

81.25073

667

高压ガス技術便覧

數森敏郎編

産業図書株式会社版

序

高圧ガス工業は、故大島清博士が定義されたように、「高圧における化学と機械との両部門を総合した高級技術を必要とする特殊の生産工業」であって、わが国では比較的新しく発展したいわゆる若い工業であるにかかわらず、現在におけるその盛況は実にめざましいものであり、これに携わる技術者も著しい数にのぼっている。

しかるにこの種工業に関する専門書は内外ともにきわめて少ない上に、一冊で間にあうような専門書は皆無と行ってさしつかえない。

今日高圧ガス工業技術の全般を総合した便利な必携書のようなものが、要求されているのは当然のことである。

このたび、産業図書株式会社の提唱により、高圧ガス工業専門家各位の分担執筆による本書が発刊されるに至ったことは、斯業に関係のある技術者にとって、まことに喜ばしい次第である。

各執筆者は次に掲げるように、いずれも斯業界の実務担当の専門家であり、したがってその内容も実用的にかつ平易に記されているので利用者にきわめて便利であると信ずる。

—— 執 筆 者 (五十音順・敬称略) ——

飯 島 則 夫	(日本石油化学株式会社)
今 井 清	(昭和電工株式会社)
数 森 敏 郎	(竹内企業株式会社)
加 藤 錦 房	(昭和炭酸株式会社)
中 村 猛 雄	(東洋酸素株式会社)
新 田 一 郎	(東京都経済局)
松 崎 泰 二	(東邦アセチレン株式会社)
村 上 憲 夫	(昭和電工株式会社)

昭和 36 年 11 月

著 者 代 表

数 森 敏 郎 しるす

06598

目次

序, 凡例

I 基礎編

1. 単 位 (新田一郎)	1
1.1 単位換算表	1
1.1.1 長 さ	1
1.1.2 面 積	1
1.1.3 体 積	1
1.1.4 質 量	2
1.1.5 密 度	2
1.1.6 圧 力	2
1.1.7 仕事, 熱量およびエネルギー	2
1.1.8 温 度	3
1.1.9 粘度および運動粘度	3
1.1.10 熱伝導率および伝熱係数	4
1.2 計算尺の使い方	4
1.2.1 乗 除 算	4
1.2.2 平方および平方根	5
1.2.3 立方および立方根	5
1.2.4 対 数	6
1.2.5 三角函数	6
2. ガスの基礎法則 (数森敏郎)	8
2.1 ガスの状態式	8
2.1.1 完全ガスの状態式	8
(1) 使用記号	8
(2) 完全ガスの状態式	8
2.1.2 モル 数	8
2.1.3 実際ガスの状態式	9
(1) 使用記号	9
(2) 実際ガスの状態式	9
(3) Van der Waals の実際ガス状態式	10
(4) Fröhlich の実際ガス状態式	11
2.1.4 混合ガスの状態式	11
(1) Dalton の法則	11
(2) 混合ガスの状態式	11
(3) 混合ガスのガス定数	11
(4) 組成ガスの分圧	11
2.2 湿り空気	11
2.2.1 使用記号	11

2.2.2	飽和および不飽和	12
2.2.3	相対湿度	12
2.2.4	湿り空気的气体定数	13
2.3	ガスの溶解	13
2.3.1	ガスの溶解	13
2.3.2	ガスの溶解度	13
2.3.3	ヘンリーの法則	13
2.3.4	ガスの吸着	13
2.4	蒸気圧	13
2.4.1	ガスと蒸気	13
2.4.2	蒸気圧および平衡状態	13
2.4.3	高压空気中の水の蒸気圧	13
2.4.4	蒸発熱および凝縮熱	13
2.4.5	一般蒸気の性質	14
2.5	ガスの燃焼および爆発	15
2.5.1	燃 焼	15
2.5.2	爆 発	15
2.5.3	燃焼範囲および爆発限界	16
2.6	反応速度および化学平衡	16
2.6.1	反応速度	16
	(1) 質量作用の法則	16
	(2) 一次反応	16
	(3) 二次反応	16
	(4) 触 媒	16
2.6.2	化学平衡	17
	(1) 化学平衡	17
	(2) 反 応 熱	17
3.	ガスの物理的性質 (中村猛雄, 飯島則夫)	18
3.1	無 機 (中村)	18
3.1.1	主なガスの物性定数	18
3.1.2	気体の熱伝導率	18
3.1.3	気体の水に対する溶解度	20
3.1.4	三 重 点	21
3.1.5	種々の物質の飽和蒸気圧	22
3.1.6	液化ガスの表面張力および比凝集力	25
3.1.7	気体の粘性係数	26
3.1.8	飽和状態における蒸気および液体の熱力学的性質	27
3.1.9	種々の気体 pv の値	29
3.1.10	気体のジュール・トムソン効果	33
3.2	有 機 (飯島)	35
3.2.1	主要なガスの物性定数	35

3.2.2	気体の熱伝導率	36
3.2.3	水に対する溶解度	36
3.2.4	三重点	37
3.2.5	種々の物質の飽和蒸気圧	37
3.2.6	表面張力 α および比凝集力 α^2	43
	(1) 有機液体	43
	(2) 液化気体	45
3.2.7	気体の粘性係数	45
3.2.8	飽和状態における蒸気および液体の熱力学的特性	46
3.2.9	気体の pv の値	52
3.2.10	気体のジュール・トムソン効果	53
3.2.11	おもな炭化水素ガスの比体積	54
3.2.12	モリエ線図	62
4.	圧縮機 (数森敏郎)	74
4.1	基礎熱力学	74
4.1.1	熱と仕事との関係	74
	(1) 使用記号	74
	(2) 熱と仕事との関係式	74
	(3) 単位の換算	74
4.1.2	P-v線図によるガスの変態	74
	(1) 使用記号	74
	(2) $v = \text{一定}$ の場合	74
	(3) $P = \text{一定}$ の場合	74
	(4) 一般の場合	74
	(5) Pおよびvの関係式	75
4.1.3	ガス比熱の変化	75
4.1.4	T-s線図によるガスの変態	77
	(1) エントロピ	77
	(2) T-s線図	77
	(3) T-s線図のかき方	77
4.2	理論的圧縮機サイクル	78
4.2.1	仮定条件	78
4.2.2	ポリトロブ圧縮仕事	78
4.2.3	所要動力	78
	(1) 使用記号	78
	(2) 所要動力の式	78
4.2.4	断熱圧縮後のガス温度	79
4.3	実際の圧縮機サイクル	80
4.3.1	吸込量	80
4.3.2	筒隙	80
4.3.3	筒隙と吸込量	80
4.3.4	吸込時の受熱と吸込量および吸込効率	80
	(1) 実際のP-v線図	80
	(2) 吸込効率 η_F または容積効率	80
4.3.5	吐出量	81

4.3.6	吐出効率	81
4.3.7	利用効率	81
4.4	馬力および各種の効率	81
4.4.1	図示馬力	81
	(1) 使用記号	81
	(2) 図示馬力	82
4.4.2	諸 効 率	82
	(1) 駆動機の伝導効率	82
	(2) 圧縮機の機械効率	82
	(3) 等温図示効率	82
	(4) 等温効率	82
	(5) 等温連合効率	82
	(6) 断熱図示効率	82
	(7) 断熱連合効率	82
4.5	シリンダの寸法	82
4.5.1	ピストン有効面積	82
4.5.2	ピストン平均速度	83
4.6	多段圧縮機サイクル	83
4.6.1	ジャケットおよび筒蓋冷却の目的	83
4.6.2	中間冷却の目的	83
4.6.3	多段圧縮の仕事	83
	(1) 使用記号	83
	(2) 所要馬力	83
4.6.4	多段圧縮の目的	84
4.6.5	各段圧縮比	84
	(1) 使用記号	84
	(2) 圧縮比(圧力比)	84
4.6.6	各段ピストン有効面積	84
4.7	弁	84
4.7.1	弁の種類	84
4.7.2	輪形弁	84
4.7.3	輪形弁の寸法	85
	(1) 使用記号	85
	(2) 弁座の通路面積	85
4.8	冷 却	85
4.8.1	冷却の問題	85
4.8.2	中間冷却器	86
	(1) 使用記号	86
	(2) 中間冷却器の計算	86
4.9	圧縮機の形式および構造	86
4.9.1	圧縮機の形式	86
4.9.2	圧縮機の構造	87
	(1) 横形並列7段ガス圧縮機	87
	(2) 立形2連6段炭酸ガス圧縮機	87
	(3) 立形3段酸素圧縮機	87
	(4) 釣合対向形6段ガス圧縮機	88
	(5) 遠心式および往復式圧縮機の併用	88
4.9.3	無給油圧縮機	89

(1) 無給油の意義	89	(2) ダイアフラム式無給油圧縮機	89
(3) カーボンリング式無給油圧縮機	89		
(4) ラビリスピストン式圧縮機	89		
4.10 循環ポンプ	90		
4.10.1 往復式循環ポンプ	90		
4.10.2 遠心式循環ポンプ	90		
4.11 圧縮機取扱上の注意	90		
4.11.1 一般的注意	90		
4.11.2 運転および停止時の注意	90		
(1) 始 動	91	(2) 運転開始	91
(3) 停 止	91		
5. 高圧装置 (村上憲夫)	92		
5.1 化工計算	92		
5.1.1 物質収支表	92		
(1) フォーシートの決定	92	(2) 各単位毎の組成, モル数の算定	92
(3) 収支のバランス	92		
5.1.2 物質収支表作成に必要な基本要素	92		
(1) 平均分子量の求め方	92	(2) 流 量	92
(3) 任意の圧力, 温度における密度を標準状態になおす	92		
(4) 化学反応を含む収支	92	(5) ガス混合物	93
(6) 蒸 気 圧	93	(7) モル%と分圧との関係	93
(8) ラウールの法則	93	(9) ヘンリーの法則	93
5.1.3 熱収支表	94		
5.1.4 反応の条件	95		
(1) 単位反応の要素	95	(2) 化工計算	95
5.1.5 圧力損失の計算	95		
5.1.6 流動計算の基本式	96		
(1) 体積速度	96	(2) レイノルズ数	96
(3) 粘土換算表	96	(4) 機械的エネルギー収支	96
(5) 層流の摩擦ヘッド	96	(6) 層流の抵抗	96
(7) 乱流の摩擦損失ヘッド	96	(8) 乱流の抵抗	96
(9) 管の粗さと摩擦係数との関係	96	(10) Re と f との関係	97
5.1.7 熱交換器表面積の計算	97		
5.1.8 伝熱計算の基本式	97		
(1) 境膜伝熱係数	97	(2) 管内伝熱係数	97
(3) 管外伝熱係数	97	(4) 総括伝熱係数	98
(5) 代表直径	98		
5.1.9 精溜の計算	98		

(1) 二成分系の精溜計算	98	(2) 塔寸法の決定	99
5.2 強度計算	99		
5.2.1 最高許容応力	99		
5.2.2 強度計算式	99		
(1) 管の最小肉厚計算式	99	(2) 円筒形胴の板厚	99
(3) 中低面に圧力を受ける皿形鏡板の板厚	100		
(4) 胴フランジの肉厚	100	(5) 管フランジの肉厚	100
(6) 熱交換器の平らな管板の最小厚さ	100		
(7) 塔の応力計算	101		
5.2.3 溶接効率	102		
5.2.4 管の熱膨張による応力	103		
(1) 両端固定の管肉断面に作用する応力	103		
(2) 固定端の反力	103		
5.3 装 置	103		
5.3.1 高圧反応器	103		
(1) オートクレーブ	104	(2) 高圧ガス反応器	104
(3) 蓋および継手	104		
5.3.2 熱交換器	104		
(1) 管と管穴とのクリアランス	105		
5.3.3 その他	105		
5.4 機器、溶接	105		
5.4.1 送液ポンプ	105		
(1) 馬力の計算	105	(2) N P S H	105
(2) キャピテーション	106		
5.4.2 溶接作業	106		
5.4.3 溶 接	106		
(1) 応力除去を省略できるもの	106	(2) 溶接の制限	106
5.5 配 管	107		
5.5.1 慣用流速の概数	107		
5.5.2 取りはずし継手	107		
(1) 高圧継手	107	(2) 一般フランジ継手	107
5.5.3 弁	108		
(1) 弁選定の条件	108	(2) 高圧弁の種類	108
5.5.4 パッキン	108		
5.5.5 配管の支持	108		
5.6 材 料	109		
5.6.1 一 般	109		
5.6.2 使用区分	110		

5.6.3	計算に用いる許容引張応力	110
5.6.4	材料の使用制限	110
6.	低温装置 (中村猛雄, 今井 清)	113
6.1	ガスの液化(中村)	113
6.1.1	ガス液化の難易	113
6.1.2	低温の生成	114
	(1) 空気の温度エントロピ(T-s)線図	114
	(2) 断熱自由膨張による温度降下	116
	(3) 断熱膨張による温度降下	117
6.1.3	寒冷の蓄積	117
6.1.4	ガスの予冷	119
6.1.5	液化装置の種類	119
6.1.6	液化装置の液化率と消費動力	120
	(1) リンデ液化器	120
	(2) クロード液化器	121
6.2	液体空気の精溜(中村)	122
6.2.1	液体空気の性質	122
6.2.2	精溜の原理	124
6.2.3	精溜操作の理論	126
6.2.4	液化分離器の効率	130
6.3	空気液化分離装置の諸例(中村)	130
6.3.1	ハイラント式装置	130
	(1) 液体酸素装置	130
	(2) ガス酸素装置(高圧型)	132
	(3) ガス酸素装置(中圧冷却乾燥型)	132
6.3.2	クロード式装置	132
	(1) ガス酸素およびガス窒素製造装置	132
	(2) 液体酸素製造装置	132
6.3.3	リンデ式装置	133
	(1) 高圧サイクルをもつ複式精溜装置	133
	(2) 高低圧サイクルおよびアンモニアサイクルを有する複式精溜装置	133
	(3) リンデフレンクル式装置	135
6.3.4	カピッツァ式装置	135
6.3.5	その他の空気液化分離装置	136
6.4	ガス分離装置(今井)	138
6.4.1	水素窒素混合ガス分離装置	138
	(1) Linde 式ガス分離装置	139
	(2) Claude 式ガス分離装置	141
6.4.2	メタン分離を伴う水素窒素混合ガス分離装置	141
6.4.3	石油分解ガスよりの各種ガス分離装置	143
6.5	低温における材料, 工作および保冷(中村)	144
6.5.1	低温における金属材料の物理的性質	144

(1) 熱膨張係数	144	(2) 熱伝導度	145
(3) 比 熱	145		
6.5.2 低温における金属材料の機械的性質	146		
(1) 引張強度	146	(2) 衝撃抵抗	148
(3) 硬 度	152		
6.5.3 工作および保冷材	152		
7. 計 装 (数森敏郎, 飯島則夫)	155		
7.1 圧力測定…(数森)	155		
7.1.1 液柱圧力計	155		
7.1.2 薄板圧力計	155		
7.1.3 ブルドン管圧力計	155		
7.1.4 ピストン式圧力計	156		
7.1.5 マンガニン線抵抗圧力計	156		
7.1.6 ピエゾ電気圧力計	156		
7.1.7 U字管による高圧測定	156		
7.2 温度測定…(数森)	156		
7.2.1 温度目盛	156		
7.2.2 温度計の種類とその概略使用範囲	157		
(1) 棒状温度計	157	(2) 熱電対温度計	157
(3) 電気抵抗温度計	157	(4) 光高温計	157
(5) 光電管高温計	157	(6) 放射高温計	157
(7) 圧力計形温度計	157	(8) 膨張形温度計	157
7.2.3 棒状ガラス製温度計	157		
7.2.4 電気抵抗温度計	157		
7.2.5 熱電対温度計	157		
7.2.6 光高温計	157		
7.2.7 光電管高温計, 放射高温計	158		
7.2.8 圧力計形温度計	158		
7.2.9 膨張形温度計	158		
7.3 流量測定…(数森)	158		
7.3.1 ガスだめ	158		
7.3.2 定積槽	158		
7.3.3 ガスメータ	158		
7.3.4 ルーツメータ	158		
7.3.5 フロートメータ	158		
7.3.6 オリフィス・ノズル法	159		
7.3.7 ベンチュリ計	160		
7.3.8 トーマス計	160		

7.4	湿度測定…(数森)……………	160
7.4.1	露点湿度計……………	160
7.4.2	乾湿球湿度計……………	161
7.4.3	毛髪湿度計……………	161
7.4.4	化学的湿度計……………	161
7.5	ガス分析…(数森)……………	161
7.5.1	化学的ガス分析……………	161
	(1) 直接的方法……………161	(2) 燃焼法……………161
	(3) ガス分析装置……………162	
7.5.2	物理的ガス分析……………	162
	(1) 直接法……………162	(a) 凝縮法……………162
	(b) 分留法……………162	(c) 吸着法……………162
	(2) 間接法……………162	(a) 密度法……………162
	(b) 粘さ法……………162	(c) 磁気的方法……………162
	(d) 熱伝導率法……………162	(e) 燃焼熱法……………162
	(f) 光波干渉によるガス分析…163	(g) 分光的ガス分析……………163
7.5.3	各種ガスの分析……………	163
7.6	自動制御(飯島)……………	164
7.6.1	フィードバック制御……………	164
7.6.2	自動制御の種類……………	165
	(1) 自動制御の区分……………165	(2) 制御動作による分類……………166
	(3) 制御動作を行なう方式による分類……………167	
7.6.3	伝送および各種のおくれ……………	167
	(1) 伝送……………167	(2) 各種のおくれ……………169
7.6.4	工業計測用記号……………	170
8.	伝熱(数森敏郎)……………	181
8.1	伝熱, 対流および輻射……………	181
8.2	伝導伝熱……………	181
8.2.1	使用記号……………	181
8.2.2	伝導伝熱の基礎式……………	181
8.2.3	定常伝導伝熱……………	181
	(1) 単一層の伝導伝熱……………181	(a) 広い平面の層または壁……………182
	(b) 長い円管状の層または壁…182	(c) 厚さ一様の箱形壁……………182
	(2) 多層壁の場合……………182	(a) 広い平面壁……………182
	(b) 長い円管状壁または箱形壁の場合……………182	
	(c) 多層壁内の温度分布……………182	
8.2.4	非定常伝導伝熱……………	183
8.3	対流伝熱……………	184

8.3.1	使用記号	184
8.3.2	総括伝熱係数	184
8.3.3	平均伝熱温度差	184
8.3.4	対流伝熱量	184
8.3.5	管内流体の一般式	184
9.	ガス輸送および充てん (新田一郎)	186
9.1	ガス輸送	186
9.1.1	輸送方式	186
9.1.2	流体の基礎理論	186
	(1) ベルヌイの定律	186
	(2) 流れの機構	187
	(3) 導管内における圧力損失	188
9.1.3	輸送機械	189
	(1) 気体輸送機械	189
	(2) 液体輸送機械	189
9.2	充てん	190
9.2.1	充てん施設	190
	(1) 施設の位置	191
	(2) 建物の構造	191
	(3) 設 備	191
9.2.2	圧縮ガスの充てん	191
9.2.3	液化ガスの充てん	193
9.2.4	アセチレンガスの充てん	194
9.2.5	耐圧試験	195
	(1) 水 槽 式	195
	(2) 非水槽式	195
	(3) 注意事項	196

Ⅱ 高圧ガス工業編

10.	アンモニア合成工業 (今井 清)	199
10.1	原料ガスの製造	200
10.1.1	水電解による水素の製造	200
10.1.2	石炭またはコークスを原料とする水素の製造	203
10.1.3	流体原料による水素の製造	205
	(1) メタンの分解による水素の製造	205
	(2) 原油分解による水素の製造	209
10.1.4	液化分離による水素の製造	211
10.2	原料ガスの脱硫	211
10.2.1	乾式脱硫法	211
10.2.2	湿式脱硫法	212
	(1) シーボード法	213
	(2) タイロックス法	213

(3) その他の法	214
10.3 一酸化炭素転化	214
10.4 炭酸ガス除去	216
10.4.1 高圧水洗法	216
10.4.2 化学薬品による方法	217
(1) 熱炭酸カリおよびM. E. A. を併用する方法	217
(2) アンモニア水による方法	218
(3) 苛性ソーダによる方法	219
(4) その他の有機溶剤による方法	220
10.5 一酸化炭素除去	220
10.6 アンモニア合成	221
10.6.1 化学平衡	221
10.6.2 触媒	222
10.6.3 アンモニア合成方式	223
10.7 NH_3 の物理的性質	226
11. 溶解アセチレン工業 (松崎泰二)	230
11.1 概説	230
11.2 溶解アセチレン製造法概略	230
11.3 アセチレンの発生	231
11.3.1 カーバイド	231
(1) 名称, 化学式, 分子量	231
(2) 物理的性質, 化学的性質	231
(3) カーバイドの製法	232
(4) カーバイドの品位	232
(5) 貯蔵ならびに取扱	237
11.3.2 カーバイドのアセチレン発生速度	239
11.3.3 カーバイドと水蒸気との反応	239
11.3.4 アセチレンガス発生装置	240
(1) 注水式発生器	241
(2) 接触式発生器	241
(3) 投入式発生器	241
(4) 乾式アセチレン発生装置	242
11.4 アセチレンガスの精製	243
11.4.1 アセチレン中の不純物	243
(1) 硫化物	243
(2) リン化物	243
(3) 窒化物	243
(4) 珪化物	244
(5) 一酸化炭素	244
(6) 水素	244
(7) 砒素化合物	244
(8) メタン	244
11.4.2 アセチレンの清浄法	244
(1) 次亜塩素酸塩による方法	244
(2) クロム酸による方法	245
(3) 沈殿剤による方法	245
(4) 清浄剤の能力の測定	246
11.5 アセチレンの性質	247
11.5.1 物理的性質	247

(1) 溶解度	247	(2) 温度、圧力の関係	249
(3) 密度、比重	249	(4) 比 熱	249
(5) 圧縮率	249	(6) 屈折率	249
(7) 粘 度	250	(8) 熱伝導度	250
(9) 蒸気圧	250		
11.5.2 燃 焼	251		
11.5.3 爆発性	253		
(1) 酸化爆発	253	(2) 分解による爆発	254
(3) 化合による爆発	257	(4) アセチレンの爆発防止	257
11.5.4 化学的性質	258		
(1) アセチリド	258	(2) 重合および縮合	259
(3) 付 加	259	(4) レッペの反応	260
11.6 アセトン	261		
11.6.1 物理的、化学的性質	261		
11.6.2 アセトンのアセチレン吸収による膨張	262		
11.7 多孔質物	263		
11.7.1 多孔度の測定	264		
11.7.2 多孔度とアセトンの量	264		
11.8 アセチレンガス充てん量	265		
11.9 容 器	265		
11.10 溶解アセチレンの取扱ひ方	266		
11.10.1 運搬上の注意	266		
11.10.2 貯蔵上の注意	266		
11.10.3 使用方法	267		
(1) 使用開始時の注意	267	(2) 使用上の注意	267
(3) 使用後の注意	267		
11.11 溶解アセチレンの純度試験	267		
11.11.1 発煙硫酸法	267		
11.11.2 ブロムカリ法	267		
11.11.3 磷化水素、硫化水素の検知	269		
11.11.4 硫化水素、リン化水素の迅速測定法	269		
12. 炭酸ガス工業 (加薬錦房)	272		
12.1 炭酸ガス原料	272		
12.2 炭酸ガスの工業的分離精製法	272		
12.2.1 天然ガス	273		
12.2.2 醱酵ガス	273		
12.2.3 石灰炉ガス	274		
12.2.4 コークスおよび重油の燃焼による燃焼ガス	274		

12.2.5	合成工業の副産ガス	277
	(1) 加圧水洗法	277
	(2) モノエタノールアミン法 (M. E. A 法)	278
	(3) アルカチット法	280
	(4) 熱炭酸カリ法	280
	(5) G. V. 法 ジアマルコベトロコク式	281
	(6) 深冷洗浄法	283
	(7) その他の方法	284
12.2.6	炭酸ガスの精製	284
	(1) 硫黄化合物の除去	284
	(2) その他の不純物の除去	285
12.3	液体炭酸, ドライアイスの製法	285
12.3.1	炭酸ガスの液化と固化	286
12.3.2	ドライアイス製造方式	287
	(1) アンモニア冷却による2段階圧縮方式	287
	(2) 補助冷却を使用しない炭酸ガス3段階圧縮方式	288
	(3) アンモニア冷却による3段階圧縮方式	288
12.4	炭酸ガス	290
12.4.1	一般的性状	290
12.4.2	炭酸ガスの特性	290
12.4.3	物理的性質	291
	(1) 熱伝導率	291
	(2) 比熱と分子熱容量	291
	(3) 密度	293
	(4) 粘度	293
	(5) 比容積と蒸気圧	294
	(6) 圧縮率	294
	(7) 炭酸ガス中の音の速度	296
12.4.4	化学的性質	296
12.4.5	炭酸ガスの水への溶解度と pH	296
12.4.6	有機溶剤に対する炭酸ガスの溶解度	297
12.4.7	高温での炭酸ガスの解離度	298
12.5	液体炭酸	298
12.5.1	液体の性状	298
	(1) 密度と蒸気圧	298
	(2) 比熱と分子熱容量	299
	(3) 気化潜熱	300
12.5.2	日本工業規格	300
12.5.3	液体炭酸の容器と取扱い	300
	(1) 高圧ガス容器と容器弁	300
	(2) 充填容器とその取扱い	301
12.5.4	用途	303
12.5.5	溶剤としての液体炭酸	303
12.6	ドライアイス (固体炭酸)	304
12.6.1	ドライアイスの性状	304
	(1) 密度	304
	(2) 蒸気圧	304

(3) 分子熱容量	304	(4) 昇華熱と溶融熱	304	
(5) 圧力と凝固点	305	(6) 寒剤と平衡温度	306	
12.6.2	ドライアイスと氷との比較		306	
12.6.3	ドライアイスの利用法と用途		306	
(付)	炭酸ガスモリエル線図		308	
13.	塩化ビニル工業 (松崎泰二)		309	
13.1	塩化ビニルの製造		309	
13.1.1	アセチレンを原料とする方法		309	
13.1.2	エチレンを原料とする方法		310	
13.2	名称, 化学式および分子量		310	
13.3	塩化ビニルの性質		310	
13.3.1	沸 点		310	
13.3.2	蒸 気 圧		310	
13.3.3	液 比 重		311	
13.3.4	飽和蒸気の比容積		311	
13.3.5	水 点		311	
13.3.6	潜 熱		311	
13.3.7	粘 度		311	
13.3.8	屈 折 率		311	
13.3.9	溶 解 度		811	
13.3.10	赤外線吸収スペクトル線		312	
13.3.11	燃 焼 熱		312	
13.4	塩化ビニルの爆発性		312	
13.4.1	塩化ビニル, アセチレン, 空気混合ガスの爆発範囲		312	
13.4.2	塩化ビニル, 酸素, 窒素混合ガスの爆発範囲		313	
13.5	分 析		313	
13.6	塩化ビニルの用途		313	
14.	石油化学工業 (飯島則夫)		314	
14.1	エチレンの製造		314	
14.1.1	炭化水素の熱分解		314	
(1)	エチレンの原料	314	(2) 熱分解反応	318
(3)	各種炭化水素の熱分解	320	(4) 分解炉	327
14.1.2	エチレン製造装置		329	
(1)	熱分解によるエチレンの製造		329	
(2)	熱分解以外によるエチレンの製造		333	
14.1.3	エチレンの精製		333	
14.1.4	エチレンの性質		338	