

(1) ナノ材料は安全な物質でしょうか そのリスクをどう考えたら良いでしょうか

作成 2017.2.8 / 改定 2022.1.11

■回答

(1) 「安全」とは何でしょうか。

ISO (国際標準化機構) では、2014 年国際基本安全規格 (ISO/IEC GUIDE51) において、安全の基本概念を明確化しています<sup>1)</sup>。具体的には「安全」を以下のように定義しています。

安全 (Safety) : 許容できない「リスク」が無いこと (freedom from risk which is not tolerable)

それでは「リスク」をどう定義しているのでしょうか。

リスク (Risk) : 「危害」の発生確率及びその「危害」の程度の組み合わせ

(combination of the probability of occurrence of harm and the severity of that harm)

また「危害」と「危険性」については以下のように定義しています。

危害 (Harm) : 人の受ける身体的傷害もしくは健康傷害, または財産もしくは環境の受ける害 (injury or damage to the health of people, or damage to property or the environment)

危険性 (Hazard) : 危害の潜在的な原因 (potential source of harm)

私たちはしばしば、安全を「絶対安全」と考えがちですが、ISO は「絶対安全は存在しない事」を明確に宣言しており、「許容可能なリスク」という概念を取り入れています。

つまり「危険性と利便性を考慮して許容可能と判断した場合、そのリスクを受け入れて、それを安全とみなす」事にしており、安全といってもリスクはゼロではなく、リスクが残っている事を理解する必要があります。

この事は身近な例で理解する事ができます。

例えば自動車はどうでしょうか。

日本では年間約 2000 人を超える人々が交通事故で亡くなっており<sup>2)</sup>、そこだけを捉えれば非常に危険性の高い機械 (乗り物) です。しかし私たちは「自動車はその危険性より利便性の方が勝っている」とそのリスクを受け入れており、結果として我が国には 7000 万台以上の自動車が走っています。

また私達が日頃食べたり飲んだりしている身近な食品でも、過剰な摂取で死に至ります。

最近米国で示された LD50 (半数致死量) によれば、水は 6 リットル、塩は大さじ 16 杯、コーヒー 120 杯、チョコバー 85 本、アルコールは 13 ショットが致死量とあります<sup>3)</sup>。

私たちは、コーヒーやチョコバー、アルコールはともかく、水や塩は人間には不可欠な (高い利便性、有用性がある) 食物として積極的に摂取していますが、これらの身近な食物でも過剰摂取すれば危険性がある、と言う認識を持つ必要があります。

(2) ナノ材料のリスクをどう考えたら良いでしょうか。

ナノ材料の一例として、CNT の場合を考えてみましょう。

ISO の定義に従い「CNT の危険性と利便性を考慮して許容可能と判断した場合、そのリスクを受け入れて、それを安全とみなす」事を考える必要があります。

この事は言い方を変えると、

「CNT を安全とみなせるだけの『許容可能なリスク』を判断するために、危険性と利便性を把握する必要」があります。

まず CNT の有害性 (危険性) については、これまで世界各国で評価が進められていますが、なお未解明の部分が多く存在しています。特にナノサイズ (長さ、太さ)、状態 (一本一本か、束構造か、凝集塊か) に、CNT 特有の有害性があるのかについて、精力的に研究が進んでいます。

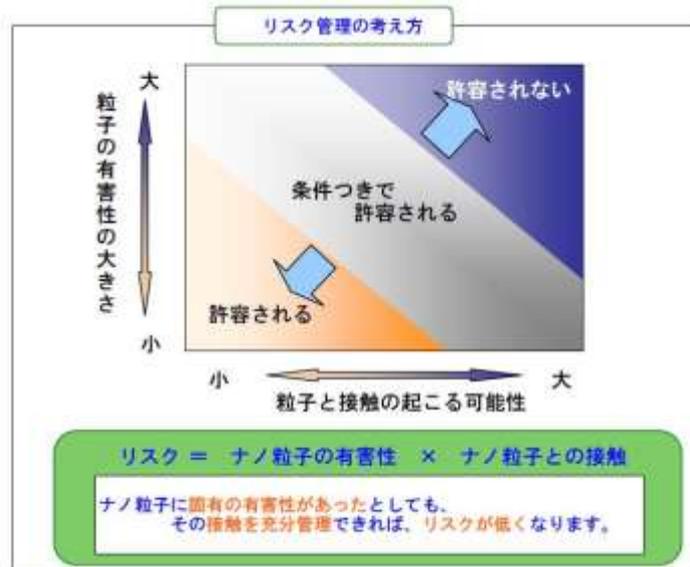
→例えば FAQ「CNT に発がん性はあるのでしょうか」を参照。

一方、利便性、有用性については、2000年代初頭より世界各国でCNT実用化開発が鋭意進められて来た結果、既に多くの商品が世に出ており、人々の暮らしに役に立っています。

→例えばFAQ「CNTの用途」を参照。

現時点ではCNTの有害性は定量化できていませんが、CNTの将来にわたる利便性を考えた時に、まずリスクを最小化しよう、というのが、CNTに対する現在の世界的なスタンス（姿勢）です。このスタンスを「リスク管理」と言います。

ISOが定義する通り、リスクとは「危害の発生確率及びその危害の程度の組み合わせ」ですから、有害性の程度に関わらず、有害性に対するばく露（=CNTとの接触）を極小化する事で、リスク管理が可能となります。これを示したものが下図<sup>4)</sup>であり、リスクは以下の式で表現できます。



リスク (Risk) = 危険性 (Hazard) × ばく露 (=ナノ粒子とヒトとの接触、Exposure)

例えば、仮にCNTに固有の有害性があったとしても、その接触の可能性を小さくできれば、リスクは極小化され「許容可能なリスク」になる、すなわち「安全とみなす」事ができます。

接触の極小化の状態は「許容暴露濃度」という言葉で表現され、これまで世界各国の多くの研究機関がCNTについて、その数値を提案しています<sup>5)</sup>。

現在、CNTを取り扱う研究機関、企業では、これらの許容暴露濃度を念頭に、「排出量を減らす」あるいは「ヒトへの接触を低減するための保護具着用」等、リスク管理を徹底する事で、CNTを安全に使用し、その利便性、有用性を更に高めるべく、研究開発、製品化を鋭意進めているところです。

なお、「安全とは何か」については優れた成書がありますので、参考にして下さい<sup>6)</sup>。

#### ■出典等

- 1) <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:guide:51:ed-3:v1:en:sec:3.14>
- 2) <https://www.npa.go.jp/publications/statistics/koutsuu/toukeihyo.html>
- 3) <http://www.businessinsider.com/things-that-seem-harmless-that-can-kill-you-2015-4?op=1>
- 4) 経済産業省ナノテクノロジー政策委員会「社会影響 WG 成果報告（2009年）」
- 5) NBCI「CNT（カーボンナノチューブ）発がん性にかかわるNBCI見解（2015年）」
- 6) 「安全学」向殿政男（東洋経済新聞社 2016年）