

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)  
実施状況報告書(平成23年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	究極の省電力素子を目指したスイッチング分子ナノサイエンス
研究機関・ 部局・職名	京都大学・大学院工学研究科・教授
氏名	松田 建児

1. 当該年度の研究目的

今年度は、ナノギャップ電極で用いるスイッチング分子の合成及び STM での一分子レベルでの反応識別を主要な目的とした。スイッチング分子の合成では、ナノギャップ電極を架橋するのに十分な長さを持った分子の合成法を確立することを目的とした。一分子レベルでの反応識別では、光反応性のある分子を用いて、光反応前後の像の変化より分子識別を行うことを目的とした。それに加えて分子の解像度で相転移現象を追跡できる系を発見できたので、相転移現象の系時変化の追跡についても検討を加えた。

2. 研究の実施状況

ナノギャップ電極を架橋する分子の合成では、チオフェン10量体以上の長さの分子を合成するために、過去のオリゴチオフェンの合成法を参考にして最適な合成法を検討した。その結果、パラジウムと銀を用いたチオフェンとハロゲン化チオフェンの直接カップリングが非常に有効であることがわかった。合成を進めた結果、スイッチング部位を持つもの、持たないもの、の双方についてチオフェン10量体相当の長さを持つ分子の合成法を確立することができた。光反応性のある分子を用いた分子識別では、異なるテンプレートによる相分離は達成できた。しかし、昨年度の例では同じ分子長の分子を比較していたので分子長の効果は考慮せずに比較ができたが、今回は分子長が異なるため、分子長の効果が大きく寄与することが明らかとなった。正確な分子長の見積もりをするなどして課題を克服する必要がある。長鎖アルキル基を有するポルフィリン亜鉛錯体のフェニルオクタン-HOPG界面における STM 観察を行ったところ、溶液滴下後に観察された密な face-on 配列が経時変化によって edge-on 配列へと変換することが明らかとなった。この相転移現象について広範囲で経時変化を追跡したところ、小さな edge-on 配列から face-on 配列に相転移し、続けて広範囲の edge-on 配列に転移するという2段階の転移現象が観察された。この相転移は、小さなドメインを溶かしながら大きなドメインが成長していく2次元結晶のオストワルドライピングの規則によく従っていた。

3. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 5 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計 5 件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kenji Higashiguchi, Masafumi Inoue, Tomohiro Oda, Kenji Matsuda, "Solvent-Responsive Structural Colored Balloons", <i>Langmuir</i> <b>2012</b>, 28, (12), 5432-5437.</li> <li>2. Takeshi. Sakano, Jun-ya Hasegawa, Kenji Higashiguchi, Kenji Matsuda, "Chronological Change from Face-On to Edge-On Ordering of Zinc-Tetraphenylporphyrin at the Phenyloctane-Highly Oriented Pyrolytic Graphite Interface", <i>Chemistry - An Asian Journal</i> <b>2012</b>, 7, (2), 394-399.</li> <li>3. Takeshi Sakano, Kenji Higashiguchi, Kenji Matsuda, "Comparison of Molecular Conductance between Planar and Twisted 4-Phenylpyridines by Means of Two-Dimensional Phase Separation of Tetraphenylporphyrin Templates at a Liquid-HOPG Interface", <i>Chemical Communications</i> <b>2011</b>, 47, (29), 8427-8429.</li> <li>4. Satoshi Yokojima, Takao Kobayashi, Keiko Shinoda, Kenji Matsuda, Kenji Higashiguchi, Shinichiro Nakamura, "π-Conjugation of Two Nitronyl Nitroxides-Attached Diarylethenes", <i>J. Phys. Chem. B</i> <b>2011</b>, 115, (18), 5685-5692.</li> <li>5. Takashi Hirose, Kenji Higashiguchi, Kenji Matsuda, "Self-Assembly and Aggregate-Induced Enhanced Emission of Amphiphilic Fluorescence Dyes in Water and in the Solid State", <i>Chemistry - An Asian Journal</i> <b>2011</b>, 6, (4), 1057-1063.</li> </ol> <p>(掲載済み一査読無し) 計 0 件</p> <p>(未掲載) 計 0 件</p>
<p>会議発表 計 18 件</p>	<p>専門家向け 計 16 件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kenji Matsuda, "A Photoresponsive Single Electron Transistor Prepared from Oligothiophene Molecules and Gold Nanoparticles in a Nanogap Electrode", Collaborative Conference on 3D&amp;Materials Research, Jeju, Korea, June 28, 2011.</li> <li>2. Kenji Matsuda, "Organic Functional Molecule and Noble Metal Nanoparticles in Optoelectronics", The 5th East Asia Symposium on Functional Dyes &amp; Advanced Materials, Hangzhou, China, September 28, 2011.</li> <li>3. Takashi Hirose, Kenji Higashiguchi, Kenji Matsuda, "Enhanced emission of amphiphilic fluorescent dyes in water and in the solid state", 2011 年光化学討論会、宮崎市、2011 年 9 月 6-8 日</li> <li>4. 西尾卓・東口顕士・松田建児、「会合誘起増強発光を示すシアノビス(ピリジルフェニル)エテンのパッキングと蛍光挙動」、2011 年光化学討論会、宮崎市、2011 年 9 月 6-8 日</li> <li>5. 井上雅文・東口顕士・小田智博・松田建児、「構造色バルーンの溶媒応答性」、2011 年光化学討論会、宮崎市、2011 年 9 月 6-8 日</li> <li>6. 東口顕士・湯元孝治・松田建児、「ニトロキッド間の交換相互作用の測定によるフェニレンユニットのβ値の評価」、第 22 回基礎有機化学討論会、つくば市、2011 年 9 月 21-23 日</li> <li>7. 坂野豪・長谷川淳也・東口顕士・松田建児、「固液界面におけるポルフィリンの face-on 配列から edge-on 配列への経時変化の STM 観察」、第 22 回基礎有機化学討論会、つくば市、2011 年 9 月 21-23 日</li> <li>8. 井上友喜・廣瀬崇至・長谷川淳也・松田建児「キラルなコアを持つπ共役系分子の CD スペクトルの反転現象」、第 22 回基礎有機化学討論会、つくば市、2011 年 9 月 21-23 日</li> <li>9. 佐藤洋介・西村一樹・廣瀬崇至・東口顕士・松田建児「両親媒性側鎖をもつジアリアルエテンベシクルの光応答挙動」、第 22 回基礎有機化学討論会、つくば市、2011 年 9 月 21-23 日</li> <li>10. 土井理友・坂野豪・山口英裕・松田建児、「金ナノ粒子-ジアリアルエテン複合系の電導挙動」、第 22 回基礎有機化学討論会、つくば市、2011 年 9 月 21-23 日</li> <li>11. 今泉洋平・坂野豪・松田建児、「分子内水素結合を形成するフォトクロミック化合物の二次元配列の STM 観察」、第 22 回基礎有機化学討論会、つくば市、2011 年 9 月 21-23 日</li> <li>12. 坂野豪・松田建児、「ジアリアルエテン二次元配列の光誘起相転移による準安定配列の形成」、日本化学会第 92 春季年会、横浜市、2012 年 3 月 25-28 日</li> <li>13. 井上雅文・東口顕士・松田建児、「構造色バルーンの溶媒応答性と機能化」、日本化学会第 92 春季年会、横浜市、2012 年 3 月 25-28 日</li> <li>14. 井上友喜・廣瀬崇至・東口顕士・長谷川淳也・松田建児、「キラルなコアを有するジアリアルエテン縮環体の CD スペクトル反転現象」、日本化学会第 92 春季年会、横浜市、2012 年 3 月 25-28 日</li> </ol>

様式19 別紙1

	<p>15. 四宮正堯・東口顕士・松田建児、「有機ラジカルの交換相互作用による分子コンダクタンスの評価」、日本化学会第92春季年会、横浜市、2012年3月25-28日</p> <p>16. 西尾卓・東口顕士・松田建児、「会合誘起増強発光を示すシアノビス(ピリジルフェニル)エテンのパッキングと蛍光挙動」、日本化学会第92春季年会、横浜市、2012年3月25-28日</p> <p>一般向け 計2件</p> <p>1. 松田建児、「一つ一つの分子を見る、触る—分子ナノテクノロジー」、京都大学工学部公開講座「ひと・社会・工学 —工学のいまを知る—」、京都大学吉田キャンパス、2011年7月30日</p> <p>2. 松田建児、「一つ一つの分子を見る、触る—分子ナノテクノロジー」、京都大学高校生のための工学部オープンセミナー「ひと・社会・工学 —工学のいまを知る—」、京都大学桂キャンパス、2011年8月6日</p>
<p>図書</p> <p>計2件</p>	<p>1. 東口顕士、松田建児 “ジリアルエテンと金属ナノ粒子による光分子エレクトロニクス材料” 「フォトクロミズムの新展開と光メカニカル機能材料」、シーエムシー出版、pp 96-101, 2011年</p> <p>2. K. Matsuda, K. Higashiguchi, "Photoswitching Property of Diarylethenes in Molecular Magnetism and Electronics" in "Supramolecular Soft Matter: Applications in Materials and Organic Electronics", T. Nakanishi ed., Wiley, pp. 215-236, 2011.</p>
<p>産業財産権 出願・取得状 況</p> <p>計0件</p>	<p>(取得済み) 計0件</p> <p>(出願中) 計0件</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<p><a href="http://www.sbchem.kyoto-u.ac.jp/matsuda-lab/">http://www.sbchem.kyoto-u.ac.jp/matsuda-lab/</a></p>
<p>国民との科 学・技術対話 の実施状況</p>	<p>京都大学工学部公開講座での講演「一つ一つの分子を見る、触る—分子ナノテクノロジー」、2011年7月30日、京都大学吉田キャンパス、一般市民対象、150名</p> <p>京都大学高校生のための工学部オープンセミナーでの講演「一つ一つの分子を見る、触る—分子ナノテクノロジー」、2011年8月6日、京都大学桂キャンパス、高校生対象、150名</p>
<p>新聞・一般雑 誌等掲載</p> <p>計0件</p>	
<p>その他</p>	

4. その他特記事項

特になし

## 実施状況報告書(平成23年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されず

## 1. 助成金の受領状況(累計)

(単位:円)

	①交付決定額	②既受領額 (前年度迄の 累計)	③当該年度受 領額	④(=①-②- ③)未受領額	既返還額(前 年度迄の累 計)
直接経費	124,000,000	64,000,000	0	60,000,000	0
間接経費	37,200,000	19,200,000	0	18,000,000	0
合計	161,200,000	83,200,000	0	78,000,000	0

## 2. 当該年度の収支状況

(単位:円)

	①前年度未執行額	②当該年度受領額	③当該年度受 取利息等額 (未収利息を除 く)	④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入	⑤当該年度執 行額	⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額	当該年度返還額
直接経費	62,368,501	0	0	62,368,501	60,892,278	1,476,223	0
間接経費	19,200,000	0	0	19,200,000	3,200,000	16,000,000	0
合計	81,568,501	0	0	81,568,501	64,092,278	17,476,223	0

## 3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	55,269,599	極低温フローバー装置・蛍光寿命測定装置・高速液体クロマトグラフ装置・フラッシュ自動精製装置等
旅費	1,101,574	研究成果発表旅費(中国・つくば市など)等
謝金・人件費等	989,282	事務補佐員人件費
その他	3,531,823	実験機器修理・整備(CCD検出器・吹付低温装置)等
直接経費計	60,892,278	
間接経費計	3,200,000	
合計	64,092,278	

## 4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関 名
スピコーター	ミカサ製・20mm用アルミ製試料台付き MS-A100	1	643,387	643,387	2011/4/19	京都大学
高速液体クロマトグラフ	日立ハイテクノロジー製・高性能クロマトグラフ	1	2,614,500	2,614,500	2011/6/29	京都大学
マルチチャンネル分光器	浜松ホトニクス製・PMA-12	1	2,154,923	2,154,923	2011/6/20	京都大学

極低温フローハー	ナガセテクノエンジニアリング製・Grail10-205-4-LV-OP	1	23,152,500	23,152,500	2011/8/11	京都大学
蛍光寿命測定装置	浜松トニクス製・ピコ秒蛍光寿命測定装置 C11200 PLPシステム	1	17,695,650	17,695,650	2011/7/15	京都大学
フラッシュ自動精製装置	Biotage製・Isolera One 可変2波長UVシステム ISO-1SV	1	2,499,000	2,499,000	2011/12/7	京都大学
ハイパフォーマンス・コンピュータ	HPCシステムズ製・HPC5000-Z800-SIP-sa	1	1,097,290	1,097,290	2011/12/20	京都大学