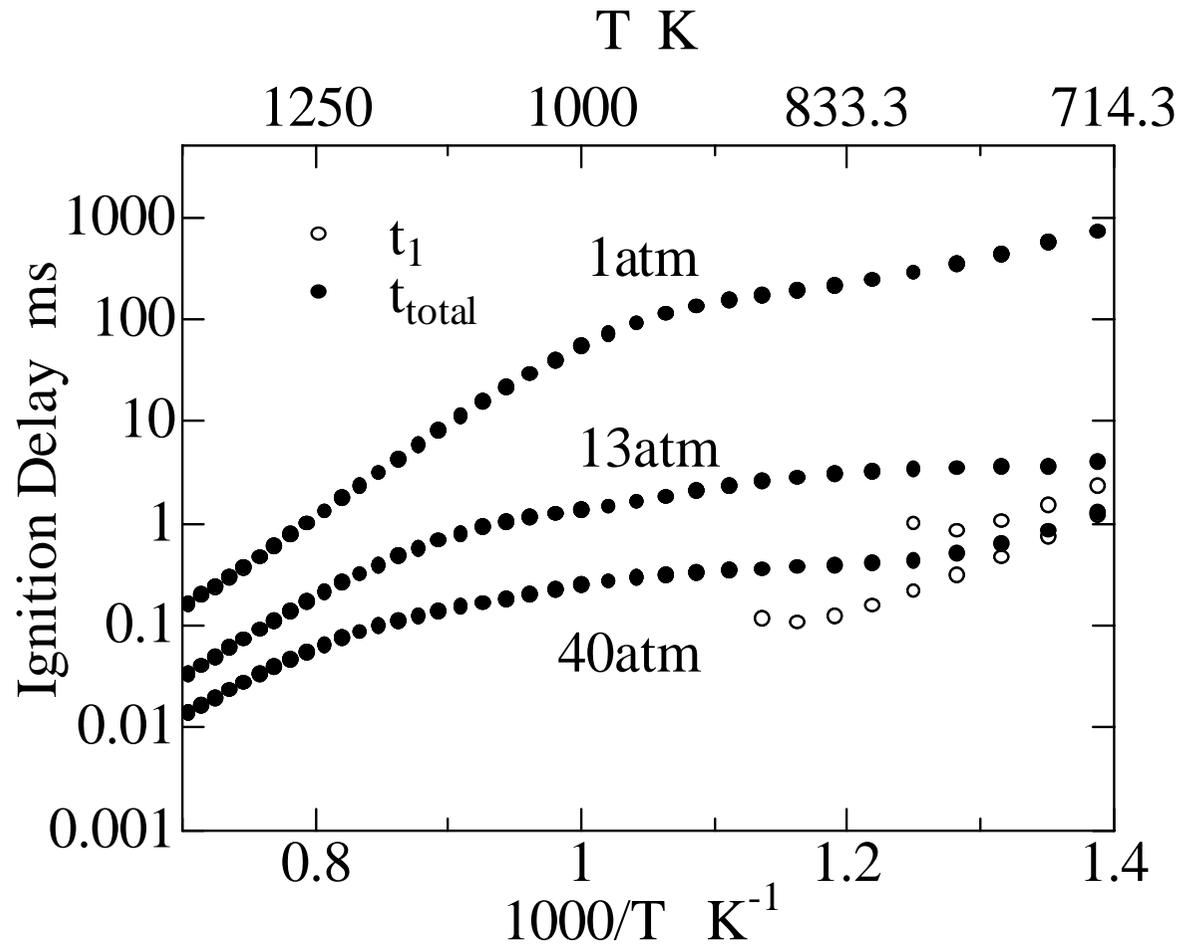


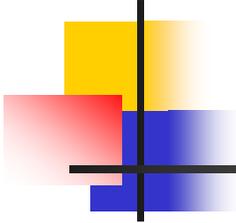
解析支援ネットOKAYAMA
第3回セミナー 2007.8.27

反応性熱流体解析と 解析基盤技術

岡山県立大学情報工学部
芝 世武

化学反応解析の例 (DME着火)

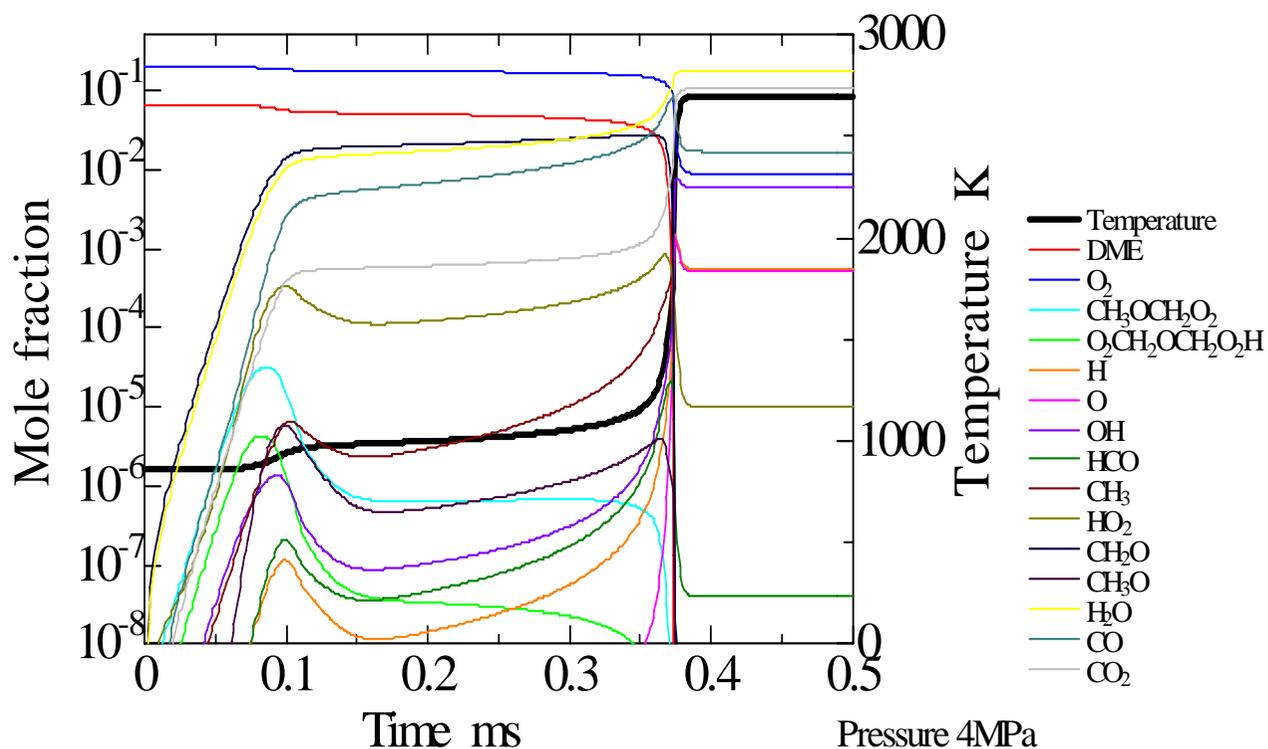




素反応計算の手法

- 炭化水素燃料は一般に $C_m H_n$ と表現される
- 「 $H + O_2 \rightarrow OH + O$ 」など素反応の集合
- それぞれの反応速度は実験値や理論値
- 化学種の数や素反応の数は数百に及ぶこともある
- 簡略モデルを使うことも工学的には有用

中間生成物の挙動 (DME着火)



History of temperature and mole fractions

Pressure 4MPa

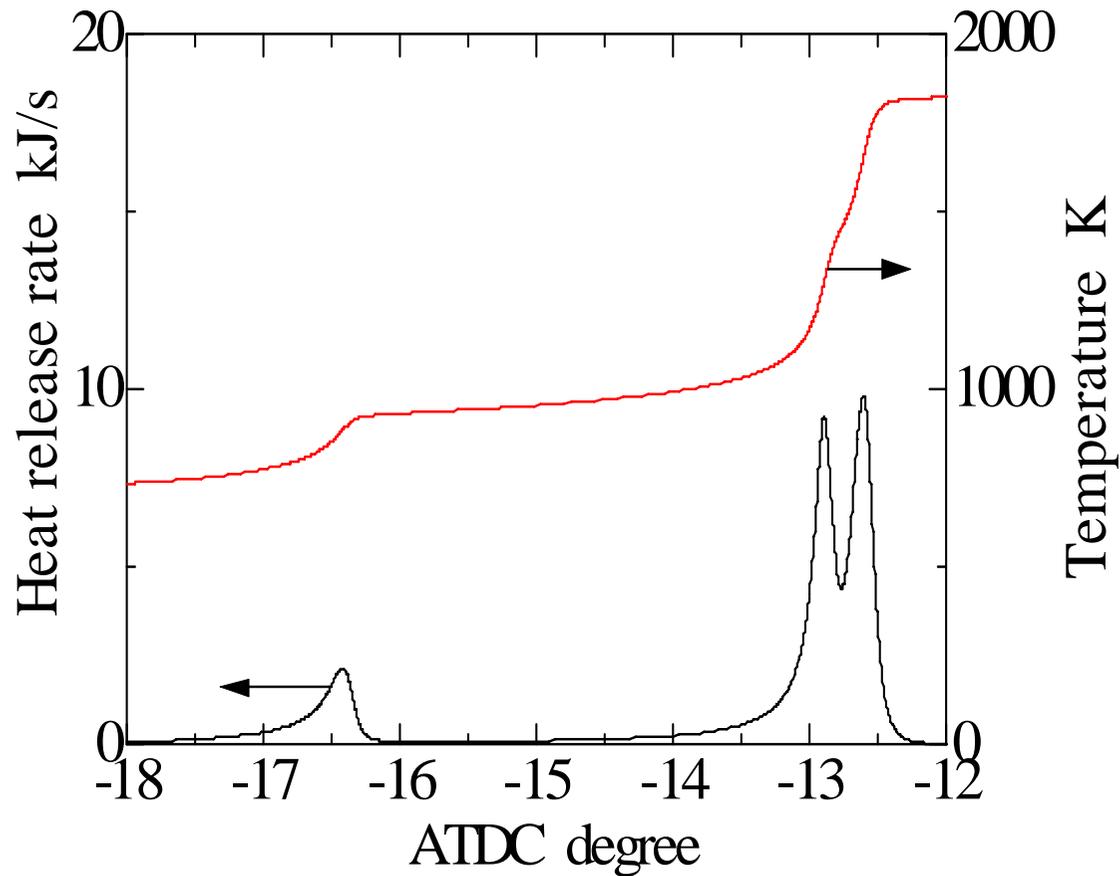
$T_{init}=860K$

$O_2=1.96D-01$

$N_2=7.38D-01$

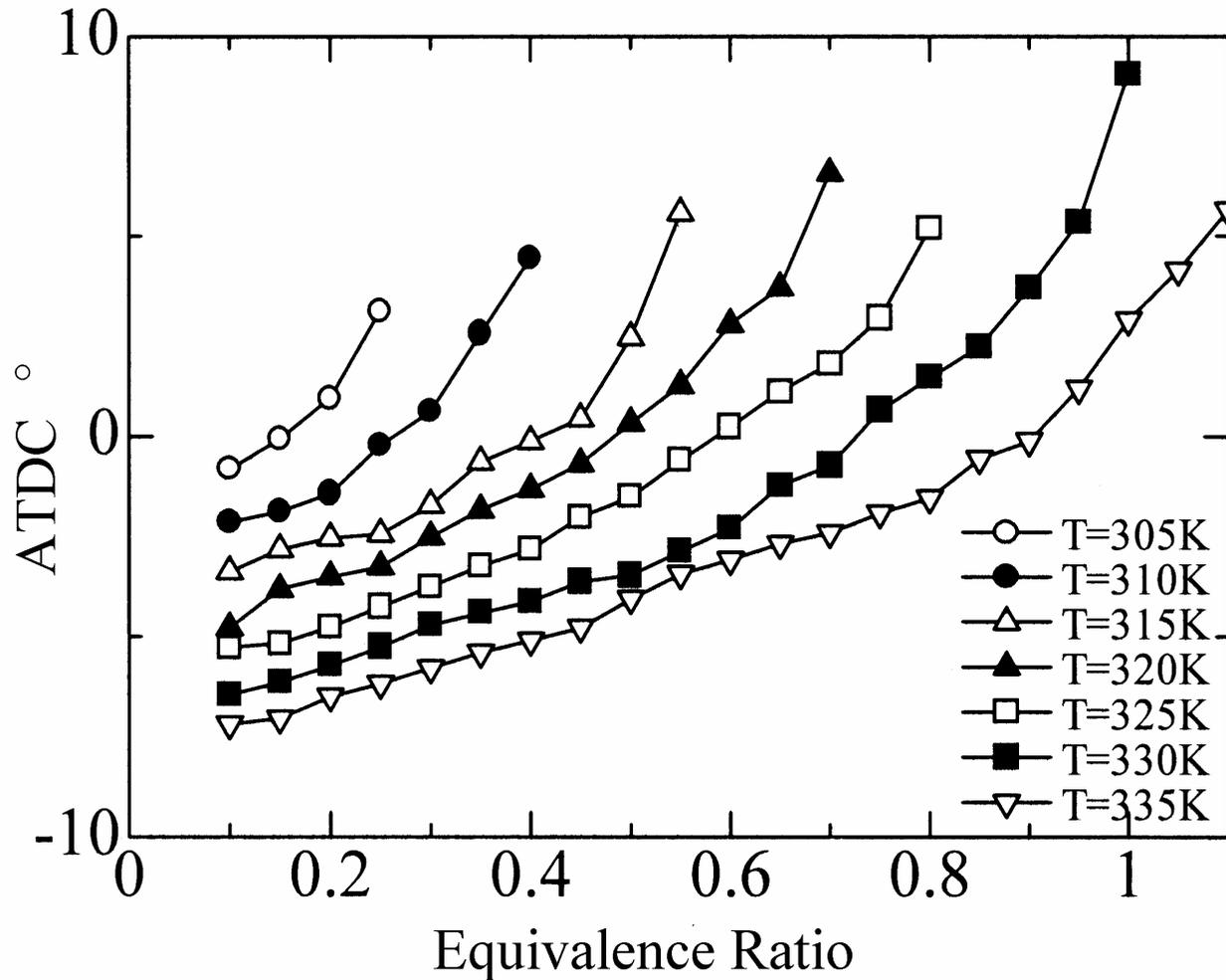
$CH_3OCH_3=6.54D-02$

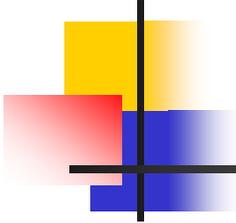
熱発生履歴の解析(圧縮着火)



History of heat release rate and temperature in HCCI Engine
($e=16.1$, $f_{ai}=0.32$, $T_{init}=300K$, 800rpm)

着火タイミング (圧縮比9.0)





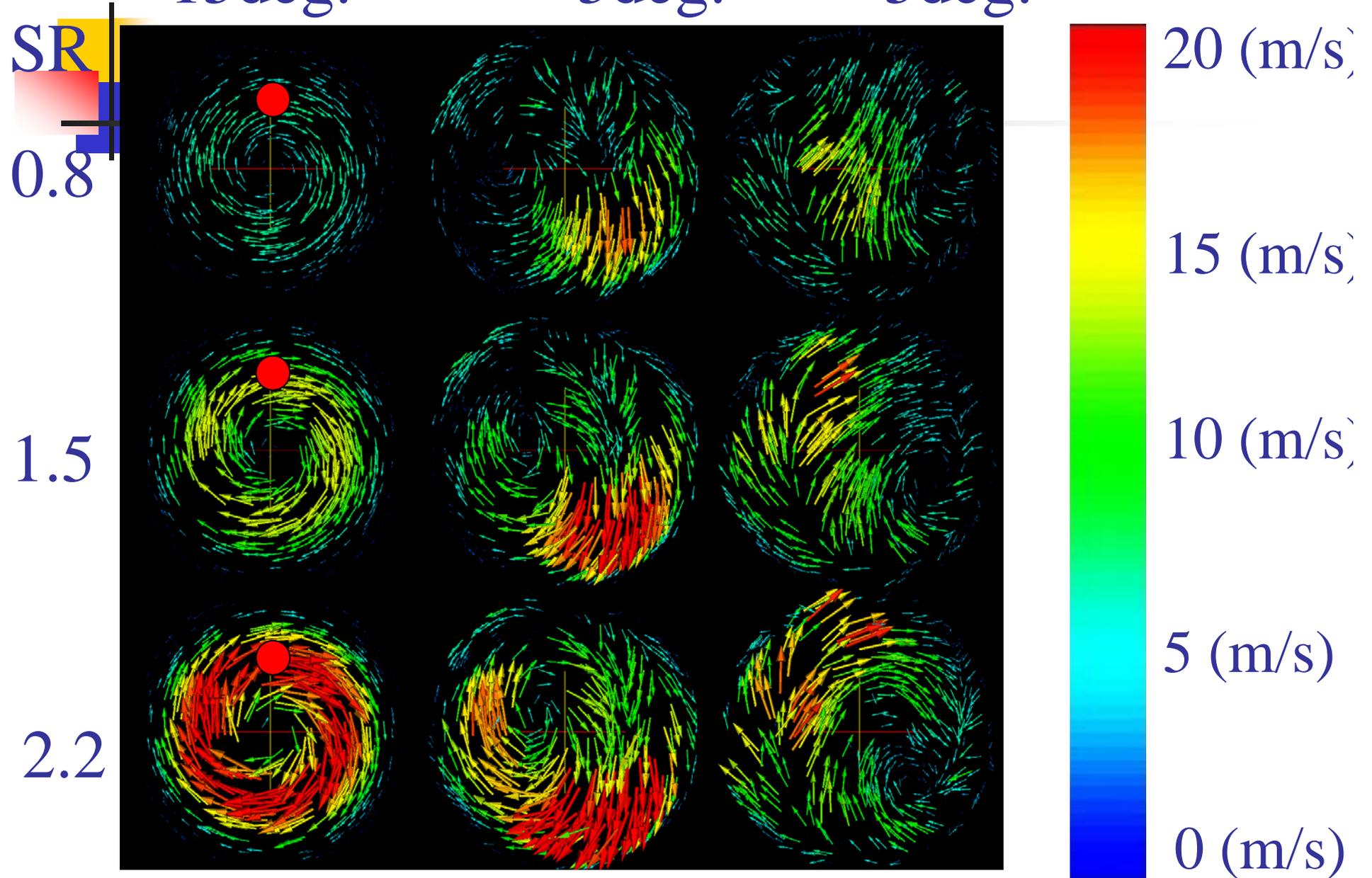
流動解析 (エンジン筒内)

Engine specification

Process	4stroke
Number of cylinder	1
Bore	92mm
Stroke	84.23mm
Length of conrod	147mm
Clearance	1.15mm
Compression ratio	8.8
Combustion chamber	Pentroof type
Engine speed	1200 rpm
Fuel	IsoOctne
Ignition timing	ATDC-15deg.
Ignition duration	0.17ms
Swirl generation	ATDC-15deg.

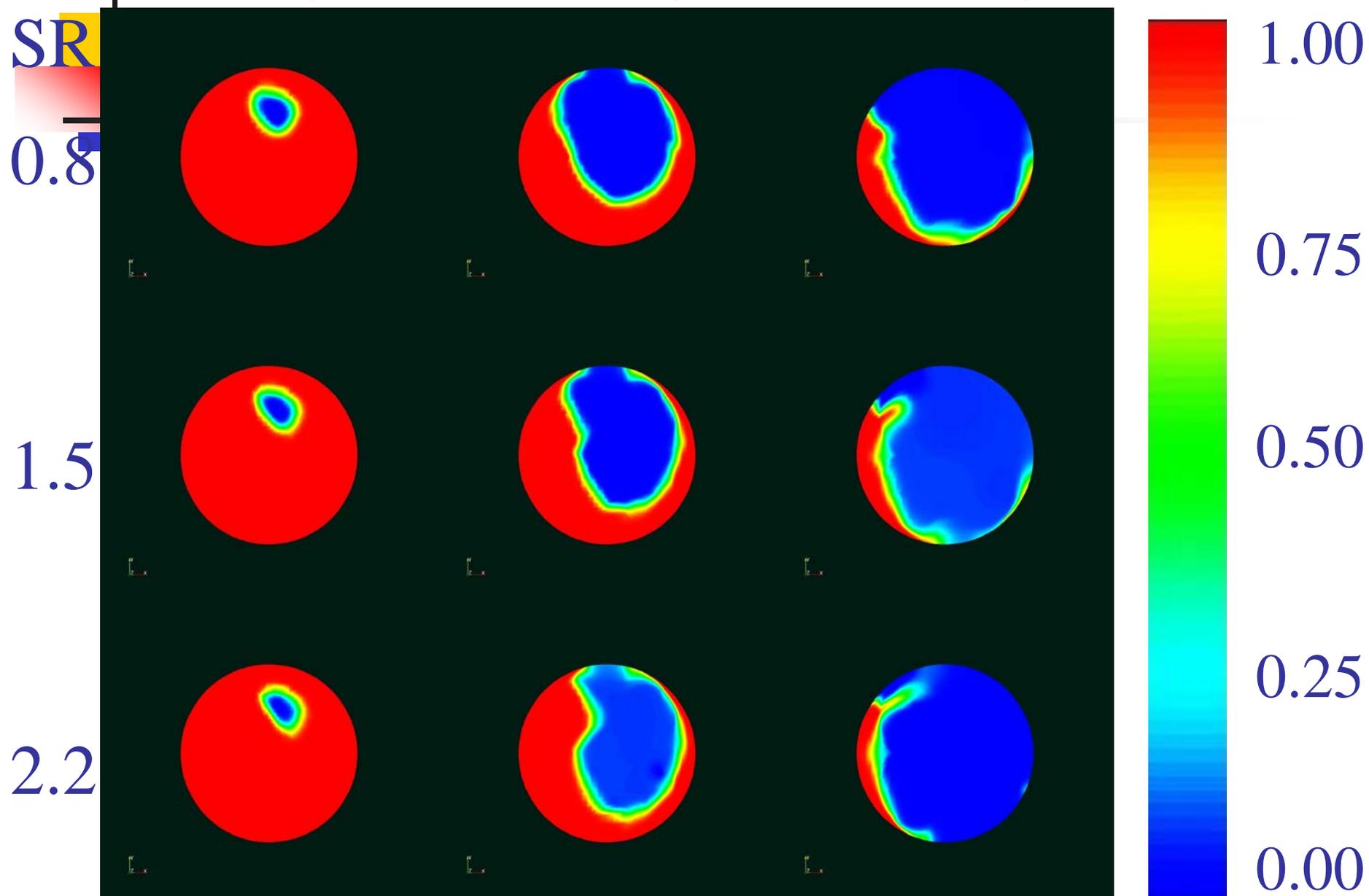
スワール比ごとの混合気流動

-15deg. \Rightarrow -5deg. \Rightarrow 5deg.



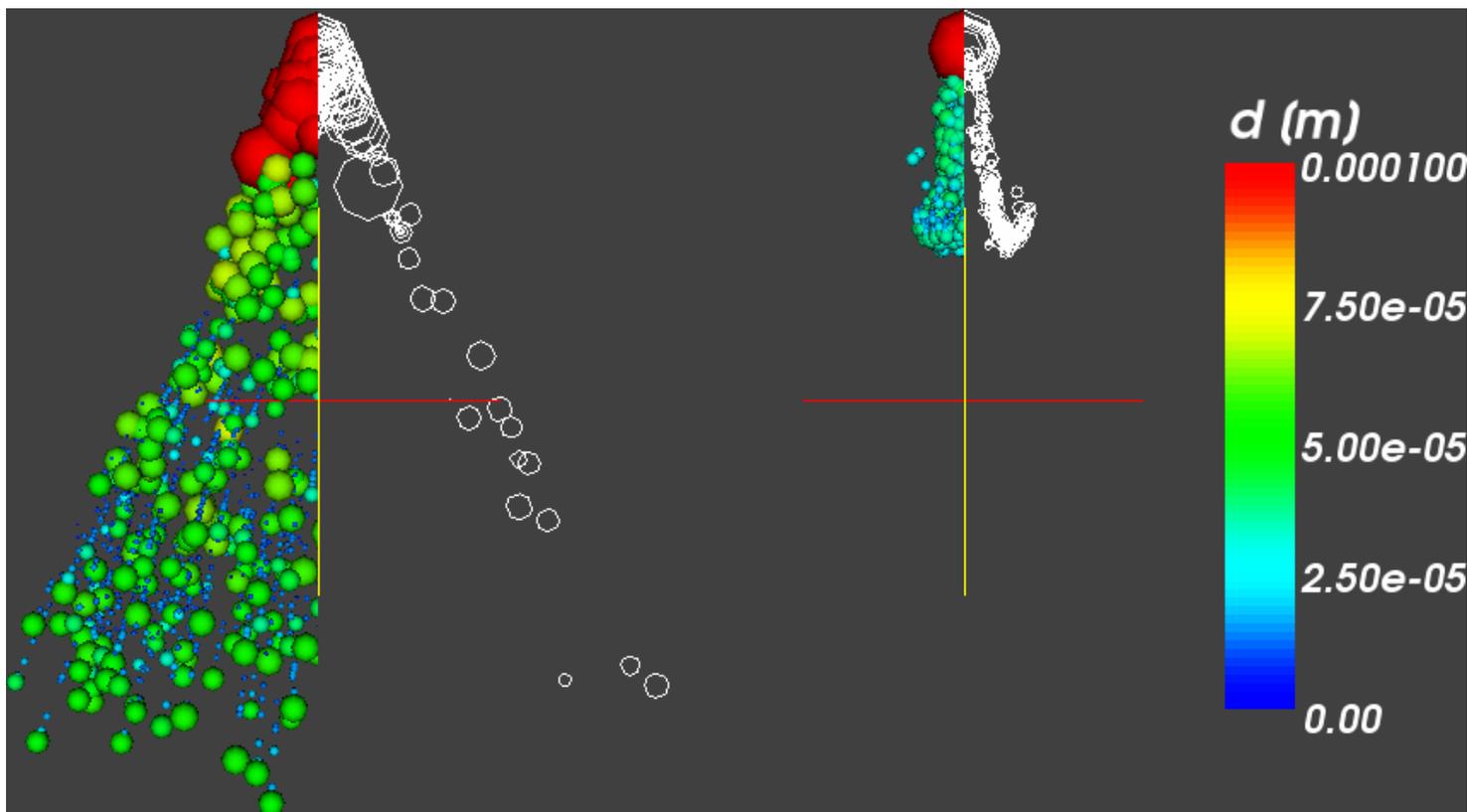
スワール比ごとの燃料質量分率

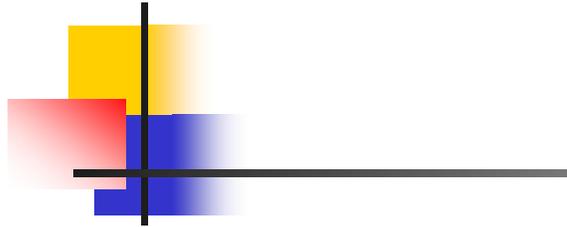
-10deg. ⇒ 0deg. ⇒ 10deg.



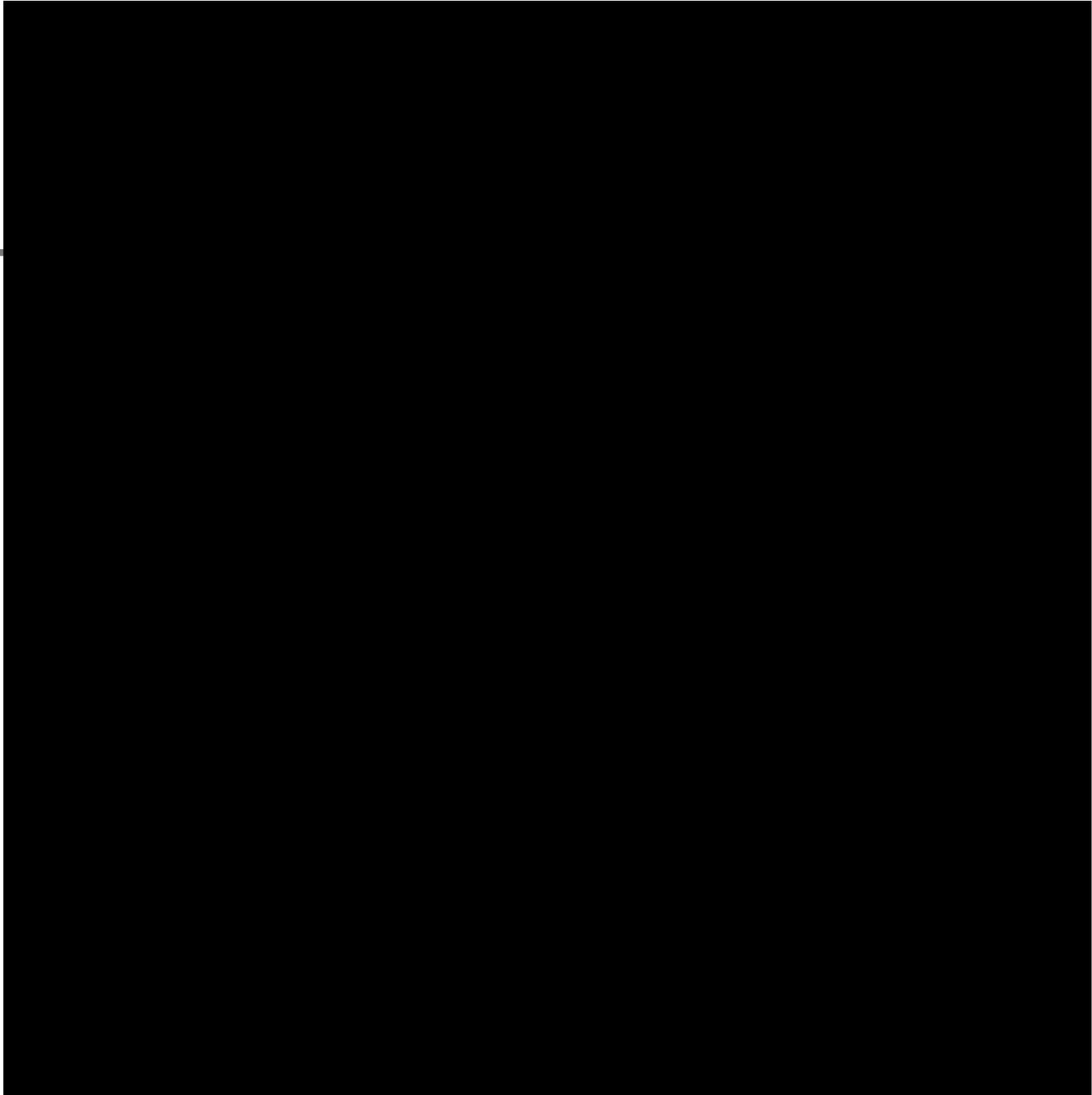
相変化モデル(ディーゼル噴霧)

噴射圧20MPa, 噴射開始後0.1ms後の噴霧の様子を示す.
左側は霧囲気圧力0.1MPa, 右側は霧囲気圧力5MPa

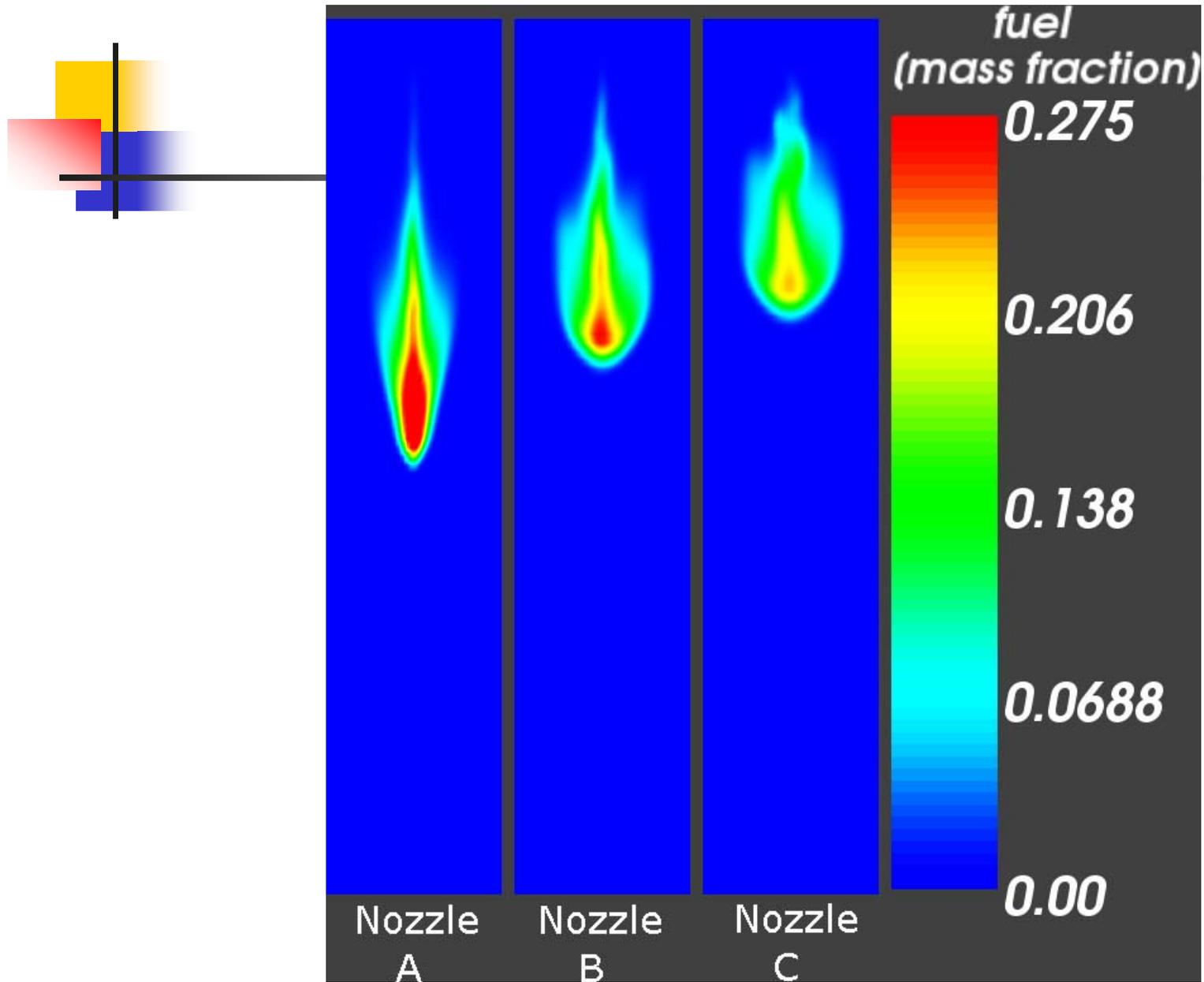




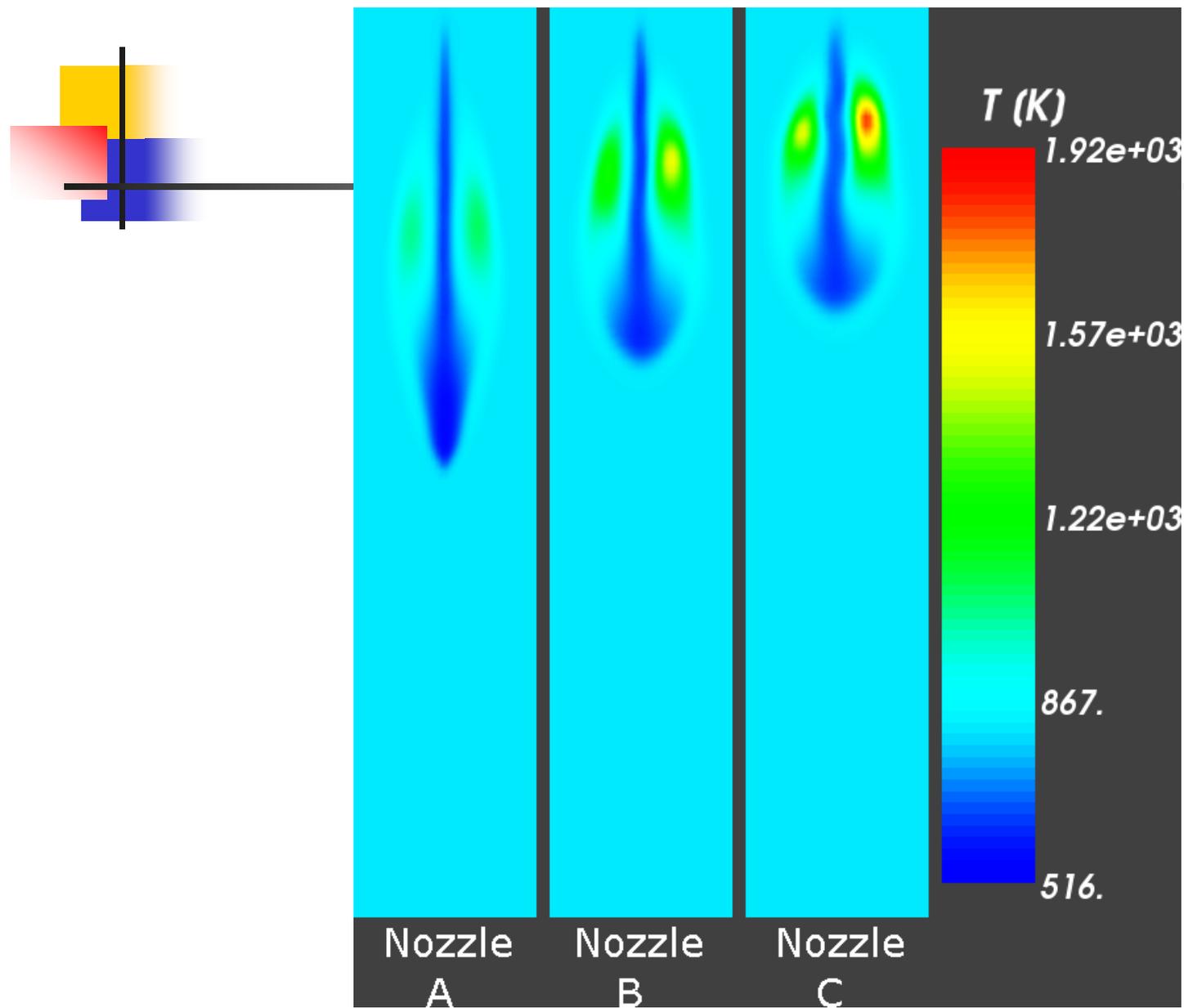
燃料噴射圧30MPa
雰囲気圧力5MPa

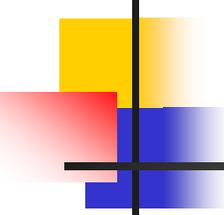


1ms後の気相における燃料分布



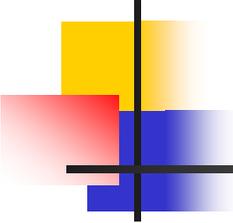
1ms後の温度分布





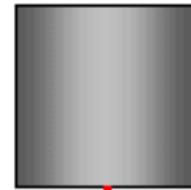
数値解析の基盤技術

- 現象の数値モデル化
- 数値モデルの離散化, コード化
- 計算技術
- 可視化および評価



PCクラスタ

- 汎用PC(いわゆる普通のパソコン)を複数用いることで高い演算能力を得る手法
- 必要なモノは複数のパソコンとネットワークとソフトウェア
- 専用のパソコンやネットワークを用意することなく簡便に構築可能になってきている



プログラム投入

計算結果

PCクラスタシステム

特長

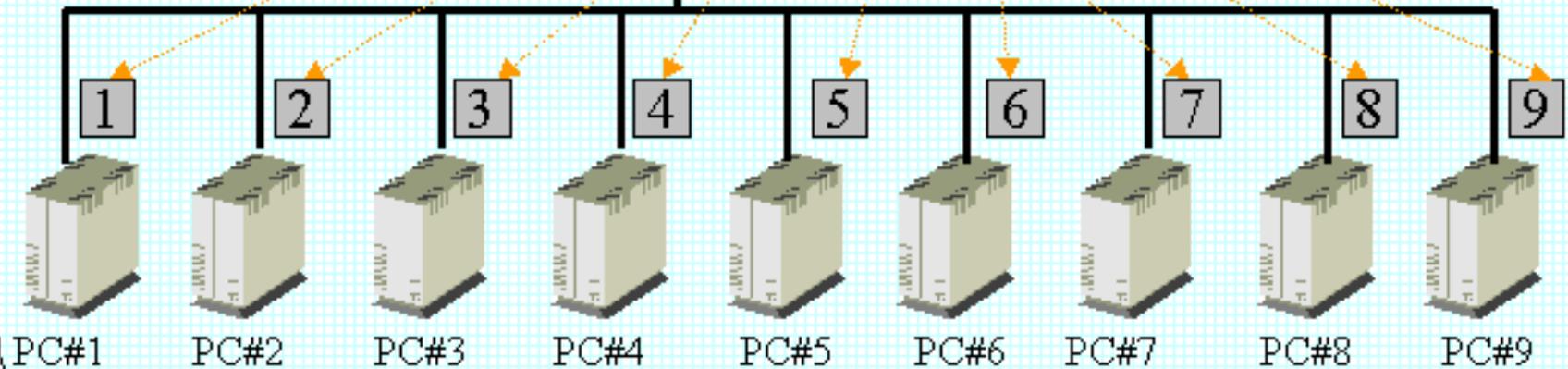
1. 専用計算機システム
2. 高速ネットワーク

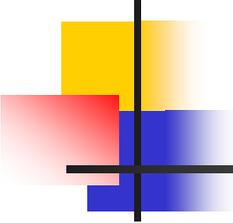
制御PC

1	2	3
4	5	6
7	8	9

プログラム分割

高速ネットワーク

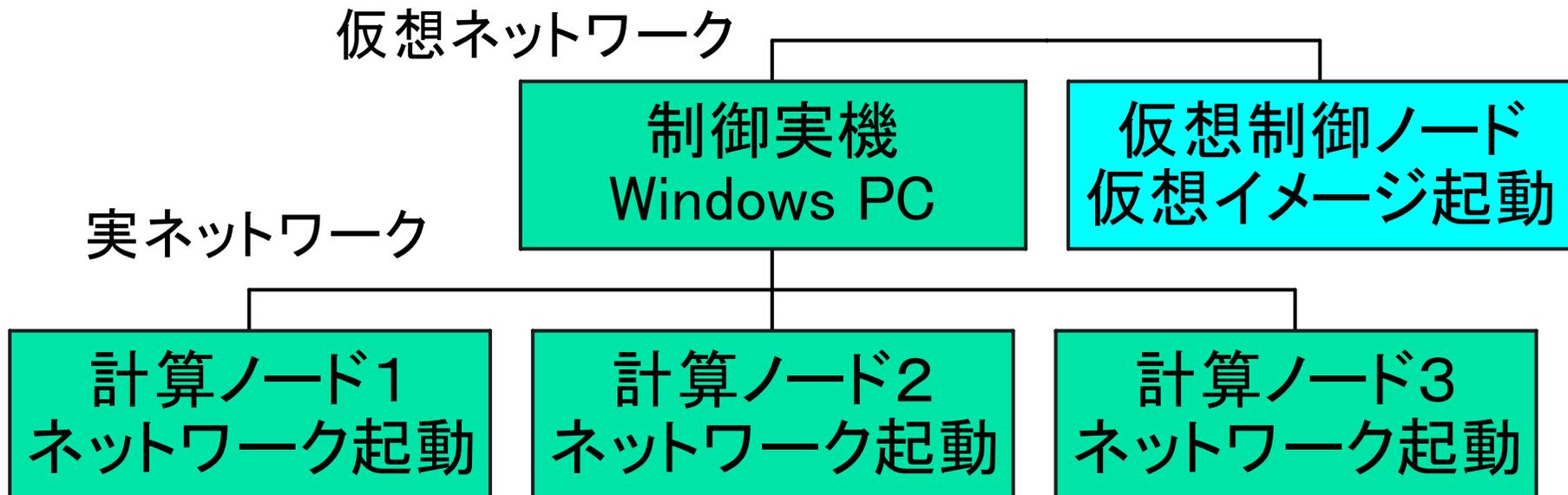


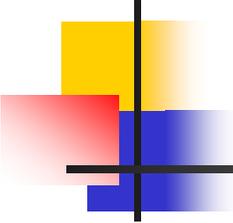


ParallelKnoppix

- CD起動によるLinux
普段Windowsが動いているPCで構わない
- クラスタ形成を簡便にするソフトウェアがCD内に用意されている
- 必要なモノはPCとネットワークと
CD一枚, USBメモリ一個
- 我々が開発の手助けをすることにより起動時間を最短5分程度にまで短縮している

仮想制御ノードを用いたクラスタ





起動試験

- 制御ノード

テストした十数台のPC全てで起動確認

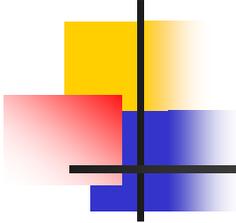
- 計算ノード

テストした数十台のPCほとんどで起動確認

起動しない例

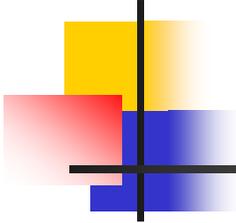
- PXEによるネットワーク起動に対応していない
- ネットワークのドライバが無い

但しPXEがIntelの規格であるためIntelチップでは100%起動可能



計算および終了について

- 計算は一般的なBeowulf型クラスタと同様
- 計算作業領域は制御ノードの作業領域のみ
- ディスク書き込みが制御ノードのみ
- 計算ノードの電源断は数秒
- 計算結果の書き込みが終了すれば
制御ノードの終了も数秒



クラスタ環境構築のまとめ

- Windows PCの一般的なLAN環境下で
最小構成のPCクラスタなら5分で構築可能
- 既存システムの変更はほぼ不要
- 演算性能は一般的クラスタと同レベル
 - 計算ノードPentiumD12台にて60GFlops超
- 終了時間は数秒