

「超空間制御に基づく高度な特性を有する革新的機能素材等の創製」
平成 26 年度採択研究代表者

H27 年度 実績報告書

山本 潤

京都大学 大学院理学研究科
教授

空間局在・分子超潤滑に基づく時空間空隙設計と高機能表示材料創生

§ 1. 研究実施体制

(1)「山本」グループ

- ① 研究代表者:山本 潤 (京都大学 大学院理学研究科、教授)
- ② 研究項目
 - ・A:分子超潤滑と低電圧化
 - ・B:高速局在モードと高速化
 - ・C:表示材料 デバイス化設計・材料設計と産学連携・知財戦略

(2)「菊池」グループ

- ① 主たる共同研究者:菊池 裕嗣 (九州大学 先導物質化学研究所、教授)
- ② 研究項目
 - ・A:分子超潤滑と低電圧化

§ 2. 研究実施の概要

【目的】 本研究構想では、物質中に「時」空間空隙をトポロジカルに設計して埋め込み、その空隙界面を分子レベルで制御することにより、「高速局在モード」と「分子超潤滑」の 2 つの原理を具現化する。これにより、低駆動電圧で高速応答を示す革新的有機表示材料を創生し、次世代表示デバイスへ応用可能なプロトタイプを開発する。そのキーコンセプトが **Slippery** 界面による分子超潤滑効果である。表示材料の性能である駆動電圧 V と応答時間 τ には相殺関係があり、総合性能としては $V \times \tau$ の積で評価し、図のように青から赤に向けた方向に高性能となる。本構想では、 $V \cdot \tau < 10^{-2}$ Vms/ μm という既存技術を大幅に凌駕する究極の性能の実現を目指すとともに、**Slippery** 界面の原理を表示材料以外の材料設計・応用にも適用する。

【本年度研究概要】 2 年次となる、27 年度は基礎科学的な観点から、実験・理論の 7 つの研究項目を下図のように機能的に設定し、各項目において低電圧化・高速化のシーズとなる新奇なアイデアを複数実行して、空間空隙界面設計・原理解明・構造・ダイナミクス測定を探索してきた。その中で、**Slippery** 界面の基盤原理となる事項について研究成果を得て、原理の解明や状態評価を行った。これにより、28 年度に始まる本格的な開発研究における、材料性能の飛躍的な向上が可能となると考えている。

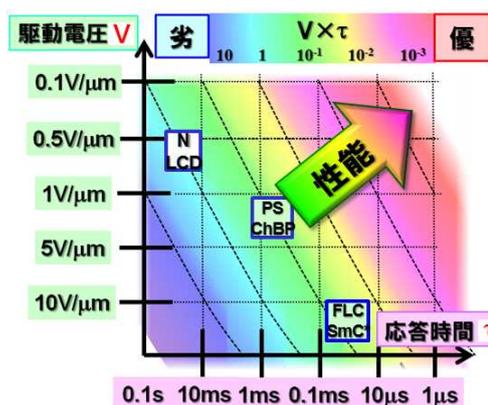


図 1 表示材料の性能図

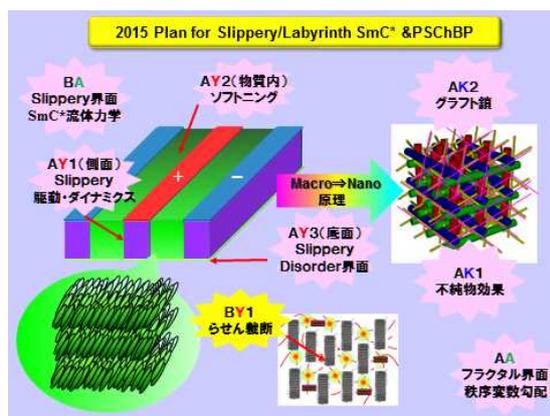


図 2 本構想の研究項目相関図

【研究成果】 特に重要な成果としては、(1)マイクロな空隙界面に **Slippery** 界面を自己組織的に導入するため、まず巨視的な界面において、基礎原理となる **Disorder** 効果の有効性を実証した。さらに、**Slippery** 界面の状態を評価する技術を確認した。一方、**Azo** 基を有する化合物を用いて、**Anchoring-Slippery** の界面状態を光で可逆的にスイッチする原理を発明した。この原理を用いて、百日紅 **PSChBP** のプロトタイプを作成し、有効な低電圧化を確認した(下左図に模式的にまとめた)。(2)究極の低電圧化のキーとなる要素技術として、物質内部の **Softening** を実現する(a)整合・非整合効果と(b)溶媒膨潤効果の 2 つの原理を証明した(下右図に達成された具体的な駆動電圧低減効果を模式的に整理した)。(3)**Slippery** 界面の安定化のキー技術として、マイクロには「液体」で巨視的には「固体」となる、ゲル **Slippery** 界面を実現した。一方で、要素技術の **SmC***、**PSChBP** への応用展開と、現実の物質設計・探索過程の整備や予備実験を行いながら、知財戦略を共同 2 企業と議論して、特許化を推進してきた。

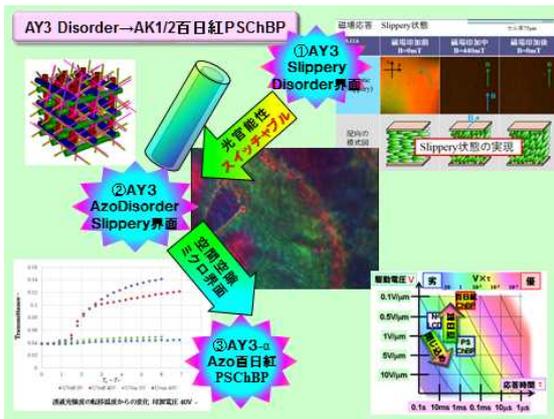


図3 自己組織 Slippery 界面

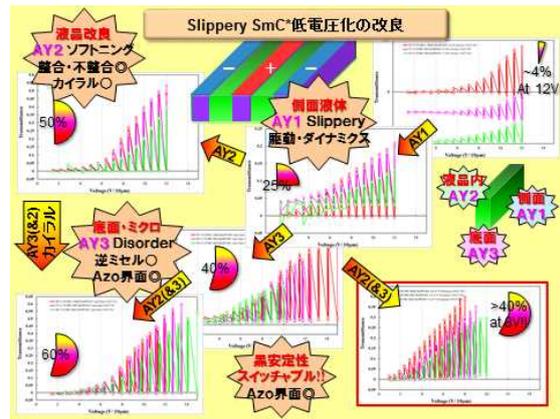


図4 Slippery 界面とソフトニングによる低電圧化