

### CONTENTS

- 2 2007年からの  
市民科学研究室の改革について  
～会員更新のお願いとともに～

- 5 誌上版市民科学講座  
第12回 ナノテク化粧品は安全か？  
報告者：ナノテクリスクプロジェクト

- 16 ヒロシマ・ナガサキとヒトゲノム計画①  
笹本 征男  
(占領史研究者・低線量被曝プロジェクトメンバー)

- 18 JST 助成研究報告  
「ウェブの進化が  
科学技術コミュニケーションにもたらすもの」  
小澤淳

- 20 緊急報告  
「業務用IHクッキングヒーターからの電磁波  
ICNIRPの基準値を超える強さ」

- 23 食の総合科学プロジェクト報告  
子ども料理科学教室 公開実験その2  
野菜の甘さを生かしたクッキーを作る

- 14 「母乳育児支援ネットワーク」のご紹介

- 1 目次／ご案内  
28 8・9月活動日誌／会計報告／編集後記

### information



### 年末恒例「実践料理講座」＋クリスマスパーティ

**日時：**12月9日（土）実践料理講座 午後2時～5時（講師は4人）  
クリスマスパーティ 午後5時半～8時

**場所：**アカデミー向丘（向丘生涯学習館）3F 調理実習室（文京区向丘 2-5-7 TEL 03-3813-7801）  
地下鉄南北線東大前駅・東大農学部側出口から徒歩4分

**参加費：**料理講座の参加費は無料。  
パーティは大人3000円、子ども1500円（飲食費などすべてを含む）。  
パーティのみの参加もちろんOK。

市民科学研究室の恒例の企画で、おいしい料理と楽しい出し物で毎年大変好評です。  
さて今年は何が飛び出すか。50名限定ですので、早めにお申し込みいただけるとありがたいです。  
（電話：03-3816-0574 市民科学研究室事務局）

## 2007 年からの市民科学研究室の改革について ～会員更新のお願いとともに～

上田昌文（市民科学研究室代表）

秋も深まってまいりましたが、皆様いかがおすごでしょうか。

本年は、現在までに『市民科学』を第9号から今号の15号までの7冊を発行してまいりましたが、A4判30数ページ前後の今の形の『市民科学』は、第15号をもって終了することになりました。それは、市民科学研究室が年末から来年初めにかけて実施する、いくつかの思い切った改革の一つなのですが、会員更新年度のかわり目に際して、皆様にその改革の中身についてご説明させていただきたいと思います。

### ●基本理念の確認

改革をすすめるには、基本理念をしっかりと見据えて、今の自身の立ち位置を把握することが必要です。市民科学研究室は何を目指すのか——それを簡潔に述べると、次のようになるでしょう。

市民科学研究室は次の3つのことがらを促進するNPOです。

- 1) 科学技術にかかわる意思決定や政策形成における市民参加
- 2) 様々な社会問題の解決に向けた専門知の適正な活用
- 3) “持続可能で生き生きとした暮らし”を実現するための科学研究や科学教育の実践

市民の問題認識力を高めるための講座や勉強会を運営し、市民が主体となった調査研究や政策提言や支援事業をすすめています。リビングサイエンス（＝生活を基点にした科学技術）という概念を手がかりに、様々な角度から「生活者にとってよりよい科学技術とは」を考え、そのアイデアを具体化していかようとしています。

### ●改革の要点

では、これまでの活動の何をどう変えようとしているのか。2007年から着手するのは次の4点です。

**1)** より多くの人により積極的にかかわってもらえるように、活動の窓口を多様化し、様々なレベルの取り組みを設けます。

**2)** ご支援をくださる人が、たとえ勉強会やプロジェクトに参加できなくても、進行中の活動の生き生きとした姿やそこから何らかの成果が生まれてくる試行錯誤をも感じ取れるような——言い換えるなら、広い意味での

「共同作業」の輪に加わっていることが実感できるような——密度の高い情報や意見の交換ができるようにします。

**3)** 財政基盤として最も重要な会員数を大きくアップさせ、そして有志の方々からの寄付やカンパをより具体的な事業に対してお願いできるようにします。会員の総数を現在は220名ですが、来年终わりには500名に達するようにしたいと思います。

**4)** 活動の中身については、次の4点に特に力を入れて取り組みたいと思います。

#### ①シンクタンク機能の強化

市民からの要請を受けて調査研究プロジェクトやキャンペーンをできる限りすみやかに立ち上げる体制を作ります。それには、海外で普及している「サイエンスショップ」（『市民科学』第13号参照）を日本で導入したり、あるいはすでに日本でも始まっている「サービslラーニング」において自然科学の領域での提携を大学と結んだりして、大学生や大学院生の専門的能力の活用できるようにしたいと思っています。

#### ②連携活動の拡大

現在JST助成研究の中で出会っている“生活と科学技術”の様々な分野の専門家（企業を含む）、上記サイエンスショップやサービslラーニングにおける大学、そして子育て支援や食をはじめとする様々な問題でのNPO、さらには科学コミュニケーションにかかわるジャーナリストや研究者たち……といった人々やグループとの連携を強化し、共同運営プロジェクトなどを立ち上げていきます。また、海外とのいくつかのNPOとの連携も視野に入れています。

#### ③2008年からの恒常的收益事業に向けての地盤固め

先ほど述べた「会員500人」の目標の達成を目指すことに加えて、いくつかの教育的事業（たとえば「子ども料理科学教室」や「サイエンスライティング講座」）が収益事業として立ちゆくようにしつらえていきます。研究助成についてもいくつかのテーマで複数種類の申請を行う予定です。

#### ④誰にでも開かれた運営・調査研究の体制

メディア（『市民科学』、メールマガジン、ホームページなど）を刷新して情報発信の頻度を上げ、勉強会やプロジェクトへの参加を随時呼びかける中で、市民科学研究室と会員の間の、あるいは会員どうしの、あるいは会

員でない人たちとの、相互のやり取りが引き出せるような工夫をこらします。毎月第一月曜日の夜に市民科学研究室事務所で「談話会」を開いたり（気になる記事などを持ち寄って自由に意見を交換する、誰でも参加できるおしゃべりの集い）、無料のウェブ会議システム（SOBACITY など）を利用して遠方の方でもリアルタイムに参加できる話し合いの場を作ったり、あるいは事務作業に気軽に学生さんに参加してもらうようにしたり、といったこともその工夫の一環です。

では、具体的な変更のいくつかを説明してみます。

### ●「市民科学」が変わります

これまでは会員の方々に機関誌「市民科学」をはじめとするいくつかの発行物をお送りし、会員でない方にもそうした発行物が目に届くように、ホームページやお知らせメールを通じて、広報を行ってきました。「市民科学」を手にした人には1人でも多く会員になっていただけるよう、様々な機会を生かしてきたつもりではあるのですが、たとえばホームページをみて直接「市民科学」を単独で購入する方がほとんどいなかったことが端的に物語っているように、これまでの宣伝や広報にはやはりいくつかの限界があったように思います。読んでいただけた方には好評であるのに、思うように広がらない……その壁に穴をうがつつもりで、紙媒体の「市民科学」を思い切って軽量化して見開き4ページとし、広報誌として機能させることに決めました。すなわち、これまでどおり最新の記事や論文を掲載するものの（毎月4、5本程度）、紙媒体の「市民科学」においてはそれらの要約や導入的紹介の文章を掲げるのみで、それらの全文は会員の方だけがホームページから個別にダウンロードして読む、という様式に変更します（ただし、パソコンやインターネットをお使いにならない会員の方には、個別に相談させていただいた上で印刷・郵送の様式やそれに伴う料金を決めます）。部数を今までの10倍に相当する3000部とし、値段は無料。チラシのように使ってもらえるよう、全国の約30箇所に常時置かせてもらい、そこに立ち寄る人々が自由に手にできるようにします。それに加えて、スタッフを含め20～30名の会員の方々には、**広報サポーター**となっただき、毎回10部から30部を受け取ってもらってお知り合いや周辺地域の人々に配布していただくようにします。

### 広報サポーターになってください

4ページ版「市民科学」（A3 2つ折）をリクエストに応じて10部から30部、毎月お届けしますので、お知り合いや周辺の人々に配布してください。あるいは公共の施設などでチラシとして置けそうな所があれば置いて

ください。30名（先着）の広報サポーターを募集しています。ぜひご応募ください。

しかし、多くの方が慣れ親しんでいる、紙媒体で論文や記事を気軽に持ち歩いて読むというやり方のメリットはあまりに大きく、そうした要望を満たすために、レイチェル会員とファール会員の方々には年に2回か3回、その年度に発行した記事論文をまとめて冊子にして『市民科学論文集』（仮題、最大80ページ）としてお届けすることも、同時に行うことにしました。

新しい形の「市民科学」は11月15日に準備第1号（500部）、12月15日に準備第2号（3000部）を発行し、1月15日から毎月15日に正式版を発行します。

### ●会員制度が変わります

「市民科学」やホームページの刷新に伴って、会員制度が変わります。現在の5種類の会員を3種に変え、会員である期間も、申し込みがなされた月から1年間有効という形にします。

どの会員にも毎月ホームページの「会員コーナー」にログインするためのパスワードが発行されます。どの会員も、

- ・月刊「市民科学」（4ページ、無料）にその要約が載っている各々の記事や論文を、ホームページの「会員コーナー」から1つ1つをダウンロードできる
  - ・「会員のコーナー」から毎月の市民科学講座の講師の話を音声ファイルとレジュメのPDFファイルをダウンロードできる
  - ・年に3冊（もしくは2冊）、「市民科学」に掲載された主要記事・論文をまた紙媒体の雑誌『市民科学論文集』（仮題）が届けられる
  - ・「市民科学メーリングリスト」に加入できる
- わけですが、会員ごとに違いもあります。

#### ■レイチェル会員……年間1万円

- \* NPO法人市民科学研究所の「社員」資格（総会での議決権）
- \* 市民科学講座への参加費込み
- \* ホームページの「会員コーナー」に入るためのパスワード
- \* 年3冊（2冊）の「市民科学論文集」

#### ■ファール会員……年間6000円

- \* ホームページの「会員コーナー」に入るためのパスワード
- \* 年3冊（2冊）の「市民科学論文集」

#### ■ダーウィン会員……年間3000円

- \* ホームページの「会員コーナー」に入るためのパスワード

会員の申し込み方法は以下のようになります。

1) 市民科学研究所のホームページにアクセスし、「会員募集」のページを開き、そこにある「会員申し込み

フォーム」に必要事項を記入して送信してください。送信後、直ちにこちらにそのメールが届いたことを確認するメールがあなたのところに届きます。

→メールを使わない方は、市民科学研究室事務局に連絡し、「会員申し込みフォーム」の用紙を請求することになります。記入後にファクシミリなどでそれを送ります。

**2007 年度の市民科学研究室会員の登録を開始しました**  
市民科学研究室のホームページ [www.csij.org](http://www.csij.org) にアクセスし、「会員募集」のページの「会員申し込みフォーム」からお申し込みください

**2)** 申し込みフォームを送信した後、次のいずれかの口座から、上記「会員申し込みフォーム」で選んだ会員の種類（3 種のうちのいずれか 1 つ）に応じた会費を送金してください。

#### 会費の送金は次の方法をお願いします

**次の 5 つのうちのいずれかの口座を選び、所定の金額を振込んでください。**

- ・郵便振替口座  
加入者名：土曜講座 振替口座番号：00160 ー 4 ー 608503
- ・みずほ銀行（本郷支店）  
特定非営利活動法人市民科学研究室  
普通預金口座 2 6 4 0 4 4 0
- ・りそな銀行（本郷支店）  
特定非営利活動法人市民科学研究室  
普通預金口座 1 7 0 6 9 2 7
- ・三菱東京 UFJ 銀行（本郷支店）  
特定非営利活動法人市民科学研究室  
普通預金口座 4 5 9 2 7 5 9
- ・ジャパンネット銀行（近日中に開設）

**3)** 入金されたことが市民科学研究室事務局で確認でき次第、メールもしくは電話またはファクシミリで確認の連絡が市民科学研究室からあなた宛に届きます。この連絡をもって会員登録が完了します。

#### ●そのほかのメディアの刷新

「市民科学」が変わるだけでなく、**市民科学メールマガジン**（無料）が創刊され、市民科学研究室代表である上田昌文の個人ブログ**天神山日録**が始まり、**ホームページ**がリニューアルします（双方向性を持たせた質問コーナーやリビングサイエンス的分類によって利用価値を高めた資料アーカイブのコーナーを設けています）。

#### ●学習・調査研究の体制

これまではプロジェクトチームを作り、その中で勉強

会をすすめるという体裁をとってきましたが、今後は「勉強会」と「プロジェクト」を分離します。またそれらとは別に「談話会」を設けます。

**勉強会**は現在次のものが活動中ですが、随時好きなテーマで立ち上げることが可能です。勉強会の次回の日時などはホームページをご覧ください。

- ・ナノテクリスク勉強会
- ・低線量被曝勉強会
- ・食の総合科学勉強会
- ・科学映像研究会（(株) グループ現代と連携で）

調査研究**プロジェクト**は、開始するにあたっては「研究計画書」を示し、ある特定のテーマで一定期間すすめるものです。メンバーの交通費は必要なら全額市民科学研究室が支給し（片道 1500 円以内）、コピー代もすべて市民科学研究室が負担します。またできるだけ民間財団などの助成金を得られるように努力しますが、それが無理な場合でも必要な経費は市民科学研究室が原則として支給することになります。

進行中のプロジェクト（PJ）には次のものがあります。

- ・「携帯電話と子どもに関するアンケート」PJ
- ・「子ども料理科学教室プログラム開発」PJ
- ・「サイエンスアゴラ準備」PJ
- ・「Better Humans? 翻訳出版」PJ
- ・「子どもと脳（十コラム：各国“子どもと電磁波”）」PJ  
(babycom の連載として)
- ・「放射線疫学調査の科学史」PJ
- ・「生活者による科学技術評価の可能性」PJ  
(JST 助成研究の一部として、連続講座とシンポジウムの準備を含む)

さらに、2007 年 2 月からスタートする**談話会**があります。これは**毎月第 1 月曜日午後 7 時～**（無料、開場は 6 時半、市民科学研究室事務所にて）に行う、誰もが参加できる意見交換会です。「市民科学／生活者と科学」にかかわる話題を幅広く論じます。参加する方には、新聞記事なり論文なり「紹介したいもの」を一つ持参していただくとありがたいです。市民科学研究室の活動についていろいろなアドバイスをいただく場にもしていただけるのではないかと考えています。

以上、が主だった改革の具体策です。11 月および 12 月に、広報などで改めてご参加やご協力を具体的に求めることにもなろうかと思えます。皆様のご期待に沿えるよう全力を尽くす所存です。今後ともご支援を心よりお願い申し上げます。



## 誌上版市民科学講座

## 第12回 講座

## ナノテク化粧品は安全か？

2006年7月22日(土) 於:アカデミー茗台学習室

発表者: ナノテクリスクプロジェクトメンバー

## ナノテク化粧品とは何か？ どこが問題なのか？

白石 靖

## ■ナノテク製品の普及

最近、ナノテク化粧品という言葉をよく耳にするようになった。そのナノテクとはいったい何であろうか。ナノ(nano)とは、単位につける接頭語で $10^{-9}$ を意味する。この場合はナノメートル(nm)のことで、 $10^{-8} \sim 10^{-9}$ m(10～100nm)のサイズの微小な物質を扱う技術を総称して、ナノテクノロジー(以下、ナノテク)と呼んでいる。ナノテクには、ナノサイズの微小粒子(ナノ粒子)を取り扱う技術や、物質の表面にナノサイズの加工を行うような技術があり、いずれも、ナノサイズ特有の性質や機能を得ることを目的とした最先端技術である。

ナノ粒子がどのくらい小さいかということ、それはもう人間の感覚を越えてしまい、実感するのは難しい。例えば、地球をサッカーボール程度まで小さくするとする。同じ比率でサッカーボールを小さくすると、ちょうどナノ粒子と同じくらいの大きさ(小ささ)になる。それはウィルス(50nm)と同じくらいで、DNAの直径(2nm)よりも大きく、バクテリア(500nm=0.5 $\mu$ m)よりも小さい。人間の赤血球が直径9000nm(=9 $\mu$ m)程度であるから、とにかく小さいということはよくわかる。電子顕微鏡でも、かなり高性能のものでないとその姿をはっきりと捉えることはできない。

ナノテクは、その言葉が生まれてからしばらくは大学の研究室などで用いられる言葉であったが、最近では、かなり身近な製品に使われるようになってきた。最近注目されるのはナノ粒子を利用した製品である。代表的なナノ粒子にフラーレンというカーボン(炭素)原子が60個集まってできたサッカーボール状の分子がある。それがゴルフクラブやテニスラケットなどに用いられるようになってきた。使われる量はごくわずかであるが、シャフトなどに使われているカーボン繊維に添加すると、繊維同士の引き合う力が強まり、剛性が増すことによって高反発が生まれるのだそうだ。ボウリングのボー

ルにも使われている。こちらは、表面の素材に添加することにより、レーン表面の油に影響されず、安定した曲がりコントロール性能を発揮するのだそうだ。

## ■ナノテク化粧品とは

ナノテク製品がいろいろ開発されているが、まだそれほど世の中に普及してきたとはいえない。そのような中で、唯一、急速に普及しつつあるのがナノ粒子を使った「ナノテク化粧品」ではないだろうか。もちろん、ナノテクを謳わないメーカーも多いが、大手メーカーも含めて、かなり幅広くナノ粒子が使われているようだ。ナノテク化粧品は、使われるナノ粒子の種類によって大きく二つに分けることができる。まずは、美容成分である有機成分(油分)をナノサイズ化やナノ加工した美容液などである。もうひとつが無機成分をナノサイズ化やナノ加工した日焼け止めやファンデーションなどである。

有機成分のナノサイズ化には、高圧乳化という技術が用いられる。有機成分が細かい管を超高圧で通過する際に強い衝撃を受けることにより微細化する。これにより成分粒子を30～100nmの範囲で制御することが可能となる。人間の肌の細胞と細胞の間には約250nmの隙間があり、ナノサイズ化した美容成分がその隙間を通り抜けできるようになる。そのため、美容成分が皮膚の奥まで浸透しやすくなる。ナノテクを謳い、インターネットなどで販売されている美容液の多くがこのタイプのものである。

有機成分をナノサイズのカプセルに閉じ込めるという高度な技術が用いられている化粧品もある。リン脂質などで作られたナノサイズのカプセルに有効成分を配合すると、時間と共にリン脂質が肌になじんでいき、少しずつ有効成分がしみ出る(タイム・アンド・デリバリー・システム)。それにより、美肌効果を長く維持することができる。このようなナノカプセルを用いれば、空気に

触れると破壊される成分でも安定した形で配合できる。

コーセーの「ルティーナ」や「ナノホワイト・ナノフォー」ス」、ホソカワミクロン化粧品の「ナノクリスフェア」などが、このナノカプセルの技術を使っている。詳しくは、各メーカーのホームページ（HP）を参照されたい。ちなみに、ここで紹介する商品は過去2年ほどの間に発売されたものであるが、大手メーカーでは年に3回も新製品が発売されるように商品の移り変わりが速いため、すでに販売されていなかったり、販売されていてもHPに掲載されていなかったりする場合も多いので、ご了承ください。

### ■日焼け止めなどに使われるナノ粒子

今まで紹介してきたような有機成分をナノ化した場合は、最終的には溶けて皮膚に浸透していくため、安全性については従来の大きなサイズの場合と大差ないと考えられる。最近問題になっているのは、皮膚上で溶けることのない無機成分の場合である。無機成分をナノ化やナノ加工・コーティングすることにより、光の反射をコントロールでき、また混合の困難な材料でもナノレベルでの組み合わせが可能になることから、かなり広く普及していると考えられる。ただし、技術内容をHPなどで公表していないメーカーも多く、普及の度合いについての情報がほとんどないのが現状である。

最初に、化粧品に用いられるナノ原料の定義を明確にしておく必要がある。日本化粧品工業連合会が2005年に公表した「ナノ粒子を使用した化粧品の安全性評価システムに関する調査」報告書（以下、粧工連報告書※1）では、「一般的な化粧品基材（水、油分、アルコール界面活性剤等）に溶解せず、製剤中に非溶解状態で配合されているもので、一次粒子の平均の大きさが100nm以下のもの」と定義している。粧工連報告書によると、ナノ原料の種類としては、酸化チタン、酸化亜鉛、シリカ系、酸化鉄、白金、酸化ジルコニウム、カーボンブラックなどの無機成分が中心である。その他、ナイロン繊維、ビタミン類、水添レシチンなどの難溶性成分を意図的に微粉末化した有機成分も含まれるようであるが、その事例が不明のため、ここでは取り上げない。

ナノ粒子を用いる効果として、化粧品メーカーのHPにはさまざまな謳い文句が並んでいる。それによると、光の干渉作用や拡散作用などの「仕上がり」をコントロールすることにより、彩度の向上、質感の調整、凹凸隠蔽性などの効果が得られる。紫外線はカットするが可視光には透明であり、光の乱反射を防いで透明感が高まる。また感触も滑らかになり、つけ心地が向上するようである。

### ■ナノテク化粧品の実例

次に実際の商品をいくつか紹介する。まずは日焼け止めであるが、単なるナノサイズ化だけでなく、紫外線散乱材を肌の上で広がりやすい構造に変えたり、立体的に配置したりするなど、さまざまな工夫がなされている。「ナノ」を商品名にしたコーセーの「ナノウェア」は、HPのよると、「ナノサイズのUVカット粉体を使用し、肌への伸びもよく細かなキメにもしなやかにフィット。密着性よく、汗にも皮脂にも崩れにくい薄い薄い透明ヴェールで、紫外線を強力にカットし続ける。」とある。

また、花王の「ソフィーナ ライズ UV カットミルク」は、「UV-A をカットする酸化亜鉛を、柔らかい透明球状ポリマーの中に立体的に配合した3D-UV カットポリマーにより、サラサラの使用感と透明度を実現しているのにもかかわらず、高いUVカット効果が得られる。」カネボウ化粧品の「アリエー EX カット」は、「成分が散逸しやすい超微粒子酸化チタン素材とより小さな『超微粒子ナノバリアパウダー』を組み合わせることで製品化。（ナノシールド処方）透明なのに水や汗に濡れても強力な紫外線カット機能を保持。」粒子の表面をナノ加工した化粧品としては、資生堂「アネッサ ネオサンスクリーン EX」などがあり、「日焼け止め効果のある酸化亜鉛をナノテクで花びらのような形に結晶化。肌の上で均一に広がり、高い透明度が得られる。」とある。

次に、メーキャップ化粧品であるが、今まで組み合わせるのが難しかった素材をナノレベルで組み合わせた化粧品として、コーセーの「ルティーナ ライトオンパクト SF」があげられる。「透明度が高く、UV効果は高いが、キシキシしたり、白浮きしたりしやすいという欠点をもつ酸化チタンと、安定性が高く、肌に柔らかくなじむシリコンを、ナノレベルで均一に複合化した『スーパーモレキュラーハイブリットパウダー』を配合。このパウダーはたくさん穴が開いたような構造となっていて、皮脂吸収効果も高い。」

資生堂「プラウディア クリアクオリティーパクト UV」および「プラウディア リアルフィット パウダリー」は、酸化チタンを厚さ90～100nmの薄膜状に生成した雲母チタン粉末の表面に酸化亜鉛を直径30～70nmでファイバー状に結晶成長させ、細かな羽毛状に被覆している。このような表面加工により肌に入射する光を拡散反射特性させ、透明感のある自然なつやが得られる。また皮脂を表面にパウダー状に固めることにより、皮脂がべたつかず、サラッとして効果が持続する。

従来成分のナノ化やナノ加工とは全く異なった技術を用いたナノテク化粧品もある。ビタミンC60バイオリ

※1 日本化粧品工業連合会「ナノ粒子を使用した化粧品の安全性評価システムに関する調査」, 2005 年 (NEDO 平成 16 年度委託調査研究、NEDO の HP よりダウンロード可能)

サーチが開発した美白化粧品は、フラレン（C60）を配合し、紫外線などによって発生する活性酸素の活動を皮膚から浸透した水溶性フラレンが抑制する。そのためアンチエイジング効果があり、また皮膚がんの転移・拡大も防止する効果も期待される。

また、CMなどでよく目にするファンケル化粧品の「マイルドクレンジングオイル」は、「ナノテクだから、こすらないでも、すると落ちる」を謳い文句にしているが、ナノ粒子を使った化粧品ではない。水で洗い流す時、一瞬でオイルをナノサイズまでに分散させ、流しやすくする技術が使われており、また、濡れた手で使っても、水をナノサイズにしてオイルの中に閉じ込めるように設計されていて、水が入ってもクレンジング力が低下しないそうである。

### ■ナノテクに対する懸念

大手化粧品メーカーには「ナノテク」を宣伝文句にしていなくてもあるが、日焼け止めやファンデーションには効果が大きいと、ナノテク化粧品はかなり広まっていると考えられる。そのような中、ナノテクに対する懸念が高まってきた。数年前から、「遺伝子組み換え食品（GMO）やロボットと同様に、人類の存在を脅かす技術になる」と警告する識者が現れ始め、2、3年前からは『サイエンス』や『ネイチャー』などの著名雑誌にも記事が載るようになってきた。やはり「GMOの二の舞になるな」という論調が目立つ。昨年くらいからは、朝日新聞や毎日新聞など大手メディアも取り上げるようになったが、論点は「ナノ粒子の安全性が確認されていない」ことに絞られており、日本では「安全性の確認を急げ」という論調に落ち着きつつあるように思われる。

ナノ粒子の安全性に対する懸念の広がりには、欧米の環境保護団体が大きな役割を果たしている。たとえば、カナダのETC groupは、最も早い時期にナノ粒子に対する懸念を表明したグループのひとつで、その報告書の中で、主に人とじかに触れるものにナノ物質を含む製品を問題視し、ナノ材料の商業生産のモラトリアム（一時停止）や透明性のある国際評価体制の構築を提案している。また、著名な環境保護団体グリーンピースは、ナノ粒子の危険性が明確になり理解されるまで猶予期間を要求し、また科学及び政策コミュニティ内での議論及び市民との討議の促進を提言している。今年5月、グリーンピースを含む8つの環境保護団体が、ナノ粒子を用いた日焼け止めの市場からの引き上げを米国食品医薬品局（FDA）に要求した。今後の動きが注目される。

ここで注意しなければならないのは、ナノ粒子といってもその材質は酸化チタンや酸化亜鉛など従来から使われていた物質が多く、サイズが大きい場合の安全性はす

で確認されているという点である。しかし、ナノサイズになるといろいろ特異な性質が現れてくる。まず、その体積や重さに対して、表面積の割合が非常に大きいということである。そのため表面での反応性が高くなり、フリーラジカルなども生成しやすくなる。したがって、大きな粒子よりも毒性がより強い可能性もある。また、毒性の強い金属や炭化水素などが表面に吸着しやすく、さらに毒性が強まる可能性もある。また、ナノ粒子は空気中に浮遊しやすく、肺に吸入された場合は、肺の一番奥にある肺胞まで達して血中にまで入る可能性がある。実際に国立環境研究所では、気管から入ったナノ粒子が、肝臓や腎臓などに移行することをマウスでの実験で確認している。

しかし、ナノ粒子の安全性評価においては、通常サイズの物質とは異なる性質が問題となる。ナノ粒子は通常水に溶解せず、また凝集しやすいため、どのように暴露させるかが問題となる。形状や粒径もさまざまである。また製造方法によっては金属などの不純物が含まれており、精製方法によって純度が変わることもある。そのため特性評価や毒性試験方法の確立から行う必要がある。

化粧品に使われるナノ粒子が皮膚で吸収され、体内に取り込まれるという明確な証拠は見つかっていない。しかし、荒れた肌や傷がある場合には、体内に入る可能性は十分にあると推定される。化粧品においては、薬事法で配合禁止成分が定められているものの、含有成分の大きさや形状までは規制されていないのが現状である。

### ■ディーゼル排ガス粒子とアスベスト問題

ナノ粒子は、必ずしも人工的に合成されたものばかりではなく、例えばものの燃焼に伴っても発生する。人間の活動に伴って、さまざまな「非意図的」に生成したナノ粒子が身の回りにあると考えられるが、その代表がディーゼル排気粒子（DEP）であろう。DEPには、ミクロンオーダーの大きな粒子からより小さな粒子までさまざまな粒子が含まれるが、大量のナノ粒子が含まれ、それがしばらく空気中に浮遊していることが最近の研究でわかってきた。

ナノ粒子の成分はカーボンなどであるが、燃料やオイルの不完全燃焼によって生成した様々な化合物がその表面に吸着していると考えられる。その中には発がん性物質も含まれている。それらの化学物質は、ナノ粒子の表面に吸着したまま肺を通して体内に入る可能性がある。実際に東京理科大などのグループは、ディーゼル排ガスを妊娠中に吸わせたマウスの胎児の脳や精巣組織に、排ガスに含まれるナノ粒子が母体から移行して沈着、周囲の細胞に変性を起こしている可能性が高いこと報告している。DEPの安全性評価は、ナノ粒子関連でもっとも



研究の進んだ分野であると思われるが、現段階ではサイズの効果よりも、含まれる様々な化学物質に関する安全性評価が中心のように思われる。

ナノ粒子の安全性問題と関連付けて最近よく語られるのがアスベスト問題である。今後、建築物の解体の増加に伴って被害が拡大し、今以上に大きな「公害問題」となっていくと推定される。日本だけの問題ではなく、例えばEUにおいては、発症後1年以内に死亡する中皮腫患者は、今後35年間に約25万人と推定され、肺がんを含めたアスベスト疾患による死亡件数の総合計は、最大40万人と推定されている。アスベスト繊維の形状であるが、最も細いクリソタイル（白石綿）の単繊維は、太さが約10～30nmで、長さが約1～20 $\mu$ mの中空管状をなしている。代表的なナノ物質であるカーボンナノチューブは、太さが1nm前後で長さは数 $\mu$ mであり、アスベスト繊維と形状が似ているため、安全性議論の標的となりやすい物質である。

アスベストが引き起こす健康障害としては、悪性胸膜中皮腫・悪性腹膜中皮種などの悪性中皮腫、アスベスト肺、アスベスト肺癌、胸膜肥厚斑、良性石綿胸水（胸膜炎）及び慢性胸膜肥厚などがある。肺に吸引された長い繊維はマクロファージに貪食されず、肺内に残留し、元素組成的にも形状的にも変化を受けないため、肺がんの発生に関与すると推定される。短い繊維はマクロファージに貪食され、リンパ流によって胸腹膜に到達して、中皮腫の発生に関与すると考えることが可能である。

中皮腫の発生には沈着するアスベストの種類が大きく関与すると考えられる。クロシドライト（青石綿）は鉄の含有量がもっとも大きく、2価の鉄が3価の鉄に変換される際に活性酸素を生じ、この活性酸素が細胞のDNA損傷をもたらし、遺伝子レベルの異常が中皮細胞のがん化に結びつくと考えられる。また、アスベストは強い吸着性を示すため、たばこ中のベンツピレン等の発がん物質を吸収してその担体となり、これらの発がん物質による発がんを助長すると考えられる。ナノ粒子においても、不純物として含まれる金属や吸着している化学物質などが、毒性に大きく影響していると考えられる。

## ■安全性評価への取り組み

最近のナノテク・ナノ粒子の安全性やリスクを巡る動きを表1～3にまとめた。国内外において、さまざまな報告書が出されている。その詳細については別の機会に譲るが、ほとんどの報告書がホームページからダウンロードできるので、ぜひご覧いただきたい。その中で、ナノテクのリスクについて広い分野にわたって詳細に検討された報告書※2が英国王立協会と王立工学アカデ

ミーから発表されている。その中で21の勧告がなされているが、ナノ粒子に関連する3つの勧告を抜粋して掲載しておく。

【勧告4】 合成ナノ粒子とナノチューブの環境影響がより詳しくわかるまでは、それらの環境中への排出をできる限り避けるべきである。

【勧告5】 合成ナノ粒子とナノチューブの主な排出源である製造工場や研究機関は、それらを有害なものと仮定して取り扱い、廃棄物中への混入を減らすかゼロにすべきである。また、基板などに固定されていない孤立した合成ナノ粒子を土壌浄化のように環境中で使用することは、潜在的な利益が潜在的なリスクよりも大きいことが確認されるまでは禁止すべきである。

【勧告6】 ナノ粒子やナノチューブを含む製品や素材の開発や設計プロセスにおいて、産業界は、それらの成分の排出リスクを製品のライフサイクルを通して評価すべきであり、関係規制当局がその情報を入手できるようにすべきである。

## ■日本における動向

日本におけるナノテク安全性研究は、欧米に比べて出遅れているように思われたが、ようやく昨年からいくつかの国家プロジェクトなどがスタートしている。そのいくつかを簡単に紹介する。

文部科学省では、2005年7月～2006年3月の期間、ナノ粒子が健康に与える影響について、産業技術総合研究所、物質・材料研究機構、国立環境研究所、国立医薬品食品衛生研究所の4公的研究機関の研究者約70人を集め、国内外の研究データの収集・評価などの毒性の検証を実施した。ナノテクノロジーの社会的な受け入れ促進に関する提言を3月にまとめている。それによると、公的研究機関の役割については、人や生物への暴露の可能性のあるナノ粒子の評価方法について、早急な研究開発を推進すべきだと指摘。政官民の各役割を明確化した上で、情報共有化と設備の共同利用を図り、連携した研究体制を確立すべきだと結論づけている。

経済産業省では、産業技術総合研究所が中心となり、ナノ粒子の安全性の評価方法を2006年7月から5年間かけて研究を行う。対象は、炭素系のカーボンナノチューブ、フラーレン、金属系の酸化チタン、酸化亜鉛の4種類である。まずナノ材料のキャラクタリゼーション（濃度、粒径、形状などの特性評価）技術を確立し、これをベースに有害性などの評価手法を開発。製造工程での労働者や商品を使用した消費者の暴露量についても検証する。

厚生労働省では、ナノ物質の安全性を調べる本格的な研究に着手する。国立医薬品食品衛生研究所などにおい

※2 "Nanoscience and Nanotechnologies : Opportunities and Uncertainties", The Royal Society & The Royal Academy of Engineering, UK, 2004  
(次のURLよりダウンロード可能 <http://www.nanotec.org.uk/finalReport.htm>)



て、評価手法を開発し、動物実験などで体内への吸収状況や病原性を 2006 年 7 月から 3 年計画で検証する。主にフラーレンや多層 CNT において、体に蓄積した場合の計測法や有害性の評価手法を開発。肺や腸、皮膚からの吸収性や、体外への排出状況を調べる。脳や胎児への移行のほか、製品の製造や使用の際の暴露についても検討する。

また、業界団体である日本化粧品工業連合会においても、ナノテク化粧品について独自試験などでその安全性の検証を行う計画があり、ナノ粒子が皮膚を透過するかどうかを動物の皮膚などで調べる予定である。

メーカーが独自に安全性を評価し報告している場合もある。ビタミン C60 バイオリサーチは、美白化粧品に使われている水溶性フラーレン「ラジカルスポンジ」において、有害性は認められなかったことを HP で報告している。フラーレンについては、共立薬科大学の増野匡彦教授らにより安全性が評価されており、有害な活性酸素を作り出さないことを報告している。さらには、ビタミン C など別の抗酸化物質と比べ、化粧品材料としての安全性がより高い可能性もあるとのことである。

## ■日本化粧品工業連合会の調査報告書

先に触れた日本化粧品工業連合会の調査内容を簡単に紹介する。詳しくは報告書※1を参照されたい。この調査は会員企業の化粧品メーカーおよび原料メーカー 741 社に対して実施され、478 社が回答した。その中で 120

社がナノ原料を使用と回答している。ナノ原料は酸化チタンや酸化亜鉛等の無機成分が中心で、平均粒径 50nm 以下の球状粒子が主流であるが、20nm 以下も約 3 割のメーカーで使用されている。

化粧品メーカーにおいては、局所刺激性、単回投与毒性など、多くの安全性試験が行われているが、いずれも回答企業の 4 割以下であった。また、その試験についても自社で行っているかどうか、製品での試験かどうかは不明である。国内外の安全性に関する文献調査を行った結果では、現時点ではナノ粒子（酸化チタン）が経皮吸収されると結論された文献報告はない。この調査結果を踏まえて、粧工連としては現時点では安全性に問題ないとの立場にあると思われる。

## ■大手化粧品メーカーへのアンケート結果

最後に、ナノテクリスクプロジェクトで大手化粧品メーカー（2004 年度売上高上位 30 社）に対して実施したアンケートについて報告する。実施期間は 2006 年 6 月 22 日～7 月 7 日で、各社広報部などへ質問状を郵送し、返信用封筒にて回答を返却してもらうようにした。質問事項は以下の通りである。

◇ナノ粒子使用化粧品の市場への広がりについて

- (1) 貴社の製品で、ナノ粒子を含む化粧品があるか。
- (2) ナノ粒子を使用した化粧品の種類（日焼け止め / ファウンデーションなど）とナノ粒子の成分および平均サイズは？
- (3) 上述の種類の化粧品で、ナノ粒子を含有せず、より大き

表 1：ナノテクの安全性やリスクを巡る動き（1） 2004 年まで

（出典：日経ナノビジネス、他）

|             |                                                                                    |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 2000 年 9 月  | 【米国】全米科学財団(NSF)が中心になり、ワークショップ「ナノサイエンスとナノテクノロジーの社会的影響」を開催                           |
| 2003 年 1 月  | 【カナダ】NPO・ETC グループが、「ビッグダウン」を発表                                                     |
| 2003 年 4 月  | 【EU】ナノテクの社会的影響を調べるプロジェクト「NANOSAFE」が始動                                              |
| 2004 年度～    | 【米国】国家ナノテクノロジー戦略(NNI)のもとで、1億 6000 万ドルを投じ、ナノ材料の健康・環境影響の研究に着手                        |
| 2004 年 5 月  | 【スイス】英国とスイスに本部を置く再保険会社 Swiss Re がナノテクに伴うリスク研究の充実などを求める報告書「ナノテクノロジー・小さな材料、多くの未知」を作成 |
| 2004 年 6 月  | 【日本】NEDO 委託調査「ナノ材料の安全性に関する調査研究」(国内編：川鉄リサーチ、国外編：古川テクノリサーチ)まとまる                      |
| 2004 年 7 月  | 【英国】英王立協会と王立工学アカデミーがナノテクの功罪を分析した報告書「ナノサイエンスとナノテクノロジー：機会と不確実性」を発表                   |
| 2004 年 7 月  | 【米国】南メソジスト大の Eva Oberdorster が、フラーレンの魚への毒性について報告                                   |
| 2004 年 9 月  | 【米国】全米標準化協会がナノテクノロジー標準化委員会を設置し、環境・健康・安全性についても議論へ                                   |
| 2004 年 10 月 | 【英国】英衛生安全委員会(HSE)と米国労働安全衛生研究所(NIOSH)などが「ナノ材料が労働環境に及ぼす影響に関するシンポジウム」を開催              |
| 2004 年 11 月 | 【英国】衛生安全委員会が(HSE)が、ナノ粒子製品を計画的に開発・製造する製法と製造現場での安全性などに焦点をあてたレビューレポート「RR274」を公開       |
| 2004 年 11 月 | 【日本】日本規格協会を事務局に「ナノテクノロジー標準化調査委員会」が活動開始                                             |

なサイズ（通常サイズ）の粒子のみを使用した製品と、ナノ粒子使用製品との生産量の比率は？

(4) 今後、ナノ粒子使用製品の比率は、増加するか。

◇ナノ粒子使用製品の安全性について

(1) ナノ粒子使用製品の開発にあたり、粒子のサイズが小さいことに特化した安全性評価を実施しているか。

(2) その製品の開発にあたり、安全性に配慮された点はあるか。

(3) ナノ粒子を扱っている製造現場などで、ナノ粒子吸引などに対する安全対策として実施されていることはあるか。

◇ナノ粒子に関する情報公開について

(1) 消費者が、個々の製品におけるナノ粒子含有の有無についての情報を得ることが可能か。

結果は、数社から回答が届いたが、残念ながらほとんどの企業が「研究・生産のノウハウに関わるため公表できない。粧工連に問い合わせしてほしい」との回答であった。後日、粧工連からの回答が、何度かの催促のあとに届いたが、以下のような簡単な内容であった。「アンケートを受け取った企業から照会があり、ノウハウに関わる質問もあるため個別企業としては回答できない旨を回答するよう指導した。ナノテク化粧品の現状および課題については、NEDO からの平成 16 年度委託調査研究

によりほぼ把握できたと考えている。詳しくは報告書※1 を参考にしてほしい。なお今後の対応としては、現在 NEDO 委託事業として産業技術総合研究所化学物質リスク管理研究センターにて実施されている『ナノ材料の特性評価』の動向を注視した上で、改めて検討したい。」今後、粧工連に対して直接取材を行うことを検討している。

## ■まとめ

最近ナノテク化粧品が普及しており、特に酸化チタンなどの無機系ナノ粒子は、高い透明感が得られるなどの優れた特性から、広く日焼け止めやファンデーションに使われていると思われる。しかし、ナノテクを謳ったいくつかの製品を除いて、メーカーから原料のサイズに関する情報提供はなく、消費者はナノ粒子の含有の有無などで商品を選択することは困難である。

そのようなナノ粒子の安全性評価への取り組みについては、日本では、経済産業省、厚生労働省、日本化粧品工業連合会などのプロジェクトがようやく始まった段階である。評価の対象となるのは、主として、フラーレン、カーボンナノチューブ、酸化チタン、酸化亜鉛などであ

表 2：ナノテクの安全性やリスクを巡る動き（2） 2005 年

（出典：日経ナノビジネス、他）

|                     |                                                                                                                         |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2005年1月             | 【日本】経済産業省が「ナノテクノロジー政策研究会」を発足させ、社会影響に関する作業部会を設ける                                                                         |
| 2005年2月             | 【日本】産業技術総合研究所など4研究機関が共同で「ナノテクノロジーと社会」をテーマにシンポジウムを開催                                                                     |
| 2005年3月             | 【日本】文部科学省ナノテクノロジー総合支援プロジェクトセンターが「ナノ材料が人体・環境に及ぼす影響に関する研究の文献調査 文献調査報告」をまとめる。                                              |
| 2005年度              | 【米国】国立労働安全衛生研究所(NIOSH)は、超微粒子やナノ粒子の毒性を含む研究に2300万ドルを投入                                                                    |
| 2005年6月             | 【米国】環境保護団体Environmental Defenseが責任あるナノテクノロジー開発についての提言書を発表                                                               |
| 2005年6月<br>～2006年2月 | 【日本】平成17年度文部科学省科学技術振興調整費「ナノテクノロジーの社会受容促進に関する調査研究」第1～6回ワークショップ開催                                                         |
| 2005年7月             | 【日英】ナノテクノロジーの健康・環境・社会影響に関する日英合同ワークショップ（主催：英国王立協会、日本学術会議、共催：駐日英国大使館）が英国王立協会（ロンドン）で開催                                     |
| 2005年10月            | 【ドイツ】連邦環境省、連邦環境庁、連邦労働保護労働医学局の共同プロジェクト「ナノ粒子における環境・健康被害に関する調査と評価」の一環となる会議「職場と環境における合成ナノ粒子の評価に関する対話」が開催                    |
| 2005年10月            | 【米国】非営利団体の国際生命科学協会のナノ材料毒性スクリーニング同作業部会が、報告書『ナノ材料への被曝がヒトの健康に及ぼし得る影響を特定する為の原則：スクリーニング戦略の要素』を発表                             |
| 2005年11月            | 【米国】国立労働安全衛生研究所(NIOSH) は、ナノ材料へのばく露による潜在的な安全・健康問題と、対処方法を概説した報告書草案2件を発表                                                   |
| 2005年11月            | 【米国】下院科学委員会はナノテクノロジーの環境面・安全面での影響に関する公聴会を開催し、政府、業界、環境保護団体の代表者から意見を聴取                                                     |
| 2005年11月            | 【米国】EPAは、ナノテクの環境上の潜在的な便益の詳細、リスク管理問題やEPAの法的権限の概要、リスク評価問題に関する幅広い議論などが盛り込まれたナノテクノロジー白書の草案を公表                               |
| 2005年11月            | 【英国】政府は、ナノテク製品の潜在的リスクに関する調査計画を打ち出す報告書「加工されたナノ粒子によるリスクの特徴を明らかに：イギリス政府最初の調査報告書」を公表。これを踏まえ、新たに500万ポンド（約10億円）を調査に支出することを発表。 |
| 2005年12月            | 【日本】「ナノキミコロジーアセスと微粒子・ナノチューブのバイオ応用」第1回研究会開催                                                                              |



表3：ナノテクの安全性やリスクを巡る動き（3） 2006年

（出典：日経ナノビジネス、他）

|         |                                                                                                                        |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2006年1月 | 【米国】ウッドロー・ウィルソン国際学術センターは報告書『Managing the Effects of Nanotechnology』を発表。現行の規制枠組をナノテクに適用することの長短所を検討し、ナノテクを監視する新アプローチを提唱。 |
| 2006年2月 | 【日本】文部科学省科学技術振興調整費 国際シンポジウム「Exploring the Small World: Role of Public Research Institutes」が国際連合大学にて開催。                 |
| 2006年3月 | 【英国】環境・食糧・地方省は人工ナノ物質に関する自主的な報告制度を提案、産業関係者等との協議をスタート                                                                    |
| 2006年3月 | 【日本】NEDO 委託調査「ナノ材料、ナノ粒子の安全性に関する調査」（古川テクノリサーチ）発表                                                                        |
| 2006年4月 | 【米国】環境保護局、ナノテクの積極的活用に伴い、ナノ材料の人体と環境への影響評価関連 14 プロジェクトに 500 万ドル助成                                                        |
| 2006年4月 | 【OECD】経済協力開発機構はナノ粒子の健康と環境への影響に関する作業部会を立ち上げ、ナノ粒子の定義や特性、安全性評価などを検討、08 年までに国際的な合意形成を促すプログラムを作成する。                         |
| 2006年5月 | 【米国】上院商業・科学・運輸委員会の小委員会は、「ナノテク商業化による経済開発促進」に関する公聴会を開催。                                                                  |

り、ナノ粒子の標準化、評価手法の確立からスタートする。現段階においては、国内外において、危険性を示す決定的な結果はまだ得られていない。

ナノテクリスクプロジェクトにおいても、大手化粧品

メーカーに対してアンケート調査を行ったが、研究開発、生産のノウハウに関わる問題として回答不可とするメーカーがほとんどであった。

## 皮膚と化粧品～ナノ粒子の安全性と表示問題～

上田昌文（市民科学研究室）

### ■ナノ化粧品の何が問題か

ナノ化粧品の生体影響をみる際に検討すべきこととして次の5点が挙げられるだろう。

- 1) ナノ粒子が皮膚自体を痛めることはないのか。
- 2) バリアである皮膚を通過して体内に浸透することはないのか。
- 3) これまでの毒性試験によって懸念すべき結果がナノ化粧品について検出された事例はあるか（これまでの毒性試験の限界や欠陥をふまえたうえで）。
- 4) これまでの毒性試験ではナノ粒子の影響は検出できないのではないのか。
- 5) 現状で影響が不確定である場合に、情報公開（表示）をはじめとする対策やリスク研究をどうすすめるべきか。

以上はいずれも現在研究中で確定的な結果が得られていないか、明確な対応指針が打ち出されていないかであることを、初めに確認しておきたい。

### ■バリアゾーンとしての皮膚

化粧品の人体影響を大きく関係するのが、バリアとしての皮膚の働きだ。皮膚は人体最大の臓器であり（大きさは1.6m<sup>2</sup>（畳約1畳）、厚さ1.5～4mm、重さ約3kg）、体を守るバリアとしての働きは多彩である（水分の保持（主に角質層）、有害物質やウイルスやバクテリアへの防

壁（主に角質層）、免疫システムに関連した生体防御（表皮細胞はサイトカインなどの細胞間情報伝達物質も随時合成して対応）など。また体温調節（発汗、血流調整）やセンサー（触感、温感、痛みなどを感じる神経末端装置）としての重要な働きもある。わずか100分の2～3mm程度（ラップを2枚重ねたくらい）の角質層には、その中に角質細胞間脂質（スフィンゴ脂質＝セラミド）が水をサンドイッチしてできた平たい層が15～20層ぐらい存在し（ラメラ構造）、これが皮膚の構造的な支えとなっている。皮膚表面の皮脂とこのスフィンゴ脂質、そして角質層のすぐ下にあって大量の脂質分を含む顆粒層が、皮膚の壁となるバリアゾーンを形成している。

皮膚は、外側から表皮、真皮、皮下組織の3つに分けられる。

★表皮……新しい細胞が古い細胞を表面に押し上げるようにして常に新陳代謝（ターンオーバー）を繰り返している。厚さはほんの0.1～0.3mm程度。表皮細胞（ケラチノサイト）、メラニンを作る色素細胞（メラノサイト）、アレルギーに関係するランゲルハンス細胞の3つの細胞がぎっしり詰まっている。表皮はさらに、外側から角質層（角層）、顆粒層、有棘層、基底層の4つに分けられる。

★角質層……表皮細胞が角化して死んだ細胞が15～20層に重なったもの。ほぼ2週間で「垢」としてはがれ落ちる。角質層の上を覆うのが皮脂膜で、毛孔にある皮脂腺から分泌



される皮脂と汗が混じり合った天然のクリームとなって、角質層のバリア機能を助けている（毛のない手のひらや足の裏には皮脂腺がないため、手が荒れたり乾燥しやすい）。

★真皮……厚さは約2～3mm程度で表皮の約10倍の厚みがある。コラーゲン（鉄骨のように組織の形を保つ線維）と、エラスチン（ゴムのように弾性を与える線維）とでできている。その隙間を水分をたっぷりと含んだヒアルロン酸などのムコ多糖類が埋めて、肌の張りや弾力を与えている。

★皮下組織……皮下脂肪などを含む。体を守るクッションや体温を維持する役目を果たす。

### ■経皮吸収の問題

皮膚表面上の物質がこの角質層を経て真皮の中に張り巡らされている毛細血管に入ったり皮下組織に浸透したりするのが経皮吸収だが、私たちはたとえば虫刺され薬を肌に塗ることなどでそれを日常的に経験している。経皮吸収される物質は、分子量が小さいこと（一般に分子量が500以上の物質は通さないといわれている）と脂溶性（脂肪に溶けやすいこと）が条件となる。そこで軟膏や化粧品などでは、分子量の小さな有効成分を界面活性剤や乳化剤と混ぜ合わせることで経皮性をもたせることになる。その場合、有効成分は基本的に皮膚の細胞と細胞の間の隙間を通して浸透するが、その細胞間の間隙は40～60nm（健康な肌の場合）ぐらいである。化粧品で用いるナノカプセルはちょうどこの程度の大きさである。また、酸化チタン・酸化亜鉛の透過性が問題になるのも、ナノテクノロジーでその粒子のサイズを50nmどころか5nmにさえもできるようになったからだ。

### ■界面活性剤の有害性の問題

乳液やクリームには乳化するために、化粧水には香料や油や薬品などを溶かしこむために、ファンデーション類には粉末を均一に分散させるために、それぞれの目的に合った合成界面活性剤（乳化剤）が利用されている。合成界面活性剤は、これまでも皮膚へのダメージ（手荒れ・湿疹・かぶれ他）、種々のたんぱく質の変成作用、体内に吸収された場合の肝臓障害、発ガン、赤血球の破壊などをもたらす恐れがあると、その危険性が指摘されてきた（一般的に界面活性剤の刺激は、リンスに使われる陽イオン系界面活性剤が一番大きく、次にシャンプーに使われる陰イオン系界面活性剤、両性界面活性剤そして非イオン界面活性剤の順に弱くなる）。

シャンプーやリンスに使われる界面活性剤は洗い流すのが前提だが、クリームは洗い流さずにつけておくため安全性がより問題となる。通常の乳化したオイル粒子の大きさは1～10  $\mu\text{m}$ （1000nm～10000nm）だが、これをナノサイズにすると透明感とサラサラ感が増す。し

かし、乳化するためのオイルの粒子が小さくなればなるほど、粒子の表面積は増えるためそのぶん乳化剤（界面活性剤）が必要となる。配合するナノ化オイルの量によっては、シャンプーやクレンジング剤と同じくらい合成界面活性剤の濃度が高いものもある。

### ■コーティングの問題

酸化チタンや酸化亜鉛は紫外線が当たると吸収して表面に電子が生成する性質を持ち、出来た電子を周りの酸素に与えて活性酸素に、水やアルコールからは逆に電子を奪ってフリーラジカルという反応性の高い物質に変化させる。酸化チタンの表面についた物質は酸化されてどんどん別な物質に変化する（工業的にはこの性質を利用して“光触媒”として難分解性の物質を分解させるのに使用する）。皮膚の表面でこうした反応性の高い状態が生じては危険なので（活性酸素は発ガンとも深い関係がある）、化粧品ではこれを避けるために、酸化チタンの表面をコーティングして活性酸素の生成を抑えることが重要となる。しかし、ナノ化粧品の安全性にとって見逃せない要素であるはずのこのコーティング技術は、現在のところかなり高度な技術であるため、メーカーによって出来不出来の差が出るともいわれている。安全性確認の方法が確立していないだけに気がかりだ。

### ■化粧品がみたすべき条件とは

そもそも化粧品は、第一に「連用しても安全」でなければならないし、第二に「連用して皮膚にメリットがある」ことが必要だ。そのために製品は、安全性を確認するに足る適正なチェックを経なければならないし、効用の確認ができる適切な情報が提示されることも必要だ。消費者が製品を購入するために参照する「表示」はそのためのものでなければならない。

化粧品は、薬事法において「医薬品」とも「医薬部外品」とも違う類別になっている。医薬品は臨床試験を経て市場に出るが、化粧品と医薬部外品はそうではない。ではその2つはどう違うか？ 囲みにみるような定義ではあるものの、調べた限りではその境界線は曖昧だ。しかしいったん「医薬部外品」の認可をとれば、表示の点では「化粧品」と大きく異なることになる。すなわち、化粧品では全成分表示が義務づけられているのに対して、医薬部外品では、全成分表示の義務づけはなく、「表示指定成分」の表示のみでよい（「表示指定成分」とは、「肌に刺激を与える可能性がある」成分102種のこと）。ただし、2006年4月より業界の自主的対応で医薬部外品も全成分表示が始まることになった。2年後には全成分表示にすべて切り替わる予定となっている。

【化粧品】人の身体を清潔にし、美化し、魅力を増し、容貌

を変え、又は皮膚若しくは毛髪をすこやかに保つために、身体に塗擦、散布その他これらに類似する方法で使用されることが目的とされている物で、人体に対する作用が緩和なものの。【医薬部外品】次の各号に掲げることが目的とされており、かつ、人体に対する作用が緩和なものであって器具器械でないもの及びこれらに準ずる物で厚生労働大臣の指定するものをいう。ただし、これらの使用目的のほかに、前項（医薬品の定義）第二号又は第三号に規定する用途に使用されることもあわせて目的とされている物を除く。

1. 吐きけその他の不快感又は口臭若しくは体臭の防止
2. あせも、ただれ等の防止
3. 脱毛の防止、育毛又は除毛
4. 人又は動物の保健のためにするねずみ、はえ、蚊、のみ等駆除又は防止

### ■全成分表示であればよいのか？

では、「全成分表示」でありさえすれば問題はないかという、じつはそうではない。その事情を知るには、化粧品規制緩和と薬事法改正（2001年4月）を振り返る必要がある。

厚生省（当時）が化粧品の規制緩和を打ち出したのは1998年の「今後の化粧品規制の在り方について」においてだった。それによれば、「化粧品は人体に対する作用が穏やかで、最近では重大な健康被害をもたらすおそれが少ない」ことをふまえて、「企業の自己責任を前提として欧米との規制制度の調和（ハーモナイゼーション）を実現する」ためと説明している。薬事法の改正点は、次のとおりである。

- (1) 化粧品の製造・輸入にあたり必要であった品目毎の承認・許可制が廃止され、届け出制となった。
- (2) 化粧品原料については配合してよい成分を規定した種別許可制度から、ネガティブリスト（配合禁止及び制限成分）・ポジティブリスト（防腐剤、紫外線吸収剤及びタール色素について使用可能な成分とその上限）方式に変更され、それ以外の成分の選択と配合量はメーカーの自由となった。
- (3) 法律により定められた成分のみを表示する方式に代わり、製品に配合された全成分を表示する全成分表示が義務付けられた。

だが、これには問題点がいくつかある。

第一に、現在は化粧品に入っている成分すべてを、パッケージなどに記載する。配合量の多い順に全ての成分が書いてある（従来は化粧品の成分を消費者に公開しなくてよく、「表示指定成分」のみをパッケージに記載していた）。しかし例外があり、認定された企業秘密製品と香料成分、原料を品質を保つための極微量の成分は表示しなくてよいことになっている。

第二に、「ネガティブリスト」以外は企業責任で何でも使ってよいことになった。改正前は、「配合してもいいリスト」を定め、そのリストにない成分の配合に際し、安全性テスト（動物実験）のデータの提出が求められていた。しかし改正後は、ネガティブリストの成分を含まない限り、新規成分を含めて承認許可が不要となった。

第三に、品質基準の廃止で、成分の品質が必ずしも保証されない可能性がある。

第四に、「キャリアオーバー成分」（原料を守る防腐剤や酸化防止剤など）はパッケージに表示しなくてもよい（ただし、「商品全体の防腐のために」加えられた場合は表示が義務となる）。

第五に、「成分」になる前の原料に何が行われているかは、企業秘密がからむこともあり、法改正後も公開されていない（例えば原料臭を消したり、良い香りをつけたりする香料）。たとえば、「ナノ化」をうたっていても実際のところどうなっているかは確認できない。

### ■求められる「ナノ表示」

ナノ粒子は、法律上では、「リスト」に載っている成分ではないし、しかも、原料メーカーに属する情報でもあるため、安全性確認は「企業の自己責任」に委ねられることになるし、表示の義務はない。しかし、これで本当によいのか？ 消費者への適切な対応と言えるのか？ 「ナノ」の効用を謳っている製品（たとえばコーセー）でも何がそれに相当するのかを明示していないか、使用しているけれどそのことに一切言及していない（たとえば資生堂）かがほとんどである。安全性への確認が十分とは言えない段階ですでに市場に出回っている以上、最低限消費者に「どのようなナノテクノロジーを使っているのか、どのようなナノ粒子を使っているのか」を表示する必要があるだろう。

筆者（上田）は、この必要を痛感し、日本消費者連盟発行の『消費者レポート』1343号（2006年9月17日）に「ナノテク化粧品は安全か？」という論説を書いた。それも一つの契機となり、日本消費者連盟は経済産業省と厚生労働省にナノテクの安全性についての質問状を出した（流通しているナノテク商品を具体的に把握しているかどうか、安全性が未確立であるナノテク商品の市場からの引き上げ要請、ナノ表示の義務化もしくは行政指導を考えているかどうか）。また、日本化粧品工業連合会に対しても安全性評価をどう行っているか、表示義務はないとはいえ消費者の知る権利に配慮した対応（表示）を行う予定はないのか、などを問う質問状を送った（『消費者レポート』1345号より）。

その回答を注視し、今後も必要な対策を考え、メーカーや行政にその実施を求めていきたいと思う。

「母乳育児支援ネットワーク」のご紹介

# 「母乳育児支援ネットワーク (Breastfeeding Support Network of Japan:BSN)」とは

小野田美都江 (BSN 理事)

前号掲載の「母乳育児」についての翻訳記事に関連して、国内で支援活動を展開している「母乳育児支援ネットワーク」の理事でいらっしゃる、小野田美都江さんに、その活動内容についてご寄稿いただきました。小野田さん、ありがとうございました。【編集部】

## 1. BSN の目指すもの

「母乳育児支援」と聞いた時に連想する活動とは、母乳育児の方法やコツを教えてくれる、母乳育児の悩みや相談にのってくれる、というものではないでしょうか。「支援」という言葉を広辞苑で引くと、「支え助けること、援助すること」とあります。確かにわたしたちの活動は、母乳育児を支え助けることなのですが、もう少し正確に言えば、母乳育児に関する知識をわかりやすいことばで「伝え」、そして「広める」、さらに、母乳育児に関わる市民の力を「つなげる」ことに重点があります。

BSN の活動は、「母乳で子どもを育てることは、母親と赤ちゃんにとって最良の方法であり、あたり前のことだ」という考えに基づいています。この、昔からあたり前だったことをするのが難しくなってしまったという危機感が発端となり、2000年に設立されました。会員数約90名の任意団体です。現代は育児書や育児雑誌、インターネットのウェブサイトなどから多大な情報を得ることができます。中には、迷信や誤解、不正確な情報が含まれていたり、企業から発信されるコマーシャル色の強いものがあつたりします。情報のシャワーが母親を安心させるのかというと、必ずしもそうとは言えないのです。母乳育児を保護する唯一の方法は、すべての家庭や地域共同体、医療従事者、政策立案者たちが、実際的、科学的かつ完全な情報に十分に接する環境を整えることだと『母乳育児の文化と真実』（1999、メディカ出版）の前書きに記されています。わたしたちが目指す方向はそこにあります。

### ■ BSN の目標 ■

- ・すべての女性が「母乳で子どもを育てられる」という自分の力を誇りに思えるような社会になること
- ・母乳育児をしていく上で必要な情報や支援が、いつで

も、どこでも、どんな状況でも得られるような社会になること

- ・「女性が自分のからだについて決定する権利」のひとつとして、母乳で育てることが尊重されるような社会になること
- ・母親と赤ちゃんの家族だけでなく、社会全体が母乳育児を理解し、尊重するような社会になること
- ・乳業会社や乳児用食品メーカーが、母乳だけでは不十分であるといわんばかりの販売促進活動をしないう社会になること
- ・日本がアジアの母乳育児の保護・推進・支援のために貢献できるような国になること

## 2. 活動の実際

世界には国際的な規模で母乳育児支援活動を行う NGO があります。世界母乳育児行動連盟 (WABA)、乳児用食品国際行動ネットワーク (IBFAN)、ラ・レーチュ・リーグ・インターナショナル (LLLI)、国際ラクテーション・コンサルタント協会 (ILCA) などです。BSN は WABA の支援団体であり、かつ、IBFAN のメンバーグループです。2003年には両団体の中心人物を招き、「アジアの母乳育児支援ネットワーク」と題したシンポジウムを実施しました。国際 NGO との連携により、世界的な動向を国内に伝えることが可能となっています。

現在特に重点を置いている活動は、WABA が毎年8月の世界母乳育児週間に合わせて発行するパンフレットの翻訳出版です。今年は「母乳代用品の販売流通に関する国際規準」<sup>注1</sup>が採択されて25周年目にあたるため、パンフレットも「国際規準による監視 母乳育児を守って25周年」というテーマになっています。この「国際規準」については、『マンガでわかる国際規準』という IBFAN が発行した小冊子も、2003年に翻訳出版しています。さらに、今年の2月には「考えよう、母乳代用品の販売流通に関する国際規準！— 世界保健総会で採択されて25年目の今年に 私たちができること」と題したセミナーを大阪で開催しました。

また、2004年10月23日に発生した新潟県中越地震



をきっかけに、日本ラクテーション・コンサルタント協会（JALC）とラ・レーチェ・リーグ日本（LLL Japan）とBSNとの共同で、「災害時の母と子の育児支援共同特別委員会」を立ち上げました。災害時でも母乳育児を継続できるように支援を訴える緊急リリースを発行したり、実際の母乳育児支援体制を整えたりしました。そして2005年9月には、『災害時の母乳育児相談—援助者のための手引き—』を発行し、現在も3団体のコア・メンバーは情報交換を続けています。

注1）乳児用人工乳、哺乳びん、乳児用お茶などの母乳代用品に関するマーケティングに対する一連の取り決め。例えば、医療機関での宣伝や無料配布などの行き過ぎた商業流通を制限する。

### 3. これからの活動

現在はどちらかと言えば「伝える」「広める」活動に重点がありますが、今後は市民の力を「つなげる」こと

にも積極的に取り組んでいきたいと考えています。「つなげる」には、それに関わる人びとをつなげていくことも、知識を行動につなげていくことも含まれています。「国際規準」をどう活かしていくのか、そのために私たちができることは何かを考え、実践していきたいと思います。WABAの2006年パンフレットに「思慮深く、献身的な市民の小さなグループに世界を変える力があることを、けっして疑ってはならない。実際のところ、それこそが、世界を変えてきた唯一の存在なのだから」という文化人類学者のマーガレット・ミードの言葉が掲載されています。まさにこれこそが、BSNの願いであり、投じた小さな一石が波紋となって広がることを信じる原動力となっています。

### ■母乳育児支援ネットワーク

<http://www.bonyuikuji.net/>

## information

### ● 11月25日（土）～27（月）「サイエンスアゴラ」

上田は全体のプログラム委員を務め、市民科学研究室はこの中の2つのセッションにかかわっています。科学コミュニケーション、理科教育などに関心のある方には見逃せない集いです。ぜひ足をお運びください。<http://www.scienceagora.jp/>

#### 報告会

「科学リテラシー育成の試みをつなぐ～学校、企業、NPOの「科学教室」の実践から」

日時：11月25日（土）10:30-12:00 13:00-14:30

会場：東京国際交流館 4F 会議室 1

主催：NPO 法人市民科学研究室

企業やNPOが運営する科学実験教室や、地域の特性を生かした体験型授業などが注目されている。学校との従来の枠にとらわれない連携により、様々な専門知を科学リテラシー育成に活用しようとする試みであり、科学コミュニケーターの活動の場としても、「地域／生活／環境」を主眼にした理科教育としても、新しい可能性を投げかけている。独自の取り組みで知られる団体が集い、その経験やノウハウを語り合い、今後を展望する。

#### ワークショップ

「日本におけるサイエンスショップの可能性」

日時：11月26日（日）16:30-18:30

会場：東京国際交流館 4F 会議室 3

主催：大阪大学コミュニケーションデザイン・センター（CSCD）、NPO 法人市民科学研究室

欧米で、大学が市民の要求に応じて研究を受託するサイエンスショップなど CBR（コミュニティ・ベースド・リサーチ）と呼ばれる手法が注目されています。研究が非営利の資金で行われ成果が広く公開される、新しい形です。大学と社会の関係の見直しが叫ばれる中、日本でも同様の機関が機能するかどうか、この問題に取り組む NGO 関係者などもお招きして議論します。

### ● アンケート「携帯電話と子ども」にご協力ください。

次の babycom のサイトでアンケートを実施しています。18歳以下のお子さんがいいらっしゃる方、ぜひご協力お願いいたします。 <http://www.babycom.gr.jp/eco/an-3/>

## 「ヒロシマ・ナガサキとヒトゲノム計画」連載・第1回

笹本征男（占領史研究者・低線量被曝プロジェクトメンバー）

## 読売新聞記事「米国の被爆者調査 ゲノム研究に利用 望まれる情報公開」を読んで——批判的検討

私たちは毎月一回、「低線量被曝プロジェクト勉強会」を東京都文京区本郷の市民科学研究室の事務所で開いている。もう一年半になる。最近の勉強会（2006年9月1日）の時、上田昌文さんから、読売新聞の記事を見せられ、「笹本さん、この記事批判するものを『市民科学』に書いてみませんか」と言われた。

上田氏が手渡してくれた記事は、2006年8月31日付・読売新聞朝刊に掲載された「米国の被爆者調査 ゲノム研究に利用 望まれる情報公開」という記事である。この記事の筆者は、読売新聞科学部に所属する笹沢教一氏である。記事の内容については、添付したものを参照してほしい。私は一読して、批判の文章を書くことにした。

記事の筆者は、アメリカのエネルギー省・核実験公文書館において、新生児被爆影響調査の報告書を発見したという。私は記事を一読して、最初に疑問に思ったことは、筆者がこの報告書の正式な名称を記述していない点である。「新生児被爆調査」というのが、この報告書の正式な標題なのであろうか。私が報告書の正式な標題を知りたいと思うのは、これまで発表されている調査報告書との比較をしたいからである。比較ができれば、従来の報告書とどのように違うのかが判明することは、言うまでもない。また、これまで発表されていないとすれば、それは何故なのかについて考えることができる。

さらに、正式な名称が分かれば、私が日本からエネルギー省核実験公文書館に具体的に問い合わせができる。しかし、記事では、この公文書館はアメリカのどこにあるのかすら記述されていない。以上のことは、ごくわずかな行数で説明できることである。新聞記事について、「5つのWと1つのH」という要諦があるという。「いつ（when）、どこで（where）、だれが（who）、何を（what）、なぜ（why）」と「どのように（how）」である。

つまり、この記事には、「どこで」と「何を」が欠けていると言える。

次に、「報告書をまとめた」ジェームズ・ニール博士

についてである。記事では、ニールについて「人類遺伝学の父」という説明がある。そして、1984年のアルタ会議で「中心的役割を果たした人物」とある。さらに、この報告書は「48～54年にかけて行われた調査」とある。私はこの記述を読みながら、この記事には決定的に欠けた情報があると感じた。

まず、調査時期の1948年から1954年のことである。日本の1948年とは、どのような時代であったのか、記事は何の説明もしていない。第二次世界大戦において、日本が敗北したのは、1945年である。敗北直前にアメリカ軍機が広島市（8月6日）と長崎市（8月9日）に原子爆弾を投下した。戦争に敗北した日本は、7年間あまりマッカーサー連合軍最高司令官が指揮する、連合国軍によって占領された。1952年4月に連合国と講和条約を締結して、日本は独立した（沖縄、奄美諸島、小笠原諸島を除いて）。

つまり、1948年とは、連合国軍が日本を占領していた時期である。しかも、連合国軍の主体はアメリカ占領軍であり、原子爆弾を2都市に投下したのはアメリカ軍である。占領とは、戦争が継続した状態であり、講和条約を締結して、初めて戦争状態が終結する。原爆調査は「平和な時期に」行われたのではない。このような時代背景の説明も、短い行数でできるであろう。

報告書の正式名称が記述されていない問題に次いで、報告書の作成者についても疑問がある。やはり、正式な作成者名、および作成者はどの組織に所属していたのかという情報も重要である。にもかかわらず、記事では「報告書をまとめた『人類遺伝学の父』とも呼ばれたジェームズ・ニール博士」の名前しか出ていない。

ニールは、1948年、アメリカ陸軍の中尉として、日本に来て、原爆調査を行った。日本から帰国後、軍籍を離れ、シカゴ大学で教鞭を取った。たしかに、報告書はニールがまとめたのであろうが、原爆調査はアメリカ軍の軍事調査として実施された。そこにニールも参加した。そして、軍事調査の現場は、原子爆弾という大量殺戮兵器の殺戮現場である。「人類遺伝学の父」ニールは、あの殺戮現場に立って、何を感じたのであろうか。ちなみに、当時のニールは三十歳ほどの青年であった。原子爆弾を使用した国の市民として、ニールは何を考えたのか、私は今も知りたいのである。

以上、いくつかの記事に欠けた視点について述べてき

た。それを一言でいえば、「戦争」という歴史的な事実  
に言及しないことの問題である。

次に、調査の目的について、記事は「被爆者の健康影  
響調査などの目的のほかに、大量の遺伝学的データの入  
手にも、調査チームが強い関心を持っていた様子がうか  
がえる」と書いている。きわめてあいまいな表現である。  
アメリカ軍の軍事調査としての原爆調査において、初期  
の原爆効果調査におけるデータの収集以上に、1947 年、  
アメリカ原子力委員会（AEC）が設置されてからの原爆  
調査の主眼が、「遺伝調査（Genetic Program）」であった  
ことを、記事の筆者は知らないのであろうか。

アメリカでは、1947 年、雑誌『サイエンス』（第 106  
号、1947 年 10 月 10 日）に「広島・長崎における原子  
爆弾の遺伝的影響」という記事が出ている。「国家研究  
評議会（NRC）原子傷害委員会（CAC）遺伝会議」が  
筆者である。この記事は、極めて重要な内容を伝えてい  
る。この記事では、アメリカ原子力委員会が長期の遺伝  
調査を財政的支援することが明確に述べられ、これまでの  
経緯も説明されている。当然、ニールの名前も明記さ  
れ、彼の役割も位置づけられている。アメリカ国家の国  
策として、広島・長崎における遺伝調査が行われていた  
ことが、『サイエンス』の記事から判明する。決して、「大  
量の遺伝学的データの入手にも、調査チームが強い関心  
を持っていた様子がうかがえる」という話ではない。こ  
のような遺伝調査の一環として、「新生児被爆影響調査」  
があったのである。読売新聞記事の紹介は、逆の紹介に  
なっている。

記事には、「新生児被爆影響調査」という解説コラム  
がある。全体にわたって不正確な内容であるが、特に「被  
爆していない人が住む広島県呉市周辺にも調査地域を広  
げ」という箇所は、あいまいである。これは、呉市を「比  
較対照都市」として設定し、原爆に被爆していない妊産  
婦、新生児を「比較対照群（Control Group）」としたこ  
とを意味している。

コラムの冒頭の「1947 年に設立された ABCC による  
調査で」という箇所には、日本側の調査協力の事実がな  
い。アメリカ側の調査機関の ABCC（原爆傷害調査委員  
会）には、日本側の機関である、原子爆弾影響研究所（国  
立予防研究所支所）が全面協力をした。しかし、この「原  
子爆弾影響研究所」という名前は、ほとんど知られてい  
ない。

この他、記事は多くの問題を含んでいる。以下、何回  
かの連載で、記事の問題点、「遺伝調査」の経緯、1984  
年のアルタ会議、そして、最も重要な論点——「ヒロシ  
マ・ナガサキとヒトゲノム計画」について論じたい。米  
軍占領下に日米両政府が行った原爆被爆者と非被爆者に  
対して行った「遺伝調査」が、いかに「ヒトゲノム計画」

の根幹になっているのかを明らかにしたい。(以下、次号)



#### 【編集部より】

当該記事は、読売新聞 2006 年 8 月 31 日付朝刊（東  
京版では 11 面「解説」）に掲載です。著作権への配慮  
から記事そのものの掲載は避けました。読者の皆様には  
ご了解いただければ幸いです。

なおご参考までに、本記事の画像が原水禁ヒロシマ  
（原水爆禁止広島県協議会）のホームページにて公開さ  
れています。「原水禁ニュース」ページの 2006 年 10 月  
号分に PDF ファイルでアップされているので、ご参照  
いただくと便利かと思います。

→ <http://www3.ocn.ne.jp/~gensui/news/index.html>



# ウェブの進化が 科学技術コミュニケーションにもたらすもの

小澤 淳（未来工学研究所）

## 1 ウェブの進化と科学技術コミュニケーション

### (1) ウェブの進化と知の革命

ウェブの進化は「知」の流通に大転換をもたらしつつある。

ブログや SNS が浸透し、写真や動画を投稿するサイトが流行している。ネットに参加する人が増え、個人が容易に情報を発信できるようになった。従来の情報の読み手が発信側に回ることにより、ウェブ上の情報量が爆発的に増加した。

増殖を続ける情報に対し、グーグルは、情報科学の成果を応用して情報の価値付けを自動的に行うことにより、検索エンジンの機能を飛躍的に向上させた。この仕組みでは、情報量が増加するほど、より適した順位付けの決定が行われることになる。これは情報自体が自然淘汰を起こしているように見える。結果として、これまで情報発信を担っていた権威や専門家、既存メディアとは別の場所——数多の無名の参加者から、質が高く、新しい価値を持った情報もたらされることになる。そもそもグーグルは、地球上の過去全ての叢智を再整理する野望を抱いており、これが「知の世界の秩序」の再編成である。

ウェブ世界における現在の環境変化は、第二世代という意味から「ウェブ 2.0」と呼ばれている。その概念は、次世代インターネットの方向性として、OS ではなくウェブがプラットフォームとして振舞うという考えに基づく。これに対して、従来の静的な HTML で作られたウェブは第一世代として「ウェブ 1.0」、その進化系としてインタラクティブを指向した動的なウェブは中間世代の「ウェブ 1.5」と位置づけられる。1.0 や 1.5 がサイト内で完結したサービスであるのに対して、2.0 ではインターネット全体がコミュニケーション・プラットフォームとして連動・共鳴するということになる。

### (2) 科学技術コミュニケーションの進化

ウェブが 1.0 から 1.5、2.0 へと進化しているのに呼応して、科学技術コミュニケーションも同様な変化の過程

を辿っているように思える。

ウェブ 1.0 に対応した科学技術コミュニケーションは、訪問者への静的なコンテンツの提供により科学技術を分かりやすく解説して伝える、という伝統的な手法で行われる。これは科学館や科学ポータルサイトをイメージしてもらえばいいだろう。近年増えてきた 1.5 的な試みとしては、サイエンスカフェがある。オーガナイズの仕方によっては 2.0 的にもなりうるが、カフェに人を集めて科学者と対話する形式であれば 1.5 の段階と考えられる。では 1.0 や 1.5 に欠けているものは何か。

まず、コミュニケーションの成否は参加側のモチベーションに大きく左右される。興味を持たない人は最初から近寄らないし、一般の市民を広く巻きこむことが難しい。1.0 から 1.5 に変わろうが、専門家が市民を啓蒙する図式に変わりはない。

次に、コミュニケーションにおいて科学技術の成果をわかりやすく伝えることが求められるが、わかりやすさばかりが強調されると、表層的な理解や結果だけで満足し、思考停止に陥る可能性がある。研究成果の裏にある科学の本質的な考え方を失うことになる。

さらに、科学技術コミュニケーションの現場から、近年、過剰な対話に対する疲れが出てきているとの指摘がある。情報を伝えようとする熱意が仇となって、逆に、遺伝子組み換え食品の話はもう聞き飽きた、などとなかなかねない。

これに対し、ウェブ 2.0 のコンセプトは「利用者が主役」である。これを科学技術コミュニケーションに取り入れると、市民が主体的にコミュニケーションを形成してゆくことができそうであるが、果たしてそううまくいくか。

### (3) ウェブ 2.0 は科学技術コミュニケーションを変えつつあるか

ウェブの進展により、市民サイドの科学技術コミュニケーションは変わりつつあるのだろうか。

先端科学技術の成果が、姿かたちを変えてあらゆる生活空間に入り込んでいる一方で、科学技術がブラックボックス化している。我々はいま、科学技術を可視化し

て議論の俎上に乗せる必要がある。例えば、ナノテク化粧品。効果や有用性ばかりが宣伝されているが、同時に有害物質を肌に取り込んでしまう危険性を孕んでないか。危険性があるならば、我々自身が判断し、「NO」と言わなければならない。これには一見、ウェブ2.0の特徴のひとつである「集合知 (Wisdom of Crowds)」が使えるのである。しかし我々ひとりひとりが科学的知識を組み合わせることで判断することなしに、ただ集合知に依存するだけでは愚衆でしかない。つまり、個人が向き合うべき問題には、個人のリテラシーが問われることになる。

ウェブ2.0時代にはもちろん、「人力検索はてな」や「Wikipedia」により知識の交換は可能である。しかし、市民が主役というからには、市民自身が科学技術知を使って議論を深め、合意形成し、生活に活かすところまで行くことが理想である。ウェブ2.0と科学技術コミュニケーションとは一見相性が良さそうに見える。しかし実のところまだうまくいってはいない。それは何故か。それは市民側の科学技術リテラシーと関係がありそうである。

## 2 ウェブの進化は科学技術リテラシーの向上に役立っているか

### (1) 科学技術リテラシーとウェブ2.0

ウェブ2.0は、市民の科学技術リテラシーを育むことができるのだろうか。実際はむしろその逆で、思考の枠を規定する方向に進んでいることが危惧される。確かに知識の量は膨大に増え、いつでも手の届くところにある。しかし、自動決定による評価は、人気のある情報へのアクセスの集中を招く。皆が同じ方向を向いてしまう。恣意的な操作により誘導されてしまう恐れもある。現在のウェブは、個人にとって重要な情報を抽出したり、多様な意見を組み合わせることで集合知を育てていったりすることが苦手である。必要性は高まっているものの実現はまだ難しい。

ウェブでは、問題が与えられれば、知識を収集し、解決策を抽出することが簡単にできる。しかし、漠然とした疑問から問題を発見し、問題意識へと昇華することはできない。物事の捉え方を主体的に学習する枠組みがないためである。

### (2) 論理的な想像力

市民側の科学技術リテラシーが不足している。しかも、今後リテラシーを持つ人と持たない人の溝は一層深まってゆくように思える。

科学技術リテラシーにとって重要な「物の見方」とは、言語化できない皮膚感覚のようなものである。どうした

ら皮膚感覚は磨かれてゆくか。そこでは日常の関心事項の中から問題を発見し、科学の世界に置換する「論理的な想像力」が必要になる。知識の量が増えただけでは、発想を豊かにする想像力は醸成されない。

では、論理的な想像力とは具体的にどのようなものか。それは例えば、身近な自然や出来事を観察し、科学的に思考する楽しさを綴った、寺田寅彦のエッセイのようなものである。チャールズ & レイ・イームズによるビデオ作品「Powers Of Ten」も身の丈から宇宙へ、量子世界へとスケールを自在に変えることで抽象的な概念と実世界を結びつけた点で、寺田に通じるものがある。

「酸性雨を見て知るための学習雨具」にも同種の想像力を感じる。これは TAKEO PAPER SHOW 2005 において、サザビーの営業サポート部宣伝チームから提案された新しい生活用品（試作）である。雨具にリトマス試薬が塗布されていて、雨水が当たると印象的なピンクの水玉模様が浮かび上がる。環境破壊＝酸性雨という問題をポップに告発した。

論理的な想像力の獲得のためには、ある種の編集感覚が必要である。自らの思考を鍛え上げ、時には異分野の知を借りてきて、それらを再編集し発展させることが求められる。これは普段の生活の中から学び取っていくべきものである。

## 3 今後の科学技術コミュニケーションの在り方

### (1) 科学技術知のマッシュアップ

では、ウェブ2.0的な世界の中でどうやって論理的な想像力を育むことができるのか。科学の知識を市民が主体的に再編集してゆくためには、道具が必要となる。過大な期待は禁物であるが、道具が与えられることにより、我々のリテラシーはもう一段高い段階に進む可能性が開けるのではないか。

なお、これまでに「再編集」という言葉を使ってきたが、ウェブの世界では「マッシュアップ」と言い換えることができる。マッシュアップとは、ウェブ上にAPIが公開されている複数のコンテンツやサービスを組み合わせることで、独自の新しいサービスを形成する手法を指す。マッシュアップはプログラミング知識が必要であるため一般ユーザには難しく、ほとんどの場合サードパーティや先進的ユーザがDIY的に行っている。

ウェブ上で科学技術知のマッシュアップを行うこと。このことをこれからの科学技術コミュニケーションの在り方の一つとして提案したい。では、マッシュアップは誰がどのような道具を使って行うことが想定されるのか。

## (2) 参加のアーキテクチャ

ウェブ 2.0 では利用者が主役と言われるが、利用者にも二つの段階があると考えられる。不特定多数無限大の一般利用者と、エンドユーザプログラミングを行うモチベーションの高い先進的利用者である。ブログなどで膨大な量のコンテンツを生み出すのが前者ならば、マッシュアップを行って新しいサービスを創出しウェブ世界を切り開いていくのが後者である。後者はアルファギークとも呼ばれる。

科学技術知のマッシュアップを行うのも一般市民ではなく、サイエンス版ギークとも言えるレベルの高い参加者であろう。科学技術リテラシーとネットリテラシーを持った、例えば、ポスドクや学校教員、科学館職員、NPO 関係者等が考えられる。こうした参加者をいかに掘り起こしてゆくかが鍵を握る。

また、ウェブ 2.0 の特徴のひとつとして、オープンソースによる開発がある。オープンソースソフトウェアの成功には、ボランティア精神よりも「参加のアーキテクチャ」が寄与している。これは個々のユーザが利己的な興味や、自己利益を追求するという目的で参加するのを尊重することにより、レベルの高いエンジニアを引き付け、結果的に全体の価値を高めることができるのである。

一方、今の科学技術コミュニケーション (1.0 - 1.5) ではまだ、ボランティア精神に依る部分が多い。科学技

術分野のマッシュアップを活性化させるためには、参加のアーキテクチャを実装することが必要で、それはコアなギークに「魅力的」「宝の山」、あるいは今後のブレイクスルーが来そうと思わせるサービスを提供することである。

## (3) データベースの整備と公開

ギークにアピールするためには、ある分野のデータベースに関して最もデータを保有しているなど、非常に価値の高いデータベースを整備すること。その上で、データベースの API を公開し、使ってもらうための環境を整備することが重要である。

積極的に整備・公開すべきデータベースとしては、例えば、消費財メーカーや商品テスト機関が持つ商品テストの実験データが考えられる。商品テスト機関としては、国民生活センターや日本消費者協会があり、それぞれ結果をウェブ上で公開しているが、調査品目がまだ少なく、知名度が低いため有効に使われているとは言い難い状況にある。今後はコンプライアンスの観点から、メーカー企業が消費者への情報公開として安全性等に関する実験データを積極的に公開していくことが望まれる。マッシュアップにより、安全性の科学的評価、価格、環境への配慮といった視点から購買行動に結びつけるための独自のサービスを開発することができるだろう。

### ■ 緊急報告 ■

#### 業務用 IH クッキングヒーターからの電磁波 ICNIRP の基準値を超える強さ

上田昌文

市民科学研究室では以前「電磁調理器 (IH クッキングヒーター) の総合的研究」と題した調査の結果を一部お伝えした (6 号に「電磁調理器計測: ノヴァ研究所から得たアドバイス、12 号に「家庭内での 24 時間電磁計測調査から」)。IH は普通の家電と同様の商用周波数 50 ヘルツもしくは 60 ヘルツの電磁波に加えて、キロヘルツ (kHz) 領域の周波数の電磁波を発生することが大きな特徴である。すなわち、電源由来の商用周波を基本周波数とする電磁波と、加熱の機構に由来する中間周波数の高調波 (理論的には 26.1 kHz を基本周波数とするところに最大の磁界のピークが現れ、その整数倍の周波数で、次第に弱くなるピーク値をもつ磁界も発生する) があるので、理想的には 1 Hz から数百 kHz までを測定範囲とする計測器によって計測することが望ましい。

これまで用いてきた ELT-400 というメータ (周波数レン

ジ 1Hz ~ 400kHz におけるトータルの磁束密度を精密に計測する) はその点では有効であった。ただしそのメータでは総体的な電磁波の強さは把握できても、電磁波規制の体系が採用する“個々の周波数別の規制値”と直接照らし合わせての評価を行うことが難しい。以前の計測によって、業務用 IH ではキロヘルツ帯域で基準値を超える場合がありそうだと私たちは推測していたが、今回それを検証するべく、以前に計測したのと同じ業務用 IH 機器を対象に、周波数別の磁束密度を精密に計測した。

以下に、計測の諸条件を示す。

■計測日：2006 年 10 月 3 日 (火)

■計測場所：神奈川県 H 市にある民間施設の調理室

■対象：NICHIIWA 業務用電磁調理器 (IH クッキングヒーター) モデル MIR1535SA (電圧 200V、出力 15000W (5000W × 3 (3 つの加熱部))、出力調整 10 段階)

■測定使用機器：Narda 社製 ELT-400

Solor Electronics 社製 Loop Antenna モデル 7334-1

Advantest 社製 Spectrum Analyzer モデル R3365

■アンテナ設置の高さ：0.83m

■IH 加熱部中心からアンテナまでの距離：32cm



表1 磁界強度計測結果

|                                                      | 周波数[kHz]                   | 読み値[dB $\mu$ V] | 換算値[ $\mu$ T]    |
|------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------|------------------|
| バックグラウンド                                             | 51.79 (Hz:商用周波数)           | 106.29          | 0.0006894291     |
| なべ1個<br>(大: 30cm)<br>火力設定: 最大レベル 10                  | 29.41                      | 169.64          | 1.0138871980     |
|                                                      | 58.73                      | 145.41          | 0.0623002285     |
|                                                      | 87.91                      | 145.77          | 0.0649366140     |
|                                                      | 1~400kHzの実効値 (ELT-400 による) |                 | 1.772 (最大 3.504) |
| なべ1個<br>(中: 14cm)<br>火力設定: 最大レベル 10                  | 24.79                      | 194.40          | 17.5383866149    |
|                                                      | 49.60                      | 154.43          | 0.1759906679     |
|                                                      | 74.29                      | 165.31          | 0.6158708366     |
|                                                      | 98.84                      | 137.95          | 0.0263930536     |
|                                                      | 1~400kHzの実効値 (ELT-400 による) |                 | 16.47 (最大 28.43) |
| なべ1個<br>(中: 14cm)<br>火力設定: レベル 6                     | 26.71                      | 191.20          | 12.1335990401    |
|                                                      | 53.07                      | 147.01          | 0.0749013490     |
|                                                      | 79.59                      | 164.81          | 0.5814195617     |
|                                                      | 1~400kHzの実効値 (ELT-400 による) |                 | 10.42 (最大 17.75) |
| なべ3個<br>(左 なべ小<br>中央 なべ大<br>右 なべ小)<br>火力設定: 最大レベル 10 | 24.53                      | 172.63          | 1.4305058540     |
|                                                      | 29.41                      | 169.36          | 0.9817245226     |
|                                                      | 49.47                      | 137.21          | 0.0242376014     |
|                                                      | 58.73                      | 146.16          | 0.0679187430     |
|                                                      | 74.03                      | 138.34          | 0.0276051200     |
|                                                      | 88.04                      | 146.68          | 0.0721090227     |
|                                                      | 97.81                      | 113.95          | 0.0016652891     |
|                                                      | 1~400kHzの実効値 (ELT-400 による) |                 | 7.101 (最大 3.207) |

■使用したなべの大きさ: なべ大 (底面の直径 30cm)、なべ小 (底面の直径 14cm)

結果は以下のとおりである (表1)。

表2に ICNIRP (国際非電離放射線防護委員会) の一般公衆の電磁波曝露に関するガイドラインを掲げたが、日本でも家電メーカーなどはもっぱらこのガイドライン値を超えないことを、製品から漏洩する電磁波が危険でないことの根拠にしている。(総務省の「電波防護指針」はその名の通りメガヘルツからギガヘルツ帯の電波を対象にした規制体系であり、低周波については唯一「商法周波数で電界が 5V/m 以下でなければならない」という電界についての規制があるだけで磁界に関する規制はない。)

ICNIRP のガイドラインでは、0.8kHz ~ 150kHz の周波数帯域の規制値は磁束密度で 6.25  $\mu$  T (マイクロテスラ) である。表1からわかるように今回の計測では、

「調理する人が立つ位置において (加熱部中心から 32cm)、小型のなべ (直径 14cm) を用いて、火力出力 10 段階の 6 以上にした場合に、周波数 25kHz あたりで一つのピークを示すその周波数の電磁波の磁界強度が、ICNIRP のガイドライン値である 6.25  $\mu$  T を超える」ということが判明した (出力レベル 6 で 12.1  $\mu$  T、出力レベル 10 で 17.5  $\mu$  T)。

図1は、出力レベル 6 で小型なべ1個を使用した場合の周波数ごとに磁界強度がどう現れるかを示している。

業務用の IH が一般家庭用と比べて電磁波強度も数倍 ~ 10 倍ほど大きく、小さいなべを用いた場合に 25kHz あたりの周波数においては国際的なガイドラインさえも超えることがある事実は、調理室や給食室で働く人が長時間そのような電磁波を曝露することを考えると、放置できない問題であることは明白だろう。この事実を総務省、経済産業省、そして製造メーカーなどに伝え、必要な改善を求めていきたいと思う。

図 1

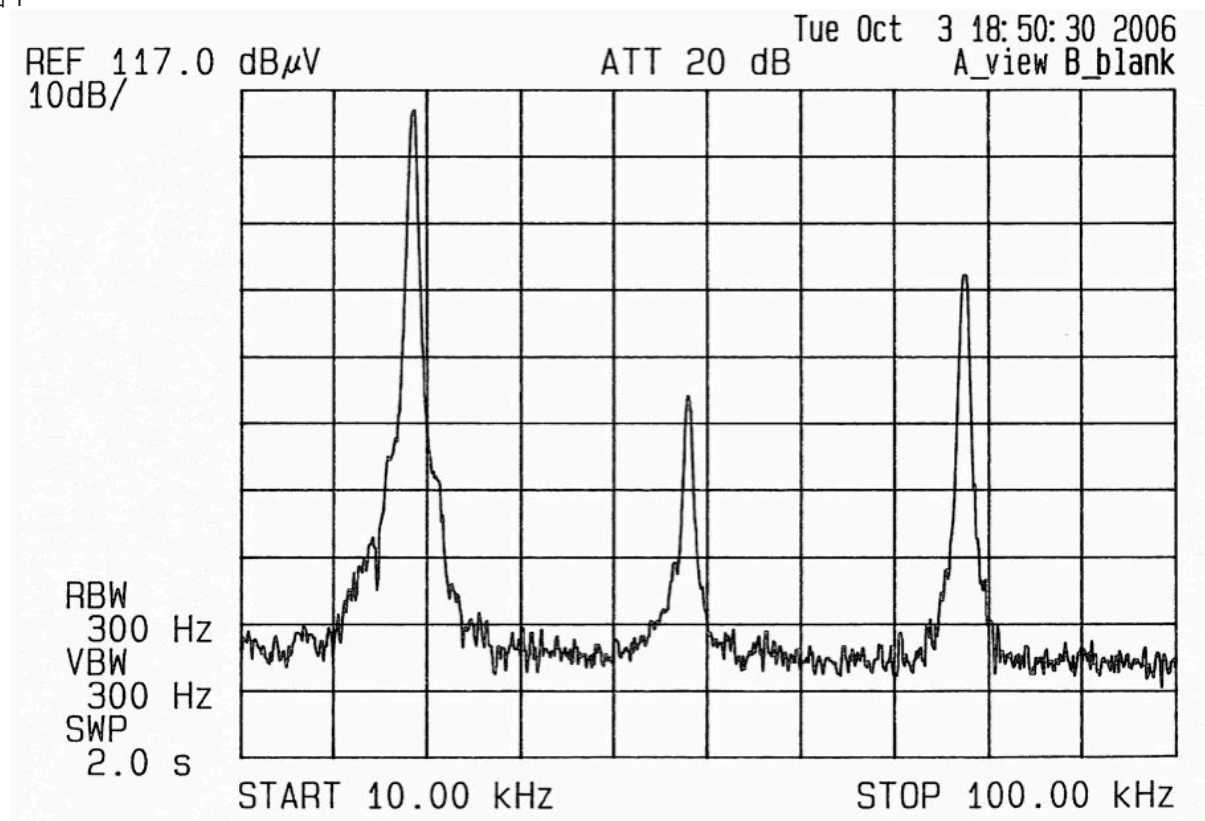


表 2 ICNIRP のガイドライン (公衆曝露)

| 周波数範囲        | 電界強度<br>( V m <sup>-1</sup> ) | 磁界強度<br>( A m <sup>-1</sup> )       | 磁束密度<br>( μ T )                   | 等価平面波電力密度<br>Seq ( W m <sup>-2</sup> ) |
|--------------|-------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------|
| 1 Hzまで       | —                             | 3.2×10 <sup>4</sup>                 | 4×10 <sup>4</sup>                 |                                        |
| 1-8Hz        | 10,000                        | 3.2×10 <sup>4</sup> /f <sup>2</sup> | 4×10 <sup>4</sup> /f <sup>2</sup> | -                                      |
| 8-25Hz       | 10,000                        | 4,000/f                             | 5,000/f                           | -                                      |
| 0.025-0.8kHz | 250/f                         | 4/f                                 | 5/f                               | -                                      |
| 0.8-3kHz     | 250/f                         | 5                                   | 6.25                              | -                                      |
| 3-150kHz     | 87                            | 5                                   | 6.25                              |                                        |
| 0.15-1MHz    | 87                            | 0.73/f                              | 0.92/f                            | -                                      |
| 1-10MHz      | 87/f <sup>1/2</sup>           | 0.73/f                              | 0.92/f                            | -                                      |
| 10-400MHz    | 27.5                          | 0.073                               | 0.092                             | 2                                      |
| 400-2000MHZ  | 1.375f <sup>1/2</sup>         | 0.0037f <sup>1/2</sup>              | 0.0046f <sup>1/2</sup>            | f/200                                  |
| 2 -300GHz    | 61                            | 0.16                                | 0.20                              | 10                                     |

f は、周波数範囲の欄に示す単位で表される。

## 第13回市民科学講座 by 食の総合科学プロジェクト

# 子ども料理科学教室 公開実験

## 野菜の甘さを生かしたクッキーを作る

2006年9月10日（日）於：アカデミー向丘3階実習室

### 今回のプログラムのねらいと概要

小林友依

「料理教室ならお菓子作りをしたいよ」という子どもからの声と、甘みは砂糖だけの特別なものではなく、野菜にも存在していることに子ども達に気づいてもらいたいということで、今回の教室は野菜の甘さを最大限に活かした、砂糖を使わないクッキー作りを子ども達に挑戦してもらうことになりました。

まず子ども達には日ごろ手にしているジュースにはどれだけの砂糖量が含まれているのかを気づいてもらうために、市販のジュースと、そのジュースに含まれている砂糖量と同じ濃度の砂糖水を飲んでもらい、どちらがより甘く感じるのか、また糖度が同じでも、どうして甘さの感じ方に違いが出てくるのかを考えてもらうことから始めました。

「同じ砂糖量の水ですよ」と説明しても、子ども達は驚きつつも疑っている様子。そこで活躍したのは糖度計でした。糖度計を見るのも触るのも初めてのようでわくわくした面持ちで子ども達は測定ボタンに触れ、ジュースと砂糖水のそれぞれ出てきた数字を見ては、子ども達の疑いが晴れ、さらなる驚きに変えることになりました。

各種のジュースに含まれている砂糖量をスティックシュガーで見せたり、1日分の食事モデルから各食事の総カロリーと総砂糖量を見せ、ジュースを取り入れたらどうなるのかをパワーポイントを活用して表示したりしながら、何気なくとっている食事にどれだけの砂糖が含まれていて、気づかないうちにどれほど多くの量が摂取されているのかを気づいてもらいました。

砂糖のとりすぎの危険性を説明した次は、手作りクッキーの食べ比べです。砂糖を使わない野菜のクッキー2種と砂糖を使ったクッキー1種を食べ比べてもらうことで、自分たちがどのようなクッキーを作るのかのイメージを膨らませてもらうこと、野菜のおいしさをクッキー

の中で感じてもらえること、クッキーの材料は何を使っているのかを考えるきっかけになるようにしました。

「クッキーの材料は何を使いますか？」という質問に、子供たちは、先ほど試食したクッキーをヒントにしたり、クッキー作りを体験したことのある子はその体験を思い出したりしながら、発表してくれました。子ども達はあっという間に材料を言い当ててしまい、続いて用意してあったクッキー作りの作業工程についてのクイズへ。作業工程はクッキー作り最中の写真をいくつか用意し、並び替えをするというクイズ形式です。中にはクッキー作りには行わない作業の写真も用意しておきました。パネルはそのまま掲示しておき、子供たちがクッキー作りをしているときにいつでも振り返ることできるようにしておきました。

続いて子供たちを師範台に集め、砂糖を使ったクッキー作りの実演をしました。作業工程をただパネルで言い当てるだけでは少々記憶に残りにくいので、実演を通してより深い理解ができたと思います。また、作業中の注意などもここで説明しました。子ども達はしっかりと耳を傾けてくれていて、質問があれば問いかけてきてくれました。

クッキーを焼いている間に、小麦の性質の説明や小麦を使った食品には何があるのかを映像を使っての説明をしました。子供たちには体験実験として小麦の特性であるグルテンを取り上げ、グルテンとはどのような特性があるのか、どのような条件がそろったときにグルテンが形成するのかを体験してもらいました。また、炒めた小麦に水を足してこねるとグルテンが形成できるのか、という実験も行いました。そのほかに、小麦粉を炒めた状態とそうでない状態の小麦粉を使ったホットケーキ作りをし、焼きあがったホットケーキの中心の高さの比較を



して、なぜ高さに違いができたのかを子供たちに考えてもらいました。

野菜は甘いかどうかを検証する実験では、野菜を生で食べ、また種々の加熱によって甘さの感じ方の違いを体験してもらいました。加熱の種類やそれぞれの特性を知る、また野菜に対しての過熱の意味や野菜が持っている酵素の働きについての理解を深められるようにしました。

基本的なクッキー作りの確認ができ、野菜の甘さを体験してもらった後、子ども達にはいよいよ自分たちで砂糖を使わないクッキー作りに挑戦してもらいました。野菜は人参、ブロッコリー、玉葱、ほうれん草の4種類です。それぞれの野菜の甘さを最大限生かせるような加熱方法や切り方、クッキーの生地にもどのように混ぜるのかなど

を考えてもらい、仕上げてもらいました。子ども達の個性が現れ、どのクッキーにも工夫が凝らされ、驚きや面白さを視覚的にも、また食べても感じることでできるものとなりました。子ども達に仕上がった後にどのように作ったのかを発表してもらいました。とても誇らしげに満面の笑みで発表してくれたのがとても印象的でした。

今回もさまざまな実験を体験し、理解を深めていただけるようにクイズや解説をおこなってきました。甘みに対する味覚を広げ、砂糖なしでもおいしいお菓子ができてしまう面白さや野菜甘みはどうすれば引き出せるのか、またどうして甘くなるのかの発見ができ、砂糖の危険性、砂糖との上手な付き合い方などがわかる教室となったことを願います。

## 教室を実施して

甲斐陽子

今回の実験では子ども達が終始飽きることなく、実験や進行役の小林さんの話に興味を持ち参加してくれました。その中で特に子ども達の反応が良かったと感じたものは、市販のジュースに含まれている砂糖の量を示す実験と子ども達自身に行ってもらったクッキー作りでした。

市販の製品にはどのくらいの砂糖が含まれているかを子ども達に示す実験では、まず砂糖と水だけで作られた、糖度 10% の砂糖水と、お店で売られている同じく糖度 10% のオレンジジュースの、子ども達による飲み比べが始まりました。子ども達はオレンジジュースに対しては何の抵抗もなく普通に飲んでいましたが、砂糖水を飲むと、教室全体から一斉に「甘い」「甘すぎる」「甘すぎて飲めない」などの声が。その後、オレンジジュースと砂糖水に含まれる砂糖の量が同じだということを糖度計を使って示すと、子ども達はそれぞれに信じられないといった驚きの声を上げていました。また、市販の乳酸飲料、炭酸飲料、スポーツドリンクなど 500ml のペットボトル 1 本に含まれている砂糖量が、スティックシュガー何本分に相当するかを示すと、子ども達からは再び驚きの声が。また、このときは子ども達だけでなく、後ろに座っているお母さんやお父さん達からも「え、こんなに入っているの」といった、驚きの声が聞かれたり、唖然とした様子が見られました。この実験では、身近にあるスティックシュガーを使用して視覚で砂糖量を訴えることを行いました。このことが、子ども達やお母さんやお父さんたちの興味や驚きを、強く引き出すことができたように思います。

最後に行った野菜の甘さを利用したクッキー作りでは、子ども達が 4 グループに分かれてブロッコリー、人参、玉葱、ほうれん草の中から、1 グループ 1 種類ずつ野菜を選び、その野菜を甘さが十分に引き立つように焼く、煮る、炒めるなど調理して、クッキーの生地混ぜ、クッキーを作りました。

まずは野菜をどのように加工するかを班で話し合いました。子ども達からは「細く切ったほうがよい」「炒めるのが良い」「すりおろしたほうが細くなるよ」など意見が出てきました。このとき、どうすれば野菜の甘さを引き出せるのか？という観点からだけでなく、自分たちがどういう作業をしてみたいかなど、そういった興味から野菜の加工の仕方を選び取っている感じも受けました。ブロッコリーのグループではブロッコリーの一般的な調理法が「ゆでる」というものから、即座に「ゆでる!!」という意見が出てきたようです。また、中には栄養面のことを考えて、人参の皮をむかずに調理することを選択した班もあり、子ども達はさまざまな角度から野菜の調理方法を選択していました。

実際に作業に入ると「野菜を切りたい」「炒めたい」など、調理そのものにもものすごく興味を持ち、自分たちでいろいろなことをやってみようといった感じで、楽しんで作業をしているのが良く伝わってきました。この時の作業は、どのグループも作業を分担したり、全員で代わるがわるに作業を行ったりと、高学年の子供たちやクッキー作り経験者を中心に、素晴らしいチームワークでスムーズに作業をすることが出来ました。子ども達の中には、はじめは砂糖を使わず野菜を使うクッキーに戸惑

いを持った子どももいました（特に生地を丸めるときの手触りや色などに）。しかし、実際焼きあがってきたクッキーを見て、試食をするとそれぞれ自分の班のクッキーが一番おいしいと自信を持っている子ども達の気持ちが伝わってきました。自分のクッキーの試食をし終えた後も「私達の作ったクッキーをもう一度食べることが出来ないの？」と尋ねてくる子がいました。自分たちで“考え”、作り上げたものだからこそ、そのおいしさも、ただおいしいというわけではなく、愛着心もあったのかもしれません。この実験で経験した、自分で作る楽しさや喜びを普段の食事づくりにも是非活かして欲しいと思います。

最後に、今回実験に集まった子ども達は小学校1年生から中学校2年生までと年齢に幅がありました。ですか

ら、進行役の小林さんが行う説明のレベルをどうしたらよいのかで悩みました。実際、小学校1、2年生には少し難しい内容もあったかもしれません。

しかし、グループのみんなで協力し合い、作業を進めていくという点では、この年齢の幅が逆に良かったように思います。年齢が高い子が自然と小さい子をフォローしたり、リーダー的な存在となりグループを引っ張っていったり、または影ながらグループを見守り、さりげなくまとめていたりという姿が見られました。小さい子ども達は、こういったお姉さんやお兄さんたちの行為のおかげもあり、のびのび作業をしていたように感じました。また子ども達の個性が活かされ、どのグループもチームワークが良く、まとまりがあったように感じられました。

◆今回の実験のポイントや、実験からわかることなどをご紹介します。

#### 市販のジュース・おやつのお砂糖量はどのくらい？

| 飲料水名         | 摂取量   | 砂糖量   | 菓子名      | 摂取量      | 砂糖量   |
|--------------|-------|-------|----------|----------|-------|
| コカコーラ        | 360cc | 40g   | ショートケーキ  | 1個       | 29.4g |
| カルピスウォーター    | 350cc | 95g   | あんぱん     | 1個       | 29.0g |
| 果汁 100% オレンジ | 200cc | 21.4g | カステラ     | 50g      | 19.0g |
| ポカリスエット      | 340cc | 22.4g | チョコレート   | 1枚 (38g) | 18.0g |
| ミルク入りコーヒー    | 190cc | 17.3g | カスタードプリン | 1個       | 10.2g |
| コーヒー牛乳       | 200cc | 14.4g | シュークリーム  | 1個       | 6.2g  |
| フルーツ牛乳       | 200cc | 19.8g | ドーナツ     | 1個       | 6.2g  |
|              |       |       | クッキー     | 2枚       | 8.0g  |

注意：商品や大きさによって数値は少々異なります。

#### 100% オレンジに砂糖？

果物から絞った果汁を濃縮して保管・運搬し、製品化するとき水などを加えたものを濃縮還元果汁。保管や運搬の費用が安くなるのと、果物の収穫時期以外にも製品化できるなどの利点があり濃縮される。しかし、元の果汁の体積と製品の体積が同じ場合に100%と表示しているため、原材料に砂糖が入っていても100%と表記されている恐れもある。

#### 他に砂糖が含まれている製品はあるの？

表示ラベルを注意してみると多くの製品にも砂糖が使用される。

##### 例【根菜カレー】（レトルトカレー）

たまねぎ（15g）、にんじん（12g）、ばれいしょ（12g）、だいこん（9.8g）、れんこん（4.9g）、ごぼう（4.9g）、しょうが（0.03g）、にんにく（0.03g）、豚肉（37g）、デキストリン（5.9g）、植物油脂（5.2g）、小麦粉（4.9g）、りんごピューレ（3.0g）、砂糖（1.3g）、水あめ（0.22g）、カレー粉（1.4g）、食塩（1.3g）、トマトペースト（1.1g）、香辛料（0.90g）、マーガリン（0.90g）、酵母エキス（0.60g）、ポークエキス（0.60g）、レモン（0.15g）、調味料（アミノ酸等）（0.58g）、カラメル色素（0.19g）、水（46.1g）、（原材料の一部に大豆を含む）

レトルト食品、納豆、食パン、ドレッシングやめんつゆなどの調味料、ハムなどの加工食品、ファーストフードなどにも含まれ、知らないうちに砂糖を過剰に摂取している恐れがある。

## グルテンとは何？

小麦粉は、約 70% のデンプンのほかに 10 ～ 13% のタンパク質を含み、このタンパク質の大部分はグリアジンとグルテニンという 2 種類のタンパク質で占められる。

この二種類のタンパク質はともに水を吸い込むと膨潤し、特有の粘りを出す性質を持ち、小麦粉に水を加えてよくこねると、グリアジンとグルテニンは水を吸い込んで結合し、分子が網の目のように絡み合って、ゴムのように弾力のある塊になる。このタンパク質の塊をグルテンという。

## 小麦粉に塩を入れるのはなぜ？

食塩を加えると食塩がグリアジンを溶かす性質を持っているため、コシの強い弾力のある生地ができる。食塩の存在はグリアジン分子の粘りを出そうとする力を増すのに役立ち、網目状組織を緻密にする作用がある。また食塩にはたんぱく質分子の集まろうとする力（凝集性）を高め、変性を促進する作用がある。焼き魚、ゆで卵の他、魚のすり身に入れる塩もその例である。

食塩はパンだけでなく、お菓子、麺類など、すべての場合に用いられる基本的な添加物。しかし、てんぷらの衣やケーキ、シュークリーム、パイなどのように、グルテンの形成をむしろ抑えたい場合には食塩は使用しない。

## バターや砂糖がグルテンの形成を阻害するのはなぜ？

粉の粒子のひとつひとつが油で覆われた状態になり、グルテンと水がくっつくのを妨げてグルテンが生成しないように働く。

ケーキに砂糖を入れるのは、甘くするためという理由だけではない。砂糖というのは水を抱え込む性質が高いため、グルテンの分の水分を横取りし、グルテンができるための条件である「水を加える」ことの邪魔をする。

## 小麦粉を炒るとどうしてグルテンが形成されない？

グルテンというタンパク質だけに限らず、タンパク質は加熱・攪拌・味つけ（塩や酢）などによって、分子の結合が壊され、結合を弱められたりする（タンパク質の変性）。たとえば、生卵をゆで卵と言う形に変化させることは、加熱によるタンパク質の変性であり、小麦粉からグルテンを作ることや卵白をメレンゲにすることは、攪拌によるタンパク質の変性に当たる。

余談だが、小麦粉を炒めて作るホワイトソースの粘りはグルテンの粘りではない。小麦粉のデンプン（多糖類）を利用する調理である。デンプンは水を加えて

加熱すると糊化して粘りが生じ、これがホワイトソースのトロみとなる。

## 焼くと炒めると煮るでは素材へ影響はどのように違う？

### 炒めるということ

他の調理との違い：油を加えることで材料に油が絡み、フライパンに接する面積が増え、素材の温度がすばやく、かつ高温に上昇できる。

素材の影響：余計な水分を弾き飛ばし、素材の持ち味や歯ざわりを残す。また、素材が油に覆われるので、ビタミンの損失が少ない。

## 野菜が甘く感じられるのはどうして？

野菜の呈味成分は、糖・有機酸・アミノ酸・核酸関連物質などがある。一般に野菜が持つ糖量は低く、2% 前後から 6 ～ 7% くらいであるが、果糖（砂糖の 1.5 ～ 2 倍の甘さ）、ブドウ糖（砂糖の 5 ～ 8 割の甘さ）及びショ糖が主であって野菜の種類によって甘味が異なる。

たとえば、人参の糖含量は約 3% だが、ショ糖含量が最も高く、果糖がつづく。

## 他の野菜はどのくらい糖質を含んでいるの？

糖質（炭水化物）は、単糖類（ブドウ糖、果糖など）、二糖類（ショ糖、乳糖、麦芽糖など）、多糖類（でんぷん、グリコーゲンなど）の 3 種類に分類される。

次のページの表を参照。

## どうしたら野菜が甘くなるの？

野菜は水分の多い野菜、デンプン質の多い野菜、苦味や辛味成分の多い野菜など特性を持ち、加熱によって甘くなるには、それぞれの特性と深く関わっているようである。

たとえば水分の多い野菜は加熱によって水分が蒸発し、野菜本来が持っている糖の濃度が上昇することであり（その 1）、デンプン質の多い野菜では、デンプンを糖に変える酵素の働きが深く関わり（その 3）、苦味や辛味成分の多い野菜は加熱によりそれらの成分の分解が起きて、甘味の強い成分に変化しているようである（その 2）。

### （その 1）加熱することでどうして野菜は甘くなるの？

加熱による水分の蒸発で糖濃度の上昇や過熱による細胞の破壊や軟化によって生ずるため。

### （その 2）玉葱が甘くなるのは？

玉ねぎの刺激成分である硫化アリルなどのイオウ化



| 種類  |                     | 水分     | 糖質     | 補足                                           |
|-----|---------------------|--------|--------|----------------------------------------------|
| イモ類 | サツマイモ               | 68%    | 29%    | 糖質のうち、糖分（水溶性の二糖類、単糖類を総称して糖分と言う）は2%内外を含み甘味が強い |
|     | ジャガイモ               | 80%    | 17%    | 糖分0.5%内外を含み淡泊な味となる                           |
| 根菜類 | 人参・玉葱など<br>（イモ類を除く） | 65～80% | 15～16% | 人参・玉葱はかなりのスクロース（ショ糖）を含み甘みがある                 |
| 葉菜類 | ネギ・ホウレン草など          | 90～95% | 2～5%   | でんぷんを含まずスクロースなどの単糖類が多い                       |
| 果菜類 | 南瓜                  |        | 8～18%  | 糖質の35%がスクロース、その他グルコースなどを含有している               |
|     | ナス・トマト・キュウリなど       |        | 2～4%   | 完熟したトマトは糖質の大半がスクロースとグルコースで甘みが強い              |

化合物は非常に揮発性の高い成分で、玉ねぎを切った時に涙が出る原因。この硫化アリルは、加熱すると非常に糖度の高いプロピルメルカプタンという物質に変化するため、玉ねぎを加熱することで甘くなる。

その他にも、大根の辛味成分のジアリルサルファイドもまた加熱することで分解し、甘味をもつメチルメルカプタンに変化して甘くなる。

### （その3）サツマイモやカボチャなどが甘くなるのは？

野菜が持っているデンプンを糖に変える酵素の働きによって甘くなるため。この酵素は55～75℃の温度帯で活発に働き、この温度帯が長くなるように調理することで、デンプンから糖分が大量に生成され甘くなる。この温度帯をすぐに通る電子レンジなどの調理法では、デンプンが糖に変わる時間が短く、生成された糖分が少ないため、甘みは控えめになる。

### ジャガイモのデンプン + 大根おろし汁 = 水あめ？

これは大根おろしの酵素（アミラーゼ）の助けを受けて、ジャガイモのデンプンが糖に変わるため。アミラーゼは、デンプン分子中のブドウ糖の結合を切る酵素。アミラーゼが働くとブドウ糖の鎖が短くなり、その結果さまざまな長さのブドウ糖の鎖、麦芽糖、ブドウ糖ができる。麦芽糖やブドウ糖は甘いので、反応が進んでこれらの糖が充分多くなったところで煮つめると水あめができる。ただしアミラーゼは熱に弱く、65度以上になるとアミラーゼが熱変成してしまい働きが鈍くなってしまう。アミラーゼが熱変成する温度以下では、温度が高いほど、化学反応する速度が速くなる。

大根にはデンプン分解酵素が多く含まれているので、デンプンの消化を促進し、胃もたれ、胃酸過多、二日酔い、胸やけに効果的と言われる。

### 砂糖を使わないクッキーのレシピは？

材料：ペースト南瓜またはコーン 70g、バター 90g  
しお 少々、卵 1 個、小麦粉 110g

作り方：

1. バターをクリーム状にする
2. ペーストの野菜をバターと練り合わせる
3. 卵を混ぜる
4. 塩を混ぜる
5. 薄力粉を加えてきるように混ぜる
6. 生地をまとめて冷蔵庫で寝かす（20～30分）
7. オーブンで焼く（目安 180℃ 10～15分）

備考：ペーストの野菜は市販されているペースト冷凍加工食品や缶詰でも茹でて裏ごししたものを使用してもおいしく仕上がる。

