



経営革新とインダストリアル・エンジニアリング

丹下 敏*

The Role of Industrial Engineering in Business Innovation

Satoshi TANGE*

1. 結言

我国の製造企業は、グローバルな厳しい経営環境のもとで、競争優位性確保を目指した業務の見直しと革新に邁進している。これは製造企業の経営戦略が新製品開発から業務システム開発へと軸足を移行させてきたことを示唆している。すなわち、製造企業の経営陣は業務プロセスの革新で競争環境下での差別化を計ろうとしている。既存組織の枠組みにとらわれることなく、部門間の壁を取り払ったサプライチェーンシステム(SCM)とカログスティクスシステムなどの業務プロセスの出現は典型的な業務革新事例といえる。今後とも先端的企業の多くは高度化した情報・通信技術、制御・メカトロニクス技術を駆使した大規模な業務革新プロジェクトを手がけていくであろう。

本報では、今日までの IE の発展過程を考察しつつ、業務革新プロジェクトの展開過程において IE が果たすべき役割についての見解をまとめている。

2. IEの発展過程

1) 成立事情にみる特質

IEの起源は、F. W. テーラー(1856~1915)の「時間研究」とF. B. ギルブレス(1868~1924)の「動作研究」の成果をもとに体系づけられた“Motion and Time Study”(日本では「作業研究」)に遡るとされている。「作業研究」は作業者(人間)がおこなう作業の方法と時間を科学的に関係づけた動作・作業レベルのシステム設計(改善)の原理・原則と手法の技術体系である。この技術はテーラーの「科学的管理法」(Principle of Scientific Management)(1911)の理念に根ざしており、この理念は今日のIEにも脈々と引き継がれている。

IEは、自然科学をその基盤とした他のエンジニアリ

ングと比べて、その成立事情において全く異質の性格を備えている。このIEに固有の遺伝子は、その後も増殖を続けながら発展して今日に至っている。

IEの成立事情と特質について、山田[1]は以下のように述べている。

「基礎科学の応用としての性格よりも、むしろ生産過程の改善、効率化というような実際的な要求から生まれた技術であり、当初は現場の管理者、熟練した作業者が長い間の経験の蓄積や勘によって処理していたような種類の問題を整理、検討し、さらにこれを発展させてゆくことによって生み出されてきた工学といえる」

また石谷[2]は技術・技能手段を展開的に利用する目的をもって運用する技術ないしは工学としてIE、経営工学を規定し、他の技術、工学との違いを明確にしている。

IE学である経営工学は、上述した成立事情と特質が色濃く反映されて今日まで発展しており、この点が自然科学を基盤とした他の工学との本質的な異質性といえる。

2) IE活動領域の拡大

初期のIEは人間が行う現場作業を対象とした。そこではテーラー、ギルブレスにより確立された「動作・時間研究」を適用し、作業能率向上を目指した作業測定、動作・作業改善と標準化が実施された。この時期(1930年代)にアメリカに渡ってIEを習得した人々が能率技師としてはじめて我国にIEを導入した。この頃に神奈川大学経営工学科の前身である工業経営学科が、早稲田大学の現経営システム工学科とほぼ時期を同じくして、日本で最初に工学部に開設されている[3]。

その後、IEはアメリカにおいて工場の生産性向上を基本的な使命として発展し、1950年半ば頃までは主としてコストと品質の管理、生産管理、設備配置と運搬など製造プロセスを対象とした改善と設計に関与してきた。さらに新しく統計的・数学的手法、OR、コンピュータ技術などの活用により、製造企業の問題解決過程における定量的な物的処理と情報処理がおこなえるようになった。

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

I Eは、その対象領域の拡大と平行して、いくつかの関連分野への分化がすすんだ。この当時のアメリカにおける関連分野をみると、Inventory Control, Quality Control, Management Sciences, Production Engineering, Ergonomics, Material Management, Method Time Measurement, Operation Research, Manufacturing Engineeringなどが挙げられる[4]。日本においてもほぼ同様の分化がなされた。

日本IE協会(JIIE)が1960年に設立されて以来、毎年開催してきた製造企業のI E活動成果発表の内容を整理して表1にまとめた。この表から戦後50年にわたる我国製造業の生産性向上を実現してきたI E活動の実態と変遷をうかがい知ることができる。この継続的・発展的なI E活動実践こそが日本の製造業に今日の国際的競争力を保持せしめた最大の要因といっても過言ではない。

この発展過程からI E活動領域が拡大している様子がうかがえる。この拡大状況を対象システムのレベルで区分・整理すると、おおむね図1のようになる。

3) I E活動の現状

敢えて極論すれば、製品を開発・設計する技術と設計図面どおりに加工・処理する技術(固有技術)さえあれば、製品を造ることは可能である。ただしコスト、品質、納期/時間などの顧客要求を充足できるかどうかについては保証の限りではない。I E技術は固有技術と生産能力要素(作業者と設備)を経営的に活用するという運用技術的側面を有している。これが故にI E技術の活用の際には、経営主体者の価値判断の入り込む余地が存在する。固有技術の厳密さ(rigid)と運用のルーズ性(loose)の関係把握はI E技術の役割と活用を論じる上で重要なポイントである。

かかる認識のもとで製造企業における生産活動のあり様を概観すると、そこには以下のような運用技術上のレベルに差異がみとめられる。

- #0 その場しのぎの運用
- #1 経験と勘に頼った運用
- #2 設定されたルールに基づく運用
- #3 ルールに基づいた方法による運用
- #4 システムでの運用

この運用技術の差異は図1に示すすべてのシステムレベルに当てはまる。I E技術を活用するかしないかの決定権は経営者にあり、結局は経営者の企業経営への取り組み姿勢と見識のあり方に帰される。つまりI E技術は企業経営のあり方と直接的に関係づけられてくる。

表1：製造企業におけるI E活動の変遷 [5]

<1960～>

- ・ The reports on IE workshop in America
- ・ Case studies on IE introduction
- ・ Work measurement
- ・ Present work analysis
- ・ Application of standard time
- ・ Work improvement
- ・ Plant layout and materials handling
- ・ Work process control
- ・ Quality control
- ・ Scheduling

<1970～>

- ・ Inventory control
- ・ Production planning system
- ・ Physical Distribution system
- ・ Industrial robots
- ・ Application of OR
- ・ EDP of office work
- ・ Job satisfaction
- ・ Low cost automation

<1980～>

- ・ Assembly line and production process design
- ・ Productivity and efficiency improvement of each work places
- ・ Production management
- ・ EDP of various control affairs
- ・ Rationalization of yard transportation and storage
- ・ TQC、TPM
- ・ CAD/CAM

<1990～>

- ・ Variety production management
- ・ Individual production management
- ・ Flexible production,
- ・ Logistics system
- ・ Total cost reduction
- ・ Improvement design of production system
- ・ OA、FA、CIM

<2000～>

- ・ SCM
- ・ Global logistics
- ・ Products development process
- ・ Integration of development, production and marketing
- ・ Global production strategy
- ・ Disposition problem of oversea production bases
- ・ Global information net work

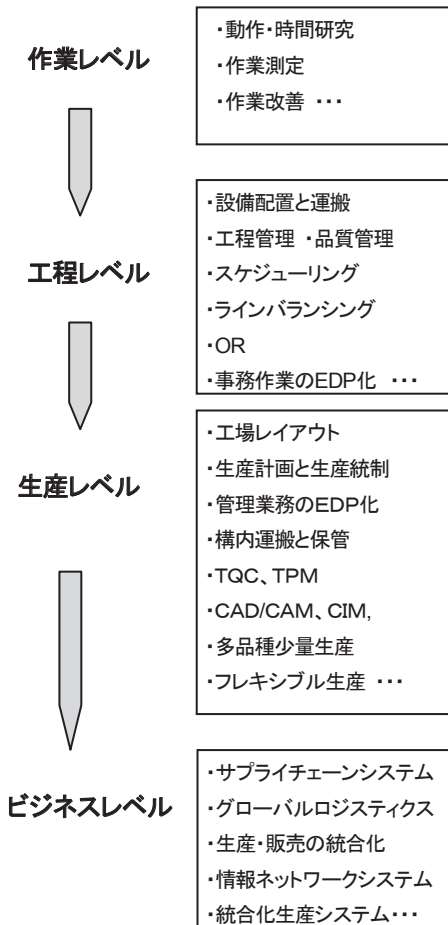


図1：I E活動領域の拡大(システムレベルからみた)

製造企業におけるI E技術の活用目的は図1に示す各レベルのシステムを効果的かつ効率的に構築・運用し、経営目標の達成に役立てることにある。この意味から工場の生産現場では現在でもテーラー、ギルプレスのストップウォッチや動作分析が必要であり、この作業レベルのシステム基盤の上に各種の管理システム、生産システム、業務システムが構築され運用される。“ストップウォッチのIE”は決して古いのではなく、時間測定手法は生産活動の基盤技術として重要な使命を果たしている。

4) 今後のI E活動

最近のいわゆる“リエンジニアリング”と称されているような業務革新をねらった大規模なビジネスレベルのシステム構築において、I E技術者には出番があるのだろうか？ 高度化した先端的な固有技術とコンピュータ技術の適用を前提とした業務革新プロジェクトにおける

I E技術者の役割は？ この問い掛けこそがまさに本報の執筆動機である。

3. 業務革新とI E

1) 業務革新とシステム設計

業務革新とかりエンジニアリングなる用語は、他企業との差別化を計って競争優位性を確保するための戦略表現の1つであり、ただ単に“革新します”、“再構築します”といているに過ぎない。戦略を戦術として具現化するには、戦略に具体的な方向性を付与せねばならない。つまり何をなすべきかを明確に打ち出さねばならない。戦略を具現化していく過程については Krick [6] による問題解決過程および丹下・鈴木 [7] によるシステム設計過程が明らかにしている。問題解決ないしはシステム設計過程ではまず解決すべき問題、すなわち“**What**”が明確化されねばならない。その上でその問題解決の方法・手段としての“**How**”が探究される。

図2に問題解決過程ないしはシステム設計過程でのWhatとHowの関係を示す。

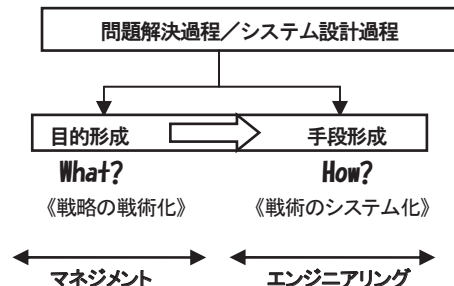


図2：問題解決過程（“What”と“How”の関係）

本論のねらいは業務革新なる戦略とその実現手段である業務システムのエンジニアリング活動との関わりからI Eについて論じることにある。以下、製造企業における業務革新を前提として論をすすめる。

2) 業務革新の実態

現在、製造企業でどのような業務革新が実現されているかを明らかにするために、前出の JIIE が開催した直近3年間の成果発表の中から、該当するテーマを表2に示す。

設計対象となるシステムは、材料→製品への物的変換システム、生産計画、生産指示その他の管理情報処理システム、物的処理と情報処理を統合化した生産システム、生産部門を中核として上流・下流のプロセスを包含するSCM、ロジスティクスシステムなどに区分される。

表2：業務革新に関するテーマ

- 1) 情報を活かした生産システム改革
～デジタルマニュファクチャリングの実践～
- 2) インターネット技術活用による営業業務革新
～Java/WML活用の販売管理システム構築
- 3) 自動車・鉄鋼間のSCMの実現
- 4) 国内生産の基盤強化と差別化
～グローバル戦略の一環として～
- 5) IMSによるサプライチェーンの実践
- 6) 企業間ネットワークと生産体質強化によるリード
タイム短縮
- 7) 新製品開発と量産立ち上げのスピード化
- 8) 需要変動に柔軟に対応する生産システム構築
- 9) グローバルERPプロジェクトと業務改革への取組み
- 10) 環境経営の実践～環境保全と経済価値追求の融合

業務革新の要請を満たし得るシステム構築においては、物的処理のための高度な制御技術・自動化技術、情報処理のための高度なコンピュータ技術がもっぱら主役を演じており、少なくともIE技術に頼ったシステム構築ではないことは明らかである。

結論として全社的規模の業務革新には必要とされる各分野の固有技術者を専門スタッフとしたプロジェクト体制での展開が不可欠となる。

3) 業務革新プロジェクトにおけるIEの役割

全社レベルないしは工場レベルでの大規模業務革新の推進に際しては、経営トップ層での慎重な検討と意思決定がなされた後に、プロジェクト体制が編成される。このプロジェクト展開過程でのIEの役割について以下に述べる。

(1) 業務革新プロジェクトのライフサイクル

プロジェクトのスタートから終了までの全過程のことをプロジェクト・ライフサイクルという。エンジニアリングの世界では業務革新問題は新規業務システム設計問題としてとらえられることから、業務革新プロジェクトの過程は図3に示すシステム設計プロジェクトのライフサイクルとみなせる[8]。

このプロジェクトは経営トップが打ち出した業務革新戦略に導かれてスタートし、システム企画→システム設計→システム設置と展開され、最終的には新しい業務シ

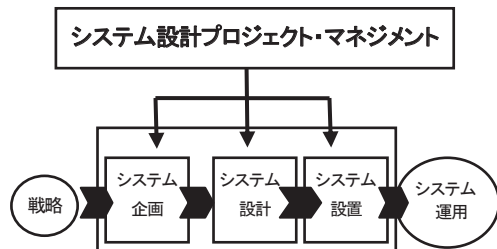


図3：システム設計プロジェクトのライフサイクル

ステムの運用段階を迎えて終了する。以下に各段階について説明する。

① フェイズⅠ：システム企画

- ・経営戦略からのシステムへの要求→システムが果たすべき機能の決定、つまり“What”の決定
- ・機能に基づくシステム構想→システム企画書の作成（システム効果も含む）
- ・このフェイズの出力：プロジェクトの範囲・条件・制約、システム企画書、目標、予算、期間、人的資源など

② フェイズⅡ：システム設計

- ・全体システムを構成する部分システムごとにプロジェクトメンバーの決定（固有技術者、コンピュータ技術者、その他業務に固有の専門家）
- ・フェイズⅠで決まった設計条件と制約の枠内での部分システムごとの設計と評価
- ・このフェイズでの出力：各サブシステム設計図面
サブシステムを統合した
全体システム設計図面

③ フェイズⅢ：システム設置

- ・システムの設置、試運転、立上げ

(2) 各フェイズでのIEの役割

G, Salvendy 編[4]に準拠するIEの専門知識を有するIE技術者が業務革新プロジェクトの各フェイズにて担うことになる役割について以下に要約する。

なお、ここでは当該工場で生産している製品および製造設備・工程に関して十分に熟知しかつ生産管理全般と資材・製品の物流業務にも精通している中堅のIE技術者を前提として論じる。

① プロジェクトのライフサイクル全体

- ・プロジェクト・マネジメント
- ・経験不足の場合はPMスタッフ

- ② システム企画フェイズ
 - ・業務システム構想化
 - ・構想したシステムの効果性評価
 - ・実現可能性研究(Feasibility Study)
 - ③ システム設計フェイズ
 - ・コスト、時間、品質、資源の管理
(P-D-C-Aマネジメントサイクルを回して)
(設計作業は固有技術者がおこなう)
 - ④ システム設置フェイズ
 - ・コスト、時間、品質、資源の管理
(P-D-C-Aマネジメントサイクルを回して)
(設置作業は現場作業、外部業者がおこなう)
- 3) プロジェクトへの I E の参画
- 各フェイズで I E が貢献可能な仕事内容をまとめると、I E 技術者はシステム設計プロジェクトにおいて、
- ① プロジェクトマネジメント、② システム企画、③ システム統括管理の役割を担うことになる。
- 以上をまとめて I E 技術者の設計プロジェクトへの参画モデルを図 4 に示す。

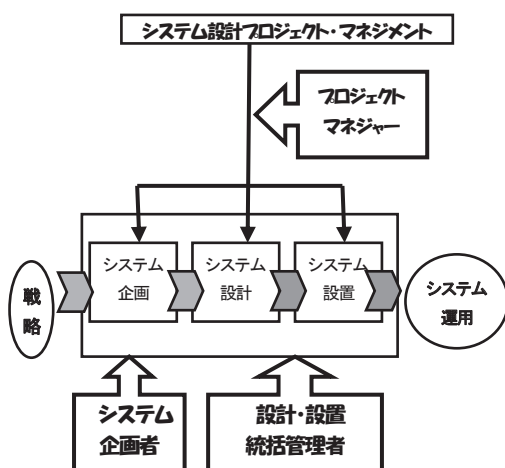


図 4：I E 技術者の設計プロジェクトへの参画モデル

この参画モデルに基づいて、それぞれの役割について考察する。

① プロジェクト・マネジメント

従来から I E は受注生産の管理技術として、プロジェクトタイプの業務を対象とした日程計画（スケジューリング）、進捗管理、コスト管理に関わる問題は扱ってきた。ここでのプロジェクト・マネジメントの役割は、プロジェクト全体と各フェイズを対象として、4つのパラメータであるコスト、時間、品質、資源を評価尺度とした管理

である。業務の革新性とシステム領域の広範性が高いプロジェクトの場合は、プロジェクトマネジメントのあり方によって、その企業の社運が左右されかねない。プロジェクトの成功・不成功はプロジェクトマネジャーの能力にかかってくる。

② システム企画

プロジェクトの最初のフェイズであるシステム企画は経営トップの業務革新戦略にもとづいた戦術化構想を確定する段階であり、ここでは主として経営効果に関わる検討がなされる。経営効果は業務革新によって達成される競合企業との差別化の程度で計られる。この効果を最大化するにはどのような業務システムを構築すればよいのか？ の問いかけに対する答えが重要な意味をもつ。つまりプロジェクトの成果は“どのようなシステムを構築するか？”（What）によって決まってくる。このフェイズでの I E の役割は大きくとらえて、以下の2点に集約される。

(i) 経営効果、採算性の分析・検討

(ii) システム構想（システム範囲、設計条件、システム機能など）

③ システム設計・設置の統括管理

企画されたシステムを“いかんして革新的な業務システムに具現化するか？”（How）がシステム設計フェイズのねらいである。構築しようとする業務システムの範囲が広く規模が大きくなると、当然のこととしてシステム全体はいくつかのサブシステム、例えば製造、販売、倉庫・配送、情報ネットワークなどのコンポーネントに分割される。

このフェイズは技術的な課題解決が中核となり、かつ革新性を狙うことから、高度な設計能力を有する人的資源として複数の異なった領域での技術者や専門家がそれぞれのサブシステム設計の主役を演じる。したがって複数のサブシステムを業務システム全体として統合する役割が不可欠となる。システム統括管理とはまさに複数のサブシステムをトータルシステムにまとめていくエンジニアでありマネージャーである。このような役割を担える人材としては I E 技術者が最もふさわしい。

以上はシステム設計フェイズにおける統括管理について述べているが、システム設置フェイズにおいても、システム設計フェイズと同様に、統括管理の機能は必要とされる。とりわけハード色が強い大規模システムでは設置工事が長期化し、固有技術的にも高度化、複雑化してくるから、システム設置統括管理の役割は重大となる。紙面の都合上ここでは設置フェイズについての詳細は省略する。

4. 結び

IEが成立してから今日に至るまでの発展段階を主たる対象システムのレベル区分で概観し、IEの役割がその領域拡大に伴って変化してきた状況を明らかにした。この変化を促してきた直接の要因は、いうまでもなく産業界からの要請にある。現在の先端的製造企業では、企業ないしは工場レベルでの革新的業務システムは厳しい競争環境のもとでの競合企業との差別化手段とみなされている。

革新的業務システムのシステムレベルの高さを考えると、このシステムのエンジニアリングは、従来のIEが対象としてきたシステムレベルでのエンジニアリングと同じ次元で論じることはいできない。そこで本論では、最近の産業界が熱心に取り組んでいる業務革新問題を切り口として、システム設計プロジェクトにおけるIEの役割に関する1つの見解を導出した。

本研究の結論を以下に記す。

「IEの活動領域の拡大にともなうIEの役割は業務革新プロジェクトへの参画にあるとの考えのもとで、新たなIEの役割は、① プロジェクトマネジメント、② システム企画、③ システム統括管理の3分野である」

上記結論は、別の見方をすると、リエンジニアリング(Re-engineering)におけるIEの役割とみても差し支えない。

製造企業、サービス企業さらに行政機関までもが、激しい差別化競争ないしは合理化・効率化環境のもとで、顧客に提供する製品・サービスに固有する技術(固有技術)、情報処理・伝達技術(IT/ネットワーク技術)を有効活用した業務革新プロジェクトを手がけている。かかる状況下での戦略の戦術化手段としての業務システムの具現化に際し、IE技術者はプロジェクトの要諦的な役割を果たすことになる。

IEの活動領域の広がりに伴う業務革新問題への取組みに際しての本質的な課題は、“マネジメントとエンジニアリング”の両分野の統合化を目指した体系づくりにあると考える。すなわち、“固有技術を活用した業務システム開発プロジェクトをどのようにマネジメントするか?”がIEの役割として広く社会から要請されている。これはまさに狭義の「MOT」とも言えそうである。

【参考文献】

- [1] 山田圭一、“現代技術論”、朝倉書店、(1973)、p.27
- [2] 石谷清幹、“工学概論”、コロナ社、(1977)、pp.166-168
- [3] 神奈川大学工業経営学科編、学科設立50周年記念“曙光”、(1989)、pp.63-65
- [4] G. サルバンディ編、日本能率協会訳、“IEハンドブック”、日本能率協会、(1986)、pp.8 - 15
- [5] S.Tange, M.Kitaoka, “The role of IE in competitive business environment”, Proceeding of International Conf. of CIE, Alexandria, (2007-10)
- [6] E.V. Krick, “Introduction to Engineering and Engineering Design, 2nd ed., John Wiley & Sons, Inc., (1969), pp.107-155
- [7] S.Tange, T.Suzuki, “Comparative study of system design methods”, JIMA, Vol.31 No.4, pp.441-447
- [8] S.Tange, M.Kitaoka, “Business process innovation in competitive environment”, Proceeding of 2nd Euro Conf. on MOT, Birmingham, (2006-8), pp.680-687