

次世代生産システム開発の要点

高橋 輝男

われわれが研究を進めていく過程で、グループ内でさまざまな意見が出され、討議がなされた。それらは生産システムを含んでいる経営環境の変化についてであり、生産システムが生き残るための要件についてであった。このような状況下で、次世代生産システムに責任をもつわれわれは、いま何をなすべきなのか、その対応の要点をここでまとめることにした。

今日、わが国は生産システムの構築の上で、大きな転換期に立っていることを認識すること

活動のグローバル化、情報化が進み、生活水準が向上した人々は多様な価値感を持つにいたり、それに影響されて、ライフスタイルも大きく変った。第3次産業の伸びはいちじるしく、重工業から軽薄短小型へとわが国産業を支える工業のウエイトはソフトしつつある。競争もより厳しくなるに違いない。こうした変化は将来さらに加速されるだろう。

産業革命以降の重工業を中心とした、作れば物が市場に吸い込まれていった時代から、次の時代へ向けて、わが国をも含めて先進工業諸国は、いま大きな転換期にさしかかっている。

今日のわれわれの選択が、明日からのシステムの方向を定めてしまう。それはやがて21世紀へとつながっていく。われわれはここで、重大な分岐点に立っていることを認識しなければならない。

この認識に立って環境に目をやれば、何が自分たちの生産システムに強く影響するかを探り当てることができよう。それが、どのように変化していくかを予測したり、変化を自分たちに好ましいように誘導することも可能である。

生産システムに関与する人々は、行政、経営者、研究者、管理者、エンジニアなど各々の立場で、常に環境変化に注目し、その中から自らに将来影響すると思われる

要因の変化を捉え、それを受け入れ、システム化に結びつけるタイミングを考えねばならない。

国際化にあたって長期的なビジョンを確立すること

わが国の多くの製造業は、材料や部品を海外で調達したり、ノックダウン工場を海外に建設している。もはや地球全体の上の最適拠点に生産活動を展開しているといえよう。しかしその動機の多くは貿易摩擦を解消することであったり、コストの削減をいかにかはるかという点にあることは否めない。このようなグローバリゼーションは長期的にみて外国からも歓迎される生産システムになりうるのかということ、必ずしもそれは肯定できない。いま日本の海外市場への進出の主目的は市場占有率をいかに高めるか、低い製造コストをいかに求めるかであって、その国の労働力の吸収、技術の発展、生活水準の向上などは二義的になってしまっている。自社の都合だけではなく、日本の技術を生かしてその国の発展にいかに関与するかといった国際化の理念を確立することが望まれる。

もともと、こうした理念と熾烈な競争といった今日的課題をいかに整合させるかという難題がここにはある。

生産活動が国境を越えて広がっても、これらを情報のネットワークで結び、支援すれば、あたかも隣り合う空間で生産が行なわれているかのように扱うことが可能である。

グローバルなネットワークを通じて生産計画、指示は的確に伝達されねばならない。物の扱いも複合一貫輸送や移動工場船のような物理的な距離の長さをカバーする工夫が必要である。

新製品の開発、新素材の開発は次世代の生産システム発展の強力な推進力となる。 しかもこれからは開発のサイクルは早くなる。かくして立ち上がり期のシステムを充実させることがキーとなる。

新製品を開発するといっても、その企業に全く関連のない分野で新しい市場を開拓するのでは成功の可能性が少ない。自社でノウハウのある、経験深い分野の周辺に

たかはし てるお 早稲田大学 システム科学研究所
〒160 新宿区大久保3-4-1

新しい事業を展開することが発展に結びつくといわれている [2]。そのような伝統的な基軸を中心とした新しいビジネスドメイン(分野)を意図的に展開し、新製品を計画する。新製品の開発は市場で力となりうるが、材料、工程、設備、部品構成、試験、作業者の習熟などを更新しなければならない。これらの変更をいかに短時間で行なうかである。

Just in Time 生産方式で段取時間の短縮がポイントになったと同様に、立ち上がり期をいかに敏速に、的確に行なうかが競争上のきめ手となろう。

新素材の開発も工程に大きな変革をもたらす。基礎的な素材情報をいかに自社製品に取り入れるか、これも一種の新製品として扱うべきであろう。

産業革命以後の作って売るという方式から、客の欲するもののみを必要な数量だけ造るという時代が確実にくるだろう。受注生産の時代である。これが立ち上がり期の重視される所以である。

だがこのような動向は工業先進国についていえることであって、途上国はなお規格化され、大量に見越生産された製品を欲している。国際分業を具体的にどう進めるかのヒントがここにある。

将来、**新生産システムの構築にあたっては、ハードの高信頼性はもちろん、そのコンセプト、ソフトが重視されるようになる**

生産システムのハードはソフトを生かすためにあると言った人がいる。確かに人間がハードを動かしていたときは、**Man-Machine System** といえ人間がソフトの部分で臨機応変にその頭脳を動かして運転していたといえる。それが作業の自動化、情報処理の自動化が進化したことで、人間の頭脳のアルゴリズムがソフトという呼び方で顕在化してきた。自動化が進むとソフトの修正は人間が担当していたときほど自由ではない。初めに設計されたとおりに、機械的にシステムが運用されることになる。

環境を睨みながらどのようなコンセプトで生産システムを構築するか、から始まり、全体のシステム像が画かれ、それを生かすハードの選択、そして運用システムとの結合となる。ハードはもちろん大事だが、むしろ最近ではソフトのウェイトが強調される。

CIM (Computer Integrated Manufacturing) は生産システムを情報処理の仕組みと見なす態度であると言いきった人がいる。

こうなると、環境に合わせて工程を変更し、設備を入

れ換えたと同様に、ソフトを新陳代謝させていくチャンスも増える。そしてそれが競争力の源になる。

新生産システムは販売、生産、物的流通と一貫したトータルシステムとなる。この新しいロジスティクス(Logistics) システムを設計するにさいして、計画の組織を明らかにすること

これからは、ますます全体としての最適化を指向したシステム設計が重視される。これまで異なった評価尺度(たとえば生産部門は生産性、販売部門は売上高のような尺度が用いられ、流通在庫のような両部門に共通した尺度はほとんど省りみられなかった。)の下で働いていた部門の人々が、物の流れの上で一貫した、またソフトとハードの面で両者を含んだシステムをまとめようというのであるから、システムを計画する組織も難しい。

プロジェクトリーダーは経営陣の一員であることが望ましい。リーダーは経営会議でプロジェクトの方向づけ(ステアリング)についてアドバイスを受けるチャンスがある。

事務局は単なるまとめ事務に徹するというよりは、さまざまな部門から派遣されたメンバーの意見を調整したり、渉外的活動、プロジェクトが停滞したときのアイデアの刺激役、新しい知識の提供者など時に応じて種々の役割を演ずる。もちろん各部門の機能に精通し、その実態を把握している人が参加していることが必須条件である。精通ということは固執しているということではない。そこで蓄積された知識を生かして将来を構想する能力をもつということを含んでいる。

プロジェクトチームを構成するメンバー以外にこのグループのガイドによって作業するスタッフが必要である。たとえば小ロット生産を分散化された拠点で経済的に実施するとすれば、そのための青図を画き、その可能性を確かめなければならない。実際にコンピュータのプログラムをつくるスタッフも必要である。

すべてのプロジェクトに関する人々が、新しいシステム創りに挑戦する意欲を持たねばならない。

システム・インテグレーションの方法を確立すること

システムが単純で、小さいときは、設計活動の構造など問題ではなかった。しかし将来、生産システムが、機能的に関連する多くの活動を含めて設計されるようになると、設計とは何かということが真面目に議論されるようになる。これはまさに工学であり、エンジニアリングである。最近では特に情報処理とのつながり、全体性を強調してインテグレーションということがある。インテ

グレーションを設計活動の構造として明らかにしておく必要にせまられている[3].

設計活動には、その基本的な部分に方法 (Method) がある。これは考え方と手順によって成り立っている。

方法を助けているのが技法と知識である。技法は方法を構成する手順のうち、あるステップを処理するための論理体系である。シミュレーション、因果連鎖ダイアグラム、Production Flow Analysis[4]などは技法の例である。

知識は過去において蓄積された事実に関する情報であって、次世代生産システムのヒントを与えてくれる。ホロンあるいはホロニック生産システムに関する情報、先端的生産システムの事例、CIMの動向などはいずれも知識の一部である。MAP標準化のような新しい技術情報などもここに含まれる。

21世紀へ向けての生産システムを考えると、われわれが確認しておかなければならないことは、従来からの延長線には将来の生産システムがないということである。それを得るには新しいパラダイムが必要である。

われわれは帰納的に現状の問題点をつぶしていくという方法ではなく、システムの基本である機能を中心に演繹的に将来の環境の下で、理想的なシステムを設計すべきだと主張している。そして現状をこの理想へ向けてどのように成長させるかをも併せて設計するという態度である。

競争上の優位性を重視してシステムを設計すること

経営の多角化が進み、各社は基礎製品の周辺に多様な製品を開発し、新市場に参入した。また既存の能力(技術、人材、設備、敷地、情報など)を活用して、製品、サービスを開発し、新しい市場を創り出したところもある。この傾向はこれからもますます強まるであろう。

いずれにしても、ある市場を形成していた企業群は大きく異なってくるだろう。これは競争の激化を促すとともに、同時に競争相手が特定化できない時代になったということである。

国際的にみても、共存を唱えながら、一方では工業先進国間、NIES諸国との競争が激化している。

このような競争と共存の社会において、われわれはこれから意志決定をしていかねばならない。たとえコストが上昇しても、ある時点では投資を認める意志決定がなされるかもしれないし、たとえ利益の大きいプロジェクトでも共存のために見合わざるをえないことがある。

しかもこれら意思決定の結果は、ある時間が経過して

顕在化する事象もある。競争を強く表に出しつつ、全体が共存するという、ある点では矛盾に満ちた主張をせざるをえない。

これからの生産システムはいかに自動化が進んでも人間によってサポートされる。特に日本型の次世代生産システムでは人間が強調される

われわれの調査では、日本で成功するCIMは、必ず人間を介在させているといわれている。つまり究極のCIMでも完全な自動化を前提にしないといってよい。積極的に人間を生かしていく努力が必要である。

これは従来は人間の頭や筋肉の中に蓄積されていた技能を完全に機械やコンピュータに置き換えるのかどうかという疑問を引き金にしたときの現時点での答であろう。また日本では現場における小集団が、常にシステムをレベルアップする意欲を持ち、これが進歩を支える原動力になってきた。この人たちのもつエネルギーとシステム設計の能力はいかなるコンピュータでも代替不能であろう。

しかも、生産システムを支える人々の層が今日とは様変わりするであろうことが予測されている。高齢化はその1つであり、製造離れしていく若者たちによって起こる生産システムの人間の稀薄化も解決されねばならない課題である。

歴史の流れの中で、第二次大戦の中を苦勞して生き抜いてきた世代はすでに第一線を去ろうとしている。次の食べ物で満ち足りた平和な社会で成人していった人々が、物づくりの場に関心を持ち、さらにここでシステムを更新していくバイタリティを従来のように継続的に発揮していくものだろうか。

この項では人間を巻き込んだ自動化システムこそ力を発揮すると言ったが、これからの人間が、これまでの人間と同質であるとは必ずしも保障できない。それならば人間の技能を徹底的に機械に移して、現場で仕事するのは作業を更新するための人のみという位置づけをすべきなのかもしれない。

システムにおける人間の役割を明らかにすること

生産システムの中でどうしても人間がやらなければならない部分があるかどうかを明らかにする。それは技術的に難しいとか、経済的に機械化すると採算に合わないからといった見方ではない。人間でなければならない作業である。

病院における介護の仕事、レストランにおけるサービスの仕事、旅行におけるガイドの仕事、学校における教

師の仕事などはいずれも機械には置き換えられない。人間が行なってはじめて意味を持つ仕事であると考えられる。人間の情感と感性を生かして行なう仕事である。ここに例示したように、これらは意外にすべて、第3次産業に属している。それ故に人々は自分たちの特徴を生かすべくサービス産業へと流れていくのであろうか。はたして製造業にこの種の仕事が存在しているのか。いまこれらを第1種人間作業と呼んだとしよう。

製造業には確かに本来、人間がなすべき作業というのは少ないかもしれない（実はこれを決めるのは設計者の恣意によるのだが）。あるとすればシステムを更新していく人間、技能の伝承を割り当てられた人間が第1種人間作業を担当するかもしれない。

次の時代を迎えても上記した以外にもおそらく人間作業を生産の場からなくすことはできないであろう。その結果しばらくは難しくてもまだ機械化できないとか、今日ではなお経済的に採算が合わないといった作業を担当する人間が機械の中で作業することになる。この種の人間作業を第2種人間作業と言おう。第2種人間作業は新しい技術の開発によって、常に機械化、自動化を目指していく。それに対して第1種はいかに人間の特徴を生かしていくかと考える。決して自動化の対象としては取り上げてはならない部分である。

第2種の人間を無視してはならないことはもちろんである。

人間と機械の接点として、機械を操作する人間、保全する人間、ディスプレイを見て作業を指示する人間、検査判定で最後の決定を下す人間、いずれも第2種人間作業である。これらをいかに快適に保つか、労働のアメニティを維持しなければならない重点である。

快適な作業とは少なくとも物理的環境が人間にとって好ましく、人的、経済的環境もその人々にとって良好であり、作業条件も個々の人々の特性に合っているということであろう。温度、照度、粉じん、騒音などは物理的環境を構成している要因であり、昇進の可能性、給与、上司、仲間との関係などは人的、経済的環境といえる。作業の単純さ、扱い重量、自分で判断できる仕事の範囲などは作業条件であろう。これらの交互作用は何ら解明されていない。将来の大きな課題である。

フレキシビリティのある生産システムをあらゆる業種、工程で、その特徴を生かして開発すること

フレキシビリティがあるということは要するに変わり身の早いということである。短時間で、量的にも質的にも

大きな変化を得られるとき、フレキシビリティが高いという。しかもこれを経済的にし得ねばならない。

小規模分散型システムも、必要なときだけ運転できる装置も、多種のものを短い段取替え時間で生産するのもフレキシビリティのある生産システムの例である。

多くの環境変化要因が急速に動き、しかもその幅が大きくなることは、すべての業種で認めざるを得ない将来動向であろう。これに対応不能になったときシステムは破綻してしまう。この適応能力がフレキシビリティによって決まる。

システム化の影の部分の予測し、これを予防し、好転させる策を講ずること

われわれは、常に競争的な環境の下で、新製品を開発し、その生産技術に工夫をこらしてきた。しかし、このような努力は長い目で見たとき、また領域を広げて考えたとき、その陰に大きな課題を積み残してきているのではないか。

公害もそうであり、資源枯渇問題、各国の経済格差などもその例だろう。技術の空洞化、危険作業の放置などもそうである。

次世代の開発を担うエンジニアたちは新システムを導入するとき、その蓄積が時間とともにいかなる様相を生み出していくかについて予見する技法をもっていない。それ故に悲しいほど楽観的な側面をもっている。工業化のもたらした恩恵は今日、人類にとって大きなものがある。システム化の光の部分である。しかし、その影の犠牲もあった。

いま、われわれは次世代生産システムに取り組んでいる。そのとき、広い、長い目で、それらの集積効果がどのようになっていくかという視座を忘れてはならない。

参考、引用文献

- [1] 新生産システムの開発に関する調査研究報告書、日本機械工業連合会、第1年度、第2年度、昭和63年、平成元年。
- [2] ピーターズ他、エキセレントカンパニー、講談社、昭和58年。
- [3] 高橋、物流システム工学、物流、Vol.18、No.5、昭和63年9月。
- [4] J. L. Burbidge, The Introduction of Group Technology, Heineman, 1975.