

様式6（第15条第1項関係）（採択年度＝平成26年度以降）

平成28年4月6日

独立行政法人 日本学術振興会理事長 殿	研究機関の設置者の 所在地	〒990-8560 山形県山形市小白川町一丁目4番12号	
	研究機関の設置者の 名称	国立大学法人山形大学	
	代表者の職名・氏名	学長 小山 清人 (記名押印)	
	代表研究機関名 及び機関コード	山形大学	11501

平成27年度戦略的国際研究交流推進事業費補助金
実績報告書

戦略的国際研究交流推進事業費補助金取扱要領第15条第1項の規定により、実績報告書を提出します。

整理番号	R2601	補助事業の 完了日	平成28年3月31日	関連研究分野 (分科細目コード)	有機・ハイブリッド材 料(5401)
------	-------	--------------	------------	---------------------	-----------------------

補助事業名（採択年度） 先端次世代エネルギーリーダーシップ（平成26年度）	補助金支出額（別紙のとおり） 40,420,000円
--	-------------------------------

代表研究機関以外の協力機関 なし

海外の連携機関 Johannes Kepler University Linz, Linz Institute for Organic Solar Cells (LIOS) The University of Vermont, Department of Physics

1. 事業実施主体

フリガナ 担当研究者氏名	所属機関	所属部局	職名	専門分野
主担当研究者 ヨシダ ツカサ 吉田 司	山形大学	大学院理工学研究科	教授	電気化学, 有機太陽電池
担当研究者 トキトウ シズオ 時任 静士	山形大学	大学院理工学研究科	教授	有機半導体工 学
岡田 修司	山形大学	大学院理工学研究科	教授	有機半導体合 成
計3名				

フリガナ 連絡担当者	所属部局・職名	連絡先（電話番号、e-mailアドレス）
ヨシダ リョウ 吉田 僚	教育・学生支援部国際交流課 国際交流室 一般職員	電話番号023-628-4926 e-mail :rgkokusai@jm.kj.yamagata-u.ac.jp

2. 本年度の実績概要

平成 27 年度は、前年度から長期滞在を開始した中山、松井に加え、増原、そして当初派遣若手研究者で今年度 2 月の異動に伴い研究支援補助者に変更の儘田が LIOS に派遣され、4 名の若手研究者が LIOS 研究者と共同研究を本格的に開始したことで、有機 CT 結晶を用いた新概念太陽電池について、具体的な研究成果を得る段階に前進した。また、本プロジェクト課題を主担当の吉田と共に立案した White 博士が今年度 9 月より米国バーモント大学物理科助教の常勤職に着任したことを契機に、同機関の有機エレクトロニクス関連研究者との連携についての交流と協議が進み、新たに同機関を連携機関に迎え入れる、国際連携枠組みの拡大を果たした。バーモント大学は、エレクトロニクス分野を主とした有機材料研究を重点課題とする人材の集積を推進しており、同分野の重点化を先進する山形大学の取組みがそのモデルとなっているため、山形大学との交流実績のある White 博士に白羽の矢が立ったとのことである。LIOS の Sariciftci 教授と主担当の吉田が共に White 博士を強力に推薦したことと、今回の異動及び連携拡大は無関係ではなく、本プログラムが主眼とする、トップレベルの国際研究交流ネットワークを、山形大学をハブとして、日、欧、米へとグローバルに拡大出来たことは、今年度の重大な実績であった。さらに特筆すべきは、本プロジェクト経費による登録研究者の交流と連動して、山形大学が独自に支援する YU-COE プログラム経費等により、山形大学研究者の研究室に在籍する大学院生等の学生（4 名）が、リンツ大学、バーモント大学を訪問し、派遣研究者と共に実験に従事したり、ワークショップで成果発表したりする交流も進んでおり、本プログラムによるグローバル人材育成に相乗効果を生んでいる。来年度にはバーモント大学の学生 3 名を 3 週間山形大学に受け入れる準備も進んでおり、学生の交流も相互方向に発展しつつある。

具体的研究成果が得られ始めたことから、対外的な成果の発表も頻繁、本格化し、本プロジェクトの取組みが他の有機太陽電池研究者の間で認知される様になった。当初は有機 CT 結晶を用いて高電圧化を果たすというコンセプトのみで、具体的にそれを実証する根拠に乏しかったため、学会等で批判的意見を受けることも多かったうえに、連携機関である LIOS の研究者さえもやや懐疑的であったが、実際に極めて電圧の高い有機太陽電池が得られ、光キャリアの発生効率向上、すなわち光電流の増強についても、それが有機 CT 化合物の励起子束縛エネルギーに相関することが、実験的にも理論的にも示される成果が得られ始めたことから、有機太陽電池の高効率化への新しいアプローチとして、同分野の研究者からその新規性と妥当性が認められる変化を実感している。

具体的な成果発信としては、別表にある数々の国内、国外学会等での成果発表に加え、11 月 4-5 日には 18 件の口頭発表と 23 件のポスター発表からなる第 2 回 ANGEL シンポジウムを米沢で開催した。このシンポジウムには、国内の有機太陽電池研究者 4 名が呼びかけに応じ、自発的に参加、講演を頂いた。また、3 月 14-15 日には吉田を実行委員長として第 7 回薄膜太陽電池セミナーを開催し（参加者 70 名強）、有機太陽電池のみならず、シリコン、無機化合物、ペロブスカイト、多接合など全分野の太陽電池研究者が一堂に会する場においても、本プロジェクトの成果を発信した。これら成果発信が引き金となり、高分子討論会、応用物理学会のシンポジウムで、本プロジェクトに関する招待講演を依頼されるなど、国内での認知度は大きく向上した。一方次年度 9 月にワルシャワで開催される E-MRS 学会に、吉田、Stadler、White をオーガナイザとする次世代塗布型太陽電池シンポジウムも採択され、国際的な成果発信への準備も整えた。連携機関との共著論文は現在 2 報が審査中で、多数が投稿準備中であり、最終年度には多数の論文成果を見込んでいる。

3. 到達目標に対する本年度の達成度及び進捗状況

研究開始当初は予期していなかった人材の異動が多数あり、数々の調整を要したが、結果的には当初の想定以上に国際連携ネットワークを拡大する好ましい方向への変化を生んだ。具体的には、2月より儘田が九州大学安達教授の JST, ERATO 雇用特任助教への異動（研究支援補助者に変更）、3月16日より中山が大阪大学工学部教授に異動（山形大学特任教授として引き続き本プログラムに参画）した。山形大学としては頭脳流出とも言えるが、本プロジェクトにおいて主体的役割を果たした若手研究者が国内トップレベルの大学に異動し、さらに研究を拡大する可能性を得たことは、山形大学をその震源としつつ、不可逆かつより大きな研究の波及をもたらす変化と捉えるべきであり、人材が失われたわけではない。一方、White 博士の米国バーモント大学への異動は、同大学を連携機関として迎え入れる組織の国際的拡大をもたらし、有機太陽電池研究の新潮流を我々が生み出すという当初からの目的に即して、より強固かつ強大な国際連携基盤を獲得できたと考えている。

研究においては、中山が中心となって市販の分子内 CT 性有機半導体をシングルアブソーパーとする太陽電池を種々検討し、トリフェニルアミンをドナー、ベンゾチアゾールをアクセプタとする DTDCPB 蒸着膜を用いたデバイスが $V_{oc} = 1.05 \text{ V}$, $J_{sc} = 1.65 \text{ mA cm}^{-2}$, $PCE = 0.54\%$ を達成し、BHJ 構造に頼らない有機太陽電池としては前例の無い性能を示すことを明らかにした。CT 分子を用いることで、電圧損失を 0.6 V 以下に大幅低減出来ることを実証した一方、光キャリア発生と電流取り出しについては、分子によって大きな違いが見られたため、その効率が励起子束縛エネルギーに依存するという尺度で、その計算的見積もりと実測を進めたところ、両者の間に明らかな相関を解明するに至った。そこで励起子束縛エネルギーをさらに低減するために、DTDCPB の新規誘導体を儘田が多数設計合成し、これら进行评估したところ、DTDCPB に比してさらに電流発生効率を高められることを確認した。これら実験結果の検証とコンセプトや論理に関する議論は、リンツ大やバーモント大のメンバーらと密接に連携して推進しており、本研究方針の妥当性を共通認識として相互に確認しつつ、今後の課題を明確化することが出来た。

一方、増原は DTDCPB 膜のウェットプロセス、ナノ微粒子化を進め、その製膜条件を確立すると共に、蒸着系と同等の V_{oc} が得られることを実験的に確認した。さらに松井は分子内 CT 性の HB194 の一軸配向単結晶膜や pyrene-TCNQ などの二分子系 CT 結晶を橢形電極上にウェット製膜し、その光伝導性（キャリア発生）を確認した。現在松井は新たに連携に加わったバーモント大の Furis 准教授と共に、HB194 マイクロロッド結晶中でのキャリア発生について、顕微分光計測の準備を進める段階に至っている。

この他、主担当の吉田は、新たな吸収材料の獲得を目指して、プロジェクトメンバーとの連携による探索研究に着手し、成果を得つつある。Stadler 博士および岡田教授との連携により、電解析出法によって DAMS-CuSCN 無機有機ハイブリッド薄膜を得る研究、White 博士との連携による ZnO/ローダミン B ハイブリッドナノチューリングパターンの発生原理モデル化、松井、Headrick 教授との連携による TCNI/MV 有機塩 CT 結晶の創出などである。

上記のとおり、本プロジェクトの主目標である、CT 結晶を用いた高電圧有機太陽電池の創出について、そのコンセプトを実証する成果を着実に得つつあることに加え、多様な背景を持った研究者が結集したことで、さらに新たな材料群への探索も始まりつつあり、有機太陽電池の新潮流を生み出す国際共同研究は 3 拠点の連携によって大きく前進している。これら成果のいくつかは既に論文投稿の準備を進める段階に入っており、最終年度には、それ以降の共同研究の展開に向けた基盤となる成果をまとめ上げられる見通しである。

4. 日本側研究グループ（実施主体）の研究成果発表状況（本年度分）

①学術雑誌等（紀要・論文集等も含む）に発表した論文又は著書

論文名・著書名 等	
<p>（論文名・著書名、著者名、掲載誌名、査読の有無、巻、最初と最後の頁、発表年（西暦）について記入してください。）（以上の各項目が記載されていれば、項目の順序を入れ替えても可。）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・査読がある場合、印刷済及び採録決定済のものに限って記載して下さい。査読中・投稿中のものは除きます。 ・さらに数がある場合は、欄を追加して下さい。 ・著者名について、主著者に「※」印を付してください。また、主担当研究者には<u>二重下線</u>、担当研究者については<u>下線</u>、若手研究者については<u>波線</u>を付してください。 ・海外の連携機関の研究者との国際共著論文等には、番号の前に「◎」印を、また、それ以外の国際共著論文等については番号の前に「○」印を付してください。 	
1	"Crystal structure and modeled charge carrier mobility of benzobis(thiadiazole) derivatives", ※Masashi Mamada, Harunori Fujita, Kazuaki Kakita, Hidetaka Shima, Yasuhiro Yoneda, Yasuhiro Tanaka and <u>Shizuo Tokito</u> , <i>New J. Chem.</i> , (査読有) 40 , 1403-1411 (2016)
2	"Detection of mercury(II) ion in water using an organic field-effect transistor with a cysteine-immobilized gold electrode", ※Tsuyoshi Minami, Tsukuru Minamiki and <u>Shizuo Tokito</u> , <i>Jpn. J. Appl. Phys.</i> (査読有) 55 , 04EL02 (2016).
3	"Selective nitrate detection by an enzymatic sensor based on an extended-gate type organic field-effect transistor", ※Tsuyoshi Minami, Yui Sasaki, Tsukuru Minamiki, Shin-ichi Wakida, Ryoji Kurita, Osamu Niwa, <u>Shizuo Tokito</u> , <i>Biosens. Bioelectron.</i> (査読有) 81 , 87-91 (2016).
4	"Electric Detection of Phosphate Anions in Water by an Extended-Gate Type Organic Field-Effect Transistor Functionalized by a Zinc(II)-Dipicolylamine Derivative", ※Tsuyoshi Minami, Tsukuru Minamiki, and <u>Shizuo Tokito</u> , <i>Chem. Lett.</i> (査読有) 45 , 371-373 (2016).
5	"Antibody- and Label-Free Phosphoprotein Sensor Device Based on an Organic Transistor" ※Tsukuru Minamiki, Tsuyoshi Minami, Petr Koutnik, Pavel Anzenbacher Jr., and <u>Shizuo Tokito</u> , <i>Anal. Chem.</i> (査読有) 88 , 1092-1095 (2016).
6	"Enhanced memory characteristics in organic ferroelectric field-effect transistors through thermal annealing", ※Ryo Sugano, Tomoya Tashiro, Tomohito Sekine, Kenjiro Fukuda, Daisuke Kumaki, and <u>Shizuo Tokito</u> , <i>AIP Advances</i> , (査読有) 5 , 117106 (2015)
7	"A mercury(II) ion sensor device based on an organic field effect transistor with an extended-gate modified by dipicolylamine", ※Tsuyoshi Minami, Yui Sasaki, Tsukuru Minamiki, Petr Koutnik, Pavel Anzenbacher, Jr., and <u>Shizuo Tokito</u> , <i>Chem. Commun.</i> (査読有) 51 , 17666 (2015). (Selected as a Back Cover)
8	"A Solution-Processed Organic Thin-Film Transistor Backplane for Flexible Multiphoton Emission Organic Light-Emitting Diode Displays", ※Mizukami, Shinya Oku, Seung-Il Cho, Masahiro Tatetsu, Miho Abiko, Masashi Mamada, Tomo Sakanoue, Yoshiyuki Suzuri, Junji Kido, and <u>Shizuo Tokito</u> , <i>IEEE Electron Dev. Lett.</i> (査読有) 36 , 8, 841-843 (2015).
9	"Enhanced adhesion mechanisms between printed nano-silver electrodes and underlying polymer layers", ※Tomohito Sekine, Kenjiro Fukuda, Daisuke Kumaki, and <u>Shizuo Tokito</u> , <i>Nanotechnology</i> , (査読有) 26 , 32101 (2015).
10	"An Organic Field-effect Transistor with an Extended-gate Electrode Capable of Detecting Human Immunoglobulin A" ※Tsukuru Minamiki, Tsuyoshi Minami, Yui Sasaki, Ryoji Kurita, Osamu Niwa, Shin-ichi Wakida, and <u>Shizuo Tokito</u> , <i>Anal. Sci.</i> (査読有) 31 , 725 (2015).
11	"An Extended-gate Type Organic FET Based Biosensor for Detecting Biogenic Amines in Aqueous Solution", ※Tsuyoshi Minami, Tsubasa Sato, Tsukuru Minamiki, and <u>Shizuo Tokito</u> , <i>Anal. Sci.</i> (査読有) 31 , 721 (2015). (Selected as a Hot Article)

12	"Inkjet-printed copper electrodes using photonic sintering and their application to organic thin-film transistors", ※Shohei Norita, Daisuke Kumaki, Yu Kobayashia, Tsubasa Sato, Kenjiro Fukuda, Shizuo Tokito , <i>Org. Electron.</i> (査読有) 25 , 131-134 (2015).
13	"A novel OFET-based biosensor for the selective and sensitive detection of lactate levels" ※Tsuyoshi Minami, Tsubasa Sato, Tsukuru Minamiki, Kenjiro Fukuda, Daisuke Kumaki, and Shizuo Tokito , <i>Biosens. Bioelectron.</i> (査読有) 74 , 45-48 (2015).
14	"Reverse-Offset Printing Optimized for Scalable Organic Thin-Film Transistors with Submicrometer Channel Lengths", ※Kenjiro Fukuda, Yudai Yoshimura, Tomoko Okamoto, Yasunori Takeda, Daisuke Kumaki, Yoshinori Katayama, and Shizuo Tokito , <i>Adv. Electron. Mater.</i> (査読有) 1 , 1500145 (2015)
15	"An anion sensor based on an organic field effect transistor", ※Tsuyoshi Minami, Tsukuru Minamiki, and Shizuo Tokito , <i>Chem. Commun.</i> (査読有) 51 , 9491-9494 (2015).
16	"Printed Organic Transistors with Uniform Electrical Performance and Their Application to Amplifiers in Biosensors", ※Kenjiro Fukuda, Tsukuru Minamiki, Tsuyoshi Minami, Makoto Watanabe, Takashi Fukuda, Daisuke Kumaki and Shizuo Tokito , <i>Adv. Electron. Mater.</i> (査読有) 1 , 140052 (2015) (Selected as Back Cover)
17	"Reactions and Orientational Control of Organic Nanocrystals", ※ S. Okada and H. Oikawa, <i>Advances in Organic Crystal Chemistry</i> , Comprehensive Reviews 2015, R. Tamura and M. Miyata Ed., Springer Japan, Tokyo, (査読無) p. 485-501 (2015).
18	"Properties of Some Polarized Chromophores in Polyvinylpyrrolidone", ※M. Suzuki, T. Ikeda, Y. Tatewaki, and S. Okada , <i>Mol. Cryst. Liq. Cryst.</i> , (査読有) 621 , 96-101 (2015).
19	"Self-assembly of Amphiphilic POSS Anchoring a Short Organic Tail with Uniform Structure," ※M. Takeda, K. Kuroiwa, M. Mitsuishi, J. Matsui , <i>Chem. Lett.</i> (査読有) 44 , 1560-1562 (2015).
20	"High Proton Conductivity in the Molecular Interlayer of a Polymer Nanosheet Multilayer Film," ※T. Sato, Y. Hayasaka, M. Mitsuishi, T. Miyashita, S. Nagano, J. Matsui , <i>Langmuir</i> (査読有) 31 (18), 5174-5180 (2015).
21	"Investigation of C60 nanocrystallization processes in reprecipitation method when using low compatibility solvents", ※Keiji Shito, Naoko Ito, Akito Masuhara , <i>Japanese Journal of Applied Physics</i> (査読有) 54 06FK05 (2015).
22	"Single Benzene Green Fluorophore: Solid-State Emissive, Water-Soluble, and Solvent and pH Independent Fluorescence with Large Stokes Shifts", ※Teruo Beppu, Kosuke Tomiguchi, Akito Masuhara , Yong-Jin Pu and Hiroshi Katagiri, <i>Angew. Chem. Int. Ed.</i> (査読有) 54 1-5 (2015).
23	"C60 nanocrystals thin film with controlled density", ※Saki Morizane, Taku Matsukawa, Jun Matsui and Akito Masuhara , <i>Molecular Crystals and Liquid Crystals</i> (査読有) (2015) in press.
24	"Evaluation of semiconducting molecular thin films solution-processed via the photoprecursor approach: the case of hexyl-substituted thienoanthracenes",※C. Quinton, M. Suzuki, Y. Kaneshige, Y. Tatenaka, C. Katagiri, Y. Yamaguchi, D. Kuzuhara, N. Aratani, K. Nakayama , and H. Yamada, <i>J. Mater. Chem.</i> , (査読有) 3 , 5595-6005 (2015).

②学会等における発表

発表題名 等	
<p>(発表題名、発表者名、発表した学会等の名称、開催場所、口頭発表・ポスター発表の別、審査の有無、発表年月(西暦)について記入してください。)(以上の各項目が記載されていれば、項目の順序を入れ替えても可。)</p> <p>・発表者名は参加研究者を含む全員の氏名を、論文等と同一の順番で記載すること。共同発表者がいる場合は、全ての発表者名を記載し、主たる発表者名は「※」印を付して下さい。発表者名について主担当研究者には<u>二重下線</u>、担当研究者については<u>下線</u>、若手研究者については<u>波線</u>を付して下さい。</p> <p>・口頭・ポスターの別、発表者決定のための審査の有無を区分して記載して下さい。</p> <p>・さらに数がある場合は、欄を追加して下さい。</p> <p>・海外の連携機関の研究者との国際共同発表には、番号の前に「◎」印を、また、それ以外の国際共同発表については番号の前に○印を付して下さい。</p>	
1 ◎	"有機 CT 結晶を用いる高電圧有機太陽電池への挑戦", ※ <u>吉田 司</u> 、 <u>中山 健一</u> 、 <u>増原 陽人</u> 、 <u>松井 淳</u> 、 <u>儘田 正史</u> 、Matthew White, Philipp Stadler, Markus Scharber, Cigdem Yumusak, Niyazi Sariciftci, 2016 年第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 東京工業大学, (口頭、審査無) 2016 年 3 月。(招待講演)
2 ◎	"Synthesis and Solar Cell Application of Structure Controlled ZnO Nanocrystals", ※He Sun, Lina Sun, Takashi Sugiura, Matthew White, Philipp Stadler, Niyazi Sariciftci, <u>Akito Masuhara</u> , <u>Tsukasa Yoshida</u> , 2016 年第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 東京工業大学, (口頭、審査無) 2016 年 3 月.
3	"TCNI をドナーとする新規有機 CT 結晶の合成", ※安原 大智、 <u>松井 淳</u> , <u>吉田 司</u> , 2016 年第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 東京工業大学, (口頭、審査無) 2016 年 3 月.
4 ◎	"Synthesis and Solar Cell Application of Structure Controlled ZnO Nanocrystals", ※He Sun, Lina Sun, Takashi Sugiura, Matthew White, Philipp Stadler, Niyazi Sariciftci, <u>Akito Masuhara</u> , <u>Tsukasa Yoshida</u> , 2016 年第 7 回薄膜太陽電池セミナー, 山形大学, (ポスター、審査無) 2016 年 3 月.
5 ◎	"ZnO / D35 / [Co(bpy) ₃] ^{3+/2+} 高電圧色素増感太陽電池の効率制限因子の解明と高効率化", ※木村 翼, 孫 鶴, 森 正悟, Matthew White, <u>吉田 司</u> , 2016 年第 7 回薄膜太陽電池セミナー, 山形大学, (ポスター、審査無) 2016 年 3 月.
6	"TCNI をドナーとする新規有機 CT 結晶の創出", ※安原 大智、 <u>松井 淳</u> , <u>吉田 司</u> , 2016 年第 7 回薄膜太陽電池セミナー, 山形大学, (ポスター、審査無) 2016 年 3 月.
7 ◎	"Electrochemical Self-Assembly of ZnO/Rhodamine B Nano-Turing Pattern", ※ <u>Tsukasa Yoshida</u> , Matthew White, Shu Uno, Lina Sun, 2015 MRS, Boston, Massachusetts, USA, (口頭、審査有) 2015 年 12 月.(invited)
8 ◎	"Thin-Film and Nanostructure Solar Cell Materials and Devices for Next-Generation Photovoltaics", ※He Sun, Raditzia Ekayantri, Masao Yoshizaki, Matthew Schuette White, Takashi Sugiura, <u>Tsukasa Yoshida</u> , 2015 MRS, Boston, Massachusetts, USA, (ポスター、審査有) 2015 年 12 月.
9 ◎	"DAMS-CuI as potential absorber for 3rd generation hybrid solar cells", ※Philipp Stadler, Elisa Tordin, Elena Cariati, Markus C. Scharber, <u>Tsukasa Yoshida</u> , N.S. Sariciftci, 2015 the 2nd ANGEL Symposium, Yamagata University, Yonezawa, Japan, (口頭、審査無) 2015 年 11 月.
10	"Light-absorbers based on inorganic materials for solar cells", ※Yuta Matsushima, Tomoki Sato, Jun Kumagai and <u>Tsukasa Yoshida</u> , 2015 the 2nd ANGEL Symposium, Yamagata University, Yonezawa, Japan, (口頭、審査無) 2015 年 11 月.
11	"Novel CT crystal consisting of 1,3-bis(dicyanomethylidene)indan (TCNI) and methylviologen (MV)", ※Taichi Yasuhara, Jun Matsui and <u>Tsukasa Yoshida</u> , 2015 the 2nd ANGEL Symposium, Yamagata University, Yonezawa, Japan, (ポスター、審査無) 2015 年 11 月.
12 ◎	"Synthesis and Solar Cell Application of Structure Controlled ZnO Nanocrystals", ※He Sun, Takashi Sugiura, Matthew White and <u>Tsukasa Yoshida</u> , 2015 the 2nd ANGEL Symposium, Yamagata University, Yonezawa, Japan, (ポスター、審査無) 2015 年 11 月

13	“Photovoltaic activity of photosensitive silver compounds”, ※Jun Kumagai, <u>Tsukasa Yoshida</u> and Yuta Matsushima, 2015 the 2nd ANGEL Symposium, Yamagata University, Yonezawa, Japan, (ポスター、審査無) 2015年11月.
14	“Preparation of ZnO/copper oxide hetero-junction type solar cells”, ※Tomoki Sato, <u>Tsukasa Yoshida</u> and Yuta Matsushima, 2015 the 2nd ANGEL Symposium, Yamagata University, Yonezawa, Japan, (ポスター、審査無) 2015年11月.
15 ◎	“Electrodeposition of ZnO / Rhodamine B hybrid thin films with nano-Turing patterns”, ※Shu Uno, Lina Sun, Yuta Ogawa, Matthew White, and <u>Tsukasa Yoshida</u> , 2015 the 2nd ANGEL Symposium, Yamagata University, Yonezawa, Japan, (ポスター、審査無) 2015年11月.
16 ◎	“第三世代有機 CTC 太陽電池への挑戦”, ※ <u>吉田 司</u> , <u>中山 健一</u> , <u>増原 陽人</u> , <u>松井 淳</u> , White Matthew, Scharber Marcus, Sariciftci Niyazi, 2015年電気化学秋季大会, 埼玉工業大学, (口頭、審査無) 2015年9月.
17	“構造制御された ZnO ナノ微粒子の合成と太陽電池機能評価”, ※孫 鶴, Radiztia Ekayantri, 吉崎 政雄, 杉浦 隆, <u>吉田 司</u> , 2015年電気化学秋季大会, 埼玉工業大学, (口頭、審査無) 2015年9月.
18 ◎	“ナノチューリングパターンを有する ZnO/ローダミン B ハイブリッド薄膜の電気化学析出” ※宇野 周, 孫 麗娜, 小川 優太, White Matthew, <u>吉田 司</u> , 2015年電気化学秋季大会, 埼玉工業大学, (口頭、審査無) 2015年9月.
19 ◎	“Solar cells from electrochemical self-assembly of inorganic/organic hybrid nanostructures” ※ <u>T. Yoshida</u> , L. Sun, Y. Ogawa, M.S. White, ECHMS-11, Bad Zwischenahn, Germany, (口頭、審査無) 2015年6月(Plenary lecture).
20	“有機 CT 結晶を用いた第三世代有機太陽電池への挑戦”, ※ <u>吉田 司</u> , <u>中山 健一</u> , <u>増原 陽人</u> , <u>松井 淳</u> , JSPS (学振) 第175委員会シンポジウム, 福島, (口頭、審査無) 2015年5月.
21	“感光性銀化合物の光起電力特性”, ※熊谷 準, <u>吉田 司</u> , 松嶋雄太, 日本セラミックス協会東北北海道支部 2015年郡山地区セミナー ～大学・高校におけるセラミックスの教育と研究～ (日本大学・郡山キャンパス) (ポスター 審査無) 2015年10月.
22	“3d 遷移金属酸化物による無機太陽電池材料の検討”, ※佐藤友樹, 高橋秀明, <u>吉田 司</u> , 松嶋雄太, 第28回 DV-X・研究会 (山形大学・小白川キャンパス) (ポスター 審査無) 2015年8月.
23	“A solar cell using copper oxide as the light absorbing layer prepared by plasma oxidation (プラズマ酸化を用いて作製した酸化銅を吸収層に用いる太陽電池)”, ※佐藤友樹, 高橋秀明, <u>吉田 司</u> , 松嶋雄太, 平成27年度化学系学協会東北大会 (弘前大学・文京キャンパス) (ポスター 審査無) 2015年9月.
24	“Photovoltaic activity of photosensitive silver compounds (光感光性銀化合物の光起電力)”, ※熊谷 準, 佐藤友樹, <u>吉田 司</u> , 松嶋雄太, 平成27年度化学系学協会東北大会 (弘前大学文京キャンパス) (ポスター 審査無) 2015年9月.
25	“非対称折れ曲がり型チエノアセン類の合成と構造および FET 特性”, ※小川雄太, 瀧口瑛里香, 儘田正史, <u>時任 静士</u> , 片桐洋史, 日本化学会第96春季年会 同志社大学 京田辺キャンパス (口頭 審査無) 2016年3月.
26	“ジピコリルアミン誘導体を修飾した新規な延長ゲート有機トランジスタ型化学センサ”, ※南木創, 南豪, 佐々木由比, <u>時任 静士</u> , 日本化学会第96春季年会 同志社大学 京田辺キャンパス (口頭 審査無) 2016年3月.

27	"A Printed Dual-gate Type Organic Transistor for Biosensing Applications" ※Tsuyoshi Minami, Yi-Pu Chen, Yasunori Takeda, Tsukuru Minamiki, Taisei Mano, Kenjiro Fukuda and <u>Shizuo Tokito</u> , 第 63 回応用物理学会春季学術講演会 (東京工業大学 大岡山キャンパス) (口頭、審査無) 2016 年 3 月.
28	"Printed Pressure Sensor using Ferroelectric Polymer", ※Tomohito Sekine, Ryo Sugano, Tomoya, Tashiro, Kenjiro, Fukuda, Daisuke, Kumaki, Fabrice, D. D. Santos, Atsushi Miyabo, and <u>Shizuo Tokito</u> , 第 63 回応用物理学会春季学術講演会 (東京工業大学 大岡山キャンパス) (口頭、審査無) 2016 年 3 月.
29	"High performance organic TFT with printed copper electrodes by using blended organic semiconductor", ※You Matsuura, Shohei Norita, Takashi Fukuda, Daisuke Kumaki, <u>Shizuo Tokito</u> , 第 63 回応用物理学会春季学術講演会 (東京工業大学 大岡山キャンパス) (口頭、審査無) 2016 年 3 月.
30	"Solution Processed Low Voltage Driving Organic Transistors using High-k Insulating Polymer", ※ Tomoya Tashiro, Ryo Sugano, Tomohito Sekine, Kenjiro Fukuda, Daisuke Kumaki, Fabrice D. D. Santos, Atsushi Miyabo, and <u>Shizuo Tokito</u> , 第 63 回応用物理学会春季学術講演会 (東京工業大学 大岡山キャンパス) (口頭、審査無) 2016 年 3 月.
31	"Printed 1T1C-type Ferroelectric Memories using Organic Transistor", ※Ryo Sugano, Tomohito Sekine, Kenjiro Fukuda, Daisuke Kumaki, Takashi Fukuda, Fabrice D. D. Santos, Atsushi Miyabo, and <u>Shizuo Tokito</u> , 第 63 回応用物理学会春季学術講演会 (東京工業大学 大岡山キャンパス) (口頭、審査無) 2016 年 3 月.
32	"フレキシブル・プリンテッド有機エレクトロニクスの新展開", ※ <u>時任 静土</u> , JACI 電子情報技術部会次世代エレクトロニクス分科会講演会, 東京, (口頭 招待) 2016 年 3 月.
33	"印刷型有機薄膜トランジスタの高性能化と応用展開", ※ <u>時任 静土</u> , 近畿化学協会機能性色素・エレクトロニクス部会 合同公開講演会, 大阪, (口頭 招待) 2016 年 3 月.
34	"フレキシブル印刷エレクトロニクスとその応用", ※ <u>時任 静土</u> , 第 4 回日・独ジョイントワークショップ「有機エレクトロニクス及びエネルギー関連ナノ材料」, 東京国際フォーラム, 東京, (口頭 招待) 2016 年 1 月.
35	"印刷型有機薄膜トランジスタとその応用展開" ※ <u>時任 静土</u> , 東北大学金属材料研究所共同利用ワークショップ, 東北大学 片平さくらホール, 宮城県, (口頭 招待) 2015 年 12 月.
36	"Flexible and Printed Organic Transistors and their Applications ", ※ <u>Shizuo Tokito</u> , 2015 the 2nd ANGEL Symposium, Yamagata University, Yonezawa, Japan, (Oral, Keynote Lecture) 2015 年 11 月.
37	"健康長寿を目指した有機トランジスタ型バイオセンサの研究開発", ※ <u>時任 静土</u> , 日本印刷学会 2015 年度 第 2 回 P&I 研究会 シンポジウム「印刷とセンサー～さらに身近になるセンサー技術」, ディーアイシービル, 東京都, (口頭 招待) 2015 年 11 月.
38	"有機トランジスタを用いた化学センサ・バイオセンサ", ※南豪, <u>時任 静土</u> , 第 12 回 JST/CIC「新技術説明会」, キャンパス・イノベーションセンター東京, 東京都, (口頭 審査無) 2015 年 11 月.
39	"多関節ロボットを用いた立体表面へのインクジェット印刷技術", ※吉田泰則, 泉小波, <u>時任 静土</u> , 第 12 回 JST/CIC「新技術説明会」, キャンパス・イノベーションセンター東京, 東京都, (口頭 審査無) 2015 年 11 月.

40	”3次元曲面への微細配線印刷技術”, ※泉小波, 吉田泰則, <u>時任 静土</u> , 第12回 JST/CIC「新技術説明会」, キャンパス・イノベーションセンター東京, 東京都, (口頭 審査無) 2015年11月.
41	”スマート有機バイオセンサーが拓く未来社会”, ※ <u>時任 静土</u> , 第5回 CSJ 化学フェスタ 2015, タワーホール船堀, 東京都, (口頭 招待) 2015年10月.
42	”有機トランジスタ型バイオセンサの新展開”, ※ <u>時任 静土</u> , 第64回高分子討論会, 東北大学 川内キャンパス, 宮城県, (口頭 招待) 2016年9月.
43	”フレキシブル・プリンテッド有機エレクトロニクスを支える材料”, ※ <u>時任 静土</u> , 第64回高分子討論会 フォーカスセッション, 東北大学 川内北キャンパス, 宮城県, (口頭 招待) 2015年9月.
44	”DTBDT/ 高分子混合溶液を用いた高性能印刷型有機トランジスタの作製”, ※塩飽黎, 竹田泰典, 福田貴, 福田憲二郎, 熊木大介, <u>時任 静土</u> , 第76回応用物理学会秋季学術講演会, 名古屋国際会議場, 愛知県, (口頭 審査無) 2015年9月.
45	”印刷法を用いた閾値電圧制御による有機集積回路の動作安定性向上”, ※塩飽黎, 竹田泰典, 福田貴, 福田憲二郎, 熊木大介, <u>時任 静土</u> , 第76回応用物理学会秋季学術講演会, 名古屋国際会議場, 愛知県, (口頭 審査無) 2015年9月.
46	”積層構造を用いた印刷・相補型有機集積回路の作製”, ※竹田泰典, 垣田一成, 島秀好, 米田康洋, 田中康裕, 儘田正史, 横澤晃二, 福田憲二郎, 熊木大介, <u>時任 静土</u> , 第76回応用物理学会秋季学術講演会, 名古屋国際会議場, 愛知県, (口頭 審査無) 2015年9月.
47	”基板レス構造のサブミクロン膜厚有機トランジスタ”, ※福田憲二郎, 塩飽黎, 熊木大介, <u>時任 静土</u> , 第76回応用物理学会秋季学術講演会, 名古屋国際会議場, 愛知県, (口頭 審査無) 2015年9月.
48	”P(VDF-TrFE) を用いた印刷型強誘電性キャパシタの作製”, ※関根智仁, 菅野亮, 田代智也, 福田憲二郎, 熊木大介, Fabrice DOMINGUES DOS SANTOS, 宮保淳, <u>時任 静土</u> , 第76回応用物理学会秋季学術講演会, 名古屋国際会議場, 愛知県, (口頭 審査無) 2015年9月.
49	”Fabrication of a Dual-gate Type Organic Transistor using Inkjet Printing” ※Yi Pu Chen, Tsuyoshi Minami, Tsukuru Minamiki, Yasunori Takeda, and <u>Shizuo Tokito</u> , 第76回応用物理学会秋季学術講演会, 名古屋国際会議場, 愛知県, (ポスター 審査無) 2015年9月.
50	”光焼成法で作製した銀ナノ粒子電極のコンタクト特性解析”, ※熊木大介, 後藤芳政, 原田敦, 福田憲二郎, <u>時任 静土</u> , 第76回応用物理学会秋季学術講演会, 名古屋国際会議場, 愛知県, (ポスター 審査無) 2015年9月.
51	”Synthesis, structure, and FET characteristics of asymmetric thienoacenes”, ※小川雄太, 儘田正史, <u>時任 静土</u> , 片桐洋史, 平成27年度化学系学協会東北大会, 弘前大学文京キャンパス, 青森県, (ポスター 審査無) 2015年9月.
52	”Synthesis, structure, and FET characteristics of soluble bent thienoacenes” ※瀧口瑛里香, 小川雄太, 儘田正史, <u>時任 静土</u> , 片桐洋史, 平成27年度化学系学協会東北大会, 弘前大学文京キャンパス, 青森県, (ポスター 審査無) 2015年9月.

53	“ジピコリルアミン亜鉛錯体を修飾した有機トランジスタの作製とリン酸イオン類検出”, ※南豪, 南木創, <u>時任 静土</u> , 日本分析化学会 第 6 4 年会, 九州大学伊都キャンパス, 福岡県, (口頭 審査無) 2015 年 9 月.
54	“健康長寿を目指したスマート有機バイオセンサの研究開発”, ※ <u>時任 静土</u> , 第 6 0 回高分子夏季大学, 新潟コンベンションセンター, 新潟県, (口頭 招待) 2015 年 7 月.
55	“フレキシブルエレクトロニクスの動向と展望”, ※ <u>時任 静土</u> , 第 26 回 TSR セミナー, 東京コンファレンスセンター・品川, 東京都, (口頭 招待) 2015 年 6 月.
56	“微細印刷技術の進化とフレキシブルデバイス応用”, ※ <u>時任 静土</u> , 「有機 E L 討論会」第 2 0 回例会, 千葉大学 けやき会館, 千葉県, (口頭 招待) 2015 年 6 月.
57	“ジピコリルアミン修飾型延長ゲート有機トランジスタによる重金属イオン検出”, ※南豪・佐々木由比・南木創・ <u>時任静土</u> , 第 13 回ホスト・ゲスト化学シンポジウム, 東北大川内北キャンパス、宮城県, (ポスター 審査無) 2015 年 6 月.
58	“カルボキシル基修飾型ポリチオフェンを用いた有機トランジスタの作製とその生体アミン検出能”, ※南木創・南豪・橋間裕貴・ <u>時任静土</u> , 第 13 回ホスト・ゲスト化学シンポジウム, 東北大川内北キャンパス、宮城県, (ポスター 審査無) 2015 年 6 月.
59	“メリティックトリイミド誘導体の合成とその分子認識能”, ※南豪・儘田正史・片桐洋史・ <u>時任静土</u> , 第 13 回ホスト・ゲスト化学シンポジウム, 東北大川内北キャンパス、宮城県, (ポスター 審査無) 2015 年 6 月.
60	“人工アニオンレセプターを修飾した延長ゲート有機 FET 型センサーデバイス”, ※南豪・南木創・ <u>時任静土</u> , 第 13 回ホスト・ゲスト化学シンポジウム, 東北大川内北キャンパス、宮城県, (口頭 審査無) 2015 年 6 月.
61	“システインを修飾した延長ゲート有機トランジスタによる重金属イオン検出”, ※南豪・南木創・福田憲二郎・熊木大介・ <u>時任静土</u> , 第 75 回分析化学討論会, 山梨大学甲府キャンパス, 山梨県, (口頭 審査無) 2015 年 5 月.
62	“Synthesis of Stillbazolium-Based Acceptors and Their Charge-Transfer Properties”, ※青山瞬, <u>岡田修司</u> , 平成 27 年度化学系学協会東北大会, 弘前, (ポスター, 審査無) 2015 年 9 月.
63	“ピロリン骨格アクセプターを有する色素ナノ構造体の作製と評価”, ※今井将人, 稲田駿介, 佐藤迪吉, 帯刀陽子, <u>岡田修司</u> , 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会, 名古屋, (口頭, 審査無) 2015 年 9 月.
64	“嵩高い置換基を導入したピロリン骨格アクセプター含有色素の合成とポリマー分散膜の作製”, ※良知祐紀奈, 柏原知貴, 菊地光平, <u>岡田修司</u> , 2015 高分子学会東北支部研究発表会, 秋田, (口頭, 審査無) 2015 年 11 月.
65	“Preparation and Physical Properties of Nanoaggregates Composed of Organic Dyes with a D- π -A Structure”, ※M. Imai, <u>S. Okada</u> , The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2015, Honolulu, USA, (ポスター, 審査無) 2015 年 12 月.

66	“高分子 Langmuir-Blodgett 膜を用いた二次元界面におけるプロトン伝導メカニズムの解明”，※佐藤琢磨， <u>松井淳</u> ，三ツ石方也，宮下徳治，永野修作，源明誠，第 64 回高分子学会年次大会，札幌コンベンションセンター，北海道，（口頭、審査無）2015 年 5 月.
67	“シルセスキオキサン誘導体からなるハイブリッドイオン伝導材料”，※武田美沙希， <u>松井淳</u> ，三ツ石方也，黒岩敬太，第 64 回高分子学会年次大会，札幌コンベンションセンター，北海道，（口頭、審査無）2015 年 5 月.
68	“加湿アニール法による両親媒性高分子のラメラ構造化”，※橋本侑宜，佐藤琢磨， <u>松井淳</u> ，三ツ石方也，永野修作，長尾祐樹，第 64 回高分子学会年次大会，札幌コンベンションセンター，北海道，（口頭、審査無）2015 年 5 月.
69	“Ru 錯体含有高分子とプルシアンブルーナノ粒子からなる交互積層薄膜における電荷蓄積挙動”，※北條健太， <u>松井淳</u> ，小野健太，石崎学，金井塚勝彦，栗原正人，近藤慎一，三ツ石方也，第 64 回高分子学会年次大会，札幌コンベンションセンター，北海道，（ポスター、審査無）2015 年 5 月.
70	“ π 共役系ユニットを含む両親媒性高分子の単分子膜集積とその特性”，※仁科七重、山本俊介、 <u>松井淳</u> 、宮下徳治、三ツ石方也，第 64 回高分子学会年次大会，札幌コンベンションセンター，北海道，（ポスター、審査無）2015 年 5 月.
71	“Control of charge transfer and accumulation at ferroelectric polymer/conjugated polymer hybrid interfaces for resistive nonvolatile memories”，※H. Zhu, S. Yamamoto, <u>J. Matsui</u> , T. Miyashita, M. Mitsuishi, M&BE8, タワーホール船堀，東京，（口頭、審査無）2015 年 6 月 .
72	“Lamellar structure formation in an amorphous amphiphilic polymer by humidity annealing”，※Y. Hashimoto, T. Sato, <u>J. Matsui</u> , S. Nagano, Y. Nagao, S. Yamamoto, M. Mitsuishi, 平成 27 年度化学系学協会東北大会，弘前大学文京キャンパス，青森，（ポスター、審査無）2015 年 9 月.
73	“Multicolor electrochromism using charge trapping in heterodeposited polymer film”，※K. Hojo, <u>J. Matsui</u> , K. Ono, M. Ishizaki, K. Kanaizuka, M. Kurihara, S. Kondo, M. Mitsuishi, 平成 27 年度化学系学協会東北大会，弘前大学文京キャンパス，青森，（ポスター、審査無）2015 年 9 月.
74	“高分子 Langmuir-Blodgett 膜を用いた二次元プロトン伝導に及ぼすイオン性基含有率依存性”，※佐藤琢磨， <u>松井淳</u> ，三ツ石方也，宮下徳治，永野修作，源明誠，第 64 回高分子討論会，東北大学川内キャンパス，宮城，（口頭、審査無）2015 年 9 月.
75	“両親媒性シルセスキオキサンの合成とその機能性評価”，※武田美沙希， <u>松井淳</u> ，三ツ石方也，黒岩敬太，第 64 回高分子討論会，東北大学川内キャンパス，宮城，（口頭、審査無）2015 年 9 月.
76	“加湿アニール法による両親媒性アモルファスポリマーのラメラ構造化”，※橋本侑宜，佐藤琢磨， <u>松井淳</u> ，永野修作，長尾祐樹，山本俊介，三ツ石方也，第 64 回高分子討論会，東北大学川内キャンパス，宮城，（口頭、審査無）2015 年 9 月.
77	“異種界面の電荷蓄積を用いた多色エレクトロクロミズムの視認化”，※北條健太， <u>松井淳</u> ，小野健太，石崎学，金井塚勝彦，栗原正人，近藤慎一，三ツ石方也，第 64 回高分子討論会，東北大学川内キャンパス，宮城，（口頭、審査無）2015 年 9 月.
78	“3 層構造に由来する単一電極多色エレクトロクロミズムの視認化”，※北條健太， <u>松井淳</u> ，小野健太，石崎学，金井塚勝彦，栗原正人，近藤慎一，三ツ石方也，第 5 回 CSJ 化学フェスタ-日本化学会秋季事業-，タワーホール船堀，東京，（ポスター、審査無）2015 年 10 月.

79	“加湿アニール法によるアモルファス高分子のラメラ構造化:アルキル側鎖がラメラ構造化に与える影響”, ※江端一輝, 橋本侑宜, 佐藤琢磨, <u>松井淳</u> , 永野修作, 長尾祐樹, 三ツ石方也, 第6回CSJ化学フェスタ-日本化学会秋季事業-, タワーホール船堀, 東京, (ポスター、審査無) 2015年10月.
80	“自己組織化を目指した両親媒性ハイブリッド材料の合成”, ※赤塚亜紗美, 武田美沙希, <u>松井淳</u> , 錯体化学若手の会東北支部 第7回勉強会・山形大学無機系研究室合同セミナー・日本化学会 山形地区講演会, 山形大学理学部, 山形, (ポスター、審査無) 2015年10月.
81 ◎	“Photoconductivity of Single Crystals of Charge Transfer molecules”, ※ <u>J. Matsui</u> , <u>K. Nakayama</u> , <u>A. Masuhara</u> , <u>M. Mamada</u> , <u>M. C. Scharber</u> , <u>P. Stedler</u> , <u>C. Ymusak</u> , <u>E. D. Glowachi</u> , <u>M. S. White</u> , <u>N. S. Sariciftci</u> , <u>T. Yoshida</u> The 2nd Angel Symposium, Faculty of Engineering, Yamagata University, Yamagata, (口頭、審査無) 2015年11月.
82	“Hybrid network polymer films of multifunctional cyclosiloxane building blocks”, ※M. Mitsuishi, A. Demirci, Y. Liu, S. Yamamoto, <u>J. Matsui</u> , T. Miyashita, Pacificchem2015, Hawaii Convention center, Honolulu, (口頭、審査有) 2015年12月.
83	“Amphiphilic polyhedral silsesquioxanes (POSS) for self-assembly and ion conductive materials”, ※ <u>J. Matsui</u> , M. Takeda, K. Kuroiwa, T. Miyashita, M. Mitsuishi, Pacificchem2015, Hawaii Convention center, Honolulu, (口頭、審査無) 2015年12月, 招待講演.
84 ◎	“分子間電荷移動錯体高分子の薄膜構築”, ※北條 健太, <u>松井淳</u> , <u>中山健一</u> , <u>増原陽人</u> , <u>M. C. Scharber</u> , <u>P. Stadler</u> , <u>C. Yumsak</u> , <u>N. C. Sariciftci</u> , <u>吉田 司</u> , 第7回薄膜太陽電池セミナー, 山形大学工学部 (米沢) (ポスター、審査無) 2016年3月.
85 ◎	“Organic solar cells fabricated from single layer of intramolecular charge transfer molecules”, ※T. Okura, C. Katagiri, <u>J. Matsui</u> , <u>M. C. Scharber</u> , <u>M. S. White</u> , <u>C. Yumusak</u> , <u>P. Stadler</u> , <u>N. S. Sariciftci</u> , <u>T. Yoshida</u> , <u>K. Nakayama</u> International Symposium for the 80 th Birthday of Prof. Alan J. Heeger, JKU, Linz, Austria (口頭、審査無) 2016年3月.
86	“Fabrication and characterization of OPV active layers incorporating Ferroelectric polymer nanocrystals”※Masaki Takeda, Saki Morizane, <u>Akito Masuhara</u> , Advanced Next Generation Energy Leadership (ANGEL Project, R2601) 2015 The2 nd ANGEL Symposium, The 100 th Anniversary Hall Faculty Engineering, Yamagata University, (ポスター、審査無) 2015年11月.
87	“Improving the stability of C ₆₀ nanocrystals dispersion for fabricating density packed nanocrystals thin films”, ※Saki Morizane and <u>Akito Masuhara</u> , Advanced Next Generation Energy Leadership (ANGEL Project, R2601) 2015 The2 nd ANGEL Symposium, The 100 th Anniversary Hall Faculty Engineering, Yamagata University, (ポスター、審査無) 2015年11月.
88	“Nanocrystallization of charge transfer (CT) materials with fullerene”, ※Atsushi Ito and <u>Akito Masuhara</u> , Advanced Next Generation Energy Leadership (ANGEL Project, R2601) 2015 The2 nd ANGEL Symposium, The 100 th Anniversary Hall Faculty Engineering, Yamagata University, (ポスター、審査無) 2015年11月.
89 ◎	“Simple strategy for fabrication of organic nanocrystals and their thin film as a single active layer on organic solar cell”※ <u>Akito Masuhara</u> , <u>Iun Matsui</u> , Patrick Denk, Toshimitsu Sato, Keiji Shito, <u>Ken-nichi Nakayama</u> , Philipp Stadler, Markus Scharber, Matthew White, Niyazi Serdar Sariciftci, <u>Tsukasa Yoshida</u> , and Shuji Okada, 2015 The2 nd ANGEL Symposium, The 100 th Anniversary Hall Faculty Engineering, Yamagata University, (口頭、審査無) 2015年11月.
90	“Organic nanocrystals and these layered structure for organic solar cells”, ※ <u>Akito Masuhara</u> , Keiji Shito, Saki Morizane, Atsushi Ito, <u>Ken-nichi Nakayama</u> , <u>Tsukasa Yoshida</u> , and <u>Iun Matsui</u> , Pacificchem2015, Hawaii convention center (Hawaii), (ポスター、審査有) 2015年12月.

91	“Controlling perovskite crystal size and its thin film Perovskite crystals using reprecipitation method and electrophoretic deposition method”, ※Yasufumi Hayasaka, Umemoto Kazuki, <u>Akito Masuhara</u> , Pacificchem2015, Hawaii convention center (Hawaii), (ポスター、審査有) 2015年12月.
92	“Au-SiO ₂ -P3HT core-shell type nanoparticles for plasmonic organic photovoltaic devices”, ※Kana Miyakawa, Hiroki Watanabe, Hiroyuki Naiki, Hiroshi Ujii, Toshihiko Arita, <u>Akito Masuhara</u> , Pacificchem 2015, Hawaii convention center (Hawaii), (ポスター、審査有) 2015年12月.
93	“C ₆₀ nanocrystals thin film by liquid-liquid interface assembly technique”, ※Saki Morizane and <u>Akito Masuhara</u> , Pacificchem 2015, Hawaii convention center (Hawaii), (ポスター、審査有) 2015年12月.
94	“High performance electrochemical capacitors composed of mesoporous manganese dioxide and fullerene C ₆₀ ”, ※Ayaka Toba, Yuma Matsukubo and <u>Akito Masuhara</u> , Pacificchem 2015, Hawaii convention center (Hawaii), (ポスター、審査有) 2015年12月.
95	“CH ₃ NH ₃ PbI ₃ (methyl ammonium lead tri-iodide) perovskite film prepared by colloidal deposition technique”, ※Umemoto Kazuki, Yasufumi Hayasaka, <u>Akito Masuhara</u> , Pacificchem2015, Hawaii convention center (Hawaii), (ポスター、審査有) 2015年12月.
96	“Investigation of factor of C ₆₀ nanocrystals by solvent property in reprecipitation method”, ※Naoko Ito, Keiji Shito and <u>Akito Masuhara</u> , Pacificchem 2015, Hawaii convention center (Hawaii), (ポスター、審査有) 2015年12月.
97	“Nanocrystallization processes of C ₆₀ in the reprecipitation method”, ※Keiji Shito, Naoko Ito, Tatsuya Iino, <u>Akito Masuhara</u> , Pacificchem 2015, (Honolulu, Hawaii, USA), (ポスター、審査有) 2015年12月.
98	“半導体高分子のナノ粒子調整と前駆体とした薄膜の配向構造”, ※佐藤 駿実, 水野 佑, 大野 慶太, 永野 修作, 関 隆広, <u>増原 陽人</u> , 第76回 応用物理学会秋季学術講演会, 名古屋国際会議場, (口頭、審査無) 2015年9月.
99	“高効率太陽電池を指向したナノ結晶作製とその薄膜化”, ※ <u>増原 陽人</u> , <u>松井 淳</u> , <u>中山 健一</u> , <u>吉田 司</u> , 日本学術振興会 産学協力研究委員会 次世代の太陽光発電システム第175委員会, 第12回「次世代太陽光発電システム」シンポジウム, 郡山市(磐梯熱海) ホテル華の湯, (口頭、審査無) 2015年5月.
100	“S(-)-1-phenylethylamine による C ₆₀ ナノ結晶成長抑制効果の解明”, ※伊藤 直子, 志藤 慶治, <u>増原 陽人</u> , 第5回 CSJ 化学フェスタ 2015, 船堀タワーホール, (口頭、審査無) 2015年10月.
101	“汎用高分子とシリカ微粒子を用いたハイブリッド粒子による高プロトン伝導膜の創製”, ※志藤 慶治, 有田 稔彦, <u>松井 淳</u> , <u>増原 陽人</u> , 第5回 CSJ 化学フェスタ 2015, タワーホール船堀, (ポスター、審査無) 2015年10月.
102	“汎用高分子とシリカ微粒子からなる高プロトン伝導膜の創製”, ※志藤 慶治, <u>増原 陽人</u> , <u>松井 淳</u> , 有田 稔彦, 第24回ポリマー材料フォーラム, タワーホール船堀, (ポスター、審査無) 2015年11月.
103	“pH の調節による Au@SiO ₂ ナノ粒子の合成の最適化”, ※宮川 佳奈, 渡部 大輝, 内貴 博之, <u>増原 陽人</u> , 第7回薄膜太陽電池セミナー, 山形大学工学部(米沢)(ポスター、審査無) 2016年3月.

104	“強誘電性ポリマーナノ結晶分散液の作製と逆型有機薄膜太陽電池への応用”，※武田 将貴， <u>増原 陽人</u> ，第7回薄膜太陽電池セミナー，山形大学工学部（米沢）（ポスター、審査無）2016年3月。
105	“有機金属ペロブスカイトのナノレベルでの結晶形態制御”，※梅本 和輝，早坂 泰史， <u>増原 陽人</u> ，第7回薄膜太陽電池セミナー，山形大学工学部（米沢）（ポスター、審査無）2016年3月。
106	“ドクターブレード法を用いた分子内CT化合物の薄膜化”，※鳥羽 彩伽， <u>松井 淳</u> ， <u>儘田 正史</u> ， <u>中山 健一</u> ， <u>吉田 司</u> ， <u>増原 陽人</u> ，第7回薄膜太陽電池セミナー，山形大学工学部（米沢）（ポスター、審査無）2016年3月。
107	“Poly(3-hexylthiophene)を皮膜した Au@SiO ₂ ナノ粒子の作製法の確立”，※宮川 佳奈，渡部 大輝，内貴 博之，雲林院 宏，有田 稔彦， <u>増原 陽人</u> ，第63回 応用物理学会春季学術講演会，東京工業大学(大岡山キャンパス)（口頭、審査無）2015年3月。
108	◎ “フラーレンを含む電荷移動錯体のナノ結晶化”，※伊藤充史， <u>吉田 司</u> ， <u>中山 健一</u> ， <u>松井 淳</u> ，N. S. サリチフチ， <u>増原 陽人</u> ，第63回 応用物理学会春季学術講演会，東京工業大学(大岡山キャンパス)（口頭、審査無）2015年3月。
109	“再沈法における(S)-(-)-1-Phenylethylamine によるC60 ナノ結晶成長抑制効果の解明”，※伊藤 直子，志藤 慶治， <u>増原 陽人</u> ，第63回 応用物理学会春季学術講演会，東京工業大学(大岡山キャンパス)（口頭、審査無）2015年3月。
110	“粒子共存制御ラジカル重合法による活性化ファイラー充填新奇高分子電解質膜の創製”，※志藤 慶治， <u>松井 淳</u> ， <u>増原 陽人</u> ，有田 稔彦，日本化学会第96回春季年会，同志社大学(京田辺キャンパス)（ポスター、審査無）2015年3月。
111	"Solution-processed p-i-n organic solar cells using a photoprecursor method", ※ <u>K. Nakayama</u> , Y. Yamaguchi, M. Suzuki, H. Yamada, 7th Hybrid and Organic Photovoltaics Conference 2015, Angelicum Conference Center, in Roma, Italy, (ポスター、審査無) 2015年5月。
112	"Controlling Vertical Composition Profile in Organic Photovoltaic Active Layers through the Photoprecursor Approach", ※M. Suzuki, Y. Yamaguchi, <u>K. Nakayama</u> , H. Yamada, 2015 MRS Fall Meeting, Hynes Convention Center, Boston, MA, (ポスター、審査無) 2015年11月。
113	"Optimizing the Morphology of Organic Bulk Heterojunction Films Using Solvent Additives in the Photoprecursor Approach ",※Y. Yamaguchi, M. Suzuki, T. Koganezawa, H. Yamada, <u>K. Nakayama</u> , 2015 MRS Fall Meeting, (ポスター、審査無) 2015年11月。
114	◎ "Single absorber organic photovoltaic devices using intramolecular charge transfer photoabsorption process", ※ <u>K. Nakayama</u> , T. Okura, C. Katagiri, M. Mamada, <u>I. Matsui</u> , <u>A. Masuhara</u> , M. C. Scharber, M. S. White, C. Yumusak, P. Stadler, N. S. Sariciftci, <u>T. Yoshida</u> , 2nd ANGEL symposium, Yamagata University, Faculty of Engineering, The 100th Anniversary Hall, Yonezawa, Yamagata, Japan, (口頭、審査有) 2015年11月。
115	◎ "Single-layered organic solar cells using intramolecular charge transfer molecules", ※ T. Okura, C. Katagiri, J. Matsui, M. C. Scharber, M. S. White, C. Yumusak, P. Stadler, N. S. Sariciftci, <u>T. Yoshida</u> , <u>K. Nakayama</u> , 2nd ANGEL symposium, Yamagata University, Faculty of Engineering, The 100th Anniversary Hall, Yonezawa, Yamagata, Japan (ポスター、審査有) 2015年11月。
116	"IMVS and IMPS measurements in organic thin-film solar cells ",※K. Tanaka, T. Okura, C. Katagiri, <u>T. Yoshida</u> , <u>K. Nakayama</u> , 2nd ANGEL symposium, Yamagata University, Faculty of Engineering, The 100th Anniversary Hall, Yonezawa, Yamagata, Japan (ポスター、審査有) 2015年11月。

117 ◎	"Vertical-type metal-base organic transistors using hydrogen-bonded materials as an emitter", ※ A. Hayashi, C. Yumusak, E. D. Glowacki, N. S. Sariciftci, <u>T. Yoshida</u> , and <u>K. Nakayama</u> , 2nd ANGEL symposium, Yamagata University, Faculty of Engineering, The 100th Anniversary Hall, Yonezawa, Yamagata, Japan (ポスター、審査有) 2015年11月.
118	“光変換法を用いた有機 BHJ 膜における溶媒添加効果”, ※ 山口裕二, 鈴木 充朗, 小金澤 智之, 山田 容子, <u>中山 健一</u> , 第76回応用物理学会秋季学術講演会, 名古屋国際会議場 (愛知県、名古屋市) (口頭、審査無) 2015年9月.
119	“可溶性フタロシアニン膜の構造制御による縦方向移動度の向上と縦型トランジスタへの応用”, ※山田啓太郎, 片桐千帆, <u>中山 健一</u> , 第76回応用物理学会秋季学術講演会, 名古屋国際会議場 (愛知県、名古屋市) (口頭、審査無) 2015年9月.
120	“オリゴチオフェン超分子ナノロッドを用いたバルクヘテロ型有機薄膜太陽電池の開発”, ※木崎陽弘, 大内隼人, 林旭, 矢貝史樹, <u>中山 健一</u> , 第76回応用物理学会秋季学術講演会, 名古屋国際会議場 (愛知県、名古屋市) (ポスター、審査無) 2015年9月.
121	“PEDOT:PSS をベース電極保護層として用いた塗布型 MBOT の性能向上”, ※諏訪吉実, 上妻嵩季, 小賀坂直樹, 梅津公平, <u>中山 健一</u> , 第76回応用物理学会秋季学術講演会, 名古屋国際会議場 (愛知県、名古屋市) (ポスター、審査無) 2015年9月.
122	“光変換型半導体 Ph-BADTDK を用いた塗布積層型 p-i-n 太陽電池”, ※高平勝也, Cassandre Quinton, 山口裕二, 鈴木充朗, 山田容子, <u>中山 健一</u> , 第76回応用物理学会秋季学術講演会, 名古屋国際会議場 (愛知県、名古屋市) (ポスター、審査無) 2015年9月.
123	“CT 光吸収を用いた低光電圧損失有機太陽電池の探求”, ※ <u>中山健一</u> , NAIST 異分野融合ワークショップ有機太陽電池開発の現状と展望, 奈良先端科学技術大学院大学 (奈良県、生駒市) (口頭、審査無) 2015年11月.
124	“光変換法を用いた塗布型有機薄膜太陽電池素子の作製と評価”, ※山口 裕二, <u>中山 健一</u> , NAIST 異分野融合ワークショップ有機太陽電池開発の現状と展望, 奈良先端科学技術大学院大学 (奈良県、生駒市) (口頭、審査無) 2015年11月.
125	“オリゴチオフェン超分子ナノロッドを用いた有機太陽電池の開発”, ※木崎陽弘, 大内隼人, 林旭, 矢貝史樹, <u>中山健一</u> , NAIST 異分野融合ワークショップ有機太陽電池開発の現状と展望, 奈良先端科学技術大学院大学 (奈良県、生駒市) (ポスター、審査無) 2015年11月.
126	“光変換型ドナー材料を用いた塗布積層型 p-i-n 太陽電池の開発”, ※高平 勝也, Cassandre Quinton, 山口 裕二, 鈴木 充朗, 山田 容子, <u>中山 健一</u> , NAIST 異分野融合ワークショップ有機太陽電池開発の現状と展望, 奈良先端科学技術大学院大学 (奈良県、生駒市) (ポスター、審査無) 2015年11月.
127	“熱変換型ドナーDPP-BPを用いた有機薄膜太陽電池の作製と評価”, ※熊谷大地, 高橋功太郎, 葛原大軌, 増尾貞弘, 生駒忠昭, 工藤尚樹, 山田容子, <u>中山健一</u> , NAIST 異分野融合ワークショップ有機太陽電池開発の現状と展望, 奈良先端科学技術大学院大学 (奈良県、生駒市) (ポスター、審査無) 2015年11月.
128	“光変換基を持つフラーレン誘導体を用いた有機薄膜太陽電池の開発”, ※大和 雅樹, 川ノ上 貴裕, 川尻 和己, 山口 裕二, 鈴木 充朗, 山田 容子, <u>中山 健一</u> , NAIST 異分野融合ワークショップ有機太陽電池開発の現状と展望, 奈良先端科学技術大学院大学 (奈良県、生駒市) (ポスター、審査無) 2015年11月.
129	“超分子ナノロッドを用いた有機太陽電池におけるアルキル鎖長依存性”, ※木崎陽弘, 大内隼人, 林旭, 矢貝史樹, <u>中山健一</u> , 第63回応用物理学会春季学術講演会, 東京工業大学大岡山キャンパス (東京都、目黒区) (口頭、審査無) 2016年3月.

5. 若手研究者の派遣実績（計画）

【海外派遣実績（計画）】

年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度	合計
派遣人数	2人	3人 (2人)	2人 (2人)	3人

※当該年度は実績、次年度以降は計画している人数を記載

【本年度の海外派遣実績】

派遣者①の氏名・職名：松井 淳・准教授

（当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動）

松井は CT 錯体結晶薄膜を光吸収材料とする太陽電池デバイスの作製と評価、機能向上手法の検討を担当する。研究は主担当の吉田、LIOS の Eric Glowacki 博士らと協力して行い、CT 単結晶薄膜については結晶化 G の増原らと協力する。

H27 年度は ROEL における先行研究で見出された分子内 CT を示す有機色素凝集体について、その理想構造である単結晶を作製した際の特性について、光電変換特性より明らかにする。そのために、H27.3-H27.10 の半年間 LIOS に滞在し、Eric Glowacki と連携して LIOS 側での CT 単結晶セル作製評価を立ち上げる。LIOS での評価手法を学びつつ、電圧電流損失を低減するデバイス設計を議論する。

（具体的な成果）

ROEL で実施した先行研究で見いだされた分子内 CT 化合物である HB194 の単結晶における光電変換特性を検討するため、1 軸配向した単結晶膜の作製を行った。HB194 のアセトン飽和溶液を作製し、ここに基板を入れ、アセトンを 1 日かけてゆっくりと蒸発させることで、HB194 のマイクロロッド結晶を作製した。このマイクロロッドは幅 $\sim 7 \mu\text{m}$ 、高さ $\sim 1 \mu\text{m}$ に対し、長さは数 mm 以上の単結晶ロッドであることが、偏光顕微鏡観察、X 線回折測定から明らかとなった (Fig. 1)。またロッドは HB194 間のスタッキングにより極大吸収波長が溶液のそれと比べ 70 nm も長波長シフトすることが確認された。単結晶マイクロロッドを作製するためにはアセトンの蒸発速度が重要であり、アセトンを 1h 程度で蒸発させた場合は多結晶膜の作製が確認された。また 2 分子系 CT 錯体として中性錯体を形成するピレン/TCNQ 系に着目し、これらを THF 溶液に溶解させ、HB194 と同様に THF をゆっくりと蒸発させることでミリメートルサイズの 2 分子 CT 錯体結晶の作製に成功した。これら得られた錯体結晶

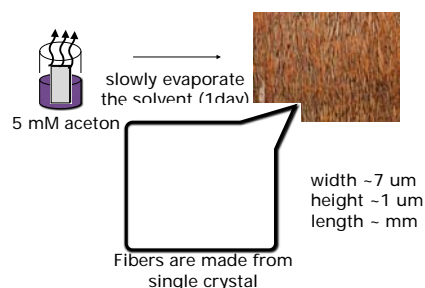


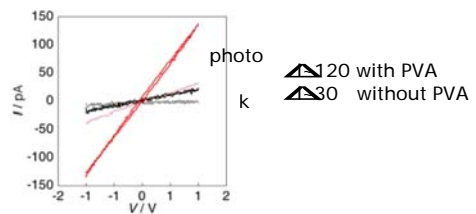
Fig.1. HB194 マイクロロッド単結晶作成手法

について LIOS において Eric Growacki 博士と光電流測定を行った。Growacki 博士は HB194 単結晶マイクロロッドをくし形電極上に作製し、その光電流測定を行った。HB194 単結晶マイクロロッドは、くし形電極上においても容易に作製できた。633 nm のレーザー光 (50 mW) を用いて励起したところ、安定な光電流応答が観測された (Fig. 2)。この応答効率を算出したところ、 $R_{\text{res}} \sim 0.1 \text{ nA W}^{-1}$ 、 $\Phi = \sim 10^{-7}$ 、 $@5.0 \times 10^1 \text{ V cm}^{-1}$ と低い値であった。そこで Growacki 博士は光電変換効率に及ぼす誘電率の

影響を検討するために、単結晶マイクロロッドをポリビニルアルコール (PVA) で覆い、PVA の被覆前後での光電流応答について検討した。PVA で被覆することで光未照射時および照射時どちらも電流値が増加したが、照射時の電流増加が大きく光応答として 4 倍の効率を得た (Fig. 2)。このことは高誘電率媒体を用いることが高い光電変換効率を得ることに有効であることを示している。

また、単結晶 1 つの光電気化学挙動の解析に関し、単一分子分光の手法取り入れることが有効と考えられ、派遣研究者の一人である増原先生が数年来の交流のあった Katholieke Universiteit Leuven (KU LEuven) の Prof. Johan Hofkens, Prof. Mark Van der Auweraer 及び Prof. Hiroshi Ujii ら 3 人の著名な教授と 2105 年 9 月 23 ~ 24 日の二日間に渡り訪問、お会いした。本訪問では、派遣先大学である JKU での研究内容に関して説明し、作製した単結晶 1 つ光解析に関し、助言及び今後の協力を御願した。

Fig. 2. 光電流に及ぼす誘電率効果



またドイツ Mainz で行われたコロイド学会の国際会議 IACIS 2015 に参加し、今後 CT ナノ結晶作製法および薄膜化に関する情報収集を行った。

派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
欧州・オーストリア、リンツ大学 Linz Institute for Organic Solar Cells Niyazi Serdar Sariciftci 教授	12 日	204 日	150 日	366 日
欧州・ベルギー、Katholieke Universiteit Leuven (KU LEuven)	0 日	2 日	0 日	2 日
欧州・ドイツ、マインツ、国際会議 IACIS2015	0 日	5 日	0 日	5 日

派遣者②の氏名・職名：中山 健一・准教授

(当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

中山は CT 錯体薄膜について、移動度やキャリア寿命等の固体物理物性およびデバイス評価を担当する。中山は派遣研究者として LIOS に滞在し、Photo-CELIV 測定、過渡光電圧測定、過渡拡散光電流測定などの、日本ではまだ有機薄膜太陽電池の分野で行われていない光物理化学測定手法を習得し、ROEL で立ち上げられるようにする。現地においては、実際の装置に詳しいポスドクの Dr. Yumusak に、測定手法や解析手法、装置の組み方などについて指導してもらった。最終目標である有機 CT 結晶太陽電池のプロトタイプ材料となる、D-A 型色素材料を持参して薄膜及びデバイスを現地で作製し、各種測定の結果からエキシトニックなロスを生む過程について議論を行う。

(具体的な成果)

平成 27 年度は派遣研究者として LIOS に約 10 ヶ月間滞在し、LIOS メンバーの指導のもと太陽電池素子の作製および各種測定方法を習得し、新たな研究を展開した。有機

CTC 太陽電池を実現するために適した材料として、ドナー・アクセプタユニットを1分子内に含む「分子内CT材料」に着目し、市販材料の中から候補となる材料を購入、単膜太陽電池を作製して性能評価を行った。その結果、これらの材料では全体的に高い開放端電圧、すなわち少ない光電圧ロスを示すことを見だし、有機CTC太陽電池材料として有望であることを示した。その中でも特に、トリフェニルアミン基をドナー部位、ベンゾチアゾール基をアクセプタ部位に持つDTDCPBでは、1V以上の開放端電圧、1mA/cm²以上の短絡光電流を実現し、今後のCTC太陽電池用材料開発およびメカニズムの解析に向けた基準材料になると期待している。また、分子軌道計算を用いた励起子束縛エネルギーの算出方法を確立し、CTC太陽電池に適した分子、すなわち励起子束縛エネルギーの小さな分子を実現するための分子設計指針を示した。11月には、山形大学で開催された本プロジェクト主催のシンポジウムに参加するためにLIOSメンバーと共に帰国し、有機CTC太陽電池の現状および今後の可能性について講演を行った。

滞在期間中、5月にはローマで開催されたHybrid and Organic Photovoltaics Conferencにて発表を行い、またナポリ大学を訪問してProf. Cassineseと共同研究を始めるためのディスカッションを行った。また9月には、ストラスブールで開催されたEuropean Conference on Molecular Electronicsに参加し、発表を行った。

一方、招へい研究者であるDr. Yumusakを4月29日—5月14日の約2週間山形大学の自身の研究室に招へいし、LIOSが持つ水素結合性有機半導体材料を用いた縦型有機トランジスタデバイスの作製を行った。有機FETにおいて高い大気下安定性を示すこれらの材料は、縦型有機トランジスタにおいても大気下動作を実現することを見だし、太陽電池を含めたサンドイッチデバイスにおける安定性向上に向けた重要なヒントを得た。

派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成26年度	平成27年度	平成28年度	
欧州・オーストリア、リンツ大学 Linz Institute for Organic Solar Cells Niyazi Serdar Sariciftci 教授	12日	275日	0日	287日
欧州・イタリア、ローマ・Hybrid and Organic Photovoltaics Conferenc、ナポリ大学・打ち合わせ	0日	8日	0日	8日
欧州・フランス、ストラスブール・European Conference on Molecular Electronics	0日	7日	0日	7日

派遣者④ の氏名・職名：派遣者 増原陽人・准教授

(当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

従来の有機薄膜太陽電池が本質的に抱える電圧損失を解決するため、電荷移動(CT)化合物をシングルアブソーバーに用いたCT太陽電池の作製を目指し、オールウェットプロセスにてCT化合物の薄膜化、CT化合物のナノ結晶化の検討及びそれら薄膜やナノ結晶を用いた素子の作製が当該派遣者の役割である。また、派遣先で円滑に研究を進めるべく、Patrick Denk氏(Sariciftci研究室専門技官)と共に研究環境の整備を実施してき

た。これまで、Sariciftci 研で報告して来た数々の太陽電池データは同氏が有するノウハウと技術に因るところが大きい。これまでに培った数多くの技術を本プロジェクトにおける新たな化合物群に適応し、溶媒選択条件、薄膜化条件等を決定しており、膨大な候補の中から評価対象及び検討項目を効率良く絞ることのできる一因となっている。その結果、派遣研究者らが派遣年度 1 年目より CT 化合物の薄膜化及び太陽電池素子の作製を実施可能となっている。

(具体的な成果)

ドクターブレード法を用いて CT 化合物及びそれらナノ結晶の薄膜化を実施し、素子作製を行った。CT 太陽電池のシングルアブソーバーとして、同じ派遣者である中山健一准教授が計算にて絞り込んできた、一分子内にドナー部位とアクセプタ部位を有する分子内 CT 化合物に着目し、蒸着プロセスにて作製したシングルアブソーバー素子にて実績のあった、2-[(7-{4-[N,N-Bis(4-methylphenyl)amino]phenyl}-2,1,3-benzothiazol-4-yl)methylene]propanedinitrile を選択した。DTDCPB の 20 mM Chloroform 溶液を調製し、この溶液を展開液として、予め作製しておいた ITO/PEDOT:PSS (50 nm) 基板上に、ドクターブレード法によって成膜した。溶媒の蒸発速度を利用して結晶性の制御を行うために、基板温度を 30~60°C とし、膜厚を制御するために塗工速度を 15~70 mm/sec.、スリット幅を 300~500 μm 、展開液量を 45~75 μl に制御した。

各条件で得られた薄膜の評価には、X 線回折 (XRD) 測定、原子間力顕微鏡 (AFM) 観察、触針式表面形状 (Dektak) 測定を行った。これらの DTDCPB 薄膜をシングルアブソーバーとして導入した、ITO/PEDOT:PSS/DTDCPB/Ca (20 nm)/Al (100 nm) の CT 太陽電池素子を作製し、 J - V 測定を実施・比較することで、その性能を評価した。

成膜条件を制御することで、膜厚 34~74 nm の DTDCPB 薄膜が作製できることを、Dektak 測定により確認した。また各条件における J - V 測定結果から、現時点における変換効率は低いものの、全てのシングルアブソーバー素子において、キャリアの発生を確認した。特に、基板温度を 40°C、塗工速度を 40 mm/sec.、スリット幅を 300 μm 、展開液量を 55 μl とした素子において、 $V_{\text{oc}} = 1.06 \text{ V}$ を達成し、電圧損失を最少化することに成功した。また、種々の条件で作製した素子の半数以上で 1.0 V 程度の V_{oc} が得られたことから、CT 化合物をシングルアブソーバーとする太陽電池の有用性、並びにドクターブレード法によるウェット製膜でも電圧損失の抑制が可能であることを確認できた。

一方、一部の素子では V_{oc} が 0.5 V 程度となり、著しい電圧損失が生じる場合があった。このような薄膜を AFM 観察並びに XRD 測定により評価したところ、電圧損失を低減できた薄膜と比較して、薄膜表面の平滑性が失われていることや、Face on ではなく Edge on で分子が配向している傾向があり、電荷分離が困難になったと考察された。

以上の結果より、当初の目的であったドクターブレード法による CT 化合物薄膜手法の構築、及びその薄膜をシングルアブソーバーに用いた CT 太陽電池の作製に成功した。また最高で 1.06 V という蒸着系と同等の V_{oc} が得られたことから、分子内 CT 化合物である DTDCPB をシングルアブソーバーに用いることで、実際に電圧損失を抑制できること及びウェットプロセスによるデバイス作製が可能であることを確認した。

今回の検討からは、 V_{oc} 以外の太陽電池性能の向上は確認できず、変換効率は依然として低い値に留まっている。また湿式プロセスを用いたにも関わらず、大幅な結晶性の向上を確認できなかったことから、最適な電荷分離を達成する製膜条件を確立するため、

ドクターブレード法における条件パラメーター(基板温度、塗工速度、スリット幅、展開液量)の更なる検討が必要である。

分子内 CT 化合物をシングルアブソーバーに用いた素子において、光キャリアの発生が確認できたことから、今後はキャリアの抽出が課題になると考えている。電荷分離効率向上のため、薄膜の結晶性を高めることで、波動関数の広がりによる励起子束縛エネルギーの低減、CT 吸収帯の振動子強度の増強、さらには電子・ホール双方の両極性移動度の向上を目指す。現在、DTDCPB のナノ結晶化には成功しており、その結晶性が高いことが確認できているため、今後はこのナノ結晶をいかに Face on の配向で隙間なく積層できるかが課題となり、その検討を進める計画である。

また、電荷分離効率確認の次のステップとして、作製した薄膜の高分解能光スペクトル解析が必要となる。本解析においては光化学の専門家が多数所属しており派遣者とも数年来の交流のあった Katholieke Universiteit Leuven (KU LEuven) の Prof. Johan Hofkens, Prof. Mark Van der Auweraer 及び Prof. Hiroshi Ujii ら 3 人の著名な教授と 2015 年 9 月 23～24 日の二日間に渡り訪問、お会いした。本訪問では、派遣先大学である JKU での研究内容に関して説明し、作製した薄膜の光解析に関し、助言及び今後の協力を御願ひした。

派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
欧州・オーストリア、リンツ大学 Linz Institute for Organic Solar Cells Niyazi Serdar Sariciftci 教授	0 日	92 日	206 日	298 日
欧州・ベルギー、Katholieke Universiteit Leuven (KU LEuven)	0 日	2 日	0 日	2 日

※本年度の派遣者毎に作成すること。

6. 研究者の招へい実績（計画）

【招へい実績（計画）】

年度	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	合計
招へい人数	6 人	6 人 (5 人)	7 人 (5 人)	9 人

※当該年度は実績、次年度以降は計画している人数を記載

【本年度の招へい実績】

招へい者③ の氏名・職名：Niyazi Serdar Sariciftci 教授

（当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動）

主要連携機関であるリンツ大学有機太陽電池研究所（LIOS）の代表であり、本プロジェクト主担当の吉田と研究の方向性について協議するほか、山形大学への招聘研究者についての調整、山形大学側からの派遣研究者に協力する LIOS 側研究者の調整等を行う。また、派遣研究者が現地で実施した研究活動について、定期的なミーティング等においてアドバイスを頂くほか、各年度実施する公開シンポジウムを機会として招聘し、最新の有機太陽電池研究動向等についてレクチャーを頂く。

（具体的な成果）

11 月 4-5 日に山形大学工学部において開催した第 2 回 ANGEL シンポジウムを機に 11 月 1-7 日の 1 週間招聘し、同シンポジウムにおいて講演を頂いたほか、滞在期間中に各研究施設の視察および山形大 ROEL の関連研究者とのミーティング等を行い、新たな研究の方向性についてのアドバイスを頂いた。また、山形大学からの派遣研究者およびそれら派遣研究者の滞在を機会として ROEL に短期間滞在した山形大学大学院生が実施した研究について、おおむね週 1 回のミーティングを実施し、研究の進捗に関してアドバイスおよび LIOS 内研究者との連携調整を頂いた。

招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
リンツ大学、Linz Institute for Organic Solar Cells、オーストリア、吉田 司（山形大学）	8 日	7 日	7 日	22 日

招へい者② の氏名・職名：Philipp Stadler 講師

（当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動）

Stadler 博士は、LIOS において有機半導体材料の固体物理物性研究を中心的に担当する常勤職員（講師相当）で、中山の直接的なパートナーとして、中山の滞在中は CT 材料の物性評価を共同推進するほか、CT 材料バルク中での光キャリア発生と輸送についての可能性を共同で議論する。また、新規な太陽電池用光吸収材料として、無機化合物半導体およびその量子ドット、無機有機複合材料などの検討を開始している。

（具体的な成果）

中山との連携により、分子内 CT 材料バルク中での光キャリア発生確率と励起子束縛エネルギーの関係に関する論理の構築に寄与した。11 月 4-5 日に山形大学工学部において開催した第 2 回 ANGEL シンポジウムを機に 11 月 1-7 日の 1 週間招聘し、同シンポジ

ウムにおいて、新規な無機/有機ハイブリッド光吸収材料候補である DAMS-CuI を用いた太陽電池に関する講演を頂いた。同材料は非線形光学材料としての有用性が確認されているが、太陽電池用材料としては全く未開拓な材料であり、大変興味深い。そのため、同氏の滞在期間中に吉田と密接な議論を行い、電子捕集層となる酸化チタンや酸化亜鉛薄膜を吉田が作製提供し、Stadler 博士が DAMS-CuI を積層デバイス構築し、その検討を進めることで同意し、現在までに酸化チタン試料の提供を完了する段階に進んでいる。また、吉田と岡田の連携によって電析法による DAMS-CuSCN ハイブリッド薄膜の合成に着手し、良好な材料を得ることに成功したことから、今後はそれも Stadler 氏に提供し、太陽電池への応用について検討を進める計画である。

招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
リンツ大学、Linz Institute for Organic Solar Cells、オーストリア、吉田 司（山形大学）	15 日	7 日	7 日	29 日

招へい者④ の氏名・職名：Cigdem Yumusak・PD

（当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動）

Yumusak 博士は光物理化学の専門家であり、有機薄膜太陽電池における光キャリアダイナミクスなどの研究を行っている。継続的に中山とコミュニケーションを図りつつ、Photo-CELIV 測定や過渡光電圧測定などの ROEL での立ち上げを共同実施し、測定データのクオリティーや測定系のチューニングについてアドバイスを与える。また、中山が研究を行っている、有機半導体のキャリア濃度を測定できる Dark CELIV 法を伝授し、Photo-CELIV 法との比較や得られるデータの関係性について議論を行う。さらに、LIOS が得意としている水素結合性半導体材料について造詣が深いことから、これらの材料を用いた新たなデバイス応用の可能性について中山と共に検討を行う。

（具体的な成果）

平成 27 年度は派遣研究者である中山と連携して、LIOS が得意とする水素結合性有機半導体材料を、中山の独自技術である縦型メタルベース有機トランジスタに適用することを試みた。4 月 29 日ー5 月 14 日には山形大学工学部の中山の研究室に滞在し、水素結合性半導体材料として、キナクリドン、エピンドリディオオン、インディゴ、ティリアンパープルの 4 種類の化合物を持参して縦型有機トランジスタを作製した。その結果、縦型有機トランジスタとしては極めて珍しい大気下動作を実現し、水素結合性半導体材料が FET だけではなく縦型有機トランジスタにも有効であることを示した。これらの成果も含め、平成 27 年 11 月 1-7 日に再度、当該プロジェクトのシンポジウムのために来日し、水素結合性有機半導体材料に関する講演を行った。

また、LIOS においては、有機太陽電池や水素結合性半導体膜の作製方法について、派遣研究者である中山、松井、増原らの指導をする一方、有機 CTC 太陽電池の可能性について、主に薄膜作製手法の観点からディスカッションを行った。

招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
リンツ大学、Linz Institute for Organic				

Solar Cells、オーストリア、吉田 司（山形大学）	8日	23日	90日	121日
-------------------------------	----	-----	-----	------

招へい者⑤ の氏名・職名：Markus Clark Scharber・講師

（当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動）

Scharber 博士は LIOS の有機太陽電池主要研究者で、前 Konarka 社 CTO を務めた実績もある人物であり、有機太陽電池の研究において多くのアドバイスを与えることが出来る。有機薄膜太陽電池だけでなく、無機系も含めた太陽電池全般について造詣が深く、光エネルギー変換の理論限界に関して詳しい。LIOS では特に、光吸収および発光過程などの分光学的な測定を得意としており、松井の派遣期間中にはデバイス作製と評価について共同実施する。

（具体的な成果）

平成 27 年度は、LIOS に滞在する派遣研究者（中山、松井、増原）と連携して、主に分光学的観点、物理化学的観点から有機太陽電池のメカニズムに関してアドバイスおよびディスカッションを行った。特に、松井の作製したドナー分子とアクセプタ分子からなる分子間 CT 材料（ピレン-TCNQ 系など）に関する分光学的特性、光・電気特性について一緒に取り組み、有機 CTC 太陽電池へ展開する可能性について検討を行った。また、中山の分子内 CT 材料について、蛍光測定および励起子束縛エネルギーの実験的見積もり手法についてアドバイスを行った。自身はペロブスカイト系太陽電池の研究を精力的に行っており、本プロジェクトの主要課題である有機薄膜太陽電池における光電圧ロス問題についてペロブスカイト系太陽電池との比較の観点から考察を行い、光電圧ロス過程改善のためのアドバイスを行った。

11 月 1-7 日には、本プロジェクト主催のシンポジウムのために来日し、大気下成膜でも高性能を実現できるペロブスカイト系太陽電池の研究成果、そして光電圧ロス問題の物理化学について講演を行った。

招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
リンツ大学、Linz Institute for Organic Solar Cells、オーストリア、吉田 司（山形大学）	8日	7日	90日	105日

招へい者① の氏名・職名：Matthew Schuette White 助教

（当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動）

White 博士は、本研究を主担当の吉田と共に構想した人物であり、研究開始当初から今年度 8 月までの期間は、LIOS 側研究者と山形大学側研究者の連携の調整に役割を果たした。今年度 9 月より、米国バーモント大学の常勤職員になったことを契機に、同大学の研究者が本プロジェクトに新たに参画、貢献する可能性について関係者と協議を進め、バーモント大学を新たに連携機関として追加するとともに、同氏に加え、Madalina Furis

准教授（有機半導体光物理計測）、Randall Headrick 教授（X線回折測定）を連携研究者として迎え入れる組織強化に貢献した。

同氏自身の研究上の役割は、太陽電池デバイスの作製と評価であるが、これに加えて主担当の吉田が推進する無機化合物半導体および無機有機ハイブリッド薄膜材料の電気化学析出とナノ構造形成機構について、その反応モデル構築と計算シミュレーションにも取り組んでいる。

（具体的な成果）

4月19日から6月3日の約1.5カ月山形大学に招聘し、吉田研究室において、多孔質酸化亜鉛電極とD35色素とコバルト錯体電解質を組み合わせた高電圧型色素増感太陽電池の評価を共同で推進し、色素層の高い整流性が高電圧化をもたらす一方、ホール輸送が足かせとなって、光強度に対する電流のリニアな増大を妨げていることなどを明らかにし、その改善が必要であるとの研究指針を得た。これまでにその改善を果たし、1V級の電圧を確保したまま、電流を 8 mA cm^{-2} 以上にまで増大することに成功し、現在論文投稿の準備を進める段階に至っている。一方、ZnO/ローダミンBハイブリッド薄膜電析において見られるナノチューリングパターンの発生について、独自の計算シミュレーション手法の構築に着手し、実験条件とシミュレーションパラメータの紐づけと、実験的に得られる薄膜ナノ構造との対比を進めた。上記に加え、同滞在期間中にはバーモント大学を新たに連携機関とするための計画を関係者と協議し、その連絡調整に尽力した。

11月1-7日には、第2回ANGELシンポジウムへの参加を主目的とし、バーモント大学のWhite助教として、同大学のFuris准教授と共に再来日し、シンポジウムにおいて前記チューリングパターンシミュレーションの進捗状況に関する講演を行った。

招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成26年度	平成27年度	平成28年度	
バーモント大学、物理学科、米国、吉田 司 （山形大学）	24日	53日	90日	167日

招へい者⑨ の氏名・職名：Madalina Fruis 准教授

（当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動）

Madalina Fruis 准教授はVermont大学にて顕微分光法による有機結晶の配向配列解析や、その電氣的磁氣的特性解析を専門としており、松井らが作製したCT単結晶の配向と電気-磁気特性の関係を明らかにすることで、CT単結晶の配向性が光電変換特性に及ぼす影響を明らかにでき、高効率な変換効率を得るために最適な配向配列の指標を提供することが出来る。

（具体的な成果）

第2回Angelシンポジウムに参加し、プロジェクト参加メンバーとの協議を行った。またFuris准教授が有する顕微分光セットアップに関する説明および応用例が示され、まず先行研究で用いているHB194の単結晶の配向配列制御を明らかにすることとなった。そこで、松井が顕微分光に必要なサファイア基板上にHB194単結晶マイクロロッドの作製を試みている。現在のところ、マイクロロッドの作製には成功しているものの、そのサイズは一回り小さく幅が数百nm程度である。そこで、サファイアをラビングすることで、微細な凹凸を形成させ、その凹凸に沿ったマイクロロッドの作製について検討

を行っている。

主担当の吉田は、11月末から12月初頭に米国ボストン市で開催されたMRS学会において本プロジェクト成果を発表した後、バーモント大学を訪問し、Furis 准教授を始めとする同大学の連携研究者らの研究室を視察し、共同研究に関する議論を行ったが、それに関する一連のコーディネートをFuris 准教授が行った。また、12月7日にはANGELプロジェクトのカウンターパートとなるシンポジウムをバーモント大学においてFuris 准教授を議長として企画開催し、研究を相互に紹介、議論する機会を得た。

招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成26年度	平成27年度	平成28年度	
バーモント大学、物理学科、米国、吉田 司 (山形大学)	0日	7日	0日	7日

※本年度の招へい者毎に作成すること。

7. 翌年度の補助事業の遂行に関する計画

※ 補助事業が完了せずに国の会計年度が終了した場合における実績報告書には、翌年度の補助事業の遂行に関する計画を附記すること。