

日本ーフランス 国際共同研究「分子技術」 平成 28 年度 年次報告書	
研究課題名（和文）	トランジスタ型超高感度イオンセンサーの開発とセシウムイオン検出への応用
研究課題名（英文）	Versatile ultra-sensitive FET sensor: Application to the detection of Cesium in natural water
日本側研究代表者氏名	若山 裕
所属・役職	国立研究開発法人 物質・材料研究機構 国際ナノアーキテクトニクス研究拠点 量子デバイス工学グループ グループリーダー
研究期間	平成 28 年 9 月 1 日 ~ 平成 32 年 3 月 31 日

1. 日本側の研究実施体制

ワークパッケージ No. 1		イオン認識プローブ分子の設計
氏名	所属機関・部局・役職	役割
Jonathan Hill	物質・材料研究機構 国際ナノアーキテクトニクス研究拠点 主幹研究員	イオン認識プローブ分子の設計。特にカリックスアレーン構造の最適化

ワークパッケージ No. 2		脂質分子膜の形成と解析
氏名	所属機関・部局・役職	役割
若山 裕	物質・材料研究機構 国際ナノアーキテクトニクス研究拠点 グループリーダー	脂質分子膜形成プロトコルの最適化
Tin Nguy Phan	物質・材料研究機構 / 九州大学大学院 NIMS ジュニア研究員 / 博士課程後期学生	脂質分子膜形成プロトコルの最適化 薄膜形状の構造解析

ワークパッケージ No. 3		センサー素子の構築
氏名	所属機関・部局・役職	役割
若山 裕	物質・材料研究機構 国際ナノアーキテクトゥクス研究拠点 グループリーダー	有機半導体薄膜の成長
早川 竜馬	物質・材料研究機構 国際ナノアーキテクトゥクス研究拠点 主任研究員	トランジスタ構造の構築
Tin Nguy Phan	物質・材料研究機構 / 九州大学大学院 NIMS ジュニア研究員 / 博士課程後期学生	脂質分子膜の形成プロトコルの確立

2. 日本側研究チームの研究目標及び計画概要

イオン認識プローブ分子を合成する。フランス側と協議して合成プロセス技術の共有とターゲットとする分子の棲み分けを明確にしつつ、プローブ分子の設計を加速する。年度末にはイオン認識テストに供する最初の分子を合成する。

半導体薄膜上での脂質分子膜の形成プロトコルを最適化する。このとき半導体薄膜を破損しない条件を見いだすため、温度・濃度・時間および各プロセスのハンドリング技術を確認し、均一な半導体-脂質膜界面を構築する。これにより以後に続く脂質分子膜の安定化重合プロセス、イオンプローブ分子のグラフト重合、電極および絶縁バリア層作製の成膜に繋げる。

3. 日本側研究チームの実施概要

- 有機半導体材料としては高分子半導体であるポリチオフェン(P3HT)を用いると分子レベルで均一な界面と表面を持った脂質分子膜を形成できることがわかった。
- 有機半導体薄膜上での脂質分子膜が自己組織的に形成するプロトコルを確立できた。特に有機半導体薄膜表面上で単一分子膜厚を持った脂質分子膜を形成できた。純粹の接触角観察や FT-IR スペクトル測定により脂質分子膜が形成されていること確認した。
- 自己組織的に形成した脂質分子膜はファンデアワールスカで凝集していて不安定だが、さらに重合することにより安定な脂質分子膜とすることができた。この機械的安定性は原子間力顕微鏡により確認している。
- 絶縁バリア層として最適な材料探索を実施したところ、PDMS 製の電解質容器が操作性や絶縁性に優れるため、これを用いることにした。
- Si/SiO₂ 基板上に半導体ポリチオフェン薄膜とソース・ドレイン電極を配線するためのシャドーマスクを作製した。これにより作製した有機薄膜トランジスタが動作することも確認している。さらに PDMS 製容器をトランジスタ表面に設置した上で、ここにイオンを含有する電解質を滴下して、電解質からゲート電圧を印加するボトムゲート・トップコンタクト型のトランジスタを作製した。既に純水を用いた場合の基本的なトランジスタ動作は確認した。