



**Spraying Systems Co., Japan**  
Experts in Spray Technology



Spray  
Nozzles



Spray  
Control



Spray  
Analysis



Spray  
Fabrication



## スプレーインjekター性能の最適化ガイド 仕様, 設計, 加工

A Guide to Optimizing Spray Injector Performance  
Specification, Design and Fabrication

## スプレーインジェクター：重要視されるべき構成部品

スプレーシステム全体の中でスプレーノズルは非常に小さな部品ですが、多くの場合スプレーノズルはシステムが精密で正確な性能を発揮できるように設計されている非常に重要な部品です。小さなズレであっても、品質への悪影響、稼働休止、稼働コストのロスの原因になる場合があります。

スプレーノズルと同様に重要なのが、液またはガスをスプレーノズルへと移送するスプレーインジェクター(スプレーランス、クイルとも呼ばれています)です。スプレーインジェクターはスプレーノズルの性能を最大限発揮できるように厳しい基準を満たしている必要があります。しかし、スプレーインジェクターは単なるパイプや移送装置として軽視されることが少なくありません。設計や製造における重要検討事項から外され、性能や効率などで問題を生じてしまう可能性があります。

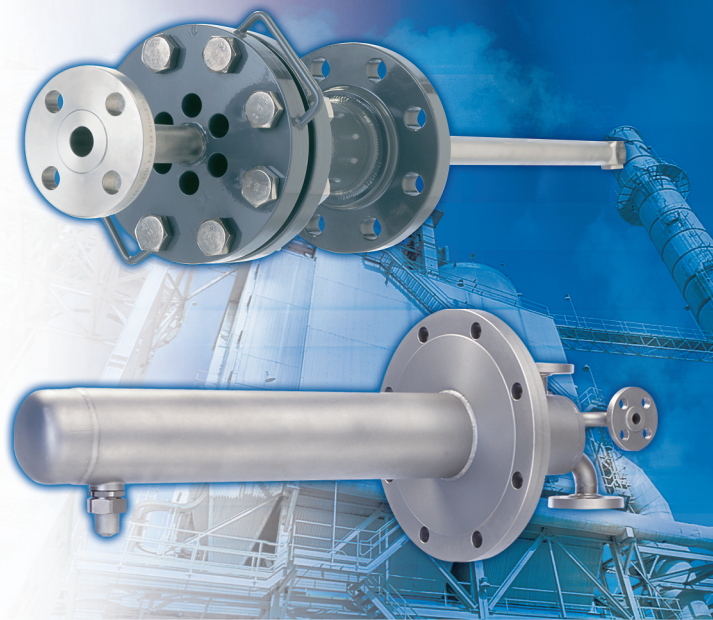
インジェクターの設計を起因としたスプレーのリスクは回避することが可能です。この問題に対するお客様の理解を深めていただけるよう、スプレーインジェクターの仕様、設計、加工における重要な検討事項に対応するための参考情報をまとめております。

### はじめに：標準仕様製品と特注製品

比較的簡単な用途の場合は標準のインジェクターを使用することが可能です。一方、ガス冷却、薬品注入、2次燃料注入、緊急用ガス冷却(クエンチ冷却)、石灰スラリー注入などの用途には特注設計が必要となるケースが多くあります。その理由は以下のとおりです。

- 通常これらの応用では、インジェクターに特殊な設計が要求されます。場所によってはインジェクターの設置が複雑で困難な場合があり、予め設計されている標準品では合致しないことがあります。
- 高温下、浸食環境および(または)腐食環境に対応するために特別な材料やコーティングが必要となります。
- ウォータージャケットまたはスチームジャケットで保護されたインジェクターは高温の応用には効果的であることが証明されています。
- プロセスの停止やメンテナンス休止時間を最小限にするためには、格納式などのフレキシブルな設計が必要となります。

多くの応用においてスプレーの要求性能を実現するために、標準の一流体ノズルまたはガスアトマイジングノズルが特注のインジェクターと連動して使用されています。



### インジェクターの設計は 要求するスプレーノズルの性能の決定から始まります

スプレーインジェクターの仕様、設計の第一歩はスプレーの目標性能、要求性能を明確にすることです。

以下の事項を確認してください：

- 腐食環境下でのガス洗浄処理ですか？
- 特定の量の二相流を下流に残すための洗浄ですか？
- 最適な化学反応を確実に実現するための特別なカバー範囲ですか？
- 完全蒸発による冷却ですか？
- 断熱飽和状態を目的とした冷却ですか？
- 防錆剤の高圧注入ですか？
- 適温の蒸気を得るための過熱防止ですか？

これらの事項は典型的な確認事項ですが、一部にすぎません。どのような性能や仕様が必要なのかを精査することでノズルの選択を行うことができます。お客様の稼働条件やスプレーへの要求性能により、最適なノズル選定が必要となります。



## ノズル選択の検討事項

最適なノズルを選定するための要素は多数あります。以下に基本的な確認事項を示します。これらを確認の上、お客様の稼働状況におけるノズルの性能については弊社にご相談ください。

- 注入量：対象となる容積またはガスの流量により決定
- 液体の粘性、温度、比重の全てがスプレーの性能に影響します。以下を参照ください。
- スプレーパターンとスプレー角度：ご仕様や目的に合わせたスプレーパターン、スプレー角度を一流体ノズルおよびガスアトマイジングノズルの豊富なラインナップよりお選びいただけます。

- 粒子径はスプレー角度が小さくなるにつれ大きくなります。
- スプレー角度はプロセスの流れに影響を受けるため、プロセスによってはスプレー角度が異なることがあります。接続口を増やしてノズルを追加することで、必要なカバー範囲を効果的に満たすことができます。

## スプレー性能の検討事項

下表にスプレーノズルの性能に影響を及ぼす様々な要素をまとめました。(ノズルの種類や稼働条件により異なる場合があります。)

ノズルの特性	圧力が上がる	比重が上がる	粘度が上がる	液温が上がる	表面張力が上がる
パターン状態	向上	影響僅少	悪化	向上	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	広がるが一定の値から狭くなる	影響僅少	狭くなる	広がる	狭くなる
流量	増加	減少	フルコーン/ホローコーンは増加 フラットは減少	液性とノズルによる	影響なし
インパクト	増大	影響僅少	減少	増大	影響僅少
流速	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	液性とノズルによる	影響なし

## ノズル選択の追加検討事項

● 固形成分含有量：スプレーする液体に含まれる固形物の含有量を明示してください。含有量が多い場合：

- 目詰まりを防止するために、最大異物通過径ノズル(MFP)をご検討ください。
- オリフィスやノズルチップへの固着を抑制するために、固着防止設計のノズルをご検討ください。
- 材質はセラミックや硬化ステンレスが有効です。

● 粒子径：多くの工程において完全蒸発が必要となり、精密な粒子径の制御が必要となります。重要な検討事項：

- 粒子径はスプレー内の個々の粒子の大きさを意味します。スプレーの中には様々な大きさの粒子径が存在しています。粒子径の大きさの範囲を粒子径分布といいます。

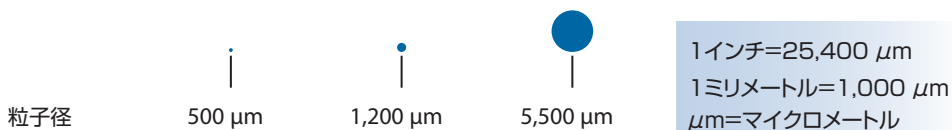
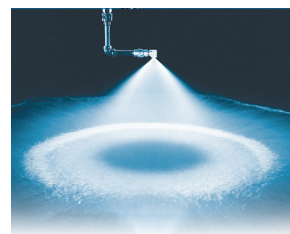
● 粒子径分布はスプレーパターンにより異なります。最小粒子径はガスアトマイジング、最大粒子径は一流体フルコーンによって形成されます。

● 流量が小さいほど、圧力が高いほど粒子が小さくなる傾向があります。

● 粒子径はスプレーされた距離により異なり、ガス温度、ガス濃度、液の粘性、流速等がスプレーパターンに影響を及ぼします。

● 蒸気圧：適切なノズルを選定するのに必要な要素です。

スプレーノズル選定の次のステップは、インジェクターを導入するエリアの構造や環境の確認です。



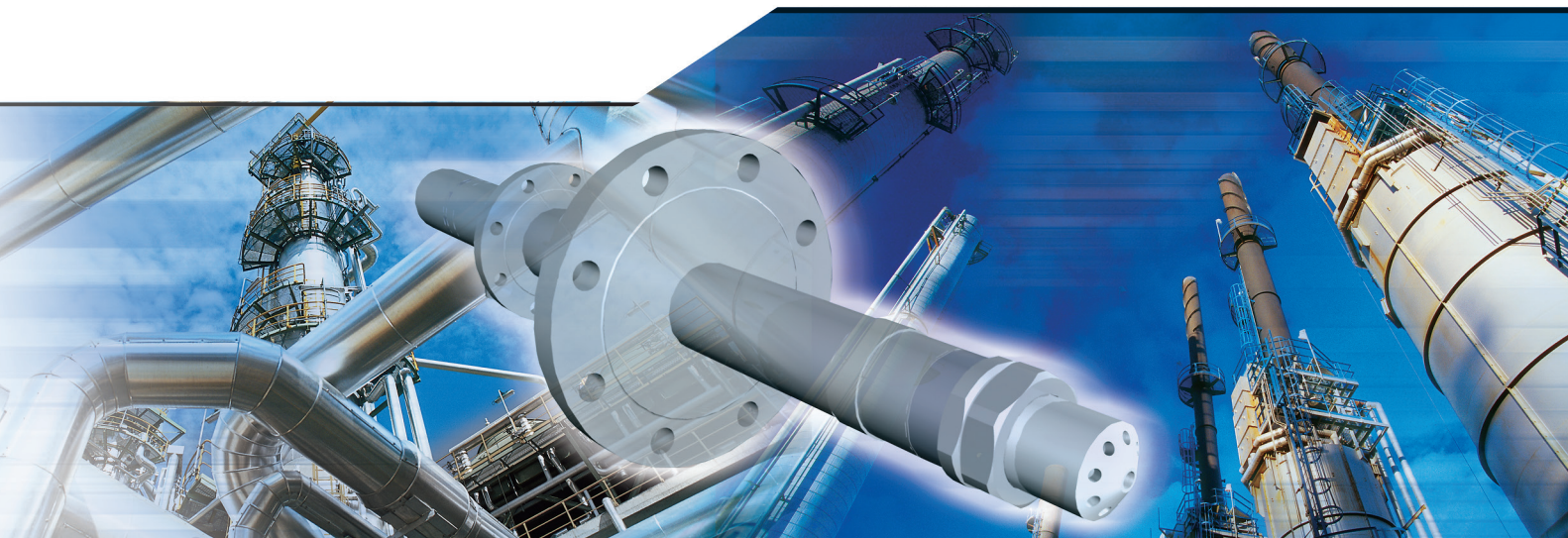
液の性質、ノズルの性能、スプレー圧力、スプレー角度が粒子径に影響します。

### 粒子径

圧力と流量とスプレーパターンとの関係

スプレーパターン	0.07MPa			0.28MPa			0.7MPa		
	流量 gpm	流量 L/min	粒子径 μm	流量 gpm	流量 L/min	粒子径 μm	流量 gpm	流量 L/min	粒子径 μm
ガスアトマイジング	.005 .02	.02 .08	20 100	.008 8	.03 30	15 200	12	45	400
一流体アトマイジング	.22	.83	375	.03 .43	.1 1.6	110 330	.05 .69	.2 2.6	110 290
ホローコーン	.05 12	.19 45	360 3400	.10 24	.38 91	300 1900	.16 38	.61 144	200 1260
フラット	.05 5	.19 18.9	260 4300	.10 10	.38 38	220 2500	.16 15.8	.61 60	190 1400
フルコーン	.10 12	.38 45	1140 4300	.19 23	.72 87	850 2800	.30 35	1.1 132	500 1720

生成され得る粒子径を幅広く示すためにノズルを選定しております。



## インジェクターの仕様と設計について

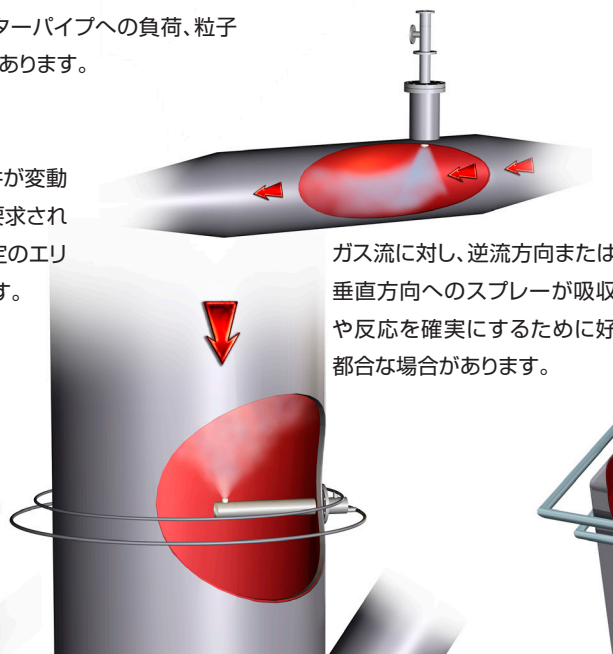
以下の点について検討をしてください。

- ダクト、ベッセル、塔のサイズ。(ノズルの数、配置)
- ダクトの曲がった箇所の有無。ダクトのエルボは性能に悪影響を及ぼす副次流が発生する可能性があります。
- スプレーが上流および下流の装置に近接しすぎていると、プロセスへの悪影響または機器破損を起こすことがあります。
- ガスおよび液体の特性はスプレーの距離に影響を及ぼします。温度や腐食性は材質の選定に影響があります。
- スプレーする液の成分により、材質の選定が異なります。
- スプレーする液に取り扱いの規定がある場合は安全のため、インジェクターには特殊な設計要求を満たす必要があります。
- スプレー方向の並流と逆流。並流方向へのスプレーは到達距離が長くなり滞留時間が長くなります。またより小さい粒子を生成し、広めのスプレー角度で使用することができます。逆流方向へのスプレーは堆積、振動、インジェクターパイプへの負荷、粒子の粗化、濡れ等の問題が起こることがあります。

- 接続タイプの判別(溶接、フランジ、ねじ)
- 最適なインジェクターの設置位置を確定できない場合は、調整可能なフレキシブルタイプを選択することも可能です。
- インジェクターの利用頻度や特別な検討事項の有無。スライド式ランスはプロセスの停止時間を最低限に抑えることができます。定期メンテナンスができない場合は、スラッジの堆積を減らすため、完全蒸発やエアージェットが必要となります。
- 材質選定や設計により、インジェクターの交換サイクルが異なります。
- 予防保全(PM)のスケジュールによっては、交換を素早く行えるような設計、軽量化、脱着工具などを検討する必要があります。

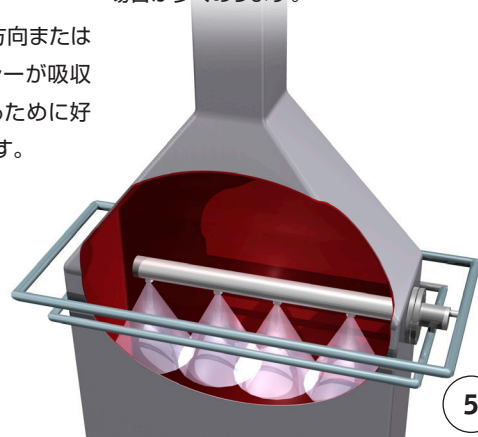
これら以外にも個々の工程に特有の検討事項があります。それらの検討事項を考慮することで、最適な性能で高効率なインジェクターを設計することができます。

インジェクターのエリア使用は、処理条件が変動する場合に有効です。インジェクターは要求される滞留時間、ガス流量、温度によって、特定のエリアで必要に応じて使用することができます。



ガス流に対し、逆流方向または垂直方向へのスプレーが吸収や反応を確実にするために好都合な場合があります。

塔やダクト内で良好なカバー範囲を実現するには、複数のノズルが装着された複数のランスが必要な場合が多くあります。



## インジェクターの性能における 諸問題と解決方法

弊社はエンジニアリング会社、化学薬品工場、石油化学製品工場向けにスプレーインジェクターの設計に取り組んできました。その中で見られる一般的な諸問題は以下の通りです。

- 壁面濡れ/不完全蒸発
- 耐火レンガのひび割れ
- 適切な化学反応を得られない
- 不適切な化学反応が起こる
- ノズルオリフィスの目詰まりや堆積

これらの諸問題により、処理性能の低下、不測の生産休止、下流装置へのダメージ、メンテナンス時間の増加、運転コストの増大などの問題が起こる可能性があります。これらの問題が起きた場合、問題の根本原因の特定、解決策の策定には専門的な分析や多大な労力を要します。このリスクを回避するには事前の予防策が重要となり、設計段階で、様々な条件や環境を分析することによってこれを実現することができます。弊社のスプレーテクノロジーにより最適な設計をお客様と共に実現いたします。

### スプレー性能の分析により、 予測誤差を最小限にします

問題の多くは蒸発速度が速すぎることや不完全蒸発を起因としています。

- 蒸発が速すぎてしまうと、処理反応が適切に行われないことがあります。また上流や下流機器が機能低下や損傷を起こすこともあります。
- 蒸発が遅い場合は、壁面濡れや不測の蒸気が発生することがあり、ダクトや塔内に粉塵が堆積し、ガス流の障害となることがあります。

必要なスプレー滞留時間を得るには、シミュレーションを行うことが最も効果的な方法です。設置を予定している場所の稼働条件や稼働環境により、スプレー状況をシミュレーションし、以下の内容を含めた分析を行うことです。

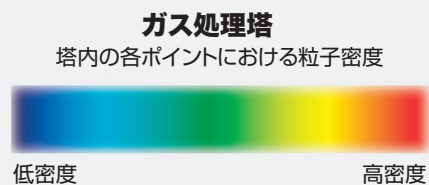
- 最適な粒子径と分布
- ガス流速、濃度、粒子径との関連性
- ノズル配置、スプレーパターン、スプレー角度の選定





## シミュレーションが困難な場合の対策： 経験と適切なソフトウェアの活用

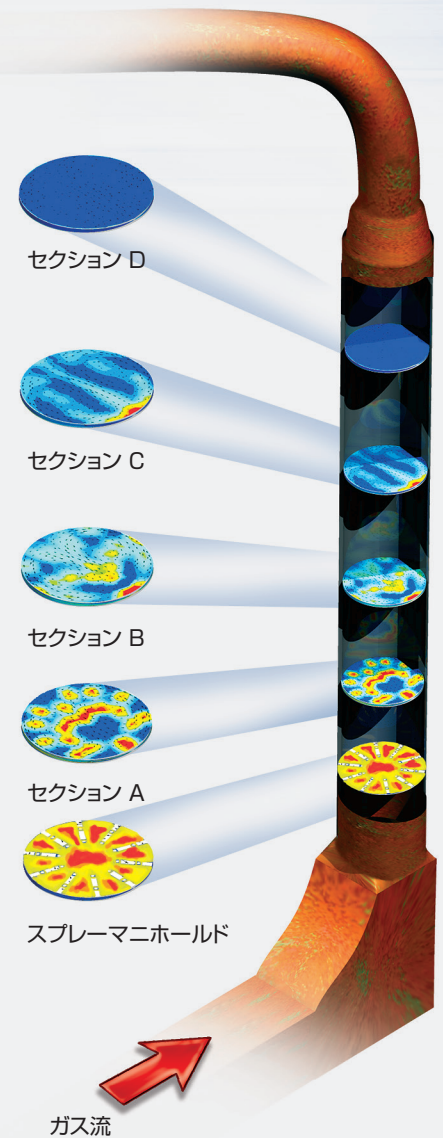
稼動状況のシミュレーションおよびデータのモデリングが実現困難な場合があります。その際は、数値流体力学(CFD)や粒子径測定器などの専門の機器やソフトウェアを用いることでインジェクターの性能を正確に予測することが可能です。



### 豊富な経験に基づく問題解決

豊富な経験と製品ラインナップにより問題の解決策を提案いたします。スプレーイングシステムスのエンジニアは数十年にわたる経験をもとに、潜在的な問題を設計段階で予測することができます。性能を確実にするために用いる方策を以下に示します。(具体的な例は10～11ページを参照ください)

- 目詰まり、堆積：液性の分析および固着防止ノズルの設計検討。
- 副次的な流れの発生：ガス流の流れを変えている機器を避けるようにインジェクターをエリア配置。
- 腐食、浸食：酸性ガスの飽和点を把握し、使用材質やコーティングを検討。
- 高温環境下：ウォータージャケットまたはスチームジャケットで保護されたインジェクターを使用。
- 流動的な稼動条件：位置調整が容易なフレキシブルタイプのインジェクターを使用。
- 高粘性液、高濃度液：一定の温度を保つために循環式ランスを使用し、凝固等を最小限に抑制します。



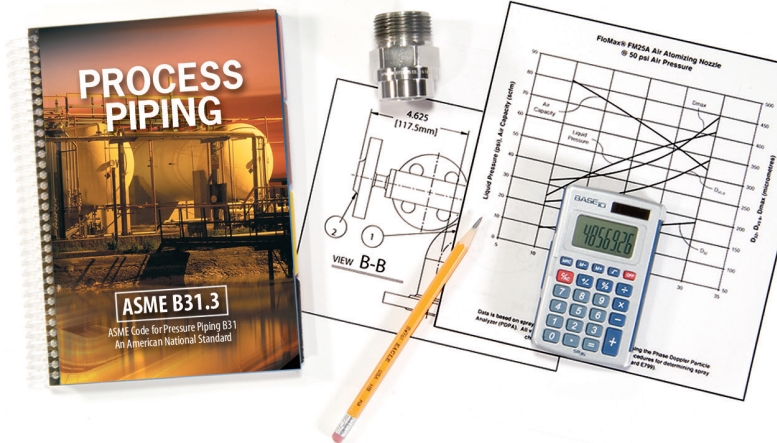
## 外注先の選定について

最適なスプレー性能の実現とメンテナンス時間の削減には、的確な外注先の選定が重要です。インジェクターを社内で設計・製作する企業やコストメリットのある小規模業者に製作依頼をする企業などがあります。しかし、このようなケースでは、インジェクター設計において重要となるスプレーテクノロジーや経験実績が不十分であると考えられ、性能やスプレーノズルとの統合においてリスクが大きくなります。

スプレーノズルおよびインジェクターの設計で最適な業者を選定することで、最良なスプレー性能を実現できる可能性が高まります。スプレーノズルの設計製作とインジェクターの設計製作を同一企業で行うことで高効率、高品質を実現することができます。

### 外注先選定における必要事項：

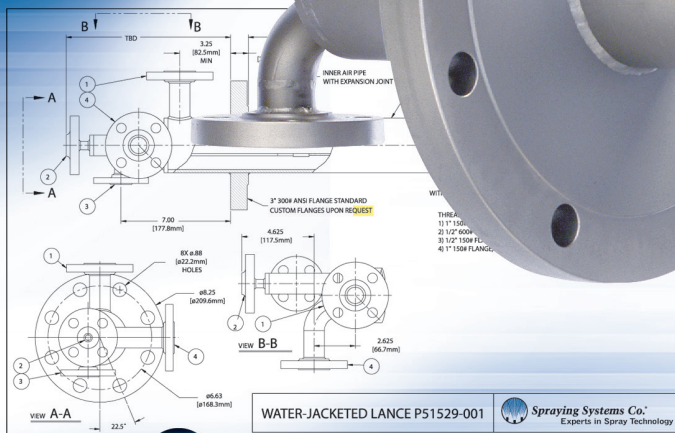
- 設計部門およびエンジニアリング能力
- ASME®規格に適合した製造設備
- スプレー性能試験
- 材質検査・試験
- 申請・認可書類の作成
- プロジェクト管理能力



### スプレーノズルおよびインジェクターの 一社供給について



#### 1. ノズル選定



#### 2. インジェクターの仕様確定と設計





## スプレーイングシステムスの スプレーインジェクター設計、加工技術について

スプレーイングシステムスのスプレーノズルテクノロジーとインジェクター設計のノウハウの融合により、最適なインジェクターを提案いたします。

### 豊富な経験と専門技術：

- 70年以上にわたる、スプレーテクノロジーの実績
- スプレーテクノロジーに特化した組織体制
- ILASS-America(米国粒子径学会)、スプレーノズルに関連した研究などへの参加
- 専門性の高い技術体制

### 品質管理

- ISO 9001およびISO 14001 認証取得
- JIS認可の溶接技術
- 現場における品質管理記録

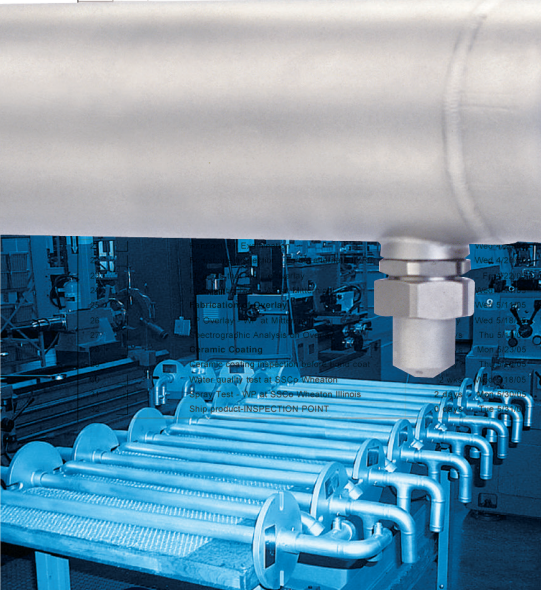
### ANSI®、ASTM®基準に基づく検査

- 超音波探傷試験
- 放射線透過試験
- 浸透探傷試験
- 硬度
- 静水圧試験
- スプレーおよび流量の試験
- 磁粉探傷試験
- PMI試験

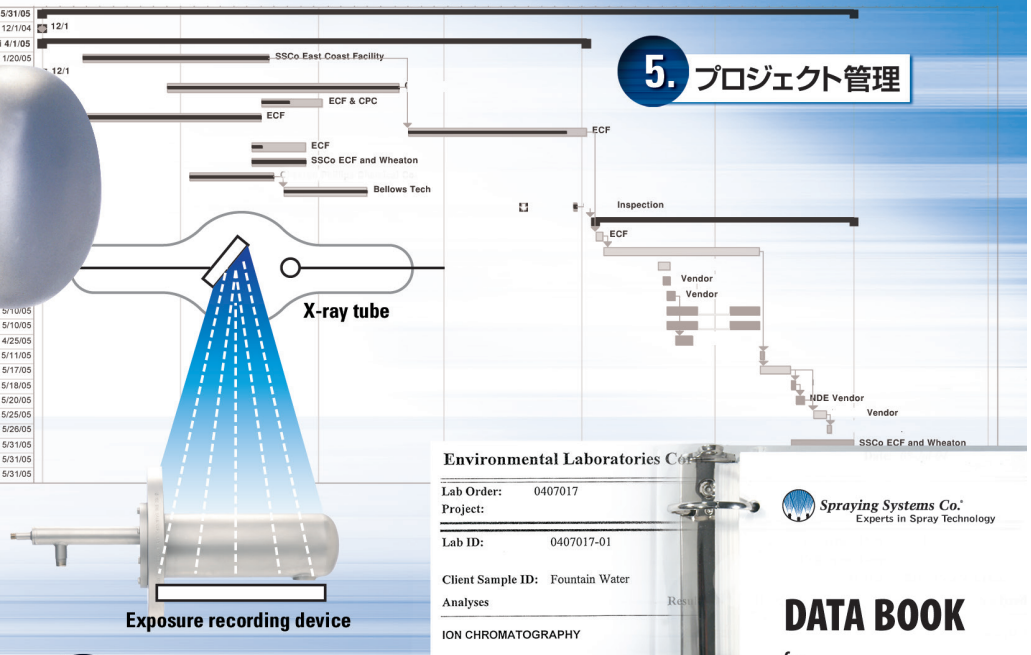
### プロジェクト管理および記録

- プロジェクトの計画と工程管理(設計、製作、検査、納入)表の作成。
- 必要に応じた技術資料・検査資料の提出(図面、生産履歴管理、材料試験成績書、溶接施工要領、溶接施工確認記録、溶接品質報告書、注文書および各種証明書など)
- プロセス管理、機械加工、配管、溶接、メンテナンスの全ての関連部門で連携をとり、工程管理を行います。

1	Injector	130 days?	Wed 12/1/04	Tue 5/31/05
2	Order entered	0 days	Wed 12/1/04	Wed 12/1/04
3	Engineering & Machining Phase	88 days	Wed 12/1/04	Fri 4/1/05
4	Procurement and receiving of material	6 wks	Fri 12/10/04	Thu 1/20/05



### 3. インジェクター製作



### 5. プロジェクト管理

Environmental Laboratories Co.

Lab Order: 0407017  
Project:

---

Lab ID: 0407017-01

Client Sample ID: Fountain Water  
Analyses

ION CHROMATOGRAPHY

Chloride

---

Lab ID: 0407017-02  
Client Sample ID: Tap Water  
Analyses

ION CHROMATOGRAPHY

Chloride

Revised

**DATA BOOK**  
for  
AB Refinery Co.

Experts in Spray Technology

### 6. 資料製作

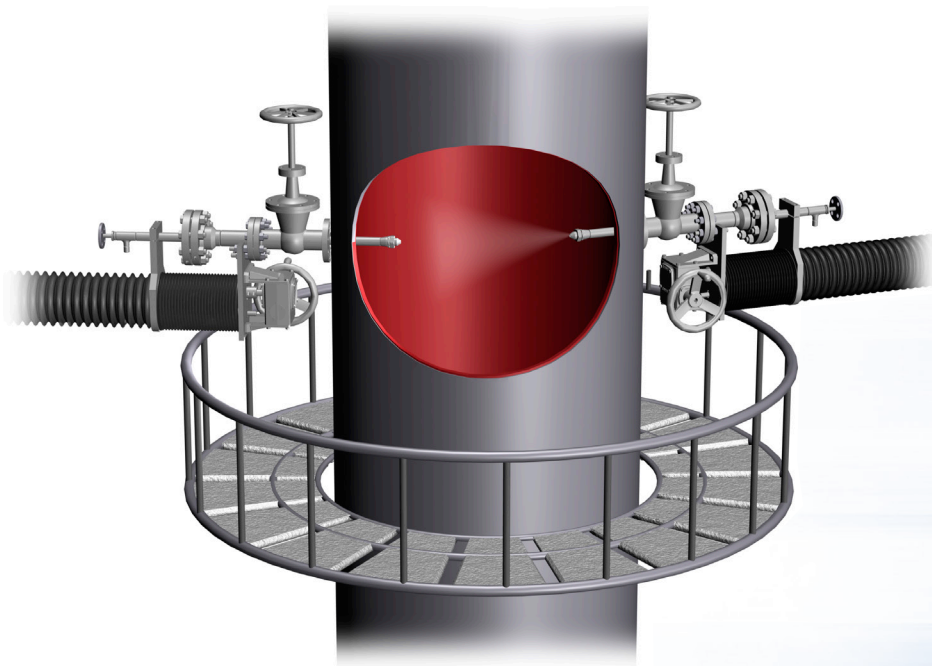
## スプレーインジェクターの納入実績例

応用：アンモニア水注入によるNOx抑制

課題：プロセスを停止させずに常時稼働させたい

解決策：格納式インジェクターを2台設置

プロセスの流れを止めることなく稼働させるため、同一の格納式インジェクターを2台、設計製作しました。インジェクターは常時いずれかひとつが稼働します。一方のインジェクターが修理やメンテナンスを必要とする際は、もう一方のインジェクターを稼働させることで、プロセスに影響を与えることはありません。

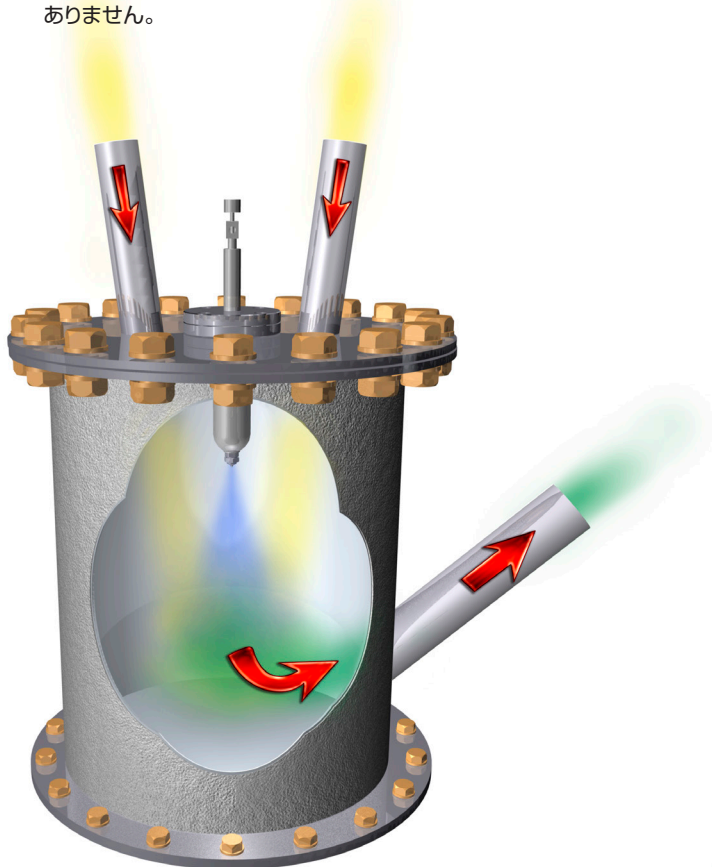


応用：スチーム用圧力容器への薬剤注入

課題：厳しい設計課題と過密な生産スケジュール

解決策：特殊合金製の高性能インジェクターを採用

採用したインジェクターはASME®B31.3基準に合致し、非破壊検査済みです。隔週の進捗状況報告、試験、検査(第三者による)、立会い記録などを含めた、インジェクターの短納期要求に対応。

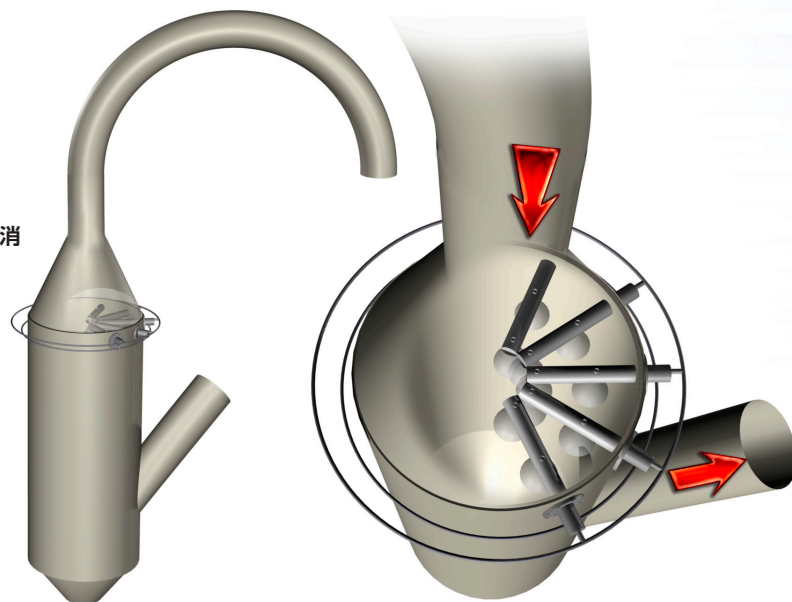


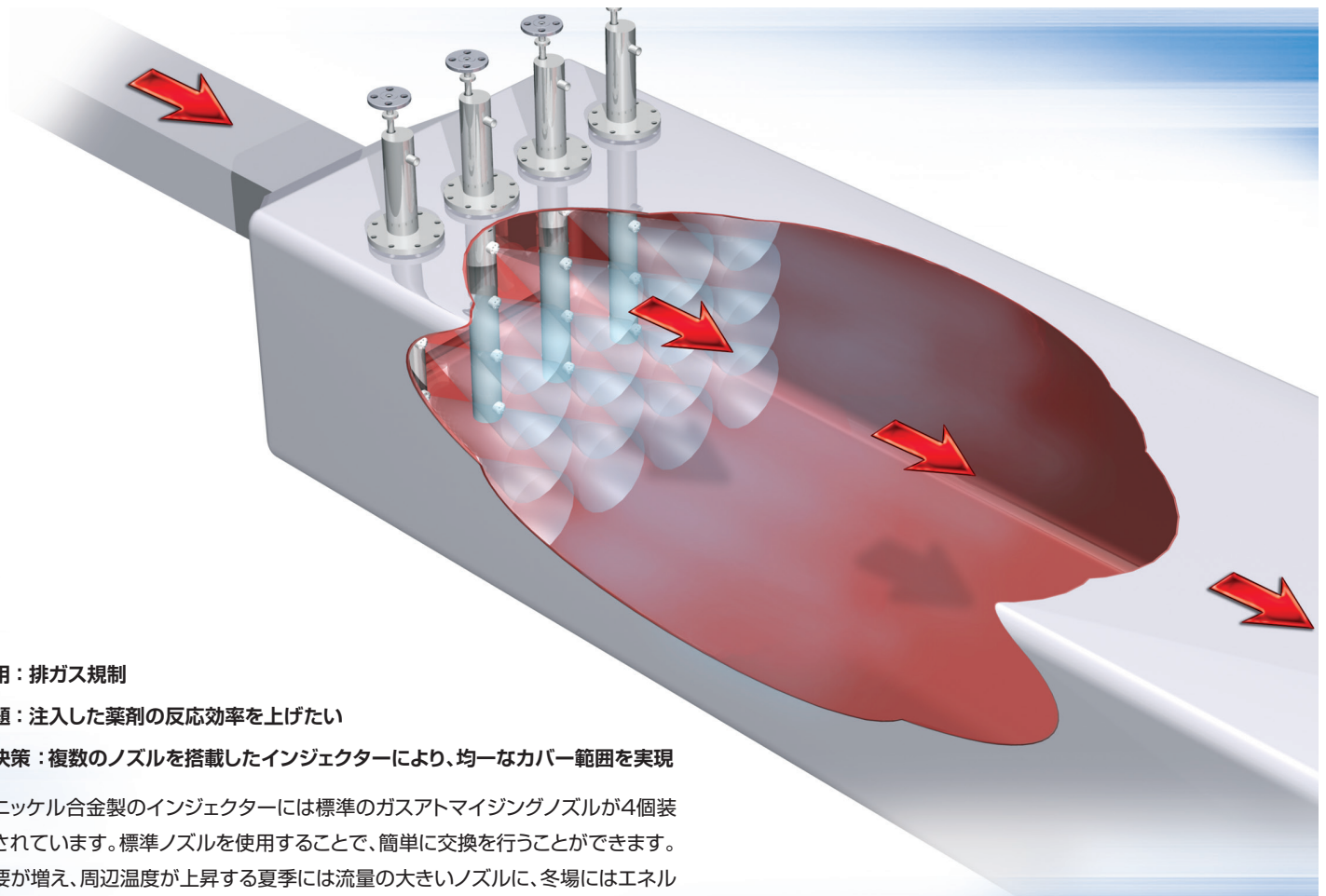
応用：分布が不均一なガス流に対する完全蒸発による冷却

課題：冷却塔の既設インレットを変更せずに、壁面濡れ問題を解消

解決策：複数インジェクターをエリアにより使用

CFDによる解析とこれまでの経験により、エリア別のインジェクター使用を選択しました。





**応用：排ガス規制**

**課題：注入した薬剤の反応効率を上げたい**

**解決策：複数のノズルを搭載したインジェクターにより、均一なカバー範囲を実現**

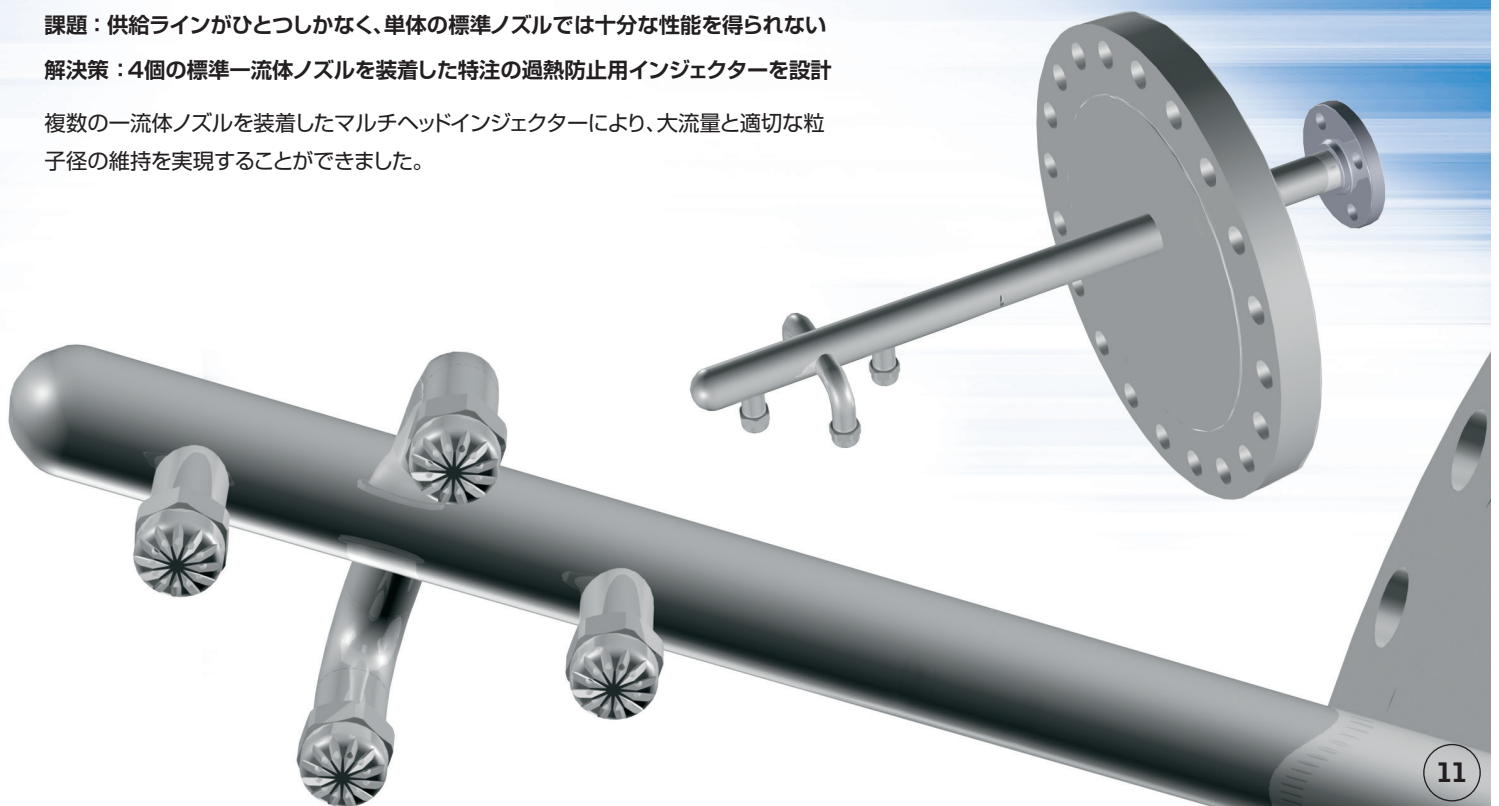
高ニッケル合金製のインジェクターには標準のガスアトマイジングノズルが4個装着されています。標準ノズルを使用することで、簡単に交換を行うことができます。需要が増え、周辺温度が上昇する夏季には流量の大きいノズルに、冬場にはエネルギー節減のために流量の小さいノズルに変更することができます。

**応用：下流装置への圧力と温度を低下させるための蒸気の過熱防止**

**課題：供給ラインがひとつしかなく、単体の標準ノズルでは十分な性能を得られない**

**解決策：4個の標準一流体ノズルを装着した特注の過熱防止用インジェクターを設計**

複数の一流体ノズルを装着したマルチヘッドインジェクターにより、大流量と適切な粒子径の維持を実現することができました。



## 関連資料

工業用スプレーノズル 総合カタログ70  
スプレーイングシステムスのスプレー製品およびアクセサリーの豊富なラインナップについての詳細な情報を紹介しております。

ANSI®は米国規格協会の登録商標です。

ASTM®はASTM Internationalの登録商標です。



※製品の外観、仕様は予告なく変更する場合があります。



# Spraying Systems Co., Japan

Experts in Spray Technology

## スプレーイング システムス ジャパン合同会社

[www.spray.co.jp](http://www.spray.co.jp)

本社：東京都品川区東五反田5-10-25(齊征池田山ビル)  
東京営業所：東京都品川区東五反田5-10-25(齊征池田山ビル)  
神奈川営業所：神奈川県横浜市都筑区茅ヶ崎南2-20-16  
仙台営業所：宮城県仙台市太白区大野田5-19-9  
静岡営業所：静岡県富士市瓜島町130-2  
名古屋営業所：愛知県名古屋市北区若葉通1-32  
北陸営業所：石川県小松市木場町イ-36  
大阪営業所：大阪府東大阪市長田中1-3-8  
広島営業所：広島県広島市中区熾町14-14(広島教販ビル6F)  
九州営業所：福岡県福岡市博多区吉塚8-1-14(PANリバーズVI)  
八日市場工場：千葉県匝瑳市みどり平2-4



八日市場工場 認証取得



Spray  
Nozzles

〒141-0022 TEL 03(3445)6031 FAX 03(3444)5688  
〒141-0022 TEL 03(3449)6061 FAX 03(3444)5679  
〒224-0037 TEL 045(948)5363 FAX 045(948)5383  
〒982-0014 TEL 022(746)9830 FAX 022(248)4830  
〒417-0057 TEL 0545(51)5671 FAX 0545(51)5270  
〒462-0854 TEL 052(910)8281 FAX 052(910)8288  
〒923-0311 TEL 0761(43)0310 FAX 0761(43)1980  
〒577-0013 TEL 06(6784)2700 FAX 06(6784)8866  
〒730-0016 TEL 082(511)6560 FAX 082(228)1070  
〒812-0041 TEL 092(627)1715 FAX 092(627)1716  
〒289-2131 TEL 0479(73)3157 FAX 0479(73)6671



Spray  
Control

TEL 03(3445)6031 FAX 03(3444)5688  
TEL 03(3449)6061 FAX 03(3444)5679  
TEL 045(948)5363 FAX 045(948)5383  
TEL 022(746)9830 FAX 022(248)4830  
TEL 0545(51)5671 FAX 0545(51)5270  
TEL 052(910)8281 FAX 052(910)8288  
TEL 0761(43)0310 FAX 0761(43)1980  
TEL 06(6784)2700 FAX 06(6784)8866  
TEL 082(511)6560 FAX 082(228)1070  
TEL 092(627)1715 FAX 092(627)1716  
TEL 0479(73)3157 FAX 0479(73)6671



Spray  
Analysis

FAX 03(3444)5688  
FAX 03(3444)5679  
FAX 045(948)5383  
FAX 022(248)4830  
FAX 0545(51)5270  
FAX 052(910)8288  
FAX 0761(43)1980  
FAX 06(6784)8866  
FAX 082(228)1070  
FAX 092(627)1716  
FAX 0479(73)6671



Spray  
Fabrication