

技術の挑戦者

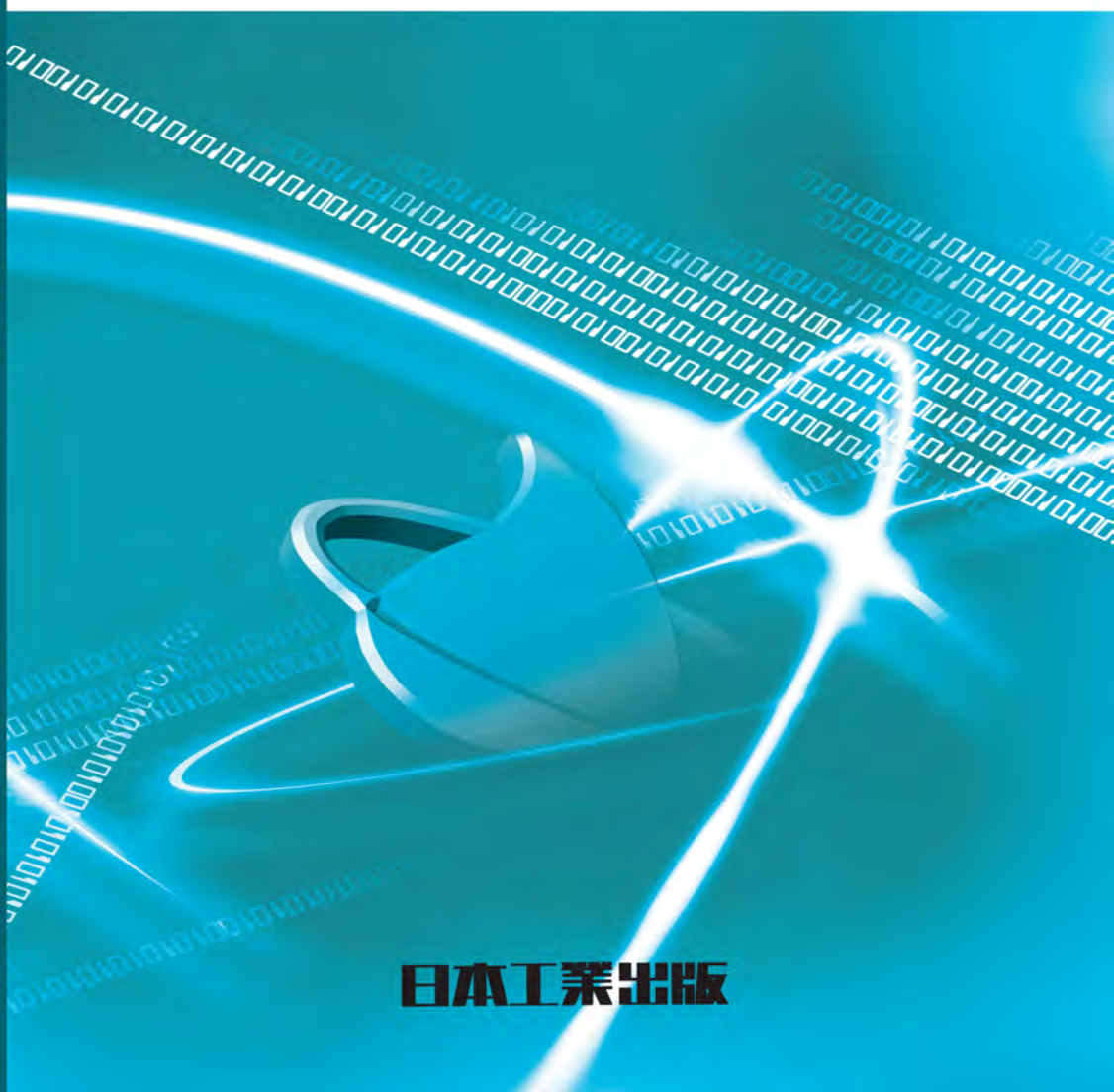
次代を担う技術者へ

技術の挑戦者

次代を担う技術者へ

日本工業出版

日本工業出版





技術の挑戦者

次代を担う技術者へ

はじめに

“技術”は私たちの生活を豊かにしてきました。それは私たちの身近なところで様々に活用されています。そして高度情報化社会を迎えた現在、日本の技術力は世界トップクラスであることは間違いありません。技術は、人が作り生み出したものです。その人の思いや情熱とは切り離しては考えられません。

本随筆集では、「技術と人」とのあるべき姿を、次代を担う技術者の方々に伝えていきたいと考え、この度1976年、随筆集「技術の挑戦者」第4集以来、第5集として「技術の挑戦者・・・次代を担う技術者へ」として発行いたしました。

若手エンジニアの育成・社内教育としてはもちろんのこと、新しく技術者を志す方々に技術者であることの生きがいや喜び、厳しさを示し、その道標としていただけましたら幸いです。

おわりに、ご多忙中にもかかわらず本書の執筆にご協力くださった方々に厚く御礼申し上げます。

平成21年5月

日本工業出版株式会社
代表取締役 小林大作

目次

技術者としての足跡	リオン株式会社	一条 和夫	1
新規事業への挑戦	清水建設株式会社	今澤 正樹	5
技術の挑戦者達よ、今こそがんばろう	ダイダン株式会社	植林 信一	9
技術の挑戦者としての考え方	株式会社テクノ菱和	海老根 猛	12
地球時代における技術者の役割	株式会社島津製作所	大瀬 潤三	16
世界を席卷する日本油圧ショベル、その完成への挑戦		岡部 信也	20
技術の積分力を信じて～「工業プロセス用調節弁」 の技術開発と「QUEEN」	株式会社山武	奥津 良之	24
日本発ISO規格	SMC株式会社	小根山 尚武	31
未来はあなたの手の内にある	沖電気工業株式会社	鎌田 弘志	37
国産ガスタービン開発への熱き想い	川崎重工業株式会社	唐沢 亘	40
技術の挑戦者 — 次代を担う技術者へ	KYB株式会社	川崎 治彦	44
発明で解決する	株式会社技研製作所	北村 精男	48
機器等の開発から学び、得たこと	東京計器株式会社	木原 和幸	52
世界を見渡し未来を見よう	株式会社荏原製作所	後藤 彰	56
2030年 建設鉱山機械はこうなる	株式会社小松製作所	小宮山 邦彦	60
世界最高分解能X線顕微鏡 への挑戦 ～自然との闘い～	株式会社東研	齋藤 泰	64
技術者よ、「高志」を抱こう	富士電機システムズ株式会社	酒井 吉弘	68
技術の挑戦者 — 次代を担う技術者へ	東洋エンジニアリング株式会社	酒井 健二	72
技術は踵から	油研工業株式会社	榊原 康生	76
知識獲得の手法	千代田化工建設株式会社	坂口 順一	79
技術の挑戦者 — 次代を担う技術者へ	TACO株式会社	佐々木 政彰	84

メーカーにおける技術者とは……………	日立化成工業株式会社	佐藤 任延	88
ハイブリッド化と共に進む油圧 のヌーベル・バーグ……………	第一電気株式会社	佐藤 寛	92
随筆のような世間話……………	東亜潜水機株式会社 東京工場	佐野 弘幸	98
廃棄物焼却プラント設計の今昔物語……………	JFEエンジニアリング株式会社	澁谷 榮一	103
技術立国日本における プロフェッショナルになれ……………	サイバーレーザ株式会社	関田 仁志	107
超音波ロータリー加工機に魅せられて……………	株式会社岳将	岳 義弘	111
今こそ机上から現場へ……………	株式会社ダン・タクマ	玉木 良幸	115
常に研鑽の心を忘れずに一次代を担う技術者へ……………		千葉 孝男	118
団塊世代から次世代機械技術者への期待……………	株式会社電業社機械製作所	土屋 忠博	122
国家標準の確立と供給に携わって……………	流量計測研究所フローコル	中尾 晨一	126
組込みシステムへのセキュリティ 機能実装者を目指す方へ……………	大日本印刷株式会社	半田 富己男	130
3Cスピリッツで3Eスペシャリストをめざす……………	大阪ガス株式会社	久角 喜徳	134
「物語を書ける技術者」を目指そう……………	ワイド制御技術研究所	広井 和男	138
商品開発と映像思考……………	株式会社神戸製鋼所	松隈 正樹	142
古きをたずねて新技術に挑戦しよう……………		松山 宏	147
エンジニアが本音で語る「スピンレス®」 開発秘話……………	東京応化工業株式会社	山口 和伸	150
若手技術者に期待すること……………	高砂熱学工業株式会社	山本 幸利	153
地球環境問題解決は日本の若者の力で……………	新日本空調株式会社	吉田 新一	156

技術者としての足跡

リオン株式会社

一条 和夫



筆者略歴

- 1974年 中央大学理工学部物理学科卒業
リオン(株)入社
- 1997年 東北大学大学院工学研究科電子工学専攻博士
課程修了
- 現職 リオン株式会社 技術統括部 計測器技術部
主席技師
ISO/TC24/SC4/WG9 コンベナ
(国際会議座長), 国内委員長
ISO/TC24/SC4/WG15 国内委員長

私は1974年にリオン(株)に入社して以来34年間技術者として働いてきた。振り返ってみると技術者は恵まれている立場であると思う。しかしこれは技術者個人の考え方によっても大きくことなるものであり、場合によっては苦痛になることもあり得るかもしれない。ここでは、なぜ技術者が恵まれているのかについて、私がリオン(株)において働いてきたことを振り返ってみる。

入社2年目に配属された部署は、空気中に浮遊している粒子の大きさと個数を測定するパーティクルカウンタを開発するところであった。しかしその当時は自社製品ではなく米国からの輸入品を扱っていた。もともとリオンは、補聴器や騒音計など音に関係した製品が主なものであった。この製品を始めた当初は、粒子の測定は技術的に音とは関係ないため、リオンがこの製品を扱うことに対して奇異に思われる方が多かった。それは当時の社長の意向によりパーティクルカウンタを導入したもののだが、その考え方は「人間の環境」に関わるものだからというものである。騒音計は「人間が暮らす音の環境」を測定するものである。空気中に浮遊する粒子も「人間が呼吸する空気的环境」であり健康に影響を与える。当時の日本は大気汚染がひどく、車や工場からの排ガスを浄化する

ため様々な取り組みが行われていた。また、労働環境に関してはビル内の空気質についての規制が行われようとしていた。従って、私がこの部署に配属された当時は、東京都衛生局の方の測定の手伝いにいろいろなビルの測定に出かけたものである。しかし最終的には法的規制は、パーティクルカウンタで粒子を測定するのではなく、粒子をフィルタに捕集して重量による規制に決まった。しかしパーティクルカウンタは研究用として様々な分野で使われていた。ところが輸入品の品質が悪いため故障が絶えない。1日でも早く自社製品を出さなければと皆焦るが、輸入品の修理に7割の時間をとられて思うように開発の方は進まない。修理の合間に設計をしていたようなものである。それからほどなくして、半導体産業が盛んになってきた。集積回路の密度は年々向上し微細化が進んでいった。半導体製造は、空気中に浮遊する粒子が歩留まりに大きく依存するため、クリーンルーム内で行われる。そしてクリーンルームの清浄度はパーティクルカウンタで計測・評価されることになった。ハードディスクの製造も同様である。このころは自社製品の開発も終わり、序々に製品が売れ出し始めた。それから数年が経ち製品系列もそれなりに揃うようになってきた。パーティクルカウンタにおいて新製品というのは性能が上がっていなければならない。つまりより清浄度が高い試料を評価できるものが新製品である。例えば、検出限界の粒径が $0.3\ \mu\text{m}$ であったものを $0.1\ \mu\text{m}$ とする。あるいは、吸引流量を $1\ \text{L}/\text{min}$ から $10\ \text{L}/\text{min}$ へと増やさなければならない。パーティクルカウンタは通常光散乱方式で粒子を検出するが、粒径が小さい場合はその散乱光強度は粒径の6乗に比例する。例えば、 $0.3\ \mu\text{m}$ と $0.1\ \mu\text{m}$ では粒径ではたかだか3倍程度だが散乱光強度は700倍以上異なる。私はセンサを担当していたが新製品を出す度に超えなければならないハードルがあり、それを超えて新製品が出来たときは、学会等へ発表することを心かけた。これは自分がやってきた仕事を少しでも何かに残したいという気持ちからである。当然、特許も出願した。このようなことは、技術者でなければ出来ないことである。当然私は会社員の一員であるが、その他にも製品を通して社会に関わっているということをも自分から発信することができる。これは技術者という立場にいるから出来ることである。そのうち、東北大学と半導体製造装置内の粒子計測の共同研究を行うことになり、私はこの仕事の担当になった。そして、そもそも微粒子部門の人間は少ないため、ほとんど私1人あるいは時々2人で東北大学に行くことになった。大学のクリーンルーム内にある半導体製造装置から出る粒子を計測した

り、材料ガス中の粒子計測の実験を行った。このような仕事が断続的に3年ほど続いた。そしてその成果を、予算を出した団体や経産省の担当の方の前で発表した。一応これらの研究成果を論文にまとめ、共同研究も終わるころ、教授から国際会議の発表をしないかとの話があった。そのとき同席した上司はやれと言う。そのような状況のなか、私はもうやるという選択肢しかなかった。もちろん私は国際会議も英語での発表も未経験である、しかし教授は一度承諾すると、英語でのプレゼン方法を親切に教えてくれた。これは今でも役に立っており、とても感謝している。その後、数年が経ち、教授から社会人ドクターを取らないかとの話があった。おかげさまで会社の費用と時間を使いドクターをとらせてもらった。社会人ドクターは比較的短期間で取得できるように思われているが、それは研究内容や論文の条件が揃っている場合である。私の場合も数年間にわたる研究と論文があったため1年で博士号を取得することができた。このような誘いをしてくれた教授に今でも感謝している。自分の仕事をテーマにドクターをとることができるのも技術者だからであろうと思う。

2001年4月にパーティクルカウンタの国際規格(ISO)が進行しつつあることを知る。まだ最終段階ではないが、内容に問題が多すぎるため、とてもそのままでは使える規格ではない。そこで国際会議に出席して原案を作った人に対して質問をすることになった。このためマイアミまで行ってきたが、時期は同時多発テロの2ヶ月後の11月である。その後私は半年ごとに開催される国際会議に毎回出席することになった。しかし当の原案作成者は欠席を続けたため、議長の指示により私が原案を作成してとりまとめることになった。それから1年後私は正式にコンベナ(ワーキンググループまとめ役)となった。その後、約3年間で3つのISOを制定し、現在4つ目が最終段階に入っている。ISOは現在の私の仕事の大きな部分を占めている。それまで私はISOの会議に出席するということも考えたことはなかった。ましてや、コンベナになるとは毛頭考えていなかった。

これまで述べてきたように、入社して修理をしながらの開発に始まり、学会への発表や社会人ドクターの取得。その後ISOのコンベナとなり、3つのISO規格を制定し、現在4つめのISO規格が完成しようとしている。このように私は、製品の基礎開発から始まり、論文を書いて発表し、社会人ドクターを取得して、今はISO規格のコンベナとなった。コンベナになってからすでに5年が経過している。パーティクルカウンタ

を含めて粒子計測は、まだまだ課題があり、技術的にも規格としてもやるべきことがたくさんある。

これまで私の34年間の技術者としての経緯を簡単に書いたが、若い技術者はさらに多くの未来があり夢があると思う。努力して新しい製品を生み出すことにより、自分が行ってきた仕事を論文や学会発表あるいは特許などの形で記録し、自分の足跡を残すことは意義があると思う。これは、技術者だからこそ出来ることであり、この立場を十分に使うべきである。そしてそれは、会社のためにも社会のためになり、ひいては自分のためなるはずである。自分が技術者としてどのような足跡を残していこうとするのか常に考えておくのも大切なことである。

新規事業への挑戦

清水建設株式会社

今澤 正樹

筆者略歴



- 昭和 45 年 東海大学工学部土木工学科卒業
- 昭和 45 年 清水建設(株)入社
- 昭和 45 年 茨城県鹿島港ケーソン製作工事 (運輸省)
茨城県内各所工事 (建設省、茨城県)
- 昭和 58 年 千葉県川崎製鉄(株)千葉工場各所工事
(川崎製鉄(株))
千葉県内各所工事 (東京電力(株)、東京ガス(株)、
県企業庁他)
- 平成 7 年 東金工業団地造成工事 (土地区画整理組合)
- 平成 13 年 本社エンジニアリング事業本部土壌環境本部
- 平成 14 年 同上 土壌洗浄プラント事業所
現在に至る

私は、昭和 45 年に清水建設(株)に入社、以来 30 年間、土木現場の工事監理業務に携わり、平成 13 年に本社の現在の部署に配属となる。平成 14 年、オランダから技術導入した「土に含まれる重金属や油を浄化する土壌洗浄プラント」を買入れた。このプラントはオランダで稼動していた中古品で、実際に運用していた施工会社のものであった。こうして、川崎市で土壌洗浄事業の第一歩を踏み出した。元来、建設業はご存知の通り請負業が主体で、本格的な事業は未経験、まして新規事業などは立ち上げた経験もなく、戸惑いながら手探り状態で新規事業をスタートさせた。

翌平成 15 年に土壌汚染対策法が施行され、一気に受け入れ土量が 2 倍となった。また、創業当初より、オランダと日本との「システム、考え方、土質」の違いから、不具合の改善や設備の変更・増設と弛まぬ努力を続けてきた。その結果、創業以来 6 年間で川崎市との協議は、届出、許可、報告と計 35 回にも及んだ。これらの改善や努力が実を結び、平成 17 年にはそのシステムと技術が評価され、土壌汚染対策法における

汚染土壌浄化施設の認定を建設業では初めて受けることができた。このことにより、更にまた受け入れ土量が増え、爾来 24 時間 3 交替のフル操業が今も続く中、平成 20 年 7 月には累計処理土量が 100 万トンに達している。

川崎での土壌洗浄事業が軌道に乗り始めると、平成 17 年からはオンサイト土壌洗浄事業が始まる。土壌洗浄事業の第二段階である。オンサイトとは、汚染土壌が 2～3 万トン以上になると現地にプラントを持ち込んで洗浄するシステムであり、請負業と同じ受注方式で工期があり、ミスは許されない。また、全量を外部搬出処理するのとは比べ、7～8 割の埋め戻し土量を減らすことができるため、トータルコストが低減され、搬出ダンプトラックの数も大幅に減るため、周辺環境負荷の低減にもな



図1 洗浄マップ

り、客先、行政からも好評を得、需要が増えた。また、川崎での数多くの技術の改善が役に立ち、オンサイトの汚染の状況や土質に適合した最適でローコストの洗浄浄化システムを提供できることに繋がってきた。とはいえ、またまた壁にぶつかり苦労と改善が始まる。

今までのオンサイトプラントの施工場所を時系列で図1に示した。①は、事前の土質調査では無かった固結した粘性土が多く、洗浄しにくい土質に悩まされた。行政との協議を重ねて、何とか当初の目的を達成した。②は、建築の根切りの発生土で汚染が見つかった。関東ローム層の含水率の高い粘性土で、川崎のプラントとの併用で乗り切った。オンサイトの船出は最初から躓いた。が、①、②の経験が役に立った。つまり、汚染の濃淡よりも砂質系の土質を選んでオンサイトを施工するようになった。“要は原則を守れということか”と思知らされた。③は、油汚染、臭気対策として全面テント張り。④は、処理量が20万トン、処理能力2倍型の大型プラントで川崎プラント併用型。⑤は、オンサイト初の公共事業。見学者多数。⑥は、砂礫対応、水処理重視型。⑦は、建設発生土対応型。⑧は、フッ素対応、砂質土、24時間連続運転型。⑨は、高濃度フッ素対応、砂質土、2回洗浄覚悟型。⑩は、高濃度油混じり重金属対応、砂質土型。客先との機密保持契約もあり、詳細は述べられないが、どれ一つとして同じものはなかった。その一つ一つに真剣に対応し、改善に改善を重ね、難問題や壁にぶつかりながら対応してきたというのが現実の姿である。また、洗浄プラントの運転を管理し、そのコツを掴むまでには約半年の訓練期間が必要である。その恰好の場所が川崎の事業所常設となった。川崎の事業所で訓練を受けた者が、オンサイトプラントで活躍することができた。つくづく“川崎の事業所があったればこそ”というのが実感である。

戦後の混乱期から昭和30年代までは、とにかく食わなければならない、お互いが対等の立場で勝負できた時代、完全実力主義、結局生き延びた人が勝ち。これが昭和40年代になると、高度成長時代、企業がすべて右肩上がりで生きられた時代、人柄が良く、バランス感覚があり、敵を作らない優等生が企業の経営者・管理者となっていった。しかし、現在はその成長モデルも通用しなくなり、再び戦後の不安定な時代に戻ってしまった感がする。ただ、戦後と決定的に違うのが、昨今“コンプライアンス”とか“CSR”とか叫ばれているように、社会的に企業の責任が厳しく問われる時代となったことである。新規事業を立ち上げるにも、このことを常に考えておかないとその事業は生き残れないこと

になる。

取敢て若い人に言いたいことは、ともかく目の前の仕事に「石の上にも3年」という心構えで必死に取り組むこと。極言すれば、上手く行くか行かないかは問題ではない。「よく考える」習慣を身に付けること。その人の持っている情熱や事業への思い入れの強さが差となって表れる。学歴はまったく問題外。抽象的な学術論文を書くわけではない。新規事業のリスクばかりを思い悩んで半分腰を引いているような人は、永久に自己実現できないままで終わってしまう。若い人は、知識は豊富でも知恵が出てこない。これには圧倒的に経験が物を言う。知識が肉体化されたものが知恵ならば、知恵を持っている上司を選んで上手く使うことも大切だ。そして、上司も部下に熱い気持ちを伝えることだ。部下に命令や説教だけをしていては、コミュニケーションは取れない。部下に援助を惜しまず、問題解決のために一緒に悩む姿が欲しい。いやはや、疲れる時代になってきたものである。

“新規事業に取り組む”ということは、自分が世の中でどれだけの力があるかということを試す良いチャンスと考える。自分がどんな時に喜びや遣り甲斐を感じられるか、充実感が得られるのかが分かる。自己実現をすることともいえる。私事で何ですが、今年4月から同じ川崎市で今度は、「ダイオキシン専用洗浄プラント」を事業化することになり、現在急ピッチで建設工事が進んでいる。新規事業の第二段階、苦勞の種がまた増える。苦しくもあり、楽しくもあり、還暦を過ぎても新規事業に挑戦し続ける自分は幸せ者である。

最後に、今まで土壤洗浄事業と一緒に携わってくれた会社の上司、仲間、協力業者の皆様にご挨拶を申し上げるとともに、私の体験に基づく苦勞話がこれからの若い技術者の皆様にも少しでも参考になれば幸いである。

技術の挑戦者達よ、 今こそがんばろう

ダイダン株式会社

植林 信一



筆者略歴

1971年3月 名古屋工業大学卒業 同年4月大阪電気暖房株式会社 現ダイダン株式会社入社
1977年4月 技術本部配属
1984年1月 技術研究所配属
2001年4月 技術研究所所長
2008年4月 技術本部長

2009年3月末で私が入社して満38年を過ぎることになる。長いようで短い期間であったような気がしている。満38年の内、約30年間は技術開発畑で過ごした。私の会社「ダイダン」は、建築設備の設計・施工会社である。私の入社した昭和46年当時は「建築付帯設備工事」という位置づけであり、新しい技術の開発の必要性よりも建築工事の中でいかにうまく設備工事を施工するかが重要であった時代であった。したがって、ある意味では技術開発の必要性のない時代であった。ところが、その後の二度のオイルショックを経て省エネルギー技術の開発や産業の進歩による製品の歩留まり向上のためのクリーン技術の開発など建築設備分野での新しい技術の必要性が求められてきた。

このような環境のもとで、私が携わった最初の開発といえるものは温度成層式蓄熱水槽の開発であった。オイルショックから派生した省エネルギー技術の一環として、夜間電力を水に熱として蓄えてその熱を昼間に取り出して、冷暖房用熱源として活用する技術であった。その蓄熱水槽の特性に温度成層の原理を応用しようとするものであった。そのころはコンピュータシミュレーション技術も発達していなくて、模型実験により何度となく実験を繰り返し、データを整理し、かなり時間をかけて

開発を進めたものであった。今から思えば時間のかけすぎだったかも知れないが、当時のワードもエクセルもない環境下では仕方がなかったといえよう。それから、開発成果を実際の建物に設置してその効果について検証し、その検証結果をもとに再度開発を進めた。開発から実物に、そして検証と一連の開発に携われたのは幸せだったと思っている。その後新しく設立した技術研究所にクリーンルームを設置してのクリーン技術の開発やこれも実際の動物を飼育して、動物の環境を一定の条件に制御する動物実験飼育システムの開発、人の感性をデジタル化し、制御に取り込むことにより、より人間的な制御を目的としたファジィ制御システムの開発など色々な分野の開発を手がけてきた。そういう面でも色々な分野の開発に携われて幸せであったといえる。

最近の開発においては効率化のために分業制が取られ、個人としては一部分の開発にしか関われないケースも多くなってきている。しかも専門性が高くなってきておりその傾向は顕著になってきている。また、開発期間が短くなっているとはいえ、色々な分野の開発に携われる機会は減ってきているのが現状であろう。

このように見てくると、開発の面白みがないように感じられるかもしれない。しかし、その与えられた部分をキッチリ担当することが大事であると考えている。その与えられた部分もキッチリできなければ将来の技術者としての成功はないと考えている。与えられた部分が全体ではどうなっていくのかを十分認識し、その全体像を見て開発を進めていくことが重要である。その経験が将来の糧になってくるのである。そうはいつでも、なかなかできないことではある。では、するためにはどうしたらよいか。それには何にでも興味を持ちなさいと言いたい。興味を持つことにより業務の幅が広がり、与えられた部分以外のものが見えてくると考えている。また、目標を持つことも重要と考えている。それにより到達点を自覚し、それに向かって推進する力が湧いてくると考えている。「興味」と「目標」これが技術者の必要な意識である。自分自身を振り返ってみると、この「興味」と「目標」が今までの開発人生を支えてきたと考えている。開発の一つの歯車ではなくて、歯車に関連した事項に興味を持つ、そして出来上がったときの全体像を目標として明確に意識することこれが重要であると考えている。そしてその時の経験がプロジェクトマネージャーとしての立場になったときに大きな財産になると考えている。それともう一つ大事なことがある。最近の研究開発では分業制がとられることが多いと先に述べたが、自分の仕事を周囲に理解してもら

うこと。また、自身が周囲のことを理解すること、が重要である。研究開発は一人ではできないことを理解しておくことも重要である。

昨年の米国のサブプライム問題を契機に、最近の経済情勢は悪化をたどっている。日本だけでなく全世界に広まって、この経済情勢がいつ好転するのかは今のところ誰にも分からない状況である。しかし、一ついえることは技術の蓄積・開発が好転の契機になりうることである。大きな可能性を秘めているということである。この意味からも我々技術者は経済情勢にとらわれることなく、このような経済情勢だからこそ、技術の蓄積や開発を進めていくことが必要であると考えている。今こそ技術の真価が問われるときであり、技術者が活躍するときである。がんばって一歩一歩進もうではないか。

技術の挑戦者としての 考え方

株式会社テクノ菱和
海老根 猛



筆者略歴

1978年千葉大学工学部機械工学科卒業。同年菱和調温工業(株) (現(株)テクノ菱和) 入社。主に産業用クリーンルームや熱源システムの設計や開発を経験。

横浜支店技術部、技術開発研究所を経て現在同社技術本部に所属

はじめに

月日の経つのは早いもので、空調設備業界に入り約三十年が経つ。入社後積算の手伝いや設備設計を経てそれなりの業務をこなせるようになり施工管理や、工場関連を主とした産業設備営業の技術スタッフとしての役割なども経験した。その後研究開発部門で、空調システムや機器の開発に携わり、現在は技術関連の総合的な管理、また法的、総務的な業務を行っている。

「技術の挑戦者」という言葉の中には技術的な課題に向けて常に努力し、苦労を重ねながら立ち向かっていく姿が思い浮かぶのだが、過去を振り返ってみるといささか自信がもてない面がある。ユーザーの目線に立って、技術あるいは製品を供給してこられたか。不具合に関して十分なフォローが出来たのか。つまり自分の行ってきたことは（できたことは）「技術の挑戦者」に相当するものなのかという反省があるからである。

今の自分を支えている考え方でもあるので、実践の中でいくつか参考になる点があれば、役立てて欲しいと思う。

「失敗」は「こういうやり方は適していない」という貴重な結果を証明できた「成功」

突然失敗の話から始まるのはどうかと思うが、一生懸命に取り組んでも成功するとは限らず、必ず失敗がある。失敗のたびに悩んだり、落ち込んだりしても状況はいつこうに良くはならないし、時間の無駄であろう。したがって「失敗」は「こういうやり方は適していない」という貴重な結果を証明できた「成功」という前向きな考えを常に持ちたい。これは自分自身への励ましも含め努めて思い込むようにしていることである。

紙に書いてみること（出来ればフロー図として一目で理解できるように）

頭の中でいろいろ考えてもなかなか整理できないことがあったり、何度も繰り返し同じことを考えて前に進まないことがあったりする。それをまず書き出してみることで、疑問点が明確になる、考えが後戻りすることがなくなる。これは自分ひとりで物事を解決、判断するときばかりでなく、周りからの協力を得たいときも短時間に、大勢の人から有意義なヒントをもらえる。比較的容易に「衆知を集める」ことができるのである。

また紙に書くことのもうひとつの効用として、問題点を「分解」出来ることがあげられる。問題点を細かく分けてみると大方の部分はおのずと解決してしまうことが多い。さらに残った問題箇所についても解決に向けた具体的な対応が容易になる。

考え方、実施の方法に別のものさしを入れる

これは幼稚園児だったわが愚息に教えられたことである。信号待ちしているときに「自動車っていうのはいろんなガソリンを使ってるんだね。」何のことかわからず「え？ 何で？」、「だって臭いが違うじゃん。」

軽油、ガソリンの種類や燃焼具合などはそれぞれの精密な分析器が必要という自分の思い込みがあったが、比重や成分分析ではなく「臭い」というものさしにより評価ができるのではないかということに気づかされた。実はこの時期、半導体向けクリーンルームのガス状汚染物質に関する除去研究を行っていた。微量のガス分析には、ガスクロマトグラフィーなどの高価な測定器、が必要であった。しかしながら対象微量が

スを直接測定（少なくともこの時点では直接測定しているものと思っていた）できなくとも、別のガスと反応させ粒子化すれば、既存の粒子測定器で従来の定量下限よりも何桁も低い濃度測定が可能となる方法を開発できた。このときはうまくいかなかったが、このヒントはその後十分な成果を生んでいる。

最後まで自分なりのストーリーを組み立ててみる

風が吹くと桶屋が儲かるという無理な論理展開でもよい。思い込みでもよいからとにかくいろいろな段階がうまくいったとして最後に大成功に終わるまでのストーリーを立ててみる。

ある時期、光触媒を空調機に組み込み、有害物質や臭気分解を目的とした開発をしていた。効率を上げるためには接触面積を増やすことが有効で、セル構造などの極小空間に組み込むことを考えていたが、たとえば光触媒の性能が今後の研究でかなりのレベルまでいったとしても、上記の極小空間に組み込む方法は光を供給することが困難であり、結果を出すことは難しい。このように最後まで成功のフローを立ててみると矛盾する課題をいくつかピックアップできるし、またそのストーリーを実現するための壁の高さとその重要度が見えてくる。

またこの光触媒によるガスの分解は、分解生成物が CO_2 と H_2O となるものならいざ知らず、S 分や Cl 分に関してはどうあがいてもこれ以上の分解除去は不可能である。あえて難関に挑むのも良いが超えられない壁を見極める適正な判断も必要である。

疑問点はずっと頭の中に同居させておく

しかし頭の中に無意識にでも疑問点やそのキーワードを入れておくと、何かをヒントによりよい（永遠に最適とはならないと思うが）解決方法が浮かぶことがある。また長い年月をかけて解決するような難題や、夢のようなシステムを思い浮かべるのもよいと思う。

一例を挙げれば半導体や液晶関連のクリーンルームへの外気処理空調機に気化式加湿を組み込んだシステム（ECOWET[®]）がある。これは入社した頃から思っていたことであるが、室内の温度条件（23℃、45%程度）を作り出すために加熱や加湿にはこれよりもかなり高温の熱源を使用するのは効率が悪い。特に加湿においては 100℃以上の蒸気を使用しており、目的空気（空気中の水蒸気）温度と大きな差がある。これに

対し水面からの気化蒸発であれば常温でも可能であり、加湿量の制御は晴れた日と曇りの日の洗濯物の乾き具合の差、つまり空気側の温湿度状態を制御すれば可能ではないかといった考えが、ばらばらではあるが浮かんでいた。これらが偶然結びついたのである。このシステムでは燃料をまったく必要とせず、したがって二酸化炭素発生はゼロであり、国内でスタンダードとなっているばかりでなく、韓国や中国でも採用され始めている。

あまり難しく考えず、行き詰ったら実験や製作に頼る

これは20年ほど前、当社の創業社長の言葉に感化されたものだ。

「技術の向上とは難しい理論の応用ということよりも、タテに置いたものをヨコに置くとか、こちらから眺めていたものをあちらから眺めてみるとかということを実施して見ることです。皆がちょっとした工夫を試してみる事が大切で、今までと少し違ったことをやってみる事です。ベテランの人も若い人もぜひやってみてください。」

考えているだけでは行き詰ることも多く、実験や製作など実施してみると意外に解決してしまったり、より問題点が明らかになり、よりよいものが発想できたりするものである。

特許や差別化技術も大切ですが、世の中に貢献したいと思う気持ちを忘れないようにしたい

企業人として会社の利益に貢献することはもちろんだが、その企業は社会に貢献することが重要な使命のひとつである。特に最近の環境関連問題の解決に当たっていると、思い通りに進展せず、会社からも社会からも両方から責められていると思うような苦しい期間もあるかもしれない。こういったときには、今の苦勞(試練)は自分の成長の肥やしとなり、現在とこれからの社会のため、と思うとかなり気が楽になると思う。

おわりに

手前勝手な解釈や自慢話に聞こえる点もあると思うが、それはそれとして何かしら琴線に触れるところがあったなら参考にさせていただきたい。最後に技術屋さんほどんなに(少々かな?)意固地であってもよいが、事実・自然現象にだけは謙虚で素直であって欲しいと願う。

地球時代における 技術者の役割

株式会社島津製作所

大瀬 潤三

筆者略歴



- 昭和 44 年 慶應義塾大学工学部管理工学科卒業
- 昭和 44 年 (株) 島津製作所入社 科学計測第 3 工場工作課配属
- 平成 4 年 プロセス工場長
- 平成 6 年 環境計測事業部事業企画部長
- 平成 8 年 広報宣伝部長兼情報システム部長
- 平成 10 年 環境管理室長
- 平成 14 年 環境ソリューション事業推進室長を兼任
- 平成 17 年 地球環境管理室長
- 平成 18 年 環境経営推進役

地球環境問題

人類の誕生以来、人は絶えず夢を抱き、考え、工夫して夢を実現してきた。とくに、産業革命以降の科学技術の発展により、豊かで便利、安心・安全、健康な生活を享受することを可能としたが、技術者の果たしてきた役割を見逃すことは出来ない。科学者がこの 100 年で大発明、大発見を数多く世の中に出してきた一方で、技術者はそれらを現実のものとするべく、製品・サービスに形を変え日常のものとしてきた。

日本は第二次大戦後の経済復興を起点として飛躍的な経済発展を遂げ今日の経済大国を築いたが、資源の少ない日本の今日の繁栄は技術を抜きにして考えられない。まさに、技術立国日本は技術者によって裏づけされている訳であり、技術者の真骨頂である。

大発見、大発明という点から自然科学分野でのノーベル賞を結び付けたい。昨年は 4 人の日本人科学者が受賞し、改めて日本の科学技術の高さを世界に知らしめるところとなっている。一方、ノーベル賞の数と経済を並べて見ると、米国は別にして日本よりはるかに受賞数の多いイギリス、ドイツを日本が経済規模で凌駕していることは興味深い。そ

ここに日本の技術者の、大発明、大発見を産業化する卓越した力の存在を感じずる。

しかしながら、ここに来て地球環境問題という大きな課題を人類は突きつけられている。

地球温暖化を始め、化学物質・廃棄物・水・生態系などに関する問題、大気汚染等々我々はいつの間にか多くの環境問題に包囲されている。

解決の第一義は技術にあることは言うまでもなく、たとえば地球温暖化に対して、IPCCの第4次報告は技術を主体とした緩和策を提示しているし、経産省、環境省も低炭素社会実現に向けたシナリオで大半を技術の言及に費やしている。ただ、技術が万能でないことは明らかで、温暖化の問題は技術だけで解決できる訳ではなく、市民のライフスタイル、交通システム、法律・税制の仕組みづくりなど、あらゆる対策を講じなくてはならない。

地球時代の技術者

かつて、今日の地球環境の深刻な状況をどれほどの科学者、技術者が予測していたであろう。予測していたとして、科学技術で何とかできる、と思っていなかったか。経済発展が一方で地球そのものを確実に蝕んでいることは事実であり、さらには大量生産・大量消費・大量廃棄の社会構造は地球資産をも食い潰そうとしている。人間の業の深さは大量生産・大量消費・大量廃棄への反省と言いながら、現実には大量に売れること、買い換えてもらうことを願ってしまう。地球時代にあつて技術者は、自然との共存をまず考え、人類は地球の間借り人の一員であることの認識に立たないと夢が夢となり得ない。

さらには、豊かで便利な生活を享受できてきたのは先進国のみであり、その陰で発展途上国の人々を地球環境悪化の恐怖に追いやっていることを思慮しないことには、グローバル化社会において科学技術は地球人全体の問題解決には至らない。

発想を変えると、地球環境問題は技術者が元来描いていた理念の実現を可能にすると期待できる。人のために役に立ちたい、社会を良くしたい、病気を根絶したい、夢を実現したい等々大半の技術者は本来は理想を胸に社会に出てきた。しかし、いつの間にか企業の歯車のひとつとしてノルマを課せられ業績の達成に追われ理想はどこかに飛んでいった、というのが実感であろう。何故、技術者を目指すのか、その意思、目的を、

思いを込めて語らねばならない。

そうは言うものの、日々、新製品開発、コストダウン設計等々に追われている技術者は夢を追いかけてばかりではいられない。各社の技術が拮抗している状態で他社製品を差別化する新製品創出はなかなか困難という現実の中で、開発に没頭しなくてはならない。

環境をキーにして頭を切り替えてみる。ハイブリッドカーにしても省エネ家電製品にしても環境を前面に出して国際競争に打ち勝っており、地球環境時代にあってこれは示唆的である。エネルギー、資源、有害物質などの環境要素を突き詰めたところにも新製品の可能性があることを認識しておく必要がある。

中・長期展望

現下、最大の課題である地球温暖化にメドがついたとして、安堵はできない。化石燃料、一部の金属資源、食料など地球資産が20年後には底をつき始める。現在の経済、日常生活は地球資産に支えられているという認識が必要であり、地球資産欠乏の時代に即した社会そのものの変革に迫られることを覚悟しておく必要がある。

天然資源枯渇はまだまだ先との楽観論があるが、BRIC'sを始めとする新興工業国のエネルギー、金属資源の消費は想像を超え、資源枯渇に拍車を掛けている。エネルギー、金属資源は有限であるとの論に立って、再生エネルギーへの転換、新エネルギー探索、資源循環をはかり、地球資産の温存と温暖化など環境問題解決の同時実現につなげなければならない。

資源の乏しい日本の将来を見たとき、エネルギー、資源、食料の入手がますます困難になることは想像に難くない。加えて、2030年には2000年に比べ、労働力人口が1000万人減少すると予測されており、技術者の在り様も状況変化に呼応したものとなる。

これまで、世界の経済は地球資産を前提にして発展してきた。それがこの100年であり、その結果今や地球が悲鳴を上げている。これからの100年は過去100年と違ったパラダイムで世の中が動かざるを得ないし、これは技術開発にも当てはまる。たとえば、エネルギー・資源は今までは何不自由なく手に入ってきたが、これからは必要とする人間が創り出すということになる。

すでに新たなパラダイムは始まっており、事務機の100%に近いリ

ユース、家庭用燃料電池、太陽光発電等々にそれを見る。これらは、今までの地下資源依存からまさに地上資源活用型への転換という新たなパラダイムに踏み出したことに他ならない。

知的集約技術

これからは、地球資産保全につながる地上資源依存の社会システムを構築しなければならず、技術者の役割も自ずと地球資産と人類をどう守るかを前提としたものになる。さらに、経済を安定的に発展させるためにも技術者に求められる役割は従来にも増して大きい。

バブル経済、マネーゲームが日本を不安定な国にした。やはり、日本の経済を安定させるための基本は技術にある。資源条件が極めて不利になる日本の将来を見据えて技術者はどうあるべきか。

知的集約型の産業が生き残る。従って、知的集約型産業と技術者の育成が喫緊の課題であり、これこそ、難しい理論を製品に変えていく日本の卓越した技術力の地球時代における発露となる。

大量生産、大量消費、大量廃棄の時代はもはや望むべくもなく、むしろ、国際競争力は量から質に変わりつつある。そして、製品の機能に見合った価値により市場価格が決められ、良いものは高い、長持ちするものは高くして当然の世の中になる。

加えて、将来労働力人口の大幅な減少が予測される中で、これからの知的集約型産業を支える技術者は、創造的高付加価値技術、日本の持つ卓越したものづくりスキル、ソフト・IT、を縦横無尽に駆使できる多能技術者、あるいは技術者間の一層の連携を目指さなくてはならない。そこに、新たな知的技術者の姿をみる。そして、技術者は崇高な理念をもち続けることが今まで以上に必要となる。

過去を振り返り、現実を直視し、将来を見据えたとき、技術者になろうと決めた素朴な動機、将来に描いた崇高な理念を追求、実現できる時代に入ったと考えるところであり、技術者は熱い思いを持って挑戦すれば、道は自ずと拓ける。

世界を席巻する日本油圧ショベル、 その完成への挑戦

岡部 信也

筆者略歴



1963年 3月 東北大学工学部機械工学科 卒業
1963年 4月 株式会社 日立製作所 入社
1970年 10月 日立建機株式会社 分社により移籍
1983年 8月 同社 土浦工場 中型ショベル設計部長
1988年 8月 同社 土浦工場 副工場長
1993年 6月 同社 取締役 ミニショベル事業部長
1997年 6月 同社 取締役 マーケティング本部長
1998年 4月 科学技術庁長官賞科学技術功労者賞受賞
2001年 6月 日立建機ファインテック株式会社
代表取締役社長
2006年 4月 退任 現在に至る

世界を席巻する日本油圧ショベル

油圧ショベルは世界各地で稼働している建設機械の主力機であるが、現在その8割以上が日本オリジンの製品であることはご存知だろうか。

油圧ショベルは第2次世界大戦後の1947年頃に欧州で誕生し、その後多くの欧米のメーカーが生産を開始した。日本では1961年に技術導入により生産が始まり、次いで純国産メーカー2社も加わり総勢10社が参入して生産規模を拡大、1970年代には油圧ショベルは建設機械の主力の座を占めるようになった。1980年代には生産の中心が欧米から日本に移り、日本経済の急成長を背景に全建設機械の生産高は1990年には2兆円(1965年比20倍)を突破した。バブル経済崩壊により一時大きく落ち込むが、最近の世界同時好況、BRICsの台頭、資源価格の高騰などにより海外の需要が急速に増加し、2007年には2兆円台(油圧ショベル(ミニショベルを含む)の構成比率は63%)を回復している。この間、多くの海外メーカーの撤退、日本からのOEM(相手先ブランド製造)供給拡大、現地産拡大などにより日本主導の形が確立した。

私は大学卒業後の1963年から2000年まで、建機メーカーで油圧ショベルの開発を中心に建設機械に携わってきた。この期間が油圧ショベル

の成長期～成熟期と重なった幸運を感謝している。以下私の経験を基に、どのようにして圧倒的に強い今日の油圧ショベルが生まれたかを技術面を中心に検証してみたい。

なぜ日本油圧ショベルが世界を主導できたか

日本の油圧ショベル生産開始は欧米に10年以上遅れた。しかしその後の成長は目覚しく、十数年でキャッチアップし、以後世界での寡占度を高めている。その理由は次のような要因があったのではないかと考える。

モデルチェンジピッチの差——日本では1970年代以降フルモデルチェンジが3～4年のピッチで行われ続けた。その度にエンジン出力、油圧出力、掘削力といった基本性能が大きく向上していったが、欧米のピッチは2倍程度長く徐々に性能差が拡大した。また過酷な条件で使用される建設機械のエンジンや油圧機器は、日本では母機メーカーと機器メーカーの共同開発が多かったが、欧米では機器の専門メーカーに頼りきりというところが多く、建機に最適な機器の開発が遅れ信頼性、耐久性でも差がついた。

国内の顧客レベルの高さ——日本の顧客は、こう有って欲しいという理想の建設機械の夢を語ってくれるが、海外では現実的な不備には強く不満を言うが、それ以外の意見は稀だったように思う。顧客の夢は開発者に時に大きな刺激とヒントを与えてくれものではないだろうか。

油圧ショベルを育てた日本の国情——日本では1970年代後半から建設工事がそれまでの国土開発型から都市土木に比重が移って、工事の小規模化、多様化が起り、多機能性に優れた油圧ショベルの需要が急拡大した。同時に2度にわたる石油ショックで機械の低燃費化、人手不足による工事の省人化、機械化のニーズが高まった。また国内では、多数のメーカーが参入し企業間競争も熾烈を極めた。輸出ドライブの高まりから、海外ニーズを積極的に取り入れた世界統一仕様の完成も指向した。そんな背景から1980年台には多くの新技術が開発され、同時にコスト競争力も高まり次第に日本の油圧ショベルは世界を圧倒するようになった。

開発に当たって特に留意したこと

油圧ショベルは車と同じように組立て機械で、技術的にはかなり成熟していて、製品は最終ユーザーに直結しているという特徴がある。したがって、発明という観点で見た時全くの無から有を生むような基本発明のチャンスは少なく、従来技術の延長上での顧客ニーズに沿った改善改革が主体となる。

第一にマーケット志向であること。油圧ショベルでは顧客は不特定多数で使われ方も多岐にわたるため、まずユーザーニーズの正確な把握が基本となる。市場調査は自分の足で、具体的な調査目的をはっきり決めて行うことが重要。情報は量より質を重視。

集めた情報は単に分析し鵜呑みにするのではなく、自分自身の創意工夫を加え新しいコンセプト創出を試みる。同時に適用新製品の販売戦略まで考えておく余裕が欲しい。その際、背景となる社会動向、他の産業界（例えば自動車など）の動向などを参考にすることも重要。

次いでコンセプトの具現化作業となるが、何と言っても重要なことは創意工夫と、四、六時中考え続ける熱意であろう。また異業種から学べることも多い。

適用に当たっては「変更には必ずリスクが伴う」ということを忘れず、従来技術の潜在的な長所も充分評価し、新旧技術のトレードオフを決定する。不特定多数顧客向けの製品では思わぬ見落としで失敗することがよくある。

アイデアの特許化では具体的な具現手段を固めるとともに、代替案、周辺技術も充分考察し強力な権利とする。付表に、私が過去に発明し現在でも油圧ショベルの主要技術として生きている主な発明と案出時点の背景となった社会状況、ニーズを示した。これらが発明ドライブとしていかに大きく働いたかを今更ながらに感じている。

[水平押し機構]を採用する大型油圧ショベルは、設備機械として鉱山等で使用され信頼性ととともに生産コストが最も重視されるが、本機構は掘削力倍増と省エネルギーでコスト低減に大きく寄与した。[OHS 油圧システム]は、6個のアクチュエータの駆動を2個の油圧源で行い、なおかつ複合操作がほぼ完全に行えるようにした基本システムで、油圧ショベル本来の多機能性を大幅に向上させた。[E-P 制御]は、油圧ショベルに初めて本格的にコンピュータ制御を取り入れ省エネルギー、対環境性能を大きく改善した。

なお本項に書かれた内容については、日本工業出版 [油圧ショベル大全] 岡部信也著に詳しく書いてあるので興味ある方は参照下さい。

油圧ショベルの主要技術となっている主な発明と当時の背景

発明の名称	特許番号	出願日(年齢)	発明の主な内容	社会背景と主なニーズ
掘削機	特 904484	昭 47 年 (1972) 8 月 28 日 (31 歳)	[大型油圧ショベル用ローディングフロントの自動水平押し機構] レベルシリンダ機構(掘削時①ブームシリンダより廃棄される油圧エネルギーを押し出し力に回収し掘削効率を大幅に高め、②押し力を増加し、③同時に自動水平押しにより運転を容易とする)と平行リンク機構を備えたフロント機構。	1. 大作業量 2. 生産コスト削減
建設機械の油圧回路	特 1591219	昭 56 年 (1981) 3 月 3 日 (40 歳)	[OHS 油圧システム] 2 個の油圧ポンプと各々に対応するバルブを有する 2 系統の回路で構成される油圧ショベルの基本油圧システムで、それぞれの回路にはパラレル回路、タンデム回路および絞りを有するバイパス回路(負荷補償回路)が有り、さらに 2 ポンプ間を合流させて使用できる合流回路を備える。各回路の最適組合せにより、旋回、走行 2 個、フロント 3 個の計 6 個のアクチュエータを有する油圧ショベルの複合操作性能を飛躍的に向上させる	1. 工事の省人化 2. 工事の機械化 3. 工事単価の削減 4. 熟練オペレータの不足 5. 人手不足
建設機械	特 1805791	昭 60 年 (1985) 9 月 7 日 (44 歳)	[E-P 制御システム] エンジンと油圧ポンプを同時に制御する組合せモード(省エネモード、作業量モード、低騒音モード、微操作モードなど)をあらかじめ設定しておき、作業内容に応じてオペレータが選択できるようにしたもの。	1. 省エネルギー 2. 環境への対応

技術の積分力を信じて～ 「工業プロセス用調節弁」の技術開発と 「QUEEN」

株式会社山武
奥津 良之



筆者略歴

昭和 54 年 早稲田大学理工学部 機械工学科 卒業
昭和 56 年 同上 大学院理工学研究科
博士前期課程 修了
昭和 59 年 同上 大学院理工学研究科
博士後期課程 単位取得退学
昭和 59 年 同上 理工学部 助手奉職
(～昭和 60 年退職)
昭和 60 年 山武ハネウエル株式会社 (現 山武) 入社
現在に至る。
調節弁に関する研究・開発・国際規格担当
最近では技術者教育も担当する。

はじめに

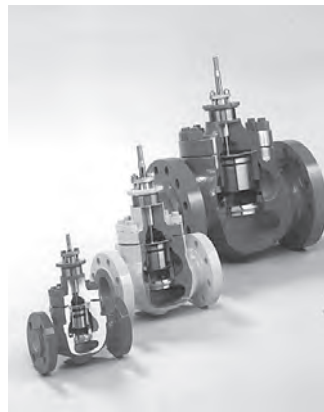
1977 年に大学で「工業プロセス用調節弁 / Industrial-process control valves」(以下 CV と略す) の技術開発に関わって以来、筆者は 30 年以上に亘り健康に CV 技術者として過ごせた事を幸せに思っています。技術者は科学者と違って「もの」という人工物を自らが設計し、それを社会へ供給する仕事のため、自らの本業である専門的技術力を引き上げる鍛錬も必要ですが、経済や社会制度のみならず文化や芸術についても幅広く理解し教養を磨くことが必要となります。技術者であるためには、まず社会の多様性を、多様な価値観を認める必要があると考えます。例えば音楽芸術にしてもクラシック、ロック、オペラ、ポップスやフォークあるいは歌舞伎等と多様に広がっています。これらの世界をバランス良く楽しむ技術者であって欲しいと考えます。本稿ではいささか唐突ですが、筆者のこれまでの技術者活動を、同時代に活躍したロック・グループ「QUEEN」の活動と照らし合わせながら整理して、後進の技術者にとって「参考となる可能性がある点」を抽出してみたいと思います。

「QUEEN」と「CV30年間」のディスコグラフィ

ご存知のように「QUEEN」は1970年頃英国で結成されましたが、1975年の来日ツアーでブレイクし、その優れた音楽性と技術力の高さ、新しい芸術性への挑戦姿勢などが世界で認められ、スタジアム・ロックの頂点を極めた伝説のロック・グループへと成長して行きました。初期の代表アルバムでは「オペラ座の夜」（75年）「世界に捧ぐ」（77年）「ザ・ゲーム」（80年）等が挙げられますが、地球規模での圧倒的な地位を確立したのは1985年7月13日ロンドン・ウェンブリー・スタジアム「ライブ・エイド」コンサートでのパフォーマンスであったと云われています。残念ながら天才ボーカリストのフレディ・マーキュリーのエイズによる死去（91年）で当時の元祖「QUEEN」は継続不可能となりますが、彼の死期を見つめてからの後期アルバム「ザ・ミラクル」（89年）、「イニエンドウ」（91年）は病魔に立ち向かう強い人間の精神力を感じさせる作品で、ロック界での最高傑作アルバムと評価が高いものとなっています。さらにフレディ死後に、既に完成していた彼のボーカル・パート曲を元に他のメンバ（ブライアン・メイ、ロジャー・テイラー、ジョン・ディーコン）が仕上げたアルバム「メイド・イン・ヘブン」（95年）も美しいメロディによって極限の人間の崇高さを歌い上げており完成度の高いアルバムと評価されています。彼らの傑出した業績はとても一口では語れません。シングル・アルバム合わせて1億3000万枚組以上という途方もない数を売り上げていること（03年8月データ）、1回でのスタジアム観客動員数20万人以上（76年於ハイド・パーク）、1回のツアー動員数100万人以上（86年マジック・ツアー）と桁外れの集客力に加え、共産圏へのツアー（79年東ドイツ、ユーゴ、86年ハンガリー）、アパルトヘイト下の南アフリカ・ツアー（84年）など挑戦的なライブ活動を継続したこと、ミュージックビデオ・FLIXなど音楽・映像作品の手本バンドであったことなど傑出した業績が幾つも挙げられます。数値データの業績では、かなり前にビートルズを抜き去っています。しかし筆者が特筆したいのは①ロックとオペラ、ミュージカル、交響曲など幅広い音楽の融合に挑戦し成功したこと（Synergyの真の成功者）、②各人Solo活動も平行して進め「QUEEN」以外にも素晴らしいSolo作品を多数創造していること、③グループの結束が堅固で、とくにフレディの死期が迫ってからの4人全員の感動的なまでのアルバム制作経過は、尊くすばらしかった、という点です。彼ら四人とも理工系出身学士で

もあり、技術者集団による典型的な作品創作活動が行われてきたと言えますでしょう。前述三つの特筆事項はこれからの若い技術者にとっても非常に参考になるような気がいたします。

一方、ここ30年の筆者周辺のCV開発活動を振り返って見ます。各種産業プラントには大量かつ多種多様のCVが設置されています。これらは配管内を流れる高いエネルギーレベルの一次側流体を、本体内部でエネルギー消散させ低エネルギーレベルの二次側流体に変換する役目を果たしています。この意味からCVは「計装機器」でありながらエネルギープロセッサすなわち「流体機械」との二面性をもつ機器といえます。CVの内部流れは高いエネルギーをもつ複雑な三次元流れのため、その設計性能を実現するためには熟練した高度な工学的配慮が不可欠となります。この時期、社会の経済成長と共にCVに要請される機能も刻々と変化し、高度な要求機能を満たすべく実施された国内のCV技術開発・製品開発は欧米各国に比較しても極めて挑戦的であつ、精力的であつたと考えています。当時、国際電気標準会議(IEC; International Electrotechnical Commission)のTC65/SC65B/WG9による標準化活動が活発化し、精密なCV流量特性やキャビテーション騒音あるいは空力騒音などについての技術の体系化(国際規格化)が進められました。筆者も1977年以来これら高速流体力学の技術課題に取り組んできました。筆者の所属する山武CV開発活動としてはその後の安定成長期の1985年に「大容量・高機能」の総合シリーズ「CV3000」を市場に投入しました。円高を容認する「プラザ合意」がなされた当時は、マイクロエレクトロニクス/先端技術革新が加速中で、高度技術を駆使した製品開発が盛んに行われた時代でした。この次世代CV「CV3000シリーズ」(写真)はその後のCV業界の技術水準を引き上げる牽引力ともなりました。(因みに同年「QUEEN」は「ライブ・エイド」コンサートで圧倒的地位を確立しています。)しかし1990年の日本バブル崩壊を経て、1995年頃には低成長社会に随伴して「小型・単機能」の低コスト訴求製品が大いに受け入れられる時代となりました。当時「CV3000AlphaPlus」(単座コンタードプラグ形)が圧力定格



「CV3000シリーズ」本体部流路の力学的相似設計の様子

ANSI300 以下、最大口径 100mm の範囲で当社から市場投入されました。これは保守 / 省エネルギー / 信頼性の視点で「CV3000 シリーズ」として進化した形態であり、1995 年ごろの低成長社会・産業構造に対応する形態でした。【因みに、フレディの死後 4 年経過した 1995 年に「QUEEN」は最終アルバム「メイド・イン・ヘブン」をリリースしています。】2009 年を迎え 100 年に一度の経済危機といわれる現在は、多発する社会の事故や不安を反映してか「安心・安全」を訴求する手堅い思想で作りこまれた新製品が望まれている様子です。技術者はこのような社会要請を正確に捉えて、製品開発を進めるのが望ましいと考えます。【因みに新生「QUEEN」はボーカルにポール・ロジャースを迎え新たな挑戦的ツアー活動をすでに開始しています】

技術力は積分力である

筆者は「技術力」は時間に関する「積分力」だと学生時代に恩師に教えて戴きました。以来 30 数年、この言葉に従い懸命に流体機械 CV の技術開発に関わってきたと考えています。技術力はいろいろな知識の集合体であり、一朝一夕で身につくものではない。書籍から多くを学び機会を捉えて現場経験を積み、自分の内部に技術の大系を構築せねばいけません。一瞬の閃きさえも技術力の基盤が無ければ発生し得ない。換言すれば、私たち凡人は天才とは全く違うので、短い期間での閃光のような偉大な業績は生み得ない。しかし、コツコツと努力を続け、日々の研鑽を継続していくことで一流の技術者になりうる、あるいは一つ一つは小さな業績であってもそれらの「時間積分値」で社会への貢献が正当に評価されるものと考えています。一方、「QUEEN」のボーカルであったフレディ・マーキュリーの短い人生を、業績を、作品群を知れば知るほど天才の意義と意味が理解できるような気がします。享年 45 歳のフレディはロック界にとどまらず「QUEEN という音楽ジャンル」を創造して、駆け足でこの世を去っていきました。その瞬間・瞬間での彼の業績関数 $f(t)$ の絶対値は無限大に近いもので、短い人生（時間）であったがその時間積分値 $F(t) = \int f(t)dt$ は計り知れない程大きい。彼によって牽引された「QUEEN」の業績は現在も増殖しつつあります。天才の残した業績の偉大さに感服する次第です。他方、私たちは天才ではありません。できるだけ業績関数 $f(t)$ を増加させるべく努力はするが月並みな値であろうから、積分時間範囲で勝負すれば良いのです。若い技術者に於

かれては健康でできるだけ長生きして積分時間を稼ぎ、社会への貢献を長く継続し時間積分値 $F(t)$ を大きなものにして欲しいと希望します。

ソロ活動の勧め

筆者の所属する山武では（１）事業創造による「商いの創造」、（２）「はたらきの創造」、（３）「気持ちの創造」を全社スローガンに掲げ、事業を具体化すべく、とくに創造的な技術者人材の育成に重点を置いています。基本となる考えは「教育システムのPDCA」であり、産業界の現実を勘案した上での「教育の継続性」であり、また技術者にとっての学習できる時間的精神的な「余裕」である。加えて技術者の視野を広く保つために、学協会・工業会・国際規格団体・大学群などとの接触を奨励している。筆者の現在の事例として日本機械学会・計測自動制御学会・ASME・日本ガスタービン学会・JEMIMA・日本バルブ工業会・日本規格協会・IEC・JABEE（日本技術者認定機構）・JSEE（日本工学教育協会）などで委員長・幹事・委員・会員として各種の任務活動を果たしており、また母校での客員研究員活動を継続している。社外の横の連携や情報交換、業界への貢献、工学教育界への貢献などCSRの観点からも、また個人の能力を引き上げるためにも必要な活動であり、結果的に企業技術者層の厚みが増すと考えます。

「QUEEN」メンバのソロ活動の業績はいずれも素晴らしいが、とくにフレディ・マーキュリーが1988年にスペインのオペラ歌手モンセラ・カバリエと制作したアルバム「バルセロナ」はロックとオペラの連携（Synergy）が大成功した事例であり、素晴らしい感動の作品に仕上がった。筆者はこのアルバムを聴くとき、その歌声と詩の美しさに感動し20年以上経った今も涙する。ソロ活動とはいつもの集団から離れ、自らを冷静に見つめ新たな可能性を発見する機会でもあり、技術者にとっては前述した社外活動に似ている。これからの技術者には機会を捉えて積極的に社外の知識集団との関係をキープし、刺激によって自分自身を磨き上げ、一層の社内活動の成果に反映して欲しいと強く希望します。

技術とセンスと感動と

これまでの経験から筆者はCV技術開発に際して重要なKEYワードは、「技術」そして「センス」と考えています。基盤が固まった技術を持っていること、そして高度に磨かれたセンスを兼ね備えたものが、人に感

動を与える「もの」を供給できると信じています。技術だけでも不十分であり、センスだけでも「もの」は実現しない。また、顧客に感動を与えなければ駄目で、今後の顧客とのパートナーシップは「もの」が素晴らしいと感動を与えた結果で無ければ成立しないと考えています。それはちょうど伝説のロックバンド「QUEEN」の全てに合致したキャッチフレーズであると言えます。フレディのパフォーマンス、詩、演奏、それぞれの作品が技術的にもセンスも素晴らしく、その結果多くの視聴者に感動を与え、未だに CD, DVD、書籍等が大量に販売され、新たなファン層も形成されている結果となっています。

筆者が 1990 年に経験した一事例を、僭越ながら以下に紹介します。

九州にある LNG 基地でしたが発電所に送出するセコンダリーポンプ・ラインがポンプ起動とほぼ同時に、配管系に大振動が始まるトラブル事例に遭遇しました。さながら蒸気機関車が目の前に迫ってくるような大音響が発生し、建物が壊れてしまうのではないかという位の危険を感じる大振動でした。同様に建設された 5 系列とも同じ条件でほぼ同じ振動現象が確認されました。このとき原因として弊社の CV が疑われ、対策を強く要請されました。試運転期間に振動原因を解明し、対策を打たなければ商用運転に入れれないのです。しかし、筆者が現場に行って詳細に調査してみると、どうやら CV が原因なのではなくアングル弁の下流直後で曲げられたエルボと他方のエルボで閉じられた水平配管区間内で気液が分離した二相流の交番的脈動が発生している様子がわかってきました。むしろ CV では振動レベルが低いのでした。配管のレイアウトを変更することが良策なのですが、溶接済みの配管系を工事し直すことは膨大な予算が必要というので、共同研究として特殊な CV 内弁を大急ぎで開発することになりました。研究費を戴いて弊社工場で実寸法可視化ラインを建設して二相流擬似実験と計算の両面から 適合する特殊な内弁構造を研究開発しました。完成した内弁をもって半年後のある朝早くに現地で確認性能試験をしたときの光景は忘れられません。良く晴れた風の無い日でした。電力会社担当役員を含む数十名の立会人が厳しい顔で見守る中、セコンダリーポンプのスイッチが投入されましたが、サーという静かな音しか感じられなかったのです。本当に流れが発生しているのか担当者は 2 度確認しましたが、運転は正常でした。振動は解消されていました。少し経って、誰からともなく拍手が沸き起り、私たちに向かって賞賛の声が掛けられました。「おめでとう」「素晴らしい」「ありがとう」と。午後の会議では顧客も私たちも全員が幸福感に包まれて

いました。それほどまでに振動課題が深刻だったのです。このときの教訓として感じたことは、課題に向かって技術に正直に進めば、必ず解決案が見つかるという事です。そして、その結果が関係者全員に感動をもたらすのです。諦めてはいけません。堅固な技術とスマートなセンスで確立した「もの」は感動を生みます。それがユーザーとメーカーの関係を越えた技術者同士のパートナーシップを育むものと確信します。産業とは技術者同士の信頼に基づくパートナーシップがあってはじめて発展するものと考えています。

おわりに

5年を越える平成の「いざなぎ景気(09年2月正式名称未定)」が突然の終焉を迎え、一部の識者が警告していたような信用の収縮した寒い時代に入った。いつも強者よりも弱者に対して、風は容赦なく激しく吹き荒れる。「親切で善良な」人たちはさながら巨大に成長した樺の枝々に茂った葉のようであり、冬の季節になると幹の元に枯れ落ち、次の時代のための腐葉土のような扱いを受けているように見える。早く春となり、碧碧と葉が茂る樺に循環して欲しいと願う。社会を支える樺の幹は技術によって成り立つ「確固たる産業の樹」であるべきであり、断じて、架空のマネーゲームで作られた「虚構の樹」であってはならない。また、読者諸兄はけっして「虚構の上に生きる人々」であってはならない。技術は誰にでも一流になれる可能性のある職業分野であり、コツコツと積み上げる時間積分で「技術力」は決まる。この言葉を信じて日々の仕事に向かっていきましょう。最後になりましたが、フレディ・マーキュリーとモンセラ・カバリエがデュエットしている曲で「HOW CAN I GO ON」(87年)があります。孤独にうちひしがれた者が神にすがり愛の将来を悩む美しい曲です。フレディのボーカルテクニックとカバリエの暖かいソプラノがマッチした素晴らしい曲に仕上がっています。困難な壁に突き当たった時などは是非聴いてみてください。EMIからライブ映像のDVDも入手できます。かつてアインシュタインは質量とエネルギーの等価性を論じて $E = mc^2$ と表現しました。私は元気のエネルギーをEと置き $E = CD$ の2乗あるいは $E = DVD$ の2乗と表現したいと思います。音楽芸術の素晴らしさに2乗のパワーで圧倒され、たちどころに悩みが消え去ることと思います。皆さんが多くの経験を経て、感受性の高い、心ある技術者に成長されることを祈念します。

日本発ISO規格

SMC株式会社

小根山 尚武

筆者略歴



1968年早稲田大学大学院修了。SMC（株）において空気圧機器およびシステムの開発と研究に従事。日本機械学会・日本フルードパワーシステム学会などの会員。日本フルードパワー工業会標準化委員会主査、ISO/TC131/SC5（空気圧制御機器）プロジェクトリーダー。著書に「空気圧システムの省エネルギー」（省エネルギーセンター）、「わかりやすい空気圧機器—取扱いとトラブル対策」（JIPMソリューション）などがある。

日本バッシング

2000年10月に、米国の機械設計関係の技術雑誌に、「空気圧バルブの疑点を質す」と題する記事が掲載された。

“米国・欧州の空気圧機器メーカーは、ISO規格（国際標準）あるいは米国規格に基づいて試験した特性値（筆者注：例えば電動機のkW）を用いて、空気圧バルブの流れやすさを表示している。しかし、日本のメーカーは、全く異なるJIS（日本工業規格）に基づく試験により特性値（筆者注：例えば馬力）を求め、それに係数を掛けて欧米流の特性値に変換しているが、これはISOや米国規格による値より25～50%も誇大表示となっている。ユーザーが、ガソリンスタンドで10ガロン表示のポンプから充填したものの、7ガロンしか注入されなかった、ということがないように、定められた国際規格に基づく試験による特性値を表示しなければならない。”

これは、米国と欧州の空気圧機器メーカー3社の連名によるものであった。時あたかも、欧米でシェアを急速に伸ばしつつあった日本製品のダンピング提訴が取り沙汰されていることと軌を一にしていた。果たして、米国のユーザーから、比較試験データの提出を求めるなどの問い

合わせが、日本メーカーに寄せられ始めた。

この記事は、日本に対する無理解、ISO 規格ではない欧米の旧来の特性値表示との比較をした詭弁、および技術知見の不足に満ちたものであった。そこで、反駁記事を投稿して1年後に掲載され、表立ったバッシングもユーザーからの疑念情報も鎮静化した。

注—空気圧機器とは： 空気圧縮機により大気圧の5～10倍の圧力に圧縮した空気を配管で導き、アクチュエータにより物を持ち上げたり移動したり押し付けたり、あるいは直接にゴミや塗料を吹いたりの仕事をする、空気圧システムを構成する機器群を空気圧機器という。そのうち、空気の流れを開閉したり方向を換えたりする機器を空気圧バルブ(方向制御弁)という。圧縮空気をエネルギー媒体とする空気圧システムは、自動車・電気・機械などの第2次産業をはじめとし、選果機や牛乳充填包装機などの第1次産業、洗車機や遊園地のロボットなどの第3次産業など、広く自動化設備に利用されている。

先行していた日本

バッシング記事の筆者らは、日本ではISO規格に整合するJISが、記事が掲載される4ヶ月前に制定されていたこと、ましてやISO規格の欠点をすでに把握していたことを知る由もなかった。空気圧機器の流量特性について、日本は、1960年代に独自のJISを制定し、30年以上も運用してきた。そして、1997年からは、ISO規格との整合を検討する産学連携の研究委員会が、油空圧企業が加盟するフルードパワー工業会に設置され、実証的な活動を進めていた。

JISは、機器を圧縮空気が音速で流れるときの流量に基づく「有効断面積」をその機器固有の特性値としたが、4半世紀後に制定されたISO規格の「音速コンダクタンス」は同じ概念のものであった。ISO規格は、亜音速流れとの境を示す「臨界圧力比」を併用し、より低速の流量も把握できるようにしたところに進歩性が認められた。しかし、筆者らは、亜音速流れの特性が、機器によってはISO規格と大きく外れること、そして新たなパラメータ「亜音速指数」を特性表示式に導入すると、すべての機器の特性を精度よく把握できることを、検証試験により発見していた。

また、ISO規格は機器に連続して圧縮空気を流すが、JISはあらかじめタンクに充填した圧縮空気を機器を通して大気へ放出する試験方法で

あった。したがって、JISは空気圧縮機の容量の制限による大形の機器を試験できないこともなく、消費する空気量も十分の一以下であった。さらに、日本の大学では、タンク内を等温化して精度を向上させる試験、あるいはあらかじめ真空にしたタンクに大気から空気を充填する試験の方法も研究が進められていた。

リベンジ作戦

ところで、ISO規格は欧州の主導で制定されたにもかかわらず、当の欧米メーカーの多くは依然として旧来の特性表示(C_v や K_v など)を行っていた。バッシング記事のようなトラブルを根絶し、企業間の健全な国際競争をはかり、顧客満足度を高めるためには、すべての空気圧機器に高精度に適用できる、流量特性の表示方法と経済的な試験方法を国際規格にすべきである。そこで、筆者らは、日本に蓄積された成果に基づいて、ISO規格を全面的に改正する、真のグローバル化をリベンジに企図した。

まず、産学連携の研究委員会を「規格化委員会」に改組した。そこで、方向制御弁のみならず速度制御弁、消音器、ブローノズル、樹脂チューブなどの各種の機器について膨大な試験を実施し、新提案の特性表示式の有効性の検証を開始した。また、お家芸であり、時の要請でもある省エネルギーの等温化放出試験と真空充填試験を代替試験方法とする開発に着手した。

海外工作

ISO規格は、加盟国の委員による審議と各国1票の投票可決により、PWI(予備段階)→NWIP(提案段階)→WD(作業段階)→CD(委員会段階)→DIS(照会段階)→FDIS(承認段階)→ISO規格発行、のステップを踏んで制定される。ISOは、欧州勢が票数の過半数を占めるので、アジア勢と米国を合わせても、欧州勢を味方に付けられないことには勝ち目がない。正論で立ち向かうだけでは玉砕の憂き目が必定である。

論文発表——流量特性のISO規格は、英国のB大学の研究に基づいて、欧州規格を経て制定された欧州主導の産物である。そこで、提案内容自体に欧州勢が反対しにくい仕掛けを設けた上で、欧州勢が拒絶反応を示さないように、段階を踏んだ情報発信の後にISOへ正式に提案する二重の戦略をとることにした。

まず、日本提案の位置付けを明示する目的で、2003年から2004年にかけて、イタリアと英国で開催された国際シンポジウムにおいて、複数の論文発表を行った。このうち、英国はISO規格の歴史的なルーツであるB大学での開催を選んだ。先賢に敬意を表すとともに、その更なる進化を図るものであるとの発表をし、来るべきISOの審議に向け、正統な後継を匂わすねらいであった。

工業会訪問—— 並行して、各国の油空圧関係の工業会や関係する大学などを訪問し、提案の説明と討議を行い、理解と協力を求めた。欧州は、イタリア、英国およびフランスを訪れた。ISOの審議において、とかく自己主張が旺盛なゆえに抵抗勢力を演じがちなフランスでは、激論を戦わしたが、協調勢力へ転化させることに成功し、後のISO審議における対ドイツの日仏共同戦線構築の礎となった。ISOに加盟しているアジア勢は日中韓の3国のみであるが、日本以外は活動歴がないので、アジア連合の構築は重要課題である。北京のフォーラムで基調講演の機会を得て、その後中国各地の大学を行脚した。

ISO ミルウォーキー会議——2003年秋に、米国のミルウォーキーで開催される油空圧に関するISO技術委員会の国際会議は、すでに会議次第が配布された後であったが、米国の議長にプレゼンテーションの申し入れを行った。思いのほか快諾を得て、日本提案の趣意書と発表済みの3論文が添付された追加議題通知が、ISO事務局から各国に配信されたのは、会議の直前であった。当日は、パワーポイントを用いて、20分間のプレゼンテーションを行った。従来の特性表示方法の中で、現在のISO規格は最善のものであるが、日本の成果を加えると最高のものに進化させることができる、という骨子である。

予期しない拍手が出席者から起き、議長は、特命委員会を新設すること、各国からの所見を募り日本は回答書を提出することと宣した。ようやくISOの舞台に手が届いた。

ISO 審議

新議題提案—— 帰国後直ちに規格原案の作成に着手し、通則、代替試験方法—等温化放出試験、同一真空充填試験、同一簡易放出試験の4部構成とした。2004年春のフランクフルト会議で原案の概要を説明し、

正式な新議題提案への段取りが決定された。

2004年秋のパリ会議において初審議が行われた。ISO会議は、投票に付属して提出された各国のコメントを逐一審議して諾否を決定し、それに基づいて原案提案者(プロジェクトリーダー)が修正した規格案が再び各国に配付され、次ステップの投票にかける繰り返しにより、前記のステップを進捗させる。

日独確執——翌2005年春のロンドン会議から、理論論争を基軸とする苛烈な日独対決が始まった。日仏共同戦線プラス米国支持に、ドイツが抵抗する構図であった。会議を主導するのは、この4カ国である。しかし、投票の段になると、数カ国の盲目的衛星国を擁し隠然たる力を持つドイツである。ドイツは、理論面の初歩的な誤謬に基づくのであるが、本質論に迫ることをしないで、ただただ自説を守らんがための皮相の詭弁を弄することに終始した。後に知ったのだが、その頑なさ、実はドイツの有力企業が社内規格に制定していたことに起因していた。

日本は、会議の都度、理論解析や実測データをこまめに提出して、他国の共感を誘いつつ対抗した。言葉の技術ではかなわないが、欧州の委員は技術の現場に弱いことを見抜いたので、データなどの物証が効を奏した。2005年秋の京都會議では、地の利を生かして実演装置を会場に運び込んだ。また、各国内の審議メンバーに日本企業の現地支社員を登録させて、日本案への賛同を誘ったり、各国に親展メールを送ったりの投票工作も効を奏した。2006年秋にドイツ案はCD投票で否決された。

作戦完遂へ——ところが、ドイツは否決にめげず、2007年に入っても、隙を見ては自説の復活を画策し、審議は長引いた。そんな中、フランスが日独確執の核心である機器の下流の圧力測定について、妥協的な案を提出してきた。日本は、流体力学における伝統的な理論モデルの修正を余儀なくされることに抵抗を感じたが、頑なだったドイツが歩み寄りの姿勢を示し、他国も收拾への光明を見出した感触であった。

そこで、筆者らは、当初のリベンジ作戦を完遂する目的に立ち返ると、規格化ステップの終盤であるDIS段階に進捗したいま、肉を切らせて骨を断つこともやむなしと覚悟するに至った。2008年秋のロンドン会議において、多分に自己主張的な仮説の域を出ないフランス案を評価の土俵へ上げるべく、理論的および試験による検証の実施を指摘した。議論の手打ちは簡単だが、次世代のためには、きちんとした根拠を残す必要

がある。

2009年1月の現在、検証試験の最中であるが、次の会議において、大団円へ加速されることになろう。リベンジ作戦の完遂が見えた。なお、これまでの4年間に9回のISO会議において、審議された各国からのコメント数は750件、技術資料は110件に上った。技術資料の7割強は、日本が提出したものである。

挑戦

筆者は、空気圧産業の形成期から、市場のニーズをヒントにアイデアをめぐらし、新製品の開発に挑戦してユーザーに伝えてきた。本文は、筆者の技術屋人生の近10年において、それまでとは異なる技術環境を整える対象へ挑戦したドキュメンタリーを紹介した。

ISO規格は、企業間の健全な国際競争をはかり、顧客満足度を高めるためのグローバルスタンダードである。しかし、審議段階では、国・企業の利益を背景とする排除の論理が濃厚に現れ、勝つか負けるかの状況があらわになる。同時期に並行した空気圧機器の信頼性試験方法に関する規格の審議においても、データにもものを言わせる戦略により、日本の主張が多く取り入れられて、一足先に規格が制定された。両審議を通じて、ISOにおける日本の主導力を大いに強化できた。

欧米が本場のディベートの要諦は、事前に情報収集しておく/物事を筋道立てて考え、相手の反論を事前に予測しておく/相手の意見が矛盾していないか、しっかりと聞く、とのことだが、これは東洋における古典的な兵法がルーツではないか。言挙げせぬ国（あれこれと言葉で言い争わない平穏な国、日本）の正論は、戦略をもって成就がかなう。敵を知り、己を知れば、百戦危うからず。

未来はあなたの手の 内にある

沖電気工業株式会社

鎌田 弘志



筆者略歴

1972年沖電気工業株式会社入社。様々な海洋音響トランスジューサ、海洋音響システムの研究開発設計、実用化に従事。1998年電子通信システム研究所長、1999年先端技術研究センター長、2001年技師長を経て、2007年から嘱託。2005-06年海洋音響学会会長、2008年から東海大学海洋学部非常勤講師。工学博士

技術的可能性が発見されてから商品の形として新しい市場を形成するのに、どんなに急いでも10年以上かかるといわれる。急激に立ち上がり爆発的に普及して、今ではだれもが使っているインターネットですら、1969年に米国国防省が有事の通信回線確保のために開発したARPAnetがルーツである。Windows95の普及によって一般個人でのインターネットの利用に加速がつくまでにそれから30年近くもかかった。そう考えると、次代を支える技術は実はすでに我々の近くにあるものから発展していくに違いないと考えて良いであろう。ならば、次代を担う技術者のみなさんがこれから扱う技術は実はみなさんの手の内にあるはずである。

本物の科学技術というのはある日突然に天才が発明するものではない。かの有名な17世紀の天才ニュートンですら間違った音速の理論式を展開し、自分が正しいと生涯主張していた。ラプラスが音速の正しい理論を確立したのは1816年のことである。水中音速が実測検証されたのは1826年にコラードンとスタームがジュネーブ湖で行った実験であった。

1912年に処女航海の豪華客船タイタニック号が巨大な氷山に衝突して沈没し、1513名が死亡したという悲劇的イベントがあった。この悲劇に世界の人々は茫然自失し、各国政府は再びこのような悲惨な事故を起こ

すことのないよう方策を検討した。これが現代海洋音響技術のはじまりである。それからほぼ1世紀が経過した。海洋音響技術は2つの世界大戦と冷戦時代を経て大きく進展した。戦後の食糧難の時代には魚群探知機が発明されて、水産資源の確保がなされた。深海調査船用海洋音響システムや海洋音響トモグラフィなど海洋環境の調査保全に有用な技術、光ファイバを用いた音響センシング技術なども開発された。海洋音響における信号解析技術は情報理論を基礎とするコンピュータ技術に支えられて著しい進歩をした。現代の海洋音響システムはマルチチャネル海洋音響情報処理システムである。また、海洋音響技術は多くの分野に波及効果をもたらしてきた。医用診断超音波技術は海洋音響技術から派生し独自に進化していった技術である。

タイタニック号事故から数えて1世紀にならんとする海洋音響技術であるが、1881年創業のOKIはその技術を70年以上にわたって扱ってきている。その70年のほぼ半分の期間を私は企業技術者として関わらせていただいたことになる。様々な海洋音響技術開発を行う中で、「海洋音響技術とは、水中音波を利用して、多種多様な海域特性を有する海洋空間を守り、その特徴を活かし、人類の未来への展望につなげる技術である。」と思うようになった。とはいえ、技術の大きな流れからすると、私は「先代から引き継いだ技術を守り育て、新たな技術を加えて次代に引き継いだ“ワンポイントプレイヤー”」にすぎない。

一人の無名技術者の立場で振り返ってみると、ワンポイントプレイヤーにも舞台出演の機会は3回あったような気がする。1回目はやはり30歳前の若い頃である。30歳前の若い技術者には失敗を恐れずに創造性豊かな研究開発を進めて欲しいと思う。それが自信となり顧客からの信頼となってこそ次のステップに進むことができる。2回目は45歳までである。江崎玲於奈先生は「分別力は少ないがそれを上回る創造力が期待できるのは45歳までだ。45歳以上は分別力の大きさに価値がある。」と言っている。45歳をすぎたら、次代の技術者のための方向感を示し、育てることを考えなければならない。それが技術者の一生の使命だと思う。3回の舞台出演を終えた我々団塊世代の技術者は今、自分の経験を「形式知」として次代に伝える段階にある。次代を担う立場にある若者はその知識を腹一杯に吸収して体力をつけ、大きく育ててほしい。小柴昌俊先生は「総合能力=受動的な能力×能動的な能力」と言っている。若者は、「ゆとり教育」などに甘えてはいけぬ。どんどん知識を吸収し、感性を磨き、何が真に経済社会に利便をもたらす技術なのかを

考えていってほしい。

音響学の権威であった故抜山平一先生は「芸者、役者、学者など昔から“者”の字のつくものは厄介なものだ。みな身についたものを売りものにして生活している。技術者もそうである。技術の流動性を高めて、技術を技術者から開放し、客観的技術を使用する技術家に変化しなければならない。」と述べた。超音波工学の権威であった故奥嶋基良先生は「技術者はどんなリクエストにも応えられるように知識と技術を磨け。紙くずを作るな。」と言っていた。

技術とはそれが利用可能な形で社会へタイムリーに還元されてこそ価値がでる。とはいえ、あまり短期の結果を追い求めると、起業家精神あふれる技術者のイノベーションを殺してしまう。20世紀末の過度な短期志向のマネジメントが昨今の金融不安と経済危機の源泉だと私は思う。当面の応急処置が終われば、長期的な価値創造の大切さへの経営層の関心が高まってくるだろう。これからは一層のこと、社会現象、物理現象を冷静に見つめ、その中から本質を見極める力をもった企業技術者が望まれるようになる。技術は経世済民のためにあり、独創性と継続力と発想転換の調和によって発展していくものである。いわゆる「死の谷」を飛び越えるには地道で長期的で当たり前の取り組みしかない。継続は力である。

技術は多くの人々が連続的に関わっていくなかで、種子が蒔かれて芽がでて花が咲いていく。土地を耕す人、種を蒔く人、水をやる人、肥料をやる人、手入れをする人、収穫をする人、そういう様々な役割を担う人達のなかで、今の自分の役割がどこにあるのかをしっかりと認識することが重要ではないかと思う。私は一企業の技術者として、お客様や大学の先生、社内の関係者などたくさんの人々に支えられて仕事をしてきた。無論、若いころにはこの分野の技術の価値を何も判らずに、「こんなことをしていいのだろうか」という思いを抱いたことも少なくない。最近の若い人たちにも「今の自分は本当の自分ではない」と悩みさまよう人も多いようである。それを「青い鳥症候群」というらしいが、やはり青い鳥は身近なところにいるのだと思う。アメリカのSF小説家、ウィリアム・ギブソンは言っている。「未来はここにある。まだ普及していないだけだ。」と。未来は必ずあなたの手に入る。いや、すでに手の内にあるはずだ。

国産ガスタービン 開発への熱き想い

川崎重工業株式会社

唐沢 亘



筆者略歴

1970年山梨大学工学部機械工学科卒業、川崎重工業入社。製鉄冷間圧延機械を皮切りに、炉頂圧タービン、船用ディーゼルエンジン、ターボチャージャ、鋳内用油圧駆動ダンブカーなど幅広い製品の開発・設計畑を歩んだ後、1986年より念願の純国産ガスタービンの開発に従事。その後、コージェネレーションシステムの設計や、セラミックス利用によるガスタービンの高温高効率化研究、さらに超高速水中翼旅客船“ジェットフォイル”推進用ガスタービンの高温部品交換基準策定など整備技術を担当。2007年60歳にて上級専門職定年到達、引き続き同社に勤務。

はしがき

団塊世代の筆者は1970年入社、各種回転機械他の設計を経て、念願の純国産ガスタービン自社開発を行うことが出来た。つたない体験に基づく内容ではあるが、次世代技術者の皆さんにとって今後一層の国産技術開発推進への動機付けになるならばこれに勝る喜びはない。

戦後の復興とエンジンへの思い入れ

1945年、日本は第2次世界大戦に敗れ、日本の航空機関連製造・研究は連合軍政令により約7年間禁止された。現在でも航空機、ガスタービンの国産技術においてその影響は否めないように思う。せっかく当社開発の“ネー0”型ラムジェットで1943年日本初の試験飛行成功をもたらした一連のジェットエンジン研究開発の息吹も中断を余儀無くされた。結果、戦後米極東空軍ジェット機のオーバホールから始まり、部品製造を経て発電用ガスタービン他の国産化開発へと進むが、一方では欧米の先進航空エンジン技術も享受する現在に至っている。

筆者は、子供の頃からエンジンに対して特に興味があった。身近に見

てきた農業用エンジンで、燃料を入れると力強い機械駆動力が出てくるのが大変興味深かった。その後も模型エンジンやバイクのエンジン分解など、とにかくエンジンが好きだった。大学の講座で眼にした、当時就航のジャンボジェットのエンジン断面図には大変感激した。航空エンジンを源とする小型軽量大出力のガスタービンの特長に、今後のガスタービン時代の到来を予感すると共に、機会があれば将来その設計を是非してみたいと夢見ていた。

貴重な不具合体験と自社開発

1970年代前半、世界は第1次オイルショックに見舞われ、国内製鉄業界も省エネ対策に熱心になっていた。高炉ガスの保有する低圧大流量の膨大なエネルギーを電力として回収する高炉炉頂圧回収タービンが注目され、フランスから基本特許を導入し、輻流型では当社が世界で初めて実用機を設計して国内製鉄所に納入した。その後、軸流型も自社開発して現在までに出力6～34MW、計40台以上を国内外の製鉄所に納入している。或る時、外径2,106mm、出力12.5MWの輻流単段翼車の一部飛損に遭遇した。今ではコンピュータの発達により部材の固有振動数・モード解析は容易だが、当時は様々なアナログ的アプローチで苦勞して対策に当たった。その機会に振動計測・解析や、ステンレス鋼の溶接、疲勞強度などの多くを学び、後に役立つ貴重な体験となった。

当社は1970年代後半には他社に先駆け純国産非常用ガスタービン発電装置を発売した。その約10年後には市場の省エネ化に呼応してコージェネレーション（熱電併給、以下コージェネ）用本格常用ガスタービンの自社開発に着手し、筆者も希望が叶ってこれに加わった。ガスタービンは燃焼の高温域から熱を吸収・利用するので排気ガス温度が高く、自らの出力に加えて、排気ガスで更に蒸気製造や蒸気タービン発電を可能にして総合熱効率を高めることが出来る特長を有する。初号機M1A-13型（1.5MW）、次にM7A-01型（6MW、図1参照）の開発を行い、主に構造設計に携わった。前者は遠心圧縮機・燃焼器1缶、後者は軸流圧縮機・燃焼器6缶構造である。M7A-01型は1994年国内市場への投入を開始し、その後欧州メーカへの供給に先立つ技術指導やアジア諸国へのプレゼンテーションを行い、クアラルンプールのツインタワーにも納入した。同機は以後の当社製品シリーズ化への原型モデルとなり、日本ガスタービン学会の推薦により1995年度（社）日本機械工業連合

会[優秀省エネルギー機器表彰]も受けた。シリーズ化された M7A-02 型、同 -03 型やスケールアップした高効率 L20A 型 (18MW) も、国内はもとより欧米のガスタービンと並んで海外のコージェネ設備にも納入されている。

特に M7A-01 型の開発に当っては、新たな勉強となることが多かった。軸流圧縮機に対する起動停止時の抽気や、ロータ長尺化に伴うバランス問題などが思い出される。一連の開発経験を通じて体感した教訓には、開発に当っては相似則などで物理的法則を的確に捉え、設計にあたっては可能不可能ではなく適不適の判断でバランス良くまとめ、マクロで捉えてミクロで攻める、などが挙げられる。考案技術は特許として権利化しておくことも大切である。また、機械の不具合原因究明にあたっては、机上ではなく“機械に聞け”が肝要で、不具合発生時にはオープンに風通しを良くすることも恒久的な対策を迅速に施す上で大変重要なことと実感した。

社会的ニーズへの対応と国産技術の大切さ

戦後の高度成長期には国内技術レベルを欧米並みに引き上げるのが一つの目標であり、蒸気タービン全盛期なるも先進技術のガスタービン国産化は垂涎の的であった。その後、省エネ、公害対策、地球環境対策、CO₂削減、バイオ燃料など、技術に求められる社会的ニーズは絶えず変化してきたが、基となる基本理念には平和共存と持続可能な文明社会の実現などが有ろう。ガスタービンにおいても、NO_x、CO₂発生量の更なる削減、熱効率向上、燃料多様化対応など止まること無く、常に社会のニーズに応えられる柔軟な技術開発が要求される。

一方、グローバル化社会の中で日本が真に欧米と肩を並べ、世界を牽引していくには、より一層国の総合力を高めることが望まれる。この点から民間技術力においても更なる国産の先端技術開発推進が望まれ、この事が強い経済基盤確立の礎ともなる。外国技術導入の付焼刃的な手法では日本の未来は描けないことは自明である。例えば航空エンジンにおいても、いつか純国産エンジンが世界の空を互角に飛び交う日を夢見たい。当社の先輩が戦後しばらく後の社内誌で、“日本工業にとって最も大事な事は技術的实力の飛躍である”と唱えられ、外国技術導入を“根の無い切花の如きもの”と例えられていたが、今もって真理の一端を物語っているように思える。

筆者の経験では、「外国技術導入のまわしではなく自らの技術で相撲を取り、如何に社会に貢献出来たか」が“技術者の生きがい”の源泉であったように思う。例えば自設計の炉頂圧タービンで従来の減圧弁による凄まじい騒音振動を電力回収して静粛な製鉄所内環境を作り、純国産技術によるガスタービンコージェネ設備によって、これまで電力しか作れなかった燃料量で蒸気まで併せ生み出すなど、顧客の職場環境改善や省エネ・生産性向上に喜ばれる顔、そして発電出力計の針が設計定格値に到達した瞬間など、自らの技術による“生きがい”を実感した。

熱い夢と情熱を

次世代を担う若い技術者諸君も“好きこそ物の上手なれ”のことわざの通り、お仕着せではなく主体的に挑戦したい分野で国産技術開発を存分に行って夢をかなえ、自己実現を図ってもらいたい。遭遇する不具合に対しても勉強出来る絶好の機会と捉えて積極果敢に向き合い、多くを学び取ってもらいたい。これからの若者の熱い夢と情熱によるひたむきな国産技術開発の推進が、きっと日本の未来を切り拓き世界を導いていくものと信じています。

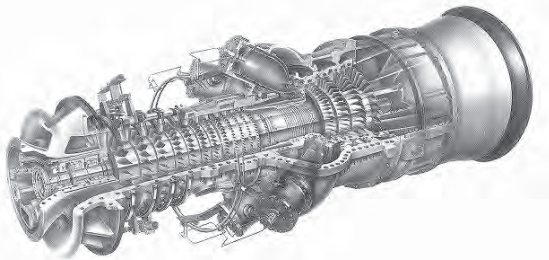


図1 カワサキ M7A-01 型ガスタービン断面鳥瞰図

参考文献

- クリーンエネルギー 1993年 Vol.2 No.6 「6MW級カワサキ M7A-01 ガスタービン」
- ASME 1994年 94-GT-66 「DEVELOPMENT OF A 6MW-CLASS HIGH-EFFICIENCY GAS TURBINE M7A-01」
- クリーンエネルギー 1995年 Vol.4 No.2 「セツツ(株)尼崎工場における PUC60 ガスタービンコージェネレーション」

技術の挑戦者 一次代を担う技術者へ

KYB株式会社

川崎 治彦



筆者略歴

1971 東京工業大学大学院修士卒、KYB 株式会社入社
各種油圧機器、シヨベルシステム機器、電動油機
システムの開発
鉄道用アクティブ、セミアクティブサスペンション
システムの開発
ビル用制震ダンパ、アクティブマスダンパシステム
の開発
文部科学大臣表彰科学技術賞受賞
現在 KYB 史料館長兼 HC 事業本部

「油圧」に魅せられて 40 年

『油圧は非常に大きな力、大パワーを實に見事にコントロールすることができる。』この圧倒的に強い油圧技術に魅せられ新技術・新製品を40年以上開発し続けてきた。ここでは開発してきた製品・技術を例に油圧技術の魅力と新製品・新技術の開発のキーポイント、今後ますます進化してゆくであろう省エネ油圧などについて考えてみたい。

油圧技術の強さ

油圧の特徴を2点挙げると、[特徴1] force density、power density が非常に大きく、大パワーをコントロールするに最適である。具体的な数値を挙げると建設機械に使われる油圧ポンプ・モータの torque density (単位重量あたりの出力トルク) は誘導電動機やディーゼルエンジンの10倍、減速機付油圧モータは100倍、油圧シリンダは1000倍以上もあり、代替技術は簡単ではない。[特徴2] ダンピング制御(振動抑制)に適している。振動はあらゆる箇所であり、ダンピング制御はその振動を抑制して人に優しくする技術である。ダンピング技術

の例として小型のものでは弊社だけで年間約7000万本生産する自動車用ショックアブソーバがあり、大型では高層ビルの制震油圧ダンパに代表される。これらも本格的な代替技術は当分ないと考えられ油圧を如何に上手に使うかが開発のポイントである。

現場の情報と高感度の箇所がキーポイント

入社して数年後、上司から「リリース弁は油圧制御弁の中で最も難しい弁で安定にしたら大したものだ」と言われて弁の改良を命じられた。あらゆる文献を集め、使われている現場、組み立て現場を見学すると共に実際にも操作・動作した。関係者の情報を基に数学モデルをたて解析、対策案を出し安定になることを実証したが、量産試作で振動するものが出てなかなか量産にならない。当座の対応にはなったものの根本的な対策にならず歯がゆい思いをしていた。そんな時「弁の取り合いが同じであれば自由に設計してよい」との開発許可がでた。早速、工場の人と開発にかかり加工組み立て現場を何回も見てまわった。そして、この構造では感度の高い部位の加工が難しく当時の加工機の精度では十分でないと感じ、高感度部位は正確に加工できるよう分割加工し塑性結合で一体化することにした。更に寸法精度の高い箇所は数点にしぼり、残りは以前よりもラフな寸法公差にしても性能にばらつきが少ない構成にした。その結果、当時試験できる最高圧力、最大流量まで安定性が十分確保され従来の5倍以上の制御能力になり、今日でも多く生産されている。振り返ると、とにかく現場に出向き情報をこまめに集めたことがいろいろところで役にたった。また、量産試作での問題に対し、大パワー制御なので感度の高い高速流れ部に重点をおいて加工し易い構造にした点良かった。高感度のパイロット部は滑らかな流れになる構造にすると共にメイン部は性能を上げるため滑らかな非線形流れになる構造に心がけ、その流れ方など川や滝の流れなどから類推、自然とのアナロジーでイメージした。

安全で頑健なシステム構成が重要

列車が高速走行すると振動が増大し乗り心地が悪くなる。その振動は①軌道からくる外乱振動が台車を介して車体を揺らす振動と②トンネルなど風による空気力外乱で直接車体を揺らす2種類の振動である。従来はほとんどが①の振動で台車と車体の間あるパッシブダンパの減衰力

を車体特性に合わせて設計調整すればよかったが、更に高速になると異なった伝達経路の②の振動が増えるため、従来技術では対応できず油圧ダンパの電子制御が必要となった。しかし、鉄道のダンピング制御はパッシブダンパのみで電子制御した営業車両はない。というのも、軌道は上下それぞれ1車線しかなく、若しものことが起きれば全線がストップするので信頼性は非常に高いものでなければならないからだ。そこで開発コンセプトとし、お客様の究極の目的「いかなる場合でも安全で高速に走れる」事をフェイルセーフ機能で確保し、通常の走行は電子制御により油圧ダンパを瞬時に制御、振動を抑制するセミアクティブサスペンションシステム構成にした。その結果、頑健なシステムになり実用化から12年経過するがセミアクティブサスペンション異常で列車が止まった事はない。そして、現在ではほとんどの新幹線に採用されている。

制震ダンパと象の時間

日本は地震国で地震とは共生しなければならない。高層ビルや建物の使用期間は機械や電子製品の使用期間よりはるかに長い。ビルでは60～100年、自動車では11年、家電では平均12年使用されるといわれている。マイクロコンピュータなどの電子部品はモデルチェンジが早く同一部品の入手が困難になる。動物界では象もハムスターも心臓の心拍数は約15億回とほぼ同じだそうだが、ハムスターは2～3年、象は70年も生きるらしい。何時来るかわからない大地震を電子制御しながらノイズと戦い電流を流し待ち続けていたのでは、電子部品系の経年劣化が著しく肝心の時に作動しなくなる危険性がある。象がゆっくりした心拍数で長生きできるのと同じく、長期間使用する建物は経年変化の少ないもので構成する方がよく、電気を用いないメンテナンスフリーに近い制震油圧ダンパが最も信頼できる。長期間安心して使えるシステムなど自然界の摂理からアナロジーすることが重要である。

機械は人間が使うもの

人間が使う機械には共通要素が多くある。自動車の乗り心地、新幹線の乗り心地、システムは違うが人間が不快に感ずる振動数帯域は同じである。ハイブリッド自動車、ハイブリッドショベルも電池を用いたエネルギーシステムに多くの共通性がある。人が乗りパワー制御を必要とする機械ではロバスト設計といかなる状況でも人にショックを与えない制

御にする低感度制御系が必要となる。それから、パワーの大きい機械部分を低コストの為安易に変更すると問題が生じやすく、変更する場合はしっかりとした技術の積み重ねが重要である。そして、新しい機械の開発でもまず人に優しい判断基準で検討し、具体的設計では類似のシステムを参考にすれば大きく間違えることはない。

進化する省エネはシステムで考える

地球温暖化防止のため省エネ技術はますます進化してゆく。油圧は効率が悪いとよく言われ油圧機器単体の効率向上が図られてきたがかなり限界に来ている。しかし、電動油圧機器を用いてシステム全体の効率化を行うと一挙に数十パーセント効率が上がることが多い。油圧が主体の建設機械業界では最近ハイブリッド建設機械が開発されつつあり25%以上の燃費向上が発表されている。もちろんこの大パワーを制御するシステムは究極の目的「いかなる場合でも安心して作業ができる」頑健なシステム構成でなければならない。また、産業機械でも作業全体エネルギーが最小になるように駆動する省エネルギーシステムを考えると多くのパワー制御装置が大きく省エネになる。このように省エネで頑健な大パワーシステムをサポートするには電動油圧が最適で今後各種の電動油圧システム機器の開発と応用が期待される。

エンジニアの生きがい

開発した製品のリピート注文が来た時、エンジニアとして生きがいを感ずる。そして、それが社会に貢献し評価されれば更に幸せである。「今度の新幹線は揺れないな」とお客様が言っているのを耳にしたり、「そういう仕掛けで乗り心地が良いのか」との声を聞くと、開発者として素直に嬉しく、また苦勞を共にした開発関係者達と喜びが共有でき次の開発へのエネルギーになる。そして、新しい技術を取り入れた開発では開発シナリオ通りになっている事が実験しながら初めて実感できた瞬間は共同開発者と思わず大声をあげたくなる気分ですら得られない至福のときである。

最近、海外旅行の機会が増えたが、日本人ほどお客の立場にたって物事を使い易く継続改良、工夫するDNAを持った人々は少ない。日本には技術だけではなく、文化、食事、観光などすばらしいものがあると実感している。若者は自信を持って世界にアピールしてほしい。

発明で解決する

株式会社技研製作所

北村 精男

筆者略歴

職歴（創業から）

昭和 42 年 1 月 高知技研コンサルタント 創業

昭和 46 年 8 月 株式会社技研施工 設立

昭和 53 年 1 月 株式会社技研製作所 設立

表彰歴

昭和 63 年 12 月 地域社会貢献者賞／日刊工業新聞社

平成 2 年 11 月 産業技術功労賞／高知県

平成 3 年 12 月 ベンチャー・オブ・ザ・イヤー第 1 位
／日経 BP 社

平成 8 年 10 月 県勢功労者（発明考案分野）／高知県

平成 12 年 4 月 科学技術庁長官賞／科学技術庁長官

平成 12 年 4 月 日本機械学会賞／日本機械学会

平成 13 年 3 月 地域産業技術貢献賞（四国経済産業局長賞）／（財）四国産業・技術振興センター

平成 14 年 5 月 紫綬褒章 受賞



仕事に銘を打て

「仕事に銘を打て」、これは私が創業以来掲げている社是である。名刀には必ず製作者の名前、つまり“銘”が打たれている。それは自己証明の刻印であり、銘が後世に受け継がれ、業績が認知される。職業人として、そして限られた人生を送る人間として、「これこそ私のやった仕事だ」と、自分の業績に銘を刻みたいものである。

私は 1975 年、世界で初めて圧入原理を実用化し、「サイレントパイラー」という無公害型の油圧式杭圧入引抜機を開発した。鋼矢板と呼ばれる鉄製の杭を、叩かず、ゆすらず、無振動・無騒音で地中に押し込む建設機械である。第 1 号機誕生から 30 有余年、今では「圧入機」という新しい機械分野、「圧入工法」という新しい技術分野が確立され、世界 30 カ国以上で建設の無公害化に貢献している。

発想の原点

この成功は決して、私が天才科学者や特別な偉人だったからではない。すべての原点、出発点は、「自分が解決してやる」という切実な「思い」なのである。そこから新しい「発想」が生まれ、それを「発明」によって具現化し、今まで存在していなかったモノや方法を創造して、問題を根底から解決する「技術革新」を成し遂げることができた。世の中で日々直面するさまざまな問題を、「発明で解決する」、そこに技術の真価があり、技術者としての人生の醍醐味があると私は考えている。

圧入機が発明される以前の建設業界は、高度経済成長の波に乗って“建設の槌音高く”と謳われつつ、日本列島に振動・騒音などの建設公害をまき散らしていた。土木工事や建築の基礎工事に鋼矢板施工は不可欠だったが、当時はディーゼルハンマによる打撃やバイプロハンマによる振動など、原理的に公害を発生する動的エネルギーで杭を打ち込む方法しかなかった。打撃や振動を止めてしまうと、杭を打つエネルギーが無くなって工事が進まない。だから、杭打ち機を生産していた当時の大手メーカーは、売ったその日から公害を発生させると知っていながら、何の対策も打たなかった。正確には、術が無かったのかもしれない。そのため、経済成長に伴って建設公害は深刻な社会問題となり、工事現場周辺の住民との軋轢は一層高まっていった。「(振動で家が傾き) ドアが空かない」、「棚の物が落ちた」、「瓦が崩れた」、「(夜勤の住民が) 昼間うるさくて眠れない」などの苦情が殺到し、住民からの訴訟で工事が差し止められる事態が全国各地で発生したのである。

私が26歳で創業した1967年には、公害対策基本法が制定され、1971年には環境庁が発足し、遅まきながらも国が公害問題に乗り出した。しかし、政治が技術的な問題を解決できるはずもない。私は、大企業の姿勢が公害問題を長引かせ、住民や中小の下請け会社を苦しめていると日頃から義憤を感じていた。そして、「このままでは、建設業界の将来は危うい」、「人に迷惑をかけず、工事できる方法はないか」、「機械が無いのなら、自分が造る」、「誰もやらないのなら、自分が解決する」、そう決意した。これが、圧入機を誕生させた私の“発想の原点”である。

原理革命

しかし、公害の元凶は既存の杭打ち原理である。従って、過去の知識

や常識に頼って改善・改良するだけでは、本質的な解決策は見いだせない。知識や学問は、過去に誰かが発想したアイデアの“残骸の溜まり”だと私は考えている。学問をいくら自分の頭に多く叩き込んでも、それは過去の積み上げにしか過ぎず、単に“記憶の領域”、“先人の発想の奴隷”でしかない。発想とは、あくまで自分自身の心を起点とし、過去がどうあれ現在がどうあれ、将来を発展的・進歩的にとらえ、「こんなモノはないか」、「こんな風にできないか」、「最善の方法はないか」と、今ここに形として存在していないモノや方法を自分の頭に描き出し、具現化を志向する心の働きなのである。それ故、自分で決断し実行しなければ、永遠に結論は出ない。実社会において、学問の高さと実績が比例しない所以である。先人の発想に納得してしまっただけでは、自分の発想など生まれようもないからだ。自分の発想で人生を送り、発想の集積が発明として具現化され、叶うことなら世のため人のために貢献する。その功績が後世に残る。こんな素晴らしい人生はない。

私の着想はこうである。「叩くのではなく、つかんで押し込めばいい」。公害を発生させる動的エネルギーではなく、静的エネルギーを用いるのである。その押し込む力をどこから生み出すか、それが問題であった。解決したのは、逆転の発想である。「既に地中に打ち込まれた杭は、引き抜く時に大きなエネルギーを必要とする、ならば、このエネルギーを杭の押し込みに利用できないか」。地球と一体化した杭を複数本つかみ、次の杭を静的に地中に貫入させる“圧入原理”発見の瞬間である。

自流独創

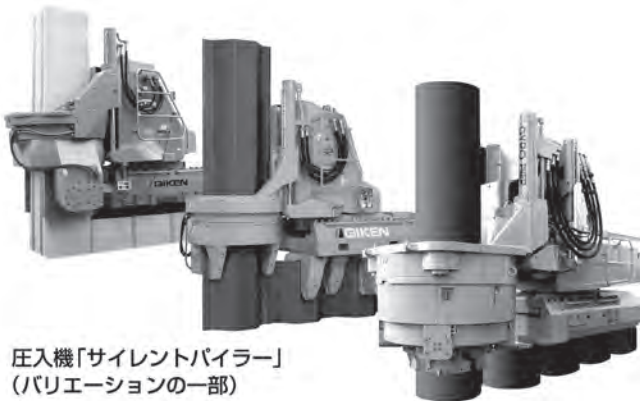
構想は固まったものの、圧入は世界に前例の無い施工原理。開発に際して参考になる機械もデータも全く存在していなかった。そこで、“高知のエジソン”と称された垣内保夫氏(故人)に相談したら、「そりゃ面白い、やろう」と協力を快諾してくれ、氏が軍隊時代に習得した航空機の油圧技術を導入し、世界初の「圧入機」開発に取り組んだ。どの位の力でつかみ、どの位の圧力で押せばいいのか確固たる指標がない中、当時の油圧式建機(24Mpa)より約3倍大きな69Mpa(700kg/cm²)の超高油圧技術を採用し、油圧機器もメーカーに特注して、油圧式杭圧入引抜機「サイレントパイラー」実用第1号機を完成させた(1975年)。振動規制法の施行に先立つこと1年前であった。

ファーストパイリングの日の感動は、今でも鮮烈に記憶している。当

時本社のあった高知市高須の工場裏、実証場として借り受けていた畑にサイレントパイラーをセットし、機械のバルブレバーを引くと、ゆっくり静かに杭が土中に吸い込まれていった。動く、思い通りに動く。油圧装置が発する低い作動音が聞こえるだけで、あの腹の底に響くような振動も、耳を聳する騒音もない。固唾をのんで見守っていた参加者から、「ほおーっ」という感嘆の声が漏れた。地主の方からも、「えらい (= 凄い) 物ができましたのう、よう頑張った、これは必ず世に出る機械じゃ」と労っていただいた。今になって振り返ると、比較的軟らかい田んぼの地盤でファーストパイリングしたことが、今日の発展につながっているのではないか。ここで失敗していたら、その後の展開は変わっていたかもしれない。志を理解し、支えてくださった方々に感謝してやまない。

公害を出さない工法の評判は、瞬く間に全国の工事現場に口コミで広がり、大手建機メーカーも含め 26 社が追随したが、成功することなくことごとく徹底している。法律や他社の動向など、外的要因を動機とするのではなく、自らの着想を信じて既成概念にとらわれない挑戦をした“自流独創”の精神が、当社成功の要因であったと私は分析している。その挑戦は現在でも続けており、圧入を支えてくださる方々は、今や世界規模に拡大した。

「発明」には偉大な力が宿っている。進化・発展とは「発明の集積」、「発明で解決した歴史」だと私は考えている。自分の発想を信じ、自流独創の精神で挑戦し続けること、そうすれば組織、社会、ひいては歴史にさえ、自らの「銘」を刻むことが可能だと確信する次第である。



圧入機「サイレントパイラー」
(バリエーションの一部)

機器等の開発から学び、 得たこと

東京計器株式会社

木原 和幸



筆者略歴

1974年神戸大学工学部計測工学科卒、東京計器入社。比例弁、サーボ弁、ピストンポンプ等の油圧機器とそれらを制御するコントロールシステムの開発等に従事。開発実務を兼務しながら油空圧技術部開発G課長、パワーコントロール研究室長、油空圧技術部長などの職務を経て、第2制御事業部担当部長、現在に至る。

はじめに

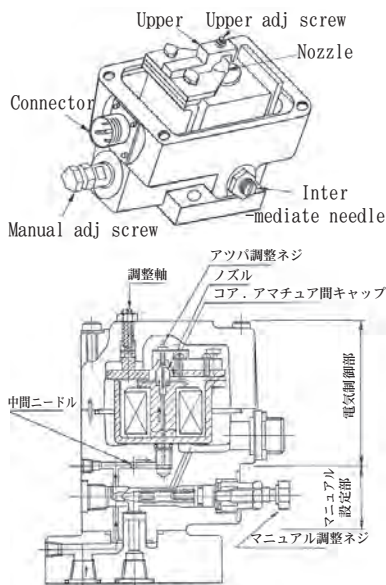
何らかの新しい取り組みを行い、何らかの製品を開発するということとはどのようなレベルであれ、大きなチャレンジと考える。ここに筆者の限られた取り組みではあるが、一例として紹介したい。まず、多様な分野で多様な技術者が当然いる。一つ確実なことは、如何に経験を積んだ技術者であろうとも、よくわからないということが多々あるということである。基礎知識の不足もある。実務を知らないということもある。製品はアイデアのみで作れば良いと言うものではない。ここで目指す技術者はアイデアと図面化と試作品と量産品と使用する機械への適用、メンテナンスということを含めたものである。油圧機器の開発へ取り組んだ一例を以下に示す。

油圧機器（比例弁）開発への取組みから

油圧システムで比例弁を使用し、圧力、流量などの遠隔制御を行うことは、コンピュータ制御を行う自動機械において不可欠のものである。この比例弁が機械装置に使用され始めた初期の機器開発において、学び、

かつ得たことを紹介したい。目的は作りやすく、組み立てやすく、使いやすい、かつ性能に優れたものである。参考となるものがあるとしても、ものづくりがほとんどわかっていない若手技術者には荷が重い課題といえる。材料、加工、組立、検査、機械装置への適用など多くの課題がある。

①手動のハンドル操作で圧力調整を行う機器を電気信号により比例制御をするには電磁アクチュエータが必要。②電磁アクチュエータとしては一種の電磁石がよいであろう。この考え方を元に最終的な形になったものが図1に示すものである。③適切な磁気回路を設計するには磁気回路の計算ができなくてはならない。材料が入手できるかも含め、磁性材料、非磁性材料の知識が必要である。④磁気回路で定められた力を出すにはエアギャップを適切に調整することが重要である。⑤ばらつきが少ない電磁石とするには部品を高精度に製作する方法が一つの方法である。最初の設計で図面に記載した加工精度は現場の加工者からの難し過ぎるとのお叱りを頂いた。⑥貴重な部品であれば如何に加工するかも一つのチャレンジであり、重要なことと現時点では考えるが、そのときは多くの部品の組み合わせでばらつきが大きくなることを考え、組立で何とかしようである。⑦その方法が各種厚さのスペーサを準備してエアギャップを調整するという方法である。しかしながら、てこの原理で動くノズルフラップ機構であるため、エアギャップを平行にかつ適切なすきまとすることが非常に難しいものであった。すきまゲージですきまをほとんど同じように合わせたにもかかわらず、油圧検査スタンドにかけると設定圧力が大きく異なるという結果となることも多々あった。⑧解決したのは、組立においていろいろなアドバイスを頂いていたベテランの組立者Kさんだった。ワンタッチで着脱できるエア駆動の調整器具を考案し、あらかじめ決めている電流値を印加したときに目標の圧力になるようにエアギャップ調整するという方法だった。この方法があつて



比例弁（圧力制御用）

始めて、商品として安定して流すことができるようになったと今でも考えている。

機械装置への適用から

機械装置への適用においても問題が発生した。圧力振動がでる。ピー音とポー音の間のような音ができるなどである。必ず発生するのであれば解決しやすいが、ある特定条件でおきるというものがほとんどであり、機械装置の技術者の方と一緒に忍耐強く、原因究明を行っていくという、その場においては非常に苦しいものであるが、本当に身に付く力になったと思う。原因は、油圧回路中のエア（気泡）がよく抜けていなかった、他の機器が原因だった等もあったが、比例弁固有のものとしてノズルの加工精度が非常に重要であることがわかった。端的にいうとノズルからの噴流の状態（流れ）が大きく関わっているということである。安定したノズルの形状をどのように作ればよいか、力不足の技術者には重たい課題であった。先輩技術者のアドバイスも頂いたが、本当に助かったのは現場の方達の協力だった。どのように加工すれば良いかということ、生産技術の S さん、加工の A さん、組立の K さん達の協力を得て、最も簡単に、安定してできる加工方法（ノウハウ）を確立することができた。

制御への取り組みから

機械装置への適用も安定してくると、機械装置の技術者の方から、より精度の高い動きが求められるようになってきた。プラスチック製品を金型内で溶けた状態から固化する間の圧力（保圧工程）のパターンをフィードバック制御したいということであった。初めての現実のフィードバック制御である。試験装置では良好な圧力応答の制御ができた。実際の機械装置で行うとどうだろう。パラメータの調整で良い波形が得られた。油温が変わった、圧力波形も変わる。金型を変えた、圧力波形が変わる。プラスチック材料の種類を変えた、圧力波形が変わる。限られた領域でパラメータ調整するとその制御は非常に良いが、別の領域ではパラメータの調整を変えないと圧力波形が良くならない。理論ではなく、生の電子回路と制御の融合をアナログ電子回路で実現しなくてはならない。すなわち、オペアンプ回路とトランジスタ回路等を使いこなすということ。自力で解決するしかない。実際に完成したコントローラは機械

装置の技術者の方、当社営業者と徹夜に近い作業も行いながらクリアできたことの反映である。この中で、認識を改めたことがある。空気は圧縮性流体だが油は非圧縮性流体として扱うという概念である。フィードバック制御においては、油は圧縮性流体と考えて制御を考えなくてはならない。さらに、油には空気が7%~10%溶け込んでいる。この要因も大きい。

特許への取り組みから

新しいものに取り組むと、必ず特許が付随してくる。特許の文というものは難解である。査読するのも嫌な方が多いと思う。そのため出願が遅れる、していない等もあると考える。筆者も経験しているが、小さな考案としてもコピーされるとおかしな感じがする。そんなに価値があるのかという誇らしい感覚もあれば、失敗したなあという感覚もある。携わっている技術者はこのようなものは特許のレベルではないと考えているかもしれない。筆者の場合、ベテラン技術者のMさんと一緒に仕事をする機会を得てから、考え方がおおきく変わった。それまで、製品となり、ほぼ、確実に特許になるものしか出願していなかった。それも基本項目だけであった。それが、こんなこともできる、あるいは現在は不可能でも近い将来実現できるなどといった発想に変わった。文についてもメモと図があれば、何とかなる（弁理士さんの力による）という考え方が身についた。その結果、重要な機器の開発が急務で、よく考え、よくアイデアが思い浮かぶ調子の良い年には年間10件を超える特許を出願した。また、慣れるということは大変なものである。あれ程書くのが苦しかった出願の文も比較的短時間でわかりやすい文が作成できるようになった。

心に残る言葉から

今でも心に残り、影響を受けていたのかなと思う言葉がある。筆者の学生時代であるが、当時の神戸大学計測工学科の米持教授が言われた「計測工学は、限られた分野の工学ではなく、全体を把握する総合工学である」ということ。言われた言葉そのままではないかもしれないし、その通りに実践できたともいえないが、今も心に残っている。

世界を見渡し未来を見よう

株式会社荏原製作所

後藤 彰

筆者略歴



現在 株式会社荏原製作所 理事 風水力機械カンパニー副開発統括部長 1981年3月東京大学工学部工学系研究科大学院博士課程卒 工学博士 同年4月株式会社荏原製作所に入社 中央研究所でターボ機械流れの実験・数値解析や流れの制御・最適化の研究に従事 1988年～1990年ケンブリッジ大学客員研究員 1998年～現在まで英国 Advanced Design Technology Ltd. 取締役 2002年～2009年株式会社荏原総合研究所取締役 2006年から現職 日本機械学会流体工学部門長・関東支部長、米国機械学会 Associate Editorなどを歴任。日本機械学会論文賞や流体工学部門フロンティア表彰、ターボ機械協会論文賞を受賞。ジャーナル論文約20編、国際会議講演論文約40編など。

100年に一度という経済不況に見舞われている。若い技術者・研究者の皆さんも、色々な不安を感じることもあるだろう。そんな時代であるからこそ、これまで以上に核となる技術を身につけた技術者・研究者が求められている。そうした人材がさらに成長し飛躍するために、今の自分が属する世界から、一歩外の世界へ出ることを薦めたい。私自身にとっては、1988年からの2年間の英国留学が、大きな人生の転機となった。

入社からまだ5～6年の駆け出し研究者であった私は、社内報に「流れ解析の昨日・今日・明日」というエッセイを寄稿した。当時はパソコンの黎明期で、CPUは8ビットで主メモリは64kB、記憶媒体はフロッピーディスクであった。そんな時代に、流れのシミュレーションでポンプ性能を予測し、最適な流れ場を入力して羽根車の最適形状を作り出し、顧客のニーズに合った機械を瞬時に作り出していくという21世紀の設計プロセスの夢を描いた。自分自身はそれなりに充実した研究

を行っていたが、漠然とした閉塞感も感じていた。そんな時、1986年に会社の海外留学制度がスタートし第1期の留学生5名が米国へ旅立った。私の中で、「留学」の二文字が現実味を帯びて感じられるようになった。上司も、社内に止まっては伸び悩むだろうと、反対する社内の関係者を説得してくれ、第3期留学生として、2年間の「研究」留学をすることになった。

留学といえばアメリカ、そんな固定観念を打ち壊したのは「英国のケンブリッジ大学もあるよ」という亀本先生の助言だった。先生自身、ロンドンへの留学経験があり、大の英国ファン。英国留学のすばらしさを共有できる仲間を単に増やしたくてアドバイスされたのに違いない。今の私がそうであるように。留学先はアメリカだけではないと気付かされた私は、もう一度、研究論文を調べ直した。私の専門分野はポンプであったが、新しい技術はガスタービンで生まれ、その後、圧縮機、水車、そして最後にポンプに適用されると考え、幅広い関連分野の文献を読んでいたことが功を奏した。いくつかの文献から、ケンブリッジ大学のホイットル研究所が、ガスタービン空力研究のメッカであることが分かった。学園都市としての長い歴史も気に入った。さっそく、恩師の大橋先生を訪問すると、「ケンブリッジなら谷田先生だ」とその場で面会予約、電車に飛び乗って航空宇宙研の谷田先生を訪ねた。ケンブリッジ大学と日本の研究者交流が途絶えて久しいことを憂慮されていた先生は、その後、現地を訪問するなど、私の留学を強力に後押しして下さった。人気の高い同研究所への留学だけに、こうした先生方のネットワークと支援が無ければ、私の希望も実現できなかったに違いない。

ホイットル研究所での研究生活を始めてからしばらくたったある日、コモンルームで闊達に議論をする日本人風の人をみかけた。真っ黒に日焼けした顔で、畑仕事から帰ったばかりの風情であった。後日、この人は日本のロケットの父と呼ばれる糸川英夫であったと知った。「世界を見渡せば未来が見える」が口癖だったそうだ。こんな風に、ホイットル研究所には世界中から著名な研究者や企業人が訪問しにきた。研究者のネットワーク、人脈のネットワークが、如何にグローバルに増殖して行くかを感じる毎日であった。

午前11時と午後4時のティータイムを忘れることはできない。研究指導をして下さったカンプステー先生からは、研究所で最も大切な時間と言われた。時間になると、教官、研究スタッフ、大学院生、客員研究員などが、巨大な黒板があるコモンルームに集まり、とりとめの無

い雑談や、時には研究の熱い議論を始める。研究者達は、普段は個室で仕事をしているが、ティータイムでの外部との接触を独創的な研究の大切な原動力にしていると感じた。初めて参加した研究所の定例セミナーでも、驚くようなシーンに出会った。ターボ機械流れの数値解析研究では神様のような存在であったデントン先生が講師であった。講義の半ばで、博士課程1年の学生が挙手し、「私はあなたが間違っていると思います」と議論を挑んだのである。啞然とする私を尻目に、議論は淡々と進んだ。著名な研究者が大変基本的な質問をする場面にもしばしば遭遇した。こうした体験から、考えたことを素直に発言することや、知らないことを聞くことは躊躇すべきことでないことを学んだ。順風の時代であれば、上意下達でも良いかもしれない。しかし逆風の時代には、誰もが内に持つ考えを発信し、自由闊達に意見を交換し、互いに触発しあう関係が無ければ、新しいチャレンジを成功させることはできないであろう。

帰国直前に研究成果を発表するためにブリュッセルでの国際会議に出席した。そこで、ロンドン大学のザンゲネ先生の講演を聞く機会があった。先生はホイットル研究所の同窓であったが、研究所時代に会話したのはパブでビールを1杯飲んだ時だけで、すれ違いで研究所を卒業されていた。先生の発表に感じるところがあった私は、セッション終了後に先生の元へ行き、こんな課題を先生の理論で解けませんか、と問いかけた。先生は、一瞬考えた後「出来るかもしれないね」と答えられた。これが帰国直後からの共同研究につながり、その後18年以上に亘り続くロンドン大学との協力関係の第一歩であった。その成果である「逆解法理論」による設計プロセスは、現在では、社内における基幹設計技術になっている。また1998年には、同技術を世界に広めたいという先生の熱意により、設計ソフトを外販するための合弁会社をロンドンに設立した。その応用範囲は、ロケットポンプや航空機エンジンから、自動車用トルクコンバータ、ターボチャージャ、家電製品のファン設計などへと広がっている。全ては、ブリュッセルの国際会議での、たった1つの質問から始まったことである。

ところで、海外では、沈黙は「金」では無く、無能の証と受け止められる事も多いが、下手な英語で議論に参加するのは勇気がいる。海外留学とえば、語学力がアップするという先入観があるが、これは誤解に近い。私の場合、語学力に勝る、とても大切な習慣を身に付けることができた。それは、下手な英語でも、とにかく発言して自分の存在をアピー

ルする習慣である。相手は日本人が英語を流暢にしゃべる姿を見たい訳ではなく、その人が何を話すかに興味を持っているのである。つまり英語は単なる道具である。これさえ合点すれば、まずは自分の中身（技術）を研鑽すること、そしてそれを日本語であろうと英語であろうと、とにかく相手に伝えようと熱く努力することだけが大切で価値があり、語学力は本当のハードルではないと実感できるであろう。

国際会議に参加することを若い人に薦めている。これと決めた専門会議に、毎年、継続的に参加することが大切である。国際会議に参加すると、最先端の技術レベルに対する自分の位置がよく分かる。企業人であれば、技術者として会社の中で尊敬される存在になることは大切であるが、それ以上に、外の世界で認められることが重要である。会社の仕事を通じて自分を磨き、社外のコミュニティーへも積極的に参加することで世界が広がる。その結果、会社の顔として社会貢献することと同時に、次の世代につながる新しい価値を生み出せるとすれば素晴らしいことである。会社組織は決められた仕事を効率的にこなすように設計されているが、現在の経済不況のような環境の激変には意外な脆さを見せる。そんな時に会社を救う人材は、会社を中心とした相対座標系で生きてきた人材ではなく、世界の絶対座標系で生き、社内に無い新しい価値を生み出せる人材であると確信する。

2年間の英国留学を通じ、異文化との交流や人脈の連鎖により、新しい世界が生まれ広がっていくことを経験した。そして、自分の考えを恐れず発信することと、技術者としての原点を外の世界に持つことの大切さを学んだ。企業人の若手技術者の皆さんには、海外留学だけでなく、国内留学や学会活動など、外部のコミュニティーへ臆せず入り込み、感じたことを素直に発信することで新しい価値を生み出す技術者に成長してもらいたい。内なる技術に磨きをかける努力に加え、常に世界の物差しで自分の実力を計る習慣を身につけることの大切さ、これが外の世界への「留学」をすすめる所以である。

2030年 建設鉱山機械は こうなる

株式会社小松製作所

小宮山 邦彦

筆者略歴



小宮山邦彦 (こみやま くにひこ)

昭和20年5月生まれ

昭和43年 東京大学 工学部 航空学科卒

同年 小松製作所 入社

昭和46年～50年 社命により米国マサチューセッツ
工科大学 大学院 修士課程、
博士課程修了 (工学博士)

平成8年 取締役就任 事業企画室長 兼 商品企画
室長

平成11年 常務執行役員就任

平成15年 取締役専務執行役員就任 開発本部長、エ
ンジン油機事業本部長

平成19年 取締役退任

日本の技術者は一流でなければならない。何故なら、日本の一人に技術者の給料で、中国やインドでは約10人の技術者を雇えるのだから。グローバルな観点からは、10倍の価値ある仕事をせねばならないのである。彼らと同じ仕事内容なら、10分の1の時間で仕事を完了せねばならず、同じ時間なら10倍の付加価値を生まねばならないことになってしまっているからである。既存モデルの小改善や小コスト低減は、与えられた時間内に関連部門と連携を取りながらきちんと目標を達成するというので、一つの挑戦課題ではあるが、これだけでは相対的に高給をとっている日本の技術者は生きていけなくなるだろう。

では、一流とはどう意味だろう。技術者の挑戦は、グローバルに人類に役立ち、世の中のためになる「モノ」や「システム」を生むことだろうが、それをきちんと採算の合うように、しかも独創的に対応できるということだと思う。ハードルは高いのである。

指示待ち人間やマニュアル世代と言われる早近の若者には、とくに

ハードルが高いのである。しかし、心がけ次第では、一流の技術者になれる。

理論を志向せよ

私は若手の課長のころ、設計の出身の工場長に毎日、残業時間に図面を50～60枚持っていき、図面を1枚1枚説明し、チェックを受けた。ご自分の経験をひとつひとつ教示いただいた。「モノ」の形には、全て理由、理屈があるはずだ と、頭にたたきこまれた。負けないように、理論で対抗できるように、結構勉強をしておいた。材料や熱処理などである。理論に裏打ちされた経験は、応用が効くものである。

現場に行こう

現場は、ユーザーの使用現場と自社あるいはグループ関連会社の生産現場がある。何か疑問があったら、直に現場に行くことである。私は真冬のロシアのシベリアや、中東の砂漠、南米チリの高地の鉱山、大都市（たとえばパース）から小さな6人乗りぐらいでパイロットは1人の小さな飛行機でしか行けないオーストラリアの鉄鉱石や石炭の鉱山、インドネシア、インドなどの現場によく行った。行く度に世界地図をながめた。現場を見よう。そして気づこう。たとえば地表の43%は乾燥地帯であり、人口の35%が乾燥地帯に住んでいる。砂漠化への対応はできないのか？水危機への対応はできないのか？そして気づこう。これからは海底資源の開発もある。Earthmoving machine は、地表だけではないだろう。

自分の方法論をもとう

技術者は料理人にたとえても良いと思う。料理人は、ある人は中華料理にひいで、鉄人となる。ある人は和食で となる。しかし、中華の鉄人は、中華包丁でチャンと刺身をつくれる。最近の日本のフレンチはかなり和食に近い。技術者も先ず自分の得意分野をひとつつくることである。その観点からいろいろな問題を解いてみることである。そして、またひとつ得意分野を広げることである。そして、想像、推論も大事だが、計測をして、見える化 をはかることが大切である。コマツでは、超大型の鉱山機械が入る大型の騒音計測室を作った。一台丸ごと計れることは、騒音源からどうやって音が伝播してくるかを 見える化 し、騒音

の低い建設機械へのアイデアと連ながるのである。但し、万遍なく見るというのではなく、騒音を2分の1にするには という、野心的な目で見ねばならない。そして課題をじっくり考え、目の前の現象をじっくり考察し、自分なりに頭の中どころがし、時には自分と得意分野が違う人に相談、議論してみるとよい。こうして、自分の方法論、料理法をつちかかっていくのである。

歴史をふりかえろう

よく「愚者は経験に学び、賢者は歴史に学ぶ」と言われる。自分の歴史的ポジションをはっきりさせるためにも、建設機械の発展の歴史を頭に入れて、自分の時代、世代のポジショニングをはっきりさせておくべきだ。(500 years of earthmoving, A KH Group Publication や Yellow Steel ,University of Illinois Pressなどがよいかと思う)しかし、“ふりむくな、ふりむくな 後には夢はない”という言葉もある。そう、次の言葉が重要だろう。“新しい機械は新しい社会の構想によって発展する。今日の社会の最も重要な問題を改善するために、新しい機械を使おうと発想しない限り、社会の発展はない”(野田正影教授の文より)

2030年建設鉱山機械はこうなる？

だから一流の技術者は2030年の建設鉱山機械はこうなる と考えて欲しい。私も勿論イメージはあるが。ちなみに、自動車関係では自動車技術会が創立60周年を記念して、“2030年 自動車はこうなる”を刊行している。巻頭言に“社会環境の変化の中で、自動車技術者が将来を見据え、果たすべき方向と役割を考えてゆく礎となるように、本会の有識者の意見を集約して①自動車産業技術戦略 ②技術発展とシナリオ ③日本における自動車用燃料シナリオ を発刊する”とある。技術的な問題として、ゼロエミッションと騒音、動力源、事故・死傷者数の半減(死者は4分の1)、自動車のメンテナンスフリー化のシナリオを描いている。

残念ながら、建設機械業界としては、このようなものは未だにない。しかし、逆に考えればチャンスである。自分でできるのである。4でのべた発想で考えて、皆、自分で“2030年 建設鉱山機械はこうなる”とたてられるようになり、そしてそれに挑戦することである。パズールはこういつている「チャンスは準備をととのえて待つ人を好む」といつている。失敗をおそれず、チャンスをうまくとらえる努力をすることで

ある。

啐啄の機

この言葉を 知的創造のヒント（外山滋比古）で知った。「もし卵が孵化しようとしているのに 親鶏のつつきが遅ければ、中で雛は窒息してしまう。逆につつくのが早すぎれば、まだ雛になる準備のできていないのが生まれてくるわけで、これまた死んでしまう他ない。」

これは技術にも言える。あまり時代に早すぎるとなかなか受け入れられず、遅すぎると他社に遅れをとることになる。若いころ、エンジンのコモンレール増圧式インジェクタを開発した。排気ガス対応の先取りのできるものであり、キャタピラー社のある、米国ペオリアであった SAE Off Highway meeting で発表した。論文を集めた論文集の表紙にもなった。しかし、早すぎた。コマツでは採用されなかったのである。そして10年後、キャタピラー社が HEUI というほぼ同じシステムを量産してきた。啐啄の機という文章を読んだとき、この事を思い出した。チャンスは準備をととのえて待つ人を好む。しかし、啐啄の機もあるということである。

挑戦 それは自分自身への挑戦でもある。これからの日本は、次代を担う技術者の挑戦なしにはありえない。期待したい。



世界最高分解能 X線顕微鏡 への挑戦 ～自然との闘い～

株式会社東研
齋藤 泰



筆者略歴

1993年3月 東京理科大学理学部数学科卒業
同年4月 株式会社東研入社
2001年3月 室蘭工業大学後期博士課程修了
2008年現在 株式会社東研で高輝度電子源の開発および
高分解能投影型 X線顕微鏡の研究開発に従事。
X線開発部 線源開発室 室長
首席研究員 工学博士

光学顕微鏡や電子顕微鏡は皆さんご存知だと思います。私の専門は「X線」顕微鏡です。X線というと病院で撮るレントゲン写真あるいは空港の手荷物検査を思い浮かべる方がほとんどだと思います。また最近では食品の異物検査などにも使われています。どれもX線が物質を透過する性質を利用しています。X線顕微鏡とは「顕微鏡」というだけあって試料を透過して内部のたいへん小さな物まで観える装置のことです。私が今の会社に入社した当時（1993年）は、分解能は $10\ \mu\text{m}$ 程度でした。主に食品の異物検査などに利用されていました。その後、1999年に私の会社が世界で初めて $1\ \mu\text{m}$ を切る分解能 $0.4\ \mu\text{m}$ を実現しました。この製品はTUX-3000Wと名づけられました。この“W”の意味は後で分かると思います。さて、これくらいの分解能になるとICなどの電気部品の故障検査に利用されるようになりました。これまでは、ICを分解して、電子顕微鏡で故障箇所を観察していましたが、破壊検査であるためどうしても真実を見ているとは言い難く、X線顕微鏡での非破壊検査が実施されるようになりました。しかし、ICは時代の流れと共に急速に小型化されていきました。そこでX線顕微鏡に分解能向上の要求が出てくるわけです。このような背景の中、私が登場することになります。私に与えられた使命は「分解能 $0.1\ \mu\text{m}$ のX線顕微鏡の開発」でした。

入社3年目のある日、当時技術顧問をされていた故渡辺勝博士（元日

本電子株式会社事業部長)に呼ばれ、「君、電子源の研究に北海道の大学へ半年ばかり修行に行かないか？」と聞かれました。私は自分を磨くチャンスだと思い、すぐ返事をしようと思いました。実は結婚したばかりで新居も建ててしまった時だったので、単身赴任になるわけです。しかし、妻との生活に慣れる前に行ってしまった方が気持的に楽かもしれないと思い、「是非行かせて下さい」と応えてしまいました。しかし、このあと大変なことになるとはこの時は知る由もありませんでした。

私が弟子入りしたのは、安達洋教授(現室蘭工業大学名誉教授)が主宰する真空マイクロエレクトロニクス研究室でした。研究テーマは「液体金属を用いた高輝度電子源の研究」でした。X線顕微鏡の分解能を向上させるには、高輝度な(明るい)電子源が必要なのです。なぜならばX線は、電子を金属に当てると発生しますが、その発生効率が1%以下と極めて低いため、電子顕微鏡と同じ分解能を得るには単純に考えると100倍の電子が必要になるわけです。

さて早々に東京を離れ、大学近くのアパートに引越し、私の大学での研究生生活がスタートしました。まず教授から3通の英語の論文を渡され、それを精読することから始まりました。80年前の論文で電子源の草創期が書かれていました。80年も前から電子源の研究がこれほど綿密に行われていたことに感心しました。その後、実験装置を一台あてがわれて私の実験が始まりました。電子源は鋭いタングステンの針に液体金属を塗布して、超高真空装置に入れて電界をかけ、量子力学的トンネル効果を利用して電子を取り出すという内容でした。最初からものすごい電流が観測されました。私は内心「研究はすぐに終わり半年もしないうちに東京へ帰れるのではないか？」と感じました。ところが現実はそう甘くはありませんでした。実験に再現性はなく、また思ったように電子源の中心に明るい輝点を持つてくることができず、試行錯誤の日々が始まりました。そんな折、ある学会で当研究室の中根助教授(現教授)が発表された時のことです。質疑応答で、若い大学院生らしき人物がある質問をしました。すると先生は「そんなことは教科書を読みなさい！」と一喝されました。学会で発表する内容また論文の内容は、教科書に書いていないような常に新しいものでなければならないのです。私は「これはいかにしてられないぞ、実験も良いがもっと勉強をして理論的な裏づけができるようにならなければ」と感じました。勉強する、研究室の院生たちと議論する、論文を探して読む、実験する、そんなことをしているうちに、あっという間に半年が過ぎ、もう半年修行することになり

ました。この頃、渡辺顧問から「今やっている研究は難易度が高い、製品化するまで行くかもわからない。そんな場合、会社に戻ったときに君が追い詰められる。だから滑り止めにもう一つの電子源を研究して自分で作れるようになっておきなさい。」と言われました。そこでもうひとつの電子源の製作方法を学び、自分でアレンジすることもできるようになりました。半年が過ぎていました。滑り止めの電子源はかなり順調に進んでいましたが、肝心の液体金属電子源は最初の実験からほとんど進んでいない状況でした。そんなとき、東京で私と妻は渡辺顧問と食事をしました。そのとき渡辺顧問がおもむろに、「奥さん、研究というものは1年やそこいらで完成するものではないんです。どうかもう1年辛抱してもらえないでしょうか」と妻に頭を下げました。二人とも恐縮して「わかりました」と言うしかありませんでした。結果的に私の研究論文が完成したのはそれから2年後で結局トータル3年間研究室にお世話になることになったのでした。まさに「石の上にも3年」だったわけです。しかし、私が東京に戻る前に渡辺顧問は亡くなってしまったのでした。1999年のことでした。渡辺顧問の頭文字“W”は今現在でも装置の名前として残っています。

会社にもどると共に、少し遅れた新婚生活が始まりました。会社では、すぐに私の成果を製品化しようとしたのですが、本命の液体金属電子源はまだ実験レベルで市場に出せるほど安定してはいませんでした。そこで、滑り止めの電子源を用いた世界最高分解能投影型X線顕微鏡の製品開発がスタートしました。このとき初めて渡辺顧問が以前おっしゃっていたことの意味を実感しました。しかし、滑り止めの電子源といえどもX線顕微鏡として完成を見るには山ほど問題がありました。製品開発期間は年でしたが、製品化まで結局3年かかりました。この3年間、特に予定の年を過ぎたあとの年間、私は土日もなく装置の都合に合わせてせっせと作業をしました。同じようなことの繰り返しが続きました。しかし「分解能 μm のX線顕微鏡の開発」は分解能が出ないままでした。そのうち「実は、無理なことをやっているのではないか？神様（自然）はできないことを知っているのではないか？」という懐疑心にさいなまれるようになっていきました。最後の半年間は半分ノイローゼ気味で、ただただ開発機と向き合う日々が続きました。そして運命の3年目、とある日曜日の午前中、いきなり“そのとき”はやってきました。いつものように、そう、まるで毎日の犬の散歩でもするように会社に行き、開発機の分解能出しを行っていたときのことでした。パソコンの画面に

0.1 μm の分解能チャートがくっきりと写し出されたのです。だれもない作業場で私は一人背筋がぞくぞくして涙が出てきました。「やっと冷徹な自然との根競べが終わったんだ」と感じました。それは同時に、科学がときに“自然科学”と呼ばれる意味を悟った瞬間でもありました。

その後、分解能0.1 μm の世界最高分解能投影型X線顕微鏡は「TUX-F」と名づけられ、製品化され大いに活躍しています。さて、宿題だった本命の液体金属電子源は、その後、意外な方向に研究が進んで行きました。安定させようとしてがんばっていましたが、実は不安定にして待っているとそのうちに勝手に安定して世界最高輝度のナノチップ（ナノメートルオーダーの突起）が針先端部にできることがわかったのです。これも自然のなせる業だと思いました。これはスーパーチップと言って、後に東京工業大学の高柳先生らが解明した量子効果が現われた状態で、電子放射にあたり通常発生するジュール熱が発生せず、まるで超伝導のように極微小の領域から大量の電子を取り出せる画期的な電子源だったのです。現在は、このスーパーチップを電子源に据えた分解能0.01 μm の世界最高分解能の投影型X線顕微鏡を作ろうとしているところであります（2009年2月現在）。

本研究、製品開発を行って実感したことは「妙に追い詰められる時期と妙に伸びる時期が存在する」ということであります。自然は畏ろしい、人智などお構いなしに、それこそ“自然”に振舞う存在なのであります。一方で人間の平常心とは非常に狭い領域であり、その上限と下限にはまだまだ未知の心の領域があるということでありましょう。最後になりますが、この文章を天国の渡辺顧問に捧げることに致します。



技術者よ、「高志」 を抱こう！

富士電機システムズ株式会社

酒井 吉弘



筆者略歴

1947年2月17日生。1971年、東京大学工学部船用機械工学科卒業。同年、富士電機製造(株)（現、富士電機ホールディングス(株)）入社。蒸気タービンの設計・開発に従事。2001年より富士電機システムズ(株)川崎工場技師長。工学博士。日本機械学会、腐食防食協会、日本地熱学会、ターボ機械協会会員。

エンジニアの志

エンジニアという職業が生まれたのは中世の頃らしいが、エンジニアは太古の昔から存在し、人類の文明を築いてきた。数千年前に古代エジプトのエンジニアが設計したギザのピラミッドは、当時とは比べものにならないほど科学技術が発達した現代においてさえ、その技術レベルの高さで我々を驚嘆させる。18世紀に始まった産業革命後、エンジニアの活躍の場はますます広がり、数々の天才的なエンジニアが蒸気機関車や自動車、飛行機など様々な機械を発明・改良して、今日の豊かな文明社会の礎を築き上げた。

20世紀のエンジニアの最大の功績は、たゆまぬ改良工夫によって、より良いものをより少ないコストで提供してきたことである。これによって現代人は昔の王侯貴族も手に届かなかった豊かな物質生活を享受できるようになったのである。その一方で、現代の物質文明は石炭、石油、天然ガスなどの化石燃料の大量消費の上に成り立っており、人類社会は二酸化炭素による地球温暖化の脅威に直面し、また天然資源が枯渇する日も確実に迫ってきている。

どの時代においてもエンジニアの役割は、その時代の要請に基づいて

人々の夢を実現することだった。エンジニアはそのために困難な問題に敢然と立ち向かい、粘り強い努力によって問題を解決する方法を見つけてきた。21世紀のエンジニアに求められているのは、高い志を持って、現代文明が直面する課題に取組み、「持続可能な発展」を実現することであろう。

エネルギー先進国アイスランド

北大西洋に浮かぶ小さな島国アイスランドは、未来のエネルギー問題に国を挙げて取り組んでいることで知られている。北海道より3割程度広い国土に、僅か30万人の国民が住んでいる。国民の大半はノルウェーから移住したヴァイキングと、アイルランドやスコットランドから移住したケルト人の子孫である。一般にファミリーネームがなく、父親または母親の名前をとって「〇〇の息子（娘）〇〇」と名乗っている。たとえばアイスランド出身の歌手ビョーク・グズムズドッティルの名前は「グズムズの娘ビョーク」という意味である。世界最古の民主主義国としても知られ、一院制議会である「アルシング」の歴史は10世紀初めに遡る。



アイスランドのブルーラグーン露天温泉

アイスランドは国土の一部が北極圏に属しているが、高緯度の割には寒さがそれほど厳しくなく、最低気温も零度をわずかに下回るのみである。内陸部は氷河や火山のために人が住めないが、沿岸部には「氷の国」という名前とは裏腹に緑の牧場があり、羊が放牧されている。これは、

アイスランドが火山島であり、またアイスランドを囲むように流れるメキシコ湾流のためである。アイスランド島の真ん中を大西洋中央海嶺が貫いており、地中から湧き出した海洋プレートがアイスランド島を引き裂くようにして左右に分かれている。そのためにできたアイスランド語で「ギャオ」と呼ばれる大地の裂け目を見ることができる。アイスランド島の真下には熱いマグマが地表近くまで達しており、アイスランドは世界有数の火山国である。間欠泉も多く、最大の間欠泉である「ゲイシル」は、英語で間欠泉を意味するガイザーの語源にもなった。

資源に乏しいアイスランドは、昔から地熱エネルギーを地域暖房や発電などに活用してきた。人口の約半分が住む首都レイキャヴィクでは、暖房はすべて地熱エネルギーによって賄われている。電力の約8割は水力発電、残りの約2割は地熱発電によって作られており、電力のほぼすべてが再生可能エネルギーによって得られている。

レイキャネス半島にあるスヴァルトセンギ地熱発電所では、井戸から汲み上げた地熱水の排水を人工の池に流して、ブルーラグーンと呼ばれる世界最大の露天温泉にしている。温水は中に含まれるシリカのために美しい青色をしており、ブルーラグーンという名前もそこからつけられたものである。

アイスランドは、2050年までに化石燃料に頼らない水素エネルギー社会に移行することを目標に掲げており、燃料電池で動くバスの運行や、水素ガスステーションの整備が進められている。

愚直に技術の真実を追い求める

私とアイスランドとの縁は、約30年前に納入した6MWの小さな地熱発電設備を設計したことから始まった。地熱発電は、地球がもつ熱エネルギー、すなわち地熱エネルギーを利用して発電を行う技術である。我々が住む地球は内部へ行くほど温度が高くなり、中心部では5000～8000Kに達すると推定されている。何億年という単位で見ると、地表からの熱放射により地球はゆっくりと冷却しているが、人類にとって地球はほとんど無尽蔵ともいえる熱エネルギーを秘めているとあって良い。

わが国やアイスランドのような火山地帯では、岩石が溶融した高温のマグマが地表近くまで達しており、地中に浸透した水がマグマによって熱せられて熱水と蒸気が混合した地熱流体として貯留されてい

る。この地熱流体貯留層に達する深さ約 500 ～ 4000m の井戸を地表から掘削し、噴出する熱水・蒸気の混合流体から分離した蒸気でタービンを回して発電機を駆動する方式が 現在最も広く実用化されている地熱発電である。

地熱発電は、石炭や石油、天然ガスなどの化石燃料を燃焼させて発電する火力発電とは異なり、地球温暖化の原因となる二酸化炭素をほとんど排出しないクリーンエネルギーである。その反面、地熱発電は地中から出て来る蒸気を利用するので、地熱蒸気中に含まれるさまざまな不純物と闘わなければならない。不純物の中には硫化水素やアンモニア、塩酸、硫酸など金属を腐食する成分が大量に含まれており、時として地熱発電設備の部品を壊してしまうこともある。

アメリカに納めた地熱発電設備が腐食のため壊れて、訴訟好きのクライアントに訴えられたこともあった。この時は私の会社人生における最大のピンチだった。私はほかの仕事すべてを同僚に任せ、会議室を仕切って作った小部屋に一年間籠って、必死になって問題に取り組んだ。当時は出口がないトンネルの中にいるような感じで、眠れない日々が続いた。問題が解決した日の嬉しさは忘れられない。

いまから振り返ると、ただ愚直に技術の真実を追い求めたことが良い結果につながったと思える。技術のブレークスルーは偶然や失敗の結果であることも多いが、そのバックには膨大な実験や、根気強い探求がある。失敗を未然に防ぐよう最善を尽くすべきであるが、失敗したら、失敗の原因をとことん追究し、改善する。それが技術の進歩、ブレークスルーを生むのだと思うのである。

現代のエンジニアは、多くの場合、会社に勤める社員という側面が強く、会議資料の作成やコスト計算などのさまざまな日常業務に忙殺され、自らをエンジニアとして感じる機会が少ないかもしれない。そうであればこそ、エンジニアとしての原点を見失わず、「志」を高く持って、人類社会の幸福と夢の実現のために、いささかでも貢献したいものである。

技術の挑戦者 一次代を担う技術者へ

東洋エンジニアリング株式会社

酒井 健二



筆者略歴

東京工業大学修士課程を卒業後、昭和49年4月に東洋エンジニアリング(株)に入社した。入社以来一貫して石油精製や石油化学等の装置に設置される压力容器や熱交換器に関するエンジニアリングや新規プロセス機器に関わる開発を担当してきた。現在は同社の技術部長として静機器関連の全社的な技術責任を負う立場である。

はじめに

私は石油精製、石油化学、肥料製造等の設備のプラントエンジニアリングを主たる業務とする東洋エンジニアリング株式会社に入社以来、反応器、塔槽、熱交換器などのプラントを構成する静機器分野の設計技術者として30数年間、設計一筋で仕事をしてきた。その間、通常のエンジニアリング業務に加えて、重質油熱分解反応器、メタノール反応器、尿素合成系の高圧機器、ポリスチレン反応器等の自社技術による機器の開発・改良、および機器の設計・製作・据え付けあるいは運転中に発生した機器に関わる不具合や事故の原因究明とその対策などの多くの技術課題の解決を担当してきた。自社技術による機器の開発・改良では、小さなベンチスケールの試験から始まりパイロットプラントの試験あるいは実証プラントの試験を通じて商業用の機器を開発するのが普通であるが事情により途中の工程を省いてベンチスケールの試験から一気に商業用の設備を設計製作しなければならないこともあった。これらの開発過程では各段階で種々の解決すべき技術課題が次々と発生するがそれをどうすれば解決出来るか身をもって知ることが出来た。機器に関わる不具合や事故の原因究明とその対策でも同様であるが、そこでは異文化との

接触や時には客先との難しい技術的な折衝などの貴重な経験をすることも出来た。

技術者の仕事の面白さ

長年プラントの静機器設計技術者として仕事を行ってきたが、振り返って見るにこれほど興味のある面白い仕事は無いと思っている。エンジニアリングに於ける技術関連の仕事は大変なことも有るが日々変化があってやりがいがあり、未だにつまらないと感じた事がない。そして業務を通じて日々多くの事を学ぶことができ、それは今でも同じで学ぶことに終わりが無い。そしてなによりも物を作り上げる喜びがある。

技術者であれば誰でも自分が設計したものが上手く出来上がり目的の機能や性能を達成できれば嬉しいものである。そして克服すべき技術課題が大きければ大きいほど、途中で苦勞すればするほど最後に期待通りの成果が得られた場合の喜びは大きい。ことに私が主として担当してきたプラントを構成する機器の一つである反応器は一般に大型・複雑かつ高価なものであり、そしてプラント全体の性能を決する要であるのでその開発は重要でかつ技術的な課題も多い。こうした条件の中でいくつもの技術課題を克服しながら苦勞して機器を開発し、完成したプラントが所期の通りの性能を発揮して製品が出てくる所を見るのは技術者冥利に尽きるこの上ない喜びである。

課題解決の秘訣

この様な業務での成功体験を通じて、開発を成功させあるいは重要な技術課題を解決する秘訣は次のような事だと考えている。

熱意を持ち前向きにそして諦めずに取り組むこと

どんなに難しい技術課題も必ず解決できる道がある。課題は時として苦しく辛いものであるかもしれないが、それを嫌々ながら対応したのではこの解決の道は決して見つからない。その課題に熱意を持ち前向きにそして諦めずに取り組むことが、課題解決のために重要なことと思う。課題解決はそういうことが出来る機会を与えられたのだと前向きに考えてやる。その課題に集中して寝ても覚めてもいろいろなアイデアを出して楽しく考える。するとそのうちふっと道が開ける。これは私自身の経

験から自信を持って言える。

技術に対して謙虚であること

技術課題として実際に発生する物理現象は一般に深く複雑であり、浅はかな人間には容易に理解できる世界では無いことを良く認識すべきである。課題として発生した物理現象を安易に自分の勝手な思いこみや決めつけで誤って捉えたら課題は永久に解決できない。まず冷静な目で謙虚に発生している現象を正しく把握することが大事である。この現象を正しく捉えるためには、例えば損傷した部品の原因究明では最新の観測技術や計測技術にのみ頼るのではなく、出来る限り目で見て五感を働かせてそしてスケッチして観察することが有効であると思っている。何が起きているかが正しく把握できればその解決策は自ずと導かれることが多い。解決策が見いだせない場合はまた謙虚な目で広く解決策を模索する。常識も条件が異なれば成り立たないことを理解してそういう思いこみも排除して考える。伝熱現象を理解するときに熱伝導や熱伝達をまず考えがちであるが高温域になると輻射伝熱が支配的になることなどは安易な常識が必ずしも常には成り立たない良い例であろう。技術課題の原因究明や対策を立案する際に、適切に行ったコンピュータ解析は重要な武器になる。しかしそうして苦勞し紆余曲折を経てようやく上手く道が開け課題解決できた後から振り返ってみると、技術課題の原因と結果、その解決策は理にかなったごく自然で当たり前のことを知るはずである。複雑である自然現象も知ってしまえばどうと言うことはないが、それが最初に容易には分からないのが人間の浅はかさである。

他技術分野との統合

既に述べたように実際に発生する物理現象は深く複雑で種々の異なる物理要素が絡み合っていることが常である。例えば比較的簡単な冷却コイル付きの触媒層反応器を開発する場合でも触媒反応、流体の流れ、伝熱、材料、腐食などの諸技術要因が関連してくる。従って開発や技術課題の解決にはその技術者が専門とする分野の知識のみでは不十分で、機械、化学、材料、腐食、溶接、電気、計装等々の専門家が互いの垣根を取り払って協力し合うことが必須である。時には一企業の壁を取り払い社外の専門家との協力が必要となる事もある。また各技術者自身も専門分野のみならず専門外の分野の知識を広く持つことが、開発あるいは技

術課題の解決に必要なのである。

課題から時々距離を置いて考える

技術課題の解決に熱心になる余り課題にのめり込み過ぎると周りが見えなくなる。課題解決のために本体達成すべき目標を忘れて、一つの解決手段に過ぎないことを最終目標と思い誤り無駄な労力を費やしてしまうことがある。時々課題から距離を置いて本当に達成すべき目標は何であるか、そしてそれに至る道に何が有るのか良く考えた方がよい。課題解決に至る道は広く沢山あり、そして視点を変えると良いアイデアが出るものである。例えば新しい機器の開発で有る部分が高温に晒されて直ぐに寿命が尽きてしまい実用に耐えない場合、その材質アップや構造の改良で耐えるようにすることは一つの道であるが条件が厳しくてどうにもならない場合は寿命が尽きたら直ぐに交換できるように設計すればそれはそれで現実的な解決となりうるのである。

おわりに

技術者としての仕事は長年続けても興味が尽きない。近年は職業として技術者を目指す若者が減っていると聞くと、私を感じている技術者としての仕事の面白さに共感して頂き、私と同じような技術者の道を目指す後進が沢山出てくることを期待したい。

かかと 技術は踵から

油研工業株式会社
榊原 康生



筆者略歴

1943.10 横浜生まれ
1965.03 群馬大学 機械工学科 卒
1968.03 油研工業(株) 入社
研究開発部にて油圧制御弁の開発に従事
2005.06 油研工業株 常務取締役
技術・生産 担当
現在に至る

年の暮れ、12月最後の週、寒波到来で底冷えのする日だった。深夜、機械室の油圧配管に絡みつき暖を取っていた。機械は昼夜連続運転で、機械室は若干ではあるが外より暖かい。油圧配管は作動油の温度で十分温まっている。かじかむ手を温めている。

或る圧延機械の調子を、数日間ズーッと見張っていた。この圧延機は厚さ1mm以下の銅箔を製造するものである。圧延は銅箔をローラーで押さえつけて、引き抜くことにより所定の厚みを製造するものである。ローラーの押さえつける力を油圧制御で行っている。圧延のスピードは毎分数十m程度であり、板厚からすると相当な速さである。

油圧制御機器を提供したのだが、この機械が試運転時から、半年掛かっても正常に動かなかった。昼夜運転で、1週間に1回ほど思い出したように、圧延中の銅箔が切れてしまうのである。不具合現象は、圧延中流れている銅箔が波を打つ状態になり、やがて切断されてしまうものであった。いつまで経っても正常運転にならないため、お客様に厳しく責められながら、様々な角度から原因を調査した。

結論として考えられたのは、ローラーの押さえつける圧力が、左右で違ってしまうと言う事であった。それも思い出したように或る時突然に起こるのである。この左右の圧力差は何故発生するのか、考えられることは、油圧制御機器の可動部の動きが、機械の要求精度に対して十分追従していない事が想定できた。

当初作動油の汚染のため、摺動抵抗が変化し応答性が追従できないこ

とが考えられ、対策として作動油の交換、フラッシングが繰り返し実施された。

その時は、あたかも解決したかのような動きになり、ホッとした気分になるのだが、やはり1週間もすると、不具合が再発した。こうしたことを繰り返しているうちに、次第に当油圧制御機器に対する不信感が大きくなってきた。試行錯誤する中で、油圧制御機器の摺動部を全面的に見直すことにした。材質、表面粗さ、真円度、円筒度を改善した。従来採用されていた規格値に対し、数倍レベルの高精度に仕上げた。

ここで解決の兆しが見えない場合は、当システムの不採用が決定される限界で、最後とも言うべき製品を提供した。その製品を取り付け、圧力波形をメモリスコープで見たとき、瞬間に解決したと確信した。当然それは口にしなかった。いつも1週間ほど経過すると、不具合が発生するので、お客様も信用するはずがない。

メモリスコープに表示された圧力波形が確実に変わったのである。今までは、線をなぞって2重書きしたように太かった。しかしこの程度で不具合が出ることは、これまでの経験では考えられなかった。今回は実に細い線に表示されていた。制御機器の可動部の応答性が、格段に向上したことがはっきり読み取れた。1週間が経過し何の問題も発生しなかった。やはり、作動油の汚染（ゴミ）の問題ではなく、問題の本質は制御機器に、より高い応答性が要求されており、それが満たされていなかったのである。お客様は、まだまだ信用しない。自分はこれで不具合は解決できたと確信していたので、非常に落ち着いていた。年の瀬、寒波で手足は悴む思いで、配管の温もりで暖を取っていたが、心はずでに温かかった。

これは、現場経験のひとつであるが、現場と言う所は、自らの技術の検証の場であり、新しい技術が生まれる場所である。現場は先入観を否定し、事実を謙虚に受け入れなければならない場所である。さらに現場は耐える精神力を鍛える場所である。

入社した時、最初に「油圧は踵から覚えろ」と先輩に言われた。この言葉はずっと頭から離れなかった。初めはなんとなく判ったつもりでいたが、ほんとに実感できるようになったのは数年後であった。

技術は「現場から」覚えることだと、体で分かるようになった。

生きた技術は、この現場から身につけなくてはいけないと言うことである。またそれ以外では、身に付かないと言うことである。

現場で技術を身につけるためには、実機と格闘することから始まる。

実機の中に潜り込み、部品を交換する、性能を測定する、振動や騒音を体感する。ともかく動くこと、歩くこと、フットワークが要求される。それは取りも直さず「踵」からである。

現場に根ざした仕事が、いかに重要であるかは、様々な世界で言われているが、長年の経験でこれは真実であると確信している。

現場には、顧客現場、製造現場、営業現場、開発現場と様々な職種で、形を変えて存在するが、どこの世界でも現場重視の考えは変わらない。

今回の経験は、顧客現場のひとつである。初めはお客様に責められ、「何故」と焦りの連続であった。徹夜に近い作業も当然続いた。

最後の対応で、実機は正常に連続運転が出来るようになった。メモリスコープの波形は、依然安定していた。既存技術では対応できない、新しい応用を現場が教えてくれたのである。お客様の顔にも、安堵の表情が見えるようになった。

物事の問題は解決してみると、たわいも無いものが多いが、その過程は貴重である。

現場で課題解決に四苦八苦している時は、自然と物の見方が広がる。システム全体、動きの詳細工程を、把握できないと次に進めない。顧客現場は特に厳しいが、経験が貴重なのである。この経験で生きた技術が身につくものである。

現場は面白い。当然辛いこともあるが、共に必死な人たちとの接触で、精神的に鍛えられ、自らの技術の検証と切磋琢磨ができる。これから技術で生きていく若い人には、ともかく現場を好きになっていただきたい。

現場に向うと、闘志が湧き出てくる、そういう気概を持っていただきたい。その道に精通するためには、現場の経験が不可欠である。また、その道に精通してくると、見えないものが見えてくるものである。鉄の固まりの中の、流体の流れ、圧力分布、作動する部品の挙動が見えてくるものである。様々な分野で同じことがあると言える。開発中に副産物で想定外の発見や発明が、報告されるが、これはその世界に精通しているからこそ掴み取れるものである。無知な世界からは、絶対に発見は生まれえない。既成の考えでは問題ないはずのことが、現場では問題がでる。日常良くあることである。この問題を解決して初めて、生きた技術が身につくものである。現場から生きた技術を見つけて欲しい。現場に耐えられる精神力と、体力を鍛えて欲しい。それは踵から始まる。よく歩くことが技術習得の第一歩である。これが人の心身の健康法と共通することが、実に意味深い。

知識獲得の手法

基礎工学の理解がマクロ理解の源泉

千代田化工建設株式会社

坂口 順一



筆者略歴

昭和 49 年 千代田化工建設株式会社入社
昭和 60 年 回転機械部 主査
平成 2 年 機械エンジニアリング部 副技師長
平成 8 年 機械エンジニアリング 1 部長
平成 9 年 機械エンジニアリング部長
平成 10 年 第 1 統轄部長兼 展開設計副本部長
平成 11 年 展開設計本部長
平成 12 年 経営企画本部長 兼 経営企画部長 兼 IT 推進部長
平成 13 年 執行役員 経営企画本部長
平成 15 年 執行役員 技術統括 副統括
平成 17 年 フェロー 技術戦略研究所長
現在に至る

はじめに

若手エンジニアの社会人としての第一歩は、最初に配属された部署で業務遂行に必要となる知識・技術を習得することにある。将来には担当分野において社内、国内の産学界、さらに世界を代表するエンジニアとなり、新たな技術の進歩にチャレンジすることが期待される。しかしながら、そのレベルに到達できるのは必ずしも多くのエンジニアではなく、成長できる機会に幸運にも恵まれ、ある程度の資質をもち、自己研鑽に務めた一部のエンジニアに限られる。それでは、どのような教育・指導プログラムを会社として、さらに社会として備えるべきかが非常に重要な課題であり、今日まで多くの指導者が自身の体験や教育論に基づき、いろいろな機会に各種提言してきたと考える。筆者もこの機会を借りて、自身の 35 年間のエンジニアとしての経験と永年掲げてきた信条に沿って、将来日本さらに世界に技術を持って貢献することを期待される若手エンジニアの参考になればと考え、エンジニアリングという分野から見た知識獲得の手法とその成長モデルについて述べてみる。

エンジニアリング業務

まず筆者の技術基盤であるエンジニアリングという業務について、筆者の定義と概念について述べてみる。ここで一部の読者に「エンジニアリングは自分の仕事とは関係ない。」と早合点しないで欲しい。本稿で述べるエンジニアリングという行為は、一般に知られているエンジニアリング会社のみならず、機械メーカー、IT会社、建設会社、さらには各種研究機関にも当てはまる技術的な行為であると捉えて欲しい。図1にエンジニアリングについての筆者の定義を示す。エンジニアリングとは、この図の左に示すとおり、自らの技術と複数の外部の技術をインテグレーションして新たなエンジニアリング・プロダクトを生み出す行為と定義する。人は単独では高い付加価値を生み出すことはできず、他人の力（技術のInput）を借り、それを自らの技術と統合することで、高い付加価値（Output）を産み出すビジネス・モデルと定義すると、エンジニアリングは技術分野によらず普遍的に当てはまる概念となる。もう1つのエンジニアリングの側面は、図1の右に示すように上位のエンジニアリングの要素（Input）となる外部技術は、下位技術階層のエンジニアリング・プロダクト（Output）である。たとえば、メーカーのエンジニアリング・プロダクト A、B が全体のエンジニアリング・プロダクトの重要なテクノロジーの一部とすると、メーカー A のエンジニアリング・プロダクトは、サブベンダー C、D のエンジニアリング・プロダクトとメーカー A の自社技術を主要なテクノロジーとして、メーカー A が生み出したエンジニアリング・プロダクトと言える。

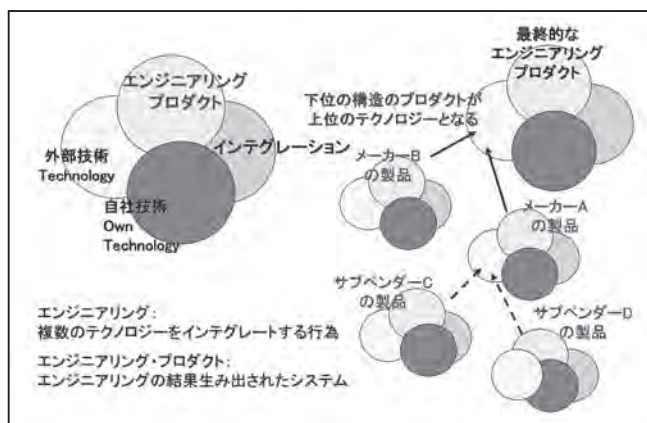


図1 — エンジニアリングの階層構造

すなわち、エンジニアリングとは、下位階層のエンジニアリング・プロダクトが上位階層の外部テクノロジーとなる多数の階層構造となる。また大多数の会社の業務も、社内外のエンジニアリング・プロダクトと自身の技術を要素として、それをインテグレートすることで、新たな付加価値を持つエンジニアリング・プロダクトを生み出すと位置付けられる。

図1のエンジニアリング業務においてインテグレーションが最も重要な行為である。より優れたインテグレーションとは、第一にエンジニアリング・プロダクトの要素となる下位階層の外部テクノロジーと自身でやるべき技術の要求仕様を、全体のエンジニアリング・プロダクトの要求仕様に見合うべく、個別に定義（ディファイン）することである。第二は第一で定義した下位階層への要求仕様に応じて生み出されたプロダクトが、第一の要求仕様の意図に合致しているかの照査（レビュー）、第三は本来の目的である意図したエンジニアリング・プロダクトを生み出すという視点から、複数の下位階層の技術・プロダクトと自らの業務との調整（コーディネーション）の3つの行為（アクティビティ）に大別される。そこで、まず若手エンジニアは自らの業務の位置付けと、下位階層、上位階層とのインターフェースを常時明確にし、必要十分な品質のプロダクトをOutputするというシステム思考の意識を持つことが必須となる。マクロな視点で見ることの励行と日々研鑽により高いレベルで業務遂行できるようになると確信する。

知識獲得の手法

前項で述べたエンジニアリングのアクティビティにおいて、下位階層のプロダクト（技術）がどのようなものか、上位階層（お客様）に自らのエンジニアリング・プロダクトを提供するに当たり、どのようなもの（機能）が本来上位階層から見て必要になるかを十分理解することが最も重要な習得すべき技術となる。図2に内容のよくわからないこと（技術）を、どのように理解できるようになるかを示す。

まず理解・解明したい未知の技術があるとすれば、類似と思える既知の技術をイメージすることが第一歩となる。たとえば自動車を見たこともない人が、自動車とは何であるかを理解する場合を想定しよう。もしその人が自転車であれば知っているとする、すでに知っている自転車と照らし合わせながら、自動車の機能、ハード構成の差異を具体的に比

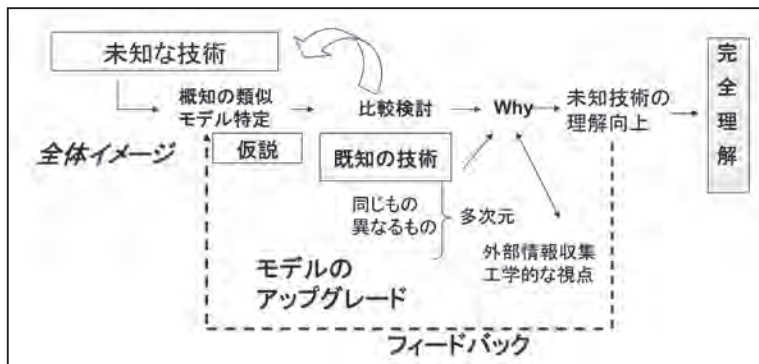


図2 知識獲得の手法

較することで、かなり理解・解明が進むと考える。ある程度理解が進んだら、次のステップでは自ら未知な部分は、こうなっているのではないかと仮説を立てることが重要となる。次に立てた仮説と未知な技術との機能、ハード構成の差異を実務を経験する過程で比較することで、より深く未知のものの理解・解明が進む。この行為を繰り返すことで、【知識獲得】が推進されると筆者は考える。このような思考が可能となる源泉は、第一ステップではアナロジー思考によるイメージ力、次に原理・原則の本質的理解力にあると考えるが、その基は、基礎工学、たとえば機械エンジニアである筆者の場合、熱力学、流体機械、振動工学を主とした機械力学など、所謂機械系の4力学とモータおよび発電機関連の電気工学などである。実際にはアナロジー思考によるイメージ力も基礎工学に立脚したマクロな理解力と密接であるので、【基礎工学がマクロな理解の源泉】すなわち【知識獲得の源泉】となる。

もう一つ大切なものがある。例えば、1, 2, 3, 5, 8, 13とくれば、次は何であろうか。答えは21である。これは、 $An = An-2 + An-1$ となる数列である。この数列のイメージは知識獲得の重要なプロセスを示唆することになる。たとえば、エンジニアが類似な事象として、前述の1, 2, 3, 5, 8の経験を習得したとする。この時、この先は $An = An-2 + An-1$ ではないかと仮説を打ち立てた人が、次に13を経験すれば、仮説が正しいと確証できる。こうなると後の解は自明である。この概念が、図2に示す【知識獲得の手法】として筆者が力説する所である。ところが同じ1, 2, 3, 5, 8の経験をして、何も考えずにいけば、次は13、21とただ漫然と経験を積み、後輩に「経験こそ全て」と主張する、無

知な先輩となってしまう。すなわち、経験からルール（仮説）を導く能力のある人は、僅かの経験から仮説を打ち立て、それを検証し、その外挿によって先が予測できることを意味する。ここでは数列を例にしたが、マトリックス、微積分による事象の捉え方も重要となる。マトリックスあるいは固有ベクトルの概念が不足していると、物事の分析・整理が画的あるいは、一次元的評価にとどまる危惧がある。一方、マトリックスあるいは固有ベクトルの概念があると、ある事象を m 個要素からなる事象ベクトルと捉え、その要因を n 個要素から構成されると位置付け、その2つのベクトルの相関を $m \times n$ のマトリックスで分析する提案ができるであろう。以上に示すように、これらの数学も広義では基礎工学の一部となる。

まとめ

若手エンジニアは、まず自ら係わる業務に精通する必要がある、本稿に示唆する概念で取り組みれば、短期間で多くをマクロ的に理解できるようになる。これはエクセル・シートに単に経験を埋め込むのではなく、各セルの関連付けにより数式化すれば Fill Down, Fill Right できることと同じである。そして数式化（仮説）を検証さらに高度化することが必須となる。これが一を聞いて十知ることにも通じる。

次にシステム思考で、自分の業務の上流、下流（本稿では上流が下位階層としている）の位置付けを明確にすることで、品質の高い業務が遂行できる。最終的には、仮説の外挿力を自らのコア技術として、外部の技術と自らの技術をインテグレートして、新たなエンジニアリング・プロダクトの創出に貢献することを期待する。

技術の挑戦者 — 次代を担う技術者へ

TACO株式会社

佐々木 政彰



筆者略歴

昭和52年3月東海大学機械工学専攻修士課程修了後東京オートマチックコントロール(株)(現TACO(株))に入社。主に噴霧潤滑装置の研究開発に従事、現在に至る。工学修士。

はじめに

「技術の挑戦者—次代を担う技術者へ」、と題された今回の特集のお話をいただいたとき、正直言ってお受けしても良いものか、大変悩んだ。私にその資格があるとは思えなかったからである。しかし、技術者として多くの失敗もしてきた。そこで、失敗談も含めてお話する、と言うことで「次代を担う技術者」への一助としていただければ幸いに思う。なお、一概に技術者と言っても多種の技術的な仕事はあると思うが、「新製品の開発に携わる技術者」に関して話を進めたいと思う。

経歴

空気圧機器メーカーに所属しながら、畑違いの潤滑装置を手がけるきっかけになったのは、ある自動車メーカーから「これは工業製品ではない」と言われたことにあった。この潤滑装置は、原理的には空気圧機器のエアルブリケータと同じであるが、使用目的は、歯車、軸受け、と言った機械要素の潤滑用である。当時、相当数の潤滑装置を使用いただいていたが、不安定な製品であり、潤滑装置としては致命的な、油が出なく

なるという現象が多発していた。この原因を調査したところ、圧縮空気の質、温度、供給圧力の変動（工場元圧の変動）が大きな影響をおよぼすことが分かってきた。それと同時に、このような使いにくい装置をなぜ使っていたのか、についても調べた。その結果、我々装置メーカーでは気がつかなかった、多くのすぐれた特徴があることが分かった。

そこで、これらの問題点を解決した装置を開発した。図1は、開発後の販売台数の推移と、この装置の主なユーザーである工作機械の生産数の比較である。工作機械の販売台数が減少した時期に、約10年で10倍の伸びを示しており、ヒット商品と言える。

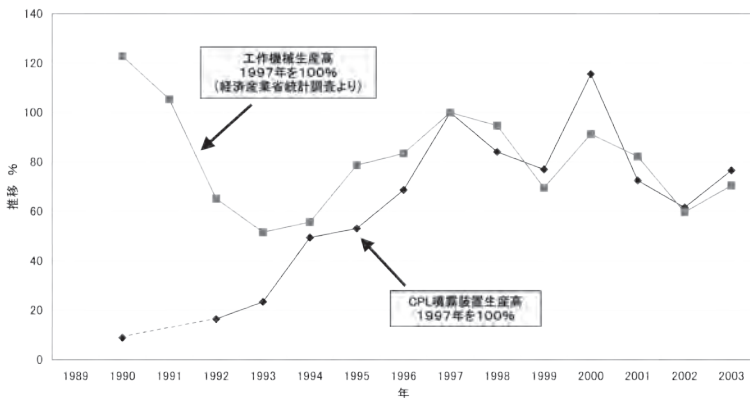


図1 工作機械生産高とCPL装置生産高の推移
(マシニングセンタ、NC旋盤、研削盤、専用機)

この装置の特徴を活かして使用していただくために、ソフトが必要ということになり、「ミクロンルブ潤滑計画法」も同時に作成した。これは、軸受等機械要素の大きさから潤滑容量を計算するもので、使用する上での注意点についても記載した。しかし、この計画法は、通常の装置の取扱い説明書と異なり、技術指導書的な意味付けもある。この噴霧潤滑法は多くの特徴を持っているが、それらを同時に実施するのは困難である。そこで、潤滑計画法で計算する時、どのような特徴を重要と考えるかで計算方法（係数）が異なるようになっている。そのため、だれが計算しても同じ結果とはならない。この点が、だれでも簡単に使用できる潤滑法では無かった、と言えるかもしれない。

この噴霧潤滑用装置を開発し、また、かかわってきたが、これらのうち、よく売れた装置もあれば今一步だった装置もあった。製品は、買っていただいて、使っていただいて、初めて価値がでる。どんなに、画期

的な製品でも使用されなければただのゴミでしかない、と良く言われた。

良く売れた装置、評判の良い装置、逆に不評だった装置、色々あったが、概して、よく売れた装置は、①安いこと、②シンプルであること、③使いやすいこと、と言った当たり前のことであったように思う。逆に不評であったのは、工夫をしすぎてアイデア倒れになったものが多く、今から思うと、自信作と言われるものに多かったようだ。

こんな時は、「ユーザーのレベルが低い、理解されてない、等々」自分勝手に思い込むこともあったが、これは大きな間違いであった。

当社のモットーは、「良い、より良い、安い製品を、買う身になってセールス！使う身になってサービス！」であるが、まさにこの趣旨にそった製品開発が必要で、お客様がどのような製品を望まれているのかを、お客様の視点で考えることの重要性を感じている。

技術者も営業力が必要

新製品を開発する技術者にとって、営業力は非常に重要と思う。たしかに、営業から上がってきた情報だけで新製品の開発は出来るが、営業が拾える情報は、近日的な情報が多く、将来を見越した情報はなかなかつかみにくい。

新製品を開発する場合、相当の時間がかかるが、開発が完了し、いざ発売にこぎつけたときにはすでに時代遅れとなっていることもままある。そこで、将来をみこした開発が必要になるが、これはお客様が今要求されていることではなく、将来必要になるであろう製品を聞きだすことが必要で、それこそ技術者としての知識、情報、能力が必要とされる分野である。話の内容をどれだけ深く聞き取ることができるか、が勝負といえる。これらは、直接お客様からお聞きする場合でも、営業を通した場合でも同じである。

以上は、新製品を開発する場合であるが、開発した製品をいかに多くのユーザーに買っていただくか、使用していただくかが重要である。このためには、営業を介する場合でも、直接お客様に説明する場合でも同じであるが、今回開発した製品がいかに魅力的なものであるかを説明できる能力が問われる。

ここで、「説明力」ではなく、「営業力」としたのは、製品の内容を分りやすく説明することと、買ってもらうため、使ってもらうために製品を説明することとは、似て非なるものである、と言えるからである。確

かに、買っていただくため、使っていただくためには製品の内容や特徴を説明することも必要ではあるが、お客様にあった説明、すなわち、お客様に使っていただけるとしたら、どのような使い方だとメリットがあるか、また、予想されるメリットはどのようなものか、予想されるトラブルと未然に防止する方法、など、一般に営業マンがお客様のところで説明する内容以上の説明が出来ないと、なかなか新製品を買っていただけないし、使っていただいたとしても不満に思われたり、2度と使っていただけないことになる。そのためには、お客様のことを十分に熟知していることが必要で、このことが「営業力」と言えると思う。

多くの引き出しを持つ

技術力とは、情報量の多さで決まると思っている。そのため、日々情報源を増やしていくことと、それらの整理が出来ていることが重要である。情報源は人脈、カタログ、新聞・雑誌等情報誌、特許・実用新案、の規格類、関連学会などの公的機関の情報、専門書、などがある。

しかし、いくら情報があっても、使用できなければ役に立たない。日常、いつでも使用できるような整理が必要である。さらに、情報は時間が経つと古くなり、そのままでは使用できない場合もある。これらの整理も必要となる。多くの会社では、設計基準書、規格書、等設計上守らなければならないルールがある。これらは、重要な情報の1つである。また、過去の図面、試験報告書、先輩の成功談、失敗談も重要な情報と言える。新しい製品を手がけるときは、以前に似たような製品が無かったか調べることで、あれば、それらの情報を集め、整理しておく必要がある。

おわりに

たいそう、えらそうなことを書きました。これらを完全に出来てきたか問われると自信はない。逆に、これらのことをやっておけば、お客様に叱られずにすんだ、と反省している方がずっと多い。

これらを反面教師としていただき、これからの技術者に、少しでもお役にたてれば非常にうれしく思っています。

参考文献

- ①佐々木：「ミスト潤滑法の最近の動向」、トライボロジスト、38-9 (1993)、p791
- ②佐々木：「特集、我が社の優秀イチオン製品・C P L 噴霧潤滑装置・M Q L 給油装置」、油空圧技術、43-11 (2005年10月増刊号)、p25

メーカーにおける 技術者とは

日立化成工業株式会社

佐藤 任廷



筆者略歴

1974年 日立化成入社
1990年 半導体事業部 開発部主任研究員
1994年 開発部長
1997年 下館工場 副工場長
2001年 オプト事業推進部長
2002年 半導体事業部長
2004年 MSS 推進部長
2005年 先端材料研究所 所長
2008年 先端材料開発研究所 所長

はじめに

技術者といっても、現在はかなり広範囲の技術領域にわたり、また深さもかなり深く要求されている時代にメーカー旧技術者の思いが、どれほど役立つか疑わしいが、時代が変化しても不変となるべき真実もあると思うので、一端でも御理解いただき、後に続く方々の役に立てれば幸いとの思いで本稿を執筆した。

技術者としての誇り

現在は、日立化成工業(株)というセラミック・カーボン等の無機材料から合成樹脂、モノマー等有機材料まで、素材、そしてそれらを利用した複合体・成形体の研究開発、製造、販売を手がける会社に約30年間所属している。大学で学んだ6年間の5倍の時間を企業で過ごしたことになる。その間、一貫して自分の思考ベースになったものは、大学で学んだ有機化学の基本反応を基礎とした樹脂材料の実用化技術の研究・開発であったと思う。化学素材メーカーの目指すところは、特徴ある新素材創出による新用途の開拓か、ある特定用途に向けての新材料開発である。

いわゆる材料屋さんが言うシーズ・ニーズの関係である。筆者の研究・開発テーマは、当社の長年の歴史（日立グループの一員）、体質、時代背景等からニーズを前提とした、電気・電子関連のテーマが多かった。その代表的な例が、半導体用有機・無機材料であった。開発開始時期は、それぞれ異なるが、前工程材料として、レジスト、CMP材料、層間絶縁膜、後工程材料として、ダイボンダ材、封止材など、現在も当社の主力製品となっているものが多い。筆者も上記材料のいくつかの研究開発に携わって来た。その中で、技術者としての最大のそして素朴な誇りは、自らが手がけた技術の特許化し、その技術を使った製品が世に出、それが企業の存在の基本である売上、利益に貢献していることではないかと思う。まずは、どんな小さな規模でも、材料屋としてお客様に買って頂けるということは、並居る競争相手に勝ち、技術を認められたことであり、メーカー技術者の一員としての義務を小なりといえども果たしたことになるのではないかと思う。メーカーとは、自らの知恵により物を開発し、製造し、販売し、それでお客様より代金を頂いて成立している資本主義の極めて素朴な原点を構成している産業である。それをどのような技術領域にせよ、支えているのがメーカー技術者の喜びであり、誇りであるのではないかと昨今の金融企業の破綻を見るにつけ強く感ずるところである。

メーカー技術者とは

メーカー技術者といっても多様な業種があり、またその技術内容も多岐に渡っているのは言うまでもない。どのような分野、どのような技術であれ、まず何をやるかテーマの設定が全ての始まりである。自ら立案する場合もあるし、会社（上司）から指定される場合もあり、これもまた多様であろう。またテーマの大きさも様々であり、大人数で短時間かける大きなプロジェクトに参画する場合もあり、少人数・短時間で仕上げる必要がある場合もあると思う。難易度も様々と思う。いずれの場合も、メーカーの目指すところは、他社より早く、他メーカーにない優れた技術により製品化（商品化）し、また差別化を図り、競合メーカーとの競争に打ち勝ち、企業の業績に直接、間接的に寄与することにある。ワールドワイドに通用する技術を確立し、それをういた製品が認められれば、それだけ成果の規模が大きくなろう。その意味で、まだ世の中に存在しない事柄に挑戦するのだから、取り組み者の“意志”がかなりの

部分を左右する。言葉で言えば、“創造性”“オリジナリティ”という表現になるが、それが“発明”であれ“発見”であれ、他に無い技術が必要である。それを成し遂げるためには、かなりの“努力”“労力”“知力”が必要である。もちろん、それにいたる“プロセス”は種々あり、調査も必要であるし、情報も必要である。しかし、最後に越えなければならない壁を越えるのは取り組み者の“意志の力”と思う。筆者も、ある大きな課題を突破しなければならない時には、それこそ誇張ではなく、昼も夜も四六時中、その課題の解決法を考え、“夢”にまで見たこともある。それが突破できた時の喜びは、いかなる表現をもってしても表し得ないものである。テーマの大きさは、先に述べたように種々様々であるが、この“突破感”“成功感”がメーカー技術者の醍醐味であり、喜びの一つではないかと思う。

組織とメーカーと技術者

メーカー技術者としてタイムリーに技術・製品を世に出せなくては、意味が無い。特に材料屋そしてニーズ指向的テーマの場合、使う側の時間軸も考慮しなければならない。そのためには、ある段階では、組織として動く必要が生じる。従って、一つの優れた技術により製品を世に出す可能性を見出したとしても、最終的に製品となり、世に出、売上が上がるまでには、膨大な人が参画することになる。もちろんテーマの規模、製品のポジション等によりやり方は各社各様であろう。しかしいえるのは、携わった人が持ち場持ち場で機能し、それが連動しない限り、最終目的は達せられない。ありていに言えば“コミュニケーション”“意志の疎通”があらゆる場面で重要となる。たとえば、研究・開発段階での数人の中の意志疎通、量産段階での製造部門の意志疎通、拡販段階での営業部門の意思疎通などである。筆者の今までの体験から言えば、横に3人、縦に3人、意志疎通ができる組織であれば“仕事”はうまくいくと思う。製品化プロセスの第一段階でも、もちろんテーマの大きさにより、参画人数は異なるにしろ、横3人のコミュニケーションが取れていれば、あとは意志の力であり、研究体制としては機能する。いわゆる“仲間”は重要である。また上下3名の縦関係も重要である。当人の意志を理解しサポートしてくれる上司、部下がいなくては、良い技術、良い仕事は生み出せないと思う。

今後のメーカー技術者

筆者は、冒頭述べたように半導体用材料の技術者として約30年従事してきたが、半導体の分野だけではなく、大なり小なり材料を使うアプリケーションの世界からの要求は多様化し複雑化してきている。たとえば、層間絶縁膜材料一つとっても、われわれの時代に要求されたのは、高耐熱性、高純度性、高加工性など3～4つの物性パラメータだった。しかし現在は、加工プロセスと一体化した、感光性化、デバイスの高速化に伴う低誘電率化など常に新しい機能を附与する必要性が生じている。もちろん、技術的に個人の広範囲な知的レベルの深耕も必要であり、そのための努力も重要であるが、言われているように、大学・外部研究機関との協業によるチームプレー、スピードアップ等の方法論をどうするかもメーカー技術者にとって考えるべき課題と思う。そのためには、自らの成果、技術を世に問い、プレゼンス確立のための学会活動等による積極的な行動が必要であろう。

おわりに

「メーカーにおける技術者とは」と題し、筆者の思うところの一端を述べさせて頂きましたが、日本という技術立国の中で激動の時代に、変えるべき事と、変えてはいけない部分を識別し、次の技術、世代を作りたいと思う。不変の部分を理解して頂き、多少なりとも皆さんのエネルギーとなれば、喜びである。

ハイブリッド化と共に進む油圧 のヌーベル・バーグ

第一電気株式会社

佐藤 寛



筆者略歴

1955年、磁気テープ記録・再生装置のメーカーとして起業。当時の最先端技術である新幹線高速鉄道用の走行データ収録・巨大地震発生メカニズム解析・火山噴火予知のための広域地震観測装置・原子力発電所の瞬時故障監視装置及び解析等に幅広く使用される。

1985年、これらの技術を結集し油圧制御機器の改良に着手。10年間の研究開発を経て、ハイブリッド・アクチュエータを発表。

油圧制御との関わり

20世紀の後半、油圧制御装置は目覚ましい勢いで発展を遂げてきた。しかしその反面、油圧は3K職場であるとの批判も確かに存在していたことも事実であった。

筆者の本業は電気制御であるが、この50年間油圧制御の仕事もかなり手掛けてきた。その中で最も重要と思われるものは、サーボ弁用のサーボ増幅器の開発である。ご存知のようにサーボ弁は第二次世界大戦でドイツ軍がロンドン攻撃に使用した大陸間弾道弾（今で言うICBM）V2号の姿勢制御に使われたものである。これは当時大学院生であった

Willam C. Moogが開発したもので、当時はまだON/OFF制御方式であった。(1)

戦後開発研究の舞台は米国に移り、ムーグ博士もCornell Aeronautical Laboratoryの연구원として、ミサイル用サーボ弁の研究に従事し、1947年ノズル・フラッパー型サーボ弁を開発した。そのノズル・フラッパー型サーボ弁が日本へ始めて輸入された時に、まだサーボ増幅器が出来ていなかった。サーボ増幅器がなければサーボ弁と言っても只の箱である。ムーグ社へ注文してもまだ出来上がっていないとい

う回答では日本側で作る以外手がないということで当社へ白羽の矢が立ち、開発を開始したのが事の始まりである。

日本で最初に開発したということは、世界で初めてサーボ増幅器を開発したことになる筈である。その後約50年間この増幅器のコンセプトは殆ど変わっていない。所謂ハイゲインのオペレーショナル・アンプにフィードバックをかけて使用する方式である。

ロケットの姿勢制御用として開発されたサーボ弁もその後は航空機の姿勢制御、高級プレスのロッド位置制御、振動試験機、レーダーと連動した高射砲の自動照準、魚雷の自動操縦等の分野で急速な進歩を遂げて来た。

全ての油圧制御弁の中で最高性能といわれるサーボ弁も泣き所はあるが、それに代わる物はないと思われてきた。筆者もその一人で、もはや改良の余地はないものと考えていた。

所が次に記すとんでもない事故の発生で、一つのアイデアが浮上してきた。

日航機の墜落事故

羽田発大阪（伊丹空港）行き日本航空ジャンボ123便が群馬県上野村御巣鷹の尾根へ墜落し、520人の命が奪われた事故からもう20数年が過ぎ去ってしまった。毎年8月になるとたくさんの方の遺族が登山口に集まり、険しい山道を連なって一步一步登っていく様子が報道されている。

このような悲惨な事故が油圧配管の破断が原因で発生したことは、油圧機器製造に携わるものにとって、正に晴天の霹靂である。

安全のために全ての操縦系統が4系統の油圧制御となっていたにも係わらず、尾部の狭い空間にその4系統の油圧配管が一束にまとめられていた所を圧力隔壁の破裂により、一瞬のうちに全て切断されてしまったら操縦不能となることは誰でも理解出来るであろう。

陸上の油圧機械ならば、例えば油漏れが発生しても、火災にさえならなければタンク内部の作動油が全て流出してしまえば自然に停止するであろうと高をくくっていたものが、空の上の油漏れはどんなに大型の飛行機でも墜落以外考えられないとなると、油圧の仕事から手を引きたくなくなるのも当然であろう。

事実この事故と相前後して、油圧から電動アクチュエータへと乗り換える動きが雪崩のような勢いとなってきた。

確かに油圧の大推力を必要とする大型機械は、油漏れに手を焼く、エネルギー効率が悪い、熱が出る、うるさい、振動が酷い等多くの欠点を指摘され電動機を直接駆動源とした電動アクチュエータにその主力の座を奪われたのも当然のことと考える。

しかし大型飛行機が音速に近い速度で飛行すると、垂直尾翼または水平尾翼等の姿勢制御用のフラップは旗がはためくような振動を起こし（フラッター現象と言う）放っておくとフラップが破壊されてしまう。このフラッター現象は非常に剛性の高い油圧シリンダを使用して押さえ込むこと以外方法がないことも広く知られている。従って高速で飛行する航空機の姿勢制御を電動アクチュエータで行うことは出来ない。

出来ないとは言いながら油圧制御を採用するのはなお怖いとなると、どのような対策をたてたらよいのであろうか。筆者は油圧装置から配管を追放することが出来れば墜落原因を少なくとも一つは減らすことが可能であると考えた。配管をどのようにして追放出来るか、その方法は電動機、油圧ポンプ、油圧シリンダを一体にまとめハイブリッド化してしまえば配管はマニホールドの内部に隠れ外部には現れないと考えた。ただし試作してみると今度は制御弁が邪魔になってきた。ハイブリッド化すると言うことは小型軽量化を目指すことになり、制御弁の大きさ、重量が小型軽量化を邪魔することになってくる。

ただし制御弁を追放するためには別の制御手段を考える必要が出てくる。制御弁に替わる別の制御方法を一年近く模索し、サーボモータで油圧ポンプを直接ドライブすることを考えた。油圧ポンプを正逆回転させることにより作動油の吐出方向を変えることが出来る。

これは即ち方向制御弁の機能を肩代わりすることになる。油圧ポンプを停止させれば作動油の吐出も止まり、ストップ弁の機能と同等である。油圧ポンプの回転速度を変化させれば作動油の吐出量もそれに比例して変化する。これは正に油量制御弁の機能である。

サーボモータの出力トルクを制御するとそのトルクに比例した油圧が発生する。従って圧力制御弁がなくても圧力制御が出来ることになる。

方向制御弁、油量制御弁、圧力制御弁がなくなるということは全ての制御をサーボモータで行うことが出来ることを意味している。

標準的なものを写真1に示す。右側がアクチュエータで左側がコントローラである。

このように配管及び制御弁を追放し、電動機、油圧ポンプ、油圧シリンダを一つにまとめ、ハイブリッド化することによって小型軽量のアク

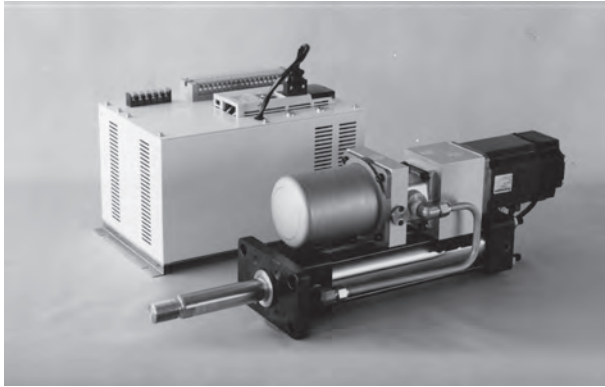


写真 1

チュエータが出現し、しかも極めて高剛性で高効率とすることが出来た。従来のオープン回路方式の油圧装置と比較し、エネルギー損失が非常に低いため油温の上昇も殆ど無くなった。油温の上昇が無いいため大きな油タンクも不要となり、作動油の使用量も従来と比較し1/40～1/50とすることが出来た。従って廃油処理も楽になり環境保護の格好の題目となるであろう。

ハイブリッド・アクチュエータ

このような制御弁を使用しないアクチュエータを電動アクチュエータと油圧シリンダの複合製品と考えハイブリッド・アクチュエータと命名した。

ハイブリッド・アクチュエータはサーボモータで制御することになると、これはもはや油圧制御の範疇から外れてしまい電動アクチュエータとなってしまふ。何故ならば電動機の回転エネルギーを油圧エネルギーに変換し、その油圧エネルギーで油圧シリンダを動かすとなると作動油はサーボモータの回転エネルギーを油圧シリンダのロッドまで伝達するための力の媒体であると考えることが出来る。となると制御はサーボモータが受け持つことになるので電気制御と言わざるをえない。従ってこのようなハイブリッド・アクチュエータは電動アクチュエータと定義するべきである。

ハイブリッド・アクチュエータは電動アクチュエータの特徴を全て備え、しかも油圧シリンダの高剛性も併せ持っていることになるので折衷案として電動油圧アクチュエータと呼んだ方がより自然であると考え

る。

従って従来のオープン型の油圧装置では極めて困難な位置の制御と推力の制御を同時にこなすことが出来るようになり、位置の制御はミクロン単位まで可能、推力の制御はフルスケールの1/4000程度まで出来るようになって来た。

非常に単純で小型軽量にも係わらず極めて高精度の制御機能を有し、しかもエネルギー効率が極めて高く、振動、発熱も激減させることが出来た。

外国でもこのようなアクチュエータはE H S (Electro Hydraulic System) またはE H A (Electro Hydraulic Actuator) と呼ばれ電動アクチュエータの範囲とされている。

20世紀の油圧機械は制御弁の時代とすると、21世紀は電動油圧アクチュエータの時代と呼ばれるようになるだろう。

このように航空機の墜落原因の一つでも減らそうと考えた結果としての産物が事故の防止及び地球環境保護のために役立つことが出来れば最高の幸せである。

ハイブリッド・アクチュエータの応用例

ハイブリッド・アクチュエータの実際の使用例を紹介する。これはブルーム（特殊鋼）の連続鑄造設備に使用されたもので、日本鋼管株式会社（現JFEスチール）福山製鉄所で稼動している。（写真2）これは特殊鋼の溶鋼湯の流量制御に使用されている。1,600°Cに加熱された溶鋼の粘度は水よりも低いため、その流量を制御するためには非常に速い応答性が要求される。

従来はサーボ弁で制御していたが、老朽化したためもっと効率のよい

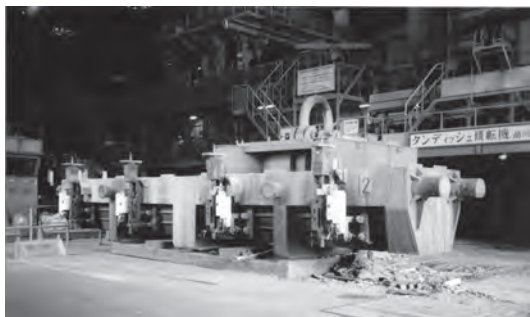


写真2

装置に置き換えたいとの意向でハイブリッド・アクチュエータが設置された。

その結果 100 万トン／年の生産量が 150 万トン／年に跳ね上がってしまった。これはサーボ弁で制御していた時は 100 万トン以上に生産量を上げようとするときサーボ弁がハンチングを起こし流量制御どころではなくなってしまう、結果的に 100 万トンで頭打ちとなっていたためである。ハイブリッド・アクチュエータ制御に切り替えたとき 150 万トンまで生産量が急上昇したのは制御の応答性が非常によくなり、材料の引き抜き速度を限界まで上げてでも全くハンチングを起こさなくなったためである。材料の引き抜き速度の限界が 150 万トンでありそれ以上の生産は出来ないため現在は 150 万トンの生産となっている。

また消費電力量はサーボ弁時代には 500 万円／年であったのが、9 万円／年に激減してしまった。しかも 150 万トン／年の生産を維持しての話である。要するに生産量が 5 割増しとなって電気代が 1 / 50 になったということである。

更に特殊鋼生産の場合材料の表面及び内面の傷を検査する必要があるが、そのために必ず探傷装置が付属しているが、ハイブリッド・アクチュエータに切り替わったとき探傷装置が撤去されてしまった。

その理由は傷が見つからなくなってしまったことによる。材料の引き抜き速度に完全に同期して溶鋼の流量制御が安定し、材料の品質が向上したことによる。

おそらく世界中の製鉄所で特殊鋼の生産で探傷装置が付属していない所は無い筈である。探傷ラインの無い製鉄所は J F E 福山製鉄所一箇所であろう。

以上、新しい油圧制御システム開発の経緯とその応用例について紹介したが、次の時代を担う技術者が、何らかのヒントの中で自らの志を具現化し、それぞれの専門分野でヌーベル・バーグ（新しい波）をおこすきっかけになれば幸いである。

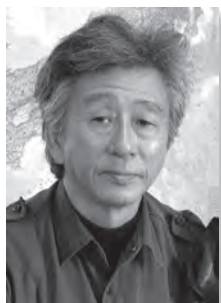
参考文献

- (1) 日刊工業新聞社 図解サーボ技術入門 金子敏夫

随筆のような世間話

東亜潜水機株式会社 東京工場

佐野 弘幸



筆者略歴

昭和 47 年 芝浦工業大学 工業経営学科卒
主として高圧コンプレッサ及び高圧ガス製造関連機器類
及び業務用潜水機器の設計製造に従事

本書の執筆を引き受けた後、落ち着いてよく考えてみるとなんだか“諾否”の諾に○印をつけたのは間違いだったと気づきました。副題の“次代を担う技術者へ”というところが問題です。確かに自分は日本の工業界に生きていて、技術畑に籍を置いていることは確かだけれど、この年になっても実は自分がアドバイスをもらいたい方なので次世代の人たちに贈る言葉なんて全く考えたこともないし、ましてや人に自慢できる高等な技術者でもありません。簡単に言えば、当方町工場の“おっさん”で、ただのものづくり屋だと思えます。そのような人間が有益なメッセージを発せられるわけも無いので、世間話的に話をさせていただきます。

ひと口で言って技術者というのはどこからどこまでを言うのでしょうか。特定且つ高度な技術を有する人は科学者を含め学術的な技術者だろうし、生産現場で働く作業員ももちろん技術者。職人さんと呼ばれる人たちも技術者だし、乗りものやありとあらゆる機械類を操る人たちもみんな技術者です。もしかしたら日本人は全部技術者なのかも知れないと思ってしまう。

実のところ私のような俗に言う団塊の世代という輩は、よくよく反省してみると次世代の人たちに伝えるようなメッセージを果たして持って

いたのだろうか疑わしい。結局のところ戦後の平和と高度経済成長の中でヌクヌクと過ごしてきた経緯もあるし、そのくせ一端の能書きだけはしっかり言う。本当のところ自分自身に確固たる何かがいつまでたっても見つからない人の方が私を含めて多いような気がします。

しかしながら、一筆啓上いたすために能書きに何かヒントはないかと思ひながら毎日テレビを眺めていると、このところ最初に景気動向の話が出てくる。この原稿を書いている平成21年2月は世界中が100年に一度の大恐慌に突入しているだそう。こちらにはまだ実感が沸いてこないけど・・・。

本当にそんなひどい時代に突入しているのか実感がありません。伝えられるニュースの始めは、期間工や派遣労働者の整理、次は大手メーカーの生産調整、次は正社員の早期退職、次は企業の収益の悪化による赤字決算の見通し等々。それに伴い国や政治の対応に対する批判が喧々囂々となつてきます。ニュースを見ていると明日にでも今の豊かな生活がどこかへ行ってしまふような不安もかきたてられる始末。技術者もその渦の中で流されて行くのかなと思つてしまふ。せつかく苦勞していいものを作つても売れなくなつてしまふのだろうか。これじゃ見ている方もマインドは下がつてしまひます。

これからどういう時代が来るのかさっぱり見当がつかないが、結局のところ技術者と呼ばれる人たちもこの社会の中に身を置き、立ちまわっていることだけは確かです。

戦後ベビーブームと呼ばれる時代に生まれた年代だから言うわけでもないが、何度も何度もこのような経済動向の波が来て、犠牲者を出しながらもこの国はなんとか乗り切つて豊かな社会を保つてはいます。楽観的に想像すればなんとかなるよ、とのん気に思うことも別に悪くないような気がします。ただしひどい時代が来るとすれば、その時技術者というものはどうすればいいのだろうか？あえて心配するとしたらその力を発揮すべき場所ということになります。場所とはもちろん企業のこと、多くの技術者と称される人たちを生かすも殺すも会社次第ということは動かしがたい現実なのだから。企業体というものはこの景気動向に激しく左右され、どうしたら安定経営が続けられるか日々悩んでいるのも事実だし、考えるとこの法人（会社）と個人（技術者）との係りは大きく大事なことになるのでしょう。それなら技術者と技術そのものの係りも同じ事だから話の焦点はやっぱ技術者としての人となりに行くのでしょうか。

変に堅苦しく考えず、与えられた仕事に楽しさを見つけ、ごく普通に熱中しながらものづくりをしてもらいたいと思います。よく天職を見つけろといわれるけれど、現実には天職にめぐり逢っていない人の方がずっと多いはずだし、自分が本当にやりたい事以外の仕事に追われている人の方が沢山いるのだから。

望み通りに行かなくてもそこで頭を使ってやり繰りするのも何か生まれてくる元になるはずだから。色々やってみれば面白いことは山ほどあると思う。解らないことがあればキーボードをたたいて情報端末から出てくる一方通行の答えばかり見ていないで、人に聞いてみることも大事なことだと思う。技術者に限らず昨今は人との係わり合いが希薄になっているのが心配。社会は所詮人間関係なのだから。

次から次へと技術の進歩が進み、作り上げられるものは想像もつかないような高度な性能を有し、何に使うのか忘れてしまいそうなほど沢山の機能が集約されて、ものによっては取扱説明書が辞書よりも分厚くなっている。確かに技術力とはつくづくすごいと思う。長い時間と経験、考えに考え抜いてそこに辿り着いているのだと思います。いったいこんなもの誰が考え出して作っているんだろう。“やっぱり技術者でしょう”。それは最先端の高度な技術力を有するところではなく、身近にある小さな町工場やホコリだらけの現場からも生まれて来ることも忘れないでほしいと思います。整い過ぎたシステムや環境の中に溺れてしまうと、いつの間にか不必要な約束通りに動いていることに何の疑問も感じなくなり、創造性を重視しなければならない技術者自身が標準化されてしまうのではないかと時々心配してしまいます。でも確かに便利だし、おまけにちゃんと買える金額だから。ひと昔前だったら高値の花でとても手が出なかったものが、あっという間に手にすることが出来ます。便利といえば本当に便利だ。そしてそれを提供してくれる人たちが活躍している器（企業）の中は、厳重な生産管理下におかれ、マニュアル化、標準化、高効率化という約束事により動いている。結果はその手法により極限に近い低コストと高品質を生み出し、世界中の市場で大活躍している。結構なことだと思う。技術力の強さは企業の強さであり、国力なのだから。技術者は胸を張っていいと思います。

でもふと考えてみると、このシステムは間違いや失敗をしない為に、ある意味ムダと呼ばれる実は大事なゆとり事を削りに削って出来上がっているのだから、そこに居る技術者たちは息苦しくないのだろうかと思ってしまう。何かを作り出す時はほとんど失敗の連続だし、その

過程がものづくりの一番大事なところだ。技術者と呼ばれる人たちにはそのような中で頭が硬くならないようにしてもらいたい。何か不都合が生じたら次に何をやるか、場合によっては逃げ場はどこにあるかぐらいの柔軟性をいつも持っていてもらいたいと思う。ついでに言わせてもらえば人間の五感が鈍くならないように感性で技術も見つめてもらいたいと願います。

技術者をとりまく社会構造は、アイデアを実現しようとする過程で多くの邪魔が取り囲んできます。規制だらけです。許認可の壁に多くの時間を費やさねばならない。なんでこんなに窮屈になっているのだろうかと思う。問題が起り、それらの事例が続くと法制化に動き、決まり事が出来上がり、法という大きな網が被さってきます。行政が生真面目に動き出し、手続きという手間と時間をむさぼる妖怪と付き合いなければならなくなって来る。一度法制化された文言をどう解釈し運用するかということは行政側の考え次第で大きく変わることが現実です。許認可が多過ぎます。結果的に役人を増やし、特殊法人を増やし、やらなくてもよい仕事を増やし、時間がそこに吸い取られて行く。明らかにそれを適用する必要のないところまでも…。社会に大きな影響を及ぼし、間違いがあったら多くの被害者を生み出すものには厳重な監視ときめの細かい行政が必要なことは分かっている。でも振り返って考えてみるとそれらはこちらも要求したことなのだ。そしてそれに守られてしまっていることも現実。結局我々の立ち振る舞いの答えがそこにあるのかもしれない。もちろん技術者も含めて。しかし検査の為の検査。手続きの書類の分厚さ。そしてそれらにかかる時間。はたして本当に必要なことなのだろうかと思えます。

彼らは実は分かっているはずだ。こんなことはしなくていいのだと。自分たちの仕事が減少することを恐れながら業務に携わっていることも。

いつも思う「もっと自由に作らせろ！」と。日本は規制や許認可が多過ぎます。こんなことをしていたら大事な目的に短時間で到達することが出来る諸外国に簡単に追い抜かれてしまうだろうと思うときがある。技術者はこれとも戦わなければならない。

著名な大学の先生が言っていました。「問題が起るとすぐに法の整備となります。仕方ないこととは言えますが、基本的に六法全書の厚い国や、弁護士の多い国は恥しい国だし、法律や規制は最小限でいいのだと」。つくづくその通りだと思ってしまう。だからと言って技術者に高い

道徳心を持つようになどと高尚なことを言うつもりはないけれど、こういう社会環境制度に抵抗心だけは持ってもらいたいと思います。ムダな行政を無くすことも立派なエコじゃないのか？などと訳の解らないことを考えてみたりして欲しい。

次代ってどんな時代なのだろうか？多分ものづくり屋は今まで通り変わることなく、社会に役立つ便利なものを作り続けていくのだと思う。社会情勢にどんな大きな変化があったとしても技術の追求は変わらないのだから。

技術者と呼ばれる皆さん。のびのびとご活躍を、失敗を繰り返しながらでも。

廃棄物焼却プラント設計 の今昔物語

JFEエンジニアリング株式会社

澁谷 榮一

筆者略歴



昭和53年4月東京工業大学機械物理工学専攻卒業後旧日本鋼管(株)に入社、廃棄物焼却設計部署にて焼却炉本体関連の設計業務に従事、2DCAD化の試行、自動燃焼制御の開発、ダイオキシン類発生抑制・除去技術の研究開発等も並行して参画。設計担当時代の主なプラントは福岡市南部、松山市西部、京都市南第一、横浜市港南(基幹改良)、名古屋市富田清掃工場焼却炉建設工事。環境設計部署内の研究開発グループリーダー従事後、平成9年全社企画部門で約1.5年間環境関連新技術の調査企画等を経て設計業務に戻り、焼却・ガス化溶融・灰溶融の焼却炉の設計室長、川崎製鉄(株)と統合し平成16年4月JFEエンジニアリング(株)に、平成18年10月JFE環境ソリューションズに社名変更後も、環境プラントのプロジェクト部長、設計部長等を経験し現在に至る。

廃棄物焼却プラントといっても今はガス化溶融炉、灰溶融、リサイクルプラントなど循環型社会形成に不可欠な静脈を担う様々な技術も想い廻らされることと思いますが、小職が30年前に設計者として従事し初めたのは、当時自宅の近くに建設されたら嫌がられた塵芥ともいわれた一般廃棄物(ごみ)焼却プラントの設計でした。このプラントは下図に示す焼却炉が心臓部に当たりますが、当然燃焼工学を始め、クレーンやコンベア等の搬送技術、BTG(ボイラタービン発電機)の余熱利用の蒸気発電技術、排ガス・灰処理の化学工学のみならず、ACC(自動燃焼制御)も含めた電気制御やシビル関係の知恵もかじるといった、技術範囲の広いものであり、潰しの利く技術者を育成する上では格好のプラントでした。

当初の設計業務の主は、海外から導入した技術をいかに咀嚼し、日本のごみに合わせ改良、改善するか、日本メーカーの得意芸とするところで

ありました。当時の仕事場はドラフターと計算尺の世界でありましたが、計算機、さらにはCPUへと変わり、ついにCADが登場し、今や全員PCで業務完遂への進化は劇的なものでした。このようなツールの進化とともに商品の成熟度の向上も相まって、設計業務の内容も変わってきており、それがこれからの時代を担う若手技術者にとってどのように影響しているかを考えておかねばなりません。

時間の流れの違いがまず体感的にあります。通信手段は電話かFAXだったときはレスポンスが帰ってくるまで日（にち）のオーダだった昔が、今や携帯電話でどこにいても瞬時に連絡が取れ、PCからは図面付でメールが送返信できるようになっています。地球の裏側相手だと寝ている間に回答が来てしまいます。仕事が速く進む、無駄がないと言えばそうですが、残業規制の中で著しい設計環境の変化の1つであり、じっくり考える時間の確保の工夫が不可欠となっています。これが出来ないで‘設計考慮不足により不具合が生じる’一因となっているようです。いかに要領良く設計をするかを考えてみてください。

次の変化は、廃棄物焼却プラント技術の成熟度でしょう。様々なエンジニアリングを伴うこのような環境関連技術は、開発や技術導入から一人前の技術確立までおよそ10年、その後の10年で時代の流れや規制の動向とともに各種ブラッシュアップされ、次の十年でさらに次世代技術に変遷するといった流れがありました。大変ドラスチックな30年間の技術の流れを観てこれらたことは幸せだったと思います。技術が成熟してくると標準化が進みました。今や標準図面が整い、計算プログラムも完成し、技術資料も事例が増え、一部の作図作業も熟練の外注がこなしています。設計者が、製作図面を描けないどころか組図も読めない、CPUは扱えるがインプットするだけで計算アルゴリズムを知らないようでは、技術の基礎を知らないまま設計していることになってしまいます。若いうちに一度は各種計算プログラムを組み、組図とその製作図を描き、機械品をただ購入するのではなく加工業者に造らせ、そのプラントが動くのを現場で確認するチャンスを与えてもらうように上申することを薦めたい。

次は世の中の市場の変化があります。顧客は住民交渉や機種選定などあだこうだの熟考して、発注が遅れる反面、工期や納期は守りたい。自ずと工程の短縮要求が増えてきます。また地方自治体の財政の逼迫に加え原油価格乱変動やアメリカでのサブプライムローンの破綻を機に発した世界不況の余波の影響もあり、予算縮小による顧客からのコスト削

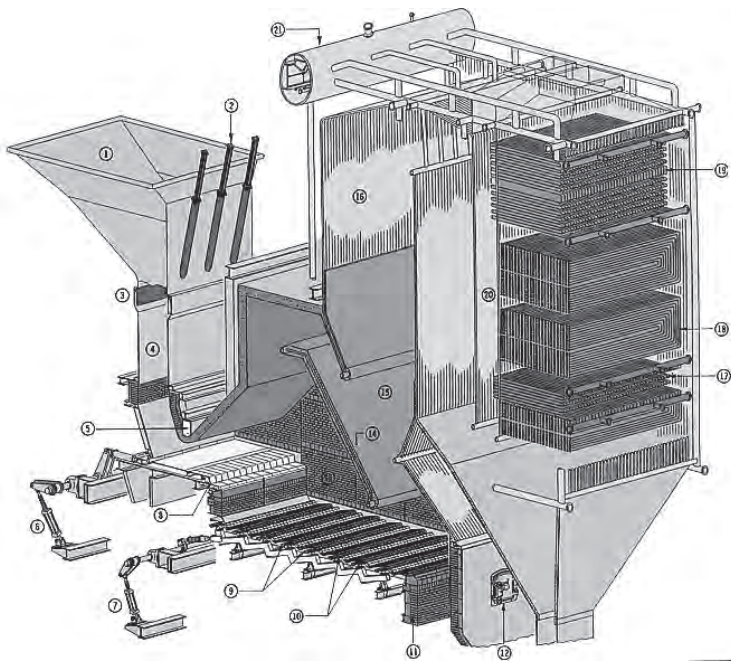
減要求もますます厳しくなっています。銅や鉄といったスクラップのコストの変動も激しく、例えば先月までうまくいっていた静脈産業のリサイクルのシステムが今は役に立たず、いつコストが復帰するか皆目検討もつかない状況でもあります。自ずと設計へは、機能を維持しながらコストダウンせよ、といった要求が高まっており、これは昔からですが、逆に今まで培ってきた標準なんかに縛られてはいられない、知恵と創意工夫がますます必要になってきていると思います。そのような難しい設計的な検討をさらに短時間でこなさなければならない状況に変わってきています。こんな中で図面や資料のチェックを怠らず、かつ出図納期や製作納期を守るためには、設計業務の自分なりのマニュアルなり管理ポイントなりチェックポイントなりを確立しておく必要があるのではないのでしょうか。人それぞれ能力も違えば、業務範囲も責任範囲も違うことから、自分に任された設計業務を全うするためには自分なりの管理ポイント、方法を持ってほしいと思います。それらは当然経験年数とともに変わって行くでしょう。

一方、自分の場合もそうでしたが、一度設計的にミス・失敗したことは何年たっても忘れません。その人は同じ間違いをしないということですが、責任レベルが低い若いときに設計上のミスをたくさん経験できた人は幸せかも知れません。よく同じミスが繰り返されるということを知りますが、ミスした人が違うはずです。より設計者として成長するためにはほかの人の失敗を自分のことのように吸収することを薦めます。なかなか自分のミスを他のメンバーに吹聴する人はいないと思いますが、仲間からそのようなことを聞き出し自分の糧にする努力、良い人間関係を設計部署内で保つ努力は設計人として重要なことだと考えます。

次に、技術的に成熟期を過ぎた上記のようなプラントでは、トラブルから学ぶことも重要でしょう。廃棄物やリサイクルされる静脈を流れる物は生き物です。時代や景気等によって量、形状や質が変わるものです。含まれる元素やその量、かつそれらの相互作用（例えば触媒反応など）の変化によって、計り知れぬ現象が発生しプラントにトラブルを引き起こすことがあります。このようなトラブルを一つ一つ解決して来たことから、廃棄物処理は経験工学と言われてきたのだらうと思っています。今でも多くの課題があり、各種トラブルが発生していることから、大変でしょうが自ら志願してででも、その任に当たり、解決に向け幅広い知識を学び、きめ細かな配慮をし、周到に、しつこく諦めずに考え抜くことを薦めます。

最後に、世の中には間違っただ情報やニュースが結構蔓延していると思っただ方が良しと思っただいます。新聞社を批判するつもりはありませんが、何で間違っただ活字になっただいるのだらうと思っただことはしばしばあります。常識にとらわれず、かつ色眼鏡で現象を捉えない、好奇心を持っただ眼で視て（診て）ほしいと思っただいます。

プラントは一人では創れません、関係者、協力者との合力があっただこそ素晴らしいシステムが作れるものですね。明日に向っただってアンテナを高くし、皆と元氣よく励まれることを切に期待します。



ストーカ式ごみ焼却炉とボイラの鳥瞰図
(業界で唯一 二回流型炉採用)

技術立国日本における プロフェッショナルになれ！

サイバーレーザー株式会社

関田 仁志



筆者略歴

1991年、NEC(日本電気株式会社)入社。光エレクトロニクス研究所に在籍し、レーザー研究のプロジェクトリーダーを歴任。95年に東京大学工学系研究科電子工学専攻にて博士号を取得。97年～98年には米スタンフォード大学応用物理学部の招待研究員となる。2000年1月にNECを退社後、同年2月にサイバーレーザーを設立、代表取締役社長として現在に至る。2004年には光産業技術振興協会から第20回櫻井健二郎氏記念賞を受賞した。

数年前までは、技術を持つ国と持たざる国で、先進国、発展途上国と分類され前者が世界中から富を集め豊かな生活をしてきました。しかし、ここ数年、BRICsが割安な人件費を背景に急激な経済発展を遂げ、また原油高を背景に西南アジア諸国が世界中から富を集めてきました。今回の世界的なリセッションの中で、資源価格は安定を取り戻しましたが、今後も資源が有限である以上、何度も同じ局面を迎えると思います。GDP(国内総生産)では、日本は既に世界2位のポジションは維持できず、今後の舵取りを失敗すれば、インドネシア、ベトナム等にも抜かれアジアでも5位くらいまで順位を下げる可能性があります。既に、教育レベルなどの世界順位が20位近くまで落ち込んでおり、日本の将来を暗示しているようです。暴力的な犯罪も増加する一方で、その検挙率も低下しています。日本経済の高度成長の中で、明らかに日本人は劣化してしまい、若い世代に対してより大きく悪影響を与えてきたと思います。ここでは、小学校からの教育問題への言及はせず、既に大人になり技術者になった人々が、どうすれば幸せになり日本再生に貢献できるか考えます。

まず、日本は資源が無く、内需も乏しい。これは、将来も変わりませ

ん。その日本が長年世界2位の経済力を維持してきた仕組みが技術立国であり、それを支えてきたのが日本の技術者です。資源を輸入し、知財と技術で、高付加価値の製品を生産し、海外に輸出することで外貨を蓄えてきました。この仕組みの弱点は、日本の人件費が高騰したこと、外需や海外の資源に頼っていることから為替レートの変動に大きく左右され不安定になること、更に他国と比較し高品位で魅力的な製品が作れなくなってきたことです。技術的に製品の付加価値を大きく差別化しなければ、海外に輸出できなくなり、日本の内需が日本のGDPの限界となります。これでは、人口の少ない日本のGDPは中国の十分の一まで縮小することになります。中国は、量産能力だけでなく、既に品質や技術でも日本に追いつこうとしています。

これでは、これからの1世紀、日本経済を維持することができません。やはり資源の無い日本国として技術立国は不可欠で、その弱点を補い、改善することが進むべき道です。また、学校教育問題以外にも、技術立国を担う若手技術者の入社後の教育、高品位化が必要不可欠となります。ただし、教育を受ける側の精神やモチベーションが重要で、楽しんで儲けようというような人は、企業がどんなに教育環境を与えても良い技術者・研究者にはなりません。

私は、大手電気メーカーの中央研究所で約10年の研究活動をした後、新しいレーザーの会社（サイバーレーザー）を起業しました。2000年当時、日本のバブル崩壊後の回復が遅れ、日本のメーカーの多くが将来の事業を切り捨てて、目先の収益につながる事業を選択しました。結果として、多くの企業がレーザー事業を切り離したり、クローズしました。私は、レーザー技術は半導体、ディスプレイなどの電気産業はもとより、バイオ、ナノなど将来の技術・産業にも必要不可欠で、今は小さくても数兆円の基幹産業に成長・発展すると確信していたため、大手電気メーカーから部下を伴い独立・創業しました。目的は、ベンチャーを作ってお金儲けしようと言うことではなく、既に成熟期を迎えた自動車・電気産業に代わって、これからの100年を支える基幹産業として“光産業”を育成しようと言うものでした。経営者となり、これまで100人程度の技術者を見てきて、若手技術者の教育・高品位化に取り組み、試行錯誤してきました。残念ながら、まだ正解を言えるに至っていませんが問題点の提起くらいはできます。

近年、多くの企業が正社員の数を減らし、非正規社員を増やしました。企業側にはいろいろと都合のいいことがあり、人材の流動化と世界規模

での競争の中では仕方ない点もありました。しかし、問題なのは、大企業が即戦力の中途採用を主体として、人をゼロから育てることを止めたことです。大企業の教育関連費は、即戦力の採用コストに向けられました。結果として人材紹介・派遣会社が大きな市場を作り、次々に転職できる労働形態を形成しました。日本は長年、終身雇用を前提としていましたので、企業に入社後に潤沢で実践的な教育を受ける仕組みがありました。新入社員だけではなく、課長や部長に昇進する時も、欠けているマネジメント能力を補うための教育や試験がありました。大学で勉強しただけでは企業では通用しないので、技術者はOJTと言って現場で、研究や製造技術を先輩や上司から学びながら成長しました。しかし、若者が入社後数年で退職してしまうと、企業は教育コストだけを支払い、更に技術やノウハウの流出をしてしまうという問題に直面しています。行き過ぎた転職斡旋企業の功罪でもあると思います。

若手技術者には、希望する仕事が出来ない、楽しくない、環境が悪いなどの理由で簡単に辞職することなく、とにかくある程度の実力が着くまで頑張ることを勧めます。転職すると給与が僅かに上がるとか、環境が良くなるなどの転職斡旋業者の甘い話に惑わされず、とにかく毎日の課題に建設的、創造的に取り組み、自分の成長を第一に仕事をする事です。2～3年で一人前になるものではなく、業種によりますが少なくとも5年や10年は辛抱しないと一人前にはならないでしょう。最近、辛抱とか根性、情熱、熱意、夢などは、テレビドラマだけのもので、夢も希望も無い人が多いのではないのでしょうか。昔の日本の技術者には、これらが有ったのだと思います。夢や情熱は大きな力を発揮します。これらが仕事にやりがいをもたらし、自分の不連続な成長を実現します。また、会社もこれらを内在した人を大切にするでしょう。残念ながら、当社からも2～3年で一人前になったと勘違いして転職する技術者が沢山居ますが、未熟なまま転職をした者の多くは、その後も転職を繰り返して自分の思い描いた人生を送っていないように見えます。もう少し、辛抱したら良い技術者になる惜しい人々を沢山失いました。

優秀な技術者になるための近道は、夢を持ってプロフェッショナルを目指すことです。メジャーリーグで活躍する野球選手や、オリンピックで活躍する人々は、みんなそのスポーツをすること自体が好きで、頂点を目指して、弛まぬ努力を続け、結果としてプロフェッショナルになります。これらの多くの人は、最初から大きな報酬を貰っていたわけではなく、長年夢を実現するために厳しいトレーニングを続け、挫けそう

になっても諦めずに継続した結果として、報酬や名声を得ています。アメリカで活躍するイチローやアイススケートで金メダリストの荒川静香も、一度は選手を辞めようかと考えています。彼らがそこで挫折していたら今の達成感を得ることは出来なかったでしょう。研究者も技術者も同じです。失敗や辛いことがあっても、高い目標を持って毎日の仕事を継続することです。どんなに困難な研究でも、粘り強く研究を続けることで大きな発明や発見に繋がります。結果として、仕事の環境や報酬は良くなるはずですが。最近では、楽しんで儲けるのが良いというような風潮が蔓延しています。短期的には可能なケースも有るかもしれませんが、このような都合の良いことは永続的に続くわけではありません。若いうちは、仕事を介して自己成長を実現することが重要であり、永続的な発展に繋がります。

繰り返しますが、仕事や苦勞を楽しむこと、“金銭”のみを仕事のモチベーションにしないこと、プロフェッショナルを目指すこと、自分の成長に喜びを感じることに、最後に負の感情（妬み、不満、不公平感）を排除し精神的な健全さを保つこと。これらができれば、成長と成功の確率は大きく改善されると思います。モチベーションと創造性のある優秀な技術者・研究者が増えることで、結果として日本経済の持続的成長も可能な条件が整うでしょう。私が大手電気メーカーで約10年仕事をさせて頂いた時、自分の思うように仕事が出来たのは僅か1年ちょっとで、残りの9年弱は不満の多い仕事環境でした。上司と意見があわないことも多々ありました。しかし今になって振り返ると、この不満な環境の中で、前向きに仕事をしていた期間に、ずいぶん成長したと感じます。これからも、日本経済の持続的発展の為に、微力ながら、技術開発と優秀な“人財”輩出に努めます。

超音波ロータリー加工機 に魅せられて

株式会社岳将
岳 義弘



筆者略歴

- 昭和 41 年 株式会社矢野特殊自動車製作所入社
44 年 株式会社矢野特殊自動車製作所退社
44 年 日本タングステン株式会社入社
51 年 日本タングステン株式会社退社
株式会社理工産業入社
56 年 株式会社理工産業退社
個人商店 岳商会 創業
57 年 株式会社 岳将 設立 代表取締役就任
現在に至る

現在、私の会社には、超音波スピンドルを設計、製作する超音波機器製造部門と専用の超音波加工工具を製造する工具開発部門、そして、自社製の超音波スピンドルを用いて、セラミックスや石英ガラスなどの精密部品に穴あけ加工やネジ加工を行う受託加工部門の3部門がある。主力製品の40kHz超音波スピンドルは、回転する先端のダイヤモンド砥石が振幅約5ミクロンで毎秒4万回振動する。この超音波振動と回転の複合作用が、セラミックスや石英ガラスに髪の毛より細かい穴加工を可能にする。その特長を汎用加工方式と比較すると、加工時間の大幅短縮、加工工具寿命の大幅延長、加工品質の向上、消耗工具費の大幅低減、ミストが発生しないクリーンな作業環境、消費電力の大幅低減など、いいこと尽くめである。ただし、取り扱いに超音波の基礎知識が必要なことと、初期設備費が高価なことが欠点である。主な用途は、セラミックス、石英ガラス、フラットパネル基板ガラスなどの穴あけ専用加工機、また、薄型テレビの基板ガラス、レンズ端面などの面取り研削加工機として用いられている。

機械工具商として創業5年目(1986年)、社員が4人の頃、取引先のセラミックス部品メーカーからセラミックス素材に微小径0.05ミリの穴あけ加工機の引き合いが寄せられた。早速、微小径穴あけ加工が出来

る加工機を、世界中探したが見つからなかった。私は、この微小径穴あけ加工機は将来必ず需要が広がると直感したが、資金が無いので開発をあきらめて忘れようと努力した。それから遡ること5年前のことだが、某精密工作機械メーカーの工場で、忘れられ無い出来事があった。光通信の光ファイバーの母材は、硬く脆い石英ガラスで出来ているが、この外径50ミリ石英ガラスの丸棒に、直径10ミリ、長さ500ミリの穴をあけ、50ミリの外径を0.125ミリまで細く引き延ばして細いファイバーにして作る。その細深穴を加工する機械が、私と超音波加工機との最初の出会である。その20kHz超音波スピンドルは、あつと言う間に、綺麗な10ミリの穴を貫通させた。この感動的な体験は、触れることも出来なかった20kHzの超音波スピンドルのことを、四六時中夢見るほどの強烈な印象となって私の心中に残った。

私は、他社の機械を転売するだけの仕事に少々不満を感じていたこともあり、向こう見ずにも超音波ロータリー加工機の試作に取り掛かった。その頃、超音波振動の知識もノウハウも全く無く、教科書も無い状況下、遠く神奈川大学の超音波溶着を研究している教授を訪ねた。色々と教えを頂いたが、超音波のパワーが大き過ぎ、参考に出来なかった。家電や自動車部品の生産ラインでは既に超音波樹脂溶着器が採用されていたので、カタログや説明書を取り寄せ、超音波振動溶着の実用例も参考にした。最初に試作した超音波工具は、正常か異常か判別も出来ず、テスト発振で工具先端が赤熱状態となり線香花火のように溶けてしまった。同時に、発振器の電子回路も焼けて破損してしまった。この闇雲なテスト発振で超音波発振器を何度も壊し、指先が2000Vの超音波発振子に触れた時は危うく命を落とすところだった。

超音波工具のテスト発振で、もがいている私に思わぬところから運が開けてきた。1988年5月、広告の打ち合わせに来ていた日刊工業新聞の営業マンに試作2号機を見られ、意図せずして翌朝隙間記事に掲載された。協力工場の社長からは「零細企業が精密工作機械の開発は無理、資金がいくらあっても足りないぞ。無謀すぎる。」と電話でご忠告を頂いた。2～3日後、現在の産業総合研究所九州研究センターの前身である九州工業技術研究所の研究官が試作機を見に来られた。その場の雰囲気でも共同研究に同意してしまった。その10日後、熊本県工業技術センターからも来社され、「細川県知事の方針で、他県にも前例のない新加工技術に取り組みたい。この超音波スピンドルに予算を当てたいので、何が何でもモノにして今年中に納入するように」と言われた。私は、始

めての受注機に必死で取組み納入することができた。この簡易型 NC 制御の超音波加工機は、添付した取扱説明書では対応出来ないトラブルが次々と発生し、熊本まで9ヶ月間程通い続けた。ようやくテスト加工がスムーズに進むようになり、半導体検査用部品のマシナブルセラミックス基板への直径0.2ミリの穴あけ加工で、従来に比ベドリル寿命が100倍以上延長することが実証された。研究官は各地で発表講演をして博士号を取得し、細川県知事も大変お喜びであったと聞いている。会社は、業績の良い頃で経営に影響は無かったが、機械代金の2倍の大赤字となった。

私は、1947年福岡県八女郡黒木町のバス通りから7kmほど奥まった農家の次男として生れた。中学校卒業と同時に、家族で福岡市に引っ越し、太宰府市の工業高校機械科で学んだ。体力にも学力にも自信が無かったが、鋳物砂による型込めや機械切削加工などの機械実習に熱中した。この時の先生の口癖が「就職したら、何か一つ得意な技を早く身につける！」であった。私はこの言葉に何度も励まされた。1966年、高校卒業後、地元のタンクローリーや冷凍運搬車の設計・製作する会社に入社、機械部品製造と管理業務を担当した。毎月100時間を超える時間外勤務に意味が見出せなくなり、粉末冶金製品メーカーに転職した。電機接点など検査員として3年、受注が減ったので広島のマツダ(株)に出向した。車軸工場では1年間の二交代勤務を経験した後、転属先の福岡営業所では、粉末冶金製品のセールスエンジニアとして九州山口の色々な業種の生産現場を訪問し、ものづくりを学んだ。

しかし、8年目の転勤命令を機に退社した。当時、妻も子供も居たので最後の転職と決め、商社のおやじさんから後継者にと請われ入社した。2年目には事情が変わり、京都セラミック(現、京セラ)九州営業所の求人に応募し、営業マンとして内定した。退社の相談をしている時におやじさんが倒れ、ほうり出す訳にもいかず、京都セラミックスを断念した。それから2年後、状況も変わり、自分の納得出来る仕事を求めて独立することにした。

個人商店「岳商会」を創業したのが33歳であった。北九州市の重工業に二層構造の超硬合金の切削工具を考案して売り込み、月400万円を売り上げたこともあった。中間商社とユーザー間のリベートと接待漬けの関係に嫌気が差し、取引を止めた。幸運にも大手メーカーの半導体製造工場が続々と九州に進出して来た頃で、創業したばかりの会社に精密金型部品や精密工作機械の受注を頂き、多忙な毎日となった。業績は順

調に拡大し、増収増益を続けたが、10年目に大きな転機が来た。

経営資源の3要素であるヒト、モノ、カネのうち、モノとカネについては運と努力で何とか乗り越えたが、残りのヒト（社員）については大変苦勞させられた。社員20人、売上10億円までの10年間は順調だったが、超音波スピンドルの開発を急ぎ超音波技術者を4名スカウトした頃から色々と事件が発生した。古い社員に臨時賞与を要求され、スカウト社員の経費不正請求や流用も発覚したので、超音波装置部門は半年で潰した。1年後、4年間で約1億円も注ぎ込んだ社長の私を見限り、社員が集団退職し、競合会社を創業した。元社員に市場を奪われ始めたので、彼らが持ち出した物品や資料の証拠をつかみ地元の警察に相談したところ、「元社員を前科者にしますか」と言われ、即座にこの相談を取り下げた。暫く、人間不信に陥ったが、このことに封印をして超音波スピンドルのメーカーへの道を歩み始めた。

10億円の売り上げが2億円に落ち込み、現金不足を始めて体験した。熟睡できず夜中に何度も目が覚め、喉が渇き、目の前の仕事に集中できず落ち着かない日々を送った。支払い日が来週なのに入金予定が無い状況が2回あったが、運の良い私に神の手が伸びて来た。1回目は付き合いの長い協力工場の社長が節税のため、前金として1,200万円の機械代金を振り込んでくれた。2回目は、数社のグループ会社の会長さんが「開発にはお金がかかるから」と気前良く1,000万円貸してくれた。半年後、返済の話し合いをしている途中でその会長が行方不明になった。残金は返済が出来ずに、今も借入金として残っている。後で分かったことだが、詐欺師とのことだった。

振り返ると、九州工業技術研究所の主任研究官を始め多くの人達の後押しと、試作から実用化まで、多額の助成金を引き当てて頂いた幸運とご援助の賜物だと思う。これからも、「商売を急がない。超音波技術を向上する。広く知って頂く。」を当面の方針として、社員一同と力を合わせて進んで行こうと思っている。そして、超音波スピンドルとそのツーリングシステムが日本独自の技術として、末長く外貨を稼げるよう工夫を積み重ねて行きたいと思っている。残された人生は、超音波加工技術の向上と普及のために、私のこの熱い思いを注ぎ続けて行きたいと願っている。



特別仕様超音波マシニングセンター
UM40NSV

今こそ机上から現場へ

株式会社ダン・タクマ

玉木 良幸



筆者略歴

- 1976年 ダン産業株式会社入社
(1999年(株)ダン・タクマに社名変更)
27年間半導体デバイス工場向けにクリーン機器
の設計・販売に従事
- 2003年 営業技術部長
- 2006年 取締役技術統括部長

就職先は中小企業です。新卒入社し30数年はアット言う間にすぎ、どこまで続くかは不明ですが勤続年数は現在進行形で毎年加算されています。入社して直ぐに営業（+技術）に配属されましたが、びっくりした事は、「営業」＝会社が提供する製品の販売、の図式が我が社にはない事でした。実績製品は数々あるのですがリピート製品としての引合いは年に数点、ほとんど全ては「紙＝クリーンペーパー」＋「寸法を測定＝スケール」＋「ボールペン」を持参し、ユーザーの要望事項を「聞いたり」「見たり」してユーザーの満足する装置をイメージし、社内及び協力会社の設計担当・製造担当に取りまとめた仕様の説明を行い、装置を製作依頼し完成検査も自分の責任で行い、ユーザーへの納入から立ち上げ作業・引渡しまで行いました。

ここで弊社の業務内容を紹介しますと、1 μm 以下のパーティクル（かつては「ダスト」と呼ばれていました。）を除去した清浄空間を各プロセス装置に提供する機器の製作・据付を中心に行っております。（一般的にクリーンブース・クリーンルーム等）

ユーザーの多くは大手半導体デバイスメーカーの前工程の事業部であり、当時彼らが生産工程で使用する装置の多くは研究レベルで成果が上

がる仕様であり量産向けではありませんでした。入社1年目に担当を任された、ある大手の「お客様」から言われた言葉を今も忘れません、「うちの担当になるなら全ての仕事をやらないと我々の要求を満足させる事は出来ない。打合せの中でわからない事があった時、自分は営業だから次回技術者をつれてきます、ではなく自分でわかるようにならなくてはダメだ。この業界はこれからすごい勢いで延びる、スピードが無いとやっていけないよ。」

これ以降、スーツを着ることはなくなり作業服での営業活動が始まりました。

ユーザーの要求は簡単です＝「ここをクリーン化したい。」＝「仕様書」でした。しかしイメージを具体的に製品化するには難しい問題が数多くありました。ユーザー毎の「文化」の違いにより他社での実績も参考として使えず、又現在と異なり情報伝達手段として電話＋FAXがやっとの時代では、ユーザー・社内設計者・協力製造会社's 間を完成まで何度も行ったり来たりし、自分で理解できない事はパソコン等の情報収集手段もない為、それぞれの担当の方々から直接教えてもらい何とか製品を納めても必ず大なり小なりクレームが出るもので、その又対応に追いかかけられ・・・(同じ様なことは今も続いています) 当時しみじみ感じたのは学生時代60点で合格でしたが、社会では60点＝40点と評価される事でした。

幸い辛抱強いユーザー殿と、手取り足取り教えてくれる職人さん達に迷惑を掛けながら色々勉強させて頂き、最終的にユーザー殿の合格ラインをクリアさせるという事を繰り返し、経験・実績を重ねて来ました。

社会の仕組みは徐々に変化し各人が心の中のISOを背負い、仕事に責任を持っていた時代から、会社が大局的なISOを取得したことにより、個々の業務と少ズレが生じ本質的な部分を見落とし、どの様に対応しても問題にはならない箇所を書類と違っているなどから大きな問題と捉えてしまう傾向を感じます。これはISOの監査に出てくる言葉を借りると判断を行う人の「現場の力量」がないからだと思えます。少々のクレームも許されない時代ですが、意味の無い100%を求めすぎているところも感じます。

2009年の経済は全ての企業にとって苦しいスタートとなっております、個人の力ではどうにもならない状況ですが技術者としては自分を研く事が最善です。自分の会社がなくなってしまうのは終わりですが、先ずはやらされる仕事から「自分の仕事」へ変えていく心がけから始まり

ます。やらされる仕事とは「誰にでも出来る仕事」ですが、「自分の仕事」とは他の人ではそこまで出来ないと思われるようにする事＝「使える社員」の誕生です。ここで努力が必要になります、残念な事に社員の中にはこの努力を続けられない人も多くいます、理由はやっても給料はそんなに変わらない、マニュアル通りにやっておけば文句はないし余計なことをやると後がめんどろである、これではいつまでたっても使われる社員でしかありません。上司の指示の仕方も大切です、単に仕事を任せるのではなくその仕事のアウトラインを相手が100%理解できなくても説明する事により、考える要素を加えられます、身近な例では管理業務の社員にデータのプリントを要求する時にもその大まかな内容、受注にかかわるプレゼンに使用する等を説明すると、見易いカラーへの変更等、こちらが考えていた以上の資料を提案もしてくれます。(間々ハズレもありますが逆にコミュニケーションのチャンスです。)

製品に関わる個々の技術系・営業の方にとって今は時間的にチャンスが来たと捉えられます(楽観的で怒られるかもしれませんが)、今までは追われてばかりでしたが不具合箇所、改善箇所を机上・パソコン内だけでなく現物・現場において肌で実感することが出来るのではないのでしょうか。

頭の中だけでなく体で感じる事で新たな発見もあり、物を知ると言う確固たる財産となり、より考える努力をしなくてはならないとの動機付けが出来ます。時間がある場合、修理など自社製品の使われている現場に同行しユーザーの様子を見たり、聞いたりする事によりイメージーションが豊かになります。又自社製品の工場に今まで以上に出向き、設計技術者や製造技術者へユーザー要求を改めて説明し、設計や製造におけるムダな部分や新しいアイデアを打ち合わせする事により、ユーザーに対し、より魅力のある製品(使い勝手向上、短納期、省エネ、価格協力)を提案出来るのではないのでしょうか。

情報が何処からでも入手でき、何でも解っていると錯覚している人が増えていますが、「机上から現場へ」、肌で感じて自分の引き出しにしまおう事が「研く」ことの始まりだと思います。全ての業種に当てはまらないかもしれませんが、少しでも多くの方が自社の製品・現場を理解していく姿勢が今後企業にとって重要な力になると思います。

常に研鑽の心を忘れずに 次代を担う技術者へ

千葉 孝男

筆者略歴

1953年 東北大学工学部機械工学科卒

1955年 同大学院修士課程機械工学専攻終了

工学博士（東北大学）。技術士（機械部門）

元高砂熱学(株)理事。技術研究本部長。新日本空調(株)専務。

元空調和・衛生工学会副会長、元日本冷凍空調学会副会長

昨平成 20 年には 4 人の日本人がノーベル賞を受賞され、若い人の間で一挙に理工系に対する関心が昂まったようである。しかし、これまで日本で大学の理

工学系に進む人は 1970 年代の約 70 万人から、2005 年には 26 万人と、大幅に減っていると伝えられている。

第二次大戦後「技術立国」を唱えて国の再建を試み、近年は世界第二の経済大国と呼ばれるようになった日本も、少子化と学力低下など、その未来を疑わせる問題の真っ只中に曝されているようにも思われる今日この頃である。

今回のテーマである「次世代を担う技術者」は、そのような社会情勢の中では貴重な存在であろう。

私は既に八十歳に近い「古き技術者」なので、現代の進歩した技術に関してはほとんど知識がなく、これからの日本を担う技術者に向かって言うべき内容の持ち合わせはないと言っても過言ではない。そこで、私の古い経験と反省とから生まれたことを少しばかり綴って、参考に供したいと思う。

私は、1955 年（昭和 30 年）に、第二次大戦後の学制改革によって生まれた新制大学大学院の最初の修了生として、空調業界と言う世界に入った。この頃の日本はようやく「戦後は終わった」と言われて、戦災からの復興が本格的に始まり、それまでは主に工場を中心にしてきた空調設備も、事務所ビルなどに採用され始めた時代である。従って、私はそれまで空調などという言葉は全く聞いたこともなく、また社内で空調とはどのような技術なのか親切に教えてくれる人も一人も居らず、初めの内はただ右往左往するばかりだった。

しかし、門前の小僧習わぬ経を読むの類で、次第に仕事もおぼえ、空調設備が急速に社会全体に普及する時代にめぐり合わせたために、ビル空調だけでなく、地域冷暖房や工業プロセス空調、熱併給発電（その後はコージェネレーション）、工業用大容量冷却塔、乾燥装置、半導体工場を中心とするクリーンルーム技術などの仕事に携わることができたが、仕事をしていた時は技術的な問題で結構苦しみ、悩みもした。

就職が決まり、上京するために研究室の教授に挨拶に伺ったら、教授から一言「社会に出ても一日に一時間は仕事の本を読みなさい」と言われた。これが教授の私の社会への出発の饞の言葉だった。しかしこの一言がその後ずっしりと私の胸の中に座り込み、その所為で、入社後毎日のように残業が続く中で、学会の海外文献紹介の委員になって数十篇の英独論文を翻訳したりし、新しい仕事を担当することになった時には、国内だけでなく海外の文献をあさったりする習慣が身についた。

この教授の研究は全て実地の問題の解決を図ったものだったが、研究課題の本質的な解決に到達すると、直ぐにこれまでの課題から離れて全く新しい課題に取り組むという教授だった。その論文の中には、その後世界中の多くの伝熱研究者のテーマになった沸騰の研究や、液滴の微粒化の研究などがあり、日本人としては初めて、世界では三番目に、伝熱研究のノーベル賞と言われるマックス・ヤコブ賞を受けられた。教授の名は抜山四郎博士である。先生は学生に接する時は優しく、講義は楽しく充実した内容だったが、研究室での弟子たちの研究指導には非常に厳しかった。

しかし、そのような先生の育てられた私は幸運でもあったし、また社会に出てもこれから伸びようとしている新しい技術分野の仕事に携わることができ、自分自身としては比較的恵まれた技術者生活を送ることができたと考えている。

上述のように社会に出て約五十年間、空調技術と空気の温湿度変化を応用した技術分野の仕事に携わってきたが、拙（つたな）いながら比較的満足な技術者生活を送っている間に感じたことの二三を参考に示そうと思う。

現場主義に徹する。現物を見、現場から問題を発見する

研究職ではなく、設計や、工場や現場の管理に携わる技術者は、事務所内の机上で仕事をするだけではなく、製造現場に出て、或いは部品や

製品の実物の実体を常に目にしておくことが重要である。その中から自分の考えがどのように実現され、またどのような問題を生じているかが実感することができ、新しいアイデアも生まれてくる。

自分の技術の基礎になっている工学を復習する

特に二十世紀後半に入ってから、科学・工学・技術の進展にはめまぐるしいものがあるが、学生時代に自分が勉強した学問は決して古くはなっていない。むしろその学問を基礎として現在の技術が生み出されている。この基礎を復習することによって、自分が携わっている技術について新たな理解と発見が生まれる可能性が大きい。

国の内外の文献に常に注目する

自分が携わっている仕事については、世界中でも関心もたれている仕事でもあることが多い。従って国内の文献・資料だけではなく、海外の関連分野の文献についても常に注意を払い、最先端の技術の吸収に努める必要がある。

新しい仕事には積極的に挑戦する

自分が過去に経験した分野だけではなく、未経験の分野に挑戦することによって新しい技術を習得できると同時に、これまで経験してきた技術についても新しい観点から見直し、自分が待っている技術の新たな発展に結びつく契機にもなる。

失敗を恐れない

東京大学名誉教授畑村洋太郎博士が「失敗学」を提唱しておられる。一度経験した失敗は、反省し、失敗の原因を探求することによって、二度と同じ失敗を繰り返さないし、次の失敗を惹き起こさない反省にもつながる。さらには江崎玲於奈博士や田中耕一氏のように失敗の探求がノーベル賞に結びつくと言うような世界的な成功の例もある。

技術だけではなく、経済・社会にも関心を向ける

ある日本を代表するような化学会社の会長が、新入社員の歓迎会で、技術者でも社長になれるのですかという質問を受けたそうである。その会長は工学部応用化学科卒業だった。一般的に技術者は自分の専門分野に閉じこもり、視野が狭いと見られることが多い。しかし、地球環境問題を初め、今日技術者といえども広く社会或いは世界全体の動きを知って、それに対処できるような知識を待っていることが要求される時代になっている。

20世紀後半に入ってから、人類の科学・技術の発展の歩みは、それ以前とは比較にならない速さである。それに伴い経済の発展と生活水準の向上も著しいものがあつた。このような発展に果たした日本技術・工業の役割は誇るに足るものがあつてと思う。

現在、世界中が不況の波に曝されており、日本の工業生産も大打撃を受けている。世はITの時代と言われているが、人類は情報によるだけで生きてゆけるわけではない。人類の生存にとって食料を初めとして、物質の生産は不可欠である。現代科学・技術なくしてこれからの人類の生活が成り立たないことも、自明の理である。

21世紀技術の最大の課題は恐らく地球環境問題であろう。デカルトの心身二分論に始る近現代の自然科学・技術は、人類による地球と自然の支配を目的として発展して来た。現在の自然環境破壊はその結果といえよう。20世紀最大の哲学者と言われるマルティン・ハイデッガーは人間のことをIn-der-Welt-Sein（世界内存在）とした。しかしこれからの人類はもっと謙虚にIn-der-Natur-Sein（自然内存在）として、自然との共生ではなく、自然に生かされている人類として活動すべきではなかろうか。

私自身は日本人の底力を信頼しているけれども、最近の日本は最初に述べたように少子化、学力低下などの問題を抱え、これまで同様の歩みを続けることができるかどうか、多くの国民も、或いは海外の識者も危ぶんでいるようである。

そのような風潮の中で、これからの日本と世界の技術を背負って行く若い技術者の活躍に期待を込めて、二三のアドバイスめいたものを綴った次第である。

団塊世代から次世代機械 技術者への期待

株式会社電業社機械製作所

土屋 忠博



筆者略歴

昭和46年(株)電業社機械製作所入社
ポンプ設計部門に配属され、品質保証部、製造部を経験
取締役 設計部門/プラント建設部門統括を経て
現在、取締役専務執行役員 生産本部長・管理本部統括
その他の役員
(社) 日本産業機械工業会 風水力機械部会 副会長
(社) 日本産業機械工業会 ポンプ技術者連盟 副会長

はじめに

世情はアメリカのサブプライム問題から、未曾有の世界的金融不安に直面し、日本でもこれは大変と言っている間に物が売れなくなり、わずか1年で100年に一度と言われる経済危機に陥ってしまった。

現代の『物づくり』で全世界の模範であったトヨタでさえ2008年度は赤字に転落、日本産業界に激震が走った。日本の高度成長時代を支えてきた企業、担ってきた技術者にとってここ数年は試練の時代である。

日本の物づくり

資源の乏しい日本は、技術者が開発設計、生産技術、技能を磨き、高い品質とともに高度に付加価値化した『物づくり』で他社、他国を差別化した。

ここ近年、中国、インドといった新興の大国の成長に伴い、資源を会社戦略、国家戦略の武器とする資源メジャー、資源ナショナリズムが台頭し資源価格が高騰、企業は製品価格への転嫁を進めていた。その中途、世界の経済危機のあおりを受けた形での急激な円高で企業の利益は逆流

し日本は貿易赤字に転じた。

このことは『加工技術』を磨いてきた日本の『物づくり』の限界を示しているのか。次の手を考える時代になってきた。

次世代技術者に挑戦してほしい技術・・・資源開発技術そして資源国への挑戦

ここにきて努力した技術が資源高、円高（為替）で無造作に浪費されてしまう現実に遭遇している。技術者は為替についてはどうする事もできないが、資源については解決できる余地がある。

日本は石油、ガス、鉄鉱石、レアメタルなどの資源メジャー及び資源ナショナリズムとの間でかなり閉塞感がある。資源開発技術と資源を確保することで健全な関係に方向転換できるし、資源→加工技術→製品という価値の連鎖ができ、現状の『物づくり』を乗り越えられる。

ただし、資源確保は国家戦略にかかわる大事業であるので、官の強いリードのもとに産学官の連携が必要なことは言うまでもない。この多分野の技術力を結集する夢多き大ドラマの主演は技術者である。

以下の事例は雑誌や新聞に出ていた内容を短文化したものである。

(1) 島国日本の近海は海底資源大国

①海底熱水鉱床の資源

マグマの活発な伊豆、小笠原、沖縄トラフの周辺で有力な鉱床があり、排他的経済水域にある金、銀、銅、亜鉛、鉛など含む硫化物鉱床資源埋蔵量は世界一という。

②メタンハイドレート

静岡一和歌山県沖の調査で現在の天然ガス消費量の14年分の埋蔵量が確認され、日本国近海の埋蔵量は世界最大規模という。

(2) 電子機器廃棄物は資源の都市鉱山

電子機器のプリント基板などに含まれているレアメタル（プラチナ、パラジウム、金、銀など）は『都市鉱山』とも呼ばれている。

海底資源開発では基地となる専用リグ、掘削や走行用ロボット、資源引上げ装置など多くの技術フィールドが関わる。私が携わってきた流体機械の分野でも資源引上げ用や運搬用装置として過去の技術を超越した特殊機械の開発が必要となる。ハードルは高いが次世代技術者は世界に先駆けて挑戦してほしい。『都市鉱山』資源では効率的に回収する技術と再利用でレアメタル資源国の仲間入りも可能であり、新たな技術ビジ

ネスモデルにもなる。

一方、地球の温暖化は環境破壊を起こし、人類存続の大問題になりつつある。省エネ技術、CO₂防止技術、CO₂利用技術等環境技術の開発は次世代技術者の責務であるし避けて通れない。この壮大な環境技術は連鎖して新しいビジネスモデルを生む可能性がある。

機械技術者としての私

入社4年目の設計担当時、インドネシア国営石油会社プルタミナに自分の設計したポンプ含め多種の機械を長期にわたって据付、試運転を行い、苦勞の末に顧客に引渡した。若いうちに海外現場で未知なる驚きや己の未熟さを知り、良き技術者になるべく真剣に取り組むようになった。

流体機械の『物づくり』に携わっていく中で、機械の究極は“人間の体”、「何とすばらしい夢の機械だろう。理想モデルだ。」と強い認識を持つようになった。頭・胴・手足のバランス、左右シンメトリ、脳・骨・筋肉・臓器・血液等の機能は新製品開発や『物づくり』に多くの道しるべとなると考え取組んできた。現在でもデザインレビューに参加する際はこうした観点で助言している。

次世代技術者の弱点

団塊世代が中堅技術者までの時代では、新製品開発にかかる時間は長く、当時はコンピュータ利用設計／解析も不十分で実験主体の開発であった。受注生産ではさらに受注品が新設計で開発機であるケースも多かった。当然失敗事例も多く、この時代は失敗から学ぶ経験が技術資産になった。実験主体及び実機での開発にて構造、性能、動きといった一連のパフォーマンスを実体験で学ぶ事ができた。

次世代技術者が企業に入って技術者として一步を踏み始めた時には開発設計の基本はデータベース化されており、3DCAD、CAE、CAMなどのコンピュータ／ソフトを武器とし、CRT上で最適化設計開発を試み最終段階でモデル試作というパターンが一般化されている。

よって、次世代技術者には大きく二つの弱点が有る。一つは実体験不足からどうしてもコンピュータが解く数値の考察や理解度が弱い。もう一つは、各技術が複雑化し、高度に専門家しているので技術者が製品開発全体を経験する機会が極端に少ない。

次世代を担う機械技術者へのメッセージ

機械技術者へのメッセージを述べる

- ・研究開発への手を抜かない継続性と技術、技能への日常的切磋琢磨は日本の技術者の強いDNAである。
- ・技術への挑戦は趣味のごとく楽しみ、“夢を語り遊び心を持つ”ことで継続性とユニークな発想を生む。
特に若手技術者へ助言したい事項を以下に記す。
- ・“基本が大事”まずは技術教科書の復習から始めよ。会社に入ってからでも遅くない。本のどこに書いてあったか頭に残るように、数学、材料力学、機械力学、熱力学、機械設計、振動工学などを自分なりに身につけること。
- ・方眼紙に手書きで設計構想をデッサン化、モジュール化できるように、また手書きで理論的に解く基本計算力を持つこと。
- ・計算が専門化しているので複雑な計算式を解く、計算精度を上げるのに必要なパソコン／ソフトを手足として使いこなすこと。
- ・製品がある現場、現地は宝の山、見て、触って、設計的イメージや機械的感性を養うこと。
- ・「若い時の苦労は金を出しても買え」というが、精神的ストレスに強くなること。
- ・開発プロジェクトには積極的に参加し経験をつむこと。

おわりに

次世代技術者に仕事を託すにあたって、能力を超える仕事を与え、どんな結果でも出させてから報告させ、失敗事例でも責めず真摯に若手と向き合い、そこから指導を始める。時には夢を語りながら、理解のための会話も『技術継承』につながる。

私の所属する会社でも若手が自力で解決できたことで飛躍的に成長し、目を輝かせて研究・開発、最適化設計に取り組んでいる。その姿に自然に微笑んでしまう。

団塊世代の技術者は私が取組んできた流体機械そして航空機、自動車、家電、コンピュータなど人類の利便性を追求してきた。

次世代技術者は資源国になるための有効化技術、人類の生存にかかわる地球温暖化をくい止めるため、環境技術に本格的に挑戦してほしい。

最後に一言、《経済を牽引するのは銀行家や弁護士でなく技術者である》

国家標準の確立と 供給に携わって

流量計測研究所フローコル

中尾 晨一



筆者略歴

- 1975年 東京大学工学系大学院航空学科博士課程卒 工学博士
- 1978年 工業技術院計量研究所 流量計測研究室に配属
- 2004年 独立行政法人 産業技術総合研究所
気体流量標準研究室 室長
- 2007年 定年退職 流量計測関連のコンサルタント会社
流量計測研究所 フローコル設立

国家標準とは社会や産業の基盤となる度量衡のことである。秦の始皇帝が中国を統一した時に度量衡を整備し、それが秦の産業の発達や社会生活の安定をもたらしたといわれている。現在では、標準は国家という単位でなくてグローバル化された世界という単位の中で産業・技術に重要な意味をもっている。標準の研究とは、具体的には産業や社会生活で使用される様々な量の大きさ、例えば、長さとか質量の基準となる量の大きさをできるだけ正確に決定するための研究であり、日本では独立行政法人産業技術総合研究所 計測標準研究部門において行なわれている。様々な種類の様々なレベルの標準が、意識されるか否かにかかわらず最先端科学や産業、社会生活等あらゆるところで使用されていることは紛れもない事実である。

国家標準の研究に携わっている研究者の専門分野は、物理、化学、計測、機械など様々である。かくいう私の専攻も航空宇宙工学であり、通商産業省（現在の経済産業省）工業技術院 計量研究所には流体屋として入所した。大学院で研究してきた分野と全く異なる流量計測という分野で、はたして思ったような研究ができるだろうかという不安があったのは事実である。標準の研究は、実に繊細で忍耐を必要とする。定性的な議論で十分であった。航空宇宙工学の世界から定量的それも実に厳密

な測定を必要とする計量の世界に慣れるまでにはそれなりの時間を要したし、退職した今でもその感覚が身に付いたかという自信はない。幸いなことに配属された研究室では入所後長期にわたってテーマが与えられ、研究環境にも恵まれたと思う。しかし、数年ごとにテーマが変わるという中で自分のライフワークとなるようなテーマにも出会わず、研究者として模索する期間がしばらく続いた。自分が所属している研究所が一般的な研究機関とは異なる標準研究所であること、その中で自分の行なっている研究の位置づけを明確に理解するにはさらに10年近い年月が必要だった。転機は思わぬ時にやってきた。ある流量計メーカーの方がつくばの研究室に来られたのである。「各社の製造する熱式質量流量計の値が一致しない。どれが正しいか調べて欲しい。」残念ながらその当時、熱式質量流量計の測定対象流量範囲である毎分数十リッターという気体の流量の国家標準は存在しなかった。そこで、テーマを模索していた私とその国家標準を立ち上げることになった。これが、その後、退職まで携わるることになった気体の流量標準の確立とその供給の研究のスタート地点である。流量計の校正を行うためには基準になる流量を作り出す必要がある。これこそが標準研究所の仕事なのだが、私には全く一からの作業であり、まさに手探り状態で外部の流量計メーカーなどの手助けがなければ到底できるものではなかった。また、それ以上にこの時の様々な人との出会いは、その後の私の人生においてかけがえのないものになっている。さて、標準研究所の第一の仕事は、標準、基準となる量をできるだけ正確に確立することであるが、それで終わりではない。確立した標準は、正確に社会や産業界に提供され活用されなければならない。そのためには、高度な標準を産業界などが使えるような形で供給するための優れた再現性を持つ標準移転技術が必要である。この標準移転技術とは高度な計測技術に他ならず、国家標準の研究は、厳密で正確な計測技術から成り立っているということができよう。

ある量の絶対値を正確に決定するという標準の研究には精密な計測技術が不可欠なのである。したがって、この絶対値を測定するための計測装置の構築に使用する機器は、その時点で最高の性能を有していることが重要であり金額は問わない、というのが標準研究のスタンスである。私が構築した静的衡量法に基づく気体小流量校正設備は、毎分1リッターを0.1%以下の拡張標準不確かさで決定することができる当時としては世界的にも唯一といえる設備であり、多分現在でもこの方式では唯一だろう。標準研究所の所有する校正装置は最高の測定能力を持った装

置であることから、他の装置では検出できないノイズの中で見逃されるような現象を検知することができることがある。例えば、上記の装置で炭酸ガスが小さな音速ノズルを通過するとき大気圧・室温という条件においても振動モードが非平衡状態でノズルを通過していることを示唆する実験結果が得られた。大気圧・室温という条件では非平衡状態にはなりえないので測定の間違ひではというコメントもあったが、後にこの現象は数値計算によって確認された。これは、標準研究所の計測装置の性能と信頼性を示す一例である。

当然のことであるが、国家標準は一度確立されてしまえばそれで終わりというものではない。何故なら、社会や産業界の変化や発展とともに必要とされる標準の質や種類は変わっていくからである。標準の研究を行なっている研究者は、常に社会の動向、科学技術の発達状況に注意を払っているべきである。実は、革新的な技術の開発段階で標準が必要とされることはまずない。しかし、その技術がある段階まで進み、その技術の評価が始まる段階になると標準というものが必要になってくる。燃料電池を例に挙げると、様々な方式の燃料電池が開発試験されている初期段階では発生する電力の大きさのみが問題であり、この段階では標準は必要とされない。しかし、ある程度方式が確立すると、次は燃料にあたる水素や都市ガスの流量と発生する電力の割合、すなわち効率が議論されるようになる。標準はこの段階になって初めて必要とされるようになる。効率を議論するには燃料の水素や都市ガスの流量を定量的に正確に把握しなければならないからである。このように標準は、新しい技術がある程度進展した段階で必要とされる。しかし、そのような新しい技術に対応する標準を確立するには新しい方法が必要となり、また既存の標準の高度化が必要になることもある。いずれにしても必要とされる標準の確立にはそれなりの時間が必要である。標準が欲しいとなった段階で標準確立の研究を始めても彼らの要求にすぐに応えることができず、場合によっては技術の発達を停滞させることも起こりうる。革新的な技術や産業・社会が標準を必要とするのは、技術が確立され社会への適用が始まるのと同様であることに注意しなければならない。例をあげると、水素社会が動き出すのは2015年とNEDOのロードマップに記載されているが、そのためにはそれまでに水素流量の標準供給体制の整備は完了していなければならない。そうでなければ水素社会は動かないだろう。標準研究に携わるものは、常に社会や産業界に目を向けて技術革新にすぐに対応できるように先を見据えた標準の研究を行なっていかなければ

ならない。流量のような産業界に直結するような標準の場合には特にこの傾向は顕著である

はじめに述べたように科学の最先端の研究を行なっている研究者が自分たちの研究の中でどの様にして標準が使われているかを意識することはないだろうし、当然のことのように標準を使用しているだろう。一般の人にとっても同じで日常生活で標準を意識することはまず無いだろう。しかし、標準は科学技術や社会にとって極めて重要な研究分野であり、高精度計測という先端的な分野の一つでもある。この短文が、若手の研究者が標準に興味を持つ、標準に携わるきっかけになれば幸いである。

組込みシステムへのセキュリティ機能実装者を目指す方へ

大日本印刷株式会社

半田 富己男



筆者略歴

現職：大日本印刷株式会社 IPS 事業部
セキュリティソリューション開発部 主席研究員
専門：情報セキュリティ・システム製品の企画・設計、暗号ソフトウェア実装、認証技術
大日本印刷株式会社 情報システム本部に入社後、
同社ビジネスフォーム研究所、同社 IC カードソフト開発本部、で IC カードへの暗号ソフトウェア実装を担当し、
現在はセキュリティ製品の企画・設計、情報セキュリティ技術の調査研究に携わっている。

最近では、高速道路等の自動料金収受システム (ETC) の ETC カードや鉄道の乗車券カード等の交通系 IC カード、各種電子マネーなど、人々の生活のさまざまな場面で IC カードが身近に利用されるようになった。IC カードが搭載している IC チップは、それ自体が小さなコンピュータであり、データを記憶しておくだけでなく、暗号処理を含む複雑な演算を IC チップ内で実行することができる。この暗号機能によって、IC カードは自らが偽造・変造カードではなく真正のカードであることを IC カード利用システムに対して証明したり、IC カード端末の正当性を認証したりすることができる。さらに、IC カードと端末装置との間で暗号通信を行わせて、よりセキュアな IC カード利用システムを構築することも可能なのである。

大日本印刷は、IC カードへの暗号機能実装においては、公開鍵暗号 (RSA 暗号) 演算機能の実装、RSA 暗号の暗号鍵ペアを IC カード内で生成する機能の実装、AES 暗号の搭載など、常に日本国内で先陣をきってきた。本稿では、こうした IC カードへの暗号機能実装の経験を踏まえ、IC カード等の組込みシステムへのセキュリティ機能搭載を目指す技術者の皆様へのアドバイスを述べてみたい。組込みソフトウェアの開発者

に要求されるスキル一般については、IPAのソフトウェア・エンジニアリング・センターが公開している組込みスキル標準に良く整理されているので、そちらに譲り、ここでは組込みソフトウェアの中でも暗号等のセキュリティ機能を開発した技術者としての経験をもとに、次代を担う組込みシステム設計技術者に心がけてもらいたいこととして以下の三点について順に述べる。すなわち、明瞭な文章でドキュメントを作成すること、情報収集のアンテナを広く張ること、そして暗号技術を志す方へは代数学の基礎知識の必要性、の三点である。

情報セキュリティ製品を納入する場合に、第三者による評価・認証を受けることが調達要件として課される場合がある。そこで、情報セキュリティ製品に対する第三者評価・認証制度について簡単に説明し、それに対する心構えを述べる。情報セキュリティ製品の開発を企画する際には、この製品で守るべき資産は何かということを決め、製品の利用シーンではどのような脅威が想定されるかについて漏れなく洗い出し、抽出された脅威に対してこの製品のセキュリティ機能で対抗するのか、あるいはこの製品が利用される環境で周辺製品の機能に脅威への対応を任せるのか、それも困難である場合には運用方法で対処するのか、を決めなければならない。このようにして製品が持つべきセキュリティ機能が仕様化されていくのである。情報セキュリティ製品の仕様策定が各ベンダー企業の区々の手順で行われていると、できあがった製品仕様書はベンダーごとに記述の詳細度レベルが異なっていたり、用語の使い方がベンダーによって異なっていたりして、情報セキュリティ製品の調達者から見ると複数ベンダーの情報セキュリティ製品を同じ土俵に乗せて比較評価することが困難になってしまう。そこで、情報セキュリティ製品のセキュリティ目標を記載したセキュリティターゲット(以下「ST」)を作るための枠組みがISO/IEC 15408 (Common Criteria, コモンクライテリア)として国際標準化されている。さらに情報セキュリティ製品がSTのとおり正確かつ完全に出来上がっているかを、開発者や調達者とは利害関係のない第三者が評価して公的機関がお墨付きを与える枠組みが、Common Criteriaとして国際標準化されているのである。情報セキュリティ製品の開発過程では、設計や検証の各段階でいろいろなドキュメントを書く機会があるが、開発者の皆さんには開発している製品がいつCommon Criteriaのような第三者評価を受けることになっても慌てなくてすむように、日ごろから曖昧さのない分かりやすい文章でドキュメントを作成することを心がけていただきたい。仲間うちだけで通

じればよいのではなく、誰が読んでも間違った解釈をされないように簡潔で論理展開にも矛盾のない文章で書かねばならない。当然のことながら、複数のドキュメント間での整合性にも注意を払わなければならない。例えば、概要設計書から詳細設計書にブレークダウンするときに、概要設計書では記載のなかった機能が詳細設計書に突然あらわれるといった不整合があると正確な設計とは言えないのである。

次に心がけていただきたいことは、情報収集のアンテナを広く張って最新の情報をキャッチしておくことである。ソフトウェア開発部門の人は、ともすれば社内にもって開発に没頭しがちであるが、できるだけ多くの機会を捉えて社内外の情報に触れるようにしていただきたい。営業やマーケティング部門の人々との情報交換を頻繁に行い、時には営業担当者とともに顧客を訪問するなどして市場の生の声を聞くことは市場ニーズに合致した製品を開発するために大切なことである。市場動向のほかにも目を配っていただきたいものとして、担当する製品分野の技術開発動向がある。暗号等の情報セキュリティ分野ではセキュリティ機能を強化しようとする研究と、逆にその弱点を見つけ出そうとする研究とが互いにしのぎを削っているからである。現代の暗号は、暗号の計算方法（アルゴリズム）が公開され世界中の暗号研究者によって脆弱性を探索され、致命的な脆弱性が発見されずに生き残ったものだけが実用化されている。今まで安全な暗号アルゴリズムとして広く一般に使われてきた暗号であっても、ある日突然、致命的な脆弱性が報告される可能性もないとは言えないのである。暗号アルゴリズム自体には脆弱性が見つかっていなくても、暗号の使い方や実装方法に問題があると実運用面で脆弱なセキュリティ・ホールにつながる場合もある。暗号製品の開発者は、これらの情報をいち早く入手して適切な対応策を取っておかなければ、安全・安心な暗号製品を供給できない。このため、暗号関係の学会の動向に注意し、コンファレンスや学会誌での発表内容に目を配る必要がある。この種の情報源は日本語で発表される文献だけにとどまらず、むしろ海外の国際会議で重要な発表が行われるので、英文で発表される膨大な情報の中から必要な情報をスクリーニングして一次情報にアクセスしていただきたい。このようにしている間に大量の英文を素早く読み解くスキルが鍛えられていくのである。

情報セキュリティ製品の中でも、暗号プログラム実装者を志す方へのアドバイスを最後に述べる。今日の暗号は、日進月歩で進歩するコンピュータの計算パワーを用いた力づくによる解読に対抗するために、十

進数で表すと 300 桁から 600 桁という非常に大きな桁数の整数を扱っている。このように大きな桁数の計算をコンピュータ・プログラムに組むためには、メモリの使い方を工夫して有限体と呼ばれる代数体系をプログラムに組むことになる。さらに現代の暗号技術、なかでも公開鍵暗号は、素因数分解問題や離散対数問題といった数学的問題に安全性の根拠を置いている。例えば今後ますます利用用途の拡大が予想される楕円曲線暗号は、有限体上の楕円曲線の上の有理点の集合が有限可換群と呼ばれる代数構造を持つことを利用して、通常の有限体上での離散対数問題が楕円曲線上の有理点の集合でも定義できることから構成されている。したがって、これらの暗号技術を理解するためには初等整数論、群・環・体など代数学の基礎的な知識を身につけておく必要がある。現在、国際標準化が進められている楕円曲線暗号などの標準規格書を読み解くためにも、また前述の暗号関係の学会発表論文を理解するためにも、これらの代数学の基礎知識に親しんでおくことが必要となるのである。

IC カード等の組込みソフトウェア分野でセキュリティ製品の開発を志す技術者に向けて心がけていただきたいことを三項目ほど述べた。随分とハードルが高いと感じられたかもしれないが、指針の一つとして参考にしていただければ幸いである。

3Cスピリッツで 3Eスペシャリストをめざす

大阪ガス株式会社

久角 喜徳

筆者略歴



1973年大阪大学工学部産業機械工学科卒、同年大阪ガス(株)に入社、1996年よりシニアエンジニア、1997年大阪大学にて工学博士取得、2003年より同社エネルギー技術研究所に勤務現在に至る。2005年日本伝熱学会企画担当副会長、2006年エネルギー資源学会編集副委員長、2008年日本機械学会関西支部企画幹事長並びに2006年同学会フェロー、関西大学非常勤講師、大阪電気通信大学客員教授。講演論文(web版)に「よくわかるエクセルギーと都市ガス事業におけるその活用事例」がある。

2008年7月にG8北海道洞爺湖サミットが開催された。そこでは世界経済の持続的発展、2050年までに世界全体の温室効果ガス排出量を半減する長期目標などが議論された。折しもレギュラーガソリンの価格はリッター180円を超え、石油減耗時代の到来を実感させられる。1973年は私の入社年だが、第4次中東戦争が勃発し、その年の10月に第1次石油ショックが起き、原油価格は前年の約5倍に値上がりした。ガソリン価格が150円を超えたことを記憶している。当時LNGを導入していた電力、ガス各社は、省エネルギー機運の中でLNG冷熱発電の研究開発に力を入れた。私も大先輩からプラント設計の指導を受け、泉北製造所において世界初のLNG冷熱発電の商業プラントの開発、設計、建設、試運転にと大いに活躍する場を与えられた。そのプラントも建設されて30年が経過する。今なお現役で頑張っているが、技術の伝承の面からはリプレースの時期を迎えている。この時期は、日本の高度経済成長期が終わり、安定成長に入り、エネルギー事業者は現在のエネルギー供給基盤を築いていった。この時期の技術者は、次から次へと新設プラントの建設に追われ、OJT(On-the-Job Training)で技術を身につけていった。私もLNG冷熱発電に続いて、石炭や軽質油(ナフサ・LPG)を原料とする代替天然ガス製造設備、球形ガスホルダーに代わる都市ガ

ス再液化貯蔵送出システムや LNG 冷熱の利用が可能な気化システムなど多くの新しいシステムの開発に関与できた。こうしたシステムの設計は、通常は熱力学第1法則（エネルギー保存則）で行われるが、最初に取り組んだ LNG 冷熱発電は、熱力学第2法則（エントロピー増大の原理）を用いた最適設計が必要とされた。そこで1977年発刊の石谷清幹先生著「熱管理士教本—エクセルギーによるエネルギーの評価と管理」を教材に全社横断のエクセルギー勉強会を行い、LNG 冷熱や高温排ガスなどの圧力・温度エネルギーの有効回収技術をとともに学んでいった。

LNG 冷熱発電で一生の思い出に残る経験がある。我々が開発した LNG 冷熱発電は冷媒にプロパンを熱源に海水を用いる単一冷媒1段のランキンサイクルである。このシステムのコア技術は、冷熱発電の試運転開始の約3年前に開発したトライエックス式 LNG 気化器の伝熱設計手法によるものであった。ところが当初の試運転で設計値の約1/4の発電出力しか得られず、伝熱性能向上の検討を上司から求められた。冷媒のプロパンラインを窒素からプロパンに十分置換したはずであったが、実はタービンの起動とともに不凝縮性ガスの窒素が凝縮器の伝熱管周囲に集められ、LNG とプロパンとの間の伝熱を阻害したのが原因であった。これに気がつき、原因を説明し、再度不凝縮性ガスをパージし直し、所定の能力を発揮させることができた。しかし伝熱問題が解決した後も、プロパンタービンへのミストの同伴、低温凝縮液による蒸発器伝熱管の着水、低温天然ガスによる加温器伝熱管の着水、タービンのシール機構問題などなど次から次へとトラブルが判明していった。これらの問題をすべて解決し安定運転ができるまで、開発開始から約7年を要した。その後も高効率 LNG 冷熱発電の開発への情熱は、途絶えることなく、2000年から LNG で直接空気を -100°C 以下まで着霜することなく冷却できるコア技術の開発に取り組んだ。この低温空気を圧縮してガスタービンの燃焼空気にブレイトンサイクルとして利用すれば、LNG 1トンの冷熱で150 kWhとプロパンランキンサイクル（25 kWh程度）の5倍以上の動力が回収できる。現在、鹿児島の日本瓦斯国分単人サテライト基地に気化能力1トン/hの設備が気化器として使われているが、是非この技術を用



LNG による無着霜空気冷却システムとその開発メンバー

いて LNG 冷熱利用の普及促進につなげてほしい。

泉北製造所での建設業務を終え、次に命じられた仕事は、石炭や軽質油を原料とする代替天然ガス製造設備（SNG）の開発、設計、建設、試運転であった。この時期は都市ガスの天然ガス転換が大手のガス事業者で進められた。また LNG の安定供給を補完する目的で 1 日の都市ガス製造能力が百万 Nm³ の大容量の軽質油原料 SNG が 2 基建設された。ここでもエクセルギーによるプラント設計を行い、当時の所属長を説き伏せて、蒸気、液体、ガスの持つ圧力エネルギーを動力として有効に取り出すシステムを組み入れた高いエクセルギー効率で天然ガスを製造できるプラントを開発した。すなわち、新しい試みとして、ガスの脱水に従来の深冷脱湿設備を設ける代わりに、ガス膨脹タービンによるガスの冷却脱水を実施した。この回収された動力を利用して脱炭酸設備の蒸気の回収と吸収液の濃縮を従来のスチームエジェクター方式に代わり、蒸気圧縮機を用いて行ない、燃料使用量の削減を図った。1987 年末に完成した 2 基の SNG は、その後多くの LNG プロジェクトが立ち上がり、LNG の安定供給が確保できる見通しが得られたため、2000 年に入ると撤去されてしまった。現在 LNG の価格は、S 字カーブを持つ契約で原油価格の影響を緩和されているが、ガス事業者の価格折衝力を高める面からは、SNG の撤去は惜まれる。

2001 年から現在も取り組んでいるプロジェクトがある。通称「隣組コージェネ」と呼んでいる集合住宅コージェネシステムである。民生部門の二酸化炭素排出低減には、高効率な給湯システムの普及が欠かせない。戸建て住宅には、すでにエコキュートやエコジョーズ、エコウィルといった製品が市場に投入されている。一方、集合住宅用コージェネレーションシステムは、送りと戻りの温水管からなるセントラル方式が実用化されている。しかし、このシステムが普及するには、熱供給設備（配管、補助熱源機、成層型温水タンク）のコストダウン、放熱ロスの低減、並びにコージェネの高稼働率化が課題となる。そこで、実験用集合住宅（NEXT21）に設置したガスエンジンを用い、口径 20mm のワンループ配管とそれに接続される今回開発した蓄熱式給湯ユニットでガスエンジンの高稼働率化を目指した 7 戸規模の実入居試験を 2007 年 4 月より 2 年間実施してきた。我々の試算によれば 25k W クラスのガスエンジンでわずか口径 25 mm のワンループ配管で 50 戸の熱供給が可能となる。熱電比の小さな固体酸化物型燃料電池（SOFC）とマイクロガスタービンの高効率発電システムを熱源機に用いれば、従来システムに比べ二酸化

炭素の排出量は半減し、約35%の省エネルギーが達成できる見込みである。この隣組コージェネの発想は、私が自治会長をしていたときに閃いた。地域の連携の強化と省エネ活動がビジネスを生むのではと。地域住民が自ら出資・運営し、直接地域住民に利益を還元できる社会インフラ。さらに技術革新により、江戸時代の5Rを実現できる。3Rはみなさんご存じのReuse、Recycle、Reduce、これに熱のRentalと高効率発電システムのRepairが加わる。ものからことへー地域コミュニティー発電により活力のある町づくりをーと題して2005年春に日本機械学会関西支部の総会講演会で基調講演を行った。

今、日本経済や地方都市の現状を見ると、新興工業国の安い労働力コストに太刀打ち出来ないため、投資に値する国内インフラが不足し、失業者の増加、リストラの加速が進み、とくに新規企業立地ができない地方都市の疲弊が進んでいる。こうした現状が、国内の労働力コストの低下につながり、更なる消費需要の低減を招き、悪循環に陥っている。

今私たちに供給されるエネルギーは、原子力、石油、石炭、LNG、水力などから構成されているが、どれ一つとっても、自分たちで供給できるものはない。しかし、技術開発により、太陽光発電、風力発電、バイオマス発電、廃棄物発電など、これまでの大規模発電から地域に賦存するエネルギー源を活用した分散型発電が、徐々にではあるが、経済的にも現実のものとなってきた。そこで、日本版グリーンニューディールとして、こうした悪循環を打破するため、地域住民が自ら出資・運営する分散型電源を、日本全土に建設し、地域社会を基盤としたエネルギー供給システムに移行すべきだと考える。

ここまで読んでいただいた方には、察しが付くと思う。3Cとは、Change(現状に満足しない)、Challenge(新しい技術・技能に挑戦する)、Create(独創的・革新的な技術・アイデアを生み出す)であり、3Eとは、Enthalpy、Entropy、Exergyである。

一つの技術を極める大切さ 自己実現 技術者冥利

学生時代にチャレンジ精神と問題発見・解決能力を養う

企業に入り知識&体験&マネジメント力を実際の仕事をしながら身につける

学会活動でヒューマンキャピタル(人的投資)を行うべし

「物語を書ける技術者」 を目指そう

ワイド制御技術研究所

広井 和男

筆者略歴



ワイド制御技術研究所 所長
工学博士(京都大学)、(社)計測自動制御学会フェロー
株式会社東芝にて鉄鋼、化学、電力、食品など多数の分野のプラント計装制御システム
のエンジニアリング、システム設計および制御技術開発
などの業務に従事し、設計部長、
主幹、技監を歴任。名古屋工業大学非常勤講師を勤めた後、
2000年に同研究所を設立し、
現在は制御技術および制御システムに関するコンサル
ティング、執筆、セミナー・技術者
教育講座・Web講座・通信教育講座の講師などを主な活
動の場とする。著書は12冊。

人が目標を目指して歩いて行く場合に、どのような考え方を持って取組むかによって、その成果のレベルや達成速度が大きく変わってくる。とりわけ、技術者の場合は、技術力アップに妙案・奇策が存在しないために、どのような基本的考え方や道標を持って持続的に取組むかによって技術者人生が大きく左右されることになる。筆者は技術者の Human skill 教育および Technical skill 教育に関与しているが、その質疑応答や討論などから判断すると、少し厳しい言い方になるが「若い技術者は現在の物質的豊かさに負けて、精神的ハングリーさが欠落している」と強く感じている。さらに最近の成果主義や利益第一主義の負の側面が、この傾向に拍車を掛けていると考えている。

好景気のときはもちろんのこと、不況のときこそ、技術者は新しい技術的手段を生み出して、企業の発展に貢献すると共に、社会の繁栄や文化の進展を先導することを強く求められている。その基本的進め方は、先ず自己を磨いて「①自己の確立」をし、その成果を生かして「②組織・企業に貢献」し、企業が作り出す製品が世の中で使用されて「③社会に

貢献」するという「正の連鎖」を高め続けることであると考えている。つまり、「企業人としての自己実現」は自己のステイタス向上のみでは達成されたとは言えず、前記の①～③がすべて満たされたときに、初めて達成されるものと考えている。

ここでは、個別の技術開発を論ずるよりも、自己啓発や業務遂行に取り組むときの基本的考え方について私見を述べたい。筆者が業務遂行、自己啓発、創造活動、学位取得、技術者育成などの体験を通じて得た5つの経験則を紹介して参考に供したい。

【経験則①】 目標を公表して退路を断って、モチベーションを維持せよ

目標を達成するためには、モチベーションを高水準に維持することがポイントだと考えている。自ら火を点けて走り続ける内発的動機付けができる人は極少数派の3%程度で、他人から点火されて走り続ける外発的動機付けの人が大多数と言われている。筆者も典型的な後者である。特許提案も、学位取得も周辺に公表し、監視の眼を作って退路を断ち、目標を達成してきた。目標の公表は「己の妥協」を打破する有力な手段と考えている。

【経験則②】 技術者は技術的 output を出し続けて「現役」、止まれば「過去の人」

これは技術者として、現役であるかどうかの判定基準である。情報のinputも必要であるが、それ以上に技術的 output が重要で、その有無は技術者として、現役で活動しているかどうかのバロメータとなる。技術進歩が激しい分野に従事する技術者は、1年間も技術的 output がなければ、「過去の人」というよりは「化石」になってしまう恐れがある。

【経験則③】 創造（特許）は「真の技術者として生きた証」であり、「事業の基盤」である

「技術は模倣から始まる」。しかし、いつまでも先人が開発した技術を理解できなかつたり、先人が切り拓いたところまでしか到達できなければ、模倣技術者または物真似技術者と言わざるを得ない。先人が切り拓

いた道を登りつめて「僕の前に道は無い、僕の後ろに道はできる」という高村光太郎の心境に到達し、積極果敢に新しい道を切り拓いて行き、その成果を特許提案・取得し続けることこそ「真の技術者として生きた証」と考える。特許は世界唯一無二のもので、権利所有者が独占的に実施できるために、製品を多数の有力特許で武装すれば、他社や他国が作れない創造的なものになり、独創は独走に通じる。

【経験則④】すぐれていると考える新理論・技術は自ら積極的に認知活動せよ

残念ながら、日本も企業も「外部圧力に弱く、内部圧力に非常に強い」という体質を持っている。日本で生まれた理論・技術を客観的に評価して、育てようとする風土が日本にはなく、むしろ足を引っ張ろうとする風潮がある。ところが外部、例えば米国で評価されると、手のひらを返したように無条件で受け入れる風土がある。したがって、内容を最も良く知っている提案者が社内外に積極的に認知活動をしないと、いくらすぐれた特許を取得しても、陽の目を見ないで朽ち果ててしまう羽目に陥る。すぐれた、新しい技術をまず製品に実装(① inside out ルート)して、CS(顧客満足度)を向上させようとアタックして鉄壁の拒否に遭っても、ここで諦めてはならない。社外に発表してユーザーの評価を得ると、社内は無条件に受け入れて実装(② outside in ルート)して製品化できる。技術の認知活動の有効な手段として、学会発表を推奨する。その理由としては、学会発表は認知活動費用が安価であること、一定レベル以上の理論的根拠があると見なされるため、ユーザーに受け入れられ易いこと、さらに学会発表の継続は学位取得に繋がることなどが挙げられる。新しい理論・技術・システムを認知・普及させるには、前記の2つのルートで積極果敢に攻め続けることを推奨する。

【経験則⑤】「物語を書ける技術者」を目指せ

バブル経済崩壊後、各企業の中に成果主義や利益優先主義が広がり、一寸取組んで短期間に成果が得られなければ、直ぐに止めてしまう風潮が蔓延してきている。このような環境では、将来に向けた大型技術や特有技術の誕生は難しく、企業や国家の将来に暗雲が立ち込めてくる。これは種を蒔いて、丹精を込めて育てないまま、成果のみを多く得ようと

する非現実的空論に類似している。「物語」を書くには、明確な目標を持って持続的に、長期的に取り組む、失敗や行詰りの障壁を創造と努力で乗り越えて行くという紆余曲折を経て、新製品や新技術を完成させるというプロセスが必要になる。つまり短期的な評価に左右されないで、前人未踏の理論・技術・応用に積極果敢な挑戦を続け、幾多の障壁を乗り越えて企業の成長および社会の繁栄や文化の進展を先導するという流れが「物語」には必要と受止めている。筆者も開発・実用化し、普及を図っている3つの技術開発物語をまとめてみた。この3編の物語に共通しているのは、つぎの2点である。

(1) 開発着手から世の中に認知されるまでに、約10年の長期間がかかっている。

(2) 認知され始めてから、20～30年経過しても基盤技術として活用されている。

つまり、長期間かけて、工夫、失敗、創造などを積み重ねて完成し、「物語」を書けるような新製品や新技術は寿命が長く、その成果が所属企業の成長や社会の持続的な繁栄に繋がって行くことになる。

「困難なことであるからこそ、挑戦する価値がある」と考えて、それぞれの専門の道を登り続け、先人の足跡を超えて、前人未踏の道を切り拓きながら、特許武装し、資格を取得し、企業や社会に貢献して、自己実現のレベルを高めつつ「技術者人生の最終章をクライマックスに」をスローガンとして飽くなき前進を続けよう。

商品開発と映像思考

株式会社神戸製鋼所

松隈 正樹



筆者略歴

1944年9月 15日生まれ

1967年3月 九州大学工学部機械工学科卒

1967年4月 (株)神戸製鋼所入社

プロセス用大型往復動ガス圧縮機的设计・開発5年

汎用スクリュウ圧縮機的设计・開発35年

現在、スクリュウ蒸気機械(蒸気発電機、蒸気圧縮機、蒸気駆動空気圧縮機)商品開発に3年従事中。

(株)神戸製鋼所 汎用圧縮機工場 開発・設計部門歴任、現技術総括部長

圧縮機との出会い

永い間、圧縮機の商品開発を続けてきた。振り返ってみるといつの間にかはや43年目である。圧縮機との邂逅は1966年大学の妹尾研(現妹尾泰利名誉教授)にあったI社4段遠心空気圧縮機と当社スクリュウガス圧縮機に始まる。勉学には余り熱心でない学生の私に当時MITから帰国されたばかりの教授から与えられた卒論テーマは遠心圧縮機の効率向上であった。この寒かった研究室での分解組立、3孔コブラピトー管による動圧、静圧回復計測が永い圧縮機との付き合いの始まりである。

入社してみると卒論の名に圧縮機が入っただけで全く畑違いの復動圧縮機設計課に配属された。大型プロセス用往復動ガス圧縮機設計に取り組み始め、2年が過ぎようとしたころ、新シリーズの駆動系の設計を任せられ訳も判らないまま、クランク、コンロッド、クロスヘッド等計画を自分なりに曲がり梁計算などしていると先輩から大学生の演習問題でもあるまいにそんなものはなんの役にも立たないと一蹴され悔しい思いをした。なんとか既存の設計基準やロイドの資料を見て完成、試運転に漕ぎ着け、起動の瞬間の緊張と感動は今でも忘れないが、当時はお手

本通りに作っただけで機構、部品が自分の感覚の中で自分のものには成り切れていなかった。

5年目に入りある日突然上司に呼び出され、来週から汎用小型スクリー空気圧縮機の新工場建設プロジェクトに入り、新規開発の我が国初の小型パッケージ機の開発をやれと指示され、圧縮原理も判らないまま歯形開発からやり始めたのが永い永いスクリー商品開発生活の幕開きであった。スクリーの圧縮原理を今度はしっかり自分の物にしようと、技術資料よりも先にスクリーの回転可能な内部が可視のプラスチック模型と2日間にらめっこして、そうかこういう形状になるんだなと脳内で回転がイメージ出来るようになってスクリーが身近で好きになった。チームの他メンバーは皆工場建設地選定や生産ライン、加工設備の仕様決め、投資のF Sなど多忙で相手にされず、商品全体の計画、設計、ベンダーとの打ち合わせなど何もかも自分でせざるを得なかったことが今にして思えば貴重な経験となった。その後、毎年のように新商品開発を続ける日々の中から商品開発に関して心に刻まれた事象、先人の言葉を振り返って見たい。

映像思考

頭に浮かんだ、ものの姿を映像と言う。振り返ってみると昔から空想、夢想する性癖があり、小六から中学にかけて父の本箱の昭和文学全集を片っ端から濫読しては川端康成の天城、下田の情景や雪国の駅、映画館の炎上など林芙美子では尾道の町等多くの心象風景を映像として想像して感傷に浸る早熟な少年であった。空想する癖はこの年になっても昔の時代への悔悟とともに増すばかりである。

閑話休題、こうした脳内に映像を浮かべて、それを意識集中して思考すると、早い、大筋で間違えない、方向の見え方が早い等多くの長所があるように思えるのでこれまでに経験した商品開発での基本と技術課題解決でやってきた事を少し拾ってみる。

商品開発

<モデルチェンジ>

どんな名機も陳腐化し、時代の要求に合わなくなり競争力は無くなってくる。販売価格も低下し、モデルチェンジへの圧力は高まる。新商品の出ない企業はジリ貧になる。設計者は顧客にとって魅力のある商品を

絶対作ろうという思いが肝心で、利益回復のため原価低減だけに主眼を置いたモデルチェンジで事業が成功した例はないと思う。

<コンセプト、要件>

部門の将来を掛けた主食機種では向こう10年の競争力維持を意識して市場調査活動を必ず実施する。具体的には、コンセプト、要件を決める過程で偏りを無くするため設計、品質保証、販売、サービスの製販メンバー2名を1組として顧客に飛び込み、聞いた言葉を口語のまま、方言は方言のまま速記する（生野菜を集めに回る）。チームが作った殴り書きのメモを他のサポートメンバーが読み上げ真ん中に商品の外観、ユニット構造図を壁に張り、その周囲に島分けしたブロックに切り分けた顧客の声を張り込んで行く。文章だけでなく視覚に訴える絵や写真はどんどん貼り付ける。各島のジャンル毎の声を真ん中に集約したものが機械のあるべき姿、コンセプトの土台となる。このあたりの煮詰めが甘く、他社仕様をかき集めた後追い開発や重みをず付けずなにもかも盛り込んだコンセプト、要件では良い商品開発に結びつかない。いいところ取りはお化けになる。

<原価>

要件の中で原価は重要な項目である。ルールは

- ・コストから売値ではコスト積算の意味がない。コストはどうあるべきかの突き詰めが重要。
- ・開発機の前価積算は設計が積算、生産管理資材部隊の同意で進める。連携が切れると原価は判らなくなる。設計のみの原価積算は原価低減は多めに原価上昇は少なめになり勝ち。原価が目標に達しない時苦しくても、試作着手してはならない。製作図も引くべきでない。スタートが肝心。
- ・コストは設計段階で80%決まる。コストは技術の勝負である。
- ・量産しながら積み残し原価低減など出来た試しは古今東西ない。

コンセプトが決まると具体的数値化した開発要件へ落とし込む。ここが明確だと設計者に迷いがなく開発遅れ、開発費用の膨れ上がりが防止できる。ここまでにエネルギーを掛けると開発の成功確度が高くなる。

<DR>

要件に基づいて設計着手、試作着手、量産着手、上市と各ステップで各部門参加しDRを行っていく事になる。自分の機種を自分でDRしては甘くなるためDRには別機種のベテラン設計者を入れる。クレー

ムの大部分はこの段階での設計の基本の詰め甘さが原因であることが多い。DRシートをベテラン設計者が一所懸命纏めても若手に真意が伝わり難い為極力シートは映像化し、面倒でも感覚的に判りやすくして判断基準はキチンと定量化し、その判断方法まで記載する。面倒がってチェックリスト的な意図が伝わり難いものは必ず使用されなくなる。

<初期品質対策>

特に量産汎用商品は初期のクレーム早期収束が重要。初期品質監視の専任部隊設置が望ましい。市場で不具合が800～1000台を超えると收拾が付かずリコールも困難になる。販売開始後3ヶ月間が早期対策の重要な時期となる。初動の遅れは惨めで設計者にとって最悪な事態となる。

課題解決と映像思考

<常識での現象理解>

熱は分子の振動、ガス圧力は飛翔分子の衝突反力の総計など自分にとっての基本常識をベースに映像的に物事を理解するのは計算結果より大切。感覚的な常識の持ち駒を増やすことが勉強なんだろう。その道の専門家から解析結果ではこうなると反論されても直ぐにはあきらめず自分の常識の方に重きを置き深く掘ることだ。しつこく思考を続けると高い確率で良い解決手段が見つかる。時にはこの流れはOUTだと駄目になる場合も多いが、それはそれで次に進むきっかけになる。

<3次元化と映像思考>

2D-CADデータをベースに3次元化は容易に変換できる。既存図面から3次元化してDR討議時にプロジェクターで大画面表示すると、明らかにメンバーの課題に対する食いつきが違い「もう少し回転させ下から見せてくれ」、「軸断面を切ってくれ？」など自分の専門外のことでも積極的に意見が出るものだ。回転体等は動画処理すると更に効果が上がる場合もある。慣れてくると実際に映像を見ないでも、自分の脳内で再現して、動かすことができるようになる。ズームアップ、回転、荷重が掛かって歪む、反力の方向、流体噴射の飛び散り方を想像することが出来るようになる。費用は掛からないし、どこでも出来る。思考の方向を種々検討し方向性を定めるのに適したやりかただと思う。

<シミュレーション>

こうした脳内アイデア、思い付きはすぐ具象化、検証しておかないといけない。手書きのフリースケッチを2DCAD⇒3DCAD⇒シミュレーショ

ンソフトと必要によって展開してゆくのが良い。一昔前のものは多くの境界条件を苦勞して入れても大雑把な傾向把握程度にしか役に立たなかったが最近のシミュレーションソフトは実に出来が良い。圧縮機パッケージ内の冷却風の流れ方向、速度、温度分布、音圧分布または回転機械本体の熱歪み、圧力負荷による変形、内部流体の噴射方向、速度など格段に精度が上がってきて十分実用に耐える。場合によっては思わぬ場所での逆流、流れの分流、膨張すると思っていた部位が逆に周囲から圧縮され収縮するなど想像の出来ない結果が出てきて、そういうことが起きるんだなと認識させられる事も間々ある。十数台のパソコンを並列稼働させて数日以上掛かるのが難点だが大いに活用すべきで継続使用して行くと、精度が更に高まり、映像思考の検証に大変有効である。

<思考と思考の結びつけ>

映像思考は局面の打開に大変役立つと思うが、種々の現象の結びつけ、流れの方向を見つけるにも有効な気がする。3段論法を繋ぎに繋ぐ方法に頼る人もいるが僅かな破綻でも大きく方向が間違ってしまうし間違いに気が付き難い。これに対し事象をジグソーパズルのピースのようにばら撒いておき、一番上部の解決すべき命題に影響の強そうなものから並行処理的に、何度も想像し部分的に組み合わせて全体観で見て行くとブロック間の繋がりや、命題により近いもの、解決ルートがおぼろげに見える。全体で命題との繋がりを常時見るため、迷路にはまり込むことが少ない。点描で全体を自分の感覚で現す新印象派の点描絵画のようなものだ。

技術者の喜び

いくつになっても空想が形になり現実に動き始める瞬間は嬉しい。また一所懸命考えて、そうかと判ったり、新しいことが生まれるかもと感じた瞬間は心ときめき嬉しさは格別である。想像を創造へ転換していく開発を生涯続けて行ければ無上の喜びである。

古きをたずねて 新技術に挑戦しよう

松山 宏



筆者略歴

三菱電機(株)で約25年間、湘南電子(株)で約10年間の約35年間、超音波探傷の研究／開発を担当、大形超音波自動探傷やデジタル超音波探傷器の開発に携わる。元ISO TC135（非破壊検査部門）SC3（音響検査部門）国内委員。元、日本非破壊検査協会副会長、現在、同協会名誉会員

会社に入社後数年間は多重通信の設計の業務に就いていたが、約10年後に工業用の超音波探傷試験で用いられる超音波探傷器の開発に携わるようになった。この分野で経験したことを語ることによって、これから技術開発に携わろうとする若き技術者への言葉としたい。

今日の社会に大きな便益をもたらす大規模設備の安全性を維持・確保するために厳密な非破壊検査が行われおり、この非破壊検査の中で広く用いられているのが超音波探傷試験である。超音波探傷試験法は、他の工業製品のように一世紀を超える歴史を持っているわけではない。本格的に超音波探傷試験が工業製品や、その素材に適用される様になって半世紀を少し超えた程度である。

従って、私が超音波探傷器の開発に携わるようになった時期は、まだ超音波探傷試験の社会的認知度も低く、既に開発されていた製品の売れ行きも芳しくなく、営業部門は、この分野からの早期撤退を提案するような状態であった。

このような環境の中でも、会社は社会的責任として市場から安易に撤退することは好ましくないとの考えから、更なる新製品開発によってビジネス拡大の方針を選択し、私を新製品開発の担当者に指名した。私にとって、この分野は、未経験の分野であった。

『新製品開発』は、耳には快く響くが、実際には途方もなく厳しい現実と向き合う仕事である。先ず、開発期間である。時間をかけて開発することは許されない。その理由は、競合他社も新製品の開発を行っており、

その競争に勝たなければならないからである。更に開発期間が長期に及べば開発に要する資金、人的資源を効率的に運用できなくなるからでもある。次は、スタッフへの責任である。開発担当者の指示に従って行った仕事が生かされるか否かは担当者の開発方針で決まってしまうからである。開発担当者は、一時期であるにせよスタッフの人生を預かる覚悟が必要である。

しばしば、『失敗を恐れずに挑戦せよ』と言う言葉を耳にするが、企業内の環境は、この言葉のように甘くはない。製品開発の担当者に指名されるのは、技術者にとって、自分の意思を製品に生かせる千載一偶の機会であり、この機会を生かせなければ、再び製品開発の担当者となれる機会が何時訪れるか分からないからである。

このような困難な条件があるから、製品開発や技術開発に成功したときの達成感は、登山家が険しい山の登頂に成功したときに味合うそれと同じではなかろうか。

『何事も挑戦しようとするれば、失敗や挫折はつきものである。』と言われるが、企業内での製品開発では、上述の理由で失敗や挫折のリスクをできる限り低減しておかなければならない。

製品開発には、いろいろの事前準備があるが、この場合は、製品の売れ行き不振の原因を探るため、特に過去の製品の性能と関連技術レベル、それから市場の要求などを徹底的に研究した。その理由は、新技術と言っても技術には過去からの連続性がある、突然変異的に新しい技術が開発されることは稀だからである。製品が開発された当時の周囲の関連技術レベルや社会ニーズによってその製品が市場で評価され、初めて『開発成功』である。どれ程優れた性能を有した製品だと謳っても、開発者の独善ではその当時の市場には受け入れられないからである。結局、この調査研究が功を奏して、新製品の開発に成功した。

過去の事実を調査すると、成功例は多く見出すことができるが、失敗例を見つけ出すことは大変難しい。失敗例は不名誉の実例として隠されてしまう場合が多いからであろうが、これらは先人が残した貴重な遺産であり、技術開発に携わる者にとっては積極的に探し求めなければならない宝物である。

最近では、殆どの電子機器にデジタル技術が適用されているが、今から半世紀前は、デジタル技術を用いようとする技術者はいなかった。当時は電子能動素子として真空管が用いられていた時代であるから当然のことである。しかし、当時、アメリカの大学生用の電子回路の教科書には、

既にデジタル技術のメリットが記載されていたのである。しかし、そのメリットを生かすためには、余りにも膨大な量の真空管を使用しなければならないデメリットがあるために、当時の多くの技術者は、デジタル技術に関心を示さなかった。その後、トランジスタが開発され、回路で消費する電力が大幅に削減されるようになった。そこで、超音波探傷器の信号処理にデジタル技術を使った製品開発を行ったが、トランジスタでは、まだ実用化するのが困難なほどの容積が必要であり商品化できなかった。このため企業的には失敗であったが、この時の技術開発によって製品開発の企画者としてデジタル技術のメリットに関して貴重な経験を得た。その後、時代が進み、大規模集積回路が入手できる時代が来たので、この素子の信頼性と市場での入手価格を時系列的に追跡調査し、若干のリスクは伴うものの再度大規模自動探傷装置のデジタル化に挑戦した。この時、十分調査したにもかかわらず、集積回路のロット不良に悩まされたがこれを克服し、過去に失敗した貴重な経験が生きて時期的にも性能的にも開発に成功し、恐らく世界初の大規模自動超音波探傷装置を実現した。その後、この分野のビジネスを有利に展開でき、その成果が今日まで及んでいることは技術者冥利に尽きる。

さて、担当分野の過去の技術的な歩みを研究しようとする、当時の技術を理解するための知識を持ち合わせなければならないが、これが欠落していたことに気付くのである。この点を補おうとしても、我が国の場合は、過去の製品を、先人の遺産として公的機関で保存する機運が希薄であったために、当時の製品を見たり動かしたりして理解を助けることが難しかった。先進諸国の中には、公的機関によって製品の大小を問わず設計資料や製品そのものを動態保存している点は、我が国が技術開発の先進国としてあり続けるためには考慮する必要がある。

また、超音波探傷技術に限らず、多くの技術分野でその歩みを研究すると、当時、相当の熱意をもって研究されていたが、その後、代替え技術の進歩によって顧みられなくなった分野や、当時、熱心に技術開発が行われたが、その開発成果を実現するだけの周辺技術や社会環境が整っていないために、期待する成果が得られないままに世間から忘れ去られてしまっている分野があることを知る。

これらの研究・開発成果を理解できる知識を持っていれば、過去の研究成果には、もう一度挑戦してみる価値のあるテーマが数多く埋もれている。若き技術者には、専門分野を磨くと共に、その分野の過去の歩みを理解して、新技術に挑戦することを勧めたい。

エンジニアが本音で語る 「スピinless[®]」開発秘話

東京応化工業株式会社

山口 和伸

筆者略歴

1965年7月	生まれ
1991年2月	東京応化工業株式会社 入社
2009年2月	18年間 液晶装置業務に従事
	1. 液晶業界の第一世代～第三世代 回転カップ塗布技術に従事
	2. 液晶業界の第三世代～第五世代 Coat & Spin 塗布技術に従事
	3. 液晶業界の第五世代～第八世代 Spinless 塗布技術に従事

時間との戦いに終始した

テスト期間

生産移行段階のプロセス開発上で苦勞した点ということでは、ご協力を頂いた電気メーカーにて製品としていままでのものと同様であるというところまで検証をしなければならぬことです。

当時は何十回とお客様のところに訪問しました。非常に短い期間で協力しながら結果を出すという作業はものすごく大変なものでしたが、無事に結果を出すことができました。

我々が協力してやりましょうと提案した時点から、お客様と同時に作業を行った期間というのは、実際は半年くらいでした。ふつうは一年以上かかるであろうトライアンドエラーを半分の時間で成し遂げたという点は、商品開発の過程で最も苦勞した点といえます。

市場における「スピinless[®]」の評価

「スピinless[®]」の市場での評価という話に移りますが、液晶業界の第5世代と呼ばれる時期から「スピinless[®]」は生産技術として認知されました。それまでの液晶業界ではずっと回転塗布方式で製造がされていたわけです。市場での認知がどのように現れてきたかという、急拡大を続けている液晶業界で、第5世代から「スピinless[®]」が登場して、現在までの約4年間の間で、第6世代以降の塗布装置は99%くらいが、「スピinless[®]」もしくは類似の方式となっていきました。第5世代を迎えるまでの約5年間は、ほぼゼロに等しかったこの方式です。

第6世代以降のこのドラスティックな変化が、市場での評価を表現していると思います。

環境保全と企業イメージアップを両立する「スピンレス®」

開発当初、私は本社に呼び出されて、会社上層部と話をしたことがあります。「我々は化学薬品を販売している会社です。薬品を塗布する場合、実際に基板上に残るのは数%、投入量の90%以上は塗布プロセスの中で捨てていたものが、投入量の殆どが基板上に残り、捨てなくてよいような状況になったとしたら、薬品の販売数量が1/10になりかねません。このような状況をどう考えているのですか。」という質問をいただいたのです。私は別にそこに迷いはなくて、自分たちが今からやろうとしている技術が東京応化だけが開発している技術なのであれば、いつでもこの技術開発を中止してくださいと。時間の問題で他社もやるのであれば、従来の技術がこのまま続くわけではないという結果になるからです。我々は化学薬品メーカーだからこそ省エネルギー、エコロジーを考えていかなければいけないし、そうやって社会貢献をしなければいけないという立場にあるわけですから、それを東京応化がやるのが、一番の会社のアピールポイントになるんじゃないでしょうかと申し上げました。

また「スピンレス®」をやることによって、今までの業界スタンダードだった回転方式に引導を渡すことになるかもしれませんが、回転加工方式を液晶業界にスタンダードにしていたのも他ならぬ我々だと自負しています。スタンダード化させた我々が1つの技術に区切りをつけて、次の新しい試みに挑戦していくというシチュエーションは、トップランナーとしての自分たちに課せられた使命ではないでしょうか、ともずいぶん大きく出た発言でしたが僭越ながら付け加えました。「そのとおりかもしれませんね」と納得された様子でした。本音かどうかはわかりませんが（笑）

「スピンレス®」の高品位塗布が目指す次のステージは

今後、未経験の分野に対し、どのような技術を私ども東京応化が提供できるのか、という問題になりますが、例えば今回の「スピンレス®」というのは、たまたま液晶業界で開花したことになりますけど、様々な形に変わると思います。

何か化学薬品を塗らないといけない分野というのは、まだまだたくさんあると想定しています。そこに向けて「スピinless®」のさらなる技術の飛躍を行わないといけないと思っていますし、まだ構想段階ですが、次にとって代わる技術も開発のテーマとして当然持っています。ただ、目指さなければいけないのは、「シンプル・イズ・ベスト」だと思います。

そこに向かえば向かうほど技術の完成度としては高くなると思っています。

若手技術者に期待すること

高砂熱学工業株式会社

山本 幸利



筆者略歴

昭和26年 生まれ
昭和49年 高砂熱学工業株式会社 入社
平成 9年 までの23年間 現場にて施工管理業務に従事
主な担当現場 苗場プリンスホテル、
全日空成田工場都庁第二本庁舎、フェニッ
クスリゾート（ホテル棟）
以降 現在に至るまで技術行政業務に従事

若手技術者の「若手」という言葉に対する私のイメージは20～30歳である。学校を卒業して空調工事会社に入って30余年になるが、入社以来現在に至るまで「毎日、無我夢中でやってきた」感がある。若手技術者に期待することを以下に述べるが、それは自分自身が十分出来なかったことであり、反省と自戒を込めている。

心構え

常に前進、一步前に進む——たとえ進めなくても、一步前を出ようとする気持ちが大切と思う。逃げないで、もがいているうちに、いつしか課題は解決しており、気がつくとな前進していたことは私の経験でも数多くあった。

迷ったら、とにかく行動してみることである。腕を組んでばかりしていて行動しないと結果は出ない。現場に行つて現物を見てみることである。

常に勉強——設備関係の資格は数多くあり、持っていないと仕事ができないものが大半である。まずは、資格取得を目標として勉強することが大切である。

仕事で忙しいとは思いますが、通勤電車の中で一日30分でいいから問題集を読む癖をつけることである。

資格取得の勉強の次には、広範な知識と高い視点を身に付けるために、多面的な勉強をすることである。

基本に忠実に——何事においても言えることだが、基本を大切にし、迷ったら原則に立ち返り、基本に忠実にやってみることである。

同時に、自分で決めたことおよび決められたことを必ず守ることである。周囲の状況や多忙を理由に、今回は守らなくていいだろうと考えないことである。

遠回りに見えても、基本を守ることが結局は一番の近道である。

あきらめない——目標を持って、その達成に向けて粘り強くやることである。あきらめずに出来るまでやれば、必ず目標は達成できる。

誠意をつくして——礼儀正しく、相手の立場に立って行動することである。

真面目に対応すれば、困難な問題もいつかは解決できる。

また、組織人として個と組織を認識して、組織内のコミュニケーションを図ることである。すなわち、自分の能力の限界に対する認識を持って、その限界を超えたと考えたら、即刻上司に相談し組織力に頼って解決を図ることである。

倫理を守る

倫理の時代——情報化社会が進展し、内部告発が容易にできるようになり、うそ偽りを隠すことが出来ない世の中となっている。家族に恥じない、人間として恥ずかしくない行動をこころがけることである。

技術者は自らの生み出したものがもたらす結果について責任があり、事実および専門家としての知識と良心に基づく判断をすることが必要である。

失敗から学ぶ

他山の石——自分で起こした失敗と同じ失敗を繰り返さないことが一番重要であり、次には、自分の失敗と似たような失敗をしないことであ

る。さらには、他人・他社の失敗からどう学ぶかが重要であり、自分だったらどうするかを考えることである。

人間は失敗する動物であり、失敗をゼロにすることは出来ないが、このようにすることにより、失敗が少なくなる。

このような失敗は二度としません！——失敗をすると誰しもこう思うが、月日が経つと失敗時の再発防止への意気込みがなくなり、また似たような失敗を繰り返してしまう。

「今後は気をつけます」とか「ぼんやり、うっかりしないようにします」といった意識向上の対策では再発防止は難しい。技術的に失敗を出来ないようにすることが一番の方策であり、そのためにも技術力を向上させることが重要である。たとえば、アルコールを感知したらエンジンがかからなくなる自動車では飲酒運転は激減するはずである。

逆境に打ち勝つ

逆境とは不運な状況や不遇の状態を言うが、そのような状態に陥った原因を他人や環境に求めるのではなく、自分の責任だと受け止めることが大切である。

そのためには、自分がいつ何をすれば良かったかを考えることである。そして自分が今出来ることを一生懸命にやることである。

逆境にくさらず、地道に努力を続けることが逆境から脱出する唯一の方法である。

逆境は千載一遇のチャンスである。逆境に打ち勝てば、通常の状態においては無敵となる。逆境の時に自分の力をつけていくことが重要である。

健康を大切に（最重要）

どんなに優秀な技術や能力を持っていても、病気で倒れていたのでは、その技術や能力を生かすことは出来ない。若さを過信せず、健康を大切にして、良好な体調で業務にあたるのが肝要である。体調不良では、的確な判断も出来ないし、積極的な姿勢も生まれえない。

地球環境問題解決は 日本の若者の力で

新日本空調株式会社

吉田 新一

筆者略歴

1969年 早稲田大学理工学部建築学科卒業

1969年 東洋キヤリヤ工業株式会社入社、設計部勤務

1969年 新日本空調株式会社設立、同社に移籍

同、設計部門に2年、積算部門に2年、工事部門に26年、技術本部に9年勤務

現在 新日本空調(株)参事、技術本部技術企画部担当部長

神奈川大学工学部建築学科非常勤講師

NPO 法人 建築設備コミッションング協会理事

主な資格等

(社) 空気調和衛生工学会技術フェロー、建築設備士、
一級管工事施工管理技師、一級計装士

主な著書

空気調和・給排水設備施工の実務の知識 (共著) 編集:

空気調和・衛生工学会 発行: オーム社

空気調和・給排水設備維持管理の実務の知識 (共著)

編集: 空気調和・衛生工学会 発行: オーム社

建築設備の性能検証過程指針 (共著) 発行: 空気調和・
衛生工学会



持続可能な発展とは

最近、中国製食品の不安全問題がニュースで多く取り上げられている。日本ではこれに対し、中国側を非難することばかりが目立つ。食品の不安全ばかりではない。公害問題や、衛生問題、教育環境問題など発展途上国の問題が報道され、それらに対する非難が多い。その根本原因は貧困にあるのではないか。しかし、現在の日本は、食糧も、エネルギーも全て外国に頼っている。労働力までも海外に頼っているのが現状である。非難ばかりで済まされる問題ではない。

日本でも、今日の発展の歴史の陰には、かつて同じような経験をしてきた。これらの経験を踏まえて、2002年、アフリカ、ヨハネスブルグ

でのサミットで、(このとき「持続可能な開発に関するヨハネスブルグ宣言」が採択された)日本は発展途上国を積極的に支援していくことを表明した。

一方、地球環境問題を考えると、貧困の問題は大変ややこしくなる。2008年、北海道洞爺湖サミットが開かれたが、ここでは2050年までに世界全体で温室効果ガスを少なくとも半減させる地球温暖化対策の長期目標に関し、主要8カ国(G8)は「指導的役割を認識し、野心的な中期の国別総量目標を実施する」と率先して削減に努めると決まった。また、わが国は国連交渉で採択されるようリーダーシップを発揮し、中国、インドなど主要排出国に参加を働き掛ける考えを示した。同時に中国やインドなどの途上国を加えた温暖化対策に関する主要経済国会合(MEM)の首脳会合が開かれ、G8は、途上国側に目標への参加を呼び掛けた。しかし、先進国と発展途上国との溝は埋まらず、合意には至らなかった。

先進国が「国別総量削減目標を設定、可能な限り速やかに排出増に歯止めをかける」とするのに対し、途上国は「今のまま対策を取らない場合の排出量より、排出を減らすことを目指して行動を取る」としており、国別排出量を確定する事はこのままでは何処まで行っても結論が出そうも無い。発展途上国側としては、先進国の理論は持てる者の勝手な理論に見える。総論はわかるが、自国の事となると、積極的省エネ推進ではいつまでも先進国並みの生活は望めない事になる。

低炭素社会、循環型世界とは

私事で申し訳ないが、私は1946年から1956年まで東京で、両親と兄弟3人、合せて5人が8畳一間と2畳ほどの台所だけのアパートに住んでいた。当時のアパートの便所と風呂はどこでも共同が普通だった。便所は汲み取り式で、溜まった糞尿は近隣のお百姓さんが買い取りにやってきた。煮炊きは練炭コンロや七輪で行ったものだ。洗濯はたらいと洗濯板、電気器具と言えば、電球とラジオぐらいだった。夜になると、電力供給が需要に追いつかず毎日のように停電した。考えてみれば僅か50年前の事である。水は井戸だが、電動ポンプがあり、蛇口をひねると水が出た。田舎のつるべ井戸と比べて、東京はすごいものだと思っていた。暖房は火鉢とこたつと湯たんぽ、燃料は炭と練炭と豆炭、そのような環境でも、何も不自由を感じたことが無かった。知らない事は良い事かもしれない。今の生活と比べると、間違いなく低炭素社会であり、循環型

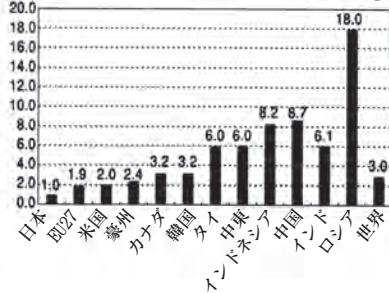
世界であった。しかし、この生活にはもはや戻れる気はしない。

オイルショックに学んだ事

若い人たちにぜひ伝えておかなければならない事に、オイルショックがある。第一次オイルショックは1973年、第四次中東戦争によって、原油生産の削減と原油価格が暴騰したが、これに伴って、インフレが進むと共に、国内のあらゆる物資が不足し大混乱を来たした。同時に、省エネルギー政策により、テレビの深夜放送の中止、ネオンサインの早期消灯やガソリンスタンドの日曜休業などの処置が取られた。第二次オイルショックは、1978年のイラン革命により起こった。しかし、この2度の石油ショックで日本の省エネと脱石油化が進んだ。下図を見ていただきたい。このように日本のGDP当たりの一次エネルギー供給量が少ないのは、この二回のオイルショックからの学習の結果であると言っても過言でない。持続可能な発展と循環型社会は日本の技術で可能となると信じている。

GDP当たりの一次エネルギー供給の各国比較 (2004年)

出典：経済産業省「エネルギー白書 2007年版」



失敗を恐れるな

スペースシャトルが始めて打上げられたのは1981年、実に今から27年も前の事である。その頃、スペースシャトルは、ハイテクの塊と言われていた。その後もずっとそのように思われていた。NASAの技術は信頼のおける技術であると思われていた。最初の打ち上げから5年後の1986年に、チャレンジャー号が打上げ時に爆発した。皆がテレビで見守る中であつたが、それでも私は不幸で残念な事故で、発明や冒険には失敗もつきものだと思っていた。

1989年12月米ソ冷戦の終結宣言により、その社会的な必要性は薄れ、開発費は減った。しかし、スペースシャトルはずっとハイテクの塊と思

われていた。そして、2003年にはコロンビアの帰還時の爆発という決定的なダメージを受けた。打上げ時の映像では翼の前方には、打上げ時に生じた断熱タイルの欠損が映し出されていた。予測された事故であった。家電製品を考えると、27年も前の機械が使われる事はまず無い。常に技術革新を行わなければ世の中から取り残されてしまう。スペースシャトルは、今考えると時代遅れの無理と無駄の塊であった。

ハイテク技術は、思いつきの偶然から生まれるものではない。製品開発には、最初から多くの失敗作品と僅かの成功作品が出来る事を予想している。したがって予想された失敗は許される。また製品の発売までには、誤った使い方をすれば結果はどうなるかといった、失敗の実験も必要である。しかし、2回目の失敗は社会的に許さない。

再び私事ですが、私は40年間ほど、建築設備工事の現場で仕事をしてきた。この間、新しい技術にチャレンジし、ずいぶん失敗もした。結論を先に言います。新しい技術にチャレンジしたことは、

- ①その後の自分の自信に繋がった。
- ②トラブルもあったが、そこから新しい技術情報と貴重な経験が得られた。
- ③クレームも対応次第で、却って相手の信用に繋がった。

以上の理由から、チャレンジに失敗は許される。

では、許されない失敗とはなにか

- ①無知を承知で起こした失敗。
- ②無計画な行動からの失敗。
- ③無理、無謀な行動からの失敗。
- ④うそをついて起こした失敗。

である。無知で起こした失敗は、社会人になったら「知らなかった」では済まされない。知らない事は、調べ、先輩から聞きましょう。今はインターネットから情報が簡単に得られる時代だが、それと共に正しい情報と間違った情報の選別がつかない時代でもある。わからないことは人に聞くのがいい。しかし、「これは何ですか?」といった質問はいけない。「これは、この様な理由で〇〇だと思うが、どうでしょう?」と聞くべきだ。質問のしかた次第で返ってくる答えも違います。そして、よく調べたら、周到な計画を立てよう。無理は禁物です。そして新しい技術にチャレンジしようではないか。

日本の若者の力で、地球環境問題の解決にむけてチャレンジしてもらいたい。

技術の挑戦者

次代を担う技術者へ

平成 21 年 5 月 30 日 初版第 1 刷発行

定価：本体 1,500 円＋税 《検印省略》

編集 技術の挑戦者編集委員会

発行人 小林 大作

発行所 日本工業出版株式会社

<http://www.nikko-pb.co.jp> e-mail:info@nikko-pb.co.jp

本社 〒113-8610 東京都文京区本駒込 6-3-26

TEL：03-3944-1181 FAX：03-3944-6826

日本橋事務所 〒103-0004 東京都中央区東日本橋 3-5-7

TEL：03-3808-1021 FAX：03-3808-1023

大阪営業所 〒541-0046 大阪市中央区平野町 1-6-8-705

TEL：06-6202-8218 FAX：06-6202-8287

振替 00110-6-14874

■乱丁本はお取替えいたします。

©日本工業出版株式会社 2009

ISBN978-4-8190-2104-3 C3058 ¥1500E



9784819021043



1923058015002

ISBN978-4-8190-2104-3

C3058 ¥1500E

定価：本体1,500円＋税

