

目次

シリーズ刊行に向けて	xi
原著者まえがき	xiii
訳者まえがき	xvii
第 1 章 はじめに	1
1.1 背景	1
1.1.1 事の起こり	1
1.1.2 MPI フォーラム	2
1.1.3 MPI-2 フォーラム	2
1.2 MPI-2 の新しい機能	4
1.2.1 並列入出力	5
1.2.2 リモートメモリ操作	5
1.2.3 動的プロセス管理	6
1.2.4 その他	7
1.3 本書の内容について	8
第 2 章 MPI-2 を使ってみよう	11
2.1 汎用的に使える MPI プログラムの起動法	11
2.2 並列入出力	12
2.2.1 MPI プログラムにおける非並列入出力	13
2.2.2 MPI プログラムにおける MPI を使わない並列入出力	15
2.2.3 個別ファイルに対する MPI 入出力	15
2.2.4 単一ファイルに対する MPI 入出力	18
2.2.5 Fortran 90 版	20
2.2.6 異なる数のプロセスでファイルを読み込む	21
2.2.7 C++版	24
2.2.8 共有ファイルに書き出す別の方法	27
2.3 リモートメモリアクセス	28
2.3.1 基本的概念——メモリウィンドウ	28
2.3.2 cpi の RMA 版	29

2.4	動的プロセス管理	34
2.4.1	プロセスを追加生成する	35
2.4.2	並列版 cp——簡単なユーティリティー	35
2.5	info について	43
2.5.1	動機、内容、根拠	43
2.5.2	並列入出力における info の使用例	44
2.5.3	動的プロセス管理における info の使用例	45
2.6	まとめ	46
第 3 章	並列入出力	47
3.1	はじめに	47
3.2	単純な入出力に MPI を使う	47
3.2.1	プロセス固有ファイルポインタを使う	48
3.2.2	明示的オフセットを使う	50
3.2.3	ファイルへの書き出し	53
3.3	不連続域アクセスと集団入出力	54
3.3.1	不連続域アクセス	55
3.3.2	集団入出力	59
3.4	ファイルに格納されている配列にアクセスする	62
3.4.1	分散配列	63
3.4.2	darray 使用に関する注意	65
3.4.3	subarray データ型生成関数	65
3.4.4	のりしろ付きの部分配列	69
3.4.5	不規則分散配列	72
3.5	ノンブロッキング入出力とスプリット集団入出力	74
3.6	共有ファイルポインタ	76
3.7	実装側にヒントを渡す	78
3.8	一貫性に関する決まり	81
3.8.1	単純なケース	84
3.8.2	MPI_COMM_WORLD で開いた共有ファイルにアクセスする	84
3.8.3	MPI_COMM_SELF で開いた共有ファイルにアクセスする	87
3.8.4	一般的なアドバイス	88
3.9	ファイルの相互運用性	89
3.9.1	ファイルの物理的構造	89
3.9.2	ファイル中のデータ表現形式	90
3.9.3	可搬性向上のためにデータ型を使う	91
3.9.4	ユーザー定義のデータ表現形式	93
3.10	MPI で高性能入出力を実現する	93

3.10.1	4つのアクセスレベル	93
3.10.2	性能測定結果	96
3.10.3	Upshot グラフ	98
3.11	天体物理学における実例	105
3.11.1	ASTRO3D の入出力要求	105
3.11.2	入出力を MPI で実装する	105
3.11.3	ヘッダーに関する問題	106
3.12	まとめ	108
第 4 章	同期とはどういうことか	111
4.1	はじめに	111
4.2	メッセージパッシングにおける同期	111
4.3	共有メモリとの比較	118
4.3.1	volatile (揮発性) 変数	119
4.3.2	書き込み順序則 (write ordering)	121
4.3.3	コメント	123
第 5 章	リモートメモリ操作の初歩	125
5.1	はじめに	126
5.2	メッセージパッシングとの比較	128
5.3	メモリウインドウ	129
5.3.1	ウインドウのパラメータを決めるときのヒント	132
5.3.2	他のシステムとの関係	132
5.4	データの移動	133
5.4.1	なぜ変位の単位を使うか	136
5.4.2	変位の単位を使うときの注意	137
5.4.3	Fortran における変位の計算	138
5.5	データ転送を完了させる	138
5.6	RMA 操作の具体例	140
5.6.1	格子網ののりしろセル交換	140
5.6.2	通信と計算を組み合わせる	153
5.7	メモリアクセスの落とし穴	157
5.7.1	メモリ操作のアトミック性	157
5.7.2	メモリコヒーレンシ	159
5.7.3	RMA の基本ルール	159
5.7.4	重なり合うウインドウ	160
5.7.5	コンパイラによる最適化	161
5.8	RMA 操作のチューニング	162

5.8.1	MPI_Win_create に対するオプション	162
5.8.2	MPI_Win_fence に対する特別な指定	164
第 6 章	リモートメモリアクセス上級編	169
6.1	はじめに	169
6.2	lock と unlock	169
6.2.1	独立型ブロックキング RMA 操作の実装	171
6.3	MPI ウィンドウ用にメモリを割り当てる	172
6.3.1	C および C++ で MPI_Alloc_mem を使う	172
6.3.2	Fortran で MPI_Alloc_mem を使う	172
6.4	Global Arrays	174
6.4.1	大域配列の生成と解放	176
6.4.2	put と get	178
6.4.3	accumulate	180
6.5	改訂版 NXTVAL	182
6.5.1	ノンブロッキングのロック	183
6.5.2	NXTVAL のスケラブルでない実装	184
6.5.3	ウィンドウの属性	187
6.5.4	NXTVAL のスケラブルな実装	191
6.6	RMA によるミュテックス	194
6.7	Global Arrays のその他のルーチン	195
6.7.1	リード・アンド・インクリメント	195
6.7.2	大域配列用の相互排他	197
6.7.3	MPI 版の Global Arrays に関して	197
6.8	RMA と共有メモリの違い	197
6.9	分散データ構造を扱う	200
6.9.1	分散リストの実装の共有メモリ版	200
6.9.2	分散リストの実装の MPI RMA 版	202
6.9.3	動的に変化する分散データ構造を扱う	206
6.9.4	動的分散リストの実装の MPI 版	208
6.10	コンパイラ最適化と受動的ターゲット同期	212
6.11	スケラブルな同期	213
6.11.1	アクセス許可期間	213
6.11.2	のりしろ格子点の交換 (改訂版)	213
6.11.3	スケラブルな同期の性能を最適化する	215
6.12	まとめ	216
第 7 章	動的プロセス管理	217

7.1	はじめに	217
7.2	新しい MPI プロセスの生成	217
7.2.1	グループ間コミュニケータ	218
7.2.2	行列ベクトル積の例	218
7.2.3	グループ間コミュニケータの集団操作	221
7.2.4	グループ間コミュニケータの 1 対 1 通信	222
7.2.5	プロセスの数を認識する	223
7.2.6	生成するプロセスにコマンドライン引数を渡す	228
7.3	MPI のプログラム同士をつなぐ	229
7.3.1	MPI プログラムで計算結果を可視化する	230
7.3.2	他のプログラムからの接続要求を受け付ける	232
7.3.3	ソケットとの比較	233
7.3.4	複数のプロセスグループ間でデータをやり取りする	234
7.3.5	公開ポート名	236
7.4	MPI における動的プロセス管理の設計思想	239
7.4.1	MPI の動的プロセス管理が目指すもの	240
7.4.2	MPI が規定しなかったこと	241
第 8 章	スレッドで MPI を使う	243
8.1	スレッドの基本と問題点	243
8.1.1	スレッドに関する安全性	244
8.1.2	スレッドとプロセス	245
8.2	MPI とスレッド	246
8.3	スレッド版の NXTVAL	248
8.4	ノンブロッキングの集団操作を実装する	250
8.5	混合モデルのプログラミング——SMP クラスタで MPI を使う	251
第 9 章	上級者向け機能	255
9.1	ファイル中で使う新しいデータ表現形式を定義する	255
9.2	外部インタフェース関数	257
9.2.1	データ型をデコードする	259
9.2.2	一般化リクエスト	262
9.2.3	新しいエラーコードとエラークラスを追加する	267
9.3	複数言語混合のプログラミング	270
9.4	属性キャッシング	272
9.5	エラーの取り回し	275
9.5.1	エラーハンドラ	277
9.5.2	エラーコードとエラークラス	277

9.6	本書で取り上げなかった機能について	280
第 10 章	まとめ	281
10.1	新しいクラスの並列プログラム	281
10.2	MPI-2 の実装の現状	281
10.2.1	ベンダーによる実装	282
10.2.2	無償で入手できる機種非依存型の実装	282
10.2.3	階層化実装	282
10.3	MPI の今後	283
10.3.1	リモートメモリ操作に関する補足	283
10.3.2	スレッドに関する補足	283
10.3.3	言語ごとの呼び出し形式に関する補足	284
10.3.4	MPI 実装間の相互運用性	284
10.3.5	実時間 MPI	284
10.4	おわりに	285
付録 A	MPI-2 ルーチンの呼び出し形式	287
付録 B	インターネット上の MPI 関連情報	329
付録 C	意外に思われること、疑問点、問題点	331
付録 D	mpiexec による外部起動仕様の標準化	335
参考文献		339
索引		347
関数名索引		353