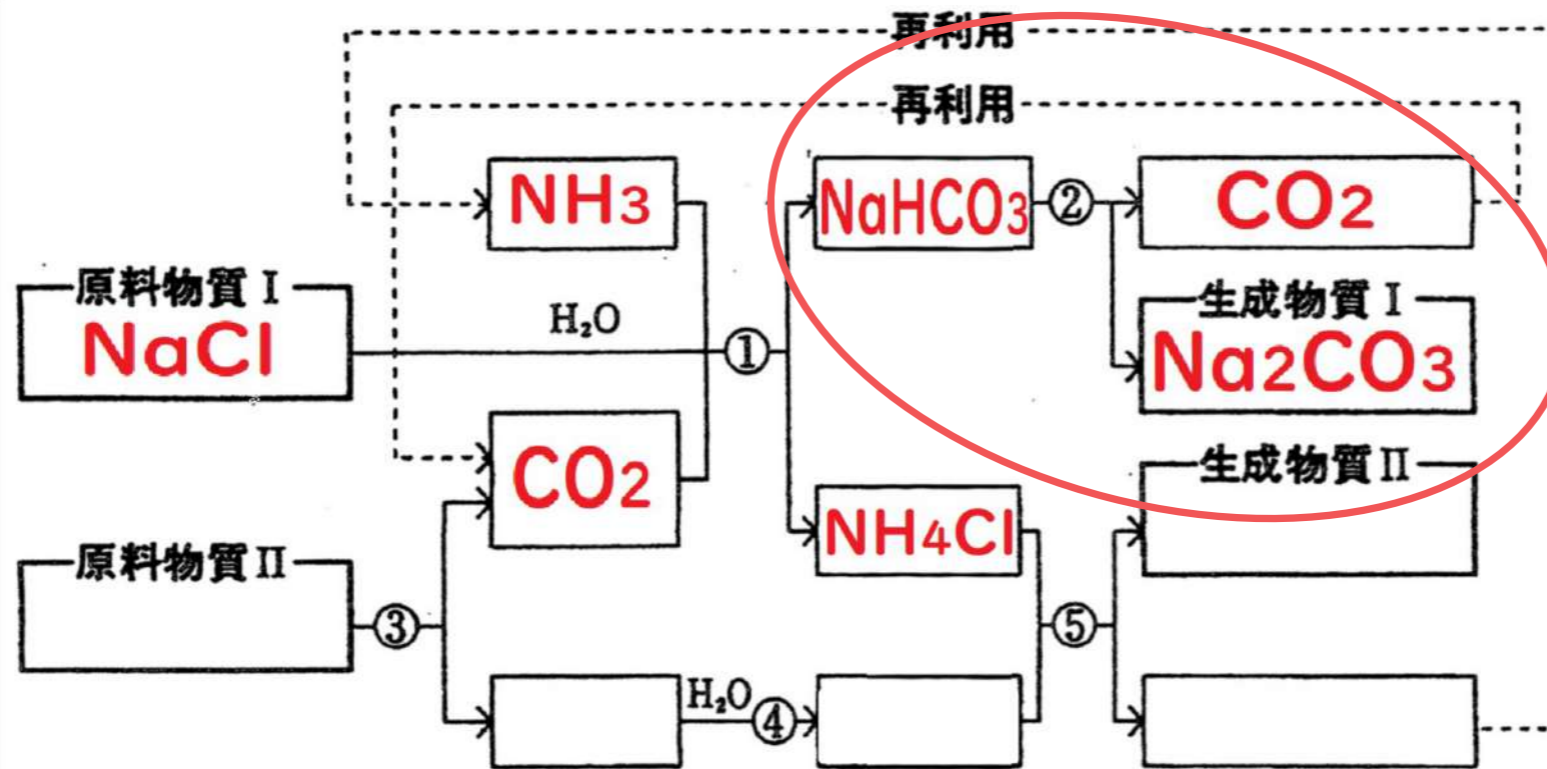


ずいぶん複雑そうにみえますが……



[]には起こりえない反応を、[]を利用して[]なく引き起こしている。

Na_2CO_3 (NaHCO_3)の製法[アンモニアソーダ法(ソルバー法)]

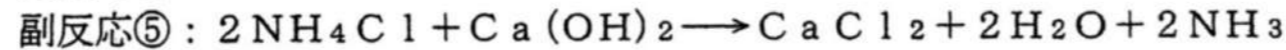
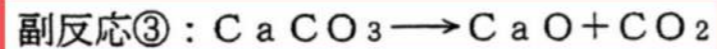
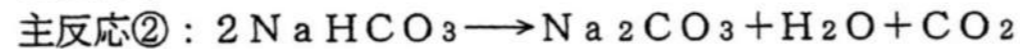
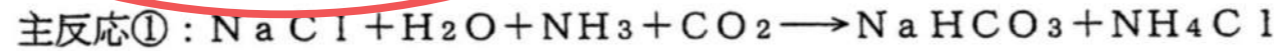
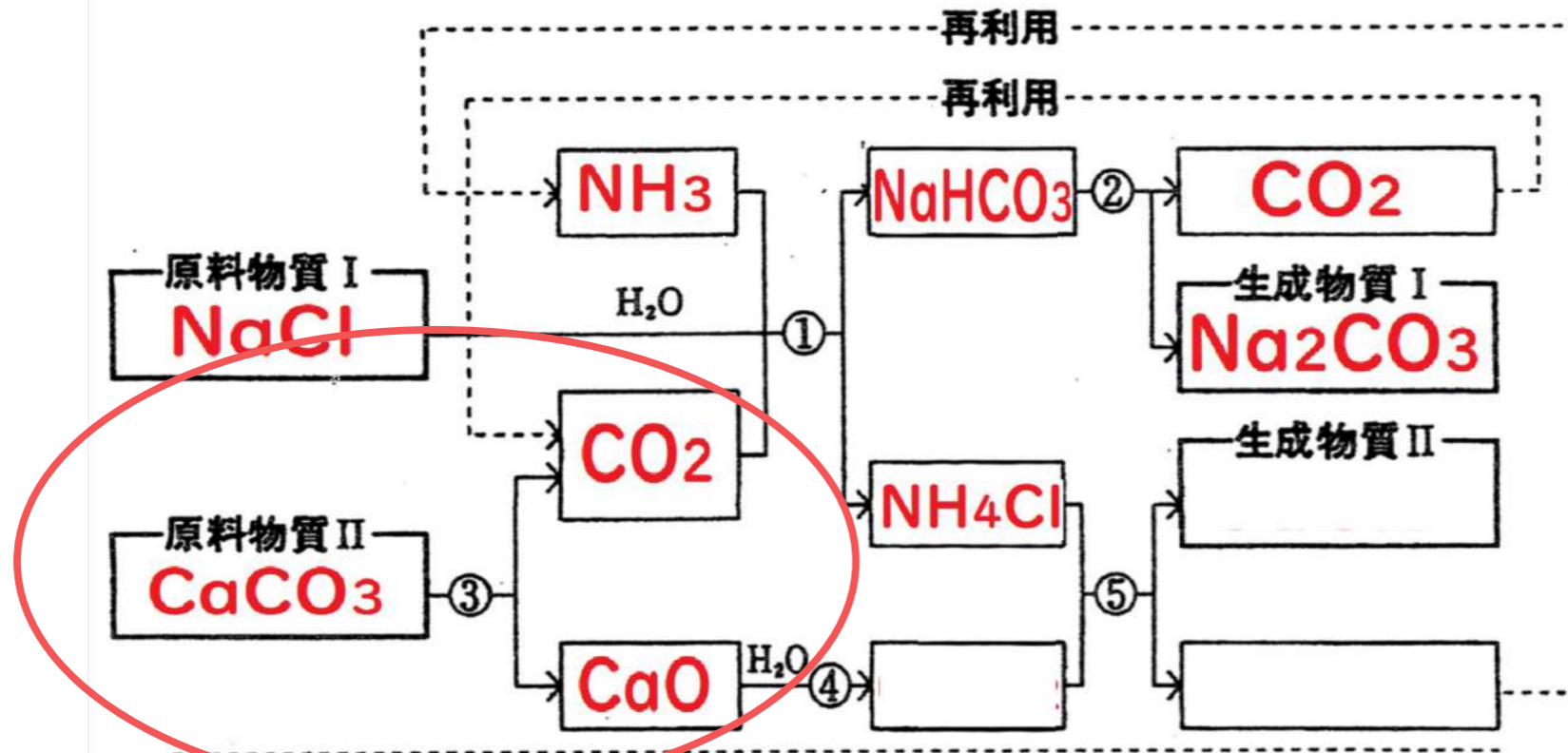


全体反応: ①×2+②+③+④+⑤ より、

[]

[]には起こりえない反応を、[]を利用して[]なく引き起こしている。

Na_2CO_3 (NaHCO_3)の製法[アンモニアソーダ法(ソルベー法)]

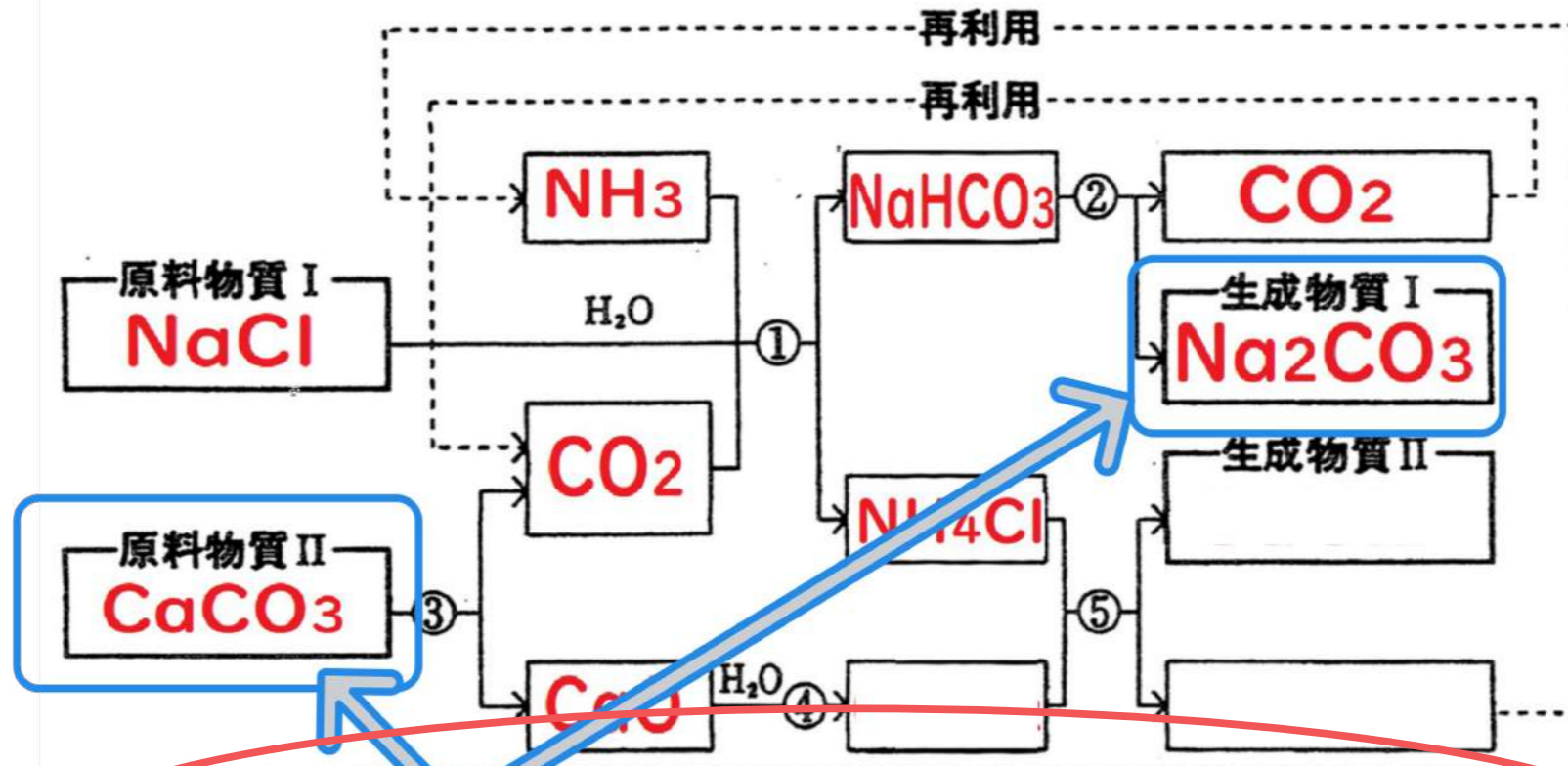


全体反応: ①×2+②+③+④+⑤ より、

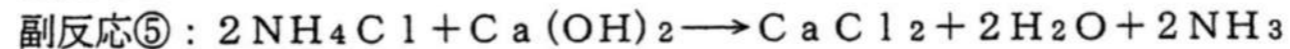
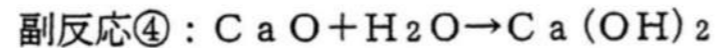
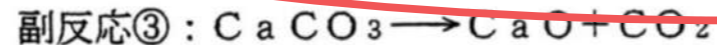
[]

[]には起こりえない反応を、[]を利用して[]なく引き起こしている。

Na_2CO_3 (NaHCO_3)の製法[アンモニアソーダ法(ソルベー法)]



どちらの方がより熱的に安定でしょうか？

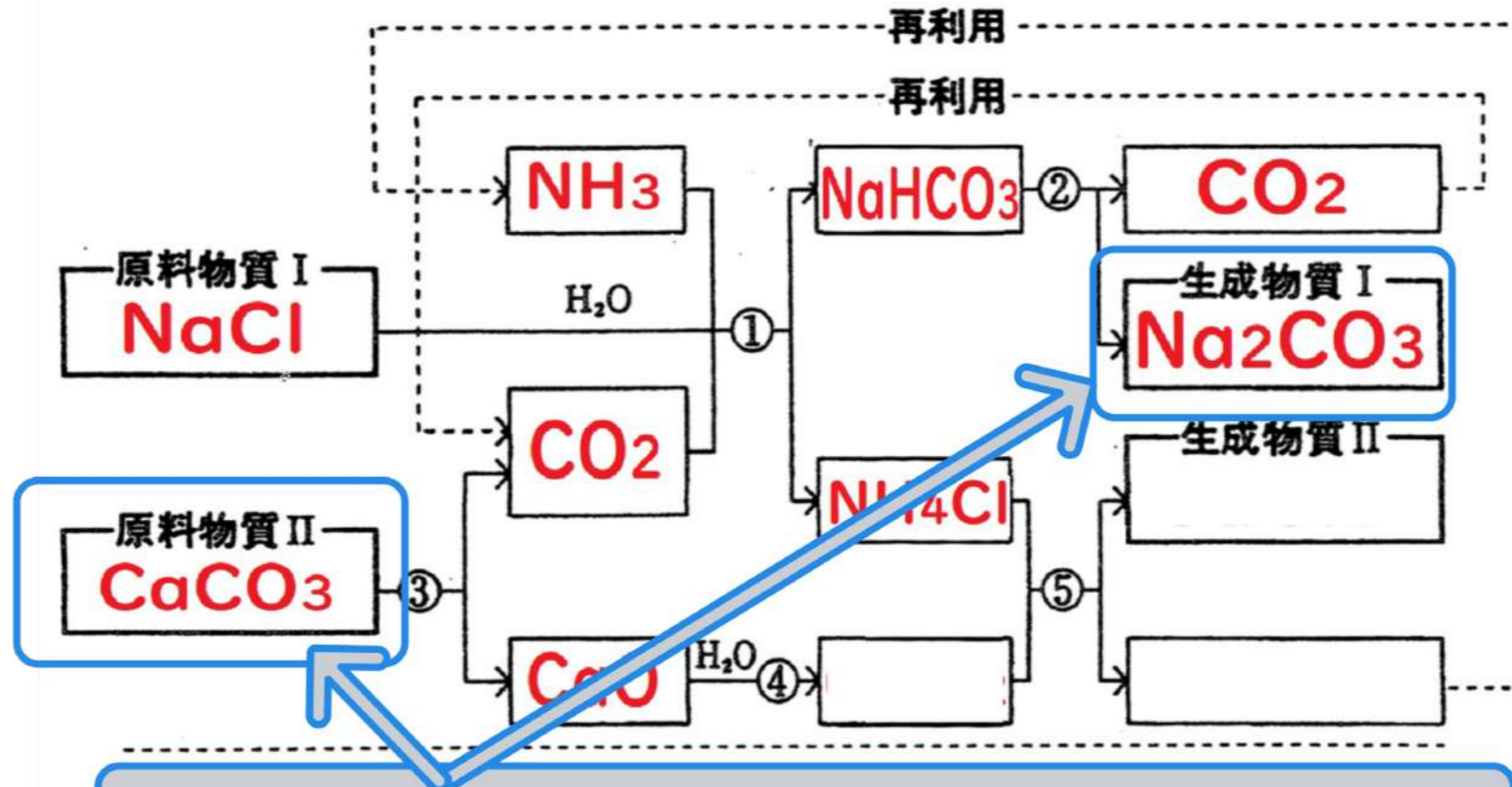


全体反応 : ①×2 + ② + ③ + ④ + ⑤ より、

[]

[]には起こりえない反応を、[]を利用して[]なく引き起こしている。

Na_2CO_3 (NaHCO_3)の製法[アンモニアソーダ法(ソルベー法)]



どちらの方がより熱的に安定でしょうか？

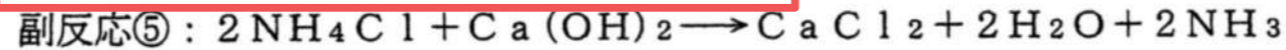
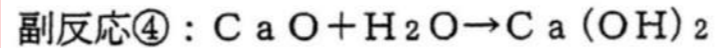
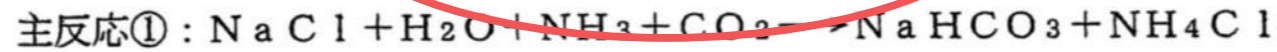
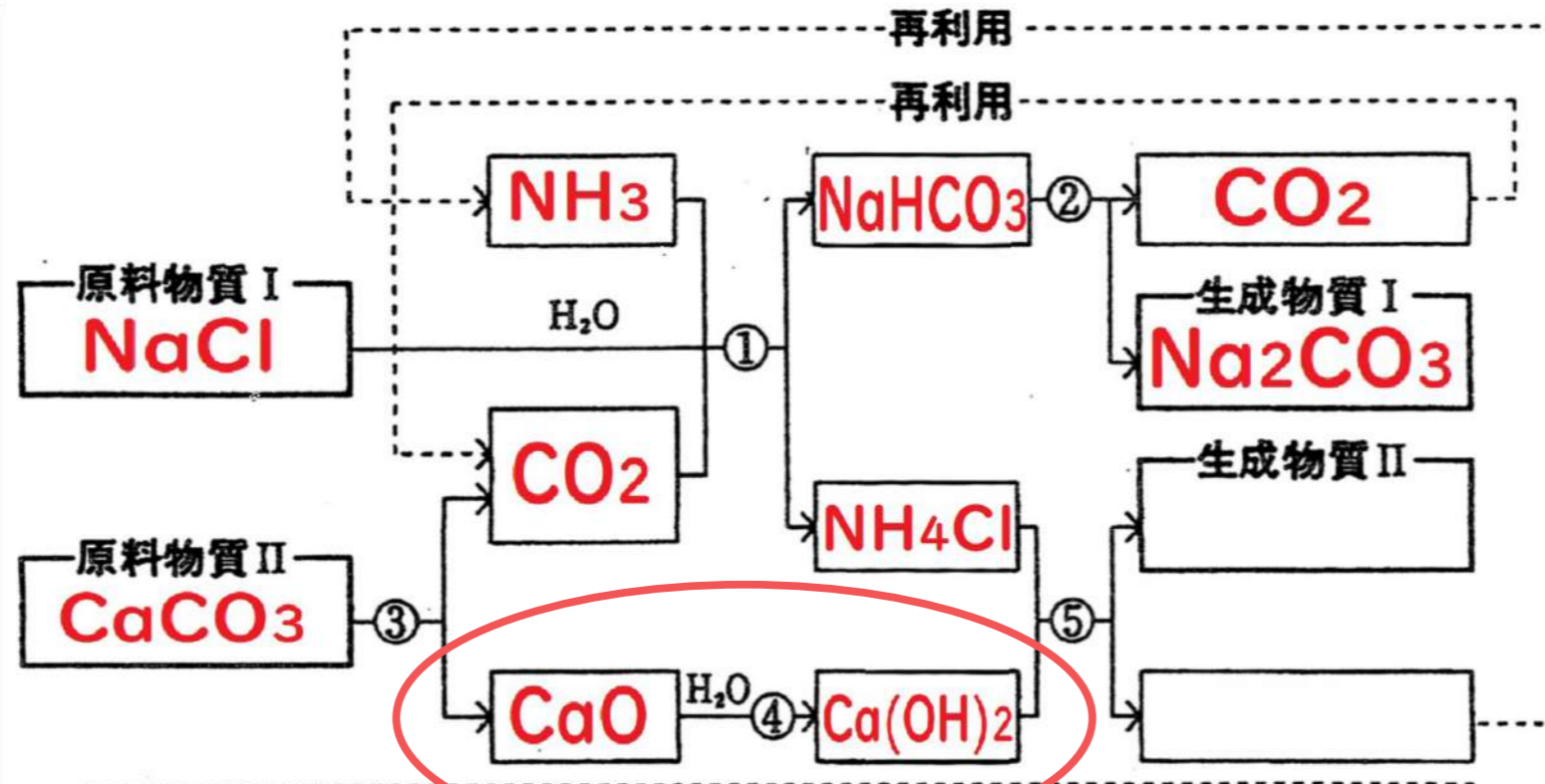
副反応③ : $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$
 副反応④ : $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$
 副反応⑤ : $2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_3$

ナトリウム塩の方ですね。

全体反応 : ①×2 + ② + ③ + ④ + ⑤ より、

[]には起こりえない反応を、[]を利用して[]なく引き起こしている。

Na₂CO₃ (NaHCO₃)の製法[アンモニアソーダ法(ソルベー法)]

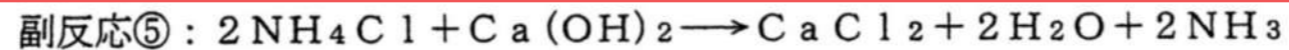
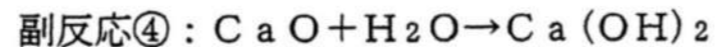
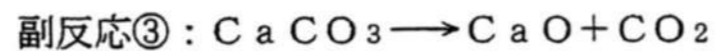
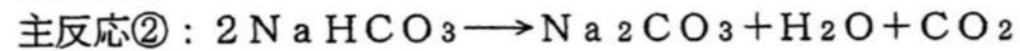
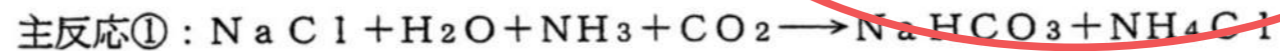
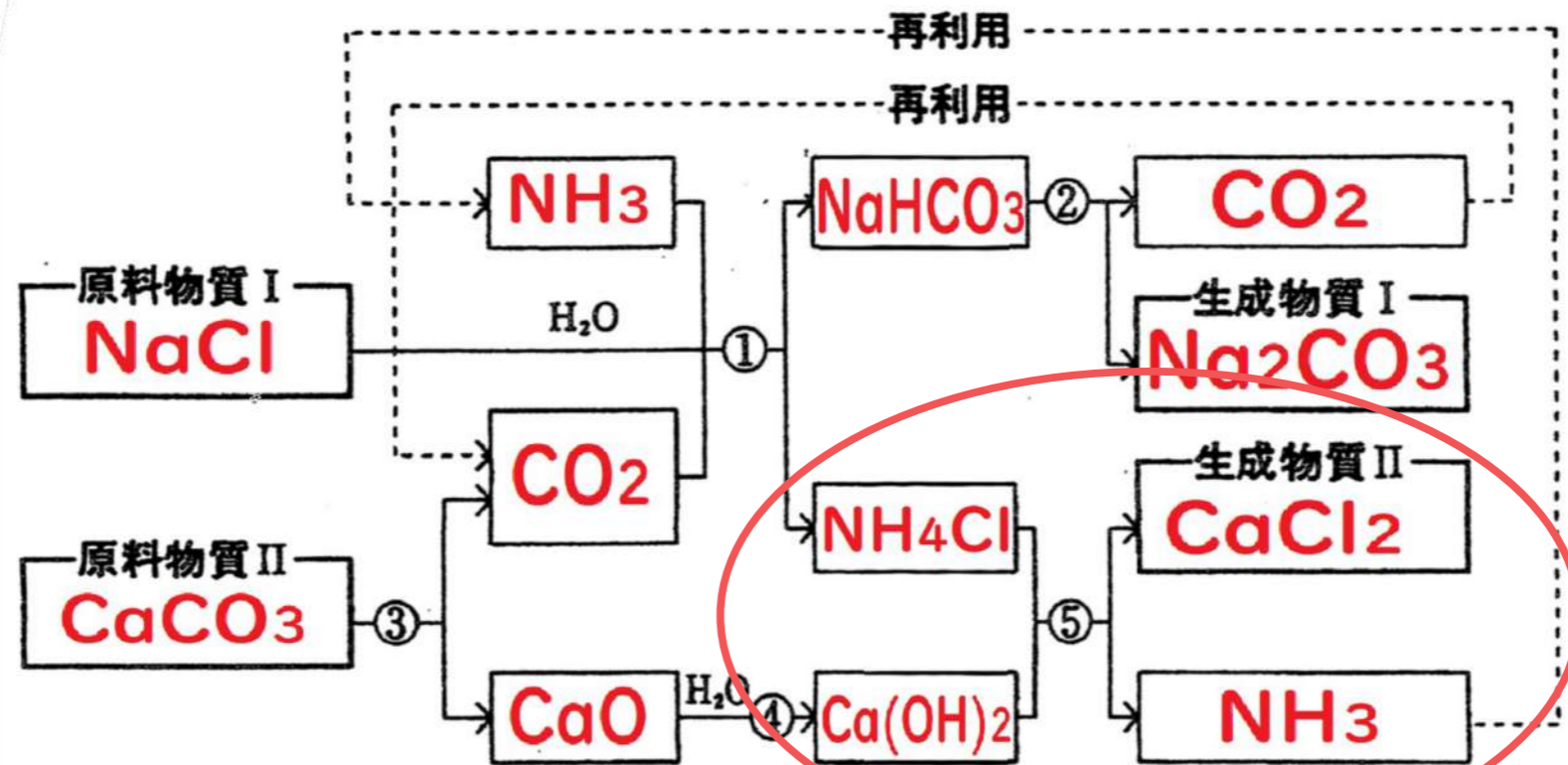


全体反応 : ①×2 + ② + ③ + ④ + ⑤ より、

[]

[]には起こりえない反応を、[]を利用して[]なく引き起こしている。

Na_2CO_3 (NaHCO_3)の製法[アンモニアソーダ法(ソルベー法)]

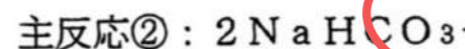
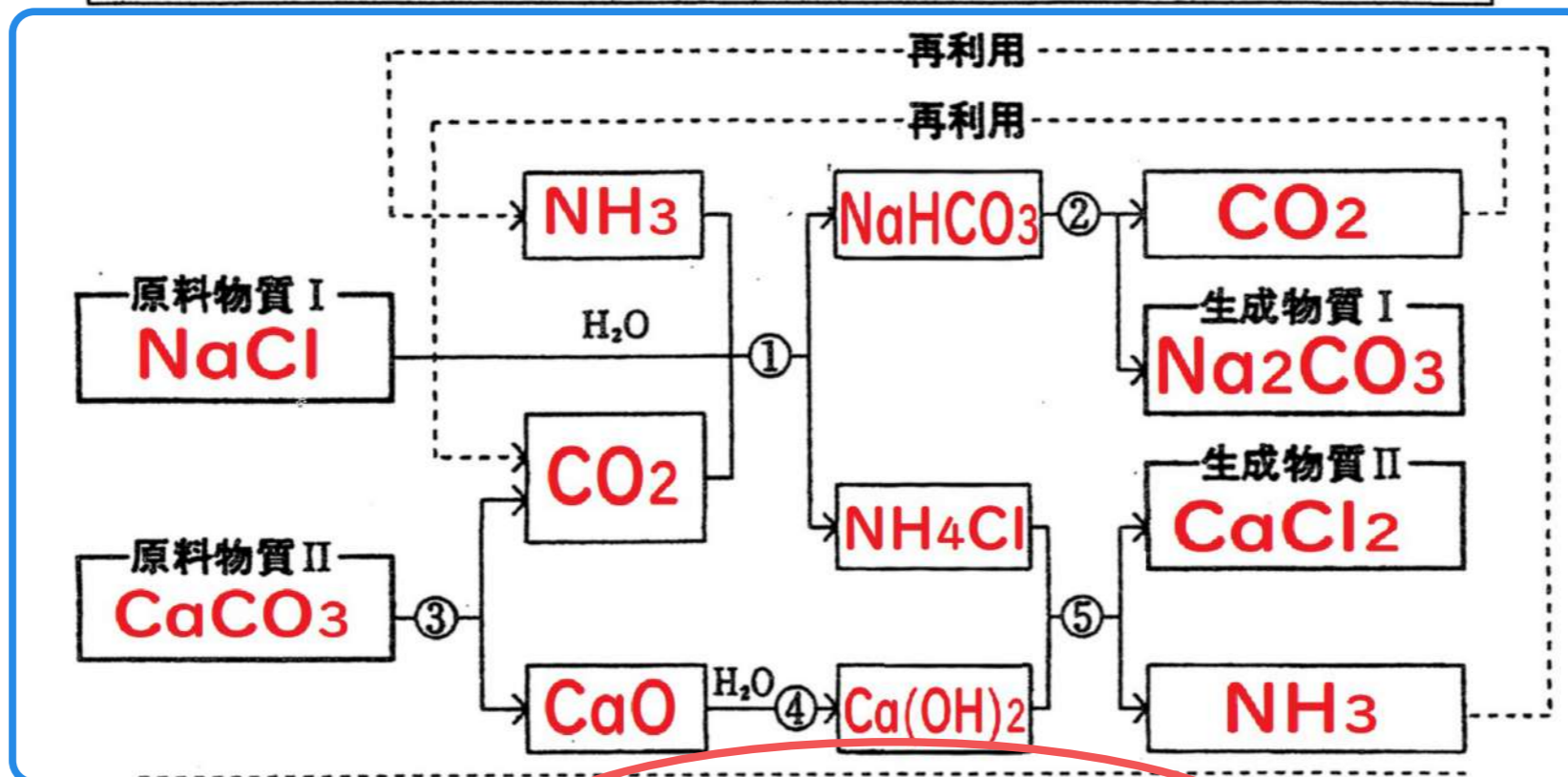


全体反応 : ①×2 + ② + ③ + ④ + ⑤ より、

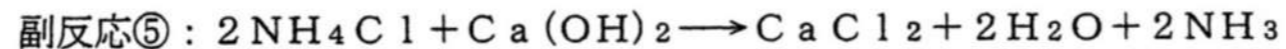
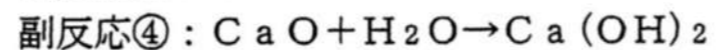
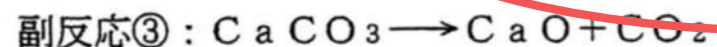
[]

[]には起こりえない反応を、[]を利用して[]なく引き起こしている。

Na_2CO_3 (NaHCO_3)の製法[アンモニアソーダ法(ソルベー法)]



無駄はあるか？

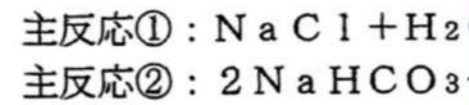
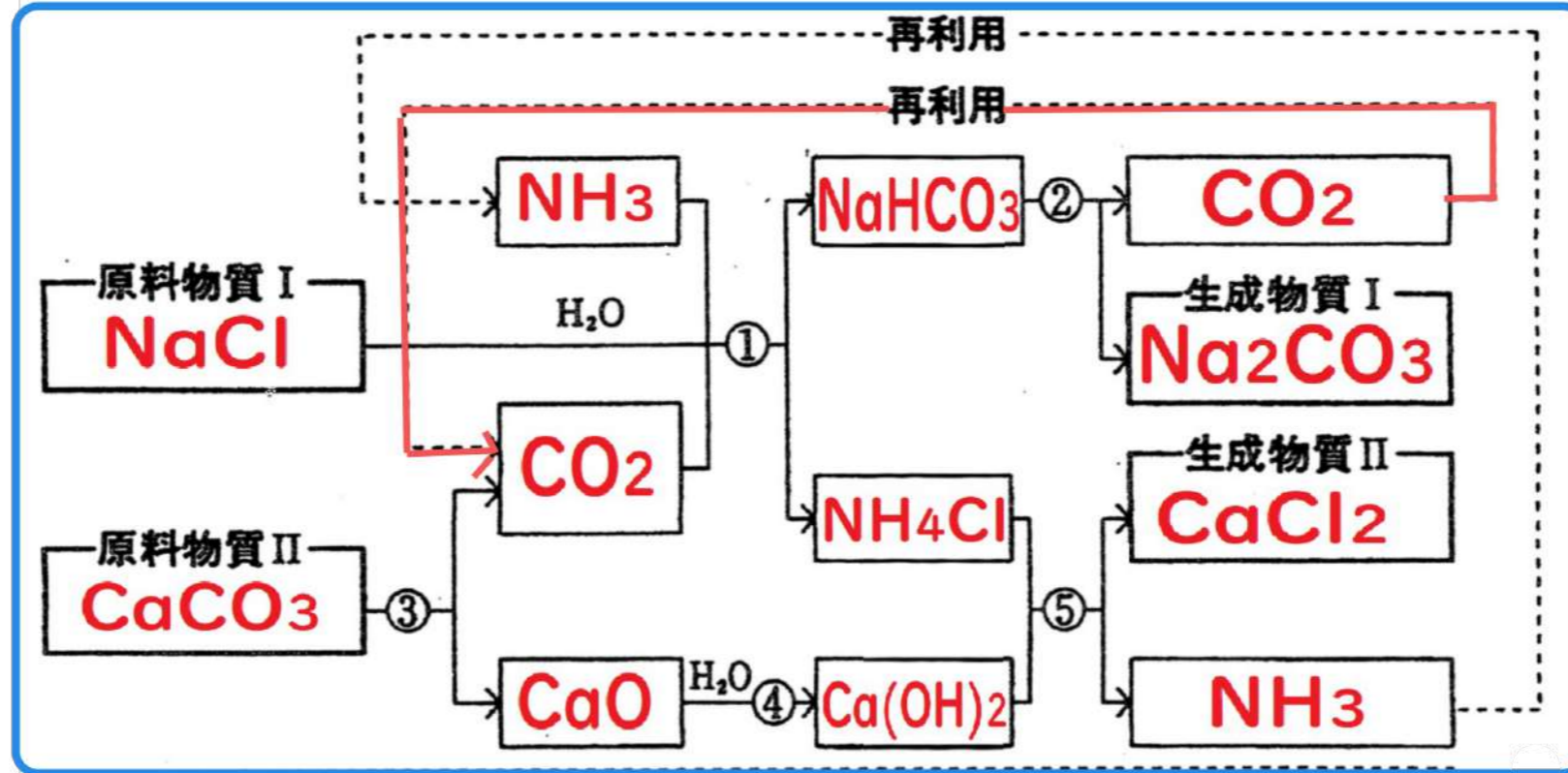


全体反応: ①×2+②+③+④+⑤ より、

[]

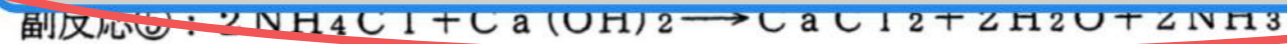
[]には起こりえない反応を、[]を利用して[]なく引き起こしている。

Na_2CO_3 (NaHCO_3)の製法[アンモニアソーダ法(ソルベー法)]



無駄はあるか？

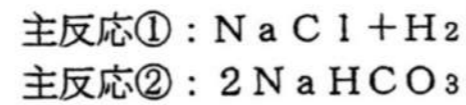
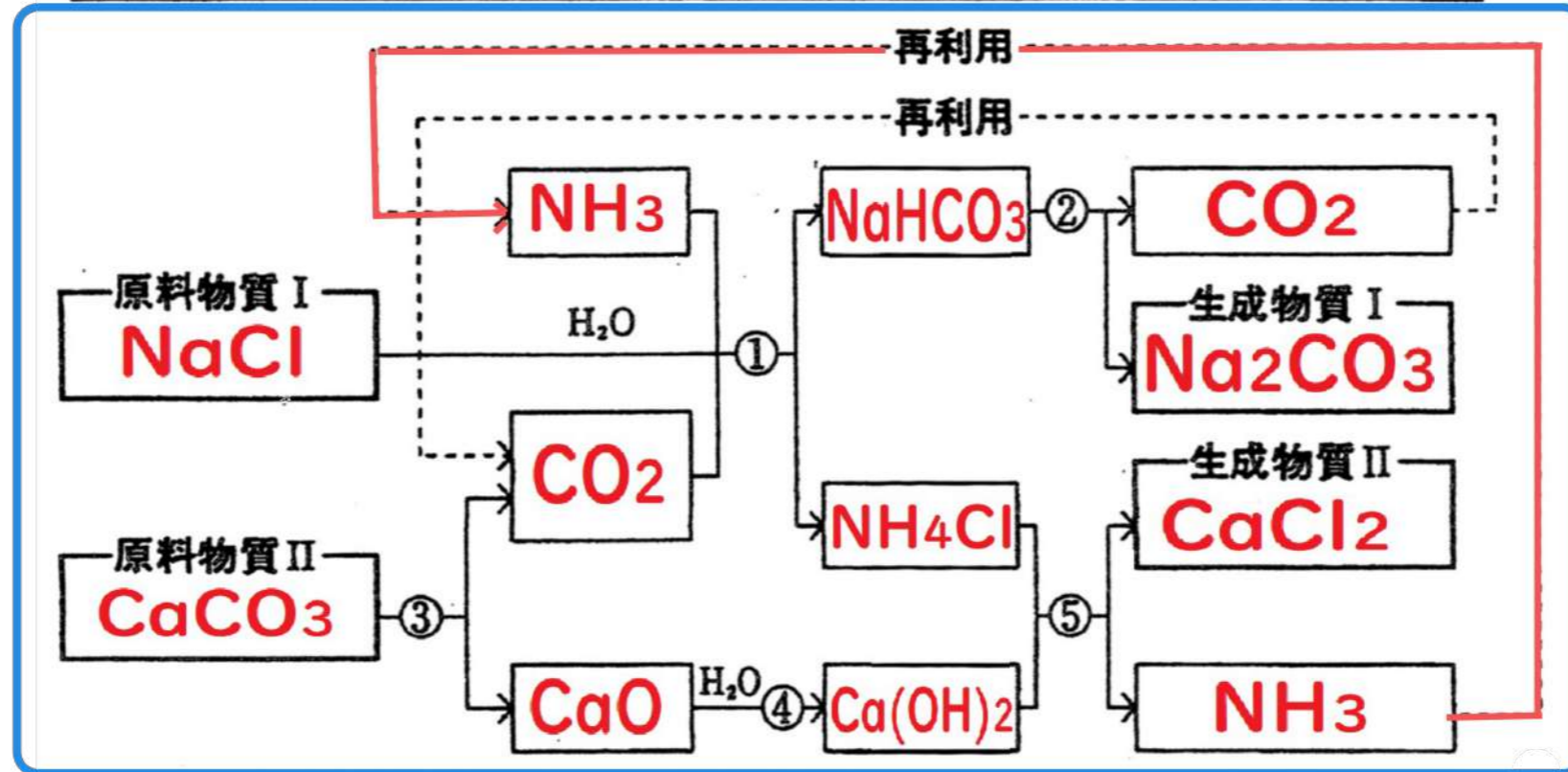
二酸化炭素の半分は回収・再利用されている。



全体反応: ①×2 + ② + ③ + ④ + ⑤ より、

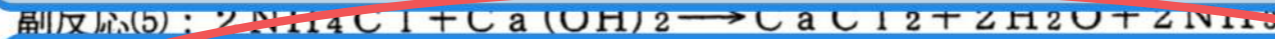
[]には起こりえない反応を、[]を利用して[]なく引き起こしている。

Na_2CO_3 (NaHCO_3)の製法[アンモニアソーダ法(ソルベー法)]



無駄はあるか？

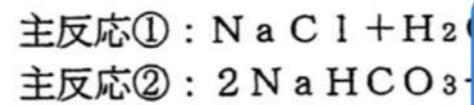
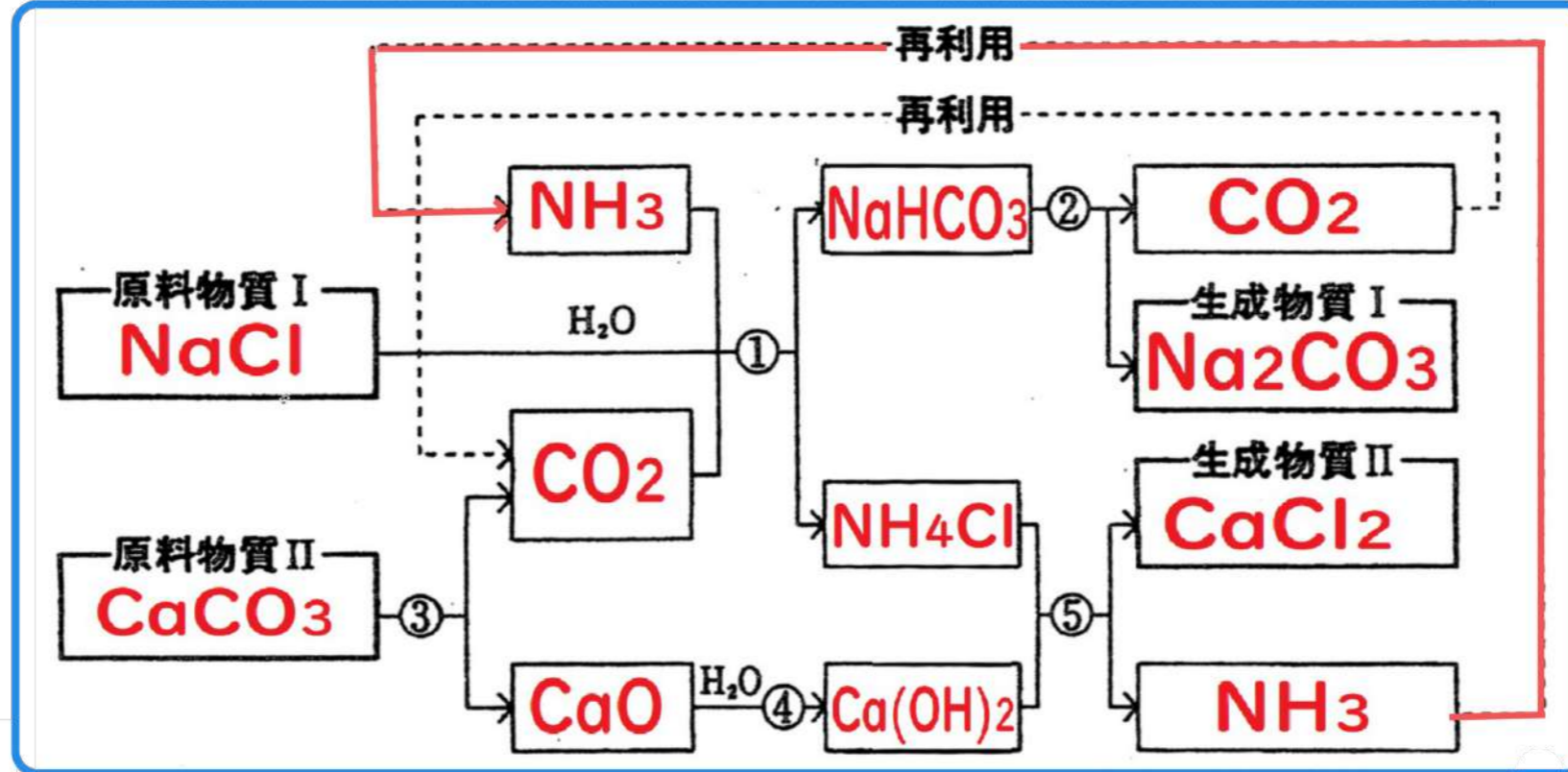
二酸化炭素の半分は回収・再利用されている。



アンモニアは100%回収・再利用されていて外部から連続供給する必要がない。

[] には起こりえない反応を、[] を利用して [] なく引き起こしている。

Na_2CO_3 (NaHCO_3)の製法[アンモニアソーダ法(ソルベー法)]



無駄はあるか？

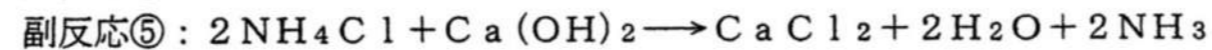
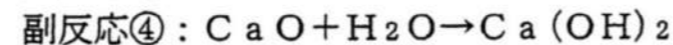
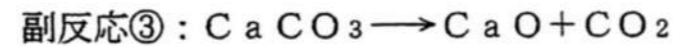
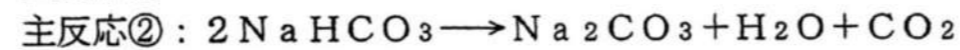
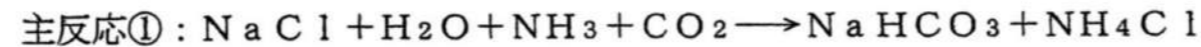
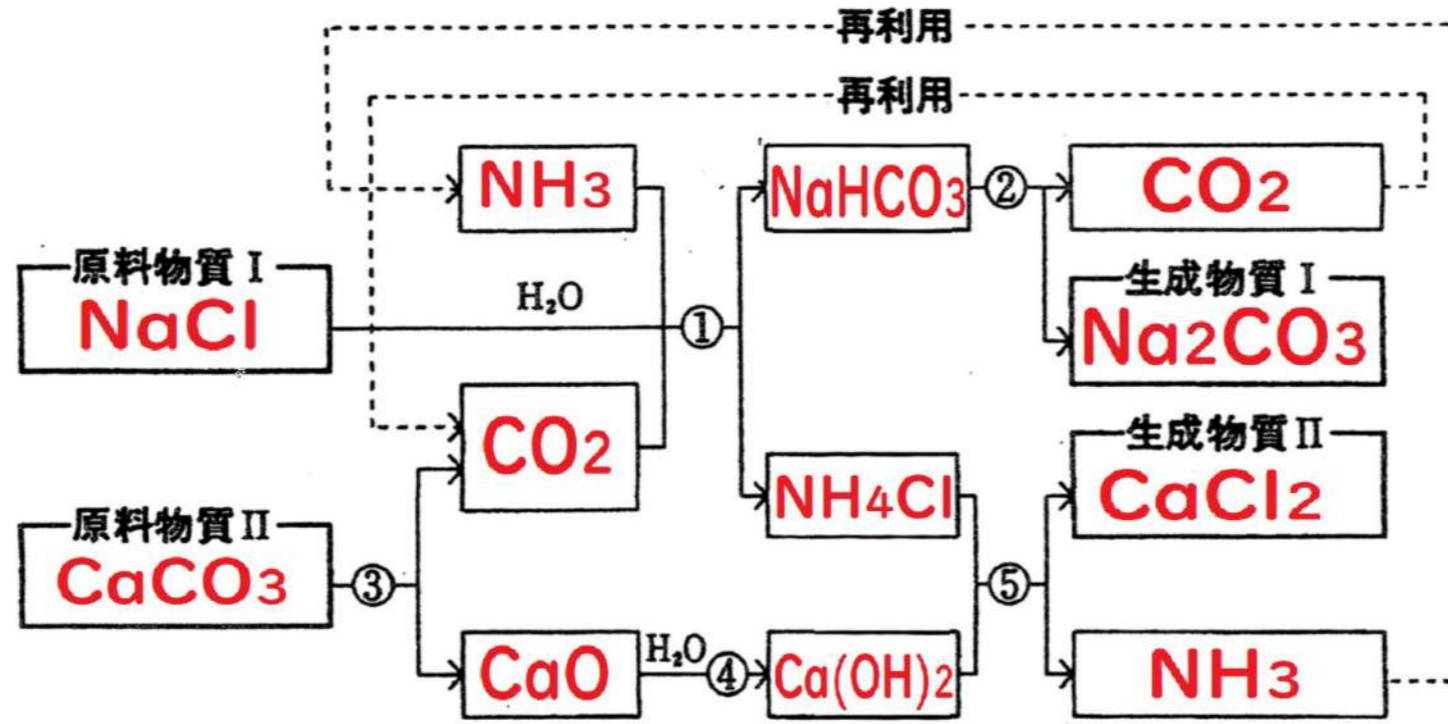
二酸化炭素の半分は回収・再利用されている。



アンモニアは100%回収・再利用されていて外部から連続供給する必要がない。

[]には起こりえない反応を、[アンモニア]を利用して[無駄]なく引き起こしている。

Na_2CO_3 (NaHCO_3)の製法[アンモニアソーダ法(ソルベー法)]

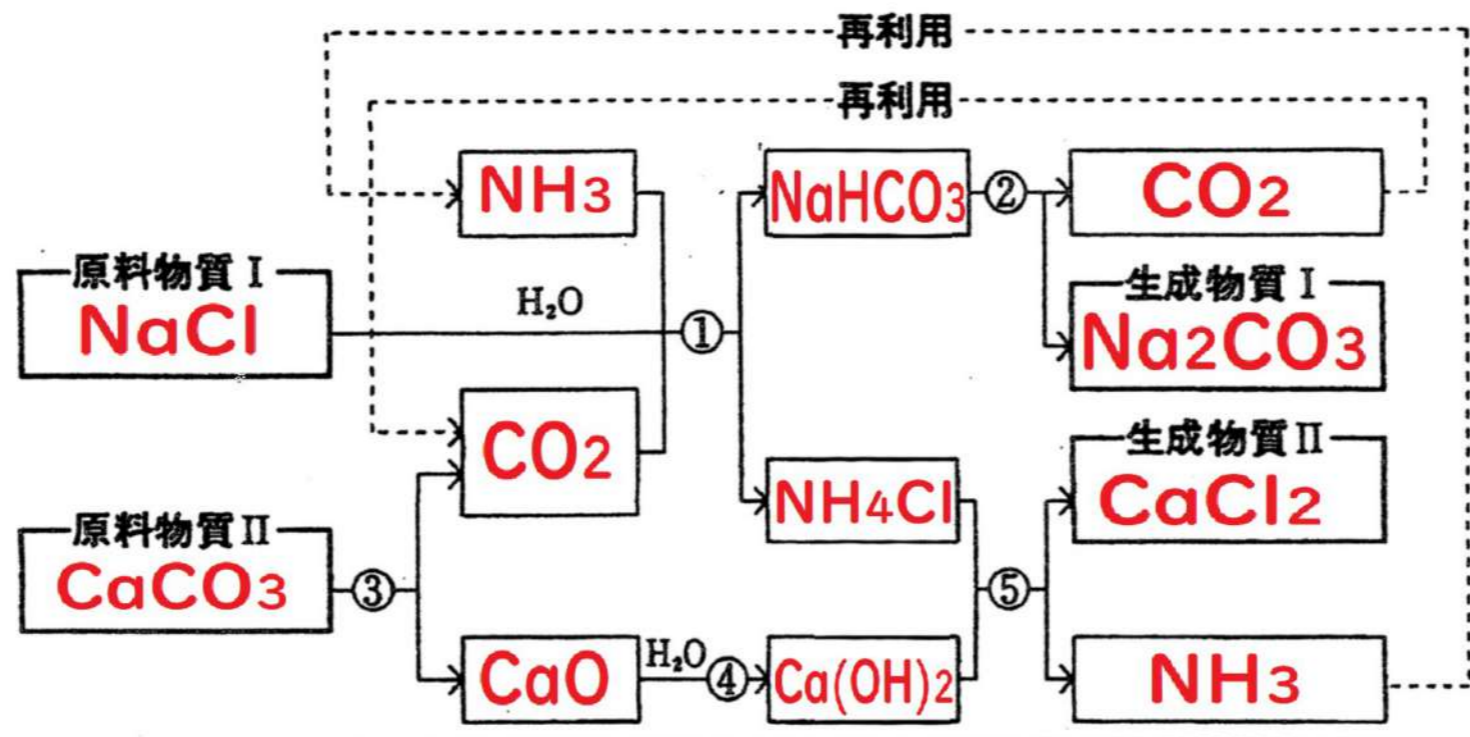


全体反応: ①×2+②+③+④+⑤ より、

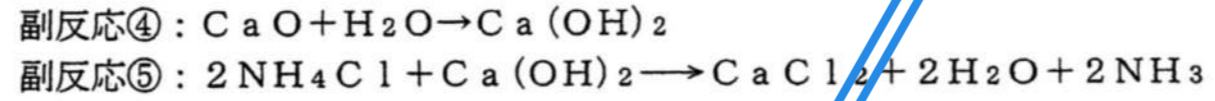


[] には起こりえない反応を、[アンモニア]を利用して[無駄]なく引き起こしている。

Na₂CO₃ (NaHCO₃)の製法[アンモニアソーダ法(ソルベー法)]



この反応の逆反応は自然に起こりますが、この反応の正反応は自然には起こりません。

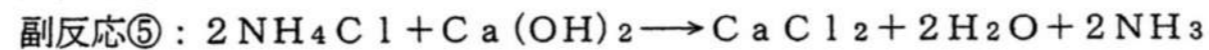
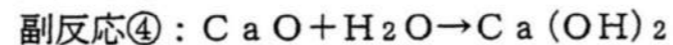
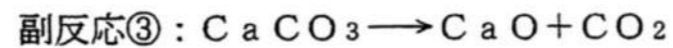
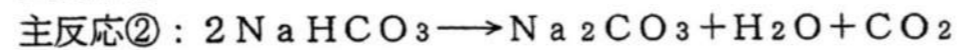
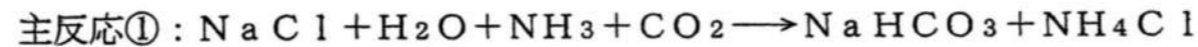
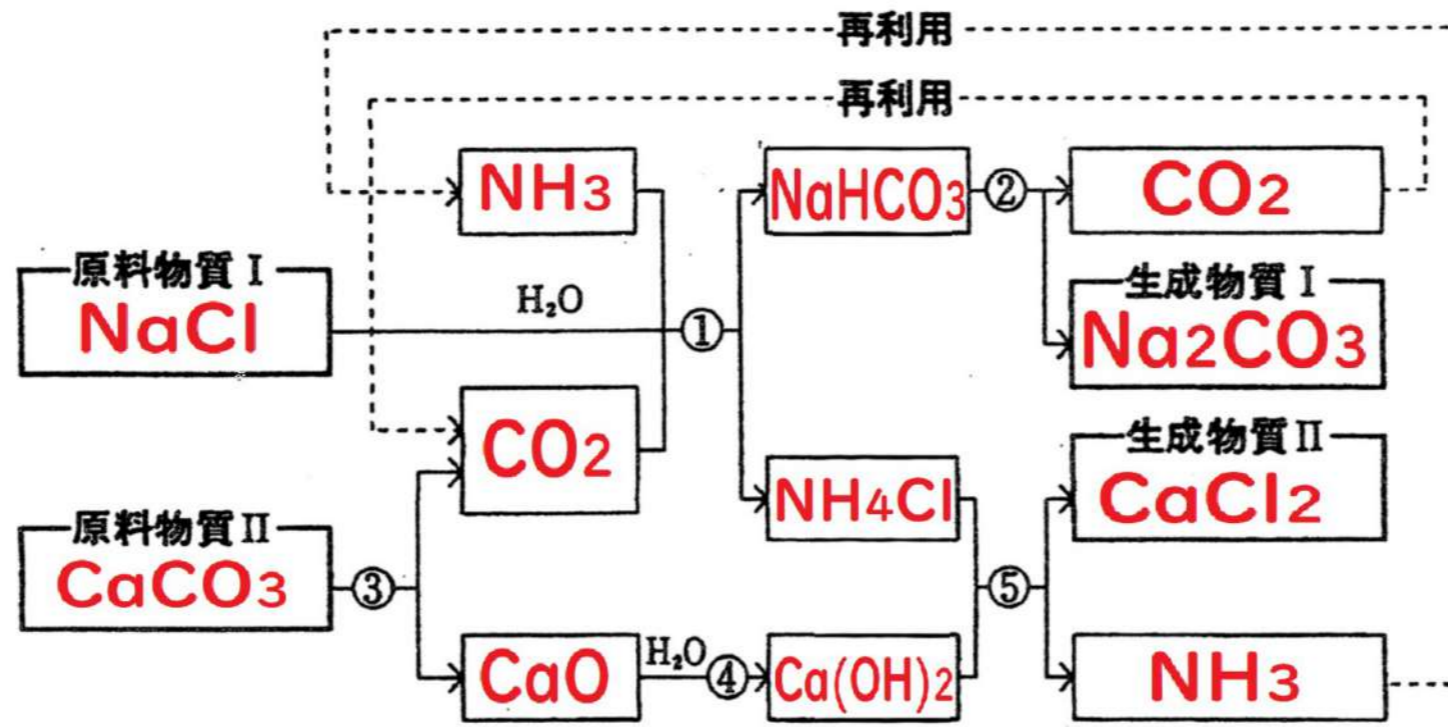


全体反応 : ①×2 + ② + ③ + ④ + ⑤ より、



[] には起こりえない反応を、[アンモニア]を利用して[無駄]なく引き起こしている。

Na_2CO_3 (NaHCO_3)の製法[アンモニアソーダ法(ソルベー法)]



全体反応: ①×2+②+③+④+⑤ より、



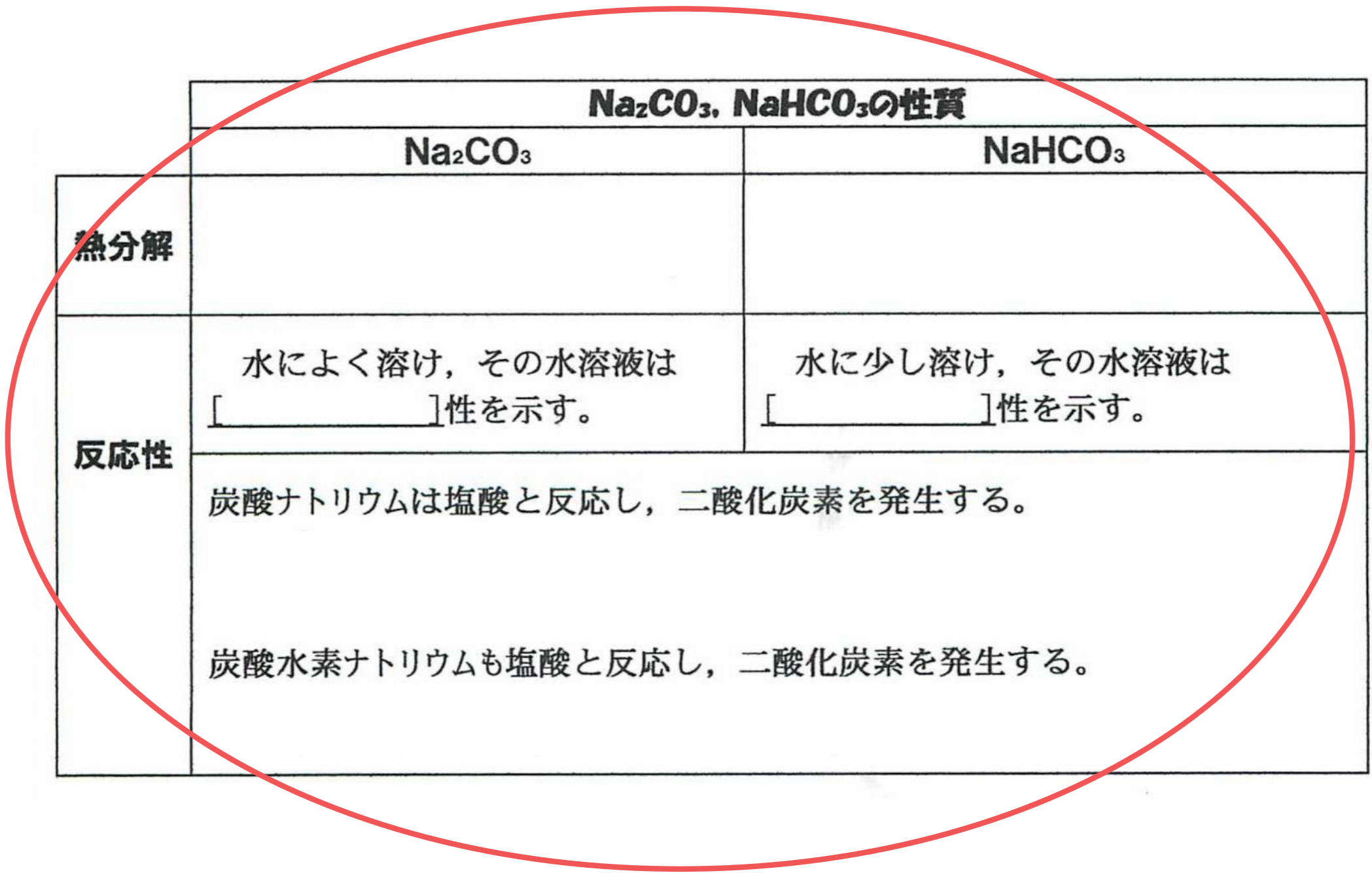
[自然]には起こりえない反応を、[アンモニア]を利用して[無駄]なく引き起こしている。

炭酸ナトリウム十水和物は風解性をもつ。
(他には硫酸銅(II)五水和物など)



(重曹)

の性質



Na₂CO₃, NaHCO₃の性質		
	Na₂CO₃	NaHCO₃
熱分解		
反応性	水によく溶け、その水溶液は []性を示す。	水に少し溶け、その水溶液は []性を示す。
	炭酸ナトリウムは塩酸と反応し、二酸化炭素を発生する。	
	炭酸水素ナトリウムも塩酸と反応し、二酸化炭素を発生する。	

		Na₂CO₃, NaHCO₃の性質	
		Na₂CO₃	NaHCO₃
熱分解			加熱すると分解する。 $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
反応性		水によく溶け、その水溶液は 性を示す。	水に少し溶け、その水溶液は 性を示す。
	炭酸ナトリウムは塩酸と反応し、二酸化炭素を発生する。		
		炭酸水素ナトリウムも塩酸と反応し、二酸化炭素を発生する。	

Na ₂ CO ₃ , NaHCO ₃ の性質		
	Na ₂ CO ₃	NaHCO ₃
熱分解	加熱しても分解しにくい。	加熱すると分解する。 $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
反応性	水によく溶け、その水溶液は 性を示す。	水に少し溶け、その水溶液は 性を示す。
	炭酸ナトリウムは塩酸と反応し、二酸化炭素を発生する。 炭酸水素ナトリウムも塩酸と反応し、二酸化炭素を発生する。	

Na ₂ CO ₃ , NaHCO ₃ の性質		
	Na ₂ CO ₃	NaHCO ₃
熱分解	加熱しても分解しにくい。	加熱すると分解する。 $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
反応性	水によく溶け、その水溶液は 比較的強い塩基 性を示す。	水に少し溶け、その水溶液は 性を示す。
	炭酸ナトリウムは塩酸と反応し、二酸化炭素を発生する。	
	炭酸水素ナトリウムも塩酸と反応し、二酸化炭素を発生する。	

Na ₂ CO ₃ , NaHCO ₃ の性質		
	Na ₂ CO ₃	NaHCO ₃
熱分解	加熱しても分解しにくい。	加熱すると分解する。 $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
反応性	水によく溶け、その水溶液は 比較的強い塩基性を示す。	水に少し溶け、その水溶液は 弱い塩基性を示す。
	炭酸ナトリウムは塩酸と反応し、二酸化炭素を発生する。	
	炭酸水素ナトリウムも塩酸と反応し、二酸化炭素を発生する。	

Na ₂ CO ₃ , NaHCO ₃ の性質		
	Na ₂ CO ₃	NaHCO ₃
熱分解	加熱しても分解しにくい。	加熱すると分解する。 2NaHCO ₃ → Na ₂ CO ₃ + H ₂ O + CO ₂
反応性	水によく溶け、その水溶液は 比較的強い塩基性を示す。	水に少し溶け、その水溶液は 弱い塩基性を示す。
	炭酸ナトリウムは塩酸と反応し、二酸化炭素を発生する。 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$ $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ 炭酸水素ナトリウムも塩酸と反応し、二酸化炭素を発生する。	

Na₂CO₃, NaHCO₃の性質		
	Na₂CO₃	NaHCO₃
熱分解	加熱しても分解しにくい。	加熱すると分解する。 $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
反応性	水によく溶け、その水溶液は 比較的強い塩基性を示す。	水に少し溶け、その水溶液は 弱い塩基性を示す。
	炭酸ナトリウムは塩酸と反応し、二酸化炭素を発生する。 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$ $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ 炭酸水素ナトリウムも塩酸と反応し、二酸化炭素を発生する。 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$	

ナトリウムの製法と性質

ナトリウムの単体に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

ナトリウムの単体をつくるには、多くは塩化カルシウムと塩化ナトリウムの混合物を利用した が用いられ、(a)そのときに陽極では塩素が発生する。

ナトリウムは、銀白色の軟らかくて (b)軽く、融点が高い金属 である。ナトリウムは (c)反応性が高く、空気中で表面がたやすく酸化されて光沢を失う。常温で水と激しく反応して と気体の が生成する。 (d)加熱したナトリウムを塩素ガス中に入れると、両者が激しく反応する。

問 1 空欄 の中に適当な語句を入れよ。

問 2 下線部(a)のとき、陰極で起こる反応を電子 e^- を用いた式で示せ。

問 3 下線部(b)について、次の(1)、(2)に答えよ。

- (1) ナトリウムの密度は、水の密度よりも大きい小さいか。
- (2) ナトリウムの融点は、水の沸点よりも高いか低い。

問 4 下線部(c)について、次の(1)、(2)に答えよ。

- (1) 空欄 , の中に適当な化学式を入れよ。
- (2) ナトリウムの保存法について簡単に述べよ。

問 5 下線部(d)を化学反応式で示せ。

水酸化ナトリウムの製法と性質

水酸化ナトリウムに関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

(e)水酸化ナトリウムは、工業的には、塩化ナトリウム水溶液の電気分解によって得られている。塩化ナトリウム水溶液を黒鉛電極などを用いて電気分解すると、陽極と陰極とで気体を発生する反応が起こり、陰極付近の水溶液中に水酸化ナトリウムが生成する。塩化ナトリウム水溶液の電気分解による水酸化ナトリウムの工業的製法には、(f)陽極と陰極との間に隔壁を設けた隔膜法や最近では 法などがある。

問 6 下線部(e)について、次の(1)、(2)に答えよ。

- (1) この電気分解の陰極では還元反応が起こる。その反応を電子 e^- を用いた式で示せ。
- (2) 系全体としての反応の化学反応式を示せ。

問 7 下線部(f)について、次の(1)～(3)に答えよ。

- (1) 空欄 の中に適当な語句を入れよ。
- (2) 隔膜法と 法では、生成する水酸化ナトリウムの純度がより高いのはどちらか。
- (3) 陽極と陰極との間に隔壁を設けないと、どのような支障が生じるか。
45字以内で記せ（アルファベットは1文字を1字とする）。

問 8 水酸化ナトリウム水溶液に二酸化炭素を吸収させたときの反応を、二段階に分けて、化学反応式で示せ。

炭酸ナトリウムの工業的製法

炭酸ナトリウムの製法に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

炭酸ナトリウムの代表的な工業的製法として、ア法がよく知られている。この方法では、塩化ナトリウム（食塩）と炭酸カルシウム（石灰石）から炭酸ナトリウムができ、イが副産物として得られる。ア法は以下の5つの段階に分けて考えられる。

段階（Ⅰ）a塩化ナトリウムの飽和水溶液に2種の気体ウおよびエを吹き込むと、溶解度の小さいオが沈殿してくる。もう1つの生成物カは溶解している。この溶解度の差を利用してオとカを分離する。

段階（Ⅱ）bオを回転炉で熱すると炭酸ナトリウムとエなどが得られる。

段階（Ⅲ）また、c炭酸カルシウム（石灰石）を同様に熱するとキとエが生成する。得られたエを先の段階（Ⅰ）で利用する。

段階（Ⅳ）dキに水を作用させるとクができる。

段階（Ⅴ）eクとカを混ぜて熱すると、ウが発生し、同時にイも生成する。このウを回収し、先の段階（Ⅰ）に利用する。

このようにア法は、ウ、エを有効に利用できるように、多数の化学反応を組み合わせたものである。

問1 空欄アにあてはまる適当な語句を記せ。

問2 空欄イ～クにあてはまる適当な化合物の化学式を記せ。ただし、結晶水は省略せよ。

問3 下線部a～eの反応を化学反応式で示せ。

問4 下線部a～eをひとまとめにした反応を化学反応式で示せ。

炭酸ナトリウムの性質

次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

炭酸ナトリウムの濃い水溶液を室温で蒸発させると、水和水をもった結晶が得られる。この結晶を乾いた空气中に放置すると、結晶の表面が白い粉末状になる。この現象を という。

問5 炭酸ナトリウムを水に溶かしたとき、酸性、中性、塩基性のいずれを示すか。また、その理由をイオン反応式で示せ。

問6 炭酸水素ナトリウムについて、次の(1)～(3)に答えよ。

- (1) 水に溶かしたとき、酸性、中性、塩基性のいずれを示すか。また、その理由をイオン反応式で示せ。
- (2) 塩酸を加えたときの反応の反応式を書け。
- (3) 酸性塩、塩基性塩、正塩のいずれに属するか。

問7 空欄 にあてはまる適当な語句を記せ。

Na、NaOHに関する問題の解答

問1 熔融(融解)塩電解

問2 $\text{Na}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{Na}$

問3 (1) 小さい (2) 低い

問4 (1) イ NaOH ウ H_2

(2) 灯油(石油)中に保存する。

問5 $2\text{Na} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{NaCl}$

問6 (1) $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{OH}^- + \text{H}_2$

(2) $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2 + \text{Cl}_2$

問7 (1) イオン交換膜

(2) イオン交換膜法

(3) NaOHの収率が低下し、また、NaClやNaClOが生じてNaOHの純度が低下する。(42字)

問8 $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \longrightarrow 2\text{NaHCO}_3$

炭酸ナトリウムに関する問題の解答

問1 アンモニアソーダ(ソルベール)

問2 イ CaCl_2 ウ NH_3 エ CO_2 オ NaHCO_3

カ NH_4Cl キ CaO ク $\text{Ca}(\text{OH})_2$

問3 (a) $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$

(b) $2\text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

(c) $\text{CaCO}_3 \longrightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$

(d) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$

(e) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl} \longrightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3$

問4 $2\text{NaCl} + \text{CaCO}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2$

問5 液性 塩基性 理由 $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$

問6 (1) 液性 塩基性 理由 $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{OH}^-$

(2) $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

(3) 酸性塩

問7 風解