

# 技 術 情 報 目 次

スプレーパターンの基本的特性	A2
流量と比重	A5
スプレー角度とカバー範囲	A6
ポンプ選定ガイド	A7
スプレー粒子径	A8
スプレー粒子径表示方法とインパクト	A9
圧力制御とノズル材質・摩耗	A10
粘度、温度、表面張力	A11
圧力損失	A12
メンテナンスの秘訣	A14
単位換算表	A15
一般的な安全上の注意事項	A16



スプレーノズルは特定の条件に対応して特定な機能を発揮することができる精密製品です。最も効果的で適切なスプレーノズルを選定するガイドラインとして、以下に各スプレーノズルの特性についてまとめました。ご不明な点につきましては最寄りの弊社営業所にお問い合わせください。

下右側のレーザーシートイメージは、レーザーシート照射装置によって撮られた画像です。水平なシート上のレーザー光線にスプレーを通過させ、照射されたスプレー断面をカメラで撮影したものです。スプレーの光度は液体の量に直接比例しています。赤が最も光度が高く、スプレーの流量が最も多いことを表しており、黒は光度が低い、あるいは光度がまったくないことを表しています。



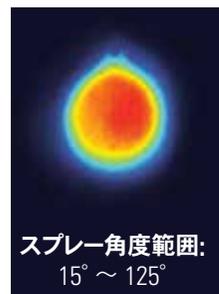
### フルコーンスプレーノズル

- ノズルに内蔵したベーンが層流を旋回流にして制御し、オリフィスから噴出すると同時に全面的に拡散してフルコーン状(円形状)のスプレーパターンを形成します。
- 円形全面に中粒子から大粒子で構成するスプレーパターンを形成します。ベーンレスタイプや四角形スプレータイプもご利用になれます。

#### 用途:

- 化学薬品注入
- 防塵
- 防火
- 金属冷却
- 洗浄およびリンス

レーザーシートイメージ



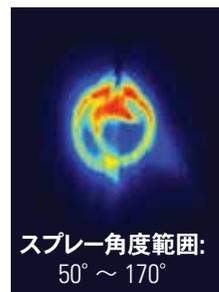
### フルコーンスプレーノズル(スパイラル型)

- 旋回流を必要としない構造で、フルコーンパターンで比較的粗い粒子を生成します。
  - スプレーカバー範囲は標準フルコーンノズルのほうがより均一ですが、スパイラルタイプのフルコーンノズルは小型にもかかわらず大流量を生成します。
- ※流路を大きくし、異物による目詰まり抑制に特化したノズルです。



#### 用途:

- 防塵
- 防火
- 排煙脱硫
- 急冷

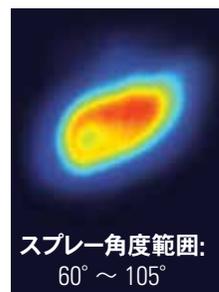


### フルコーンスプレーノズル(オーバル形スプレー)

- 独特な内蔵ベーンとオリフィス形状により長短辺約2対1のオーバル形全面に円錐状のスプレーパターンを形成します。
- スプレーパターンは中粒子から大粒子で構成されています。

#### 用途:

- 空気洗浄およびガス洗浄
- 冷却および急冷
- 防塵
- 消火

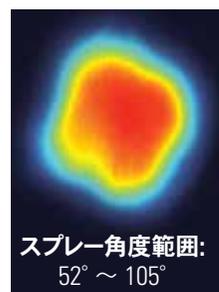


### フルコーンスプレーノズル(四角形スプレー)

- 独特な内蔵ベーンとオリフィス形状により角錐状にスプレーします。
- 四角形全面に対し、均一にスプレーを行います。
- スプレーパターンは中粒子から大粒子で構成されています。

#### 用途:

- 空気洗浄およびガス洗浄
- 冷却および急冷
- 防塵
- 消火





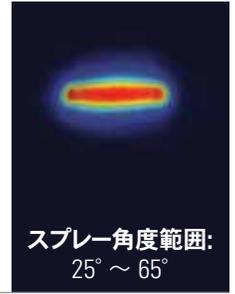
### フラットスプレーノズル(均一分布型)

- 中粒子で構成され、均一流量分布のフラットスプレーパターンを形成します。均一かつ高インパクトが必要な場合に最適です。
- 細い扇形スプレーパターンを形成し、均一流量分布を実現します。マニフォールドを使用する場合、オーバーラップを避けるように配置します。
- 主に高インパクトを要する用途向けに設計されています。

#### 用途:

- デスケーリング
- 高压洗浄
- ラベル除去

#### レーザーシートイメージ

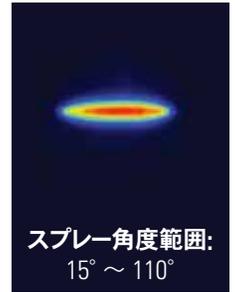


### フラットスプレーノズル(山形分布型)

- 両端がテーパ形状の流量分布を有するフラットスプレーノズルは、通常ヘッダーに複数個を取り付け、隣接するノズルのスプレーとオーバーラップさせて全スプレー幅にわたり均一なカバー範囲を実現します。

#### 用途:

- コーティング
- 冷却
- 加湿
- 洗浄

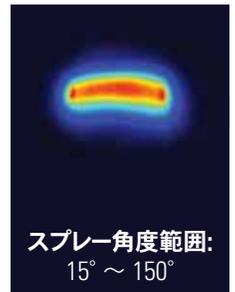


### フラットスプレーノズル(角度偏向型)

- 中粒子で構成する均一なフラットスプレーパターンを形成します。液体が丸孔オリフィスからディフレクター面を流れることによってスプレーパターンが形成されます。
- 丸孔オリフィスの障害物のない大きな流路により、目詰まりが発生しにくい設計となっています。狭角タイプは非常に強いインパクトを有し、広角タイプは中程度のインパクトを実現します。

#### 用途:

- 製紙用シャワー
- 洗浄



### ホローコーンスプレーノズル(旋回流チャンバー型)

- 液はチャンバー内を旋回しながらオリフィス部に到達し、噴出すると同時にホローコーン状(中空の円環状)のスプレーパターンを形成します。
- 広範囲な流量および粒子サイズで利用できるため、(ガス冷却のように)小粒子で噴霧流量を多く必要とする用途に適しています。

#### 用途:

- エア冷却、ガス冷却、水冷却
- コンベア上の製品の冷却
- 防塵
- 排煙脱硫
- 爆気

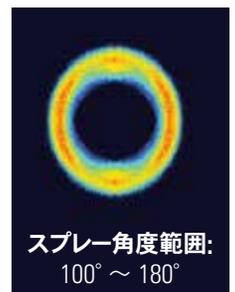


### ホローコーンスプレーノズル(角度偏向型)

- ディフレクターキャップにより傘状のホローコーンパターンを形成します。
- 旋回流チャンバーと比較してより多くの流量で利用できるため、配管内部のフラッシングや洗浄、小型タンクの洗浄に使用されます。

#### 用途:

- 防塵
- 防火
- チューブ/パイプ内のフラッシュ洗浄
- ウォーターカーテン





### ホローコーンスプレーノズル(スパイラル型)

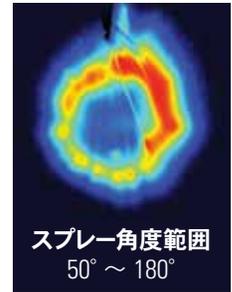
- 前ページの旋回流チャンバー型、角度偏向型よりもわずかに粗い粒子のホローコーンパターンを形成します。
  - 小型にもかかわらず大流量をスプレーします。一体型構造で、所定パイプサイズの最大流量を噴射できます。
- ※流路を大きくし、異物による目詰まり抑制に特化したノズルです。



用途:

- 防塵
- 防火
- 排煙脱硫

レーザーシートイメージ

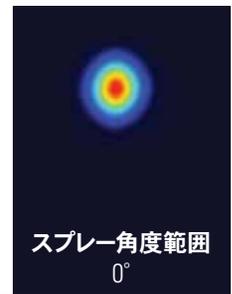


### ソリッドスプレーノズル

- ソリッドスプレーノズルは直進流を形成し、単位面積当たり最も強いインパクトでスプレーします。
- 非常に強いインパクトを必要とする用途に最適です。

用途:

- 洗浄
- 切断
- トリミング
- 異物除去

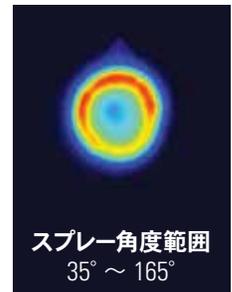


### アトマイジングスプレーノズル(一流体、微細ミスト)

- ホローコーンスプレーパターンを形成する一流体の小流量微細噴霧ノズルです。
- 圧縮空気を使用せずに、比較的高圧の液圧で微細噴霧を実現します。

用途:

- 防塵
- 蒸発冷却
- 調湿
- スプレー乾燥

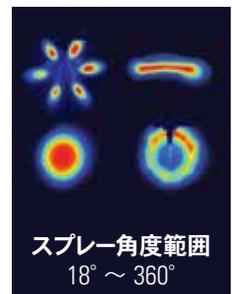


### 二流体エアアトマイジングスプレーノズル

- 圧縮空気と液体を混合させることにより、最も微細な霧を生成する二流体スプレーノズルです。
- 広い流量範囲で微細噴霧を行うことができるため、加湿、冷却、洗浄など幅広い用途で使用されています。

用途:

- コーティング
- 蒸発冷却
- 加湿/調湿



## 流量

ノズルの液流量はスプレー圧力によって異なります。

所定のオリフィスにおける圧力と流量の関係は次の式によって表すことができます。

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^n$$

**Q** = 流量 (L/minまたは gpm)  
**P** = 液体圧力 (MPaまたはpsi)  
**n** = ノズルタイプ別の指数

流量や圧力を概算する場合、他の値が判明しているときには上記計算式にて算出してください。”n”はスプレーパターンのタイプに基づいた流量に対する圧力の指数です。

例:

液圧が1MPaにおいて1/4G-10標準フルコーンノズルの流量を測定する場合、本カタログに記載された性能データによると次のようになります。

- スプレー角度65°
- 40psiにおける流量(Q<sub>1</sub>) = 1.9gpm
- 液圧(P<sub>1</sub>)=40psi
- 液圧(P<sub>2</sub>)=150psi

からQ<sub>2</sub>=3.5gpmと求められます。

$$Q_2 = \frac{Q_1}{\left(\frac{P_1}{P_2}\right)^n} = \frac{1.9 \text{ gpm}}{(40/150)^{0.46}}$$

- スプレー角度65°
- 0.3MPaにおける流量(Q<sub>1</sub>) = 7.5L/min
- 液圧(P<sub>1</sub>)=0.3MPa
- 液圧(P<sub>2</sub>)=1MPa

からQ<sub>2</sub>=13L/minと求められます。

$$Q_2 = \frac{Q_1}{\left(\frac{P_1}{P_2}\right)^n} = \frac{7.5 \text{ L/min}}{(3/10)^{0.46}}$$

## ノズルタイプ別の流量指数

ノズルタイプ	指数 “n”
ホロコーンノズル(全種類) フルコーンノズル(ベーンレス) フルコーンノズル(15° / 30° シリーズ) フラットスプレーノズル(全種類) ソリッドノズル(全種類) スパイラルタイプノズル(全種類)	0.50
フルコーンノズル(標準) フルコーンノズル(角形スプレー) フルコーンノズル(オーバルスプレー) フルコーンノズル(大流量)	0.46
フルコーンノズル(広角スプレー) フルコーンノズル(広角角形スプレー)	0.44

## 比重

本カタログの流量表示はすべて水を基準にしています。

流量には液の比重が影響します。水以外の液を用いる場合は、カタログ・技術資料に記載された数値に使用する液の比重の換算係数を掛けてください。比重ごとの換算係数を下の曲線に示してあります。

比重とは液の濃度を水の濃度と比較した率のことです。水の比重は1として定義されており、水以外の液をスプレーする場合は流量換算において比重を考慮する必要があります。

$$Q_2(\text{スプレーする液の流量}) = Q_1(\text{水の場合の流量}) \times \frac{1}{\sqrt{\text{比重}}}$$

先の例を使って考えてみましょう:

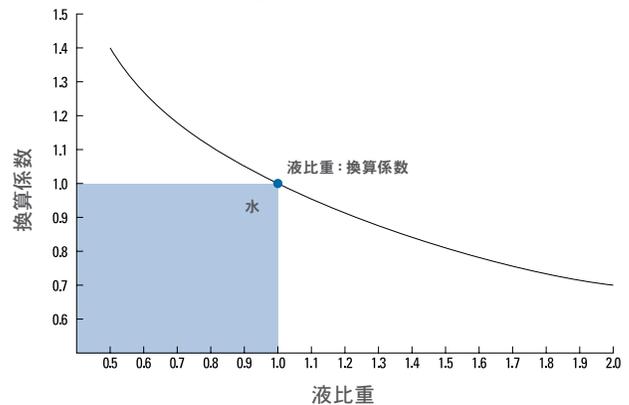
- スプレーする液が水よりも重く比重が1.4の場合
- 150psi時の水の流量=3.5gpm
- 流量(Q<sub>2</sub>)=Q<sub>1</sub>(水)\*1/√1.4

$$Q_2 = \frac{3.5 \text{ gpm} * 1}{\sqrt{1.4}} = 2.95 \text{ gpm}$$

- スプレーする液が水よりも重く比重が1.4の場合
- 1MPa時の水の流量=13L/min
- 流量(Q<sub>2</sub>)=Q<sub>1</sub>(水)\*1/√1.4

$$Q_2 = \frac{13 \text{ L/min} * 1}{\sqrt{1.4}} = 11 \text{ L/min}$$

液比重と換算係数の関係



キーポイント:

水の場合の流量に使用する液の換算係数を乗ずることにより、換算係数に相当する比重をもつ液の流量を得ることができます。なおこの換算係数は比重の影響のみについて有効であり、その他の流量に関するファクターは考慮されていません。

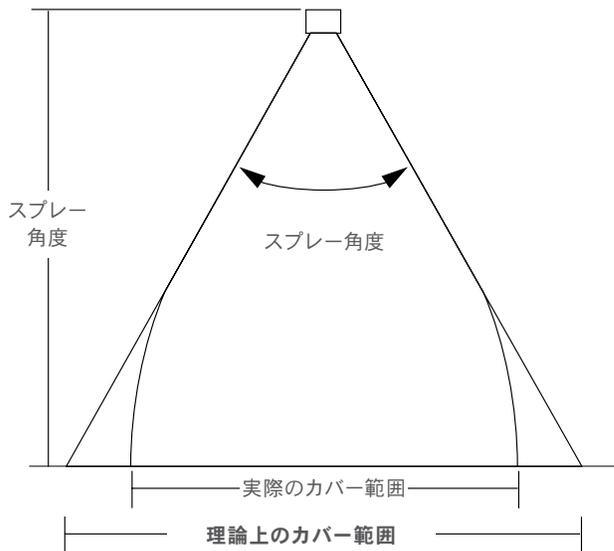


### スプレー角度とカバー範囲

下表は水を基準とした理論上のカバー範囲です。スプレー角度は圧力や液の粘度などにより変化します。また、このスプレー角度を維持できる距離も、噴射条件や液の特性によって異なります。粘性のある液は水に比べて狭角になりやすく、表面張力が小さい液は水に比べて広角になる傾向があります。また、実際のスプレーカバー範囲は、長距離にわたり持続せず、理論上のカバー範囲よりも狭くなります。粘性が高い、圧力が低い、スプレー距離が遠い程、この差は大きくなる傾向がありますので、テスト等により事前にご確認されることをお奨めいたします。

#### 例：角度が65°のスプレーノズルの場合

目標までの距離30cm  
 カバー範囲38.2cm



### 理論上のカバー範囲

ノズルオリフィスから目標表面までの距離(インチまたはセンチ)

スプレー角度	2"	5 cm	4"	10 cm	6"	15 cm	8"	20 cm	10"	25 cm	12"	30 cm	15"	40 cm	18"	50 cm	24"	60 cm	30"	70 cm	36"	80 cm	48"	100 cm
5°	0.2	0.4	0.4	0.9	0.5	1.3	0.7	1.8	0.9	2.2	1.1	2.6	1.3	3.5	1.6	4.4	2.1	5.2	2.6	6.1	3.1	7.0	4.2	8.7
10°	0.4	0.9	0.7	1.8	1.1	2.6	1.4	3.5	1.8	4.4	2.1	5.3	2.6	7.0	3.1	8.8	4.2	10.5	5.2	12.3	6.3	14.0	8.4	17.5
15°	0.5	1.3	1.1	2.6	1.6	4.0	2.1	5.3	2.6	6.6	3.2	7.9	3.9	10.5	4.7	13.2	6.3	15.8	7.9	18.4	9.5	21.1	12.6	26.3
20°	0.7	1.8	1.4	3.5	2.1	5.3	2.8	7.1	3.5	8.8	4.2	10.6	5.3	14.1	6.4	17.6	8.5	21.2	10.6	24.7	12.7	28.2	16.9	35.3
25°	0.9	2.2	1.8	4.4	2.7	6.7	3.5	8.9	4.4	11.1	5.3	13.3	6.6	17.7	8.0	22.2	10.6	26.6	13.3	31.0	15.9	35.5	21.2	44.3
30°	1.1	2.7	2.1	5.4	3.2	8.0	4.3	10.7	5.4	13.4	6.4	16.1	8.1	21.4	9.7	26.8	12.8	32.2	16.1	37.5	19.3	42.9	25.7	53.6
35°	1.3	3.2	2.5	6.3	3.8	9.5	5.0	12.6	6.3	15.8	7.6	18.9	9.5	25.2	11.3	31.5	15.5	37.8	18.9	44.1	22.7	50.5	30.3	63.1
40°	1.5	3.6	2.9	7.3	4.4	10.9	5.8	14.6	7.3	18.2	8.7	21.8	10.9	29.1	13.1	36.4	17.5	43.7	21.8	51.0	26.2	58.2	34.9	72.8
45°	1.7	4.1	3.3	8.3	5.0	12.4	6.6	16.6	8.3	20.7	9.9	24.9	12.4	33.1	14.9	41.4	19.9	49.7	24.8	58.0	29.8	66.3	39.7	82.8
50°	1.9	4.7	3.7	9.3	5.6	14.0	7.5	18.7	9.3	23.3	11.2	28.0	14.0	37.3	16.8	46.6	22.4	56.0	28.0	65.3	33.6	74.6	44.8	93.3
55°	2.1	5.2	4.2	10.4	6.3	15.6	8.3	20.8	10.3	26.0	12.5	31.2	15.6	41.7	18.7	52.1	25.0	62.5	31.2	72.9	37.5	83.3	50.0	104
60°	2.3	5.8	4.6	11.6	6.9	17.3	9.2	23.1	11.5	28.9	13.8	34.6	17.3	46.2	20.6	57.7	27.7	69.3	34.6	80.8	41.6	92.4	55.4	115
65°	2.5	6.4	5.1	12.7	7.6	19.1	10.2	25.5	12.7	31.9	15.3	38.2	19.2	51.0	22.9	63.7	30.5	76.5	38.2	89.2	45.8	102	61.2	127
70°	2.8	7.0	5.6	14.0	8.4	21.0	11.2	28.0	14.0	35.0	16.8	42.0	21.0	56.0	25.2	70.0	33.6	84.0	42.0	98.0	50.4	112	67.2	140
75°	3.1	7.7	6.1	15.4	9.2	23.0	12.3	30.7	15.3	38.4	18.4	46.0	23.0	61.4	27.6	76.7	36.8	92.1	46.0	107	55.2	123	73.6	153
80°	3.4	8.4	6.7	16.8	10.1	25.2	13.4	33.6	16.8	42.0	20.2	50.4	25.2	67.1	30.3	83.9	40.3	101	50.4	118	60.4	134	80.6	168
85°	3.7	9.2	7.3	18.3	11.0	27.5	14.7	36.7	18.3	45.8	22.0	55.0	27.5	73.3	33.0	91.6	44.0	110	55.0	128	66.0	147	88.0	183
90°	4.0	10.0	8.0	20.0	12.0	30.0	16.0	40.0	20.0	50.0	24.0	60.0	30.0	80.0	36.0	100	48.0	120	60.0	140	72.0	160	96.0	200
95°	4.4	10.9	8.7	21.8	13.1	32.7	17.5	43.7	21.8	54.6	26.2	65.5	32.8	87.3	39.3	109	52.4	131	65.5	153	78.6	175	105	218
100°	4.8	11.9	9.5	23.8	14.3	35.8	19.1	47.7	23.8	59.6	28.6	71.5	35.8	95.3	43.0	119	57.2	143	71.6	167	85.9	191	114	238
110°	5.7	14.3	11.4	28.6	17.1	42.9	22.8	57.1	28.5	71.4	34.3	85.7	42.8	114	51.4	143	68.5	171	85.6	200	103	229	-	286
120°	6.9	17.3	13.9	34.6	20.8	52.0	27.7	69.3	34.6	86.6	41.6	104	52.0	139	62.4	173	83.2	208	104	243	-	-	-	-
130°	8.6	21.5	17.2	42.9	25.7	64.3	34.3	85.8	42.9	107	51.5	129	64.4	172	77.3	215	103	257	-	-	-	-	-	-
140°	10.9	27.5	21.9	55.0	32.9	82.4	43.8	110	54.8	137	65.7	165	82.2	220	98.6	275	-	-	-	-	-	-	-	-
150°	14.9	37.3	29.8	74.6	44.7	112	59.6	149	74.5	187	89.5	224	112	299	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160°	22.7	56.7	45.4	113	68.0	170	90.6	227	113	284	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
170°	45.8	114	91.6	229	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



## ポンプ

スプレーノズル(液体用)を使用する全ての工程において液を供給することが必要です。液は、重力式(重力落下)、空気圧式または機械式ポンプによって供給することができます。ポンプの仕組みとしては、圧力ではなく流量を供給していると理解することが大切です。圧力は流れを制限した結果もたらされるものです。流れの制限がない場合は0MPaです。流路にオリフィス(ノズル)などがあると、それにより圧力が生じます。

主要なポンプとして、容積移送式ポンプと遠心ポンプがあります。他の方式のポンプもありますが、操作的にはこの2つのポンプと同様です。

### 容積移送式ポンプ

定量の液は、ピストン、プランジャー、シャフトの回転毎に移送されます。例としては、ピストンポンプ、プランジャーポンプ、ぜん動ポンプ、ギアポンプなどがあります。容積移送式ポンプは高圧で液を移送して供給し、システム特性にかかわらず回転毎に固定された流量を移送します。これらのポンプには過負荷防止のためのバイパスバルブや圧力リリーフバルブが必要となります。

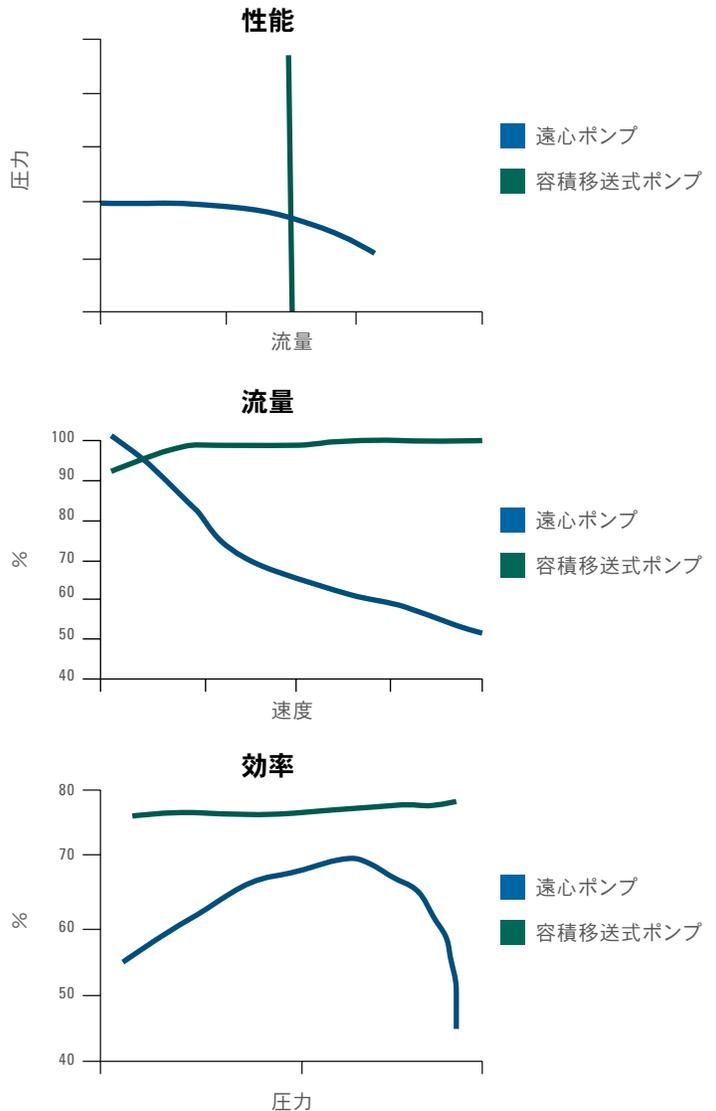
### 遠心ポンプ(高速ポンプ)

遠心ポンプは、一般的に低圧および大流量で使用されています。その多くは大きな羽根車で構成されており、ケーシング(渦巻室)内にあるシャフトによって回転します。羽根車とケーシングにより液を遠心力で移動させます。液はケーシング内を通過するうちに減速して圧力に変換され、システム配管に排出されます。圧力を上げるためにケーシングを複数重ね、段階的に圧力を上げるものもあります。これらのポンプは吐出側がふさがれている状態でも稼働することができるという特徴を持っています。ポンプは流速に影響するため、羽根車はシステムに影響することなくケーシング内で回転を続けます。熱を発生し、液に空洞を作る場合がありますが、容積移送式ポンプのように圧力を高めません。しかし通常は部品を保護するため、システムバイパスおよび圧力安全バルブがシステムに設置されています。

### ポンプの種類が与えるノズルの選択への影響

システムに必要な流量と圧力によりポンプを決定します。入手できるポンプには多くの方式、サイズがありますが、以下を選定の目安としてください。

- 大流量の場合、遠心型のポンプが使われます。
- 高圧の場合、容積移送式ポンプが使われます。
- インバーター制御(VFD)ポンプも選択肢となる場合があります。これらのポンプでは速度や流量の制御が可能です。
- 液性を考慮してください。比重がノズルの流量に影響があるのと同じように、ポンプの流量に影響を与えます。
- ポンプの効率、熱、有効電力、メンテナンス、設備条件も考慮してください。



## スプレー粒子径

ガス冷却、ガス処理、防災、スプレードライ等の工業向けの用途においては、スプレー粒子径の正確な情報がスプレーノズル性能の最適化を考える上で特に重要なファクターとなります。

スプレー粒子径はスプレーパターンを構成する個々のスプレー粒子の分布状況を計測して算出します。どのスプレーも様々な粒子径サイズを生成し、この粒子径をレンジ(範囲)ごとに分類したものを粒子径分布と呼びます。粒子径分布はスプレーパターンのタイプによって異なり、最も微細な径の粒子はエアアトマイジングノズルによって、最も大径の粒子はフルコーン流体ノズルによってつくられます。

### 原寸大の粒子径です。

- ・ 500  $\mu\text{m}$                       1インチ=25,400 $\mu\text{m}$
- 1,200  $\mu\text{m}$                       1mm=1,000 $\mu\text{m}$
- 5,500  $\mu\text{m}$                        $\mu\text{m}$ =ミクロン

液体の特性、ノズルの流量、スプレー圧力およびスプレー角度等が粒子径を左右するファクターとなります。スプレー圧力が低くなると粒子径は粗くなり、高くなると細かくなります。各スプレーパターンにおいて、最小流量で最小粒子径が生成され、最大流量で最大粒子径が生成されます。

## 様々な圧力および流量でのスプレーパターン別の粒子径

スプレーパターン	0.07 MPa		0.28 MPa		0.7 MPa	
	流量	VMD	流量	VMD	流量	VMD
	(L/min)	$\mu\text{m}$	(L/min)	$\mu\text{m}$	(L/min)	$\mu\text{m}$
エアアトマイジング	0.02 0.08	20 100	0.03 30	15 200	45	400
微粒スプレー	0.83	375	0.1 1.6	110 330	0.2 2.6	110 290
ホローコーンスプレー	0.19 45	360 3400	0.38 91	300 1900	0.61 144	200 1260
フラットスプレー	0.19 18.9	260 4300	0.38 38	220 2500	0.61 60	190 1400
フルコーンスプレー	0.38 45	1140 4300	0.72 87	850 2800	1.1 132	500 1720

実現できる粒子径サイズの幅広さを示すために選択されたノズルでのサンプリングです。

## 相対的な粒子径

本カタログでは一般的な粒子径サイズ分類法を使用しています。実際の粒子径は流量および圧力によって異なり、ノズルによっては複数の粒子径カテゴリーにまたがる場合があります。お客様の応用において粒子径サイズが重要な場合は、最寄りの弊社営業所まで詳細についてお問い合わせください。

単位:  $\mu\text{m}$

霧	弱い雨	普通の雨	強い雨/豪雨
 10 ~ 100	 100 ~ 500	 500 ~ 1000	 1000 ~ 5000
とても小さい	小さい	中サイズ	大きい

## スプレー粒子径表示方法

粒子径の表示には様々な方法があり、計算方法がそれぞれ異なるため、正確な理解が必要となります。実際にノズル間の粒子径を正確に比較するには、同じ測定法および計算法による径を使用する必要があります。粒子径は通常 $\mu\text{m}$ (ミクロン)で表します。以下の3種類が代表的な表示方法です。

**VMD:  $D_{v0.5}$**

(Volume Median Diameter/体積メジアン径)

**MMD(Mass Median Diameter/マスメジアン径)**

スプレーされた液の体積(質量)で粒子径を表現する方法です。体積で計測した場合、スプレーされた全体積の50%がこの径より大きな粒子からなり、残る50%をこの径より小さな系の粒子からなることを指します。

**SMD:  $D_{32}$**

(Sauter Mean Diameter/ザウター平均粒子径)

スプレーパターンの表面積で粒子の細かさを表示する方法です。ある粒子群すべての粒子体積の合計をすべての粒子の表面積で割ることにより算出します。

**NMD:  $D_{No.5}$**

(Number Median Diameter/ナンバー・メジアン粒子径)

スプレー粒子の数量で粒子径を表示する方法です。表示する値は粒子の数の50%がこの径より小さく、残る50%がこの径より大きいことを表しています。

詳細は最寄りの弊社営業所にお問い合わせください。

## インパクト

インパクトは所定の距離においてスプレーパターンによって対象表面が受ける力を計測したものです。対象面への衝撃力を $1\text{cm}^2$ あたりのインパクト値等によって表すことができます。インパクトはスプレーパターンの分布状況とスプレー角度が大きな要因となりますが、下の式により理論上のトータルインパクトを求めることができます。これにはオリフィスの形状、ノズル種類、液の特性やその他の要因は考慮していません。

$$I = K \times Q \times \sqrt{P}$$

理論上のトータルスプレーインパクト＝

定数(単位に基づく)×流量(圧力P時)×圧力の平方根(P)

I = 理論上のトータルスプレーインパクト

K = 定数

Q = 流量

P = 液体圧力

I	ポンド	キログラム	ニュートン
K	0.0526	0.024	0.745
Q	gpm	L/min	L/min
P	psi	kg/cm <sup>2</sup>	MPa

定数(K)は使用されている計測方法に基づく単位換算です。換算は上記表に記載されています。

例:

P=4kg/cm<sup>2</sup> Q=3.2L/minの場合

算出例1  $I = 0.024 \times 3.2 \times \sqrt{4}$

≒0.15kg (スプレーパターン全体のインパクト)

算出例2  $I = 0.745 \times 3.2 \times \sqrt{0.4}$

≒1.5N (スプレーパターン全体のインパクト)

お客様の応用におけるインパクトの計測については、最寄りの弊社営業所にお問い合わせください。



## 使用圧力

本カタログの各セクションに表示された数値は、関連するスプレーノズルもしくは付属品において最も一般的に使用される圧力範囲を示しています。

本カタログに記載の圧力範囲外でご使用される場合は、最寄りの弊社営業所にお問い合わせください。

## ノズルの材質

お客様の望まれる仕様を満たすため、ノズルごとに“標準”材質を定めています。標準材質には、しんちゅう、鉄、各種ステンレス、焼入れステンレス、各種樹脂、各種カーバイドがあります。その他、下記材質のご注文にもお応えいたします：

- AMPCO®8
- CARPENTER®20 (Alloy20)
- セラミック
- CUPRO® ニッケル
- 黒鉛
- HASTELLOY®
- INCONEL®
- MONEL®
- ナイロン
- ポリプロピレン、PVC およびCPVC
- REFRAAX®
- シリコンカーバイド
- Stellite®
- チタン
- ジルコニウム



## ノズルの摩耗

ノズルの摩耗によって、ノズルスプレーに最も象徴的に表れるのが流量の増加、次いでスプレーパターンの全般的な悪化です。具体的には、扇形のオリフィス形状を持つフラットスプレーノズルはスプレーパターンが狭くなり、他のノズルのスプレーパターンはカバー範囲に大きな変化は生じないもののパターン分布は悪化します。摩耗は流量の増加をもたらし、その結果システム全体の圧力を低下させますのでご注意ください。特に容積移送式ポンプを使用する場合には顕著になります。

通常の硬い材質ほど耐摩耗寿命が長くなります。下の表にノズルを構成する代表的な材質の標準的な対摩耗率を掲載しましたので、お客様がノズル、オリフィスインサートおよび/またはスプレーチップの材質を選定する際の参考にしてください。

より優れた耐摩耗性を有する材質もご利用になれますが、ノズル材質の薬品腐食率はスプレーする液によって決まります。スプレーする液に対するノズル材質の耐腐食性だけでなく、スプレーする液の腐食特性、%濃度、温度も考慮する必要があります。

### 換算耐摩耗率

材質	摩耗率
アルミニウム	1
しんちゅう	1
ポリプロピレン	1-2
鉄	1.5-2
MONEL®	2-3
ステンレス	4-6
HASTELLOY®	4-6
焼入れステンレス	10-15
STELLITE®	10-15
シリコンカーバイド (ナイトライドボンデッド)	90-130
セラミック	90-200
超硬	180-250
人工ビーまたはサファイア	600-2000

i-1ページの登録商標および所有権をご参照ください。

## 粘度

粘度とは、液体の形状および要素配列の変化に抵抗しようとする特性のことです。粘度はノズルスプレーの流量に影響を与えますが、それ以上に顕著なのがスプレーパターンに与える影響です。水に比べ高粘度液-100cpまたはそれ以上-の場合は、スプレーパターンを形成するための最低圧力をより高くする必要があります。またスプレー角度は一般的に狭くなります。

## 温度

本カタログの数値は水を基準にしていますが、その設定温度は21℃です。液温の変動はノズルスプレーの性能に直接的には影響しませんが、粘度、表面張力、比重に関与し、間接的に影響を及ぼすことを考慮しておく必要があります。

## 表面張力

液体の表面は常に縮まろうとする性質を持っています。これが表面張力です。葉の上の水滴は球形をしています。これも表面張力が水滴の表面を最小とするように働くために起こる現象です。表面張力の大きさはdynes/cmで表示します。水の場合、21℃における表面張力の値は73dynes/cmです。

表面張力はスプレー圧力、スプレー角度、粒子径に影響を与えます。低圧時にその影響は顕著になり、表面張力が大きくなるにつれてスプレー角度、なかでもホローコーン、フラットスプレーの角度が小さくなります。表面張力が小さいと、より低圧でのスプレーが可能になります。

## ノズル性能に影響を及ぼす要因(概要)

ノズル性能に影響を及ぼす要因を下の表にまとめました。要因は一樣ではなく、複数の要因が相互に影響し合っていることがおわかりいただけると思います。例えば、液体の温度を上げると比重は下がり、それによって流量が増えると同時に流量減を招く粘性は小さくなります。スプレーノズルは数多くのタイプとサイズがあります。諸要因を総合的に勘案して最適のノズルをご選定ください。

特定の用途に対しても豊富な実績をもとに多面的にお応えできる態勢を整えております。

ノズル特性	圧力を上げる	比重を上げる	粘度を上げる	液温を上げる	表面張力を上げる
パターン状態	良くなる	影響僅少	悪くなる	良くなる	影響僅少
粒子径	小さくなる	影響僅少	大きくなる	小さくなる	大きくなる
スプレー角度	増えてから減る	影響僅少	減る	広がる	減る
流量	増える	減る	フルコーン/ホローコーンは増える フラットは減る	スプレーする液と使用するノズルによって決まる	影響なし
インパクト	大きくなる	影響僅少	小さくなる	大きくなる	影響僅少
速度	速くなる	遅くなる	遅くなる	速くなる	影響僅少
摩耗	速くなる	影響僅少	遅くなる	スプレーする液と使用するノズルによって決まる	影響なし

### 管路中の付属品による圧力損失の概算値

本カタログ中のバルブ・ストレーナー・継手類については、最大作動圧のおよそ5%の圧力損失を考慮に入れて定格流量を記載しています。下記の式を使うことにより、任意の流量に対する圧力損失の換算値を得ることができます。

$$Q_1 = (P_1)^5 \quad Q : \text{流量 (L/min)}$$

$$Q_2 = (P_2)^5 \quad P : \text{液体圧力 (MPa)}$$

例: 流量11L/minの  
圧力降下は  $\frac{11 \text{ L/min}}{19 \text{ L/min}} = \frac{(P_1)^5}{(0.18 \text{ MPa})^5} \quad P_1 = 0.06 \text{ MPa}$

流量と圧力損失の関係についての詳細は最寄りの営業所にお問い合わせください。

対象部品の定格流量: 19L/min 最大作動圧力: 3.5MPa (35bar)  
19L/minの場合の圧力降下=5%×3.5MPa=0.18MPa (1.8bar)

### ストレートパイプの相当長さ(m)における各パイプフィッティングによる圧力損失の概算値

圧力損失と一致するパイプ～継手の相当長さを決定する際は下の表をご利用ください。

パイプサイズ (呼び寸法)	内径 (mm)	ゲートバルブ (全開) (m)	グローブバルブ (全開) (m)	45° エルボ (m)	標準T継手 (標準流れ方向) (m)	標準エルボ/ 1/2減T継手 (m)	標準T継手 (サイドアウトレット) (m)
1/8	6.8	0.05	2.4	0.11	0.12	0.23	0.43
1/4	9.2	0.06	3.4	0.15	0.20	0.34	0.67
1/2	15.8	0.11	5.7	0.24	0.34	0.52	1.0
3/4	21	0.13	7.0	0.30	0.43	0.64	1.3
1	27	0.17	9.0	0.37	0.55	0.79	1.6
1-1/4	35	0.23	11.8	0.49	0.70	1.1	2.1
1-1/2	41	0.26	13.8	0.58	0.82	1.2	2.5
2	53	0.34	17.7	0.73	1.1	1.6	3.2
2-1/2	63	0.40	21	0.88	1.3	1.9	3.8
3	78	0.49	26	1.1	1.6	2.3	4.7
4	102	0.64	34	1.4	2.1	3.1	6.2
5	128	0.82	43	1.8	2.6	3.9	7.7
6	154	0.98	52	2.2	3.1	4.7	9.4

### スケジュール40スチールパイプとエアーク流量

適用 圧力 (psig)	標準パイプサイズ(scfm)												適用 圧力 (bar)	標準パイプサイズ(NL/min)											
	1/8"	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"	1/8"		1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"		
5	0.5	1.2	2.7	4.9	6.6	13.0	27	40	80	135	240	0.3	14.2	34.0	76.5	139	187	370	765	1130	2265	3820	6796		
10	0.8	1.7	3.9	7.7	11.0	21	44	64	125	200	370	0.7	22.7	48.1	110	218	310	595	1245	1810	3540	5665	10480		
20	1.3	3.0	6.6	13.0	18.5	35	75	110	215	350	600	1.4	36.8	85.0	187	370	525	990	2125	3115	6090	9910	16990		
40	2.5	5.5	12.0	23	34	62	135	200	385	640	1100	2.8	70.8	155	340	650	960	1755	3820	5665	10900	18120	31150		
60	3.5	8.0	18.0	34	50	93	195	290	560	900	1600	4.1	99.1	227	510	965	1415	2630	5520	8210	15860	25485	45305		
80	4.7	10.5	23	44	65	120	255	380	720	1200	2100	5.5	133	297	650	1245	1840	3400	7220	10760	20390	33980	59465		
100	5.8	13.0	29	54	80	150	315	470	900	1450	2600	6.9	164	370	820	1530	2265	4250	8920	13310	25485	41060	73625		



## スケジュール40スチールパイプ内の水流の圧力損失

流量	パイプサイズごとの圧力損失 (psi) (10ftの長さにおいて)																流量	パイプサイズごとの圧力損失 (bar) (10mの長さにおいて)																	
	1/8"	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"	5"	6"	8"		L/min	1/8"	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"	5"	6"	8"	
0.3	0.42																1	0.07																	
0.4	0.70	0.16															1.5	0.16	0.04																
0.5	1.1	0.24															2	0.26	0.06																
0.6	1.5	0.33															2.5	0.40	0.08																
0.8	2.5	0.54	0.13														3	0.56	0.12	0.03															
1.0	3.7	0.83	0.19	0.06													4	0.96	0.21	0.05	0.02														
1.5	8.0	1.8	0.40	0.12													6	2.0	0.45	0.10	0.03														
2.0	13.4	3.0	0.66	0.21	0.05												8	3.5	0.74	0.17	0.05	0.01													
2.5		4.5	1.0	0.32	0.08												10		1.2	0.25	0.08	0.02													
3.0		6.4	1.4	0.43	0.11												12		1.7	0.35	0.11	0.03													
4.0		11.1	2.4	0.74	0.18	0.06											15		2.6	0.54	0.17	0.04	0.01												
5.0			3.7	1.1	0.28	0.08											20			0.92	0.28	0.07	0.02												
6.0			5.2	1.6	0.38	0.12											25			1.2	0.45	0.11	0.03												
8.0			9.1	2.8	0.66	0.20	0.05										30			2.1	0.62	0.15	0.04	0.01											
10				4.2	1.0	0.30	0.08										40				1.1	0.25	0.08	0.02											
15					2.2	0.64	0.16	0.08									60					0.54	0.16	0.04	0.02	0.006									
20					3.8	1.1	0.28	0.13	0.04								80				0.93	0.28	0.07	0.03	0.009										
25						1.7	0.42	0.19	0.06								100					0.43	0.12	0.05	0.01										
30						2.4	0.59	0.27	0.08								115					0.58	0.14	0.06	0.015										
35						3.2	0.79	0.36	0.11	0.04							130					0.72	0.18	0.08	0.002	0.01									
40							1.0	0.47	0.14	0.06							150						0.23	0.10	0.03	0.012									
45							1.3	0.59	0.17	0.07							170						0.29	0.13	0.04	0.016									
50							1.6	0.72	0.20	0.08							190						0.36	0.16	0.05	0.02									
60							2.2	1.0	0.29	0.12	0.04						230						0.50	0.23	0.07	0.03	0.009								
70								1.4	0.38	0.16	0.05						260							0.32	0.09	0.04	0.01								
80								1.8	0.50	0.20	0.07						300							0.38	0.11	0.04	0.02	0.007							
90								2.2	0.62	0.25	0.09	0.04					340							0.50	0.14	0.06	0.02	0.009							
100								2.7	0.76	0.31	0.11	0.05					380							0.61	0.18	0.07	0.03	0.01							
125									1.2	0.47	0.16	0.08	0.04				470								0.28	0.11	0.04	0.02	0.009						
150									1.7	0.67	0.22	0.11	0.06				570								0.39	0.15	0.05	0.03	0.01						
200									2.9	1.2	0.39	0.19	0.10				750								0.64	0.26	0.09	0.04	0.02	0.007					
250										0.59	0.28	0.15	0.05				950									0.14	0.06	0.03	0.01						
300										0.84	0.40	0.21	0.07				1150									0.19	0.09	0.05	0.02						
400											0.70	0.37	0.12	0.05			1500										0.16	0.08	0.03	0.01					
500											0.57	0.18	0.07				1900											0.13	0.04	0.02					
750											0.39	0.16	0.04				2800												0.09	0.03	0.009				
1000											0.68	0.27	0.07				3800												0.16	0.06	0.02				
2000												1.0	0.26				7500													0.23	0.06				

網かけ部分の数値が各サイズにおいて推奨できる流量範囲です。



## スプレーノズルの性能維持

スプレーノズルは時間の経過と共に摩耗します。スプレーノズルの摩耗を検知するのは難しく、性能の小さな変化が、品質問題や水・化学薬品・電力の浪費をもたらす場合があります。摩耗したノズルを使用し続けることで莫大な不要コストを生んでしまうことがあり、コストが相当な金額に及ぶ場合があります。ノズルの摩耗を早い段階で検知することで、利益の損失を防ぐことができます。

### 定格流量より15%増を噴霧するノズルを使用した場合\*

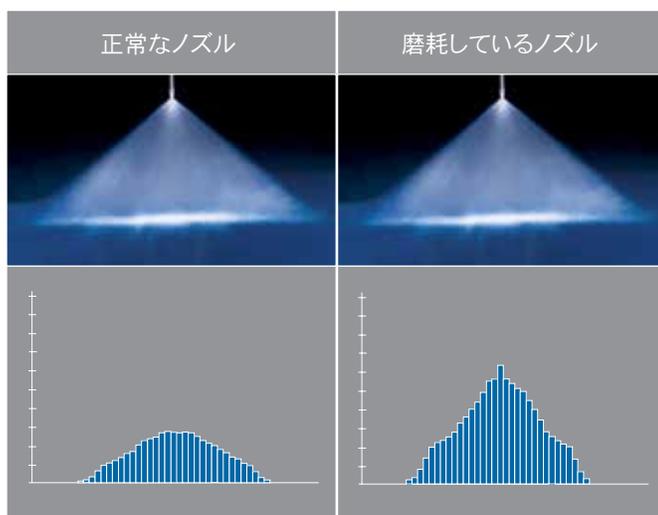
\*米国の例です。

	浪費量	過剰コスト
水	1,701,835ガロン (6,442,146リットル)	US \$4,680
化学薬品	170,165ガロン (6,442,146リットル)	US \$170,164
余剰水処理	1,872,000ガロン (7,086,291リットル)	US \$7,956
<b>摩耗したノズルのトータルコスト</b>		<b>US \$182,800</b>

\*トータルシステムの流量が100gpm (379L/min)の場合、水のコストは1,000ガロン(3.785リットル)あたりUS\$2.75ドル、化学薬品のコストは1ガロンあたりUS\$1ドルで希釈率10:1、年間のシステム稼働時間2080時間、電力コストの増加、廃棄および品質問題による稼働停止時間は含まない。

## 摩耗したノズルの検知

まずは目視でノズルの検査をしますが、摩耗が顕著でない限り、見つけることが難しいことがあります。下の画像はその一例です。左側は新品のノズルで適切にスプレーしています。右側のノズルは摩耗しており、流量を30%多くスプレーしています。目視検査では違いを検知することはできませんが、スプレーデータがこの2つのチップの違いを明らかにしています。



## 以下の事象はノズル摩耗の可能性ががあります:

- **品質悪化と廃棄の増加。**コーティング、冷却、乾燥や洗浄のむら、温度、塵埃量や湿度の変化を確認してください。
- **流量の変化:**
  - 遠心力ポンプの場合: 流量の増加を検知するために流量計の測定値をモニタリング、または、ある一定時間、特定の圧力下でのスプレーノズルの流量を収集、計測し、新品で未使用のスプレーノズルの流量値と比較します。
  - 容積移送式ポンプの場合: 液ライン圧が減圧していないかモニタリングします; 流量は一定に保たれます。
- **ノズルマニフォールドのスプレー圧力:**
  - 遠心ポンプの場合: スプレーされた液量の増加をモニタリングしてください。スプレー圧は同じに保たれる傾向があります。
  - 容積移送式ポンプの場合: 減圧とスプレー対象面へのインパクトの減少を圧力計でモニタリングしてください。スプレーされる液量は同じに保たれる傾向があります。また、スプレーノズルの目詰まりによる圧力の増加もモニタリングしてください。
- **スプレーパターンの品質の低下:** スプレーパターンに変化がないか、目視で確認してください。分度器でスプレー角度を確認してください。噴霧された表面のスプレーパターンの幅を計測してください。

## 摩耗したノズルの交換

定期的にノズルを検査しメンテナンスすることで、摩耗を検知し、耐用年数を長くすることができます。しかし、時間と共にノズルの摩耗は発生しますので、最終的な解決策はノズルを交換するしかありません。下記は交換間隔を判断する際に役立つガイドラインの一部です:

- ノズルの摩耗によって商品や工程品質に影響が生じていますか? 影響がある場合、摩耗していることが明白になった時点ですぐにノズルを交換してください。
- 使用液の節減は優先事項でしょうか? その場合は摩耗が明白になった時点ですぐにノズルを交換してください。
- 摩耗したノズルを使い続けることにより、どのくらいの費用がかさむでしょうか? 使用液、化学薬品、電力および廃水処理の追加コストはノズル交換のコストと比べることが重要です。スプレー性能がお客様のプロセス全体にとって重要な場合は、1年ごとや半年ごとにメンテナンスのための休止時間をとるなど、ノズル交換のためのタイミングを設定することをお奨めします。

ノズルのメンテナンスや交換については、最寄りの弊社営業所にお問い合わせください。

## 単位換算表

### 流量単位-相当値

	立方センチ	液体オンス	水ポンド	リッター	U.S. ガロン	立方フィート	立方メートル
立方センチ	•	0.034	$2.2 \times 10^{-3}$	0.001	$2.64 \times 10^{-4}$	$3.53 \times 10^{-5}$	$1.0 \times 10^{-6}$
液体オンス	29.4	•	0.065	0.030	$7.81 \times 10^{-3}$	$1.04 \times 10^{-3}$	$2.96 \times 10^{-5}$
水ポンド	454	15.4	•	0.454	0.12	0.016	$4.54 \times 10^{-4}$
リッター	1000	33.8	2.2	•	0.264	0.035	0.001
U.S. ガロン	3785	128	8.34	3.785	•	0.134	$3.78 \times 10^{-3}$
立方フィート	28320	958	62.4	28.3	7.48	•	0.028
立方メートル	$1.0 \times 10^6$	$3.38 \times 10^4$	2202	1000	264	35.3	•

### 液圧単位-相当値

	psi (Lb/In <sup>2</sup> )	水柱フィート	Kg/cm <sup>2</sup>	気圧 atm	bar	水銀柱インチ	kPa
psi (Lb/In <sup>2</sup> )	•	2.31	0.070	0.068	0.069	2.04	6.895
水柱フィート	0.433	•	0.030	0.029	0.030	0.882	2.99
Kg/cm <sup>2</sup>	14.2	32.8	•	0.968	0.981	29.0	98
気圧 atm	14.7	33.9	1.03	•	1.01	29.9	101
bar	14.5	33.5	1.02	.987	•	29.5	100
水銀柱インチ	0.491	1.13	0.035	0.033	0.034	•	3.4
kPa	0.145	0.335	0.01	0.009	0.01	0.296	•

### 寸法単位-相当値

	マイクロン	ミル	ミリメートル	センチメートル	インチ	フィート	メートル
マイクロン	•	0.039	0.001	$1.0 \times 10^{-4}$	$3.94 \times 10^{-5}$	-	-
ミル	25.4	•	$2.54 \times 10^{-2}$	$2.54 \times 10^{-3}$	0.001	$8.33 \times 10^{-5}$	-
ミリメートル	1000	39.4	•	0.10	0.0394	$3.28 \times 10^{-3}$	0.001
センチメートル	10000	394	10	•	0.394	0.033	0.01
インチ	$2.54 \times 10^4$	1000	25.4	2.54	•	0.083	0.0254
フィート	$3.05 \times 10^5$	$1.2 \times 10^4$	305	30.5	12	•	0.305
メートル	$1.0 \times 10^6$	$3.94 \times 10^4$	1000	100	39.4	3.28	•

### その他-相当値と計算式

単位	相当値
1オンス	28.35 g
1ポンド	0.4536 kg
1馬力	0.746 kW
1BTU	0.252 kcal
1平方インチ	6.452 cm <sup>2</sup>
1平方フィート	0.09290 m <sup>2</sup>

### その他-相当値と計算式

単位	計算式
華氏温度 (°F)	= 9/5 (°C) + 32
摂氏温度 (°C)	= 5/9 (°F) - 32
円周	= 3.1416 x 直径
円の面積	= 0.7854 x 直径 <sup>2</sup>
球の体積	= 0.5236 x 直径 <sup>3</sup>
球の面積	= 3.1416 x 直径 <sup>2</sup>

## 寸法表示

本カタログ掲載のオリフィス寸法は呼び径です。他の寸法の資料が必要な場合は最寄りの弊社営業所にお問い合わせください。



## 下記の注意事項を読み、従ってください。



**警告:**  
事故や怪我を防止するため、ノズルを操作する前に、周辺機器を含め各機器の安全に関わる注意事項をお守りください。操作手順書がある際は、同書記載の手順に従ってください。



**警告:**  
Spraying Systems Co.では、危険性を有する薬品や化学物質を取り扱う際は、適切な安全保護用具の使用を推奨致します。



**警告:**  
圧力がかかったスプレー機器を使用する際は、安全を確保した上で使用してください。圧がかかった液流は、外傷をもたらす危険性があります。外傷が生じた際は、直ちに医師の診察を受けてください。

安全保護用具の一例(必要に応じて以下以外にも適正な用具をご使用ください)

- 保護帽子またはヘルメット
- 安全メガネまたはフェイスシールド
- 耐薬品性の手袋及びエプロン
- 長袖シャツ及び長ズボン



**警告:**  
システム及び全ての構成部品の最大使用圧力や流量などの仕様を把握するようにしてください。圧力がかかったスプレー機器を使用する際は、定格圧力が最も低い構成部品の圧力を超えないように注意してください。



**警告:**  
システムや機器を使用する前に、接続が適切であることを確認してください。また、接続や構成部品等の荷重に対する強度も確認の上、操作をしてください。

注意: 薬品や化学物質は、注意書きをお読み頂き、指示に従うようにしてください。



**警告:**  
メンテナンスを行う際は、液やエアの供給ラインを遮断し、配管内の薬品や液体を排出し、システムや構成部品に圧力がかかっていないことを確認してから作業を行ってください。



**警告:**  
構成部品はすべて適正な使用温度範囲内でご使用ください。高温下の構成部品につきましては、適切な安全保護用具を着用するか、時間の経過による冷却を確認後、操作や作業を行ってください。



**警告:**  
化学物質を使用する際は、製造者が提供するSDSや注意事項に従ってください。また、作業者の環境や健康状態を管理してください。



**警告:**  
怪我や製品の損傷につながる可能性があるため、弊社製品を本来の目的以外に使用しないでください。



**警告:**  
Spraying Systems Co.では、弊社ノズルに使用する薬品や化学物質の取り扱いを行っておりません。また、薬品や化学物質に対する材料の適合性については保証致しません。お客様におきましては、使用する液体及び気体に対する材料の適合性または起こり得る危険性を把握した上でご使用ください。