

3M&I 多様系序論：個体アプローチ， 企業素粒子論とバランシング論

松井 正之*

The 3M&I-Variety: Body-approach, Enterprise-Particle and Balancing Issues

Masayuki MATSUI*

1. はじめに

一般に、森を見るのに、システム中心的アプローチと、個体中心的アプローチがある。前者は、各木を要素(点)と見て森を考えるのに対して(要素還元主義)，後者は各木を分解できない自律ある個体と見て森全体の関係を考えている。その原型であるステーション中心のアプローチは、最初に CSPPS 研究^①で試みられ、体系化がなされている^②。

個体として企業を考えた例として、企業 3M&I 系である ERP/SCM 系が、この個体中心のアプローチによる多センター問題として取り上げられる。これは、企業ネットワーク上での直列(SCM)対並列(ERP)の問題でもあり、利益/コスト・バランシング問題として数値的に考察がなされている。

本総説では、上記の議論によって、3M&I(ヒト、モノ、カネと情報)からなる多様系への、個体中心のアプローチについて多センター論と、そのバランシング試論をまとめている。この問題のタイプは、また物理学における素粒子論の世界から、天文学にわたって、その原型が見られる(サービス体も含めて^③)。

これが、本論の着眼視点であり、最初に企業素粒子論を提示している。すなわち、物理学(素粒子)の<4 状態>は、企業(3M&I)の<4 極態>と符合する。

他方では、F. W. テイラーは約 100 年前に、すでに<マネジメントは術(art)である>と指摘している^④。この点で、3M&I からなる企業のマネジメントは、3M&I 多様系の術であると考えられ^{⑤⑥}、その知識とワザ(技)の体系からなることが求められる。N. ウィーナーのサイバ

ネティクス^⑦では、これらは<通信と制御に関する理論>類に相当するだろう。

2. 3M&I 多様系問題

2. 1 必要多様度と拘束

多様系として、ここでは一般に Man ヒト(人)、Material&Machine モノ(物)、Money カネ(金)と、Information 情報(方法)からなる、3M&I システム(図 1)を想定する。このとき、最初の 3M は資源を表し、次の I は資源に関する情報(方法)を表しており、取りうる可能な状態の数は、多様性(variety)の空間をなしている。

この多様性を規定(拘束)する尺度として、情報理論より冗長度(redundancy)を導入して標準化の程度を表すことができる。標準化は、個性化と統合化をその両端にもち、この範囲内を変動している。最近の社会でみると、グローバリゼーションは異文明の標準化に向かっており、グローカリゼーションは、個性化との共存を模索している。

この 3M&I 系が現存するには、必要多様度の法則(law of requisite variety)^⑧が成立していることが求められる。この法則は、端的にいえば、多様度だけが多様度を破壊することができるとか、情報なしには選択できないということである。他方、すべての自然法則は一つの拘束であり、拘束(冗長度)があるときにはいつも利得が得られる。

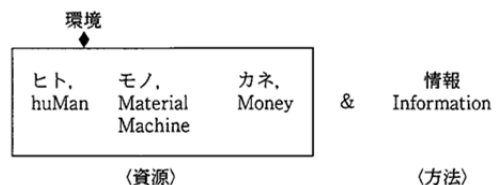


図 1. 3M&I システム

2. 2 企業 3M&I 多様系

企業は、3M&I システム(図 1)から観ることができ、図

*教授 情報システム創成学科
Professor, Dept. of Information Systems Creation

2のように表される⁶⁾。図2は、企業が生産(モノ)を中心に、人事(ヒト)、財務(カネ)の各部門からなり、これらが時間とともに行動するプロセスからなる。このプロセスを規定(組合せ/連結)するのが、方法(情報/品質)であり、戦略ともなり、マーケティング活動をえて製品/サービスを販売する。

特に、単発的な3M&Iシステムがプロジェクトと呼ばれるのに対して、(生産)企業は反復的な3M&Iシステムであるのが普通である。反復的なシステムは、3M 資源の構造的な次元とともに、動的な時間的次元として、情報による計画、スケジューリング問題の部類や、戦略プロセスをもっている。

マネジメントは、経営資源を一つのトータルシステムに結合する過程であり、そこにはある種の組み合わせに関する方法、戦略等の多様性問題がある。システム的には、これは多様性の術であると考えられる。この多様性の増大を防止するためには、構造(拘束)として、規制、制度などの制約が存在して、その範囲下での利益の最大化等が図られる⁶⁾。

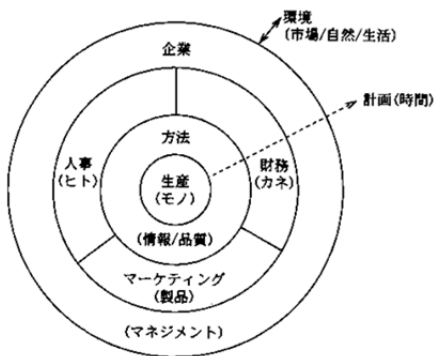


図2. 企業の3M&Iシステム

3. 3M&I と企業素粒子論

3. 1 バランス・ソリューション

企業のバランス・ソリューション法の代表は、最近のバランス・スコアカード(BSC)¹⁰⁾であろう。これは、企業を単なる利益目的と考えないで、エコロジカルに生存するための価値バランスを重視するときに有効である。このアプローチをベースに、種々の理論の符合合わせを行い、整理したのが図3である。

図3は、一つは BSC の理論、経営戦略論¹¹⁾と楕円交叉理論⁹⁾⁽¹²⁾を符合させて、戦略パターンを加え合わせしたものである。また、これらの3理論と、ビジネス・コンセプト4要素の組み合わせによって、製品×企業のサステイナビリティ下での経済性(利益軸)と、信頼性(時間軸)の動的バランス・ソリューション法の体系化¹³⁾を可能にしている。

この図3の特徴は、楕円交叉理論を基底にすることで、戦略ソリューションが点ではなく、面で与えられていることである。その意味で、図3は経営者の戦略マップとして、利益/コスト・バランスングに有効と考えられる。

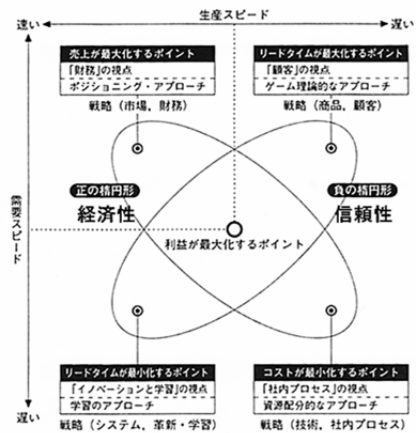
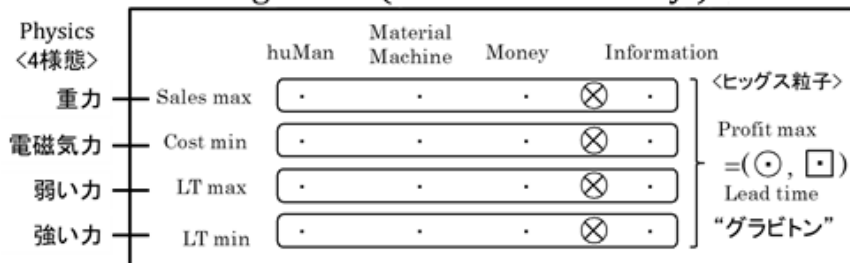


図3. バランス・ソリューション概要

Management (⇔An Art of Variety) :



$$\Rightarrow \left(\begin{array}{l} \text{Cycle : } Z(\text{sales}) = X(\text{cost}) + D(\text{profit}), \\ L(\text{LT}) : \text{Lead time} \rightarrow W(\text{power}) = Z \times L \end{array} \right)$$

図4. 個体の3M&I系:エレメンタリー・ビュー

3. 2 試論：企業素粒子論の概要

企業は、一般に 3M&I 要素からなっている目的システムといわれる。ここで 3M とは、ヒト、モノ、カネ(物質粒子)であり、I とは情報(力を伝える粒子)である。ここでは、この視点から企業という個体(人工体)を取り上げて、物質の素粒子論と対比させて論じる⁽¹³⁾。

この 3M&I という 4 要素(粒子)は、企業のとりうる極(ポジション)によって、＜異なる 4 様態(場)＞を呈する。4 様態(4 つの力の相互作用)とは、松井理論(図 4, 5)でいう楕円交叉マップの 4 極態(収益最大、費用最小、LT 最大、LT 最小の場)である。さらに企業は、経済性(利益)Z と信頼性(ラグ)L を目的(ひも)にもっている。

これから、企業の 16 要素と、物質の 16 粒子が対応をみる。17 番目の、物質に重さを与える粒子である“ヒッグス”は、企業の“利益”(=収益-費用)に相当する。また、そうすると重力を伝える“グラビトン”は、企業の“信頼生”(タイムラグ)に相当するだろう。

図 4 はこの企業素粒子論のまとめであり、図 5 の楕円交叉理論と対比することにより、符合対応していることがわかる。また、そのバックボーンとして、松井の式($W=ZL$)の存在がみられる。

なお、上位における質点のニュートン力学と、個体の松井の式との関係は付録に示されている。

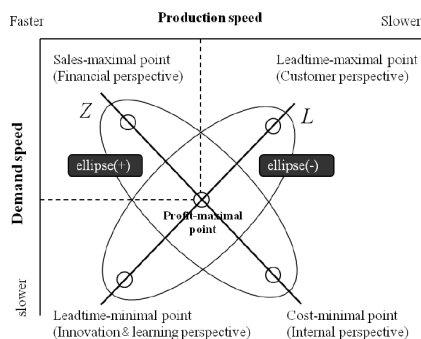


図 5. 楕円交叉理論と松井の式($W=ZL$)

4. 多センターの場合

4. 1 製販：直列対並列系

2 センター (MGM) では、サプライ・チェーンを販売企業と生産企業のマネジメント・ゲームモデル(MGM)の 2 連鎖させた企業系モデル (図 6) が考えられる⁽¹⁴⁾。この直列タイプで連鎖している SCM に対して、ERP のように販売と生産部門が同一企業内で連携するような並列モデルも考え、利益バランシング問題を取り上げる。

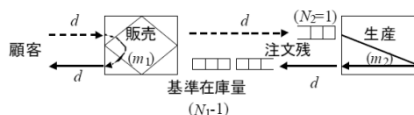


図 6. 2 センター (MGM) モデルの例

いま、図 7 のように販売 ($i=0$)、生産 ($i=1$) の MGM を直列または並列に連鎖させたものを用いる。連鎖間では情報(需要スピード) d を共有し、情報伝達遅れおよび製品等の配送時間はないものとする。

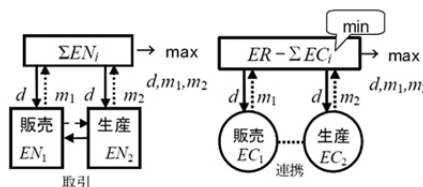


図 7. 直列モデル(左)と並列モデル(右)

ここで、直列(SCM)と並列(ERP)の違いは、前者は複数の企業体での利益(限界利益)の統合最適化を図るが、一方後者は、生産と販売をひとつの企業で連携する場合と考える。そのため、連鎖間取引は発生せず、それぞれの部門における運用費用のバランシングが注目される。

直列、並列とも、図 8, 9 から需要スピード (サイクルタイム) d に関して最大値を持つことがわかる。直列モデルでは、 $EN1 \approx EN2$ のときに利益最大化になっている (図 8)。並列モデルでは、図 9 より $EC1 \approx EC2$ のとき利益最大化となり、図 8 と併せるとある種のサドル問題が発生している。

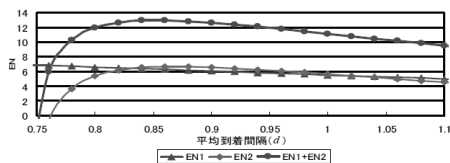


図 8. 直列モデルの利益最大化 ($m_1=0.53, m_2=0.73$)

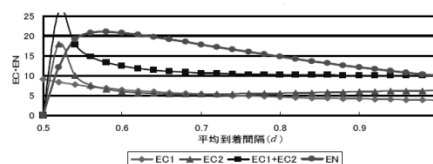


図 9. 並列モデルの利益最大化 ($m_1=0.40, m_2=0.50$)

表1 SCM バランシング表(m_0, m_1)

販売企業	組立企業	m_1	0.00	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.2	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.3	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36
ENO	EN1	7.661	7.776	7.887	7.993	8.094	8.191	8.281	8.366	8.444	8.516	8.581	8.637	8.686	8.726	8.756	8.776	8.785	8.782	8.766	8.734	8.685	8.615	8.52	8.396	8.224	8.005	7.757	7.471		
0.01	7.32796	ENO-EN1	14.00	15.1	15.91	15.93	15.92	15.82	15.52	15.61	15.69	15.77	15.84	15.91	15.97	16.01	16.05	16.08	16.1	16.11	16.11	16.10	16.09	16.07	16.04	15.99	15.92	15.83	15.72	15.59	15.45
0.02	8.14475	ENO-EN1	15.81	15.92	16.03	16.14	16.24	16.34	16.44	16.54	16.64	16.74	16.84	16.94	17.04	17.14	17.24	17.34	17.44	17.54	17.64	17.74	17.84	17.94	18.04	18.14	18.24	18.34	18.44	18.54	18.64
0.03	8.39419	ENO-EN1	16.04	16.17	16.28	16.39	16.49	16.59	16.69	16.79	16.89	16.99	17.09	17.19	17.29	17.39	17.49	17.59	17.69	17.79	17.89	17.99	18.09	18.19	18.29	18.39	18.49	18.59	18.69	18.79	18.89
0.04	8.49226	ENO-EN1	16.15	16.27	16.38	16.49	16.59	16.69	16.79	16.89	16.99	17.09	17.19	17.29	17.39	17.49	17.59	17.69	17.79	17.89	17.99	18.09	18.19	18.29	18.39	18.49	18.59	18.69	18.79	18.89	18.99
0.05	8.52156	ENO-EN1	16.16	16.28	16.39	16.49	16.59	16.69	16.79	16.89	16.99	17.09	17.19	17.29	17.39	17.49	17.59	17.69	17.79	17.89	17.99	18.09	18.19	18.29	18.39	18.49	18.59	18.69	18.79	18.89	18.99
0.06	8.50909	ENO-EN1	16.17	16.28	16.39	16.49	16.59	16.69	16.79	16.89	16.99	17.09	17.19	17.29	17.39	17.49	17.59	17.69	17.79	17.89	17.99	18.09	18.19	18.29	18.39	18.49	18.59	18.69	18.79	18.89	18.99
0.07	8.46592	ENO-EN1	16.18	16.29	16.39	16.49	16.59	16.69	16.79	16.89	16.99	17.09	17.19	17.29	17.39	17.49	17.59	17.69	17.79	17.89	17.99	18.09	18.19	18.29	18.39	18.49	18.59	18.69	18.79	18.89	18.99
0.08	8.3871	ENO-EN1	16.19	16.3	16.4	16.5	16.6	16.7	16.8	16.9	17.0	17.1	17.2	17.3	17.4	17.5	17.6	17.7	17.8	17.9	18.0	18.1	18.2	18.3	18.4	18.5	18.6	18.7	18.8	18.9	19.0
0.09	8.30497	ENO-EN1	16.2	16.3	16.4	16.5	16.6	16.7	16.8	16.9	17.0	17.1	17.2	17.3	17.4	17.5	17.6	17.7	17.8	17.9	18.0	18.1	18.2	18.3	18.4	18.5	18.6	18.7	18.8	18.9	19.0
0.1	8.19048	ENO-EN1	16.21	16.32	16.43	16.54	16.65	16.76	16.87	16.98	17.09	17.2	17.3	17.4	17.5	17.6	17.7	17.8	17.9	18.0	18.1	18.2	18.3	18.4	18.5	18.6	18.7	18.8	18.9	19.0	19.1
0.11	8.05376	ENO-EN1	16.22	16.33	16.44	16.55	16.66	16.77	16.88	16.99	17.1	17.2	17.3	17.4	17.5	17.6	17.7	17.8	17.9	18.0	18.1	18.2	18.3	18.4	18.5	18.6	18.7	18.8	18.9	19.0	19.1
0.12	7.89444	ENO-EN1	16.23	16.34	16.45	16.56	16.67	16.78	16.89	17.0	17.1	17.2	17.3	17.4	17.5	17.6	17.7	17.8	17.9	18.0	18.1	18.2	18.3	18.4	18.5	18.6	18.7	18.8	18.9	19.0	19.1
0.13	7.7118	ENO-EN1	16.24	16.35	16.46	16.57	16.68	16.79	16.9	17.0	17.1	17.2	17.3	17.4	17.5	17.6	17.7	17.8	17.9	18.0	18.1	18.2	18.3	18.4	18.5	18.6	18.7	18.8	18.9	19.0	19.1
0.14	7.50481	ENO-EN1	16.25	16.36	16.47	16.58	16.69	16.8	16.9	17.0	17.1	17.2	17.3	17.4	17.5	17.6	17.7	17.8	17.9	18.0	18.1	18.2	18.3	18.4	18.5	18.6	18.7	18.8	18.9	19.0	19.1
0.15	7.27222	ENO-EN1	16.26	16.37	16.48	16.59	16.7	16.8	16.9	17.0	17.1	17.2	17.3	17.4	17.5	17.6	17.7	17.8	17.9	18.0	18.1	18.2	18.3	18.4	18.5	18.6	18.7	18.8	18.9	19.0	19.1

表2 ERP 対 SCM 利益バランシング

SCM	m_0	m_1	m_2	ERP	m_0	m_1	m_2
	0.05	0.24	0.12		0.05	0.33	0.1
	EN0(販売)	EN1(組立)	EN2(加工)		EC0(販売)	EC1(組立)	EC2(加工)
	8.521562	8.78547338	9.119624		1.478438	5.511229	7.844724

4. 2 ERP 対 SCM タイプ

次に，この2センターからなるマネジメント・ゲームモデル (MGM) の3センター化モデル⁽¹⁵⁾を考える．同様に，ERP タイプと SCM タイプとの利益(限界利益)比較，考察を行い，その特徴を明らかにすることで，これからの企業連携戦略に役立てばと考える．

例として，販売($i=0$)，組立($i=1$)，加工($i=2$)からなる3センターモデル(図10)を用いる．このとき，ERP モデルは組立と販売，加工をひとつの企業で連携し，企業内の費用最小化を目指す．一方，SCM モデルは複数の企業体での利益の統合最適化を目指す．

このデルタイプでは，VMI(ベンダー在庫管理)方式を導入し，加工での待ちが基準在庫量を超える際は外注(確率 PN_2)に出し，外部市場で部品を調達する．また，加工企業ではロット生産を行うものとし，連鎖間では情報を共有し情報の遅れおよび製品等の配送時間は無視できるものとする．

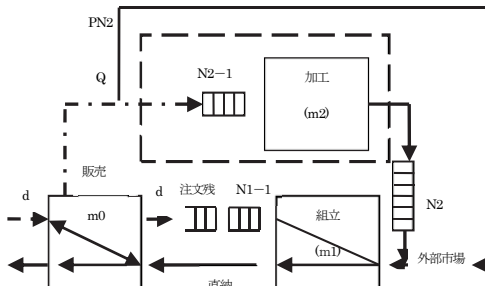


図10. デルタイプの製版モデル例

(a)利益バランシング

表1は，3センター問題を把握するために考案されたバランシング表である(双曲線タイプ)． m_0 (販売)， m_1 (組立)を軸にとり $EN_0 \div EN_1$ (誤差5%)の部分のセルと $EN_0 + EN_1$ が最大(誤差1%)の部分のセルを色付けしている．

このバランシング表を使い，3センターをそれぞれ組み合わせることによって利益最大となる各企業の処理時間を求める．その際，ERP モデルにおいては，各部門の EC の相対割合を変えて利益最大化を行った結果が，表2で得られている．

表1，2からSCMモデルにおいては利益バランシングと楕円理論⁽¹⁰⁾⁽¹⁶⁾が成立しているが，ERPモデルの利益最大化においては相対費用のバランシングと楕円理論(双曲線タイプ)⁽¹⁶⁾が見られる．

(b) EN と LT , BT の比較

次に，利益 EN を経済性の指標とし，リードタイム LT と稼働率 BT を信頼性の指標として比較を行っている．

図11と図12は平均到着間隔時間 d を変化したときの各モデルの EN と LT の変化を表したものである．

図11より，各需要 d において経済性の面 EN に関してERPモデルがより優れていることが分かる．また， BT に関しては，2つのモデルで差が見られなかったが，図12より各需要 d において，もう一つの信頼性の面 LT に関してSCMモデルがより LT が短く，信頼性の面で優れていることが分かる．

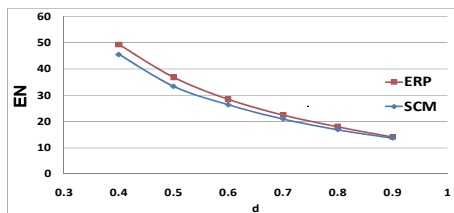


図 11. ERP と SCM の EN の比較

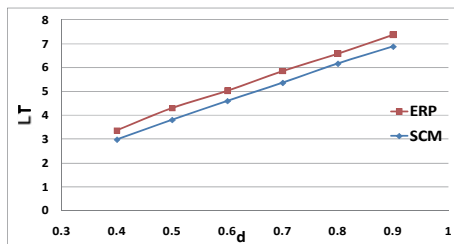


図 12. ERP と SCM の LT の比較

5. メジアン・バランシング法

5. 1 システム・バランシング問題

対象としているのは、離散系の個体ネットワーク、すなわち個体中心のアプローチ(BCA)によるネットワーク問題であり、従来のコンベヤ系へのステーション中心のアプローチ(SCA)⁽¹⁾⁽²⁾の発展形である。ここでの個体とは、工程、工場、家計、企業などの人工体を示して、この問題におけるメジアン・コントロール法は、神大紀要⁽¹⁷⁾で解説されている。

ここでは、各個体がメジアン・コントロールされた場合のネットワーク系のバランシング問題を考えている⁽¹⁸⁾。最初に、前提となるバランシングの定義と仮説の要約を与えてから、経営工学分野における従来のライン・バランシング法との対応が指摘され、このメジアン・アプローチの位置づけがなされている。

最初に、コンベヤ系の BCA 研究に対するメジアン・バランシング法が示される。この問題のメジアンは、IE でのピッチタイムに相当すると考えられ、この簡易なサイクル・タイムの決定例が与えられている。従来の伝統的なピッチタイムの決め方は、経験的な試行錯誤法であった。

次に、この方法は企業系チェーンにおける限界利益(メジアン)のフローバランシング問題にも対応することから、この発展につながる試み(在庫ケース)が与えられている。これは、クラウド環境下で可能となる有用な世界と考えられ、さらにより大規模な社会・経済ネットワークの見えざるバランシング問題にも広げられる。

バランシングとは、ここでは「対象システムにおける集中化(bottlenecked)対分散化(balanced)の過渡的な非均衡化状態(umequilibrium)からの安定化調整である」とする⁽¹⁸⁾。他方、個体間においては、一般的に相加平均と相乗

平均の関係があると考えられ、サイクル・タイム下でもこの関係から、均衡点は各個体が平等であるという仮説が考えられる。

従来の MGM(個体)チェーンの研究から、この平等の意味は、直列系では各個体の利益追求で等しくなるサイクル・タイムのときに、チェーンの利益も最大になるwin-win関係である。このサイクル・タイムが、チェーンの需給スピードであり、見えざる手に相当する。並列系では、各個体コスト追求で等しくなるときにチェーンの利益も等しく、最大化する。

5. 2 伝統的対メジアン法

経営工学分野での伝統的なアプローチは、表 3 にまとめて要約をされている。最近のサイクル・タイムとバッファを同時に決められるアプローチ③(SALPS)は、システム的で実用的と考えられる。

また、ここで提案されるアプローチ④は、算術平均ではなく、メジアン(カメレオン基準)によるものである。このメジアンは、(正味)作業時間に余裕率を加えたピッチタイム(1)式に相当すると考えられる。

$$\begin{aligned} \text{ピッチタイム} &= \text{正味作業時間(算術平均)} \\ &+ \text{バランスロス(組余裕率)} \\ &+ \text{その他の余裕率} \quad (1) \end{aligned}$$

表 3. 伝統的対確率のアプローチ問題

種々のアプローチ	パラメータ	計算	方法
伝統的	①平均時間	x	組合わせ
	②生産率	Δ	解析的
確率的	③平均コスト	○	2段階法
	④メジアン	○	新聞売り子

提案法の場合では、メジアン値(MI)は、新聞売り子モデルより、個体 i の確率分布 $F(t)$ がカメレオン基準($\bar{\beta}_i$)を満たす次式として求められる。

$$F_i(MI_i) = \frac{\beta_3 - \beta_1}{\beta_2 + \beta_3} = \bar{\beta}_i \quad (0 < \bar{\beta}_i < 1), \quad i=1, 2, \dots, K \quad (2)$$

ただし、 $\beta_j(j=1,2,3)$ は、与えられたペナルティであり、 K は個体の総数である。

以下では、複数の K 個体からなるネットワークのバランシング法を検討している。企業系のサプライ・チェーンの場合、その模式図は図 13 ($K=4$)で示される。ここで、次式になる。

$$\alpha_1 \bar{\beta}_1 + \alpha_2 \bar{\beta}_2 + \dots + \alpha_K \bar{\beta}_K \rightarrow \min_d \{ \bar{\beta}_i \} \quad i=1, 2, \dots, K \quad (3)$$

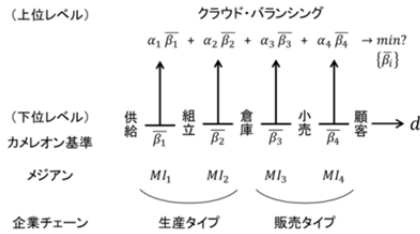


図13. クラウド環境下のメジアン・バランシング問題(d需給スピード)

バランシング解は $|\alpha_1\beta_1| = |\cdot| = \dots = |\alpha_k\beta_k|$ である。特に、 $\alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_k = d$ のとき、 $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k$ (完全バランシング状態)である。

6. 直列タイプのバランシング

6. 1 組立ライン・バランシング問題

通常のコンベヤ系である ALS^{⑨⑫}における確率コストアプローチとして、費用が遊休・遅れに比例しないか、あるいは時間に比例するかが異なる、ストッパーのあるモデルがある。この、ALS については新聞売り子問題の解法を用いることで、最適なサイクル・タイムを費用計数のみで決定することができる^⑭。

定式化例は、目標サイクル・タイムに対して遊休・遅れが発生した場合、遊休時間・遅れ時間の長さに関係なく一定額のコストがかかるというモデルである。この評価式は、以下のとおりになる。

$$EC(d) = \sum_{i=1}^K (\beta_1 d + \beta_2 \int_0^d f_i(x) dx + \beta_3 \int_d^\infty f_i(x) dx). \quad (4)$$

ここで式(4)を d で微分し、 $= 0$ とおくことで式(5)を得る。

$$\sum_{i=1}^K f_i(d) = \frac{\beta_1 K}{\beta_3 - \beta_2}. \quad (5)$$

よって、式(4)を満たすようなサイクル・タイム d がこのモデルにおいてコストを最小にすることができる最適サイクル・タイムであると考えられる。これは、式(3)の代用とする。

組立ラインシステム(ALS)のシミュレータである SALPS が利用される。このときのシミュレーション結果は以下の表4で示す。提案法で求めたサイクル・タイムは $d = 1.4$ のとき、SALPS でシミュレーションをして得られた最適サイクル・タイムは $d = 1.3$ となり、両者にはサイクル・タイムで0.1の誤差はある結果となった。また、総費用にもあまり差が見られない。

この理由として、新法を適用するに当たり、2つのモデル間の費用係数の対応付けが完全にできていないことが挙げられる。他方、図14は、別のアプローチ③により求められた結果である。これらより、ボトルネック工程②、⑤は、表4の β_2 、 β_5 と対応していることがわかる。すなわち、メジアン・バランシング法である提案法の妥当性がわかる。

表4 メジアン・バランシングの検証

d	総費用	$\bar{\beta}_1, \bar{\beta}_3, \bar{\beta}_4$	$\bar{\beta}_2$	$\bar{\beta}_5$	$\sum \bar{\beta}_i$
1.0	469.5706	0.8773	0.6608	0.8541	4.146
1.1	91.20302	0.7790	0.6818	0.7973	3.816
1.2	85.43137	0.6692	0.6804	0.7200	3.408
1.3	84.78923(SALPS)	0.5591	0.6604	0.6324	2.970
1.4	84.88829(新法)	0.4561	0.6260	0.5423	2.536
1.5	85.45898	0.3645	0.5813	0.4557	2.130
1.6	86.13179	0.2662	0.5330	0.3781	1.765

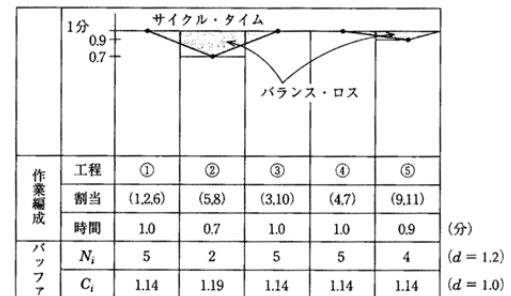


図14. ピッチ・ダイアグラムとバッファ例^⑨

6. 2 企業チェーン・バランシング例

あるフランチャイズ SCM のデータをもとに考える(図15)^⑫。いま、入荷量、出荷量、在庫量をそれぞれ、工場(倉庫)が商品を入荷した量、出荷した量、商品が保管されている量とする。工場(M 社)の t 期での出荷量は、倉庫(N 社)の t 期での入荷量となる。

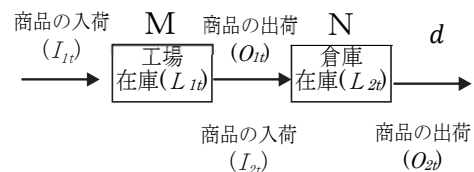


図15. 2企業チェーン・システムの例

このとき、このバランシング評価として次式を式(3)の代用と考える。

$$M \text{ 工場在庫} + N \text{ 倉庫在庫} \rightarrow \min\{\bar{\beta}_i\} \quad (6)$$

ただし、各在庫は各新聞売り子問題の解とし、総和の最小化を行うこととする。

この直列 SCM 系において、M 工場と N 倉庫からなる $\beta_1 - \beta_2$ 戦略図表が、取り上げられる。 $\beta_1 - \beta_2$ 戦略図表は行や列に小売、倉庫の β_1 , β_2 をとり、入荷量や出荷量、在庫量など必要な情報をマトリックスの形で表示したものである。表中のバランスとは、在庫の変動が年間平均在庫量に比べ、どのくらい差があるのかを見るための指標の在庫量は各月の月末在庫量である。

つまり、表 5 は、小売の β_1 や倉庫の β_2 の値をいろいろ変化させて個別に入荷量や出荷量、在庫量等の値を求めた結果をマトリックス表の形でまとめたものである。表 5 から、各月の工場在庫と倉庫在庫の β_1 , β_2 値は、一部の月(7, 9, 4 月)を除いて、ほぼ同じ傾向(値)が見られる点が注目される。

また、このときの年間平均在庫量は 5176 であり、実績在庫量 8074 に比べて少なく、メジアン・バランス法の効果性を示している。ただし、この結果は出荷量が制御できないものとし、入荷量で在庫を制御した場合である。

表 5 $\beta_1 - \beta_2$ 戦略図表の例

	6月	7月	8月	9月	10月	11月
引継ぎ在庫	7000	5595	7874	6632	5624	8782
工場在庫(β_1)	58(0.4)	907(0.5)	1010(0.6)	2314(0.7)	1418(0.5)	897(0.5)
倉庫在庫(β_2)	278(0.4)	9(0)	2057(0.5)	1542(0.4)	1607(0.4)	866(0.4)
出荷量	7723	7318	14356	18485	9122	15245
入荷量	1059	2640	9549	15710	6522	8227
在庫量	336	916	3067	3857	3025	1763
バランス	78178	84974	54502	47241	58050	61907
品切れ	0	0	0	0	0	0
	12月	1月	2月	3月	4月	5月
引継ぎ在庫	6104	10636	5856	13343	12626	7510
工場在庫(β_1)	1851(0.5)	254(0.5)	2577(0.5)	91(0.3)	2307(0.1)	2837(0.5)
倉庫在庫(β_2)	1490(0.4)	1233(0.4)	883(0.4)	96(0.4)	1386(0.4)	2207(0.5)
出荷量	11201	19609	13748	23422	13055	9904
入荷量	8438	10460	11352	10266	4122	6911
在庫量	3341	1487	3460	187	3693	4517
バランス	23779	75988	35552	126559	83958	29870
品切れ	0	0	0	0	0	0

7. まとめと今後

大学に入学して間もなく、N. ウィーナーの「サイバネティクス」に出会い、その洗礼を受けた。これが、本総説の原点にあり、このささやかな仕事は、W. R. アシュビー⁽⁸⁾による<多様性>論や、また最近の IoT(internet of things)などの発展につながっていければ幸いである。

今後は、企業系だけでなく、経済系への個体中心のアプローチも展開してゆきたいと考えている。世界は、ますますグローバル化が進行しており、閉システム下(地球は 1 つ)でのワールドワイドな分業とバランス(効率対ムダ)の問題が生じてきつつある。全体対各個体の相対論的な存在が問われている。

参考文献

- (1) Matsui, M., CSPS Model: Look-Ahead Controls and Physics, International Journal of Production Research, Vol.43, No.10, pp.2001-2025 (2005)
- (2) Matsui, M., Conveyor-Like Network and Balancing, by Savares, A. B. (ed), Manufacturing Engineering, NOVA, pp.65-87 (2011)
- (3) Stamp, D., The Invisible Assembly Line Boosting White-Collar Productivity in the New Economy, Amacom, NY, 1995
- (4) F. W. テイラー著, 上野一郎訳編: 科学的管理法, 産業能率大学出版部, 1969 年
- (5) 松井正之: 確率的マネジメントと設計序論(1)(2), 日本経営工学会秋季予稿集, pp.43-44, 62-63 (1977)
- (6) 松井正之・由良憲二: 基礎経営システム工学, 共立出版, 2002 年
- (7) N. ウィーナー著, 池永・彌永・室賀・戸田共訳: サイバネティクス—動物と機械における制御と通信, 第 2 版, 岩波書店, 1962 年
- (8) W. R. アシュビー著, 篠崎・山崎・銀林共訳: サイバネティクス入門, 宇野書店, 1967 年
- (9) 松井正之: 生産企業のマネジメント—利益最大化と工場理学, 共立出版, 2005 年
- (10) Kaplan, R. S. and Norton, D. P., The Balanced Scorecard: Measure that Drive Performance, HBR, Jan.-Feb., pp.71-79 (1992); 邦訳「新しい経営モデル バランス・スコアカード」, DHBR, 2003 年 8 月号
- (11) 加藤俊彦・青島矢一: 競争戦略論(1), 一橋ビジネスレビュー, SUM-AUT., pp.102-114 (2000)
- (12) Matsui, M., Manufacturing and Service Enterprise with Risks: A Stochastic Management Approach, Springer, 2008
- (13) Matsui, M., Manufacturing and Service Enterprise with Risks II: The Physics and Economics of Management, Springer, 2014
- (14) 古川淳悦: 2MGM モデルの利益バランス分析, 電気通信大学卒業論文予稿, 2008 年
- (15) 堀川敏志: ERP モデル対 SCM モデルのバランスにおける利益比較と考察, 電気通信大学卒業論文予稿, 2010 年
- (16) 片山俊宏・松井正之: 直並列 K センターモデルの利益バランス考察, 日本 OR 学会春季アブストラクト集, pp.142-143(2010)
- (17) 松井正之: 効率対ムダ世界におけるカメレオン基準とメジアン・コントロール法, 神奈川大学工学研究所

所報, No.36, pp.40-45 (2013)

(18)松井正之：メジアン(カメレオン基準)・バランシング
法—コンベヤ生産系から企業系チェーンに向けて，日
本経営工学会春季予稿集, pp.16-21 (2014)

(19)結城拓也：確率コストアプローチによるシステム・
バランシング研究，電気通信大学修士論文予稿，2010
年

(20)福富浩太：ある企業連携チェーンにおける基準在庫
分析，電気通信大学修士論文予稿，2011 年

付録：ニュートン力学(質点)対松井の式(個体)

ここでは，質点のニュートン力学と個体の松井の式と
の対比関係を示している．ただし，ここで以下とする．

速度(v) \leftrightarrow Z ：サイクル値(スピード間隔)

質量(m) \leftrightarrow L ：平均在庫量(位置ポテンシャル)

① 第1法則 (慣性の法則)

慣性 \leftrightarrow 定常性 (松井ロジック)，

$$W = ZL \text{ (松井の式)}$$

$$\leftrightarrow W = mv : \text{運動量保存則}$$

(リードタイム)

② 第2法則 (ニュートンの運動方程式)

力(F) : $\bar{W} = Z\bar{L}$ (松井の式)，ただし

$$\bar{L}(=W) : \text{リードタイム}$$

$$=Z(ZL) = L(Z)^2$$

$$\leftrightarrow F = mv^2 \text{ (} =ma, a: \text{加速度)}$$

③ 第3法則 (作用・反作用の法則)

$$\vec{F}_{12}(\text{作用力}) = \vec{F}_{21}(\text{反作用力})$$

$$\leftrightarrow \vec{W} = \vec{\bar{W}} : \text{(ケプラーの) 楕円理論}$$

(天体の軌道は，楕円，双曲線，放物線に分かれる．

— [14][15][16]参照)