

(2) CNTに発がん性はあるのでしょうか

作成 2017.2.8 / 改定 2022.1.11

■回答

化学物質の発がん性を見積もる最も権威ある機関は、WHO（世界保健機関）の一組織である IARC（International Agency for Research on Cancer、国際がん研究機関）です¹⁾。

ここでは 2019 年に改定された IARC による CNT の発がん性評価について説明します。

1. IARC の分類

IARC は、新規物質や論文などで提起された物質について、「ヒトに対する発がん性の確からしさ」を規定しています。

この確からしさとは、対象物質の発がん性の強さやリスクの事ではなく、「発がん性を示す根拠の強さあるいは弱さ」、つまり「確からしさ」を示しています。その分類は厳密に行われており、世界各国から参加した多数の専門家が、信頼すべき多くの論文（必ず査読されている）を抽出して評価した上で、その「確からしさ」を規定していきます。

各グループの物質数、物質（例）は以下の通りです^{2) 3)}。（注）

グループ	定義	物質数	物質名（例）
1	ヒトに対し発がん性がある	121	喫煙、ダイオキシン、アスベスト、ベンゼン、紫外線など
2A	ヒトに対して恐らく発がん性がある	90	フルオロカーボン、スチレン、アクリルアミド、ジクロロメタンなど
2B	ヒトに対し発がん性がある可能性がある	322	カーボンブラック、ガソリン、ナフタレン、アクリル酸エチルなど
3	ヒトに対する発がん性を分類できない	498	SWCNT、MWCNT、トルエン、ガラス繊維、コーヒー、紅茶など

注）物質数や物質名は IARC により随時更新される。上記表は 2021 年 12 月 10 日更新版。

2011 年には携帯電話の電磁波について、2B に分類した事が話題になりました。

2015 年 10 月、牛や豚肉等の赤肉（レッドミート）と加工肉（ハム、ソーセージ等）の発がん性について、それぞれグループ 2A、グループ 1 と発表し、現在に至るまで世界的に大きな議論を巻き起こしています。

2016 年 4 月には内閣府の食品安全委員会による報告をきっかけに、加熱調理した野菜に生成されるアクリルアミドが、IARC の評価ではグループ 2A に分類されている事が改めて取り上げられています。要は「野菜炒めを食べると、恐らく発がん性がある」というのです。

また化学物質ではありませんが、2020 年に「夜勤」もヒトの「概日リズム」を乱すという理由で 2A に分類されています。

いずれのケースも、リスク評価には言及しておらず、これまでの報告を評価した上で「発がん性の確からしさ」を示したものです。

2. 分類の考え方

IARC による分類の考え方は、Preamble（前文）に述べられています⁴⁾。

「論文で示された証拠の確からしさを、「ヒトでの発がんを示す証拠」及び「実験動物での発がんを示す証拠」では Sufficient（十分） Limited（限定的） Inadequate（不十分）の 3 水準（注）、「機序による証拠」では Strong（強い） Limited（限定的） Inadequate（不十分）の 3 水準で評価し、総合分類として 1, 2A, 2B, 3 の 4 グループに分類していきます。

これをまとめると以下の表となります。

エビデンスの流れ			証拠の確からしさに基く 分類
ヒトでの発がんの証拠	実験動物での発がんの証拠	機序による証拠	
十分(な証拠)	不要	不要	1
限定的もしくは不十分	十分	強い(証拠) (ヒトへのばく露)	
限定的	十分	強い 限定的もしくは不十分	2A
不十分	十分	強い(ヒトの細胞、組織)	
限定的	十分とは言えない	強い	
限定的もしくは不十分	不要	強い(機序明らか)	2B
限定的	十分とは言えない	限定的もしくは不十分	
不十分	十分	強い 限定的もしくは不十分	
不十分	十分とは言えない	強い	
限定的	十分	強い (ヒトでの機序ではない)	3
不十分	十分	強い (ヒトでの機序ではない)	
上記以外のあらゆる状態の場合			

表：総合分類に至るまでのエビデンスの流れ(太字部分が根拠となる)

(注) Preamble 本文中の評価の3水準を、Sufficient「十分」、Limited「限定的」、Inadequate「不十分」と表記。一方、実験動物の評価では Sufficient か Less than Sufficient のみの評価で、Sufficient「十分」と Less than Sufficient「十分とは言えない」と表記した。

3. CNT に対する評価

2014年9月末、IARCの世界10か国21名の専門家からなるワーキンググループが、4つのサブグループに分かれて、それまでに世界中で発表された「信頼できるCNTの毒性評価論文17報」の内容を精査し、「ヒトでの発がん性の確からしさ」を分類しました。

その結果は以下の通りです。

- ① MWNT-7 (多層カーボンナノチューブの一種、現在は製造されていない) = グループ 2B
ラットの実験で中皮腫と腺腫を引き起こすので、ヒトに対して発がん性物質である可能性がある。
- ② MWNT-7 以外の MWCNT (多層 CNT) SWCNT (単層 CNT) = グループ 3
一貫した結果が出ていないので、発がん性を分類できない。

4. IARC の見解

(1) 2017年、同WGはモノグラフ(専門書) Vol.111 Some Nanomaterials and Some Fibres 中に、「CNTの発がん性リスク」について325ページに及ぶ詳細を発表しました⁵⁾。

前項の分類についてIARC WGは「世界的な毒性学者による大多数のコメント」として以下の解説を発表しています。

「これら(発がん性実験の結果)を、CNT特有の発がんのメカニズムの証拠とは考えられない。」
「異なる種類のCNTに、首尾一貫した発がん性の証拠が無いことは、(MWNT-7以外の)他の種類のCNTへ一般化する事を不可能にしている。」

(2) つまり MWNT-7に見られたげっ歯類での発がん性について、以下のように総括しています。

「CNT固有の発がん性とはいえない」
「CNTには多様性があり、1種類を持ってすべてのCNTには適用できない」

■ 出典等

- 1) <https://www.iarc.who.int/>
- 2) <https://monographs.iarc.who.int/agents-classified-by-the-iarc/>

- 3) <https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications>
- 4) <https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2019/01/Preamble-2019.pdf>
- 5) <https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/06/mono111.pdf>