

# [特集] 知の継承

経験したものだけが持っている「知」。  
それを次の世代に伝えていく方法のひとつにマニュアルがあります。  
しかし、マニュアルでは伝わらないもの、  
実際にやってみることでしか伝わらないものが確実にあります。  
それがビジネスにとっても文化にとっても、  
非常に大切だということが次第に認識されるようになってきました。  
知の継承……この普遍的なテーマの現代的意味について検証してみます。

Global Edge No.13 2008 Spring

C o n t e n t s

特集「知の継承」

Keyman's Talk

“知の継承”が生み出す新しい価値 高木 晴夫×白石 真澄……4

OPINION FILE

「良い現場所長」を育てる 小澤 一雅……10  
ホワイトカラーにおける暗黙知とその継承 楠見 孝……12  
バーチャルリアリティ技術を用いたものづくり基盤技術・  
技能の伝承と人材育成 綿貫 啓一……14

WORLD ECO TOPICS

ハンガリーのエネルギー事情と日本・ハンガリー協力による  
バイオマス発電プロジェクト ゾルタン・ロンタイ……16

中上 紀のここが知りたい物語

徳島 天空と果て無き海と 中上 紀……18

NEW AGE VIEW

フルート奏者 滝沢ミナコ……24

匠の伝承

最先端技術に宿る匠の心……26

Essay「ステキ空間・オモシロ時間」

北村 薫／庄野 真代……30

十七音の風景

大高 翔……34

J-POWER Information……35

表紙イラスト：鯉江光二

本文デザイン：矢田秀一





関西大学政策創造学部教授  
白石 真澄

鋼の国際的な需要や国際競争で、日本国内で製鉄所を新たに持つて鉄の増産をする場面が長い間ない。それで、製鉄所をつくる技術者が、後継者を育てる場面がないのです。溶鉱炉をつくらないことには、つくる技術を継承できないのです。結局、何年かに一度のメンテナンスのときに「ここを重点的にやる」ことで伝えようとしています。

す。こうしたことは、最近始まったことではありませんね。  
白石 不況の時代に人を採用しなかったため、ある年齢層がぼつかりあいたことでも、同じ現象がありますね。さらに最近では、ものづくりの現場で非正規雇用が増えて、人間がつくるところがそもそも限定されてきたのですが、いろいろな場面でこういうことは起こっていますか。  
高木 古くから熟練とか、スキルと呼ばれているものは、時間をかけて形成されたもので、なかなか人間の頭の外に出てこないのです。ものをいじったときに初めて出てくる。「技能を持っていらっしゃいますよね。教えてください」と言つて、ヒアリングして、言葉にできるかというところ、そういうものではないかもしれません。実際にものを動かしてもらうとか、装置を運転してもらおうとか、初めて出てくるわけですね。  
白石 製造現場ではマニュアルみたいなものが存在しますが、そういうものには示せないわけですね。よく「暗黙知」といわれますが、どのように理解すればいいのですか。  
高木 たとえば、「この料理をつ

# “知”の継承が新しい価値を生み出す

若者たちの意欲に応える



慶應義塾大学大学院経営管理研究科松下幸之助チェアシップ教授  
高木 晴夫

● 伝えられるものと  
● 伝えられないもの

白石 本日は「知の継承」について、お話をうかがいます。いま、企業の中で、知識や技術をどう継承させていくかということが、問題になっています。特にものづくり分野で顕著だと思のですが、昨年は団塊世代が大量に退職するという「2007年問題」が話題になりました。知の継承が難しくなることでクローズアップされたわけですが、それでも、それ以前には、知の継承は問題になっていなかったのでしょうか。  
高木 以前から問題になっていましたね。たとえば、製鉄業や製油所のような巨大装置を持っている産業。特に製鉄所は最近、新しい溶鉱炉をつくらないのです。つくらないというか、つくれない。鉄

手づくり品のよ様な形の工業製品がつくれれば、そこにビジネスチャンスが生まれます。一般の工業製品よりははるかに質がよくて、仕上げもきれいだけれど、値段もそこそこというものをつくれればいい。そのためのノウハウが標準化の中に隠されているわけです。(高木)



高木 晴夫(たかぎ・はるお)

慶應義塾大学大学院経営管理研究科松下幸之助チェアシップ教授。慶應義塾大学グローバルセキュリティ研究所上席研究員。1973年慶應義塾大学工学部管理工学科卒業。同大学院工学研究科修士課程ならびに博士課程を修了。84年ハーバード大学経営大学院(ビジネススクール)博士課程修了。同校より経営学博士号授与。専門は組織行動学、情報組織論。主な研究テーマは、「組織のフラット化・ネットワーク化」、「チームのコラボレーション向上のためのリーダーシップ」など。主な著書に『ネットワークリーダーシップ』(日科技連出版社、1995年)、『慶應ビジネススクール高木晴夫教授のMBA授業Live!リーダーシップ論』(中経出版、2002年)、『トヨタはどうやってレクサスを創ったのか』(ダイヤモンド社、2007年)など。

くつてくださる」「はい、できません」というように「できること」がありますよね。できるためには、何かを知っていかなくてはいけないわけです。ところが、知っているという事は、「文字で書きあらわして知っている」というのと、「文字には書けないけれども知っているもの」があります。

文字にならない部分というのは頭を働かせるとか、筋肉を動かすとか、体を動かすとかして、動作をとったときにあらわれてくるものなのです。そのあらわれてくるものを映像で撮っても、何かしゃべっているのを録音・録画したとしても、それを見たときにまねができるかという、簡単にはまねはできない。

白石 よく「盗んで覚える」とか、「見よう見まね」というふうに申しますけど、それですね。言葉で説明できない。

高木 形式知というと、形であらわした知識みたいなものです。暗黙知というのは、「よくわからないもの」という分類です。だから、暗黙知を形式知にするとよいというのは、これは半分正しいけれど、半分間違っています。暗黙知は、どうしても文字にならないものを

間違えず持つている。

白石 その暗黙知が製造業ではとても大事で、金型一つつくるにも、いまはCADみたいなものでちゃんと形にはなるけれども、どういうふう削るとか、どういうふう塗装していくとかいうのは、数字とか図面だけではなかなか表現できない。そこで、暗黙知の継承がすごく危ないといわれていると思うのですけれども、伝えていくためには、どうすればいいのでしょうか。

高木 厳密に言うと、伝えるものではないと私は思うのです。もともと体の中に入っているもので、その方自身も表現できない。でも、やればできる。表現ができないものは、伝えるのではなくて、「見よう見まね」とか、一緒にやってみるとかという方法をとるのですね。

白石 それを次の世代に伝える、送っていくには、相当手間暇がかかりますか。

高木 手間はかかるけれども、たぶん、時間はそんなにかけられないと思います。

### ●●● 表出できるものは標準化する

白石 具体的にそういうことをうまくやっている企業、そこにしかない特別な技能を伝える取組みをしているようなところはありますか。

高木 私が知っている中で代表的なのはトヨタ自動車ですね。表出できる部分について彼らは「標準化」という言葉を使う。

ものをつくるときに、ほかの人がやってもうまくいかないことを、ある人物がやると安定的に形成できる場合、何とかしてそれを標準にするのです。標準にするためには、やっていることを外部から計測するやり方を工夫しないと、表出したことにはならないのです。

白石 2年ぐらい前に、ものづくり日本大賞というのがあって、私も審査員の末席に加えさせていただいたのですが、私がすごくおもしろいと思ったのは、トヨタが世界同時生産のために、液晶モニターを工場の組み立てラインに設置して、何をどのように組み立てるか図式化して映像で見せる。それをやることによって、昔は技術者が50人、100人単位で現地に行っていたのが、その必要がなくなり、現地の、熟練者ではない

人たちにそれを理解させることに成功したのです。

高木 それがまさに標準化です。その映像で見せるときに、だれが見てもできるようにするには、どうしたらいいのか、そういったところにポイントがあるのです。

白石 世界で家具の廉価販売をするスウェーデンのイケア。あそこの組み立て家具のマニュアルもそうなっています。絵だけ見たらわかるという。

高木 標準化を進めると、工業製品はできるのですけれども、工芸品はできないのです。アートではなくなってしまうのです。

白石 これからは、工業製品として標準化のレベルを追求するものと、もっとクリエイティブティや独自のノウハウを入れ込んでいくものと、大きく二つに分かれていますね。

高木 もちろん分かれるでしょうね。しかし、分かれさせてしまうと、ビジネスチャンスを失うと思うのです。

白石 工業製品は安くて、手づくり品は高い。手づくり品を買える人はなかなかいないですね。

高木 そうですね。でも、手づく

### ●●● 分業が生んだ知の継承の難しき

白石 知の継承の問題には、日本の産業構造や組織構造というものが大きくかかっているのではないかと、この見方もあると思うのですが……。

高木 近年特に知の継承がやりにくくなっているということですね。たとえば組織を設計するとき、必ず分業を念頭に置いて組織を設計します。効率を考えると、必ずそうなります。だけど、全体を見たときに、全体最適にはならない場合が多い。実は重複があったり、逆に重複がないがゆえに全体のバランスが悪くなって、かえって余計なコストがかかってくる場合があります。

白石 企業では最近、コンプライアンスとか、リスク・マネジメント

トという発想が出てきて、リスク・マネジメント部門にいろいろな人たちをコミットさせることによって迅速に対応していこうという取組みが徐々に増えてきたと思うのですが、分業しながらうまく連携して、機能していくためにはどういうことを心がけたらいいのでしょうか。

高木 もともと分けられないものを分けていくのが分業なので。だから、分業する際に「分けてはいけないものを分けている」というような認識をまず持つ必要がある。仕事には前工程と後工程が必ずあります。だから、自分が担当する仕事は、単独では存在していません。絶対に関係した仕事をしてい

### ●●● 若者が目指すべき上司がいない

白石 先生からごらんになって、日本の製造業の未来は、どう映っていますか。一時海外に移転したりというようなことがありましたが、一部には国内回帰し

### ◆フラット化



張つても上に行ける確率はすごく小さいという状態で、「上を目指す」動機づけが起きにくい組織になっている。

白石 そういう中で、企業が知の継承をしていくにはどうしたらいいのでしょうか。標準化を進める部分もあると思いますが、どうしてもできない部分というのはどういう形で継承していけばいいのでしょうか。

高木 冒頭で言ったように、継承すべき知というのが、体の中に入っている部分と、表出できる部分に分けられる。表出できる部分については、どんどん標準化していけばいい。表出できない部分というのは、その人に動いてもらう形でしか継承できないのですが、動くためには、その動いたことが利益を生まないビジネスにならないでしょう。そうすると、知を継承できるかどうかは、その人に動いてもらってビジネスになるような状態をいかに維持するにかかってくるのです。企業は、とにかく知を持っている人が動いて表出されてくるものが、お金になるような工夫をしないとイケないの

新しい価値を誕生させるには、いろいろな文化というか、バックグラウンドのぶつかり合いとか、そういう多面的な見方の中から価値を見出していく発想がすごく重要ですね。(白石)



白石 真澄(しらいし・ますみ)  
関西大学政策創造学部教授。大阪府生まれ。㈱ニッセイ基礎研究所社会研究部門主任研究員、東洋大学経済学部教授を経て2007年4月より現職。少子・高齢化・バリアフリーの街づくりを中心に調査・研究を行うなど、幅広い分野で積極的に発言している。大学の授業では社会保障を担当し、学生とともに現場に出かける実践教育を重視。

ているものも最近はお出してきました。知の継承について、わりと楽観的でないでしょうか。それとも、少し悲観的ですか。

高木 知の継承という意味では、警鐘が鳴ったのがわりと早めで、まだ人がいる間に気がついたというタイミングなので、私は楽観的

です。またリードタイムがあります。白石 これからの人材についてはどうお考えでしょうか。

高木 若い人たちは紙に書かれていない秘訣や技、うまさなどを手に入れたいと思っています。それがないといい仕事ができない。それはわかっています。ところが、その時に注意すべきは、短期的なお金を考えてはいけません。その人一人を短期で見るとお金にならないかもしれないが、何世代かが同時に動いているとお金になるかもしれない。そういうことを企画する人、演出する人、プロデュースする人をつけて、お金になるようにすることが必要です。

関係の小さい会社がたくさんあつて、みんな知り合いなのです。それがランチだの、ディナーだの、メールだの絶えず情報交換をしているので、これはビジネスになると思った人が知り合いを集めてぱっと会社をつくるわけです。そのときのインフラが、あそこにはあるんです。

白石 いまのお話で私はちよつとひらめいたのですけれど、よく「すり合わせ」と言いますよね。一社が持っている技術を、もう一つの領域から見ると、それが新しいものに転用されたり、全然違うジャンルのものですり合わせるることによって、新しい付加価値を生んでいく。そういうものは、それぞれの企業にあるとわかっていくわけですが、それをコンビネーションさせると何か新しいものが生まれる。そういうコーディネーター的な存在と

白石 新しい価値を誕生させるには、いろいろな文化というか、バックグラウンドのぶつかり合いとか、そういう多面的な見方の中から価値を見出していく発想がすごく重要ですね。

高木 「知の実現」に必要ですよ。最近あまり言われなくなりましたが、シリコンバレーはそのひな型だと言われていました。IT

高木 「知の実現」に必要ですよ。最近あまり言われなくなりましたが、シリコンバレーはそのひな型だと言われていました。IT

(平成20年2月28日実施)

# 「良い現場所長」を育てる

小澤 一雅

現場所長は、ある事業において目標とする金額、工期内に所定の成果物を納めることを約した現場における最高責任者である。したがって、現場で発生するさまざまな問題に対して、現場所長は総合的に確かな判断を下さなければならぬ。問題の多くは予測も困難で、たとえマニュアルが用意されていたとしても、なかなかそのとおりにいくことはない。また、発生する問題も一様ではないのが現実である。さらに、起こった問題は必ず解決しなければ現場はストップしてしまう。現場を預かる所長の判断は重大であり、だからこそ企業は良い現場所長を育てなければならぬ。

一方で、ギリギリまでの低価格受注のなか、現場に複数の技術者を張り付けられなくなっている。以前のようにベテラン技術者に若手をつけて、仕事を見て覚えさせることができないう状況である。経験が乏しくても、一人で現場を任せざるを得ない。それにもかかわらず、「ときには失敗も肥やし」という余裕もなくなっている。経験不足のまま放り出された若年技術者は萎縮し、経験不足からミスを

し、解決のための思考をし、判断を下す疑似体験することが重要である。



抽出した事例に基づき、シナリオを作成し、約15分の映像教材を作成する

## ベテランの暗黙知を引き出せ

ケースメソッドの議論には、ベテランを複数名混ぜることが有効である。ベテラン所長が経験から学んだノウハウは大変なものであるが、それらは「暗黙知」であって、形として引き出し、マニュアル等の形式知に代えることは難しい。ところが、具体的に映像(ケー

ス)を観て議論が始まると、ベテランから「私ならこうする」、「そのやり方ではこうなるからだめだ」等のノウハウが出てくる。若手がなかなか得られなかったベテランのノウハウが、このプログラムによって出てくる。若手は議論に参加することができ、まさしく一石二鳥である。

建設現場の所長育成の目的は、場数を踏ませるとともに、ベテラン所長のノウハウを次世代に引き継がせることにある。しかし実際は、そのようなOJTが機能していないのが実態のようである。しかも一方で、ノウハウを伝えるべき団塊世代のベテラン所長の退職ラッシュ(2007年問題)が始まっている。このまま放っておいていいのだろうか。

## ケースメソッドでトレーニング

アメリカで開発された教育方法「ケースメソッド」は、もともと判例研究によって法律の専門家を育成するための手法であったが、その後、MBAなどのビジネススクールでも使われるようになった。ケースメソッドは、起こるであろう想定事例(ケース)を題材に何人かで議論し、その議論を通してそれぞれの状況において的確に判断するためのスキルを身につける教育手法である。実際の経験にはかなわないが、経験を選ぶことも困難で

あり、効率よくさまざまな事例に触れられるという点では非常に有効な方法である。

当研究室では、このケースメソッドを応用して「現場所長教育プログラム」を現在開発中である。

## 「映像」教材を用いたケースメソッド

実際に経験ができないのならば、そのような問題場面を設定して疑似体験できれば良い。関係する人の範囲、立場、局面の変化、影響する範囲、コスト、リスク……何人かで議論しあえば、文献を読むだけでは得られない気づきを得られる。事前に類似したケースに基づくトレーニングで、実際の問題発生に備える。

一般的なケースメソッドでは印刷物で事例に触れる。今回の現場所長教育プログラムでは、必要な文字情報だけでなく「映像」で体験し議論するスタイルである。参加者本人が「所長だったらどうするか?」と聞き、議論ではロールプレイをする。また、他の参加者を発注者役にし、模擬報告を行う。あるいは苦情を言う住民とのやりとりをする。ケースメソッドでは、当事者意識を持って、問題分析を

適しているように思う。

## 映像教材ライブラリー

現時点で作成された映像教材は、左表のとおりである。海外に出る現場所長の育成は、特にニーズが高い。今後もそのライブラリーの充実を図る予定である。

国内プロジェクト	
①	路上工事の騒音・振動に対する苦情にまつわるケース
②	都市計画変更に関するケース
③	土地区画整理事業における土地使用交渉に関するケース
④	工事監理における設計変更ミスに関するケース
海外プロジェクト	
①	直庸者解雇に伴う労働争議に関するケース
②	下請会社の経営破綻に関するケース
③	建設工事現場におけるSARS問題に関するケース
④	トンネル工事における設計変更に関するケース(1)
⑤	トンネル工事における設計変更に関するケース(2)
⑥	橋梁製作工事における設計承認に関するケース



小澤 一雅

(おざわかずまさ)

東京大学大学院工学系研究科教授。専門：建設マネジメント。1960年大阪府生まれ。1984年、東京大学工学部土木工学科卒業。1986年、東京大学大学院工学系研究科土木工学専攻修士課程修了(工学博士)。東京大学工学部土木工学科・助教授、建設省土木研究所 建設マネジメント技術研究センター主任研究員、東京大学大学院新領域創成科学研究科助教授などを経て、2004年より現職。公共工事における総合評価方式活用検討委員会(国土交通省国土技術政策総合研究所)の委員長をはじめ、マネジメント技術を活用したロックフィルダム建設工事発注方式に関する検討委員会(ダム技術センター)委員長、新入札契約方式検討委員会(ダム技術センター)委員長などを兼務。著書に『ハイパフォーマンスコンクリート』(共著、技報堂出版、1993年)がある。

# ホワイトカラーにおける 暗黙知とその継承

楠見 孝

ホワイトカラーにおける暗黙知とは

学校や本で学んだ知識が、仕事における業績にすぐに結びつかないのはなぜだろうか？ それは、暗黙知という、経験を通してしか学ぶことのできない知識や技能がなければ仕事をうまく進めることができないからである。

暗黙知は、言葉で表現することが難しく、手順の形で示されていない知識である。とくに、最近のホワイトカラーの仕事は、複雑で非定型的なものになりつつある。決まり切った仕事を忠実にこなすだけでなく、環境の変化に適応することが求められている。しかし、そのために必要な暗黙の知識とは何だろうか？ そしてどのようにしたら獲得できるのだろうか？

こうした暗黙の知識や技能を調べるためにイェール大学の心理学者スタンバーグ教授らのグループは、優れた業績を上げているホワイトカラーの管理職に面接して、これまでの経験において大事な出来事、そこから得られた教訓や知識について調べた。そして、そこから質問紙調査をおこない、三つの暗黙知を明らかにした。

や観察に基づいて、技能の継承について研究している。それを私たちの研究とあわせて考えると、暗黙知の継承のために必要なこととして、つぎの二つが考えられる。

一つめは、現場の様々な場面において、先輩や熟達者を模倣し、自分なりに実践してみることである。とくに、ホワイトカラーの仕事では、商談やクレームの処理など他者との交渉に関わる場面、生産・ものづくりの仕事では、機器の操作など身体で覚える場面、トラブル発生や危険な場面での、模倣と実践が重要である。二つめは、成功やとくに失敗の経験そして、周りの人からのフィードバックから、内省し教訓を引き出して学習することである。

職場の機械化は、定型的な仕事を効率化した。一方では、想定外のトラブルや状況の変化に対応することを一層求められるようになった。このように、機械化や

一つめは仕事の管理である。これは、業務を効率的に遂行するためのノウハウや技能である。二つめは、他者管理である。これは、部下・同僚・上司とのチームワークや、得意先などとの関係作りのノウハウや技能である。ホワイトカラーの仕事は、人間関係の網の目の中で、問題解決をはかることが必要になる。三つめは自己管理である。これは、自分のやる気をコントロールし、自分を組織の中にもっと活かしていくためのノウハウである。

この三つの暗黙知は、営業・研究などの領域でも、そして私たちの研究においても見いだされている。生産・ものづくりの現場では、作業を正確に遂行するための技能が一番重要であり、リーダーになると、チームワークのための対人技能の重要性が増す。そのどちらにおいても自分を組織の中で活かすように、うまくモチベーションをコントロールすることの大切さは共通している。

暗黙知はどのように獲得されるのか

仕事で役に立つ知識や技能は、現場での経験から学習するものである。マニュアルが進んでも、現場の中で培われてきた、暗黙知を若手にいかに継承していくかは重要な課題である。

暗黙知を獲得し継承するには

暗黙知を獲得し継承するために重要なこととしては、つぎの三つを挙げたい。

一つめは、組織の中で自分の持ち味(技能、経験など)を活かす工夫をすることである。二つめは、積極的に新しい仕事に挑戦し、その中で、新しい知識や技能を獲得し、試してみることで、つまり経験からの学習をすることである。三つめは、こうした個人的な経験を言葉に表し、本などで学んだ知識と結びつけることである。四つめは、それを職場内で共有することである。暗黙知は、個人の力だけで獲得されるのではなく、先輩・同僚など周囲の人との相互関係を築くことで獲得されるものだから

ある。仕事の上で、一人前さらに熟練者になるためには十年程度の長い時間を必要とすることが知られている。このことに関して、小樽商科大学の松尾睦准教授は、その間に質の高い経験を積むことの重要性を指摘している。それでは同じ経験年数でも個人差が生まれるのはどうしてなのだろうか？

私たちが研究から得た答えの一つは、経験から学習する能力や態度の違いである。職場では、研修よりも実際の仕事の経験から知識や技能の獲得を求められている。とくに、経営環境の変化や技術革新が急速に進む現在においては、管理職は、難しい仕事に取り組む挑戦性や、仕事の変化に応じた適応力と柔軟性が求められている。

暗黙知の継承とは

現在、多くの職場においては、熟練者のもっていた暗黙知を機械化や情報化して、マニュアルを作成することが進んでいる。しかし、若手はマニュアルを読んだだけでは、暗黙知を学習できない。このことに関連して、関西学院大学の松本雄一准教授は、鉄管製造現場の作業員や生協職員らの面接調査

ある。

最後に、若年層と中高年層が暗黙知を継承する上で必要な環境づくりについて考えてみたい。

一つめは、若者が組織において最初の十年間に質の高い経験を積む機会を保障することの大切さである。このことは、個人の仕事における成長、組織の人材育成、社会の発展にとって重要なことである。

二つめは、中高年が経験によって得た技能や知識に対して適切に評価して敬意を払い、それを若手に継承できるように仕組みをつくることである。重要な暗黙知をもつ中高年が、その知識を継承できずにリストラされることがある。これは、個人にとっては人生の多くの時間を占めた仕事の達成を評価してもらえないことであり、組織にとっても仕事を進めるために重要な知識を失うことになるからである。



楠見 孝

(くすみ・たかし)

京都大学大学院教育学研究科教授。博士(心理学)。専門は、認知心理学、認知科学。1959年神奈川県生まれ。1982年学習院大学文学部心理学科卒業。同大学院博士課程を経て、同大学助手、筑波大学講師、東京工業大学助教授を歴任。著書に、『自己への問い直し：青年期(講座 生涯発達心理学 4)』(共編著、金子書房、1995年)、『エミネント・ホワイト：ホワイトカラーへの産業・組織心理学からの提言』(共編著、北大路書房、2003年)、『経済心理学のすすめ』(分担著、有斐閣、2008年)など。

# バーチャルリアリティ技術を用いたものづくり基盤技術・技能の 伝承と人材育成

綿貫 啓一

## 技能伝承と人材育成の重要性

日本の製造業においては、生産拠点の海外移転による産業の空洞化が産業集積地域に深刻な影響を与え、特に、これまで製造業を支えてきた基盤的技術産業において熟練技能の衰退が懸念されている。また、団塊世代の大量退職、若者の製造業離れの社会現象により、後継者難などが生じ、日本の製造業の将来に危機的状況となつてきている。今後高付加価値製品設計・製造を行うためには、基盤技術や熟練技能の伝承、人材育成、および知識の創出が不可欠となっている。

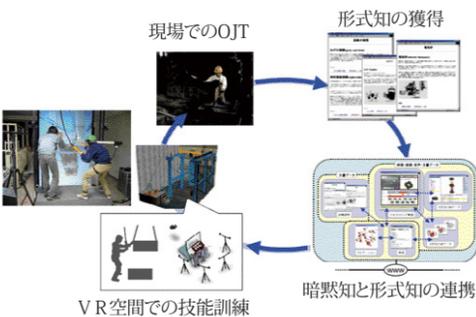
このような背景のもと、著者は、国内有数の産業集積地域である埼玉県川口市の铸件関連企業の協力を得て、マルチメディアとバーチャルリアリティ（以下、VR）技術を応用した新たな製造技能伝承システムの提案および実証を行つてきている。効率的な技能伝承、人材育成を行うためには、製造に関わる知識の体系化やその知識を効果的に呈示する必要がある。このため、マルチメディア技術を利用して形式知と暗黙知とをうまく連携した形で効率的に獲得でき

能伝承法には多くの利点があるが、それぞれ単一の方法での技能伝承を行うのには限界がある。

## 製造技能の伝承と人材育成

主として、高度な技能、高品質、短納期などが要求されている単品铸件製造の技能伝承および知識創出を取り上げ、本熟練技能伝承システムの開発を行ってきた。製造工程においては、製造のための知識として技術などの形式知のほかに技能などの暗黙知が必要となり、高付加価値の铸件品を製造するためには、これらの形式知と暗黙知をうまく連携して技術・技能を体得することが必要である。図に示すように、OJTや現場作業を通じて、問題意識を明確化し、本システムの活用により技術データや映像などから形式

## ◆VR技術を用いた技能伝承



るようにしている。また、製造技能の獲得には、視覚的な体験だけでなく、工具や製品の重量感や触り心地、音、臭い、色、温度などのような感覚を作業者自身で体験することが重要である。また、工具や製品の重量感や触り心地などを複数の技能者間のコミュニケーションをまじえ体験することも重要なことである。技能などの暗黙知の内面化については、VR技術と力覚呈示装置を利用して、実際の現場作業の視覚・力覚に関する仮想体験を通じ獲得することのできるバーチャルトレーニングシステムを開発してきている。

そこで本稿では、マルチメディア技術とVR技術などを応用した技能伝承と知識創出法について述べる。特に、VR技術を用いた立

## VR技術による熟練技能伝承

ような効果がある。バーチャルトレーニングシステムは、铸件工場などにおける熟練技能を伝承し、さらに新たな知識を創出するためのものである。本システムは、製造に関する知識獲得のための熟練技能伝承システムと技能獲得のための可搬型仮想共有環境システム（VRシステムと力覚呈示装置を組合せたシステム）で構成されている。熟練技能伝承システムでは、体験者はタッチパネル式コンピュータでの簡単な操作により、製造に関する知識を自分のレベルに合わせて、短時間に修得することができる。バーチャルトレーニングシステムでは、体験者は上下2面型スクリーンを通じて3次元立体視映像とその映像に同期化された力覚を同時に呈示されることにより、製造現場における数多くの作業を体験すること

体視システムとロボット技術を用いた力覚呈示装置を連携して使用することで視覚的な効果のみならず製造技能における力覚を技能者間のコミュニケーションをまじえて体得することが可能なシステムについて述べる。

## 技能伝承手法の問題点

従来の技能伝承手法にはいくつかの問題点がある。技術文書については、技術の記述には最適であるが、職人の動きなどの技能をうまく記述できないという欠点がある。また、ビデオライブラリについては、技能を記録し、保存することに利点がある一方、映像は観る人の知識や力量に大きく依存している。また、通常のビデオ形式では、観たいところを即座に観ることが難しくなっている。それに対して、OJT（職場内訓練）では、人間の視覚・聴覚・味覚・嗅覚・触覚の五感を十分に用いて体全体で体験できるため、非常によく技能伝承法であるが、非常に多くの時間がかかり、多品種少量生産などでは体験できる場面には限りがあるなどの欠点がある。また、指導を行う人の教育的な能力に大きく依存する。このように、それぞれの技

ができる。製造技能の中には、注湯作業や突固め、中子の据付など、言葉では表現することができない作業が数多くあり、本システムでは、これらの作業を文書情報や映像情報としてだけでなく、視覚や力覚など実際の感覚に近い形で体験可能であり、異なった状況を交互に体験したり、同一状況を納得いくまで繰り返し体験することができ、その状況を空間ごと保存することができる。また、アノテーションの入力および表示システムにより、VR空間に表示されたモデルに空間内でアノテーション等を描画し、技術情報の共有および技術者・技能者とのコミュニケーションの促進および身体知の獲得が図れる。

バーチャルトレーニングとOJTとを融合することにより、より効果的な技能伝承および人材育成が行える。



綿貫 啓一

(わたぬき-けいいち)

埼玉大学大学院理工学研究科教授。1962年、東京都生まれ。1991年、東京工業大学総合理工学研究科精密機械システム専攻博士後期課程修了。工学博士。埼玉大学工学部助手、講師、助教授、米国イリノイ大学シカゴ校客員研究員、独マクデブルグ大学招聘研究員を歴任後、2005年より埼玉大学工学部教授、2006年より現職。主として、ヒューマンインターフェイス、ナレッジマネジメント、ロボティクス、環境適合設計、機械システム設計に関する教育・研究に従事。バーチャルリアリティを用いた匠の技の伝承や人材育成の研究にも数多くの大型プロジェクトのリーダーとして精力的に取り組んでいる。日本機械学会教育賞、日本機械学会優秀講演賞、日本設計工学会武藤栄次賞優秀設計賞、日本工学教育協会賞（業績賞）、日本機械学会フェローなど多数受賞。



# ハンガリーのエネルギー事情と 日本・ハンガリー協力による バイオマス発電プロジェクト

ゾルタン・ロンタイ



Zoltan Lontay

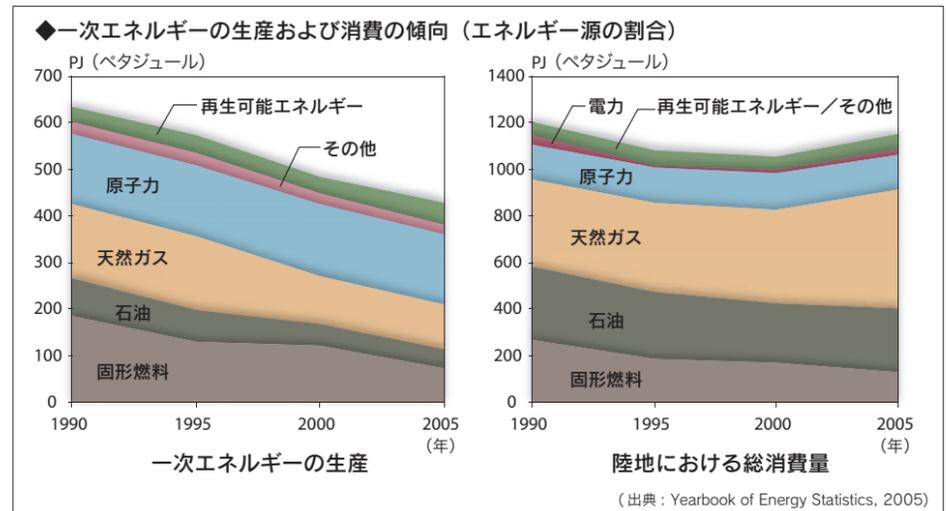
ハンガリーの首都ブダペストに本社を構えるEGI Contracting Engineering社、エネルギー・環境工学部門部長。1975年より同社にて、さまざまな産業における省エネルギープロジェクト、熱回収装置に関する事業、コンサルティング、エネルギー監査などに従事。コジェネレーション、熱回収、地域暖房などの省エネルギー工学や、エネルギー政策、再生可能エネルギーのプロジェクト開発などの分野での豊富な経験を生かし、ハンガリー通商産業省の専門委員、エネルギー効率協会（ハンガリー）の会長も務める。

## ● 高まる輸入依存の傾向

ハンガリーは、少量ながら多岐にわたるエネルギー源を有している。その多数は、低質の石炭および褐炭である。確認済みの無煙炭埋蔵量は約5000ペタジュール（以下、PJ）である。褐炭と亜瀝青炭の石炭の埋蔵量は、合計で4万5000〜5万PJと見られている。残念ながら、ハンガリー産の石炭は硫黄分と灰分が多く、生産量は減少している。また、120〜770PJの石油埋蔵量も確認されている。天然ガスの埋蔵量はかなり不確かであるが、300〜2200PJと推定されている。

一方で、エネルギー消費量における輸入依存度は、次第に高まっている。2000〜2005年の平均増加率は年率2・6%で、輸入の占める割合は57・6%から66・8%に増加している。輸入増加という趨勢は、ハンガリーのエネルギー埋蔵量が小さいため、今後とも増えると考えられている。

一次エネルギーの生産および消費量の傾向は、図に示したとおりだ。石炭および、割合としては少ないものの、石油は重要性を失いつつある。一方、



## ● 新しいエネルギー政策が掲げる3つの目標

ハンガリーの新しいエネルギー政策文書が現在議会でも議論されている。過去15年間のエネルギー政策での主な課題は、まず大規模で縦割りに組織されたエネルギー会社を分け、エネルギー業界の民営化を図ることであった。最近までは、エネルギー市場の自由化が課題だったが、2008年は

じめより、電力市場は全面的に自由化された。一方、天然ガス市場は、国家が規制する価格が、今でも住宅民生用、消費者向けには維持されており、2009年まで続くと考えられている。新しいエネルギー政策の戦略的な3つの目標は、供給の安全を確保すること（それによって増大する需要を満たす）、競争力を維持すること、そして持続可能性を確保することである。

2007年はじめ、EUで新しく温室効果ガスを削減する目標が宣言されたが、EUの政策文書でも、持続可能性がより強調されるべきであろう。EUの政策文書を共有しようという、現在のハンガリーの努力はまだ緒に就いたばかりであるが、自国の温室効果ガス排出量を減らすという大きな難題に直面している。さらに、全体的なエネルギーバランスのなかで、再生可能エネルギーの割合を増やすという難題に直面している。現在、再生可能エネルギーの割合は4・3%であるが、2020年には13%まで増大させなくてはならない。

## ● JIプロジェクトによるバイオマス発電

新しい試みの一つに、サコイ村（Sakoi）近くでのバイオマス発電プロジェクトがある。ハンガリーのEGIをはじめとする数社とともに、日本の東北電力株式会社に参加している、京都議定書の共同実施（以下、JI<sup>※</sup>）プロジェクトである。東北電力は出資者として本プロジェクトに参画すると共に、排出権を取得し、ハンガリー側は融資と経験を得る機会ととらえている。

本プロジェクトは、20メガワットのバイオマス発電所を建設・運用するというものだ。この規模に

したのは、コスト的・環境的に最適であるため高いエネルギー変換効率を得られる一方、バイオマスを収集するための面積もそれほど広大にならない。規模が大きくなると、遠方からもバイオマスを集めることになり、輸送費も二酸化炭素排出量も増えることになる。

発電所の燃料は、地元で調達・栽培されるバイオマスだ。地元の森林から持続可能な形で伐採するか、食糧生産地としては生産性の低い土地にエネルギー作物を栽培する。年間18万トンの燃料の生産・収集・加工・貯蔵・運搬のために、約150人の雇用が創出される。発電されるグリーン電力は、2003年にハンガリーで導入された補助金による買取制度の枠組みで、同国内に送電される。従来型の蒸気サイクル技術を用いているが、これは商業的にも成熟した技術で、信頼性も効率も高く、地元の発電に関する専門知識にも適合している。総合効率は32%である。

本プロジェクトは、中欧で更地から開発する初のバイオ発電所であり、日本・ハンガリー間での初のJIの取り組みであり、日本の民間企業が行う初のJIプロジェクトでもあったため、いくつもの手続きや課題を乗り越える必要があった。

更地からの開発のため、すべてのインフラをつくらなくてはならず、許認可の手続きには2年以上かかった。ハンガリー当局が初のケースに極めて慎重だったためだ。新しい民主主義国であるハンガリーには、「過度に民主的」傾向があり、さまざまな利害関係者が許認可のプロセスにかかわるといふ難しさもあったが、現在は建設が全速力で進められているところである。

天然ガスがかなり重要視されてきている。この図から明らかのように、陸地における総消費量の約14%の増加は、ほとんどすべてが天然ガスによって増大するガスの唯一の輸入源は旧ソビエト連邦国であるため、ハンガリーのエネルギー市場はかなり脆弱なものとなっていった。

全体的なエネルギー消費のうち、主要な役割を担っているのは発電である。電力消費量の傾向について言えば、1日の最大負荷量が増大してきている。2001〜2005年の5年間で、需要の平均増加率は年率2・33%であった。天然ガスが、発電において次第に重要な役割を果たすようになってきている。近年設置された新規の発電容量の大部分も天然ガスを燃料としている。

※注：共同実施（Joint Implementation）  
先進国と市場経済移行国が共同で温室効果ガスの排出削減事業を実施し、それにより生じた削減分（排出権、ERU）を投資国（先進国）が自国の削減量に充当する制度。



# 徳島 天空と果て無き海と

徳島県



# 徳島 天空と果て無き海と

徳島県



中上 紀(なかがみ・のり)

1971年東京都生まれ。ハワイ州立大学芸術学部で東洋美術を学ぶ。12歳の時、父で作家の中上健次氏に連れられて行ったフィリピン放浪旅行をきっかけにアジアに興味を持つ。99年にミャンマーが舞台の紀行文『イラワジの赤い花』を執筆後、小説『彼女のブレカ』で第23回すばる文学賞受賞。近著に『シャーマンが歌う夜』『水の宴』『蒼の風景』など。『月花の旅人』好評発売中。

眉山の山頂に立つと、町並みの向こう、蛇行する大河の注ぎ込む海が視界一杯に広がった。徳島市の中心街に接するこの山は標高二百八十メートル、なだらかな傾斜が眉のような形に見えることから優美な名がつけられ、万葉集にも歌われて、徳島の人々に親しまれてきた。遅い午後の光を受けて輝いているのは、徳島の町と瀬戸内海、そして紀伊水道だ。海面の遙か彼方にうっすらと影を見せているのは、紀伊半島だろう。光の加減や、甘く湿り気のある空気の感触が妙に懐かしく感じるのは、対岸に亡父の故郷である紀伊があるせいなのかもしれない。



眉山山頂にある歌碑。「眉のごと雲居に見ゆる阿波の山 かけて漕ぐ舟とまり知らずも」。万葉集に詠まれた船王の歌。

この日、はじめて阿波徳島の地を踏んだ私は、公園として美しく整備された眉山の山頂で、少しずつ暮れていく風景にしばし心身を解き放った。徳島市内にあるこの公園には、明治期に來日し、元ポルトガル神戸総領事を経て、亡妻の故郷徳島を愛し生涯をこの地で過ごし、日本に関する本を数多く出版した文人モラエスの記念館がある。また、第二次世界大戦で戦没した人々の霊を慰めるために県ビルマ会によって建設されたというビルマスタイルの仏塔が、古くから水の都として栄えた土地らしい世界観をかもし出している。水と言え、鳴門の渦潮だが、



珍しいビルマ風のパゴダ。1958年(昭和33年)に県ビルマ会が第二次世界大戦で戦没した戦友の霊を慰めるために建てたもの。



徳島市には、日本三大暴れ川として四国三郎の異名を持つ、吉野川が流れている。標高277mの眉山山頂からの眺め。





阿波水軍の末裔の人たちが住む椿泊は、天然の良港。今も多くの住民が漁業に従事している。



民家の裏は、防波堤になっている。防波堤の切れ目から海に降りることもできる。



道は車が1台通るのがやっと。多くの家が2階建てで、欄干があるのが特徴。

古い趣のある木造瓦屋根の民家が二キロにわたって三百軒ほど並び、「泊」とは港や船着場を意味する古語だが、椿泊では現在も漁船が並び、一年を通じて様々な魚介類が揚がる。

明治から昭和初期にかけては九州の方まで進出する遠洋漁業で栄え、その名残で当時から建物が

という遊歩道をちよつとした海上散歩の気分です。それまで透き通っていた海水は、ある地点まで行くと急に表情を変え、海底の方からくる逆巻きながら上ってくる。遊歩道の上は、淡路島へ渡る大鳴門橋だ。観光船が、橋の下を悠然と通っていた。

残念ながらこの日は中潮で、さほどの規模の渦は見られなかったが、それでも、小さな渦が幾つも、わいては消えまたわいては消えて

多く現存している。遠洋漁業の漁師は収入が多かったため、帰郷時は競って自宅を新築したという。狭い土地柄のためか二階建てがほとんどで、よく見ると窓の手すりに凝った彫り細工が施された重厚な造りのものもある。

少し湿り気を帯びた潮の匂いに誘われ、家と家の間の網や漁の道



町を見下ろす高台にある道明寺には、阿波水軍を率いた森一族の歴代の墓が祀られている。

具が雑然と吊るされた通路を抜けて海側に出た。作業をしていた漁師さんの気さくな笑顔が温かい。集落が背にする山側には、津波の際の緊急避難用の階段が設けられていた。海の恵みと共に生きるということ、自然の脅威とも背中合わせなのだ。

その山の中腹に、かつて戦国から江戸期にかけて名を馳せた阿波水軍を率いた当主、森氏の代々の墓所が佇んでいた。椿泊は阿波水軍の拠点でもあった。海の豪族と呼ばれ巧みな船の技術を駆使して紀伊水道、播磨灘を支配した当主たちは、今は穏やかな港を眺めながら、静かに眠りについている。

最後に訪れたのは、阿南市の東北部、標高六百メートルの太龍寺の山頂近くにある太龍寺であ

と、何とも庶民的、いや人間的な印象を与える。子供の頃、チャボを飼っていた記憶が不意に蘇り、心が和んだ。この山頂からは、晴れの日は橋湾や、鳴門海峡、そして紀伊水道を越えて和歌山まで見渡せるそう。そもそもこの山自体が、太古は海だったという。山の中腹に幾つかある海水によつて削られて出来た岩窟は、ちよつとした名所となっているらしく、案内板が出ていた。海の代わりに雪に挨拶をし、満ち足りた思いで山を降りた。

阿南市の南部に向かう。椿泊と呼ばれる小さな漁村は、徳島県の東端でもある。迫る山を背に、深く切れ込んだ湾が作り出す漁港を回り込むように、車一台通るのがやっとの幅の県道が伸び、両側に

る。西の高野山と呼ばれ、四国霊場二十一番札所となっている。弘法大師は、十代の頃この太龍嶽によじ登り、百日間の修行をしたと『三教指帰』に記している。

寺と麓を十分に結んでいるロープウェイに乗った。他に客はおらず貸し切り状態だったが、ピーク時は百人乗りの貨車が満杯になることもあるらしい。標高が高くなるにつれ、窓の外が徐々に霧に覆われていく。まるで、天上の世界を遊んでいるような気分だ。弘法大師は「空海」の「空」を、この山で思いついたという。ちなみに「海」はもう一つの修行場所である室戸岬が由来だそう。

白い霧の向こうにぼんやりと見える崖の上が、南の舎心と呼ばれる場所で、大師の座像が設置され

そこには翌朝訪れた。徳島の北東端、鳴門市と淡路島との間、紀伊水道と瀬戸内海の播磨灘を結ぶ鳴門海峡の渦潮は、イタリア半島とシシリー島との間のメッシーナ海峡、北米西岸とバンクーバー島東岸の間のセーモア海峡と並ぶ世界三大潮流の一つとして知られている。



津峯山山頂にある津峯神社は、第45代聖武天皇神亀元年(724年)に国家鎮護のために創祀。



津峯山中腹の駐車場から、約300段の石段を登る。境内までのリフトは休止中だった。

いくのを、足元のガラス窓を通して観察することができた。ちなみに、この渦潮の下で採れる天然のわかめは大変美味である。「渦の道」を歩きながら、下の海面によく目を凝らして見ると、黒つぼい影になっている部分がある。これが鳴門のわかめだと、土産物屋の女将が教えてくれた。徳島の人は、どうやら日常的に食しているらしい。私も滞在中、すだちを絞ったわかめを何度もいただき、渦にもまれて出来た鮮やかな緑色とコシの強さ、ほんのりとした海の香りに夢中になった。

午後には徳島東部へと下り、阿南市の中ほどに位置する津峯山を訪れた。標高三百メートルほどの山で、頂上には聖武天皇の時代に国家鎮護のため創建されたという津

峯神社がある。杖を借り、神社へと続く数百段ある急な石段を登った。一步一步足を踏み出すごとに、山そのものに吸い込まれて行くような奇妙な感覚が訪れ、眩暈すら覚えた。しかし境内に着いた途端に雪が降り出し、そのせいか、急に清々しさが胸いっぱい広がっていった。

祀られているのは賀志波比売命で、延命長寿をつかさどるとして古くから信仰を集め、また、一日に一人の命を助けると信じられており、海が近いという土地柄か、漁師や船舶、交通関係者の参拝者が多いらしい。そんな由緒正しさを持つ神社であるが、参拝客用のリフトが故障したまま放置されていたり、放し飼いにされた茶色い鶏がのんびりと餌を啄んでいたり

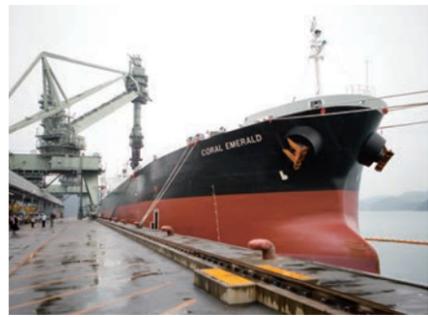
と、何とも庶民的、いや人間的な印象を与える。子供の頃、チャボを飼っていた記憶が不意に蘇り、心が和んだ。この山頂からは、晴れの日は橋湾や、鳴門海峡、そして紀伊水道を越えて和歌山まで見渡せるそう。そもそもこの山自体が、太古は海だったという。山の中腹に幾つかある海水によつて削られて出来た岩窟は、ちよつとした名所となっているらしく、案内板が出ていた。海の代わりに雪に挨拶をし、満ち足りた思いで山を降りた。

阿南市の南部に向かう。椿泊と呼ばれる小さな漁村は、徳島県の東端でもある。迫る山を背に、深く切れ込んだ湾が作り出す漁港を回り込むように、車一台通るのがやっとの幅の県道が伸び、両側に

◆橘湾火力発電所概要	
所在地	阿南市橘町小勝3番地
発電所出力	210万kW (105万kW×2基)
運転開始	2000年7月(1号機)
	2000年12月(2号機)
揚・貯炭設備	揚炭棧橋：14万t級×1 (四国電力と共用)
	貯炭設備：屋内貯炭場 (石炭サイロ)
環境設備等	最新の排煙脱硝装置、電気式集塵装置、排煙脱硫装置、総合排水処理装置などを設置



石炭を貯蔵する石炭サイロ。7万t×8基。



インドネシアから石炭を運んできた石炭輸送船。



Wanダーランドから見た橘湾火力発電所の全景。

## 橘湾火力発電所



太龍寺ロープウェイに乗り、山の頂きを越えた瞬間に見えた雲海。まさに海のような。

ている。像の目線の方向に、雲海が広がっていた。この山にはかつて、すでに絶滅した日本オオカミが生息していたと、ロープウェイの案内係の女性が話してくれた。山門に着くと、樹齢千年もの杉の老木群に迎えられる。参道を上ると現れた本堂の建物は、雪の中、荘厳さを漂わせていた。他に大師堂、多宝塔、鐘樓門、護摩堂など、この山には幾つもの立派な諸堂が点在する。江戸時代に再建されたものらしいが、現世から離れた特別な空間に相応しく、静寂の中、巡礼の装束をまとった男性が丁寧にお参りをしていた。その人が行ってしまってから、私も、



100インチ大型スクリーン6面を使用した発電所運転センター。24時間体制で運転・監視する。



発電所の心臓部。105万kWのタービン・発電機。



橘湾火力発電所 林 謙吾所長

も様々な工夫が行われている。また、小勝島の東側は「室戸阿南海岸国定公園」に指定されているため、発電所は内陸部からしか見えないように建設されており、美しい昔ながらの阿波の松島の景観も保たれている。発電所の対岸の小高い丘に位置する「Jパワー&よんでんWanダーランド」は、様々な展示や遊具を通して、子供

から大人まであらゆる年齢層の人々が電気の不思議さや出会うことができる施設となっている。「Wa」に込められているのは、地域の人々と発電所を繋ぐ「和」、自然環境との融合を表す「環」、知識や技術が伝わるという意味の「輪」、そして、驚きと感動の「わ」の、四つのメッセージである。クリスタル館とスパイラル館で構成された屋内では、模



発電の仕組みがわかりやすく学べ、自然の中で遊ぶこともできる「Jパワー&よんでんWanダーランド」。右・クリスタル館外観。左・スパイラル館内部。



深く滑らかな海面を湛える橘湾は阿波の松島と呼ばれ、30種類もの熱帯植物が群生する弁天島など、大小の島々が点在するリアス式海岸の景勝地である。この湾内の小勝島という小さな島に、合計出力210万kWの石炭火力発電所としては日本有数の出力規模を誇る橘湾火力発電所がある。ここでつくられた電気は、四国地方はもとより、南阿

波幹線からJパワーの本四連系線を通じて中国、九州方面へ、そして紀伊水道を50kmもの長さの海底ケーブルを通して関西方面に送られ、約100万世帯の電力をまかなうというから、その規模の大きさがうかがえる。運転室の壁一面に表示された幾つものコンピュータ画面がまるでSF映画の世界のようで、機械オ

ろしてしまった。棧橋では、インドネシアから来た大きな石炭輸送船がちょうど揚炭作業を終えたところだった。世界各地から輸入された石炭燃料は大切な限りある資源であるため高効率発電に力が入られ、また、排煙のコントロールや煤塵などの除去はもちろんのこと、石炭灰はセメント原料として利用されるなど環境面



太龍寺は四国霊場第21番札所。高野山真言宗で、本尊は虚空蔵菩薩。今も巡礼の人たちの姿が絶えない。



標高600mの太龍寺山山頂近くにあり、古来より「西の高野」と呼ばれ、巡礼の難所だった。現在の伽藍は江戸時代に再建された。

大師の彫った御本尊、福、徳、知恵を無限に授けるといふ仏様の姿を想像しながら、祈った。そして、ロープウェイで感じた天空のよう

にすべてを見下ろし包み込む大らかな存在を、その視線の先に広がる、この世のあらゆる存在の故郷、果て無き海を、思いつつ。

フルート奏者 滝沢ミナコ

# まよぎまよぎサウンドを取り込み ジャズを身近で楽しめるものに



一度はあきらめた  
音楽への道

滝沢ミナコさんは、9歳からフルートを始め、大学へ進んでからも多くの先生に師事してクラシック音楽の勉強を続け、そのままプロになりたいと思っていましたが、一度はあきらめ、企業に就職した。

そんな彼女を音楽の道へ引き戻すきっかけを与えてくれたのは、昔からの友人だった。

女性だけのジャズグループ「Bianca (ビアンカ)」でフルートを担当する滝沢ミナコさん。クラシック音楽からスタートし、OLを経てからジャズミュージシャンとしてプロデビュー。紆余曲折のち、自らの進む道を見つけた彼女に、その経緯と将来について聞いた。

ボサノバが流れていたのです。北海道のきれいな大自然の中で聞いたボサノバはすごく感動的で、やっぱり音楽をやりたいと改めて思ったのです」

また、当時の職場にジャズやDJをやっている人たちがいて、一緒にセッションする機会があったことも大きな後押しになった。

興味を持ったボサノバを演奏するには、ジャズの理論を学ぶことが必要だとわかり、心機一転してジャズの勉強を始めた。

もちろん、クラシックにはクラシックなりの楽しさもあったが、ジャズは彼女を明るく解放してくれた。

「クラシックは過去にでき上がった作品を再現していく作業ですが、ジャズはそこに自分なりの色付けをしていくっていいのです。それだけ気持ち的に楽になったのかもしれないですね」



Biancaで新しい  
ジャズサウンドを目指す

彼女がフルートにこだわったのは、繊細な表現ができるからだという。

「フルートを吹く時って、息の半分は楽器に入り、半分は外に出てしまうんです。その息づかいや呼吸は、人が歌う時に近い感覚がある。だから、微妙なニュアンスを表現しやすいんですね」

プロのフルート奏者となった滝沢さんは、2004年に音楽ユニット「サクラプロジェクト」に参加。これは、和楽器と洋楽器を組み合わせたユニークな試みで、あちらこちらのイベントに出演して好評を博した。

その後、滝沢さんは女性だけのジャズグループ「Bianca」を結成。多種多様なジャンルで活躍している個性的な女性ミュージシャン5人がそれぞれのバツ

クポーンにあるジャズやボサノバ、R&Bなどの音楽を織り交ぜ、新しい感覚のサウンド作りを目指した。

昨年7月にはミニアルバム「S Pangle」を発売。ライブ活動もコンスタントに行っており、じわじわ人気を高めている。

「ジャズという敷居が高いとか、難しいというイメージを持っている人もいますが、Biancaはそういう壁を取り払い、カジュアルに楽しんで欲しいと思っています」

ふとした縁がきっかけで、Biancaは松尾スズキさん演出のミュージカル「キャバレー」に出演することになり、約1カ月にわたって31公演をこなした。演奏するシーンがメインだったが、ちょっとした演技も経験した。今後も、音楽のワケにとらわれず、新しいことに挑戦していきたい



「ロックフェスティバルに参加するとか、映像に音を付けるといったことをやってみたいですね。メンバーそれぞれの個性を生かして幅広く活動していきたいと思っています」

今年5月21日には、待望のメジャーデビューアルバムの発売も予定されている。「昼間のドライブ中に聴ける、幅広い年代の人が楽しめる」作品だとか。それを機に、さらなるブレイクが期待される。

たきざわ・みなこ  
9歳よりフルートを始め、堀井恵氏に師事。桐朋学園子供のための音楽教室、桐朋学園短期大学部でクラシックを学ぶ。卒業後、JAZZに転向、「サクラプロジェクト」でリーダーを務める。2006年1月、Biancaのオリジナル曲がピクチャーエンタテインメントより発売のオムニバスアルバム「LE CHOCOLATE DE H」に採用。2008年5月、TEICHIKU TAKUMI NOTEからメジャーデビューの予定。  
<http://www.biancamusic.net/>



銅製の壺。たたき出しのような加工も。口の部分は別部品。



表面の凸凹の模様もすべて金型から再現できる。



プレス成形と併用して、複雑な成形をすることも可能。



パイプから成形した壺形の容器。縦ざ目がなく強度抜群。



航空関係の部品。表面のヘラライン仕上げもヘラ絞り。



技術に対する誇りと自信  
最先端技術に宿る  
匠の心

北嶋絞製作所  
(東京都大田区)

巨大なパラボラアンテナもヘラ絞りで作られる

東京の南東部に位置する大田区は、川崎市とともに京浜工業地帯の中核を成しているエリアだ。約50000の工場が集中し、「ものづくりの町」として知られているが、そのような大田区にあって、「ヘラ絞り」という金属加工技術で世界的にも知られているのが北嶋絞製作所だ。

**精密加工ができるヘラ絞り**

ヘラ絞りとは、「ヘラ」と呼ばれる棒状の道具で、回転する金属板やパイプ状の金属を金型に合わせて変形させ、思い通りの形につくり上げる板金加工法だ。

その歴史は古く、古代中国でロクロを回したのが最初という説や、中世のドイツが起源などさまざまな説があるようだ。

日本では古来、金属加工という刀鍛冶に代表されるようににたいてい変形させていく方法が一般的だったようだが動力機械が普及した大正以降にヘラ絞りが普及したと言われている。

ヘラ絞りでは金型を使ってそれに合わせて金属を加工することができるため、より精



H-IIロケットの左右についてサブロケットの先端部を北嶋絞製作所が担当。写真提供：宇宙航空研究開発機構 (JAXA)

度の高い製品を量産することができるのだ。

北嶋絞製作所の歴史は、第二次大戦後間もない昭和22年に始まった。創業者の北嶋隆一さんが長野の知人からもらい受けた、たった1台のモーターで、ヘラ絞りを始めた。以来60年以上にわたって、この大田区でヘラ絞り一筋に製作を続けてきた。

その技術力の高さは国内外に知られるようになり、他のヘラ絞り職人では難しい形や巨大な大きさのものが次々に持ち込まれた。

巷間よく知られているところでは、東海道新幹線の初期型車両の先端部分や日本初の純国産ロケットH-IIロケット

トのサブロケットの先端部分、銀座のマリオンのしかけ時計のケースなども同社の仕事だ。我々に工場を案内してくださった専務の北嶋貴弘さんは「昔は鍋、フライパン、やかんなどいわゆる生活雑貨が多かったのですが、そういう大量生産品は東南アジアに流れてしまい、当社では他社では難しいような、多品種少量の仕事ばかりが増えました」という。

現在メインとなっている仕事は、航空機やパラボラアンテナなどの精度の要求される部品や、開発中の製品に使用される部品の試作品の依頼が多いそうだ。

**ヘラ絞りのやり方**

初めにヘラ絞りの基本的なやり方を見せていただいた。硬い金属の板が目の前でみるみるうちに変形していく。ヘラという棒を脇の下に挟み、梃子の応用でヘラの先を回転する金属板に押しつけると、金属の板が金型に沿って内側に曲がる。微妙な力加減で圧力を加え、金属を曲げていくとあつという間に金属が変形して、壺状の形ができ



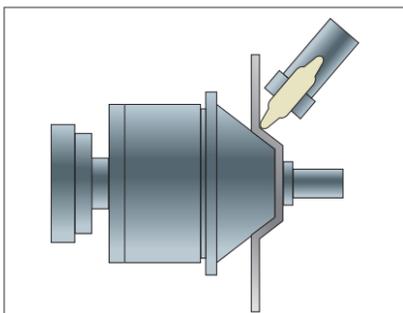
取締役専務  
北嶋貴弘さん



ヘラの数々。すべて自社で手づくりされる。



少量生産の場合、金型は木でつくられることが多い。



ヘラ絞りは、回転する金型に沿って、金属板にヘラを押しつけることで変形させる加工法。



人間は高度な仕上げ作業に専念することができる。



独自に開発した自動絞り加工機で量産も可能。

触で厚さを判断しているように、ヘラ絞りといえは北嶋絞製作所といわれるほど、その技術力は有名になり、難しい仕事もたくさん入るようになったが、昔に比べると、仕事量自体は少し減ったと北嶋専務はいう。

「昔は大量生産の注文が多かったのですが、最近はそういう仕事はほとんどありません。量産品はどうしても値段が一番重要で、弊社としても割に合わないことが多いのです」

北嶋絞製作所には、大量生産に対応するための、プレスの機械や簡単なヘラ絞りを扱う自動機も導入されている。それらは職人さんたちの手間を減らし、より高度な作業に従事するために役立つ。

だが、一朝一夕に身に付く技術ではないだけに、せっかくの技術を安売りすることはできない。図面を他社に持ち込んだら、できないと断られ、何社も回ったあげく、「北嶋絞製作所ならできるかもしれない」と紹介されて、相談に来る企業もある。ヘラ絞りの業界の中でも、北嶋絞製作所の技術の高さは折り紙付きなのだ。

ところが、難しい試作品を仕上げ、納めると実際の量産品仕事は、もっとコストの安い工場に行ってしまうこともしばしばだという。

これほどの技術力を持った工場でも、構造不況の中で経営の難しさはやはりある。

社長の北嶋實さんはいう。

「どんな難しい仕事も断らずにやってきましたので、技術力が付いてきたのだと思います。難しい仕事をこなせばこなすほど、もっと難しい仕事をいただくことができます。それは大変ありがたいことだと思っています」

お金ももちろん大事だが、それだけではない仕事がある。それは、技術を育て、お客さまとの信頼感を大切にすること。それを継続することが、なによりも大切なことであり、それが企業の正業であるべきなのだ。

日本の将来のために

北嶋絞製作所には、かつて小泉純一郎首相が訪れるなど、国内や海外からの視察や取材が後をたたない。テレビカメラなども工場の中に入って撮影するが、北嶋専務は「どこをどれだけ撮影してもらっても問題ありません」という。

海外の視察の人たちは熱心に作業を撮影していくが、工場内に秘密主義はいっさいない。見られてもその技術が盗まれることはないという自信が彼らにはある。

北嶋絞製作所では、今年2月から2名の中国人の研修生を受け入れた。彼らは、これから1年間で研修をしていく。中国は将来、日本のものづくりにとってライバルとなることは間違いない。だが、一人前になるのに、最低でも10年かかる世界。むしろ、日本の技術力の高さを知ってもらうことになるだろう。

北嶋製作所には小学生の見学も非常に多い。70人くらいの小学生が一度にやってくる時には、職人さんの何人かは仕事を休んで、小学生に対応するという。小学生にも本気で対応し、しっかり見学してもらおう。それは少しでも多くの人にもものづくりへの理



代表取締役社長 北嶋 實さん



株式会社北嶋絞製作所  
創立以来60余年、一貫して絞り部品加工を専門に手掛け、ヘラ絞り加工においては常にナンバーワンの職人技術を保っている。人工衛星機器部品から航空機・原子力関連および半導体製造装置等を製作。大きさや種類も多種多様なヘラ絞り加工製品や通常困難と思われる特殊スピニング加工試作品にも対応している。社員数20人。  
<http://www.kitajimashibori.co.jp/>



あがる。できたものを触ると、摩擦によって熱が発生し、素手ではやけどしそうなほどに熱くなっている。

大まかな作業の流れは次のようになる。

- (1) 材料となる金属板をシャーリングで正円形に切る
- (2) 正円形の金属板を金型のセットされたヘラ絞りの機械にセットする
- (3) 金属板を回転させて板が回転の真ん中にくるように「芯出し」をする

(4) 梃子の支点となるボタンをセットし、ヘラを構える

(5) ヘラで板に力を加え、変形させる

作業的には一見単純なようだが、マスターするのは非常に難しい。

たとえば、「芯出し」だけでもマスターするのに3カ月はかかる。ましてや、ヘラ絞りで一人前といわれるまでには10年の修業を要するといえる。

その難しさは次のような点にある。

まず、素材は鉄、銅、ステンレス、ジルコニアなど多種にわたり、形は同じでも、柔らかい素材から硬い素材までさまざまあり、それぞれに特性が異なるため、回転数、加える力、気温によって金属の曲がり方が大きく、また微妙に変わる。また、金属には曲がる時に薄くなる部分と厚くなる部分があり、しかもやってみないとわからない部分もある。それをやりながら判断し、寸法通りに調整する必要があるのだ。

つくるものは大量生産品ではなく、毎日異なるものを図面に合わせて製作していくため、そのつど新しいものにチャレンジしなくてはならない。



素人がやると、円盤があばれて、ゆがんでしまう。



④このようなものであれば、3分ほどでできあがる。



③金属板にヘラを当てて、成形していく。



②金属板を機械にセットし、芯出しをする。



①材料となる金属板をシャーリングで正円形に切る。

新しい形、新しい素材に対して、どう対応すればよいのかについてはマニュアルは存在しない。すべては職人の勘と経験だけがたよりなのだ。

また、形は同じでもつくり方にはさまざまな方法がある。たとえば、壺状の容器をつくる場合、底の方からつめて、最後に口の方を狭くすぼめるのか、逆に口の方からつめていくのか、あるいはパイプ状のものから変化させていくのか。さらに上部と下部に分けてつくと、最後に真ん中で溶接するのか。発注主からの要望、求められる強度などをベースに、製作しやすさ、製作する個数などを考えながらつくり方を検討する。

新人にヘラ絞りのやり方を教えるときには、古参の職人さんが数カ月間付きつきり腕や腰に手を置きながら指導していく。言葉では言い表せない、感覚だけで覚えていくしかない世界だ。

古い職人さんが退職するときも、ノウハウはその人の中にしかない。技術を継承するときには、実際にポイントになる部分だけを若手といっしょにやりながら、マスターさせていく。

大田区はこれからも日本のものづくりの中心であり続けるだろう。北嶋絞製作所のような、他社がまねできない技術を持った工場が大田区には何社も存在している。チャレンジすることをやめない職人さんたちの誇りと自信がそれを支えている。

解を広めてもらい、日本のものづくりの将来を担って欲しいという思いからだ。小学生は自分たちでつくった作品を持って喜んで帰って行くという。

「そういう仕事でも、ぼくらは材料の厚さを測ったりしません。」

それでも寸法はぴつたり合っているのに、発注主からはとても驚かれるという。見ていると、材料をたたいた時の音やヘラを当てたときの感



折り紙付きの技術力

北嶋絞製作所は、いま航空産業などの厳密な精度の求められる製品の注文や、試作品の注文が非常に多い。

「他社ではつくるのが難しく、しかも0.1ミリ、0.01ミリといった精度を求められることが多いのだという。」

「そういう仕事でも、ぼくらは材料の厚さを測ったりしません。」

それでも寸法はぴつたり合っているのに、発注主からはとても驚かれるという。見ていると、材料をたたいた時の音やヘラを当てたときの感

## カエンコイ2ガス火力発電所2号系列が運転開始 ～Jパワー最大の海外IPP発電所完成(146.8万kW)～

3月1日、Jパワーが出資する、タイ国のガルフ・パワー社（Jパワー出資比率49%）が建設していたカエンコイ2発電所（ガスコンバインドサイクル）の2号系列（73.4万kW）が営業運転を始めました。なお、1号系列（73.4万kW）は昨年5月5日に営業運転を開始しており、2号系列運転開始により、1・2号合計で146.8万kWのJパワー最大の海外IPP（※）発電所が完成したことになります。



カエンコイ2発電所は、タイ国サラブリー県カエンコイ地区（バンコクから北へ約110km）において2004年12月から1号系列の建設を進めていたもので、同国のIPPとしては最大規模の大型ガス火力発電所です。同発電所の発電電力は、タイ国電力公社（EGAT）とガルフ・エレクトリック社（Jパワー出資比率49%）

の100%子会社であるガルフ・パワー社との間で締結された電力購入契約（PPA）に基づき、EGATへ販売されます。

Jパワーが出資する海外IPPプロジェクトは、本件を含めて6カ国・地域で19件ありますが、今回の2号系列運転開始により営業運転中のものは16件・出力合計737.7万kW（持分比率では270.4万kW）となります（3月末現在）。

※IPP：Independent Power Producer。独立系発電事業者。

### ◆カエンコイ2発電所の概要

地点	タイ国サラブリー県カエンコイ（バンコクから北へ約110km）
発電方式	ガスコンバインドサイクル
出力	146.8万kW（73.4万kW×2）
燃料	天然ガス
事業会社名	ガルフ・パワー社（Gulf Power Generation Company Limited） ※ガルフ・エレクトリック社（Jパワー49%）の100%子会社
販売先および購入契約期間	販売先：タイ国電力公社（EGAT） 電力購入契約期間：25年間
保守運営	事業会社（ガルフ・パワー社）が実施
工程	2004年12月 着工 2007年5月 1号系列運転開始 2008年3月 2号系列運転開始



### 編集後記

新年度を迎え、桜の名所巡りでもといきたいところですが、私にとっては耐え難い花粉症の季節。いつ発症したか、記憶にもないほど昔から苦しんでいる。

数年前に「花粉の少ない杉」が開発されたらしいので、あと数十年もすれば治るかという期待をしつつ、毎年、花粉症に良いといわれるものを色々試している。

過去に、凍頂烏龍茶、甜茶、シソ等を試してしてみたが今ひとつ。最近では何が効くか自分で探しあてることが楽しみになっている感もある。

そんな私が今回試しているのが「ノニ」という果実のジュース。ハワイでは万病に効く果実として昔から重宝されており、花粉症にも効くらしい。早速購入して、

約1年間飲み続けてみた。

毎年冬には、風邪で数回寝込むのですが、今年は1回のみ。これなら花粉症にも効くかもしれないと期待を抱きつつ、花粉のシーズンに突入。結果は、今年も見事に目と鼻をやられています。さあ、来年は何を試そうか。（注：あくまで私の経験談です）（K）

2008年4月15日発行

発行：電源開発株式会社 〒104-8165 東京都中央区銀座6-15-1 TEL.03-3546-2211(大代表)

URL: <http://www.jpowers.co.jp/> e-mail: [webmaster@jpowers.co.jp](mailto:webmaster@jpowers.co.jp)

編集・発行人：広報室長 辻村 悟

(非売品)



### ●歳時記

桜（さくら）＝バラ科サクラ属の落葉高木または低木。日本の国花。晩春の季語。

晩春（ばんしゅん）＝清明（4月5日ごろ）から立夏（5月5日ごろ）の前日まで。もちろん、晩春の季語。

花時（はなとき）・花の頃（はなのころ）＝ともに桜の咲くころ。三春（春全体にわたる）の季語。ちなみに、季語では、花といえば、桜のことをさす。

花の雲（はなのくも）＝遠くから見た桜の花が、雲のようにみえること。盛り上がるように、豊かに咲き誇るさま。晩春の季語。花筏（はないかだ）＝散った桜の花びらが、水に流れるのを、いかだに見立てた言い方。晩春の季語。

初夏（しょか）＝立夏（5月5日ごろ）から芒種前日（6月5日ごろ）まで。初夏の季語。

春愁（しゅんしゅう、はるうれい）＝春の物思い、憂い、哀愁。

青き踏む（あおきふむ）＝踏青（とうせい）。春になり、草の萌える頃に、戸外に出て青々とした草の上で、楽しく過ごすこと。晩春の季語。



飛花落花  
風のながれに  
のる遊び  
翔

飛花、落花＝桜の花の散ること。ともに晩春の季語。

桜の話題で持ちきりになる晩春、決まって思いつくのは、大学一年生の時のこと。講義の始まりに、日本文学の先生が、さらさら黒板に何かを書いた。最後は、ひらがなで「はせを」。そう、芭蕉の一句だった。

さまざまの事思ひ出す桜かな 芭蕉

桜は、いろいろなことを思い出させ、心で、ここではないどこかへと、旅させる。そんな旅のなかで、手紙が書きたくなくなったなら、愛する季語で書き出してみようか。そう思うだけで、わたしは楽しくなってしまう。

桜の咲き始めなら、「花時をいかがお過ごしでしょうか」、満開なら「花の雲が胸を躍らせます」、散る頃には、「花筏が重なり、静かに流れてゆきます」だとか。ちよっぴり感傷的な書き出しも、花の頃なら共感してもらえそう。

やがて、春も果てようとし、すぐそこに初夏という頃、みずみずしい緑が、わたしの春愁を洗い流そうと、躍動し始める。思い出をていねいに仕舞い、代わりに、新しい季節への期待が胸を占める。感傷から卒業し、こんどは「青き踏む季節を迎えました」と、力強くしたためるだろう。

おおたか・しょう

俳人。1977年徳島県生まれ。13歳より作句。立教大学文学部卒業。

近著に『漱石さんの俳句』、俳句集『キリトリセン』など。http://www.shootaka.jp/

Illustration by ひらいみも