

発刊にあたって

エアゾール製品は、第2次世界大戦中にバグ・ボンベ（昆虫爆弾）＝殺虫剤としてアメリカで開発され、軍用として使用されましたが、戦後、軍用品から民生品に移管され、米占領軍により日本へ持ち込まれたのが始まりです。画期的包装形態として、全世界で爆発的に成長した商品であります。

日本のエアゾール産業は、大戦後のまもない1948年～50年（昭和23年～25年）にかけて先駆者達の並々ならぬ努力により、ヘアスプレー、殺虫剤を上市したのが始まりです。1951年～54年にかけてエアゾール専門の充填・資材会社が続々と誕生し、1954年には日本エアゾール協会の前身であるエアゾール工業会が組織され、成長期へと進展しました。エアゾール生産量の統計が取り始められた1954年の日本における生産量は年間300万缶で、10年後の1964年のオリンピック東京大会の年に1億1000万缶に達しています。その後、2回の石油ショックやその後の不況を経験しつつも概ね順調に成長し、1996年（平成8年）の生産量は6億8300万缶まで達しました。いままも5億缶超の規模を維持しております。

世界でもエアゾール製品市場は、米国、英国、ドイツ、フランスなど先進国の成長発展を経て中国、ブラジルなどの国々においても台頭し、長期拡大の傾向を続けております。2024年（令和6年）の世界のエアゾール生産量は168億缶をゆうに超えると観測され、生産規模の大きい国々のエアゾール製品の消費量は年間1人当りに換算すると、2020年で米国11.3缶、英国21.3缶、ドイツ14.9缶、フランス10.6缶、日本4.1缶となっています。今後は東南アジアや南米、中東、アフリカ地域においても人口増大と所得水準向上を背景に急成長していくと見込まれます。

ヘアスプレー、殺虫剤から産業が勃興したエアゾール製品は、今では塗料、室内消臭剤など家庭用品、制汗剤、シェービング剤等の人体用品、防錆潤滑剤など自動車・工業用品、消炎鎮痛剤など医薬品、ホイップドクリームなど食品など広範囲にわたり商品化され、いまなお開発用途が膨らんでいます。生産技術面ではプロペラントとして塩化メチルから始まり、CFC、CFC・LPG混合物、

LPG・DMEへと変遷し、環境対応への社会的責務から圧縮ガスや新フッ素系ガス採用品も増えております。充填方式は手動式から自動化、高速化を経て、アンダーカップ方式からスルーバルブ方式へと発展してまいりました。

以上のようなエアゾール産業界にあって、エアゾールの開発・生産技術がそれぞれ関係者の努力により高められ、今日の発展に多大な貢献をしたことは言うまでもありません。本書は、1998年に日本エアゾール協会、並びに東洋エアゾール工業株式会社研究開発部の方々の尽力により発刊された「エアゾール包装技術」（初版）に28年ぶりに手を入れた改訂版であり、エアゾール製品における開発から生産、販売後の各種規制動向まで網羅した総合技術書です。執筆に携わった日本エアゾール協会技術委員会のメンバー諸氏の絶大なる協力でまとめられ、エアゾール産業新聞発行として出版されますことは、日本のエアゾール産業にとって大変喜ばしいことであり、必ずや更なる業界発展に寄与するものと思えます。関係者各位のご尽力に謝し、心よりお礼申し上げます。

2026年4月

一般社団法人 日本エアゾール協会々長
合 山 宏

目 次

第1章 概論	1
1.1 エアゾール製品の定義	1
1.2 エアゾール製品開発の歴史	2
1.2.1 エアゾール製品の起源	2
1.2.2 日本のエアゾール製品の歴史	11
1.3 エアゾール製品の分類	13
1.3.1 噴出形態による分類	15
1.3.2 内容物形態による分類	15
1.3.3 容器形態による分類	17
第2章 エアゾール製品の原理	19
2.1 気体の一般的性質	19
2.1.1 物質の状態	19
2.1.2 気体の構造	20
2.1.3 理想気体	20
2.1.4 理想気体の性質	21
2.1.5 気体の熱容量	24
2.1.6 気体の液体への溶解度	25
2.2 蒸気圧	27
2.2.1 ラウールの法則	28
2.2.2 蒸気圧の計算	30
2.3 溶解性	33
2.3.1 カウリブタノール値 (K-B値)	34
2.3.2 溶解度パラメーター (SP値)	34
2.3.3 噴射剤の溶解性	35
2.3.4 プラスチック材に及ぼす噴射剤の影響	36

2.3.5	エラストマーに及ぼす噴射剤の影響	36
2.3.6	3成分系の相溶性	36
2.4	粘度	37
2.4.1	原液の粘度	37
2.4.2	エアゾール製品の内容物の粘度	38
2.4.3	噴射剤濃度の影響	40
2.4.4	炭化水素系噴射剤の粘度	40
2.5	密度	40
2.5.1	混合噴射剤の密度の計算	41
2.5.2	指定密度をもった混合物組成の計算	41
2.6	エマルジョン	43
2.6.1	エマルジョンの一般的性質	43
2.6.2	エマルジョン調合の基本的な方法	50
2.6.3	エマルジョンの形成に影響する物理化学的要因	51
2.6.4	エマルジョンのエアゾール製品への適用	53
第3章	噴射剤	57
3.1	噴射剤の分類	57
3.2	液化石油系ガス	57
3.2.1	液化石油ガスの一般説明	57
3.2.2	LPGの一般性状	58
3.2.3	ブタン、プロパンの混合比率による20℃での圧力	59
3.2.4	ブタン、プロパンの温度と圧力の関係	60
3.2.5	水／エタノール／LPGの相溶範囲	60
3.3	ジメチルエーテル	61
3.3.1	ジメチルエーテルの一般説明	61
3.3.2	ジメチルエーテルの一般性状	62
3.3.3	水／エタノール／ジメチルエーテルの相溶範囲	62
3.3.4	ジメチルエーテルの温度と圧力の関係	63

3.3.5	ジメチルエーテルの腐食性	64
3.3.6	ジメチルエーテルのステムガスケットに及ぼす影響	64
3.3.7	ジメチルエーテルを用いた処方	64
3.4	混合噴射剤	65
3.4.1	混合噴射剤の種類と特性	65
3.5	フッ素系ガス	66
3.5.1	分類及び一般性状	66
3.5.2	現在、使用可能なフッ素系ガスについて	67
3.6	圧縮ガス	68
3.6.1	圧縮ガスの種類	68
3.6.2	圧縮ガスエアゾール製品の特徴	69
3.6.3	液化ガス製品と圧縮ガス製品の長所と短所	71
第4章	容器	73
4.1	金属容器	74
4.1.1	ブリキ容器	74
4.1.2	アルミニウム容器	83
4.1.3	金属容器の内面コート	88
4.1.4	金属容器の安定性	89
4.2	ガラス容器	95
4.2.1	ガラス容器の特徴	95
4.2.2	容器の種類	95
4.2.3	容器の評価方法	97
4.3	プラスチック容器	99
4.3.1	プラスチック容器の特徴	99
4.3.2	容器の種類	99
4.3.3	容器の評価方法	100
4.4	二重構造容器（および二液同時吐出機構）	104
4.4.1	はじめに	104

4.4.2	二重構造容器の一般的特徴	105
4.4.3	構造別分類、特徴	106
4.4.4	各種二重構造容器の特性比較	116
第5章	バルブ	119
5.1	エアゾールバルブ	119
5.2	基本構造による分類	120
5.2.1	プッシュダウン式バルブ	120
5.2.2	チルト式バルブ	123
5.2.3	ねじ式バルブ	124
5.3	機構による分類	125
5.3.1	ベーパータップバルブ	125
5.3.2	正倒立バルブ	125
5.3.3	定量バルブ	127
5.3.4	パウダーバルブ	129
5.3.5	高粘度用バルブ	131
5.3.6	フェルール (Ferrule) バルブ	132
5.3.7	Two Passage wayバルブ	133
5.3.8	高速充填バルブ	134
5.3.9	噴射量可変バルブ	134
5.3.10	流量調整機構バルブ	135
5.4	構成部品および材料選択法	135
5.4.1	ステムガスケット	135
5.4.2	マウンテンカップとマウンテンガスケット	136
5.4.3	ステム	138
5.4.4	ハウジング	139
5.4.5	ディップチューブ	140
5.4.6	スプリング	141

第6章	アクチュエーター	143
6.1	アクチュエーターの種類	143
6.1.1	噴霧用ボタン	143
6.1.2	泡沫用スパウト	148
6.1.3	その他	149
6.2	アクチュエーターの適合性評価	151
6.2.1	耐内容物性の評価	151
6.2.2	嵌合強度の評価	152
第7章	キャップ	153
7.1	キャップの分類	153
7.1.1	カバーキャップ	154
7.1.2	アクチュエーターキャップ	159
7.2	キャップの適合性評価	166
7.2.1	キャップ材質の適合性	166
7.2.2	嵌合強度の評価	166
7.2.3	耐衝撃性強度	166
7.3	ガス抜きキャップ（残ガス排出）	167
	ガス抜きキャップの自主装着義務について	167
	ガス抜きキャップの使用条件	167
	ガス抜きキャップの設計条件	167
	ガス抜きキャップの表示	167
	ガス抜きキャップの設計条件の適用除外品（ガス抜きキャップが装着されていない）	168
第8章	エアゾール製品の製剤	169
8.1	噴霧製剤	169
8.1.1	液化ガス製剤	169
8.1.2	圧縮ガス製剤	186

8.2 泡沫製剤	200
8.2.1 泡沫生成機構	200
8.2.2 泡沫エアゾール製品の特性評価	201
8.2.3 水系泡沫	206
8.2.4 非水系泡沫	244
8.2.5 泡沫の安定化	246
8.3 粉末製剤	248
8.3.1 はじめに	248
8.3.2 粉末選定の因子	248
8.3.3 使用噴射剤	252
8.3.4 粉末の分散	252
8.3.5 粉末製剤の留意点	253
8.3.6 処方例	257
8.4 その他の製剤	258
8.4.1 ゲル状製剤	258
8.4.2 懸濁製剤	264
8.4.3 粉末入り懸濁製剤	272
第9章 エアゾール製品の製造	277
9.1 製造工程及び製造設備	277
9.2 噴射剤充填工程	278
9.2.1 液化ガス充填方法	278
9.2.2 圧縮ガス充填方法	285
9.3 クリンチャー	287
9.3.1 1インチバルブのクリンチャー	287
9.3.2 フェルール (Ferrule) バルブのクリンパー	288
9.3.3 バルブ外径φ15・φ23FA容器のロール巻き締め	289
9.4 クリンチ技術	289
9.4.1 クリンチの理論	289

9.4.2	クリンチ時の一般的な留意点	293
9.4.3	クリンチ規格	294
9.4.4	クリンチの測定及び試験	296
9.4.5	クリンチからの漏洩原因	299
第10章	エアゾール製品の工程管理	301
10.1	原材料の受け入れ管理	301
10.1.1	原料及び原液	301
10.1.2	噴射剤	302
10.1.3	エアゾール製品用容器	302
10.1.4	バルブ	303
10.1.5	アクチュエーター	304
10.1.6	キャップ	305
10.2	製造工程の管理	306
10.2.1	原液充填量	306
10.2.2	噴射剤充填量	306
10.2.3	真空度（バキューム度）	307
10.2.4	クリンチ条件	307
10.2.5	製品圧力	307
10.2.6	温水検査	307
10.2.7	噴射検査	308
10.3	生産品の管理	308
10.3.1	製品特性	308
第11章	エアゾール製品の製品特性試験	311
11.1	内圧測定法	311
11.2	噴射量測定法	312
11.3	噴射残量測定法	312

11.4	スプレーパターン測定法	314
11.5	水分測定法	314
11.6	火炎発生状態試験法（火炎長試験法）	315
11.7	付着率測定法（Pickup、Pickup Efficiency）	316
11.8	粒子径測定法	317
11.9	泡比重測定法	317
11.10	相溶性評価法	318
11.11	塗料エアゾール製品の塗り板試験法	319
11.12	エアゾール製品の分析法	319
11.12.1	噴射剤成分試験法	319
11.12.2	内容物比重測定法	320
11.12.3	原液／噴射剤充填割合測定法	320
11.12.4	容器満注量（内容積）測定法	321
11.12.5	充填率測定法	321
第12章	エアゾール技術の今後の課題	323
12.1	環境問題への対応	324
12.1.1	エアゾール業界の地球温暖化対応	324
12.1.2	VOCs削減への努力	325
12.2	PFAS欧州規制案について	326
12.3	省資源・廃棄リサイクルの促進	327
12.3.1	エアゾール製品リサイクル（不燃物・危険物からリサイクル資源回収へ）	329
12.4	商品としての安全性向上	330
[特別付録]		
I.	エアゾール関連法規と製品表示	335
I. I	高圧ガス保安法関係	335

I. II	消防法関係	339
I. II. I	危険物の試験と判定方法（第四類危険物）	342
I. II. II	危険物の運搬及び貯蔵規則	345
I. II. III	消防危第61号 エアゾール製品等の適正な保管について	347
I. III	薬機法関係	348
I. IV	その他関係法令	349
I. IV. I	航空法における積載規則	349
I. IV. II	危険物船舶運送及び貯蔵規制	349
I. IV. III	容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進等に関する法律（容器リサイクル法）	350
I. IV. IV	製造物責任法（PL法）	351
I. V	各種関係法令及び自主基準に基づくエアゾール製品の表示事項	351
I. V. I	高圧ガス保安法及び高圧ガス保安法施行令関係告示の規定に基づくエアゾール製品の表示	351
I. V. I - 2	自主基準に基づくエアゾール製品の表示	355
I. V. II	消防法関係（エアゾール原液が危険物に該当するもの）	359
I. V. III	薬機法関係	360
I. V. IV	家庭用品品質表示法関係	367
I. V. V	労働安全衛生法関係	369
I. V. VI	農薬取締法関係表示（園芸用殺虫剤等）	371
I. V. VII	その他業界自主基準等における表示	371