

IT 利活用における人材育成

黒岩 恵

「e-Japan 戦略」という名の IT 化施策が2000年から官主導で推進され IT インフラの整備が進みつつある。今後は、IT の利活用による経済社会の生産性向上、活性化と産業界の競争力向上が期待される。そのためには、企業経営と一体化した IT の利活用とそれを支える人材育成が重要になる。本稿では長年トヨタ生産方式における IT 化と IT 人材育成に関わり、電子商取引推進協議会 (ECOM) などで国の IT 化施策の一翼を担ってきた経験から、IT の利活用と人材育成について述べる。

キーワード： e-Japan 戦略、ブロードバンド、RFID、IT 人材育成、企業教育、トヨタ生産方式、ビジネスイノベーション、IT 新事業

1. はじめに

パソコンやモバイル機器などデジタル化とインターネットの普及により、ユビキタス社会が現実となりつつあり、産業革命に匹敵すると言われる IT 革命は今後確実に進展していくであろう。IT 化の進展とともに経済活動が地球規模でのメガコンペティション時代にあつて、日本の国際競争力が持続的に維持していく切り札として政府主導で IT 化施策が推進されている。

本稿ではイノベーションのための IT の利活用についてトヨタの事例を紹介し、トヨタ生産方式 (TPS) をトヨタにおける人材育成の原点と捉えて述べる。企業が IT を利活用して競争力向上を図るためには、IT を技術という視点より企業経営のマネジメントと捉え、トップ自らが IT を経営戦略と一体化させた取組みにリーダーシップを発揮することであり、それを可能にする IT 人材の育成が重要である。しかし、人材育成とは IT という技術以上に改善・改革力を育むための人的能力の向上が基本であり、トヨタでの人材育成は、技術教育より TPS に見られる問題解決、改善能力向上などマネジメント教育に重点が置かれている。

1. 「e-Japan 戦略」の新たな展開

2000 年からスタートした政府の関係省庁からなる「IT 戦略本部」で策定されている「e-Japan 戦略」は、目標を「2005 までに日本を世界最先端の IT 国家にし、

それ以降も世界最先端を維持し続ける」としている。「e-Japan 戦略」の重点 5 施策は、ネットワークインフラの整備、電子商取引の促進、電子政府、自治体の情報化、IT 人材の育成、情報通信ネットワークの安全性・信頼性の確保、である。インターネットが高速で安価になった事実や公的個人認証のマスコミ報道などで「e-Japan」という言葉の意味も国民に少しずつ理解されつつある。

しかし問題は一般市民や民間企業が、充実しつつある IT インフラをどのように利活用するかである。2003 年から「e-Japan 戦略」が策定され、市民社会においては IT 利活用による「元気・安心・感動・便利」を目指すとし、産業界においては、「IT の利活用による企業競争力向上」である。2003 年に策定された「e-Japan 戦略」は前述の 5 つの重点施策に加えて、IT インフラの整備から IT 利活用の視点に重点をシフトすべく、身近で重要かつ社会的に大きな効果が期待できる 7 つの先導的分野が設定され、それぞれに具体的施策と成果目標が掲げられて推進されている。以下に 7 つの先導的分野と具体的施策例を示す。

- (1) 医療：IT を活用した医療情報の連携活用ほか 5 施策
- (2) 食：牛肉の履歴情報に係るトレーサビリティシステムの普及ほか 4 施策
- (3) 生活：温かく見守られている生活の実現と生活の利便性向上
- (4) 中小企業金融：中小企業の資金調達環境の整備ほか 3 施策
- (5) 知：IT を活用した遠隔教育の推進ほか 3 施策

くろいわ さとし (skuro@mb.nitech.ac.jp)

名古屋工業大学イノベーションセンター客員教授

(6) 就労・労働：人材資源の移動を円滑化し、一人ひとりが適材適所で能力を発揮できる社会の実現ほか3施策

(7) 行政サービス：行政ポータルサイト等の整備ほか2施策

これら重点分野におけるITアプリケーションが「呼び水」となり、それぞれの分野に定着するか、あるいは過去に一部の国庫補助事業に見られた成果がお蔵入りしたITアプリケーションに墮してしまうかは、その分野のIT利活用の問題意識の高さと具体的成果にかかっている事は言うまでも無い。「e-Japan戦略」の重点施策の一つIT人材の育成における「e-Japan重点計画2004」では、「人材の育成並びに教育及び学習の振興」として以下の4つの重点施策が公表された。

(1) IT分野の専門家の育成・活用

(2) 学校教育の情報化等

(3) 国民のIT活用能力の向上

(4) ITを活用した遠隔教育の推進

「IT分野の専門家の育成・活用」を例に挙げれば、高度な人材の育成として、「ソフトウェアエンジニアリングの専門家、経営をサポートする人材及びコンテンツクリエイター、情報通信技術者等産業界が求めるIT人材を効果的に育成し、IT分野における国際競争力の向上を図る」としている。

2. IT普及施策と人材育成

過去の官主導のIT化施策として実施されてきた「超LSI組合」、「シグマプロジェクト」、「第五世代コンピュータ」、「CALS/ECプロジェクト」などの施策は筆者の記憶にも鮮明である。多くの施策の中でITベンダーや研究者の論理だけで推進され、税金の無駄使いと揶揄されたプロジェクトや施策もある。「e-Japan戦略」では、官主導、ITベンダー主導のIT化施策に対して、成果の評価、利用者の視点の重視、民間企業におけるPDCAのマネジメントサイクルの導入など新たにIT化取組みの評価機関が設置された。実施事項の策定や目標、オープンかつ公平な評価などに利用者の視点が十分に反映され、IT化施策の受益者がITベンダーから利用者へシフトされる事が期待される。国のIT化施策の庇護の下で成長してきた一部のITベンダーが、却って国際競争力を低下させたのも事実である。「e-Japanの次はU-Japan」と国民不在の言葉遊びに興じる一部の有識者やITベンダーのビジネス戦略

だけに国のIT化施策が左右されてはならない。

IT化施策が「利用者の視点」を強調するのなら、IT化施策策定においてもITの専門家やITをビジネスする人達以上に、実ビジネスでのIT利用者の知見が必須となる。景気低迷による自信喪失のためでもあるが、日本経済はアメリカ追随型となり、主にアメリカのIT製品やビジネスモデル、比較的新しいと思われる経営手法や理論が好まれる。グローバル標準としてそれらIT製品や経営手法をビジネスにする人達に惑わされ、ERP/SCM/CRMなどの3文字用語に踊らされ不良資産を抱えたITユーザ企業も多い。人間・機械系で成り立つビジネス活動は、高度なITなどの機械系以上にビジネスプロセス、組織や制度、企業文化などの人間系が重要であり、25年間で1万倍進化したITと人間系との大きなギャップを理解しなければならない。ITというツールは両刃の剣、毒にも薬にもなる。人間系重視の日本的経営の良さを維持しながらITを効果的に利活用した新しいビジネスモデルの構築が期待される。

国や自治体のIT化予算は、高度・専門的なIT化、ITの利活用と普及、ITインフラの整備、に大別される。は、オープンかつ公平なテーマの選考と評価とへ展開普及される枠組みづくりが重要である。過去から国庫補助金により開発された優れた技術も多い。しかしそれを実用に供し、ユーザ企業や社会へ普及定着させるためには、初期の開発以上のコストと人的資源、普及への努力が必要になる。今後はこの分野でのIT化施策が問われよう。システム開発しただけ、標準化しただけで誰も使わないという不良資産も多い。この分野では、日本を2006年以降にも世界最先端のIT国家とした「e-Japan戦略」のために、長期的かつ計画的なマイルストンの策定が重要になる。

産業構造変化への対応としてITインフラの整備は、90年代初頭のバブル崩壊以降に低下し続けた国際競争力の向上のため、道路などの公共投資以上に重点が置かれなければならない。ITインフラとはハードだけでなく、公共財としてのアプリケーションも包含する事は言うまでもない。例えば業種横断的な電子商取引(EC)環境の整備などである。現在でも企業独自あるいは業界別標準が中小中堅企業のEC化の普及障壁になっているが、産業界全体にECを普及展開する共通のITインフラとして統合されなければならない。IT化時代は時間や空間、業界や企業・組織、国境という壁は無い。高い志と広い視野に立って、所轄省庁、業界などの縦割り構造、企業の枠を超えたITインフラの確立

を支援し、エンカレッジする枠組み創りも重要な施策であろう。

標準化など IT インフラの確立に向けたコンソーシアムやNPO活動がここ10数年積極的に展開されている。IT 分野では技術の優秀さよりもビジネス展開や普及のためのビジネスモデルが問われることは、インテルやマイクロソフトの例で理解できよう。EU 圏では 80 年代前半から日米経済に対抗すべく IT 分野では IST (Information Society Technology) プログラム (過去の ESPRIT、ACTS、Telematics が統合) の中で数百の共同研究プロジェクトが推進されてきた。国や宗教、民族や言語を異にする人達による競争と協創 (コラボレーション) の長年の経験を持つ EU 圏と、単一民族、同質文化の日本での共同研究や産学官コラボレーションの違いを理解しなければならない。一方では「IT はアメリカ」、「グローバル標準はアメリカ」として、彼らのビジネスに追随するだけでは、「選択よりも育成」の文化、農耕民族としての日本に相応しいとも思えない。縦割り行政や一業界、狭い日本の中だけで足の引っ張り合いをしては、欧米の IT 化施策や標準化戦略の軍門に下らざるを得ない。IT 化時代の進展において強調したい点は、技術の 3C (Computer、Communication、Contents) よりもマネジメントとしての 3C (Community、Collaboration、Commerce) である。日本発の標準や技術をエンカレッジする施策や、国や業種を超えた IT インフラにリーダーシップやマネジメント力を発揮できる人材の育成は、アジア諸国でのリーダーシップの発揮において今後益々重要になる。

3. トヨタの IT 化事例と IT 新事業

トヨタの IT 事業への取組みとして、車の高機能化、車と車社会との調和 (ITS)、新しいビジネスドメインとしての IT 事業、ビジネスイノベーションのための IT 利用、に分かれる。車ビジネスのバリューチェーンにおいて、車の製造・販売から、よりお客様満足へ向けたカーライフ全体のサービスプロバイダーへとトヨタの IT 事業展開が図られている。IT 化によるイノベーションは、商品・サービスとビジネスプロセスのイノベーションに分けられるが、後者の IT 利活用分野としては以下に大別される。

グローバルデータベースによる経営管理
新車開発のリードタイム短縮
お客様までのジャストインタイム、SCM の構築

お客様とのインタラクティブな関係向上
新車開発のリードタイム短縮では 3 次元データを中心に CAD/CAM/CAE を駆使した試作・実験評価回数の低減、加工・組立不具合の設計段階での事前評価などによる。設計・生産準備・生産現場と部品仕入先との情報共有と見える化 (可視化) で、「人 (組織) と IT の協調システム」を実現している。固有技術・技能 + IT により成るデジタルエンジニアリングはトヨタのグローバル展開における多地点間でコラボレーションとコンカレントエンジニアリングを実現している。(図1)



図1 デジタルエンジニアリングと情報共有

トヨタでの生産ラインの IT 化、生産分野の改善・改革、「自前主義」から展開された IT 新事業の一部として、ETC (Electronic Toll Collection) と GAZOO を紹介する。

トヨタの生産現場の特徴はトヨタ生産方式 (TPS) という人間尊重のシステムにある。80 年代初頭のアメリカ輸入の CIM (Computer Integrated Manufacturing) という言葉に対して、筆者らは TPS を HIM (Human Integrated Manufacturing) と表現した。しかし、80 年代以降の生産環境の変化に対応するために、車両工場の生産情報システムとして ALC (Assembly Control System) にアーサー・ケストラーのホロニクスに倣って、「システムは全体と個の調和で成る」とした筆者らの命名による調和型自律分散システムを導入した。車両工場の情報幹線にブロードバンドシステムを敷設し、分散配置された複数の制御用コンピュータを当時のオープン系の通信プロトコルとして MAP (Manufacturing Automation Protocol) で接続し、「物 (車両) と情報の一致」の手段として RFID を適用した。(図2)

昨今、ブロードバンドシステムやRFIDがIT業界で喧伝されているが、10数年前に車両生産ラインへ新技術を導入するに当たり、会社トップ、情報部門、生産

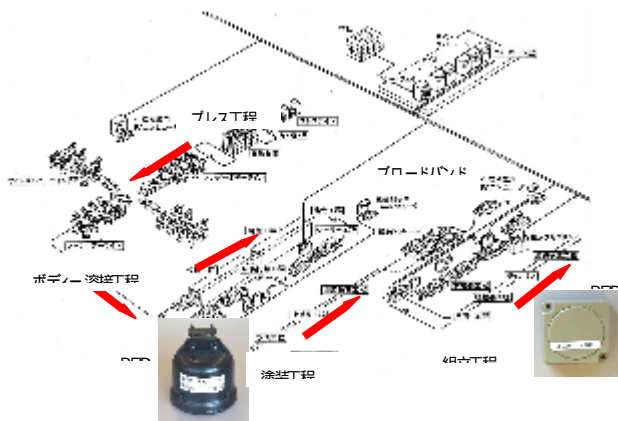


図2 車両組立工場のブロードバンドとRFID

ラインの関係者だけでなく、国内大手の情報ベンダー10数社に対して、理解活動の一環で多くの説明会やアプリケーションの展示説明会を実施した。将来の生産システムのビジョンの提示と関係者への広報活動である。展示では、ブロードバンドネットワークにMAPやRFモデムを介してRS232Cで結合したコンピュータ、アンドン(トヨタの表示システム名)、かんばん読取りバーコードシステム、車両読取りRFIDシステムを一本のブロードバンドネットワークに10数種類のアプリケーションを接続して関係者に披露した。ブロードバンドの説明には、難しい技術の中身でなく、「貴方の家にあるアンテナからテレビに結合しているフィーダーはブロードバンドです」と。

有料道路の自動料金収受システムすなわちETC事業へのトヨタの参入は、自動車塗装、組立工程の車両管理に端を発す。生産ラインでのRFIDの試行、米ケンタッキーの塗装工場での採用から、国内の全ての塗装・組立ラインの車両管理に適用した。米ケンタッキーの塗装工場でのRFIDシステムの内製開発、国内の全ての塗装・組立ラインの車両管理に適用、高速のRFIDタグの自社開発し、物流分野での適用を経験してきた。その技術と経験からシンガポールでの評価試験(通信、電子決済、違反車検知など)、98年の香港での評価試験などを経て、国内のETC事業者として参入したのである。

GAZOOは、車両組立工程の生産指示システムの開発、改善活動から販売店へのTPSの導入にその端を発している。販売店と支店間を情報ネットワークで結び、下取

り車をデジタルカメラで全営業所へ送信する。板金修理に在庫した車をデジタルカメラで写し、修理見積もりと納期をお客様へ即答する。生産ラインでのITシステムの開発、販売店の改善活動からIT化支援へと発展し、ECサイトのGAZOOとして中古車、新車、その後、本やCDなど様々な電子商取引へ展開されてきた。GAZOOはトヨタのECサイトであるとともに、車のマーケティングと販売活動を補完する役割、さらにはBTO(Build To Order)販売への展開が期待される。さらに車載用の双方向情報端末としてのG-BOOKとの連携により、車をモバイル機器としてユビキタス社会における情報通信サービスが展開されている。

4. トヨタ生産方式(TPS)における自前主義

リーン生産方式として世界で喧伝されてきたTPSは「お客様第一」を経営理念とし、「ジャストインタイム」と「自動化」の二本の柱からなる。その改善手法や考え方は製造現場から物流、販売、さらには商品開発に至る、あらゆるビジネス活動分野の改善・改革活動へと展開されている。TPSの目標とするところは、「商品やサービスをお客様の引き(需要や注文)に応じた流れを創る」に帰着し、「あるべき姿をめざして改善し続ける人間集団を創る」活動と言える。TPS推進において長年継承されてきた「まずは作業改善、機械化は最後」という言葉は、全てのビジネス活動において「業務の改善が最初で、IT化は最後」を意味する。TPS流に言えば、「e-Japan戦略」の重点項目である電子政府、自治体のIT化においては「お客様(国民や市民)第一」、「政府や自治体業務の改善・改革あつてのIT化」となる。

トヨタの企業文化の一つとして自前主義がある。IT分野で言えば、約20年前から自動車のエレクトロニクス部品の比重の増大とともに、ECUなどの電子部品、ハイブリッドICやLSI、生産設備に適用されるモーター、コントローラ、さらにはPLCやロボット、AGVなどについても社内で開発されてきた。一部は試作段階に留められたが、ECUなどの電子部品などでは仕入先メーカーと対等な立場で開発体制、生産体制が確立されてきた。自動車という自社商品のキーになるIT部品を部品仕入先に牛耳られて良いのか、生産ラインの自動化、FA化が進展する中で、ロボットなどを専門設備メーカーに牛耳られて良いのか、という問題意識である。ブラックボックスの排除による改善可能化、技術屋の

こだわりや愚直さ、それをエンカレッジするトヨタの企業風土やしくみの存在も大きい。

しくみの例としては、トヨタ技術会やマネジメント研究会など、新車開発や工場建設プロジェクトなどの業務におけるフォーマル活動以外でのインフォーマル活動が多い。仕事や組織から離れ、トヨタグループを含めて参加する企業内 NPO 活動である。トヨタ技術会など大イベントとしてこれまで約 30 年間継続されているアイデアオリンピックでは、業務外活動により組織を超えて新しいコンセプトの車などが手作りで製作され、アイデアや出来栄が競われて表彰される。

20 年以上も前のことではあるが、自前主義における IT 人材教育の例を挙げる。79 年の上記アイデアオリンピック特別企画のテーマを「マイコンは明日のキーワード」として、マイコンを使用したアイデア募集展示を実施した。さらにはマイコン普及の情宣活動の一環で、本社だけでなく各工場を含めた出前の「マイコン講習会」を開始し、数年間継続した。トヨタでは技術教育よりマネジメント教育が重視されるが、全社技術教育としては、今で言う IT 教育、「エレクトロニクス技術教育」が 80 年代中ごろから 10 年間弱継続実施された。受講対象者は、大学での電子・情報系の出身者でなく、自動車づくりに関わる全ての技術スタッフを対象とした。コースは、「マイコン制御」、「カーエレクトロニクス」、「電子回路」、「システム制御」、「ソフト設計」など、それぞれ平均 20 日間の教育コースであった。また、生産現場の技術者、技能者対象に 88 年から数年間、「FA・メカトロ技術技能教育」として主に生産準備、生産部門対象者に、ロボット、NC、PLC、電気シーケンス設計、油気圧回路など 20 前後の教育コース(それぞれ半日で 1-4 回)で実施した。上記の「マイコン講習会」、「エレクトロニクス技術教育」、「FA・メカトロ技術技能教育」の講師の中心は、自動車の設計、試作、実験評価、生産準備、生産現場(保全)に携わる社内技術者・技能者である。企業教育は学校教育と異なるため「エレクトロニクス技術教育」では、全体カリキュラムやシナリオの策定や講師の中心は、若手中心に社内の人材で、一部の専門講義は大学からの講師を招聘して実施された。企業における技術教育の基本はアプリケーション主体、事例主体、実習主体とし、各コースの最終の数日間は、テーマ設定によるシステム試作と発表であった。「簡易 CAD システム」、「航空券座席予約システム」など 1 グループ数人で各グループが設計試作し、最終日に数グループが全員に発表する。前

述したアイデアオリンピックや、上記「エレクトロニクス技術教育」における協働作業は、実業務における設計試作と違った真剣さを感じたものである。教育ツールとしては、TK80 などのワンボードマイコン、シミュレータ、ミニコン、半導体ロジックモジュールなどを駆使した。全ての教育コースは「まずは体験、体感」、予め用意した雛形となる回路ブロックやプログラムを動かして体感させながら基本に帰る、「山の頂上から、結論から基本へ、全体の俯瞰から基本へ」という技術分野において企業教育の方法論を確立できた、と自負したものである。

ブラックボックスを徐々に排除して改善を可能にする。生産現場でのコンピュータでは情報ベンダーからの保守契約の提案を断り、オンコールに変更してトヨタ流の自前主義、故障などトラブルにおける問題点を顕在化する。アウトソーシングという言葉が強調される中で「自分達でやれてアウトソーシングするのと、全くやれない場合では雲泥の差がある」は、自前主義と TPS における改善の基本姿勢である。

5. ビジョンの共有化と人材育成

トヨタでは TPS という生産方式、経営哲学、トヨタの DNA と呼ばれる、ものづくりの基本思想や考え方、手法などが半ば暗黙知として受け継がれてきた。その強みが TQM として新車開発、販売やマーケティングの分野へも拡大されている。トヨタは 21 世紀初頭を第二の創業期と位置づけ、96 年にグローバルビジョンとして「Harmonious Growth ~ 調和ある成長」を策定した。「調和ある成長」のために、例えば TQM の活動としては、「お客様重視」、「全員参加」、「絶えざる改善」を重点課題とされた。「人は最大の資源」とするトヨタの経営の基本は、個人としての組織細胞の活性化のためにコミュニケーションを重視し、問題意識の共有、仲間意識の醸成、改善意識の高揚を図るとした、人と組織の活性化にある。

96 年のグローバルビジョンは 2002 年に見直され、2010 年グローバルビジョンが発表された。「Innovation into the Future ~ 豊かな社会創りに情熱をかけて ~」を基本テーマとして、強い情熱と高い志であらゆる刷新に挑戦し、豊かな新世紀社会を実現するために邁進する、としている。三つの基本方針は、自らが社会を牽引、豊かな社会の実現、企業の発展、であり、将来への 4 つのイノベーションとして、

地球の再生、快適社会の創造、自動車の魅力を世界へ、敬愛される企業へ、が挙げられている。

また、2001年に「トヨタウェイ2001」が策定された。これはトヨタに受け継がれた経営上の信念や価値観を体系だて理解できるようにまとめられた行動原則である。トヨタが真のグローバル企業へ脱皮するために、暗黙知として存在するトヨタ独自の思想・哲学・価値観をグローバルで情報の見える化、共有化を計り、価値観の異なる海外事業体のマネジメント層にも浸透させ、実践してもらうためのものである。内容は、「知恵と改善」、「人間性尊重」の2つの柱とそれを支える5つの要素、すなわち、Challenge、Kaizen、Genchi Genbutsu(現地現物)、Respect、Teamworkから成り立つ。海外事業体へもトップ自らが講演し、グローバルトヨタとしての価値観と情報共有が推進されてきた。

ビジョンやミッションの共有化、アクションプランの策定や具体的活動における全員参加と多くの関係者による知恵の創出が期待される。全体が俯瞰、鳥瞰できる見える化(視解化)への活動は、グローバル展開における言語や価値観の異なる人達とのコラボレーションや海外事業体の自立/自律化のため、トヨタにとって益々重要であり、トヨタの人材育成の一方法論でもあろう。

トヨタの経営の基本である「人を最大の経営資源」、「ものづくりは人づくり」において、人材育成の基本は「人は育つ、育てる」である。その思想は、車の構成部品の70%以上を部品仕入先に依存する購買政策にも受け継がれ、ネットワークを利用して自動車部品の世界最適調達が可能で現在でも、新たな部品仕入先に対して「選択よりも育成」の企業風土がある。その観点から、人材育成の中心は技術力よりも自己改革と改善へのマネジメント能力の向上にあり、部品仕入先の選択基準のひとつでもある。

トヨタの人材育成の体系の中で、世界を舞台に、自分の専門能力を活かして、問題解決し、チームを引っ張っていける人材を「プロ人材」として、それぞれの職位に応じた目標が設定され、全社・部門教育、職場でのOJTをとおして育成計画が実施される。問題解決としては、ビジョン策定、リーダーシップ、課題設定、シナリオ策定、問題発見、論理的思考、が育成目標として設定されている。また、知識・スキルとしては、後輩指導、コミュニケーション(応用、基礎)、プレゼンテーション、ビジネス知識(応用、基礎)、英語、パソコン、トヨタ基礎知識、ビジネスマナーという10

のスキルが育成目標として挙げられている。全社教育の体系は、TPSや英語教育などの知識・スキル教育とプロ人材育成のための資格別教育(新入社員、業務職、専門職)などの全社教育と各部門別専門教育などで構成される。

6. おわりに

ITユーザー企業におけるITなどの技術教育は重要ではあるが、課題の創造力、改革や改善力などの人的能力(人の持つ潜在力や資質)の向上は、IT化時代において益々重要なアプローチである。IT人材の育成と言えば、ITプロジェクトマネジメント人材、ITコーディネータ、高度ソフト設計者、コンテンツ作成者などの育成が挙げられ、IT産業がグローバル競争を生き残る上で重要ではある。しかし、日本の産業界全体の競争力向上のためには、9割以上を占める一般産業界、ITユーザー企業においてITを活用できる人材の育成、人(というコンピュータ)とITのシナジー効果を発揮し経営戦略にITを一体化して捉えるマネジメント層や経営トップの育成であろう。ITシステム発注者であるユーザー企業のIT化レベルが上がらなければユーザーにITを提供するベンダーのレベルが上がらないのも真実である。IT人材育成の方法論は、学校教育や国のIT化施策でいうIT人材育成とは異なり、IT活用の人材育成が今後重要となり、その方法論の確立が期待される。

参考文献

1. 首相官邸ホームページ
「高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部 (IT戦略本部)」
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/index.html>
「各府省情報化統括責任者(CIO)連絡会議」
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/cio/>
2. 黒岩「製造業のITによる競争力向上」
計測と制御 2003,6 Vol.42
3. 黒岩:「情報化視点のトヨタ生産方式」日本生産管理学会、第19回全国大会特別後援、2004/3/7
4. 黒岩「ジャスト・イン・タイムとかんばん方式」
生産管理ハンドブック、99年 朝倉書店
5. 黒岩:教育工学論文集 計測自動制御学会
「企業におけるマイコン教育」Vol.、1982、
「企業が学校に期待するマイコン教育」Vol.、1984