

「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

H28 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
 - ・B:高速局在モードと高速化

§ 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 2.1 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】 研究構想の中間年度にあたる 28 年度は、基本となる SmC* 相の低駆動電圧化に成功した。また、物質内に内在する界面を自己組織的に **Slippery** 化する概念を確立すると同時に、この概念を実現するために必要な現実の材料選定、および合成を行うことができた。さらに物質の重要物性である「弾性率」を分子スケールで制御する概念を構築し、実際に 2 つの原理を用いてソフト化を実現した。また、性能評価に関わる実験装置や方法論を整備した。今後、ソフトニングを利用した更なる低駆動電圧化をはじめとして、性能向上と実用化に関わる問題解決に取り組む。

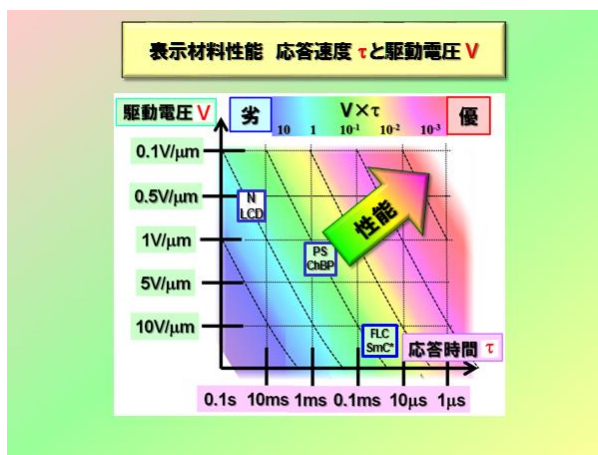


図 2.1 表示材料の性能図

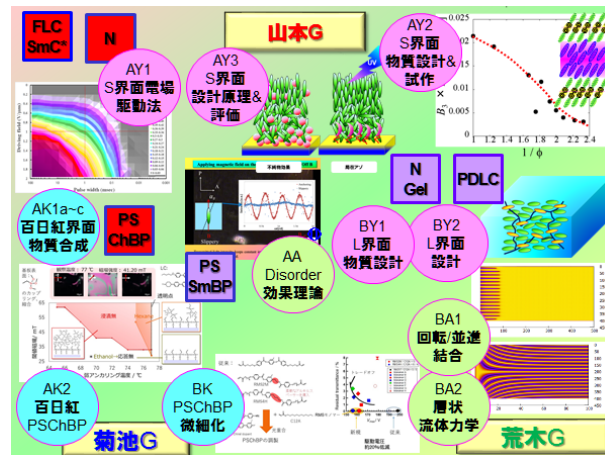


図 2.2 本構想の研究項目相関図

【研究成果】 特に重要な成果としては、(1) SmC*相の高速・低電圧化の実現 既存の Nematic 相同等の性能を維持しつつ、良好な高速域の特性が得られた(1.0V/mm、100msec、>50%透過率)。⇒今後、実用化に必要なものを補強する。フィールドシーケンシャル法など、低透過率特性を補正する使用法を開発する。さらにソフトニング効果との相乗効果で更なる高速・低駆動電圧特性を改良する。(2) 自己組織スリッパリー界面の設計概念と試作方法を確立した。⇒今後、実用化を目指して実現温度域を広げる材料開発を探索する。同時に統一的に界面性能評価が行える装置を完成させる。配向回転運動のダイナミクスを理論的に解析する。(3) 材料の弾性定数の自在設計に関する基本概念を構築した。膨潤効果、競合効果によるソフトニング現象の発現を確認した。⇒今後、SmC*表示材料の性能向上へ応用に展開する。