

<研究ノート>

ビジネス・シミュレーション・ゲームの内部機能について

A Report on Methods of Making Results in a Business Simulation Game

又賀 喜治*

Yoshiharu Mataga

会社経営を競争的に模擬体験する場としてのビジネス・ゲームでは、講師は参加者の意思決定から市場の結果と個別会社の業績を導き出し、柔軟な判断に依拠してそれら意思決定を評価する。本ノートでは、講師の補助役を務めるべく1つのビジネス・ゲームに組み込まれている、市場変化の過程と結果を参加者の意思決定から関数的あるいは確率的に出現させる機能について説明し報告する。

キーワード: ビジネス・ゲーム, 経営管理教育

1. はじめに

ビジネス・シミュレーション・ゲーム（以下 BSG と略記する）を利用する経営管理研修の目的のなかには、参加者が自らの意思決定と行動から現れる結果に対して、説明責任を行う訓練も含まれる。結果の大方は事前に予測される事柄であるべきであるが、そればかりではなく [1] で言及されているように、時として意外な事柄が現れることも積極的に受け入れなければならない；ある結果を期待していたのに何も変わらなかったあるいは反対の結果が出たという意外性であり、また何も行動を起こしていないのにうまく切り抜けることができたという意外性である。[1], [2] ではコンピュータ上で動くプログラム群からなる BSG について機能と設計の概要が述べられている。本ノートでは、この BSG について意思決定から関数的にどのように結果が決まるか、すなわち意思決定を評価し結果を引き出す仕方についてと、関数的以外の方法で決まる要素を加える方法について、その後の改変点を含めて具体的に報告する。後者の方法を実現するためには、ある確率分布から発生する乱数を利用する。

2. 会社と市場

[1], [2] で述べられている BSG の場で活動する会社の概略は次の通りである。

2種類の製品を製造し直接消費者に販売する事業を行う。2種類の製品の需要市場には共通部分はない。また、原材料は1種類であり、両方の製品製造に共通に使われる。販売計画、生産計画、資金調達などについて意思決定を行い、計画案を作成し会計諸表にまとめる。業績が判明し

* 流通科学大学商学部教授、〒651-2188 神戸市西区学園西町3-1

(2007年9月4日受理)

た後に決算を行い株式配当を考慮する。販売計画、生産計画作成の段階では販売量と生産量の決定を行うが、それに伴う意思決定事項はおよそ次の通りである。(1) 生産活動のため有期の耐用期間を持つ工場（製造ライン）を建設し、工場従業員を雇用する。(2) 販売活動のため営業員を雇用する。(3) 研究開発活動を行い、工場においては従業員の能力向上、工場稼働率の改善、製品の品質維持（故障品発生率の減少）を行う。(4) 製品価格を決定し、広告宣伝活動を行う。

数社が、上記のような経営活動を、共通に提供される限られた情報の下で、お互いは情報交換の場をもつことなく独立して行う。ひとまとまりの意思決定・経営活動を行い業績を競う期間を1期とする。現在の期を当期、直前の期を前期と呼ぶ。1期の各社の意思決定のデータは同時にBSGに入力され、プログラムに従い各会社の業績が決定される。業績と共通情報は会社にフィードバックされる。それらを参照し会社は次の1期の経営意思決定を議論する。

2種類の製品（L製品、S製品）は共に耐久消費財であり、買い換え需要は考えない。市場における両製品の全需要個数はBSGの内部定数として固定されており、何期かにわたる会社の製造販売活動により順次満たされていく。全需要個数のどれだけが満たされたかにより、次期需要個数の当期需要個数に対する増加・減少

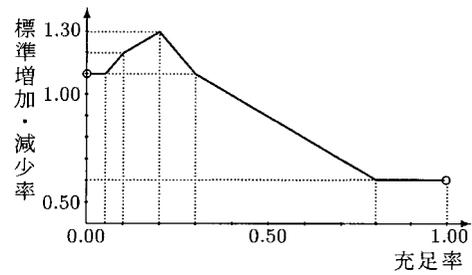


図 2.1 需要個数の標準増加・減少率

の率は変化する。L、S製品の市場における当期需要個数は、それぞれについて、いくつかの計算を経て決まる。前期までに販売された製品個数の累積値の全需要個数に対する率を充足率と呼ぶことにする。需要の標準増加・減少率は、充足率の関数として図 2.1 の規則に従って決まる。需要の標準増加・減少率は、当期需要個数の基本値を算出するため次のように利用される。

$$(2.1) \quad \{ \text{当期需要個数の基本値} \} = \{ \text{前期需要個数の基本値} \} \times \{ \text{当期経済要因係数} \} \\ \times \{ \text{需要個数の標準増加・減少率} \}$$

ここで、ゲーム開始時点における前期需要個数の基本値は所与であるとする。また、当期経済要因係数は 1.0 を中心とする値で、その期の市場の需要の活性度を表す数値であり、その値は講師により各期ごとにあらかじめ決められて BSG の定数となっている。

3. 工場従業員、営業員の採用と退職

会社は、工場従業員と製品販売に専従する営業員を雇用し製造販売事業を行う。工場従業員の能力は多能工指数という指標（第 7 節参照）で測られる。1つの会社内ではすべての工場従業員は同じ能力を持つが、会社間では異なるとする。営業員は高い販売能力を持つ者と、普通の販売能力を持つ者の 2 種類から成る。営業員の能力は 1 期に販売する製品の個数で表される。会社は

表 3.1 にあげる 5 部署に人々を雇用する。雇用される人々の属すグループは、表 3.1 の右から 2 番目の欄に示されるように 3 つに分かれている。これらのグループに属する人々には共通部分はなく、グループごとに全体人数も決まっている。会社は雇用策に基づき、それぞれのグループの人々に給料を提示し採用活動を行う。一度雇用された人は、自己都合で退職するか会社都合で退職を余儀なくされるかを除いて、同じ会社で働き続ける。採用計画は給料の高い会社から優先的に満たされる。各グループに属する人々の全体人数は固定されおり、他社よりも低い給料を提示する会社の採用計画は満たされないこともある。各会社から採用人数・退職人数の計画が給料額とともに提示されるとき、どのような過程で実際の採用人数あるいは退職人数が決められるかを、高い販売能力をもつ人々のグループを例にとって説明する。

表 3.1 会社が雇用する人々

部署	職種	雇用される人々のグループ	1 人の能力（営業員は販売個数）
工場	従業員	工場従業員として働く人々	多能工指数（後出：第 7 節）
HL	営業員・L 製品担当	高い販売能力を持つ人々	平均 m_{HL} 個 [*] ，標準偏差 s_{HL} 個
HS	営業員・S 製品担当		" m_{HS} " [*] ，" s_{HS} "
ML	営業員・L 製品担当	普通の販売能力を持つ人々	" m_{ML} " [*] ，" s_{ML} "
MS	営業員・S 製品担当		" m_{MS} " [*] ，" s_{MS} "

* 平均販売個数は初期の値であり、価格，研究開発，広告宣伝の状況により変化する（第 4 節）。

- (1) HL と HS に新たに何人採用するか計画を立てる。もし退職させるならばその人数を負の整数で示す。例えば、HL から 5 人を会社都合で退職させて、HS には 8 人採用するという計画ならば、HL の退職者 5 人は自動的に HS として継続して雇用される。会社都合で退職させる人数が、もう一方の製品の営業員の採用計画人数より多ければ、このような社内調整では継続就業できず、本当に退職する人が出る。それらの人々は、改めて高い販売能力を持つ人々のグループに属する未就職者として他社の採用計画に応募する。
- (2) HL, HS の部署で働く人々の約 20% は他社への転職を希望し自己都合退職を考慮している。自己都合退職希望者が実際にその会社を退職するかどうかは給料額順位により異なる。給料が最も高い会社では、自己都合退職希望者は確率 0.1 で実際に退職する。給料額が第 2 位の場合確率 0.3 で実際に退職する。以下給料額の順位により、確率 0.5, 0.7, 0.9 で実際に退職する。
- (3) 前期において就職できなかった就職待ちの人々、会社都合で余儀なく退職した人々、自己都合で退職した人々が当期の就職志願者を構成し、各会社の採用計画に従って就職を果たす。その際、給料額の高い会社から優先的に採用計画が満たされていく。志願者数が全社の採用計画数より少ない場合は、低い給料額を提示した会社は計画通りの人数を採用することはできない。

4. 市場の需要個数と会社の販売個数の決定

当期の生産計画に基づき製造された製品と、前期からの棚卸し製品が当期の販売に供される。本節ではそれらの製品のうちどれだけが実際に販売されるかを決定する方法を説明する。

4.1 研究開発活動の効果

会社は製品の改良発展のため研究開発活動を行う。毎期の研究開発費は累積されて、その累積額に応じる効果を販売活動に発揮する。当期にかける研究開発費は、確率 0.4 で全額が前期までの累積額に加えられ、確率 0.6 でその半額が前期までの累積額に加えられる。これは例えば、研究開発活動が 0.4 の確率で特許取得に結びつくなどのことを想定しての設定である。

4.2 広告宣伝活動の効果

会社が行う広告宣伝活動の規模は支出する広告宣伝費の大きさを表される。当期の広告宣伝活動の効果の大きさは、次の (4.1) 式で算出される当期広告宣伝効果算出のための値

$$(4.1) \quad \{ \text{当期広告宣伝効果算出のための値} \} = \{ \text{前期の広告宣伝費} \} \times 0.5 + \{ \text{当期広告宣伝費} \} \times \{ \text{前期研究開発効果} \}$$

を (4.3) 式の広告宣伝効果係数の算出式に代入し得られる。(4.1) 式の前期研究開発効果の値は、

$$(4.2) \quad \{ \text{前期研究開発効果} \} = \begin{cases} 1.0 & (\text{前期において研究開発費の半額が累積されたとき}) \\ 1 + 0.5 \times \text{Min}(\{ \text{前期研究開発費} \}, a) / a & (\text{前期において研究開発費の全額が累積されたとき}) \end{cases}$$

による。ただし、 a は前期研究開発効果に対して上限となる研究開発費の額である。すなわち、 a 以上の研究開発費をかけてもその効果は a のときと変わらない。(4.1) 式で計算される当期広告宣伝効果算出のための値を x で表すとき、当期の広告宣伝効果係数は次の (4.3) 式により算出される。ここで、 b, c は $0 < b < 1.0 < c$ を満たす定数であり、 x_1, x_2 は当期広告宣伝効果算出のための値の範囲を決める定数である。図 4.1 は関数 (4.3) のグラフ表示である。

$$(4.3) \quad \{ \text{当期広告宣伝効果係数} \} = \begin{cases} b + (1.0 - b)x/x_1 & (0 \leq x < x_1) \\ c - (c - 1.0)(x_2 - x)^2 / (x_2 - x_1)^2 & (x_1 \leq x < x_2) \\ c & (x_2 \leq x) \end{cases}$$

会社の当期広告宣伝効果係数算出のためには、定数 b, c の値を $b = 0.75, c = 1.50$ としている。また、市場全体の需要に寄与する当期広告宣伝効果係数の値も (4.3) 式と同じ式を用いて計算する。この場合、定数の値 $b = 0.75, c = 1.50$ は同じであるが、(4.3) 式の x_1, x_2 に相当する値は、それぞれ会社の数だけの倍数としている。そして、

$$x = \{ \text{参加会社すべての当期広告宣伝効果算出のための値の総和} \}$$

として (4.3) 式と同じ規則を適用し算出する。このようにして算出される広告宣伝効果係数は、単独の会社については販売力（販売個数）の増減に寄与し、市場全体における当期広告宣伝効果係数は当期の市場全体の需要個数の増減に影響を与える。

4.3 市場における当期需要個数

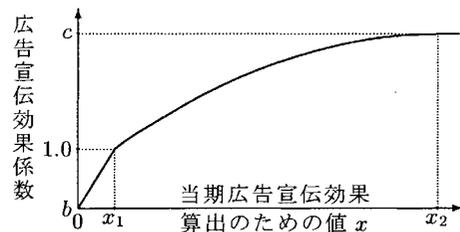


図 4.1 広告宣伝効果係数算出関数

当期の市場全体の需要個数は、(2.1)による{当期需要個数の基本値}を基礎として、

$$(4.4) \quad \{ \text{当期市場の需要個数} \} = \{ \text{当期需要個数の基本値} \} \\ \times \frac{1 + \{ \text{前期の需要個数に対する実際の販売個数の率} \}}{2} \\ \times \{ \text{市場全体の需要に寄与する当期広告宣伝効果係数の値} \}$$

により算出され決まる。

4.4 価格研究開発係数

会社の研究開発活動の結果と製品価格は、その会社の営業員の平均販売個数を押し上げ、または引き下げる効果を持つ。それを当該会社の価格研究開発係数という数値にまとめる。それは、2種類の係数の積として構成されている。

当期製品価格と、4.1節で説明した前期までの研究開発費累計額の順位（どちらも高い方から第1位、第2位、…とする）により、次の表4.1の通りに価格研究開発係数Aを定める。

表 4.1 価格研究開発係数 A

研究開発費累計額順位 価格順位	第1位	第2位	第3位	第4位	第5位
第1位	1.00	0.93	0.85	0.75	0.60
第2位	1.07	1.00	0.93	0.85	0.75
第3位	1.15	1.07	1.00	0.93	0.85
第4位	1.25	1.15	1.07	1.00	0.93
第5位	1.40	1.25	1.15	1.07	1.00

価格研究開発係数Bを、研究開発費累計額を横軸、製品価格を縦軸として、図4.2において3種類の網掛けにより図示される領域で定義される関数の値として定める。横軸の x_1, x_2, x_3 の値は、それぞれ研究開発費累計のある基準額であり、BSGに与える定数である。縦軸の製品価格の y_1 から y_8 の値については、L製品、S製品それぞれで異なる値として定められている。このように形づくられた領域において関数の値を次のように順次定義する。まず、図4.2の中で・を打ってある各点で関数の値を表4.2の通りに与える。次に、点 $(0, y_1)$ 、

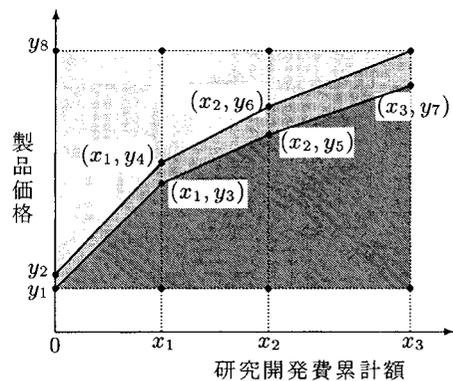


図 4.2 価格研究開発係数 B

表 4.2 価格研究開発係数 B の値の定義

点	$(0, y_1)$	(x_1, y_1)	(x_2, y_1)	(x_3, y_1)	$(0, y_2)$	(x_1, y_3)	(x_1, y_4)
関数の値	1.0	1.4	1.8	2.0	1.0	1.0	1.0
点	(x_2, y_5)	(x_2, y_6)	(x_3, y_7)	(x_3, y_8)	$(0, y_8)$	(x_1, y_8)	(x_2, y_8)
関数の値	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3	0.6	0.85

(x_1, y_1) , (x_2, y_1) , (x_3, y_1) を通る線分上と, 点 $(0, y_8)$, (x_1, y_8) , (x_2, y_8) , (x_3, y_8) を通る線分上においては, 表 4.3 で与えられた値を区分線形的に拡張し関数の値を定義する。また, 中間の濃さの網掛け領域では関数の値は 1.0 とする。そして網掛けのある領域全体を縦軸に平行な線分で覆い, 各線分上で, 既に定義されている値を区分線形的に拡張し関数の値を定義する。したがって, 図 4.2 において網掛けの最も薄い領域で関数の値は 0.3 以上 1.0 以下, 中間の濃さの領域では定数 1.0, 最も濃い領域で 1.0 以上 2.0 以下である。価格研究開発係数を次の (4.5) 式により算出する。

$$(4.5) \quad \{\text{価格研究開発係数}\} = \{\text{価格研究開発係数 A}\} \times \{\text{価格研究開発係数 B}\}$$

価格と研究開発の効果を販売実績に結びつけるためには, 本質的には価格研究開発係数 A だけで十分であると考えられる。しかし, 各会社がこの構造に気づき, 揃って価格を上げると, 歯止めがきかなくなり, 製品の品質に較べて価格が異常に高くても市場からの需要は減じないという事態が起こりうる。価格研究開発係数 B はそれを防ぐために導入したものである。

4.5 会社の販売力

行列 $\begin{pmatrix} 1 & 0.8 & 0.3 & 0.3 \\ 0.8 & 1 & 0.3 & 0.3 \\ 0.3 & 0.3 & 1 & 0.8 \\ 0.3 & 0.3 & 0.8 & 1 \end{pmatrix}$ を分散共分散行列とし, 平均が $(0, 0, 0, 0)$ の 4 変量の正規確率変数を考え, この確率分布に従って出現する 4 変量の乱数を $(\gamma_{HL}, \gamma_{ML}, \gamma_{HS}, \gamma_{MS})$ とする。記号 m_{HL} , s_{HL} の意味は表 3.1 の通りとし, 会社の HL 営業員の人数を n_{HL} , 広告宣伝効果係数を α , L 製品の価格研究開発係数を β_L とするとき, この会社の HL 営業員全体による販売可能個数を,

$$(4.6) \quad m_{HL} \cdot n_{HL} \cdot \alpha \cdot \beta_L + \sqrt{n_{HL}} \cdot s_{HL} \cdot \gamma_{HL}$$

により算出する。ML 営業員全体による販売個数は, ML 営業員の人数を n_{ML} とするとき,

$$(4.7) \quad m_{ML} \cdot n_{ML} \cdot \alpha \cdot \beta_L + \sqrt{n_{ML}} \cdot s_{ML} \cdot \gamma_{ML}$$

となる。S 製品の販売可能個数についても, 記号の使い方は同様であるのでその説明は省略して結果のみを書くと,

$$(4.8) \quad m_{HS} \cdot n_{HS} \cdot \alpha \cdot \beta_S + \sqrt{n_{HS}} \cdot s_{HS} \cdot \gamma_{HS}$$

$$(4.9) \quad m_{MS} \cdot n_{MS} \cdot \alpha \cdot \beta_S + \sqrt{n_{MS}} \cdot s_{MS} \cdot \gamma_{MS}$$

となる。 $(\gamma_{HL}, \gamma_{ML}, \gamma_{HS}, \gamma_{MS})$ を上記の 4 変量正規分布から取り出したのは, 1 つの会社における 4 部署間の販売個数の予測できない変動部分に正の相関関係を持たせるためである。

L 製品については (4.6) と (4.7) の和として, S 製品については (4.8) と (4.9) の和として当該会社の当期の販売可能個数が決まる。販売可能個数を当期のその会社の販売力とする。(4.4) による L 製品, S 製品それぞれの当期の全体需要個数を, 販売力に応じて比例的に各会社に配分する。配分された個数がその会社に対する市場からの需要個数である。会社は, 需要個数が在庫個数以内であり, しかも販売力の範囲内にあるならば, 需要個数すべて販売する。在庫が不足する場合は販売力に余力を残したままその期を終える。在庫が多すぎる場合は販売残が発生し, 棚卸し製品として次期に繰り越す。在庫個数あるいは販売力が需要個数に満たないときは, 限度一杯まで

販売し、それ以上の個数の需要は、他社で在庫と販売力に余剰のある会社があれば、そちらに譲られる。したがって逆にいえば、自社に対する需要をすべて満たし、なお在庫と販売力を持っている場合、他社が満たせなかった需要を奪うチャンスもある。

5. 株価の算定

株価の算定は、[3] および [4] で述べられている考えに基づき、会社価値から負債価値を引き去り、発行株式数で除した値としている。本節ではその算出手順を報告する。

5.1 フリー・キャッシュフロー (FCF)

FCF としては次の (5.1) 式で算出される値を採用している。

$$(5.1) \quad \text{FCF} = \{ \text{利息および税引前利益 (EBIT)} \} - \{ \text{EBIT に対する税金} \} \\ + \{ \text{減価償却費} \} - (\{ \text{運転資本の増加} \} + \{ \text{資本的支出} \})$$

本 BSG において資本的支出にあたる項目は、製造ライン建設のための支出と、工場用地取得のための支出の 2 項目だけである。これらのうち、(5.1) により FCF を算出する際は、製造ラインの取り替え支出のみを対象とする。製造ラインは建設後 4 期間稼働し、その後残存価額 0 の状態で廃棄される。当期には、4 期間前に建設した製造ラインと同じ台数の製造ラインを建設すると想定し、その建設のための支出を資本的支出とする。これは、製造ラインをその台数以上新たに建設する場合も、それ以下の台数しか建設しない場合も変化しないとする。その台数以上を建設する場合、上回る支出は FCF の使途の 1 つとみなす。以下の台数しか建設しない場合は、現実には事業縮小になる。小さくなった資本的支出から (5.1) 式の FCF を算出すれば、FCF は増加し、ひいては株価が上昇する可能性がある。このような矛盾を避ける考えを意味している。

(5.1) 式による FCF を L 製品と S 製品の売上高に応じて、L 製品事業による FCF と S 製品事業による FCF に振り分ける。

5.2 会社価値と株価

会社価値算定の基礎となる会社の資本、負債および FCF は、それぞれ前期と当期のその平均とする。すなわち、

$$(5.2) \quad \{ \text{価値算定のための FCF} \} = \tilde{F} = (\{ \text{前期 FCF} \} + \{ \text{当期 FCF} \}) / 2$$

$$(5.3) \quad \{ \text{価値算定のための資本} \} = \tilde{E} = (\{ \text{前期資本} \} + \{ \text{当期資本} \}) / 2$$

$$(5.4) \quad \{ \text{価値算定のための負債} \} = \tilde{D} = (\{ \text{前期負債} \} + \{ \text{当期負債} \}) / 2$$

とする。ただし、負債は長期負債だけを問題にし、決算時に起こす短期負債は除外する。会社の加重平均資本コスト (WACC) は [3], [4] に従い、

$$(5.5) \quad \text{WACC} = \frac{1}{\tilde{D} + \tilde{E}} \left[\{ \text{長期借入金利率} \} \times (1 - \{ \text{法人税率} \}) \times \tilde{D} + \{ \text{株主資本コスト} \} \times \tilde{E} \right]$$

により算出する。ここで、株主資本コストは各社共通の値としている。

FCF の成長率を次のように算出する。当期までの業界全体での累積販売個数と図 1.1 の需要の

標準増加・減少率をみることにより、次の期以降の市場全体での需要の増加・減少率を順次予測する。これは、100 期間あるいは市場全体の需要個数が 500 個を下回る直前まで行う。このことを L 製品、S 製品に適用し、それぞれの製品販売個数の増加・減少率を、FCF の成長率として採用する（実際は、製品販売個数の増加・減少率よりも多少 1.0 に近い値としている）。そして、[4] の P.129 に示されている企業価値算定式に基づき、WACC を割引率とし、L 製品による事業価値を

$$(5.6) \quad \{L \text{ 製品による事業価値}\} = \left\{ \begin{array}{l} \text{明示的な予測期間に} \\ \text{おける L 製品事業の} \\ \text{FCF の現在価値} \end{array} \right\} + \{L \text{ 製品事業の継続価値}\}$$

により算出する。同様に、S 製品による事業価値を算出し、それら 2 つの事業価値の和を当該会社の価値とする。このように算出した会社価値から長期負債額を引き去り、発行株式数で除し当期株価を得ている。

キャッシュフロー計算書における当期期末現金が負の場合、あるいは \tilde{F} が負の場合は、会社清算時株式価値といえる値を別の方法により算出し、参考値として表示している。

6. 製造ラインの稼働率

製造ラインにおける実際の製造個数は、工場従業員の人数、原材料の量、その他の要因により設計上の最大製造可能個数に達しないことがある。稼働率という語をここでは次の意味で使う；製造ラインの設計上の最大製造可能個数に対して、上記のその他の要因により制限される製造可能個数の割合を稼働率と呼ぶ。したがって、製造ラインでの実際の製造可能個数は、稼働率、工場従業員人数、原材料在庫量の 3 つの要因のうちの最も制限の強い要因により決まる。ある期において、稼働率だけから見るときの製造可能個数の最大値は次の (6.1) で与えられる。

$$(6.1) \quad \{ \text{設計上 (稼働率 1.00 の時) の最大製造可能個数} \} \times \{ \text{その期の稼働率} \}$$

稼働率は稼働率改善費をかけることにより向上する。建設初期状態での稼働率は 0.50 である。前期と当期の稼働率改善費から次の (6.2) 式により、当期稼働率実効改善費を計算する。

$$(6.2) \quad \{ \text{当期稼働率実効改善費} \} = \{ \text{前期の 1 台当たり稼働率改善費} \} \times 0.5 \\ + \{ \text{当期の 1 台当たり稼働率改善費} \}$$

当期の稼働率は、当期稼働率実効改善費 (x) により、図 6.1 のグラフで表される関数的な決まり方に多少の予期できない変動を伴って改善される。そのような変動を加えるためには、後出の図 9.1 の確率分布に従う乱数を利用する。それは図 9.1 の確率分布の中心を図 6.1 のグラフ上の縦座標の値に一致させ、 x の値に従い分布の幅を調節しながら利用するものである。図 6.1 の x_1 , x_2 , x_3 の値は、 x に対する稼働率の上昇度を変化させる点であり、BSG に備わる定数である。

7. 多能工指数

1 つの会社の工場従業員は全員が同じ能力を持つとし、1 人の工場従業員が担当できる製造ラインの台数を多能工指数と呼ぶ。

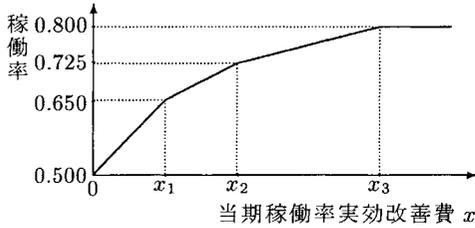


図 6.1 稼働率の改善

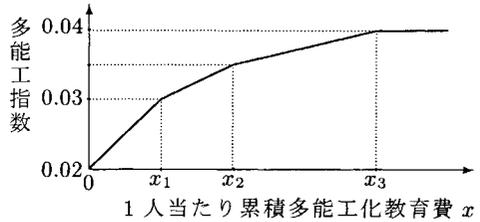


図 7.1 多能工指数の改善

$$(7.1) \quad \{ \text{多能工指数} \} \times \{ \text{工場従業員の人数} \} / \{ \text{製造ライン台数} \}$$

の値が 1.0 以上であれば、当期の稼働率から予想される製造可能個数通りの、あるいは原材料の制限通りの製造が確保される。その値が 1.0 以下であれば、製造ラインの製造可能個数は値に比例して減少する。多能工指数向上のためにかける費用を多能工化教育費と呼ぶ（多能工化教育は [5] を参照した）。多能工指数の向上度合いは、第 1 期からの 1 人あたりの多能工化教育費の累積額に応じて、図 7.1 に図示する関数の値として決まる。横軸の x_1, x_2, x_3 の値は BSG に与えられた定数である。関数の値の上に、制御できない変動を組み込むため、図 9.1 の確率分布に従う乱数を、前節の稼働率への利用と同様の仕方を利用して。グラフから判断すると、教育費を全くかけないならば、1 台の製造ラインで稼働率の限度一杯の製造をするためには約 $1/0.02 = 50$ 人の従業員が必要であり、多能工化指数が最高値 0.04 に達すれば約 $1/0.04 = 25$ 人で済む。

8. 製品故障率

販売製品が故障した場合は販売価格と同じ額を払い戻して引き取らねばならない。引取りの対象とする故障は販売された次の期に起こったものだけとする。製品故障の率を改善するためにかける費用を製品故障率改善費と呼ぶ。この費用の効果はその期限りとする。製品故障率改善費が 0 の場合、故障率は 0.006 程度である。かける費用と故障率との関係はおおよそ図 8.1 のグラフで表される通りである。横軸上の値 x_1, x_2, x_3 は BSG で与えられている定数である。実際に引き取る故障品の個数は、製品が製造された期（前期）の記録にある故障率と、販売された製品の個数を母数とする 2 項分布に従う乱数の実現値としている。

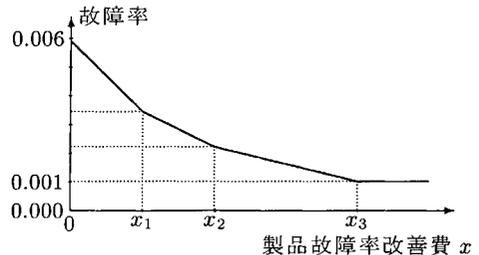


図 8.1 製品故障率の改善

9. 補足

製品需要の増加率、製造ラインの稼働率、多能工化指数などの実現値には、関数的に定まる値を中心として予期されない変動が加えられる。そのために乱数を利用して。それらの乱数

は、図 9.1 に図示する確率密度関数で表される確率分布から発生させている。確率密度関数は、分布の中心である t_3 の値 m_0 、中央部分の両幅 $t_3 - t_2 = t_4 - t_3$ の値 w_0 、および中央部分の確率 $P\{t_2 < t < t_4\}$ の値 p_0 を与えて、 $t = t_3$ を中心とする左右対称性を要求することで決まる。すなわち、 m_0 、 w_0 、 p_0 の値を指定するとき、

$$t_1 = m_0 - w_0 - 2w_0(1 - p_0)/p_0,$$

$$t_2 = m_0 - w_0, \quad t_3 = m_0, \quad t_4 = m_0 + w_0,$$

$$t_5 = m_0 + w_0 + 2w_0(1 - p_0)/p_0$$

である。

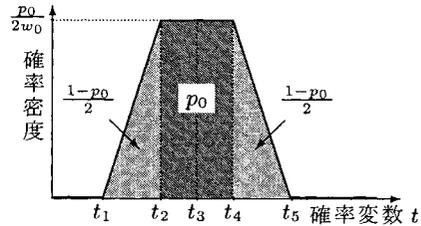


図 9.1 乱数発生のために用いる確率分布の確率密度関数

10. おわりに

第 3 節の人の採用に関する事項では、会社への就職志願動機として給料額のみをあげているが、それ以外に会社業績、福利厚生などの要素を取り入れることも考えるべきであろう。

本ノートは、2005 年度流通科学大学特別研究助成 (N0.17202) を受けた研究「ビジネス・シミュレーション・ゲームの運用と新規開発のための研究」によるものである。[6] [1] [2] から今に至る研究は、足立明教授、小笠原宏教授との共同研究である。今回は研究助成への報告として単著とすることに両教授からご承諾をいただいた。また、本 BSG 作成には、株式会社サンモアテックが管理運営するビジネス・ゲーム「B-Square」を利用して行う研修の実施経験を参考にしている。「B-Square」の扱う商品は 1 種類であるが、商品を 2 種類とすればどのようなようになるか、ということが本 BSG 作成の出発点であった。足立明教授、小笠原宏教授、研究助成にお世話くださった方々そして「B-Square」の開発、管理運営に携わってこられた方々と会社に感謝いたします。最後に、原稿確認において多くの有益な助言をいただいたことを記してお礼とします。

参考文献

- [1] 又賀喜治, 小笠原宏, 足立明:「ビジネス・シミュレーション・ゲームの設計について」,『流通科学大学論集—流通・経営編』第 16 巻第 2 号 (2003) 155 - 159
- [2] 又賀喜治, 小笠原宏, 足立明:「意思決定型シミュレーションモデルの可能性の考察」,『流通科学大学論集—流通・経営編』第 17 巻第 3 号 (2005) 69 - 82
- [3] 小笠原宏:「最新証券化の基本と仕組みがよくわかる本」 秀和システム (2004)
- [4] トム・コープランド, ティム・コラー, ジャック・ミュリン (伊藤邦雄訳):「企業評価と戦略経営 キャッシュ・フロー経営への転換新版」日本経済新聞社 (1997)
- [5] 野口博司:「おはなし生産管理」日本規格協会 (2002)
- [6] 又賀喜治, 小笠原宏:「経営管理教育におけるビジネス・シミュレーション・ゲームの適用実践例」,『流通科学大学論集—流通・経営編』第 14 巻第 3 号 (2002) 135 - 146
- [7] (株) サンモアテック編:「ビジネスゲームで学ぶ IT 技術者のための経営基礎」サンモアテック (2002)