

付

塩化アンモニウム (Ammonium Chloride) の物性

1. 塩化アンモニウムの一般的性質

化学式	NH ₄ Cl
分子量	53.50
色 ¹⁾	無
結晶形 ¹⁾	等軸
比重 ¹⁾	1.5317 (25/4°C)
比熱 ³⁾	22.1 cal/mol·°C (50°C)
転移熱 ¹⁾	(正は吸熱)
III→II	(457.6°K) 1.0 kcal/mol
II→I	(242.8°K) 0.2 //
生成熱 ¹⁾	(固体II)
	$\Delta H^\circ = -75.38 \text{ kcal/mol (25°C)}$

生成自由エネルギー¹⁾ (固体II)

$$\Delta G^\circ = -48.73 \text{ kcal/mol (25°C)}$$

溶解熱³⁾ (飽和度まで溶解したときの溶解熱)

$$4.06 \text{ kcal/mol (0°C)}$$

$$3.84 \text{ // (19°C)}$$

溶解度⁵⁾ 水……… 29.4 g/100 g-H₂O (0°C)

$$37.2 \text{ // (20°C)}$$

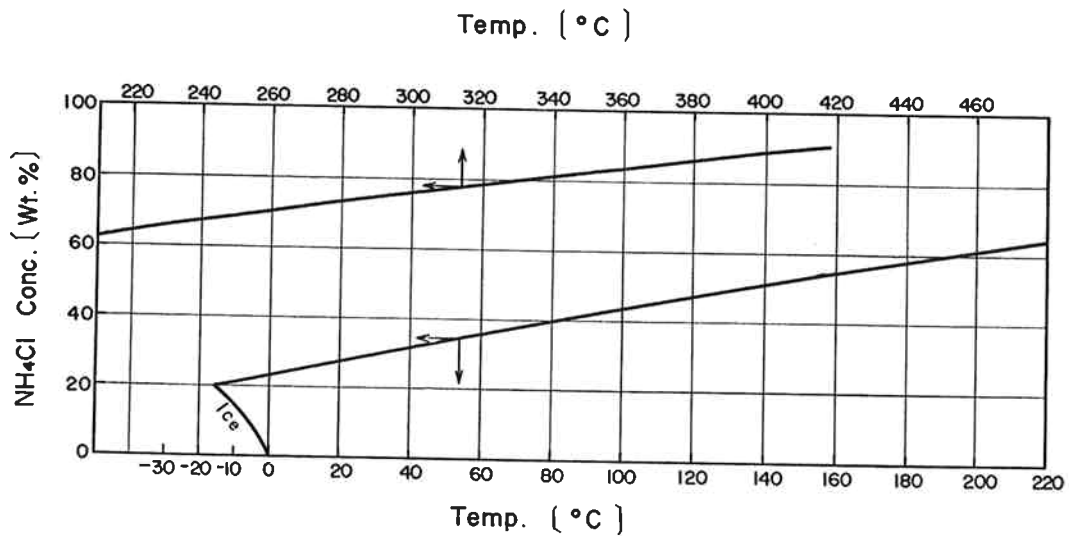
メタノール…3.54 g/100 g-CH₃OH (25°C)昇華温度^{1) 6)} 337.8°C屈折率³⁾ $n_D^{25} = 1.6385$ 体膨脹係数^{1) 3)} 2.8×10^{-4} (19~-78°C)等温圧縮率¹⁾ $5.9 \times 10^{-6} \text{ cm}^3/\text{kg}$ (0~2000kg/cm²)2. NH₄Cl-H₂O 平衡図⁴⁾

図 1

F. P Ice+NH₄Cl -16.0°C 19.5 wt.% NH₄ClB. P_{748 Torr} 116.0°C 45.52 wt.% NH₄Cl

Mulder, G. J.: Bijdragen tot de geschiedenis van het scheikundig gebonden water, Rotterdam 1864, S. 57.

Meerburg, P. A.: Z. anorg. Chem. 37 (1903) 203.

Benrath, A., F. Gjedebø, B. Schiffers u. H. Wunderlich: Z. anorg. allg. Chem. 231 (1937) 289.

3. 塩化アンモニウム溶液の比重

表1 NH₄Cl 溶液の比重⁶⁾

wt. %	0°C	10°C	20°C	30°C	50°C	80°C	100°C
1	1.0033	1.0029	1.0013	0.9987	0.9910	0.9749	0.9617
2	1.0067	1.0062	1.0045	1.0018	0.9940	0.9780	0.9651
4	1.0135	1.0126	1.0107	1.0077	0.9999	0.9842	0.9718
8	1.0266	1.0251	1.0227	1.0195	1.0116	0.9963	0.9849
12	1.0391	1.0370	1.0344	1.0310	1.0231	1.0081	0.9975
16	1.0510	1.0485	1.0457	1.0422	1.0343	1.0198	1.0096
20	1.0625	1.0596	1.0567	1.0532	1.0454	1.0312	1.0213
24	1.0736	1.0705	1.0674	1.0641	1.0564	1.0426	1.0327

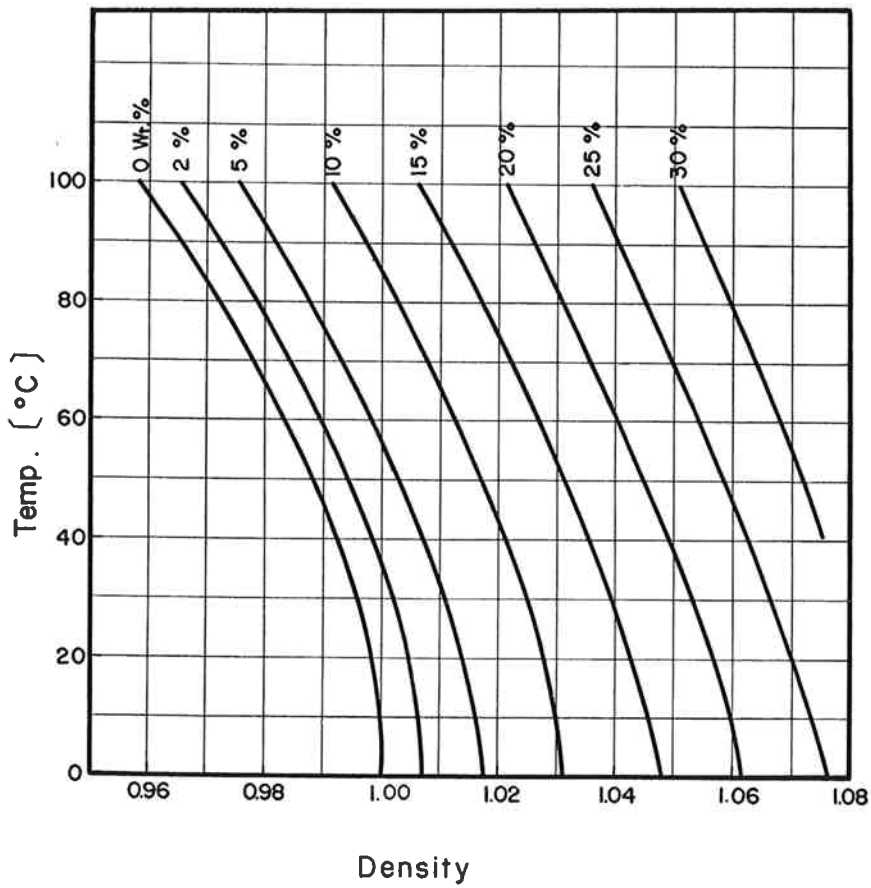


図2 NH₄Cl 溶液の比重⁴⁾

4. 塩化アンモニウム溶液の粘度

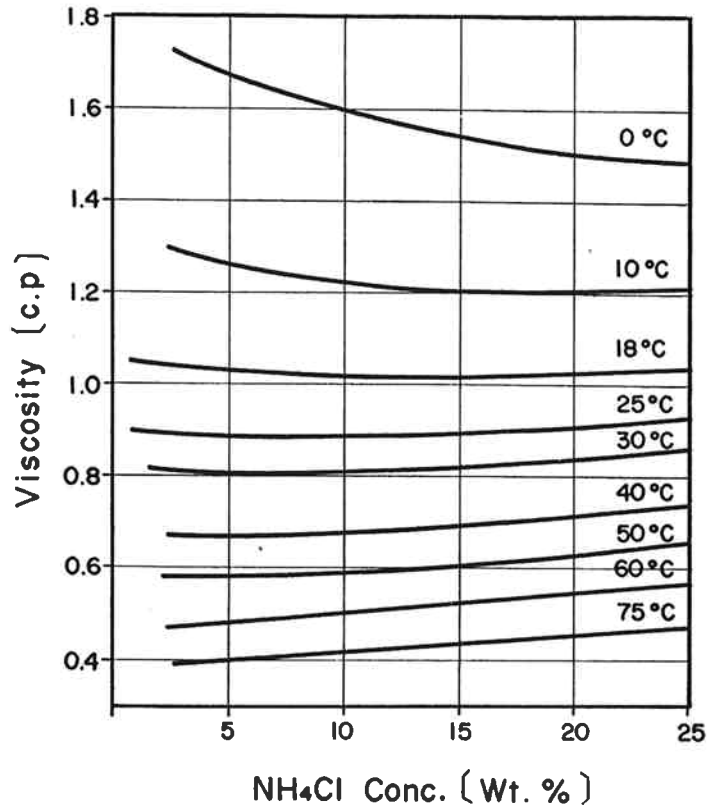


図3 NH₄Cl 溶液の粘度^{1) 2) 4)}

文献 1), 2) については比粘度より, 水の粘度 (文献6) p. 3・201) を用いて粘度を求めた。

5. 比熱

表2 固体塩化アンモニウムの比熱³⁾

Temperature °C	Molecular heat·cal/mol·°C
2.6	19.6
— 8.0	19.5
— 18.0	19.8
— 26.0	18.7
— 29.1	25.4
— 29.8	41.7
— 30.4	177.4
— 30.5	122.5
— 31.3	43.1
— 32.2	34.9
— 42.6	21.5
— 57.3	17.9
— 68.7	16.7
— 167.8	9.4
— 253.0	0.34
50	22.1
100	24.0
150	25.3
184.5	25.6
200	21.1
250	22.8

表3 塩化アンモニウム溶液の比熱³⁾

NH ₄ Cl g·mols/1000 g·H ₂ O	Specific heat g·cal/g								
	20°	21°	25°	30°	35°	40°	41°	70°	86°
1.66		0.8397					0.8543		
2.00	0.8904		0.8915	0.8925	0.8936	0.8946			
3.28		0.7496							
4.00							0.7759	0.7736	
6.00									0.7093

6. 蒸 気 圧

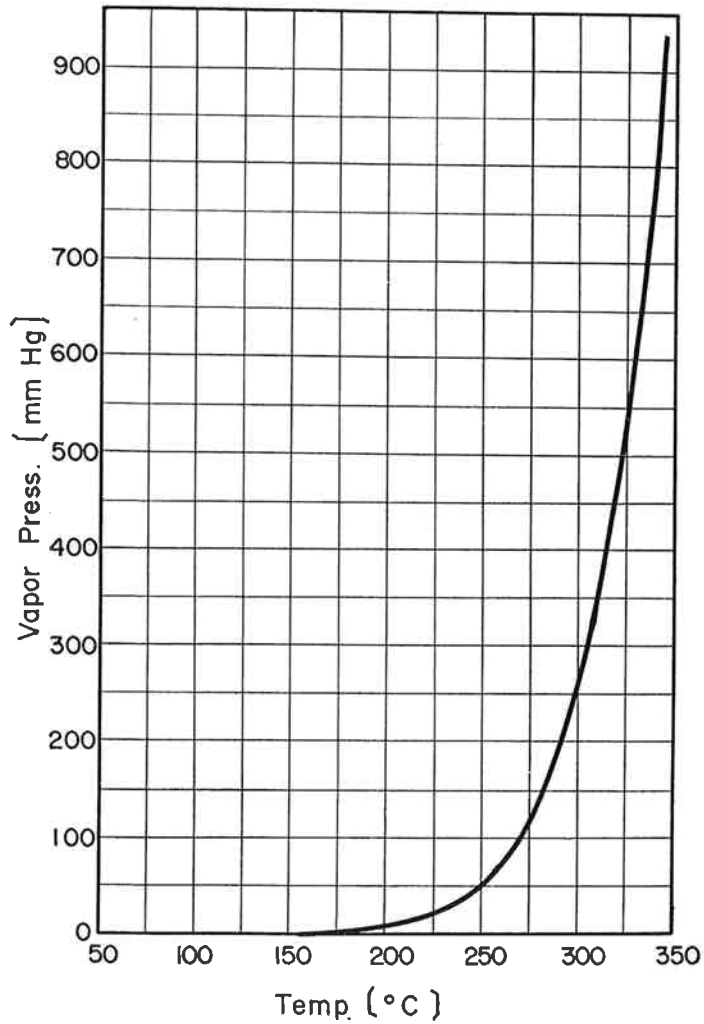
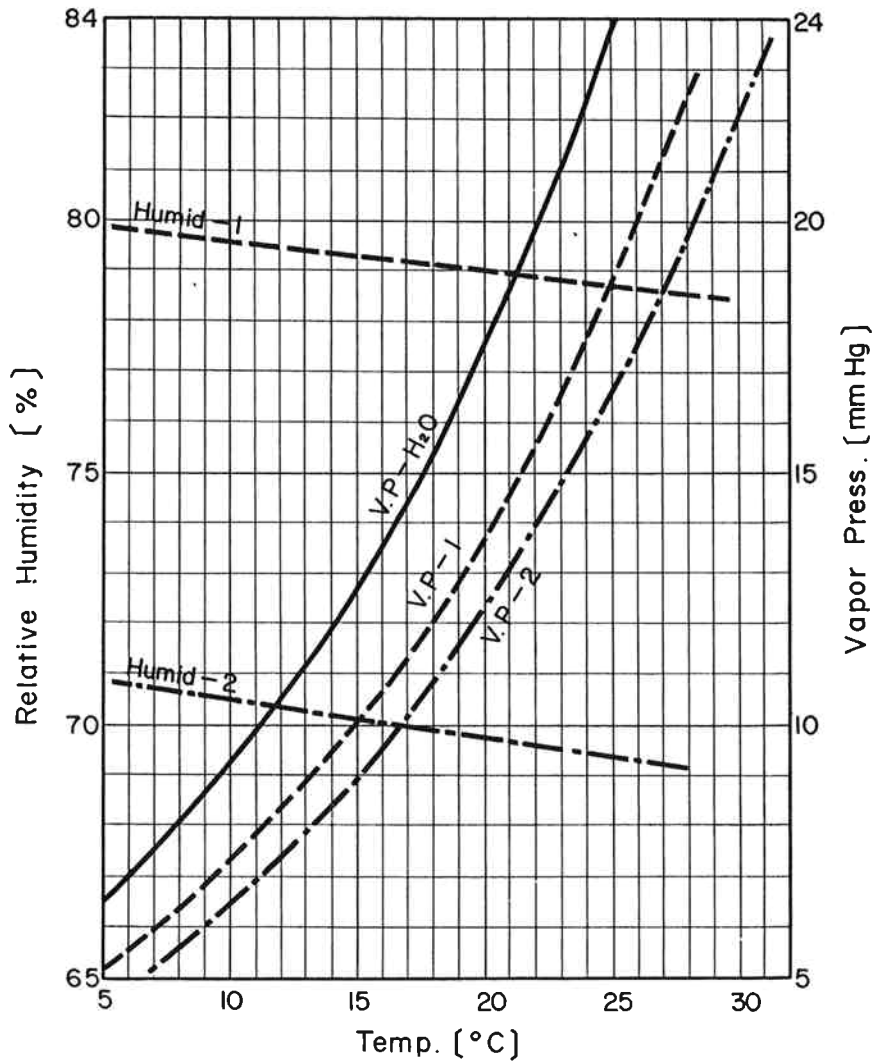
図4 固体塩化アンモニウムの蒸気圧⁷⁾

表4 飽和溶液の蒸気圧³⁾

Temperature °C	Vapour pressure mmHg
19	12.95
20	13.90
21	14.83
22	15.78
23	16.79
24	17.80
25	18.84
26	19.91
27	21.03
28	22.20
29	23.42
30	24.66

表5 NH₄Cl 溶液 の 蒸 気 圧²⁾

<i>t</i> °C	g·NH ₄ Cl/100 g·H ₂ O								
	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0
0	4.579	4.3	4.0	(3.8)					
10	9.210	8.6	8.1	7.6					
20	17.539	16.4	15.5	14.5		Saturated Solution			
30	31.834	29.9	28.1	26.3	24.7				
40	55.34	51.9	48.9	45.8	42.9				
50	92.54	86.8	81.7	76.6	71.8	67.5			
60	149.46	140.2	132.0	123.6	116.0	109.0			
70	233.79	219.3	206.5	193.4	181.4	170.5	160.6		
80	355.47	333.5	314.0	294.1	275.9	259.3	244.2		
90	526.00	493.5	464.6	435.2	408.2	383.6	361.4	341.1	
100	760.00	713.0	671.2	628.7	589.8	554.3	522.1	492.9	
110	1074.5	1008	949	888.9	833.8	783.7	738.2	696.8	659.2



Humid.-1, V.P.-1 ; NH₄Cl Sat. Solution

Humid.-2, V.P.-2 ; NH₄Cl Sat., NaCl Sat. Solution

図5 NH₄Cl 溶液の蒸気圧⁸⁾

7. その他の物性

○ 希 積 熱¹⁾

$n_1 \rightarrow n_2$ へ希釈する場合の希釈熱 (25°C) n (希釈度) : 溶質 1 mol を溶かす水の量 (負は発熱)

表 6

n_1	n_2	Heat of Dilution [cal/mol]
5	10	↑
10	20	-0.05
20	50	↓
50	100	-0.004
100	200	-0.018
200	500	-0.025
500	1,000	-0.020
1,000	2,000	-0.011
2,000	5,000	-0.018
5,000	10,000	-0.009
10,000	50,000	↑
50,000	100,000	-0.02
100,000	500,000	↓
500,000	∞	↓

○ NH₄Cl 溶液の pH²⁾

表 7

Litres per g·mol	pH at 15~16°C	
	CO ₂ -free water	Water containing dissolved CO ₂
1000	6.51	5.63
600	6.36	—
500	6.31	—
400	6.24	—
250	6.14	—
200	6.07	—
100	5.92	5.55
50	5.75	5.49
20	5.56	—
10	5.42	5.34

○ 拡 散 係 数⁴⁾

表 11

Conc. $D_{25} \cdot 10^5$	0.1 1.838	0.2 1.836	0.3 1.841	0.5 1.861	0.7 1.883	1.0 1.921	1.5 1.986	2.0 2.051	mol/l cm ² /sec
Conc. $D_{25} \cdot 10^5$	2.5 2.113	3.0 2.164	3.25 2.184	3.5 2.203	4.0 2.235	4.5 2.257	5.0 2.264	mol/l cm ² /sec	

○ 沸点上昇

表 8

m g·mols/1000 g·H ₂ O	ΔT °C	$\frac{\Delta T}{m}$
0.6281	0.578	0.920
0.8255	0.757	0.917
1.0288	0.942	0.916
1.2309	1.128	0.916
1.8970	1.749	0.922

○ 氷点降下

表 9

NH ₄ Cl g·mols/1000 g·H ₂ O	Molecular depression of freezing point °C
0.001	3.663
0.005	3.596
0.01	3.563
0.02	3.529
0.05	3.473
0.10	3.423
0.50	3.315
1.0	3.300

○ 表面張力

表 10

NH ₄ Cl g·mols/1000 g·H ₂ O	Surface tension dynes/cm at 25°
2.0	74.48
4.0	76.78
6.0	78.71
7.4	80.06

8. 耐食材料

表12 NH₄Cl 溶液に対する材料の耐食表⁹⁾

A~B級材料

溶解度は特記なきかぎり無水物 g/100 g・Soln

	A 級			B 級
	≤25%	≤50%	>50%	
塩化アンモニウム NH ₄ Cl (溶解度, 43.6%) (100°C)	3C (5%), 4A (100°C), 7B (10%, bp), 21 (10%, 20°C), 27 A B C (5%, 20°C), 28 (5%, 20°C), 36A (10%, 100°C), 38 ²⁾ (10%, 20°C), 57 (100°C), 61A (40°C), 61N (10%)	2A B (100°C), 4A (35%, 110°C, 15%, NH ₃ 含む), 26 (28-40%, 102°C), 47 (30%, 100°C), 61 I (80°, 飽和液)	4 B (150°C), 7 ¹⁾ B (bp, 飽和), 8 (bp), 30 B C (任意濃度, 温度), 41 A C E (bp, 任意濃度), 51・56 (bp, 全濃度), 61 BCDELP (bp, 全濃度), 61M (FRP, bp, 全濃度), 66 (100°, 全濃度)	1A C (5%, 20°C), 1H, 3A B, 2A B (bp), 4A (150°C), 5A B C (25%), 7 ¹⁾ A B (50%), 8 ¹⁾ A B C, 11 (5%), 16 (5%, 20°C), 17 A B C, 26, 27 A, 31 A B, 32, 36 A B, 46 A B
	33 A B, 53 (95°C), 61 ³⁾ B C (90°C), 61E (65°C), 62 (65°C), 66 A (70°C), 66 B C			

表12で示す番号の材料は () 内の濃度・温度以下で使用可能。(材料の番号は表-13を参照)

ここで

A級材料とは、腐食率が 0.125 mm/yr. 以内で、重要部・例えばポンプの軸、弁のシート部、バネなどに適応でき苛酷な条件でも腐食は、殆どない材料。

B級材料とは、腐食率が 0.125~1.25 mm/yr. で重要部以外の多少の腐食は許し得る槽部、管路、弁本体などに適する材料である。

表 13

化学装置用主要材料の代表番号

1 鉄および鋼	21D 高力アルミニウム合金	51A-3 融解石英
1 A 工業用純鉄	21E Al-Mg-Si合金	51B 磁器
1 B 炭素鋼(極軟鋼,低炭素鋼軟鋼,中炭素鋼,高炭素鋼)	21F Al-Si合金	51C 化学用陶器
1 C 鑄鉄(可鍛鑄鉄)	21G Al-Mg合金	51D 抗火石(軟質)
1 D 低合金鋼(低合金鑄鋼)	22 マグネシウムおよびマグネシウム合金	51E 耐酸磁器, 耐酸タイル, 耐酸煉瓦
1 E 低合金鑄鉄	22A 工業用純マグネシウム	51F シリカセメント
1 F 低ニッケル鋼	22B マグネシウム合金	51G 耐火煉瓦, 耐火モルタル
1 G ニッケル鋼	26 ニッケル	51H ホーローエナメル
1 H クロム鋼	工業用純ニッケル	51I グラスライニング
2 高ケイ系鑄鉄	27 Ni-Cr-Fe合金	52 コンクリート
2 A 高Si鑄鉄	27 A Colmonoy 6	53 硫黄セメント
2 B 高Si-Mo鑄鉄	27 B Inconel 600	56 炭素および黒鉛製品
3 高ニッケル鑄鉄	27 C 60Ni-15Cr-Fe合金	56A 炭素成形品
3 A 15%Ni鑄鉄	28 Ni-Cu合金	56B 黒鉛成形品
3 B 20%Ni鑄鉄	モネル	56C 不透過性炭素
3 C 30%Ni鑄鉄	Kモネル	56D 不透過性黒鉛
4 高クロム鑄鉄	30 Ni-Mo-Fe-Cr合金	57 アスベスト
4 A 高クロム鑄鉄	30A Hastelloy A	61 合成樹脂
4 B 高Cr-Mo鑄鉄	30B Hastelloy B	61A 塩化ビニリデン系樹脂
5 マルテンサイト系ステンレス鋼	30C Hastelloy C	61B フェノール系樹脂(石綿充填)
5 A 13Cr鋼	30D Hastelloy N	61C フェノール系樹脂(黒鉛充填)
5 B 13Cr-高C鋼	30E Hastelloy F	61D フラン樹脂(石綿, ガラス布または黒鉛充填)
5 C 16Cr-2Ni鋼	30F Ni-o-nel(Incoloy 825)	61E 塩化ビニル系樹脂
6 フェライト系ステンレス鋼	30G R-55	61F-1 4フッ化エチレン
6 A 18Cr鋼	31 Ni-Cr-Cu-Mo合金	61F-2 3フッ化塩化エチレン
6 B 25Cr鋼	31A Illium G	61G ケイ素樹脂
6 C 13Cr-Al鋼	31B Illium 98	61H ポリエチレン
7 オーステナイト系ステンレス鋼	32 Ni-Si合金 (Hastelloy D)	61I ポリイソブチレン
7 A-1 18-8鋼	33 コバルト合金	61K ポリスチレン
7 A-2 18-8L鋼	33A Co-Cr合金	61L エポキシ樹脂
7 B-1 18-8Mo鋼	33B Co-Cr-Ni合金	61M 不飽和ポリエステル
7 B-2 18-8MoL鋼	33C Co-Si合金	61N ポリアミド樹脂
7 C 22Cr-12Ni鋼	36 鉛および鉛合金	61P 塩素化ポリエーテル樹脂
7 D 25Cr-20Ni鋼	36A 工業用純鉛	61Q ポリカーボネイト樹脂
8 Fe-Cr-Ni合金(特殊オーステナイト鋼)	36B テルル鉛	61R ポリウレタン樹脂
8 A 20合金(Worthite)	36C 硬鉛	61S 尿素樹脂
8 B 20合金(Durimet 20)	36D ホモゲン鉛, 鉛融着ライニング	61T メラミン樹脂
8 C HN合金	37 すず	62 アスファルト
9 Fe-Cr-Al合金	38 亜鉛	66 天然ゴムおよび合成ゴム類
9 A Fe-Cr-Al-Si合金	工業用純亜鉛, 亜鉛合金	66A-1 天然ゴム(軟質)
9 B Fe-Cr-Al-Co合金	41 貴金属, 白金およびバナジウム族金属	66A-2 天然ゴム(硬質)
11 高マンガン鑄鋼	41A 銀 Ag	66A-3 塩酸あるいは塩素化天然ゴム
16 鋼および銅合金	41B 金 Au	66B-1 ニトリルゴム(軟質)
16A 工業用純銅	41C 白金 Pt	66B-2 ニトリルゴム(硬質)
16B Cu-Al合金	41D ニオブ Nb	66C-1 スチレンゴム(軟質)
16C Cu-Si合金	41E タンタル Ta	66C-2 スチレンゴム(硬質)
16D Cu-Sn-P合金	45 タングステン	66D ブタジエン・イソブチレン合成ゴム
16E Cu-Sn-Zn合金	46 チタンおよびチタン合金	66E ポリクロロブレン
16F Cu-Zn合金, Cu-Zn-Sn合金	46A 工業用純チタン	66F 石綿充填ゴムシート
16G Cu-Zn合金	46B チタン合金	66G プチルゴム
17 Cu-Ni合金	47 ジルコニウムおよびジルコニウム合金	66H ポリ硫化ゴム
17A Cupro-Nickel 20	47A ジルコニウム	66I クロルスホン化ポリエチレンゴム
17B Nickel-Silver	47B ジルコニウム合金	66K フッ素ゴム
17C Cupro-Nickel 30	48 モリブデン	66L シリコンゴム
21 アルミニウムおよびアルミニウム合金	49 クロム	66M ポリウレタンゴム
21A 工業用純アルミニウム	51 ケイ酸塩類製品	
21B 高純度アルミニウム	51A-1 硬質ガラス	
21C Al-Mn合金(耐食アルミ合金)	51A-2 石英ガラス	

表14 NH₄Cl 溶液に対する材料の腐食率⁶⁾

KEY TO CHARTS Temperature, °F Concentration, % Ammonium Chloride	KEY TO CHARTS Temperature, °F Concentration, % Ammonium Chloride	KEY TO CHARTS Temperature, °F Concentration, % Ammonium Chloride
<p>Aluminum</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = < 0.005 in. per yr. ● = 0.005 - 0.02 in. per yr. ■ = 0.02 - 0.05 in. per yr. ▼ = > 0.05 in. per yr. 	<p>Iron, Cast</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = < 0.002 in. per yr. ● = < 0.02 in. per yr. ■ = 0.02 - 0.05 in. per yr. ▼ = > 0.05 in. per yr. 	<p>Rubber, Nitrile</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = Satisfactory ● = Satisfactory for limited service ▼ = Generally unsatisfactory
<p>Asphaltic Resins</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = Satisfactory ● = Satisfactory for limited use ▼ = Unsatisfactory 	<p>Iron, High Silicon</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = < 0.002 in. per yr. ● = 0.002 - 0.02 in. per yr. ■ = 0.02 - 0.05 in. per yr. ▼ = > 0.05 in. per yr. 	<p>Saran</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = Satisfactory ● = Satisfactory for limited use ▼ = Not recommended
<p>Chlorimet 2</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = < 0.002 in. per yr. ● = 0.002 - 0.02 in. per yr. ■ = 0.02 - 0.05 in. per yr. ▼ = > 0.05 in. per yr. 	<p>Lead</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = < 0.002 in. per yr. ● = < 0.02 in. per yr. ■ = 0.02 - 0.05 in. per yr. ▼ = > 0.05 in. per yr. 	<p>Silicate Cements*</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = Satisfactory ● = Satisfactory for limited use ▼ = Unsatisfactory * Silica-filled, chemically-setting
<p>Chlorimet 3</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = < 0.002 in. per yr. ● = 0.002 - 0.02 in. per yr. ■ = 0.02 - 0.05 in. per yr. ▼ = > 0.05 in. per yr. 	<p>Monel</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = < 0.002 in. per yr. ● = < 0.02 in. per yr. ■ = 0.02 - 0.05 in. per yr. ▼ = > 0.05 in. per yr. 	<p>Stainless Steel, 18-8</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = < 0.002 in. per yr. ● = < 0.02 in. per yr. ■ = 0.02 - 0.05 in. per yr. ▼ = > 0.05 in. per yr.
<p>Copper, Al Bronze, Tin Bronze</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = < 0.002 in. per yr. ● = < 0.02 in. per yr. ■ = 0.02 - 0.05 in. per yr. ▼ = > 0.05 in. per yr. 	<p>Neoprene</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = Satisfactory ● = For limited use only ▼ = Unsatisfactory 	<p>Stainless Steel, Type 316</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = < 0.002 in. per yr. ● = < 0.02 in. per yr. ■ = 0.02 - 0.05 in. per yr. ▼ = > 0.05 in. per yr.
<p>Durimet 20</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = < 0.002 in. per yr. ● = 0.002 - 0.02 in. per yr. ■ = 0.02 - 0.05 in. per yr. ▼ = > 0.05 in. per yr. 	<p>Nickel</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = < 0.002 in. per yr. ● = < 0.02 in. per yr. ■ = 0.02 - 0.05 in. per yr. ▼ = > 0.05 in. per yr. 	<p>Stainless Steel, 12% Cr</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = < 0.002 in. per yr. ● = < 0.02 in. per yr. ■ = 0.02 - 0.05 in. per yr. ▼ = > 0.05 in. per yr.
<p>Epoxy Resins</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = Satisfactory ● = Satisfactory for limited use ▼ = Unsatisfactory 	<p>Phenolic Resins</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = Satisfactory ● = Satisfactory for limited use ▼ = Unsatisfactory 	<p>Stainless Steel, 17% Cr</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = < 0.002 in. per yr. ● = < 0.02 in. per yr. ■ = 0.02 - 0.05 in. per yr. ▼ = > 0.05 in. per yr.
<p>Furan Resins</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = Satisfactory ● = Satisfactory for limited use ▼ = Unsatisfactory 	<p>Polyesters</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = Satisfactory ● = Satisfactory for limited use ▼ = Unsatisfactory 	<p>Steel</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = < 0.002 in. per yr. ● = < 0.02 in. per yr. ■ = 0.02 - 0.05 in. per yr. ▼ = > 0.05 in. per yr.
<p>Glass</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = < 0.005 in. per yr. ● = 0.005 - 0.02 in. per yr. ■ = 0.02 - 0.05 in. per yr. ▼ = > 0.05 in. per yr. 	<p>Polyethylene</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = Complete resistance ● = Some attack ▼ = Attack or decomposition 	<p>Styrene Copolymers, High Impact</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = Satisfactory ● = Satisfactory for limited use ▼ = Unsatisfactory
<p>Hastelloy B</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = < 0.002 in. per yr. ● = < 0.02 in. per yr. ■ = 0.02 - 0.05 in. per yr. ▼ = > 0.05 in. per yr. 	<p>Polyvinyl Chloride, Unplasticized</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = Complete resistance ● = Some attack ▼ = Attack or decomposition 	<p>Sulfur Cements</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = Satisfactory ● = Satisfactory for limited use ▼ = Unsatisfactory
<p>Hastelloy C</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = < 0.002 in. per yr. ● = < 0.02 in. per yr. ■ = 0.02 - 0.05 in. per yr. ▼ = > 0.05 in. per yr. 	<p>Rubber (Natural, GR-S)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = Satisfactory ● = Satisfactory for limited service ▼ = Generally unsatisfactory 	<p>Worthite</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = < 0.005 in. per yr. ● = 0.005 - 0.02 in. per yr. ■ = 0.02 - 0.05 in. per yr. ▼ = > 0.05 in. per yr.
<p>Hastelloy D</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = < 0.002 in. per yr. ● = < 0.02 in. per yr. ■ = 0.02 - 0.05 in. per yr. ▼ = > 0.05 in. per yr. 	<p>Rubber, Butyl</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = Satisfactory ● = Satisfactory for limited service ▼ = Generally unsatisfactory 	<p>Zirconium</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ = < 0.002 in. per yr. ● = 0.002 - 0.02 in. per yr. ■ = 0.02 - 0.05 in. per yr. ▼ = > 0.05 in. per yr.

文 献

- 1) 日本化学会; “化学便覧, 基礎編 I, II”, 丸善 (1966)
- 2) “I. C. T”, Vol. V (1928)
- 3) J. W. Mellor; Supplement to Mellor's Comprehensive Treatise on Inorganic and Theoretical Chemistry” Vol VIII, Supplement I (1964)
- 4) Landolt-Börnstein; “Zahlenwerte und Funktionen aus Physik-Chemie Astronomie Geophysik Technik” Band II. (1962).
- 5) Seidell; “Solubilities of Inorg. and Metal Compounds” 4th Ed. Vol. II (1958).
- 6) R. H. Perry-C. H. Chilton; “Chemical Engineers' Hand book” 5th Ed. (1973).
- 7) ソーダ工業会; 「ソーダ工業, ポケットブック」 (1960).
- 8) “東洋曹達研究報告” Vol. 5, No. 2 (1961).
- 9) 幡野佐一; 「装置材料耐食表」 3版, 化学工業社 (1971).

その他の資料

- 農林省農業技術研究所; “肥料分析法”, (1972).
- J I S; “K 1441-63”.
- J I S; “K 8116-61”.
- BS (British Standards) 3448.
- “第三版食品添加物公定書注解”, 120, 金原出版 (1974).
- “第三版食品添加物公定書解説書”, B-136, 広川書店 (1973).
- 日本公定書協会; “第八改正 日本薬局法第一部解説書”, C-275, 広川書店 (1971).