

# 有機EL討論会 第29回例会 プログラム

2019/10/11

日時：2019年11月21日（木）、11月22日（金）

会場：[自然科学研究機構岡崎コンファレンスセンター 1F大隅ホール](#)

〒444-0864 愛知県岡崎市明大寺町字伝馬 8-1

交通：東岡崎駅下車、南に徒歩約10分（東岡崎までのアクセスは上記ホームページからご覧ください。）

## 11月21日（木）13:00~20:00

---

12:00~13:00

開場・受付

### 表彰式

13:00~13:10

司会：八尋 正幸（（公財）九州先端科学技術研究所 有機デバイスグループ）

#### 有機EL討論会第28回例会講演奨励賞

### S1：特別講演 I

13:10~13:50

座長：森 竜雄（愛知工業大学 工学部 電気学科）

#### S1 高移動度有機半導体を用いた有機太陽電池

自然科学研究機構 分子科学研究所 物質分子科学研究領域 分子機能研究部門 教授

平本 昌宏

【要旨】本講演では、高移動度の有機結晶薄膜を用いて、有機太陽電池の標準構造となっているバルクヘテロ接合が不要な、新しい構造の有機太陽電池について報告する。また、高移動度有機半導体による有機太陽電池が、太陽電池の理論限界値に達する開放端電圧を示すことについても報告する。

### S2：解析／評価 I

13:50~14:50

座長：中 茂樹（富山大学 学術研究部 工学系）

#### S2-1 有機EL材料の配座構造分布と高次構造・膜物性

山形大学大学院有機材料システム研究科\*、山形大工\*\*、山形大院理工\*\*\*、山形大有機エレクトロニクス研究センター+

○鮭川 慶仁\*、佐藤 快度\*\*、藤原 涉\*\*\*、片桐 洋史\*\*\*、横山 大輔\*,\*\*,+

【要旨】我々は、堆積直後の分子の表面拡散運動が非晶質有機薄膜の高次構造の形成機構において重要な因子であることを提唱してきた。今回、さらなる形成機構の明確化と膜物性の制御に向け、同一分子量を有する有機EL正孔輸送材料の構造異性体を対象とし、その蒸着膜に対して熱安定性等の物性の評価・比較を行った。その結果、膜中に存在する各種立体配座構造の分布が、非晶質蒸着膜の高次構造形成および物性に大きく影響することを見出した。

#### S2-2 有機EL蒸着膜積層構造の熱安定性とその材料依存性

山形大学大学院有機材料システム研究科\*、山形大学有機エレクトロニクス研究センター\*\*

○塩本 右京\*、酒井 義也\*、鮭川 慶仁\*、横山 大輔\*,\*\*

【要旨】非晶質有機膜の熱安定性について、これまで加熱過程のin situ エリブソメトリー測定等により単膜を対象に分析した例が多く報告されている。さらに実際の有機ELデバイスを想定した積層構造中の膜に対しても分析が行われており、積層構造に応じて熱安定性が変化し、積層構造それぞれの転移の機構が明らかになっている。今回、その機構を基に材料依存性の分析を行い、単層膜・積層膜の熱安定性に影響を及ぼしうる構造因子を調べた。

#### S2-3 Interfacial Engineering in Solution Processing of Silicon-based Hybrid Multilayer for High Performance Thin Film Encapsulation

INOEL, Yamagata University\*, Yamagata University\*\*

○Lina Sun\*, Kabo Uemura\*\*, Yu Kurosawa\*, \*\*, Tatsuhiko Takahashi\*\*, Yoshiyuki Suzuri\*

【要旨】 A seamless organic/inorganic multilayer in a structure as poly-dimethylsiloxane(PDMS)/SiO<sub>x</sub>/SiN<sub>y</sub>/SiN<sub>y</sub>/SiO<sub>x</sub>N<sub>y</sub> we named as “PONT” was solution-processed at room temperature, by combination of two Si-based polymers, UV-curable PDMS, perhydropolysilazane (PHPS) and their photochemical conversion under irradiation of vacuum ultraviolet (VUV) light ( $\lambda = 172$  nm) in an N<sub>2</sub>-filled glovebox, as thin film encapsulation (TFE) for organic light emitting diodes (OLEDs). PDMS precursors diluted with decamethylcyclopentasiloxane (D5) was directly coated to OLED to form a protective layer. The presence of soft, elastic PDMS, its surface conversion to SiO<sub>x</sub> to improve wetting, and compositional gradient created by VUV irradiation resulted in strong adhesion at the interfaces and relaxed strain to avoid cracks in ultra-thin and high density SiO<sub>x</sub>N<sub>y</sub> to serve as a perfect barrier. Remarkably low water vapor transmission rate  $< 3.5 \times 10^{-3}$  g/m<sup>2</sup>/day under 40°C, 90%RH was confirmed for a single PONT as thin as 280 nm. Standardized OLED devices with triple PONT coatings have 528 h stability under accelerated (60°C, 90%RH) degradation tests, without formation of non-emissive dark spots in OLEDs.

14 : 50 ~ 15 : 10

休憩 (20分)

### S3 : 特別講演 II

15 : 10 ~ 15 : 50

座長 : 深川 弘彦 (NHK 放送技術研究所 新機能デバイス研究部)

#### S3 安定有機ラジカルが示す発光機能

自然科学研究機構 分子科学研究所 生命・錯体分子科学研究領域 錯体物性研究部門 准教授  
草本 哲郎

【要旨】 開殻電子系分子であるラジカルの発光特性は、通常の開殻分子のそれとは異なるユニークな特徴が期待できるが、理解が進んでいない未開拓研究分野である。私は高い大気および光安定性を有する発光性ラジカル PyBTMを開発し、開殻電子系ならではの発光特性を創出・解明する研究を進めてきた。本講演では発光性ラジカルの物質開発、発光機能、ならびにラジカルを EL デバイスに応用する際のメリットや課題等について紹介する。

### S4 : 発光機構/デバイス

15 : 50 ~ 16 : 50

座長 : 深川 弘彦 (NHK 放送技術研究所 新機能デバイス研究部)

#### S4 - 1 スカイブルー発光を示す 2CzPN の時間分解発光スペクトル

大阪府大工\*, 大阪府大 RIMED\*\*, 九大 OPERA\*\*\*, 九大 JST-ERATO 安達分子エキシトン工学プロジェクト+, 九大 WPI-I<sup>2</sup> CNER++

○萱苗 淳美\*, 石井 智也\*, 小林 隆史\*, 永瀬 隆\*, 合志 憲一\*, 安達 千波矢\*, 内藤 裕義\*

【要旨】 熱活性化遅延蛍光材料の発光緩和過程において、高次の三重項励起状態 (T<sub>n</sub>) の寄与が示唆されている。本研究では 2CzPN について発光減衰と時間分解発光スペクトルに表れる T<sub>n</sub> の特徴を明らかにするとともに 溶媒の極性依存性と温度依存性から項間交差は主に最低次の一重項励起状態 (S<sub>1</sub>) から T<sub>n</sub> へ生じ、逆項間交差は最低次の三重項励起状態 (T<sub>1</sub>) から S<sub>1</sub> へ生じていることが分かった。

#### S4 - 2 構造制御に基づいた超高速逆項間交差 TADF 材料の設計と $k_{\text{RISC}} > 10^7 \text{ s}^{-1}$ の実現

京都大学 化学研究所

○和田 啓幹, 中川 博道, 松本 壮馬, 脇坂 安晃, 梶 弘典

【要旨】 TADF 材料のさらなる高性能化を目指すにあたり、逆項間交差 (RISC) の速度定数 ( $k_{\text{RISC}}$ ) の向上は重要な課題である。本研究では、超高速な RISC を実現するため、逆項間交差に関わるエネルギー準位 (<sup>1</sup>CT, <sup>3</sup>CT, <sup>3</sup>LE) の差すべてを限りなくゼロに近づける、汎用性の高い分子設計指針を確立した。その結果、 $k_{\text{RISC}} = 1.2 \times 10^7 \text{ s}^{-1}$  と極めて速い RISC を実現する分子の開発に成功した。

#### S4 - 3 DABNA を用いた OLED における高効率発光機構: トポロジカル擬縮退による高次三重項經由蛍光

京都大学福井研一記念研究センター\*, 京都大学大学院工学研究科\*\*, 京都大学工学部\*\*\*, 株式会社 MOLFEX+, 関西学院大学理工学部++, 京都大学 ESICB+++

○佐藤 徹\*,\*\*,+,+++ 大田 航\*,\*\*, 上島 基之\*,+, 平岡 拓\*, 伊藤 俊介\*\*\*, 畠山 琢次++,

【要旨】高効率青色発光分子である DABNA-1 は B と N を介してベンゼン環が meta-linkage につながった構造を持ち、トポロジカルな効果により擬縮退した電子状態を有する。我々は振電相互作用密度解析により擬縮退した電子状態に起因して三重項励起状態間の内部転換が抑制され、高次三重項励起状態を経由した蛍光(FvHT)が可能となり得ることを示した。トポロジカルな擬縮退を利用した FvHT 機構はドナー・アクセプター型に限らない深青色発光分子の新たな設計指針となる。

16 : 50 ~ 17 : 00

休憩 (10 分)

**A1 : 企業展示広告** 17 : 00 ~ 17 : 35 (各社 3 分)

座長 : 野口 裕 (明治大学 理工学部)

- A1 - 1 **i<sup>3</sup>-opera 事業内容のご紹介**  
公益財団法人福岡県産業・科学技術振興財団
- A1 - 2 **OLED に関する分析技術紹介**  
株式会社住化分析センター
- A1 - 3 **有機 EL 評価用分光計測システムのご紹介**  
浜松ホトニクス株式会社
- A1 - 4 **受託分析サービスのご紹介**  
株式会社東レリサーチセンター
- A1 - 5 **OLED 関連事業に役立つ情報提供のご紹介**  
UBI Research Co., Ltd.
- A1 - 6 **材料向け分子設計ソフトウェア Materials Science Suite**  
シュレーディングー株式会社
- A1 - 7 **大気中光電子収量分装置 AC-2 の後継機のご紹介**  
理研計器株式会社
- A1 - 8 **新規透明導電膜用スパッタリングターゲット**  
東ソー株式会社
- A1 - 9 **有機 EL 向け MORESCO 製品のご紹介**  
株式会社 MORESCO
- A1 - 10 **カップリング反応向け各種 Pd 錯体触媒のご紹介**  
エヌ・イー ケムキャット株式会社
- A1 - 11 **Fluxim 製品のご紹介**  
サイバネットシステム株式会社

17 : 35 ~ 18 : 00

休憩 (25 分)

18 : 00 ~ 20 : 00

交流会

司会 : 辻 大志 (日鉄ケミカル & マテリアル株式会社 機能材料事業部)

9:00~9:30

開場・受付

**S5: 特別セッション〈VR/AR ディスプレイ技術〉**

9:30~10:50

座長: 山田 武 (住友化学株式会社有機 EL 事業化室)

**S5-1 VR/AR 応用に向けたディスプレイ技術の開発**

ソニー株式会社 R&D センター 統合技術開発第1部門

野本 和正

【要旨】近年, Virtual Reality (VR) 及び Augmented Reality (AR)に向けた新規のディスプレイ技術の開発が盛んにおこなわれている。本講演では, これらのディスプレイに求められる特性と当社の技術開発の取り組み(有機 EL マイクロディスプレイ, 4K 超単焦点プロジェクタを用いた CAVE ディスプレイ, タイリングマイクロ LED ディスプレイ, AR グラス等)の紹介を行う。

**S5-2 超高精細 Si-OLED と導光光学系を用いたスマートグラス MOVERIO**

セイコーエプソン株式会社 VSM プロジェクト

深瀬 章夫

【要旨】精細度 3,415ppi という超高精細 Si-OLED と独自設計の導光光学系を用いたスマートグラス (AR-HMD) MOVERIO を開発した。パネル輝度 2,000cd/m<sup>2</sup>、コントラスト比 10 万対 1 を実現し、従来の「HTPS-TFT 液晶パネル」を採用した機種に比べ、より小型・軽量で、明るく見やすい AR-HMD を実現した。

(AR: Augmented Reality 拡張現実 HMD: Head Mounted Display HTPS: 高温多結晶シリコン)

10:50~11:10

休憩 (20分)

**S6: 材料/デバイス**

11:10~12:30

座長: 河村 祐一郎 (出光興産株式会社 電子材料部)

**S6-1 水素結合を利用した有機半導体への新規電子注入手法**

東京理科大学理学研究科\*, 日本触媒\*\*, 大阪大学日本触媒協働研究所\*\*\*, NHK 放送技術研究所+

○鈴木一磨\*, 長谷川宗弘\*\*, 森井克行\*\*,\*\*\*, 佐々木翼+, 清水貴央+, 深川弘彦\*,+

【要旨】有機 EL 素子では電子注入のためにアルカリ金属等の酸素・水分に不安定な材料が不可欠であり、これがフレキシブル基板を用いたデバイス開発のボトルネックとなっている。本研究では、アルカリ金属の代わりに化学的に安定な塩基性材料を用いた新たな電子注入手法を提案する。陰極に隣接した有機層に塩基性材料を添加することで電子注入障壁が低減できることを見出し、この注入障壁の低減が塩基性材料と他の有機材料間で形成される水素結合に起因することを見出したので報告する。

**S6-2 二色発光分子材料を用いた第一生体窓での選択的発光特性評価**

富山大学 学術研究部工学系\*, 富山大学 大学院理工学教育部 (工学) \*\*

○森本勝大\*, 鹿野 舜之\*\*, 中 茂樹\*

【要旨】近赤外領域における有機EL素子が注目されている中、本研究では第一生体窓(700-1,000 nm)での発光を有するBODIPY-Ph分子に注目しデバイス特性を評価する。BODIPY-Phは可視と近赤外域に2つの発光領域を有するため、近赤外に選択的発光を得られるホスト材料を選定する。最も特性に優れたRubreneをホストとした素子構成においてBODIPY-Ph濃度を変化させると、濃度低下により電流値、発光特性ともに向上した。見かけの外部量子効率率は最大で0.43%@100 mA/cm<sup>2</sup>となり、理論値の8割を達成できた。

**S6-3 高効率・長寿命な緑色リン光有機 EL を実現するクリセン含有電子材料群**

山形大学院有機材料システム研究科\*, 有機エレクトロニクス研究センター\*\*, 有機材料システムフロンティアセンター\*\*\*

○大和田 宰\*, 笹部 久宏\*\*,\*\*\*, 渡邊 大貴\*, 丸山 朋洋\*, 渡邊 雄一郎\*\*, 片桐 洋史\*\*,\*\*\*, 城戸 淳二\*\*,\*\*\*

【要旨】有機 EL は、近年スマートフォンや照明用光源として普及しつつあるが、長寿命化と低消費電力化の両立が課題である。特に電子輸送材料は、低電圧化や高効率を実現してきたが素子寿命の面では課題が残っている。本

研究では、多環芳香族炭化水素 (PAH) であるクリセンに着目し、新規電子輸送材料の開発と緑色リン光有機ELに応用し、長寿命化と高効率化の両立を目指した。

S6 - 4 **ベンゾフラン骨格を含有する高耐久有機半導体レーザー材料の設計と合成**

九大 OPERA\*, JST ERATO\*\*, WPI-I2CNER\*\*\*

○大山 裕也\*\*, 儘田 正史\*\*, 安達 千波矢\*\*,\*\*\*

【要旨】本研究では、優れた光学物性と高い耐久性を示す新規有機半導体レーザー色素を開発した。有望なレーザー材料として知られるBSBCzのスチルベン部分を酸素架橋し、フラン環を導入したBPBFCz誘導体を設計、合成した。BPBFCzの発光量子収率は、溶液・ドープ薄膜ともにほぼ100%でBSBCzよりも高く、放射速度定数も $\sim 10^9 \text{ s}^{-1}$ の非常に高い値を示した。また、ASE発振しきい値は、BSBCzと同等の $\sim 0.45 \mu \text{ J/cm}^2$ であり、非常に有望なレーザー色素であることが分かった。さらに、BPBFCzでは熱および光に対する耐久性の劇的な向上を達成した。

12 : 30~14 : 00

昼食 (90分)

S7 : 解析/評価II

14 : 00~14 : 40

座長 : 梅田 時由 (シャープ株式会社ディスプレイデバイスカンパニー)

S7 - 1 **フッ素樹脂を有する超低屈折率正孔輸送層の導電機構解明**

山形大学大学院有機材料システム\*, AGC 株式会社\*\*, 明治大学大学院理工学研究科\*\*\*, 千葉大学先進科学センター+, 山形大学有機エレクトロニクス研究センター++

○佐々木 樹\*, 鈴木 泰隆\*, 大内 靖弘\*, 阿部 岳文\*\*, 鶴岡 薫\*\*, 桑名 保宏\*\*, 野口 裕\*\*\*, 出村 誠也 \*\*\*, 石井 久夫+, 山口 雄生+, 横山 大輔\* ++

【要旨】有機半導体とフッ素樹脂の混合による膜の大幅な低屈折率化は有機 EL デバイスの光取り出し効率向上に寄与する新たな技術であるが、絶縁物であるフッ素樹脂を多く含む混合膜の導電性について詳細な理解が不十分であった。本研究ではその解明を目的として多角的な分析を行い、混合膜中で形成される相分離構造がバルク中の導電パスを確保し、電極界面に存在する絶縁性フッ素樹脂がトンネル注入促進に寄与していることを明らかとした。

S7 - 2 **微小正弦波重畳型変位電流評価法の提案と電気化学発光セルの評価**

千葉大学 大学院工学研究院\*, 千葉大学 先進科学センター\*\*

○平賀 太一\*, 田中 有弥\*\*, 石井 久夫\*\*,\*\*

【要旨】変位電流評価法やインピーダンス分光法などの容量-電圧測定は、電荷の挙動を観測できる有力な手段である。しかし、これらの方法では電荷の注入や放出過程等の過渡状態におけるインピーダンス (Z) の観測が困難であった。そこで本研究では、この問題を解決するための手法として三角波に微小な正弦波を印加した電圧を用いる微小正弦波重畳型変位電流評価法を提案する。本測定法を用いて電気化学発光セルの評価を行い、Z を forward と backward にわけて定量的に抽出することに成功した。

S8 : ショート口頭発表

14 : 40~15 : 00

座長 : 梅田 時由 (シャープ株式会社ディスプレイデバイスカンパニー)

S8 - 1 **四面对向式低ダメージカソードで成膜した上部 ITO 電極の評価**

京浜ラムテック株式会社

○岩田 寛, 徳田 勇一, 櫻井 一貴

【要旨】マグネトロン磁場を採用した四面对向式の低ダメージスパッタカソードを新たに開発し、有機 EL 上部電極への適合性を評価した。その結果、J-V 特性では $-5 \text{ V}$ 印加時の電流密度  $0.0016 \text{ mA/cm}^2$ 以下、L-V 特性では  $1000 \text{ cd/m}^2$ 時の動作電圧  $6.46 \text{ V}$ 、寿命試験では 410 時間経過後の輝度低下 8%以下であった。Al 上部電極を平板式マグネトロンスパッタで成膜したときのそれぞれの文献値は  $0.1 \text{ mA/cm}^2$ 、 $4.2 \text{ V}$ 、32% (330 時間経過後) [1]である。双方を比較すると、動作電圧以外は四面对向式カソードの方が大幅に良好な結果が得られていることが確認できた。

S8 - 2 **変位電流評価法を用いた電気化学発光セルの発光効率支配要因の解析**

明治大学大学院理工学研究科\*, 明治大学理工学部\*\*

○岩切勇人\*, 日下田哲也\*, 野口裕\*\*,\*\*

【要旨】 Super yellow と P<sub>66614</sub>-TFSA から成る電気化学発光セルの動作機構を変位電流評価法により評価した。これまで我々は、p, n ドープ層による自己吸収が発光効率を大きく低下させる要因であることを報告してきた。今回、自己吸収に加えて、ドープ緩和過程においてキャリアバランスに起因すると思われる発光効率の低下を観測した。

#### S8 - 3 窒化炭素ポリマー薄膜の電子状態

産業技術総合研究所 ナノ材料研究部門 ナノ界面計測グループ

○赤池 幸紀

【要旨】窒化炭素ポリマー(PCN)は可視光照射下で、水素発生用の光触媒、有機太陽電池、発光ダイオードの半導体層への応用が検討されている高分子である。しかし、PCN は通常粉体として得られるため、PCN の電子状態測定が困難であった。本研究では、導電性基板上に水平配向した PCN 薄膜を形成し、X 線光電子分光で化学組成を決めた上で、紫外光電子分光、逆光電子分光、理論計算でその電子構造を明らかにした。

#### S8 - 4 動的モンテカルロ法を使用した有機半導体 (ADN 誘導体等) のキャリア移動度のシミュレーション

シュレーディンガー株式会社\*, Schrödinger Inc.\*\*

○大塚 勇起\*, 森里 嗣生\*, 永田 徹哉\*, Jacob GAVARTIN\*\*, David GIESEN\*\*, Shaun KWAK\*\*, Andrea BROWNING\*\*, Teng ZHANG\*\*, Alexander GOLDBERG\*\*, Jeff SANDERS\*\*, Thomas MUSTARD\*\*, Caroline KRAUTER\*\*, Sudharsan PANDIYAN\*\*, Atif AFZAL\*\*, Mayank MISRA\*\*, Mathew HALLS\*\*

【要旨】有機半導体材料の効率的な設計を目的として、動的モンテカルロ法(KMC 法)を使用してキャリア移動度のシミュレーションを行った。本研究では、MD 計算によって得られたアモルファス構造の中で、距離の閾値に含まれる全ての分子間の電子カップリングと再配向エネルギーを計算し、電子とホール移動を KMC 法によってシミュレーションすることによって、キャリア移動度を見積もる。ADN 誘導体のテスト計算では、ホール移動度の傾向を再現した。

15 : 00~15 : 10 閉会の辞

横山 大輔 (山形大学 大学院有機材料システム研究科)

#### ポスター討論

15 : 10~16 : 40 (S2, S4, S6, S7, S8)

【備考】○：登壇者を示す。

【講演形式について】本討論会における各講演発表は、下記①~③のいずれかの講演形式で行います。

①特別講演 (40分)

②特別セッション (40分)

【一般講演】

③一般口頭発表 (20分：質疑応答含む) とポスター討論 (90分)

④ショート口頭発表 (5分：質疑なし) とポスター討論 (90分)

【ポスター討論について】講演者と参加者の討論を促すため、一般講演における筆答発表者が講演会終了後に参加者と討論する場 (ポスター討論) を設けます。余裕のある時間とリラックスした雰囲気の中で行われる活発な討論に是非ご参加ください。

【講演奨励賞対象者について】一般講演における 35 歳以下の筆答発表者が講演奨励の対象になります