はじめに …… i

第1章　情報エントロピー …… 1

1.1　はじめに　1

1.2　情報　2

1.3　情報量　2

1.4　結果が知らされる以前にもっている平均の情報量　3

（1）　単一事象系を対象とする場合の平均情報量―自己エントロピー（1つのサイコロを振るとき,「どの目が出るか？」）　4

（2）　複数事象系を対象とする場合の平均情報量　5

1.5　連続変化量に対する情報エントロピー　8

1.6　情報エントロピーが最大値をとる確率密度分布関数　9

（1）　変数 t の変化範囲が $-R \leqq t \leqq R$ と定まっている場合　9

（2）　変数 t が正でかつその平均値が A と定まっている場合　10

（3）　変数 t の分散値が σ^2 に定まっている場合　12

1.7　人間の数量に対する感覚と情報エントロピー　14

第2章　混合現象／操作 …… 17

2.1　はじめに　17

2.2　混合特性の評価指標　19

2.3　過渡応答法に基づく混合特性の評価法　22

（1）　流通系混合装置　22

（2）　回分系混合装置　33

2.4　装置内の物質の装置内各領域間移動に基づく混合特性の評価法　43

2.5　多成分を対象とする混合特性の評価法　54

（1）　m 成分混合操作　54

（2）　多相混合操作　62

第 3 章　分離現象 …… *82*

3.1　はじめに　*82*

3.2　分離度の定義　*85*

第 4 章　乱流現象 …… *96*

4.1　はじめに　*96*

4.2　速度変動の確率密度分布関数　*100*

4.3　エネルギースペクトル確率密度分布関数（ESD 関数）　*101*

4.4　スケールアップ　*114*

第 5 章　細粒子化操作で生じる粒子径分布 …… *122*

5.1　はじめに　*122*

5.2　粒子径確率密度分布関数（PSD 関数）　*123*

（1）　粒子径確率密度分布関数（PSD 関数）における変数　*124*

（2）　粒子径確率密度分布関数（PSD 関数）　*125*

（3）　乱流エネルギーを外部からのエネルギーとしたときの PSD 関数　*128*

（4）　乱流渦径確率密度分布との類似性　*129*

第 6 章　安心と不安 …… *141*

6.1　はじめに　*141*

6.2　安全と不安　*143*

6.3　「安心／不安」の評価指標　*144*

（1）　不安を論じる視点　*144*

（2）　評価指標の定義　*146*

（3）　事故に対する不安度　*153*

（4）　重要事項の意思決定　*155*

（5）　日常の重要ではないことの意思決定　*161*

おわりに …… 163

参考文献 …… 164

索　　引 …… 167

図表一覧

表 1-1　情報エントロピーの相互関係　*8*
図 1-1　情報エントロピーが最大となる確率密度分布　*14*
図 1-2　数量に対する人間の感覚　*16*
図 1-3　情報エントロピーの視点　*16*

表 2-1　混合性能を判断する指標と混合状態を判断する指標　*19*
表 2-2（a）　FBDT 翼の領域間（領域 *j* から領域 *i*）の移動確率　*52*
表 2-2（b）　45°PBT 翼の領域間（領域 *j* から領域 *i*）の移動確率　*53*
表 2-3　粒子径の 3 つのグループと連続相　*70*
図 2-1　過渡応答法　*23*
図 2-2　流通系装置におけるインパルス応答法　*24*
図 2-3　完全混合流れの RTD　*25*
図 2-4（a）　完全混合等体積槽列モデルの槽数と混合度の関係
—完全混合等体積槽列モデル—　*30*
図 2-4（b）　完全混合等体積槽列モデルの槽数と混合度の関係
—滞留時間確率密度分布—　*30*
図 2-4（c）　完全混合等体積槽列モデルの混合度
—混合度に及ぼす槽数の影響—　*30*
図 2-5（a）　流通系攪拌槽　*32*
図 2-5（b）　流入口，流出口の配置　*32*
図 2-5（c）　流入口，流出口の配置の違いと混合度の関係
—流入口，流出口の位置の違いと混合度の関係—　*33*
図 2-6　回分操作の設定条件—Ⅰ　*34*
図 2-7（a）　攪拌槽と仮想分割　*39*
図 2-7（b）　3 種の使用攪拌翼　*39*
図 2-7（c）　6 枚平羽根タービン翼を用いた場合の混合度の経時変化　*40*
図 2-7（d）　6 枚平羽根タービン翼を用いた場合の混合度の無次元時間に対する経時変化　*40*
図 2-7（e）　6 枚平羽根かい型翼および 6 枚 45 度傾斜翼を用いた場合の混合度の無次元時間に対する経時変化　*41*
図 2-8　回分操作の条件設定—Ⅱ　*43*
図 2-9　FBDT 翼と 45°PBT 翼の局所混合性能分布　*51*
図 2-10　領域 10 からトレーサーを注入した場合の混合度の経時変化　*54*
図 2-11　多成分混合操作の条件設定　*55*

図 2-12（a） FBDT 翼と 45°PBT 翼を用いた場合の 5 成分混合の比較
—5 成分の仕込み位置— *61*
図 2-12（b） FBDT 翼と 45°PBT 翼を用いた場合の 5 成分混合の比較
—混合度の経時変化— *61*
図 2-13（a） 通気攪拌槽と槽内の仮想分割 *66*
図 2-13（b） 通気攪拌槽内の混合度の経時変化 *66*
図 2-14（a） 気泡塔とその仮想分割 *68*
図 2-14（b） 気泡塔における混合度の実時間変化 *69*
図 2-14（c） 気泡塔における混合度の無次元時間変化 *69*
図 2-15 分散相の装置内局所粒径分布および連続相の装置内分布と混合度
—（a） 仮想分割,（b） 仮想分布,（c） 完全分離状態,（d）完全一様分布— *71*
図 2-16 固体粒子混合における混合度と翼回転速度の関係 *74*
図 2-17（a),（b） トレーサー注入位置と混合度の軸方向変化の関係
—注入されたトレーサーの等濃度線図— *77*
図 2-17（c） トレーサー注入位置と混合度の軸方向変化の関係
—混合度の軸方向変化— *78*
図 2-18（a),（b） 円管内乱流場の局所混合性能
—r-z 断面および r-θ 断面におけるトレーサー粒子の分散状態— *80*
図 2-18（c） 円管内乱流場の局所混合性能
—局所混合性能の半径方向分布— *81*

表 3-1 2 成分分離操作 *84*
表 3-2 混合および分離に関する評価指標の相互関係 *94*
表 3-3 蒸留操作条件と分離度 *95*
図 3-1 2 成分分離操作 *84*
図 3-2 分離操作の条件設定 *86*
図 3-3（a） 2 成分分離操作における分離度
—Eq.（3.13）で定義された分離度と Newton 効率の比較— *91*
図 3-3（b） 2 成分分離操作における分離度
—Eq.（3.13）で定義された分離度の S 字型曲線— *92*
図 3-4 石油精製用蒸留塔の例 *93*

表 4-1 従来の乱流エネルギースペクトル確率密度分布関数 *101*
表 4-2 攪拌槽のスケールアップ則 *116*
表 4-3 円管のスケールアップ *120*
図 4-1 乱流場の速度変動とその確率密度分布 *100*
図 4-2 α, β の組み合わせと ESD 曲線
（K_1=1 としたときの ESD） *105*

図 4-3　ESD の実測値と Eq.（4.7）で定義された ESD 関数でカーブフィティングした結果の比較　*107*
図 4-4　流速変動測定位置（翼吐出流領域）　*108*
図 4-5　攪拌槽吐出流領域の ESD と槽内径の関係　*108*
図 4-6　最小渦群の平均波数と動粘性係数の関係　*108*
図 4-7　0.6wt%CMC 水溶液のレオロージー曲線　*111*
図 4-8　指数則流体の ESD　*111*
図 4-9　攪拌槽吐出流領域の速度二重相関（U_T：翼先端速度）　*117*
図 4-10　ESD 曲線とスケールアップ則　*118*
図 4-11　円管内乱流の ESD　*120*
図 4-12　円管内乱流の渦群数と管内径の関係　*121*

表 5-1　パラメーター値　*131*
図 5-1（a）　Rosin-Rammler 確率密度分布の場合の PSD　*131*
図 5-1（b）　Rosin-Rammler 確率密度分布の場合の実現確率　*132*
図 5-1（c）　対数正規確率密度分布の場合の PSD　*132*
図 5-1（d）　正規確率密度分布の場合の PSD　*133*
図 5-2　液―液攪拌における液滴径分布の表示　*135*
図 5-3　攪拌支配と通気支配　*135*
図 5-4　通気攪拌における気泡径分布の表示　*137*
図 5-5　晶析槽における結晶粒子径分布への応用　*138*
図 5-6　粉砕操作における砕製物粒子径分布への応用　*140*

表 6-1　Tversky らの結果との比較　*151*
表 6-2　Stanford-Berkeley のフットボールの試合の賭け　*152*
図 6-1　不確実さの程度を示す情報エントロピーの分布　*146*
図 6-2　確率 P のときの不確実さと最大最大の不確実さとの差　*147*
図 6-3　不安度／期待度曲線　*149*
図 6-4　客観確率と主観確率の差　*150*
図 6-5　Stanford-Berkeley のフットボールの試合の賭けの意思決定　*153*
図 6-6　事故に対する不安　*155*
図 6-7　2 つのユニットの改善優先順位決定　*156*
図 6-8（a）　改善策を検討するケース
（現在利益 G_p，成功時最大利益 $G_{\max}$）　*157*
図 6-8（b）　改善策を検討するケース
（現在利益 G_p，成功時最大利益 $G_{\max}$ 失敗時損失 L（一定））　*157*
図 6-8（c-1）　改善策を検討するケース
（現在利益 G_p，成功時最大利益 $G_{\max}$ 失敗時損失 Q の関数（最大 $L_{\max}$））　*157*

図 6-8（c-2） 改善策を検討するケース
（現在利益 G_p，成功時最大利益 $G_{\max}$ 失敗時損失 Q の関数（最大 $L_{\max}$）） *157*
図 6-8（d） 改善策を検討するケース
（現在損失 L_p，失敗時損失 L（一定）） *158*
図 6-8（e） 改善策を検討するケース
（現在損失 L_p，失敗時損失 Q の関数（最大 $L_{\max}$）） *158*
図 6-9 期待度の視点からの改善策を実施すべきかどうかの意思決定 *159*
図 6-10 不安度の視点からの改善策を実施すべきかどうかの意思決定 *160*
図 6-11 重要でないことの判断ウェイト P^n *161*
図 6-12 重要でないことの判断ウェイトを加味した不安度／期待度 *162*