

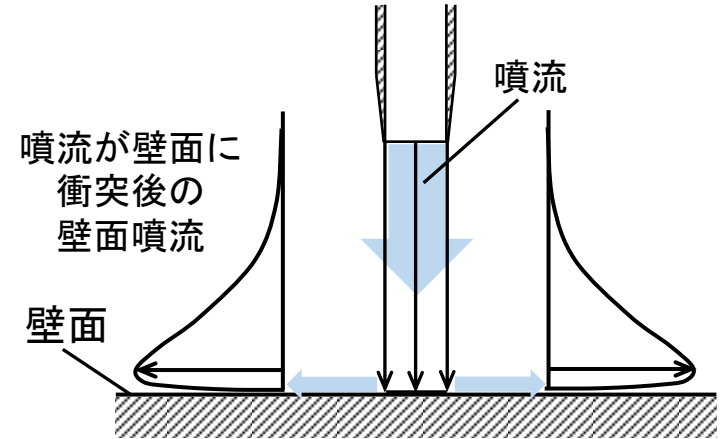
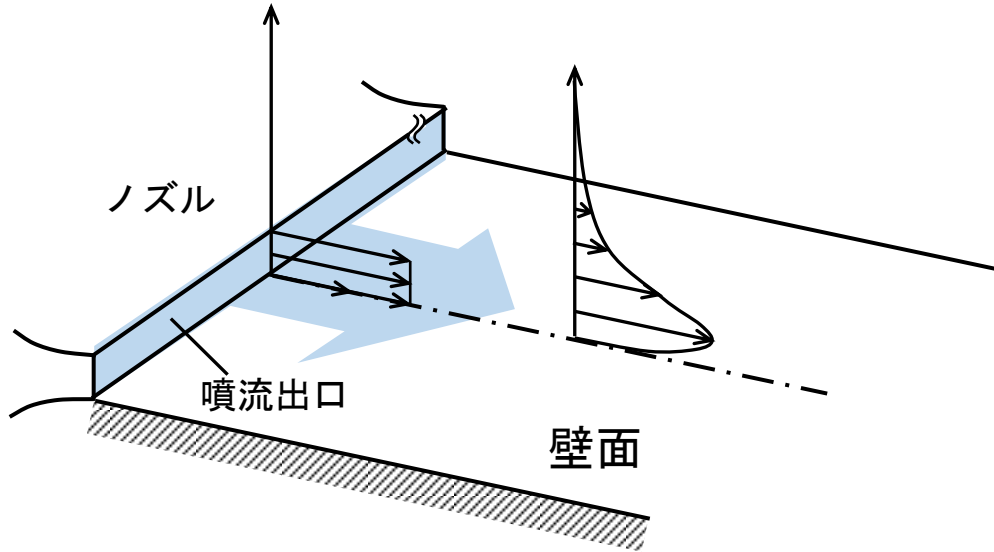
壁面噴流の制御技術

地方独立行政法人山口県産業技術センター
企業支援部 産学公連携室
サブリーダー 山田 誠治

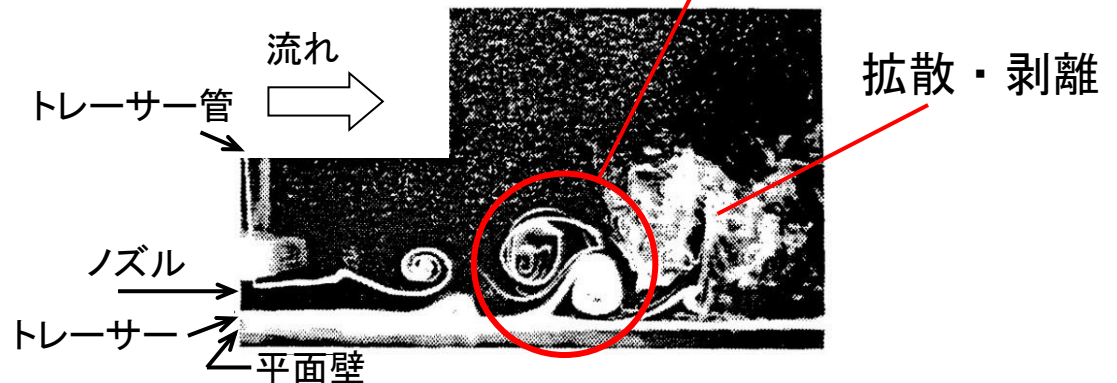
2019年10月10日

壁面噴流とは

壁面噴流とは，壁面に沿って流れる噴流



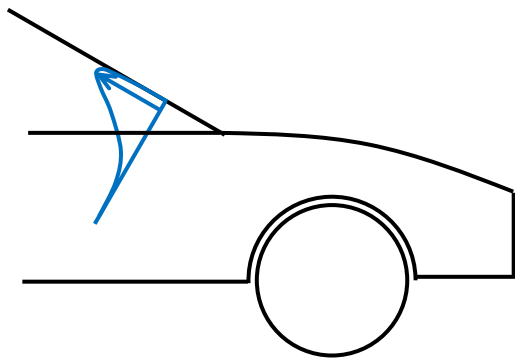
一対の大きな渦対



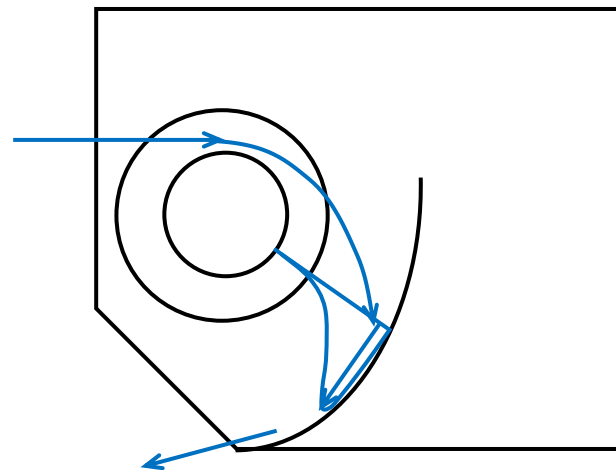
可視化写真

- 産業界で多方面に存在
- 応用範囲が広い

- ・自動車のデフロスター,
- ・エアコン室内機内部の流れ,
- ・流体が壁面に衝突した後に生じる流れ
(乾燥, 洗淨, 塗装, メッキ工程など)



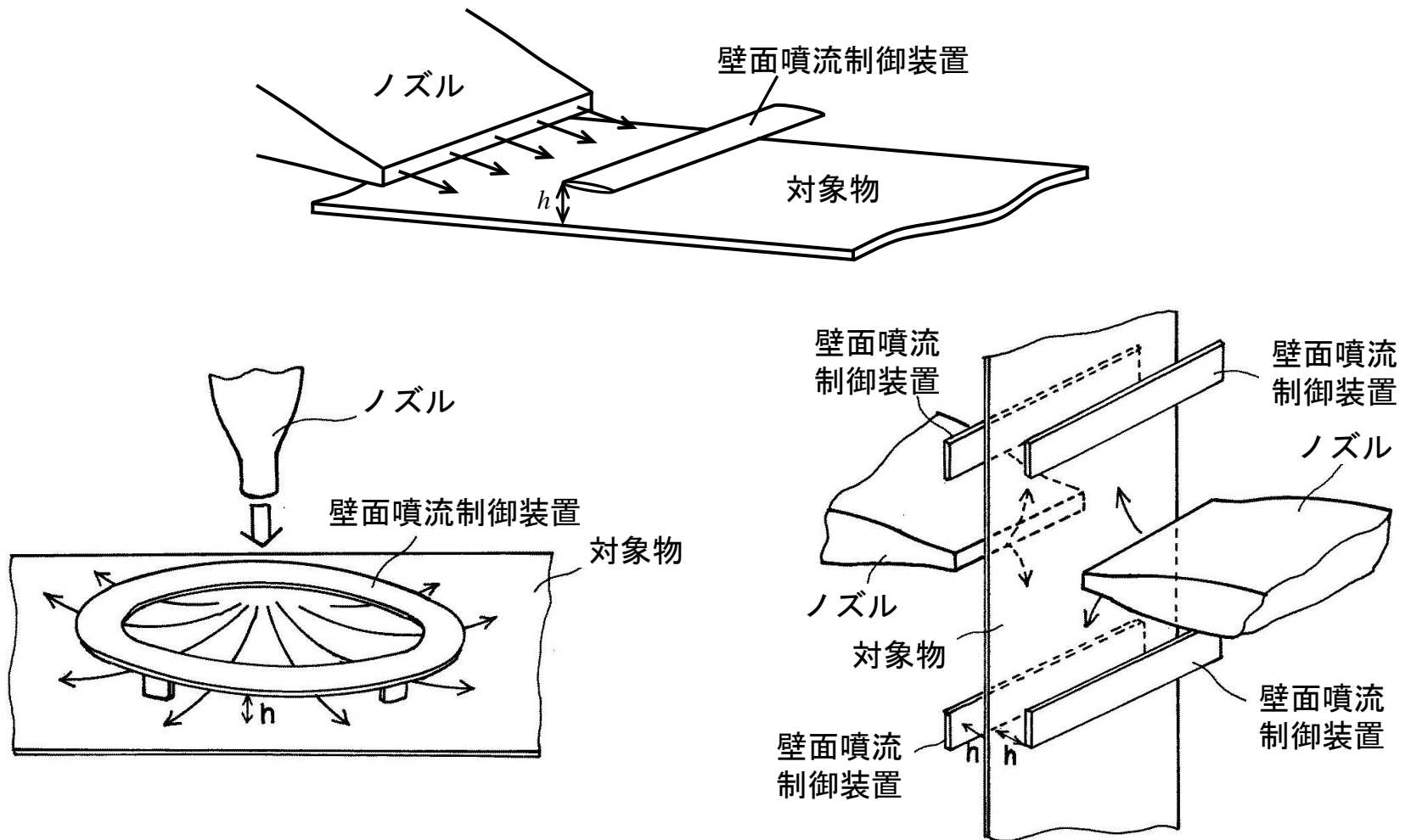
自動車のデフロスター



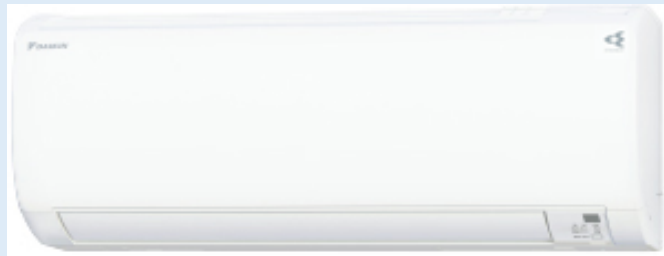
エアコン室内機内部の流れ

本技術の想定実施例(イメージ)

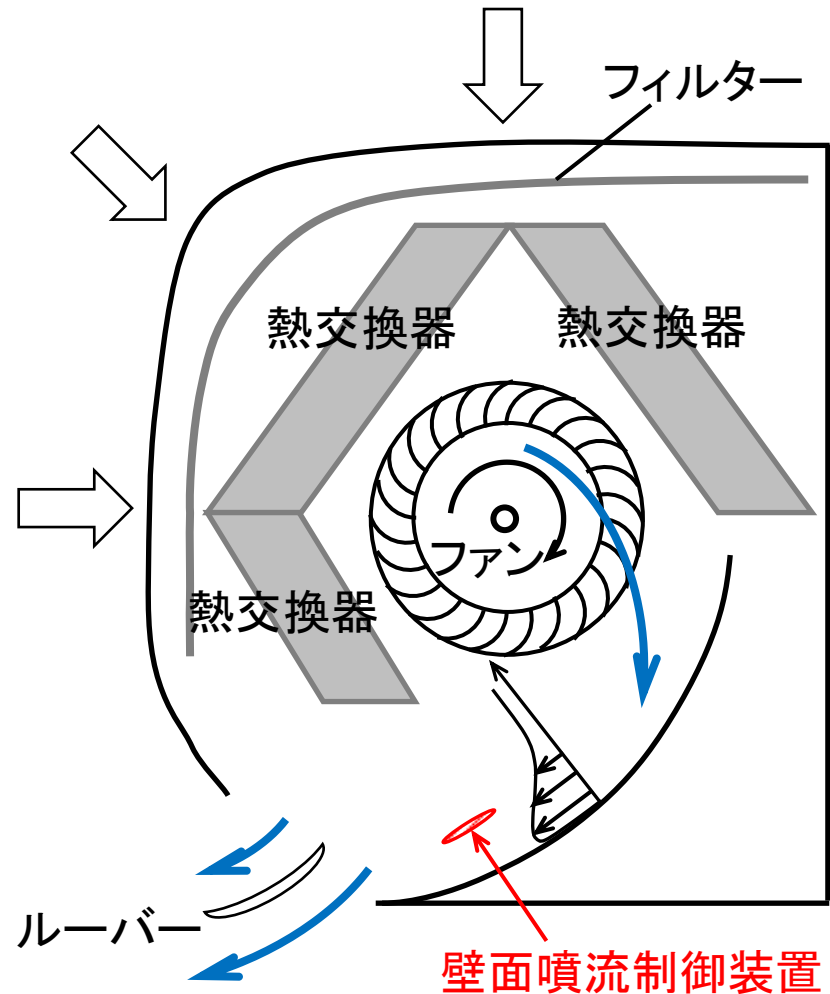
乾燥, 洗淨, 塗装, メッキ工程など



(案1) エアコン室内機内部流れ



(参考) エアコン室内機 (ダイキンHPより)
http://www.daikinaircon.com/roomaircon/products/e_series/index.html
※ 右図断面内部構造とは関係ありません。



本技術の適用可能な具体案

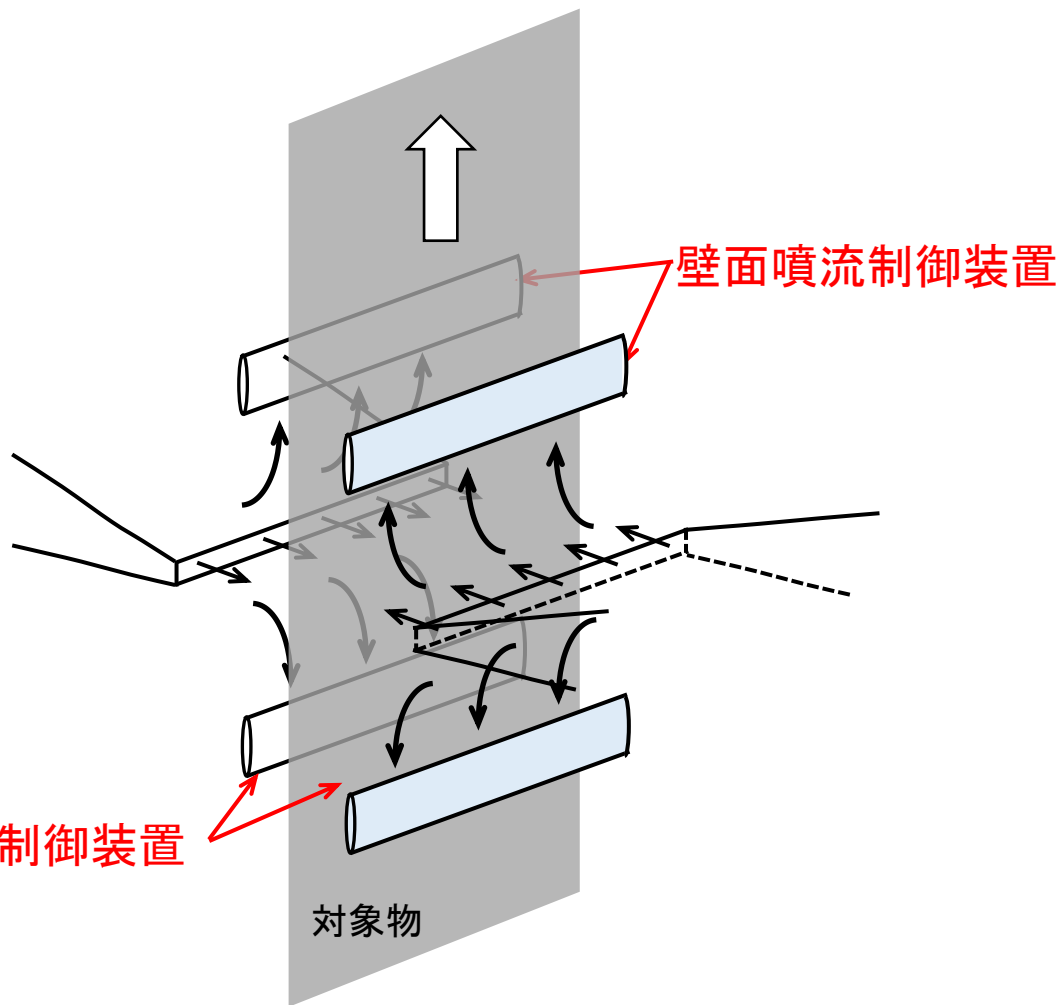
(案2) 連続メッキ・乾燥工程など



(参考) CGL (連続溶融亜鉛メッキライン)
(新日鉄住金エンジニアリングHPより)

https://www.eng.nssmc.com/business/steelplants/processing/cgl_capl/

※ 右図とは関係ありません。

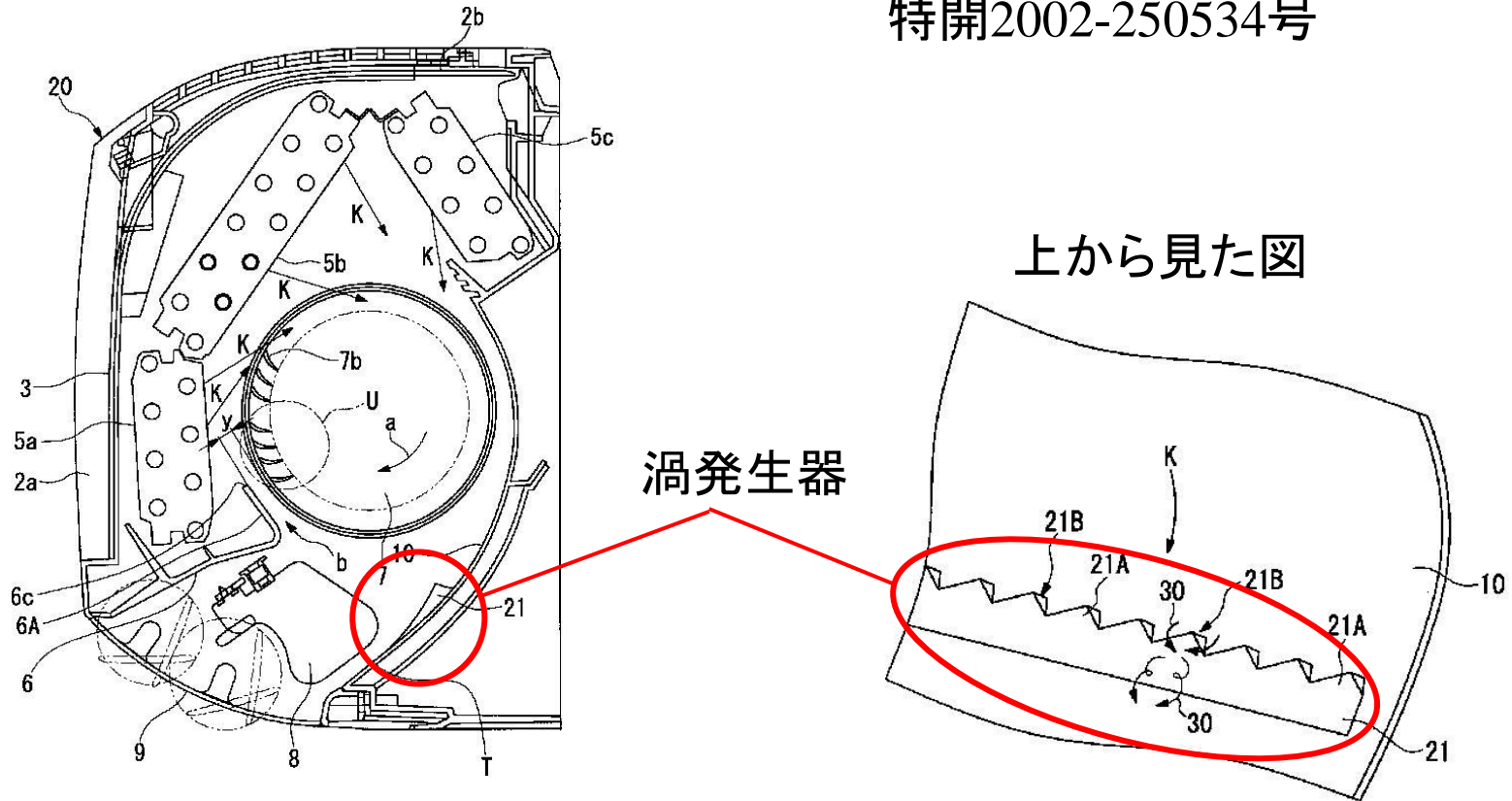


壁面噴流制御装置

対象物

エアコン室内機内部の流れの剥離防止の例

特開2002-250534号



- 【問題点】
- 壁面噴流の壁からの剥離防止効果が不十分
 - 渦発生器による抵抗増加が生じる
 - 壁面自体が製品となる場合には、適用できない

壁面噴流の制御技術の概要

壁面噴流が壁面からはく離すると乱れが発生

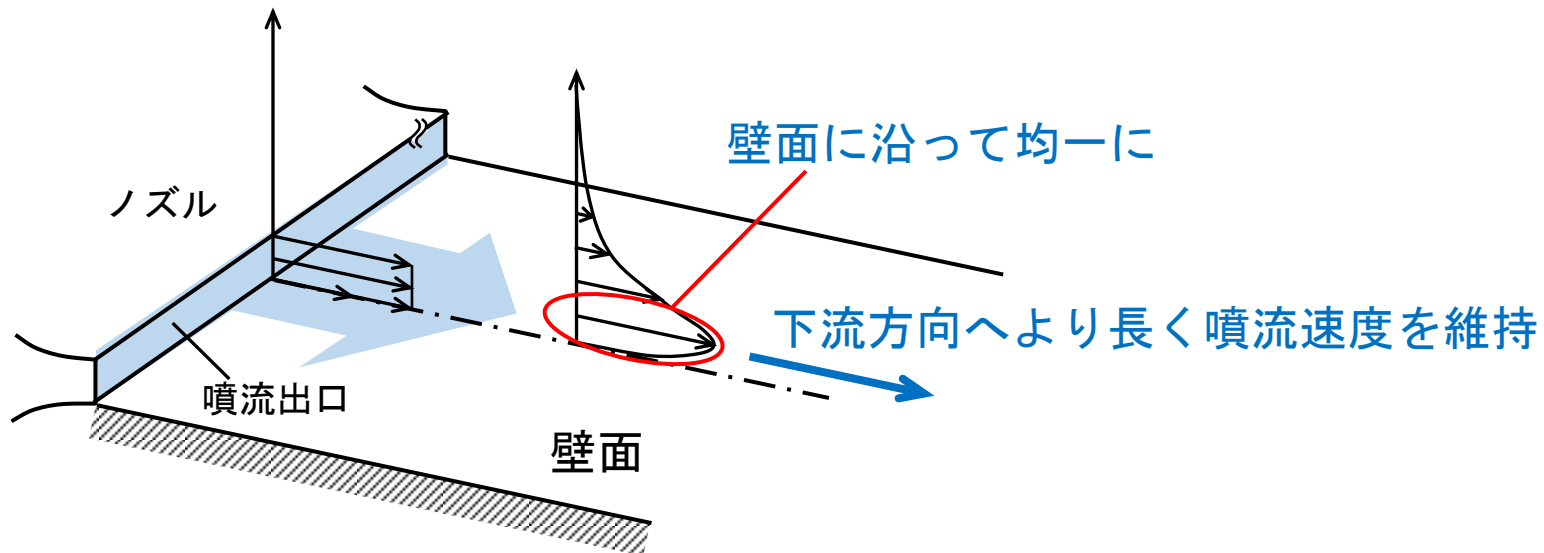


効率低下, 乱れに起因する騒音の発生,
流れの不均一化による製品品質の低下



課題

壁面に沿って均一に, かつ下流方向へより長く噴流速度を維持すること.



技術シーズ

壁面噴流の制御技術

特許第4735952号,
第5119385号

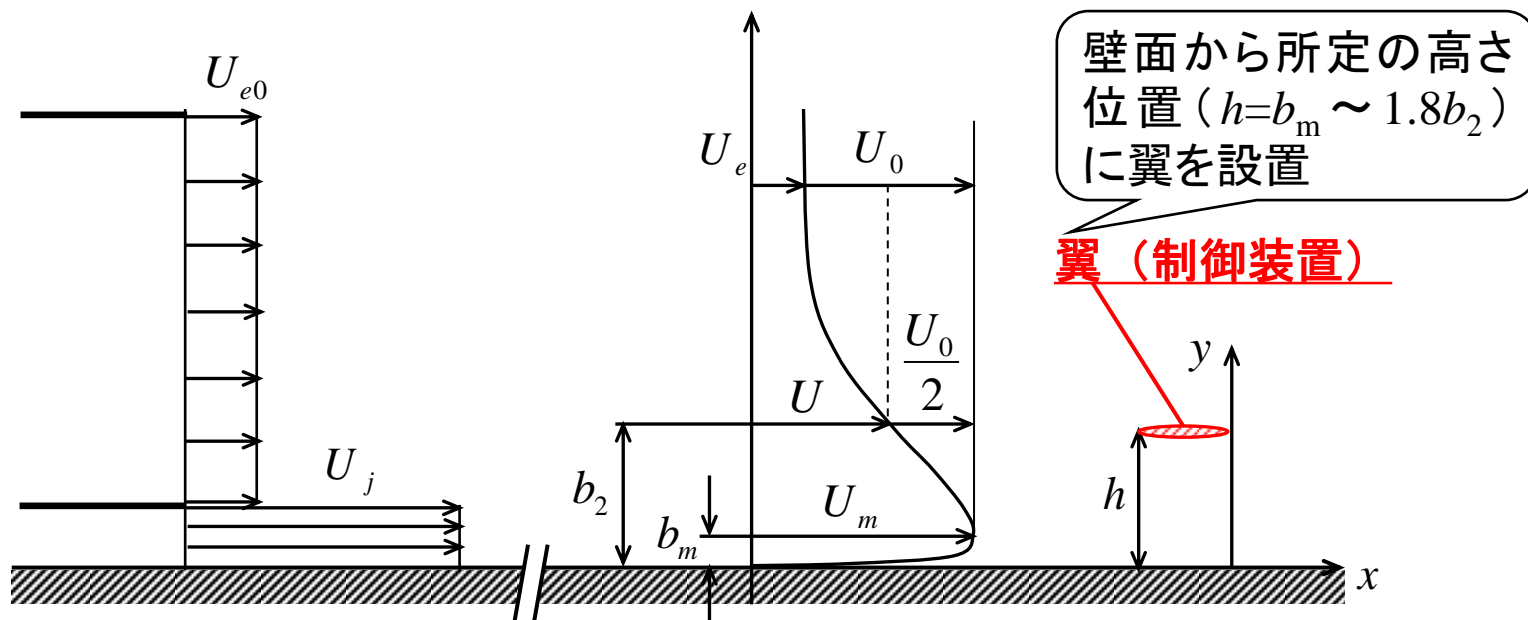
- ①構造がシンプルで既存機へ取付が容易な制御技術
- ②壁面自体が製品となる場合にも適用できる制御技術

- 壁面噴流の噴流速度低下の抑制
- 噴流の垂直方向への広がりの抑制
- 壁面からの噴流のはく離の抑制
→ 乱れの発生抑制 → 流れの均一化

期待される効果

- ・ エネルギー効率の向上
- ・ 乱れに起因する騒音の低減
- ・ 乾燥・冷却・メッキ等の効率および製品品質の向上

技術シーズ



U_j : 噴流出口速度

U_{e0} : 噴流出口外部一様流速

U : 噴流速度

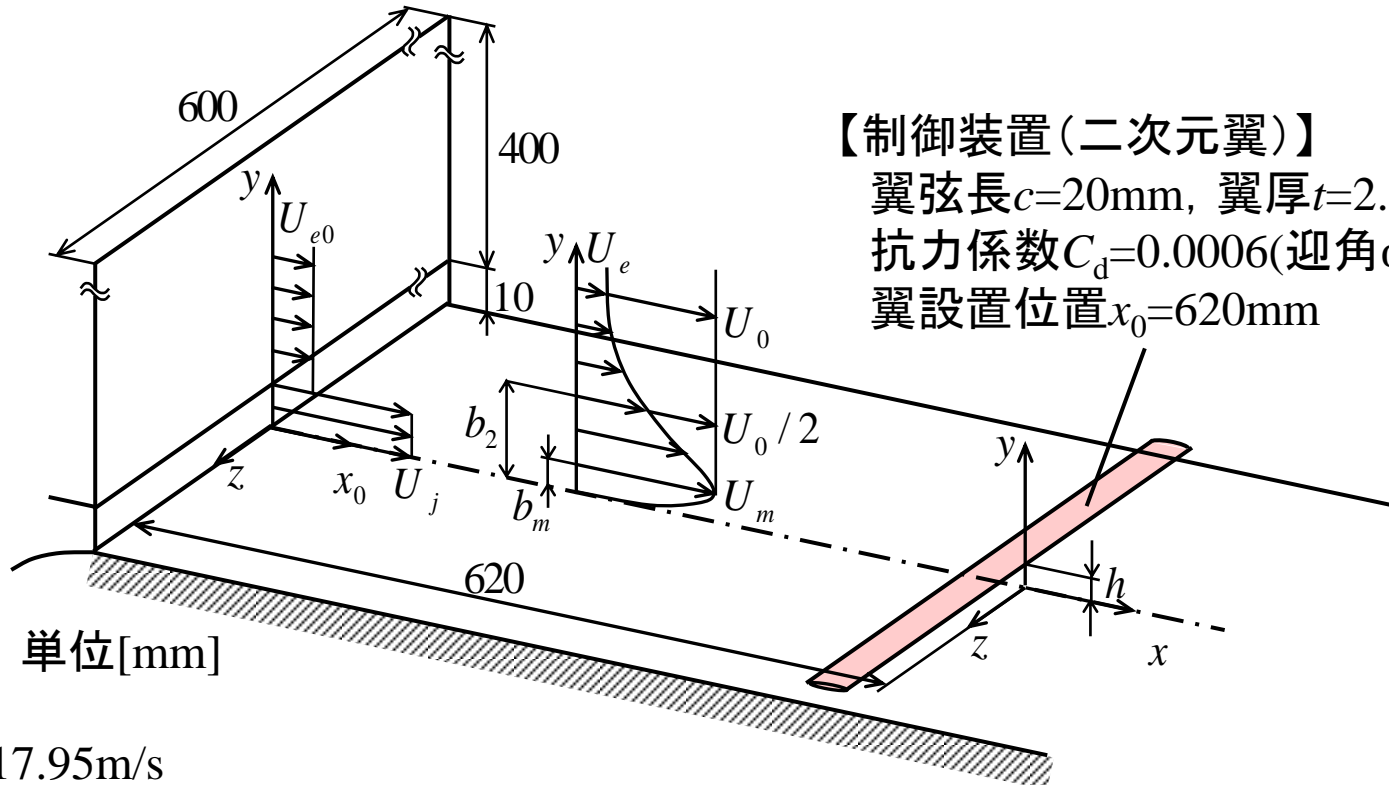
U_e : 外部一様流速

$U_0 = U_m - U_e$

内層厚さ b_m : 噴流の最大速度 U_m の高さ

半値幅 b_2 : $U = U_0/2$ となる高さ

実験概要



【制御装置(二次元翼)】

翼弦長 $c=20\text{mm}$, 翼厚 $t=2.0\text{mm}$,
抗力係数 $C_d=0.0006$ (迎角 $\alpha=0^\circ$),
翼設置位置 $x_0=620\text{mm}$

単位[mm]

$$U_j=17.95\text{m/s}$$

$$U_{e0}=2.9\text{m/s}$$

$$\text{レイノルズ数: } R_{ej}=U_j S_1 / \nu = 1.2 \times 10^4$$

S_1 : ノズル口高さ(=10mm)

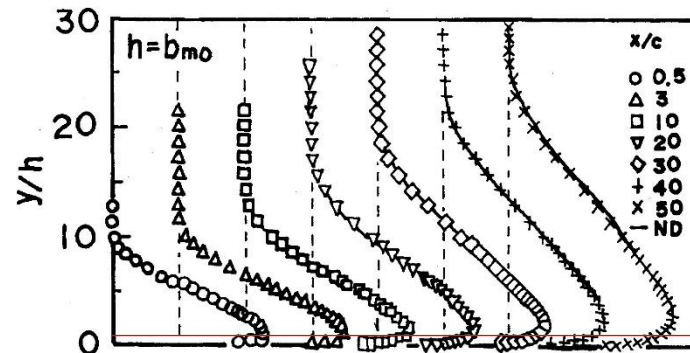
$x_0 / S_1 = 57 \sim 162$ の範囲で

$U_m / U_e = 4$ の壁面噴流の自己保存条件

壁面噴流の制御の効果(実験結果)

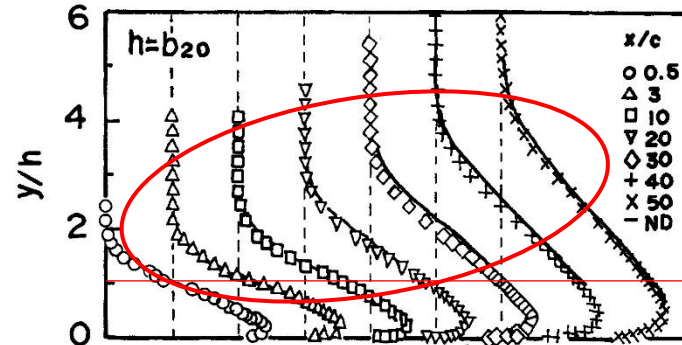
攪乱後の速度の回復過程

(a) $h=b_{m0}(=7\text{mm})$



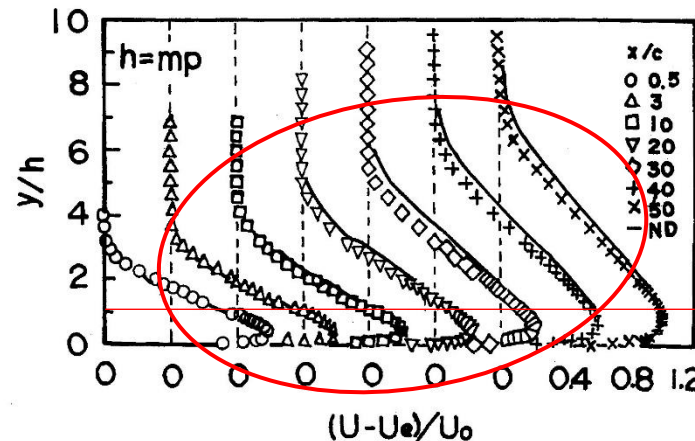
- $x/c=0.5$ で速度欠損
- $x/c=50$ でほぼ回復

(b) $h=b_{20}(=35\text{mm})$



- 下流側の外層で非攪乱流に比較して平均速度が小さい

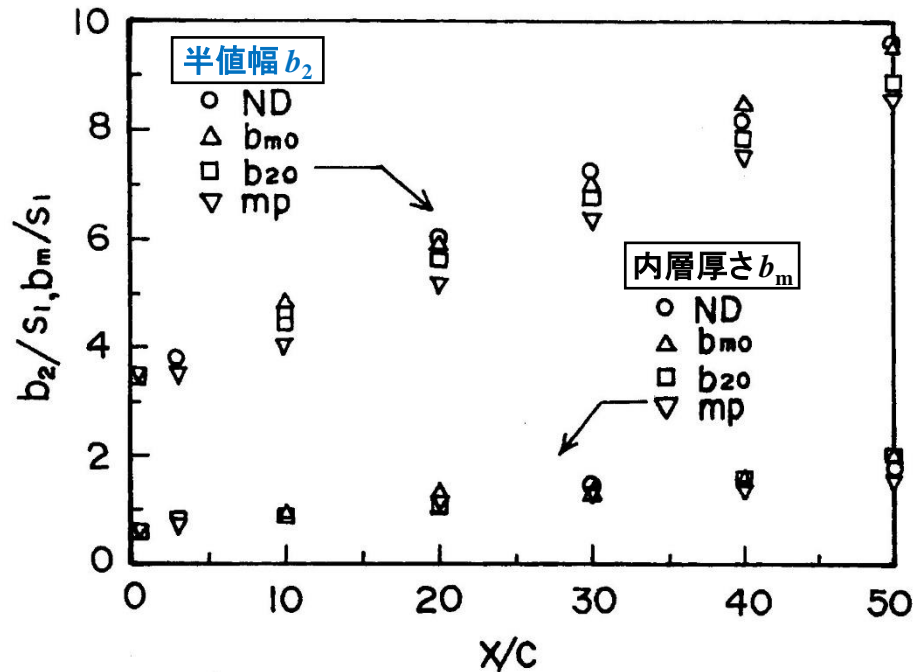
(c) $h=b_{mp}=1.2b_{20}(=42\text{mm})$



- 下流側の外層で非攪乱流に比較して平均速度が小さい((b)より顕著)

ND: 非攪乱流(制御装置なし)

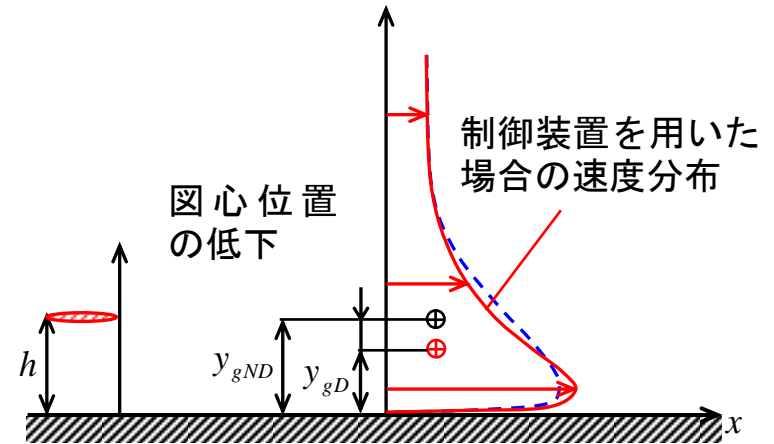
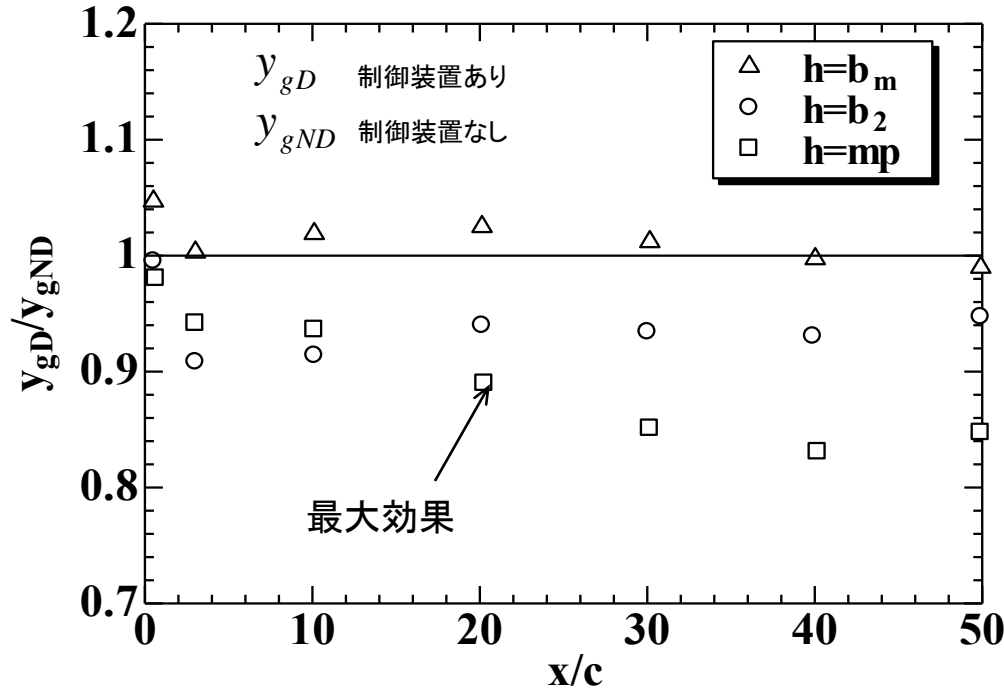
半値幅, 内層厚さの流れ方向変化



半値幅 b_2

- ・ $h=b_{m0}$ 以外は, 非攪乱流と比較して小さい
→ 噴流の垂直方向への広がりの抑制
- ・ $h=b_{mp}$ の場合, 最も小さい

速度分布の図心位置の流れ方向変化



図心定義式

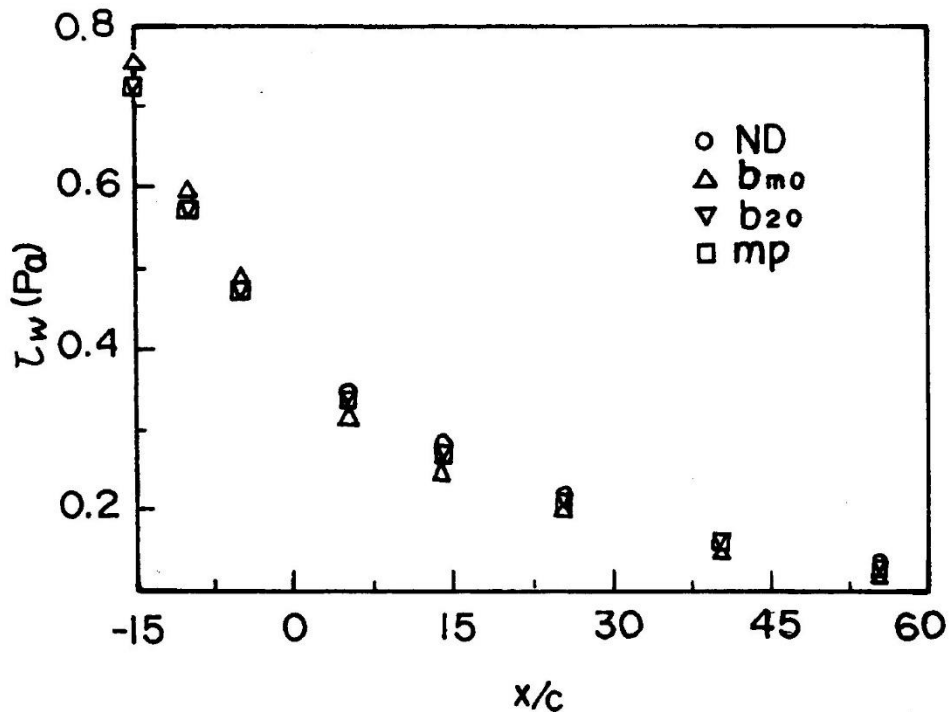
$$y_g = \frac{\int_0^{b_\infty} U y dy}{\int_0^{b_\infty} U dy}$$

b_∞ : 流れの乱れエネルギーが十分に低下した位置

$$\frac{y_{gD}}{y_{gND}}$$

- $h=b_{m0}$ 以外は、図心位置が壁面側に移動
→ **高速の流体が壁面近くに留まる**
→ **噴流速度の低減抑制**
- $h=b_{mp}$ の場合、最も壁面に近い

局所壁面摩擦応力の流れ方向変化



- ・局所壁面摩擦応力は翼を設置することにより低下

壁面噴流制御の効果

- ・翼の設置により, **高速の流体が壁面近くに留まり, 噴流速度の低減が抑制**
- ・ $h=b_{mp}$ の場合, **速度分布の図心位置が最も壁面に近く, 最も効果的**
- ・ $h=b_m \sim 1.8b_2$ の範囲で**噴流速度の低減抑制, 噴流の垂直方向への広がり抑制**

壁面からの噴流のはく離の抑制

乱れの発生抑制 → 流れの均一化

期待される効果

- ・装置のエネルギー効率の向上
- ・乱れに起因する騒音の低減
- ・乾燥・冷却・メッキ等の効率および製品品質の向上

- 壁面噴流は産業界に多方面に存在するが、それらの流れ場の計測等による詳細把握が必要。
- 上記流れ場の詳細把握に基づき、適切な壁面噴流制御装置の設計及び設置位置の特定が必要。
- 求められる装置の性能や製品の品質等に対する本壁面噴流制御技術の適用効果（流れ場の制御能力）の見極めが必要。

産業界に多方面に存在



エネルギー効率向上・品質向上

- 生産工程や製品・装置内の流れに壁面噴流が存在していないか、今一度ご確認ください。
- 壁面噴流が生じている生産工程や製品・装置内の流れ場に、本技術の適用をご検討ください。
- 本技術の適用により、エネルギー効率向上や品質向上が見込めます。

知的財産権①

- ・ 発明の名称 : 壁面噴流の制御装置及び壁面噴流を制御する方法
- ・ 出願番号 : 特願2005-123814
- ・ 公開番号 : 特開2006-300235
- ・ 特許番号 : 特許第4735952号
- ・ 出願人 : 国立大学法人山口大学、
地方独立行政法人山口県産業技術センター
- ・ 発明者 : 望月信介（山口大学）、
山田誠治（山口県産業技術センター）

知的財産権②

- ・ 発明の名称 : 壁面噴流による対象物の処理装置及び壁面噴流により
対象物を処理する方法
- ・ 出願番号 : 特願2011-17131
- ・ 公開番号 : 特開2011-122728
- ・ 特許番号 : 特許第5119385号
- ・ 出願人 : 国立大学法人山口大学、
地方独立行政法人山口県産業技術センター
- ・ 発明者 : 望月信介（山口大学）、
山田誠治（山口県産業技術センター）

○地方独立行政法人山口県産業技術センター
経営管理部 経営企画室

TEL : 0836-53-5051

FAX : 0836-53-5070

e-mail : info@iti-yamaguchi.or.jp

○国立大学法人山口大学大学研究推進機構
産学公連携センター ワンストップ窓口

TEL : 0836-85-9961

FAX : 0836-85-9962

e-mail : yuic@yamaguchi-u.ac.jp