

(3) カーボンナノチューブとは

作成 2017.2.8 / 改定 2019.12.20 / 改定 2022.1.11

■回答

カーボンナノチューブ (CNT) ^{1) ~5)} は、グラファイトの 1 枚面 (グラフェンあるいはグラフェンシートと呼ぶ) を巻いて筒型にした形状を持っており、その直径はおおよそ数 nm~数百 nm の範囲の値で、長さは数百 μm に及ぶものもあります。CNT は極細の炭素繊維とみなせる点もあり、一部の電子的性質は、グラファイトに似たところもあります。長さ と直径の比 (アスペクト比という) が 1000 程度に及ぶので、両端の影響を事実上無視できる擬一次元炭素物質 (quasi-one-dimensional form of carbon) として考えられます。

ノーベル賞を選考するスウェーデン王立科学アカデミーは、これまで炭素同素体の中ではフラレン (1996 年化学賞) グラフェン (2010 年物理学賞) にその栄誉を与えています。

2010 年グラフェン受賞時には炭素同素体についての解説があり、CNT についても触れています ⁶⁾。ここでは「擬一次元炭素である CNT は数十年前から知られている ⁷⁾」事、また「1993 年には単層 CNT が明らかになった ⁸⁾⁹⁾」事、との説明があります。

前者では信州大学遠藤守信 (現、信州大学特別特任教授) の 1976 年論文 ⁷⁾ が、後者では NEC の飯島澄男 (現、名城大学終身教授など兼任) と IBM の 1993 年論文 ⁸⁾⁹⁾ がそれぞれリファラーされています。

CNT は製法によって、単層 CNT (single-walled CNT; SWCNT)、二層 CNT (double-walled CNT: DWCNT)、多層 CNT (multi-walled CNT; MWCNT) が存在します。SWCNT では一枚の炭素の六員環の網構造 (炭素網といいます) が数 nm 程度の直径を持ちながら円筒状をなしており、DWCNT では炭素網が二層に、MWCNT では多層に、同心円状に積層しています。炭素網面の層間距離は約 0.34nm を保ち、直径は数十 nm から数百 nm に及ぶ太いものまであります。

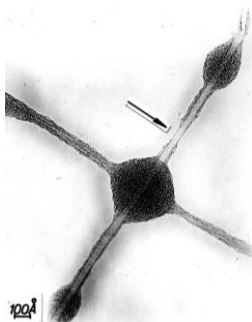
【解説図】の模式図を参考にしてください。

2000 年 1 月 21 日、クリントン米大統領 (当時) が 2001 年の予算教書演説の中で、ナノテクノロジーを米国の戦略的研究分野と位置付け、国家ナノテクノロジー戦略 (National Nanotechnology Initiative, NNI¹⁰⁾) を開始して以来、カーボンナノチューブ、グラフェン、フラレン等のナノカーボンは、ナノテクノロジーを代表する素材として日本、米国、欧州、アジアにおいて国家主導による研究開発が精力的に推進されています。

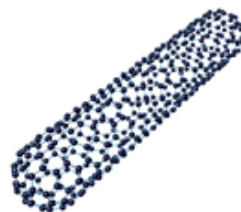
なお、CNT には、現時点では適切な CAS 番号は存在しません。詳細は本 FAQ 内の「がん原性指針とは? がん原性指針の対象となる CNT とは何ですか?」をご覧ください。

【解説図】

本文中の 1976 年論文で報告された CNT 像、単層 CNT、多層 CNT の模式図 (名古屋大学 齋藤弥八教授 (<https://www.surf.ap.pse.nagoya-u.ac.jp/outofdate/ysaito/gallery/gallery.html>) ご提供) を以下に示します。



【1976 年に報告された CNT⁷⁾】



【SWCNT 模式図】



【MWCNT 模式図】

■出典等

- 1) 化学同人 「カーボンナノチューブ」ナノデバイスへの挑戦 (2001) 田中一義編
- 2) カーボンナノチューブの基礎 (1998) 齋藤弥八、坂東俊治 コロナ社
- 3) カーボンナノチューブの基礎と応用 (2004) 齋藤理一郎、篠原久典 培風館
- 4) ナノカーボンハンドブック (2007) 飯島澄男、遠藤守信監修 エヌ・ティー・エス
- 5) カーボンナノチューブ・グラフェンハンドブック (2011) 飯島澄男、遠藤守信監修 コロナ社
- 6) 2010 年ノーベル物理学賞 Graphene 解説 Advanced Information
<https://www.nobelprize.org/uploads/2018/06/advanced-physicsprize2010-1.pdf>

- 7) A.Oberin, M.Endo and T.Koyama, Journal of Crystal Growth 32(1976)335-349
- 8) S.Iijima and T.Ichihashi, Nature363, 603-605(1993)
- 9) D.S.Bethune, et al, Nature 363, 605-607(1993)
- 10) National Nanotechnology Initiative <https://www.nano.gov/>