ぐるぐる渦巻き，JとExcelとで作る楽しい’Spiral’プログラム

西川　利男
（ Toshio.Nishikawa@kiu.ne.jp ）

皆さん，Spiral（渦巻き）パターンというのを知っていますか？

```
21 22 - - - ->
20  7  8  9 10
19  6  1  2 11
18  5  4  3 12
17 16 15 14 13
```

上のように真ん中からぐるぐると渦巻きで数が成長していくパターンです．

このパターンをコンピュータの画面の上で表示させるにはどうしたらよいでしょう？　簡単そうに見えてBASIC，Cのプログラミングではそう易しくありません．これは一種のパズルです．

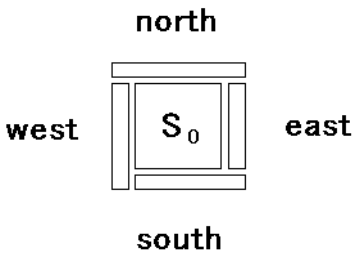
パズルで遊ぶのは楽しいものです．だが，パズルを作るのはもっと楽しいのです．さあ，そのプログラミングをJとExcelとでやってみましょう．

１．Jによるアプローチ

１．１　Spiralパターン生成のアルゴリズムとJによるプログラミング

Spiralパターン表示のプログラムをそのまま作ろうとすると，どう手をつけてよいのかわかりません．けれどもBASIC，Cなどと違ってJでは配列を動的に生成することができるので，これを利用すれば，段階的に処理し，ごく簡単にパターンを作ることができます．このアルゴリズムはJの特徴である強力な配列処理機能をうまく利用したものです．

アルゴリズムを以下の図でわかり易く説明しましょう．


north
west
S_0
east
south

最初にタネとなる配列S_0を考えます.

① まず，S_0の行数に合わせ，その右側にデータを貼り付けS_1とします(east).

② 次にS_1の列数に合わせ，その下側にデータを貼り付けS_2とします (south).

③ さらにS_2の行数に合わせ，その左側にデータを貼り付けS_3とします(west).

④ 最後に S_3の列数に合わせ ，その上側にデータを貼り付け S_4とします (north).

このように順次貼り付けていけば，Spiralパターンが出来上がります．いまの場合は時計方向とし，各操作を上のように名づけました.

このアルゴリズムにしたがってJのプログラムを作ります.

例えば，動詞eastはつぎのようになります.

```
east =: 3 : 0
  t =. {. $ y. NB. 引数である配列ｙ. の行数を得る
  m =. t{. N   NB. 数列データNからt個の値を取る
  y. ., m      NB. 配列ｙ. の右側にｍを貼り付ける
  )
```

同様にして，動詞 south は配列の下側に貼り付け（, を用いて），動詞westは左側に貼り付け（, . を用いて），動詞 north は配列の上側に貼り付け（, を用いて），各操作のプログラムがそれぞれ作られます.

これを用いて，ぐるぐる回りするプログラムspiralはつぎのようになります.

```
spiral =: 3 : 0
   (north@west@south@east)^:(y.) 1 1$1
  )
```

プログラムは入力した値に応じて，任意の回数だけまわるパターンを生成します．実行例として４回まわるSpiralパターンを表示しました.

```
      spiral 4
73 74 75 76 77 78 79 80 81
72 43 44 45 46 47 48 49 50
71 42 21 22 23 24 25 26 51
```

70 41 20 7 8 9 10 27 52
69 40 19 6 1 2 11 28 53
68 39 18 5 4 3 12 29 54
67 38 17 16 15 14 13 30 55
66 37 36 35 34 33 32 31 56
65 64 63 62 61 60 59 58 57

１．２　ウラムの素数 Spiral パターンーさらなる発展

整数論の興味深いデモとして「ウラムの素数 Spiral パターン」というのがあります．Spiral パターンにおいて各整数が素数の場合に適当なしるし（*）をつけてみると，それらはきれいに連がった樹形模様を示す，というのです．

与えられた整数が素数かどうかを見るには J の動詞（q:）を用いてつぎの動詞で簡単にテストできます．

```
prime =: 1: = #@q:
```

素数なら１，合成数なら０を返します．

ウラムのパターンには１と 41 をタネとするつぎの２種類が知られています．これらを考慮して，各操作に少し追加修正を行い，全体プログラムは spiralp としてあります．プログラムリストは付録にあげました．

それぞれのウラムパターンはつぎのようになります．

```
      (prime 1 spiralp 3) {'.*'   NB. Uram's Small Pattern
*..*..
...*...
*.*....
.*..**.
..*.*.*
.*...*.
*.....*
      (prime 41 spiralp 8) {'.*' NB. Uram's Large Pattern
*..*...........
.*.....*.....*..
*.*.*...........
...*.....*.....*.
....*.........*.*
...*.*.....*.....
*.*...*.........*
.......*...*.....
..*.*.*.*.....*..
.....*...*...*...
....*.....*......
.*.......*.*.....
......*.*...*...*
.*...*.*.....*...
......*.*.....*..
.....*...*.*...*.
....*.........*.*
```

２．　Excel によるアプローチ

２．１　Excel の VBA プログラミング

Excel は表計算ソフトとしてよく知られていますが，“セル”と呼ばれるタテヨコのます目を用いるので，Spiral パターンの表示にはもっとも適しているように見えます．問題は渦巻きの動きをどうやって実現するかにあります．

Excel の関数にはいろいろなものがありますが，当然こんなゲームもどき処理を行う関数はありません．しかし，ちょっとしたVBAプログラムを組むだけでこのようなSpiralパターンを実現することができます．

アルゴリズムの基本は前に述べたものと同じです．VBAによる Excel マクロ eastを例にとって説明します．

```
Sub east()
    n = ActiveCell.Offset(, -1).Value       ‘マウスの左側の配列の値
    x = ActiveCell.Offset(, -1).Column      ‘マウスの左側の配列のヨコ座標
    y = ActiveCell.Offset(, -1).Row         ‘マウスの左側の配列のタテ座標
     i = 0
    Do While Cells(y + i, x) > 0            ‘配列のタテの値がなくなるまで
    Cells(y + i, x + 1) = n + i + 1         ‘　配列の右側に値を増やしつつ
    i = i + 1                               ‘　貼り付ける操作を
    Loop                                        ‘繰り返す
    Cells(y + i, x + 1).Select              ‘つぎの位置にマウスを移す
End Sub
```

同様にマクロ south, west, north を作ります．なお，VBAによる Excel プログラミング，とくにマウスの任意位置での処理ActiveCellなどの手法については，前回，前々回の例会資料を参照してください．

Spiralパターン表示の全体プログラムはつぎのようになります．

```
Sub spiral_run()
    m = InputBox(″回数？″)
    For j = 1 To m
    east
     south
    west
     north
End Sub
```

２．２　Excel によるウラムの素数 Spiral パターン－ Excel と J の協調処理

ウラムの素数パターンを Excel でもやってみましょう．素数の判定をするような Excel の関数は見当たりませんが，先に述べた J の関数を利用することができます．そのためには Excel の中から J をコールして使うことになります．

つまりこれは Excel と J の協調処理のちょうどよい例といえます． Excel から J を利用する手法については，志村氏，竹下氏の詳細な解説を参照してください．

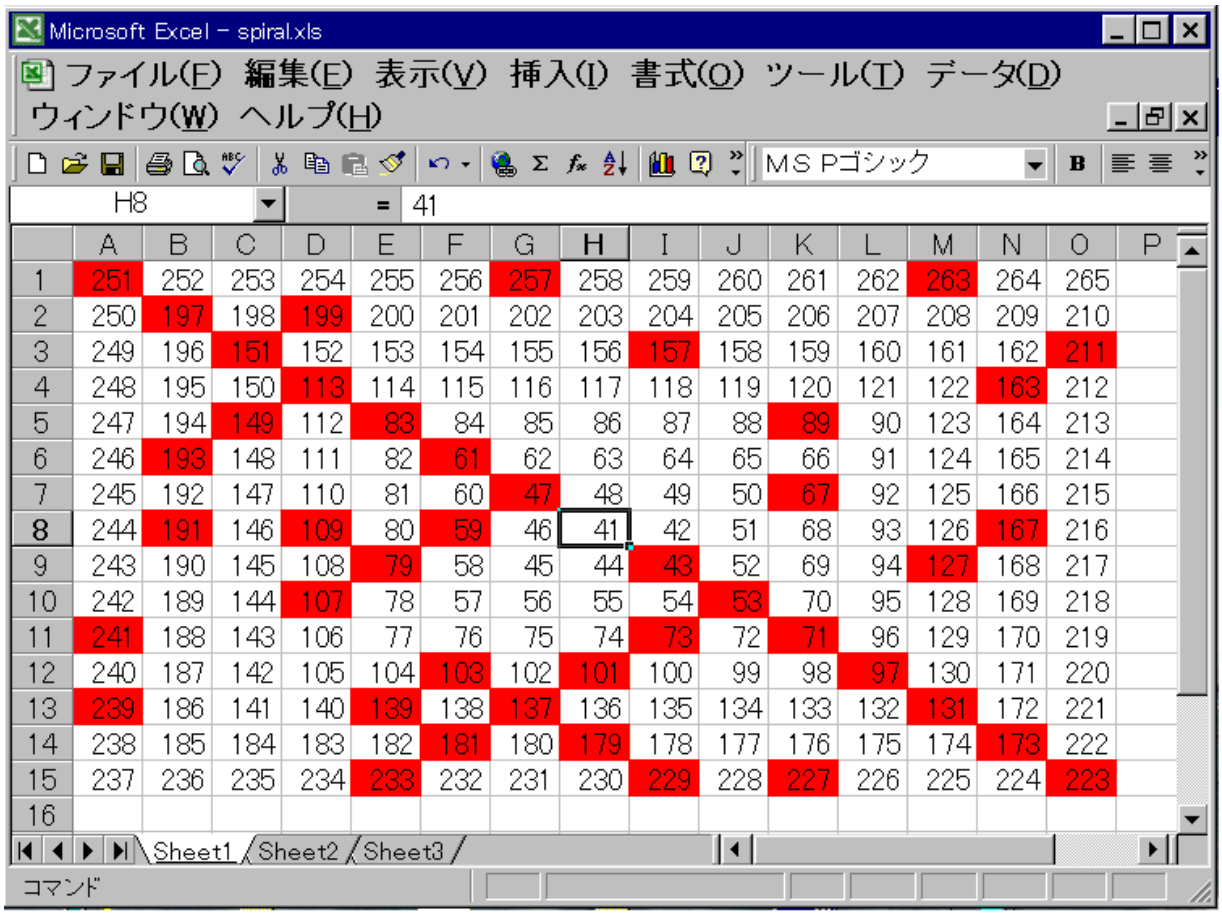
ウラムの素数 spiral パターンとしては，素数のセルは色を変えて表示するようにしました．そのための付加，修正をしたマクロ eastp はつぎのようになります．

```
Sub eastp()
    n = ActiveCell.Offset(, -1).Value
    x = ActiveCell.Offset(, -1).Column
    y = ActiveCell.Offset(, -1).Row
    i = 0
    Do While Cells(y + i, x) > 0
    Cells(y + i, x + 1) = n + i + 1
    If prime(n + i + 1) Then          ‘素数のときはセルの色を赤にする
    Cells(y + i, x + 1).Interior.Color = RGB(255, 0, 0)
    End If
    i = i + 1
    Loop
    Cells(y + i, x + 1).Select
End Sub
```

また素数テストのマクロ prime はつぎのとおりで， Excel の値を J に渡して実行し，そのテスト結果を返しています．

```
Function prime(v)
    ec = js.Set("temp", v)            ‘Excel の値を J の名詞にセットする
    prime = jcmd("1 = # q: temp")     ‘J のコマンドとして実行して
End Function                          ‘Excel のリターン値として返す
```

２．３　Excel によるウラムの素数 Spiral パターンの実行



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	
2	250	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	
3	249	196	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	211	
4	248	195	150	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	163	212	
5	247	194	149	112	83	84	85	86	87	88	89	90	123	164	213	
6	246	193	148	111	82	61	62	63	64	65	66	91	124	165	214	
7	245	192	147	110	81	60	47	48	49	50	67	92	125	166	215	
8	244	191	146	109	80	59	46	41	42	51	68	93	126	167	216	
9	243	190	145	108	79	58	45	44	43	52	69	94	127	168	217	
10	242	189	144	107	78	57	56	55	54	53	70	95	128	169	218	
11	241	188	143	106	77	76	75	74	73	72	71	96	129	170	219	
12	240	187	142	105	104	103	102	101	100	99	98	97	130	171	220	
13	239	186	141	140	139	138	137	136	135	134	133	132	131	172	221	
14	238	185	184	183	182	181	180	179	178	177	176	175	174	173	222	
15	237	236	235	234	233	232	231	230	229	228	227	226	225	224	223	
16																

プログラムの実行は初期値（１または４１）をシート画面の中央のあたりのセルにセットし，その右側のセルをマウスクリックした上で，Excel のマクロ uram_spiral_run を CTRL-u で実行します．回数を入力すれば，ウラムパターンが出来上がります．

J と Excel とのプログラムによりそれぞれ spiral パターン，さらには協調的に用いてウラムの素数 spiral パターンをつくることができました．これによりプログラミングの楽しさを体験していただけたらと思います．

参考文献

西川利男「ウラムの素数渦巻きパターン」 2001/10/27

西川利男「Excel を用いた日本語・韓国語の機械翻訳の試み」2002/9/28

西川利男「 Excel の自由自在手法への VBA プログラミングのすすめ」2002/10/26

志村正人「J for WIN9x/NT 入門， EXCEL とのリンク」 1998/9/24 など

竹内寿一郎「J の中でエクセルをエクセルの中で J を使う」 2000/12/16

付録１　Ｊのプログラム

```
NB. Stanislaw Uram's prime spiral pattern by T. Nishikawa 2001/10/22
NB.  「素数の不思議」, 好田順治著, 現代数学社, p.56-58
NB.   spiral n -> returns pattern of 1 to (2*n+1)^2
 spiral =. 3 : 0
S=. 1 1$1
 N=: }: 2+i. *: 1+2*y.
  (north @ west @ south @ east) ^:(y.) S
 )
 east =: 3 : 0
N=: t}. N [ m=. t{.N [ t=. {. $y.
y. ,. m
 )
south =: 3 : 0
 N=: t}.N [ m=. t{.N [ t=. {: $y.
y. , |. m
 )
 west =: 3 : 0
 N=: t}.N [ m=. t{.N [ t=. {. $y.
(|.m) ,. y.
 )
north =: 3 : 0
 N=: t}.N [ m=. t{.N [ t=. {: $y.
  m, y.
 )
spiralp =. 3 : 0
 :
u=: <: x. + *: 1 + 2 * y.
 r=. >: u - x.
t=. -: <: %: r
 S=. 1 1$x.
 N =: (>: x.) to u
 (north @ west @ south @ east) ^:(t) S
 )
to =: 4 : 0
x. + i. >: y. - x.
 )
 prime =: 1: = #@q:
NB. (prime 1 spiralp 3) {'.*'   -> Uram's Small Pattern
NB. (prime 41 spiralp 19) {'.*'          -> Uram's Large Pattern
```

付録２　Excel の VBA プログラム

```
'Uram's Prime Spiral Pattern by T. Nishikawa 2002/10/28
 Sub northp()
     n = ActiveCell.Offset(1).Value
      x = ActiveCell.Offset(1).Column
     y = ActiveCell.Offset(1).Row
      i = 0
     Do While Cells(y, x + i) > 0
      Cells(y - 1, x + i) = n + i + 1
      If prime(n + i + 1) Then
     Cells(y - 1, x + i).Interior.Color = RGB(255, 0, 0)
     End If
     i = i + 1
     Loop
     Cells(y - 1, x + i).Select
End Sub
 Sub eastp()
     n = ActiveCell.Offset(, -1).Value
      x = ActiveCell.Offset(, -1).Column
      y = ActiveCell.Offset(, -1).Row
      i = 0
     Do While Cells(y + i, x) > 0
      Cells(y + i, x + 1) = n + i + 1
      If prime(n + i + 1) Then
     Cells(y + i, x + 1).Interior.Color = RGB(255, 0, 0)
     End If
     i = i + 1
     Loop
     Cells(y + i, x + 1).Select
End Sub
 Sub southp()
      n = ActiveCell.Offset(-1).Value
     x = ActiveCell.Offset(-1).Column
      y = ActiveCell.Offset(-1).Row
      i = 0
     Do While Cells(y, x - i) > 0
      Cells(y + 1, x - i) = n + i + 1
      If prime(n + i + 1) Then
     Cells(y + 1, x - i).Interior.Color = RGB(255, 0, 0)
     End If
```

```
    i = i + 1
    Loop
    Cells(y + 1, x - i).Select
End Sub
Sub westp()
    n = ActiveCell.Offset(, 1).Value
    x = ActiveCell.Offset(, 1).Column
    y = ActiveCell.Offset(, 1).Row
     i = 0
    Do While Cells(y - i, x) > 0
     Cells(y - i, x - 1) = n + i + 1
     If prime(n + i + 1) Then
    Cells(y - i, x - 1).Interior.Color = RGB(255, 0, 0)
    End If
    i = i + 1
    Loop
    Cells(y - i, x - 1).Select
End Sub
Sub uram_spiral_run()
    m = InputBox("回数？")
    For j = 1 To m
     eastp
    southp
     westp
    northp
    Next j
End Sub
 Function prime(v)
     ec = js.Set("temp", v)
     prime = jcmd("1 = # q: temp")
 End Function
```