MPI（片方向通信）

2016年3月10日

神戸大学大学院システム情報学研究科計算科学専攻
横川三津夫

講義の内容

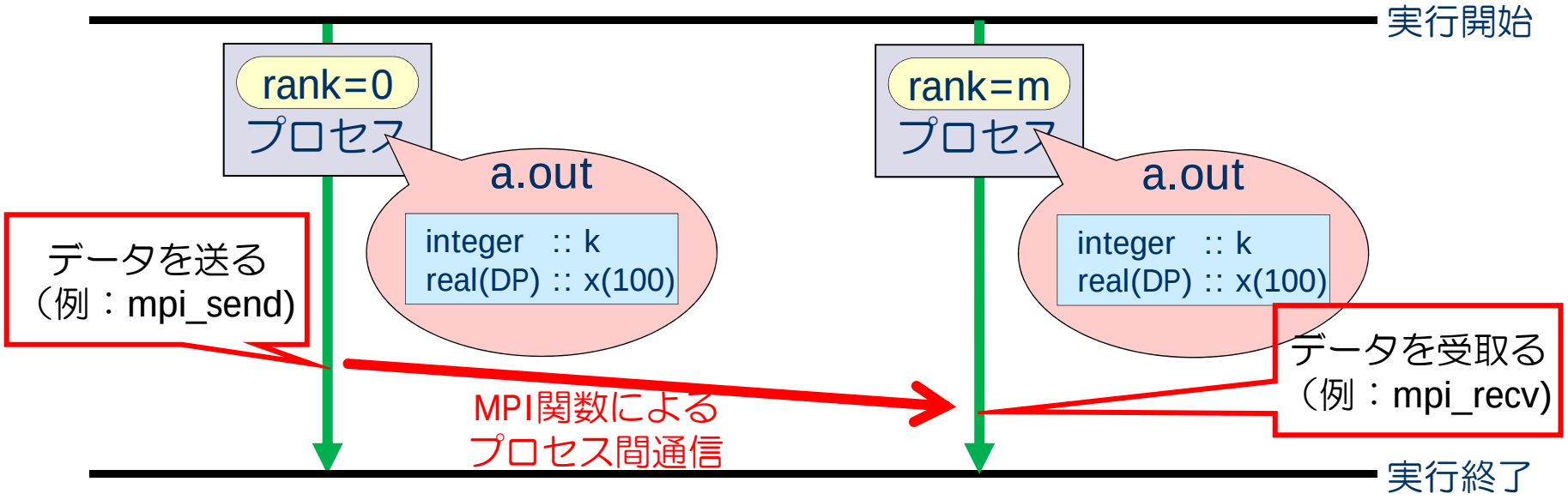
- メッセージ・パシング・インターフェイス（MPI）
- 双方向通信
- 片方向通信
- 演習問題

メッセージ・パシング・インターフェイス

- Message Passing Interface (MPI) とは．．．
  - 複数の独立したプロセス間で，並列処理を行うためのプロセス間メッセージ通信の標準規格
  - 1992年頃より米国の計算機メーカ，大学などを中心に標準化
  - MPI規格化の歴史
    - 1994　MPI-1
    - 1997　MPI-2（一方向通信など）
    - 2012　MPI-3
      - http://www.mpi-forum.org/docs/mpi-3.0/mpi30-report.pdf

双方向通信（one-to-one communication）

- 送信側と受信側で，対応する関数を呼ぶ．
- MPI_send，MPI_recvなどの組合せ



【復習】 1対1通信 – 送信関数（送り出し側）

```
mpi_send( buff, count, datatype, dest, tag, comm, ierr )
```

- buff: 送信するデータの変数名（先頭アドレス）
- count: 送信するデータの数（整数型）
- datatype: 送信するデータの型
  - MPI_INTEGER, MPI_DOUBLE_PRECISION, MPI_CHARACTER など
- dest: 送信先のプロセス番号
- tag: メッセージ識別番号．送るデータを区別するための番号
- comm: コミュニケータ（例えば，MPI_COMM_WORLD）
- ierr: 戻りコード（整数型）

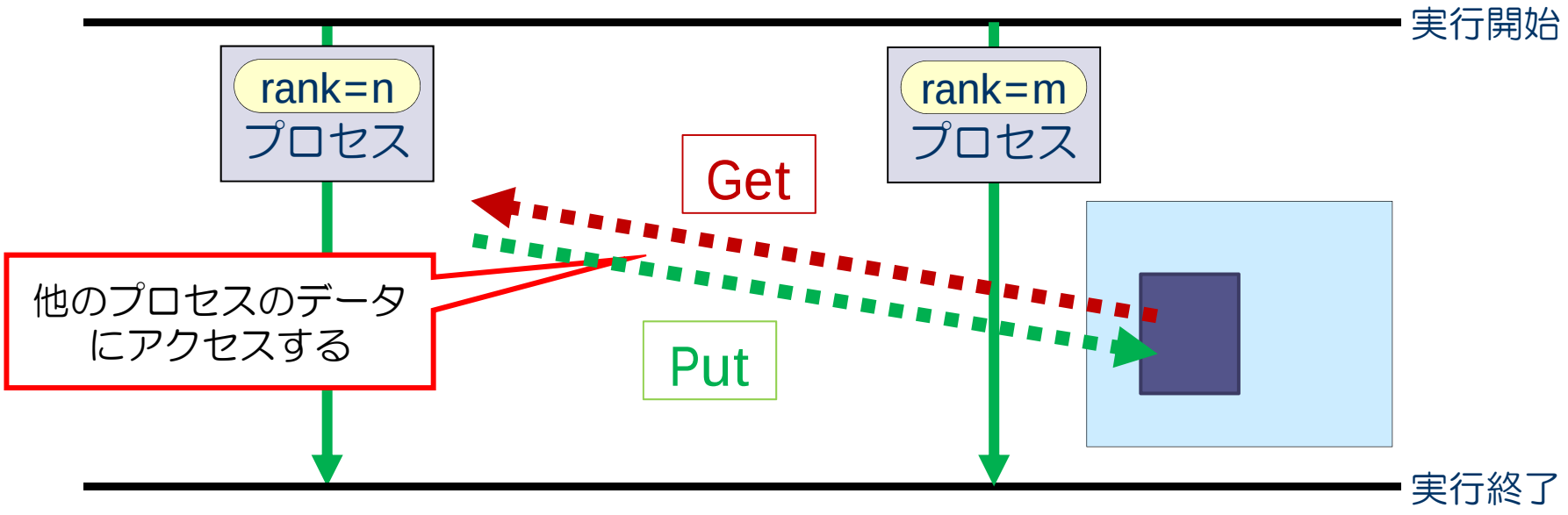
【復習】 1対1通信 – 受信関数（受け取り側）

```
mpi_recv( buff, count, datatype, source, tag, comm, status, ierr )
```

- buff: 受信するデータのための変数名（先頭アドレス）
- count: 受信するデータの数（整数型）
- datatype: 受信するデータの型
  - MPI_INTEGER, MPI_DOUBLE_PRECISION, MPI_CHARACTER など
- source: 送信してくる相手のプロセス番号
- tag: メッセージ識別番号．送られて来たデータを区別するための番号
- comm: コミュニケータ（例えば，MPI_COMM_WORLD）
- status: 受信の状態を格納するサイズMPI_STATUS_SIZEの配列（整数型）
- ierr: 戻りコード（整数型）

片方向通信（One-sided communication）

- 通信相手の状態に関係なく，他のプロセスのデータをアクセスする通信方法
  - Get　　相手のプロセスのデータを獲得
  - Put　　相手のプロセスにデータを挿入



片方向通信の利点

- プロセス間の同期待ちを削減
  - 性能向上の可能性
- データコピーの回数を削減
  - 双方向通信は，データの中間バッファを用いた実装
- RDMA（Remote Direct Memory Access）機構を持つシステムでは，高速実行が可能となる.
  - 計算とデータ通信のオーバーラップ
- 大きなデータ通信において高速実行される場合がある.

Windowオブジェクトの生成

```
【F】mpi_win_create( base, size, disp_unit, info, comm, win, ierr )

【C】int MPI_Win_create(void *base, MPI_Aint size, int disp_unit,
                        MPI_INfo info, MPI_Comm comm, MPI_Win *win )
```

RMA操作に必要なWindowオブジェクトを生成する.

[Input]

- base: windowの先頭アドレス
- size: windowのサイズ（整数型，バイト単位で指定）
  - Fortranの場合，integer(kind=MPI_ADDRESS_KIND):: size とする.
- disp_unit: ずれ当りのサイズ（整数型，バイト単位で指定）
  - MPI_INTEGER，MPI_REALなどではない.
- info: 情報（整数型）
  - Cの場合，MPI_INFO_NULL
- comm: コミュニケータ（例えば，MPI_COMM_WORLD）

[Output]

- win: Windowオブジェクト
  - MPI_getなどで利用
- ierr: 戻りコード（整数型）

Windowオブジェクトの開放

```
【F】mpi_win_free( win, ierr )

【C】int MPI_Win_free( MPI_Win *win )
```

生成したWindowオブジェクトを開放する.

[Input/Output]

- win:　　生成したwindowオブジェクト

[Output]

- ierr:　　戻りコード（整数型）

リモートプロセスのデータの獲得

```
【F】mpi_get( oaddr, ocount, odatetype, target_rank, tdisp, tcount, tdatatype,
              win, ierr )

【C】int MPI_Get( void *oaddr, int ocount, MPI_Datatype odatatype,
                  int target_rank, MPI_Aint target_disp, int tcount,
                  MPI_Datatype tdatatype, MPI_Win win)
```

[Input/Output]

- oaddr: 自分のプロセスの，データを格納する変数の先頭アドレス
- ocount: データの個数（整数型）
- odatatype: データの型（整数型）
- target_rank: リモートプロセスのMPIランク番号
- tdisp: 先頭からのずれ（整数型）
  - 獲得する変数の先頭アドレスは，base ＋ tdisp×disp_unit
  - Fortranの場合，integer(kind=MPI_ADDRESS_KIND):: tdisp と宣言する.
- tcount: ターゲット側のデータの個数（整数型）
- tdatatype: ターゲット側のデータの型（整数型）
- win: 通信するwindowオブジェクト

[Output]

- ierr: 戻りコード（整数型）

リモートプロセスへのデータの書込み

```
【F】mpi_put( oaddr, ocount, odatetype, target_rank, tdisp, tcount, tdatatype,
              win, ierr )

【C】int MPI_Put( const void *oaddr, int ocount, MPI_Datatype odatatype,
                  int target_rank, MPI_Aint target_disp, int tcount,
                  MPI_Datatype tdatatype, MPI_Win win)
```

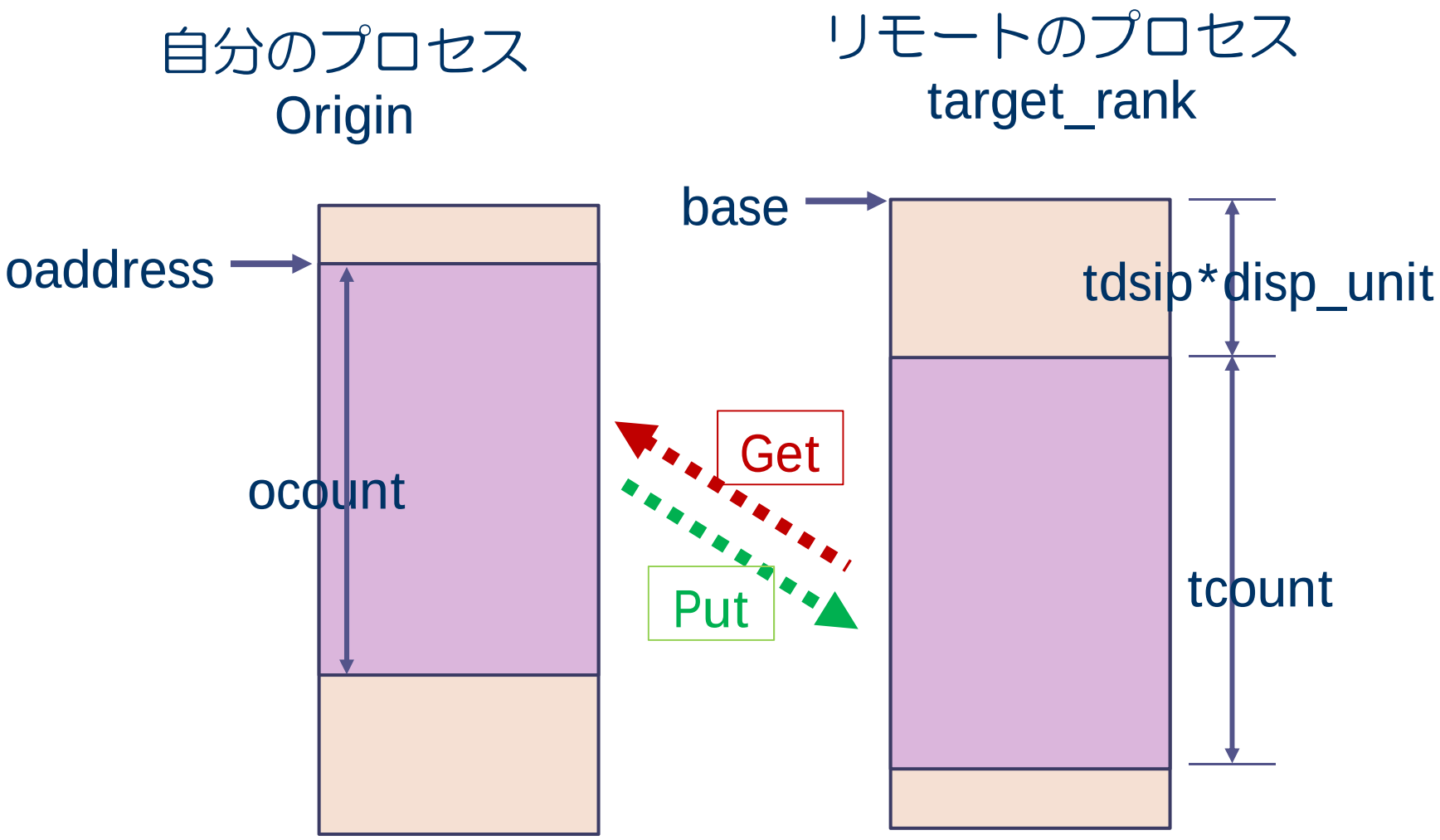
[Input/Output]

- oaddr: 自分のプロセスの，書き込むデータの先頭アドレス
- ocount: データの個数（整数型）
- odatatype: データの型（整数型）
- target_rank: リモートプロセスのMPIランク番号
- tdisp: 先頭からのずれ（整数型）
  - 獲得する変数の先頭アドレスは，base ＋ tdisp×disp_unit
  - Fortranの場合，integer(kind=MPI_ADDRESS_KIND):: tdisp と宣言する.
- tcount: ターゲット側のデータの個数（整数型）
- tdatatype: ターゲット側のデータの型（整数型）
- win: 通信するwindowオブジェクト

[Output]

- ierr: 戻りコード（整数型）

片方向通信関数の引数の意味



片方向通信の同期

```
【F】mpi_win_fence( assert, win, ierr )

【C】int MPI_Win_fence( int assert, MPI_Win win )
```

winオブジェクトの片方向通信関数の同期を取る．fence関数の前に片方向通信が終了している．

[Input/Output]

- assert:　　Windowの状態の確認用．
  通常は 0でよい．MPI_MODE_NOPRECEDEなど
- win:　　windowオブジェクト

[Output]

- ierr:　　戻りコード（整数型）

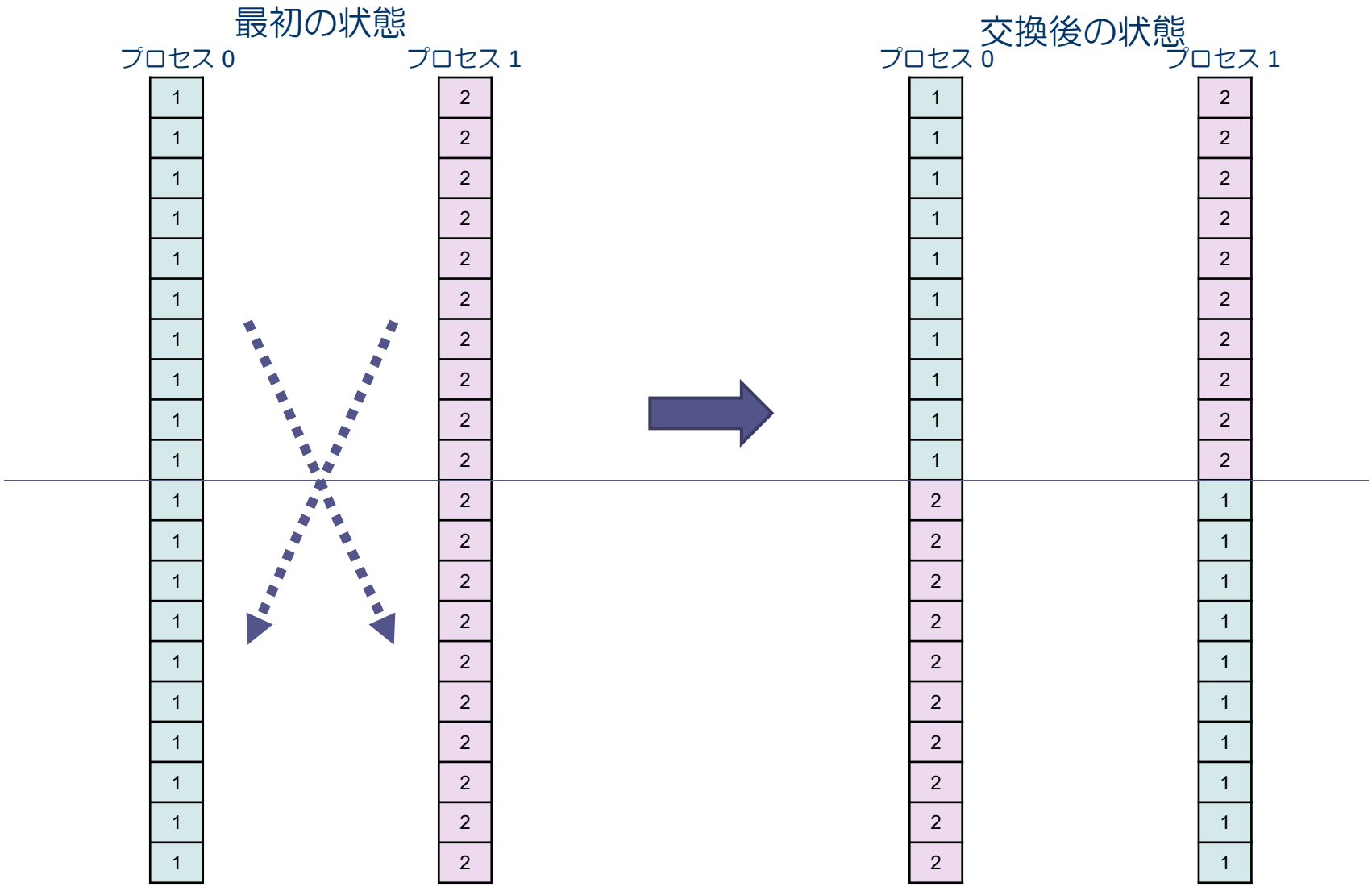
問題：次のプログラムを作れ

- 2つのMPIプロセスにおいて，
  - step 1: 長さ 2nの配列を用意する．どんな型でも良い．
  - step 2: 最初の状態として，プロセス0では配列に1を代入．プロセス1では配列に2を代入．
  - step 3: プロセス0の配列の前半部分（長さn）をプロセス1の配列の後半（長さn）にコピーし，プロセス1の配列の前半部分（長さn）をプロセス0の配列の後半（長さn）にコピーする．

- この作業について，send-recvの組合せと，put-getの組合せの2つのプログラムを作り，結果を確認する．

- n=10くらいでやると出力で確認できる．

プログラムの処理イメージ



プログラム・スケルトン

send-recv

```
# ヘッダ

# mpiの初期化

# 配列を準備




if( myrank == 0 ) then

   rank = 0 の処理（sendして，recvする）

else

   rank = 1 の処理（recvして，sendする）

endif



# 結果の確認

# MPIの終了
```

put-get

```
# ヘッダ

# mpiの初期化

# 配列を準備

# put，get用のWindowをセット

# プロセス0側だけから操作

if( myrank == 0 ) then

     プロセス0の配列の前半部分を，プロセス1の配
     列の後半部分に書き込む

     プロセス1の配列の前半部分をもらい，プロセ
     ス0の配列の後半部分に書き込む

endif

# put，getの同期待ち．MPI_Win_fence

# 結果の確認

# MPIの終了
```

参考：C言語のsend, receive

【復習】 1対1通信 – 送信関数（送り出し側）

```
mpi_send( buff, count, datatype, dest, tag, comm, ierr )
```

- buff: 送信するデータの変数名（先頭アドレス）
- count: 送信するデータの数（整数型）
- datatype: 送信するデータの型
  - MPI_INTEGER, MPI_DOUBLE_PRECISION, MPI_CHARACTER など
- dest: 送信先のプロセス番号
- tag: メッセージ識別番号．送るデータを区別するための番号
- comm: コミュニケータ（例えば，MPI_COMM_WORLD）
- ierr: 戻りコード（整数型）

【復習】 1対1通信 – 受信関数（受け取り側）

```
mpi_recv( buff, count, datatype, source, tag, comm, status, ierr )
```

- buff: 受信するデータのための変数名（先頭アドレス）
- count: 受信するデータの数（整数型）
- datatype: 受信するデータの型
  - MPI_INTEGER, MPI_DOUBLE_PRECISION, MPI_CHARACTER など
- source: 送信してくる相手のプロセス番号
- tag: メッセージ識別番号．送られて来たデータを区別するための番号
- comm: コミュニケータ（例えば，MPI_COMM_WORLD）
- status: 受信の状態を格納するサイズMPI_STATUS_SIZEの配列（整数型）
- ierr: 戻りコード（整数型）