

ナノテクノロジーによる機能材料の 革新と創製

東レ株式会社

E&Eセンター顧問

大林元太郎

ナノテクノロジーによる材料革新

「未来を変える先端材料を創る」
それが東レのナノテク

東レのコア技術

有機合成化学
高分子化学
バイオテクノロジー
ナノテクノロジー

新規特性発現
New Value
「ナノ効果」
物性が飛躍的に向上

ナノマテリアル

ナノ構造制御

ナノ表面処理

ナノプロセス(ナノ加工)

ナノ分析

CNT

ナノ粒子(ナノ分散)

“ナノアロイ”

ナノコンポジット

化学修飾

ナノコーティング

ナノインプリント

ナノ積層

ナノ形態観察

ナノ構造解析・組成分析

基盤事業における
先端材料の拡大

重点4領域の拡大

情報・通信・エレクトロニクス

自動車／航空機

ライフサイエンス

環境・水・エネルギー



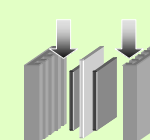
バイオマス製品群



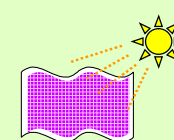
炭素繊維複合材料



水処理分離膜



燃料電池



太陽電池

ナノ構造精密制御による機能材料の創製

1. ナノ構造制御による極限特性の追求

- ◆ ナノファイバー
- ◆ カーボンファイバー
- ◆ ナノ積層フィルム
- ◆ ナノアロイポリマー

2. ナノ物質との複合化による機能材料の創製

- ◆ 高屈折率材料
- ◆ CNT透明導電フィルム
- ◆ 有機半導体材料
- ◆ CNT薄膜トランジスタ

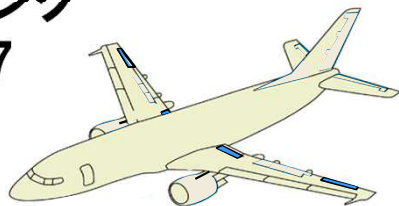
3. ナノ（表面）構造形成による機能デバイスの開発

- ◆ 繊維ナノ表面加工
- ◆ フィルム表面凹凸形成
- ◆ 水処理分離膜
- ◆ 燃料電池用高分子電解質膜
- ◆ DNAチップ

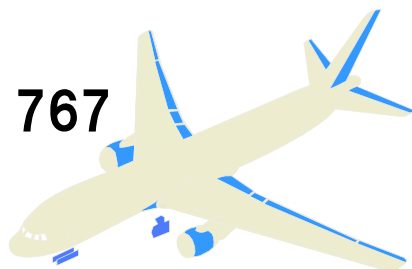
航空機用途への炭素繊維の展開

2次構造材

ボーイング
737

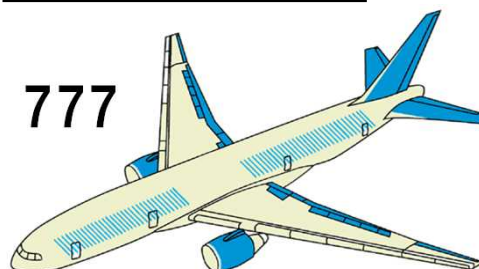


767



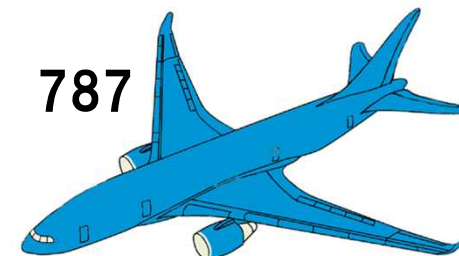
1次構造材

777



CFRPの大量採用

787



CFRP比率
(量)

~1%
(0.1トン)

1970-1980

3%
(1.5トン)

1980-1990

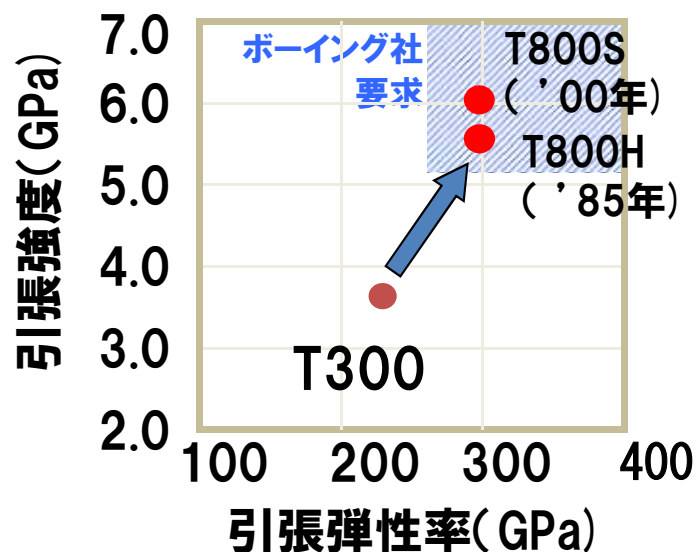
12%
(10トン)

1990-2000

50%
(35トン)

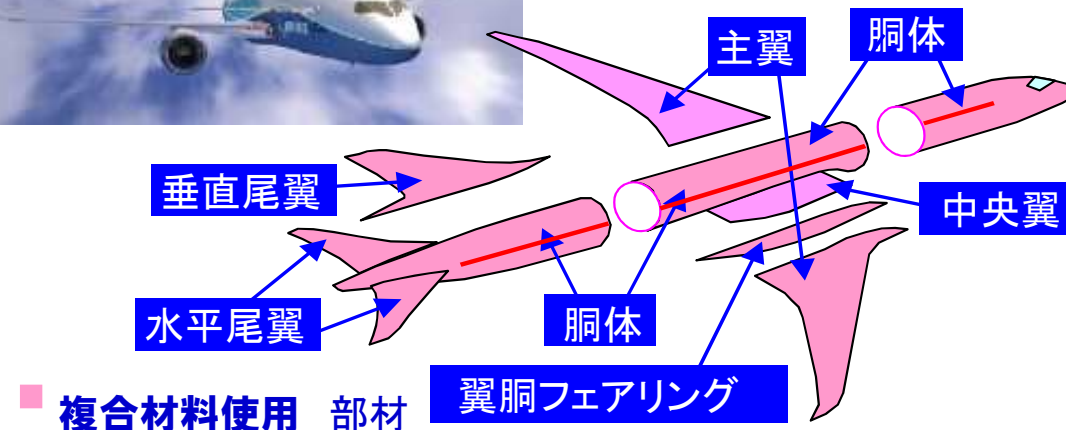
2000-2011

炭素繊維の高弾性・高強度化

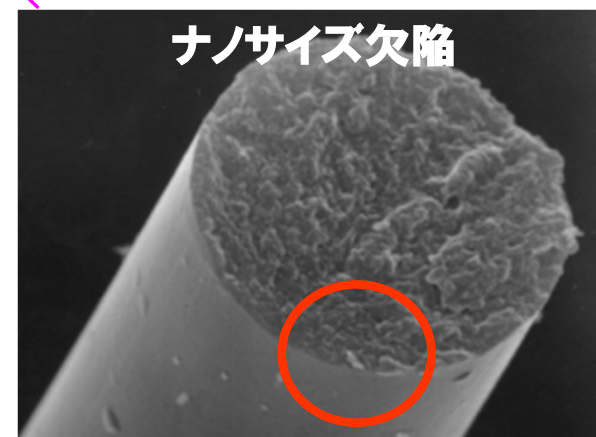
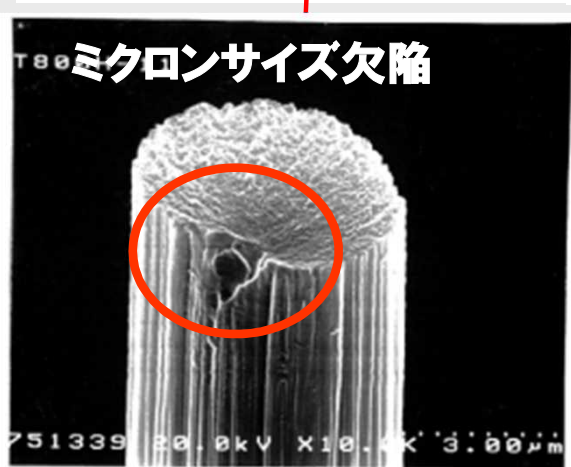
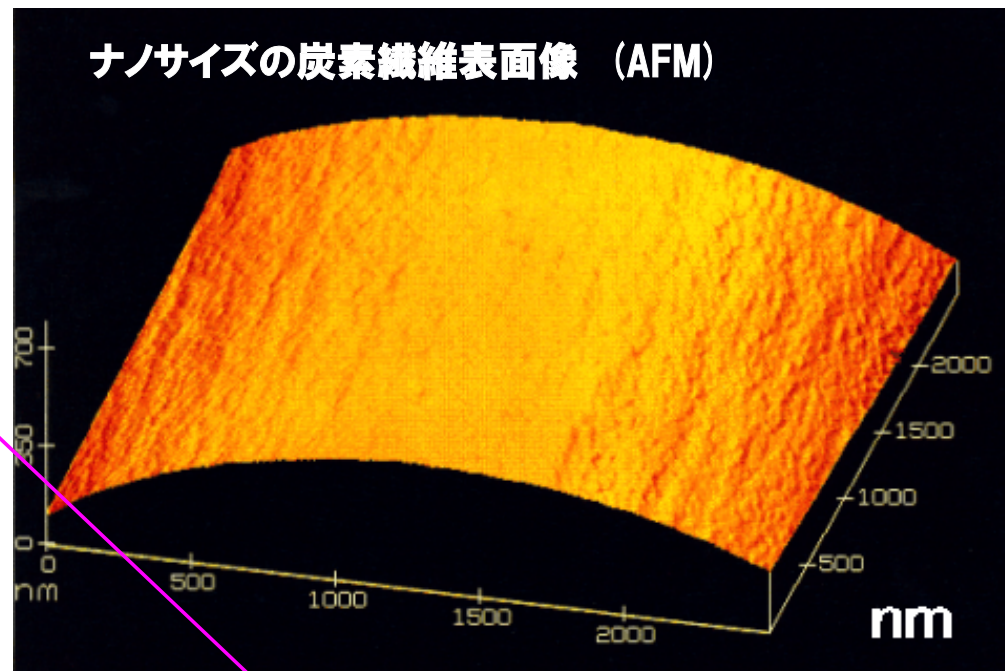
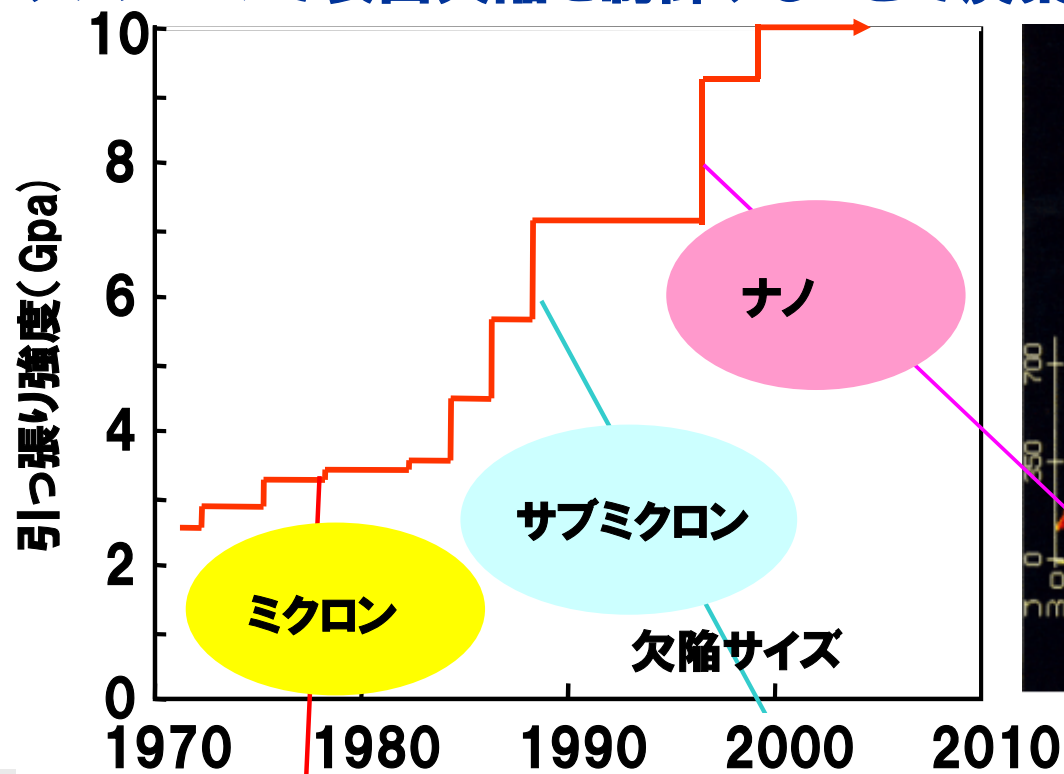


ボーイング787

“オール複合材航空機”



▶ ナノレベルで表面欠陥を制御することで炭素繊維の特性を改善



“NANOALLOY®” / “ナノアロイ®”

<ナノ構造制御>

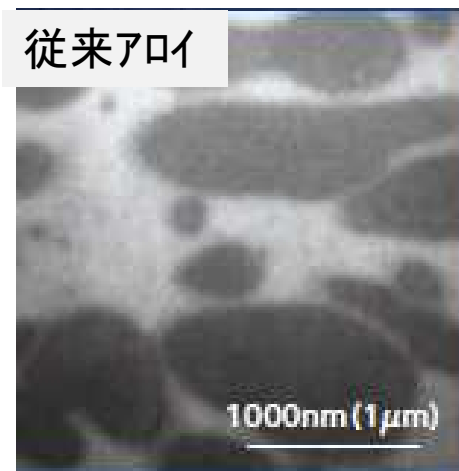
技術

- ① 複数ポリマーをナノメートルオーダーで微分散させる構造
- ② 「自己組織化」作用を制御
ポリマーをナノオーダーで3次元的な連続構造を形成させた構造
数十ナノメートル単位の粒子「ナノミセル」を多数含む構造等がある

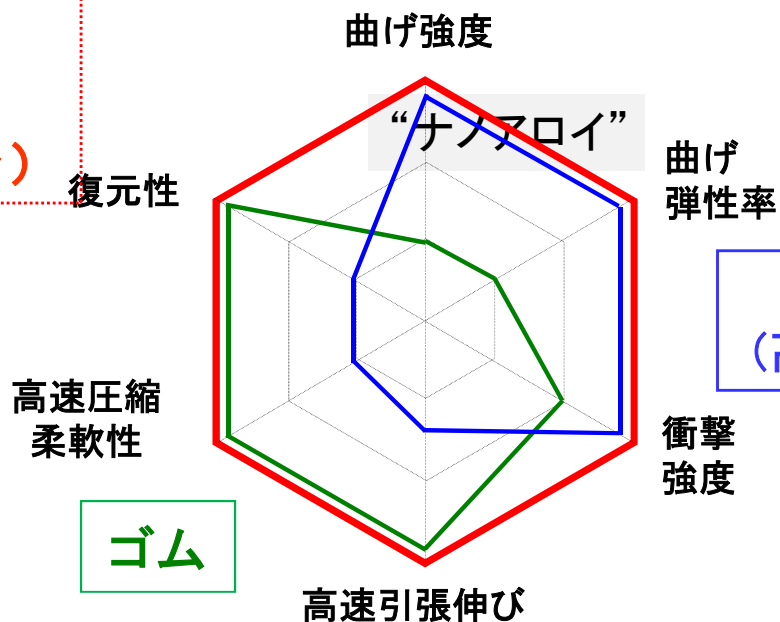
特徴

『ナノアロイ®』技術は、各ポリマー固有の特性を、混合後も最大限に発現させることができる

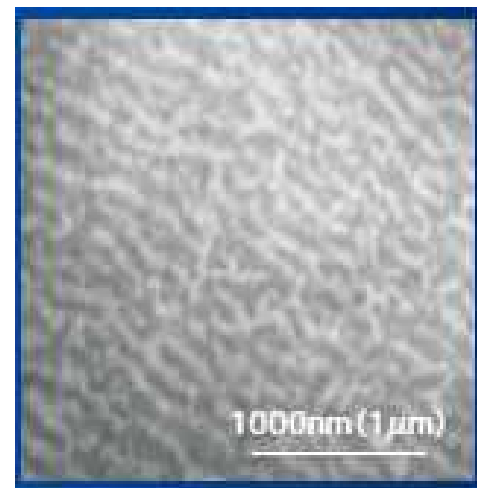
従来アロイ



衝撃吸収
ナイロン
(ゴム+ナイロン)



ナイロン
(高衝撃グレード)



衝撃吸収ナイロン

<ナノ構造制御>

ゴムのように柔軟に変形して衝撃を吸収するナイロン

NANOALLOY
TECHNOLOGY

大型高速落錘試験(200kg、11km/h)

通常ナイロン

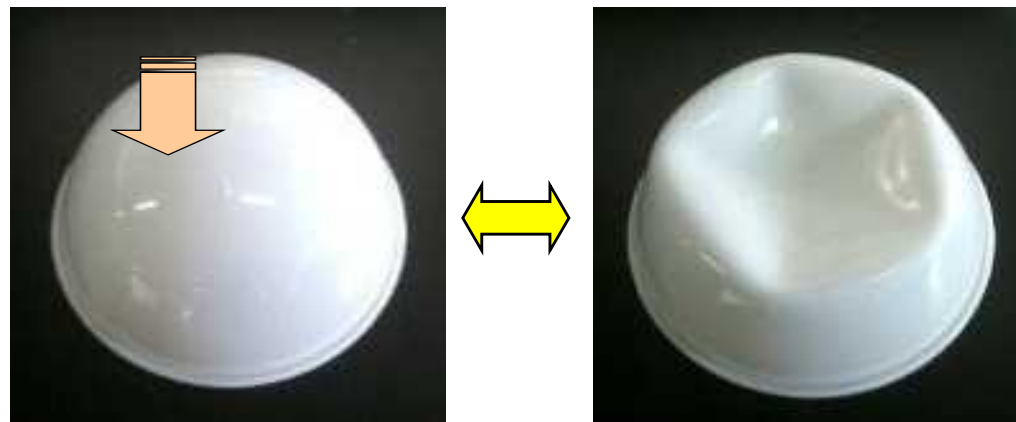


ナノアロイ化ナイロン



プラスチックの高い
強度、剛性を有しながら、
衝撃時に柔軟に変形

変形後の復元性

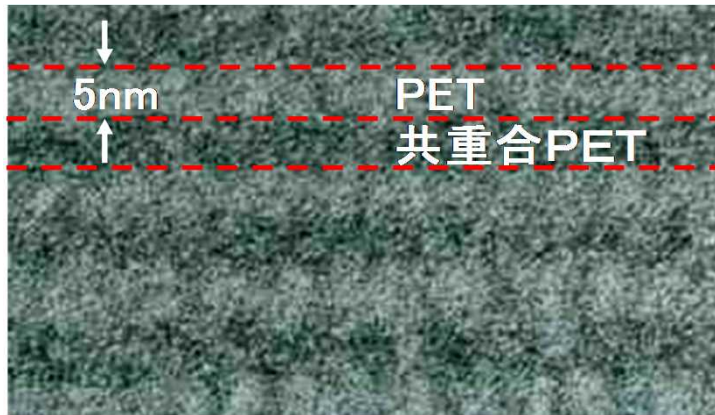
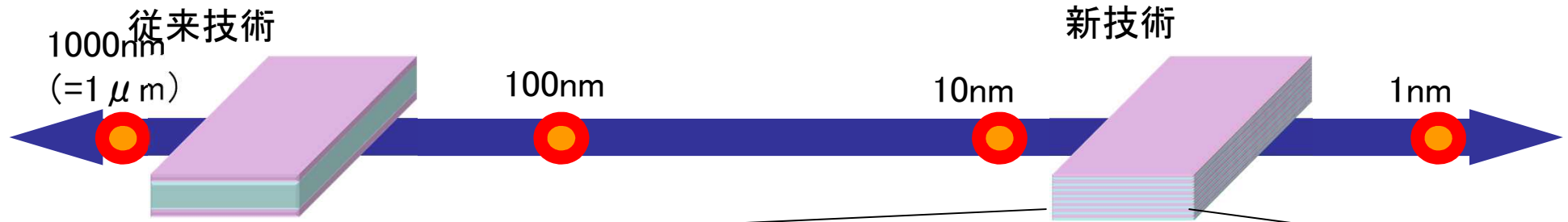


変形後も復元性があり
白化(白い跡)しにくい

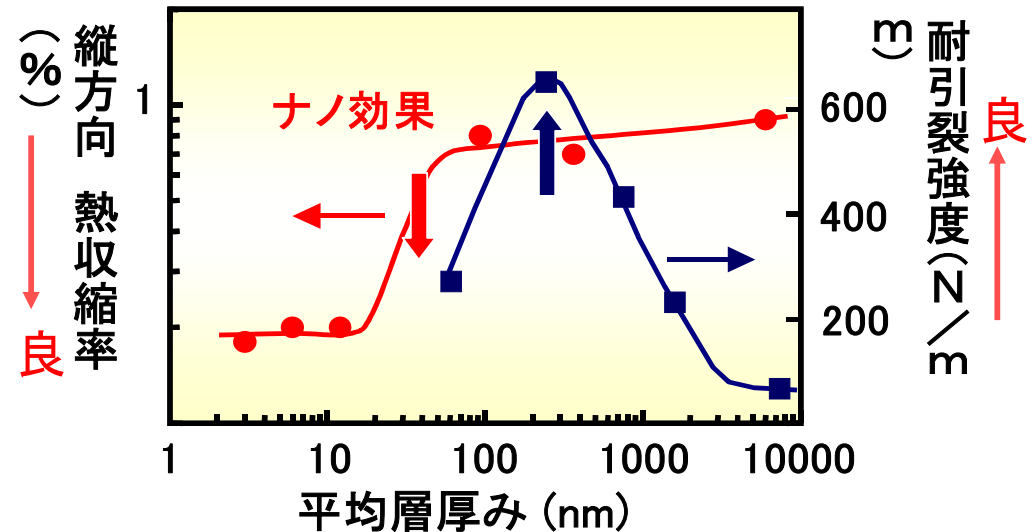
手で押すとほぼ元の形に復元

ナノ積層フィルム

<ナノ構造制御>

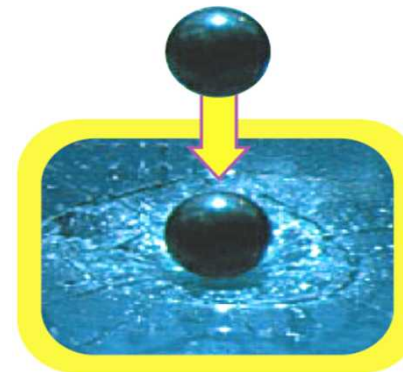


高精度多層積層技術



用途展界

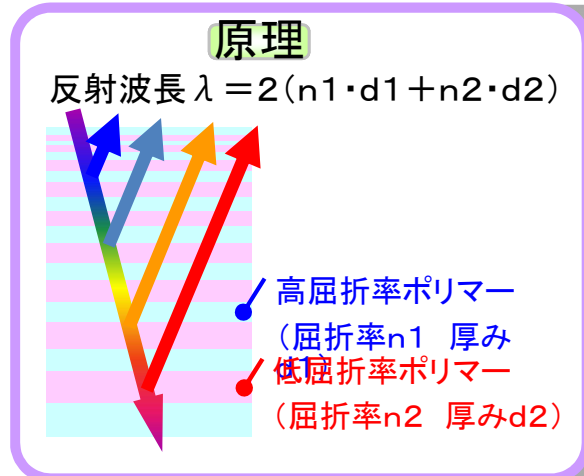
- ◆ ガラス保護フィルム (安全 & 防犯用)
- ◆ 電子材料用テープ
- ◆ 光学機能フィルム



金属光沢調PETフィルム

<ナノ構造制御>

- ① 金属を使用せず、金属光沢表現を可能にした新しいフィルム
- ② ナノ積層により、可視光線領域を干渉反射することで、金属を使用せず金属調を実現。



【機能と採用事例】

【コンセプト】

金属レス

金属光沢

成型性

【特徴】

電波透過
低環境負荷
インサート成
型可能
軽量化
新デザイン

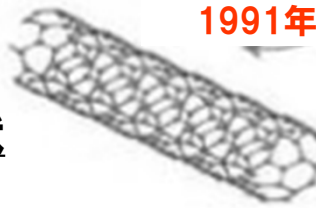


【用途】

携帯電話
携帯AV機器
PC
家電
自動車
アミューズメ
ント等



ナノカーボン材料

<ナノマテリアルの複合化>

	製造法	特徴	期待用途
<p>カーボンナノチューブ</p> <p>1991年発見</p> <p>筒状</p> 	<p>CVD</p> <p>アーク放電</p>	<p>高電導度</p> <p>高電子移動度</p>	<p>透明電極</p> <p>半導体</p> <p>電池材料</p>
<p>グラフェン</p> <p>平面状</p> <p>2004年発見</p> <p>2010年ノーベル賞受賞</p> 	<p>剥離</p> <p>CVD</p> <p>グラフェン酸化物の還元</p>	<p>高電導度</p> <p>高電子移動度</p>	<p>透明電極</p> <p>半導体</p> <p>電池材料</p>
<p>フラーレン</p> <p>球状</p> <p>1985年発見</p> 	<p>燃焼</p>	<p>金属内包</p> <p>電子受容性</p>	<p>DDS、化粧品</p> <p>有機的光起電性</p>

領域: **エレクトロニクス** **エネルギー** **ライフサイエンス** **機能材料**

CNT透明導電フィルム

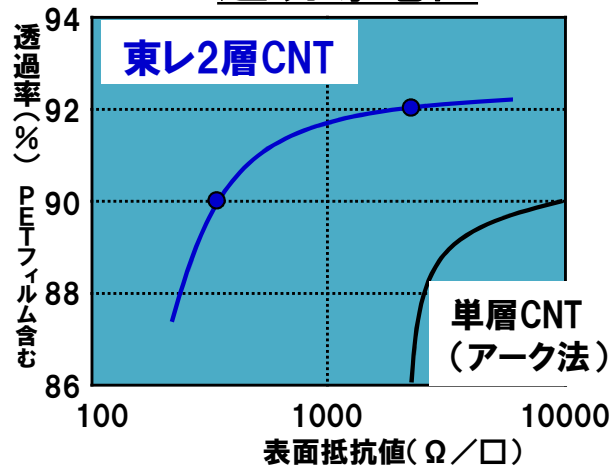
<ナノマテリアルとの複合化>

高純度・高導電2層CNTを用いた導電性コーティング剤を開発。
高屈曲耐性を強みとしたフレキシブルデバイスなどへの展開。

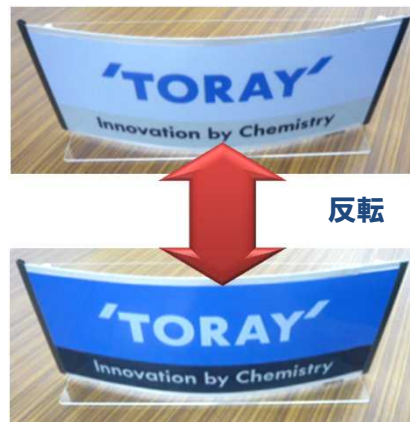
- ・標準グレード: 透過率90%、表面抵抗値500Ω/□
- ・高透明グレード: 透過率92%、表面抵抗値2500Ω/□

特徴

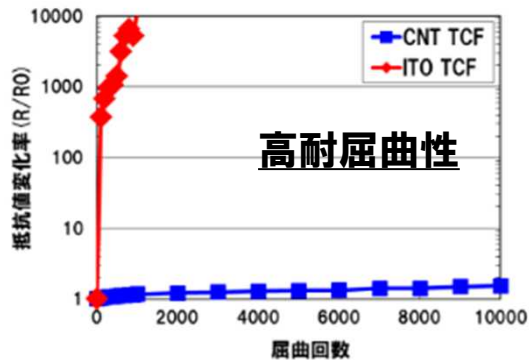
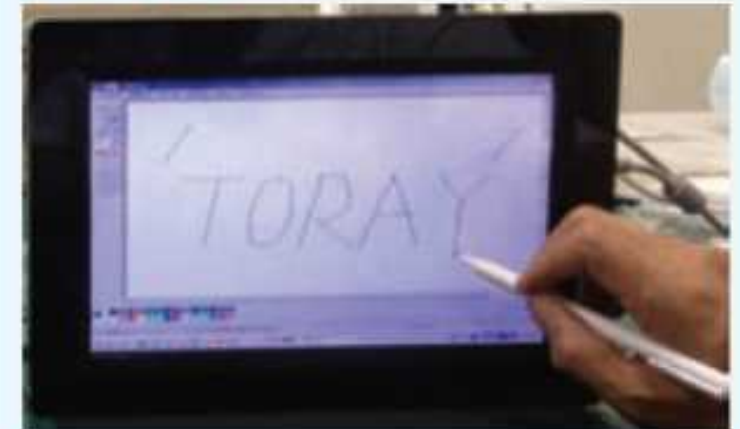
透明導電性



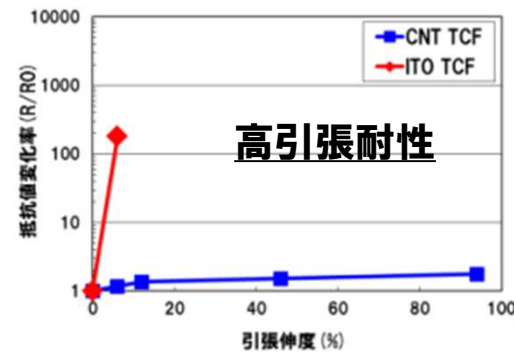
電子ペーパー例 (上部透明電極に使用)



タッチパネル



高耐屈曲性



高引張耐性



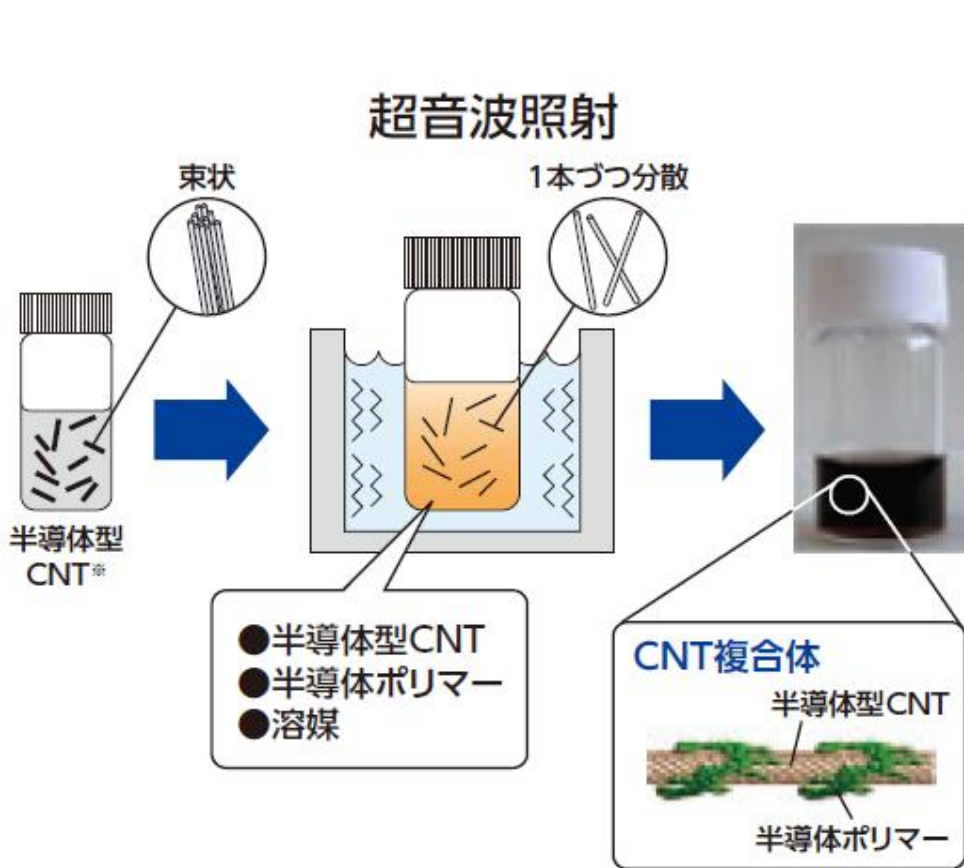
3Dタッチパネル などへ展開

CNT薄膜トランジスタ

<ナノマテリアルの分散>

単層CNTと半導体ポリマーとの複合化

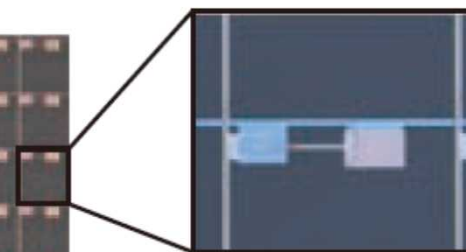
移動度 $2.5\text{cm}^2/\text{Vs}$ 、オンオフ比 10^6 と、世界最高レベルの性能を示す塗布型CNT薄膜トランジスタ



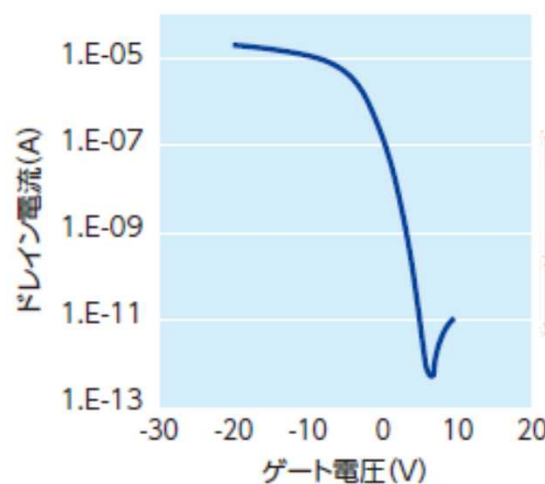
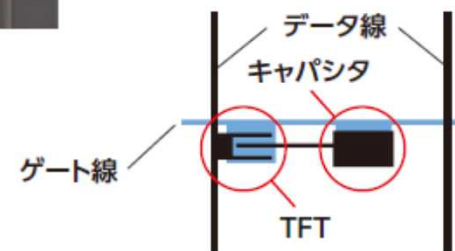
※技術研究組合 単層CNT融合新材料研究開発機構 (TASC)

塗布法で作製した数多くのCNT素子が並ぶTFTアレイ

TFT部分拡大写真



模式図



移動度 (cm^2/Vs)	オンオフ比	しきい値 電圧 (V)
13.4	$>10^6$	-1.3

塗布型では世界最高
レベルのTFT特性を達成

高ホウ素除去RO膜

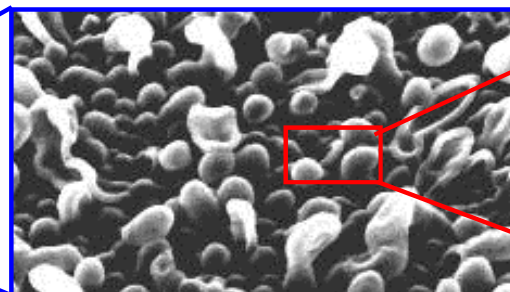
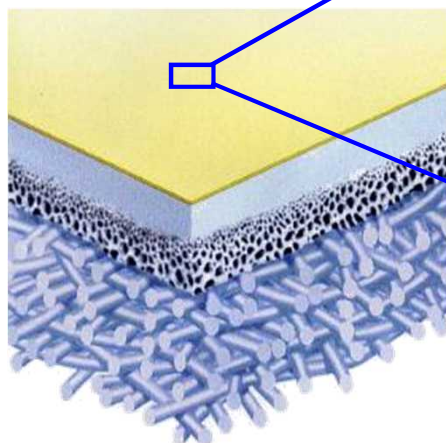
<ナノ分析・計測/ナノ表面形成>

RO膜の構造

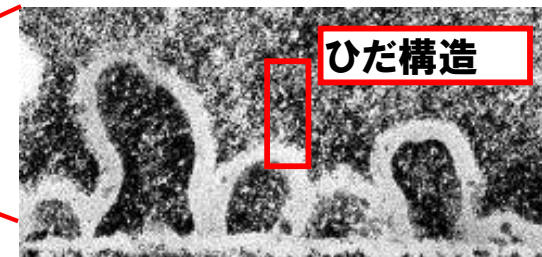
分離機能層 (0.2 μ m)

支持膜層

不織布基材層



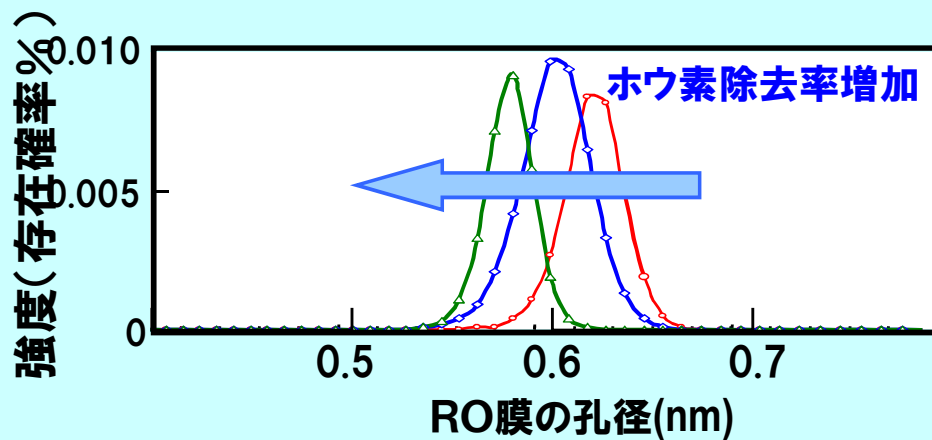
表面(走査電顕写真)



断面(透過電顕写真)

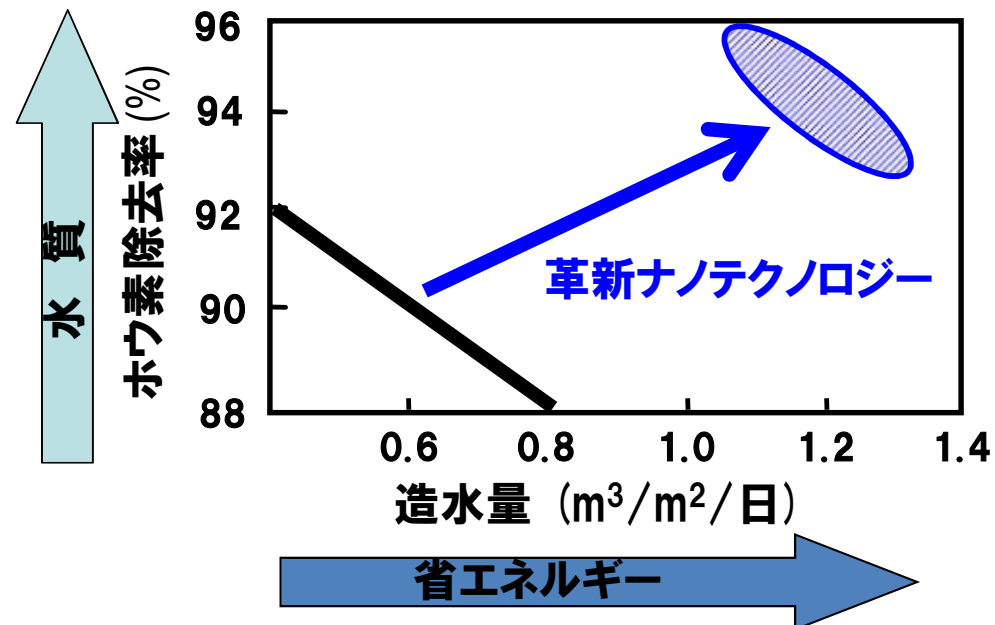
膜の表面形態

<陽電子消滅法>



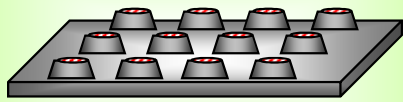
● 世界で初めての定量分析

RO膜の性能革新



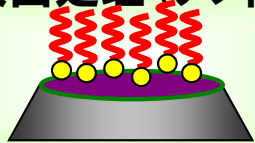
DNAチップ(“3D-Gene”): 世界最高レベルの感度、再現性、定量性

【柱状構造樹脂基板】



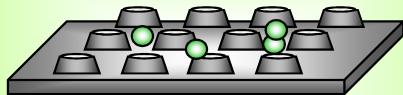
スポット形状安定ノイズの低減

【特殊表面処理(ナノ修飾)】



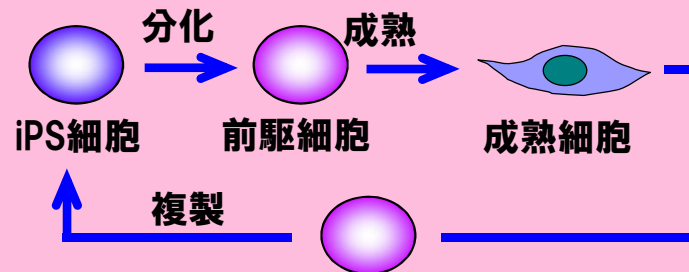
高密度・均一なDNA固定

【ビーズ攪拌】



ハイブリダイゼーション効率の向上

iPS細胞と再生医療への応用(京都大・山中教授)



★“3D-Gene”を用いて、c-Mycに代わるマイクロRNAを発見

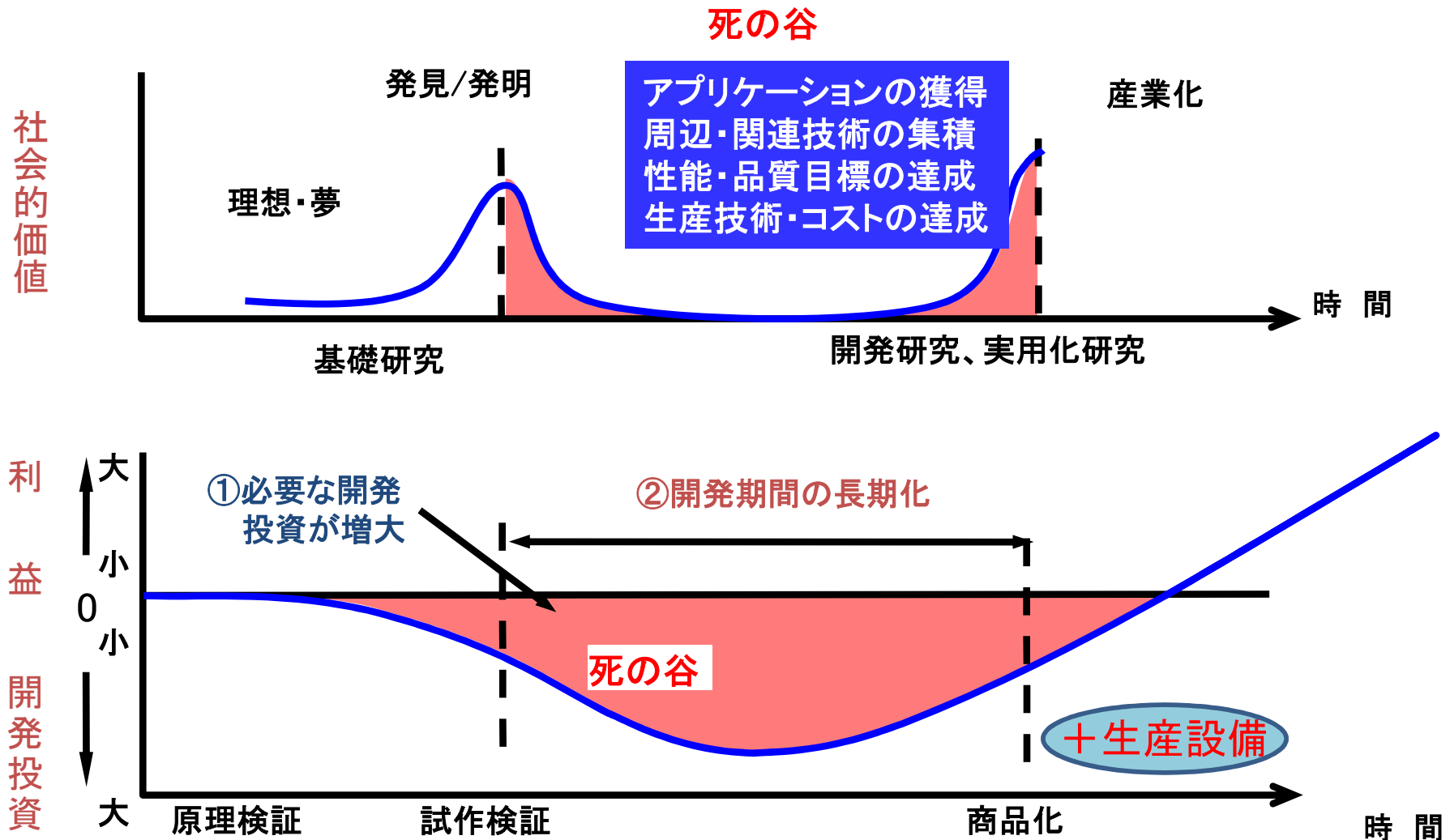
「体液中マイクロRNA測定技術基盤開発」プロジェクト <13種類のがんを1回の採血で診断>

- ・東レが開発した高感度なDNAチップと、東レとNCCが共同開発した血液中に存在するマイクロRNAバイオマーカーの革新的な探索方法を活用
- ・NCCに蓄積された膨大な臨床情報とバイオバンクの検体マイクロRNA腫瘍マーカーについての研究成果を基盤

2014年8月18日発表

革新的新材料の実用化に至る過程

材料の事業化:ある大きさの市場規模(将来性)
リアルアプリケーションの獲得と生産に至る技術開発



ナノテクノロジーのインパクト

1. ナノレベル分析・計測技術の進展によって、以前にはミクロンオーダーで設計を行ってきた材料の開発が、ナノオーダーの秩序構造を設計する開発に進化している。
2. ナノ物質の発明、ナノ効果の発見、ナノ粒子の形成技術、ナノ分散技術、さらには、あらたなナノ構造形成技術の開発により、ナノテクノロジーが材料革新の原動力となっている。
3. 限界にきていた既存材料の革新、ナノ物質やナノ粒子との複合による新機能の発現、材料表面のナノオーダーの構造制御による目標特性の実現など、ナノテクノロジーは実用レベルで材料開発に大きなインパクトを与えている。

<今後の方向性>

グリーンイノベーション、ライフイノベーションの原動力
ナノテクノロジーによるキー技術の創出

ナノテクノロジー展開に向けた今後の課題

1. サイエンス分野

- (1) ナノ物質・ナノ効果のさらなる発明・発見
- (2) ナノ物質の界面科学
- (3) ナノ物質と媒体物質の界面相互作用
- (4) ナノオーダーの系に対するナノ熱力学

2. ナノテクノロジー

- (1) ナノ物質とマクロ物質のインターフェイス技術
- (2) 大面積、一様(均一)形成技術
- (3) ナノ物質の均一、単分散作成技術
- (4) ナノ物質の構造制御技術
- (5) ナノ表面構造形成(含むナノ物質ふるい)
- (6) ナノ物質分離、反応器、センシング
(ケミカルチップ、バイオチップ)
- (7) ナノバイオ融合プロセス(非石化原料、低エネルギー)