



九州大学工学研究院応用化学部門
九州未来化学創造センター
光機能デバイス部門



安達研究室

有機光エレクトロニクス
Materials Chemistry, Device Physics and Applications



研究室概要

現在、有機光エレクトロニクスの研究分野は、有機EL (OLED)の実用化により大きく開花し、次世代有機フォトニクスデバイスの創成と共に、有機半導体デバイス物理の確立が急務となっています。そこで、光機能デバイス講座では、新規有機半導体材料の合成から有機固体薄膜デバイスにおける電荷注入過程、電荷輸送、再結合過程の解明、励起子生成・失活過程の解明、さらに、高励起密度下での励起子失活過程の解明に取り組んでいます。高度な光電子物性の解明を通して、有機材料に対する理解を深め、その知見を、材料設計にフィードバックし、従来の概念を超える新材料の開発に取り組んでいます。また、次世代有機フォトニクスデバイスとし

て、高性能、高付加価値な有機トランジスタ、有機太陽電池、有機メモリ、有機レーザーダイオードの実現に積極的に取り組んでいます。さらに、これらの個別デバイスの集積化を通して、オール有機物による電子回路の実現やフレキシブル光電子デバイスなど、従来のSiテクノロジーでは実現できなかった新しい有機半導体集積デバイス技術を切り開いていきます。また、有機デバイスの研究を基礎に、有機ナノ構造制御、無機半導体やMEMS技術との融合、生体分子と有機電子デバイス技術を結びつけた新しいバイオフォトニクス分野の創成も当研究部門の大きな目標です。詳細な物性解析を通して、常に基礎科学に立ち返り、革新的な新材料の創製と有機半導体デバイス物理の解明に取り組めます。

液体OLED

従来の半導体素子は固体状態の薄膜を用いて作製されています。我々のグループでは室温で液体状態の半導体分子を設計し、有機EL素子へ応用する取り組みを行っています。このような液体状態の半導体材料は有機物でのみ実現可能な形態であり、我々のグループでは長鎖アルキル基を有するカルバゾールを液状半導体として発光層に用いたEL素子から電界発光の観測に初めて成功しました。(図2: Appl. Phys. Lett. 95, 053304 (2009))。電荷注入とキャリア再結合効率を上げる材料設計と構造設計を導入することにより、100cd/m²の最大輝度と0.3%の外部EL量子効率を達成しています。

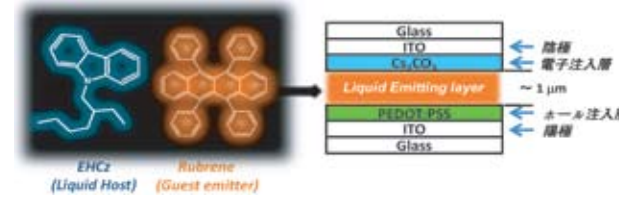


図2 液体半導体の分子構造と液体半導体を発光層に用いたEL素子(液体有機EL素子)の構造

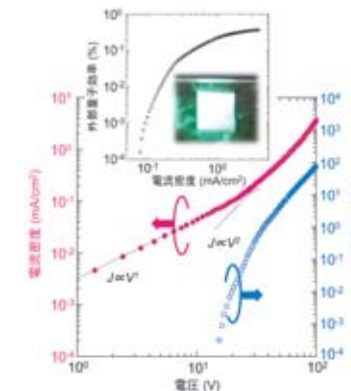


図3 液体有機EL素子のEL特性

これらの結果は、有機デバイスの構築においては、有機固体状態に必ずしも固執する必要はなく、液状半導体へのパラダイムシフトが可能であることを示唆しています。例えば、折り曲げや延伸等のストレスに対しても本質的にクラック発生の問題を回避でき、真の意味でのフレキシブルデバイスが実現できます(図4a)。また、流動性を積極的に利用し、電極間に常に新鮮な半導体材料を発光部分に供給することで、本質的に素子劣化のないデバイスの実現(図4b)やマイクロ流路型の発光素子(図4c)への応用も期待されます。現在、液体有機EL素子の高性能化に向け材料設計と構造最適化を進めています。

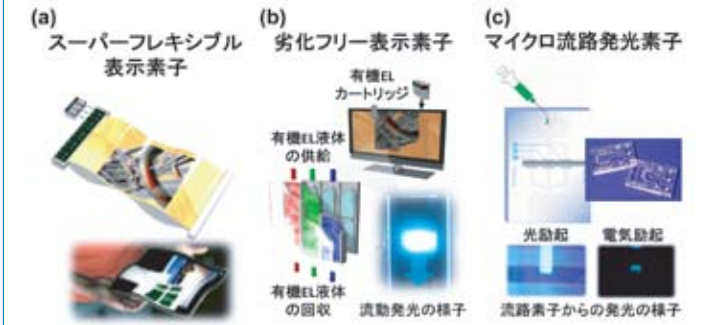


図4 液体有機EL素子の応用

有機半導体レーザー

究極のEL発光素子に向けて

有機ELに続く次世代発光素子は有機半導体材料を用いた究極の素子である電流励起による有機半導体レーザーです。有機半導体レーザーを実現するためには、電流励起により反転分布を形成する必要があります。これまでの実験から電流励起による反転分布を形成するためには~kA/cm²以上のキャリアを注入する必要があることが分かりました。我々のグループでは、主に、有機EL型と、FET(Field effect transistor)型の構造を用いて有機半導体レーザーの実現を目指して研究を行っています。FET型構造は電極と発光箇所が離れているため、金属による光吸収を最小限に抑えることができるほか、電子とホールの同時注入による大電流注入に適した構造であることを見出しました。最近では、このFET構造をさらに発展させて、ゲート電極を二つ持つ、スプリットゲート構造型FETを提案しました。この構造はゲート電極が二つあるため、電子とホールの同時注入および同時蓄積が可能であり、従来のFET構造と比べて数多くの利点を有していることが分かりました。有機EL型では、高電流密度下において、励起子失活が深刻な影響を与えるため、その解明と抑制の研究を行っています。今後、デバイス物理の解明を進め、有機半導体レーザーの実現を目指します。

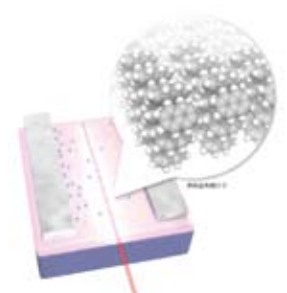


図5 単結晶トランジスタ構造

H. Nakanotani et al., Appl. Phys. Lett., 95, 103307(2009).

主要研究テーマ

発光材料

熱活性化遅延蛍光材料による高効率有機EL実現に向けて

蛍光材料は優れた高電流密度特性や材料設計の多様性など多くの利点を有していますが、電流励起下において1:3の割合で生成した一重項励起子と三重項励起子の内、25%の一重項励起子しかEL発光に利用することができないため、EL発光の高効率化は困難と考えられてきました。しかしながら、近年私たちは熱活性化遅延蛍光材料を用いることで、この問題の解決の糸口を見出しました。熱活性化遅延蛍光現象の利用により三重項励起子を熱により一重項励起子へとUpconversionさせることが可能になり、Ir等の貴金属を用いることなく、リン光ELと同様の内部発光効率100%を達成できると期待されます。熱活性化遅延蛍光の高効率化を達成するためには、励起一重項準位と励起三重項準位のエネルギー差を小さくすることが必要であり、現在はエネルギーギャップの小さな発光材料の開発と分子設計指針の確立に取り組んでいます。一昨年度には非常に小さなエネルギー差(0.1 eV)を有する発光材料の開

発に成功し、蛍光ELの理論効率と同程度のEL効率を実現しています。¹⁾また、エキサイプレックスやスピロ化合物を用いた新規熱活性化遅延蛍光材料開発により極めて小さなエネルギー差(0.05 eV程度)の実現にも成功し、今後有機ELの新展開が期待されます。

1) A. Endo et al., Appl. Phys. Lett., 98, 083302 (2011).
Top 20 Most Downloaded Articles (March 2011, April 2011)

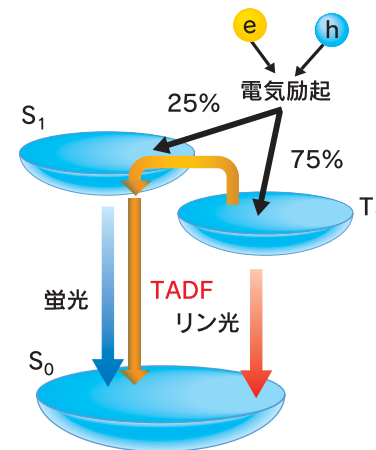


図1 熱活性化遅延蛍光現象を利用した新機構有機EL

液晶半導体の合成と機能化

ソフトマターエレクトロニクスへの展開

液晶は、液体的な流動性(動的特性)と結晶的な秩序性(分子配向性)を併せ持つユニークな分子集合体であり、いまや機能性ソフトマテリアルの中核的物質として幅広く利用されています。液晶分子のもつ優れた自己組織化能を有機半導体の材料設計へ展開することにより、多彩な秩序ナノ構造を自発的に形成して動的・異方的な電子・光機能を発現するユニークな機能材料へと昇華させることができます。私たちは、このようなソフトマターとしての特性を兼ね備えた新しい液晶半導体の合成と有機太陽電池などのデバイスへの応用を目指して研究を進めています。液晶の自己修復性や巨視的な分子配向性を巧みに活用することで、従来の結晶性材料を凌ぐ電子機能の実現を目指しています。

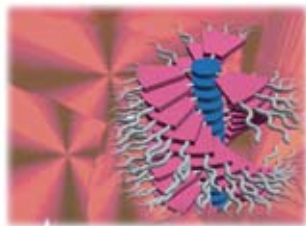


図6 液晶半導体の自己組織化

有機太陽電池

クリーンエネルギーの開発

近年、地球環境の問題や、エネルギー資源の枯渇が身近に感じられるようになり、再生可能なクリーンエネルギーの有効利用が不可欠な状況となっています。私たちは、これまでに培った有機デバイス開発の技術を活かし、有望な再生エネルギーである太陽エネルギーの有効活用のための有機薄膜太陽電池(organic photovoltaic cell)の開発を行なっています。有機薄膜太陽電池では、入射した光エネルギーが薄膜中で励起子を作り、電気的性質の異なる有機半導体の界面で電子と正孔に分離、その後それぞれが外部回路を流すことによって電流が発生します。励起子を効率よく分離させるためには、ドナー層とアクセプター層が“シリンダ”状に分離した構造が有効であると言われています。私たちは、Copper phthalocyanine (CuPc)を用いてこの構造を自己組織的に作製することに成功し、有機薄膜太陽電池へ応用し光電流の観測を実現しました。また、

この“シリンダ構造”の高密度やデバイス構造を最適化することで更なる変換効率の向上が期待できます。M. Hirade et al. Appl. Mat. Int. 3, 80 (2011).

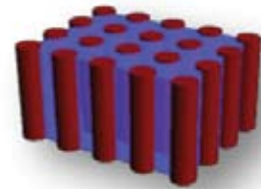


図7 理想的な有機薄膜太陽電池の構造

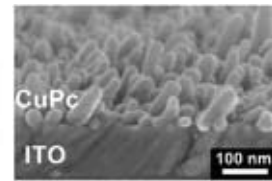


図8 CuPcのシリンダ構造

有機トランジスタ

有機半導体材料は無機半導体に比べて導電率、キャリア移動度が低く、有機薄膜トランジスタ(OTFT)移動度は低いものでした。また、主鎖伝導を利用したOTFTは古くから高移動度化の可能性が指摘されてきていますが、これまでの報告では $1\text{cm}^2/\text{Vs}$ レベルに留まっています。私たちの研究グループでは、10, 12-ペンタコサジン酸を用いて、重合時における体積変化がFET駆動を阻害していることを見つけ(図9)、さらに、電子線重合により最大 $3.8\text{cm}^2/\text{Vs}$ まで移動度を向上させる事に成功しました(図10)¹⁾。現在、重合時における体積変化を抑制した分子設計により、更なる高移動度化を目指しています。また、有機半導体材料の特徴として、ドーピングによるキャリア密度の制御があります。私たちのこれまでの研究成果から、ドナー性およびアクセプター性有機半導体材料を積層し電荷移動(CT)錯体を形成させ、CT界面における基礎的な研究に取り組み、導電性向上因子の特定を行なってきました²⁾。さらに、それぞれ単独膜で優れたp型、n型有機半導体特性を有する材料であるDATTFとC60を用いて、 $\sigma = 0.12\text{S/cm}$ と高い導電性を示すCT錯体を形成すると共に、2ステップで、p型、n型有機半導体活性層および電極を形成する新規プロセスの提案を行ないました(図11)³⁾。

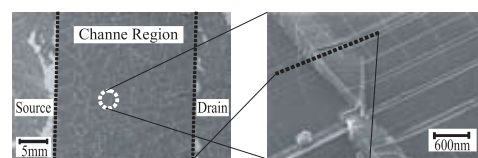


図9 10,12-ペンタコサジン酸蒸着膜のSEM像(上)、および、断面SEM像(下)

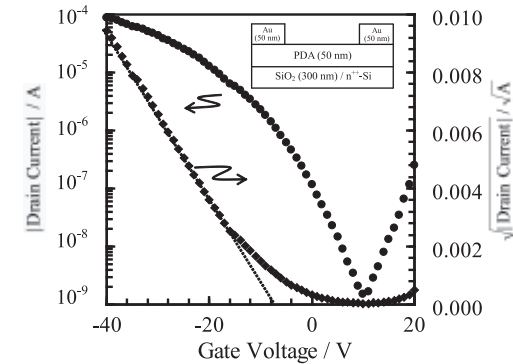


図10 電子線重合を用いた主鎖伝導型OTFTのtransfer特性

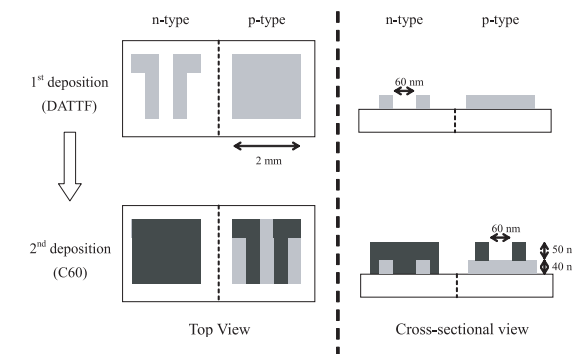


図11 CT錯体電極を用いた新規有機半導体デバイスの作製プロセス

- Refs. 1) T. Kato et al., Appl. Phys. Exp., 4, 091601 (2011).
 2) 入江 他, 電気学会誌 Sec A, 130, 155 (2010).
 3) T. Kato et al., Jpn. J. Appl. Phys. 49 (2010) 050202.

ウェットプロセス開発

有機EL素子の照明光源としての展開が現在、盛んに進められています。有機ELを照明光源として普及させるためには、蛍光灯とほぼ同等の特性が要求されることはもちろんのこと、それにも増して低コストでの作製が必要不可欠となります。現在照明用途として開発が進められている有機ELは、使用する有機材料の多くが低分子であるため、その作製には、真空装置を用いたドライプロセスが主流となっています。その結果、真空装置が必要な層数だけ連結する必要があるため、製造装置が非常に高価になり、さらに、タクトタイムの増加など低コスト化へのハードルは高い状況です。一方の高分子材料を用いた有機EL照明は、ウェットプロセスを用いて低コストに作製できる可能性を秘めています。しかしながら、高分子材料系の有機ELは、低分子材料系と比較して特性が劣っています。そこで、特性の良い低

分子材料を用い機能分離させた多層構造をウェットプロセスで実現できれば、有機ELを照明光源として普及させるということが現実的な話となります。本テーマでは、低分子材料を用い低コスト化が期待されている新規ウェットプロセスの開発に取り組んでいます。

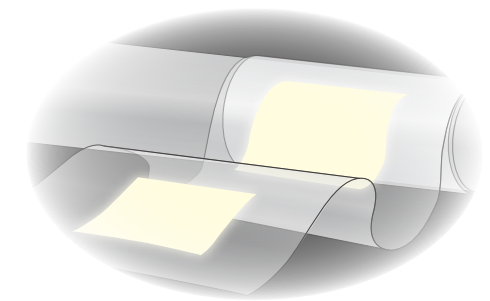


図12 フレキシブルデバイス

有機半導体ドライプロセス開発

有機半導体ドライプロセスラボでは、ガスフロー蒸着技術を採用した新しいドライ成膜技術の研究開発を行っています。ガスフロー蒸着はアルゴン等不活性ガスを輸送媒体(キャリア)として利用し、有機材料蒸気を効率よく基板表面まで運び成膜する方法です。レスポンスの良いキャリアガス流量を制御パラメータにできることから、成膜速度、ドーピング濃度など成膜に関わる緻密な制御が可能なが大きな特徴です。さらに、スキヤン成膜、リニアソースとの組合せによる連続積層成膜を実現、生産性高いシステムとして評価しています。これらの応用技術として、マスクレスダイレクトパターンング(特許出願中)をベースとして、有機薄膜の分子配向制御や有機薄膜の単結晶化にも取り組みます。また、有機材料蒸気をソフトイオン化し、非破壊で直接モニタリングするための新しい評価方法の開発にも着手しており、今後は成膜プロセスの信頼性(有機材料の熱分解・重合等の劣化解析)について解析を進め、ガスフロー蒸着にて作製された有機EL素子の信頼性とも合わせて検討する予定です。材料蒸気中の分子の振る舞いを把握することにより、ガスフロー蒸着に適した分子構造設計、新しい材料創出も期待されます。



図13 福岡市産学連携交流センターに設置したガスフロー蒸着実験装置

プロセス解析

有機ELデバイスの実用化やアモルファスシリコンを超えるような高移動度をもつ有機トランジスタ開発の急進などを背景に、これらをより発展させるための新規なプロセス技術へのニーズは高まる一方です。こうした中、従来の真空成膜法とは異なりより安価にデバイス製造を可能とできるインクジェットや印刷などに代表されるウェットプロセスには次世代のエレクトロニクス産業を支える製造プロセスとしての大きな期待が寄せられています。

本プロセス要素・解析ラボでは、こうしたウェットプロセスの開発を支える新規材料設計技術、塗膜の形成過程等のダイナミクスや電場などの外部刺激を利用した分子配向制御技術および解析技術の確立、さらに、既知である印刷プロセスを応用した超高速移動度を有するトランジスタの開発など、次世代のコスト競争に勝ち抜くための必要な基礎的知見採取を中心に検討を行うとともに、検討を通じて得られた知見を活かした実用化への展開を迅速に進めていきます。

1 ウェット用有機半導体材料設計技術開発

これまでに、有機半導体デバイスの高性能化を目指した様々な有機半導体材料の開発が進められています。しかしながら、材料の良否は素子特性評価によってしか判断ができないため、材料開発は経験に基づいた試行錯誤を繰り返し進められています。そこで本研究では、有機半導体の重要な特性である"電荷移動"に着目し、分子構造から一次構造および高次構造をシミュレーションによって具現化し、期待される電荷移動度を計算によりあらかじめ予測することにより、効率的な材料開発が可能となる材料設計技術を得ることを目的としています。

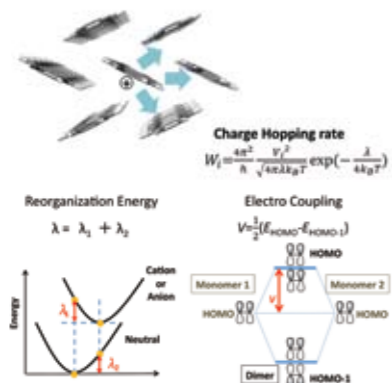


図13 ペンタセンの高次構造シミュレーションおよび電荷移動予測

2 新規ウェットプロセスおよび要素解析技術の開発

有機半導体デバイスの高性能化とともに「低コスト化」及び「低環境負荷」に関わる技術開発を避けることはできません。また、その技術開発を支える有機分子のダイナミクスや基本物性評価手法は必ずしも確立されているわけではありません。本研究では、これまでの有機デバイス作製法の主流であった真空蒸着プロセス(ドライプロセス)に匹敵する性能を有する新規なウェットプロセスを開発します。さらに、溶液の乾燥過程や外部刺激に対する有機分子の応答特性、ウェットプロセスで作製した有機積層界面の状態などを詳細に解析し、信頼性の高い優れた成膜手法の開発と要素解析技術の確立を目指します。

3 「印刷プロセスの確立」有機トランジスタインクの開発と印刷プロセスの確立

ウェットプロセスの中でも、印刷技術はこれまで多くの改良がなされた信頼性の高いプロセスです。しかしながら、従来の印刷技術を用いて有機トランジスタ(FET)を作製した場合、トランジスタを形成するインクの性能の問題のために、FETとしては低い性能に留まっています。本研究では、これまでに高移動度で大気安定性があり、かつ、有機溶媒へ溶解性の良い有機半導体材料であるBTBT誘導体に着目して印刷プロセスの開発と超高速移動度を有する有機トランジスタの開発を行います。これらの材料は結晶性が高いため、特性が安定しない等の問題点が指摘されていますが、その高い結晶性をうまく利用し移動度などの電気的特性が優れ、更に均一な特性を示すトランジスタインクを開発し、それに適した印刷プロセスを確立しています。



図14 プリンタブルエレクトロニクスの実現

有機ナノ構造体の制御

BEANSプロジェクト~異分野融合型次世代デバイス製造技術開発プロジェクト~に参画し研究を進めています。今後の健康・医療・環境分野で活躍するデバイス開発には、高感度、高効率、生体・環境適合などの機能や機構を実現する製造プロセスが必要とされています。このため、従来のシリコンを中心とする無機ドライ材料に加え、合成有機分子や生体分子、細胞、組織、微生物などの特異的な機能を活かす融合プロセスの研究開発が不可欠です。本プロジェクトは、ナノテクノロジー、バイオテクノロジーなどの様々な分野のサイエンスとエンジニアリングを融合させ、将来の革新的次世代デバイスの創出に必要な基盤プロセスを開発し、さらにそのプラットフォームを確立することを目的としています。プロジェクトの期間は平成20年度~24年度の5年間で、NEDO技術開発機構から受託を受けた技術研究組合BEANS研究所が中心となり、東京大学・九州大学・産業総合技術研究所・



関係企業を結集して産学連携の体制を構築しています。

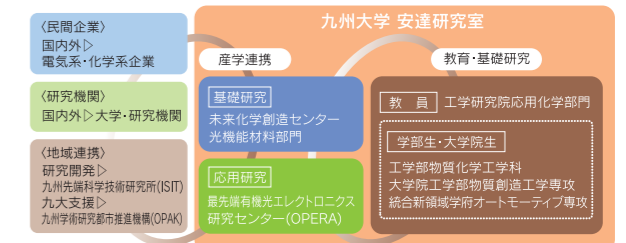
当研究室では、高効率エネルギーハーベスティングデバイスや有機ナノ分子デバイスの研究基盤を創出するために九州工業大学宮崎研究室と共同で、有機ナノ界面融合プロセス、及び有機高次構造形成プロセスに取り組んでいます。この中で有機半導体ナノドットの形成と有機デバイス性能の向上、有機半導体ナノピラーの形成、及びナノレベルのグレインサイズ制御による高効率有機太陽電池の創製に成果を挙げています¹⁾。また、ナノポア構造をテンプレートとした熱電半導体ナノポーラス膜形成による特性向上、積層型有機熱電変換デバイスの創製²⁾、ナノミスト法による自己組織化ナノ構造³⁾、及び分子配向制御による有機ELの光取り出し性能向上⁴⁾も達成しています。さらに、トップダウン技術融合として中性粒子ビームによる有機薄膜エッチングにも取り組んでいます。

Refs. 1) M. Hirade et. al., Appl. Mat. Int. 3, 80-83, (2011).
 2) K. Harada et. al., Appl. Phys. Lett. 96, 253304 (2010).
 3) T. Nishio et. al., Appl. Phys. Exp., 3, 025201 (2010).
 4) M. Taneda et. al., Appl. Phys. Exp., 4, 071602 (2011).

産学連携活動

当研究室では、これまでに有機半導体デバイス物理や基礎物性評価から得た知識、技術、ノウハウ等を広く社会に還元するために、産学連携活動を積極的に推進しています。学術的色彩が濃く基礎的な研究課題や、革新的な研究課題等については、研究室のテーマとして取り組み、価値ある成果を提供できるように一丸となって努力しています。さらに、情報交換だけではなく実際に実験装置を取り扱い、有機半導体デバイスの作製から特性評価まで行って理解が進む分野でもあることから、企業からの研究員も積極的に受け入れ、研究の進捗及び研究員の教育にも力を注いでいます。一方、製品出口に近い研究テーマや様々な技術、ノウハウ、試作等については福岡市所管の研究所である(財)九州先端科学技術研究所(ISIT)ナノ研究室(福岡市産学連携センター)とも緊密な連携をとり、安

達研究室と一緒に問題解決にあたります。また、福岡市(産学連携交流センター)やISIT、(財)九州学術研究都市推進機構(OPAK)ふくおかISTとも連携し、九州大学を中心とする伊都地区が、産学連携のナノテク研究の拠点となるよう協力して取り組んでいます。このように当研究室では、win-winの関係を構築できるよう最も効果的な共同研究の体制のもと、積極的な産学官連携活動を行っています。



研究室メンバー

研究室は、安達千波矢(主幹教授)、安田琢磨(准教授)、合志憲一(助教授)、八尋正幸(客員教授)のスタッフ、ポスドク、大学院生、卒研生に加え、企業研究者とも積極的に交流を図り、活発な研究活動を行っています。また、海外研究機関とも積極的に交流を図り、研究の国際化を進めています。有機光エレクトロニクスのような学際研究領域においては、有機化学、

物性物理、光物理、電子工学などの異分野との交流が研究開発推進のために極めて重要となります。学内外における教員・学生レベルでの多様な研究交流を通して研究開発を加速したいと考えています。研究室では、伊都キャンパス近郊の大自然を生かしてスポーツ大会、バーベキュー、海水浴、飲み会など多彩なイベントも盛りだくさん開催しています。



主幹教授

安達 千波矢

Chihaya Adachi

略歴: 1991年九州大学大学院総合理工学研究科材料開発工学専攻博士課程修了(工学博士)。1991年(株)リコー化成製品技術研究所研究員。1996年信州大学繊維学部機能高分子学科助手。1999年プリンストン大学Center for Photonics and Optoelectronic Materials研究員。2001年千歳科学技術大学光科学部物質光科学科助教授。2004年教授。2002年より、科学技術振興機構(JST)戦略的創造研究振興事業(CREST)研究代表者。2005年10月より現職。2003年より、日本学術振興会第142C委員会(有機光エレクトロニクス)主査。

学位: 工学博士(九州大学、1991年)

所属学会: 応用物理学会、高分子学会、日本化学会、有機合成化学協会、光化学協会、米国Materials Research Society、米国International Society of Optical Engineering (SIPE)、米国IEEE

研究分野: 有機光エレクトロニクス、有機半導体デバイス物性、有機光物理化学

趣味: テニス、旅行、車、ジョギング



准教授

安田 琢磨

Takuma Yasuda

略歴: 2005年東京工業大学大学院総合理工学研究科 博士課程修了博士(工学)。2005年東京大学COE拠点形成特任研究員。2006年日本学術振興会特別研究員(PD)。2008年東京大学大学院工学系研究科 化学生命工学専攻 助教。2010年九州大学大学院工学研究院 応用化学部門 准教授。

学位: 博士(工学)(東京工業大学、2005年)

所属学会: 日本化学会、高分子学会、日本液晶学会、アメリカ化学会

専門: 機能性有機材料化学

趣味: スポーツ(野球、バレー、スキー、ジム通い)、食べ歩き



助教授

合志 憲一

Kenichi Goushi

2006年 千歳科学技術大学大学院博士後期課程修了。2006年 日本学術振興会特別研究員(PD)。2007年(独)情報通信研究機構・専攻研究員。2008年 東北大学大学院工学研究科 応用化学専攻・助教。2009年 九州大学未来化学創造センター・学術研究員。2010年11月 九州大学工学研究院応用化学部門・助教。

学位: 博士(理工学)(千歳科学技術大学、2006年)

所属学会: 応用物理学会

研究分野: 有機光エレクトロニクス、有機光物理

趣味: カメラ、旅行



客員教授

八尋 正幸

Masayuki Yahiro

略歴: 2001年九州大学大学院総合理工学研究科量子プロセス理工学専攻博士課程修了(博士(工学))。2001年京都大学博士研究員。2005年日本放送協会放送技術研究所博士研究員。2005年12月より九州大学未来化学創造センター助教。2009年10月より(財)九州先端科学技術研究所 産学連携コーディネーター。

学位: 博士(工学)(九州大学、2001年)

所属学会: 応用物理学会

研究分野: 有機半導体デバイス、有機光エレクトロニクス

趣味: ドライブ、お酒と美味しいもの探し、ハイキング登山 etc.

2010年度学術論文

2010.4~2011.3
公開&受理分

1. "Photoluminescence characteristics of organic host materials with wide energy gaps for organic electrophosphorescent devices", Ayataka Endo and Chihaya Adachi, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **49**, 050205 (2010)
2. "Emission color tuning in ambipolar organic single crystal field-effect transistors by dye-doping", Hajime Nakanotani, Masatoshi Saito, Hiroaki Nakamura, and Chihaya Adachi, *Adv. Funct. Mat.*, **20**, 1610-1615 (2010)
3. "In situ real-time spectroscopic ellipsometry measurement for investigation of molecular orientation in organic amorphous multilayer structures", Daisuke Yokoyama and Chihaya Adachi, *J. Appl. Phys.*, **107**, 126512 (2010)
4. "Improved thermoelectric performance of organic thin-film elements utilizing a bilayer structure of pentacene and 2,3,5,6-tetrafluoro-7,7,8,8-tetracyanoquinodimethane (F4-TCNQ)", Kentaro Harada, Mao Sumino, Chihaya Adachi, Saburo Tanaka and Koji Miyazaki, *Appl. Phys. Lett.*, **96**, 253304 (2010)
5. "3,6-diarylcarbazole derivatives as a host material in organic electrophosphorescent diodes", Kenji Muneuchi, Masaomi Sasaki, Hiroyuki Sasabe and Chihaya Adachi, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **49**, 080208 (2010)
6. "Suppression of roll-off characteristics of electroluminescence at high current densities in organic light emitting diodes by introducing reduced carrier injection barriers", Yousuke Setoguchi and Chihaya Adachi, *J. Appl. Phys.*, **108**, 064516 (2010)
7. "Organic molecules based on dithienyl-2,1,3-benzothiadiazole as new donor materials for solution-processed organic photovoltaic cells Solar Energy Materials and Solar Cells", Zhonglian Wu, Benhu Fan, Feng Xue, Chihaya Adachi, Jianyong Ouyang, *Solar Energy Mat.*, **94**, 2230 (2010)
8. "Fluoro-substituted Phenyleneethynyls: Acetylenic n-Type Organic Semiconductors", Daisuke Matsuo, Xin Yang, Akiko Hamada, Kyo Morimoto, Takuji Kato, Masayuki Yahiro, Chihaya Adachi, Akihiro Orita, and Junzo Otera, *Chem. Lett.*, **39**, 1300 (2010)
9. "Nanocrystal growth and improved performance of small molecule bulk heterojunction solar cells composed of a blend of chloroaluminum phthalocyanine and C70", Kentaro Harada, Tomohiko Edura, and Chihaya Adachi, *Appl. Phys. Exp.*, **3**, 121602 (2010)
10. "Light extraction from surface plasmons and waveguide modes with nanoimprinted gratings in organic light-emitting diodes", Joerg Frischeisen, Quan Niu, Robert Gehlhaar, Giuseppe Scarpa, Chihaya Adachi, Paolo Lugli, and Wolfgang Brutting, *Optical Express*, **19**, A7-A19 (2011)
11. "Highly conductive interface between a rubrene single crystal and a molybdenum oxide layer and its application in transistors", Hajime Nakanotani, Hayato Kakizoe and Chihaya Adachi, *Solid State Comm.*, **151**, 93-96 (2011)
12. "Strategies for enhanced light extraction from surface plasmons in organic light-emitting diodes", Jorg Frischeisen, Bert Scholz, Benedikt Arndt, Tobias Schmidt, Robert Gehlhaar, Chihaya Adachi, Wolfgang Brutting, *J. Photonics for Energy*, **1**, 011004 (2011)
13. "Enhanced Figure of Merit of a Porous Thin Film of Bismuth Antimony Telluride", Makoto Kashiwagi, Shuzo Hirata, Kentaro Harada, Yanqiong Zheng, Masayuki Yahiro, Chihaya Adachi and Koji Miyazaki, *Appl. Phys. Lett.*, **98**, 023114 (2011)
14. "Formation of Organic Crystalline Nanopillar Arrays and Their Application to Organic Photovoltaic Cells", Masaya Hirade, Hajime Nakanotani, Masayuki Yahiro and Chihaya Adachi, *Appl. Mat. Int.*, **3**, 80-83, (2011)
15. "Improvement of electroluminescence performance of organic light emitting diodes with a liquid emitting layer by introduction of electrolyte and a hole-blocking layer", Shuzo Hirata, Korefumi Kubota, Heo Hyo Jung, Osamu Hirata, Kenichi Goushi, Masayuki Yahiro, and Chihaya Adachi, *Adv. Mater.*, **23**, 889-893 (2011)
16. "Efficient up-conversion of triplet excitons into a singlet state and its application for organic light emitting diodes", Ayataka Endo, Keigo Sato, Kazuaki Yoshimura, Takahiro Kai, Atsushi Kawada, Hiroshi Miyazaki and Chihaya Adachi, *Appl. Phys. Lett.*, **98**, 083302 (2011)
17. "Highly photostable distributed-feedback polymer waveguide blue laser using spirofluorene derivatives", Hirotaka So, Hirofumi Watanabe, Masayuki Yahiro, Yu Yang, Yuji Oki and Chihaya Adachi, *Opt. Mat.*, **33**, 755-758 (2011)
18. "Molecular stacking by intermolecular C-H...N hydrogen bonds leading to high carrier mobility in vacuum-deposited organic films", Daisuke Yokoyama, Hisahiro Sasabe, Yukio Furukawa, Chihaya Adachi, and Junji Kido, *Adv. Funct. Mat.*, **21** 1375-1382 (2011)

2011年度学術論文

2011.4~
公開 & 受理分

伊都キャンパスへのアクセス

19. "Photophysical characteristics of 4,4'-bis(N-carbazolyl)tolan derivatives and their application in organic light emitting diodes", Masakazu Ohkita, Ayataka Endo, Kimihiro Sumiya, Hajime Nakanotani, Takanori Suzuki, and Chihaya Adachi, *J. Luminescence*, **131**, 1520-1524 (2011)

20. "Increased light outcoupling efficiency in dye-doped small molecule organic light-emitting diodes with horizontally oriented emitters", Jorg Frischeisen, Daisuke Yokoyama, Ayataka Endo, Chihaya Adachi, Wolfgang Brutting, *Organic Electronics*, **12**, 809 (2011)

21. "Organic Electrodes Consisting of Dianthratetrathufulvalene and Fullerene and Their Application in Organic Field Effect Transistors", Takuji Kato, Chikako Origuchi, Masato Shinoda, Chihaya Adachi, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **50**, 050202 (2011)

22. "Phenanthrene-Functionalized 3,6-Dithiophen-2-yl-2,5-dihydropyrrolo[3,4-c]pyrrole -1,4-diones as Donor Molecules for Solution-Processed Organic Photovoltaic Cells", Zhonglian Wu, Aiyuan Li, Benhu Fan, Feng Xue, Chihaya Adachi, and Jianyong Ouyang, *Sol. Energ. Mater. Sol. Cell*, **95**, 2516-2523 (2011)

23. "Horizontal Orientation of Linear-Shaped Platinum(II) Complex and Demonstrations of High Light Out-Coupling Efficiency in Organic Light Emitting Diodes", Masatsugu Taneda, Takuma Yasuda, and Chihaya Adachi, *Appl. Phys. Exp.*, **4**, 071602 (2011)

24. "p-i-n Homojunction in Organic Light-Emitting Transistors", Satria Zulkarnaen Bisri, Taishi Takenobu, Kosuke Sawabe, Satoshi Tsuda, Yohei Yomogida, Takeshi Yamao, Shu Hotta, Chihaya Adachi, Yoshihiro Iwasa, *Adv. Mater.*, **23**, 2753 (2011)

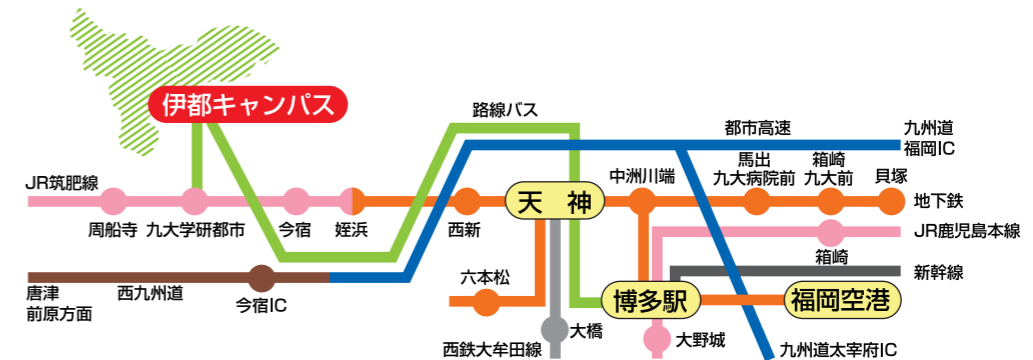
25. "Two-dimensional orientation control of organic semiconducting amorphous films by mechanical brushing", Toshiharu Arai, Kenichi Goushi, Hiroko Nomura, Tomohiko Edura, Chihaya Adachi, *Appl. Phys. Lett.*, **99**, 053303, (2011)

26. "High Carrier Mobility of 3.8 cm²V⁻¹s⁻¹ in Polydiacetylene Thin-Films Polymerized by Electron Beam Irradiation", Takuji Kato, Chikako Origuchi, Kyoji Tsutsui, Yasukiyo Ueda, and Chihaya Adachi, *Appl. Phys. Exp.*, **4**, 091601 (2011)

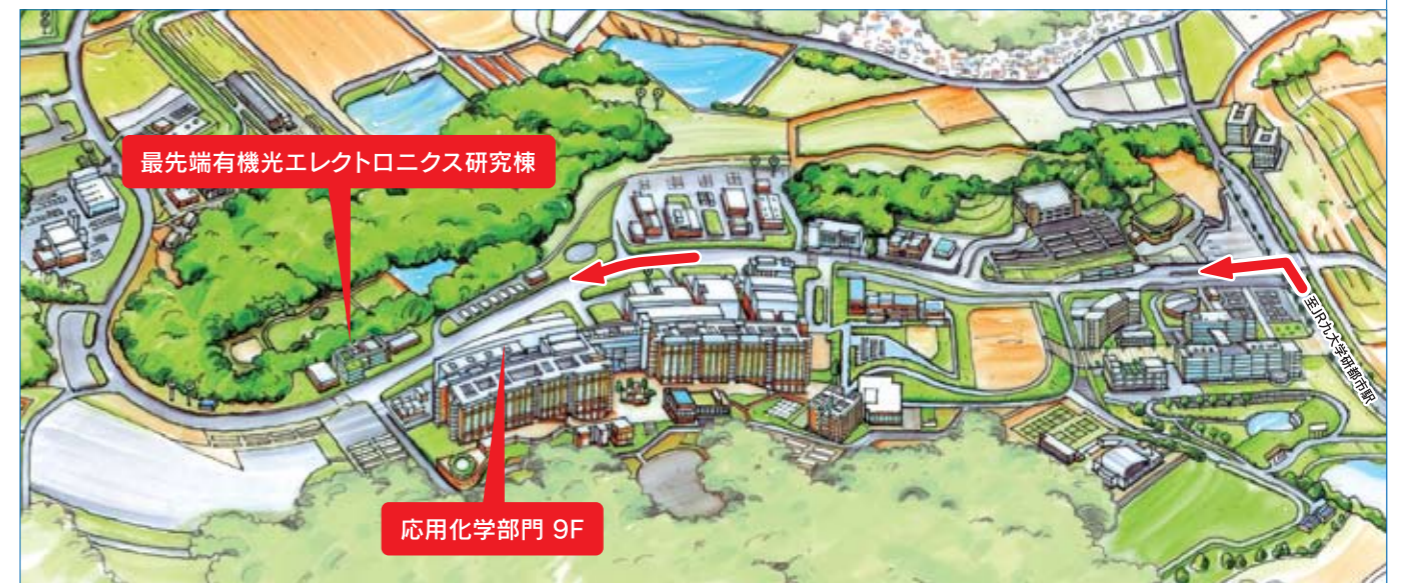
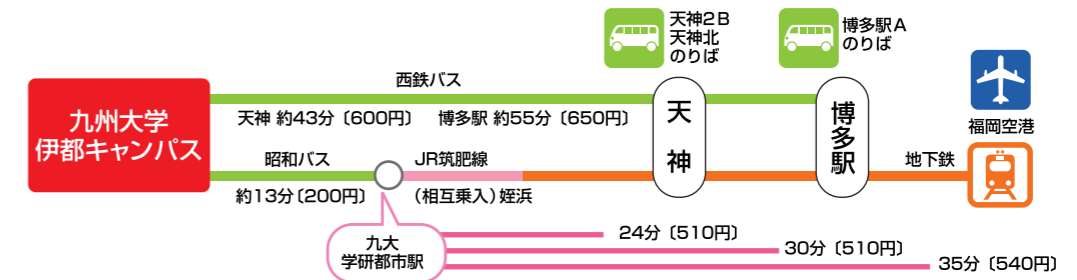
27. "Thermoelectric Properties of n-type C60 Thin Films and Their Application in Organic Thermovoltaic Devices", Mao Sumino, Kentaro Harada, Masaaki Ikeda, Saburo Tanaka, Koji Miyazaki, and Chihaya Adachi, *Appl. Phys. Lett.*, **99**, 093308 (2011)

28. "Small Molecular Organic Photovoltaic Cells having Exciton Blocking Layer at Anode Interface and their Improved Device Performance", Masaya Hirade and Chihaya Adachi, *Appl. Phys. Lett.*, (in press)

29. "Dependence of Amplified Spontaneous Emission Threshold in Spirofluorene Thin Films on Molecular Orientation", Takeshi Komino, Hiroko Nomura, Masayuki Yahiro, Kuniaki Endo and Chihaya Adachi, *J. Phys. Chem. C*, (in press)



福岡市内主要地からの所要時間と料金



安達研究室では、修士課程・博士後期課程進学希望者を他大学・企業から広く募集しています。材料科学のみならず、応用物理、電子工学専攻などの異分野の研究者も広く募集しています。また、総合新領域学府オートモーティブ専攻(先端材料科学分野)ご希望の方も、右記までお問い合わせください。

九州大学 未来化学創造センター安達研究室 (大学院・工学府・物質創造工学専攻)

〒819-0395 福岡市西区元岡744 最先端有機光エレクトロニクス研究棟
 Tel. 092-802-6920 Fax. 092-802-6921
 Email: adachi@cstf.kyushu-u.ac.jp
 http://www.cstf.kyushu-u.ac.jp/~adachilab

