

課題番号	GR030
------	-------

**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24年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	フラーレン誘導体の合成を基盤とした化学的アプローチによる高効率有機薄膜太陽電池の開発
研究機関・ 部局・職名	東京大学・大学院理学系研究科・特任教授
氏名	松尾 豊

1. 当該年度の研究目的

有機薄膜太陽電池の光電変換効率は 10%を越え、アモルファスシリコン太陽電池の変換効率と同等になり、実用化が視野に入ってきている。しかしながら、安定して高い変換効率を得るにあたっては、解決すべき課題が多く残っている。高効率で耐久性が高く、しかもコスト面で競争力をもつ有機薄膜太陽電池を開発するためには、やはり材料面での研究の進展が待たれる。

本研究プログラムにおいては、そのような有機薄膜太陽電池を開発するにあたり、研究課題をアクセプター分子の開発、ドナー分子の開発、有機薄膜太陽電池の作製と評価に設定しており、人的リソースもほぼ三等分にしてバランス良く研究を推進している。前年度までの研究で、アクセプター分子の開発については新規フラーレン誘導体の開発を、ドナー分子の開発についてはテトラセン誘導体とポルフィリン誘導体の開発を、太陽電池の作製においては順型素子と逆型素子の開発を行い、全てのテーマで順調な展開があり、研究をする足場が固まった。

本年度においては、これらの研究をさらに深化させ、引き続き、新規フラーレン官能基化反応の開発、高い電子移動度をもち、かつ、高い開放電圧を与える高性能フラーレン電子アクセプターの開発、長波長光を吸収することができる低分子ローバンドギャップドナー材料としてのテトラセン誘導体の開発、塗布プロセスに適用可能で安定な低分子ドナー材料であるポルフィリン誘導体の開発、ドナーアクセプター界面構造を制御した順型構成太陽電池の開発、無機酸化物半導体(電子捕集層:酸化チタン, 酸化亜鉛)と有機半導体の界面の電子的、構造的な設計に基づく逆型構成太陽電池の開発を行う。

2. 研究の実施状況

個別の課題について、研究の実施状況を以下に記す。

1. 新規フラーレン官能基化反応の開発

トラック1台分というスケールで kg 当たり 40 円という非常に安価な塩化鉄(FeCl₃)とフラーレンと工業原料として汎用的なカルボン酸を、空気下で室温で混ぜるという簡便な操作で、フラーレニルエステル(C₆₀(OCOAr)R)を大量取得する方法を見いだした。この新規フラーレン誘導体は、ごく最近必要とされ始めた高い電子親和力を有する電子アクセプターとして、有機薄膜太陽電池において優れた特性を示すことを確認した。

また、当初の計画研究に加えて、フラーレンの機能化研究の途上、リチウムイオン内包フラーレンの有機化学修飾に世界で初めて成功した。このイオン性のフラーレン誘導体を足掛かりとして、有機薄膜と無機半導体の界面に用いる中間層の科学の追究と、それによる太陽電池の高性能化が新たに見えてきた。

2. 高性能フラーレン電子アクセプターの開発

最小の炭素付加基を有するため優れた特性をもつ 56π 電子系フラーレン誘導体について、異性体の分離を行い、X線結晶構造解析に成功した。また、この系統の各種誘導体について、電子移動度を系統的に評価し、構造と移動度の相関関係に関する知見を得た。以前からわかっていた電子親和性に加え、構造と移動度という2つ重要なパラメータを得て高効率化(>7%)へ向けた研究は確実に進展している。

3. テトラセン誘導体の開発

新たな低分子ローバンドギャップ材料として、電子求引基のベンゾピラジン基、電子供与基のジスルフィド基を導入した新規テトラセン誘導体を開発した。また、以前から合成していたテトラセナーイミド(電子求引基)ージスルフィド(電子供与基)が有機薄膜中、ナノワイヤーを形成し、正孔輸送パスとして機能することを見いだした。このような結果から、有機薄膜中における分子集合の精密制御の指針を得た。

4. ポルフィリン誘導体の開発

ポルフィリンを基本骨格とした可溶性低分子ドナー材料を開発し、可溶性のポルフィリン誘導体としては世界最高の変換効率(2.6%)を示すことを明らかにした。この分子における中心金属であるマグネシウムが溶解性と電子機能の両方に重要な役割を果たすことがわかった。マグネシウムーポルフィリノイドの一種であるクロロフィルは自然界において、植物などが光合成を行うとき光エネルギーを吸収する役割を持つ。クロロフィルの類推から、人工的なマグネシウムーポルフィリン錯体を用いた光電変換にひとつの解があると考え、研究を継続している。現在の変換効率は、 π 共役系延伸部位として単純なフェニル基を用いたプロトタイプのもので、様々な機能性 π 共役系をこの基本骨格へ接続することで、変換効率のさらなる向上が見える予備的結果を得ている。

5. 有機薄膜太陽電池の作製と評価

このセクションは合成した新規化合物の太陽電池特性の評価において重要であり、順調に機能している。それに加え、逆型有機薄膜太陽電池と色素増感型太陽電池の光電変換機構の類似性に着目し、無機酸化物アクセプターと有機半導体ドナーを組み合わせたハイブリッド型薄膜太陽電池の高機能化を目指した研究を開始した。本年度では、酸化チタン(TiO_2)のスパッタ薄膜の適用を検討し、従来の化学浴堆積酸化チタンより高性能であるという知見を得て、有機無機ハイブリッド型薄膜太陽電池の研究の足掛かりを得た。

3. 研究発表等

雑誌論文	(掲載済み一査読有り) 計 22 件
計 28 件	<p>1. An Amorphous Mesophase Generated by Thermal Annealing for High-Performance Organic Photovoltaic Devices Hideyuki Tanaka, Yoko Abe, <u>Yutaka Matsuo*</u>, Junya Kawai, Iwao Soga, Yoshiharu Sato, Eiichi Nakamura* Adv. Mater. 2012, 24, 3521-3525. [DOI: 10.1002/adma.201200490]</p> <p>2. Construction of Long-Wavelength-Light Photocurrent Generation System Based on Self-Assembled Monolayer of Cobaltadithiolene [60]Fullerene Complex</p>

- Yutaka Matsuo* and Masashi Maruyama
J. Nanosci. Nanotech. 2012, 12, 6869–6871.
3. Development of New Fullerene-based Electron Acceptors for Efficient Organic Photovoltaic Cells
Yutaka Matsuo*
Proc. MRS 2012, 1390, mrsf11–1390–h13–79. [DOI: 10.1557/opl.2012.652]
4. Facile Purification of C₆₀O-containing [60]Fullerene Using Trialkylphosphines at Room Temperature
Masahiko Hashiguchi*, Koichi Nagata, Katsutomo Tanaka, Yutaka Matsuo
Org. Process Res. Dev. 2012, 16, 643–646. [DOI: 10.1021/op200376w]
5. FeCl₃-mediated Synthesis of Fullerenyl Esters as Low-LUMO Acceptors for Organic Photovoltaic Devices
Masahiko Hashiguchi*, Naoki Obata, Masashi Maruyama, Kee Sheng Yeo, Takao Ueno, Tomohiko Ikebe, Isao Takahashi, Yutaka Matsuo*
Org. Lett. 2012, 14, 3276–3279. [DOI:10.1021/ol301186u]
6. Structurally Defined High-LUMO-level 66 π-[70]Fullerene Derivatives: Synthesis and Application in Organic Photovoltaic Cells
Zuo Xiao, Yutaka Matsuo*, Iwao Soga, Eiichi Nakamura*
Chem. Mater. 2012, 24, 2572–2582. [DOI: 10.1021/cm301238n]
7. Electropolymerized Conjugated Polyelectrolytes with Tunable Work Function and Hydrophobicity as an Anode Buffer in Organic Optoelectronics
Sebastian Lacher, Naoki Obata, Shyh-Chyang Luo, Yutaka Matsuo*, Bo Zhu, Hsiao-hua Yu, Eiichi Nakamura*
ACS Appl. Mater. Interfaces 2012, 4, 3396–3404. [DOI: 10.1021/am300366d]
8. Covalently Chemical Modification of Lithium Ion-Encapsulated Fullerene: Synthesis and Characterization of [Li⁺@PCBM]PF₆⁻
Yutaka Matsuo*, Hiroshi Okada, Masashi Maruyama, Hiroyasu Sato, Hiromi Tobita, Yoshihiro Ono, Kenji Omote, Kazuhiko Kawachi, Yasuhiko Kasama
Org. Lett. 2012, 14, 3784–3787. [DOI: 10.1021/ol301671n]
9. Soluble Porphyrin Donors for Small Molecule Bulk Heterojunction Solar Cells
Junichi Hatano, Naoki Obata, Shigeru Yamaguchi, Takeshi Yasuda, Yutaka Matsuo*
J. Mater. Chem. 2012, 22, 19258–19263. [DOI: 10.1039/C2JM33956K]
10. Benzo[*c*]thiophene-C60 Diadduct: An Electron Acceptor for p-n Junction Organic Solar Cells Harvesting Visible to Near-IR Light
Yonggang Zhen, Naoki Obata, Yutaka Matsuo*, Eiichi Nakamura*
Chem. Asian J. 2012, 7, 2644–2649. [DOI: 10.1002/asia.201200698]
11. Preparation of Li-encapsulated [60]Fullerene (Li@C₆₀) and Its Derivatization to Hexafluorophosphate- Salt [Li⁺@C₆₀]PF₆⁻
Hiroshi Okada, Takashi Komuro, Takeshi Sakai, Yutaka Matsuo, Yoshihiro Ono, Kenji Omote, Kuniyoshi Yokoo, Kazuhiko Kawachi, Yasuhiko Kasama, Shoichi Ono, Rikizo Hatakeyama, Toshiro Kaneko, Hiromi Tobita*
RSC Advances 2012, 2, 10624–10631. [DOI: 10.1039/C2RA21244G]
12. Synthesis of Tetradeca- and Pentadeca(organo)[60]fullerenes Containing Unique Photo- and Electroluminescent π-Conjugated Systems
Takeshi Fujita, Yutaka Matsuo*, Eiichi Nakamura*
Chem. Mater. 2012, 24, 3972–3980. [DOI: 10.1021/cm3024296]
13. Synthesis of Thieno-Bridged Porphyrins: Changing Antiaromatic Contribution by Direction of the Thiophene Ring
Yusuke Mitsushige, Shigeru Yamaguchi, Byung Sun Lee, Young Mo Sung, Susanne Kuhri, Christoph Schierl, Dirk M. Guldi*, Dongho Kim*, Yutaka Matsuo*
J. Am. Chem. Soc. 2012, 134, 16540–16543. [DOI: 10.1021/ja3082999]

14. 1-Aryl-4-Silylmethyl[60]fullerenes: Synthesis, Properties, and Photovoltaic Performance
Yutaka Matsuo*, Hiromi Oyama, Iwao Soga, Toshihiro Okamoto, Hideyuki Tanaka, Akinori Saeki, Shu Seki, Eiichi Nakamura*
 Chem. Asian J. 2013, 8, 121-128. [DOI: 10.1002/asia.201200726]
15. Benzopyrazine-Fused Tetracene Derivatives: Thin-film Formation at the Crystalline Mesophase for Solution-Processed Hole Transporting Devices
 Shungo Kojima, Toshihiro Okamoto*, Kazumoto Miwa, Hiroyasu Sato, Jun Takeya*, Yutaka Matsuo*
 Org. Electron. 2013, 14, 437-444. [DOI: 10.1016/j.orgel.2012.10.029]
16. Photostability of a Dyad of Magnesium Porphyrin and Fullerene and Its Application to Photocurrent Conversion
 Takahiko Ichiki, Yutaka Matsuo*, Eiichi Nakamura*
 Chem. Commun. 2013, 49, 279-281. [DOI: 10.1039/C2CC36988E]
17. Small Molecule Solution-Processed Bulk Heterojunction Solar Cells with Inverted Structure Using Porphyrin Donor
 Takaki Yamamoto, Junichi Hatano, Takafumi Nakagawa, Shigeru Yamaguchi, Yutaka Matsuo*
 Appl. Phys. Lett. 2013, 102, 013305. [DOI: 10.1063/1.4773910]
18. Reactivity of a Metastable Cobalt(III) Trisulfide Complex: Multiple C-H Functionalization of *p*-Xylene and Disulfides to Afford Photofunctional Cobalt Complexes
 Masashi Maruyama, Matthias König, Dirk M. Guldi*, Eiichi Nakamura, Yutaka Matsuo*
 Angew. Chem. Int. Ed. 2013, 53, 3015-3018. [DOI: 10.1002/anie.201209046]
19. Formation of Photoconductive Nanowires of Tetracene Derivative in Composite Thin Film
 Tsuyoshi Suzuki, Toshihiro Okamoto*, Akinori Saeki, Shu Seki, Hiroyasu Sato, Yutaka Matsuo*
 ACS Appl. Mater. Interfaces 2013, 5, 1937-1942. [DOI: 10.1021/am302914w]
- <Review Articles>
20. Design Concept for High-LUMO-level Fullerene Electron-acceptors for Organic Solar Cells
Yutaka Matsuo*
 Chem. Lett. 2012, 41, 754-759. (Highlight Review)
21. The Chemistry of Four-Membered Aromatics
Yutaka Matsuo*, Masashi Maruyama
 Chem. Commun. 2012, 48, 9334-9342. (Feature Article)
22. 有機合成化学協会誌, 2012年, vol. 70, p541-548.
 「有機薄膜太陽電池に用いられる高いLUMO準位をもつフラレン誘導体」, 松尾 豊
- (掲載済み一査読無し) 計6件
1. 有機分子・バイオエレクトロニクス分科会誌, 応用物理学会, 2012年, vol. 23, No. 1, p17-22.
 「塗布型低分子薄膜を用いた有機デバイスにおける溶媒和効果」, 田中秀幸, 松尾 豊, 中村栄一
2. Materials Stage, 技術情報協会, 2012年, 9月号, p69-71.
 「フラレン誘導体の酸化が有機薄膜太陽電池の劣化に及ぼす影響」, 松尾 豊
3. 化学工業, 化学工業社, 2012年, vol. 63, p40-46.
 「新規ポルフィリン誘導体を用いた有機薄膜太陽電池」, 波多野淳一, 松尾 豊
4. ファインケミカル, 2013年, vol. 42, No. 1, p35-41.
 「塩化第二鉄を利用した簡便なフラレン誘導体の合成方法」, 橋口昌彦, 松尾 豊
5. 化学と教育, 2013年, vol. 61, No. 2, p64-65.

様式19 別紙1

	<p>「高効率有機薄膜太陽電池を求めて」, 岡田洋史, 松尾 豊</p> <p>6. 機能材料, シーエムシー出版, 2013年, vol. 33. No. 3, p20-25. 「有機薄膜太陽電池に用いられる電子アクセプター材料」, 松尾 豊</p> <p>(未掲載) 計 0 件</p>
<p>会議発表 計 48 件</p>	<p>専門家向け 計 47 件 (アンダーラインは発表者)</p> <p>1. 「有機薄膜太陽電池に用いるフラーレン誘導体の開発」, <u>松尾 豊</u> 第一回有機太陽電池ワークショップ 山形大学(山形県米沢市)2012年4月20日-2012年4月21日, 招待講演</p> <p>2. 「有機薄膜太陽電池に用いる有機半導体の設計と合成」, <u>松尾 豊</u> 第22回万有福岡シンポジウム 九州大学(福岡市東区)2012年5月19日, 招待講演</p> <p>3. 「有機半導体の分子設計と合成化学を基盤とする光電変換素子開発」, <u>松尾 豊</u> 第29回無機・分析化学コロキウム 東北大学(宮城県大崎市)2012年6月8日-2012年6月9日, 招待講演</p> <p>4. 「アセニミドジスルフィドを有する10族金属錯体の合成と物性」, <u>中川貴文</u>, 鈴木 毅, 松尾 豊 第1回有機系太陽電池つくば地区研究会 産業技術総合研究所(つくば市)2012年6月11日, ポスター発表</p> <p>5. 「塗布型有機薄膜太陽電池への応用を指向した可溶性ポルフィリンドナー材料の創製」 <u>波多野淳一</u>, 山口 滋, 松尾 豊 第1回有機系太陽電池つくば地区研究会 産業技術総合研究所(つくば市)2012年6月11日, ポスター発表</p> <p>6. 「Application of Low-LUMO Fullerenyl Esters in Organic Photovoltaic Devices」, <u>Kee Sheng Yeo</u>, 松尾 豊 第1回有機系太陽電池つくば地区研究会 産業技術総合研究所(つくば市)2012年6月11日, ポスター発表</p> <p>7. 「アセニミドジスルフィドを用いた金属錯体の光物性」, <u>鈴木 毅</u>, 中川貴文, 松尾 豊 第45回有機金属化学若手の会 ホテルエバークリーン富士(山梨県富士吉田市)2012年7月9日-7月11日, ポスター発表</p> <p>8. 「低分子塗布型有機薄膜太陽電池のための可溶性ポルフィリン電子ドナー」 <u>松尾 豊</u>, <u>波多野淳一</u>, 尾畑直樹, 山口 滋 新学術領域研究「高次π空間の創発と機能開発」第8回公開シンポジウム ホテルアローレ(石川県加賀市)2012年7月19日-2012年7月20日, ポスター発表</p> <p>9. 「Chemistry of Cation-Endohedral Fullerene: [Li⁺@C₆₀]」 <u>岡田洋史</u>, <u>丸山優史</u>, 小室貴士, 渡邊孝仁, 笠間泰彦, 飛田博実, 松尾 豊 第43回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム 東北大学(仙台市)2012年9月5日-2012年9月7日, 口頭発表</p> <p>10. 「Synthesis and Photophysical Properties of [60]Fullerene-Cobalt Dyads and Triads」 <u>丸山優史</u>, Dirk M. Guldi, 中村栄一, 松尾 豊 第43回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム 東北大学(仙台市)2012年9月5日-2012年9月7日, ポスター発表</p> <p>11. 「FeCl₃-mediated Retro-reaction of Fullerene Derivatives」, <u>橋口昌彦</u>, 上野隆生, 松尾 豊 第43回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム 東北大学(仙台市)2012年9月5日-2012年9月7日, ポスター発表</p>





	<p>12. 「フラーレンアクセプタ酸化体が有機太陽電池特性に及ぼす影響」 <u>松尾 豊</u>, 尾畑直樹, 小津彩子, 田中秀幸, 中村栄一 第 73 回応用物理学会学術講演会 愛媛大学(松山市)2012 年 9 月 11 日-2012 年 9 月 14 日, 招待講演</p> <p>13. 「pin 接合型有機太陽電池におけるフラーレン材料の直接比較」 <u>田中秀幸</u>, 李 保林, 佐伯昭紀, 尾畑直樹, 松尾 豊, 関 修平, 中村栄一 第 73 回応用物理学会学術講演会 愛媛大学(松山市)2012 年 9 月 11 日-2012 年 9 月 14 日, 口頭発表</p> <p>14. 「酸化フラーレン誘導体が有機薄膜太陽電池の劣化に及ぼす影響」 <u>松尾 豊</u>, 尾畑直樹, 小津彩子, 田中秀幸, 中村栄一 第 61 回高分子討論会 名古屋工業大学(名古屋市昭和区)2012 年 9 月 19 日-2012 年 9 月 21 日, 依頼講演</p> <p>15. 「フラーレン誘導体の合成化学に基づく光電変換分子の創製」, <u>松尾 豊</u> 第 23 回基礎有機化学討論会 京都テルサ(京都市)2012 年 9 月 19 日-2012 年 9 月 21 日, 招待講演(野副記念奨励賞受賞講演)</p> <p>16. 「ピラジン及びジスルフィド部位を有するテトラセン誘導体の創製とデバイス特性」 <u>小島峻吾</u>, 岡本敏宏, 三輪一元, 竹谷純一, 松尾 豊 第 23 回基礎有機化学討論会 京都テルサ(京都市)2012 年 9 月 19 日-2012 年 9 月 21 日, ポスター発表</p> <p>17. 「可溶性ポルフィリンドナー材料の合成と低分子塗布型有機薄膜太陽電池への応用」 <u>波多野淳一</u>, 尾畑直樹, 山口 滋, 松尾 豊 第 23 回基礎有機化学討論会 京都テルサ(京都市)2012 年 9 月 19 日-2012 年 9 月 21 日, ポスター発表</p> <p>18. 「ポウル型 Cp 配位子を利用した配位不飽和コバルトリスルフィド錯体の合成構造, 電子構造, 及びその特殊な反応性」, <u>丸山優史</u>, 中村栄一, 松尾 豊 第 62 回錯体化学討論会 富山大学(富山市)2012 年 9 月 21 日-2012 年 9 月 23 日, 口頭発表</p> <p>19. 「有機金属フラーレン複合体の合成化学と有機薄膜太陽電池の研究開発」, <u>松尾 豊</u> 大阪大学基礎工学部講演会 大阪大学(大阪府豊中市)2012 年 9 月 27 日, 招待講演</p> <p>20. 「有機物質を用いた太陽電池-フラーレンの化学とドナー材料の開発-」, <u>松尾 豊</u> 筑波大学化学セミナー 筑波大学(茨城県つくば市)2012 年 10 月 2 日, 招待講演</p> <p>21. 「5重付加[60]フラーレン誘導体をテンプレートとしたコバルト-硫黄クラスター錯体の選択的合成」 <u>丸山優史</u>, 中村栄一, 松尾 豊 第 2 回 CSJ 化学フェスタ 東京工業大学(大岡山キャンパス), 2012 年 10 月 14 日-16 日, ポスター発表</p> <p>22. 「可溶性ポルフィリンドナー材料の合成と従来構成及び逆構成塗布型有機薄膜太陽電池への応用」 <u>波多野淳一</u>, 山本尚貴, 山口 滋, 松尾 豊 第 2 回 CSJ 化学フェスタ 東京工業大学(大岡山キャンパス), 2012 年 10 月 14 日-16 日, ポスター発表</p> <p>23. 「Application of Sputter-deposited Anatase TiO₂ as Electron-collecting Layers in Inverted Organic Photovoltaics」, <u>Kee Sheng Yeo</u>, Shoichiro Nakao, Yasushi Hirose, Tetsuya Hasegawa, Yutaka Matsuo 第 2 回 CSJ 化学フェスタ 東京工業大学(大岡山キャンパス), 2012 年 10 月 14 日-16 日, ポスター発表</p>
--	--

	<p>24. 「Covalently Chemical Modification of Lithium Ion-Encapsulated Fullerene: Synthesis and Characterization of $[\text{Li}^+\text{PCBM}]\text{PF}_6^-$」, <u>松尾 豊</u> 新学術領域研究「高次π空間の創発と機能開発」第4回国際シンポジウム 浜名湖ロイヤルホテル(静岡県浜松市), 2012年11月13日-14日, ポスター発表</p> <p>25. 「有機半導体の機能設計と合成化学を基盤とする有機薄膜太陽電池の開発」, <u>松尾 豊</u> 東京農工大学講演会 東京農工大学(東京都小金井市), 2012年12月5日, 招待講演</p> <p>26. 「有機薄膜太陽電池における最近の研究開発動向」, <u>松尾 豊</u> PVJapan2012 専門セミナー 幕張メッセ(千葉県千葉市), 2012年12月5日-7日, 招待講演</p> <p>27. 「Covalently Chemical Modification of Lithium Ion-Encapsulated Fullerene: Synthesis and Characterization of $[\text{Li}^+\text{PCBM}]\text{PF}_6^-$」, <u>松尾 豊</u> 第2回有機太陽電池ワークショップ しいのき迎賓館・四高記念館(石川県金沢市), 2013年1月10日-1月12日, ポスター発表</p> <p>28. 「有機薄膜太陽電池における分子組織構造が素子特性に及ぼす影響」, <u>松尾 豊</u> 高分子材料研究会 岡山大学理学部(岡山県岡山市), 2013年1月30日, 招待講演</p> <p>29. 「有機半導体の設計・合成と有機薄膜太陽電池」, <u>松尾 豊</u> 熊本大学・拠点形成研究B「ソフト溶液」特別講演会 熊本大学(熊本県熊本市), 2013年3月5日, 招待講演</p> <p>30. 「有機薄膜太陽電池における有機電子機能化学」, <u>松尾 豊</u> 名古屋コンファレンス「有機電子機能化学の最前線」 名古屋大学(愛知県名古屋市), 2013年3月11日, 招待講演</p> <p>31. 「Design, Synthesis, and Properties of Fullerene Derivatives for Organic Thin Film Solar Cells」(有機薄膜太陽電池に用いるフラーレン誘導体の設計と合成および物性), <u>松尾 豊</u> 第44回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム 東京大学(東京都文京区), 2013年3月11日-2013年3月13日, 招待講演</p> <p>32. 「Isolation and Properties of a Cyclopentadiene Adduct of Lithium-ion Encapsulated [60] Fullerene」(リチウムイオン内包フラーレンのシクロペンタジエン付加体の単離と物性), <u>川上裕貴</u>, 岡田洋史, <u>松尾 豊</u> 第44回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム 東京大学(東京都文京区), 2013年3月11日-2013年3月13日, ポスター発表</p> <p>33. 「Solution-phase Synthesis of Dumbbell-Shaped Dimer C_{120} by the Use of FeCl_3」(FeCl_3を使った溶液相中でのC_{120}ダンベル型ダイマー合成), 橋口昌彦, <u>稲田 寛</u>, <u>松尾 豊</u> 第44回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム 東京大学(東京都文京区), 2013年3月11日-2013年3月13日, ポスター発表</p> <p>34. 「有機半導体の設計と塗布型有機薄膜太陽電池」, <u>松尾 豊</u> 日本化学会第93春季年会, アドバンスド・テクノロジー・プログラム 立命館大学びわこ・くさつキャンパス(滋賀県草津市), 2013年3月22日-25日, 招待講演</p> <p>35. 「ボウル型[60]フラーレン配位子をテンプレートとしたコバルト-硫黄クラスター錯体の合成」 <u>丸山優史</u>, <u>松尾 豊</u> 日本化学会第93春季年会 立命館大学びわこ・くさつキャンパス(滋賀県草津市), 2013年3月22日-25日, 口頭発表</p> <p>36. 「リチウムイオン内包フラーレンへのディールス・アルダー反応によるシクロペンタジエンの付加」 <u>川上裕貴</u>, 岡田洋史, <u>松尾 豊</u> 日本化学会第93春季年会</p>
--	---

	<p>立命館大学びわこ・くさつキャンパス(滋賀県草津市), 2013年3月22日-25日, 口頭発表</p> <p>37. 「アセニミドジスルフィドを用いた長波長光吸収を示す金属錯体の合成と物性」 <u>鈴木 毅</u>, 中川貴文, 松尾 豊 日本化学会第93春季年会 立命館大学びわこ・くさつキャンパス(滋賀県草津市), 2013年3月22日-25日, 口頭発表</p> <p>38. 「トリフェニルメタンチオールを用いた硫黄コバルトフラレン錯体の新規合成法」 <u>小汲佳祐</u>, 丸山優史, 松尾 豊 日本化学会第93春季年会, アドバンス・テクノロジー・プログラム 立命館大学びわこ・くさつキャンパス(滋賀県草津市), 2013年3月22日-25日, ポスター発表</p> <p><国際会議></p> <p>39. "Molecular Assembly of Functionalized Fullerenes", <u>Yutaka Matsuo</u> Canada-Japan Symposium for Supramolecular Nanomaterials Science Whistler, BC, Canada, 2012.5.13-5.16, Oral Presentation <Invited Lecture></p> <p>40. "Functional Fullerene Derivatives for Organic Thin-film Solar Cells", <u>Yutaka Matsuo</u> Collaborative Conference on Materials Research (CCMR) 2012 Seoul Palace Hotel, Seoul, South Korea, 2012.6.25-6.29, Oral Presentation <Invited Lecture></p> <p>41. "Novel Porphyrin Derivatives for Solution-Processed Small Molecule Bulk Heterojunction Solar Cells" <u>Junichi Hatano</u>, Shigeru Yamaguchi, Yutaka Matsuo Seventh International Conference on Porphyrins and Phthalocyanines (ICPP-7) Jeju, South Korea, 2012.7.1-7.6, Poster Presentation</p> <p>42. "Dihydromethanofullerene Derivatives as Electron-acceptors for OPV Devices", <u>Yutaka Matsuo</u> XXI International Materials Research Congress Cancun, Mexico, 2012.8.12-8.17, Oral Presentation <Invited Lecture></p> <p>43. "Functionalization of Fullerene for Organic Solar Cells", <u>Yutaka Matsuo</u> 4th International IUPAC Conference on Green Chemistry (ICGC4) Foz do Iguaçu, PR, Brazil, 2012.8.25-8.29, Oral Presentation</p> <p>44. "Liquid Crystals and Self-assembled Monolayers of Poly(aryl)fullerenes and Their Transition-metal Complexes", <u>Yutaka Matsuo</u> International Union of Materials Research Society - International Conference on Electronic Materials (IUMRS-ICEM 2012), Yokohama, Japan, 2012.9.23-9.28, Oral Presentation <Invited Lecture></p> <p>45. "Organized Structures of Organic Functionalized Molecules in Thin-films of Organic Photovoltaic Devices" <u>Yutaka Matsuo</u> International Union of Materials Research Society - International Conference on Electronic Materials (IUMRS-ICEM 2012), Yokohama, Japan, 2012.9.23-9.28, Oral Presentation <Invited Lecture></p> <p>46. "Chemical Modification of Fullerenes for Photo-electric Devices", <u>Yutaka Matsuo</u> Zing Nanotechnology Conference 2012 Xcaret, Mexico, 2012.10.31-11.3, Oral Presentation</p> <p>47. "Functionalization of Fullerenes for Organic Photovoltaic Devices", <u>Yutaka Matsuo</u> The 1st UT-UDS Joint Symposium on Frontiers of Chemical Sciences The Univ. of Tokyo, Tokyo, 2012.10.24-10.26, Oral Presentation <Invited Lecture></p> <p>一般向け 計1件</p> <p>1. 第2回日本化学会化学フェスタ2012 シンポジウム「化学で創る未来材料ー若さで挑戦ー」 招待講演, 「有機薄膜太陽電池向け有機半導体」, 松尾 豊</p>
--	--

様式19 別紙1

<p>図書 計9件</p>	<p>1. 「有機薄膜太陽電池の研究最前線」(松尾 豊 監修), シーエムシー出版, 2012年7月 (ISBN 978-4-7813-0600-1)</p> <p>2. 「ナノカーボン:炭素材料の基礎と応用」(分担執筆), 近代科学社, 2012年7月 (ISBN 978-4764950252)</p> <p><チャプターの執筆></p> <p>3. "Solution-processable Small Molecule Organic Photovoltaic Devices", Yutaka Matsuo Trends in Advanced Sensitized and Organic Solar Cells (ISBN: 978-4-7813-0620-9) Edited by T. Miyasaka CMC Publishing Co., Ltd., 2012, pp222-231.</p> <p>4. 有機デバイスのための塗布技術(竹谷純一 監修), シーエムシー出版, 2012年4月 「低分子塗布型有機薄膜太陽電池」, 松尾 豊</p> <p>5. 有機薄膜太陽電池の研究最前線(松尾 豊 監修), シーエムシー出版, 2012年7月 「高 LUMO フラレン設計のコンセプト」, 松尾 豊</p> <p>6. 有機薄膜太陽電池の研究最前線(松尾 豊 監修), シーエムシー出版, 2012年7月 「長波長領域の光吸収を示す有機薄膜太陽電池材料」, 鈴木 毅, 松尾 豊</p> <p>7. 有機薄膜太陽電池の研究最前線(松尾 豊 監修), シーエムシー出版, 2012年7月 「非フラレンアクセプター材料」, 波多野淳一, 松尾 豊</p> <p>8. 高次 π 空間の創発と機能開発(赤阪 健, 大須賀篤弘, 福住俊一, 神取秀樹監修), シーエムシー出版, 2013年3月, 「有機薄膜太陽電池に用いる高機能フラレンの設計と合成」, 松尾 豊</p> <p>9. CSJ カレントレビュー 未来材料を創出する π 電子系の科学(日本化学会編), 化学同人, 2013年3月 「有機薄膜太陽電池の π 電子科学」, 松尾 豊</p>
<p>産業財産権 出願・取得状況 計2件</p>	<p>(取得済み) 計0件</p> <p>(出願中) 計2件</p> <p>1. 特開 2012-094829, 「光電変換素子, フラレン化合物の製造方法, 及びフラレン化合物」 (発明者:松尾 豊, 中村栄一, 張 瑛, 肖 作, 河井潤也, 太田一司, 武井 出) 出願日:平成 23年 9月 2日(2011.9.2) ※平成 23年度未記載分</p> <p>2. 特願 2012-250116, 「フラレン C60 誘導体, 並びに極紫外線光又は電子ビーム露光用レジスト組成物」 (発明者:松尾 豊, 林 寛幸, 川上公德, 橋口昌彦, 高橋 功) 出願日:平成 24年 11月 14日(2012.11.14)</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<p>http://www.matsuo-lab.net/</p>
<p>国民との科学・技術対話の実施状況</p>	<p>お台場の日本科学未来館・研究棟3階に光電変換プロジェクト・デバイスラボを開設し, そこを拠点にアウトリーチ活動を行っている。展示物や設置した有機薄膜太陽電池デバイス作製装置を用いて, 一般の方とも科学技術に関する対話を行っている。また, 未来館を通して団体来館者に対する研究説明も行っており, 本年度では, 平成 25年 1月 10日に北海道札幌啓成高校(SSH 指定校)の高校生 15名+教員 2名に対し, 有機系太陽電池の研究に関する説明を行った。なお, 平成 25年度からは, 隔週土曜日の定期的な研究棟ツアーへの本格的な組み入れ, 駅で社会実証実験に供した大面積有機薄膜太陽電池パネルの展示, 各種未来館イベントへの参加が決まっており, 国民との科学技術の対話はさらに充実する。</p>

	 <p>(写真1)高校生への説明の様子</p>	 <p>(写真2)フラーレンと有機薄膜太陽電池の展示物</p>
<p>新聞・一般雑誌等掲載 計5件</p>	 <p>(写真3)デバイス作製装置とラボ全景</p>  <p>(写真4)ラボメンバー集合写真</p> <ol style="list-style-type: none"> 2012年4月2日掲載 化学工業日報(2面)「フラーレン誘導体 塩化第二鉄で合成」 2012年7月18日掲載 日経産業新聞(7面)「電子3倍流れやすい素材」 2012年7月18日掲載 日刊工業新聞(19面)「リチウムイオン含むフラーレン 有機化合物と結合」 2012年7月18日掲載 化学工業日報(8面)「フラーレン誘導体 リチウムイオン内包」 2012年7月27日掲載 科学新聞(4面)「リチウムイオンを内包したフラーレンの化学修飾成功」 	
<p>その他</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 東京大学理学部プレスリリース「リチウムイオンを閉じ込めたフラーレンの化学修飾に初めて成功」 http://www.s.u-tokyo.ac.jp/ja/press/2012/30.html 2. 東京大学のアウトリーチサイト「Todai Research」(「東京大学の研究のショーウィンドウ」として卓越した研究成果を広く紹介)において当研究室の研究を紹介 http://www.u-tokyo.ac.jp/ja/todai-research/research-news/a-new-material-for-organic-solar-cell-research/ 	

4. その他特記事項

2012年9月20日 松尾 豊 特任教授が第8回野副記念奨励賞(基礎有機化学会)を受賞

2012年11月17日 松尾 豊 特任教授が Banyu Chemist Award 2012 (万有生命化学振興国際交流財団)を受賞

2013年3月12日 岡田洋史 特任研究員が第9回大澤賞(フラーレン・ナノチューブ・グラフェン学会)を受賞

実施状況報告書(平成24年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されません

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	130,000,000	53,454,000	40,837,000	35,709,000	0
間接経費	39,000,000	16,036,200	12,251,100	10,712,700	0
合計	169,000,000	69,490,200	53,088,100	46,421,700	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	18,191,093	40,837,000	0	59,028,093	50,817,048	8,211,045	0
間接経費	0	12,251,100	0	12,251,100	0	12,251,100	0
合計	18,191,093	53,088,100	0	71,279,193	50,817,048	20,462,145	0

3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	28,431,734	有機薄膜太陽電池デバイス作製装置等
旅費	2,887,630	招待講演及び討論(メキシコ)等
謝金・人件費等	16,074,446	特任研究員、事務補佐員
その他	3,423,238	熱分析装置修理等
直接経費計	50,817,048	
間接経費計	0	
合計	50,817,048	

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(株)	1	540,000	567,000	2012/10/25	日本科学未来館
光表面処理装置	(株)グローバル・ トップ・ケミカル	1	624,750	624,750	2012/10/5	日本科学未来館
封止装置	武蔵エンジニアリ ング(株)	1	1,799,595	1,799,595	2013/3/29	日本科学未来館
真空蒸着装置	サンユー電子 (株)	1	2,995,650	2,995,650	2012/10/3	日本科学未来館
有機薄膜太陽電池 デバイス作製装置	(株)エイエルエス テクノロジー	1	14,994,000	14,994,000	2012/10/31	日本科学未来館