

## 技術立国を再生するグローバルエンジニアの育成

東京電機大学 理工学部情報システムデザイン学系  
大学院理工学研究科情報学専攻 教授 神戸 英利

### 1. はじめに

既に21世紀は15年ほど進み、産業界も次のステージに移行する兆しを見せている。これに合わせて産業界で活躍する人材の育成も、見直しや強化を迫られる時期が到来している。

工業教育に対して対応が迫られると考えられる状況につき以下で論じ、今後の教育や進学指導の方向性を検討する際の参考にしていただければ幸いである。

### 2. 産業界の変遷

20世紀後半は、第3次産業革命とも言われ、生産設備システムの電子化、オートメーション化を武器に日本企業が世界をリードし、世界の製造業の中では優等生であり、脅威とされた時代であった。

この時代の日本の勝ちパターンは、欧米諸国で生まれた技術や商品を日本流に改良し、より安く、より高品質にして世界に供給するというモデルであった。

この時代、日本は技術立国と言われ、日米貿易摩擦が起こる一方で、アジア近隣諸国のロールモデルともなった。

バブル崩壊後状況が変化してゆく。日本がコストダウンのため生産拠点として利用し、海外

シフト先とした、韓国、台湾、中国等が製造能力を上げ、かつて日本が取った戦略を取り始めた。日本発商品を分析、改良し世界市場に打って出た。

エレクトロニクス分野の進展によるデジタル化や、製造のファクトリーオートメーション（FA）化は、製造における技術力やノウハウの影響を減少させ、彼らが一気に日本の後ろに迫ることを可能とした。

また、これらの国は官民一体となって国の制度や仕組みを変えて、世界市場における競争力強化に取り組んだことも大きい。

一方、欧米は標準化による独占への対抗、基準・認証、規制などの参入障壁などの戦略を取り、上記第2勢力のアジアの国々と組むことで日本の牙城を崩すことに成功する。

世界中で量産販売前提の製品は、欧米の企画・ブランディング・研究開発力+新興アジアの生産・コスト競争力による優位性は明らかである。

21世紀に入ってインターネットが世界中に普及した。産業界もネットワーク化を武器に次のステージへ変貌を遂げようとしている。

21世紀に入り10年が経過する頃から、ドイツがIndustry 4.0と称する高度技術戦略を掲げ、産官学一体のプロジェクトを推進し始めた。ここには第4次産業革命という意味が込められている。

世界中で普及したインターネットなどの通信

ネットワークを介して、工場内外のモノやサービスと連携させ、新たな価値やビジネスモデル、ひいては社会問題の解決にまで結びつけようとするコンセプトである。これが現実化すると、産業界も企業間の分担や生産枠組みの見直し、設計データやテスト手法等の標準化と共有が進む。

IT用語にIoT (Internet of Things) = モノのインターネット化というものがある。

Industry 4.0 は、それを戦略的に産業分野で適用、推進する取組の一つと考えられる。一番大きなポイントは、ネットワークで繋がり連携するところにある。

ロケーションや時間の制約を受けない枠組みの実現は、産業界という世界を仮想的に小さく集約することにつながり、企業のグローバルな活動をより推進することになる。現在はその第4次産業革命というステージへ向けての過渡期にあると考えられる。

この新たなステージでは、国境や時間などが制約事項となるもの（企業）は、置き去りにされてゆく運命になる。今まで商社や金融など一部では既に制約事項なしが現実となっているが、この先多くの領域、特に製造業がこのステージに乗ってくる際に、仕組みを理解し活躍できる人材が必要とされる。

かつて欧米から日本が奪った製造の領域は今やアジア諸国に奪われ、そこではもはや戦えな

い。日本は、欧米がたどった道、すなわち上流の知的レイヤにシフトすることと、他国が参入し難くFA化が困難な職人技の領域に活路を見出すべきであろう。良い技術を持った中小企業やベンチャー企業は、今までの日本の慣習である「下請け」から、その付加価値となる技術で世界で直接取引し、グローバルメンバーの一員となることが重要となる。

### 3. 市場と人口問題

日本市場の特徴として、そこそこの人口規模があり、ドメスティックで商売をしても経営が成立することがグローバル化を妨げる要因とよく言われる。韓国は人口が日本の半分程度で国内だけでは事業が成立せず、最初から海外有りで商売をする必要性があったことと対比される。そのような日本市場で、事業の右肩上がり成立し、高度なニーズを持つ消費者をクリアしたものは、世界でも通用すると思込んだことと、日本と異なる世界標準を確立されてしまった結果がガラパゴス化現象になったと言われる。



日本の人口は、国立社会保障・人口問題研究所の推計から、2015

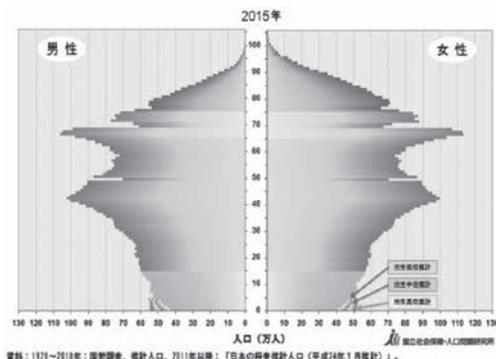


図1 現在の日本の年齢別人口構成

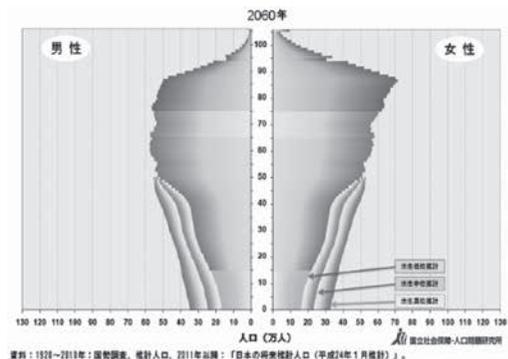


図2 50年後の日本の年齢別人口構成

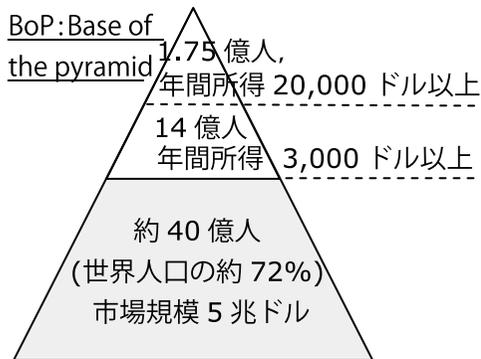


図3 世界市場の構成

年現在（図1）の1億2659万人から55年後の2060年（図2）には8,700万人まで減少することが予想されている。高齢化が一層進み、3分の1が年金生活者になることが見てとれる。

一方世界では、国連の予測によると現在の約73億人から2050年には95億人を超える。これからの世界市場は、図3に示すように全人口の70%以上を占める年間所得3,000ドル未満のピラミッドの底辺がマーケットとして重要となる。顧客の視点からもグローバル化から逃れることは、もはや出来ないことがわかる。

#### 4. 科学技術立国について

日本は、今まで他が追従できない職人技、かつ感性の領域にまで生産・加工技術等をレベルアップし、国内外に技術立国としてアピールしてきた。映像における絵作りや、金型の仕上げなど、アナログでチューニングが必要な領域は、今なお戦い続けている。

半導体技術の進化とともにデジタル化やロボット化によるFAなど、コストダウンの名の下に、主役が人から機械へ移行してきた。

デジタルは、基本的に知的にも生産的にもコピー前提の技術である。FA化も生産のコピー作業であり、導入・運営できればどこでも同じものが作り出せる。人の能力やロケーションへの依存度を排除すべく進展してきた技術領域で

ある。

ロボットは人と違って育成する必要も無く、新興国・途上国がたびたび購入すれば、十分の一の件費で生産可能となってしまふ。量産可能でコスト競争見合いとなる製品群は、水が低地へ流れるがごとく日本から出て行ってしまい、コモディティー化が加速されてきた。

最近の例を述べると、携帯電話は世界中で相互接続が必要なことから仕様が標準化されたが、同時に世界中同じ仕様で作られる必要があることから、LSIは急速にコモディティー化してきた。日本企業は途中で脱落して消え、スマートフォンになると、差別化要素の付加機能も競争のためひたすら取込み続け、ユーザーが使えないほどの機能追加、性能競争を経て短期間で寡占化してしまった。

今やどこで誰が作っても、ほぼ同じレベルの製品が生産可能となっている。デジタルTVも同様である。ソフトウェアも含めすべての部品がオープン化しつつある現在、一定の品質を確保して生産できれば、トータルコストが安く、タイムリーに量産可能な生産拠点へあつという間にシフトしてしまう。

日本は付加価値の高い領域へ移り、コスト競争となる製造分野は、アジアやさらにそれを追いかけてくる新興国と組むといった発想と実行のスピード感が重要であろう。

次のステージとして、生産から消費者やサービスまでネットワークで繋いで連携させてしまおうと世界は考えはじめている。

これは、製造やビジネスの形態を変えてしまう可能性を秘める。ネットワーク上はバーチャルな世界であり、寝ずに活動可能である。

例えば、ソフトウェアの1つのプロジェクトを、時差で3エリアに分け、ロールさせながら開発すると24時間休みなしで開発し続けることが可能となる。物理的な物が存在するハードウェア製造では制約があるが、研究・開発・設

計などデータ処理が中心の活動領域ではすべて可能である。

技術的観点だけで言えば、ネットワーク上のバーチャルオフィスで在宅勤務、Web会議で内外問わず議論し、現物確認が必要な時だけ出張というような勤務形態は、現時点でも可能であり、一部では既にも実施されている。

工業高校等の専門高校を卒業して、このような環境の企業に就職した場合、これからは時間ではなく成果で評価される可能性が高くなる。その場合は自己責任、自己管理が強く求められることから、そのような状況に対応する考え方に関して指導する必要がある。

第4次産業革命はこのようなバーチャル化とワールドワイドでの分担が安心してできるようになったときに初めて現実味を帯びると考える。

第3次産業革命と言われ、日本が科学技術立国と呼ばれた時代とは異なる様相を呈する。同じような栄光の座に座るためには、第4次産業革命に向け現在も課題であり、将来のカギを握ることになる、①標準化、②通信インフラ整備、③安全とセキュリティ、④複雑なシステムの管理・マネジメントに、産官学が一致協力して取り組む必要があるだろう。

## 5. 課題解決型 vs 課題発掘型

日本では人材育成の話題の中で、課題解決型という言葉が頻繁に出てきて、日本人が得意な領域、スキルアップするべき課題として国の施策としても取り上げられて来た。現在もその延長上にいる。

課題が明確な場合の技術的対応・問題解決能力の高さは、今でも世界のトップクラスにいることは間違いない。

基本的に日本は課題解決型の比重が多くを占め、工業高校や他の専門高校教育においても同様と考える。

しかし、その課題にたどり着くための課題発掘やテーマ創出と言われる部分は残念ながら不得意であり、それが課題の一つであることを認識しておいてもらう必要があると考える。

高付加価値の領域で収益率も上げようとすれば、「これから何をすべきか、何故それか？ビジネスモデルは？そのためのこの先取り組むべきテーマは何か？」など、ゼロを1にする能力を要求される。しかし、これは単にアイデアマンだから出来るという話ではない。日常から広く知見を得る努力をし、それらをビジョンとしてまとめて世の中に問う感性が必要となる。今後、科学技術立国を再興するうえで、技術の育成のみならず、この考え出す力を強化する施策を打つことが肝要である。

ここでは課題を与えるのではなく、自分で課題を作らせる事である。答えは存在しなくても構わないが、何故その課題を設定したのか、課題はいったい何をしようとするものなのかを解説させ追及する。チームを作り、そのような視点で相互に追及させ合うようなプロセスを通して、課題発掘やテーマを生み出す訓練を繰り返すことで能力を強化しておくことが重要である。

## 6. 情報収集能力と考える力

技術者であるかどうかにかかわらず、現在は自分の活動に必要な情報を収集する能力が重要である。昨今のITが進化した世界では、インターネット上で短時間に効率よく情報を検索することができるようになった。

ここで日本人に大きな課題がある。英語に対するアレルギーである。いろいろな施策が取られつつあるが、どう見ても得意とは言えない。今後、第4次産業革命の時代になると、多国籍者が共同で仕事をするといった、国籍不詳環境で活動する機会が増えるのは間違いなく、その際使われる共通言語は英語となる。これは国際

的な枠組みで活動可能な企業は皆直面する課題であり、英語にどれだけ慣れさせ、嫌いにさせないかがポイントと言える。

言語の次は、検索情報をまとめて自分に必要な形で分析・整理・理解・判断する能力に課題が多いことである。

世の中で言われるビッグデータとデータマイニングの課題の関係とよく似ている。

例えて言うと、大量の情報であるビッグデータは鉱山から掘り出した鉱石であり、データマイニングはその中から金や銀や銅を取り出すプロセスである。このプロセスは取り出したい物に対して意志が働いており、勝手に結果が出てくるわけではない。何が取り出せるのか、鉱石の成分分析があり、それが事業として成立するのか、精製プロセスやコストなどを総合的に分析して取り出すべきものを決定する。

その後、どうやって効率よく取り出すかという課題は課題解決型の技術力の勝負となる。

技術者の情報収集能力を見ると、インターネット経由で情報という鉱石を掘り出してくる検索までは、比較的誰でも容易にできる。

昔は必要とされる情報をまとめ、意味ある形にするためには、図書館で文献を探し出し、調査会社のレポート等を有料で入手するなどの手段が使われた。

普段から新聞、経済紙、定期刊行の技術誌や情報誌などに目を通し、頭の中の引き出しにキーワードやポイントとなる情報を記憶し、いざというときストックしていたこれら本の山から関連情報を探し出しまとめられるような者が、有能な技術者となる一つの条件でもあった。

コンピュータで分析が援助されるようになった今も、データマイニングは分析する人の方針と能力に応じて結果が導き出されることから、個人能力に相変わらず依存している。

さらに、その先テーマ発掘や課題創出に結びつくためには、その発端となる希望や夢、将来

欲しいもの、あるべき姿などのビジョンが不可欠である。収集した情報の組合せで何かを産み出すのではなく、自分のビジョンを具現化するために、使えそうな情報が何で、無いものは新規取組アイテムとして立案できるような能力が、科学技術立国再興で必要とされる「考える力」である。

これは、工業高校においても、本人にテーマを考えさせるような場をたくさん提供することで鍛えることが可能である。

## 7. 次世代の技術者育成

課題解決に必要な、基本知識や技術、作業のプロセス等は、教育、実習等で体得の加速が期待できる。これらは教育機関が担うことも可能である。

一方、今後何に取り組むべきかという課題抽出型の能力は、単純に大学等に上がり高度な教育を施したからと言って、身に付くものとも言えない。幼少のころから、また小中高と継続して育まねば、そのような発想の若者がたくさん生まれてくることは、難しいと考えられる。

この先第4次産業革命が進むためには、最終製品になるまでの製造過程で、複数の企業間における半製品の受け渡しや技術情報の引継ぎが必要となる。必要な情報を共通化するためには、各種標準化活動が活発になることが予想される。標準化活動はボランティアではなく自分達の利権確保のための主導権争いとなる。第3世代携帯電話の標準化(図4)も各国、各企業の特許折込み合戦、主導権争いの場であった。

これは、昨今の複雑なシステムでは、標準化といえども特許は基本的に有償公開であることに起因する。企業にとって特許料を払う側か貰う側かは、どれだけ自身の権利が標準に採用されているかで差引となるため、台数の多い量産品では損益上大きな問題となるからである。技



図4 標準化会合の例

術者を目指す生徒には、そのような場で日本が主導権を握るための活動も重要な仕事であることと、そこに参加して戦ってくるようなモチベーションが必要であることを理解してもらいたい。

基本的な知識や技術は、「勉強」の中で身に付けるしかないのが実情と考える。本人が楽しいか楽しくないかは別として、生きていく上で必要なものは無理矢理でも頭に詰め込まねばならない。

ゆとり教育は、本来詰め込みを緩和する替りに、考える力や発想力を伸ばそうとする施策であったと信じているが、実態はそうならなかった。詰め込むべき基本部分まで、「ゆとり」の名のもとに勉強しないでも良いという空気を子供たちに植え付けてしまったと感じている。

大学生の場合、企業が採用対象の学生をふるいに掛けるポイントは、学力は当然として、物事への取組姿勢と協調性やストレス耐性などの人物評価がある。ストレス耐性などは、ここ数年で追加実施されるようになった試験である。

さまざまな意見のあるところではあるが、現実を申し上げれば、誰でも会社に入ると、ゆとり教育では避けられてきた、競争と我慢とストレスの連続であり、それが低いレベルで耐えられずにつぶれてしまう若者が多くなってしまった現実がある。一度潰れるとなかなか復活出来ず、企業はそのようなリスクを回避したいがた

めに、事前に一定レベル以下を専用のテストを実施してスクリーニングするようになった。

これは、高校生の採用ではそこまで厳しくはないが、企業が人を採用する際に抱えている根本的な課題であり、転職等すると多くの企業で実施される。

ストレスを抱えている本人が一番課題を抱えているので、ストレスへの対処法なども専門高校での教育における指導の対象としていただきたい。

第4次産業革命の時代が訪れると、ごく普通に他国のメンバーと情報を共有して仕事や研究を議論し、調整しながら進めることになる。

日本的な阿吽の呼吸で理解して貰えるという状況はあり得ず、グローバルな場では言葉で説明して理解して貰うことが、最低限必要となる。その先にディベートして自分のペースに持ち込み、結果を伴わせるストレスに対する耐性が重要である。

卒業して5年も経てば大学卒と同じ土俵に立たされることになる。高校教育のみならず、若年教育期間から鍛える場面と、ケアする場面を設けることが望まれる。

## 8. まとめ

第4次産業革命時代のグローバルエンジニアは、バーチャルなネットワーク空間で国を超えたリアルな枠組みが形成される中、セキュリティや管理システム等で覇権争いに参加する。工業高校を卒業したら、ドイツのマイスターのような、機械が真似できない領域まで切磋琢磨する道を目指すだけでなく、大学進学はもとより、その上の修士、博士を目指すことも視野に入れ、将来を検討して頂きたい。