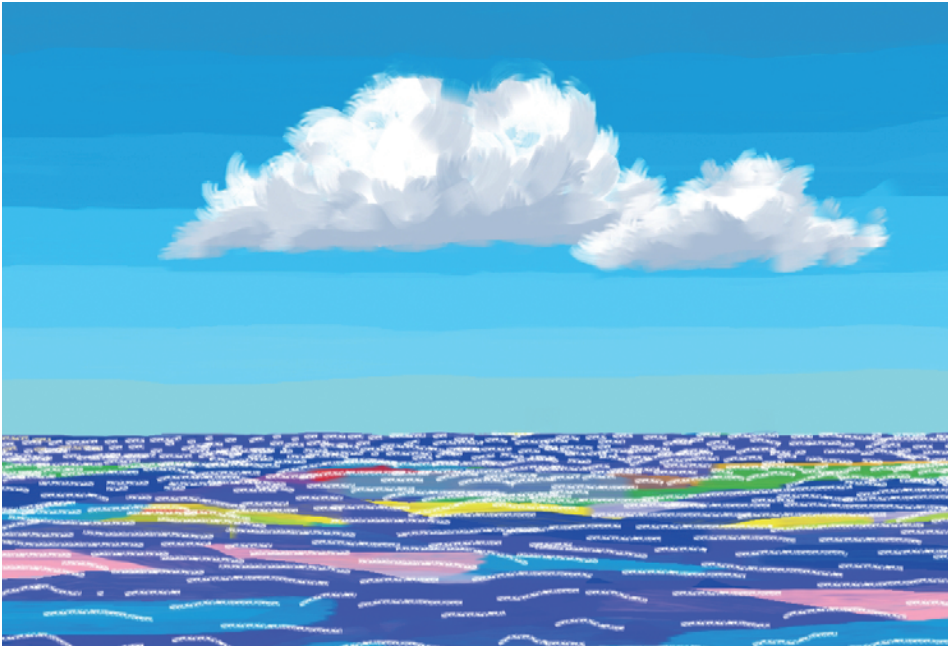


座長提言

Internet of Everything の衝撃 人材力を生かして製造業革命に挑む



【企業が勝つためのシナリオ】

1. IoTは製造業にパラダイムシフトを起こす
2. 現場力の強化は先進国共通のテーマ、それを日本が主導する
3. ネットワーク化で人材力の優位性をさらに高める
4. 製品やビジネスモデルの付加価値を高め低収益性から脱皮する
5. 単体ではなく、IoTを駆使してより大きなシステムをデザインする

ミドルマネジャー教育センター
イノベーション実践研究会

座長提言

Internet of Everything の衝撃

人材力を生かして製造業革命に挑む

【企業が勝つためのシナリオ】

1. I o E は製造業にパラダイムシフトを起こす
2. 現場力の強化は先進国共通のテーマ、それを日本が主導する
3. ネットワーク化で人材力の優位性をさらに高める
4. 製品やビジネスモデルの付加価値を高め低収益性から脱皮する
5. 単体ではなく、I o E を駆使してより大きなシステムをデザインする

ミドルマネジャー教育センター
イノベーション実践研究会

座長提言

Internet of Everything の衝撃

人材力を生かして製造業革命に挑む

—企業が勝つためのシナリオ—

第一章 提言「人材力を生かして製造業革命に挑む」…………… 1

- (1) I o E は製造業にパラダイムシフトを起こす
- (2) 現場力の強化は世界共通のテーマ、それを日本が主導する
- (3) ネットワーク化で人材力の優位性をさらに高める
- (4) 製品やビジネスモデルの付加価値を高め低収益性から脱皮する
- (5) 単体ではなく、I o E を駆使してより大きなシステムをデザインする

第二章 製造業のサービス化とグローバルな新潮流…………… 4

- (1) 製造業はなぜサービス化に進むのか
- (2) 先駆する米GEのサービス戦略
- (3) ドイツは「I n d u s t r i e 4 . 0」
- (4) 日本の製造業革命の現状はどうなっているか

第三章 現場とはどんな機能を果たすのか…………… 8

- (1) 企業の成長戦略にとって最重要なところ
- (2) マーケットの変化の兆しを感じ取る
- (3) 明日の新事業の芽を育てる
- (4) 製品の付加価値を高める
- (5) 若い人材を育て、企業文化を次世代に伝える

第四章 現場力のポテンシャルを低下させる「断絶」の事例・・・ 10

- (1) 世代構成の歪が生む断絶
- (2) 海外工場と本社間の断絶
- (3) アウトソーシング多用による断絶
- (4) M&Aによる想定外の断絶
- (5) 労働形態の多様化による断絶
- (6) 人材ガラパゴス化による世界との断絶
- (7) 最大の構造的な制約要因は労働力人口の減少

第五章 日本独自のシナリオで現場力を強化する…………… 16

- (1) 「断絶」はネットワーク化で乗り越える
- (2) M2MだけでなくP2PやP2Mの活用に注目する
- (3) オープンイノベーションに取り組む
- (4) 「一人メーカー」の衝撃と新陳代謝への期待

第六章 I・Eの活用で日本が革新性を発揮できる技術分野・・・ 20

- (1) 自動運転車は高齢ドライバーをターゲットに
- (2) ウェアラブル・コンピューターは東京五輪が好機
- (3) 介護ロボット・医療機器は世界に潜在需要がある
- (4) 公共インフラの安全安心を支える
- (5) 数値シミュレーションによる設計プロセスの革新

第一章 提言「人材力を生かして製造業革命に挑む」

(1) I o Eは製造業にパラダイムシフトを起こす

I o E (Internet of Everything) の幕開けとともに、世界の製造業は新たなステージに入ってきた。

I o Eがもたらす衝撃とは何だろうか。インターネットでモノや人が縦横につながり、無数のモバイルがそれを加速する。異なる産業が共通のプラットフォームのもとに結ばれ、融合や連携によって新事業や新産業を創出する。

人や機械のセンサーから出る膨大なデータは、クラウドやビッグデータによって解析され、交通、都市、金融、農業、ヘルスケア、エネルギー、商業などあらゆる産業の在り方を変えるだろう。

企業内で機能別に分けられた縦割り組織は、一体感のあるネットワーク型組織に変わり、自由な意見交換やスピーディーな意思決定を可能にする。別々に動いていた組織や人間がつながって一つになる。

工場では生産設備が自律的に連携して稼働する。働く人が発信する言葉や動画もネットワークに取り込まれて共有され、安全性や生産性の向上に貢献する。

これが I o Eの本質であり、製造業に革命と呼ぶにふさわしいパラダイムシフトを引き起こすのである。

高度なセンサーを備えた装置同士が自律連携するのが M 2 M (Machine to Machine) である。さらに人間が主体的に情報発信する P 2 P (People to People) や P 2 M (People to Machine) を積極的に活用することで、I o Eは機能を発揮する。

(2) 現場力の強化は世界共通のテーマ、それを日本が主導する

そんな未来図のもとに、世界各国は製造業再興を目指す旗印を掲げている(表)。製造業の現場をどのように強化するか、米独日に加え、韓国、ブラジルも国家プロジェクトとして取り組んでいる。

各国政府の製造業再興に向けた旗印	
米国	先進的製造業 / イノベーション戦略
ドイツ	Industrie4.0
日本	産業再興 / 市場創造 / 国際展開
韓国	製造業投資のための基幹7拠点
ブラジル	大きなブラジル

米国は「先進的製造業」を推進している。1980年代以降、ITや金融業に偏っていた産業構造をもう一度、製造業重視に戻そうとしている。シェールガス採掘によるエネルギー価格低減も後押しとなって、海外に出ていた製造業が本国に回帰するケースが増えている。

ドイツは国家を挙げて「Industrie4.0」にまい進している。M2Mを極限まで活用して工場を全自動化し、ドイツ全体を一つの仮想工場のように結んで無駄のない最適稼働を実現しようとしている。

米独ともI o Eを駆使して他国を出し抜こうと、製造業革命に本気を出している。製造業は雇用の拡大に貢献し、所得水準が他産業より比較的高いというメリットがあり、経済や社会の安定に役立つからだ。

一方、日本の製造業はエレクトロニクスが往時の勢いを失い、コストや価格で勝負する多くの工場は海外に進出していった。最近の円安にも関わらず貿易赤字が続くのは、日本の製造業の国際競争力が減退しているからに他ならない。国全体として輸出が輸入を上回るだけの付加価値を生み出せていないのである。

日本こそ製造業再興をもっとも必要としている国だ。I o Eを活用してモノ作り強化、現場力の強化、付加価値の創出ができるかどうかは、21世紀のこの国の競争力の優劣を決定する。この提言では、日本が本来の力を発揮して製造業革命を主導するための方向性を提示したい。

(3) ネットワーク化で人材力の優位性をさらに高める

日本の優位性は個々の人材の質の高さにあり、米独と競うには I o E の活用によって、その人材力を生かすのが得策である。

教育水準は高く、専門知識の習得に熱心であり、職場においては連帯感や調和の精神を大切にする。その人たちをネットワークで結び付ける組織運営を I o E で実現し、人材力を生かすことを目指す。

しかし現実には、日本はモノ作りが得意と言われながら、製造業の現場では第4章に記述するように、さまざまな構造的な「断絶」を抱えている。これらの断絶は、現場が持つ潜在的なポテンシャル（現場力）の発揮を妨げるだけでなく、時に重大事故や大量リコールの原因にもなる。

そこで I o E のシステム導入にあたっては、M2M で生産効率化を図るだけでなく、断絶を乗り越えるべく、P2M や P2P を積極的に活用するのが望ましい。それが日本の現場力強化につながる。

各種の断絶は日本だけでなく、先進国・新興国に共通した課題である。日本が率先して解決して現場力を強化すれば、製造業革命をリードする立場に立てる。

(4) 製品やビジネスモデルの付加価値を高め低収益性から脱皮する

I o E を上手く活用する事業は伸び、活用しない事業は伸びないだろう。I o E は製品やビジネスモデルの競争優位性を高め、他社との差別化を進める原動力になる。そのビジネスモデルのいくつかは、第2章で述べる。

インターネットがもたらす製造業革命は進展が急速であり、勝者と敗者がスピーディーに決まる。新規参入企業でも上手くサプライチェーンと結びつけば、数年どころか数か月で既存企業を脅かすことも可能になる。

日本企業は電子部品メーカーなど一部産業を除いて低収益性に甘んじている。製造業全体で営業利益率は平均3%程度と欧米に比べて

低い。業界別では化学が7%台あるが、輸送機械は3%台、電気機械は2%、情報機器に至っては1%程度と低迷している。

I o Eの到来は、こういった現状から脱皮し逆転するチャンスである。

(5) 単体ではなく、I o Eを駆使してより大きなシステムをデザインする

世界がI o Eに向けて一斉に動き出すとき、日本発の革新性は何があるだろうか。その一つはこの国がハードとソフトの両面の力を兼ね備えていることだ。

産業分野で言えば、自動車の自動運転、ウェアラブル・コンピューター、ネット家電、ロボット、セキュリティ、社会インフラなどである。これらを単体として開発するのではなく、I o Eを駆使したより大きなシステムとしてデザインすることが大切だ。

革新性の二つ目は、部品やセンサーの開発力である。センサーこそI o Eのキーテクノロジーになる。3次元画像センシング、ミリ波レーダー、レーザーレーダーなどは自動運転車やロボットの「目」に欠かせない。センサーは高精度で微小な電子部品であり、加工技術や化学素材の品質を含め、日本メーカーが実力を備えている。

第二章 製造業のサービス化とグローバルな新潮流

(1) 製造業はなぜサービス化に進むのか

製造業がサービス化に向かう理由を考えてみる。首都大学東京大学院の森本博行教授によると、理由の一つ目は顧客（企業）が求める価値がモノだけでなく、ソリューションやマネジメント・サービスに移行していることだ。

二つ目は、インターネットやセンサー技術、顧客データ解析が発達したこと。顧客の使用状況をオンタイムで入手できるようになり、顧客がどんな行動をしているかがすぐ分かるようになった。

三つ目は、製品の寿命（ライフサイクル）が短くなっていること。莫

大な研究開発投資をしても、その費用を回収する時間が無くなっている。

四つ目は、製品の機能が標準化され、コモディティ化して差別化が困難になっていること。例えばパソコンや液晶テレビはどこの企業のモノでも大差はない。

こうした理由から差別化の方法が探られ、製造業のサービス化が考えられるようになったのである。

サービス化にはいくつかの段階があり、下記の①から④に移行して発展してきた。

- ①消耗品収益モデル（複写機のトナー交換、プリンターのカートリッジなど）
- ②メンテナンス・サービスモデル（エレベーターのメンテナンスなど）
- ③ソリューション・サービスモデル（情報処理能力でサポートする）
- ④マネジメント・サービスモデル（製品の管理全体を請け負う）

いずれのサービスモデルも、製造業のスマイルカーブの下流域（高付加価値ゾーン）を目指す戦略である。特に④のマネジメント・サービスモデルでは金融・保険・保守管理サービスまで包括的に請け負う。米GEやコマツが代表例である。

（2）先駆する米GEのサービス戦略

GEは1994年にジャック・ウェルチCEOが「サービス・イニシアティブ」を唱え、サービス会社になると宣言した。これまで売ってきた膨大な数のジェットエンジンや医療機器、発電機にサービスを付加して利益を稼ぐ戦略だ。

例えばジェットエンジンは、それを売るだけでなく、飛行中のエンジンのセンサーが発信するデータをすべて、衛星通信網を通じて地上で把握できるようにした。トラブルがあれば、着陸と同時に部品を交換して修理し、故障を未然に防ぐ体制を整えた。

航空会社は赤字企業が多いので、金融サービスや損害保険も付けた。それを支えるのがGEキャピタルである。墜落しなければ保険金の支

払いが不要なので利益率は高くなる。

GEは「I o Eによって世界の2120億個のモノがネットでつながる時代が来る。大変なビジネスチャンスだ」と言う。あらゆる生産装置、自動車、パソコンやスマホ、家電製品、医療機械、電車などがインターネットやセンサー情報で結合され、まるで有機体のように機能する。そこに様々な高付加価値のサービスを付随させ、利益を上げる。GEが描くのはそんな未来図である。

GEが主導する「Industrial Internet Consortium」(産業インターネット協議会)にはIBM、シスコシステムズ、AT&T、インテルなどが参加し、I o E導入の動きを全産業に広げようとしている。

(3) ドイツは「I n d u s t r i e 4 . 0」

モノ作りでは日本のライバルであるドイツは、「I n d u s t r i e 4 . 0」(第4の産業革命)に産官学を挙げて取り組んでいる。これまでの工場自動化や生産自動化のイメージを大きく塗り替える衝撃的な内容だ。

18世紀の第1次の産業革命のコンセプトは「機械化」、20世紀初頭の第2次は「電力活用」、1970年代の第3次は「ITによる生産工程自動化」。そして今回の第4次は「インターネットでつながる工場」である。

国内にある生産設備、製品、部品、素材などにIDを割り振り、何ごどこでどう生産され製造に使われているかを、インターネットを介して把握しコントロールする。機械はM2Mで自律的に連携して動き、膨大なデータはクラウドやビッグデータで処理される。

ドイツ全体を一つの仮想工場に見立て、ムダのない最適生産を実現しようという壮大な試みだ。ドイツの悩みである人件費、エネルギーなどの高コスト。そのコストを自動化により大幅に削減して生産性を向上させるのが目的だ。

その場合、単純労働や機械を監視する仕事は不要になり、人間は設

計やシステム開発といった付加価値の高い仕事に就くことになる。

「4.0」の参加社は電機電子メーカーのシーメンスを筆頭に、ソフトウェアのSAP、BMW、ボッシュなどの企業や研究機関が名を連ねている。すでにドイツ南部のカイザースラウテルンにある人工知能研究センターでは、製造業10社が参加する「近未来工場」の実験が始まっている。

ひろん課題は山ほどある。①データ形式などの標準化、②複雑なシステム管理技術の開発、③信頼性のある通信インフラ整備、④安全とセキュリティの確保、などである。実現にはまだ時間がかかる。

（4）日本の製造業革命の現状はどうなっているか

日本の製造業復活のための政府の成長戦略は「産業復活」「市場創出」「国際展開」であり、特にI o Eを中心テーマに取り上げたものではない。

ただ、GEが行っているようなサービス化は、日本でも個別の先進企業がすでに実現している。本章ではコマツとブリジストンのサービス化事例を取り上げる。

また産業革命の段階説に従えば、日本の工場自動化はまだ第3次の段階にとどまっている。ドイツの「4.0」の試みは壮大なプランだけにその成否は注目に値する。

①コマツ

製造業のサービス化ではコマツの建設機械が有名だ。1990年代、油圧シャベルが盗まれてATMの破壊に使われる犯罪が頻発した。コマツは盗難防止のために建設機械にGPSを標準装備し、監視した。これが「KOMTRAX」の始まりだ。

その後、NTTドコモの通信網を使って、建設機械の情報を利用者、リース会社、コマツ自身がすべて把握できるようにした。それにより月単位の稼働状況、走行距離、燃料の消費量、部品の消耗度などがす

べて、遠隔地にいても分かる仕組みにした。

KOMTRAXは現在、世界中で稼働する約7万台の建設機械に標準装備されている。無人運転も可能になり、もしトラブルがあれば、すぐ感知してメンテナンスできるだけでなく、消耗情報をもとに新たな売り込みをかけるチャンスが生まれる。

KOMTRAXはコマツの利益に非常に貢献したが、今ではほかの建機メーカーも追随して同じシステムを実現している。

②ブリジストン

ブリジストンは2007年から、物流会社に対してトラックタイヤの包括サービスを実現している。GPSを使ってトラックの走行距離、走行時間を把握し、センサーでタイヤの消耗度を常時調べ、物流会社にタイヤ交換時期を知らせる。これも利益率の高いビジネスである。

これまで物流会社はタイヤの消耗度を自分で調べ、程度に応じてタイヤの外側部分だけ取り替える場合と、タイヤを丸ごと取り替える場合があった。しかし、その面倒な仕事をタイヤメーカーに委託することにより、物流会社はタイヤ交換の心配をせずに、本来の物流業務に専念できるようになった。

第三章 現場とはどんな機能を果たすのか

(1) 企業の成長戦略にとって最重要なところ

ところで現場とは何だろうか。企業活動には研究開発、生産、販売、総務・経理など様々な業務が存在し、それを達成すべく人々が集まり仕事をする。仕事は人間が行う基本的な活動であり、この活動を行うところが現場である。

働く人すべてが自分の足で立ち、考え、話し合い、試行錯誤する場である。自己実現の喜びや達成感を味わう場でもある。

企業の成長戦略の原点は現場にある。ITの急速な発達やグローバ

ル化、エネルギーや金融情勢の変化は、企業の経営環境をより厳しいものにしていく。その壁を越えられずに脱落する企業、生き残る企業、変化を機に飛躍する企業が選別される。

この局面で勝ち残るのは、現場がタフで足腰が強い企業である。下記の（２）～（５）の役割がきちんと機能することが「現場力」であり、過酷な環境変化にも対応できる力である。人間同士や組織間の風通しがよく、必要な情報データやその分析が十分に提供され、活発な意見交換が行われることが、現場を生き生きとさせる。

（２）マーケットの変化の兆しを感じ取る

世界の変化や市場の変化を感じ取るのは現場である。変化を受け止めるだけでなく、変化を積極益に作り出していくのも現場の役割である。変化に鈍感で全体感を持ってない現場は世界の流れに取り残され、今を生きる力を失う。

（３）明日の新事業の芽を育てる

明日につながる新商品や新事業の芽は変化の中にある。現場で働く人々が惰性に流されず、常に「これでよいのか」と、自己への問いかけを続けることで芽を手にすることができる。

（４）製品の付加価値を高める

コストや価格だけで勝負する商品、それに頼る企業は日本にはいられず、アジアなど海外に出ていくしかない。そのアジア市場も経済成長に伴い、より付加価値の高いモノを求めるようになる。高付加価値化の要請に応えるのが現場である。

（５）若い人材を育て、企業文化を次世代に伝える

働く人の能力は、現場で仕事に取り組む中で育成される。若い世代は課題やチャンスに挑むことで人間性も能力も格段に向上する。現場で

出会う上司や指導者生き方や身の処し方を学ぶ。企業の理念や文化、モラル、技術、ノウハウなどを次世代に引き継ぐところ、それが現場である。

第四章 現場力のポテンシャルを低下させる「断絶」の事例

以下に紹介する「断絶」の事例は、いずれも時々の経営者が「よかれ」と思ってやったことが、長い間に現場力のポテンシャル低下というマイナスの構造変化を生み出したケースである。背後には人間関係や組織の問題があり、現場の不協和音やストレスを高めている。これらを解決することが現場力の向上につながる。

(1) 世代構成の歪が生む断絶

化学メーカーではプラントの爆発火災事故が続発している。この3年間だけで死傷事故が6件も起きている。どの会社もオペレーターは5, 60歳代のシニア層が多く、3, 40歳代が極めて少なく、20歳代が少しいるという歪な世代構成だ。

各社は石油化学の勃興期だった1960～70年代にオペレーターを大量採用しており、これが今のシニア層を形成する。その後、石油危機と円高不況、バブル崩壊があり、新規採用を絞ったせいで3, 40代がいなくなった。ようやく新人採用を復活したのは今から10年ほど前のことだ。

この間、社員を減らす代わりに導入されたのが、DCS（ディストリビューテッド・コントロール・システム＝分散型制御システム）である。

この結果、シニア層はDCS化の前世代、20代は後世代と分裂した。本来なら3, 40代が順に技術の橋渡しをするのだが、そのミドル層が欠落しているために習得技術の中身がまるで違う

のである。

シニア世代は工具を持ってプラントを回り、振動や音や温度を身体の五感で感じ取る。一方、若手はパソコンやスマホになじみ、DCSの操作能力に磨きをかけることが重要だと考える。

価値観や仕事の手法がまるで異なり、技術を順送りに橋渡しするミドル世代がいないために、「技術の伝承」と言ってもそう簡単ではない。

そこで、いかにシニアの経験や知識を「見える化」して、若手に伝えるか。シニア世代の大量退社がすでに始まっているので、これは急務である。若手社員をシニアとペアにして、プラントを回らせる訓練をしているが、それでも事故は起きる。

製品の付加価値を高めるために、多品種少量生産が増えていることも影響している。品種が変わるたびに、プラントを止めてプログラムを変更し、部品を交換する。故障の修理もする。ほとんどの爆発事故はこの不慣れな非定常作業の時に起きている。

加えて、本社にいる研究開発部門と、現場との「情報の断絶」もある。研究職の社員は3K職場を嫌がるので、人事交流がない。研究者なら常識として知っている化学反応やプラント設計のリスクが、現場と共有できていない。これも断絶である。

(2) 海外工場と本社間の断絶

製造業はこの20年間に中国やアセアンに進出し、海外工場を建設した。最初は輸出基地として、やがてその国が経済成長してくると、現地市場で販売することが目的化した。

特にこの数年は中小企業なども急速にグローバル展開した。その結果、企業によっては「海外工場は品質や生産性を維持できるのか」「従業員の労働モラルは大丈夫か」「現地にどこまで任せてよいか」など

の懸念が出るようになった。海外工場と本社が意志疎通してコラボレーションできればよいが、逆に対立関係に発展するケースもある。

米国でいまタカタ製エアバッグの問題が起きている。米国工場やメキシコ工場で作ったエアバッグが車の衝突時に破裂してドライバーを殺傷。それを装備した日本車のリコールが膨大な数に上っている。

タカタは1933年の創業だが、80年代にエアバッグ製造を始め、2000年代半ばには世界に46工場を持つまでに急成長した。ピッチが急すぎたゆえに海外工場と本社の間で、管理体制やコミュニケーションがうまくいっていないという指摘がある。両者間の断絶が日本のモノ作りへの信頼を壊しかねない事態を招いてしまった。

(3) アウトソーシング多用による断絶

ある大手通信企業では、コスト削減を目的に、システム開発やお客のデータ管理を次々アウトソーシングした。新事業も外部企業と組んで立ち上げた。十数年たち、成果が出てきたので社内を見直したところ、「現場の仕事はだれがやっているのか」という根本的な問題が出てきた。

「現場で働いているのはアライアンス企業の人ばかり」「必要な技術やノウハウが社内に蓄積されていない」——いつの間にか自社の大事な現場が社外に拡散していた。社員の仕事は外部への発注が主になり、自社技術の空洞化が起きていた。これでは非常事態が起きたとき、対応が難しくなる。

委託企業と受託企業の間断絶である。この会社は「社外に逃げている現場を、もう一度社内に取り戻す活動」に力を入れている。

(4) M&Aによる想定外の断絶

日本企業が海外企業へのM&Aに積極的だ。自社にない技術や販売ルートを持つ欧米企業への出資や買収が相次いでいる。M&Aでグローバル企業への変身に成功する企業がある半面、相手企業との意思疎

通や情報共有がうまくいかず、断絶を生んで、巨額の損失を抱えたり、撤退したりするケースも数多い。

M&Aで買収価格を決めるとき、買収側はふつう相手企業の市場価格に買収プレミアムを上乗せする。慶応大学大学院の斎藤卓爾准教授によると、日本企業が海外でM&Aを行う際のプレミアムは平均35%程度で、米国企業が米国内の企業を買収する際の平均28%より割高だ。

つまり日本企業が海外でM&Aを行う場合、最初から「高い買い物」になっており、成功するためのハードルが高い。まして相手の情報が不十分なまま、グローバル化に遅れまいとして焦って買収に踏み切るケースほど失敗の確率が高い。

一方、成功事例とされるのが空調のダイキンだ。2012年に米グッドマン社を買収したとき、経営トップは「成功のカギは互いの企業文化を尊重し、相手が求めるものをすべて提供することにある」と語り、自社の持つ生産設備や技術、資金を惜しみなく提供した。

M&Aが成功するコツは結局、買収金額の多少に関係なく、相互尊重の姿勢と人間同士の十分な情報共有や率直な意見交換が肝要であることを物語っている。

(5) 労働形態の多様化による断絶

製造業への人材派遣が2004年に解禁され、生産ラインで非正規社員の割合が増えている。

しかし、かつては違っていた。例えば自動車メーカーの生産ラインの中心にいたのは、農村から働きにくる「期間従業員」だった。彼らは農閑期になると毎年リピーターとして工場にやってくる。農業もモノ作りであり、クルマにも愛着があって技術が上達していった。

ところが、農村が高齢化して期間従業員が減り、派遣社員に置きわってきた。そこで「少数の正社員とその他大勢の非正規社員」という構図が生まれている。

以前は、生産ラインの前工程と後工程の人が、ツバを飛ばして議論する光景がよく見られたという。その怒鳴り合える仲間意識や熱気が作業の改善を生み、日本の自動車産業を世界トップに押し上げる原動力になっていた。

しかし今、この部分が弱くなっている。労働者も作業班も自分の仕事だけに専念して、改善提案が減っている。最近多発する車の大量リコールの背景には、生産台数やコストを追求する経営の裏側で、現場の弱体化が進んでいることを示している。

これを何とかしたいと、自動車メーカーはいま正規・非正規の区別なく、「職場コミュニケーション運動」を展開している。福利厚生施設を充実させ、交流の機会を増やして連帯感を取り戻そうと努力している。

(6) 人材ガラパゴス化による世界との断絶

ガラパゴス化とは、日本の製品やシステムが世界の潮流とは隔絶して発達し、いくら優れていても世界で通用しないことを指す。人材でも同じことが起きている。

世界のイノベーションを目指す発明家たちが2006年～12年の間に、どの国を移民として出国し、どの国に移住したかを示すデータがある。

キャノングローバル戦略研究所の栗原潤・研究主幹によると、世界からもっとも多く発明家を受け入れているのは米国で約11万7千人（全体の57%）、2位はドイツで1万4千人（7%）、その後はスイス、英国、オランダ、シンガポールなどと続き、日本は9位の4千人（2%）にとどまっている。出国は中国が1位（16%）、インドが2位（12%）、あとはドイツ、英国などが続き、日本は12位（2%）である。

これで分かることは、日本には世界の発明家はあまりやっ来て、逆に日本からも世界に出て行く人がごく少ないという現状である。学

術論文の国際連結性（日本・海外相互の論文引用率）も低い水準にある。

移民の国米国では、全労働者の12%、科学者や技術者の25%、博士号取得者の50%を移民が占める。異文化や異質な人材を吸収することで、米国のイノベーションは成り立っている。

日本の優れた人材が、ガラパゴス化によって世界と断絶した人材に陥っていることは、I o Eで世界がつながり、境界を超えたオープンイノベーションが切実に求められる時代における不安要因である。

（7）最大の構造的な制約要因は労働力人口の減少

この国の少子高齢化の深刻さは言うまでもないが、産業界にとっての問題は高齢化より「労働力人口の減少」の方にある。

労働力人口とは、15歳以上の人口のうち「就業者」と「就職活動をしている失業者」の合計のこと。2013年は6600万人だが、内閣府の予測によると、現状のまま推移した場合、2030年には約5600万人（1000万人減）に、60年には3800万人（2800万人減）まで減る。

対策としては、女性や高齢者の積極活用などが考えられるが、内閣府によると、仮に経済成長率がずっと好調で女性や高齢者の労働参加が進んだとしても、2030年の労働力人口は現在より300万人減る。

これによる経済への影響は非常に大きい。GDPは大雑把に言えば「労働力人口×労働時間×労働生産性」であるので、労働力人口が減れば、その分GDPは縮小する。さらに国内市場が全体に縮小するので、製造業は海外進出する傾向を一層強めざるを得ない。

また有能な人材は企業間の取り合いのために採用しにくくなる。これが国内の製造業を弱体化させ、現場力を削ぐ方向に働くのは避けられない。

第五章 日本独自のシナリオで現場力を強化する

日本企業にとって、I o E を利用しないという選択肢はありえない。シスコシステムズによると、インターネットにつながるモノは、2000年には約2億だったが、2013年には100億になり、2020年には500億以上に爆発的に増えると予測されている。

13年時点では、全世界にある1.5兆のモノのうち1%弱がネットワーク化されているにすぎない。残り99%は今後ネットワーク化される。否応なしに到来するI o E を、現場力強化のためにいかに上手く利用するかが、勝敗を分ける。

(1) 「断絶」はネットワーク化で乗り越える

前章で述べたように、日本のモノ作りの現場は様々な局面で、現場力を低下させる「断絶」を抱えている。世代間、縦割り組織間、正規・非正規、日本と海外など、いずれも組織や人間同士のあり方がからみ、本来のポテンシャルを発揮しにくくしている。

その解決には、ネットワーク型のI o E が最適だ。組織間や人間同士が壁を超えて自由な意見交換や議論をできる場を構築しなければならない。

現場から出てくる膨大なビッグデータを整理して有用な情報に変え、ネットワーク上で誰もが共有する仕組みを作る。そして1人ひとりの人間が発信する意見や動画も取り込み、経営・管理・現場が一体となる。

組織や人間が情報と価値観を共有することで、ポテンシャルの発揮を促すことができる。スマホやタブレットがその中心で機能する。

前章で取り上げた化学プラントの「断絶」は、分かりやすい適用例になる。プラントのビッグデータ解析で得られる情報を各部門が共有し、シニアが持つ経験やノウハウ、若手の見解、研究部門の専門知識などを加えたネットワークを作り上げるのである。

現場における断絶の悩みは先進国、新興国に共通だ。たとえばEU

各国では非正規労働者の比率は平均60%に達し、日本の40%を大きく上回っている。少子高齢化は韓国、中国、タイなどアセアン諸国でも、日本並みかそれ以上に深刻である。

日本の製造業が独自のやり方でこれらの課題を他国に先んじて解決すれば、世界の産業革命の模範になるだろう。

(2) M2MだけでなくP2PやP2Mの活用に注目する

米国やドイツがリードする製造業革命は、よくも悪くも日本にとって参考になる。しかし、ドイツが進めるM2M(Machine 2 Machine)重視の「Industrie 4.0」には、いささか違和感がある。機械同士が会話するので人間は不要とする姿勢への疑問である。これでは現場発のイノベーションは起きようがない。あまりにドイツ的な割り切りというか、冷徹な無機質性を感じてしまうのである。

日本としては、M2Mは大切だが、むしろI o Eの中でも人間が主体的に情報発信するP2P(People 2 People)やP2M(People 2 Machine)を活用する重要性に注目したい。現場力とはしよせん人間が原点であり、それを高めるのがP2PやP2Mであるからだ。

M2M、P2P、P2Mの3つの形態がもたらす経済価値は、M2Mが全世界で45兆円、P2PとP2Mの合計は43兆円(シスコシステムズ試算)で、M2Mがやや大きい。

しかし、日本では逆にP2PやP2Mがもたらす経済価値の方が大きくなる可能性がある。日本に優位性がある人材力がP2Pなどでより強く生かされるからである。

I o Eの活用という点では日本とドイツは同じだが、日本人が持つ人材のポテンシャルやチームワークの「和」を生かそうという点で、方向性は逆である。

(3) オープンイノベーションに取り組む

第二次大戦後、イノベーションと言えば、IBMのような巨大企業

が自分の会社の中だけで取り組み完結させる、といったものがメインだった。

ところが、日本はじめアジア企業が米国に進出すると電子分野などで市場を席卷し、コツコツと技術的なイノベーションをやっていた米国企業は全く利益を得られなくなってしまった。

そこで、米国は独占禁止法を緩和し、米企業間での情報共有を認める方向に産業政策を変更した。この結果、企業のコンソーシアムが急速に増え、80年代以降、別々の企業が得意技を持ち寄って開発を進めるオープンイノベーションが活発になってきた。リナックスやアンドロイドといったオープンソースの登場がこれを後押しした。

I o Eの到来で、オープンイノベーションは更に加速する。グローバルに標準化されたオープンプラットフォーム（土台）が作られ、先進国・新興国を問わず世界中の企業がそこに参加して価値の獲得を目指すだろう。

従来、マーケット分野別に分離していたイノベーションは、今後はオープンプラットフォーム上で融合や連携を繰り返し、新規事業や新産業の創出を目指すことになる。1社だけでは完結せず、横に展開して、異業種のアイデアや発想、技術、ビジネスシステムなどを取り込んでいく。

スマートグリッドや自動運転車などがその一例で、インターネットとモノが統合連携した新産業分野として発展していく。

日本企業はともすれば、技術やノウハウをクローズする自前主義や垂直統合に陥りがちである。オープンイノベーションで成功するには、オープンな精神で世界の企業との間にネットワークを構築せねばならない。

組織の縦割り意識、優柔不断、語学、慣習や前例へのこだわりなど、心のバリアから自由になることでオープンイノベーションは可能になる。

(4) 「一人メーカー」の衝撃と新陳代謝への期待

「一人メーカー」という言葉が登場したのは、ごく近年のことである。モノ作りは、研究開発・生産・販売・経理などの機能をすべて備えた企業が行うのが常識だったが、インターネットをフル活用することで起業のハードルが下がり、「一人メーカー」が活躍できる舞台ができた。

彼らが挑戦している分野はネット接続型家電が多い。量産品で価格競争に追われる大企業から飛び出した技術者たちが、自ら発想した独創的な製品で消費者の心をつかむ。ヒット商品を生み、ベンチャー企業として成長している。

米国では体に装着するビデオカメラ「GoPro」や、室温を自動調節して電力会社から報奨金をもらう「NEST」が有名。日本でもビデオ画像や音声を容易にネット上にライブ配信できる「Live Shell」(CEREVO社)などがある。

一人メーカーが成り立つのは、2005年ごろから製造業の世界で大きな構造変化が起き、試作から生産、流通、販売まで徹底したスピード化とコスト削減を図れるようになったからだ。

その構造変化とは――

- ①電子部品はモジュール製品を利用する
- ②ソフトウェアは無償公開されているオープンソースを活用する
- ③電子基板の製造は中国などの専門企業に委託する
- ④金型は3Dプリンターの専門企業にデータを送って委託する
- ⑤生産は台湾や中国のEMS（受託専門企業）に委託する
- ⑥宣伝や情報発信はフェイスブックなどのSNSを利用する
- ⑦販売はアマゾンを活用する
- ⑧必要な資金はクラウドファンディングで調達する

こうした変化の波に乗って、一人メーカーは既存企業にない新しい現場力を獲得している。販売先は世界中に広がり、CEREVO社の

場合も海外売上高比率は約50%。小さくても立派なグローバル企業である。

既存企業もぼやぼやしていると、I o Eに適したビジネスモデルを持つ一人メーカーやベンチャー企業に足元をすくわれる。ベンチャーが育ちにくいとされてきた日本にも、ようやく産業界の新陳代謝が進む環境が整ってきた。新しい現場力の登場に期待したい。

第六章 I o Eの活用で日本が革新性を発揮できる技術分野

(1) 自動運転車は高齢ドライバーをターゲットに

世界の自動車事故死者は年間120万人。その原因の95%はヒューマンエラーで、高齢者の事故が増えている。これから更に世界全体が高齢化し、クルマの台数も増える。

そこで、高齢化先進国である日本が「高齢者の運転をサポートする」という観点からこの分野をリードすれば、世界で付加価値を生むことができる。

高齢者は、視力の衰え、判断の遅れ、運転中の体調不良などが避けられない。かといって高齢者に運転を辞めさせるのではなく、高齢者でも安心して運転できる技術を開発する。これからの自動車産業の方向性は、「高齢化社会を前提にしたイノベーション」になるはずだ。

どの程度自動化するかという点で、メーカーの戦略は分かれている。グーグル・日産・ダイムラーベンツは機械に任せて「手放しても運転OK」という「レベル4」を目指しているが、トヨタ・フォルクスワーゲン・フォードはもう少しマイルドで運転主体はドライバー自身だとする「レベル3」に留める方針。

自動化の課題はたくさんある。車線変更、障害物回避、車両協調(隣を走る車とぶつからないようにする技術=データを双方向で通信する)。これらの機能をすべて1台の車に搭載すると、技術的にも価格面でも負担が大きい。

そこで道路の脇に必要なインフラ装置を設置し、車両誘導する交通システムが考えられている。これらは自動車技術とI o Eの融合があって初めて可能になる。

一方、グーグルはアンドロイド技術を自動運転にも広げようとしている。グーグルにとって、車はパソコンやスマホと同じように、自分のネットワーク傘下にいるお客の一形態にすぎない。自動車産業が独占している莫大な利潤の再配分を狙っている。

日本の自動車産業が「箱ものメーカー」になってしまわないよう、高齢化時代の自動運転という付加価値の高い未来技術をリードしていくことが大切だ。

(2) ウエアラブル・コンピューターは東京五輪が好機

ウエアラブルというと、グーグルグラスやアップルのアイ・ウォッチの存在感が強い。日本の大手家電メーカーも出しているが、過去のテレビ・スマホの敗戦の打撃が大きいせいか、全体に腰が引けている。

しかし、それと対照的に、日本のベンチャー企業や地場産業、中小企業といった新興勢力が、機能や用途を絞って果敢に挑戦しているのが今のウエアラブル業界だ。

ウエアラブルの製造に必要なのは、専用チップ、通信チップ、センサー、パワーデバイスなどであり、実はこれは日本企業がスマホ用に供給している電子部品そのものだ。ここに日本の希望がある。

ウエアラブルは、直接身に着けるので、スポーツやレジャー、医療・健康分野と相性が良い。脈拍、血圧、体温、歩行距離だけでなく、精密な気圧センサーを使えば、病気の患者がベッドで寝ているか起きているかも識別できる。

2020年の東京オリンピックでは、ウエアラブル・グラスを身に着けた観客がどっと試合会場に押し寄せてくるだろう。選手情報、ボールの軌跡、ショットの判定、解説などを、現実の試合を見ながら同時に楽しむ。審判や運営関係者も、両手で仕事をしながら必要なデー

タを入手できる。

まさにI o Eを実感するイベントになる。ウェアラブルの普及は東京五輪が転機になるだろう。

(3) 介護ロボット・医療機器は世界に潜在需要がある

「日本の介護ロボット産業は、先進技術の点では世界をリードしているが、欧米企業に比べて市場競争力を持っているとは言えない」(OECD 2012年報告書)。

介護従事者の負担を軽減するため、介護現場へのロボットの活用が期待されている。政府もロボット介護機器に力を入れているが、優れた先進技術はあっても製品化は進んでいない。コスト高のほか、標準化されていない、需要がまだ顕在化していないといった事情がある。

介護ロボットなど医療機器の輸入は1兆2千億円(12年度)に対し、輸出は5千億円に過ぎない。これは大変もったいない話だ。「高齢化先進国の経験を生かす」と言いながら、先行メリットを生かし切れていない。

日本の80歳以上の人口は今930万人だが、2050年には1700万人に増える。中国はもっと深刻で2300万人が9000万人に激増する。インドは1000万人が3700万人に、米国も1200万人が3200万人に増える。

このように介護需要の市場は世界全体で膨らむ一方だ。この世界市場を手にするには、日本だけで完結するのではなく、I o Eを活用した各国企業とのコラボレーションやオープンイノベーションが不可欠な要素になる。

(4) 公共インフラの安全安心を支える

公共インフラ分野で、道路・橋・トンネル・建築物などの老朽化が問題になっている。公共インフラは戦後の高度成長期に作られたものが多く、コンクリート腐食などで事故が心配されるが、補修予算がそ

こまで回らないのが現実だ。

そこでセンサーを取り付けてインターネットで監視するプランがあるが、サイズの大きい公共インフラを監視するにはセンサーの数が膨大になりすぎて費用がかさむ。

いま面白いアイデアが出ている。鉄道でドクターイエローという車両が走って線路の異常を調べているが、それと同じように道路に振動センサーやビデオカメラを取り付けた自動運転車を走らせるプランだ。

振動センサーは異常振動を調べて道路の破損をチェックする。またビデオカメラはトンネルの壁や天井を撮影して、道路わきの車両誘導の装置に送信して解析する。自動運転とインフラの安全点検を I o E で結びつけるのである。

インフラ老朽化は先進国共通の悩み。日本がインフラ輸出と組み合わせることで世界をリードできる分野である。

(5) 数値シミュレーションによる設計プロセスの革新

高性能の H P C (ハイ・パフォーマンス・コンピューティング) を利用した数値シミュレーションが、モノ作りの現場で威力を発揮し始めている。機械などを設計する際、実験の代わりに数値シミュレーションを用いた解析を行い、設計プロセスの自動化、製品の高性能化などを実現するのである。

H P C は、理化学研究所が開発した「京」より計算能力は劣るものの、スーパーコンピューターと呼ぶにふさわしい計算機の総称である。それを活用した数値シミュレーションは、流れる液体や気体、熱、音、振動などの解析を得意とする。

なかでも流体を扱う分野は、航空機・船舶・鉄道・自動車・ロケットなど幅広い。複雑な形状をした物体でも、設計プロセスの自動化が可能になった。応用範囲は建築、電子基板、創薬・医療と幅広い。技術開発のための企業コンソーシアムも活動している。

例えば自動車の場合、走行時にできる空気の渦を数値シミュレーションで詳細に調べることで、実物モデルを作らなくても、空気抵抗や騒音を減らした車体デザインが可能になった。実験の手間が減り、コスト削減にもなる。

HPCは企業が1社で保有するには負担が大きいが、最近では大手IT企業がクラウドを活用して必要な時だけ計算規模に応じた数値シミュレーションを提供するサービスを始めている。

クラウド技術と結びつくことでHPCの利用が一般的になってきた。日本の製造業の土台を根本から革新することが期待できる。

以上

座長提言
Internet of Everythingの衝撃
人材力を生かして製造革命に挑む
座長 木代泰之

会長 東京大学 名誉教授 岡本康雄

◇人事組織研究会
座長 東京大学 名誉教授 岡本康雄

JSR、NTT、古河電気工業、第一三共、東京ガス、ローソン、大日本印刷、ダイキン工業、伊藤忠商事、野村証券、日東電工、昭和産業、サノフィ、三井化学、ヤマトホールディングス、ファーストリテイリング、東ソー、神鋼環境ソリューション、その他

◇イノベーション実践研究会
座長 ジャーナリスト 木代泰之

積水化学工業、太陽石油、オムロンオートモーティブエレクトロニクス、日立造船、三菱ガス化学日立化成、ウエットマスター、新明和工業、東ソー、日本特殊陶業、デンソー、豊田中央研究所、倉敷化工、コーセル、日本化薬、ジャトコ、日立オートモーティブシステムズ、アドバンテスト、JNC、その他

編者 ミドルマネジャー教育センター
事務局長 荒梅 龍秀

〒112-0013 東京都文京区音羽2-2-2-507
Tel: 03 (5976) 5261
Fax: 03 (5976) 5263
E-mail: araume1@aol.com
<http://www.middle-renaissance.jp/>

