

# 並列計算向け局所(分散)データ構造

- 差分法, 有限要素法, 有限体積法等係数が疎行列のアプリケーションについては領域間通信はこのような局所(分散)データによって実施可能
  - SPMD
  - 内点～外点の順に「局所」番号付け
  - 通信テーブル: 一般化された通信テーブル
- 適切なデータ構造が定められれば, 処理は非常に簡単。
  - 送信バッファに「境界点」の値を代入
  - 送信, 受信
  - 受信バッファの値を「外点」の値として更新

# 初期全体メッシュ

**演習**

<u>21</u>	<u>22</u>	<u>23</u>	<u>24</u>	<u>25</u>
<u>16</u>	<u>17</u>	<u>18</u>	<u>19</u>	<u>20</u>
<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>14</u>	<u>15</u>
<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>
<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>

#PE2

<u>21</u>	<u>22</u>	<u>23</u>	<u>24</u>
<u>16</u>	<u>17</u>	<u>18</u>	<u>19</u>
<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>14</u>
<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	

#PE1

<u>23</u>	<u>24</u>	<u>25</u>
<u>18</u>	<u>19</u>	<u>20</u>
<u>13</u>	<u>14</u>	<u>15</u>
<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>
	<u>4</u>	<u>5</u>

#PE0

<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>		
<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>
<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>

演習

# 3領域に分割

#PE2

<b>7</b> <u>21</u>	<b>8</b> <u>22</u>	<b>9</b> <u>23</u>	<b>15</b> <u>24</u>
<b>4</b> <u>16</u>	<b>5</b> <u>17</u>	<b>6</b> <u>18</u>	<b>14</b> <u>19</u>
<b>1</b> <u>11</u>	<b>2</b> <u>12</u>	<b>3</b> <u>13</u>	<b>13</b> <u>14</u>
<b>10</b> <u>6</u>	<b>11</b> <u>7</u>	<b>12</b> <u>8</u>	

#PE1

<b>14</b> <u>23</u>	<b>7</b> <u>24</u>	<b>8</b> <u>25</u>
<b>13</b> <u>18</u>	<b>5</b> <u>19</u>	<b>6</b> <u>20</u>
<b>12</b> <u>13</u>	<b>3</b> <u>14</u>	<b>4</b> <u>15</u>
<b>11</b> <u>8</u>	<b>1</b> <u>9</u>	<b>2</b> <u>10</u>
	<b>9</b> <u>4</u>	<b>10</b> <u>5</u>

#PE0

<b>11</b> <u>11</u>	<b>12</b> <u>12</u>	<b>13</b> <u>13</u>		
<b>6</b> <u>6</u>	<b>7</b> <u>7</u>	<b>8</b> <u>8</u>	<b>9</b> <u>9</u>	<b>10</b> <u>10</u>
<b>1</b> <u>1</u>	<b>2</b> <u>2</u>	<b>3</b> <u>3</u>	<b>4</b> <u>4</u>	<b>5</b> <u>5</u>

演習

# PE#0: 局所分散データ (sqm.0) ○の部分をつめよ!

#PE2

7 21	8 22	9 23	15 24
4 16	5 17	6 18	14 19
1 11	2 12	3 13	13 14
10 6	11 7	12 8	

#PE1

14 23	7 24	8 25
13 18	5 19	6 20
12 13	3 14	4 15
11 8	1 9	2 10
	9 4	10 5

#PE0

11 11	12 12	13 13		
6 6	7 7	8 8	9 9	10 10
1 1	2 2	3 3	4 4	5 5

```
#NEIBPEtot
  2
#NEIBPE
  1    2
#NODE
  ○    ○
#IMPORTindex
  ○    ○
#IMPORTitems
  ○...
#EXPORTindex
  ○    ○
#EXPORTitems
  ○...
```

# PE#1 : 局所分散データ (sqm.1)

## ○の部分をつめよ!

#PE2

7 21	8 22	9 23	15 24
4 16	5 17	6 18	14 19
1 11	2 12	3 13	13 14
10 6	11 7	12 8	

#PE1

14 23	7 24	8 25
13 18	5 19	6 20
12 13	3 14	4 15
11 8	1 9	2 10
	9 4	10 5

#PE0

11 11	12 12	13 13		
6 6	7 7	8 8	9 9	10 10
1 1	2 2	3 3	4 4	5 5

```
#NEIBPEtot
    2
#NEIBPE
    0    2
#NODE
    ○    ○
#IMPORTindex
    ○    ○
#IMPORTitems
    ○...
#EXPORTindex
    ○    ○
#EXPORTitems
    ○...
```

# PE#2: 局所分散データ (sqm.2)

## ○の部分をつめよ!

#PE2

7 21	8 22	9 23	15 24
4 16	5 17	6 18	14 19
1 11	2 12	3 13	13 14
10 6	11 7	12 8	

#PE1

14 23	7 24	8 25
13 18	5 19	6 20
12 13	3 14	4 15
11 8	1 9	2 10
	9 4	10 5

#PE0

11 11	12 12	13 13		
6 6	7 7	8 8	9 9	10 10
1 1	2 2	3 3	4 4	5 5

```
#NEIBPEtot
    2
#NEIBPE
    1    0
#NODE
    ○    ○
#IMPORTindex
    ○    ○
#IMPORTitems
    ○...
#EXPORTindex
    ○    ○
#EXPORTitems
    ○...
```

# 演習

## #PE2

<b>7</b> <u>21</u>	<b>8</b> <u>22</u>	<b>9</b> <u>23</u>	<b>15</b> <u>24</u>
<b>4</b> <u>16</u>	<b>5</b> <u>17</u>	<b>6</b> <u>18</u>	<b>14</b> <u>19</u>
<b>1</b> <u>11</u>	<b>2</b> <u>12</u>	<b>3</b> <u>13</u>	<b>13</b> <u>14</u>
<b>10</b> <u>6</u>	<b>11</b> <u>7</u>	<b>12</b> <u>8</u>	

## #PE1

<b>14</b> <u>23</u>	<b>7</b> <u>24</u>	<b>8</b> <u>25</u>
<b>13</b> <u>18</u>	<b>5</b> <u>19</u>	<b>6</b> <u>20</u>
<b>12</b> <u>13</u>	<b>3</b> <u>14</u>	<b>4</b> <u>15</u>
<b>11</b> <u>8</u>	<b>1</b> <u>9</u>	<b>2</b> <u>10</u>
	<b>9</b> <u>4</u>	<b>10</b> <u>5</u>

## #PE0

<b>11</b> <u>11</u>	<b>12</b> <u>12</u>	<b>13</b> <u>13</u>			
<b>6</b> <u>6</u>	<b>7</b> <u>7</u>	<b>8</b> <u>8</u>	<b>9</b> <u>9</u>	<b>10</b> <u>10</u>	
<b>1</b> <u>1</u>	<b>2</b> <u>2</u>	<b>3</b> <u>3</u>	<b>4</b> <u>4</u>	<b>5</b> <u>5</u>	



# 手順

- 内点数, 外点数
- 外点がどこから来ているか?
  - IMPORTindex, IMPORTitems
  - NEIBPEの順番
- それを逆にたどって, 境界点の送信先を調べる
  - EXPORTindex, EXPORTitems
  - NEIBPEの順番

# 正解

```
/work/gt00/z30088/pFEM/answer/t2
```

```
go3. sh
```

```
#!/bin/sh
#PJM -N "test"
#PJM -L rscgrp=tutorial-o
#PJM -L node=1
#PJM --mpi proc=3
#PJM -L elapse=00:15:00
#PJM -g gt00
#PJM -j
#PJM -e err
#PJM -o test.lst

mpirexec ./a.out
```

# 外点がどこから来ているか?:PE#0

#PE2

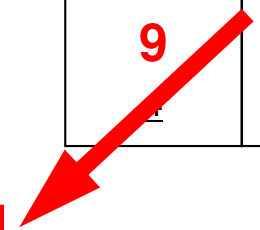
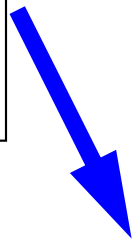
<b>7</b> <u>21</u>	<b>8</b> <u>22</u>	<b>9</b> <u>23</u>	<b>15</b> <u>24</u>
<b>4</b> <u>16</u>	<b>5</b> <u>17</u>	<b>6</b> <u>18</u>	<b>14</b> <u>19</u>
<b>1</b> <u>11</u>	<b>2</b> <u>12</u>	<b>3</b> <u>13</u>	<b>13</b> <u>14</u>
<b>10</b> <u>6</u>	<b>11</b> <u>7</u>	<b>12</b> <u>8</u>	

#PE1

<b>14</b> <u>23</u>	<b>7</b> <u>24</u>	<b>8</b> <u>25</u>
<b>13</b> <u>18</u>	<b>5</b> <u>19</u>	<b>6</b> <u>20</u>
<b>12</b> <u>13</u>	<b>3</b> <u>14</u>	<b>4</b> <u>15</u>
<b>11</b> <u>8</u>	<b>1</b> <u>9</u>	<b>2</b> <u>10</u>
	<b>9</b> <u>4</u>	<b>10</b> <u>5</u>

#PE0

<b>11</b> <u>11</u>	<b>12</b> <u>12</u>	<b>13</b> <u>13</u>		
<b>6</b> <u>6</u>	<b>7</b> <u>7</u>	<b>8</b> <u>8</u>	<b>9</b> <u>9</u>	<b>10</b> <u>10</u>
<b>1</b> <u>1</u>	<b>2</b> <u>2</u>	<b>3</b> <u>3</u>	<b>4</b> <u>4</u>	<b>5</b> <u>5</u>



# PE#0: 局所分散データ

#PE2

7 21	8 22	9 23	15 24
4 16	5 17	6 18	14 19
1 11	2 12	3 13	13 14
10 6	11 7	12 8	

#PE1

14 23	7 24	8 25
13 18	5 19	6 20
12 13	3 14	4 15
11 8	1 9	2 10
	9 4	10 5

#PE0

11 11	12 12	13 13		
6 6	7 7	8 8	9 9	10 10
1 1	2 2	3 3	4 4	5 5

```

#NEIBPEtot
2
#NEIBPE
1 2
#NODE
13 8
#IMPORTindex
2 5
#IMPORTitems
9
10
11
12
13
#EXPORTindex
3 6
#EXPORTitems
4
5
8
6
7
8

```

# 外点がどこから来ているか?:PE#1

#PE2

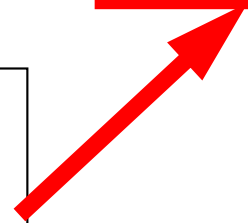
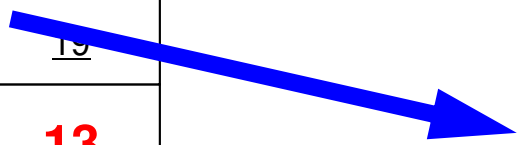
7 <u>21</u>	8 <u>22</u>	9 <u>23</u>	15 <u>24</u>
4 <u>16</u>	5 <u>17</u>	6 <u>18</u>	14 <u>19</u>
1 <u>11</u>	2 <u>12</u>	3 <u>13</u>	13 <u>14</u>
10 <u>6</u>	11 <u>7</u>	12 <u>8</u>	

#PE1

14 <u>23</u>	7 <u>24</u>	8 <u>25</u>
13 <u>18</u>	5 <u>19</u>	6 <u>20</u>
12 <u>13</u>	3 <u>14</u>	4 <u>15</u>
11 <u>8</u>	1 <u>9</u>	2 <u>10</u>
	9 <u>4</u>	10 <u>5</u>

#PE0

11 <u>11</u>	12 <u>12</u>	13 <u>13</u>		
6 <u>6</u>	7 <u>7</u>	8 <u>8</u>	9 <u>9</u>	10 <u>10</u>
1 <u>1</u>	2 <u>2</u>	3 <u>3</u>	4 <u>4</u>	5 <u>5</u>



# PE#1: 局所分散データ

#PE2

7 21	8 22	9 23	15 24
4 16	5 17	6 18	14 19
1 11	2 12	3 13	13 14
10 6	11 7	12 8	

#PE1

14 23	7 24	8 25
13 18	5 19	6 20
12 13	3 14	4 15
11 8	1 9	2 10
	9 4	10 5

#PE0

11 11	12 12	13 13		
6 6	7 7	8 8	9 9	10 10
1 1	2 2	3 3	4 4	5 5

```

#NEIBPEtot
2
#NEIBPE
0 2
#NODE
14 8
#IMPORTindex
3 6
#IMPORTitems
9
10
11
12
13
14
#EXPORTindex
2 5
#EXPORTitems
1
2
3
5
7

```

# 外点がどこから来ているか?:PE#2

#PE2

<b>7</b> <u>21</u>	<b>8</b> <u>22</u>	<b>9</b> <u>23</u>	<b>15</b> <u>24</u>
<b>4</b> <u>16</u>	<b>5</b> <u>17</u>	<b>6</b> <u>18</u>	<b>14</b> <u>19</u>
<b>1</b> <u>11</u>	<b>2</b> <u>12</u>	<b>3</b> <u>13</u>	<b>13</b> <u>14</u>
<b>10</b> <u>6</u>	<b>11</b> <u>7</u>	<b>12</b> <u>8</u>	

#PE1

<b>14</b> <u>23</u>	<b>7</b> <u>24</u>	<b>8</b> <u>25</u>
<b>13</b> <u>18</u>	<b>5</b> <u>19</u>	<b>6</b> <u>20</u>
<b>12</b> <u>13</u>	<b>3</b> <u>14</u>	<b>4</b> <u>15</u>
<b>11</b> <u>8</u>	<b>1</b> <u>9</u>	<b>2</b> <u>10</u>
	<b>9</b> <u>4</u>	<b>10</b> <u>5</u>

#PE0

<b>11</b> <u>11</u>	<b>12</b> <u>12</u>	<b>13</b> <u>13</u>		
<b>6</b> <u>6</u>	<b>7</b> <u>7</u>	<b>8</b> <u>8</u>	<b>9</b> <u>9</u>	<b>10</b> <u>10</u>
<b>1</b> <u>1</u>	<b>2</b> <u>2</u>	<b>3</b> <u>3</u>	<b>4</b> <u>4</u>	<b>5</b> <u>5</u>



# PE#2: 局所分散データ

#PE2

7 21	8 22	9 23	15 24
4 16	5 17	6 18	14 19
1 11	2 12	3 13	13 14
10 6	11 7	12 8	

#PE1

14 23	7 24	8 25
13 18	5 19	6 20
12 13	3 14	4 15
11 8	1 9	2 10
	9 4	10 5

#PE0

11 11	12 12	13 13		
6 6	7 7	8 8	9 9	10 10
1 1	2 2	3 3	4 4	5 5

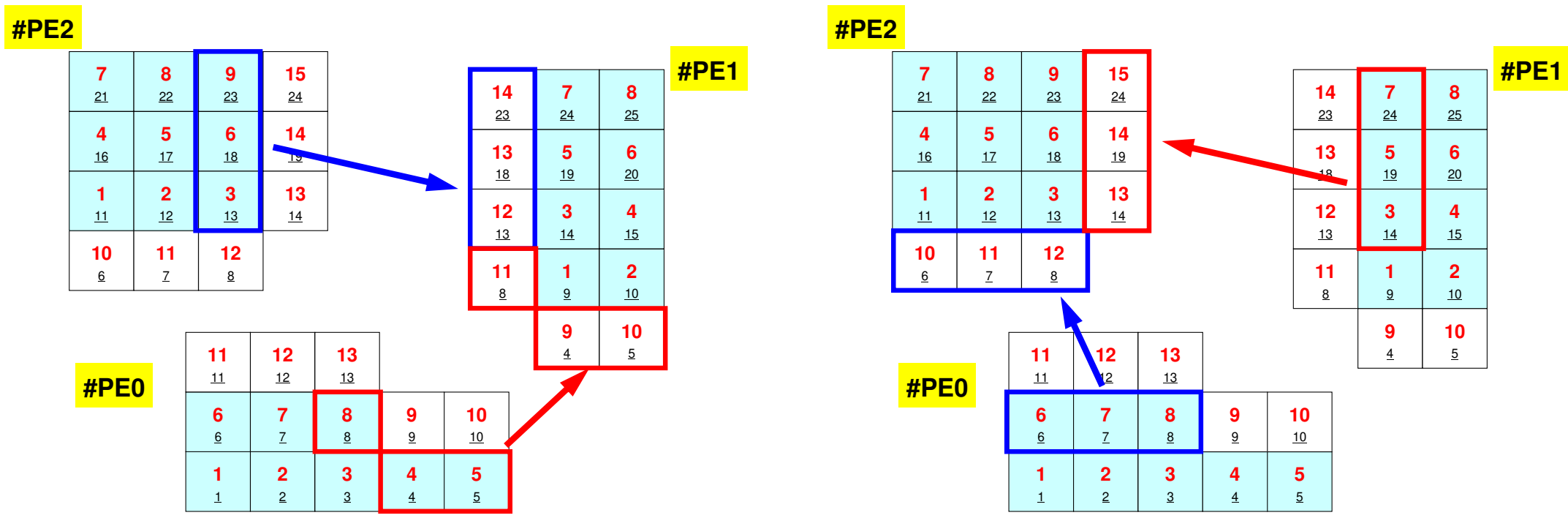
```

#NEIBPEtot
2
#NEIBPE
1 0
#NODE
15 9
#IMPORTindex
3 6
#IMPORTitems
13
14
15
10
11
12
#EXPORTindex
3 6
#EXPORTitems
3
6
9
1
2
3

```



# 境界点の行方?:PE#0



# PE#0: 局所分散データ

#PE2

7 21	8 22	9 23	15 24
4 16	5 17	6 18	14 19
1 11	2 12	3 13	13 14
10 6	11 7	12 8	

#PE1

14 23	7 24	8 25
13 18	5 19	6 20
12 13	3 14	4 15
11 8	1 9	2 10
	9 4	10 5

#PE0

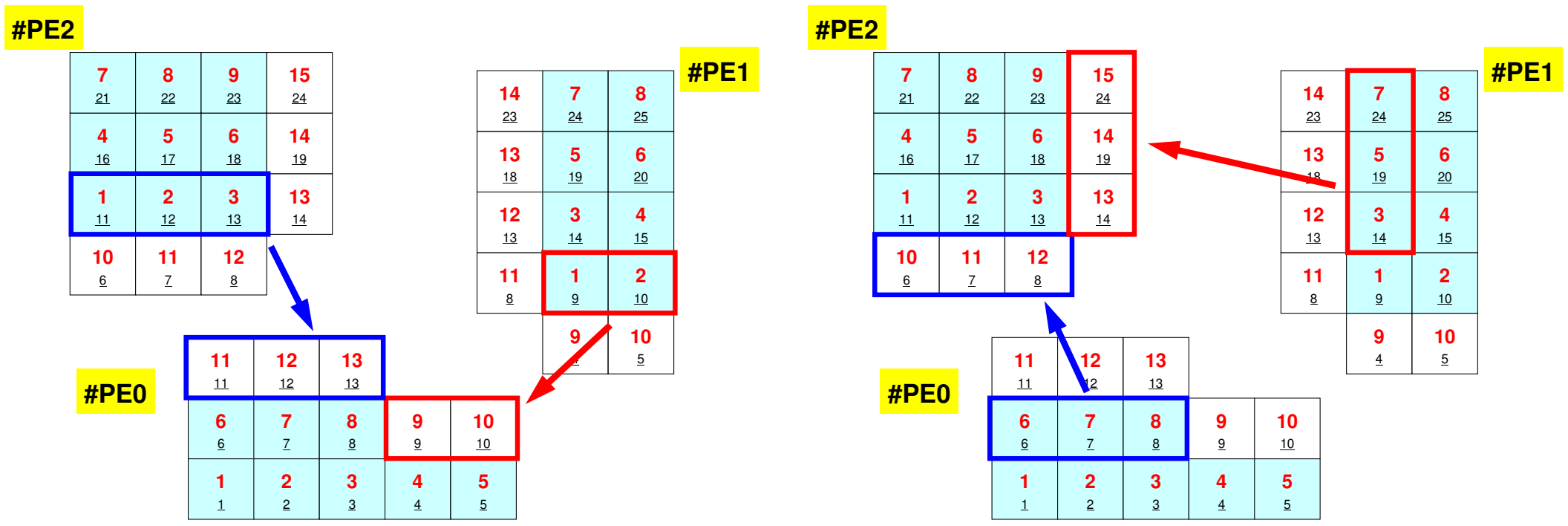
11 11	12 12	13 13		
6 6	7 7	8 8	9 9	10 10
1 1	2 2	3 3	4 4	5 5

```

#NEIBPEtot
2
#NEIBPE
1 2
#NODE
13 8
#IMPORTindex
2 5
#IMPORTitems
9
10
11
12
13
#EXPORTindex
3 6
#EXPORTitems
4
5
8
6
7
8

```

# 境界点の行方?:PE#1



# PE#1: 局所分散データ

#PE2

7 21	8 22	9 23	15 24
4 16	5 17	6 18	14 19
1 11	2 12	3 13	13 14
10 6	11 7	12 8	

#PE1

14 23	7 24	8 25
13 18	5 19	6 20
12 13	3 14	4 15
11 8	1 9	2 10
	9 4	10 5

#PE0

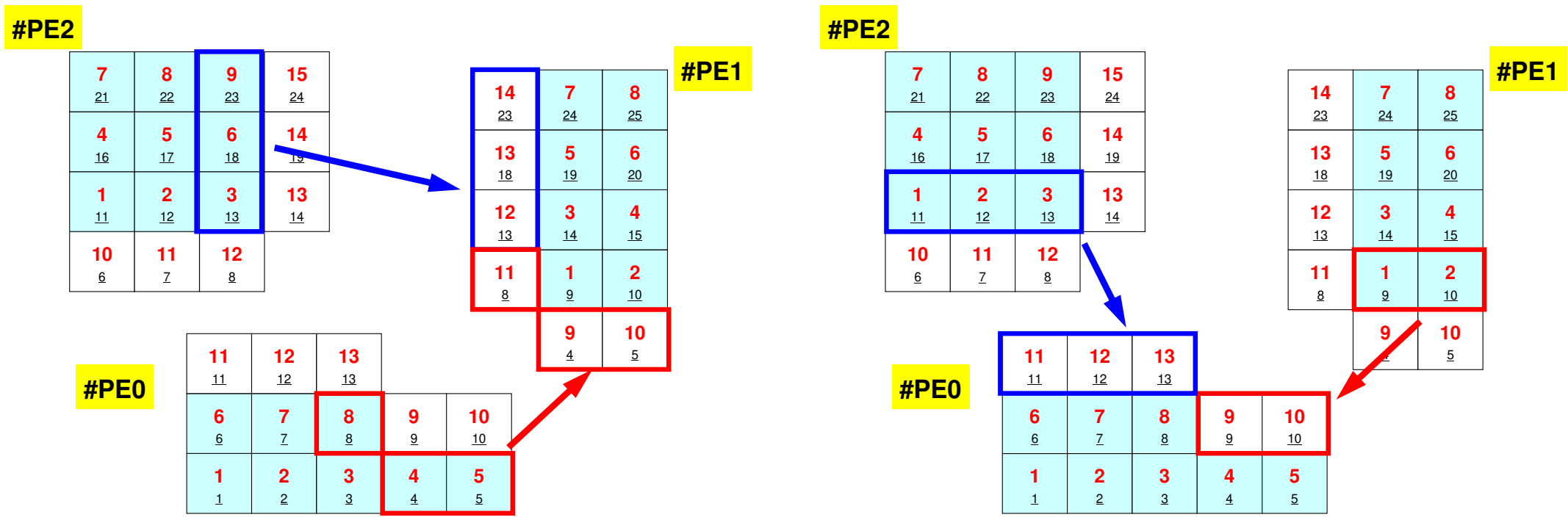
11 11	12 12	13 13		
6 6	7 7	8 8	9 9	10 10
1 1	2 2	3 3	4 4	5 5

```

#NEIBPEtot
2
#NEIBPE
0 2
#NODE
14 8
#IMPORTindex
3 6
#IMPORTitems
9
10
11
12
13
14
#EXPORTindex
2 5
#EXPORTitems
1
2
3
5
7

```

# 境界点の行方?:PE#2



# PE#2: 局所分散データ

#PE2

7 21	8 22	9 23	15 24
4 16	5 17	6 18	14 19
1 11	2 12	3 13	13 14
10 6	11 7	12 8	

#PE1

14 23	7 24	8 25
13 18	5 19	6 20
12 13	3 14	4 15
11 8	1 9	2 10
	9 4	10 5

#PE0

11 11	12 12	13 13		
6 6	7 7	8 8	9 9	10 10
1 1	2 2	3 3	4 4	5 5

```

#NEIBPEtot
2
#NEIBPE
1 0
#NODE
15 9
#IMPORTindex
3 6
#IMPORTitems
13
14
15
10
11
12
#EXPORTindex
3 6
#EXPORTitems
3
6
9
1
2
3

```