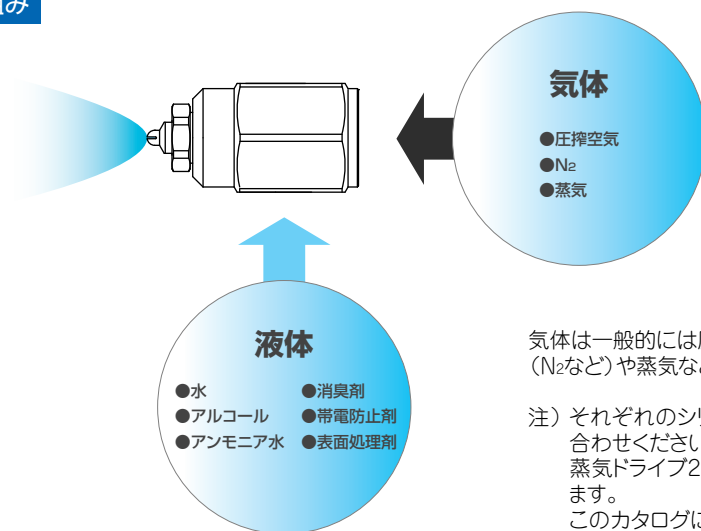


2流体ノズルを有効にご使用いただくために

2流体ノズルは、圧搾空気などの高速の流れを利用して液体を微粒化するノズルで、その機構から多くの種類があります。これからご紹介します2流体ノズルの技術資料をお読みいただき、目的にあったノズルをお選びください。

2流体ノズルの仕組み

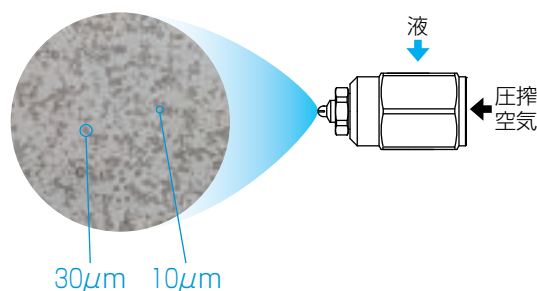


気体は一般的には圧搾空気を用いますが、不活性ガス(N₂など)や蒸気などで代用することもできます。

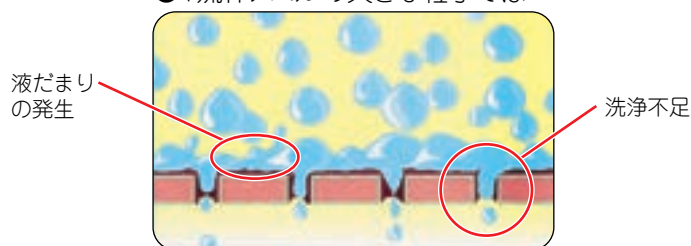
注) それぞれのシリーズの蒸気使用の可否はお問い合わせください。
蒸気ドライブ2流体ノズルJOKIJetを用意しています。
このカタログに記載している数値は、特に記載のない限り圧搾空気と常温上水によるものです。

求められる用途

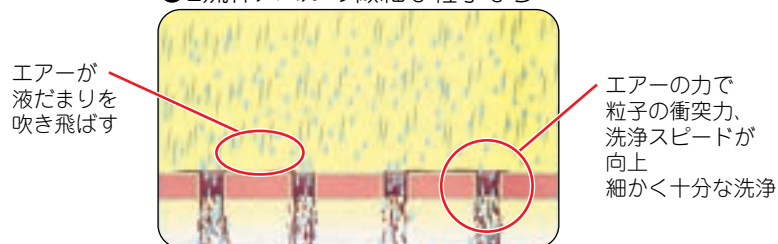
小さな噴霧粒子が必要な用途



●1流体ノズルの大きな粒子では…



●2流体ノズルの微細な粒子なら…



2流体ノズルの特長

優れた微粒化性能

2流体ノズルは、平均粒子径 $10\mu\text{m}$ 以下の微粒化^{※1}が可能です。

※1 粒子径の値(粒子径の測定法)についてはP.7をご覧ください。

大きなターンダウン

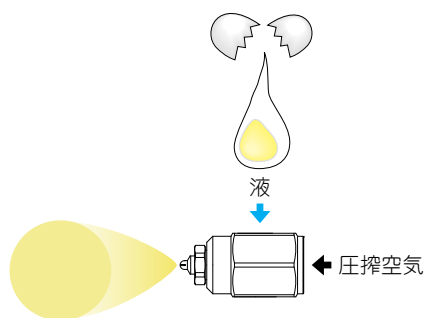
粒子径や流量分布を一定に保ちながら噴霧流量の調整範囲(ターンダウン比^{※2})が大きくとれ、噴霧流量調整ノズルとして適しています。

※2 ターンダウン比についてはP.4をご覧ください。

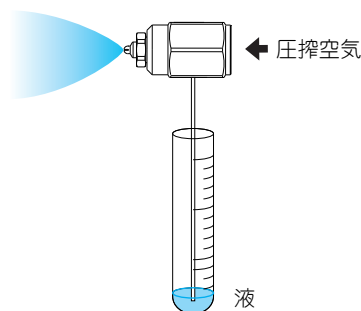
大きな異物通過径

2流体ノズルは同一水量の1流体ノズルに比べ、異物通過径が大きく、目詰まり対策に有効です。

微粒化しにくい粘性液の噴霧



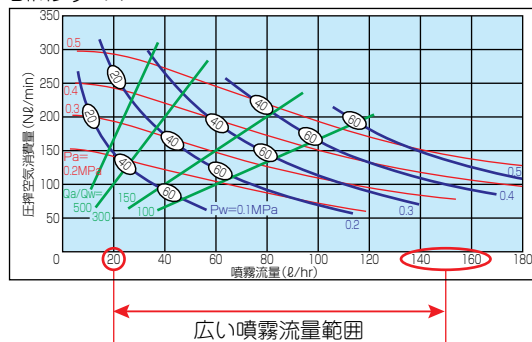
極少量の霧が必要な用途



広い範囲の噴量調整が必要な用途

1つのノズルで幅広く噴霧流量を調整できる

BIMシリーズ



●食品衛生法対応品についてはご相談ください。

2流体ノズルの特長

優れた微粒化性能 一気液混合方式と構造一

液体を微粒化する方法には、圧搾空気と液体の混合方法の違いにより「内部混合形」「外部混合形」「衝突形」の3種類があります。

内部混合形

ノズル内部で圧搾空気と液が混じり、微粒化します。
一般的に微粒化に優れています。

内部混合形にはさらに次の3種類があります。

内気形

ノズル内部で中心が圧搾空気、その外周に液が流れるタイプです。
液の通過径が大きく、液体による目詰まりに非常に強いタイプです。

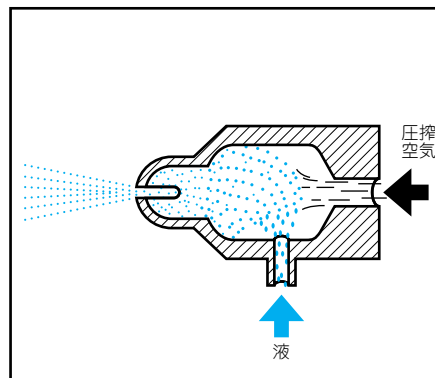
外気形

ノズル内部で中心が液、その外周に圧搾空気が流れる一般的なタイプです。
若干粒子径が粗くなりますが噴出口部の開口を大きくとれます。

ブレミックス形

噴口部より手前の段階で気液を混合させます。
低気水比※3でも噴口部までに液滴の噴出速度を加速させるので打力が強くなります。
またターンダウン※3も大きくとれるので、高温域での物体の冷却等に適しています。

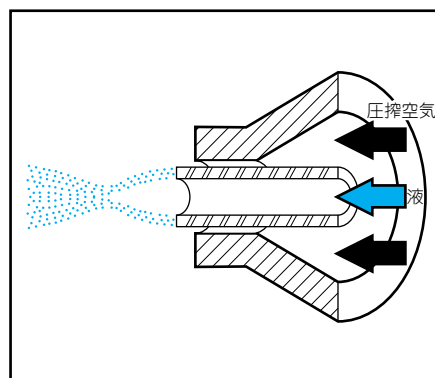
※3 気水比、ターンダウンについては次ページを参照ください。



外部混合形

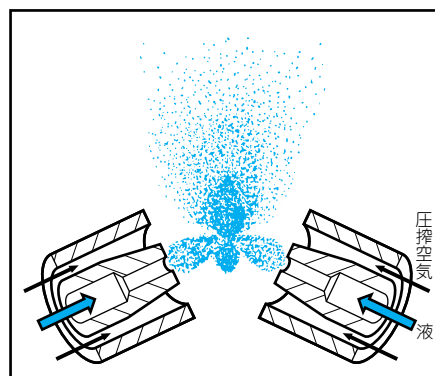
ノズル外で圧搾空気と液が混合します。
一般的に目詰りに強いタイプです。

外部混合形にも内気形と外気形があります。



衝突形

微粒化した液滴どうしをさらに衝突させて均質化・微粒化する、弊社独自の方式です。

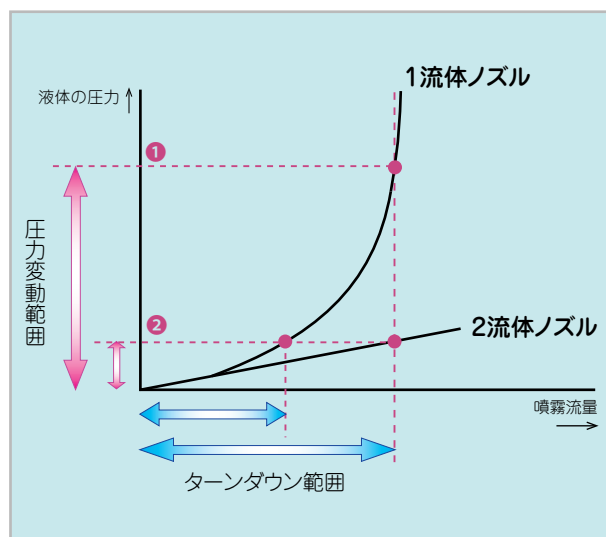


ターンダウン

噴霧流量の調節可能な範囲をターンダウン範囲といい、その最小値と最大値の比をターンダウン比と呼びます。

1個のノズルで噴霧流量の範囲を広く取るには、1流体ノズルでは圧力を膨大に上げる必要があり現実的ではありません(図中①)。2流体ノズルは圧搾空気圧力と液圧力での調整が可能のため、圧力の変動が少なく噴霧流量を調整することができます(図中②)。

燃焼ガスの冷却等、噴霧粒子径が小さく、噴霧流量調節範囲が広いノズルが必要な場合に適したノズルです。



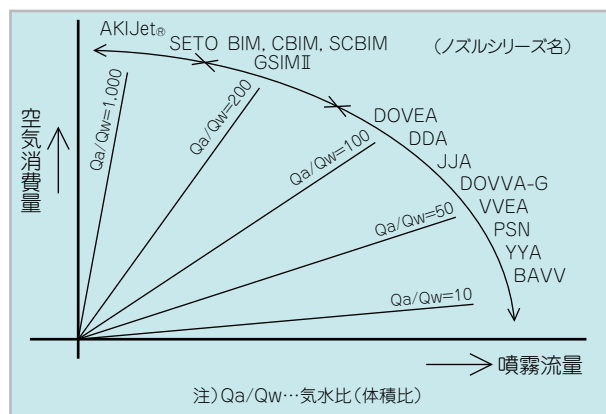
同じ圧力範囲でターンダウンを広くとりたいときは、2流体ノズルを選択してください。

気水比とは?

空気消費量/噴霧流量を気水比といい、体積比と重量比の両方の表現方法があります。

同一ノズルであれば、気水比を高くすると、粒子径は小さくなります。

当カタログの気水比は体積比で記載しています。



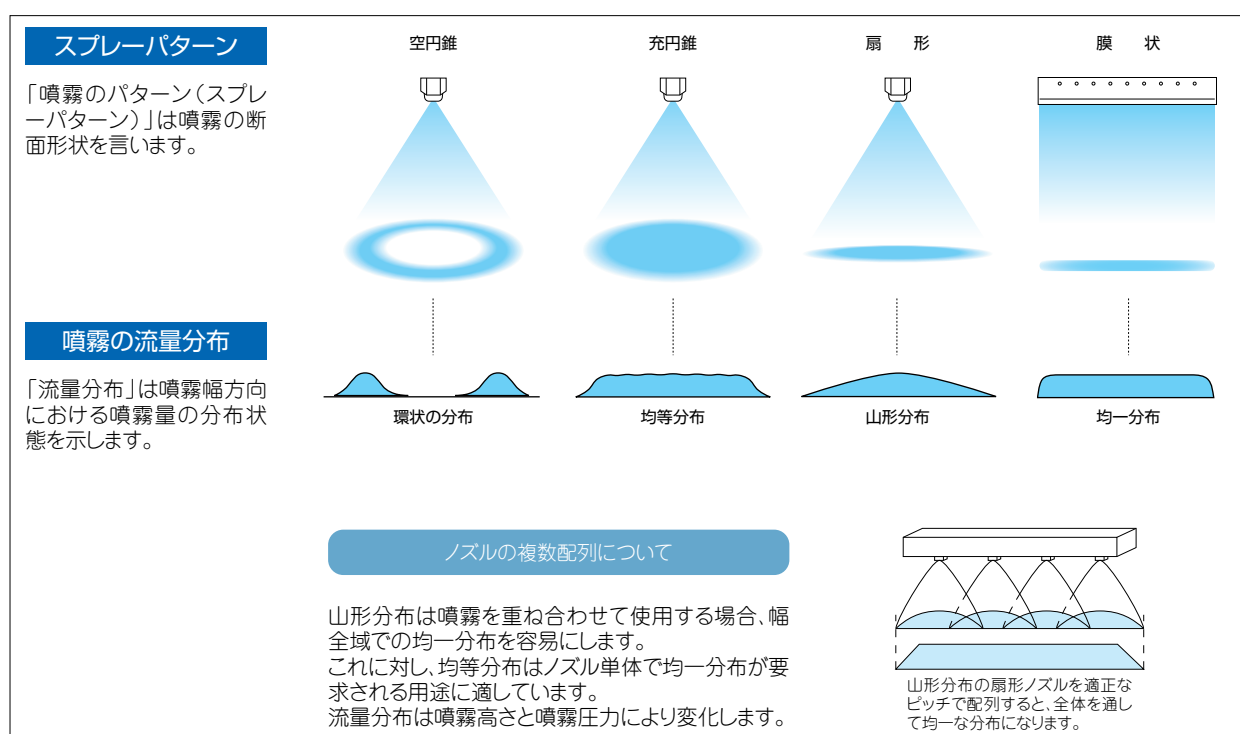
ノズルの選定要素

スプレーパターン

スプレーパターンとは噴霧の断面形状をいい、円錐形（充円錐、空円錐）、扇形、膜状があります。

円錐形は加湿、ガス冷却、化学反応、調湿などに適し、扇形、膜状は冷却、塗布などに適しています。目的の用途に応じて使い分けことがノズルの性能をいかし、効果を高めます。

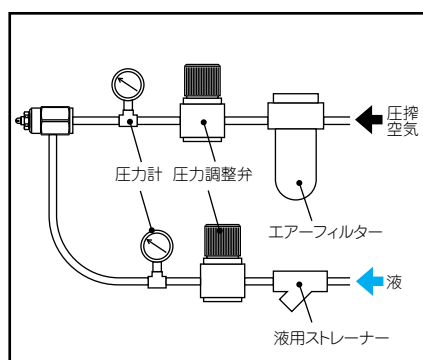
2流体ノズルの場合、噴霧距離が長くなるとスプレーパターンのくずれが大きくなりますのでご注意ください。



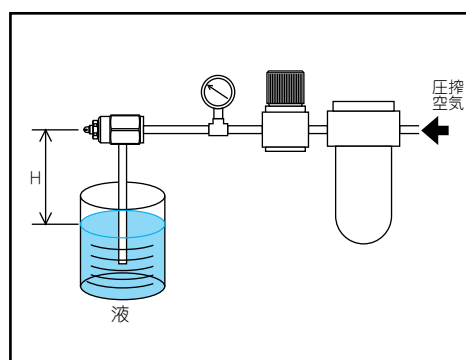
液の供給方式

液体を加圧して2流体ノズルに供給する液加圧タイプと、圧搾空気の中で液体を吸い上げて噴霧するサククションタイプがあります。

液加圧方式



サククション方式



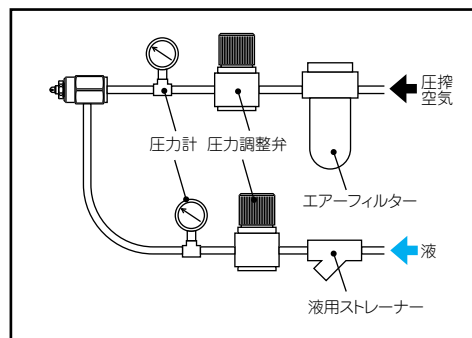
サククション（吸い上げ）の場合は吸い上げ高さ（H）により噴霧流量が変わります。

測定の基準

2流体ノズルは、シリーズごとに標準圧力およびその圧力下での噴霧流量基準を設けています。
製造・検査の結果、その基準に合格した製品のみを出荷しています。

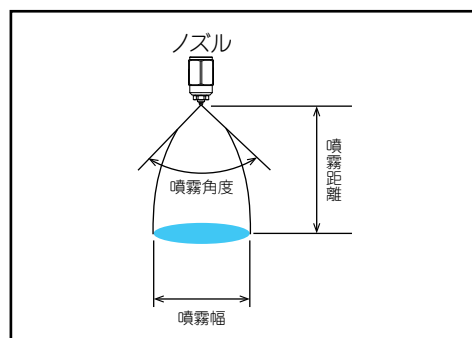
噴霧圧力

2流体ノズルの各シリーズは、通常よく使用される圧力を中心に、またはそのシリーズでのノズルの特性が得られる圧力で設計しています。
このカタログに記載している数値は圧搾空気と常温上水によるもので、ノズル直前の圧力です。



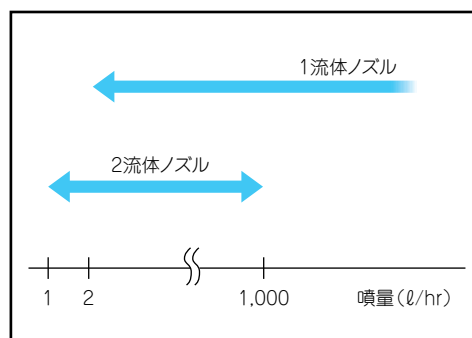
噴霧角度

スプレーノズルの噴霧角度（噴角）は、ノズル近傍での角度を示します。
2流体ノズルの噴霧は高速のため、噴出直後の角度を維持しません。
ノズル配置を設計される場合は噴霧幅の値を参考にしてください。

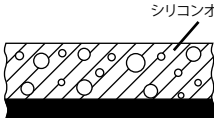
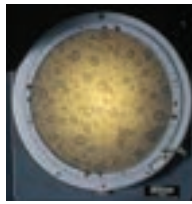
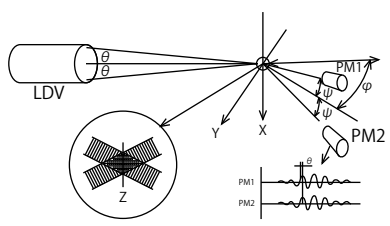
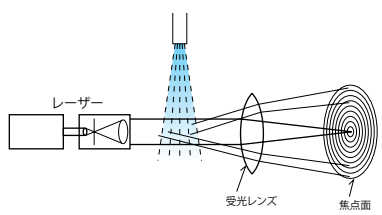
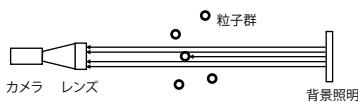
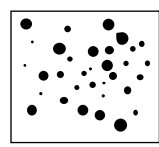


噴霧流量

噴霧流量はノズルより噴出する水量を表します。
2流体ノズルの特長の一つは微量噴霧が可能であることです。
0.1ℓ/hr (1.7cc/min)の微量から噴霧が可能です。
このカタログに記載している噴霧流量の数値は常温上水のものです。（空気消費量は大気圧時の値です。）



噴霧粒子径と測定方法

測定方法	基本原理と特長	粒子径測定適正範囲
液浸法	シリコンオイルを厚めに塗布したプレートガラス上に霧を受け止め、素早く拡大写真を撮影し、できあがった写真からサイズごとに粒子数をカウントする方法です。 この方法は、実際に粒子を捕集し測定するため測定条件（距離、粒子密度等）の影響を比較的受けにくく、またオイル中に浮くので真円の状態で測定が可能です。 ただし、オイルの表面張力を破ることができない超微粒子はすべてオイル表面で蒸発してしまうため、液浸法で測定した微霧や超微霧の平均粒子径は実際よりもかなり大きく表われます。	  10 ~ 5,000μm
レーザー法	2本のレーザー光を交差させ、干渉縞を形成させます。 この干渉縞を通過した粒子により生じた散乱光を一定距離離れた複数の受光器で感知した時の位相差により、粒子径を算出する方法です。 この方法は、一つ一つの粒子を測定するため、粒子密度の影響を比較的受けにくく、かつ粒子の速度も同時に測定できる利点があります。ただし、噴霧のポイントでの測定になります。	 0.5 ~ 2,500μm
	レーザー光路上に噴霧粒子が存在すると、レーザー光線は、粒子表面で散乱し、散乱光の干渉によりその後方に回折像を結ぶことを応用したものです（フランホーヘルの回折）。 この方法は、レーザー光の通路に存在する粒子すべてを同時に測定することが可能ですが、粒子密度が高い場合は、一度散乱したレーザー光が別の粒子により再度散乱される現象（多重散乱）が生じ、実際の平均粒子径より小さく表われることがあります。	 1 ~ 1,000μm
シャドウ法	背景照明で照らした粒子の影を撮影し、撮影したさまざまな粒子を円に変換し粒子径を算出します。 この方法ではレーザー法で測定出来ない非球形の粗大粒子の計測が可能です。 ただしカメラの倍率が低いため、細かい粒子の測定には不向きです。また粒子密度が高い場合は、複数の重なった粒子を一つの粒子として計測する場合があるため、実際よりも大きく表示されることがあります。	  10 ~ 8,000μm

粒子径の平均値

平均粒子径は、ノズルを選定したり、ノズル応用装置を設計したりする際には、重要な因子のひとつになります。

一般には次の3つの平均値が用いられます。

- ザウター平均粒子径 ($\bar{d}_{32}$) $\sum nd^3 / \sum nd^2$
- 平均体積粒子径 ($\bar{d}_v$) $(\sum nd^3 / \sum n)^{1/3}$
- マスメジアン粒子径 ($D_{v,5}$) $\int_0^{D_{v,5}} dv/v = \int_{D_{v,5}}^{\infty} dv/v = 50\%$

冷却・蒸発・燃焼・乾燥などの化学反応では表面積/体積=比表面積によって効率が論じられます。また数多い小粒子より数少ない大粒子によって現象が左右されることが多いため、ザウター平均粒子径を噴霧粒子群の代表値とするのが最も好ましいようです。

一般にもザウター平均値が多用され、当カタログにおいても使用しています。

■ ザウター平均粒子径算出例

範囲 (μm)	中央値 d (μm)	個数 n	nd ²	nd ³
0-100	50	1,664	4,160,000	208,000,000
100-200	150	2,072	46,620,000	6,993,000,000
200-300	250	444	27,750,000	6,937,500,000
300-400	350	161	19,722,500	6,902,875,000
400-500	450	73	14,782,500	6,652,125,000
500-600	550	35	10,587,500	5,823,125,000
600-700	650	17	7,182,500	4,668,625,000
700-800	750	4	2,250,000	1,687,500,000
	計	4,470	133,055,000	3,987,275 × 10 ⁹

$$\bar{d}_{32} = \frac{\sum nd^3}{\sum nd^2} = 300 \mu m$$

各測定法の相関関係

各種測定法で、測定結果に差が生じます。液浸法での粒子径の大きさを1としたときのそれぞれの測定法での相関比較※4は右表のようになります。

※4 ザウター平均粒子径での比較

測定法 ノズルタイプ	液浸法	フランホーヘル回折法	ドップラー法	シャドウ法
1流体	1	0.45	0.7~0.9	0.8~0.9
2流体				

粒子径の適正評価

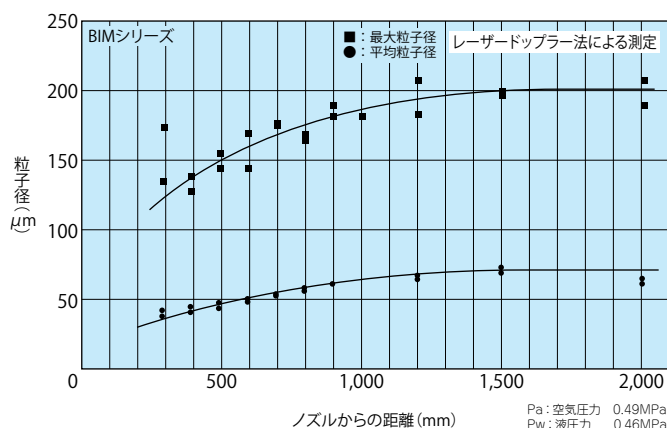
前述のように、各測定方法により粒子径の値が異なるため、その評価にあたっては、十分な注意が必要です。

何種類かのスプレーノズルの噴霧粒子径を比較する場合、測定方法を統一することはもちろん、レーザー法の場合は測定する距離、密度などをできる限り揃える必要があります。

霧の密度が高すぎると、フランホーヘル回折法のみならずドップラー法においても多重散乱が生じ、正しい粒子径の評価が行えなくなります。

そのためノズル近傍での測定は避けてある程度距離をとって測定を行うことが望ましいです。

■ 測定距離による粒子径の変化



選定参考表

エア供給方法	ノズルタイプ	スプレーパターン	液供給方式	シリーズ	気液混合方式
コンプレッサー	微霧発生小噴量形	扇形	液加圧	BIMV,CBIMV,SCBIMV	内部混合内気形
			サクシオン	BIMV.S,CBIMV.S,SCBIMV.S	
		空円錐	液加圧	BIMK,CBIMK	
			サクシオン	BIMK.S,CBIMK.S	
		充円錐	液加圧	BIMJ,CBIMJ,SCBIMJ	
	微霧発生小噴量形 (粘性液対応)	扇形	液加圧	YYA	外部混合
			液加圧・サクシオン	SETOV	外部混合外気形
		SETOV-C			
		SETOJet			
		SETOJet-R			
		SETO-SP			
		充円錐		SETO-SD	外部混合外気形 ※4
	微霧発生中噴量形	充円錐	液加圧	AKIJet	内部混合＋衝突形
	微霧発生大噴量形	充円錐	液加圧	GSIMⅡ	内部混合外気形
	細霧・中霧発生ノズル	扇形	液加圧	DOVEA	内部混合プレミックス形
				DDA	
		DOWVA-G			
		VVEA,INVVEA			
JJA					
スリット		PSN			
ブロー	超低圧式ノズル	扇形	液加圧	BAVV	内部混合内気形
		充円錐		LSIM	内部混合外気形
蒸気	蒸気ドライブノズル	充円錐	液加圧	JOKIJet	外部混合外気形

注) シリーズごとの使用条件(圧搾空気圧力、液圧力)、アダプターの詳細については、各掲載ページにてご確認ください。

※1 サウター平均粒子径。別記ない限り、レーザードップラー法による測定値です。

※2 液浸法による測定値です。

※3 レーザー回折法による測定値です。

※4 ノズル部品番07503R-IIは内部混合外気型です。

※5 INVVEAはヘッダータイプです。

ノズルの材質

各シリーズの材質欄に標準材質とオプション材質を表示しています。
ノズルおよび部品の材質には次のようなものがありますので、製品の材質にご希望がある場合にはお問い合わせください。

スプレーノズルの材質

金 属	S303 …… ステンレス鋼303
	S304 …… ステンレス鋼304
	S316 …… ステンレス鋼316
	S316L …… ステンレス鋼316L
	S321 …… ステンレス鋼321
	SCS13 …… S304相当 鋳造ステンレス鋼
	SCS14 …… S316相当 鋳造ステンレス鋼

樹 脂	PP …… ポリプロピレン
	PPS …… ポリフェニレン サルファイド
	PVC …… 硬質塩ビ
	HTPVC …… 耐熱塩ビ
	PTFE …… ポリテトラフル オロエチレン
	PE …… ポリエチレン
	PA …… ポリアミド

ゴ ム	FKM …… フッ素ゴム
	NBR …… ニトリルゴム
	FEPM …… 4フッ化エチレン プロピレンゴム

禁油処理(オプション)も行えます。ご要望の方はご相談ください。

平均粒子径 ※1	噴霧流量 単位	噴霧角度(°)	空気消費量 (Nℓ/min)	アダプタータイプ	掲載ページ
20 ~ 100	0.25 ~ 107	ℓ/hr	110, 80, 45	N,T, NDB,UNDB, SNB,USNB, SPB,USPB	13, 32, 41
	0.1 ~ 4.7		80		15, 37, 42
	2.0 ~ 107		60		17, 34
	1.4 ~ 5.5		60		19, 38
	0.25 ~ 107		70, 20		21, 35, 41
15 ~ 30	2.2 ~ 10.0	ℓ/hr	80	なし	59
15 ~ 40	1.7 ~ 10.6		65, 55	T,SN,SP	53
—	1.2 ~ 25.9		—	SP	55
20 ~ 60	2.0 ~ 111		—	T	46
15 ~ 40	2.0 ~ 26.4		—	T	48
15 ~ 25	1.5 ~ 5.1		—	CSP	51
15 ~ 25	0.9 ~ 26.4		—	—	57
10 ~ 120 ※2	10 ~ 450	ℓ/hr	—	T,H	92
40 ~ 80	15 ~ 2,000	ℓ/hr	60, 20	T,SN、 フランジ接続	61
50 ~ 200 ※3	0.42 ~ 40	ℓ/min	110~55	T	70
15 ~ 200 ※3	0.14 ~ 57.3		125~75	T	75
80 ~ 120	1 ~ 25		70, 55	フランジ接続	81
20 ~ 400	0.23 ~ 3.0		80, 60	T ※5	85, 87
150 ~ 650 ※2	1.1 ~ 24		—	フランジ接続	78
—	8 ~ 28		—	—	89
30 ~ 100	9.0 ~ 123	ℓ/hr	60	T	95
40 ~ 80	0 ~ 1,000		20	フランジ接続	97
40 ~ 200 ※2	10 ~ 1,200	ℓ/hr	—	フランジ接続	101

材質 項目		金 属					樹 脂							ゴ ム		
		S303	S304	S316	S316L	S321	PP	PPS	PVC	HTPVC	PTFE	PE	PA	NBR	FKM	FEPM
耐薬品性	塩酸	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	×	×	○	○
	濃塩酸	×	×	×	×	×	△	○	○	○	○	○	×	×	○	○
	硫酸(35%)	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	×	×	○	○
	濃硫酸	×	×	○	○	○	×	△	○	○	○	△	×	×	○	○
	硝酸(35%)	○	○	○	○	○	×	△	○	○	○	○	△	×	○	○
	濃硝酸	△	○	△	△	△	×	×	×	×	○	×	△	×	○	○
	酢酸	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	○	○	○
	水酸化ナトリウム(苛性ソーダ)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○
	アンモニア水	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×
	アセトン	○	○	○	○	○	○	○	×	×	○	×	○	×	×	×
	トリクロロエチレン	○	○	○	○	○	△	○	×	×	○	△	○	△	○	○
	エチルアルコール	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	○	○	○
耐熱性	使用可(℃)	400	400	400	400	400	80	170	40	50	100	60	130	90	150	150
	短期使用可(℃)	800	800	800	800	800	90	180	50	70	150	80	230	120	200	200

注) スプレーノズルの耐熱温度は、使用環境雰囲気、噴霧液性などにより大きく異なります。

○…可 △…短期可 ×…不可

■参考資料

■単位の換算

	μm	mm	cm	m	in	ft
長さ	1	1×10 ⁻³	1×10 ⁻⁴	1×10 ⁻⁶	3.94×10 ⁻⁵	3.28×10 ⁻⁶
	1×10 ³	1	0.1	1×10 ⁻³	3.94×10 ⁻²	3.28×10 ⁻³
	1×10 ⁴	10	1	1×10 ⁻²	3.94×10 ⁻¹	3.28×10 ⁻²
	1×10 ⁶	1×10 ³	100	1	3.94×10	3.28
	2.54×10 ⁴	25.4	2.54	2.54×10 ⁻²	1	8.33×10 ⁻²
	3.05×10 ⁵	3.05×10 ²	3.05×10	3.05×10 ⁻¹	12	1

	cm ²	m ²	in ²	ft ²
面積	1	1×10 ⁻⁴	0.155	1.08×10 ⁻³
	1×10 ⁴	1	1.55×10 ³	10.8
	6.45	6.45×10 ⁻⁴	1	6.94×10 ⁻³
	9.30×10 ²	9.30×10 ⁻²	1.44×10 ²	1

	cm ³	ℓ	m ³ (kℓ)	ft ³	英 gal	米 gal
体積	1	1×10 ⁻³	1×10 ⁻⁶	3.53×10 ⁻⁵	2.2×10 ⁻⁴	2.64×10 ⁻⁴
	1×10 ³	1	1×10 ⁻³	3.53×10 ⁻²	0.220	0.264
	1×10 ⁶	1×10 ³	1	35.3	220	264
	2.83×10 ⁴	28.3	2.83×10 ⁻²	1	6.23	7.48
	4.55×10 ³	4.55	4.55×10 ⁻³	0.16	1	1.2
	3.79×10 ³	3.79	3.79×10 ⁻³	0.134	0.833	1

	MPa	bar	kg/cm ²	lb/in ² (p.s.i)	atm	mmHg	mmH ₂ O(mmAq)
圧力	1	10	10.2	145	9.87	7.5×10 ³	1.02×10 ⁵
	0.1	1	1.02	14.5	0.987	750	1.02×10 ⁴
	0.098	0.981	1	14.2	0.968	736	1×10 ⁴
	6.89×10 ⁻³	0.069	0.070	1	0.068	51.7	703
	0.101	1.01	1.03	14.7	1	760	1.03×10 ⁴
	1.33×10 ⁻⁴	1.33×10 ⁻³	1.36×10 ⁻³	0.019	1.32×10 ⁻³	1	13.6
	9.81×10 ⁻⁶	9.81×10 ⁻⁵	1×10 ⁻⁴	1.42×10 ⁻³	9.68×10 ⁻⁵	0.074	1

	ℓ/min	m ³ /min	m ³ /hr	in ³ /hr	ft ³ /hr	英 gal/min	米 gal/min
流量	1	1×10 ⁻³	0.06	3.66×10 ³	2.12	0.22	0.264
	1×10 ³	1	60	3.66×10 ⁶	2.12×10 ³	220	264
	16.7	0.017	1	6.10×10 ⁴	35.3	3.67	4.40
	2.73×10 ⁻⁴	2.7×10 ⁻⁷	1.64×10 ⁻⁵	1	5.79×10 ⁻⁴	6.01×10 ⁻⁵	7.22×10 ⁻⁵
	0.472	4.72×10 ⁻⁴	0.028	1.73×10 ³	1	0.104	0.125
	4.55	4.55×10 ⁻³	0.273	1.66×10 ⁴	9.63	1	1.20
	3.79	3.79×10 ⁻³	0.227	1.39×10 ⁴	8.02	0.833	1

■その他

粘度	1P=100cP 1St=100cSt
質量	1kg≒2.21 lb 1 lb≒0.454kg
温度	[°F]≒([°C]×9/5)+32 [°C]≒5/9([°F]-32)

■水流量と適正配管径

管呼び径		銅 管		配管10mに対し圧損が 0.01~0.03MPaの時の 流量(ℓ/min)
A	B	内径	外径	
6A	1/8B	6.5	10.5	1.3~2.2
8A	1/4B	9.2	13.8	3~5.2
10A	3/8B	12.7	17.3	7~12
15A	1/2B	16.1	21.7	12~21
20A	3/4B	21.6	27.2	22~38
25A	1B	27.6	34.0	38~65
32A	1*1/4B	35.7	42.7	70~120
40A	1*1/2B	41.6	48.6	120~210
50A	2B	52.9	60.5	215~370
65A	2*1/2B	67.9	76.3	410~700
80A	3B	80.7	89.1	680~1,200
100A	4B	105.3	114.3	1,200~2,100
125A	5B	130.8	139.8	2,100~3,600
150A	6B	155.2	165.2	3,300~5,700