

1

# ナノ微粒子計測・評価 1

ナノ粒子の粒子径、形状、物性、およびそれらの分布を計測評価する技術について  
ビジネスロードマップを作成する

## 作成方針

1. ナノ微粒子の産業利用、社会影響の観点から  
今後必要となる計測評価技術に焦点を合わせる
2. ナノ粒子の存在する3種類の環境: 気体中、液体中、  
固体中、で分類する
3. 計測評価のニーズと 技術シーズ両面からとらえる

## 課題

1. ナノ微粒子の計測・評価についてニーズとシーズの  
ギャップをどのように埋めるか
2. 計測の速度など効率の要素も重要
3. 使われる場所、状況: 実験室 in-situ in-line

## 今後の予定

1. 対象領域を拡大する
2. 新技術を探索し結果を反映させる

## 分野: 気体中ナノ微粒子の計測・評価

1. 大気エアロゾル
2. 製造環境ナノパーティクル
3. ナノ粒子製品(材料)

年代	05	10	15	20
潮流	ナノ粒子開発生産 気相合成,分散,堆積 社会影響問題 ディーゼル排ガス アスベスト,CNT	本格利用 物理・化学的機能 (発光,...)	機能の複合化 バイオナノ粒子 ハイブリッド化	
計測器仕様	粒子判別 粒径分布・形状 10~1000nm	+ 組成・構造・物性 10nm以下	+ 反応性・機能 1nm以下	
技術	光散乱,光子相関	電気的方法: 移動度計測 DMAなど	慣性利用: ToF法など	捕集して画像化: TEM, SEM, AFM

## 2

## ナノ微粒子計測・評価 2


**分野:** 液体中ナノ微粒子の計測・評価

1. 天然コロイド溶液
2. 医薬品、化粧品、塗料、液体トナー
3. ナノ粒子製品(材料素材)
4. 生体中ナノ粒子(有機, 無機)

**分野:** 固体中ナノ微粒子の計測・評価

1. 触媒
2. ファインセラミックス
3. ナノ粒子製品(ナノコンポジット)

年代	05	10	15	20
潮流	ナノ粒子開発生産	本格利用	機能の複合化	
	液相合成,分散 ナノ粒子利用 印刷,化粧品,	物理・化学的機能 (発光,触媒,...) 医療応用	バイオナノ粒子 ハイブリッド化	
計測器仕様	粒子判別 粒径分布・形状 10~1000nm	+ 組成・構造・物性 10nm以下	+ 反応性・機能 1nm以下	
技術	光散乱,光子相関			
	遠心沈降法			
	回折・散乱: X線, 中性子			
	画像化: TEM, SEM, AFM			

年代	05	10	15	20
潮流	ナノ粒子利用	本格利用	機能の複合化	
		新機能	ハイブリッド化	
計測器仕様	粒子判別 粒径分布・形状 10~1000nm	+ 組成・構造・物性 10nm以下	+ 反応性・機能 1nm以下	
技術	吸光発光スペクトル			
	電気的方法: 移動度計測 DMAなど			
	回折・散乱: X線, 電子線			
	画像化: TEM, SEM, AFM			

3

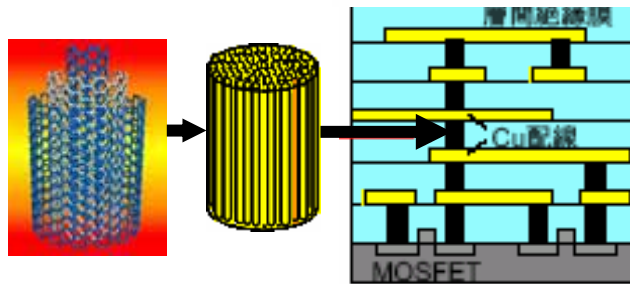
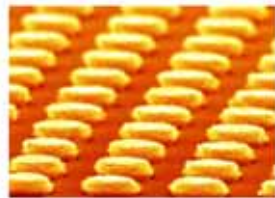
# カーボンナノチューブ計測・評価



ナノ材料の中で、最も産業応用が期待されるカーボンナノチューブ(CNT)に関して、純度・形状・分布・特性の計測・評価を切り口にして、分析技術のロードマップを作成した。

## 作成方針

1. 単一特性を持ったCNTをプロセス中で合成・成長させる技術確立を目標にし、プロセス制御に必要な計測・評価技術を俯瞰する。
2. CNT単体の形状観察だけでなく、合成・精製過程での混合物状態での分布解析技術を盛り込む。



富士通(株)提供資料

## 分野: エレクトロニクスや素材産業などでのCNT計測・評価

年代			05	10	15	20
CNTの産業応用への潮流			CNT生成純度向上			
			CNTの用途開発 / 計測技術の向上			
			製造プロセスへの計測器の組み込み			
項目	評価内容	評価装置				
純度	構造欠陥評価 残存触媒含有量定量 触媒元素分析 分散・凝集度合評価	ラマン分光 熱分析 蛍光X線 粒度分布測定	TEM・SEM 収差補正技術向上による高分解能化 SPM 探針改良による高分解能化			
形状	- CNT単体評価 - 外観観察 直径計測 長さ計測	透過型電子顕微鏡(TEM) 走査型電子顕微鏡(SEM) 走査型プローブ顕微鏡(SPM)	SNOMによる超微小エリア観察 熱分析装置 熱天秤感度向上による微量試料対応			
分布	- CNT集合体評価 - 直径分布 カイラリティ分布 凝集分布	ラマン分光 近赤外吸収分析 近赤外フォトルミネッセンス 粒度分布測定	ラマン分光 共鳴ラマン等の利用による高感度化 SPMとの複合化技術(SNOM)			
特性	結晶性評価 金属・半導体性 多層構造解析	ラマン分光 近赤外吸収分析 近赤外フォトルミネッセンス 粒度分布測定	近赤外フォトルミネッセンス 測定カイラリティ範囲の拡大 波長可変レーザー光源利用による高感度化 粒度分布 検出限界向上			

## 4

## 計測・評価装置分野

**目的** 我が国の半導体産業における国際競争力を堅持すべく、**ナノシリコンプロセス先進計測・評価技術**を確立する。

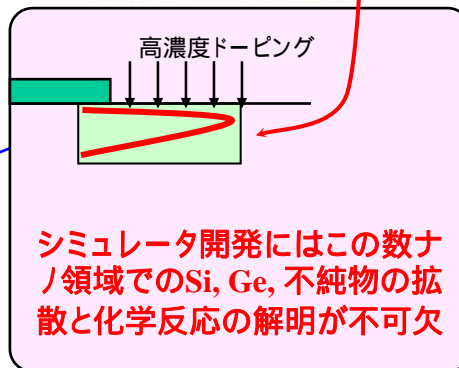
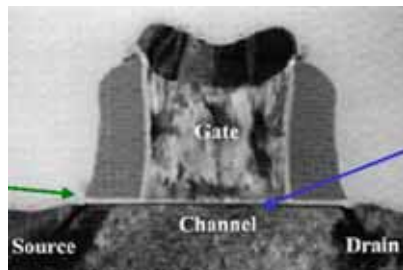
## 背景

1. 超高速化が期待できる歪Si素子のプロセス制御に対する設計指針が必要
2. **極限CMOS(ナノCMOS)素子製造**へ向けたプロセスシミュレータの開発が必須

## 求められる技術

1. **Si安定同位体( $^{30}\text{Si}$ )マーカー**
2. 高性能**同位体分析**技術

高誘電体絶縁膜



**分野** ナノシリコンプロセス計測

## 開発ターゲット

1. 高性能ナノシリコンシミュレータの開発
2. サブナノ分解能同位体分析装置の開発

年代	05	10	15	20	
潮流	hp90	hp65	hp45	hp32	hp22
同位体深さ分析	SIMS深さ分解能の向上		原子層分解同位体分析装置の開発		
シミュレーション技術	サブ10 nm領域のシミュレーション技術の確立		ナノCMOSシミュレータの開発		
規制等					

5

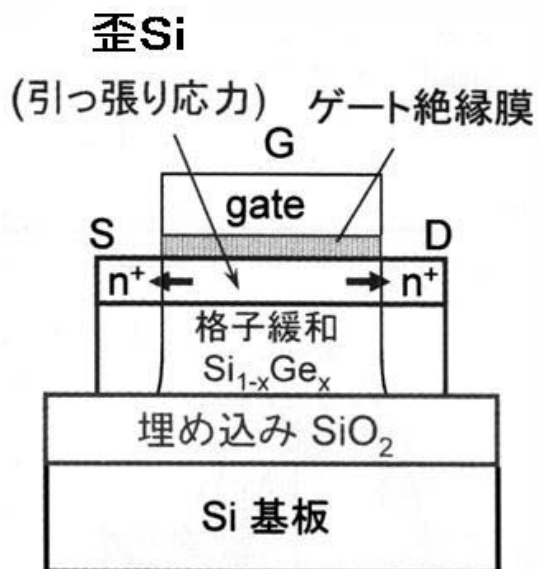
# 次世代LSIの計測

- 歪Siプロセス対応近接場分光装置の開発 -

**目的:** ナノCMOSデバイスの高性能化  
速度を決定するチャンネルの歪量計測  
評価手法の確立

**分野:** ナノシリコン先進計測評価技術(装置)

**開発ターゲット:** 歪量2次元計測



## 背景:

- デザインルール則に従ったデバイスの高速化はリーク電流の増大により困難
- ゲート領域の歪量計測技術の確立が急務

年代	'05	10	'15	20
潮流 (微細化)	hp90	hp45	hp32	hp22
製品	90nm対応装置	45nm対応装置	32nm対応装置	22nm対応装置
技術	50nm分解能 近接場ラマン 分光技術	10nm分解能高精度・高感度 近接場ラマン分光技術	nm領域励起近接場 分光法の開発	