

< 2相流特化型シミュレータのご説明 >

AEOLUS による気液 2 相流計算のカスタマイズコンセプト

内容

1. CIP 法の特徴と弊社の実績について
2. CIP コード AEOLUS (弊社開発) ベースの 2 相流解析コード

Advanced Algorithm & Systems

1. CIP 法の特徴と弊社の実績について

—CIP 法の特徴¹—

CIP 法は、物理量とその空間微分を 3 次補間式で近似し、移流操作を行う。更に、圧力方程式を用い、物理量の補正を行う分離解法である。これにより、実現される特長と欠点を述べる。

<一般的特長>

- ・ 数値拡散が少ない ⇒ 物理量の界面をシャープに捉える。
- ・ メッシュ数が少なくてもよい ⇒ 計算コスト抑える。
- ・ 圧縮・非圧縮の統一解法である。⇒ 固・液・気の相変化を伴う系を同一アルゴリズムで解くことが可能。
- ・ 物理量の伝播の方程式を解く方法なので、電磁場解析などに応用可能。

<欠点と対応>

燃焼に代表される、変動の激しい場の解析を行う時、従来の方法では計算が破綻する。或いは、計算コストがかかる。これに対し、弊社は CIP-GCUP 法 (AEOLUS) を開発した。本法は、状態方程式を満たすように流体場を解く。これにより、解は自然に熱力学的関係を満たし、数値安定性を確保できるようになった。

<実績例>

CIP-GCUP 法を採用し、ガス燃焼や宇宙往還機大気圏再突入の問題に対し、現象に応じて解析した実績がある。

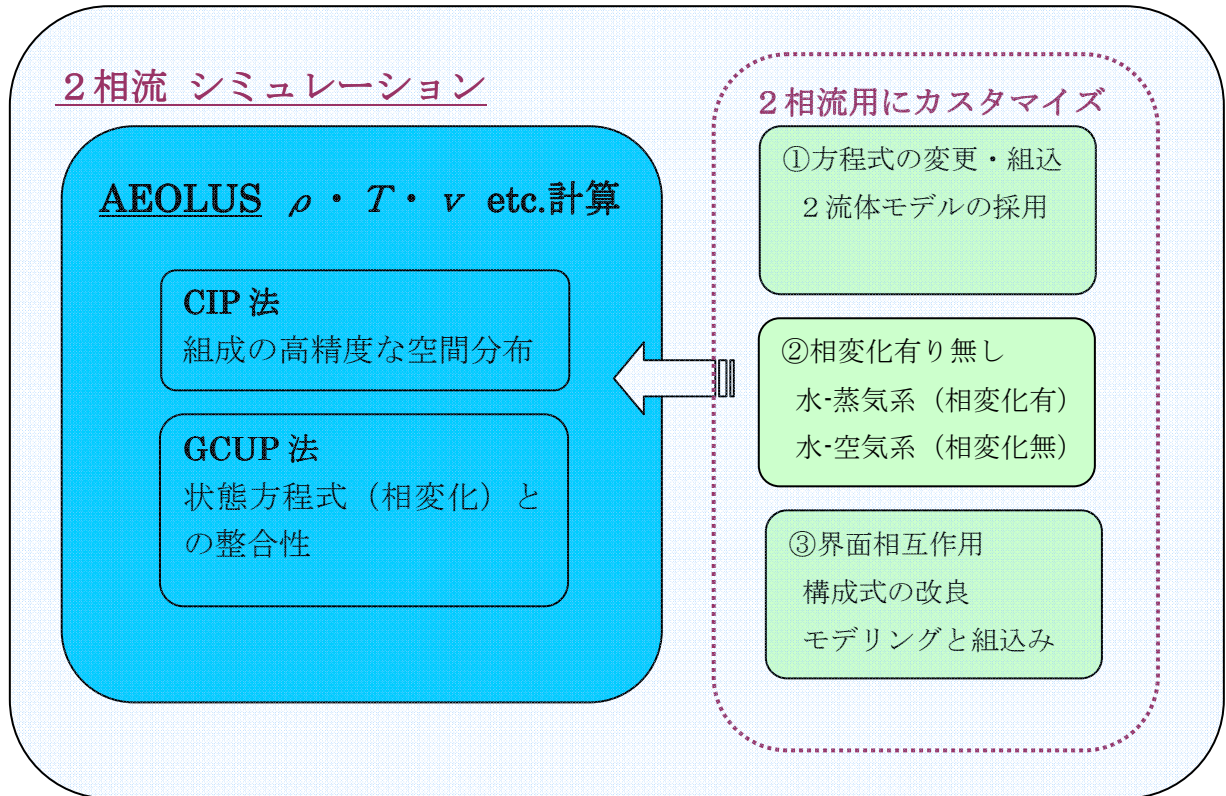
また、表の B, C, D に対し、CIP 法が展開を図れる分野だと認識している。

	単相・単純	→	多相・複雑
低 速 流 ↓	A ・ 非圧縮性乱流 ・ 熱対流 ・ 物質拡散		C ・ 気液 2 相流 ・ 燃焼解析 ・ MHD、磁性流体、ERF などの機能性流体现象 ・ 粉体流 (極性流体モデル)
高 速 流	B ・ 圧縮性乱流 ・ 高速飛翔体 ・ 高速鉄道		D ・ レーザー加工・溶接 ・ 爆縮 (レーザー核融合) ・ ジェット・エンジン ・ 爆発・爆轟 ・ プラズマ

¹ CIP+CUP 法を CIP 法と呼ぶことにします。

2. CIP コード AEOLUS(弊社開発)ベースの2相流解析コードは、下のようなイメージになります。

(例) 2相流シミュレーションへの対応



step 1

① 2流体モデルの採用

⇒ 各相毎に 質量、運動、エネルギー方程式を設定

② 相変化の組み入れ

⇒ GCUP 法との組み合わせにより時間応答が速いと考えられる変数に絞って陰的に解く

step 2

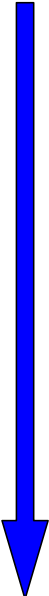
③ 界面相互作用 構成式の改良

(壁面応力、壁面熱流束、相間質量・運動量・エネルギー伝達)

⇒ 下記各項目についてモデリング、組み込む

界面摩擦、界面揚力、気泡拡散、気泡-壁間力、付加質量項

2相流シミュレーション見積



	計算モデル	予測可能な計算結果(例)	工数	弊社見積	開発年度
Step 1	AEOLUSによる流体解析コード 2相モデル計算 2流体モデル、状態方程式(相変化)のカスタマイズ	2相流れ分布	3人月	300万円	n年度
Step 2	界面相互作用 構成式改良	改良モデルでの2相流れ分布	3人月	300万円	n+1年度

実用化を目指した精度向上