

情報の共有化とバーチャルファクトリー

佐 藤 洋 一

Information sharing and Virtual factory

Youichi SATO

I はじめに

バブル経済崩壊以降の長期的経済停滞と先行き不透明感が続くなか、市場の成熟化による消費者ニーズの多様化と国内外市場での競争の激化、規制緩和を柱とする経済構造改革などの経営環境の劇的な変化を受けて、日本の企業は、従来のキャッチ・アップ型の経営スタイルや日本的雇用慣行の変更を迫られている。21世紀のメガ・コンペティション時代においても市場競争力を維持・強化すべく、日本企業が模索している中長期的戦略の骨格を概観すれば、およそ次のようなものになるであろう。

市場の成熟のもとでの競争の激化という状況下で企業が事業を展開するためには、ノウ・ハウよりもノウ・ホワットの重要性が増しており、新商品・新サービスの開発や新規事業の開拓を重点化するとともにそれを可能にする創造的で俊敏かつ柔軟な組織構造に転換する必要がある。そのためには、① 新技術の導入、製品開発機能や商品企画機能などの強化が不可欠であり、サプライ・チェーンに関わる諸機能が円滑に連携していることが重要である。自社の経営資源だけではこれに対応できない場合は、コア・スキルに特化しアウトソーシングや業務提携などの外部連携で補う。② 市場ニーズの変化に俊敏に対応するためには、意思決定機能をできる限り現場に近いところに置く必要がある。権限と責任を委譲して組織をフラット化し個人や部門の機動性を高めると同時に、自立的に能力を発揮するためのインセンティブとして能力主義的人事、処遇を徹底する。③ 創造的な業務への転換、意思決定の迅速化を支援するために組織全体として情報アクセス環境を整えて、社内外の情報を業務に活用できるように、分散処理を中心とした情報システムを構築する。しかも、この外部経営資源の活用、能力主義の導入、情報システムの強化という3つの改革を同時に推進すること、ここに生き残りへの展望が見出されているのである。

このように、90年代の情報処理技術と情報通信技術の結合を物的基盤とした、いわゆる

「情報通信革命」は、企業組織の俊敏性の向上・創造的業務の強化を目指す経営戦略のもとで、全体として人件費を押さえつつ組織能力を活性化させるという業務改革、組織改革を実現する手段のひとつとして位置づけられている。情報の流れを規定する情報システムと権限の体系である組織形態および賃金体系を中心とした雇用制度は、相互作用・相互制約の関係にあり、補完し合いながら構造的な整合性をもって機能しなければならない。それゆえ、情報システムのダウンサイジング化、マルチメディア化、ネットワーク化の潮流は、系列など長期的取引き慣行や終身雇用、年功序列など「日本的」経営様式に幅広い影響を与えると指摘されているのである。例えば、中谷巖氏は、「会社全体の情報が同一の標準的なプロトコルでどの部署からも容易にアクセスできるように構築されているため、……アメリカ企業における意思決定の大幅な分権化が可能になったのである。またピラミッド型の位階組織の構造が大幅にフラット化し、意思決定のスピードが飛躍的な高まった」¹⁾と述べているが、フラット組織への構造転換は、企業組織の権威の構造が変わることを意味しているのであるから、ピラミッド型の組織の中で昇進・昇格競争に邁進するホワイトカラー労働者のインセンティブを維持する機能を果たしてきた年功序列などの賃金体系²⁾も再検討を迫られる、ということになるのである。

情報システムと組織形態との相互関係は、情報の共有様式を変えることで組織や業務に変化をもたらすこともあり、逆に業務の変化が組織形態や情報システムの機能を変えるという場合もあるだろうが、本稿では、情報システムの活用が企業間関係、企業組織、資本と労働との関係に与える影響を「情報の共有」という視点から考察し、情報共有システムの機能の本質と業務プロセス・企業間関係の変化との相互関連を明らかにする。このことにより、組織のフラット化やホワイトカラー層の削減という方向性は、情報の共有化にとっては本質的な主題ではないことが理解され、情報共有に基づく競争領域が新たに形成されていることが明らかになると思われる。

II 情報システムと情報共有

はじめに、情報システム構築の動向を見ておこう。情報システムの活用に関する調査³⁾によれば、LAN（社内ネットワーク）にパソコン等の端末が接続されている企業は65%に達している。生産・購買・在庫管理や顧客管理、マーケティングなどの基幹系システムと財務・会計、人事・給与など定型業務を扱うオフィス業務支援系システムには集中処理方式が適用され、社内情報の共有や研究開発・設計などの非定型業務、知的業務には分散処理方式を採用するのが一般的だが、経営企画・戦略立案支援システムの集中処理方式から分散処理方式への移行や、オフィス業務支援系システムのC/S（クライアント/サーバ型）による再構築の傾向が見られるなど、基幹系システムとオフィス業務支援系システムのネットワーク化、融合化が進んでおり、今後、企業の半数近くが「パソコン一人一台」の状況になると予想されている。特に重視されているのは、電子メールや電子掲示板、電子会議室、電子決裁システムなどの情報系システムの構築であり、自社ホームページを作成している企業は約35%（計画中、37.6%）、イン

トラネットを構築しているのは22%（計画中，30.7%）に達している。この傾向は，定型業務の効率化に加え，業務に付随する様々な情報を円滑に流通させることが業務遂行や意思決定を迅速化するための重要な契機と考えられていることの反映である。

90年代の情報技術の発展とエンド・ユーザ・コンピューティングを前提とした情報系システムの構築は，文字，画像，動画，音声といった，人間にとってより現実感をもって捉えられる情報を，以前より大量かつスピーディに，双方向性をもって伝達することを可能にしており，1対1や1対多ではなく，N対Nという特定のメンバー間で非定型情報を共有⁴⁾できる，言わばデジタル・コミュニケーションを生み出している。1980年代半ば以降のダウンサイジング，分散処理システムの普及，1992年の日本の商用プロバイダによるインターネット接続サービスの開始，1994年の郵政省電気通信審議会答申「21世紀の知的社会への改革に向けて」がもたらしたマルチメディアブームに象徴されるように，この間の情報通信技術の発展は，従来のメインフレームを中心としたクローズドな集中処理システムをネットワーク環境のもとでの分散処理システムに移行させ，① 双方向性 ② オープン性 ③ マルチメディア性を特徴とした情報系システムが構築されているのである。

以上のような情報システムの再構築の本質を検討するために，本稿では，C/Sなどの分散処理システムによるエンド・ユーザ・コンピューティングを前提として構築された基幹系，オフィス業務支援系，情報系システムに内在する，情報を共有する構造をもった機能を情報共有化支援システムと定義する。個々の情報システムの名称やシステム設計上のコンセプトではなく，情報システムによる情報共有のあり方こそが90年代後半以降の情報通信革命の特質を見る上では決定的に重要だからであり，情報システムの活用の焦点は，情報の交換・伝達から情報の共有へ，労働力・部門の情報装備率の向上から情報装備した労働力・部門をどのように再編成するののかということに移りつつあると考えるからである。

このような視点から見れば，第一に，70年代のEDPS（電子的データ処理システム）からMIS（経営情報システム），80年代のDSS（意思決定支援システム），OA（オフィスオートメーション），SIS（戦略的情報システム）に至る経営情報システムの発展⁵⁾において，「MISの失敗」「SISは死す」などと揶揄されながらもDSS構想以来様々な角度から追求されてきたエンド・ユーザ・コンピューティングが技術的にもコスト的にも実現可能な環境が整備されたということが本質的には重要な点である。第二に，80年代後半以降進展しているEDI（電子データ交換）における情報伝達規約やデータの書式・フォーマットの標準化，CALS構想におけるSGML，STEPなど文書データ，設計，製造データなどの標準化，規格化⁶⁾は，専用端末，独自仕様のデータから生じる多端末現象，データ変換地獄などの弊害を解決し，シームレスで迅速な情報流通を実現することで情報の共有化の前提条件と位置づけることができる。

そして，情報共有化支援システムの固有性は，従来の情報システムが果たしていた情報処理・情報伝達という機能を超えて，デジタル化された情報を媒介として情報の共有を生み出すという機能と，そのマルチメディア性を活用して，従来のシステムでは不可能であったバーチ

ャル世界を生み出しているという点にある。情報共有化支援システムは、従来の情報システムが数値、カナ文字しか処理・伝達できなかったのに対し、オープン性とマルチメディア性を備えており、既存のコミュニケーション手段の機能をバーチャル世界で統合しているように見える。しかし、その固有の機能に着目するならば、従来の情報伝達媒体の機能を含み補助することはあっても、決して相互に代替性が高いとは言えないことがわかる。それは、第一に、情報共有化支援システムは、データを特定の目的に従って情報に転化するのではなく、生成された情報を再利用することを目的とし、情報が生成された直接の目的とは別個の意味づけを与えるシステムであること。第二に、情報の共有とは、共有型情報の共有ではなく専有型情報の共有化であること。第三に、以上の特性からして、情報伝達の形態はデジタル・データでなければならないからである。

「情報の共有化」とは、情報はその特質として非消費性をもっており、情報の伝達はオリジナルな情報が複製されて受信者に送られるのであるから、そもそも情報の伝達・取り引きは共有という形を取らざるを得ないという意味での共有や、情報は共同利用が可能であり、同時に排除可能だから公共財的性格をもつクラブ財であり、社会的にあるいは小集団が共有することによってその有効活用が保証されるという意味での共有ではない⁷⁾。情報という言葉と同様、情報共有という言葉也多義的に使用されている⁸⁾が、この情報共有に関するアプローチの転換を理解することは、90年代後半以降の情報システム活用の特性を把握するうえで決定的に重要である。

情報共有化支援システムにおいて共有の対象となる情報とは、放っておけば捨てられる情報、個人の頭の中に漠然と存在する「暗黙知」、従来の経営、労働環境であれば個人や企業の競争力の源泉であり、本来的には、個人や企業に帰属する情報である。人間の情報活動の工程が、現象の認識、データの収集、情報の整理・分析・加工、情報の知識（経営戦略）への昇華という縦軸をなすとすれば、情報共有化支援システムが対象とするのは、その工程から派生する横軸であり、生情報をもつ鮮度の活用、暗黙知の情報への変換、特定の目的のために生成された情報の他の目的での再利用こそが焦点となっているのである。これに対して、従来の情報システムは、基幹業務の効率化を目的としたメインフレーム中心の集中処理システムであり、一般的には、「経営の情報システムは、経営意思決定のために必要な各種データを収集・処理・加工して提供し、意思決定者の情報活動を支援するシステムである」⁹⁾と言える。このシステムは、意思決定者がなんらかの問題解決のために必要な情報を得るために、大量のデータから必要な情報を選択・処理するデータ処理機能と形成された情報を適切な時間に適切な形式で迅速に提供する情報伝達機能を果たしている。この機能は、主に定型情報を対象とした情報源と意思決定者との間のコミュニケーションを情報処理・伝達システムによって代替したものであり、情報源（ソース）である事象・現象の認識からデータへの変換、データの収集・取捨・加工による情報の生成という情報活動を支援することが、従来の情報システムが情報に対してアプローチする仕方になっている。このシステムのもとでの情報共有は、情報源や関連部門への

指揮・命令・指示という形でのフィードバックとなるのである。

「分散ネットワークを通じた情報とプロセスの共有」とは、既存の商慣行下であれば情報財として対価を支払って取引されるような情報や知的所有権や意匠権、特許権などによってそのオリジナル性が保護の対象になるような情報を、あえて共通にアクセスできる環境に置いて情報を共有化し、コストの削減と迅速なビジネス展開を実現することによって、情報専有のもとでは実現し得ない市場の拡大、新規市場の開拓を図るという意味での情報の共有なのである。換言すれば、独自性を発揮する領域と協調する領域、企業固有の戦略とオープンな企業連携の範囲を再定義するということであって、連携する相手との共存共栄のために必要な情報を発信することを意味している。そして、この意味での情報共有には、企業組織内の次元で言えば、ホワイトカラーが人脈などのネットワークを自分の資産と捉え、自分の手帳のなかに他人がつかんでいない情報を専有し、情報を制限することによって個人の優位性を確保するという状態を脱して、他のメンバーに情報を提供・公開することで組織全体の機能を強化することも含まれており、そのためには、情報発信者の評価・報酬システムを整えることが必要となってくる。

したがって、情報共有化支援システムが取り扱うメディアは、紙ベースや人間のコミュニケーション能力では代替できず、そもそもデジタルメディアでなければならない。たとえば、現場で収集した生情報には、自分にとっては不必要であったり特定の目的をもった情報処理にとっては一見些細な情報であっても、他の者や他の目的のためには貴重な情報である場合がある。このような情報は紙ベースで蓄積しても死蔵されるだけであって、生きた情報として他人が利用することは不可能である。そのような情報をデジタル化することは、当人にとってはクズ情報の堆積にも思えるが、情報の価値はデータそのものにあるのではなく、情報を使う目的の差異がデータに意味を与えるのであり、情報源は、情報処理の過程で日々整理され捨てられていく現場にしか存在しないのである。横軸の情報処理の過程で必要なのは、生情報の意味を見抜く能力ということになるであろう。

情報システムの導入によって組織がフラット化する、ホワイトカラーの人員削減ができるという主張はよく目にするが、それは、意志決定支援システムと情報共有化支援システムが扱う情報活動の縦軸と横軸とをあまり意識していないか、どちらか一方の機能に重点をおいて議論しているものである。

90年代の激しい国際競争のもとで、再三再四、日本のホワイトカラーの生産性の低さが問題視されている。ホワイトカラーや中間管理職は、現場で発生する多くの情報から重要と思われるものを峻別して経営トップに伝えるという情報伝達のフィルター機能を果たす一方で、現場の生情報を管理して営業最前線の業務支援を行い、他部門との水平的コーディネーションにおいては調整機能を果たしている。情報共有のための頻繁な会議の開催、スケジュール調整、会議資料の作成、配布といった業務は膨大であり、報告書、企画書、契約書などの各種書類・資料の作成の際には、検索機能がない紙ベースでは不可避の情報アクセス時間の浪費、書類の整理や、電話打ち合わせによる仕事の中断や相手の不在による業務の遅滞などの無駄があり、

実際に本来の業務に費やす時間は労働時間の30%であり、残りの時間は付帯業務か、本来的業務と付帯業務の連携が取れないために生じるロスであるという指摘もあるほどである。電子メールや電子掲示板をはじめとするグループウェアの導入は、このような従来の情報伝達手段が抱える限界を超えて、業務を効率化することは確かであるが、このような機能は、郵便、電話、FAX、書類などの機能を代替し、ハイブリッド化したものであり、情報処理・伝達機能の効率化、発展の系譜に属するものと位置づけられる。つまり、この機能が強化されたからといってホワイトカラー層の人員削減が図られるとすれば、情報共有の高度化にとっては、マイナスの影響を与えかねない。

もちろん、情報システムやデータ形式の標準化によって企業内の各部門間、企業間の水平的なデータ交換が実現し、システムの閉鎖性が生んでいた多端末現象が解消され、デジタルデータを一度紙ベースに戻して自社システムのフォーマットで再入力する変換作業が減少したり、あるいは、デジタルメディアそのものの特性が生み出す効率性によって、作業の一部が自動化されることは否定しない。デジタルメディアは、保管にスペースをとらず、情報伝達の手数、検索・加工の容易さ、情報再利用のコストの低さなどの点で他のメディアより利便性が高い。この特性を活かして、データウェアハウス、電子ライブラリ、グループスケジューリング、電子掲示板、決裁システムなどのグループウェアが開発されているのであるから、煩雑だったオフィスのワークフローの一部はマニュアル化・自動化されることは当然のことであろう。また、イントラネットの構築により、情報の共有化が図られ、WWWアクセスによる製品・サービス情報の提供とその収集、電子掲示板の閲覧や電子メールによって、社内規約や業務マニュアル、会議資料、お知らせや通知など、社内文書の共有化が進むことも情報化の重要な期待効果である。

しかし、これらの情報は、以前から紙ベースで存在していたものである。本来的に公共財・クラブ財的な性格が強く、最終的にはいずれかの媒体を通じて共有することによってのみ利用される情報であり、はじめから共有することを前提として作成された情報である。情報共有といっても、実際上は、既存の紙ベースを中心とする情報伝達を、デジタルメディアによる情報伝達に置き換えているのにすぎない場合も多い。郵政省が使用している情報量の定量的な分析手法である「情報センサス」¹⁰⁾は、流通情報量を発信情報量、選択可能情報量、消費可能情報量などに区分しているが、それに擬えれば、この場合の情報化は、選択可能情報量の増大とメディア特性を利用した情報流通の効率化を意味しているものであり、決して、情報共有による発信情報量の増大を意味しているわけではない。

情報共有化支援システムには、人員削減ではなく、附帯業務や雑務に費やす時間から開放されたホワイトカラー層が、増加した情報量から何を分析し判断するか、何を企画するかといった、より知的な業務にシフトし多機能化することが照応し、かかる情報システムの固有の機能と情報活動との構造が土台となって、組織の存在様式や労働様式を制約し、規定することになるのである。

III 競争領域と協調領域

情報化が、企業間関係、企業組織、資本―賃労働関係に与える影響を考える場合には、情報処理・伝達のあり方・構造に関して、情報システム一般の本性、社会的機能と情報システムの資本主義的充用、利用形態は区別しなければならない¹¹⁾。

従来の意思決定支援システムが、情報処理、伝達を強化する手段であったとするならば、情報共有化システムは、人間のコミュニケーション能力の情報システムへの外化であり、情報システムによる人間の情報活動の「実質的包摂」という性格をもっている¹²⁾。以前であれば個人や特定部門に留まっていた情報をエンド・ユーザ・コンピューティングを技術的基盤として組織全体で共有する仕組みは、この性格によって、従来の意思決定支援システムのもとでの情報処理・伝達とはまったく次元の異なる影響を業務プロセスや企業組織の編成に与えているのである。そして、「分散ネットワークによる情報とプロセスの共有」を資本主義的生産関係が包摂する場合には、情報の共有と協働の照応関係は、熾烈な競争関係にある企業間の業務の同時並行的遂行（コンカレント・エンジニアリング）として現れ、競争領域と協調領域の境界の再定義という問題を生み出す。

それは、情報とプロセスの共有は生産過程や業務遂行の並行的な遂行の可能性をもたらすが、生産物の加工過程や業務の遂行過程に付随して流れていた情報が、情報共有化支援システムの機能によって生産物や業務の流れとは異なる亜流通の経路を持つに及んで、情報システムを活用した部品や製品あるいはその製法の改良の成果は、製品と情報の流れが最終的に合流する最終生産物の段階でなければ評価できなくなるからである。製品の差別化のために情報を囲い込む SIS の「情報の経済性」や普及した財や技術の採用から生まれる「ネットワークの外部性」とは異なり、「ネットワークの経済性」¹³⁾は、派生した利益の配分が問題とならざるを得ない。

どのプロセスの効率化や改善がどれだけのコストの低下や市場競争力の強化に寄与したのか、また情報の共有が効率化にどの程度のウェイトを占めているのかということは、個々の部品の製造コストによっては判断できない。しかし、製品のライフサイクルが個別資本の分業によって編成されている以上、安くはない情報化コストに見合うだけの効果がなければ、情報共有のインセンティブは生まれない。したがって、情報共有化支援システムの資本主義的充用においては、各プロセスの業務連携が最適化されるように個々の企業の業務が再構築され、個別企業が、あたかも同一企業内の機能的組織のように協働する一方で、情報共有による効果を資本の論理に従って配分する仕組みを持ち得ないという矛盾が現れてくる。この矛盾の解決は、協調領域と競争領域の境界をめぐる駆け引きという運動形態、競争の形態を通じて模索されるだろうが、「企業間ネットワークの複合化が進展すると、各企業の競争力は既存の市場を前提にした価格競争よりも共有資産・結合資産という間企業的領域を自分が有利になるように組織することによって、市場を組織することに大きく依存するようになる」¹⁴⁾のであるから、どこまで自社の実体を曝け出すことができるのか、他の企業とどの程度の情報を共有し組織の構造

と機能をどう再構築するのかということは決定的に重要な問題となってくる。しかし、どの企業も情報化促進やマクロ的なコスト削減の必要性は認識してはいるが、競争関係にある企業の連携は決して容易なものではないのである。

この過程を NCALS の実証事業プロジェクトを事例として見ておくことにしよう。CALS (生産・調達・運用支援統合システム) とは、SGML, STEP などの国際標準規格でデジタル化された契約情報、技術情報を総合データベースとして構築し、ある製品のライフサイクルに関わる人々、企業がそれぞれ必要な情報を共有することによって、製品の品質、生産性を向上させ、全体としてトータルコストを削減することによって市場競争力の強化を図るという情報システム・業務改革のコンセプトである。その期待効果は、第一に、情報の共有化を前提にして、製品の調達側、供給側双方が果たすべき機能を明確化することによって、重複するプロセス、形式的に存在するプロセスを廃止し機能本位の組織に再編成すること、第二に、情報の流れをシームレス化することによって意思決定を迅速化し、リードタイムの短縮、外部環境の変化に迅速に対応する組織にすることなどがあげられている。日本における CALS の取組みは、1995 年に通産省が情報処理振興事業協会 (IPA) を通じて推進している企業間高度電子商取引推進事業に基づいて設立した CALS 技術研究組合 (NCALS) を推進母体としている。NCALS は、CIF (CALS 推進協議会)、JSTEP (STEP 推進センター) などと連携して CALS 国際標準の策定を進めるとともに、10 業種 12 プロジェクトの実証実験を行ってきた。実証実験プロジェクトは 1998 年 3 月に実施期間を終え、日本の CALS 事業は、実証実験段階から実用化を検討する段階に移行しつつある¹⁵⁾。

実証事業プロジェクトのパイロットモデルとされたのは火力発電所の循環水ポンプの調達である。発電プラントのライフサイクルは、建設段階、運用 (運転・点検・保守) 段階、解体・撤去段階の 3 フェーズからなり、30 年以上の長期間に渡る。プラントの建設、点検、補修工事には、非常に多くの分野の企業が関連しており、また、近年の設備は効率化を目指して複雑化しており、それに関わる設備図面、取り扱い説明書、技術連絡書、点検報告書などのドキュメントは膨大な量になっているのである。設備の運用、保守業務を効率的に遂行するためには、これらのドキュメントを容易に活用できる状態に置かなければならず、また、設備の更新や改造で発生する変更ドキュメントを差し換えるなど、技術情報は最新の状態に維持しておかなければならない。

しかし、従来の紙ベースによる情報の保存・管理は、どのドキュメントが現在の製品・設備に関する間違いのない最新の情報であるのか、現物を確認しないと分からず、情報の蓄積と保存、検索には多くの手作業と時間が必要であるという難点がある。この「紙ベースによる情報管理の臨界点」が、情報のデジタル化と情報共有化支援システムの実装を促し、情報システムに照応した業務プロセスと企業組織の再構築をもたらすことは、前述した通りである。

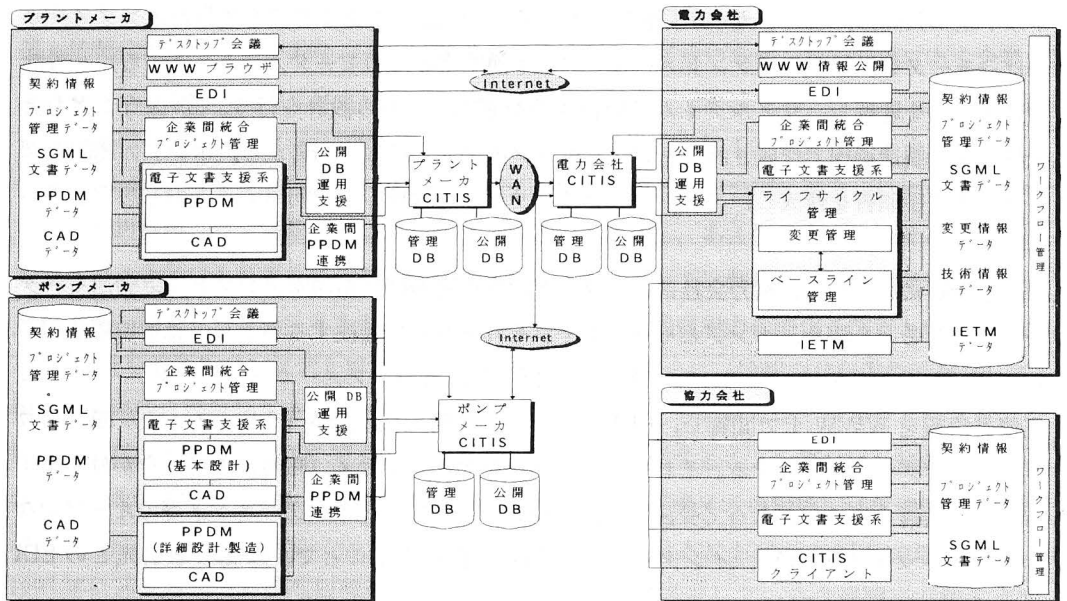
循環水ポンプシステムのライフサイクルは、調達段階、設計・製造・据付段階、試験・運用段階に分けられるが、シナリオではこれを ① 調達：電力会社はポンプの見積依頼をインター

ネット上に公開し、各メーカーが見積回答を送る。② 設計・製造：発注を受けたポンプメーカーは、モータを供給するプラントメーカー（以下簡略化のためモータメーカーとする）と設計製造データを連携し、リアルタイムで取合条件を確認しながら設計を行う。③ 保守：電力会社は、設計製造過程で作成されたポンプとモータの図面と取扱説明書から、ポンプの総組立図と分解組立手順書を作成し、プラントのライフサイクル管理の中で利用するものと想定している。

調達過程においては、電力会社は、プラントの次期定検時に循環水ポンプと同駆動用モータを更新することを決め、ポンプとモータをそれぞれ分割して発注する事とし、見積依頼情報を WWW（ワールド・ワイド・ウェブ）上に公開する。各ポンプメーカー、モータメーカーは、見積書情報を WWW 上で閲覧し、EDI メッセージ、購入仕様書を FTP（ファイル転送プロトコル）でダウンロードする。そして、見積回答をセキュリティ（暗号、署名）をかけた電子メールで送信することによって受注する。このシナリオでは、インターネット等のオープンなネットワーク上の WWW、インターネット EDI を利用することで、広範な取引先との EDI 伝送が実現されている。

設計・製造過程では、設計仕様に基づきポンプメーカーがポンプを、ポンプに使用するモータをモータメーカーが分担して設計するのであるが、たいていの場合、他の多くのメーカーがそうであるように CAD/CAM は各企業ごとに導入されており、独自フォーマットのため互換性はない。このシナリオでも、ポンプメーカーはポンプ関連の設計データを自社の PPDM（プロセス製品情報統合管理）に、モータメーカーはモータ関連の設計データを自社の PPDM にそれぞれ格納しており、ポンプメーカーの PPDM とモータメーカーの PPDM は異なる種類の PPDM が実装されていることを前提としているが、詳細設計、仕様書の更新に際しては、企業ごとに個別に管理されていた PPDM を連携させて、相互にアクセス可能なものとするのが想定されている。これによって、ポンプメーカーは、モータメーカーの PPDM に格納された最新のモータの図面などを参照するとともに、承認依頼のある図面を承認する、モータメーカーは、ポンプメーカーの PPDM に格納されたモータの最新の仕様書や関連図面を参照しながら設計を進めるなど、設計製造情報、取合情報の共有化を前提とした、リアルタイムでコンカレントな企業間の共同設計作業を実現するのである。

プラントのライフサイクルでは、システムの複雑化や巨大化が進み、また運転・保全が長期にわたるものであることから、品質・安全管理、制御、保全の高度化が求められている。そのためには、エンジニアリングデータの蓄積、迅速な活用が必要なのだが、管理されるべき情報の多くは発注先で作成されており、また技術マニュアルの量は膨大なものになっているというのが現実である。そこで、保守の過程では、電力会社が発注先の DB（データベース）上にある技術情報を加工・再利用し、技術マニュアル化すること、さらに、複数企業間で統合データベースを構築し、情報共有環境を実現することが想定されている。まず、企業間で合意した範囲、利用条件で情報を共有する環境である CITIS（契約者統合技術情報サービス）を、電力



(出所 NCALS 実証実験総括レポート)

会社、ポンプメーカー、モータメーカーが個別に開設する。次に、ポンプメーカーは、ポンプ組立図、分解組立要領図、取扱説明書を自社の CITIS の DB 上に提出し、モータメーカーはモータの外形図、取扱説明書を自社の CITIS の DB 上に提供する。そして、電力会社は、モータ外形図、ポンプ組立図を再利用して、自社の CAD システムによって循環水ポンプ設備のポンプ総組立図を作成し、また、ポンプとモータの取扱説明書を再利用して、自社の SGML システムによって分解組立手順書を作成し、完成したポンプ総組立図、分解組立手順書は、電力会社の CITIS の DB 上に格納される。この総組立図、分解組立手順書は、後にメーカー側がアクセスして、内容を確認したりコメントすることもでき、技術マニュアルとして DB 化されて、プラントのライフサイクルの中で利用されるのである。

実証プロジェクトでは、① 調達過程でのインターネットなどオープンネットワーク上での広範な取引先との情報交換、② 異種分散 PPDM の共通クライアントを利用したコンカレント・エンジニアリングの実現、③ CITIS を利用した社内外情報の統合的再利用を軸にして、CALS の有効性を検討している。受発注業務への競争原理の導入、コンカレント・エンジニアリング、設計標準化による建設費の削減、企業間共有データベースによる保守費用の削減など様々な期待効果と最終製品である電気のコストの削減への展望は示されてはいるが、実験としての意味合いが強くビジネスフィールドでの検証ではないため、現段階の技術水準でこの程度の業務連携は可能であるということを実証するという性格のものである。電力会社は、ポンプとモータの図面と取扱説明書を再利用してポンプの総組立図と分解手順書を作成するが、情報共有化のコストと効果の評価をどのように行い、それを各企業にどのように帰属させるのかと

いう問題は保留され、契約によるか実際の適用段階で検討されるべき課題として残されているのである。

IV コンカレント・エンジニアリングとバーチャルリアリティ

前節で見たように、NCALSの実証事業プロジェクトでは、部品（ポンプ）の調達側、生産過程の下流に位置するポンプメーカーと部品の供給側、上流に位置するモーターメーカーとがポンプとモーターの取合情報を共有し、同時並行的に設計作業をするという想定になっている。コンカレント・エンジニアリングは、設計の上流で下流工程を配慮した設計を行うことや、工程を同時並行的に進めることによってリードタイムを短縮することによってコストの削減を図るのである。

日本の製造業では、以前から設計部門が設計を終える前に試作部門が量産計画を進めるとか、設計開発の段階から「承認図方式」、「デザインイン」と呼ばれている方式に見られるように、完成品メーカーと部品メーカーが共同で製品を開発するなど、face to faceのコンカレント・エンジニアリングは広く行われてきた¹⁶⁾。これを情報ネットワーク上で実現するには、情報システムやフォーマットが共通化されているだけではなく、設計データの内容やイメージが精確に共有されなければならず、そのため、情報共有化支援システムで実現される情報共有は、マルチメディア性を活用したバーチャル世界の創出に向かわざるを得ない。バーチャル世界では、「難しい部分は最初から詳しい情報を図面に書き込まず、部品メーカーに口頭でニュアンスを伝える」¹⁷⁾などという腹芸は通用しない。機械性大工業（機械による人間労働の代替としての）の完成形態の理念型が完全自動化工場であるとすれば、双方向性、オープン性、マルチメディア性を特徴とする今日の情報通信革命のそれはバーチャル・ファクトリー、バーチャル・コーポレーションということになるであろう。

既に稼働しているバーチャル・ファクトリーの事例として、マツダのMDI（デジタル・イノベーション）を取り上げ、バーチャル世界の活用が企業組織に与える影響を考察しよう¹⁸⁾。マツダは、これまで独自仕様のCAD/CAMシステムを使用していたが、新製品の企画から開発、試作、量産準備、受注、生産、納品までの全プロセスと業務を最先端の情報テクノロジーと生産整備を使って抜本的に改革するMDIプロジェクトを96年12月から開始したのを機に、情報システムの自社開発を中止し、市販システム群を統合する方式に転換している。

MDIは、①各製品ごとに専用設備（工作機械）を起こしていく方式から、異なる製品でも汎用の設備を用いてフレキシブルに生産する方式に転換する、②製品設計段階で、部品全てをデジタルデータ化、3D化して、車全体のデザインやカラー、材質の検討、エンジンルーム、室内キャビンのレイアウト、部品間の当たり/干渉/スキの確認、組み付け性、機能、品質のシミュレーションをし、バーチャルテストも行う、③生産設計（プロセス、型具、治具、検具、設備）を3D化し、バーチャル・ファクトリーを作り、バーチャル世界で製品を生産ラインに流してみ、ロボットが製品と接触するか、作業員に無理な姿勢をとらせないか

など、実際に物を作る前に作業段階ごとにシミュレーションし、各々独立に作られた部品が支障なくダイレクトに組み立てられるようにする、④ 開発業務に関連する情報（品質、性能、コスト、投資など）、開発プロセスそのもののデータを合わせてデジタル化してデータベース化し、企画から生産までのプロセス管理をリアルタイムで行うことなどを柱としている。MDI は、97 年春以降デザイン決定された 2 つのモデル（セダン、ミニワゴン）の開発・試作段階に導入され、開発期間を 18 ヶ月に短縮し、試作の部品費用も 2 割削減しているという。

かつての設計作業は、① 設計技術者が計算尺、電卓で技術計算をする、② 設計構想をかため、T 定規、三角定規、コンパスで設計素図を作る、③ 製図担当者は、素図をトレーシングペーパーに写し原紙を作り、原紙を陰画図へ焼き付けて図面を作るといった手順で行われており、手作業の連続であった。自動車業界は 20 年以上前から CAD/CAM システムを導入し始めるなど、情報システム化に比較的早くから着手しているが、その導入範囲はボディー、トランスミッション、エンジンなどの分野に限られており、完成製品の全ての部品を 3D 化しているわけではなかった。これまでは、設計データは、CAM を介して産業用ロボットや NC 工作機械に製造データを送り、切削、面沿い加工、穴開け、荒取りなどの加工をさせるためのデータであったが、MDI の事例では、単なる製造データからコンカレント・エンジニアリングを行うためのデータという位置づけが新たに付加されていることは注目されるべきである。

つまり、このシステムでは、設計部門は、単に新製品の開発、設計業務を分掌する部門ではなく、「現実の物の生産」の世界をデジタル化することによって作られた、企画、開発、試作、生産の全領域にわたったバーチャル世界（バーチャルデザイン、デジタルモックアップ、バーチャルファクトリー）の管理、運営をする部門にその性格を変えているということになる。MDI の大きな特徴は、バーチャル世界でのデジタルデータと現実の生産の世界でのデータを、シームレスにインテグレーションできるように情報システムが構築されている点にある。生産（試作）ラインには、計測機能付きの加工組立装置と PC 付き切削機が投入されており、バーチャルデザイン、デジタルモックアップ、バーチャルファクトリーで使用され検証されたデジタルデータは、製品マスター、生産マスターとして、そのまま生産ラインで利用することができる。汎用の PC 付き工作機が CAD データに基づいて NC データの創生、加工を行い、加工した部品の加工結果を 3 次元測定して部品ソフトゲージと参照することにより公差内に入る部品を作製し、バーチャル世界を現実化する仕組みになっているのである。また、逆に、「現実の物の生産」プロセスで得られる、標準時間、作業編成効率、品質管理、メンテナンス、不良率、歩留り率などの情報を、センサー、測定器で即時的、継続的に計って工場管理の情報化を行い、問題が発生した場合には、バーチャルデザイン、デジタルモックアップ、バーチャルファクトリーにフィードバックし、生産プロセス、オペレーションのシミュレーションによって、問題の原因をつきとめ、早期解決を図ることが可能になっているのである。

マツダの MDI の事例を見ると、設計・製造部門での 3 次元 CAD を活用した情報システムの再構築によって、① 手書きのイラストや 2 次元の図面を渡すのに比べて、デザイナー、設計

者の意図が正確に伝わり形状的に無理なものもなくなる、② 衝突実験のデータをCG化してLAN経由でリアルタイムで設計者のもとに送って設計変更に利用する、③ 設計部門と製造部門とがコンカレント設計をすることで、製品設計（基本設計、全体、領域別、部品別）と生産ライン設計、加工用具の開発・作成といった広い範囲での不具合をチェックして、製品設計と加工用具の設計や生産ラインの設計を同時並行的に進めることが可能になっている。情報共有化支援システムは、単に設計業務を短縮化するといった効果を生み出すのではない。これはまさに工場全体の管理システムである。設計部門には、設計された各部品間の設計に当たり/干渉/スキがあるか3D画像でチェックし、図面を完成することだけが求められているのではなく、3次元表示された部品をモックアップして、ラインシミュレータ、ロボットシミュレータなどの各種シミュレータで製品の組み立て性を検討し、従来のように実際に試作品や仮作業のラインを作るのではなく、バーチャル世界で各部門が同時並行的にチェックしそれぞれのデータの修正を行うことで試作コストと時間的なロスとを削減することが求められているのである。

バーチャル世界のシミュレーションはそれ自体としては仮想現実でしかないが、現実の世界と連動したシミュレーションは単なる設計付帯業務の削減で済むはずはなく、設計早期の段階あるいは最終段階で異部門間の調整を担保しなければならない。もしくは、設計の上流工程である構想設計部門から下流の部品設計、生産ライン設計部門への「トップダウン設計」方式に権限体系を転換することになるであろう。以前の設計→解析→試作→検証→用具・設備の製作→パイロット生産→量産というプロセスの流れを前提として編成されていた部門間の関連や権限の体系が、「シミュレーションによって更新された最新データを一元的なマスターデータとして関係者が共有すること」を前提とした業務プロセスでも通用するとは限らない。いずれの方式をとるとしても、クレームの作成や試作品を実際に生産ラインに流して仮作業をするといった「現実の物の生産」での試行錯誤をバーチャルシミュレーションに置き換えて、最小限の最終確認で済ませるということは、その試行錯誤の過程を通じた時系列で調整され意思決定されていた「阿吽の呼吸」をシステム化することを意味しているのであり、既存の部門の序列、位置づけを変え、それぞれの部門に与えられていた責任と権限とを再編成し、明確化することなしにはシステムとして機能しない。

おそらく、このように広範囲にわたる諸部門の調整機能、権限が設計部門に集中することは現実的とは言えず、コンカレント・エンジニアリング全体を統括する管理部門が新設され、その調整、媒介にあたることになると思われるが、それは、シミュレーションから現実世界とのリンクまでの領域を含むバーチャル世界の指揮・管理の体系とならざるを得ない。そして、このことは先のNCALSの実証プロジェクトのケースのような、企業間の連携の場合にも必要なことである。

V まとめにかえて

・本稿で考察したように、90年代後半から普及し始めている情報共有化支援システムは、情報を持つ者から持たない者への情報の伝達、または、情報のストックとフローの共有を単に紙ベースからデジタルベースに移行させること自体に主眼があるのではなく、「製品のライフサイクル全体の中で、誰が何時どういう形で情報を生成し、誰が何時どの情報をどういう形で利用するのか」を明確化し、業務プロセスの見直し・効率化・標準化とあわせて情報の流れをシステム化することにその本質がある。

換言すれば、「情報の再利用を前提とした情報管理システム」の構築が今後の情報戦略の主眼なのである。したがって、情報共有化システムは、従来の情報流通から派生する新たな別個の情報共有領域を生み出し、それは、バーチャル世界の創出とあいまって、物の世界の指揮・管理権限とシンクロした、情報活用に関わる権限と指揮の体系を生み出すのであって、単純に組織のフラット化をもたらすものではないと結論することができる。これは、エンド・ユーザ・コンピューティングによる分散処理はその情報活動が直接生成する情報の利用目的とは異なる意義を情報に与え、処理理は分散でもその管理や活用は集中管理になることの帰結である¹⁾。

もっとも、アメリカの自動車メーカーの部品の内製率は70%と高く、製品の差別化に関わりのない残りの部品を市場から調達しているのに対し、日本の自動車メーカーの内製率は30%と低く、残りの部品は系列部品メーカーから調達していること、アメリカ企業的意思決定の仕組みがどちらかと言えば中央集権型であるのに対し、日本企業的意思決定の仕組みは現場に一定の裁量権を与える分権型であることなどを考えれば、情報化のプロセスは、オープン・ネットワークを活用したアウトソーシングや組織のフラット化というより、むしろ系列・提携企業へのネットワーク導入圧力や責任と権限の整理、統合、集中という現われ方になるのではないかと思われるが、それはさらに高次の論理段階の分析課題である。

註

- 1) 中谷巖『日本経済の歴史的転換』東洋経済新報社、1996年、292頁。
- 2) 吉田氏は、要素が情報を共有し、要素間の通信によってシステムを形成する情報共有と協調の自己組織系として日本的経営システムを分析している。吉田和男『解明日本型経営システム』東洋経済新報社、1996年、197頁参照。
- 3) 日本インターネット協会編『インターネット白書'97』インプレス社、1997年、通産省機械情報産業局『情報サービス産業白書1998』コンピュータ・エージ社、1998年参照。
- 4) 飯尾要氏は通信革命の特徴をマスメディア（一対多・一方向）とパーソナル通信（一対一・双方向）の統合（多対多・双方向）と捉え、情報発信の分散化と情報共有をもたらしたと指摘している。飯尾要『情報・システム論入門』日本評論社、1998年、210頁。
- 5) 経営情報システムの発展は、情報技術の発展にともなう情報システムの適用形態と情報システムの経営組織内での普及、定着の二つの観点から研究されている。島田達巳・海老沢栄一『戦略的情報システム—構築と展開』日科技連、1989年。Richard L. Nohlan, "Managing the Crisis in Data Processing", *Harvard Business Review*, Mar.-Apr. 1979. William R. Synott, *The Information Weapon: Winning Customers and Market with Technology*, John Wiley & Sons, 1987.
- 6) SGML（標準汎用マーク付言語）については、高橋昭男『先端企業のSGML活用術』日経BP社、1997年、EDIに関しては、浅沼恭右『企業間情報ネットワークの基礎知識』日本実業出版社、1992年、

- 國領二郎『オープン・ネットワーク経営』日本経済新聞社 1995 年, STEP に関しては, 末松千尋『CALS の世界』ダイヤモンド社, 1995 年参照。
- 7) 一般には, 情報共有とは共通の目標の達成のために情報のストックとフローを共有することをいう。情報財の特性に関しては, 福田・須藤・早見『情報経済論』有斐閣アルマ, 1997 年, 67 頁。
 - 8) 情報という言葉は, もともと軍事用語である intelligence (諜報) の訳語として用いられたものであり, 「野戦では斥候, 偵察, 間諜などを派遣して地勢や敵情を調べる。その報告を『情報』と(フランス語から)訳した」ものである。他方, 日常用語としては連絡・報告を意味する information は, 人と人との間の伝達だけではなく, 人と物, 物と物との間の関係性を含む概念として用いられている。小野厚夫『日本経済新聞』1990 年 9 月 15 日, 長山泰介「情報という言葉の起源」『ドキュメンテーション研究』第 33 巻 9 号, 1983 年, 上田修一「情報と information の意味の変化」『情報の科学と技術』第 40 巻 1 号, 1990 年, 野口真「情報化と経済社会の動態」伊藤誠・岡本義行編著『情報革命と市場システム』富士通ブックス, 1996 年参照。また, 情報工学的には, 自然界で伝達される記号や物質やエネルギーの時間的・空間的, 定性的・定量的な「パターン」やカオス状態に秩序性を与える「秩序性の負のエントロピー」(Shannon, C. E.), を情報と捉え, 「情報とは不確実性を減少させるのである」(Arrow, K.J.) とする見解もある。なお, 本稿では, 特定の目的をもってなされた広い意味でのデータ処理として情報を扱っている。
 - 9) 宮下幸一『情報管理の基礎(改訂版)』同文館, 1994 年, 52 頁。
 - 10) 郵政省『平成 10 年版通信白書』大蔵省印刷局, 1998 年, 220 頁。
 - 11) ハマーとチャンピーは経営システムと情報システムの同時修正の必要性を強調しており, システムから脱皮して個々人の自由裁量権を拡大することによって柔軟な経営を行なうことができ, 組織が分権化している。Hammer, M. & Champy, J., *Reengineering the Corporation—A Manifesto for Business Revolution*, Harper Collins Publishers, New York, 1993 (『リエンジニアリング革命』野中郁次郎監訳, 日本経済新聞社, 1993 年)
 - 12) 拙稿「資本主義的生産様式の変革と情報化の意義」福島大『商学論集』第 65 巻第 4 号, 1997 年 3 月, 参照。
 - 13) ネットワークの経済性とは, 個々の企業がネットワークを構築することにより, 一企業にとつての製品またはサービスの提供における単位当りの費用が低下し, 派生的に新しい利益が生じることをいう。新飯田宏他編『日本経済の構造変化と産業の組織』東洋経済新報社, 1987 年参照。情報の経済性については, Wiseman, C., *Strategic Information Systems*, Richard D. Irwin, 1988 (土屋守章・辻新六訳『戦略的情報システム』ダイヤモンド社, 1989 年), ネットワーク外部性については, M. Katz and C. Shapiro “Network Externalities, Competition and Compatibility”, *American Economic Review*, vol. 75, 1986, pp. 424–440, N. Grandal “Competing Compatibility Standards and Network Externalities in the PC Software Market”, *Review of Economics and Statistics*, vol. 77, 1995, pp. 599–608.
 - 14) 須藤修『複合的ネットワーク社会』有斐閣, 1995 年, 78 頁。
 - 15) 石黒憲彦・奥田耕士『CALS—米国情報ネットワークの脅威』日刊工業新聞社 1995 年, 時永祥三「CALS による企業経営革新の現状と課題」九大『経済学研究』第 63 巻第 4・5 号, 1996 年, CALS 技術研究組合『NCALS 実証実験総括レポート』1998 年参照。
 - 16) 中谷氏は, コンカレント・エンジニアリング草分けはもともと日本の自動車産業の「デザイン・イン」であると指摘している。中谷前掲書, 294 頁。トヨタの承認図方式については, 藤本隆宏『生産システムの進化論』有斐閣, 1997 年, 170 頁参照。
 - 17) 富士総合研究所産業調査部『モノ作り革命』東洋経済新報社, 1998 年, 14 頁。
 - 18) 拙稿「設計部門とホワイトカラー層における情報システム活用の動向と現状」機械振興協会『機械工業経済研究報告書』1998 年 3 月, 参照。
 - 19) 青木昌彦氏は, アメリカ企業の世界戦略にふれて「電子通信技術の発展や部品の標準化・外製化によって, 各組織単位がその個別環境を越える大量のデータ処理を行ないながら, 世界規模でコーディネーションのネットワークを拡大しようとしている」と述べているが, このことは情報共有化システムが生み出す情報活動領域が海外展開として現われ, 各組織単位をその下位要素として再編することを示していると理解されよう。青木昌彦『経済システムの進化と多元化—比較制度分析序論』東洋経済新報社, 1995 年, 32 頁。

(本学非常勤講師)