

CONTENTS

2 携帯電話と脳腫瘍 大規模疫学「インターフォン研究」のゆくえ

電磁波プロジェクト 上田昌文

8 インタビューシリーズ 「市民の科学をひらく」第7回

武蔵工業大学教授 宿谷昌則さん

20 食の総合科学プロジェクト調査報告

“関係性の食学”に向けて
～食材から探る 第4回「大豆」

24 海外のレポートから

「遺伝子組み換え大豆は赤ちゃんを殺す？」
Jaffrey M Smith

連載

19 森のあおいドン

横山 功

5 JST 研究関連イベント報告

「公開トークサロン『私って健康ですか?』」

6 JST 研究報告のページ⑦

Community Based Participatory Research
(CBPR) の紹介

1 目次／ご案内

28 1 月活動日誌／会計報告／編集後記

information

●資料映像を観る会

市民科学研究室のプロジェクトなどに関連した資料映像を観る機会を設けます。参加費無料です。観終わってから1時間ほど感想や意見を交換します。ふるってご参加ください。
※事前の申し込みが必要です。

★3月15日(水) 午後7時～
市民科学研究室事務所にて
「砂糖と国際貿易に関する資料映像」

★3月23日(木) 午後6時半～
文京区シビックセンター内「生涯学習センター」学習室(地下1階)
「サイボーグ技術に関する資料映像」

●第6回リビングサイエンスフォーラム

日時: 3月27日(月) 午後6時半～9時半

「オール電化はほんとうにエコなのだろうか？」

～IH クッキングヒーターの電磁波調査をふまえて」

発表者: 上田昌文(市民科学研究室)「IH 電磁波リスク調査の報告」

真下俊樹(市民エネルギー研究所)「エコキュートのエネルギー効率を検証する」

“省コスト”や“エコ”のイメージでさかんに宣伝され、全国で急速に普及しているオール電化住宅。一切火を使わない電磁調理器(IHクッキングヒーター)や自然冷媒(CO2)ヒートポンプの「エコキュート」を目玉にしたそのシステムには、じつは消費者に適切に知らされていない側面がある。IHから発生する電磁波がもたらすかもしれない健康リスクと、電気エネルギーへの依存を強めるほど総体としてエネルギーの無駄遣いが増えるという仕組みの問題だ。生活者にとっての適正な選択とは何かという点をみすえて、オール電化の問題点を具体的に検証する。

場所: 東京駅丸ビル7Fの東京21Cクラブ / 参加費: 1000円

主催: リビング・サイエンス・ラボ

問合せ先: 03-5775-7670(ソシオエンジン・アソシエイツ内 リビング・サイエンス・ラボ事務局)または03-3816-0574(市民科学研究室)

携帯電話と脳腫瘍

大規模疫学「インターフォン研究」のゆくえ

上田昌文（市民科学研究室・電磁波プロジェクト）

●大規模疫学の必要性

携帯電話を長期間使用すると脳腫瘍を発症するのかわという問題は、携帯電話が普及し始めた当初からの世界的な関心事だ。10年前ならごく限られた人しか浴びなかった強さのマイクロ波を、現在世界全体で8億人を超す人々が頭部に浴び続けるという未曾有の経験を私たちはしているが、今のところ脳腫瘍などの重篤な病気を少なからざる人々が患うようになったという話は聞かない。これまで携帯電話電磁波の人体影響を探るための動物実験研究が相当件数なされてきたが、疾病の発症を決定的に示すデータは得られていないように思える。しかしながら、DDT やアスベストといった事例で明らかのように、広範の人々が曝露する因子については、「影響あり」と科学的に因果関係が証明される時点ですでに被害が拡大してしまっているという事態が起こりえる。そこで、病気の発症のメカニズムが完全に解明されなくても、まだ隠れたままであるようにみえる影響を検出する手法として疫学を用いることになる。しかし、事象の因果を統計的に推理していく手法には、「サンプルが偏りなく十分な数だけ収集されるのか」「少集団からの推計が全体の傾向を的確に反映できるのか」「顕在化していない別の因子が影響するかもしれないことをどう排除していくのか」といった原理的な課題が、明快な立証の前に常に立ちちはだかることになる。人体実験ができない以上、ヒトへの影響を直接調べるには疫学しかないが、その確証度をどうやって上げていくのか？

その解決法の一つは、各国共通のプロトコル（検証手順）に則って実施する大規模疫学研究だろう。携帯電話電磁波と脳腫瘍との関連を調べるために数年前から進められ、2004年に結果が出始めた「インターフォン研究」がそれに相当する。これは、ヨーロッパを中心に13か国（オーストリア、カナダ、デンマーク、フィンランド、フランス、ドイツ、イスラエル、イタリア、日本、ニュージーランド、ノルウェー、スウェーデン、英国）が連携し、WHO（世界保健機関）に属するIARC（国際がん研究機関）によって指揮された共同研究だ。携帯電話の利用の有無、利用量と脳腫瘍などとの関連を調査している。現在まで

に公表された結果の概要は表1のとおりである。『どうすり』第82号（2004年12月）でお伝えしたスウェーデンのカロリンスカ研究所の研究（「携帯電話の10年以上の使用でいつも頭部の同じ側で通話する人では、使用側面側の聴神経腫の発症が3.9倍に有意に増加する」ことを明らかにした）は、その第二報であった。

●インターフォン研究の手法

インターフォン研究で対象とする疾患は、神経膠腫（glioma:ここではGと略記）、髄膜腫（meningioma:M）、神経鞘腫（neurinoma:N）といった脳腫瘍、聴神経鞘腫（acoustic neurinoma:A）という発症のまれな腫瘍をはじめとする耳・首など頭部の腫瘍、白血病ならびにリンパ腫である。用いられる疫学手法は「症例対照研究」（ケースコントロール・スタディ）であり、対象とする疾患の患者（症例群）とその疾患に罹っていない健康な人（対照群）を、その疾病の有無を除く他の条件に関しては差が生じないようにして可能な限り多く拾い、各々の群の中で原因とおぼしき因子を曝露した曝露群とそうでない非曝露群（この場合は「携帯使用者」という曝露群と、「携帯非使用者」という非曝露群）の分布がどれくらい違っているかを比較して、その因子が疾病の原因とみなせるかどうかを探る手法である（「タバコ（曝露因子）と肺がん（疾病）」の場合を想定してほしい）。したがって、過去にこの因子を多く曝露したとみなせる人々をきちんと拾えているかどうか、リスクを計量する上で決定的に重要になる。

インターフォン研究では、携帯電話から出るマイクロ波の曝露について、曝露群を「通常的使用者」、非曝露群を「非使用者」とする区分けを定めているが、その「通常使用」とは「1週間で少なくとも1回は通話するという頻度で、半年かそれ以上の期間使用すること」としている（この点については後述のように批判も多い）。13カ国のトータルで2,800人規模の神経膠腫患者、2,400人規模の髄膜腫患者を調べ上げ、脳腫瘍に関する過去最大規模の疫学調査となることを目標にしている。

●批判的検討

いくつかの電磁波関連のニュースをみていると、最近発表された英国とドイツからの報告を受けて、インターフォン研究の結果の解釈をめぐって議論がさかんになされていることがわかる（残念ながら日本では論文の結果ですら報道されることがほとんどなかった）。ここではいくつかのウェブ上の文献¹を手がかりに、インターフォン研究の論文を批判的に読み解くのに必要な留意点をまとめてみよう。

(1) 一般の報道では、論文が言及している個々の発見事項を丁寧に紹介することはせず、総論的な結論だけを伝えることが多い。ドイツの報告でも確かに結論は「携帯電話の通常の使用者において神経膠腫と髄膜腫の全般的なリスクの増加は見出せなかった」となるが、同

時に「10年以上の携帯電話使用者では神経膠腫のリスクが2.2倍になる」と述べており、ことに「女性の通常の使用者では重度の神経膠腫のリスクが1.96倍になる」とも述べている。これらは決して無視し得ない結果であり、この論文を「腫瘍リスクと関連なし」と扱うべきでないことは明白だろう。

(2) インターフォン研究では、症例群のうちの携帯電話非使用者、そして対照群の中にコードレス電話を使用している人々を入れてしまっている。以前、別の研究⁽⁵⁾で言及するハーデルらの論文²⁾において、コードレス電話を使用すると神経膠腫や髄膜腫のリスクが増加することが示されているのだから、コードレス電話使用者を携帯電話非使用者としてしまうと、リスクの過小評価につながる恐れがある。

■表1 インターフォン研究のこれまでの結果（2006年1月時点）（原著論文をもとに筆者が作成）

国	発表論文掲載誌	症例対照の規模（人）	主な結果	注目される点
デンマーク	2005年4月 Neurology64: 1189-1195	G:252 M:175 対照:822	「通常使用」によってGやMのリスクが増加することはない。通話時間と通話回数との関連もない。	「重度のGのリスクが、「通常使用」によって減少するという説明しがたい結果がでている。10年以上の使用者はGで6人、Mで6人と大変少ない。
デンマーク	2004年1月 Am. J. Epidemiol. 159: 277-283	A:106 対照:212	「通常使用」によるAのリスクの増加はみられない。ただし腫瘍の大きさは大き目になる。	いつも片側で使用している人の使用側面と腫瘍との関連はみられない。
スウェーデン	2005年3月 Am J Epidemiol 161: 1-10	G:371 M:273 対照:674	「通常使用」によるGおよびMのリスクの増加はみられない。	
北部欧州諸国 (デンマーク、 フィンランド、 ノルウェー、 スウェーデン、 英)	2005年8月 British Journal of Cancer - on-line	N:678 対照:3,553 (プール分析)	「通常使用」によるNのリスクの増加はみられない。使用期間、累積通話時間、累積通話回数のいずれにも関連しない。	使用側面側のNのリスクは10年以上の使用者に限って、オッズ比1.8を示したが、統計的には有意ではない。
スウェーデン	2004年9月 Epidemiology 15 (6): 653-659	N:148 対照:604	「通常使用」によるNのリスクの増加はみられない。10年以上の使用ではNのリスクは1.9倍になった。	使用側面側のNは12人の症例がそれに相当し、リスクは3.9倍に増加。
英国	2006年1月 British Medical Journal online	G:966 対照:1716	携帯電話使用者のオッズ比は0.94(95%信頼区間0.78-1.13)。携帯電話の使用年数、使用時間、累積の通話回数ならびに通話時間とGのリスクの増加との関連はない。	使用側面側とGのリスクの増加との関連は一貫せず、「記憶バイアス」が生じている可能性がある。
ドイツ	2006年1月 American Journal of Epidemiology online	G:366 M:381 対照:1494	「通常使用」によるGおよびMのリスクの増加はみられない。	10年以上の携帯電話使用者ではGのリスクが2.2倍、女性の「通常使用」では重度のGのリスクが1.96倍になる。

- (3) インターフォン研究は、「携帯電話の通常使用者」を「1週間で少なくとも1回通話する頻度で、半年かそれ以上の期間使用していること」と定義している。「携帯電話をそれなりに普通に使う人」としてこの定義は適当であろうか？この定義では使用頻度のかなり低い人たちまで「通常使用者」に入れてしまうので、高い頻度の使用者にあらわれるかもしれないリスクが埋もれてしまうのではないかと。たとえばドイツの研究では神経膠腫の発症者の14%と髄膜腫の発症者の6%が5年以上の「通常使用」に相当しており、10年以上ではその割合はそれぞれ3%と1%とかなり少数になっている。この「通常使用」のとらえ方が適切かどうかを判断するには、タバコと肺がんにあてはめて考えてみるとよいだろう。「1週間に1回以上の頻度で6ヶ月以上の喫煙」を「通常喫煙」と定義するなら全体のたった12人(3%)しか占めない「10年以上の喫煙者」において、肺がんリスクの増加を的確に検出することは相当難しくなるのではないかと。
- (4) ドイツの論文を読むと、対照群の候補となった人の30.5%がこの研究への参加を断っている。症例群のうち神経膠腫の症例数は4.8%、髄膜腫は4.9%となっているが、仮に、対象群(被検者)となることを拒んだ人に比べて、実際に参加した人の方が携帯電話使用率が高いことがあるとすると、どちらの病気のリスクも低く見積もられてしまうことになる。対象群となる人々を適正に選んだとは言えず、「選択バイアス」が生じている可能性がある。
- (5) インターフォン研究で今まで発表された報告の大半は、総論として「脳腫瘍との関連はなし」と結論付けている。一方、やはりここ数年間にいくつか成果を公表しているハーデルらの疫学研究では、インターフォン研究とは対照的に、最新のもののほど「関連あり」を強く示唆する結果となっている。例えば(2)で言及した最新論文では、プール分析³を行っているのだが、1429人の症例群(参加率87.8%)、2162人の対照群(参加率88.7%)という大きな規模と高い参加率を実現している。そこでの聴神経鞘腫と髄膜腫のリスクは**表2**

のとおりである。

- (6) 英国の研究では症例群(神経膠腫患者)の51%を分析できたとあるが、分析できなかった30%に相当する症例は最も重度の神経膠腫がほとんどである。「すでに死亡していたり、症状が重かったりしてインタビューができなかった」とあり、そのため著者たちが認めているとおり、「参加者の中では軽症の神経膠腫の患者の割合が高くなってしまった」。著者たちはそうした事実がバイアスとなる可能性はないとしているが、その根拠は明確でない。
- (7) インターフォン研究が症例対照研究であることは、Alasdair Philips(英国のNGO「Powerwatch」の代表)が指摘する次のような限界を持つことにもなる。「重症の神経膠腫を患うと、診断が下されてから間もなく死亡にいたることが少なくない。したがって、“後ろ向き”(発症した患者の過去をさかのぼって原因を探る)ばかりでなく、“前向き”(注目している条件にあてはまる人がこれから発症するかどうかを探る)の研究が必要であろう。また、患者の記憶に頼って「曝露量」を決めようとするのではなく(これに頼ると疫学の検出力がどうしても落ちる)、携帯電話事業者が管理する契約者の使用量データを疫学研究に生かせるように、事業者から提供させるようにすべきだろう。」
- 以上のような不備を克服しつつ、今後の研究の焦点は「携帯電話電磁波によって脳腫瘍を発症する可能性があるとするなら、その潜伏期間は10年もしくはそれ以上なのか」という疑問に対する答えを、いかに的確に検出し正確に評価するかになろう。ここ1,2年で集中的に続報が公表されると思われるインターフォン研究に、引き続き注目したい。

1 Powerwatch (英) <http://www.powerwatch.org.uk/>, EMFacts Consultancy <http://www.emfacts.com/>, Microwave News (米) <http://www.microwavenews.com/> 等

2 Hardell et al., Case-control study of the association between the use of cellular and cordless telephones and malignant brain tumors diagnosed during 2000-2003; Environ Res. 2006 Feb;100 (2) :232-41.

Hardell et al., Pooled analysis of two case-control studies on the use of cellular and cordless telephones and the risk of benign brain tumors diagnosed during 1997-2003; International Journal of Oncology 28: 508-518, 2006.

3 これまでの複数の疫学研究で得られた生データを一つに束ねて再解析する手法

■表2 ハーデルの最新の疫学論文で示された腫瘍リスク

使用する電話のタイプ	聴神経鞘腫のリスク増加	髄膜腫のリスク増加
アナログ携帯 もしくは デジタル携帯	3.3 倍	1.3 倍
アナログ携帯 と コードレス電話	3.3 倍	1.7 倍
デジタル携帯 と コードレス電話	1.6 倍	1.2 倍
アナログもしくはデジタル携帯とコードレス電話	4.1 倍	1.7 倍
(どの組み合わせも) 全部あわせて	1.5 倍	1.5 倍

JST 研究関連イベント

公開トークサロン『私って、健康ですか?』の報告

JST 研究「生活者の視点に立った科学知の編集と実践的活用」において私たちと共同研究をしている（財）未来工学研究所が、委託研究の一環として公開トークサロン「私って、健康ですか?」を開催しました。以下、速報版として簡単にご報告いたします。

【開催主旨】

だれもが「健康」を維持し、生活していきたいと望んでいます。そのためか、世の中には健康、医療に関する様々な情報、健康グッズに健康食品などが溢れています。しかしその反面、自分が知りえた情報は本当に正しいものなのか、知りたい情報はどこにあるのか、困惑することも少なくありません。一方で医療分野では実際に、これまでのようにすべてを「病気」として扱って医療行為のみで解決をはかるのとは違う、別の方法も選択され始めています。

このトークサロンでは、医師、生活者、社会学者という異なる分野の方々のセッションとパネルディスカッションをもうけて、それぞれの方から、自分自身の体験や身体感覚にもとづいた、健康に関する様々な話題や活動などを紹介していただきます。

- ・日時：2月5日（日）午後1時～5時
- ・場所：「ブロードメディア・スタジオ」
- ・プログラム

＜セッション1＞

川嶋 朗（東京女子医大附属青山自然医療クリニック所長）
「医者も患者、治療の前にまずお話を」
鈴木賀世子（ベビーコム代表）
「お産は病気じゃない、悩みを共有すれば強みに」

＜セッション2＞

柄本三代子（東京国際大学人間社会学部専任講師）
「健康の語られ方、健康言説の時代」
斎藤 清二（富山大学教授・保健管理センター長）
「医者と患者とで新しい物語りを創ろう」

＜セッション3＞フリートーク

アフタヌーンティーをはさみ、
参加者とのフリートーク

【公開トークサロン参加報告】

上村光弘

2月5日、健康をめぐる様々な話題について、異なる分野の4人のスピーカにサロン形式で語ってもらう催しに参加しました。この催しには市民科学研究室も協力しています。「いやな患者の薦め」「death education」など多くの話題が出ましたが、私はそのポイントを「対話と納得」にまとめられる気がします。各スピーカのお話を紹介します。

●川嶋朗氏は、大学医学部時代から東洋医学に親しんでいたそうで、西洋医学ではなかなか改善しない症状に対するハリや気功などの顕著な効果を、何度も経験されたとのこと。今の医療では原因や治療方法を医者が断定しすぎであり、患者はもっとわがままになるべき、自分が何を望んでいるか、もっと医者に要求すべきだ、と言います。

●鈴木賀世子氏は、妊娠・出産・育児についての知識不足を痛感したご自分の経験から、世の中に情報を共有できる仕組みをつくりたいとベビーコムを立ち上げました。

昨今の出産は、適齢期と子どもが欲しい年齢とにギャップがあり、考慮しなければならない点も多くあります。妊娠・出産・育児に関する考え方も様々で、ベビーコムでは基礎情報に加えて、VOICE という意見交換の場を設けていることが注目されます。

●柄本三代子氏のお話は、情報とのつき合い方でした。世の中には健康情報があふれ、その背景には基本的欲求を満たしてしまった消費者が存在し、さらなる消費の対象として「健康」という需要がつくられています。科学の権威を元に「的確な誤読」を誘う広告があふれています。そのあふれる情報を鵜呑みにするのではなく、常に「なぜ」が言えることが大切だと強調されていました。

●斎藤清二氏のお話は、医療における対話について。医療の世界では、権威による医療へのアンチテーゼとしてEBM（根拠に基づく医療）が提唱されるようになりましたが、すべてに根拠を求めるのは不可能で、またEBMが必ずしも個々人にあった医療を保証するわけでもありません。身体の不調は心身が相互に悪循環を起こしているという説明も可能です。この場合、原因も治療法もひとつではありません。そこで対話が重要になるのだ、ということでした。

【参考】ベビーコム <http://www.babycom.gr.jp/>
柄本三代子「健康の語られ方」青弓社
斎藤清二「健康によい」とはどういうことかーナラエビ医学講座ー」晶文社

Community Based Participatory Research(CBPR) の紹介

はじめに

のっけから長い英語で恐縮ですが、Community Based Participatory Research という研究手法について紹介したいと思います。略して CBPR と言い、日本語では「地域参画型調査法」と呼ばれたりします(以下ここでは CBPR と表記します)。CBPR とは、簡単に言うと、地域の人たちが現在持っている問題を解決するための研究に、生活者が参加して、専門家と協力して行う調査のことです。主には公衆衛生、看護学、社会福祉などの分野で注目されています。

この調査方法が注目されているのには、二つの理由があります。まず一つ目は、この手法を使った地域の問題についての研究において、実際に有効な結果が得られていること。二つ目は、地域の問題に関係する研究なのに、専門家だけが知識を得て、その地域に暮らす人々に何の利益も還元しないということは、調査対象を「搾取」していることに等しいのではないかという問題意識が、専門家の間に生じていることです。つまり、CBPR とは、地域の問題についての研究に、地域の人たちが参加することで、研究者もより良い研究結果を得られ、地域の人たちにも直接その結果が還元されるという、いわば研究者と地域の人々との「Win-Win 関係」を目指す手法なのです。これぞまさに、市民科学研究室が目指す『調査研究』の方法ではないでしょうか。そこで、ここでは、この調査方法の概要と、これを使って行われた調査の例を紹介し、その可能性を示したいと思います。

CBPR の概要

アメリカの公衆衛生学における CBPR の第一人者、イズラエル等 (Israel et al. 2005) によれば、CBPR とは、「たとえば地域のメンバー、組織の代表、そして研究者が平等に、全ての研究の段階に参加し、これら全ての協力者たちが専門分野に貢献し、そこでの決定と結果を共有する、という参加協力型の調査方法」です (Israel et al. 前掲)。後で紹介するような、CBPR を用いた研究の成功により、アメリカの国家保険局 NIH がこの手法に注目しはじめたことで、この手法への注目度は、近年ぐんと高くなりました。最近では、米医学研究所 (Institute of Medicine) が、レポートの中で、『市民の健康を守るのは誰か? 21 世紀の公衆衛生の専門家を育てる Who will Keep the Public

Healthy? Educating the Public Health Professionals for the 21st Century』(Gebbie, Rosenstock, & Hernandez, 2003) の中で、全ての公衆衛生の専門家が学ばなければならない 8 つの事項の一つとして、CBPR をあげています。

CBPR には、以下に示す 9 つの指標があります。

1. 地域を地理的な概念としてだけでなく、「アイデンティティ」として見なす。地域は、家族でもいいし、趣味のサークルでもいいし、またもちろん、ご近所でもよい。人々がそこに「帰属意識」つまり自分の「アイデンティティ」を見出していれば、それが地域である。逆に言うと、アイデンティティを見出せない場合、ご近所であっても「地域」にはならない。CBPR は、アイデンティティの場としての「地域」と共に研究をする手法である。
2. CBPR は、地域に属する人々の持つ技術、人とのつながりや、そこにある組織を、問題への取り組みのために活用する。
3. CBPR は研究の全ての段階で、平等な協力関係を目指す。可能な限り全ての参加者が、調査研究プロセスの全ての段階での意思決定に参加し、それを共有する。また、各プロセスのコントロールも可能な限り全ての参加者で行う。研究者と参加者との間には、色々な意味での力の差があるが、オープンな話し合い、情報と資源の共有、意思決定力のサポートを通し、差を埋める努力しなくてはならない。それにはまず、相互に尊重し、信頼しあう関係を作ることが重要。
4. 参加者は、それぞれの知識、技術などを共有して、互いに学びあう。それによって、様々な視点と経験を研究に盛り込むことが可能になる。
5. 知識の生産と、その知識を参加者に還元することとのバランスをうまくとることを目指す。
6. CBPR は、地域の視点から、問題を多角的に捉えることを目指す。そのために、その地域で個人が持つ状況に注目し、その状況の文脈(家庭やサークルなど)、さらにはもっと大きな文脈(地域や社会)にまで視点を広げる。例えば公衆衛生の例では、地域の健康問題は、医療、社会、経済、文化、環境といった様々な要素から成り立っていることがわかる。こうした問題に取り組むには、領域を超えた研究者と地域との協力が必要であることは、言うまでもない。

7. CBPR は研究の全てのプロセス、つまり問題の発見から定義、研究計画、データの収集と分析、解釈、そして結果の普及から、政策提言等の運動に至るまでを、参加を通して行い、そのためのシステムを発展させていく。
8. CBPR では、研究結果を参加者に利用しやすい形で還元すると共に、参加者はそれをさらに社会に広く普及させることに取り組む。
9. CBPR は、長期的で持続可能な研究プロセスに取り組む。参加者は、ある時点で参加の必要を感じなくなるかもしれないが、研究プロセスが続く限り、必要を感じた時に、また戻ってきて、参加することができる。

では実際にどのような取り組みがなされているのか、次にアメリカでの成功例を一つご紹介します。

CBPR の例

これは、アメリカの Greenpoint/Williamsburg という地域における、CBPR を使った研究の例です。この研究は、そもそも連邦政府の食物汚染の健康へのリスクに関する調査が発端となってはじまりました。面白いのは、はじめから政府が CBPR を使って調査をしようとしていたわけではなかったことです。しかし、調査に関する説明会において、政府の当初の計画から、その地域に特有の食生活への視点が欠けているということが指摘されました。政府が調査の際に使用しようとしていたのは、『アメリカ人の平均的食生活指標』なるものでしたが、多様な文化を持つアメリカの「平均的食生活」とはどのようなものなのでしょうか。

現に、貧しい移民の多いその地域で、住民が川の魚を釣って食料としているという点は、指標に含まれていませんでした。この点を指摘したのは、地域で活動してきた環境正義団体 Watchperson Project(WP) です。この団体はさらに、政府の担当者を住民が魚を釣っている場所に連れて行って実態を見せました。そこであらためて事実を目の当たりにした担当者等は、調査項目に川魚を含めることの必要を認識すると共に、この事実を指摘した WP に調査を委託することにしました。WP は 10 週間にもわたり、住民に、釣っている魚の種類と量、家庭での魚の消費についてインタビューを行うという手法で、調査を行いました。メキシコからの移民がほとんどですから、スペイン語も使ったインタビューです。魚の名前が分からない場合は、実際に魚を持ち帰って調べました。このデータと、消費されていることがわかった魚の汚染状況に関する科学的データをもとに、その地域の住民の健康へのリスクが算出されました。

政府は、この調査の意義を認め、汚染された魚の継続的な消費によって、地域住民の健康が危険にさらされていると結論しました。政府の調査はここで終了ですが、調査を行った WP は、地域住民にとって重大なこの結論を、すぐに住民に知らせる活動に入りました。英語とスペイン語の資料を作り、他の団体とメディアと協力して映像資料も作成しました。さらに、Fish-in-day という、魚を食べることの危険性を知らせるイベントも開催しています。それだけでなく魚に代わる代替食物の栽培を指導する試みもはじめました。こうして、調査結果はそれを必要としている地域住民に還元されているのです。

以上の例から一つ言えるのは、CBPR のプロセスにおいては、WP のような「媒介団体」が非常に重要な役割を果たすということです。

日本での取り組み

最近日本でも、CBPR という手法が徐々に注目を浴び始めています。今年 1 月 7 日には聖路加看護大学で、公衆衛生学の分野における CBPR の可能性についての日本ではじめてのシンポジウム『CBPR ～患者・家族・市民と共に造る研究』が開かれました。これは、21 世紀 COE プログラム「市民主導型の健康生成をめざす看護形成拠点」(文科省補助金、平成 15 年度)の一環として行われたものです。アメリカからは医療人類学者ノエル・クリスマン Noel Christman 教授が、公衆衛生学の重要性和、そこでの CBPR の意義、また多民族社会アメリカにおける健康教育の取り組みについて発表しました。日本からは、聖路加看護大学の研究者等が、日本の医療における CBPR の可能性についての発表を行いました。患者団体などの「地域」の視点を医療の専門領域に反映させる「媒介」として、保健士、助産士、看護師の役割が、今後ますます重要になっていくように思います。聖路加看護大学における CBPR 的な活動の成果の一つとしては、ウェブサイト「看護ネット」がありますので、ご覧ください (<http://www.kango-net.jp/>)。

今後の課題

以上、今後の発展が期待される CBPR ですが、おそらく日本において、特に東京において難しいのは、「地域」という概念でしょう。多様な文化を持つといわれるアメリカですが、「人種」や「民族」あるいは「移民」といった分類によって、それが正しいかどうかは別として、「地域」を比較的簡単に明らかにすることができます。しかし、東京において「地域」というとき、それは一体誰を指すのでしょうか。今後、市民科学研究室が CBPR を使って研究を進める時には、この「地域とは誰を指すのか」という点を明確にする必要があるように思います。

interview

『市民の科学をひらく』第7回

宿谷 昌則さん

(武蔵工業大学環境情報学部教授)

しゅくや・まさのり 1953年東京生まれ。早稲田大学理工学部建築学科卒業。早稲田大学大学院博士課程修了。工学博士。武蔵工業大学工学部建築学科助教授、カリフォルニア大学ローレンスバークリー研究所客員研究員などを経て、現職。主な著書に、『光と熱の建築環境学』(丸善、1993年)、『自然共生建築を求めて』(鹿島出版会、1999年)、『エクセルギーと環境の理論』(編著、北斗出版、2004年)など。1991年に空気調和衛生工学会論文賞、2001年に日本建築学会論文賞を受賞。

2005年12月7日、武蔵工業大学宿谷研究室にて 聞き手：上田昌文(当NPO代表)

上田：——このインタビューも7回目になりますが、自然科学系の研究者の方で私たちの「市民科学」にぴったりフィットする方はなかなかいらっしゃらなくて、そういう中で宿谷先生には以前に講座もお願いし、学問的にも興味深く、また社会的に広がりを持つ活動もなさっているの、今回詳しくお話を聞こうとやって参りました。先生のご活動については、まずご著書『エクセルギーと環境の理論』を拝読して理論的に随分深められていると感じました。学生さんの教育に関しても独特の取り組みをされているようですし、エクセルギー研究の国際ネットワークを立ち上げられているとか、あるいは小学校などの現場レベルでも活動しているらしい。今日はそうしたお話を伺えればと思っておりませんが、初めに、先

生が建築という分野の中でどのように環境やエネルギーという切り口に出会われ、さらにエクセルギーをめぐる現在のお仕事に取り込むようになったか、その経緯をお話いただけますか。

宿谷：僕は早稲田大学で、太陽熱利用の先駆者の1人だった木村建一先生の研究室に入ったんですが、きっかけは木村先生の「環境と形」という講義を聞いたことです。その話は簡単に言うと、日本の民家でも南米の民家でも、地域ごとに砂漠ならではの建物がある。いわゆる風土に根ざした建築の「形」が、植物の葉の形や大きさなどと同じような関係性があるということ。例えば砂漠ならサボテンとか、北の地域なら針葉樹とか。つまり環境と建築は何か関係あるんじゃないか、という話で、とても面白かったんです。

——建築物そのものがそういう植物などの形をしていたり機能を取り入れていたり、という意味ですか？

全く同じではないですが、よく調べてみるとそういう関係性があるんじゃないかと。しかも気候風土がおのずと建物の形を似させることもある。例えば日本は湿気が多くて夏蒸し暑いから、建物は高床にしますよね。高床はベトナムやタイあたりから伝わったとされていますが、南米のペルーに行くと……ペルーと言うと皆さん高地をイメージされますが、標高の低いところは結構ジャングルがあって、そういう地域の昔からある建物に高床



宿谷昌則さん

があるんです。それは遠く東南アジアからカムチャッカ、アラスカを通して伝播したのかもしれないけど、むしろ気候・風土の中で暮らしやすさを人間が求めたときに同じ形に至ったんじゃないか、と。そういうことは自然界に結構ありますよね。生物・無生物を問わず。これはとても面白いことじゃないか、と思うんです。そこが原点ですね。

研究室に入ったとき、ちょうどオイルショックの後でした。石油はあと30年でなくなる、なんて騒がれて太陽エネルギー利用が非常にクローズアップされ、木村先生はそれより20年ぐらい前から取り組まれていたので脚光を浴びましたが、そこから多くの人が研究し始めた。太陽エネルギーの利用では熱ともうひとつ光があって、太陽電池は当時まだ基礎研究の段階ですが、太陽熱利用の研究はもの凄く広がりました。光の方は建築の照明についてはあまり研究されていなかった。僕は変わっていたのか、光の方を勉強したいと思いました。光と熱の問題は、僕にとっては等価な重さとして始まりました。

いろいろ研究するうちに、こんなことが出てきました。太陽の光を使って電灯を消していると、夏はヒーターの発熱が減るようなものですから冷房にとって良いわけですが、冬はむしろ暖房のための出力を増やさなければならない。暖房のエネルギー収支だけを見るとそういう結果が出る、といったことを学会で発表したら、偉い先生方から「それじゃ宿谷君、冬はお日様の光を使って照明をするのは良くないね」というようなことを言われたんです。ちょっとおかしいなと思ったんだけど、自分でもまだ消化し切れてない部分があって、説得するだけの説明ができなかった記憶が鮮明に残っています。光と熱ではあきらかに光の方が質が高く、熱の方が質が低いのですが、エネルギー的に見ると量は同じなので、そういう質問を受けてしまう。ここには何かあるぞと思ったけど、どう説明していいか分からない。そのフラストレーションを抱えていた頃に出会ったのが、やはり太陽エネルギー利用の先駆者のお一人だった物理学者の押田勇雄先生でした。押田先生がその頃、「エクセルギー」という概念が今後ものすごく大事になりますよ、ということを言い始めていたんです。1983年頃だったと思います。『太陽エネルギー』という雑誌に解説を書かれて、その解説を読んだときに僕は三割理解できたかどうか、という状態でしたが、でもこれは何かあるなと思って、エクセルギーについて勉強しようと。幸い僕がお世話になった木村先生と押田先生は太陽エネルギー学会の設立メンバーでとても近い関係でしたから、僕も押田先生に何回かその時代に会えたので、いろんな質問をぶつけてみたわけです。すると「宿谷さん、それは重要な問題ですよ」な

『エクセルギーと
環境の理論』
宿谷 昌則 他
北斗出版



んて言われたりして、よくわからないけれどもエクセルギーのことが非常に頭に残りました。

しばらくして武蔵工大の教員になってから、押田先生がエクセルギーの勉強会を開いたんです。たしか朝日新聞でも広報され、「広く様々な分野の方々に玄人・素人を問わず集まってもらって、これから重要になる概念について勉強しましょう、参加してください」と。

——珍しいですね。専門家の枠を超えて勉強会を呼びかけるということそのものが。

押田先生はそういうセンスがある方だったんですね。「これはもうたくさん集まるんじゃないか」と思ったんですが、蓋を開けてみたら先生を入れて総勢たった5～6人…。でもおかげで非常に突っ込んだ質問ができて、月に1回のよい勉強が1年間続きました。押田先生の『エクセルギーとは何か』（講談社ブルーバックス）はちょうどその頃出ています。その勉強会も一区切りつけて、また仕切り直してやりますよって楽しみにしているときに、押田先生は亡くなられてしまいました。

僕は学生時代、熱力学なんて勉強したことなかった。理工系でも、電気工学などは一番数学に強い連中が集まりますが、建築を学ぶ学生はデザインのように数理とは違う部分が好きな人が多くて、言わばその対極にある。僕もその1人(?)だったから、熱力学なんて触れるものじゃないって思っていた。でも率直に考えてエクセルギーは重要なはずだから、とにかく押田先生から学べることは何でも学んでおいて応用すればいい…って思っていました。いきなり自分でやらなければならなくなりました。ずいぶん悩みました。本腰を入れてやっても、もしも「やっぱり建築には要らない概念だった」となったら、

自分がバカだと証明しているようなものですし、しかも学生に研究させたりすれば、あいつは変な教育をしているという話になりかねない。そうは思いつつ授業では、「実はこういう概念があって大切そうだよ」なんて言いながら、良い意味でのフラストレーションがどんどんたまっていった。そこで、物理の専門の人とか、あるいは押田先生から教えてもらった熱力学の本、それなりに本当に良いと言われている本をいろいろ集めて少しずつ勉強し始めました。

その中で、徐々にきれいに分かってくるというよりは、分からない状態がずっと続きましたが、ある程度時間がたってからポツと分かり始めたんです。それで最初にいくつか学会で発表して。みんな注目なんかしないだろうと思っていたら、やっぱり新しい言葉には皆飛びつくもので、一時的にすごく聴衆が集まるセッションになったことがありました。僕はびっくりしちゃうって、「これは真剣にやらないとまずいなあ」と。少し一生懸命になって本当に分かり始め、この方向でたぶん間違いないと思えてきたので本格的に発表し始めました。ところがそうしたら、強い反発も受けましてね…。

——それはどういう意味でですか？

最初はわかりませんでした、なぜ怒られているのか。後から考えれば、要するに宿谷の言い始めたことはどうも誤りではないらしいが、それを正面切って言われたらいろいろ混乱して困るからやめてくれ、といったメッセージだったかもしれません、今思えば。一方では「大変だろうけど、良いところに目をつけてるから頑張りなさい」という手紙が届いたりしたこともありました。

——「エクセルギー」概念を使うことによって、従来「エネルギー」と言って収まってきたように見えた今までの考え方が、揺らぐ可能性が出てきたからですか？

それもあるだろうと思います。それから、エネルギーの概念で見たって結論は同じになるんだから余計なことやらない、という意味の方が当たっているように思います。僕は、物理法則として「エネルギー保存の法則」があるんだから「エネルギー消費」と言うのはおかしいでしょう、ということをおかしに言ったんですが、それが一種のタブーだったんでしょうね。分かり切ったこと言うんじゃない。みんな分かってやってるんだ、みたいな。今でもそういう反応にあうことがありますけど、でも10年前と今では全然違いますけどね。こう言うと成功物語に聞こえるかもしれませんが、当時はずいぶん悩んで眠れなくなる(?) こともありましたよ。でも、そのころすでにエクセルギーを研究してみたいという大学院生が研究室に来始めていたので、ますます本気でやる必要があった。学生が学会発表で偉い先生にこてんぱんにやつつけられ、その上僕もたじたじになってたら立場無いですよ。そういうこともあったから必死になって、ここまで来たかな。

——エクセルギーの考え方をを使って、今まで解けなかった問題が解けるとか、理解が新しく深まってきたというような部分を、もっと具体的にお話しいただけると…。

非常に単純ですが、この部屋の天井にある40ワットの蛍光灯ではどのくらいのエネルギー収支があるかを考えてみます。40に対して「光」が8出たとすると、あと32は「熱」が出るんですが、それを素直に見ると「ヒーター」になりますね。でもこれをヒーターと言うのはちょっと変です。エクセルギーで計算し直すとどうなるか。8だった光が7ぐらいになって、32あった熱は4ぐらいになるんです。そうすると大体2倍近く光が出ている話になって、正真正銘のランプなんだということがわかる。エクセルギーで説明すれば、なぜこれを僕らがラ

図1 40W 白色蛍光灯を出入りするエネルギー

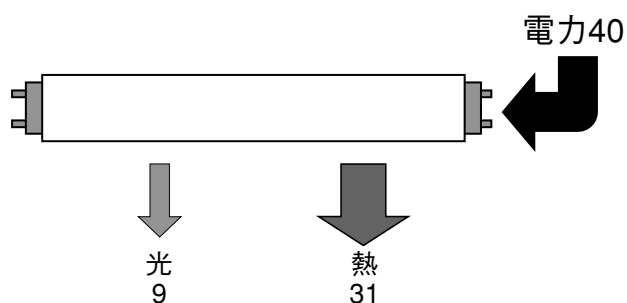
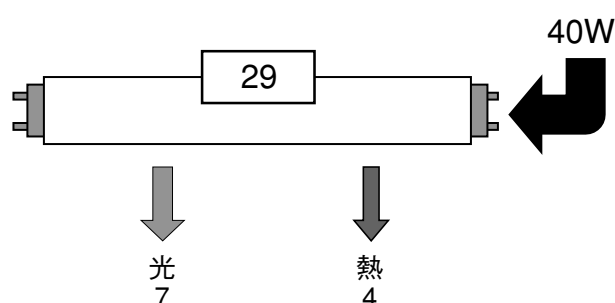


図2 40W 蛍光管におけるエクセルギーの投入と消費



ンプと言うのかもきちっと説明できる。ただし、40 入って光が7、熱が4で合計11。「40-11」の残り29はどうなるのが不思議に思えてくる。実は29は蛍光管の中で消費されています。じゃあその「消費」っていったい何だろうか。エネルギー収支だけ見てると考えがそこに行きません。本当に「消える」、それは何なんだ、と僕はその時初めて考えました。

蛍光灯には非常に圧力の低い希薄なガスが入っていて、両側に電極があって、交流ですからプラスマイナスが常に逆転しながら蛍光管中の空間に電子が飛びます。完全な真空ならば電子は全部平行移動で飛んでいきますが、そこに水銀とアルゴンの原子が薄いガス状に入っているの、電子が飛ぶとぶつかるわけです。すると水銀がものすごく揺さぶられる。揺さぶられて戻るときに紫外線を出す。その紫外線が蛍光灯の内側に塗ってある蛍光物質に当たり、可視光になって僕らの目に見える。電子の動き、水銀原子の動き、それによって出てくる紫外線、それが蛍光物質が塗ってあるガラスの壁に当たったらその外から可視光が出る……全体を考えると、全部エネルギーの「拡散」です。この拡散が、エクセルギーでいうと「消費」で無くなるということです。平行移動するはずの電子がランダムな動きになる。数字で言うと、平行移動として40あったうちの29が拡散し、残り7+4の11が平行移動分として出てくる。このようにして改めて蛍光灯の原理を読むと、非常によく分かる。だから、「エネルギーの概念だけで分かるんだから、エクセルギーなんて余計なこと言わなくて良い」というのは、見なくてはいけないことを見まいとしていたんじゃないかとさえ思えてきます。

そこまでの理解にもとづいて、エネルギー、エントロピー、エクセルギーについて学生に授業で話すと、さらに面白いことを発見しました。エネルギーのこと(だけ)をよく勉強した学生は非常に飲み込みが悪いんです。ところが白紙の状態に近い学生はスーッと理解できちゃう。スーッと入るのは自然なのに違いはないと僕は思うようになって、それが研究と教育とのつながりを考える大きなきっかけになったと思います。

——物理を勉強した学生は、物理の非常に基本的な概念としてエネルギーを学びますから、どうしてもその視点から見てしまうのですね。でも、エクセルギー概念そのものも同じ物理学の中から出てきたものであるのに、どうしてそんなに脇に追いやられたんでしょうか？

実に不思議ですよ。それで僕も、いろいろ批判されたりもしたので意地もあって、熱力学の歴史を少しひもと

いてみました。熱力学のおおもとの発見者として挙げるべき人物はカルノーです。カルノーは現在のような数式の展開はやっていませんが、論文の中にはエネルギーの概念ももちろん入っているし、エントロピーの概念も頭わでないまでも入っていて、結局エクセルギーも入っている。その後ケルビンやジュールがエネルギー概念を明確化させて、クラウジウスがエントロピーという概念を示して。エネルギーの方はその後20世紀の半ばぐらいから資源の問題を意味する言葉としても使われ始めて、ワッと広まったんですね。押田先生も昔おっしゃっていましたが、資源問題としてエネルギーという言葉が使われ出したのは、1955年とか56年あたりから。それまではエネルギーというのは、本当に物理学の世界だけの言葉だった。

——まさに高度経済成長の時期ですよ。

そうです。一方の、エントロピーの概念が社会的な文脈で出てくるのが1980年代ぐらいですね。植田敦先生とか。押田先生がエクセルギー概念を盛んに言い始めたのもその頃です。植田先生は当時は、エネルギーもエントロピーもよく分からないのに、さらにエクセルギーを使うと混乱してしまうから、エネルギーとエントロピーだけで話をした方がよいとおっしゃっていたように思います。押田先生は、先ほど蛍光灯のことでお話したようにエクセルギーの方が直感に合うんだから、エントロピーは後から理解してもらった方がよいとお二人はそういうかたちで考え方は少し違っていました。言わんとしていたことは同じだったと僕は思っています。僕自身は、エクセルギーを本当に分かるためにはエントロピーもやっぱり分からないと不十分で、さらにそれを通じてエネルギーの概念も本当に分かる。三者のうちどれかは分かるけど他は分からない、というのは実は違うんじゃないかという感じがしています。

——今おっしゃったような、3つの概念を統一的に捉えて初めて理解が十分になる、というような考え方が物理学者の中から出てきたのではない点が重要ではないでしょうか。建築を通じて光や熱を扱うところから遡って、概念をもう1回見直してみようという流れになっているわけですよ。そこがすごく面白いです。学問的には、物理学がまずあって、もうそれで完成された学問のように捉えられていますが、今のお話は、純粋に学問の中から形成されたものではないという印象がします。おそらく、建築の中で解明したい問題を見出し、それを解こうとされたからこそ、こうした発想が生まれたんじゃないかな。

発想の元をもっと遡れば、まず建築学に取り組むきっかけとして、理工系の学問の中でも建築は一番人間のことを扱う、だからこそ面白いという直感があったんです。建築は、家があって人がそこに住むわけですから。もうひとつは、僕の父が関係します。父は生化学者でオタマジャクシの研究をしていました。卵がオタマジャクシになり、足が生えて、という変化と体内の物質との関係などを研究していたようです。僕は全然関係ない分野だと思っていましたが、2001年に亡くなった時に父が書いたものを整理したら、つながる内容を発見しました。やっぱり熱力学が出てくるんです。父の研究の影響は、僕の意識にのぼらないレベルで子どもの頃からあったんじゃないか。それはまさに今出ているような気がします、悔しいけど（笑）。例えばヒトの解剖図とか写真などが家にあって、子どもの頃父の本棚から引っ張り出して見ていたとか。

そして僕は、エクセルギーの話と生物が活着しているということにアナロジーがあるような気がしたんです。例えば、冬に建物の中を暖房しているとして、外が0℃で非常に寒い条件を考えましょう。その環境で部屋の中を20℃に保つとき、どれくらい熱エネルギーを供給しなければいけないか。全体を100とすると、100入ったら100出てくるというのがエネルギー概念での計算です。ところがエクセルギーとエントロピーで計算をすると、次のようになる。室内のエクセルギーは放つといたら95、90と下がってしまいます。下がる速さが例えば5だとすれば、では5を供給すればいいかと言うと、5ではだめなんです。エクセルギーは必ず消費されるから少し大きめに投入しなくてはならない。例えば7投入して、そのプロセスの中で2が消費されてやっと5になる。そのために生成されたエントロピーは外に捨てなくてはならない。そういうことを続けて20℃が維持される。常に密度の高いものが流れ込み、かつ常に周りに排出して、ある状態が保たれている。実はこれ、生物ではあたりまえの姿ですよね。建築も同じで、そして中にいる人間もそうなんだ、というイメージがポッと浮かび上がってきた。

私たちの体でも、それを囲む建築でも、都市でも、その形が成り立っているのは、そういう自然の仕組みがあるから。活着している都市、活着している建築は、常にそういう投入があって、熱やゴミが排出され、それが周りで処理されることによって維持されている。そのプロセスの全体がうまくいくようになっていなければならないというイメージが、その時に非常にクリアになったのを覚えています。建築の話と生物の話が、その時に一体になっ

た感じでした。父はエクセルギーなんて知らなかったけど、父もやっぱり活着しているとはどういうことを問いつけていたんだと思います。

——確かに生き物は、非常に複雑な生化学反応が生体内でネットワークを組んで起こっている。そこに投入しているエネルギー、出てくるエネルギーでいうと、出入りはそんなに大した収支じゃないはずなのに、ずっと維持でき、ましてや自己複製もできる。非常に複雑な、不思議なシステムですよね。定常開放系と言うのでしょうか。それと建築物とのアナロジーということですね。

そういうアナロジーはすごく大事だと思っています。そうした「わかる」プロセスで付け加えたいのは、さっきのエクセルギーの理解の話で、最初からスッと呑み込むのは「白紙」の学生だと言いましたが、それは「お話」として分かるレベルで、研究で使えるレベルになる訳じゃありません。大学院生ぐらいでエクセルギー概念を使いこなして論文を書きたい、という場合は、だいたい僕を含めた先輩達の論文などから勉強するわけですが、見ていて面白いのは、ほとんど例外なくみんな同じところで躓くんです。そして、計算はできるけど意味は分からないとか、何とか文章にしたけど今ひとつすっきりしないとか。その躓いたところで起き上がったら、一気に高い段階に上がって後は世界がパッと開けていく、それもほとんどみんな同じ。しかも僕が体験したのとほとんど同じなんです。そうすると、分かっていくプロセスって何だろう、って。みんなが通るプロセスというのがあって、それを大事にする教育を僕はやらなきゃいけないと、この数年すごく思っています。

——その躓きの石になるものは、例えば自分の目に見え、肌で感じる現象と、自分が使っている物理的な概念というものがすごくかけ離れているというか、浮いているというか、そういうところと関係があるんでしょうか？

関係あるような気がします。今は中学や高校の理科の教科書とか資料集は、すごく奇麗なカラー刷りで情報も多くて、こんなことまで教わるのかと思うくらい立派ですが、子供たちを見ると僕はほとんど消化不良だと思う。それはやはりプロセスを大事にしてないからだ、という気がして仕方がないんです。僕がすごく腹を立てるのはね、学生たちが、小さなことでも面白がればいいのに、「いやそんなの知ってます」みたいな顔をする事なんです。感性が良くて、小さな事でも自分の中で結びつき、それを喜びとして思えたら、その学生はだいたい伸びる。そ

ういうのを素直に出せる環境を教育がどれくらい作れるかが大事でしょう。これまでむしろ芽を摘むことばかりやってきたのではないか。僕自身もちょっと反省していますが。

——これも学ぶプロセスと関係すると思いますが、先生が研究なさっている「人間にとっての快適さ」も実は物理の概念を使って明らかにできる部分があり、そのとき、快適さを人間がもっと主体的に見つめ直してみるということと、物理を道具として使っていくということが、本当は一つになるわけですね。そこが教育のプロセスで切り離されている、すなわち自分の身の回りの現象を自分はこんな風に感じるとか、こんな風に思える、ということをもっと表に出して、今学んでいることとつなげられればいいのに、そういうことは視野からはずされている…。

理科の教科書で、例えば最先端の研究を紹介しながらその基礎にあるのは物理のこういう部分ですとか、化学のこういう部分です、とか紹介していますが、それは間違っていないけれども大きな飛躍がある。いわゆる“科学大好きな子”はそれに単純に飛びつくかもしれないけど、それが往々にして怖いのは、日常生活があるにもかかわらず研究内容と自分の生活が切り離されて、科学だけの興味でやってしまう。そういうことの根っこも、今の話にあるような気がして仕方がない。市民科学にもつながる話ですね。

——私も、いろいろな人を訪ねてお話を聞いているうちに、「あっ、宿谷先生のお仕事と関連性があるな」と思うことに次々に出会いました。まず宿谷先生もご存じの甲斐徹郎さん。一度甲斐さんを招いて講座を開いたのですが（『市民科学』第3号）、甲斐さんの本の最後には宿谷先生との対談が出てきますよね。それで「ああ、やっぱりつながってるんだ」と。それから最近、電気を使わない「非電化製品」を作る「非電化工房」の藤村靖之さんにもお話を伺って（『市民科学』第7号）、そこでは輻射熱の問題などが中心なんです。「ああ、これもつながってる」と。藤村さんはエネルギー効率の悪さを正面から捉えて、例えば「ロウソクを吸って消す人はいないでしょ、吹いて消すでしょ。なのに何で電気掃除機で吸うんですか？」といったお話を。日常に密着したところから今の物理学や工学の「常識」に疑問を投げかけ、人間の生活を快適にしていけるプロセスが、本当にあるという気がするんです。

そうだと思います。最先端科学のタネも僕らの身の回りに実はたくさんあるんですが、それをちゃんとつかん

で簡単な実験で再現してみるといった工夫を見落としている。専門家で、最先端の領域にいる人ほどそれを忘れてる気がして仕方がないです。

関連する例をもう一つ挙げると、この20～30年の間にコンピューターのソフトウェアがものすごく発達していますが、建築の世界で言うと、部屋の明るさをシミュレーションできるプログラムとか、あるいは部屋の温度を20℃にするのにどれくらいのエネルギーが必要かを割り出すといった、シミュレーション・ソフトが整備されました。それを開発する人は中身を全部分かってないと出来ませんが、出来た後は、ごく簡単に数値をインプットすれば物理現象を理解していなくても計算が出来てしまう。それで例えば学会発表などで、「あなたが提示した結果はこう理解できるが、どういう計算をしたんですか」と前提となる物理的なイメージについて質問すると、何を聞かれているかも分からない人が現れている。「ソフトのデフォルト値が入ってたんです」なんて答えて、全然悪びれない。僕は怖くなった。物理的なイメージが分からないということは、自分で結果を出していても中身が分かってないということです。こういう学生がかなり増えているんじゃないか、これがもっと進行していくと、とんでもないことになる、という気がします。やっぱり原点にもどって、たとえ精度が悪くても良いから自分の頭で考えて結果を出す。教育はそれをやらなければいけないし、実はその中にこそ研究的な要素が見つかることさえあります。教育に傾倒していろんなことをやっている理由には、こういうことがあります。

——少し具体的に教えてください。ホームページで拝見しましたが、宿谷研究室の教育として、3年生のみなさんに一年間の研究成果をまとめた報告書を作成させているそうですね。なぜこういう取り組みを？

今の3年生がもう7冊目で、現在も苦労しながら取り組んでいる最中です。ゼミというとたいていは専門分野の論文なり本なりを輪読する、僕もそういう教育を受けてきたし、初めは僕もそうやっていたんです。レポーターの当番を決めたりしてね。英語でも自分が割り当てられたところを訳してくるわけですが、テクニカルタームが多いからほとんど直訳でしょ。一応日本語になってるけど意味は分かってない。週に1回2時間、こなしてるだけの、お互い実りのないことを続けている、そんな状態を何とか断ち切りたいと思ったんです。それで、どうせ卒業研究でも大学院の研究でも、いずれは必死になって研究し成果をまとめる作業をやらなければならないのだから、それを圧縮して経験してもらい、研究というもの

の全体のプロセスはこうだということを知らせてもらうのが大事かなと。

それと、アウトプットを出すことがやっぱり大事ということです。上から降ってきた知識を一生懸命語っていて、間違えちゃいけないと恐る恐る説明してゼミが進行する、というようなのが多かった気がするんです。それで鍛えられるという話もありますが、その前に、やっぱり自分の好奇心に応じて、失敗しても良いから、間違っても良いから、何かとにかくやってみてほしい。もちろん、のんびりだらりと実験を重ねても知識にはならないので、必ずまとめさせる。まとめてみると「自分は全然だめだな」って思うこともあるけど、それが実は大事なんです。それを何とか体験してもらいたいというのが始まりですね。

僕はこれを3年生全員でまとまってやってもらっています。テーマは「建築の環境」につながりがあれば何でも結構。そして、ゆめゆめ私が報告書の読者だと思って書いてくれるな、と言います。お父さんお母さん、ガールフレンド・ボーイフレンド、高校の後輩、そういう人を思い浮かべて書いてくれ。成績は「優」をくれとか、「不可」は困るなとか、ゆめゆめそういうことは考えるな。そのかわり、最後は研究室できちっと製本までして1冊ずつあげるから、と。そのメ切を設定して、僕が出版社みたいなものです。

これを10何人でやるとなると、まずディスカッションしないとだめ。すると主義主張が合わなくてぶつかることになる。やっぱり1人でやらせてくださいと言ってきた子もいますが、それは絶対許可しない。どうしてもというときはグループに分けて、でも全体でつながるようにすることを条件にし、それについては全員で考えましょうと。世の中に出ればそんなこといくらでもあるんだから。彼らは自覚してないけど、半年程たつと議論がとてもうまくなります。これはすごく効果大きいなと思いました。

それから、メ切のあるプロセスという面では、いつまでに何を仕上げとかなきゃいけないとか、常に他人との関係で動くことになります。そういうことは講義や試験の中では体験しませんよね。しかもゼロからやるわけだから、みんな本当に混乱します。もちろん丸投げじゃなく、最初は週に1回くらい僕も入りますけど。11月頃からは必要があったら僕を呼んでくださいと彼らにまかせます。内心不安だけど。そして2週間に1回くらい呼ばれて報告を受けると、だいたい「先生、これでいいですか」って聞くんですよ。僕の中にある100点満点に達してるかっていうふうにみんな発想しているんです。で、僕は「知らない」って。それを繰り返していると、「どう

も物差しはそこにはないんだぞ」とみんな気がついて、良い意味でパニックになるんです。「これは本気でやらないと出来ないぞ」と。そうすると、こういう実験が必要だとか自分たちで考える。もっともその実験はたいてい失敗します、3年生ですからね。それで失敗したら、じゃあどうして失敗したのかを書きなさいと。すると急に気が楽になって、現象をちゃんと見れるようになるとか、みんなの前で良い意味で恥をかけるようになる。こういうプロセスを通じて、編集力とか構成力とか、人を説得する力などを学んでもらったりしていると思います。

——教育的に非常に面白いやり方を見つけれられたなっていう気が強くなります。私自身も今、チームを作って1年くらいかけて成果を出すように、みんなで一緒にやってるんですけど、事情はそっくりです。

特に学生なら、そういうことを体験しておくことは、社会に出てどんな分野で仕事するにしても大事ですよな。

——ホームページを拝見しましたら、宿谷先生のところの大学院生の方が論文で表彰されたそうですが、やっぱりそういう学生が育ってるんだという印象を受けました。

2005年サステナブル建築世界会議東京大会という非常に大きな国際会議の論文表彰で、そこに出た800本ほどの論文のうち大学院生が第一著者の論文が140ぐらいあって、その中で優秀な論文4つを表彰するというものです。その1つに僕のところの修士2年生がたまたま選ばれました。その彼も3年生の冊子づくりを経験しています。

——やっぱり成長のプロセスが先生の中には見えてらっしゃる、ということが大きいのではないのでしょうか。

そうですね。それから事のついでにお話しますと、英語もやっぱり日本で教育上いろいろ問題があって、議論されていますが、うちの研究室ではもう6年くらい、大学院生のゼミで英語のミーティングをやっています。英語の本を輪読するというようなものではありません。それはやめました。その代わり、毎週2時間一切日本語は禁止。中学生レベルの英語で全然構わないから、とにかくその日までの1週間にあったことについて英語で5分間スピーチさせます。それもリラックスした雰囲気でお菓子などを食べながらとにかく全員英語でしゃべろうと。慣れてきたら、専門の話や科学の話をプレゼンター

「環境省・学校エコ改修と環境教育事業」ホームページ

<http://www.ecoflow.jp/>

ションして、さらにディスカッションするとか。英語表現が稚拙だから手振り身振りになるけど、でも日本語は使っちゃいけない。そういうミーティングなんです。僕はいわゆる文法の間違いを英語の先生のように正せるわけではないので、無理だろうなとも思いつつ始めたのですが、でもとにかくそういうふうにするしかないんです。特に日本人は恥ずかしいという感覚を持つので、それを崩さなきゃ駄目なんですよ。だから実践しなきゃと。最初は私を含めて見てられない姿だったと思うんだけど、今は一応サマになっています。面白いのは、修士1年の学生が4月にみんな嫌々始めるんですが、1年経って新しい1年生が来ると、自分がどのくらい上達したかが測れるんですね。そこで「結構いけるかも」なんて良い意味で錯覚するわけ。するとしゃべりたくなる。これはもうとっても良いなあと思って。

the が抜けたとか、発音がちょっと違うよとか、そういう間違い探しだけの減点法は駄目ですね。「He have a pen.」でも通じるわけですよ。「have かな、has かな？」なんて間違えるの嫌だからと黙ってるうちに、話題は変わってしまうんですから。僕自身の英語力も多分このミーティングを通じてうまくなったんです。もちろん、エクセルギーの国際共同研究で、英語だけで2日間くらい缶づめでミーティングするような機会が年に2回、5年ぐらい続いたので、そのおかげもありますけど、学生と一緒にそういうことをやって壁がダーッと下がって、もうほとんどバリアフリーになってる。教育ってそういう事でしょう。彼らを見てると、もちろん全てが成功じゃないんですけど、生き生きとしていくプロセスが見える。それをまた後輩達が見ると、「自分たちもあんなふうになれるのかな」って思う。そういうことの繰り返しが大変なんでしょうね。

——非常に共感できます。

専門用語も同様です。入り立ての学生にとっては外国語みたいなもんで、先輩達のプレゼンテーションを3年生に聞かせれば、質問するどころか、「全然分かんなかったです」と。でも半年くらいこのミーティングをやった後、卒論や修士論文の発表会で3年生に「半年前も同じように聞いてもらったけど、その時とくらべてどう？」と聞くと、「そういえば分かるようになってますね」となる。彼らなりの勉強はもちろん、英語ディスカッションの中でも、自然にそういうのが身に付くわけです。それを意識化すると自信がつくはずですが、多くの場合そこで「まだここまでしか分かってない…」というネガティブな言い方をしてしまう…。それが違うんだと今は考え



ています。

——教育の話が続きますが、小学校と組んでお仕事されてるそうなので、そのこともお話しいただけますか？

はい。環境省の「学校エコ改修と環境教育事業」というプログラムで、去年から始まりました。善養寺幸子さん（一級建築士事務所「オーガニック・テーブル」東京都足立区）というエコハウスなどの設計を得意としている女流建築家の提案によるのですが、彼女も自分たちの取り組みがなかなか広がらない悩みがある中で仕事をしているうちに、ちょうど環境省の事業公募があって、応募したら採用された。どういう事かというと、今、小学校中学校は全国的に老朽化した建物が多くなり、耐震補強が必要な建物が多いのですが、せっかくだから建物を根本的によくしましょと。国土交通省に「エコスクール」事業というのがありますが、そこでは、効率の良いエアコンをつけるとか、太陽光発電や風力発電をやるという方向に行っている。そこで環境省の方の事業はそうではなく、窓の性能を良くするとか、断熱を良くするという方向で考え、かつ環境教育とも関連づける。子供たちは学校で長い時間過ごすわけですし、子どもが環境教育で学んだことを家に持ち帰ってくれば、親にも影響を与える。学校をモデルに、家庭や地域でも同じような取り組みが生まれる。地域の工務店も関わっていける。みんなの環境に対する意識が良い意味で雪だるま式に高まるだろう。これが善養寺さんたちの提案の骨子です。

僕も建築環境の分野で仕事をしてきて、環境づくりの考え方がなかなか広がらないと歯ざりすることが多々ありました。だいたい建築の専門家で僕らの考えに共感してくれる人は、建築の「環境オタク」みたいな感じがあって、それとごく一部の関心の高い人や裕福な人が組んで趣味的にやるような状況でこれまで来たわけです。



宿谷研究室のみなさん

残りの多くの消費者はほとんど興味がない。となれば、多くの建築の専門家はその消費者に合わせますよね。そうしたらいくら立派なことと言っても駄目。逆に考えれば、消費者側が「こういうのを作ってくれ」と求めれば専門家もそれに応じるに決まっていますから、取り組むべき相手は建築を買う側だ、と。ちょうど5～6年前に僕のところの卒論生が「子どもを対象にしたワークショップ」という研究をやって発表したのが始まりで、甲斐さんとつながり、善養寺さんたちともつながっていき、いまに至っているんです。

この環境省の事業をやるときの条件は、学校を核にして地域でまず「環境建築研究会」と「環境教育研究会」を立ち上げ、1年間勉強会をしてください、というものです。「環境建築研究会」は地域の工務店や設計事務所、一般の人も参加し、一方「環境教育研究会」はその学校の先生、児童の親、興味を持った地域の人に勉強してもらう。両者のメンバーは全く重なるのが理想です。そこから自分たちの街にある学校をこうしていこう、というイメージを持ってもらい、地域の設計事務所なり工務店が改善方法を提案して、研究会が中心になって評価する。学校の先生は環境教育のプログラムを作り、それを授業で展開する。先生は建物の環境のことも勉強し、実際に改修された学校で暮らすことで、例えば「断熱ってこんなに気持ちいいのか」と体感できますよね。子ども達にもそれを伝えられる。その子ども達が将来、家を建てる時に、たとえその体験を忘れてたとしても蘇るはずだ。時間がかかるけど、こういう取り組みが実は近道なんではないか。

——それは発想として非常に面白いと思います。

なにを悠長なことを、とも言われます。地球温暖化は

待った無しなんだ、と。でも上から降ってきて「こうしろ」と言うのはみんな心底ではやりたいと思ってないから、長続きしないですね。地に足のついた取り組みが後でワッと花開く方がやっぱりいいんじゃないか。去年、江戸川の方の小学校で試験的に研究会をやって、それなりに成功しています。先生方はお忙しいのでネガティブな反応が出るのを懸念したのですが、幸い先生方にも受け入れられて是非やりたいと。もちろん善養寺さんたちの事務所が全面的に支援しています。環境省もこれはいけそうだということだろうと思います。いまは全国で10校を選び、同様の取り組みが始まったところです。その答えが出るのはもう少し先でしょうけど、良い感じですよ。

——そうすると、宿谷先生の専門分野の研究と教育の話とが、実際に橋渡しされる可能性が出ているんですね。

環境教育という面から、それぞれの教科に土足で踏み込んでいってはいけないと思いますが、僕自身は、環境教育を他の教科教育から切り離すべきでないと思っています。環境教育の半分ぐらいが理科になって、半分がぐらゐ国語になり数学になる、そうしたら本物だと。まさにそうだなという事例もすでにあるんです。板橋の方の小学校の先生で、自宅で植栽による日除けを採り入れてその良さを体感した方が、学校でもおやりになった。教室の窓際を全面ヘチマで覆ったんです。さらにキュウリとかも植えたりする。すると給食でキュウリのサラダを残していた子ども達が、残さなくなったそうです。4、5月から目の前で育っているのを見ることの効果がいかに大きいか分かりました、と。それから理科の先生の話では、光合成について教えるときに、これまではどこかの葉っぱを教室に持ってきて、ビニール袋をかけておくとハイ水が溜まります、なんて具合ですが、自分たちの目の前で毎日育っているヘチマでやったら、子供たちの聞き方が全然違ったと言うんです。生活に密着したところでやるといかに力になるか、という話をされていました。さらに国語の授業でも、その緑を眺めながら詩を書くといったことも展開されておられる。つまり「環境教育」というものに閉じ込めないでやることの可能性が非常に大きいと思います。

——素晴らしいですね。可能性ありますね、本当に。

すごく苦勞もされてるんですけどね。仕事が増えるし、足を引っ張られたり、いろいろあるんですが。

——その辺はNPOなどが上手に協働できればいいですね。そのときに、NPOと大学との協力関係を活かしたい。実際にNPOの方も、学生さんのような継続的に活動・研究できる人材を求めていますし。ヨーロッパではすでに「サイエンスショップ」という例がありまして、大学が窓口になって、地域の環境問題など何か調査研究のニーズがある場合、住民からの依頼を受けて学生さんを配置し、学内・学外の資金を活用し、研究してもらう。もちろん学生の業績となって残っていく。日本でもこういうシステムがNPOと結びつけば、おおいに活性化するだろうなと思っているんです。

学生はそういうのを敏感に察知して、積極的に参加するんじゃないかな。実は善養寺さんの事務所でも、コアメンバーは僕のところの卒業生2人なんですよ。

——そうですか、頼もしいですね。さて教育に関する話が中心になって、研究に関するお話が最後になり恐縮ですが、今後の研究の見通しについて少し具体的にお話いただければと思うのですが。

土曜講座で以前、人体のエクセルギー収支と「冬の暖房」の話をさせていただきましたが、「夏」の話がまだ未解明のところが結構あって、その仕事を始めています。普通の冷房とは違う、やはりアジアだから日本だから発想できるような涼しい空間の新しい作り方、それをエクセルギーは結構説明できそうなので、数年はこの課題を続けるだろうと思います。「南北問題」という言い方がありますが、発展途上国は南に多くて、夏暑いところばかりですよ。その暑いところで今どういう冷房をやっているかという、やっぱり空気をギンギンに冷やすことだけ。どうもそれは違うんじゃないか。それぞれの地域に合った涼しさの作り方を提示できればと思うし、どうやら出来そうな気がしてきました。

——冷房を持っていない時代に、どうやって日本の夏を過ごしてきたか、みたいなことも関係がありますか？

関係あります。日本の昔からの民家の茅葺き屋根はとても分厚いでしょ。その分厚い屋根に陽が当たると外側の表面温度は60℃とか70℃になるんですが、内側の温度は実は26℃とか27℃。実に40℃ぐらい差があるんです。現代の一般的な2階建ての家で、真夏の日に1階から階段上がって行くと、途中からモアアッと暑く感じますよね。ああなるのは断熱がものすごく悪いからなんです。僕が仕事で関係している住宅メーカーで、屋根の断熱を非常に良くした実験住宅を筑波につくったのです

が、2004年の猛暑の日中に訪れたら、窓を全部開放して冷房なしの状態でも、2階の部屋の空気がとてもすっきりしている。でも室温は30℃を超えてるんです。これは何だと。おそらく僕らが涼しいと感じるのは、外気温に対してちょっと低い状態に対してなんです。断熱をよくして天井表面の温度を下げたといっても外気温より低くなるわけがないですから、それにきわめて近い程度。そこにちょっと風が動いている状態。一方、今のクーラーは、15℃か16℃という冷気を部屋に送り込んで、要するにかき回しているわけです。冷房をかけたときの温度の平均は25℃、24℃ですよ。冷房は28℃に設定しましょうなんて言っても、28℃で快適だと思う人はほとんどいない。でも実は、熱帯夜が25℃だと言っても、もしも壁・天井・床、そして空気の温度も25℃であれば、そこにTシャツ短パンでじっとしていると本当は寒くなる、25℃はそういう温度です。28℃で暑いのは、室内にもっと温度が高い物があるからです。例えばブラインド。一般的な事務所でブラインドの温度を計ると40℃ぐらいになっていることが多い。冬の床暖房は気持ちが良いですが、それは広い面が温かいのがよいということで、逆にこのブラインドに当てはめて考えれば、夏の日には床暖房を窓のところでやっているようなものなんです。暑いわけですよ。だから空気の温度をうんと下げないと快適にならない。それはおかしいんじゃないか。エアコンという言い方はやっぱりおかしいですよ。

——コンディショニングを本当はしてないと？

そう。エアコンはおかしいですよ。そういうことを言うともた嫌われるんですが。要するに、外気温よりちょっと低い場所を作ってあげられれば、かなりいける。もっとも、今の冷房づくりに慣れている人はいきなりそういうところに放り込まれるとアレルギー反応が起きるようなもので、嫌がると思う。じゃあそのつなぎ目は何かというと、僕はやっぱり体験だと思う。ひとたび冷房でない涼しさの良さを体験した人は、もう普通の冷房に戻れません。甲斐さんがそうです。そういう人が1人でも2人でも増えればいい。エアコンメーカーだって違う製品をつくって商売すればいい。道は険しいかもしれないですが。

こんなぐあいに考えてくると、ちょっと冷たいものというのは実は僕らの身の回りにたくさんあることに気づきます。例えば放射温度計で夏の晴れた日の青空を測ると、何℃くらいだと思いますか？ 空の高いところは、実は5℃くらいですよ。

——えっ、そうなんですか。

雲で10度とか15度とか。それに気づかないのはあまりにも日射が強いから。だから日射は昼間うまく除けてあげて、緑が豊かなところを用意してあげれば、夜のうちに結構冷えて冷気ができるんです。そのわずかな冷気を室内に取りこめばかなり涼しくできるはずなんです。一つ一つの力は弱いけど、うまくつなげて快適な環境をつくるというのは、実は技術としてとても高級で、ハイテク／ローテクという言い方を借りれば、まさにそれがハイテクだと思う。電子技術とかヒートポンプのすごい技術も、僕が今言ったような空の冷たさを活かすことに使うべきであって、石油を中東から持ってきてそれで冷たい空気をつくるというのは、芸がないんじゃないかと思うんです。

——結局そこで生じている矛盾を外部化して、ヒートアイランド現象みたいなことが起こるわけですからね。

もう一つ、最近面白かったのは、「冷たさ」をエクセルギーで計算するという仕事です。冷たいものは環境に対して温度が低いから、エネルギーはマイナスですけど、エクセルギーはちゃんとプラスになるんです。具体的には、雪を使って冷房するという雪国の試みについてエクセルギーで評価しよう、という話が出て、新潟の安塚町での雪冷房の試みをエクセルギーで考えてみました。冬は外気温が下がるでしょ。雪の温度はもちろん0℃かそれより低いくらいです。温度差が同程度か非常に小さい状態では、エクセルギーはないです。でもその雪を蓄えておいて、3月頃に籾殻を50～60センチかけるとすごくいい断熱材になって保存できます。そして4月、5月と外気温が上がってくると、エクセルギーがどんどん増えるんです。8月になるとエクセルギーがものすごく大きくなって、その雪をとり出して冷蔵庫や冷房などに使う。8月の終わりには雪は無くなって、籾殻だけが残る。新潟の人と話して盛り上がったのは、新潟はこれから二期作だ、と。つまり、秋にはお米が取れ、冬は雪が取れる。発想を変えれば全然話がかわっちゃう。積雪地域とは天から資源が降ってくる地域ですよ。そういうものをうまく活かすことにハイテクを使えば、「日本は資源小国だ」という言い方も実は違うんじゃないか。そういうことになってくる。

——私の体験として感じていることですが、例えば「環境教育」を唱える人はだいたい、今の地球環境がこうで、CO₂がこうだから…と話を組み立てますが、自分の実生活とは切り

離されている面がやっぱりあります。自分の今の生活が当たり前だという感覚からしかものが見えないという状態を変えるには、敢えて違ったことをしてみることが必要だと思うんです。今の話は、体験を通してものの見方・考え方をがらっと変える好例ですね。そういう機会、事例がもっともっとあっていいでしょう。

旭川の北方建築研究所では、雪ではなく氷を使う試みをしています。建物に地下室を作り、真冬に外の空気をたくさん入れて換気をする。旭川だから氷点下20℃になります。換気だけで中の水は全部凍っちゃう。春になったら換気口を閉め、それを夏に使うんです。僕が市民大学みたいな場所に呼ばれてこういう話をすると、だいたいみなさん笑うのね。これが重要です。馬鹿なこと考えて、っていう感じと、そこに気がつかなかった、っていう発見、そして面白いっていうこと、それでみなさん笑うんですよ。そういうのを面白がることはとても大事だと思う。

それから、そういう発想の転換と結びつけられる最先端の研究が、実際にあるんです。例えば新素材の最先端研究をやっている人と話をする中で、いろいろアイデアを出しあうと、「それに私の技術が使えるんじゃないか」という話になったりする。最先端研究では、実は作っているものが何に使えるかあんまりよく分かってないケースも結構ありますが、そういう研究をうまく活かすために、私たちも共同作業をどんどん進められたら…と思います。

——技術がありながら活かす道が見えていない、でも話を聞いたとたんに活かせる、みたいなところが面白いですね。これからも先生のご研究に注目し、学生さんも含めて交流出来ればと希望しております。

こちらこそ是非。だんだん分かってきたのは、特に建築に関わる環境教育では、人材を派遣する側がいかに少ないかということです。誰でもできるわけではないんですよ。例えば建築の環境について話してもらうのに、人によっては同じテーマでも全然方向性が違ってしまう可能性もある。だから人材養成も大事になってきて、その時に価値観を共有できる方々とスクラムを組んでいけると、とても力強いと思います。

——私たちのところにもさまざまな分野の人との交流・協働が生まれていますので、先生とても是非お願いします。今日は長い時間どうもありがとうございました。■



プロフィール：横山功。おしゃれなエコ生活を目指す。人生のこつは、たぶん早起きと掃除。浅草合羽橋の道具屋ヨコヤマで働く。

食の総合科学プロジェクト 調査報告

“関係性の食学” に向けて
食材から探る

【第4回】 大豆

食の総合科学プロジェクトでは現在、重要な食材を個別にとりあげて多角的に分析し、その結果を『つぶつぶ』（いるふぁ発行の季刊雑誌）に「食べ物はどこから来るの？」という連載にまとめている。ここでは、その連載に掲載し切れなかった事柄も含めていくらか詳しく報告する。人は何をどう食べるべきなのか複雑な食の問題を解いていくための“関係性の食学”の構築に向けての第一歩にしたい。

●大豆の栄養的価値

大豆、すなわち大いなる豆。大豆は、豆腐、味噌、醤油、煮豆、納豆、きな粉、おから、ゆば等、さまざまな食品に加工され、私たちの日々の食生活に利用されている。大豆の歴史は古く、弥生時代に稲作と一緒に朝鮮半島から入ってきたと考えられている。奈良時代に中国との交流が盛んになってから、味噌や醤油などのルーツである醬（ひしお）などの加工品・加工法が伝わってきた。大豆が日本各地で広く栽培されるようになったのは鎌倉時代以降と言われるが、それには、戦争の保存食として活用されたことと、仏教の影響から肉食が禁止になり、精進料理や懷石料理の発達によって利用が拡大したことが

からんでいる。それ以降、それまで特別の食べ物であった豆腐、納豆、味噌が一般の人々に広まり、「たまり醤油」「糸引き納豆」「煮取り法による豆腐」など独創的な加工法を生み出しつつ世界に類例のない大豆食文化が築かれた。これは、現代の栄養学からみて、驚くほど賢明な食文化の創造だったと言わねばならない。

大豆（乾燥）の約30%はたんぱく質であり、このたんぱく質は、必須アミノ酸がバランスよく含まれた良質なものである。一般に植物性食品のたんぱく質は栄養価が劣るが、大豆だけは例外で、肉や卵に匹敵する。「畑の肉」と呼ばれるゆえんである（ちなみに大豆は、同じ作地面積なら牛肉の8.8倍も多く収穫できるという試算がある）。含まれる脂質の大部分はリノール酸やα-リノレ

表1 大豆、白米、大豆製品の成分

成分名		大豆	白米	豆腐	納豆	豆乳	味噌	単位
エネルギー		417	168	72	200	46	256	kcal
水分		12.5	60	86.8	59.5	90.8	34.3	g
たんぱく質		35.3	2.5	6.6	16.5	3.6	6.9	g
脂質		19	0.3	4.2	10	2	3.2	g
炭水化物		28.2	37.1	1.6	12.1	3.1	50	g
ミネラル		5	0.1	0.8	1.9	0.5	5.6	g
無機質	ナトリウム	1	1	13	2	2	2000	mg
	カリウム	1900	29	140	660	190	190	mg
	カルシウム	240	3	120	90	15	33	mg
	マグネシウム	220	7	31	100	25	54	mg
	リン	580	34	110	190	49	130	mg
	鉄	9.4	0.1	0.9	3.3	1.2	1.7	mg
	亜鉛	3.2	0.6	0.6	1.9	0.3	0.7	mg
	銅	0.98	0.10	0.15	0.61	0.12	0.16	mg
	マンガン	1.9	0.35	0.38	-	0.23	0.96	mg

『五訂増補 日本食品標準成分表』より作成 可食部 100g 当たりに含まれる成分で表示

（大豆は全粒で国産、乾燥のもの、豆腐は木綿豆腐、納豆は糸引き納豆、味噌は金山寺味噌、米は精白米で計量されている。）

表2 代表的な大豆食品とその栄養的価値

枝豆	大豆同様に栄養豊富であり、さらにビタミンCや、肝臓を守る成分であるメチオニンが豊富。
煮豆	煮ることによりタンパク質の吸収率が向上。
豆腐類	豆腐、生揚げ、油揚げ、がんもどき、おから等。消化がよいのでタンパク質と植物性脂肪の優れた摂取方法。豆腐 1/2 丁には牛乳 100cc に相当するカルシウムが含まれる。
納豆	血栓を溶かすナットウキナーゼや各種消化酵素など、納豆特有成分を含む。納豆菌の働きで消化がよく、タンパク質、ビタミンB2が豊富。
味噌	大豆と米や大麦を麹菌で発酵させて作る。コレステロール低下、ガン予防の有効成分が豊富に含まれる。
醤油	脱脂大豆などを麹菌で発酵させて作る。大豆タンパク質が分解されたアミノ酸がうまみとなっている。
ゆば	豆乳表面の皮膜をすくったもの。タンパク質や植物性脂肪に富んだ高栄養食品。
きな粉	煎った大豆を粉にしたもので、ビタミンB1の破壊が少ないためビタミンB1の補給に最適。
豆乳	吸水させた大豆を加熱・粉砕して搾った乳状の液。豆腐よりさらに消化がよく、牛乳と違ってコレステロールがない。
もやし	大豆のもつ栄養素はほとんど備えている他、ビタミンCが豊富。
発芽大豆	もやしのように長く伸ばさず、少し根が出た状態で食べる。ビタミンCが生成し、ビタミンB2は大豆の2倍、B16は10倍になる上、カロリーや脂肪分は減少。
大豆油	日本の大豆消費の8割を占める。天ぷら油、サラダ油の主成分。

農林水産省ホームページ「大豆の豆知識」より一部改変して作成

ン酸など必須脂肪酸である。そればかりではない。総コレステロールを低下させるレシチン（リン脂質の1種）、ビフィズス菌を増殖させる作用のあるオリゴ糖、抗酸化作用やコレステロールなど血中脂質の低下が期待できるサポニン、骨粗しょう症の予防や更年期の不調を改善するといわれるイソフラボン（女性ホルモンのエストロゲンに構造が似ており、体内で同様の作用をする）、牛乳に劣らないほどの量のカルシウムなど、多くの機能性物質が含まれている。その一方で大豆は肉類などに含まれるコレステロールはまったく含まない。

味噌や納豆になると栄養的価値はさらに高まる。大豆それ自体は必ずしも消化吸収に適しているわけではないが（煮豆で通常65%程度）、味噌で約80%ほど、納豆で約90%とたんぱく質の吸収率は大幅にアップする。これは、麹菌、酵母、乳酸菌らの働きで発酵がすすみ、消化を助ける酵素が含まれるようになるからだ。発酵によって、ビタミンB群やミネラルなどがより豊富に含まれるようになる。

どの民族においても、当然のことながら、必須アミノ酸をきちんと満たす食文化が作られてきた。一般に穀物は必須アミノ酸のリジンとスレオニンの含有が少ない。一方豆類は硫黄を含んだアミノ酸であるメチオニンやシ

スチンが欠乏している。リジンの豊富な豆類を穀物と組み合わせることで必須アミノ酸を補うわけである（中東のチーズと白パン、メキシコのインゲン豆とコメ、インドの小麦と豆類、など）。この面から見ても、日本人の「コメ+味噌汁+豆腐」は合理的だとわかる。

ミネラルのバランスにも注目したい。大豆にはナトリウムはごくわずかしが含まれていないが、カリウムは多い。現代の食事では総じてカリウム不足になりがちなのだが、たとえば納豆と味噌を食べることで、大豆にもともと豊富なカリウムと味噌の塩分のナトリウムをかなりバランスよく摂取することになる（厚生労働省の食料摂取基準などで推奨されている一日摂取量で計算すると、おおよそ「ナトリウム：カリウム=5000mg:2000mg」となり、「納豆+味噌汁」ではほぼこの比に近い摂取が可能となる）。この点から見ると、大豆の栄養価の高さを短絡的にダイエットに結びつける発想は、このバランスを崩す恐れがあることも逆に理解できるだろう。消化吸収率95%といわれる豆腐も、ダイエットに好適とみなすことには問題がある。

大豆を生かす日本人の知恵は、コメ作りにも現われている。米を作る時に畦（あぜ）で大豆を作り、休めている田んぼでレンゲソウを育てるという長年のやり方は、

表3 2003（平成15）年度の主要な輸入相手先 単位：千トン

総合計	アメリカ	ブラジル	カナダ	中国	パラグアイ	アルゼンチン	その他
5,172	3,858	889	188	143	73	18	3
	74.6%	17.2%	3.6%	2.8%	1.4%	0.3%	0.1%

農林水産省 統計情報部「作物統計」より

マメ科の植物の根につく根瘤バクテリアによる窒素固定の力を借りて、コメ作りに必要な窒素やリン酸を土に豊富に供給するためだったと考えられる。

●国産大豆はどこに？

このように大豆は日本人の食生活の柱の一つであるわけだが、その自給となると極端に心もとない。

現在日本で1年間で消費されている大豆約500万トンのうち、約380万トンが製油用。食品用は約100万トンである（そのうち49万トンが豆腐、15万トンが味噌、14万トンが納豆、3万トンが醤油など）。500万トンのうち「国産大豆」は、なんと製油用と食用をあわせてわずか4%。食用に限ると自給率は20%ほどだが、これとて食糧全体の自給率である40%にさえも及ばない。

輸入相手はこれまでアメリカが圧倒的だったが、近年、アメリカおよび中国からの輸入は減少傾向を示している。それにひきかえカナダやブラジルをはじめとする南米諸国からの輸入が増加。ことにブラジルとアルゼンチンの生産の伸びは著しく、世界最大の大豆生産国アメリカは、この2国にその地位を脅かされている。国際的に一番動向が注目されているのが中国だ。急激な経済成長に伴って、1990年代に入ると急速に食のスタイルの洋食化が進み、大豆油や食肉の消費が増加している。そしてついに、大豆消費量も世界最大となり、1994年ま

で米国や南米と並ぶ大豆輸出国の1つだったのが、1995年に輸入を開始、1996年には純輸入国へと転じ、2003年には世界の貿易量のおよそ3分の1を輸入する最大輸入国になってしまった。

国産大豆が衰退した背景には、第二次大戦に敗北して満州からの大豆が途絶えてしまった日本に、1954年以後大豆が余剰農作物になってしまったアメリカが売り込みをかけた、という事情がある。製油用が中心だったアメリカ大豆が、1955年にミネソタ州産を皮切りに味噌用大豆として使える大豆を「産地指定大豆」として開発されたことが契機になったと思われる。日本の大豆が諸外国に比べて単位面積あたりの平均収量が約30%も低いことも関係している。粒が大きくタンパク質含有率の高い“質の良い”大豆を作ることが、大幅に機械化して大規模に作付けするやり方に勝てなかったとも言えるかもしれない。

●懸念される遺伝子組換え大豆

大豆の輸入に関係した、見過ごすことのできない別の大きな問題がある。遺伝子組み換え大豆だ。あなたは組み換え大豆を食べたことはあるだろうか？「食べたことはない、なぜなら“組み換え大豆使用”の表示を避けているから」——じつはそう言うあなたも、食べている可能性があるのだ。

◆コラム①：大豆アレルギーについて◆

マーガリン、ホイップクリーム、乳製品、乳飲料、菓子類、清涼飲料水、酒類、菓子類、カレー、アイスクリーム、調製粉乳などこれらには共通しているものがある。それは水と油のような交じり合わないものの境界面で働いて均一な状態を作る作用を持つ、乳化剤が利用されている点だ。この乳化剤は大豆から抽出し製造されたものが使用されることがある。この大豆抽出成分は、食品成分の界面の性質を変える作用を利用して、ケーキなどの気泡剤、焼き菓子などの型離れをよくする離型剤、でんぷんの食感劣化を防ぐ老化防止剤などにも使われている。

このように大豆の成分はさまざまな食品に利用されるため、大豆アレルギー症状を引き起こすおそれのある食品は非常に多いことになる。

アレルギー物質を含む食品であるかどうかかわかるよう、特定のアレルギー物質の表示が義務化された。含有量がごく微量であってもアレルギー誘発量以上であれば表示されるようになっている。しかし、店頭で計り売りされる惣菜、パンなどその場で包装される場合や注文して作るお弁当、容器包装の面積が30cm²以下の小さなものは表示されないで注意が必要だ。

◆コラム②：おからについて◆

現在の日本では、おからは産業廃棄物として扱われている。かつては、食料、飼料、肥料として販売されてきたが、徐々に買い手が減り、今では無償もしくは処理料金を支払って引き取られるようになった。引き取られたおからの大部分は焼却処理されており、それは環境問題の一因にすらなっている。このように厄介者扱いされているおからだが、その新しい利用方法を模索しようという動きも一部で出てきている。たとえば、スプーンやフォーク、ドッグフードやネコ砂、そして段ボールなどに使われる緩衝材などが実際に商品化されている。他にも、製造過程で一切おからが生成されない豆腐が開発されるなど、おからを出さない努力もなされている。

「組み換え大豆使用」は、組み換え大豆として分別されている大豆か、分別されていない大豆を原料とした場合に表示される。しかし、油には表示義務がないし、製品重量の5%未満の使用の場合や、重量順に並べて4番目以降の原料である場合についても表示義務はない。また、お惣菜や飲食店にも表示義務がない。

組み換え大豆の生産量は年々増加している。国産の大豆こそ全て非組み換えだが、例えば、日本が最も多く大豆を輸入しているアメリカでは2003年には大豆作付け面積の82%が組み換えとなっている。他の国々も組み換え推進の方向にあり、大豆輸入国である日本には相当量の組み換え大豆が入ってきている可能性がある。特に油は自給率0%で表示義務もなくほとんどが組み換え大豆を使っていると考えられる。

確かに、組み換え大豆が健康に悪影響を及ぼすという決定的な証拠は得られていない。毒性については法定の試験項目をクリアする必要があるが、試験項目自体について議論の余地はあるものの、1996年に栽培が開始され

てから中毒事故の報告はなされていない。アレルギーについては明確な知見はないものの、非組み換えのさまざまな食品についてもわかっていないことが多く、組み換え大豆だけが不安だとするのは妥当ではないだろう。

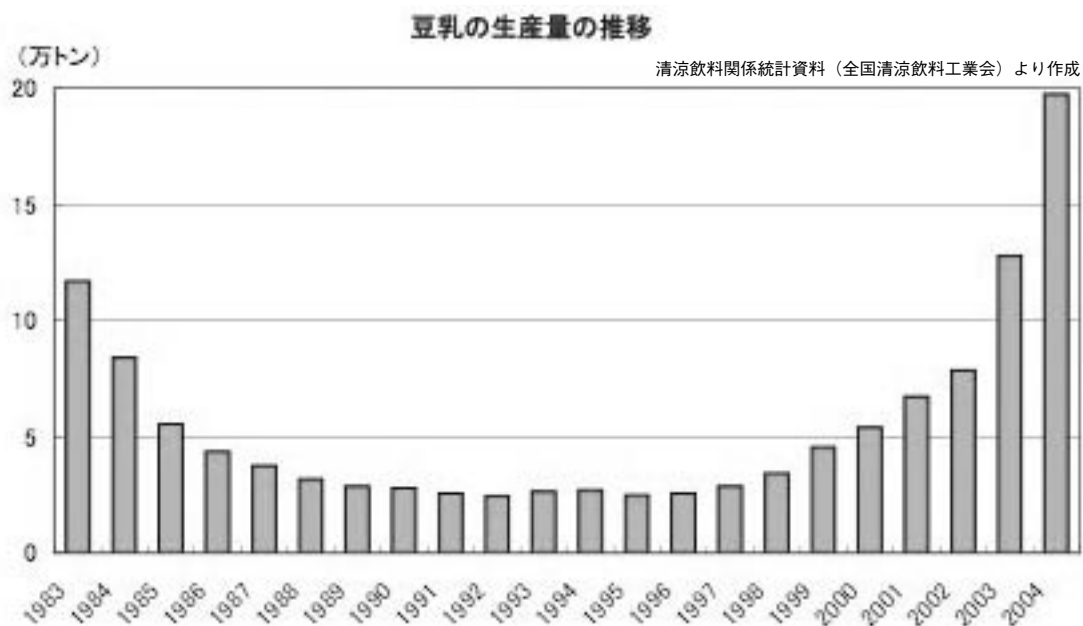
環境への影響にも不安は残る。生物多様性が損なわれないよう法令が設定されているものの、議論の余地がある。市民グループによる調査で、輸入された組み換えナタネの由来のタンパクが沿道のアブラナ科の植物に見られた、など組み換え作物の影響が畑の外に及ぶ可能性を示す事例がある。食べて安全だったとしても栽培してよい作物なのかどうか、慎重な検討が必要だ。

近年、安全な地場産大豆を食べたいという消費者と生産者と手をつなぎ、実際に大豆を栽培、加工をすすめていこうとする「大豆トラスト」運動が各地で展開されるようになってきた。長い歴史が生んだバランスの良い賢い食事の復権と、それを支える地産地消の育成と支援——大豆はその2つの面からの取り組みを私たちに促していると言えるだろう。

◆コラム③：豆乳について◆

現在、豆乳は健康食品として注目されて愛飲者が増え、スーパーの食品売り場などでは、多種類の豆乳が必ず売られ、また、化粧品の原料としても多く利用されている。豆乳が一般に飲用されるようになった歴史は意外と浅く、1970年代に豆乳の脱臭法が確立され、独立した商品として売られるようになった。1983～84年にかけて第一次豆乳ブームがあり、一時的に生産量が11万7千トンと急増したが、品質のよくない豆乳が出まわったため、消費は減少し、約5年後には2万9千トンにまで減少した。その後、豆乳の品質向上に努め、99年あたりから第二次ブームになり、現在では生産量が19万7千トン(2004)にまで上っている。

これまでに豆乳の栄養効果として、血中コレステロールの低下作用、腸内環境への好影響、発ガン抑制、鉄欠乏への効果が報告され、大豆そのものを調理するのではなく、お手軽に大豆の栄養を摂取できるという点が魅力とされている。しかし、大豆の成分は吸収がよくなく、発酵や加工して食べられてきた歴史がある。健康信仰による過度の豆乳の摂取が別の影響を及ぼす可能性も否めないのではないだろうか。



■海外のレポートから■

遺伝子組み換え大豆は赤ちゃんを殺す？

Jaffrey M Smith (ジェフリー・M・スミス)

『The Ecologist』 2006 年 1 月号 27-29 ページ

解説と翻訳：上田昌文

《解説》

現在、遺伝子組み換え食品（GM 食品）の安全性の確認は、「・挿入遺伝子の安全性（急性毒性）、・挿入遺伝子により産生される蛋白質の有害性の有無（急性毒性）、・アレルギー誘発性の有無（既知のアレルゲンと似てない）、・挿入遺伝子が間接的に作用し、他の有害物質を産生する可能性の有無（姿、形の変化の有無）、・遺伝子を挿入したことにより成分に重大な変化を起こす可能性の有無（主要成分の大きな変化）」などを開発企業の提出した書類によって審査している。

その基礎になる考え方は、「|組み換えられた生物が、その姿や形、主要な成分において組み換え前のものとほぼ同じならば、詳細な成分比較や中・長期の毒性試験は行わなくてよい」という「実質的同等性」（組み換え前も後も生物体の中身がほとんど同じであればよい）という考え方に基礎を置いている。このあまりにも開発企業寄りの安全性評価の体制は、多数の批判にもかかわらず、GM 食品の大いなる普及を招いた。例えば今回の『市民科学』の 20 ページで取り上げた大豆でみると、世界の大豆生産量の約 60% が、以下に訳出した論文でターゲットにされている、モンサント社が開発したの GM 大豆「ラウンドアップレディ」である（主な用途は搾油、そしてその残りを使った飼料）。現在までに GM 食品の摂取が健康被害をもたらしたという報告は出ていないものの、この安全審査がいかに手ぬるものであるかは、遺伝子組み換え食品を直接動物に摂取させて影響をみるという、最も基本的と思える実験さえ義務付けられていない点からも明らかだろう。

この論文で紹介されているエルマコバの研究はまさにその点を衝いて、胎児・新生児への影響を探るもので、もし同様の結果が他の研究者からも引き続いて出るならば、推進側が主張してきた「GM 食品は危険でない」という前提が崩れることになる。衝撃力の大きい研究に世界の注目が集まっている。

ロシア科学アカデミー 高次機能・神経行動学研究所の主導的な研究者であるイリナ・エルマコバは、GM（遺伝子組み換え）大豆の粉末を餌に混ぜてメスのラットに与えてみた。それを、非GMの大豆粉を餌に混ぜて与えたラットと、餌に大豆粉をまったく混ぜなかったラットと比べてみた。妊娠2週間前にあわせて開始したこの実験は、妊娠中と出産してからの授乳期間中も継続された。

出産時の結果をみて、エルマコバは驚いた。GM 大豆を摂取した母ラットから産まれた仔ラットには、そうでない母ラットから生まれた仔に比べて、非常に身体が小さいものがいた。生後 2 週間で比較すると体重が 20 グラム以下の仔ラットが、非 GM 摂取もしくは大豆非摂取の母由来では 6% を占めたに過ぎないのに、GM 摂取の母由来では 36% になった。

しかし、さらに驚きだったのは、仔ラットが死に始めたことだった。出産後3週間以内に、GM大豆摂取の母

由来の仔ラットは45匹中25匹（55.6%）が死亡した。対照群である非GM大豆摂取グループで33匹中3匹（9%）、大豆非摂取グループでは44匹中3匹（6.8%）が死亡しただけだった。

エルマコバは母と仔のラットの主要な臓器を保存し、それらを詳細に分析するための研究計画を立てた。ラットへの食餌実験を繰り返したり拡張したりし始めたが、すぐさま研究資金が底をついてしまった。この研究に必要な7万ドルの来年度予算が認可されるかどうかはまだわからない。そこでエルマコバは国立遺伝安全協会が主催したシンポジウムに招かれた際、予稿集の論文の筆頭に「予備的研究」と題してこの研究を示し、2005年10月10日のGM食物のリスクを扱ったセッションで発表した。

彼女が実験に用いたのはモンサント社の「ラウンドアップレディ」大豆である。この大豆は、モンサント社の除草剤「ラウンドアップ」に耐性を持つ（すなわち、

その除草剤に負けずに成長する）ことができるように、大豆の遺伝子に細菌の遺伝子が組み込まれている。エルマコバのユニークな実験は、規模も小さいし、まだピアレビュー（専門家による査読）を受けていないので、ラウンドアップレディ大豆が胎児に影響を及ぼすのかどうかを結論付けることはできない。しかし GM 大豆について知られている事実から、それが次世代の健康に影響を与えるかもしれない、いくとおりかの可能性を想定することはできる。

手がかりとなる過去の研究

母親が摂取した有毒物質やアレルゲンや栄養阻害物質のために、新生児の健康が損なわれることがある。そうした物質は、胎盤を通過して胚の発生に影響を与える恐れがある。母親が摂取した食べ物の中に含まれる DNA でさえ、その一要素になりえる。妊娠中のマウスに摂取させた DNA の断片が、その母から生まれた新生仔の脳に見出されたとドイツの科学者は報告している [1]。

母親の食事が子孫にどんな影響を与えるのかという広範な問題の突破口を開いたのは、エピジェネティクスという分野（DNA 塩基配列の変化を伴わず細胞分裂後も継承される遺伝子機能の変化を研究する学問）でなされている注目すべきいくつかの研究である。2003 年の『分子細胞生物学雑誌』8 月 1 日号のカバーストーリーでは「妊娠前、妊娠中、授乳中の母マウスにありふれた 4 種類の栄養補助剤を与えることだけで子どもマウスの体毛の色は変えられることを科学者は見出した」とある。母親が何を食べるかで子孫の遺伝子の発現が実際に変わったのである。栄養補助剤はまた「子孫が肥満、糖尿病、ガンへの罹りやすさを低減する」[2]。ならば、食事を変えればそれと反対の効果を生み出し得るということになる。

この知見をふまれば、遺伝子組み換え食品が有毒性を持ったりアレルゲンや栄養阻害物質になったりする可能性を排除できない以上、妊娠中の母親が GM 食品を摂取することのリスクが浮上する。植物体に自然に備わる遺伝子を欠損させたり、攪乱したり、抑制したり、あるいは恒久的に発現させたり、保存したり、複製したり、さらには転移させたりするとすると、結果的に何百という遺伝子の様々なレベルの発現が変えられる恐れがある [3]。こうした遺伝子の変化がどう起り何をもたらすのか、市場に出ている GM 穀物について適正に評価されたことはこれまで一度もない。

ラウンドアップレディ大豆が市場に出てから数年後

に、科学者たちは外来遺伝子挿入の過程で大豆本来の遺伝子が攪乱されてしまう部分が出てくることを発見した [4]。また、外来遺伝子の断片が 2 つ、元の遺伝子に付加されてもいた。これらの異変は、モンサント社自身は事前に発見し損ねていたわけである。そのうちの少なくとも一つの遺伝子断片は RNA に転写され、予期し得ない結果をもたらす未知のタンパク質が作られる可能性が指摘されている [5]。

マウスに GM 大豆を食べさせると、肝臓細胞の DNA に形状の異常が生じ、細胞にも異変が生じる [6]。肝臓は体内の主要な解毒機構である。DNA や細胞の異変は代謝活性を変え、おそらく最終的には肝臓自身にダメージを与えるものと思われる。GM 大豆を食べたマウスは脾臓にも変化を生じる。そこから出る主要な消化酵素の一つ α -アミラーゼの産生が大きく落ち込むこともその一つであり [7]、これは消化不良をもたらすのだろう。調理された GM 大豆は通常のおよそ 2 倍の大豆レクチンを含むが、多すぎるレクチンは栄養素の同化・吸収を妨げるだろう [8]。その一方でガン抑制作用があるといわれているイソフラボンを、GM 大豆は 12-14% しか含んでいない [9]。

動物を用いた食餌実験はモンサント社も公表していて、そこでは GM 大豆を与えても顕著な影響は見られなかったとしている [10]。しかしそれは問題が発覚ないように操作を加えた研究であると厳しく批判された [11]。モンサント社は、より感受性の高い若年の個体ではなく成熟した個体を用いたり、12 倍まで GM 大豆の含有量を希釈したり、過剰にタンパク質を与えたり、各臓器の重量を測定しなかったり、実験サンプルの開始時の体重があまりに不揃いだったりした。その研究では、GM 大豆と非 GM 大豆の栄養成分の比較をしているが、ミネラル、脂質、そして炭水化物の成分で有意な差異が見られたこと、またタンパク質や脂肪酸やフェニールアラニンでも若干の差があったことが報告されている。しかしモンサント社の研究では、自社に一番不利となるだろう成分の相違にはふれられておらず、それらは後に発見され公表されることになった。例えば、原著論文では、既知のアレルゲンであるトリプシン阻害成分は 27% 増加した、とあるが、実験を再現してみたところ、調理された GM 大豆ではその増加は 3 倍から 7 倍に及ぶことがわかった。また、アレルギーを促進するだけでなく、タンパク質の消化を妨げる栄養阻害剤にもなり得ることもわかっている。

これまでヒトを対象になされた摂食実験はたった 1 件であるが、それでわかったことは、GM 大豆に挿入された遺伝子が体内で腸内細菌の遺伝子に転移して、それま

で体内には存在しなかったタンパク質が、その人が大豆を食べるのを止めた後もずっと続けて産出されるかもしれない恐れがある点だ [12]。動物実験では、GM トウモロコシを餌に与えられた子豚で、その血液、脾臓、肝臓、腎臓において改変された DNA の断片が見つかった [13]。それらの改変された遺伝子断片が摂取した動物個体自身の DNA に入り込んだかどうかははっきりしない。もしそうなら、その動物の健康は脅かされるだろうし、その動物の肉を食べる動物の健康にも影響するだろう。さらに、もしその断片が動物の生殖細胞に取り込まれるのなら、子孫にも影響が出るだろう。

GM の研究ではよくあることなのだが、何か不利になるような証拠が浮上しても、それがつつこんで追究されることがない。バイオテクノロジー企業が多くの研究資金を握っていて、不利益な発見がなされても、それに対する釈明ができる立場であり続けている。しかしエルマコバの研究はこの状況を打ち破るかもしれない。彼女の研究は追試が非常に容易だし、その結果はあまりに明確だからである。55.6% の死亡率は尋常ではなく、大いに懸念される。この実験を追試してみることが、唯一理にかなった選択だ。

米国環境医学アカデミーが追試を要請

筆者はエルマコバ博士の許可を得て、2005 年の 10 月 27 日にトゥーソン（米国アリゾナ州）での米国環境医学アカデミー（AAEM）の年大会で報告した。その結果、AAEM の委員会は「国立衛生研究所（NIH）がスポンサーとなって、独立した厳密な追試を行うことを要請する」ことを決議した [14]。AAEM の学会長のジム・ウイロビー博士は「遺伝子組み換えされた種大豆、トウモロコシ、菜種、コナツツシードの油を毎日消費する人々は、全人口の相当な割合に上る。そうした食品がリスクをもたらしていないかどうかをはっきりさせるために、独立した長期にわたる熱心な研究がなされねばならない」と述べた。

不幸なことに、追試の信用を貶めかねないようなある特徴を GM 穀物は持っている。2003 年、あるフランスの実験室がラウンドアップレディを含む 5 種類の GM 品種について、挿入された遺伝子の分析を行っていた [15]。そのどの品種についても、バイオテクノロジー企業が当初発表していた遺伝子の配列とは違った配列が見つけ出された。全部の会社が間違っていたのか？ いやそんなことはありそうもない。挿入された遺伝子は時間の経過とともに再配列されたのだろう。あるブリュッセル

の研究室は、企業から当初出されていたデータ自体におかしな点があると確信をもった。しかし、ブリュッセルで見出された配列はフランスで見つけられた配列とまったく一致するというわけではなかった [16]。この事実は、挿入された遺伝子は不安定でいろいろな変化を生じること示している。また、意図していない、あるいは試験されたこともない新しいタンパク質を生み出すかもしれないということも意味する。したがって、ロシアの試験で使われたラウンドアップレディ大豆と追試で使われるそれとは異なってしまうという可能性があるのだ。

遺伝子の不安定性によって、私が先月号の『エコロジスト』で報告した GM 関連の問題の多くは、説明がつくかもしれない。豚の無精子症、牛の死亡、その他奇妙な病気がフィリピンで見られたのだが、これは遺伝子の再配列のために“劣化してしまった” GM 穀物のせいでは起っているのかもしれない。実際のところ、同一の遺伝子配列を持っていることが確認されている GM 植物でさえ、違った発現のために植物体として違いを生じることがある [17]。

食品規制にかかわる行政が GM 穀物は不安定であると公式に認めたら、市場から GM 食品は撤退するだろう。しかし現時点では行政は、健康への悪影響を示唆する結果が積み上がってきてきているのにそれを無視し、バイオテクノロジー企業が投資した何 10 億ドルもの金を脅威にはさらすまいと口をつぐんでいる。GM 食品は目覚ましい、疑問の余地のない、しかし生命にとって危機的な発明であるのかもしれない。だからこそエルマコバの研究は重要なのだ。その結果が確証されれば、GM 産業を転覆させる力を持つだろう。

私は世界各国の政府と財団に、独立にかつ厳密にこの研究の追試をすぐさま行うよう指揮をとることを要請したい。座して待っている時ではない。多くの人の命がかかっているのだ。

◆ Jeffrey M. Smith は、GM 食品の健康リスクに関する情報を収集し精査する国際的な科学者団体で活動している。彼は GM 食品についての世界的ベストセラーである『欺きの種』（Seeds of Deception）の著者であり、ビデオ『子供の食の隠された危険』（Hidden Danger in Kids' Meals）のプロデューサーである。

References

- [1] Doerfler W; Schubert R, _Uptake of foreign DNA from the environment: the gastrointestinal tract and the placenta as portals of entry, _ Journal of molecular genetics and genetics Vol 242: 495-504, 1994
- [2] Common Nutrients Fed To Pregnant Mice Altered Their Offspring's Coat Color And Disease Susceptibility, Press release, 8/1/2003<http://www.dukemednews.org/news/article.php?id=6804>
- [3] Allison Wilson, PhD, Jonathan Latham, PhD, and Ricarda Steinbrecher, PhD 'Genome Scrambling -Myth or Reality?' Transformation-Induced Mutations in Transgenic Crop Plants Technical Report - October 2004, www.econexus.info<<http://www.econexus.info/>>
- [4] P. Windels, I. Taverniers, A. Depicker, E. Van Bockstaele, and M.DeLoose, 'Characterisation of the Roundup Ready soybean insert' European Food Research and Technology, vol. 213, 2001, pp. 107-112
- [5] Andreas Rang, et. al., Detection of RNA variants transcribed from the trans gene in Roundup Ready soybean, Eur Food Res Technol (2005) 220:438-443
- [6] Malatesta M, Caporaloni C, Gavaudan S, Rocchi MB, Serafini S, Tiberi C, Gazzanelli G. (2002a) Ultrastructural morphometrical and immunocytochemical analyses of hepatocyte nuclei from mice fed on genetically modified soybean. Cell Struct Funct. 27: 173-180
- [7] Manuela Malatesta, et al, Ultrastructural analysis of pancreatic acinar cells from mice fed on genetically modified soybean, Journal of Anatomy, Volume 201 Issue 5 Page 409 - November 2002
- [8] Stephen R. Padgett and others, 'The Composition of Glyphosate-Tolerant Soybean Seeds Is Equivalent to That of Conventional Soybeans,' The Journal of Nutrition, vol. 126, no. 4, April 1996 (The data was taken from the journal archives, as it had been omitted from the published study.)
- [9] Lappe, M.A., Bailey, E.B., Childress, C. and Setchell, K.D.R. (1999) Alterations in clinically important phytoestrogens in genetically modified, herbicide-tolerant soybeans. Journal of Medical Food 1, 241-245.
- [10] Stephen R. Padgett and others, 'The Composition of Glyphosate-Tolerant Soybean Seeds Is Equivalent to That of Conventional Soybeans,' The Journal of Nutrition, vol. 126, no. 4, April 1996
- [11] For example, Ian F. Pryme and Rolf Lembcke, 'In Vivo Studies on Possible Health Consequences of genetically modified food and Feed Regard to Ingredients Consisting of Genetically Modified Plant Materials,' Nutrition and Health, vol. 17, 2003
- [12] Netherwood, et al, Assessing the survival of transgenic plant DNA in the human gastrointestinal tract, Nature Biotechnology, Vol 22 Number 2 February 2004.
- [13] Raffaele Mazza1, et al, 'Assessing the Transfer of Genetically Modified DNA from Feed to Animal Tissues,' Transgenic Research, October 2005, Volume 14, Number 5, pp 775 - 784
- [14] www.seedsofdeception.com/utility/showArticle/?objectID=296<<http://www.seedsofdeception.com/utility/showArticle/?objectID=296>>
- [15] Collonier C, Berthier G, Boyer F, Duplan M-N, Fernandez S, Kebdani N, Kobilinsky A, Romanuk M, Bertheau Y. Characterization of commercial GMO inserts: a source of useful material to study genome fluidity. Poster presented at ICPMB: International Congress for Plant Molecular Biology (n^o VII), Barcelona, 23-28th June 2003. Poster courtesy of Dr. Gilles-Eric Seralini, Pr_sident du Conseil Scientifique du CRII-GEN, www.crii-gen.org; also "Transgenic lines proven unstable" by Mae-Wan Ho, ISIS Report, 23 October 2003 www.i-sis.org.uk<<http://www.i-sis.org.uk>><http://www.seedsofdeception.com/utility/showArticle/?objectID=36>

1 月の活動日誌

1	16 「市民科学」編集会議
2	17 料理科学実験準備／JST 定例会合
3	18 天神山子ども教室
4	19 ナノテクセミナー ナノテクプロジェクトメンバー AERA 取材
5 天神山子ども教室	20 生命操作プロジェクト勉強会
6 天神山子ども教室	21
7 ナノテクリスクプロジェクト勉強会 生命操作プロジェクト勉強会	22
8	23
9	24 低線量関係シンポジウム 東大にて 料理科学実験準備
10	25 天神山子ども教室 低線量被曝プロジェクト勉強会
11 天神山子ども教室 食の総合科学プロジェクト勉強会	26
12	27 科学館プロジェクト勉強会／天神山子ども教室
13	28 第7回市民科学講座 「子どもを選んで産むという選択」
14 生命操作プロジェクト勉強会 電磁波プロジェクト勉強会	29 AERA の科学実験指導
15	30,31 セルカンさんワークショップ 渋谷区立上原中学校にて

会計報告

(1 月度分)

< 収入 >

会費	152,880	雑収入	320
資料売上げ	3,120		
寄付	29,000	【合計 100,440 円】	

< 支出 >

消耗品費	1,653	郵送費	91,140	機関紙制作費	15,940
事務用品費	16,161	会議費	3,874	印刷代	47,621
コピー代	7,393	通信費	12,697	手数料負担	520
印刷費	1,030	資料代	90	【合計 198,119 円】	

編集後記

編集作業の都合で発行が遅くなりましたことをお詫びします。●イギリスの雑誌『エコロジスト』の記事を、出版元の許可を得た上で翻訳・掲載しました。こうした注目記事を今後もご紹介できたいと思います。●次号は4月&5月合併号で、GW前にお届けできるよう準備しております。なお、本誌の前身『どうよう便り』は年10回の発行でしたが、本誌はリニューアル初年度に限りこれまで毎月お届けしてきました。今後は再び年10回刊とさせていただきますので、ご了承下さいますようお願い申し上げます。(O)

市民科学 2006 年 3 月号 (第 11 号)

- 2006 年 3 月発行
- 発行人：NPO 法人市民科学研究室
- <http://www.csij.org/>
- 〒113-0033 文京区本郷 6-18-1
- TEL&FAX 03-3816-0574
- e-mail : info@csij.org (事務局あて)
- 本体一部 300 円 (送料込みで 400 円)