

PSP による混合流路における酸素濃度分布の非定常計測

林田 将也¹⁾、松田 佑¹⁾、山口 浩樹¹⁾、新美 智秀¹⁾、森 英男²⁾

1) 名古屋大学

2) 九州大学

化学工業において混合や化学反応は非常に重要なプロセスである。化学工業の生産方式はバッチ式生産方式と連続生産方式の 2 つに分けることができ、バッチ生産方式は少量多品種、連続生産方式は大量生産によく用いられる。近年、この連続生産方式において、エネルギー効率や反応速度、収率、安全性などの点から小型化の需要が高まっている。しかし、小型の混合流路や反応流路においては、混合や反応を促進するための攪拌装置を内部に設置することが困難であるため、効果的に混合、反応が起こる流路を設計する必要がある。そのためには、混合や反応に用いる 2 流体の界面形状や流動様式、混合状態を知ることが重要である。本研究では、酸素をトレーサーとして用い、その濃度分布を感圧塗料(Pressure sensitive paint:PSP)により非定常計測することで、小型流路(図 1)における界面形状や流動様式を可視化し(図 2、3、4)、レイノルズ数や 2 流体の流量比をパラメーターとし、流動様式に与える影響を調査した。その結果、流動様式は流量比や総流量ではなく、流量が大きい方の流体(今回は窒素)の Re に依存していることが分かった(図 5)。

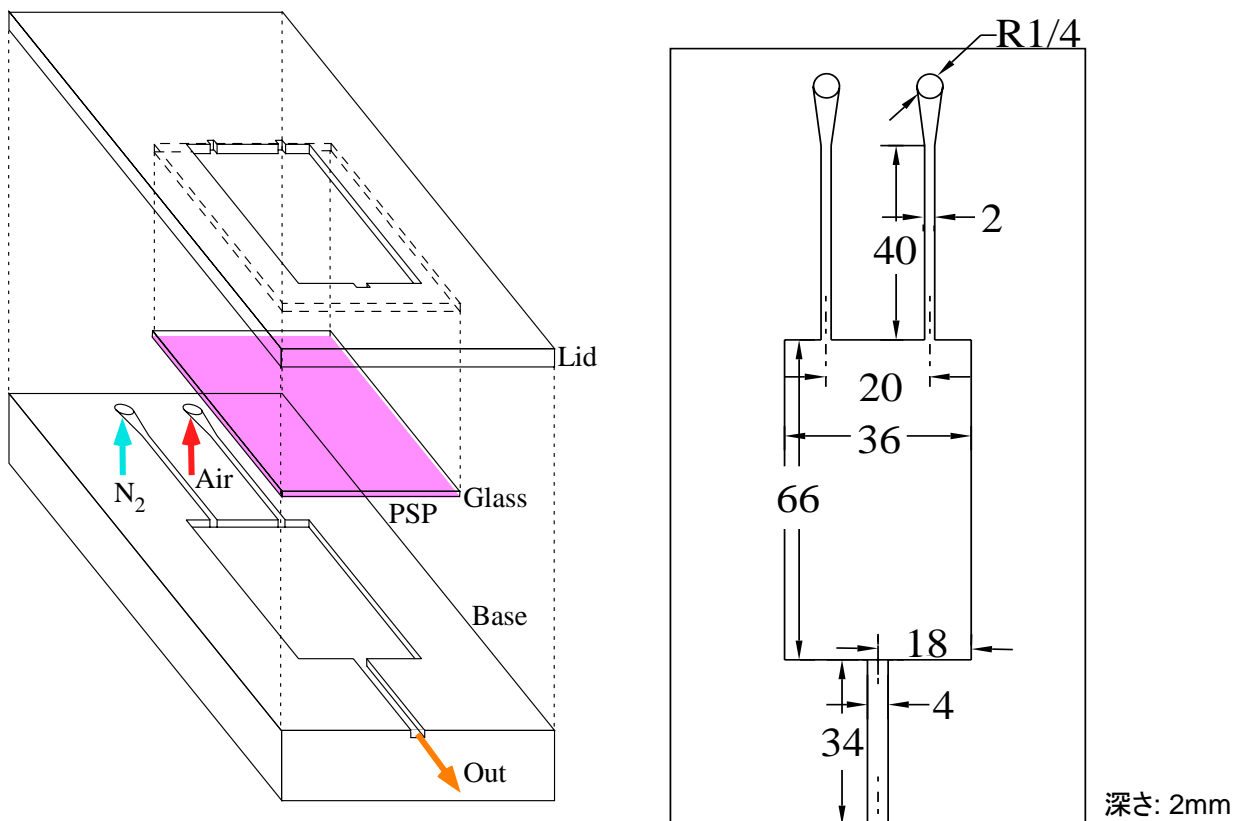


図 1: 流路形状・寸法

(空気と窒素を流入し、混合室での酸素濃度分布をガラス下面に塗布した PSP により可視化した)

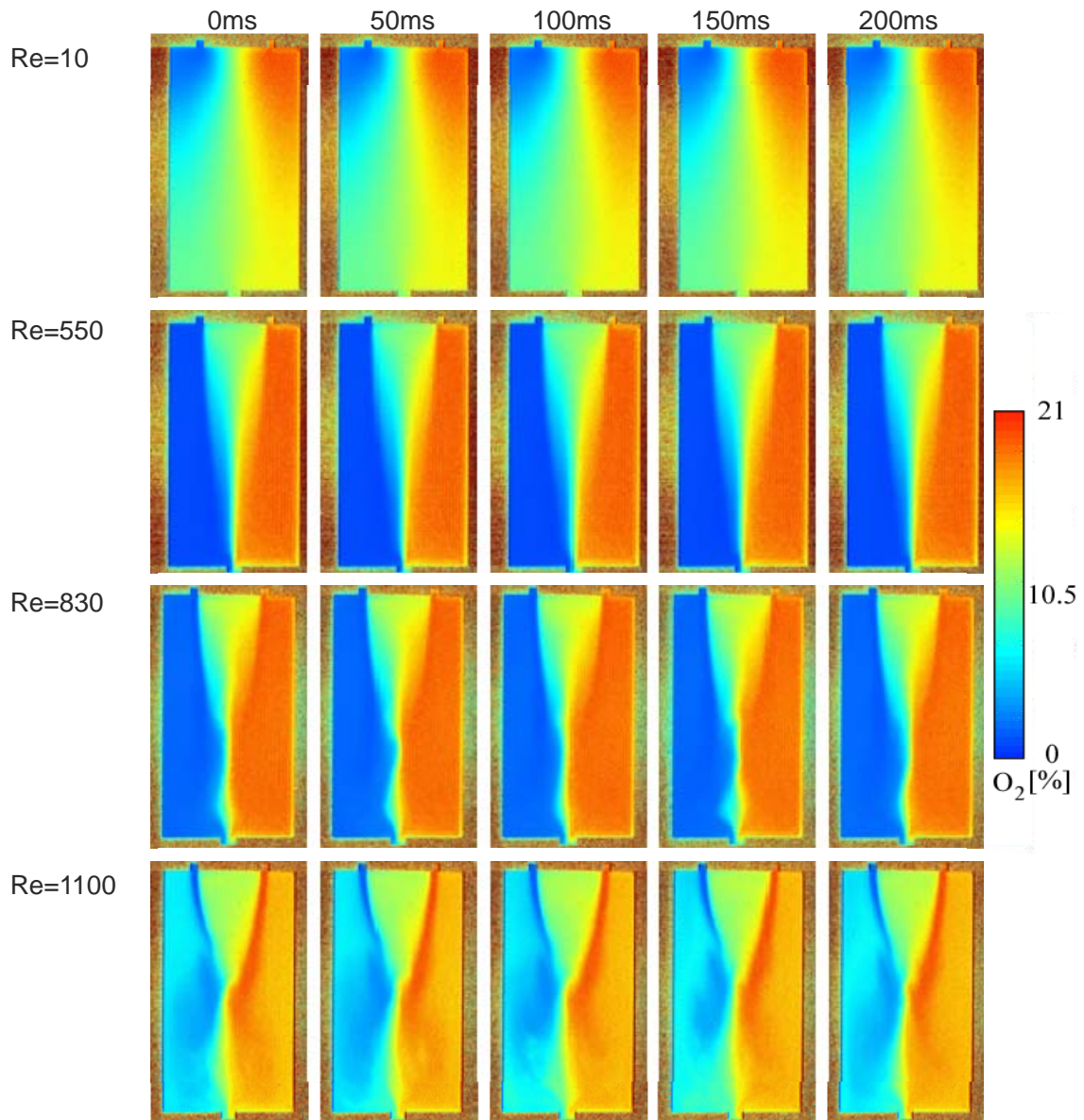


図 2: Re の違いによる酸素濃度分布の違い

(0ms から 200ms まで 50ms 刻みで表示

PSP は PtTFPP/poly(TMSP)を使用

カメラの露光時間は 10ms

流量比は空気:窒素=1:1

Re=10 と 550 では流れは定常になり、830 と 1100 では非定常となった)

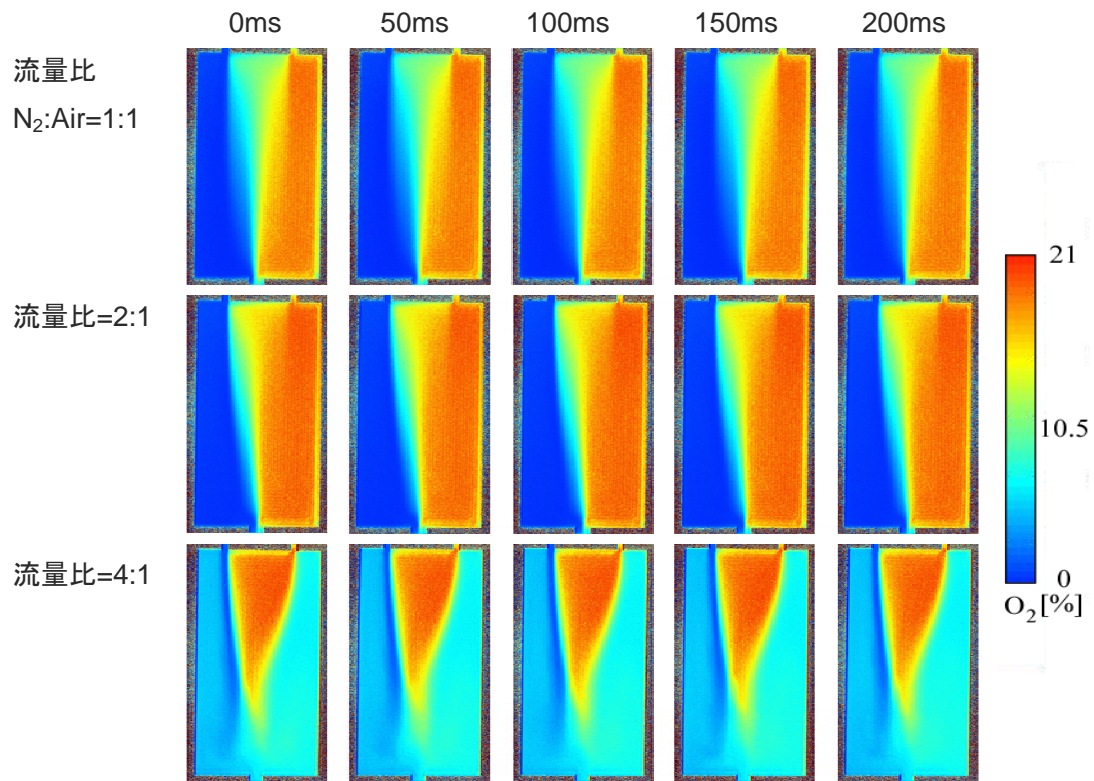


図 3: 流量比の違いによる酸素濃度分布の違い($Re_{air}=275$)

(0ms から 200ms まで 50ms 刻みで表示)

PSP は PtTFPP/poly(TMSP)を使用

カメラの露光時間は 10ms

流量比が 1:1 と 2:1 のときに流れは定常となり、4:1 のときは非定常となった)

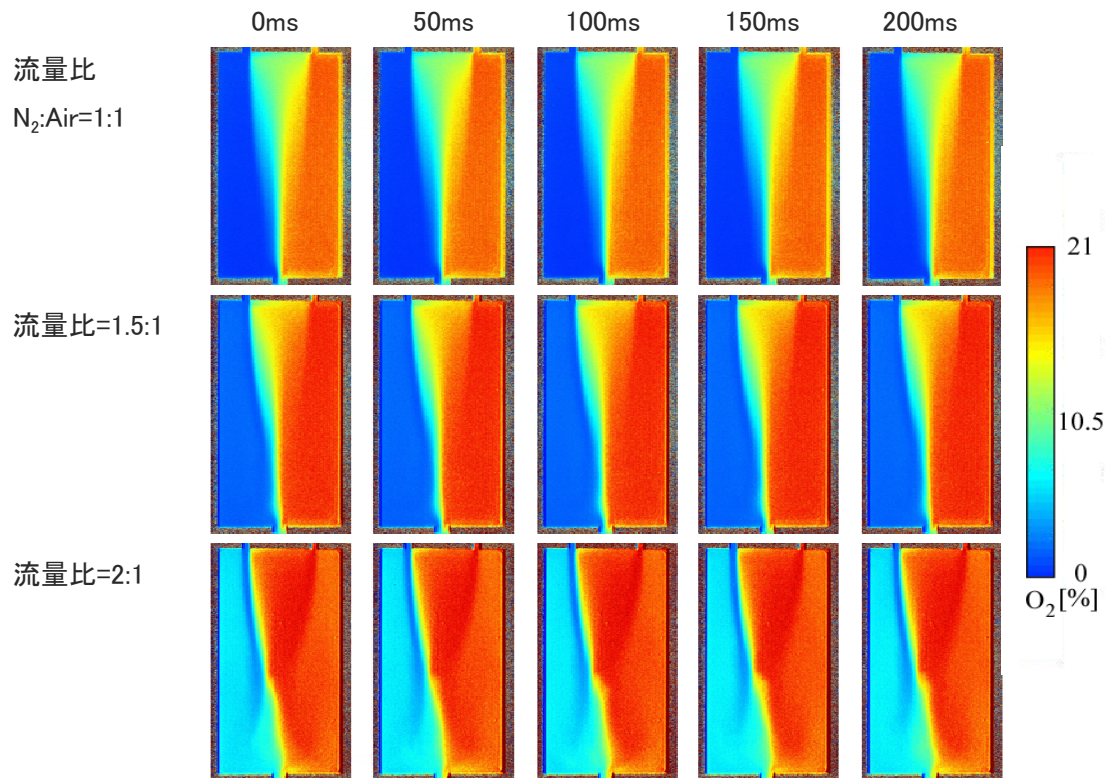


図 4: 流量比の違いによる酸素濃度分布の違い($Re_{air}=550$)

(0ms から 200ms まで 50ms 刻みで表示)

PSP は PtTFPP/poly(TMSP)を使用

カメラの露光時間は 10ms

流量比が 1:1 と 1.5:1 のときに流れは定常となり、2:1 のときは非定常となった)

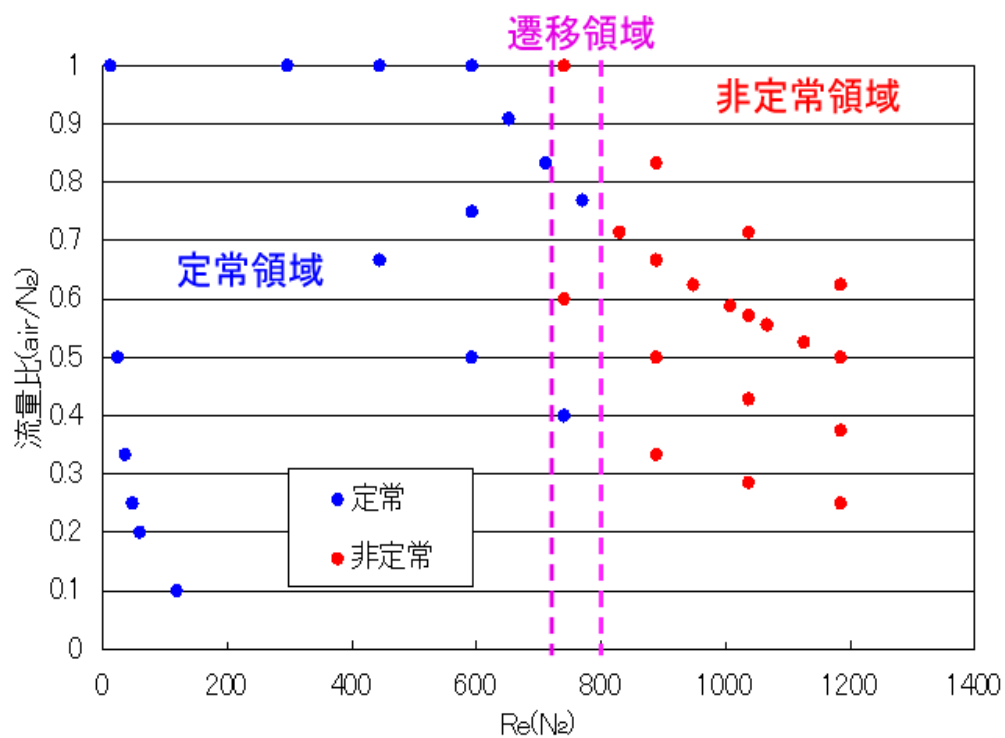


図 5: 流動様式 map

(横軸を窒素の Re、縦軸を窒素を基準とした流量比として流動状態をプロット

流量比に関わらず、Re=700 付近までは流れは定常になり、Re=800 付近から流れが非定常になった

このことから、流動様式は流量比や総流量ではなく、流量が大きい流体(今回は窒素)の Re に依存することが分かった)