

# シミュレーション論 I

## 第7回

### 待ち行列のシミュレーション(2)

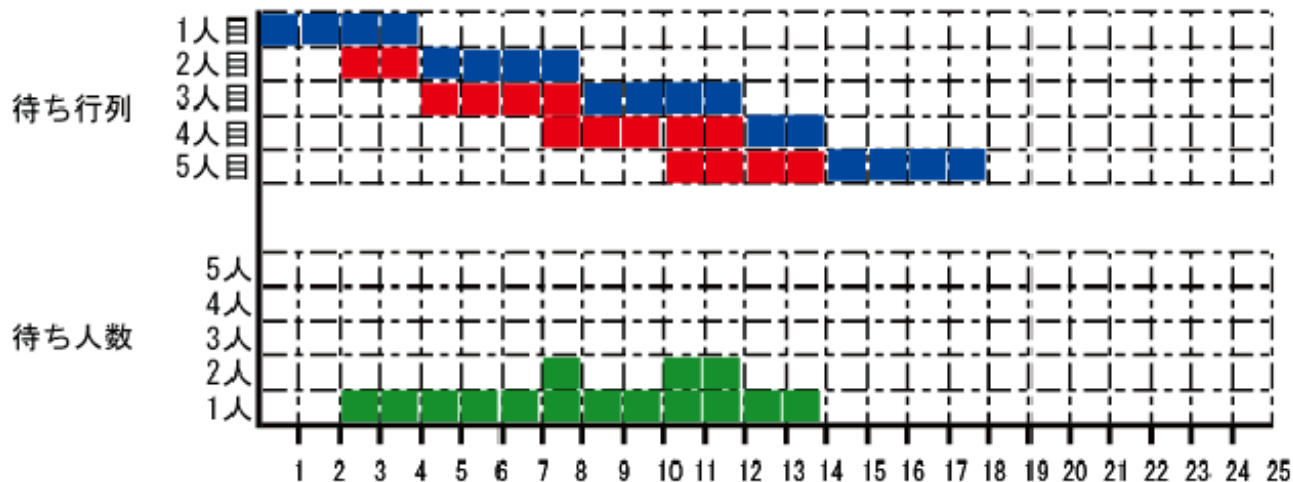
- これまでの講義資料について
- 講義資料を以下のURLで公開していますので、欠席の場合などは利用して下さい

<http://ns1.shudo-u.ac.jp/~iyori/>

# 第6回のレポート(解答例)

- 乱数表より乱数を記入し、到着間隔・サービス時間にしたがってグラフを作成する

人数	乱数	到着間隔	乱数	サービス時間
1	4	0	4	4
2	5	2	5	4
3	3	2	4	4
4	6	3	1	2
5	7	3	5	4



例)  
 最大待ち人数: 2人  
 最大待ち時間: 5分  
 平均待ち時間: 3分



# 待ち行列(復習)

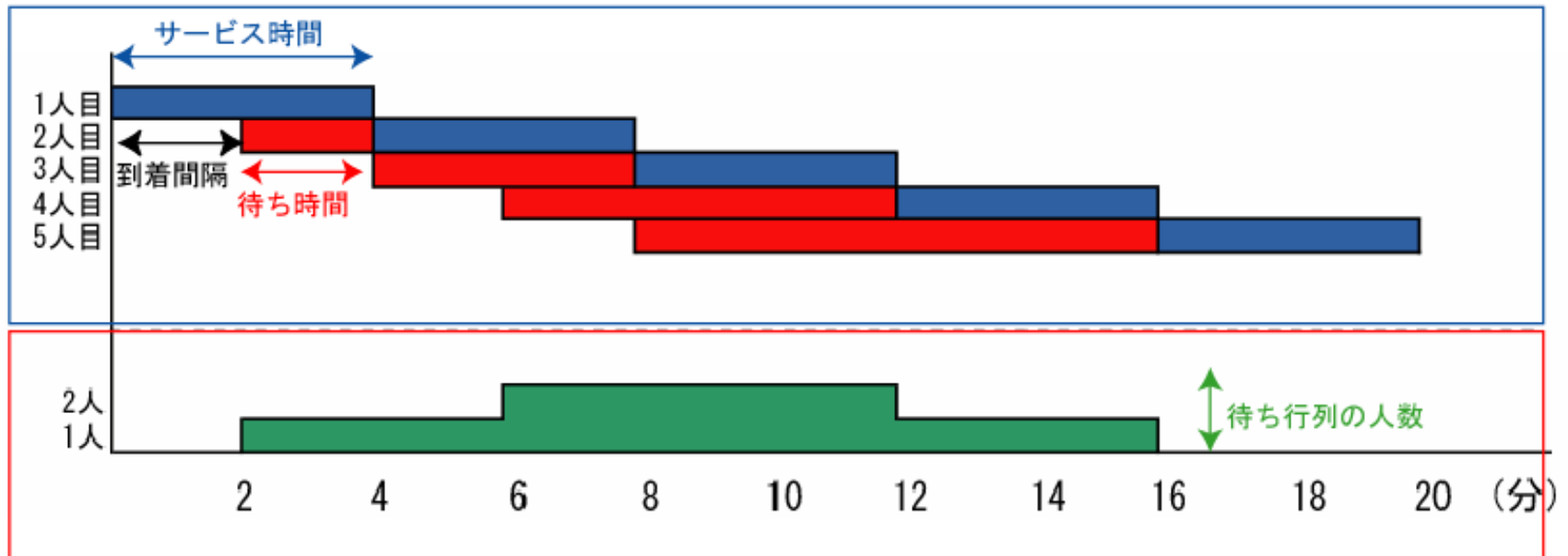
- 待ち行列: 切符の自動販売機やスーパーのレジなどのように、客が順番にサービスを受けるために並ぶ行列

## 待ち行列の種類

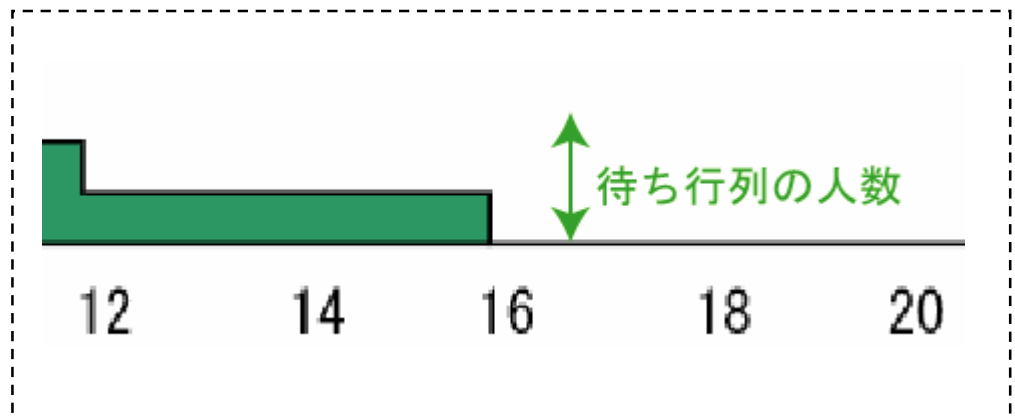
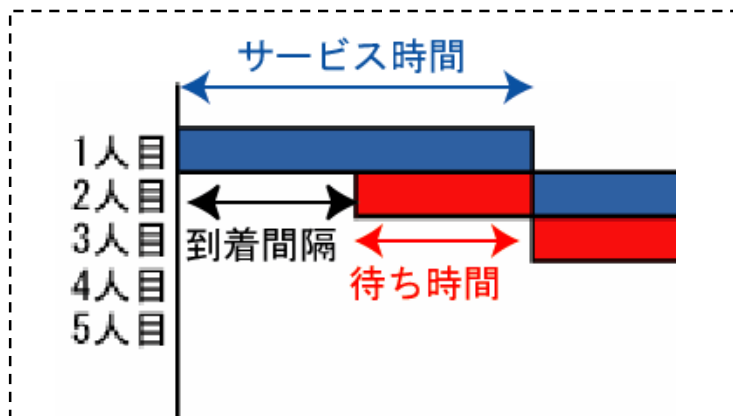
- 定期到着、定期サービス: 客の到着間隔、サービス時間とも一定
- ランダム到着、定期サービス: 客の到着間隔はバラバラだが、サービスにかかる時間は一定
- 定期到着、ランダムサービス: 客の到着間隔は一定だが、サービスにかかる時間はバラバラ
- ランダム到着、ランダムサービス: 客の到着時間、サービス時間ともバラバラ

# 待ち行列グラフ(復習)

## 待ち行列グラフ



## 待ち人数グラフ



# シミュレーションのモデル

- 乱数の値に応じて到着間隔、サービス時間を決定して表を作成する。
- 到着間隔とサービス時間が以下の確率に従うと考えて、ランダム到着・ランダムサービスの場合を考える。

到着間隔	確率
1	0.1
2	0.2
3	0.4
4	0.2
5	0.1

サービス時間	確率
1	0.1
2	0.1
3	0.3
4	0.4
5	0.1

- ノートPCをお持ちでない方は別課題1をやって下さい

# 乱数を生成する

- 以下のような表を作成し、乱数の部分に `=RAND()` と記述する。
- ただし1人目は乱数なし、到着間隔は0とする。
- 記述したら下へ人数分コピーしておく。

	A	B	C	D	E	F
1	人数	乱数1	到着間隔	乱数2	サービス時間	
2	1		0	<code>=RAND()</code>		
3	2	<code>=RAND()</code>				
4	3					
5	4					
6	5					
7						

- 続いて、乱数の値に合わせて到着間隔とサービス時間を決定する。



# 到着間隔を生成する

- 乱数の値が 0~0.1 :到着間隔 1分、0.1~0.3:到着間隔 2分、0.3~0.7:到着間隔 3分、0.7~0.9:到着間隔 4分、0.9~1 :到着間隔 5分
- 到着間隔のセル(C3)に以下の数式を入力する

CORREL						
✖ ✔ 🔍 =IF(B3<0.1,1,IF(B3<0.3,2,IF(B3<0.7,3,IF(B3<0.9,4,5))))						
	A	B	C	D	E	F
1	人数	乱数1	到着間隔	乱数2	サービス時間	
2	1		0	0.350743978		
3	2	0.285994795	=IF(B3<0.1,1,IF(B3<0.3,2,IF(B3<0.7,3,IF(B3<0.9,4,5))))			
4	3					
5	4					
6	5					
7						

- (C3セル)  
=IF(B3<0.1,1,IF(B3<0.3,2,IF(B3<0.7,3,IF(B3<0.9,4,5))))

# サービス時間を生成する

- 乱数の値が 0~0.1 : サービス時間 1 分、0.1~0.2: サービス時間 2 分、0.2~0.5: サービス時間 3 分、0.5~0.9: サービス時間 4 分、0.9~1 : サービス時間 5 分
- サービス時間のセル(E2)に以下の数式を入力

	A	B	C	D	E	F
1	人数	乱数1	到着間隔	乱数2	サービス時間	
2	1		0	0.296353051	=IF(D2<0.1,1,IF(D2<0.2,2,IF(D2<0.5,3,IF(D2<0.9,4,5))))	
3	2	0.680293583	3			
4	3					
5	4					
6	5					
7						

- (E2セル)  
=IF(D2<0.1,1,IF(D2<0.2,2,IF(D2<0.5,3,IF(D2<0.9,4,5))))

# 到着間隔・サービス時間の表の完成

- 入力が終わったらそれぞれ下へ人数分だけコピーすると、以下のような表ができる。

	A	B	C	D	E	F
1	人数	乱数1	到着間隔	乱数2	サービス時間	
2	1		0	0.638502494	4	
3	2	0.586574989	3	0.965063762	5	
4	3	0.7573072	4	0.385243829	3	
5	4	0.140601074	2	0.662298669	4	
6	5	0.257549868	2	0.050316389	1	
7						

注: 数値は人によって異なります

# グラフに必要なデータを計算する

- グラフの作成のために、各人の「**到着時刻**」、「**サービス開始時刻**」、「**サービス終了時刻**」を計算する

- **到着時刻** = 前の人**の到着時刻** + **到着間隔**
- **サービス開始時刻** = MAX(前の人**のサービス終了時刻**、**到着時刻**)
- **サービス終了時刻** = **サービス開始時刻** + **サービス時間**



# サービス開始時刻の計算

- サービス開始時刻は、「前の人サービス終了時刻」と「到着時刻」の遅い方となる
- サービス開始時刻 = MAX(前の人サービス終了時刻、到着時刻)
- Excelの =MAX(a, b) を使うと大きい方の値を出してくれるので利用する
- (H3セル) =MAX(I2, G3)

F	G	H	I	J
	到着時刻	サービス開始時刻	サービス終了時刻	
	0	0	4	
	3	=MAX(I2, G3)		

# サービス終了時刻の計算

- サービス終了時刻 = サービス開始時刻 + サービス時間
- (I3セル) = H3 + E3

	E	F	G	H	I	J
	サービス時間		到着時刻	サービス開始時刻	サービス終了時刻	
5	4		0	0	4	
7	4		5	5	=H3+E3	
3	1					
	4					
3	5					

- できたらG2~I2セルを下へ人数分コピーする

F	G	H	I	J
	到着時刻	サービス開始時刻	サービス終了時刻	
	0	0	3	
	3	3	7	
	6	7	11	
	8	11	15	
	13	15	18	





# 状態を考える

- ある人の状態がどのようになっているか考えよう
- 状態の数は「4」
  - (1) 到着前  
現在時刻 < 到着時刻
  - (2) 待っている状態  
到着時刻  $\leq$  現在時刻 < サービス開始時刻
  - (3) サービスを受けている状態  
サービス開始時刻  $\leq$  現在時刻 < サービス終了時刻
  - (4) サービス終了済み  
サービス終了時刻 < 現在時刻

# Excel上での表現

- 4つの状態をそれぞれ “”、“待”、“サ”、“” で表すように IF関数を利用してみよう
- 現在時刻 < 到着時刻 なら “” (ダブルコーテーション2つ、中身なし)
- それ以外で 現在時刻 < サービス開始時刻 なら “待”
- それ以外で 現在時刻 < サービス終了時刻 なら “サ”
- それ以外なら “”
- IF関数を使って

(M2セル)

```
=IF(M$7<$G2,"",IF(M$7<$H2,"待",IF(M$7<$I2,"サ",""))))
```

## Excel上での表現(2)

(M2セル)

```
=IF(M$7<$G2,"",IF(M$7<$H2,"待",IF(M$7<$I2,"サ",""))))
```

	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB
	到着時刻	サービス開始時刻	サービス終了時刻																			
1	0	0	2				=IF(M\$7<\$G2,"",IF(M\$7<\$H2,"待",IF(M\$7<\$I2,"サ",""))))															
2	3	3	4																			
3	6	6	9																			
4	9	9	13																			
5	12	13	14																			

- ※ 現在時刻は「M7セル」から右へ順に使用する
- ※ 縦・横にコピーすることを考えて絶対参照 \$ を使う
- ※ \$ が前についているアルファベット、数字は縦横にコピーしても変化しない

# Excel上での表現(3)

- 右(AL列まで)・下(6行まで)へM2セルをコピーする
- うまくいってれば下記のような状態になる

L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM
1	サ	サ	サ	サ																							
2																											
3																											
4																											
5																											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	

L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM
1	サ	サ	サ																								
2						サ	サ																				
3									サ	サ	サ	サ															
4									待	待	待	サ	サ	サ													
5												待	待	待	サ												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	

# 待ち人数グラフの作成

- 続いて待ち人数のグラフを作成する
- 待ち人数は、「縦列での ”待” の数」になる

	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM
1		サ	サ	サ	サ																							
2				待	待	サ	サ	サ	サ																			
3							待	待	待	サ	サ	サ																
4									待	待	待	待	サ	サ	サ													
5												待	待	待	待	サ	サ	サ	サ									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	

“待”が縦に2つ並んでいるので待ち人数は2

- Excelの **COUNTIF関数** を使って ”待” の数を集計するとよい
- COUNTIF関数・・・条件に合致するセルの数の合計を出す

# Excel上での表現

- COUNTIF関数で縦の”待”の数を集計し、L列(1~5)の数値がそれ以下ならセルにL列の数字を、それ以外なら ”” を記入する

(M9セル)

```
=IF($L9<=COUNTIF(M$2:M$6,"待"),$L9,"")
```

	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF
1			サ	サ	サ	サ																
2								サ	サ	サ	サ											
3													サ	サ								
4															サ	サ	サ	サ				
5																		待	サ	サ		
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
5			=IF(\$L9<=COUNTIF(M\$2:M\$6,\"待\"),\$L9,\"\")																			
4																						
3																						
2																						
1																						
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

# Excel上での表現(2)

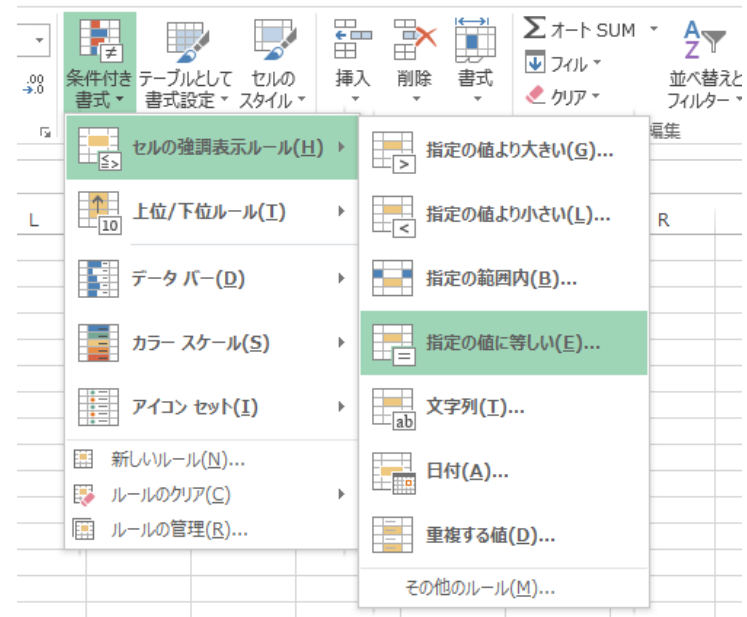
- できたら左右・上下にコピー
- うまくいってれば下記のようになるはず
- F9キーを何度か押して確認してみよう

L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM
1	サ	サ	サ	サ																							
2				待	サ	サ																					
3							サ	サ	サ	サ	サ																
4									待	待	待	サ	サ	サ	サ												
5											待	待	待	待	待	サ	サ	サ	サ								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
5																											
4																											
3																											
2											2																
1				1					1	1	1	1	1	1	1												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	

# セルに色をつける

- セルに色をつけるには「条件付書式」を使う
- 待ち行列のグラフ部分を選択し、「ホーム」から「条件付き書式」→「セルの強調表示ルール」→「指定の値に等しい」を選択

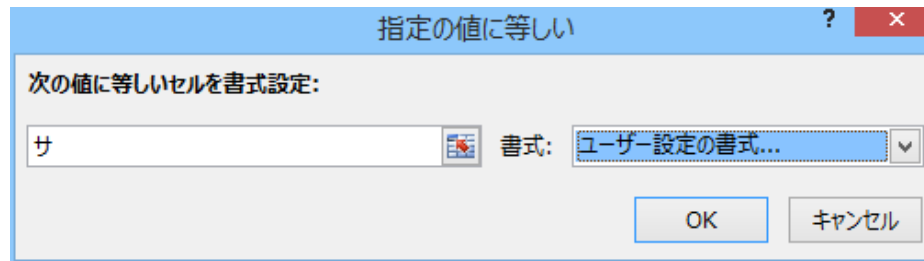
	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	
1	サ																											
2					サ	サ	サ	サ																				
3						待	待	サ																				
4								サ																				
5										サ	サ																	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
5																												
4																												
3																												
2																												
1							1	1																				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		



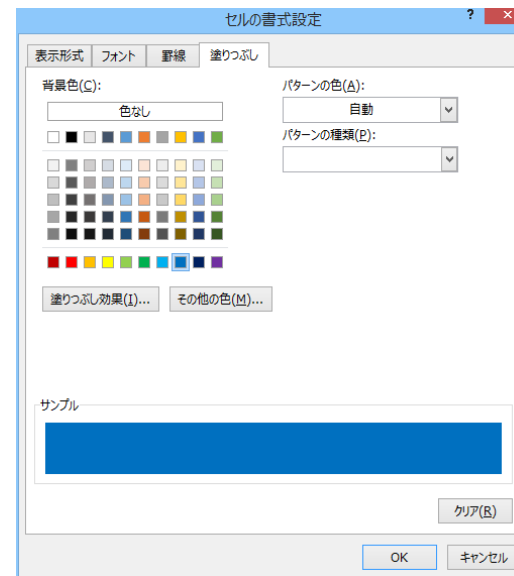
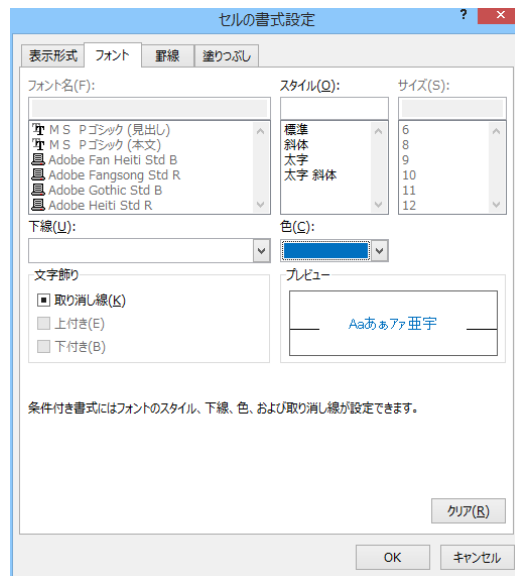


# セルに色をつける(2)

- 「次の値に等しいセルを書式設定」を「サ」とし、「書式」から「ユーザー設定の書式」を選ぶ

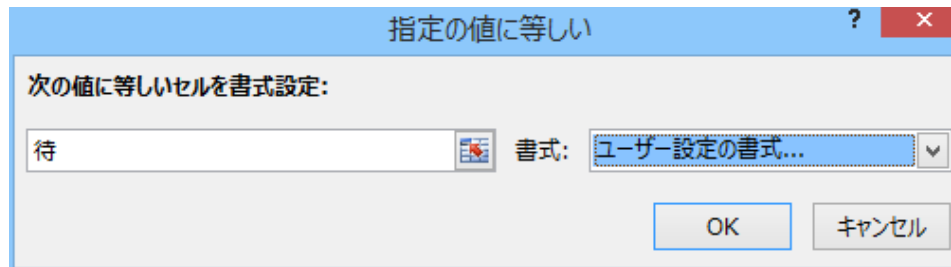


- 「フォント」タブからフォントの色を青にし、「塗りつぶし」タブから青を選ぶ

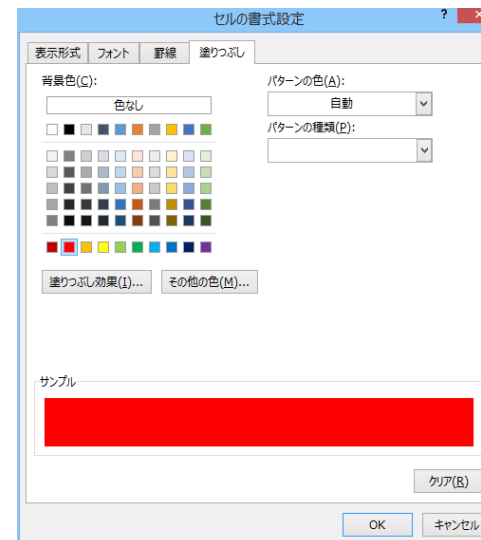
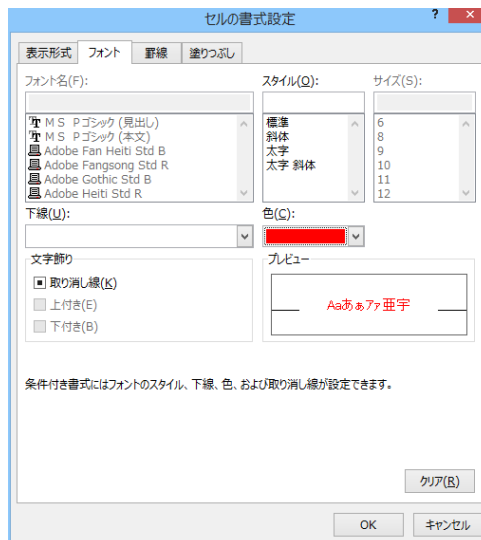


# セルに色をつける(3)

- 同様に、「次の値に等しいセルを書式設定」を「待」とし、「書式」から「ユーザー設定の書式」を選ぶ

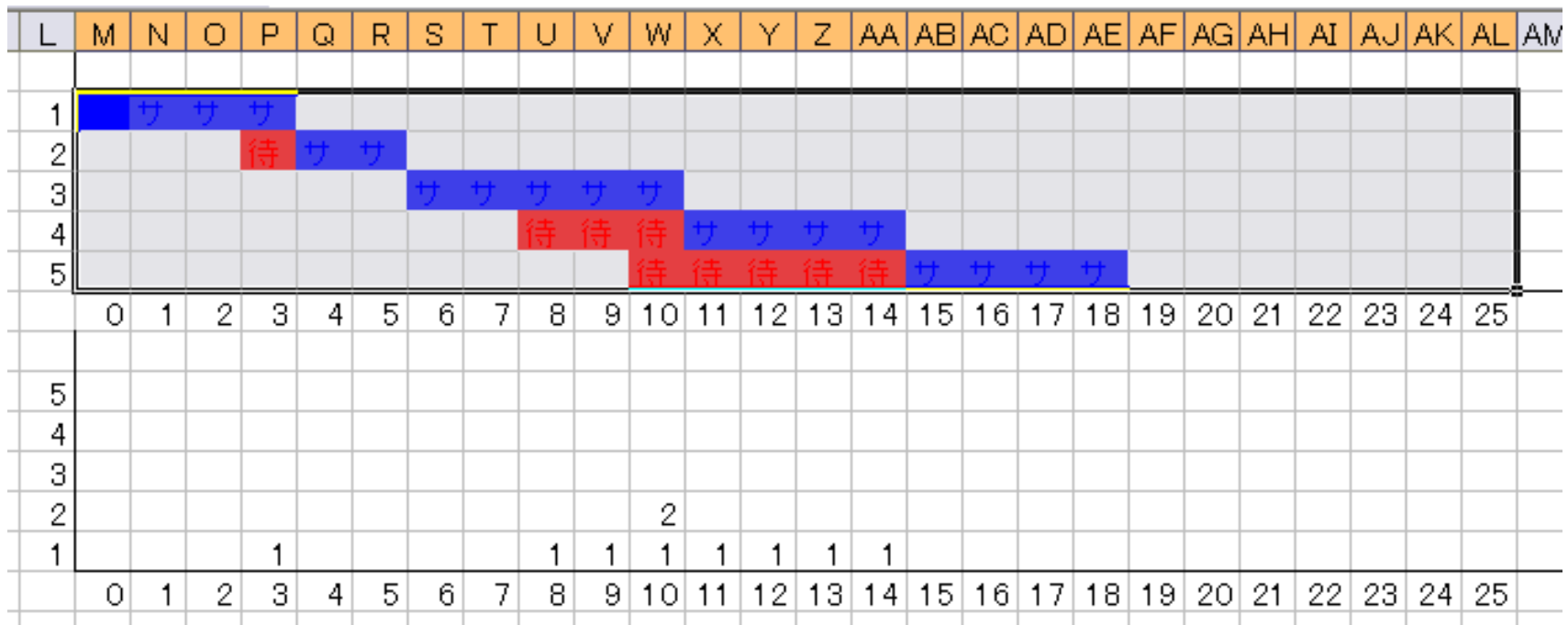


- 「フォント」タブからフォントの色を赤にし、「塗りつぶし」タブから赤を選ぶ



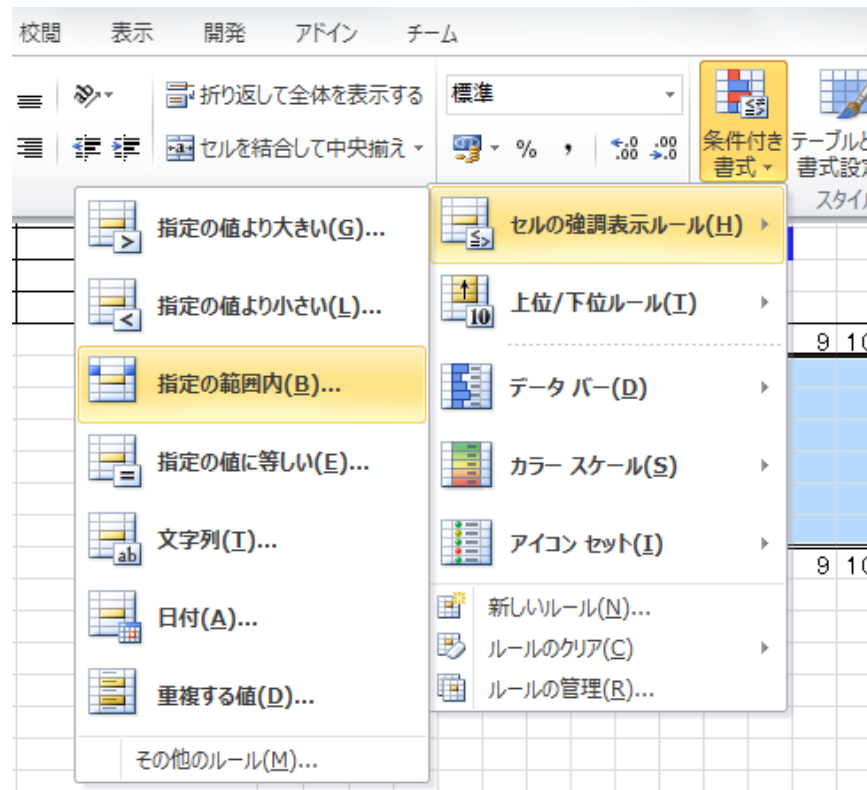
# 待ち行列グラフ部分の完成

- 図のようになっていれば成功
- 続いて待ち人数グラフにも色をつける



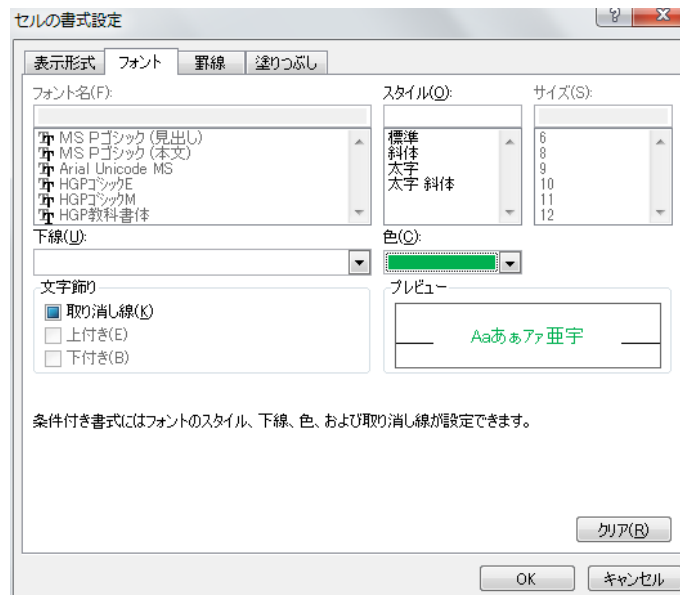
# 待ち人数グラフの作成(1)

- 待ち人数のグラフ部分を選択し、「条件付き書式」→「セルの強調表示ルール」→「指定の範囲内」を選択



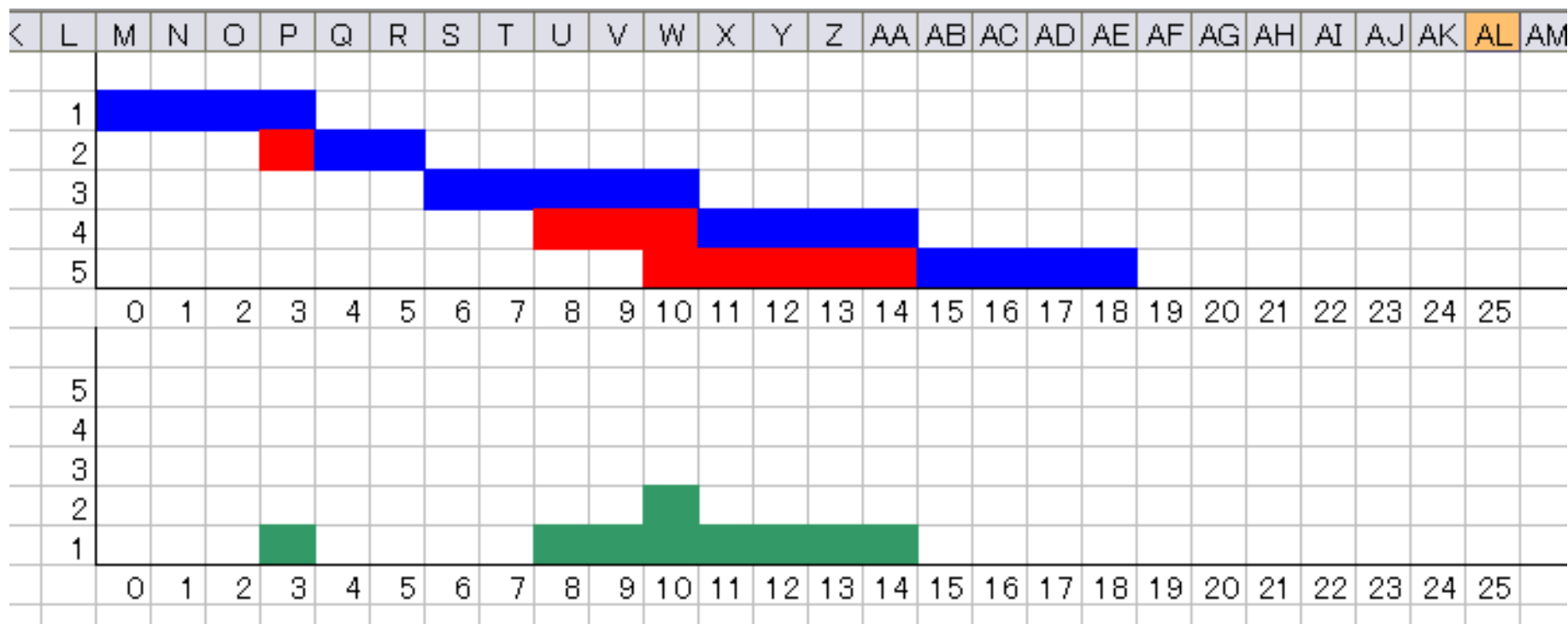
# 待ち人数グラフの作成(2)

- 指定の範囲を「1」と「5」にし、「書式」を「ユーザー設定の書式」にする
- フォントの色と塗りつぶしの色を緑にする



# 完成

- 以下のようなグラフができていれば完成
- F9キーを押してグラフが変わることを確かめよう



## 次回の講義について

- 次回は中間レポートに向けたシミュレーションの構築を行います
- PCを持っている人は持参してください
- 共有PCを利用する人で、データを持ち帰りたい人はUSBメモリ等を持参してください