目　　次

1　粒子法の概要 1

1.1　粒子法の特徴 1

1.2　さまざまな粒子法 4

1.3　粒子法の研究の歴史 7

2　MPS 法の基礎 9

2.1　MPS 法 9

2.2　粒子間相互作用モデル 9

2.2.1　重　み　関　数 9

2.2.2　勾　配　モ　デ　ル 12

2.2.3　発　散　モ　デ　ル 14

2.2.4　ラプラシアンモデル 15

2.3　粒子の大きさが非均一な場合 19

3　非圧縮性流れの計算法 21

3.1　非圧縮性流れの計算アルゴリズム 21

3.1.1　非圧縮性流れ 21

3.1.2　半陰的アルゴリズム 22

3.1.3　計算モデルのパラメータの値 28

3.1.4　時間刻み幅の制限 28

3.1.5　限られた圧縮性を考慮する場合 29

3.2　境　界　条　件 31

3.2.1　自　由　表　面 31

3.2.2　壁　　境　　界 33

3.2.3 流入・流出境界 34
3.2.4 周期境界 35
3.3 混相流に関する計算モデル 35
3.3.1 表面張力 35
3.3.2 温度場 38
3.3.3 沸騰 38
3.3.4 凝固・融解 40
3.3.5 密度差の大きい2流体の計算アルゴリズム 41
3.4 MPS-MAFL法 42
3.5 他のメッシュレス法 46
3.5.1 SPH法 46
3.5.2 最小二乗法を用いる方法 47
3.5.3 多項式近似あるいはテイラー展開による方法 49

4 弾性体の計算法 51
4.1 弾性体の動的計算アルゴリズム 51
4.1.1 厚肉弾性体 51
4.1.2 3次元の場合 58
4.1.3 接触 60
4.1.4 破壊 62
4.2 流体–構造連成解析のアルゴリズム 63
4.2.1 剛体・厚肉弾性体 63
4.2.2 薄肉弾性体 66
4.3 全エネルギーの保存性と時間差分スキーム 69
4.3.1 2次元弾性体 70
4.3.2 非圧縮性流れ 75

5 MPS法を用いた計算例 77
5.1 自由表面流れ 78
5.1.1 水柱の崩壊 78
5.1.2 砕波 82
5.1.3 液面振動 85

5.1.4 流体による衝撃圧 88
5.2 乱流 91
5.3 混相流 91
5.3.1 単一液滴の振動 92
5.3.2 単一気泡の上昇 93
5.3.3 単一液滴のブレークアップ 95
5.3.4 ジェットのブレークアップ 96
5.3.5 核沸騰 99
5.3.6 その他の混相流 102
5.4 構造解析 103
5.5 マルチフィジックス解析 105
5.5.1 剛体と流体との相互作用 105
5.5.2 構造物と流体との相互作用 106
5.5.3 土砂と流体との相互作用 109
5.5.4 相変化を伴う熱流動 109
5.5.5 マイクロ流体 111
5.6 大規模計算 113
5.7 コンピュータグラフィックス 114

A 2次元MPS流体解析コードの解説 117
A.1 収納ファイルの説明 117
A.1.1 収納ファイルの一覧 117
A.1.2 `mps.c` 117
A.1.3 `mps.exe` 118
A.1.4 `mps.data` 118
A.1.5 `mps.grid` 118
A.1.6 `mps.prof` 118
A.1.7 `MPSView.exe` 118
A.2 水柱の崩壊における計算の実行 122
A.3 計算結果の表示 122
A.3.1 基本的な操作 122
A.3.2 速度ベクトルの表示 123

A.3.3 PC 上で動くムービーファイルにしたいとき 123

参 考 文 献 125

索 引 139