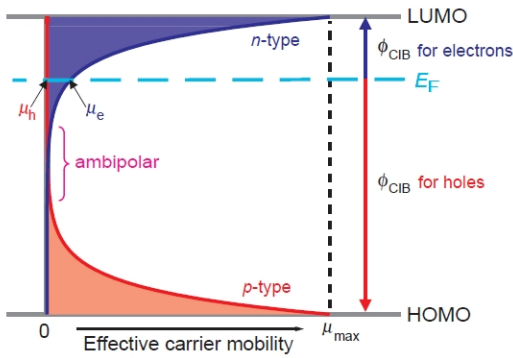


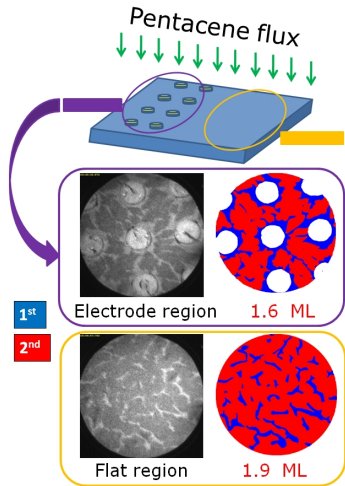
研究ハイライト

1 有機半導体の電荷極性の起源



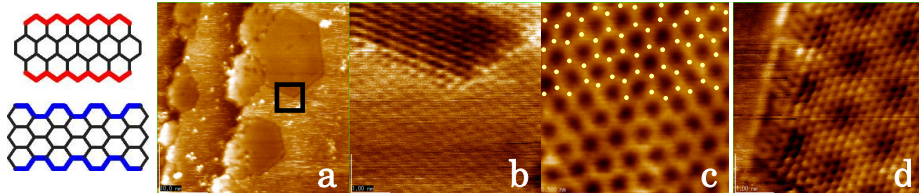
最近、いくつかの有機半導体で、ゲート電圧により電荷極性が電子（負）になったりホール（正孔）になったりするものが観測されている。ドーパント種であらかじめ多数キャリア種が決まっている無機半導体とは異なる興味深い性質である。われわれは試料のトランジスタ特性と電子準位を同一試料に対して測定可能な装置を世界で初めて製作してキャリア極性と準位接続の関係を測定した結果、電極金属フェルミ準位の半導体ギャップ内位置により電荷極性、キャリア数が決定されることを実証した。
Advanced Materials 20 (2008) 2084
Nature Asia-Pacific Research Highlight.

2 面内ヘテロ基板上へのペンタセン薄膜の成長過程



有機トランジスタを作製するプロセスでは、あらかじめ電極を配置した基板上に有機半導体を成長する手法が有力とされている。この場合、電極近傍で有機半導体と電極の連結性が悪くなり、移動度を低減させて性能向上の妨げとなることが問題となっている。われわれはペンタセンという有機半導体を金電極の付いたSiO₂基板上へ成長する過程を、低速電子顕微鏡を用いてリアルタイムで観察することに世界で初めて成功した。その結果わかったことは、成長初期時において電極である金の表面上へペンタセン分子の速い吸い込みがあるために電極近傍で分子密度が減少して臨界核の形成が抑制されることである。これが後の成長過程まで継続するため、境界部での接合が阻害される。金の表面を有機分子で修飾すると、表面エネルギーの差がなくなってペンタセン分子の吸い込みがなくなることがわかった。成長の様子の動画を研究室HPで紹介しています。
Advanced Materials 21 (2009) 4996.
Nature Asia-Pacific Featured Highlight/doi:10.1038/asiamat.2009.44.

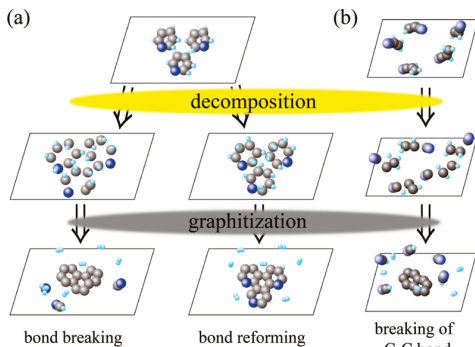
3 ナノグラフェンの端構造の解明と電子状態



グラファイトの端にはジグザグ端（右図赤）とアームチェア端（右図青）の2種類がある。このうちジグザグ端はフェルミ面に状態を持つ異なる電子状態を示すことが理論的に予測されている。われわれは、ベンゼンなどの芳香族分子を縮重合さ

せることによりナノグラフェン（ナノメートルサイズのグラファイト1層）を成長させ、その構造・電子状態を調べている。図aはPt(111)面上に生成したナノグラフェンのSTM像で、大小多数の六角形のドメインが観測される。図bはa四角部分の拡大図で、バイアス電圧0付近でジグザグ端が明るく見え、空間的エネルギー的に局在したエッジ状態の存在を示している。図cはドメイン内部の原子構造で、六角形のうち3つの原子しか見えないグラファイトとは異なるグラフェン格子の六角形が明瞭に現れている。図dは基板であるPtの原子構造との間で生じる原子モアレ縞で相互作用の弱さを示している。
Surface and Interface Analysis 42 (2010) 1637.

4 窒素ドーブグラフェン成長過程の解明



グラフェンは高い移動度、伝導度からトランジスタや透明電極への応用が期待されている。デバイスへの応用では電子状態の変調（キャリア数・極性の制御）が必要であり、そのためにグラフェンへのヘテロ原子ドーブ手法の開発やその物性評価が重要である。また、窒素をドーブしたグラファイト構造が金属フリーの酸素還元触媒活性を示すことが報告され、元素戦略の観点からも窒素ドーブグラフェンの研究は着目されている。われわれは金属基板上での炭化水素縮重合時に窒素を含有する分子を用いることで窒素がドーブされたグラフェンの形成する過程を光電子分光、走査トンネル顕微鏡で研究している。その結果、図に示すように原料となる炭化水素分子の構造が窒素ドーブに有無に関わっていることを見出した。
Journal of Physical Chemistry 115 (2011) 10000.