

令和 3 年 6 月 21 日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18H01951

研究課題名（和文）有機半導体キャリア動力学の磁気インピーダンス分光研究

研究課題名（英文）Magnetoimpedance Study on Carrier Dynamics in Organic Semiconductor

研究代表者

生駒 忠昭（Ikoma, Tadaaki）

新潟大学・自然科学系・教授

研究者番号：10212804

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,800,000円

研究成果の概要（和文）：グリーン・リカバリーが求められる近年、光電変換機能を有する有機分子は元素戦略に合致した低環境負荷型材料として注目されている。有機材料を用いたエレクトロニクス素子の高性能化にとって、分子レベルのキャリア反応制御は中心的命題である。抑制法開発のためには、動作中の素子における励起子・キャリア動力学の“その場観測”が重要であるが、複雑な内部構造をもつ素子で起きる動力学を調べる有力な測定手段がない。本研究では、エネルギー・電子移動反応におけるスピン角運動量保存則に基づいた新しいインピーダンス（磁気インピーダンス）分光法を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では「磁気インピーダンス分光法」という新規なオペランド計測法を開発した。本手法を用いると、素子を破壊することなく、太陽電池の磁気伝導効果と磁気静電容量効果を同時に測定することができる。電子正孔対再結合におけるスピン角運動量保存則と電子正孔対スピン動力学における局所磁場と外部磁場の影響を考慮すれば、観測された磁気効果を解析することができる。解析によって再結合や局在準位の状態密度に関する定量的な知見が得られる。磁気インピーダンス分光法は太陽電池の高効率化開発への波及効果が期待される点から、本研究成果は再生可能エネルギーの有効利用という社会的意義をもつ。

研究成果の概要（英文）：In recent years where green return is required, organic molecules having a function of photoelectric conversion are attracting attention as materials that are eco-friendly and include no toxic or rare elements. Controlling carrier reactions at the molecular level is a central issue for improving the performance of electronic devices using organic materials. “In-situ observation” of exciton/carrier dynamics in a device under operation is important for the device development, but there is no powerful measurement methods for investigating the dynamics that occur in devices with complex internal structures. In this study, we have developed a new impedance (magnetoimpedance) spectroscopy based on the law of conservation of spin angle momentum in energy and electron transfer reactions.

研究分野：物理化学

キーワード：磁気インピーダンス 有機太陽電池 荷電キャリア 励起子 空間電荷 スピン角運動量保存的ダイナミクス 磁気静電効果 磁気伝導効果

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

再生可能エネルギーである太陽光を活用した発電装置や消費電力の少ない表示・照明装置の開発は、資源の乏しい日本にとって宿命的な課題である。環境にやさしい有機材料を用いた太陽電池あるいは発光ダイオードなどの光電変換有機デバイスは、環境エネルギー問題の解決に貢献できる次世代エレクトロニクス技術として注目されている。有機デバイスは低エネルギー消費・軽量・柔軟という付加価値をもつものの、無機材料を用いた従来型デバイスに比べてエネルギー変換効率が低い。変換効率の低迷の背景には、“分子骨格に強く束縛される電子”という有機分子の根源的性質が横たわっている。さらに、高効率有機デバイスにおいては役割の異なる分子層の積層や混合によって、変換効率を左右する励起子やキャリアの衝突対が多様化している。接合面や界面で生成する種々の衝突対の電子動力学が、素子性能と密接に関わっており、複雑な内部構造の有機デバイスの高性能化にとって、キャリアダイナミクスの解明が必要不可欠な課題である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、「複雑な内部構造をもつ有機デバイスが、通常の動作環境においてどのような励起子・キャリアダイナミクスを示すかを明らかにする」ことである。本研究で開発する磁気インピーダンス分光の基本概念を図1に示した。標準的インピーダンス分光法は、素子に変調電圧 (V_{app}) を印加したとき出力される電流 (I_{res}) から複素インピーダンス (Z) を求める。 Z を種々の要素で構成された電気回路として解析することで、素子の等価回路を見出すことができる。さらに、 Z を伝導度 (G) と静電容量 (C) に変換することで、

$$\begin{cases} G(f, B) = \frac{\text{Re} Z(f, B)}{(\text{Re} Z(f, B))^2 + (\text{Im} Z(f, B))^2}, \\ C(f, B) = \frac{-\text{Im} Z}{\omega \{ (\text{Re} Z(f, B))^2 + (\text{Im} Z(f, B))^2 \}}. \end{cases} \quad (1)$$

$\because \omega = 2\pi f$

それぞれの物性値の周波数 (f) 特性を観測することもできる。磁気インピーダンス分光法は、外部磁場 (B) 中で行うインピーダンス分光実験であり、磁気伝導 (MG) 効果ならびに磁気静電容量 (MC) 効果の同時計測を可能にする新しい非破壊測定法である。

3. 研究の方法

- (a) 図2に示したように、広帯域インピーダンスアナライザを購入し、既存の電磁石および光源と組み合わせ、暗状態と明状態で高周波計測可能な磁気インピーダンス分光実験装置を構築した。
- (b) モデルRC回路を用いて、本実験装置の最適化を行った。
- (c) p型半導体P3HTとn型半導体PC₆₁BMの単一接合 (SJ) ならびにバルク接合 (BJ) 太陽電池 (図3) の磁気インピーダンス分光実験ならびに種々の複素空間解析を行った。
- (d) また、衝突対ダイナミクスを明らかにするために、P3HT単膜電池の静電容量検出磁気共鳴実験

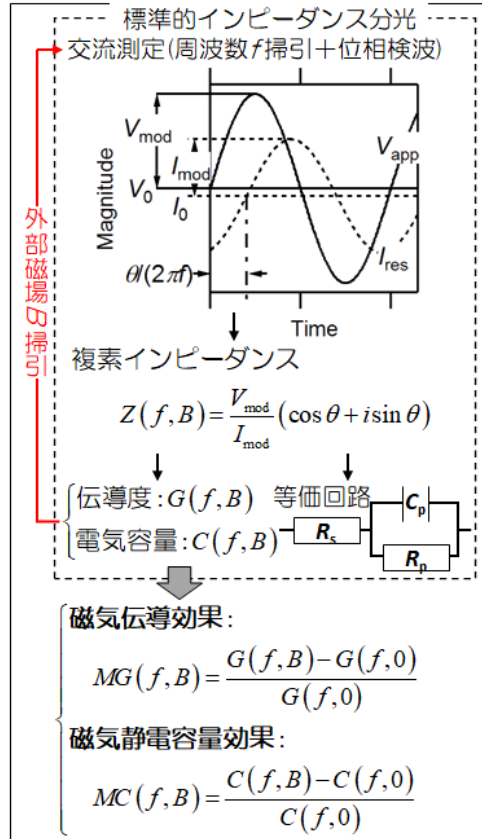


図1 磁気インピーダンス分光の基本概念。

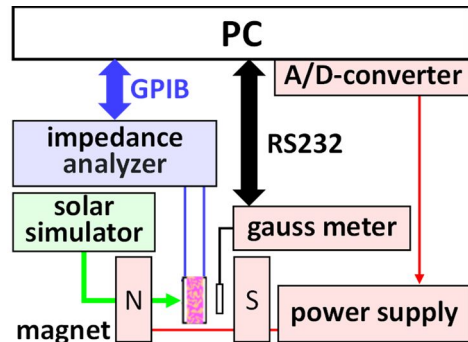
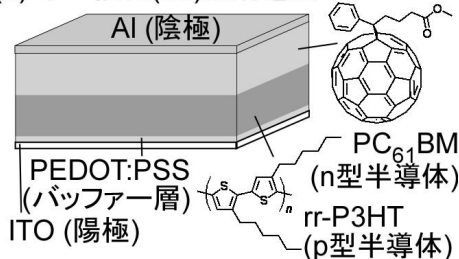


図2 本研究で構築した磁気インピーダンス分光装置のブロック図。

(a) 単一接合(SJ)太陽電池



(b) バルク接合(BJ)太陽電池

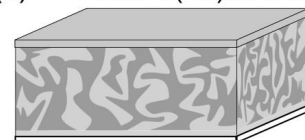


図3 素子構造ならびに分子構造。

を行った。

4. 研究成果

図2の装置を用いて、RS232通信で電磁石をコンピュータ制御したときの外部磁場の安定化の様子を図4に示した。磁気インピーダンス分光実験の基準となるゼロ磁場の安定性に関して、今回開発した装置では、出力磁場の読み取り精度を上げたフィードバック法を採用することによって、これまでに制御しきれなかった磁場の揺らぎ (± 8 mT) を抑制することが可能となり、 ± 0.01 mTの精度でゼロ磁場を制御できるようになった。また、磁場ジャンプ幅に依存した制御法に変更したところ、制御に要する時間を短縮することができた。

新規に導入したインピーダンスアナライザは、 GPIB 通信を用いてコンピュータで制御した (図2)。外部磁場を制御しながら同時に、モデル回路のインピーダンスの周波数を測定した結果を図5に示した。モデル ($R_s - [R_p C_p]$) 回路は 10 k Ω の抵抗 (R_p) と 2.2 nF のキャパシタンス (C_p) の並列回路に 30 Ω の抵抗 (R_s) を直列に接続した回路である。図中の黒破線は、 $R_s - [R_p C_p]$ 回路に使用した要素の数値を用いた回路方程式

$$\text{Re} Z = R_s + \frac{R_p}{(\omega R_p C_p)^2 + 1}, \quad \text{Im} Z = -\frac{\omega R_p^2 C_p}{(\omega R_p C_p)^2 + 1}. \quad (2)$$

と式(1)から計算した G と C の理論曲線である。計測した周波数領域 ($10^{-1} \sim 10^7$ Hz) において、実測曲線は理論曲線に概ね一致した。別なタイプのモデル回路に関して、本装置で計測した結果は理論曲線とほぼ一致した。伝導度が低い系に関しては、低周波数領域におけるインピーダンス位相の揺らぎが相対的に大きくなるので計測に注意が必要であることが分かった。プローブ台の信号伝送線の最適化などを行った結果、先行研究 ($10^2 - 10^5$ Hz) に比べて著しく広い周波数領域 ($10^0 - 10^7$ Hz) において磁気インピーダンス分光測定が可能な装置を構築することができた。

暗状態における BJ 太陽電池の G と C を測定したところ、図5のグラフと類似した周波数特性が観測された。すなわち、BJ 太陽電池は $R_s - [R_p C_p]$ 回路と等価であることを示している。光照射によって、キャリアを活性層に注入すると、 10^4 Hz 以下の低周波数領域の G と C も増加した。これは、

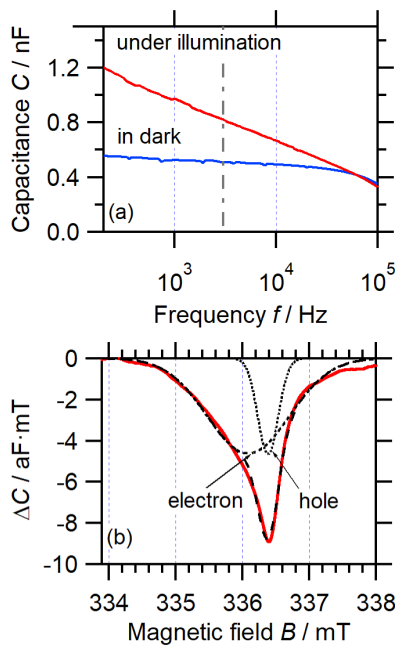


図6 (a) P3HT 単膜電池の C の周波数特性および (b) $f=3 \times 10^3$ Hz で観測した静電容量検出磁気共鳴スペクトル。

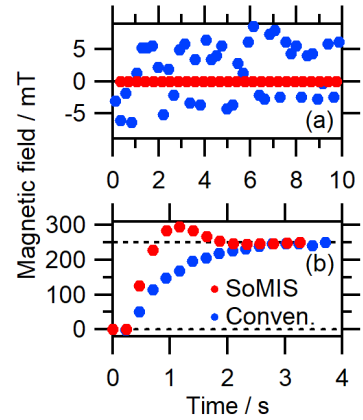


図4 外部磁場を 0 mT あるいは 250 mT に設定したときの磁場の時間変化。●:本研究で開発した実験装置の結果。●:本研究以前に用いた実験装置の結果。

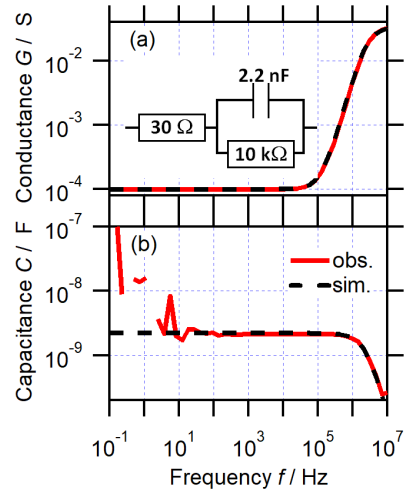


図5 図中のモデル回路の G (a) と C (b) の周波数特性 (赤線) およびそれらのシミュレーション曲線 (黒破線)。

R_p 成分の減少と C_p 成分の増加に対応しており、光照射によって可動性キャリア数だけでなく捕捉キャリア数が増加したことを表している。そこで、 G と C の大きな光照射依存性が観測された $f=5.1 \times 10^3$ Hz において、 MG 効果と MC 効果を測定した。暗状態において負の MG 効果が観測されたが有意な MC 効果を検出することができなかった。SJ 太陽電池に関して、伝導度と静電容量の周波数依存性および磁気インピーダンス効果の磁場依存性を測定した。得られた G と C の周波数特性は、 $R_s - [R_p C_p]$ 回路にもう一つの $R_p C_p$ 並列回路が直列接続した回路 ($R_s - [R_p C_p]_1 - [R_p C_p]_2$) によって理解することができた。BJ 太陽電池に比べて複雑な周波数特性の原因を明らかにすることができたが、磁気インピーダンス実験には至らず今後の課題である。一方、BJ 太陽電池の磁気インピーダンス効果の検出が困難だった原因が、複雑な PN 接合構造に由来すると考え、P3HT 単膜太陽電池についてインピーダンス分光実験を行った。図6aに示したような C の周波数特性が得られた。BJ 素子と同様に、光照射することで低周波数領域の C が増加した。また、正の MC 効果が観測され、 9.4 GHz のマイクロ波を照射すると電子と正孔の磁気共鳴信号も検出された。

以上のことから、磁気インピーダンス分光法は、電子正孔対の構造とダイナミクスを研究する上で、有用な方法であることが証明された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 13件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Shoji Yoshiaki, Ikabata Yasuhiro, Rhyzhii Ivan, Ayub Rabia, El Bakouri Ouissam, Sato Taiga, Wang Qi, Miura Tomoaki, Karunathilaka Buddhika S. B., Tsuchiya Youichi, Adachi Chihaya, Ottosson Henrik, Nakai Hiromi, Ikoma Tadaaki, Fukushima Takanori	4. 巻 -
2. 論文標題 An Element Substituted Cyclobutadiene Exhibiting High Energy Blue Phosphorescence	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202106490	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Oka Yoshimi, Miura Tomoaki, Ikoma Tadaaki	4. 巻 125
2. 論文標題 Photogenerated Radical Pair between Flavin and a Tryptophan-Containing Transmembrane-Type Peptide in a Large Unilamellar Vesicle	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry B	6. 最初と最後の頁 4057 ~ 4066
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.1c01231	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Wakikawa Yusuke, Ikoma Tadaaki	4. 巻 124
2. 論文標題 Recombination of Free Carriers and Space Charges in Poly(3-hexylthiophene), as Revealed by Electrically and Capacitively Detected Magnetic Resonances	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry C	6. 最初と最後の頁 19945 ~ 19952
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.0c04904	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hasegawa Eietsu, Yoshioka Naoki, Tanaka Tsukasa, Nakaminato Taisei, Oomori Kazuki, Ikoma Tadaaki, Iwamoto Hajime, Wakamatsu Kan	4. 巻 5
2. 論文標題 Sterically Regulated -Oxygenation of -Bromocarbonyl Compounds Promoted Using 2-Aryl-1,3-dimethylbenzimidazolines and Air	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Omega	6. 最初と最後の頁 7651 ~ 7665
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsomega.0c00509	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Jia Weiyao, Ikoma Tadaaki, Chen Lixiang, Zhu Hongqiang, Tang Xiantong, Qu Fenlan, Xiong Zuhong	4. 巻 9
2. 論文標題 Using magneto-electroluminescence as a fingerprint to identify the spin polarization and spin-orbit coupling of magnetic nanoparticle doped polymer light emitting diodes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 15845 ~ 15851
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9RA01501A	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Shoji Ryota, Miura Tomoaki, Ikoma Tadaaki	4. 巻 75
2. 論文標題 An impact of higher fullerene on charge recombination in organic solar cell studied by magnetoconductance	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Organic Electronics	6. 最初と最後の頁 105383 ~ 105383
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.orgel.2019.105383	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Miura Tomoaki, Miyaji Kio, Horikoshi Takafumi, Suzuki Shuichi, Kozaki Masatoshi, Okada Keiji, Ikoma Tadaaki	4. 巻 151
2. 論文標題 Spin-dependent electron transfer dynamics in a platinum-complex?donor?acceptor triad studied by transient-absorption detected magnetic field effect	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Journal of Chemical Physics	6. 最初と最後の頁 234306 ~ 234306
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5127940	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Omomo Satoshi, Fukuda Ryosuke, Miura Tomoaki, Murakami Tatsuya, Ikoma Tadaaki, Matano Yoshihiro	4. 巻 84
2. 論文標題 Effects of the Peripheral Substituents, Central Metal, and Solvent on the Photochemical and Photophysical Properties of 5,15-Diazaporphyrins	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ChemPlusChem	6. 最初と最後の頁 740 ~ 745
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cplu.201900087	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hasegawa Eietsu, Izumiya Norihiro, Miura Tomoaki, Ikoma Tadaaki, Iwamoto Hajime, Takizawa Shinya, Murata Shigeru	4. 巻 83
2. 論文標題 Benzimidazolium Naphthoxide Betaine Is a Visible Light Promoted Organic Photoredox Catalyst	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 3921 ~ 3927
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.8b00282	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kudo Naoki, Uchida Ken, Ikoma Tadaaki, Takahashi Kohtarō, Kuzuhara Daiki, Suzuki Mitsuharu, Yamada Hiroko, Kumagai Daichi, Yamaguchi Yuji, Nakayama Ken-Ichi	4. 巻 2
2. 論文標題 Transient Photocurrent Elucidating Carrier Dynamics and Potential of Bulk Heterojunction Solar Cells Fabricated by Thermal Precursor Approach	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Solar RRL	6. 最初と最後の頁 1700234 ~ 1700234
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/solr.201700234	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nakamura Toshikazu, Ikoma Tadaaki, Yamada Ken-ichi	4. 巻 49
2. 論文標題 Recent Developments in Electron Spin Science and Technology in Japan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied Magnetic Resonance	6. 最初と最後の頁 755 ~ 756
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00723-018-1035-9	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Shoji Ryota, Omori Takuya, Wakikawa Yusuke, Miura Tomoaki, Ikoma Tadaaki	4. 巻 3
2. 論文標題 Magnetoconductance Study on Nongeminate Recombination in Solar Cell Using Poly(3-hexylthiophene) and [6,6]-Phenyl-C61-butyric Acid Methyl Ester	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ACS Omega	6. 最初と最後の頁 9369 ~ 9377
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsomega.8b01746	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hasegawa Eietsu, Nagakura Yuto, Izumiya Norihiro, Matsumoto Keisuke, Tanaka Tsukasa, Miura Tomoaki, Ikoma Tadaaki, Iwamoto Hajime, Wakamatsu Kan	4. 巻 83
2. 論文標題 Visible Light and Hydroxynaphthylbenzimidazoline Promoted Transition-Metal-Catalyst-Free Desulfonylation of N-Sulfonylamides and N-Sulfonylamines	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 10813 ~ 10825
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.8b01536	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Miura Tomoaki, Maeda Kiminori, Oka Yoshimi, Ikoma Tadaaki	4. 巻 122
2. 論文標題 Gigantic Magnetic Field Effect on the Long-Lived Intermolecular Charge-Separated State Created at the Nonionic Bilayer Membrane	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry B	6. 最初と最後の頁 12173 ~ 12183
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.8b08389	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計40件 (うち招待講演 7件 / うち国際学会 9件)

1. 発表者名 阿部 瞭太; 三浦 智明; 生駒 忠昭
2. 発表標題 有機太陽電池の不均一光励起による磁気伝導効果
3. 学会等名 日本化学会 第101春季年会(2021)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ikoma, Tadaaki
2. 発表標題 Magnetophotoconductance of Organic Solar Cell
3. 学会等名 6th Kanto Area Spin Chemistry Meeting (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Muramatsu, Naoya; Miura, Tomoaki; Ikoma, Tadaaki
2. 発表標題 Photocarrier Transport in Organic Solar Cells Studied by Simultaneous Measurement of Transient Absorption and Photocurrent
3. 学会等名 6th Kanto Area Spin Chemistry Meeting
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小林 奏; 三浦 智明; 生駒 忠昭
2. 発表標題 磁気光吸収・磁気光電流同時測定法によるP3HT:PC61BM薄膜におけるキャリア対ダイナミクスの観測
3. 学会等名 第59回電子スピンサイエンス学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 生駒 忠昭
2. 発表標題 電子スピン計測による有機半導体の励起子・キャリアダイナミクス
3. 学会等名 第59回電子スピンサイエンス学会年会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中島 駿; 三浦 智明; 生駒 忠昭
2. 発表標題 rrP3HT PC61BM積層太陽電池のインピーダンス分光
3. 学会等名 第59回電子スピンサイエンス学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 粕谷 奏太; 三浦 智明; 生駒 忠昭; 中野谷 一
2. 発表標題 熱活性化遅延蛍光性4czipnの光生成励起三重項状態
3. 学会等名 第59回電子スピンサイエンス学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 脇川 祐介; 生駒 忠昭
2. 発表標題 P3HT単膜ダイオードにおける光キャリア再結合の電流検出磁気共鳴研究
3. 学会等名 第59回電子スピンサイエンス学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 三浦 智明; 山田 瑛葉; 八代 真理子; 生駒 忠昭
2. 発表標題 分光-電気伝導同時実時間観測による色素ドープ導電性高分子の光伝導機構解明
3. 学会等名 2020年光化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 村松 直哉; 三浦 智明; 生駒 忠昭
2. 発表標題 過渡吸収・電流同時測定による有機薄膜太陽電池におけるキャリア移動度の研究
3. 学会等名 2020年光化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大江 裕貴; 三浦 智明; 生駒 忠昭; 長谷川 英悦
2. 発表標題 還元的有機分子変換に利用可能なアミノアレーン置換ベンズイミダゾリウム光触媒
3. 学会等名 2020年光化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 落合 ひかり; 渡邊 拓未; 三浦 智明; 生駒 忠昭; 俣野 善博
2. 発表標題 5,15-ジアザポルフィリン銅錯体の光増感反応における置換基効果
3. 学会等名 2020年光化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高橋 直也; 粕谷 奏太; 荒木 保幸; 黒沼 慎; 柳 優也; 三浦 智明; 生駒 忠昭
2. 発表標題 [N]Carboheliceneの励起三重項状態の電子スピン共鳴
3. 学会等名 2020年光化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 生駒 忠昭
2. 発表標題 溶液中における三重項融合の遷移状態動力学
3. 学会等名 強光子場科学懇談会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Miura, Tomoaki; Akiyama, Ryoya; Yamada, Akiha; Kobayashi, Sou; Ikoma, Tadaaki,
2. 発表標題 Charge Career and Spin Dynamics in Organic Semiconductor Thin Films Studied by Simultaneous Measurement of Transient Optical Absorption and Photocurrent Signals
3. 学会等名 16th International Symposium on Spin and Magnetic Field Effects in Chemistry and Related Phenomena (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 工藤 尚輝, 中島 駿, 東海林 良太, 脇川 祐介, 三浦 智明, 生駒 忠昭
2. 発表標題 P3HT-PCBM系太陽電池の磁気インピーダンス分光
3. 学会等名 2019年光化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 俣野 善博, 渡邊 拓未, 三浦 智明, 生駒 忠昭
2. 発表標題 5,15-ジアザポルフィリン金属錯体の光増感反応に与える置換基と中心金属の効果
3. 学会等名 2019年光化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryzhii Ivan, 庄子 良晃, 三浦 智明, 福島 孝典, 生駒 忠昭
2. 発表標題 シクロブタジエンbnアナログの遅延発光に対する溶媒効果
3. 学会等名 2019年光化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 萩原 俊成; 脇川 祐介; 生駒 忠昭; 粕谷 奏太
2. 発表標題 熱活性遅延蛍光分子の光生成励起三重項状態
3. 学会等名 第10回 新潟大学自然系附置ユビキタスグリーンケミカルエネルギー連携教育研究センター 研究シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 脇川 祐介; 生駒 忠昭
2. 発表標題 光電流検出磁気共鳴による有機単膜ダイオードの電荷再結合研究
3. 学会等名 第58回電子スピンスイエンズ学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林 奏; 三浦 智明; 生駒 忠昭
2. 発表標題 移動度の実時間観測によるP3HT:PCBM薄膜のキャリアダイナミクスの研究
3. 学会等名 第58回電子スピンスイエンズ学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山田 瑛葉; 三浦 智明; 生駒 忠昭
2. 発表標題 Perylene Diimideをドーピングしたpoly(N-Vinylcarbazole)薄膜における光伝導に対する磁場効果
3. 学会等名 第58回電子スピンスイエンズ学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoaki, Miura; Ryoya, Akiyama; Akiha, Yamada; Sou, Kobayashi; Naoya, Muramatsu; Tadaaki, Ikoma
2. 発表標題 Simultaneous Measurement of Transient Photocurrent and Optical Absorption of Organic Semiconductor Thin Films,
3. 学会等名 第58回電子スピンサイエンス学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kobayashi, So; Miura, Tomoaki; Ikoma, Tadaaki
2. 発表標題 Study on Carrier Dynamics in P3ht:Pcbm Thin Films by Real-Time Observation of Carrier Mobility
3. 学会等名 The 1st Asian International Conference in Science (UTAR, NU, and CYCU) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ikoma, Tadaaki; Shoji, Ryota; Miura, Tomoaki
2. 発表標題 Spin Dependent Charge Recombination in Organic Solar Cell Clarified by Magnetoconductance
3. 学会等名 The 1st Asian International Conference in Science (UTAR, NU, and CYCU) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yamada, Akiha; Miura, Tomoaki; Ikoma, Tadaaki
2. 発表標題 Spin and Carrier Dynamics in Perylene-Diimide-Doped Poly(N-Vinylcarbazole) Thin Film
3. 学会等名 5th Kanto Area Spin Chemistry Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ikoma, Tadaaki
2. 発表標題 Higher Fullerene Effect on Magnetoconductance of P3ht:Pcbm Solar Cells
3. 学会等名 5th Kanto Area Spin Chemistry Meeting (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryzhii Ivan; 庄子 良晃; 三浦 智明; 福島 孝典; 生駒 忠昭
2. 発表標題 シクロブタジエンbnアナログの励起状態に関する分光研究
3. 学会等名 日本化学会 第99春季年会(2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 庄子 良晃; Ryzhii Ivan; 五十幡 康弘; 中井 浩巳; 生駒 忠昭; 福島 孝典
2. 発表標題 ジアザジボレチジン-シクロブタジエンbnアナログの分子・電子構造と励起状態特性
3. 学会等名 日本化学会 第99春季年会(2019),
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 生駒 忠昭
2. 発表標題 Impact of Molecular Rotation to Triplet Fusion
3. 学会等名 シングレットフィッション研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shoji, Ryota; Omori, Takuya; Wakikawa, Yusuke; Miura, Tomoaki; Ikoma, Tadaaki
2. 発表標題 Magnetoconductance Study on Nongeminate Recombination in Solar Cell of rr-P3HT and PC61BM
3. 学会等名 7th International Meeting on Spins in Organic Semiconductors (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shoji, Ryota; Miura, Tomoaki; Ikoma, Tadaaki
2. 発表標題 Recombination Dynamics in P3ht:Pc71bm Organic Solar Cell Studied by Magnetoconductance Effect
3. 学会等名 7th International Meeting on Spins in Organic Semiconductors (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 板越, 知佳; 宮崎, 駿弥; 三浦, 智明; 粕谷, 奏太; 脇川, 祐介; 生駒, 忠昭
2. 発表標題 ジフェニルアントラセン三重項融合の溶媒粘度効果
3. 学会等名 2018年光化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shoji, Ryota; Omori, Takuya; Wakikawa, Yusuke; Miura, Tomoaki; Ikoma, Tadaaki
2. 発表標題 Magnetoconductance Study on Nongeminate Recombination in Solar Cell Using Poly(3-Hexylthiophene) and [6,6]-Phenyl C61-Butyric Acid Methyl Ester
3. 学会等名 The 3rd Joint Conference of APES and IES Symposium (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Itagoshi, Chika; Miyazaki, Syunya; Miura, Tomoaki; Kasuya, Sota; Wakikawa, Yusuke; Ikoma, Tadaaki
2. 発表標題 Dynamic Spin Effect on Triplet Fusion of 9,10-Diphenylanthracene
3. 学会等名 The 3rd Joint Conference of APES and IES Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 脇川, 祐介; 生駒, 忠昭
2. 発表標題 P3HT単膜ダイオードにおける電荷再結合の光電流検出磁気共鳴研究
3. 学会等名 第57回電子スピンサイエンス学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 東海林, 良太; 三浦, 智明; 生駒, 忠昭
2. 発表標題 磁気伝導効果によるP3HT-PCBM太陽電池における再結合の研究
3. 学会等名 第57回電子スピンサイエンス学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山田, 瑛葉; 三浦, 智明; 生駒, 忠昭
2. 発表標題 過渡吸収・光電荷同時測定によるperylene Diimideをドーブしたpoly(N-Vinylcarbazole)薄膜におけるキャリア動力学の研究
3. 学会等名 第57回電子スピンサイエンス学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三浦, 智明; 秋山, 諒弥; 小林, 奏; 生駒, 忠昭
2. 発表標題 時間分解光吸収-電気伝導同時測定法を用いたバルクヘテロ薄膜におけるキャリアダイナミクスの評価
3. 学会等名 第57回電子スピンサイエンス学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ikoma, Tadaaki
2. 発表標題 Magnetococonductance of Solar Cell Using P3ht and Pc61bm
3. 学会等名 4th Kanto Area Spin Chemistry Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 生駒 忠昭	4. 発行年 2018年
2. 出版社 化学同人	5. 総ページ数 400
3. 書名 光化学フロンティア	

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 過電流保護素子	発明者 山内 建, 菅原 晃, 生駒 忠昭, 上野 彰	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2020/028381	出願年 2020年	国内・外国の別 外国

〔取得〕 計1件

産業財産権の名称 過電流保護素子	発明者 山内 建, 菅原 晃, 生駒 忠昭, 上野 彰	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特許第6795826号	取得年 2020年	国内・外国の別 国内

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
連携研究者	三浦 智明 (Miura Tomoaki) (80582204)	新潟大学・自然科学系・助教 (13101)	
連携研究者	脇川 祐介 (Wakikawa Yusuke) (90708512)	静岡理工科大学・先端機器分析センター・講師 (33803)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
中国	Southwest University			
フィリピン	Mindanao State University			