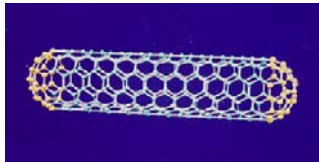


1. ナノの世界にようこそ



カーボンナノチューブの模型

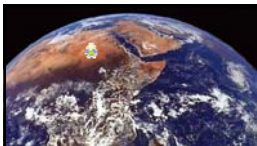
1 ナノメートル (nm)

1,000,000,000 分の1メートル
(10億) (100万) (千)

1mの人間が
100mの山をみる
1nmの物質をみる



電ポ三十郎



1000分の1ごとに
世界が変わる
1nmの大きさとは？

- 1mm = 1/1000 m
- 1μm = 1/1000 mm
- 1nm = 1/1000 μm

野菜の種、昆虫の卵
細菌、光の波長
ウイルス、X線の波長

- 1nm = 1/1,000,000,000 m (10 億)



卓球の玉 4 cm



地球の直径

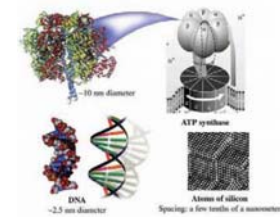
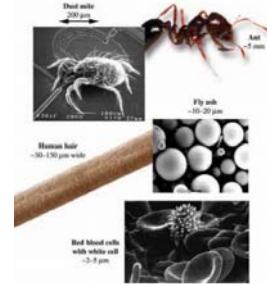
12,000km = 10⁹cm

自然界の大きさ

(米国 DOE 報告から転載)



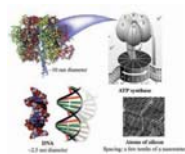
"T. Rex and the Creator of Doom"
W. Alvarez, Princeton Univ. Press (1998).



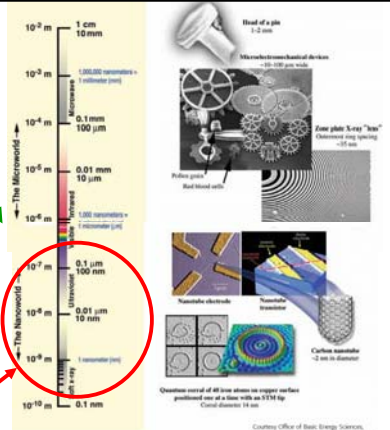
人工物の大きさ

(米国 DOE 報告から転載)

光学顕微鏡の限界
1ミクロン=1 μm



未開拓の領域



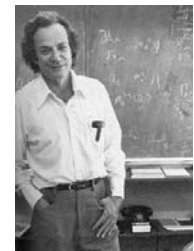
ナノテクノロジーの予言者

1959年12月29日: カリフォルニア工科大学での講演

リチャード・ファインマン
(Richard Feynman)

"There's Plenty of Room at the Bottom"
「(見えぬ)底にはたくさんの場所がある」

ファインマン先生は、何を予言したのか？



The Pleasure of Finding Things Out
R. P. Feynman, Penguin Books (2001).

ハードディスクは、小さく小さく小さく
中身(の容量)は、大きく大きく大きくなった



1956 IBM Ramac 305
5 MB 容量
50 x 24インチ ハードディスク
重さ "1トン"
\$50,000



2000 マイクロドライブ
1 GB 容量
1 x 1インチディスク
40グラム
\$500 www.ibm.com より

小さい方が有利!



- 電力量が少ない。 環境・経済
- 信号が伝わる時間が短い。 高速・大量
- 複雑で特殊なことができる。 規模・性能



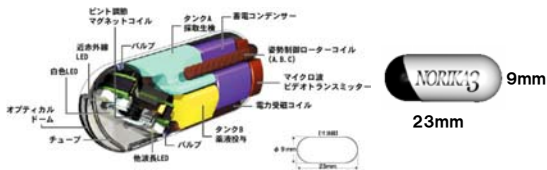
問題点と対策



- 作るのが難しい。 技術の習得。
- 作り方を変える必要がある。 装置の開発。
- 考え方を変える必要がある。 科学の理解。

人体の中に入るロボット

消化管の中、血管の中、細胞の中へ



www.rfnorika.com より

半導体とは?



- 電気の流れ方：導体と絶縁体の中間
 - 電流ON/OFFが電子的(高速!)
- 電気製品の回路素子
 - コンピュータ、携帯電話、電車
 - 電流の増幅 (トランジスタ)
 - 発光ダイオード (LED)
- もし炭素が半導体になったら?
 - 高速動作、高温動作

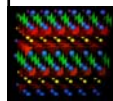
6	12.011	C	炭素(金属)
14	28.086	Si	シリコン
32	72.64	Ge	ゲルマニウム
50	118.71	Sn	すず(錫、金属)
82	207.2	Pb	なまり(鉛、金属)

周期表でSiとCはとなりどうし

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

<http://www.kf-split.hr/period/en>

まとめ：ナノの世界によろこ



Superconductivity, a collective effect, enables materials to conduct electricity without loss.



Enzymatic mechanism of ATP synthesis, a molecular rotator that can be incorporated into manmade structures

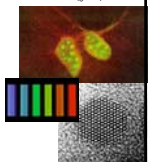
1nmは10億分の1m
半導体はより小さいものへ

ナノテクノロジーの4つの挑戦

- ◆ ナノメートルの現象を理解
- ◆ ナノメートルの物質を設計
- ◆ どうやって作るかの原理
- ◆ 作る(見る)装置を開発

(図はDOEの報告書より)

Cadmium selenide nanocrystals linked to biomolecules light up a cell's actin filaments (red) and nucleus (green).



Tweezers composed of carbon nanotubes grab a particle only about 500 nm in diameter and move it to a desired location.