

# リスク評価・環境

ナノ物質リスク評価

水の安全



# 過大ではない現実的な暴露シナリオでの評価が可能

## 室内製品の化学物質のリスク評価ツール ICET

- 室内製品からの吸入、経皮、経口（ハウスダスト経由）暴露を推計
- 混合物（洗剤等）だけでなく成形品（家電、家具等）からの暴露を推計
- 日本全国の世帯・住民の暴露分布を推計

### 研究のねらい

室内製品に含まれる化学物質による健康影響（シックハウス症候群等）や製品事故等は依然解決しておらず対策が必要ですが、それらの暴露を評価する場合、現実的な暴露シナリオやデータが欠如しており暴露を過大に評価している可能性があります。そこで日本の実情に沿ったデータを搭載し、日本全国の暴露分布評価にも対応した、事業者や行政が実務に使用できる室内製品暴露評価ツール（ICET）を開発しました。

### 研究内容

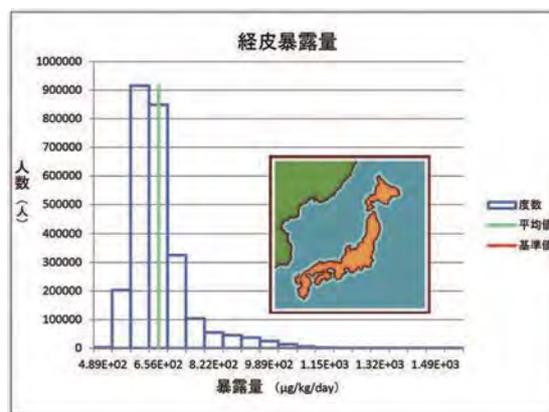
近年、大気や河川、海洋に加えて、室内での消費者製品からの化学物質暴露の問題が顕在化してきています。しかし、室内製品からの暴露については現実的な暴露シナリオが未整備であり、放散量や移行率等の基礎データが欠如しているため暴露を過大に評価している状況です。業界ヒアリングやアンケートを通じて我が国の実態に基づいたデータセット（住宅、人、製品、用途）を搭載し、日本全国の暴露分布を推計可能な暴露評価ツールを開発しました。



皮膚、ハウスダストへの移行量を推計

### 連携可能な技術・知財

- ・ 企業での製品開発における、製品の様々な使用状況下での暴露評価
- ・ 非意図的に製品に混入・含有した物質の評価
- ・ REACH 登録時の事前評価
- ・ 知財登録番号：H28PRO-1993
- ・ 本研究の一部は、経済産業省受託事業の「平成27年度化学物質安全対策（製品含有化学物質の暴露評価手法開発に関する調査）」等により行われたものです。



日本全国の世帯・住民の暴露分布を推計

- 関連技術分野：環境リスク評価、ソフトウェア、生活安全
- 連携先業種：製造業（化学）、製造業（電気機器）

東野 晴行／梶原 秀夫  
安全科学研究部門  
連絡先：eneenv-ic-ml@aist.go.jp  
研究拠点：つくば

産総研

# リスク評価なくしてイノベーションなし ナノ材料のイノベーションを支えるリスク評価技術

- 多様なナノ材料を現実社会で管理するための効率的なリスク評価技術
- 企業、大学、外部機関、産総研の他ユニットとの連携。国際機関への発信
- 事業者による自主安全管理と行政的な管理枠組みにおける活用

## 研究のねらい

ナノ材料は、多方面での技術革新やイノベーションへの期待がある一方で、リスクを適切に管理することが求められています。しかし、ナノ材料は、同じ組成であってもサイズや形状などの違いによる多様なバリエーションが存在するため、その全てに詳細なリスク評価を行うのは現実的ではありません。リスク管理の両輪である事業者による自主安全管理と行政的な管理の枠組みの構築に向けて、効率的・簡易なリスク評価技術を開発し、国際機関へ発信するなどして、ナノ材料のイノベーションを支援していきます。

## 研究内容

### 【事業者による自主安全管理技術】

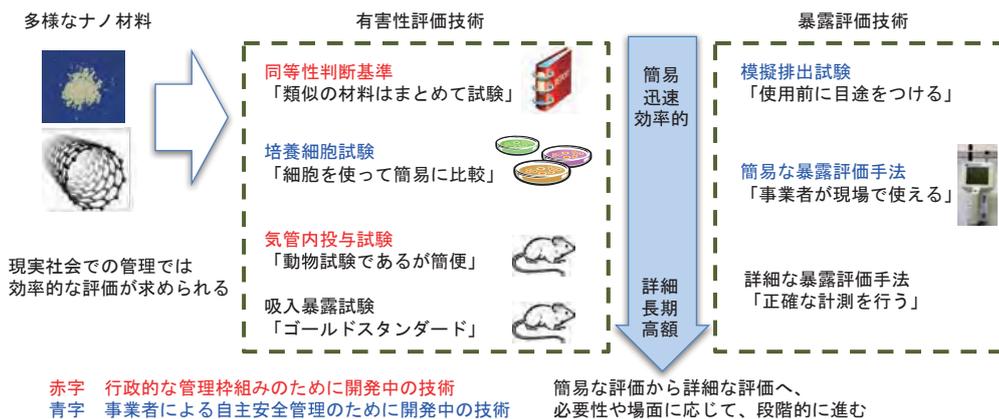
単層カーボンナノチューブ等を対象として、細胞試験による簡易で迅速な有害性評価手法と、簡便な計測手法と暴露濃度の予測手法からなる暴露評価手法を構築します。

### 【行政的な管理枠組みのための有害性評価技術】

ナノ材料の初期有害性情報を得るための比較的簡便な手法として気管内投与試験を用いることを確立するとともに、類似のナノ材料を一括りで評価するための「同等性判断基準」を構築します。

## 連携可能な技術・知財

- ・事業者による自主安全管理技術（細胞試験による有害性評価、簡便な暴露評価）
- ・効率的な有害性評価技術（気管内投与試験方法、同等性判断基準）
- ・本研究は、NEDO 受託研究「低炭素社会を実現するナノ炭素材料実用化プロジェクト」、経済産業省受託研究「ナノ材料の安全・安心確保のための国際先導的安全性評価技術研究の開発」によります。



- 関連技術分野：ナノ材料、リスク評価、有害性評価、暴露評価
- 連携先業種：製造業(化学)

蒲生 昌志  
安全科学研究部門  
連絡先：eneenv-ic-ml@aist.go.jp  
研究拠点：つくば



# まずは簡便なスクリーニング試験から

## ナノ材料の吸入毒性の評価方法：気管内投与試験

- 大規模設備なしで、気中ナノ粒子による有害性評価を可能に
- 様々なナノ材料での試験を実施し、試験方法の標準化を検討
- 事業者による自主管理と行政的な管理の枠組みで活用

### 研究のねらい

ナノ材料は、一般の化学物質と違い、同じ化学組成でも、サイズ、形状、比表面積などの物理化学特性により、有害性が異なる可能性が指摘されています。そのため、企業の自主管理及び行政による管理において、非常に多くの有害性試験を行わなければならない可能性があります。一方、エアロゾルを吸入させて評価する吸入暴露試験は、大掛かりな設備を必要とし、手間とコストが課題となっています。本研究では、安価・簡便に有害性のスクリーニング手法として、気管内投与試験の標準化を目指しています。

### 研究内容

気管内投与試験は、ナノ材料の分散液をラットなどの試験動物の気管内に投与する方法です。大規模な施設が必要となる吸入暴露試験と比べて、安価かつ簡便です。

吸入暴露試験と気管内投与試験の結果を比較すると、類似の結果が得られます(右表)。

また、物理化学特性の異なるナノ材料について試験を実施して、物理化学特性と有害性との関連を評価できます。さらに、肺に入ったナノ材料が、どの臓器へ分配・蓄積するかを評価できます(右図)。

これらの検討に合わせて、気管内投与試験の手技や手順の標準化を進めています。

### 連携可能な技術・知財

- ・ 効率的な有害性評価技術(気管内投与試験)
- ・ ナノ材料の体内動態評価技術
- ・ *J. Appl. Toxicol.* 35 (2015): 623-630.
- ・ *Nanotoxicology* 8 (2014): 132-141.
- ・ *Toxicology* 325 (2014): 1-11.
- ・ 本研究は、経済産業省受託研究「ナノ材料の安全・安心確保のための国際先導的安全性評価技術研究の開発」により行われています。

- 関連技術分野：ナノ材料、有害性評価、リスク評価
- 連携先業種：製造業(化学)

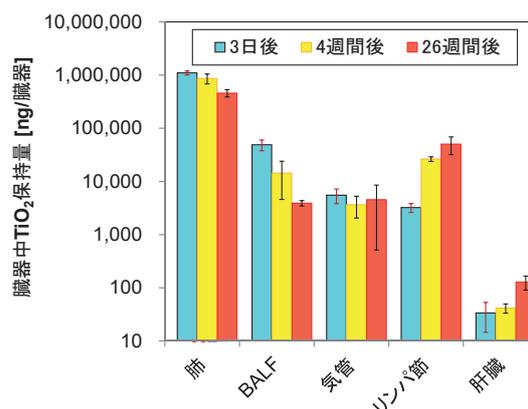
篠原 直秀  
安全科学研究部門  
連絡先: eneenv-ic-ml@aist.go.jp  
研究拠点: つくば

産総研

肺炎症に関わる マーカー*	吸入暴露試験			気管内投与試験		
	NiO	TiO <sub>2</sub>	CeO <sub>2</sub>	NiO	TiO <sub>2</sub>	CeO <sub>2</sub>
総細胞数	↑	→	↑	↑	↑→	↑
好中球数	↑→	→	↑	↑	↑→	↑
LDH濃度	↑→	→	↑	↑	↑→	↑
CINC-1濃度	↑→	→	↑	↑	↑→	↑
HO-1濃度	↑→	→	↑	↑	↑→	↑

\* BALF(気管支肺胞洗浄液)中の測定値  
↑: 上昇、→: 変化なし、↑→: 初期に上昇

気管内投与と吸入暴露の結果の比較(産業医大)



気管内投与後の各臓器への移行とクリアランスの例

# 取扱現場と応用製品の安全性評価をお手伝い

## ナノ炭素材料の排出暴露評価：自主安全管理を支援

- 飛散したナノ炭素材料の計測技術の開発
- 作業環境計測や模擬排出試験の実施
- CNTの作業環境計測の手引き（日本語版・英語版）の公開

### 研究のねらい

カーボンナノチューブ（CNT）等のナノ炭素材料は、革新的素材として注目される一方、新規材料ゆえにその安全性の評価や適切な安全管理が望まれています。そこで、ナノ炭素材料及びその応用製品のライフサイクル（製造、加工、使用、廃棄等）におけるナノ炭素材料の排出・暴露の状況を把握するための技術開発や作業環境計測・模擬排出試験を行っています。

### 研究内容

- (1) 飛散したナノ炭素材料を計測する技術の開発を行っています。
  - ・ 熱炭素分析による定量条件等の検討
  - ・ 簡易な計測器の有用性（応答）の評価
  - ・ 電子顕微鏡観察のための捕集方法の検討
- (2) 作業環境計測や模擬排出試験を実施しています。
  - ・ ナノ炭素材料の製造・取扱い
  - ・ ナノ炭素材料の応用製品（複合材料等）の製造・加工・使用・廃棄
- (3) 「CNTの作業環境計測の手引き」を無償公開して、技術相談を行っています。

### 連携可能な技術・知財

- ・ 作業環境計測や模擬排出試験の実施や相談
- ・ CNTの作業環境計測の手引き（2013）
- ・ *J. Nanopart. Res.* 15 (2013) 2033
- ・ *J. Phys.: Conf. Ser.* 429 (2013) 012057
- ・ *Aerosol Sci. Technol.* 48 (2014) 758
- ・ *J. Phys.: Conf. Ser.* 617 (2015) 012014
- ・ *J. Phys.: Conf. Ser.* 617 (2015) 012028
- ・ 本研究は、NEDO・低炭素化社会を実現する革新的カーボンナノチューブ複合材料開発（平成22～26年度）および低炭素社会を実現するナノ炭素材料実用化プロジェクト（平成26～28年度）により行われたものです。

- 関連技術分野：環境計測、リスク評価、ナノ材料、複合材料、コンポジット
- 連携先業種：製造業（化学）、製造業（ゴム製品）

小倉 勇  
安全科学研究部門  
連絡先：eneenv-ic-ml@aist.go.jp  
研究拠点：つくば

#### 飛散したナノ炭素材料の計測技術



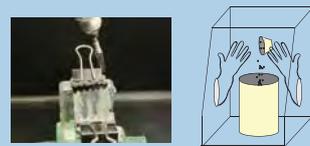
#### 作業環境計測

- ◎ 許容濃度との比較
- ◎ 暴露管理対策の必要性や効果を確認



#### 模擬排出試験

- ◎ 飛散粒子の濃度、サイズ、形態の把握
- ◎ より安全な材料・用途の開発を支援



#### CNTの作業環境計測の手引き

- ◎ 計測方法および事例の紹介



排出・暴露評価の概要

# 太陽光だけで途上国の飲料水クオリティを向上

## 途上国向け飲料水浄化用ソーラーリアクター

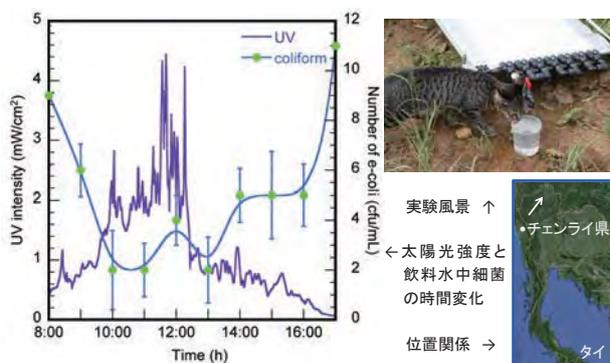
- 電力を一切使わず太陽光だけで飲料水を浄化
- 限界まで単純化することでトラブル発生を低減
- ユーザーに経済負担を求めないメンテナンスフリー

### 研究のねらい

途上国農村部では安全な飲料水の入手が困難な事例が数多く存在します。水ビジネスが進むことで却って安全な水から遠ざけられ、飲料水の購入や浄化システムの導入ができない経済的な問題を抱えている人々に、太陽光を利用して飲料水を浄化するシステムを提供することを目的とし、その性能や安全性の評価だけでなく、その性能低下の原因の解明やその抑止のための要素研究をしています。途上国でシステムを使う場合にはどのような環境で使われるかも大きな要素であり、実環境を調査した上でシステムの最適化を図っています。

### 研究内容

光触媒による水処理では、処理すべき物質の種類、濃度、及び水そのものの組成を検討する必要があります。システム開発を続ける傍ら、実際の現場の調査を行い、途上国における最大の汚染成分である細菌の数、及び水中に含まれるミネラル成分の調査を行います。これらデータを元に、光触媒で処理できる飲料水量、および水中ミネラル成分により制限を受ける光触媒能から計算し、光触媒ソーラーシステムのリアクターサイズを決定します。水中ミネラル成分については、その成分毎に光触媒能にどのような影響を与えるかを検討しています。

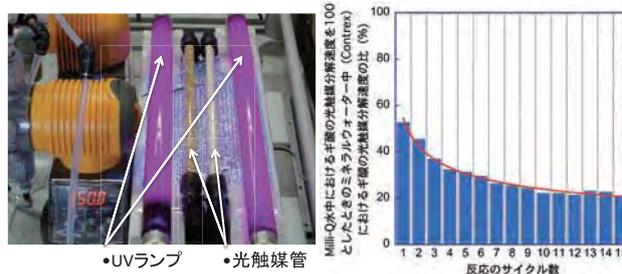


タイ・チェンライ県の少数民族集落で実施した現地試験

### 連携可能な技術・知財

- ・ 現地調査に基づく飲料水品質情報
- ・ 光触媒による水処理の測定・評価
- ・ システムデザイン

試験用光触媒リアクター



水中ミネラルの光触媒に与える影響の評価

- 関連技術分野：光触媒、太陽光、水処理、水資源
- 連携先業種：製造業(化学)、製造業(機械)、建設業、医療・福祉業

根岸 信彰  
 環境管理研究部門  
 連絡先：eneenv-ic-ml@aist.go.jp  
 研究拠点：つくば



# その場で水の安全性を評価できる新しい計測技術の開発

## 水の安全性確保に貢献する水質の迅速簡便な計測技術

- 低コスト・メンテナンスフリーの連続監視技術
- 生物応答を利用した生体影響評価技術
- 計測技術の標準化及び国際化にも貢献

### 研究のねらい

水質管理のために数多くの分析法が開発されて、必要に応じて標準化が進められています。また水処理の現場では、連続監視のための計測機器が備えられており、水質に異常が発生した場合には速やかに対策が施されるようになっています。しかし、既存の計測機器あるいは分析装置は、コスト、メンテナンス、前処理及び測定時間などにおいて、まだ多くの課題があり、新しい計測技術の開発が求められています。私たちは、こうした課題を克服するために新しい水質計測技術の開発や標準化を進めています。

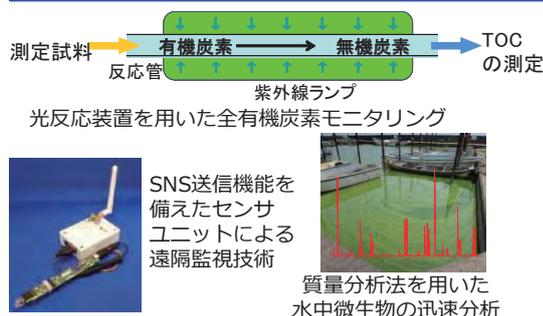
### 研究内容

迅速簡便な水処理に関する分析・モニタリング技術を開発するために、光反応を利用した水中の全有機炭素量を計測する技術や得られたデータを連続監視する技術の開発を行うとともに、環境水に生息する毒性微生物や水処理において微生物分解処理に関わる微生物群集を迅速に解析評価する技術の開発に取り組んでいます。また、環境水や処理水中の化学物質による生体への影響を電気化学的手法や分子プローブあるいは動物細胞を利用して評価する技術開発を行っています。このように、次世代の水計測技術の開発に取り組んでいます。

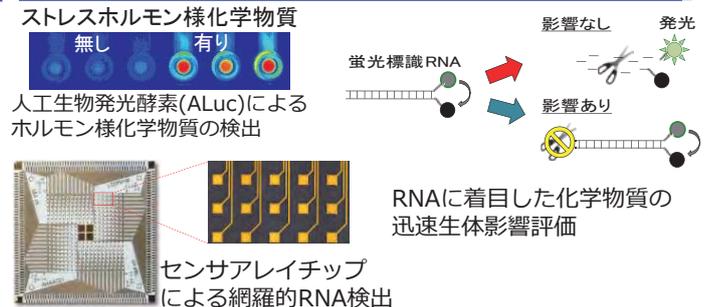
### 連携可能な技術・知財

- ・ 特許第 3268447 号 (2002/01/18)
- ・ 特許第 4538604 号 (2010/07/02)
- ・ 特許第 4818981 号 (2011/09/09)
- ・ 特許第 5334136 号 (2013/08/09)
- ・ 特許第 5110573 号 (2012/10/19)
- ・ 特許第 5553326 号 (2014/06/06)
- ・ 特許第 5454858 号 (2014/01/17)
- ・ 特開 2015-27290 (2015/02/12)

#### 水処理に関する分析・モニタリング技術



#### 水中の化学物質の生体影響評価



水循環を評価するために開発を進めている様々な計測技術

- 関連技術分野：環境計測、分析技術、モニタリング、水質分析
- 連携先業種：製造業(化学)、製造業(医薬品)、製造業(精密機器)、電気・ガス・水道業

佐藤 浩昭 / 中里 哲也 / 野田 和俊 / 青木 寛 / 金 誠培 / 谷 英典  
 環境管理研究部門  
 連絡先：eneenv-ic-ml@aist.go.jp  
 研究拠点：つくば

