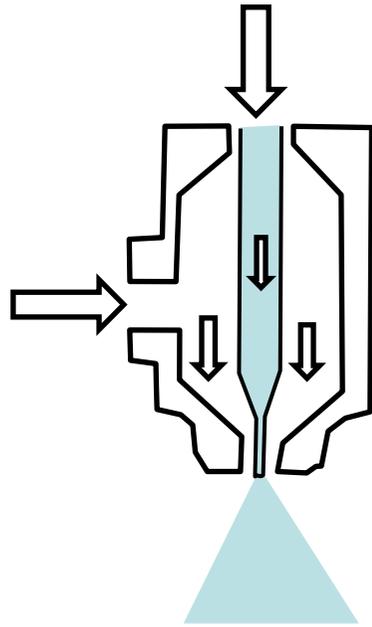


塗料や固-液混合体などの高粘性液体を 微粒化・帯電させる静電スプレー技術

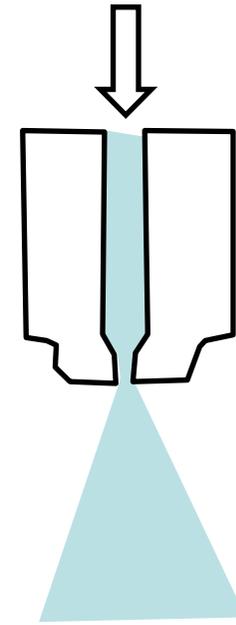
山形大学学術研究院 理工学研究科
准教授 杉本 俊之

2022年8月2日

従来のスプレー技術

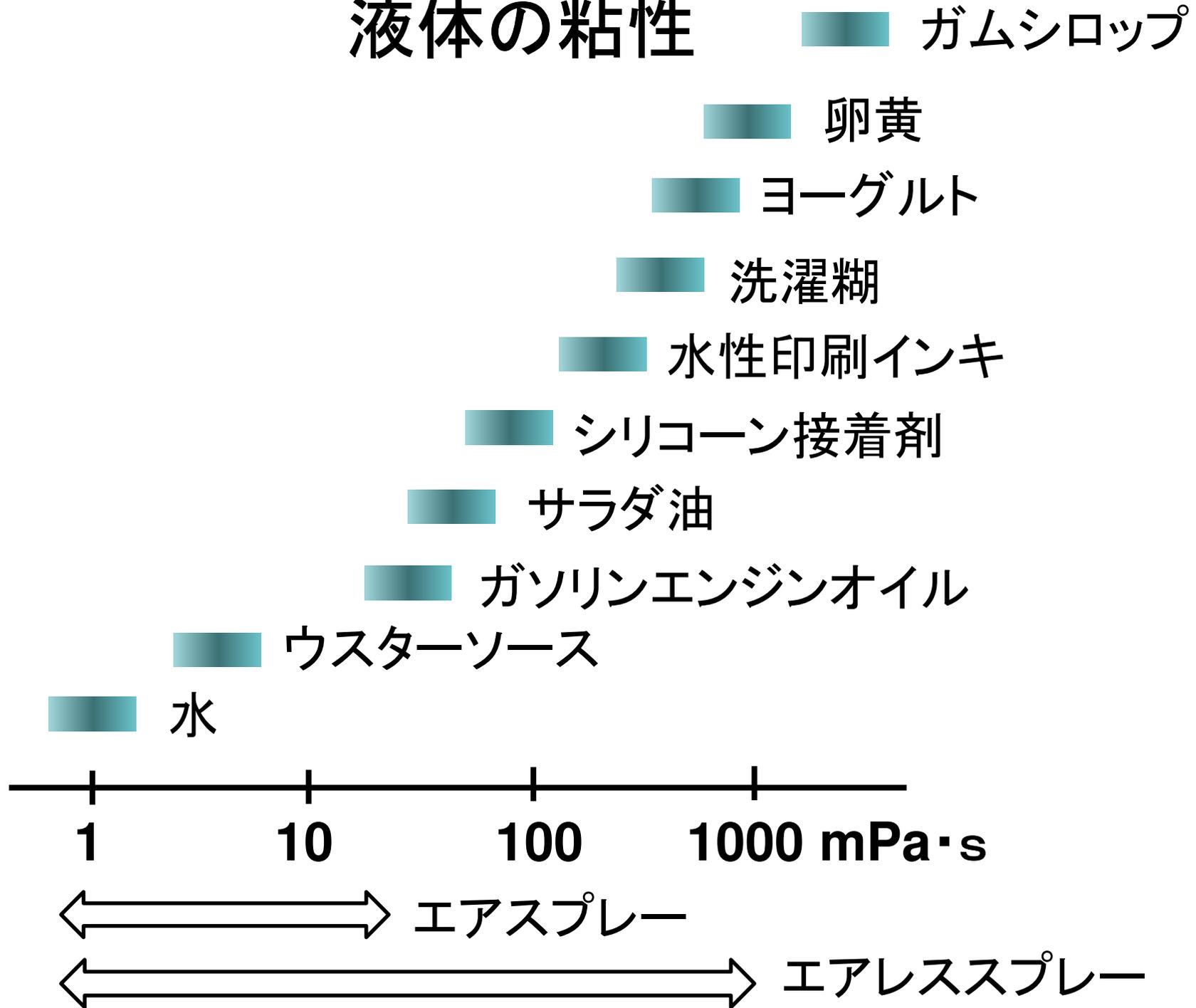


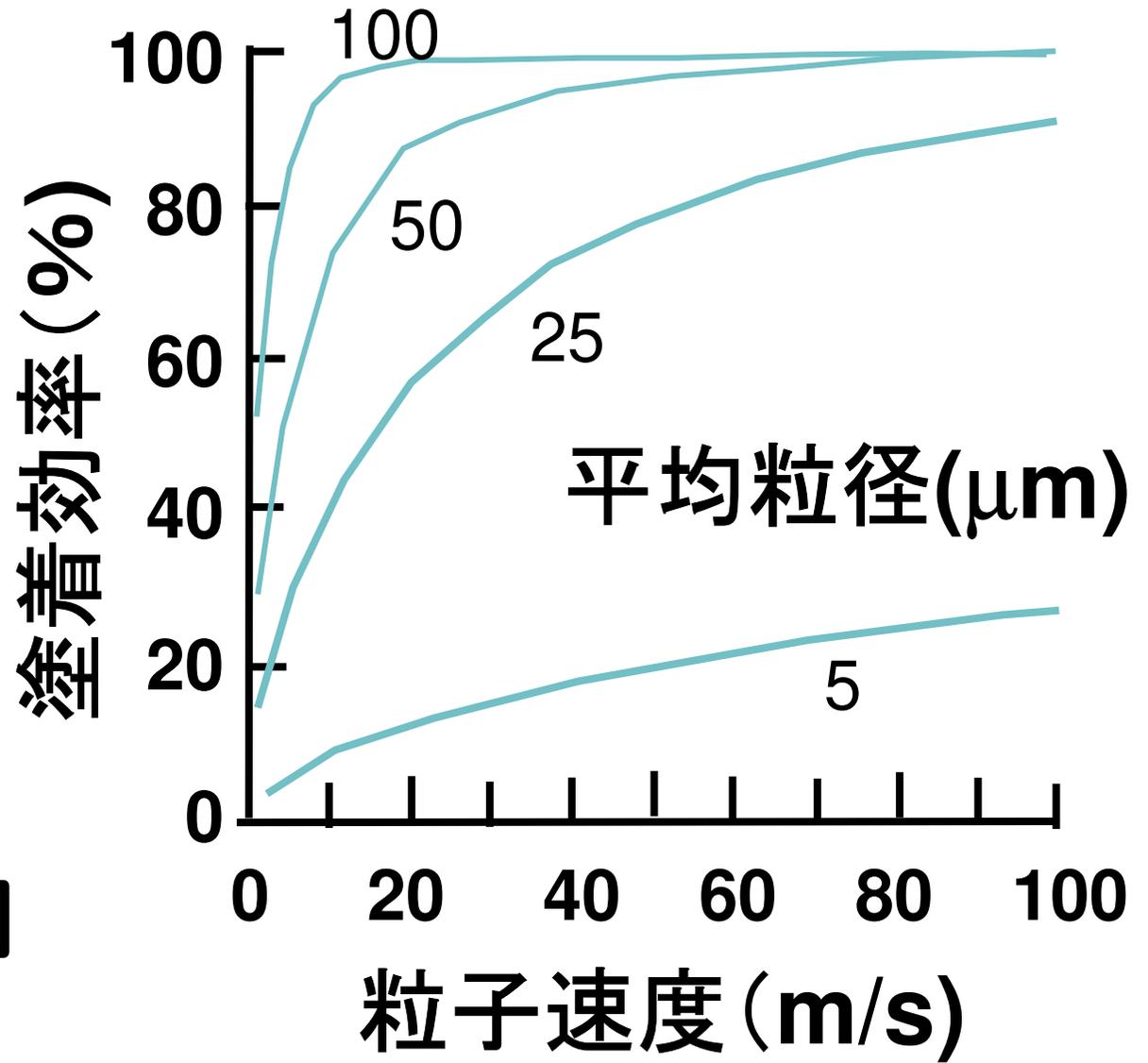
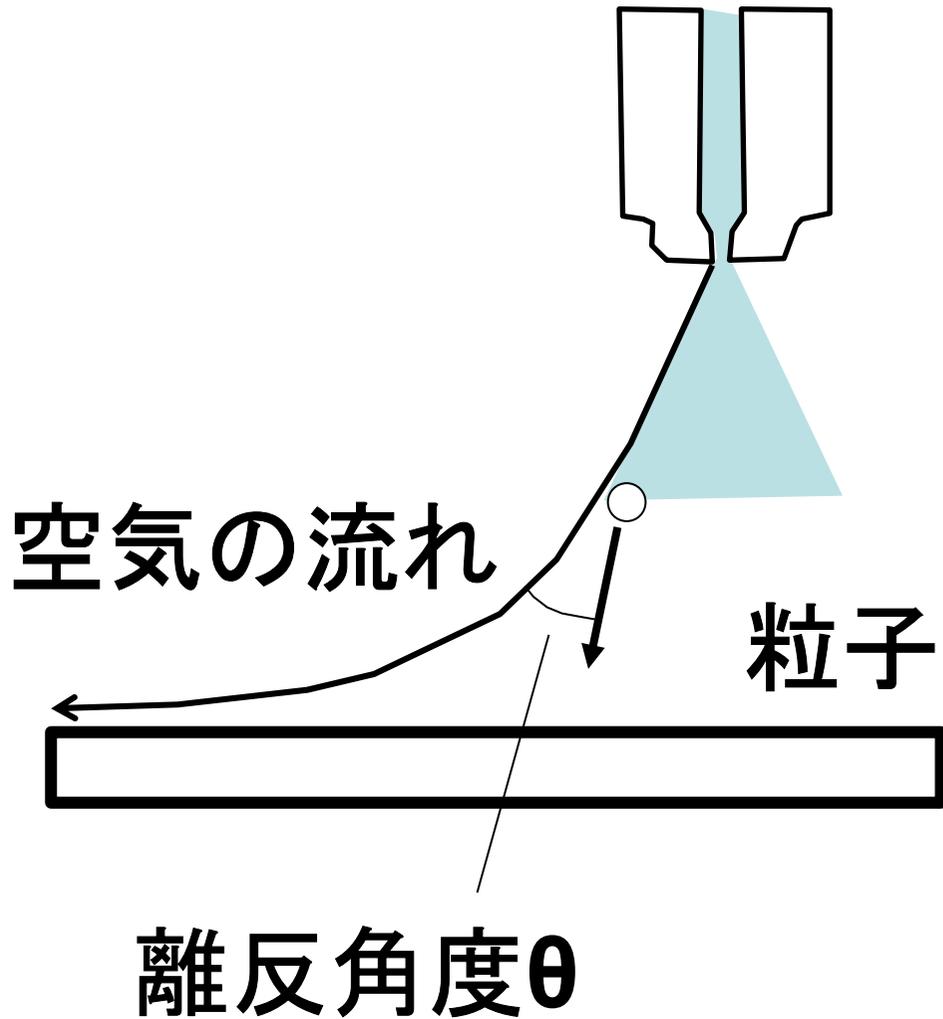
2流体ノズル(気体の圧力)



1流体ノズル(液体の圧力)

液体の粘性



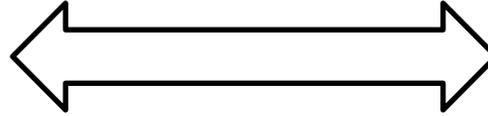


塗着効率(%)

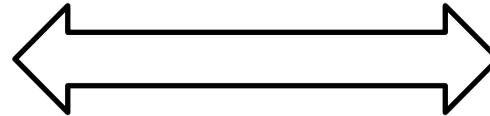
30 40 50 60 70 80 90 100



2流体ノズル



エアレスノズル

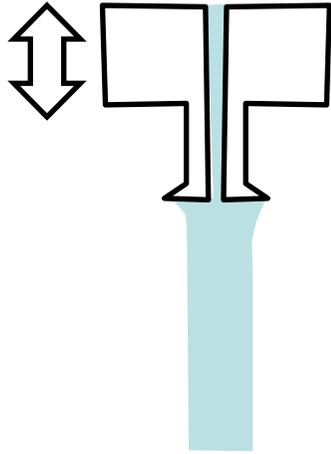


従来技術とその問題点

○スプレーが広がる(直進しない)ため、離反角度 θ が大きくとれない。

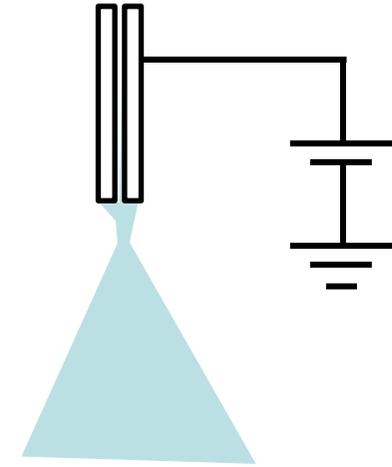
○小さい粒子が生成され、吹き返し気流に巻き込まれて付着しない。

その他の代表的スプレー技術



超音波霧化ノズル(超音波振動)

○スプレーを直進



エレクトロスプレー(静電気力)

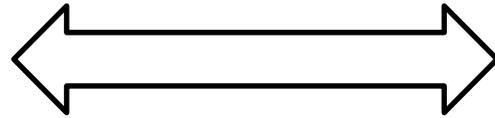
○スプレーを帯電

塗着効率(%)

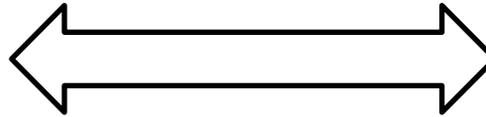
30 40 50 60 70 80 90 100



2流体ノズル



エアレスノズル



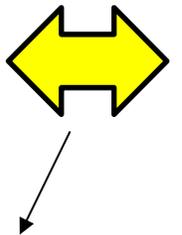
超音波スプレー



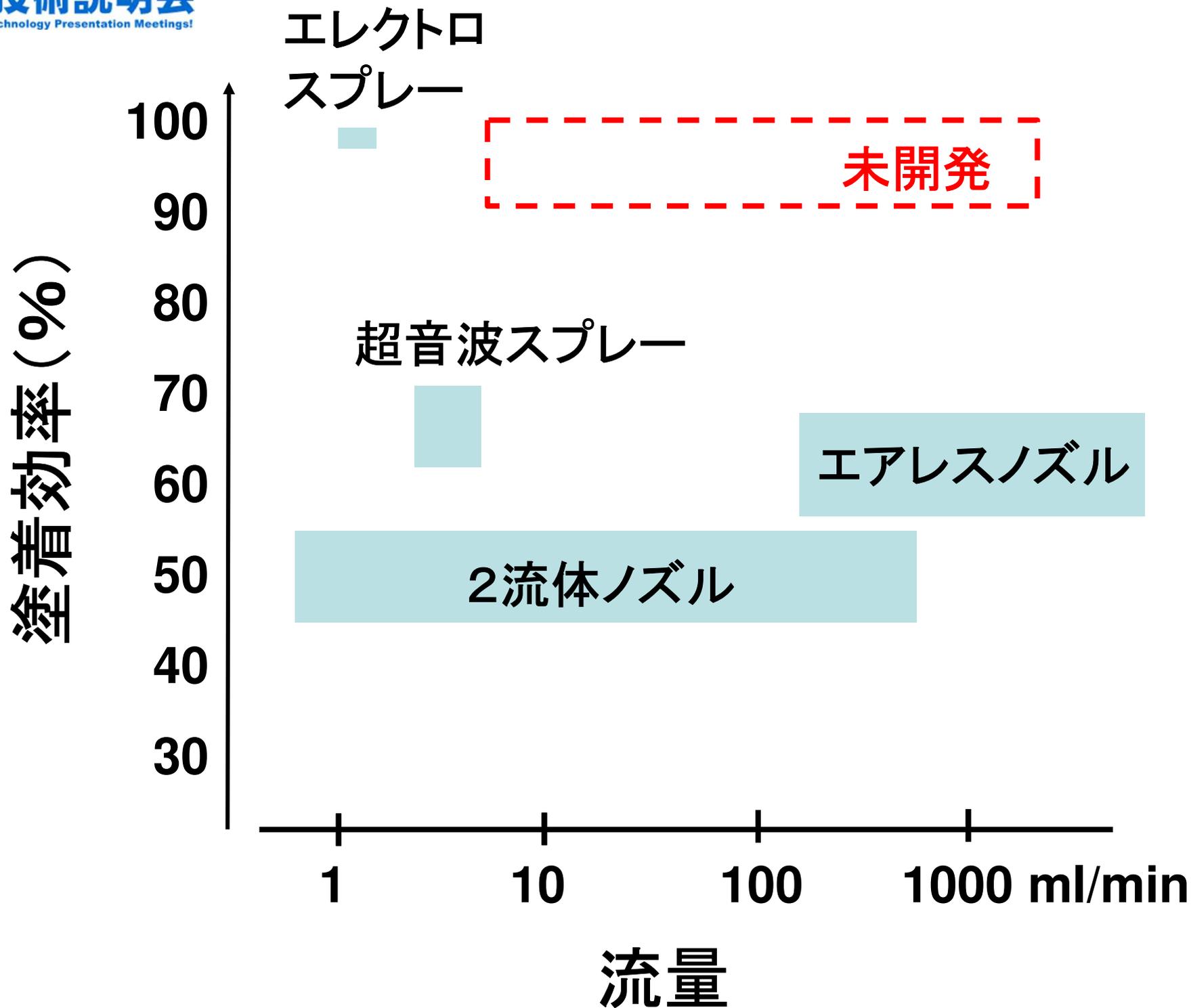
?

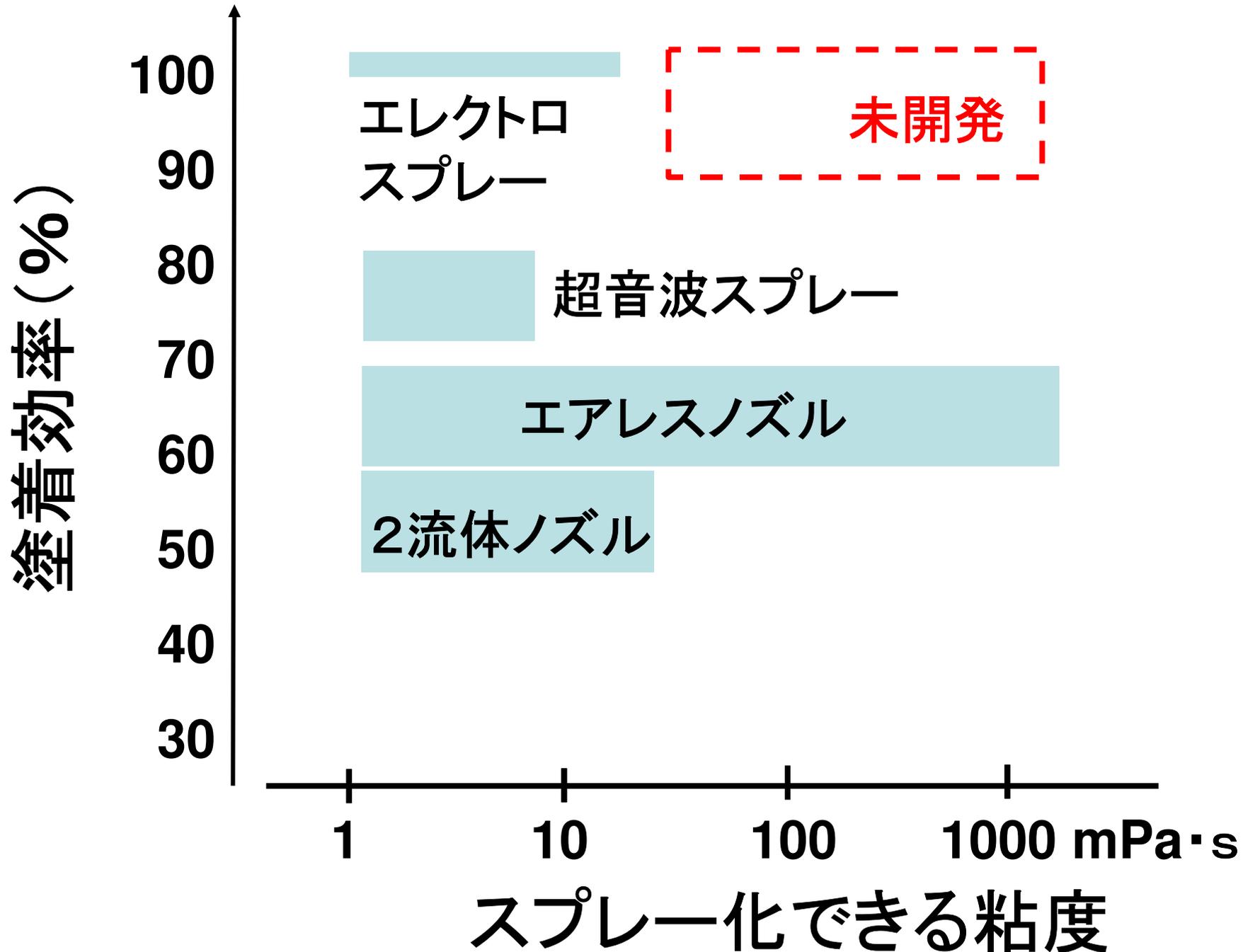
粒径が小さく、
速度も小さい

エレクトロスプレー

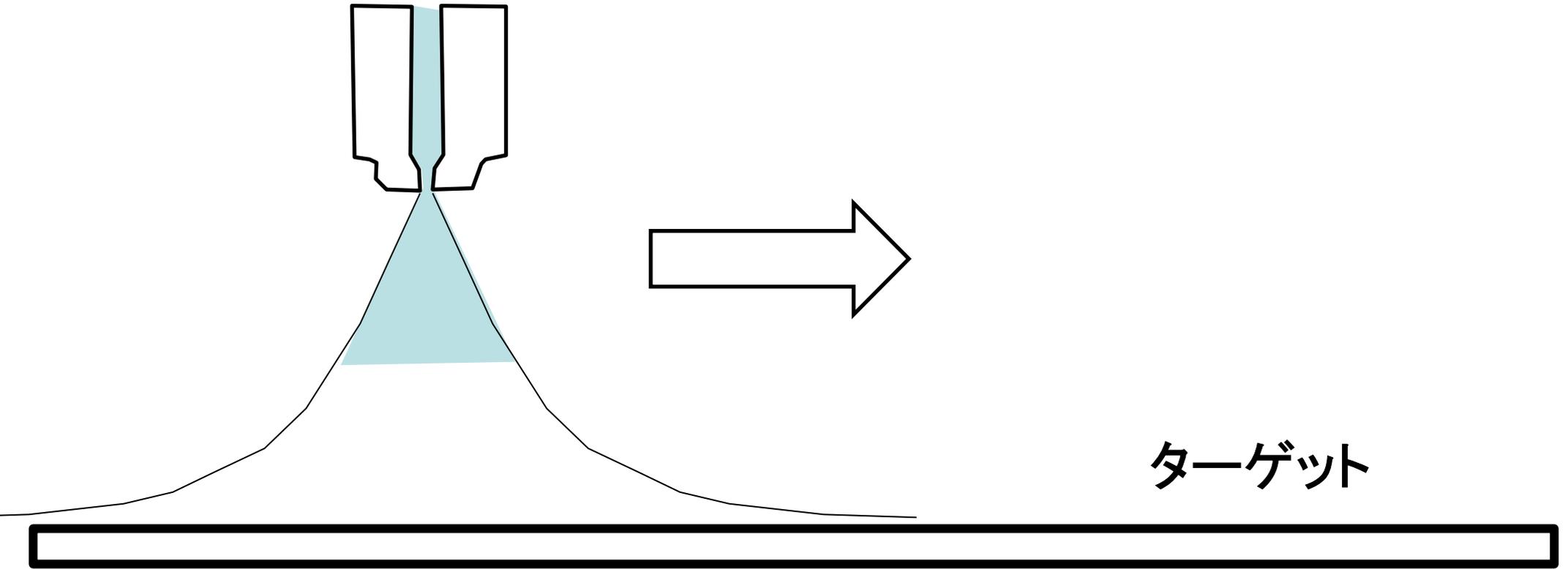


ただし、塗布量は2桁小さい



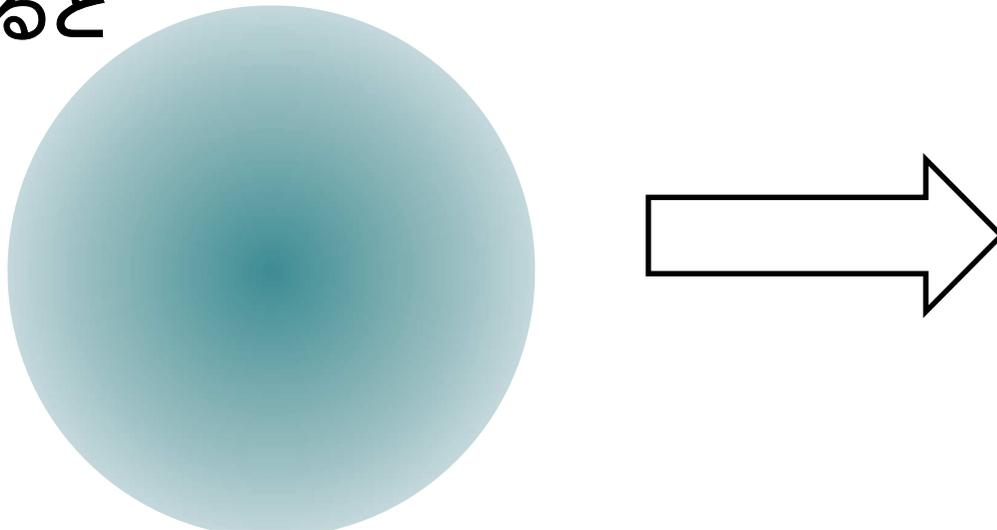


塗着UPだけではダメ (塗布均一性の問題)

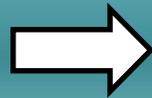
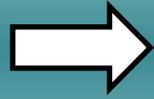


ターゲット

上から見ると



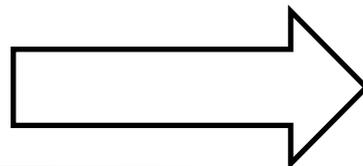
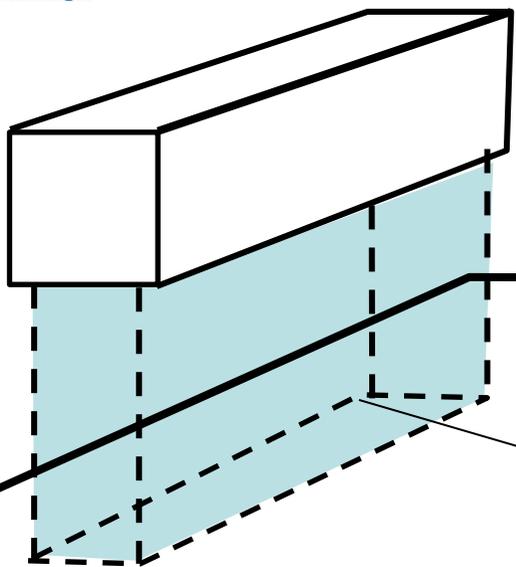
上からみた塗布パターン



広い面を塗布したときには、濃淡が出るのは避けられない

理想的なスプレー

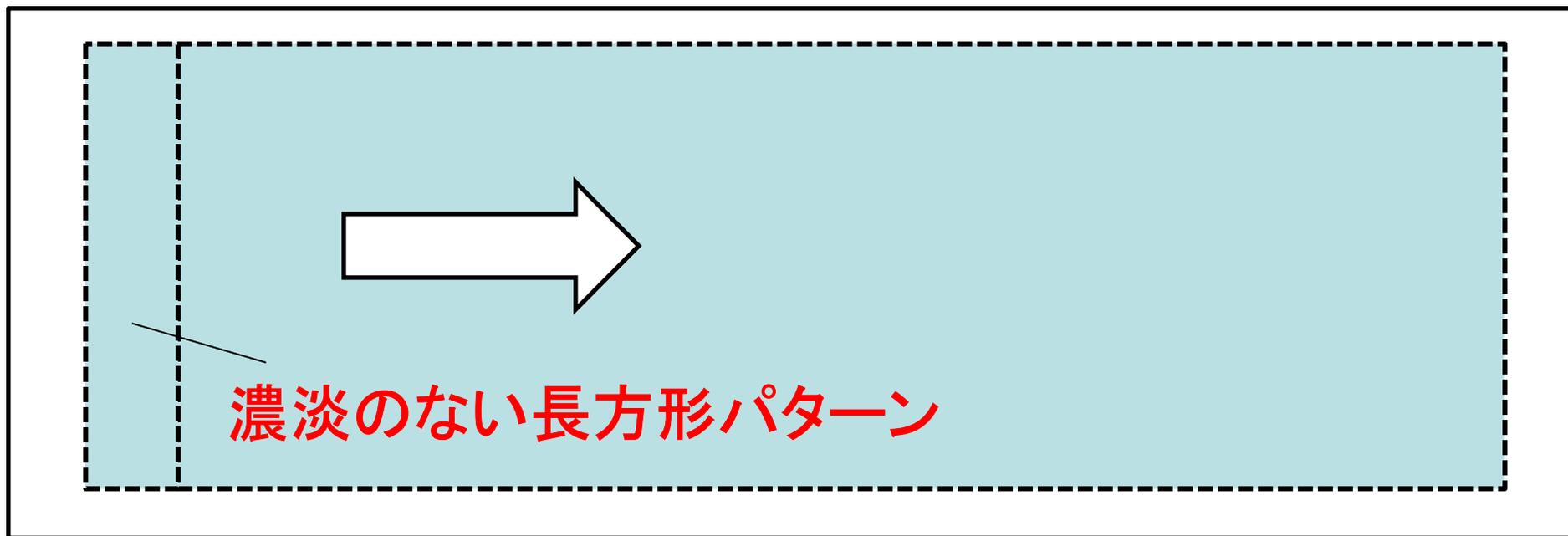
ノズル



ターゲット

直進スプレー + 帯電

上から見ると



濃淡のない長方形パターン

開発コンセプト

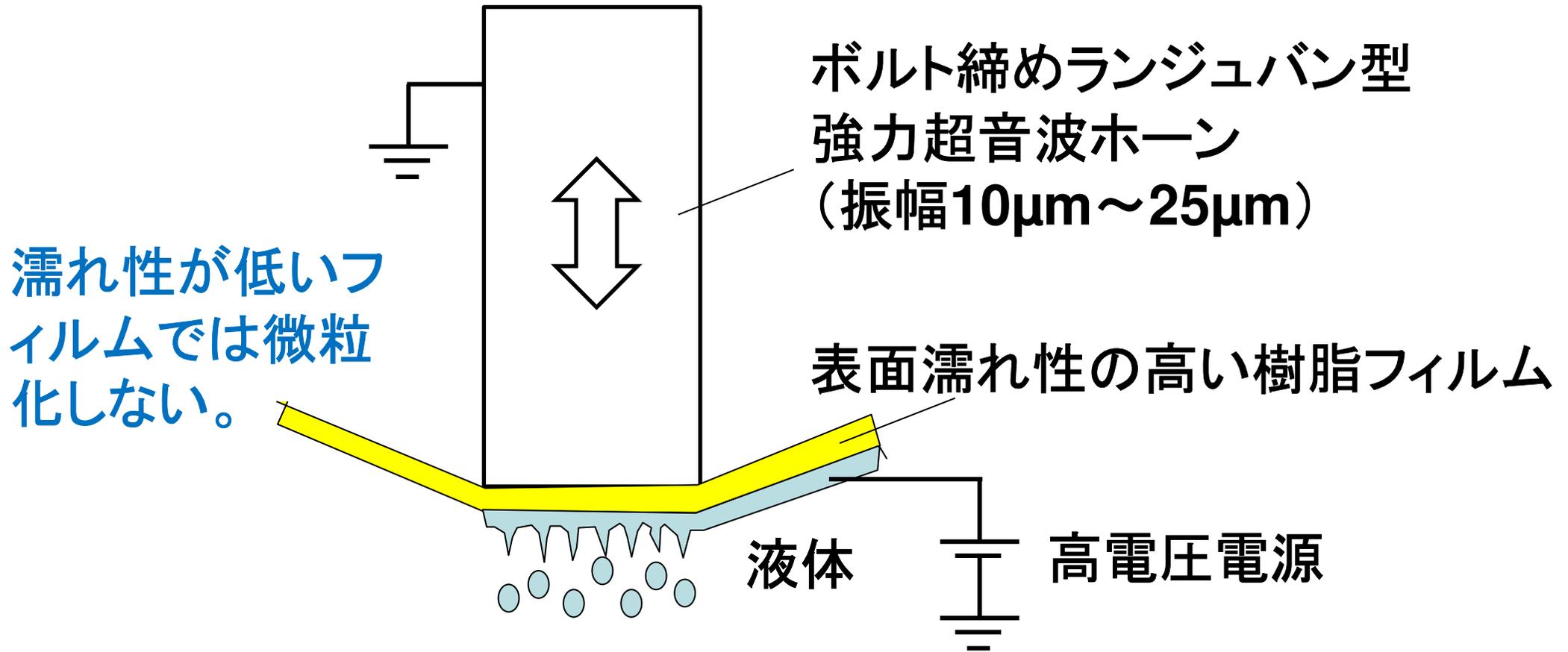
濃淡のない長方形のスプレーパターンを持ち、
十分な塗布流量を持ち、
高粘性液体にも対応可能で、
塗着効率をほぼ100%にできる、ような

スプレーが実現できないか？



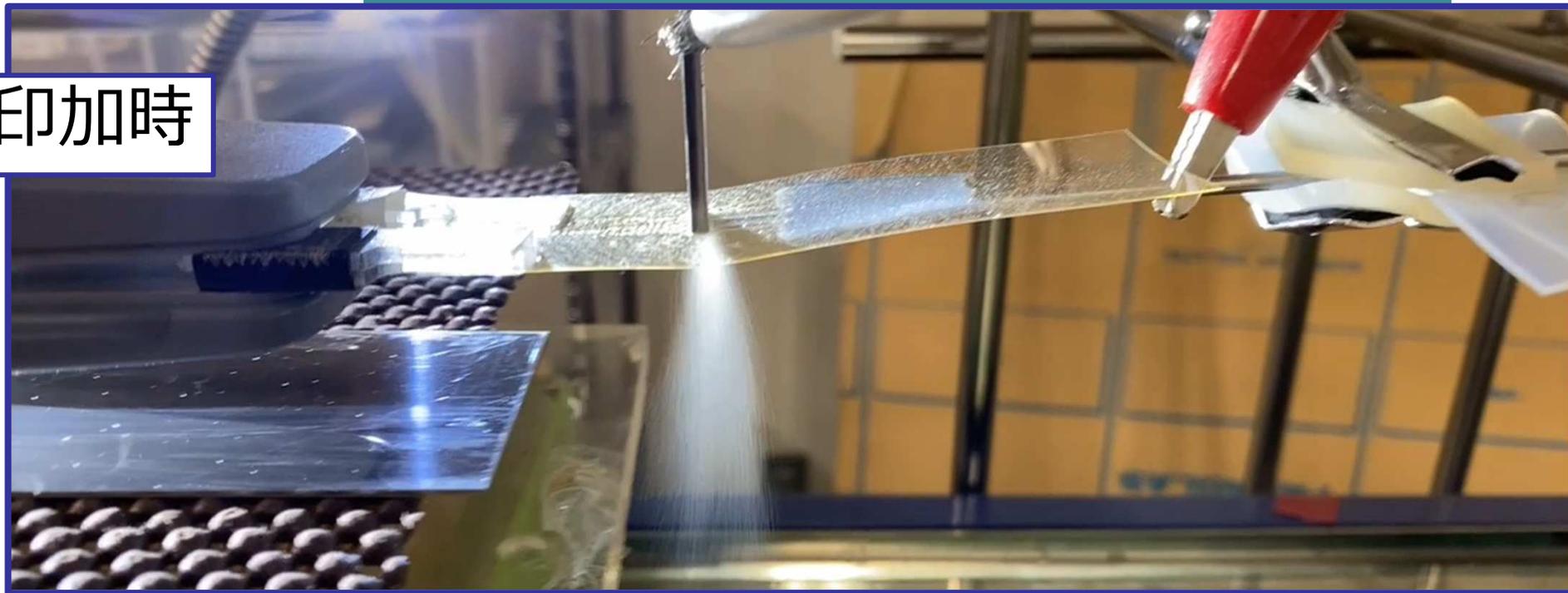
強力超音波振動 × 超濡れ性
フィルム × 静電気力

新方式スプレーの原理



強力超音波ホーンの断面形状と同形のスプレーパターンが可能に。小口径の穴を通さないなので、固-液混合体にも適している。(固体粒子の目詰まりが原理的にない)

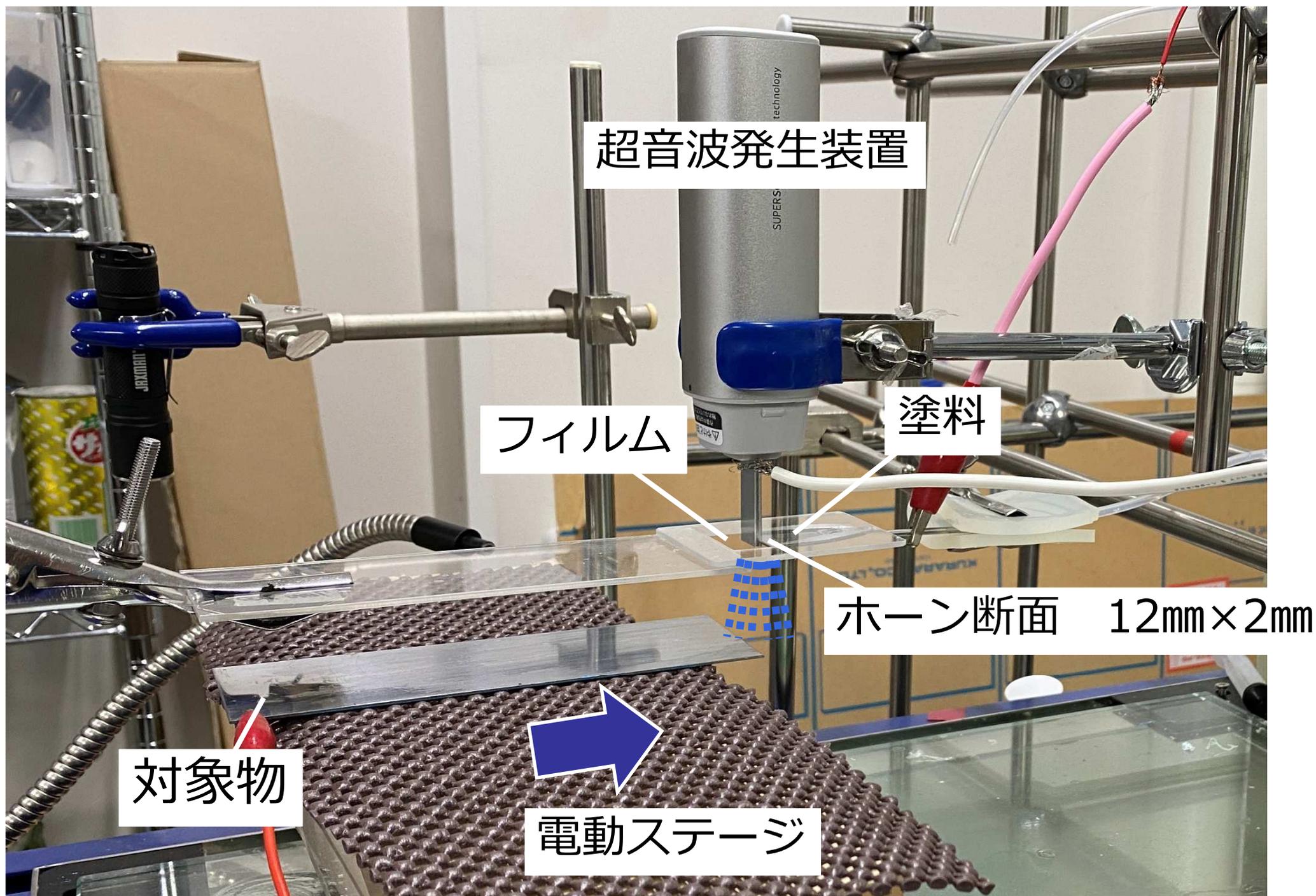
印加時



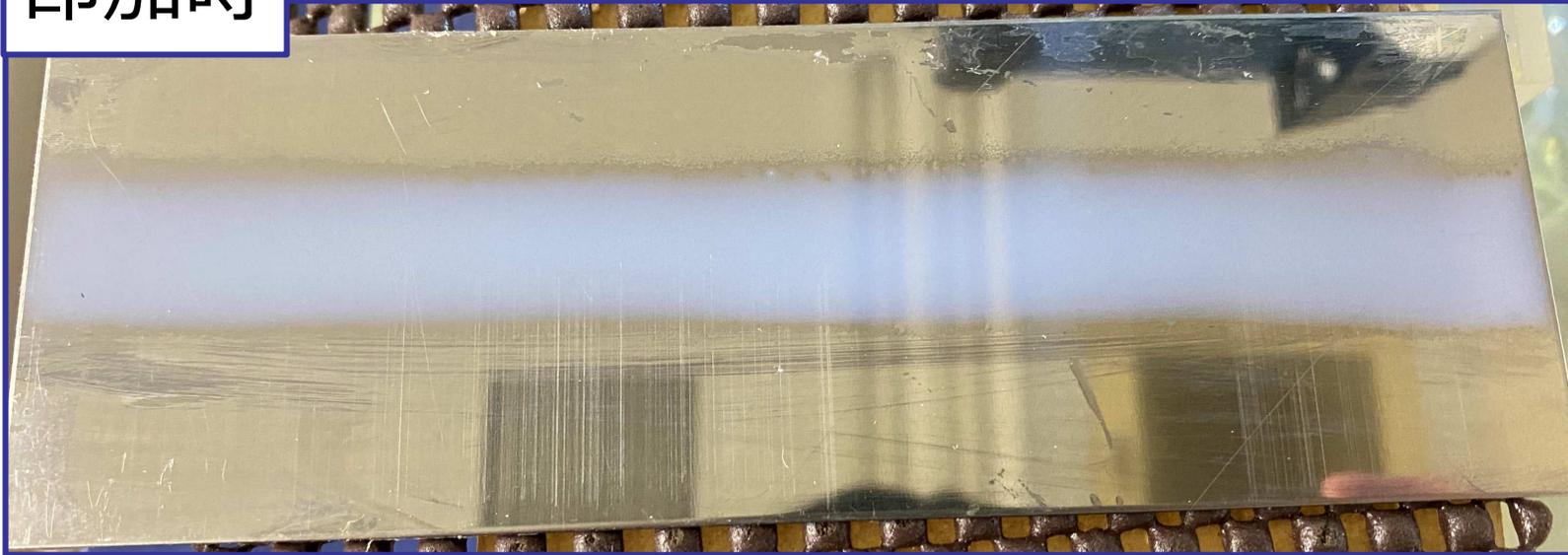
無印加時



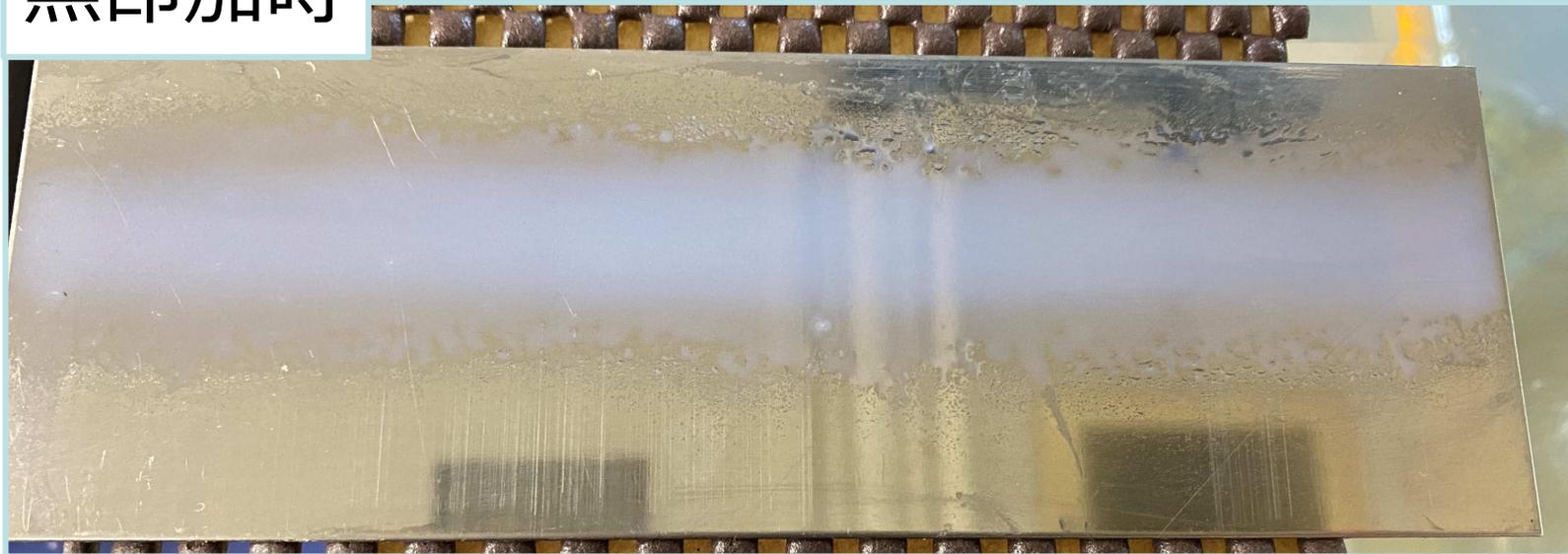
原理確認実験装置



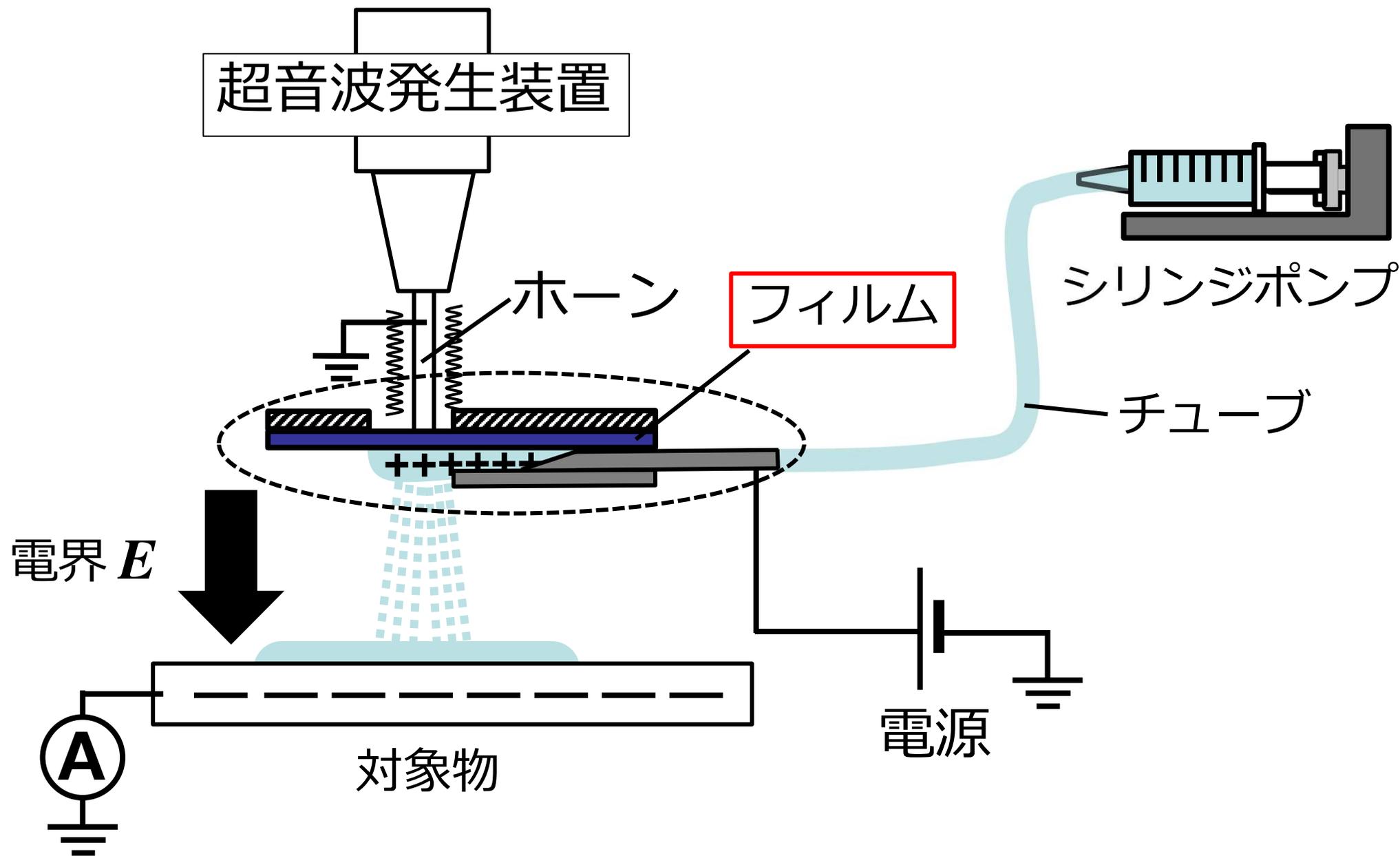
印加時

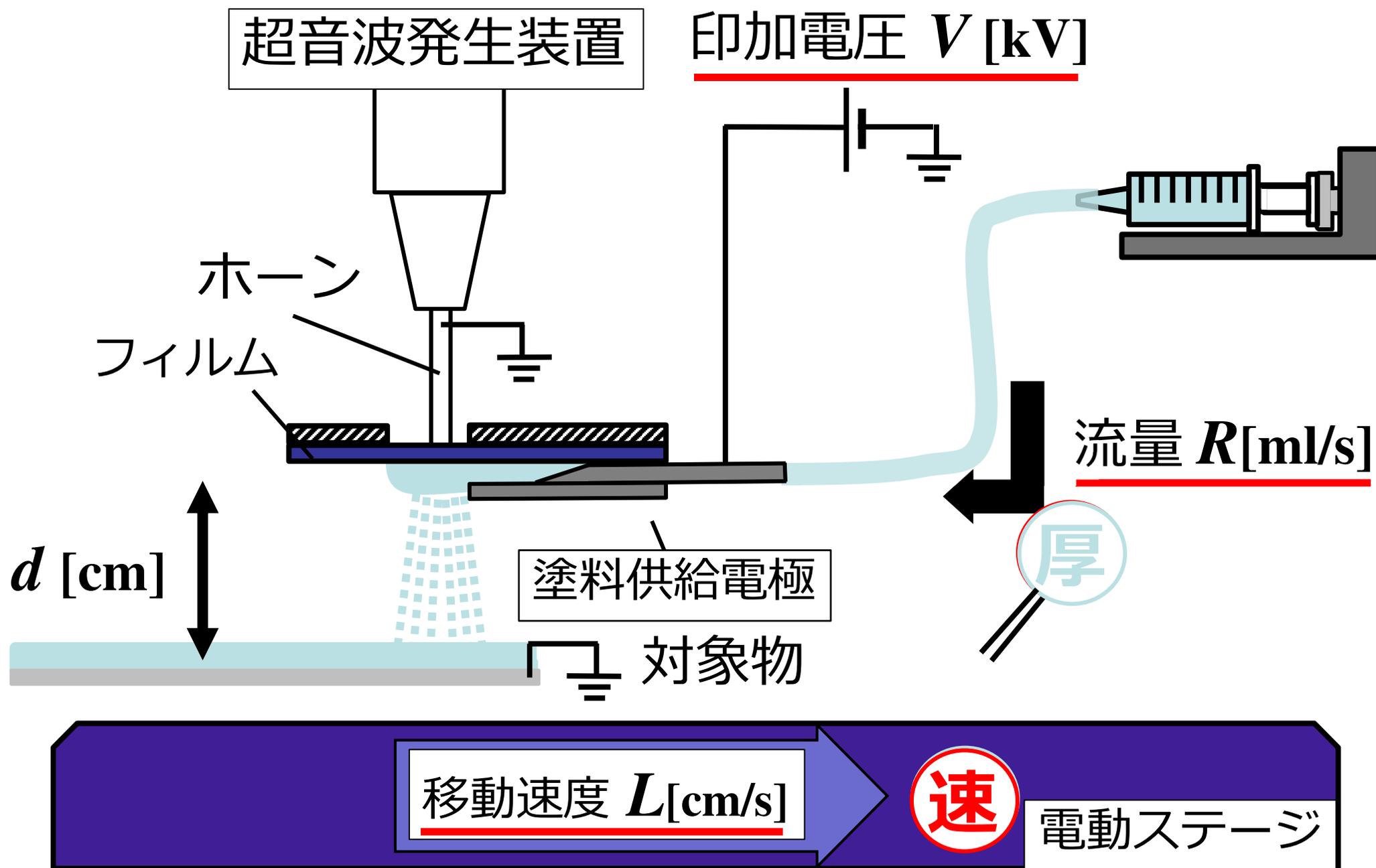


無印加時

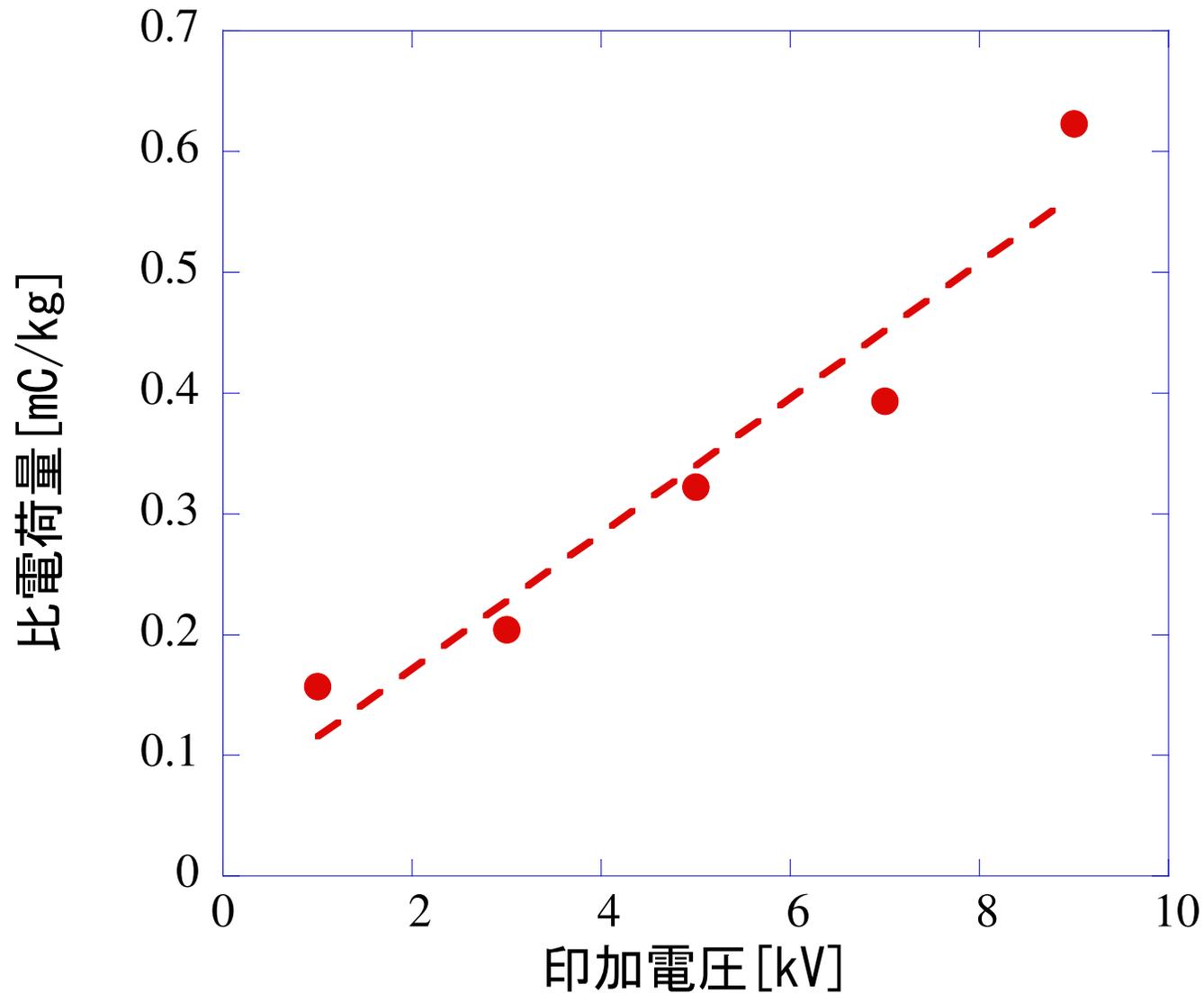


横から見た図





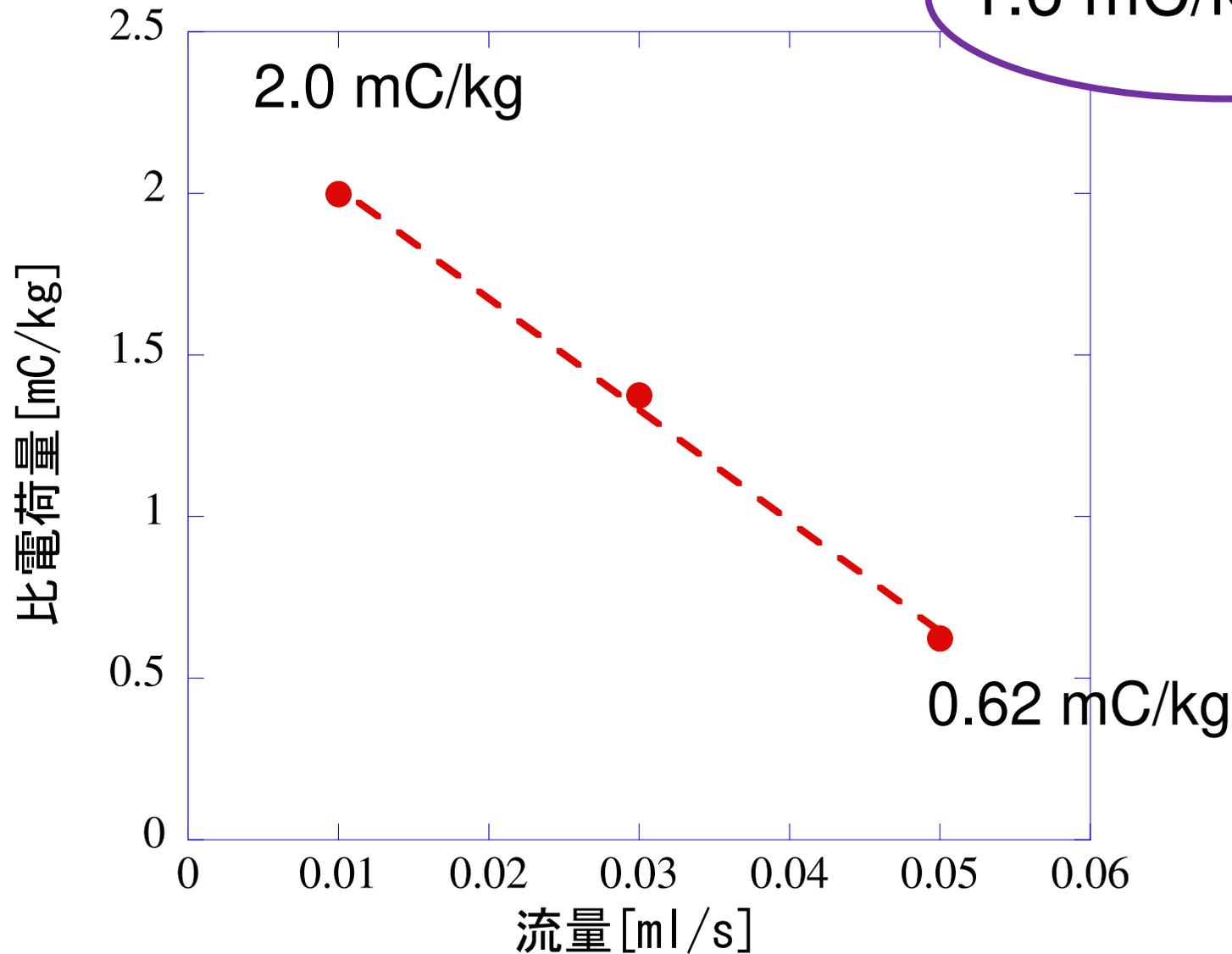
$R=3$ ml/min, $L=3.0$ cm/s, $d=3.0$ cm



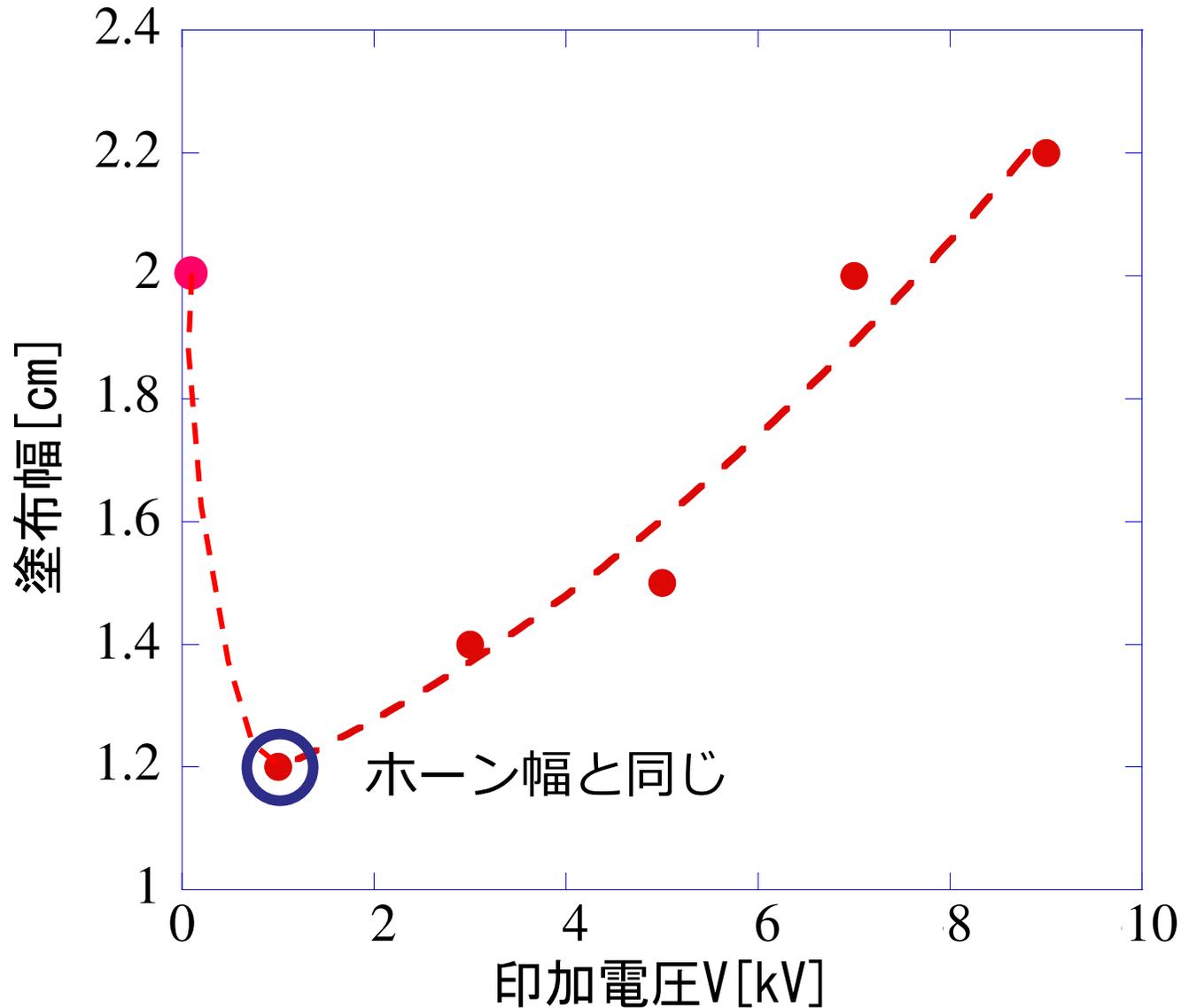
$V=9.0$ kV, $L=3.0$ cm/s, $d=3.0$ cm

一般的な静電塗装

1.6 mC/kg程度

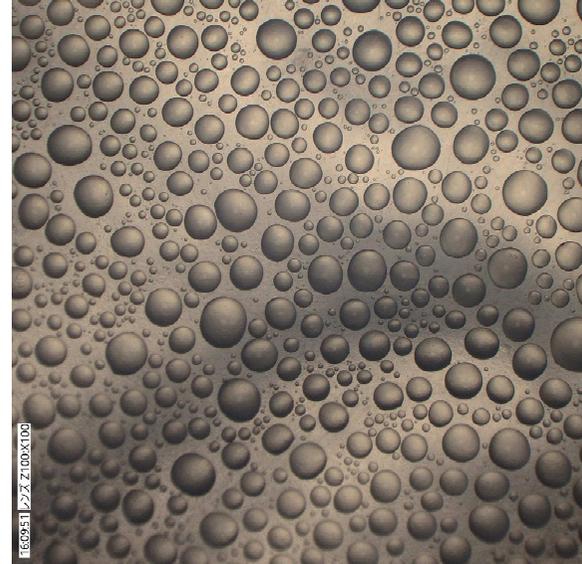
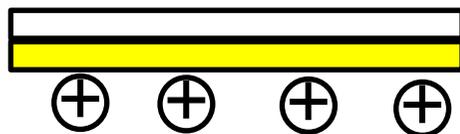


R=3 ml/min, L=3.0 cm/s, d=3.0 cm

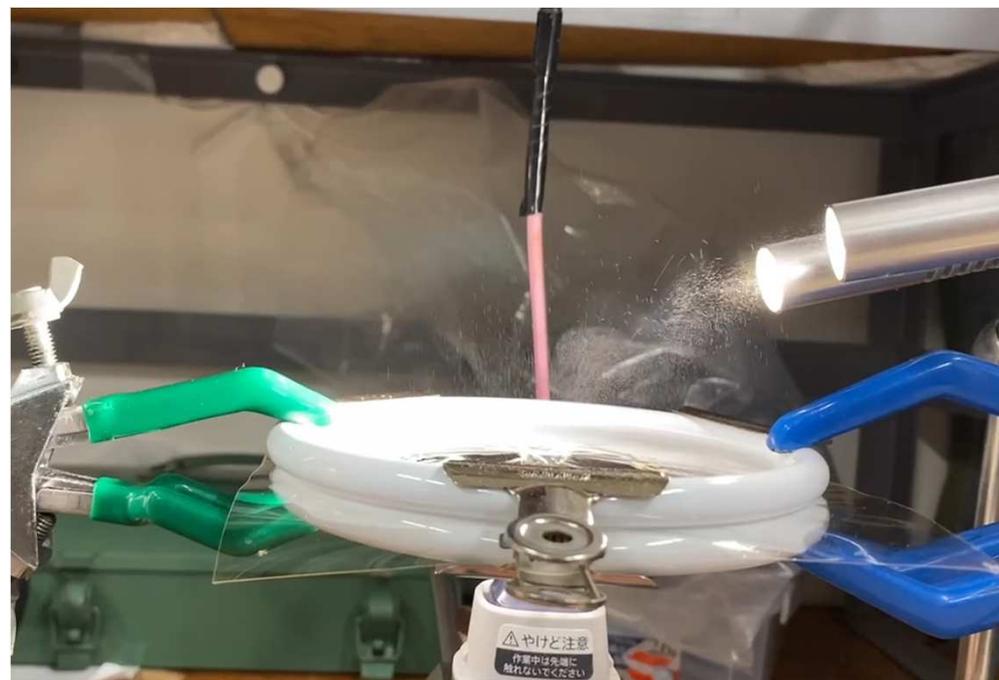


上向き噴霧

静電気力で互いに反発→分散回収
→新しい造粒法？



水(1 mPa·s)



粘性液体(1200 mPa·s)

新技術の特徴・従来技術との比較

- 高粘性液体 ($1 \sim 1200 \text{mPa} \cdot \text{s}$) の微粒化が可能
- スプレーの直進性と塗着効率が高い → ロボット技術との相性が良くなった。
- 低い印加電圧でも、ほぼ100%の塗着が可能。
- 濃淡の出にくい長方形スプレーパターンの形成
- 塗膜をつくるのみでなく(上向き噴霧では)静電気力を活かして粒子を作ることも可能になった。

想定される用途

- 刷毛塗り用の高粘性塗料でも高効率でスプレー塗布できるため、外装塗装に最適。
- 固-液混合体(水+小麦粉など)の食品塗布装置
- 塗布膜厚の微調整が必要な塗布装置
- ノズルをアレイ化(並べる)することにより、大面積をワンパスで塗布する装置。
- フロー式(バッチ式ではない)による固-液混合体からの造粒

実用化に向けた課題

- 現在の超音波振動装置では、 $1200\text{mPa}\cdot\text{s}$ の粘度まで。振動振幅や振動周波数を調整による、さらに高粘性液体への対応。
- 液体の粘度やフィルムへの送液量によって微粒化される液体の粒度分布が変化。その相関関係について、詳しく調べる必要がある。
- 帯電粒子の分散回収と、造粒装置への実用化に向けては、固-液混合体を用いたデータが少ないので蓄積が必要。

企業への期待

- 私の専門は静電気工学です。流体関連の知見をカバーいただき、一緒に社会実装を考えていただけるような共同研究先を希望します。
- 本スプレー装置を動かすロボット技術を持つ企業との共同研究を希望。
- いわゆる塗装に限らず、固-液混合体のコーティングや造粒を考えておられる企業も歓迎します。
- こんなことができないか？というニーズが知りたいです。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 霧化装置
- 出願番号 : 特願2022-034917
- 出願人 : 山形大学
- 発明者 : 杉本俊之、内山優志

お問い合わせ先

山形大学
知的財産本部

TEL 0238-26-3024

FAX 0238-26-3633

e-mail yu-yu-chizai@jm.kj.yamagata-u.ac.jp