

洗浄液を飛散させない 噴霧機構の開発

都城工業高等専門学校 機械工学科
准教授 高木 夏樹

2019年12月3日

開発の経緯

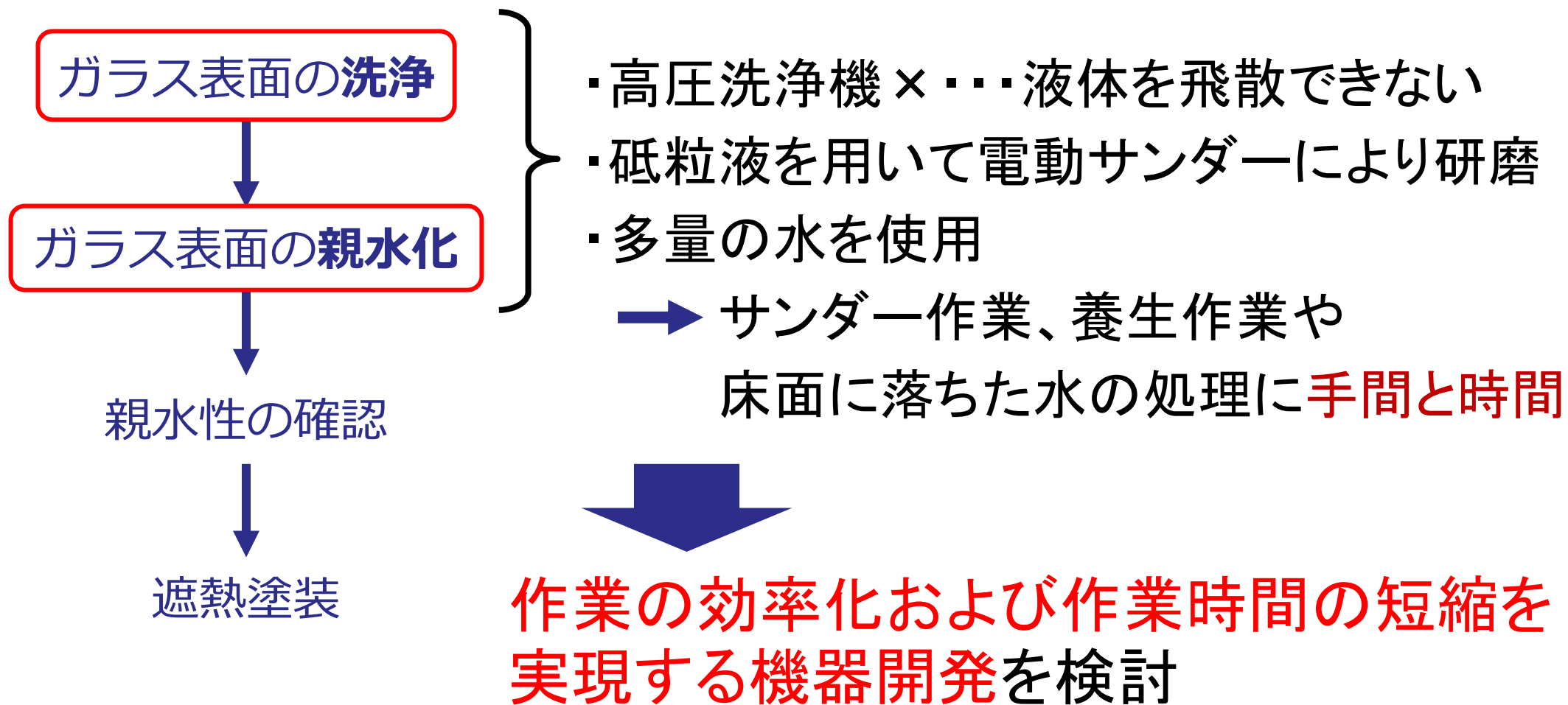
・防水工事、遮熱塗装事業を展開

(株)宮防との共同研究(2015～2017年)

➡ 窓ガラスの遮熱塗装における
作業軽減を実現する機器開発
についての技術相談がきっかけ

開発の経緯

遮熱塗装の工程と問題点



従来技術とその問題点

洗浄作業を効率化するアイデア

・ウェットブラストの導入

砥粒と液体を混ぜた混合液（砥粒液）を、噴射ノズルから高圧エアーにより被加工物へ高速に噴射することで、研磨などの表面加工をする技術

メリット：細かい粉体も利用可能、付着物・削りクズも除去、
加工性の制御が容易

デメリット：液体の飛散

これを現場作業で1つの洗浄機のみで解決する技術がない・・・

新技術の特徴

ポイント: **ベンチュリ効果**により発生する**負圧**の利用

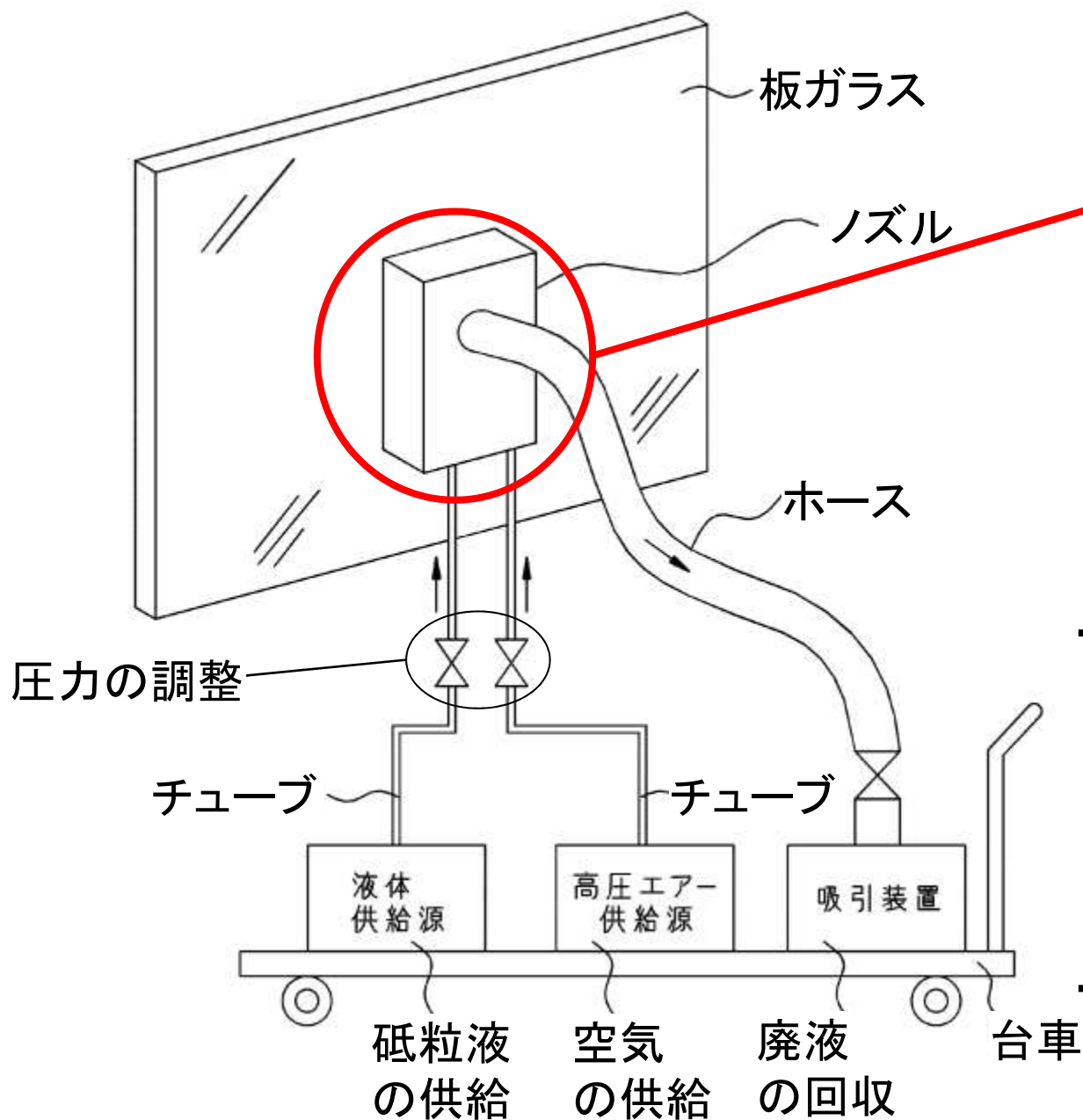
ベンチュリ効果

流体の流れを絞り流速を上げると、下流側で上流の低速部よりも低い圧力領域が発生する効果。ベルヌーイの定理から導出される。



被洗浄物に対し、投射される**洗浄液**および投射された**洗浄廃液**が周囲に飛散することなく**洗浄廃液**を回収することができる**洗浄機**の**ノズル機構**を提供

新技術を利用した洗浄機の概略

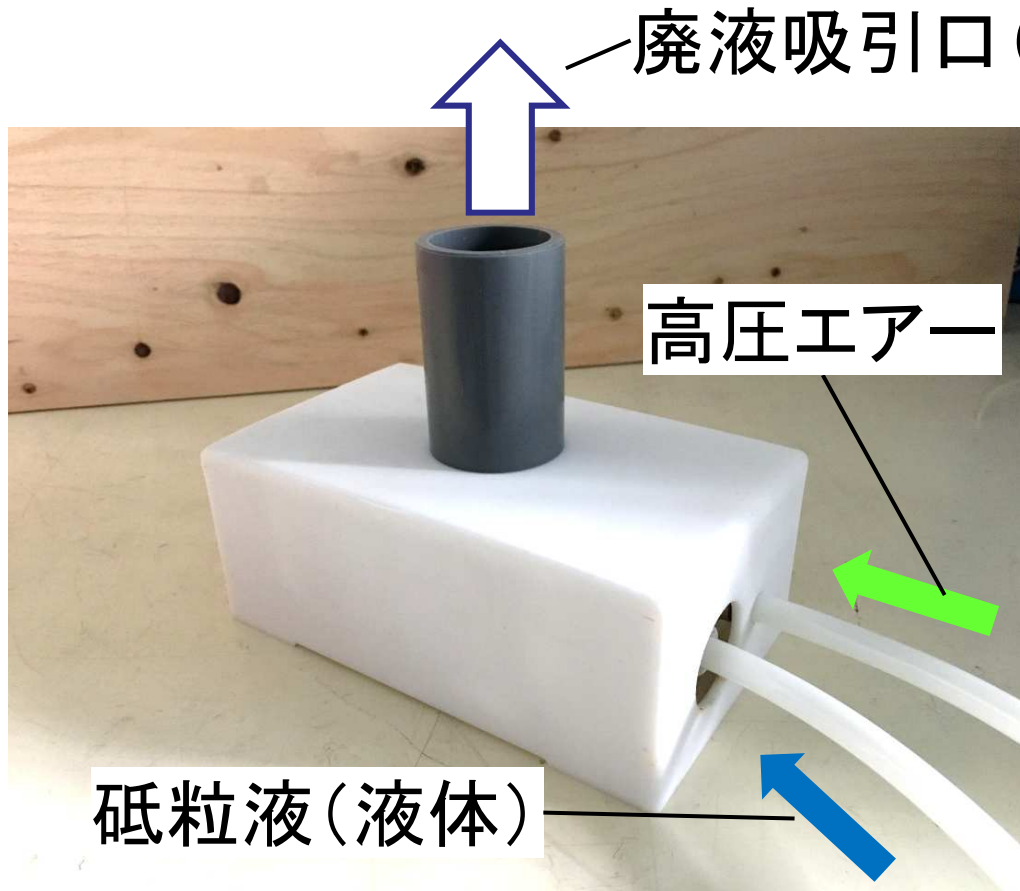


特許申請した ノズル機構部

- ・手で把持可能な大きさ
- ・素材はPOM材が良好
 - ・・・耐水性、強度性、重量、加工性、コスト性

現場作業を考慮すると、このような付帯設備が1ユニット化されるのが望ましい

新技術の構成

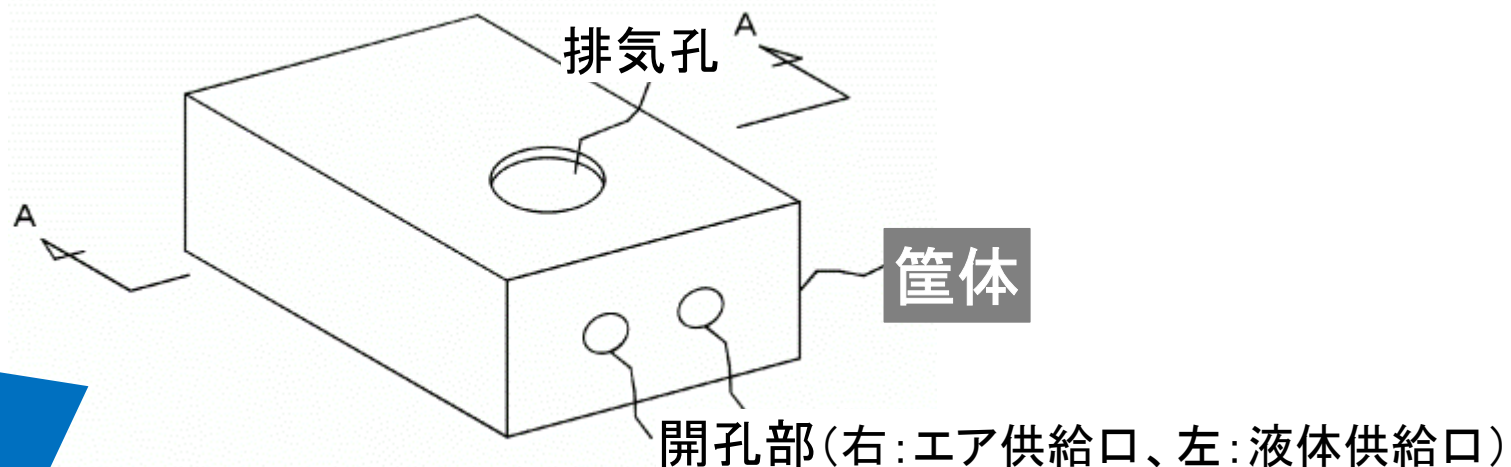
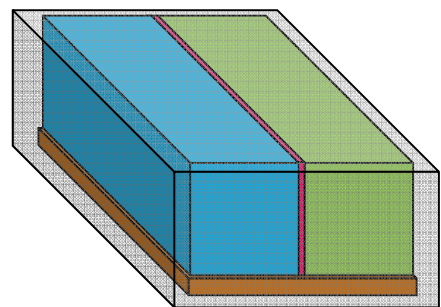


試作したノズル機構の外観



試作したノズル機構の裏面

新技術の構成



スペーサー

第2ベース

液体供給路

液体流路

第1ベース

エア供給路

エア流路

エア室

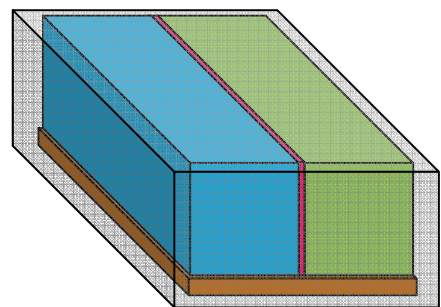
液体流通路

第3ベース

液体貯留室

噴出口

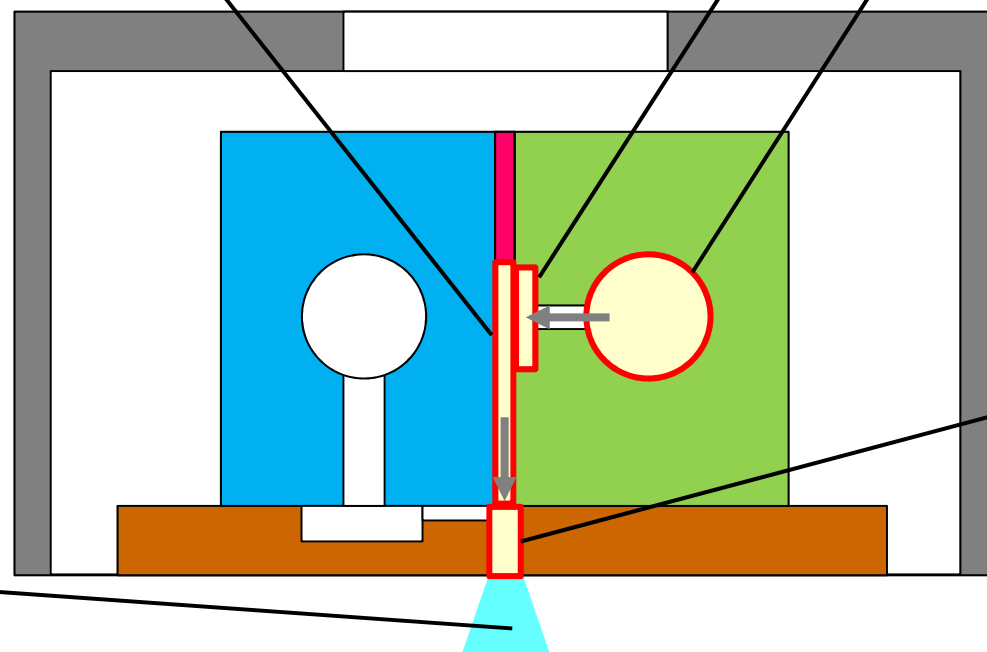
新技術の動作原理



③スペーサー部で
エアを噴出口方向へ集約

②エア室で
圧力分布を均一化

①エア供給源から
エアを圧送

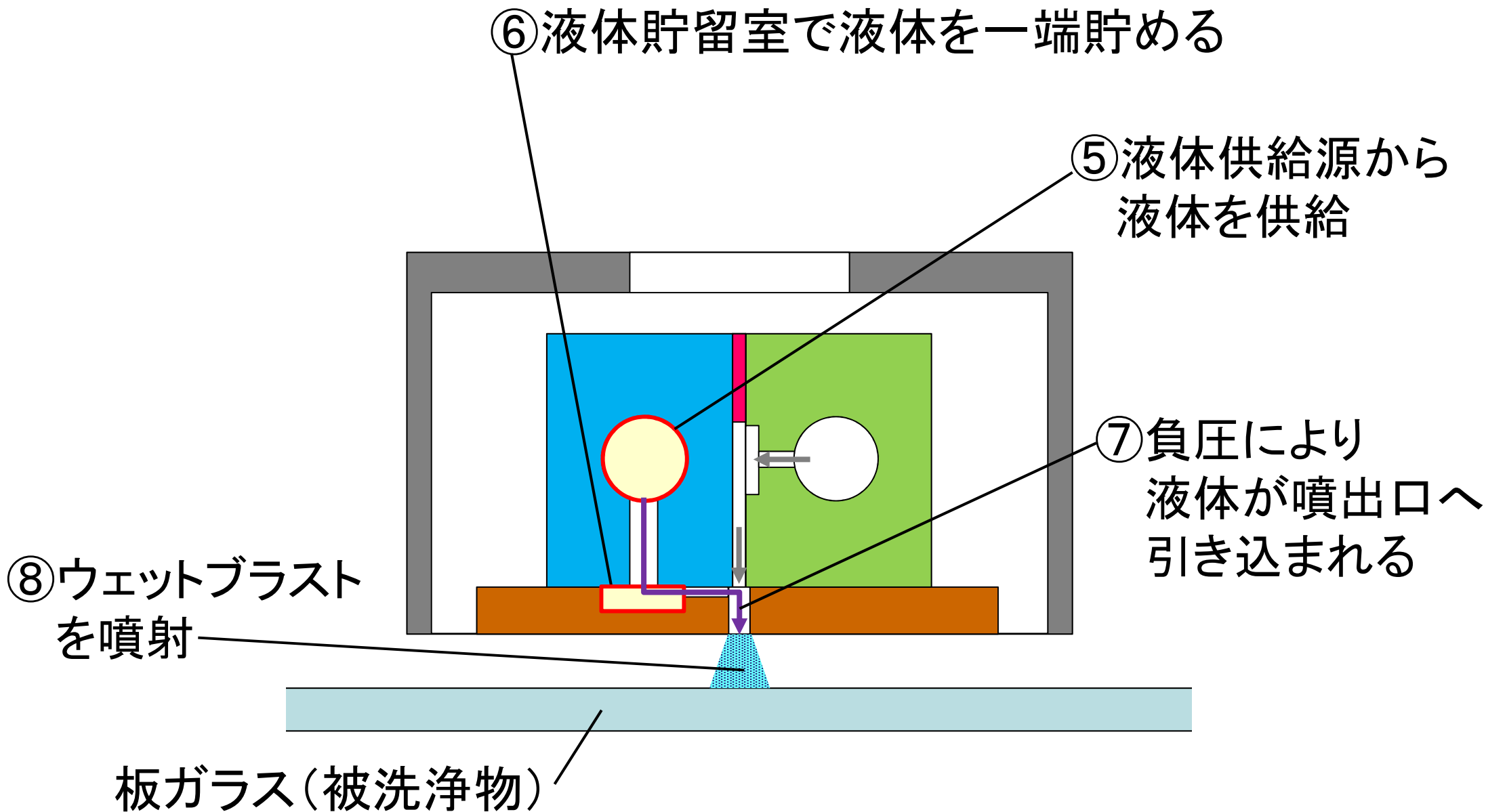


④噴出口内は
負圧化

⑤エアを噴射

板ガラス(被洗浄物)

新技術の動作原理

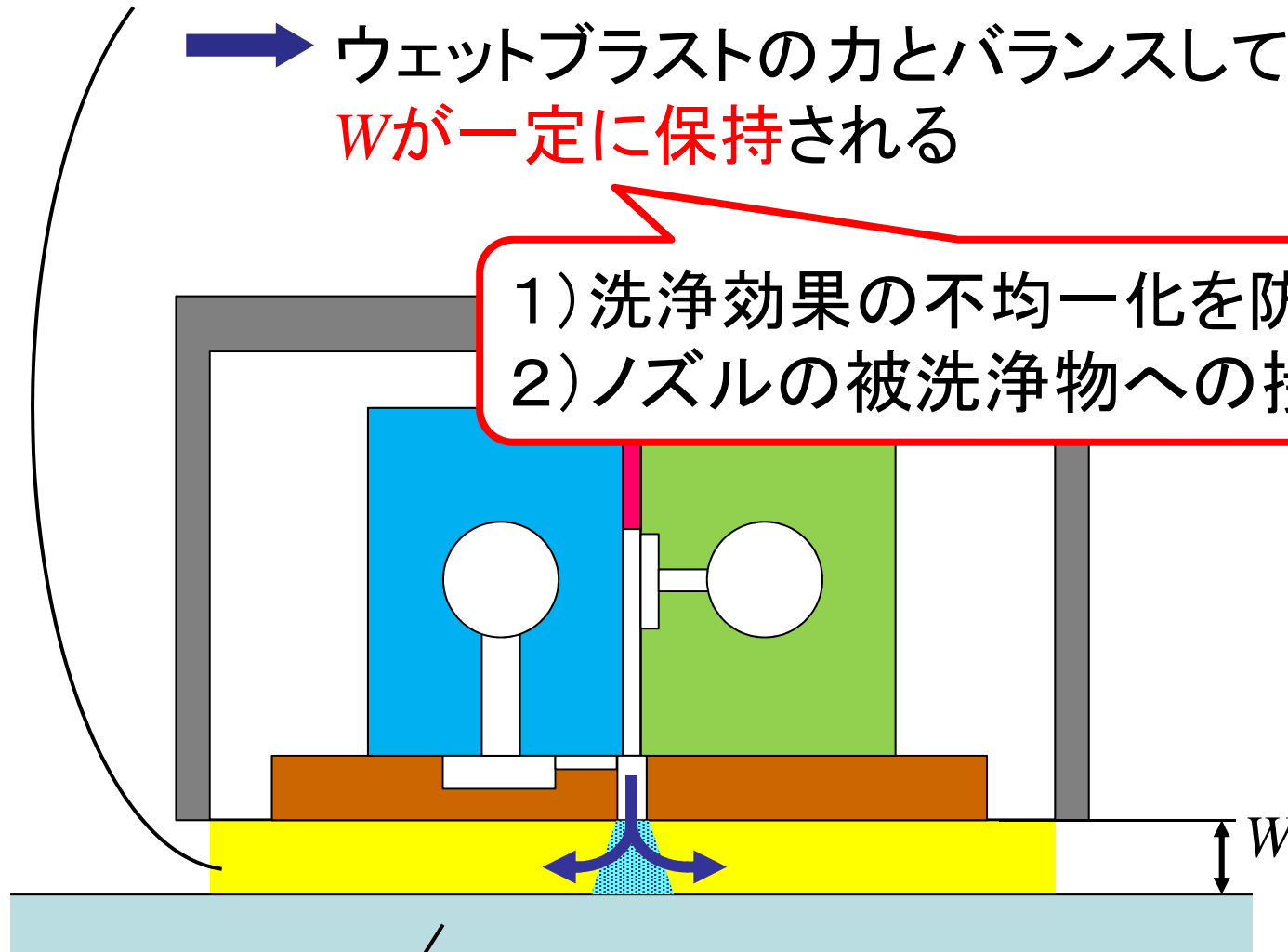


新技術の動作原理

W を小さくすると、**負圧化**してノズルが被洗浄物に引き付けられる

→ ウェットブラストの力とバランスして、 **W が一定に保持**される

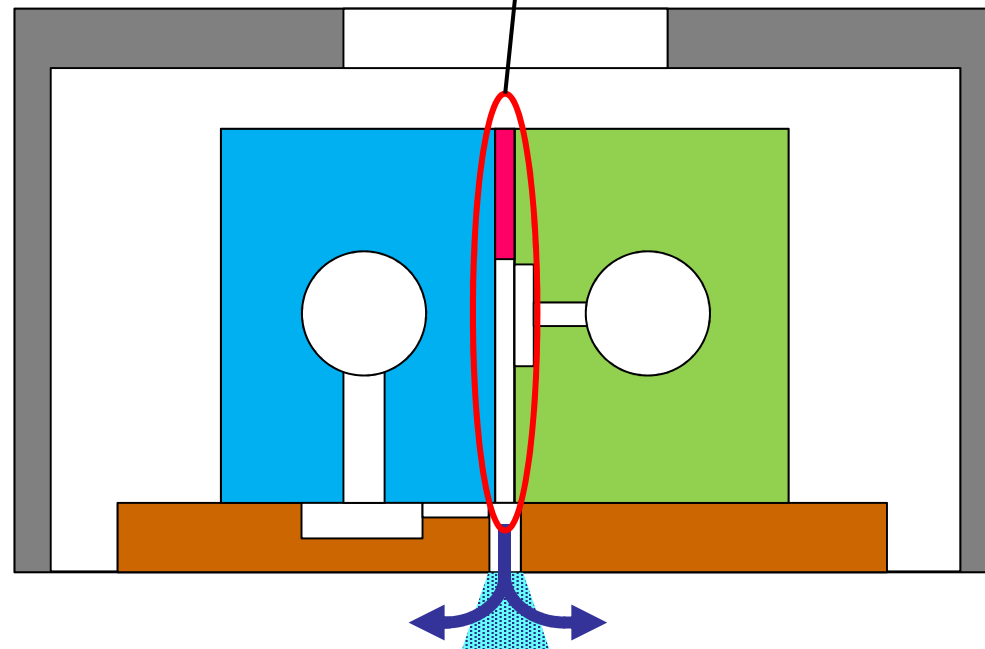
- 1) 洗浄効果の不均一化を防止
- 2) ノズルの被洗浄物への接触を防止



板ガラス(被洗浄物)

新技術の動作原理

スペーサーの板厚を調整することで、
エアの吐出速度を容易に制御可能

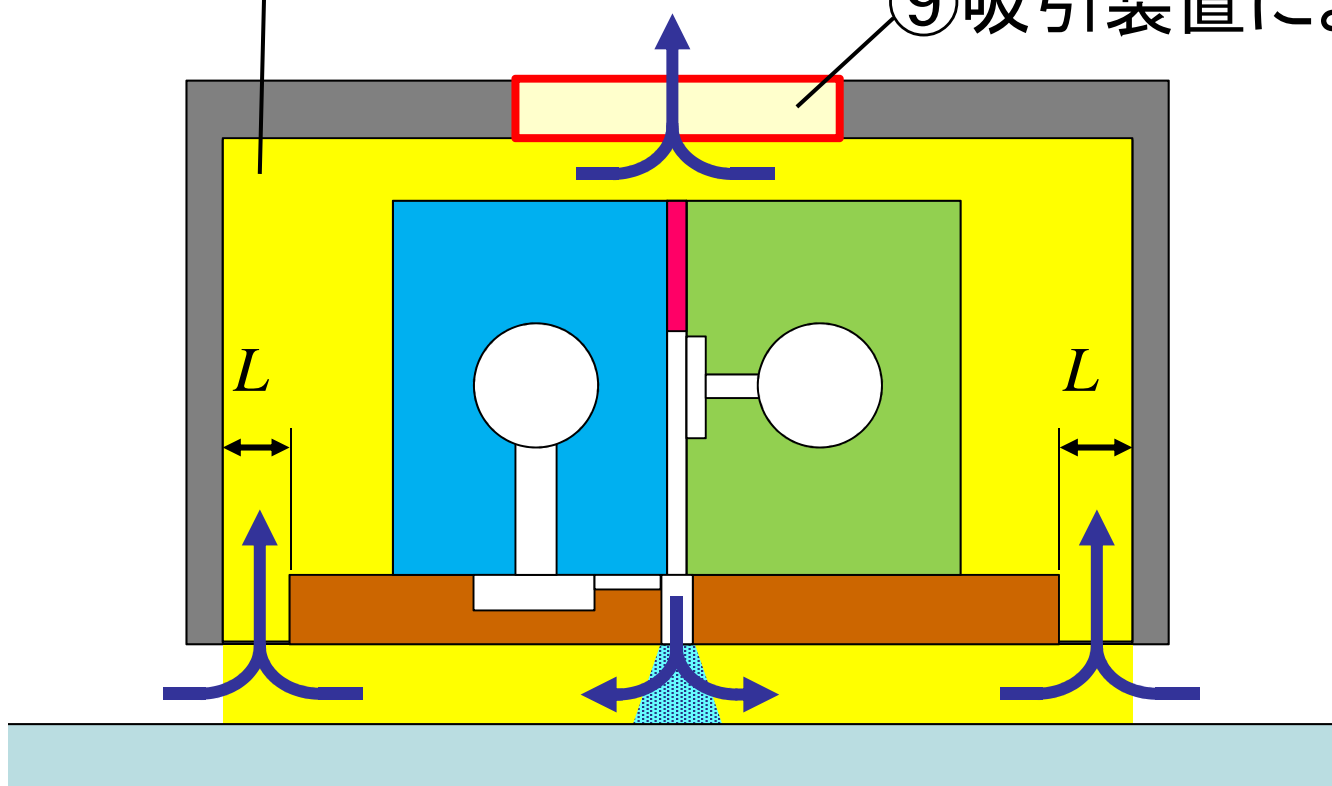


板ガラス(被洗浄物)

新技術の動作原理

- ⑩被洗浄物と第3ベース間、筐体内が**負圧化**
→ 投射液が隙間 L を通り筐体内へ吸引

- ⑨吸引装置によりエアを吸引



新技術の動作原理

⑩被洗浄物と第3ベース間、筐体内が**負圧化**

→ 投射液が隙間 L を通り筐体内へ吸引

⑨吸引装置によりエアを吸引

1) 投射液の装置周囲への飛散を防止

2) 洗浄廃液の回収

→ 周囲環境を汚さない

→ 現場作業環境の向上



新技術の試作評価

洗浄能力評価

[確認事項]

- ・ガラスの表面を傷つけずに、表面に付着した汚れ等を除できるか
- ・ガラス本来の持つ親水性を回復できるか

[試験条件]

- ・スパーサーの厚み: 0.2 mm
- ・現場の簡易施工に向けての装置開発を想定することから、標準的なエアコンプレッサーの使用を想定
→ 上限の空気圧を0.8 MPaに設定
- ・砥粒液の粒度は#400～#3000
- ・供給される空気流量は、超音波式流量測定器を使用



超音波式流量測定器

新技術の試作評価

洗浄能力評価

[試験方法]

- ・マスキングテープでガラス面への投射範囲を限定し、
試作装置を用いて5秒間投射
- ・ガラス表面への影響：倍率200のマイクروسコープにて視認



試験状況



投射範囲の限定(テープの枠内)

洗浄能力評価

表1 粒度 #400 の場合

空気圧 [MPa]	0.4	0.6	0.8
空気流量 [m ³ /h]	4.5	6.5	6.8
ガラス表面への影響	無 汚れ除去せず	有	有
親水性	×	—	—

表2 粒度 #600 の場合

空気圧 [MPa]	0.4	0.6	0.8
空気流量 [m ³ /h]	4.5	6.5	6.8
ガラス表面への影響	無 汚れ除去せず	有	有
親水性	×	—	—

表3 粒度 #800 の場合

空気圧 [MPa]	0.4	0.6	0.8
空気流量 [m ³ /h]	4.5	6.5	6.8
ガラス表面への影響	無 汚れ除去せず	無 汚れ除去せず	有
親水性	×	×	—

洗浄能力評価

ガラスの表面を傷つけずに
親水性にすることができる
条件あり

表4 粒度 #1000 の場合

空気圧 [MPa]	0.4	0.6	0.8
空気流量 [m ³ /h]	4.5	6.5	6.8
ガラス表面への影響	無 汚れ除去せず	無 汚れ除去	無 汚れ除去
親水性	×	△	○

表5 #3000 の場合

空気圧 [MPa]	0.4	0.6	0.8
空気流量 [m ³ /h]	4.5	6.5	6.8
ガラス表面への影響	無 汚れ除去せず	無 汚れ除去せず	無 汚れ除去せず
親水性	×	×	×

吸引能力評価

[確認事項]

- ・吸引装置を付けた場合での砥粒液の装置からの漏れぐあいを確認

[試験条件]

- ・吸引には、一般的な家庭用の乾湿両用の吸塵機を利用

[結果1]

- ・流速の速い方向側で装置外に投射液が漏れる
→装置内に流入する空気量不足が原因

液が漏れた方向



吸引能力評価



[改良]

- ・漏れる可能性のある方向のみに
空気の取り入れ口を追加

[結果2]

- ・装置外への液漏れは確認されず



追加した空気取り入れ口

新技術の特徴(まとめ)

- 被洗浄物へ投射される洗浄液ならびに洗浄廃液の周囲への飛散を防止
- 飛散物による汚染の防止ならびに作業場環境の向上
- ノズル構造を小型・軽量化可能
- 洗浄性能の調整が容易
- 水のみを利用した洗浄やエア-のみによる水滴の除去も可能

想定される用途

- 建築物の窓ガラスなどの洗浄機のノズル機構
- 太陽光パネルなどの洗浄機のノズル機構
- 壁面などの塗装における塗料噴霧機のノズル機構

など

実用化に向けた課題

- 期待した性能および洗淨能力の調整可能性は示せたが、装置形状の合理性や装置各部寸法の条件は未検討
- 本装置を利用してどの程度作業効率が向上できるかを総合的に検証する必要あり。
- 粘性が高く速乾性のある塗料等への応用は、試作装置では目詰まり等の問題あり。

企業への期待

- 開発したノズル機構を用いた高圧洗浄機が実用化できれば、洗浄や塗装の現場環境を大きく変える可能性がある。
- 洗浄機や塗装機器等の製品開発に技術を持つ企業との共同研究を希望

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 洗浄機のノズル機構
- 出願番号 : 特願2016-232734
- 出願人 : (独)高専機構、(株)宮防
- 発明者 : 津浦洋一、高木夏樹、
村社英秋、荻原英範

産学連携の経歴

- 2015年-2017年 (株)宮防と共同研究実施
- 2017年 グローカル農工学教育研究センター
設立
- 2018年- (株)新原産業、(財)こゆ財団と
共同研究実施中

お問い合わせ先

都城工業高等専門学校
総務課企画係

TEL 0986-47-1305

FAX 0986-47-1508

e-mail kikaku@jim.miyakonojo-nct.ac.jp