

# 高圧水素拡散火炎の着火・保炎位置に関する研究

豊田工業大学, 熱エネルギー工学研究室

## 背景

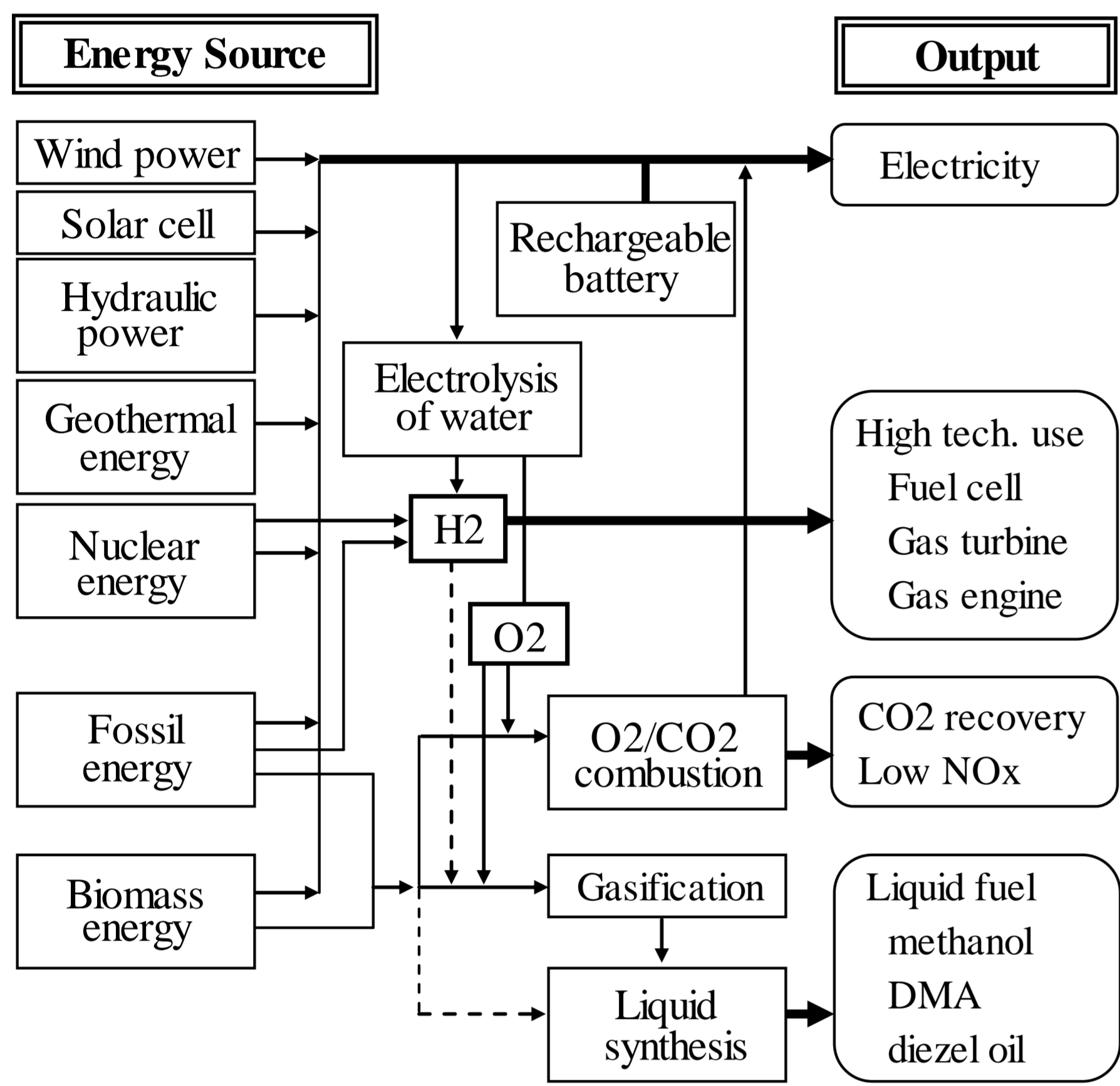
水素は乱流燃焼では燃焼速度を100m/s以上まで増加でき、比推力も大きいので、自動車のみならず宇宙空間などの難環境下でも高負荷燃焼として利用拡大が期待される。しかし、水素は右表の通り、気体では単位体積当たりの発熱量がメタンの約1/3、プロパンの約1/8と小さく、また液体では沸点が約20Kと低いため、輸送機器では気体として40~70MPaの高圧搭載が通常である。そこで、水素を燃料として利用する際に基礎データとして必要な、以下の項目について課題した。

- 噴出条件(圧力, ノズル径, ノズル形状)と火炎スケールとの関係
- 保炎/吹き消え条件(噴出圧力, ノズル径), および数値計算による保炎のメカニズム考察
- 他燃料, および水素添加時における同様の実験と数値計算(今後の課題)

## 水素の物性・特性比較

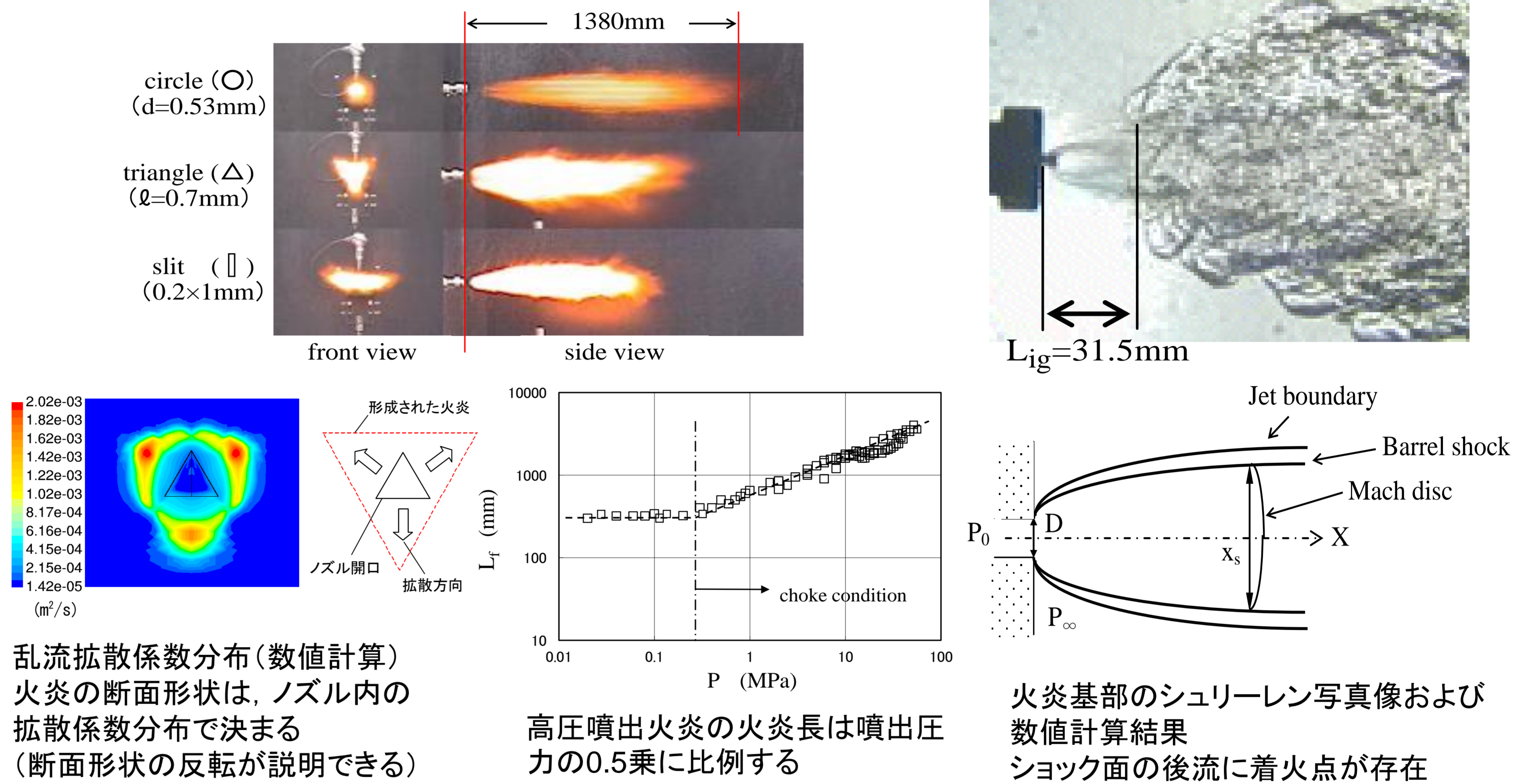
項目	単位	H2	CH4	C3H8
液密度	kg/m <sup>3</sup>	71	260	507.6
ガス密度	kg/m <sup>3</sup>	0.0899	0.6784	1.8954
発熱量	× 10 <sup>3</sup> kJ/kg	141.6	55.5	50.3
	× 10 <sup>3</sup> kJ/m <sup>3</sup>	12.6	39.6	98.8
最小着火エネルギー	mJ	0.02	0.28	0.25
燃焼速度	m/s	2.65	0.4	0.43
最低発火温度	K	803.15	918.15	783.15
沸点	K	20.28	111.65	231.11
燃焼範囲	vol%	4~75	5~15	2.1~9.5

## エネルギーチェーンとしての水素の位置付け

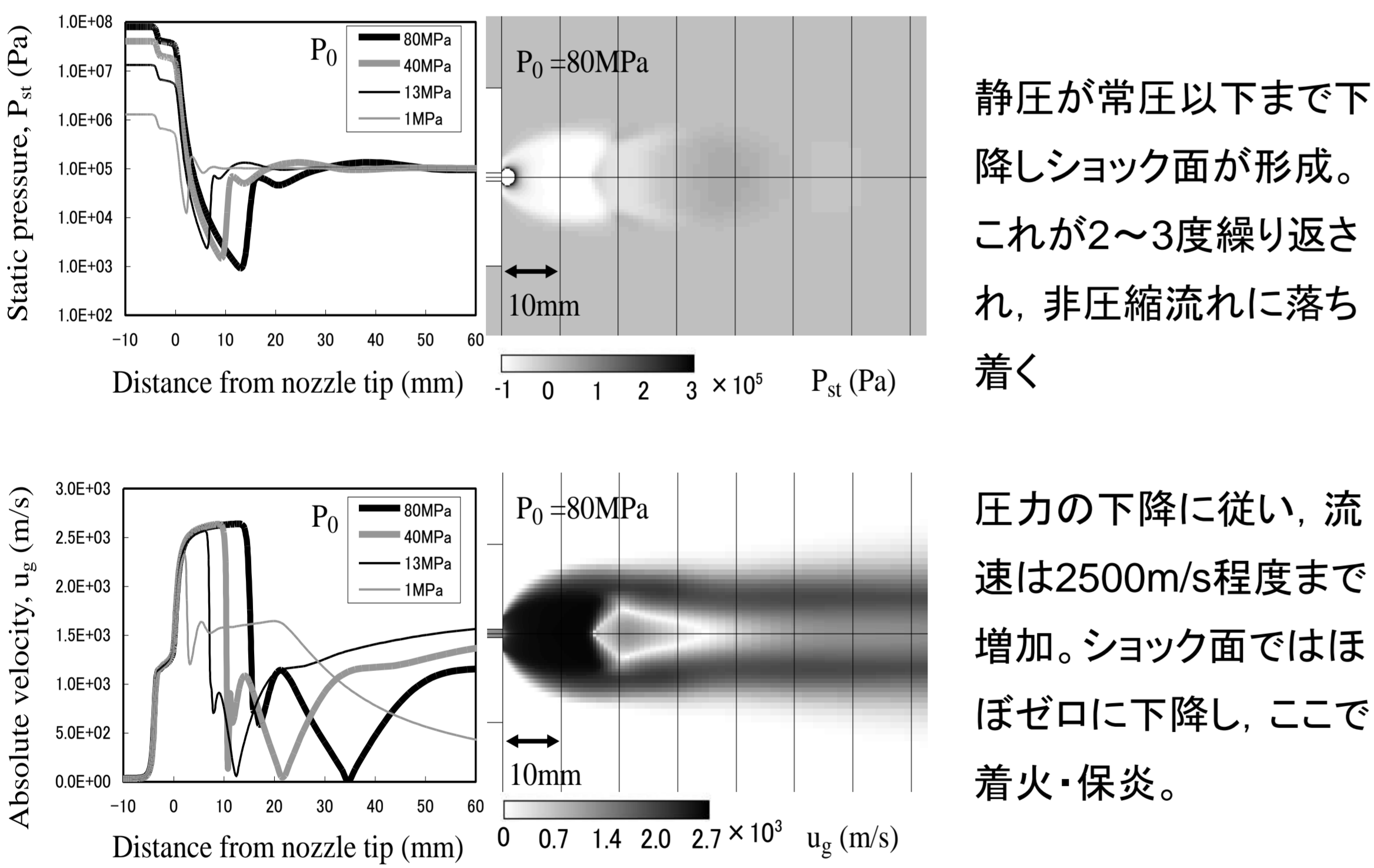


酸素の有効活用と安全対策が、水素利用拡大のカギ

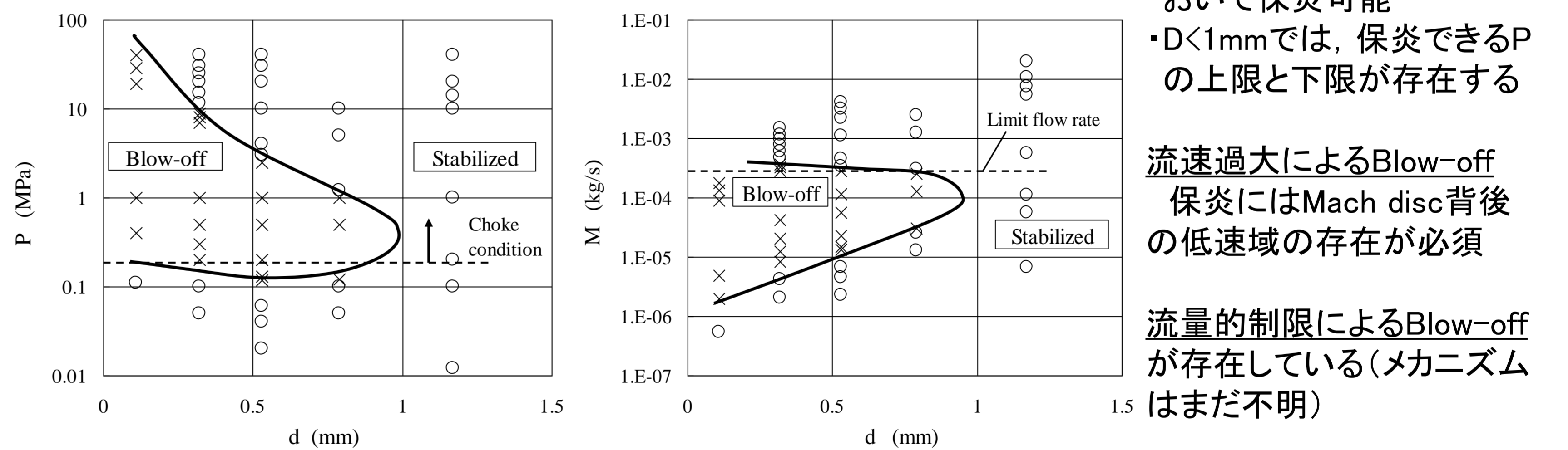
## 高圧水素噴流火炎の基本特性



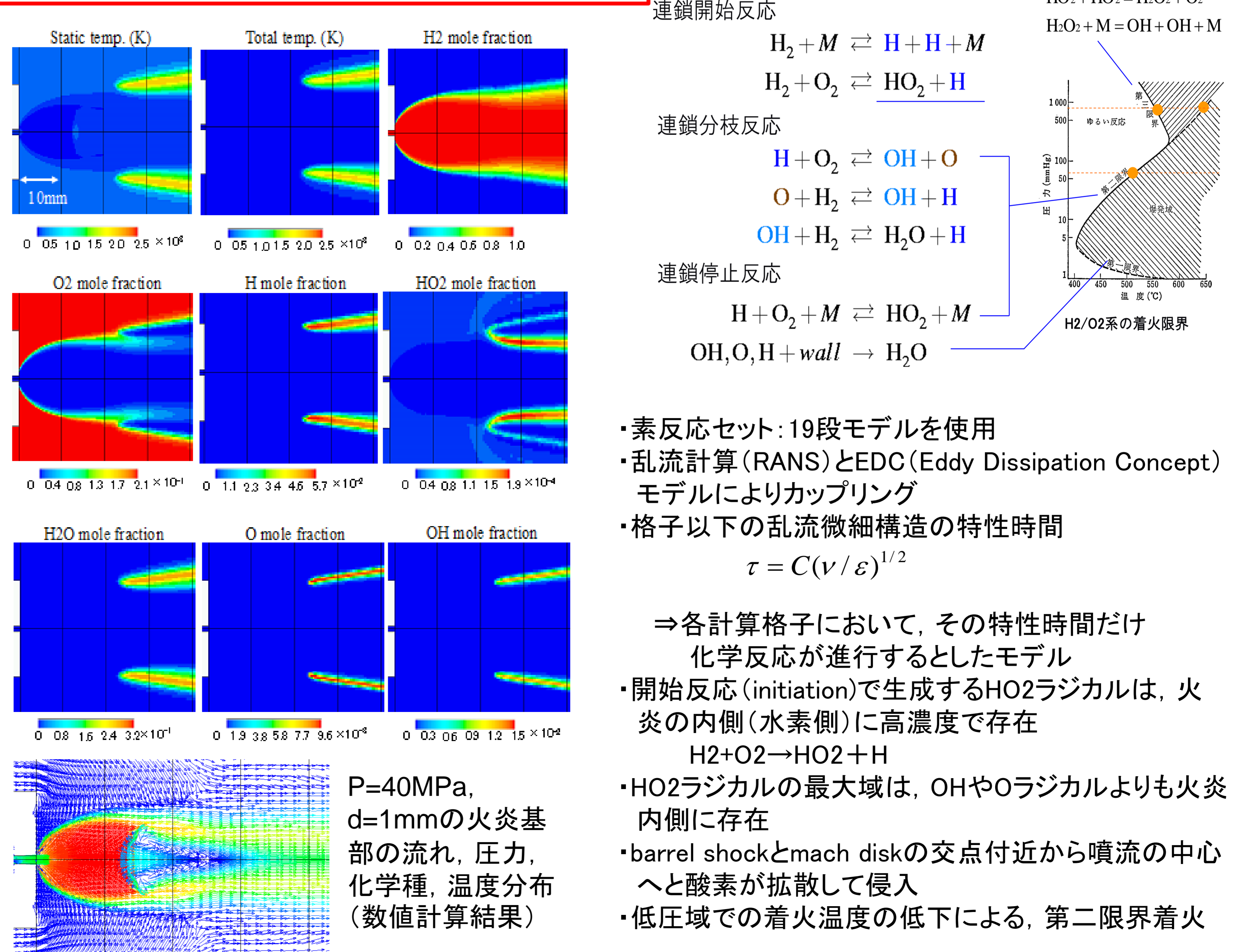
## 火炎基部の流体力学的構造(数値計算)



## 保炎/吹き飛び条件



## 数値計算による保炎機構解析



## 保炎の不安定性解析

- P=1MPaにおいて、d=1mm(保炎限界付近), およびd=0.5mm(保炎不可の範囲)の数値計算を実施
- 保炎限界に近付くと、火炎基部が伸長し、衝撃波背後の着火と現象が異なり、不安定となる
- HO<sub>2</sub>ラジカルは噴流の中心部に低濃度で存在する

