

触媒コンバータ内における流動特性に関する研究

○ M2 太田 光彦
M0 小田 良治
M0 岡田 崇史

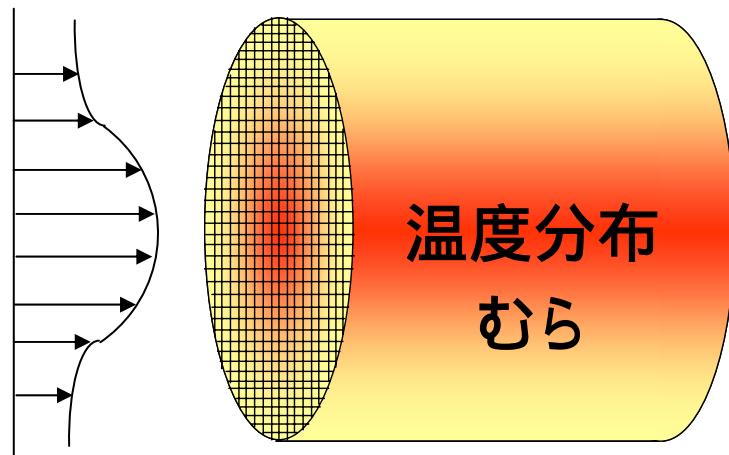
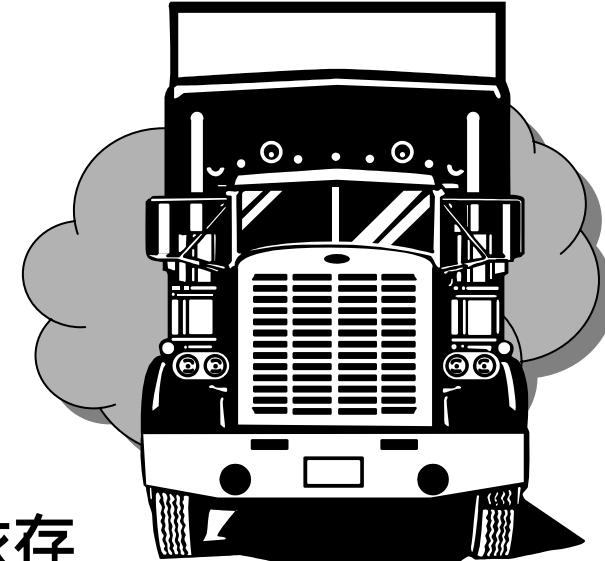


環境保護への関心の高まり

→ 自動車に対して厳しい排気規制

触媒コンバータを利用することが重要

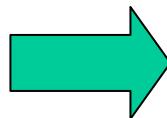
浄化作用は活性化温度(約700 ℃)に依存



→ 触媒担体入口に一様な流れ場が必要



排気システムの高い背圧



エンジンの最高出力を低下
燃費の悪化

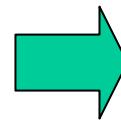


触媒コンバータにおける圧力損失の低減が重要

過去の研究者

Lemme & Givens(1974, SAE Paper)

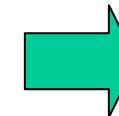
Howitt & Sekella(1974, SAE Paper)



速度分布の一様化

Wendland, Sorrell & Kreucher(1991, SAE Paper)

Wendland, Kreucher & Andersen(1995, SAE Paper)



圧力損失の低減

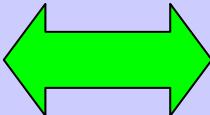


研究目的

3/17

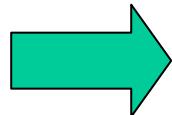
一般的に

Trade-off の関係

圧力損失  速度分布一様性

本研究では

ディフューザ - 内に流れ制御物体 *Cone* を設置



両方の同時改善

研究目的

触媒コンバータ内の

圧力損失と速度分布一様性の同時改善



触媒コンバータ

4/17

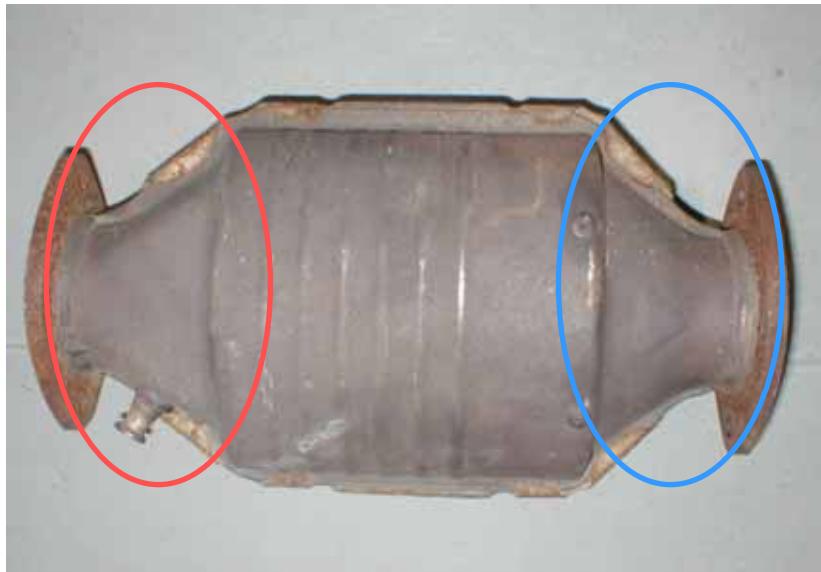


Fig. Automotive catalytic converter



Fig. The innards of catalytic converter

触媒コンバータの内部構造の特徴

入口、出口部



拡大部

縮小部

を持つ

セラミック载体



ワイヤーネット

で保持



セラミック担体

5/17

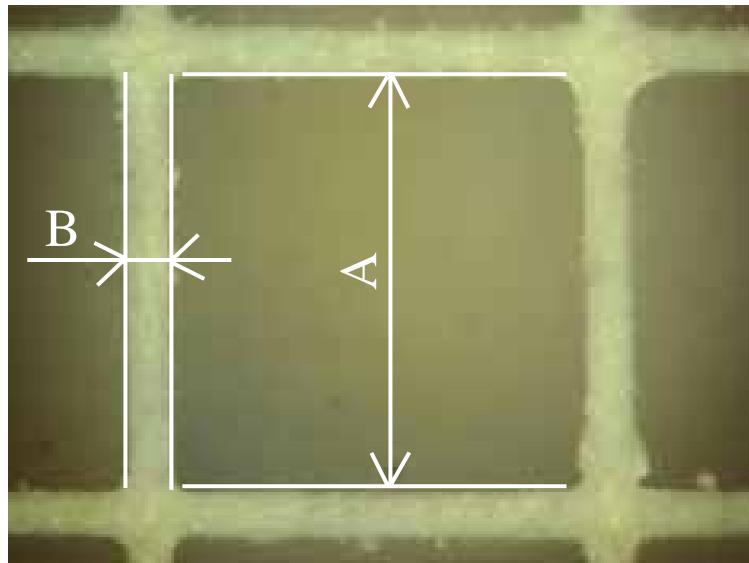
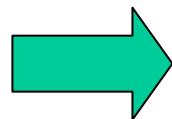


Table Principal specifications of test catalysts

Substrate Type(mil/cpsi)	4/400	4/600
Substrate Size A(mm)	1.17	0.94
Wall Thickness B(mm)	0.10	0.10
Open Frontal Area(%)	85	81

Fig. The macrograph of monolith substrate

セラミック担体



コーチェライトをハニカム状に押出成形

本研究では触媒が担持されていないものを使用

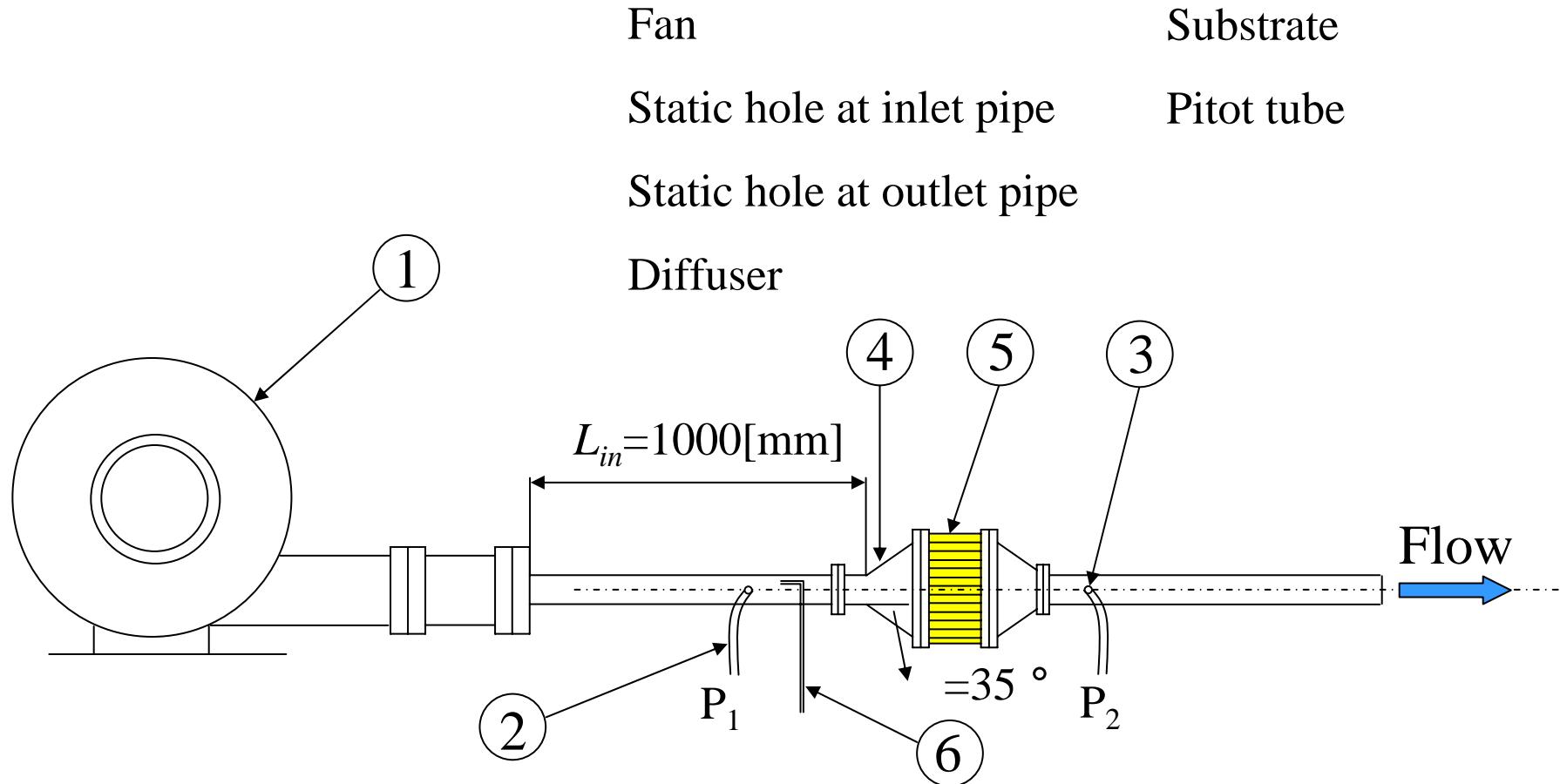
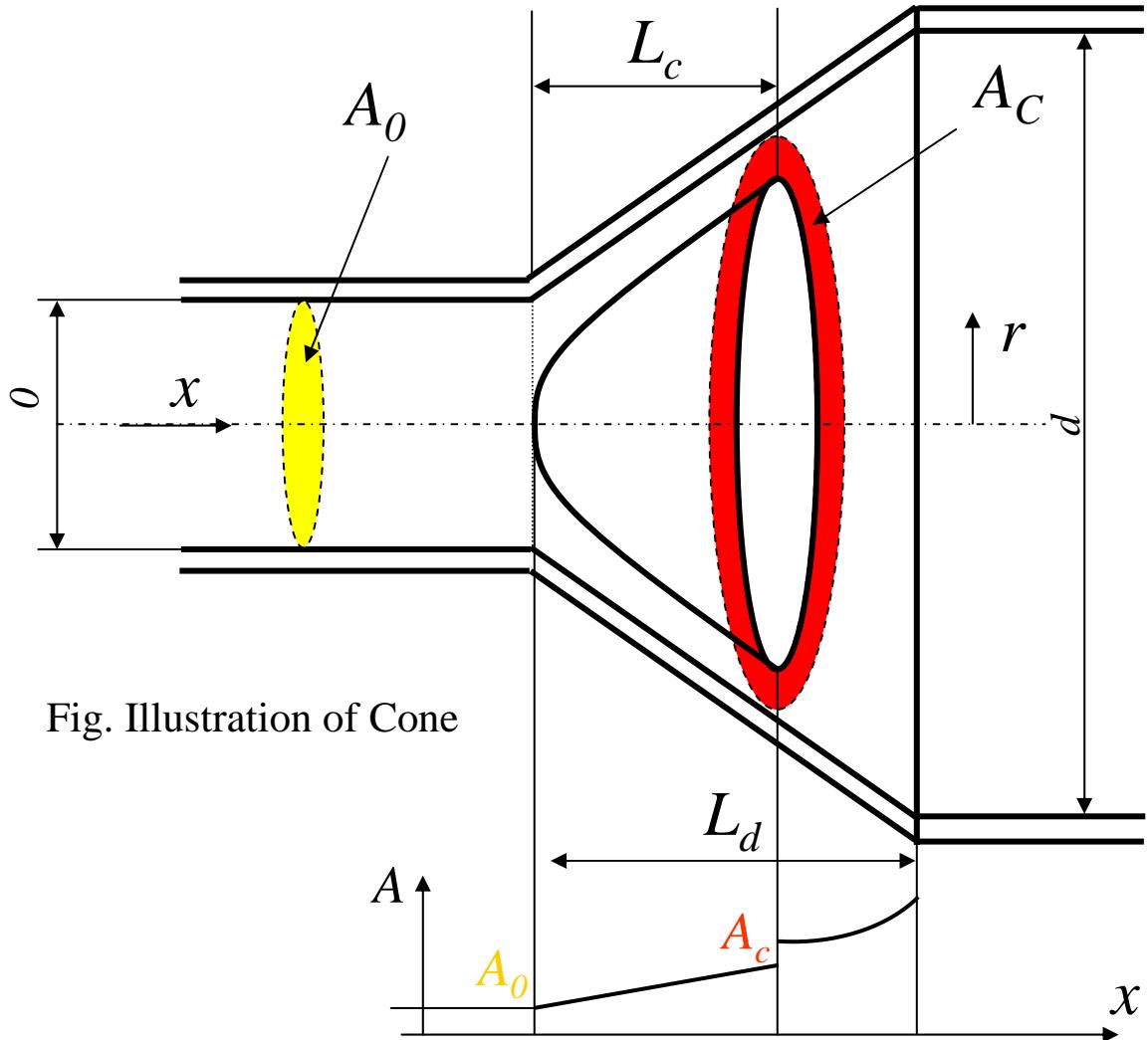


Fig. Experimental apparatus



流れ制御物体 Cone

7/17



$$\frac{\phi_d}{\phi_0} = \phi_d^* = 3.15$$

$$\frac{L_d}{\phi_0} = L_d^* = 1.54$$

$$\frac{A_c - A_0}{A_0} = \frac{dA^*}{dx^*} \quad \left(\frac{A_c}{A_0} = A_c^* \right)$$

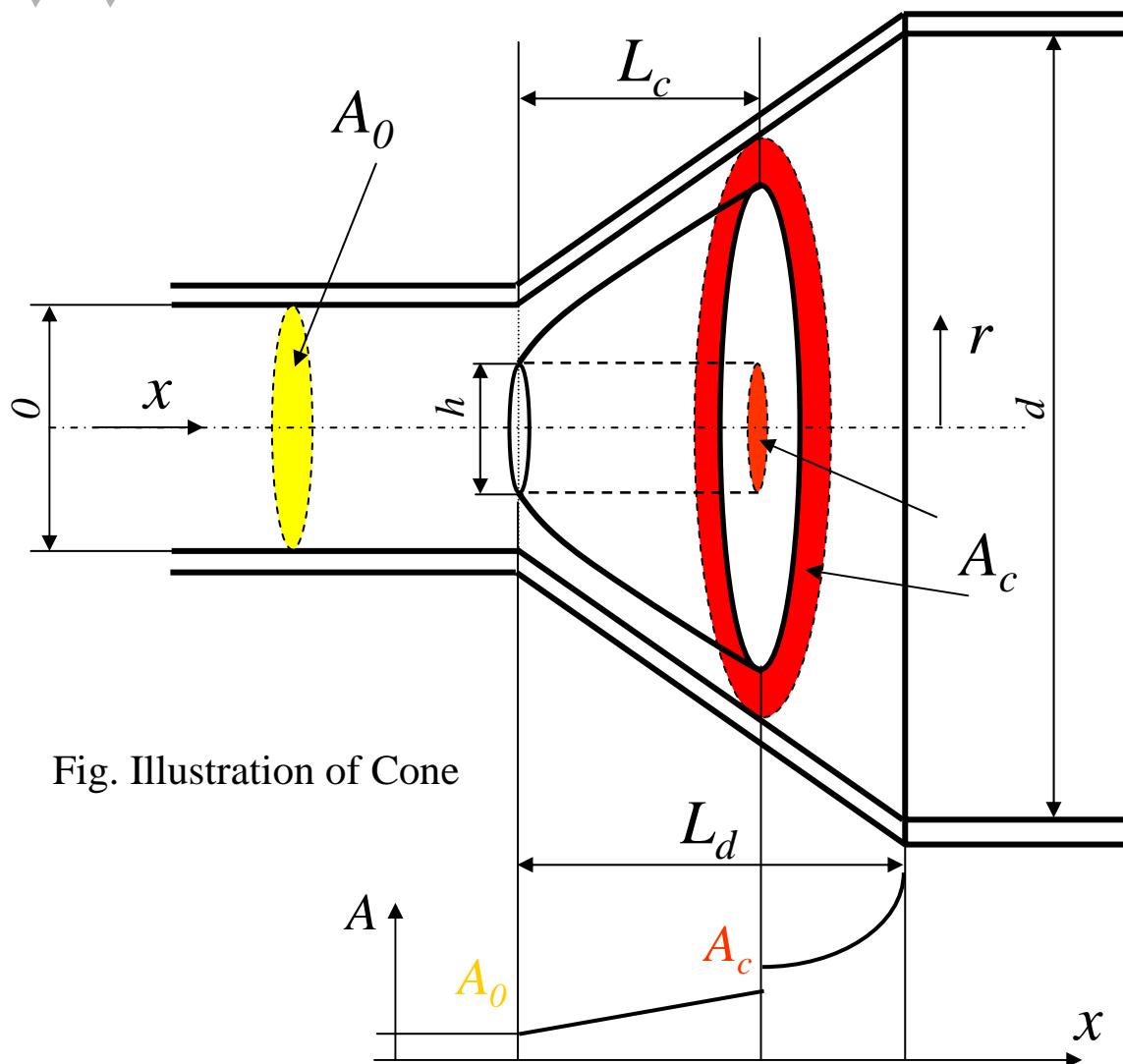
$$\frac{L_c}{\phi_0} = L_c^*$$

$$r^* = \frac{\sqrt{x^*}}{2 L_d^*} \sqrt{(\phi_d^* - 1)^2 x^* + 2 L_d^* (\phi_d^* - 1) - (L_d^*)^2 \frac{dA^*}{dx^*}}$$



流れ制御物体 Cone

8/17



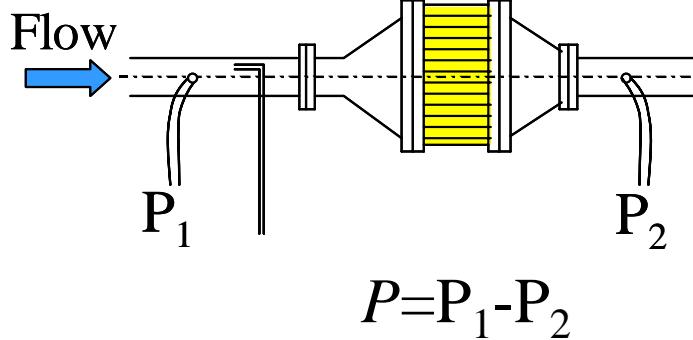
$$\frac{\phi_d}{\phi_0} = \phi_d^* = 3.15$$
$$\frac{L_d}{\phi_0} = L_d^* = 1.54$$
$$\frac{A_c - A_0}{A_0} = \frac{dA^*}{dx^*} \quad \left(\frac{A_c}{A_0} = A_c^* \right)$$
$$\frac{L_c}{\phi_0} = L_c^* \quad \frac{\phi_h}{\phi_0} = \phi_h^*$$

$$r^* = \frac{\sqrt{x^*}}{2 L_d^*} \sqrt{(\phi_d^* - 1)^2 x^* + 2 L_d^* (\phi_d^* - 1) + \frac{(L_d^* \phi_h^*)^2}{x^*} - (L_d^*)^2 \frac{dA^*}{dx^*}}$$



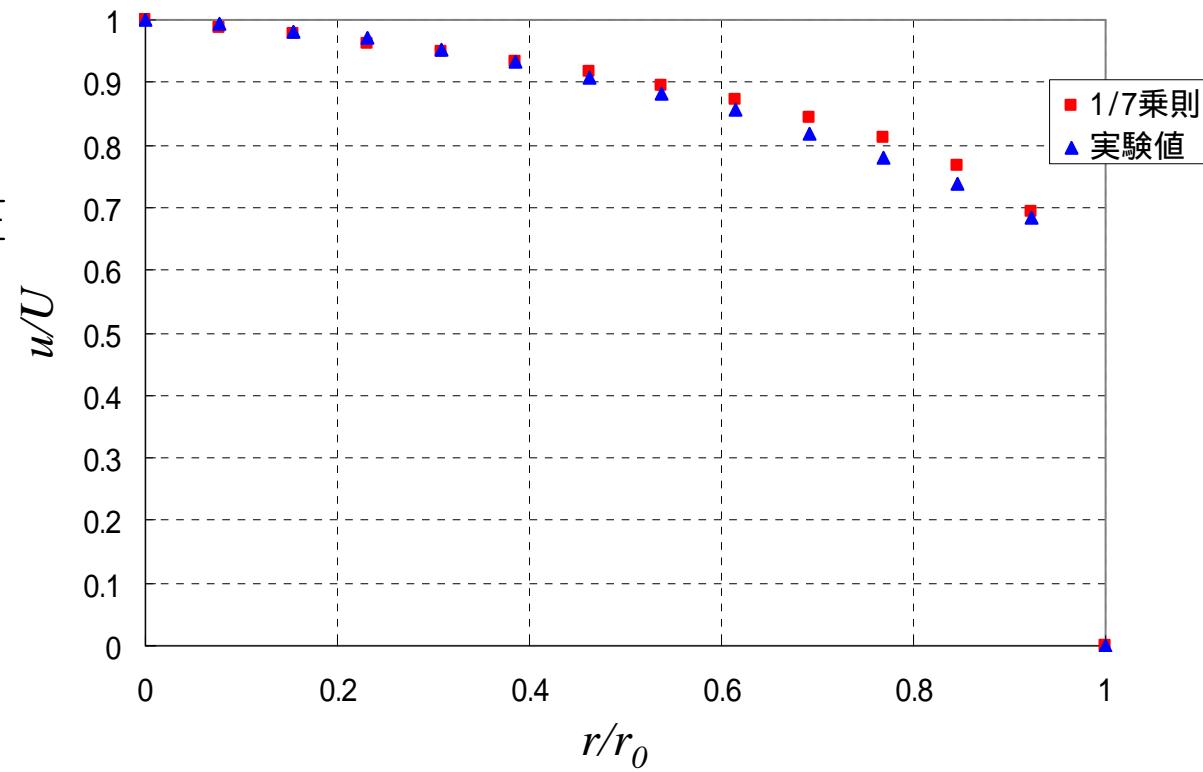
実験方法(流量算出方法)

9/17

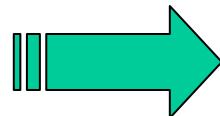


計測器

液柱型圧力計



最大流速 V_{max} [m/s]

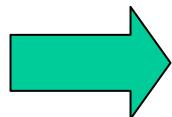


流量 Q [m^3/s] を算出

1/7乗則

圧力損失の計測法

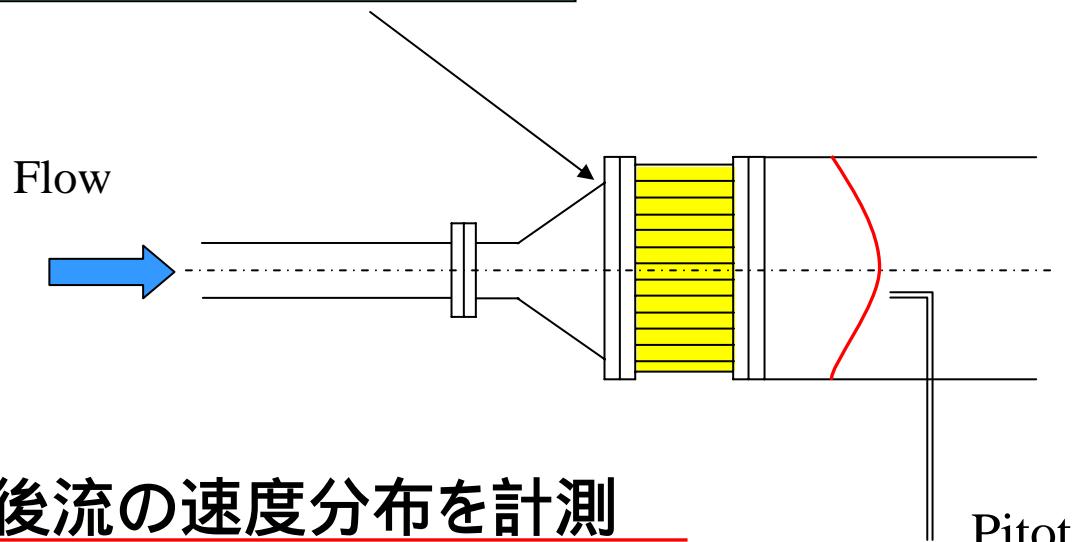
触媒コンバータ前後に静圧孔



差圧 P を計測



触媒担体の入口速度分布

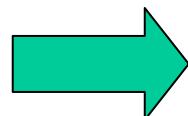


触媒担体後流の速度分布を計測

Pitot tube

$$\eta = \frac{\int_A V(r) dA}{V_{max} A}$$

最大流速 V_{max} [m/s]



速度効率 を算出

レイノルズ数 R_e

$$R_e = \frac{DV}{\nu}$$

入口管内径 D [m]

円管内平均流速 V

[m/s] 動粘度 [m²/s]無次元圧力損失 P^*

$$\Delta P^* = \frac{\Delta P}{\rho V^2 / 2}$$

圧力損失 P [Pa]

空気密度 [kg /m³]



実験結果(Cone) $A_c^* = 1.0 \sim 2.0$ $L_c^* = 0.769$

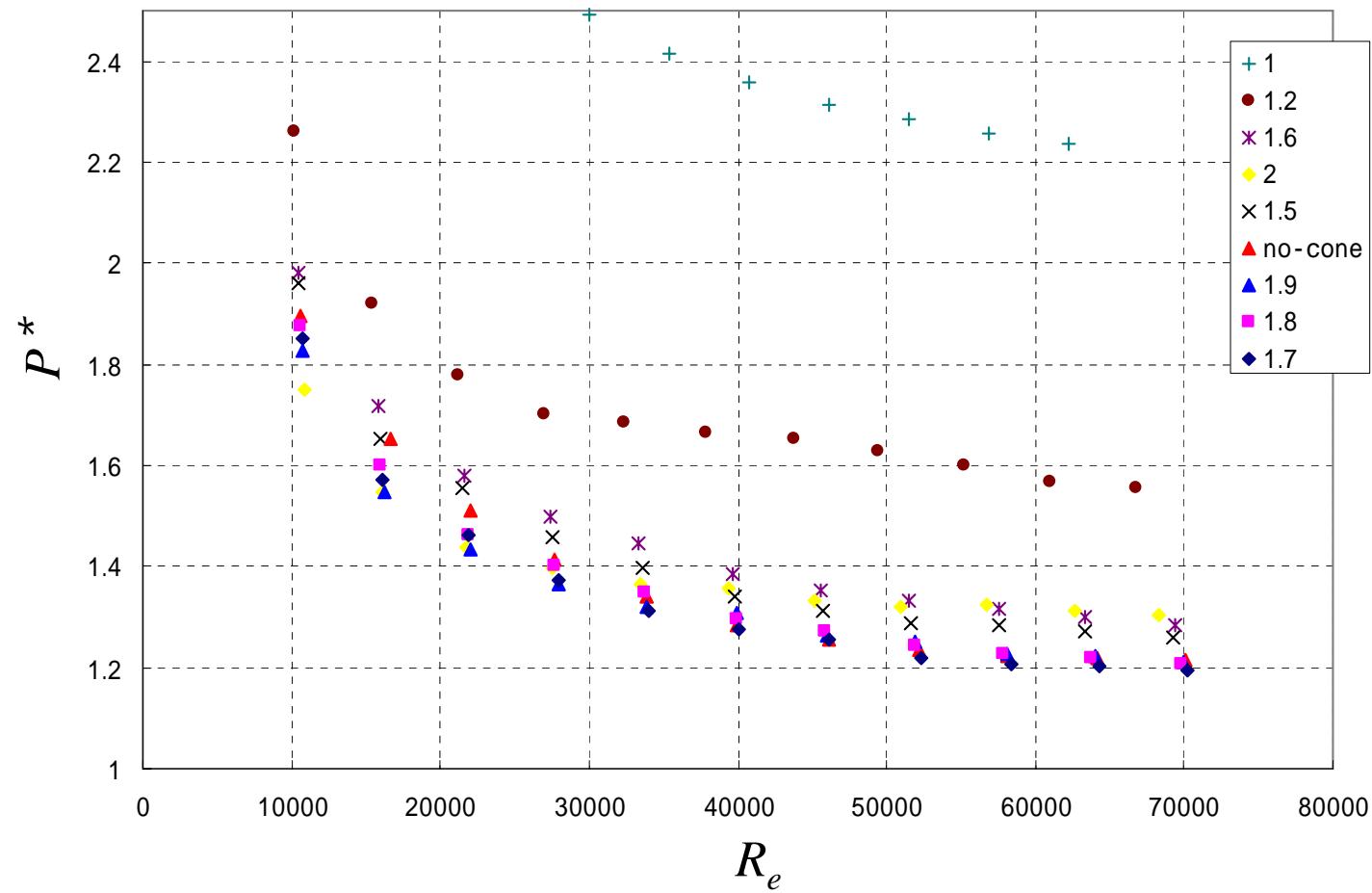


Fig. Relation between R_e and P^*

物体を設置しない No -Cone $\cong A_c^* = 1.7, 1.8, 1.9$



Cone

$$L_c^* = 0.385 \sim 1.35$$

$$\frac{dA^*}{dx^*} = 0.91 \quad \left(A_c^* = 1.7 \right)$$

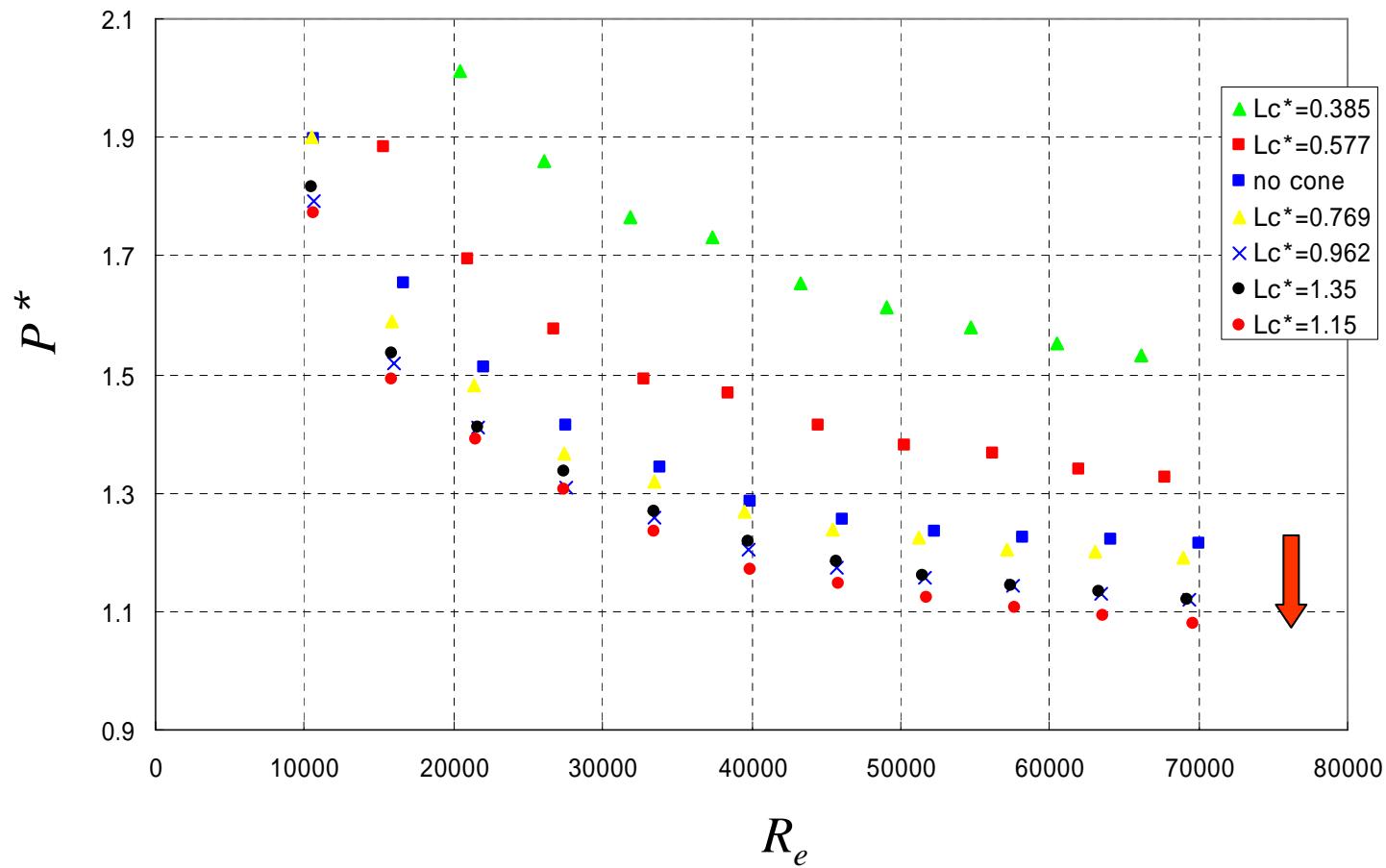


Fig. Relation between R_e and P^*

物体を設置しない No -Cone

約11%

$L_c^* = 1.15$



Cone

$$\phi_h^* = 0.192 \sim 0.769 \quad L_c^* = 1.15 \quad \frac{dA^*}{dx^*} = 0.91$$

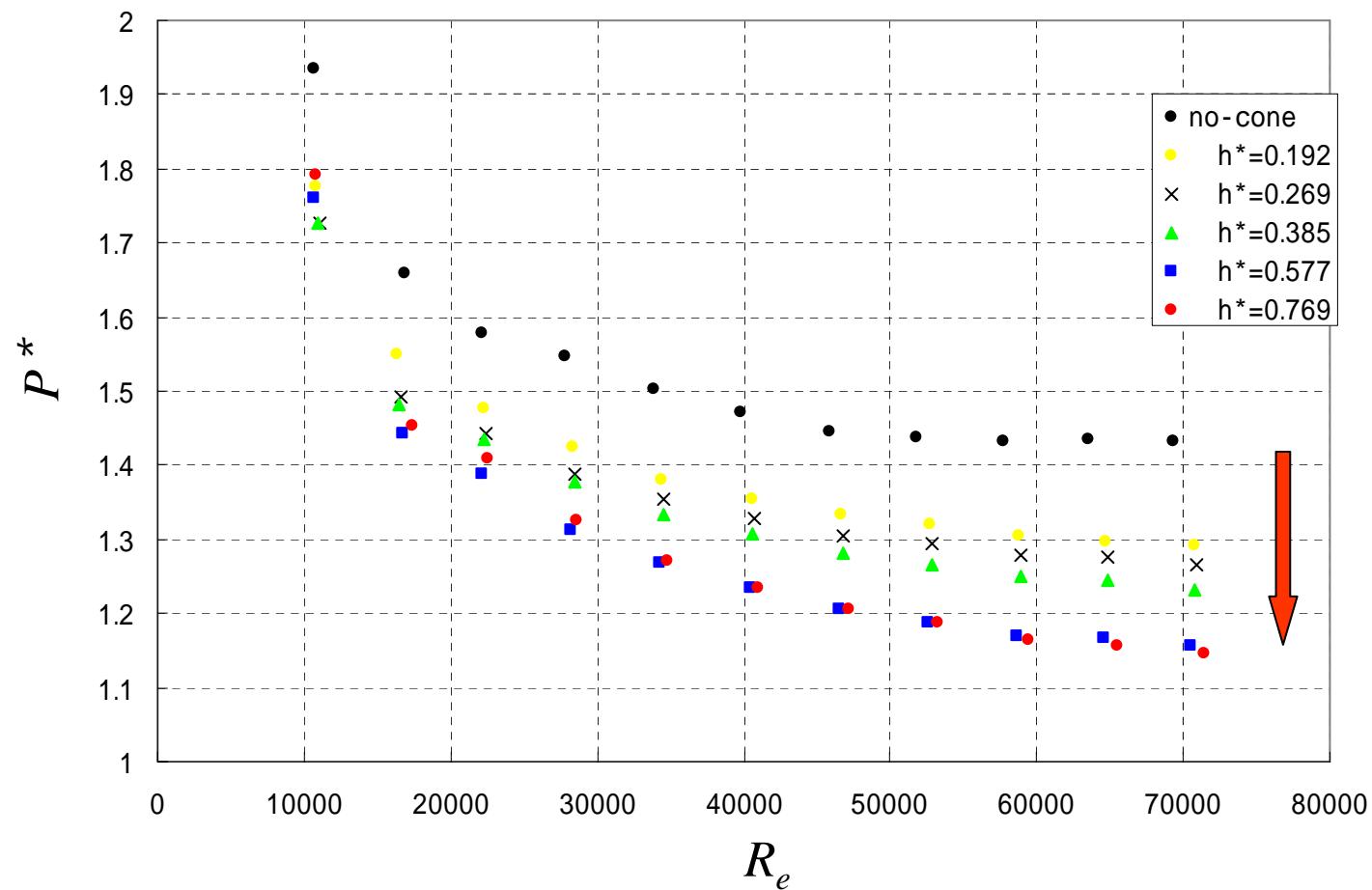


Fig. Relation between R_e and P^*

物体を設置しない No -Cone

約20%

$\phi_h^* = 0.577, 0.769$



速度分布一様性 [Cone $L_c^* = 1.15$]

15/17

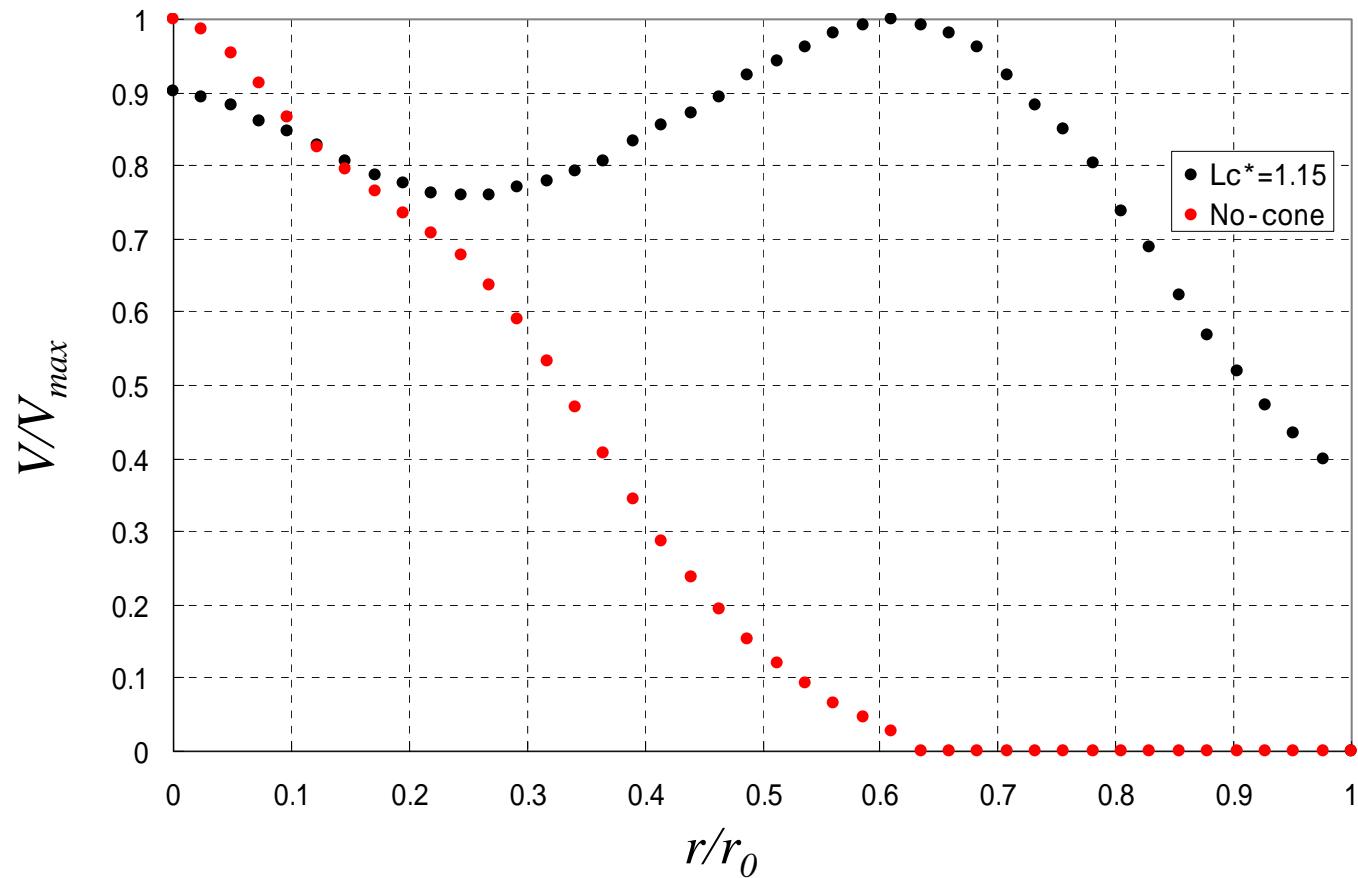


Fig. Velocity distribution of $L_c^* = 1.15$

No -Cone

$\eta = \text{約}12\%$



63% 增加

Cone

$(L_c^* = 1.15)$

$\eta = \text{約}75\%$



速度分布一様性 (Cone) $\phi_h^* = 0.577$

16/17

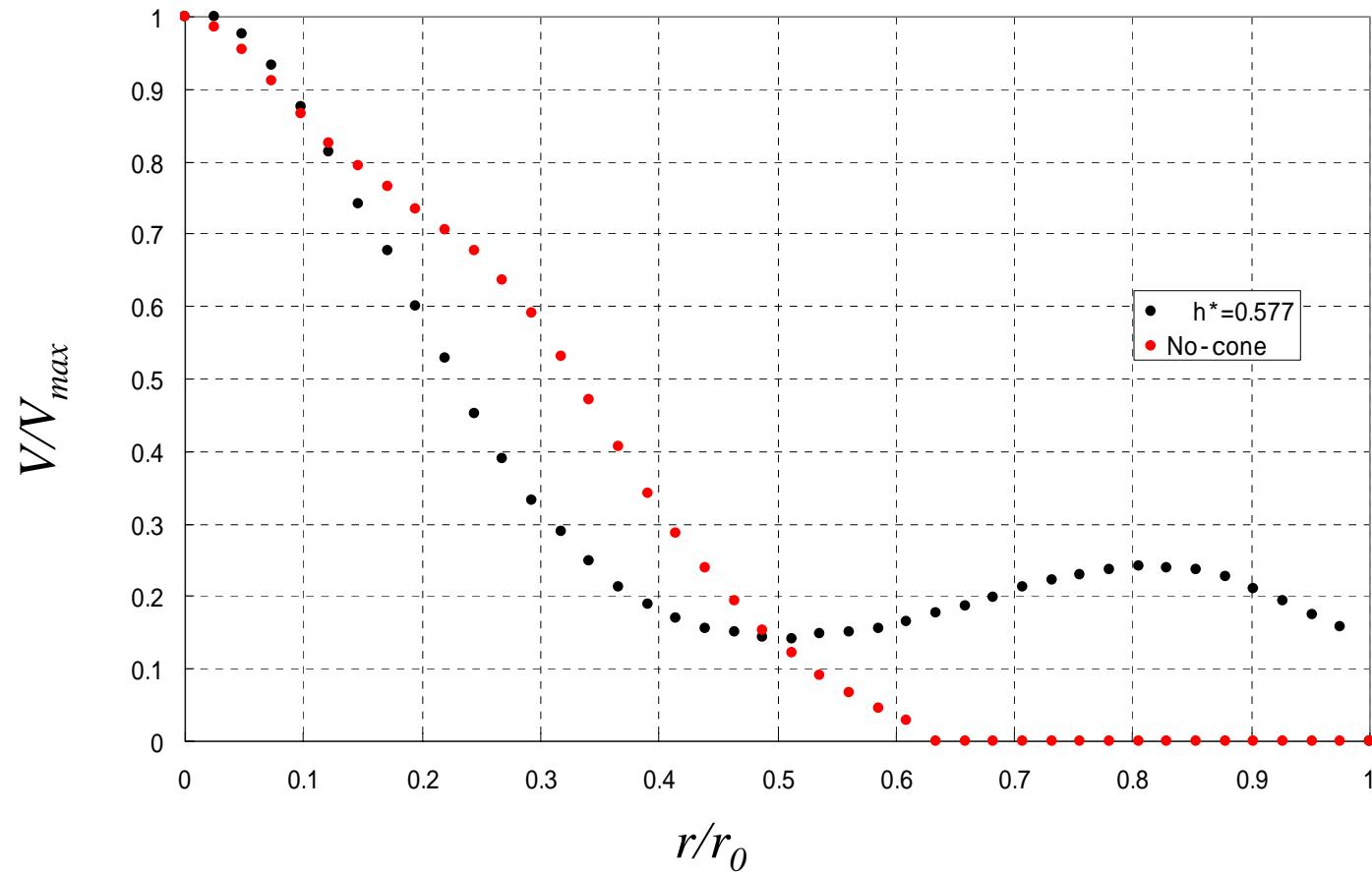


Fig. Velocity distribution of $\phi_h^* = 0.577$

No -Cone

$\eta = \text{約}12\%$



10% 增加

Cone $(\phi_h^* = 0.577)$

$\eta = \text{約}22\%$



$$Cone \quad \left(L_c^* = 1.15 \quad \frac{dA^*}{dx^*} = 0.91 \right)$$

壓力損失約11%低減,速度効率約63%增加

$$Cone \quad \left(\phi_h^* = 0.577 \quad \frac{dA^*}{dx^*} = 0.91 \right)$$

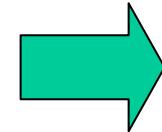
壓力損失約20%低減,速度効率約10%增加

Appendix

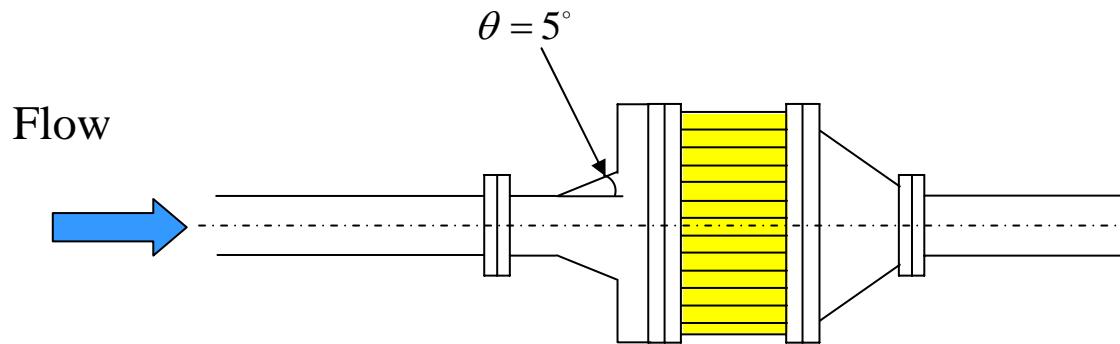


EDH(Enhanced Diffusion Header)

Wendland,Kreucher & Andersen(1995,SAE Paper)

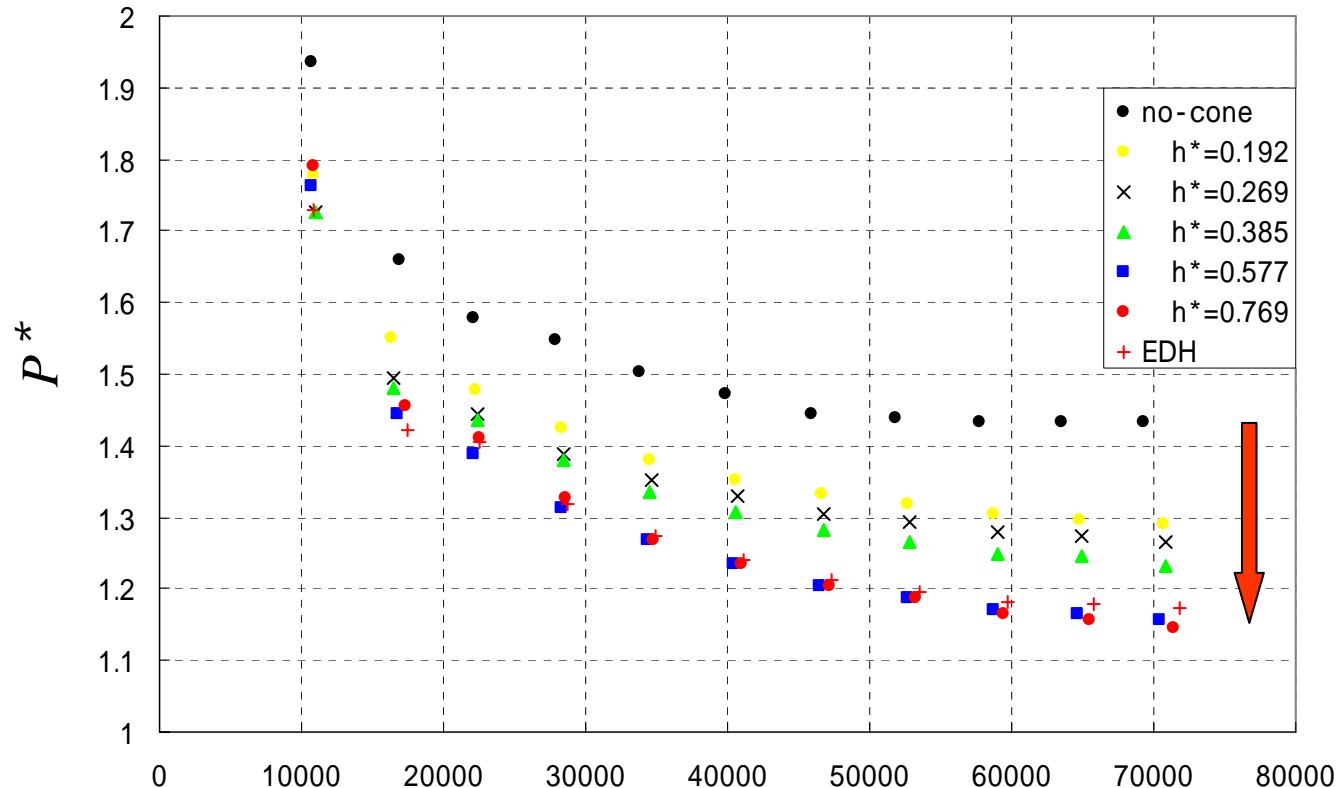


提案



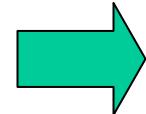


EDH(圧力損失)



R_e
Fig. Relation between R_e and P^*

EDH



圧力損失約20%低減



EDH(速度効率)

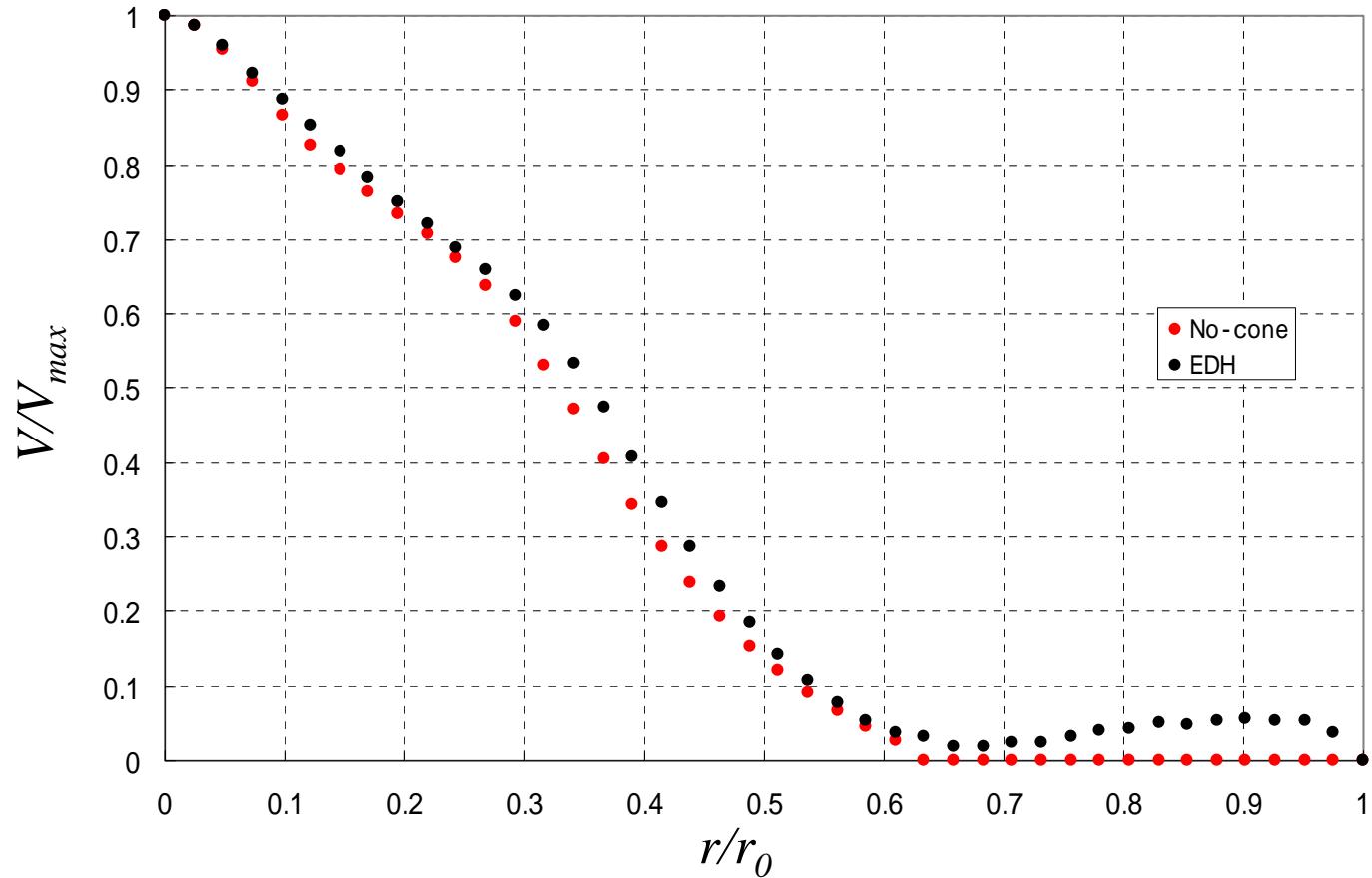


Fig. Velocity distribution of EDH

No -Cone

$\eta = \text{約}12\%$



4% 増加

EDH

$\eta = \text{約}16\%$