

第4回 ナノマテリアル



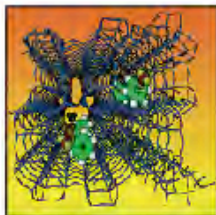
FACULTY OF ENGINEERING
THE UNIVERSITY OF TOKYO

004

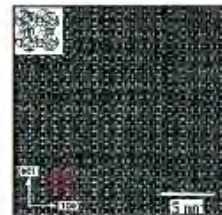
NANOMATERIALS RESEARCHES IN THE UNIVERSITY OF TOKYO

〔 ナノ空間材料 〕

ナノテクノロジーは、これからの持続的な社会を実現するためのキーテクノロジーです。ナノテクノロジーがその役割を果たすためには、ナノ材料を自由自在に創製し、応用するための新しい科学と技術の確立が不可欠です。私たちはナノ空間材料を主な研究対象とし、その合成と応用に関する研究を進めています。



ゼオライトにおける分子束のイメージ図

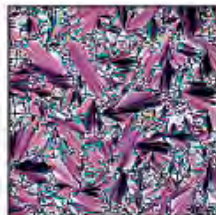


A型ゼオライトの透過電子顕微鏡像

化学システム工学科
大久保達也

〔 機能分子化学 〕

分子の構造を設計し、分子間に働く力を制御することにより、さまざまな機能を示す新しいナノ材料を作り出す研究を進めています。その一つが「液晶」です。液晶の新しい機能、すなわち光や電子・イオン・分子などを認識したり、運んだり、その流れを制御したりする機能を開拓しています。さらに「機能性ポリマー」「超分子材料」「無機有機ハイブリッド材料」に関する研究も行っています。



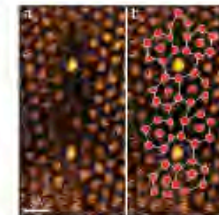
液晶ナノ材料がつくる光のパターンとその分子構造(2点とも)



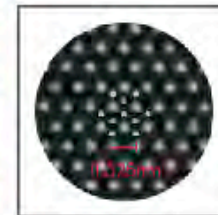
化学生命工学科
加藤 隆史

〔 超高分解能電子顕微鏡 〕

幾原研究室では、最先端の超高分解能電子顕微鏡(HREM)や走査透過型電子顕微鏡(STEM)を用いて、新素材の機能と連結する界面の原子構造や電子状態を定量的に解析しています。また、得られた結果を基にして新しい材料設計を行っています。



アルミナ粒子でのイットリウム原子一層の観察



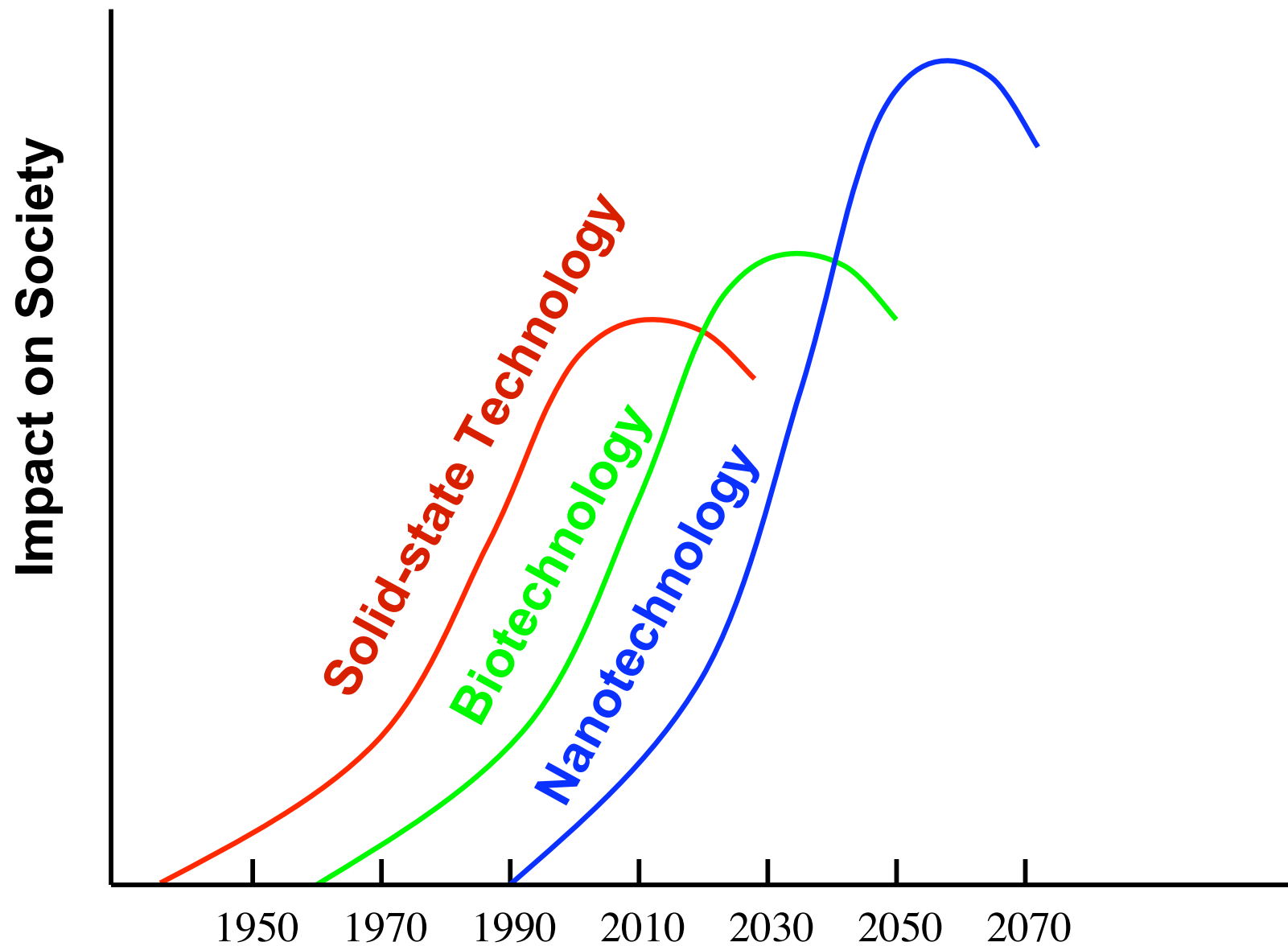
ZnO結晶粒子の透過電子顕微鏡像

総合研究機構
幾原 雄一

† : このマークが付してある著作物は、第三者が有する著作物ですので、同著作物の再使用、同著作物の二次的著作物の創作等については、著作権者より直接使用許諾を得る必要があります。引用情報のない図版は、講演者の有する著作物の中から引用されたものです。



社会に影響を与える新技術



生体

人体	10^0 m	1 m
臓器	10^{-1} m	0.1 m = 100 mm
器官	10^{-2} m	0.01 m = 10 mm
組織	10^{-3} m	1 mm =
細胞	10^{-4} m	0.1 mm = 100 μm
	10^{-5} m	0.01 mm = 10 μm
オルガネラ	10^{-6} m	1 μm
(ウィルス)	10^{-7} m	0.1 μm = 100 nm
タンパク質	10^{-8} m	0.01 μm = 10 nm
超分子	10^{-9} m	1 nm = 10 \AA
分子		
原子	10^{-10} m	1 \AA

ボトムアップ

人工物

パソコン

ICチップ

マイクロマシン

基板原料のアルミナ粒子
LSI中の配線幅

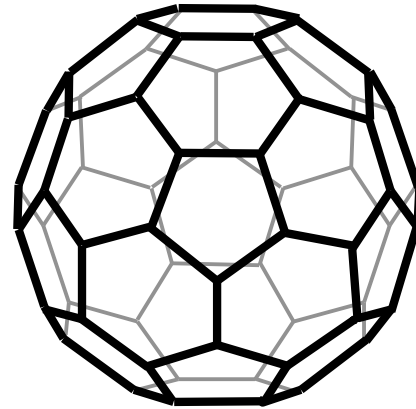
量子ドット

STMで書く文字

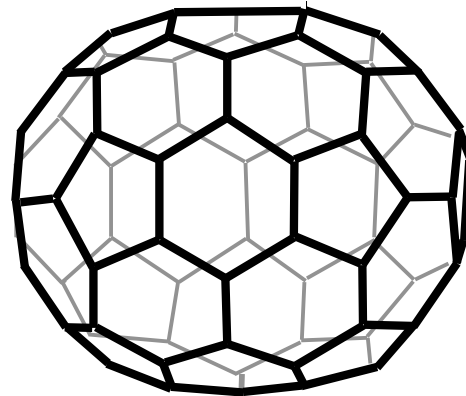


フラーレン・カーボンナノチューブ

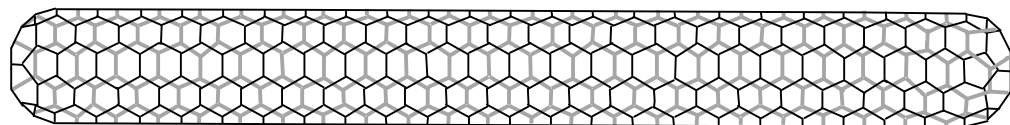
C60



C70



Carbon Nanotube



STMによる原子・分子操作

Title : The Beginning
Media : Xenon on Nickel (110)

Title : Carbon Monoxide Man
Media : Carbon Monoxide
on Platinum (111)

Title: Atom
Media: Iron on Copper (111)

著作権の都合により、下記の図版を削除しました。

The Beginning

<http://www.almaden.ibm.com/vis/stm/images/stm10.jpg>

著作権の都合により、下記の図版を削除しました。

Carbon Monoxide Man

<http://www.almaden.ibm.com/vis/stm/images/stm5.jpg>

著作権の都合により、下記の図版を削除しました。

Atom

<http://www.almaden.ibm.com/vis/stm/images/stm11.jpg>

Eigler and Schweizer, NATURE (1990).

ナノ材料の特徴 — 界面効果 —

Nano = 10^{-9} 、1 nm = 10 Å

一辺が x nm の立方体中に金（直径約0.3nm）がcubicに配列

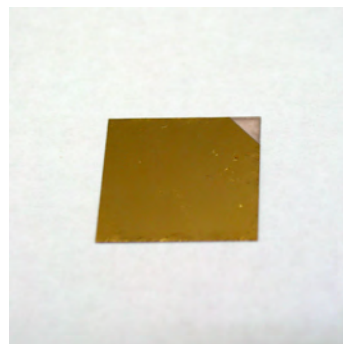
x	総数 N_v	表面数 N_s	N_s / N_v
3000	10000000000000	6000000000	0.0006
300	10000000000	6000000	0.006
30	1000000	60000	0.06
3	1000	600	0.6

→ **界面効果** e.g. 融点降下、毛管凝縮、超塑性、

表面プラズマ振動による光吸収 ... *etc.*

ナノ材料の特徴 — 界面効果 —

金のナノ粒子



Nano



ナノ材料の特徴 — 界面効果 —



モルフォ蝶
Morpho aega



オパール
Opal

ナノ材料の特徴 — 量子サイズ効果 —

量子サイズ効果

固体試料のサイズを小さくしていくと電子のエネルギー準位の離散性の影響が巨視的な物性に発現

- e.g
- ・ 半導体 : 吸収、発光エネルギーの変化
間接遷移 → 直接遷移 (Si)
非線形光学効果
 - ・ 強磁性体 : 残留磁化、保磁力の向上

.... etc.

ナノ材料の特徴 — 量子サイズ効果 —

CdSeナノ粒子

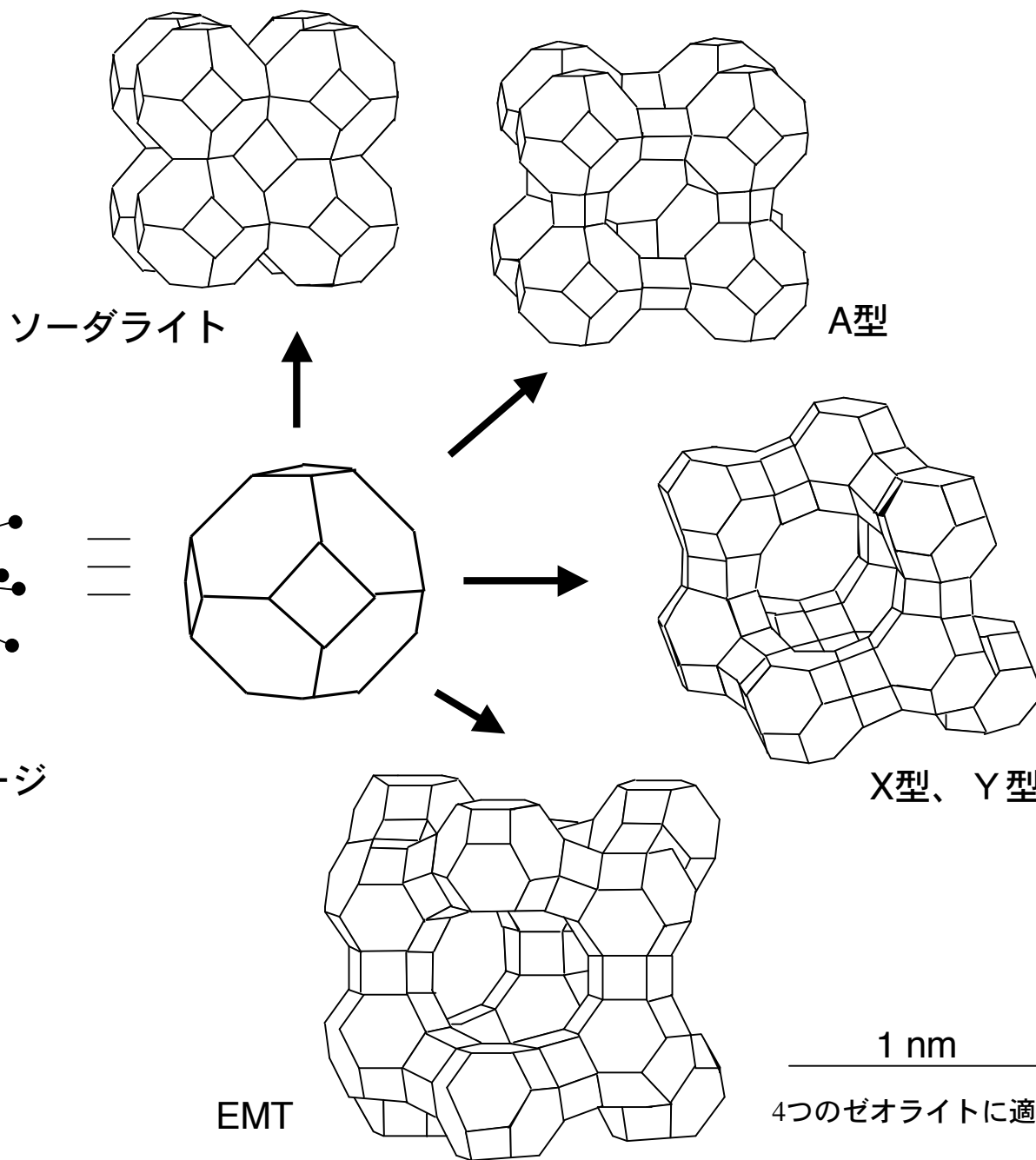
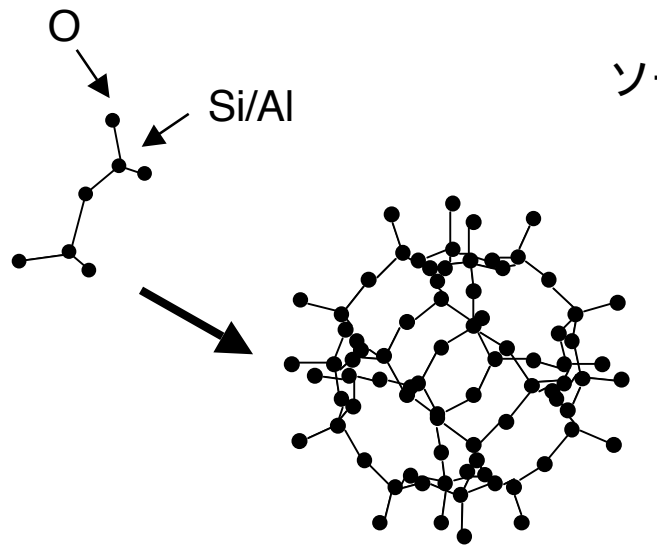


NEDO ナノ粒子プロジェクト

実用化されたナノテクノロジー

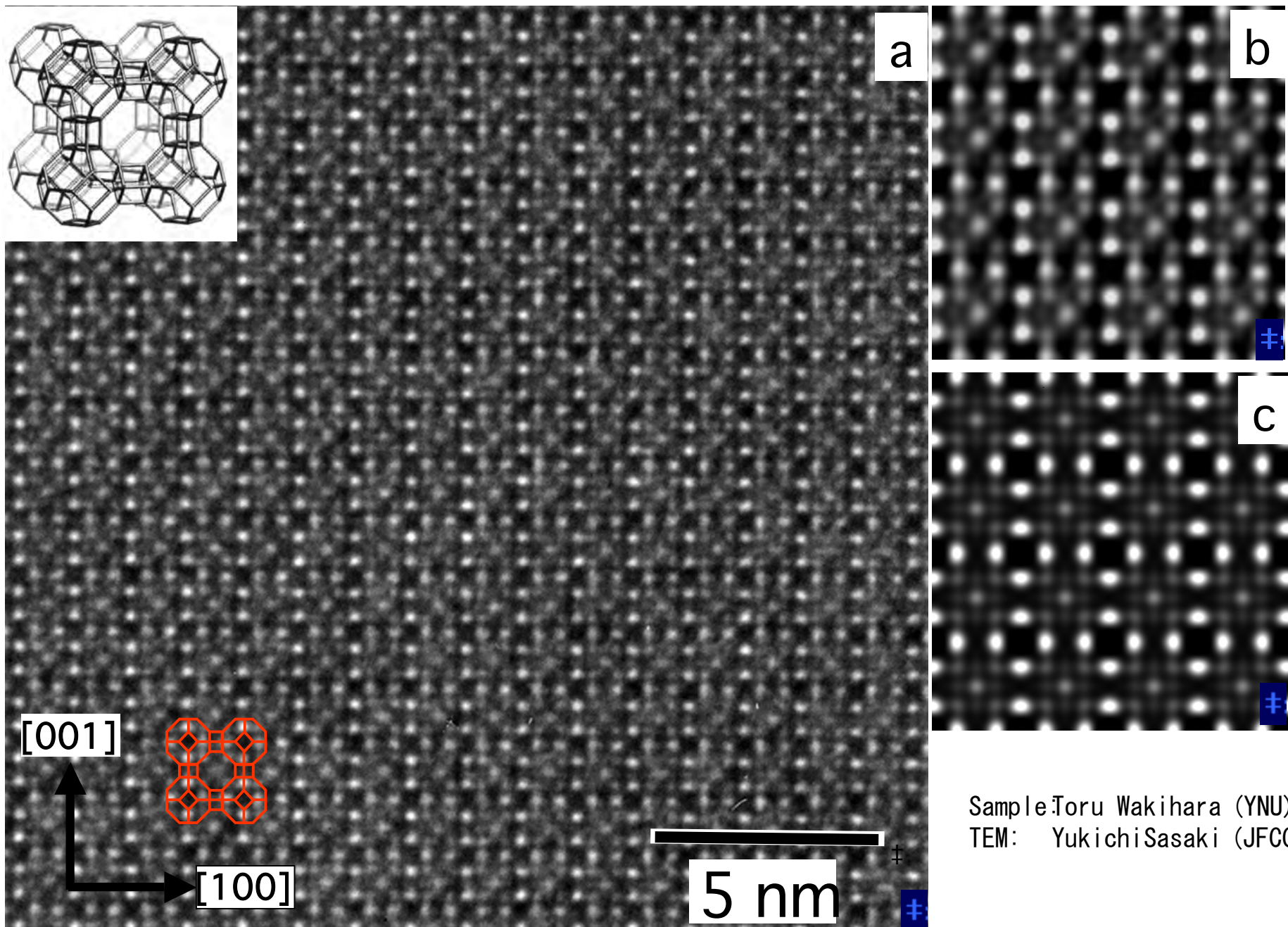
日経サイエンス2001年12月号 p.21

応用	会社	内容
触媒	ExxonMobil	ゼオライト触媒
データ記録	IBM	巨大磁気抵抗効果
薬剤送達	Gilead Science	エイズ治療薬
原材料	Carbon Nanochemicals	CNT
強化材料	Nanophase Technologies	ナノ粒子



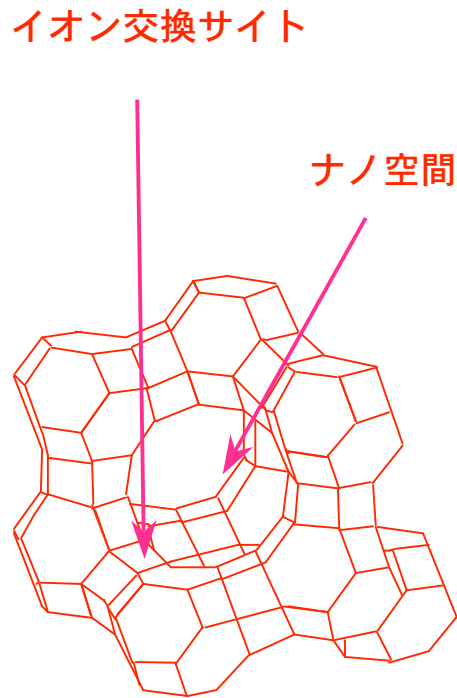
1 nm

4つのゼオライトに適用



Sample: Toru Wakihara (YNU)
 TEM: Yukichi Sasaki (JFCC)

ゼオライトのもつ特徴



分子ふるい → 吸着剤

強酸性 → 触媒

イオン交換能 → イオン交換剤

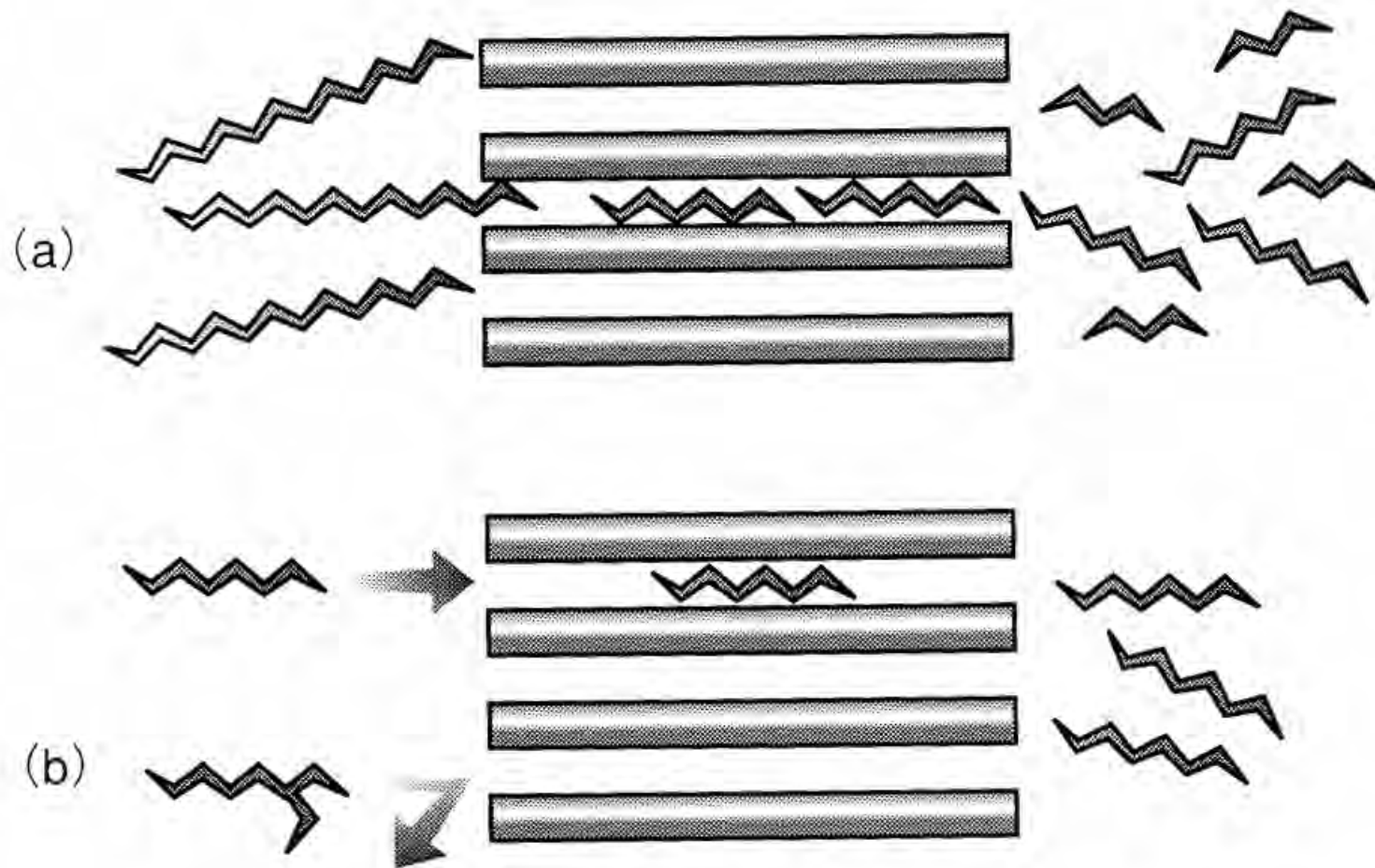


図4 ゼオライト触媒や吸着剤の働き

(a) 大きな重質油の分子を分解して小さなガソリン用の分子を作り出す接触分解触媒。

(b) 断面積の大きな分岐アルカンは通さずに直鎖のアルカンだけを捕捉する分子ふるい吸着剤。



銀イオン配合
それはエーザープラスだけ

Ag

Ag⁺ って何？

Ag⁺ の効果って？

Ag⁺ 商品ラインナップ

Ag⁺ 開発秘話

Ag⁺ 使用上の注意

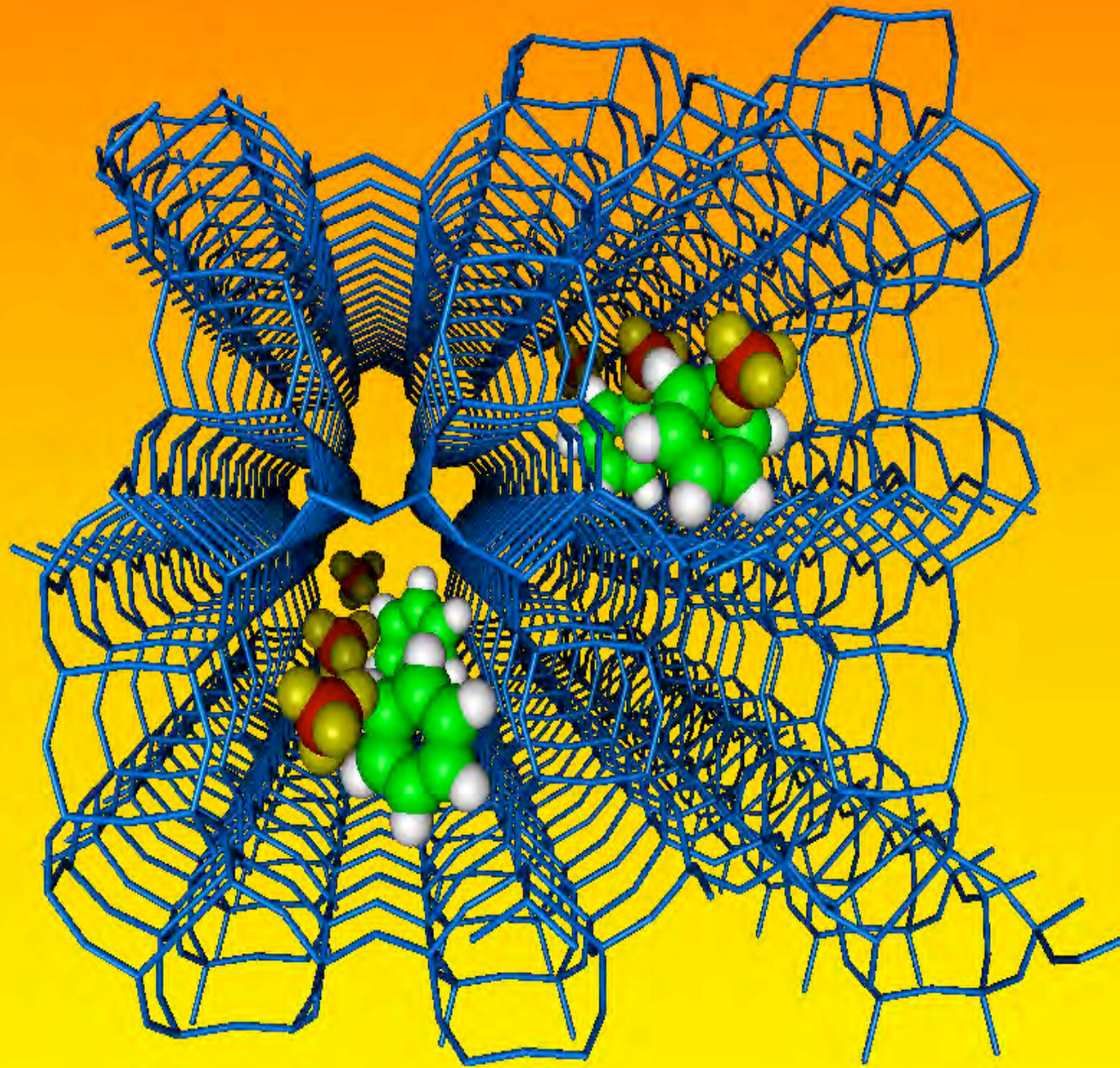
シートタイプと
パウダータイプが
新登場！



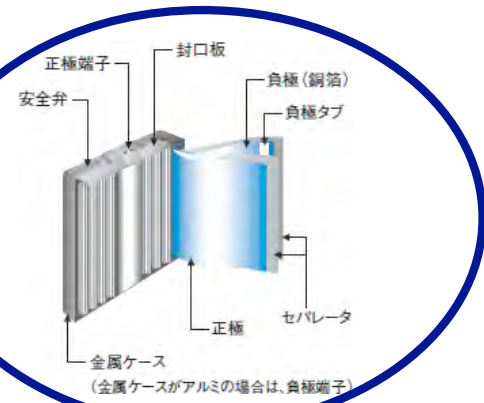
におい菌は、銀イオンで殺菌。



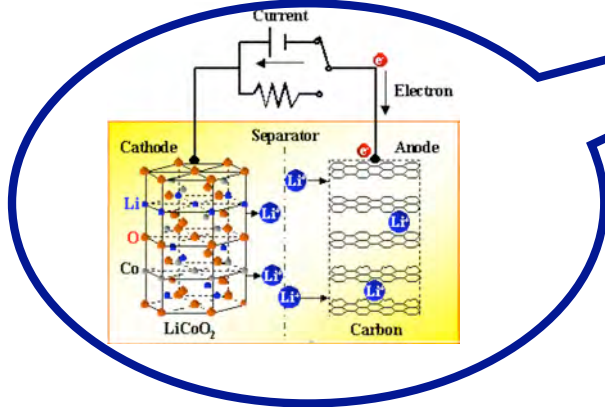
資生堂 HPより (ただし現在パウダータイプは販売終了)



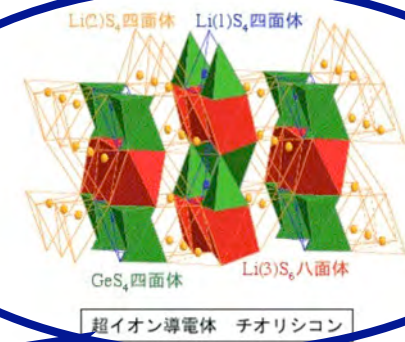
ナノからマクロへ



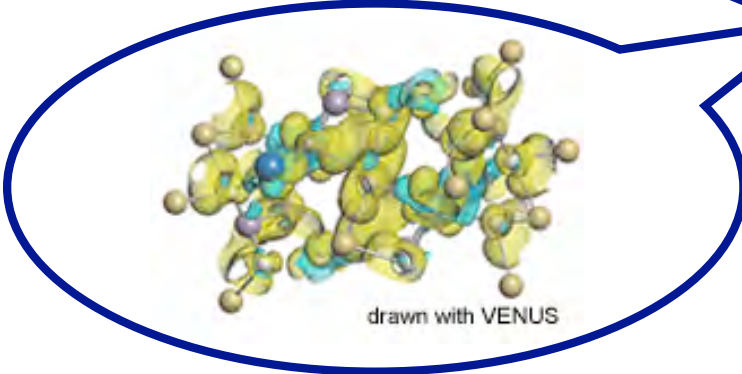
製品化



システム設計



材料開発



分子設計



大久保研究室

— 材料化学とシステム集積化の研究室 —

自然界

生体		
人体	10^0 m	1 m
臓器	10^{-1} m	0.1 m = 100 mm
器官	10^{-2} m	0.01 m = 10 mm
組織	10^{-3} m	1 mm =
細胞	10^{-4} m	0.1 mm = 100 μ m
	10^{-5} m	0.01 mm = 10 μ m
オルガネラ	10^{-6} m	1 μ m
(ウイルス)	10^{-7} m	0.1 μ m = 100 nm
タンパク質	10^{-8} m	0.01 μ m = 10 nm
超分子	10^{-9} m	1 nm = 10 \AA
分子	10^{-9} m	
原子	10^{-10} m	1 \AA

人工物

人工物	
パソコン	
ICチップ	
マイクロマシン	
基板原料のアルミナ粒子	
LSI中の配線幅	
量子ドット	
STMで書く文字	

Macro
製品



Nano
発見

