

有機EL討論会 第28回例会 プログラム

2019/5/20

日時：2019年6月13日（木）、6月14日（金）

会場：東京国際交流館プラザ平成3階「国際交流会議場」（お台場）

〒135-8630 東京都江東区青海 2-2-1

交通：新交通ゆりかもめ（新橋駅～有明駅）「テレコムセンター駅」下車、徒歩4分

東京臨海高速鉄道りんかい線（新木場駅～大崎駅）「東京テレポート駅」下車、徒歩15分

東京国際交流館アクセス

<https://www.jasso.go.jp/ryugaku/kyoten/tiec/access.html>

6月13日（木） 10:30～20:00

10:00～10:30

開場・受付

10:30～11:00

第15回有機EL討論会総会

S1: 特別講演 I 11:00～11:30

座長：山田 武（住友化学㈱ 有機EL事業化室）

S1 **Hyperfluorescence™; a Game Changing Technology of OLED Display**

(株) Kyulux 代表取締役社長

安達 淳治

【要旨】Hyperfluorescence™は熱活性化遅延蛍光（TADF）と蛍光材料を組み合わせることで、TADFの特長である高い内部量子収率と蛍光の特長であるシャープな発光スペクトルによる高い色純度を、イリジウム等のレアメタルフリーで実現するディスプレイ用発光技術である。さらに、Hyperfluorescence™は半値幅（FWHM）が狭い発光スペクトルと高い外部量子効率（EQE）を両立することで、発光スペクトルのピーク波長における発光強度がリン光やTADFと比べても大きくなり、光学干渉を利用するトップエミッションディスプレイにおいてリン光やTADFと比べ高い電流効率を実現でき、高い効率と色純度に加えコスト競争力の面でも優れた究極の発光技術といえる。

S2: TADF 11:30～12:10

座長：山田 武（住友化学㈱ 有機EL事業化室）

S2-1 **ピリミジンの非対称な電子分布に基づく TADF 材料群**

山形大学大学院有機材料システム研究科有機材料システム専攻*、有機エレクトロニクス研究センター(ROEL)**、有機材料システムフロンティアセンター(FROM)***

○中尾晃平*、笹部久宏**、***、小松龍太郎*、早坂裕哉*、大澤達矢*、城戸淳二*、**、***

【要旨】有機ELの飛躍的な高効率化の方法として、光-電気変換効率を100%とする熱活性化遅延蛍光(TADF)発光材料が注目されているが、青色発光材料の高性能化がボトルネックとなっている。本研究では、アクセプター部位として非対称な電子分布を有するトリフェニルピリミジンに着目した。弱いアクセプター性による青色発光を実現すると共に、非対称な電子分布が光学物性、デバイス性能へ与える影響を検証した。

S2-2 **塗布積層可能な dendritic 型 TADF 材料の開発**

九州大学 先端物質化学研究所*、JST-PRESTO**、東京工業大学 化学生命科学研究科***、JST-ERATO+

○アルブレヒト 建**、松岡 健一*、藤田 克彦*、山元 公寿***、+

【要旨】凝集誘起発光増強(AIEE)と熱活性化遅延蛍光(TADF)を示すカルバゾール-ベンゾフェノン dendritic 末端構造を変化させることでニート膜で発光量子収率(PLQY)が0.74を示す dendritic 型を見出した(tBuG2B)。こ

の dendritic layer を発光層として、その上の電子輸送層までを塗布成膜した有機層全塗布型有機 EL 素子を作製したところ緑色で最大外部量子効率(EQE_{max}) 17.0%の発光を示した。

12:10~13:30 昼食 (80分)

表彰式 13:30~13:50

司会: 高田 徳幸 (産業技術総合研究所 電子光技術研究部門)

有機EL 討論会業績賞 および第27回例会講演奨励賞

S3: 受賞記念講演 I 13:50~14:20

座長: 村田 英幸 (北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科)

S3-1 溶液プロセスによる多積層型高効率有機 EL 素子の開発

理化学研究所 創発物性科学研究センター

夫 勇進

14:20~14:30 休憩 (10分)

S4: 特別セッション <逆構造 OLED>

受賞記念講演 II 14:30~15:30

座長: 石井 久夫 (千葉大学 先進科学センター)

S4-1 大気安定な逆構造有機 EL デバイスの開発: 酸化層を用いた電荷注入

(株)日本触媒 事業創出本部研究センター

森井 克行

S4-2 大気安定な逆構造有機 EL デバイスの開発: 有機中間層を用いた電子注入促進

NHK 放送技術研究所 新機能デバイス研究部

深川 弘彦

招待講演 15:30~15:50

S4-3 逆構造有機発光ダイオードにおける電子注入と動作機構

大阪府立大学 大学院工学研究科

内藤 裕義

【要旨】 Poly(9,9-dioctylfluorene-alt-benzothiadiazole) (F8BT) を発光材料、ポリエチレンイミン (PEI) を電子注入層とした逆構造有機発光ダイオード (OLED) において、電流-電圧特性、インピーダンススペクトル、光起電力、過渡 EL 測定などにより、逆構造 OLED の金属酸化物から発光性ポリマー半導体への電子注入過程を調べた。その結果、PEI の機能には、電子注入障壁の低減、金属酸化物の表面不活性化、励起子および正孔のブロックがあることが分かった。この結果を基に動作機構についても言及した。

A1: 企業展示広告 15:50~16:20 (各社3分)

座長: 梅田 時由 (シャープ(株) ディスプレイデバイスカンパニー)

A1-1 材料向け分子設計ソフトウェア Materials Science Suite

シュレーディンガー(株)

A1-2 産学連携による研究支援サービス

山形大学 INOEL フレキシブル基盤技術研究グループ

A1-3 電気&光学シミュレータ/Atlas, Victry Device 3D

(株)シルバコ・ジャパン

A1-4 有機 EL パネル・発光材料の各種光学特性評価機器のご紹介

コニカミノルタ(株) センシング事業部

A1-5 Fluxim 製品のご紹介

- (株) サイバネットシステム
- A1 - 6 **BPC OLED 材料紹介**
BPC(株)
- A1 - 7 (ショートプレゼン無し)
(株) Kyulux
- A1 - 8 **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)
- A1 - 9 **有機 EL 向け MORESCO 製品のご紹介**
(ガス・水蒸気透過度測定装置/有機 EL 用端面封止剤/フレキシブルデバイス用粘着剤 (PSA))
(株) MORESCO
- A1 - 10 **OLED に関する分析技術紹介**
(株) 住化分析センター
- A1 - 11 **不純物イオン評価システム LT-1000 のご紹介**
(株) 東陽テクニカ 理化学計測部

16 : 20 ~ 16 : 35

休憩 (15 分)

S5 : TADF II 16 : 35 ~ 17 : 35

座長 : 河村 祐一郎 (出光興産(株) 電子材料部)

S5 - 1 **熱活性化遅延蛍光有機 EL における外部磁場印加効果**

九州大学 最先端有機光エレクトロニクス研究センター

○田中 正樹, 永田 亮, 中野谷 一, 安達 千波矢

【要旨】 本研究では, OLED 素子内部の励起子挙動の評価手法として外部磁場印加効果 (MFE) に着目し, 種々の熱活性化遅延蛍光 (TADF) 分子を発光分子として用いた OLED の MFE を測定した. 電流密度一定条件下での磁場印加による EL 強度変化 (MEL) は正の応答を示し, また, MEL 波形は発光分子に大きく依存した. MEL を低磁場・高磁場成分に分離して評価することにより, 磁場応答性の起源と素子特性との相関について検討した.

S5 - 2 **平面型熱活性化遅延蛍光材料 HMAT-TRZ の励起状態における立体構造変化**

九州大学 理学研究院*, 九州大学 最先端有機光エレクトロニクス研究センター**, JST-ERATO***

下田 侑史*, 西郷 将生*, 宮田 潔志*, 土屋 陽一**,***, 安達 千波矢**,***, ○恩田 健*

【要旨】 熱活性化遅延蛍光 (TADF) 分子の多くはドナー基とアクセプター基間に大きな二面角を持つため, この二面角のダイナミクスが物性に与える影響を解明することが重要である. 今回は近年開発された平面型 TADF 材料 HMAT-TRZ について, 励起状態の構造変化を時間分解赤外分光と量子化学計算により検討した. その結果, 化学結合により二面角変化は抑えられた代わりに平面性が崩れる方向に構造変化することが確認された.

S5 - 3 **TADF 分子の光励起状態とイオン化状態の安定性**

産業技術総合研究所 分析計測標準研究部門*, JST・ERATO 安達分子エキシトン工学プロジェクト**, 九州大学 最先端有機光エレクトロニクス研究センター***

○細貝 拓也**, 浅川 大樹*, 岡林 裕介*, 中野谷 一**,***, 安達 千波矢**,***

【要旨】 熱活性化遅延蛍光 (TADF) 材料は次世代の有機 EL 用発光材料として新規開発および発光機構解明が精力的に進められているが, 材料自体の耐久性に関する研究は乏しい. 本研究では, TADF 分子の溶液中における光励起状態および単分子のイオン化状態の安定性に焦点を当てた. トルエン溶液中の光励起による分解は分子の励起三重項状態の不安定性に強く起因し, 一方, イオン化状態ではカチオン状態が著しく分解しやすいことが分かった.

17 : 35 ~ 18 : 00

移動 (25 分)

18 : 00 ~ 20 : 00

交流会

司会 : 辻 大志 (パイオニア(株) 研究開発部)

9:00~9:30

開場・受付

S6: 特別講演 II 9:30~10:00

座長: 中 茂樹 (富山大学 大学院理工学研究部)

S6 フレキシブル AMOLED ディスプレイの国内量産化と今後の技術展開

シャープ(株) OLED デバイス技術センター 第一開発部 部長

川戸 伸一

【要旨】昨年より、当社はスマートフォン向け AMOLED ディスプレイの量産を、堺工場にて開始した。量産・製品化の実現に際し、特長あるデバイスの構築を進め、多くの量産課題の解決を進めてきた。今回、開発経緯、事例、技術的取組の紹介を交えながら、我々の量産化までの取り組みと、今後の技術展開について、述べる。

S7: 電荷輸送 10:00~10:40

座長: 深川 弘彦 (NHK 放送技術研究所 新機能デバイス研究部)

S7-1 多階層計算によるホスト-ゲスト非晶系の電荷輸送特性解析

京都大学 化学研究所

○森脇 千騎, 久保 勝誠, 梶 弘典

【要旨】我々は有機非晶薄膜における電荷挙動を解析する多階層計算手法を構築してきた。昨年度の最新モデルでは、CBP の実測の正孔および電子移動度を精度よく再現することに成功した。本研究では CBP に DACT-II をドーブしたホスト-ゲスト非晶膜に対してその手法を適用し、ゲスト分子のドーブ濃度と系の電荷輸送特性の関係を検討した。その結果、移動度のドーブ濃度依存性がホスト-ゲスト間のエネルギー差によって大きく変化するメカニズムが示された。

S7-2 有機積層素子におけるキャリア輸送

出光興産(株) 電子材料部

○高橋 淳一

【要旨】有機エレクトロニクス素子におけるキャリアダイナミクスは Si 等の半導体デバイスとのアナロジーで議論されるが、実素子の特性を定量的に説明できるには至っていない。本講演ではインピーダンス分光の結果を中心に、有機積層素子の動作特性には通常の半導体素子とは際立った違いが存在することを示し、有機エレクトロニクス素子におけるキャリアダイナミクスにおいて、有機積層素子固有の課題として 3 つの問題提起を行う。

10:40~10:50

休憩 (10分)

S8: 分析・シミュレーション 10:50~11:50

座長: 服部 励治 (九州大学 グローバルイノベーションセンター)

S8-1 塗布型 HIL による基板表面上の異物カバレッジ特性の解明

山形大学 有機エレクトロニクスイノベーションセンター*, (株)東海理化**

○黒澤 優*, 村上 哲史*, 孫 麗娜*, 小幡 佳司**, 野畑 直樹**, 井東 道昌**, 硯里 善幸*

【要旨】本研究では、精密に大きさが制御された SiO_2 粒子 (粒径 $0.2 \sim 5 \mu\text{m}$) を用い定量的に基板表面上を汚染することで、塗布法による正孔注入層 (HIL) のカバレッジ効果を明らかとした。HIL が蒸着によるデバイスでは有機層膜厚同等の $0.2 \mu\text{m}$ で電氣的短絡が確認されるが、塗布法を用いたデバイス (PEDOT:PSS 90nm) では、その膜厚の約 10 倍の直径 $1 \mu\text{m}$ まで電氣的に被覆できることが明らかとなった。

S8-2 有機 EL 素子の構造解析における質量分析: 局所的溶媒抽出-NanoESIMS の適用検討

(株) 東レリサーチセンター

○高野 皓, 秋山 毅, 塩路 浩隆, 柴森 孝弘, 村木 直樹

【要旨】有機 EL 素子の劣化成分や不純物の構造特定を実施するにあたり、極微量成分の高感度検出が可能な NanoESI 法が適用できると考え、 Alq_3 を用いて検討を実施した。その結果、 Alq_3 の配位子をすべて保持した分子量

関連イオンを高質量分解能かつ高感度に検出することができ、有機 EL 素子の構造解析に NanoESIMS が適用可能であることが示唆された。さらに、局所的溶媒抽出 (LESA: Liquid Extraction Surface Analysis) を有機 EL パネルの分析にも応用したので、それらの結果も併せて報告する。

11 : 50 ~ 13 : 10

昼食 (80 分)

S9 : 励起子消滅過程

13 : 10 ~ 14 : 10

座長 : 梶 弘典 (京都大学 化学研究所)

S9 - 1 一重項励起子開裂過程を利用した近赤外有機 EL 素子

九州大学 最先端有機光エレクトロニクス研究センター*, JST・ERATO 安達分子エキシトン工学プロジェクト**, WPI-I2CNER***

○永田 亮**, 中野谷 一**,***, William J. Potscavage Jr.*,**, 安達 千波矢**,***

【要旨】近年、生体内における非侵襲および高い透過性や、光ファイバ通信における低い光損失等の理由から、近赤外有機発光素子への学術的かつ産業的関心が急速に高まりつつある。特に近赤外有機 EL 素子は、有機半導体材料の有する軽量・柔軟という特長を併せ持つことから、ウェアラブル端末等への幅広い応用が期待される。本研究では、高効率近赤外有機 EL 素子の実現に向け、効率的な一重項励起子開裂過程 (singlet fission: SF) を示す材料をホスト分子、近赤外発光材料をゲスト分子として用いた SF 増感近赤外有機 EL 素子の開発を目指した。

S9 - 2 スピン変換を伴う高効率 TTU 機構

九州大学 最先端有機光エレクトロニクス研究センター*, 九大 I2CNER**

○家宇治 亮太*, 合志 憲一**,**, 安達 千波矢**,**

【要旨】 Triplet-triplet upconversion (TTU)は、有機 LED(OLED)を高効率化する手法の一つであるが、TTU 効率を支配する因子は明らかになっていない。一部のアントラセン誘導体において、従来の TTU を利用した OLED の理論限界である 40%の励起子生成効率を大幅に上回る値が得られた。このことから従来の TTU 過程に加えて三重項性の中間体から S1 へのスピン変換を伴う遷移過程が寄与していると考えられる。

S9 - 3 時間分解 EL を用いた TTA 型青色発光有機 EL 素子の Roll-off 解析

北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科*, 次世代化学材料評価技術研究組合**

○浅ヶ谷 菫一*, Le Cong Duy*, 久保田 広文**, 酒井 平祐*, 村田 英幸*

【要旨】三重項-三重項消滅 (Triplet-Triplet annihilation: TTA) を用いた青色発光有機 EL 素子に対して、時間分解 EL 測定を用いて外部量子収率 (External quantum efficiency: EQE) の Roll-off 現象を解析した。キャリアバランスを制御した TTA 型発光素子では、発光層内のホール密度が高い素子で TTA に由来する遅延発光の発光寿命が減少した。このことからこの TTA 型素子の Roll-off 現象は、ホールによる三重項励起子の消光が原因であることが分かった。

14 : 10 ~ 14 : 20

休憩 (10 分)

S10 : ショート口頭発表

14 : 20 ~ 15 : 00

座長 : 座長 : 中野谷 一 (九州大学 大学院工学研究院)

S10 - 1 Modelling Electrical and Optical Cross-Talk between Adjacent Pixels in Organic Light-Emitting Diode Displays

Fluxim AG, Winterthur, Switzerland*, Institute of Computational Physics, Zurich University of Applied Sciences, Winterthur, Switzerland**

CY. Chou*, D. Braga*, S. Jenatsch*, L. Penninck*, R. Hiestand*, M. Diethelm*, S. Altazin*, C. Kirsch**, ○B. Ruhstaller**,**

【要旨】 Electrical and optical coupling between adjacent pixels are arising limitations of the device performance in high PPI OLED displays. This cross-talk effect reduces the contrast ratio and can be detrimental for the color gamut of the device. We achieved a quantitative understanding of both electrical and optical cross-talk in OLED displays with our simulation software LAOSS. Regarding electrical cross-talk, up to 40% relative luminance between the addressed pixel and the neighbors due to parasitic currents through the common layers is found for a typical AMOLED device. For a WOLED/CF display, simulation of optical cross-talk reveals significant

leakage of light to the neighboring pixels, which modifies the emitted color of the display in the far-field.

S10 - 2 ケミカル加工による曲面有機 EL パネルの開発

(株) NSC*, 山形大学 有機エレクトロニクスイノベーションセンター**

○富家 夏樹*, 谷口 信吾*, 大山 陽照*, 田村 達彦*, 黒澤 優**, 村上 哲史**, 佐合 益幸**, 硯里 善幸**

【要旨】車載用ディスプレイ等はデザイン上の観点から湾曲した有機 EL パネルが求められている。(株)NSCと山形大学はガラス基板のケミカル加工による曲面有機 EL パネルを世界で初めて開発した。本技術は曲げた状態で固定する高信頼性の有機 EL パネルを安価に提供することを可能にするものである。ケミカル加工を(株)NSCが、封止構造を山形大学が担当し、今回 200×100mm サイズ、厚さ 150 μ m、曲率半径 R100mm の湾曲を可能にした有機 EL パネルを試作した。

S10 - 3 フレキシブル有機半導体薄膜の割れおよび剥離現象

津山工業高等専門学校 電子制御工学科*, 広島国際学院大学 工学部 生産工学科**, 長岡技術科学大学 機械創造工学専攻・課程***, 兵庫県立大学 高度産業科学技術研究所+, 鈴鹿工業高等専門学校 材料工学科++, Q-Light+++

○小林 敏郎*, 古元 秀昭**, 永澤 茂***, 内海 裕一+, 兼松 秀行++, 栢田 剛+++

【要旨】インピーダンススペクトルにおいて低周波数領域で観測される誘導成分(負の静電容量)に着目し、動作している有機発光ダイオードのインピーダンス分光 (IS) 測定から、二分子再結合定数を簡便かつ短時間で評価する手法を提案する。実測した二分子再結合定数は、インピーダンス分光から評価したドリフト移動度を用いて算出したランジュバン再結合定数よりも、二桁から三桁小さい結果が得られた。

S10 - 4 量子ドット発光ダイオードの効率向上に関する研究

大阪府立大学*, 大阪府立大学 分子エレクトロニックデバイス研究所**

○佐野 翔一*, 小林 隆史**, 永瀬 隆**, 内藤 裕義**,

【要旨】量子ドット(QD)を発光材料とした量子ドット発光ダイオード(QLED)において、機械学習の手法を用いて、QLED の効率支配因子に関する知見を得た。その知見を基に、デバイス作製、デバイスシミュレーションにより QLED の高効率化に関する考察を行うとともに、QLED の効率向上のために適切に機械学習を用いるための課題についても議論した。

S10 - 5 キャリア注入と EL 効率のロールオフ現象との相関性

愛知工業大学 大学院工学研究科 電気電子工学専攻

○森 竜雄, 青山 悟, 清家 善之

【要旨】逆構造には不向きな α -NPD/Alq3 二層試料において、正孔注入材料 HAT-CN と MoO_x を利用した素子では、HAT-CN 試料の方が正孔注入が良好であり、電子注入も促進され EL 効率も高かった。EL 効率では最大に達した後、急激に効率が減少した。これはロールオフ現象にキャリア注入が影響している可能性を示唆し、順構造でキャリア注入層の影響を確認した。この効率低下はキャリア輸送能に対してキャリア注入が追従できないことが原因である。

S10 - 6 変位電流評価法を用いた電気化学発光セルの動作機構解析 -電気化学ドーピングと電気・光学特性の相関-

明治大学理工学部*, 明治大学大学院理工学研究科**

○野口 裕**, 日下田 哲也**, 岩切 勇人**

【要旨】電気化学発光セル(LEC)の動作機構を理解するためには、電気化学ドーピングの状態と電気特性および光学特性との相関を解析することが重要である。我々は変位電流評価法を拡張し、変位電流および実電流特性と、発光特性との同時計測を行うことで、Super Yellow と P₆₆₁₄-TFSA との混合膜から成る LEC の動作機構を解析した。電気伝導特性が真性領域に支配される一方、発光効率がドープ領域の特性に強く依存することが明らかになった。

S10 - 7 塗布型発光性ポリマー内の新規不純物イオン量測定法

(株)東陽テクニカ ワン・テクノロジーズカンパニー*, TOYOTech LLC**, 大阪府立大学大学院工学研究科 電子・数物系専攻***

○大藪 範昭*, 井上 勝**, 末永 悠***, 石井 智也***, 久茂田 耀***, 内藤 裕義***

【要旨】 TFT-LCD 材料の評価で知られる過渡電流測定で発光性ポリマーの一つである Super Yellow に含まれる不純物イオンの定量化に成功した。溶剤として Xylene を用い、絶縁膜をコーティングした ITO 付きガラス基板で作製したテストセルに溶液を注入し三角波電圧印加による過渡電流を測定した。過渡電流中に現れる、溶液中を移動する不純物イオンに起因する電流ピークの面積から不純物イオン量の定量化を行った。

S10 - 8 PYSA で測定された IP/WF データ共通化の検討

理研計器(株) 営業技術部 営業技術課

○中島 嘉之

【要旨】 オープンカウンターを用いた大気中光電子収量分光法 (Photoemission Yield Spectroscopy in Air, PYSA) で測定されたイオン化ポテンシャル(IP), 仕事関数(WF)の値を利用するために必要な, 測定時の光量やグラフの縦軸 (べき乗) などのメタデータ (データのデータ) について検討したので報告する。

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, S5, S7, S8, S9, S10)

【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①~④のいずれかの講演形式で行います。

①受賞記念講演 (30分)

②特別講演 (30分)

③招待講演 (20分)

【一般講演】

④一般口頭発表 (20分 : 質疑あり) とポスター討論 (90分)

⑤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、一般講演における口頭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】 一般口頭発表とショート口頭発表における 35 歳以下の発表者が講演奨励賞の対象になります。

【企業展示】 エヌ・イー ケムキャット(株), (株) Kyulux, コニカミノルタ(株) センシング事業部, サイバネットシステム(株), シュレーディングー(株), (株) シルバコ・ジャパン, (株) 住化分析センター, (株) 東陽テクニカ, BPC(株), (株) MORESCO, 山形大学
(五十音順)