

# 沸騰を伴う気液二相流の解析

主管技師長 湊 明彦

【技術セミナー】シミュレーションによる金属熱処理特別講演  
2015年10月22日（木）  
アドバンスソフト株式会社

## 内容

- 基礎式
- 非圧縮性二流体モデルによる沸騰解析
- 圧縮性二流体モデルによる沸騰解析
- 沸騰解析の難しさについて

# 基礎式

## (1) 質量保存則

- ・蒸発による質量移行を考慮  
(水 → 蒸気)

## (2) 運動量保存則

- ・蒸発による運動量移行を考慮  
(水運動量 → 蒸気運動量)

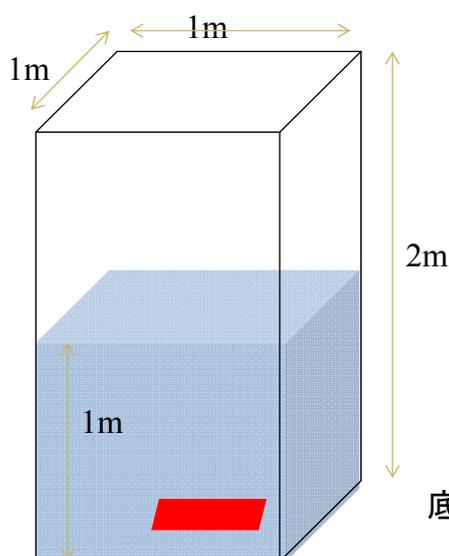
## (3) エネルギー保存則

- ・蒸発によるエネルギー移行を考慮  
(水エンタルピー → 蒸気エンタルピー)  
(過熱水) (飽和蒸気)

運動量, エネルギーを持った質量が移行



# 非圧縮性二流体モデルによる 沸騰解析



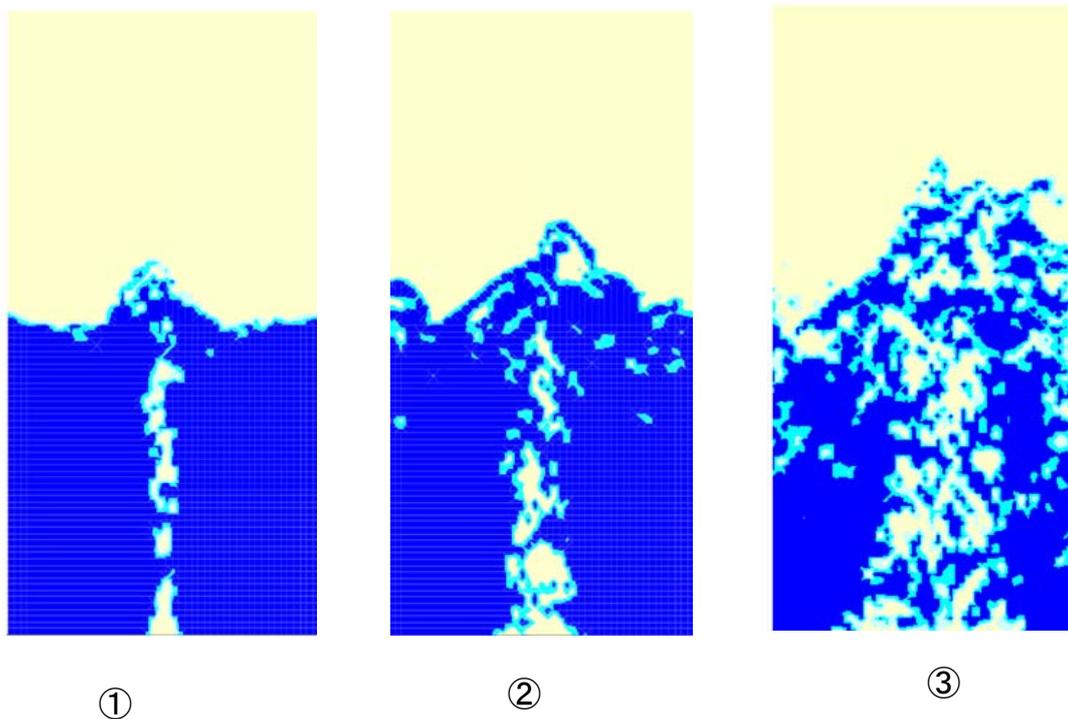
上面のみ圧力境界(大気圧)  
側面, 底面は壁  
格子は50 × 50 × 100 → 25万

熱は計算せず, 底面の蒸気湧き出しで模擬

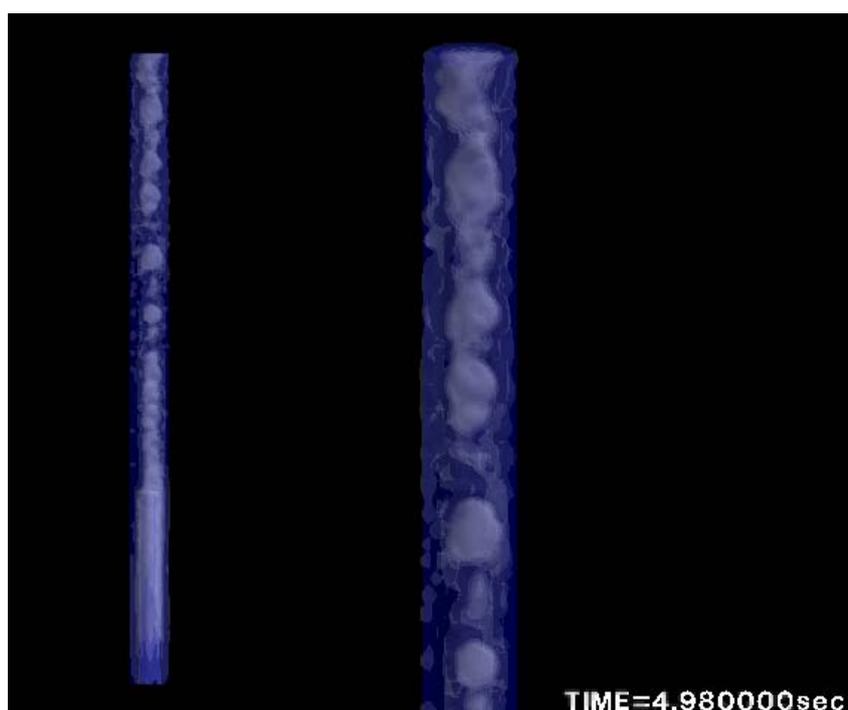
底面発熱部: 熱流束  $3.3 \times 10^5 \text{ W/m}^2$

- ① 0.12m × 0.12m
- ② 0.32m × 0.32m
- ③ 0.60m × 0.60m

### 3秒経過 縦断面ポイド率分布

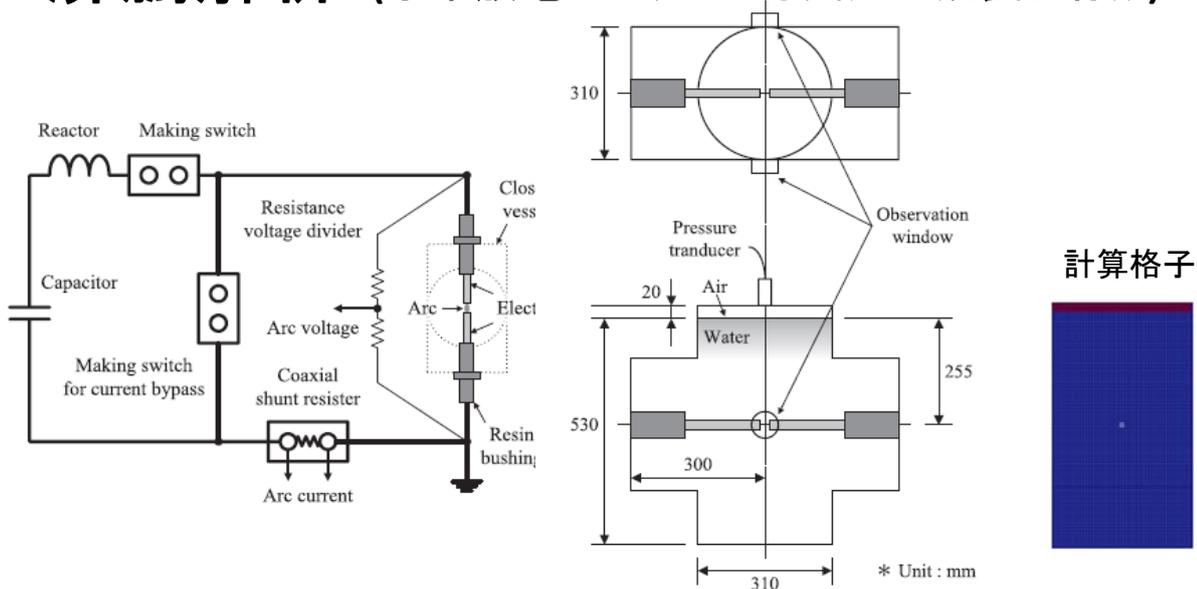


## 発熱する円柱を模擬した自然循環解析



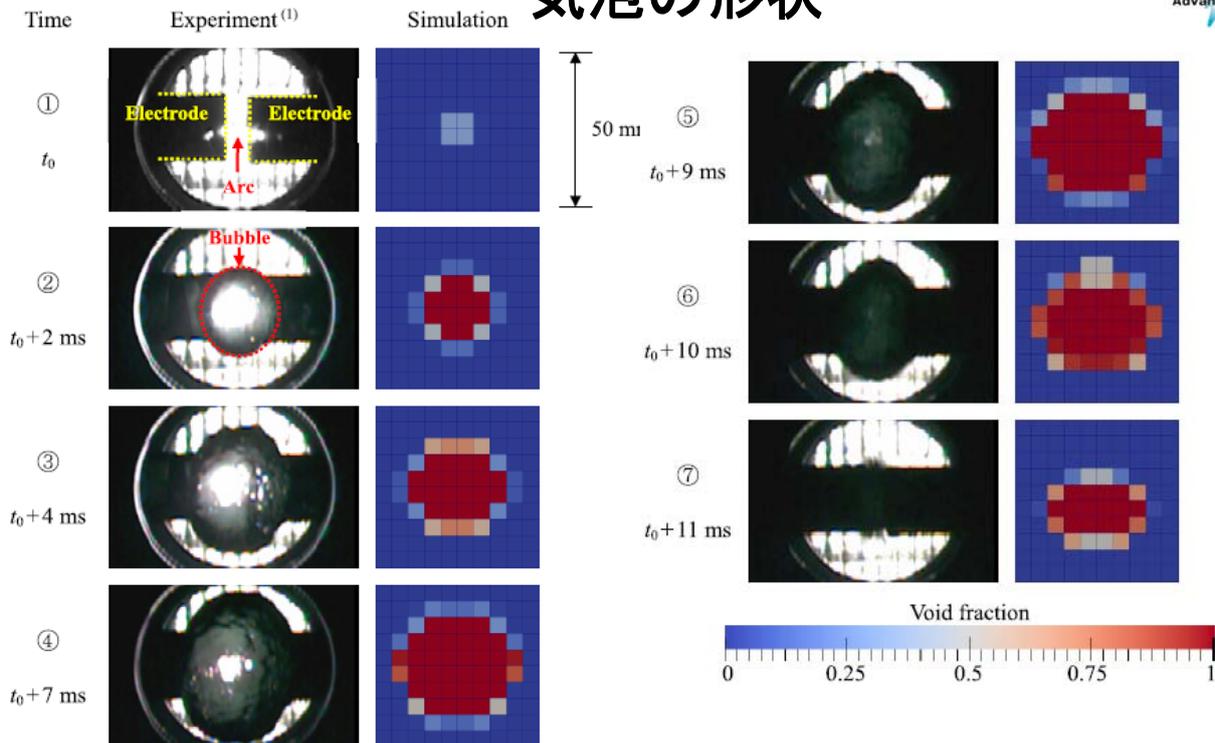
# 圧縮性二流体モデルによる

## 沸騰解析 (水中放電アークによる気泡の成長と消滅)



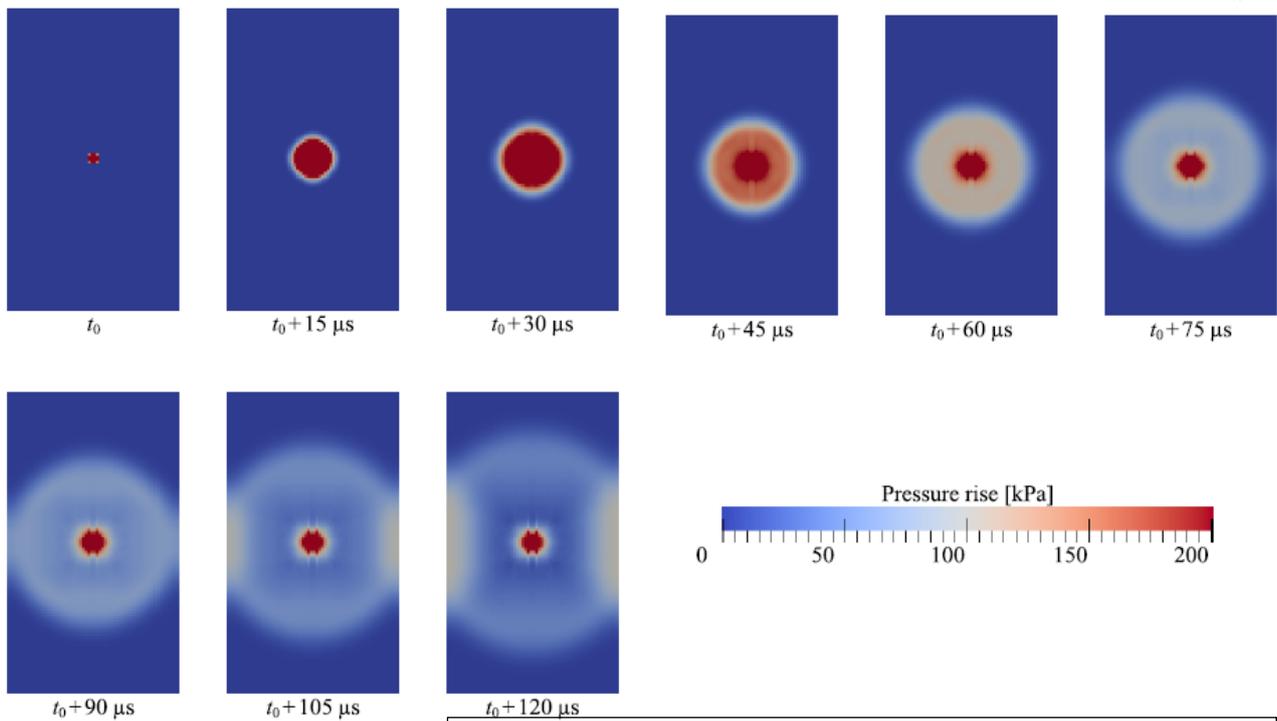
大高聡也, 田所兼, 神足将司, 天川正士  
 電気学会論文誌B(電力・エネルギー部門誌)  
 Vol. 134 (2014) No. 7 P 604-613  
 「水中アークを対象とした圧力上昇数値解析モデルの基礎検討」

## 気泡の形状



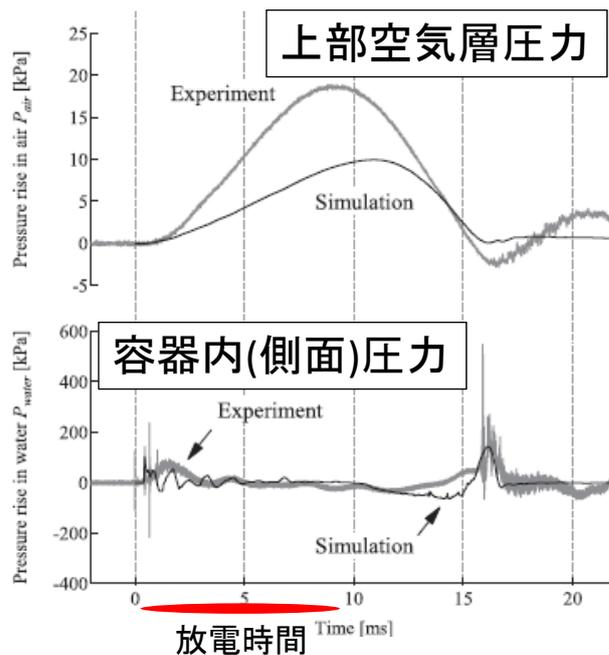
大高聡也, 田所兼, 神足将司, 天川正士  
 電気学会論文誌B(電力・エネルギー部門誌)  
 Vol. 134 (2014) No. 7 P 604-613  
 「水中アークを対象とした圧力上昇数値解析モデルの基礎検討」

# 気泡発生にともなう圧力波伝播の解析



大高聡也, 田所兼, 神足将司, 天川正士  
 電気学会論文誌B(電力・エネルギー部門誌)  
 Vol. 134 (2014) No. 7 P 604-613  
 「水中アークを対象とした圧力上昇数値解析モデルの基礎検討」

# 圧力挙動



大高聡也, 田所兼, 神足将司, 天川正士  
 電気学会論文誌B(電力・エネルギー部門誌)  
 Vol. 134 (2014) No. 7 P 604-613  
 「水中アークを対象とした圧力上昇数値解析モデルの基礎検討」

## 沸騰解析の難しさについて

- ・熱非平衡を考慮した蒸発速度 (分子運動,熱力学)
- ・沸騰の微細機構 (マイクロレイヤー,キャビティ,沸騰核)
- ・微視的気泡/液滴の発生と運動
- ・界面の不安定 (Taylor不安定,Helmholtz不安定)
- ・界面の熱伝達 (輻射,対流,潜熱)
- ・ドライアウト/バーンアウト機構 (液膜,CCFL)

対応

解析経験  
文献調査  
実験との整合