

カーボンナノチューブ

内容

-
- 1. ナノカーボンの世界
- 2. カーボンナノチューブの構造
- 3. ナノカーボン開発の歴史
- 4. カーボンナノチューブの性質・応用
- 5. 筆者の着眼点
- 6. 製造方法・コスト
- 7. 最近の動き

(株)ベンチャー・アカデミア

安谷屋武志

1. ナノカーボンの世界

1) 各種カーボン同素体

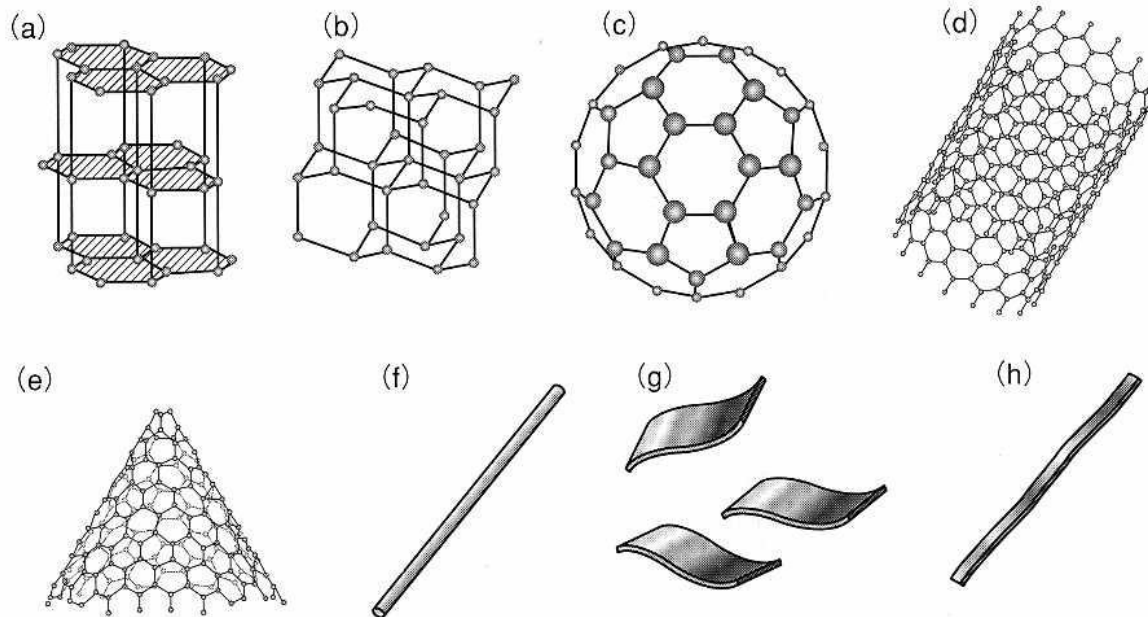


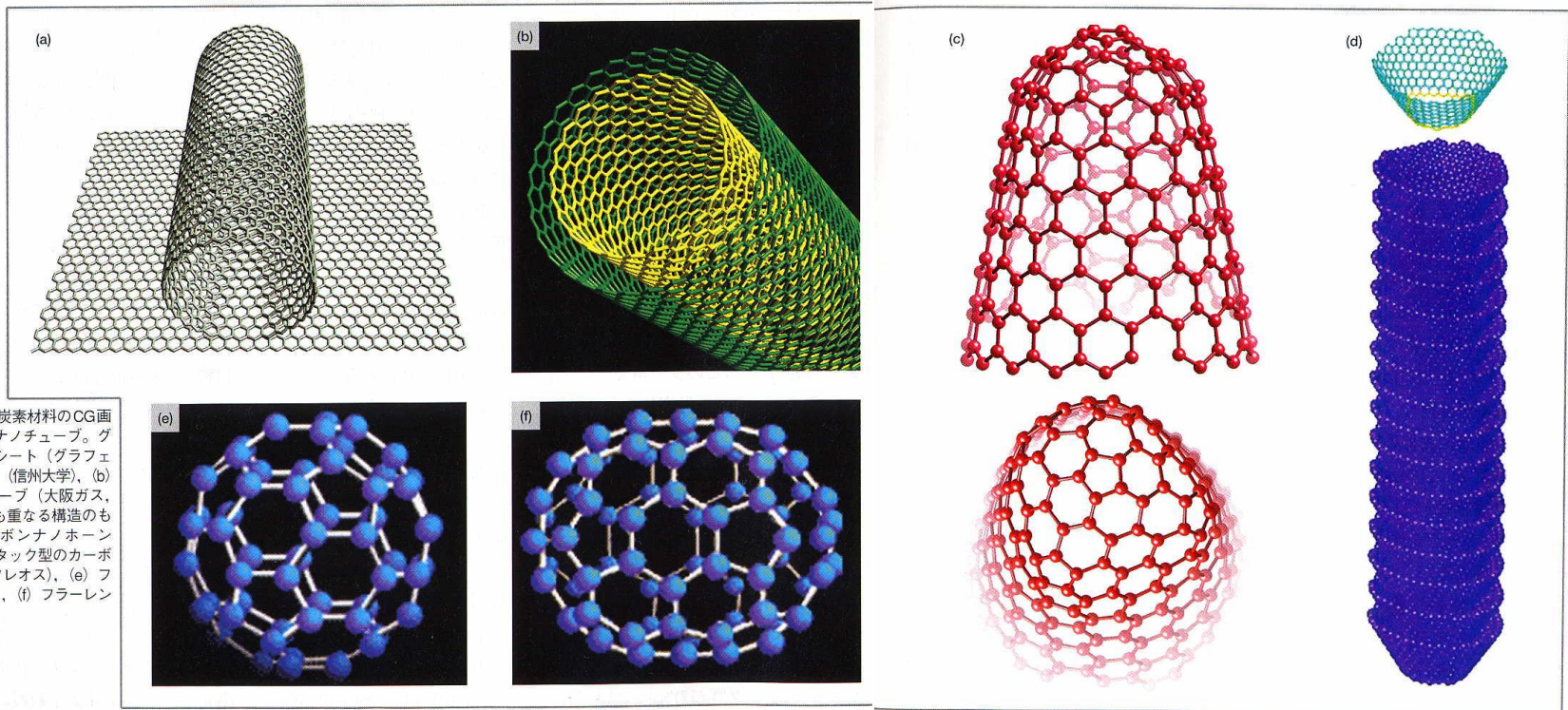
図1 典型的なナノスケール物質の構造

グラファイト(a), ダイヤモンド(b), フラーレン(c), ナノチューブ(d), ナノコーン(e),
ナノワイヤー(f), ナノシート(g), ナノベルト(h)

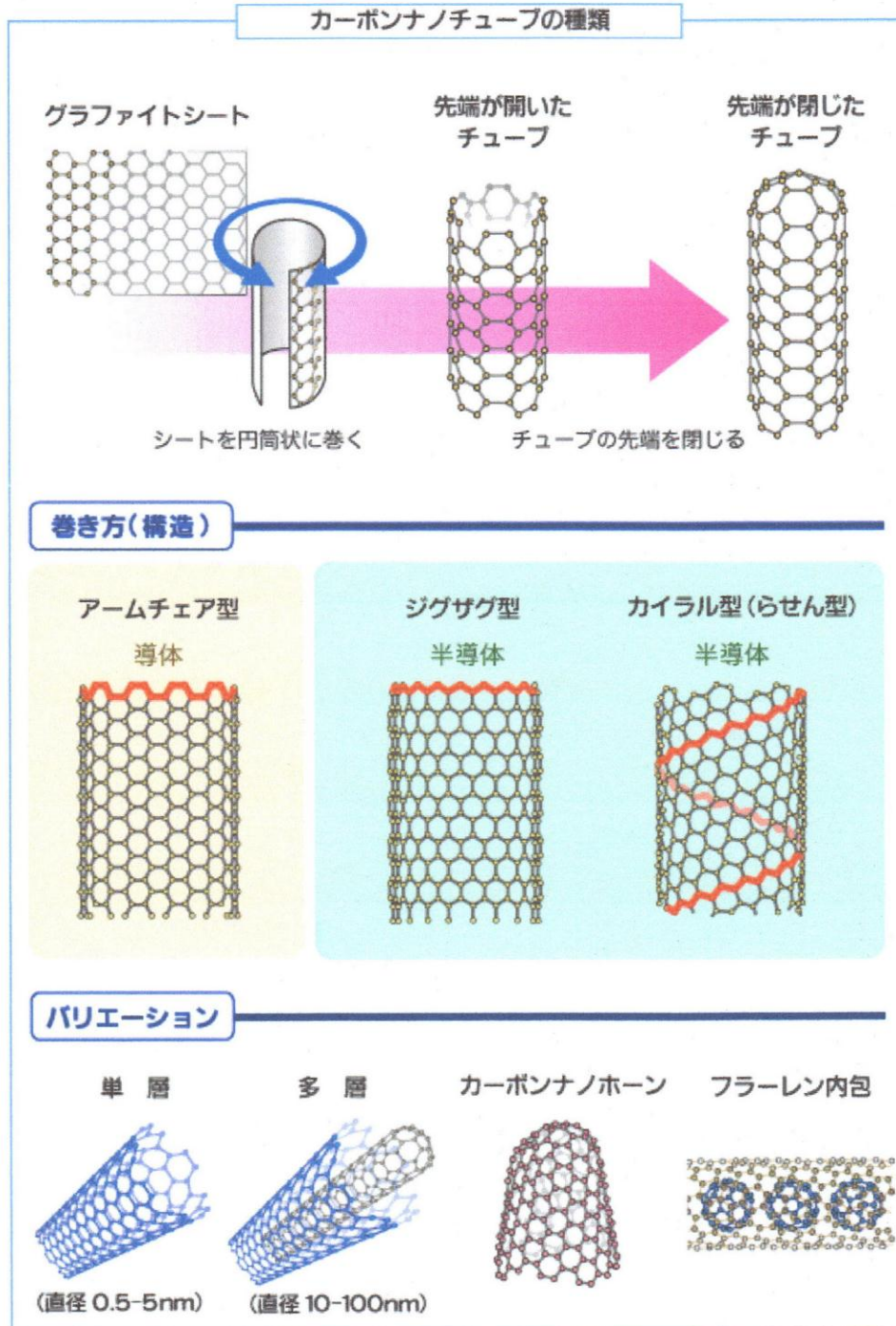
フラーレン: クロトー、スモーリー、カール '85発見、'91年ノーベル賞受賞

CNT: 飯島澄夫氏、'91年発見

2) 注目されるナノカーボン



2. カーボンナノチューブの構造



3. ナノカーボン開発の歴史

- 1952年二人のロシア人科学者による最初の**カーボン・ナノチューブ**がTEM観察されているが、冷戦中でフォローされず。
- 1970年大澤映二（豊橋科技大）、ベンゼンが5個集まって皿状になった「コランニュレン」を発見し、**フラレンC₆₀**を**予言**していたが英文発表しなかった。
- 1985年ハロルド・クロトー、リチャード・スモーリー、ロバート・カールがサッカーボール状の**フラレンC₆₀**を**発見**し、1996年**ノーベル化学賞**受賞。
- 1991年飯島澄男（当時NEC筑波研究所、現産総研、名城大）がフラレンをアーク放電で試作中、堆積物の中からTEMで**カーボンナノチューブ**を**発見**。一躍ノーベル賞候補に。他に遠藤守信（信州大）、篠原久典（名古屋大）など活躍。
- 2010年アントレ・ガイム（オランダ）、コンスタンチン・ノボセロフ（ロシア）が**グラフェン**に関する先駆的研究で**ノーベル物理学賞**受賞。

4. カーボンナノチューブの性質と応用

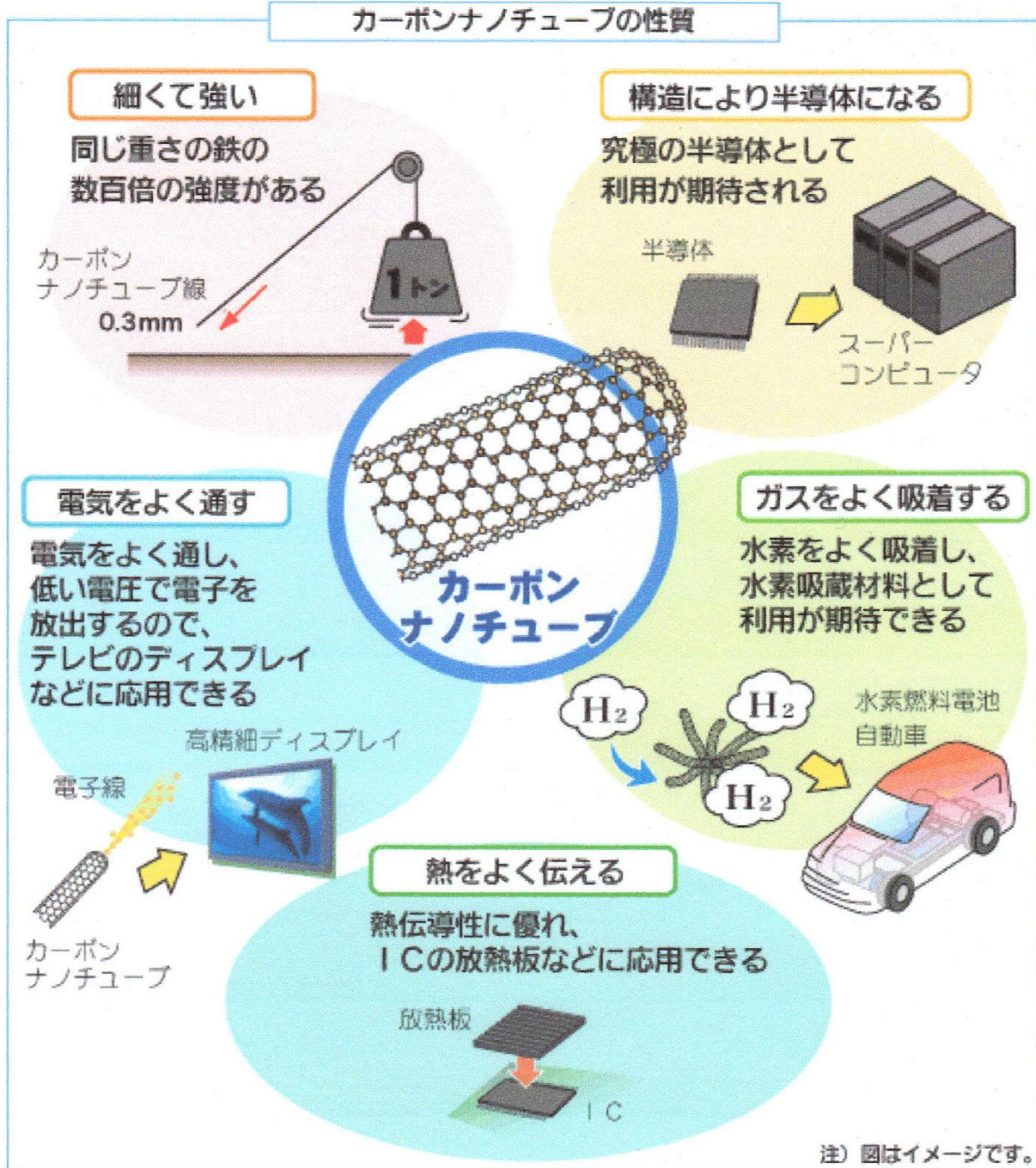
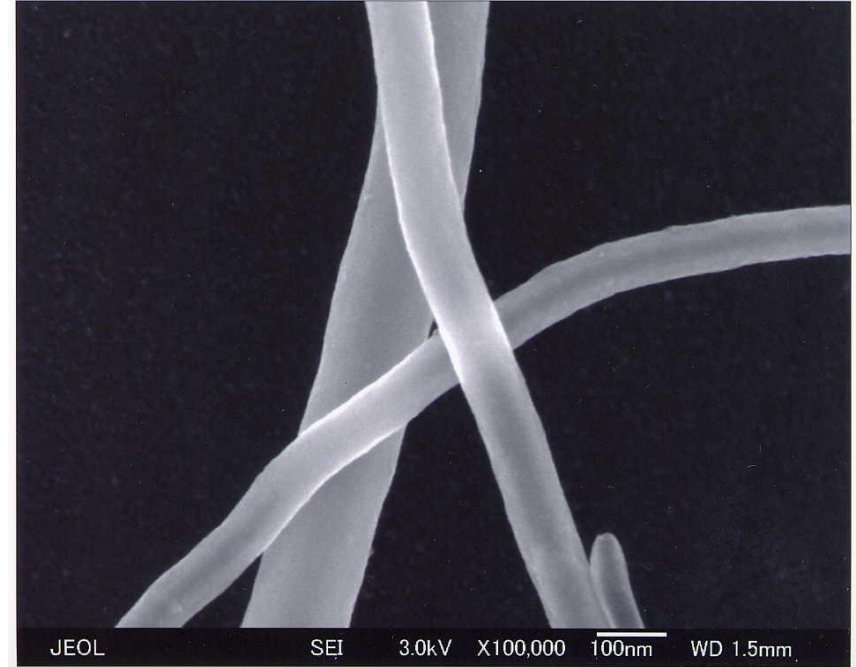


表1 ナノカーボン材料の物性と応用例

| | フラーレン | 単層カーボンナノチューブ |
|-----------|----------------|------------------------------|
| 形状 | 球 直径 0.7 nm | 円筒 直径 1 nm、長さ 100~1000 nm |
| 他に分子との反応性 | あり | なし |
| 溶解性 | 水に不溶、有機溶媒に可溶 | 水と有機溶媒に不溶 |
| 導電性 | なし | 「ある」と「ない」ものあり |
| 機械的強度 | 強固 | 強固でしなやか |
| 応用例 | 電解効果トランジスタ | 走査型プローブ顕微鏡の探針 |
| | 医薬品カプセル | 電解電子放射材料 |
| | 抗エイズウイルス剤 | 電子デバイス |
| | 活性酸素吸収剤 | 触媒担持体 |
| | 活性酸素発生剤 | 電池電極添加剤 |
| | 光機能材料 | 構造強化剤 |
| | 超伝導材料 | 導電性添加剤 |

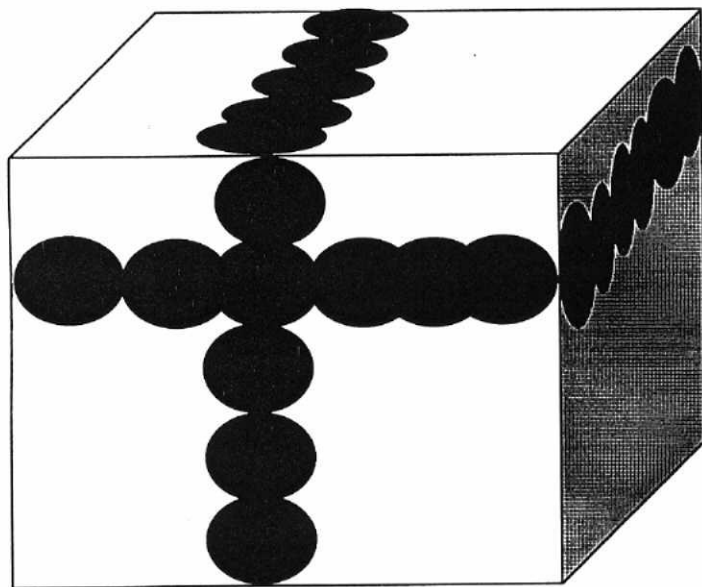


GSIクレオス製カーボンチューブ

当時の筆者のナノテク関係着眼技術

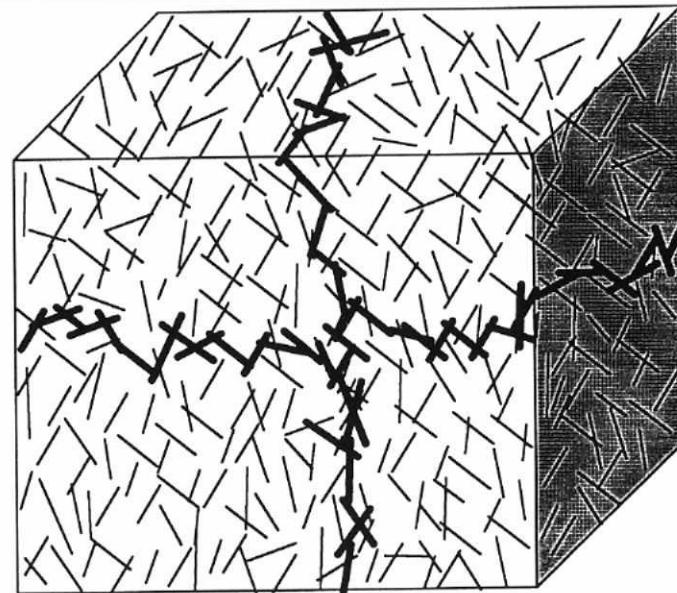
- 材料としてナノカーボンチューブ、フラーレン
 - 現在最も注目されているナノ材料で、国内でも三井、三菱、昭和電工、GSIクレオス、日機装などで量産化を急いでいる。従って大幅な低コスト化が期待されている。
 - 用途：皮膜導電性・熱伝導性、潤滑性付与
- 自己組織化
 - 機能(耐食、接着、潤滑など)の持続化
- 超微粒子
 - 用途：潤滑剤、光触媒機能向上

導電モデル



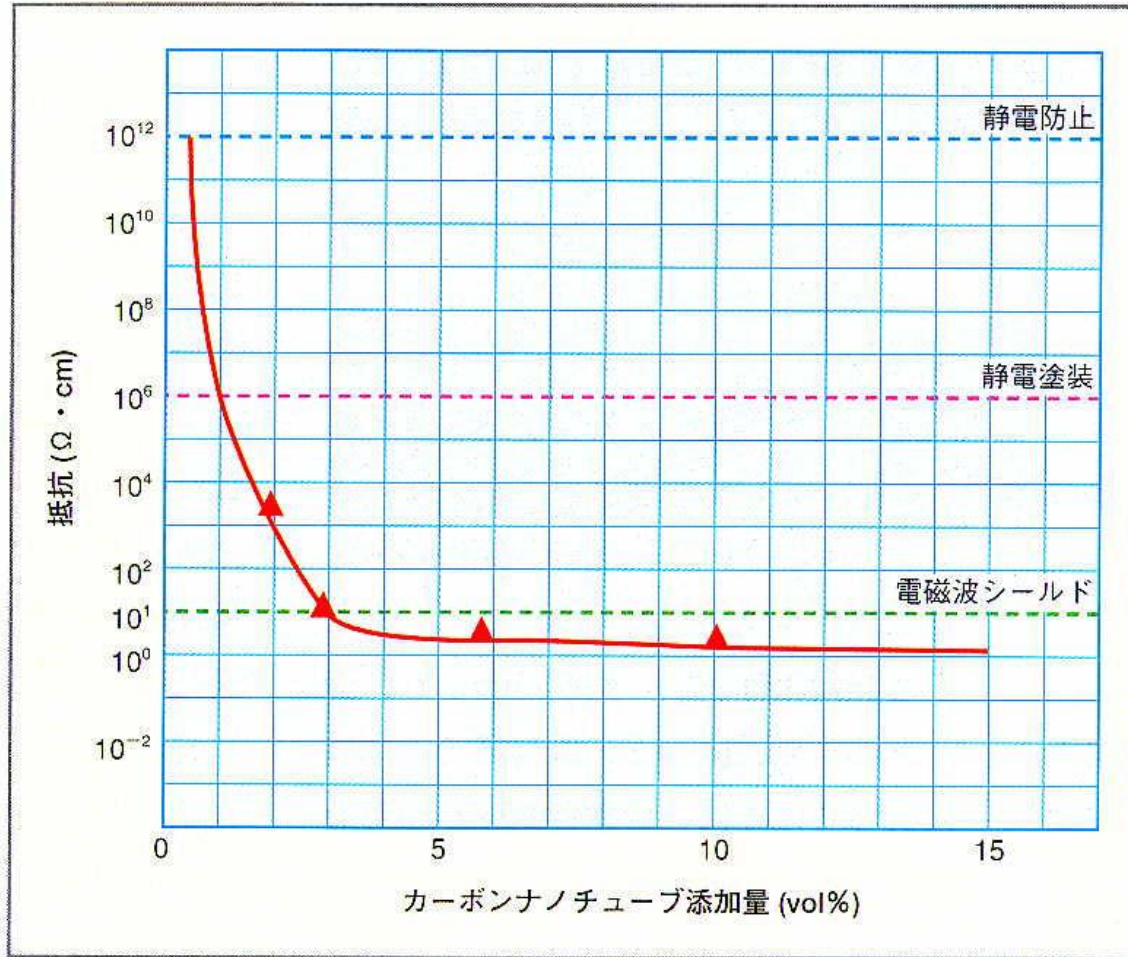
カーボンブラックによる導電モデル

⇒10~15wt%の充填が必要



カーボンナノチューブによる導電モデル

⇒0.1wt%以上の充填で導電



カーボンナノチューブをナイロン66樹脂に添加した材料の電気抵抗(GSIクレオス)

ナノカーボンの製造コスト

・2002年当時

カーボン・ナノチューブ：数千円～5万円／g

2、3年以内には100円／g目標

フラーレン：500円／g(フロンティア・カーボン、三菱系)

2,3年以内に 50円／g目標

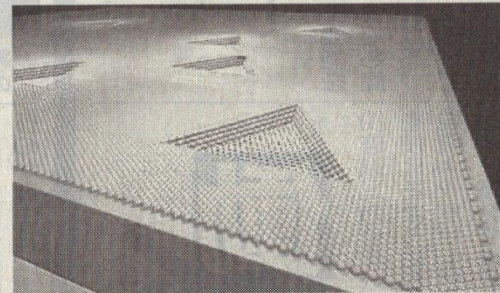
・最新(2011.3.4.朝日新聞)

産総研(つくば)で従来の120倍の生産効率の製造法を開発し、コストを20万円／g→数百円／g(1／1000)が可能

炭素シート「グラフフェン」 ノーベル物理学賞

応用研究、日本でも加速

今年のノーベル物理学賞受賞テーマとなった極薄炭素シート「グラフフェン」。英大学の2氏が受賞したが、日本でも性能向上へ向けた技術開発や電子部品への応用研究が加速している。グラフフェンの仲間であるフラレン(球状炭素分子)やカーボンナノチューブ(筒状炭素分子)の研究でも世界の先端を行く。日本の優れた製品が世界に広がる期待は高い。



基板の表面を加工すると三角形のグラフフェンができる—九州大学提供

ソニー 薄型TVを大型化 富士通 東大など 半導体の開発着手

様々な炭素材料(ノーベル財団の資料による)

グラファイト

炭素の並びが平面状

グラフフェン

筒状

球状

ナノチューブ

フラレン

| | |
|--------|------------------------------|
| グラフフェン | 電気の流れやすさはシリコンの10倍以上。薄くて透明、丈夫 |
| フラレン | 炭素60個からなるC60が有名。化学的操作で様々な性質に |
| ナノチューブ | 絶縁体、半導体、金属に作り分けが可能。高強度 |

総合研究所はグラフフェンの大型シートの量産技術を開発、10月中にもサンプル出荷を始める。電機、素材メーカーなど数社から引き合いがあるという。シート of の連続生産の実証実験にも着手。今年度中にも終え、企業と量産体制の整備を検討する。大型グラフフェンシートは、丸めたりできるタ

ソニーはグラフフェンが電気を良く流す性質を生かし、有機EL(エレクトロ・ルミネッセンス)や液晶などのディスプレイを採用した薄型テレビを大型化・低価格化する技術を開発した。溶液にシリコン基板を浸してグラフフェンでコーティングし、ディスプレイ用のトランジスタに使った。現在は多結晶シリコンを加工したトランジスタを使っているが、グラフフェンは塗るだけで済み大型化しやすい。印刷に似

た簡単な方法で作れ、生産コストを大幅に抑えられるとみている。産業技術

日本経済新聞

10月10日
日曜日

発行所 日本経済新聞社
東京本社 電話(03)3270-0251
〒100-8066 東京都千代田区大手町1-3-7
大阪本社 電話(06)6943-7111
名古屋支社 電話(052)243-3311
西部支社 電話(092)473-3300
札幌支社 電話(011)281-3211
電子版アドレス
<http://www.nikkei.com/>
購読のお申し込み
電話0120-21-4946
<http://www.nikkei4946.com>



アルミのことなら

日軽金

東レ

炭素繊維車体向け量産

トヨタ・富士重に供給

東レは年内にトヨタ自動車と富士重工に、自動車ボディ用の炭素繊維の供給を始める。国産の量産車種のボディに炭素繊維が使われるのは初めて。重量は鋼板の3分の1で、燃費向上に直結する。新製法で鋼板とのコスト差を大幅に縮め、高級車への採用を可能にした。自動車ボディへの採用が広がれば、現在の炭素繊維の全需要に匹敵する年間3万トンの新規需要が見込まれる。炭素繊維の世界市場で首位の東レは、新需要を取り込んで成長を加速する。

(炭素繊維は3面「きょうのこば」参照)

鋼板とのコスト差縮む

トヨタは12月に生産を
開始する高級スポーツ車
「レクサスLFA」のボ
ンネットとルーフに炭素
繊維を採用する。軽量化
は燃費改善のほか、走行
性能向上にもつながると
みられる。

トヨタは車体軽量化と
環境対応の2つの観点か
ら、素材の多様化を進め
ており、ガラスの代わり

にポリカーボネート樹脂
を採用した窓も使ってい
る。今後、コストや加工の
しやすさなどを総合判断
し、炭素繊維の使用範囲
が増える可能性もある。
富士重は普及型スポー



ツ車のオプションパーツとして炭素繊維のルーフを販売する。これまで自動車では、フレームなどの構造材やエンジンの駆動を伝える

た。風力発電の羽根の外装など幅広い。東レは米ソンの最新鋭旅客機向けの炭素材料を独占供給して2009年の世界2万5000ト。

▼炭素繊維 自動車向けはポリアクリロニトリル系と呼ばれ、アクリル繊維を高温で焼いてつく。重量は鉄の4分の1で強度は10倍。1970年代から釣りざおやゴルフシャフト向けに普及し

炭素繊維の世界販売量シェア

