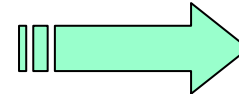


## 5. 高密度励起子状態を利用したダイヤモンド紫外線ナノデバイスの開発 大串秀世（独立行政法人産業技術総合研究所 副センター長）

酸化物・有機分子の界面科学とデバイス学理の構築  
川崎雅司（東北大学 教授）

研究領域「新しい物理現象や動作原理に基づくナノデバイス・システムの創製」(H13-18)  
研究領域「ナノ界面技術の基盤構築」(H18-23)

ダイヤモンドや酸化亜鉛でpn接合を実現



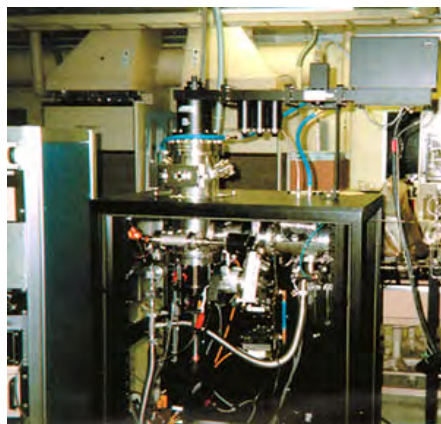
紫外線発光ダイオード実現へ

### 研究概要

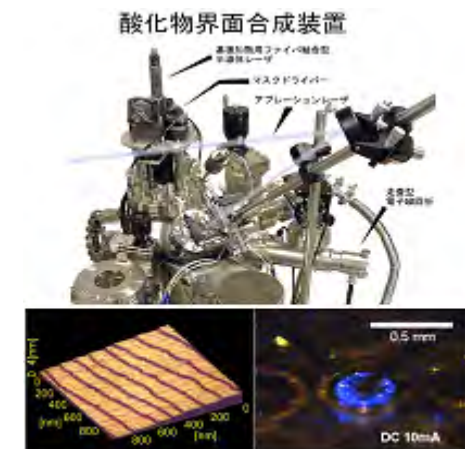
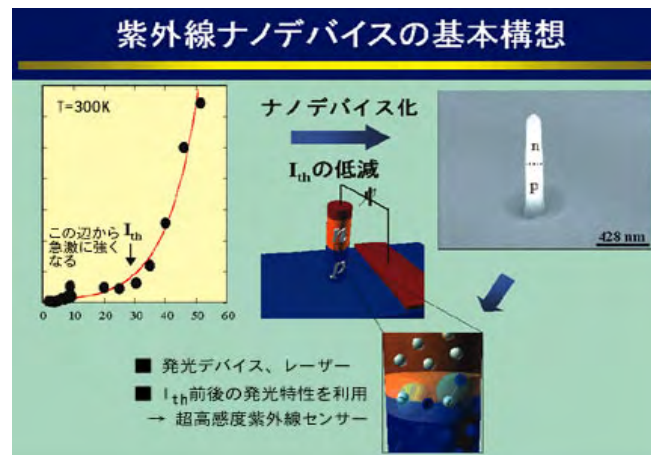
ダイヤモンドや酸化亜鉛は、半導体特性から紫外線発光ダイオード材料として世界の研究者の期待を集めていたが、pn接合の実現が困難で実用にならなかった。CREST両研究者によりブレークスルー。ダイヤモンド・酸化亜鉛の双方でpn接合が実現し、電流注入による発光を実現。発光ダイオード、さらにレーザーとして開発進行中。

### 研究成果のインパクト

- 高密度光メモリー、紫外線顕微鏡、リソグラフィーなど短波長を利用する紫外光源の開発。
- 化学作用の強い光を利用する光反応加工、ガラス加工、医療用紫外レーザーを期待。



ダイヤモンド合成装置



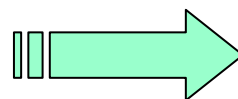
原子レベル平坦酸化物単結晶の表面(左)。  
酸化亜鉛紫外発光ダイオード(右)。

## 6. ナノシートの創製

佐々木 高義

(独立行政法人物質・材料研究機構 センター長)

分子レベルの厚さの  
新しい2次元ナノ物質を創製



研究領域「エネルギーの高度利用に向けたナノ構造材料・システムの創製」(H14-19)

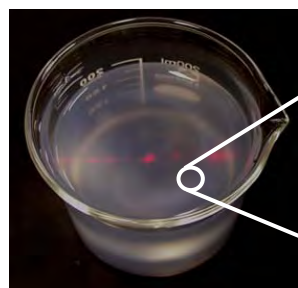
省エネルギー薄膜電子デバイス、  
高機能光触媒薄膜等の創出

### 研究概要

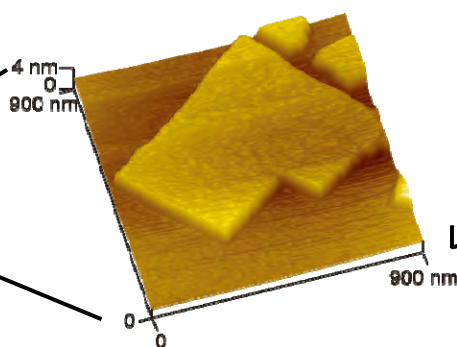
「層状化合物の単層剥離」というユニークなプロセスにより、酸化チタンなどを厚さ約1nmの2次元結晶として合成。ウェットプロセスによりナノシートを1層ずつ水溶液中で制御して堆積することに成功、超薄膜化する技術を開発。優れたセルフクリーニング機能を持つ光触媒膜、ナノレベルの厚さでも働く誘電体膜など、多彩な応用展開。

### 研究成果のインパクト

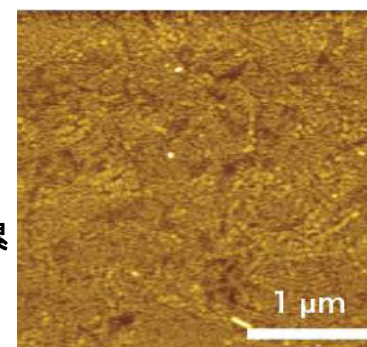
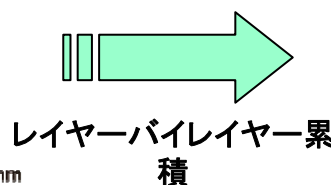
- 簡便、安価なウェットプロセスにより人工格子薄膜に匹敵するナノ構造の制御性、秩序性を実現。
- 光触媒膜は新幹線の窓への適用を目指して試験車両にて性能評価中。汚れ防止関連の光触媒製品の市場規模は2500億円。
- 誘電体薄膜も半導体メーカー数社との共同研究に発展。



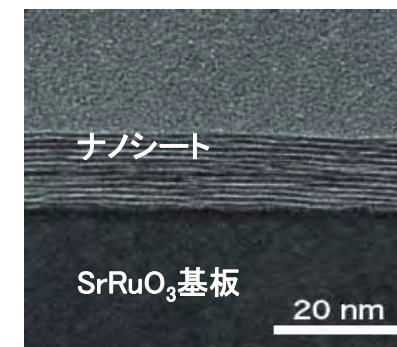
ナノシートコロイド溶液



ナノシート(AFM像)



光触媒膜



誘電体膜



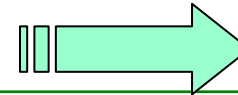
# 7. ナノ微細制御表面による細胞からの組織再生技術の開発

岡野光夫

(東京女子医科大学 先端生命医科学研究所 所長)

研究領域「医療に向けた化学・生物系分子を利用したバイオ素子・システムの創製」(H13-18)

再生医療に応用可能な細胞シート作製技術の確立



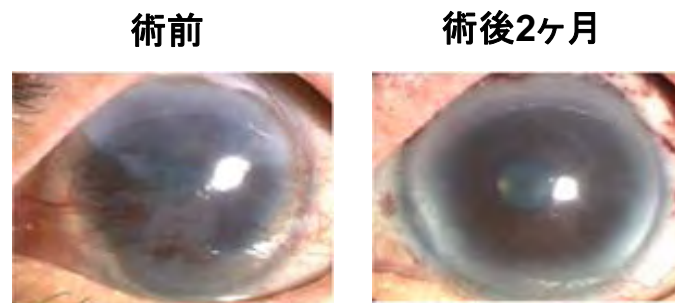
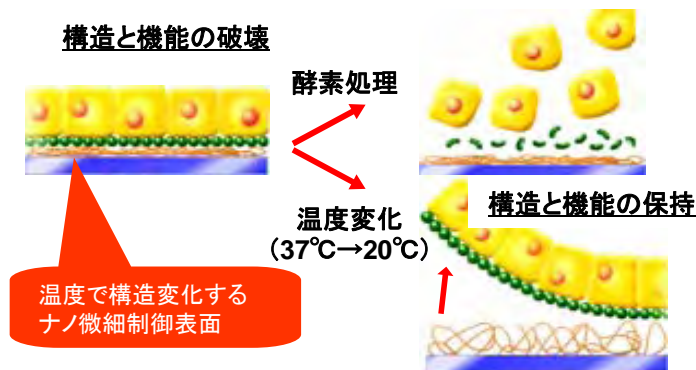
角膜・心不全等で画期的な治療効果

## 研究概要

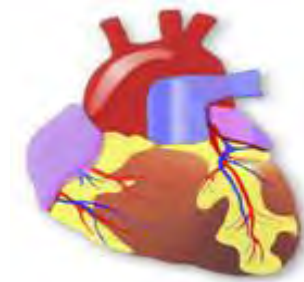
世界に先駆けて、温度で構造変化する高分子を約20nm厚で固定した表面上で、移植可能な細胞シートを作製し、組織再生を行う技術(細胞シート工学)をさらに発展させた。細胞や再構成組織中に観察される細胞接着構造などのナノ構造(細胞ナノドメイン)を積極的に制御し、三次元組織構築へと発展させた。

## 研究成果のインパクト

- 動物由来の血清を用いることなく、再生医療に使える細胞シートの作製に成功。
- 温度変化(37℃→20℃)で細胞膜の構造を破壊することなく脱着させるプロセスの解析に成功。  
→細胞膜の構造と機能を破壊することなく速やかに脱着できるため、再生医療に利用できる。
- 皮膚・心筋・角膜・膀胱・食道・肺・血管・肝臓などの組織を対象とした再生医療の基盤テクノロジーの開発に成功。角膜・心筋は、東北大、阪大などで臨床応用を開始。世界市場は角膜移植だけで100万人、2000億円規模。角膜は、2011年に欧州での販売承認を得ることを目指して、2007年からフランスで治験開始。



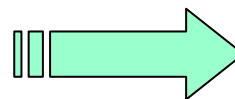
眼類天疱瘡に対する自己口腔粘膜細胞シートの移植



拡張型心筋症に対する自己骨格筋芽細胞シート移植

審良 静男 (大阪大学免疫学フロンティア研究センター 拠点長)

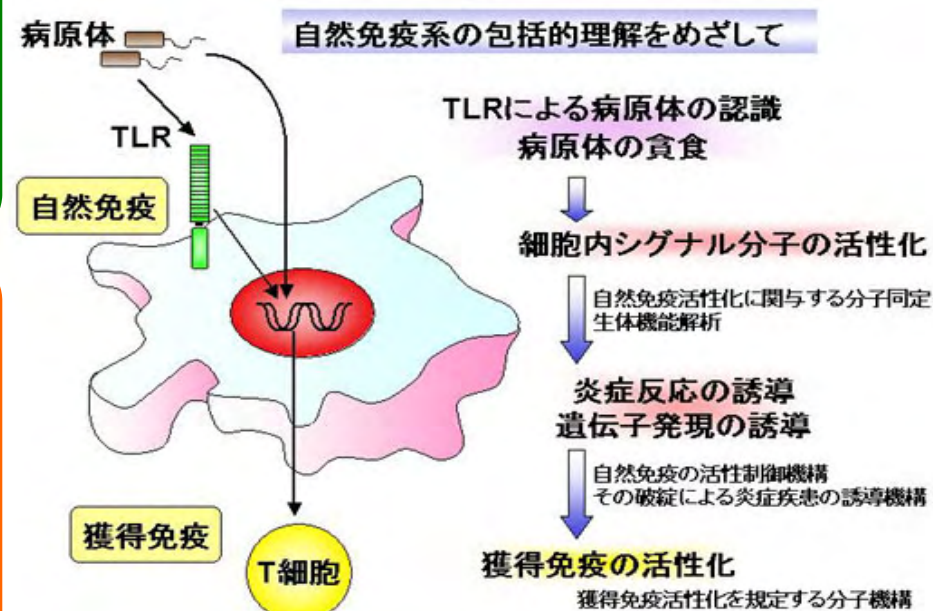
## 免疫を活性化させる物質(TLR)の役割とシグナル伝達機構を解明



## 免疫療法や治療薬開発への応用

### 研究概要

ヒトが生まれながらにして持っている免疫(自然免疫)で、進入してきた病原体由来の物質を認識し、生体防御反応を引き起こす物質(TLR: Toll-Like Receptor)について、「**病原体の出すどんな物質を認識するか**」、「**どのようにシグナル伝達を行い、生体防御を引き起こすか**」の解明などを行った。また、TLRが自然免疫のみならず、一度感染した病原体の再侵入を防ぐ仕組み(獲得免疫)をも活性化させることも分かった。



### 研究成果のインパクト

- **自然免疫系をターゲットにした創薬の研究開発等が進行中。**
- ✓ 世界で毎年150万人が犠牲になる敗血症の特効薬が、武田薬品工業において**臨床試験の最終段階**に。
- ✓ ヘルペスなどの**感染症治療薬が一部実用化**。
- ✓ 欧米のバイオベンチャーにより、癌や喘息、アレルギー治療薬、免疫賦活薬などの研究開発や臨床試験が開始された。
  - (例) 固形癌への免疫増強作用を臨床試験中。
    - Anadys Pharmaceuticals社(米)
- トムソンサイエンティフィック社による調査で、審良拠点長が**引用件数が多い科学者として2年連続世界一**に選ばれた。

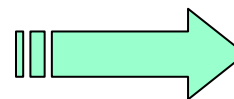
## 9. 細野透明電子活性プロジェクト (H11-16)



SORST(H16-21)

細野秀雄 (東京工業大学 教授)

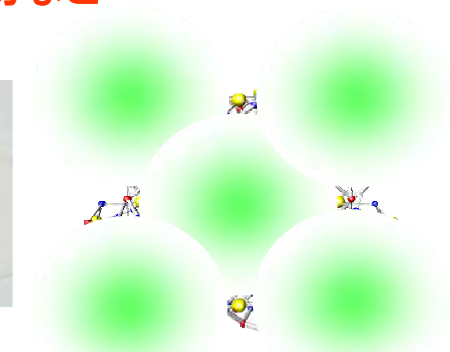
ありふれた物質から、機能性材料を開発



ITO(酸化インジウムすず)に代わる透明酸化物など

### 研究概要

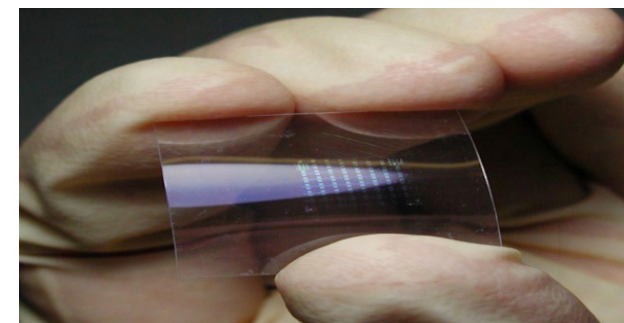
新たな絶縁体－金属転移の理論に基づく精密な電子構造設計を展開。Ca-Al酸化物など典型的な絶縁性物質からなる透明導電体や透明アモルファス酸化物半導体を実現。価格高騰を続けるインジウム代替材料としても注目。基礎研究成果をシームレスに実用化に繋げる研究開発プロジェクトに展開中。



セメント材料である酸化カルシウムと酸化アルミニウムから、透明導電体を実現

### 研究成果のインパクト

- 酸化カルシウムと酸化アルミニウムからなる典型的な絶縁体C12A7 ( $12\text{CaO}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ )を透明導電体に変化させることに成功。「常識を覆す発見」と内外で報道された。
- セメントの原料の一種であるC12A7を利用して電子銃などの電子デバイスの可能性を開拓。
- 透明な酸化物半導体結晶及びアモルファス膜を使って高移動度・透明・フレキシブルトランジスタを実現。



アモルファス酸化物半導体フレキシブルトランジスタ  
 $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_5$