「Nature Interface」誌の紹介

日本オーガニック推進協議会　理事長の前職・『ネイチャーインタフェイス』誌の初代発行人当時、 第2号で2001年に施行された有機JASについて取り上げています。本PDFの111ページに「ついに始まった有機認証制度」の記事があります。始まった当初は否定的な見方が多かったですが、それから20年経った現在では世界のオーガニックの動向を受けて広く認知・評価されるまでに成長しました。

●「ネイチャーインタフェイス」誌は代替わりを経て継続発行されています。

https://www.npowin.org/j/ni/ni.html

情報を科学し、
生きものと地球を守る
Nature Interface
Eco Solution Magazine
Vol.1 No.2
ネイチャーインタフェイ
システム研究の最前
特集
きわめて親愛なる私たちの
「水際物語」
頒価 2,000円
(本体1,905円+税)

始まった、衛星画像

衛星の高分解能画像が、地表のすべてを切り撮ります。

世界の全地域が、衛星画像でお届けできるようになりました。NTTデータは、米国ORBIMAGE（オーブイメージ）社と提携し、地理情報コンテンツサービス「Geocontents（ジオコンテンツ）サービス」を開始します。
OrbView-3、OrbView-4衛星による高分解能衛星画像を日本の地上局で受信。
精度の要求される地理情報として、都市開発、環境把握などにご活用ください。

1m分解能デジタルオルソ画像

自動車・家屋などまで把握できる1m分解能画像を、地図に重なる位置精度の高いデジタルデータとして提供。

全世界・全地域の画像

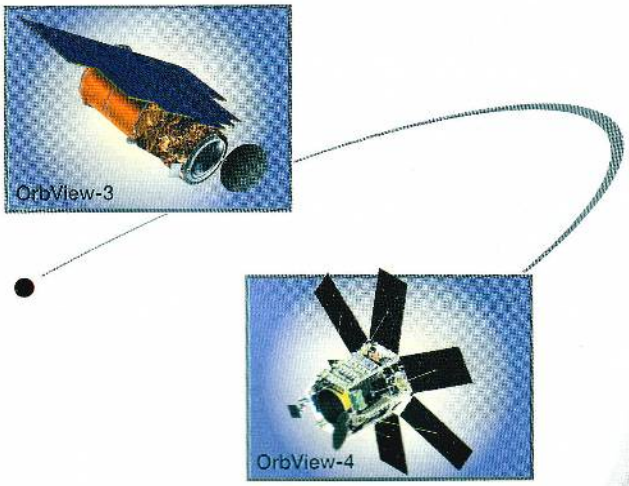
全世界の最新画像を日本国内に設置した地上局で直接受信。ご指定の画像データを迅速に提供。

ハイパースペクトラル解析

OrbView-4衛星にハイパースペクトラルセンサを搭載。200バンドのセンサが赤外域（450nm～2500nmの波長帯）までも細密に検出。

付加価値製品の提供サービス

衛星画像に、3次元化、差分の抽出、植生の分類等の解析を施した付加価値製品も提供。



衛星画像インテグレーションサービス

画像情報に各種情報を組み合わせて解析。また、最適なGISを構築するなどのインテグレーションサービスも準備しています。ご相談ください。

NTTデータのGeoコンテンツ™サービス

お問い合わせ先：株式会社NTTデータ　公共システム事業本部 公共営業本部 第四企画開発担当
〒105-0001 東京都港区虎ノ門2-1-1 TEL(03)3224-2345 FAX(03)3224-2341 E-mail:geo@sal.pb.nttdata.co.jp

006 ●NI 巻頭インタヴュー 人類の文明と地球環境は共存しうるのか
東京大学大学院教授　石弘之vs東京大学大学院教授・本誌監修　板生清

010 ●NIトピックス① PHSを利用したカラスの移動追跡―街のカラスの語るもの
東京大学大学院教授　樋口広芳

016 ●NIトピックス② 不法投棄監視システム―GPS全地球測位システム
株式会社NTTデータ

020 ●NIトピックス③ 人間ネイチャーインタフェイス～フィールドの生理学
東京大学大学院教授　山本義春インタヴュー

024 ネイチャーインタフェイス・システム研究の最前線
あらゆる生態系の連続的な関係を見据える、ハイブリッドな科学技術をめざして　東京大学大学院教授・本誌監修　板生清

050 アジアの水辺の生き物
株式会社アグリバイオ遺伝資源研究所所長　秋濱友也

053 自由自在に伸び縮みする湖 カンボジアのトンレサップ湖
冬沢杏

054 自然遺産の旅 観光地バリの美しい棚田
冬沢杏

056 カリフォルニア電力危機と地球環境問題
ビジュアルコミュニケーション研究所　久保幸夫

060 ◎研究所訪問① 脈波の形状を読み取ることで一人一人の生理情報を科学する
セイコーエプソン株式会社　基盤技術研究所

070 ②環境とすまい 雨と都市
冬沢杏

■特別企画・企業レポート ―先端技術をどう社会に活かすのか―

072 里山を活かす●人と自然とのふれあいでよみがえる 「里山」その微妙な生態系
ハローウッズ

076 「ナノテクノロジー」のさらなる進化をうながす 走査型プローブ顕微鏡（SPM）の考察
セイコーインスツルメンツ株式会社（SII）

080 農業技術を活かす●作物のお医者さん 日本を脅かす韓国IT農業
PCセンター

084 情報技術を活かす 香港IT事情
Nature Interface　レポート班

086 ◎環境資源を活かす●モノづくり不思議教室
削る
世界一のシリコン深掘り加工技術を開発
株式会社デンソー

087 ◎一輪の花　一会の酒　利根錦（株)永井本家

088 ◎ウェアラブルコンピュータ図鑑／カシオ
携帯情報端末 カシオペアE-700
東芝　内蔵型1．8型磁気ディスク装置
MK1002GAH、MK5002MAL

089 ★NIクラブ

104 ◎WIN Newsletter

108 ◎地球環境財団●安心できる農産物を！
ついに始まった有機認証制度
農業ライター　青山浩子

112 ◎誌上講座●環境プランナー

114 ◎法政大学エクステンション・カレッジ
環境プランナー・基礎講座

116 ◎「ネイチャーインタフェイス」
創刊記念パーティー報告

124 ◎"Eco Drive"エコ・ドライブで
具現化された、地球環境にやさしい
時計づくりの思想
シチズン株式会社

126 ◎次号予告

127 ◎広告索引

128 ◎『ネイチャーインタフェイス』
全国特約書店一覧

●学名：Megaptera novaeangliae
●生息域：北極から南極に至る全海域に分布
●体長：12～15m　体重：25～30t
●主食：オキアミ、ニシン、シシャモ、イカナゴ、サバなどの群遊性魚類

学名のMegapteraは「巨大な翼」の意。体長の約3割を占めるヒレを持ち、それは数多のクジラ類の中でも最長・最大のものである。日本名は、背ビレの形が貴婦人の背負った扇子の姿に似ていることに由来する。冬には赤道付近および熱帯で繁殖・育児、夏には亜寒帯海域で採餌をしながら過ごす。「偉大な旅人」とも呼ばれる。

CONTENTS

NI

2001
Vol.1 No.2

006 ●NI巻頭インタヴュー 人類の文明と地球環境は共存しうるのか
東京大学大学院教授　石弘之vs東京大学大学院教授・本誌監修　板生清

010 ●NIトピックス① PHSを利用したカラスの移動追跡―街のカラスの語るもの
東京大学大学院教授　樋口広芳

016 ●NIトピックス② 不法投棄監視システム―GPS全地球測位システム
株式会社NTTデータ

020 ●NIトピックス③ 人間ネイチャーインタフェイス～フィールドの生理学
東京大学大学院教授　山本義春インタヴュー

024 ネイチャーインタフェイス・システム研究の最前線
あらゆる生態系の連続的な関係を見据える、ハイブリッドな科学技術をめざして　東京大学大学院教授・本誌監修　板生清

050 アジアの水辺の生き物
株式会社アグリバイオ遺伝資源研究所所長　秋濱友也

053 自由自在に伸び縮みする湖 カンボジアのトンレサップ湖
冬沢杏

054 自然遺産の旅 観光地バリの美しい棚田
冬沢杏

056 カリフォルニア電力危機と地球環境問題
ビジュアルコミュニケーション研究所　久保幸夫

060 ◎研究所訪問① 脈波の形状を読み取ることで一人一人の生理情報を科学する
セイコーエプソン株式会社　基盤技術研究所

070 ②環境とすまい 雨と都市
冬沢杏

■特別企画・企業レポート ―先端技術をどう社会に活かすのか―

072 里山を活かす●人と自然とのふれあいでよみがえる 「里山」その微妙な生態系
ハローウッズ

076 「ナノテクノロジー」のさらなる進化をうながす 走査型プローブ顕微鏡（SPM）の考察
セイコーインスツルメンツ株式会社（SII）

080 農業技術を活かす●作物のお医者さん 日本を脅かす韓国IT農業
PCセンター

084 情報技術を活かす 香港IT事情
Nature Interface　レポート班

086 ◎環境資源を活かす●モノづくり不思議教室
削る
世界一のシリコン深掘り加工技術を開発
株式会社デンソー

087 ◎一輪の花　一会の酒　利根錦（株）永井本家

088 ◎ウェアラブルコンピュータ図鑑／カシオ
携帯情報端末 カシオペアE-700
東芝　内蔵型1．8型磁気ディスク装置
MK1002GAH、MK5002MAL

089 ★NIクラブ

104 ◎WIN Newsletter

108 ◎地球環境財団●安心できる農産物を！
ついに始まった有機認証制度
農業ライター　青山浩子

112 ◎誌上講座●環境プランナー

114 ◎法政大学エクステンション・カレッジ
環境プランナー・基礎講座

116 ◎「ネイチャーインタフェイス」
創刊記念パーティー報告

124 ◎"Eco Drive" エコ・ドライブで
具現化された、地球環境にやさしい
時計づくりの思想
シチズン株式会社

126 ◎次号予告

127 ◎広告索引

128 ◎「ネイチャーインタフェイス」
全国特約書店一覧

●学名：Megaptera novaeangliae
●生息地：北極から南極に及ぶ全海域に分布
●体長：12～15m　体重：25～30t
●主食：オキアミ、ニシン、シシャモ、イカナゴ、サバなどの群遊性魚類

学名のMegapteraは「巨大な翼」の意。体長の約3割を占めるヒレを持ち、それは数多のクジラ類の中でも最長・最大のものである。日本名は、背ビレの形が背筋を背負った座頭の姿に似ていることに由来する。冬には赤道付近および熱帯で繁殖・育児、夏には寒帯や極域で採食をしながら過ごす。「偉大な旅人」とも呼ばれる。

CONTENTS

NI

2001
Vol.1 No.2

お客さまの価値創造と地球環境の保全。
山武グループは、先進の制御技術で常にその両立をめざしています。

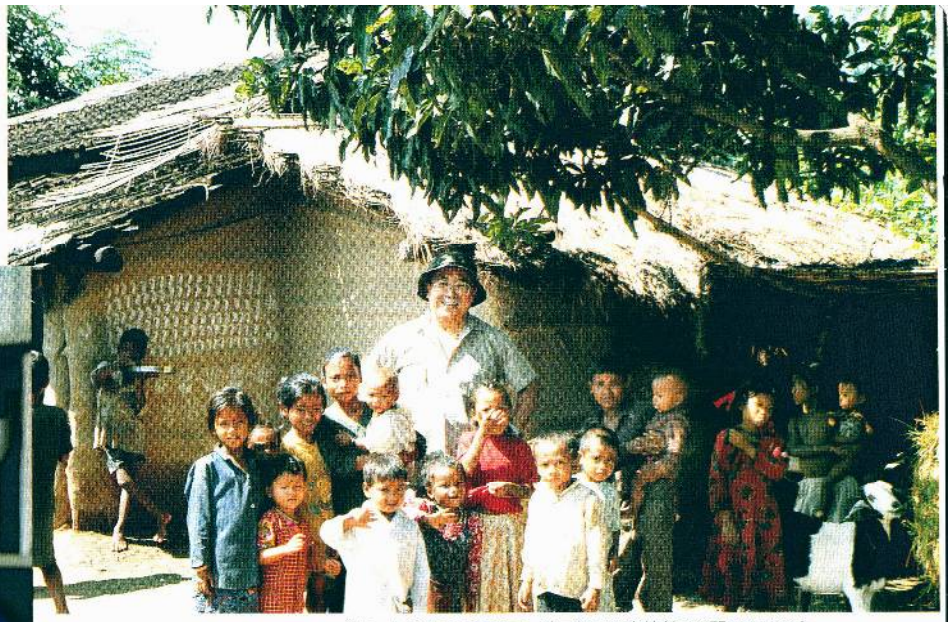
YAMATAKE

心地よさを人に 地球に

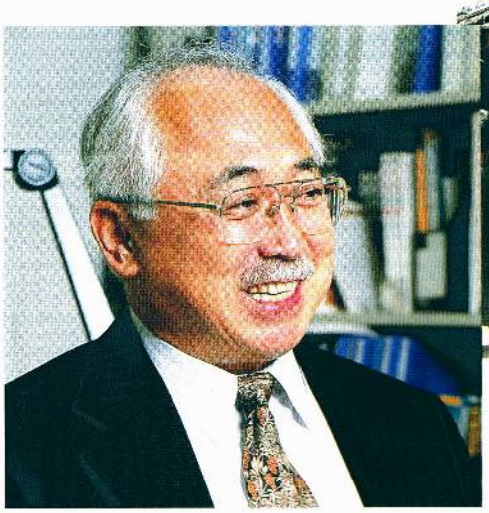
山武　山武ビルシステム　山武産業システム　山武商会　山武コントロールプロダクト　山武テクノシステム　山武フレンドリー

株式会社 山武　本社：〒150-8316 東京都渋谷区渋谷2-12-19 ●この広告に関するご意見、ご感想、お問い合わせは… TEL(03)3486-2451(広報室)へどうぞ。 ●http://www.yamatake.co.jp/

NI巻頭インタヴュー
INTERVIEW



ネパールのタライ平原で、地元住民に森林利用の聞き取り調査



東京大学大学院教授・JICA参与
石　弘之氏

聞き手　本誌監修
板生　清

人類の文明と地球環境は共存しうるのか

人、企業、国、地域によって要求水準の異なる環境問題のさまざまな様相

環境問題は人にとって、企業にとって、国にとって、地域にとって多様な様相を見せている。人類を含むさまざまな生態を育んできた地球はたった一つしかもその地球が深刻な病苦に悩まされている。それが環境問題だが、『地球環境報告Ⅰ・Ⅱ』を著し、世界各国の環境プログラムやプロジェクトに参加してきた石弘之先生に、今、地球のどこが病んでいるのかを語ってもらった。

板生　石先生の書かれた「地球環境報告Ⅱ」（岩波新書）を読むと、その中に「自然条件の悪い「辺境」までも開発しないと、地球は人類を収容しきれなくなってきたことを物語るものだ。私たちは、これを「環境問題」としてしか理解せず、これら辺境の地に生きてきた先住民が目に入らなかった」という一文が載せられているのですが、人類は辺境すら開発してしま

塞的な状況になってしまっていることに驚かされます。

そこで、今、先生がなさっている研究テーマから、お話いただけますか。

石 大きく三つのテーマを研究しています。一つは、東南アジアの森林破壊が、地域社会にどのような影響を及ぼすかという生物多様性喪失の問題です。今、ボルネオ島を中心に、急激にアブラヤシ農園の開発が進んでいて、東南アジア中がアブラヤシの林だらけになっています。このアブラヤシからとった油脂は、植物油でありながら動物油に近いので、日常の食品から石けんなどの工業原料まで使わ

ボスニア・ヘルツェゴビナで、戦後の環境復興のために調査

れ、代わりにこの油脂を使った「植物油石けん」が人気を集めています。動物油と違って身体に良いということで、食品には広く使われ、コーヒーに入れるクリームの原料までヤシ油というありさまです。そのプランテーションのすさまじい開発のために、熱帯林が急減し、森林に住む少数民族がどんどん追われている状況があるんです。

二つめは、深刻な飢餓に見舞われているアフリカの乾燥地帯での環境破壊の影響についての研究です。これは、10年ほど中断していたのですが、この4月からまたア

三つめが、旧東ヨーロッパ諸国が市場経済に移行したことによって、環境がどう変わったかという研究。社会主義時代には、環境破壊はないと豪語していたのですが、鉄のカーテンが上がってみたら、世界でも最も深刻な環境の汚染や破壊が進んでいたことが露呈しました。それをどのように回復させるかという国際的なプロジェクトに関わっています。

それに加え、もうひとつ最近始めた研究が廃棄物の問題ですね。特に、アジアなどの途上国では、経済が急成長を遂げ、それにつれてゴミが非常に増えてきました。なにしろ、アジアの一人当たりのゴミの量は、毎日ほぼ一・一キロで、日本と変わらなくなってきました。大体、日本などからプラスチックの梱包や容器に入った製品が輸入されているのですが、これらの国々にはごみの収集・処理のシステムがありません。勝手に燃やすので公害が発生し、ダイオキシン汚染が深刻になってきました。途上国の急増するゴミに対して、どのようにシステムを構築していく必要があるかは、非常に大

板生 こうした途上国の廃棄物の問題は、日本から出されるゴミも影響しているわけですか。

石 そうですね。実は中国や台湾などアジアの産廃は、最近の経済成長で一段と排出量が増えたことがありますが、日本からの輸出もありますね。

日本では、公害防止や産廃の処理費が高くつくために、国外に出しちゃうわけです。自動車のバッテリーも、国内で再生すると鉛汚染を起こしかねない。だから中国などにリサイクルの名目で輸出してしまう。まさに公害輸出ですよ。

板生 どうして、そんなことが起こるのでしょうか。

石 医療廃棄物を詰めたコンテナ一二二個が一昨年、フィリピンで発見される事件があったでしょう。この医療廃棄物を国内で処理するとなると、一トン当たり二〇～三〇万円はかかるでしょう。しかし、途上国に売ってしまえば、一万円で済んでしまう。

この産廃輸出は、先進国では、例えばヨーロッパはアフリカに、アメリカは中南米に出しているなど、どこでもやっているんですね。その結果、先進国が環境悪化を輸

出しているわけです。

板生　70年代初めに石油がなくなるのではないかと心配していた時期がありました。しかし、あれから、30年も経っていますが、現実にはまだなくなっていません。しかし、今地球環境は、もっと病的でひどいことになっているという印象を持つのですが。

石　もちろん、石油もいつかはなくなるわけですけれど、それよりも、当時問題にもされなかった水、土壌、森林といった再生可能な資源の方が危なくなっている、というのが、私の持論なんです。そこで、当面は、非再生資源よりも、再生可能資源をどのように保全していくかといった問題に真剣に取り組んでいかなければならないわけです。

結局、こうした地球規模の収奪の被害は、弱い部分にしわ寄せされます。いちばん弱いのは政治的発言がゼロに近いような先住民や少数民族なんですね。アフリカなどでは、そうした場所に先進国が廃棄物を持って行って押しつける事件がいろいろ発覚しています。

インドネシア・カリマンタンの野生のオランウータン・リハビリセンター

あるいは、米国やロシアやフランスが核実験場にしてきたのも、文句をあまりいわない先住民の土地だったんです。

板生　かつて〝南北問題〟などとよくいわれてきましたけれど、最近は南の国々の中でも、新たな南北問題、つまり〝南南問題〟が起きるといったように、より複雑になってきていますね。

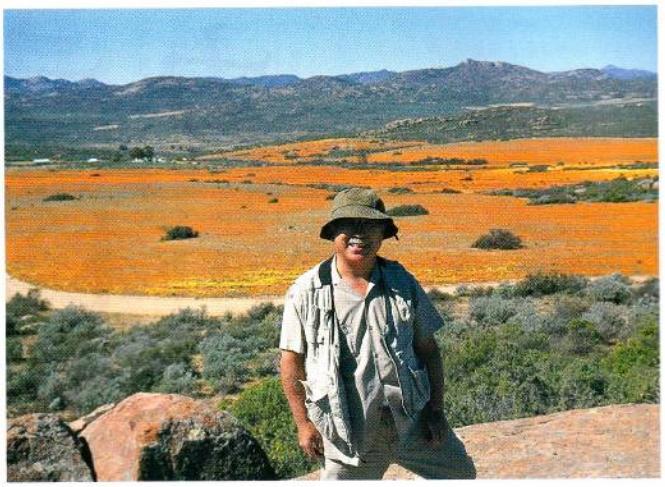
石　ええ、確かに途上国の中でも、経済的に落ちこぼれた国々が、特に環境破壊の影響を深刻に被っています。アジアでいうと、カンボジアやラオス、バングラディシュ。アフリカでは、サハラ砂漠以南の国々、それからカリブ海の国などです。

なぜなら、彼らは燃料が買えないので、エネルギー源のほとんどを薪炭に頼るため、森林は丸坊主になる。その結果、水資源が枯渇したり土壌が侵食したりの二次的な影響が発生するんです。

結局、地球は強者と弱者の論理、市場経済の原則が、そのまま環境面でも強者と弱者を作り出し、ますます弱者は過酷な状況になっているのです。さらに、国際間だけでなく同じ国内においても、コンピュータを使えるかどうかで、大きく貧富の差を生んでいると思いますね。コンピュータの普及率は所得に比例して高くなる。だから、低所得者ほど不利益を受けるということも当然、起きているのです。

マレーシア・ボルネオ島の森林調査

板生　確かに、資本主義の世界では、もともと強者と弱者が常に存在してきました。そこにコンピュータなどの情報技術が導入されることによって、弱者、強者の関係は、状況としてさらに大きな格差を作り出しているといえるでしょう。


南ア・ナカカランドで一斉開花の記念見物

しかし、70年代末から、人工衛星の情報によって、世界の森林や砂漠化の進行状況、土壌の荒廃ぶりなどが一気にわかるようになり、地球環境の問題を深刻に受け止めることができるようになったのですから。

板生　ただ、現在、ITが発達したことで、例えば魚群探知機や位置情報センサ、無線技術などによって、魚を根こそぎ獲ることだって可能になります。これはITによる環境破壊にほかなりません。

石　おっしゃる通りです。昔は、たまたま漁船が、魚の多い瀬を探り当てなければ、たくさんの魚を釣ることはできませんでした。ところが、今はGPS(Global Positioning System)を使えば、何度でも小さな瀬にピンポイントで直行できるわけですから、日本近海の瀬では魚がいなくなってきたといわれています。

たとえば、伊豆沖のキンメダイは高性能の魚群探知機の普及でほとんど消えてしまったといわれていますね。

板生　ITの発達は、人間を幸せにしている一方で、環境破壊のスピードを速めているという現実にも目を向けなければならない。弱者をますます弱くしているという点は、研究者個人の環境倫理的な問題にもつながるというわけですね。

石　無尽蔵に沸いてくるといわれた北海のタラでさえ、激減してあちこちの海域で漁獲制限がかけられています。その原因も、GPSなどによる探知技術の進歩でしょう。

こうして情報化が環境を悪くするという面は当然あり得るわけです。

板生　まさに、地球環境に対するITの光と陰という感じですね。

石　遊牧民の家畜の牧草も、これまでは現地の遊牧民が、長年の勘だけを頼りに探してきましたが、魚と同じで根こそぎ食べ尽くしてしまうなんてことも起こり得るかもしれません。

板生　狩猟民族も、コンピュータがない時代には、勘が優れていて、狩猟の上手な人がそれなりに力を持つことができたわけですけれど、今はコンピュータとGPSがあれば、誰でも狩猟ができてしまうということですね。

石　板生先生は、渡り鳥に発信機をつけてその移動経路を追跡する研究に関わっておられますが、渡り鳥ですらいともたやすく場所がわかり、狩猟する気になれば簡単に捕ることができる時代に入ったわけです。

もう一つ、見方を変えると情報化によってその現実が曝け出されたともいえます。どちらなのでしょう。

石　なるほど、それはおもしろいご指摘です。多分、両方の面があるでしょう。コンピュータ技術は、所得格差を広げる状況を作り出したものの、一方で地球環境破壊の現状が見えるようになったわけですから。

つまり、地上で集めたデータをいくらつなぎ合わせても、森林破壊の全体像は見えてこなかった。

今回、情報技術の進歩によって、環境問題が、新たな社会状況を生んでいる点を話していただいた。お忙しい中ありがとうございました。

対談を終えて談笑する石教授と板生監修（東京大学大学院石研究室にて）

PHSを利用したカラスの移動追跡

街のカラスの語るもの

東京大学大学院教授
樋口広芳

東京を代表とする大都市は膨大な量の生ゴミを排出する。東京でいえば、年間総量は約四〇〇万トンにも達する。膨大な生ゴミは、それを餌として生活するカラスを呼び寄せ増加させてしまったようだ。因果関係からいえばカラスが漠然と増えたのではなく、人が増えすぎたところに問題の根源がある。

増えすぎたカラスは賢い鳥であるが故に様々な問題を引き起こしている。都市でのカラスと人間の摩擦は、カラスの鳥類としての行動様式が問題なのではなく、人間の生活と結びついたカラスの生活から発生するものであろう。

問題の解決の糸口をつかむためには、まず対象となっているカラスの都市における行動を把握することだが、従来は大変困難な調査であった。

東京大学大学院農学生命科学研究科の樋口広芳教授と本誌監修者の板生清教授らが確立した「PHSを利用したカラスの移動追跡」の方法が動物の行動調査方法としては実に画期的なものである。本記事では、このカラスの移動追跡を紹介しながら、都市とカラスの問題を考えてみたい。

Nature Interface TOPICS 1

都会のカラスの生活を追跡する困難さ

鳥の移動を追跡するには、足環や翼標識などを付けて目視する方法や、小型の送信機を鳥の背中などに装着し、手持ちの大きなアンテナを多方向に向けつつ電波が来る方向を見つけて、複数の方向の交点から位置を確定するラジオテレメトリー法などがある。

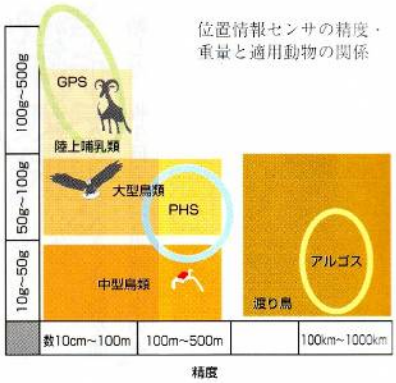
この二つの方法は都会では大変困難で調査者にとっては危険の伴うものである。その理由は目視の場合、ビルがあるため、追跡途中にカラスにビルを越えられてしまうとすぐに見失ってしまうし、ラジオテレメトリー法の場合は電波が建物にぶつかって反射し、実際の方向と全く違う方向から電波が来たりして、人間がカラスの移動に合わせて速やかに移動しなければならないため、街中での移動は危険であり困難でもある

PHSを利用した追跡方法への挑戦

都会のカラスの追跡法の困難さにめぐり合った樋口教授は、PHSによる位置情報取得のニュースにヒントを得てカラスへのPHSの装着を思い立った。しかし、PHSの重量、すなわち軽量化の壁が待ち構えていた。

カラスの体重は平均で六〇〇～七〇〇グラムほど。装着には、四パーセント程度の三〇グラム以下が望ましい。しかし、軽量のPHSといえども当時は七〇グラム位あたり、二倍以上の重さであった。

それから苦労すること一年間ほど。だが、この問題を解消できる協力者が極めて近くにいた。



PHS活用の追跡システム

こうして、樋口教授と板生教授の出会いにより、カラスにつけるPHSの軽量化がはかられ、実際に二九グラムのPHSが実現した。

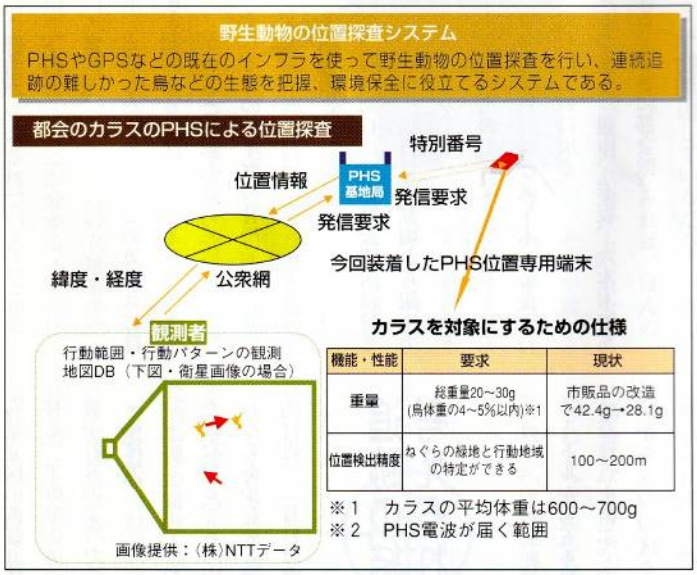
軽量化されたPHSを使用しての追跡システムとは、位置探索システムに他ならない。

PHSによる位置探索システムとは、通信ネットワークの側に個々のPHSの位置を常に登録しておき、移動するPHSの位置を追跡するものだ。すなわち、PHSの電波を基地局でとらえ、情報センターに送り、データはコンピュータ上に地図情報として表示することができる。PHSのアンテナは、発信する電波が小さく数十メートルから数百メートルの間隔で設置しなければ位置登録することができない。このため、電柱、電話ボックス、ビルの屋上等々、至る所に設置されている。

この細かく設置されたPHSのアンテナの位置を逆探知することで、二〇〇メートル程度の精度内でカラスの現在位置を知ることができる。

最初にDDIポケットのインフラを利用する、アルプス電気の端末をもとに、東京大学板生研究室、アルプス電気、セイコーインスツルメンツの三者で軽量化を目指した端末改造の試みが始まった。この組み合わせで第一実験が行われ、DDIポケットとユーザー契約を結び使用料を安くする協力を得て実験は進んだ。その次にNTTドコモの「いまどこサービス」専用端末の「P-doco?」の改造をセイコーインスツルメンツの協力のもと、カラスの日常活動に支障のない体重の四～五パーセント＝二八グラムにすることを実現した。

カラスの捕獲は上野動物園などの協力を得て行い、捕獲したカラスに実際にPHSを装着して、その負担と嫌悪の実際を飼育実験で確かめることから追跡調査は始まった。飼育実験ではカラスは思いのほか装着をいやがらなかった。



PHSを利用した鳥類位置探査システム

追跡開始

一九九九年の秋に最初の追跡が始まった。五台のPHSを使用して始めたが、カラスは初日は上野動物園内に留まっていて動かなかった。動かなければ調査にならない。

二日目にカラスが大きく移動を開始した。板生研究室で追跡調査のモニターを監視していた院生の長戸理恵さんは、どんどん北に移動をしていくカラスをモニター上でキャッチした。

「通信間隔を短くしましょうか」長戸さんから植田教授に電話が入った。二時間の間隔の通信を二〇分に縮めた。

北に移動した個体は西日暮里に移動し、そこで夜を迎えて翌日も西日暮里周辺にいた。

結果、カラスが大きく移動することが証明された。

二〇〇〇年春の追跡には一〇台のPHSを用いた。無事に追跡できたのはそのうち四台だったが、面白い結果を残した。

三つのタイプのカラス

結果、都会派、下町派、定住派の三つのタイプがあることがわかった。以下に、それぞれのタイプの特徴的な行動を記す。

・都会派

追跡の初日には上野公園内に留まっていた。二日目の昼頃から銀座のモスバーガーのそば、その後に六本木の路地裏の美容院、三時過ぎに赤坂の交差点、再び六本木、最後にねぐらの上野に戻る。

つまり、銀座、赤坂、六本木である。まさに都会派。

・下町派

追跡初日は上野公園。二日目に朝から北に飛び、午前六時には荒川の町屋に現れる。

汚水処理場の近くだ。汚水処理場の周辺は荒川自然公園で小さな林もある。ここに三〇羽近くのカラスがいた。午前中はここで過ごし、昼から足立区の西新井橋付近の河川敷に移る。下町派のカラスは公園や河川敷が好みのようだ。

・定住派

上野公園内から移動はしなかった。ただし、公園内での移動はある。ねぐらを少し変えている。初日は正門付近、二日目は寛永寺のあたり。

追跡の結果考えられること

カラスの移動距離は直線で三キロメートルから五キロメートルほど離れた地点を結ぶ。五キロの距離は二つから三つの区をまたぐこととなる。これは、一つの行政単位である区ごとのカラス対策を考えて徹底的に行っても、カラスがねぐらを変えるので役に立たないことを意味する。二十三区全体で、南関東域レベルで対策をとる必然性が浮かび上がる。PHSでの追跡はこのことを我々に教えてくれた。

考えられる対策の例

先に述べたように、カラス対策を立てる必然性が浮かび上がってきたわけだが、具体的にはどのようにしていったらよいのだろうか。ここでは、個々の問題への対策を考え、そこからそれぞれに共通する問題点を集約し、根本的解決へと導いていきたい。

カラスが引き起こす問題として、**一つ目は**誰もが身近に目にする光景としてカラスのゴミ漁りがある。対策で特に効果のあるものとして、東京の自由が丘および三鷹市で実施されている夜間収集（午前三～六時くらいの間に路上に出されたゴミを回収）がある。これは大きな効果を挙げ、カラスを見かけることはほとんどなくなったという。また、ポリバケツにゴミを入れて出す方法も、袋のように容易にゴミをつつき出されることがないので、効果を発揮している。

二つ目に、カラスに人が襲われた時の状況判断が重要なポイントとなる。カラスが襲って来る場合、その付近にカラスの巣やヒナがあることが多い。襲われないようにするには、その巣を取り払ってしまうことが一番早い方法なのだが、それは最終的な手段としてとって置いて、巣の付近を通るのを避けたり、もっと積極的な対策としてはカラスを威嚇して近付けないようにすることである（ただし、見つめすぎるとかえってカラスを刺激することになるので、一、二度ちらっと振り返る動作のみでよい）。

Nature Interface TOPICS 1

三つ目に、線路への置き石が挙げられる。これは、カラスが人間から与えられたパンを隠す時、線路の敷石を持ち上げた際、邪魔になった石を線路の上に置き去りにしてしまうところから発生する。この行動の原因はやはり、人間から餌を与えられることに起因しているだろう。餌を与える人間からしてみれば、ほんの些細な事に感じられるかもしれないが、それが取り返しのつかない事態を招くこともある。これは、一人ひとりの自覚や良識の問題となってこよう。

四つ目に、カラスと航空機の衝突事故がある。航空機への衝突は、空港周辺にカラスが集まってくることにより発生する。何故カラスが集まってくるのかを考えると、空港の立地条件に関係していることが分かる。空港は海岸付近に建設されていることが多く、そこにはゴミ処分場が多い。

そうなると自然、カラスが集まってくるのは頷ける。空港を新たに建設する場合に、近隣施設に注意を払うことが肝要である。また、空港内の草丈がカラスが昆虫を採集するのに適した高さだと集まりやすい。草丈を高くすることで、カラスの数を減少させることが出来るだろう。

最後に、カラスが鉄塔に巣を作ることによって起こる停電がある。これには、いくつかの対策が考えられる。カラス自体を鉄塔に寄せつけない方法、鉄塔への巣作りを防ぐ方法、絶縁部を保護する方法、巣作りを強の場所へと誘導する方法の大きく四つに分けられる。鉄塔へカラスを寄せつけないためには、田んぼや畑でよく見かける目玉風船やカラスの模型、風車、きらきら光る円盤など視覚的効果の高いものや、カラスの嫌う爆音などの聴覚的効果を狙ったものが挙げられる。鉄塔への巣作りを防ぐ方法としては、針金や棒などの糸状のものを支持物に設置してカラ

スが止まりにくくしたり、ゼリー状のものを塗布したり、板を張り付けたりして巣作りが出来ないようにする。

絶縁部を保護するためにはカバーなどで覆んで、巣からの落下物や巣材が絶縁部に入り込まないようにするといいだろう。巣作りを他の場所へと誘導する方法は、鉄塔の中央にカゴ状の巣の台座を作り、そこに巣作りをさせるというものがある。

先に述べたような対策をそれぞれ組み合わせることにより、カラスの問題は概ね解決出来ると言える。しかし、あくまでその場しのぎの対策であることも否めない。では、根本的な解決へと導くにはどうしたらよいのだろうか。人間とカラスの間に問題が起こる理由は、カラスの数が多すぎるためだと言える。都市で生活するカラスの数をコントロールする機能があればいいのかもしれない。

しかし、その一方でカラスが増えた原因は、人間が出している生ゴミの量が増加していることにもよるので、その認識をゴミを出す側と収集する側の両者において明確にしておくべきである。

地域でゴミの収集方法を工夫してなるべくゴミを出さないようにしたり、もしくはゴミを出したとしてもカラスに触れられないようにすべきである。また、地域からカラスを追い払えたとしても、他の地域に移動している訳だから、広範囲における取り組みが重要だと言えるので、ゴミを収集する側が新たな方法を導入するのもよい。例えばゴミの処分場までパイプラインで直接移送する方法なら、ゴミとカラスの接点は完全に消えることとなる。

今後の研究の必要

今回、PHSの軽量化とそのことにより、都会という空間で飛んで移動するカラスの追跡調査の端緒ができた。そもそも、この調査の動機は都会に住む人間と都市に住むようになったカラスという動物の間で多数の摩擦が生じたことにある。

カラスが生活空間を拡大することで生息域を変化させながら自分たちの生存基盤を確保していくのは自然な行動であろう。ただ、そのことが昆虫等を含む都会の生物全体の生態系をある場合には急激に、ある場合

Nature Interface TOPICS 1

三番つくりに変化させていくことが、と思ってはまるとテスト出す可能性を学んでいるのである。

最新の科学技術をこれらの調査に活用しながら、通常の観察では得ることのできない情報を得て、行政と研究もしくは研究領域との連携の糸口を探りながら乗り越えていく手法が今問われているだろう。都会のカラスにPHSを装着して行われた追跡調査の手法は、今後、動物情報の収集とその解析、環境情報全般の取得と問題への対応を豊富化していく端緒を拓いた。

今後は、位置情報に加えて健康状態情報や動作状態情報を組入れながら、体調、行動、移動速度、羽ばたき数、生死、抱卵等々を知ることができ、動物の生態がより詳しく入手できるだろう。

それは、野生動物ネイチャーインタフェイサとして実現し、さらに地形の情報、天候の情報、太賓の情報、植物の情報等々の動物を取り巻く地理的、空間的環境情報が加味された生態・空間の総合的環境情報が形成されれば、生物と空間の現象を内因と外因とを詳細に区分しながらその連関性を把握し、研究の領域性を乗り越えながら、地域のまたは地球規模での環境問題への対策を推し進めることが展望できるようになるだろう。それは、従来のGIS（Geographic Information System）の二～三次元地図情報に、地点での多様な属性情報を加えて板生教授の唱える（一個からN個の）N次元の環境情報システムを構築していくことを意味する。

カラスの追跡日記

〈長戸理恵〉（NTTドコモ）

上野動物園でカラスにPHSを装着し、東京大学板生研究室でその動きをモニタしていた。

第1日目、期待してカラスの動きを見守ったが、カラスは上野近辺から離れる様子がなかった。

"こんなに動かないなら地上から追った方がマシか…？"とも考えた。PHS追跡システムに対し、疑問が湧き始めた初日だった。

朝から晩まで何度見ても動きに劇的な変化が見られず、電池寿命の関係から追跡可能日が3日しかない事を考え、結局つけた事に意義がある程度の実験になってしまうのかと思った。

日没後、カラスの動きについて樋口先生に報告をし、つけた直後だからショックであまり動かないのかもしれないとのアドバイスを受けたが、やはりしょんぼりしてしまった。

次の日、朝早く研究室に入り、モニタをみて驚いた。画面の縮尺が変わっている！

、昨日から何の変化もないモニタ画面に見飽きていたため、衝撃的だった。一羽のカラスが大きく動いたため、その動きを追った地図の縮尺が変わったのだった。

すぐに樋口先生に連絡を入れた。PHSはカラス追跡に"使える"、ああよかったと胸をなで下ろした。

精密機械工学専攻の私にとって、本当に刺激的な実験だった。

カラスの捕獲、PHSの装着、間近でみるカラスは意外に毛並みがよく、憎々しい存在では全くなかった。

あれから一年以上が経つが、蚊に食われながらカラスと付き合ったあの暑い夏を、ついこの間の事のように思い出すのだった。

Nature Interface TOPICS 2

不法投棄監視システム

GPS 全地球測位システム

株式会社
NTTデータ

情報技術（IT）を駆使した産業廃棄物の不法投棄を監視するシステムが注目を浴びている。

政府のIT関連政策の一環として、環境省が導入したこの「携帯情報端末を活用した不法投棄等監視連携システム」の試験運用が今年二月からスタートし、栃木、青森、山口の三県で実施される。

このシステムは、携帯情報端末を使って不法投棄の現場の映像や位置などを瞬時に監視センターに送信し、系統的な監視体制を構築するというもの。

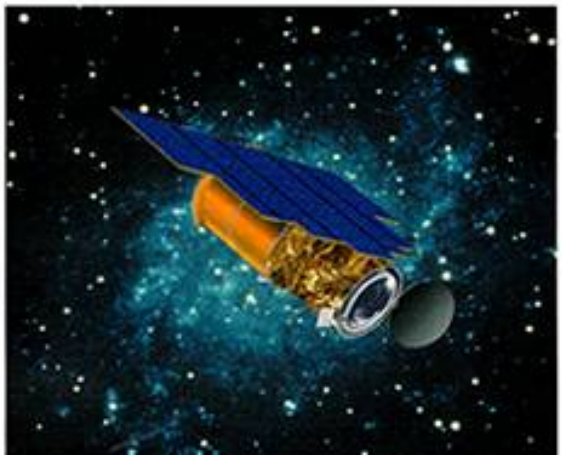
これに加え、同省では人工衛星からの監視システムも検討されていて、将来的には宇宙と地上の両方から不法投棄を監視していく方向性が見えてきた。

携帯情報端末を活用した不法投棄等監視連携システム

このシステムは、都道府県単位で運営され、不法投棄や立ち入り検査した処分場等の映像を携帯情報端末の内蔵デジタルカメラで撮影し、投棄された産業廃棄物の種類や量、周辺環境への影響などのデータを付与して画像と共に携帯電話で送信するものだ。情報端末には、GPS（全地球測位システム）が内蔵されていて、現場の位置がモニター上の地図ですぐに確認できるのはカーナビゲーションと同様だ。このシステムによって自治体職員は不法投棄現場の状況と位置を瞬時に把握し、監視員に的確な指示を出すなど、より迅速なコミュニケーションを図ることができる。また、情報がDB化されるので取り出しが容易になり、政策立案に役立てることも可能だ。将来的には、警察など他機関とのネットワーク機能や国への報告様式への自動変換も検討されている。

ICカードを用いた廃棄物運搬車両等適正運行電子モニターシステム

このシステムは、廃棄物運搬車両等にGPS機器・各種センサ等を搭載することで不適正な運行をしたり、不適正な場所で積荷を降ろしたりすることもGIS（地理情報解析）上で把握することができる。さらに車両等にICカードを持たせることでこのような情報をICチップに記憶させることもできる。



また、廃棄物処理法の改正に伴い、廃棄物排出事業者はその廃棄物が最終処分場まで適正に処理されたか確認する義務を負うようになった。このシステムでは、中間処分場・最終処分場において廃棄物処理情報をICカードに読み込ませることで、排出事業者は最終処分場からセンサ経

由で処理作業を行うことができ、なおかつマニフェストにも対応することができるようになる。

不法投棄等衛星監視システム

環境省では人工衛星を使用した不法投棄監視システムの開発を進めている。

このシステムは、過去の不法投棄箇所に関する情報や地形的、社会的条件をデジタル地図上で重ね合わせて、GISで、不法投棄が起こりそうな場所の絞り込みを行う。その後、GISで絞り込んだ地域の撮影を行う。撮影は高分解能、中分解能やレーダー系衛星などの中から最適なものを選択し、過去に撮影した衛星画像などを利用して比較・解析し、廃棄物が不法に投棄されている可能性が高い場所の特定をするものである。

高解像度衛星を駆使した不法投棄等監視システムを進めるNTTデータ

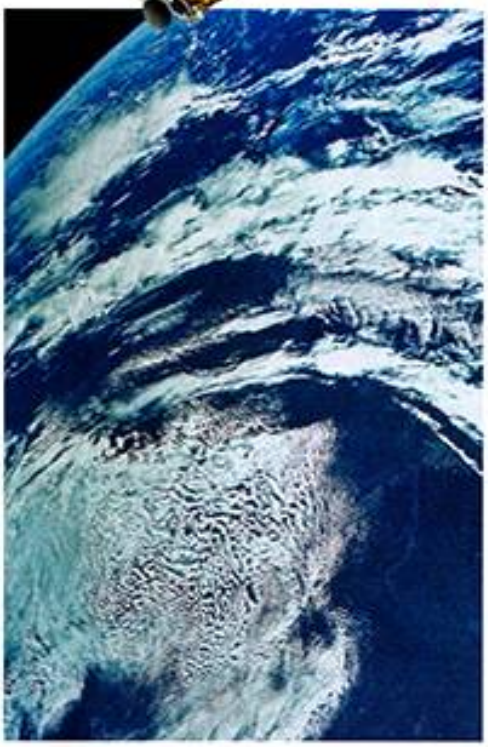
NTTデータでは、今年から運用していく高解像度衛星を利用して不法投棄の監視システム等を提案している。

この高解像度衛星は米国ORBIMAGE（オーブイメージ）社のOrbViewシリーズで基本撮影サイズは8キロメートル×8キロメートル、分解能力はパンクロマチックセンサで1メートル、マルチスペクトラルセンサ（カラー）で4メートル。

この衛星でNTTデータが日本国内における独占受信販売の権利を獲得し、リアルタイムに近い地理情報コンテンツを提供していくことがこのシステムを提案していくことの背景となっている。

このOrbView（オーブヴュー）衛星は新型センサのハイパースペクトラルセンサを搭載することで画像解析の幅が大きく広がり不法投棄等による土地改変の詳細情報などの掌握に活用できるものとなっている。

衛星画像の利用例については、不法投棄監視以外にも以下のようなものを現在検討中である。



（衛星画像の利用例）

- 森林の植生分類
- 作物の発育状況の把握
- 土地の利用状況の把握
- 河川流域の監視
- 環境汚染状況の把握

Nature Interface TOPICS 2

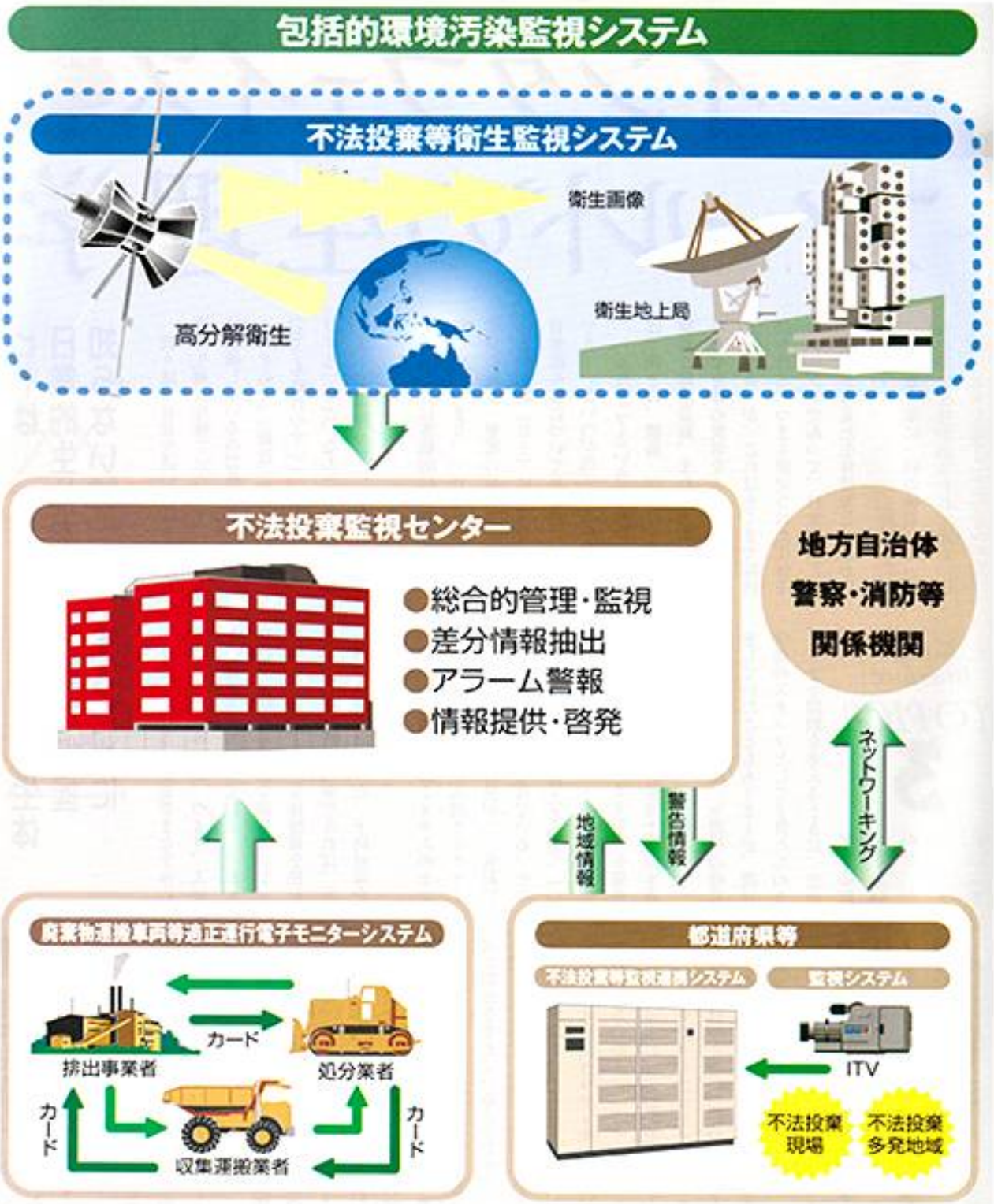
包括的環境汚染監視システム

NTTデータの考えている、不法投棄等監視システムを含む

は次の通りです。

・目的

上空からの航行・測位衛星（GPS）、高分解能衛星、通信衛星などの衛星群、地上からのPDA（Personal Data Assistance）及びITV（監視カメラ）などのITを駆使し、多元的なネットワークにより、効果的な不法投棄等による環境情報監視体制を構築する。GIS上に上記により得られた情報とともに他の環境情報を重ね合わせ、不法投棄等による環境汚染予防のための政策立案を支援する。


包括的環境汚染監視システム
不法投棄等衛生監視システム
衛生画像
高分解衛生
衛生地上局
不法投棄監視センター
●総合的管理・監視
●差分情報抽出
●アラーム警報
●情報提供・啓発
地方自治体
警察・消防等
関係機関
ネットワーキング
地域情報
警告情報
廃棄物運搬車両等適正運行電子モニターシステム
カード
排出事業者
処分業者
カード
カード
収集運搬業者
都道府県等
不法投棄等監視運用システム
監視システム
ITV
不法投棄
現場
不法投棄
多発地域

人間ネイチャーインタフェイス ～フィールドの生理学～

東京大学大学院教授
山本　義春
インタヴュー

ヒトは日常的生体を知らない!?

我々は、日常生活における自分自身の生理（生体）について、どれだけ認識しているのだろう。

おそらく、「最近、寝付きが悪い」「どうも疲れやすい」「なんかイライラする」など、なんとなく抽象的なイメージは持っているかもしれない。

が、これに客観的に解答するのは難しい。つまり、一日のカロリー消費量や睡眠・覚醒の状況など、ほとんどの人間（ヒト）は、自分自身の日常的生体について具体的には把握できていないのが現状であろう。

ヘルスケアという観点から言えば、我々は、職場・学校などでの定期的な健康診断、または人間ドックなどで身体の異常をチェックすることはある。が、これはあくまで院内における、つまり限定された生体モニタリングであって、日常生活という観点から見た生体情報というわけではない。

しかも、年に一回の検査において数値等に変化があらわれてから、はじめて対策を講ずることになるのだ。

客観的な生体情報を把握するために

日常における、さまざまな生体の客観情報を知ること。つまり、人間を生体システムとして捉え、それが発信する情報を可能な限りセンシングすることにより、生体情報を把握し、それを分析・理解できれば、年一回の診断とは違った、予防対策を施せる可能性がある。

そんな人間の生体システムのセンシング技術の研究＝人間ネイチャーインタフェイサの開発が二一世紀に入り、急速に進められている。その重要なキーマンと言えるのが、「心拍数の情報論～フィールドの生理学へ向けて～」（1999年）を発表した東京大学・教育学博士の山本義春教授である。

Nature Interface TOPICS 3

「もともと（運動）生理学の研究をしていたこともありますが、教育学部のスタッフとして子供たちのさまざまな問題を考えるときに、生理学を応用できないかと。ただ、現実には「生理学」を現場に持ち込むことは難しいんですね。生体をモニタリングするためには、どうしても日常ではなく実験室のレベルになってしまう。

唯一可能性があるのは脈拍を計ることくらいかなと。それが研究の出発点、動機なんです。いたってシンプルなんです。

実際に、児童の不登校や学級崩壊と関係する「注意力欠如」の背景の一部には、心理学的な問題というよりも生理学的な問題があると主張している研究者もいますし、ある大学の小児科教授は、不登校の原因の無視できない要因として、睡眠覚醒リズム障害を考えているようです。

こうなると、よく言われている「心」の問題だけだとは言えない。それでは本当にカラダ＝生理学的に問題があるのか？

これも現実には客観的データがない。そのデータをまず集めて分析をしなくてはならないわけです。しかし、そのデータを測定する測定器がなかったわけですね。

つまり、子供たちの行動と生体の関係を客観的に把握しようとするとき、生体センシングできるウェアラブルを作ることからスタートするしかないわけです。

教育学的問題の把握に応用する前

生体情報モニタリング装置

Long-term Ambulatory Monitoring Device：LAMD

約120×幅65×厚22mm、重量200g。
半導体メモリを採用した小型・軽量のモニタリング装置。
心電図R-R間隔（RR）～心拍動間隔を精度4ms／秒で
連続記録できる他、内蔵された加速度センサにより、
X軸（前後方向）、Y軸（鉛直方向）の体動を秒毎に記録可能。
心電図、体動の各ユニットで記録されたデータは、
半導体メモリ（8メガバイト）に記録される。
データ記憶容量は約3ヶ月分。
電源は、単3アルカリ電池2本。
●出典：山本義春教授

人間ネイチャーインタフェイスの活用

「に、ウェアラブルセンシング手法の研究から始めようということです。」

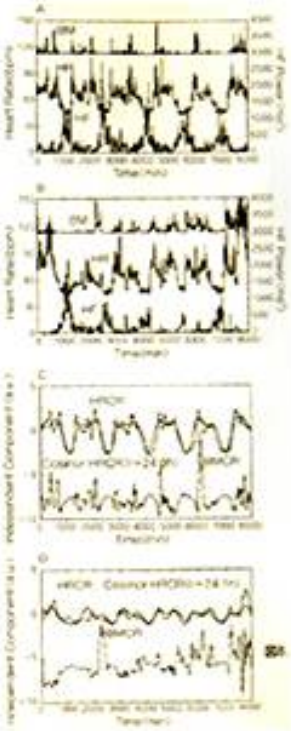
山本教授がここ数年、研究を進めているのは、まさに実験室ではない日常生活における生体信号のモニタリングと、その解析についてだ。例えば、ウェアラブル心拍変動モニタの原型である、生体情報モニタリング装置（LAMD）を使用した心拍変動の研究。

小型・軽量のモニタで、心拍と身体活動量を記録し、それを解析する。このことから、つまり心拍変動モニタリングのバーヴェイシヴ化によっても、生体リズム障害・睡眠障害（ある種の鬱病、睡眠相後退症候群、慢性疲労症候群でしばしば観察される）、心臓突然死に関わる自律神経活動（心拍変動の異常、情動頻脈など）、運動不足による生活習慣病の危険性など、院内検査では知ることがない生体信号＝情報が取得できる可能性があるという。

「誰でも装着することが可能。そして、取得できる生体信号は、脈拍数＝心拍数、と、体動（アクティグラフ）です。本来なら、呼吸数も情報として取得したいのですがセンサ技術の問題で現実には安定した測定をするのが難しい。

ですから、まずはこの二つから始めようと。また、九〇年代頃からアメリカの心理学者のグループが始め

LAMDの記録データ：心拍と身体活動量の長時間無拘束計測



Aは、600秒間に平均体動、平均心拍数、心拍変動のHF成分（0.15ヘルツ以上の成分）を求めたもの。夜間に心拍数が低下し、HF成分が上昇（副交感神経活動が亢進）。起床時に体動が上昇している。典型的な心拍概日リズム（HRCR）がみられる。これは規則的な生活を送っている被験者の計測データ。

Bは、同様の計測だが、不規則な生活を送っていた被験者の記録データで、心拍数と体動の乖離（カイリ）がみられる。そのため、HRCRもそれほど明瞭ではない。

※2つの記録データでわかるように、心拍数は、固有の概日リズム（HRCR）に加えて、体動によっても影響される。つまり、純粋なHRCRを抽出するためには、体動の影響（マスキング効果とも呼ばれる）を取り除く必要があるのだ。

CとDは、独立成分解析である多次元信号解析手法を用いた記録例。HRCRと体動リズムをマスキング効果の大きさに関する事前情報なしに、なるべく独立になるよう分離評価。規則的な生活をしている被験者のCでは、両者がほぼ同調しているが、不規則生活者のDでは、それらが乖離していることがわかる。

※HRCRと体動リズムとの乖離、または分離前のHRCRの波長測定は、いわゆる「位相逆転」と密接に関係している。同様な現象が、ある種の鬱病や慢性疲労症候群に観察されるのが興味深い。（以上、山本義春教授の研究から引用）
●出典：山本義春教授

アクティグラフ＝腕時計型加速度計
Mini-motionlogger actigraph

アメリカのアンビュラトリモニタリング社が開発した腕時計型の加速度センサ。日常の腕運動のモニタから身体活動量および活動パターンをセンシングできる。寸法4.5×3.5×1.3cm、重量約40g（円形のマイクロ・ミニ型は直径2.45cm、重量約9g）と軽量・小型で通常の腕時計と同じように違和感なく腕に装着可能。容量メモリは32キロバイト。16ヘルツでサンプリング、1分ごとの計測が16日間可能。

ているのが、PDAのようなものを利用したアンケート調査です。

これは、一ヶ月に一回といったアンケートではなく、実際にPDAを装着して一日に数回、ビープ（信号音）が鳴ったら、「今の気分はどうですか？」といったアンケートに答えるというものです。

つまり、我々が日常環境の中でどんな行動やどんな気分でいるのかを計っていこうと。

まさに実験室を離れてごく日常の環境＝フィールドでモニタリングしようということなのです。

この手法はエコロジカル・モメンタリー・アセスメント（EMA）と呼ばれてます。このEMAも現在少しずつ行っています」。

心拍数とともに生体信号のセンシングで研究されているのが体の動きである。

これは、アクティグラフという小型の腕時計タイプのウェアラブルが利用されている。日常の腕運動のモニタから身体活動量を推定することができ、それによって多動性の徴候があるとか、朝は起きられず夜は眠れない、といった生活リズムの変調を客観的に判断できる。

最近では、医療分野で医師が鬱病や慢性疲労症候群の患者に応用したり、また、宇宙探査の分野で火星ミッションのための閉鎖環境実験（閉鎖されたドームの中で長期間生活する）など、幅広く応用されている。

アクティグラフに関連して、以前から歩数計や万歩計が知られているが、それはあくまで体動の総量としてのモニタリング。

アクティグラフになると、体の動きの時系列情報＝リズムまたはパターンの分析となる。

つまり何かしらの症状を持つ患者のその原因のひとつは、行動のパターンが異常であって、行動量の異常ではないという分析が可能になるのだ。

フィールドの生理学へ向かって

このように、実験的研究が主であった生理学が、人間ネイチャーインタフェイサ＝生体情報のモニタリング技術の進化とともに「フィールド・ワーク」としての生理学へと姿を変えようとしている。

山本教授が言うように「実験室とフィールドでのデータの違いは大きい」という原則が見えてくる。

そのために、ウェアラブルが必要になってくる。板生教授の主宰する東京大学ネイチャーインタフェイス・ラボラトリーに所属して、連携をとった研究を進めている。もちろん、実験室での計測技術と比較すれば、いまだ不十分かもしれないが、大きな一歩を踏み出したことは間違いない。

山本教授は、今後どのようなプランを描いているのだろうか。

「今年の夏くらいからトライアルを始めるのが、まずは、さきほど言ったEMAですね。

日常生活の中の気分や疲労度などを一日に六回くらいビープが鳴る度にアンケートに答えてもらう。

これは実際に精神科、心身医学などの臨床現場でやってみる。対象は軽症鬱病や慢性疲労症候群やパニック症候群の患者さんですね。

そして、そのEMAの機器のスペックにさらにアクティグラフを一緒に積むことも考えています。

組み合わせれば、かなり興味深い

データがモニタリングできると思っています。で、さらに最終的には、心拍数のモニタを組み入れたい。ここ一、二年で完成させるのが目標です。そしてさまざまなフィールドでモニタした二〇〇〇～三〇〇〇件ぐらいのデータが、果たして何を語ってくれるのかが一番の関心です。

もちろん、その膨大な情報をどう解析していくのかもその後の大きな研究課題ではあります。

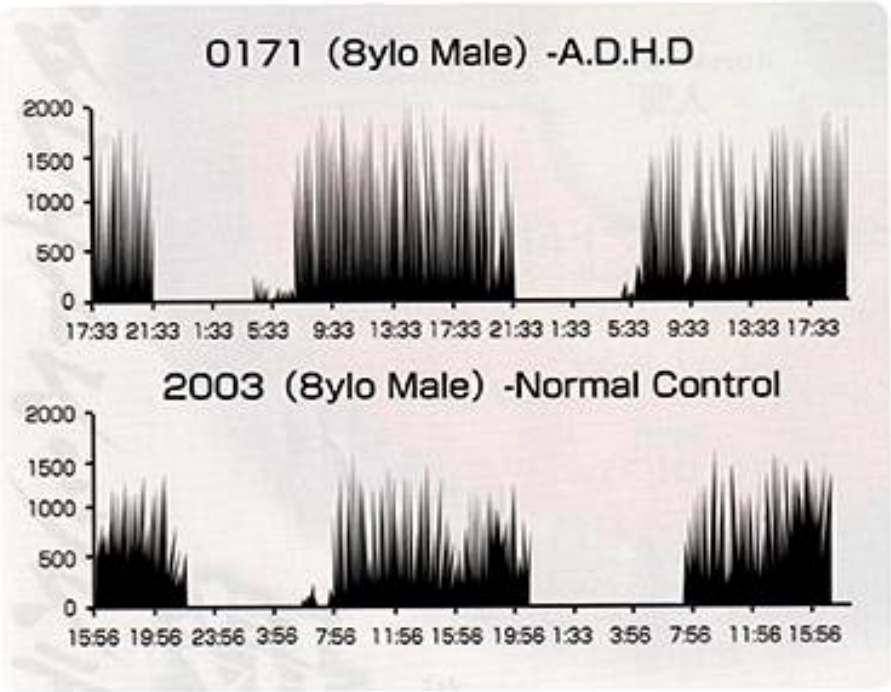
教育学という分野では、現在言われている不登校の問題や学級崩壊の問題などについて、どうしても心理学的に「心」の問題として捉えているイメージがある。

が、山本教授は、生理学という観点からアプローチ・研究を進めている。

そういう意味では、子供たちの行動科学の分野に新しい視点を導入したと言えるかもしれない。

「教育学部では、実際、物理的＝生理学的な問題が背後にあると考えている教育学者は少ないと思います。「心」の問題と考える傾向が強いと思います。

それでも、極端な言い方をすると、心の問題と思われていたことが、もしかして何かの病原菌のような実体のせいだったということもないとは



アクティグラフを使った注意欠陥多動性障害（ADHD）疾患患者（上）と健常者（下）における身体活動量の比較

●あにき倉真子

2日間にわたって15分毎に記録した測定データからわかるように、ADHDと健常者の日常生活での動いた動量の違いは明確で長時間による多動性の定量的評価が可能であることがわかる

●出典：山本義春教授

Nature Interface TOPICS 3

考えない。

もしも、（物理的）実体が解明されたとしたら、カウンセリングなどの対症療法ではなく、根治療法ができるわけです。実際、精神医学の歴史も、そのような道筋をたどりつつあります。ですから、我々としては、教育学を大きな観点から捉えて「心」と「からだ」の両面を見据えて、両方の側面から研究する必要があると考えています。

病原菌一個の可能性もあるという前提で、研究を進める。生理学の立場でいうと、そういう方向性も重要なことだと思います」。

Profile
山本義春 Yoshiharu Yamamoto●教育学博士

1960年東京生まれ。
1984年東京大学教育学部卒業。
1990年東京大学大学院
教育学研究科博士課程修了
（学位論文：「疲労性作業関係の生理学的意義」）。
2000年8月から東京大学大学院教育学研究科
身体教育学講座教授（教育生理学分野担当）。
ホームページ http://www.p.utokyo.ac.jp/~yamamoto/

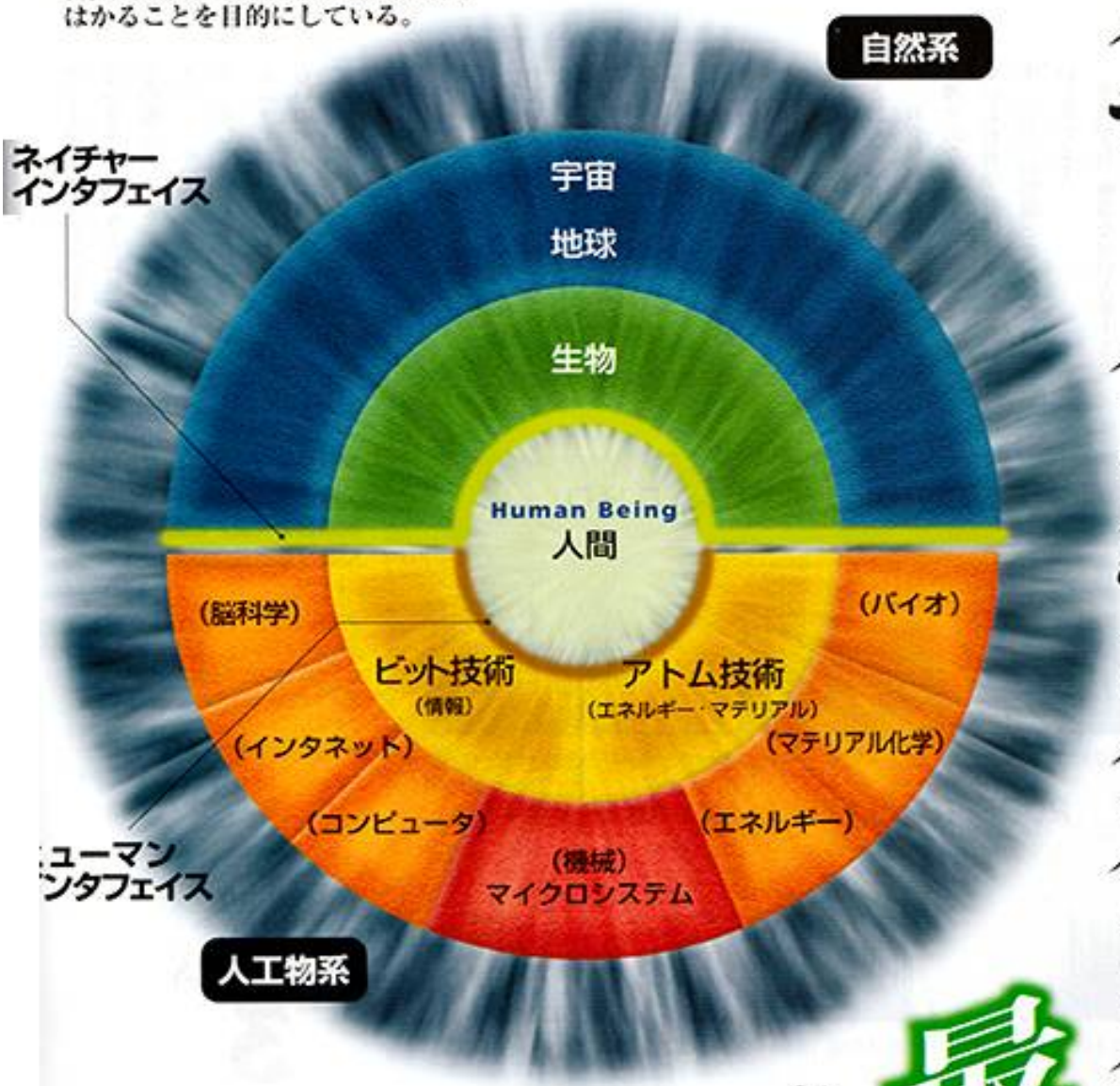
あらゆる生態系の連続的な関係を見据える、ハイブリッドな科学技術をめざして

ネイチャーインタフェイス・システム研究の最前線

板生 清（東京大学教授・本誌監修）

創刊号では、ネイチャーインタフェイスの基本概念を述べたが、今回は、東京大学を中心に進めているネイチャーインタフェイスシステム研究の具体的な目標とその応用技術について述べてみたい。

ネイチャーインタフェイスシステムは、センサ技術、情報通信技術を利用することで、自然と人間、そして人工物の調和をはかることを目的にしている。



研究開発の背景

ウェアラブル情報機器は、精密情報機器技術を基盤とする小型センサ技術や微小エネルギー技術など、日本が得意とする研究分野をベースにしている。これらの技術は、腕時計型のコンピュータやPHS、超大容量ハードディスク、光ディスクとしてすでに製品化され、現在のIT産業の牽引力ともなっている。図1に示すように時計と電話とコンピュー

多部三本柱である。その研究レベルでは、ウェアラブルコンピュータにカメラを接続した工場での作業管理システムや、心電計とウェアラブルコンピュータを結合したヘルスケアシステムなどの開発がはじまっており、広範な分野でのセンサ端末が注目されている。

これら微小なセンサ端末に関する研究は、日本時計学会主催のウェアラブル情報機器シンポジウムにおいて、最も活発な情報交換が行われ、過去6回の会議が開かれている。

ネイチャーインタフェイス システム・開発のねらい

センサ、エネルギー源、CPU、無線デバイスからなる微小な端末をネイチャーインタフェイサと呼ぶ。これはウェアラブルがさらに進んだ形態だ。この端末を、人間や自然や人工環境に組み込み、情報を収集し、各種環境の高度化に役立てることがねらいである。また、このようなセンサ端末の研究開発は、医療福祉や自然環境監視の基盤となる。また、端末数が数兆台と予測される将来のインターネットにおける基本モジュールともなる。このようにネイチャーインタフェイサの開発は、21世紀の情報技術の進展と普及に欠くことのできない研究であるといえる。

そのキーとなる技術は人間や動物がもつ五感の機能と判断・記憶能力を実現する技術で、図2のような構成技術である。つまりハード（デバイス）とソフト（アルゴリズム）に大別され、デバイスはエネルギー、センサ、通信機、プロセッサが主要素となり、アルゴリズムは対象に対して各々千差万別である。

図1　ウェアラブル情報機器技術の3本柱

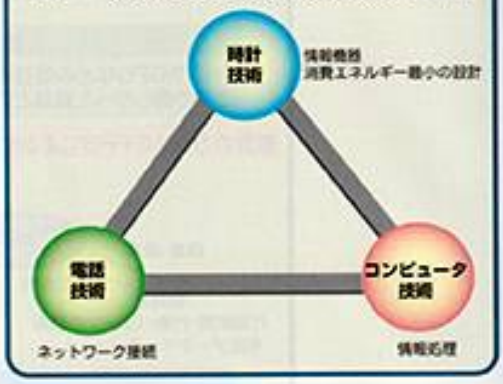


図2　マイクロ情報端末ネイチャーインタフェイサの技術

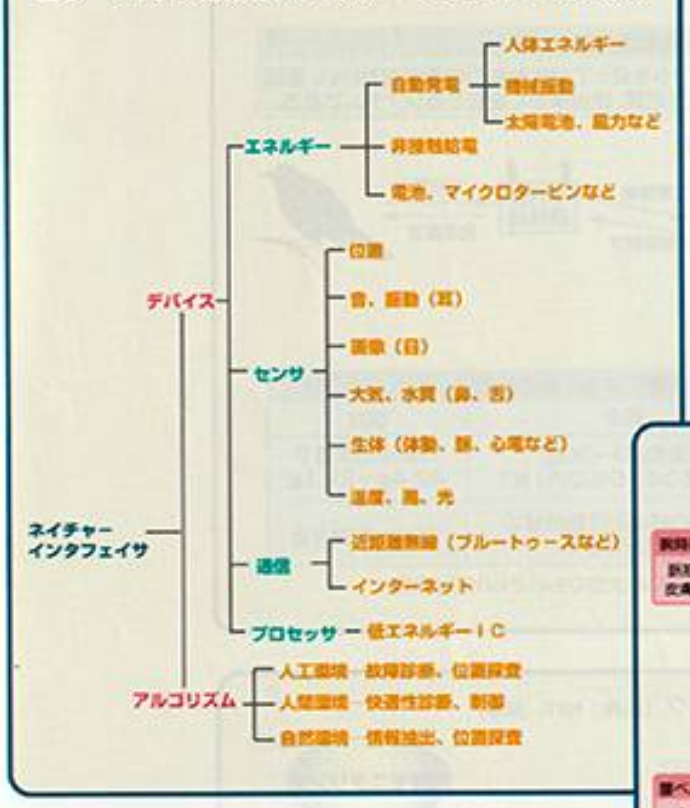
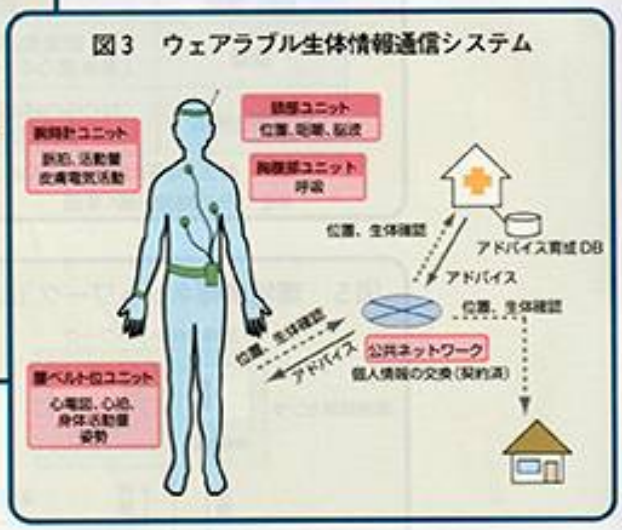


図3　ウェアラブル生体情報通信システム



研究テーマ 人間環境への応用研究

ウェアラブルな生体情報収集システムを開発し、その技術をヘルスケアに応用することが期待されている。それは、心電計、加速度計などの既存センサに加え、筋音、咀嚼、発汗センサなどの新開発センサや超高密度光メモリ、人体が発するエネルギーを用いた充電機能などを備えることが大きな特徴となっている（図3）。また、人間の認知過程のモデル化や、さらにこれらの技術を基盤に、疲労感や快適性認識の定量化

法の研究、ネイチャーインタフェイサの知的インタフェイスの開発を行うこともそのテーマのひとつ。また自動車運転者、プラント保守者、造船所内作業員などの快適性、安全性への応用、計算機上での協調作業効率化の研究といった労働環境への応用も照射している。

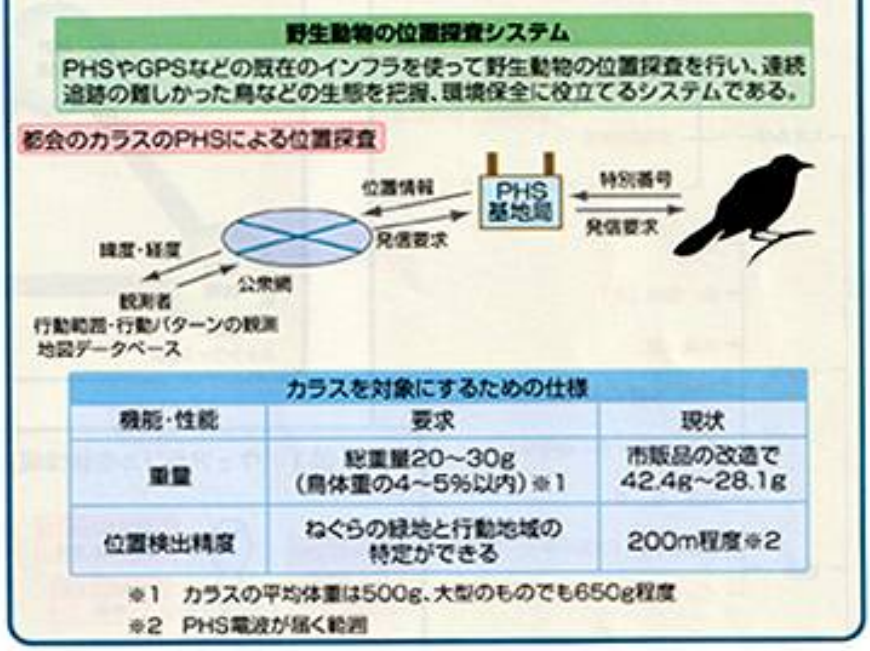
研究テーマ 自然環境への応用研究（図4・5）

自然環境への応用研究については、野生動物や植物の観測と大気分析を行うことが最も大きなテーマだ。

前者では、GPSやPHSに、姿勢、温度、加速度などのセンサを組み込み、動物に装着することで野生動物の生態そのものを詳細に観測することができる。まず既存デバイスの組合わせにより試作して可能性を確認し、次いでマイクロマシニング技術による超小型センサの実現を目指す。

後者に関しては、重金属や化学物質の浮遊環境における環境微粒子（大気浮遊微粒子、地下水中分散微粒子）のレーザ計測システムを構築する。またその小型化と、GPSによる位置探査技術により、SPM、

図4　PHSを利用した鳥類位置探査システム

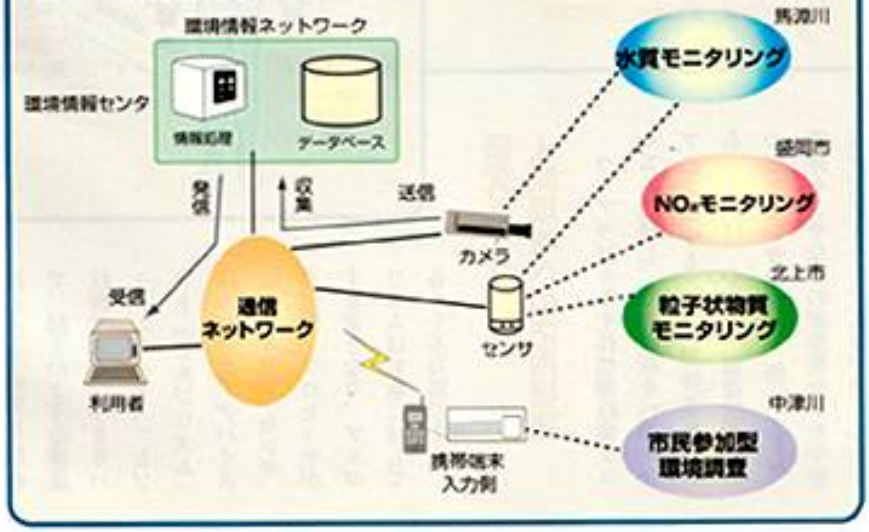


カラスを対象にするための仕様

機能・性能	要求	現状
重量	総重量20～30g（鳥体重の4～5%以内）※1	市販品の改造で42.4g～28.1g
位置検出精度	ねぐらの緑地と行動地域の特定ができる	200m程度※2

※1　カラスの平均体重は500g、大型のものでも650g程度
※2　PHS電波が届く範囲

図5　環境情報ネットワーク（出典：NTT、岸本）



花粉などの時々刻々の空間分布の観測も可能となる。

その方法は以下の通り。

まず大気をポンプ吸引して収集のみ行い、これに場所と時間データを付与し、分析は研究拠点にて行うオフラインシステムを開発する。次に、センサもウェアラブル化して、リアルタイムに分析し、無線伝送するシステムを開発し、同時に既存の据え置き型環境情報ネットワークの結合も行う。さらにそのデータをもとに、化学物質、汚染物質の環境中での振る舞いを研究し、環境予測も行うというわけだ。

研究テーマ 人工環境への応用研究（図6）

ここではいくつかのシステム開発が成されるが、まず構内PHSや無線タグなどを用いた建物内位置探査システムの開発によって、造船所内など、従来携帯電話での無線通信が不可能であった環境での通信方式を実現する。

つぎに、工事場所で必要とする図面やデータをリアルタイムに表示するシステムや人の位置、発汗、照度などのデータを無線伝送したり、建物内の空調や照明をリアルタイムに制御するシステムなどを構築する。さらには、生産機械の切削音や画像から故障診断を行い、遠隔通報するシステムをつくり上げる。

この時、センサとしては、まず、既存のマイク、カメラを用い、次いでマイクロマシニングによる微小振動子や首振りつきマイクロカメラなどを導入する。その結果、例えば従来故障診断が困難であった時計などの微小部品の切削作業、多芯光ファイバモジュール組立て作業、電子部品はんだ付け状況の監視などが可能となる。

このように、ネイチャーインタフェイサは、船舶・航空機・自動車などの大規模生産現場から情報機器・精密機器などの精密生産現場などへと応用されるわけだ。さらには物流状況のデータベース化をしたり、交通システムの安全性と効率化の研究に提言を行うこともできる。

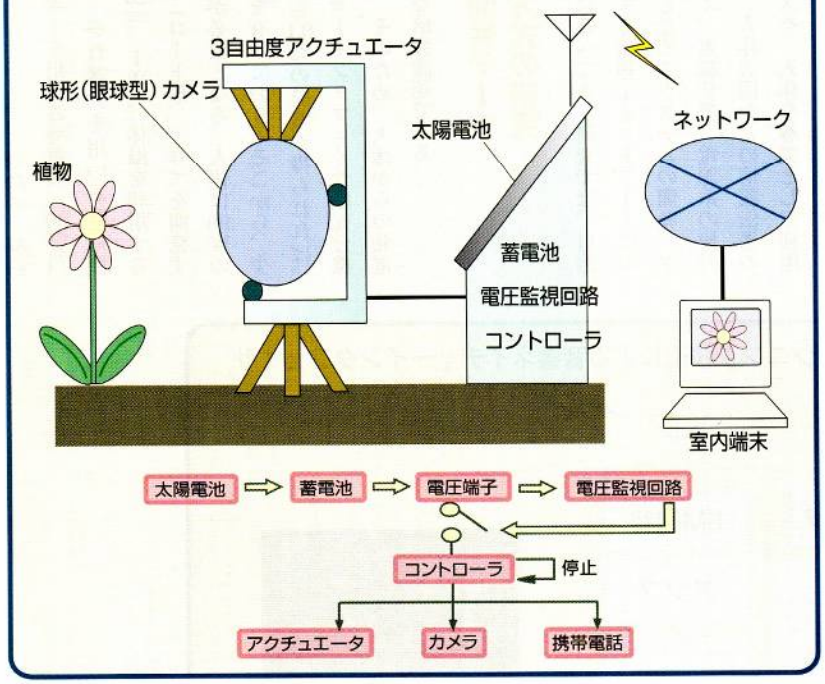
技術開発テーマ センサ・アクチュエータの研究（図7・8）

ネイチャーインタフェイサでは、非破壊で情報量の多いセンサが前提となるであろう。

これには画像と音響データが有効だが、さらに方向を変化させると性

図6　工場での故障診断システム

図7　画像ネイチャーインタフェイサ



能が格段に向上することが重要である。このためにCCDチップに3自由度揺動機構を結合した、直径10㎜程度の首振りカメラを開発し、また音響・振動データ収集のため、1㎜角以下のアレイ状振動子を製作する。

具体的には、まず、既存CCDに3自由度揺動機構を組合わせた、50㎜角の高山植物監視カメラを開発する。次に、3自由度球面アクチュエータを用い、直径10㎜に小型化する。また、既存CCDに1自由度揺動ミラーを用い、先端部直径5㎜のはんだ付け検査用カメラを製作する。さらにマイクも組合わせ、はんだ付け、高密度配線板、光ファイバ組立て、精密部品検査に適用可能な装置を開発する。音響ネイチャーインタフェイサとしては、PZT薄膜により自己検知可能なカンチレバーアレイを製作し、ボタン電池、FM送信回路などと一体化した超小型振動検出チップを開発する。

技術開発テーマ マイクロエネルギー源の研究

ウェアラブルおよび屋外センシング装置には、外界のエネルギーを吸収して電力とする自動発電機が必要となる。図9は必要とされるエネルギーを示している。このため、振動エネルギーを用いる発電機（50㎜角、20㎜）、歩行運動を用いる発電機（厚さ20㎜、1W）、体温を利用する発電機（コート形、1㎠）を開発することが必要となる。人体は100Wの発電量を有しており、そこから、少なくとも0.1%の発電が得られれば、ネイチャーインタフェイサは充分機能する。そのため、人体からの発電も重要な研究課題である。

技術開発テーマ 通信方式の研究

以上に述べてきた研究では、自然が発信する情報をネットワークにつなぎ込むためのシステムの開発、プロトコル、無線装置、電源系の検討と設計、人体表面などの情報伝送のデバイスや、人体を導線として利用する方式の研究が待たれる。また、工場や病院など、ノイズに敏感な環境での光無線方式も検討している。

このように、今回はネイチャーインタフェイス技術を概観したが、次号は、さらなるネイチャーインタフェイス・フロンティアについて述べてみたい。

詳細をお知りになりたい方は「ウェアラブルへの挑戦」（板生清著／工業調査会）をご参照下さい。

図8　マイクロマシニング技術による音響ネイチャーインタフェイサ

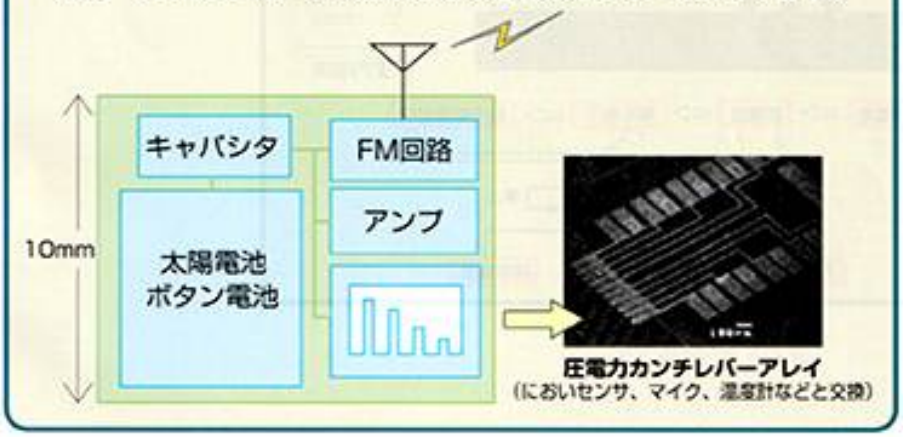
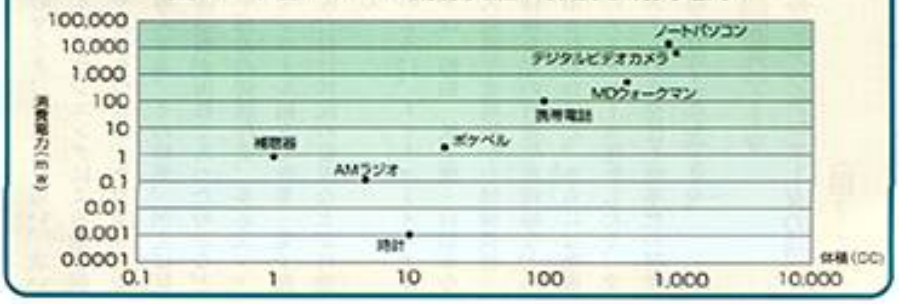


図9　ウェアラブル情報機器の体積と消費電力



特集

——きわめて親愛なる私たちの——

水際物語

すべては水からはじまる。
古代ギリシャの唯物論者タレスは世界は水からなると考えた。
たしかに地球の72%を水が構成する。わたしたちの身体も同様だ。
万物は流転するが、水は循環する。たとえその水に浄化作用があるにしても、
唯物論的に限界がある。わたしたちの水はどうなっているのか？
すべては水に通じているのだ。

「美しく安全でいきいきした海岸」を考える

東京大学大学院新領域創成
科学研究科環境学専攻
磯部雅彦教授

海岸はじつにさまざまな顔をもつ、海と陸と空（大気）の接点だ。いいかえれば気圏、水圏、地圏の三圏が接する境界線で、海岸線は海域と陸域を区分する。また、塩水から淡水へ移り変わる場所であり、波、流れ、風などのさまざまな現象が変化する場所でもある。それゆえ海岸は、陸域や海域とは異なる独特の環境をもっている。

日本は島国であるとともに複雑に入り組んだ地形であり、非常に長い海岸線を有している。

総延長は三五〇〇〇キロメートルにおよび、そのうち約三分の一が自然海岸で、残りは何らかの構造物が設置された海岸である。そして砂浜、礫浜、泥浜は一〇〇〇〇キロメートルに満たない。

また、海岸線をもつ市町村は日本全体の三二%だが、約六〇〇〇万人が住み、工業出荷額が四七%、商業販売額は七七%（両方とも全国での割合い）にのぼる。人口および経済活動が集中する重要な空間である。

以上のことを踏まえて、編集部では東京大学大学院新領域創成科学研究科環境学研究系長の磯部雅彦教授に「海岸環境」の大切さについてお聞きし、レポートする。

海岸環境の三要素

海岸には〈自然・生態〉、〈安全・防災〉、〈開発・利用〉といった三つに区分できる自然的環境、社会的環境がある。以下にこの三区分を整理してみる。

理想の海岸をめざして、さまざまな施設の整備

〈自然・生態〉

海岸および周辺の浅海域では、潮の干満や波の働きにより海中に酸素が溶けこみ、日光も差しこむことから海洋生物にとって良質な生育環境である。地球規模で見れば面積はすくないが、海洋生物の過半数が生息、繁殖する場でもあるなど生命活動にとってきわめて重要な空間だ。それゆえ魚介類、微生物、底生生物、プランクトン、鳥、海藻、海浜植物、海岸林など、多様な動植物群の宝庫でもある。

海岸域は、岩礁域、砂泥域、干潟、藻場等、それぞれの域に分かれ、このうち岩礁域では藻場が形成され、水産生物の幼稚子の生育場である。干潟は、海に囲まれた日本ではウェットランド（湿地）の代表であり、その働きは気候調整、大気浄化、水域浄化など生物生産にとって重要な位置を占め、自然環境の保全にとってのキーエリアとなっている。また、干潟は潮干狩りや、釣り場、バードウォッチングなどレクリ

美しく安全でいきいきした海岸を考える

生態系の調和から自然の共生へ

エーションの場としても有用性をもっている。

藻場はその名の通り多種多様な海藻の繁殖の場であり、海の森林として位置づけられている。また、魚介類の生息、産卵場でもあり、海水中の窒素やリンは海藻に取りこまれたり、光合成による酸素供給の機能をもつ重要な空間である。

〈安全・防災〉

海岸域の安全と防災の対策は、そこに多くの人々が居住し、商工業の現場として大きな位置を占めているだけにきわめて重要である。その海岸域は高波、高潮、風雨、洪水、地震による津波などの危険につねにさらされ、また海岸侵食、地盤沈下といった問題も抱えている。

そうした海岸域でのさまざまな災害を背景に、昭和三一年に海岸法が制定され、防護・防災の観点でも海岸は見られるようになった。戦前にもさまざまな被災があったが、戦後、昭和二八年の伊勢湾台風、昭和三五年のチリ地震による津波などが後押しする形で海岸域における防災への取り組みが構築され、港湾を始めとする開発への動機とともに、護岸、堤防の工事にも拍車をかけることとなり、結果として日本の海岸線を人工海岸へと変えていくこととなった。

四囲の岬に囲まれ、弧を描く自然の砂浜（静岡県弓ヶ浜）

だが自然と開発への社会的認識が大きく変化するなかで、自然海岸増加への声が高まり、一九九九年の海岸法改正へといたる。現在は防護・環境保全・利用の三つの目的を達成する方向で見なおされている。

さらにもう一つの問題として、砂浜の問題がある。それは海岸侵食の問題であり、現在、全国平均ではあるが、日本の砂浜は毎年六分の一メートルずつ後退している。その原因は上流におけるダムの建設などにより、砂の供給量が減ってきているからだ。すなわち波エネルギー吸収体としての砂浜の崩壊化であり、高潮からの防御の点では由々しき事態である。

〈開発・利用〉

海岸域を開発・

誰もがリフレッシュできる開放的な海岸

利用の観点から見ると、交通、エネルギー（発電等）、資源、水産業、農業、工業、商業や海洋性のレクリエーションなどさまざまな開発・利用の場として捉えられる。なかでも海運交通は浮力利用の職業的交通として古くから利用開発され、船舶の停泊、荷の積み下ろしの場としての港湾開発が、水産業の基地としての漁港とともに常時おこなわれてきた。商工業は出荷現場としての利便性から港湾の開発をおこない、また拠点の立地条件としても優れているせいで海岸域で発達した。それとともに発電所が海岸域に立地されることが多いのは、冷却水が容易に確保できるからである。現在は、海洋温度差エネルギー、波エネルギー、潮汐エネルギーなど臨海性のさまざまなエネルギー利用が考えられている。

海岸環境管理の展望

こうして海岸に望まれる姿とは、自然の砂浜がある海岸、災害に対して機能する海岸、商工業やさまざまなレクリエーションの利用がなされる海岸という基本的要求を満たす環境が維持されるものとなる。それぞれの機能は一見、相容れないものと考えられるが、生態、防災、利用の三要素を支える基本的な構造としての環境基盤というべきものを位置づけて考える必要があるだろう。

だが海岸はさまざまな要因でその地形要素が変わらざるをえない面をも有している。したがって砂浜は安定的に創造・維持されなければならない。自然・生態面では、砂浜特有の生態系が形成されている。二枚貝を始めとする底生生物が生息し魚類生育の場となり、ウミガメなどの産卵・孵化の場でもあるのだ。防災面では、砂浜が維持されることで波のエネルギーを吸収し高波や高潮の破壊力を軽減し、沿岸構造物、居住地を防護することにつながり、また、海浜レクリエーションも活性化するだろう。

自然・生態・防災・利用の三要素を守っている海岸

ほかに自然崩壊が進行している基盤にたいし、人工基盤を設置することで藻場の造成をおこない、自然干潟に匹敵するバクテリアの景を確保しながら生物の生息を支えていくことなどが試みられている。いずれにしても、海岸の環境においてはその地形が基本的な環境要素であり、海岸の土砂管理をつうじての境形の保全が要となる。つぎに日本の海岸の地形変化に重要な要素である海岸侵食を見てみよう。

海面水位上昇にそなえ地球規模での対応を

美しく安全でいきいきした海岸を考える

日本においての海岸侵食とその対応

旧来、海岸保全の内容は高潮、高波といった災害に対する防護が中心だったが、近年は（一九八〇年前後から）護岸堤、人工リーフ、養浜などの対策が盛んになってきている。海岸の侵食が深刻化しつつあることの反映だが、海岸の侵食により年間一六〇ヘクタールもの国土を消失している。このまま進行すれば十年後には新島の面積と同等の二四〇〇ヘクタール、二五年後には三宅島と同等の四八〇〇ヘクタールの海岸が失われることを意味する。（図1）

海岸の侵食が加速されている理由には、河川におけるダムの建設、土砂採取、海岸の防護等による海岸への土砂供給量の絶対的不足があげられる。したがって、日本全体の海岸侵食を食い止めるためには、土砂の絶対供給量をふやさなくてはならず、そのために養浜等の対策を講じながら、河川・海岸をつうじた総合的な土砂管理が必要である。山国であり島国でもある日本の地形的特徴は、自然の循環性と人工的手法のバランスを必要とし、生態、防災、利用の三要素の調和を私たちに考えさせているのだ。

考えなくてはならない地球温暖化による海面上昇

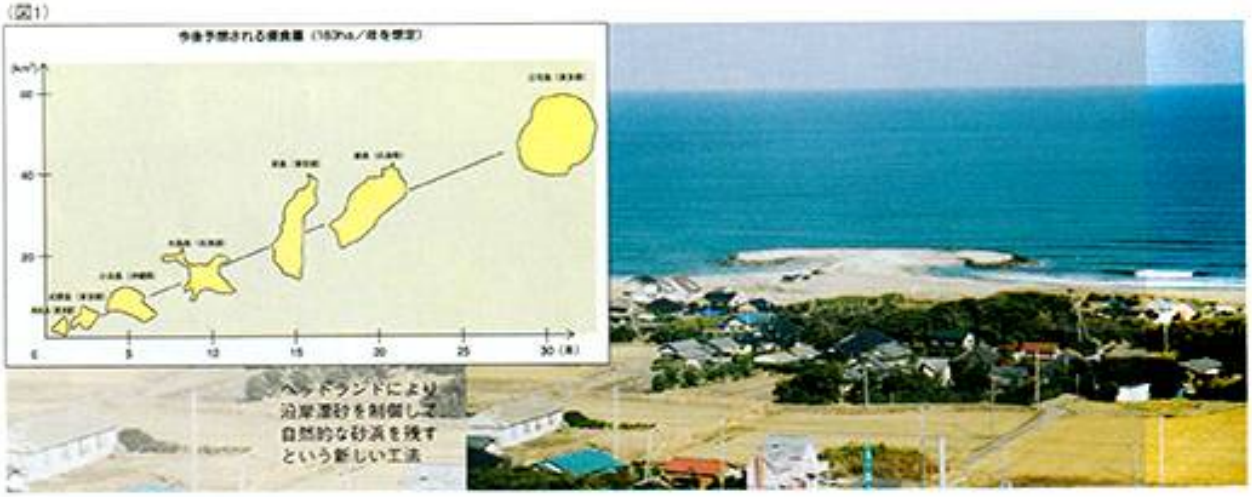
最後に、地球温暖化による海面上昇が海岸環境に与える影響も考えなければならない。砂浜の絶対的減少、海面下水没等が大きな災害要因となりえ、その対策と同時に、発生を阻止する地球規模の対応を同時に実行しなければならないだろう。

こうした沿岸域の環境問題に適正な管理をおこなうためには、沿岸域のモニタリングを推進する必要がある。現在は、沿岸域の外力である波や流れに対してのセンサとして、水圧変動、超音波のドップラー効果、電磁誘導などを利用したものがデータの記録装置となり同時に波高計、流速計として使われている。また水質の問題に対しては水温、塩分濃度、溶存酸素濃度、クロロフィルa（植物プランクトン量の指標）等のセンサがある。将来的には、赤潮や青潮を予想するためのセンサの開発が望まれる。基本的に陸地の追跡とは異なる技術開発が必要だが、たとえば人間や模擬潜水艇などが沿岸域のリアルタイムな環境データを取得できるウェアラブルな情報端末の開発が期待される。

今回は海岸域の環境基盤の基本的な部分をとりあげたが、次号以降それぞれの問題に対し、外国の取り組みなども紹介しながら深く掘り下げていきたい。

イラストおよび図は「豊かな海辺の創造」（第一法規発行　海岸長期ビジョン研究会編集）より

(図1)

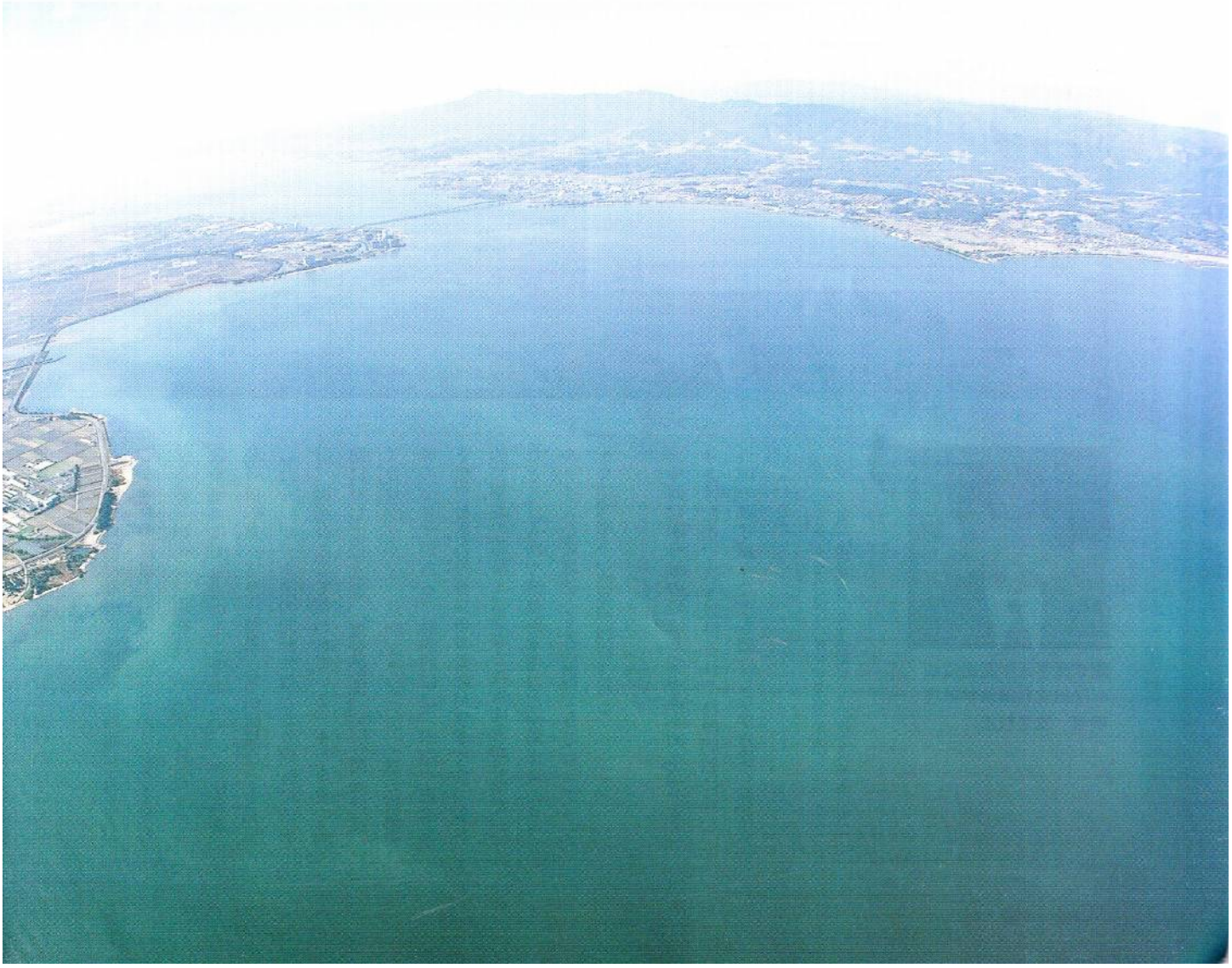


東京大学大学院新領域
科学研究科環境学専攻
磯部　雅彦教授

琵琶湖固有種いきもの図鑑

琵琶湖は約350万年の歳月をかけて
現在のような深くて広い形となり、
誰もが知っている姿となった。
もともと盆地の窪みにたまった水から現在の
琵琶湖が出来たことからも分かる通り、
琵琶湖は周囲から隔絶された水域が
発達して出来た独立湖と言える。
琵琶湖に生息する生物は動植物合わせて
約1000種といわれている。また、
その特殊な条件および地形から
固有種が多く生育しており、
1997年現在で57種類の固有種
（魚類12種、底生動物38種、
水草2種、プランクトン5種）が確認されている。
ここでは、その固有種の中から
代表的なものをご紹介したい。

資料提供：
滋賀県立琵琶湖
博物館、滋賀県立
衛生環境センター
写真提供：
滋賀県立琵琶湖
博物館、アルピナ



琵琶湖固有種 いきもの図鑑

●ウツセミカジカ（カジカ科）12cm
琵琶湖の浅い部分から60～70cmの場所に生息している。3～4月頃石の下に産卵し、オスが卵を守る。小型で非常に美味な魚。

●ビワコオオナマズ（ナマズ科）50～100cm
大きいものでは体長1m以上、体重20kg以上になるものもいる。平均すると、オスが50～70cm、メスが75～100cmになる。背面と側面が灰色で、紫色の金属光沢がある。頭部下面と腹面は白色。別名「琵琶湖の主」。通常は沖合い中層に生息しているが、6～8月頃の産卵時には岸付近の砂礫底に移動してくる。夜間は沖合いにいるフナ、コアユなどを求めて泳ぐ。日本最大のナマズである。ナマズとしては味はまずい。

●イワトコナマズ（ナマズ科）30～50cm
琵琶湖の中でも北湖の岩礁地帯に多く生息している。また、余呉湖にも分布している。体長は、オスが30cm、メスが35～50cmになる。体は淡い黄褐色の地に不明瞭な暗色斑があるが、浅瀬や水槽の中では黒味を帯びる。夜行性で魚を主に食べている。産卵期は5～7月頃で、水深2～4m程の礫底に産卵する。
美味な魚である。

●アブラヒガイ（コイ科）15～16cm
主として北湖の岩礁部や砂礫底に生息している琵琶湖固有種。ビワヒガイと似ているが、こちらは体の色が黄褐色。幼期には背ビレに黒色帯が見られるが、成魚になるにつれ退色していく。産卵期は4～6月。
主に底生の小動物を食べる。近年、個体数が激減しており、琵琶湖固有種の魚の中でも最も保護が困難な魚のうちの一つである。

●ホンモロコ（コイ科）10～13cm
淡水産硬骨魚。元来、琵琶湖沼川水系にのみ生息していたが、現在では諏訪湖、山中湖、重多摩湖、厚東川にも移植されている。タモロコに似ているが、タモロコよりも体がやや細長い。
通常は外湖の中層で群れをなして泳ぎ、岩礁帯周辺に集まってくる。主に動物プランクトンを食べる。産卵期は3～6月で群れをなして岸辺のヨシや水草に産卵する。特に
関西では食用として喜ばれている。

●イケチョウガイ（イシガイ科）
元来、琵琶湖特産であったが、霞ヶ浦にも移植されている。幼期には殻の表面が黄緑色だが、成長すると黒色になり、殻の内部に真珠光沢を帯びる。幼期には3m付近の砂泥底に多く生息し、成長すると水深20m程まで移動する。一時は、年間60トン（大型貝にすると約60万個分）の漁獲量を誇ったが、乱獲と水質汚染により減少傾向にある。

●タテヒダカワニナ

●イボカワニナ

●マルドブガイ

●ヤマトカワニナ

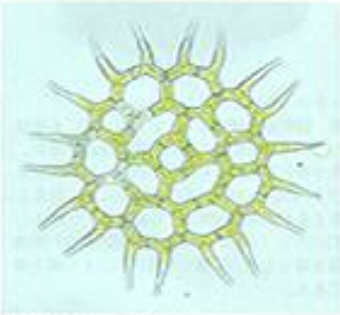
●オグラヌマガイ

●タテボシ

●ビワコドブシジミ

●セタシジミ
琵琶湖の10m以浅の砂質、砂泥質の場所に多数生息する。雌雄異体で5～7月頃産卵し、卵が浮遊することはない。

●メンカラスガイ



●ビワクンショウモ
緑藻に属する。琵琶湖および余呉湖にのみ分布する固有種として、1954年に報告された。動章に似た形状をしているところから、この名が付けられた。細胞が平面状に規則正しく集まり群体を形成している。群体の外側に並ぶ細胞には1本の突起があり、その隣り合う突起同士があ互い対になっている。過去に行われた調査では、秋に南湖で多数見られたが、1980年に行われた琵琶湖水系の瀬田川における調査では、約半年の間この種が最も多く観察されたという。しかし、近年では徐々に数が減少してきており、1989年には1980年当時の100分の1程度まで減少した。原因は明らかにされていないが、気候や水質の変化、また他のプランクトン種との間での補食や競争等が複雑に絡んだ結果と考えられている。

●ビワヒガイ（コイ科）8～20cm
カワヒガイの琵琶湖固有亜種。湖全域に広く分布しているが、通常は砂底に生息している。体色は雌雄で異なる。産卵期は4～6月頃で、2枚貝の外套腔内に産卵する。水底付近を泳いで底生の小動物や藻類を食べる。現在では、放流された魚に混じって分布したことにより、琵琶湖以外の水系にも多く生息している。

●ワタカ（コイ科）20～30cm
淡水産硬骨魚。元来、琵琶湖のヨシ帯や沿岸部の水草帯、また中層から表層付近に生息していたが、現在では関東平野、富山県以南の本州、福岡県遠賀川水系に移植されている。頭部は小さく、背部は青緑色で腹部は銀白色。オスには胸ビレがある。雑食性だが、主に水生植物を好む。6～7月頃にかけて増水時の浅瀬で水草に産卵する。別名「ウマ馬ウオ魚」とも呼ばれており、大食漢である。琵琶湖水系に残存しているのは1属1種のみ。近年では、繁殖の場となる遠浅の水草帯が少ないため、魚数が減少している。

●ゲンゴロウブナ（コイ科）25～40cm
元来、琵琶湖淀川水系に生息していたが、現在では日本各地に移植されている。体高は琵琶湖の中では平均的。背面は青みを帯びた灰色をしており、側面は銀白色をしている。表層、中層付近を群れをなして泳ぐ。植物プランクトンを主食とする。産卵期は4～7月の大雨の後。堅田の赤夫源五郎が捕らえて安土城主に献上したところから、この名が付けられた。釣にされることが多く、美味である。

●ビワマス（サケ科）22～62cm
淡水産硬骨魚。サツキマス（アマゴ）の琵琶湖固有亜種とされており、サクラマスによく似ている。夏は水深20m以深に、冬は表層にいる。アユやイサザを主食とする。身は赤身で美味とされ、大きいものは体長50cmに上にもなる。湖で3～4年生活し、10～11月に河川の中流・下流域に遡り、産卵する。一回の産卵時に800～3000個の卵を産む。産卵期には「アメノウオ」とも呼ばれている。現在では、レッドデータブックに載る絶滅危機動物とされている。

●イサザ（ハゼ科）5.5～6cm
淡水産硬骨魚。霞ヶ浦、琵琶湖にも移植されている。ハゼ科のシロウオのことで、無色で透明の優美な姿をしている。産卵は水深30mより深い場所に生息し、夜になると水面近くに上昇してくる。4～5月頃、石の下に産卵し、オスが卵を守る。主に動物プランクトンを食する。昭和62年から原因不明で魚数が急減していたが、平成8年から回復の兆しを見せている。

●ニゴロブナ（コイ科）20～40cm
琵琶湖産のフナの中でもゲンゴロウブナに次いで大きいもの。余呉湖にも分布する。背面シダ灰褐色、腹部はわずかに淡い金色を帯びている。通常は湖の沿岸部に生息し、底層近くを遊泳しているが、4～7月にかけて湖岸のヨシ帯や内湖の浅瀬にやって来て産卵する。底生性の浮遊動物を主食とする。子持ちのメスは鮒寿司の材料として珍重される。ヨシ群落が主な繁殖場所で、近年の開発に伴うヨシ群落の面積低下により魚数が減少していたが、98年から種苗の放流などにより、徐々にではあるが回復傾向にある。

琵琶湖固有種 いきもの図鑑

その他、代表的な琵琶湖固有種

〈植物プランクトン〉

●ビワクンショウモ

緑藻に属する。琵琶湖および余呉湖にのみ分布する固有種として、1954年に報告された。勲章に似た形状をしているところから、この名が付けられた。細胞が平面状に規則正しく集まり群体を形成している。群体の外側に並ぶ細胞には1本の突起があり、その隣り合う突起同士がお互い対になっている。過去に行われた調査では、秋に南湖で多数見られたが、1980年に行われた琵琶湖水系の瀬田川における調査では、約半年の間この種が最も多く観察されたという。

しかし、近年では徐々に数が減少してきており、1989年には1980年当時の100分の1程度まで減少した。原因は明らかにされていないが、気候や水質の変化、また他のプランクトン種との間での補食や競争等が複雑に絡んだ結果と考えられている。

●メロシラ・ソリダ（珪藻類）

メロシラの仲間であるが、他のメロシラよりも殻の厚みが遠かに厚いことで区別される。海外では、北米アリゾナ州、西インド諸島のハイチ島に生息する。甲質部に広がる約220万年前の古い琵琶湖の地層から現代の地層まで、どの地層においても多量にメロシラ・ソリダの殻が産出されている。1985年頃までは冬に大量発生していたが、現在では観察することが困難になっている。原因は明らかではないが、上記のビワクンショウモと同じようなものが挙げられている。

●スズキケイソウモドキ／ステファノディスカス・カルコネシス（珪藻類）

琵琶湖と余呉湖に生息する。極めて古い時代から琵琶湖に生息し、今日まで繁殖してきたと考えられる。殻殻は、琵琶湖底堆積物中に多量に含まれる。中心から放射状に小さな点紋が並んでいる。大きな殻の直径と中心部が幅広くなった特徴的な肋、刺に似た長く伸びる器状突起の開口、肋と異なった位置に存在する有基突起の開口、刺の有無により同定可能。ヒメマルケイソウよりも大きい。一般的には、北湖で冬期に見られ、夏期には躍層下に存在する。近年では、南湖においても秋から春にかけて観察されるようになった。

〈動物プランクトン〉

●ビワコツボカムリ

特殊な形の堅い殻を持ち、殻の中にはアメーバー状の生物が入っている。通常は琵琶湖の湖底に生息し、9月中旬～11月頃に水面付近に多数浮上し、湖の全面に分布するとされている。年いよっては7月中の短期間のみ出現することもある。近年では非常に数が少なくなってきている。

●ビワコミジンコ

甲殻は大きく広卵円形で無色透明。夏季に水深20m以下の深層部に生息する。尾爪に櫛状刺列を持つ種が大規模な湖にプランクトンとして出現するのは、日本においては稀有な例であると言われている。

〈水生植物〉

●ネジレモ

かつては、琵琶湖に広く生育する優先種であったが、減少傾向にあり、現在の生息地は水質の綺麗な砂地の浅い水域に限られている。晩夏になると、雌花は1ｍ以上の花茎を伸ばして花を咲かせる。雌花に花茎はなく、水面を漂いながら受粉する。「ネジレモ」の名称は葉が螺旋状に捩じれているところからついたもの。

●サンネンモ

個体数が非常に少なく、1種類で群落を作ることはほとんどないとされている。現在の生育域は北湖の特に北部に限られているようだ。

湖岸の水深1～2m程の場所に、センニンモやクロモなどの在来種とともに混生している。

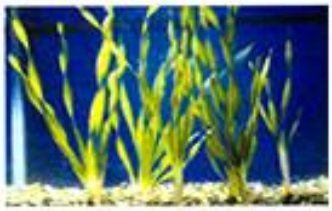
分　類	生　物　名
貝類（巻貝）	●カコメカワニナ ●モリカワニナ ●ハベカワニナ ●オウミガイ ●カドヒラマキガイ ●ヒロクチヒラマキガイ
貝類（二枚貝）	●カワムラマメシジミ ●ササノハガイ ●オトコタテボシ（セタイシガイ） ●マメシジミ
甲殻類	●ビワカマカ ●アナンデールヨコエビ
環形動物	●イカリビル
水生昆虫	●クロスジヒゲナガトビケラ ●ビワセトトビケラ ●モリウサンムトビケラ ●ユウキウサンムトビケラ

●ナガタニシ

●ビワコミズシタダミ

●ナリタヨコエビ

●ビワオウズムシ



●ネジレモ

かつては、琵琶湖に広く生育する優先種であったが、減少傾向にあり、現在の生息地は水質の綺麗な砂地の浅い水域に限られている。晩夏になると、雌花は1m以上の花茎を伸ばして花を咲かせる。雌花に花茎はなく、水面を漂いながら受粉する。「ネジレモ」の名称は葉が螺旋状に捩じれているところからついたもの。

センサによるクジラの生態調査

クジラ類の生息数については
さまざまな議論があるが
行動範囲の広いクジラの生態そのものは
まだほとんど分かっていないと言ってよい。
そんななかで今、小型衛星を用いた
クジラの生態調査の計画が
研究者たちの注目を集めている。
この計画が実現すれば
クジラの地球規模の回遊ルートや
海の中での生態のほか
海洋についてのさまざまな
データが得られることになるのだ。
H-ⅡAロケットに
搭載しての打ち上げが決定されている
このプロジェクトの発案者・中心人物である、
林友直教授に聞いた。

千葉工業大学教授
林　友直

一九九七年に、先生たちの制作した鯨生態観測衛星(ADEOS)が、H・ⅡAロケットのWDEOS・Ⅱに搭載して打ち上げられる小型衛星の一つに選定されたことで、地球規模のクジラの生態観測が現実味を帯びてきました。どうしてクジラの調査をしようと思われたのですか？

大気や電離層を調べるために、毎年何機かずつ観測ロケットを飛ばしていたのですが、装備がだんだん高級になってきて、もったいないから回収しようということになりました。

その方法として、当時はまだGPSがなかったので、米軍が開発していたロランCという遠距離航法システムを使ったのですが、海で回収に立ち会うなかで、これを人命救助に応用できないかと思ったのです。

遭難地点のブイから、GPSやロランCで緯度・経度を「ひまわり」に伝え、そこから埼玉県鳩山の気象庁気象衛星通信所に送ります。そして遭難地点の最寄りの港に救命艇の出航を要請すれば、最短距離で救いに行けるはずだと考えました。このアイディアをいろいろなところで提案したのですが、まだ実現できていません。

そこでほかの用途を考えたのがクジラだったわけです。クジラについては、捕鯨・反捕鯨の立場がありますが、私たちの調査はまず科学的なデータを得ようという主旨です。

どのような仕組みでクジラを観測するのですか？

観測の仕組みはGPS(衛星利用測位システム)を利用してクジラの位置を調べるもので、図一にあるように、WEOS(Whale Ecology Observation Satellite：図二)を軌道に周回させます。一方、クジラにはプローブ(図三)という発信器を取り付けて、クジラの位置や水深その他のデータをメモリに蓄えます。

クジラは呼吸のために数分ごとに海面に浮上しますので、その都度データが衛星に送られ、クジラの位置と、水深や温度などのデータが記録されるわけです。衛星に送られたデータは、WEOSが日本上空を通過するごとに千葉工業大学に設けられた管制局が受信し、そのデータを分析してクジラの生態を知るという仕組みです。

製作に携わった学生さんたちの反応はどうでしたか？

テーマが広い範囲にまたがるものですから、電子、電気、機械、建築、精密機械、工業デザインなどの学生が毎年七～一〇人ほどが卒業研究で手伝ってくれます。目的がはっきりしているので張り合いもあり、みんな興味をもって取り組んでくれます。

もちろん衛星の組み立ては専門のメーカーの方に頼むのですが、それに至る基礎実験の部分ではいろいろと手を貸してくれます。

今回の製作では、大学が主体となっておこなうわけですから費用を安くしなくては実現できません。宇宙開発では衛星の部品に高度の信頼

鯨の未来〈インタヴュー〉

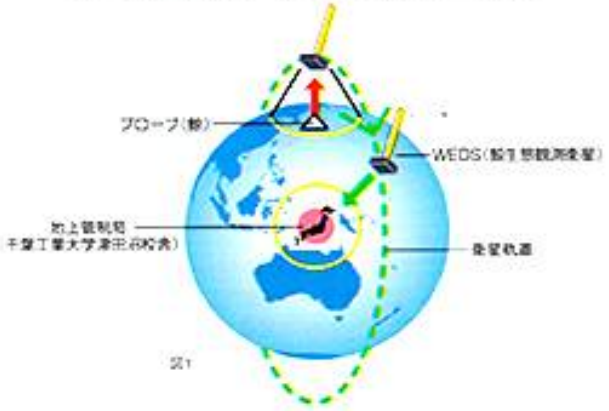
性が要求されるので、従来は「信頼性部品」と言って、部品一つでも、どこで誰がどうやってつくったかを追える仕組みになっており、膨大な費用がかかります。ところが家電製品の分野では、どんどん小型、軽量、省電力、廉価化が進んでいるので、その技術を使うことにしたのです。

その時、気をつけなければいけないのは、家電部品の品質が保証されているのは地上の1気圧の環境においてだけだということです。

打ち上げの衝撃や振動、宇宙の放射線に耐えられるかはテストをしなければいけませんので、高崎の原子力研究所などによく出掛けて、放射線試験などをしています。

またプローブのテストをするために、水槽をもっている機関に行って水中実験もしました。

鯨生態観測衛生システムの全体像



そのなかには、まだ誰も研究していない多くの事柄があります。

新しい発見もあったのですか？

クジラの生態を日本鯨類研究所の大隅清治さんに教えていただいたり、多くの方に協力していただいています。プローブをピンでクジラに止めますが、クジラを傷つけずしかも外れないように、ちょうど脂肪層の厚さだけ入って止まるようにピンを撃つガス圧の調整が必要です。

そのためにクジラの種類ごとの皮の厚さや性質を調べて、エアガンの圧やピンの目方をどれくらいにすればいいかの基礎データをつくっています。

クジラの皮を手に入れるのはたいへんなのですが、クジラは時々座礁します。

去年静岡でマッコウクジラが座礁したときも、夜のテレビのニュースを聞き、明日の朝、解体するというのであわてて東京駅に向かい、翌朝の始発の新幹線で行って、皮をもらってきました。

当初、軽いピンを高速で打ち込むのがいいと聞いていたのですが、ピンが跳ね返されたり曲がったりしてさんざんでした。

ある程度重さがなければいけないということが分かってきて、鉄のシャフトをピンの後ろに付けて、刺さると抜け落ちる工夫をしました。

ツチクジラは一〇〇〇mくらいは潜るので水圧に耐えるためでしょうか、皮膚が硬いのでピンを刺しにくいと思っていたのですが、少し重くするとわりとスッと入りました。

反対に、ミンククジラの皮膚はフニャフニャしているので簡単かなと思うと、なかなか刺さりません。ミンククジラは一〇〇mくらいしか潜りませんので、水圧に耐えるよりも、敵に襲われたとき食いちぎられないことが大事なのかもしれません。

これはすごく面白い勉強になりました。昔はクジラを獲ることしか考えていなかったので、皮の質なんて誰も知らないんですね。

そんなことが機械専攻の学生の落下試験で分かってきたのです。ピンは、鴨川シーワールドの鳥羽山昭夫さんのご協力で、バンドウイルカに2カ月ほど止めさせてもらい様子を見ましたが、その実験ではうまくいっていました。

この調査でどんなデータが期待されているのでしょうか。

プローブに載せることを考えているセンサは、GPS(経緯度)、水温センサ(海水温)、圧力センサ(潜水深度)、地磁気センサ(鯨の方向)、音圧センサ(鳴き声)などです。

最初から全部載せるかはまだ決めていないのですが、鯨の回遊ルート、潜水深度と温度は、ぜひとりたいと思っています。クジラが何メートル潜るかということについては、あまりデータがないんですよ。

また、いずれは鳴き声のデータを得たいと願っています。人間に聞こえない一六Hz以下の低周波の音で出している可能性もあり、その信号

鯨の未来〈インタヴュー〉

を調べられたらいいと思うのです。

まだ何もやっていないのに大きなことは言えないのですが、できることならば北半球のいろいろな種類のクジラ、南半球のいろいろな種類のクジラを調べることが夢です。

多くの研究者の方が、シロナガスクジラを調査してほしいと言うのですが、とりあえず日本の近くにいて数の多いミンククジラあたりから始めるのがよいと思っています。

海自体に関しても、深さに対する温度の関係や塩分濃度など、あまりわかっていないことが多いのだそうです。

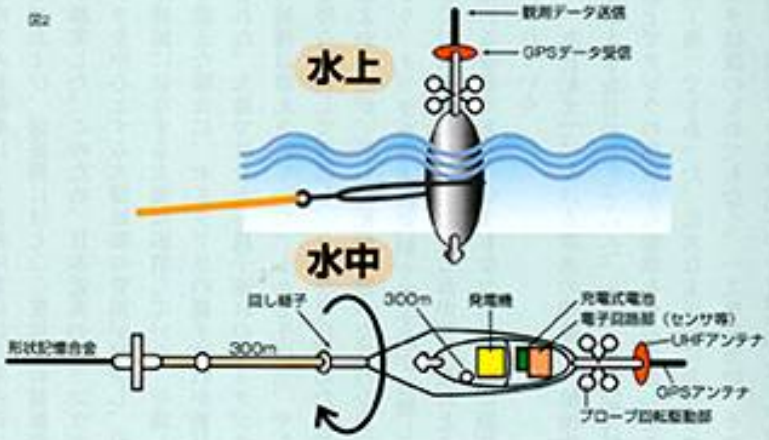
こうした海の中の様子も加間見られるかもしれないと期待しています。

とりあえずはどれくらいの個体数に装着しようと考えているのですか？

鯨の研究者の方たちは、一つの群が他の群とどう交流しているかなども知りたいので、群の複数の個体に取り付けたいと言われます。

なるべくたくさんの鯨に発信器がつけられればいいでしょうね。

装着方法について調べているのですが、エンジン音を立てずに手漕ぎボートなどで静かにしていると、向こうから寄って来ることもあるようです。この方法については、元キャッチャーボートの線手で今は室戸でホエールウォッチングの船を運航している長岡さんという方や、クジラを撮影している写真家の水口博也さんなどにも協力していただく予定です。



プローブの構造

プローブの重量は2～3kg、2mほどになる予定。ピンの材質は人間の入れ歯にも使われているチタンで、先端には、30℃で復元するチタンニッケルの形状記憶合金の返しが付いている。脂肪の裏に刺されたピンは、37℃の体温で広がって4分の1円周に広がり、脂肪層の下にある丈夫な筋膜で止まるように考えられている。返しは組織を傷めないように板のバネになっており、ピン全体には、化膿止めの抗生物質が封じてある。

得られたデータはどのように活用されるのですか？

データが出始めると、いろいろなところから提供の要望が出てくると思うのですが、今は何もない段階ですので、データが出始めてからみなさんの知恵をお借りして決めていきたいと思っています。

今後はどのようなタイムスケジュールで進むのですか？

今年の一一月にロケットが上がる予定だったのですが、ご存じのように不具合が重なって、今の予定では来年の冬、二～三月の予定です。

今年の夏、1号機を上げるのですが、その成功いかんでわれわれの衛星の載るロケット（3号機）も上げられることになっています。

とても楽しみな計画で、期待しています。どうもありがとうございました。（協力＝千葉工業大学）

林教授は、1970年に初めて打ち上げに成功した「おおすみ」以来、宇宙科学研究所教授（東京大学兼任）の退官まで国産科学衛星に関わってきた。多くの人の関わる衛星事業で、異分野の現場を調整してきた体験は、今回のプロジェクトでも遺憾なく発揮されている。

環太平洋地域の鯨文化

クジラは誰のものか？

地球の生態系保護のシンボルとして関心を集めてきたクジラ。しかし、クジラと人間とのかかわりは、より古く多様であった。海の海獣・クジラと、日本および環太平洋地域の人々との関係を繙いてみた。

国立民族学博物館・民族文化研究部
秋道智彌

米国捕鯨と日本開国

いまから一二五年ほど前の一八七八年暮れ、太地（和歌山県東牟婁郡）沖で「背美流れ」とよばれる遭難が発生した。百名以上におよぶ太地の捕鯨者の命を奪ったこの事件は、たんなる海難事故ではなかった。

周知の通り太地は、一六世紀以来、近代捕鯨が始まるまで栄えた網取り式捕鯨のメッカである。一方、一八世紀以降に太平洋一円で展開した欧米の捕鯨業は一九世紀中葉には日本近海にまでおよび、最盛期には七〇〇隻以上の捕鯨船が操業した。このため、日本近海のマッコウクジラを中心とする大型鯨類の資源が減少し、沿岸捕鯨に依存する太地は困窮していた。年越しを控えた師走に、セミクジラの親子連れが発見された。太地では昔から親子連れのセミクジラの捕獲は禁止されていた。しかし生活上、やむを得ないとして出漁し、クジラを仕留めたまではよかったが、折しも紀州を襲った猛烈な風により、クジラを運ぶ持双船や勢子船が転覆し、多くの人命が海に消えた。これが背美流れとよばれる惨事であり、いまもなお太地の町に語り継がれている。

一九世紀までにおける欧米の捕鯨は、鯨油生産を大きな目的としていた。当時の捕鯨船は、船上でクジラの脂肪から鯨油を製造する「海の油工場」でもあった。広大な太平洋におけるクジラは誰のものでもなく、一九世紀当時、その捕獲を規制する法律などあろうはずがなかった。このことが遠因となって、太地に悲劇をもたらしたことは記憶にとどめてよい。一八五三、五四年にペリーが来航し、米国捕鯨船の補給基地として日本に開国をせまった。それが江戸幕府の終焉につながった。ほぼ同時期のカリフォルニアにおける油田発見により鯨油の価値が下落し、欧米の捕鯨業自体も衰退するもととなった。クジラをめぐる日本と米国の関係はなにやら因縁めいている。そして現在でも、国際捕鯨委員会のなかで、あるいは国際政治の場面で深刻な日米対立がある。

太平洋を取り巻く鯨文化

ここで見逃してならないのは、太平洋をはさむ日米両国だけが鯨問題の当事者であるというのでは決してないという点である。太平洋には、クジラとのさまざまな関わり合いをもつ集団がいる。たとえば、極北地帯のエスキモーやイヌイット、コリヤーク、チュクチなどの人びとにとり、クジラはオットセイ、アザラシなどの海獣とともにたいへん重要な資源であり、食糧や生活用具として多面的に利用されてきた。

日本とおなじ中緯度にあるカナダの北西海岸一帯でも、マカー、ヌートカ、トリンギットなどの先住民は、クジラを食糧とするだけでなく、信仰の対象としてきた。北海道のアイヌは北西海岸の先住民と同様に、クジラを岸に追い込んでくれるシャチをカミと見なす信仰をもつ。太平洋の低緯度における島々でも、クジラを利用する多様な文化が育まれてきた。ハワイやニュ

鯨の未来

ージーランドでは、海岸に漂着するクジラが王や首長の所有物とされた。ソロモン諸島では迷い込み漁によって捕獲したイルカの肉は食用に、その歯は伝統的な通貨として広く利用されてきた。フィジーやヤップ島では、漂着したマッコウクジラの歯は結納金、紛争調停用の交換財、首長へ献上する贈り物として使われた。

東南アジアのベトナム中部では、浜に漂着するクジラを「魚の王」としてその頭骨を祠に祀る漁民の信仰がある。インドネシア・小スンダ列島にあるレンバタ島では、この数百年、近海を回遊するマッコウクジラの手投げもり漁が営まれてきた。鯨肉と脂肪は自給用の食糧とともに、農耕民との物々交換に使われた。

南米ペルーのナスカの人びとは、クジラをも殺すシャチに特別の観念をもち、地上絵にシャチやクジラを表現した。ナスカの人びとは土器にも人間の首をぶらさげたシャチの図柄を描いている。進化論で知られるC・ダーウィンは南米南端のフェゴ島民がクジラの脂肪のかたまりに孔を開けて首にかけているところを目撃している。

高緯度から低緯度までの環太平洋一帯に、クジラの肉や脂肪だけでなく歯や骨を多様な形で利用し、しかも人びとの世界観と結びついた文化が存在することは明らかであろう。それらは決して過去のものではない。そのことを端的に示すのが、世界の捕鯨者から構成されるWCW（世界捕鯨者会議 World Council of Whalers）の存在である。昨年はニュージーランドのネルソンで第3回の会議が開催され、日本からは、太地、和田浦（房総半島）、網走などで小型沿岸捕鯨を営む捕鯨者が参加した。

とくに今回の会議で問題視されたのは、イルカ・クジラの汚染についてである。極北の人びとは、南の先進国、途上国から排出されるダイオキシンやDDTなどによって汚染されたクジラの肉や脂肪を食べ、深刻な被害を被っている。

クジラと人間との関わりは、地域によって異なるし、歴史的にも大きく変化してきた。クジラは食糧であり、祈りや癒しの対象でもある。

一つではない答え

もしもクジラを地球環境をまもるシンボルとしてその絶対的な保護を主張する立場があり得ても、クジラと関わってきた人びとの歴史や文化がまったく考慮されないならば、将来にわたって遺恨となるであろう。

生存目的ならば先住民にかぎり捕鯨は許されるが、日本やノルウェー、デンマーク、アイスランドのおこなう捕鯨は商業的だから許されないとする議論も、考えてみれば人間の文化やくらしを深く考察した上でのものでは決してない。

クジラは誰のものか。この問いにたいする答えは、けっして一つではないはずだ。われわれが学ぶべきは、クジラと人間との多様な関わり合いとその歴史である。

環太平洋における捕鯨文化は、その豊かな関わりの世界を育んできた何よりの証と言えないだろうか。

鯨の未来

アメリカ・ワシントン州に居住するマカーの人びとが捕鯨やアザラシ漁に利用する船。

ミクロネシア西カロリン諸島ヤップ島で用いられる財貨で、ガウ(ngau)と呼ばれる。ウミギクの貝製ビーズにマッコウクジラの歯をとりつけたもの。マッコウクジラの歯自体もガウと呼ばれる。

ソロモン諸島のマライタ島で用いられるイルカの歯製飾かざり。イルカはイア・ニ・キリオ（ia ni kiro）と呼ばれ、魚（イア：ia）の仲間に入れられている。

マカーの人びとはクジラをも殺す偉大な海の王者、シャチに特別の想いを抱いている。シャチの背鰭を模して、ラッコの臼歯をはめ込んだ木製のものは、クジラを射止めた人に与えられるトロフィーであった。18世紀にこの地域を探検したJ・クックに同行した画家も、家屋の中にこのトロフィーを描いている。

メラネシアのフィジーで用いられたクジラの歯製胸飾り。クジラの歯を加工したものである。

ベトナム中南部のニャチャン周辺におけるクジラの骨を祀る廟。向かって右奥の白い箱の中にクジラの骨が安置されている。

アメリカ・ワシントン州のマカーの人びとの神話的な世界には、シャチやワタリガラス、イヌ(?)などが登場する。

メラネシアのフィジーで用いられるマッコウクジラの歯製財貨。タンブア(tambua)と呼ばれる。18〜19世紀当時、太平洋における欧米捕鯨船はフィジーの中心地レヴカ(Levuka)に補給のために寄港した。そのさいに、大量の鯨歯が現地社会にもたらされた。

(Phot撮影／筆者)

提言

クジラ論争は海洋資源問題とどう関わるか

国際的な反捕鯨の高まりのなか、国際捕鯨委員会(IWC)は82年、調査捕鯨を除いた商業捕鯨の一時凍結(モラトリアム)を決議した。以来、資源量のデータをもとに商業捕鯨再開を主張する捕鯨国(日本など)と、反捕鯨各国の間で論戦が繰り広げられている。2002年、下関でのIWC総会を控えて、クジラをめぐる論議が活発化することが予想されるが、ここでは、クジラ論争をとおして、環境に関する科学的議論についての課題を検討してみよう。

東京大学
海洋研究所助教授
松田裕之

ミンククジラなどは十分個体数が多く、持続的に利用できることを、捕鯨に反対している大半の欧米人は知らない。

N・ムロソフスキー著『タイマイの持続的利用』(英文)によると、米国で八割の回答者が現代になってから絶滅したクジラがあると答えた。

事実は、一七世紀に大西洋コククジラを絶滅させたことはあるが、最近二世紀のうちに絶滅した鯨類はないという。

また、ミンククジラの個体数が一万頭以下と答えた者が六割もいた。

別のアンケートで、ミンククジラが世界に一〇〇万頭いると説明した後で、改めて米国がミンククジラを食糧として利用することの賛否を問うたところ、約七割が利用することに賛成したという。彼らは、クジラが減って絶滅の恐れがあると誤解していたから、捕鯨に反対していたことになる。

持続可能な利用に必要なフィードバック

国際捕鯨委員会(IWC)の科学委員会では、南半球のミンククジラが、一九八〇年代に五一万頭から一一四万頭(点推定値七六万頭)いたと推定している。

これは、反捕鯨国の科学者も合意した推定値である。グラフに示したように、鯨類全体としては商業捕鯨時代の前より減っているが、ミンククジラは捕鯨全面禁止以降、増えているとも言われる。

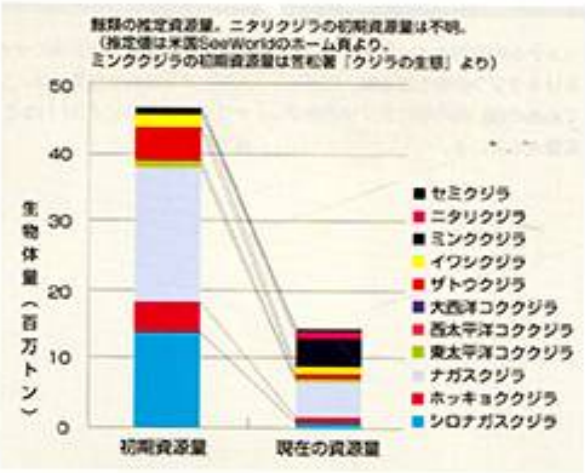
乱獲を招かないように、さまざまな不確実性を考慮してIWC科学委員会が合意した控えめな捕獲量は、毎年二〇〇〇頭である。

この値は、今後の個体数推定値をもとに継続的に見直すことになっている。これを改訂管理方式という。このような監視と捕獲枠のフィードバックを行えば、不確実な生態系を持続的に利用することができる。

フィードバック制御は、不確実で非定常な陸と海の生態系を管理するときの基本的な考え方となっている。

クジラが長寿で自然増加率が低いことを考慮しても、数十万頭に対して二〇〇〇頭というのは、他の漁業なら考えられないほど控えめである。

すべての漁業をこれほど控えめに行っていたら、人類の食糧は足りないだろう。



鯨の未来

商業捕鯨に反対する環境団体などのおもな主張は、生息頭数の推定値が不確実だから、予防措置をとるべきであるというものである。

おそらくこれは反対するための口実で、本音は別のところにあるのかもしれない。いずれにしても、未だに絶対安全か否かが争点となっているが、環境化学物質でも、危険性をゼロにすることはできないということが、なかなか理解されない。

政府も危険性が残っていることを曖昧にし、原発などで安全性ばかりを協調する。二一世紀の合意形成に欠かせないことは、どの程度の危険性が存在するかを周知したうえで合意を図るリスクコミュニケーションである。

危険性が残されていることではなく、過小評価されているかどうかが問題。

いま、北海道などではニホンジカが増えている。このシカを放置すると生態系を破壊する恐れが高く、すでに数十億円の農林業被害を引き起こしている。これは緊急事態である。

しかし、エゾシカの個体数はミンククジラに劣らず不確かである。数が半減するまで緊急減少措置をとるとしているが、シカが残っている限り被害はゼロにはできない。

ある環境団体は、被害をゼロにできなければ何のために管理をするのかと批判している。

エゾシカの個体数管理も、フィードバック管理に基づき、個体数を継続的に監視し、半減したら捕獲数を制限することになっている。

ミナミマグロなどでは、資源量の不確実性を考慮しているが、毎年同じ量ずつ獲り続けると仮定して、一世紀後に資源が枯渇する危険性を評価している。実際の資源がかなり多ければ資源が雪ダルマ式に増える半面、資源がかなり少なければ枯渇する危険性はかなり高い。

これは管理の仕方がおかしいのである。個体数を監視し続け、資源の増減に応じて漁獲量を調節すれば、枯渇する危険性はずっと少なくなる。

本当に資源が減ったときにどう調節するかをあらかじめ決めておくことが肝腎である。

クジラ論争をめぐる裏側

捕鯨をめぐる対立の背後には、先に述べたクジラの現状への認識不足と、価値観と習慣の違いがある。それだけではなく、経済的利害と外交戦略が絡んでいる。

米本昌平著『地球環境問題とは何か』（岩波新書、一九九四年）によれば、地球環境問題はあたかも東西対立の脅威を埋めるかのように、世界の外交問題の道具になった。

国境を越えた酸性雨問題に悩んでいた欧州とは異なり、米ソが冷戦終焉と機を一にして地球温暖化防止条約などに注目し始めたのは、肥大した軍産複合体を支える財政的口実と無縁ではなかったという。

この本では、地球温暖化問題を取り上げた科学者たちが、新聞記事などでの発言に比べて原著論文ではずっと控えめに主張していることを生々しく紹介している。

地球温暖化問題がいかに科学的な証拠が不十分なままに外交の駆け引きの者にされたかを、余すところなく明らかにしている。

捕鯨問題の背後にも、政治や利権が絡んでいるという。梅崎義人著『動物保護運動の虚像―その源流と真の狙い』（成山堂書店、二〇〇〇年）によれば、もともと、マッコウクジラの脳油は一級品の潤滑油として、他に代えがたいものであった。

世界自然保護基金の反捕鯨の新聞広告

石油資本が石油を原料にしたそれに劣る代替品を開発すると、クジラは零細者になった。

その機に乗じて、石油資本が反捕鯨の米国世論を一気に巻き起したという。

最近の捕鯨をめぐる科学的研究は、笠松不二男著『クジラの生態』（恒星社厚生閣、二〇〇〇年）にていねいに説明されている。

捕鯨をめぐる議論はしばしば不信感をあらわにした、非難めいた論調になってしまうが、この本はそのような論戦を忘れさせ、IWCをめぐる地道で国際的なクジラ研究の実態を実感させてくれる。ぜひご一読されることを勧める。

この本にも説明されている通り、近年、クジラの摂食量が世界の漁獲量よりはるかに多いことがわかってきた。

その大半はオキアミと、マイワシやカタクチイワシなどの浮魚類、中深層に住むイカ類である。私見によれば、現在北太平洋ミンククジラが多量に食べる日本近海のカタクチイワシは、ほとんど漁獲されていない。

したがって、ミンククジラと人類が、カタクチイワシをめぐって争っているわけではない。

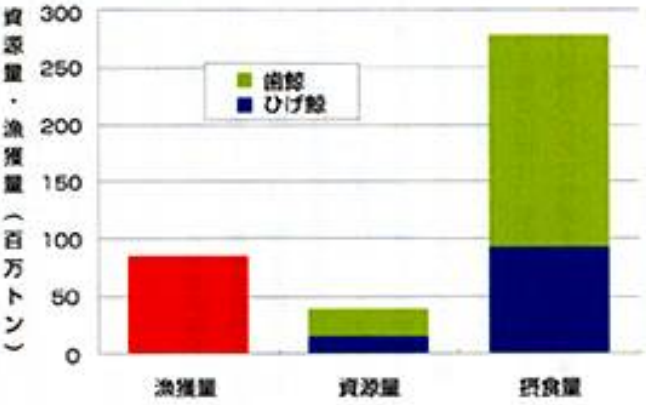
これは、まだまだ人間が利用していない海の水産資源が豊富にあることを逆説的に物語る。

過半数の魚種が乱獲されていると言われるが、問題は種数ではなく、海から持続的に利用できる再生産量である。

国連食糧農業機構の見解とは異なるが、私は、まだまだ世界の漁獲量は増産できると思う。

ただし、人間がクジラと同じくらい海の資源を奪れば、生態系に与える影響はより大きくなるだろう。海鳥と競合すれば、鳥や陸上の生態系にも波及するだろう。

日本鯨類研究所の田村・大隅による世界の歯鯨、ひげ鯨の生物体量と摂食量の控えめな想定に基づく推定値と世界の1994年現在の漁獲量



クジラをとおして資源管理のモデルづくりを

現代に絶滅した鯨がいないとはいえ、たしかに捕鯨は乱獲の歴史であった。

列強の植民地作りと同じで、日本は捕鯨の新参者であり、最後まで捕鯨にこだわる国となった。ただし、欧米人が最高年間三六〇万バレルの鯨油を取っていたのに対し、日本人はおもに鯨肉を貴重な蛋白源として利用していた。

クジラは管理すれば持続的に獲り続けることができる。

政府が進める理不尽な開発に反対しても、数の多いミナミマグロやミンククジラを絶滅危惧種に指定する保護団体に反対しないのでは、科学的に公正とはいえない。

私が捕鯨にこだわる最大の理由はそこにある。

第二の理由は、鯨の管理を実行すれば、他の魚種の管理も実行できるという期待である。率直に言って、私たちがサバを守れと唱えても、なかなか実現しない。

科学者の提言を管理政策に反映するうえで、業界と保護団体の両者が注目するクジラは絶好の研究課題である。

クジラでの管理の成功に期待している。

べると、その苦さにすぐ吐き出し、その後はその種類の昆虫を食べなくなるといわれる。また黄の派手な模様などで、鳥などの捕食者に自分には毒があることを警告する。さらに信じられないことに自分は毒を持たないにもかかわらず、毒のある昆虫の姿形・色を真似るものが現れる。これが擬態である。蜂や蟻のように他の生物から嫌われているものやゾウムシのように甲が硬く捕食者が食べにくいものに擬態するものもいる。このように捕食者からの防衛に有利な条件を持つ種に似せる擬態をベイツ型という。一方主として植物に姿形・色を似せ、周囲の環境にとけ込むようにするものもいる。これをカモフラージュとか隠蔽的擬態（写真は、完成度の高い隠蔽的擬態として有名なコノハムシ）とよぶ。

人類文化の進化

人間は自分たちが最も進化した生物と思っているだろうが、多様性では昆虫にとてもかなわない。生物としての人間は1種類である。多様性を進化の尺度とすれば、昆虫たちが最も進化した生物だとも考えられる。この疑問を荘老孟司流に解答すれば、昆虫はハードウェア（形）を進化（＝多様化）させ、人間はソフトウェア（脳）を進化（＝多様化）させたということになる。昆虫はハードウェアを進化させ、とてつもない種類の形態を生み出した。一方、人類はソフトウェアを進化させ、さまざまな文化を生み出した。勝負はおあいこである。

顔

では、人類はどのように進化（＝多様化）したのであろうか。昆虫が地球上に出現したのは、3億～4億年前、石炭紀のことだが、人類の最古の祖先といわれるルーシが出現したのは、わずか300万年前である。昆虫と人類がいずれも進化の頂点にいるとすれば、人類の進化の速度は脅威的に速い。この速さの原因はどこにあるのか。たんにソフトウェアとハードウェアの違いと片づけるわけにはいかない。進化論のなかで私にとって最も興味深いのは「獲得形質」の継承の是非である。獲得形質というのは、生物がその生存中に得た形質、毒のある食物を一度経験すると二度と食べないとか、鍛錬により100メートルを9秒台で走ることができるようになる、というようなことである。

現在の生物学ではこの獲得形質の継承は否定されている。獲得形質の継承ができない、できたとしてもその効果が極めて少ないとすれば、あとは確率に頼るほかはない。突然変異と自然淘汰に代表される進化過程のなかで、昆虫たちは、気の遠くなるような時間を使って、種の多様性を実現した。

さて人間は、いかにしてソフトウェアの多様性を手に入れたか。実は人間は獲得形質の継承に成功したのである。人間は言葉を手にし、高度なコミュニケーション手段を確立した。また、文字の発明により、極めて効率よく時間的・地域的に情報を伝達することができるようになった。人類は子孫に知識を継承する手段を獲得したのである。

これは獲得形質の継承の効率の飛躍的向上と捉えられよう。この獲得形質の継承システムをさらに効率よく、また人類特有の制度として実現するやりかたを、「教育」といい、その場所を「学校」と呼ぶ。人間社会では、学校での教育という形で獲得形質の継承が大量に生み出されている。突然変異と自然淘汰という進化過程に比べ、獲得形質の継承による進化のほうがはるかに効率的なことは明白である。たとえば、世代ごとに1%知識が増加したとすると、10世代1.1倍、100世代で2.7倍、1000世代では約2100倍になる。時代とともに、急速に知識が集積される様子がよくわかる。人類が出現してから300万年、文字の出現からわずか5000年、人類の文化の急激な進化は言語による獲得形質の継承がいかに有効であったかをよく物語っている。

生物の遺伝的進化と、人類の文化の進化のアナロジーは多くの人にとりあげられている。コンラート・ローレンツは文化の発展は系統発生における種の進化とよく似ており、そして言葉により可能となった「獲得形質の遺伝」が、文化の歴史的な発展を早める要因となっていることを指摘する。利己的遺伝子で有名なリチャード・ドーキンスは、「ミーム」という自己複製子を発明する。利己的遺伝子の主張は、「あらゆる種は、その遺伝子たちの定める枠に閉じこめられ、それらの遺伝子たちが生き残る確率を最大限にするような仕方で成長し行動することを強いられる。」ということである。これと同じように、文化も自己複製子である仮想的な「ミーム」により支配されるというのである。確かに、そういわれると、生物の遺伝的進化と、人類の文化の進化のアナロジーを議論するには、うってつけの概念ではないか。「獲得形質の遺伝」というと、なにか良いことばかりのような印象があるが、文化という枠の中で歴史を刻んできた人類は、目に見えないなにかに支配されているという見方もできる。その主が「ミーム」なのである。

口

〈切り取り線〉

昆虫と人間のかけ橋

見えないものを見る歓び

擬態する昆虫
木の葉のように見える
コノハムシ

地球には人類と昆虫という、現在最も繁栄している生物がいる。人類は「脳の発達」により多様な文化を作り出した。一方、昆虫は信じられないような多くの種を生み出し、多様な自然環境に適応した。ここでは種の繁栄にとって欠かすことのできない武器である「多様性」をキーワードに、進化について考えてみよう。

小檜山賢二

多様性

人類は自分たちが最も進化した生物だと自認している。確かに人類は進化の最先端にいることは事実であろう。しかし、考えようによっては現存する生物は、それぞれ進化の最先端にいると考えられなくもない。進化という言葉からはなにやら「より良い」というニュアンスが伝わってくる。より良いとは、なにに対してより良いのであろうか。自分たちの子孫を残すことが「より良い」のならば、現存する生物はわれわれ人類の理解を超えたところで、「より良い」戦略を持っているのかもしれない。だからこそ、生き残れてきたのだという考えもあると思うからである。

ここでは自分たちの子孫を残すことが「より良い」と考える。つまり進化の評価の基本となるものを「種の保存」に求め、生物は自分の子孫を後世に残す確率を上げるために進化すると考えてみる。生物の個々の変化に「良い」「悪い」という基準を持たせるのではなく、全体として、より環境変化に強く、自分の子孫を残す可能性を上げる手段を基準に進化を考えてみよう。

生物種は、数百万種とも数千万種ともいわれるほど多様な種を誇っている。何故このような多数の種が必要なのだろうか？
多様な環境においてニッチを探しポジションを得るためには、自分も多様でなければならないだろう。また、大きな環境変化において、自分の仲間を残すためには、危険分散のための多様化が有効であることも確かだろう。多様化が子孫を後世に残す手段として有力であり、進化の程度を示す基準の一つであることは間違いがないだろう。

足

生物の遺伝的進化

地球上に昆虫が姿を現わしたのは、3億～4億年前といわれ、2億5000万年前には主要な進化を終え、現存する昆虫の大部分が生存していたという。主要な進化とは、先ず飛べること。これは、両生類など昆虫の後に陸上に上がってきた生物から身を守るのに有効だった。またちょっと気付きにくいが、羽を折りたためるというのも重要な進化であり、おかげで岩の割れ目や落ち葉の下などに身を隠すことができるようになり、捕食者からの逃亡、季節の変化に、より有効に対処できるようになった（トンボは羽を折りたためない古い形態を保つ現存する昆虫である）のだそうだ。

ガラパゴス諸島に棲む"ダーウィンフィンチ"と呼ばれる小さな鳥のくちばしの形が、島ごとに異なっていることが、進化の実例として有名だが、日本にもカラスアゲハという蝶の例がある。紫色の大型アゲハチョウで、千島列島から南は八重山諸島まで棲息する極く普通の蝶である。この普通の蝶が、進化論に興味深い話題を提供してくれる。カラスアゲハの大きさや翅の模様が、棲息地によって少しずつ異なっているのである。特に九州から台湾の間の南西諸島では、島ごとの変化が大きくそれぞれが亜種となっている。なぜこのようなことがおこるのだろう。

一つの種が二つの種に分化するメカニズムとして最も有力なのは、次のようなプロセスである。まず一つの種が二つの群に分かれて隔離される。二つの群の間での交配による遺伝子の混合がないまま長い年月を経る。その間に、おのおのの群のなかで小さな偶然の突然変異が積み重なって、二つの群は次第に違った種へと変化していく。こうした隔離と偶然性が新しい種を作る主なメカニズムだとすると、隔離される群の個体数が少ないほど、新しい種は出現しやすくなる。南西諸島のカラスアゲハがトカラ、奄美、沖縄、八重山と小さな島ごとに形態が異なっている事実は、隔離と偶然により種が形成された実例と考えられる。

また、自然淘汰を実感させてくれるものに「擬態」がある。食物連鎖の中で、捕食者から逃れるため、速い羽や足を持つ・穴に潜り込む・異臭を放つなど、生物達は様々な工夫を凝らす。昆虫にはもっと高度なテクニックを使うものがいる。ある種類の昆虫は体内に毒素を保有している。捕食者である鳥がそれを食

Nature Interface

Calendar

〈切り取り線〉

4	April	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5	May	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

【コノハムシの仲間】Phyllium科
熱帯アジアに約20種が棲息（作品はマレーシヤ産）する。
隠蔽的擬態の代表的存在。
体長：100mm前後
オリンパスOM4　SIGMA MACRO50mm　F2.8
f8.1／60　T28ツインフラッシュ使用　Velvia
註：作品の体長は、100mm

ディジタル・フォトコラージュ

フォトコラージュとは何枚かの異なった写真を組み合わせることにより、新たなイメージをつくり出す手法である。ここで示すのは、同一の対象物に対して撮影された複数の写真のうちピントの合っている部分だけをコンピュータに取り込み、合成する手法である。この手法を用いると、接写のように焦点深度を深くとれない被写体に対しても、全画面で焦点にあったイメージを作成できる。ちなみに、ここにあるコノハムシは約50枚のピントのあった部分だけをPhotoshop上で合成したものである。

15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

芋車

いもぐるま

岡山県と鳥取県の県境、高低差のある中国山地を背に、南北に二五キロ、東西に一キロの山間小盆地が広がる。その盆地の間を、きれいに澄んだ新庄川がゆっくりと蛇行しながら流れ込む。

山と川に囲まれた岡山県真庭郡新庄村。かつてこの村は、姫路と松江を結ぶ出雲街道の旧宿場町として、木賃宿や旅籠などが軒を連ねていた。

この細長く伸びた街道（「がいせん桜通り」）の両側には、江戸時代末期、明暦年間から明治初期にかけて造られた水路がある。幅一メートル、深さ六〇センチ、長さ約六〇〇メートルのこの小川（水路）は、水道が敷設されるまでの長い間、人々が衣類や野菜、食器など洗い物をするのに利用していた。

今、新庄村では、かつて生活に密着していたこの小川を、村人総出で見直そうと動き出している。「芋車」と呼ばれる水車の設置も、こうした村おこしの一環。

直径約三〇センチ、杉で造られた水車の中に、地元で採れた里芋や野菜などを入れる。水車の八枚の羽が豊富で瑞々しい水の力を受け、勢いよく回転する。以前はこうして里芋の皮を剥いたり、野菜を洗うなどの光景が沿道に広がっていた。現在は個人で芋車を設置して利用している人もいるという。

芋の収穫期である十月末から十一月中旬には、実際にこの「芋車」が沿道の小川に設置され、観光客の目を楽しませてくれる。また洗い場として利用していた場所には、十数匹の錦鯉が放たれ、かつての宿場町にさらに彩りを添える。

春になれば、小川に沿って桜並み木が沿道を埋め尽くす。さらさらと流れる小川のせせらぎを聞きながら、四季折々の変化を味わえるのも新庄村ならでは。一度、水車のある風景を眺めてみてはいかが。

写真提供＝新庄村役場

水と蝶

水を求めて水辺に集う蝶の集団。
いろいろな種が入り交じっているが
時が経つにつれ、
単一種のコロニーとなる。
種の保存と関係があるのか、
不思議な光景である。

水辺の蝶（ボルネオ）

スペインヒョウモン（ネパール）

ヒメウラベニヒョウモンモドキ（西タイ）

カワカミシロチョウ（西タイ）

写真　山口技平（遺伝研）

アジアの水辺の生き物

21世紀にはいって人類が先ず遭遇する試練は、
生存にかかせない水不足の問題である。
米国の穀倉地帯の大規模な地下水の汲み上げ、
中国の世界最大のダム建設による自然生態系の変化予想、
アフリカやインドの大旱魃や洪水など、枚挙にいとまがない。
ところで日本はどうか。幸い四方が海に囲まれ雨には恵まれている。
だがしかし、荒れほうだいの山林、里山や棚田の崩壊、
河川の人工改造による生物の消滅など、
自然におけるすばらしい水の保存と浄化機構が失われつつある。
そこで本号は、生物が水と深くかかわっている模様を
意外性を含めて披露することにした。――――

秋濱友也

ベトナムの水辺野菜

東南アジア一帯の川、湿地、
沼、池、水田際などで栽培されている
野菜類は多い。
熱帯の沼や池の水温は30℃以上の
高温になるが、どうやら水辺野菜は水質を
コントロールしているらしい。

クワイ

ミズオシキソウ

カンコン

ハス（新芽と葉）

写真　田中良弘（AA基金）

メコン河の大ナマズ

世界最大の淡水魚として知られる。
体重300キログラムにも達する。
写真は人工繁殖に成功した10キログラム
の種魚。ナマズは世界中に分布する魚で
21世紀の蛋白源である。秋篠宮文仁殿下の
研究は知られるところである。

水辺の昆虫 絶滅危惧種と環境指標種

昔はどこにでも
見られた水辺の昆虫、
現在は生息環境の
良し悪しを計るセンサの
役目を果たしている。

絶滅危惧種

ムカシトンボ

ムカシヤンマ

ハッチョウトンボ

ゲンジボタル

トワダカワゲラ

環境指標種

ベッコウトンボ

タカメ

ミヤイトミジンコガムシ

ゲンゴロウ

ヘビトンボ

写真　山口試平　青木俊明（進化研）
アグリバイオ遺伝資源研究所（株）　秋濱友也
〒206-0011 東京都多摩市関戸1-1-5ザ・スクエア
A・310
Tel&Fax042-372-5365
E-mail:akihamat@d9.dion.ne.jp

川と薬草 ネパール

地球上には辺境の地も
残り少なくなってきた。
未知の生薬を求めて探索行は
続けられる。
ヒマラヤの山ひだから湧き出る渓流は
多くの高山植物の薬草を育んでいる。

ランタンヒマラヤの渓流

バラ科

サクラ草科

ゴマノハグサ科

主に婦人病や解毒剤に利用している。

写真　渡辺高志（名塩大学）

自由自在に伸び縮みする湖 カンボジアのトンレサップ湖

家も学校も病院も船の家

カンボジアの首都、プノンペンからシェムリアップ行きの飛行機の乗客は、アンコール・ワットを見る観光客が大半をしめる。雨季になると、飛行機の窓から見える風景は、水、また水である。

プノンペンの一帯は、中国を源とするメコン川と、それに合流するトンレサップ川が作る低地で、合流点より100キロほど上流にあるカンポン・チャンからシェムリアップのあたりまでトンレサップ川は大きく膨れる。これがトンレサップ湖である。

目を凝らすと、家、道路、堤防などが顔を出しているので、もともとは陸地らしいことがわかる。

だが、どうも陸地のはずのところに「えり」（竹製の定置網）もある魚を追い込んで捕らえる定置網）があったりして陸地なのか川なのか、はたまた湖なのかはっきりしない。

メコン川の下流の勾配はきわめて小さい。100キロで1メートルくらい、ということは東京駅から熱海まで行って、やっと1メートル上がるということだ。

雨季になると、メコン本流の水位が上昇するが、水はなかなか河口までいかずにトンレサップ湖に逆流する。

トンレサップ湖の水位は9メートルも上昇し、乾季には面積が3000平方キロくらいなのが、10000平方キロと三倍にも大きくなる。

また、水深は乾季では1メートルくらいなのに、雨季には10メートル以上にもなる。

から学校船、病院船、役場船

プノン・クロムから見た雨季のトンレサップ湖。カンボジア海草の草船もいた。

手前がトンレサップ川、後方がメコン川。メコン川が増水するとトンレサップ川に逆流する。

定置網のえり

シェムリアップの南に、プノン・クロム（プノンは山の意）という、頂上に寺院がある小さな山がある。

この麓にあるプノン・クロム村は、プノンペンからの高速船がつく船着場でもあるが、湖岸線の移動につれて村ごと動くという変わった村である。雨季には、山のすぐ下まで大型船がつけるが、乾季になると干上がってしまうのでさらに10キロぐらい行かないと小型の船でさえ着けない。

学校、病院、役場などはそれぞれ船の上にあって、水が引いていくにつれて船も動いてゆく。もちろん、大半の家も船にあるというか、船そのものが家である。水位によって変化する生活をしているのは、住民だけではない。

稲も水位が上昇するとともに茎が伸びていく浮稲という種類である。

トンレサップ湖は魚の宝庫である。

シェムリアップの市場では、生魚のほか、干物が売られている。サヨリそっくりの干物があって、これは焼くとビールのつまみに最適である。

カンボジア内戦時代に、この魚目当てにベトナム人の漁民がトンレサップに入ってきた。もともと、カンボジア人とベトナム人は宿敵みたいなものなので、今でもときおり、湖上で機関銃をぶっ放して互いを威嚇するなどといった騒動も起こる。（茂沢 香）

季節によって、その大きさを変えるなんとも不思議な湖がある。カンボジアの首都、プノンペンにあるトンレサップ湖がそれである。そこに住む人々もまた、湖の変化に自分の生活を変える。それは自然と共生するという大それたことではなく、自然に逆らわずに生きるという当たり前のことをしているだけである。

ベトナム漁民。いつもはカンボジア人と共存しているが、ときたま騒動になる。

シェムリアップの市場で売っている干物。生魚も焼き魚も売っている。

観光地バリの美しい棚田

自然遺産の旅

観光地として有名なバリ島。
ヒンズー教、ガムラン、様々な寺院、
そして最近では生活雑貨などばかりが
話題になっているが、
実は美しい棚田があることは
あまり知られていない。
バリの棚田の今をレポートする。

Bali

写真家や画家が魅了されたバリの棚田

インドネシアのバリ島は、年間一四〇万人の観光客が訪れる東南アジアでも有数の観光地である。信仰と芸術の島として知られるバリ島は、ビーチ、寺、民芸、舞踊など多くの観光資源があるが、棚田の景観も有名である。島中部のウブドゥは、中心観光地のひとつだが、アユン川の斜面にはフォーシーズンズなどの最高級のホテルの通称なバンガローが建っている。

一見、バリと棚田は結びつかないが、バリの棚田が有名になった理由は、箱庭的な美しさのおかげで、多くの写真家や画家によって紹介されてきたためである。

バリ島は火山の島である。島の東側には、標高三一四二メートルのきれいな円錐形をしたアグン山があり、北部と中部にはそれぞれ外輪山とカルデラ

湖を持つバトゥール山とバトゥカウ山がある。アグン山とバトゥール山はこの数十年の間に何度も大噴火を繰り返しており、多数の犠牲者を出している。一九六三年三月のアグン山の噴火では、火山の噴出物によって世界的に気温が低下したことでも知られている。

バリの棚田は火山地形と密接な関係がある。火山灰でできた斜面は、標高一〇〇〇メートルよりも高いところでは、気温が低く水も得にくいので一帯が原野やジャングルとなっている。標高が一〇〇〇メートル以下のところでは台地上は畑や竹林になっている。そして、斜面が下方侵食されてできた深い渓谷の急斜面には箱庭的な棚田が作られている。さらに標高が五〇〇メートル以下の山麓では緩斜面に灌漑による雄大な棚田が広がる。特に島の西部のブブアンから南部のタバナンにかけては、斜面全体、あるいは広い谷全体が棚田になっており、これが波打って続く雄大な景観となっている。

バリの気候は、熱帯サバナ気候で年間を通じて気温は二七～二八度であるが、一〇月から四月にかけては、雨季のため雨が多く降る。気温がほぼ一定のおかげで稲はいつでも栽培できるため、二期作、あるいは三期作も可能である。したがって、刈り取り中の水田の隣には、青い稲田が広がり、さらにその隣では田植えをしているという光景を目にすることができる。

この稲作を支えているのが、灌漑である。バリの灌漑は、一〇〇〇年も前から行われており、伏流水が湧き出る泉などを水源として、火山岩をトンネルで抜けたり、小さな谷を竹筒で越したりして棚田に導かれている。用水は水田に水を供給するだけでなく、洗濯や水浴の場など人々の生活には欠かせない。用水路は、「スバッ(subak)」とよばれる共同体で管理されている。スバッは、日本の農業組織である「結い」と似ていて、単に水利の管理だけでなく、共同作業や冠婚葬祭などを行う組織でもある。

信仰の島であるバリには、2万をこえる寺院があるが、これらの寺院もスバッと密接に関連しており、田植えや稲刈の際には、スバッ単位で祭礼を行う。ブラタン湖にあるウルン・ダヌ・ブラタン寺院など水を祀ってある寺院には、スバッの代表がお参りに行き、お供えをしてから聖なる水を持ち帰る。また、水田の中には、稲の神様を祀るお堂がある。

スバッが管理する用水路のほかに、大規模な水田がある地域では、写真にあるような近代的な幹線水路が州の土木局によって整備されており、これはイリガッシと呼ばれている。

衰退が予想される棚田の実情

バリの棚田はいまのところ健在である。観光業以外では産業が少ないバリでは、農業への依存が高い。特に、ここ数年の経済危機で就業先はますます少なくなってきた。また、機械化が進んでいないバリでは、日本のように農業機械が使えないといった理由で棚田が放棄されるようなことはない。動力耕運機は多少使われているようだが、人力や牛での耕作が中心である。バリの農村を自動車で八〇〇キロほど走ったが、コンバイン、田植機は見かけなかった。ちなみに刈り取りに関しては、稲穂に精霊が宿っているという信仰から、必ず女性が手で刈り取るのだという。

しかし、観光客に人気がある箱庭的棚田は維持がしだいに困難になってきている。深い谷間だと日照も悪い上、重労働である。増加してきた日本人観光客に現地物価の数百倍で土産物を売り付けるほうが商売になるのかもしれない。観光地のそばの有名な箱庭棚田で写真をとっていたら、数人のしつこい土産物売りに取り囲まれてしまった。これも一種の観光農業かもしれない。

海岸にある有名なタナ・ロット寺院で写真をとっていたら、高校生のグループに話しかけられた。英語の校外授業で外国人と話をして会話の練習をしているという。将来、農業を継ぐのか、と聞いたら全員が「そんな気はない」と言う。高度成長期以降、日本の農村では過疎化し棚田が消えていったが、そうならなければよいが、と思った。(冬沢　杏)

バトゥール湖畔の棚田。この下に集落が埋まっている。

レンダンの斜線用水路。

バリの農家は門と先祖を祀るお堂が特徴的だ。

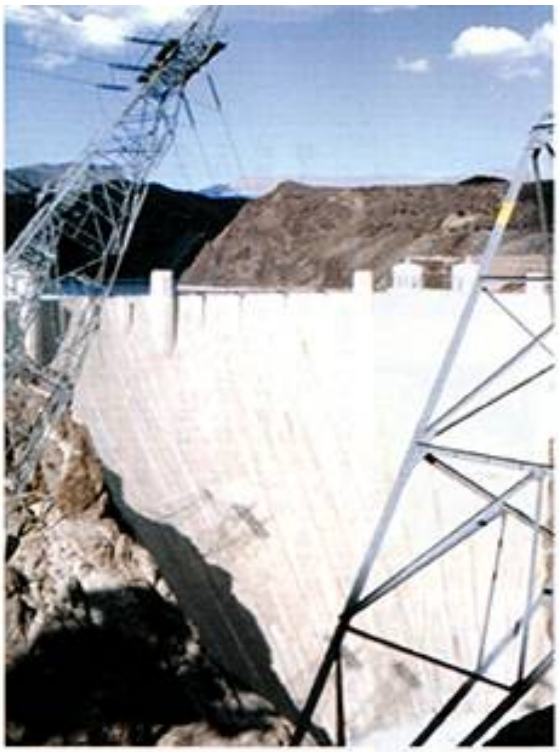
バトゥカウ山麓の棚田。農作業は機械化されていない。

スズメを追う農婦。

ブラタン湖にあるウルン・ダヌ・ブラタン寺院に水の神様が祀られており、田植え時に農民がお参りにくる。

カリフォルニア電力危機と地球環境問題

久保 幸夫



カリフォルニアの電力危機は、とりあえず、州政府の介入によって危機的状況を脱することはできた。しかし、依然として電力供給不足は続いており、三月に入ってからもロサンゼルス、サンディエゴなど南部でも計画停電が実施されている。これは、産業に影響をあたえているだけでなく、交通信号が消えたり、エレベータに閉じ込められたりするなど、市民生活にも影響を与えている。

これを契機として、電力小売価格は上昇することになり、カリファルニア州民はもはや安価な電力の恩恵には与れなくなった。短期的にも問題を残している。カリフォルニアの停電を防ぐため、コロンビア川水力発電所では、ダムの貯水量を下げて発電を行った。

ところが、今年はラニーニャ（反エルニーニョ）現象により、カスケード、ロッキー両山脈における積雪が少ないため、雪解けによる貯水量増加が期待できず、夏の電力消費ピーク時に危機が再来する可能性もあるという説も出ている。

電力再編成

カリフォルニアの電力危機の直接的な原因は、「規制緩和」の悪い例であると報道されている。しかし、これは規制緩和ではなかったという意見が強い。

エネルギー・コンサルタントのメタ・グループのジェームス・スパイアーは「規制緩和よりは業界の再編成と呼ぶほうが適切であろう。規制緩和は、電力やガスの製造、輸送、配給に関して政府によるいかなる規制をも撤廃することだが、再編成は、部分的に規制の一部を取り除くことだ」と説明する。

リーゾン財団のジョージ・パサンチーノ氏は、市場原理での価格形成、料金自由化、新規市場参入などといった観点からみた場合、カリフォルニアでは新しい規制を作ったのであって規制緩和ではない」という見解を述べている。

カリフォルニアでは、一九九六年の電力の再編成以前は、発電、送電、配電は電力会社によって一貫して行われてきた。電力小売価格は州政府によって規制されてきた。

九六年の再編成では、従来の私有の電力会社は解体され、電力会社が所有していた発電所は発電業者に、送電システムは送電会社（ＩＳＯ）に売却されることになった。電力の卸売市場である「カリフォルニア電力取引所（ＰＸ）」が創設され、電力小売業者は入札で電力を買うシステムとなった。従来の電力会社は配電会社となったが、配電会社は電力の小売で利潤を得るのではなく、配電手数料が収入であるとされた。この一方、公営電力にはこれが適用されず、発電所を所有することは許された。公営電力は余剰電力を取引所で売り、また不足分を買うことが許された。

再編成により、従来、私有の電力会社と契約していた消費者は、配電会社経由で電力を購入する以外に、他の電力小売会社と契約して電力を買うことも可能になった。

この場合、消費者は電気代を電力小売業者に、配電手数料を配電会社に払うことになる。

この電力の小売価格に関しては、上限値が設けられたが、卸売価格には上限は設けられなかった。なお、ロサンゼルスやサンディエゴなど大都市では、公営電力が市場を握っているが、この場合、契約者は他の小売電力会社からの購入はできない。この意味では再編成は不完全なものであった。

卸売電力の取引所での購入は長期契約に基づくものと、株などと同様、リアルタイムでの取引がある。

今回の電力危機の原因となったパシフィック・ガス電力社（PGE）と南カリフォルニア・エジソン社（SCE）では、長期契約分は三～四%と低かった。

この市場原理の導入は、電力の卸売価格を引き下げるはずであった。

カリフォルニアの電力需要

アメリカの電力小売価格は日本の半分以下であるが、この安い理由の一つには原料コストがある。アメリカ西海岸においては、コロンビア川、コロラド川などの水力発電による安価な電力が、政府によって生産され販売されている。これは、カリフォルニア電力消費の四分の一をまかなっている。さらに一九六〇年代においては、ユタ、ワイオミング、ニュー・メキシコなどにおいて、新規露天掘り炭田が開発され、ユニット・トレインとよばれる高能率の鉄道輸送システムと相まって安価な電力生産コストを可能とした。

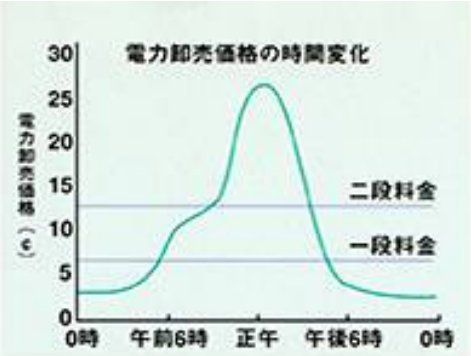
この石炭火力に関しては、公害の発生という負担があり、一九八〇年代以降、新設火力の多くは天然ガスを原料とするようになった。現在では、カリフォルニア州内の火力発電所のほとんどは天然ガスを原料としている。州外に立地している石炭火力からの買電は行われている。

カリフォルニア州における厳しい環境規制と、住民運動などの影響で、新規発電所を州内に立地することは困難となった。この結果、州内ではこの一〇年間、新規発電所は建設されなかったため、一九九六年から一九九九年の間の供給可能量は二%しか増加していない。この一方、ハイテク産業の立地に伴い、電力消費は伸びてきた。一九九六年から一九九九年の間の消費増は一四%に達する。ある推計によれば、インターネットが消費する電力は全需要の八%に達するという。この一方、安く抑えられた小売価格は、需要家の節電意識を妨げることになった。

さらに、配電会社は、将来的に発電所を売却することを義務付けられたため、所有する発電所のメンテナンスの手を抜いた。このことは、発電所の稼働率を下げる結果となった。需要が伸び、生産が増えないという事態により、カリフォルニアは消費電力の二五%を州外から購入するということになった。現在、州内に発電所四ヶ所が建設中であり、また、計画中のものが一つあるがこれは当面の需給アンバランス解消には役立たない。

さらにこれに追い打ちをかけたのは、ラニーニャの影響で西海岸の降水が減少したことである。二月から一月までの三ヶ月、シェラネヴァダ、カスケードの両山脈では著しく降水量が減少した。これに伴い、コロンビア川、コロラド川にある政府運営局の発電所は通常年の八〇%まで発

California



電量が減少した。

電力卸売り価格の高騰

電力業界の再編成を行い、発電業者の新規参入が行われれば、電力コストは下がるはずであった。しかし、実際には電力の卸売価格は上昇した。この原因はいくつかある。

一つは、生産コストの上昇である。OPECの石油減産などによる昨年以降の石油価格の高騰は、エネルギーコスト全体を押し上げる形となった。発電に用いられる天然ガスは、排気ガスがクリーンであるという理由から自動車にも利用されている。

最近では、地球温暖化対策として、二酸化炭素発生量が少ないエネルギー源として天然ガスへの転換が進みつつある。天然ガスの市場価格はこのような背景で、急速に上昇した。

もう一つが、リアルタイムの入札である。市場原理の導入によって、発電コストの上昇と需給の緊迫にしたがって、電力卸売価格は上昇した。

電力需要がピークとなる正午には、一kwhあたり二七セントまで上昇し、規制されている小売価格をはるかに上回ることになった。なお、この図では、一段料金は六・五セント、二段料金は二三セントとなっているが、小売会社によって差がある。実際には、これに配電コストが加算されるので、利用者が支払う料金はもっと高くなる。SCEを利用していた我が家の例では、三〇二kwhまでの一段料金は一二〇〇九セント、それを超えた分の二段料金は一四一五七セントだった。

このプロセスを通じて、高騰で儲けた企業があることも問題となっている。公営電力では価格が安い国有発電所の電力を買い取り、それを取引所で数倍の価格で転売するといったことが行われた。また、市営、国営の発電所も電力を取引所で売り大きな利益を得た。この利益は、ロサンゼルス市水道電気局だけで二〇〇〇万ドル（約二四億円）にものぼるという。

危機の到来と緊急対応

このような需給のアンバランスと、卸売価格と小売価格の連ザヤにより、配電会社は大きな損失をこうむることになった。配電会社は二五～三〇%の値上げを望んだが、州が認めたのは九〇日間に限り、七～一五%の値上げを認めるというものであった。この結果、発電会社に対する債務が履行できなくなることが確実になった時点で、買電が困難になり供給できないという事態に陥った。

一月一九日に、送電が一部地域に対して停止され、ブラックアウトが発生した。この後も計画停電が現在まで行われている。最初のブラックアウトの直後、カリフォルニア州は緊急財務支援を配電会社に行い、これに伴い発電会社に対して電力の配電会社への販売を要請した。さらに、州は再編成計画が失敗であることを認め、州自体が電力事業に参入して電力売買を行うことにした。

さらに、三月二七日には、四〇%の値上げを民間二社に認めた。この目的は、倒産を防ぐことのほか、利用者の節税意識を高めることにあるという。しかし、四月に入ってSCEは会社更生法の申請を行い、実質的な破産状態になった。

将　来

現時点での危機を救うために、政府所管の発電所はカリフォルニアに送電を行っている。先述したように、シェラネバダ、カスケード、ロッキーの各山脈に降雪が少ないために、このオペレーションは、夏の電力需要期に発電できないという問題を引き起こしかねない。さらに、本来は雨季である冬に放水してしまうことは、夏の渇水を意味し、カリフォルニア中部の農業地帯で灌漑水が不足する可能性が

脈波の形状を読み取ることで一人一人の生理情報を科学する

セイコーエプソンが基礎研究を進めているPULSENSE

ネイチャーインタフェイス研究所訪問の第一回目は、セイコーエプソン㈱基盤技術研究所の行っている脈波の情報処理により、生体・生理の状態を評価する研究と、その臨床面での有用性、および生体情報評価機器の可能性について探ってみた。その共同研究を行っている東京医科大学第二内科・高沢謙二先生、福岡大学体育学部・向野義人先生のそれぞれの研究内容を紹介しながら、末梢における脈波研究の最先端の状況を報告し、その上で基盤技術研究所の開発しようとしている機器「PULSENSE」の開発目標などを報告する。

セイコーエプソン株式会社
基盤技術研究所

研究所訪問①

日常生活の中で脈波を科学する必要性を問う

脈波を定量化するニーズ

セイコーエプソン㈱基盤技術研究所天野主任研究員に脈波の情報処理について説明していただき、脈波の有用性について、東京医科大学の高沢先生からは、"収縮期血圧"の研究にもとづいた末梢の脈波の重要性についてお話をうかがった。また、

福岡大学の向野先生からは多関節・多軸の『動き』と脈波との関連性からの研究についてうかがった。

脈波は、心臓から拍出する血液による血管の振動現象により発生する波形だが、脈波で生体・生理の状態を評価できるのか、その可能性についての研究である。

「高沢先生は循環器系の臨床研究に関して多数の論文を発表しており、向野先生は経絡テストによる治療法の分野でユニークな研究をなさっています。お二人とも研究活動の中で脈波という共通項を持ちながら、一方で診断者ごとに差異が出てしまうという現実も指摘されているわけです。」

脈波測定というものの、治療価値を、つまり再現性をどれだけ高められるのかといったニーズが出てくる。

「私は脈診中の動脈ならびに周辺組織を可視化して、その物理的な現象と指先の触覚による主観的な評価との関係を明らかにしました。次に、東洋医学の脈診診断名（滑脈、平脈、弦脈）を脈波形状で定量化し、脈波形状から体を推定する研究をしてきました（図1、図2）。」

ウェアラブル機器 ～PULSENSE

末梢の血流の脈波、血流の容積量が、時間的、年齢的にどう変化するかという情報を、私たちが提供して、その情報をさらに研究活動に利用する。現代医学でEBM（エビデンス・ベースド・メディスン＝多施設、多症例にもとづく診断・治療の方針）といわれている領域で、医師であり研究者であるお二方が同じ脈波の形状というものに、その価値を定量化のための手段として、装置を用いようとしていると考えています。

そこでウェアラブルかどうかという問題が浮上してくる。

「高沢先生もいっていましたが、末梢を診ることで中枢（心臓）の状態を推定する。測定の条件としては、ニュートラルな状態で診てほしいとも言っていました。日常の生活の中

図1　脈波形状から読取る生理情報

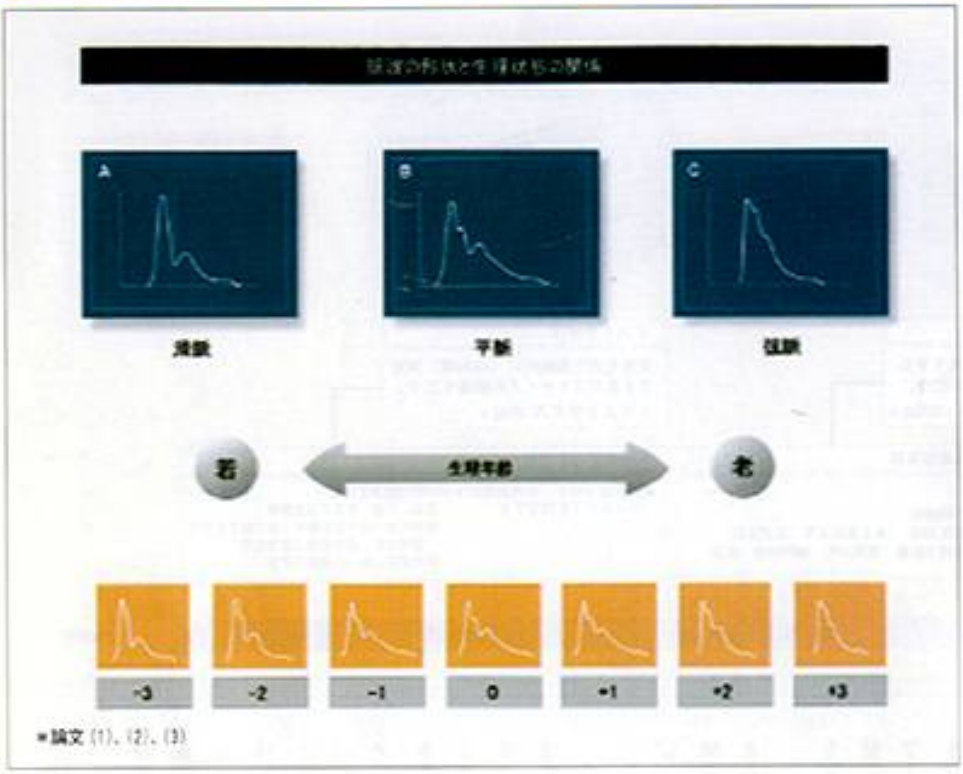
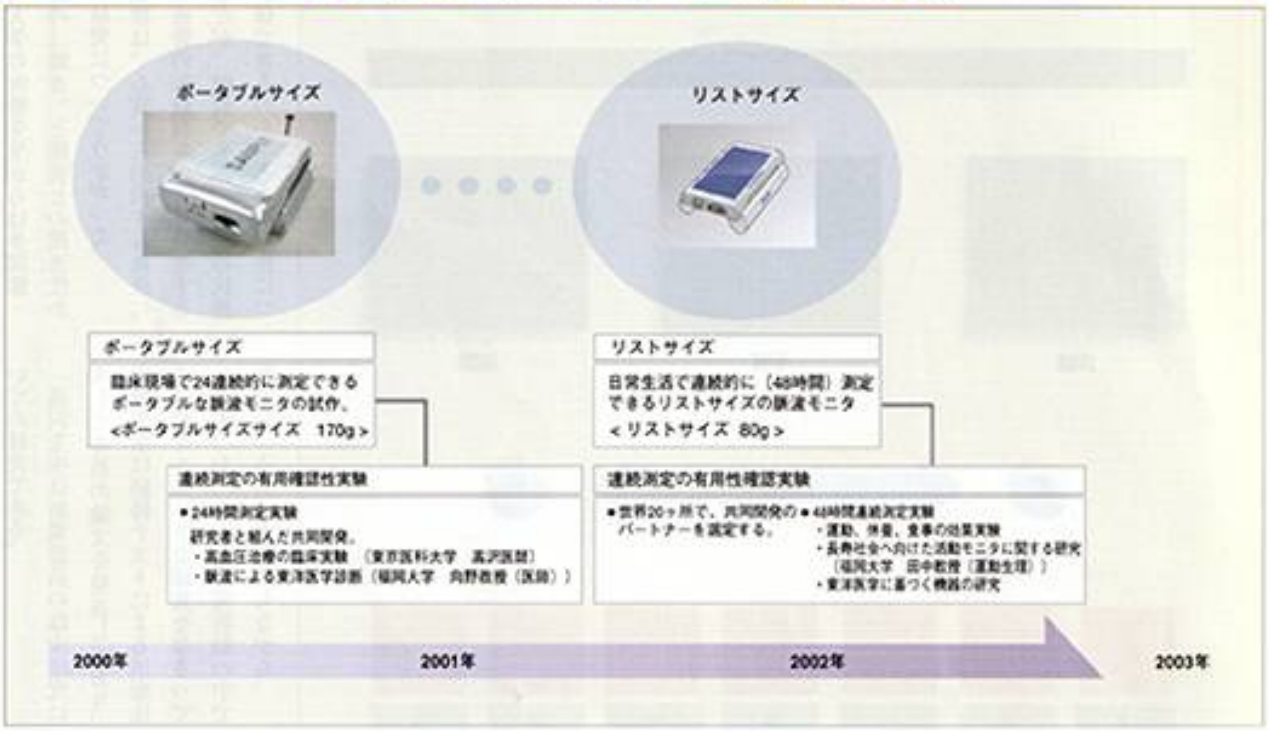


図2　PULSENSEの表示画面

図3　PULSENSEの研究計画（2000年～2003年）



で、そういう状態を意図的につくるだけではなくて、運動後でのリラックスしている状態とか、就寝中でも身体に付けて測れるというような状況になれば理想的でしょう。つまり我々は、"腕にある（装着する）必然性"、"意識せずに測れる"ということをリスト機器づくりの基本としているのです。これはセイコーエプソンの先人たちがこれまで積み上げてきた時計づくりの基本中の基本なのです。そのためにウェアラブルということが、開発の重要なキーになります」

これが現在、セイコーエプソンが基礎研究を進めている「PULSENSE」の設計概念。図3はその研究計画である。

二四時間装着可能で、しかも脈波が、生体情報として定量化された価値をもって測定できる――だからウェアラブル、意識せずに付けるということが原則になるわけだ。

「しかも脈波が生体情報として、誰にも適用できる、同時に世界レベルで通用しなければならないわけです。向野先生や高沢先生の、脈波に関する研究成果ひとつひとつの集積が、実際に臨床の場で応用してみようということのきっかけになる。つまり臨床のデータを積み上げるだけではなくて、その基になるような研究をしてきました。」

脈波には、生体情報としてはどんな価値があるかということ、例えば高沢先生の研究である循環動態という循環器の問題と、向野先生の研究である自律神経という神経系の問題と、今後その2方向の研究成果が重なり合って「PULSENSE」を創り出す、それが目標となっている。

天野和彦
あまのかずひこ

1983年㈱諏訪精工舎（現セイコーエプソン株式会社）入社。現在同社研究開発本部基盤技術研究所主任研究員。計測工学、医用電子工学の研究に従事。福岡大学スポーツ科学部研究員

【論文】

(1) 天野　和彦・石山　仁・笠原宏・上馬場　和夫：超音波画像法を応用した脈診時における橈骨動脈周辺組織の変位量の定量化とその検討，電気学会論文誌C，118-C，7/8，1007～1015（1998-7）
(2) 天野　和彦・石山　仁・笠原宏・上馬場　和夫・高沢　謙二：橈骨動脈圧波形のローカリティによる血管硬化度の評価法とその検討，電気学会論文誌C，120-C，10，1492～1499（2000-10）
(3) 天野　和彦・石山　仁・笠原宏・上馬場　和夫：橈骨動脈圧波形のローカリティによる形状分類法その検討，電気学会論文誌C，120-C，11，1673～1679（2000-11）

心臓、循環器系の状況を脈波の形状から読む

「たかが末梢、されど末梢」の意味

脈波研究で数々の世界的な論文を発表している高沢先生。その研究内容の概要と、医療における現代的な価値を語ってもらった。

「脈波を見ていく時、心臓が血液を送り出す大動脈を出たばかりの波形と、末梢である指の波形は、見た目は全く違いますが、それを同時に記録してみると、中枢と末梢には関係がある、ということがわかるんです。それは『親のまねをする子供のように』といえます。最初の波形は違うけれども、挙動には類似性がある。波形そのものは、全く違う格好をしているけれども、変化率をある基準で記録すると、それが種々の変化に対応して動いているんです」

高沢先生は、当初、末梢(指)では、きちんとした波形のデータは取れないのではないかと思っていたそうだ。

「(末梢は)自律神経系の影響を受けやすい場所ですから。測定を繰り返す内に、安静閉眼時といった条件下では、再現性が高いということもわかってきたんです。しかも大動脈起始部での波形との関連もはっきりしてきた。」

高沢先生の言を借りれば、循環器系にとって『たかが末梢、されど末梢』ということがいえるわけだ。

「心臓が血液を送り出すと血管は収縮と膨張を繰り返しますが、それまでは中枢の心臓を出た直後の波形の解析は、主に動脈インピーダンス法という方法で行っていました。非常に高価なカテーテルを使って、中枢の血流と血圧を周波数解析して、拍動抵抗が強い、または弱いといった評価をしてきたのですが、実は末梢でも、中枢と同様に収縮期前方成分と収縮期後方成分という、収縮期の圧波は二つの成分で成り立っているということも判明しました。つまり末梢形から中枢の状態が見えるわけです」

収縮期血圧の二成分

「最初の『駆動圧波/収縮期前方成分』というのは、心臓が自分で血液を出すために、あるいは出した結果として出た血圧だから、生命活動にとっては必要欠くべからざる圧波ともいえます。二番目の『反射圧波/収縮期後方成分』というのは反射して戻ってくるものですから、どっちかというと高くない方がいい。

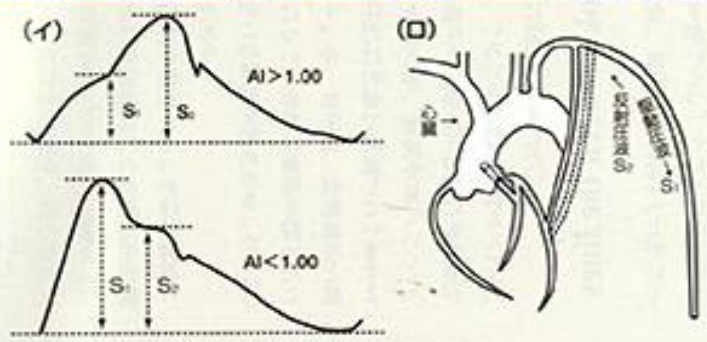
例えば、動脈硬化が起こっていたり、あるいは血管の内腔が狭くなっている、硬くなっていると、脈波の伝搬速度が速くなりますから、早く反射が戻ってきてしまう。押し出した血圧に対して反射が強くなっているので、心臓に負担をかけるということになります。その結果『反射圧波/収縮期後方成分』が上昇するという計測結果がでます。」

図4は、大動脈起始部(中枢)における駆動圧波と反射圧波の関係を示した概念図である。

血管年齢を読む

血管は脈動することで、全身に酸素と栄養素を供給するが、これが何かの原因によって柔軟性や弾力を失う。また内腔が狭くなり、血管の機能低下をもたらし、いわゆる「血管

図4　大動脈起始部(中枢)脈波波形と橈骨動脈波波形(末梢)との関係



S_1=the height of the early systolic peak in the pulse
S_2=the height of the late systolic peak in the pulse
Augmentation Index(AI)=S_2/S_1

(イ) AIとは大動脈硬化と末梢循環の関係についての指標。＊論文(1)、(2)

(ロ) 例えば、"駆動圧波/収縮期前方成分が"が良好で、"反射圧波"収縮期後方成分が少ない場合は、心臓に負担がかからない良い状態です。一方で"駆動圧波/収縮期前方成分"が少なく"反射圧波/収縮期後方成分"が多い場合は、血管が硬くなっている状態であるとか硬くなっている状態で心臓に負担がかかる。

の老化」が始まるといわれている。

つまり血管の年齢が、指の脈波反応を計測することでわかるそうだ。ところで循環器専門の高沢先生が脈波の研究を始めたきっかけは何だったのだろう。

「私がこの研究を始めたきっかけは、血圧について非常に興味を持ったことです。今、血圧は、収縮血圧と拡張血圧だけの値で評価していますよね。ところが、脈波を見ていくと、収縮血圧と拡張血圧の間にも波形があり、いろいろな動きがあるんです。そこに気がつきました」

Look between the lines

現在、血圧の測定は、「上がいくつ、下がいくつ」といった測定値だけが知らされる。つまり収縮血圧と拡張血圧という、血圧の値だけで見ると、心臓に負担がかかっていても、かかっていない状態と全く同じ測定値を示すことがあるというわけだ。

「これは重要な問題で、「Look between the lines」ということを良くいうんですが、血圧の上と下だけを見ているのは、実際の身体の状態を見ていることにはならないんです。血圧の上と下の行間を見るということが一番重要な点。

これは、血圧測定に加えて脈波を記録することで補えるわけです。脈波というのは、まさに収縮血圧と拡張血圧の間でうごめいてる身体の、心臓の、循環器系の状態そのものなのです。

そのために未病の脈波を計測する機器が必要になってくるわけですが、先にも言ったとおり、血圧測定は、今、収縮血圧と拡張血圧の測定をするのが主流です。医療の場から日常生活にわたって脈波を正確に測る機器がまだないというのが現状でしょう」

そこで高沢先生は、セイコーエプソンとの共同研究を行っている。

未病と脈波

ヘルスケアや未病の大切さがいわれている今、脈波の日常的な測定は、特に生活習慣病の予防に非常に役立つはずだ。

「昔は成人病と呼ばれていた、生活習慣病は、本当はまだよくわかっていないんですよ。

その生活習慣病が、ある時心筋梗塞といった病気を発症させる。現在、その発症してしまった場合の治療は進んでいるけれども、無症状で進んでいる病気の状況を知るということについては明確な判断基準ができていない」

高沢先生の研究している「血管年齢」が、その判断基準のひとつ。

通常、加齢に伴って、血管が硬くなる、血管の内腔が狭くなる、すると血流の伝搬速度が速くなり、これらは動脈硬化とか、高脂血症に付随した所見で血管年齢指数としては指数が高いことを示す。

「生活習慣病という視点から見ると、例えば二五歳なのに、六〇歳の血管年齢指数を示すという場合がある。その原因は何か。実際に器質的に血管そのものが硬いのか、あるいは機能的に交感神経の緊張が強いために、一時的な素材の硬さを表しているのかということを識別しますが、血管年齢の測定＝指に装着した脈波センサにより検出した容積脈波波形を2次微分することで、脈波の形状をかなり正確に得られます。波形の変化で血管が実際に硬いのか、それとも緊張によって硬くなってしまっているのかといったことが読み取れます」

これは日常生活の中で、（検査を受ける人が）ニュートラルな状態で、器質的な血管年齢指数を測定し、同時に日常的な血管の機能的変化を測ることで、特に血管年齢指数の高さが病因による場合、正確なデータとして抽出できる。

「その結果、降圧薬の投与、つまり血圧を下げる高血圧の治療の判定に有効ですし、高脂血症や糖尿病、動脈硬化性といった疾患の場合には、食事療法、生活習慣の改善の指針を提示することにも役立ちます。」長期的に測定することで得られたデータは、EBM（エビデンス・ベースド・メディスン）に役立っていく。

高沢謙二
たかざわけんじ

1979年東京医科大学第二内科（循環器）入局、現在、同大講師。血圧評価の問題点と脈波記録の意義についての研究を主としている。

【論文】
(1) Kenji Takazawa, Nobuhiro Tanaka, Masami Fujita, Osamu Matsuoka, Tokuyu Saiki, Masaru Akikawa, Ainobu Tamura, Chiharu Ibukiyama: Assessment of Vasoactive Agents and Vascular Aging by the Second Derivative of Photoplethysmogram Waveform, Hypertension. 32, 365～370 (1998)
(2) 高澤 謙二、黒須 富士夫、森木 徳祐、安藤 秀章、廣瀬 勝彦、Ranjeet S Baral、田中 信大、伊吹山 千春：加速度脈波による血管年齢の推定．動脈硬化．26,11・12,313～319（1999）

特別インタビュー

『脈診の再発見』

多関節・多軸にわたる〝動き〟に着目

人の〝動き〟の基礎となるのは骨格を構成する二〇六の骨と約六〇〇もの筋肉である。これらはさまざまな関節を形成することで機能している。スポーツ医学において東洋医学的なアプローチを展開してきた、福岡大学スポーツ科学部の向野義人教授は、「人の〝動き〟はどんなささいな〝動き〟であっても多関節・多軸にわたっている。だから一つの関節の動きは、全身の動きと連動するとともに他の関節からの影響を受ける。ある〝動き〟に関わる部位に何らかの制限が加わると、全体としての〝動き〟の調和が妨げられ、場合によってはいずれかの部位に痛みが引き起こされる。時として、痛みを訴える部位と、痛みを引き起こした誘引の部位が遠く離れていることがしばしば観察され、これまでの機能解剖学的視点に基づいた分析だけでは多関節・多軸にわたる〝動き〟の影響を知り得ない」という。

向野義人
むかいのよしと

1989年　福岡大学体育学部教授（1997年よりスポーツ科学部）。岡大学病院内科兼務（東洋医学外来担当）、90年から岡大学院体育学研究科指導教授。主にスポーツ医学において経絡運動学的アプローチを実践。
著書　経絡テスト　医歯薬出版㈱（1999）

向野教授は、多関節・多軸にわたる〝動き〟のアンバランスを基盤にさまざまな症状の分析や治療を臨床的に行ってきた、数少ない医師の一人だ。

「人の身体の動きと病気が、その症状も含めて、密接に関連しています。西洋医学は患部だけを診ていくんですが、肩だけとか首だけといった具合に発症した部位だけを診察し治療する。ところが東洋医学では人の心身を一体として診ていくという考え方をしています。心身一如という概念から診ていくというわけです」

経絡テストとは

「東洋医学でいうところの経絡経穴系の生体反応を診ると、身体の異常が〝動き〟の中で表現されていることがわかります。

私は、経絡テストという負荷テストを考案して、治療に際して実践しているのですが、その経絡テストを行うと、原因のわからないめまいとか、しびれ、肩が痛いといった症状が、経穴を連結しながら身体を長軸に走るルート（経絡）を〝動き〟として見直すことで身体の異常として発見できるのです。

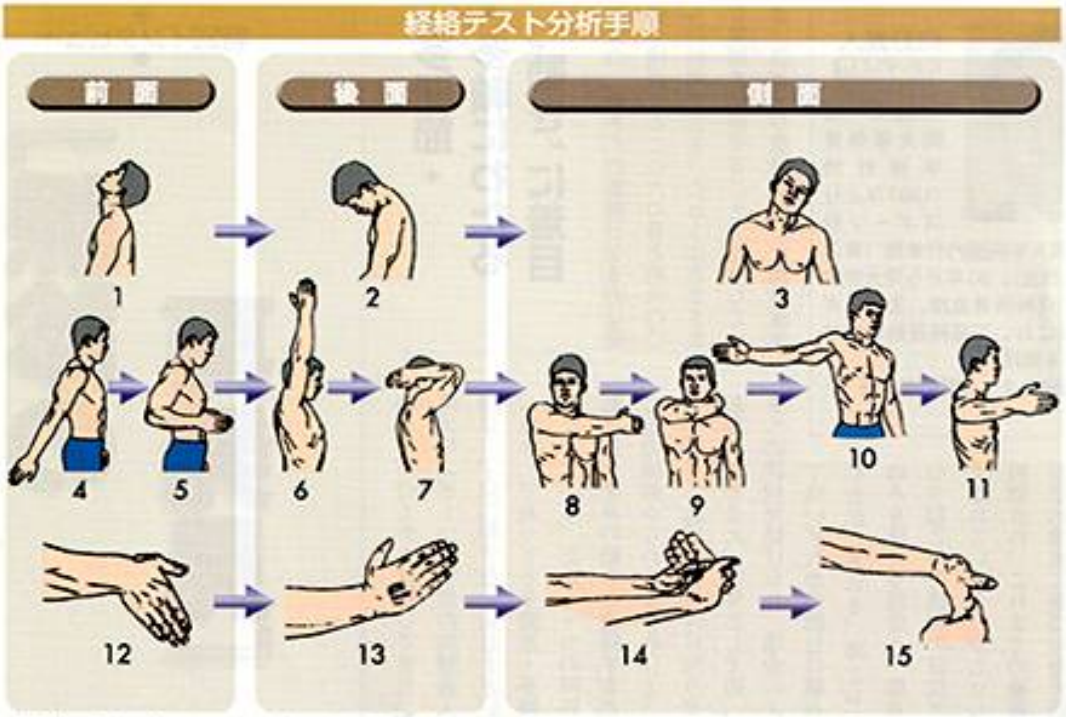
ところが、病院に行ったらどんな検査をされるかというと、肩のレントゲンを撮り、肩を詳しく調べる。また、めまいの症状に対しては、場合によっては耳鼻科で調べる。個々に検査を受けるわけですね。それなりに年齢的な特徴を示唆する所見は出ると思いますが、解決策にはならないということが多いのも現実でしょう。

〝動き〟を診ると、身体の異常が経絡の異常に過ぎないと、簡単に判断できるんです。ですからこの動きのバランスを本来の姿に戻せば、手がしびれる、肩が痛い、めまいがするという症状が改善するというわけです」

さまざまな症状に応用可能な〝動き〟の分析

向野教授は、現在、その仕組みは、運動機能の問題だけではなく、内臓疾患も含めて、連動しているという臨床結果が出ているという。

「不定愁訴や、例えばぜんそく発作にも応用がきます。ぜんそく発作は、西洋医学では原因もその予防も



経絡概念に基づいて身体のすべての部位の動きの異常を調べるための経絡テスト（一部）

はっきりとしていますが、個々人に適応させようとしたときに、実際にはなぜ発作を起こすのかということが分からない場合が多い。発作が起こるときと起こらないときのことはよくわかっているけれど、何がトリガーになるのかは意外とわかってない。ところが患者の日常を細かく調べ、同時に『動き』の負荷テストをすると、『動き』のバランスの悪いときに発作が起こっているらしいということがわかってくる。どうも西洋医学的に考えていたものにプラスして、何がトリガーになるのかというのは、日常生活と非常に関わりがある。その日常的な『動き』を分析すると発症の引き金が判明します。そういったことが循環動態ならびに、自律神経活動と明らかに関係あるだろうということも考えていました」

東洋医学には、望診、聞診、問診、切診という四診と呼ばれる診察法がある。そのうちのひとつ、切診は、脈診と触診を指すが、向野教授の専門領域はもともと内科であり、同時に現在、多関節・多軸にわたる『動き』のバランスを診ることで診断をしている中で、脈波の解析も今後の研究テーマにしようと、セイコーエプソンとの共同研究プロジェクトに参加しているという。

『動き』こそ、西洋医学と東洋医学の共通言語

つまり『動き』の評価法として経絡テストがあり、一方で循環動態や自律神経反射を見る手段として、脈波の解析をそこに組み合わせていくことで、より適切な治療が行われたかどうかを客観的に評価し、やがては、日常生活の中で『動き』のアンバランスを連続的な脈波の解析から診ていくということだ。

「多関節・多軸にわたる『動き』というのは、私にとっては西洋医学と東洋医学の共通言語だと思っています。内科医を三〇年以上やってきて、並行して人の『動き』を診てきた。そうすると婦人科から泌尿器科、さらには脳外科の患者さんが診療にやってくる。西洋医といわれる人たちとのディスカッションに『動き』という言葉が非常に有効に働くわけです。個々の患者さんにとってどういった治療法がベストなのか、特にキュアからケアへといわれる時代にあって西洋医学も東洋医学も共通の判断基準を持つということは重要でしょう」

セイコーエプソン株式会社
基盤技術研究所

研究所訪問①

キーパーソンによる一〇〇本の論文を世界に発信する

最後に基盤技術研究所の天野氏に再び登場していただき、日本医科大学・高沢先生や福岡大学・向野教授の研究をどのように成果として発表していくかを質問した。

テクノロジー・プラットフォームを創造するために

「今、世界中のこの分野でのキーパーソンによる一〇〇本の論文を提示しようとしています。つまり先の2方向だけでなく、一〇〇方向の研究成果を装置づくりに活かそうとしているわけです。脈波を中心テーマにしてもらいながら、フォーカスはそれぞれの研究者の立場で決めていただいて、誰にでも適用できる、かつ世界レベルで通用する脈波、生体情報とは何かを私たちがシステム化しています。脈波が臨床的にどう使えるかということを見つけるためのパートナーとして先生方にご協力いただき、そのための装置を提供するということ、それが私たちの使命でありそのための開発活動をおこなっています」

現段階では、脈波の何が最も生体情報として役に立つ情報なのかということを、一〇〇の方向から検証する、その装置を開発しているセイコーエプソン基盤技術研究所（SECBTRC）。テクノロジー・プラットフォームを創造することが我々研究員の使命です。これまで血圧、心電図といったものから生体情報を得ていたが、この開発計画は、医療現場に脈波という、古くて新しい循環系全体の総合的な状態を示す指標を提示するという意味を持つ。

向野先生と打合せをする開発スタッフ

テクノロジーのプラットフォームを創造すること、それが基盤研究所研究員たちの使命である。

「一〇〇の論文を提示するその共通の物語というのは、高沢先生もおっしゃっていましたが、「見ようとする気持ちがなかったら、何も見えてこない」ということです。その見ようとする対象が「脈波」だったというわけです。

私も同じ研究者として、開発者として（生体を）観察するということが、この装置によって可能かどうか、それがモニタリングできるかどうか、非常に重要なことです。われわれは日常生活の中で自分自身の状態を、観察したいという人間としての意識も意思も本来ならば持っていますよね。最近、調子が悪いとか、心臓の具合が良くないとか、抑うつ状態であるとか自分なりの分析や解釈をします。それをどうやって、客観化できるのかっていう素朴な欲求にも実はつながっていて、それは医者に行けばわかるのかというと、現代の（西洋）医学の検査項目の中では発見できないことも多い。私たちは、痛みや不安感を取り除きたい時、またより行動的な日常を生きたい時、自分の健康状態に定量性を持たせたい思い、医者に行きます。例えば抑うつ状態なら精神科に相談したとしても、カウンセリングはしてくれても、なかなか治ったという納得した状態になりにくい。バイオフィードバックという言葉があります。自分の定量化された生体・生理情報を確認して、「やはり今日は調子が悪いんだ」と納得することによって、改善策が自己決定できるわけです。

そのために東洋医学でいう脈を診ることが非常に有効であると思います。脈波は医師であり研究者である人たちにとって重要な情報になるだろうことが、今、予見できます。

やがて本来人に備わっている体調を総合的に判断して行動できるようになった時、この装置を腕からはずしてほしいのです」

シリーズ研究所訪問・第1回は、セイコーエプソンの基盤技術研究所を訪ねた。これからもネイチャーインタフェイス誌では、ウェアラブル機器研究・開発の最先端をレポートする。

基盤技術研究所

住　所：富士見事業所
　　デバイス開発棟内
　　（長野県諏訪郡富士見町）
所　長：工学博士　下田　達也
研究分野等：本社部門である研究開発本部に属し、全社に跨る将来の基盤技術全般の研究開発を担当する研究所である。特にテクノロジープラットホームとなりうる低エネルギー薄膜形成技術、低温ポリシリコンTFT技術、新しいデバイス開発、ディスプレイ開発などに注力した研究開発を行っている。

EPSON

エプソンから、リストモバイル「クロノビット」誕生。

それは、情報化時代を勝ち抜くための新世代モバイル。
"身につける"という新しいスタイルが、ビジネスを加速させていく。

PIMを身につける、それが「クロノビット」。

スケジュール　ToDoリスト　アドレス帳

多彩なアプリケーションは、入替え自由自在。

WM-550S
¥59,800

PCとワンタッチでデータシンクロ

◀◀ Data Synchro ▶▶

「クロノビット」は、Microsoft Outlook2000/98/97・ロータスノーツR5/R4.6・ロータスオーガナイザー2000のPIMデータ（スケジュール・ToDoリスト・アドレス帳）とボタンひとつでシンクロナイズ可能。大切な情報をリストに携帯し、いつでもどこでも手元で管理できます。

NEW

リストモバイル Chrono-Bit クロノビット

価格はすべて標準価格（税別）です。

WM-550L ¥59,800　WM-510B ¥39,800　WM-550X ¥59,800

クロノビット の詳しい情報は、http://www.i-love-epson.co.jp/chrono-bit/

I Love EPSON エプソンのホームページ http://www.i-love-epson.co.jp　http://www.i-love-epson.co.jp/faq ●クロノビットインフォメーションセンター：製品に関するご質問・ご相談に電話でお答えします。0570-00-3600（ナビダイヤル）（全PHS含む 03-5351-8411）月～金曜日（祝日、弊社指定休日を除く）＊ナビダイヤルとはNTTの電話サービスの名称です。＊東京電話・PHSからナビダイヤルはご利用いただけませんので、0265-88-8430へお問い合わせください。●表示画面はハメ込み合成です。●Windows95/98/2000/NT4.0専用です。Macintoshには対応しておりません。●Microsoft® Windows® Windows NT® Outlook® は米国Microsoft Corporationの米国およびその他の国における商標または登録商標です。ロータス、ロータスノーツ、ロータスオーガナイザーは、ロータス ディベロップメント コーポレーションまたはロータス株式会社の商標です。

セイコーエプソン株式会社　エプソン販売株式会社

for Tomorrow

未来を描くのは・・・

世界を変えていくものは理屈なんかじゃない！
未来への想像力と行動力。
住みやすい地球に、より良い社会にするために
新しい発想が、新しい技術が求められています。
ひとりひとりが、何をすべきか、何ができるかを考え、
ベストを尽くす。
これがわたしたちの考えです。

Positive Thinking でがんばるみんながいる。
・・・日本ガイシです。

日本ガイシ
NGK
〒467-8530 名古屋市瑞穂区須田町2番56号
TEL (052) 872-7181 http://www.ngk.co.jp/

雨と都市

② 環境とすまい

冬沢杏

東京砂漠

「東京砂漠」という歌があるが、あれは嘘ではない。東京都心の年間平均湿度は、一世紀前には七八パーセントほどあったのに、現在では六四パーセントしかない。

東京郊外の住宅地では、いまでも年間平均湿度は七五パーセントほどあるから、都市中心部の乾燥化が著しいことになる。この大きな原因は、地面がコンクリートに覆われ不透水性となったことだ。

降った雨が河川に流れ出す率を流出係数という。流出係数は、土壌や地質でも異なるが、だいたい、砂地で〇・一、森林で〇・二、畑だと〇・四、普通の住宅地で〇・五、商業地域では〇・六、コンクリートの舗装面では〇・九くらいである。

つまり、コンクリートが殆どの都心では、雨の九割はすぐに下水に流れてしまうということだ。そうすると、約一五〇〇ミリの雨が降る東京では、一五〇ミリ分の雨が地面にしみ込むことになるが、地下水になる分もあるので、実際にはこの約半分の八〇ミリ分だけが地中にとどまり、やがて蒸発散して大気を湿らせる。森林や農地だと、八〇〇ミリ分くらいが再び水蒸気として大気に戻るから、これと比べるとわずか一割ほどでしかない。蒸発散が少なくなれば、気化熱が奪われなくなるので気温は高くなる。これは、都市の気温が周辺より高くなるヒートアイランド現象の原因の一つだ。さらに気温が上昇すれば、相対湿度は低くなり、より乾燥することになる。これに輪をかけているのが水面の減少である。かなり早い時期に山手線内の川の大半は暗渠になってしまったが、その後もなくなり続けた。生活排水が流れ込み、ドブ川として嫌われた中小河川ではあるが、これがなくなったことで乾燥はさらにすすんだ。「東京砂漠」の歌詞の一番では「ビルの谷間の川は流れない」とあるが「流れない」のではなくて「無くなった」のだ。都市の乾燥化は健康にも影響を与えている。花粉アレルギー患者が増加した理由の一つは、都会まで飛んできたスギ花粉が、空気や地面が乾燥しているためにいつまでも飛んでいるということにある。

都市水害

都市の不透水化は水害を増やしている。昨年は、福岡や京阪地方で大きな都市水害があった。中小河川の氾濫のことを内水氾濫というが、

最近の水害はほとんどこれだ。

都市郊外では農地や里山が宅地開発される一方、市内では住宅地がマンション化され、雨は河川や下水に流れ込む。また、大河川では河川改修の結果、高い連続堤防が造られ水位が上昇しても破堤や越堤は少なくなったが、逆に大河川に流れ込む中小河川の水位のほうが低くなったためポンプで汲み上げて放水するようになった。

雨量がポンプ場の能力を超えると、浸水することになる。最悪の場合にはポンプ場が浸水して機能停止ということもある。

これに加え、地球温暖化やヒートアイランドの影響で雨の降り方が「熱帯化」していることも原因だ。気温が上昇して大気層がより多くの水分を蓄えるため、昔よりも激しいスコールのような雨になってきた。都市水害を防止するには、三通りの方法がある。まずは、流出係数をなるべく変えないようにすること、次は、遊水地を作ってそこに一時的に水をためること、最後に河川改修、あるいは下水の増強でより多くの水を流せるようにするという方法である。

最初の方法は、地下水涵養の点からも最も望ましい。透水性舗装、透水桝などの方法があり、採用は増えてはいるものの、まだまだ少ない。障害があるアスファルトを使う透水性舗装は高速道路、歩道、駐車場などで使われているが、ホコリや泥による目詰まりをときどき掃除する必要もあり、なかなか普及しない。

河川改修は、住宅が密集している都市内では河川拡幅が困難なことも多く、道路下の地下河川も少なくない。地下河川や新設の下水幹線は海面よりも低くなる場合が多く、最後はポンプで汲み上げることになる。

遊水地は、大規模開発地では、設置が義務付けられている。また、中・下流部では、河川のそばに遊水地を作り、通常はグラウンドなどに利用することも多い。ワールドカップのメイン会場である横浜国際総合競技場も鶴見川の遊水地の中にあり、大雨の時には駐車場などに水を貯められるようになっている。

雨水利用

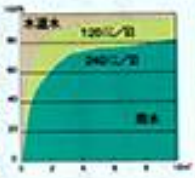
都市水害は増え続けている

我が家では、雨水利用を試みている。数年前に同じ町内で住み替えることになったとき、雨水をタンクに貯めておいて、雑用水に使えば、洪水防止と都市砂漠化防止に役立つのではないかと思ったからだ。我が家は鶴見川の流域にある。国土交通省によれば、鶴見川は、「その源を東京都町田市に発し、多摩丘陵を東流し、横浜市鶴見区の工業地帯を湾曲して流下し東京湾に注ぐ。全国河川の中でも典型的な都市河川である。

昭和30年代の市街化率は、10数%程度で、流域人口も20万人程度であったが、昭和40年以降急速に都市化が進み、現在では約85%が市街化され、流域人口も約184万人を数えるほどの過密な地域となっている」とある。ここしばらくは、水害は起きていないが、以前はよく水害を起こしていた川だ。ちなみに、一級河川では、東日本で一番汚い川である。

最初はトイレに使おうと考えた。日本では平均的な4人家族の世帯では、水道水を1人あたり1日220リットルほど使うという。我が家での水道使用量は月に25立方メートルくらいなので、きわめて平均的である。このうち、トイレに使う量はこの3分の1くらいだ。4人家族だと、1日240リットルくらいとなる。トイレの水を雨水でまかなおうとしたら、どのくらいのタンクが必要なのか計算してみることにした。雨は毎日、コンスタントに降るわけではない。東京の雨量は1400ミリほどで、梅雨時と9～10月に降水が多くそれ以外は少ない。ちなみに三重県の尾鷲は年間で4000ミリの雨が降るのに対し、岡山では800ミリほどで4倍の開きがある。

東京では、トイレに毎日240リットルを使うとして、その4分の3を雨水でまかなう場合、6立方メートルのタンクが必要である。ここで困ってしまった。タンクそのものと中の水を合わせると重量が6.5トンになる。これでは、木造建物の屋根に載せるのは構造的に無理だ。床下に置くという方法もあるが、使器の水タンクより貯水タンクが低いと、ポンプで汲み上げることになり面白くない。さらに金がかかるということも面白くない。コンクリートでタンクを作り、ポンプを設置し、トイレに雨水用の配管を付け加えると100万円近くかかるという計算になった。ちょっと我慢して雨水でまかなう率を3分の2に下げても、3立方メートルは必要だ。これで1年に節約できる水道代金はたった1万4千円なのだから、元をまず取れない。もっと良くないことは、ライフサイクル分析（LCA）、つまりタンクのコンクリートの製造や、ポンプの電力に使う石油エネルギー、あるいは最終的にタンクを壊して廃棄物にするエネルギーや、これに伴う環境破壊まで含めて考えると、結果として環境にマイナスになってしまうことだ。



図：40平方メートルの屋根で雨水を集めるとき、タンクの大きさ（横軸）と雨水でまかなえる率（縦軸）をしめしている。毎日、120リットル、あるいは240リットルの水を使うケースを示している。

こんなわけで最初の意志はくじけてしまった。そこで、計画を縮小し、庭への散水と洗車程度にすることにした。1回の散水に100リットルの水を使うとすると、700リットルのタンクがあれば、年間を通じて80%を雨水でまかなえる。このくらいの大きさならば、重量的にも何とかなりそうだし、市販のプラスチックタンクを使えそうだ。しかし、規模が小さいだけに節約できる水道代も少なく、年間2000円ほどでしかない。実際には、運良く「廃棄物」のプラスチックタンクが手に入ったので、安くしかも低い環境負荷で雨水利用システムを作ることができた。雨水利用は、東京都の墨田区など、いくつかの自治体で熱心に取り組まれている。雨水利用に補助金を出しているケースもあるので、挑戦してみると面白いだろう。

雨水タンク。タンク容量が小さいので、3つ組に組んである。廃棄廃棄物のプラスチックタンクを使っている。手前の蛇口が雨水用のもの。

人と自然とのふれあいでよみがえる

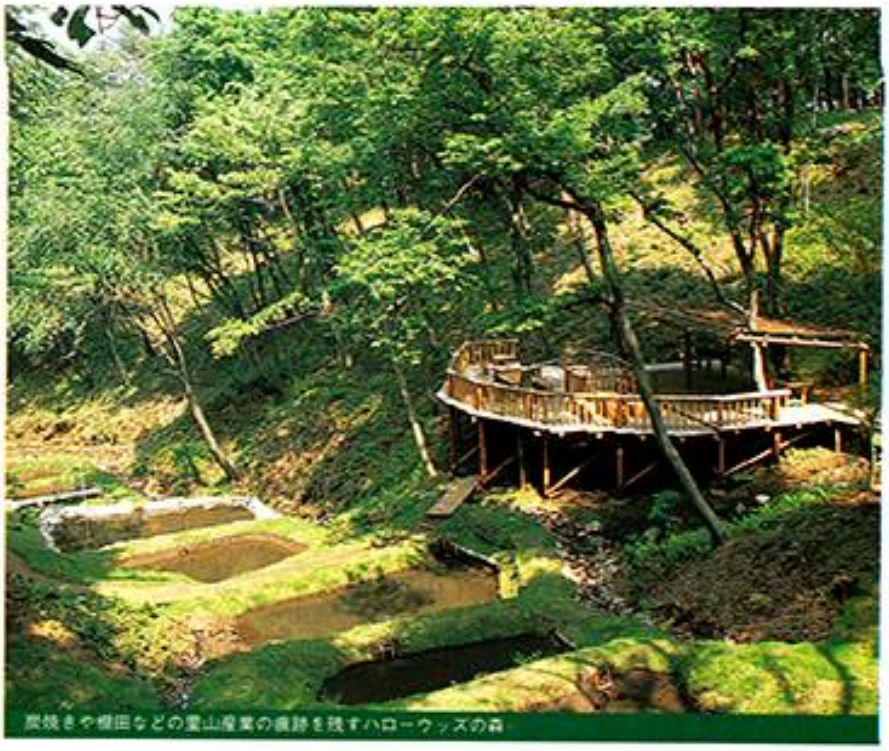
「里山」その微妙な生態系

ハローウッズの森の見る「自然環境」再生メカニズム

ハローウッズ

●企業レポート Environment 里山を活かす Resource

特殊な自然環境としての「里山」を再生する



炭焼きや棚田などの里山産業の痕跡を残すハローウッズの森

植の回廊と名づけられた木道をゆっくり登っていくと低い屋のそこここにアカネズミがほじくった穴が見え、たぶんイタチのものであろう乾いたフンが確認できる。目だまりの大きな石の下には地面から直接伸びたような福寿草が鮮やかな黄色の花をつけ、かつての谷戸田（やとだ）を復元したというミズスマシの沢には、カエルの卵やサンショウウオの卵、その陰に成虫のまま冬を越えたタガメがじっと春の訪れを待っている。

北側の斜面にはまだ雪の残る二月の後半「森の探見（たんけん／探検と発見を合わせた造語）ミュージアム」ハローウッズを訪ねた。

探見をサポートしてくれるハローウッズのキャスト、「自然（じねん）塾」の野辺正樹さんの案内で四二haという広大な里山をくまなく歩いてみた。

季節がら、燃え盛ると表現すべき生命の息吹はまだ感じられない。

しかし、ここには里山と呼ばれるエリアの生態系が確実に息づいていることを肌で感じることができる。

ところで、里山とは最近よく耳にする言葉だが、なにをもって、どんな条件を満たして里山と呼ぶのだろうか。野辺さんにうかがってみた。

「人間の営みとコンタクトしている自然。私たちの考えでは、炭焼きや棚田などの生産活動（里山産業）があってはじめて里山といいえると思っています。

一九九六年に当時の環境庁がまとめた『里地自然地域等自然環境保全調査』によると、里地あるいは里山と表現されるエリアは国土面積の四〇%以上を占め、全人口の一五%が

ここに生活の場を持っているといいます。

ところが、この里地&里山の多くが環境の荒廃にさらされています。こう言うと自然破壊や開発という言葉が第一に浮かび上がってくると思います。

確かに、それも大きな要因のひとつなのですが、里地&里山の特殊なところは、そればかりではなく『里山産業が絶たれた』という理由が一番大きな問題なのです。

私たちは、この荒廃しつつある里山に再び人の手を入れて、かつての里山として自然環境を再生・定着させることに重点を置いています。」

つまり里山とは、人と自然の共存ともいえる生産活動によって正常な生態循環が繰り返されるエリアであり、それは人間のソフトな介入があって初めて保たれる、極めて特殊な自然環境（二次的自然）ということなのだそうだ。

ハローウッズは栃木県芳賀郡茂木町の「ツインリンクもてぎ」の一角で、人の手が入れられなくなって久しかったかつての里山を再生させるホンダの新しい取り組みと施設の総称。野辺さんたち「自然塾」のスタッフは、この森の生態循環を森の自然探見ミュージアムとして具体化するスペシャリストの集団なのである。

ハローウッズのコンセプトを語る不思議なトイレ

カブトムシの丘、ミズスマシの沢、アカネズミの広場、みどりのぐるぐる広場などの探見エリア。それに、風のテラス、自然教室、自然実験工房、ハローウッズネットなどを整えたクラブハウス。

ハローウッズには里山の自然に直接触れて生態の循環を体験し、それを記録するための数々の設備が整えられている。なかでもユニークな設備がアカネズミの広場とミズスマシの沢の二か所に設置されている不思議な水洗トイレである。どこが不思議かと言えば、このトイレに通じている水道も井戸もないというところである。水洗トイレに水が通じていなければどのように処理されるのか。実はこのトイレ、排泄された汚物を微生物の働きによって水と炭酸ガスと汚泥に分解しているのだ（囲み参照）。そして、その水を利用して流す、つまり、すべてを循環させることによって水洗トイレ（バイオリサイクルトイレ）として機能しているのだ。

「トイレの前に設置している水槽にはこのシステムで汚物を分解した結果としての水が入れてあり、なかでは淡水魚が泳いでいます。設置型の水槽なので残念ながらモツゴなどの雑魚が主体ですが、流れさえあればイワナやヤマメなどの渓流魚も飼えるほどの清浄度です。飲料としては使用していませんが人が飲んでもまったくさしつかえありません」。試しに、ビーカーにとった分解後の水を見ると、わずかに薄い緑色はしているが（この色を取るには脱色機能を持つ微生物が必要）無味無臭で、クヌギやナラの腐葉土層を通り抜けてきた湧水とまったく変わりがない。

ちょっと想像をたくましくして、このトイレを利用する子供たちの驚きをあえてみた。彼らは極めて貴重な体験として、微生物による自然に優しい営みと、その結果として環境が浄化していくメカニズムを自らの排泄物を通して知るわけである。

それはハローウッズで体験した里

山の自然とともに、強烈な印象として心に残るのは間違いないといえるだろう。

痕跡から広がる里山のイマジネーション

ほ乳類ならキツネやタヌキそれにイタチ、鳥類なら鷹の特別であるサシバなどを頂点に、ノウサギ、リス、モグラ、アカネズミ、モズ、ヤマバト、エナガ、ヒヨドリ、アカゲラ、コゲラ、シジュウカラ、コガラなどが続き、つぎに、マムシ、ヤマカガシ、シマヘビ、アオダイショウ、トカゲなどのは虫類や、カエル、サンショウウオなどの両生類、その下にはスズメバチ、ジバチ、クワガタ、カブトムシ、タマムシ、チョウやガ、アリなどの昆虫類、その他クモ、カタツムリ、ミミズなどによって成立するハローウッズの生態系ピラミッド。ここを訪れるゲストは、どの季節、どんな時間帯でもその営みの痕跡を発見することができる。幸運なゲストは、目前をイタチやノウサギが駆け抜けたり、ドングリを運ぶアカネズミ、カケスなどを目にすることができるだろう。しかし、見せるためにつくられた自然ではなく、できるかぎりナチュラルな里山の環境を再生させたこの森では、すべてのゲストがそれを体験できるとは限らない。

痕跡から自然を感じることもできる

「出会うことが自然なら、出会えないことも自然なのです。出会えなければ、その痕跡からイマジネーションをふくらませることにより、より深いものを感じることができるはずです。ここでは、何に触れても、何をつかまえてもだれも何もいいません。夏になればクヌギの樹液にミヤマクワガタやカブトムシ、あまり歓迎はできませんがスズメバチなどが集まり、それを採取することは自由です。冬のアカマツの幹にはコゲラやアカゲラの突いた跡がスリバチを横にしたように残されています。また乾燥したイタチやタヌキの糞を調べれば、野ネズミの骨や、甲虫類の外殻が未消化の状態で出てきます。そうした痕跡から広がっていく自然との一体感こそが、子供たちに限らず都市生活者が見失いかけている生物としての人間の力を回復させるのではないでしょうか。

実際、森で遊ぶということは、テレビゲームとは違ってリセットできない不都合なことに出くわす機会が多いものです。いったんはそれを受け入れ、ひとつずつ取り除いていく知恵や工夫、体験や学習を通して蓄積していくものが大切だと思っています。それでも困ったら私たちキャストのメンバーに声をかけてもらえれば、サポートできる態勢は整えています。里山として再生させて丸二年、まだまだ手を入れなければならないことは山積みしている状態ですが、この森は二一世紀の人々に向かって発信できる「なにか」があると信じています」

ハローウッズはホンダが次世代を見据えて計画しているフィールド。

栃木県芳賀郡茂木町の「ツインリンクもてぎ」の一角に眠っていたかつての里山はホンダと野辺止樹さんたち「自然塾」のスタッフの手で「森の探見ミュージアム」として見事によみがえり、つある。

なぜなのか理由はわからないが、ここでは大人、子供の区別なくDNAに記憶されたような不思議ななつかしさと無邪気な好奇心を取り戻せるような気がする。

協力／本田技研工業株式会社
＊森の探見ミュージアムHONDA
栃木県芳賀郡茂木町小深田1-23-1 ツインリンクもてぎ内
TEL 0285-64-0123

自然浄化法リアクターシステム廃水処理の特長
1）調整槽からの悪臭を完全に防除する
2）高次処理施設を付加することなく、処理水質BOD≦5ppmとなる
3）イオン性物質の除去が可能である
4）雑菌類の抑制は、土壌菌群の働きによってなされる
5）嫌気条件は原因として間欠状態となる
6）処理水中で淡流魚（イワナ、ヤマメ等）の棲息が可能である
7）汚泥の土壌還元が可能である
問い合わせ
青木電器工業株式会社 環境事業部 ナチュラルエンジニアリング部
本社／〒161-0033 東京都新宿区下落合2-1-17
Tel.03-3983-2193（ダイヤルイン）

トイレ排水浄化リサイクル施設フローシート
自然浄化法リアクターシステムの廃水処理によって、処理水で淡流魚の生息可能なほどの循環型浄化トイレが可能となった。

どんぐりの森で遊ぶことを「探見」という

柄の回廊と名付けられた木道がつづく

森の不思議なトイレ

MAPをたよりに探見へgo

みどりのぐるぐる広場へようこそ

ハローウッズのクラブハウス

棚田の跡がミズスマシの沢になった

冬枯れた森にも確実に春が訪れる

森の不思議なトイレ

自然浄化法 リアクターシステム 廃水処理

ハローウッズの「不思議なトイレ」は青木電器工業（株）の自然浄化法リアクターシステム廃水処理によって運営されている。このシステムは自然界で最も浄化能力のある良質土壌による浄化作用、すなわち土壌に棲息する土壌菌群の代謝産物と有機質の間で活性する土壌化反応による浄化作用をシステムとして構築したものである。これを応用してはば完璧な循環型浄化トイレとしたものがハローウッズの不思議なトイレ。このシステムの中心となる技術は、廃水処理系内に棲息する土壌菌を自然界（土壌中）における棲息レベルに誘導・培養することにある。自然環境に棲息する土壌菌群は分泌物にフェノール系物質が含まれ、これが土壌の生成、汚泥の生成（結果としての浄化）に大きく働きかけることがわかっている。したがって、これが正常に保たれている限り、ハード技術・装置に関する許容範囲は極めて広く、従来の処理装置にも付加（リアクターシステムに変換／非フェノールからフェノール系への転換）することも容易であるという。

悪臭が完全に除去されている調整槽

処理水を入れた水槽では淡水魚が元気に泳ぐ

やや緑かがっているが清浄度は高い

アクセス
電車の場合　JR甲都武駅下車　西口よりバス約90分
長崎鉄道　茂木駅下車　バス約15分
JR南山駅　南山駅　タクシーで約25分
クルマの場合　常磐自動車道　水戸インターより約40分
那珂インターより約40分
東北自動車道　鹿沼インターより約90分
宇都宮インターより約80分

AFM（原子間力顕微鏡・Atomic Force Microscope）による加工
電解支援酸化という化学反応を利用して「SII」の文字を浮き上がらせた。
この文字の線の太さは約数十ナノメートルほど。AFMは、STM（走査型トンネル顕微鏡）とともにSPMの代表的な顕微鏡のひとつ。

「ナノテクノロジー」のさらなる進化をうながす

走査型プローブ顕微鏡（SPM）の考察

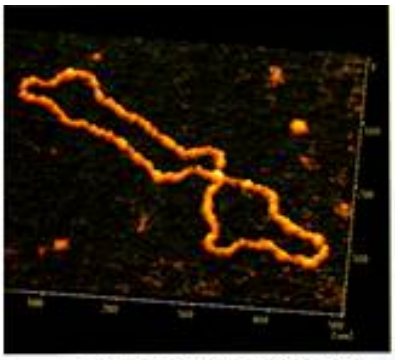
セイコーインスツルメンツ株式会社(SII)

原子・分子レベルの微細な世界を扱う技術であるナノテクノロジー（nanotechnology）。「ナノ」は億分の一メートル。わが国では十数年前からこの分野の基礎研究が進められ、すでにITを支える半導体技術、記録技術、光学技術をはじめ環境、化学、医療、エネルギー、機械などさまざまな分野から熱い視線が注がれています。また政府の次期科学技術基本計画（二〇〇〇～二〇〇五年度）もライフサイエンス、IT、環境とともにナノテクノロジーを大きな柱として20兆円という膨大な研究開発投資を決定しています。これらナノテクノロジーをベースとした研究・開発に欠くことのできない観察加工装置がSPM（走査型プローブ顕微鏡）です。わが国でいち早くSPMの研究を開始し、現在、この分野で国内トップシェアを独走中のセイコーインスツルメンツ株式会社（SII）。今回は、ナノテクノロジー進化を推進するマザーツールともいうべきSPMを紹介します。

企業レポート
Environment
ナノテクを活かす
Resource

進化するナノテクノロジーの世界

ナノテクノロジーのひとつの定義を「ナノスケール環境下での映像化・加工・組立・ハンドリングのための技術」とすれば、私たちの世界はすでにナノテクノロジーの時代を迎えているといえるでしょう。シリコン半導体デバイスを物理的に見るだけでもその構造はｎｍ（ナノメーター）単位にあり、遺伝子工学の分野では二ｎｍの太さのＤＮＡを直接観察することに成功しています。また、エネルギー関連では高効率エネルギーの生成や高寿命電池の研究が、そのほか医療や環境面、加工、制御から、その応用によって生じるさまざまな分野で数々の研究実績が報告されています。その可能性にいたっては現在「五～一〇年後の実用化・産業化を目指したＲ＆Ｄ」「一〇～二〇年先を見据えた挑戦的なＲ＆Ｄ」「個人の独創性を重視した萌芽的研究」の三つに分類されたさまざまな研究と開発が進められています。そして、それらの先端的・近未来的な研究と開発に欠かせない観察加工装置としてＳＰＭに対する熱い視線が、産・学・官の区別なく注がれているのです。



プラスミドDNAの観察

脱塩処理後のプラスミドDNAの水溶液を、滴下し大気中で観察した。DNAに関しては、それを構成している4種類の塩基（蛍光色素を使い）まで観察できる日も近いという。ナノテクノロジーが、生命科学の分野でも活躍している一例だ。

ＳＰＭとはどんな装置なのか

ＳＰＭは鋭く尖った探針とサンプル表面に働く物質量を検出して、サンプル表面の形状やその物理量の面分布を測定する顕微鏡の総称です。走査型トンネル顕微鏡（ＳＴＭ／探針とサンプル間に流れる微小な「**トンネル電流**」を利用して表面形状を観察）、原子間力顕微鏡（ＡＦＭ／探針とサンプル間に生じる微小な「**原子間力**」を利用して表面形状を観察）、などが代表的なＳＰＭとなりますが、その進化はナノテクノロジーと歩調を合わせるように高度化の一途をたどっています。大きな特長としては

①三次元形状と物性の同時高倍率観察

②溶液中・真空中・大気中・低温・高温・加湿・

走査型プローブ顕微鏡（SPM）の基本的な原理

プローブと試料間に作用する様々な物理量を検出し、微小領域の表面形状観察、物性分析を行う顕微鏡の総称です。

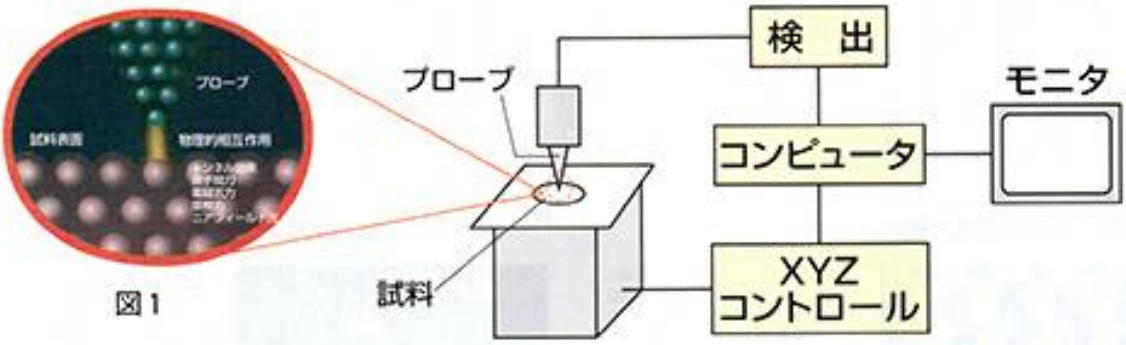


図１

図３　AFMの探針

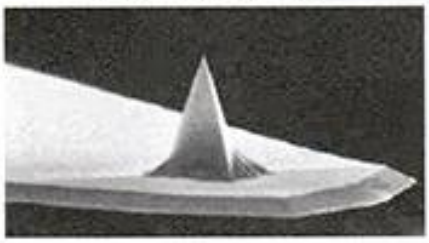
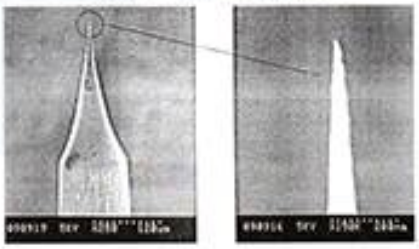


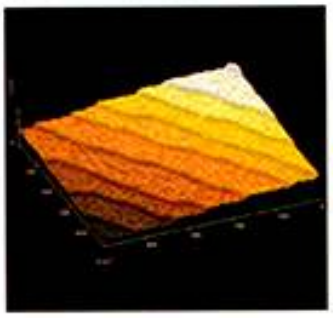
図２　STMの探針



左上の円内イラスト（図１）は、SPM（走査型プローブ顕微鏡）の試料測定の基本的な原理。SPMは鋭く尖った探針と、試料表面の間に働く物理的相互作用を利用して観察や測定、加工を行うが、利用する物理的作用（トンネル電流、原子間力、電磁気力、摩擦力、ニアフィールド光といった作用）の違いできまざまなSPMが開発されている。図２はSTM（走査型トンネル顕微鏡）のプローブ。タングステンや白金を研磨して作る。図３はAFM（原子間力顕微鏡）のプローブ。シリコンを素材にリソ加工して作られる。

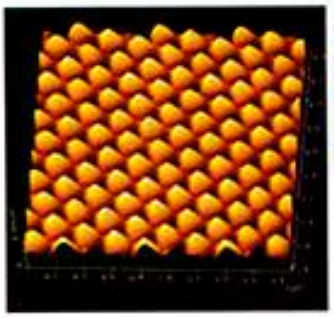
◇SPM（Scanning Prove Microscope）、STM（Scanning Tunnel Microscope）、AFM（Atomic Force Microscope）

シリコン単原子ステップ



シリコンの表面をSPMで観察した例。シリコン単原子のステップ構造が確認できる。1原子ステップの高さは0.3ナノメートル、テラスの幅は約50ナノメートル程度。SPMは表面の微小段差を感度よく観察できるので、基板や薄膜の形状評価や、表面粗さ計測に役立つ。

グラファイト原子像



平らな試料表面の凸凹を高精度に観察できるのが、SPMの大きな特徴。原子によっては1個の大きさが2オングストローム（1オングストローム＝0.1ナノメートル）のものもあり、その観察も実際行うことができる。写真の試料の凸凹のひとつひとつが、原子ひとつひとつを表す。

電場・磁場など、さまざまな環境下での測定が可能

③加工ができる

④コンパクトで比較的低価格

などをあげることができます。

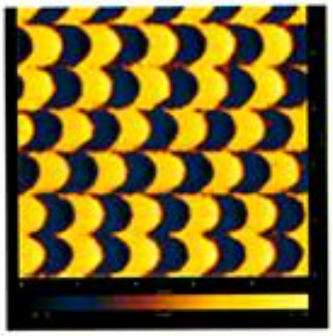
SII社は世界的なレベルを誇る精密機械加工技術をベースに一九八五年から電子技術総合研究所への技術協力というかたちでSTMの研究・開発に着手して以来、四年後の一九八九年にはSTMの商品化（SAM3000）に成功。その後も各種のフレーム機種（一七機種）および周辺機器の開発と市場へのリリースを展開してきました。

SPMその使い勝手と解像度

SPMではサンプルをどのように観察できるのか、また解像度や倍率はどのようなものかを紹介します。基本的には「形」のあるものなら、ほとんどどんなものでも測定することが可能です。とても平らなサンプル表面の、極めて微小な凹凸（原子1個分の高さ／オングストローム＝0.1nm単位）を高精度に測定することができるのです。また、ここがSPMの大きな特長なのですがオングストローム単位の形状と共に、表面の多彩な物理情報（光、磁気、電位、摩擦、硬度など）を画像化してアウトプットすることができます。倍率はサンプルによって異なりますが、千倍～数千万倍程度の倍率で観察することができます。

そしてもうひとつ大切な点は、SPMは大気中のみならず、ガス雰囲気中、真空中、あるいは溶液中などさまざまな環境で測定が可能ということです。他にもSPMのような高分解能の測定ができる手法としてSEM（電子顕微鏡）などがありますが、電子ビームを使用するため高真空という環境が要求されます。また、大気中や溶液中での観察では光学的手法がありますが、これは使用する光の波長以下の情報を得ることはできません。これらに対してSPMは鋭く尖った探針をサンプル表面に近づけ、探針サンプル間に作用するなんらかの物理量を検出し、探針サンプル間距離をコントロールすることさえ可能なら、環境を選ぶことなく測定することができます。機能を十分活用するための雰囲気やサンプル温度等の測定環境を自由に制御しながら測定することが可能という点こそが、他のナノメートル観察装置とSPMの決定的な違いです。わかりやすくいえば、その「使い勝手」こそが大きなアピールポイントである

光磁気ディスクの磁気力観察



SPMは試料の形状観察と同時に、試料表面の磁界分布を超高分解能で観察することもできる。写真のデータは光磁気ディスクを磁気観察した例。磁界変調方式に特徴的な三日月形の記録パターンが観察されている。

培養液中の染色体

SPMは、大気中のみならず、真空中、ガス雰囲気中、溶液中など、電子顕微鏡のように真空中での観測を絶対条件にしていない。つまり観察・測定環境を選ばないことも大きな特徴になっている。写真は、溶液中の染色体を観察したもの。シャーレの溶液中での観察も可能なのだ。また外部から磁場や通熱・冷却して試料を測定するという環境制御をしながらの測定も可能。

と考えています。使い勝手という点でさらにいえば、探針とサンプル表面に働くさまざまな物理的相互作用を検出し、その物理量の面分布を画像化するSPMは形状以外にもさまざまな測定をすることができます。代表的なものとしては、磁気力（MFM）、表面電位（KFM、SMM）、粘弾性（VE-AFM）などがあります。

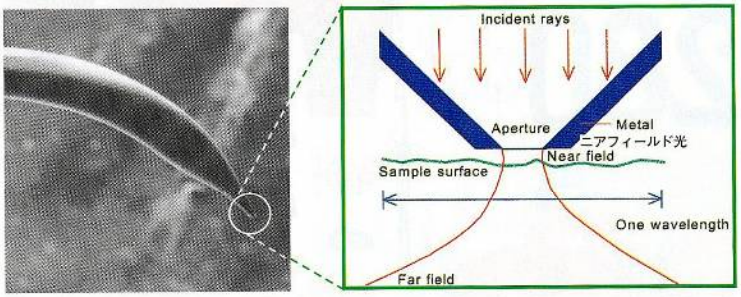
世界に先駆けて開発した光プローブ顕微鏡

次に、SIIが世界に先駆けて商品化したSNOAM（光プローブ顕微鏡）について紹介します。一般的な光学顕微鏡では、その分解能は利用する光の波長の半分程度です。例えば五〇〇ナノメートルの波長の光では二五〇ナノが観察の限界です。光が回折してしまうのがその理由です。しかし近年、波長に依存しないニアフィールド光（近接場光）を利用したSPMが開発され、従来より格段に高分解能な観察ができるようになりました。SIIでは精密技術を結集して、光ファイバーの最先端に極小開口部を設けてSPMプローブに加工。表面形状を観察しながら、ニアフィールド光を用いて透過像や蛍光像などの光学的な情報が得られるSNOAMを製品化しています。生体の細胞組織やDNAなどの観察装置として利用が進んでいるほか、ナノレベルの加工ツールとしても活躍が期待されています。

以上簡単ではありましたがSPMの概略を説明してきました。解説の中でもたびたび述べているように、SPMのシステムはここ数年さまざまなアプリケーションを実現する形で進化をつづけ、いまやナノテクノロジー一般に必要不可欠の装置となってきました。二一世紀を迎え、ナノテクを用いた「次世代半導体」「超高密度メモリ」「新素材」「ナノ製造技術」「バイオ」などの開発テーマが世界中で掲げられています。SIIではユーザーの要望に応え、これらをサポートするSPMの可能性をさらに広げて行きたいと考えています。

SNOAM（走査型光プローブ顕微鏡）

下図は、SPMの中で、ニアフィールド光（近接場光）の物理的相互作用を利用したSNOAMの探針の拡大図と観察の基本原理。ニアフィールド光が試料表面（Sample surface）に対してどのように作用しているかがわかる。



走査型プローブ顕微鏡の歴史

- 1981年　世界で初めてIBM・チューリッヒ研究所のDr.ビニッヒ、Dr.ローラー両氏によりSTM（走査型トンネル顕微鏡）による原子像観察（Si・7×7構造）に成功する。
- 1985年　IBM・チューリッヒ研究所のDr.ビニッヒ氏と、スタンフォード大学Dr.クエート氏によってAFM（原子間力顕微鏡）が開発される。
- 1986年　STMを開発したDr.ビニッヒ氏とDr.ローラー氏がノーベル物理学賞を受賞（このとき同時に電子顕微鏡を発明した（50年前）ルスカ氏も受賞する。
- 1986年　電子技術総合研究所において日本で初めて原子像観察（NbSe2）に成功する。SIIはこの時、装置開発で協力。

SIIのSPM開発の歴史

- 1985年　STMの研究開発を電子技術総合研究所の指導の下に開始。
- 1986年　日本初、STMの原子像観察に成功。
- 1989年　STM（SAM3000）を商品化。
- 1991年　AFM（SPI3600）を商品化
- 1993年　SPI3700を商品化
- 1996年　SPI3800を商品化
- 1998年　SPI3800Nを商品化
- 1999年　SPA500を商品化

SPMの開発者たち

科学機器事業部
技術一部技術二グループ課長
坂井文樹氏

科学機器事業部
技術一部技術二グループ係長
繁野雅次氏

「走査型プローブ顕微鏡は現在、30～40種類ぐらい開発されています。わが社でも約17種類のプローブ顕微鏡が商品化されています」と語るのは、日本の走査型トンネル顕微鏡開発を電総研とともに行ってきたSIIの坂井さんと繁野さん。いわゆるプローブ顕微鏡“育ての親”たちであり、2人によればSPMはまだ進化の途上にあるという。

デスクトップでの利用を可能にしたペイシックモデル　Nanopics1000

SPMのリファレンススタンダード SPI3800Nシリーズ

作物のお医者さん

日本を脅かす韓国IT農業

アジアの生鮮野菜市場は一大変革期を迎えようとしている。中国、台湾、ベトナム、フィリピン、インドネシア、そしてとりわけて、韓国、タイ、マレーシアの三国は国家戦略として農業の再構築をおこなおうとしている。その狙いはどこにあるのか？

PCセンター

●企業レポート
Environment
農業技術を活かす
Resource

アジア野菜市場の行方とPCセンターの未来

一〇兆円の市場を目指して

一九九七年、タイの通貨危機に発しアジアを蔽いつくした経済危機、日本はいまだに立ち直れないでいるが、危機をばねに国家政策として新たに農業に取り組んだ国々がある。韓国、タイ、マレーシアだが、いずれも農業を国家単位のビジネスとしてとらえ、なおかつターゲットに日本を選択した。

日本の消費者の野菜にたいする視線はアジアのなかでも最も厳しいはずだし、野菜という生鮮食品だけに二の足を踏むところだが、それでも日本であるのは、なによりも四兆円という日本の野菜市場規模があってのことだ。鮮度の問題は飛躍的な輸送技術の進歩で解決し、日本では生鮮野菜のおよそ一七%を輸入に負っているからだ。

マレーシアではマハティール首相、韓国ではキム・デジュン大統領がじきじきの指揮をとり、なかでも韓国の攻勢には目を見張るものがある。韓国農水省には日本輸出向け野菜の専用チームまで構成されているほどだ。いずれにせよ各国の世界市場戦略として、恰好の最初のターゲットが日本である。

キョンサン南道、プサン（釜山）、いま韓国では

では韓国では具体的にどのような国家戦略がとられているのだろう。なにしろ経済危機の一九九七年から二〇〇〇年にかけて、日本向け輸出量は約一四倍にも達しているのだから。

そしてプサンからキョンサン南道一帯にかけてミニトマト、パプリカ（ピーマンの一種）、トマト、きゅうり、いちごなどを生産する園芸施設、パイプハウスが輸出団地と呼ばれるほど広大な規模で立ち並んでいる。およそ五万ヘクタールの広さで日本とくらべても遜色はない。そのいずれも設立に際し、韓国政府が五〇%の補助をおこなっている。

国立の園芸研究所で、組織的に短

太陽光と外気温をセンサが感知して遮幕が開閉する

ソウル郊外に立地する温室群。1棟1000坪ある。
PCセンターとの提携が進められている

時間のうちに日本農業の成果を取りこみ、日本人の嗜好、消費者分析を綿密におこなったうえの、純粋に日本向け専用の野菜生産ハウスである。

たとえばミニトマトなら日本では糖度の高いものが好まれる傾向が歴然とあるが、品種をふくめ、すべての面で日本流の生産方式にのっとっている。日韓摩擦などといわれているにもかかわらず、それはいつの時代の話かと、なにか感動的なまでに日本野菜への同一化の欲望を感じるほどだ。四兆円とはいえ、その一七%の、野菜大国アメリカの取り分をひいたパイのなかでのシェア争い。だがかれらはあくまで高品質を掲げ、あくまで日本人の口にあう野菜を追求している。パイプハウスは法人化されており、そこにも農家を企業家としてとらえるという国家単位のビジネス戦略が介在しているが、各パイプハウスには三日に一回ほどのローテーションで園芸研究所の研究員が指導に訪れている。

またパプリカの生産には国と自治体からほぼ半額の補助をうけてガラスハウス温室を建設し、コンピュータ管理により温度、ならびに養分調節がおこなわれている。ここでも日本の市場ではオランダ産から韓国産へシフトしつつある。

インターネットで農家をつなぐ

だがただ生産するだけではない。日本の消費者の動向、スーパーの売れゆき調査はもちろんのこと、日本での野菜の価格変動をちくいちインターネットをつうじて各農家に配信し、情報を利用する農家はすでに一二万戸におよぶという。ここにもなにか若々しい息吹が感じられるが、かれらはさらに徹底している。「日本四大圏域別輸出戦略」なる三三〇頁という大冊の研究書を農家、輸出企業に配布し、日本にたいする情報分析を周知のものとしている。新しい産業形態であるにもかかわらず、あるいはそれゆえにこそ、「楽しくやろうぜ！」という掛け声がどこかから聞こえてきそうなのだ。

ところで若々しい攻勢であるだけに、また国家戦略でもあるがゆえに、日本の市場でミニトマト、トマト、ピーマンの価格下落という現象をも招いてしまう。わが国がいまだに不況のさなかであるというのも一因ではあるが、アジアの輸出野菜の大攻勢をうけ、各JAはセーフガード、輸入制限を国に申したてている。

とともに努力の末、たとえ低価格で生産できるとはいえ、価格崩壊がおきれば採算がとれないことは明白で、主力をパプリカへ、さらにいちご、きゅうり、ししとう、ズッキーニ等へと移行しつつあるのが現状だ。とにかく国をかけての一大プロジェクトなのだ。

Dr. Choi Won Kae（チェイ・ウォン・ゲイ教授）とPC農法

そのプロジェクトに深くかかわっているのが、現在、国立晋州産業大学・最高営農者教育院教授のチェイ氏である。また氏は全国農業技術者協会・農業技術研修院長も兼ねており、九州大学農学部大学院を修了し農学博士の肩書きをあわせもつ。まさに日本向け戦略をたてるにはうってつけの人物といえるが、ほかならぬチェイ氏こそがPC農法と深くかかわっているのだ。安部清悟氏は二〇〇〇年四月にすでに韓国に招請され、「輸出いちご高品質生産の新技術」と題された講演および討論をおこなっているが、以下に記すのは、チェイ氏がマレーシアの求めに応じて作成した二〇〇〇年一一月一一日付けの推薦状の日本語訳である。

「PC農法」韓国版
情報技術（IT）を駆使して、収穫量を飛躍的に向上する農法について解説。

私、Dr. Choi Won Kaeは、ビー・シー・センター所長　安部清悟氏に韓国へPC農法の手ほどきをして頂いたことに感謝しております。

●

PC技術を使用した結果、相当な収穫増加と標準的なハイクオリティー、ほとんど害虫問題もない結果を

えて、農業協会から二二〇をこえる韓国の農家を選び、法人として試験的にPC農法をおこなっております。

●

私は進歩可能なプロジェクトのまとめ役とモニターを任命しました。その一例はほかならぬ私自身の息子のとうがらし農場です。このきめの細かいハイクオリティー技術により、一〇〇%をこえる収穫増加と生産力に韓国での勝利をあたえます。

●

私はPC技術がこれからいくつもの国々が進歩するための農業規範となることを望み、なんの制限もなく、十分な自信とともに推薦いたします。

●

韓国は日本とくらべて気候条件ははるかに厳しく、とりわけ土壌が肥沃というわけでもない。アメリカや日本と同様に土壌に残存する硝酸態窒素の問題も当然かかえていると思われる。そうした条件のもと、とうがらしといえばキムチに欠かせない韓国を代表するといってもいい野菜に、率先してPC農法をもちいていることの意味は自ずと明らかであり、日本の野菜事情を知りつくした韓国であることがその成果を物語っている。もちろんマレーシアにも安部氏は招請され、PC農法が普及していることはいうまでもない。詳しくは本誌創刊号を参照して下さい。

ソウルの農農家に栽培指導する阿倍所長（左端）
その右隣がチェイ先生

プロフィール

PCセンター主宰
安部清悟

昭和27年　5月1日宮城県遠田郡涌谷大谷地に生まれる
昭和50年　短大卒業後涌谷に戻り農業に従事し、様々な研究・開発に取り組みピー・シー・センター（プラントクリニック）の活動に入る
平成2年　有限会社ピー・シー・センターを設立し、代表取締役に就任
平成3年　みやぎ農業・関連産業新展開方向策定委員会委員に委嘱される
平成11年　韓国の全国農業技術者協会の外国人技術顧問に委嘱される

オキシデーター水

作物の体の成分の約94%を占めるのは、酸素、水素、炭素であり、つまり構成成分の94%を肥料以外の水や空気から取り入れていることになる。肥料の5大要素とされる窒素、リン酸、カリ、カルシウム、マグネシウムなどは6%でしかなく、水は最も重要な要素である。だが農業用水には地下水、河川水、雨水をほとんどそのまま使用している。そこには当然さまざまな有機物、有害物質、病原菌がふくまれている。

では作物にとって「よい水」をいかに得るか。そこで安部氏が出会ったのが、オキシデーターである。過酸化物をもちい、純粋酸素と活性酸素を発生させる装置で、その活性酸素にはアオコの繁殖を防いだり、殺菌する作用がある。それにさらに改良を加え、活性酸素の供給をメインにしたものを作成。活性酸素自体は土壌の物質と反応し酸素、酸化物に変化するため弊害は生じない。また作物に害を及ぼすこともない。

日本を凌ぐ 携帯電話等の普及率

香港における携帯電話の普及率は、二〇〇〇年一二月の集計で七六%（全住民から見た場合）を超えていて、その数は日本を凌ぎ、北欧に次ぐ高い普及率だ。実際の台数は五二三万台で加入電話の三九五万台（五八%）を遥かに凌いでいる。また、インターネットは二七三万人に普及し四〇%を超えている。同じく日本と比較すると、日本は二一%なので約二倍の普及率となる。現在、日本は世界最先端のIT国家を五年以内に確立することを政府が掲げているが、このままでは香港を含む中国圏に対抗できるのか心配である。

現在の香港における電気通信の事情は香港域内において独占から競争すなわち、完全自由化の波の中で動いている。二〇〇〇年からは、新免許交付により従来の四社体制から優先五社、無線五社の一〇社体制になり全般的に競争が激化している。

また、国際通信では、国際ダイヤル通話、衛星、海底・地上ケーブル等様々な通信手段を利用する新規事業者に新たな免許が交付され、この新規事業者により今後三年間に約一

香港IT事情

Nature Interface レポート班

香港のITの動向はアジア全域での経済動向に影響を与えているといっても過言ではない。財務長官を座長に政策グループを組織化して事務局には専門科学者を配置し、実践的なハイテク政策を強力に推し進めるために新たな体制を人材確保やハイテク企業の育成に力を入れ、まず人材確保の点では、大学のカリキュラムも科学とビジネスの連携を意識したものを策定、本土からの科学・技術系の人材の受け入れも積極的におこない、企業育成の点では、米国のシリコン・バレーと密接な関係を構築。資金面では、総額50億ドルの予算を持つ「革新と技術のための基金」を設る。

●企業レポート
Environment
情報技術を活かす
Resource

○○億ドルの投資が行われる予定であり、香港がアジア太平洋地域のインターネット・ハブ（基地）となるためのインフラの整備拡充に拍車がかかる事となる。

香港のITを牽引するPCCW

香港の新興インタネット企業のPCCW（パシフィック・センチュリー・サイバーワークス）は二〇〇〇年一月に香港最大の通信企業C&WHKT（ケーブル・アンド・ワイヤレス・ホンコン・テレコム）を約四兆二千億円で買収した。C&WHKTは一万三千人の規模の企業で、対するPCCWは四〇〇人。このことは、「蛇が象を飲んだ」と称され、香港のITの牽引役としてのPCCWを大きく印象付けている。このPCCWの総帥李沢楷氏は長江実業グループの創立者の李氏の次男である。長江実業グループの電気通信部門はハチソンであり、ハチソンは香港における携帯電話部門のトップ企業である。このハチソンに日本のNTTドコモが約四三〇億円の出資を行い株式の一九%を獲得したのは大きく報じられたので記憶に新しいと思われる。今後、このハチソンを率いる長江実業グループとPCCWが提携してIT化に拍車をかけるのか、それとも独立して進むのかに注目の的である。

現在、PCCWは香港特別行政区政府が進めるサイバーポート計画での唯一の民間推進主体であり、昨年の五月に正式に契約をしている。

ハイテク基地を目指す香港の課題

以上のようにめまぐるしい動きの中で確実にITを中心にした躍進を目指している香港はアジアと世界におけるハイテクの基地たらんとしているが、シンガポールや台湾ではすでに電子関連のハイテク産業が主力産業として成長しているし、アジア通貨危機以降はマレーシア、フィリピン、タイなどもハイテク志向を強めているのでアジアにおける主導権をめぐる争いは香港だけの独走をそう簡単には許さない状況だ。それに加えて、中国本国との競争となる可能性もあるので、それらを調整できる政策が求められているともいえる。

また、香港自身はハイテク産業の歴史が浅いので、政策の推進と共に技術者や生産管理者の獲得を図る必要が出るだろう。

ただし、香港の整備された社会インフラ、金融・法律、会計等の高度なサービスや中国という広大な後背地などは周辺のアジア諸国と比べて格段に有利な条件ではある。

	香　港(2000.12現在)	日　本
加入電話	395万(58%)	5,856万(46%)(99.3現在)
携帯電話	523万(76%)	6,388万(50%)(2000.12現在) 携帯電話5801万(46%) PHS　588万(5%)
インターネット	273万(40%)	2,706万(21%)(99.12現在) 他2,687万が携帯利用(2000.12)

携帯電話：約523万加入（2000年12月末）
（ﾌﾟﾘﾍﾟｲﾄSIM利用者数（106万）を含む。）
固定電話加入数（約395万）を大きく上回る。
（6事業者）1PCCW-HKTCSL 2ﾊﾁｿﾝﾃﾚﾌｫﾝ 3ｽﾏｰﾄｺﾐｭﾆｹｰｼｮﾝｽﾞ 4ｴﾋﾞｰﾌﾞﾙｽﾃﾚﾌｫﾝ 5ﾆｭｰｳｪｰﾌﾞ PCS 6ﾎﾝｸﾞｺﾝｺﾐｭﾆｹｰｼｮﾝｽﾞ

インターネット
2000年12月現在、約273万加入（対人口普及率約40%）（うち1Mbps以上のブロードバンド・アクセス利用者は39万2千）。99年3月の99万加入から急速に拡大（ブロードバンドも2000年2月の約5万1千から急拡大）。プロバイダー229社（2000年10月末）。

香港「サイバーポート」計画概要

1　概要

香港島南西部のポックフラムのテレグラフ・ベイ地区にマルチメディア産業の一大拠点を建設する構想。24ヘクタールの敷地に総費用160億香港ドルをかけて最先端の情報通信インフラを整備し、情報通信関連外国企業を誘致。

第1期は2001年／2002年早期に完成の予定。以降3期に分けて建設を進め、サイバーポート部分は2003年、住宅部分は2007年完成予定。同計画により16000人の雇用創出効果が見込まれている。

1999年9月から基礎工事を開始。2000年5月、香港政府とパシフィック・センチュリー・サイバーワークス（PCCW）が正式契約締結。

2　参加予定企業

マイクロソフト/ヒューレット・パッカード/IBM/オラクル/ヤフー
サイベース/ソフトバンク（日本）/光通信（日本）/フア・ウェイ（中国）
PCCW（民間推進主体）

上記に加えて30以上の大・中規模企業、100社以上の小規模企業の参加を期待。現在までに155社が入居希望登録を提出しており、第1期完成に向け、2002年初頭までに入居企業を審査の上選出予定。

溝幅1μm・深さ50μmの最新技術

株式会社デンソーは、このほど基礎研究所で、シリコン基板上にマイクロモータ、マイクロミラー等の微小電気機械システム（MEMS）を立体的に形成するための新規な多段エッチング技術を開発した。

この技術はシリコン基板に細い溝を深く形成するもので、溝の深さと幅の寸法比（アスペクト比）を大きくできることがポイントである。

一般にシリコンは深く掘るにつれて横方向にも削られるという問題があるため、アスペクト比25以上を深堀りする技術が無いのが現状であった。

今回、酸化性プラズマと非酸化性プラズマの組み合わせにより横方向に削られることを抑制できるという知見を見出した。

開発した多段エッチング技術はこれらの条件の最適化を図り、溝の側壁に特殊な保護膜を施し深さ方向のみの加工を進める方式といえる。

保護膜を形成する工程と深堀りを進める工程を繰り返す即ち多段に加工を行うことで、原理的には永続的な深堀りを行える。

しかしながら、深堀りが進むに伴いプラズマの供給が減少するため、現在のところ溝幅1μmで深さ50μm（アスペクト比50）まで加工できることを確認した。

この技術は次世代のMEMSデバイスとなるアクチュエータ（モータ等）、センサはもちろんのこと、微量液体分析用のマイクロ流路、可変マイクロキャパシタなどの加工に活用できる。

シリコンウエハ上に厚さ2μm、直径数100μmで静電気力を利用して駆動させるマイクロモータなどを製作した報告例があるが、トルクが小さいという問題があった。

今回の技術を適用することで厚さが大幅に増加し静電気力が大きくとれるようになるため、同じ直径で25倍のトルクを得ることができるようになる。

1μm
50μm

MEMS
Micro Electro Mechanical Systems
微少電気機械システム

モノづくり不思議教室

削る

世界一のシリコン深堀り加工技術を開発

株式会社デンソー

●企業レポート
Environment
環境資源を活かす
Resource

大吟醸「尾瀬のあわ雪」

酒米の王者、山田錦と、利根川の名水で仕上げた芸術品

＊全国清酒鑑評会金賞受賞

（七二〇ml 三二〇四円）

吟醸酒「利根錦」

華やかな香りを押さえ、本来の旨みと食材の味を損なわない逸品

（五〇〇ml 一〇〇〇円）

本醸造原酒「利根錦」

口中に独特な香味と重厚な香りが広がる辛口の傑作

（一八〇〇ml 二七一九円）

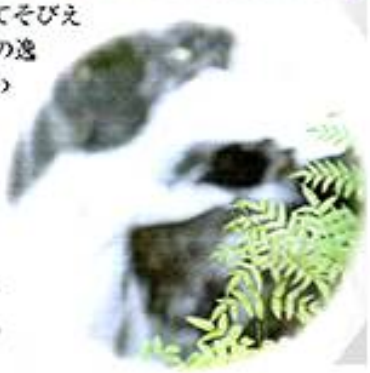
株式会社 永井本家
〒378-0074 群馬県沼田市下発知町703
TEL/0278-23-9118

●一輪の花、一会の酒"利根錦"

北に標高2000メートル級の山々が連なる谷川連峰、東には利根川との峡谷を隔ててそびえる武尊山、北東に自然の宝庫で知られる尾瀬。まさに自然の恵みから生まれた手作りの逸品"利根錦"。奥利根の名水と、酒米の王者と謳われる山田錦を使用したその深い味わい、米の旨みとふくらみのある香りは、まさしく米と水の良さを十分熟知した杜氏の心技の極致である。

最高の米と名水を使用した大吟醸"利根錦"は、フルーティな香りを漂わせながら、米の旨みとふくらみのある幅広い味わいを引き出す。"尾瀬のあわ雪"は、尾瀬に降り積もったあわ雪をイメージした清楚な味わい。香り控えめながら、酒本来の旨みを存分に引き出し、食材の味を引き立たせる。重厚な香りとキリッとしまった味わいを好む辛口派には、原酒がおすすめ。天狗や樽風の一風変わった陶器入りも趣がある。

自然の中で育まれた逸品の数々。是非一度お楽しみ頂きたい。



音楽を聴くこととメールを読むことが手の平の上でできる、ポケットに入れて持ち運びできるのが今ではあたりまえとなりつつある。今回は、そのようなポケットPCと、今後の製品を支える新商品を紹介する。

ウェアラブルコンピュータ図鑑

音楽を聴きながらメールを読める携帯情報端末

カシオ

カシオペア E-700

最新のOSと32MBのメモリを搭載しているため、動画の再生はもちろん、音楽を聴きながらメールを読むこともできる高性能の携帯端末だ。メールやインターネットだけでなく、Microsoft Pocket Word やMicrosoft Pocket Excelなどのソフトも搭載してあり、ビジネスにもおおいに活用できる。濃紺とシルバーのツートンカラーで、スタイリッシュなデザインとなっている。

DATA

CPU	VR4122(150MHz)
OS	Microsoft®Windows®CE 3.0
メモリ	ROM／32MB　RAM／32MB
表示	液晶／横240×縦320ドット、ハイパーアモルファスシリコンTFTカラー液晶、65,536色、タッチパネル
インタフェイス	シリアル通信／RS-232C接続、USB接続、デジタル携帯電話(PDC/cdmaOne*)接続、PHS接続 *cdmaOneには10月対応予定 カードスロット／SDメモリーカードスロット(MMCも可)×1 赤外線通信／IrDA ver 1.2準拠、通信距離：20cm以下、　通信速度：最大115.2Kbps
サウンド	入力／内蔵マイク(モノラル) 出力／内蔵スピーカー(モノラル)、ヘッドフォンジャック(ステレオ)
電源	メイン電源／専用リチウムイオン充電池(充電時間：約4～5時間)　付属ACアダプタ バックアップ用／CR2032×1
電池寿命	メイン電源／約7時間(動作1分、表示10分を繰り返した場合) バックアップ用／約5年(充電を促す警告メッセージのたびに、すぐにメイン電池を充電した場合)
付属品	クレードル(USB ケーブル付属)、電池(リチウムイオン充電池、CR2032)、ACアダプタ、CD-ROM(カシオ版、マイクロソフト版)、スタイラス(ペン)、ソフトケース

内蔵型1.8型磁気ディスク装置

東芝

MK1002GAH（10GB）
MK5002MAL（5GB）

内蔵型1.8型磁気ディスク装置で、5GBと10GBの大容量。しかも、内蔵に適した小型コネクタを採用したため、5GBで厚さ5mm、10GBで厚さ8mmという薄さが実現した。低消費電力と静音性も考えられており、これからさまざまなPCやPDA、カーナヴィやデジタル家電など、幅広い用途に使用されることが見込まれている。

DATA

	MK5002MAL	MK1002GAH
記憶容量	5.00TGB	10.01KGB
装置外形（H×W×D）	5.0×54.0×78.5mm	8.0×54.0×78.5mm
ディスク枚数	1枚	2枚
ヘッド数	2個	4個
回転数	4,200rpm	
平均シーク時間	15ms	
データ転送速度	66.7MB/秒	
電源電圧	3.3V	

	MK5002MAL	MK1002GAH
消費電力／平均リードライト時	1.3W	
平均ローパワーアイドル時	0.5W	
エネルギー消費効率（省エネ法による）	0.10w/GB（区分名：D）	0.05W/GB（区分名：E）
インタフェイス	ATA-5	
バッファサイズ	1024KB	
質量	50g	60g
耐衝撃性／動作時（2ms）	1,960m/s²(200G)	
非動作時（1ms）	9,800m/s²(1,000G)	
騒音／アイドル時	平均22dB、最大26dB	

『ウェアラブルへの挑戦』

桜生 流◆著

工業調査会／2001年1月／2100円＋税

ウェアラブルな情報装置といえば、昔の日本で、懐に入ったり、腰にぶら提げたりできる小さな携帯用そろばん（計算）や、矢立て（筆記用具だが、懐紙に書きとめるのだから記憶装置ともいえる）などがあったが、完成された形態といえるものは、腕にはめる形の腕時計であろう。

時刻情報の日時計や水時計、時間情報の香時計、線香時計などから、機械時計、ゼンマイによる駆動装置や振り子の等速性を利用した調速装置、さらにはテンプなどによって携帯可能な大きさの懐中時計から、手首に留める腕時計へと進化していった。この、手首に留めるブレスレット型は、大変利用しやすく、ウェアラブル情報機器の一つの典型的な形態といえよう。腕時計はさらに水晶振動子の利用や、低電圧作動のLSI、液晶表示、電池の高性能化、ステップモーター、小型歯車伝導装置などによって究極に近い小型化が追求されるとともに、単なる時間情報だけでなく、血圧測定、脈拍測定、カロリー計算など健康指向機能、あるいは電話番号、FMポケベル受信機能を持つビジネス指向機能など、いろいろな機能性を組み込んだマルチメディア情報端末装置となった。

このような時計の進化を見ても判るように、諸技術の進歩による情報装置のマイクロ化によって、計算、記憶、通信、映像撮影などの機能をもつ情報装置が、次々にウェアラブルサイズとなると、今まで利用できなかった情報が即時に利用可能となるようになった。たとえば、情報の受け手としての装置から、情報の発信源としての装置として、健康管理、物流管理、自然環境のモニタリング、野生動物の研究などのネイチャーインタフェイスなどなど、多くの面での開発が行われ、期待されるようになってきた。

さらには、人間の感覚情報を補完するバイオネットシステムへの展開も期待されている。ウェアラブルは身体外部に装着する装置であるが、さらに一歩進めて、体内に埋め込んで情報を提供し、あるいは身体に情報、指令を提供する装置へと進化しつつある。心臓のペースメーカーは既に多くの人の体内で活動しているが、さらにインスリンなどのホルモン分泌システムの自動化なども近いうちに実現するだろう。また、欠損した情報機能、たとえば視力を欠く人のための小型テレビの情報を後頭葉に埋め込まれた電極に送って刺激し、欠けている視力情報を補完する。あるいは、切断された手足の切断面から神経伝達微電流を取り出し、その指令に従って動く義手や義足の開発も進められている。また、海洋や河川などの水質変化、地磁気や地盤の変化やずれ、大気汚染に対する情報など自然環境の情報、生体情報のモニタリングによる快適空間の実現、さらにはインターネットとモバイル、ウェアラブル端末、センサ制御機器を組み合わせた個々の建築物や地下敷設設備の情報を基にした都市の管理などのGISサービス、農業、工業などの生産環境、交通、流通などの管理など、多くの情報を入手し、管理する新しい情報産業の開発段階に来ている。

このようにウェアラブル情報機器は、単に携帯可能という段階を超えて、自然環境のモニタリングや地盤のずれ、地磁気の変化などへの応用や、人体内への埋め込み、野生動物への装着など超小型化へ発展しつつあるが、この前途の大きな、しかもきわめて多方面に影響を及ぼす情報端末機器の歴史と現況と関連技術、さらには将来にわたる紹介を、マイクロ情報端末の開発現場の経験を持つ筆者は豊にして簡潔にまとめあげている。ある意味では、あらゆる方面に深い関連のあるウェアラブル情報端末機器であるだけに、興味を持たれる方々も多いだろうが、その期待に十分こたえられる内容となっている。

者の筆はさらにダムや分水路など人工構造物の具体的な功罪に及ぶ。例えば、ダムの貯水池に繁殖するある種の細菌は、水没した土壌中の水銀を魚が摂り込めるかたちに変え、水銀濃度は食物連鎖によって次第に濃縮される、という話など、先ごろ「脱ダム宣言」を発表して議論を呼んでいる田中康夫・長野県知事の決定に大きな力を与えることになるだろう。

もっと素朴な疑問への回答もある。例えば、川はなぜ蛇行するのか。その説明にはいささか難しい理論の説明が使われるが、そのなかにも「自然は科学的法則に従わない」という著者の自然観が述べられている。

20世紀の素朴な科学主義から、私たちは多くの犠牲と痛みとともに、遠か遠くにきてしまったと感じさせる水の本である。（野田真智子）

『科学にわからないことがある理由』

不可能の起源

ジョン・D・バロウ◆著　松浦俊輔訳

青土社／2000年5月／2,800円＋税

著者の専門は宇宙論を中心とする数理物理学で、ケンブリッジ大学教授。宇宙論においての人間原理という概念を提唱しているが、本書はその前提となる「科学の限界と限界の科学」（原題）を人間・文化論的、技術的、宇宙論的、時間論的視点などをとおして科学論の素人も興味をもつほどには面白く論じられている。

たとえば「困難な問題」という章では、たえず最短距離を行かねばならない「巡回セールスマン」が登場し、現実ではありえないにしろ３０３８か所を最小の距離で移動する経路を発見するのに、コンピュータでさえ一年半かかったという。

つまりより現実的ではなくなるわけだが、こうして原理的に解けない課題と実際上は解けない課題との区別がはかならぬコンピュータで明らかにされる。解くために非現実な時間を要するからで、こうした不可能性を通過しつついつのまにかぼくらは「ゲーデルの定理」にまで導かれるだろう。

不可能あるいはわからないことがあるうちは科学にとって華かもしれない。

事態を混乱させるだけの現在のいわゆる決定論的な「原理主義」をふくめ、あらゆる決定論からは遠く離れていられるにちがいないからだ。

『改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物』

［植物Ⅱ（維管束植物以外）］

環境庁自然保護局野生生物課編

(財)自然環境研究センター　2000年12月／3,600円＋税

宅地化や道路建設、ダム開発など、人の手によって自然が失われている。キノコやコケ、藻類などが分布する雑木林も消えつつある。本書は絶滅危惧植物の生育状況をまとめたレッドデータブック。データとしてだけでなく、ウスキキヌガサダケをはじめとするカラー写真が楽しませてくれる。

蘚苔類１８０、藻類47、地衣類48、菌類91、合計３６６分類を網羅し、中には野生絶滅種37種も収録されている。昨年、草木やシダ類などの維管束植物を対象とした「植物１」が発行されているので、今回の刊行で日本の植物分野のレッドデータブックが完結したことになる。

植物が生存できない環境は、人にとってもいいはずがない。環境保全の掛け声はあちこちであがっているが、どこまで自然環境が破壊されているのかを認知しておくことが必要だろう。その点でも、「レッドデータブック」は日本の植物が置かれている現況を知る貴重な資料だ。

『現代科学論』

科学をとらえ直そう

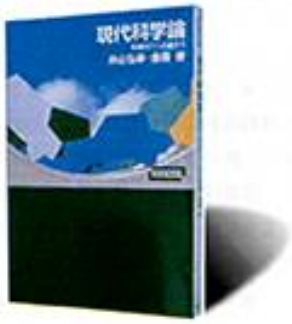
井出弘幸・金森修◆著

新曜社／2000年11月／2,200円＋税

いったいわれわれはどのくらいの科学用語をとりあえずでも知っていれば、すくなくとも普通の新聞・雑誌くらいは読みこなせるだろう？　なにも縦横無尽に駆使したいというのではない。たとえいくら科学の時代とはいえ疎外感を味わうことなく読みすすめるには？　そうした不安に応えるように、それとも見透かすように登場したのが本書で「科学はわれわれの生活に、何をもたらすか？」をコンセプトに２８のキーワードで科学をとらえ直そうと試みている。

さらにその視点にはメタサイエンスが標榜され、メタサイエンスとは科学について語る言説の総称だという。その限りにおいての科学論だが、それゆえ科学社会学、科学哲学、科学史と同調しつつも一体化はしない、より総合的な領域をめざしている。とするなら、なおさらわれわれにはうってつけではないか。

第一部は歴史的視点から、第二部は現代科学論への招待からなり、科学革命からエコロジーの闘争まで、一読すれば現代科学のトポロジーを概観できるだろう。ただし用語にかんしていえば、メタであるだけにそれほど詰めこまれてはいない。逆にいうなら出発点にはたてるだろう。



『カラス、どこが悪い!?』

樋口広芳・森下英美子◆著

小学館文庫／2000年9月／476円＋税

都会の動物の害といえば、ネズミを別にすれば「寺の屋根をフンで汚すハト」「下水道に生息する伝説の巨大ワニ」「ペット禁止のマンションで夜うるさいチワワ」など杜撰に飼われたペットの害だと思っていた。ところがここに日本の高度経済成長と増加するゴミの量とともにどんどん増えていった恐るべき生物がいた――カラス。シェアリングアース協会の推定では十年前、東京二三区内に生息するカラス（主にハシブトガラス）の数は二万羽だったが、その後もカラスは増える一方。都の野生動物対策連絡会では現在の三分の一に減少させる対策を検討している。

都会での鳥害の主なものというと人への攻撃（意外なことにあの鋭い嘴でではなく、後ろから飛んできて人の後頭部を脚で一撃するのだという）や生ゴミの散らかしもあるが、鉄塔の巣造りで停電を起こす電力事故と線路への置き石や架線接触、列車や航空機への衝突事故など交通機関のトラブルが一番被害総額が大きくなる。

しかし、それもこれも脆弱な都市のありかたに問題があり、カラスを増やしたのも人間なら、何より増えすぎているのは人間自身と己の処理能力を超えたゴミだという認識が今の社会には抜けている。「カラス、どこが悪い！？」という本書のタイトルは挑発的だがカラスの行動調査をする二人の著者の提言はあくまで実際的、そして問題の根底となるものを指摘して止まない。

『からだに良い水、悪い水』

藤田紘一郎◆著

小学館文庫／2000年2月／495円＋税

「水道の水で産湯をつかった」というのが昔の江戸っ子のご自慢。昔も今も水の質や味にこだわっていられるというのはお気楽極楽な状態なのだろう。

世界人口の七〇％が飲料水の確保が容易でない生活といい、本書に紹介される各国の厳しい水事情。その水を水源から汲んでくるのはどの国もたいてい女性の仕事だ。「人は水汲みをするために生まれてくるのではない」というポスターがあるが、やっと重労働で得た水も非衛生的。そんな現状を知った東京都の祥島中学生徒の集めた八万六千円を民間機関に託してネグロス島に送ったら、見事にマグスンガイ村の三百人の子供が利用できる水道がひけた。同じ頃日本政府が三十億円出資してフィリピンに建設した井戸二百本は汲み上げポンプの電気代がかかりすぎ、その後八本しか稼動していないとか。また上下水道の整備より人工衛星を打ち上げる方が先という国では、水道水からポリオの流行してやっと重い御腰をあげたイスラエルのように「何とか飲めりゃ」状態を抜け出す日は遠い。

などと他国の水事情の心配をするよりも日本は今でも「水が安心して飲める国」か？家庭でおいしい水を飲むにはどうすればいいか？続きは読んでのお楽み。

『海洋ニッポン』

未知の領域に挑む人びと

足立倫行◆著

岩波書店／2000年12月／2,200円＋税

１９８４年、日本海の人と風土をルポして「日本海のイカ」を著した著者が、15年を経て再び海と向き合った。

三番瀬の保全運動と東京湾の現状、プレジャーボートなど放置船の陸揚げ作業・廃棄とマリンレジャーの実態、伊良部町からソロモン諸島へ出漁するカツオ漁と水産社会学研究、水深200メートル

以深の海水で60種類以上の微量元素を含む海洋深層水の真相、大食漢のクジラの栄養量は世界中の漁業生産量の約３から６倍に達するという最近わかったデータや捕鯨論争の状況、どこで誕生するか未だにわからないウナギの人工飼育研究、クラゲが人気の水族館や魚介類に触れるタッチングプールのある水族館、地球環境の変動現象解明が進む深海底探査……など。変り種では、退職後、“海を走るメルセデス”と呼ばれるを買って、地中海旅行の夢を果たした羨ましい話も登場する。

さまざまのシーンで海に生きる人々から引き出された情報は、まさに息づいている。

著者は言う。「この国が絶れもなく海に囲まれた島国であること、現代の日本人と海洋との関わりが意外に多用であること、その関わり方に情熱を燃やす個人がかなり多いこと」を理解してほしいと。

『水の自然誌』

Fresh Water

E・C・ピルー◆著　吉車亮子◆訳

河出書房新社／2001年2月／2,400円＋税

すべての生命を育んだ水。身近にありながら、意外に私たちはその実像を知らない。「生物は水に依存しているが、水は生物に依存してはいない」という著者は、カナダの科学者、ナチュラリストであり、元教授。同書では地下水や小川、湖や河川など、淡水の不思議を語っている。著

高校を卒業するまで、教室で彼女に会うことはなかった。しかし、校庭や廊下ですれ違うと、必ず声を掛けてくれ、何故か私の最新情報を手にいれていた。「この間の中間試験すごかったわね」。例え、20点や30点を取っても必ず褒めてくれた。私もいつしかこの人に褒めてもらいたい、この人を喜ばしたいと勉強にも力が入った。彼女はどんなにささやかな進歩をも見逃さなかった。そして、必ず"褒める"のだった。

とうとう、大学入試までも"このシスターのためにも、……と力が出た。

どこかで、必ず自分の努力を認めてくれる人がいると思えるのは、勇気と喜びを与えてくれる。

入学が決まった時に彼女が喜びのあまりに流した涙は"本物"と胸を熱くした。

進学し、後に社会に出てから、ますますシスターに対する感謝の気持ちは大きくなり、折りに触れてはいつも周囲の人に話っていた。

卒業して、20年ほど経ったある日、電話があった。

シスターからだった。びっくりした。20年間一度もお会いする機会はなかった。「永い間、台湾に赴任していたけど、今度用があって帰国し、実は明日またもどらなければならないの。あなたが、いつも私に感謝していることを、風の便りに聞き、どうしても声が聞きたくって、お電話したの」。

即、会いに行った。

年はとっておられたが、変わらない笑顔だった。

彼女はしんみりとこう言った。

「私は、あなたに謝りたいの。自分が永い間外国に暮らしてみて、初めてあの時のあなたの気持ちがわかったようです。充分に理解してあげられずに、教育者として今は恥ずかしいです。つらい想いが随分あったことでしょう。ごめんなんさいね……。ずっと胸につかえていた気持ちを伝えることが出来て本当によかったです。今後、世界の何処に行っても、あなたと御家族の幸せを祈り続けたいと思います」。

私はこの人にだけは充分に理解されていたし、多くの勇気ももらったというのに、この謙虚さにまた新しく教えられ、彼女に永年感謝していて良かったと思いながら帰宅した。

心は暖かかった。

一人の人間にこれほどの"勇気"と"感謝"の気持ちを与えたこの人こそ、真の教育者だったと思う。今の時代では信じがたい苦労が学校側にはあったようだ。

今日、コンピューターが自由自在に行き交う世界で"情報"と"技術"と"心"が一体化すれば、大切なものを見失わずに済むと思う。

また、日本を担う若者の一人でも多くがこのような"本物"の"心に響く"先生と出逢ってほしいと祈らずにはいられない。

出逢い

竹内　和子

インターネットやeメールの普及で、遠い国の人々がまるで同じ町に住んでいるような錯覚に陥ることがよくある。情報は即入手でき、感動までも共有出来る。お陰で普段着で世界に飛び出し、構えることなく他民族と対話でき、過去の多くの誤解や思いこみは民間レベルでも解決されることが増えた。他方、新たな意識の相違も発見出来るようになった。

今日の"帰国子女"と呼ばれる多くの人々が異文化を上手に取り入れ、日本社会の中に溶けこんでいるのは嬉しい。迎え入れる日本社会もここ数十年で彼らへの理解が全く変わった。これも情報社会のお陰。

しかし、今から４０年程前、事情は想像出来ない程違った。

まだ"帰国子女"という言葉が一般的でなかったこの時代、私はドイツからほとんど日本語が出来ない状態で帰国した。勿論、当時現地には日本人学校も日本食レストランもなかった。連日、日本から訪れる方々の接待で両親はてんてこ舞い。子供に正しい日本語を教えている暇などなく年月は過ぎ、子供にとって必要な情報も日本から入らず、いつしか頭の中はドイツ語に占領されていた。

帰国して最初の担任のスール・ユーカリスチアは日本人のシスターだった。"日本語が出来ない生徒"を扱うマニュアルや情報、経験もなく、彼女は手探りの毎日だったに違いない。日本語にローマ字でふりがなをつけた原稿用紙を３枚手渡された。"意味"はわからないが毎日の指導で"読む"ことはできる様になった。

ある日、講堂の舞台に連れていかれた。カーテンの蔭で原稿を読むよう言われた。何のためにそのようなことをしているのかは全く理解できないまま、毎日残され、特訓は行われた。厳しかった。

例えば、"～して祝された"はローマ字で読んでいる私にはどこで切っていいのかわからず、"～し、てしゅく、された"となる。"てしゅく"という日本語があると思っていた。

「ほら、ほら、違うでしょう？そこは切らないの」。

そんなことを言われても、内容が全くちんぷんかんぷんの"外国語"を読む身にもなってほしいと思った。しかし、私は自分の気持ちや疑問を相手に伝える手段が未熟だった。シスターは太っていて汗かきだった。ハンカチ片手に真っ赤な顔をし、汗を拭き拭き、1行読んでは繰り返させるという地道な作業を根気強く続けた。たった半枚の原稿用紙を読むのにいったいどれほどの時間がかかっただろうか。

そこで、シスターも工夫してきた。ローマ字の間に"線"を入れてくれた。区切りがはっきりした。これは分かり易く私もすっかり気にいった。作業は急にスムーズになった。言葉のリズムがつかめる様になった。約2時間かけての通学中、電車の中でその日に習ったリズムを忘れないようにと頭の中で繰り返し練習した。しかし、4回も乗り換えをする電車は無事に駅を間違えないようにするのが一仕事。混雑で親切な車内アナウンスなどは全く聞き取れない。ホームの漢字の駅名も読めない。ローマ字の駅名を目を凝らして探し、間違えないようにと緊張した。いつもドアの前に立ち、駅名に目をやりながらリズムの練習をした記憶だけは今でも残っている。

理解できずに、内容にもついていけない授業が終わると、毎日のように行われた放課後の特訓。帰国して半月も経たない頃の事だった。

シスターとの二人三脚のお陰で、ほどなく間違いなく読めるようになった。

「暗記していらっしゃい」。

「……あんき？」

「憶えるのです」

「……？」

「こうして、紙を見ないで言うの」

なるほど！

出来るかもしれないと思った。特訓のお陰で、すでに随分"暗記"していたのである。勿論内容などは理解出来ていない。ただリズムを憶えたのだ。

紙を見ないで、舞台の上からシスターに話しかけるように言葉を発すると、それまで気もつかなかった彼女の目や表情が身近に見えるようになった。私をすっぽり包んでいてくださる様で大きな安心感の中にいた。この人に自分は理解されていると実感した。

一週間後、学芸会が行われた。

私が暗記していたのは、英語劇"眠れる森の美女"の日本語ナレーションだった。当日舞台に立つと、「日本に帰国したばかりの、日本語も出来ない生徒が毎日、毎日練習しました」と異例ともいえるような紹介を観客にしてくれて私は登場した。場内はシーンと静まり返っていた。

間違えたのか、それとも間違えずに言えたのかは全く記憶にもない。

ただ、割れんばかりの温かい拍手をはっきりと覚えた。自分の日本語が観客に通じたと実感した。

「よかったわね。よかったわね」。涙をいっぱい浮かべたシスターは舞台裏で迎えてくれた。

ずっと後年になって知ることとなったが、実はこのナレーターの役にはすでに決まった生徒がいた。シスターが急きょ帰国子女の編入生に役を振り替えたのだ。生徒全員が舞台でなにかしらの役を演じていたが、ナレーターはその全員に耳を傾けてもらえる大役だったのである。

このお陰で学年にスムーズに溶け込め、以後日本での学校生活にも自信がもてるようになった。シスターは授業中どんなにささやかな疑問にも丁寧に答えてくれ、毎日新しい発見のある学校に通うことが本当に楽しかった。

一年が過ぎ、担任は変わった。以後、

四月の魚

1993.4.12. 12:00 a.m. 息子生まれる

〈Poisson d'avril〉に　なりそこねたね
二時間も遅刻して生まれてきたから
君は　ただの魚
けれど　今はそれでいい

分娩室は　暗い水の底
さっきまで　のたり苦しんでいた　たくさんの稚魚たちも
みんな　どこかへ行ってしまった

静かだ

あの引き裂かれる痛みの時
母の意識の海を
分裂しかけのバクテリアが　漂っていった
ちぎれた後も
全く同じ（に見える）　二つの個体
先に朽ちてゆくのは　どちらなのだろう

ヒトではなく
魚でもなく
原生の生命であればよかった

いたみも
たぶん　母体であることも覚えずに
ふたつに　ふたつに
ちぎれてゆけばよいのだから

羊膜に包まれた海の中で、
君は
ひとつの細胞から
ヒトへと向かう進化を　軽々とやってのけながら
最初の卵割の瞬間には
〈こうなってゆく自分〉がわかっていたの

もうすぐ朝がきて　この部屋は浮上し
母がヒトに戻らねばならない時間がくる
君にも
人間にならねばならぬ時が　やってくる

註……Poisson d'avrilとは、
仏語でエイプリル・フール
のこと。本来の意味は〈四月の魚〉。

葉久美子

水の因果

山田久美子

意識が戻るとナウシカは地の底の空洞に横たわっていた。そこには浄らかな水を湛えた地下の湖が広がり、傍らにはときおり頭上の地層から煌めきながら降ってくるものがあった。その砂のようなものを手のひらに受け止め、やがて彼女は、木々やさまざまな生物が、死んでからも土となり地層となり命の水や空気を浄化しているのだと気づく。

ナウシカとはもちろん「風の谷のナウシカ」である。印象的なこのシーンは単なる作り物のイメージではなく、宙水（ちゅうみず）といわれる地下水の一種を美しく描いたものだという。伏流水が地下を流れる川だとすると、宙水は地下にある池といったところだろう。

全国にあるといわれているが、特に関東地方の武蔵野台地の地下に多数発達しているという。江戸の昔から、武蔵野台地の開拓者たちは、この宙水を貴重な水源として使ってきた。植物などの死骸としての土壌が作物を産み、水の循環と浄化が絶妙に絡まりあって農業や人の暮らしが営まれてきたのだ。

さて私たちヒトは、死んでからも環境の浄化に貢献しているだろうか。生きているうちは、どれほど立派な環境保護運動をしても、そこそこの文化的な生活を享受しているかぎり、大きな負荷をかけている計算になるはずだ。せめて死んでからくらいは、と思いたいところだが、残念ながら日本では死んでからも環境を破壊し続けているのが実態である。墓地の大規模造成で、貴重な平地林が無残に切り倒されたり、山が削られたりして、生態系はずたずたにされてきているからだ。亡者となってもなお子孫の未来を蝕んでいるとしか言えないのは残念である。

また現在、土壌や河川はヒトの垂れ流した大量の有害化学物質を浄化しきれなくなっている。わが国では地下水からトリクロロエチレンやテトラクロロエチレンなどの発ガン性有機溶剤が、日常的に検出されているし、河川水では各種の工場排水が原因の、高濃度のダイオキシン類汚染が続々と明るみに出ている。これらの汚染の行き着く所を推測すると、絶滅たるものがある。

ヒトの体は太古の海を閉じ込めた袋である。ところがこの海にもまた汚染物質の蓄積が進んでいるのは、周知の事実である。さらにその中にある宙水とも言えるのが羊水であるが、胎児にとっては閉じた浄らかな安寧の海であったはずの羊水も、すでに聖域ではなくなってきている。農薬の代謝物質などが微量ながらも検出されているという。臍帯血からもダイオキシン類が検出されている。すさまじい種類の有害化学物質の流入に対して、母親の血液中の有害物質から胎児を守るはずの〈血液―胎盤関門〉でさえ、それらを遮ることができなくなっているのだ。

母親が知らず知らずのうちに水や食物、大気などから摂り込んでしまったダイオキシン類やPCB、農薬などを、胎児には胎盤を通して、また生後は乳児に母乳中に濃縮された形で追い討ちをかけるようにして与えてしまうのである。

20世紀後半にかけて、数万種類とも数十万種類とも言われる化学物質を、意図的にあるいは非意図的に人類は作り出してきた。しかし利便性の追求に偏って生態系やヒトに対する安全性の検証も疎かにしたまま、大量使用と環境への大量放出をしてきたことは誰もが認めるところだろう。特に21世紀へと引きずってきてしまった深刻な問題として、先に述べたダイオキシン類やPCB、多くの農薬類など難分解性の有機化学汚染物質（Persistent Organic Pollutants 略してPOPs）による地球規模の汚染がある。

これらPOPsは、一旦生成し放出されるときわめて分解しにくいため、いつまでも環境中に残留し水や大気・土壌を長期にわたって汚染し続ける。生物の体内に取り込まれ濃縮されたり蓄積されたりして、免疫系の異常や生殖障害を引き起こすことがわかってきた。また、汚染は発生源近くの地域に汚染がとどまらず、土壌の流出や、気流・海流に乗って地球上のいたるところに到達し新たな汚染地域を作るというのも、POPsの特徴である。途方もない量と種類の化学物質に対して、それでは今どうすればいいのか。ひとつの方策として予防原則といわれる新しい概念がある。予防原則とは、これまでのように科学的論争に決着がつき有害性が立証されて初めて禁止などの規制をかけるのではなく、ある化学物質に有害性があると疑われた段階で、その有害性による将来的な被害の甚大であることを予測して、予防的に規制などの対策を取るという考え方である。一旦拡散し、人体や生態系にダメージが与えられると取り返しがつかないからである。

「奪われし未来」の著者の一人であるダイアン・ダマノスキ氏はある講演でこう語っている。「私たちは有害化学物質をコントロールできると思ってきましたが、それはとんでもない間違いでした。それらを完全にコントロールするのは不可能です。それならば、使わないように、そしてひとつひとつなくしていくほか道はないのです」。

そしてナウシカは、毒の胞子を持つ生命体を愛撫しながら言う。「有毒だからといって嫌われていたおまえたちが、本当はその体の中に毒を取り込んでくれていたのね」。

せめて私たちの子孫が毒を体に溜め込まずにすむような地球を残したい。いくつものパンドラの箱を開けてしまって途方に暮れている私たちには、この二人の聡明な女性の言葉の中に、かすかに光る道標があるように思われてならない。

も考えていかなければいけないのではなかろうか。

と、ここまできた時、「よく洗濯する、洗濯好きは文化だ」という記事に出会った。「洗濯機によって洗濯が簡単にはなったが、洗濯回数を増やしたとは言えない。清潔とは文化だ」、「日本人は洗濯好き、重労働だった昔もよく洗っていた」というような内容だ。

"文化"といわれると考えてしまう。"文化遺産""文化財""文化勲章"などなど"文化"とは何だか大切なものというイメージがある。しかし、よくよく考えると、一般的に言われている文化とは、やはり人間中心のものなのだ。だから"文化"も一考の必要があるのではないだろうか。洗濯文化論（？）の記事の中にも、冒頭の高橋教授のことばにもあったが、「着たら洗う」から「汚れたら洗う」への意識の転換。洗い方も「丸洗い」から「部分洗い」へと洗濯習慣の転換を図ることにより、洗濯という人間の行為が、環境に及ぼす影響も少しは是正されると思う。

アンケートを見ると、洗濯物の種類にもよるし、家族構成によっても洗い方は、随分違ってくるが、半数近くの人が今より回数を減らせると答えていた。また、以下のように書き添えてくれた人もいた。

・結構考えてしまった。具体的なようで漠然とした感じがするが、アンケートに答えるだけでも、意識し関心を持つ機会になった。洗濯機という便利なものができたせいで地球を汚す結果になったのかもしれない。本当に大切なものは何かを考えさせられる。

・反省しているのは、やはり洗いすぎていることか。汚れたら洗う程度へ意識をかえていきたい。問題は洗濯だけでなく、台所洗剤の使い方にも一考が必要。

不備なアンケートではあったが、皆、今の生活を少し見直してみようという気になったようだ。何人かの意識に少しでも影響を与えることができたと思っている。私自身もこのアンケートを思い立ち、洗濯について考えてから我が家の洗濯を見直した。

Yシャツ、ブラウス類は何枚かまとめ、襟、袖等汚れやすい部分を固形せっけんで部分洗いをし、すすぎ、脱水は一緒にする。だが、確かに手間もかかるこの方法で十分かどうか、只今実験中といったところだ。

洗濯の仕方もいろいろあっていいと思う。家庭により生活様式も違えば、汚れの程度も違う。体質的なこともあるだろう。その中で、少しでも環境を考えたやり方でできる人が実行する、できる時に実行するということでいいのだと思う。大袈裟な言い方だが、地球を救うのはみんなの意識。環境問題は意識の問題ということではないだろうか。

☆「限界」とは現実的にどこまで回数を減らせるかということです（洗濯物の種類も含め、夏と冬の違いはあると思いますが、現時点の気候で答えていただきました）。

○いま、使っている洗剤は、

せっけん（10人‥23%）　時々合成洗剤を使うも含む

合成洗剤（33人‥77%）

○答えてくれた人の年代は、

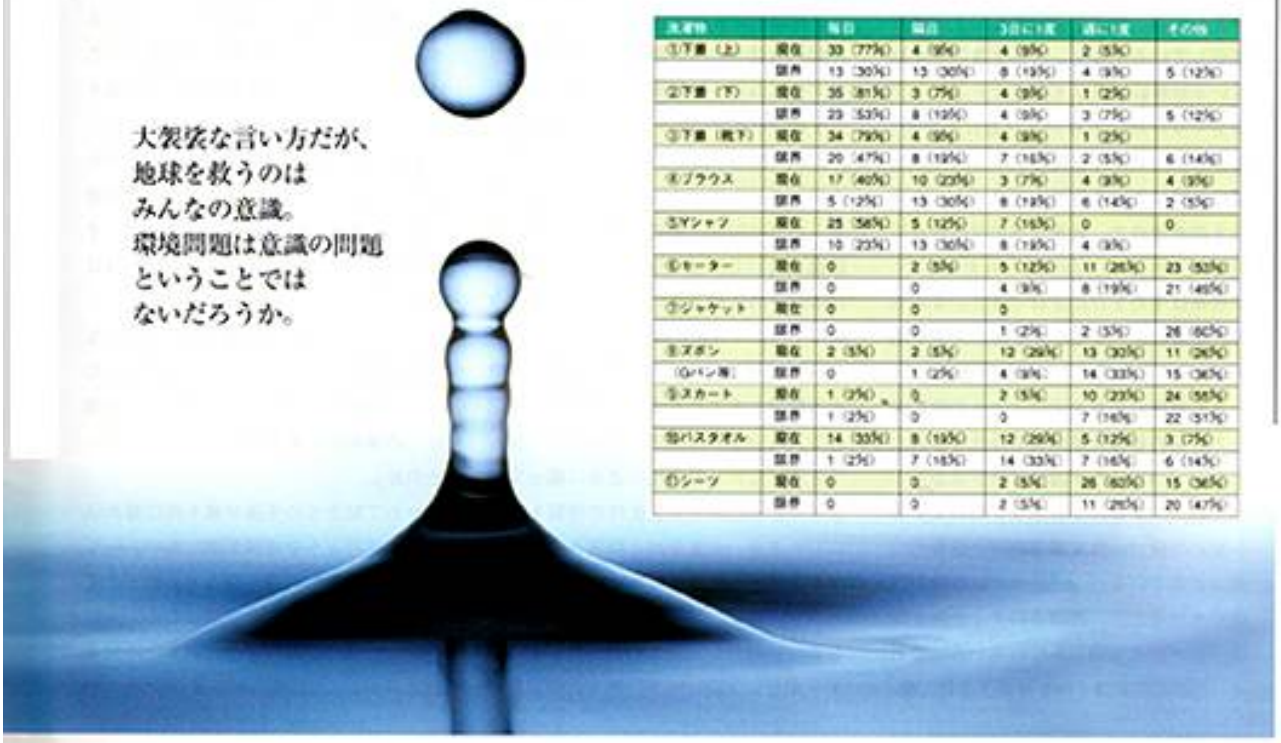
20代（4）30代（7）　40代（16）　50代（13）　60代（1）　70代　80歳以上

○アンケート対象者数　　50人

○アンケート回答者数　　43人

各欄その他までで合計に足りない分は無回答

洗濯物		毎日	隔日	3日に1度	週に1度	その他
①下着（上）	現在	33（77%）	4（9%）	4（9%）	2（5%）	
	限界	13（30%）	13（30%）	8（19%）	4（9%）	5（12%）
②下着（下）	現在	35（81%）	3（7%）	4（9%）	1（2%）	
	限界	23（53%）	8（19%）	4（9%）	3（7%）	5（12%）
③下着（靴下）	現在	34（79%）	4（9%）	4（9%）	1（2%）	
	限界	20（47%）	8（19%）	7（16%）	2（5%）	6（14%）
④ブラウス	現在	17（40%）	10（23%）	3（7%）	4（9%）	4（9%）
	限界	5（12%）	13（30%）	8（19%）	6（14%）	2（5%）
⑤Yシャツ	現在	25（58%）	5（12%）	7（16%）	0	0
	限界	10（23%）	13（30%）	8（19%）	4（9%）	
⑥セーター	現在	0	2（5%）	5（12%）	11（26%）	23（53%）
	限界	0	0	4（9%）	8（19%）	21（49%）
⑦ジャケット	現在	0	0	0		
	限界	0	0	1（2%）	2（5%）	26（60%）
⑧ズボン	現在	2（5%）	2（5%）	12（28%）	13（30%）	11（26%）
（Gパン等）	限界	0	1（2%）	4（9%）	14（33%）	15（36%）
⑨スカート	現在	1（2%）	0	2（5%）	10（23%）	24（56%）
	限界	1（2%）	0	0	7（16%）	22（51%）
⑩バスタオル	現在	14（33%）	8（19%）	12（28%）	5（12%）	3（7%）
	限界	1（2%）	7（16%）	14（33%）	7（16%）	6（14%）
⑪シーツ	現在	0	0	2（5%）	26（60%）	15（36%）
	限界	0	0	2（5%）	11（26%）	20（47%）



環境を考えた生活とは―

鷲本　和子

2001年1月8日付朝日新聞、「くらし面」で「せっけんも地球を汚す？」というテーマで記事が載っていた。子供が生まれてからの20年あまり、せっけんカスにも洗濯物の黄ばみにも負けず、せっけんを使い続けてきた私としてはちょっと気になる記事だった。

記事の内容は、「せっけんが必ずしも合成洗剤より環境に優しいというわけではない。地球環境全体の保護という観点まで考えると、果たしてどちらがいいのかわからない」ということのようだ。この記事のなかには新潟大学、酒井敬雄教授の次のようなことばがある。「洗う行為そのものに問題があることを知って、「着たら洗う」から「汚れたら洗う」に変え、洗剤の量や洗濯の回数を減らすなどの工夫が重要だ」。洗剤を論じる前に、洗濯頻度を見直そうという事だと思う。環境問題を考えると、結局は個人の意識の問題ではないかと思うことが間々ある。そして、その個人の意識というものはいろいろな人の意識が相互作用して形成されていくものでもあると思う。

そこで、私一人の考えではなく、いろいろな人の洗濯頻度に関しての意識を知りたいと思い、アンケートに答えてもらった。

私自身のつながり（同世代の主婦）での調査のつもりだったが、若い世代にも答えて頂けた。

洗濯物を大別すると、家庭で多く洗うものとしては、下着類、Yシャツ・ブラウス類、タオル類、ズボン・スカート類、上着、シーツ、等がある。不備は承知のうえで、次頁のようなアンケートを考えた。実際アンケートを取ってみて、このアンケートの不備を思い知らされた。まず、多くの人が迷ったのは“洗濯頻度”だ。私自身の中では“洗濯頻度”＝“着替える頻度”だった。聞かれると確かに、必ずしも着替える度に洗濯するとは限らず、まとめて洗う場合もある。また、家族の中でも着替える頻度は異なる。一覧表を見て頂くとわかると思うが、セーター、ジャケット、ズボン、スカートは洗濯頻度としては少なく、比較的「汚れたら洗う」傾向にあった。このアンケートの結果が数字としてどこまで統一的に扱えるかという問題はあると思う。が、いろいろな人の様子がうかがえた。

またこのアンケートで次のような意見、回答があった。

・洗剤云々の問題もあるが、洗濯方法（ドラム式洗濯機など）の意識転換をしていかないと、せっけんの普及は難しい（現在の水流式の洗濯機では界面活性剤で汚れを浮かし出すことになるので合成洗剤を使用）。

・使用頻度によって洗うものも変わってくる。また、ストックも限られているので回数を減らすのは難しい（例えば通学用靴下など）。

・暮らす土地柄でも異なる。いなかの両親は、空気のきれいなところに住んでいるせいか、洗濯も少ないようだ。

・子供のものは、毎日洗いたい。毎日洗わないと、汚れがおちない。

・肌に直接触れる物は、毎日洗いたい。Gパン、スカートは大人の物と、子供の物とでは扱いがちがう（子供の物は2日に1度が限界）。

・洗濯は、毎日はしない。たまったら、分類して洗う。

・冬場は天気と汚れ具合を見ながら、不定期に洗う。

・天候と洗濯物の量、洗濯機の容量により洗濯機を回す為、洗剤の使用量が適当かどうか？

・バスタオルは水洗いで充分だと思いながら、別に水洗いすると洗濯回数が増えるので他の物と一緒に高水位で洗濯する。

今回洗濯頻度を考えることになったきっかけの「せっけんも地球を汚す？」という見出しを見た時、結構「せっけん」も使われているのだと勝手に思った。しかし、「せっけん」を使っている人は23%に過ぎなかった。合成洗剤も随分改良され、より使いやすく、より安全な、そして環境にやさしいものが出てきたようなのでこの結果も驚くことではないのかもしれない。せっけんにしても合成洗剤にしても、今のところ、どこまで安全でどこまで環境にやさしいのかははっきりしないが。

洗濯の方法を考えるとき、それぞれの状況により随分異なる。このアンケートで考えさせられたことは、私自身のなかで当たり前になっていることへのハテナ？　洗濯物の項目で、バスタオルに関して。回答のなかに、「使わない」というものがあった。考えてみると、我が家の子供たちはバスタオルを使わない生活を知らない。しかし、かつて私たちが子供だった頃は、バスタオルを使うということは、今のように当たり前のことではなかった。こんな事を言うと、「じゃあ、どうしていたの？」と聞かれた。1つの浴用タオルで、身体を洗い、湯上がりもそのタオルで拭いていたことを話すと、意外にも納得していた。私自身が、楽で快適な生活に慣れていたということか？

1955年頃、冷蔵庫・テレビと共に“三種の神器”と呼ばれた電気洗濯機の出現で、洗濯の在り方も大きく変わった。

また、洗濯は家事の中でも重労働のひとつだったが、今や、スイッチひとつで、脱水まで、いやいや最近では乾燥まで終えてしまう洗濯機。便利、楽で快適。しかし、ここで考えなければいけないのは、「便利、楽で快適」の主語についてだ。この主語になり得るのは人間だけなのだ。“三種の神器”が生まれた時代、私たち人間は、それらが人間にとってどうなのかということだけを考えていればよかった。しかし、今の時代、この環境で果たして自分たち人間のことだけを考えていて許されるだろうか。そろそろ本気で同じ地球に生きる他の生物のこと

環境との調和について

原文（英語）：ギヨーム・ロペズ
（フランスからの留学生・東京大学大学院新領域創成科学研究科環境学専攻修士1年）
訳：川原清弘（東京大学大学院新域創成科学研究科環境学専攻修士2年）

“ネイチャー・インタフェイス”は、人間・人工物・自然の複雑な関係から成り立っている地球環境というものを、地球上のすべての生き物や人工物が“仲良く”共存できるように制御するということを目的にしている。これを実現させるには、人間の行為が自然に対して破壊的にならず協調できるよう、自然の要求、動態、変化などを調査する必要がある。マイクロセンサやマイクロアクチュエータ技術を利用した新しい情報伝達システムは、Henri Bergson [1859-1941] の言っている、「生命が発する信号」“élan vital”を受信し、知覚することが出来るであろう。このような試みは、技術的なアプローチだけでなく、植物から人間まですべての生き物を協調させながら生存させるという希望が見え隠れする哲学的な思想も含んでいる。

しかし、このような夢は、人類の文明が成熟してきた近年において初めて現実味を帯びている。地球生命の誕生以降、私たち人間が誕生する遥か以前から存在している地球環境にどのように人間が協調していったらよいかということについて、今日、私たちは考えようとしている。これは必然的に人間の性質からなされることであるが、近年までは人間社会において、植民地精神というものが大きく支配してきた。ある集団が他の国を訪れると、その土地の自然環境を破壊し、土地の人々に自分たちの生活習慣に従うことを強要した。土地の人々特有の文明を保存し、自然環境を保全しようと人類が考え始めたのは、つい最近のことなのである。このような侵略行為は、概して「多数派が勝利する」と長い間考えられてきた集団意識に端を発しているであろう。移民を例にとると、出身国が同じ者同士で集団をつくってしまうことは、環境との調和における典型的な失敗である。それが短い期間（1、2年）であっても長い期間であっても同じことである。異国においてコミュニケーションの壁を気にする外国人は同じ母国出身の人たちと共に、自分たちにとって慣れていて生活しやすい環境をつくり直そうとする。それは、異質なものから自分を切り離し、（初めは）敵に見える周りの環境から自分を守るためには安全な方法であるが、その土地の文明をいっそう拒絶するための手段になってしまうのだ。

私自身、ヨーロッパの国で育ち日本に住んでいるが、もちろん西洋の生活に慣れており、移民のような立場にある。日本には自分の意志でやってきたが、毎日のように、言語や文化、法律、暗黙に決められた習慣のギャップに直面している。この国の環境に自分自身を馴染ませるということは、自分自身と他人の事を観察し、これらのギャップを埋めることを意味する。ギャップが大きいほど、当然のごとくたくさんの努力や忍耐、気力が必要とされる。私は、当初、環境への統合はその環境に触れる前に済ませることが不可欠だと思っていた。しかし、私の周りで起こる様々なことが、なぜ日本に来たかったのかということを私に再認識させてくれることに気が付いた。最終的にわかったことは、私はどんなに異なる環境であろうと、ひとたび身を置いたからには、その環境に慣れるために必要なことは何でもするであろうということである。私たちがしようとすることは、多かれ少なかれそれをすることにより得られる、物質的あるいは精神的な利益によって決まってくる。したがって、自分がどのような利益を求めているかを知ることが重要になってくる。私は、日本に来ているという経験から、そこで得たものを自分の人生の目標に適応させるべくフィードバックするであろう。

周りの環境に自分と異質なものが多いと、それだけ環境に自分を適合させるのは難しく、多くの時間と労力を要する。実際、環境との適合を果たすためには、その環境に積極的に従い困難と思えるものに立ち向かうことを、これ以上必要ないというところまで続けるという勇気が必要となる。私は、子供の時に聞いた「やろうと思えばできる」という言葉を常に心に抱いている。環境への適合は本気で取り組まない限り成功しない。　しかし、私は、あるきまった基本的な習慣が存在していると思うので、それに従うことにより新しい環境（生活）を受け入れることができるはずだと考える。その結果、短期間でその環境で生活をしている人々に受け入れてもらうことができ、これが新しい環境に適合するための王道である。生活習慣というものは、時代の潮流により常に変化しているものであり、ある環境での生活を今試みようとした場合、その土地の文化や歴史の記された本を読むだけでは不十分である。また、その環境に暮らす人々の行動をただ観察するだけではなく、人々とコミュニケーションできるようその環境に深く入り込んでいく必要がある。そして、長い期間を経て、ついに世代間の生活習慣もわかり、その土地における現在の環境というものとその環境がどのように変化しようとしているのかを理解できるようになる。思うに、異文化への自分の適合という経験は、自然・人工物・人間が調和した世界を構築するという試みを理解するのに大きく役立つであろう。私が強調したいことは、将来、きっとこのような環境との統合が可能になり、ネイチャーインタフェイスというものが、私たちが置かれている現在の地球環境そのものとその環境の果てしなく続く変化を理解するべく、私たちと自然環境とを親密にコミュニケートさせる小さな環境構成要素になるであろうということである。

ギヨーム・ロペズ

私たちの街の「うれしくなるゲーム」を始めよう

大峯　郁衣

私の２１世紀は、ウィーン・オーパンバル（オペラ舞踏会）オーケストラによるニューイヤーコンサートで始まった。明るくて軽やかで華やかなソプラノ歌手メラニー・ホリデイの舞台は、何回見てもいい。それにしても５０代の彼女、果たして今年もやってみせてくれるだろうか。聴衆の多くは、彼女のアレを絶対に期待しているはずだ。「うわっ、やった！」私は思わず声にした。２時間近いオペレッタがフィナーレとなり、アンコール曲の最後は、客席の手拍子も入る景気のいい「ラデッキー行進曲」。その最後の最後で、メラニーはドレスにハイヒールの出立ちであの華麗なる側転をやってみせたのだ。洗練された美とどこか庶民風の親しみを感じさせる人。その彼女も、２ヶ月前に「最愛の人生の師」たる母上を失った。だが、今回もあたたかくて楽しい舞台を見せてくれた。メラニーさん、ありがとう。私もやってみます。側転ではないけれど。

この１年、４５０余世帯が所属する自治会の幹事を務め、地域内外の様々な行事を目の当たりにしてきた。みな当番制の幹事だから最初は義務感がただよっていたが、年度末のここへきて、和気あいあいとした中で二つの懸案事項を抱えている。

一つは、市から補助金の出ている老人会が、いまや風前の灯火なのだ。高齢者による高齢者の世話には限界があるのだ。敬老の日に戸別訪問をして初めて知ったが、私たちの街には７０歳以上の住人が１７０余名いる。だが、戸外で見かける姿は極端に少なく、たいていは終日ＴＶや新聞をみて暮らしているらしい。今後も会の活動が休眠状態であれば補助金は打ち切られるという。さてどうするか。

もう一つは、ほとんどの住人はもっぱら桜見物を楽しむだけで落ち葉の季節には無関心。だが、今回、沿道の住人による清掃がなされてきたことへの感謝と反省の声があがったのである。

ああ、やっぱりみな同じ思いだったのか。

私たちは、正直なところ、４月には自治会の役も終わる。あと少しの我慢がまんと自分に言い聞かせてきたのだが、善良なる私たちは、この度、両懸案について細くとも長くの活動を始めてみようということに決めたのである。そう、始めの一歩をまもなく踏み出すのである。

老人会の方は、実は私が世話人を買って出た。目下、この地に知った人が誰もいない私の母に、地方の独り暮らしの時代にはあったという誕生会を開催して家族以外の話し仲間を見つけてもらいたいと思ってのことである。

また、道路の清掃の件では、「毎月、住人みなでしましょうよ。お互いに顔見知りにもなれるし」と誰かが発言すれば、「子供会にも働きかけて一緒にしてみたら、奉仕の心を学ぶことにもなるわ」と加速度的な勢いのなか、「掃除の後に、豚汁を作る楽しみがあるといいわね」などという提案もあって、私たち幹事の顔はパッと輝いた。

が、頭を冷やしてみれば、問題山積となっているではないか。自治会と子供会の日程の調整は容易か、豚汁の食材の買い出しは誰がするのか、鍋はどうするの、食器は持ち寄りか、まさか使い捨てではないでしょうね等など。

第一、集めたごみや枯れ葉はどう処理するのか、環境にやさしくとの解決法を優先しなければいけないし。

しかし、私たちは年の功からか、またしても賢くまとまった。まずは原点に返ってシンプルに実践しようということになったのである。私たちの任期中に自分たちが率先して清掃しようということになった。そして、やるからには楽しくやりましょうということに決まったのである。何よりも、人と人とのふれあい、これが私たちの街で今いちばんほしいものかもしれない。老若男女おりまぜて。

このところ、私の心には、「少女ポリアンナ」（エレノア・ポーター作）のあの前向きの姿勢が乗り移っているような気がする。

２０世紀初頭のアメリカで一躍有名になったポリアンナ。１１歳の彼女は、クリスマスのプレゼントに人形をと願っていたのに、なぜか松葉杖が届いてしまう。

だが、彼女は「（松葉杖を）つかう必要がないからうれしくなれる」と、パッと瞬時に考えを切り替えてしまう。

この「なんでもよろこびを発見するゲーム」、すなわち、「うれしくなるゲーム」の導入は、５０代も半ばとなった私が、これからの日々、ひがみや後ろ向きの人生観に捕われないようにするために必要な発想の転換を勧めてくれているように思える。

当時のアメリカは、アメリカは南北戦争から立ち直り、自我と独立を謳歌し、人間の善を信じきった楽天論が人々の心を占め、社会は希望と明るいヒューマニズムにあふれていたという。さぞかし、ポリアンナのような人が多く出現したのであろう。日本の２１世紀は、どのような人の出現が期待されているのだろう。

さて、義務から出発した私たちの自治会活動も、年度末に来て、何かしら喜びを見つけようとする自分たちの意識の転換に気がついた。

発想の転換こそが、周囲の人々に希望を与えるというポリアンナの心と、あのメラニー・ホリデイの側転が、私の背中をポンと押してくれて行動へと弾みをつけてくれたように思う。さあ、私たちも、「うれしくなるゲーム」を始めてみよう。

実は、今回の幹事になるまで、私は、自分の足元たる地域への関心は薄くなかった。これを機に私も変わっていくような気がする。

磁器を作った錬金術師

山内　恒子

ヨーロッパに初めて白磁器を持ち込んだのは、『東方見聞録』で有名なマルコ・ポーロであると言われている。彼は、13世紀末のベネチア商人で、中国から小さな白磁の壺を持ち帰った。その白い地肌や表面の滑らかさが、ポルチェラ（子安貝）に似ていることから、磁器はポーセリンと総称されるようになった。繊細な美しさを持つ磁器は、ヨーロッパの王侯や有力貴族の間で流行った中国趣味（シノワズリ）を反映して東洋からの輸入の主力商品となった。15世紀から16世紀前半には、ポルトガルが中国商人を通して磁器を取り寄せていた。その後、オランダが東インド会社の極東中国磁器貿易を始めた17世紀のヨーロッパでは、東洋から運ばれてくるこれらの磁器は、熱狂的な憧れの的となった。

白磁器が発明されたのは、中国で宋の時代であったと言われている。磁器のことをチャイナと呼ぶ所以である。白磁器の焼成に欠かせないカオリンと呼ばれる磁土は、中国の磁器生産の最大の窯場として知られる江西省景徳鎮付近の高陵（カオリン）山の辺りで採集されたことから、以来そう呼ばれている。

日本の有田にこの技術を伝えたのは、朝鮮の陶工だった。豊臣秀吉の朝鮮出兵の際に、佐賀鍋島藩の道案内をした李三平が、有田の泉山に陶石を発見したことに始まるというのが定説である。有田の陶工たちは、磁器製造法の秘密の流出を防ぐため、囲いの中で仕事をしたと伝えられる。中国の明朝から清朝への政変の影響で景徳鎮での生産が止まり、オランダ東インド会社は一点の磁器も買い付けることができなくなったため、その供給源を有田に見出した。江戸時代の慶安4年（1615年）から、貿易品としての古伊万里や柿右衛門様式の磁器は、VOC（東インド会社の頭文字）のマークを付けてヨーロッパへ運ばれた。これらの磁器は、色絵付けであったため、景徳鎮の染付け一辺倒だったそれまでの作品に比べ、さぞかし新鮮だったに違いない。

北ヨーロッパの冬は長くて暗い。ザクセン侯フリードリッヒ・アウグストII世の宮廷で、東洋から輸入された磁器はどんなにか輝いていたことだろう。彼は、莫大な財産を投じ、富と権威の象徴としてこれらの磁器を宮廷内に飾り立てた。また一方で、錬金術師ベドガーと、家臣であり化学者、経済学者でもあったチルンハウゼンに白磁器製造法の開発を命じた。これに成功すれば、莫大な利益を得ることが約束されるからだ。カオリンは、その正式名称を珪酸アルミニウム水和物といい、粘土鉱物の一種で、石英を中心に粘土と長石が混ざっている。粘土があるので成形ができ、アルミニウムが含まれているのでその形を保つことができる。叩くとチンチン音がし、割れたときもガラスと同じようなので、ガラス質でもある。しかし、普通のガラスと違って高い焼成温度に耐えることができる。白くて透明感があり滑らかな表面を創り出すためには、１３００～１４００℃の耐熱温度が必要である。ベドガーたちの苦心はこのあたにあった。ベドガーたちは、ケーニヒスタインの古城内に特別の工房を設け、白磁器焼成の鍵はカオリンにあることに着目し、王命によってザクセン各地の土を取り寄せて実験を繰り返した。そして、ドレスデンから南西90 kmの所にあるエルツ山脈のアウエに産する白磁土を採用し、1709年、ついにヨーロッパで初めて、真性の硬質白磁器の焼成に成功したのである。ヨーロッパの磁器の歴史は、アウグストII世の勅令でマイセン王立磁器製作所が建設されたことに始まる。そして、絵付師を迎えて本格的に磁器の生産が開始された。以来、その技術秘法の流出によって、各地に起こった窯場は、発展と衰退を繰り返した。産業革命以後は、転写による大量生産も始まった。20世紀初頭には、19世紀生まれのヨーロッパの陶工たちが新天地アメリカへ渡った。オーリック、ビショップ、レイコフらの陶工は、家庭の夫人たちにも趣味のチャイナペインティングを広め、アメリカンチャイナペインティングの祖になった。現在、白磁器は、日本はもとより、中国、台湾、ブラジル、ヨーロッパ各地から、メールオーダーで取り寄せることができる。同じ白磁器でも、生産地により微妙に違う風合いが面白い。そして、中国で生まれた磁器製造の技術が、800年に近い年月をかけて、朝鮮半島、日本の有田、錬金術師が活躍した北ヨーロッパへと伝わり、アメリカを経て、チャイナペインティングの素地の形で自分の手元にあることの不思議を思わずにはいられない。

山内恒子氏の作品は「NIクラブ」の誌に掲載されています。

お知らせ

本誌NIクラブで「チャイナペインティングの世界」を執筆している山内恒子氏が、創刊を記念して、ネイチーインタフェイス／オリジナルグッズをご希望の方に製作いたします。自然を題材にして白磁器に上絵付けされた作品は、金文字で短いメッセージを入れることもできます。お土産やプレゼントにも最適です。価格は小皿が1900円、小鉢が2200円で、送料は別となります。お申し込み、お問い合わせは、http://www.natureinterface.co.jpへ。商品の発送は、ご注文を受けてから3週間以内とします。

小皿 1900円

小鉢 2200円

NIクラブ 読者の声

創刊号を拝見してまず感じたことは、"科学雑誌"と伺っていたので、もっと難しいものだと思っていたのですが、意外に入りやすい感じでした。「日本の自然遺産の旅」は写真も美しく、オーナー制のことなど、自分自身もかかわろうと思えばかかわれる身近な感じがしました。それでいて、21世紀に向けて気になる科学のテーマも取り扱われる研究所の存在などあり、興味深く拝見したページです。ページをめくっていて、とても印象的だったのは、96頁の写真です。理屈抜きで、目を奪われました。同様に昆虫のページはあまり興味のない私でも昆虫図鑑よりおもしろく拝見しました。頼っている読者層は、おそらくいろいろな意味で高いレベルの層だと思いました。(W. K)

今迄あまり手に取らなかったような雑誌でした。記事のなかでは棚田の記事がいまとても興味があります。じつは私はさだまさしが大好きで去年のロイヤルアルバートホールでのコンサートにも行ったのです。また、奈良・東大寺お水取りでの1250回記念コンサートにも行きました。その時もうたったのですが〔天空の村に月が降る〕という歌は出だしが棚田の里に月が降るというもので長野県伊那郡上村という所をうたったものです。この歌ができたいわれが一冊の写真集なのです。「天界(あまさか)の郷(くに)」というのをみて、いったこともないのに触発されてできた歌なのですが情景が目に浮かび、私もその写真集を見て是非一度その村に行きたいと思ったほどです。棚田一覧にでてなかったのが残念なような、いやいやもっといいところを私は知っているぞ、なんていう気持ちです。東京から往復600キロぐらいとか、気候がいい時期で稲刈頃、何としても行きたい所です。(平林佳加子)

多くの心ある科学者達は、ずっと前からあまりに急激な科学の発展・変化に対し数々の警告を発しました。それがつまりこのmain ideaである自然と科学、人間の調和ということだと思います。さらに私としては(日本人的考えかもしれませんが)、自然あっての人間、自然は人間が生まれ帰っていく所、言ってみれば永遠の風のような感じもします。そして、自然は決して私達人間だけのものではないという事を忘れてはならないと思います。だからこそ、こうしてこの本が創刊されたと思います。科学者は一般の人より、より責任を自覚していかねばならない。そして、nature interfaceを全ての人々に説いていく義務もあると思うのです。(増沢嘉津男)

「私」はなぜ存在するのか、の書評の趣旨には賛成です。このようなテーマに、「即物的な生命体を解明して」迫ろうとする自然科学者の無知と傲慢には、いつものことですが、全く手がつけられません。「人類の遺産ともいうべき宗教や哲学などで扱う規範の問題」に対して全く無教養であることと、即物的、実証的な科学的知識の限界をわきまえない(まさしくカント哲学以前)主張だと言わなければなりますまい。ゲノムや脳科学の凄まじい発展が当の科学者にこうした幻想(一種の科学万能主義)を生み出したのでしょうが、今こそ、カント哲学の現代的意味を訴えるという視点から次号以下に大いに論陣を張って下さい。(青木茂)

ネイチャーインタフェイスクラブの大峯郁衣さんのエッセイを読ませて頂きました。「自然と自由の調和」というのは素晴らしい言葉ですね。自由とは勝手気ままに振舞うという意だけではないという部分ではネイチャーインタフェイスということ以外でも思うところがありまして、反省することしきりです。ネイチャーインタフェイス誌は自然の話あり、工学の話ありとバラエティに富んでいて予想していたよりずっと面白いです。(曽我部高志)

すばらしい、きれいな本ですね。身近な問題から普段聞いてはいるけど理解不能な範囲までカバーしている本です。表紙のオオワシの写真は大きなインパクトを与えるものでした。眼とクチバシ、群青の空の緊張感あふれる映像は内容の確かさを象徴しているようです。

私には「人工物」という定義が新しいものでした。諫早湾の水門だったり、防砂工事の河川だったり、自然でもない人間でもない、でも大きな脅威になっているものがはっきりとしました。人間が自身で作ったものと戦わなければいけない「進化」した世界、いえ、日本の悲しさとそれを許してしまったこの世代の罪深さを感じます。人間って進化しているんだろうか!? さて、これからゆっくり読んでみたいと思っています。次の発刊までに読み終わるか不安ですが…。(千住悦子)

今、熊本では「有明海問題」(のりがとれない。魚が減った)、「川辺川ダム問題」(ダム建設後の環境の変化・漁業補償等)が地元新聞紙上を賑わせています。有明海沿いの町で育ち、実家の近所の多くの人が漁業もやっているので本当に身近な問題です。こんな時に「自然と自由の調和を求めて」を読むと、「ちゃんと環境の事、考える時なんだよー」という事かも…という気がしてきました。また、「自由」についても高校の時だったでしょうか、どの先生がおっしゃったかも忘れたのですが、「お前達は、自由、自由と権利を主張するが、義務を果たしてから言え。」という言葉を思い出しました。我が身を振り返って反省…。(永野幹子)

それにしてもしっかりとした造りの雑誌ですね。テーマは共存、共生。21世紀、欠くことの出来ない、突き付けられるテーマだと思います。若い人はもちろん、大人が関心をもって姿勢を示さないと、どんどんこの社会は悪くなるような気がします。頑張って下さい。(羽鳴直子)

NHK PRECISION CO., LTD.

OPTICAL
POSSIBILITY

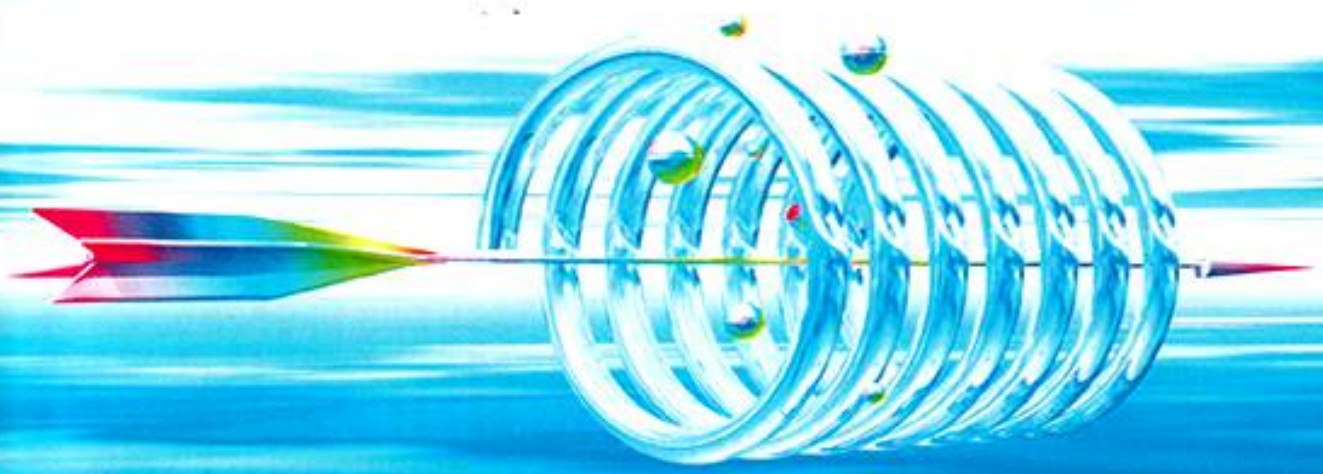
光を繋ぐ、心を結ぶ。

日発精密は1958年の設立以来、高度化、複合化する各産業分野の要請に応えるため、より高度な超精密加工技術を追求してきました。1983年から生産を始めた光コネクターおよび関連部品はITの主要インフラ、光ファイバーを用いた情報通信には欠かせない重要部品です。超高速・大容量のオプティカル・テクノロジーでヒトとヒトの心まで結びたい。日発精密は近未来の豊かな社会を支える最先端技術に注力しています。

日発精密工業株式会社　www.nisseiko.co.jp

チャレンジスピリッツで
時代を射抜く。
365241
NEW OPERATING STYLE

KATO
カトウスプリング株式会社



カトウスプリング株式会社は、株式会社加藤スプリング製作所の超精密ばねを担当する会社として独立し、
専門的な分野で、独自に企業活動を展開しております。
365日・24時間・1シフトの365241システムの導入で、いつでもどこでもお客様にサービスを提供します。

極小ばね(×20)
(写真:比較対照物は、φ0.5mmのシャープペンシルの芯を使用)

http://www.katospring.co.jp

カトウスプリング株式会社 〒945-0194 新潟県柏崎市大字藤井字西沖1355番地2 TEL.0257-21-3012(代) FAX.0257-21-3022

ADVANEX

株式会社 加藤スプリング製作所
TEL 03-3822-5960
〒114-8581 東京都北区田端6-1-1 田端アスカタワー
URL http://www.kato.co.jp

■柏崎ファクトリー
■福島ファクトリー
■CSサービスセンター
■仙台オフィス
■柏崎オフィス
■柏オフィス
■大宮オフィス
■東京オフィス
■立川オフィス
■厚木オフィス
■名古屋オフィス
■新大阪オフィス
■大分オフィス

WIN
2001 March NewsLetter

日本における農業メカトロニクスの現状

東京大学 大学院
工学系研究科
精密機械工学専攻
助教授 鳥居 徹

我が国における農家数は320万であり、実際に農業に従事している農業人口は現在380万人前後で減少傾向にある。このうち中心となって従事している基幹的従事者の内65%が65才以上となっており、高齢化が著しくなっている。また、従業形態で見ると専業農家が15%、農業収入外が主たる収入源の第2種兼業農家が70%、農業収入が主たる収入源の第1種兼業農家が15%となっている。農家の規模と経営形態を図1に示すが、収入が2000万以上の農家では酪農が40%を越えている。酪農家は、搾乳作業に休みがないために極めて重労働を強いられており、自動化への恩恵を最も必要としている業態である。

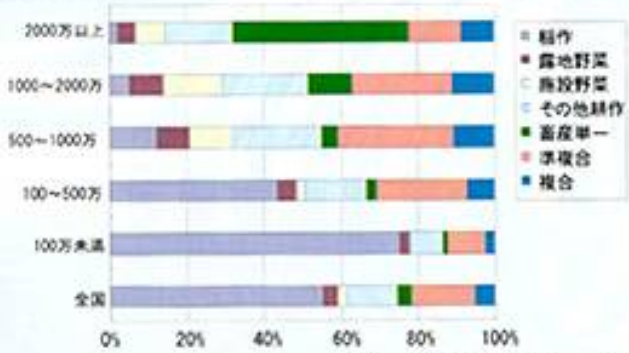


図1 農家の規模と経営形態

わが国では、メカトロニクス機器が発達していることもあり農業分野におけるロボット研究が盛んである。表1に示すように、屋外作業ロボットとしては、耕耘ロボット、収穫ロボット、管理作業ロボット、芝刈りロボット、林業ロボットがあり、要素技術としての自律走行の研究もさかんである。ただ、現在は研究レベルにあり実際に市販されるレベルには至っていない。屋内作業ロボットとしては、組織培養支援ロボット、接ぎ木ロボット、移植ロボット、自動搾乳ロボット、植物工場などがある。このなかで、苗生産のための接ぎ木ロボット、移植ロボットや自動搾乳ロボットはすでに市販されている。

市販されている農業用ロボットのうち、搾乳ロボットを紹介したい。搾乳ロボットの研究は主としてヨーロッパで行われてきた。図2にロボット全景を、図3に搾乳の手順を示す。牛は餌を食べに搾乳装置内に入るわけだが、一日に複数回入室することもあるので、牛を識別して前に搾乳した時間から搾乳量を決定する。そして、乳頭洗浄後搾乳を行い、予定量搾乳後、搾乳カップは自動的に離脱する仕組みである。

搾乳ロボットは、農家の経営規模ならびにニーズが合い、製品化に結びついた。今後は、高齢化対策としての自動化機器開発が望まれている。

（二〇〇〇年九月二二日 第二回NPO WINの会）講演要旨）

表1 農林水産業におけるメカトロニクス要素技術

ロボットの種類	必要となる要素技術
耕耘ロボット	自律走行技術、自己位置検出
収穫ロボット	自律走行技術、自己位置検出、対象位置検出、ハンドリング機構
管理作業ロボット	自律走行技術、自己位置検出、対象位置検出、ハンドリング機構
芝刈りロボット	自律走行技術、自己位置検出
林業ロボット	歩行技術、自律移動技術、自己位置検出、ハンドリング機構
組織培養支援ロボット	対象位置検出、ハンドリング機構
接ぎ木ロボット 移植ロボット	対象位置検出、ハンドリング機構、接着機構
温室内	糖度、酸度の自動検出
自動搾乳ロボット	対象位置検出、ロバスト性
植物工場	移動、切断、箱詰め
生命科学への応用	細胞操作ピペット、3次元構造画像解析装置

図2 搾乳ロボット全景

日本における農業メカトロニクスの現状　鳥居　徹・東京大学　大学院工学系研究科 精密機械工学専攻　助教授

環境情報学への取り組み　斎藤信男・慶応義塾大学　環境情報学部　学部長

においセンサ　松野　玄・横河電機株式会社　環境機器事業部　技術部　主任

位置制御型ロボットの協調制御　大隅　久・中央大学　大学院理工学研究科 精密工学専攻　助教授

環境情報学への取り組み

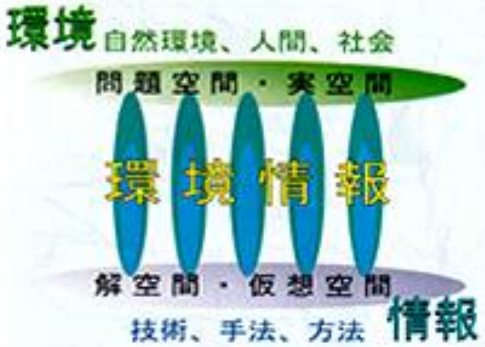
慶応義塾大学
環境情報学部
学部長　斎藤信男

環境情報学とは、自然・社会・人間等の環境における問題や課題を、情報技術を用いて発見および解決するために、常に社会的課題を念頭に置いて情報技術を磨きかつ課題を解決していく、言わば21世紀型の問題解決を図る学問である。このことは、情報技術の対象であり多くの問題をはらんでいる問題空間かつ実空間として「環境」を定義し、その問題を解決する手段・技術が存在する解空間かつ仮想空間として「情報」を定義したとき、「環境情報」とは実空間（環境）と仮想空間（情報）の両者をつなぐ新しい空間であると考えれば理解が容易になるかもしれない。環境情報学によって、より効果的に情報技術を社会に還元しかつ社会に有益な情報技術を生み出すことが可能となるのである。

この背景として、真実のみを求める従来の学問体系の次には、役立つかどうかを念頭に置いた問題解決型の情報技術を体系的ではなく分散的に一すなわち自由競争の中で一作る段階があり、さらにその上に感性に訴えるような芸術的・創作的な面白いものを作る段階があるとする「モード論」、さらに、一つの場に留まらず場を変えることで新しい概念を取り入れ融合していくべきであるとする「場の理論」が存在している。このことから今後の大学における教育の在り方や教育資源あるいは研究施設における研究資源は、情報技術により効率よく取得できるというだけでなく、潜在している社会的ニーズを満たす新たなビジネスモデルの提唱と共に、より柔軟かつ社会あるいは個人のニーズに適したものに発展していく必要があると考える。ゆえに、湘南藤沢キャンパス（SFC）では環境情報学部と総合政策学部を設け両学部間の隔たりを無くした複合的なカリキュラムや大学院のプログラムを組むことにより、これまで別々に考えられる傾向にあった情報技術と社会とのバランスを保つことができる人材および学問を育成しようと試みている。

（二〇〇〇年一一月二四日　第三回NPO　WINの会ご講演要旨）

図3　搾乳の手順



においセンサ

横河電機株式会社
環境機器事業部
技術部主任　松野　玄

空気中の化学物質の濃度を測定するガスセンサのうち、何らかの意味で人間の嗅覚に類似の特性を持つものをにおいセンサという。水晶振動子式においセンサは、人間の嗅覚感度が高い物質には感度が高く、低い物質には低感度であるという性質を持っている。

図に、水晶振動子式においセンサの構造と原理を示す。ベースとして使われるのは、ごく一般的に用いられるATカット水晶振動子で、二酸化ケイ素（SiO_2）薄板の両面に、金属電極を蒸着した構造をしており、電極間に高周波電圧を印可することによって、圧電効果により、厚みすべり振動というモードで振動する。においセンサでは、金属電極の上にさらににおい感応膜として、特殊なPVC膜が成膜されている。PVC膜は空気中に有機分子が存在すると、その濃度に応じた量の分子を吸着するという特性がある。吸着が起こるとそのぶん膜の質量が増加し、厚みすべり振動の共振周波数が低下する。従って、水晶振動子の共振周波数を測定していれば、有機分子の存在を検出することができる。

このPVC膜の場合、有機分子の吸着量はその空気中濃度に比例し、吸着質量と周波数変化量も比例するため、センサ出力は空気中濃度に対しリニアな関係になる。また、一旦吸着した分子は、空気中濃度が低下することによって高速に脱着するため、センサは可逆的に使用することができる。センサ感度は有機分子の

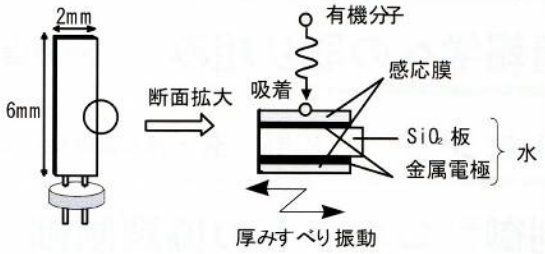


図　水晶振動子式においサンサの構造

沸点に大きく依存し、高沸点物質ほど膜に吸着しやすいため高感度となる。これは人間の嗅覚細胞膜と同じ特性であるため、においの強い物質ほど高感度ということになる。

このセンサは、河川水中に混入した灯油、軽油などの油分を人間の嗅覚に変わって迅速に検出するシステムとして既に実用化され、各地の浄水場で安全でおいしい水づくりに貢献している。（二〇〇〇年七月二一日　第一九回WINの会ご講演要旨）

位置制御型ロボットの協調制御

中央大学　大学院
理工学部精密工学専攻
助教授　大隅　久

近年のネットワーク技術の普及を背景とし、ロボットをネットワークを介して制御する研究が広く行われている。一方、ロボット研究では、多数の群ロボットの協調により、一台では不可能な複雑な作業を実現させようという試みも行われている。群ロボットにより同一物体のハンドリングを行おうとすると、ハンドリング物体が過剰拘束を受けることになるため、各ロボットにはコンプライアンスを持つことが求められる。しかしネットワークで接続されたロボットを制御しようとすると、通信時間遅れの問題、安全性の問題などから、PID位置制御系を利用せざるを得ず、サーボ剛性が無限大となる。このため、協調ハンドリングにはロボット手先に機構的なコンプライアンスを導入する必要がある。そこで本研究では、コンプライアンス機構として受動関節を利用する協調手法を提案し、更に、任意台数のロボット間の協調に必要なコンプライアンス機構の満たすべき必要十分条件が"受動関節機構から対象物に課せられる幾何拘束数が合計六で、それらが一次独立であること"を明らかにしている。次に、本コンセプトを用いて3台の産業用ロボットによる協調制御システム(図1)、及びクレーンとロボットによる重量物ハンドリングシステム(図2)を開発した。

三台の産業用ロボットの手先にそれぞれ同じ構造の受動関節機構を導入することとすると、導入すべき機構をそれぞれ四つの受動関節で構成すれば良い。そこで図3に示す関節配置を持つ機構の開発を行い、協調ハンドリングを実現している。

次に、クレーンに懸垂された重量物を産業用ロボットにより把持し、位置決め点に誘導するという位置決めシステムを開発した。これにより、クレーンの過般重量とロボットの位置決め精度を持つシステムが実現できる。この協調制御システムの開発においては、釣合い点近傍で振り子振動する懸垂物を、バ

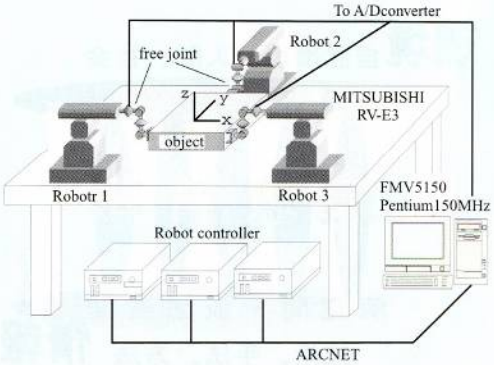


図1　3台の産業用ロボットからなる協調制御システム

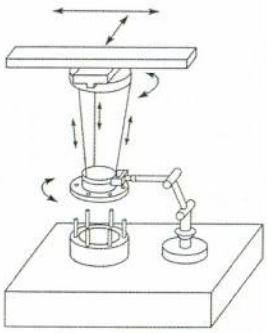
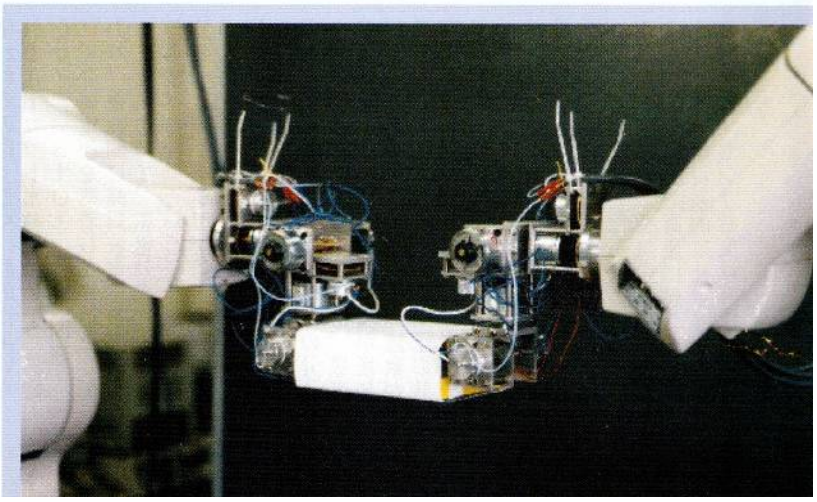


図2　クレーンと産業用ロボットの協調システム



ネと質量でモデル化し、モデル化されたバネを剛体クレーン先端に導入されたコンプライアンス機構とみなすことにより、ロボット手先に導入する受動関節機構を設計することができる。本研究では三本のワイヤにより物体を懸垂するクレーン機構に対して、産業用ロボットの手先に三つの受動関節を有する機構を導入した。そして、釣合い点からの懸垂物の変位、及びロボット手先の受動関節の初期値からの変位をクレーン位置指令にフィードバックすることで、ロボットの位置決め点に懸垂物が自動的に位置決めされるシステムを実現した。

本提案手法は、これら産業用ロボットの応用だけでなく、移動ロボット群による協調搬送制御、クレーンの共吊りなど、幅広い用途への適用が期待できる。

（二〇〇〇年九月二二日　第二回NPO WINの会ご講演要旨）

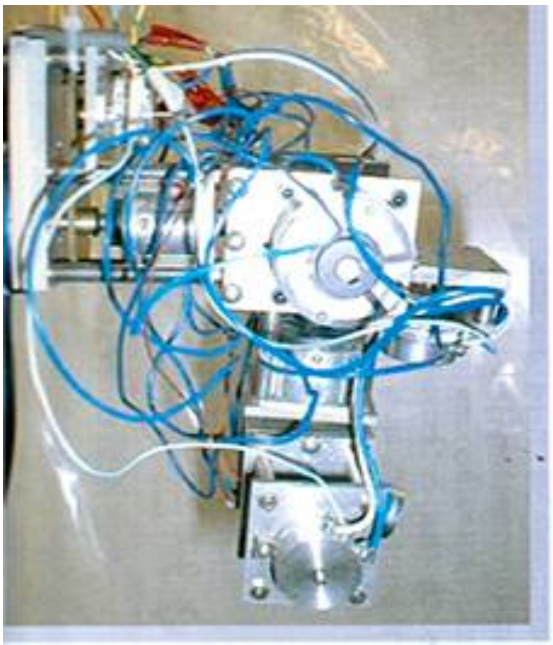
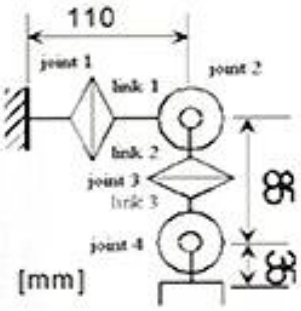


図3 4つの受動関節からなるコンプライアンス機構



Nonprofit Organization
The Promotional Advanced Institute of
Wearable Environmental Information Network

WIN

NPO（特定非営利活動法人）ウェアラブル環境情報ネット推進機構

理事長：板生　清　　事務局：佐藤映代・旭　紀子
ニューズレター編集：佐々木健・河村久仁子
所在地：〒113-0033　東京都文京区本郷6-25-16石川ビル8F
電話／ファックス：03-5803-9569／03-5803-9234
電子メール：admin@npowin.org
ホームページ：http://www.npowin.org

◆ 入会のご案内

会員の種類

■法人会員（年会費、一口100,000円、一口以上）
■個人会員（年会費、一口　5,000円、一口以上）

ご入会方法

指定の申し込み書にご記入の上、FAXまたは、郵便でお申し込み下さい。
指定の申し込み書は事務局までお電話、或いは当会ホームページのサイト等にてお届けいたしております。
なお、年会費について、入会申込書をご提出頂いた後に、指定の振り替え口座にお振り込み頂きますようお願い申し上げます。
請求書、領収書などは、入会申込書受領後随時発行いたしております。
振込先：
本郷郵便局振替口座　口座番号00120-7-558097

◆ 前回の定例会

3月22日、東京駅ルビーホール
ご講演者、樋口広芳氏（東京大学教授）、林泉氏（文化女子大学教授）、大和裕幸氏（東京大学教授）

◆「WINの会」定例会の今後の予定

5月18日（金）15:00　～
7月27日（金）15:00　～
9月28日（金）15:00　～
11月21日（水）15:00　～

5月18日の定例会の場所は、フォレスト本郷です。興味がある方は、ぜひ事務局にお問い合わせ下さい。

安心できる農産物を！

ついに始まった有機認証制度

昨年六月、JAS法改正によって成立した、有機農産物の認証制度。これからは、認証を受けないと「有機」という表示ができなくなった。制度が作られた理由は、ニセモノの有機を売場から排除するためだ。これまで、真剣に有機農業に取り組んできた生産者にとっては喜ばしいことだ。本格的な施行は今年の四月から。すでに一部の生産者は認証を取り始め、JASマークのついた商品もごくわずか店頭に並ぶようになった。

だが、認証制度に対する反応はいまひとつ。スーパーや卸業者は取り扱いに消極的で、当の有機農家も「いい制度とは思えない」という。

認証制度とは？

有機農産物の表示が、本格的に制度化されるのは今回が初めて。これまでにも「ガイドライン」といわれるものがあったが、指針に過ぎず、拘束力をもっていなかった。それが今回から、有機の栽培基準を満たした商品にだけ、「JASマーク」シールを貼ることができるようになった。認証を取っていないものを「有機」と表示すると、一〇〇万円以下の罰金が科される。

今回、決められた有機農産物の基準は「無農薬、無化学肥料栽培を、野菜やコメなら二年、果樹は三年以上続けた田畑でとれた農産物」。また、加工品や輸入農産物も表示の対象となる。

実は今回の有機認証は、国際的な流れに沿って制度化せざる得なかったという経緯がある。食品の国際基準を定めるコーデックス委員会が、九九年に有機の国際基準を決め、それで農水省が動いたのだ。栽培基準も、欧米の基準を参考にしたものだ。気候が乾燥している欧米では、さほど無理な基準ではないが、湿度の高い日本では厳しい。だから、法制化前から生産者の間では「完全に外圧。日本には向かない」「輸入農産物ばかりが市場に出回ることになる」などの声も出た。

手間とお金のかかる制度

「有機」表示をしたいという生産者は、農水省に認められた民間の認定機関の検査を受けなければならない。この検査にたいへんな手間がかかる。

まず、種や農業資材の入手先、防除方法など栽培に関する記録から、過去に農薬や化学肥料を使っていないことを証明するものまでさまざまな書類を認定機関に出す。書類審査にパスすると、検査員がほ場に来て実地審査がある。これに合格してようやく、「有機」と認められる。

手間だけでなく、費用もかかる。現在、農水省が認めた認証機関は、全国各地に約三〇団体（二〇〇一年三月の時点）ある。認証費用は団体によって異なり、ほ場一枚あたり二・五万円～二〇万円程度と差がある。交通費など実費はさらに費用かさむ。

それだけではない。有機栽培のほ場は、慣行栽培のほ場から農薬などが入りこまないよう緩衝地帯を設けたり、防風ネットを設置しなければならない。コメの場合も、慣行栽培の水田の水が混入しないような措置をとらなければならず、費用は安くない。ちなみに、生産者だけでなく、有機農産物を取り扱う流通業者も、認証を取らなければならないことになっている。

さて、この認証制度に対し、有機を手がける生産者は流通業者の反応はどんなものか。一言でいうと、一部の生産者は積極的に取得しているが、流通業者は消極的なところが多く、費用負担が生産者に重くのしかかっている。

有機より特栽に重点を置く小売

「認証を受けた有機農産物は、一部取り扱うつもり。でも量は青果物全体の一%にも満たない」イトーヨーカ堂の青果部、戸井和久シニア・マーチャンダイザーはいう。

同社では、消費者の健康志向に対応し、九六年から有機野菜と特別栽培野菜を、それぞれ「有機野菜」「健康野菜」というブランドで売ってきた。だが、有機野菜を買いに来るのは、家族がアトピーだったり、有機にこだわりをもつごく一部のお客さんだという。したがって、有機野菜を取り扱っているのは、首都圏の一部店舗だけで、これがそのまま認証品に切り替わるだけという。

産地の事情に詳しい戸井氏は「認証制度が日本の風土に合ったものではないのは確か。費用だって農家には負担が大きい」という。だからといって、有機農産物は、回転率や利益率が高くないため、小売として認証コストを一部負担することは難しいのだという。

むしろ同社は、「有機野菜」よりも「健康野菜」に力を入れている。価格も、「有機」は一般の野菜より三～五割り増しだが、「健康」は高くても二割増しに抑えているという。

大手スーパーには、有機はあくまでも品揃えのための商品なのだ。認証制度で、本物の有機が出回るからといって、これまでより積極的に有機を取り扱おうというスーパーは見られない。認証制度が始まる前から有機野菜を取り扱ってきたジャスコも「従来の有機野菜を認証品に変えるのみ」と現状維持の構え。ダイエーとなると「これまでも有機は扱ってこなかったし、今後も扱うつもりはない」ときっぱりいう。

※特栽：減農薬、または減化学肥料によってつくられた農産物のこと

冷ややかな市場関係者

小売店舗のこうした動きと同じく、卸業者も有機に対して概して冷ややかなところが多い。東京・太田市場で取扱高トップの日本最大の卸売会業、東京青果は九一年に有機や特栽、地域の特産品を扱う「個性化淡芸農産物コーナー」を設置。認証制度をきっかけに有機の取り扱いを拡大するのかと思いきや、そうではなさそうだ。

「スーパーもデパートも売場から有機は減っている。健康とか安全とかいわれているが、消費者はやはり価格優先。有機はいわれるほど売れていない」と関係者の声。こうなると、認証品を積極的に扱うことは考えにくい。

長引く不景気で、消費者の財布の紐が硬くなっているいま、「安全なものは欲しいが、いくら高くてもかまわない」という人も少ない。

おなじ市場関係者でも、外食業者等と取引する仲卸業者の中には、流通業者としての有機認証をとっているところもある。「JASマークは評価されると思う。だが価格が高くなってしまえば売れない。慣行のものに比べ耐えられる価格に抑えられるかが問題」と仲卸の関係者はいう。

有機は栽培そのものに手がかかる上に、認証コストが加わって割高になってしまう。流通業者が認証品を前に足踏みするのはコスト問題が大きい。

独自基準で認証する外食

そんななか、外食業者は「安全」と「低価格」という、消費者ニーズを満たすため、認証制度とは別の独自基準を打ち出した。外食の業界団体、日本フードサービス協会（J-F協会）が九八年、野菜とコメの自主事業をつくった。それが「J-F基準」といわれるもの、有機ではなく、特栽（農薬、化学肥料を慣行栽培の五〇%減）を原則としている。

また昨年春、J-F基準をパスした農産物に、認証をうえる制度をスタートさせた。すでにファミリーレストラン「ジョナサン」や居酒屋チェーン「和民」などでは、J-F認証の野菜を使っている。

外食といえば、スーパーより早くから有機野菜を使ってきた。その外食が、なぜ独自に「特栽」の認証を作ったのか？　J-F協会の千葉国雄広報室長はこう話す。「有機がベストだが生産量が限られる。外食はメニューも決まっており量の確保が重要。J-F基準は独自の基準だが、第三者機関が認証するので、消費者の信頼は得られるはず」。認証コストは生産者出荷額の〇・五%程度におさえ、これを外食、卸、生産者の三者で分担し、メニュー価格には反映させないつもりだという。

一方、同じ外食でも、JAS認証をうけた野菜を積極的に取り扱うと

ころもある。首都圏を中心に「北海道」、「浜町」など居酒屋を展開する平成フードサーヴィスだ。同社は、各地の有機農家と年間契約しており、店舗で使う野菜の八割が有機栽培だという。

同社武内智副社長は「本物の有機とは何かを消費者に知らせるためにも認証は必要」と、契約農家に認証取得を呼びかけている。ただ他社同様、メニューの値上げは考えておらず、「認証コストは生産者負担になるが、物流費など別のコストを削減することで、コスト増は避けられると思う」と話す。低迷続きの外食だけに、安全が証明されている野菜を、従来どおりの価格で提供することで、消費者の需要を掘り起こしたいという狙いがあるのだろう。

先行投資としての認証取得

二〇〇一年三月一日現在、JASの認定を受けた件数は三五二件。そのうち国内の生産者がトップで一一五件、加工品などの製造業者が七一件とつづく。認証制度が始まる前から認証業務に携わってきた検査員によると「思った以上に生産者からの申請が多い」という。

認証制度に消極的な流通業者や、独自基準を作った外食業者の動きを見る限り、生産者が認証を取るだけのメリットは、残念ながらなさそうだ。だが、あえて積極的に認証を受ける生産者もあれば、認証に頼らず、消費者との信頼関係を大事にする生産者もあり、対応ぶりはさまざまだ。

JAとして有機栽培に取り組んできた千葉県のJA山武郡蓮沼支所有機部会。昨年秋、約五〇名の部会メンバーが認証検査を受けた。部会は生協、外食、宅配業者など幅広い販路を持っている。認証は取引先の依頼ではなく部会で決定。コストは部会費で賄うという。

「認証制度には多くの問題があるが、背を向けても仕方ない」というのが、下山久信支所長の考えだ。「認証自体が重要だとは思わないが、情報公開は今後必要になる。取引先から情報を求められたとき、即対応できる態勢を作りたい」。

認証を受けるには、栽培方法やほ場に関するさまざまな書類が求められる。認証をきっかけに情報を蓄積し、必要に応じて公開すれば、取引先の信頼も高まる。

同部会のように認証を取らなくとも、自主的な基準にもとづいて栽培し、情報公開にも対応しようとしている産地は、このところ増えつつある。

信頼関係があれば認証は不要

一方、認証制度が始まる前に自ら認証を取ったものの、今回から認証を受けるのをやめたという農家もいる。静岡県藤枝市のお茶生産グループ「清茶会」は、三年前にアメリカの認証機関の検査を受け、有機認証を受けた。また、認証制度がスタートする前の自主的な取得だ。だが塚本忠紹代表は「費用がかかった割にメリットがなかった」と更新をやめた。

清茶会のメンバーは六名で、生産したお茶の半分を消費者に直販し、残りは問屋や生協に卸している。認証取得は、取引先の問屋から要請があったからだ。JAS法改正に先立って、認証品を取扱えば小売店にアピールできるという思惑があったと思われる。

「有機認証は時代の流れだと思った」（塚本代表）と取得を決断、六人の各ほ場と加工場の検査を受けた。費用は交通費など実費を除いても六〇万円を超えた。費用の一部は問屋も負担したという。

だが、認証コストを製品価格に転化できたわけでもなく、産直のお客さんからは「別に認証はあってもなくても関係ない。いいお茶だから注文する」といわれた。「信頼で結ばれている以上、認証マークは意味がないことがわかった。そればかりか、書類づくりに時間をとられ、畑に出る時間が削られることもあった」と塚本氏。清茶会は、二年目の更新手続きをとらなかった。

ところで、これには後日談がある。認証を要請した問屋が「更新をやめられては困る」塚本代表のもとにやって来て「費用を負担するので更新してくれ」と泣きついてきたのだ。こうして清茶会は更新したが、「生産者には認証はいらない。必要なら流通側が費用を負担すべき」。清茶会は今後もこのスタンスを守っていくつもりだという。

考えられる海外からの攻勢

生産者によって認証制度への対応はまちまちだが、生産者としてはこの制度をまったく無視することもできない。海外からの有機農産物が入

ってくることが考えられるからだ。

東京の太田市場には、すでにサンプルとして輸入の有機農産物が、どんどん送られてきているという。最近では保存技術も進歩し、燻蒸処理されずに日本に入ってくる生鮮野菜も多いという。ある商社が中国の企業と契約し、中国で作ったオーガニック野菜を日本で販売する計画も進んでいるという。また韓国では、WTO体制に対抗するために国を挙げて有機農業の推進を図っており、国内より高く売れる日本への輸出を狙っている。

いまのところ、JASマークをつけた輸入オーガニックの商品は、あまり見かけることはない。しかし、国産よりも輸入農産物が本格的に入ってくるようになると、日本の農家は苦境に立たされるのは明らかだ。海外からの商品は有機とはいえ安い。輸入品につられる形で、農産物の価格が下がることも考えられる。「今回の認証制度は、輸入オーガニックに道を開くためのようなものだ」という怒りの声が生産現場から聞こえてくる。

認証制度に頼らず産直で生き残る道も

有機農業を含む環境負荷の少ない農業が広がることは、環境保全の観点からも、また生産者・消費者の健康から望ましい。だが、今回の認証制度の導入は、不当表示を「規制する」ものでしかなく、有機農業の「発展」につながるものではない。

制度を立ち上げた農水省は施行前に「認証を取れば付加価値が高まり、高く売れる」というようなことをいっていた。だが、フタを開けてみると、差別化販売ができそうなのは一部の流通業者だけで、生産者にはコスト増のしわ寄せだけがいってしまっている。

「制度に踊らされるな」。これが認証に対する生産者サイドのおおよその見方だ。

すでに民間団体による有機認証が始まって三〇年にもなるアメリカ。認証マークのついた有機農産物が流通する一方で、認証マークなどなくても、ファーマーズマーケットなどを通じて取引される有機農産物もあるという。後者はおもに、小規模農家によって栽培された農産物である。また、有機農業について理解の深い消費者と、地元の生産者の産直もさかんになってきているという。このことは、日本で認証制度が導入されようとも、信頼で結ばれた農家と消費者の産直の関係もまた、生き残る道があるということを示しているのではないだろうか。

認証制度が本格的に始まる四月以降、JASマークのついた有機農産物は徐々に店先に並ぶようになるだろう。一方、商品には「有機」と表示できなくとも、味や品質にこだわったり、信頼関係を大切にしようとする農家の商品も出回る。どちらを選ぶか、消費者にも選択が求められる時代になる。

青山浩子

誌上講座

環境プランナー

循環型社会という概念が急速に普及している。そこでは環境問題がもっとも重要な課題だが、社会システムとして循環型社会はどう機能すべきなのか。ビジネスと環境の両立はいかにして可能となるのか。二一世紀企業のありかたを問う。

環境プランナー制度

企業の評価で環境に関しての項目の調査が重視されるようになり、環境への対応は企業経営にとって不可避かつ重要な課題となっている。

規制緩和の時代とはいえ、環境に関する規制はより強化され、その理解と対応に追われているのが現状であり、厳しい競争のなかで企業がサステイナブルに発展してゆくためには、環境経営の実務を推進するための組織の構築および人材育成が急務とされる。またその成果を積み重ねることこそ、企業活動のアカウンタビリティ（説明責任）を確立する最善最短の方法である。

環境プランナーでは、組織の環境経営の実務を推進できる人材育成を目的にカリキュラムが構成され、企業経営の指導に携わる企業コンサルタント、公認会計士、税理士、ファイナンシャルプランナー等を対象に、環境に関するより実践的な知識を得ることにより、業務拡張を目指す一方、企業内の環境対策担当者がより効果的な環境経営の推進を実現することが可能となる。

環境プランナーの研修コースおよびカリキュラム

環境プランナーの環境アリーナ研究機構認定研修機関のひとつである㈱テクノファで認定されている養成コースは以下の通りである。

ISOの研修機関としての確固たる実績と信頼性の基盤の上に構築されたカリキュラムは、さすがに環境実務を知り抜いた構成であり、今後、環境プランナー制度の発展にともない、必須科目の付加がおこなわれる予定である。

環境プランナーの認定研修機関には㈱中央サステナビリティ研究所（中央青山監査法人グループ、PRICEWATERHOUSECOOPERS）も予定されており、近く養成コース、カリキュラムが発表の運びとなる。

通信教育内容

循環型社会概論
地球環境問題と廃棄物・リサイクル問題、循環学、解体・回収・分別・選別、リヴァースマニュファクチャリング・DIE、容器包装学

廃棄物・リサイクル関連法規
循環型社会形成推進基本法、その他

支援技法
LCA、環境パフォーマンス評価、環境会計・環境報告書、グリーン購入、環境ラベル、その他

期間：三ヶ月

スクーリング内容

組織の環境経営
●ケーススタディ
環境リスクマネジメントの実務

環境関連法規への対応
●ケーススタディ
法的要求事項の特定と対応

環境会計・環境報告書の作成
●ケーススタディ
環境会計の実務／環境報告書の作成、筆記試験　一時間
日程：三日間（九時三十分開講、一七時終了）

（株）中央サステナビリティ研究所

業務内容

Strategy	温室効果ガス排出量取引関連サービス
	環境に関連する研修および出版
Assurance	環境報告書のレヴュー、意見書の発行および作成支援
	環境会計概念構築および情報システム導入支援
Disclosure	LCAの構築支援（PwCエコビランジャパン社との協力業務）
Risk control	ISO14001およびISO9000の認証取得支援
	環境デューデリジェンス
Management	環境に関連する各種調査および改善提案

概要

○事業目的	環境情報開示の発展という社会的課題と、組織環境マネジメント支援事業を結合することにより、新しい事業分野を開拓し、これを市場化する。
○設　立	1999年6月
○資本金	10,000,000円（中央青山監査法人100％出資）
○事業拠点	本　社：東京 その他：名古屋、京都、大阪、福岡

環境プランナーのミッションの遂行

各認定研修機関はそれぞれの特色を生かした養成コース、カリキュラムが組まれるが、つぎのようなミッションの遂行が環境プランナー制度の実際面として注目される。

1 環境デューディリジェンスの遂行

Due Diligenceとは、企業の財務・税務・人事などに関する詳細な調査（事業評価）。

企業合併、M&A（企業買収）時にデューディリジェンスが実施されることが多いが、（ISO／DIS 14015においては「事業活動実態調査」と訳されている。）環境に関する項目の調査が重視されるようになっており、その実務担当者が必要とされている。

これは、①環境マネジメントシステム、②環境パフォーマンス等を調査対象としており、今後この評価は企業価値に影響をおよぼし、損害保険契約、金融機関の融資におけるポイントとして、その決定ならびに条件に大きく作用することとなる。

2 環境会計の導入、環境報告書作成サポートの遂行

グリーン・インベストメント、グリーン調査（グリーン購入法）、グリーン・コンシューマーに対応するには、企業と利害関係者の環境コミュニケーションツールである環境報告書をわかりやすく作成することが必要であり、今後、取引先、国、自治体への提出が重視されることが見込まれ、その実務担当者が必要とされている。

また環境会計も、環境コストと効果の状況を利害関係者に説得力をもって説明するために、環境コストとその効果を把握しなければ組織の適正な経営管理ができないことなど、その導入およびコンサルティングは日々増加の一途である。

3 環境教育の遂行

企業の環境教育支援、大学の公開講座における環境教育、大学、大学院の環境学専攻における環境プランナー講座の講師としての職責。

環境プランナー運営委員会

二〇〇一年三月二六日（月）、東京大学において環境プランナー運営委員会が開催され、新たに運営委員として三名が就任し、いっそう制度運営が強化されることとなった。

●

「運営委員会」

委員長◎板生　清
特定非営利活動法人ウェアラブル環境情報ネット推進機構理事長（判定委員長）
（東京大学教授　環境学専攻）

委　員○藤木健二
特定非営利活動法人ウェアラブル環境情報ネット推進機構理事（判定委員）
（東京大学助教授）

委　員○吉田公創
エヌピー通信社　代表取締役

委　員○内田二郎
（株）テクノリサーチ研究所代表取締役

委　員○鴻本　登
（有）ワイエヌインターナショナル　代表取締役

委　員○大滝克彦
プロアクトインターナショナル（株）代表取締役

委　員○磯　正仁
ハンテック運営代表取締役

委　員○海野みづえ
（株）創コンサルティング代表取締役

委　員○福岡克也
地球環境財団理事長

委　員○井上謙枝
中央青山監査法人環境監査部部長・公認会計士

「総括運営」

○江間泰徳
環境アリーナ研究機構理事長（税理士）

○平林良人
（株）テクノファ代表取締役
（ISO14001主任審査員）

法政大学エクステンション・カレッジ（環境アリーナ研究機構認定）

環境プランナー・基礎講座

事業者向けの環境実践実務を学ぶ

企業経営にとっての環境問題とは、環境マネジメントシステムの国際規格ISO14001の取得だけでなく、リサイクルへの取り組みや費用や効果を把握する環境会計、そして情報公開のための環境報告書の作成と、様々な対応に迫られています。このため、これらの関連実務をこなす人材の育成が急務となっています。

環境プランナーは、環境アリーナ研究機構が評価・登録する資格です。企業が環境問題に対処するために必要な各種の経営知識とそれに関連する実務全般を習得したことを示すもので、ファイナンシャル・プランナーが個人への金融アドバイスをする知識を持つことに対し、環境プランナーは事業者向けに環境全般のアドバイスをする知識、技能を持ちます。

本講座では、そのための理論から具体的なケースを用いた実務までを全般的に学ぶ基礎の講座で、業務に携わっていただくこともあります。環境プランナーの資格を取得するには、本講座を修了後環境プランナー要成講座応用コースを受講し、試験に合格することが要件となります（2001年度下期以降開講の予定）。企業の環境担当者だけでなく、財務・経理などの実務に携わる方々に必須のコースです。

●対象　企業の環境管理担当者または環境経営を勉強したい方、税理・経理実務に関わる方

●定員　30名

●会場　法政大学ボアソナード・タワー

●受講料

一般　68,000円

法政大学卒業生　61,000円

●講義概要

●第1回●5月16日（水）

オリエンテーション：環境プランナーとは／必要とされる環境実務

●第2回●5月23日（水）

ISO14001環境マネジメントシステム：規格の概要／内部監査と審査

●第3回●5月30日（水）

ISO14000のその他の規格：LCA／環境ラベル／パフォーマンス評価

●第4回●6月6日（水）

環境会計：事例に見る環境費用と効果の捉え方／会計情報の記載方法

●第5回●6月20日（水）

環境報告書：環境報告書ガイドライン／先行事例に見る作成スタディ

●第6回●6月27日（水）

リサイクル（1）：最新のリサイクル法規制の知識／企業への影響

●第7回●7月4日（水）

リサイクル（2）：リサイクル関連実務の解説とその書類作成業務

●第8回●7月11日（水）

環境リスクと企業経営：新たな経営リスクとしての環境リスクの対処方法

●コーディネーター／講師

海野みづえ：㈱創コンサルティング代表取締役

千葉大学卒業後、中央クーパース・アンド・ライブランド・コンサルティング㈱などを経て、1996年㈱創コンサルティングを設立。環境マネジメント、環境コミュニケーションなどの分野でのコンサルティングを手掛けている。訳書として、『緑の利益―環境管理会計の展開』（産業環境管理協会）。

●講師

藤末　健三：東京大学工学部（産業政策専攻）助教授

東京工業大学卒業。MITビジネススクール、ハーヴァード大学政治行政学大学院卒業。通産省にてコンピュータ産業、環境政策などを担当後、1999年より現職。訳書として、『競争力―Made in America　10年後の検証と新たな課題』、『技術経営入門』。

平林　良人：㈱テクノファ代表取締役

元セイコーエプソン株式会社英国取締役工場長。ISO9000およびISO14000シリーズのJAB（財）日本適合性認定協会）認定研修機関として、日本最大の研修実績をもつ㈱テクノファを設立。著書として、『ISO14000要求事項の解説と構築のポイント』他多数。各種団体のマネジメントシステムに関わる委員を務める。

江間　泰穂：特定非営利活動法人　環境アリーナ研究機構　理事長

江間会計事務所長、税理士。環境リサイクル管理士主任講師。ER（アースリバブリック）会計人会代表。著書として、『待ったなし!!中小企業も対応迫られる容器包装リサイクル法』（FPステーション）他。経済融合会事業協同組合理事長として全国中小企業に環境経営を推進している。

梨岡英理子：公認会計士

『監査法人太田昭和センチュリー環境監査部を経て、2000年7月独立。著書として、『環境会計と環境報告書作成の実務』（共著　中央経済社）、『環境報告書ガイドブック』（編著　東洋経済新報社）他。

※その他環境アリーナ研究機構認定の講師が担当。

●共催

特定非営利活動法人　ウェアラブル環境情報ネット推進機構（略称：WIN

の会）／東京大学ネイチャーインタフェイスラボラトリを中心とする、研究技術や大学知の社会還元を目指すNPO。
特定非営利活動法人　環境アリーナ研究機構／環境保全・リサイクル関連分野の産業界・学会などの専門家集団の活動を支援し、環境専門知識の教育、調査、研究を行うNPO。

●その他
養成コースカリキュラムは、現在WINの会理事長板生清東京大学教授監修のもと、㈱テクノファ社が認定されています。

●修了証書
8割以上出席された方に発行します。

●申し込みから受講までの流れ

必要事項を受講申し込み書に記入
↓
受講申し込み書の提出
①FAX又は郵便又は持参
②オンラインポータルから申し込む
↓
受講料の振込
開講2週間前までに（申込締切）
↓
受講証・開講案内が届く
開講2週間前頃
（受講日時・会場等を通知）
↓
講座に出席

受講申し込み方法

受講申し込みに関しては、「2001年度講座のご案内」をお取り寄せのうえ以下の方法に従って下さい。

①講座案内巻末の「受講申し込み書」に必要事項をご記入のうえ、ファクシミリ又は郵便にてお送り下さい。またエクステンション・カレッジに直接お持ちいただいても結構です。

②受講受付は先着順とし、定員に達し次第締め切らせていただきますが、締め切り後に「受講申し込み書」を送られた方にのみ、到着後3日以内（休業日を除く）にその旨をご連絡いたします。

③受講料を開講2週間前までに振り込まれなかった場合、キャンセル待ちの方を繰り上げることがあります。

④「振り込み控」は開講日まで大切に保管してください。

⑤お振り込みの際の手数料は、自己負担とさせていただきます。

⑥受講料が勤務先から支給される方で、事務処理上請求書が必要となる場合は、事務局まで御相談ください。

⑦受講料を振り込まれた方には、お申し込み講座の開講2週間前頃に受講証と開講案内をお送りします。但し、それ以降に振り込まれた方には、入金の確認ができ次第お送りいたします。

⑧受講者が一定数に満たない場合、講座を取り止める場合がありますので、予めご承知おきください。この場合、お支払いになった受講料は全額返却いたします。

キャンセルについて

●やむを得ずキャンセルする場合は、できるだけ早く事務局までご連絡ください。

●当カレッジでは、受講料お振り込み後でもキャンセルを受け付けます。その場合は、必ず開講前日までに事務局へご連絡ください。納入済みの受講料は全額返却いたします（返金のための振り込み手数料は、受講生の負担となります）。

●開講後のキャンセルは受講料を返却いたしませんので、予めご了承ください。

注意
会場には駐車スペースがありませんので、お車でのご来校はご遠慮ください。

お問い合わせ先

法政大学エクステンション・カレッジ事務室
TEL ; 03-5261-5104
FAX ; 03-5261-5106
E-mail ; help@hosei.ac.jp
郵送先：〒102-8160　東京都千代田区富士見2-17-1
法政大学エクステンション・カレッジ

専用オンラインポータル開設！ http://www.hosei-ec.org/

受講お申し込みは安心設計のポータルで

Webポータル（ナレッジ・コミュニティ）は、図解で見ると複雑そうですが、ガイドに沿ってナビゲートするだけで、受講のすべての手続きや操作、連絡を簡単に行うことができます。

受講お申し込みもオンラインで

http://www.hosei-ec.org/にアクセスしてください。

①各講座の受講申し込みがオンラインでできるようになりました。

②受講料が勤務先から支給される方で、事務処理上請求書が必要となる場合は、お申し込みの際にその旨入力してください。別途請求書を発行いたします。受講料を振り込まれた方には、お申し込み講座の2週間前頃に電子メール又は郵送で開講案内をお送りします。

「ネイチャーインタフェイス」創刊記念パーティー報告

二月八日、東京都内のホテルプレシデント青山において、総監修の板生清東京大学教授をはじめ、関係者一六〇名が集い本誌創刊の記念パーティを開催。多数の祝辞とともに、各氏から本誌に対する要望や今後の期待が述べられた。

東京大学副学長・農学生命科学研究科教授

小林　正彦氏

農学の発想を活かし、自然と共生する社会を

私は農学の分野に身を置いてまいりました。そもそも日本の工業などは理学が発想し、工学がそれを実現して、最後に農学へという経緯できました。しかし、「20世紀というのは農学が工学に学んできた時代だけれども、21世紀は工学が農学に学ばなければならない時代ではないか」と吉川弘之先生が言及されているように、この提案は、日本がこれから進むべき道を示唆しているのではないでしょうか。つまり農学の発想をもっと活かすということです。

この創刊号の中に「人々のための科学」を実現しなければならないと、吉川先生は訴えています。私たち人間というのは、ナチュラルであると思います。ネイティヴであり、ナチュラルであり、そしてネイチャーの中のひとつであると。

私は蚕を研究していますが、改良して家畜化した蚕を野外に置いたとします。これはすぐに死んでしまいます。つまり彼らは人工的に改良されたので、木に止まって自分で餌を食べることができない。なぜなら、自分の体重を支えられずに木から落ちてしまうのです。このように人間が作り上げた環境の中でしか生きられない生物が、ものすごく多くなってきている。つまり我々人間が知らず知らずのうちに自然を変えているのです。

この顕著なものにカラスがいます。昔のカラスや農村のカラスにとって、一番高い所といえば木のてっぺんでした。しかし都会のカラスは、一番高いのはビルの上なのです。住んでいる場所が田舎か都会かで、カラスの習性も変化してきているのです。

このように我々は、地球上の環境に影響を及ぼしている中で、自然と共生するにはどうしたらいいのか。これからはより一層鮮明にしていかなければなりません。

いずれにしても本誌が永続的に刊行されるように、我々もその内容について監視をし、また同時に協力していかなければならないと自覚しております。

東京大学教授・環境学系長

磯部　雅彦氏

自然計測にセンサあり

本日は「ネイチャーインタフェイス」のご創刊、まことにおめでとうございます。私は東京大学で大学院新領域創成科学研究科環境学研究系環境学専攻というところで、研究系長兼専攻長という立場にあります。私が研究系長になったのは2年前からでして、板生先生にはその創設期から環境学研究系に加わっていただき、今日に至っております。

この「ネイチャーインタフェイス」についても、前からお話しをうかがっておりましたが、実はもう10年も前から構想されていたということで、キチッとした構想のもとに着実に準備を積み重ねられ、そして今日創刊に至ったのだと理解しております。

私のおります研究系は、教官が現在、教授・助教授・専任講師合わせて67名おります。研究系あるいは専攻としては非常に大きな組織ですが、その中には工学系出身者もいれば農学系や理学系、また文学系出身の教官もおります。こうした教官が学融合一学問を融合して新しい環境学という分野を作ろうではないか、ということで努力しているところです。

こうした環境の中で、板生先生の活躍は目を見張るものがございます。

さて、「ネイチャーインタフェイス」創刊号を拝見致しましたが、私の専門分野である海岸環境の観点で見ますと次のようになります。たとえば波高測定ですが、船乗りが船に乗って目視で波高が何メートルと決めて以来、やがては海中の圧力を測ると波高が測れるようになり、今では超音波やリモートセンシングを使用して直接波高が測れる時代がやってきました。天気予報では波浪予報もできる。これはまさにセンサが発達して、色々な自然現象が測れる時代になったからに他なりません。

是非、今後も本誌で色々なものを計測できることを紹介し、今まで見えなかったものを次々と見せて頂きたいと思っております。

早稲田大学教授・前理工学総合研究センター所長

大附　辰夫氏

30年後を見据えた雑誌作りを

私は直接的に「環境」などの分野に関係のないところで活動しておりますが、環境問題を考える場合、人類が築きあげた文明社会と自然との調整をいかに図っていくかが本質的な課題であると思われます。実際、この分野の方々のお話しを聞いてみると、非常に幅が広い。この雑誌は、まさにこうした背景を踏まえ、社会的使命を果たすという大きな夢を持っていると思います。

実は、この問題を論じるにあたり、私が懸念していることがひとつあります。それは、今こうした問題が提起されて、実際に危機になるのは30年後と言われておりますが、そうした危機感を抱く世代が高いということです。

世界の動静を見ますと、石油は30年後に枯渇することを想定して世界の企業は動いております。LSIを基盤としたIT社会も今は先端技術ですが、これが末端技術になるのは約30年後と言われています。この30年後を考える世代が、実は50代、60代、70代の人に多い。若い人はあまり考えていないようです。

この問題に対して実際に関係あるのはどの世代かと言いますと、関心度が低い20代、30代であるはずです。

そこで、お願いしたいのですが、「ネイチャーインタフェイス」を是非とも、20代、30代を啓発するような雑誌に育てあげていただきたいということです。

慶応義塾大学教授・理工学部長

安西　祐一郎氏

雑誌のコンセプトに密接に関係

「ネイチャーインタフェイス」の創刊、おめでとうございます。

私は大学では社会インフラ用ユビキタス・コンピュータの研究をしております。また情報処理学会では、「知的都市基盤研究グループ」の活動を始めました。

さらに文部科学省のプロジェクトである「人間支援のためのリアルタイム分散ネットワーク」の研究も始めました。

このようなプロジェクトが、この「ネイチャーインタフェイス」と密接に関係しております。ですから是非、この雑誌から勉強し、かつ支えて行きたいと思っております。

ご発展を心よりお祈りいたしております。

注）当日、先生は急用にて欠席されたため、送られてきたメッセージをそのまま転用しました。

NTTエレクトロニクス株式会社
代表取締役社長

伊澤　達夫氏

実は板生さんとは非常に長い付き合いですが、NTTにいた最後の頃から色々なことがありました。その後、中央大学、東京大学と移られましたが、2、3年後に色々な話を聞くようになりました。最近では「ネイチャーインタフェイス」、NPOの「WINの会」なども企画され、ますますご活躍であります。今後も本誌がますます発展することを心より祈念いたします。

株式会社NTTデータ
常務取締役

浜口　友一氏

最初に板生先生のところにお伺いしましたのは、「ウェアラブル」ということでお邪魔しました。一見したところ大学の先生らしくない方で、「これは面白い」と思いまして、今まで色々とご協力させていただきました。これからも本誌が、グローバルな読者層を得られることを期待しております。

株式会社セイコーインスツルメンツ
常務取締役

松野　健氏

我が社では21世紀を生き残るのに、4つの事業ドメインを展開しております。その頭文字がWINSです。「W」はウェアラブル・ビジネスという非常に重要な領域を設定しております。その中の「ヒューマン・インタフェイス」をセンシング・デバイスの中心に我々は考えておりましたが、本誌を拝読し強い衝撃を受けました。改めてウェアラブル・ビジネスの思いを考え直さなくてはならないという思いがいたします。

財団法人地球環境財団理事長
立正大学教授

福岡　克也氏

生態系と経済系の一本化に期待

87年に地球環境財団が環境庁（現：環境省）の公益法人として設立され、私は理事として当初から支えてきました。そして環境サミットなどで味わった苦い思い出を糧に、環境問題に取り組んできたわけです。

今、私どもが問題とするところは廃棄物です。50年から現在までの人口は25億から60億と2.4倍に増加し、経済成長もＧＮＰ換算で約6倍になっています。これに伴い、木材資源の伐採量は約2倍、化石燃料や鉄鋼の消費量は約4倍、紙の消費量は6倍、魚の消費量は5倍と、自然資源の採取が急速に拡大しました。ところがこうして発生した廃棄物の処理のプロセスを考えず、我々は全て廃棄した。そのために、廃棄物が自然分解できないような物質を排出し、循環のバランスを崩してしまったのです。これまで人間は自然に対してどういう考え方で、どういう基準で経済活動を行ってきたのか、人間と自然の両者間の関係をしっかりと捉えないといけないのです。

その一方で私はこの9年間、日本学術会議の地球環境研連（研究連絡委員会）と言う活動のなかで、GPSという位置情報とHDPというヒューマンな次元での環境情報や環境対応を一本化する研究をしてまいりました。そんな折、板生先生にお会いして、工学系の方がネイチャーや生態系を考えることによって、GPSとかHDPのできなかったことを一本化できるのではないか。我々の足りないところを新しい技術で補うことによって、新しい世界が開けるのではないか、そのように思った次第です。

今後とも「ネイチャーインタフェイス」を通じて、我々のできなかった課題に取り組んでいただくと同時に、私どもとしても協力していきたいと思っております。

セイコーエプソン株式会社
専務取締役

平澤　豊満氏

「都会のカラス」と「田舎のカラス」という話がありましたが、人間も田舎に住んでいる人と、都会に住んでいる人では自然環境が違います。空気と水のいい田舎に住んでいたらどうなるかという研究を、ウェアラブル・コンピュータを使ってやっていただけたらと思っております。

「ネイチャーインタフェイス」創刊記念パーティー報告

日本ガイシ株式会社取締役

大野　正直氏

当社は「環境」と「IT」の両面を踏まえたビジネスを展開しておりますが、私どものセラミックスは粒子何個という世界に今突入しているところです。そこで、もの作りというものを見直そうということで、本誌を通じながら自然のもの作りを展開し、エネルギー100分の1を目指してがんばっていきたいと思っております。

株式会社テクノファ社長

平林　良人氏

環境プランナーというのは、環境に対する人間の感受性をもっと高めていかなければならない。なかなか自然が変わっても人間は変わらないというお話しもありましたが、やはり人間がいかに感受性を高めるかを、本誌で是非訴えていただきたい。それによって、我々環境プランナーの教育もスムーズにいくのではないかと思っております。

日発精密工業株式会社社長

大島　和夫氏

私どもは情報関係の精密加工を行なっておりますが、何をやっているか分からない、いわゆる「非領域」的要素があるかもしれません。実は板生先生のお話を最初に聞いたとき、「ウェアラブル」とか「ミクロ」という言葉から、当初は「ミクロの決死圏」という昔の映画をイメージしてしまいました。しかし、本日お話をお聞きしまして、要は領域のない、いわゆる私どものような非領域分野のものだと知って、とても勇気づけられた次第です。

株式会社山武取締役

河内　淳氏

私どもの事業の基本は、計測と制御です。この2つを展開し、効率的な経営を行なってきたわけです。それが一方では、様々な自然破壊につながったのではないかという懸念もございます。そこで当社も数年前から「地球にやさしい」とか「人間環境に合った計測と制御」をやろうということで、板生先生にもご指導をいただきながら進めて行こうと思っております。

日経BP社取締役

伏木　薫氏

板生先生とはNTT時代からの付き合いですが、今回の雑誌の趣旨はとてもよいと思います。私も日経エレクトロニクスを担当しておりましたが、雑誌を維持していくことはとても難しいと経験しております。確かに経営は難しいとは思いますが、学識経験豊かな方々のご協力がありますので、心強いのではないでしょうか。是非とも維持していってもらいたい。

小学館チーフプロデューサ

上野　明雄氏

21世紀の最初に出す雑誌として「ネイチャーインタフェイス」はなかなかいいコンセプトだと思います。しかしアカデミズムの先生方のお話は、一般民衆に分かりやすく伝えるには、なかなか難しい。確かにアカデミズムから生まれた雑誌ではあるが、先生方にご協力いただきながら、一般読者の方々がもっているニーズを集め、それを雑誌にフィードバックしていってもらいたい。そして50号100号と続けていってもらいたいと思う。

「ネイチャーインタフェイス」創刊記念パーティー報告

株式会社NTTドコモ
板生研究室卒業生

長戸　理恵氏

以前、板生先生の研究室におりましたが、この雑誌を読んでとても立派にできあがったなと思います。実は私は修士論文でカラスにPHSを取りつけて追跡調査・研究を行ないました。そこでの話が今回は掲載されておりませんでしたので残念に思いましたが、次には載せていただきたいと、雑誌の発展を期待しつつ希望しております。

東京大学教授

畑村　洋太郎氏

「失敗学のすすめ」という本の中で、「失敗を恥ずかしいこと、隠したいこと、悪いことと思う見方をすること自体が、次の失敗を生み出している、だからもっと積極的な面を見ようと」いっています。「ネイチャーインタフェイス」も多分似た面を持っていると思います。つまり当たり前と考えていたことを、別の切り口で見るということ。これから人間がさらなる進歩をするためには、こうした新たな方向で発展していってほしいと思います。

本パーティー実行のスタッフは、鈴木圭子（総務担当）他10名の女性陣です。

東京大学教授

小林　郁太郎氏

「「ネイチャーインタフェイス」というグループ分けをする」2年ほど前に、大学の研究室でテーマを整理しているときに板生先生が言い出したのを鮮明に記憶しています。企画として暖めていた期間が10年ぐらいあったと言っておりましたが、2年前から今日に至るまで、板生先生は先頭に立って大変な馬力で走ってこられたと思います。それが本日、ようやく実現したわけです。本誌が「ネイチャー」と並んで、世界の人が知る雑誌になるよう心より祈念して、本会の語めの言葉とさせて頂きます。

株式会社トンボ鉛筆

笠原　耕三氏

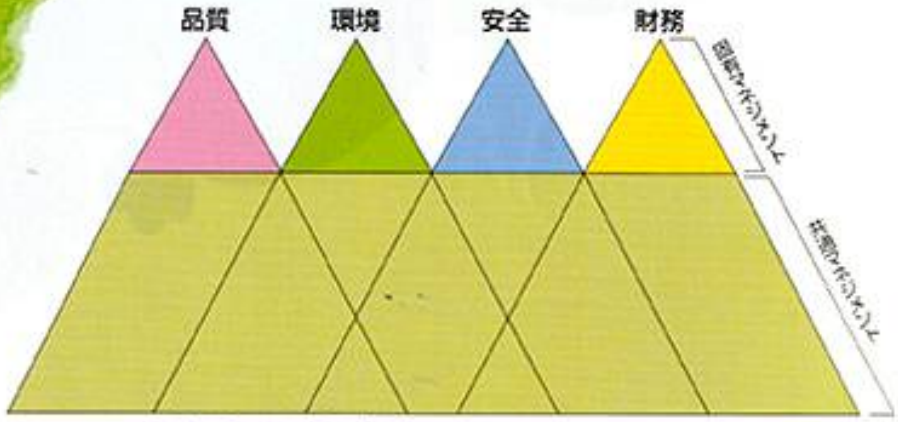
マーケティングで、「ネイチャーインタフェイス」を何に使えるかという点で考察してみました。そして本日のお話をお聞きして、もっと色々なことに使えそうだと確信いたしました。特に人間をネイチャーとするかしないかという話は、多分これから一番大きな問題だと思います。つまり、自分のことを自分のシステムとして考える。これは、実は地球というものを考えるときの、もっとも重要な起点になります。本誌に期待します。

CATS
CUSTOMER'S ADVISER－TOSHO SYSTEM

大切にします パートナーシップ

図書印刷株式会社
〒108-8620 東京都港区高輪1-3-13 TEL 03(3473)7300
FAX 03(3473)7305 URL http://www.tosho.co.jp

14000審査員研修機関
テクノファISO塾



テクノファは「品質」「環境」「安全」「財務」を有機的に結びつけ、集中的なパワーの出せる統合マネジメントシステムの構築に貢献していきます。

4つの管理側面があっても、それぞれ固有の部分と共通する部分があります。それらを整理してモジュール化し、マネジメントを行うことが大切です。

ホームページ　http://www.technofer.co.jp

Technology Transfer®

21世紀を先きどる改革 統合マネジメントシステム

ISO

JAB認定ISO9000

ISO14000環境マネジメント
システム構築

マニュアルのつくり方

LCA（ライフサイクルアセスメント

内部監査の進め方

◀統合マネジメントシステムの概念です。
1つのシステムを4つの側面から
マネジメントしていきます。

株式会社 テクノファ
〒210-0007 川崎市川崎区駅前本町3-1 リクルート川崎東口ビル TEL044-246-0910 FAX044-221-1331

エコ・ドライブで具現化された、地球環境にやさしい時計づくりの思想。

●取材協力
シチズン時計株式会社
製品事業部　花井賢司
木嶋信尚
技術研究所　福田正己

人のからだや気持ちに、そして地球環境にやさしい時計を考え形にする…。それが、シチズンのものづくりの思想「ヒューマン・ウェア」。今回は、前回の「人にやさしい時計づくり」の話題に続き、ヒューマン・ウェアのもう一方の柱、エコ・ドライブで具現化された地球環境にやさしい時計づくりをご紹介します。

―光発電ウォッチは、環境の世紀＝21世紀の主流となる時計といわれています。シチズンでは光発電ウォッチをエコ・ドライブという愛称で商品化されていますが、どんな特徴があるのでしょうか。

福田　エコ・ドライブとは、ソーラーセル（太陽電池）を搭載することにより、光エネルギーを電気エネルギーに変換して時計を動かすシステムの時計です。したがって、従来の使い捨て電池は不要、電池交換をしなくていいので廃棄電池がなくなるなどが最大の特徴です。

―エコ・ドライブは、（財）日本環境協会から時計としては初めて「エコマーク商品」（環境保全型商品）に認定されていますね。

花井　はい。商品の製造・使用・廃棄などによる環境への負荷が他の同様の商品と比較して相対的に少ないことなど、環境保全に寄与する効果が大きいこと。製造および素材の製造にあたっては、フロン、四塩化炭素、トリクロロエチレンなどの有害物質が使用されていないことなど、ユコマーク商品の対象となるいくつかの基本的要件をクリアしました。

肉眼では見えない透明ソーラーセルの誕生

―1976年にシチズンが世界で初

めて開発したソーラー時計では、文字板に四角くて黒いソーラーセルが入っていましたが、エコ・ドライブではそれが見当たらないのですが…。

福田　発電に必要な光だけを通す特殊な文字板を開発し、一見すると普通の時計に見える工夫をしています。この技術によりデザインの幅が広がり、エコ・ドライブが多数のモデルに採用されるきっかけになりました。エコロジーだからといって特別な意識をせずに、普通に使える時計がいいですね。（図1参照）

―「ビトロ」はさらに進化した透明ソーラーセルが採用されていますね。

福田　肉眼では見えないんですが、文字板の下に幅わずか6ミクロンのアモルファス・シリコンを94ミクロン間隔で配置した透明ソーラーセルが入っているんですよ。（図2参照）

図1

―これまでのソーラー時計とは全くイメージが変わりましたね。

福田　「透明な太陽電池はできないの」といわれたのが透明ソーラーセルを生むきっかけでした。常識的には不可能なことですが、人間の目の分解能力以下の細い線にセル幅を細くすることで、擬似透明化を図るアイデアが浮かんだのです。そこから、セル幅と発電量のせめぎ合いが始まり、試行錯誤の末に6ミクロンの透明ソーラーセルが生まれました。このサイズでも太陽光だけでなく、蛍光灯などのわずかな光でも発電して動き続けることができますし、容量の大きな蓄電池を備えているので、機種によって異なりますが一回フル充電すれば全く光の当たらない状況でも6ヶ月、1年間でも動き続けます。それくらい小さな消費電力で動くんです。

環境だけでなく、人にもやさしいを時計を実現

―エコ・ドライブというネーミングがついた商品は1995年に発売された「アテッサ」というブランドでしたね。

木崎　これはチタンを使い、軽さと肌への優しさを特徴とし、さらにワンタッチで時計の着け外しができる両プッシュ中留めや無害な蓄光（文字盤の夜光塗料部分）を採用していました。そして、今日までの低消電技術の発達で文字板の素材やカラーもより自由に美しく表現することが可能となり、豊富なデザインバリエーションの中からお気に入りの時計を選んでいただけるようにもなりました。

―「アテッサ」は、地球環境にやさしいだけでなく、人にとってやさしい時計でもあったのですね。まさにヒューマンウエアを形にしたような…。

木崎　かつて人々はゼンマイを巻くことで時計と付き合い、自分自身と時計とを同化させていきました。それと同様に時計を時々光に当てる行為を通して、共に生きる相棒として意識し、知らず知らず愛しく思う気持ちになることができるでしょう。同時に太陽のエネルギーを感じ、自然、地球、宇宙、その中に生かされている自分を再認識できる。時計と太陽を通して、現代社会の中で乾燥していく人の心を少しでも潤すことができたら…。当時「アテッサ」と「エコ・ドライブ」のデザインを担当していた私は、そんなことを考えていましたね。

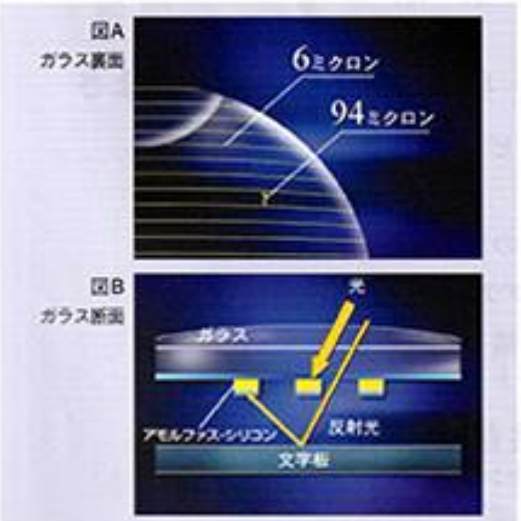
―単に機能だけで人や環境にやさしい、を追い求めるのではなく、その背後には、しっかりした考えがあったのですね。

木崎　そうした「モノづくりへの思い」こそがシチズンが目指すヒューマンウェアなんです。それに、しっかりした思想がなければ、人の心に響く製品にはなりえないですからね。

図2

"透明ソーラーセル"とは？

「エコ・ドライブビトロ」には、ガラスがソーラーセルの役割を果たす、新開発の"透明ソーラーセル"を世界で初めて採用しています。"透明ソーラーセル"は、幅6ミクロンのアモルファス・シリコンを94ミクロン間隔で配置しています（図A）。合計275本のアモルファス・シリコンがガラスを透過する光や文字板から反射される光を電気エネルギーに変えていきます（図B）。この電気エネルギーが二次電池に蓄積され、ムーブメントを駆動させます。



Nature Interface
Eco Solution Magazine

次号予告

巻頭インタヴュー
自然界と基礎工学のはざまで
●東京大学名誉教授 石井威望

ネイチャインタフェイス・フロンティア
●東京大学大学院教授・本誌監修　板生清

自然界とシステムを考える
飛翔を科学する
●東京大学名誉教授 東　昭（航空工学）

リポート
ウェアラブル・身につけることの心地よさ

ウェアラブル・コンピュータ図鑑

WIN Newsletter

地球環境財団からの報告

誌上講座 ● 環境プランナー

昆虫と人間のかけ橋

詩 ● 吉増剛造
パルタージュ(共有)無限性と庭
ジャン＝リュック・ナンシー（予定）

特集
森のエチカ

もちろん森は人類のはるか以前に登場していたが、
デカルトの二元論を待つまでもなく、
森という自然＝野蛮は恐怖の対象であり、異界の象徴でもあった。
森のなかで道に迷ったら、あれこれ考えずただひたすらに真っ直ぐ歩け、とデカルトはいう。
だがそれは人間の考えであり、森には森のエチカがあるだろう。
そしてエチカとはたんなる道徳的倫理＝モラルではない。
スピノザのエチカ、つまり実体＝存在することの倫理である。
「緑の森」のなかで、われわれはいったいなんと出会うのだろう？
それはいい出会い（喜び）か？　それとも悪い出会い（悲しみ）か？
そしてもちろんエチカとはいい出会い＝喜びでなければならない。

AD INDEX 広告索引

広告主	掲載面	URL
あ NTTアドバンステクノロジ株式会社	2頁	http://www.ntt-at.co.jp/
株式会社NTTデータ	表2、1頁	http://www.nttdata.co.jp/
か カトウスプリング株式会社	103頁	http://www.katospring.co.jp
株式会社コアネット東北	表3	http://www.corenet-t.co.jp/
さ シチズン時計株式会社	124、125頁	http://www.citizen.co.jp/
セイコーインスツルメンツ株式会社	76～79頁	http://www.sii.co.jp
セイコーエプソン株式会社	68頁、表4	http://www.epson.co.jp/
た 株式会社テクノファ	122、123頁	http://www.technofer.co.jp/
図書印刷株式会社	121頁	http://www.tosho.co.jp
な 株式会社永井本家	87頁	http://www2.syutoken.com/tone/index.html
日発精密工業株式会社	102頁	http://www.nisseiko.co.jp
日本ガイシ株式会社	69頁	http://www.ngk.co.jp/
や 株式会社山武	1頁	http://www.yamatake-c.co.jp/

Nature Interface

Eco Solution Magazine

2001
Vol.1
No.2

Staff

Editor in Chief 濱口光生
Senior Editor 井上雅之
Editor 春原 博
宇都宮美和子
栖本美喜
大峯郁衣
河村久仁子
高橋瑞歩
服部真弓
伊藤泉（12 to 12）
C.D. 関野邦章
Designer 澤崎益朗
梅澤栄
伊藤基弘
横山志保
武沢朝子
清水清貴隆
大塚八山美
Photograph 馬渕基之
宮嶋栄
Special thanks 鈴木上子
高橋伸幸
中山弥香
野田真智子（株芝林社）

企画 ●ウェアラブル環境情報ネット推進機構（Winの会）
総監修 ●萩生清
編集人 ●濱口光生
発行人●山崎泉
発行所 ●ネイチャーインタフェイス株式会社
住所 ●〒113-0033 東京都文京区本郷5-25-16 石川ビル8階
電話 ●03-5840-6380
Fax ●03-5840-6381
URL ●http://www.natureinterface.co.jp
admin@natureinterface.co.jp
印刷所 ●図書印刷株式会社
住所 ●〒108-8620 東京都港区高輪1-3-13
販売協力 ●株式会社小学館パブリッシングサービス
価格 ●2000円（本体1905円＋税）

『ネイチャーインタフェイス』全国特約書店一覧

北海道	
紀伊國屋書店札幌本店	011-231-2131
青森県	
伊吉書院酒店（青森県八戸市）	0178-28-8211
岩手県	
東山堂（岩手県盛岡市）	019-623-7121
山形県	
八文字屋本店	023-622-2150
栃木県	
進学堂本店	0285-30-1115
群馬県	
文真堂書店上大類店	027-326-3377
文真堂書店ブックマンズアカデミー前橋店	027-280-3322
文真堂書店ブックマンズアカデミー太田店	0276-40-1900
千葉県	
三省堂書店ＳＯＧＯ千葉店	043-245-8331
東京都	
旭屋書店池袋店	03-3986-0311
栄松堂書店蒲田店	03-3731-2241
オリオン書房ノルテ店	042-522-1231
オリオン書房ルミネ店	042-527-2311
紀伊國屋書店渋谷店	03-3463-3241
紀伊國屋書店新宿本店	03-3354-0131
紀伊國屋書店新宿南店	03-5361-3301
三省堂書店ＮＴＴ売店	03-5388-6778
三省堂書店ＮＴＴ関東病院売店	03-3445-4247
三省堂書店ＮＴＴ武蔵野売店	0422-50-1482
三省堂書店経済産業省売店	03-3501-1511
三省堂書店農林水産省売店	03-3501-1881
ジュンク堂書店池袋店	03-5956-6111
第九書房	0422-48-3900
東京堂書店	03-3291-5181
文星堂ＯＮＣ店	03-3491-7292
芳林堂書店池袋店	03-3984-1101
芳林堂書店高田馬場店	03-3208-0241
丸善日本橋店	03-3272-7211
八重洲ブックセンター	03-3281-1811
有隣堂アトレ恵比寿店	03-5475-8384
有隣堂目黒店	03-3442-1231
リブロ池袋店	03-5992-8800
神奈川県	
みらい書房	045-225-0917
有隣堂厚木店	0462-23-4111
有隣堂川崎ＢＥ店	044-200-6831
有隣堂藤沢店	0466-26-1411
有隣堂本店	045-261-1231
有隣堂横浜駅西口店	045-311-6265
有隣堂ランドマークプラザ店	045-222-5500
有隣堂ルミネ横浜店	045-453-0811
石川県	
うつのみや	076-234-8120
長野県	
金華堂書店	026-234-1341
平安堂あづみ野店	0263-72-8877
平安堂川中島店	026-286-4545
静岡県	
浜松谷島屋	053-453-9121
マルサン書店伊豆世店	0559-63-0350
吉見書店	054-252-0157
愛知県	
三省堂書店名古屋高島屋店	052-566-8877
丸善名古屋栄店	052-261-2251
三重県	
白揚	0593-51-0711
滋賀県	
天晨堂ビバシティブックセンタ	0749-24-2118
京都府	
アバンティブックセンター	075-671-8987
ジュンク堂書店京都店	075-252-0550
丸善京都河原町店	075-241-2164
大阪府	
紀伊國屋書店梅田本店	06-6372-5526
ジュンク堂書店大阪本店	06-4799-1090
ジュンク堂書店難波店	06-6635-5330
田村書店千里中央店	06-6831-5657
ヒバリヤ書店	06-6722-1121
兵庫県	
ジュンク堂書店三宮店	078-392-1001
鳥取県	
今井書店	0859-22-5158
富士書店	0857-23-7271
島根県	
松江今井書店	0852-24-2230
岡山県	
丸善岡山シンフォニービル店	086-233-4640
広島県	
ジュンク堂書店広島店	082-568-3000
フタバ図書ＭＥＧＡ	082-830-0601
徳島県	
小山政学館	088-654-2135
香川県	
宮脇書店	087-851-3733
愛媛県	
丸三書店	089-935-8781
高知県	
金高堂	0888-22-0161
福岡県	
ブックセンタークエスト	097-522-3912
長崎県	
メトロ書店新JR店	095-821-5400
大分県	
ジュンク堂書店大分店	097-536-8181
鹿児島県	
ブックジャングル	099-223-0125
ジュンク堂書店鹿児島店	099-239-1221

『ネイチャーインタフェイス』誌は国連大学の図書館でも閲覧できます。

国連大学図書館　03-5467-1359

一括して小学館パブリッシングサービスが扱っている雑誌です。

ITのその先に。

コストダウン、経営の効率化、新規事業開拓。

グループ各社の専門性をもとにニーズに応え、

御社だけのオーダーメイドIT戦略を提供。

ITのその先に広がる可能性をお見せします。

Core Group

株式会社コアネット東北
Core Net Tohoku Co.,Inc.
〒980-0804 仙台市青葉区大町2-15-28 藤崎大町ビル
tel.022-799-2311 fax.022-799-2315 URL http://www.corenet-t.co.jp/

東北インテリジェント通信株式会社
Tohoku Intelligent Telecommunication Co.,Inc.
〒980-0804 仙台市青葉区大町2-15-28 藤崎大町ビル
tel.022-799-4201 fax.022-799-4209 URL http://www.tohknet.co.jp/

東北情報ネットワークサービス株式会社
Tohoku Information Network Service Co.,Inc.
〒980-0811 仙台市青葉区一番町3-7-23 明治生命仙台ビル8F
tel.022-262-7195 fax.022-268-2450 URL http://www.tinet.co.jp/

共生―自然と友に

EPSON

全国831ヶ所の回収ポスト。
口を開けて
お待ちしてますよ。

回収できれば、さまざまに再資源化できる
使用済みインクカートリッジ。お近くの
回収ポストへ。ぜひともお持ちください。

使用済みカートリッジ
回収ポスト

http://www.epson.co.jp

環境問題に、ご一緒に答えを出したい。エプソン

セイコーエプソン株式会社