

有機ナノ構造体が拓く新しい可能性

ナノ分子配向、ナノドット、ナノピラー構造体のプロセス制御と光電子機能への展開 LIFEBEANS九州 安達千波矢

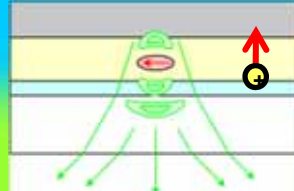
低コスト・大面積化による工業化が可能な有機半導体層製造プロセス開発：100 nm以下の有機半導体薄膜構造形成

未来

高性能有機発光デバイス（超低電圧、100%光取りだしデバイス）



高効率発光デバイス



飛躍的なデバイス特性



フレキシブルデバイス

高効率有機太陽電池



飛躍的な光電・熱電変換特性

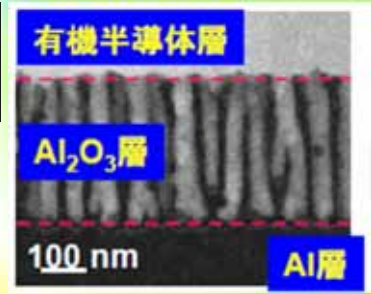
フォトニクスデバイス



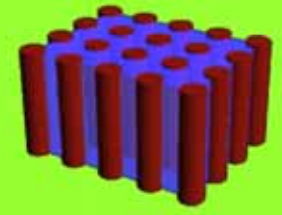
光学特性の3次元制御

現在

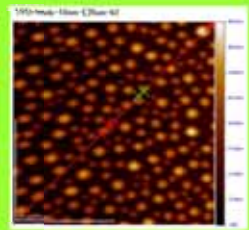
トップダウンによる
鋳型 充填



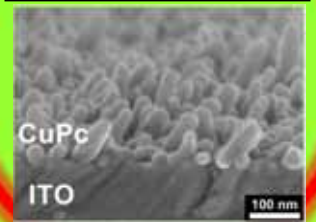
ブロック共重
合型有機半導体
の形成



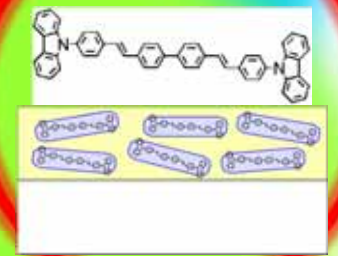
SAM膜による
ナノドット形成



ナノマーキング法
によるナノ構造形成

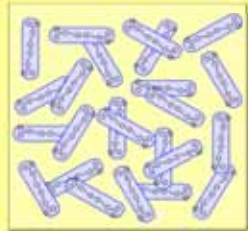


有機分子の自己配向制御



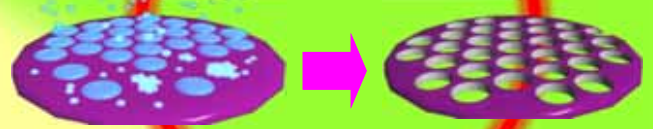
過去

低コスト・大面積化
ナノ構造制御

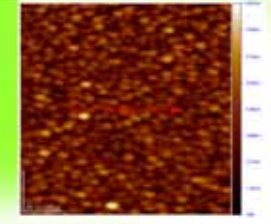


単純なアモルファス凝集体
から高次構造制御へ：

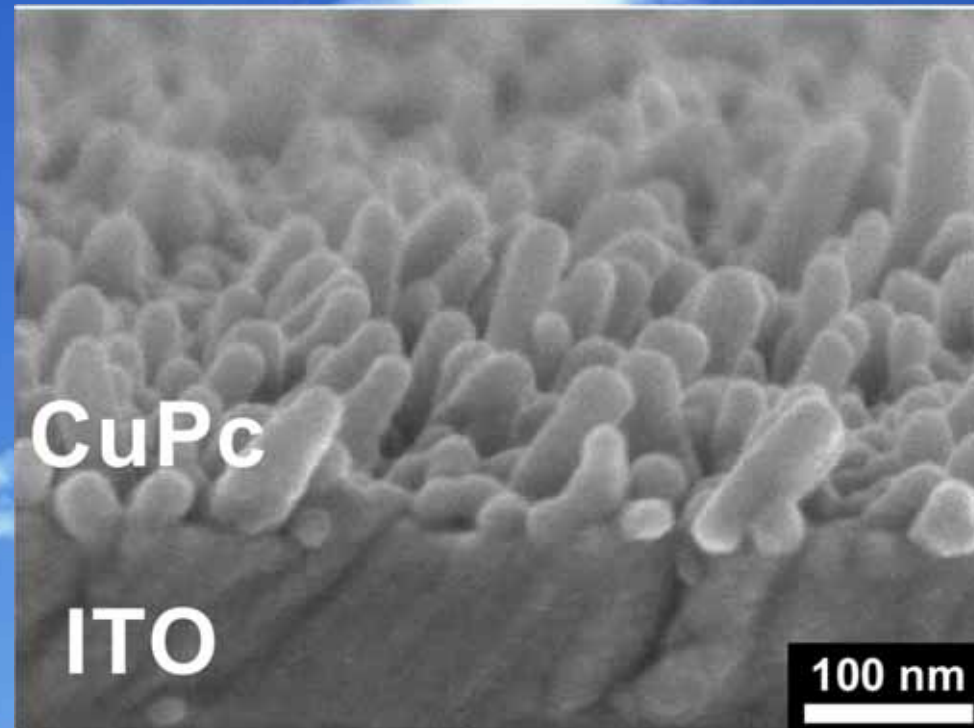
ナノミスト法による
ナノポア構造の形成



⑦中性粒子ビームに
よるナノ構造形成

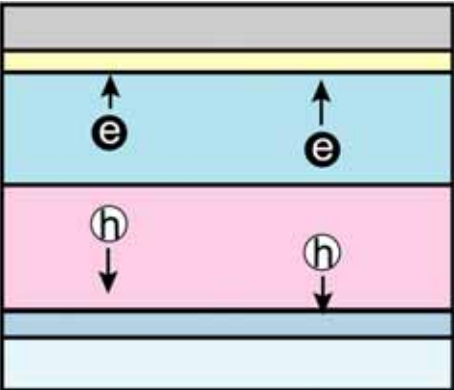
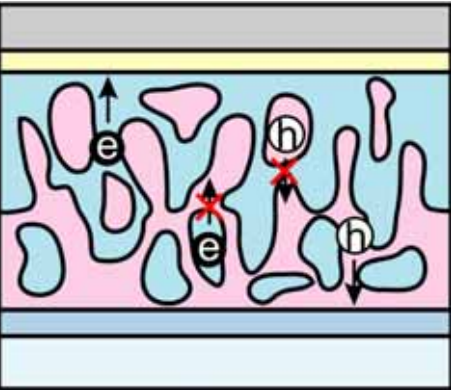
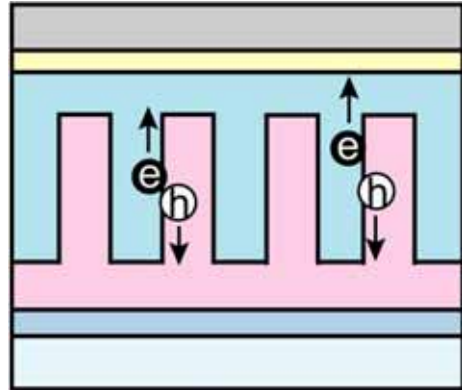


1. ナノマーキング法によるナノピラー構造形成



Life BEANSセンター九州
パナソニック電工：中田学、九州大学：平出雅哉

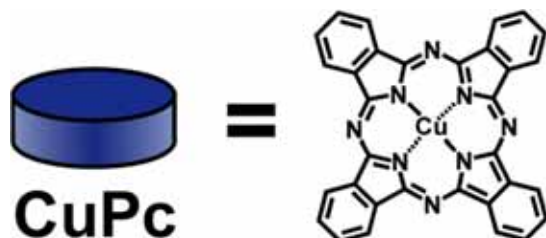
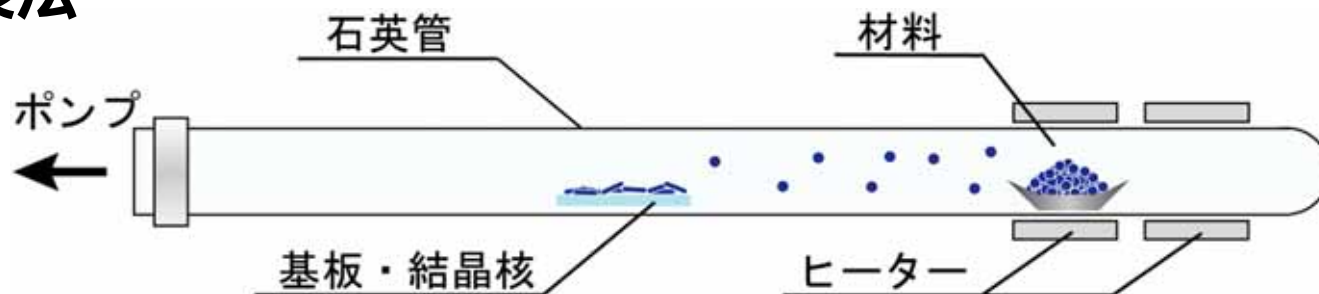
有機薄膜太陽電池への展開

	平面ヘテロ構造	バルクヘテロ構造	ナノピラー構造
	 <p>[1] C. W. Tang <i>Appl. Phys. Lett.</i>, 48, 183 (1986)</p>	 <p>[2] J. Xue et al., <i>Adv. Mater.</i> 17, 66 (2005)</p>	
光吸収 η_A			
励起子拡散 η_{ED}			
電荷分離 η_{CT}			
電荷輸送 η_{CC}			

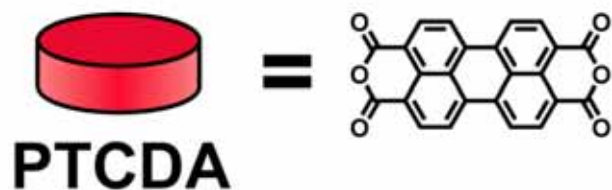
ナノピラー構造は理想的なOSC構造

配向制御されたPTCDAを核とした結晶成長

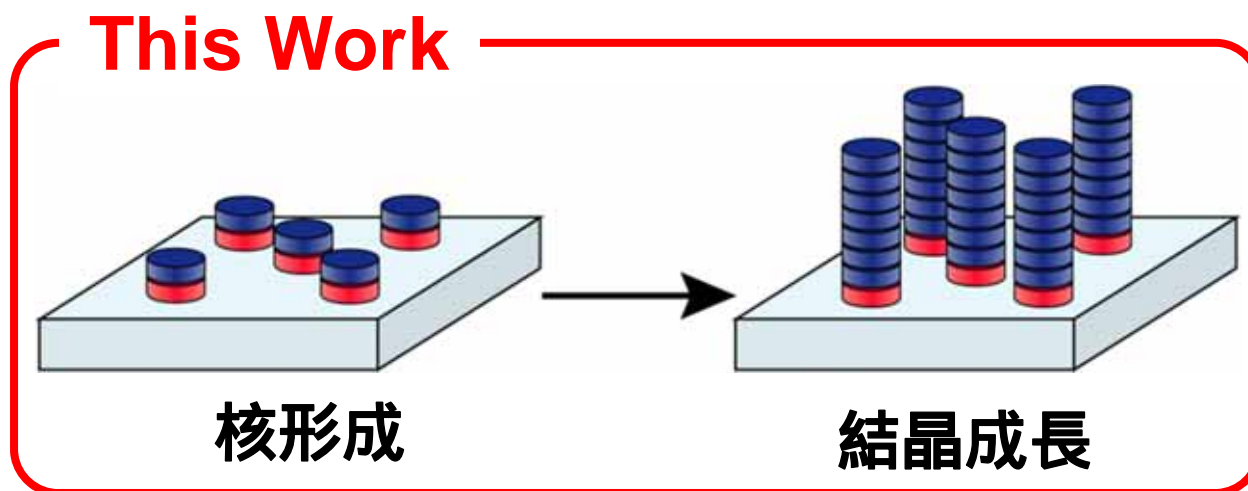
気相成長法

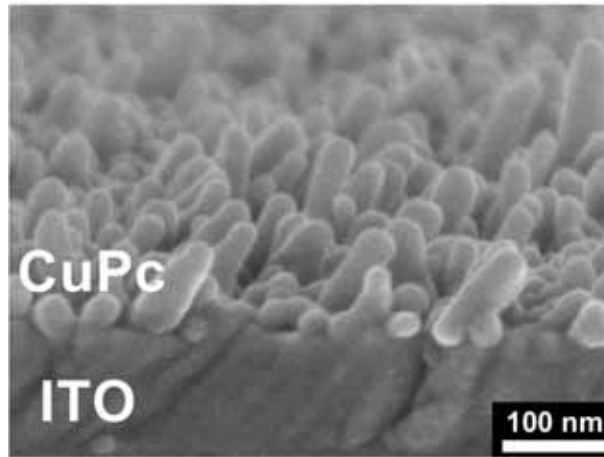


- ドナー性材料
- 針状結晶



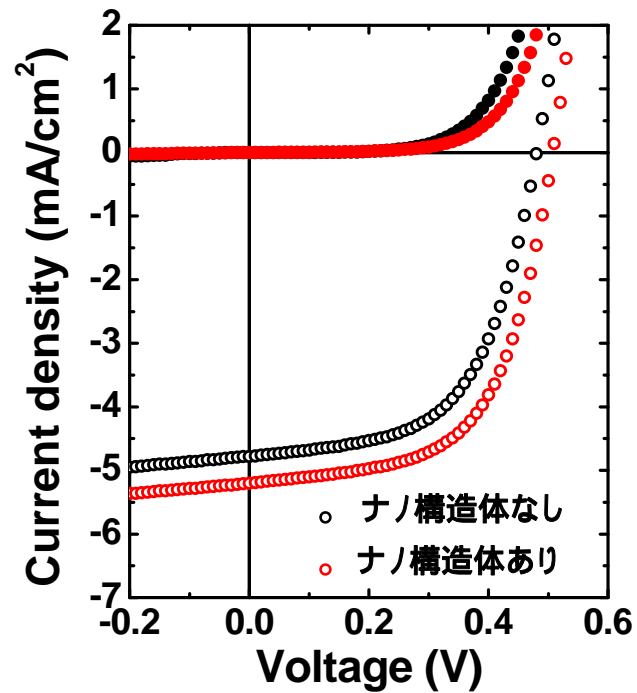
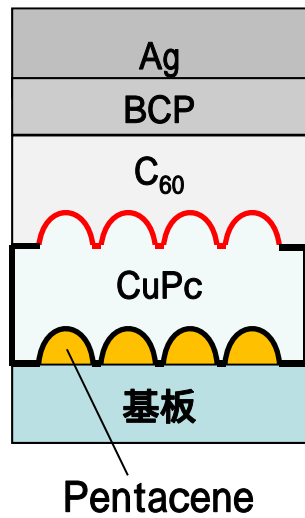
- 配向制御層





光電変換デバイス、高感度センサーへの応用が期待される

ナノドット導入によるOSCの高性能化へ

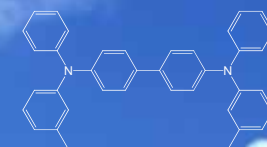
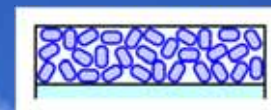


素子条件	J_{SC}	V_{OC}	F.F.	η
ナノ構造体なし	4.78	0.48	0.57	1.31
Pentacene ナノ構造あり + アニール(50℃, 3時間)	5.24	0.54	0.63	1.77

作製条件の検討により、変換効率35%向上

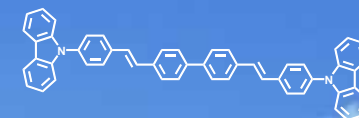
2 . 分子配向制御技術 -アモルファスから単結晶へ向けて-

アモルファス膜は、100nm程度の超薄膜において、優れた薄膜形成能力を有する反面、電気的、光学的性質に劣る



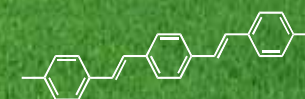
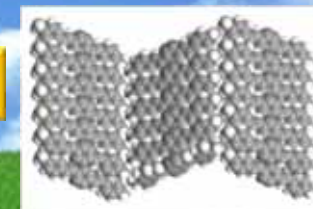
TPD

アモルファス薄膜中における分子配向制御による秩序化



BSB-Cz

単結晶薄膜による究極の電気的、光学的性質の発現

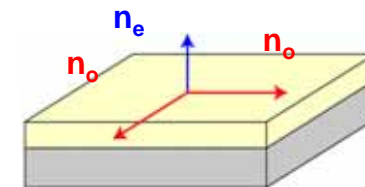
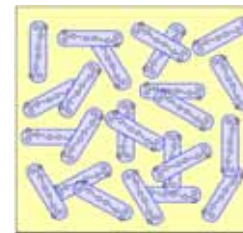
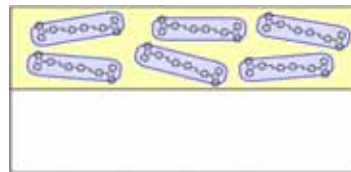
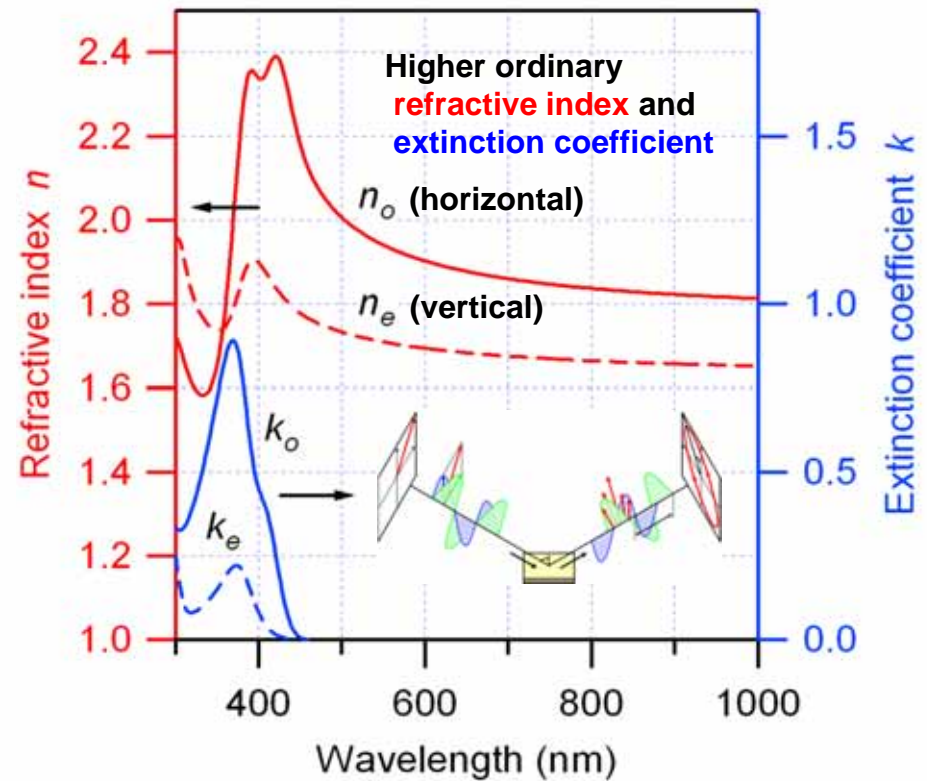
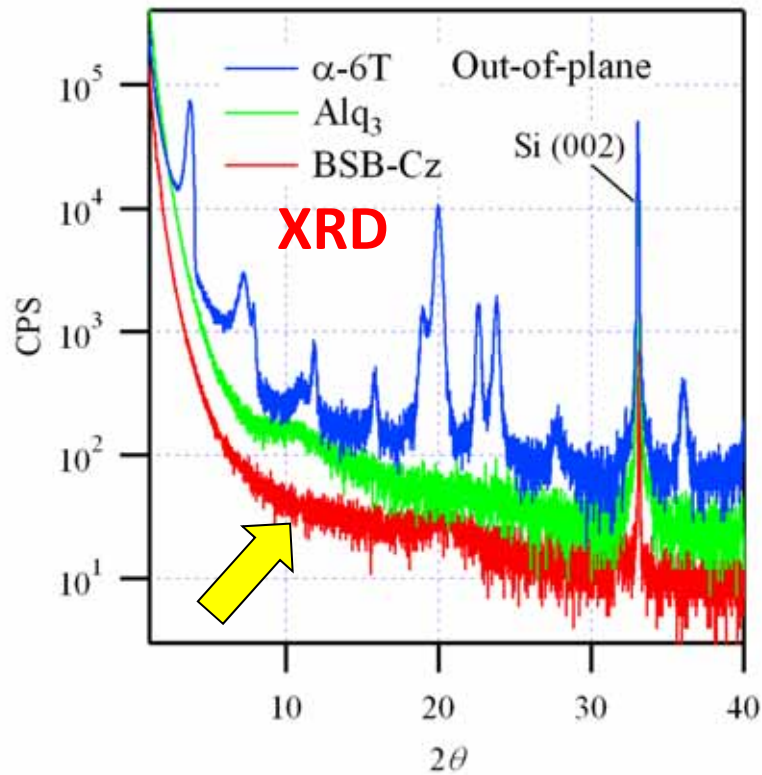


BSB-Me

Molecular Ordering

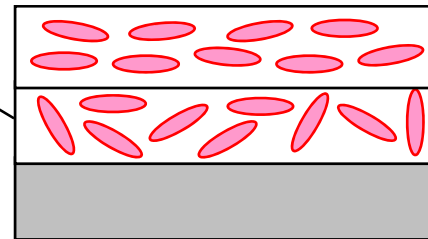
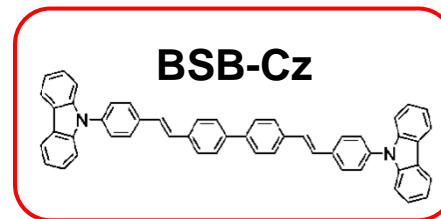
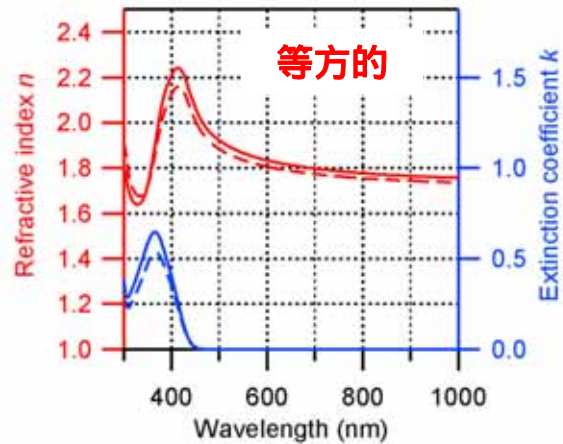
Life BEANSセンター九州
九州大学：横山大輔、安達千波矢

真空蒸着法による分子配向制御

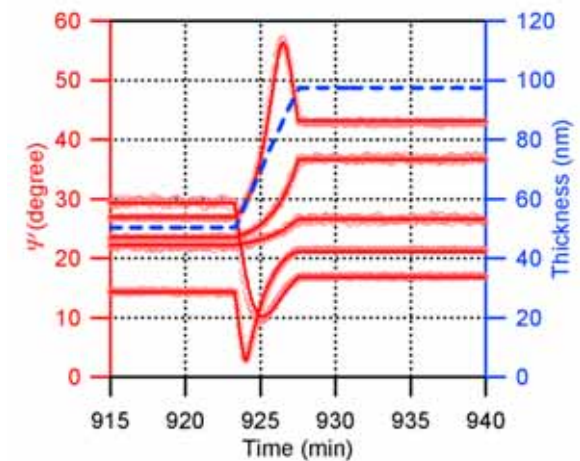
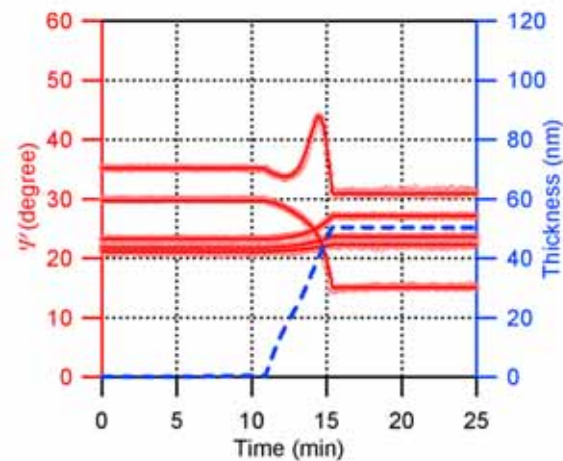
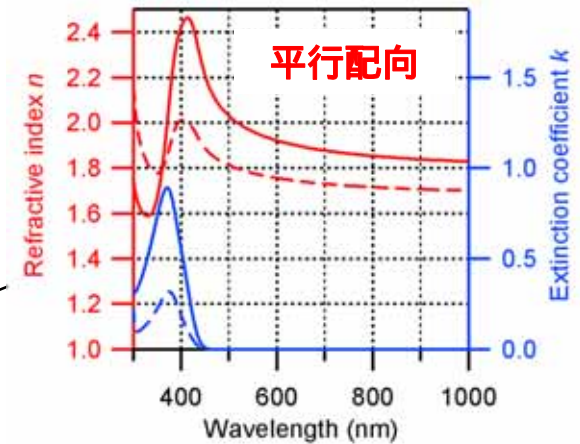


棒状分子形状
末端にBulkyな置換基を有する

In-situ measurement



Si 25 °C 50 nm



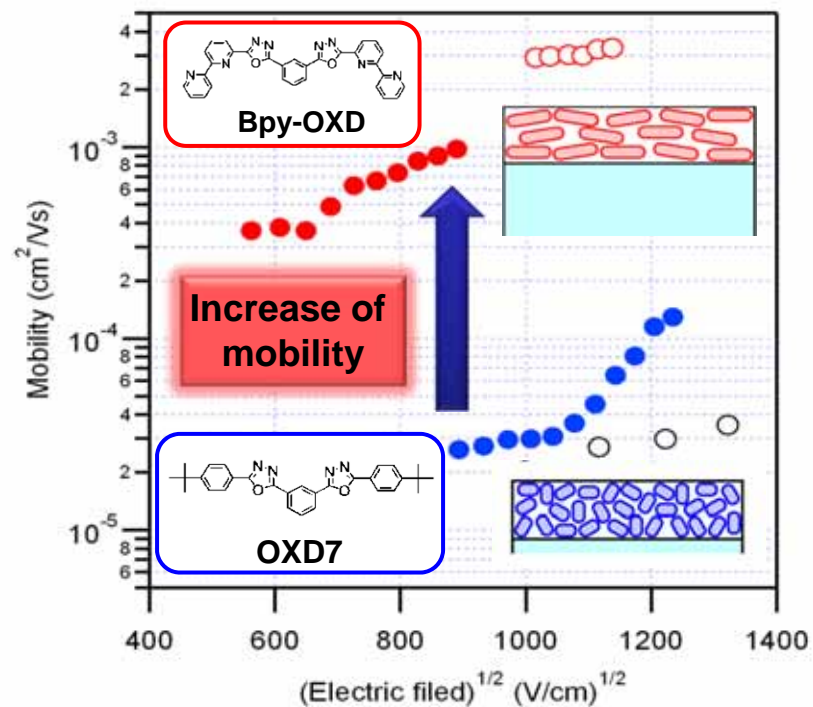
基板温度制御により単一材料の光学特性・電気特性を変調した多層構造が実現可能
様々な光学部品への展開が期待される

Molecular orientation for high performance OLED



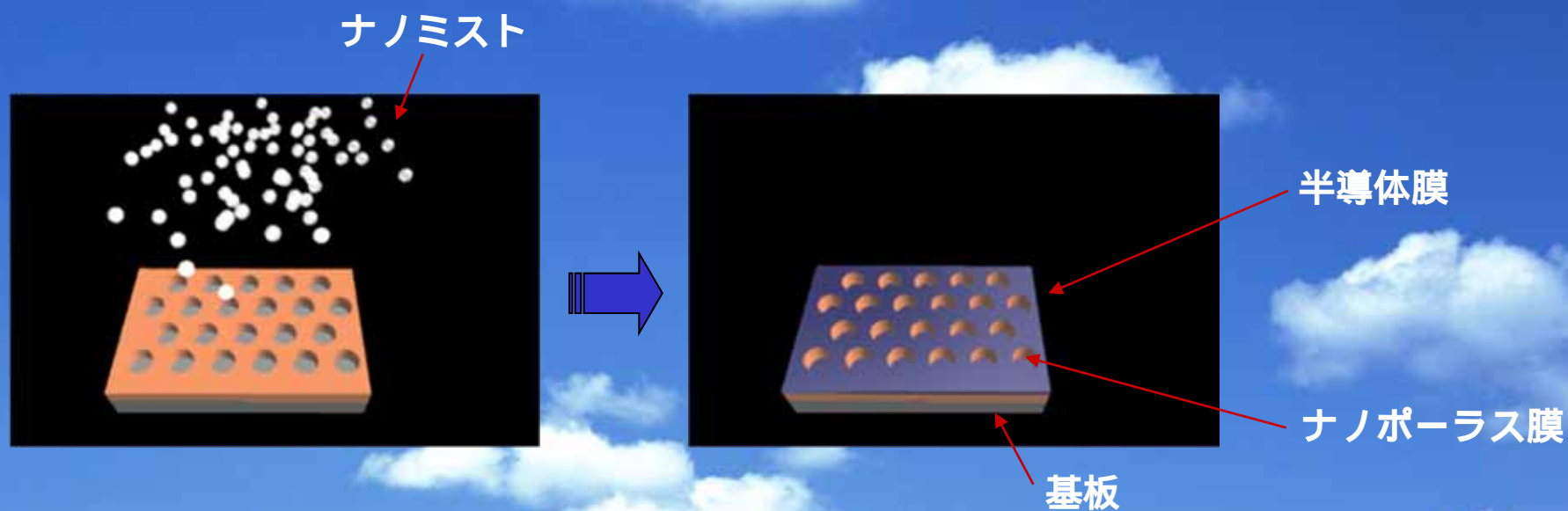
Flat and rod-like shaped molecule

BSB-Cz



移動度が30倍以上向上

3 . ナノミスト法によるナノ構造体の形成と 熱電デバイスへの展開



Life BEANSセンター九州
九州大学：原田健太郎、隅野真央
九工大：Zheng Yanqiong、宮崎康次
リンテック：西尾太寿

ナノポーラス膜の作製

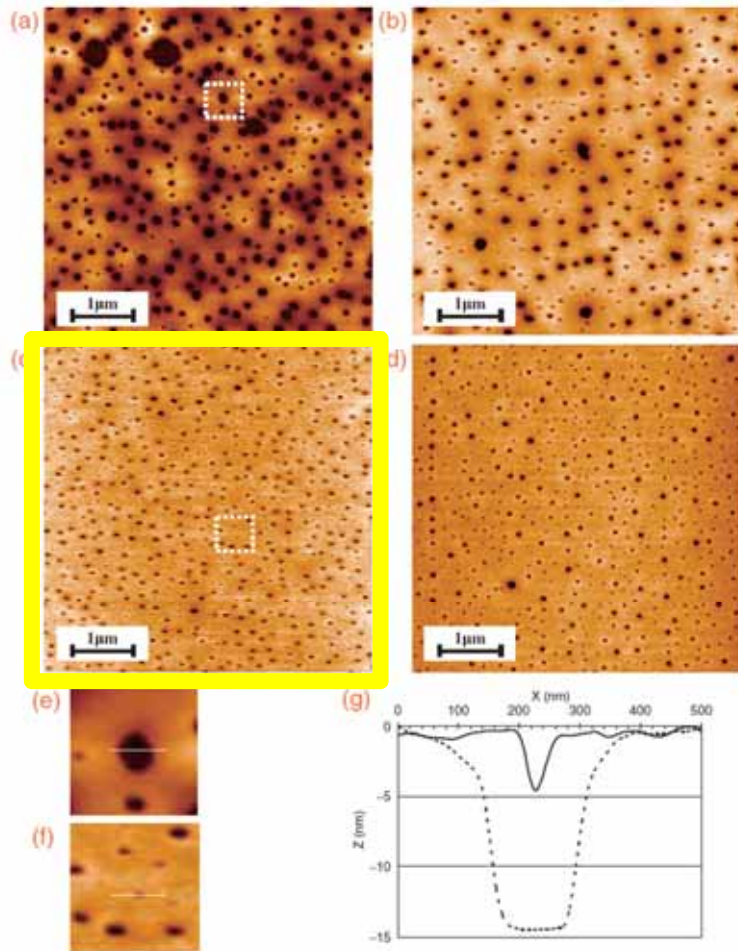


Fig. 3. Influence of solution temperature on pore size, for wet coating thickness $7\ \mu\text{m}$. $T =$ (a) 2, (b) 3, (c) 4, and (d) $5\ ^\circ\text{C}$. (e) Magnification of (a) marked by a dotted line, featuring a single pore, (f) Magnification of (c) marked by a dotted line, featuring a single pore, (g) Cross section profile of (e) and (f). Cross sections are taken at the position marked by white lines, respectively. The dotted and solid lines correspond to (e) and (f). Z: Depth, X: Lateral coordinate.

ディップコーター
世界最小径 80nm

サブミクロンオーダーの構造

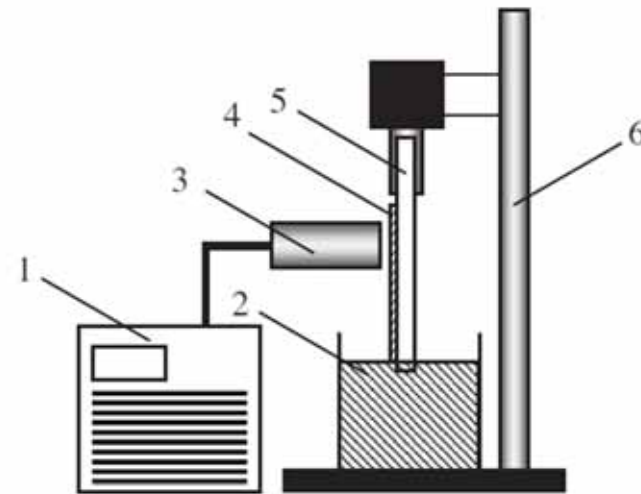


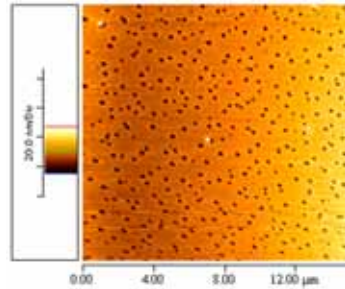
Fig. 1. Schematic diagram of experimental apparatus for preparing the porous film. 1. Air humidifier, 2. polymer solution, 3. air impingement circular nozzle, 4. polymer coating, 5. glass substrate, 6. dip coater.

T. Nishio et al., Appl. Phys. Exp. 3 (2010) 025201.

特願2009-258950
多孔質膜の製造方法、多孔質膜、多孔質膜製造装置

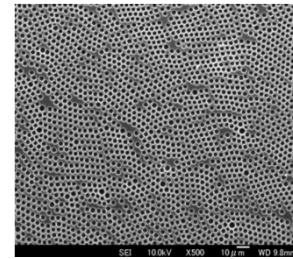
ナノポーラス構造形成と熱電特性評価

ポーラスフィルムの作製



ポリスチレン
ディップコーター
最小径80nm
ドロップキャスト
最小径150nm

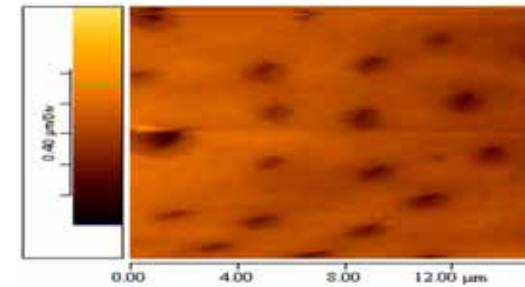
耐熱性



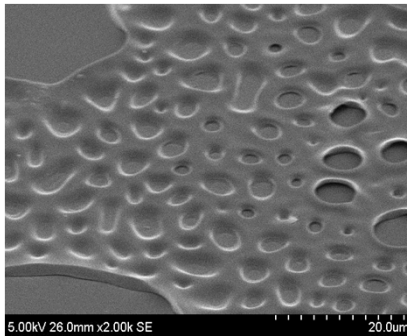
機能性

ポリサルフォン

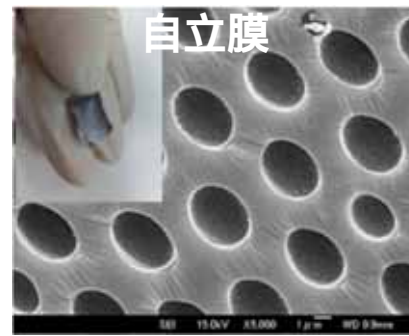
P3HT



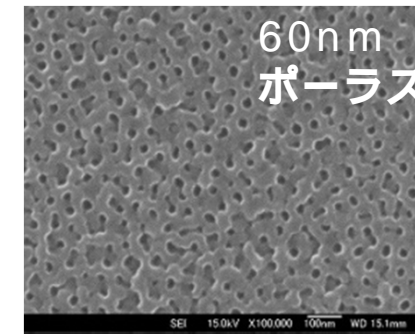
ポーラスp型Bi₂Te₃



ポーラスポリスチレン
~ 10μm



ポーラスポリスチレン
2μm



ポーラスアルミナ
60nm

ゼーベック係数
電気伝導度
熱伝導率

197.5 μV/K

400S/cm

(0.25 W/(m·K) 平坦薄膜の1/5) ZT=1.87



最先端有機光エレクトロニクス研究センター (OPERA)

革新的な有機半導体材料、デバイス物性解明、ドライ・ウェットプロセスイノベーション、
デバイスインテグレーション



有機合成
物性解析
成膜技術

革新的な次世代 有機ナノエレクトロニクスの 創製



民間企業
国内電機・化学企業
海外企業



ナノ構造制御、分子高次構造制御、ナノプロセスイノベーション

Life Beans九州 (BEANS)