

エンタープライズ・アーキテクチャ構築 のためのセル型経営情報システム設計

能 勢 豊 一

1. はじめに

経営のグローバル化，スピード化，インテグレーション化が進むにつれ，在庫管理の概念は変わった。元来，在庫管理の役割は需要側と供給側の間に存在するギャップを埋めるバッファであった。在庫管理が倉庫の領域に限定されていた時代は，管理者にとっての興味の対象は手持在庫であった。2ピンシステムから (s, S) システムまでは倉庫にある手持在庫の管理であり，在庫は入庫と出庫との間に存在する不確実性を埋める役割を果たす real な世界の visible な問題であった。図1において1.~4.の領域が次の5.~6.の領域と根本的に違う点は，前者が計画に依存しない automatic な在庫の管理であったのに対して，後者は生産計画に基づいたマネジメントとなる点である。しかし，リードタイムや計画サイクルを考慮したとき，発注残や受注残を考慮した有効在庫の管理が必要になる。この段階になるともはや，virtual な世界の invisible な在庫問題となる。5.~6.の領域の材料調達システムや MRP, JIT システムは，それまでの「在庫状況ファイル」だけでなく，コンピュータの力によって管理の範囲に組み入れることができるようになった「部材構成ファイル」を中心に多段階のストラクチャを考慮した在庫管理を可能にした。これによって「基準日程計画」を唯一の変動要因とする信頼度の高い生産計画中心の在庫管理となった。5.~6.の領域が次の7.~9.の領域と根本的に違う点は，前者が「在庫状況ファ

イル」だけを確実化しようとするモノを中心とした一企業内の在庫管理であったのに対して、後者はさらに「部材構成ファイル」をも確実化することにより一企業を越え、しかもモノだけでなく経営資源である人、モノ、金、情報、時間、組織を包含した価値の在庫管理となる。図1はそのような在庫管理の変遷を示したものである。

在庫管理は、システムの不確実部分を補い、進化を促すバロメータであり、現在の経営情報システムの成立ちを説明する重要なキーワードと考えることができる。次節では、そのマネジメントにおける不確実性をリスクとセキュリティの観点から考察する。

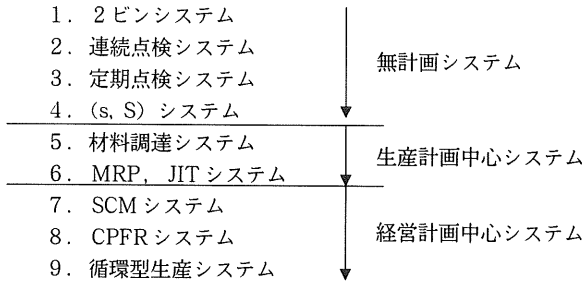


図1 在庫管理の進化

2. マネジメントにおけるリスクとセキュリティ

従来の企業経営におけるリスクとは、マネジメントに付随するきわめて例外的なものとして処理された。それに対して最近の傾向は、むしろ多発する様々なリスクという観点を中心にマネジメントを把握する必要性が定着しつつある。古くは、O-157、雪印、日本ハム、BSE等の食品に関わる問題に始まり、東海村や美浜の原子力発電所の事故、最近では三菱自動車のリコール問題、JR福知山線の脱線事故をはじめ企業経営におけるリスクについての具体例には事欠かない。このような現象を受けて、昨年は多くの研究分野で「安全と安心」というフレーズがクローズアップされることになった。これらの問題の背景には、

セキュリティとリスクに関わる世の中の意識が変化してきたことを理解しなければならない。すなわち、情報技術（IT）をはじめとするテクノロジーの急激な進展は、相対的にマネジメント不在を顕在化させることになった。世の中のシステムが今後健全な進化を遂げるためには、マネジメントとテクノロジーのバランスの取れた進化が肝要と考える。われわれがシステムを設計するとき、 F_0 レベルのような現実の仕組みのみに囚われてシステムを発想すると、現状をベースにした単なる機械化に止まってしまうがちとなる。しかし従来、それは最も単純ではあるが即効性のある、眼に見える効率化であった。しかし、それは真の意味の効率化ではなく、現状レベルの尺度で測った能率化であり、機械化でしかなかった。そうなると、マネジメント上のセキュリティホールが数多く存在する状態でのシステム運営を迫られることになる。生産管理において、能率と効率の図式は「効率＝能率×稼働率」として説明される。

図2に示すように機械化（能率化）レベルのシステム化は $F_0 \rightarrow F_1$ の機能向

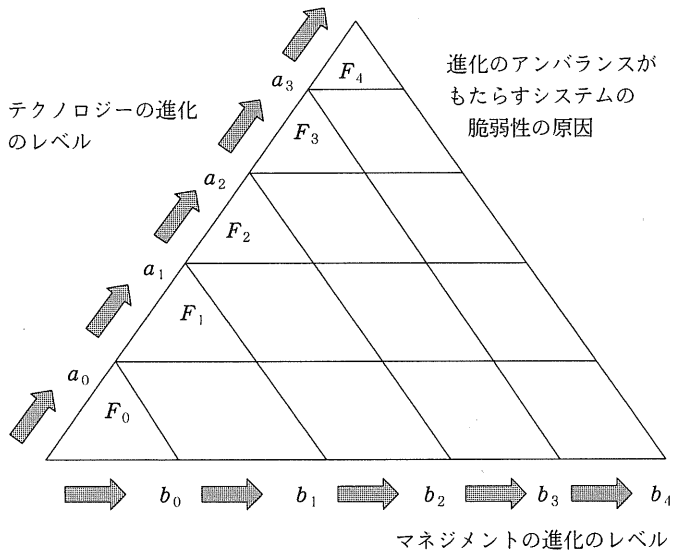


図2 テクノロジーの進化とマネジメントの役割

上を試みる際に、 b_0 のインフラ上に a_0 よりも過大な a_1 や a_2 のシステムを何の疑問もなしに構築する機械化である。それに対して、効率化レベルのシステム化は、 $F_0 \rightarrow F_1$ を試みる際に b_0 より上位の b_1 や b_2 のインフラ上に上位の機能 a_1 や a_2 を実現する全体最適化になる。すなわち、 F_0 のシステムを実現する際の目的（関数）が a_0 で、制約（条件式）が b_0 であったとき、上位の F_1 や F_2 を設計する際に従来の制約（条件式） b_0 で評価するのが能率、 b_1 や b_2 の制約の下にシステム化し、評価するのが効率化であろう[1]。これらの関係はマネジメントを中心にして捕らえると、マネジメントのためのテクノロジーとなり、テクノロジーを中心にと考えるとテクノロジーのためのマネジメントとなる。現在、MOT (Management of Technology) は後者を対象にしたものであり、では前者は何かというときしずめ TOM (Technology of Management) となろう。TOM はマネジメントを対象にしたテクノロジーであり、生産管理、品質管理、オペレーションズ・リサーチなどの管理技術であった。

図3 は品質の概念を図示したものであり、そこには「機能の品質」と「性能

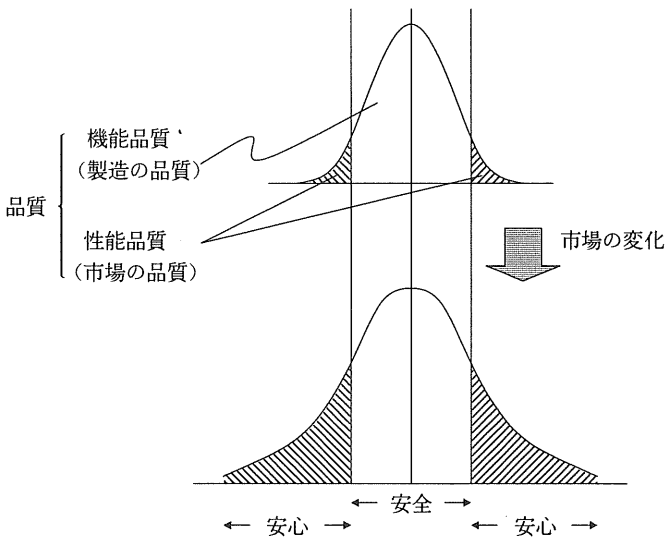


図3 マネジメントにおける2つの品質

の品質」という排他的な位置関係を示す品質が存在する。従来のマネジメントは機能品質（製造の品質）を守ることがビジネスチャンスであり、役割であった。そのとき、図3の平均値からかけ離れたところに存在するハッチング部分はリスクであり、マネジメントが規定された目標に向かって安定化を求めるものであったときには、ビジネスの例外事項として扱われてきた。一方、産業や社会の機械化、システム化、そしてIT化による市場の変化は、図3下のような不確実性の増大を招いたといえる。その結果、従来は規格された「安全」という必要条件の領域を論じることで十分であったのが、その排他的な領域において例外とされマネジメントの対象でなかった「安心」という十分条件の領域の価値が高まってきたと考えられる。

3. 生産者と顧客の関係性に存在するリスク

マネジメントは、経験と勤による成行き経営あるいは職人による生産の時代から、工場生産を経て、顧客中心の経営の時代を迎えている。図4はその変遷について、顧客側の多様化を示す「製品」と、それを受けた経営側の多様化を示す「経営資源」の関わりについて表したものである。初期のマネジメントは、

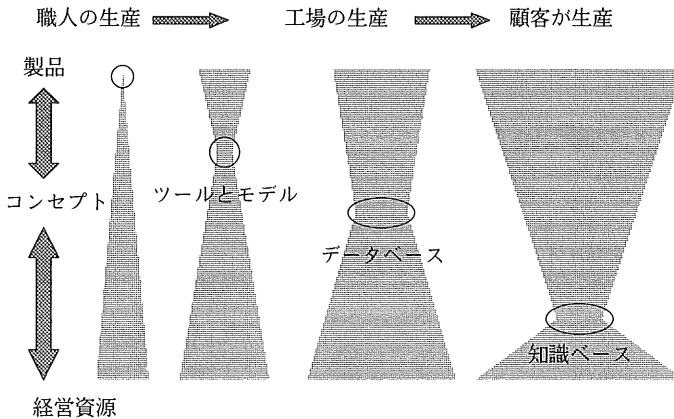


図4 生産者と顧客を結ぶ概念の変遷

職人の技術によって生産される製品そのものに価値が凝縮されていた。それが、ツールや機械を使ったプロセス化に価値が移り、さらにデータ、情報、知識を駆使した階層化、ネットワーク化へと変化してきた。その間にマネジメントの情報化、システム化は、増大する「顧客側のニーズ (N1) × 経営資源側のニーズ (N2)」をいかに絞り込むかという問題に取り組んできた。

また、図4を特性要因図に書き換えると、マネジメントの目標は図5に示すように当初はハードウェアとしての完成品の高機能・高性能化、次の段階は製造プロセスでの原価低減、さらに次の段階は販売における顧客満足の最大化と

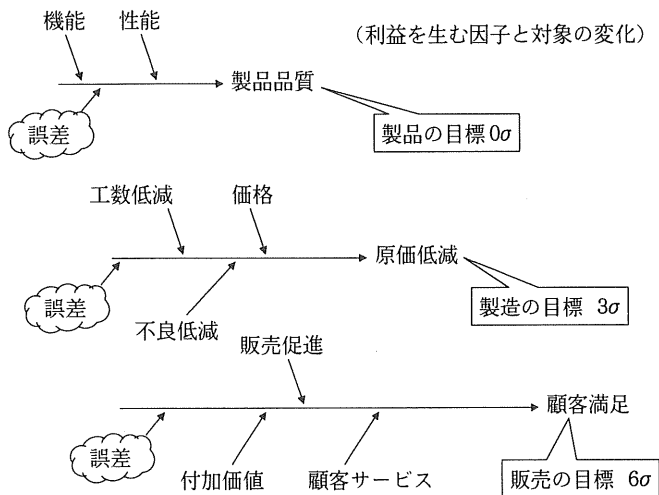


図5 生産者と顧客の関係性を制御する因子の変遷

表1 生産者と顧客の関係性

| 生産者 | 関係 | | 顧客 |
|---------------------|----|----|---------------------|
| | モノ | 情報 | |
| 機能と性能 | = | ≠ | 機能と性能 |
| コスト | ≠ | ≠ | 価格 |
| 生産性 productivity | ≠ | ≠ | 有用性 availability |

なろう。製品の段階での因子は「機能の品質」と「性能の品質」であり、生産者と顧客の間では「＝」の関係性を維持することは比較的容易であった。しかし、製造の段階、販売の段階に進展すると「価格」、「工数」、「付加価値」、「顧客サービス」等の因子が加わることで、生産者はコストや生産性を重視するのに対して、顧客は価格や利用可能性を求めようになり価値観の乖離は次第に大きくなる。表1はその関連を表にしたものである。従来は生産者と顧客の関係は「モノ」を中心に捉えた時、機能と性能の品質段階において接点があった。しかし、今や「情報」が主導する時代となるに至って生産者と顧客の関係性を維持することは困難になってきている。

4. マネジメントの設計目標とその制御因子

図6は、社会の変化をリアル⇔バーチャル、インフォーマル⇔フォーマルの2軸を掛け合わせて説明したものである。第1象限は最も原始的な物々交換の

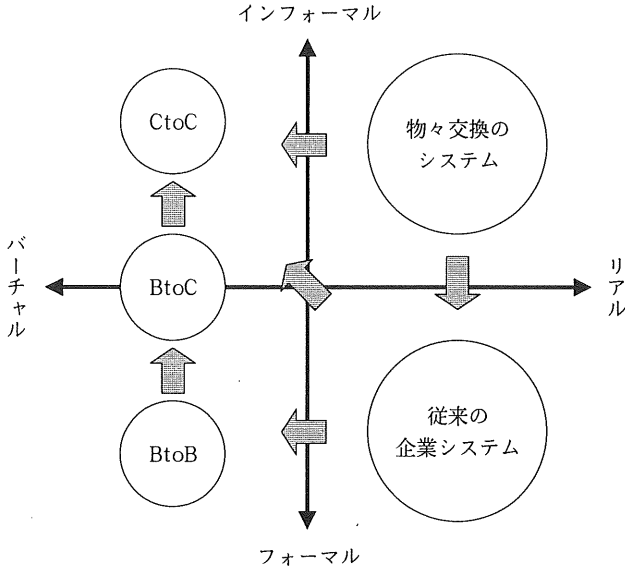


図6 モノの社会から情報の社会への変遷

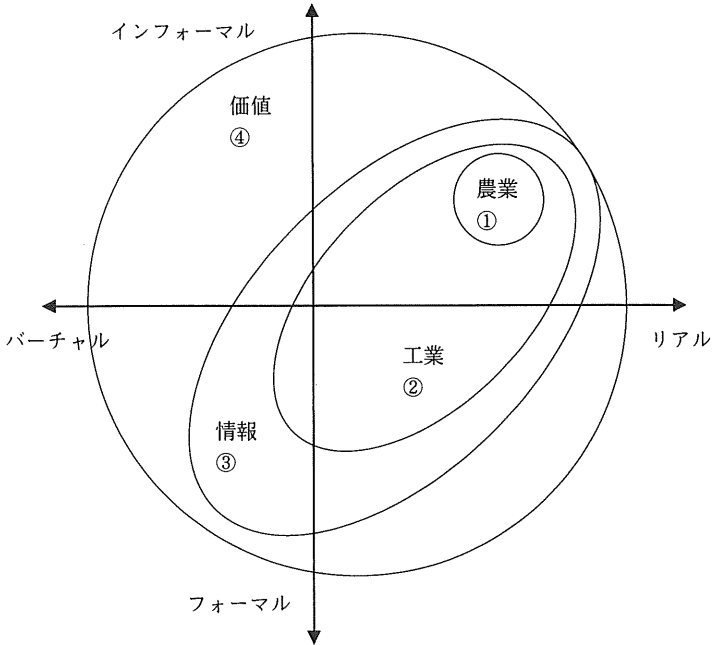


図7 A・トフラーの第3の波の図解(その1)

農業社会であり、第4象限は貨幣経済の工業社会、第2～3象限は BtoB, BtoC, CtoC 等に代表されるバーチャルな社会であり、情報化社会を表している。

また、この同じ2軸を用いて、A・トフラーの第3の波を図にすると図7のように「農業社会→工業社会→情報社会→価値」の段階的な社会変遷を示すことができる。

①農業社会はリアルでインフォーマルな物々交換の社会であり、制約の多い社会である反面、エントロピーの小さなきわめて現実性の高い社会である。次の②工業社会、③情報社会へと進展するに従ってバーチャルでフォーマルな方向への広がりが説明できる。④の価値社会は、究極的にはこの4つの象限のあらゆる場所がビジネスチャンスとなり、人、モノ、金、情報、時間等の制約をほとんど意識させることのない可能性と増大したエントロピーを内在させた社

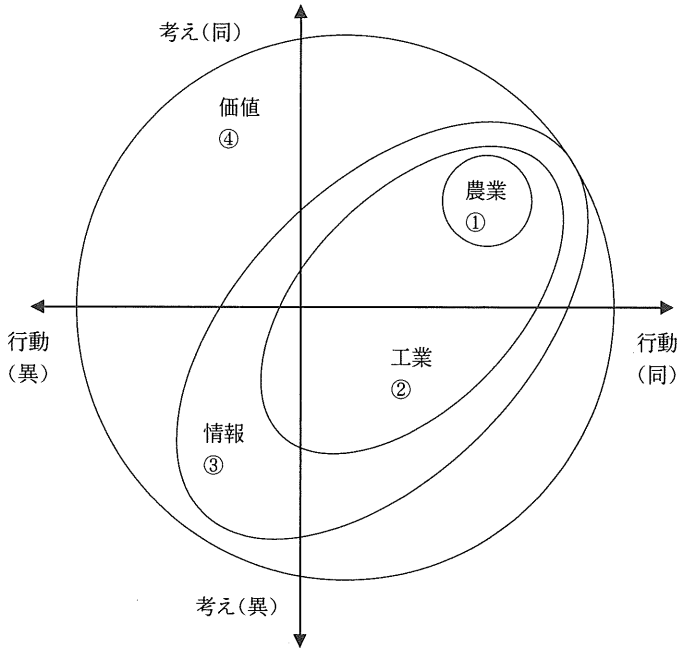


図8 A・トフラーの第3の波の図解（その2）

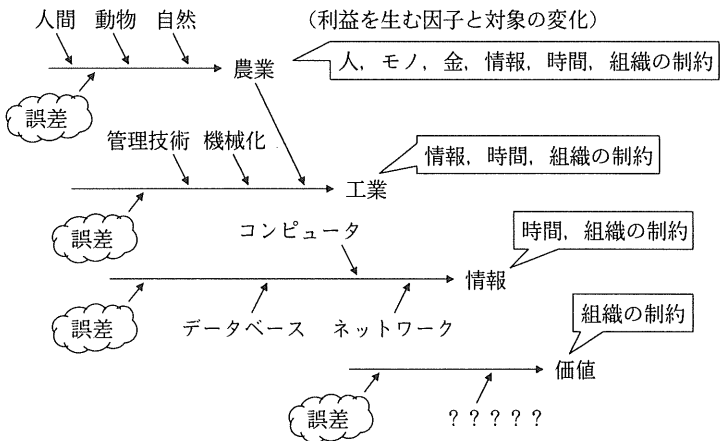


図9 設計目標とその制御因子の変遷

会が想像できる。図8は、図7に示したA・トフラーの「第3の波」を人間あるいは企業行動の観点から、横軸を「行動」に関する異同、縦軸を「思想」に関する異同と設定して社会形態の変遷を分類したものである。ここでは、農業社会とは考えも行動も異端は受け入れられなかった社会を示し、情報社会は考えも行動も異端を受け入れる社会を目指してきたことを示している。

このように①→②→③→④と変遷が進むに従って、それまでは制約として考えられ、許容されなかった領域での活動が可能となってきたことがわかる。さらに、この図を特性要因図によって説明すると、図9のようにその進化を見ることが出来る。

かつての農業社会は、自然、動物、人間という制御因子をコントロールすることにより成り立ち、工業社会は新たに機械化と管理技術を制御因子として組み込むことにより生まれた新しい領域となる。情報社会は、さらにコンピュータ、データベース、ネットワークという制御因子を獲得した社会といえる。情報社会が醸し出した問題点は、IT革命とも言われる急激な情報技術の進展がもたらしたグローバル化であり、それに伴って必要になったことが工業社会までに培ってきたローカルな社会基盤の再構築であった。それによって次の価値社会は、獲得したプラスの面の大きさと匹敵するマイナスの面を解決しなければならない課題を背負うことになったといえる。このような観点から、図9における社会の変遷は、図2において示したテクノロジーとマネジメントのバランスを維持する変遷と捉えることができる。すなわち、テクノロジーの機能・性能品質の水準 a_i に対して、マネジメントの機能・性能品質の水準 b_i を1対1対応させた $F_i(a_i, b_i)$ が本来評価されるべき機能・性能品質の水準であることがわかる。その機能・品質は農業以前を $i=0$ 、農業を $i=1$ 、工業を $i=2\cdots$ とおくと $F_i(a_i, b_i)$ は $F_0 \rightarrow F_1 \rightarrow F_2 \rightarrow F_3 \rightarrow F_4$ のように進化してきた。その結果、機能・品質には様々な因子が加えられ、いろんな可能性が広がると共に価値観の多様化は進展してきた。その一方で、異なる価値観に従うグループ間の整合性を維持するための新たな効率化尺度とその管理が必要となる。その時、多く

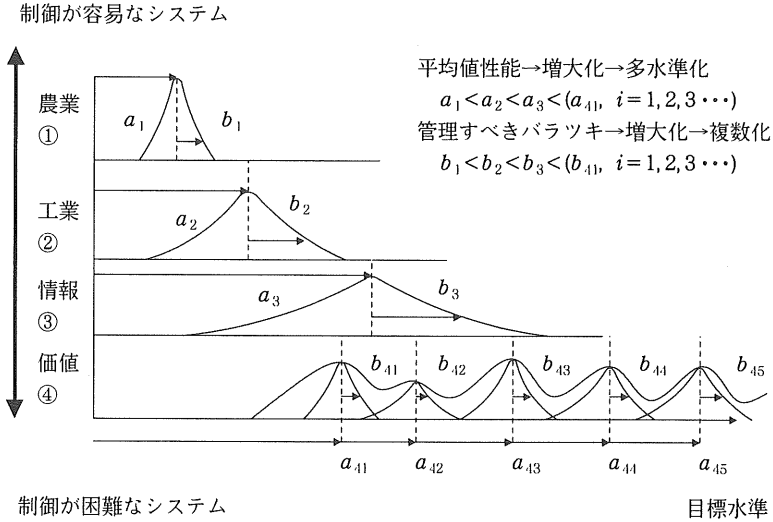


図10 平均値とバラツキで観る社会の変遷

の場合、 F_0, F_1, F_2, F_3, F_4 は従属関係となるので互いの交互作用などの影響も相俟って複雑系となる。この複雑系の仕組みを前述の $F_i(a_i, b_i)$ を分布の平均 a_i とばらつき b_i として再定義すると、 a_i は機能・品質レベルの目標値を示し、 b_i はその多様性あるいはバラツキを説明できる。したがって、図10に示すように、機能が $F_0 \rightarrow F_1 \rightarrow F_2 \rightarrow F_3 \rightarrow F_4$ と進化する過程において性能の平均値は $a_0 < a_1 < a_2 < a_3$

$< a_4$ とレベルアップする一方で、バラツキも $b_0 < b_1 < b_2 < b_3 < b_4$ と増大する。図10はそういった意味から、図2と同じことを示していると言えよう。

5. リスクとセキュリティのためのマネジメント

経営システムの階層性を、R.N.アンソニーは作業レベル、管理レベル、戦略レベルの3階層で捉えた。図5、図7～図10に示した農業社会から工業社会を経て現在に至る情報と価値の社会は、決して過去の社会を亡き者にして成り立っているのではなく、それらをインフラとした階層構造を成していると考える

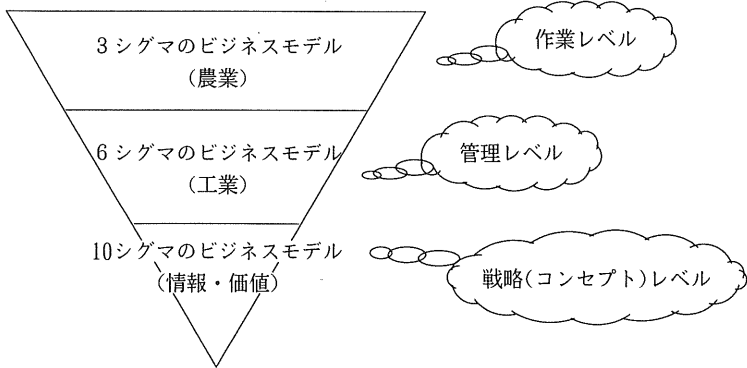


図11 マネジメントの階層性とその役割

べきである。そのような観点から、先に示した農業から情報・価値に至る動的な仕組みを、R.N.アンソニーが唱える静的な階層構造に置き換えてみると農業、工業、情報・価値の階層構造は図11のように表現できよう。すなわち、各階層におけるシステムデザインは、作業レベル（農業社会）ならば3シグマ水準 (10^{-3} のリスクに対応) のマネジメントが中心であったのが、管理レベル(工

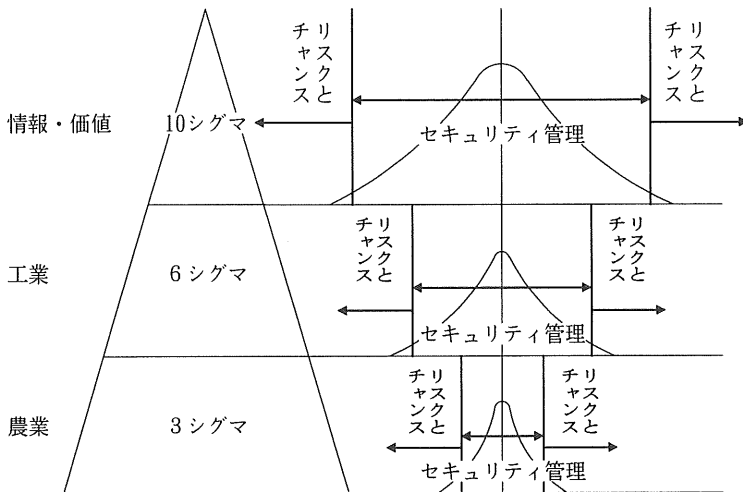


図12 マネジメントのセキュリティとリスク

業社会)ならば6シグマ水準 (10^{-6} のリスクに対応) のマネジメントが中心となり、さらに戦略レベル (情報・価値社会) の場合は10シグマ水準 (10^{-10} のリスクに対応) が解決すべきマネジメントの中心となる。

図12はマネジメントの階層性とセキュリティ、リスクとチャンスを示している。本来、作業情報システムレベルでのセキュリティのためのマネジメントは、1000回に3回発生する3シグマ外のリスク事象は例外として通常の管理対象外に置いてリスク管理するか、その対処については管理情報システムの領域にゆだねられる。さらに、管理情報システムでは6シグマの管理をし、その例外事

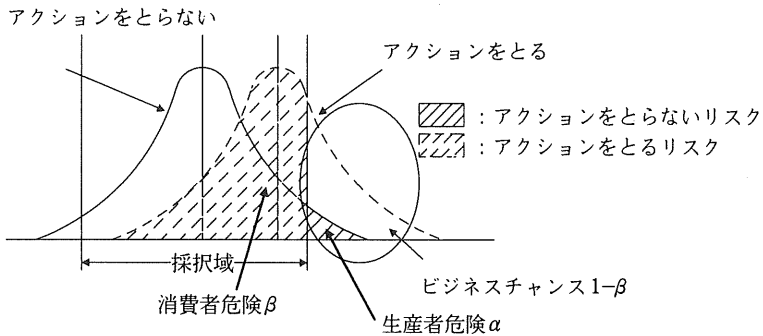


図13 工業社会のリスクとチャンス

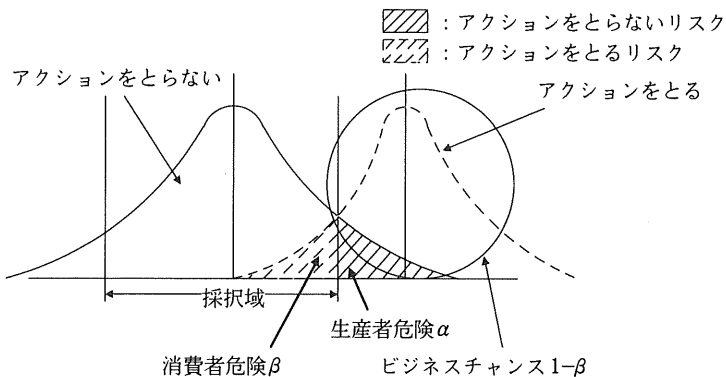


図14 情報・価値社会のリスクとチャンス

象の管理は通常業務から外したリスク管理を行うか、さらに上位の戦略情報システム領域の業務にゆだねられる。この図からもわかるように、階層的なセキュリティ管理を充実させるとリスク管理の比率は少なくてすむ。

これまでの現場では固有技術による自動化や管理技術による最適化が力を発揮した。すなわち、そこでは3シグマ外のリスクなど存在しないという前提を作り上げたので、もちろんリスク管理は不要であった。しかし、いまや経営や製品の性能品質における違いは、3シグマの能力ではなく、6シグマや10シグマの領域のデザインの良し悪しとなっている。

図13と図14は、工業社会と情報・価値社会の各々の社会が有しているリスクとビジネスチャンスの違いを表したものである。工業社会は管理社会でもあったのでリスクを極度に嫌った社会であった。図13の2つの分布曲線は左の方が現状、右がそれに対するアクションを表している。生産者のリスク α は現状を示す左の分布の3シグマ～6シグマ外の部分であり、この程度であれば固有技術だけで制御できた領域であった。また、ビジネスチャンス $1-\beta$ の領域についていえば、顧客の価値観の多様化に対する要求も現在の情報化社会と比べるとさほど高くはなかった。すなわち、左の分布と右の分布との平均値の差は図14の情報・価値社会の場合のその差に比べると大きくはなかった。したがって、図14の場合のリスク α は、図13の場合と比べると大きくなり、同時にビジネスチャンスが膨らむことを示している。すなわち、図14はハイリスク、ハイリターンを社会を示している。

経営という現象を科学的、工学的に論じるためには、時間が経過しても変わらない定常状態を維持することが可能な「母数モデル」と、定常状態を仮定できない「変量モデル」に層別し、全体的にはその「混合モデル」として位置付ける姿勢が必要であろう。すなわち、経営体の情報システムを考えたとき、基幹業務のように変更の少ない構造化タイプのシステム設計が母数モデルであり、変更や見直しの多いシステムに適したオブジェクト指向タイプが変量モデルである。表2はその分類を示したものである。従来の構造化タイプのシステム設

表2 構造化タイプとオブジェクト指向タイプ

| | | 急激な変化への対応 | ビジネス・フレームワークの維持 |
|------------|-------------|-----------|-----------------|
| システム設計のタイプ | 構造化タイプ | × | ○ |
| | オブジェクト指向タイプ | ○ | × |

計は、ビジネスフレームワークの維持には強いが、急激な変化には弱く、逆にオブジェクト指向タイプの設計は、急激な変化への対応には適しているがビジネスフレームワークの維持には弱い。これらの点から求められるビジネスモデル構築のポイントは、その両方の長所を生かすことである。

6. セキュリティのマネジメント／

マネジメントのセキュリティの概念

図2では安全と安心について、図12ではセキュリティとリスク、あるいはセキュリティとビジネスチャンスという概念を示した。この2つの概念を共に実現するためには、表2で指摘した「ビジネスフレームワークの維持＝リスク最小化」の生産者側の論理と、「急激な変化への対応＝ビジネスチャンス最大化」の顧客側の論理との融合が求められる。前者にはデジタル世界の把握が必要であり、後者にはアナログ世界の把握が必要と考える。

元来、システムの構成要件は「要素の集合体」「要素間の関連性」「目的性」を明らかにすることである。その観点からシステムの設計を眺めると、図15のように「要件分析」「外部設計」「内部設計」「プログラム開発」というデジタル化の流れと「単体テスト」「結合テスト」「システムテスト」「運用テスト」のようにそれに逆行するアナログ化の流れとして示すことができる。「要件分析」では設計目標を明らかにするために「要素の集合体」が形成され、「外部設計」では、因子を抽出して「要素間の関連性」が明らかになり、さらに「内部設計・プログラム開発」では因子間の交互作用も含めた詳細な関係性が明らかになると共に「目的性」との整合性が確かめられる。その結果、図中右の特性要因図

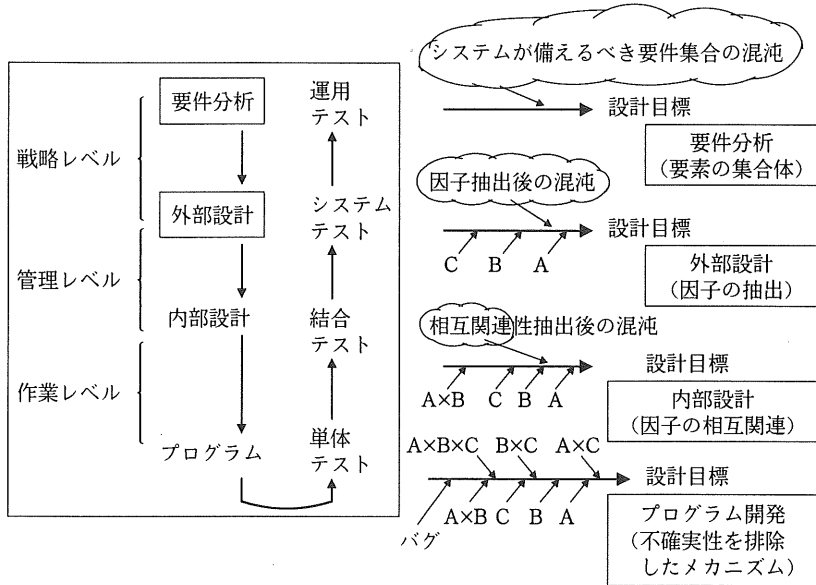


図15 誤差要因（混沌）縮小のための設計概念

の誤差（混沌）が要件分析からプログラム開発に下りてゆくに従って小さくなっていく。その流れを逆流し、単体テストから運用テストに至る4つの段階のテストをクリアした後、顧客に提供できるシステムになる。このとき、戦略レベルでいかに漏れなく要件を確保するかということと、作業レベルにまで設計目標をブレイクダウンする中で制御不可能な因子をどこまでなくすことができ、さらに運用テストレベルで戦略レベルの目標を忠実に実現させることが肝要である。以上の観点から、マネジメントには前者のようなデジタル世界と後者のようなアナログ世界があり、現在はその2つの世界がうまく融合できていないのではないと思われる。本節のタイトルと強引に結びつけるならば、前者はセキュリティのマネジメントであり、後者はマネジメントのセキュリティと考えることができる。

7. EA (Enterprise Architecture) のための 戦略的マネジメントの設計

図16は、アナログの世界に位置する戦略レベルと作業レベルの各々に「ワークデザイン」、「オブジェクト指向」の概念を、この2つのアナログ世界を結び付ける管理レベルに「BSP (Business System Planning)」の概念を配置し、先の図15をベースにして経営の意思決定サイクル PDCA (Plan-Do-Check-Action) の形に書き換えたものである。この図では、アナログの世界とデジタルの世界でPDCAのプロセスが区分されている。アナログの世界では、帰納的アプローチと演繹的アプローチが展開される。帰納的アプローチは図中の作業レベル（経営管理）部分であり、母集団から日常的管理データとしてオブジェクトが採取される。演繹的アプローチは図中の戦略レベル（経営戦略）部分であり、ワークデザインによって経営計画のためのフレームワークとしてアーキテクチャが構築される。デジタルの世界では、帰納的アプローチにより得られたオブジェクトと、演繹的アプローチにより得られたアーキテクチャはBSPによって結合、さらに融合される。

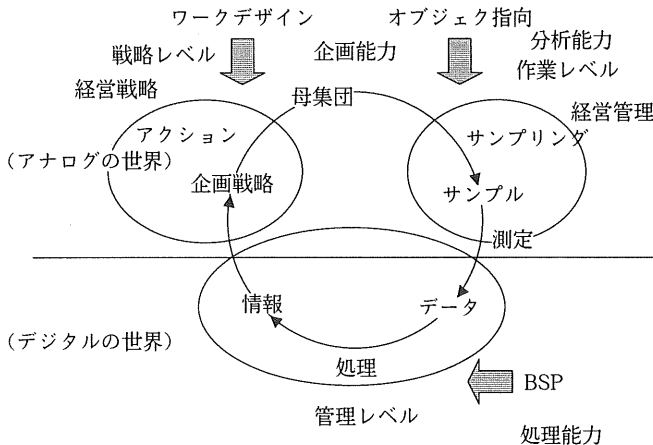


図16 E Aのための戦略的マネジメントの設計概念

8. マネジメントシステムの俯瞰的評価

図16をさらに詳細化したものが図17に示すステップである。ここでは、ステップ1～7が戦略レベルであり、ワークデザインによりEAと考えられるコンポーネントが構築される。ステップ8～9が作業レベルであり、オブジェクト指向によりデータが収集される。このアナログ世界の戦略レベルとデジタル世界の作業レベルを結合させるのが、ステップ10～13の管理レベルであり、BSP (Business System Planning) のマトリックス法により、アーキテクチャの最適化とその評価が行われる。

図18は、 S_0 を「在庫状況表」としたとき、ワークデザインを用いてEA構築を図る際、戦略レベルでどのような展開が期待されるかについて、図17のステップ3～4について明らかにしたものである。ここでは、 F_0 が「モノ作りの原

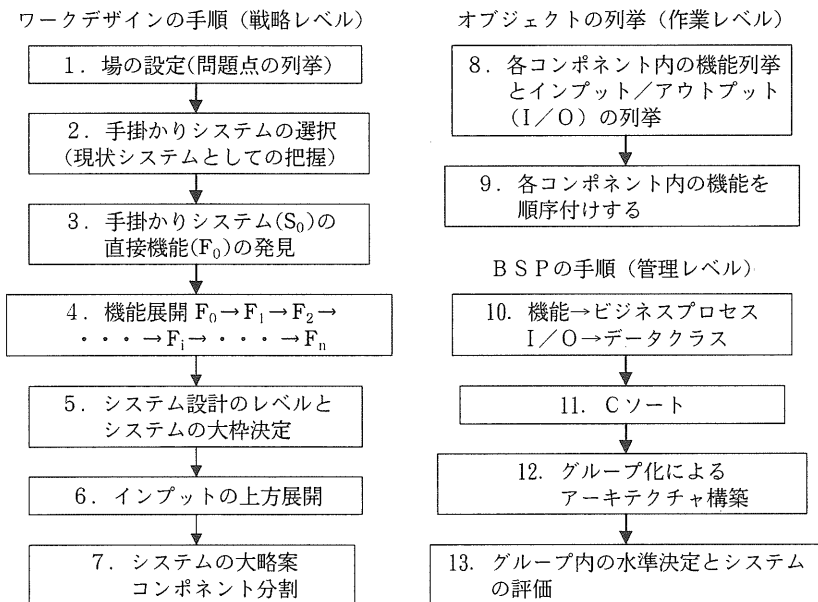


図17 アーキテクチャ構築の最適化とその評価

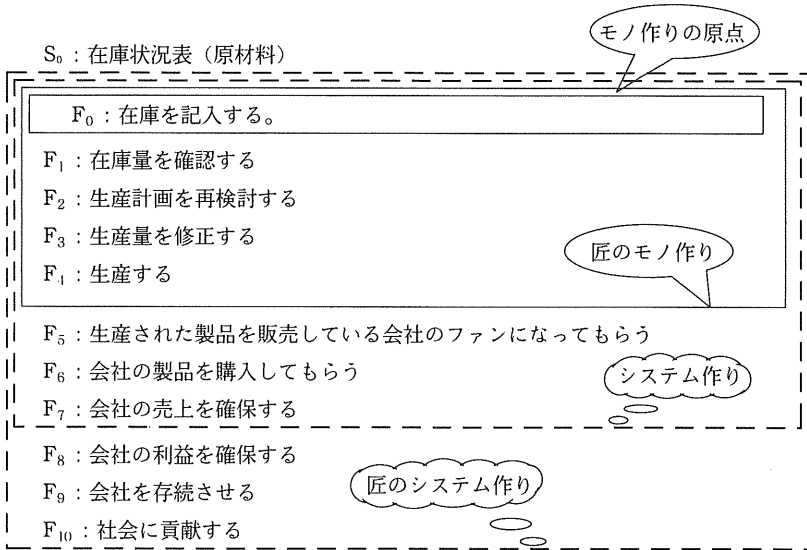


図18 EAのための戦略レベルの設計例

点」を示しているとすれば、F₁~F₄が「匠のモノ作り」を、F₅~F₇がものから脱却した「システム作り」を、さらにF₈~F₁₀が「匠のシステム作り」を表す領域となる。より具体的には、F₅は「顧客と製品の関係性の設計」を、F₆は「特

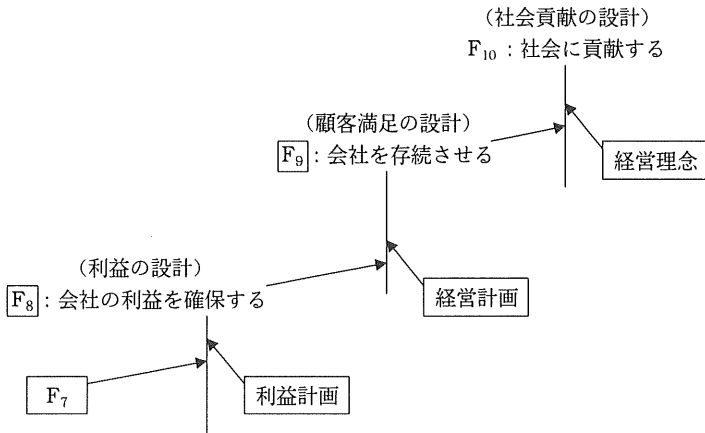


図19 設計目標の階層性とそのプロセス化

エンタープライズ・アーキテクチャ構築のためのセル型経営情報システム設計の製品に関する販売の設計」を、 F_7 は「売上設計」を、 F_8 は「利益設計」を、 F_9 は「顧客満足設計」、 F_{10} は「社会貢献設計」を目指すものになる。図19は、 $F_8 \sim F_9 \sim F_{10}$ の設計目標の階層性を特性要因図によってプロセス化したものである。

9. EAによるセル型マネジメントシステム構築

EAによるシステムのフレームワーク構築モデルとして、Zachman Model, 米国FEAF, TOGAF, 経済産業省モデル, IBMEAメソッド等があり、本報告で取り上げたワークデザインの部分と本質的には同じ目的のコンセプトと考えられる。しかし、本報告で示したい点は、PDCAサイクルによるスパイラルなシステム設計のコンセプトである。図20は、2ピンシステムの在庫管理から循環型システムに至るロジスティックシステムの階層性をプロセス化することによって体系化したものである。

また、BSPの手順によるシステム設計の示唆するところは、現代のデータベース化とネットワーク化した社会を設計する上で多くの示唆するところがある。その一端を示したものが図21である。

複雑化するマネジメントの設計は、この図によって示されるようにビジネス

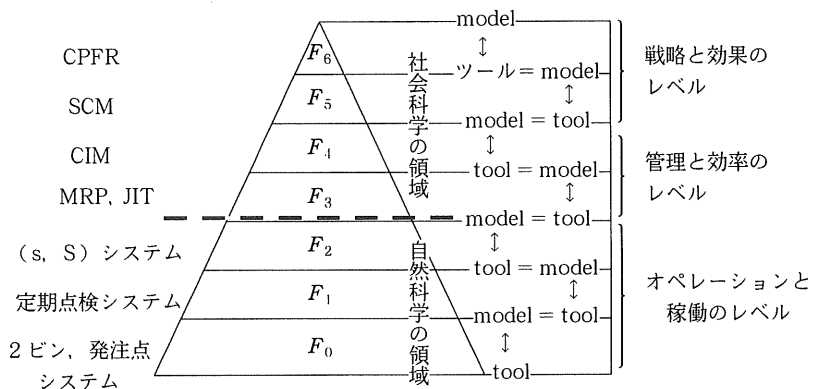


図20 在庫管理モデルの変遷とEAによる戦略的マネジメントの位置付け

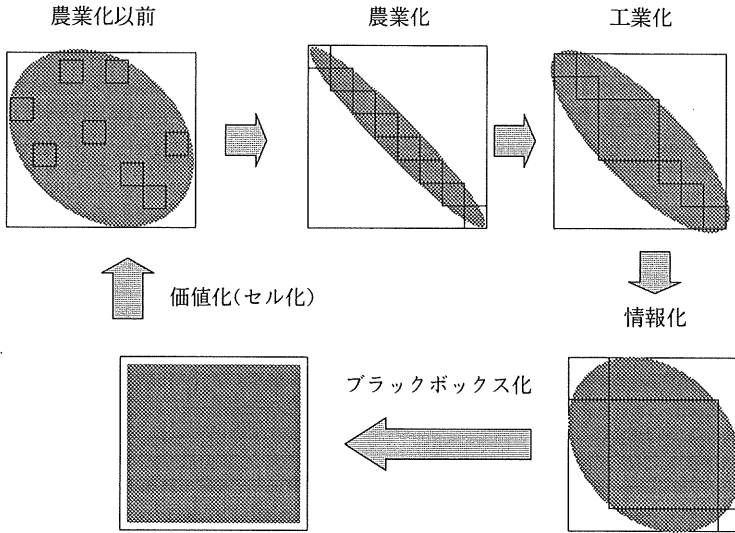


図21 EAによるマネジメント構築とセル化

プロセス（仕事の流れ）とデータクラス（インプットやアウトプット）の織り成すマトリックス上で従来のマネジメントのための技術に加えて、技術のためのマネジメントの出現が求められているのではないかと考える。農業社会以前ではまず、ビジネスプロセスとそれを支えるデータクラスの関連性は仕事の効率が考慮されていなかった。それが、農業社会は図9に示した自然、動物、人間に関わる様々な因子を極めて効率よく活用し、ウォーターフロー的に処理された社会であったことを示している。次の工業社会は工場生産のための標準化が図られることによって、モノにかかわる部分での共有化が進んだ結果、ある部分では見た目にはウォーターフローが崩れた形となるが、機械化と管理技術の支援によって、農業社会のウォーターフロー以上の効率を上げることが可能になったのである。さらに、情報社会はコンピュータ、データベース、ネットワークを高度に活用することによって、一品種大量生産から多品種少量生産を経て、今や形態的には一品種大量生産時代以前に見えるが、最も効率的な生産ができる屋台生産、あるいはセル生産を可能にした。次に訪れる価値社会は今

エンタープライズ・アーキテクチャ構築のためのセル型経営情報システム設計
後現れる新しい制御因子の支援によって、もはや農業化社会以前の混沌とした
状況に見える社会が、整然としたセキュリティ管理、リスク管理の仕組みを備
えている社会となり、このような社会こそがテクノロジーとマネジメントがバ
ランスの取れた理想の社会なのだろう。

参 考 文 献

- [1] 能勢豊一：「マネジメントにおける能率化と効率化」オフィス・オートメー
ション Vol. 22, No. 4 (2001), pp. 59-64
- [2] 栗山：総合経営情報システム研究，日本経営協会総合研究所，1995
- [3] 能勢：「マネジメントにおける能率化と効率化」オフィス・オートメーション学
会誌(C) Vol. 22, No. 4, pp. 59-64, 2002
- [4] T. NOSE, et. al: "A Design for Management Information System by Work-
design Technique", Computers industrial Engineering Vol. 27 Nos. 1-4, pp. 151-
154, 1994
- [5] IBM Corporation: "Business System Planning Information System Planning
Guide", IBM, 1983.