

発行人：NPO 法人市民科学研究室 【会員申し込みを随時ホームページで受け付けています 会員には本誌+折り込み付録が郵送されます】
●〒113-0033 東京都文京区本郷6-18-1 ●Tel&Fax：03-3816-0574 ●ホームページ：http://csij.org/ ●e-mail：renraku@csij.org
■本誌は市民科学研究室のホームページと併せて読んでいただくための月刊のニュースレターです（本体は無料）

今月のテーマ

ナノテクノロジーは「食」を どう変えるのか？

上田昌文

例えばあなたは、次のような食品や包装容器が出現したら、どう思うだろうか？ それを歓迎し、買ってみたいと思うだろうか？ それともなんとなく違和感を覚えて手を出さないでおくだろうか？

- ・ビタミン E や C とともに体内で抗酸化作用を発揮すると考えられている、必須の微量元素セレン（セレンウム）を含む、ナノテクを用いて通常の 10 倍増で摂取できるようにしたサプリメントのお茶
- ・ナノサイズ化する乳化技術を用いて、コレステロールの吸収が起らないようにした食用油
- ・脱酸素能を持ったナノテクナイロンで裏打ちされたボトルに入っているため、鮮度が長く保たれるビール
- ・砂糖の使用を抑えているが、ナノテクを用いて風味を高めた甘いチョコレート

超微細加工技術であるナノテクノロジーを食品分野に應用して、ここに挙げたような新しい食材や包装材を作ろうとする試みが始まっている。そもそも食材をナノサイズにすることが難しいし、たとえナノサイズにできたとしても凝集する性質が強くなるためそれをそのまま維持することも難しい。だが、すでに白金ナノコロイド入りの栄養補助食品が数種類市場に出回っていたり、ナノテクと銘打たなくても例えば果物の香り付けがほどこされた缶酎ハイ（香り分子を乳化剤を使ってナノサイズのコーティングをかけて安定化させる）などですでに應用されているものがいくつもある。ちなみにこの後者の技術は、ナノサイズの領域で界面制御技術により、栄養素材を食品の加工段階から、摂取した後の体内吸収まで安定して供給するものとして、広い應用が見込まれている。

こうした技術を使って、将来は、そのままでは味が悪くて食べられない食材を舌ざわりよく味わうことができるようにしたり、健康を維持するために特定の栄養成分が吸収されやすい食品を作ったりということもさかんに行われるようになるかもしれない。

さらに、ナノのサイズの超微細なセンサーを埋め込んで、食品が腐敗しはじめたら包装材そのものが発色してそのことをいち早く知らせるような材料も開発され、一部の国では實用化されている。

現在はまだ基礎的な開発段階のものが多いとはいえ、欧米の大手の食品企業が本格的に動き出していることもあって、当地の消費者団体や環境 NGO など警戒感を強めているところもある。市民科学研究室では、現在この問題で共同研究の一環として、2009 年～10 年にかけて市民を巻き込んだテクノロジー・アセスメントを試験的に実施することを予定している。次ページの「要点」はそのための布石の第一歩としたい。

■新装版『市民科学』について■

本号（2009 年 1 月号）から新装版となる『市民科学』では、毎月一つのテーマを取り上げ（第 1 ページ「今月のテーマ」）、重要な事実とそのとらえ方を見開きでまとめます（第 2+3 ページ「今月の要点」）。市民研の複数のスタッフが、テーマ内容に応じてメンバーが入れ替わりながら、調査と議論を重ねてこのページを制作します。最終ページでは、従来通り記事・論文・報告を何編か紹介するとともに（これらの本文の全体は、市民研ホームページにおいてどなたでもお読みいただけます）、市民研の最近 1 ヶ月の活動の報告やイベントの案内などを行います。「テーマ」解説や記事・論文は長く資料としてご活用いただけるものを目指していますが、速報性や更新性が頻りに求められる情報（近々開かれる集会やイベント、新刊の文献や論文、主立ったニュースなど）については 4 ページの本体とは別に、付録として折り込むことにしました（この付録は会員の方々にのみ同封・配布し、来月号から「イベント情報」「新刊書籍情報」「雑誌+ウェブサイト論文情報」「時事ニュースクリップ」の 4 点セットが折り込まれます）。『市民科学』は会員の皆さんには紙媒体のものを郵送するとともに、ホームページにも同時に掲載し、過去の記事論文をアーカイブ化して一覧できるようにしています（「市民研アーカイブス」）。ホームページでは「活動日誌ブログ」等において、会員・読者の皆さんへの募集や呼びかけを行うだけでなく、皆さんからのご意見・ご感想を受け付けていますし、会員ならどなたでも参加登録できる「市民研メーリングリスト」では参加者の間で常日頃から気軽な意見交換がなされています。

こうした電子媒体も活用しつつ『市民科学』は一方的な情報提供にとどまらない開かれた議論の場を創り出すことを目指します。新装版はそのことをより強く意識した改変です。皆さんの積極的なご支援とご参加をお願いする次第です。

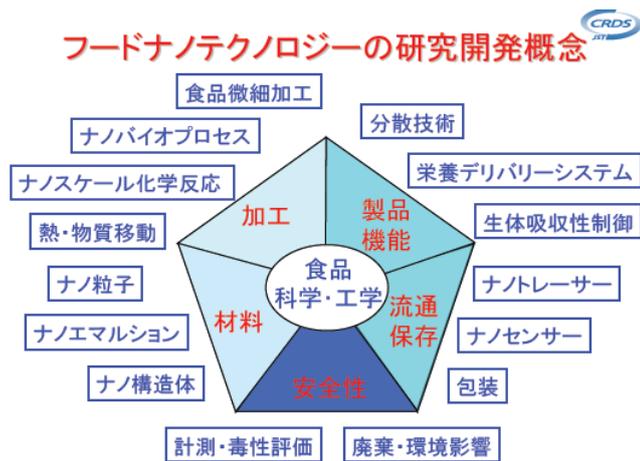
作用メカニズムは解明しきれない点が残るものが多いと思われる。

1 食品ナノテクの必要性は？

1-1 (安全でありさえすれば) 安く、手間のかからない、それなりに美味しい食を大量に生み出す技術は、現在の世の中では受け入れられている。つまり、**多くの人が加工食を利用**している。

1-2 食品加工のどこまでを必要とするかは、なかなか決めがたい。ジャンクフード、ファーストフード、レトルトパウチ等々を“必要”“不必要”で線引きするのは難しい。

1-3 **食品素材のナノサイズ化は食品のナノテク加工の一部**にすぎない。ひょっとすると利用価値が必ずしも大きくない一部かもしれない。「製造工程や保存流過程での劣化の防止」「食品加工の効率化や管理の向上、コストの低減」「味や食感の調整、特定部位での吸収の調整、添加物機能の拡大、健康食品化」など様々な面が考えられる。『[フードナノテクノロジー検討会報告書](#)』(平成 20 年 1 月 30 日開催、JST 研究開発戦略センター)では、次の図でその広がりを提示している。



1-4 基本的には、小腸上皮細胞から取り込まれる栄養素はすべてナノサイズにまで分解・分散されて吸収されるので、これまで摂取してきた食品成分[従来成分]に関しては、ナノサイズ化して大きな問題が生じるとは考えにくい。

1-5 従来成分のナノサイズ化は、次の2つのパターンがある。
(1)消化・吸収以外の目的でナノ化している
(2)自然の状態では消化吸収されない・されにくいものを、吸収される・されやすいようにする

1-6 これまで口にすることがなかったものをナノ化によって“食品化”することも考えられなくはない。例えば、食物繊維を吸収可能な栄養素に変えることができれば、食糧危機への対応策になるとみなされるかもしれない。

1-7 **消化吸収のメカニズムはすべてわかっているわけではない**。それでも私たちは食べている。ナノ化した食品でも、その効用はある程度ははっきり証明することができて、

「必要ない」と言い切るには加工食に対する基本的スタンスの転換が必要なのではないか。

2 食品ナノテクのメリットは？

2-1 メリットは一概には言えない。様々な面があり、しかも消費者・利用者側の価値観と関わる面もある。基本的には、1-3で示したようなことだと思われる。**加工の行き過ぎ**は、安全面を別にしても、**メリットがデメリットに転ずる可能性**を持っていないとは言えない。

2-2 消費者の嗜好に合う色彩・香りづけや制御、栄養素への転換や調整や生体吸収性の制御、高効率の乳化(ナノエマルジョン)、高安定性、食品中の危険な病原体を除去する添加物、製造工程での栄養成分やナノ粒子の安定性保持、食品保存用包装の強度やバリアー性の向上、生分解性、腐食や雑菌などを検出するパッケージ技術・センサー技術(味、匂い、毒素検出)、トレーサビリティ技術……などが想定されている。**多岐にわたる技術**を見渡しながら、「機能強化食品」「栄養補助剤(サプリメント)」「食品添加物」「食品接触器材(銀のナノ粒子を抗菌剤に使ったまな板など)」「包装材」……といった**類別を整合性のあるもの**にしていく必要がある。

2-3 そのためにも、[inventory of consumer products](#) (The Project on Emerging Nanotechnologies: Woodrow Wilson International Center for Scholars and the Pew Charitable Trusts) のようなナノテク消費財の総覧目録が求められる。このサイトでは、2008年8月時点で803品目(うち食品関連は80品目)を載せている。日本では、産業技術総合研究所の[ナノテクノロジー消費者製品一覧](#)があるが、網羅的ではない。

2-4 ある機能についてみればメリットであるけれど、**場合によっては全然別の面でデメリットやリスクを生じることがある**、という点をどうとらえるかが問題になる。例えば、腐敗を検出するセンサー機能を持たせたパッケージなどは歓迎すべき技術にみえるかもしれないが、包装材中のナノ粒子が食品へ移行して何らかの健康被害を生じる恐れがないとは言えない。

(安全面を確保できれば) メリットはいろいろあるだろう。ただそれが多くの人を受け入れるものになるかどうかは、ケースバイケースで判断するしかないだろう。

3 食品ナノテクのデメリットは？

3-1 様々なナノ粒子の検出・計測技術が確立しないことには**リスクの定量化(安全性試験の十全化)**は難しい。

3-2 原則論として、「細胞内に取り込まれることは決してない」ことが確認されない限り、ナノ化された添加剤の類(従来成分をナノ化した食品以外のもの)の使用が拡大すれば、それだけ

一層そうした人工な成分に曝露し、取り込んでしまうチャンスも増加する。

3-3 現在、欧米の食品産業で商業的に使用されているナノ物質のうち、たとえば、ナノサイズの二酸化チタン（食品添加物、食品包装の抗菌剤、紫外線保護剤）、銀（包装・容器、まな板、冷蔵庫の抗菌剤、健康食品）、亜鉛（栄養添加物、容器の抗菌剤）、二酸化シリコン（容器包装）などでは、毒性が示された動物実験データが存在する。しかしそれらに、**実際にヒトがどれだけ曝露し、取り込まれ、毒性を発揮するかは十分に明らかになってはいない。**

3-4 製品化やその普及の度合いに違いはあれ、欧米でも日本で現時点で総じて言えることは

(1)工業的に作られたナノ物質が食品、食品添加物、健康食品、食品容器包装として使用される前に求められる、**ナノに特化した安全性テストは今のところ存在しない**

(2)したがって、現在流通している製品に関しては、安全性について科学的不確実性がある

(3)それを気にする人の中には食べることを望まない人もいるだろう

(4)しかし、食品中及び容器包装中のナノ成分や使用ナノ技術の表示を定めた法律はないので、**ナノフリー食品**（ナノ粒子を含まないもの、ナノ技術を使っていないもの）**を食べるための選択を十分にはなしえない状況に**、消費者は置かれている

3-5 （食品関連ではないが）ノーベル賞級の発明で非常に広範な応用が見込まれるナノ物質であるカーボンナノチューブが、アスベストと似た毒性（肺の中皮腫など）を発揮しかねないこと示すデータが最近相次いでいて、その動向が注目される。

3-6 安全面の不確実性に加えて、**有効性の面でも、場合によっては十分な検証がないまま商品として流通**する恐れがある。いわゆる健康食品やサプリメントの氾濫を見るように、医薬品でないものに対する厳格な法規制は難しく、表示も曖昧なものが多い。無害ではあるものの「ナノ」を謳っているながら実際は何の効用もない、といった商品にどう対処するかを考えておくことも必要であろう。

次のような事態が、デメリットの最たるものだろう。ナノ食品関連商品の無秩序な氾濫が災いして中に健康被害事件を引き起こす粗悪品があり、ナノ食品全体への拒絶感が強まること。安全性が十分に確認されないまま（検査法が確立しないまま）、摂取されるナノ物質が多くなり、その中には深刻な慢性疾患をもたらすものが含まれていることが被害が出てから判明すること。こうしたことをいかにして回避するかがナノテク食品の課題だろう。

4 各国の動向は？

4-1 <国際機関>国連のFAOとWHOがこの問題に関わっている。現在までに規制勧告などを出しているわけではないが、「生産→加工→流通→消費」の food chain でナノテクがどう

使われるかを整理しつつ、特にその食の安全面への寄与の検討に焦点をあてて、国際的な専門家会議を2009年6月1日～5日に開く（ローマのFAO本部にて）。

4-2 <米国の動向> **FDA ナノテクノロジー・タスクフォース (TF)の報告書** (Nanotechnology: A Report of the U.S. Food and Drug Administration Nanotechnology Task Force, 2007年7月)によれば、FDAは上市前に承認が課されているもの(医薬品、生物製剤、食品添加物、着色料)については規制の権限を持つが、上市前の承認が課されていないもの(一般食品、安全可食成分、サプリメント、化粧品)については、監督をするに十分な権限を持ち合わせていない。(1)現行法の枠内で、(2)科学的知見を蓄積しながら、(3) **事業者の自発的取り組みを重視**し、(4) ケースバイケースで、対応する傾向が強い。

4-3 <EUにおける動向>EUでは**新規食品規則** (Regulation (EC) No 258/97 (the 'Novel Foods Regulation')) の改定案が検討中であり、新規食品の「定義」の中の「新しい生産プロセス」にナノテクが対象となる形で採択される可能性が高そうである。そうすると、**ナノテク食品が事前承認**（および場合によっては販売後のモニタリング）の**対象**となる。

4-3 <業界等における自主規制の動き>

・英国土壌協会が自らが認証する有機製品で、**ナノ材料の使用を禁止する方針**を打ち出した（2008年1月）。

・スイスの2大生協である Migros と Coop が「行為規範 (Code of Conduct)」を採択し、食料品ならびに包装の製造業者に**ナノ製品に関する詳細な情報を提供することを義務づけた**（2008年4月）。

4-4 <市民団体などの動向>

・環境団体の「地球の友」は報告書 **Out of the laboratory and onto our plates: nanotechnology in food and agriculture**（2008、翻訳は化学物質問題市民研究会のホームページに掲載）において、(1)表示を義務化、インフォームドチョイスの必要性、企業の透明性の向上の必要性、(2)法制度の見直し（既存の法体系では管理できない、ナノ材料は新たな物質として規制すべき、ナノの定義を300nmにするべき等）、(3)持続可能な食と農の観点の必要性、(4)意思決定には公衆参加が必須、といったことを主張。こうしたことが実現されるまで、**ナノ製品市場化の一時的禁止**を求めている。

・日本では、ナノトライ実行委員会+北大科学技術コミュニケーター養成ユニットの主催で開かれた「ナノテクノロジーの食品への応用についてのミニコンセンサス会議」によって、参加した一般市民10名による**「未来の食への注文」**が提言としてまとめられた（2008年10月）。研究開発する側、食品産業への建設的な提言を含んでいて、注目される。

もし「一律の禁止や市場からの引き上げは合理的ではない」とするなら、「不確定要素を残しながら市場化を部分的に許容することになるが、であれば、企業からの情報の開示や商品表示、被害・事故の防止策を含めた、市民の納得のできる、食品へのナノテク応用の推進ならびに規制に関する合理的方針・方策が求められるだろう。

今号の記事論文から

市民科学研究室が毎月提供する記事・論文はすべて、どなたでもホームページからダウンロードできるようにしています。今月は3本を掲載します。

まず、**五島綾子**さん（サイエンスライター、元静岡県立大学教授）の新連載『科学技術コミュニケーションを問う』の第1回目★「**科学技術を市民の手に**」です。この連載は、連載を読んだ市民科学研究室のスタッフや会員との意見交換を何からの形で反映させつつ執筆していただくよう五島さんをお願いしていますので、皆さんからの意見をどしどしお寄せいただければと願っています。ご期待ください。

次に、**小林剛**さん（環境医学情報センター・代表、元カリフォルニア大学環境毒性学部教授）の★「**米国におけるナノテク化粧品問題とわが国の現状**」です。ここに訳出された米国の消費者ユニオンの『コンシューマー・レポート』の関連記事が指摘するとおり、化粧品の含有ナノ成分表示の適正化は、日本でも厳しく問われなければならない問題です。これは、英国の同様の団体である Which? が出した話題の報告書 **Small Wonder? Nanotechnology and Cosmetics** (67の化粧品会社に対する書面調査の報告と提言、2008年11月)も併せ読んで、日本の消費者団体が対策を打ち出す際の手がかりにしてほしいと思います(現在翻訳中、次号に要約を掲載予定)。

そして、市民研代表の**上田昌文**が最近行った、3つのメーカーの★**IHクッキングヒーターの最新機種種の電磁波計測の結果**を報告します。

書評原稿を募集します！

次の本の書評を募集します(原稿料3000円、締め切りは2月10日)。詳しくはホームページの「活動日誌ブログ」をご覧ください。

- 悪夢の医療史—人体実験・軍事技術・先端生命科学 (勁草書房 2008年10月)
- 私たちの地球は耐えられるのか? 持続可能性への道(中公新書ラクレ 301、2008年12月)
- 未来のモノのデザイン ロボット時代のデザイン原論 (新曜社 2008年10月)

新しい研究会が発足しました

「**科学コミュニケーションツール研究会**」です。科学コミュニケーションにおけるいろいろなゲーム手法を整理し、改良し、新たに開発をしていきます。関心のある方はご連絡を。

こんな団体・サイト・ブログに出会った！

- とにかく、覗いてみてください……。毎月4つを紹介。
- **科学読物研究会** 40年の蓄積がすごい。充実した会報に唖然。子供向けの良質な読み物は大人にも非常に有益。
 - **Madison's Nano Cafe** ナノテクに関する最新情報が網羅されているように見える? 更新頻度がすごい。
 - **ミツカン水の文化センター** 水に関する豊富な話題。インタビュー集は特に面白い。
 - **科学をちょいびき!** 多角的に科学をとらえた、短い読み切りの入門エッセイメルマガ。イベント報告もある。

市民研 関連イベント

詳しくはホームページをご覧ください。

- **1月29日(木) 18:30~** 「携帯電話電磁波から子どもを守ろう! ~専門家たちから続々とあがる、脳腫瘍リスクの警告をどう受け止めるか」@アカデミー文京・学習室
- **2月8日(日) 14:00~** お味噌づくり講座@向丘アカデミー・実習室【要要約、20名まで】
- **2月15日(日) 10:30~** 子ども料理科学教室「保存食のわざ」(仮題) @駒本小学校・家庭科室
- **2月15日(日) 14:00~** シンポジウム「坂下栄さんのとりくんでいたこと」@東京ウィメンズプラザ

先月の市民研 (2008年11月~12月)

会員の皆さんにはすでにお届けしましたが、市民研の活動を紹介した新しいリーフレットと★『**年次報告書2008**』を発行しました。後者では、これまで15年に及ぶ活動をスタッフが振り返り、多くの方々から寄せられた応援のメッセージも掲載しています。11月22日~24日にはサイエンスアゴラ2008(於:お台場)で、**食育体験ブース(3日間)**と新作の**ワークショップ「科学技術の地平線 市民からのイノベーション発案**」(最終日、80分)を実施しました。前者は、すでに4月のアースディ、8月のエコイベントでも行ったものですが、味覚実験や発酵食クイズなどは相変わらず好評で、市民研の十八番の出し物になりつつあります。後者は40名限定のところ16名の参加者が集まり、非常に密な意見交換ができました。「想像力を刺激して、これからどんな技術が求められるのかをどんどん発案する」のに有効な手法を編み出すことに成功したという感触を持っています。リクエストがあれば、どこでも出前をしますので、お声がけください。「子ども料理科学教室」は新作の「**豆や卵がカラダに変わる?!~たくさんの顔を持つタンパク質の不思議~**」を実施(12月6日)、TBS ラジオの取材も入ったりで賑やかな教室となりました(次号で概要を紹介)。次回は2月15日(土)に「**保存食**」についての講座を開きます。低線量被曝研究会もようやく研究テーマが定まってきました。3月にはメンバー一同が広島を訪れ、原爆投下直後の日本の科学者たちの動きや、日米合同の原爆調査の基礎資料などを再点検することになりそうです。ナノテクリスク研究会は、助成を受けての共同研究において、今月号で紹介した「食品とナノテク」の調査を、ことに今後は「**表示**」の問題に焦点をあててすすめていきます。

広報サポーター/ML参加者を募集中!

- 【会員へのお願い】リーフレットや『市民科学』をいろいろな所で配ったり、人が集う場所に置いたりできる方を募集!
 - 【会員へのお願い】市民研メーリングリスト(現在40数名)に加入して、いろいろな意見のやりとりしたい方を募集!
- 以上、詳しくはホームページをご覧ください。

四角で囲った資料(□□□□)は、その資料名などを入力して検索すれば本体そのものを簡単にPDFファイルなどでダウンロードできます。★を付けたものは、市民科学研究室のホームページに掲載しています。お問い合わせくだされば、どの資料につきましてもより詳しい紹介をさせていただきます。