

# SAFE

くらしと地球と金融をつなぐ環境情報誌

トップインタビュー

2013

7

vol.101

**生命には、未知の、まだ見えていない力が  
備わっている。それを引き出せればと思う。**

京都大学iPS細胞研究所

所長 山中 伸弥氏

• 特集

**国境を越えて飛来する微小粒子物質  
PM2.5の実態とその影響**

• Special Report

**第8回 エコプロダクツ国際展**

• Ecological Company Special

**ミドリムシの力で、世界中の人々を健康にし、  
地球温暖化問題の解決に貢献する**

株式会社ユーグレナ

• Topics

• エコライフ通信

• BOOKS 環境を考える本

• Green Activities



SMFG

三井住友フィナンシャルグループ  
SUMITOMO MITSUI FINANCIAL GROUP

# SAFE EYE

## 米国の気候変動対抗計画に思う

2013年6月、米国のオバマ大統領がジョージタウン大学で行った演説は、果たして後世に残るものとなるだろうか。再選を果たした先の選挙戦では、気候変動問題に関する公約はほとんど見られなかった。それが、一転して「米国はこの分野で世界のリーダーになる」と高らかに宣言した。今回の「気候変動対抗計画」発表の背景には何があるのだろうか。

第一に想像できる背景は、米国では、シェールガス量産の見通しなどで石炭や石油からのエネルギー転換を果たしているという自信が着実に広がっていることだ。これまでは、「炭素汚染」を問題視するといっても、「では代替エネルギーは?」という反論に有力な答えはなかった。それが、発電所からの温室効果ガス排出上限を課すと同時に、再生可能エネルギー量をさらに倍増させると安心して言えるようになった。

第二に想像できる背景は、気候変動の物理的影響が人々に実感される程度にまで広がっている事実だ。大統領演説でも、より深刻な暴風雨、干ばつ、山火事、海岸線の消失、海面上昇などが具体的に指摘された。それらの経済的な損害も具体的に算出されるようになっている。

第三に想像できる背景は、オバマ大統領自身が長期的な地球の未来に関心を持っている人物だったということだ。米国経済の低迷、民主党と共和党の力の拮抗など、気候変動問題を封印せざるを得なかったという事情はあろう。しかし、再選を果たしたオバマ大統領が、残り3年半の任期をかけて、自らの信条に忠実であろうとしている変化が演説からは読み取れた。

2期目の米国大統領は、とかく理想主義に走り、最後にはレームダック化するとよくいわれる。ただ、温室効果ガス排出抑制に限っていえば、米国民が大統領の呼びかけを支持して、その行動を変えられるか否か、その一点にかかっている。

(株式会社日本総合研究所 足達 英一郎)

## SAFE vol.101 2013.7

### CONTENTS

■トップインタビュー	1
京都大学 iPS細胞研究所 所長 山中 伸弥氏	
■特集	5
国境を越えて飛来する微小粒子物質 PM2.5の実態とその影響	
■SAFE SPECIAL REPORT	10
第8回 エコプロダクツ国際展	
■Ecological Company Special	12
ミドリムシの力で、世界中の人々を健康にし、 地球温暖化問題の解決に貢献する 株式会社ユーグレナ	
■SAFE NEWS Archives	14
第2回アジア・太平洋水サミット開催/ 世界資源研究所、天然ガス生産過程でのメタン漏出に 関する報告書を発表	
■エコライフ通信	15
地域の魅力を伝える在来作物	
■BOOKS 環境を考える本	16
私のおすすめ Eco Book/新刊紹介/温故知新	
■Green Activities	17
マークスアンドスパンサー	

Top  
Interview



photo: 矢木 隆一

トップインタビュー 京都大学 iPS細胞研究所 所長 山中 伸弥氏

**生命には、未知の、  
まだ見えていない力が備わっている。  
それを引き出せればと思う。**

2012年10月8日、スウェーデンのカロリンスカ研究所は、京都大学 iPS細胞研究所長の山中伸弥教授と英ケンブリッジ大学のジョン・ガードン名誉教授の2名に、ノーベル生理学・医学賞を授与すると発表した。人間の皮膚などの体細胞から、さまざまな組織や臓器の細胞に分化する能力を持つiPS細胞 (induced pluripotent stem cell: 人工多能性幹細胞) の作製に世界で初めて成功した功績が認められての受賞である。iPS細胞は、病気の原因の解明、新しい薬の開発、細胞移植治療などの再生医療に活用できることから、医学と生物学の世界に革新を起こすと期待されている。今、世界中から最も注目を集める研究者となった山中教授に、iPS細胞研究を成功に導いたビジョンの大切さや今後のプロジェクトの展望についてお話を伺った。

## 成功の条件はVW (Vision/Work Hard)

iPS細胞のような基礎研究は、成果が上がるまでに時間がかかるといわれていますが、その間、どのような拠りどころや志を持って研究を進めていらっしゃったのでしょうか。

僕はもともと臨床医として、患者さん一人ひとりの治療に貢献する仕事に充実感を感じていました。一方で、現代医療では治せない患者さんとも数多く出会い、その都度、大変悔しい思いもしてきました。そうした経験を重ねる中、臨床から基礎医学へ転じる道を選んだわけですが、やはり今も自分は医師であることに誇りを感じており、患者さんの治療に貢献したいという思いは変わっていません。ただ、貢献の仕方が変わっただけだと思っています。臨床医の場合、1対1の対応が基本で、数日、1週間、1カ月という短期決戦型です。一方、基礎研究の場合、それが1年、10年、50年という単位となります。時間はかかりますが、いったん成果が出れば、1万人、場合によっては何十万人という方の治療に貢献できる可能性があるわけです。

しかも、基礎研究は一人ではできないことが多くあり、自分の生きている間に完成することさえ困難で、次世代といいますが、他の研究者にバトンタッチしていくこともあるわけです。言い換えるならば、臨床医はその瞬間を全力で駆け抜ける短距離型で、基礎研究はゴールするまで轡をつなぐ駅伝型といえるでしょう。よく箱根駅伝などを見ていると、脱水症状が起き、普通であれば走れない状態になっても、最後まで轡をつなごうとする姿勢が見られますが、基礎研究もあれに近い感覚だと思います。

**基礎医学の世界に移られて、短距離型から駅伝型へとすぐにモードを切り替えられたのでしょうか。**

研究というのはすぐに成果が出るものではなく、失敗の方が圧倒的に多いことが常です。特に成果が出ない状態が続いたときは、臨床へ戻った方がいいのではないかと揺れ動くこともありました。その苦しい時期に僕を救ってくれたのは、尊敬する病院経営者の一言でした。その方は、もともと外科医として活躍されていましたが、あるときメスを置き病院経営に転身されたのです。その先生は「僕も外科医として数多くの手術を手掛けてき

たので、メスを置いたときはやはり寂しかった。ただ、今はしっかりした病院グループをつくりあげ、一人ひとりではなく何千人、何万人の患者さんによりよい医療サービスを提供するというビジョンを持っているんだ。君がやろうとしていることも、目指すビジョンは一緒じゃないか」と言われ、本当に勇気づけられました。

**著書にもVW (Vision/Work Hard) が重要と書いておられましたが、先生の研究を支えたビジョンは、いつごろ、どのように沸き起こってきたのでしょうか。**

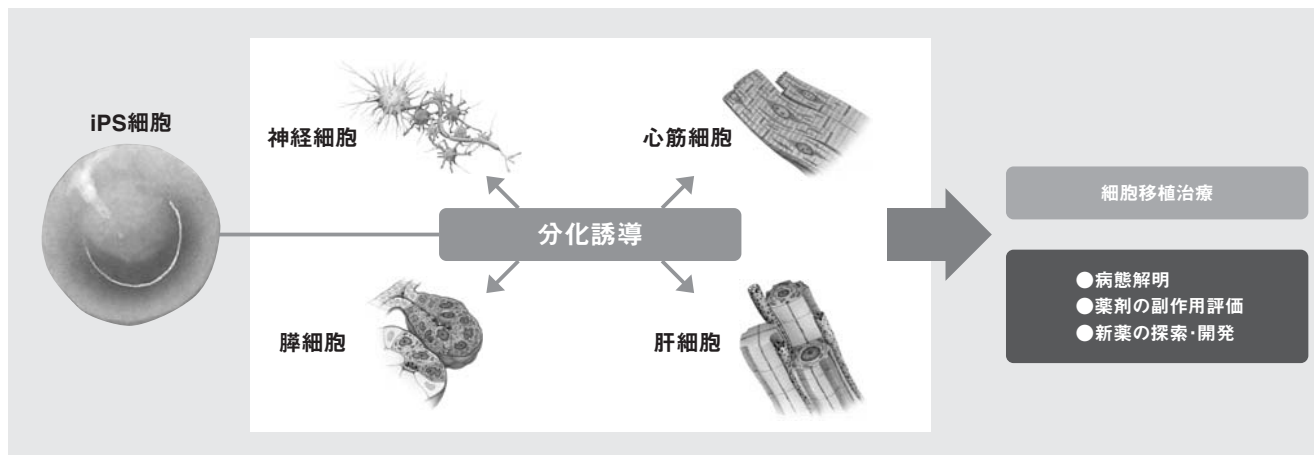
尊敬する病院経営者からお言葉をいただいたのは、僕が31歳でアメリカへ留学する前でしたから、ビジョンを持ったのはそのころですね。アメリカ留学は、臨床を離れる大決断で、当時が一番迷っていた時期でした。そのとき、先の言葉をいただき、「一人ひとりではなく、より多くの患者さんを一度に救う仕事をすること」が僕のビジョンだと考えるようになりました。

**iPS細胞を発見されて、見える風景が変わってきた部分もあると思いますが、現在、iPS細胞については、どのようなビジョンを描かれているのでしょうか。**

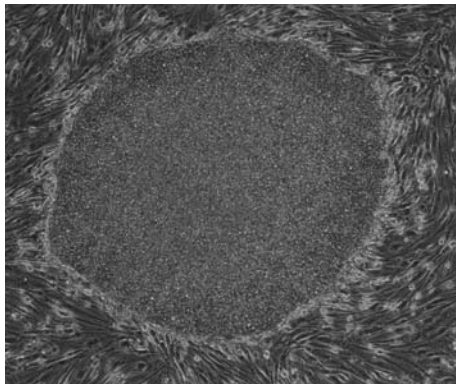
iPS細胞をつくった当初は、再生医療がメインだと思っていましたが、今は、それ以上に創薬への貢献が重要だと考えるようになりました。具体的には、難病の患者さんの細胞からiPS細胞をつくり、それを病気になった部分の細胞へと分化させて体外で病気を再現し、その細胞を用いて病気の状態を緩和する薬を開発することです。再生医療も大切ですが、創薬こそiPS細胞の本当の使い方ではないかと今は考えています。自分にできることは限られていますが、多くの研究者や企業の方々にiPS細胞を使っていただき、世界中至る所でiPS細胞を使った創薬が進むことが、現在のビジョンです。その中でも、特に日本で新しい薬が開発されることに期待しています。

**創薬への応用は、もう始まっているのでしょうか。**

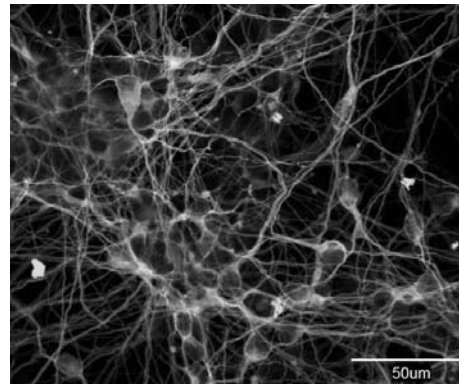
2013年6月前半に、米国で国際幹細胞学会が開催されました。4,000人以上集まる大きな学会で、iPS細胞を応用した創薬に関する多くの発表がありました。発表数が2012年と比べて相当増えていますので、1年間でかなり進歩しているとの印象を受



iPS細胞は、病気の原因の解明、新しい薬の開発、細胞移植治療などの再生医療への活用が期待されている  
©京都大学 iPS細胞研究所 奈良島 知行



線維芽細胞から樹立したヒトiPS細胞のコロニー(集合体)  
(コロニーの横幅は実寸約0.5ミリメートル)  
©京都大学教授  
山中 伸弥



ヒトiPS細胞から誘導したドーパミン産生神経細胞  
©京都大学 iPS細胞研究所  
森実 飛鳥

きました。ただし、創薬というのは、薬の候補が見つかったから、安全性や効果を確認、治験を経て市場へ出るまでに10年以上の時間を要し、莫大なお金がかかるものです。残念ながらiPS細胞には、10年かかっていた創薬を3日に短縮できるほどの魔法は発揮できません。しかし、今まで見つけれなかった薬の候補を見つけたり、人工的な方法でしか行えなかった毒性試験を、iPS細胞でつくった細胞で調べたりするなど、さまざまな貢献ができると思っています。さらに、10年かかっていたプロセスを5年に縮めたり、薬の候補を最終製品にする可能性を何倍にも上げられたりすると期待しています。

## ジグソーパズルを完成させる 人の存在が必要

アメリカで研究するようになって、気づかれたことはありませんか。

僕が日米を往復する過程で気づいた大きな違いは、人材の問題です。米国では、ベンチャーキャピタルが日本の国家プロジェクト並みの予算を集めて企業を立ち上げ、そこに研究者だけでなく、創薬の専門家、規制の専門家、知財の専門家などを集めてチームをつくり、一気に事業化へ向けて突き進みます。そのような姿を見ると、日本との差というか、大きなジレンマを感じます。日本にも民間企業には、優秀な人材がたくさんいらっしゃいます。しかし、そのような方を大学に招来する方法がありません。大学には、特許の専門家や製薬企業の民間の方を呼び込むポストがないし、プロジェクトは5年単位が多いので、その期間内の有期雇用しかできません。さらに、民間企業に比べると、給料レベルが低くなってしまいます。これでは、米国のようなチームをつくることは不可能です。

チームのプロジェクトは、ジグソーパズルに例えるとわかりやすいかもしれませんが、研究者が大切なピースであることは間違いありませんが、そのピースだけではジグソーパズルは完成しません。繰り返しになりますが、プロジェクトには、知財の専門家や、社外とのコミュニケーションの専門家、お金を集めてくるファンドレイジングの専門家、厚生労働省等の当局と話を進める専門家、生命倫理の専門家、製薬会社で実際に薬の開発をしてき

た方など、たくさんのピースが必要です。そして、一番大切なのは、そのピースを使ってジグソーパズルを完成させる人の存在です。すべてのピースを見極め、必要なところに必要なピースを当てはめていく経営者感覚を持つ、いわゆるCEO的人材が最も重要です。

それは研究者の中からCEO的人材を、という意味ですか。

いえ、研究者ではCEOの役割は果たせません。一応、今はCEO的な立場に立っていますが、これは非常にまずい状況です。僕は研究者としてはそれなりのトレーニングを受けてきましたし自負もありますが、CEOとしてのトレーニングを受けていません。私の父親は小さな会社の経営者でしたが、唯一の息子である僕に対して「経営者には絶対向いていない。医者か研究者になれ」と言ったほどです。その私がCEO的役割をしているようでは、問題です。米国の例を見ると、再生医療のジグソーパズルなのか、創薬のジグソーパズルなのか、考えもしなかったジグソーパズルなのか、すべてCEO次第で決まります。そして、優秀なCEOは、給料が高くないと来てくれません。そこが、日米を往復して感じる最も大きな差です。

ビジョンを描くCEOが重要ということですね。一方で、日本人は、W(Work Hard)は得意でも、V(Vision)は苦手といわれます。どうすればビジョンを持てるようになるのでしょうか。

僕は、全員がビジョンを持てばいいとは思っていません。ジグソーパズルの1個1個がビジョンを持って、勝手に動き出したら取捨がつかなくなるでしょう。ピースはピースの役割を果たすことが、ある意味ビジョンなんです。どんなジグソーパズルをつくるのかはやはりCEOが示すべきであって、そうじゃないとバラバラになってしまいます。米国が優れているのは、そういうシステムが出来上がっていることです。ベンチャーキャピタルが、優秀なビジョンを持つ人をCEOに持ってくる。一方で、連れてきたCEOのビジョンが気に入らなければ、優秀な人でもパッと代えてしまう。その結果、会社の方向性が全然違う方向に行くことも少なくない。そういうことを数回繰り返しているうちに、形になってくるわけです。

## 生命科学と社会科学の接点が大切

**iPS細胞は、植物同様に動物の細胞にも融通無碍さ(=分化多能性)が存在することを証明しました。何にでも変わり得る融通無碍さが生命の本質なのではないでしょうか。**

生命の本質は、まだわかっていません。大切なことは、私たち生命科学の研究者や医師が謙虚になることだと思います。医学は進み、多くの病気が克服されましたが、私たちが知り得たことは、海の上に見えている氷山の一角にすぎません。その下には、まだまだ未知の、見えていない力が生命にはいっぱい備わっていると思うのです。iPS細胞は、今まで見えていなかった、その海の下の一部を見えるようにした技術ですが、ほかにもたくさんあると思います。皆さん、見えている部分にばかり行きがちなんです。これからは、いかに見えていない部分にチャレンジする研究を支援し、育むかが大切です。わかりやすい例では、イモリは手や足を切ってもまた生えてきますし、プラナリアという生物は16等分しても、16匹の生体になる力を持っています。では、なぜイモリにできて人間にできないのか、これを真剣に研究している人もいます。まさに夢の治療ですが、今は夢でも100年後も夢とは限らないということ、僕はiPSという技術に出合って実感しました。5年前までできないと思っていたことが、たった1日でできるようになったのですから。それくらいわからないパワーが、まだまだ生命にはあるんだと感じています。それを引き出せればと思うのです。

**生命同様に、社会にもそういう自己再生能力があればよいのですが。**

ぜひ、そうあってほしいですね。人類は過去から学び、戦争のような愚かなことはしないと信じたのですが、少なくとも今までの歴史はそうではありません。社会科学に見て、人類が成長しているのかどうか、僕はちょっと楽観視できないかと。では、生命科学は本当に進歩の一步なのかというと、これも核開発が原子爆弾に結びついたように、非常に愚かな結果を招く可能性もあるわけです。iPS細胞にしても誤った使い方をされないとも限りません。それが社会との接点というか、社会科学との接点の重要なところですね。

昔のように科学者が実験室にこもっているようではダメで、社会に対してガラス張りの状態で研究を進めるべきだと思います。科学技術の進歩が速くなったのは間違いありません。今までできなかったことがあつという間にできるようになりました。その影響が病気の治癒といった面で表れるならいいのですが、人の寿命が120歳、150歳と延びていく方向に働いたとしたら、社会システムが破綻することも考えられます。それに対する準備といえますか、検討も必要です。

そのような意味でも、生命科学と社会科学がインディペンデントではいられない状況にあると思います。

**ジグソーパズルを組み立てるに当たって、研究者だけの発想ではなく、社会のことを考える人間と一緒に進めることが、大切なんでしょうね。**

研究者は自分のやっていることは絶対正しい、社会のためにやっているのだと思込みがちです。しかし、客観的に見るとそうじゃない場合もあるわけで、正解はなかなかないのです。ですから、そのあたりは自分だけで考えてはダメで、まさに社会との接点が必要になりますね。

【聞き手】三井住友銀行取締役兼専務執行役員 橋 正喜  
三井住友銀行経営企画部CSR室長 中村 研一  
日本総合研究所マネジャー 井上 岳一



### PROFILE

山中 伸弥(やまなか しんや)

1962年大阪市生まれ。神戸大学医学部卒業、大阪市立大学大学院医学研究科修了(博士)。米国グラッドストーン研究所博士研究員を経て、1996年大阪市立大学医学部助手、1999年奈良先端科学技術大学院大学遺伝子教育研究センター助教授、2003年同教授、2004年京都大学再生医科学研究所教授、2008年京都大学物質—細胞統合システム拠点iPS細胞研究センター長、2010年4月から京都大学iPS細胞研究所長。

### 組織概要

京都大学 iPS細胞研究所 CiRA (サイラ)

設立 2010年4月1日  
住所 京都府京都市左京区聖護院川原町53  
所長 山中 伸弥  
理念 iPS細胞研究に特化した先駆的な中核研究機関として、iPS細胞の可能性追求と、共同研究の奨励および若手研究者の交流・育成などに努める。

ホームページURL : <http://www.cira.kyoto-u.ac.jp/j/>

# 国境を越えて飛来する 微小粒子物質 PM2.5の実態とその影響

PM2.5による大気汚染が問題となっている。西日本で広域的に環境基準を超えるPM2.5が観測されたことや、中国の都市部でPM2.5が大量発生していることから、海を越えた越境汚染の可能性が指摘されている。SAFEでは、PM2.5の実態、健康への影響、その対策を考察するべく、2号にわたって特集する。

## 中国でPM2.5関連の死者が 120万人超

2013年3月31日、北京で開催された「大気汚染と健康への影響を討論する学術シンポジウム」においてショッキングなデータが発表された。発表によれば、2010年に中国で大気汚染の影響が疑われる症状で早死した人は、120万人を超え、同年の国内死者数の約15%に達しており、その内訳は、脳血管疾患が約60万人、肺疾患が約28万人、虚血性心疾患が約28万人、

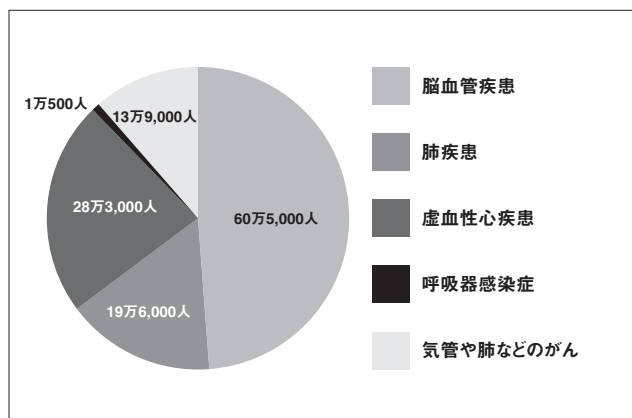
呼吸器感染症が約1万人、気管や肺などのがんが約14万人だったという(図1)。このデータは、「The Global Burden of Disease Study 2010 (GBD 2010)」に基づくもので、近年のPM2.5による健康被害の深刻さを印象付けるものとして、中国や日本の新聞で報道された。

## PM2.5とは何か

大気中を浮遊する粒子は、PM

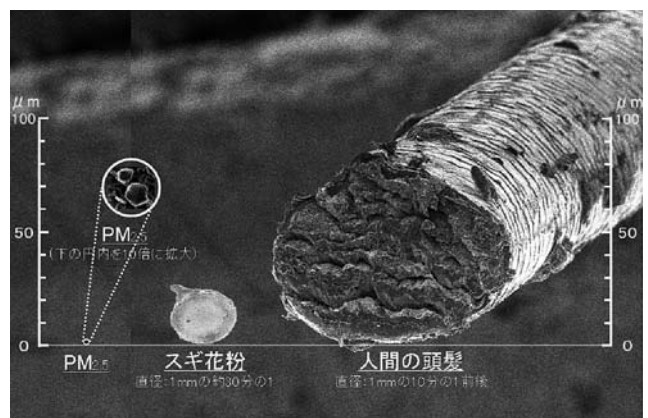
(Particulate Matter)と呼ばれ、大きさ、構成要素、発生源の異なるさまざまな粒子の混合物である。大気汚染分野においては、粒径が $10\mu\text{m}$ より小さい粒子を浮遊粒子状物質 (SPM: Suspended Particulate Matter) と呼び、従来から環境基準を定めて対策を行ってきた。SPMは、粒径が $2.5\sim 10\mu\text{m}$ の粗大粒子と $2.5\mu\text{m}$ 以下の微小粒子に分けられる。この微小粒子がPM2.5である。さらに小さな $0.1\mu\text{m}$ 以下の超微粒子は、ナノ粒子と呼ばれる。

■図1: 大気汚染の影響と考えられる2010年における中国の死者の内訳



出典: Health Effects Institute

■図2: PM2.5とスギ花粉、毛髪のサイズ比較



出典: 東京都ホームページ

粒子状物質の直接の発生源としては、人為起源のもの(ボイラー・焼却炉等のばい煙、コークス炉・鋳物の堆積場等の粉じん、自動車・船舶・航空機等の排気ガス等)と自然起源のもの(土壌、海塩、火山灰等)がある。しかし、粒子状物質には、燃焼などで排出される硫黄酸化物(SO<sub>x</sub>)、窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)、揮発性有機化合物(VOC)などや、ガス状大気汚染物質が大気中で化学反応を起こして二次的に生成されたものがあり、PM2.5などの微小粒子では化学反応によって生成されたものの割合が多いのが特徴である。大気中には、さまざまな浮遊物質(エアロゾル)が存在するが、PM2.5やナノ粒子は体内に沈着する確率が極めて高く、健康への重大な影響があると懸念されている。

### PM2.5大量発生 の理由

日本では、大気汚染防止法に基づく工場・事業場等のばい煙発生施設の規制や自動車排気ガス規制などにより、年間の平均的なPM2.5濃度は減少傾向にある(図3)<sup>\*1</sup>。一方、中国では経済発展および都市化に伴い、過去十数年

にわたり大気汚染が深刻化してきた。そのことを世界に認知させたのは、2009年から北京市内のPM2.5観測数値を公表し始めた在中米大使館のツイッターであった。同サイトによると、2013年2月27日の大気中のPM2.5濃度は516 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、3月7日にも510 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を記録している。米国環境保護局(USEPA)が規定するAQI(大気質指数:単位 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )によると、151~200は「不健康」、201~300は「非常に不健康」、301~500は「危険」とされており、500を超える数値はリスク評価さえ存在しないレベルだ。

中国におけるPM2.5増加の主因は、発電所、工場の排煙、石炭暖房、自動車の排気ガスだと考えられている。中国政府は、以前から大気汚染問題を重視しており、「国家環境保護第11次5カ年計画」(2006~2010年)において、SO<sub>2</sub>の10%削減を拘束性のある目標とするなどの対策を実施。この対策の成果により、2010年のSO<sub>2</sub>排出量は、2005年比で14.29%削減された。

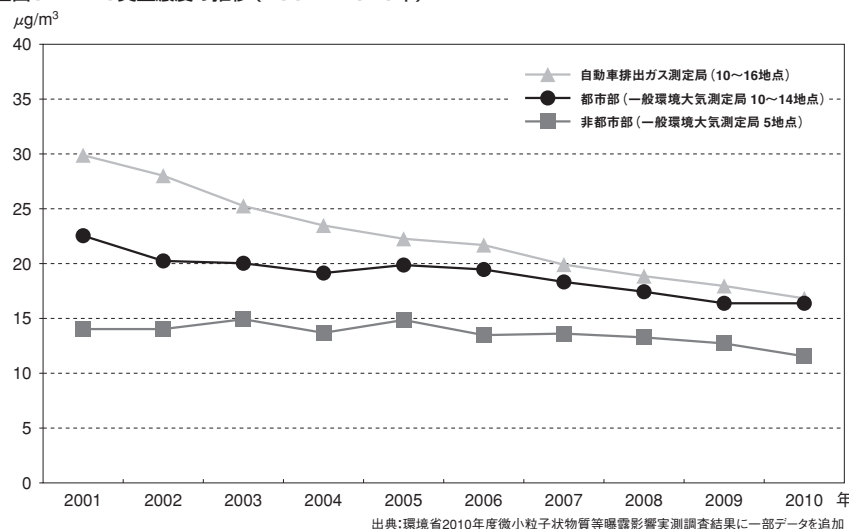
「石炭発電所からのSO<sub>x</sub>排出が大気汚染の主原因だとする説がありますが、それは正しい情報ではありません。実際には、新設の工場や発電所には脱

硫装置の設置が進んでおり、SO<sub>x</sub>排出量は減少してきました。しかし、石炭発電所や工場からのNO<sub>x</sub>の排出量は増え続けています(図4・5)。これに自動車保有台数の増加による排気ガスなどが加わり、汚染物質の総量が増加したことが、大気環境の悪化に影響していると考えられます」と、アジア大気汚染研究センター/東アジア酸性雨モニタリングネットワーク(EANET)の秋元肇所長は推測する。

中国の排気ガス規制は、北京市ではEUの現行基準「ユーロ5」と同様の「京5」が2013年2月から施行された。これにより排気ガス中のNO<sub>x</sub>が約40%削減されると見込まれている。一方、上海市、珠江デルタ地域、江蘇省では、硫黄含有量を50ppm以下に抑える1ランク下の「国4」規制、それ以外の地域では硫黄含有量を150ppmまで許容する「国3」規制が実施されている。しかし、これらの基準は新車の規制であり、中古車の販売時には適用されていない。その結果、今も国内の自動車保有台数の約75%は「国3」基準を満たしていない車が占めている(図6)。「中国自動車汚染防止対策年報(2010年度)」によれば、「国1」基準適合車が排出する主要汚染物質が、排気ガス由来の大気汚染物質総量の約50%を占めていることがわかっている。一方、「国3」以上の排気ガス基準適合車からの汚染物質は総排出量の5%未満にすぎない。このことから、旧基準の自動車からの排気ガスが大気汚染の大きな要因となっていることがわかる。

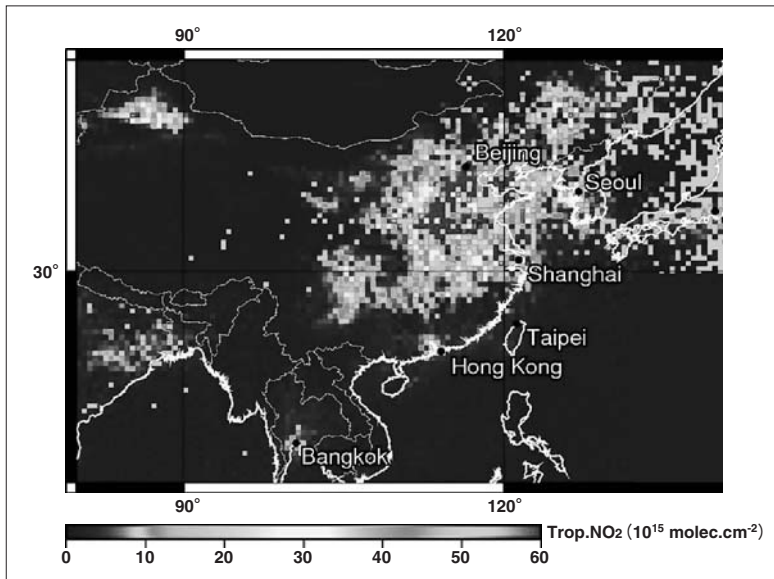
また、大気汚染のもう1つの要因といわれているのが石炭暖房による粉じんだ。中国では、今も多くの地域で石炭燃焼による暖房が行われており、冬場になると粉じんに含まれる粒子状物質が飛散する。国立環境研究所と中国

■図3:PM2.5質量濃度の推移(2001~2010年)

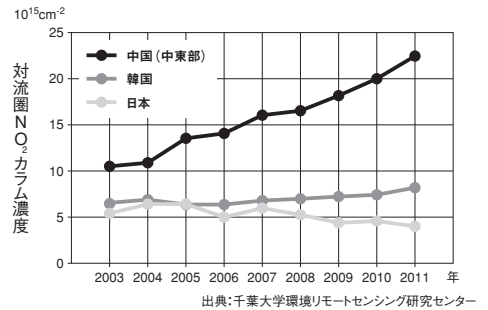




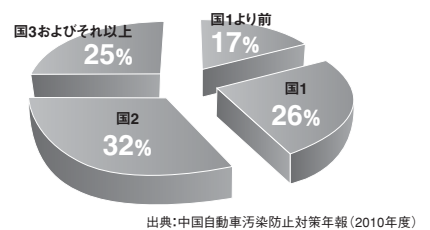
■図4:中国都市部でNO<sub>2</sub>濃度が高いことがわかる



■図5:中国中東部では過去10年間NO<sub>2</sub>濃度が上昇している



■図6:中国の排気ガス基準別自動車保有台数の構成



医科大学が瀋陽市、撫順市、鉄嶺市の3都市における共同研究を行った結果、石炭暖房を行う冬場になると大気汚染濃度が高くなり、それに伴って児童の肺機能が低下する実態が明らかにされている<sup>※2</sup>。

ほかにも、旧式の発電所における脱硫・脱硝装置の不備、ガソリンの品質、工場の排煙、建設現場のほこりなどが大気汚染の原因ではないかと推測されている。

中国政府は「国家環境保護第12次5カ年計画」(2011~2015年)において、2000年比でSO<sub>2</sub>排出量の8%削減、NO<sub>x</sub>排出量の10%削減を拘束性のある主要目標として定め、対策に乗り出しているが、在中米大使館のPM2.5観測数値を見る限り、まだ、その成果が発揮されたとはいえないようだ。

### 越境汚染の実態

日本では2012年末から2013年にかけて、熊本県で70 $\mu$ g/m<sup>3</sup>、福岡県および山口県で50 $\mu$ g/m<sup>3</sup>など、環境基準の35

$\mu$ g/m<sup>3</sup>を上回るPM2.5濃度が観測され、中国からの越境汚染が疑われた。

千葉大学環境リモートセンシング研究センター特任准教授の入江仁士氏は、「ユーラシア大陸で発生したエアロゾルが気流の影響で日本まで飛来することは、衛星の観測データにより裏づけられています(図7:8ページ)。ただし、衛星からの観測では、エアロゾルの性状を特定できないため、それが黄砂なのかPM2.5なのか、判別は困難です」と解説する。また、アジア上空を定点観測する静止衛星がなく、24時間のモニタリングができないため、衛星からの観測だけでは、日本で発生したPM2.5濃度の上昇が、国内の発生源によるのか、越境汚染との複合であるのか、客観的に証明することはできないという。

一方、地上における定点観測データをもとに、越境汚染の確率が極めて高いと指摘する研究報告もある。海洋研究開発機構は、長崎県五島列島の福江島に設置した大気環境観測施設で大気中の微小粒子物質の濃度を通年測定したデータを解析した結果、福江島は人為起源の汚染による影響が少

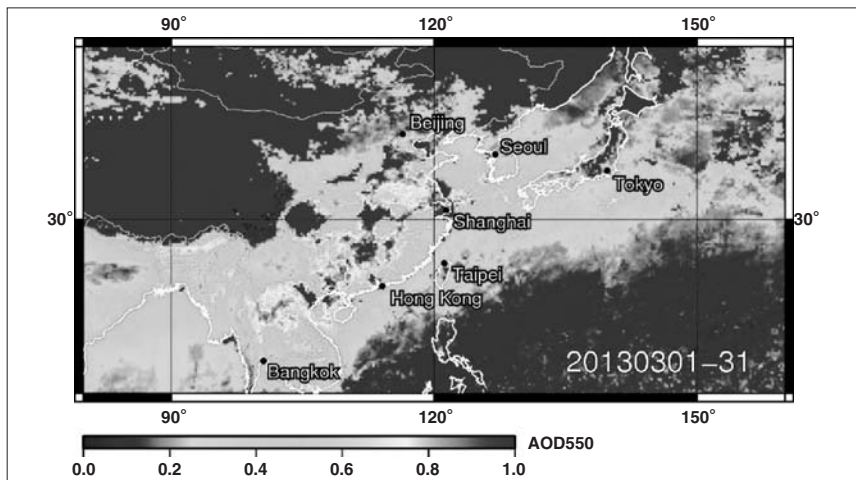
ないこと、微小粒子物質が高濃度で観測された日は黄砂測定日とは合致しない場合が多いこと、同時に高いブラックカーボン粒子濃度が記録されたことから、大陸からの越境汚染の関与が示唆されたと発表している。

### PM2.5による健康被害

1993年にハーバード大学のドクレー博士のグループが実施した「6都市の研究」という疫学調査によれば、大気中のPM2.5濃度と死亡率との間には高い相関関係があることが実証されている<sup>※3</sup>。この結果を踏まえ、米国ではPM2.5の健康や環境影響の科学的知見を充実させるため、多額の資金が投じられ研究が推進されてきた。欧州でも、PM2.5やディーゼル排気粒子(DEP: Diesel Exhaust Particles)についてドイツ、オランダ、フランス、イギリスなどを中心に研究が進められてきた。日本国内では、国立環境研究所や大学などの研究施設で研究が行われている。

こうした研究の結果、PM2.5による健

■図7:海を越えて飛来するエアロゾルの動きは、衛星観測データにより知ることができる



出典:千葉大学環境リモートセンシング研究センター

健康影響が明らかになってきた。PM2.5は非常に小さな粒子であるため、鼻毛のような防御機能をすり抜けて肺胞領域まで到達して沈着する可能性が高い。肺胞とは体内に入った酸素を血液中に取り込む器官で、肺胞に沈着したPM2.5はマクロファージ(体内の異物を認識して貪食する作用を持つ白血球の一種)に捕食されたり、血管を通過し血液中に入り血液とともに全身へ運ばれる。これにより種々の健康影響が起きる。以下に挙げたような影響があるが未解明な部分も多い。

【呼吸器系への影響】

気道や肺に炎症反応が起き、気管支炎や肺炎などを誘発する可能性がある。また、気道のアレルギー反応を強

め、ぜんそくやアレルギー性鼻炎などの症状を悪化させる。呼吸器感染症のリスクが高まる。

【循環器系・免疫系への影響】

肺組織を透過した微小粒子が、血管や循環器に損傷を直接与えたり、血小板や血液凝固系の活性化、血栓形成の誘導により、血管狭窄性の病変である心筋梗塞や脳梗塞などを発症させる恐れがある。また、呼吸器系における炎症などの生体反応により生じる活性酸素やサイトカイン類などが循環器系に影響を及ぼしたり、呼吸器内に存在する知覚神経を刺激して自律神経に変調をきたし不整脈や心機能の変化を引きやすしたりするなどの間接的な影響を及ぼすことがある。免疫系に影響を及ぼした場

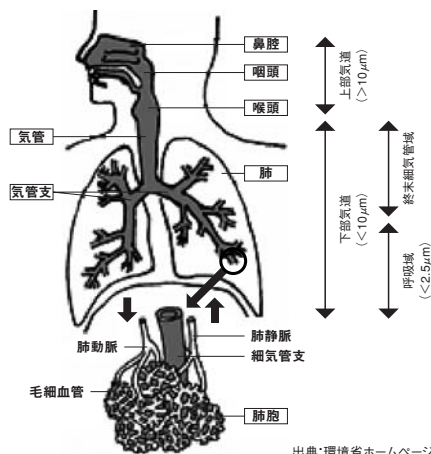
合、アレルギー症状を悪化させることや、マクロファージの持つ殺菌能力を低下させ感染抵抗性を落とすことがある。

【がんへの影響】

肺組織内に沈着したPM2.5をマクロファージなどが攻撃する際、DNAを損傷し、がん発生に寄与する可能性が指摘されている。しかし、動物実験などの毒性学知見の検証結果は不足しており、発がんへの関与は立証されていない。

粒子状物質の健康影響を長年研究してきた、国際環境研究協会の環境研究総合推進費プログラムオフィサーの小林隆弘氏は、「PM2.5による健康被害の報告は近年増加していますが、そのメカニズムや化学的性状は、完全には解明されていません。PM2.5は、粒子状物質を粒径で区分したにすぎず、その化学的組成は地域や発生源によって異なります。また、発生源から出る1次生成物質は特定できても、大気中で他の物質と化学反応を起こして変異する2次生成物質の性状は、地域や気象条件により異なるため特定できません。PM2.5に起因する健康被害を防止するには、現地におけるPM2.5の化学的性状およびメカニズムに関する詳細な研究と健康影響評価、さらに長期的な疫学調査を実施し、原因を特定する取り組みが必要です」と話す。

■図8:人の呼吸器と粒子の沈着領域の概念図



出典:環境省ホームページ

■図9:我が国の注意喚起のための暫定的な指針

レベル	暫定的な指針となる値	行動の目安	備考
	日平均値 (µg/m³)		1時間値 (µg/m³) #3
II	70超	不要不急の外出や屋外での長時間の激しい運動をできるだけ減らす。 (高感受性者 #2 においては、体調に応じて、より慎重に行動することが望まれる。)	85超
I	70以下	特に行動を制約する必要はないが、高感受性者では、健康への影響がみられる可能性があるため、体調の変化に注意する。	85以下
環境基準	35以下 #1		

#1:環境基準は環境基本法第16条第1項に基づく人の健康を保護する上で維持されることが望ましい基準。PM2.5に関する環境基準の短期基準は日平均値35µg/m³であり、日平均値の年間98パーセンタイル値で評価

#2:高感受性者は、呼吸器系や循環器系疾患のある者、小児、高齢者など

#3:暫定的な指針となる値である日平均値を1日の早めの時間帯に判断するための値

出典:環境省ホームページ

## 目に見えない脅威を防ぐには

健康な成人を対象としたPM2.5の急性暴露試験を行った結果、平均濃度72.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ に2時間暴露した場合、血液生化学的指標に変化が認められた一方で、平均濃度190 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ に2時間暴露を受けても血圧、心拍等に変動は認められなかったとの調査結果もあり、暴露濃度と健康被害との間に一貫した関係は見いだされていない。しかし、呼吸器系や循環器系疾患のある子どもや免疫機能が弱っている人、高齢者等の高感受性者を含む集団では、PM2.5の日平均濃度が69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下の環境でも何らかの健康影響が発生した例が確認されている。つまり、日本で観測された最大70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度の濃度の場合、健康な成人への健康影響は低いが、ぜんそく持ちの子どもや病気を患っている人、高齢者などの高感受性者は外出を避け、マスクを着用するなどの防御策を講じる必要があるということだ。なお、PM2.5は非常に小さな粒子なので、従来の花粉対策用マスクでは効果を発揮しない。PM2.5対策には、PFEという微粒子を遮断する試験をクリアした米国規格「N95」や日本規格「DS2」に準じたマスクが必要である。

全国各地のPM2.5濃度は、各都道府県のホームページおよび環境省の大気汚染物質広域監視システム「そらまめ君」(<http://soramame.taiki.go.jp/>)にアクセスすれば知ることができる。なお、環境省では、これまでの知見に基づき、従来の環境基準とは別に、PM2.5による健康影響が出現する可能性が高い日平均値70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、1時間値85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を「暫定的な指針となる値」と定め、注意喚起を行うとしている。この「暫定的な

指針となる値」は、法令等に基づかないので注意報が発令されることはないが、ホームページ等を通じて注意喚起を行っていくという。

## 越境汚染対策に欠かせない国際協力

2013年3月、北京で全国人民代表大会(全人代)が開催され、習近平国家主席、李克強首相を中心とする新政権が発足した。李克強首相は、記者会見で「ここ最近では北京だけでなく、中国東部の広い範囲で空がかすんでいる。(中略)第1に、新たな問題を生じさせるべきではなく、われわれは環境基準を引き上げる必要がある。第2に、遅れた生産設備の段階的廃止を含め、持ち越された問題の解決に向けた努力を速める必要がある。われわれは状況に立ち向かい、容赦なく環境破壊者を処罰し、厳格に法律を適用する必要がある」(ロイター)と発言、環境破壊への対策費を前年比12%増の3,286億元(約5兆円)にすると発表した。

しかし、越境汚染は国境を越えて広がる環境問題であるがゆえに、当事者国だけで解決できる問題ではない。2013年5月5～6日に「日中韓環境大臣会合」が開催され、その席でPM2.5など越境汚染対策に関する共同声明が採択された。また、4月6日に日本政府は、PM2.5など大気汚染対策に関する技術協力を東アジア地域で強化する方針を打ち出している。技術支援では、中国本土や周辺国に対する観測機器の提供、技術・研究者の派遣を検討。その実施に当たり、ロシア、韓国、中国、モンゴルをはじめ13カ国が参加し、日本が主導するEANETを活用する方針を掲げている。

「EANETは、2001年に活動を開始し、東アジアの各地に観測装置を設置して10年以上酸性雨の監視・評価を続けてきました。PM2.5は酸性雨の原因物質の一種ですから、この枠組みを拡張してPM2.5の測定・監視・評価を行うことは理にかなっています。ただし、実効性を伴う活動とするには、政府間の合意が極めて重要です」と秋元所長は話す。

越境汚染問題は、技術供与だけでは解決できず、政府間の協力関係が欠かせない。しかし、日中関係が必ずしも良好とはいえない中、どこまで踏み込んだ協議ができるのかは未知数だ。日本には、四日市ぜんそくや川崎公害訴訟など公害問題で蓄積されたノウハウ、技術、そして人的リソースが豊富に揃っている。こうしたリソースを活かすことが、大気汚染問題の早期解決につながると考えられるが、そのためには日中関係の修復が欠かせないと多くの専門家は指摘する。

今号では、PM2.5の実態と越境汚染の実情、そして健康影響などを特集した。次号では、これに続けて「日中韓環境大臣会合」で採択された共同声明や今後の協力体制に関する詳細と併せて、PM2.5による大気汚染問題を解決するための技術や規制、国際協力の在り方などについて考察を深めていきたいと考えている。

※1:環境省「微小粒子状物質等曝露影響実測調査」  
 ※2:国立環境研究所「中国の都市大気汚染と健康影響」  
<http://www.nies.go.jp/kanko/kankyogi/21/02-03.html>  
 ※3:「Epidemiology of Chronic Health Effects: Cross-Sectional Studies」Douglas Dockery and Arden Pope

### 取材協力

- アジア大気汚染研究センター
- 東アジア酸性雨モニタリングネットワーク(EANET)
- 独立行政法人国際協力機構
- 一般社団法人国際環境研究協会
- 千葉大学 環境リモートセンシング研究センター



## 持続可能なアジアの発展を目指して

2013年3月14～16日、シンガポールにおいて「第8回エコプロダクツ国際展 (Eco-products International Fair 2013)」が開催された。「エコプロダクツ国際展」は、最新の環境関連技術や製品を訴求するためのプラットフォームとして、2004年より毎年アジア各国で巡回実施されている。今回は、2006年以来、2度目のシンガポール開催となり、計8カ国・地域、99社・団体が出展。その出展分野は、家電や事務用品などのエコプロダクツをはじめ、再生可能エネルギー、ハイブリッド車や燃料電池自動車、環境コンサルティングなどのグリーンサービス、廃棄物管理・リサイクル技術、水管理など広範にわたった。また、今回からターゲット層をビジネス関係者に絞った同展では、現地の企業や地方自治体とのビジネス・マッチングや、学識者によるセミナーが開かれ、B to Bの展開を広げる場が用意された。

初日の開会式には、シンガポール側からグレース・フー首相府大臣兼環境・水資源副大臣兼外務副大臣、廃棄物管理リサイクル協会のジェローム・バコ会長、日本側から鈴木庸一駐シンガポール日本大使、山本良一東京大学名誉教授、三井住友銀行の北山禎介取締役会長 (APO緑の生産性諮問委員会会長)、オリックス株式会社の梁瀬行雄相談役 (同副会長) など、各界のトップが集結し注目を集めた。



グレース・フー首相府大臣 (写真中央) による開会式のテープカット。



開会式であいさつを述べる、三井住友銀行の北山禎介取締役会長。

### 開催概要

名称	第8回エコプロダクツ国際展 (Eco-products International Fair 2013)
会期	2013年3月14日 (木) ～3月16日 (土)
会場	サンズエキスポ&コンベンションセンター・マリナベイサンズ (シンガポール)
主催	国際機関APO (アジア生産性機構)、シンガポール廃棄物管理リサイクル協会 (WMRAS)、シンガポール生産性本部 (SPRING Singapore)

日系出展者 (五十音順): 株式会社市川環境エンジニアリング、株式会社ウインローダー、エコパラダイス株式会社<sup>※</sup>、オリックスグループ、花王株式会社/花王シンガポール、環境省 (一般財団法人日本環境衛生センター)、株式会社共立、クボタ環境サービス株式会社、株式会社神鋼環境ソリューション、新日鉄住金エンジニアリング株式会社、住友電気工業株式会社、株式会社タクマ、帝人株式会社、東京サラヤ株式会社、株式会社東芝、日本経済新聞社、日立グループ、日立造船株式会社、株式会社ブランテック、株式会社三井住友銀行、三菱重工環境・化学エンジニアリング株式会社、三菱電機株式会社、Bridgestone Asia Pacific Pte. Ltd.<sup>※</sup>、株式会社IHI環境エンジニアリング、一般社団法人Japan Dream Football Association、JFEエンジニアリング株式会社、株式会社STG

<sup>※</sup>現地シンガポールより出展

## 会場内と出展ブース

「ONE ENVIRONMENT, ONE FUTURE: Towards a Sustainable and Greener Asia (1つの環境、1つの未来 ～持続可能でよりグリーンなアジアを目指して～)」をテーマに、最新鋭の環境技術やエコプロダクツ、サービスが紹介された。



三井住友銀行の展示ブースにて、北山禎介取締役会長とシンガポール支店ナショナルスタッフから説明を受けるグレース・フー首相府大臣。



パネル、パンフレット、映像などを用いて、三井住友銀行の環境活動を紹介。成長産業クラスター室や排出権ビジネスなど、本業を通じて行う環境活動を紹介した。



三井住友銀行の取り組みを学生たちにも楽しく学んでもらえるよう、タッチパネル式のディスプレイを導入。現地の学生たちから多くの注目を集めた。



日本政府・環境省の助成によるジャパン・パビリオン。廃棄物処理・3Rをテーマに、日本の民間企業10社と国内制度を紹介した。



今回の展示会には、日本の27社・団体をはじめ、シンガポール、台湾、韓国、中国、マレーシア、インドネシア、イギリスの計8カ国・地域、99社・団体が出展した。



会場内では、日系企業とシンガポール政府系機関とを結ぶビジネス・マッチングが今回初めて行われた。こうした交流から新たなビジネスの創出が期待されている。

## 国際会議

「Opportunities and Challenges in Sustainable Urban Living (持続可能な都市生活における機会と課題)」と題する国際会議が併催され、アジアの政策担当局や産業界のリーダー、専門家による講演とパネルディスカッションが行われた。



開会式のあいさつに加えて、基調講演で登壇した北山禎介取締役会長。持続可能な発展を目指し、世界に広がる三井住友フィナンシャルグループの活動を紹介した。



「持続可能な都市計画」「廃棄物管理と再資源化」「グリーンファイナンス」などをテーマに5つの総会が開催され、講演とパネルディスカッションが行われた。



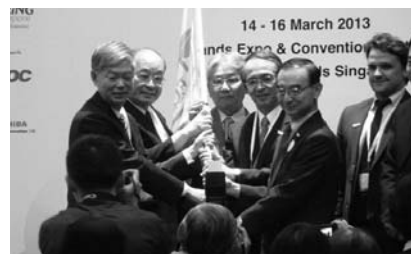
日本総合研究所の足達英一郎理事は、都市の環境に貢献するエコ・ファイナンスの在り方を解説。三井住友フィナンシャルグループが行う環境への取り組みを紹介した。



各界のリーダーや環境専門家らが参加したパネルディスカッションでは、アジア各国の環境技術、環境ビジネスの発展に向け、活発な議論が交わされた。



パネルディスカッション終了後に質問する来場者。講演を真剣な様子で聞き入る来場者の姿から、シンガポールにおける環境意識の高さがうかがわれた。



第8回エコプロダクツ国際展は3日間の日程を終え、大盛況のうちに閉幕。次回開催地となる台湾の代表団にフラッグが手渡された。

## ミドリムシの力で、世界中の人々を健康にし、 地球温暖化問題の解決に貢献する

株式会社ユーグレナ

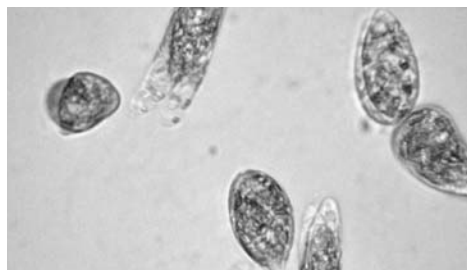
5億年以上前に原始の地球で誕生したわずか0.05ミリメートルの微生物ミドリムシ。光合成を行う植物と自ら細胞を変形させ移動する動物としての特性を併せ持つ、この微生物には食料問題や地球温暖化問題の解決に貢献する可能性が秘められています。ミドリムシを活用し、機能的食品や化粧品からCO<sub>2</sub>固定化、ジェット燃料の開発まで手掛ける株式会社ユーグレナの代表取締役社長 出雲充氏にお話を伺いました。

### ミドリムシを活用した事業に取り組んだ経緯を教えてくださいませんか。

大学在籍中に、バングラデシュを訪れたことが今の仕事の原点となっています。バングラデシュは貧しい国なので、みんな飢えているとの先入観を持って訪れたのですが、現地に食べ物がないと困っている人はいませんでした。調べてみると、米などの穀類はとれるので食欲は満たせるものの、野菜や動物系の食べ物がとれず、多くの人が栄養失調状態にあることがわかりました。飢餓はないけれど、栄養失調が蔓延していたのです。子どもたちは元気に走り回っていますが、栄養が欠乏しているので病気にかかりやすく、結果的に死亡率の増加につながっていました。日本では出会うことのない、しかし世界に確実に存在する本当の貧困と出会い、そのときに抱いた栄養問題への気づきが、創業の原点となりました。貧困国の栄養問題を解決するには、豊富な栄養素を誰もがとれるようにしなければならない、そのために必要なものは何か、調べている中で出会ったのがミドリムシでした。

### なぜ、ミドリムシに目を付けたのですか。

健康的な生活を送るには、野菜や動物系の栄養をバランスよく摂取する必要があります。ミドリムシは、わずか0.05ミリメートルの藻の一種で植物のように光合成を行って栄養分を体内に蓄えるだけでなく、動物のように細胞を変形させて移動することができます。このような性質を備えている生物は、ミドリムシ以外に存在しません。しかも、太陽光と水、CO<sub>2</sub>で成長でき、栄養素の生産効率はなんと稲の約80倍ともいわれています。ミドリムシは植物に含まれるビタミンCや葉酸、動物に含まれるDHA、EPA、ビタミンB<sub>12</sub>と、両方の栄養素を備えています。また、細胞壁がないため効率的な栄養吸収が可能です。このような高い栄養価を誇るミドリムシを原料にした機能的食品を企画・開発するために設立したのが、株式会社ユーグレナです。社名は、ミドリムシの正式名称である学名のユーグレナから名づけました。



動物と植物の両方の特徴を持つミドリムシ(学名ユーグレナ)

### 事業化に向けてご苦労された点を教えてください。

2005年に会社を設立し、ミドリムシを売り込むため数百の企業を訪問しました。多くの方はミドリムシに関心を持ってくださるのですが、いつも「実績はありますか。他社でうまくいったら我々もやりますよ」と言われてしまい、3年間はほとんど実績が上がりませんでした。ところが、2008年に伊藤忠商事が出資してくれたことを機に、潮目が変わります。伊藤忠商事の採用が信頼となり、名だたる大手企業がミドリムシの採用を決断してくれました。また、2010年に新日本石油(現JX日鉱日石エネルギー)と日立プラントテクノロジー(現日立製作所)からお声が掛かり、ミドリムシの油脂分を使ったバイオエネルギーの研究開発プロジェクトも立ち上がりました。その後は、産官学連携が進み、さらなるミドリムシの可能性が見いだされ、製鉄所や火力発電所などで排出されたCO<sub>2</sub>をミドリムシで固定化する実験が始まったり、肥料や飼料への応用、抗酸化作用を活かした化粧品、水質浄化、バイオプラスチックの開発など、さまざまな分野で事業化に向けた研究が行われています。

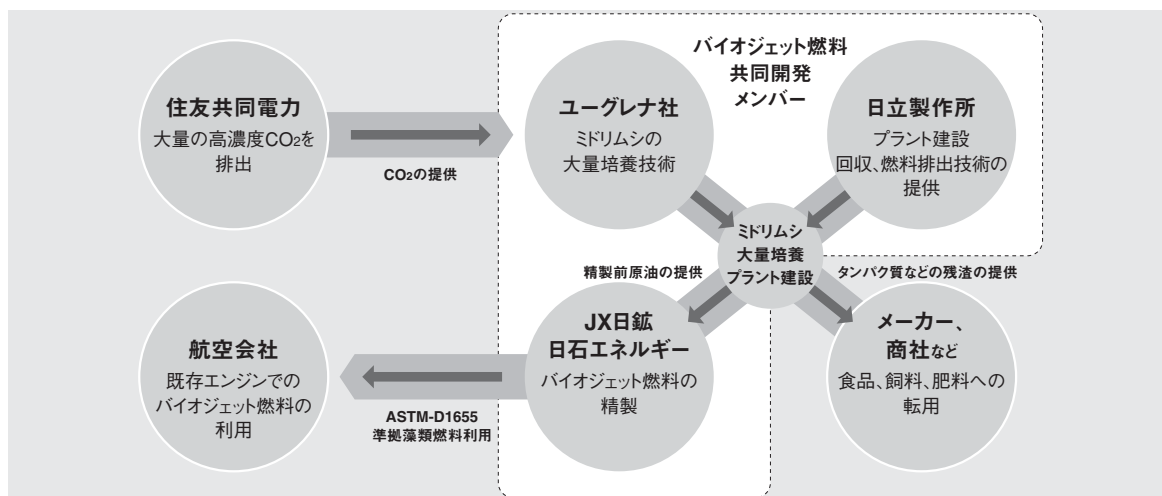
### 栄養失調の心配がない日本でミドリムシの需要はあるのでしょうか。

人間が健康に生活するための必須栄養素という面から見ると、日本人のほぼ全員が栄養が足りない状態にあります。日本の市場には、肉も野菜もサプリメントもあふれていますが、動物系と植物系の両方の栄養素をバランスよくとれている人はほとんどいません。その影響が、アレルギーやホルモン異常など体調不良として表れている可能性もあるでしょう。このような状況の改善に、弊社の機能的食品の「緑汁」や「みどり米」、「ユーグレナ・バー」などがお役に立てると考えています。

しかし、商品の普及に向けては、大きなチャレンジがあります。それはミドリムシという語感から、多くの方がイモムシやアオムシを思い浮かべ、食品として敬遠してしまうことです。実際にはミドリムシは、ワカメやコンブなど「藻」の仲間で、味や風味も海藻に近いのですが、なかなか正しく認識してもらえません。弊社



有機栽培の大麦若葉と明日葉にミドリムシを加えた健康飲料「ユーグレナ・ファームの緑汁」



パートナーとの共同事業により、さまざまな地球環境問題に貢献

が2012年12月に株式上場を果たした背景には、より多くの人にミドリムシの存在を正しく認識してもらいたいという思いが込められているのです。

### ミドリムシで事業化に成功しているのは、世界でも御社だけだと伺いました。

1970年代には、アメリカ航空宇宙局 (NASA) が宇宙開発の視点で研究を進めたり、1990年代には、ミドリムシを使った医療、医薬品の開発、CO<sub>2</sub>固定、バイオ燃料化などさまざまな研究が行われました。いずれの研究でもミドリムシの機能は実証されましたが、事業化にはことごとく失敗しました。最大の壁は屋外で大量培養ができないことです。ミドリムシは栄養価が高いため、自然界では食物連鎖の下位に位置し、他の生物に捕食されてしまう存在です。それゆえ他生物の混入を防げない屋外の培養槽は使えず、屋内の閉鎖的環境でしか培養できないと考えられていました。しかし、弊社はその常識を覆し、世界で初めて、屋外でのミドリムシの大量培養に成功しました。その手法は、他生物が生息できないよう培養方法を工夫することですが、特許技術ではありません。むしろ、技術とノウハウを組み合わせたシステムのようなものと考えていただいた方がいいでしょう。当初、我々はこの分野で、世界の企業や研究機関から周回遅れでスタートしましたが、今ではおそらく2周半はリードしていると自負しています。それができた最大の理由は、日本に発酵文化が根づいていたことです。発酵とは、微生物に働きかけて、必要な機能を人為的に発現させる技術であり、この研究分野で日本は世界をはるかにリードしています。ヨーロッパにも、ヨーグルトやチーズなどの発酵文化はありますが、研究者の層は日本とは比較になりません。こうしたバックグラウンドを活かした結果が、ミドリムシ事業でトップランナーになれた理由だと考えています。

### ミドリムシ由来のジェット燃料について教えてください。

ミドリムシから抽出・生成される油分は、軽質で燃焼効率が高いため航空機用のジェット燃料に適しています。現在、弊社のミドリムシの培養技術、日立製作所の培養等のプロセス技術、JX日鉱日石エネルギーの燃料化技術を活かした共同研究を進めており、2018年度の事業化を目指しています。2018年度という数値目標は、EU便を中心に航空機由来のCO<sub>2</sub>を10%削減する規制が始まることに対応するものです。この事業は、2010年に新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の

「戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発事業 (次世代技術開発)」にも採択され、国家的なプロジェクトとして研究開発が進められています。

### ミドリムシは、どのような領域で環境問題に貢献するのでしょうか。

ミドリムシは、光合成により工場や発電所から排出されるCO<sub>2</sub>を吸収するとともに、バイオ燃料を生成することで化石燃料の使用量削減に貢献します。また、地球規模での人口増大が見込まれる中、飼料や栄養源として食料の不足と偏在を解消することに貢献します。弊社は「another future. ~ミドリムシが地球を救う~」をスローガンに掲げ、環境問題と食料問題の解決に尽力することを目指しています。

### 今後の展望をお聞かせ願えますでしょうか。

ミドリムシ由来のジェット燃料開発において技術的課題は一切ありません。しかし、経営的課題は、少なくありません。たとえば、ミドリムシを安価に育てる大規模な培養槽が必要ですが、その土地を確保することが困難になっています。全国の耕作放棄地に培養槽を設置すれば、化石由来のジェット燃料に対抗できるほどコストダウンが可能だと試算していますが、農地法などに阻まれ実現できません。こうした課題をクリアしていくことが、今後のチャレンジになります。

将来的には、国民が栄養失調で苦しんでいる貧しい国にミドリムシの培養技術を移転し、新たな産業と雇用を創出し、経済発展と健康問題の改善に貢献することを目指したいと考えています。



代表取締役社長  
出雲 充氏

#### 会社概要

社名 株式会社ユウグレナ  
所在地 東京都文京区後楽2-6-1 飯田橋ファーストタワー31階  
資本金 9億1,421万円  
事業内容 微細藻類に関する研究開発および生産管理、品質管理、販売など  
TEL 03-5800-4907  
URL <http://euglena.jp/>

# SAFE NEWS Archives

## Topics 1 第2回アジア・太平洋水サミット開催

水と衛生を国際的な最優先課題として取り組んでいくことを表明する「チェンマイ宣言」を採択。

洪水や津波など水に関連した災害による死者のうち約8割がアジア太平洋地域に集中しているといわれている。深刻な水問題を抱えるアジア太平洋地域において水問題解決を大きく前進させるため、6年ぶりとなる「アジア・太平洋水サミット」が2013年5月19～20日にタイ・チェンマイで開催された。

水問題は環境、農業、工業といった1つの分野の問題に収まらない。それは人間の安全保障や、社会経済の発展に関わる課題であり、解決に導くには国家のトップレベルによるリーダーシップの発揮が不可欠とされる。こうした考えのもと、2007年12月、大分県別府市で「アジア・太平洋水サミット」が初めて開催された。6年ぶりとなる第2回会合においても、「水の安全保障と水災害への挑戦：リーダーシップと責任」がメインテーマとして掲げられ、30以上の国・地

域の代表団、国際機関、民間セクター、学術界、市民社会のリーダーら300名以上が集まった。

会合初日、閣僚級を対象とした7つのセッションが開かれた。それぞれのセッションは、国際連合食糧農業機関(FAO)、国際連合アジア太平洋経済社会委員会(ESCAP)、国際自然保護連合(IUCN)などの国際機関によって開かれ、地域の水の安全保障確立に向けて、経済と食糧、都市、環境、家庭、水関連災害、統合水資源管理といった分野が重点的に討議された。

2日目はタイのインラック首相を議長として、首脳級会合を開催。ポルキア国王兼首相(ブルネイ)、ナイラティカウ大統領(フィジー)、サーカシヴィリ大統領(グルジア)、ラフモン大統領(タジキスタン)、ハシナ首相(バングラデシュ)、鄭 国務総理(韓国)、ト

ンシン首相(ラオス)、タランギ首相(ニューエ)、カロシル首相(バヌアツ)の10の国・地域の国家元首・首脳が参加した。開会式では、アジア開発銀行の総裁、中尾武彦氏が講演を行い、2020年までの200億ドルの投資や「アジア水情報システム」の創設など、アジア太平洋地域の水の安全保障のために資金面で強化していくことを明らかにした。

閉会に当たって、アジア太平洋地域で取り組む課題について13の項目を挙げた「チェンマイ宣言」が採択された。同宣言には、水と衛生を国際的な最優先課題として、適切なリソースの配分を改めて確認することや、2015年以降のポスト・ミレニアム開発目標に災害リスクの低減を組み込んでいくことなどが盛り込まれている。

## Topics 2 世界資源研究所、天然ガス生産過程でのメタン漏出に関する報告書を発表

気候変動の進行を遅らせるため、メタンの漏出量を天然ガス生産量の1%に抑えることを提言。

アメリカではシェールガスの採取技術の進歩によって天然ガスの生産が大幅に増加する一方、森林破壊、野生生物への影響、水や大気汚染など、環境に対するさまざまなリスクが生じている。中でも、最も懸念されているのは、天然ガスの試削から流通までの各段階で漏出するメタンによる気候への影響だ。

天然資源・環境問題に関する研究・政策提言などを行うアメリカのシンクタンク、世界資源研究所(WRI)は、天然ガスの生産過程におけるメタン漏出の影響に関する報告書、「Clearing the Air: Reducing Upstream Greenhouse Gas Emissions from U.S. Natural Gas Systems」を発表した。一般に、天然ガスは「燃焼時のCO<sub>2</sub>排出量が石炭の約半分」という理由から「環境に優しい」といわれている。しかし、報告書では、天然ガスの導入効果を評価する

にはライフサイクル全体での影響を考慮しなければならないと警告を発する。なぜなら、天然ガスの約90%を構成するメタンは、100年単位でCO<sub>2</sub>の25倍、20年単位で72倍の温室効果があるからだ。天然ガスの生産過程では、特に掘削時やパイプラインでの輸送時にメタンの漏出が起きやすいといわれており、漏出量によっては短期的な気温上昇の誘因となりえる。天然ガスを発電に利用する場合、漏出率の運用限界値は約3%。つまり、漏出するメタンの割合が天然ガス生産量の3%を超えれば、石炭を天然ガスに置き換えても温暖化対策としてプラスの効果を得ることはできない。アメリカ環境保護庁によると、2011年に天然ガスのシステムから漏出したメタンは600万トン以上と推計されている。その温室効果を100年単位で見ると、国内の鉄鋼、セメント、アルミニウム産業の全製造施設から排出さ

れる温室効果ガスより多いという。

2012年4月、アメリカ環境保護庁は、天然ガスと石油の採掘で排出される有害汚染物質を削減するため、大気浄化法に基づく汚染基準を改定した。これは主にスモッグの原因となる揮発性有機化合物(VOC)や、ベンゼンなど有害物質の削減を目的としたものであるが、メタンの排出削減にも効果があると考えられている。さらに、WRIの報告書では、天然ガスの現在の生産量や今後の増加を考慮し、メタンの漏出量を天然ガス生産量の1%以下に抑えることを提言。大気の浄化を進めるとともに気候変動の進行を短期的に遅らせるため、アメリカ環境保護庁による取り組みの強化、地域の特性に応じた州単位の規制、最新の生産技術の導入、設備更新など、あらゆる手段を講じて漏出を防ぐことが必要だと訴えている。





# エコライフ通信

VOL. 1

## 地域の魅力を伝える 在来作物

自然と共生する人、モノ、ライフスタイルを取材。エコな暮らしのアイデアを紹介します。



伝統的な焼き畑農法は機械や化学肥料に頼らず、作物の特徴を引き出す。

8月、山形県鶴岡市藤沢地区。暗闇に包まれた山に火が放たれます。山の斜面に並べられた木の枝に炎が燃え広がると、山の様子は一変。空が白み始めるころには、辺り一帯は灰で真っ白になります。この灰を肥料として、細長い形をした藤沢カブが栽培されます。薄皮でパリッとした歯ごたえ、上品な甘さと辛さを備えた独特の味は、焼き畑でしか得られないといわれています。

山形県には、藤沢カブのほか、伝統的な栽培方法や特定の地域でしか育たない「在来作物」が数多く存在します。在来作物とは、「ある地域で、世代を超えて、栽培者によって種苗の保存が続けられてきた作物」のことです。親から子、子から孫へと種が受け継がれる中、それぞれの農家は気候・風土に適し



江頭准教授は、鶴岡市内に在来作物を使った料理を提供する飲食店がもっと増えることを願っている。

た農法開発や育種を繰り返し、自分たちの好みや用途に合わせて、さまざまな系統を生み出してきました。こうして誕生した在来作物は、生で食べると辛く、熱すると甘い平田赤ネギや、とろりとした粘りを持つ甚五右門芋をはじめ、個性豊かなものばかり。農家は、祖先の知恵と努力の象徴である地域特有の作物を、家宝のように大事に守り育ててきました。

しかし、一方で、在来作物の個性は、

濃厚な味わいと強い粘りが特徴の「甚五右門芋」



©Haruya Toukairin 2013

白と赤紫のコントラストが美しい「藤沢カブ」

## 在来作物 の チカラ

画一化された商品を大量生産、大量消費する社会の中で、長い間、厄介なものと思われてきました。冒頭で紹介した藤沢カブも、知名度が低く市場価値がつかず、20年ほど前まで絶滅の危機にあったのです。地元農家がなんとか種を守ろうと模索する中、復活を後押ししたのは藤沢カブの危機を紹介した地元新聞の記事でした。これをきっかけに、鶴岡市内にある漬物店「本長」が商品化に乗り出し、藤沢カブの本格的な栽培が再開されました。さらに、鶴岡市でイタリアンレストランを営む奥田政行シェフは、藤沢カブをはじめ、在来作物の個性

を生かした新しいレシピを考案。在来作物の持つ苦味や辛味、えぐ味を生かしたレシピは、扱いにくいとされていた個性をプラスに転換することに成功しました。また、奥田シェフは、在来作物の遺伝的価値や食文化、風習といった文化的側面などを研究する山形大学農学部の江頭宏昌准教授とともに、山形県内に存在する在来作物を発掘し、その秘められた価値を地域住民に伝える活動を行っています。こうした活動は、地域住民、農家、行政、さらにメディアをも動かし、見過ごされていた地域資源に新たな光が当てられるようになりました。

再評価が進む在来作物の価値について、江頭准教授は、次のように話してくれました。「在来作物は地域の歴史や文化を伝える“生きた文化財”です。在来作物を守ることは、地域に受け継がれてきた伝統農法や、食文化、風習を次の世代に伝えることです。今、山形県では異業種間のコラボレーションによって、在来作物の可能性がどんどん見いだされています。このように伝統を受け

継ぐだけでなく、新たに創造していくことも在来作物が持つ魅力といえるでしょう。」

種の多様性のみならず、多彩な文化の基盤となる在来作物の存在。その独特の味には、真の「豊かさ」へのヒントが隠されているのかもしれない。

### Info.

◎ **山形の在来作物を食べたい!**

アル・ケッチャーノ (奥田政行シェフのレストラン)  
山形県鶴岡市下山添一里塚83

◎ **山形の在来作物について知りたい!**

山形在来作物研究会  
<http://zaisakuken.jp/>

# BOOKS 環境を考える本



## 私のおすすめ Eco Book



### 不思議可愛いダンゴウオ

佐藤 長明 写真・文  
河出書房新社  
1,470円(税込)

**成** 魚でわずか2センチほどの海水魚。幼魚は米粒大。まあい体形で2頭身。赤などのカラフルなものから、そうではないものまでさまざま。約1年で一生を終える。泳ぎが苦手な代わりに、腹びれが変化してできた吸盤を持っているので、愛らしい表情で海藻などにくっついて揺られている姿が見られる――。

この写真集の中心人物「ダンゴウオ」です。日本では、北海道や本州の沿岸部に生息するそうですが、この写真集のダンゴウオやその周辺の生き物たちは、東日本大震災前の宮城県南三陸町志津川湾で撮影されました。

佐藤長明さんは、南三陸町生まれの海洋写真家。子どものころからの遊び場だった、思い出の詰まったその海で撮影を行ってきました。独自の地形で生物の多様性を支える志津川湾の「姿」やダンゴウオをはじめとする、海の中の小さな生き物たちの「表情」。それは、「地元の者同士」だからこそ、見せてもらえた姿かもしれません。

本書の刊行は、東日本大震災直後。ダンゴウオたちのその後が気がかりでしたが、この春に発売された『ダンゴウオ 海の底から見た震災と再生』（写真：鍵井靖章、新潮社）では、岩手県宮古湾で生きる、震災以降のダンゴウオのたくましい姿を見ることができます。

推薦人 MARUZEN&ジュンク堂書店 渋谷店スタッフ 木戸 幸子さん

## 新刊紹介



### 漁業と震災

濱田 武士 著  
みすず書房  
3,150円(税込)

日本古来の漁業文化・魚食文化を守るには？ 漁業経済学者が考えるこれからの日本漁業。



### 在来作物を受け継ぐ人々 種子は万人のもの

増田 昭子 著  
農山漁村文化協会  
2,415円(税込)

自家採種をし、在来作物をつくり続ける人々がいる。全国の農家を訪ねて聞いた話をつづる。



### エコロジーをデザインする エコ・フィロソフィの挑戦

山田 利明 河本 英夫 稲垣 諭 編著  
春秋社  
2,940円(税込)

生態系、社会的ネットワーク、身体。エコ・デザインを鍵として、多角的に環境問題を考察。



## 温故知新

## 英

国石炭公社を退職した著者が1973年に発表するや、オイルショックを予言した書として世界中でベストセラーとなった本書が一貫して問うのは、人間を幸福にするシステムとは何か、ということである。その鍵は、大量生産・大量消費のシステムの奴隷とならずに、人間の身の丈にあった科学・技術の使い方をすること（＝適正技術）にあると著者は考えた。インド独立の父・ガンジーに倣い、「大量生産（mass production）ではなく、大衆による生産（production by the mass）を」と説くとき、著者が思い描いていたのは、一人ひとりがつくることに参加する社会であった。すべてを巨大資本に委ねずに、自分の身の丈でできることは自分でやろうと提唱し、原発への依存にも警鐘を鳴らしていた著者の「人間は小さい。だからこそ、小さいことは素晴らしい（Man is small, and, therefore, small is beautiful）」という言葉は、40年たった今も輝きを失わない。3.11後を考える上で必読の書である。

推薦人 株式会社日本総合研究所 マネジャー 井上 岳一



## スモールイズ ビューティフル

E.F.シューマッハー 著  
小島 慶三 酒井 懋 訳  
講談社  
1,260円(税込)



マークスアンドスペンサーは、イギリスの大手小売業の1つで、グループ売上高は99億ポンド(約1兆2,900億円\*)、全世界で1,087店、8万人超の従業員、2,000社以上のサプライヤーを擁する。

同社の取り組みで目を見張るのは、環境・社会的課題に関連する180のコミットメントから成る計画「プランA」を2007年から公表していることだろう。食品と衣料品が売り上げの約半々を占める同社では、世界的な環境課題に対し、たとえば持続可能な漁業や衣料品などの普

及促進の役割を担うことで、小売業として貢献しようとする姿勢が明確だ。「プランA」の実施状況は報告書「How We Do Business Report」により、豊富な数値とともに開示されている点にも注目したい。そこでは、同社が環境・社会への取り組みを具体的な業務に落とし込んだ結果、2012年には単年で1億500万ポンド(約137億円\*)の純利益がもたらされたことが報告されている。この利益貢献額についても、投資対効果の算定を行うことを2011年までのコミット

メントの1つとしていた。

環境への取り組みが本業にもたらす利益としては、たとえば省エネによる光熱費削減や、環境ビジネスの売り上げ拡大などは想像しやすいが、そのような単発の取り組みではなく「プランA」全体での利益への貢献が定量化されている点が特徴的だ。個々のコミットメントとそれに対する取り組みの内容の豊富さに加え、経営への統合や情報開示の側面から参考にできる取り組みである。

※2012年末の1ポンド=130円として換算

#### ■プランAの概要

6つの柱	主な成果
顧客を巻き込み	●顧客からの中古衣料寄付300万点 ●学校給食での環境配慮型漁業キャンペーンに3,000校が参加
日常業務へのプランAの統合	●経営トップ120人のうち35%が女性 ●プランAにより1億ポンドの純益を得て再投資
気候変動	●5年間で15万8,000t-CO <sub>2</sub> を削減 ●電力消費量の97%を再生可能エネルギー由来に
廃棄物	●1億4,700万本のハンガー回収 ●店舗・事務所・倉庫・工事現場からの廃棄物埋め立てゼロ
自然資源	●持続可能な木材の使用率84% ●持続可能なパーム油由来の食料品257点
フェアパートナー	●5年間でフェアトレード商品が88%増加 ●サプライヤー向けの研修30万時間

出所: Marks and Spencer Group “How We Do Business Report 2012” より日本総合研究所作成

#### 編集後記

●富士山の世界文化遺産登録に、地元自治体が沸いているようです。しかし、正念場はこれからでしょう。遺産保全のために開発を抑制するという挑戦を続けなければならないからです。入山料や登山者数制限を実現できるのか。環境問題解決と同じ問いを私たちに投げかけているように感じます。(英)

●人間は20キロヘルツ以上の高周波の音を聞き取ることができませんが、この聞こえない音には、人間をリラックスさせる効果があることがわかっています。森の中には高周波の音が満ちているそうです。虫の鳴き声が高周波だからです。つまり、虫の多い、生物多様性の高い森は、リラックス効果も高いのです。(岳)

●今年も節電の夏がやってきました。企業のオフィスでの節電は、2011年夏以降、継続して対策がとられ、使用量ベースで抑えられてきていると思うのですが、一個人の立場に戻ると、意識し続ける努力をしないと、家庭での取り組みはなかなか継続が難しいと感じています。楽しみながら継続できる節電・省エネルギーへの取り組みについて、あらためて子供たちも交え話をしてみたいと思います。(哲)

本誌をお読みになっただけのご意見、ご感想をお寄せください。  
また、環境問題に関するご意見もお待ちしています。

本誌「SAFE」はホームページ上でもご覧いただけます

<http://www.smfg.co.jp/responsibility/magazine/safe/>

本誌の送付先やご担当者の変更などがございましたら  
Faxにてご連絡をお願いいたします。

企画部:川島 Fax:03-4333-9861

## SAFE vol.101

発行日 2013年7月1日(季刊)

発行 株式会社三井住友フィナンシャルグループ 企画部  
〒100-0005 東京都千代田区丸の内1-1-2  
Tel:03-4333-3726 Fax:03-4333-9861

監修 株式会社日本総合研究所 創発戦略センター

企画協力 株式会社三井住友銀行

編集 凸版印刷株式会社 情報コミュニケーション事業本部  
トッパンアイデアセンター

印刷 凸版印刷株式会社

※本誌掲載の記事の無断転載を禁じます。 ※本誌はFSC®認証用紙を使用しています。



- 三井住友銀行では、東日本大震災への義援金口座を開設しています。  
詳細は当行ホームページ <http://www.smbc.co.jp/> にてご案内しています。
- 本誌バックナンバーおよびwebサイト「環境ビジネス情報」がホームページ上でご覧いただけます。

<http://www.smfg.co.jp/responsibility/magazine/safe/>

<http://www.smbc.co.jp/hojin/eco/>

