

山口・野田研究室の概要とテーマ

平成 20 年 1 月 16 日

研究室の構成 (平成 20 年 4 月予定)

教授: 1 名、准教授: 2 名、助教: 3 名、技術専門員: 1 名、
博士研究員: 5 名、企業研究員: 4 名、技術員: 1 名、秘書: 1 名、
D2: 3 名、D1: 1 名、M2: 9 名、M1: 6 名、研究生: 2 名、B4: 2~6 名

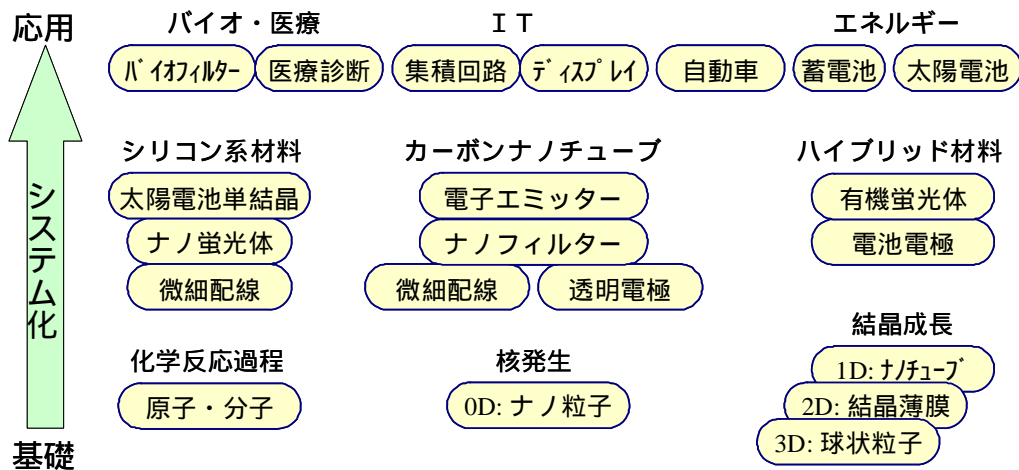
研究室の特徴

化学の知恵をシステムとして活かし、ナノテクノロジーという基盤技術を構築することを目標にしています。ナノテクノロジーとは、ナノスケールで構造を制御してマクロスケールに構造体をつくり新たな機能を創製する技術であり、情報技術、エネルギー・環境技術、そしてバイオ・医療のイノベーションが期待されます。

例えば、未来のクリーンエネルギーシステムを考えてみましょう。太陽電池で大規模発電するには原料の高純度シリコンの有効利用が鍵で、球状や薄膜状の単結晶製造でブレイクスルーを目指しています。光から電気を作る太陽電池、電気から光を得るディスプレイ・照明ともに、光も電気も流す透明電極が重要で、希少元素インジウムに頼る現状から、カーボンナノチューブにより脱却します。ナノチューブを使った電子エミッターにより、ディスプレイ・照明を省電力化します。シリコンナノ粒子とナノチューブのハイブリッドは、携帯機器に使われているリチウムイオン電池を高性能化して自動車を動かすのに有望ですし、ナノチューブとポリマーのハイブリッドは自動車や航空機のボディの軽量化に有望です。このように炭素とシリコンに元素を絞っても、エネルギーの生産・貯蔵・利用まで広範にイノベーションを起こせることがナノテクノロジーのインパクトであり、資源枯渇やリサイクルを考えるとサステナビリティにも欠かせません。

ただ、原子・分子を人為的に操作しては、このような多様なナノ材料をマクロスケールに製造できません。無数の原子・分子が自然に組み上がっている自己組織化が不可欠です。その為には、原子・分子の化学反応過程から、核発生・成長によるナノ構造体形成、更に高次構造体形成の過程を基礎的に理解する必要があり、実験とモデリングの両面から取り組んでいます。

未知な現象を解き明かしていく楽しさと、ものづくりをする具体的な充実感が研究室の特徴です。皆さんには、個別の研究テーマで深い専門を培ってもらうとともに、広範な知識およびシステムティックな思考も習得して欲しいと思います。

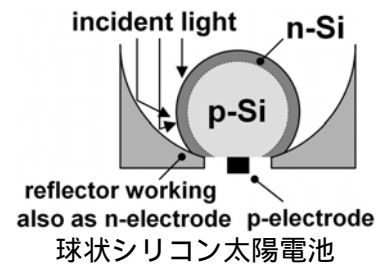
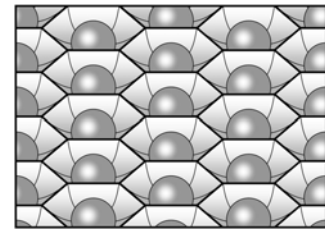


ナノテクによるイノベーションへの本研究室での取り組み

現行研究テーマ例

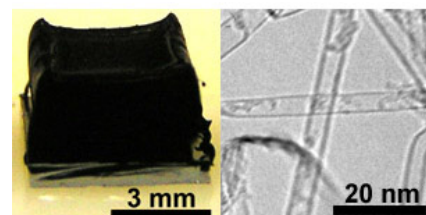
(1) シリコン系材料

単結晶シリコンは半導体産業を産みましたが、太陽電池の主役でもあります。しかし、半導体用のプロセスではコスト・規模が見合わず、ブレークスルーが必要とされています。私たちは単結晶シリコンを球状ないし薄膜状にすることで数十倍のシリコン有効利用を目指すとともに、高純度シリコン原料製造にも新たな化学反応ルートを開発しています。また、シリコンはナノ粒子化するとバンド構造が変化します。蛍光体として医療診断マーカーへの応用などを検討しています。

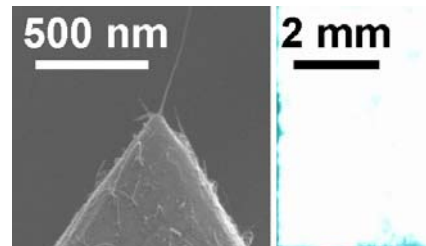


(2) カーボンナノチューブ

単層カーボンナノチューブは、nmの細さとmmの長さを持つ特異な1次元材料です。物理・理学分野により特異な性質が明らかにされ、多様な用途が提案されています。一方で、極少量しか作れず金の数十倍も高価、応用は進んでいません。ものづくりでは化学・工学が主役、私たちは既に世界トップの合成技術確立、更にコスト・規模の3桁のブレークスルーに挑んでいます。また、自己組織化によりネットワーク状・棘状等の多様な形態をナノチューブにとらせ、ディスプレイ・照明用の透明電極・電子エミッター等を開発しています。



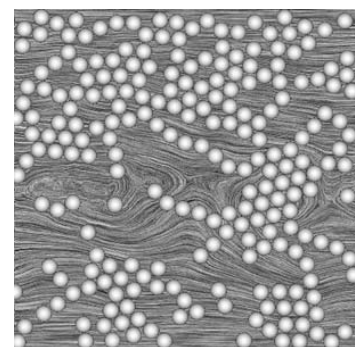
ナノチューブ高速成長



ナノチューブ電子エミッターと発光

(3) ハイブリッド材料

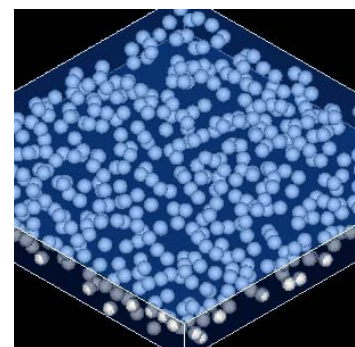
上記のように、シリコンおよびカーボンのナノサイズ化により多様な機能を創製できますが、それらのハイブリッド化により更に多機能化できます。一例として、携帯機器やハイブリッド自動車に使われるリチウムイオン電池を対象に、シリコン負極材による電池容量向上と、ナノチューブ導電材による出力向上を両立、本格的な電気自動車を目指しています。



流動場の凝集分散モデリング

(4) モデリング基盤

現実系では物質を限定して実験を進めますが、一方で共通原理を理解すると物質によらないモデリングが可能となります。また、実験系で測定できないような時間・空間スケールでの解析も可能となります。インク、化粧品、食品、医薬品など多様な分野で重要なコロイド分散系を対象に、流動場や乾燥場での分散・凝集、自己配列のモデリング基盤を構築しています。



乾燥場の粒子配列モデリング