

最適数・配備数算出ツール(待ち行列シミュレーション)説明

はじめに

このツールは「待ち行列理論」に基づき行列が発生する窓口・予備数の最適数または最適配備数を計算するツールです。

例えば、銀行の窓口やスーパーマーケットのレジでお客は開店時間から次々と到来し、窓口で払込・精算、支払などの処理をする、1人のお客に対応している間にも別のお客が到着するので、窓口・レジには行列ができる。電話のコールセンタ窓口も同様に1人のお客を処理している間にも別のお客が電話を掛けて来た場合待たされ接続を諦める場合もある。

この行列の長さや待ち時間は窓口の処理能力やお客の数に依存する。通常、窓口の平均的処理能力はお客の平均到着率よりも上でなければ行列は増える一方である。しかし平均処理能力が上であったとしても行列はできる、平均はあくまで平均であり一件一件をみると時間がかかる場合とすぐ終わる場合がある。また一度にたくさんのお客が来る場合もある

この理論を使って行列を長くしないようにするため窓口を増やすべきか、あるいはサービス時間を短くするか、それによってどれほどコスト増や機会損失を減らせるか経営判断材料となる。

ある時間区間内のお客の到着数がポアソン分布(注 1)に従うものとする。またサービス時間は指数分布(注 2)に従うものとする。この場合、窓口が全て対応中で待たされる確率は待ち行列理論((注 3)における複数チャネルに並んで待つ確率の式に示される。

(注 1)ポアソン分布はある時間間隔で発生する事象の回数を表す離散確率分布

(注 2)指数分布は確率論および統計学における連続確率分布の一種

(注 3)待ち行列理論は顧客がサービスを受けるために行列に並ぶような確率的に挙動する混雑現象を数理モデルを用いて解析することを目的とした理論

機能概要

1. 1日の時間毎の到着・受付数と処理時間/件に対する最適な処理数・窓口数(時間内)の算出
2. 1日の時間毎の到着・受付数と処理時間/件に対する最適な処理数・窓口数(前時間の待ち行列数を引継ぎ)の算出
3. 1ヶ月の日毎の到着・受付数と処理時間/件に対する最適な処理数・窓口数(1日内)の算出
4. 1ヶ月の日毎の到着・受付数と処理時間/件に対する最適な処理数・窓口数(前日の待ち行列数を引継ぎ)の算出
5. 修理可能な部品・装置等の稼働数と故障率と修理時間に対する最適な保守部品・予備装置を算出
6. 部品・装置等の経過時間と累積不良件数からワイブル分布(注 4)の作成

【注意】上記最適数の算出に於いてポアソン分布/待ち行列理論の計算式に制限がありオーバーフローが発生するため、「到着・受付数」×「処理時間/件」=120以下を目安に設定してください 例えば、10,000(件)×8(H/件)の場合 10(k 件)×8(H/件)と置換え計算、結果(個/件数)は桁数を戻して評価、また 240 件/日の場合 10 件/H に置換えることで計算式の制限内で処理可能

(注 4)ワイブル分布は物質の強度や劣化、寿命等を記述するために広く用いられている分布

操作説明

- 最初に本ツール(最適数算出ツール Vx.xx.xlsm)を起動したとき「セキュリティの警告」の「コンテンツの有効化」ボタンを押下しマクロを有効にする
- 「表紙」シートでの到着・受付数と処理時間、欠品率等から最適な窓口数の算出
1日・1ヶ月の最適数算出に当たり下記項目で事前評価を行ってください(大規模データはエラー)

シミュレーション		
パラメータ項目	パラメータ	単位
到着・受付件数(λ)	100.0	件/時間
平均処理時間(μ)	1.00	日/件
見込欠品・損失率(P_w)	10%	%以下
処理・窓口数(s)	120	個
実際の欠品・損失率(P_r)	3.3%	%
使用・稼働率(ρ)	83.3%	%
平均滞留数(L)	5.0	件
平均滞留時間(W)	0.1	時間
平均待ち行列数(L_q)	4.2	件
平均待ち時間(W_q)	4.2	時間

(1) 処理・窓口数の算出

- ① 黄色エリア(「到着・受付数(λ)」、「平均処理時間(μ)」、「見込欠品・損失率(P_w)」)に「数値」、処理・窓口数(s)に0を入力
- ② [シミュレーション]ボタン押下で「処理・窓口数(s)」を算出、その他水色エリアを算出

(2) 実際の欠品・損失率の算出

- ① 黄色エリアと「処理・窓口数(s)」に数値を入力
- ② [シミュレーション]ボタン押下で「処理・窓口数(s)」に対する水色エリアを算出

3. 「最適数算出(1日)」シートでの到着・受付数と処理時間から窓口数の算出

112		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
		1日の時間帯の最適数算出(待ち行列)			(注)待ち行列数付加(チェック)の場合、処理前に「評価1_選択見込欠品率選択」を選択し「平均待ち行列数」決定後[シミュレーション]押下で到着・受付数に前の時間帯の平均待ち行列数(L_q)を追加して計算											
		シミュレーション			※見込欠品率1%~50%で最適な処理・窓口数を計算、見込欠品率/実際の欠品率と処理・窓口数を計算表示											
			時間帯(午前)	単位	0時~	1時~	2時~	3時~	4時~	5時~	6時~	7時~	8時~	9時~	10時~	11時~
		入力	到着・受付数(件/時間: λ)	件/時間	10.0	100.0	80.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
		エリア	処理時間(時間/件: μ)	時間/件	1.0	0.9	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
		Nb1	見込欠品率(P_w)	%以下	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%
			処理・窓口数(s)	個	19	114	85	19	19	19	19	19	19	19	19	19
			実際の欠品率(P_r)	%	0.8%	0.9%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%
			使用・稼働率(ρ)	%	52.6%	78.9%	78.6%	75.2%	153.8%	31.4%	54.3%	56.0%	52.6%	52.6%	52.6%	52.6%
			平均滞留数(L)	件	1.1	3.8	3.7	3.0	-2.9	0.5	1.2	1.3	1.1	1.1	1.1	1.1
			平均滞留時間(W)	時間	0.1	0.0	0.0	0.2	-0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
			平均待ち行列数(L_q)	件	0.6	3.0	2.9	2.3	-4.4	0.1	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6
			平均待ち時間(W_q)	時間	0.5	2.9	2.9	2.1	-4.2	0.1	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5
		Nb2	見込欠品率(P_w)	%以下	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%
			処理・窓口数(s)	個	18	112	82	18	18	18	18	18	18	18	18	18
		Nb3	見込欠品率(P_w)	%以下	4.0%	3.0%	3.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%
			処理・窓口数(s)	個	17	110	81	17	17	17	17	17	17	17	17	17
		Nb4	見込欠品率(P_w)	%以下	6.0%	5.0%	4.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%
			処理・窓口数(s)	個	16	108	80	16	16	16	16	16	16	16	16	16
		Nb5	見込欠品率(P_w)	%以下	11.0%	7.0%	6.0%	11.0%	11.0%	11.0%	11.0%	11.0%	11.0%	11.0%	11.0%	11.0%
			処理・窓口数(s)	個	15	106	78	15	15	15	15	15	15	15	15	15
		Nb6	見込欠品率(P_w)	%以下	18.0%	11.0%	8.0%	18.0%	18.0%	18.0%	18.0%	18.0%	18.0%	18.0%	18.0%	18.0%
			処理・窓口数(s)	個	14	104	77	14	14	14	14	14	14	14	14	14
		Nb7	見込欠品率(P_w)	%以下	29.0%	15.0%	13.0%	29.0%	29.0%	29.0%	29.0%	29.0%	29.0%	29.0%	29.0%	29.0%
			処理・窓口数(s)	個	13	102	75	13	13	13	13	13	13	13	13	13
		Nb8	見込欠品率(P_w)	%以下	45.0%	22.0%	20.0%	45.0%	45.0%	45.0%	45.0%	45.0%	45.0%	45.0%	45.0%	45.0%
			処理・窓口数(s)	個	12	100	73	12	12	12	12	12	12	12	12	12
		Nb9	見込欠品率(P_w)	%以下	0.0%	31.0%	25.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
			処理・窓口数(s)	個	0	98	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Nb10	見込欠品率(P_w)	%以下	0.0%	43.0%	36.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
			処理・窓口数(s)	個	0	96	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(1) [クリア]ボタン押下で計算結果表示エリアをクリア

(2) 各時間内の処理・窓口数の算出

- ① 各時間の黄色エリア(「到着・受付数(λ)」,「処理時間(μ)」)に数値を入力
※【注】到着・受付数×処理時間＝120以下を目安に設定してください(120以上になる場合は単位/桁数を変更してください)
- ② [シミュレーション]ボタン押下で 10 件の「見込欠品率(Pw)」,「処理・窓口数(s)」を算出、その他水色エリア(「使用・稼働率」,「平均滞留数」,「平均待ち行列数」等)を算出
- ③ 「グループ化」(左±ボタン)押下で各見込欠品率の水色エリア(「使用・稼働率」,「平均滞留数」,「平均待ち行列数」等)の表示・非表示

(3) 前時間の待ち行列数を含めた処理・窓口数の算出

- ① 各時間の黄色エリア(「到着・受付数(λ)」,「処理時間(μ)」)に数値を入力
※【注】到着・受付数×処理時間＝120以下を目安に設定
- ② [シミュレーション]ボタン押下で 10 件の「見込欠品率(Pw)」,「処理・窓口数(s)」を算出、その他水色エリア(「使用・稼働率」,「平均滞留数」,「平均待ち行列数」等)を算出
- ③ 「グループ化」(左±ボタン)押下で各見込欠品率の水色エリア(「使用・稼働率」,「平均滞留数」,「平均待ち行列数」等)の表示・非表示
- ④ シート下段の各時間の「評価1の見込欠品率選択」を選択(欠品率)

6		時間帯(午前)	単位	0時～	1時～	2時～	3時～	4時～	5時～	6時～
7	入力	到着・受付数(件/時間: λ)	件/時間	10.0	100.0	80.0	10.0	10.0	10.0	10.0
8	エリア	処理時間(時間/件: μ)	時間/件	1.0	0.9	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0
89										
90	評価1	見込欠品率選択	選択	2%	3%	4%	11%	6%	18%	1%
91		経費(処理・窓口単金:円)	2%	10,000	80,000	15,000	16,000	14,000	19,000	
92		使用・稼働率(%)	4%		81.8%	83.7%	95.3%	182.6%	42.6%	54.3%
93		平均待ち行列数(Lq)	6%		3.68	4.29	19.21	-4.04	0.32	0.64
94	評価2	見込欠品率選択	11%							
95		経費(処理・窓口単金:円)	18%							
96		使用・稼働率(%)	29%							
97		平均待ち行列数(Lq)	45%	1.04						
98	差分	見込欠品率選択	0%	4%	-3%	-4%	-11%	-6%	-18%	-1%
99		経費(処理・窓口単金:円)		1,000	2,000	110,000	80,000	15,000	16,000	14,000
100		使用・稼働率(%)		6.9%	-81.8%	-83.7%	-95.3%	-182.6%	-42.6%	-54.3%
101		平均待ち行列数(Lq)		0.35	-3.68	-4.29	-19.21	4.04	-0.32	-0.64
102								-4.04		

- ⑤ 各時間の「評価2の見込欠品率選択」を選択(欠品率)で「評価1」と「評価2」の差分表示
- ⑥ 「待ち行列数付加」をチェック(レ)し[シミュレーション]ボタン押下で 10 件の「見込欠品率(Pw)」,「処理・窓口数(s)」を算出、その他水色エリア(「使用・稼働率」,「平均滞留数」,「平均待ち行列数」等)を算出

4. 「最適数算出(1ヶ月)」シートでの到着・受付数と処理時間から窓口数の算出

12

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

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N			
1	1カ月の日毎の最適数算出(待ち行列)					(主)待ち行列数付加マセチェックレ)の場合、処理前に「評価1」選択見込欠品率選択を選択し「平均待ち行列数」決定後シミュレーション押下で到着・受付数に前日の平均待ち行列数(Lg)を追加して計算											
2	シミュレーション					※見込欠品率1%~50%で最適な処理・窓口数を計算。見込欠品率/実際の欠品率と処理・窓口数を計算表示											
3	2022/8																
4																	
5																	
6	日付/曜日					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
7	単位					月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	
8	入力	到着・受付数(件/時間:λ)	件/時間			12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	
9	エリア	処理時間(時間/件:μ)	時間/件			1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
10	No1	見込欠品率(Pw)	%以下			1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	
11		処理・窓口数(s)	個			22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	
12		実際の欠品率(Pr)	%			0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	
13		使用・稼働率(ρ)	%			54.5%	54.5%	54.5%	54.5%	54.5%	54.5%	54.5%	54.5%	54.5%	54.5%	54.5%	
14		平均滞留数(L)	件			1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
15		平均滞留時間(W)	時間			0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
16		平均待ち行列数(Lg)	件			0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	
17		平均待ち時間(Wg)	時間			0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	
18		No2	見込欠品率(Pw)	%以下			2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%
19			処理・窓口数(s)	個			21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
20	No3	見込欠品率(Pw)	%以下			3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	
21		処理・窓口数(s)	個			20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
22	No4	見込欠品率(Pw)	%以下			5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	
23		処理・窓口数(s)	個			19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	
24	No5	見込欠品率(Pw)	%以下			8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	
25		処理・窓口数(s)	個			18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
26	No6	見込欠品率(Pw)	%以下			13.0%	13.0%	13.0%	13.0%	13.0%	13.0%	13.0%	13.0%	13.0%	13.0%	13.0%	
27		処理・窓口数(s)	個			17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
28	No7	見込欠品率(Pw)	%以下			21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	
29		処理・窓口数(s)	個			16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
30	No8	見込欠品率(Pw)	%以下			32.0%	32.0%	32.0%	32.0%	32.0%	32.0%	32.0%	32.0%	32.0%	32.0%	32.0%	
31		処理・窓口数(s)	個			15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
32	No9	見込欠品率(Pw)	%以下			49.0%	49.0%	49.0%	49.0%	49.0%	49.0%	49.0%	49.0%	49.0%	49.0%	49.0%	
33		処理・窓口数(s)	個			14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
34	No10	見込欠品率(Pw)	%以下			0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
35		処理・窓口数(s)	個			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

(1) [クリア]ボタン押下で計算結果表示エリアをクリア

(2) 各日内の処理・窓口数の算出

- [▲],[今],[▼]ボタン押下し計算対象年月を設定(日・曜日欄に日付表示)
- 各時間の黄色エリア(「到着・受付数(λ)」、「処理時間μ」)に数値を入力
※【注】到着・受付数×処理時間=120以下を目安に設定してください(120以上になる場合は単位/桁数を変更してください)
- [シミュレーション]ボタン押下で10件の「見込欠品率(Pw)」「処理・窓口数(s)」を算出、その他水色エリア(「使用・稼働率」「平均滞留数」「平均待ち行列数」等)を算出
- 「グループ化」(左±)押下で各見込欠品率の水色エリア(「使用・稼働率」「平均滞留数」「平均待ち行列数」等)の表示・非表示

(3) 前日の待ち行列数を含めた処理・窓口数の算出

- [▲],[今],[▼]ボタン押下し計算対象年月を設定(日・曜日欄に日付表示)
- 各日の黄色エリア(「到着・受付数(λ)」、「処理時間μ」)に数値を入力
※【注】【注】到着・受付数×処理時間=120以下を目安に設定
- [シミュレーション]ボタン押下で10件の「見込欠品率(Pw)」「処理・窓口数(s)」を算出、その他水色エリア(「使用・稼働率」「平均滞留数」「平均待ち行列数」等)を算出
- 「グループ化」(左±)押下で各見込欠品率の水色エリア(「使用・稼働率」「平均滞留数」「平均待ち行列数」等)の表示・非表示
- シート下段の各日の「評価1の見込欠品率選択」を選択(欠品率)

	日付/曜日	単位	1	2	3	4	5	6	7
			月	火	水	木	金	土	日
8	入力	到着・受付数(件/時間:λ)	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
9	エリア	処理時間(時間/件:μ)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
90	評価1	見込欠品率選択	選択	2%	1%	2%	8%	13%	21%
91		経費(処理・窓口単金:円)	1,000	21%	21,000	18,000	17,000	16,000	16,000
92		使用・稼働率(%)		3%	57.1%	66.7%	70.6%	75.0%	75.0%
93		平均待ち行列数(Lg)		5%	0.76	1.33	1.69	2.25	2.25
94	評価2	見込欠品率選択		8%					
95		経費(処理・窓口単金:円)	1,000	21%					
96		使用・稼働率(%)		32%					
97		平均待ち行列数(Lg)		0.90	1.69				
98	差分	見込欠品率選択		1%	12%	-2%	-8%	-13%	-21%
99		経費(処理・窓口単金:円)	1,000	1,000	5,000	21,000	18,000	17,000	16,000
100		使用・稼働率(%)		2.9%	16.0%	-57.1%	-66.7%	-70.6%	-75.0%
101		平均待ち行列数(Lg)		0.14	1.59	-0.76	-1.33	-1.69	-2.25
102				0.14	1.59	1.76	1.33	1.69	2.25

- ⑥ 各日の「評価2の見込欠品率選択」を選択(欠品率)で「評価1」と「評価2」の差分表示
- ⑦ 「待ち行列数付加」をチェック(レ)し[シミュレーション]ボタン押下で 10 件の「見込欠品率(Pw)」「処理・窓口数(s)」を算出、その他水色エリア(「使用・稼働率」「平均滞留数」「平均待ち行列数」等)を算出

5. 「故障率・予備数算出」シートでの故障率と修理リードタイムから予備数の算出

(1) 稼働数・欠品率から予備数を算出

故障率・予備数算出(待ち行列)												
欠品率シミュレーション			「実欠品率表示」									
確定パラメータ			※修理可能な予備機の保有数の決め方(壊れた都度修理を行う場合) 任意の時間帯の故障発生数がポアソン分布に従うものとする。また故障が発生して修理に回され再び予備機として復帰するまでの時間は、指数分布に従うものとする。この場合1つの故障が発生した時、予備機がなく待たなければならぬ確率Pwは待ち行列理論における複数チャンネルに並んで待つ確率 下記黄色部分を入力し欠品率シミュレーションボタン押下で予備数・実欠品率を表示									
故障率(λ)	0.0005	件/時間										
修理リードタイム(MTTR=1/μ)	18	時間										
パラメータ												
稼働台数(n)	台		100	200	300	400	500	1,000	2,000	3,000	5,000	10,000
故障率(λ)	件/時間		0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
修理リードタイム(MTTR=1/μ)	時間		18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
ρ(故障数:n λ/μ)	件		0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
欠品率に対する予備数(台) []内は実欠品率 例えば1%は100回に1回の欠品を許容することを意味します	0.1%											
	1.0%											
	2.0%											
	3.0%											
	4.0%											
	5.0%											
	10.0%											
	20.0%											
	30.0%											
	40.0%											
	50.0%											

- ① 黄色エリア(「故障率(λ)」,「修理リードタイム(1/μ)」,「稼働数(n)」,「欠品率」)に数値を入力
※【注】ρ=120以下を目安に設定してください(120以上になる場合は単位/桁数を変更)
- ② [シミュレーション]ボタン押下で「欠品率に対する予備数」を算出
- ③ 「実欠品率表示」をチェック(レ)し[シミュレーション]ボタン押下で「欠品率に対する予備数」に実欠品率を含む予備数を表示

(2) ワイブル分布による欠品率の算出

ワイブル分布による故障率の算出												
ワイブル分布計算			ワイブル分布とは ワイブル関数紙-製造工学の基礎あれこれ(※2.com) ワイブル分布はさまざまな製品の信頼性データの解析に広く適用されています ※黄色いセルを入力で水色セルに計算結果グラフ表示									
グラフのY切片(値)			m<1:初期型故障,m=1:偶発故障,m>1:磨耗型故障									
m(形状パラメータ)			分布(グラフ)の横軸の尺度を決定するパラメータ									
n(尺度パラメータ)			μ:平均故障時間【Mean Time To Failure】									
μ(MTTF)			γ:位置パラメータ:分布のピークの位置に関係するパラメータ									
母数	1000											
経過時間(t)	累積不良率	累積不良率	プロット用									
10	1		近似的式の式 $y = 0.632 - 0$									
30	2		ある時間での累積不良率									
50	3		10 [時間] での累積不良率は 63.2 [%] と推定される。									
100	6		ある累積不良率に至る時間									
200	10		50% #CIV/C2									
ワイブル分布			<div> <div>99.9</div> <div>63.2%</div> <div>10</div> <div>1</div> <div>0.1</div> <div>0.01</div> </div> <div> <div>時間(h)</div> <div>1</div> <div>10</div> <div>100</div> <div>1,000</div> <div>10,000</div> <div>100,000</div> </div>									
スペック			<div> <div>2000</div> <div>63%</div> <div>1</div> <div>2000</div> <div>2000</div> <div>1</div> <div>100,000</div> </div> <div> <div>[h]</div> <div>[%/100]</div> <div>[h]</div> <div>1.933</div> <div>-9.210</div> <div>0.000</div> <div>0.000</div> </div>									
グラフの赤い線の点線			<div> <div>90%</div> <div>63.2%</div> <div>50%</div> <div>10%</div> <div>5%</div> <div>1%</div> </div> <div> <div>0.4</div> <div>0</div> <div>-0.6</div> <div>-1.6</div> <div>-2.6</div> <div>-3.6</div> </div>									

- ① 黄色エリア(「母数」,「稼働時間」,「累積不良率」)に数値を入力
- ② [ワイブル分布計算]ボタン押下で水色エリア(「ワイブルパラメータ」,「累積不良率」等)を算出,「ワイブル分布グラフ」表示
- ③ 必要に応じて他の黄色エリア設定で予測値を表示

(3) 信頼性水準の故障率の算出(定数打ち切りと定時打ち切り)

「定数打ち切りと定時打ち切り」エリアの係数表から信頼性水準の故障率(MTBF)の算出

例えば 1,000Hで定時打ち切りした場合 2 件の故障のMTBFは、90%の信頼水準で予測するとMTBF (上限)=5,628H(1,000H×5.628)であり、MTBF(下限)=318H(1,000H×0.318)【318H<MTBF<5,628H】とな、また 5 件で定数打ち切りしたMTBFが 1,000H の場合、80%の信頼水準で予測するとMTBF(上限)=2,065H(1,000H×2.065)であり、MTBF(下限)=626H(1,000H×0.626)【626H<MTBF<2,065H】となる

MTBF(指数分布) 区間推定の係数表(定時打ち切り)

故障数 (r)	信頼水準(60%)		信頼水準(80%)		信頼水準(90%)	
	上限	下限	上限	下限	上限	下限
1	4.481	0.334	9.491	0.257	19.496	0.211
2	2.426	0.467	3.761	0.376	5.628	0.318
3	1.954	0.544	2.722	0.449	3.669	0.387
4	1.742	0.595	2.293	0.500	2.928	0.437
5	1.618	0.632	2.065	0.539	2.538	0.476
6	1.537	0.661	1.904	0.570	2.296	0.507
7	1.479	0.684	1.797	0.595	2.131	0.532
8	1.435	0.703	1.718	0.616	2.010	0.554
9	1.400	0.719	1.657	0.634	1.917	0.573
10	1.372	0.733	1.607	0.649	1.843	0.590
11	1.349	0.744	1.567	0.663	1.783	0.604
12	1.329	0.755	1.533	0.675	1.733	0.617
13	1.312	0.764	1.504	0.686	1.691	0.629
14	1.297	0.772	1.478	0.696	1.654	0.640
15	1.284	0.780	1.456	0.704	1.622	0.649
16	1.272	0.787	1.437	0.713	1.594	0.658
17	1.262	0.793	1.419	0.720	1.569	0.667
18	1.253	0.799	1.404	0.727	1.547	0.674
19	1.244	0.804	1.390	0.734	1.527	0.682
20	1.237	0.809	1.377	0.740	1.509	0.688
30	1.185	0.844	1.291	0.783	1.389	0.737
40	1.156	0.865	1.245	0.810	1.325	0.768
50	1.137	0.879	1.214	0.829	1.283	0.790
60	1.124	0.889	1.193	0.843	1.254	0.807
70	1.113	0.898	1.176	0.854	1.232	0.820
80	1.105	0.904	1.163	0.863	1.214	0.830
90	1.098	0.910	1.153	0.870	1.200	0.839
100	1.093	0.915	1.144	0.877	1.189	0.847

MTBF(指数分布) 区間推定の係数表(定数打ち切り)

故障数 (r)	信頼水準(60%)		信頼水準(80%)		信頼水準(90%)	
	上限	下限	上限	下限	上限	下限
1	4.481	0.621	9.491	0.434	19.496	0.334
2	2.426	0.668	3.761	0.514	5.628	0.422
3	1.954	0.701	2.722	0.564	3.669	0.477
4	1.742	0.725	2.293	0.599	2.928	0.516
5	1.618	0.744	2.065	0.626	2.538	0.546
6	1.537	0.759	1.904	0.647	2.296	0.571
7	1.479	0.771	1.797	0.665	2.131	0.591
8	1.435	0.782	1.718	0.680	2.010	0.608
9	1.400	0.791	1.657	0.693	1.917	0.623
10	1.372	0.799	1.607	0.704	1.843	0.637
11	1.349	0.806	1.567	0.714	1.783	0.649
12	1.329	0.812	1.533	0.723	1.733	0.659
13	1.312	0.818	1.504	0.731	1.691	0.669
14	1.297	0.823	1.478	0.738	1.654	0.677
15	1.284	0.828	1.456	0.745	1.622	0.685
16	1.272	0.832	1.437	0.751	1.594	0.693
17	1.262	0.836	1.419	0.757	1.569	0.700
18	1.253	0.840	1.404	0.763	1.547	0.706
19	1.244	0.843	1.390	0.767	1.527	0.712
20	1.237	0.846	1.377	0.772	1.509	0.717
30	1.185	0.870	1.291	0.806	1.389	0.759
40	1.156	0.885	1.245	0.828	1.325	0.785
50	1.137	0.896	1.214	0.844	1.283	0.804
60	1.124	0.904	1.193	0.856	1.254	0.819
70	1.113	0.910	1.176	0.865	1.232	0.830
80	1.105	0.915	1.163	0.873	1.214	0.840
90	1.098	0.920	1.153	0.879	1.200	0.848
100	1.093	0.923	1.144	0.885	1.189	0.855

尚、係数表に無い場合は下記黄色エリアに入力し「定時打ち切り」「定数打ち切り」結果(水色)を利用して
ください

T : 総観測時間

γ : 完全標本の場合は n 数(打ち切りの場合は n-打ち切り数)

α : 確率

↓黄色エリア入力で係数作成

(例)定時打ち切り(両側)	T	γ(n-打ち切り数)	α
T= 2 γ= 2 α= 50%	2	2	50%
μ U(上限)=	2.081		
μ L(下限)=	0.510		
(例)定数打ち切り(両側)	T	γ(n-打ち切り数)	α
T= 2 γ= 2 α= 50%	2	2	50%
μ U(上限)=	2.081		
μ L(下限)=	0.510		

以上