

## ◆平成 27 年度 第 7 回（通算第 54 回） 蔵前ゼミ 印象記◆

日時：2015 年 12 月 14 日（月）

場所：すずかけ台 J221 講義室

### 開発の原点

#### || ニーズと技術力の融合 ||

澁谷 榮一（1976 機械物理，78 機物 MS）JFE エンジニアリング(株) 専務執行役員 都市環境本部 本部長

怖い怖いダイオキシンを制した JFE エンジニアリング(株)の澁谷さんチームに拍手喝采だ。環境汚染物質としてダイオキシンほど恐ろしいものはない。ダイオキシンを意図的に作ろうとした人は誰もいないが、ゴミを燃やすとできる。枯葉剤や PCB や DDT を合成すると微量ではあるが副産物として出来るようだ。ダイオキシンは毒性が強いため微量でも、とんでもない悪さをする。招かざる客とはこのことだろう。澁谷さんたちは、ごみ焼却炉の改良を重ね、ついには次世代型の高性能焼却炉を実現することにより、ダイオキシンが発生しないようにした。画期的なこの方法のミソは製鉄業から出発した JFE の得意技である炉の技術力を巧みに利用した点だ。ニーズと技術力が見事にマッチした成果で、分析力（何が必要で、どこが問題かを見抜く力）さえあれば道が開けることを意味している。分析力ならば日々の研究室生活で十分に身につく。あとは澁谷さんお奨めの「あきらめない、へこたれない、ぶれない」があれば OK だ。そういえば、Microsoft 社を創業した Bill Gates が「分析力と決断力があれば何でもできる」といつていた。

エンジニアリングの役割も「便利な物を作り 社会を変えること」から「社会を創ること」へと高度化していることを実感できたとしたら、上記の事例以外に 5 つ (注 1) もの具体例を挙げて JFE の秘策（講演のタイトル参照）を披露した澁谷さんも本望だろう。本当は社外(株)にしておきたいところを若手の育成が急務との思いから、伝授することにしたのだ。澁谷さんの話を真剣に聞いた人は、エンジニアリングの世界で生きていくために有用なナビゲーションシステムを手にしたことになる。

才色兼備という褒め言葉があるが、澁谷さんのスライドはまさに そうだった。分り易くて美しい。教室の後ろからも苦勞せずに文字が読める。何よりも講師の説明がなくてもスライドの内容が読み取れる。聴衆に負担をかけない理想的な作りにな

っていた。将来、何十億円、何百億円という商談をまとめる際の資料の作成を任されたら、今回の PowerPoint 資料を思い出そう。

#### 1. 澁谷さんのキャリアと 3.11

澁谷さんは、小学校から大学院を修了するまで大岡山で過ごした。大学のキャンパスが遊び場だったわけで、その傾向は入学してからも続き、6 年間テニスを楽しみ健康的な学生生活を送ったそうだ。1978 年に日本鋼管（JFE の前身）に入社し、塵芥（じんがい）処理設計室に配属された。それ以来、環境部門一筋で 30 年以上になる。東日本大震災のあった 2011 年には震災復興事業部長を務めた。復旧・復興に欠かせない瓦礫（がれき）処理の陰の立役者だったのだ。宮城・福島両県で、合計 82 万トンもの震災ゴミを焼却処理した。激甚災害の瓦礫処理となると埋め立てや単純焼却に走りがちだが、澁谷さんたちは、放射性物質に対する配慮を含め、エンジニアとして迅速かつ冷静に対応した（詳細は 注 2 参照）。

澁谷さんには、講演会後の交流会で個人的なことも、差支えない範囲で、聞きたいと思っていたが、どうしても外せない用事があるとのことで途中退室となり、かなわなかった。そんなわけで今回の印象記は“調味料無しの料理”となってしまった。

#### 2. JFE エンジニアリング(株)の紹介

会社概要は JFE の Web page に譲ることにして、ここでは簡単に JFE の代表作を紹介しておこう。JFE エンジニアリングは鉄鋼業と造船業を源流としており、これまでに培ってきた技術を集大成する形で、あの有名なスカイパーク（シンガポール、図 1）を作り上げた。高層ホテル 3 棟の上に浮かぶ船のような形から、なるほど JFE が得意とする鋼構造物だと納得した人も多いただろう。実際、造船ドックでタンカーを作るときのように 14 のセ

グメント（部分）に分割し、建造したそうだが、問題は重いもので700トンにも及ぶセグメントをいかにして地上200mもあるホテル上部まで吊り上げ、据え付けるかだった。長大橋の建設で培った大ブロックの架橋技術を応用したことはもちろんだが、「メガリフト工法」を開発し、わずか3ヶ月という短期間で据え付けを完了し世界をあっと言わせたそう。過去の経験で蓄積された要素技術の総合的な活用に加え、構造エンジニア・吊り上げのスペシャリスト・設計のプロ・架設の熟練工が一体となって初めて成し遂げられた事業で、JFEの実力をよく物語っている。JFEエンジニアリングは、“くらしの礎（もと）を創る”と“環境都市の未来を拓く”を標榜して、社会に対して存在感をアピールするとともに社員の士気を高めている。

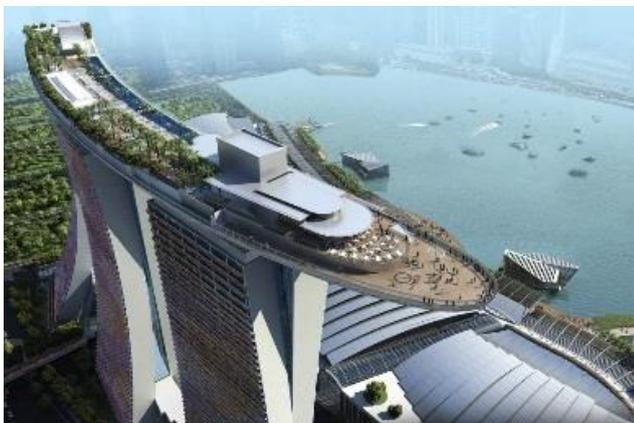


図1. JFEエンジニアリングが2010年にシンガポールに建設したスカイパーク(空中庭園)。出典: Awesome Structures: Marina Bay Sands [Skypark](#), Singapore. In THE TRAVEL MAGAZINE, [1000LONELYPLACES.COM](#).

JFEの前身である「日本鋼管(株)」時代を知る者には驚きの展開だった。ダイオキシン・フリーのゴミ焼却施設や新PET診断薬の開発と供給ビジネスにまで話が及んだからだ。製造業といえども、エンジニアリングはもはや単に物を作る技術ではなく、国家レベルで取り組んでいる問題を解決していく業務のようだ。そのためには、「問題解決のために、社会を支えるシステムを創造し、サービスを提供することがエンジニアに求められている」と聞いて、エンジニアを目指していることを誇りに思ったに違いない。

このようなニーズにどのように応えてきたかをJFEエンジニアリングの事業展開(注1)をたどりながら説明した上で、それらの事例から導き出されるエンジニアリングの成功の方程式を導いて見せたのが今回のゼミだった。すなわち新たなニーズ

に応え社会の発展に寄与するために必要な「開発の原点」は、前述した分析力と自社にある技術の融合にあるというのだ。JFEの秘伝を伝授してもらおうと、PET等の新規ビジネスも、鉄鋼業・造船業を源流とするJFEの発展形であることがよく分かった。後述するように、財政難からインフラや設備の更新ができずに困っている自治体や高度医療機関の問題を何とか解決したいという模索から生まれた見事なコスト削減策だったのだ。

### 3. エンジニアリング業務の魅力と基本

人々の当り前の日常を支え、それがより豊かな生活へとつながるように、私たち人類が考えるべき優先順位の高いテーマに密着し、課題解決を図る。このように大きな社会貢献ができることがエンジニアリング業務の魅力だそう。具体的には以下のような問題を解決するための社会システムを創造し、サービスを提供していくことになる：(1) ごみ問題、(2) 水問題、(3) エネルギー問題、(4) 大気汚染、(5) 交通インフラ問題、(6) 生態系を包括した環境問題、(7) 高齢化問題、(8) 自然災害。すなわち、エンジニアは次のようなプロジェクトを推進することになる：① 資源化循環型社会を創る、② エネルギー安定供給の社会を創る、③ 国土インフラ(橋・港湾施設・堤防)を創る、④ 機械とシステム(産業機械・船舶用環境装置・流通システム)を創るなど、経済社会活動の根幹を担う基盤的な産業(オーダーメイドでプロジェクトごとに仕事内容が異なる)に関わることになる。よく「あらゆる知識・情報・経験・技術を結集しなければならない」と言われるのはそのためだ。

漠然と分かったつもりでいた“エンジニアリング”も具体的な言葉にしてみると、よりはっきりとイメージできるようになる。エンジニアリングの基本について、澁谷さんはこう述べた：「顧客の要求に対し、最適なプラントの“計画・設計・調達・建設・試運転・引渡し”までの全フェーズを専門的かつ高度な技術でトータル・コーディネートし実行することが基本となります。この基本を、設計(Engineering)、調達(Procurement)、建設(Construction)の頭文字をとってEPCと略しますが、このEPC遂行能力をいかに高めるかがエンジニアリング企業の要となります」。EPC力は、澁谷さんの勧める「現場主義」に従って、入社後に実践(実戦)で身につけることにしよう。考えてみれば、大学の研究室における研究も計画から論文に

仕上げるまでの過程を経験すれば、EPC そのもので Total coordinate 力がつくはずだ。

#### 4. ニーズに応える商品開発

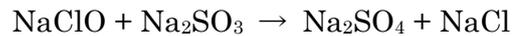
**注1** に記した事例①～⑥が紹介された。ここでは、澁谷さんには申し訳ないのだが、読者の負担を考えて、つまみ食いさせて貰うことにしよう；おいしい料理だからこそ腹八分。何が印象に残ったかは人それぞれだが、私が興味を持ったのは次の3つの事例だ。

##### 4-1. バラスト エース

大型原油タンカーでは、バランスをとるために、原油を積んでいない時は原油の代わりに海水を入れて重心を低く保っている。この海水を排出するのは遠く離れた異国の港になるので、外来生物種（プランクトンや魚など）の持ち込みによる生態系の攪乱という悩ましい問題が起きている。製鉄業と造船業を源とするJFEにとっては是非とも解決したい問題だ。貨物船が空荷で出港するとき積み込む海水の呼称がバラスト水（Ballast, 船底に積む重し）ゆえ、バラスト水開発プロジェクトとよぶことにしよう。最近では大型客船もバラスト水を使うようになっていたのでニーズは大きい。JFEでは2003年からバラスト水開発プロジェクトを立ち上げ、具体的なニーズを徹底的に分析した。その結果、①生態系を保護するためにバラスト水中の生物は完全に除去ないしは死滅させなければならない、②船という限られた空間なので装置・素材はコンパクトでなければならない、③安全な方法でなければならない、④使用する器材は入手が容易でなければならない等の必要条件が洗い出された。「ここで質問です。皆さんならどうしますか」と問いかげられ、メモを取る手を休めて、私も考えた：煮沸（コスト高？）、フィルター（目詰まり？）、紫外線ランプ（低効率？）、化学薬品（生態系に悪影響？）、放射線（管理が大変？）…会場からもいいアイディアは出ず、JFE社が考案した方法の紹介となった。JFE社の解は、化学薬品による処理だった。私自身は現役の時に15年近くに渡って1年生向けの「環境安全論」を担当した経験から、化学薬品は生態系に悪いだろうと候補から除外していた；開発の壁は先入観のようだ。

JFEが開発したバラスト水の処理法は、海水フィルターを通して50μm以上のプランクトンを除去し海に戻した後に、殺菌剤を注入するというもの

だった。殺菌剤としては、水道水やプールの消毒に使われている次亜塩素酸ナトリウム（NaClO）を使用し安全性を担保した。目的地でバラスト水を排水する時は、亜硫酸ナトリウム（Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, 食品の酸化防止剤として広く使われている）で中和し、下式のようには海水に含まれる成分に分解するという安全で確実な方法を開発することに成功した。殺菌剤・中和剤ともに一般に使用されている汎用薬に着目した点がミソだろう。



殺菌剤      中和剤      海水成分に完全分解

開発6年目に国際海事機関IMOの最終承認を得、翌2010年には国土交通省の型式認定を受けて販売を開始した。日本でのシェアは6～8割、世界シェアは10%とのことだったが、今後大きく伸びるに違いない。

##### 4-2. 新PET診断薬の開発と供給ビジネス

画像診断装置PET（Positron emission tomography）については、私も大学院の「生体情報学特論」で講義したが、1回の授業でカバーするのは難しい。ポジトロンや短寿命核やサイクロトロンという用語が初めての人には90分かけてもチンプンカンプンなのがPETゆえ、多くの学生にはよく分らなかったかも知れない。しかし、次のような内容がつかめたとしたら澁谷さんも許してくれるだろう。

PETは悪性腫瘍の早期発見などに威力を発揮している診断装置で、短寿命核（<sup>11</sup>C,  $t_{1/2} = 20 \text{ min}$ ; <sup>13</sup>N,  $t_{1/2} = 10 \text{ min}$ ; <sup>15</sup>O,  $t_{1/2} = 2 \text{ min}$ ; <sup>18</sup>F,  $t_{1/2} = 110 \text{ min}$  など）から放出されるポジトロン（e<sup>+</sup>, 陽電子）の性質を巧みに利用し、画像化する。そのためには、腫瘍に集積しやすい分子を<sup>11</sup>Cや<sup>18</sup>Fなどで標識しなければならないが、短寿命ゆえ使用場所（病院）でそれらの短寿命核を製造し、それを用いて腫瘍集積性の化合物を迅速に化学合成し、患者の体内に注射しなければならない。このとき必要なのがサイクロトロン（短寿命核製造用の加速器）と自動合成装置のセットで1式15億円にもなる。そんな訳でPETは先端医療機関にしか整備されていないが、それら先端医療機関にしても老朽化したサイクロトロンの更新が出来ず困っている。

そこで、PET検査に必要な薬剤製造システムに関連した“建屋設備の基本設計から機器製作、据え付け、運転まで”をトータルにサポートするサー

ビスを展開していたJFEエンジニアリングは知恵を絞った。もう少し半減期の長い核種を用いれば、どこか1カ所で検査用の薬剤を作り、それを各病院に配送することが可能になる。多くの病院は多額の費用を要するサイクロトロンの更新が不要になるのだ。こうして、陽電子放出核種であるジルコニウム-89 ( $^{89}\text{Zr}$ ,  $t_{1/2} = 78.4 \text{ h}$ ) で標識した抗体 (例えば、癌細胞に特異的に結合するもの) を用いるPETイメージング診断法が確立し普及しつつあるとのことだった。

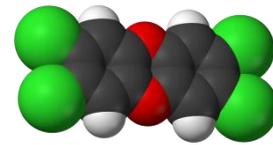
#### 4-3. ハイパー21 焼却炉

ここからが澁谷さんたちの仕事だ (一部は第1節「澁谷さんのキャリアと3.11」で紹介した)。焼却という童謡の「たき火」を思い浮かべるが、澁谷さんの話を聞きながら燃焼科学も進歩したものと感心した。今では、冬の風物詩だった焚火は人の心にはいいのだが、環境に悪いということで禁止されている。『垣根の 垣根の曲がり角／たき火だ たき火だ 落葉たき／あたらうか あたらうよ／北風ぴいーぷうー 吹いている』という単純明快な世界から、私たちは“高温空気燃焼技術”の時代へと足を踏み入れ、理想的な「低空気比燃焼 (Low-excess-air combustion)」を手にしたのだ。

ゴミを焼却するというだけならば、ただ同然の空気をどんどん送り込めばいいが、高温の炉の中では、燃焼に使われなかった空気中の酸素 ( $\text{O}_2$ ) は、空気の主成分である窒素 ( $\text{N}_2$ ) と反応して有害なノックス ( $\text{NO}_x$ ) が出来るので、送り込む空気量は必要最小限にしなければならない。理論的に必要な空気量を“1”とすると、旧式の焼却炉では約1.8倍の空気を使っていたが、JFEでは1.3倍にまで下げることに成功した。 $\text{NO}_x$ の低減化はもちろん、給気が減った分だけ排気も減るので、排ガスが持ち去る熱量が減少する。従って、ボイラでの熱回収効率が向上し、付設の発電システムによる発電量の増加にも貢献する。

澁谷さんたちが初めて実用化に成功した高温空気燃焼技術を用いた低空気比 (注3) 燃焼炉について少し詳しく見てみよう (図2)。熱交換器で予熱された高温空気と燃焼排ガスの混合気体 (低酸素高温空気,  $>800^\circ\text{C}$ ) を炉壁の多数のノズルから炉内に吹き込むと、図2のようにゴミ層の上部に安定な燃焼領域 (よどみ領域) が形成され、ゴミの熱分解が促進されるために、低空気比 (1.3倍量の空気) であっても安定な燃焼を行うことができる。ノズルか

ら高速噴流として供給された低酸素 高温 混合空気は、火炎上部の燃焼ガスと混じることにより、さらに酸素濃度は低下し、炉内では緩慢な燃焼が安定かつムラなく進行する。火炎の最高温度も適度に低下するため、 $\text{NO}_x$  生成反応が抑制される。



2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxin

ダイオキシン類は高温 ( $>850^\circ\text{C}$ ) で分解されるが、徐冷すると再結合し ( $300\sim 400^\circ\text{C}$  付近をピークとして) 蘇るので、焼却炉の安定な24時間連続運転が欠かせない； 間欠運転では炉の立上げ・立ち下げ時にダイオキシンが発生する。最近のゴミ焼却炉では、燃焼ガスの高温滞留時間が十分に確保されており (ダイオキシンがほぼ完全に分解される2秒以上)、かつ燃焼排気ガスの急冷塔が設置されているのでダイオキシンの心配はいらないそうだ。JFEではこの次世代型ストーカ式焼却炉を“JFE Hyper 21 Stoker System” (注4) と名付けて普及を図っている。

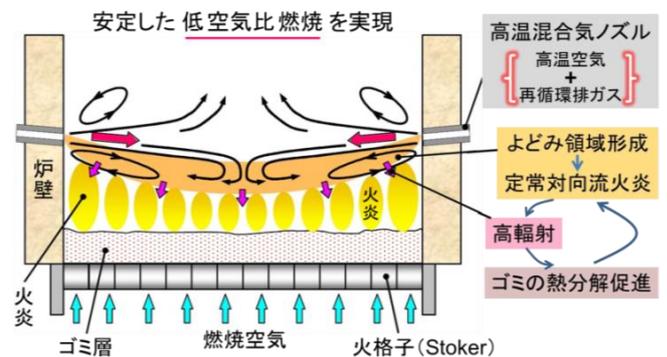


図2. Low-excess-air 燃焼の概念図。“高温空気燃焼技術”とは、安価な空気を加熱して燃焼場に供給し、高温を維持しながら酸素濃度を極力低く (理論的必要量の1.3倍程度に) 制御して燃焼させることにより、局所的高温部のない安定燃焼を実現する技術。ストーカ炉への適用原理は、炉の両側面から高温空気と排ガスを混合して温度と酸素濃度を調整した気体を吹き込むことにより、ゴミ層直上の空間に高温かつ低酸素状態の安定した燃焼場を形成させるもので、これにより従来燃焼に比べて大幅な低空気比燃焼条件下でも局所高温部がなく安定した燃焼を可能にした。

ハイパー21 焼却炉は 各地のゴミ焼却プラントに採用されており、そこにはゴミ焼却発電システムも組み込まれている。将来的には、EVゴミ収集車ステーションを併設する計画だそうだ。ゴミ焼却

発電の電気でゴミ収集車が動くようになれば、走行時「ゼロエミッション」も夢ではない。災害時には蓄電池を非常用電源として自治体に供出できる。よくもここまで来たものだと感心させられたが、澁谷さんを動かしてきたのは、(1) いつまでも外国の技術<sup>(注5)</sup>に頼り、ロイヤリティ(特許料)を払い続ける手はないだろう、(2) 社会の変化に対応してモデルチェンジを継続し、世界トップレベルの技術力を堅持しなければならないという思いだった。

## 5. 澁谷さんからのメッセージ

澁谷さんの先輩にあたる小倉 康嗣(1976 金属, 1978 金属 MS; JFE 鋼板社長)に、「今度はお前の番だぞ」といわれて、今回の講師を引き受けた。蔵前ゼミは2ヵ所で開かれている: 1つは本ゼミ、すなわち蔵前工業会の神奈川県支部が始めた元祖“蔵前ゼミ”で、すずかけ台キャンパスで開かれている。もう1つは、少し遅れて東京支部が大岡山キャンパスで始めたもので“大岡山 蔵前ゼミ”と呼んで区別している。推薦人の小倉さんは大岡山 蔵前ゼミの講師を務めたので、その経験談を参考に澁谷さんは今回の話の内容を練り上げた(大岡山 蔵前ゼミは先端技術に重きを置き、この蔵前ゼミは苦労話や危機を乗り切った経験談など職業人としての姿勢に重きを置いている)。そんな訳で、司会者の「今日は、澁谷様には、苦労話を交えながら、このような生き方がいいのではないかとという学生へのアドバイスを頂けるのではないかと思います」という紹介を受けて、「そうと分っていれば、もう少し違った話を用意できたのですが…」で今回のゼミは始まったが、最後にアドバイスがあったので、結びのスライドを引用しておこう。

### ニーズに応える技術者であるために

経験から学ぶ!

- ① 仕事のえり好みをしない、領域を広げる
- ② 現場主義、宝は現場に落ちている
- ③ あきらめない、へこたれない、ぶれない
- ④ バランス感覚
- ⑤ 仲間意識、友(ときにはライバル)

澁谷さんの話に耳を傾けながら、こうも考えた: (1) 生きるためには過度のストレスは禁物だ。一般的にはストレス軽減の最良の策は「諦める」ことゆえ、「三日坊主」を責めるわけにはいかない。「諦めが肝心」といわれるように、それが普通なのだ。この普通を日常的にしないためには仲間が

要る。チームを組めば大きな仕事ができるが、それ以上に、ここで諦めたら皆に悪いという意識が働く。“三日坊主”本能にブレーキをかけてくれるのが仲間だ。(2) ゴミ焼却炉がどんなに進化しても、基本は燃やすゴミを極力減らすことだろう。自然界の循環を大切にしながらはじめて、私たち人類は長期にわたって世代を重ね繁栄を享受できるのではないだろうか。

-----  
(注1) ニーズに応える商品開発の事例紹介: ① 進化し続ける駐輪場「Cycle Tree」、② スカイパーク(シンガポール)、③ 一貫サービスの提供(箱根地区水道運営事業, 神奈川県; 技術者・財政不足にあえぐ自治体に対し、事業運営全体を提供。今後は海外への展開も視野に)、④ バラスト エース(大型原油タンカー)、⑤ PET 検査システム、⑥ ハイパー-21 焼却炉(高性能ストーカ炉, ごみ焼却発電システム)。

(注2) ① 迅速な対応: 他用途のために製作中だった炉を急遽転用し、わずか3ヵ月で仙台市宮城野区蒲生(がもう)に仮設焼却炉を建設し、東北被災地で初となる本格的な震災廃棄物焼却を開始した。当時の環境大臣 細野豪志も視察に訪れている。② 廃熱の有効利用: 焼却エネルギーの回収には発電や蓄熱が考えられるが、被災地の仮設焼却炉からの小規模廃熱の場合は、設備投資に費用がかかる発電ではなく、温水による暖房熱源として利用する方がよいと結論し、仮設焼却プラントの“混合ゴミ手選別ライン”の暖房をまかなうことにした。③ 放射性物質への配慮: 福島第一原子力発電所の事故によって放射性物質が東日本の広範囲に飛散した。放射性物質のうち半減期が長いセシウム-137 ( $^{137}\text{Cs}$ ;  $t_{1/2} = 30.2$  years) による汚染が大きな問題となる。廃棄物や農林業系副産物の焼却処理は、減容化を図る上で有効だが、焼却処理によるセシウム(Cs)の蒸散を抑えなければならない。そこで澁谷さんたちは、焼却処理時のCsの挙動を実験的に調べ、Csが蒸発して飛灰に移行しにくくする方法として、二酸化ケイ素( $\text{SiO}_2$ )含有物を添加する焼却法を開発した。◆特に放射性廃棄物を受け入れて焼却・減容化する施設では密閉が基本なので苦労したそうだ。現在、焼却施設内に一時保管している灰固形化物は中間貯蔵施設に移すことになっているが、その計画は思うように進

んでいない。国の施策に、「一体どうなっているのか！」といたくもなるが、ここは冷静に いかにか復興に貢献するかを考え、東京ドーム 20 杯分ともいわれる高放射性廃棄物の中間貯蔵法を真剣に考えているそうだ。1 つのアイディアは JFE が有するコンテナ立体格納庫技術の活用だ そうだ。

(注3) 空気比：純粹理論的に燃焼に要する酸素を含有する空気量を“1”とした時に、実際の燃焼反応比率を考慮して、炉内に供給する必要のある空気量。従来は、1.8 程度だったが、これを 1.3 に 下げることに成功した。

(注4) “JFE ハイパー21 ストーカーシステム”は、独自技術である (1) 高温空気燃焼制御技術を応用した低空気比安定燃焼技術と (2) 焼却炉一体型灰処理による灰の無害化技術により、**1** 環境負荷物質の低減と **2** エネルギー回収率の大幅向上、さらに **3** ランニングコストの低減を実現した

ゴミ焼却炉である。日本燃焼学会技術賞 (2003) や日本産業機械工業会会長賞 (2008) を授与されている。

(注5) 我が国では、1960 年代の高度成長とともに廃棄物が増え始め、処理技術の近代化を迫られた。JFE では、前身である日本鋼管時代の 1970 年にデンマークのフェルント社からストーカー炉\*の技術を導入し、廃棄物処理分野に本格的に参入して以来、多くの関係者がストーカー炉の改良を重ねてきていた。

\*ゴミをストーカー (Stoker= 火格子。下から空気を送り込み、ゴミを燃えやすくするために金属の棒を格子状に組み合わせてある) の上で転がし、焼却炉上部からの輻射熱で乾燥・加熱し、攪拌・移動させながら燃やす仕組みの焼却炉。犯罪者の Stalker とはスペリングが異なる。

## H27 度蔵前ゼミを終えるにあたって

太田 幸一 (1968 電気, 70 電気 MS) 元富士通エフ・アイ・ピー社長, 蔵前工業会神奈川県支部長

2015 年度も、前期は「企業社会論」(生命理工の湯浅先生担当)、後期は「企業と社会」(総理工の北本先生担当)の一環として、それぞれ 4 回と 3 回、計 7 回のゼミを終えることができた。内容的には、(1) 自治体・消防署、(2) 大手企業の知財\*、(3) 特許事務所、(4) 次世代ディスプレイ開発、(5) 工作機械・金属 3D プリンター、(6) 半導体・真のグローバル化、(7) 都市環境・ゴミ処理プラントの進化など広い分野をカバーし、学生の皆さんの期待に応えられたのではないかと思います。

これらの話を通して、世のトレンド (産業界の現状) を感覚的にとらえることができたとしたら、それが皆さんのアドバンテージになる。お金では買えない貴重なものだ。年度の結びとして、もう一度、企業と企業人が置かれている状況を簡単に整理しておこう。

**1** イノベーターであるべし：今日の澁谷さんの話にもあったように、たゆまぬ開発の継続が欠かせない。Apple や Google の創業者は Sony の製品に憧れ、それを見習いたいと努力し現在に至っ

ていることは覚えておきたい。イノベーターでない企業は生き残れない。**2** ビジネスの中心がモノからサービス・ソリューションへと変わっている：これも今日の話にあったように、運用まで含めた製品開発が必要な時代になっている。GE が後発ながら、航空機エンジンの市場を制したのは、航空機エンジンの販売・保守サービス・金融サービスを一体化させたからだ。日本の小松製作所が独自に開発した Komatsu Machine Tracking System も優れたビジネスモデルで、納入した建設機械の稼働情報を遠隔で確認し、より良いサービスにつなげている。今はやりの IoT (Internet of Things) の先駆けだ。GE・コマツ・アップルなどの共通点は、単に物を売るだけでなく、顧客に新しいサービスを提供することで、顧客の囲い込みに成功していることだ。「頼らざるを得ない存在」として業界での地位を確立していくためには、製造業からサービス業までを統合した新業態への脱皮が求められている。**3** グローバル化：インターネットの普及で私たちは情報にはもはや国境がないことを実感している。実際には情報だけでな

く、物にも人材にも垣根がなくなりつつある。前回 池田さんが熱弁をふるったとおりで。④ SCR: 環境を無視しては ビジネスは成り立たない。ドイツのフォルクスワーゲンが、排ガス規制を逃れるために、ディーゼル車に不正なソフトウェアを搭載していた問題は記憶に新しいだろう。社会的責任を果たさない企業は淘汰される。

蔵前ゼミを通して、企業活動に必要な感性を磨き、おぼろげながらも自分のキャリアパスをイメージできるようになってもらえたら主催者として本

望だが、キャリアには運もある。運は自分で引っ張ってくる以外にないが、このゼミ後の交流会も運をつかむ第一歩になるかも知れない。是非交流会にも参加し、先輩と話して欲しい。少なくとも運を引っ張り込む力はずくはずだ。

**\*2015年度 第2回目(5月)の印象記は、今のところ 一般公開していませんが、Email で shirose@bio.titech.ac.jp に申し込んで頂けば、添付ファイルでお送りします。**

(東京工業大学 博物館 資史料館部門 特命教授 広瀬茂久)



宮城央子