

名城大学ナノマテリアル研究センター

“新規ナノ材料の開拓と創製による名城大学ブランド構築プログラム”

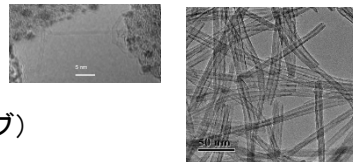
“ナノ材料” + “青色LED” のツインブランド体制による協奏的ブランディング

飯島 澄男 名誉センター長, 丸山 隆浩 センター長

【研究推進部門】

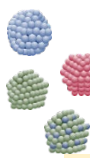
“1次元”

ナノチューブ
(カーボンナノチューブ、酸化物ナノチューブ)



“0次元”

ナノ粒子
(合金ナノ粒子、
酸化物ナノ粒子)



ナノ材料の
見える化

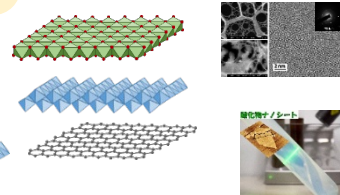
本学のナノ材料研究者の総力を結集

“ナノ材料に関する基礎研究”

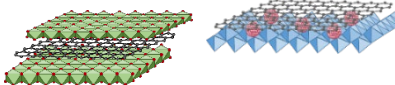
- ・ 生成メカニズムの解明と理解
- ・ 構造・組成の高精度分析
- ・ 構造・組成の精密制御

“2次元”

ナノシート
(酸化物ナノシート、
窒化物ナノシート、
グラフェン)

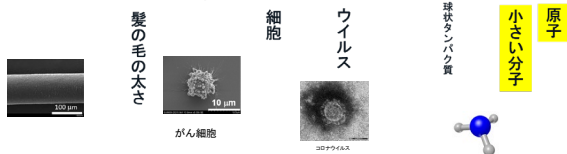


次元間交差・融合に基づく
新規ナノ材料の開拓と創製



ナノ材料とは？

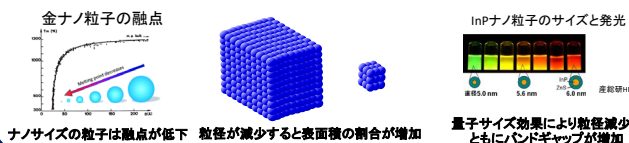
$$1 \text{ m} = 100 \text{ cm} = 1000 \text{ mm} = 10^3 \text{ mm} = 10^6 \text{ } \mu\text{m} = 10^9 \text{ nm}$$



ナノ材料の特徴

- ・ 表面の効果が大きい
- ・ 物理的性質が独特(原子・分子と結晶の間)
- ・ 量子力学的効果

通常のサイズの物質と異なる性質をもつ



【ブランディング部門】

本学の将来ビジョン『学びのコミュニティを創り広げる』を実現する

【最先端の研究成果の発信】

- ・ ホームページ・国際交流
- ・ 国際シンポジウム

【次世代への啓発】

- ・ 高校での模擬講義・模擬実験
- ・ 海外交流セミナー



海外の大学との共同研究



海外からの大学生の訪問



世界の名城大



在学生・卒業生を
通してのブランディング

新規ナノカーボン構造体の創製

ナノマテリアル研究センター・理工学部応用化学科 丸山隆浩

カーボンナノチューブ

直径1~数 nm程度のナノメートルサイズの円筒状の物質

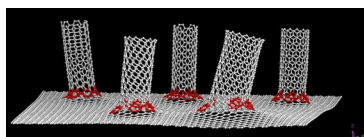
- 高電子移動度
- 高熱伝導性
- 高比表面積
- 高い機械的強度
- 化学的に安定



カーボンナノチューブの比表面積

~2600 m²/g (開口状態での理論値)

比較:カーボンブラック 100~1000 m²/g

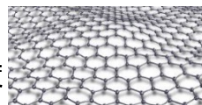


ライス大HP

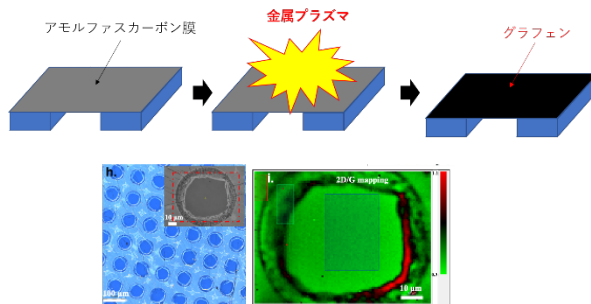
グラフェン

炭素の六員環が連なった、原子1個分の厚さをもつシート状の物質

- 高電子移動度
- 高い透過率
- 高い機械的強度
- 化学的に安定

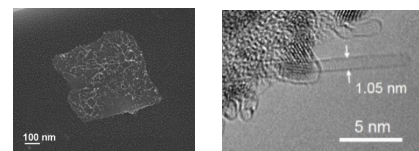
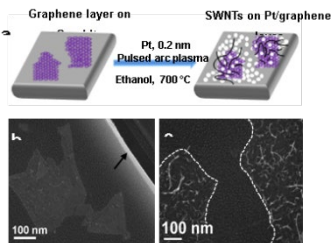


プラズマを用いた室温グラフェン合成



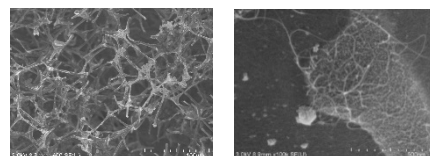
高比表面積化に向け、カーボンナノチューブをグラフェンや他のナノカーボン材料と複合化

グラフェンとカーボンナノチューブのハイブリッド構造体



グラフェン上に生成したカーボンナノチューブ

ナノカーボン材料中へのカーボンナノチューブ合成

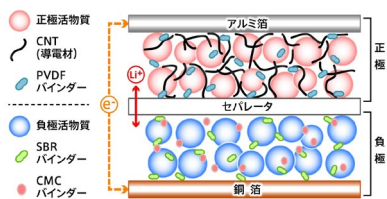


炭化メラミン

炭化メラミン上に生成したカーボンナノチューブ

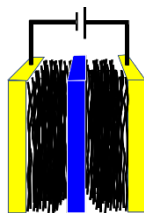
応用例

Liイオン電池の内部構造

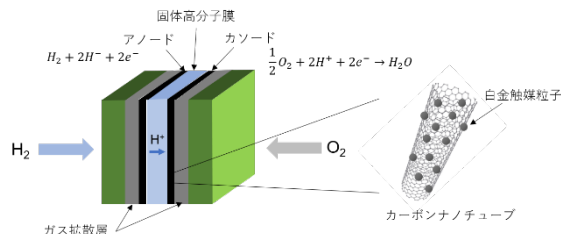


東洋インキ(株)HPより

スーパーキャパシタ



燃料電池の電極材料(触媒担持)



スーパーキャパシタやLiイオン電池の電極に、高比表面積ナノカーボン材料を使うことで、大幅にエネルギー密度が向上



ナノカーボン複合体を用いることで、さらなる高性能化へ

未来の材料 ナノカーボンの世界

ナノマテリアル研究センター・応用化学科 丸山 隆浩 教授

凄い！カーボンナノチューブ

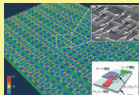
強い！

鉄の10倍以上の強度があります



引っ張っても切れない！

ナノサイズの半導体になる！



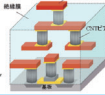
次世代量子効果デバイスへの応用



電子放出源として、高精細ディスプレイへの応用

電気をよく通す！

銅の1000倍以上も電気をよく通します



LSIの配線材料への応用

ガスをよく吸着する！

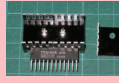
水素をよく吸着するので水素吸蔵材料になります



燃料電池への応用

熱をよく伝える！

銅の10倍以上も熱をよく通します



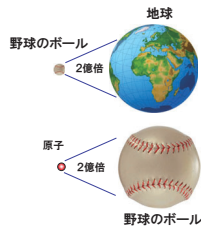
ICなどの放熱板に使えます

ナノメートルって？

1 nm (ナノメートル)
= $10^{-3} \mu\text{m} = 10^{-6} \text{mm} = 10^{-9} \text{m}$



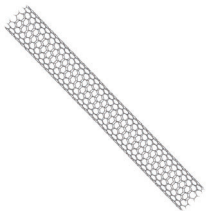
原子の大きさ~0.1-0.2 nm



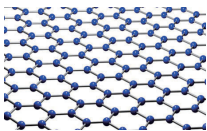
ナノカーボンの仲間

カーボンナノチューブ

フラーレン

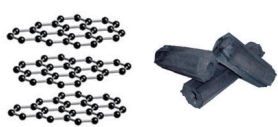


グラフェン

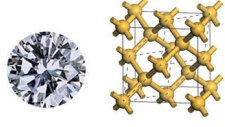


炭素の同素体

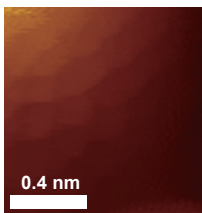
グラファイト (炭)



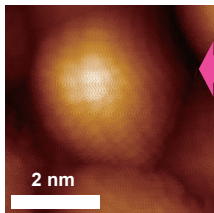
ダイヤモンド



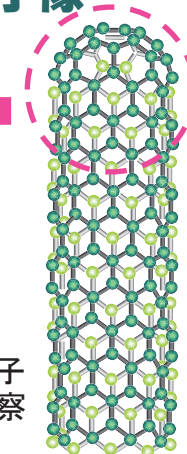
カーボンナノチューブの原子像



ナノキャップ表面の拡大像

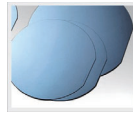


ナノチューブ先端 (ナノキャップ) のSTM像



カーボンナノチューブの先端の炭素原子の配置を走査トンネル顕微鏡により観察

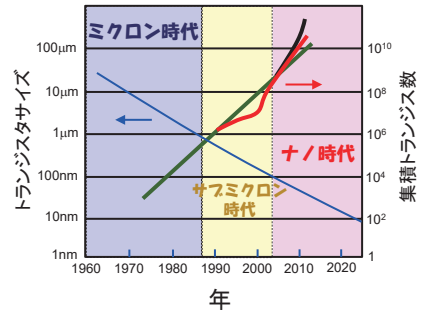
エレクトロニクス材料の微細化の進展



Si ウエハ

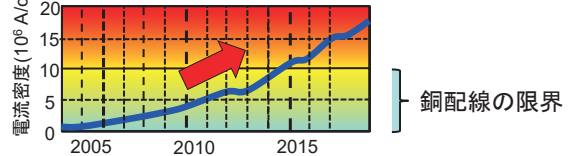


Si LSI

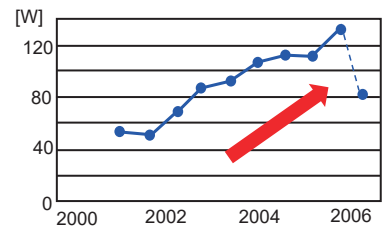


微細化による問題

LSI配線の電流密度の増加



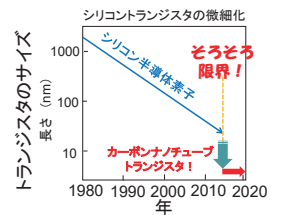
集積化による消費電力の増大



CPUの消費電力の推移

LSIの消費電力を1/10~1/100に減らすことが必要

Siに代わる新材料が必要



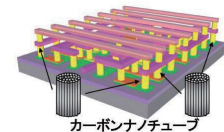
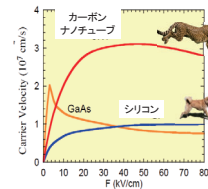
解決策

カーボンナノチューブ！

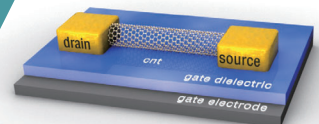
特徴 少ない抵抗で電子が高速で移動できる！

- 室温でバリスティック（無散乱）伝導が起きる
- 最大許容電流密度が銅の1000倍
- 電子と正孔（ホール）の移動度が同じ

物質中で電子が動く速さ



カーボンナノチューブ ナノチューブ配線



Si(シリコン)中よりも電子の移動が速い！

ナノチューブトランジスタ

