

有機EL討論会 第24回例会 プログラム

2017/5/17

日時：2017年6月15日（木）、6月16日（金）

会場：NHK 放送技術研究所

〒157-8510 東京都世田谷区砧 1-10-11

交通：小田急線 成城学園前駅 南口から小田急バス / 東急バス 約10分 「NHK 技術研究所」下車

NHK 放送技術研究所アクセス

<http://www.nhk.or.jp/str/about/access.html>

6月15日（木） 10:00~20:00

10:00~10:30

開場・受付

10:30~11:00

第13回有機EL討論会総会

S1：特別講演 I 11:00~11:40

座長：三上 明義（金沢工業大学 工学部）

8Kの動向とディスプレイ性能に求めるもの

NHK 放送技術研究所 研究主幹

西田 幸博

【要旨】4K・8K 超高精細度テレビジョン(UHDTV)の映像方式は、HDTV に比べて高精細度化(UHD)、高フレーム周波数化(HFR)、広色域化(WCG)、高ダイナミックレンジ化(HDR)がなされ、高い臨場感と実物感を提供する。4K・8Kの放送が始まり、2018年にはチャンネル数の拡充が予定されている。UHD、HFR、WCG、HDRを全て満足する8Kディスプレイは実現できておらず、早期の実現が期待される。

S2：材料/デバイス 11:40~12:40

座長：上村 強（(株) ジャパンディスプレイ 次世代研究センター）

S2-1 生体計測用近赤外 OLED の開発

浜松ホトニクス株式会社 中央研究所 材料研究室*、九州大学・OPERA**

○山中孝彦*、中野谷一**、原滋郎*、廣畑徹*、安達千波矢**

【要旨】熱活性遅延蛍光(TADF)分子から近赤外蛍光色素へのフェルスター型共鳴エネルギー移動(FRET)を利用した TADF assisted fluorescent OLED (TAF-OLED) を作製することで、発光ピーク波長 780 nm、100 mA/cm² における外部量子効率 2.3%、発光出力 0.14mW の特性を示す近赤外 EL が得られた。また、100 mA/cm² の定電流駆動でデバイス寿命評価を行ったところ、LT₉₀ > 250 時間の極めて高い耐久性を示すことが分かった。更に本検討で得られた近赤外 OLED を生体計測用光源として用いることにより、血中ヘモグロビンの酸素飽和度変化を観測することができた。

S2-2 TADF 材料における発光減衰測定・高次三重項励起準位を考慮した 4 準位モデルによる解析

大阪府立大学大学院工学研究科*、大阪府立大学 RIMED**、九州大学 OPERA***、九州大学 JST-ERATO 安達分子エキシトン工学プロジェクト+

○丹羽 顕嗣*、川手 大輔*、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(TADF)材料において、高次の三重項励起状態(T_n)準位がその緩和過程に大きく関与していることがいくつかの実験・理論計算から分かってきた。本発表では、代表的な TADF 材料である 1,2,3,5-tetrakis(carbazol-9-yl)-4,6-dicyanobenzene (4CzIPN) の溶液と薄膜を試料として用いた。T_n 準位を考慮した 4 準位系のモデルから予想される 3 つの発光成分を実測し、モデルの妥当性を確かめることができた。

S2 - 3 フルオレン系ポリマー発光トランジスタにおける移動度と発光強度改善

大阪大学大学院工学研究科

○梶井 博武, 橋本 和弥, 大友 隆弘, 尾崎 雅則, 大森 裕

【要旨】ポリアルキルフルオレン系ポリマーを配向させた結晶性ポリマー薄膜を用いた有機発光トランジスタ(OLET)にて、電子と正孔移動度とも約 $10^{-2} \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ を示した。適切なドナー・アクセプタ型フルオレン系ポリマーを OLET の活性層に用いることで約 $10^{-1} \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ の正孔移動度が得られ、それに伴い発光強度の改善が可能であることが示された。ポリマーである利点を活かし、必ずしも結晶性の高い状態を利用せず、電気光学特性の改善が可能であることを示した。

A1 : 企業展示広告 12 : 40~13 : 00 (各社 3分)

座長 : 上村 強 ((株) ジャパンディスプレイ 次世代研究センター)

A1 - 1 電気&光学 シミュレータ / Radiant,

(株)シルバコ・ジャパン

A1 - 2 Fluxim 製品のご紹介(仮)

サイバネットシステム(株)

A1 - 3 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 - 4 受託分析に関する分析事例紹介

(株)住化分析センター

A1 - 5 測定時間を短縮する新たなガス・水蒸気透過率測定装置および測定法

(株)MORESCO

A1 - 6 展示会場にて

東ソー(株)

13 : 00~14 : 40 昼食 (100分)

8Kディスプレイのデモンストレーションを行います。

表彰式 14 : 40~15 : 00

司会 : 中 茂樹 (富山大学 大学院理工学研究部)

有機EL 討論会業績賞・講演奨励賞

S3 : 受賞記念講演 15 : 00~16 : 00

座長 : 占部 哲夫 (産業技術総合研究所 フレキシブルエレクトロニクス研究センター)

S3 - 1 大型有機ELパネル開発とテレビ市場の開拓

LG Display Co., Ltd

OLED TV Development Group

Oh ChangHo

S3 - 2 有機ELパネル製造装置の開発および製造

キヤノントッキ(株) 事業推進部

松本 栄一

※S3-2は受賞記念講演とともに特別セッションでの講演と致します。

S4 : 特別セッション 16 : 00~17 : 40

座長 : 占部 哲夫 (産業技術総合研究所 フレキシブルエレクトロニクス研究センター)

有機ELディスプレイ・照明産業を支える生産技術・製造装置 拡大する有機ELディスプレイ・照明産業において日本の技術の強みの一つである生産 技術・製造装置に焦点を当て特別セッションを設けます。本セッションでは有機ELディスプレイ・照明産業の著名な製造装置メーカーの方々に講師に招いてご講演を頂きます。

S4 - 1 **有機EL蒸着装置に求められる生産技術**

(株)アルバック FPD・PV 事業部

羽根 功二

【要旨】ディスプレイ市場は、過去10年以上市場をけん引してきたLCDの成長が今後2~3年で緩やかとなり、中小型ディスプレイの主力機種は、より一層AMOLEDが採用されると予想されます。

アルバックは、AMOLEDの個々の分野においても、ハード、プロセス、材料を含めた広い範囲で提案可能な体制をとっており、特に、中小型ディスプレイ用途は「高精細、低消費電力、軽量・薄型、低コスト、フレキシブル化」という製品側の要求に対して、最適化された装置を提案しております。

S4 - 2 **有機ELデバイス用蒸着装置**

日立造船(株) 機械事業本部 システム機械BU*, 日立造船(株) 事業企画・技術開発本部 戦略企画部**

○藤本 英志*, 千住 直輝*, 清水 祐輔*, 山成 淳一**, 松本 祐司*

【要旨】有機ELデバイスを構成する有機層・金属電極層成膜は、一般的に真空蒸着法が用いられている。当社は、有機層成膜に面蒸発源をベースとした蒸発源、金属電極層成膜に材料供給機構を搭載した電子ビーム蒸発源を採用し、静止成膜、移動成膜の両方式に対応可能な製造装置を開発した。本報告では、面蒸発源の静止成膜、移動成膜の両成膜方式の比較、有機ELデバイス用電子ビーム蒸発源及び長時間生産を可能とする周辺技術について紹介する。

S4 - 3 **Important technologies of ink jet system for OLED display fabrication**

Tokyo Electron Kyushu Ltd

Teruyuki Hayashi

【要旨】

We reported the advantages of ink jet printing (IJP) and the important technologies for MURA/Defect free panel fabrication by IJP. The swath-mura caused by IJ head variations was already resolved by IJP equipment technologies.

S4 - 4 **ディスカッション：講演の後、講師の方々に再度登壇頂き、会場の皆さんも含めて全体討論を行います。**

18:00~20:00 交流会

司会：中 茂樹（富山大学 大学院理工学研究部）

会場：レストラン赤坂クーポール大蔵店

6月16日（金） 9:00~17:10

9:00~9:30 開場・受付

S5：特別講演Ⅱ 9:30~10:10

座長：中 茂樹（富山大学 大学院理工学研究部）

直接的アリアル化重合：高分子半導体の製造プロセスを志向した合成手法の開発

筑波大学数理物質系 学際物質科学研究センター

神原 貴樹

【要旨】我々は、有機金属化学的な見地から従来の高分子半導体の合成手法の特徴と課題を見直し、芳香族化合物のC-H結合を直接反応点として利用できる直接的アリアル化反応に基づく高分子合成法の開発を進めている。この方法は、簡便且つ環境調和に優れた合成法であるとともに、高分子半導体の特性を十分に発揮させるための試料の高純度化に適する。従って、高分子半導体の合成手段として大きな可能性を秘め、有機デバイスの実用化・普及への貢献が期待される。本講では、この合成法に関わる我々の取り組みを紹介する。

10:10~10:25 休憩（15分）

S6 : 材料 10 : 25 ~ 11 : 25

座長 : 河村 祐一郎 (出光興産 (株) 電子材料部)

S6 - 1 励起状態分子内プロトン移動による熱活性化遅延蛍光の発現

九州大学 OPERA*, JST ERATO**, WPI-I2CNER***

○儘田 正史**, 稲田 工**, 小簗 剛**, William J. Potscavage, Jr.*, 中野谷 一**, 安達 千波矢**, ***

【要旨】TADF 材料の分子設計は、ドナーとアクセプタユニットを連結した系が確立されているが、本研究では、TADF 材料の新たな設計指針として ESIPT が有効であることを見出した。この設計を用いることで、これまで分子設計が困難であった完全に縮環した高平面構造の TADF 材料を実現でき、非常に高い安定性も示唆された。また、有機 EL デバイスにおいて効率的なアップコンバージョンの寄与によりほぼ 100% の励起子生成効率が達成されることを明らかにした。

S6 - 2 蛍光 OLED で高効率 TTA を可能にする高分子材料

住友化学株式会社 先端材料開発研究所

○山内 掌吾, 福島 大介, 青山 嘉憲, 山田 武

【要旨】高効率な Triplet-Triplet Annihilation (TTA) を可能にする高分子材料について報告する。共役系高分子では主鎖方向に励起軌道の共有が生じているため、比較的単純なポリマー構造でも 3 重項励起子の対消滅が容易に起きる。我々は、アントラセン誘導体を主骨格とした 3 重項-1 重項変換用の高分子材料を開発した。光励起による光アップコンバージョン法、電流励起による遅延蛍光観測の双方で TTA による高効率な 3 重項-1 重項変換が観測された。TTA の頻度を決定付けるポリマー構造の要件についても議論する。

S6 - 3 棒状の TADF 分子 Cis-BOX2 における水平配向とその熱的安定性

九大・OPERA*, JST-ERATO**, 名大・院理***, 九大・シス情+, ふくおか IST++

○小簗剛**, 相良雄太*, 田中啓之***, 興雄司**, 中村望*, 藤本弘*, ++, 安達千波矢**, **, ++

【要旨】棒状の TADF 分子 Cis-BOX2 をホストマトリックスにドーブした真空蒸着膜において、Cis-BOX2 の水平配向における成膜温度依存性とその熱的安定性を調べた。CBP をホストマトリックスに用いた場合、200 K の成膜温度において完全な水平配向を実現した。この配向性を EL 光取出しに利用したところ、 $33.4 \pm 2.0\%$ の EL 外部量子効率を得られた。また、得られた水平配向は、ホストマトリックスが流動性を持つ温度において完全に消失することを見出した。

11 : 25 ~ 13 : 05

昼食 (100 分)

S7 : 評価解析 13 : 05 ~ 14 : 25

座長 : 高田 徳幸 (産業技術総合研究所 機能化学研究部門)

S7 - 1 反応速度論にもとづいた有機 EL 素子の劣化機構解析

北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科

○村田英幸, 松本 怜, Le Cong Duy, 白鳥 瑞徳, 酒井平祐

【要旨】OLED の輝度減衰カーブに対して、反応速度論にもとづく複合指数減衰 (Combined exponential decay: CED) 関数を適用し劣化反応の素反応数の解析を行った。その結果、輝度の低下は 3 つの劣化反応が同時進行して起こることが分かった。さらに、残留ガス成分の影響を可能な限り排除した超高真空下で作製した OLED の寿命評価を行った結果、駆動電圧の上昇は輝度の低下には本質的な劣化機構とは無関係であることが分かった。

S7 - 2 TADF 材料をホストに用いたリン光有機 EL 素子の長寿命化と寿命支配因子の解明

NHK 放送技術研究所

○岩崎 有希子, 深川 弘彦, 清水 貴央, 藤崎 好英, 山本 敏裕

【要旨】有機 EL 素子の実用化に最も重要な指標である駆動寿命の支配因子について調べるため、リン光素子の発光層ホスト材料として熱活性化遅延蛍光 (TADF) 材料を用いた素子について系統的に調査した。その結果、駆動寿命はホストからゲストへのフェルスターエネルギー移動速度に依存することを見出した。また、発光材料とホストに適した TADF 材料は異なり、分子サイズが小さい TADF 材料がホストとして適していることが示された。

S7 - 3 計算化学による有機EL分子の安定性の解析

九州大学 最先端有機光エレクトロニクス研究センター (OPERA) *, 有機光エレクトロニクス実用化開発センター (i3-OPERA)** ,九州先端科学技術研究所 (ISIT)***, 住化分析センター+

○稲田 工*, 藤本 弘**, Atula S. D. Sandanayaka*, 八尋 正幸**,***, 柚木脇 智**, 末包 高史+, 今西 克也+, 章 宏+, 安達 千波矢**,***

【要旨】DFT 計算によって有機 EL に用いる分子の Bond Dissociation Energy と最低励起エネルギーを見積もり、有機 EL 素子の安定性について評価を行った。これらの計算結果は実験結果と良好な一致を示し、一部の有機分子はラジカルアニオン時に分子内の結合が弱くなるため素子の耐久性が落ちることがわかった。さらに、電子ブロッキング層として広く用いられている T2T 中に存在する不純物のダイポールモーメントを計算することによって、劣化の主要因は発光層と電子ブロッキング層の界面で生じていることが示唆された。

S7 - 4 光電子収量分光 (PYS)スペクトルを用いた有機物の状態密度の解析

千葉大学大学院融合科学研究科

○但野将平

【要旨】光電子収量分光法(PYS)についての、状態密度近似に基づくシンプルな理論を展開する。この理論では、金属と半導体での知られたスペクトル閾値での振る舞いを説明でき、ガウス関数型の状態密度がエネルギーの 3 乗で増加する PYS スペクトルを与える。更に、PYS スペクトルの閾値付近の領域の 2 階微分が近似的に状態密度に比例することも示す。

14 : 25~14 : 40

休憩 (15 分)

S8 : ショート口頭発表 14 : 40~15 : 25

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 狭バンドギャップポリマー, PTB7 配向膜を用いた 近赤外偏光発光有機 EL 素子

産業技術総合研究所*, シナノケンシ株式会社**

○谷垣宣孝*, 鎌田賢司*, 中村浩行**

【要旨】狭バンドギャップポリマー、PTB7 の配向薄膜を発光層として用いた近赤外域で偏光発光する有機 EL 素子を作製した。透明電極を付した基板上に PTB7 を摩擦転写法によって配向薄膜を製膜した。この上に可視光発光するポリマー F8BT を積層し、さらに金属電極を蒸着して素子とした。この素子では F8BT から PTB7 にエネルギー移動することで近赤外発光した。

S8 - 2 共蒸着法によるイッテルビウム錯体の合成と近赤外 OLED への応用

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**, 九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所***

○陣内 和哉*, 嘉部 量太**, 安達 千波矢**,***

【要旨】熱安定性が低く、真空蒸着が困難なイッテルビウム錯体 $\text{Yb}(\text{DBM})_3(\text{DPEPO})$ を熱安定な錯体前駆体 $\text{Yb}(\text{DBM})_3(\text{H}_2\text{O})_2$ と配位子 DPEPO の共蒸着により、基板上で合成した。Yb 錯体の生成は MALDI-TOF-MS と FT-IR を用いて確認した。この Yb 錯体を発光層とする近赤外 OLED を作製し、電流密度 1.0 A/cm^2 において近赤外外部量子効率 0.15% を達成した。

S8 - 3 有機半導体薄膜の引張試験時の圧縮歪に起因する座屈剥離現象

津山工業高等専門学校 電子制御工学科*, 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 材料開発工学科***, Q-Light+

○小林敏郎*, 岡田真**, 内海裕一**, 兼松秀行***, 栢田剛+

【要旨】有機半導体薄膜の引張試験時の皮膜の割れならびに剥離現象についてまとめた。有機薄膜の引張り試験時の割れは、低歪の場合は歪の増加に伴って割れの数が増加する。一方、負荷歪が大きい場合は、密着力に起因すると考えられる割れ端部での剥離が生ずる。また、引張りとは直角方向には収縮歪が発生し、皮膜は圧縮応力状態となり、密着力に起因すると考えられる剥離 (Buckling) 生ずる。

- S8 - 4 **熱活性化遅延蛍光分子における同位体置換効果**
九州大学・OPERA*, JST・ERATO 安達分子エキシトン工学プロジェクト**
○加嶋 優貴*, 中野谷 一*,**, 安達 千波矢*,**
【要旨】TADF 分子における同位体置換効果を調べるため TADF 活性を示す有機発光分子 4CzBN の重水素置換を行い、重水素置換の有無による光物性及び EL 特性を比較・検討した。結果、重水素置換により三重項励起状態から基底状態への無輻射失活が抑制され、一重項励起状態への逆系間交差過程の量子収率が向上し、PL 及び EL 量子収率が向上することが分かった。さらに、無輻射失活抑制効果はドーピング濃度が高いほど効果的であることが分かった。
- S8 - 5 **カルベンを配位子としたイリジウム錯体のデバイス化**
千葉大学大学院工学研究科*, 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**
○畑 誠太郎*, 下出 真菜*, 黒澤 優**, 井上 正宜**, 硯里 善幸**, 唐津 孝*
【要旨】深い青色発光が可能なりん光有機 EL デバイスを目指し、カルベン配位子を用いたイリジウム錯体を合成し、溶液の発光特性およびデバイス評価を行った。色純度、発光量子収率は良好であったが、今回作製したデバイス構造では、著しく低い駆動寿命特性であることが分かった。その中でも異性体である *facial* 体と *meridional* 体では駆動寿命特性に差があり、*meridional* 体で劣化進行が遅いことが分かった。
- S8 - 6 **大環状芳香族炭化水素を用いた高効率有機 EL デバイスの開発**
JST, ERATO*, コニカミノルタ株式会社**, 東京大院理 ***
○泉 倫生*,**,***, 薛 婧 **, 池本 晃喜*,**,***, 高 秀雄*,**,***, 北 弘志**, 佐藤 宗太*,**,***, 磯部 寛之*,**,***
【要旨】大環状炭化水素化合物が持つユニークな性質に対する興味から、有機エレクトロニクス材料として検討を進めている。最近開発した[n]Cyclo-meta-phenylene([n]CMP)のりん光型有機 EL デバイスにおける発光ホスト材料への検討を進めたところ、比較的単純な素子構成で、20%を超える高い外部量子効率を示すことを見出した。本講演では、その詳細について報告する。
- S8 - 7 **時間分解赤外分光を用いた TADF 物質における発光状態分子構造の同定**
九州大学理学研究院*, 東京工業大学理学院**, 九州大学 OPERA***, JST-ERATO+
○恩田健*, 田中誠一**, 向田達彦**, 中野谷一***,+ , 安達千波矢***,+
【要旨】TADF 物質 2CzPN および 4CzIPN の光励起後に起こる構造変化を、時間分解赤外分光法(TR-IR)を用いて明らかにした。その結果、励起一重項状態から三重項状態へ移るとき、2CzPN では大きな構造変化が伴う一方、4CzIPN ではほとんど変化していないことがわかった。この構造変化の違いが EL 過程における両者の発光効率の違いを生んでいると考えられる。さらに 2CzPN の三重項状態においては、実測と計算のスペクトル比較により詳細な構造を決定することに成功した。
- S8 - 8 **ケルビン法による極性発光色素共蒸着膜の自発的分極現象の観測**
千葉大学大学院融合理工学府*, 千葉大学先進科学センター**, 千葉大学分子キラリティー研究センター***
○渡辺 達也*, 中光 栄仁*, 田中 有弥*,**, 石井 久夫*,**,***
【要旨】燐光発光や熱励起遅延蛍光を用いた有機 EL 素子では、色素を無極性ホスト材料にドープして用いることが多い。このドープ層ではしばしば色素の配向分極により界面電荷が発生し素子特性を左右するが、配向機構の詳細は分かっていない。そこで、色素として Alq₃、ホストとして CBP を用いた共蒸着の分極をケルビン法で測定した。その結果、分子 1 個あたりの相対配向度が高濃度領域で減少した。これは配向分極への双極子-双極子相互作用の関与を示している。
- S8 - 9 **置換基伸長による新規化合物構造の創出に向けた計算化学的手法の開発**
シュレーディンガー (株) *, Schrödinger, Inc.**
○吉留 大輔*, 森里 嗣生*, 永田 徹哉*, Alexander Goldberg**, H. Shaun Kwak**, Thomas J. Mustard**, Mathew D. Halls**
【要旨】我々はこれまでコンピュータ上で仮想的な新規化合物を創出・評価するための手法として、遺伝的アルゴリズムを用いて部分構造の交換を繰り返すことでより良好な化合物構造へと展開させる計算化学的なフローを構築

してきた。今回、仮想化合物の発生・検討に向けた新たな方法として、置換基伸長による新規構造の自動生成と物性改善の効果に着目したフローを考案し、検証を実施した。今回試行したフローを繰り返す中で多くの仮想化合物を評価することに加え、コンピュータによって選出される候補置換基が対象とする骨格構造に対してより効果的なものであるように学習を進めて行けるシステムの構築を目指した。

15：25～15：35 閉会の辞
実行委員長：：中 茂樹（富山大学 大学院理工学研究部）
15：40～17：10

ポスター討論

【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①～⑤のいずれかの講演形式で行います。

- ①特別講演（S1, S5：40分）
- ②受賞記念講演（S3：30分）
- ③特別セッション（S4：25分）
- ④一般口頭発表（講演：15分、質疑：5分）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】

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、東ソー（株）、（株）MORESCO