



あしたを語る 総合重工業メーカーの 使命と役割

東京大学名誉教授
石井 威望

三菱重工業株式会社取締役社長
西岡 喬

司会
三菱重工業株式会社常務取締役技術本部長
柘植 綾夫

柘植 この論文特集号では三菱重工業のあした“夢”を事業分野ごとに語る企画ですが、21世紀、社会が大きく変貌する中で、科学技術創造立国へ向けた革新技術の創造とモノ創りの在り方、そしてそれを支える総合重工業メーカーの使命と役割についてご対談いただきたいと思います。

始めに日本の製造業を取り巻く環境の変化と日本の産業競争力がこの10年、相対的に低下したメカニズムを掘り下げてみたいと思います。

日本の製造業を取り巻く環境

石井 まず20世紀を振り返りますと、戦後敗戦の中から立ち上がり80年代に至って、日本は世界最強の製造業を実現しましたが、90年代は20世紀の大量生産システムの限界が真っ先に日本に現れてきたという言い方ができると思います。ですから、日本は、アジアで真っ先に20世紀型の工業化社会からの脱皮の時期を迎えているという見方もできるのではないかと思います。

西岡 日本は戦後廃墟の中から、ライセンス生産を始め、日本流のリファインをしながら競争力を高め、世界へ製品を送り出してきました。

80年代の後半には、日本が世界に追いついたと言われましたが、実は生産技術や改良技術的な面では非常に優れていましたが、新しいモノを創造するということでは追いついていませんでした。それを日本も世界も錯覚してしまい、世界からのプレッシャが高まり、世界の競争の中に放り込まれました。

そうしますと、ドルと円との関係も含めて厳しい価格競争の波にさらされ、コストダウンに向かわざるを得ず、ここ10年ばかりは、我々のエンジニアリングが新技術・

新製品へ目を向ける余裕がなかったことが現状の産業競争力の低下につながったと思います。

石井 価格競争の点では、戦後は日本がリーダーシップを取ってきましたが、そこにアジアが入ってきました。アジアが急速に力をつけてきた一番大きい要因としては、こうやれば世界市場に輸出できるというお手本を日本が示し、そのお手本を彼らは安い労働力などのより有利な条件でやりだしたということだと思います。我々はアジアパワーを初めは過小評価していたようです。今やもう少し虚心坦懐に考える必要があると思います。それは、今日アジアが工業化をやっていく場合に新しい21世紀型のIT化という技術革新を同時にやりだしている点です。非常に貧しい環境にしながら同時にインターネットが普及しているとか、有線の固定式電話は普及していないのに、初めから携帯電話を使う生活をしているというような“飛び越し現象”が起こり、それが工業化と一体となって進行しています。

アジアではIT化と同時進行形の工業化を人類史上初めてやっているわけですから、これを一種の実験ととらえて、その実験データを私達も有効に活用することが、これから21世紀の産業改革にどうしても必要だと思います。

西岡 例えば中国や韓国の製鉄会社では最新鋭の機械が置いてあり、コスト競争力のある、良い製品ができているということが現実に起こっています。

やはり、生産技術的な面だけでは、日本はなかなか太刀打ちできない時代になっていることを認識する必要があります。

石井 たしかに製鉄会社の顧問をやってきた経験から申しまして、日本から中国などへ製鉄所操業の指導に行って

いますが、現場設備は日本には無い最新型なので、今までの操業の蓄積をかりうじて教えているという状況もあったようです。

製造設備のハードウェアは、後から作る方が当然良くなります。半導体でも同様なことが起こり、結局モノ作りが市場での評価となった時に、構造的な問題として製品競争力に差が出てくる。操業やノウハウの蓄積の差に頼って優位性を永遠に維持できることは絶対にないと考えなければなりません。

西岡 日本の製鉄会社の方からは、“これだけ中国や韓国が強くなったのは、三菱重工が良い製品を納めるので先方の競争力が増したからだ”と言われますが、私は“それだからこそ、試験研究と合わせて設備投資をしっかりと行っていただきたい。そうしないと外国にますます負けることになります。”とお話しています。国内の設備投資が少ないために、我々のような重工業が輸出を増やすと、輸出先の産業が強くなっていくということになります。

設備投資を怠ると、日本としては、空洞化が起こり、世界トップのモノが造れなくなって行くのではないかと心配しています。

石井 電話の例で言いますと、NTTの前身日本電信電話公社は固定式の電話を普及させて世界トップクラスの通信社会機能を造りましたが、携帯電話の普及によって一転して赤字になりだしました。早くこの固定式電話を撤去して、出血を止めることが必要ですが、この構造変化をどう進めるかに時間がかかるわけです。次の発展という意味では、後からきたアジア諸国は、もともと古い設備を持っていませんから、初めから最も伸びている成長分野だけに集中できるという有利さを持っています。

逆に、日本は経験の蓄積の点では強いと思います。例えば、日本は当時成熟技術とされていた鉄道技術を革新して世界一の新幹線を作り出し、その後事故も無くやってきました。我々はこの経験を蓄積しています。今アジアは、飛び越的に新幹線を持たないで、価格競争力

をつけてきていますが、いずれハードウェアシステムやインフラをやらざるを得なくなります。その時に我々は新幹線の実績を踏まえ、インターネットをやりながら新幹線の無い国が、これからどうい新幹線を造るのだろうか、使うのだろうかということを実行的に考えて次の21世紀対応の新幹線を開発すれば、次のジャンプをする非常に良いチャンスを迎えられると思います。日本は、先程申し上げたように古い設備・構造を持って重荷だという一方、それをうまく作り変えて次を創り出せば、大変なチャンスになるという他にない優位な点を持っているとも言えるわけです。

西岡 中国や韓国への技術流出という点では、自然の流れを止めることはできません。彼らは、急速に整備される生産技術を土台に発展してくるのに対し、日本はそれ以上に蓄積した技術を持っているわけですから、もう一歩先の段階を常に進めておく必要があると思います。そういう視点では、基礎研究からの技術をもっと重視しなくてはいけない時代になり、今までの生産技術的な生き方から創造技術的な生き方へ変えていかなくてはいけない分岐点にきていると思います。

石井 例えば、かつてローマにあった技術が周辺のガリヤやゲルマニア地方とかブリタニアなどに拡散して、西ヨーロッパ全体が活性化し世界をリードするような産業革命やルネッサンスが起きたのと同様に、今アジアでは、日本から技術が出てゆき、アジア全体にいろいろな変化や発展が起っています。これは歴史の流れで、大きな流れは変えられないでしょう。

一方、この状況から日本が新たな発展を考えると、**“テクノ進化”**ということを考えてはどうかと思います。生物が進化していく時には、古い遺伝子を全部残しているのです。例えば、哺乳類になった時に、乳が出る身体の構造をつくる遺伝子というのは、水中から地上へ出る時の、両生類の頃の浸透圧コントロールのDNAを転用しているわけです。日本の場合は、この100年の工業化の**“進化”**の過程で形成された**“テクノゲノム”**とでも



石井威望

1930年 7月26日生
1954年 東京大学医学部卒
1957年 東京大学工学部卒
通産省入省（重工業局）
1973年 東京大学工学部教授
1991年 東京大学名誉教授、慶応大学教授
現在 東京大学名誉教授
東京海上研究所理事長、
東京電力顧問



西岡喬

1936年 5月3日生
1959年 東京大学工学部卒
1959年 新三菱重工業株式会社入社
1991年 航空機・特車事業本部長
古屋航空宇宙システム製作所長
1995年 取締役、航空機・特車事業本部副事業本部長
1998年 取締役副社長、航空機・特車事業本部長
1999年より取締役社長

言うものをたくさん持っていて次のテクノ進化をしようとしているので、日本型テクノゲノムを捨てることはないと思うのです。先ほどの哺乳類の例のように、むしろ持っていることが役に立つようなことが起こると思うのです。

ですから、アジア諸国の進化を十分参考にしながら、日本の21世紀の進化の道は、いかに日本型テクノゲノムを活用するかということが大切です。最近、日本の古いゲノムは捨てないと駄目だというような論調もありますが、これは行きすぎではないかと思います。

西岡 経営の面でも同じことが言えると思います。西欧型の経営のやり方がここ5～6年支持されてきています。日本型の経営は、蓄えた技術の基に次の技術があるという考え方から“人”を重視してきましたが、今は、伸びる製品・技術は伸ばし、要らないものは捨ててしまえと簡単に言われます。しかしながら、蓄積した技術からやはり次の技術が生まれるわけですから、技術の温存という考え方が重要だと思います。また日本型経営のもう一つの良い所は、5～10年先を見据えて経営することです。西欧型になりますと、どうしても1～2年の短期的に結果が出るか出ないかという観点で経営がなされてしまいます。今迄に蓄えられてきた過去の財産をベースに、次の新しい技術を発展させるということが、日本の製造業の基幹であり強みですので、これを忘れてしまうことは日本として非常に危機的状況に入ることになると思います。

特に米国では西欧型の経営思想から、製造業の経営が非常に難しくなっている気がします。例えばガスタービンや航空機の製造は、膨大な金が掛かり、このような資金をなかなか取締役会で認めて貰えない。また、リスクが多すぎて、本当に成功するかどうか分からないので経営としてはサービスやファイナンスという方向へ会社を動かしていかないと株主を納得させられないということを聞いています。こういう点を考えますと、日本は世界の中で製造業のトップポジションを維持していける

基盤が、産学官に未だ残っていると思います。

石井 日本は、そのような長期的視点での経営思想も含めた、製造業を高めてきた“ゲノム”を持っていますので、そのゲノムをうまく進化させることが生き残りの道だと思います。

西岡 しかし従来のコスト競争のみに追われていた時期には、なかなか長期的な視野が入りませんでした。今その反省を踏まえ、新しい製品はどのような所にあるのか、我々の製品からどう広げていけるのか、5年先、10年先はどうかということも指向させている状況です。

新しい展開はなかなか難しく、飛び地では成功しません。飛び地での技術はそこにまた専門家の方が何十年と蓄積しているわけですから、自前主義だけで追いつくことは難しいので、やはりある程度は、自分の所に無い技術はほかの所と組み合わせせてでも、一緒にやっつけていこうとしています。この組み合わせが今後重要になってくるという気がしています。

石井 技術の組み合わせについては、例えば東京大学の機械工学科では、従来通信やネットワークの技術は別の学科でやるものと考えていました。しかし、通信やネットワークによるつながりがなかったら21世紀には機械がいかせないとすれば、機械工学といえども、情報通信・制御機能はボルト・ナットのように見なして、あるレベルまでは初めから組み込まれているというような形になっていくべきだと思います。

西岡 機械の中にエレクトロニクスと情報通信技術革命を活用したソフトを組み込むということが今後の大きな課題の一つだと思います。機械だけで成り立つのには限界があり、ソフトがあった上での機械ということを考え、オールオーバに広げていくことが非常に重要になってくると思います。そういう意味では、今の若い人たちはソフト的な指向を持っているわけですから、それを先輩たちの蓄積と融合させることが重要だと思います。

石井 20世紀の終わりに近づくにつれて科学技術全体の考え方が大きく変わったと思います。19世紀はエネルギーという概念が支配的で、人間の食べ物から蒸気エンジンまで“カロリー”で全部つながりました。そのような意味では、今はあらゆる物事が、生物でも機械でも情報を取り込むということでつながりを持つようになりました。1953年にゲノムの構造が分かり、2000年に人のゲノムが全部分かるまでの50年の間に思想的に大きな変化がありました。それは、モノとモノとを分断して考えるのではなくて、つなげて考えるということです。関係性があって初めてモノが“存在”するという考え方であり、一種の逆転が起こったわけです。一例として、量子力学の世界では、これまで電子が一個だけ独立して存在する実験状況を理想状態として考えていましたが、真空



柘植綾夫

1943年6月13日生

1969年 東京大学大学院修了

三菱重工業株式会社入社

1973年 東京大学大学院博士課程修了

1997年 技術本部高砂研究所長

2000年 取締役、技術本部長

2002年より常務取締役、技術本部長

中でも電子が存在すれば電場があり、相互作用が生じ重要な問題になってくるので、量子場という“場”の考えが重要になってきました。このことは、複雑系とかフラクタルとか“くりこみ”の考え方や、非線形とかいろいろと名前がついています。そして、インターネットでは、そのつながりが非線形の最たるもので、それを使って毎日生活しているわけですから、その考えが皆の頭に染み付いていることは当然であり、このような人達によって、これから製造業についても20世紀の蓄積を踏まえたと新しい思想が体现されていくと思います。

西岡 関係性ということで考えますと、お客様を中心に我々があるわけですので、お客様が今我々に対して何を欲しているのか、何を思っているのかを考えなければなりません。先生がおっしゃったように人を通した複雑系の情報をいろいろ集め切って初めて次の製品ができあがると思います。例えば、ガスタービンではインターネットを利用して、世界中で使われているものがどういうトラブルを起こして、お客様がどう思っているかという情報を集め、それを次の製品にアプライしていくというようなやり方を始めました。そしてこのやり方をいろいろな製品に波及させています。お客様がどういうことを次に望んでいるかということ認識する一方で、技術は技術で高めていき、この二つを常にドッキングさせながら次の製品を生み出して、お客様の評価を受けながらやっていくということを徐々にではありますが取り組んでいるところです。

21世紀は技術創造とモノ創り

柘植 次は、21世紀は技術創造とモノ創りという製造業の挑戦目標について、今起きている第二次IT革命やナノテクノロジー革命、これを重工業の持っているテクノゲノムとどう融合させて進化させるかという観点を深めていただけたらと思います。

石井 大学の工学系では本格的にナノメータオーダの現象にチャレンジするというのは、20世紀までは難しかったのですが、21世紀になるとナノをやらない工学部は考えられないというくらいジャンプしたと思います。それは、デジタル技術とメカトロニクスとの融合によって非常に精密なコントロールができるようになったということです。例えば、STM（走査型トンネル顕微鏡）は、極めて微妙にベットを動かさなくてははいけません。メカトロニクスによって、その前提条件をクリアしたわけです。もう一つは、それを見えるようにする可視化技術ですが、これもIT技術で、分子構造たとえばDNAの細部までも見えるようになりました。それらが一緒になったのがSTM関連技術であります。これにより、新しい世界が見えたという実感が生まれまして、それが波及し

てゲノムの解読以後のロードマップ（計画）ができたわけですから。正にメカトロニクスにIT技術が入って、現実の新しいファクトを加えたということなのです。21世紀のジャンプと申し上げたのは、物差しの刻みから言っても、ミクロンからナノメータのようなジャンプによって、量子力学が支配する世界へ本格的に移っていくことを意味しています。

西岡 技術の融合という点では、我々も同じような観点から挑戦しています。エネルギー分野では、これまで燃焼技術一本でしたが、今は化学エネルギーや光エネルギーから電気への直接変換など電気化学と物理学の原理を応用した燃料電池や太陽光発電という新しいものをやりだしています。この新エネルギー変換は地上だけでなく宇宙にも、深海にも広がる可能性を持ちます。また、メカトロニクスを活用して育てたプラント点検・補修用ロボットも、インターネット技術やモバイル技術と融合して福祉高齢化社会のニーズに合った生活支援型ロボットや高精度ガン治療装置へ進化されつつあります。この辺が21世紀の価値創出型のものになっていくのではないかと思います。

柘植 モノ創り日本が培った技術、その総称であるテクノゲノムを新しいイノベーションと融合させ価値創出型製造業へ進化していくのは、やはり人材育成が重要だと思いますが、この点について、一言いただきたいと思います。

石井 例えば従来の工学部の常識ですと、分子生物学やDNAというものは特殊だと考えていましたが、90年代に入ってから第一線の人達は、一般教養として全員知っているべきではないかと考えるようになりました。21世紀はバイオの世紀ですから、物理学の20世紀と同じカリキュラムではおかしいということです。一学科だけの能力で十分ではなくなり、二学科も三学科も勉強して、Ph. D. を二つも、三つも持つのが望ましいと考えるようになってきました。事実、慶應大学の湘南藤沢キャンパスで、人工知能とか人工言語をやっていた研究者が、その分野での二つの学位の他にもう一度大学院へ入りまして、助教授として教えながら正規に医学部大学院生になり、医学博士も取りました。彼はトリプルメイジャーとなったわけですが、今やバイオインフォマティクス研究

のリーダーになっているのです。現実にはこのような先生がいますと、周りの学生はものすごく刺激を受けております。今後そういう人が次々に出てくると思います。マルチメイジャーが、技術の世界でも人材育成の非常に重要な点になっていくと思います。

西岡 今は加速度的に技術が進歩している状況ですので、私達が大学で習った時と今の4年間では、その時点の技術の進捗度合いに格段の差があるはずですが、時間も限られているので、大学教育のみでこの進歩分をカバーしうることについては過大な期待もできないと思います。卒業して我々の会社へ入ってくると、基礎研究よりは応用研究寄りへ、また製品化という点に力をおいた業務をすることになりますので、特に学校では、基礎研究をしっかりとして教育していただきたいとします。そして日本の場合も欧米のような産学官連携のシステムを構築し、人材育成・交流を含めた基礎研究から応用研究、そして実用開発のサイクルを回すようにしないと、日本全体の科学と技術を伸ばしていくことは難しさが出てくるのではないかと思います。この観点からの工学系大学の制度設計が望まれます。

また技術の融合という点については、当社では研究所を横通しさせて、かなり情報の交流はさせています。現状では未だ船や航空機といった各分野ごとの縦割りの意識が強いようですが、今後はマルチメイジャー的な人材を育てるように工夫したいとします。

21世紀の総合重工業の使命と役割

柘植 それでは、今までお話いただきましたことを踏まえまして、21世紀の総合重工業の使命と役割について伺いたしたいと思います。

西岡 今一番考えなくてはいけないのは、日本国内だけではなくて、世界においてのポジションを考え、初めから世界の中でどれだけの技術力を我々が常に持ち続けられる

かということです。世界的な視野の中で、技術力を高めるということと、市場性を良く見ていくということが必要であると思います。一方、日本は技術立国でないと生きていけない国ですから、我々の製造基盤が緩んでしまいますと、日本全体の技術レベルが落ちることになりますので、我々はその責務を背負いながら、世界へ出ていかなければなりません。ただし、世界へ出ていくといっても、利用するという考え方は駄目で、やはり共存共栄、WIN-WINの関係を常に考えながらやっていくことが、21世紀を生きていく道だと考えています。

石井 最近ドッグイヤーと言われているように、ソフトウェアとかシステムは次々に新しいものが開発されています。IT関係ですと、韓国がここ3年位の間にブロードバンド分野で急速に伸びだしました。インターネットの中で販売をするサイトを集めて仮想商店街をやるビジネスがあるのですが、その価格が、韓国から持ってくると、国内価格の10分の1なのです。それなら取り敢えずもってみようかという人がたくさん出てきて、マーケットが急速に立ち上がるわけです。そのような韓国の動向を除外して、国内だけで考えますとまさに自滅します。ですから、国内だけでなく、国外も常に目を光らせておき、かつすぐに対応できるようにしておかないといけないうけで、おっしゃるとおりです。また、そんなに韓国が安くて早いなら韓国へ全部行ってしまえば良いではないかという、そうはいきません。事実韓国は日本をマーケットと見て売り込んできています。アジア諸国にとっては日本がマーケットですから、日本自身は国内に持っているマーケットをフルに活用しながら、かつ、情報は国外までも常に包み込んでいるという新しい共存共栄タイプの構造を作り上げていく必要があると思います。

西岡 世界的な目で見て、日本としてやっていくべきところは、一つはエネルギー分野だと思います。人口は世界的に今後増えてゆき、未開発国も生活向上を指向するわけですから、エネルギー分野は環境との調和を図りながらいろいろな形で発展していく可能性があります。二つめは、交通・物流分野です。いくらインターネットが進もうが、人の移動はなくなるわけではないわけですので、効率的な交通手段が求められていくと思います。三つめは、社会を進歩させていくものはどうしても必要ですので、生活や企業を支える分野に特化してやっていこうと思っています。

この三つの分野で世界の人々が、そして社会が求めるハードとシステム、そしてサービスを絶えず高度化していくことが総合重工業の使命と役割と考えます。

石井 この三つの分野の中で私自身が非常に興味を持っているのは、モバイルという所です。インターネットが携帯電話に結びついたことの非常に大事な意味合いは、動き





ながらインターネットが利用できるということでありませう。先程申しました“つなぐ”ということ、輸送とか交通というのは物質的につなぐ最たるもので、21世紀になると決定的に重要になると思います。従来の交通機関では、動いている間は情報が切れてしまうというのは当たり前でしたが、今は情報が無線で常時来ていますから、常にその情報を使いながら動くことができます。ですから、重工業をはじめ産業社会の中で、モバイルから発想するということが大事なポイントだと思います。その点では、先程おっしゃった交通・物流、そして社会を歩かせるハードとシステムについても、20世紀までのものを超えた21世紀のニュートラフィック、ニュートラ輸送・ポートーションへと拡大するならば、それは大変なフロンティアであり、情報通信機器の小型化とか軽量化などナノテクの発達をバックにして存分に展開できる日本の得意なところだと思います。

柘植 そろそろまとめに入りたいと思います。社長から21世紀への三菱重工のビジョンを、石井先生からは今後の総合重工業メーカーへの期待をお伺いして、締めにしたいと思います。

西岡 先ほどお話ししたように、顧客重視ということが一つです。これは世界的視野に立って、かつ、長期的に10年先を見据えていき、あらゆる技術を横通し、複合化することを考えて、技術面とマーケット面とこの二つから進めていくべきと思っています。ただ、一番重要なのは、今技術屋はちょっと夢を失いかけていると思いますので、若い技術屋が夢を持って、日本にとどまらず、世界の人々や世界の国々が必要とするハード・システムとサービスの創造に挑戦していける会社にしていきたくて思っております。

石井 まず“夢”というキーワードからコメントしたいと思います。よく、夢と現実といいますが、やはり夢がシミュレーションの世界だけに留まっているというのは実り

少なく、時には危険で、やはり現実とつながった夢でないと言説力が乏しいと思います。90年代いわゆるITバブルといわれている時期は、現実とのリンクが非常に希薄で、現実離れた大変過大な期待を先に設定してしまい、ダークファイバーの出現やワールドコム悲劇が起こりました。しかし、未来に対して現実的な夢というのは、そこに現実のフィジカルな法則が厳然と支配していきまして、製造業はもちろん、自然科学に対しまして最後の判定者となるわけです。ですから、そこでとらえたものは本当の夢だということになります。本当の夢をかなえるためには、技術者が、試行錯誤の中で、情報を収集し、未来を考え、それをテストした上で新しい製品を創りだしていく、そのプロセスを身につけていくことが必要だと思います。当然、それは失敗のリスクを含んでいるのですが、失敗は成功の母になりますから、失敗することも織り込んで対応できる体制、いわゆる複雑系的なシステムで取り組んでいくことが重要だと思います。最近ではキュービット (qubit) といひまして、ゼロ・1ではない量子力学の状態を基本にした新しい情報の単位を使った量子コンピュータの研究も始まりました。これは、ある意味で夢だと思います。しかも現実的な夢の一つでしょう。21世紀の揺籃的な新しい芽として、すでに7キュービット位の量子コンピュータが動き始めてますから、たとえばこれが技術者の一つの夢のツールとして新しい21世紀対応の体系が作られることを期待しています。

柘植 “総合重工業メーカーの使命と役割”について語っていただき、21世紀の日本、アジアそして世界に技術をおおして貢献する三菱重工業社の挑戦目標を明確にすることができました。

どうもありがとうございました。

(平成14年11月20日)