

在庫管理方式のシミュレーション・アニメーション・モデル

第3回 2ビン方式 (ダブル・ビン方式)

高桑 宗右エ門, 三輪 冠奈

1. はじめに

本シリーズでは、在庫管理の具体的な場面を採り上げ、PCを用いて、それぞれの状況に合った在庫管理方式を適用するために、在庫管理方式およびモデル化の考え方を具体的に解説している。そして、在庫管理方式をいっそう理解しやすくするための手段を提示し、併せて、実際の問題に応用するための参考事例を紹介することを目的とする。これまでに、定量発注方式(発注点方式)および定期発注方式を採り上げた。今回は、2ビン方式(ダブル・ビン方式)を採り上げる。

特に、二つの「ビン(容器)」内の在庫量を視覚的に表示するための方策についても、詳しく述べることにする。本シリーズでは、Excelと併用するシステムとして、Arenaシミュレーション・アニメーション・システムを用いてモデル構築を進めている¹⁾。

2. 2ビン方式(ダブル・ビン方式)

発注点方式を簡便に実施するための方式として、実用的であるのが2ビンないしダブル・ビン方式(two-(or double-)bin system)である。等量の二つの容器に在庫品を保管し、一方から使用して、その容器が空になったら、一つの容器分の数量を発注する。引き続き、もう一方の容器内の在庫品を使用する。したがって、発注点方式において、発注点が発注量に等しい場合と考えることができる。2ビン方式の在庫モデルを図1に示す。なお、本方式の詳細については、

たかくわ そうえもん, みわ かな
 名古屋大学 大学院経済学研究科
 〒464-8601 名古屋市千種区不老町

¹⁾ Microsoft Excelは米国Microsoft Corporationの登録商標であり、Arenaは米国Rockwell Software Corporationの登録商標である。本稿以降で取り上げるプログラムを実行するには、これら二つのソフトウェアがインストール済みであることが必要である。Arenaソフトウェアは文献[5]の付録に添付されており、インストールに特別の制約はない。

参考文献[1~4]を参照してほしい。

2.1 記号

本稿で用いる記号をまとめて示す。これまでの2回の在庫管理方式においては、単位期間当たりの需要量に基づいてモデル構築を行ったが、今回は、1個当たりの「需要速度」を用いてモデル構築を行うことにする。ここでは時間単位として、秒を用いる。

ad : 1個当たりの需要速度の平均(秒/個)

AII : 平均在庫量

ASQ : 平均品切れ量

$BINDATA$: セルの名称

$BinNo$: 使用している容器の番号

d : 次の需要発生までの時間(秒)

dq : 1日当たりの需要量の平均

ek : 実行期間(秒)

I : 在庫量

$I1$: 容器1の容器の初期在庫量

$I2$: 容器2の容器の初期在庫量

k : 期(秒)

L : 納入リードタイム(秒)

lq : 納入リードタイム中の需要量の期待値

m : 需要が生じた時刻の変数(秒)

n : 需要が生じた時刻の変数(分)

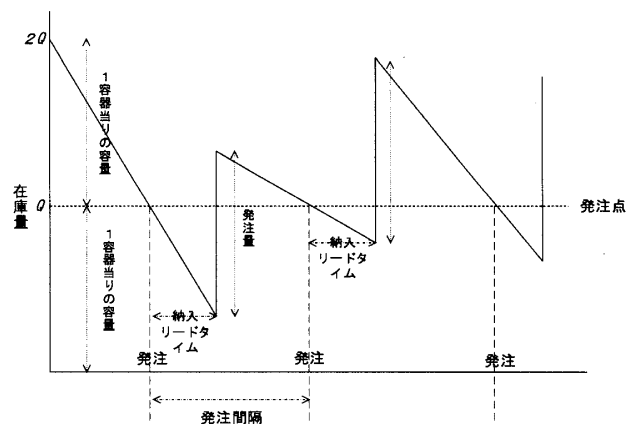


図1 2ビン方式の在庫モデル

nn : 1日当たりの発注回数

OC : 発注回数

Q : 発注量

QR : 発注残

SC : 品切れ回数

sd : 1個当たりの需要速度の標準偏差 (秒)

TQ : 発注間隔の平均 (秒)

2.2 発注量

2ピン方式においては、一つの容器内の容量は発注点であり、かつ発注量でもある。実用の場においては、使用する容器 (トレー・コンテナなど) の容量を発注量とする場合が多い。本稿では、容器の容量は既定であるものとする。しかし、本シリーズ(1)の節2で述べたように、発注から納入までの間に品切れを起こさないようにするためには、容器内の容量は、納入リードタイム期間中の需要量の期待値と、その間の需要量のバラツキを考慮した数量の合計 (つまり「発注点」) よりも多くなければならない。なお、発注量については、本シリーズ第2回で述べた経済的注文量 (EOQ) として設定することもある²。

2.3 事例

ある工場の組立作業においては、組立ラインに沿って設置された棚にトレーを置いて、製品の組立に用いる部品を供給している。部品の供給は、組立作業を担当するオペレータとは別のオペレータ (つまり間接作業員) が行っている。いま、ある部品の供給のためのトレーは2個あり、一方のトレー内の部品が空になると、部品を供給するオペレータは、組立ラインから離れた場所にある部品置き場まで当該部品を取りに行き、そして棚へ戻り、満杯のトレーを置く。ここに、トレー内には、決められた数量の部品を入れることができる。

いま、上述の部品の在庫管理において、2ピン方式を適用することを考える。すなわち、 Q 個ずつの部品が入っている部品の容器 (トレー) を二つ用意し、片方の容器内の部品から使い始めて、全部使い終わったときに、一つの容器の量である Q 個を発注する (補充のために部品置き場へ取りに行く)。そして、次

² 発注点方式と同様に、発注量として、経済的発注量を用いることも考えられる。しかし発注量を決定する際には、納入リードタイム期間中に品切れを生じないようにするために、1容器の容量として、納入リードタイム中の需要量の期待値と安全在庫量の和以上の在庫を持たなくてはならない。したがって、この場合、両者を比較して、多いほうを発注量とする。

の製品の組立作業からは、もう一方の容器内にある部品を使う。さらに、納入リードタイム (取りに行ってから戻るまでの間) の後、1容器分の部品が補充される。

この組立ラインにおいては、製品1個を組み立てるのに部品1個を用いている。部品1個当たりの需要速度 (消費速度) は平均121秒、標準偏差30秒の正規分布に従うことがわかっている。また、1容器当たりの容量 (部品数) は10個であり、部品の補充のための「納入リードタイム」は5分 (300秒) である。

3. シミュレーション・モデル

前回までの場合と同様に、今回の在庫管理方式のシミュレーション・アニメーション・モデルに関する手順は次の2ステップで構成される。

- (1) Excelによるシミュレーション実行。
- (2) ArenaによるExcelのシミュレーション結果の読み込みと、在庫推移を表示するアニメーションの実行。

3.1 Excelによるシミュレーション・モデル

(1) データ入力

図2に示した画面において、指定したセルに対応する値を入力すると、計算式の入力された理論値のセルにその結果が瞬時に表示される。

(2) プログラムの実行

Goボタンをクリックしてシミュレーションを開始すると、ユーザフォームが表示されるので、実行期間と1容器当たりの容量 (発注量) を入力する。

(3) 結果表示

入力後、OKボタンをクリックすると、シミュレーション結果が表示される。ロジックのフローチャートを図3に示し、VBAプログラムの詳細を図4に示す。

3.2 セルの内容

(1) Excelシートへのデータ入力

図2において、セル (D6:D10) に示した各項目に対応するデータを入力する。すると、以下に示す計算式に基づいて、セル (D19:D22) に結果が表示される。なお、これは、1日を8時間1シフトとして、需要速度のデータを用いたモデルである。

1日当たりの需要量の平均 (dq): $D19=8*60*60/D6$

納入リードタイム中の需要量の期待値 (lq): $D20=$
 $D8/D6$

1日当たりの発注回数 (nn): $D21=D19/D9$

発注間隔の平均 (TQ): $D22=D6*D9$

(2) シミュレーション結果

プログラムの実行により、シミュレーション実行後

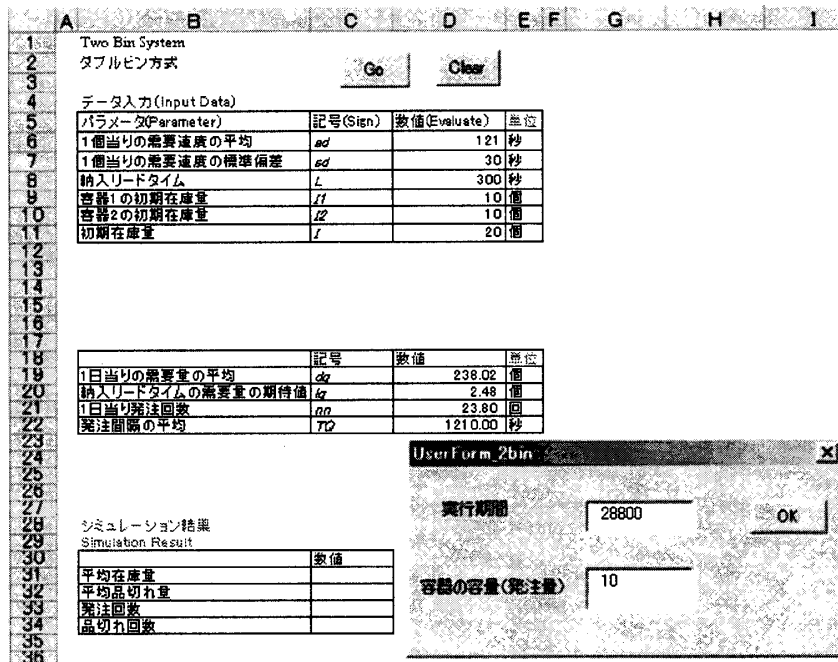


図2 Excelによるシミュレーション設定画面

の結果がセル (C31:C34) に表示される。

ここで、時間毎の詳細な在庫量の変動について、すべてを書き出すことは、行数が多くなるために表が見にくくなり、また冗長でもあるので、変化のない行については、プログラム実行時に非表示にしている。在庫管理のシミュレーションの結果は、別のシート (2 bin) に記入され、表示は秒単位である。

ここでは、2ピン方式において、部品1個当たりの需要速度の平均は121秒、標準偏差は30秒とし、納入リードタイムは300秒として各数値を入力する。すると、理論値として、1日当たりの需要量の平均238.02個、納入リードタイム期間中の需要量の期待値は2.48個、1日当たりの発注回数は23.8回、発注間隔の平均は1210秒という数値がそれぞれ得られる。ここでは、初期在庫量として、容器1および2について、それぞれ10個に設定して、1シフト8時間(28800秒)について、シミュレーションの実行の様子を図5に示す。図中、開始22分27秒後に、一方の容器が空になり、10個(1容器の容量)が発注された(オペレータによる補充が開始された)。そして、5分(納入リードタイム)後の27分27秒に部品の補充が行われたことなどが読み取れる。

4. アニメーション・モデル

4.1 記号

本節 (Arena モデル) で用いる記号をまとめて示

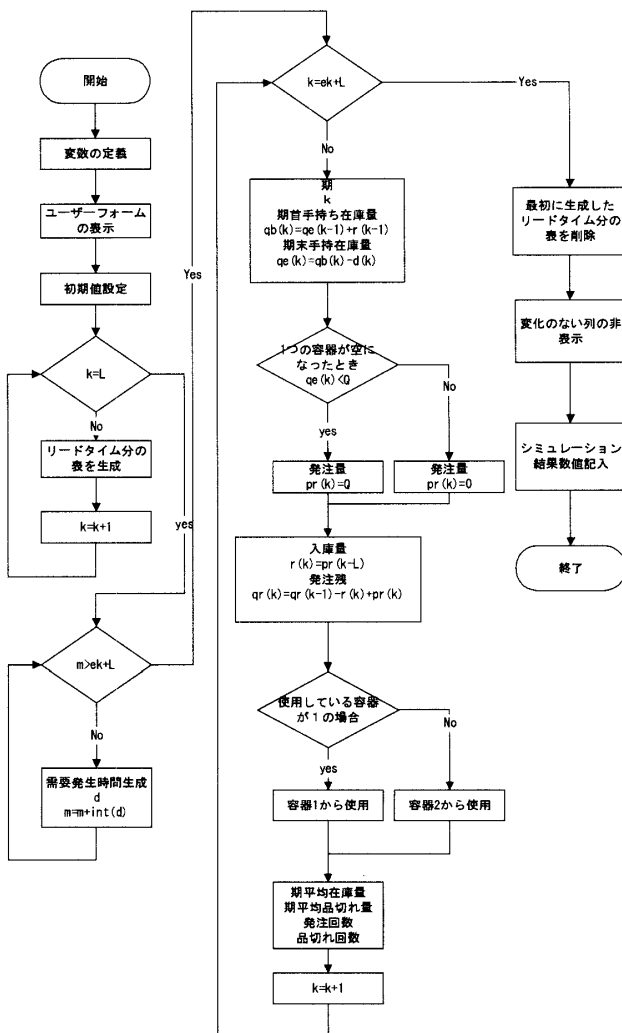


図3 ロジックのフローチャート

```

Private Sub bin_Click()
    '変数定義
    Dim m, n, ek, Q, k, L, I1, I2, I, G, ad, sd, OC, SC, AII, ASQ, _
        BinNo, QR As Integer

    Dim BINDATA As String
    'ユーザーフォームの表示
    UserForm_2bin.Show
    ek = UserForm_2bin.Period.Value
    Q = UserForm_2bin.Bin.Value
    Q = CInt(Q)
    ek = CInt(ek)
    '初期値設定
    QR = 0
    OC = 0
    SC = 0
    AII = 0
    ASQ = 0
    BinNo = 1
    m = 0
    n = 0
    ad = Cells(6, 4).Value
    sd = Cells(7, 4).Value
    L = Cells(8, 4).Value
    I1 = Cells(9, 4).Value
    I2 = Cells(10, 4).Value
    I = Cells(11, 4).Value

    Worksheets("2bin").Activate
    'リードタイム分の表生成
    k = 2
    Do Until k = L + 2
        ActiveSheet.Cells(k, 2).Value = k '期(k)
        ActiveSheet.Cells(k, 3).Value = 0 '期首手持ち在庫量(z(k))
        ActiveSheet.Cells(k, 4).Value = 0 '需要量(d(k))
        ActiveSheet.Cells(k, 5).Value = 0 '期末手持ち在庫量(qe(k))
        ActiveSheet.Cells(k, 6).Value = 0 '発注量(pr(k))
        ActiveSheet.Cells(k, 7).Value = 0 '入庫量(r(k))
        ActiveSheet.Cells(k, 8).Value = 0 '発注残(qr(k))
        ActiveSheet.Cells(k, 9).Value = 0 '容器1の在庫量
        ActiveSheet.Cells(k, 10).Value = 0 '容器2の在庫量
        k = k + 1
    Loop
    '初期在庫量の設定
    ActiveSheet.Cells(L + 1, 5).Value = I
    ActiveSheet.Cells(L + 1, 9).Value = I1
    ActiveSheet.Cells(L + 1, 10).Value = I2

    '使用する容器の番号設定
    If I1 < I2 Then
        BinNo = 1
    Else
        BinNo = 2
    End If

    '実行期間終了までの需要期間の生成
    Do Until m > ek + L
        Randomize '乱数発生ルーチンを初期化
        d = Application.WorksheetFunction.NormInv(Rnd(), ad, sd)
        If d < 0 Then '負した需要期間が負の場合
            d = 0
        End If
        m = m + Int(d)
        ActiveSheet.Cells(k + m, 4).Value = ActiveSheet.Cells(k + m, 4).Value + 1
    Loop

    '実行期間終了まで各数値の計算
    k = L + 2
    Do Until k = ek + L + 2
        ActiveSheet.Cells(k, 1).Value = n '分
        ActiveSheet.Cells(k, 2).Value = (k - L - 2) - n * 60 '秒
        ActiveSheet.Cells(k, 3).Value = ActiveSheet.Cells(k - 1, 5).Value + _
            ActiveSheet.Cells(k - 1, 7).Value '期首の手持ち在庫量(z(k))

        If ActiveSheet.Cells(k, 4).Value = "" Then
            ActiveSheet.Cells(k, 4).Value = 0
        End If

        ActiveSheet.Cells(k, 5).Value = ActiveSheet.Cells(k, 3).Value - _
            ActiveSheet.Cells(k, 4).Value '期末の手持ち在庫量(qe(k))
        '在庫量が発注量以下の場合(qe(k) < Q)
        If ActiveSheet.Cells(k, 5).Value + ActiveSheet.Cells(k - 1, 8).Value <= Q Then
            ActiveSheet.Cells(k, 6).Value = Q '発注量(pr(k)=Q)
        Else
            ActiveSheet.Cells(k, 6).Value = 0 '発注量(pr(k)=0)
        End If
        ActiveSheet.Cells(k, 7).Value = ActiveSheet.Cells(k - 1, 6).Value '期末の入庫量(r(k))
        ActiveSheet.Cells(k, 8).Value = ActiveSheet.Cells(k - 1, 8).Value + _
            ActiveSheet.Cells(k, 6).Value - ActiveSheet.Cells(k, 7).Value '発注残(qr(k))

        If BinNo = 1 Then '使用している容器が1の場合
            ActiveSheet.Cells(k, 9).Value = ActiveSheet.Cells(k - 1, 9).Value - _
                ActiveSheet.Cells(k, 4).Value
            ActiveSheet.Cells(k, 10).Value = ActiveSheet.Cells(k - 1, 10).Value - _
                ActiveSheet.Cells(k, 7).Value
        If ActiveSheet.Cells(k, 9).Value < 0 Then
            ActiveSheet.Cells(k, 10).Value = ActiveSheet.Cells(k, 10).Value - _
                ActiveSheet.Cells(k, 9).Value
        End Sub
        ActiveSheet.Cells(k, 9).Value = 0
        BinNo = 2
    Else
        ActiveSheet.Cells(k, 10).Value = ActiveSheet.Cells(k, 10).Value
    End If
    End If
    '期平均在庫量の計算(A1)
    If ActiveSheet.Cells(k, 5).Value > 0 Then
        ActiveSheet.Cells(k, 11).Value = (ActiveSheet.Cells(k, 3).Value + _
            ActiveSheet.Cells(k, 5).Value) / 2
    Else
        If ActiveSheet.Cells(k, 3).Value > 0 Then
            ActiveSheet.Cells(k, 11).Value = (ActiveSheet.Cells(k, 3).Value + _
                ActiveSheet.Cells(k, 3).Value) / (2 + ActiveSheet.Cells(k, 4))
        Else
            ActiveSheet.Cells(k, 11).Value = 0
        End If
    End If
    AII = AII + ActiveSheet.Cells(k, 11).Value
    '期平均品切れ量の計算(A2)
    If ActiveSheet.Cells(k, 3).Value > 0 Then
        ActiveSheet.Cells(k, 12).Value = 0
    Else
        If ActiveSheet.Cells(k, 3).Value > 0 Then
            ActiveSheet.Cells(k, 12).Value = (ActiveSheet.Cells(k, 5).Value + _
                ActiveSheet.Cells(k, 5).Value) / (2 + ActiveSheet.Cells(k, 4))
        Else
            ActiveSheet.Cells(k, 12).Value = -(ActiveSheet.Cells(k, 3).Value + _
                ActiveSheet.Cells(k, 5).Value) / 2
        End If
    End If
    ASQ = ASQ + ActiveSheet.Cells(k, 12).Value
    '期発注回数計算(A3)
    If ActiveSheet.Cells(k, 6).Value > 0 Then
        ActiveSheet.Cells(k, 13).Value = 1
        OC = OC + 1
    Else
        ActiveSheet.Cells(k, 13).Value = 0
    End If

    '期品切れ回数の計算(A4)
    If ActiveSheet.Cells(k, 5).Value > 0 Then
        ActiveSheet.Cells(k, 14).Value = 0
    Else
        ActiveSheet.Cells(k, 14).Value = 1
        SC = SC + 1
    End If

    '分の表示
    k = k - 1
    If (k - L - 2) / 60 = n + 1 Then
        n = n + 1
    End If
    Loop
    '最初に生成した数値の削除
    k = 1
    Do Until k = L + 1
        ActiveSheet.Range("A2:N2").Delete (xlShiftUp)
        k = k + 1
    Loop
    '変化のグラフを非表示
    k = 2
    Do Until k = ek + 1
        If ActiveSheet.Cells(k, 6) = ActiveSheet.Cells(k - 1, 6) And _
            ActiveSheet.Cells(k, 7) = ActiveSheet.Cells(k - 1, 7) And _
            ActiveSheet.Cells(k, 8) = ActiveSheet.Cells(k - 1, 8) And _
            ActiveSheet.Cells(k, 9) = ActiveSheet.Cells(k - 1, 9) And _
            ActiveSheet.Cells(k, 10) = ActiveSheet.Cells(k - 1, 10) Then
            Worksheets("2bin").Rows(k).Hidden = True
        End If
        k = k + 1
    Loop
    '結果の書き出し
    Worksheets("Sheet1").Activate
    Cells(31, 3).Value = AII / ek '平均在庫量
    Cells(32, 3).Value = ASQ / ek '平均品切れ量
    Cells(33, 3).Value = OC '発注回数
    Cells(34, 3).Value = SC '品切れ回数
    '結果セルへの名前定義
    Worksheets("2bin").Range(Worksheets("2bin").Range("A2"), _
        Worksheets("2bin").Range("A2"). _
        End(xlToRight).End(xlDown)).Name = "BINDATA"
End Sub

```

図4 VBAプログラムの内容

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	分	秒	期首手持在庫量	需要	期末手持在庫量	期末の発注量	期末の納入量	発注残	容器1の在庫量	容器2の在庫量	期平均在庫量	期平均品切れ回数	発注回数	品切れ回数
2	0	0	20	0	20	0	0	0	10	10	20	0	0	0
183	3	1	20	1	19	0	0	0	10	9	19.5	0	0	0
341	5	39	19	1	18	0	0	0	10	8	18.5	0	0	0
475	7	53	18	1	17	0	0	0	10	7	17.5	0	0	0
551	9	9	17	1	16	0	0	0	10	6	16.5	0	0	0
697	11	35	16	1	15	0	0	0	10	5	15.5	0	0	0
827	13	45	15	1	14	0	0	0	10	4	14.5	0	0	0
985	16	23	14	1	13	0	0	0	10	3	13.5	0	0	0
1066	17	44	13	1	12	0	0	0	10	2	12.5	0	0	0
1208	20	6	12	1	11	0	0	0	10	1	11.5	0	0	0
1349	22	27	11	1	10	10	0	10	10	0	10.5	0	1	0
1350	22	28	10	0	10	0	0	10	10	0	10	0	0	0
1470	24	28	10	1	9	0	0	10	9	0	9.5	0	0	0
1570	26	8	9	1	8	0	0	10	8	0	8.5	0	0	0
1649	27	27	8	0	8	0	10	0	8	10	8	0	0	0
1650	27	28	18	0	18	0	0	0	8	10	18	0	0	0
1713	28	31	18	1	17	0	0	0	7	10	17.5	0	0	0
1808	30	6	17	1	16	0	0	0	6	10	16.5	0	0	0
1924	32	2	16	1	15	0	0	0	5	10	15.5	0	0	0
2062	34	20	15	1	14	0	0	0	4	10	14.5	0	0	0
2172	36	10	14	1	13	0	0	0	3	10	13.5	0	0	0
2308	38	26	13	1	12	0	0	0	2	10	12.5	0	0	0
2423	40	21	12	1	11	0	0	0	1	10	11.5	0	0	0
2544	42	22	11	1	10	10	0	10	0	10	10.5	0	1	0
2545	42	23	10	0	10	0	0	10	0	10	10	0	0	0
2576	42	54	10	1	9	0	0	10	0	9	9.5	0	0	0
2719	45	17	9	1	8	0	0	10	0	8	8.5	0	0	0

図5 Excelによるシミュレーション結果

す。なお、節2.1で既出の記号については省略する。

A1: 期平均在庫量

A2: 期平均品切れ量

A3: 期発注回数

A4: 期品切れ回数

bin1: 容器1の在庫量

bin2: 容器2の在庫量

dk: 需要量 (k期)

line: 0を表示するためのプロット変数

Minutes: 時間(分)

prk: 発注量

qbk: 期首の手持ち在庫量

gek: 期末の手持ち在庫量

qq: 需要量のプロット変数

prk: 発注残

rk: 納入量

Seconds: 時間(秒)

4.2 モデルの実行手続き

次の手順で、アニメーションを実行する。

[Step 1] エンティティを生成する。1期(秒)に1個のエンティティが生成される。

[Step 2] 実行されたExcelファイルを読み込む。

[Step 3] プロットに表示する在庫量(qq)と0を表示するプロット変数(line)を割り付ける。

[Step 4] 発注回数と品切れ回数をカウントする。

[Step 5] エンティティを破棄する。

モデルの詳細を図6にまとめて示す。図中、上側のブロック線図はプログラムのモジュール表示である。

4.3 アニメーション図の詳細

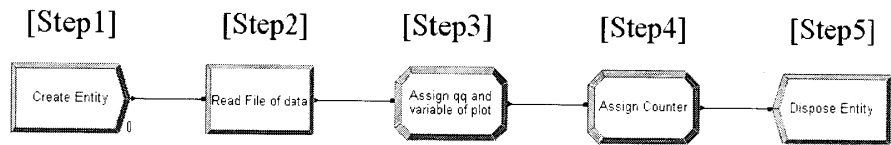
第1回においては、ファイルの読み込みとプロット(Plot)表示について、そして第2回においては、変数(Variable)について詳しく述べたので、今回は、前回までの設定と異なる個所のみ言及することにする。詳細については、前稿を参照してほしい。なお、ここでは、レベル(Level)をアニメーションに追加することについて特に詳しく述べることにする。

(1) 外部ファイルからの読み込みと書出し

Arenaでは、ReadWriteモジュールによって、外部ソースからファイルを読み込んだり書き込んだりすることができる。今回においても、Excelシミュレーション・モデルの実行によって作成されたファイル(2binmodel.xls)を読み込む。データが読み込まれるセルには、名前を定義しておく必要がある。このモデルでは、VBAプログラムの実行時に、作成された表のセルに“BINDATA”と名前を定義している。

(2) プロットの設定

プロットの設定は、AnimateツールバーのPlotボタンを用いて設定する。Expressionに、表示する変数(qq, line)を追加する。今回は、Minimum, Maximumには、プロット表示される最小値-5と最大値



モデルのモジュール入力内容

[Step1] エンティティの生成

Create モジュール

Name	Create Entity
Time Between Arrivals	Constant
Type	1
Value	
Units	Seconds

[Step2] データの読み込み

ReadWrite モジュール

Name	Read File of Data
Type	Read from File
Arena File Name	Data File

Assignments		
Type	Variable	Minutes
Variable Name		

1	Type	Variable Name
1	Variable	Minutes
2	Variable	seconds
3	Variable	qbk
4	Variable	qk
5	Variable	qek
6	Variable	prk
7	Variable	rk
8	Variable	qrk
9	Variable	bin1
10	Variable	bin2
11	Variable	A1
12	Variable	A2
13	Variable	A3
14	Variable	A4

[Step3] 期首在庫量と期末在庫量の割付とプロット変数の設定 (qq=qbk,line=0,qq=qek)

Assign モジュール

Name	Assign qq and variable of plot
Assignments	Variable
Type	qq
Variable Name	qbk
New Value	

Assignments			
	Type	Variable Name	New Value
1	Variable	qq	qbk
2	Variable	line	0
3	Variable	qq	qek

[Step4] 発注回数, 品切れ回数の増加
(OC=OC+A3,SC=SC+A4)

Assign モジュール

Name	Assign Counter
Assignments	Variable
Type	OC
Variable Name	OC+A3
New Value	

Assignments			
	Type	Variable Name	New Value
1	Variable	OC	OC+A3
2	Variable	SC	SC+A4

[Step5] 終了

Dispose モジュール

Name	Dispose Entity
------	----------------

データモジュールの設定内容

File データモジュール

Name	Data File
Access Type	Microsoft Excel (*.xls)
Operating System File Name	2binmodel.xls

Recordsets		
Recordset Name	Recordset 1	
Named Range	BINDATA	

図6 アニメーション・モデルの詳細

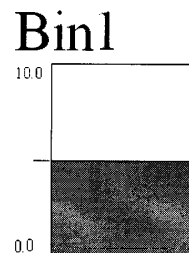
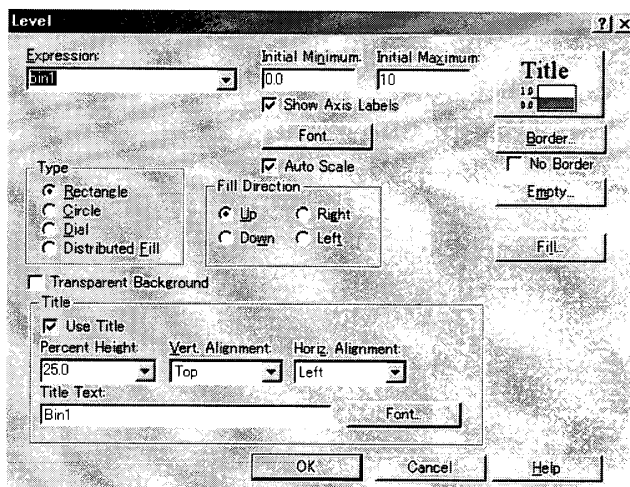


図7 Level のダイアログ

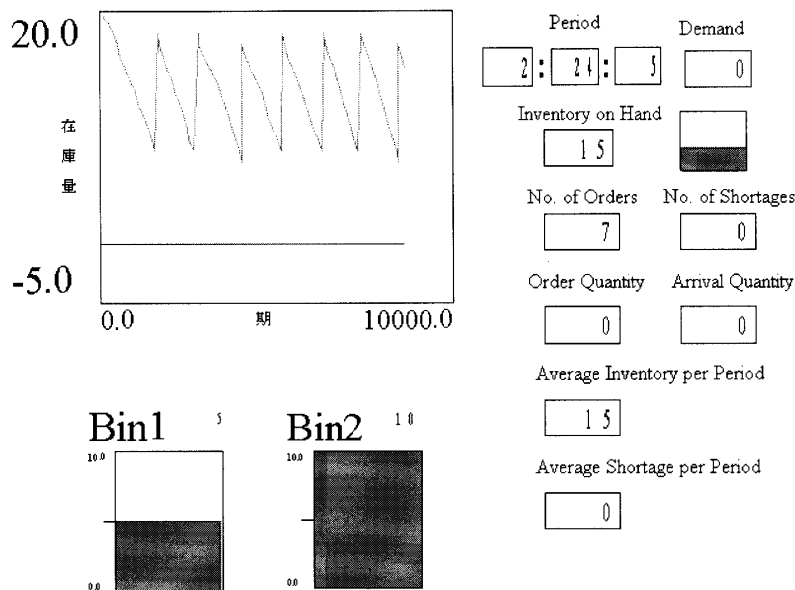


図8 2ピン方式のシミュレーション・アニメーション・モデルの実行の様子

20を入力する。Time Rangeには、時間単位を秒として、10000を入力する。

(3) レベルの設定

今回のモデルでは、全体の在庫量の様子だけでなく、各容器について、在庫量の増減の様子を表示するようにした。Arenaでは、AnimateツールバーのLevelボタンを用いて、各変数の増減について動的に表示することができる。Levelダイアログ内では、図7に示すように、容器の在庫量を表す変数bin1をExpressionに入力し、容器容量の最小値0と最大値10を入力する。Typeでは、表示する形状としてRectangleを選択し、Fill Directionでは、増加する方向としてUpを選択する。TitleのUse Titleをチェックすると、レベル表示の上側にタイトルを表示することができ、Title TextにはBin1と入力する。同様に、容器2についての設定も行い、画面に貼り付ける。また、各容器についての在庫量を表示するために、Variableボタンを用いて、変数bin1を右上に配置している。

4.4 アニメーションの実行

Excelシミュレーションの実行に引き続き、アニメーションを実行することにより、シミュレーション結果をダイナミックに表示することができる。実行の様子を図8に示す。図中、右側の数字は在庫量などの管理指標の表示であり、下側には、各容器について、在庫水準の変動に関するレベル表示が配置されている。

5. おわりに

今回は2ピン方式を採り上げた。特に、単位期間当りの需要量ではなく、需要速度に関するモデル構築について述べた。また、アニメーションでは、容器内の在庫水準について、時々刻々変動する様子を表示するためのレベル機能について採り上げた。次回は、在庫バンク方式について検討することにする。

プログラムおよび実行の様子を下記URLに掲示するので、本稿に関する内容の詳細については参考ないし照会してほしい。

<http://www.stlab.soec.nagoya-u.ac.jp/>

E-mail: takakuwa@soec.nagoya-u.ac.jp

参考文献

- [1] 春日井博：“総合在庫管理システムの設計”，日本経営出版会，1971.
- [2] 水野幸男：“在庫管理入門”，日科技連，1974.
- [3] 人見勝人：“新・生産管理工学”，コロナ社，1997.
- [4] 日科技連OR演習小委員会編：“ORワークブック”，日科技連，1984.
- [5] W. D. Kelton, R. P. Sadowski, and D. A. Sadowski: *Simulation with Arena*, 2nd ed., McGraw-Hill, 2001 (高桑宗右エ門監訳：“シミュレーション—Arenaを活用した総合的アプローチ” (第2版), コロナ社, 2002).