

Engineering Advancement Association of Japan

Engineering

2016 June No.143

特集
エンジニアリング技術の伝承



一般財団法人
エンジニアリング協会

エンジニアリング技術の伝承

1

随想

持続可能な社会とエンジニアリング

狩野 久宣 JFEエンジニアリング株式会社 代表取締役社長

2

特集：座談会

エンジニアリング技術の伝承

モデレータ

山田 良介

一般財団法人エンジニアリング協会 人材開発推進会議 前委員長
新日鉄住金エンジニアリング株式会社 取締役

出席者

吉川 尚文

前 経済産業省製造産業局国際プラント・インフラシステム・水ビジネス推進室長

坂 洋一郎

三菱重工業株式会社 執行役員 エンジニアリング本部副本部長

利穂 吉彦

鹿島建設株式会社 執行役員 土木管理本部副本部長

10

プロマネ研修の現場で見たエンジニアリング技術の伝承

橋本 克己 東洋エンジニアリング株式会社 プラントプロジェクト統括本部 RAPID プロジェクトマネージャー代行

「仕事の極意」セミナーに参加して 原賀 広和 株式会社日立製作所 武田 大輔 川崎重工業株式会社

14

会員会社を訪ねて

三菱日立パワーシステムズ株式会社

技術力とエンジニアリング力を駆使して目指す 世界で戦い、勝ち残る No.1 企業

西澤 隆人 代表取締役社長

ENAAレポート

エンジニアリング産業研修会

「エンジニアリング業界セミナー 2016」の報告

18

基調講演 東京会場

地球滅亡まで残り3分

～終末時計を止めるのはエンジニアリング～

佐藤 雅之

一般財団法人エンジニアリング協会 理事長
日揮株式会社 代表取締役会長

20

基調講演 大阪会場

エンジニアリングビジネスの魅力について

石川 裕士

株式会社神戸製鋼所 常務執行役員

23

【コラム】異文化交流

ニュー・ノーマル時代

想定しなかった他者の出現

小松 啓一郎

コマツ・リサーチ・アンド・アドバイザリー代表

26

会員のひろば

● 濱中製鎖工業株式会社

縁の下の力持ち 自然再生エネルギーの開発に貢献

● ヒーマ日本支社

安全計装システム ソリューションパッケージ FlexSILon

28

バストラーレ

『アマゾン川に架かる橋』

中村 庸夫

海洋写真家

29

「エンジニアリングシンポジウム2016」のご案内

編集後記



持続可能な社会とエンジニアリング

かのう ひさのり

狩野 久宣

JFEエンジニアリング株式会社 代表取締役社長

1973年 九州大学工学部電気工学科卒業 日本鋼管株式会社入社
2007年 JFE スチール株式会社専務執行役員 東日本製鉄所長
2010年 JFE メカニカル株式会社代表取締役社長
2013年 JFE エンジニアリング株式会社代表取締役副社長
2014年 代表取締役社長に就任 現在に至る

小さな孫たちの遊ぶ姿を見ていると、我々の世代は孫たちの世代に何を残していけるのか、環境と調和した持続可能な社会の発展は果たして可能なのか考えさせられる。

ローマクラブの「成長の限界」から40年以上経過し、人口の幾何学的増加は的中した。私の生まれた1950年の世界人口25億人が今は3倍近くに達している。飽食と飢餓の不均衡は存在するものの、化石燃料を中心とするエネルギー供給は、採掘技術や天然ガス液化技術等のエンジニアリングの力により、偏在する資源を世界各地へ安定的に運ぶことにより何とか持ちこたえている。

しかしながら、人類は46億年という長い歳月をかけて蓄積された資源を産業革命以降のわずか数百年で使い切ろうとしていることも、又、事実だと思う。

日本はエネルギー輸入依存度95%の資源の無い国である。戦後、世界のエネルギー情勢に右往左往する不安定な状態の中、先人の知恵と努力で課題を克服し生き延びてきた。我々の役割は自国の資源を有効に活用することにより、必要なエネルギーを確保する「地産地消型エネルギーシステム」を経済的に構築するための技術を迅速に開発し、展開することだと考える。

太陽光や風力はシンプルで即効性のある素晴らしいエネルギー源だ。しかし、天候や季節に左右されるため需給バランス調整用のバックアップ電源を必要とする。日本は国土の3分の2が森林に覆われた火山国である。バイオマスや地熱など安定供給可能なエネルギー源活用の拡大にこそ注力すべきだと信じている。今は、その経済性や実現まで長期間を要するため停滞しているが、急がば回れである。

例えば、我々が建設した米国ハワイ州のバイオマス発電所では、単なる発電所の機能だけでなく、その発電の燃料となる木の植林から、燃料とするためのチップ化、そして発

電で生じた焼却灰を森林育成の肥料とする再資源化まで見事にパッケージ化し、循環型の発電システムを確立している。日本でも、まずは中山間地域を中心に、エネルギー木材の植林から伐採、加工、熱供給・発電というシステムの構築を推進すべきだと考える。

地熱発電についても2300万kWの地熱資源を持つ世界第三位の地熱大国なのに、フィリピンの4分の1、50万kWしか活用されていないのは寂しい。

私は、当社が参画している地熱発電プロジェクトの関係で、何度か岩手県八幡平を訪問している。雄大な自然に囲まれた八幡平は古くから地熱利用も盛んで、電力を確保するだけでなく、発電に使用した「熱水・蒸気」を温泉・農業・地域暖房に使っている。50年前に建設された地熱発電所は、山の景色に溶け込んでおり、近くの松川温泉の少し緑かった乳白のお湯に浸かりながらの眺めは最高である。

日本の美しい山河を守りながら、どのように活用していくかは、国家百年の計で腰を据えて取り組んでいくテーマだと思う。

又、足元では廃棄物や下水汚泥などの未利用エネルギーの更なる活用、地域特性に合わせた効率的なエネルギーネットワーク構築などやるべきことは多い。

日本はオイルショック後の省エネルギーへの取り組み、そして工業化や都市の膨張に伴う環境問題の解決などを通じて、世界最高レベルの環境・エネルギー技術を作り上げてきた。これは、発展途上の国々が、まさに今、必要としている技術だと考える。

そして、これからは世界の一步先を行く、再生可能エネルギー技術、蓄電技術、水素活用技術などの開発・実用化により、資源を持たざる国の持たざるが故の技術力で「夢をかたちに」して世界に貢献する日本のエンジニアリング企業の雄姿を想い浮かべている。
(当協会理事)

エンジニアリング技術の伝承



グローバルな競争時代を迎え、日本のエンジニアリング産業の実力と真価がますます問われています。これまで培ってきたエンジニアリング技術は、日本のエンジニアリング企業が政府のインフラ輸出政策の強力な後押しを受けて、これからの世界での競争優位を勝ち得ていくための重要な要素といえます。そこで、世代を超えて受け継ぐべきエンジニアリング技術の伝承といったテーマについて、その技術を受け継いでいく新たなアプローチの方向性など、現場の立場や政府の視点から語っていただきました。

モデレータ

山田 良介

当協会人材開発推進会議 前委員長
新日鉄住金エンジニアリング株式会社 取締役

出席者

坂 洋一郎

三菱重工業株式会社
執行役員
エンジニアリング本部副本部長

吉川 尚文

前 経済産業省製造産業局国際プラント・
インフラシステム・水ビジネス推進室長

利穂 吉彦

鹿島建設株式会社
執行役員
土木管理本部副本部長

1 技術の伝承、世代構成の問題

山田：

エンジニアリング産業では、一般のモノづくり産業と違い、様々な要素、技術をまとめてマネジメントする力が武器であり、競争に勝つ残る大きなポイントとなります。本日は、そのプロジェクトマネジメント力の変化や強化を考えながら、これをどう伝えていくかについて議論したいと思います。例えばベテランから若手へ世代間の伝承の視点や、困難への対応経験を、若手のみならず、後続の人達に横展開する視点についてマネジメント面も含め、各社それぞれの現状や対策などについてお話しいただき、次の時代を見据えた対応などを導き出していきたいと思っています。

まずは、現状の事業環境の中での技術の特徴、教育や育成などで抱えている課題や対策などをお話ししていただきたいと思っています。

事業や技術の性格に応じた

伝承のあり方

利穂：

私は建設業で主に土木分野を担当しています。その土木分野の技術の特徴は、自然相手の要素がかなり強いところ。ダムやトンネル、橋などの構造物を造っている間に、当初想定したいろいろな条件が変わってくるところが出てきます。従って、造りながら判断し、発注者をはじめとする様々な関係者と合意形成して物事を仕上げていくマネジメント的要素が特に重要となります。そのため、技術の伝承という意味では、現場での実践を通じて習得し伝えていくことの比重

が大きいと言えるかもしれません。

坂：

建設業やエンジニアリング専門三社と比べ、社内に製造部門があることが私どもの事業の特徴です。当社では、化学プラントのほか、飛行機や船、原子力など様々な分野の事業を手がけていますので、非常にバラエティ豊かな要素技術を持っています。ものづくりとしてのテクニカルな面をいかに伝承していくかという課題と同時に、リスク管理に代表されるプロジェクト運営に関わる技術をいかに伝えていくかといった、二通りの課題があると私自身は考えています。

山田：

事業内容が違えば、伝えるべき技術の性格も違います。建設工事やものづくりという現場的世界では個人の経験に裏打ちされる面が強く、プラントや機械のような商品性の高い世界では知識の体系化が鍵となる要素が高いとも言えるでしょう。そのようなことを念頭に置いて議論を進めたいと思います。

世代間のギャップを埋める

ベテランや女性の活躍にも期待

山田：

技術伝承のあり方を考える場合、共通して言える背景は、オイルショックやバブルなどの影響で、世代構成にアンバランスがあることだと思います。そんな中で、ベテランから若手への技術の伝承は、大きな課題です。その現状と対策についてお聞きした

いと思います。

坂：

当社の化学プラント分野の社員構成を調べたところ、20代後半と50代前半に見事に谷がありました。その谷を越えて、技術をいかに伝えていくのが一番の問題です。ただし幸い、各分野で景気の谷にずれがあり、例えば化学プラントと、交通分野や原子力分野とは周期が違うため、分野間での横通しを行い、需要の山谷のサイクルに合わせたリソースの供給ができ、バランスを保つことができているので、比較的助かっています。

利穂：

我々の場合も、オイルショック以前に大量に採用された層と、バブルの頃に採用された40代中頃の層、その二つの年代層の間が落ち込み、まるで「ふたこぶらくだ」のような状況でした。経験と技術がある一番のベテランが60歳を過ぎて少なくなりつつありますが、再雇用で活躍いただいている方もかなりいます。ベテランが長年培ったスキルをいかに40代に伝承していくかが課題ですが、そのためには、意欲や能力に応じて60歳を過ぎたベテランにも大いに活躍してもらえる環境整備と、責任ある立場を次の世代にタイミングよくシフトしていく運用が重要だと思います。

坂：

当社でも50代が足りないところを補っているのは、若い世代や40代に加えて、60歳以上のベテランの方々



山田 良介 (やまだ りょうすけ)

当協会人材開発推進会議 前委員長
新日鉄住金エンジニアリング株式会社 取締役

1954 年生まれ
1977 年 4 月 新日本製鐵株式会社入社
2006 年 4 月 同 環境ソリューション事業部長
6 月 新日鉄エンジニアリング株式会社
執行役員(環境ソリューション事業部長委嘱)
2010 年 6 月 同 取締役常務執行役員
(環境ソリューション事業部長委嘱)
2012 年 4 月 同 代表取締役副社長
(環境ソリューション事業部長、調達本部長、
マネジメントサポートセンター所長委嘱、
リスクマネジメント担当)
10 月 新日鉄住金エンジニアリング株式会社
(社名変更)
2016 年 4 月 同 取締役

です。ベテランの方々は、とても貴重な人財で優秀な人が多く、そういった人たちの活用で世代間ギャップを埋め、合わせて今後は女性や外国人などの積極的な登用がポイントになるかと思っています。

吉川:

その点につきましては、政府としましても非常に意識しています。本年6月に閣議決定された「日本再興戦略2016」では、「2-3. 多様な働き手の参画」の中で、女性の活躍推進、高齢者の活躍推進や高度外国人材の活用をさらに進めることを目指しています。

特に高齢者に関しては、60～64歳の就業率について、現在62%のところを2020年に67%にするという目標を掲げつつ、「働く意欲のある高齢者が年齢に関わりなく、その能力や経験をいかして生涯現役で活躍できる社会の実現を目指し、65歳以上の継続雇用延長や65歳までの定年延長を行う企業等への支援を充実する」こととしています。

また、女性の活躍推進に関しては、待機児童解消に向けた取組強化や女性が働きやすい制度などへの見直し、外国人材の活用に関しては、「日本版高度外国人材グリーンカード」の創設や在留資格手続きの円滑化・迅速化などに取り組むこととしています。

山田:

確かに、女性と外国人の活用は鍵になりますが、特に外国人に関しては労働ビザの問題などがありますからその辺を政府にサポートしていただき、制度的に支えていただくことが重要です。また、働きやすさを支える

制度やシステムを作っていただくことは、シニアや女性人材のパワーアップにつながり大変助かりますね。

利穂:

建設業も女性活躍推進に向けて業界を挙げて取り組んでおり、最近では女性が増える傾向にありますが、全体としてはまだまだ少数です。当社でも、女性対象の各種研修に加えて、女性を部下に持つ男性管理職を対象とした研修を導入するなど、いろいろと試行をしています。女性にとって働きやすい環境は、男性も働きやすいし、男性しか働けないような職場には、男女を問わず若い人は入ってこなくなってしまう。

坂:

最近驚いているのは、世界中どこでも行くことに抵抗がない女性が多いことです。実際、トルクメニスタンやウズベキスタンなどの国にもどんどん行きます。現在は、ロシアやトリニダードトバゴでも女性がプロジェクト業務に従事しています。遅いというところもあるかもしれませんが、とても元気です。

また、仕事のしやすい環境づくりという点では、今年の4月より在宅勤務制度が本格導入されました。私たちの仕事は、海外のお客様が多く時差と戦っていますが、自宅での電話対応やテレビ会議なども当たり前になってくると思います。在宅勤務制度は、育児中の女性や介護を抱えている人にとって仕事との両立支援やキャリア形成の選択肢を広げるもので、今後は、制度を運用しながら勤務体系を柔軟に変えていくことも大事だと思っています。

2 育成の場と加速化の課題

山田：

世代間のギャップの問題と同時に現在ますますプロジェクトの大型化が進み、人材の育成や技術の伝承において新しい課題や問題が生まれてきたと感じています。実際のところは各社いかがでしょうか。

育成や体験の場を意識して作る工夫

利穂：

土木分野でも、以前からプロジェクトの大型化は進んでいましたが、特に東北での震災以降顕著になっています。大規模プロジェクトでは、関係する社員数も多く、人から人への固有技術の伝承はしやすくなる反面、担当業務が細分化されるためにマネジメント面での責任ある立場の経験がしにくくなる傾向があります。若手の現場責任者の育成の場となる中小規模の現場数が減少していることは大きな問題です。

当社では、社員の育成を、OJTと研修と資格取得の3本立てで行っています。より限られた実務経験の場でも社員が育つためには、研修の充実に加えて、社員の育成段階に応じてよりきめ細かく効果的に実務経験を積ませることが必要です。プロジェクト毎の人員配置の在り方が重要なポイントとなり、従来のエリア内での調整に加えて、ダムやトンネルなどの専門分野毎に全社的な人員配置を見る機能を強めています。

坂：

若い人に対しての技術の伝承の基本

は、3つです。1つ目は教育、2つ目は、業務の標準化、システム化によるノウハウの伝承、3つ目は、OJTなどの実務経験を積むことです。しかし、近年プロジェクトの規模が大きくなっていることが、実務経験によるノウハウの伝承を難しくしていると思います。プロジェクトが千億円以上の規模まで大きくなると、人の関わり方も部分的なものに変わります。期間も5年、10年と長く、いくつものプロジェクトを経て、様々な体験や経験を積むことが難しい環境となっています。そこで、小規模のプロジェクトを受注した際に、若い人をプロジェクトに投入し業務に取り組ませるような仕組み作りをするなど工夫しています。若い人たちに責任を持たせ、任せることで、失敗するリスクも高くなりますが、それも将来の糧となる経験知として残ります。

全部やり遂げることで自信につなげ、キャリアアップのスピードを上げる

利穂：

我々の状況も似ています。収益面では大規模プロジェクトが優先されますが、社員育成の面からは、ほどほどの規模で、現場運営の基本を習得できる鉄筋コンクリート構造物が含まれるような案件を、ある程度の割合で取ろうと意識しています。それでも件数は限られますので、大規模なプロジェクトの中で、意識的にマネジメントスキルを習得させるようなやり方も考えなければならぬと思っています。業務分担の在り方や責任権限に関連するものです。



吉川 尚文 (よしかわ よしふみ)

前 経済産業省製造産業局国際プラント・インフラシステム・水ビジネス推進室長

1973年生まれ

1997年 4月 通商産業省入省

(通商政策局総務課通商調査室)

2003年 7月 資源エネルギー庁資源・燃料部石油流通課課長補佐

2004年10月 経済産業大臣政務官秘書官

2007年 1月 在スペイン日本国大使館一等書記官

2010年 5月 産業技術環境局リサイクル推進課課長補佐

2012年 7月 (独)日本貿易保険営業企画グループ長

2015年 8月 製造産業局国際プラント・インフラシステム・水ビジネス推進室長(併)通商室長

2016年 6月 財務省大臣官房企画官

兼関税局関税課



坂 洋一郎 (ばん よういちろう)

三菱重工業株式会社
執行役員
エンジニアリング本部副本部長

1954 年生まれ
1980 年 4 月 三菱重工業株式会社入社
(化学プラントエンジニアリングセンター)
1997 年 4 月 機械事業本部 化学プラント技術センター
プロジェクト部 プロジェクト主務
2005 年 7 月 同 プラント・交通システム事業センター
化学プラントプロジェクト部次長
2011 年 4 月 同 プラント・交通システム事業センター
化学プラントプロジェクト部長
2013 年 4 月 エンジニアリング本部
環境・化学プロジェクト総括部長
2014 年 4 月 執行役員 エネルギー・環境ドメイン
化学プラント・社会インフラ事業部長
2016 年 4 月 執行役員 エンジニアリング本部 副本部長

坂:

大きなプロジェクトの一部に携わるのではなく、ある規模のプロジェクトを一貫して全部やり遂げることが若手の自信につながり、いい伝承になると私は思います。伝承の手法として、ベテランと若手をペアで組ませることを行っています。例えば、AとBの2つのプロジェクトがあった場合、Aはベテランがキーパーソン、若手がサブを担当し、Bは若手をキーパーソン、ベテランをサブ担当にして対応しています。二人で2つのプロジェクトを担当し、キーパーソンをやることによってプロジェクト全体を見ていく場を若手に与えていくことは大事だと思います。また昔はプロジェクトマネージャー育成のステップとしては、最初にエンジニアリング部門に配属し、プロジェク

トのキーパーソン、プロジェクトエンジニア、エンジニアリングマネージャー、コンストラクションマネージャー、サイトマネージャーなど様々なプロジェクト経験を積んで、プロジェクトマネージャーに必要とされる能力を身に付けていきました。しかしそのステップを踏むのにも、最近では時間がかかります。必要なステップを飛ばすことはできませんが、効率よく省いてスピードアップすることは可能です。小規模のプロジェクトに携わりながら、計装のキーパーソンの次はプロジェクトマネジメントのキーパーソンをやるなど、様々なキーパーソンをいくつも経験することで多様な技術を体系的に知り、全体を管理する能力と技術が習得できるように人員配置にも心がけています。

3 グローバル展開の時代を迎えて

ハードシッププロジェクトへの挑戦と リスクマネジメント力

山田:

それでは、観点を变えて、新しい商品や技術に関するプロジェクトや海外の大型プロジェクトを成功へと導いていく技術やノウハウをどう身に付けていくかという視点についてはいかがでしょうか。例えば、海外プロジェクトでは現地の労働争議や治安の問題、想定外の工程遅延などの困難に直面することがあります。こうした困難に対処するプロジェクトマネジメント力とは何か、また、その対処経験をどういう風に伝えていくかについて話を移したいと思います。

坂:

私が思うエンジニアリング技術で大切

なことは、リスクマネジメントです。例えば、スケジュールや、コストにおけるリスクをいかに管理していくか、リスク管理能力がエンジニアリング技術としてはいちばん大事だと思っています。現在、他分野に所属していた社員を化学プラントのプロジェクトに投入していますが、分野が違ってプロジェクトにおけるリスク管理は共通だと思っています。それでは、それをいかに伝承するかということですが、その答えは、難易度の高いプロジェクトをやることではないかと思っています。困難に立ち向かって動じない、諦めずプロジェクトを遂行するための技能はそういう環境でこそ身に付くもの。いかに厳しいプロジェクトを経験し、最後までやり遂げるかが鍵だと思います。中央アジアや中東のような困難な場所や

難しいお客様を相手にする難易度の高いプロジェクトを経験してこそ、そういうものが伝承されていくのではないかと考えています。特に化学プラントには容易な場所はありません。気候や生活環境も厳しい場所が多いですから、物事に動じない人間が育っていきます。厳しい現地を経験した人は、プロジェクトを遂行するための技能が自ずと育っていくかなと思っています。

吉川：

海外プロジェクトに対する公的ファイナンスは、リスク低減の一要素としてお役に立っていると考えています。私は前職で公的ファイナンスを提供する組織に所属していましたが、近年プロジェクトが大型化し、ビリオン級の案件が多くなったため、その対応として勉強会が開かれたことがあります。ある大きなプロジェクトを事例として取り上げ、ファイナンスの審査に関わった弁護士を講師として呼んできたり、ファイナンスを担当した職員を講師として、リスクのポイントやそのリスクをどのようにシェアすることで実際にファイナンスを行ったかなどについて、職員間で知見の共有を図りました。今後にはいかに対応していくかを考える、いいきっかけとなりました。官と民では異なることも多いかもしれませんが、プロジェクトのリスク管理も事例に基づいて知見の共有を行うことで

様々なヒントが導き出されるのではないのでしょうか。このようなことを通じて、海外で生きるエンジニアリング技術の伝承が可能になるかもしれません。

リスクマネジメント力とは

山田：

リスクをマネジメントする経験を積むこと、そしてそれを、第三者の眼も含めて冷静に分析し、伝えていくことが重要だということですね。

では、そのリスクマネジメント力の本質とはどういうことでしょうか。

坂：

端的にいいますと、プロジェクト全体を見渡すことができるかどうか、そして少し先を見通すことができるかどうかということ。目安としては、半年くらい先ですね。それから、ものごとの優先順位をつけられるか。その3つの要素が大きいと思います。部分的に掘り下げて、専門的に取り組むことは大事ですが、それだけでは全体のバランスをとれません。また、今起きていることには一生懸命に対応できても、3ヶ月先を見通して行動できるとは限りません。さらに大切なことに優先順位をつけられるか。それらをいかに会得していくかが大きな問題ですが、これは一朝一夕にはできないと思います。



利穂 吉彦 (りほ よしひこ)

鹿島建設株式会社
執行役員
土木管理本部副本部長

1956年生まれ
1981年 4月 鹿島建設株式会社入社 東京土木本部
1983年 6月 技術研究所 研究員
1991年 6月 経営戦略室 副主査
1995年 7月 秘書室秘書課長、次長、担当部長、秘書役を歴任
2006年 4月 企画本部 経営企画部長
2009年 2月 土木管理本部 土木企画部長
2015年 4月 執行役員 土木管理本部副本部長兼土木企画部長

4 新しい時代へのアプローチ

危機管理プロジェクトなどへのAIの応用

山田：

次世代に向けての取り組みについて、最近ますます注目され実用化が進ん

でいるAIを危機管理などのプロジェクトマネジメントに活用していくことも考えられますね。

吉川：

モノづくりを効率よくしていくために

製造業の分野で、AI、ビッグデータやIoTを活用することは、イメージしやすく分かりやすいですが、エンジニアリングという文脈では私自身はあまりイメージできていません。よくある例としては、プラントを建設した後の予知保全です。例えば、ここはそろそろ傷みやすいとかという視点でビッグデータやAIを使うということは想像できます。一方、プラントを建設する段階でどう使えるか、その具体的なというアイデアをお持ちなのか、皆様にお聞きしたいところです。

坂：

リスク管理は、まさにAIが活かせる領域だと私は思っています。いちばん簡単な例は、スケジュールの分析、プロバビリティ50とかは、経験則に関するリスク管理の典型ではないでしょうか。他のリスク管理、例えば、コスト管理にも応用できると思います。確率論で、モンテカルロ、そういうセンシビリティを入れたらまさにいちばん向いていると思います。そうなれば、実は、人に伝承する前に機械に伝承するほうが効率が良い。そういう時代が来ないとも限らないと思います。

利穂：

学習機能を持つAIは、今後、ICTの活用や自動化が進み膨大な情報が蓄積されるようになるほど、様々な分野で活用されるようになってくると思われます。老朽化が社会的な問題となりつつあるインフラの維持管理などでも、膨大な点検データから異常や劣化の度合いを判定し、補修方法を提案するようなこともありそうです。建設業は、自然を相手にした屋外作業が多いということもあり、他産業に比べて労働災害が沢山起こっていま

す。小さな事故でも徹底して報告するようになっており、現状でも膨大な情報が集まっています。毎日の工事の作業予定から、労働災害の起きやすい場所や作業を注意喚起するようなことがAIでできるようにならないかと思っています。いずれにしても、人が果たす役割や伝承すべき技術などにも、AIは将来的に大きな影響を及ぼすようになるのではないのでしょうか。

協会への期待は

知識体系化の箱づくり

坂：

プロジェクトマネジメント知識体系「PMBOK®」は、私は素晴らしいと思っています。あれこそ、経験の集約だと思います。「プロジェクトマネジメントは経験だ」とか、「プロマネになるには、成功体験に基づいて経験を積んでいかなないとだめだ」とか、そんな風に言われ、またそう思われてきたものを体系的に整理しています。こういう技術などについて、知識体系で学ぶことができるというアプローチはとても大事だと思います。まだ、「若いから分からない」で済ませて決めつけるのではなく、「こういう理屈だからこうなる」といったアプローチがそろそろ必要ではないかと思っています。若い人が、「経験してないので、分かりませんでした」というのをよく耳にしますが、経験しないといけないものもありますが、経験しなくても分かるものもあります。やはり、共通の言語で話せることが重要で、プロジェクトをやっていないと分からない言語があるはずですので、それをまとめることにチャレンジしていくのは、エンジニアリング協会だからこそできることかもしれません。官民一体となってやっていかないと、次

につながっていかないと思います。

利穂：

確かに我々は、自然相手の現場マネジメントに関しては体系化が難しいと思い込んでいたかもしれません。最近、現場マネジメントに求められるスキルを体系化し、ケースメソッドにより教育するような取り組みが土木学会などでも始められていますが、限られた実務経験をより有効に活かして人材育成するためには、マネジメントのようなソフトも含めた知識の体系化に向けた取り組みが重要だと改めて思います。

吉川：

プロジェクトはあらゆるものが違う中で、確率論でどこまで体系化できるか興味があります。各社単独ではなく、業界全体の取り組みとしてエンジニアリング協会とご一緒に何ができるか、アイデアをお聞かせいただき、相談させていただければと思います。

坂：

基本はデータベースですね。箱の部分はエンジニアリング協会に作っていただき、そこに入れるものは各社が持ち寄るというスタイルですね。各社それぞれ違うデータ、できれば失敗事例があれば、それは貴重な財産となります。そうした取り組みをエンジニアリング協会主導により、経済産業省の枠の中でやっていただく。我々も含めて、そこから学ばないといけないと思います。

経験、知識の体系化により

伝承の効率を上げる

山田：

先輩の経験を適正に繰り返すことだ

けが伝承であればいいのですが、プロジェクトの性格、地域も変化し、一方で経験の場は少なくなっている中で、効率のいい経験をさせることが重要です。そのためには過去の経験を知識体系化しておくことが大きなポイントですね。

坂：

例えば、昔20年かかって習得した技術を10年でできるか。それをやるには、どうやったら効率よく経験できるか、周りで考えていかなければいけないと思います。

利穂：

国交省では、i-Constructionと称し、生産性向上に向けて建設現場へのICT活用を思い切って促進しようとしています。これらとも関連しますが、世界的な動きとして、CIM(建築ではBIM)と呼ばれる手法の導入

が進みつつあります。これは、3次元CADに様々な属性情報を持たせたモデルを使って、あらかじめコンピュータの中で構造物を設計し造った後に、実社会で施工に着手し、造りながら現場で得られる各種情報を、コンピュータ内のモデルに取り込み、完成後の維持管理に活用しようとするものです。CIMの導入により、設計や施工の生産性の向上が期待されると共に、ものづくりに関連する各種の膨大な情報が体系的に保管、蓄積され、共有化されたり再活用されることが期待されます。このようなサイバー空間と現実空間を結ぶ手法の普及は、人が伝承すべき技術の内容や伝承方法に大きな影響を及ぼすことが考えられます。習得すべき新しい技術もドンドン増える前提のもとに、技術伝承の在り方を考えていく必要があると思います。

坂：

昔のような成功体験で、次の成功を勝ち取れるような時代ではなくなってきたと思います。うまくいかない時代になっていますね。変化が激しく、どんな困難が待ち受けているかも分らない。まして過去の成功体験だけではもう次の成功を追いかけるられない。そういう意味でも新しい見方が大事ですね。

山田：

効率的に過去の経験を身に付ける工夫をすること、変化する将来に向かって経験を活用できるような工夫をすることが、今、技術伝承を議論するときに大切です。昔的な体験だけに頼る伝承ではなく、経験を因数分解し、知識化・体系化し、新しいところに踏み出すため活用していかなければなりません。

本日はどうもありがとうございました。
(座談会実施日：平成28年5月26日)



プロマネ研修の現場で見た エンジニアリング技術の伝承



橋本 克己

東洋エンジニアリング株式会社
プラントプロジェクト統括本部
RAPIDプロジェクトマネージャー代行



2014年4月ベネズエラ～尿素プラント

プロジェクトマネージャーとして伝承すべき 「仕事の極意」について

平成 28 年 1 月 18 日に、クロスウェーブ幕張で開催されたエンジニアリング協会主催の PM セミナーで、「仕事の極意 プロジェクトマネージャーとは」という内容でエンジ系、メーカー系、建設系主体の技術系、事務系を含む幅広い年齢層の方々に向けた講演をさせていただきました。

現場で試される心構え 予想外・想定外は、当たり前

講演の内容は、私が実際のプロジェクト実行中に直面した現地での労働争議、プロジェクトの部分的な中断、原料の供給遅れ、現地治安の悪化、スケジュール遅延と EOT などの実例を紹介し、そうした障害の中でプロジェクトマネージャーとして何を考え、どう対応していったのか、その心構えとは、といったテクニカルというよりどちらかというとメンタルな面を中心にお話しさせていただきました。

昨今の大規模複雑系プロジェクトにおいては、前述のような予想外・想定外の事態が多かれ少なかれ発生しており、エンジニアリングの品質や通常の工程管理の範疇などとは次元の異なる事象によりプロジェクトの収支やスケジュールが大きく左右され、ひいては会社の経営に影響を及ぼすようなことも珍しくありません。昨今のニュースでも市況や為替などに関係なく、特定プロジェクトの予想外の追加コストにより会社収支が悪化するケースが出ています。

プロジェクト成約時にそうしたリスクを織り込んで、それをどのようにヘッジしていくか、またプロジェクト実行中に最前線で起こる事態を的確に捉え、本社マネジメントにタイムリーに伝え、本社機能と連携しながらリスク対応していくことが重要であることは言うまでもありません。

SP-A1「仕事の極意 ～その時キーパーソンはどう動いたか～」は、優秀なエンジニアが自らの能力を最大限発揮できるようになることを通じてエンジニアリング業界の潜在的な成長を顕在化させることを目的として、毎年開催されているセミナーです。

参加者自身の体験分析、熟練したプロジェクトマネージャーの体験的講演、グループ討論等を通して、プロジェクトの運営・統率能力を得るためのキャリアアップノウハウ等の極意を学べる2日間の合宿コースの現場から、講演を行った現役プロジェクトマネージャーや参加者の感想、得られた気づき、成果などをレポートします。



諦めず、やり通す強い意志 常にプロジェクトの危機に備える

プロジェクトマネージャーは、様々な想定内外の事象が起こる中で、会社と連携をしながらも現場との板挟みとなり、自我と自分の役割との間の葛藤に苦しみつつ、時に様々な方面から批判も受け、心が折れるような経験を重ねながら、ストレスやプレッシャーの中で代表として矢面に立っていかなければなりません。そして予算やスケジュールが多少振れたとしても、諦めないでプロジェクトを最後までやり通し、完了させなければなりません。プロジェクトマネージャーとは、そのように大変で過酷な職種であると思っています。

今回は、特に私の南米での実体験を踏まえて話をさせていただきましたが、治安の問題や労働争議など、人によってはイメージの湧かない遠い話であったかもしれませんが、また大規模プロジェクトでスケジュール遅延は当たり前などという話も、受講者の方々の常識外の話であったかもしれませんが、今後直面するかもしれないプロジェクトの危機に際して、思い出して参考にいただければ幸いです。

そして、エンジニアリング技術を 伝承していくために

講演終了後、受講者の皆様と懇親会でお話しさせていただき、皆様がプロジェクト運営上のそれぞれ固有の問題に直面し、それに真摯に取り組んでいらっしゃるがよく分かりました。少々古い例ですが、トヨタの生産ラインの改善に見られるように、問題の当事者が業務を行いつつとことん考え抜いたことは、どんな部外の専門家の意見よりも正しいと思いますので、ぜひ諦めないで継続して各々の課題に取り組んでいただければと思います。

プロジェクトの内容や課題の内容は違えども、プロジェクトマネージャーとしての心構えは共通であり、直面する想定外の問題にどのようにアプローチしたか、何が問題解決に役立ったか、などもぜひ社内や協会内で共有し、伝承していただければと思います。プロジェクトで直面した大変なことも、「のど元過ぎれば」で終わってしまえば忘れてしまうことが多いかと思いますが、技術的なことだけでなく、メンタル的なところも含め、後輩へのフィードバックを行って、ひとつの「エンジニアリング技術の伝承」としていただければと思います。



PM 短期専門コース(SP-1) 「仕事の極意」セミナーに参加して①



原賀 広和

株式会社日立製作所
インダストリアルプロダクツビジネスユニット
機械システム事業部
ポンプ・送風機システム本部
開発合理化グループ

**プロジェクトマネジメントの
真髓に触れ、
多くの気づきや再認識を得た
貴重な体験と時間となった**

2016年1月18、19日の2日間にわたり、PM 短期専門コース (SP-1)「仕事の極意」に参加させていただいた。本セミナーの狙いは、優秀なエンジニアが自らの能力を最大限発揮できるようになることを通じ、エンジニアリング業界の潜在的な成長を顕在化させることであり、参加者がより多くの気づきや、再認識を得られるような参加型セミナーとなっていた。

本セミナーでは、各社でプロジェクトマネージャーやプロジェクトエンジニアとして活躍されている方々を招き、参加者の相互啓発を促す対話型の演習や、現役プロジェクトマネージャーの講演聴講、および質疑応答を実施し、仕事・プロジェクトを遂行していく上でのマインドセットや行動について、また、これまでの経験や、経験から得られた成長などについて演習を通して共有し、それぞれの今後のあり方について宣言し合った。

受講の感想①

リアルなそれぞれのターニングポイントを実感。場面は変わっても、
ゴールや未来へのビジョンを自らの力で切り開くことは変わらない

演習では、「仕事をする上で大切にしていること」や「成果を出せるリーダーの思考・行動」を題材とし、参加者同士で自身の経験を踏まえた考えや意見を交換した。

また、「この経験が私を成長させた ～自らのターニングポイントを語る～」という題目では、各人が自身のターニングポイントと感じた事例を紹介し、ターニングポイントにおいて自身の考え方や行動で何が変わったか・何に気づいたかについて共有して、意見交換を実施した。

普段、社外のプロジェクトマネージャーやエンジニアと業務外で交流する機会を得ることが難しいなか、本セミナーでは各人の経験や成長について情報共有することができ、非常に貴重な機会となった。

それぞれが全く異なる場面で全く異なる経験を積んでいても、ターニングポイントでの考えや行動は、ゴールや未来へのビジョンを自らの力で切り開くという点で、皆過去に同じ経験を積んできていると感じ、非常に共感することができた。

受講の感想②

ヒントをたくさんいただいた現役プロマネの「仕事の極意」を伝える講演。
ここに刺さったひとことや体験を社に持ち帰り、
次世代を担う若いエンジニアたちにも伝えたい

さらに、「次のプロマネを担う君たちへ」という題目で、現役プロジェクトマネージャー（講師：東洋エンジニアリング(株) プラントプロジェクト統括本部 橋本 克己氏）をお招きし、プロジェクトマネージャーの業務紹介やマインドセット、苦勞や喜びについて講話いただいた。

本セミナーに参加し、社外でプロジェクトマネージャーやエンジニアとして活躍している方々と経験や考えを共有・共感できたことは、自身の今後のエンジニアリングへの大きなモチベーションに繋がった。エンジニアリング技術、特にプロジェクトマネジメントにおいては、各人が実際の経験を通じて、教育や見聞では伝えることの難しい技術が次世代の若いエンジニアに伝えられている部分が大きいと感じた。本セミナーでこれを再認識できたことは、大変有り難く、次世代を担う若いエンジニアの方々にも経験いただきたいと感じた。

PM 短期専門コース(SP-1) 「仕事の極意」セミナーに参加して②



武田 大輔

川崎重工業株式会社
プラント・環境カンパニー
産機プラント総括部
化学プラント部 設計一課

**仕事をする上で大切なことや
成長につながった体験などについて
普段できない議論ができ、
有意義な時間となった**

PM セミナー「仕事の極意」は 15 の企業から 30 ～ 40 代を中心としたエンジニア総勢 29 名が参加し、2 日間にわたり実施されました。

研修内容は大きく分けて、グループワークによる各参加者の仕事に対する考え方の共有、その考えに至った経験の掘り下げと現役のプロマネによる講演で構成され、グループワークに重点が置かれて実施されました。

受講の感想①

**失敗事例を本人から直接聞き、体験談を共有できたのは
非常に貴重な機会で、時間が足りないとさえ感じた**

グループワークでは、「仕事をする上で大切にしていること」などの普遍的なテーマについての議論を繰り返し、様々な経験を持つ参加者の仕事に対する考えの根幹を探す作業を実施しました。その中でも特に「この経験が私を成長させた」というテーマで、各自の失敗談とその時どう考え行動したかという議論が有意義でした。30 ～ 40 代にもなると一度は壁にぶつかり克服した経験を持っているもので、全ての経験談に共感することができました。失敗事例は書き物で読むことは多いですが、本人から直接聞き、体験談を共有できたのは非常に貴重な機会で、時間が足りないと感じたほどでした。

また個人的に最も印象的だったのは、東洋エンジニアリング(株)の橋本氏によるプロマネ講演でした。講演内容はもちろんですが、伝え方、迅速かつ的確な質疑応答、その後の懇親会でのざっくばらんな対応など、技術面だけでなく総合的な人間力に非常に感銘を受けました。プラントエンジニアに必要な総合力について再認識する、非常に貴重な機会を得ることができました。

受講の感想②

**日々の仕事においても、たとえば「いかに人を動かすか」という
コミュニケーションの重要性を再認識した**

研修の最後に、参加者全員で仕事をする上で大切にしているキーワードを挙げましたが、技術そのものよりも「いかに人を動かすか」というコミュニケーションスキルに関するものが多かったことが印象的でした。これは、製造技術を持たないエンジニアリング会社では特に重要な技術といえると思います。これは技術伝承の観点でも非常に重要な要素で、設計ツールの充実により効率的に解は求められますが、そこに至るまでの設計思想や今回のグループワークで共有した失敗事例については、職場や現場での双方向のコミュニケーションにより培われるものだと考えます。

通信環境や設計ツールが充実することで、短時間で効率的に処理することに忙殺されがちですが、日々の仕事においても技術伝承の観点においてもコミュニケーションの重要性について再認識し、日々の業務に取り組みたいと思います。



技術力とエンジニアリング力を駆使して目指す 世界で戦い、勝ち残る No.1 企業



お話を伺った西澤 隆人代表取締役社長

企業データ

社 名：三菱日立パワーシステムズ株式会社
主 要 製 品：ガスタービンコンバインドサイクル発電プラント (GTCC)、石炭ガス化複合発電プラント (IGCC)、ボイラ・タービン発電プラント、地熱発電プラント、環境装置、ガスタービン、蒸気タービン、ボイラ、発電機、発電プラント周辺機器、燃料電池
設 立：2014年2月
所 在 地：神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱重工横浜ビル
従 業 員 数：連 結 20,520人 単 独 11,212人 (2016年1月現在)
ホームページ：http://www.mhps.com/index.html

三菱重工業株式会社と株式会社日立製作所の発電部門が統合して設立された三菱日立パワーシステムズ株式会社。現在、世界的競争に打ち勝ち、火力発電システム分野・環境技術分野におけるグローバルトップのリーディングカンパニーを目指して新たな挑戦を開始している同社を、当協会前野専務理事が訪問し、西澤隆人社長に統合の目的、事業戦略、人材育成など、世界での競争優位を保つための取り組みや社長の思いなどをお聞きました。

1 設立の背景

世界での競争を見据えて

●2014年2月に、三菱日立パワーシステムズ株式会社(MHPS)が設立されました。日本におけるトップ企業2社の発電事業部門の統合には、どのような背景があったのでしょうか。

西澤 日本はご承知のように人口の減少により市場としてこれ以上の伸びは期待できず、事業を拡大するためには海外を意識せざるを得ません。しかし海外に出れば、GEやシーメンスなどの強力な大手の存在が大きな壁であり、個別に立ち向かっていては競争に勝ち残れない難しい状況でした。海外大手に伍して戦い事業を拡大するためにも、危機感を持って双方が歩み寄り一緒にやりましょう、という結果が統合という決断であり、これからを生き残って

いくための選択でした。その後、米GEが仏アルストムを買収し、世界でも発電重電大手の再編が加速していることから、私たちの選択は正しかったと改めて感じています。

最大限のシナジー効果を追求

●「1+1=無限大」というスローガンを掲げ、両社統合によるシナジーを最大限に生かすことを目指しているとお聞きしています。目標の達成状況やシナジー効果の手応えはいかがでしょう。

西澤 持続的に成長していくためには、受注と利益が大事です。1+1=2では統合した意味がありません。統合前の2013年、両社の受注は合わせて1兆500億円でしたが、統合時に

は思い切った目標を立て、2014年は1兆4千億円、2015年は1兆5千億円、と毎年1千億円ずつ引き上げ、2020年には2兆円にする、と申し上げました。結果的には、初年度は1兆4千億円を超えて目標達成。2015年は1兆4千8百億円で

目標には届きませんでしたが、国内・海外市場ともに増え、予想を超えるシナジー効果が得られていると評価しています。この勢いを継続し、2020年2兆円の目標についてもできる限り早く達成したいと考えています。

2 世界で勝ち残る事業戦略

フルラインナップで、受注力と展開力を強化

●事業の柱の1つである発電事業では、統合によってどのような点が強化されたのでしょうか。

西澤 まず、ガスタービンのラインナップが小型から大型まで揃い、ライバル企業に対する優位性を持つことができました。ガスタービンでは大型は三菱重工業、中小型を日立製作所が得意領域としてきました。例えばタンザニアなどアフリカ諸国の案件では、発電事業も比較的規模が小さく、従来の三菱重工業ではなかなか入り込めませんでした。しかし、合併により中小型から大型まで提案が可能となり、発展途上国の経済成長に合わせて、小型から大型に需要が移っていくので、全てのラインナップを持っていないと、競争には勝てません。将来性も判断されたことにより、タンザニアではすぐに受注につながり、中央アジア各地でも受注が続いています。フルラインナップ体制であることが、成長市場で事業を拡大する上で大きな強みになると自信を深めています。



インドネシアPT.PLN殿向け ムアラカラン火力発電所 (GTCC)

最大の強み、石炭ガス化複合発電 (IGCC) で世界へ

●石炭火力発電については、地球温暖化との関係から、反対意見がある一方、超臨界圧・超々臨界圧の石炭焚き火力発電や石炭ガス化複合発電 (IGCC) にも大きな期待が寄せられています。

西澤 昨年パリで行われた地球温暖化に関する国際会議 (COP21) の直前のOECD会合において、高効率である超々

臨界圧の石炭焚き火力発電技術は当面公的輸出の対象として認められました。新興国では埋蔵量が多く安価な石炭を使いたいという意向が強いこともあり、我々にとって追い風と捉えています。そして、わが社の最大の強みはIGCCです。超々臨界圧プラントよりもさらに効率がよく、特にCOP21のあと、世界各地の国から問い合わせがきています。すでに福島県^{なこそ}勿来で25万kWの商用プラントを運転中ですが、福島の復興関連事業として勿来と広野で50万kW級IGCCプラント2基の建設を推進中であり、このIGCCは、これから世界の石炭を使った発電のキーになると思っています。我々の大きな強みとして世界へ広げていきたいと思っています。



常磐共同火力株式会社殿向け 勿来発電所10号機 (IGCC)



チリ Guacolda Energia S.A.殿向け
グアコルダ発電所 (石炭焚き)

地熱・燃料電池分野にも積極的に

●地熱・燃料電池などの自然エネルギー関連にも注力されていますが、その分野ではどのような新しい取り組みをされていますか。

西澤 地熱は世界のシェアNo1を誇っていますが、その実績を基に特別なチームを組み、さらなる強化に取り組んでいます。また、太陽熱では環境省から集光型太陽熱・蓄熱発電システムの技術開発を受託し、横浜で集光・集熱検証試験を行うなどの取り組みを推進中です。さらに燃料電池（SOFC）にも力を入れています。その代表例が、九州大学における低炭素・水素社会のモデル実証での活用です。連続して安定的な電気を発電する燃料電池は、他の再生可能エネルギーと比べて稼働率が高く、実際の運用で高い評価を大学側からいただいています。また、NEDOの支援を受けた250kW級の実証プロジェクトや自社の工場での1MW級への挑戦も開始、将来的には大容量の燃料電池で市場をリードしていきたいと思っています。

システムとパッケージで環境事業を強力に推進

●事業のもう1つの柱、環境分野の排煙脱硝・排煙脱硫装置事業も大変有望だと聞いております。

西澤 排煙脱硝・排煙脱硫装置事業は我々の強みの1つです。排煙脱硫では、2015年、ライバルのアルストム社を抑えてシェア世界1位、脱硝も高いシェアを誇っています。この環境事業をワンパッケージ（AQCS: Air Quality Control System）で提供して競争力の強化を図るために、日立と三菱のグループ会社にあった集じん装置関係事業を統合し、ボイラから煙突まで環境装置全部を一括してMHPSグループで作り上げる体制を構築しました。全てに対応できるのは我々だけであり、これは相当期待できるものとなります。海外展開を視野に入れ、環境設備を備えた火力発電システムを総合的に売り出していきたいと考えています。

3 人材育成・技術伝承への挑戦

世界の厳しい現場を体験する海外研修

●強いグローバル企業を目指す御社にとって、人材の確保と育成は大きな課題だと思います。社員教育や研修で特に心がけていることはありますか。

西澤 まず、大事なことは入社2、3年の間に鍛えることです。MHPSの特徴は主機を自社で製造している点にありますので、製造現場での実習を重視しています。モノをつくるとはどういうことなのか、モノづくりの現場での実習をきちっとやり体験と知識を習得することは、その後のEPCをやるときの責任感につながると考えています。また、グローバル企業と

しての人材育成は必須です。海外の文化や言葉に早く慣れるために、若手社員を海外研修に出す制度を発展させ、製造現場実習の観点も盛り込み、入社1年目の事務技術職の社員全員を工場や現地で約3カ月間実習するという教育プログラムを始めました。海外に行かせる場合は、安全を確認した上で、世界でも特に生活環境の厳しい現地をアフリカ、中東、アジアなどから選んで行かせます。技術担当だけでなく営業や経理担当なども含めた幅広い層を対象として行い、我々の事業に関わる全ての人に、海外の現地でどんな仕事をしているか、どんな苦勞をしているか、文化の違いや言葉の大切さなど身をもって体験させたいと思っています。

技能五輪への挑戦、 技術力でも世界1位を

●世界市場で競争に打ち勝つためにキーとなる技術の習得や伝承などについてはいかがでしょうか。

西澤 私どもの特徴は、エンジニアリングと同時にモノづくりも行っていることです。工場の技能職をどうやって育て、技術を高めていくかは重要な課題のひとつです。そこで、三菱重工と日立製作所の時代から挑戦していた技能五輪には、さらに積極的に挑戦しています。去年は金メダルを3個獲得し、参加した





第53回技能五輪全国大会 社長表彰

全ての種目で入賞を果たすなど、大きな成果を得ました。私も社行会に参加、選手を励まし、モチベーションのアップを図っています。昨年は金メダル獲得数で2位でしたが、今年は日本No.1を目指したいと思います。また、2年に1回開催され

る国際大会の日本代表になれるよう頑張ってもらいたいと思っています。日頃から機会を見てEPCや設計従事者だけでなく、工場の技術者にも直接声をかけ激励していきたいと思っています。

4 エンジニアリング協会に対する期待

**日本が生きていけるのはエンジニアリング力
そのエンジニアリングの魅力をもっと学生に発信**

●最後に、エンジニアリング産業や当協会への期待やご要望などがありましたらお聞かせください。

西澤 2011年に業界セミナーで基調講演をさせていただきました。その時、会場の前で学生がエンジニアリングってなんだろうと話をしているのを聞き、ショックを受けました。エンジニアリングは昔からあり、これが世の中のいろいろなインフラをつくってきました。単にモノづくりで先端を走っていても、いつか海外勢に追いつかれます。日本が最後まで勝ち残れるものは、エンジニアリング力であると私自身は思っています。なぜかという、日本人はその特性として和を重んじることができるからです。自分の所掌だけでなく、一步踏み込んで、インターフェースにも気を配り、全体がうまくいくように努力する、システムインテグレーション力で日本は勝ち残れるのだということを、ぜひ、協会から学生や若い方にもっと発信して欲しいと思います。また、その講演のあと、1つ嬉しかったことがありました。翌年の入社式の懇親会のとき、女性新入社員がやって来て、私の講演を聞いてエンジニアリング会社に入りたくなったと言ってくれたことです。大変感激しました。エンジニアリングについて、学生や若い方に語る場を増やすことや大学に行って講義することなど、いろいろトライしていただきたいと思います。

最後に、「世の中は全部エンジニアリング。そして、エンジニアリングは日本人に大変向いています。日本が世界で生き残る道はエンジニアリングだと思います」と語られた西澤社長。

三菱日立パワーシステムズ株式会社（MHPS）とエンジニアリングがこれから切り開いていくのは、どんな未来なのでしょう。世界で戦い、生き残るためのMHPSの新たな挑戦と今後

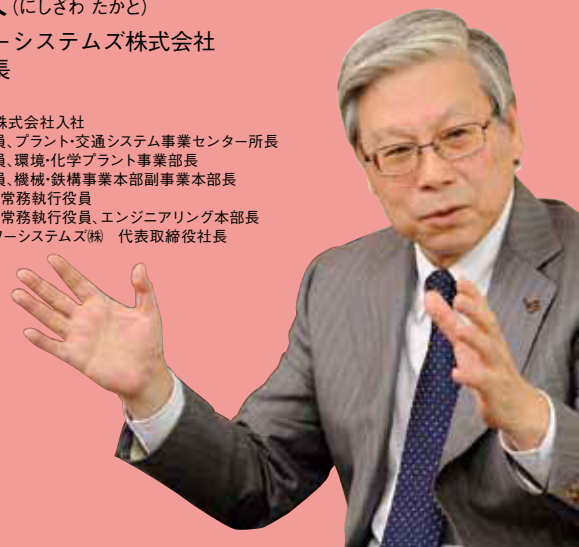
に期待がふくらみます。

（聞き手：当協会専務理事 前野 陽一）

西澤 隆人（にしざわ たかと）

三菱日立パワーシステムズ株式会社
代表取締役社長

1947年生まれ
1973年 三菱重工業株式会社入社
2007年 同社執行役員、プラント・交通システム事業センター所長
2009年 同社執行役員、環境・化学プラント事業部長
2010年 同社執行役員、機械・鉄構事業本部副事業本部長
2011年 同社取締役、常務執行役員
2012年 同社取締役、常務執行役員、エンジニアリング本部長
2014年 三菱日立パワーシステムズ株式会社 代表取締役社長



エンジニアリング業界セミナー 2016

基調講演
東京会場



佐藤 雅之 (さとう まさゆき)

一般財団法人エンジニアリング協会理事長
日揮株式会社 代表取締役会長

北海道生まれ

1979年 早稲田大学商学部卒業 日揮株式会社 入社
2005年 経営統括本部財務部長代行
2006年 財務本部長代行 兼 プロジェクト財務部長
2009年 執行役員財務本部長代行
2010年 取締役兼財務統括担当役員 (CFO) 財務本部長
2011年 常務取締役兼財務統括担当役員 (CFO) 経営統括本部長
2012年 取締役副社長兼財務統括担当役員 (CFO) 経営統括本部長
2013年 取締役副社長兼財務統括担当役員 (CFO) 経営統括本部長
兼セキュリティ対策室長
2014年 代表取締役会長 (現職)
2015年6月 エンジニアリング協会 理事長

地球滅亡まで残り3分 ～終末時計を止めるのはエンジニアリング～

本日皆さんにいちばん伝えたいことは、この業界には、文系・理系を問わずどの分野の方でも必ず活躍できる場があることです。エンジニアリングの仕事は、いろいろな分野の人が関与してプロジェクトを完成させるという意味で、ダイバーシティの典型と言って良い仕事です。

エンジニアリング産業とは？

まず、エンジニアリングの定義は、ウィキペディアでは「工学または技術」。そして私どもの協会では次のように定義しています。「エンジニアリングとは、社会・経済の様々な要請に対し、関連する要素技術を統合して、ものとサービスの融合を図ることにより、最適な結果を実現するための新たなシステムを構築し、これを実用に供する技術サービスをいう」。つまり、プラントをはじめとして幅広いモノづくりだけではなく、ありとあらゆる社会のニーズを実現する手段としてプロジェクトマネジメントを行うこととも言えます。

具体的にはどんな仕事のイメージや企業があるのか写真を見ながらみていきましょう。たとえば、ジャングルを切り拓いて建設した石油関連施設。これは、プラント専門エンジニアリング会社が得意とする分野です。また、発電プラントや新幹線は、重工・重電関連メーカーの得意分野、システムとして完成度が高い社会インフラと言えます。大手の総合建設会社が活躍するエンジニアリングの成果では、東京駅の改装プロジェクトや本州四国連絡橋、羽田空港のD滑走路など。さらに、東京スカイツリーや六本木ヒルズ。これらの構造物の建設は、総合建設業の得意とする技術です。このように、建設を伴うハードからシステム開発に至るソフト面までエンジニアリング産業がカバーする分野は非常に広がっています。

エンジニアリングの仕事について

次に、エンジニアリングの仕事を理解していただくために、歴史を振

り返ってみます。たとえばエジプトのクフ王のピラミッドの場合、どこに作るか、高さや底面の広さをどうするか、次に材料をどこから切り出し、どうやって運ぶか。さらに、どうやって石を積み上げ、いつまでに完成させるか。こうしたピラミッドを作る仕事と現在の我々の仕事は一緒だと理解していただきたいと思います。

エンジニアリングの仕事は、客先の計画から引き合いがなされ、エンジニアリング企業が入札をするところから始まり、価格を含めて最も良い提案をした企業が商談を開始。客先との交渉の結果、受注・契約となります。それから設計、調達、建設工事が実行され、試運転後、客先に引渡しとなります。さらに運転、保守(O&M)を実施することもあります。

プラントの建設では規模によって異なりますが、完成まで2、3年かかります。大規模な施設の建設ピーク時には5万人を超える作業員が同じ目標に向かって働くことになります。エンジニアリングの仕事は、グ

ローバルな環境をマネージできることが必要条件であり、様々な課題や問題を乗り越えて完成した時の感動、充実感、達成感は最高のものでエンジニアリングの醍醐味と言っても過言ではありません。

世界や日本が直面する課題

世界は様々な課題に直面していますが、地球環境問題はその代表です。産業革命時以降、人口の増加に伴いエネルギー消費量は増え続けています。IEA（国際エネルギー機関）の予測では、一次エネルギー消費は、2040年には40%伸びると言われています。エネルギーの増加をどのように補っていくか。石油・石炭は頭打ち。そこで、比較的クリーンな天然ガス、そして再生可能エネルギーなどへの置き換えが必要とされています。一方、日本は人口が減少し、経済規模が縮小していくという問題を抱えています。資源のない日本で我々が生きていくためには、エネルギーを日本の外へ求めて安定確保することは避けられず、日本全体が改めてグローバル思考を持って海外に出ていくしかないというのが結論です。

課題解決に貢献するエンジニアリング

これまでエンジニアリング産業が果たしてきたことの一つ目は、時代に先駆けて世界に進出し、資源国の経済成長や産業発展を支えてきたことです。二つ目は、日本人の強みである誠実さ、協調性、組織力の強さを活かし、契約の範囲内で常にどうすれば良いかを顧客視点で考えて

プロジェクトを遂行、顧客を満足させてきたことです。そして、もう一つは、日本のエンジニアリング産業が環境問題に一貫して取り組み、その解決に貢献してきたという事実です。たとえば、プラントの省エネルギー化や脱硫、脱硝など有害物質を無害化する設備の設計、建設。また、天然ガスやLNGといった環境負荷の少ないエネルギーの利用促進にも貢献してきました。さらに、地球温暖化を防止するCO₂の地中貯留設備では、日本のエンジニアリング産業が世界をリードしてきています。

そして現在、環境問題の課題をはじめ、様々な新しいプロジェクトに挑戦し続けています。たとえば、当社では、フローティングLNGという、プラントを船の上に乗せた新しい設備をつくるプロジェクトを進めています。陸から離れた小さなガス田にも経済性が生まれ、日本の資源獲得のチャンスが広がります。また、農業分野では、ロシアで野菜工場を運営して近隣の住民に安全・安心な野菜を供給する事業も展開しています。

さらに、もっと先の未来、エンジニアリングはどんなことができるのか。たとえば、人口の増加や陸上の汚染などによって人類の住空間の確保ができないことを想定して、海上都市や海底都市をつくる構想。また、打上げコストの安い再利用口ケットを開発し、火星に住空間を確保しようという構想。資源については、ほぼ無尽蔵と言われる太陽光エネルギーを宇宙空間で捉えて地球に転送する方法なども構想されています。いつの時代になるかはわかりませんが、このような究極のプロジェクト

の実現に、エンジニアリング産業が果たす役割は大だと思っています。

おわりに

（地球滅亡時間を少しでも長くするために）

エンジニアリングが果たしてきた役割をまとめます。「Economy」「Environment」「Energy security」「Employment」「Education」、この5つのEの実現に対して、エンジニアリングという6つ目のEで世界に貢献してきたと言えます。「5 + 1」のEは日本のエンジニアリング産業にとって、これから大変大事なキーワードになるかと思います。ぜひ覚えてください。

最後に私の話のテーマである「地球滅亡まで残り3分 — 終末時計を止めるのはエンジニアリング —」について、お話をしたいと思います。皆さんは「終末時計」を聞いたことがあると思いますが、これは核戦争への警鐘を鳴らすために提唱されたものです。数年前から、地球の環境問題を考慮して残り時間が計算され、今年の年初の改定では、残り5分から3分に変更されました。私たちは、仕事の幅の広さ、環境、エネルギー、食料などあらゆる分野へのチャレンジを通じて、この残り時間を3分から少しでも長くするために貢献していきたいと思ひますし、エンジニアリングにはその可能性が大いにあると考えるからです。



基調講演
大阪会場

石川 裕士 (いしかわ ひろし)
株式会社神戸製鋼所 常務執行役員

兵庫県生まれ
1982年 東北大学法学部卒業 株式会社神戸製鋼所 入社
2005年 新鉄源プロジェクト本部営業・事業推進部長
2007年 人事労政部付(部長待遇)
(MIDREX TECHNOLOGIES, INC. 取締役副社長)
2011年 鉄・資源海外企画部担当部長
兼資源・エンジニアリング事業部門新鉄源本部担当部長
2012年 理事、資源・エンジニアリング事業部門企画管理部長
2013年 理事、エンジニアリング事業部門新鉄源本部長
2014年 執行役員、エンジニアリング事業部門新鉄源本部長
2016年 常務執行役員(現職)

エンジニアリングビジネスの魅力について

1 エンジニアリングビジネスとは

エンジニアリングの仕事と プロジェクトの定義

エンジニアリングビジネスで実際に何ができるのか。まず、私が担当してきた製鉄プラントを例にとって紹介します。これは先週イランで撮った写真ですが、還元鉄プラントといって、鉄鉱石から天然ガスを使って鉄を作るというプラントです。面積は約 200m × 300 m、甲子園球場が 2、3 個入るような規模のプラントです。

エンジニアリングの定義は、「多分野にわたる人間の知恵を結集、統合し、一定の課題を達成する科学的技術的な活動」と言えます。要するにいろいろな人の持つ知恵や経験を集めてきて、まとめて一つの形にすることです。特に、まとめて「価値を作る」ことがポイントです。また、プロジェクトとは「独自のプロダクト・サービス・所産を創造するための有期性のある業務」です。重要なのは、それぞれ

のプロジェクトに同じものは無く、全て違っていているということ。そして期間が決まっており、ゴールがはっきりしているということです。実際にエンジニアリングの仕事をするときは、プロジェクトチームを編成して進めます。チームの中には必然、文系・理系の仲間がいて、その人たちと一緒に仕事をしていくことになります。

産業開発型と社会開発型

プロジェクトには大別して 2 つがあります。1 つは「産業開発型」というプロジェクトです。例えば先ほど紹介しました製鉄プラントがそうですが、他には石油化学プラント、LNG プラント、発電プラントなどが挙げられます。もう 1 つは「社会開発型」です。新交通システムや瀬戸内海に架かる吊橋などがあります。これら 2 つの種類の違いは、分かり易く言えば、産業開発型は、プラントを造って事業をして利益を生み出すことを目的としており、民間企

業のプロジェクトが多いと言えます。それに対し社会開発型は、社会資本を充実させ、より豊かな社会を追求しようというもので、公共事業が多いという性格を持っています。

2 実際のプロジェクトでの仕事について

ベネズエラでの製鉄プラント

それでは実際に私が経験したベネズエラでのプロジェクトを通じて、仕事内容を紹介したいと思います。今から 20 年ほど前になりますが、このプロジェクトは、神戸製鋼所が顧客である国際合弁会社に製鉄プラントを納める一方で、当該国際合弁会社に出資し、経営にも参画するというものでした。プロジェクトの概要は、年産 100 万トン規模の MIDREX® 直接還元製鉄法※による新設のプラントを建設し、直接還元鉄の製造並びに主にアメリカの市場をターゲットとした販売を行うという

ものでした。

ベネズエラでは、それまで国内にある天然資源を輸出して外貨を稼ぐという政策がほとんどでしたが、新たな政策として、単に天然資源を輸出するだけでなく、付加価値をつけてより多くの外貨を稼ぐということに取り組んでいました。その中で雇用が生まれ、人々の生活がよくなっていきます。我々がマネジメント指導や経営指導、技術指導をすることで、将来のベネズエラの産業をリードしていく人材を育成するということも、プロジェクトの目的でした。

※MIDREX法は、天然ガスを使用して還元鉄を製造する直接還元製鉄法の1つ。高炉法に比べ、製鉄工程でのCO₂排出量を抑制できること、比較的安価な鉄鉱石を使用できることなどが特長で、世界で70基以上が稼働している。

設計、調達、建設と試運転の各フェーズでの仕事について

各フェーズにどんな仕事があるのか、事務系と技術系に分けて見ていきます。

まず、設計に入る前に、プラント契約をまとめる事務系の仕事があります。合併企業に参加するパートナーの意見調整やファイナンスのアレンジが大きな仕事となります。それぞれ一連の計画を全部まとめると書類が2mくらいの高さになりました。国際合併会社を構成するパートナーと言っても、いろいろと利害が衝突し、そのなかで妥協できるところを見つけるのは難しく、1年以上の時間を要しました。

一方、技術系の仕事で重要なのはコンセプトづくりです。例えば、生産量やどういった技術を導入するか、また原料やユーティリティなど基本的な

形を決めます。次に重要なのが環境対応についてです。産業プラントを造るとどうしても排水・排ガスとか騒音が出てきますから、それらをどの様に少なくして環境規制に合わせていくのかを検討します。

次に設計(Engineering)、調達(Procurement)、建設(Construction)のいわゆるEPCと言われるフェーズですが、これらは主として技術系の仕事です。設計のフェーズでは、プロセスの設計、設備設計など基本設計や詳細設計を行います。調達のフェーズでは、購入仕様書に沿ってモノやサービスなど、およそ300点を主に欧米やアジア中近東から買いました。そして、現地では並行して建設のフェーズが始まります。まずは、整地をする土木工事。その次に機械類や構造物が現場に届けられ、据付工事が始まります。据付要員は、ピーク時に現場全体で1,000人程いました。

次は、いよいよコミッショニング(試運転)です。ここがいちばん緊張するところです。自動車と違ってプラントは建っても直ぐには動きません。いろいろチューニングしながら、全ての機器を確認し、最終的に性能保証テストに合格しなければなりません。鉄を1トン作るのに、どれだけの鉄鉱石や天然ガスが必要か、また水や電気の使用量などもチェックされます。

事務系の方は、キャッシュフローライシスを体験します。試運転が上手いかなと引き渡しとがどんどんずれ込んでいきます。一方で、原材料やユーティリティの支払いがあり、従業員に給料を払わないといけません。融資の返済も待ってくれません。

ですから、製品を販売できないとなると、合併会社のお金が回らなくなるので、緊張感のあるところですよ。

以上、分かり易く事務系と技術系の仕事を分けて説明しましたが、実際の仕事はプロジェクトの中でチームを組んでやりますので、事務系・技術系の仕事に壁はありません。それぞれ関連性があり、事務系技術系問わずいろいろな仕事があります。

3 エンジニアリングの魅力について

エキサイティングであること

エンジニアリングビジネスの魅力は、一言で言うと、エキサイティングであるということに尽きるといいます。

まず1つはスケールが大きい仕事ができることです。次にグローバルに活躍でき、いろいろな人と仕事ができることです。また、チームで働き、達成したときの喜びが大きいこと。そして、予測不可能なことが起きることです。例えば先ほどのベネズエラの経験では、クーリング関連の装置が全壊して、復旧までに1ヶ月ほど操業が止まってしまうかもしれない事



南米・ベネズエラのコムシグア社のMIDREX®プラント。現在同社は国有化されている。

態が起きました。それこそお金が回らなくなるので困ったなと思っていたところ、神戸製鋼所の海外子会社がロシアの軍用機をチャーターしてクーリング設備を緊急輸入しました。この空輸のおかげで本来1ヶ月程度かかると思われた復旧作業が1週間程度で済み、再びプラントを動かすことができました。あってはいけないことが起こった時に皆が力を合わせて全力で取り組む、これもエキサイティングなことの一つです。そして最後に、ゴールがはっきりしていること。チームで、目に見える形で進むことには非常

に醍醐味があると思います。

社会の役に立つ、 社会を変えていく仕事

最後にエンジニアリングビジネスの将来性についてお話しします。

世の中は変化しています。世の中は私が社会人になってからの30年間で大きく変化しました。変化が起こるのは、そこに世の中のニーズ、つまり何らかの必要性があるからです。世界には常に解決すべき問題や、よりよい社会を実現するための課題があります。環境問題や貧富の問題、

テロの問題などへの取り組み、そこにもエンジニアリングが関係します。社会が変わっていく、そのサイクルの中でニーズと変化を具体的に形にしていくことは、エンジニアリング業界の過去も未来も変わらない役割だと考えています。

大きい視点では、変化する世の中をクリエイティブに、社会を変えていくのがエンジニアリング産業であり、その魅力であると思います。今日の話を聞いて面白いと思われた方は、是非、エンジニアリング業界にチャレンジしていただきたいと思います。

約400名の学生が参加。業界トップリーダーによる基調講演に引き続き、パネルトーク、懇談会などでエンジニアリングの魅力を実感！

若手社員が熱く語るパネルトーク

エンジニアリング企業に入社して3～7年目の先輩社員が、東京・大阪会場でそれぞれ女性1名を含む4名登壇。「エンジニアリングにかける『夢』、『希望』、『未来』」をテーマとして、自らの就職戦線や入社後の体験を通して、就職の際にどこに魅力を発見してこの業界を選び、現在の会社に入社したのか、そして入社後どんな仕事をしてきたのか、その仕事の魅力や醍醐味は何なのか、また、将来に向かっての夢や希望は何かなどを語り合いました。普段は聞くことのできない、先輩たちの本音や失敗談などのエピソードに興味深く学生たちが聞き入り、エンジニアリング業界への理解を深めました。



各企業と学生が直接話す懇談会

東京会場で24社、大阪会場で22社の企業が参加し、「本音で話せる企業の先輩との懇談会」をテーマとして学生と各企業が直接触れ合う懇談会が行われました。エンジニアリング業界の企業から若手先輩社員も参加、会社の雰囲気や就職に関する相談なども行われ、活気に包まれました。



エンジニアリング産業研修会、エンジニアリング業界セミナーは 東京・大阪の2会場で開催されました。

※本事業はその一部を(公財)JKAの補助を受けて実施したものです。

東京：2016年3月7日(月) 13:00～18:00
国立オリンピック記念青少年総合センター 国際交流棟 国際会議室
大阪：2016年3月19日(土) 13:00～18:00
天満橋/大阪マーチャライズ・マート2F(通称OMMビル)

ニュー・ノーマル時代 想定しなかった他者の出現

小松 啓一郎

コマツ・リサーチ・アンド・アドバイザリー 代表

グローバル化が進む国際情勢下、異なる価値観や常識を持つ国民間では、更なる相互理解への異文化交流が必要になっている。それは他者を理解する重要性に気づくことから始まるが、効果を上げるためには出来るだけ柔軟な物の考え方が必要になる。

他方、現下の国際社会では「ニュー・ノーマルの時代」という新語が聞かれる。激動の新情勢の中、想定外だった事態がノーマル化していく時代の幕開けを意味する。やはり、柔軟な考え方が求められる。

文化の異なる他者との相互理解とは言っても、遠くない将来には「他者」の概念までが「人間」という概念より広がっていくかもしれない。一見、荒唐無稽な印象を与えかねないが、「人間」を越えた他者まで想定しなければならない状況に備え、「頭の体操」になりそうな材料を試論として提供してみたい。

ニュー・ノーマル時代・episode ①

新たな「他者」の出現 人工知能という法的想定外

近年、特にドイツ主導の「インダストリー 4.0」に代表される次世代の科学技術が現代人の生活スタイルを激変させると盛り

上がっている。日米両国等の産業界にも新たな流れが生じ、AI（人工知能）や IoT（モノのインターネット）等の専門用語も一般化しつつある。

実際、人間がハンドルを握らない完全な自動運転の自動車を各メーカーが開発中であり、コンピューター制御システム下で計算され尽くした運転は、人間が運転するよりも各段に安全性が高まると期待されている。しかし、交通事故ゼロを目指すメーカー各社の努力があっても、人間が運転する車や歩行客が周囲にいるならば不測の事態はあり得る。試作車がデモ運転中、人間が運転する車との軽い接触事故等も発生している。重大事故の報告は無いが、商業的に普及する将来の事故の責任問題はどうか。

自動運転システム、 事故は誰の責任となるのか

事故原因が「人間の過失」であるならば、「過失」を犯した者の「不法行為責任」となるが、コンピューターの過失という法的観念が存在しない以上、過失を犯し得る欠陥システムの製造に関わった法人格や自然人格、つまり製造者（メーカー、設計者等）や販売者の責任となるのだろうか。

もしも、自動運転システムの「欠陥」から「過失」が生じたと立証されれば、「製造物責任」ということで、その開発設計者やメーカー、販売者等に責任を帰すことになるかもしれない。しかし、コンピューターが犯した過失を全て「欠陥」に起因するものと被害者側が法的に立証できるかどうかは難しい問題だとされる。

門外漢の被害者側にその立証責任を負わせる現行法の前提は現実的なのか。

一方、メーカー側にとっても、本来は運転手に帰せられるべき過失責任がコンピューターには帰せられないため、欠陥が原因という判断に傾くリスクも危惧される。これは、メーカー側の萎縮に繋がらないか。

人間か人工知能か あるいは、設計者かメーカーか

米国では、IT 企業のグーグルが開発中の自動運転の車が走行中、前方の砂袋を避けようとして左折し、後ろから来たバスに衝突した事例がある。グーグル側が責任を認め、3千回以上ものテストでソフトウェアを改善したと発表した。コンピューターが前方の砂袋と後方のバスという2つの要因をとっさに処理しきれなかった事例だが、遥かに複雑な諸要因が重なったら、どうか。

例えば、自動運転中の車の近くに予測不可能な動きの飲酒運転の車が現れ、その回避に動く別の車もあり、両方の車をCPU（中央演算処理装置）が回避計算中、今度は横合いから子供が飛び出し、続いて親も助けに飛び出してきたという場合なら、どうか。

結果的にCPUへの過重負荷で処理しきれず、運転ミスが起こって事故となれば、いよいよ「人間」よりもミスを犯したコンピューターに責任を帰すしか無いのではなからうか。あるいは、いかに複雑な事故原因であっても対応可能なソフトを開発すべきだとして、それに失敗した「人間」側のメーカーや設計者に責任があるとするのか。

AI等の開発現場では、自動運転のソフト・プログラミングに際し、子供の飛び出して搭乗者か、子供のどちらかしか守れない場合、いずれの生命を犠牲にするか、という究極の選択を如何に組み込むか、設計者の倫理上の問題も意識されるようになってきた。

更に、コンピューター自身が新発明の特許取得に至る可能性を予測する声も聞かれる。今後、「人間」を介さずに人工知能が別のコンピューターのプログラミングに関与するようになった場

合、結果的に生じた過失や欠陥も、誰か「人間」に帰すことができるのだろうか。

ニュー・ノーマル時代・episode ②

新たな「他者」の出現 非「現生人類」という想定外

他方、それと無関係に見えるようでも気になるのが、インドネシアのフローレス島で2003年に発見されたという「フローレス島原人」=ホモ・フローレンシエンシス (*Homo floresiensis*) の遺跡と遺骨が示唆する意味だ。これはごく最近の発見であるため、学界でも諸説があって、未だ定説が確立されていると言える状況ではない。しかし、その一説として現時点で言われていることを概観すれば、大体、次のようになりそう。同国では約170万年前に生存していた大柄なジャワ原人の遺骨が1891年に発見され、国際社会でも広く知られている。これに対し、フローレス島原人の遺骨は、平均身長が僅か1m前後と非常に小柄であり、頭蓋骨の大きさ（輪郭）等の全ての部位が現代人より遥かに小さいため、「縮小人間」とも言える。驚くべきことにその生存時期が僅か1万8千年前頃と推測され、日本列島では既に縄文時代に入る直前の時期だった。

その子孫が誰も行きたがらない奥地になお生存している可能性は無いのか。その遺骨は、かつて現生人類（ホモ・サピエンス）の一つ手前の進化段階とされていたネアンデルタール系（旧人）より遥かに古い原人段階（または更に古い猿人に近い段階）と考えられるようになってきた。その反面、遺跡が示す文化水準の高さも学問的衝撃となっている。体格に比べて脳の容積が非常に小さいにもかかわらず、火を使い、槍等の進んだ狩猟道具を発明していたのだ。

起こりうる、未知なる 「他者」や文化とのコンタクト

オーストラリアに現生人類（現在のアボリジニ系諸民族）が到達したのは、古い壁画の年代測定から約3万年～5万年前とされるが、故郷のアフリカ大陸から到達するには、地理的にインドネシアを通る。そこに古いタイプの原人が僅か1万8千年前まで生存していたとすれば、両者は出会った可能性が高い。

現生人類以外的人类は本当に地球上から完全に消えてしまったのかどうか。同島周辺の島々では「類人猿とも言えないが、現生人類とも言えない不思議な生物」の目撃談が数百単



フローレス島の地図

出所: Pennsylvania State University(<http://news.psu.edu/story/141620/2007/04/23/research/small-skull-huge-controversy-saga-flores-hobbit-continues>) を基にKRAが加工



フローレス島原人

出所: テレグラフ紙(<http://www.telegraph.co.uk/news/science/evolution/12159022/Mystery-hobbits-not-humans-like-us-study-finds.html>)

位で報告されている。英国の主要メディアが研究者らを調査派遣したり、「不思議な生物」の足跡とされる写真が報告されたり、という報道もあった。しかし、ヒマラヤ山脈の雪男と同様に「目撃談」が幾つあっても科学的な確証には至っていない。

やはり、現時点では殆どの専門家が「現生人類のみ生存中」との立場だ。フローレス島原人が火山噴火で「絶滅した」と推測される1万年前よりも後まで生存したとしても、人口があまりにも少なければ近親結婚等の遺伝子的マイナス要因で絶滅したであろう。また、現在まで生き残っているとすれば、その集団が焚く火や煙を周辺の現生人類が突き止められないはずは無いとの指摘もある。

柔軟な思考こそが異文化交流の原点

しかし、同国やニューギニア、アフリカ、南米、ユーラシア中央部等の「奥地」では、他の人類と一度も接触していない民族・部族が幾つも残っている。そのような人々との「ファースト・コンタクト」(初めての接触)を通じて文化人類学的な調査を進める研究分野も存在する。

インフラが貧困な途上国への出張時に長距離歩行を余儀なくされてきた筆者は、近代的交通手段が無いならば距離と広さが如何に大きく感じられるかを思い知らされている。そこに未知の人々がいてもおかしくはない。

今後の遺跡発見が現生人類以外の人類の生存確認に繋がった場合、その非「現生人類」の責任、義務、権利(人権を含む)等をどのように考えるべきか。

更に類人猿(チンパンジー等)についても、現生人類と類人猿の中間種の生存が確認されていないからこそ「動物」に分類されている。しかし、中間種の生存が発見されて人類の一種と認定されれば、類人猿もまた人類の一種に分類される可能性があるという。そうなれば、中間種および類人猿の権利、義務、責任等が新たな法的課題となる。

先端科学技術や考古学・遺伝子工学等の急発展によって、人工知能も、進化過程の異なる原人も、現行法では対処できない共通の課題を秘める。その対応には、何よりも柔軟な思考が求められる。新たに現れる「他者」に思いを巡らす筆者は今、フローレス島の遺跡も訪ねたいと考えている。

(脱稿日 5月11日)

小松 啓一郎 (こまつ けいいちろう) コマツ・リサーチ・アンド・アドバイザリー 代表



- 政府系金融機関(当時)商工中金に10年間勤務。中小企業向け金融業務(東京)および為替トレーダー(米国ニューヨーク・ウォール街)等に従事。
- 1990年英国オックスフォード大学・政治経済学部にて学士入学。
- '91年同大学大学院進級。同大学・東洋学研究所「日本経済」担当非常勤講師。
- '94年同大学大学院にてD.Phil.(博士号)取得(政治学・国際関係論)。世界銀行・海外民間投資促進コンサルタント、英国通商産業省・上級貿易アドバイザー(ジェットロ長期専門家スキームにより派遣)、英国海外貿易総省・上級貿易アドバイザー(同)
- 2008年マダガスカル共和国大統領・特別顧問に就任。マダガスカルでクーデター発生後の主要業務は経済開発から正当政権復帰のための外交活動にシフト。5年ぶりの同国民選挙によって2014年に新共和国大統領が誕生したため業務内容について協議中。
- その他、FGPE(地球環境平和財団)欧州・中東・アフリカ代表。英国王立国際問題研究所会員、英国国際戦略研究所会員、オックスフォード大学国際問題研究センター会員、ケンブリッジ大学日英協会会員、成城大学経済研究所研究員、米国カータス社やブルーデンシャル社、ベルリッツ社等で異文化間ビジネス研修教官を兼務。2005年3月、在英Komatsu Research & Advisory (KRA) 設立。

Engineering Front

緑の下の力持ち 自然再生エネルギーの開発に貢献



DATA

濱中製鎖工業株式会社

【本社】〒672-8023

兵庫県姫路市白浜町甲770番地

【URL】<http://www.hamanaka-chain.co.jp/>

弊社は、1936年に国内のチェーン製造の一大集積地である姫路でアンカーチェーンの製造を始めました。1958年には、国内初のフラッシュバット溶接を用いてチェーンの製造を開始し、1967年に初めてオフショア用チェーンを供給

し、日本だけでなく海外を含めての多くのプロジェクトにグレード G2、G3、R3、R3S、R4、R5 の多品種によるチェーンを供給しています。また現在、高張力鋼のチェーン (R6 種) の開発を行っています。

品質の要となるフラッシュバット溶接と熱処理

弊社のチェーンは、一般の溶接とは異なりフラッシュバットという特殊な方法で溶接します。チェーンの材料になる丸棒鋼を切断して、加熱した後、楕円形に屈曲してから、端面と端面を溶接します。この時、端面の両端に電気を通して、接触及び切離しを繰り返して行います。端面に大電流を与えることによって端面の温度が上昇し溶解します。最後は端面を強く押しつけて接合させてリンクとなります。

その後、熱処理として焼入れ (Quenching) と焼戻し (Tempering) を行います。金属の組織を細かく整えてチェーンに硬さと粘り強さを持たせます。

フラッシュバット溶接と熱処理は、弊社における最も重要な工程であり、品質の要となっております。



フラッシュバット溶接で製造されるチェーンの様子



(上下) 福島洋上風力向け
チェーン出荷時の様子



福島洋上風力 ふくしま未来

福島復興・浮体式洋上windファーム実証研究事業における全ての浮体で、弊社製のチェーンが使用されています。チェーンの大部分は海中に設置されており目立たない部分ではありますが、緑の下の力持ちとして自然再生エネルギーの開発に貢献しています。

福島洋上風力向け実績

セミサブ型 2MW 風車「ふくしま未来」係留チェーン

径132mm×755M(1,415リンク)×6ライン 1,768 ton NK-R3S

セミサブ型 7MW 風車「ふくしま新風」係留チェーン

径132mm×870M(1,631リンク)×8ライン 2,717 ton NK-R3

アドバンストスパー 5MW 風車「ふくしま浜風」係留チェーン

径132mm×706M(1,325リンク)×6ライン 1,654 ton NK-R3S

浮体式洋上サブステーション「ふくしま絆」係留チェーン

径132mm×704M(1,317リンク)×4ライン 1,102 ton NK-R3

〇問合せ先

本社営業部 TEL. 079-245-5151 FAX. 079-246-0270
東京営業所 TEL. 03-3213-8681 FAX. 03-3211-7619

E-mail: sa-info@hamanaka-chain.co.jp

Engineering Front

安全計装システム ソリューションパッケージ FlexSILon



SAFETY
NONSTOP

DATA

ヒーマ日本支社

〒150-0021

東京都渋谷区恵比寿西2-2-6 恵比寿ファイブビル5F

[URL] <http://www.himajapan.com/>

HIMA 社は、安全計装システムにビジネスを特化しているドイツの会社です。1908 年にマンハイムで創業され、1970 年に TÜV Rheinland から世界で最初にセーフティシステムの認証を取得しています。プラントの緊急シャットダウンシステムやファイアアンドガスシステムに加え、ボイラコントロールシステムやターボマシンコントロールシステムなどの用途で、世界各国にこれまでに 30,000 件を超えるシステムを納入しています。

写真 1. に HIMA 社のセーフティ PLC ハードウェアを示します。HIMatrix、HIQuad、HIMax とともに安全度水準 SIL3 で、I/O 点数、冗長化レベルなどを考慮して選択します。

HIMA 社は、安全計装ソリューションパッケージ、FlexSILon を開発しました。このパッケージは、ハードウェア、ソフトウェア（ファンクションブロック）およびサービスで構成されています。



写真 1. 左から、HIMatrix、HIQuad、HIMax

FlexSILon TMC (Turbo Machine Control)

コンプレッサやタービンの運転には、スピードコントロール、アンチサージプロテクション、オーバースピードトリップ、スタートアップ、ストップシーケンスなどの機能が必要になります。これらの機能を実行するためには、これまでは個別のデバイスが必要でした。FlexSILon TMC は、これらの機能を 1 台の安全 PLC に統合することにより、デバイスや複雑なインターフェイスが不要になり、インシタルコストの削減、エンジニアリング、スタートアップにかかる労力の低減が可能になります (Fig.1 参照)。また、コンプレッサやタービン用のファンクションブロックを使用することによって、プログラミングも容易に行えます。

TMC 以外にも、FlexSILon BCS (Burner Control and Boiler Protection System) を開発しました。複数のバーナ、複数の燃料のコントロール、燃料 / 空気比のモニタリング、バーナのスタート / ストップシーケンスなどの機能を実行する、SIL3 認証のファンクションブロックを用意しています。

FlexSILon TMC、FlexSILon BCS を採用することで、ターボマシンやバーナ、ボイラのライフサイクルにわたる安全を確立できるとともに、導入時のインシタルコストと導入後のランニングコストの削減に寄与できると確信しています。

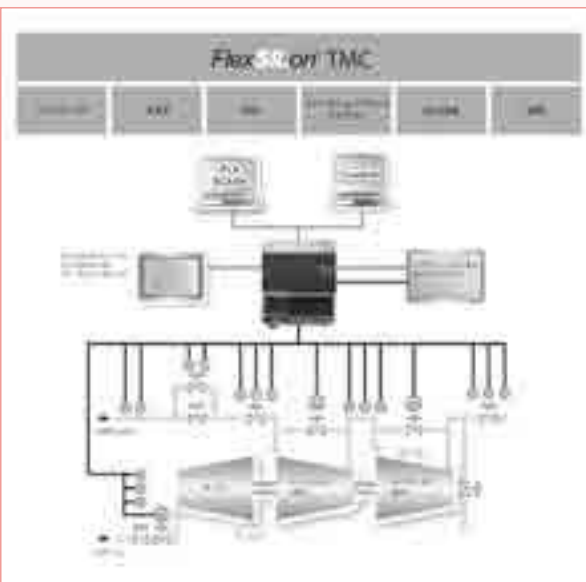


Fig.1 FlexSILon TMC 構成図

『アマゾン川に架かる橋』

アマゾン川は今から500万年以上前は太平洋側に注いでいたが、新生代以降のアンデス山脈の隆起により、大西洋側へと流れを変えた、とされる。アマゾン川はペルーのアンデス山中にある標高5,597mからの源流をはじめ、たくさんの支流がボリビア、コロンビア、エクアドルなどから流れ出て合流し、ブラジルの広大な平原で本流を形成する。五ヶ国にまたがる総延長6,516kmもある大河で、長さでは衛星画像などを基にナイル川と世界一を争うが、流域面積においては705万km²と、オーストラリア大陸の面積に匹敵する広さで、2位以下を大きく引き離し世界最大の河川だ。平均流量は毎秒209,000tと推定され、全世界の川の流量の

25%を占め、流域のジャングルや大湿原など、いわゆる自然のダムに蓄えられる水量は地球上の全河川の2/3にものぼるとされる。急峻なアンデス山脈の東側は、広大でなだらかなブラジルの平地が大西洋まで続くため、アマゾン川の川面の標高は低く、アマゾニアと呼ばれる大湿原が広がる。

河口から、1,600km遡っても川面の標高は32m、3,800km遡った地点でも80mしかないそうだ。おまけに水深が深く、河口から1,000km上流の街パリンチンス付近には水深70mと大西洋の海面高さより40m以上低い川底があるのだ。さらに500km上流のマナウスでも、雨季の水深は40mを超え、大西洋からコンテナ船やタンカーなど大型船が十分に航行できる。源流や、たくさんの支流には様々な名前があり、ブラジル国内部分全体や、本流のソリモンエス川とネグロ川との合流地点から下流が一般的にアマゾン川と呼ばれる。熱帯雨林が広がるこのアマゾン流域の気候は、一年中高温多雨で、乾季と雨季に分かれる。11月中旬から雨季に入ると水位が



茶色い本流のソリモンエス川と、黒い支流のネグロ川の合流

増し、中流のマナウスの平均では10.8m、雨が多い年には20mも水面が上昇するため、マナウスの栈橋は上下に16m稼動する構造となっている。



ボンテ・リオ・ネグロ(ネグロ川橋)

アマゾン川本流のソリモンエス川は黄土が多く含まれて泥水のように茶色いが、最大支流のネグロ川(黒い川)は薄いコーヒーのように黒味がかった赤褐色だ。コロンビアのジャングルからタンニン等植物由来の腐食酸を含んで来るため、酸性が強くてボウフラも育ちにくく、魚の種類も約400種と少ないが、美しい固有種が多いそうだ。これら2つの川の合流点からネグロ川を8kmほど遡った



ピンクイルカの愛称で呼ばれるアマゾンカワイルカ。橋の周辺で見れる事もある。

付近にアマゾン流域で最大の都市、マナウスがある。そして、さらにその3kmほど上流に2011年に完成したのが全長3,595m、片側2車線の道路橋、ボンテ・リオ・ネグロ(ネグロ川橋)だ。橋中央部は長さ400mの斜張橋となっており、高さ158mの主塔1基から左右両側へのケーブル56本で橋桁を支えている。斜張橋の下は雨季の海面上昇時でも大型船の航行を可能とするため、横浜ベイブリッジと同様に橋桁下クリアランス55mを確保している。

ブラジル国内を流れる長大なアマゾン川に架けられた唯一の橋で、マナウス市と対岸のイランドゥーバ市を結び、橋ができる以前は、対岸までフェリーで1時間以上かかっていたが、現在は車で5分ほどで渡れるようになった。ブラジル国内ではアマゾニア州の経済発展への貢献が期待されている反面、世界的には、さらなる熱帯雨林の減少・環境破壊も懸念されている。

「エンジニアリングシンポジウム2016」のご案内

今年度の統一テーマと講師陣が決定！

統一テーマ

変化に応えるエンジニアリング ～混迷の時代の突破力～

恒例のエンジニアリングシンポジウムは、本年も下記日程にて開催いたします。プログラムの内容については、シンポジウム実行委員会および同企画運営部会にて検討してまいりましたが、今般講師陣が決定しましたので、ご案内いたします。

詳細は8月中旬頃に当協会のホームページ(<http://www.ena.or.jp>)にてお知らせいたします。

☆日 時：平成28年10月21日(金)

☆会 場：日本都市センター会館(千代田区平河町)

【プログラム】

【午前の部】	A会場 3FコスモスⅠ	B会場 3FコスモスⅡ	C会場 5Fオリオン
	A. エネルギー・環境	B. 技術・安全	C. 人・経営
9:30 ～ 10:50	石川 容平氏 京都大学 特任教授	横田 浩明氏 三井造船(株) 海洋事業推進部 部長	辻 佳子氏 東京大学 准教授
11:10 ～ 12:30	山地 憲治氏 公益財団法人 地球環境 産業技術研究機構(RITE) 理事・研究所長	出浦 昇氏 鹿島建設(株) 台湾統括営業所 所長	工藤 禎子氏 (株)三井住友銀行 執行役員
【午後の部】	3Fコスモスホール		5Fオリオン・スバル・松
	全体講演		交流会
13:50	【エンジニアリング協会挨拶】協会理事長		(交流会準備)
14:00 ～ 15:30	【招待講演】 木村 康氏 JXホールディングス(株) 代表取締役会長		
20分	休 憩 (コーヒーブレイク)		
15:50 ～ 17:20	【特別講演】 山極 壽一氏 京都大学 総長		
10分	休 憩		
17:30 ～ 19:00			【交流会】

編集後記

ENAA Engineering 2016
No.143

- 少子高齢化、プロジェクトの大型化が進むなか、ベテランと若手を対にして、2つのプロジェクトを1つずつやるのではなく、2つを2人で行う。1つはベテランをキーパーソンに、もう1つは若手をキーパーソンにしてベテランをサブにつけるというやり方です。いわゆる“バディ”です。これがいい技術の伝承になると思います。(座談会)
- インターフェイスを全部見て、全体を捉えてやっていくのが日本人の特性です。エンジニアリングは日本人に向いています。最後に日本が生きていけるのはエンジニアリングだと、エンジニアリングは絶対に日本を救うと信じています。(三菱日立パワーシステムズ、西澤社長)
- 協会の顧問で元理事長、重久日揮グループ代表は常々言っておられます。日本人のコンピテンシーは「緻密・正確」「チームワーク」「包容力」「計画性・粘り」「組織へのロイヤリティ・責任感」。エンジニアリング産業に最も適しているのは日本人だと固く信じています、と。
- エンジニアリング技術の伝承とは、日本人の持つ特性といえる、このコンピテンシーを失うことなく、磨いていくということなのでしょうか。若手にも生まれながらに日本人のコンピテンシーが身についている。それを先輩達がOJT、OffJT、現場指導、バディ方式等々で徐々に引き上げていくことなのでしょうか。
- 日本人のものづくりの強さは他国も認めるどころです。そして日本人はそれをさらに高める努力を惜しみません。反日・爆買いの中国人もだんだん認めるようになって来たようです。日本の清潔さ、思いやり、おもてなしの心、そして日本の文化が外国人の人々に理解・評価されるのは喜ばしい限りです。この日本人の持つ天性を失うことなく磨き続けることこそ、エンジニアリング技術の伝承の基礎なのではないでしょうか。

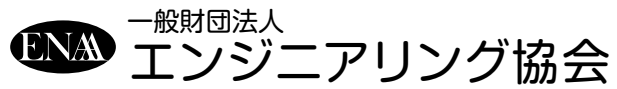
(笠原 文東)

【広報誌編集分科会】

分科会長：笠原 文東 日揮(株)
副分科会長：高屋 哲二 JFE エンジニアリング(株)
委 員：上野 浩幸 (株) IHI
中野 一生 (株) 大林組
大高 慎一郎 鹿島建設(株)
松澤 謙一 新日鉄住金エンジニアリング(株)
山口 明 石油資源開発(株)
大久保 澄 大成建設(株)
赤松 勝 千代田化工建設(株)
小林 尚人 電源開発(株)
川腰 浩文 東洋エンジニアリング(株)
栗林 良 日揮(株)
合田 宏之 三井物産(株)
河野 浩一 三菱重工業(株)
事務局：児山 信之
小倉 三枝子

発行：一般財団法人エンジニアリング協会
〒105-0001
東京都港区虎ノ門3-18-19(虎ノ門マリンビル10階)
TEL. 03-5405-7201 FAX. 03-5405-8201
<http://www.ena.or.jp/>

制作：東洋美術印刷株式会社



Engineering Advancement Association of Japan (ENAA)

105-0001 東京都港区虎ノ門3-18-19 (虎ノ門マリビル10階)

TEL 03-5405-7201

FAX 03-5405-8201

<http://www.ena.or.jp>

