

躍

季刊 [やく]
2011 Winter | 第11号
関西電力株式会社

躍

季刊 [やく] 2011 Winter | Number 11

 関西電力

特集 ● [鼎談] 基軸を探る

科学・技術立国、日本の針路

坂村 健／森下竜一／上田泰己

関西電力株式会社





表紙

「冬の陽だまりで、咲き誇る椿」

冬、モノトーンになりがちな季節を鮮やかに彩ってくれる椿。

日本でも欧米でも新たな品種がつくられ続け、

花の色も形も多彩に咲き誇る。

葉を少なくして花をたくさんいれると、

どこまでも高らかに朗々と響き渡る

陽気なイタリアのアリアが聞こえてくるかのようだ……。

花／椿各種

器／三嶋りつ恵作 ガラス器「風」

所収／平凡社刊『別冊太陽 花に習う』

撮影／飯田安国



花人 川瀬敏郎 かわけとしろう

一九四八年京都府生まれ。幼少より池坊の花を学び、

日本大学芸術学部を卒業後、パリ大学へ留学。演劇、映画を研究する。

帰国後は流派に属さず、いはばなの原型「たてはな」と、

千利休が大成した自由な花「なげいれ」をもとに、

花によって「日本の肖像」を描くという独自の創作活動が続ける。

二〇〇九年「京都府文化功労賞」受賞。

03

特集①「鼎談」基軸を探る

科学・技術立国、日本の針路

坂村 健／森下 竜／上田 泰己

19

Visitor's ゼンカ「奈良編」

「人間らしさを教えてくれる奈良の街のリズム」 紫舟

21

特集②「ルポ」MOVE ザ関西

関西の科学・技術の底力を検証する

36

街の灯り物語

「灯りが消された夜」 鳥越俊太郎

39

エコルーツ紀行

低炭素社会へ、

動き始めたメガソーラー発電所

河合 薫

——クールシティ・堺を行く

50

クリッピングファイル

「スマートグリッド、電力の意義と課題」 林 泰弘

「LED照明を科学する」 川上 養一

中国の勢いが止まらない。

二〇一〇年度、中国のGDPが日本を抜いて世界第二位になることはほぼ確実だ。

産業競争力の源泉となる科学・技術においても

欧米だけでなく新興国も力を伸ばしつつあり、日本の存在感は相対的に低下。

温暖化や食料問題など地球規模の課題が迫り、

人口減少と高齢化は世界最速で進展、社会活力の低下も懸念されている。

国際競争力の向上や社会の新たな課題解決に向け、科学・技術への期待が高まるなか、

今、改めて科学・技術の意義を確認するとともに、

日本の科学・技術力を検証し、針路と課題解決への方策を探りたい。

科学・技術立国、 日本の針路

森下竜一

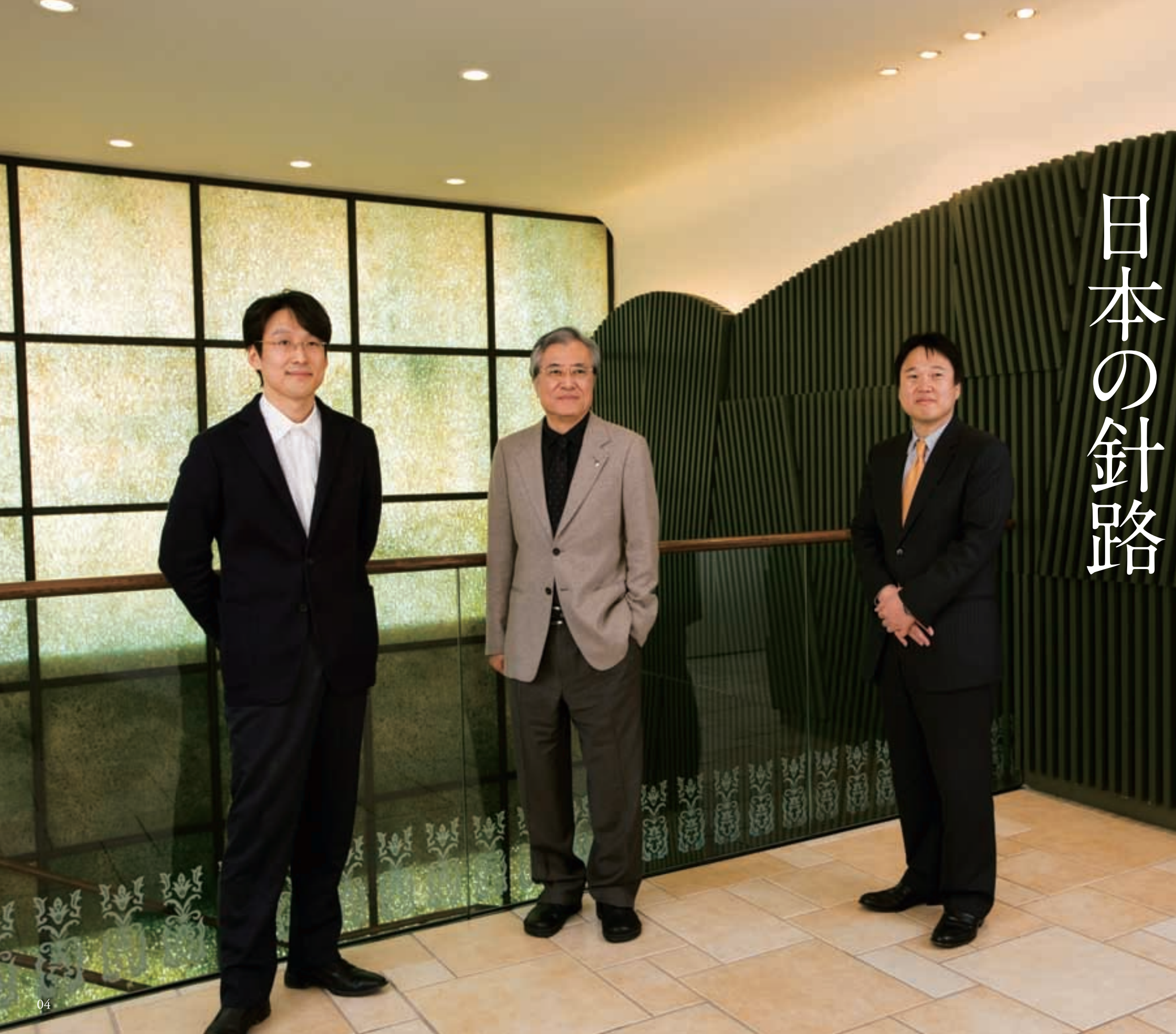
大阪大学大学院医学系研究科教授

坂村健

東京大学大学院情報学環教授

上田泰己

理化学研究所 発生・再生科学総合研究センター
プロジェクトリーダー



は、これまで僕らの先輩というか、第一世代、第二世代が基礎を固めてきて、その周りの化学や情報、物理などの分野も同じように裾野が広がっていて、今、日本に求められているのは、そこをどうやってつないでいくか。そういった点は、インドや中国にはまだなくて、出口が先に来ていて、周りがあまり育っていない状況。日本の場合はある程度裾野があって、それをつないでいくと新しいイノベーションが生まれる手前に来ているのかなと、僕はポジティブな見方をしています。

日本には出口戦略がないのが問題だが 従来と異なる出口も見えてきた

坂村 すると現状の見方として森下さんは……。

森下 悲観論ですね。早急に立て直さないと先はないと。

坂村 それに対して上田さんは……。

上田 わりと楽観論。現状認識として大事な部分は似ている気もしますが、中国やインドではできないことをやるチャンスがあるし、欧米に負けないぐらい、あるいは先んじることも十分できるポジションに来ていると。ただ、ここを誤ってしまうと、ちよつと変な話になるかなと、そういう見方をしています。

坂村 それは森下さんがされていることと上田さんがされていることの分野の違いから来る見方ですか。

森下 より基礎研究に近い側と、より下流をやっている側の違いですね。

研究資金は、第三期科学技術基本計画でもバブルと言

われるほど増えているが、問題は出口戦略が日本にはない。入口側では基礎研究を対象とする資金も増額され、産学連携も増え、一見、落としどころとしては良い政策が多い。ところが出口としては、国民が期待しているのは画期的な医薬品や医療機器、再生医療とか、寿命を延ばす、QOLを上げる、いかに老後を暮らすかということ。そこに関しては、最後は臨床試験を行い認可が必要になってくるが、システムの疲弊が起きている。実は同様の問題は欧米で二十年ほど前にあった。そのときにアメリカの場合、FDAは国民に薬を出すのが使命なんだと。安全を取り締まって、出す出さないという話じやなく、もっと前向きに生み出すことが役所の使命だということ、システムが変わり、アメリカから新しいバイオ薬品がたくさん出てきた。

実は中国はアメリカと同じ制度です。だから早く薬を出すことができ、遺伝子治療薬の抗がん剤は世界で中国が最初です。日本は入口は固めたが、出口としての認可は旧来型のシステムを維持してしまった。このため、本来リスク・ベネフィットの考え方が必要なのに、特に医薬品領域は薬害問題などがあり、リスクを避ける傾向がある。これはイノベーションで新しいものを生み出すときにはマイナスです。

坂村 その制度設計がうまくいっていないと。科学とか技術の問題よりは、制度の問題で悲観的になっている？

森下 問題は、制度が不十分だと出口がないので、民間

坂村 健 さかむら けん
東京大学大学院情報学環教授
(コンピュータ・アーキテクチャー=電腦建築学)
1951年東京都生まれ。慶應義塾大学大学院工学研究科博士課程修了。工学博士。84年からTRON (The Real-time Operating system Nucleus) プロジェクトのリーダーとして、オープンなコンピュータ・アーキテクチャーを構築して世界の注目を集める。現在、TRONはユビキタス(どこでも)・コンピューティング環境を実現する重要な組み込みOSとなっている。2002年よりYRPユビキタス・ネットワーク研究所長兼任。IEEE (米国電気電子学会)フェロー。『ユビキタスとは何か』『変わる国、日本へ』など編著書多数。
http://www.sakamura-lab.org/modules/about/index.php?content_id=9

の資金も続かないし国民の忍耐も続かない。しかも物が最初に出ない限りは知的財産もお金にならないわけです。山中伸弥・京都大学教授のiPS、非常にいい技術だと思うんですよ。だけどこのままでは日本が最初に患者さんに使えるかどうか。また使えたとしても、最終的には薬などの形にしないと保険が適用されず誰でも使えるようにはならない。そのシステムをつくらない限り、イノベーションが結実したとは言えない。やはり日本で見つけたものは日本で実用化されないと、国民にとってハッピーとは言い難い。

坂村さんもご苦労されているように、言い出しっぺ、最初のコンセプト提示は日本人であることは多いんです。**坂村** それが最後まで完結できないからまずいんだと。**上田** 医療研究は着手からがすごく長いですね。でも一方で、生命科学は医療の側だけに今、出口を求められています、違う出口もある。生命は地球規模の課題に密接に関わっている、例えば環境やエネルギーなど、従来と異なる出口が見えてくる可能性もありますよ。

日本の科学・技術力を検証すると？

情報化でイノベーション機会が増えるなか 実証実験で後れをとる日本

坂村 現状の問題への指摘もありましたが、日本の科学と技術、一体どれぐらいの力があるのか。

あるときネットで見ていましたら、中国の人がこんな

第三期科学技術基本計画
九五年に施行された科学技術基本法に基づき、科学技術の振興に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るための基本的な計画。十年程度先を見通した五年間の科学技術政策を具体化するものとして政府が策定。第三期は〇六年度―一〇年度までの五年間を対象とし、研究開発投資は約二十五兆円となっている。

QOL (Quality of Life)
生活の質。

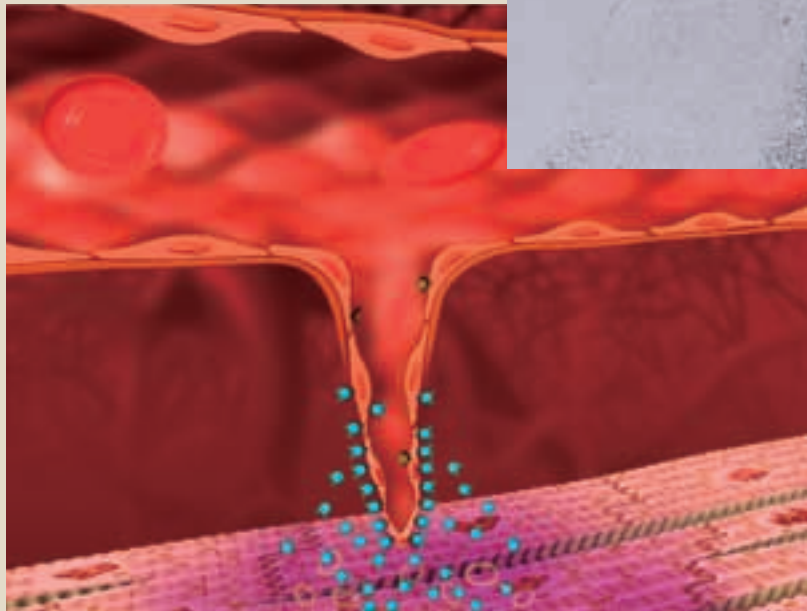
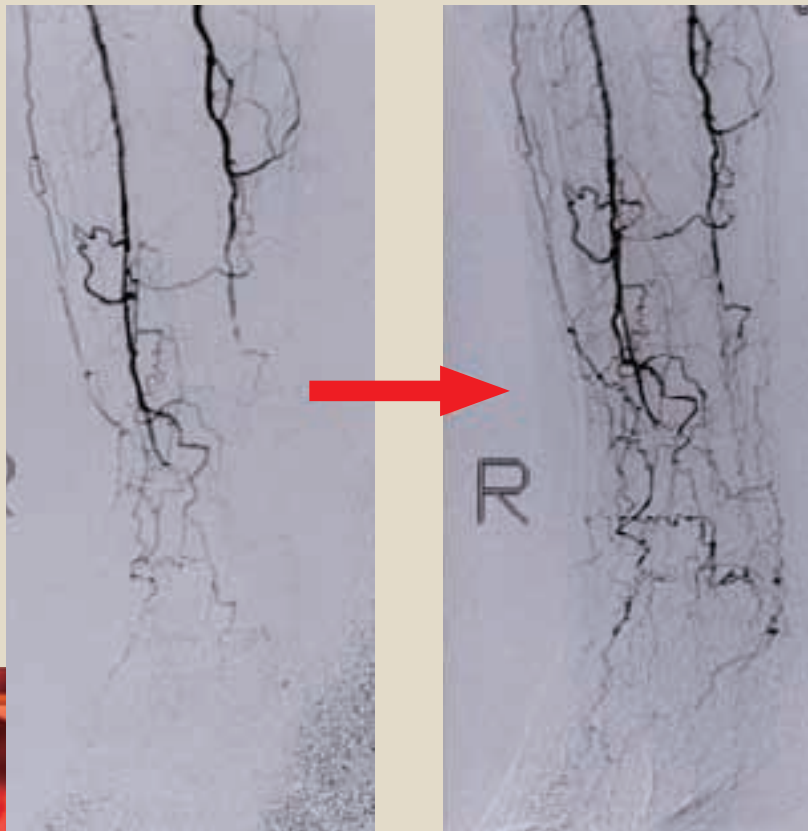
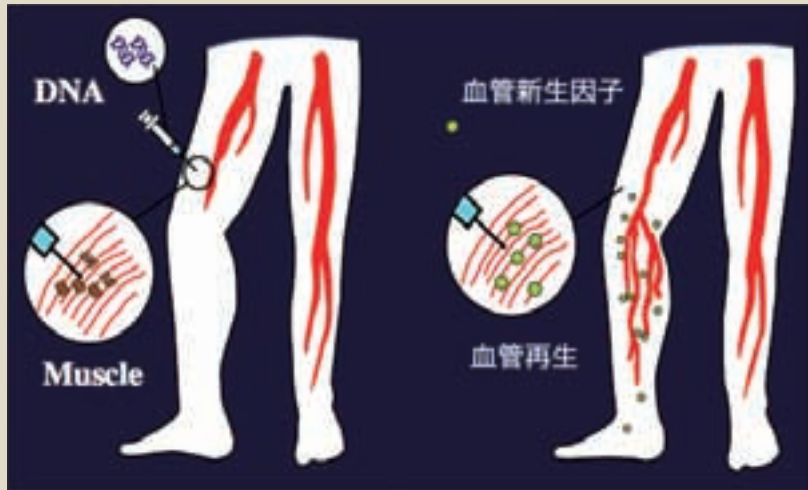
FDA (Food and Drug Administration)
米国の食品医薬品局。

iPS
ヒトの皮膚細胞からつくられた「万能細胞」。あらゆる細胞に分化する能力を持ち、自己増殖を続ける細胞で、京都大学の山中伸弥教授が〇七年に作製に成功。

HGF遺伝子治療薬による血管新生

血管が詰まり血流が悪くなっている虚血性疾患に対し、血管を新生するというこれまでにない治療薬になる可能性を持つ「HGF 遺伝子治療薬」。注射という簡便な方法で血管を新生させ治療できるというもので、現在、新薬としての承認に向け治験が行われている。

資料提供: 森下竜一氏



HGF 遺伝子治療薬により血管が新生していくメカニズム

ことを言っていた。日本の真価は緻密で精度の高いものづくり。例えば日本のスイッチは何度押しても壊れないが、中国のスイッチはすぐ壊れる。しかしスマートフォンの時代になってくると、画面上のスイッチは本物ではないから、何度押しても機械的に壊れることはない。だから日本の価値は失われると中国の人が言っていた。もちろん職人国家という道もあるかもしれないが、機械的制御のものが失われ、コンピュータ制御になってくると、日本の強みが失われ、主戦場は情報の世界になるんだと。実は情報システムの研究には、昔ほど多くの資本投下を必要としない。特にネットの分野はそうで、グーグルもフェイスブックも最初の資本投下はそれほどでもないんです。そうなってくると、ベンチャーが成功する可能性は、昔に比べると確率的には高いんじゃないか。大組織で膨大な予算を取らなくても、イノベーションのチャンスはどんどん出てくると思いますが、どうでしょう。

上田 生物学ではまさに情報化が研究を大きく前進させていて、遺伝子情報がどんどん解明されていますが、逆の流れも起きようとしている。例えば情報を物質化させる。つまり遺伝子をつくるとか、分子をつくるとか、それをもとに生命らしいものさえつくっていく。そういう逆の流れが進んでくると、本当に情報が上流になって、そこで行くような実験ができて、現実インパクトを与えるところまで行くような気がします。

ただ、実験のためのインフラはまだ整備されていないので、生命科学とか医科学の場合だと、インフラ整備が

必要ですね。

森下 日本は出口の部分で実証実験の場が極めて少ない。ただ、入口である特許、遺伝子の特許も実は中国は日本の四倍出している。中国の特許は層が多いと言う人もいるが、そこまで中国は愚かじゃない。渡米していた中国人を政策的に呼び戻したので、彼らはみんな、アメリカにも中国にもラボを持っている。アメリカではイノベーションな仕事をして、中国で実証する。どっちで特許を取っているかというと、中国です。そこが中国の狡さ。そういう国とこれから立ち向かわなきゃいけない。

国内市場で食べていけた居心地の良さが世界で一番になる気概を失わせた？

坂村 日本を除く多くの国では、あらゆる分野で世界を制覇しようとか一番になろうという気を持って、いろいろなプロジェクトが進んでいるように思います。日本の場合、「二番じゃいけないんですか」という言葉が、まさに日本の現状を象徴している。日本は一番になるとか世界制覇はタブーみたいになっている。

森下 イノベーションはゼロサムゲームだということを理解していないですね。特許は一番かゼロかしかなかった。日本の特許制度はコンセプトでとれないしくみだから、もともと負けやすい。制度も弱いし、特に国側でゼロサムゲームを理解していない人が多い。

坂村 やっぱり国を運営する側は日本をナンバーワンにしようという意気込みがないと困る。日本は居心地が良

スマートフォン

携帯電話とパソコン・PDA（携帯情報端末）の機能を組み合わせた多機能携帯電話。アップル社のiPhoneやグーグル社系のAndroidなどが代表的。

グーグル

九八年スタンフォード大学の学生が起業した米国のオンライン検索のベンチャー企業。世界最大の検索サイトとなっている。

フェイスブック

〇四年ハーバード大学の学生が起業した米国のSNS（Social Networking Service）のベンチャー企業。現在世界に五億人を超えるユーザーを持つ世界最大のSNSとなっている。

過ぎて、世界へ出ていく必要がないと思っ
ているのでは？

森下 今、若い人の海外留学は半分以下に減
っていて、日本で研究ができるから海外へ
行く必要がないという人が増えている。だ
けど外へ出れば考え方の違いがわかる。
上田 僕らのずっと前の世代は、日本では
なかなか研究ができないという現状があ
って外国へ行かざるを得なかった。今だ
と、こちらで独立して、PIになってから
移るというように、ちょっと流れが変わ
ってきている。

むしろ今は国内にいながらにしてチャ
ンスが増えてい
るのでは。というのは、例えば外国に行
ってヘテロ（異質）なものを結びつけるこ
ともあるが、日本の中で新しいものを生
み出すこともできる。実際、留学者数は
減っていますが、それは別に居心地が
いいからじゃない。ここで新しいことが
できるからなんです。

坂村 以前、日本の携帯電話はガラパ
ゴスだと言われたが、その問題は技術
方式の違いではない。むしろ日本は世
界第二の経済大国と言われたほど国内
マーケットが大きいかったため、日本
メーカーが外に行く必要がなかった。
一方、サムスンなどの韓国メーカーが
世界戦略に力を入れるのは、韓国マ
ーケットだけではビジネスにならない
から。日本は居心地いいんですよ。日
本国内で食べていて、鎖国していた割
には世界一高機能の携帯をつくってい
る。ところが目は世界を見ていなか
ったから、知らない間に日本の携帯は
世界標準から外れてしまい、気がつ
くと少子高齢化で国内市場は縮小。大
きかった日本市

場で居心地良く過ごしているうちに、
市場が縮小し、もはや世界に売
りたくても売れない状況になっている。

森下 世界が見えていないのはや
っぱり携帯電話がいい例で、携帯電
話、ふと気づいたらiPhoneに変わ
っていて、その中身は韓国製に変わ
っている。それは、ある技術
を突き詰めていくなかで、周りが
見えていなくなっただと思
うんです。それはサイエンスでも
十分起こり得る。日本のiPSは
素晴らしいが、米国のES細胞が
先に実用化すると、iPSは要
らないという議論もあり得る。

坂村 iPhoneで私が一番残念
に思うのは、技術的には日本でも
できるし、事実、日本も似たよ
うな製品をつくっているが、iP
honeは最初から世界で売
るよう設計されている。一方、
日本の製品は世界で売るよ
うにつくられていない。そ
ういう発想が全然ない。

基礎科学を応用に結びつける想像力がない

上田 企業の場合はよくわか
りませんが、科学の場合は世
界でやっていくとしてい
るわけだから、あまり日本
だけと考えている人は少
ない気がします。

もちろん積極的に外に出ることは
とても重要だと思
いますが、日本でやっていても承認
されるし波及するし、交流も普通
にできる。だから今語られているよ
うな話に違和感を持つんです。

周りの同世代を見ると、世界的に
かなりアクティブにやっ
ているなど。昔と比べて確実に海外
での発表経験とか海外でPIにな
る人の数は伸びていて、遜色ない。

森下 竜一 もりしたりゅういち
大阪大学大学院医学系研究科教授
（臨床遺伝子治療学）；
アンジェスエムジー創業者・取締役
1962年岡山県生まれ。大阪大学
医学部卒、同大学院医学系研究科内
科系専攻博士課程修了。米スタン
フォード大学循環器科客員講師、
大阪大学大学院医学系研究科助
教授を経て現職。主な研究分野
は循環器、遺伝子治療、老年
病学。99年、遺伝子を利用した
治療薬を開発する大学発のバイ
オペンチャー「メドジーン」（現・
アンジェスエムジー）設立。バ
イオテクノロジーの中核とされ
るゲノム創業分野での上場は、
既存民間企業も含め国内初の快
挙。
<http://www.cgt.med.osaka-u.ac.jp/>



分野的な面もあると思いますが、
実際に生命科学の場
合は、ゲノムがわかってから大分
様変わりしようとしていて、そ
ういうことが十分やれているん
じゃないかと僕自身は思っ
ていますが、なぜそんなに悲観
的なんでしょう。**森下** 『ネ
イチャー』に出ている論文数、
確かに日本が増えています
が、いくら論文を出しても、
それが最終的に社会を変え
ない限りイノベーションとは
言えない。社会変革に至ら
ないなら、日本発の技術革
新であっても、それが必ず
しも日本の国力につながら
ないんです。

純粋科学は昔から日本は
トップクラスを走っていた
が、ノーベル賞を受賞した
鈴木章・北海道大学名誉
教授の研究を使って薬をつ
くったのは海外企業。日
本企業は海外の後塵を
拝している。そんな失敗
は多く、例えば上田さん
が発見した体内時計の遺
伝子も国内で実用化を担
うパートナーがいな
ければ、一番とは認め
られない。僕はそれが悔
しい。アメリカなら
そんな発見をすれば、お
そらく企業が押し
かける。でも日本だと、
それで薬や医療用具をつ
くろうという話は来
ないのではないか。実
際、いろんなことに
応用できるのに、そ
ういう想像力に乏
しい。

今すぐ心強いのは、
上田さんたちの努力
で科学が大
事だとわかってきた
わけですね。だけ
ど、次の世代は、
上田さんの研究が
実用化されない限
り、国民はこの赤
字の中でいつまで
科学に金を突っ込
むんだとなっ
てしまう。**坂村** 確
かに最近のノー
ベル賞を見てい
ると、かつては
基礎研究が評価
されていたのに、
今は技術的な現
場の出

PI
(Principal Investigator)
独立研究グループ長、研
究室主宰者。

ES細胞
胚幹細胞。iPS同様、
あらゆる細胞に分化する
能力を持ち、自己増殖を
続ける細胞で、九八年米
国ウィスコンシン大学
のトムソン教授らが受
精卵からの培養に成功。

ゲノム
すべての遺伝情報のこと。

鈴木章 (1930～)
化学者。パラジウムを触
媒として炭素同士を効
率よくつなぐ画期的な
合成法を編み出したこと
で、二〇一〇年ノー
ベル化学賞受賞。

体内時計
生物が備えている一日
二十四時間のリズムを
刻む能力。脳や肝臓を
はじめる身体各所に持
つ時計細胞が時を刻
むメカニズムには二十
個の遺伝子が関与して
いることが明らかにな
っており、上田チ
ームはDNA上に朝
昼夜それぞれの時間
帯で遺伝子転写を制
御する配列を発見した。

口までが評価されるようになり、そちらに焦点が移り始めている。うまくそこはつながないといけないですね。

上田 そこでちょっとお聞きしたいのは、日本の応用研究の弱さは結構前から指摘されていた気もするんです。だとしたら変えられたはずですが、なぜ変えられないのか。長い時間があつたわけだから何かしらやり方があつたはず。他のところに理由を置くのは何か違う気がして、そこを変えないといけないはずでしょう。

森下 それが変われない。僕自身、新薬の承認を得ようともう十年、治験を繰り返しているが、いまだに承認されない。初の遺伝子治療薬ということで日本は承認のリスクを取りたがらない。そんな社会を変えることもめざして二〇〇七年に安倍内閣がまとめた「イノベーション25」は、将来的な日本のビジョンを明確にした初めてのプランだったのに、計画だけで終わった。科学・技術立国なんて十年以上言い続けているのに、いまだに実現していない。

イノベーションとは「変われる力」、 なのに日本は動かない

坂村 その意味では、そもそもイノベーションとは何か。ソーシャルイノベーション、プロセスイノベーション、要素技術イノベーションと、イノベーションも多様で、一般的に日本は要素イノベーションは強いが、ソーシャルイノベーションがうまくいっていない。多分そこがうまくできないから、ストレスが出てくるわけですね。

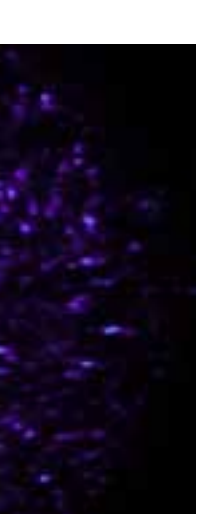
森下 OECDが、一番重要なのはソーシャルイノベーションだと言っている。社会がイノベーションしない限り、どんなイノベーションも必ず止まってしまうと。

先頃『ネイチャー』に、「A Shadows of rising sun」という小文を書いたんです。日出る国の影。昔、日米関係で日本は重視されていたのに、ジャパンスルゥが起きて、中国とアメリカが一緒になり、今はジャパンナッシング。アメリカが日本に科学や技術の協議を申し込むことはなくなってきた。つまり日本は決して基礎研究では悲観する必要はないが、最終的に実用化されない限り世界的には評価されないわけです。

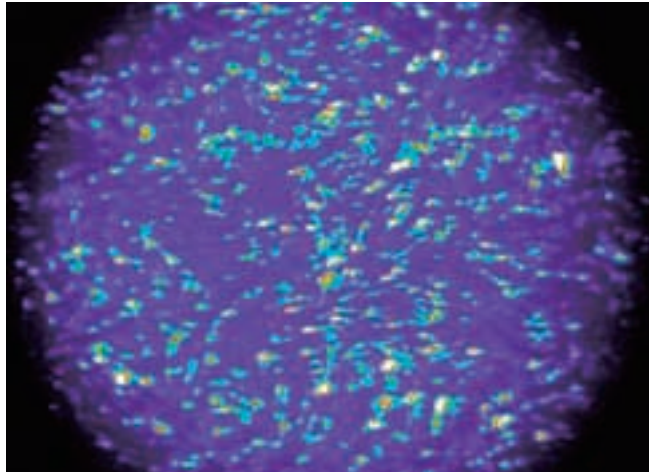
もう一つ、日本はアントレプレナー精神が非常に低い。韓国や中国は、はるか上でアメリカと同じランク。新しい挑戦を社会が評価するシステムになっている。

坂村 確かにスピードが遅くて社会はなかなか変わらない。私が森下さんの気持ちかわかるのは、ユビキタス・コンピューティングも実験できないんです。中国なんて新しい装置が出ると、すぐに壊して真似をする。その躍動力というか原動力はものすごい。アメリカはいきなり壊すことはないしろ、それでも法律を変えてしまうとかね。例えばアメリカは電力自由化をして、うまくいかないと、もとに戻した。電話会社も一旦分割したものの、間違いだつたと、また大きい会社ができている。そういうスピードはすごく速い。

その意味では、イノベーションというのは「変われる力」だと私は思うんです。日本はコンサバティブな国で、



時計遺伝子の発光



生き物の身体は時計だらけ。時計遺伝子を発現する細胞を光らせた写真。朝に光り始め、夜になると光が消えていくという。写真提供:上田泰己氏

変わるのが大変。社会が動かないんです。

科学・技術立国、日本の針路と課題は？

国際関係に目配りをして

アジアでリーダーシップを発揮する

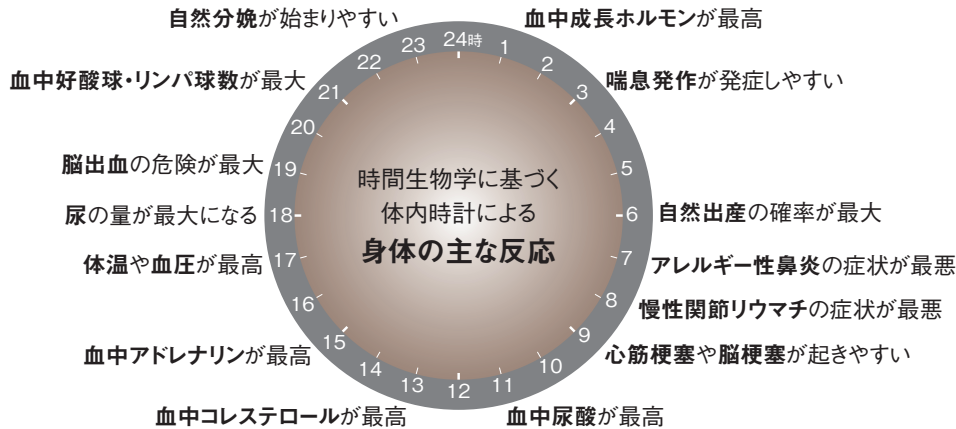
坂村 では今後、日本の針路をどこに見出すか。日本の役割について言えば、私は世界が日本に期待しているものなんてないと思うんですよ。むしろ役割は日本自身が考えなきゃいけない。日本は、米国みたいに強くあろうとか、ヨーロッパみたいに成熟した国としての立ち位置を見つけようとか、中国みたいに躍進するぞというのに比べると、一体どうしたらいいか自分たちもわかっていない。日本はこれからどうすればいいですか。

上田 今後十年とか二十年かけて、アジアにマーケットが大分移ってきますよね。インドもそうだし、ASEANもそう。そのなかで先んじてきた日本の役割というのはすごく魅力的だし、距離の近さとインタラクションは比例するので、実際にそういった場でリーダーシップをとっていくことが何とかできないか。

今、PIのポジションは、インド、中国、シンガポールがかなり増えているので、日本がアジアでリーダーシップを発揮すれば、世界を先導できる可能性がある。

坂村 アジアで指導力を発揮できたらいいと思うんだけど、一方で政治的にいろいろ採めている。

上田 政治はいつも採めていますよ。だけど、多分変わら



時間生物学の領域では、おおよそ決まった時間に身体への反応が出やすいとされている。

イノベーション25
二〇二五年までを視野に入れた成長に貢献するイノベーションの創造のための長期的戦略指針。〇六年検討を始め、〇七年六月指針を取りまとめた。

アントレプレナー
起業家。

ユビキタス・コンピューティング
どこにでもコンピュータがあること。坂村氏はあらゆるモノ、あらゆる場所、社会全体にICTチップを組み込んで、世界を情報のネットワークとして構造化していくことを推進。

ないのは官僚機構。但し、官僚機構の中にいる人たちが、国内向けの意識から脱却しなきゃいけない。例えば何か仕掛けをしていくときに、欧米だと、イギリスとアメリカが組んで何か仕掛けるみたいなことがあり得るわけです。日本も、アジアで連携の枠組みをつくれる官僚の人たちが出てくることに期待したい。

森下 それは官僚じゃなくて、政治家の仕事でしょう。

上田 いや、政治家だけに期待してもダメだと思います。

坂村 ただ、政治家とか政治問題が関係ないと言えないのは、実は私のTRONという組み込みリアルタイムOSがおかげさまで今、世界ですごく広がっていて、私の共同研究所の出先機関が中国や東南アジア各地にある。ところが中国で反日運動が起きたりすると、向こうでは落ち着いて仕事ができない。やっぱり政治でないとできないこともあります。

上田 中国に関して、ある人権活動家の方は、中国に民主化を求めていくことが日本の国益になると言っていた。今は中国国内での不満が日本に向いている面があり、中国でソーシャルイノベーションが起きれば、相対的に日本バッシングが減ると。

坂村 日本で大事なものは、世界に出て行ってコミュニケーションをうまくとることですね。日本だけでは何もできないし、アメリカだって一国では無理。国際的な協力関係をどう築くかは最も大事ですが、情けないのは、日本は国益とは何かというのを避ける傾向があることです。

スクをとれるシステムをつくれればいい。それによって、こういう問題が起きるけど、進めましょうという合意がとればいい。それを個人がやるんじゃなくてシステムとしてやる。

情報技術も画期的なことが出れば、当然、利益を失うメーカーがいっぱい出るわけです。でも、それをやらないと、いつかは誰かがやってしまう。あるいはそれは国際標準にならないかもしれないが、国際標準で仕掛けていかないと勝てないのは確かです。

坂村 ただ、日本の政策で不満なのは、全部、ターゲットイング型なんです。そもそも予測もできないすごいことが起きるのがイノベーションなのに、あらかじめ開発目標を定め、期間を区切って行うような目標指向型では、イノベーションは起こらない。

上田 タイムスケールの問題があるんですね。出口につながるタイムスケールと、面白いというタイムスケール。学問的に基礎、純粹と呼ばれるところは面白いという価値基準で、とんでもないことが生まれることがある。

そして実は基礎と出口は連続的なものです。出口に至るまで時間がかかる分野があり、一見役に立たないように見える面白い研究が長い時間をかけてとてつもなく役に立つ開発に変わっていく。面白い研究の波及効果は、今、目の前にある役に立つ開発よりはるかに大きかったりする。つまり面白い研究から役に立つ研究までの連続性を有していることが、日本の国益になり、ひいては世界への貢献につながると思います。

私はジュネーブに年に何回か行っています。理由は、ITUやISOなど国際標準が重要だから。ところが日本は不況になると、そういう国際標準活動から手を引いてしまう。私の研究所の一人しかいなくて、孤立無援になってしまうこともある。韓国は十人ぐらい、中国は二十人来るんですね。すると多勢に無勢。しかもアジアで仲良くと言っても、韓国は必ず日本の発言に反対してくる。

韓国や中国は国と民間が一体化しているんです。アメリカは国とは一体化していないが民間が強く、ベンチャーキャピタルがしっかりしていて資金が流動的にどんどん流れる。日本は国とも一体化していないし、マーケットもしっかりしていない。となると、そういう過酷な状況で何とかやっているのは、ひよっとしたらすごいことだと、自分で自分を褒めちやうかという気になりますね。

「面白い」から「役に立つ」への連続性を視野に短期ターゲット型政策よりインフラ整備を

森下 そういふなかで日本として世界で評価されるには、一つは強みである基礎研究を早く海外に出して儲ける。もう一つは国として出口戦略を持つ。どちらかができればまだ大丈夫。常にシーズは日本にあるが、育てるしくみが無い。種は蒔くけど、水をやる人がいないんです。

上田 そうすると、どこを変えていけばいいんですかね。

森下 イノベーションがリスクを伴うことを認識し、リ

上田 泰己 うえだ ひろき
理化学研究所 発生・再生科学総合
研究センター プロジェクトリーダー
(システムバイオロジー)
1975年福岡県生まれ。東京大学医学
部卒、同大学院医学系研究科博士課
程修了。医学博士。大学時代からIT
系の研究所アシスタント、製薬会社研
究員などを経て、院生だった2003年27歳
で理化学研究所の最年少チームリー
ダー(システムバイオロジー研究チーム)に。
のち現職。大阪大学招聘教授、京都
大学併任教授なども務める。生物の身
体自体が時を刻んでいるという「体内時
計」のしくみを解明し、未来の医療に役立
てる研究を行う。
[http://www.cdb.riken.jp/lrb/jpn/
index.html](http://www.cdb.riken.jp/lrb/jpn/index.html)

TRON
(The Real-time
Operating system
Nucleus)

組み込みリアルタイムOS。どこにでもコンピュータがある未来を想定して、八四年以降、坂村氏が推進。現在、TRONは携帯電話をはじめデジタルカメラ、ファクシミリ、車のエンジン制御と世界中で非常に多く使われている。
<http://www.tengine.org/>

ITU

国際電気通信連合。電気通信に関する国際標準の策定を目的とする国連の下部機関。本部はスイス・ジュネーブ。

ISO

国際標準化機構。電気、電子技術分野を除く全産業分野(鉱工業、農業、医薬品等)に関する国際標準の策定を目的とする国際機関で、各国の標準化機関の連合体。本部はスイス・ジュネーブ。

坂村 日本では短絡的にすぐに結果を問う話が多く、一番欠けているのはインフラの研究です。政府はターゲットイング型の政策でなく、インフラ、基盤整備をしてもいい。情報の分野ではインターネットはインフラなんです。それをつくったのは米国政府。インフラは儲からない。そのインフラに乗っかっているものが儲かるんです。ですから、どうしても民間だけではできない。残念ながらインターネットみたいなインフラ型の研究は、あまり日本では認められない。

森下 確かに弱いのはソフトインフラ。スパコンなどハードインフラは強い。僕は、ベンチャーは社会のソフトインフラだと言っているんです。イノベーションを実用化するには、大学と企業の間をつなぐものが要る。それがベンチャーです。ベンチャーは社会的なイノベーションのソフトインフラだから、儲かる。儲からないじゃない、多産多死でいいから、国としてベンチャーを常に生むシステムをつくらないとダメ。そういうソフトインフラを日本は理解していない。

タニマチ文化を持つ関西がイノベーションを支え、日本を変える

坂村 ベンチャーについて言えば、アメリカなどベンチャーの頭脳に対しベンチャーキャピタルが金を出す。土地の担保がなくても五億円ぐらい得られるとか、またそれを得るためのプレゼンテーションを大学でも教えるなど、しくみができている。日本では評価できる人は少

ないし、ベンチャーの側にもプレゼンテーションをうまくやってお金を引き出せる人は少なくて、お互いアンハッピー。

森下 昔は日本でも援助してくれるタニマチがいたんです。アメリカはITで成功した連中がゲノムにお金をつぎ込んでいて、それが次のバイオの成功者を生み出して、またお金が回るといしくみ。日本は税制も悪いし、そういう社会風土もなくなっている。

坂村 日本のタニマチって極めて人間的で、システムじゃない。一回飲んだら、気に入った、援助するわみたいな。特にそれは大阪に多い。

森下 アメリカでは西海岸もそうですよ。合意したとき西海岸はシェイクハンドして別れる、あるいはハグする。東はすぐに弁護士を呼んでサインさせる。東京はサインするほうです。大阪は新地へ飲みに行ったら、それでOK。契約書がなくても金を出してくれたりする。

こういうエンジェル文化、関西的なタニマチ文化を育て、タニマチを尊敬する風土をつくらなきゃならない。

坂村 よくわからないけど賭けてみようという関西的なノリ、タニマチ文化はいいね。

森下 ポイントはオーナー会社ですね。オーナー会社が減るということは決定権が減るので、投資はできないわけです。東京は外資系が入ってきたときに、決定権がある人が減った。以前ケンブリッジと阪大で技術大学院をつくろうとしたとき、もともと彼らは上海かシンガポールでと考えていた。でもこれはバイオ技術分野だったの

森下 わりと独断専行、後づけ許可OKな面がある。

坂村 でもそれは、悪く言うといい加減ということだよ。

上田 いい加減でないと新しいものは生まれえない。(笑)

森下 セレンディビティの機会が多いんですよ。日本を変えるとしたら、関西です。東京からはソーシャルイノベーションは起きないと思います。

坂村 そろそろ時間ですが、きょうは悲観論と楽観論が入り交じる話になりました。私たち三人、年が十歳ぐらいつ離れているんですね。上田さんが今後ポジティブな気持ちを持ち続けられれば、日本は良くなったと。十年後に悲観派の我々の方に流れてきたら、やっぱり日本はダメじゃないかと。

森下 ぜひ十年後にもう一回、鼎談をさせてもらいたい。

坂村 十年後を楽しみに、終わりたいと思います。ありがとうございました。■



〔奈良編〕

人間らしさを教えてくれる

奈良の街のリズム

紫舟 書家



撮影:Susumu Yasui

しゅう 書家
6歳から書を始める。会社員を経て、2001年に書家活動をスタート。書の本場・奈良で3年研鑽を積み東京へ。書を用い、文字に表情・感情をつけ、情報としての文字に意思を吹き込む作品を発表。NHK大河ドラマ『龍馬伝』題字をはじめ、テレビ番組・CM等に作品を提供。書についての新聞連載、国内外での作品展示など幅広く活動。10年、手島右卿賞受賞。
<http://www.e-sisyu.com>

神戸で会社員をしていた私が、書家としての道を歩み始めたとき、何かに導かれるように奈良へ移り住んだ。ビジネスで成功し世界に出るなら東京かもしれない。癒しを求めるなら沖縄でもいい。でも、そのときの私には奈良への風が吹いていた。奈良の有機的な空気のなかで、生きることの本質を学ぶことが必要だったのだと思う。

それまでの私にとって「生きること」＝「仕事」であり、職業選択が重要だと思いつつ、うまく選択できずにいた。奈良に来て、人のつながりや暮らし方、季節が移りゆく美しさ、ゆっ

たりとした時間の流れなどに触れ、生きていくペースとなるものを学んだ。

大都市は今、二十四時間動いている。東京では「夜九時から打ち合わせ」ということもしばしばある。それは大都市ならではのパワーの源でもあるが、みんなどこかで相手にあわせて無理をしている。がむしやりに働くなかで犠牲にしているものがあることに気づくのは難しい。

奈良は、その対極にある。五時になると仕事は終わり、お店も早くに閉まってしまふ。仕事は早く切り上げて、家族や

友人と食事を楽しむ時間を大切にする。それは本来、とても人間らしいことだ。

仕事だけが人生ではない。奈良の人々は自分の生活リズムを大切にしている。奈良で過ごした三年間に体感したことは、今も私にとって大切な礎だ。それを経験せずに東京に出ていたら、周囲に流されて何かを見失い、ワーカホリックになっ

たろう。

東京では風景はめまぐるしく変化する。しかし奈良は変わらない。平城遷都から千三百年、あれだけの神社仏閣が変わらず残っている理由は、地元の人たちにボランティア精神が根づいているからだと思う。自分の生活、自分の街を当たり前のように守る。外から来た人にもそれを求める。私も最初はとまどったが、「郷に入っては郷に従え」。結果として、その何倍ものお返しをいただいた。

東京が毎年変わるなら、奈良は百年単位。これからも長い目線で、外から来た人を受け入れながら、奈良に暮らす人にとって心地よいペースの街であってほしい。

曜

今も奈良へはよく行く。東大寺から興福寺、奈良公園——いずれも壮大で、しかもそれぞれを区切る塀がない。いつ、誰が訪れても拒まない。天平の昔から異国の多様な文化を受け入れてきた、心の敷居の低さ、おおらかさの土壌があるの



紫舟「一人ではないことに気付き 独りであることを知る」

関西の科学・技術の 底力を検証する

ノーベル賞を輩出した基礎研究の系譜と、
応用技術開発の風土を併せ持つ関西。
その科学・技術の底力の今を探るため、
地域の特色を生かしながら新たな動きを見せる、
関西各地を訪ねてみた。

国立循環器病研究センター病院の「カテーテル検査室」では、カテーテルを使った脳血管障害や心疾患などのカテーテル検査や、血栓溶解術、血管拡張術、血管塞栓術など高度な血管内カテーテル治療を行っている

大阪モノレール・万博記念公園駅から彩都線で北上すると、五分あまりで阪大病院前駅に着く。西側に大阪大学医学部附属病院が建ち、背後には阪大吹田キャンパス、北西方向には国立循環器病研究センターがある。終点の彩都西駅周辺には、医薬基盤研究所など彩都ライフサイエンスパークが広がっている。

これら整備の進む「北大阪バイオクラスター」には三百社を超える製薬企業や研究機関、大学が集積し、「薬の町」と呼ばれた大阪の強みを生かして、医薬品や医療機器などバイオ関連産業の育成をめざす拠点となっている。なかでも、最も早い一九七七年に、千里・北摂地区に開設されたのが、国立循環器病研究センターだ。研究センター研究所副所長兼研究開発基盤センター長の妙中義之さんが「私たちの研究は、臨床現場のニーズから始まり、その研究成果を患者さんのところへ届けるのが最終目的の一つです」と言うように、病院と研究所が一体となって循環器病（脳血管障害と心疾患）の最先端医療を追求。製薬、医療機器関連企業と連携し、臨床現場で成果を挙げてきた。

人工心臓開発では八〇年代後半、繊維系企業と連携して血栓のできにくい高分子素材を用い形状を工夫した補助人工心臓の開発に成功。臨床治験ののち、九〇年に国

の製造承認を得て世界で初めて製品化した。妙中さんによれば、これは心筋梗塞などの重症患者や手術後の患者が使用し、症状改善するまでの一時的な血液循環の維持が目的だった。ところが、欧米や日本で心臓移植を待つ患者の状況を良くする「移植までの橋渡し」に役立つことが評価され、その用途での使用が増加した。当初、補助人工心臓の駆動装置は二百kg以上で、移動や院外生活は大変だった。そこで患者のQOL（生活の質）向上のため、自動車機器企業と連携して重さ十二kgのキャリーバッグ方式を開発。現在、重さ三kgのショルダーバッグタイプを開発中だ。さらには企業と連携し、心臓移植に頼らず社会復帰できる、次世代型の超小型軸流式体内埋込型補助人工心臓を開発し、数年後の実用化をめざしている。

知的資産を活用し、基礎から臨床への橋渡し

国立循環器病研究センターでは、二〇一〇年四月、新

たに「研究開発基盤センター」を設置し、

研究センターの知的資産の運用を開

始した。「これは、病院と研究

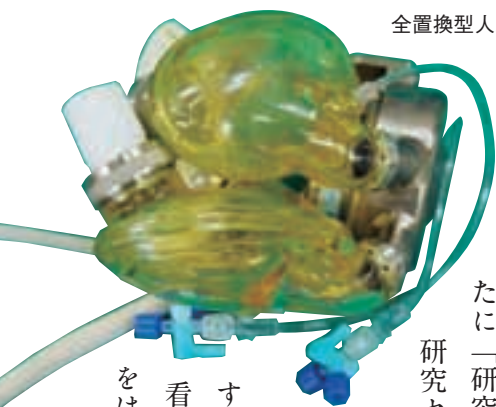
所に蓄積された活力をいかに

活用するか、という取り組みで

す」と妙中さん。研究者、臨床医、

看護師、臨床工学技士などの人材

をはじめ、研究・臨床成果、ブラ



全置換型人工心臓

①開発中の補助人工心臓の血液ポンプの性能を試験し、評価する装置

②病院と研究所が一体となって循環器病の最先端医療を追求する国立循環器病研究センター

③補助人工心臓を装着した人体模型の傍らで、現在開発中の超小型軸流式体内埋込型補助人工心臓について語る妙中義之さん

④カテーテル検査室のモニタールームから検査室内を見る

基礎から臨床につなぐ先端医療の拠点

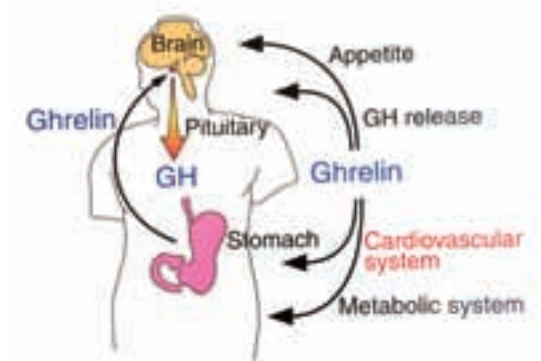




ンド力、施設、患者、産学官のネットワークなどを活用。病院と研究所が併設されているため、研究成果を臨床に直結できる強みを生かし、臨床への橋渡し研究を強化して、医療分野をはじめさまざまな産業との連携をさらに深めて先端的な医療機器や新薬開発を加速させる。加えて、予防医学に関わる社会的なサービス事業まで視野に入れ、例えば、永年蓄積した、病状回復に重要な役割を果たすリハビリや治療食の技術、ノウハウを使った事業化も検討課題の一つだ。「センターでは商工会議所などと連携し、サービス産業と病院をつなぐなど、従来とは違ったかたちで社会と連携していきたい」と話す。

北大阪バイオクラスターが、今後、そのようなまちづくりという観点をもって進んでくれば、と妙中さんは期待する。もちろん、基本は医療機関を中心とした産業基盤の確立だ。「日本の医療費は何年かあとには五十兆円を超えるといわれています。国民には大きな負担ですが、産業的に見れば、今後、このように急激に伸びる分野はありません」。医療機器・サービス分野を考えれば、関西の中小企業も含めて、日本のモノづくり企業の技術力はレベルが高く、経験がなくとも医療機器分野へ参入すれば十分やっつけている、と妙中さんは言い、「そのような産業の活性化も私たちの大切な仕事です」と力を込めた。

国立循環器病研究センター研究所で世界に先駆けて発見された生理活性ペプチド「Ghrelin (グレリン)」が、食欲の促進、筋肉の増進、さらに心臓負荷の低減などに作用することが明らかにされ、現在、医薬品化が進んでいる



①心臓の収縮力を高める遺伝子を心筋内に導入する再生医療研究で、遺伝子の導入状況を顕微鏡で調べる ②バイオ、医薬、食品、ヘルスケアなどライフサイエンス分野の研究、技術開発関連施設が集まる彩都ライフサイエンスパーク ④国立循環器病研究センター病院の心臓リハビリ室にある、心臓の機能などを検査する機械

国際的・学際的頭脳集積による新学術萌芽の創出

構想から三十年。「都市びらき」から十六年が経ち、風格あるサイエンスシティに育ってきた、関西文化学術研究都市。京阪奈丘陵の一角に国内外の頭脳を結集し、近未来の人類の発展と幸福のため、人文、社会、自然諸科学分野の枠を超えて、自由闊達な議論を重ねながら研究活動を展開している国際高等研究所がある。

近年、大学や研究機関では長期的な視野で議論、研究する環境が少なくなったため、科学や技術の新たな研究課題を生み出してきた土壌もやせ、このままでは枯渇しかねない、と研究所長の尾池和夫さんは言う。「そこで高等研では次世代のために、五つの研究領域において、新たな学術の芽を見つけ、育てていこうとしています」。それら五領域とは「言語と文学と芸術」「世界の構造変化と世界観の転換」「脳科学と心の科学」「宇宙・地球・人類」「物質と光」で、今年度はそのうち十八の研究プロジェクトが進行中だ。

「異分野だと、最初は研究者同士で言葉すら通じません。でも三年も議論しているとお互いのやっていることが理解でき、共通のリテラシーを持てる。そこから学術の芽が見つかります」(尾池さん)。そのタネを持ち帰り、

新たな学術の芽を見つけ、育てる場





①「アジア・デザイン」について活発な議論を交わす海外からの参加研究者たち

②④国際高等研究所のフォーラム「複雑系情報の社会への発信システム」研究会では研究者たちが自由に議論を交わす

③昼食休憩時、館外の庭園でくつろぐ参加研究者たち

⑤国際高等研究所と京都大学数理解析研究所との共同研究「ガロア理論幾何」の合宿型セミナーの光景

⑥国際高等研究所の今後の研究プロジェクトについて語る尾池和夫さん

う、というわけである。

さらに、「私自身としては、千年先を考えるプロジェクトをやりうと思っっています」。例えば、現在、日本各地で指定されつつある、地球活動の貴重な地質遺産を基本とした「ジオパーク」、千三百年の生活史が蓄積する「京都」などを、地域経済を潤しながら千年先まで保っていくにはどうすればいいか、といった千年構想を議論していこうというのが尾池さんの想いだ。

高等研・発のどのような着想、アイデア、議論、研究が、将来、次世代を拓くどのような基礎研究を生み出していくのか。長い目で見つめていきたい。

外部の研究施設で育てた研究者がノーベル賞に輝く。そのために、高等研は安心して伸び伸びと議論できるシステムを提供する。「こうして知恵を磨く場所が必要なんです」と、尾池さんは話す。

地球と人類の千年先を考える

現在、高等研では、企画委員、上級研究員、研究代表者、フェローなどが参加する企画委員会で研究プロジェクトの選定を行っている。今後は、高等研の特色、役割をさらに明確にするために、まず少数人数の有識者会議で、二十一世紀の後半に向かって何が必要か検討して主要テーマを絞り込み、それを具体化していく研究プロジェクトを選んでいきたい、と尾池さんは言う。

「テーマの一つは、人間の意識、心の問題です。それを、例えば霊長類の研究者に集まってもらい、チンパンジー、ボノボ、ゴリラなどの世界から人類を見ると、人の心が見えてくるのではないか、と考えています」

「アジア」も大切なテーマだ、と尾池さんは続ける。欧米型の文化や社会は前世紀に行き詰まり、積極的にアジアを再評価すべき時代になった。しかし、かつて、アジアの文化を主導してきた中国は、現在、経済発展に懸命だ。そこで、遣隋使・遣唐使の時代から中国文化を容れてきた日本が中心となって、中国をはじめ多様なアジアの文化について歴史的に分析しながら、二十一世紀にふさわしいアジア型文化と社会のあり方を考えてみよ

京阪奈丘陵に広がる関西文化学術研究都市の一角に建つ国際高等研究所



和歌山

クロマグロもクエも。水産資源をつくり出す

本州最南端の紀伊大島港外に設置されたクロマグロを養殖する円形生け簀に船を停泊させる近畿大学水産研究所大島実験場の所員たち

魚に教えてもらい、稚魚の飼育に成功

本州最南端、串本町の紀伊大島港外の島影に幾つもの大きな円形の生け簀が浮かぶ。生け簀に接岸した漁船からスコップで餌のサバがまかれるたび、群遊するクロマグロがバシヤバシヤと水しぶきを上げ、瞬時に食べつくす。波静かな港内の四角い生け簀には育ちざかりの、孵化百日前後の稚魚が群れていた——近畿大学水産研究所の大島実験場。ここで二〇〇二年、世界で初めてクロマグロの完全養殖に成功した。

戦後の食糧難を救うため、大阪理工科大学（現・近畿大学）が、ほとんど前例のなかった海水魚の養殖研究に挑むべく、研究所本部となる白浜臨海研究所（現・白浜実験場）を開設したのは一九四八年。しかし、当初は経験も知識も資金もなく、試行錯誤の日々だった。水産研究所長の村田修さんによれば、大きな転機となったのは五〇年代後半。海上に浮かぶ網生け簀養殖法を開発し、さらには養殖業の安定経営のため、人工孵化する方式に乗り出してからだだった。もともと「六〇年にブリで始めた最初の人工孵化は、うまく孵っても、どんな環境、どんな条件でどんな餌をやればいいのかわからなかった」。

次に始めたヒラメの人工孵化成功は六五年。しかし、田辺湾で育てたブリの卵を人工授精させ、生まれた仔魚を育てることができたのは、八年後の六八年だった。

村田さんによれば、成功の秘訣は「魚に教えてもらうこと」。毎年、ブリの産卵シーズンになると、ほとんど不眠不休で仔魚や稚魚たちの動き、色、餌の食べ方などをひたすら観察。ようやく育て方を会得した。

継続力とチーム力で、完全養殖と産業化を実現

七〇年、近大水産研究所では国家プロジェクトチームの一員として、大型回遊魚クロマグロの養殖に着手した。しかし三年間、どのチームも天然の幼魚（ヨコワ）を育てることができず、国家プロジェクトは解散。唯一、近大だけが養殖実験を継続し、四年目に幼魚を一年以上育てることができた。

次の目標はクロマグロの人工孵化と仔魚飼育。クロマグロは傷つきやすいため、幼魚の入手は網漁から釣り漁へ。さらに手で触らず釣り針を外す方法を工夫して、生存率を向上させた。そうして育てた親魚の卵を、七九年、世界で初めて人工孵化することに成功。しかし、稚魚は孵化四十日前後で死に、三年余りそれを繰り返したあと、親魚が生け簀の中でまったく産卵しなくなった。九四年、十二年ぶりに親魚が産卵した卵から稚魚を育てることができたものの、稚魚から親魚に育つのに六年。完全養殖にこぎつけたのは、〇二年だった。



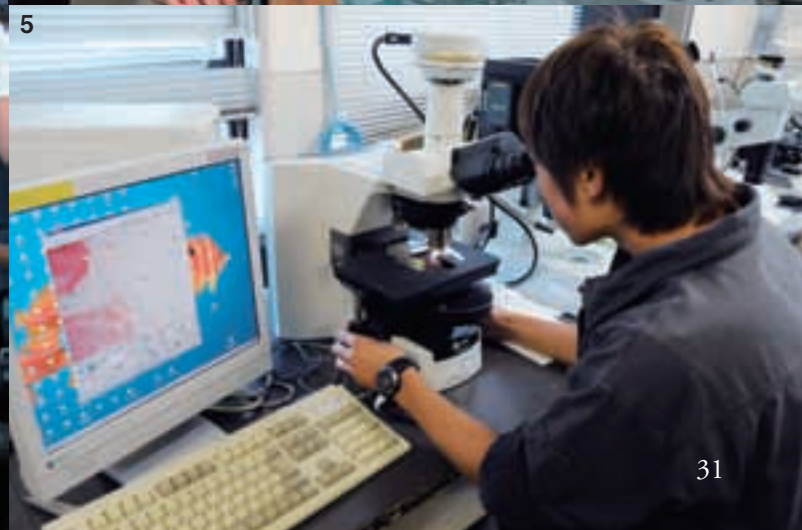
クロマグロの稚魚の標本

「やはり、続けることが大切。クロマグロの養殖には、長い年月と資金がかかります。それに増殖学だけでなく、魚病学、餌料学、環境学、水槽や生け簀をつくる水産土木、さらに水道や排水、電気工事などの技術が必要で、多くの人々が一丸となって初めてできる仕事です」（村田さん）

同時に、産業化への挑戦も始まっていた。成長期間の長い魚はリスクが大きく、できるだけ早く、おいしく食べられるサイズに育てて出荷する必要がある。研究の結果、クロマグロは三十kgから六十kgに育つと脂が乗って、流通市場に出せることがわかった。しかし串本でそこまで育てるには三年から三年半かかる。そこで〇一年、海水温が高く、成育の早い奄美大島に実験場を開設。成長期間を一年短縮させ、〇四年、初出荷した。

地元特産のクエも、八〇年代後半、人工孵化に成功したが、稚魚の飼育が難しく、クロマグロ以上に生育に歳月がかかった。地域おこしのため、「紀州クエ」のブランド名で和歌山県内に流通し始めたのは〇七年だった。最後に村田さんは言った。「アカデミックな研究も大切ですが、私たちにとって、産業として世の中の役に立つことが基本です」と。

- ①注文通りの大きさのクロマグロだけを、群れのなかから釣り上げる ②南紀白浜にある近畿大学水産研究所本部（白浜実験場）
③孵化後100日前後のクロマグロの稚魚を生け簀から別の生け簀へ移しながら、選別を行う
④白浜実験場の水槽で、孵化後の「仔魚」の段階から順調に育ってきたクロマグロの「稚魚」を眺める村田修さん
⑤顕微鏡で、魚卵の発生について観察する





神

医療産業集積都市への挑戦

①「神戸バイオテクノロジー研究・人材育成センター」内の研究室で、糖尿病の予防と治療の研究に役立てるウイルスを培養する研究者 ②甲南大学ポートアイランドキャンパスにあるフロンティアサイエンス学部生命化学科の実験室で、ヘモグロビンなどの素となる有機化合物「ポルフィリン」を合成し、単離する研究者 ③神戸医療産業都市の現状と今後について述べる、構想の推進者・三木孝さん

経済活性化と市民福祉の向上、国際貢献のために

三宮から神戸空港行きのポートライナーに乗って十分あまり。ポートアイランド二期地区では、神戸市が産学官連携で推進する「神戸医療産業都市構想」が着実に進んでいた。先端医療センター、理化学研究所の発生・再生科学総合研究センター、開院目前の神戸市立医療センター中央市民病院など多数の医療関連施設や企業が集まり、大規模なメディカルクラスターを形成しつつある。

構想は、阪神・淡路大震災後の経済復興を模索するなかで誕生した。一九九八年、着工迫る神戸空港を活用し、ポートアイランドに医療関係企業を誘致する案が浮上。アメリカにあるメディカルクラスターの視察が行われた。「そこでは、病院の研究成果を受けて地元中小企業が医療に関わるモノをつくっていた。まさに経済活性化をめざす神戸のモデルでした」と、同行した神戸市企画調整局参与の三木孝さんは言う。

市ではすぐに構想をまとめるための懇談会を設置。「震災で大変だった神戸を応援しようと、地元有識者や企業が



惜しみなく協力してくれました」（三木さん）

構想の目的は、雇用の確保と経済の活性化、市民の健康福祉の向上、アジアの医療水準向上による国際貢献で、主な研究分野は医療機器の研究開発、医薬品の治験、再生医療の臨床応用とした。構想の中核機能を担うのは、基礎から臨床への橋渡し研究施設である先端医療センター、起業化支援を行うメディカルビジネスサポートセンター、人材育成を推進するトレーニングセンターだ。

構着想手から十年を超え、神戸は国内有数の医療産業集積都市へと成長した。「神戸は住みやすく、交通の便がいいので、最先端機関が集積すれば神戸に来たいという企業が多かった。実際、再生医療と治験の支援、試薬や実験機器を扱う企業がたくさん集まってきて、二〇一〇年十一月末現在、百九十社になりました」（三木さん）。一五年度には医療関連企業が三百社を超え、市内の経済効果は千六百二十五億円になると予測されている。

高度専門医療機関集積と健康を楽しむまちづくり

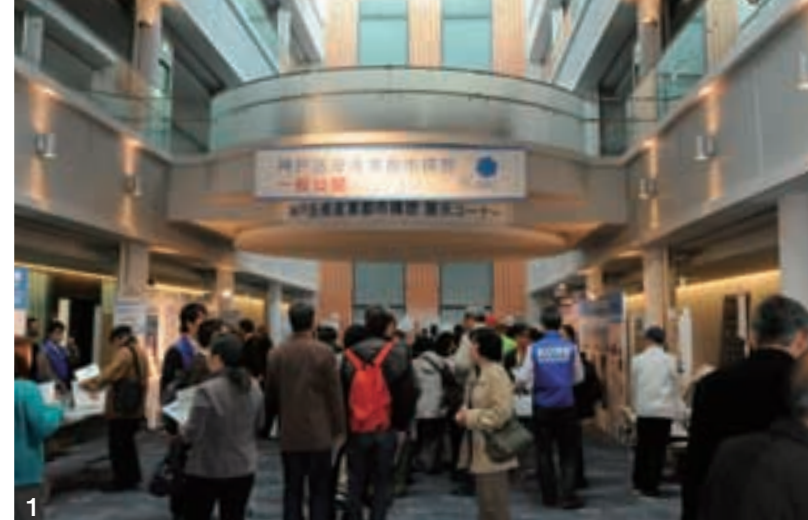
この間、日本では少子高齢化がさらに進み、高齢者が健康を維持して暮らす社会づくりが強く求められるようになってきた。また、世界的に医学関係の研究開発の進展が必ずしも新薬開発などに結びつかないという反省もあった。医療福祉分野のさまざまな問題が指摘されるなか、神戸市では〇七年、構想をさらに展開させるため、「神

街の灯り物語

戸健康科学振興ビジョン」を策定。高度専門医療機関の集積と、大学や市民の参画により市民の科学的な健康づくりを支援する「健康を楽しみまちづくり」によって、優秀な臨床医や研究者、研究機関、関連企業をさらに集め、研究成果をいち早く市民に還元できる「メディカルイノベーションシステム」構築をめざす。「神戸は京都や大阪と比べ人口当たりの医師数が少なく、高度医療機能の集積が必要です」と三木さんは話す。

①神戸医療産業都市構想の一般公開につめかけた、施設見学ツアー参加希望者たち ②神戸医療産業都市にある理化学研究所 計算科学研究機構に導入中の次世代スーパーコンピュータ「京(けい)」の説明をする理研の研究者

左下：先端医療センター病院のCT室で、操作する職員



発を行う国際医療開発センターの建設計画が、北には、放射線治療と化学療法を基本とする神戸低侵襲がん医療センターの建設計画も始動。一方、市民約二千人を対象に長期間の追跡調査を行うことで生活習慣と疾病との関連を研究する都市型コホート研究など、生活習慣病予防や介護予防にも取り組み始めた。

「今、人々の一番の関心事は健康です。神戸医療産業都市構想では、今後、研究者たちがプレイヤーとなり、市民が科学的に健康になるようなしくみづくりを進めていかなければ」と三木さんは結んだ。

臨床と基礎研究の融合と医工連携、産学連携で最先端医療の道を拓いていく「北大阪バイオクラスター」、人類の発展と幸福のため、二十一世紀後半半に向かって、新たな基礎研究創出の「芽」を見つけるために対話型研究を展開する「国際高等研究所」、栽培漁業という新たな水産分野に挑戦し、世界初のクロマグロの完全養殖を成し遂げた「近畿大学水産研究所」、震災復興のため、先端医療を核とした医療産業集積で超高齢時代のまちづくりをめざす「神戸医療産業都市」――新たな科学・技術創出に取り組む関西の明日に期待したい。



灯り――それは
そこに暮らしがある証
さまざまな心模様が描かれ
物語が紡がれている証
迎えてくれる灯り
見送ってくれる灯り
そして見守ってくれる灯り
街それぞれに灯りがあり
人それぞれに
心に残る灯りがある
その一つの物語

灯

りといえば戦争中、電灯を黒い布で覆った灯火管制を思い出す。闇の中で息をひそめた幼い頃の体験。戦争が終わり、小学生になった僕は、貸本屋で本を借りるのが楽しみだった。ところが夜、夢中になって読んでいると、ふいに電気が消えてしまう。戦後間もない時期で、停電は日常茶飯事だった。田舎の家でトイレは家の端の暗いところにあったが、夜、トイレに行くにも足がすぐむ。パッと灯りが戻ってきたときは、いつも嬉しかったのを覚えている。

長じて新聞社に入り、特派員として二年ほどテヘランに滞在した。一九八〇年代、

イラン・イラク戦争の真っただ中で、毎日のように空爆があった。爆撃機が近づくと、ラジオから一斉にアラームが鳴り、数分後には停電。夜の灯りが空爆の標的にならないよう、街じゅうの灯りが消され、大都市が砂漠の闇に沈む。対空砲火の音を聞きながら、暗闇の中で身を縮めていると、日本が戦争をしていた幼い頃の体験が甦った。

消えたときにわかる灯りの大切さ。灯りは文明そのものだ。人類はずっと灯りを求めてきた。テヘランの南東約七〇〇kmのヤズドという街に、ゾロアスター教（拝火教）の寺院を訪ねたとき、光を司る神、アフラ・マズダを祀る神殿に一五〇〇年以上前から燃え続けているという聖火があった。人間にとって光や灯りがいかに大切か。それがわかっていたからこそ、古代から火を神としてあ

灯りが消された夜

鳥越俊太郎

ジャーナリスト

がめ、今まで受け継がれているのだろう。

灯りを電気という便利な形で使えるようになったのは、人類史上ではほんの最近にすぎない。しかし一度その恩恵にあずかった現代人は、もうそれなしで暮らすことは難しい。

戦後、日本が築いた豊かな社会には、三つの要素がある。便利、清潔、安全——いずれも電気が灯りとして、また熱源や動力として豊かさを支えているが、世界を旅すれば、この三つが揃っている国は実は少ないことに気づかされる。電気のありがたさを実感できるのは、灯りを消された経験を持つ我々が最後の世代かもしれない。

当たり前と思っていることを、見直してみてもいい。若い世代は、電気を、まるで空気のように自然に手に入るものと思っていないだろうか。スイッチを押せばつく電気は、決して自然にあるものではない。どんなに豊かな時代でも、そこには誰かの努力があり、一生懸命電気をつくっている人がある。そんな想像力を持てば、ないがない灯りが、もっと輝きを増して見えてくるだろう。



街の 灯り 物語



とりごえ しゅんたろう ジャーナリスト
1940年福岡県生まれ。京都大学文学部国史学専攻卒。毎日新聞社入社、大阪社会部、東京社会部、外信部等を経てサンデー毎日編集長。89年退社し、『ザ・スクープ』などテレビ・ラジオ番組でキャスター、コメンテーターとして活躍。01年日本記者クラブ賞、04年ギャラクシー賞報道活動部門大賞受賞。著書『異見—鳥越俊太郎のジャーナリズム日誌』『ニュースの職人「真実」をどう伝えるか』『本当は知らなかった日本のこと』他多数。
<http://www.shuntorigoe.com/>

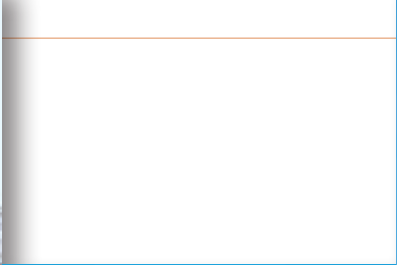
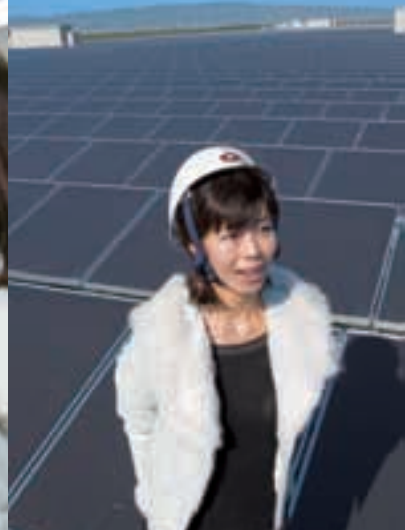


「元始、女性は太陽であった」——。これは明治・大正・昭和と女性の社会的地位向上のために活動した、平塚らいてうの有名な言葉である。

晩秋のある日、大阪湾ベイエリアに顔を出した「女性」は最高に機嫌が良かった。燦燦と輝く暖かな日差しは、限りなくしなやか。惜しみなく振りまくその笑顔で、大勢の男たちを照らし、静かにクリーンなエネルギーをつくり出していたのである。

動き始めたメガソーラー発電所、低炭素社会へ、

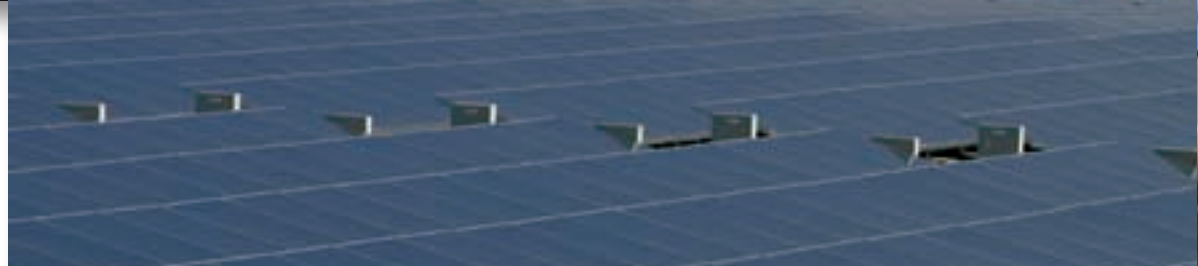
——クールシテイ・堺に行く



関西電力が建設・運営、堺市が普及啓発事業という形で共同で手がけるメガソーラー発電所「堺太陽光発電所」。2011年の全竣工時には発電出力1万kW(10MW)になるもので、うち2,850kW(約3MW)が既に営業運転を行っている。甲子園球場1.5個分の土地にソーラーパネルが並びさまは圧巻だが、100万kW級の原子力発電所1基と同等の電力量を発電するために必要な面積はなんと甲子園球場約500個分だといふから、気の遠くなるような広さだ。



▲越智孝志さん(左)と岩崎慎也さんより説明を受ける



▲関西電力堺港発電所PR館・中山栄館長よりメガソーラーの話聞く
◀10年10月5日の運転開始式では竹山修身・堺市長(右)と神野榮・関西電力副社長が起動ボタンを押し、発電が始まった

七万枚のソーラーパネル

関西電力のメガソーラー発電所が、二〇一〇年十月、日本の電力会社として初の営業運転を開始した。一一年十月の完成をめざし堺市臨海部に建設中の堺太陽光発電所の一部が先行運転を始めたもので、二万枚ものソーラーパネルが来る日も来る日も「女性」を待ち続けている。傾斜角一五度に設置され、二〇〇m×三〇〇mの敷地に礼儀正しく並び「女を待つ男たち」の姿はまさしく圧巻! 「すごい!」という驚きの言葉以外を発することができないほど壮大だった。まだこれで三分の一しか出来上がっていないというのだから、一一年秋、七万枚になるという完成形が待ち遠しい限りである。

堺太陽光発電所の最終的な規模は二〇haで、甲子園球場五個分。最大出力は国内最大級の一万kW(一〇MW)で、三〇〇〇世帯分の年間消費電力を賄うことになるという。CO₂削減量は年間四〇〇〇トンが見込まれており、日本人一人あたり年間一〇トンのCO₂を排出しているとするれば、四〇〇人分を減らせる計算になる。地球にも人間にも優しいエネルギーをつくり出すのが、太陽なのだ。

発電所というと激しく火が燃えさかり、タービンが超高速でクルクル回ったりと、「はい! 今、つくってます!」とけたたましく必死でアピールする様子を思い浮

かべるが、メガソーラー発電所にはそれがない。「本当に電気をつくり出しているのか?」と疑ってしまうほどの静けさだ。七万枚もあればいくつかは仕事もしない「ただ乗る社員」になっているような気がしなくもないのだが、担当者の方は、「いいえ、大丈夫です。太陽から光さえもらえば、二〇年はしっかり働きます」と胸を張った。

気まぐれでわがままな「女性」のために

雄大な太陽から地球全体に降り注ぐ光エネルギーは膨大で、例えばゴビ砂漠にソーラーパネルを敷き詰めれば、全人類のエネルギー需要量に匹敵する電力が得られるという説もある。但し、その設置費用は天文学的数値になりそうだし、本来はメンテナンスフリーにもかかわらず、砂漠では砂嵐のたびに巨額のメンテナンス費用がかかるとなれば、現実論としては難しい。

しかも、所詮、女は気まぐれで、男たちが同じ姿勢、同じ場所で、どんなに誠実に待ち続けようとも、全く顔を出してくれないことがある。

私たちが発電所に到着した時刻は正午前、日射量がピークになる時刻だったので、発電量を示すパネルの数値はぐんぐん上がっていた。それが数時間後には半分以下。当然ながら日没とともに発電は終わるし、雨や雪の日には働かない。雲の多い日には太陽が出たり隠れたりするたび発電量は激しく変動する。

電力会社は、刻々と変化する電力消費量に合わせて発

発電所敷地内や浜寺公園の松林をデザインモチーフにした堺港発電所

▶ 発電所敷地内には緑がいっぱい



▲PR館にはコンバインドサイクル方式の立体模型(左)も



最新鋭高効率コンバインドサイクル発電へと生まれ変わった堺港発電所。1964年の運転開始以来、燃料を石油からLNGへと変えるなど環境保全に努めながら運転を続け、2006年から、同じ敷地内で8基ある発電設備を順次廃止しながら更新工事を実施。先頃、最後の第5号機が運転を開始した。広大な敷地内には緑が溢れ、ビオトープ・とんぼ池もあるという、都市部の重要電源だ。栢木良一さんに案内してもらった。



電量を調整し、周波数や電圧を一定に保っているという。特に情報化が進む現代社会は、瞬間的に電圧や周波数が変動しただけで大きなダメージを受けてしまうので、きめ細かくバランスを取っている。なのに気まぐれで不安定な太陽光発電が加わってくると――。

そんな太陽のわがままな振る舞いを埋めようと、関西電力は一年度から、近くの石津川変電所に蓄電池を設置して周波数を一定に保つための電力需給制御システムの研究を開始するそうだ。

そしてもう一つ、電気が足りなくなると発電量を増やし、余ると減らすといった具合に、わがままな振る舞いをカバーしてくれるのが火力発電である。

堺太陽光発電所のすぐそばにある堺港発電所。東京オリンピックが開かれた一九六四年に運転を開始したこの火力発電所は、二〇一〇年九月、「コンバインドサイクル発電」と呼ばれる方式へのリニューアルを完了した。

「コンバインドサイクル発電」とは、ガスタービンと蒸気タービンを組み合わせた複合発電のこと。いわば二重に発電するわけで、非常に効率が高く、CO₂を従来に比べ三〇％も削減できているという。

発電所の敷地は先のメガソーラーよりさらに広く、甲子園球場二〇個分の七六ha。敷地の四分の一が森になっていて、構内に設けられた畑では、つい先日も子供たちの芋掘り大会が行われたそう。発電所の外観には松林をイメージしたデザインが施され、メガソーラーに負けない優しい空間となっていた。

▶中世の自由都市・堺は、周囲に堀を巡らせ外敵に備えた「環濠都市」。環濠の名残・土居川にて



▼仁徳天皇陵古墳の濠に注ぐ唯一の水路・芦ヶ池水路を再生。よほど住み心地がいいのか夏にはザリガニの家族が一角を陣取っていたという。河川水路課の富田健一さんと三木一さんが教えてくれた



◀拝所の前に立つと静寂な森が見える



◀川幅は下流に行くほど広くなり、また海水を導入することなどで水質を改善しているという



▲世界文化遺産推進室の青木登志春さん(左)と環境都市推進室の井川浩彰さんと一緒に、小高いビュースポットに登ってみた

快適な暮らしとまちの賑わいが持続する低炭素都市「クールシティ・堺」の実現へ、地域ポテンシャルを生かし、エネルギー・イノベーション、モビリティ・イノベーション、ライフスタイル・イノベーションを3本柱に取り組みを進める堺市。同時に堺市は大阪府などと共同で、仁徳天皇陵古墳をはじめとする「百舌鳥・古市古墳群」の世界文化遺産登録にも取り組み、都市のクールスポットでもある古墳群が持つ世界的な価値を発信しようとしている。



◀仁徳天皇陵古墳は墳丘486m、濠を含む全長840m、濠を含む面積47万㎡と日本最大(写真提供:堺市)

クールシティ・堺

さて、時代を遡ること今から一六〇〇年前の古墳時代。現代の年平均気温よりも三℃も低かったとされているこの時代、堺港発電所付近からはメガソーラー発電所に劣ることない壮大な「あるモノ」が見えていた。

世界最大級の墳墓であり、日本最大の面積を誇る仁徳天皇陵古墳だ。北の方角に後円が向けられているのは、一説には堺港にアジアからの船が到着したときにいちばん大きく見える角度だったからという。

堺市は二〇〇九年に環境モデル都市に認定され、「クールシティ・堺」の実現に向けた積極的な取り組みを行っている。加えて、仁徳天皇陵古墳をはじめとした百舌鳥・古市古墳群の世界文化遺産登録をめざしている。

残念ながら古人たちが堺港から見た景色や、歴史の教科書で見た前方後円墳の形を現場で見ることはいきなり。しかし市役所の展望ロビーに昇ると、生い茂るモコモコとした風貌が見え、古墳の傍まで行くと緑の濃さにため息が出る。この静寂な緑がCO₂を吸収し、周辺の空気を浄化してくれている。百舌鳥古墳群は、江戸時代には里山として利用され、三重に巡らされている濠の水は灌漑用水としても使われていたそう。現代は周りの空気を冷やすクールスポットとしての役割が期待されている。

かつて仁徳天皇陵古墳と日本最古のため池である狭山池までは水路があり、流域の人々の生活を潤す役目を

担っていた。そこで当時の水路を復活させて、ヒートアイランド現象の緩和に役立てようと取り組んでいるのが、狭山池―仁徳天皇陵古墳―環濠―堺旧港を結ぶ都市水路の再生だ。

「まだ、始まったばかりなんです」と少しハニカミながら市役所の担当者の方が案内してくれたのは、出来たてホヤホヤの水路だった。わずかに数百メートルしかまだ整備されていなかったが、小石が敷き詰められた側道には木製のベンチと大きなパラソルが広げられ、地域の方々が集う憩いの場となっていた。近所の人たちとのつながりが希薄になってしまった世知辛いこのご時世を、暖かな太陽の光と古墳の緑に冷やされた空気と、川面の揺らぎが、潤してくれるに違いない。

下流に向かえば向かうほど、水路の幅は広くなり、空気が水上で冷やされ街に届けられているのが実感できた。

モビリティ・イノベーション

「クールシティ・堺」の実現に向けた取り組みのなかで、特に気に入ったのが自転車とチンチン電車(阪堺電車)だ。「鉄砲又三郎」と呼ばれた堺の商人・橘屋又三郎は、種子島で火縄銃の製法を学び、堺を火縄銃の生産拠点として発展させたといわれているが、その銃の技術が自転車に転用され、堺市は「自転車のまち」としても知られるようになったそう。国産自転車・部品製造の約六割のシェアを誇る地元のワザと、クールシティ・堺のコラ



自動車中心から自転車や公共交通を中心とした都市構造への変革を進めるモビリティイノベーション。堺市では地場産業である自転車を活用した取り組みとしてコミュニティサイクル事業を行っている。自転車のチェーンカバーに書かれた『堺』という文字も、実にクール! (=かっこいい)。自転車まちづくり推進室の竹内秀和さんが利用方法を教えてくれた。また公共交通としては、ちょっとレトロなチンチン電車がゆっくりのんびり走っている。



ボで生まれたのが、コミュニティサイクルシステムである。駅までの道のりが遠い、駅から会社までが離れている。そんな理由からマイカー通勤をしている人たちが、電車やバス、自転車に通勤手段を変えればCO₂が削減できる。そこで、市内四力所に堺でつくられた自転車を揃え、誰もが簡単に借りられるサイクルポートが設置された。私もわずかな距離ではあったが、百舌鳥駅前で自転車を借り、仁徳天皇陵古墳まで走ってみた。久しぶりに乗る自転車は爽快で、季節の匂いを感じることができ、気持ちよかった。色づいた紅葉やカエデが放つ、少しだけさびしげな香りは自転車だからこそ感じられるもの。子供の頃を思い出し、楽しいひとときを過ごすことができた。まだ利用者が少ないということだが、一度この「快感」を味わった人は、何度でも借りたくなるに違いない。自転車づくりも堺、自転車に乗るのも堺、そんな風景を又三郎は思い描いていたのだろうか。

もう一つのお気に入り、チンチン電車では、乗った途端に昭和にタイムトリップ。車内には今よりも少しばかりスローテンポのCMが流れ、所狭しと張られた広告もどこことなく古臭い。微妙な横揺れも懐かしかった。チンチン電車には、都会の喧騒に疲れた心を癒す優しさがある。やたらと速さばかりを競うことが多い現代、電車に乗りボーっと外を眺めながら移動すれば、どんなビタミン剤にも勝る効果が得られるに違いない。

メカソーラーを中心とするエネルギー・イノベーション



百舌鳥駅から仁徳天皇陵古墳までサイクリング

エネルギー安定供給
(Energy Security) 経
済性 (Economy) 環境保全
(Environment) トリプル
Eの達成をめざして今、世界中
で「スマートグリッド」に熱い
視線が注がれている。
スマートグリッドとは、最新
のIT技術を駆使して電力需給



電力流通

スマートグリッド、 電力の意義と課題

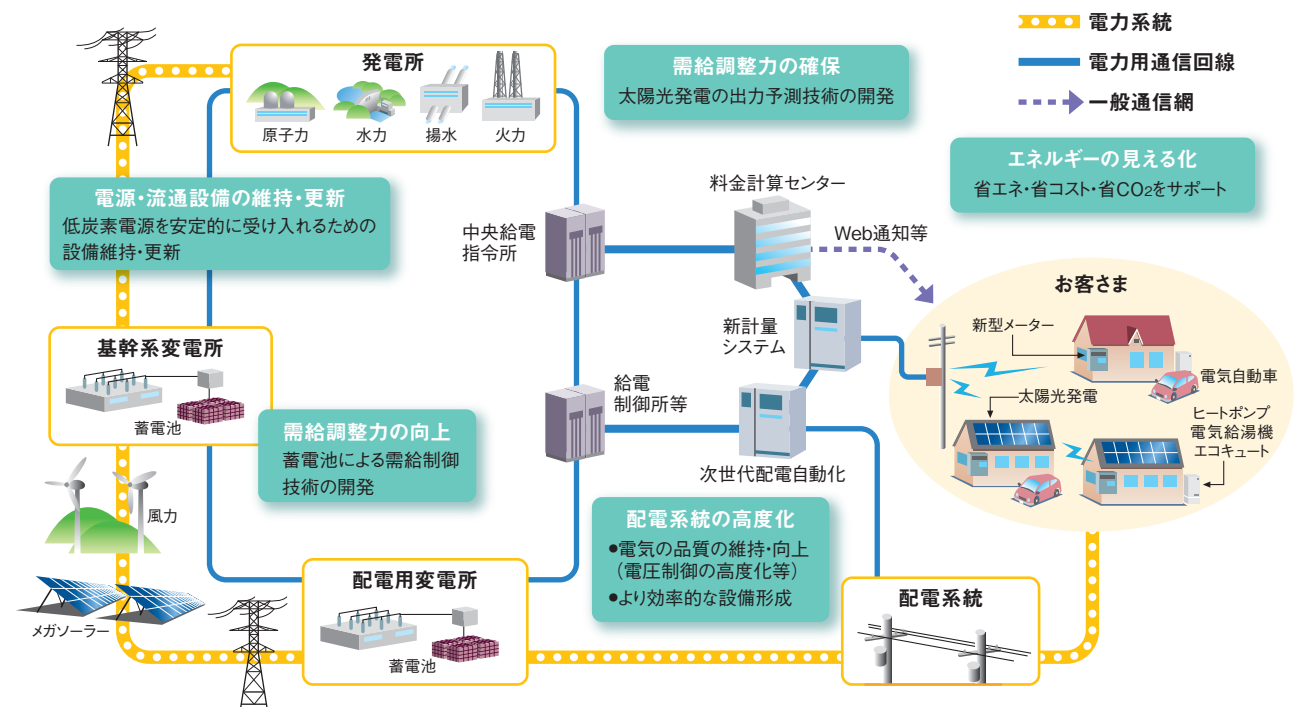
林 泰弘 早稲田大学大学院先進理工学研究科教授

を最適化した次世代型のスマートな(賢い)グリッド(送電網)のこと。二〇〇八年オバマ米大統領がグリーン・ニューディール政策の目玉として打ち出して以来、一気に注目を集め、日米欧や新興国、中東の産油国まで、各国が構築に乗り出している。

ただ、具体的にスマートグリッドが何を指すかといえ、明確な定義はない。というのも、電気の使い方やネットワーク形成の歴史は国によって千差万別だから、スマートグリッドの考え方も一様ではないのだ。

例えば、電力自由化で発送配電分離が進んだ米国では、送電網への投資インセンティブが働かず、送電網は脆弱なままだが、国民一人あたりの電力消費量は日本の約二倍。いわば細くて古い送電線にめいっぱい電気を流すような状態だから、パンクするのも当然で、年間停電時間は日本の約五倍もある。米国のスマートグリッドは今や、得意のIT技術で需要を制御しつつ、太陽光や風力も取り込んで低炭素化を進めよう、クルマも電気自動車にシフトして自動車産業

関西電力のスマートグリッドの構築



▶堺旧港から大阪湾
ベイエリアを望む

◀「クールシティ・堺」実現への思い
を語る堺市 環境都市推進室室長
の濱田昌彦さん(左)と小谷充慶さん



▲1877年～1968年まで
大阪湾を照らし続け、国の
史跡となっている旧堺燈台



▲国の登録文化財に指定されている
南海本線浜寺公園駅

堺太陽光発電所

堺港発電所



河合 薫 かわい かおる

千葉県生まれ。小学4年から中学1年まで米国アラバマ州で過ごす。千葉大学教育学部卒。全日空入社、国際線客室乗務員として勤務。94年第1回気象予報士試験に合格、ANB『ニュースステーション』等で活躍。2007年東京大学大学院医学系研究科博士課程修了。現在、東京大学大学院非常勤講師。健康社会学者として、人間の生きる力に着目した研究をするかわら、講演・執筆・TV出演等の活動を行っている。主な著書『〈他人力〉を使えない上司はいらない』、連載『日経ビジネスオンライン』など。
<http://business.nikkeibp.co.jp/article/manage/20090721/200475/>

ン、歴史文化を生かし堺らしい環境文化を創造するライフスタイル・イノベーション、自転車と公共交通によるモビリティ・イノベーション——クールシティ・堺の三つの取り組みの現場を回り、最後に訪れた場所は、明治初期の一八七七年に築造され約一世紀もの間、大阪湾を照らし続けた日本最古の木造洋式灯台である。その昔、ベイエリアの主役だった灯台の光が、現代の太陽光にバトンを引き継ぎ、明るい未来を照らしているのだ。

「太陽のような、わがままでしたたかな女性でいよう! (笑)」——。そんな決意に駆られたクールシティ・堺で過ごした二日間だった。 躍

を再生し、みんなハッピーになるう——と壮大な構想になっているが、もとは「弱い送電網をいかに補うか」という問題意識からスタートしている。

これに対して日本は、送電配電一貫体制のもと、送電網にも継続的に投資して増強してきたから、諸外国と比べ格段に余裕がある。基幹送電系統に関しては、既にスマートグリッドを完成させている。しかし家のすぐそばまで来ている配電系統、つまりお客さまの近くがスマートになっているかというと、残念ながらそこまでは至っていない。今は家庭の電気自動車が現実的なものとなりつつあるし、



屋根に設置した太陽電池モジュール



関西電力が導入した電気自動車

ヒートポンプでお湯もつくれる。太陽光で発電もできる。モビリティも熱も含め、家がまるごと電化にシフトしつつある時代。米国はここに通信機能も備えた「スマートメーター」を導入し、遠隔検針を可能にすると同時に、家全体のIT制御も絡めようとしている。

もともと省エネという文化のない米国に対し、日本では最初は「我慢の省エネ」、次に、見せる化による「気づきの省エネ」と進み、これからは「知らずの省エネ」。普通に暮らしているだけで、生活の利便性は損なわず機器側で勝手に省エネしてくれる。こんなことも日本の技術の得意分野だ。既に関西電力が他電力に先駆けて〇八年から日本版スマートメーター「ユニット式電力量計」の導入を進め、一〇年秋にはメガソーラーを稼働させるなど、次世代電力系統の構築に向けて先進的な取り組みが進んでいる。今後はお客さまの利便性にもっと着目し、米国に追いつかれる前に、一歩先、二歩先をめざしてほしい。とはいえ、まだ課題も多い。

明やオイルランプ、ロウソクなど炎を使ってきた灯りの歴史は、電気の登場で大きく変わる。一八七九年エジソンが白熱電球を発明、一九三八年にゼネラル・エレクトロニクス社が蛍光灯を実用化、そして一九九六年LED（発光ダイオード:Light Emitting Diode）の用途を表示ランプから一般照明に拡張した「白色LED」の開発、と照明は約六十年周期で革新。低炭素社会づくりが課題となる現在、消費電力が少なく長寿命なLED照明に期待が集まっている。

照明の発光効率は、電力1Wでどれだけ明るくできるかを示すlm/W（ルーメン／ワット）で表される。白熱電球の発光効率は一〇〜一五lm/Wで、これは電力変換効率で言えば五%が光で九五%が熱。蛍光灯は八〇〜一〇〇lm/Wと、より明るい。照明の占める割合は四分の一以上。世界的には五分の一程度なので、日本人は明るくすることが好きな国民かもしれない。古代メソポタミアの昔から松

低炭素時代の基幹電源は安定供給を考えると原子力であることは間違いないが、同時に草の根的に太陽光なども増え始めている。とりわけ難しいのは、太陽光は天候で変動する「暴れん坊の電気」。それが大量に電力系統に入ってくる。いわば普通の家一軒一軒が「発電所兼ユーザー」となって、自由自在に電気を消費したり、余った電気をネットワークに送り込んだりするわけだ。もともと電力系統は、発電所から消費地への「一方通行」を前提に設備を形成してきたため、逆方向からの流れは想定外。これを適切にコントロールして電圧と周波数を一定に保ち、「電力の安定供給」という大前提を守るとは極めて難しく、制御技術を検証し蓄積していく必要がある。

また経済面では太陽光はまだまだ割高なうえ、制度的には電力会社が負担する買取費用は電気料金に上乗せされ、太陽光を導入していない人にも負担してもらわないといけない。この辺もきちんと国民の合意を得るようにしないといけない。

はやし やすひろ
早稲田大学大学院先進理工学研究所教授（電力システム工学）
一九六七年福井県生まれ。早稲田大学理工学部卒、同大学院理工学研究科博士課程修了。茨城大学講師、福井大学大学院准教授を経て、二〇〇九年より現職。経済産業省「スマートメーター制度検討会」座長、「次世代送配電システム制度検討会」委員、電気事業分科会「制度環境小委員会」委員。
<http://www.eb.waseda.ac.jp/hayashi/professor.html>

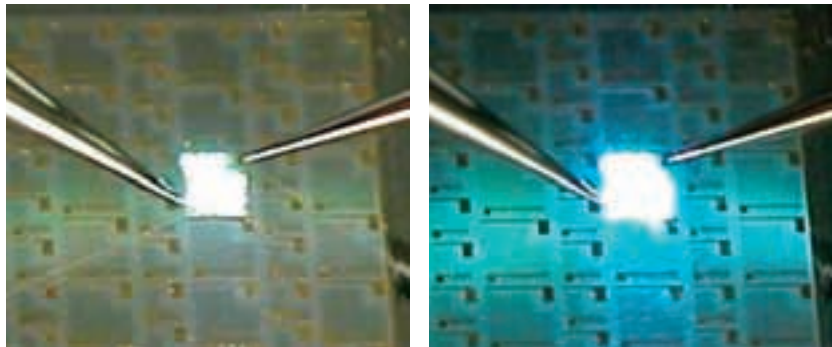
技術や制度面での課題を解決しながら、ここ一二年は次世代電力系統構築への過渡期だと思われる。当然、トラブルも予想される。しかし今、起こりつつある電化シフトの潮流——「低炭素型高度電化社会」への移行は、五十年に一度、百年に一度という大きな波。この大波にうまく乗り、国際競争力を備えた次の技術、次の産業を創生するため、国や企業はぜひ前向きにスピード感を持って「日本版スマートグリッド」の構築に挑んでほしい。スマートグリッドはみんなを元気にさせる希望の光なのだから。【曜】

蛍光灯を超えており、研究室レベルでは二五〇lm/Wも実現。この場合、熱は四〇%に抑えられる。そして原理的には熱がほとんどゼロ%の光源になり得るわけで、余分な熱を出さない高効率照明は、低炭素社会づくりに大きな意義を持つ。

照明の演色性
モノの色は光源のスペクトル(波長分布)によって全く異なって見える。蛍光灯(左)だとやや黒ずんで見え、太陽光(中)だと自然な色味、色温度の低い白熱電球(右)ではよりおいしそうに見える。目的に応じて望ましい色を再現する、演色性に優れたLEDの開発が進められている



調光可能な白色LED
対象物に応じた調光が可能で色合いが異なる白色光を出すことができる白色LED。色温度(単位: K=ケルビン)が低いと赤っぽい暖色系の光(左)、高くなると青っぽい寒色系の光になる



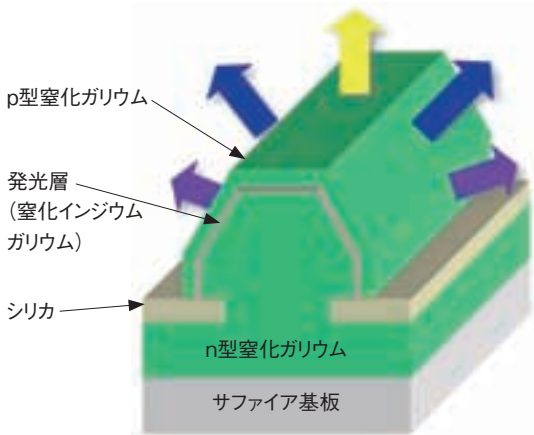
5000K

20000K

に変換されて発光するしくみだ。発光効率を上げるには、いかにして高品質な結晶をつくるかが鍵になる。

またLEDの発光は基本的に青、赤、緑などピュアな原色。白色LEDは、青色LEDに黄色い光を出す蛍光体を塗ったもの。青と黄は補色関係なので、人間の目には白く見えるわけだ。

白色LEDの寿命は約四万時間と極めて長い。例えば照明を一日八時間十年間、つまり約三万時間使った場合、白熱電球



蛍光体を使わない白および多色LEDの構造

従来、平面構造だったLEDの表面に凹凸をつけ、さらに凹凸の幅や並びを変えれば、白をはじめ多彩な色を出すことができる

なら約三十回、蛍光灯でも五回程度の交換が必要だが、白色LEDは交換不要。実際にはLED素子の寿命は半永久的であり、それをカバーしている照明用部材が劣化して壊れる。その意味では、素子の回収やリサイクルも今後重要になるだろう。

照明として大いに期待される白色LEDだが、課題もある。一つはエネルギーロスの問題。青色LEDに黄色の蛍光体を塗布する現在の方法は、製造も簡単だが、蛍光体を使う限り数十％は熱が出る。それをゼロにして一〇〇％の光源にしたい。

もう一つは色。照明は単に明るければ良いわけではなく、どのような色合いに見えるかという「演色性」が重要だ。それによって食べ物がおいしそうに見えるたり、肌の色がきれいに見える。そのままでは赤みや緑が足りず、自然な色とは言い難い。また昼間は白っぽい照明、夜は暖色系の灯りへの調光も行い難い。演色性、調光性をいかに高めるか。それら課題の解決策として、

二〇〇八年私たちは蛍光体を使わない白および多色LEDの開発に成功した。従来の平面構造だったLEDの表面に凹凸をつけ、さらに凹凸の幅や並びを変えることで、白やパステル調など多彩な色を出すことができ、色調整も可能というもので、エネルギーロスも大幅に減る。

白熱電球に比べると、まだ高価なLEDだが、今後さらに技術的ブレイクスルーを重ね、高効率化を進めることで、価格の壁はクリアできると思われる。

軽量・小型で壊れにくく熱を出さないLEDは、照明の可能性を大きく広げている。白色LEDを利用して清水寺など寺社のライトアップも行っているが、貴重な文化財にも安心して使える。また医療分野ではゴーグル型の手術用照明システムも開発。LEDは微妙な色の差を際立たせることもできるので、目的に応じてレーザーメイドの光をつくることも可能だ。

熱を出さない効率一〇〇％の光源でありつつ、演色性や調光性に優れたLED照明の開発こ

編集後記

国際競争力の向上や社会の新たな課題解決に向け、イノベーション、科学・技術への期待が高まっています。

坂村健さん、森下竜一さん、上田泰己さんにお集まりいただいた「鼎談」では、日本の現状と今後について悲観論と楽観論が入り交じる展開となりました。とりわけ基礎に強いが応用に弱いという日本の問題に議論が集中しましたが、ノーベル賞を輩出した基礎研究の系譜と応用技術開発の風土を併せ持つ関西の動きはどうか。「ルポ」では、基礎の基礎とも言える学術の芽の探究をはじめ医療や水産業への応用展開からまちづくりまで四つの現場を訪ねました。

発見・発明にしる実用化にしる、日本初・世界初にしのぎを削っているわけですが、先頃、メガソーラー発電所としては日本の電力会社初の営業運転を開始したのが、関西電力の堺太陽光発電所です。「エコルーツ紀行」で河合薫さんと出かけた当日は、絶好の発電日和。広大な敷地にソーラーパネルが整然と並ぶ「静かな」発電現場をはじめ、地元堺市の低炭素化への取り組み——「クールシティ・堺」実現への多様な活動を取材しました。

「日出づる国の影」と、鼎談の折、森下さんは日本の現状を嘆かれましたが、新しい二〇一一年、再び日本が日出づる国へと向かうことを願いつつ、新しい『躍』をお届けします。

躍

題字 森 詳介(関西電力株式会社 取締役会長)

『躍』(やく)という誌名は、皆さまとともに「躍進」「飛躍」していきたい、また皆さまにとって「心躍る」広報誌でありたい、との思いを込めて名づけました。

『躍』の内容はホームページでもご覧いただけます。

<http://www.kepco.co.jp/yaku/>

発行●関西電力株式会社 地域共生・広報室

発行人／八嶋康博 編集人／横山実果

〒530-8270 大阪市北区中之島3丁目6番16号 電話06-7501-0240

企画／編集●株式会社エム・シー・アンド・ピー

白色LEDを用いたライトアップ

色温度の異なる複数のLED投光器によって、顔の部分は色温度の高い(5500K)、それ以外は色温度の低い(3500K)照明を実現。陰影をつけたライティングと相まって豊かな表情と姿を演出している



清水寺仁王像ライトアップ(左)と仁王門内に設置されたLED投光器

そが、低炭素時代の暮らしを豊かに彩り、明るい未来を拓くものだと信じている。 **躍**

かわかみ よういち

京都大学大学院工学研究科教授(応用物性／結晶工学)

一九六一年愛媛県生まれ。大阪大学工学部卒、同大学院工学研究科電気工学専攻博士課程修了。京都大学助手、助教授を経て、教授。白色LED研究を進め、二〇〇八年、蛍光体を使わずにさまざまな色を発光できるLEDを開発。
<http://www.adm.kyoto-u.ac.jp/infoib/meta/SourandServlet>

写真／資料提供：川上養一氏