

# ナノテク使えばできるかも？

ナノメートル（ナノは10億分の1）サイズの微細な領域で物質を制御し、新たな特性を引き出すナノテクノロジー。炭素系微小材料のカーボンナノチューブ（CNT）などの材料系の研究がよく知られるが、界面やひずみの制御、ナノ機械の実現など、最先端ではさまざまな研究が行われている。東京大学と早稲田大学の研究から、ナノテクの現在を見る。

には時間がかかるとは、常温大気中で働くナノセンサーが実現すれば、質量や圧力、モーメントなど「あらゆる物理現象を超低電力で検知することが可能」（石原教授）という。

## MEMSを超える NEMSの進展

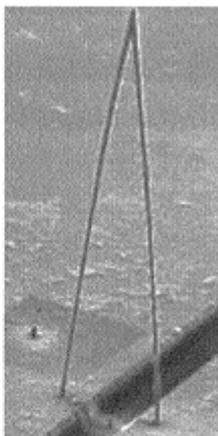
東大石原教授ら

ケールでは見られない、ナノ領域の特性を生かした機械システムの実現を目指している。ナノ機械は、マイクロメートル（マイクロは100万分の1）領域の微小電気機械システム（MEMS）のナノ版で、NEMSと呼ばれる。石原教授は、ナノ構造を使い、これまでより微量の物質や、微小な力を検知できるセンサーがでると見ており、これらが増加することで、量子閉じこめ効果のような特性があることが確認されている。石原教授らは、こうした通常のス

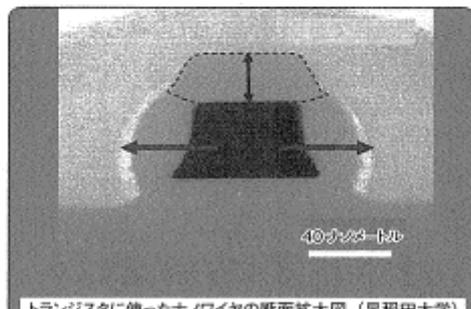
その一つが、半導体や炭素材料を使ったナノ振動子。見た目は極めて細い線や板だ。センサーとして使うには、振動の幅と共振周波数のほか、検出分極能に關係するQ値と、た自は極めて細い線や板だ。センサーとして使うには、振動の幅と共振周波数のほか、検出分極能に關係するQ値と、た自は極めて細い線や板だ。センサーとして使うには、振動の幅と共振周波数のほか、検出分極能に關係するQ値と、

## ナノのひずみ制御でトランジスタの性能向上

早稲田理工学研究機構 中央演算処理装置（CIP）の最小単位のトランジスタ。微細化が進んだことにより、あらゆる機器の小型・高性能化に貢献してきた。だが、物理的にこれ以上の微細化が難しくなっている。早稲田大学ナノ理工学研究機構の清家綾客員研究者らは、微細化に頼らない性能



ピエゾ抵抗DLC製3次元ナノメカニカル構造（東大の石原教授ら）



トランジスタに使ったナノワイヤの断面拡大図（早稲田大学）

## 東大・早大 応用研究進む

# 界面やひずみ制御など実現へ

向上技術を研究している。

その一つがナノワイヤをチャンネルに使ったトランジスタ。清家客員研究者らは、ナノ領域のひずみを制御することで、ナノワイヤトランジスタの実現に取り組み、トランジスタの材料となるシリコンは、原子が格子状に並ぶ。この格子の間隔が変化すると、バンド曲線という電子エネルギー状態が変調される。そのため、ナノレベルで制御されたひずみを加え、トランジスタの性能を引き上げられるというのだ。

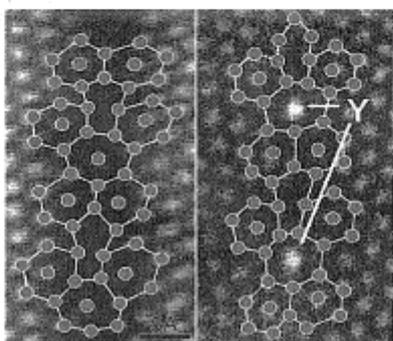
清家客員研究者によると、ナノレベルの微小な領域で、ナノワイヤの周辺に存在する絶縁膜や金属薄膜がナノワイヤに与える微小な力や、絶縁膜とナノワイヤの界面におけるひずみの影響などをさまざまな要因を考慮しつつ制御する必要がある。

ナノワイヤは2020年ごろの実用化が期待される。商品化に耐える性能の確立や、量産技術に落とし込むのが最大の難点だ。

## 界面をナノで制御

東大機研研究室

新材料の研究開発では、物質と物質の境界面である界面をナノレベルで制御し新たな



アルミニウム酸化物セラミックスの界面（左）  
イットリウム（Y）を添加した際の界面（右）  
（東大の機研教授ら）

特性を得ようという試みが進んだ。金は反応性によって、必ずなのに、ナノ粒子にして特定の素材に吸着させると、触媒機能のように正反対の性質を示す。このメカニズムを生かせば高性能の触媒を効率的に設計・開発することができると期待されている。

このほか、酸化チタン表面の原子構造や、アルミ酸化物セラミックスに微量のイットリウムを加えた際に強度が増すメカニズムも解明した。「メカニズムが分かればシミュレーションができる。20年後には、試行錯誤に頼る新材料開発を短期間、低コストで行えるようになる」（機研教授）と自信を見ている。