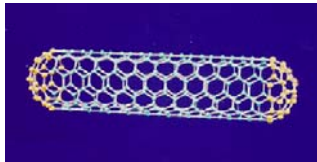


3. ナノチューブの形



カーボンナノチューブの模型

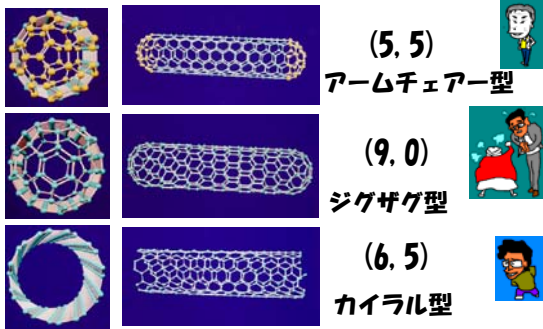
生きものは円柱形



月刊
たぐさんの不思議
「生きものは円柱形」
より
本川 達夫 文
やまもとちかひこ絵

ナノチューブは円筒形

S. Iijima, (1991), M. S. Dresselhaus et al. (1991)
J. Mintimire et al., R. Saito et al., N. Hamada et al., K. Tanaka et al., Laser Ablation: (by H. Kataura)



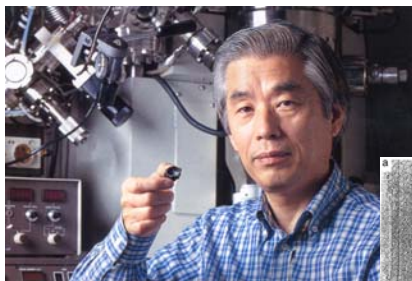
(5,5) アームチェア型
(9,0) ジグザグ型
(6,5) カイラル型

直流アーク放電によるCNTの合成



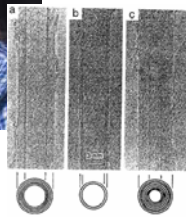
安藤 義則 (名城大) 負極 正極

アーク放電: 大気圧に近い気体中の放電のこと。明るい光を放つ。例: かみなり (逆は真空放電)



飯島 澄男

手に持っているのがアーク放電の電極

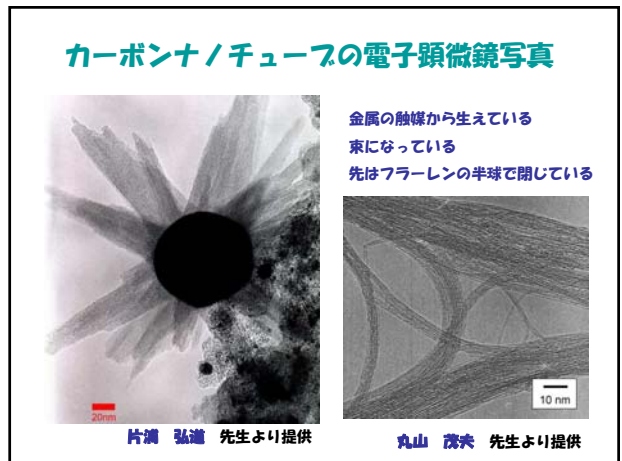
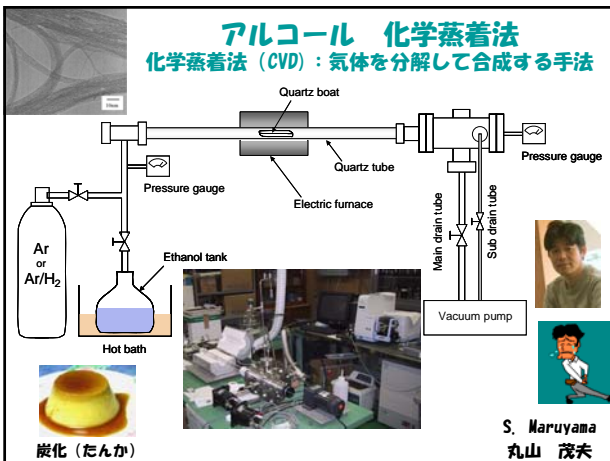
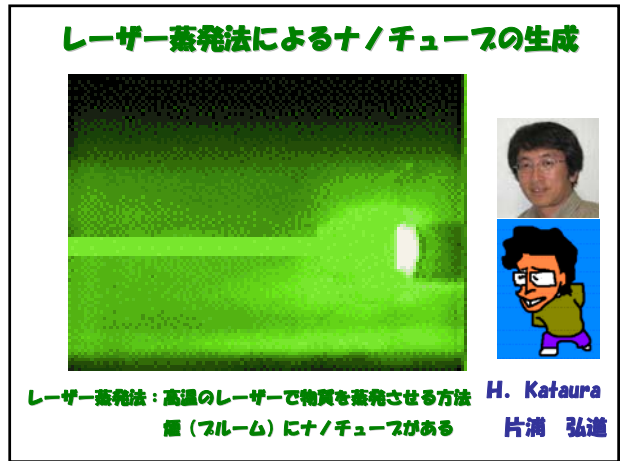
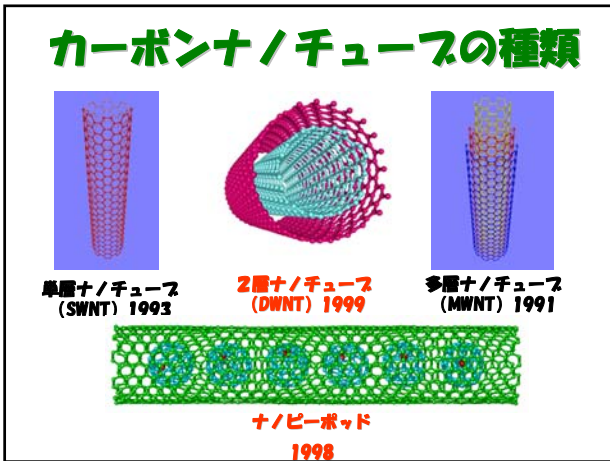
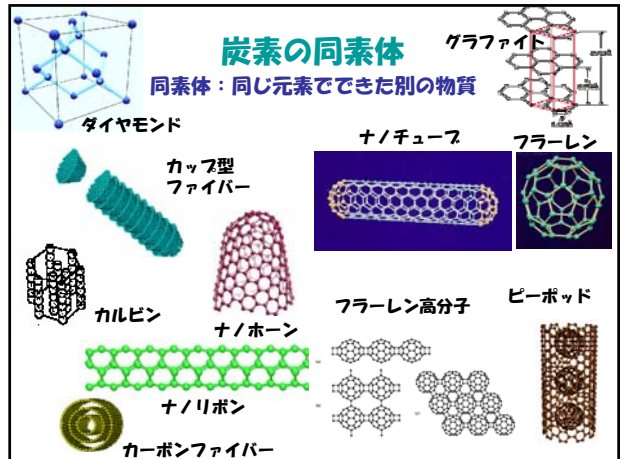


S. Iijima, Nature 354, 56 (1991)

セレンディピティ (Serendipity) 思いがけない発見 たなほた



「幸運は備えある心だけに訪れる。」
ルイ・パスツール



カーボンナノチューブの物性物理学

物性物理：物の性質を調べる物理学
ぶっせいぶつり、Solid State Physics

- 新物質の構造
- 合成と精製法
- 電気的な性質
- 機械的な性質
- 応用

齋藤・篠原編
培風館(2004)

Physical Properties of Carbon Nanotubes

カーボンナノチューブの基礎と応用

ナノチューブの巻き方

カイラルベクトル $C_h: (n, m)$

$a_{c-c} = 1.42 \text{ \AA}$
 $a_1 = a_2 = 2.46 \text{ \AA}$

R. Saito et al., Phys. Rev. B46, 1804 (1992)

$C_h = na_1 + ma_2 \equiv (n, m)$
 a_1, a_2 : 基本格子ベクトル
基本格子ベクトル: 格子の基本周期をあらわすベクトル

T : チューブ軸方向の周期
 $T = t_1 a_1 + t_2 a_2 \equiv (t_1, t_2)$
 $t_1 = \frac{(2m+n)d_R}{d_R}, t_2 = -\frac{(2n+m)d_R}{d_R}$
 $d_R = \text{gcd}(2n+m, 2m+n)$

丸めると模様ぴったりに重なるよ

丸山茂夫先生のプログラムを利用
<http://www.photon.t.u-tokyo.ac.jp/~maruyama/pvwin/pvwin-j.html>

(10,5) カイラル型 半導体
(10,10) アームチェア型 金属

ナノチューブの対称性

M. S. Dresselhaus et al., Phys. Rev. B45 6234 (1992)

- 鏡の対称性をもつもの
 - アームチェア型 $(n, n), n=m$
 - ジグザグ型 $(n, 0), m=0$
- 鏡の対称性をもたないもの
 - カイラル型 $(n, m), n \neq m$

形の対称性が (n, m) と関係している

まとめ：ナノチューブのかたち

- 円筒形の物質：いろいろな作り方がある
- 炭素には多くの同素体がある
- 円筒の巻き方は (n, m) でかける
 - (n, n) アームチェア型
 - $(n, 0)$ ジグザグ型
 - (n, m) カイラル型
- ぴったり模様が重なるよ

ナノチューブを作ろう!

例: $n=6, m=4$ の場合

- a_1 方向に 6 歩移動。
- a_2 方向に 4 歩移動 $\rightarrow A$ 。
- 6 と 4 の最大公約数 $d=2$ 。
 $2m+n=14, -(2n+m)=-16$
 $14 \div 2=7, -16 \div 2=-8$
- a_1 方向に 7 歩移動。
- a_2 方向に -8 歩移動 $\rightarrow B$ 。
- 平行線を引くと $OACB$ は長方形。
- 切り取ってまるめる。

3の計算ができたならファシリテータさんにみてもらおう
自信のある人は、自分で n と m を選んで作ってみよう。