

科学・技術概論

ナノテクとイノベーション

国立大学法人福島大学
理工学類共生システム理工学類

樋口良之

1

1. ナノテクノロジーの定義と歴史

1.1 定義

- 原子や分子の配列をナノスケールで自在に制御することにより、望みの性質を持つ材料、望みの機能を発現するデバイスを実現し、産業に生かす技術のこと。
- 素材、IT、バイオなど広範な産業の基盤に係るものであり、21世紀の最重要技術。

原子:物質をつくっている最小の粒子

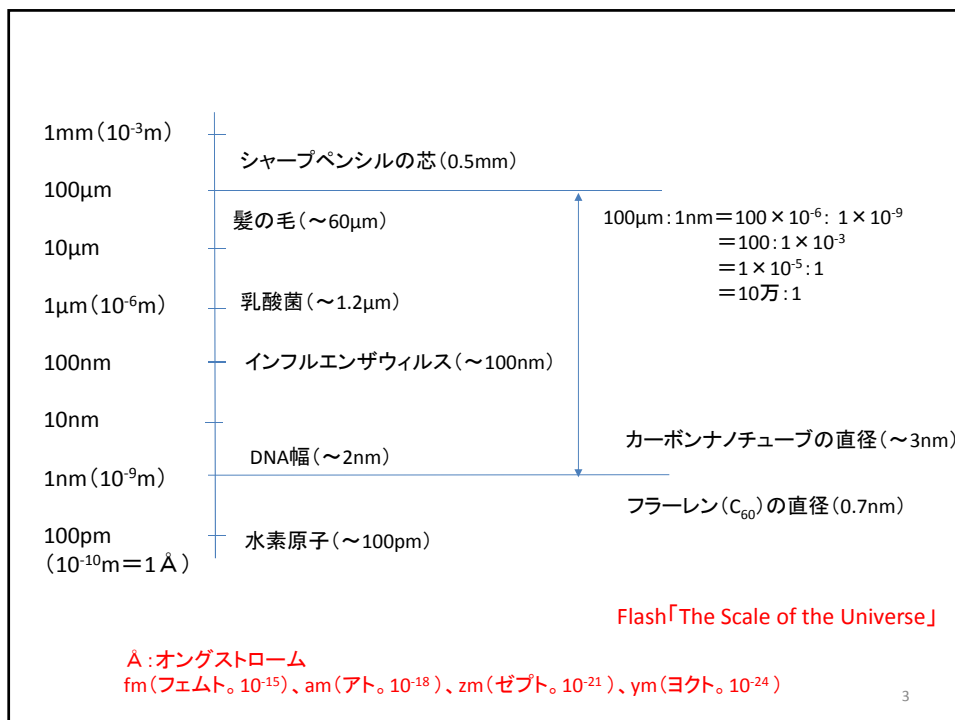
分子:2つ以上の原子から構成される物質

材料:シリコン、メタル

デバイス:装置、機器、道具

ナノ: 10^{-9}m

2



HDD内部構造

項目	実寸法	10万倍
幅	0.7 mm	70 m
長さ	0.85 mm	85 m
高さ	0.23 mm	23 m
浮上量	10 nm	1 mm

LCDの原理説明図

項 目	実 寸 法	100 万倍
携帯表示面積	33.7 × 47.2mm	33.7 × 47.2 km
ガラス厚さ	0.55 mm	550 m
ギャップ厚さ	6 μm	6 m
ギャップばらつき	0.1 μm	10 cm
ITO厚さ	0.15 μm	15 cm
配向膜厚さ	0.08 μm	80 mm
PI溝深さ	1~2 nm	1~2 mm

<ナノテクノロジーで実現すると想定されること>

- 鉄鉱よりも10倍つよく、しかもずっと軽い材料の開発(素材)
- 連邦議会図書館のすべての情報を角砂糖大の装置に(IT)
- がん細胞を狙って投薬(バイオ)
- 太陽電池のエネルギー効率を2倍に(環境)

7

1.2 歴史

- 1959年 リチャード・ファイマンの予言
「将来は原子を一個ずつ積み上げて物質を作ることが可能」
- 1974年 谷口紀男が「ナノテクノロジー」の概念を提唱
- 1981年 ビーニヒとローラーが走査型トンネル顕微鏡(STM)を発明
 - →ナノの世界をはっきり見ることができるようになった。
 - →STM完成の功績により、1986年ノーベル物理学賞を受賞
- 1985年 クロトーとスモーリーとカールがフラーレンを発見
 - →1996年ノーベル化学賞を受賞。
- 1989年 ドン・アイブラーがSTMでの原子操作に成功。
 - →35個の原子を並べてIBMの文字を作る。世界最小の広告
- 1991年 飯島澄男 カーボンナノチューブを発見
- 2000年 米国 ナショナル・ナノテクノロジー・イニシアティブ(NNI)を発表。「ナノテクノロジー」を国家の戦略的研究分野に。
- 2001年 日本 第2期科学技術基本計画で「ナノテクノロジー・材料」分野を重点分野に指定。(第3期基本計画(2006)も引き続き指定)

Scanning Tunneling Microscope

バックミンスター・フラー(建築家)の名をとって、バックミンスターフラーレンと名付けられた

8

<フラーレン>

- フラーレンはダイヤモンドと同じ炭素の同素体(同一元素だけで構成される分子)。C60や、C70等炭素の数が異なる多面体の総称。
- C60はサッカーボールのような形。
- 燃料電池、半導体などへ利用を期待。美肌効果や肌の老化防止効果があるとされており、化粧品などに利用。HIVの特効薬としての利用を検討。
- 教科書を書き換えるほどの発見。学术论文数4万件以上、日本の特許数2,400件以上。

9

キセノン原子(原子番号54: Xe)

ニッケル単結晶

10

<カーボンナノチューブ>

- 炭素・ナノメートル・円筒。直径はナノメートル単位。
- 炭素原子が網目のように結びついて筒状になったもの。
- 細くて強い。電子が高速に移動することができる。利用しやすい形に作れる。たくさんの熱を運べる。

11

2. ナノテクノロジーの課題

- 原子や分子の配列を制御する技術の開発
 - ボトムアップによる原子・分子の積み重ね
 - ←→トップダウンによる削り出し
- 原子・分子の配列に関する知識の蓄積
 - 同じ原子でも配列が異なれば性質が異なる。
 - 例: 炭素: 黒鉛(半金属)、ダイヤモンド(絶縁体)、フラーレン、カーボンナノチューブ(金属にも半導体にもなる)
- 目標の明確化

12



最先端科学技術の推進には、イノベーションとクラスタが必要！

イノベーションを最初に提唱したのは、オーストリアの経済学者シュンペーターである。経済発展は、人口増加、気候変動などの要因よりも、イノベーションに大きな影響を受けると述べている。イノベーションの例として、創造的新製品開発、新生産方式の導入、新マーケットの開拓、新たな資源の獲得、組織改革を挙げている。また、起業家が、既存価値を破壊し、新しい価値を創造する、すなわち、創造的破壊が経済成長の源泉であると考えた。

クラスタを提唱したのは、アメリカの経済学者マイケル・ポーターである。クラスタは、特定分野の事業所とそれを支える関連事業所、専門性の高い企業、高等教育機関、研究所などが集約し、競争、協力している状態である。特に、現代社会では、産学官連携を基礎にしたものも多い。クラスタを創出する目的として、生産性向上、イノベーションの促進、新事業の垂直同時立上げなどが挙げられる。

15