

移流拡散方程式の数値解法

計算工学特論 I (定常問題の数値解法) 授業計画

回	テーマ	内容
1	偏微分方程式[1/4]:分類	判別式と双曲型, 放物型, 楕円型
2	偏微分方程式[2/4]:双曲型	特性曲線法の概要, ノルムについて 移流方程式の数値計算例(中心差分と風上差分)と安定性
3	偏微分方程式[3/4]:放物型	熱伝導方程式の数値計算例(陽解法と陰解法)と安定性, Lax の同等定理:適合性, 安定性, 収束性の関係
4	偏微分方程式[4/4]:楕円型	定常熱伝導方程式の数値計算例, 連立1次方程式の解法
5	モデル方程式:移流拡散方程式	移流拡散方程式の積分形と微分形の間の変換, 保存則の具体例
6	離散化[1/5]:差分法	導関数の差分近似:テイラー展開による方法
7	離散化[2/5]:差分法	導関数の差分近似:多項式適合による方法, コンパクト・スキーム
8	離散化[3/5]:移流拡散方程式への適用	境界条件の設定, 定常移流拡散方程式の差分化と数値計算例, 離散化誤差の評価法
9	離散化[4/5]:連立1次方程式	直接法と反復法, 移流拡散方程式への適用(近似的LU分解法, ADI法)
10	離散化[5/5]:有限体積法	積分形における面積分と体積分, 補間と微分, 定常問題の数値計算例
11	有限要素法[1/2]	1次元定常問題(Galerkin展開, 弱形式), 要素行列と全体行列
12	有限要素法[2/2]	多次元定常問題(基底関数, 多次元の部分積分と弱形式), 要素行列の構成と全体行列の組立
13	境界要素法	ラプラス方程式に対する境界積分方程式の導出と離散化
14	高速フーリエ変換	高速フーリエ変換(FFT)の導出とアルゴリズム, FFT解析例

計算工学特論 2 (非定常問題の数値解法) 授業計画

回	テーマ	内容
1	常微分方程式の初期値問題[1/2]:1段法	Euler法, 陽解法と陰解法, 精度と安定性, Runge-Kutta法
2	常微分方程式の初期値問題[2/2]:多段法	Adams法, 予測子-修正子法, 連立方程式系への拡張
3	モデル方程式:非定常移流拡散方程式, 離散化法[1/3]:陽解法	非定常移流拡散方程式, オイラー陽解法, 蛙飛び法, 安定性解析:フーリエ級数法と係数正值条件
4	離散化法[2/3]:陰解法	オイラー陰解法, クランク・ニコルソン法, 3時刻レベル法, 多次元化, 陰解法と連立1次方程式, 数値計算例
5	離散化法[3/3]:まとめ	数値解法の適合性, 安定性, 収束性
6	モデル方程式:非線形移流拡散方程式, 離散化法	Navier-Stokes方程式:MAC法, フラクショナル・ステップ法, SIMPLEタイプの方法
7	有限要素法[1/2]	1次元定常/非定常問題
8	有限要素法[2/2]	多次元定常/非定常問題
9	双曲型保存則の現代数値解法 [1/5]: モデル方程式:非線形移流方程式)	非定常移流方程式系(圧縮性流体)と基礎的な現象説明 【現代数値解法は高速流体分野で発展したため, 予め用語説明を行うが, 数値解法は他分野にも適用可能】
10	双曲型保存則の現代数値解法 [2/5]: 解析解の構築	スカラー保存則の解の構築(弱解とエントロピー条件), 線形連立保存則の解析解
11	双曲型保存則の現代数値解法 [3/5]: 保存型スキームの基礎	線形安定性と非線形安定性, 保存型スキーム, Godunov法(厳密リーマン解法)と近似リーマン解法
12	双曲型保存則の現代数値解法 [4/5]: 高解像度解法(TVD法)	TVD法, 解の空間分布の再構築とTV安定性, Slope limiterとFlux limiter, TVD法であるための十分条件
13	双曲型保存則の現代数値解法 [5/5]: 非振動高精度解法	半離散化法(時間:TVD Runge-Kutta法, 空間:MUSCL法, ENO/WENO法), ADER法
14	一般座標(微分形)と有限体積法(積分形)	一般座標における差分法と有限体積法の幾何学的解釈