

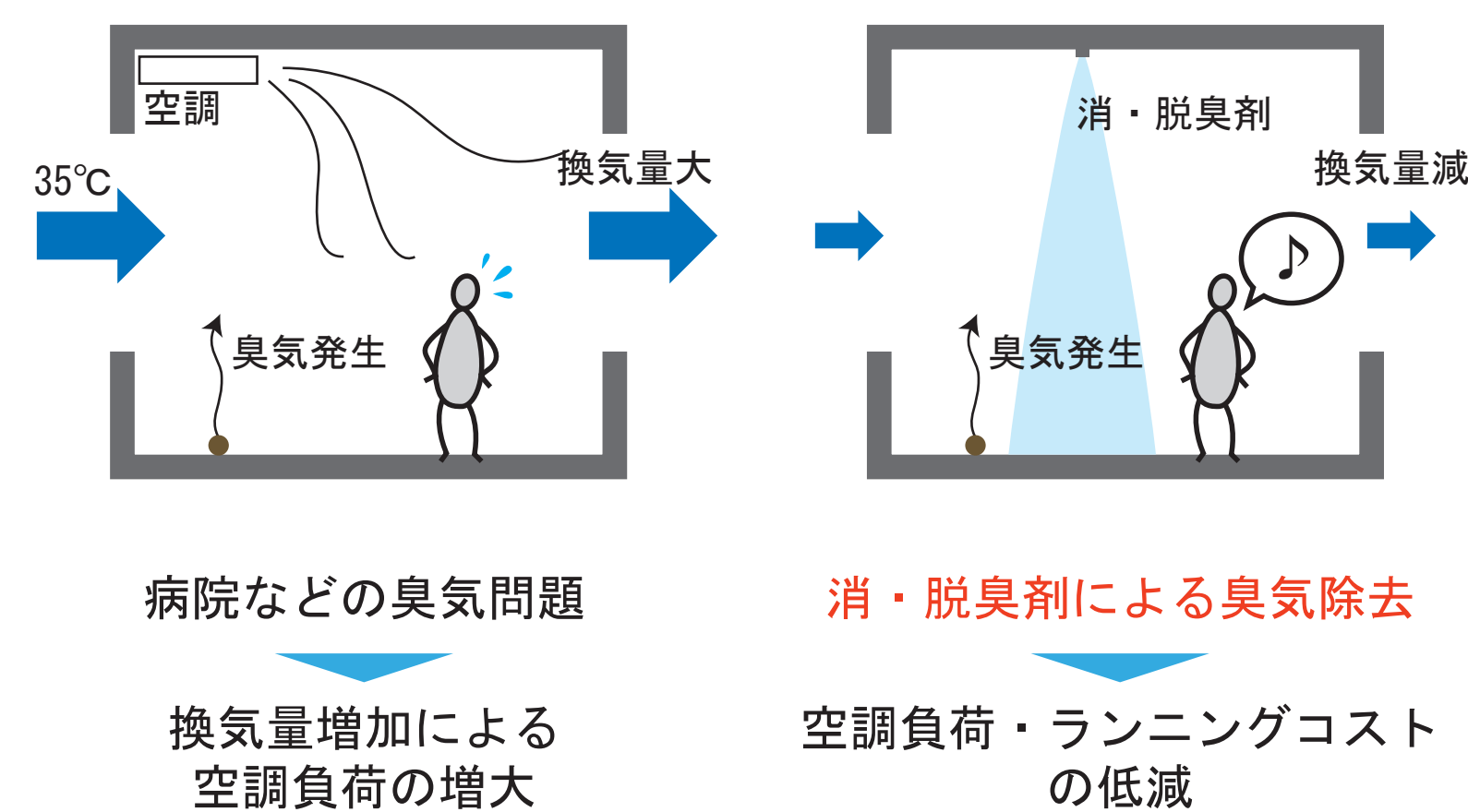
消・脱臭剤のノズル噴霧による臭気除去効果に関する基礎的研究 (その2) 粒子内瞬時反応を仮定した消・脱臭性能予測

安井 さおり(大阪大学)
甲谷 寿史(大阪大学)

山中 俊夫(大阪大学)
桃井 良尚(大阪大学)

相良 和伸(大阪大学)
大森 啓充(大阪大学)

研究背景



研究目的

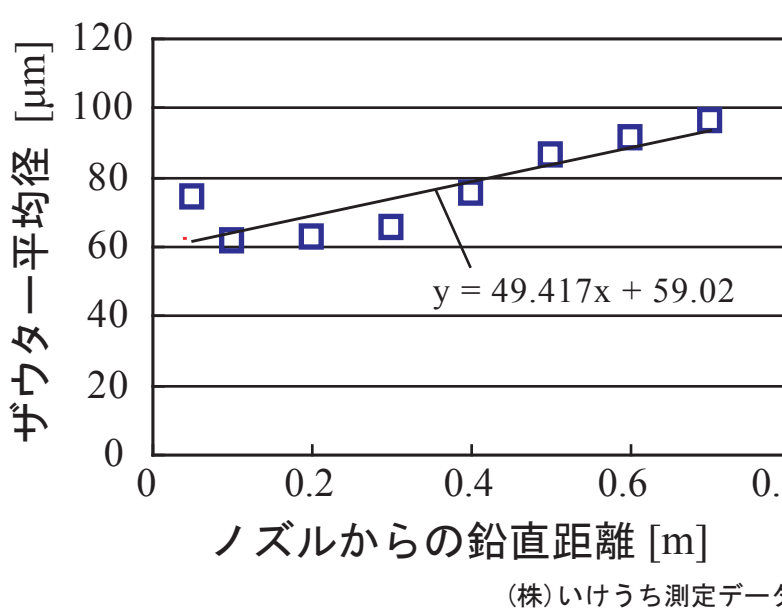
消・脱臭剤噴霧による臭気除去効果の把握・予測

(その1)
噴霧流中水ミスト・気相の速度測定
水ミストの流量分布測定

(その2)
運動量理論に基づく噴霧流挙動解析
モデルの構築
→臭気除去予測モデルへの応用

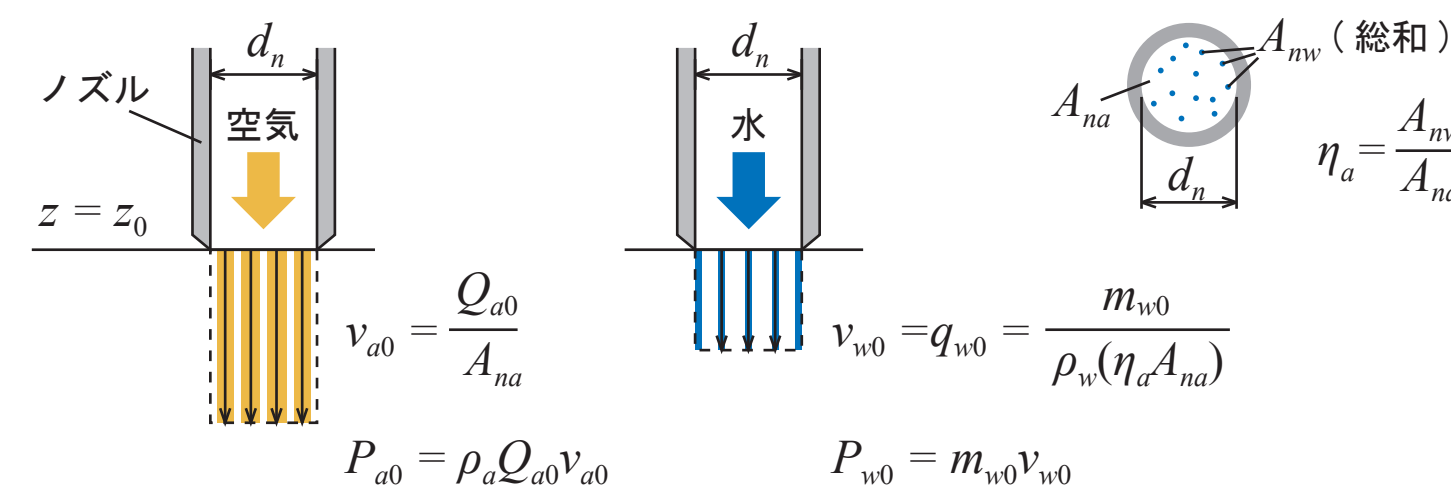
対象ノズル

二流体ノズル
水と圧搾空気を同時に噴射
→ミストの微粒化促進



二流体ノズル噴霧流の挙動解析モデル

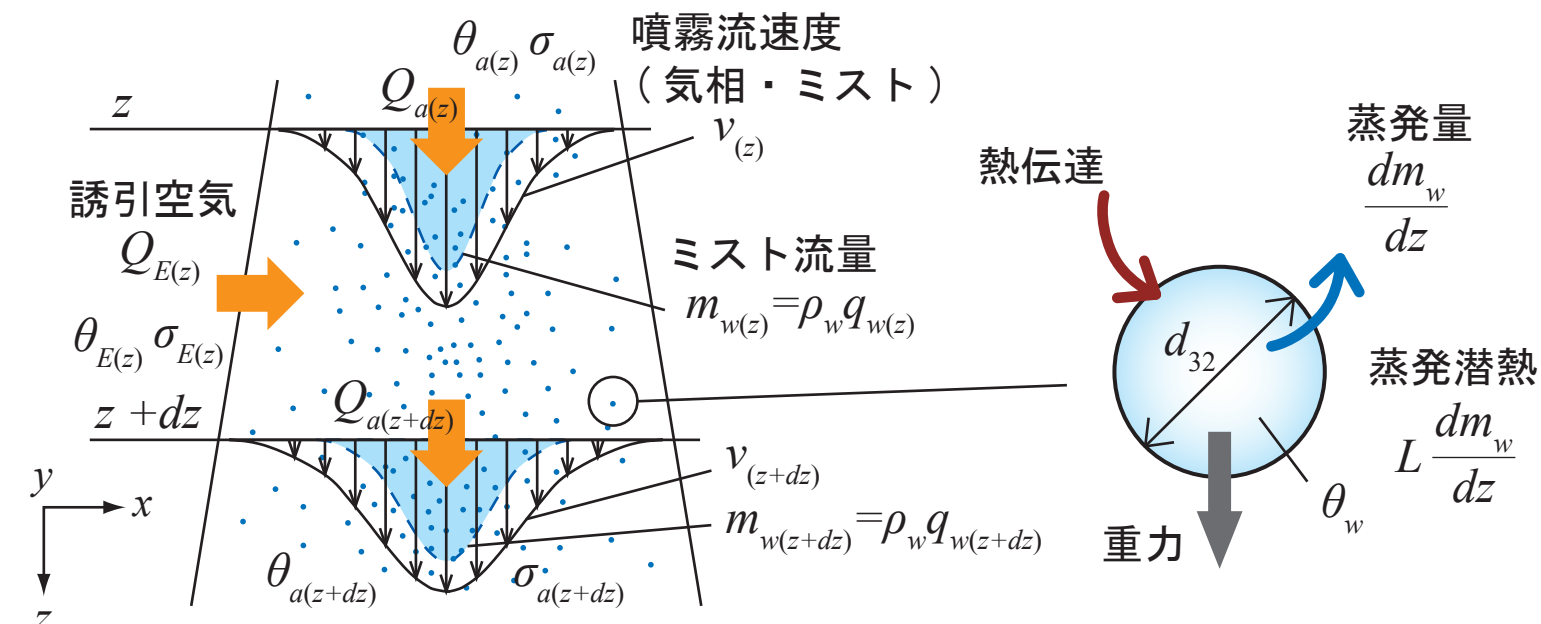
ノズル口 ($z = z_0$) 断面について



ノズル口断面での総運動量

$$P_{total0} = \rho_a Q_{a0} v_{a0} + m_{w0} v_{w0}$$
$$= \rho_a \frac{Q_{a0}^2}{A_{na}} + \frac{m_{w0}^2}{\rho_w (\eta_a A_{na})}$$

噴霧流中各断面について



気相及びミスト速度分布

$$v(x, y) = v_m \exp \left\{ -\frac{x^2 + y^2}{b^2} \right\}$$

ミスト流量分布

$$q_w(x, y) = q_{wm} \exp \left\{ -\frac{x^2 + y^2}{(\eta_b b)^2} \right\}$$

噴霧流の総運動量

$$P_{total} = \frac{1}{2} \rho_a \pi b^2 v_m^2 + \frac{1}{1 + \eta_b^2} m_w v_m$$

測定結果 (その1) より
気相速度分布 = ミスト速度分布
・・・正規分布に従う

解析モデル

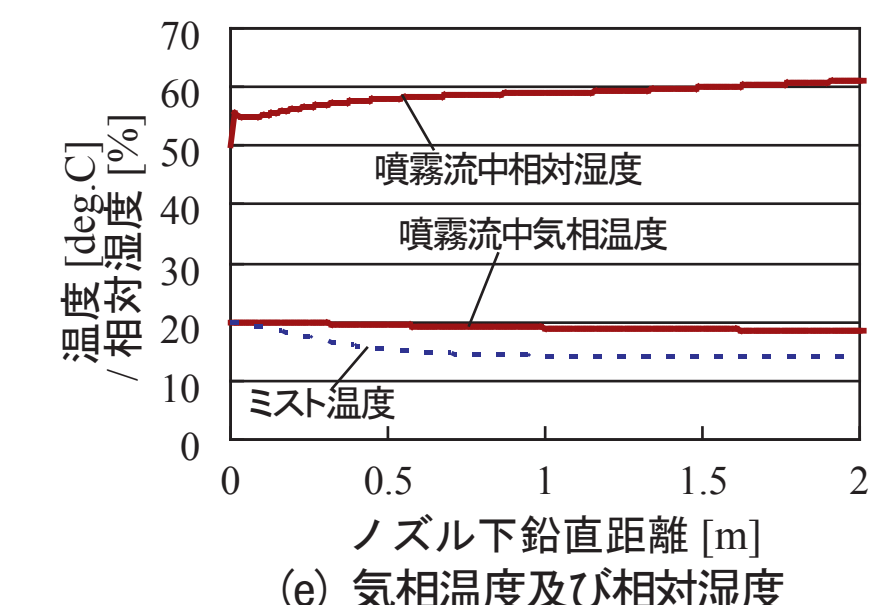
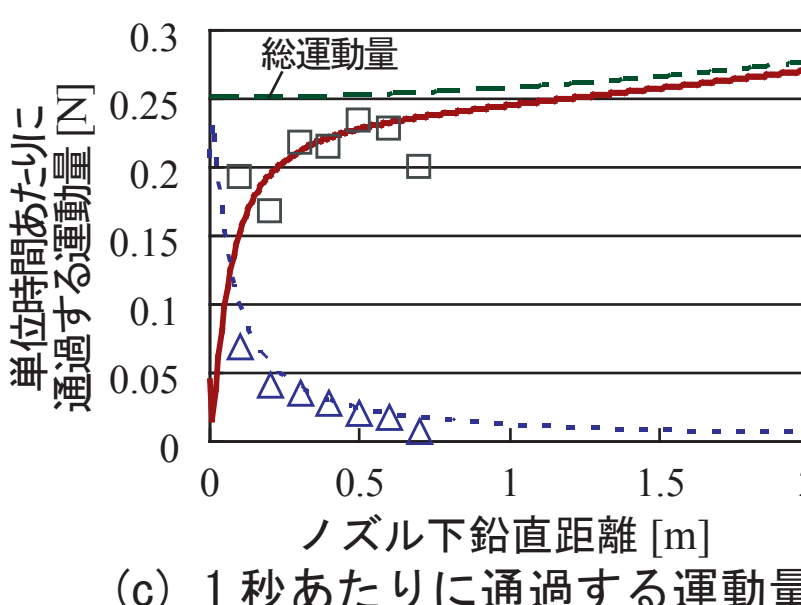
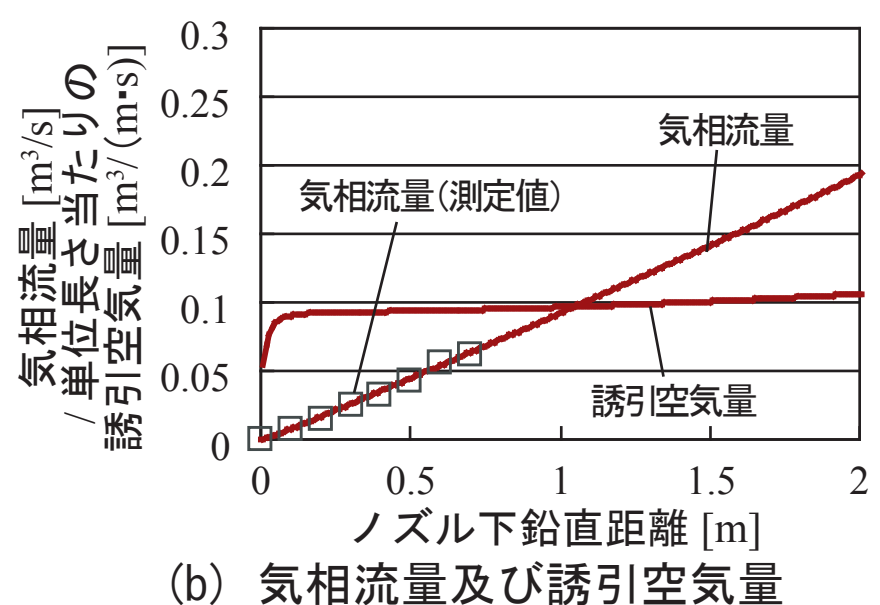
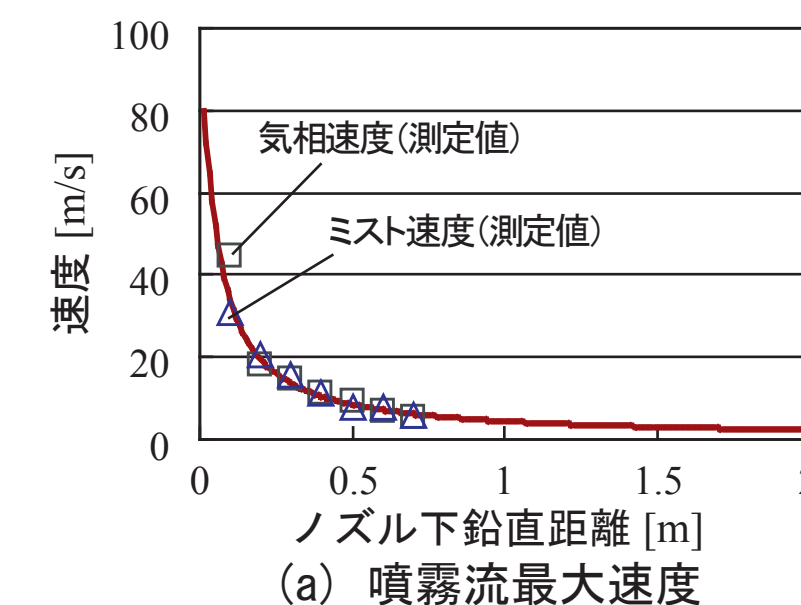
ミストの
蒸発式・熱収支式
噴霧流の
運動量保存式
熱収支式
水蒸気収支式

v	: 噴霧流速度 [m/s]	A_n	: ノズル口通過面積 [m ²]
x, y, z	: 位置 [m]	η_a	: ミストの気相に対する ノズル口通過面積比 [-]
b	: 特性長 [m]	d_n	: ノズル口径 [m]
Q	: 流量 [m ³ /s]	L	: 蒸発潜熱 [J/kg]
$\dot{P}$	: 1秒あたりに通過する運動量 [N・s/s]	a	: 噴霧流中気相
ρ	: 密度 [kg/m ³]	w	: ミスト
q_w	: ミスト体積流量 [m ³ /(m ² ・s)]	m	: 最大値
m_w	: ミスト質量流量 [kg/s]	$total$	: 総量
η_b	: ミスト流量の噴霧流速度 に対する特性長比 [-]	0	: 初期

挙動解析結果

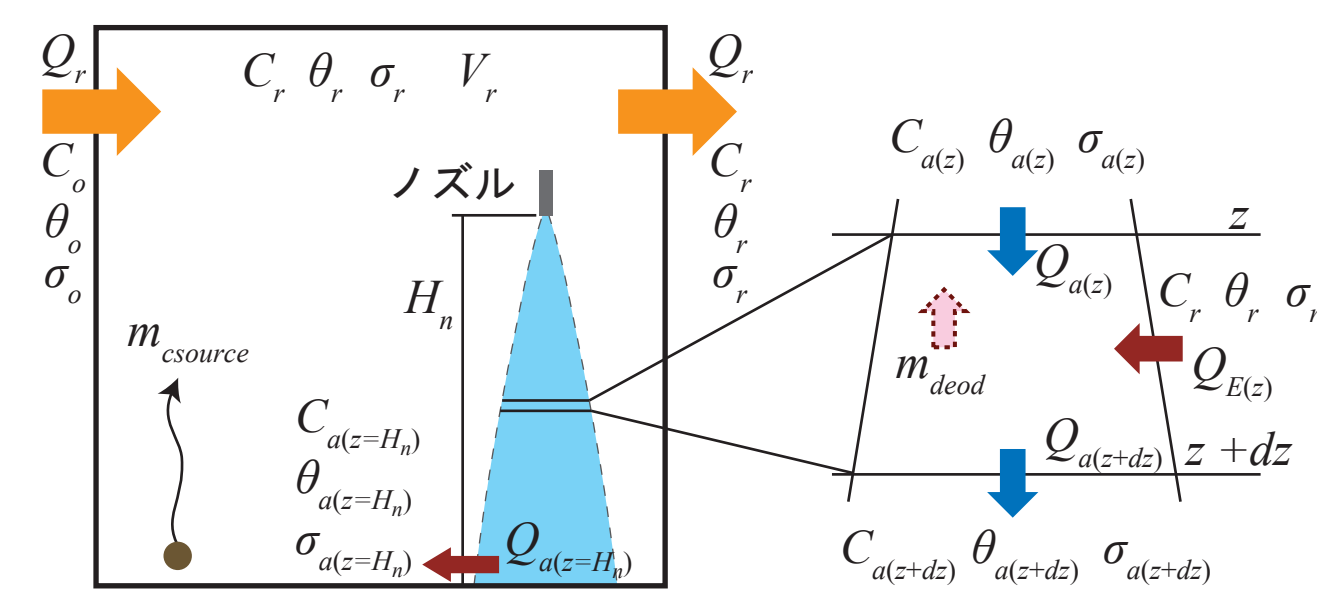
η_a (ミストの気相に対する
ノズル口通過面積比) = 0.04
 η_b (ミスト流量の噴霧流
速度に対する特性長比) = 0.6
とし、静穏空気中での挙動の再現

噴霧条件	値
ノズル口径 d_n [mm]	1.6
初期ミスト流量 m_{w0} [kg/s]	0.004
初期気相流量 Q_{a0} [NL/s]	0.27
初期気相温度 θ_{a0} [deg.C]	20
初期気相相対湿度 RH_0 [%]	50
初期ミスト温度 θ_{w0} [deg.C]	20
誘引空気温度 θ_e [deg.C]	20
誘引空気相対湿度 RH_e [%]	50



・測定結果と解析結果は非常に良く一致
・ミストの運動量が気相に伝播し、重力により運動量
が増加する現象を再現できた

消・脱臭性能予測への応用



噴霧流中各断面での臭気物質収支

$$\frac{d(C_a Q_a)}{dz} = C_r \frac{dQ_a}{dz} - \frac{S_{total} k_c C_a}{v_m (1 - \eta_b^2)}$$

室内における臭気物質収支

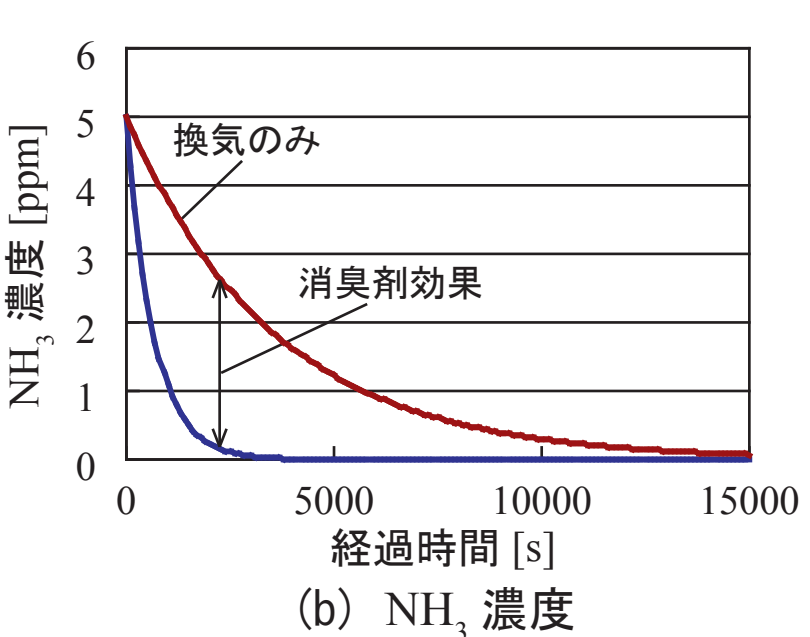
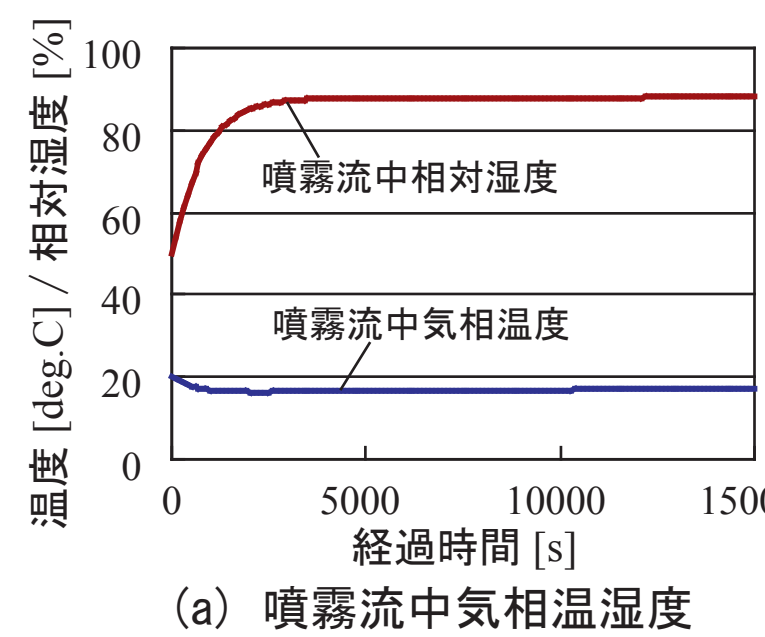
$$V_r \frac{dC_r}{dT} = Q_{a(z=H_n)} (C_{a(z=H_n)} - C_r) + Q_r (C_o - C_r) + m_{source}$$

粒子内瞬時反応を仮定
誘引空気に含まれる
臭気物質が、噴霧流内で
消・脱臭
→噴霧流下部から
室内へ流入

C	: 臭気物質濃度 [kg/m ³]
k	: 物質伝達係数 [m/s]
V	: 室容積 [m ³]
T	: 時間 [s]
m_{source}	: 臭気物質発生量 [kg/s]
c	: 臭気物質
r	: 室
o	: 外気

解析条件	値
初期室内空気温度 θ_{r0} [deg.C]	20
初期室内相対湿度 RH_{r0} [%]	50
室内アンモニア初期濃度 C_{r0} [kg/m ³]	3.8×10^{-9}
外気温 θ_o [deg.C]	20
外気相対湿度 RH_o [%]	50
外気アンモニア濃度 C_o [kg/m ³]	0
ノズル設置高さ H_n [m]	2

消・脱臭性能予測結果



おわりに

二流体下方噴霧流についての挙動解析モデル
: 測定結果と非常良く一致、消・脱臭性能予測への応用

今後は具体的に消・脱臭剤物質を定め、
化学反応を組み込んだモデル改良を課題とする