

「ニーズファースト型」産学連携

フレキシブル基盤技術研究グループ Research Group for Flexible Technologies (仲田/古川/結城/向殿 研究グループ)



産学連携教授
仲田 仁



准教授
古川 忠宏



准教授
結城 敏尚



産学連携教授
向殿 充浩

研究活動の概要

p.2~3

産学連携コンソーシアム(YU-FIC, YU-FLEC)

p.4~5

主要技術

- ・有機ELデバイス作製技術
- ・有機EL材料デバイス評価
- ・バリア性評価
- ・ロールtoロール(R2R)技術・印刷技術

p.6
p.7
p.8
p.9

内閣府
第15回産学官連携功労者表彰
「科学技術政策担当大臣賞」
(2017)



開発成果

- ・超薄板ガラスを用いたフレキシブル有機EL
- ・高機能ステンレス箔を用いたフレキシブル有機EL
- ・ロールtoロール(R2R)法による電極付きバリアフィルム作製
- ・印刷法による有機ELパッケージ
- ・3次元PCBの製造プロセスおよび用途開発
- ・フレキシブル有機EL用耐熱バリアフィルム
- ・メタルメッシュ埋め込み型ITO代替透明電極技術
- ・光学シミュレーション技術
- ・ALD(Atomic Layer Deposition)バリア膜
- ・有機EL用TFE(Thin Film Encapsulation)封止技術
- ・有機EL用PSA封止技術
- ・印刷型フレキシブル有機薄膜太陽電池
- ・有機EL用無機バリア層形成技術

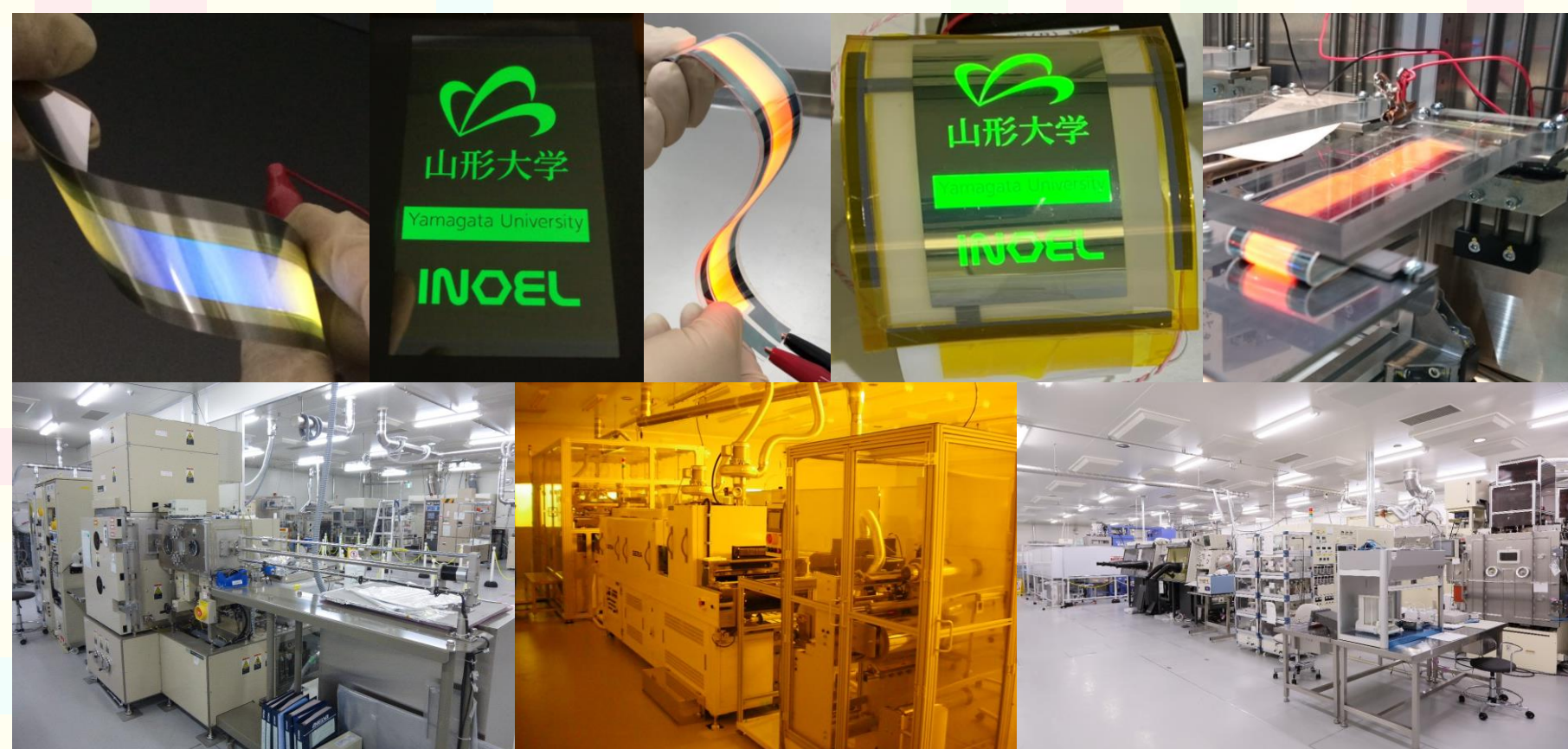
p.10
p.11
p.12
p.13
p.14
p.15
p.16
p.17
p.18
p.19
p.20
p.21
p.22

成果発表

p.23

メンバー

p.24



活動紹介

研究活動の紹介

Mission and Activity

当研究グループは、フレキシブル有機エレクトロニクス技術を中心に、企業ニーズを最優先した「**ニーズファースト型産学連携**」を推進しています。

この取り組みは、大学の独自技術を核とした従来型の「シーズファースト型産学連携」とは異なり、企業が必要とする技術開発にこだわった**新しい産学連携**のスタイルです。

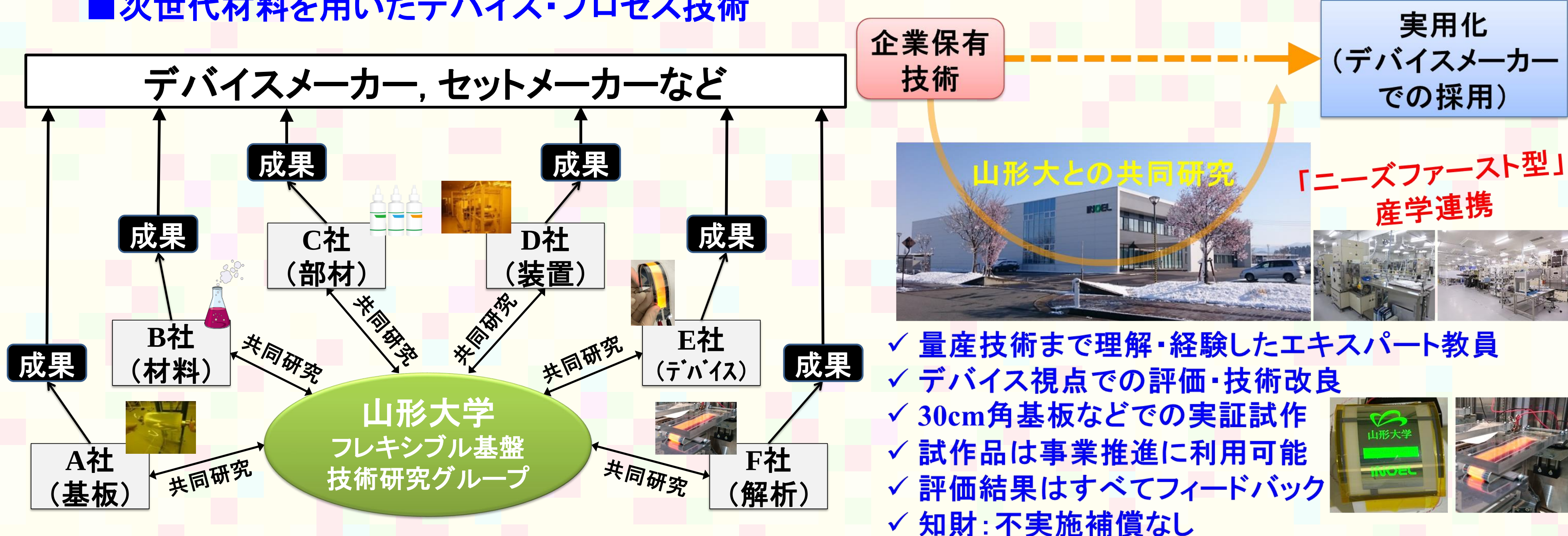
2017年度には、この取り組みを評価いただき、内閣府「**第15回産学官連携功労者表彰**」にて、「**科学技術政策担当大臣賞**」を受賞しました。

(取り組み主要技術)

- 有機ELデバイス・プロセス技術
- 有機薄膜太陽電池プロセス技術
- フレキシブル有機エレクトロニクス用材料・部材技術
- フレキシブル基板技術(超薄板ガラス、高機能ステンレス箔、バリアフィルム)
- 水蒸気バリア技術、水蒸気バリア性評価技術
- フレキシブル封止技術
- フレキシブル有機エレクトロニクス用ロールtoロール技術及び印刷技術
- 次世代材料を用いたデバイス・プロセス技術



内閣府
第15回産学官連携功労者表彰
「科学技術政策担当大臣賞」(2017)



活動の特徴

- ・「**事業貢献第一主義 (ニーズファースト!)**」
 - *企業ニーズへの徹底したこだわり
 - *実用技術開発サポート
- ・**不実施補償なし**
- ・**独立採算運営**
 - *民間企業との連携が基軸
 - *従来の大学にない運営モデル

産学連携の取り組み

- ・連携企業の技術を用いたデバイス作製と結果フィードバック, 開発支援
- ・実証データ取得, 受託評価
- ・デモサンプル作製, 受託試作
- ・複数企業間の技術コーディネート
- ・個別連携, 産学連携コンソーシアム, 国際連携

メンバーの強み

- ・民間企業での豊富な実務経験 (中心メンバーは企業にて技術部長以上を経験)
- ・ディスプレイ、有機EL、フレキシブル、印刷などに関する豊富な知見
- ・技術動向、業界動向に精通
- ・学会・業界での幅広いネットワーク

活動形態

- **産学連携コンソーシアム** (p.3~p.5参照)
 - 自主自立運営による産学連携コンソーシアムを推進。
 - ◇ 山形大学フレキシブルエレクトロニクス日独国際共同実用化コンソーシアム(YU-FIC) [2017/10~2021/3] (p.4)
 - ◇ 山形大学フレキシブルエレクトロニクス産学連携コンソーシアム(YU-FLEC) [2018/1~2023/3] (p.5)
- **プロジェクト参画** (p.3参照)
 - 文部科学省、科学技術振興機構(JST)などの各種プロジェクトに参画
- **共同研究/学術指導**
 - 各企業からの幅広い要望に対応した個別契約を締結。各企業のニーズに沿った実用化技術開発
- **受託評価** (p.8参照)
 - 「ガス・水蒸気透過率測定(WVTR測定)」の受託評価

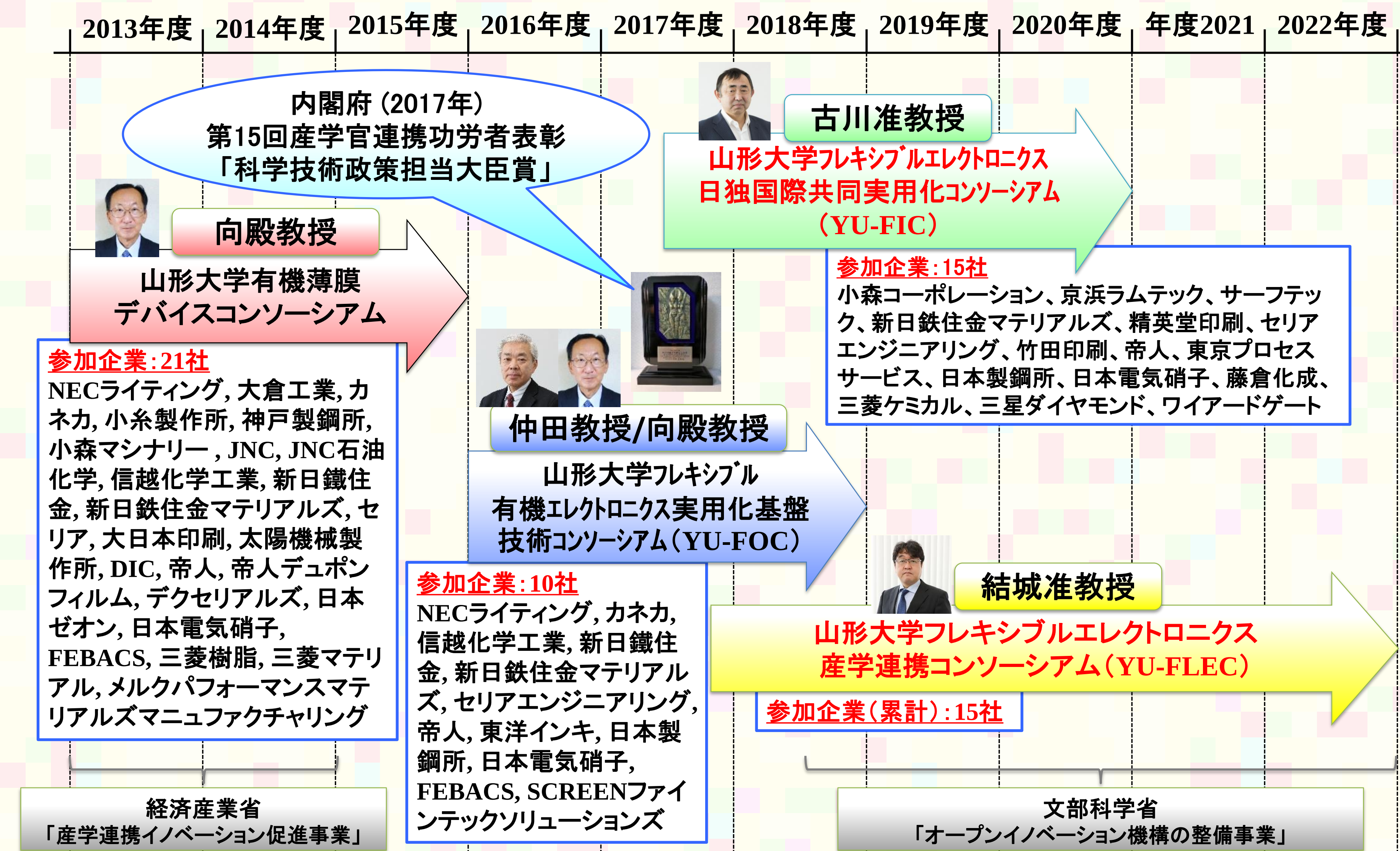
活動紹介

ニーズファースト型産学連携

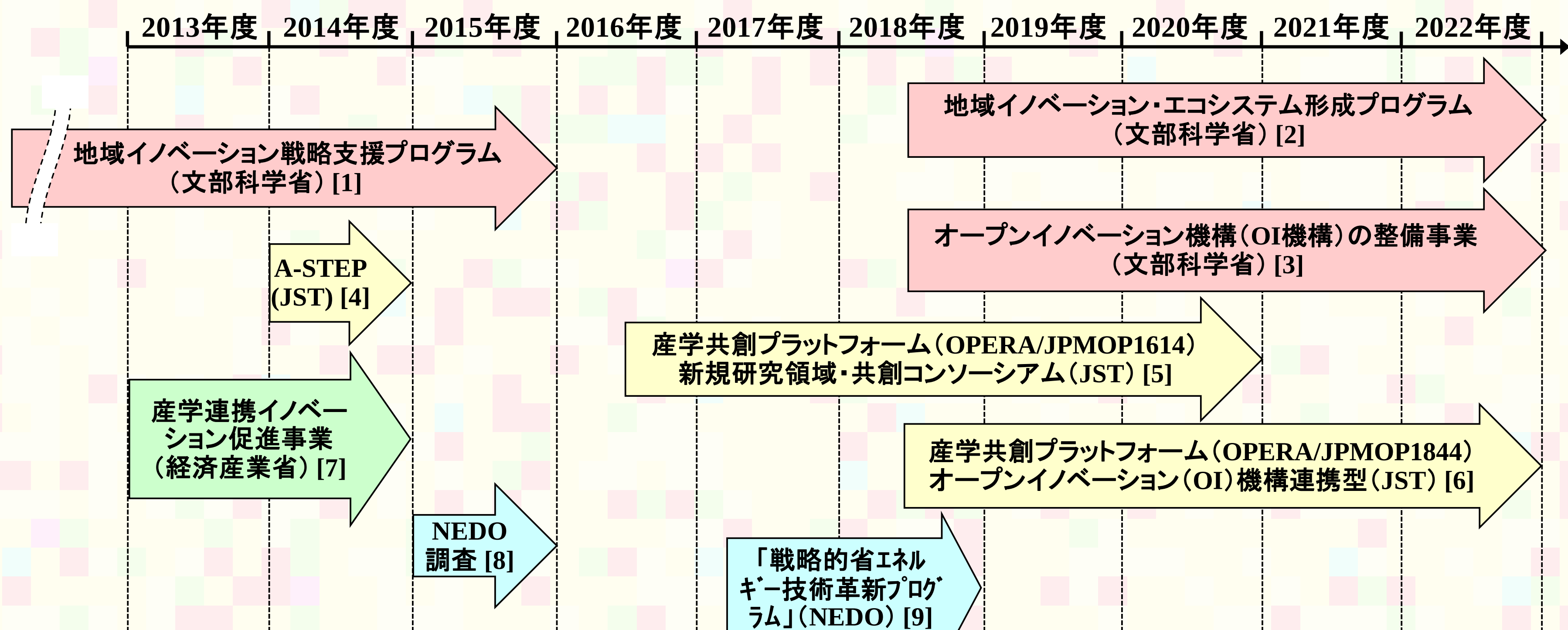
Academia-Industry Collaboration “Needs First!”

「ニーズファースト型産学連携」というコンセプトに沿って、産学連携コンソーシアムを推進すると共に、様々なプロジェクトに参画しています。

産学連携コンソーシアム Academia-Industry Collaboration Consortium



プロジェクト参画 National Projects



- [1] 文部科学省:「山形有機エレクトロニクスイノベーション戦略推進地域」
 [2] 文部科学省:「山形大学/山形県 有機材料システムの「山形」が展開するフレキシブル印刷デバイス事業創成」
 [3] 文部科学省:「山形大学/オープンイノベーション機構」
 [4] JST:「印刷で作る新規介護おむつ用濡れセンサー」
 [5] JST:「山形大学・有機材料の極限機能創出と社会システム化をする基盤技術の構築及びソフトマターロボティクスへの展開」
 [6] JST:「山形大学/マテリアル×プロセスイノベーションによる革新的ソフト3D界面の創製とやわらかものづくり革命への展開」
 [7] 経済産業省:「山形大学・有機デバイス産学コンソーシアム形成事業」
 [8] NEDO:「有機EL方式電子写真式プリンターヘッドの実用化に係る検討調査」
 [9] NEDO:「次世代高効率有機ELディスプレイ用材料の開発」(CEREBと共同研究)

活動紹介

山形大学フレキシブルエレクトロニクス 日独国際共同実用化コンソーシアム(YU-FIC)

Yamagata University Flexible Electronics Japan-Germany International Collaborative Practical Utilization Consortium

「山形大学フレキシブルエレクトロニクス日独国際共同実用化コンソーシアム(略称: **YU-FIC**)」は、ザクセン・ドレスデンを中心としたドイツ側企業・研究機関と有機エレクトロニクス分野で連携し、新たなフレキシブルエレクトロニクス製品を創出すべく、**日本企業とドイツ企業との共同研究**を進めています。

プロジェクト期間

2017年10月1日～2021年3月31日

開発テーマ

- フレキシブル基板を用いたRoll to Roll法大面積有機EL照明製造の革新的トータル技術開発(**LAOLA**)
- 有機エレクトロニクス技術を用いた広告用製品開発(**IonT**)
- 3次元プリント配線基板(3DPCB)の製造プロセスおよび用途開発(**F2E**)

運営メンバー

- **YU-FIC代表: 古川 忠宏**(准教授)
- **YU-FIC運営統括: 高橋 辰宏**(教授)
- **YU-FIC幹事: 向殿 充浩**(産学連携教授)

ドイツとの連携

ドイツ側では、Fraunhofer研究所をはじめとして、24の研究機関・企業が参画しており、年2回の相互訪問をはじめとして緊密な連携体制で実用化開発を推進しています。

参画企業

(2020年1月現在: 15社)

株式会社 小森コーポレーション
京浜ラムテック株式会社
株式会社 サーフテックトランスナショナル
精英堂印刷株式会社
株式会社 セリアエンジニアリング
竹田印刷株式会社
帝人株式会社
東京プロセスサービス株式会社
日鉄ケミカル & マテリアル株式会社
株式会社 日本製鋼所
日本電気硝子株式会社
藤倉化成株式会社
三菱ケミカル株式会社
三星ダイヤモンド工業株式会社
株式会社 ワイアードゲート

主な活動状況



ドイツ訪問(2017.11)



ドイツ訪問(2018.9)



日独連携会議/日本(2019.2)



LOPEC/ドイツ(2019.3)



「Flex Japan 2019」展(2019.5)



ドイツ訪問(2019.9)

関連プログラム

- 文部科学省: オープンイノベーション機構の整備事業「山形大学/オープンイノベーション機構」[2018年度～2022年度]
- JST: 産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム(OPERA)～「山形大学・有機材料の極限機能創出と社会システム化をする基盤技術の構築及びソフトマターロボティクスへの展開」(JPMOP1614) [2016年度～2020年度]
- 文部科学省: 地域イノベーション・エコシステム形成プログラム「山形大学/山形県 有機材料システムの「山形」が展開するフレキシブル印刷デバイス事業創成」[2018年度～2022年度]

ウェブページ

- ホームページ: <https://inoel.yz.yamagata-u.ac.jp/yu-flec/>
- ビデオ(YouTube): <https://www.youtube.com/watch?v=ybZVgQkVVJI&feature=youtu.be>

活動紹介

山形大学フレキシブルエレクトロニクス 産学連携コンソーシアム(YU-FLEC)

Yamagata University Flexible Electronics Consortium for Academia-Industry Cooperation

山形大学フレキシブルエレクトロニクス産学連携コンソーシアム(YU-FLEC)は、**各企業との一対一の連携**を軸に、「ニーズファースト型」産学連携を推進するコンソーシアムです。各企業のニーズに即した実用技術開発を推進致しますので、是非参加をご検討下さい。

設立目的

フレキシブルエレクトロニクス分野における事業化のための実用化技術を開発

- ・フレキシブル基板技術
- ・フレキシブル封止技術, バリア技術
- ・新規電極技術
- ・プロセス技術
- ・次世代材料・デバイス技術 など

プロジェクト期間

2018年1月1日～2023年3月31日(延長可)

運営メンバー

- YU-FLEC代表: 結城 敏尚(准教授)
- YU-FLEC運営統括: 仲田 仁(産学連携教授)
- YU-FLEC幹事: 向殿 充浩(産学連携教授)

連携技術例

- フレキシブル基板
 - ・高機能ステンレス箔 [p.11参照]
 - ・高耐熱バリアフィルム [p.15参照]
- フレキシブル封止
 - ・TFE (Thin Film Encapsulation) 技術 [p.19参照]
 - ・封止材料技術 [p.20参照]
 - ・ラミネート封止技術
- ITO代替透明電極
 - ・メタルメッシュ電極 [p.16参照]
- 有機発光デバイス用材料技術
 - ・蒸着型材料
 - ・塗布型材料
- 次世代発光デバイス
- 有機エレクトロニクス用部材
- 有機エレクトロニクス装置

特色・優位性

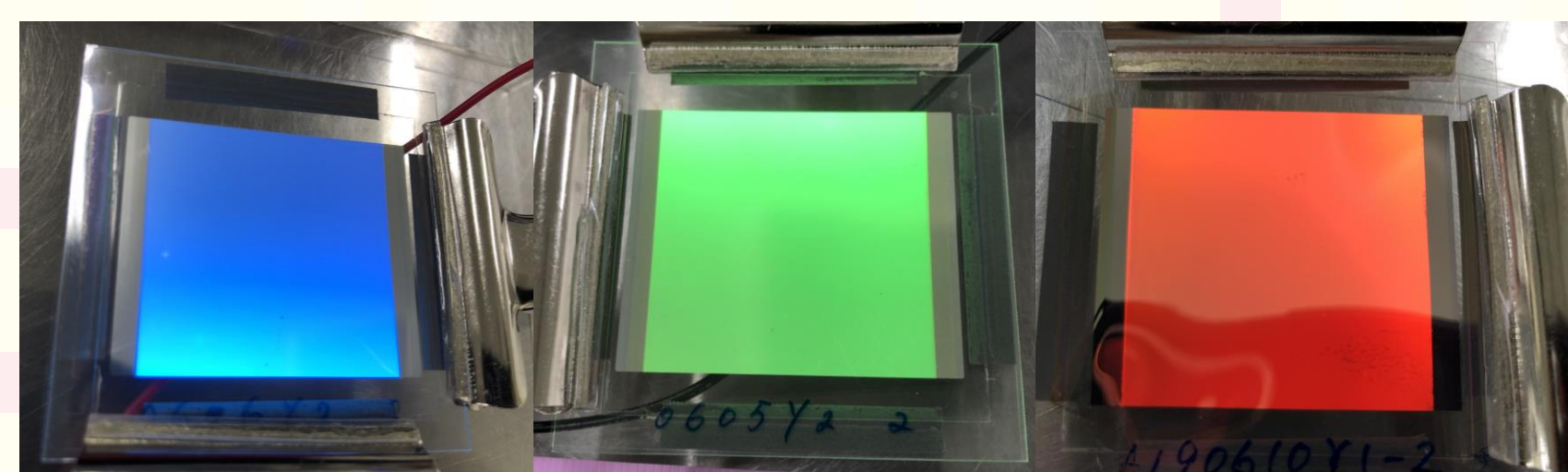
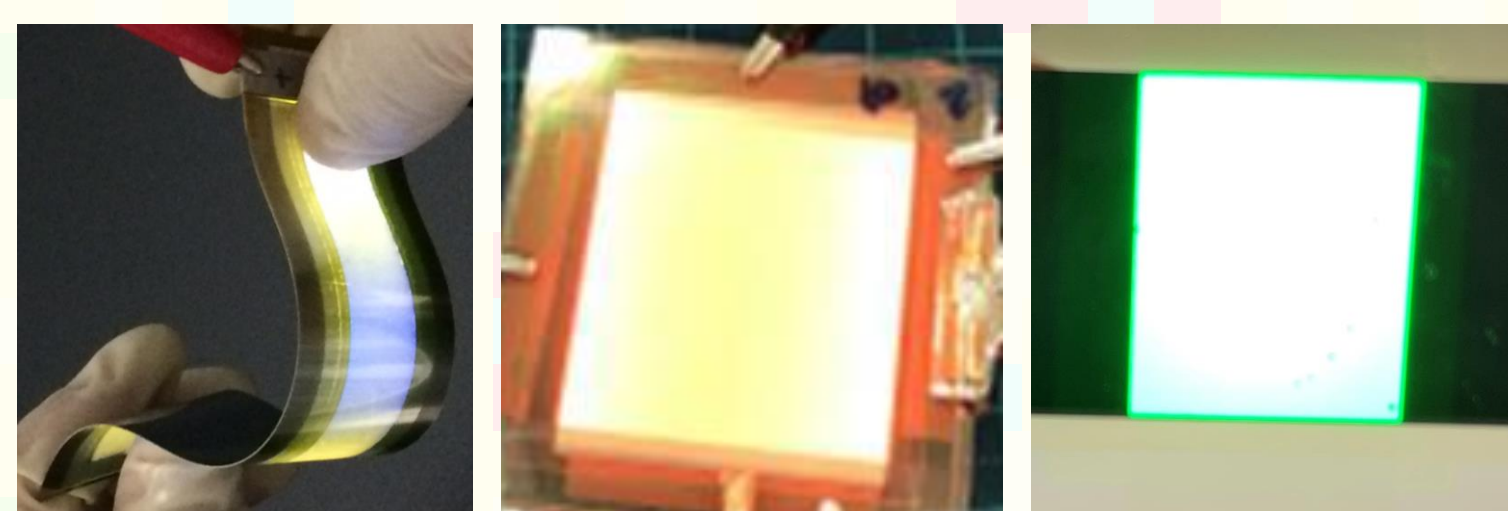
- ・本分野における民間企業での研究開発や事業経験豊富な教員による産学連携研究開発
- ・大学メンバーのネットワークを活用した参画企業の顧客開拓
- ・製品試作が可能な大型試作装置を保有
- ・4兆8千億円(2022年)という大きな市場規模が予測される競争領域での事業競争力の創出

代表的なアプリケーション

- ・中小型フレキシブル有機ELディスプレイ (フォルダブルスマートフォン等)
- ・大型有機ELディスプレイ(テレビ等)
- ・フレキシブル有機EL照明 など

参画企業(累計)

15社(2020年1月現在累計)



関連プログラム

- 文部科学省: オープンイノベーション機構の整備事業「山形大学/オープンイノベーション機構」[2018年度～2022年度]

セミナー

- 第1回YU-FLECセミナー (2019.8.2 / 東京).

ウェブページ

- ホームページ: <https://inoel.yz.yamagata-u.ac.jp/yu-flec/>
- ビデオ(YouTube): <https://www.youtube.com/watch?v=qYumaF1W2Ss&feature=youtu.be>

保有技術

有機ELデバイス作製技術

OLED Device Fabrications

各連携企業からの要望に応じて、さまざまなタイプの有機ELデバイスを作製できます。
作製した有機ELデバイスの評価により技術ポテンシャル確認、課題抽出などが可能となります。
作製した有機ELデバイスは、デモ用サンプルとしても活用できます。

材料系

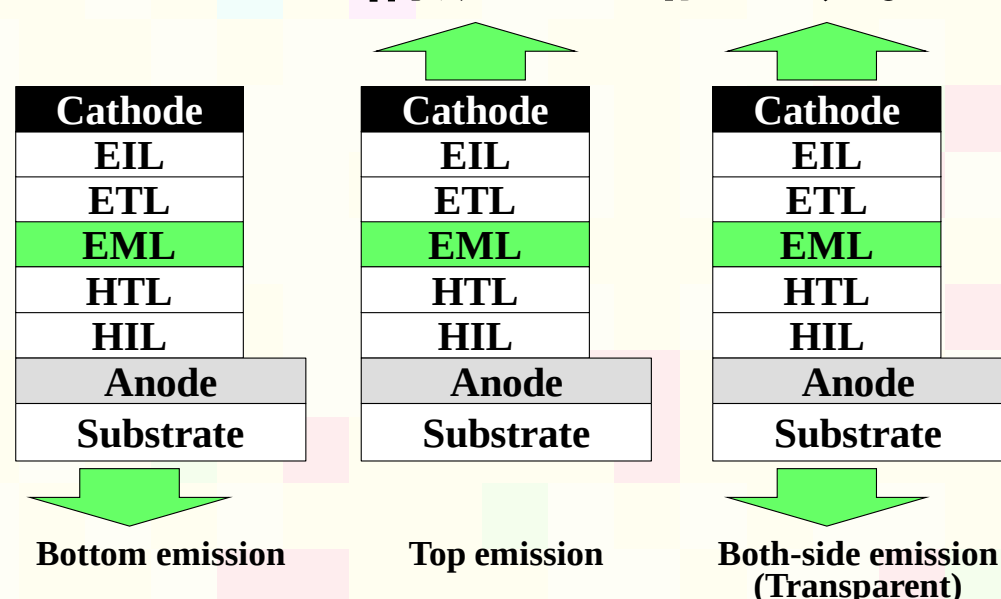
さまざまなタイプの有機EL材料を用いることができます。

- ・低分子系有機EL材料
- ・高分子系有機EL材料
- ・蛍光材料、燐光材料、TADF材料
- ・量子ドット(QD)材料

デバイス構成

さまざまなタイプの有機ELデバイス構成が可能です。

- ・ボトムエミッション型
- ・トップエミッション型
- ・透過型(両面発光型)



バリア膜形成

さまざまなバリア膜形成技術が適用可能です。

- ・無機バリア膜: CVD装置、スパッタ装置、ALD装置
- ・無機/有機交互積層バリア膜: インクジェット装置



ロールtoロール型
スパッタ&CVD装置



ALD装置
(Atomic Layer Deposition)



スパッタ装置



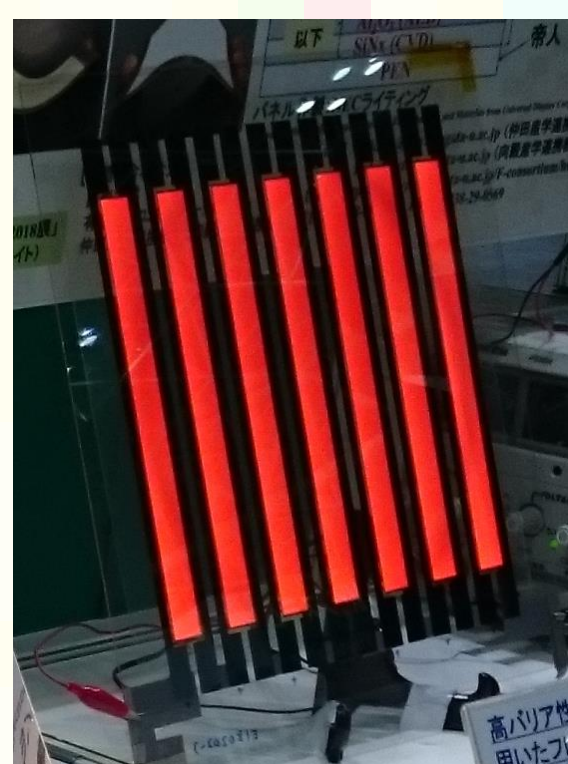
インクジェット装置

大面積有機EL

30cm角基板を用いた有機ELデバイスの試作が可能です。



30cm角基板対応有機EL蒸着装置
(トッキ製ELVSS)



有機薄膜形成プロセス

蒸着型と塗布型に対応したプロセスが可能です。



有機EL用蒸着



インクジェット



スピncコート



スプレー



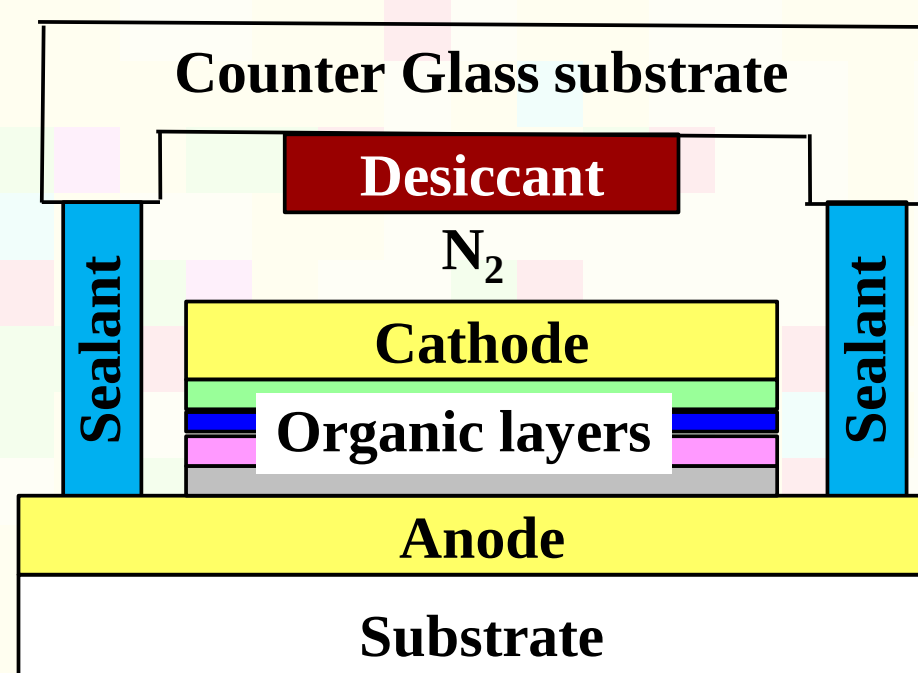
洗浄(ブラシ&二流体)



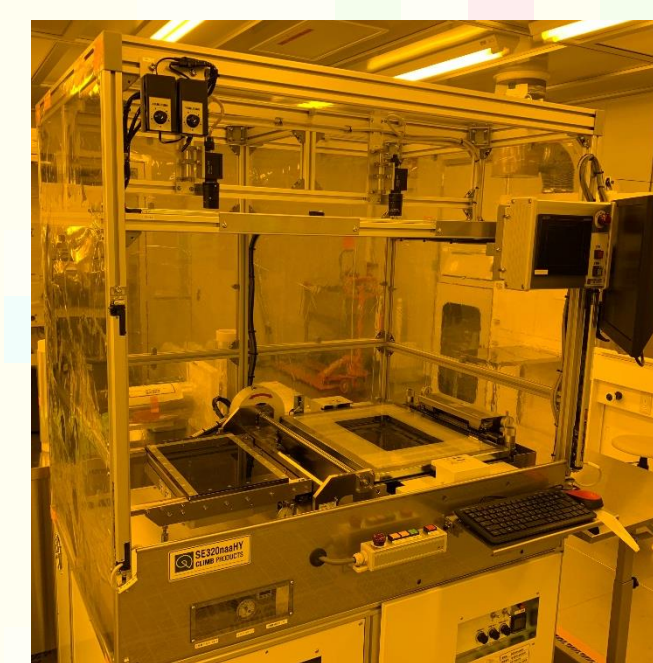
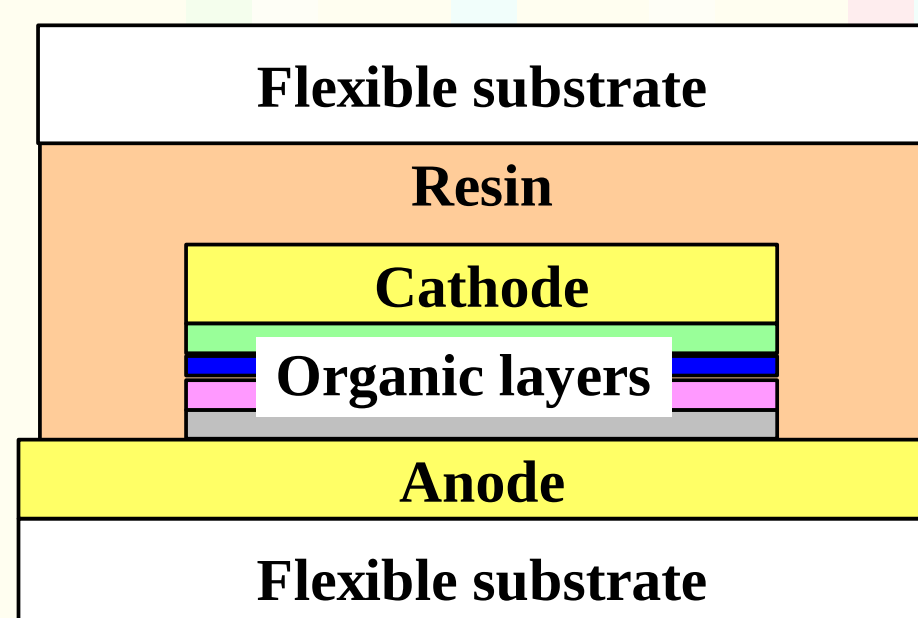
プラズマクリーナー

封止技術/ラミネート技術

デシカントを用いた従来型封止技術に加え、フレキシブル有機ELデバイス用の薄型全固体封止が可能です。



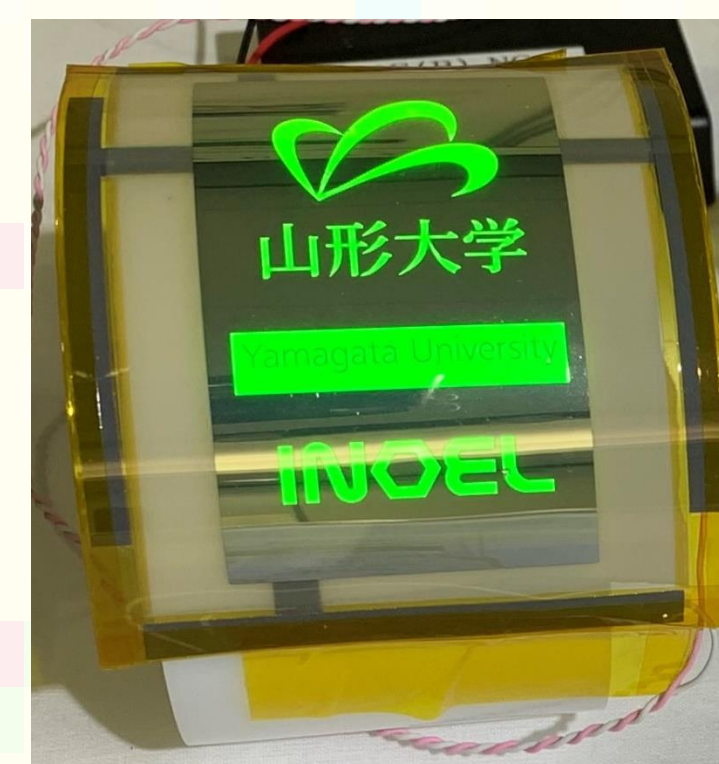
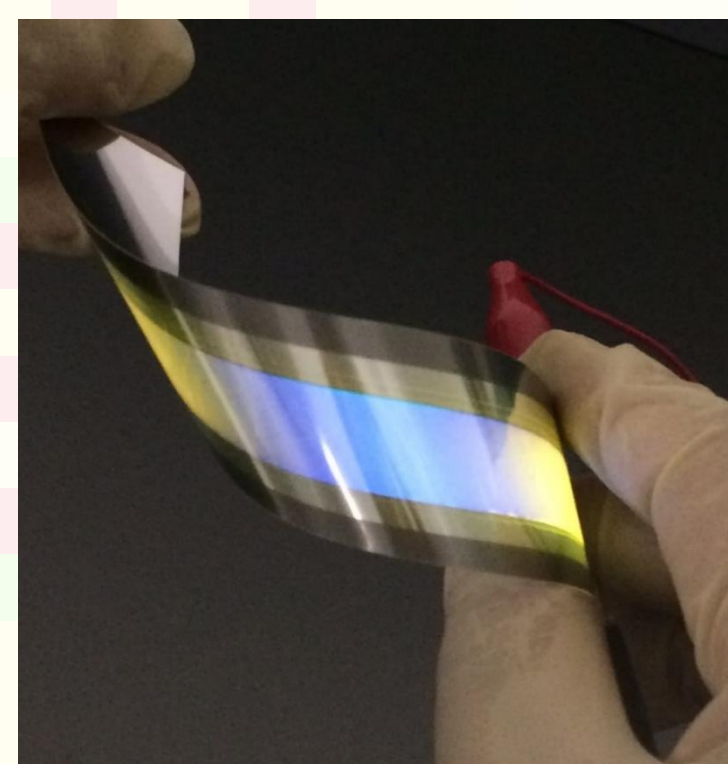
真空貼り合せ装置



ロール式貼り合せ装置

フレキシブル有機EL

フレキシブル有機ELデバイスの作製が可能です。



保有技術

有機EL材料デバイス評価

Evaluation of OLED Materials and Devices

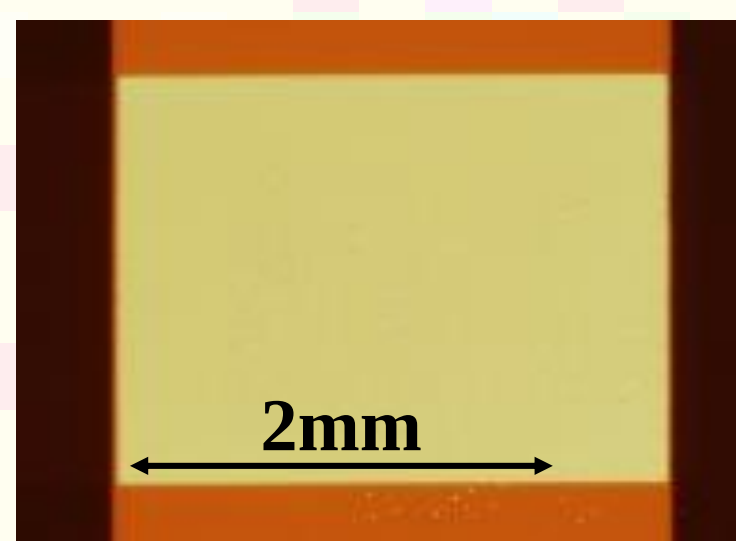
各連携企業の技術(材料、部材、デバイス構成、プロセス、装置など)を用いて作製した有機ELデバイスの評価を行うことにより、実用視点からの技術評価を行います。
評価結果はすべてお返しし、その後の研究開発、ユーザーへの技術プレゼンなどに活用いただけます。

企業にて有機EL、ディスプレイ、照明などの実用開発を行ってきた教員の豊富な経験を活かし、適切な評価実験を組むと共に、適確な考察、課題抽出、課題解決提案などを行います。

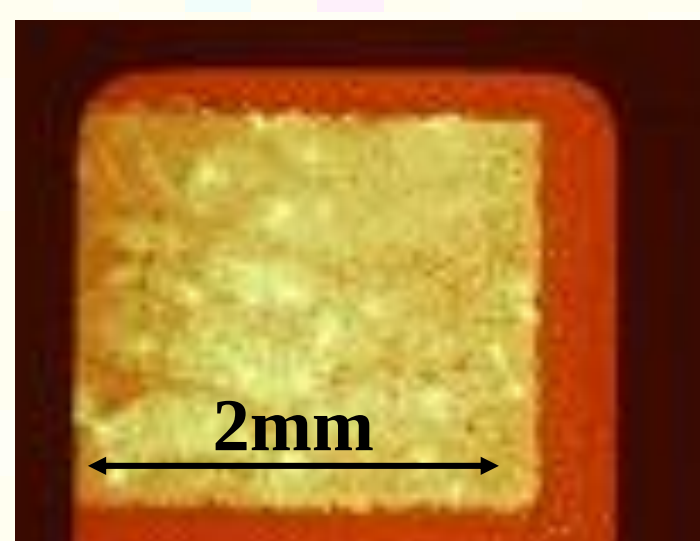
発光状態

有機ELデバイスの発光状態を観察し、発光均一性、欠陥などについて評価します。

この評価によって有機ELに用いる材料、デバイス構成などの実証、課題確認などを行います。



均一発光の例

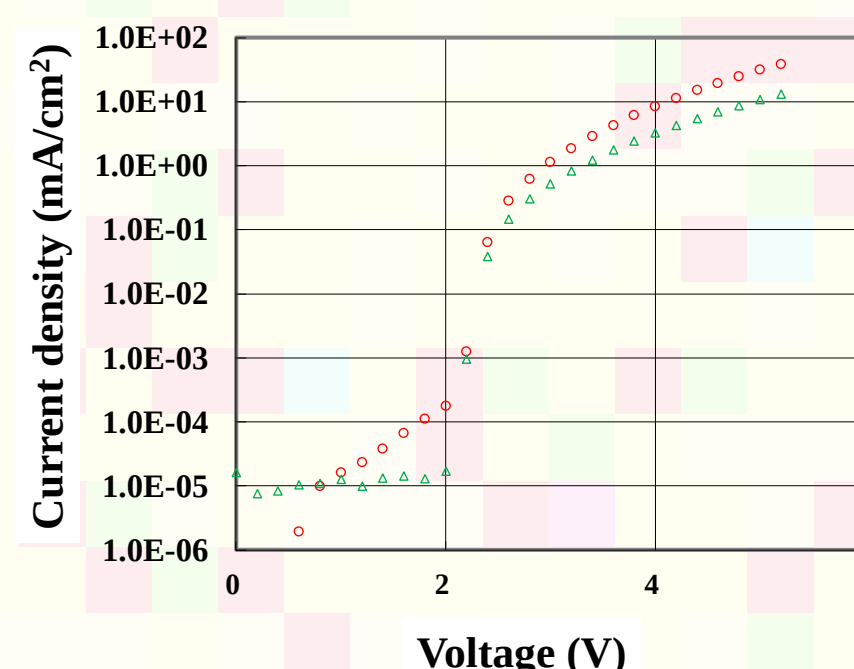


発光に課題のある例

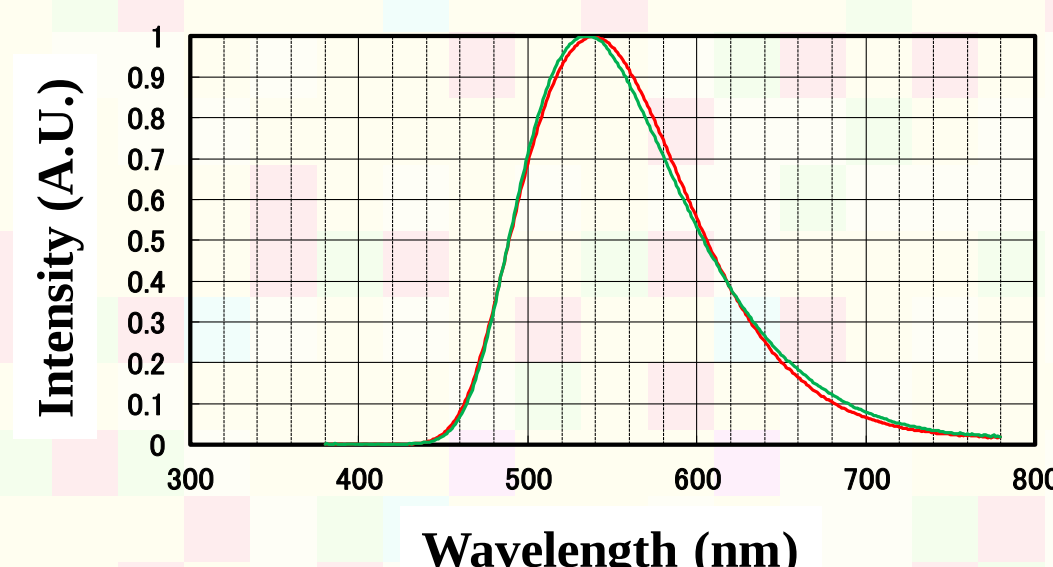
デバイス特性

有機ELデバイスの電圧-電流-輝度(V-I-L)特性、発光スペクトルなどを評価します。

この評価によって、有機ELに用いる材料、デバイス構成などの技術ポテンシャル、課題を確認します。



I-V特性

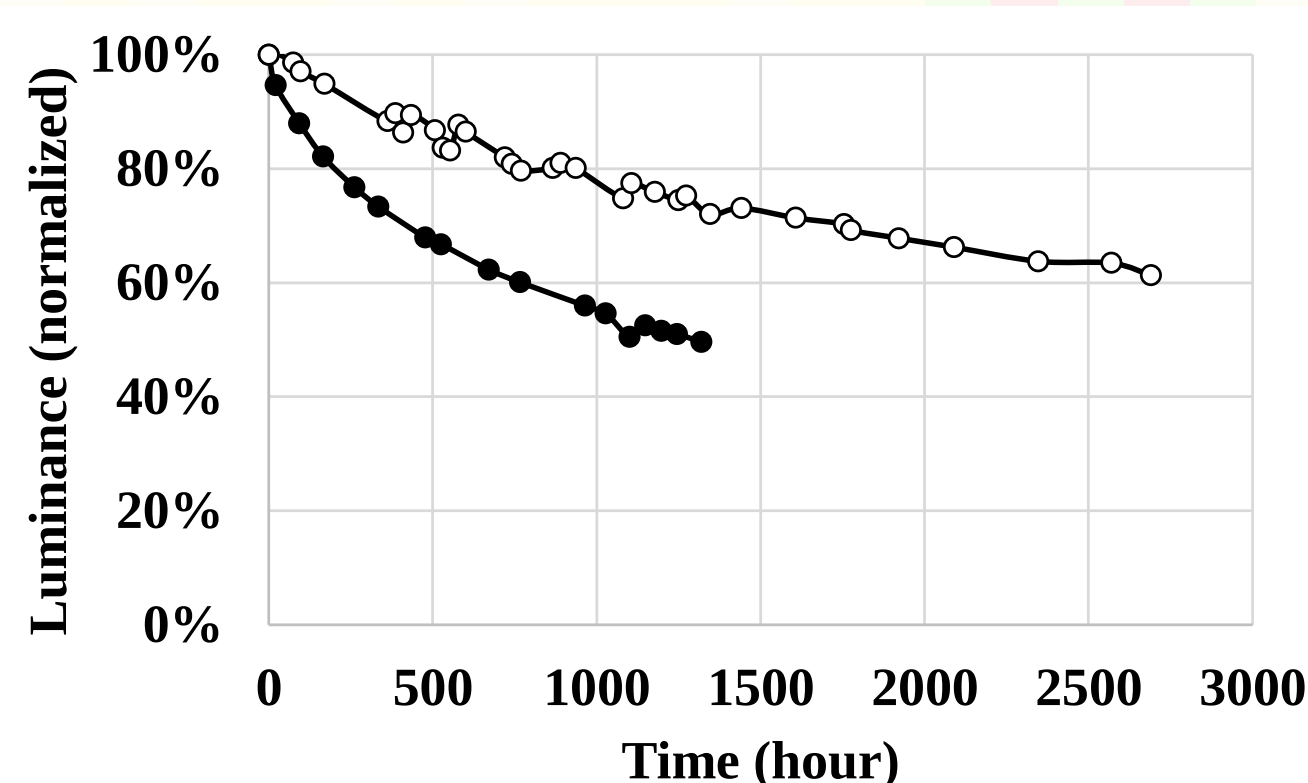


発光スペクトル

寿命評価1(駆動寿命)

有機ELデバイスに一定電流を流し続けたときの輝度劣化を測定します。

この評価によって有機ELに用いる材料、デバイス構成などの技術ポテンシャル、課題などを確認します。

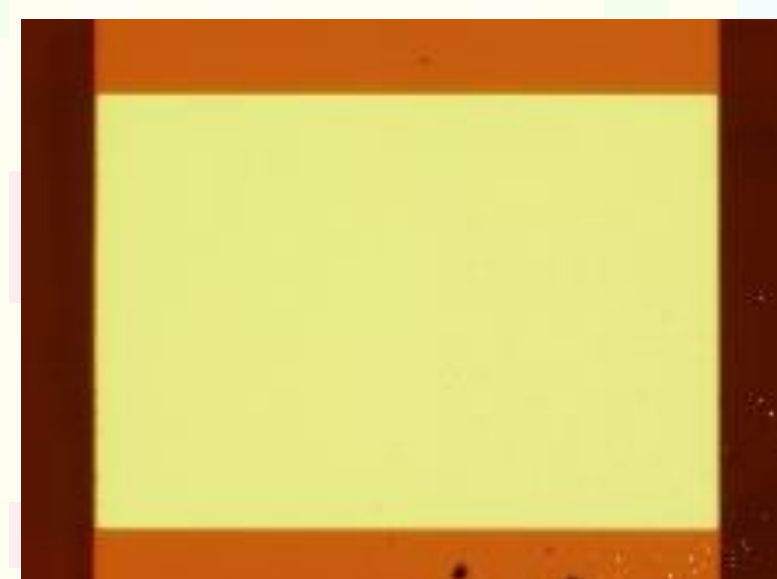
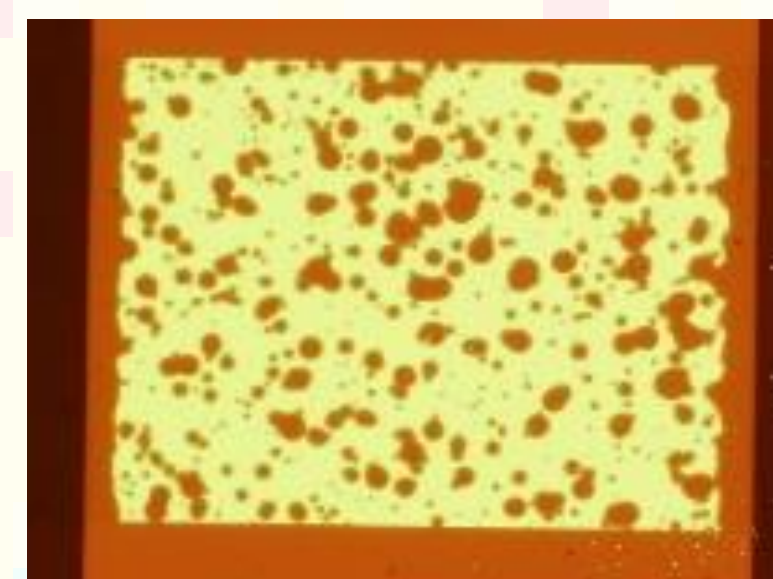


輝度寿命評価

寿命評価2(保存寿命)

有機ELデバイスは水分に弱いので、高温高湿条件で保存した後に発光状態を観察することで、保存寿命を評価します。

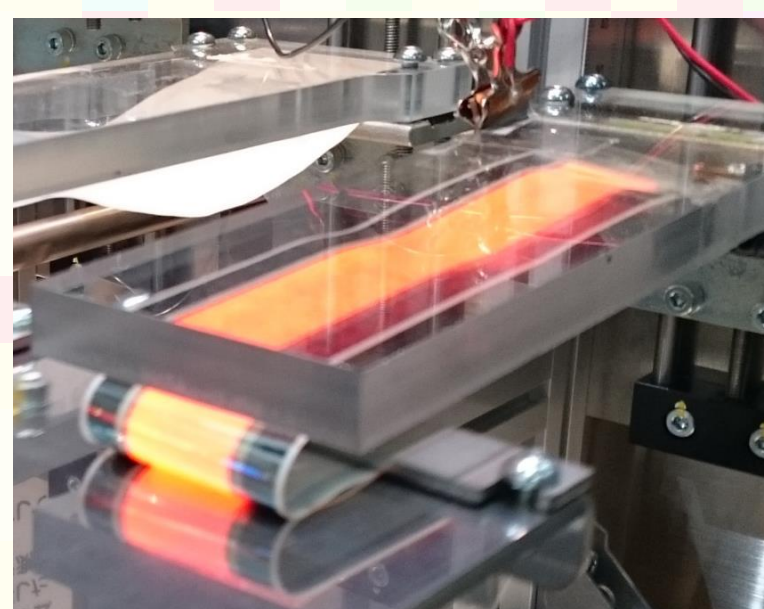
この評価によって有機ELに用いる材料、部材などの技術ポテンシャル、課題などを確認します。

初期の発光状態
(欠陥なし)高温高湿保存後の発光状態
(ダークスポット発生)

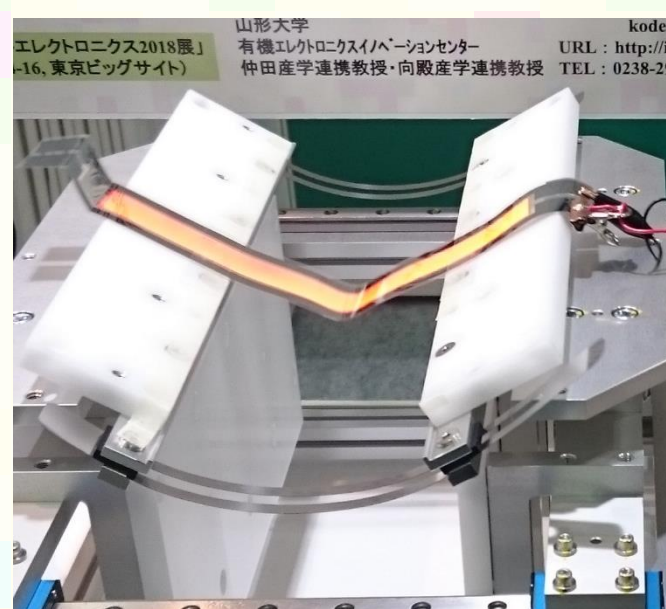
屈曲試験

フレキシブルデバイスにおいては、屈曲試験によるメカニカルストレスを与えて、その影響を評価します。

この評価によって、フレキシブルデバイスとしての実用的ポテンシャル、課題などを確認します。



U字折り返し



U字伸縮

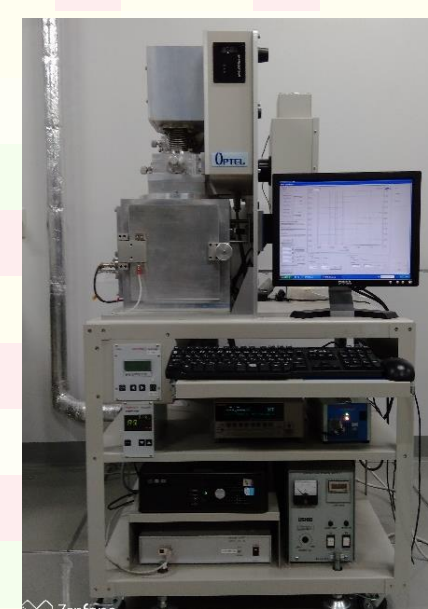
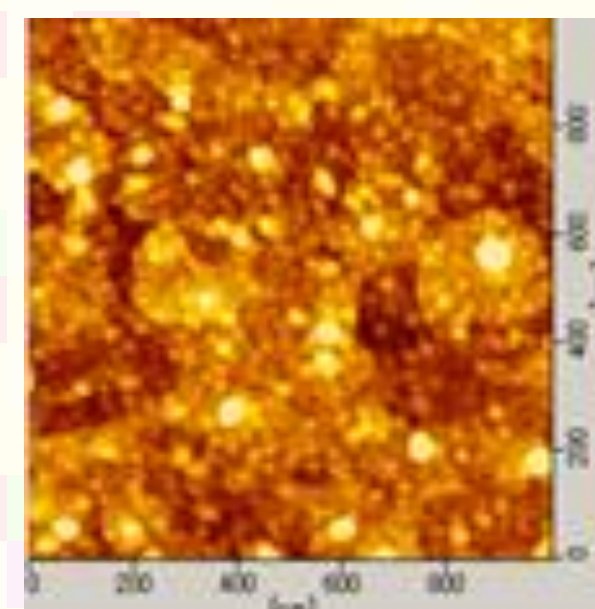


両方向屈曲

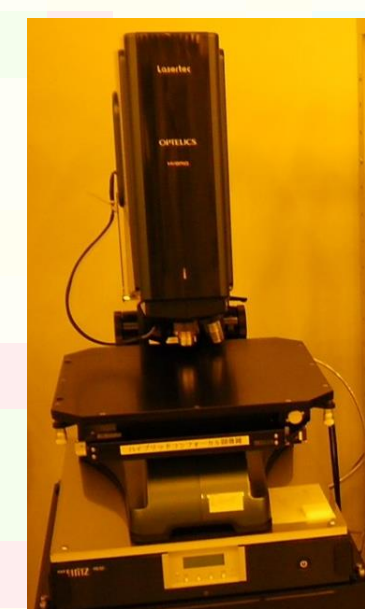
その他

各企業からの要望に応じて、さまざまな評価が可能です。
(例)

- ・イオン化ポテンシャル測定
- ・欠陥解析
- ・SEM, AFM
- ・3次元形状測定

イオン化ポテンシャル
測定装置

AFM観察

ハイブリッドコン
フォーカル顕微鏡

保有技術

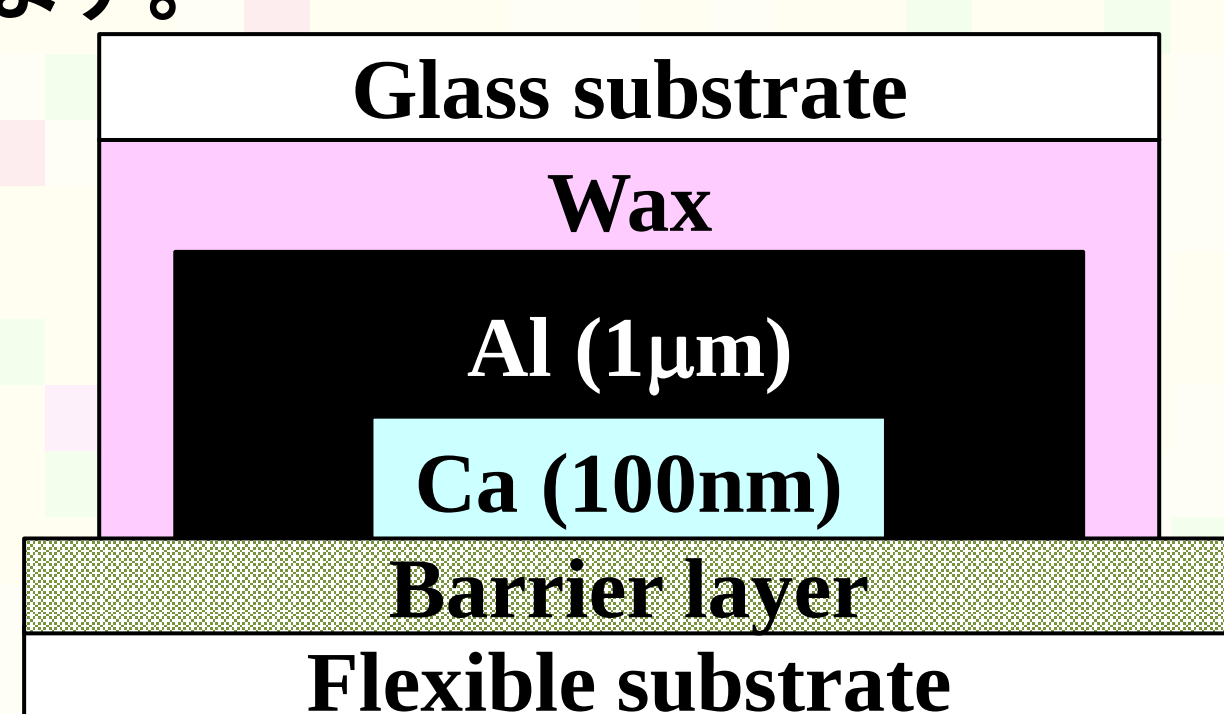
バリア性評価

Evaluation of Barrier Properties

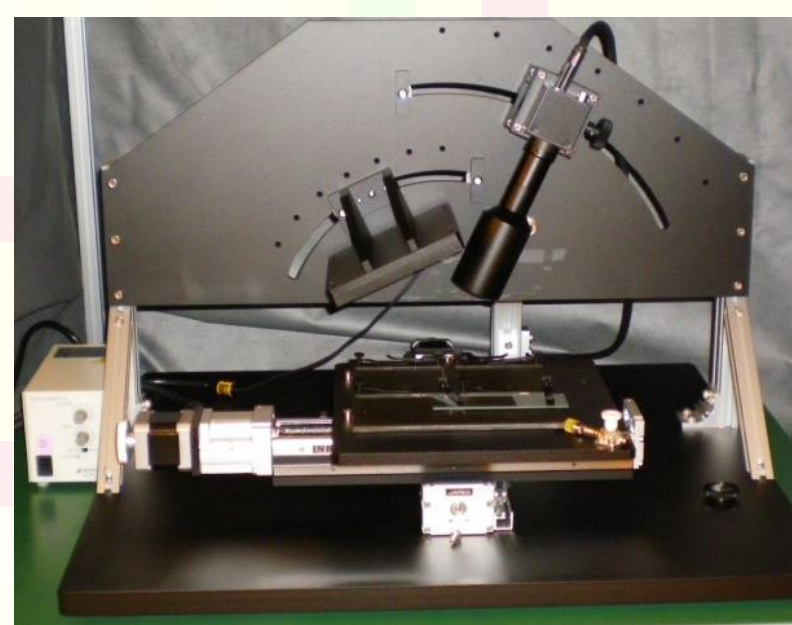
バリア性評価技術は、フレキシブル有機エレクトロニクスにおいて非常に重要です。私どもの研究グループでは、「Ca腐食法」と「MA法」の2種類の方法でバリア性を評価することができ、目的に応じて使い分けることが可能です。

Ca腐食法

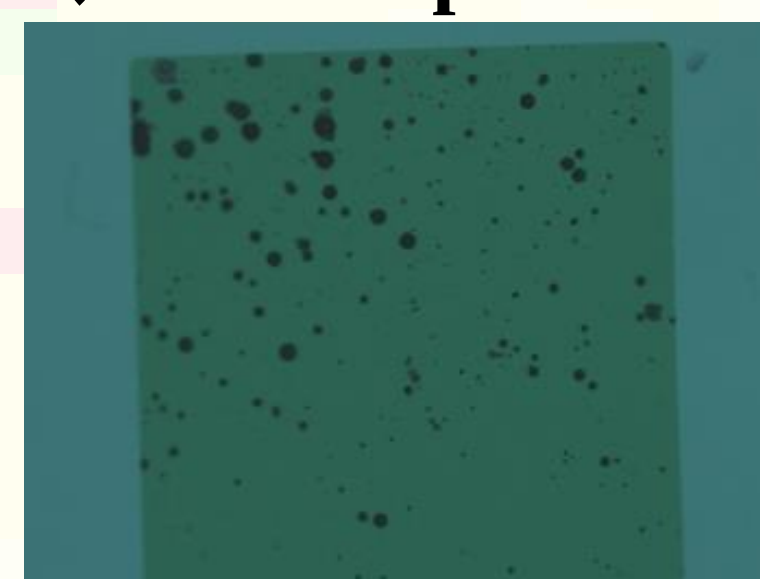
- ✓ Ca腐食法は、基板上に形成したCa薄膜が水分によって変化する様子を観察する評価法です。特に、バリア膜の欠陥の評価などに有効です。
- ✓ Ca腐食法での結果に基づき、バリア性の指標であるWVTR (Water Vapor Transmission Rate) 値を算出します。



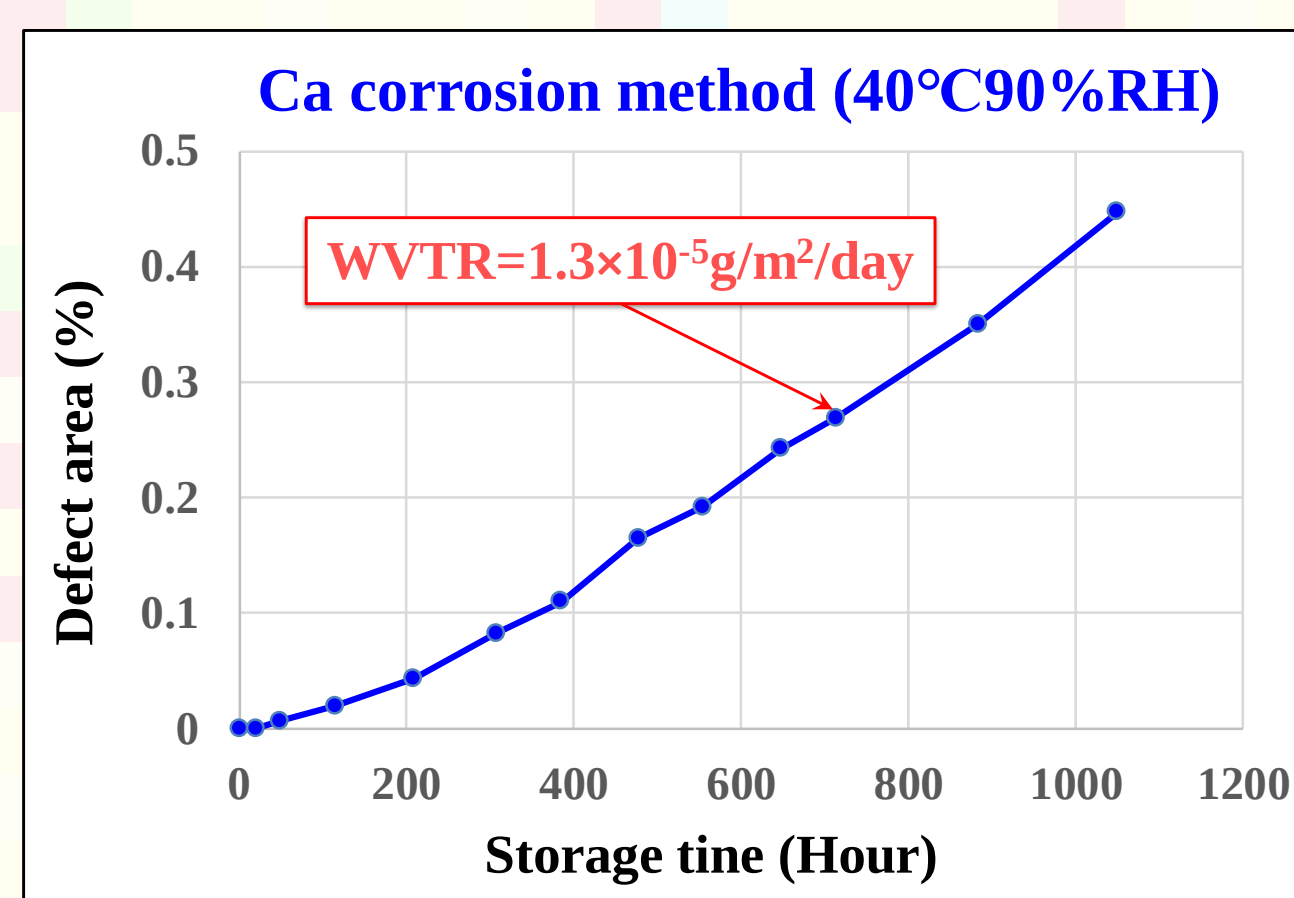
Ca腐食法評価デバイス構成



Ca腐食測定装置



Ca腐食の顕微鏡観察例

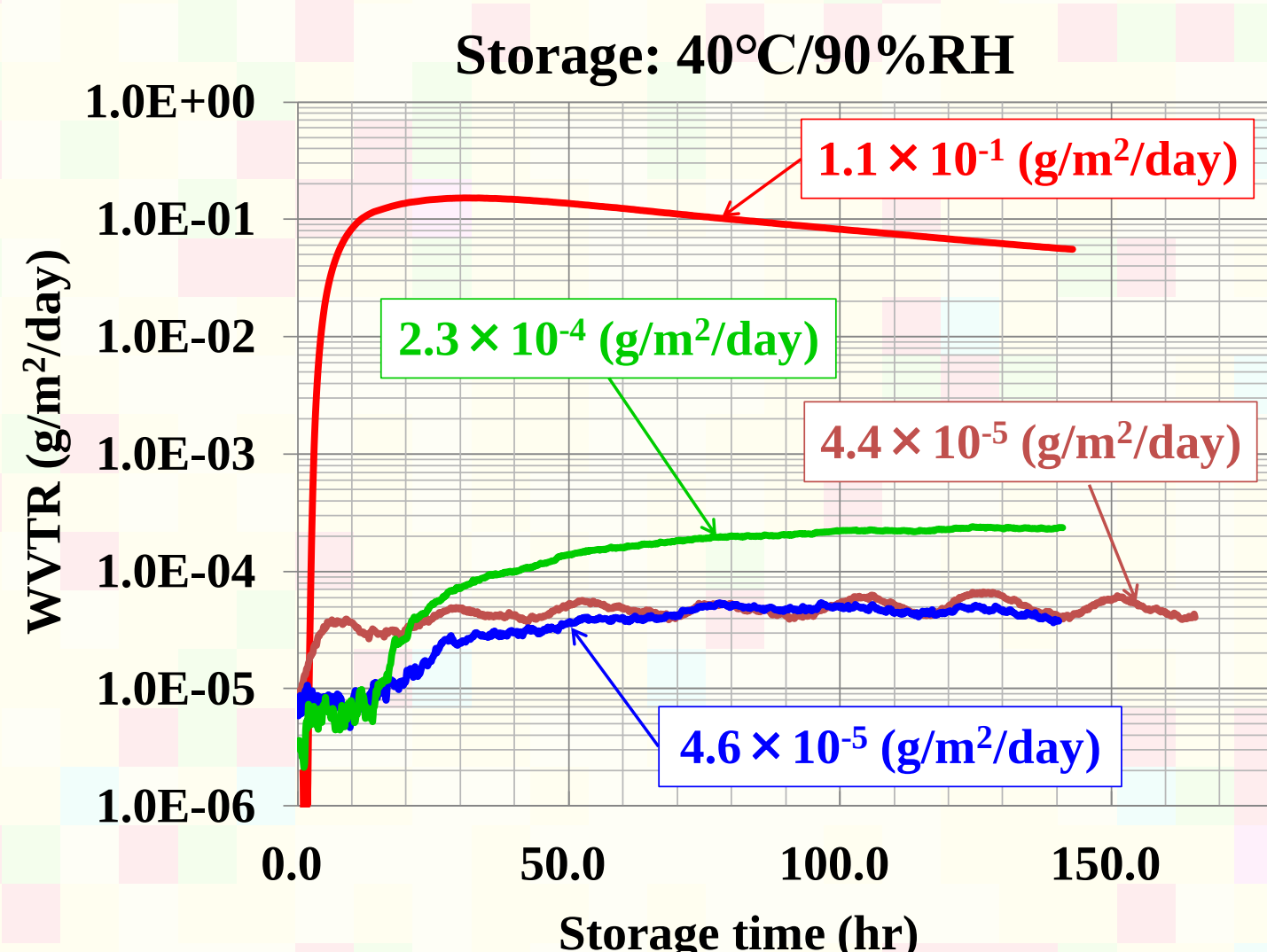


WVTR算出例

MA法

ガス・水蒸気透過率(WVTR: Water Vapor Transmission Rate) 受託評価
(連携企業: 株式会社MORESCO)

- ✓ MA法 (Modified differential pressure method with an Attached support) は、株式会社MORESCOと国立研究開発法人 産業技術総合研究所にて共同開発した支持体層を用いた測定法です。
- ✓ 当グループでは、MA法を用いた株式会社MORESCO社製のガス・水蒸気透過率測定装置「スーパーディテクト」を用いて、サンプル(フィルム)のガス・水蒸気透過率測定の受託分析を行っています。
- ✓ MA法は、フレキシブルな太陽電池やディスプレイで必要となる 10^{-4} g/(m² day)より優れた水蒸気透過率を持つバリアフィルムの測定時間を短縮することができます。例えば、従来法で測定時間に100時間を要した 10^{-5} g/(m² day)相当のバリアフィルムの水蒸気透過率を、本装置では約20時間で測定でき、従来比で約1/5に測定時間を短縮できます。
- ✓ さらに、本装置は 10^{-1} ~ 10^{-7} g/(m² day)レベルの水蒸気透過率も測定する能力を有しています。
- ✓ 本装置には、産業技術総合研究所が開発した校正器が搭載されており、得られる透過率の測定値を保証することができます。
- ✓ 水蒸気のみならず、各種ガスの透過率を測定することも可能です。

WVTR測定装置
(MA法)

保有技術

ロールtoロール(R2R)技術・印刷技術

Roll-to-roll (R2R) and Printing Technologies

蒸着技術・フォトリソグラフィ技術を軸とした従来のプロセス技術を革新する新規高生産性技術として、ロールtoロール(R2R)技術、印刷技術の開発に取り組んでいます。

ロールtoロール(R2R)技術

4台の独自ロールtoロール(R2R)装置を保有しており、印刷実験、電極形成、バリア膜形成、有機層形成などに活用できます。

- ・ロール幅: 30cm
- ・適応基板: 超薄板ガラス、ステンレス箔、フレキシブルフィルム



R2Rスパッタ
&CVD
(神戸製鋼所)



R2Rスクリーン印刷
&スリットコーター
(セリア)



R2Rグラビアオフセット
&フレキソ印刷
(小森マシナリー/太陽機械)



R2Rウェット洗浄
(FEBACS)

印刷技術・塗布技術

スクリーン印刷、グラビアオフセット印刷、フレキソ印刷、インクジェット印刷、スリットコーティング、スプレーコーティングなどの装置及び技術を保有しています。

これらの装置を活用して、様々な印刷実験、デバイス作製などが可能です。



スクリーン印刷



フレキソ印刷/
グラビアオフセット印刷



インクジェット



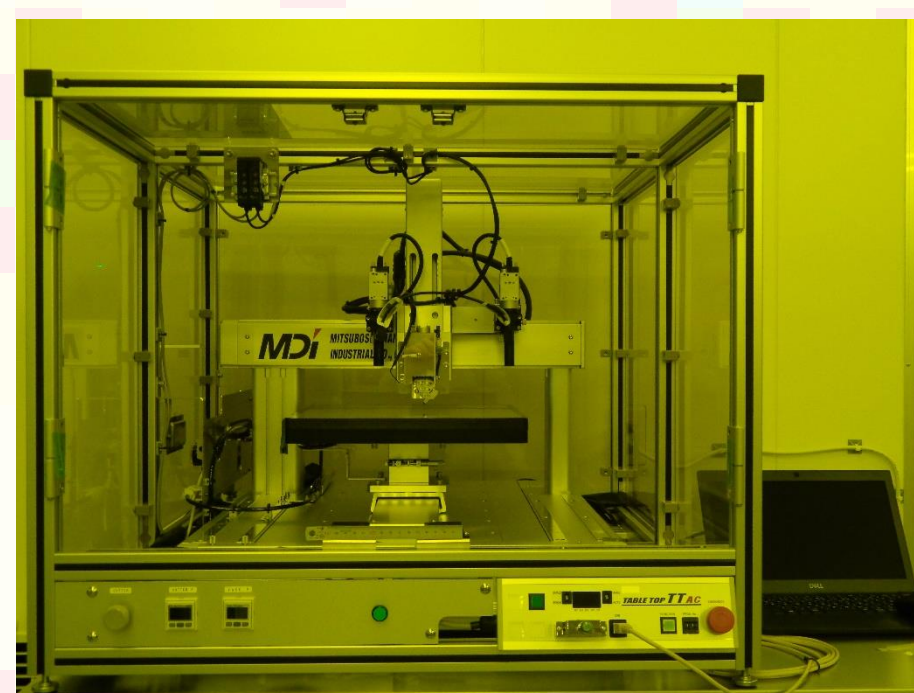
スプレー



スピコート

プロセス技術

基板カッティング装置、3D成形装置などを保有しています。



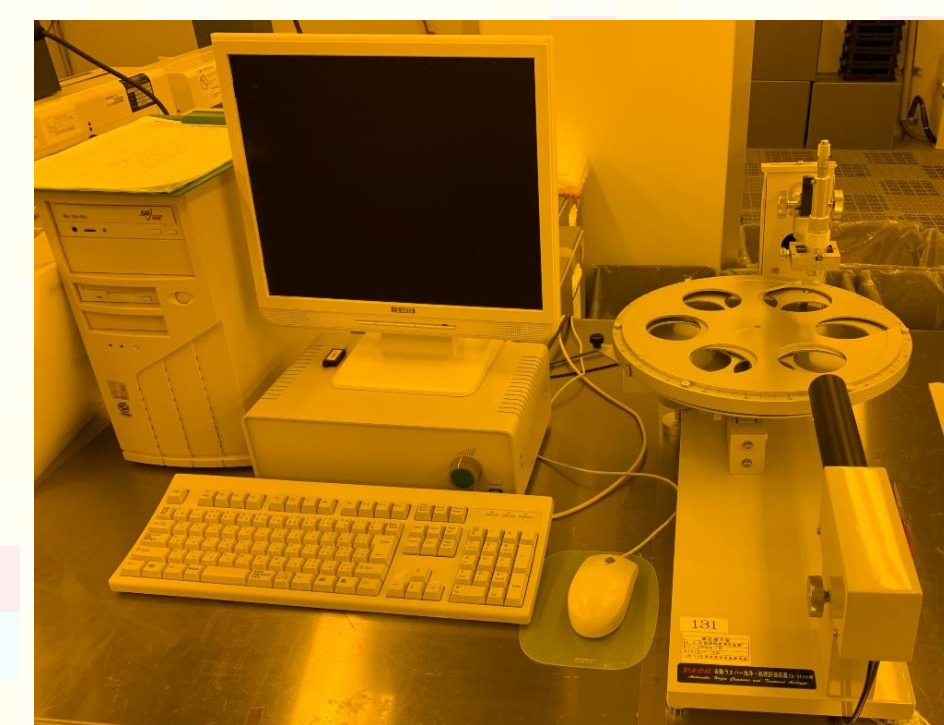
超薄膜ガラス切断装置



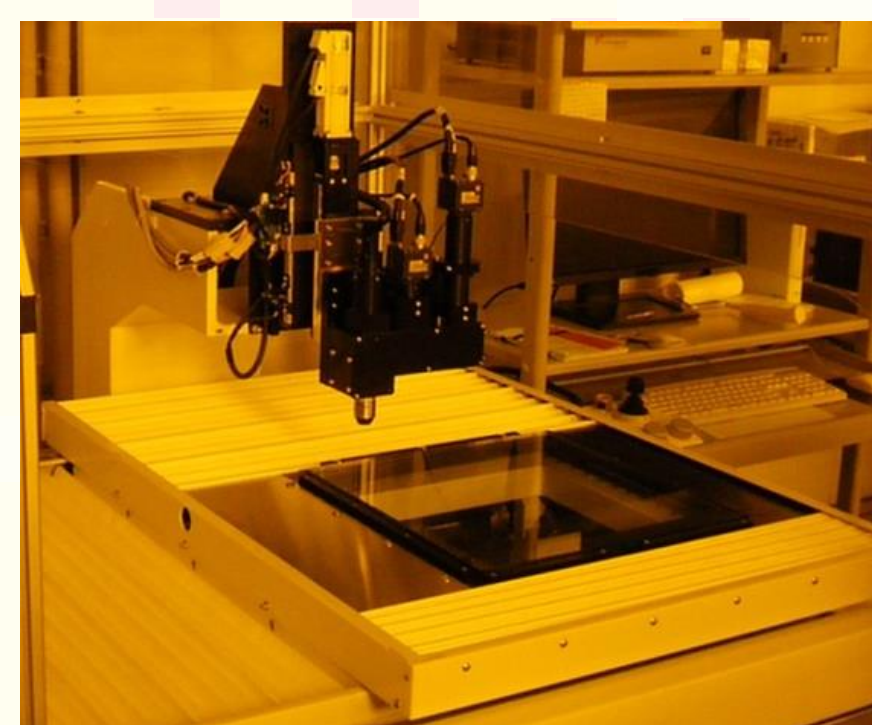
3D成形機

評価技術

ロールtoロール技術、印刷技術の研究開発に必要な評価技術を取り揃えています。



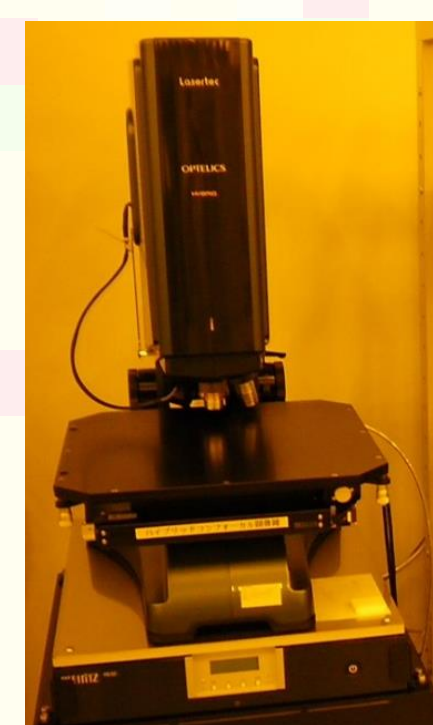
接触角測定



精密座標測定



粘弾性測定



ハイブリッドコン
フォーカル顕微鏡

技術成果

超薄板ガラスを用いたフレキシブル有機EL

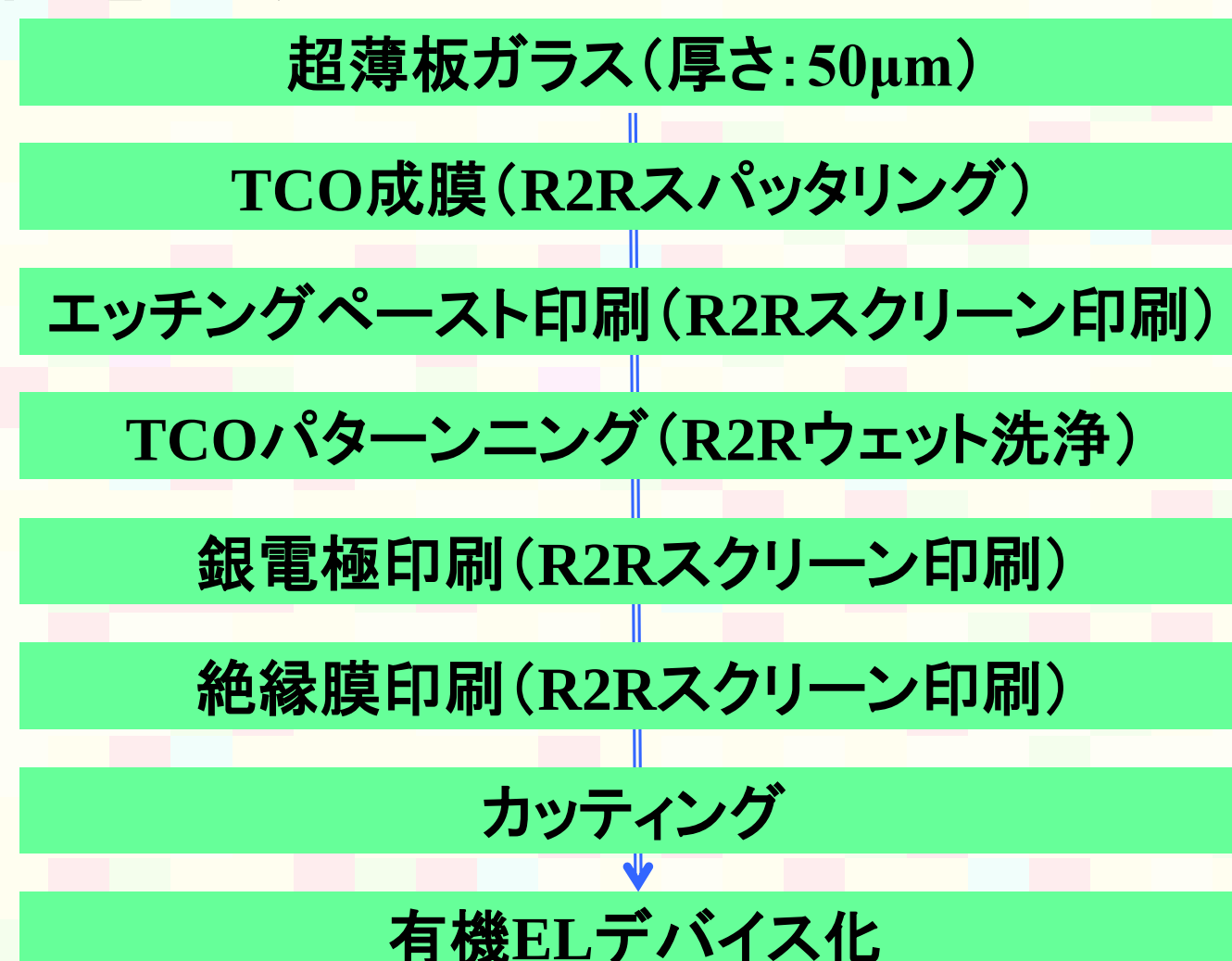
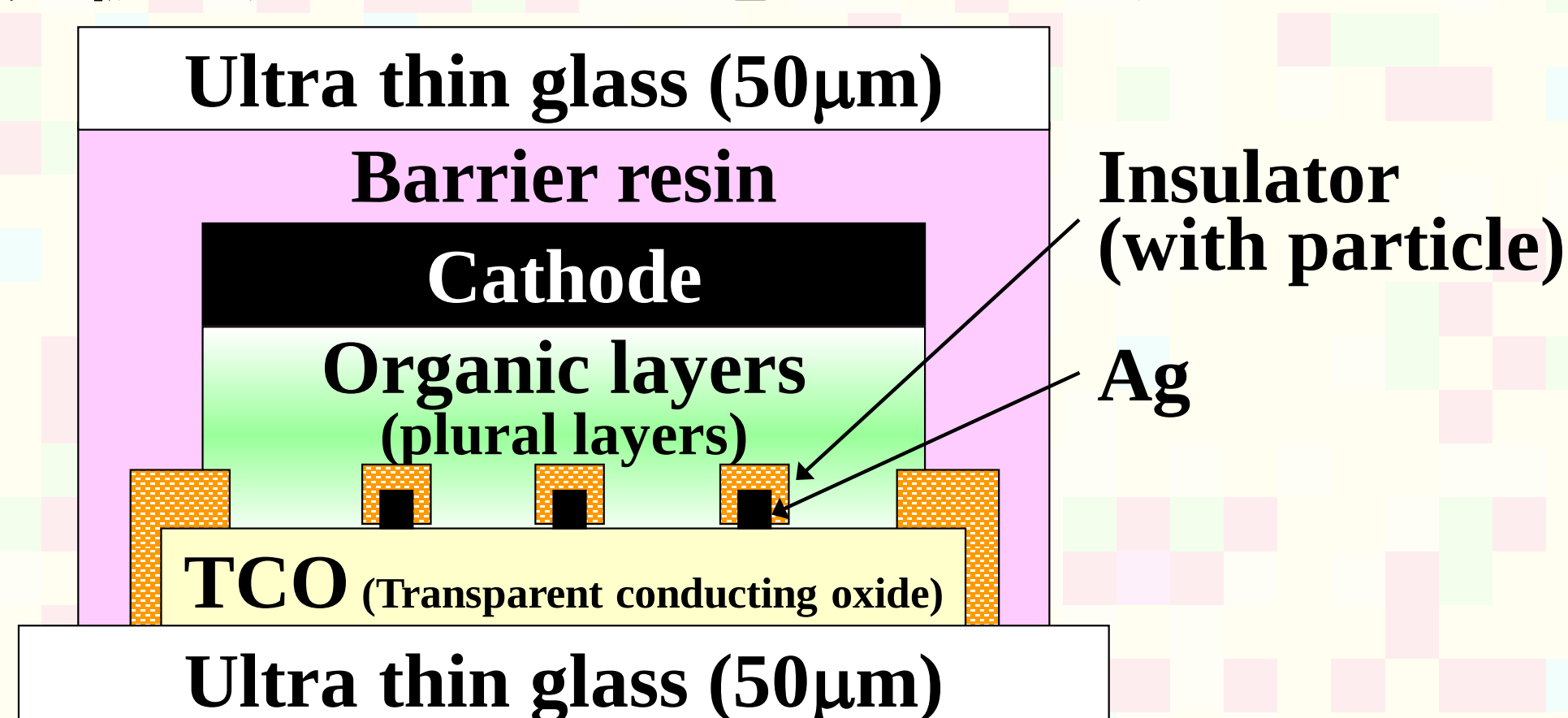
Flexible OLEDs on Ultra-thin Glass

ロールtoロール(R2R)法によって**透明電極付き超薄板ガラス基板**を作製し、この基板を用いて有機ELデバイスを作製する技術を開発しています。

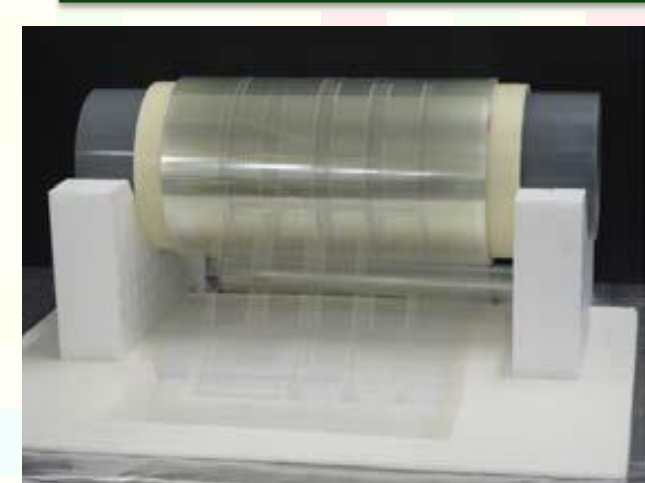
※「山形大学フレキシブルエレクトロニクス日独国際共同実用化コンソーシアム(YU-FIC)」における技術開発テーマ「フレキシブル基板を用いたRoll to Roll法大面積有機EL照明製造の革新的トータル技術開発(LAOLA)」

技術の特長

- **ロールtoロール(R2R)法**により超薄板ガラス上に透明電極を形成
- 超薄板ガラスにダメージを与えない**独自カッティング技術**



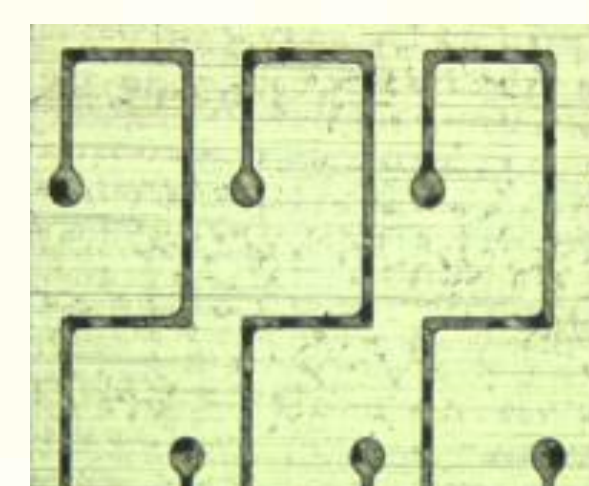
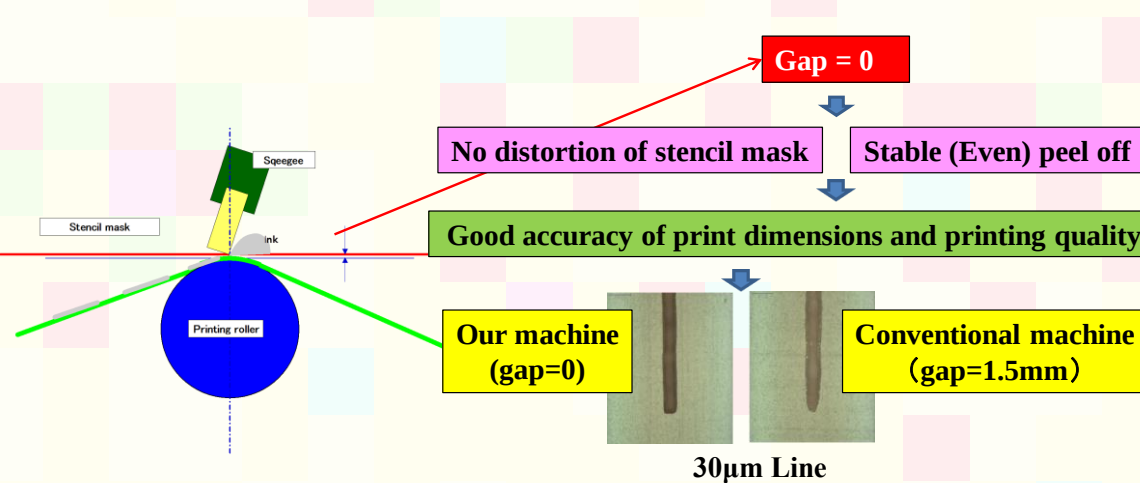
主要要素技術



超薄板ガラス基板
(日本電気硝子株式会社)



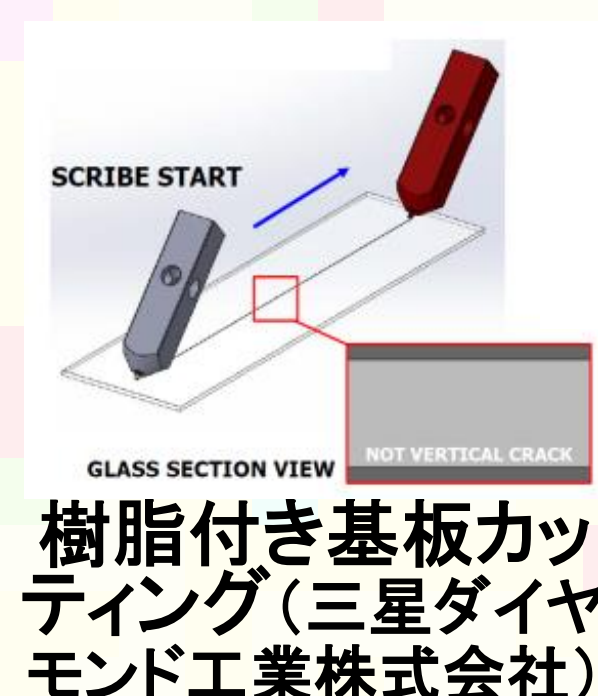
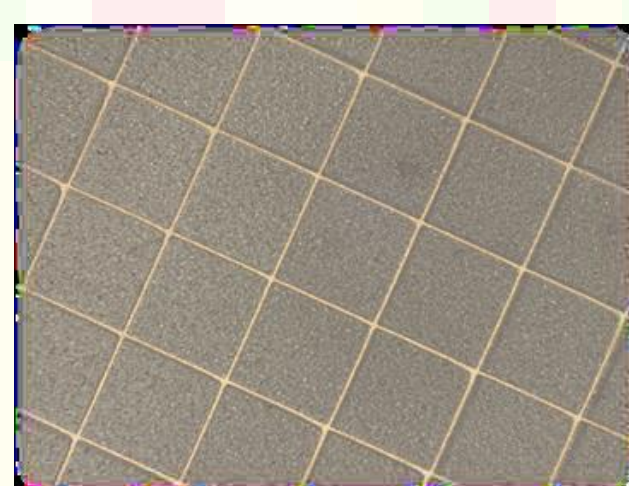
ギャップレススクリーン印刷装置
(セリアエンジニアリング)



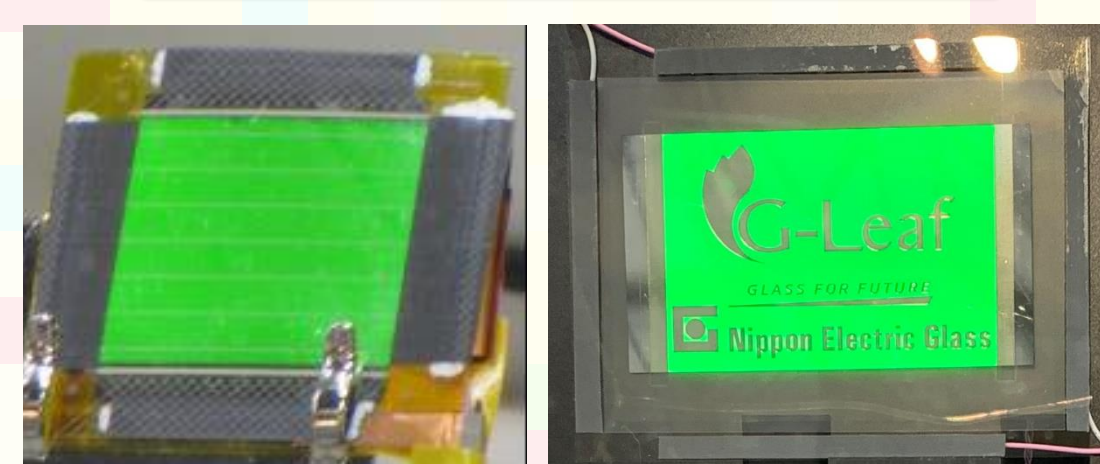
スクリーン版
(東京プロセスサービス株式会社)



導電インク
(藤倉化成株式会社)



試作パネル



共同研究

日本電気硝子株式会社、株式会社セリアエンジニアリング、東京プロセスサービス株式会社、藤倉化成株式会社、三星ダイヤモンド工業株式会社

関連プログラム

- 山形大学フレキシブルエレクトロニクス日独国際共同実用化コンソーシアム(YU-FIC)[2017/10~2021/3]
- JST: 産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム(OPERA)~「山形大学・有機材料の極限機能創出と社会システム化をする基盤技術の構築及びソフトマターロボティクスへの展開」(JPMOP1614)[2016年度~2020年度]
- 文部科学省: オープンイノベーション機構の整備事業「山形大学/オープンイノベーション機構」[2018年度~2022年度]
- 文部科学省: 地域イノベーション・エコシステム形成プログラム「山形大学/山形県 有機材料システムの「山形」が展開するフレキシブル印刷デバイス事業創成」[2018年度~2022年度]

主な研究発表

- 日本電気硝子; 「ファインテックジャパン2019」展(2019.12), 「JFlex2019」展(2019.1/東京ビッグサイト), 「ファインテックジャパン2018」展(2018.12).
- 三星ダイヤモンド工業; 「ファインテックジャパン2019」展(2019.12), 「2019 FLEX Japan」展(2019.5), 「ファインテックジャパン2018」展(2018.12).
- T. Nakagaki, T. Kawabata, H. Takimoto, T. Furukawa, *IDW'19*, FLXp1-9L (2019). "Scribing Tool and Cutting Method for Ultra-thin Glass"
- セリアエンジニアリング; 「2019 EXPOセリア」展(2019.11).
- 藤倉化成, 日本電気硝子, セリアエンジニアリング; International Workshop on Flexible Electronics and Sensors (2019.9/ドイツ).
- 東京プロセスサービス; 「2019 FLEX Japan」展(2019.5).
- 山形大学; 「Flex Japan 2019」展(2019.5, 東京), 「LOPEC」(2019.3, ドイツ), 「JFlex2019」展(2019.1/東京ビッグサイト).
- T. Furukawa, M. Kodan, *IEICE Trans. Electron*, E100-C, 949-954 (2017). "Novel roll-to-roll deposition and patterning of ITO on ultra-thin glass for flexible OLEDs"

技術成果

高機能ステンレス箔を用いたフレキシブル有機EL Flexible OLEDs on Stainless Steel Foil

厚さ50 μm の**高機能ステンレス箔**(日本製鉄グループ製)をフレキシブル有機ELパネルに適用する研究開発を進めています。

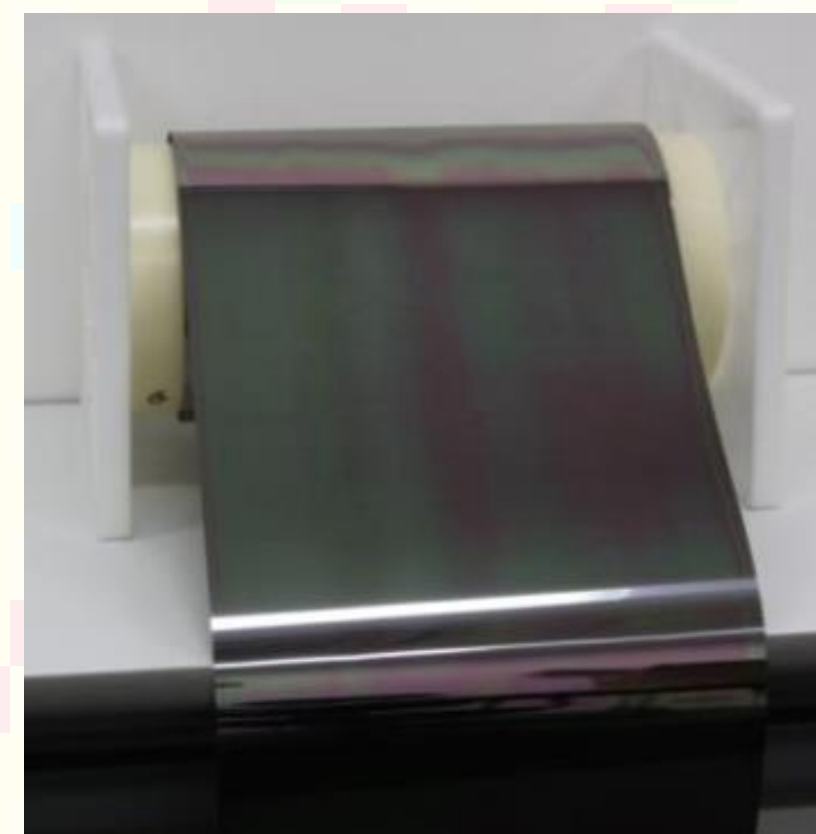
※「山形大学フレキシブルエレクトロニクス産学連携コンソーシアム(YU-FLEC)における共同研究

※山形大学フレキシブルエレクトロニクス日独国際共同実用化コンソーシアム(YU-FIC)における技術開発テーマ「フレキシブル基板を用いたRoll to Roll法大面積有機EL照明製造の革新的トータル技術開発(LAOLA)」

技術の特長

■ 日本製鉄グループ製高機能ステンレス箔の特長

- ・厚さ50 μm
- ・優れた表面平坦性($R_a \sim 0.6\text{nm}$)
- ・優れた耐熱性、プロセス耐性
- ・高いガスバリア性

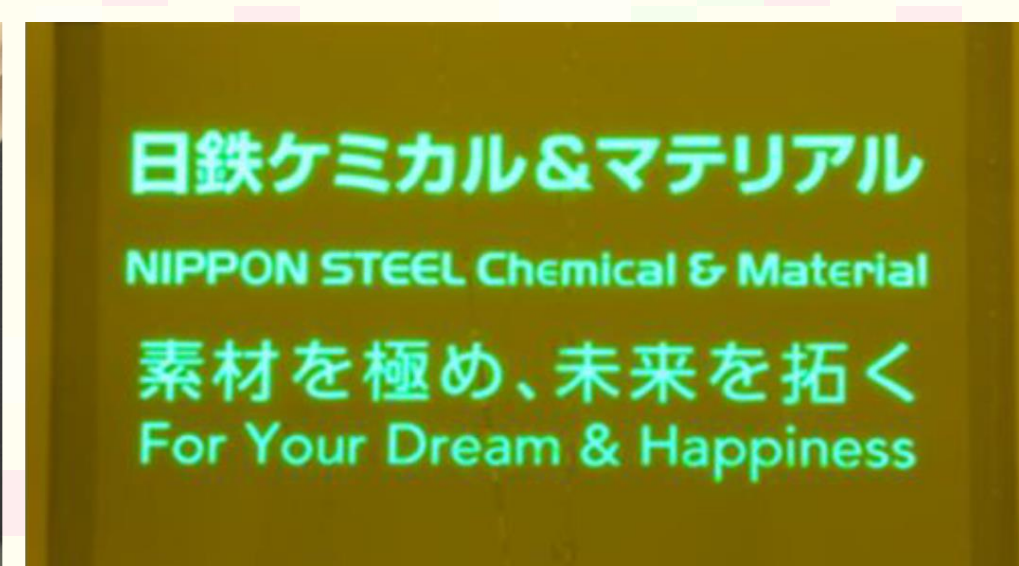
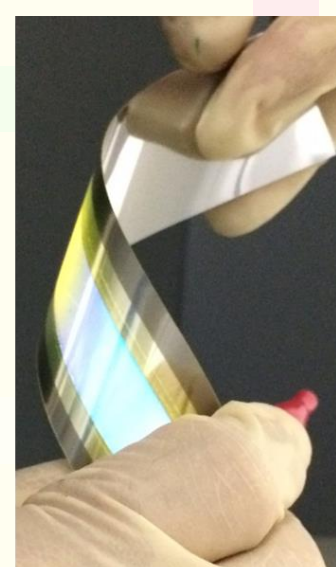
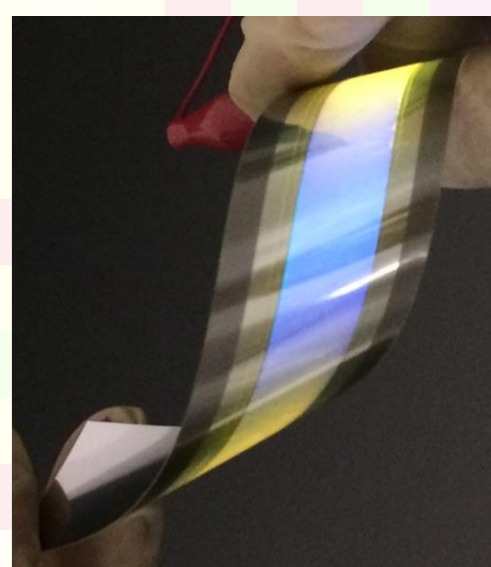
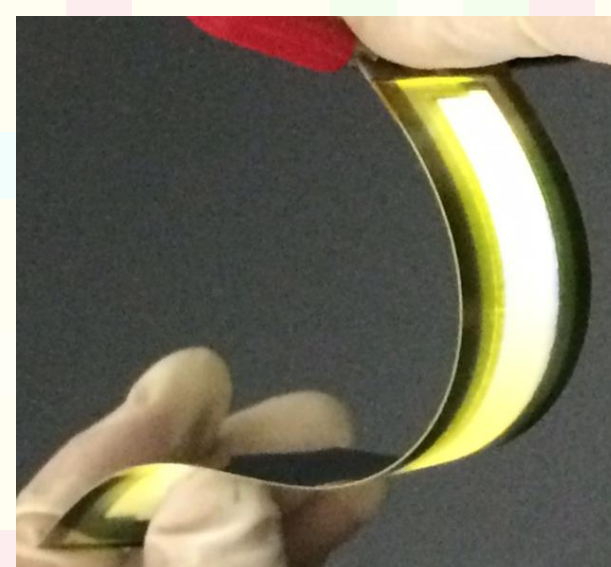
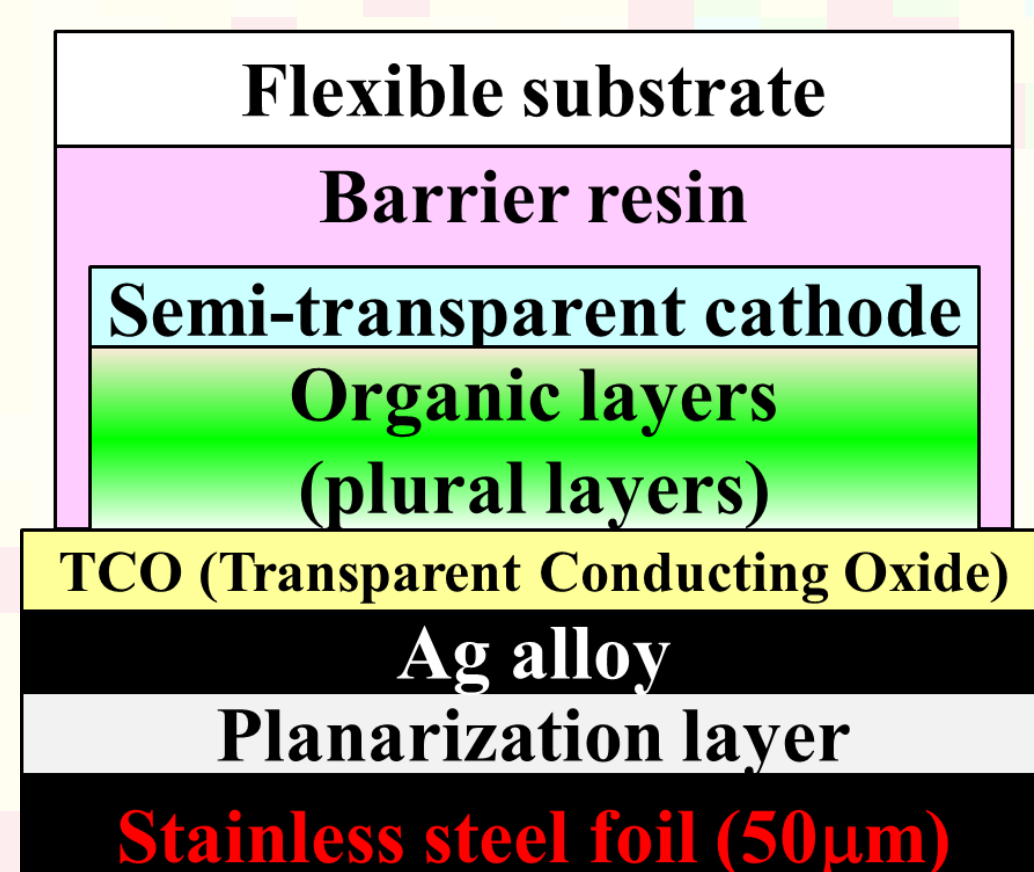
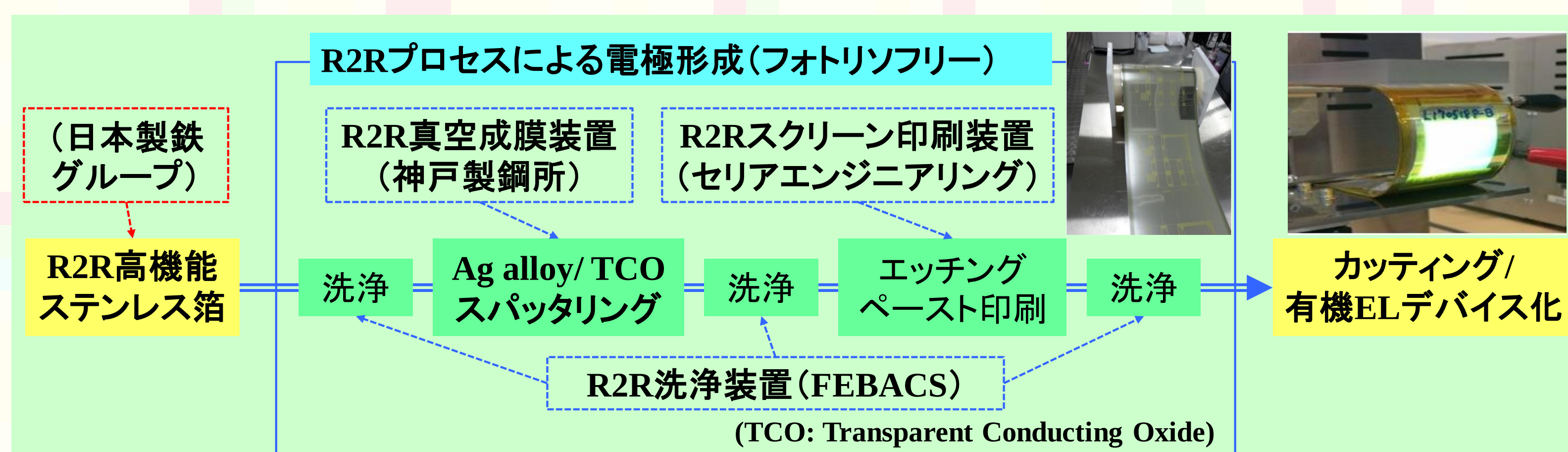


高機能ステンレス箔

主な技術成果

■ 高機能ステンレス箔用いたフレキシブル有機EL

- ・**ロールtoロール(R2R)**方式で高機能ステンレス箔上に電極を**フォトリソグラフィーなし**で形成
- ・厚さ50 μm の高機能ステンレス箔をフレキシブル有機ELに適用



高機能ステンレス箔(日本製鉄グループ)を用いた
フレキシブル有機EL照明パネル試作品

共同研究

日本製鉄株式会社、日鉄ケミカル&マテリアル株式会社

関連プログラム

- 山形大学フレキシブルエレクトロニクス産学連携コンソーシアム(YU-FLEC) [2018/1~2023/3]
- 山形大学フレキシブルエレクトロニクス日独国際共同実用化コンソーシアム(YU-FIC) [2017/10~2021/3]
- 文部科学省:オープンイノベーション機構の整備事業「山形大学/オープンイノベーション機構」[2018年度~2022年度]

主な研究発表

- Y. Hagiwara, T. Furukawa, T. Yuki, S. Yamaguchi, N. Yamada, J. Nakatsuka, M. Koden, H. Nakada, *IDW'17*, FLXp1-9L (2017). "Roll-to-Roll Patterning of Reflective Electrode on Planarized Stainless Steel Foil"
- M. Koden, T. Furukawa, T. Yuki, H. Kobayashi, H. Nakada, *IDW/AD'16*, FLX3-1 (2016). "Substrates and Non-ITO Electrodes for Flexible OLEDs"
- Y. Hagiwara, H. Itoh, T. Furukawa, H. Kobayashi, S. Yamaguchi, N. Yamada, J. Nakatsuka, M. Koden, H. Nakada, *IDW/AD'16*, FLXp1-5 (2016). "Roll-to-Roll Processing of Silver/ITO Continuous Deposition on Planarized Stainless Steel Foil"

技術成果

ロールtoロール(R2R)法による電極付きバリアフィルム作製

Roll-to-Roll (R2R) Fabrication of Barrier Film with Transparent Electrode

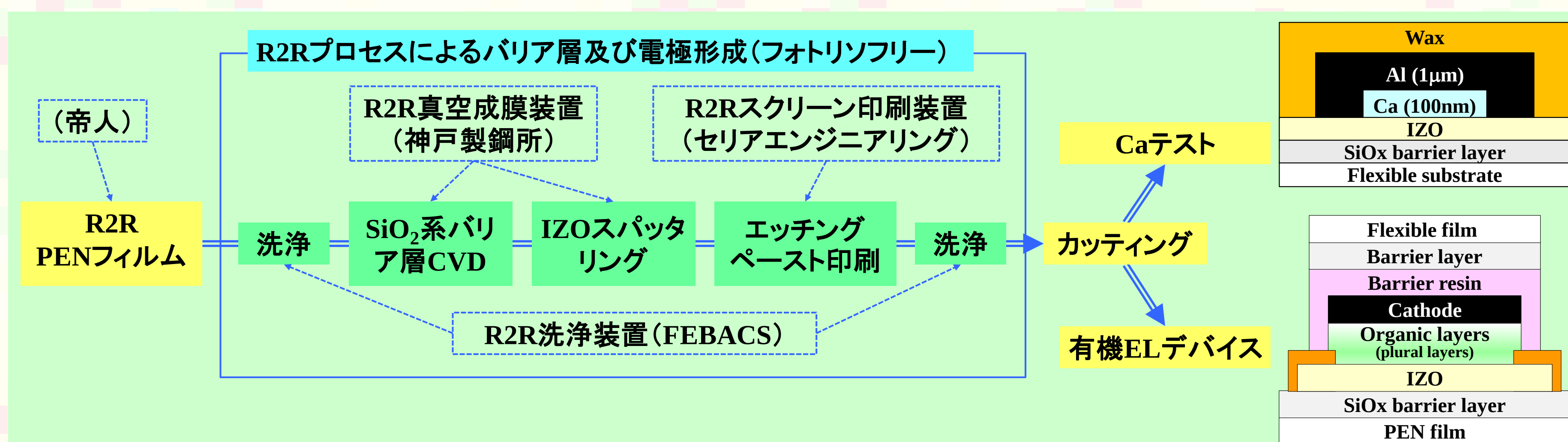
フレキシブルフィルム上にロールtoロール(R2R)PE-CVD(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition)成膜装置でバリア層と透明導電膜を形成する技術を開発しています。高生産性技術として期待できます。

技術の特長

- ロールtoロール(R2R)PE-CVD方式でフィルム上に単層バリア層を形成
- 単層膜で高いバリア性: $10^{-6}\text{g/m}^2/\text{day}$ 台の水蒸気透過率(WVTR)
- 高いバリア性を有する透明電極付きガスバリアフィルムを開発

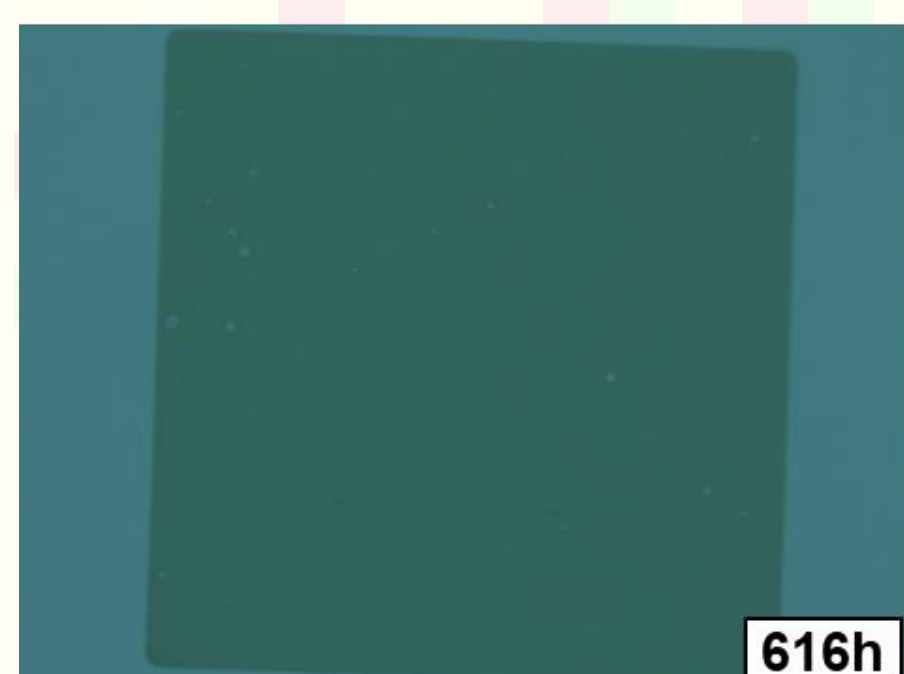
主な技術成果

- ロールtoロール(R2R)方式でフィルム上に単層バリア層と透明電極層を形成(フォトリソフリー)



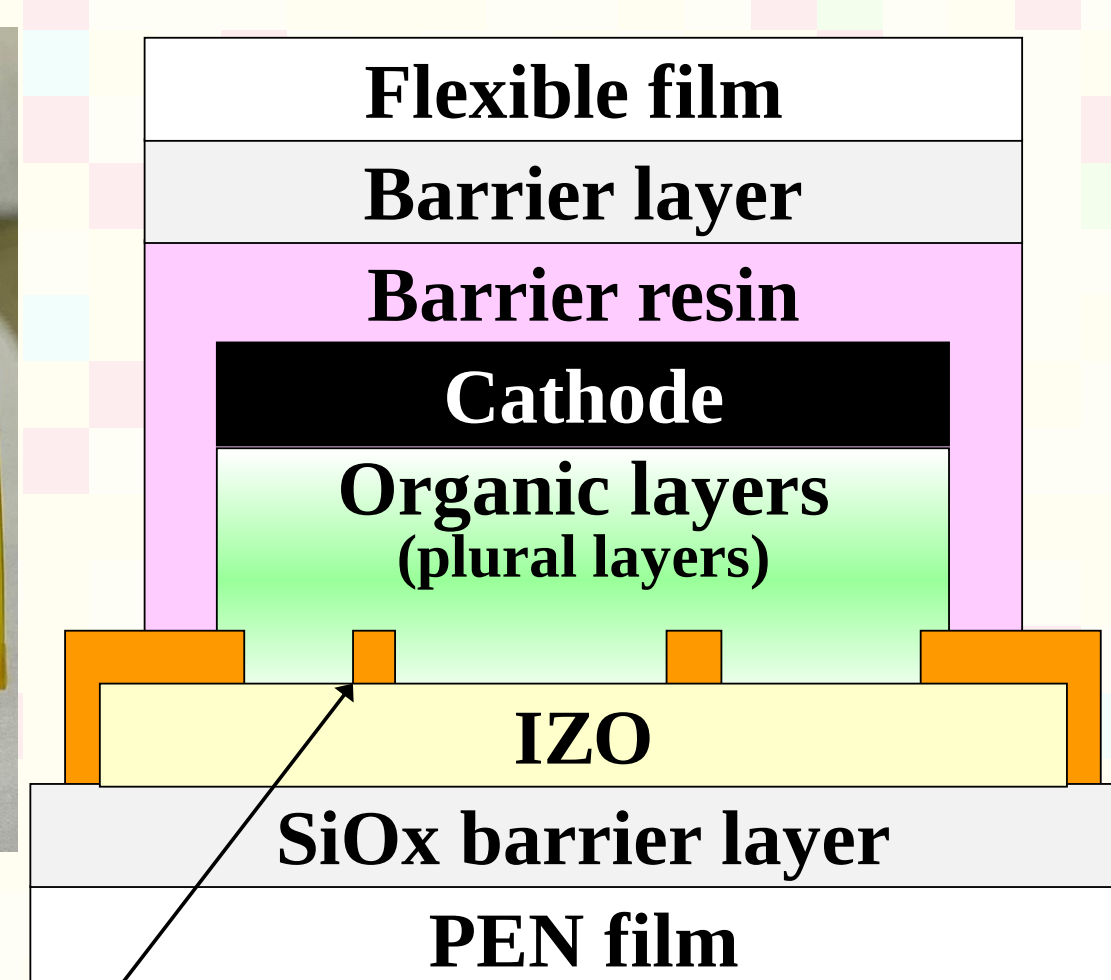
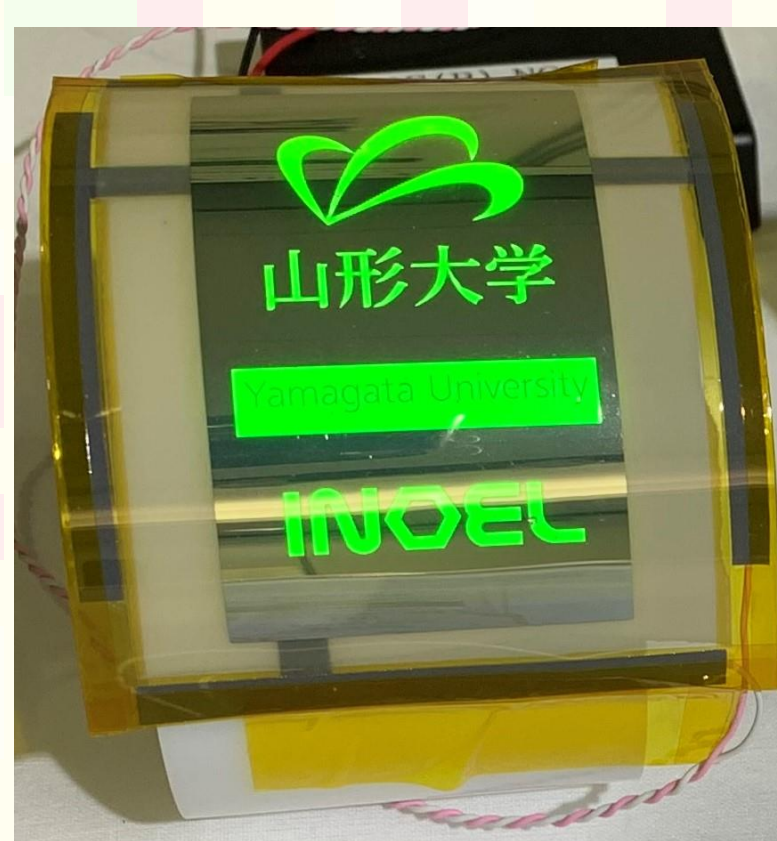
- 高いガスバリア:

WVTR: $6.3 \times 10^{-6}\text{g/m}^2/\text{day}$



Caテスト(バリア層厚さ:720nm)
40°C/90%RHで616時間保存後

- フレキシブル有機ELデバイス



Insulator

共同研究

帝人株式会社、東ソー株式会社

関連プログラム

- JST: 産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム(OPERA)～新規研究領域・共創コンソーシアム「山形大学・有機材料の極限機能創出と社会システム化をする基盤技術の構築及びソフトマターロボティクスへの展開」(JPMOP1614)[2016年度～2020年度]

主な研究発表

- 山形大学;「Flex Japan 2019」展(2019.5, 東京),「LOPEC」(2019.3, ドイツ),「JFlex 2019」展(2019.1/東京ビッグサイト).
- K. Taira, Taiga Suzuki, W. Konno, H Chiba, H. Itoh, M. Koden, T. Takahashi, T. Furukawa, *IDW'18*, FLX2-4L (2018). "Development of High Gas Barrier Film Using Novel Precursor by Roll to Roll PECVD"
- T. Suzuki, W. Konno, K. Taira, H Chiba, H. Itoh, M. Koden, T. Takahashi, T. Furukawa, *IDW'18*, FLXp1-10L (2018). "High Gas Barrier Films with Heterogeneous Multilayer"
- K. Taira, T. Furukawa, N. Kawamura, M. Koden, T. Takahashi, *IDW'17*, FLXp1-8L (2017). "High gas barrier film for OLED"

技術成果

印刷法による有機ELパッケージ(IonT)

Package with OLEDs fabricated by printing

有機エレクトロニクス技術を用いた**広告用製品開発**として、パッケージ用などのフレキシブル有機ELを安価な印刷法によって作製する技術の研究開発を進めています。

※「山形大学フレキシブルエレクトロニクス日独国際共同実用化コンソーシアム(YU-FIC)」における技術開発テーマ「有機エレクトロニクス技術を用いた広告用製品開発(IonT)」

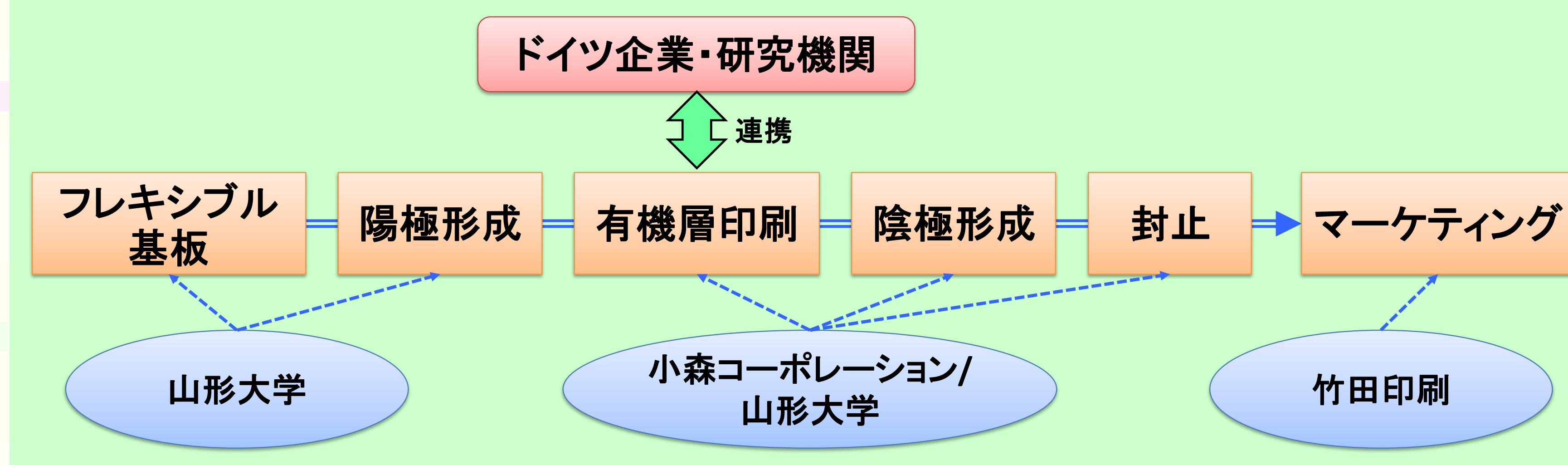
技術の特長

- 安価な**印刷法によるフレキシブル有機EL**
- パッケージ用途などに適用

取り組みの特長

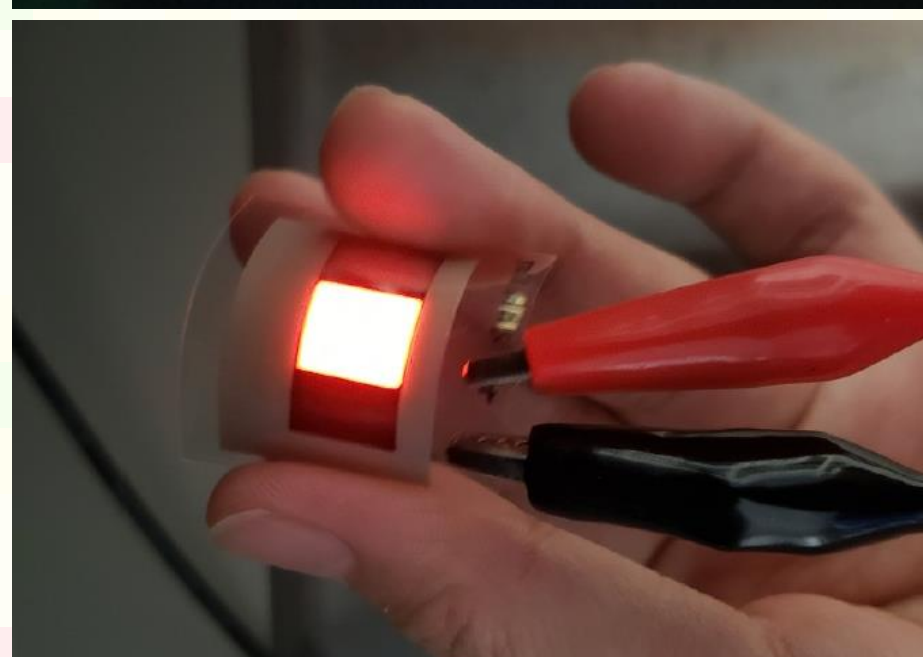
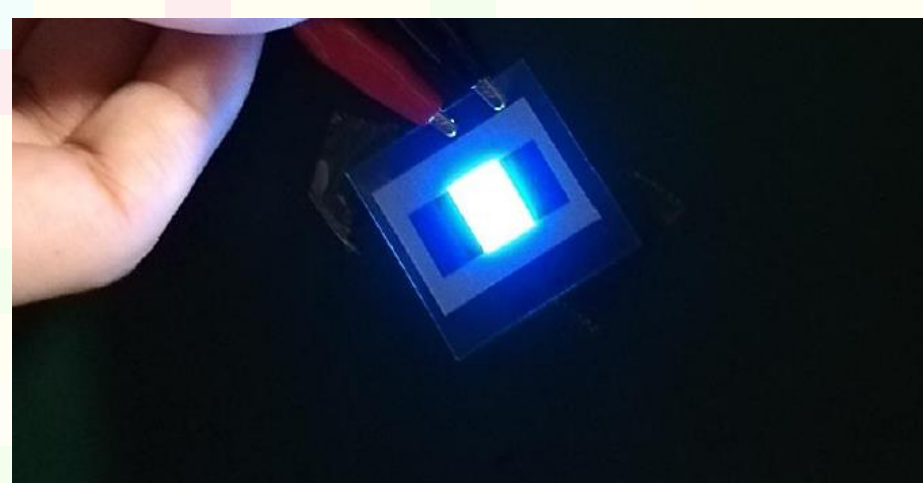
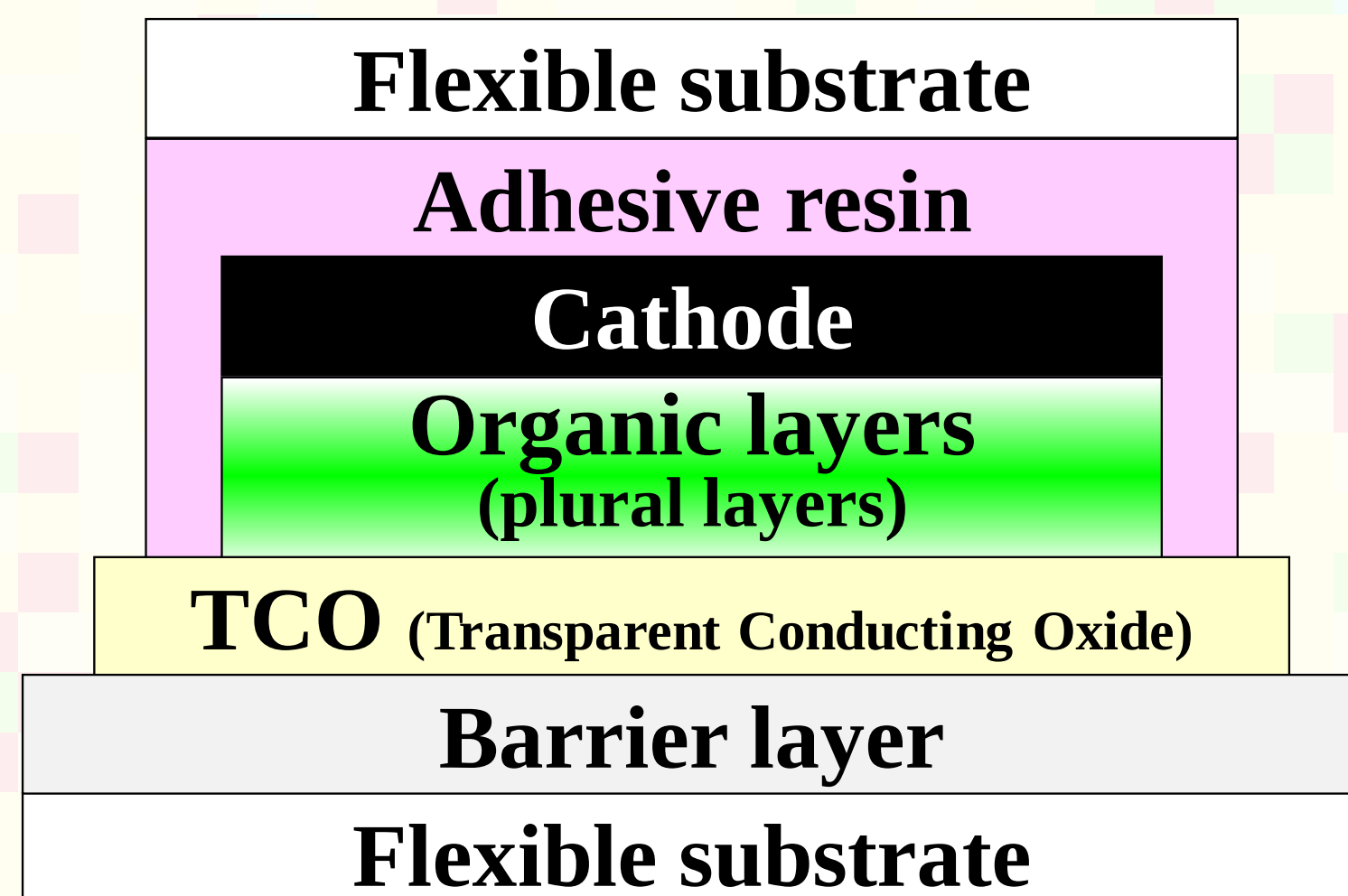
- 「山形大学フレキシブルエレクトロニクス日独国際共同実用化コンソーシアム(YU-FIC)」における企業間連携、ドイツ企業・研究機関との連携により研究開発

YU-FICによる取り組み: 有機エレクトロニクス技術を用いた広告用製品開発(IonT)



主な技術成果

- フレキシブル有機ELデバイスによるコンセプトサンプル試作



共同研究

株式会社 小森コーポレーション、竹田印刷株式会社

関連プログラム

- 山形大学フレキシブルエレクトロニクス日独国際共同実用化コンソーシアム(YU-FIC)[2017/10～2021/3]
- 文部科学省: オープンイノベーション機構の整備事業「山形大学/オープンイノベーション機構」[2018年度～2022年度]

技術成果

3次元PCBの製造プロセスおよび用途開発(F2E)

Free Form Electronics - Freedom in design by thermo-formed printed electronics

3次元プリント配線基板(3DPCB)の製造プロセスおよび用途開発として、
電極付き基板の3次元成形技術の研究開発を進めています。

※「山形大学フレキシブルエレクトロニクス日独国際共同実用化コンソーシアム(YU-FIC)」における
技術開発テーマ「3次元プリントサーキットボード(3DPCB)の製造プロセスおよび用途開発(F2E)」

技術の特長

- 電極付きフレキシブル基板を3次元成形
- 印刷による基板製造工程の短縮

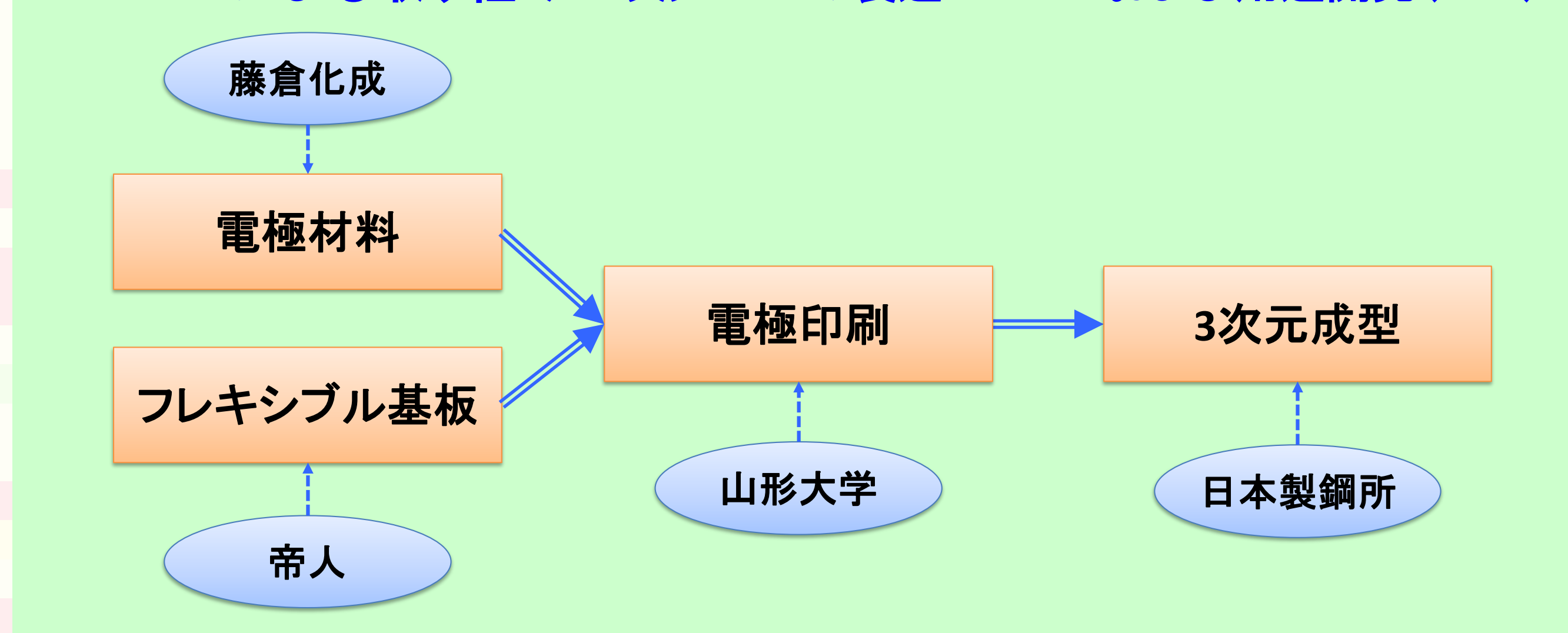
想定される用途

- 自動車のインテリア(インパネ、コンソールの照明・コントローラ等)
- 薄型IoTデバイス

取り組みの特長

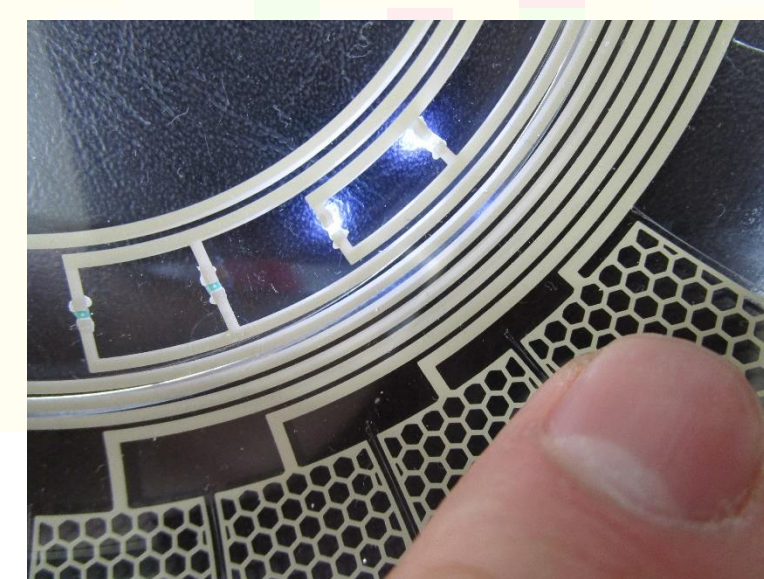
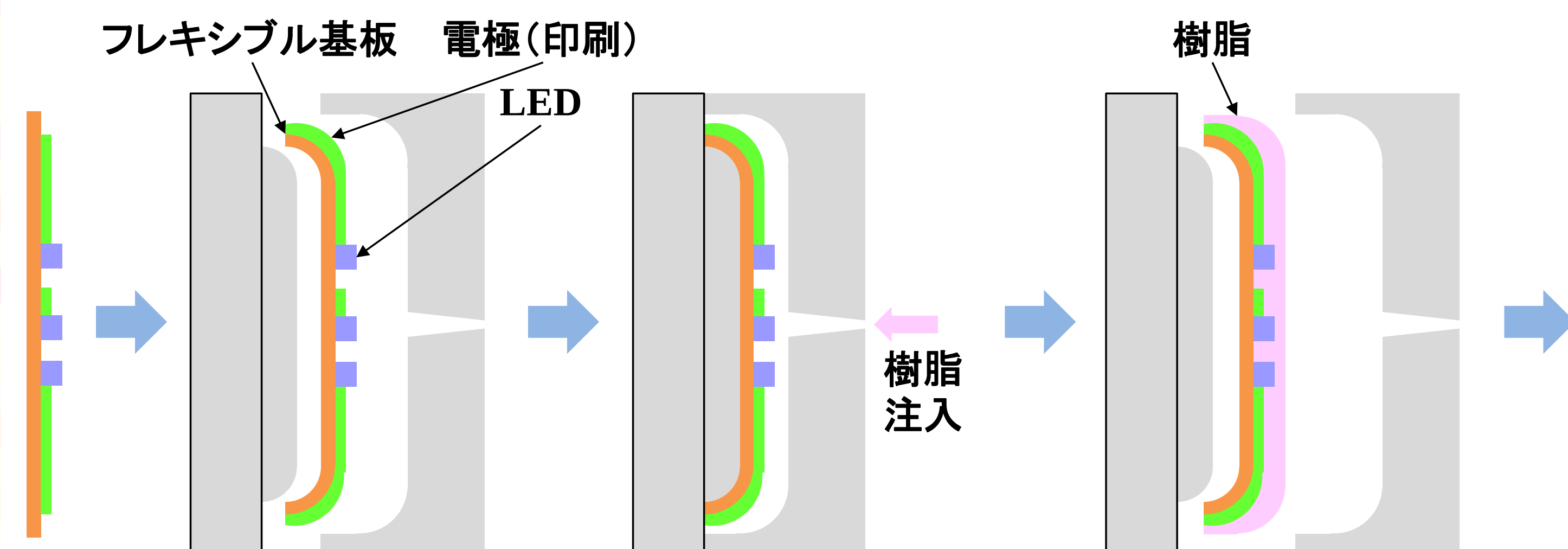
- 「山形大学フレキシブルエレクトロニクス日独国際共同実用化コンソーシアム(YU-FIC)」
における企業間連携により開発

YU-FICによる取り組み:3次元PCBの製造プロセスおよび用途開発(F2E)



主な技術成果

- **タッチスクリーンとLEDを成形品内部にモールドした三次元形状試作品**



共同研究

株式会社日本製鋼所, 帝人株式会社, 藤倉化成株式会社

関連プログラム

- 山形大学フレキシブルエレクトロニクス日独国際共同実用化コンソーシアム(YU-FIC)[2017/10~2021/3]
- 文部科学省:オープンイノベーション機構の整備事業「山形大学/オープンイノベーション機構」[2018年度~2022年度]

技術成果

フレキシブル有機EL用耐熱バリアフィルム

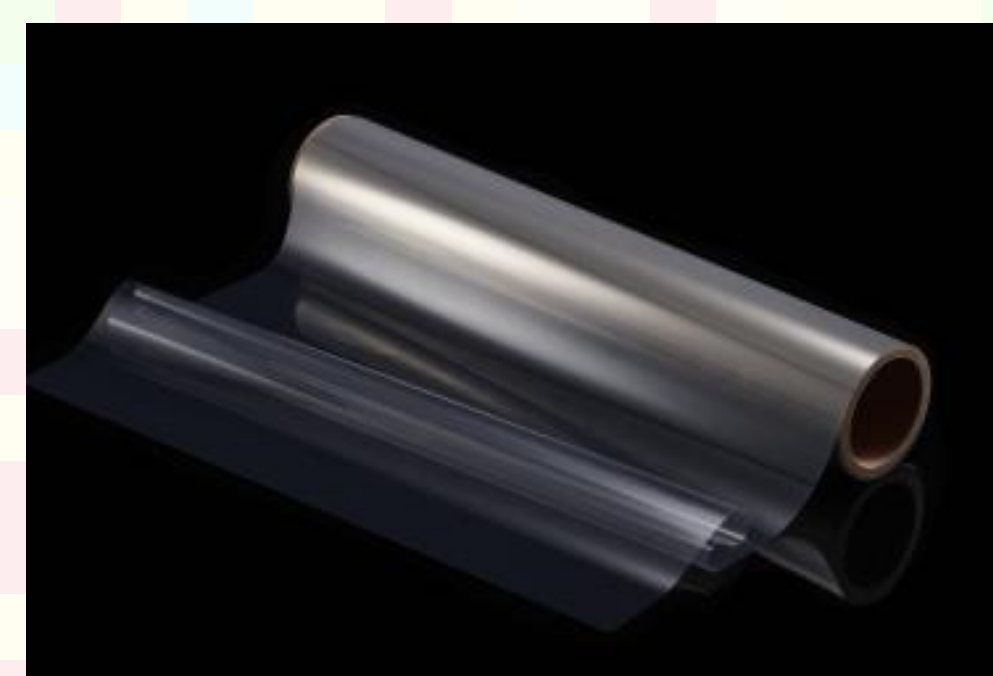
High Temperature Tolerant Barrier Films for Flexible OLEDs

有機EL製造工程においては200℃以上の熱処理が望まれる工程があり、その観点からフレキシブル有機EL用耐熱バリアフィルムの開発が求められます。本研究では、倉敷紡績株式会社が開発した200℃以上の耐熱性を有するフィルムEXPEEK®(エクスピーク)を用いたフレキシブル有機EL用バリアフィルムの研究開発を進めています。

技術の特長

■ 倉敷紡績製耐熱フィルムEXPEEK

- ・二軸延伸PEEK(ポリエーテルエーテルケトン)樹脂フィルム
- ・ポリイミドと同等の耐熱性(Tg:320℃)
- ・耐薬品性
- ・良好な透明性
- ・低熱収縮



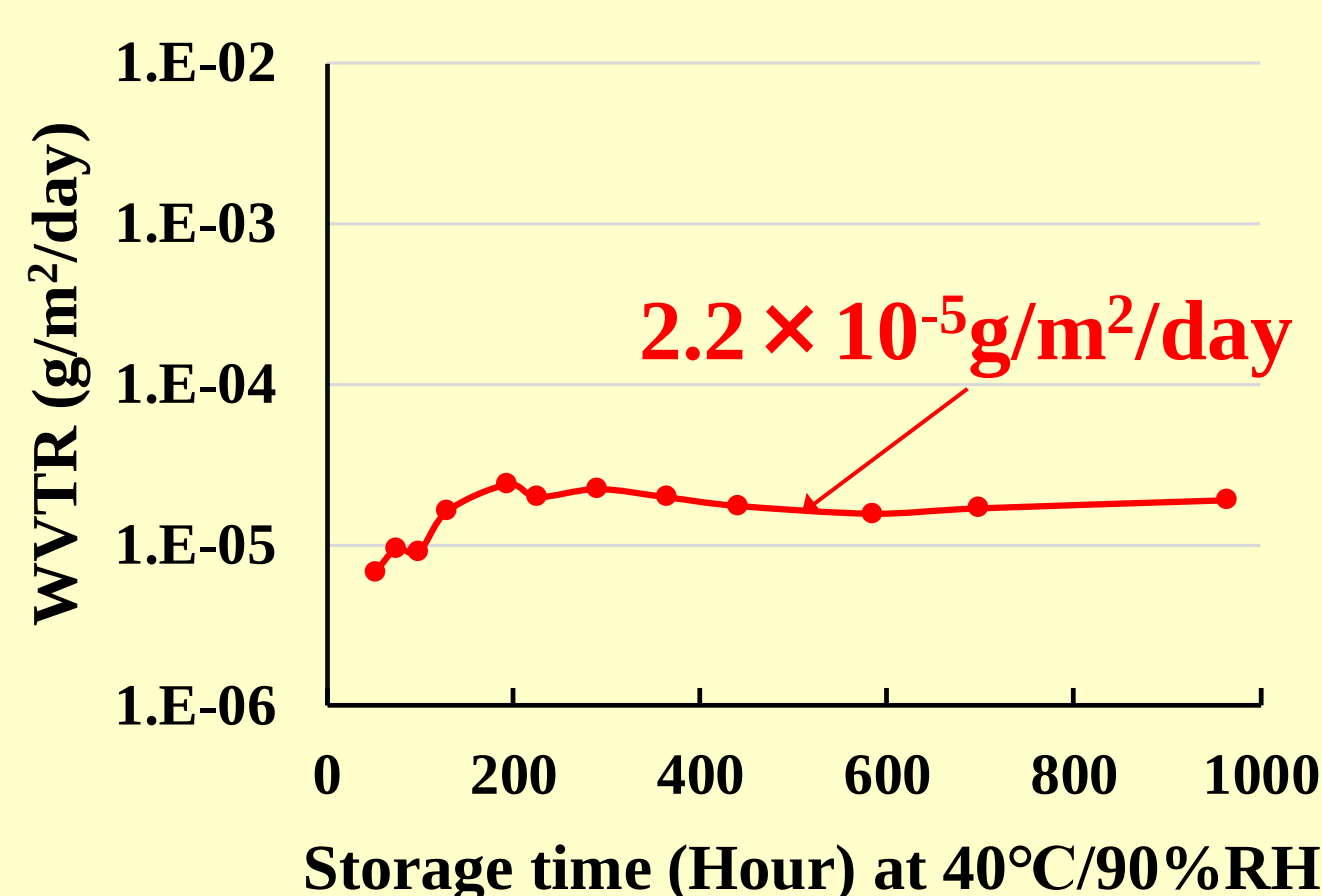
EXPEEK
(倉敷紡績株式会社ホームページより)

■ 耐熱フィルムEXPEEK上にバリア層を形成し、フレキシブル有機ELデバイスに適用

主な技術成果

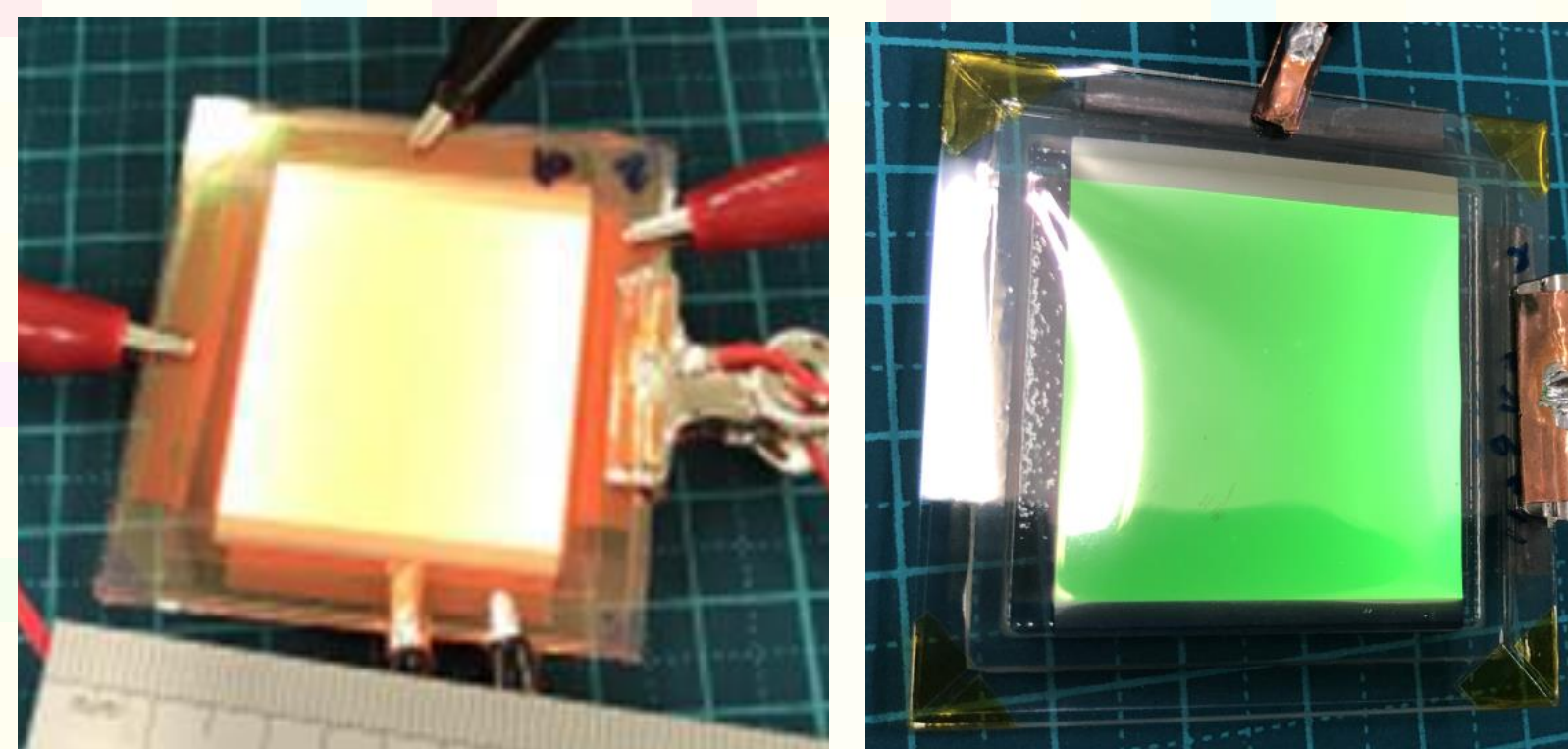
■ 高いガスバリア性: $10^{-5} \text{g/m}^2/\text{day}$ 台のWVTR

Barrier film
Adhesive barrier resin
Al (1μm)
Ca (100nm)
SiNx (Sputtering) 100nm
Al ₂ O ₃ (ALD) 90nm
SiNx (Sputtering) 100nm
EXPEEK (25μm)



Ca腐食法によるWVTR (Water Vapor Transmission Rate)測定

■ フレキシブル有機EL試作品



EXPEEK (25μm)
Adhesive resin
Al (150nm)
Organic layers (plural layers)
IZO(120nm)
Barrier layer
EXPEEK (25μm)

共同研究

倉敷紡績株式会社

関連プログラム

- 山形大学フレキシブルエレクトロニクス産学連携コンソーシアム(YU-FLEC) [2018/1~2023/3]
- 文部科学省:オープンイノベーション機構の整備事業「山形大学/オープンイノベーション機構」[2018年度~2022年度]

主な研究発表

- 山形大学;「JFlex2019展」(2019.1/東京ビッグサイト).
- 倉敷紡績;「第7回高機能プラスチック展」(2018.12/幕張メッセ),「SEMICON Japan 2018」(2018.12/東京ビッグサイト).

EXPEEK®は倉敷紡績(株)の登録商標です。

技術成果

メタルメッシュ埋め込み型ITO代替透明電極技術

Non-ITO Transparent Electrode with Implanted Metal-mesh Structure

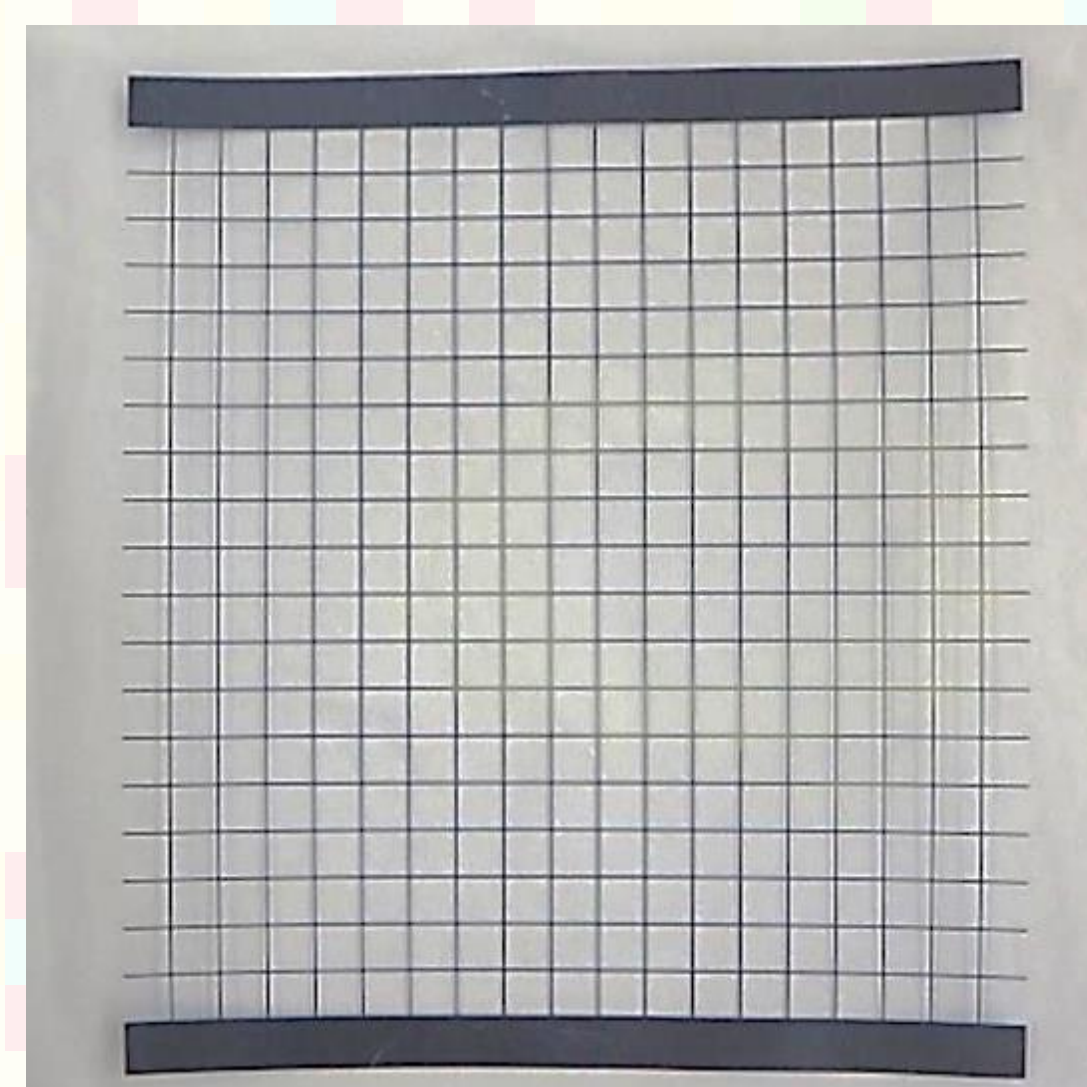
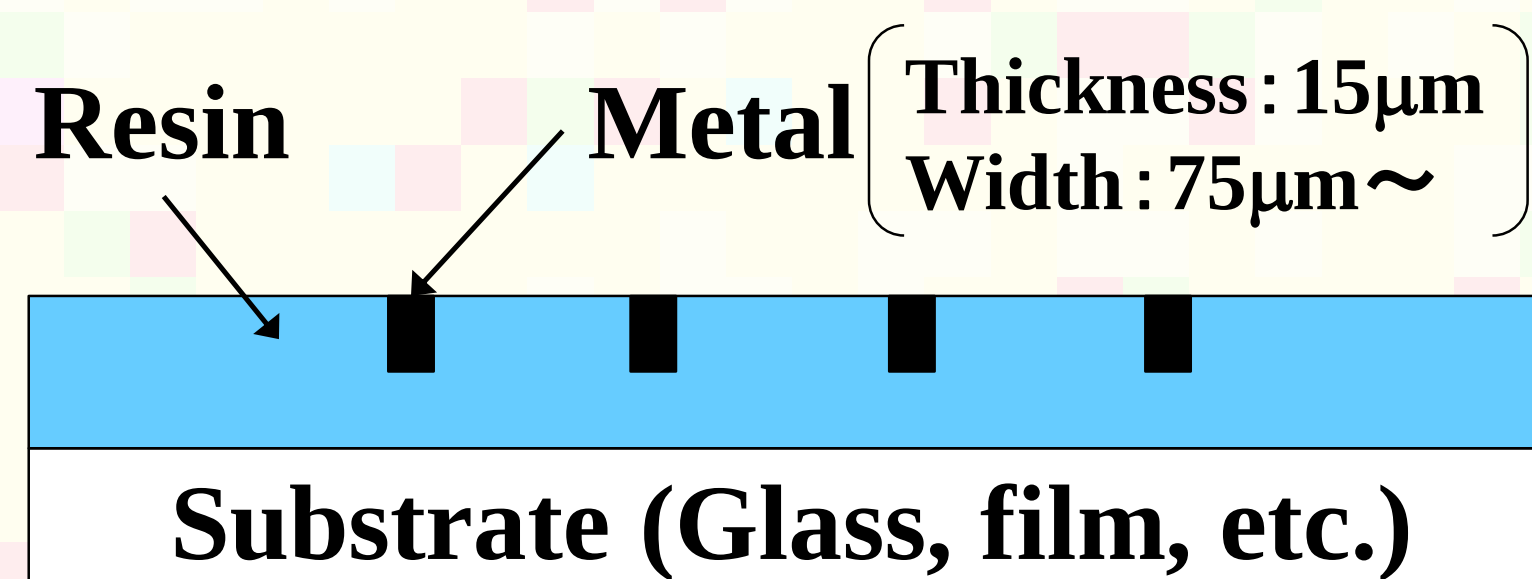
液晶や有機ELデバイスで用いる代表的な透明導電膜であるITO (Indium Tin Oxide)はコスト、生産性などの点で課題を有しています。

ITOに替わる新規な透明導電技術として東洋アルミニウム株式会社製メタルメッシュ埋め込み型電極を用いた有機ELデバイスの研究開発を共同で進めています。

技術の特長

- 東洋アルミニウム株式会社の開発したメタルメッシュ埋め込み電極
 - ・メタルメッシュを用いた高い導電性
 - ・埋め込み構造による凹凸のない表面平坦性
 - ・有機EL、有機太陽電池などに応用可能
 - ・フレキシブルデバイス化可能

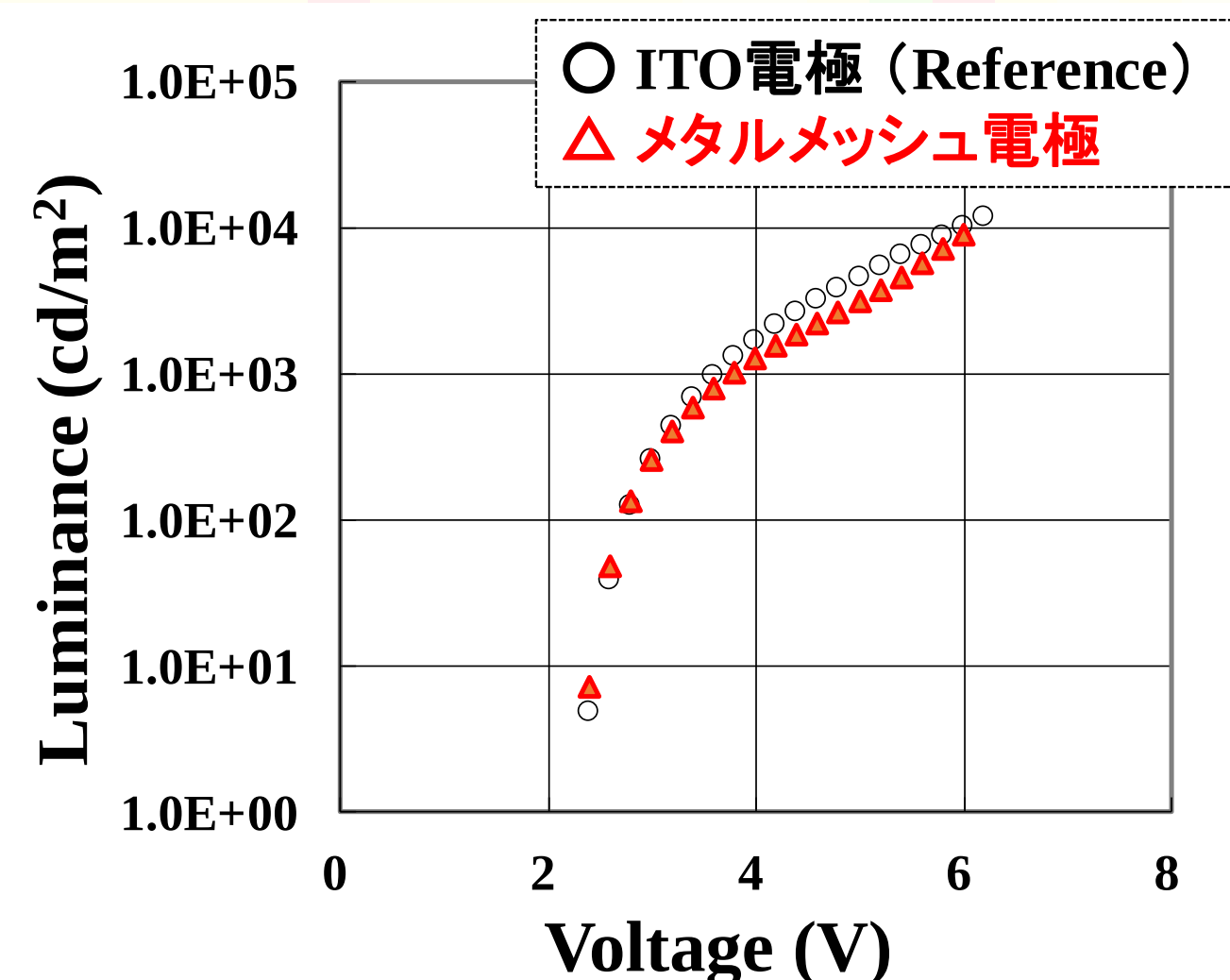
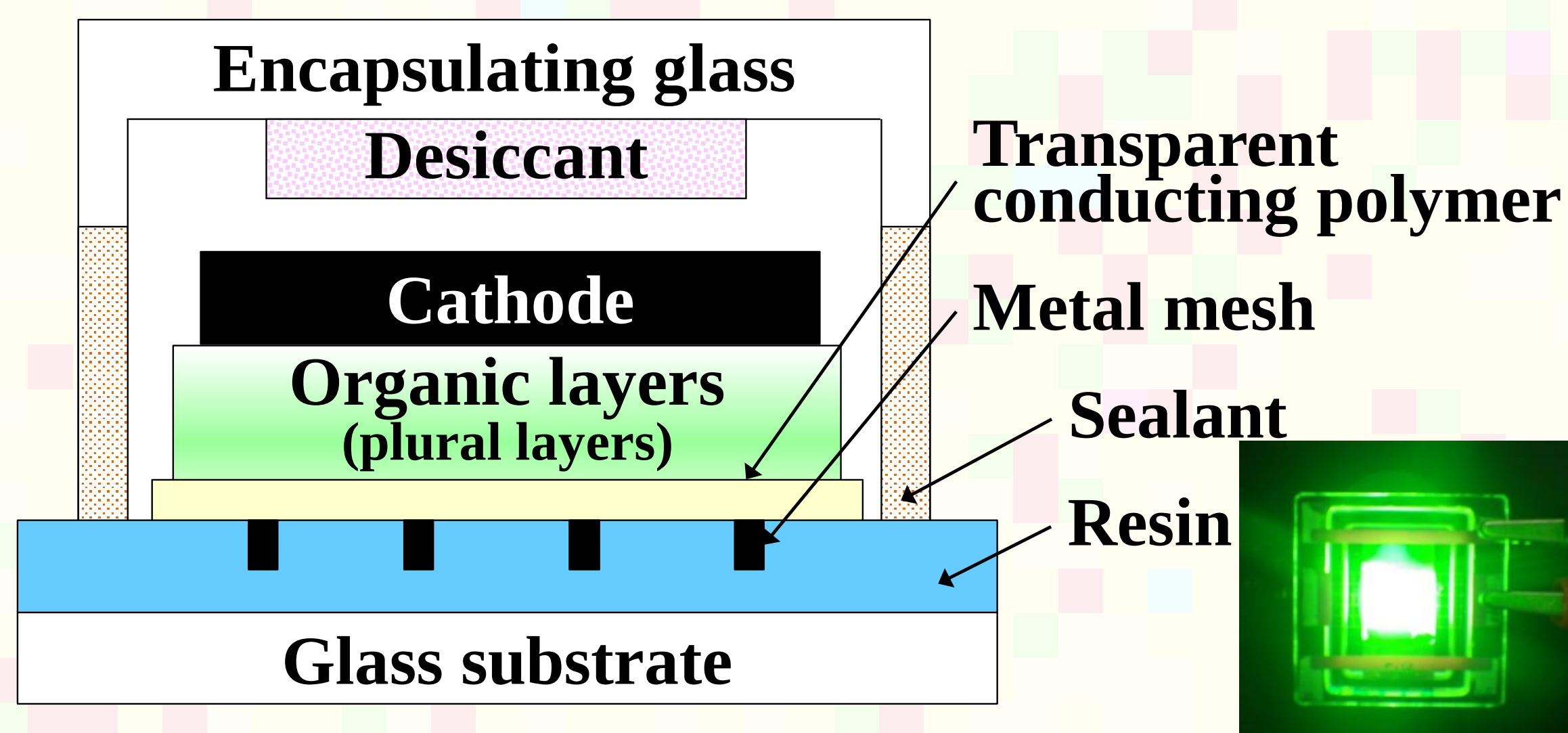
	表面抵抗
ITO(ガラス基板)	~10Ω/□
ITO(フィルム基板)	~40Ω/□
東洋アルミニウム製メタルメッシュ	0.05~1Ω/□



メタルメッシュ基板

主な技術成果

- 東洋アルミニウム株式会社製メタルメッシュ埋め込み型電極を用いた有機ELデバイス
 - ・通常のITO電極を用いた場合と同等のI-V-L特性、高輝度化を実現 (メタルメッシュ電極/有機層界面を改良)



共同研究

東洋アルミニウム株式会社、佐野健志教授(山形大学INOEL)

関連プログラム

- 山形大学フレキシブルエレクトロニクス産学連携コンソーシアム(YU-FLEC) [2018/1~2023/3]
- JST:産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム(OPERA)オープンイノベーション機構連携型「山形大学/マテリアル×プロセスイノベーションによる革新的ソフト3D界面の創製とやわらかものづくり革命への展開」(JPMOP1844) [2018年度~2022年度]
- 文部科学省:オープンイノベーション機構の整備事業「山形大学/オープンイノベーション機構」[2018年度~2022年度]

主な研究発表

- 山形大学;「JFlex2019展」(2019.1/東京ビッグサイト).
- 東洋アルミニウム;「第48回インターネブコンジャパン展」(2019.1/東京ビッグサイト).

技術成果

光学シミュレーション技術

Optical Simulation

有機ELデバイスのデバイス設計において、光学シミュレーション技術は非常に有用です。[有機ELデバイス光学シミュレーション技術](#)を開発していますので、実用的な有機ELデバイスの開発に活用いただけます。

技術の特長

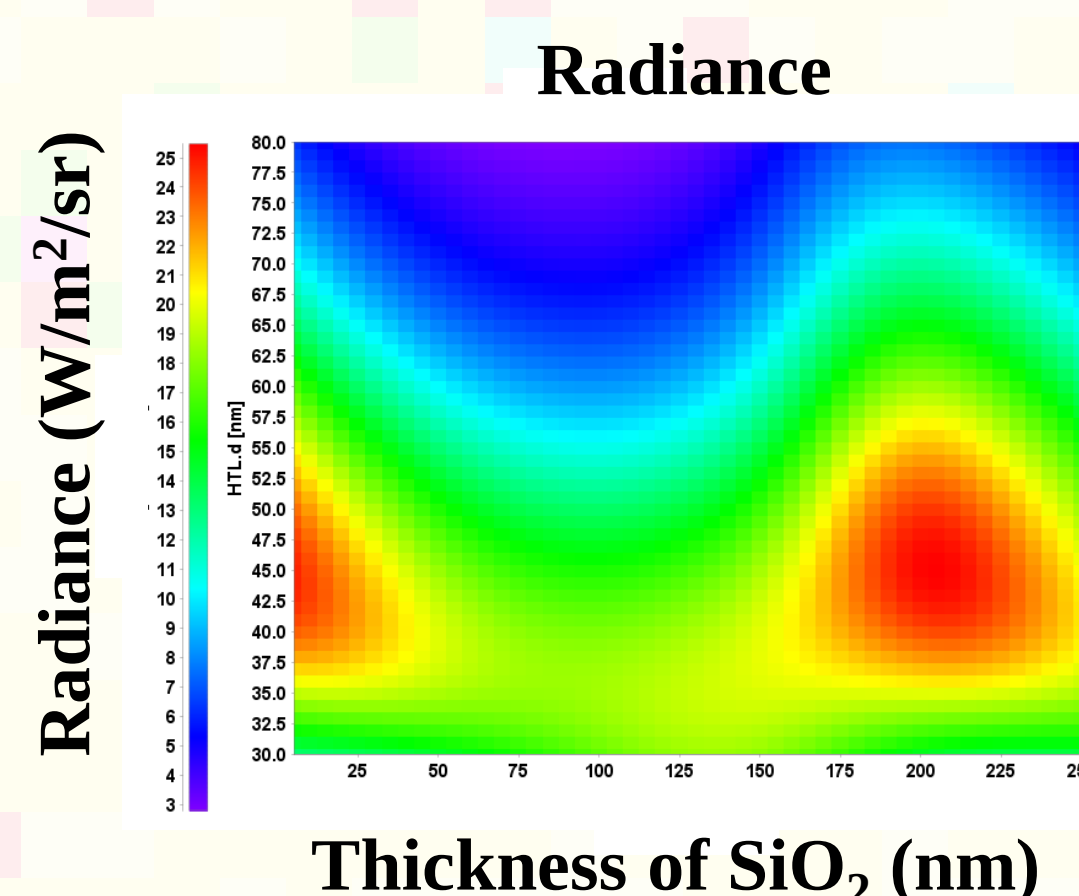
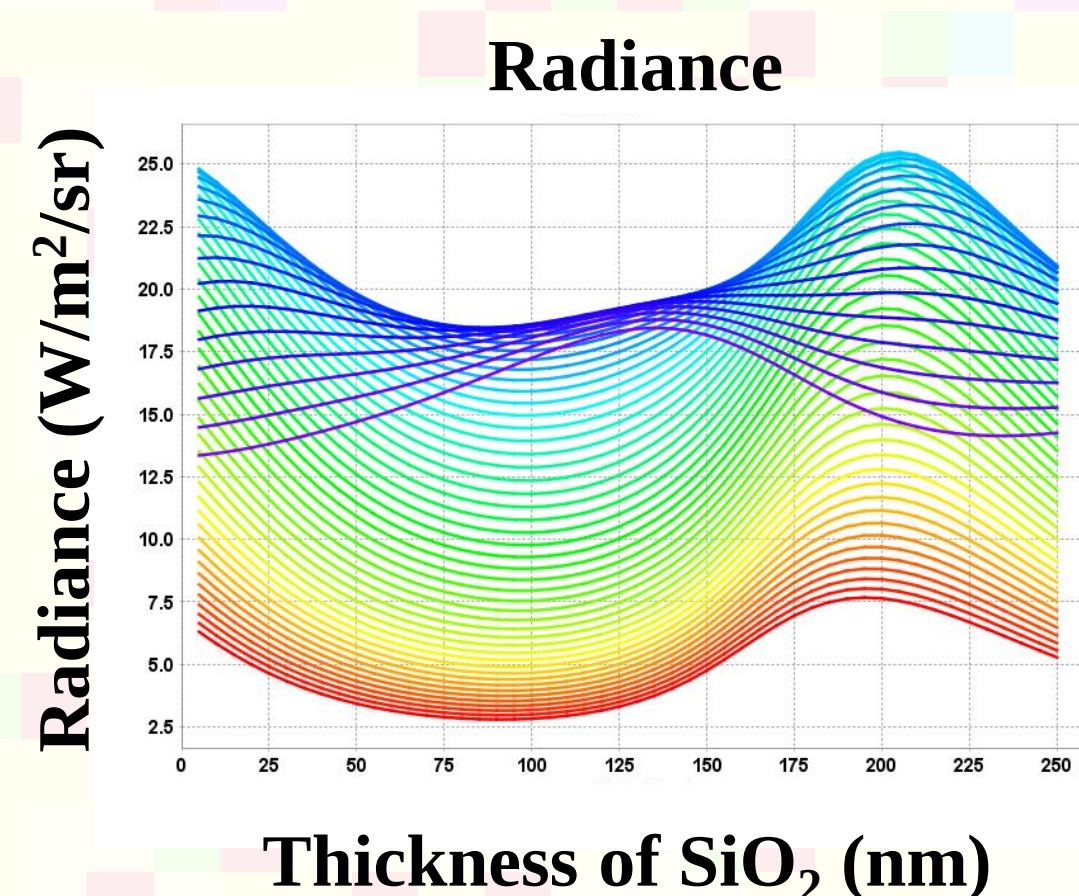
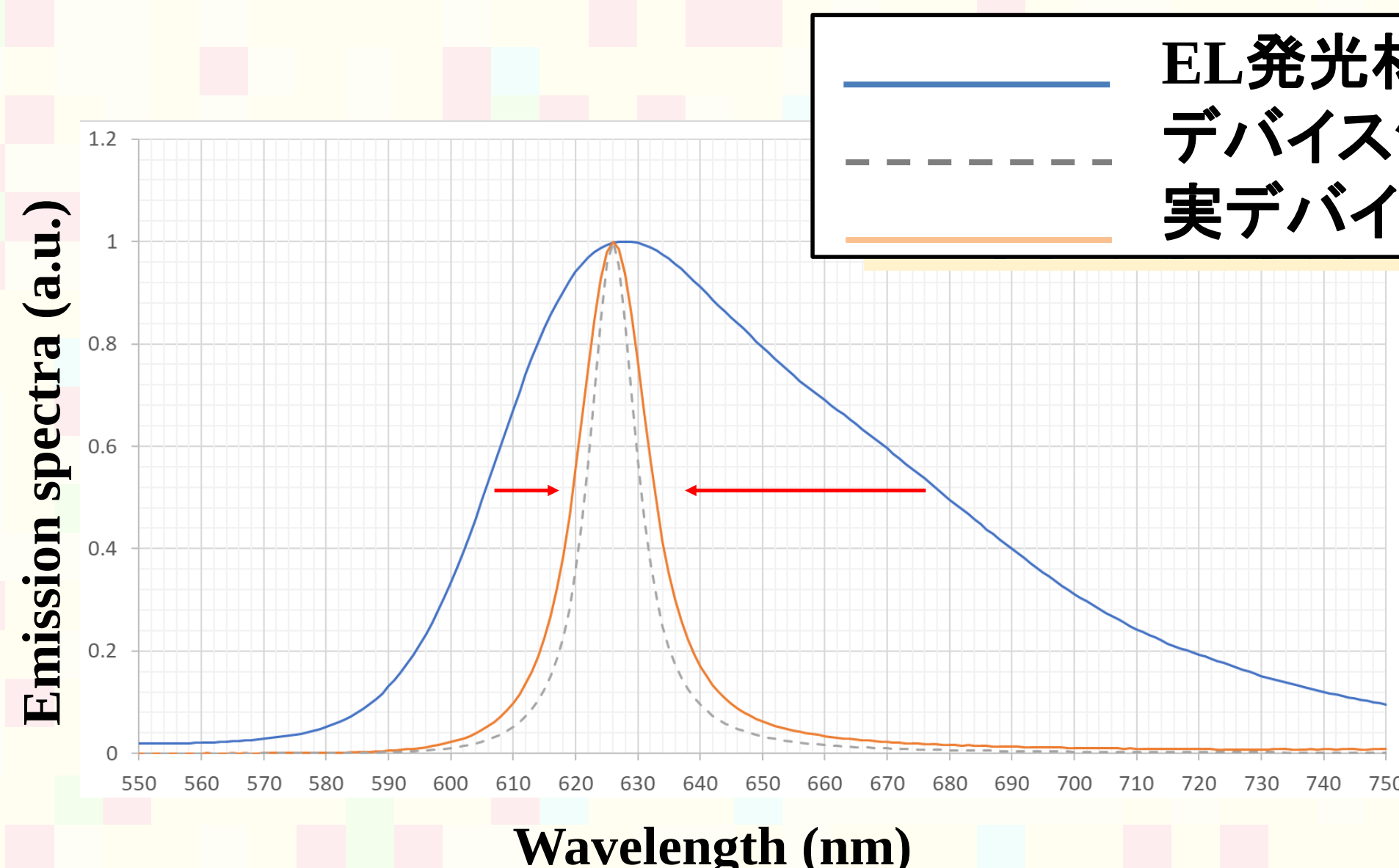
- 手法: 有機ELデバイス光学シミュレーションの活用、豊富な経験を生かした実デバイスとの比較検証により、研究開発の精度・効率が向上。
- 使用ソフト: サイバーネットシステム株式会社 Fluxim Setfos 等

主な技術成果

- 「ミラー1層+マイクロキャビティ基板(微反射Ag陽極付き)」の光学シミュレーション
 - ・「誘電体ミラー1層(高屈折率膜)+マイクロキャビティ(微反射Ag陽極)」基板を用いた光放射エネルギー最適化シミュレーション
 - ・高屈折率膜: Nb_2O_5 を使用
 - ・パラメータ: SiO_2 膜及びHTL膜厚を変化させたときの光放射エネルギー最大値を使用



Layer structure

Thickness of SiO_2 (nm)

「誘電体ミラー1層(Nb_2O_5)+マイクロキャビティ(微反射Ag陽極)」基板の光学シミュレーションと実デバイスの実測値比較(例)

EL発光材料の溶液PL強度実測値
デバイスシミュレーションによる有機EL発光強度計算値
実デバイスによる有機EL発光強度実測値

- 1) 有機EL発光材料を有機溶媒に低濃度に希釈した溶液の**フォトルミネッセンス(PL)強度を実測**。
- 2) 得られた強度曲線データを有機EL用**デバイスシミュレーション**に適用し、誘電体ミラー基板及び有機EL素子の光学設計の**最適値を見積もる**。
- 3) **実デバイスで実証検証**することで、研究開発の精度・効率の向上が可能。

技術成果

ALD (Atomic Layer Deposition) バリア膜

Barrier layer by ALD (Atomic Layer Deposition)

ALD (Atomic Layer Deposition) は被覆性良くバリア層を形成できる技術であり、フレキシブル有機エレクトロニクスデバイスへの適用が期待されています。ALDを用いて高いバリア性を有する**バリア層技術**を開発しました。フレキシブル有機エレクトロニクスの研究開発に活用できます。

技術の特長

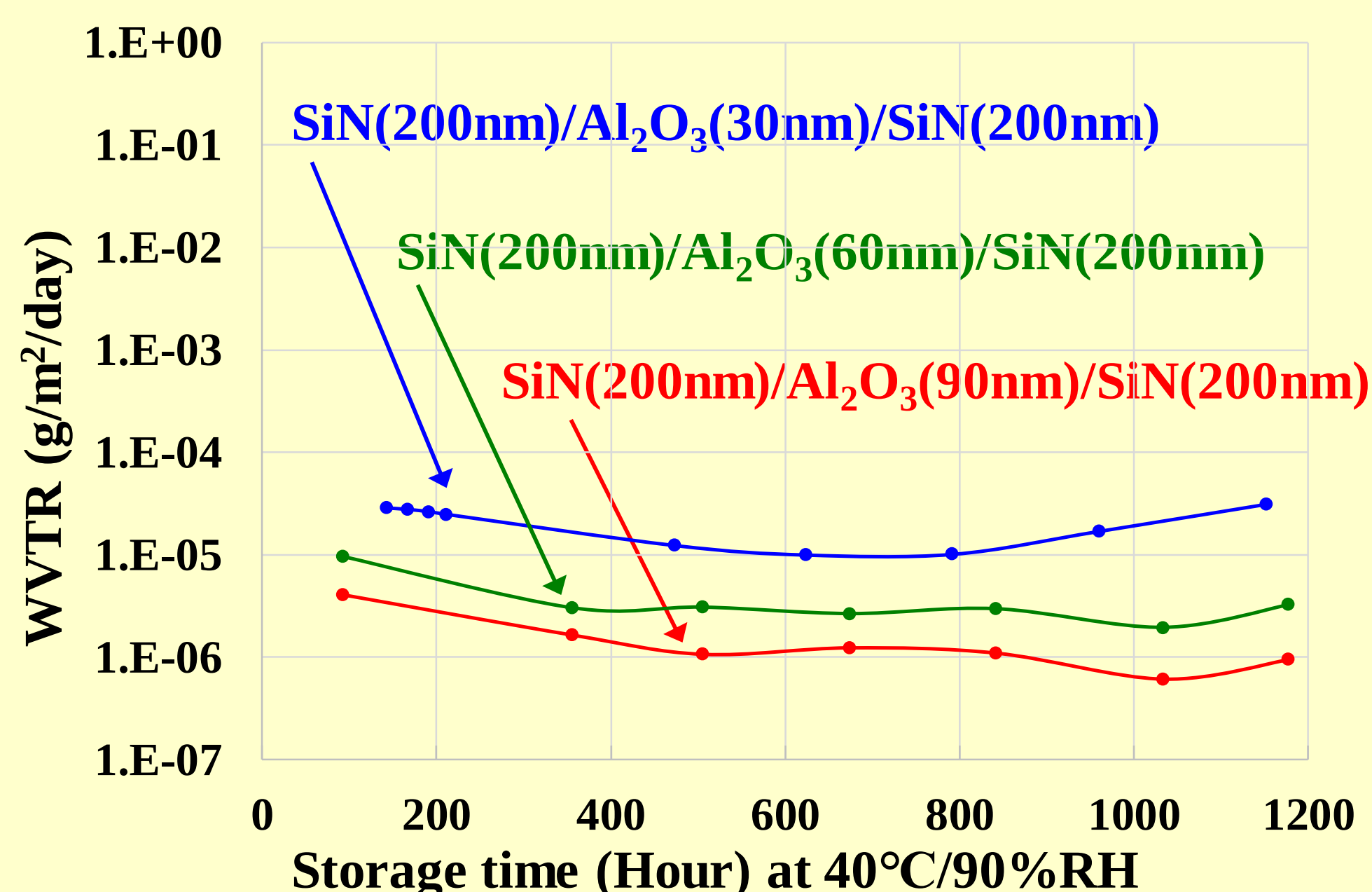
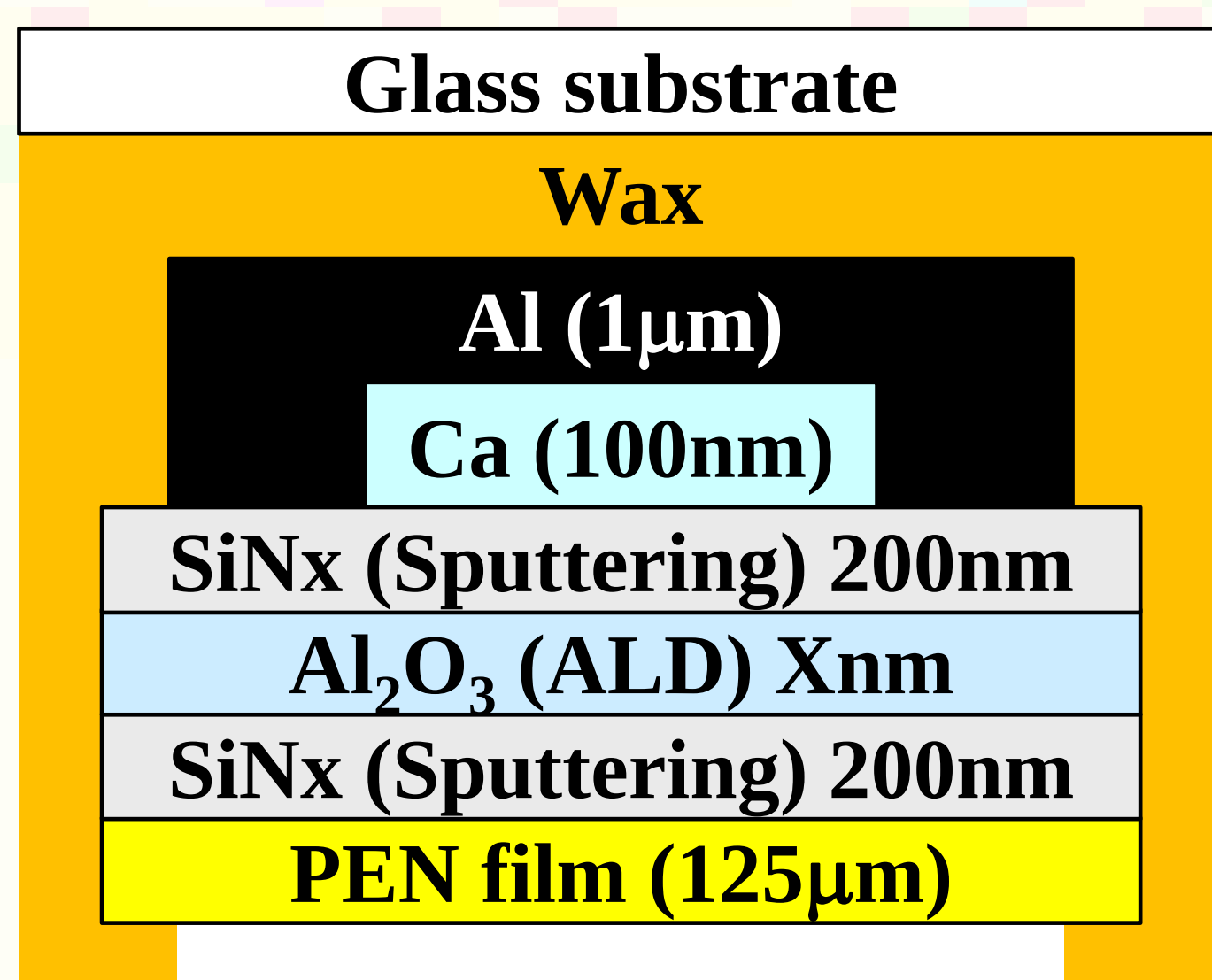
- ALD法による高い被覆性を有するバリア層形成
- SiN_xバリア膜との積層による高いバリア性:
WVTR: 10⁻⁶/g/m²/day台
(WVTR: Water Vapor Transmission Rate)
- 装置: 株式会社菅製作所製ALD装置
(基板サイズ: 10cm角)



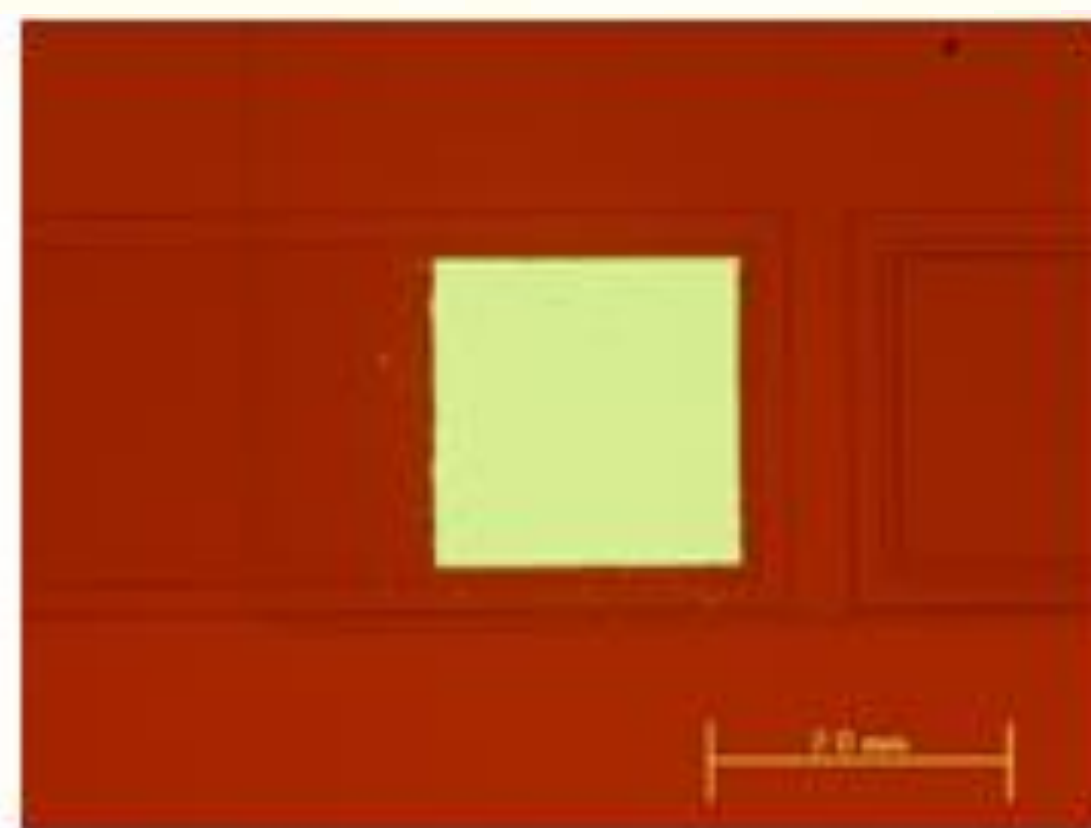
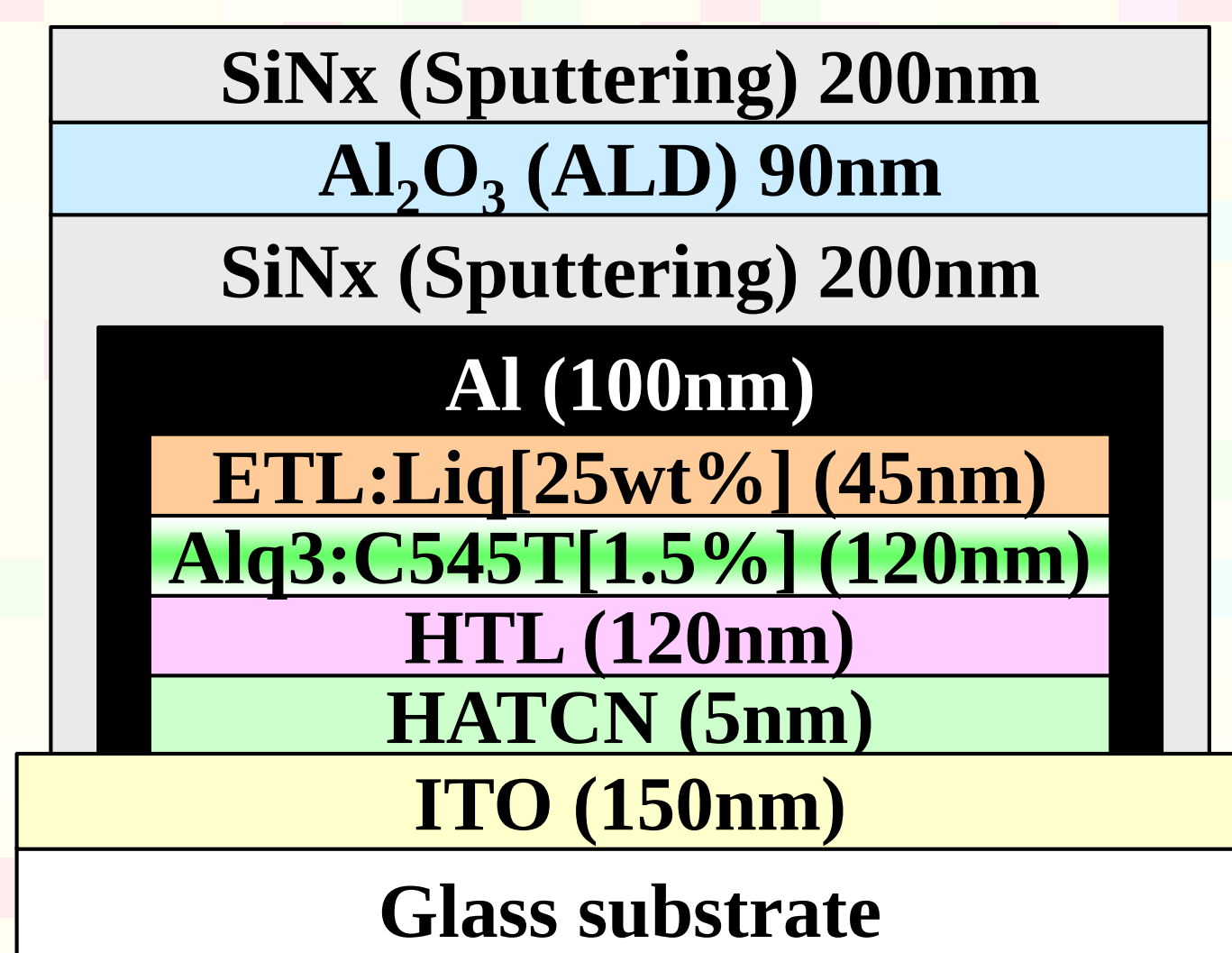
ALD装置(株式会社菅製作所製)

主な技術成果

- Al₂O₃膜(ALD法)とSiN_x膜(スパッタ法)との積層バリア膜: **10⁻⁶/g/m²/day台のWVTR**



Ca腐食法によるWVTR (Water Vapor Transmission Rate)測定



有機ELデバイスへの適用例

関連プログラム

- 文部科学省: オープンイノベーション機構の整備事業「山形大学/オープンイノベーション機構」[2018年度～2022年度]

技術成果

有機EL用TFE封止技術

TFE (Thin Film Encapsulation) Technologies for OLEDs

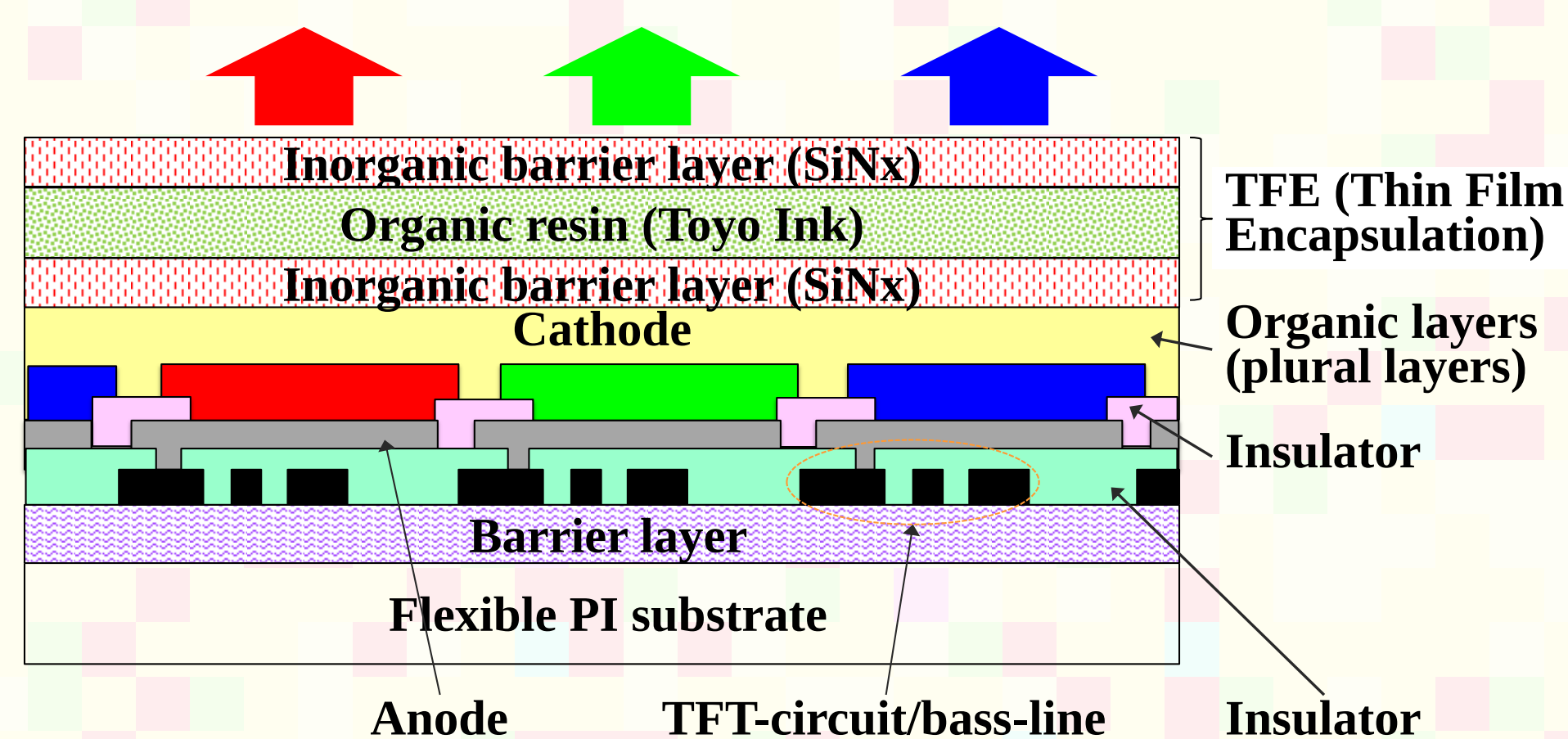
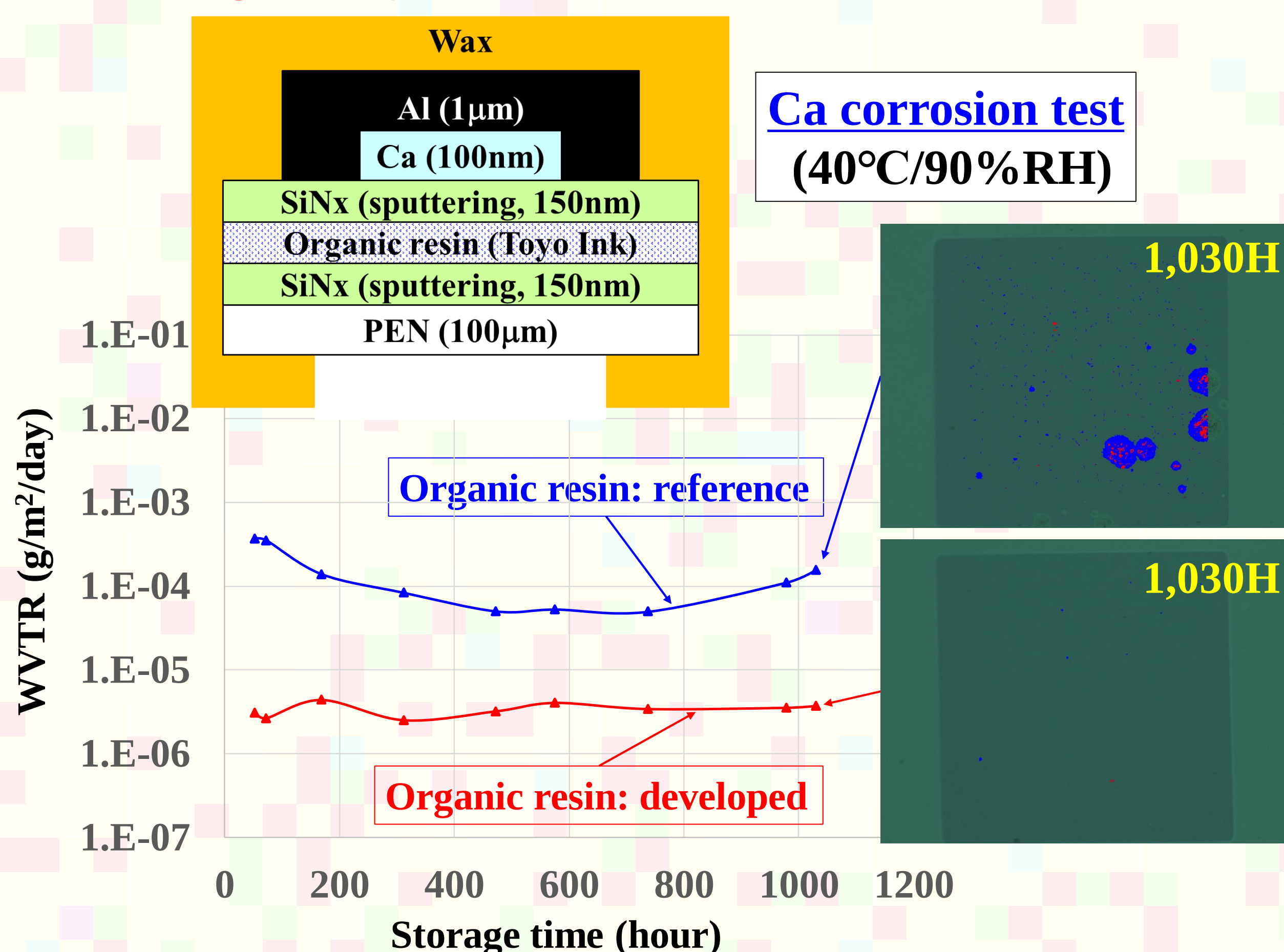
有機ELデバイス用薄膜封止(TFE: Thin Film Encapsulation)において無機バリア膜間に形成する樹脂膜の開発及び有機ELデバイスへの適用検討を東洋インキSCホールディングス株式会社と連携して進めています。

技術の特長

- 東洋インキSCホールディングス株式会社製「無溶剤型UV-IJ樹脂インキ」の特長>
 - ・SiNx無機膜のバリア性を保護
 - ・UV硬化タイプ(無溶剤)
 - ・インクジェット印刷適性

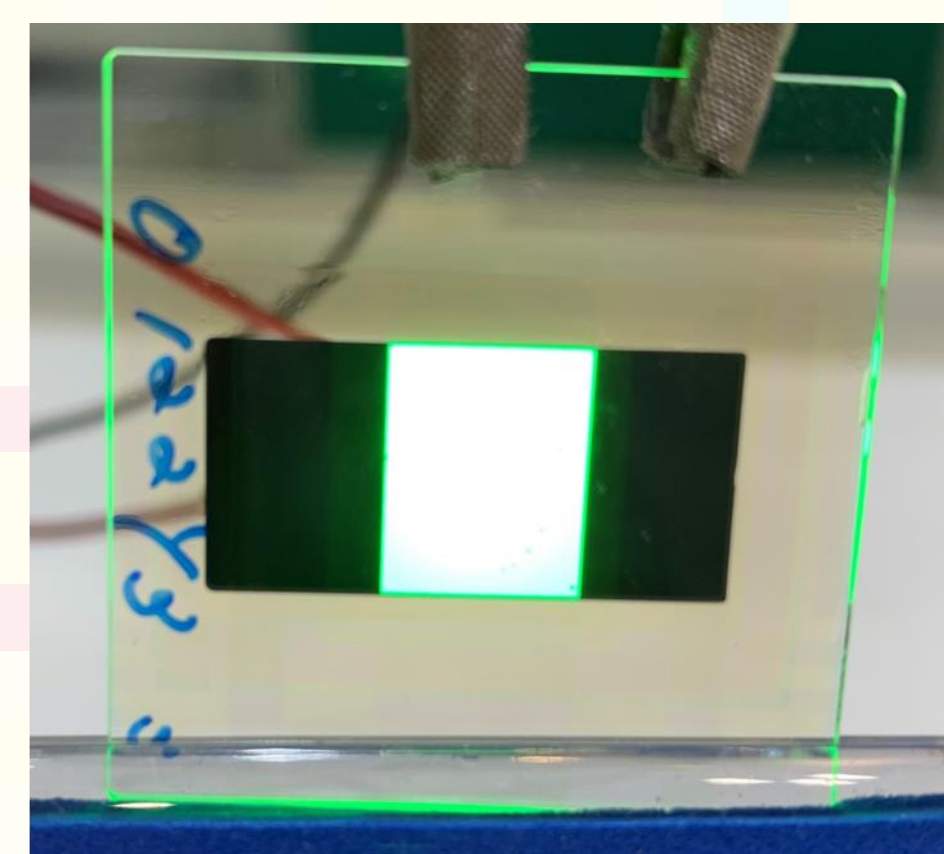
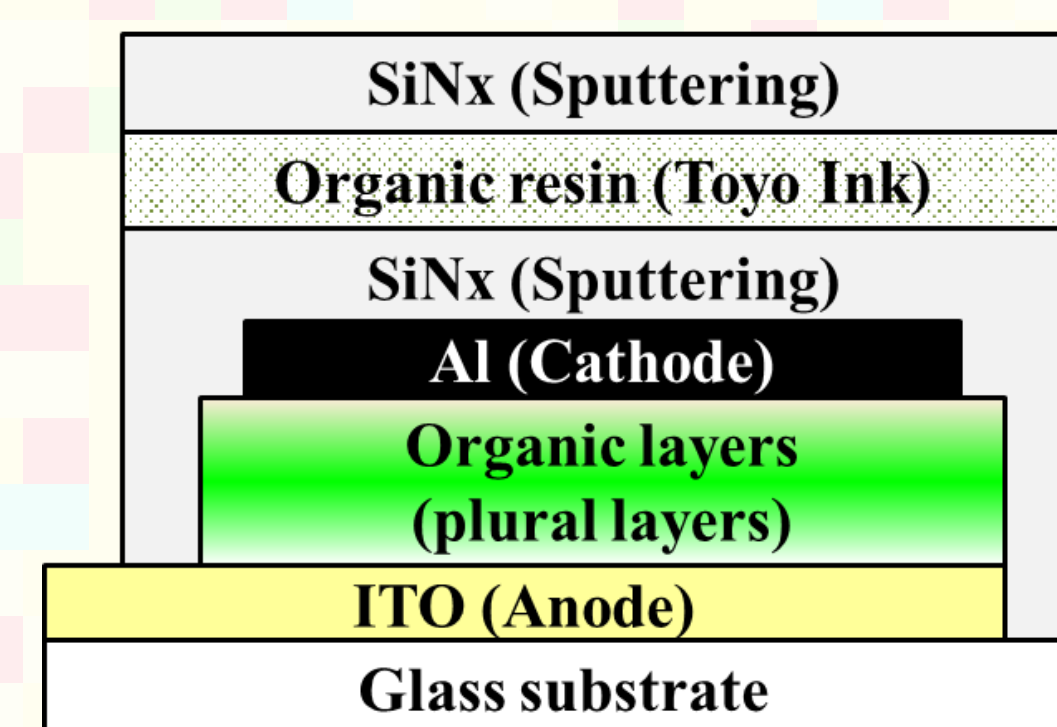
主な技術成果

- 高いバリアを示すTFE構成
 - ・東洋インキSCホールディングス株式会社製「UV-IJ樹脂インキ」を層間を用いたTFE構造
 - ・バリア性:
 - * 40°C/90%RH保存試験で1,000時間をクリア
 - * WVTR (Water Vapor Transmission Rate): $10^{-6} \text{g/m}^2/\text{day}$ 台 (40°C/90%RH)



デバイス応用イメージ

■ 有機ELデバイスに適用



共同研究

東洋インキSCホールディングス株式会社

関連プログラム

- 山形大学フレキシブルエレクトロニクス産学連携コンソーシアム (YU-FLEC) [2018/1~2023/3]
- 文部科学省: オープンイノベーション機構の整備事業「山形大学/オープンイノベーション機構」[2018年度~2022年度]

主な研究発表

- 山形大学; 「JFlex2019展」(2019.1 / 東京ビッグサイト).

技術成果

有機EL用PSA封止技術

PSA Encapsulating Technologies for OLEDs

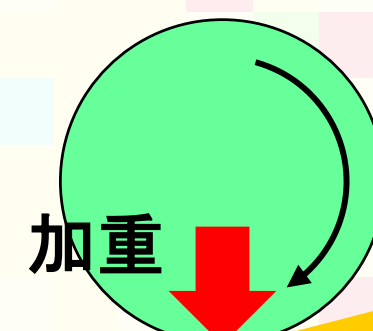
株式会社MORESCOが開発しているPSA (Pressure Sensitive Adhesive) フィルムを用いたフレキシブル有機ELデバイス化の研究を該社と共同で推進しています。

技術の特長

<MORESCO社PSAフィルムの特長>

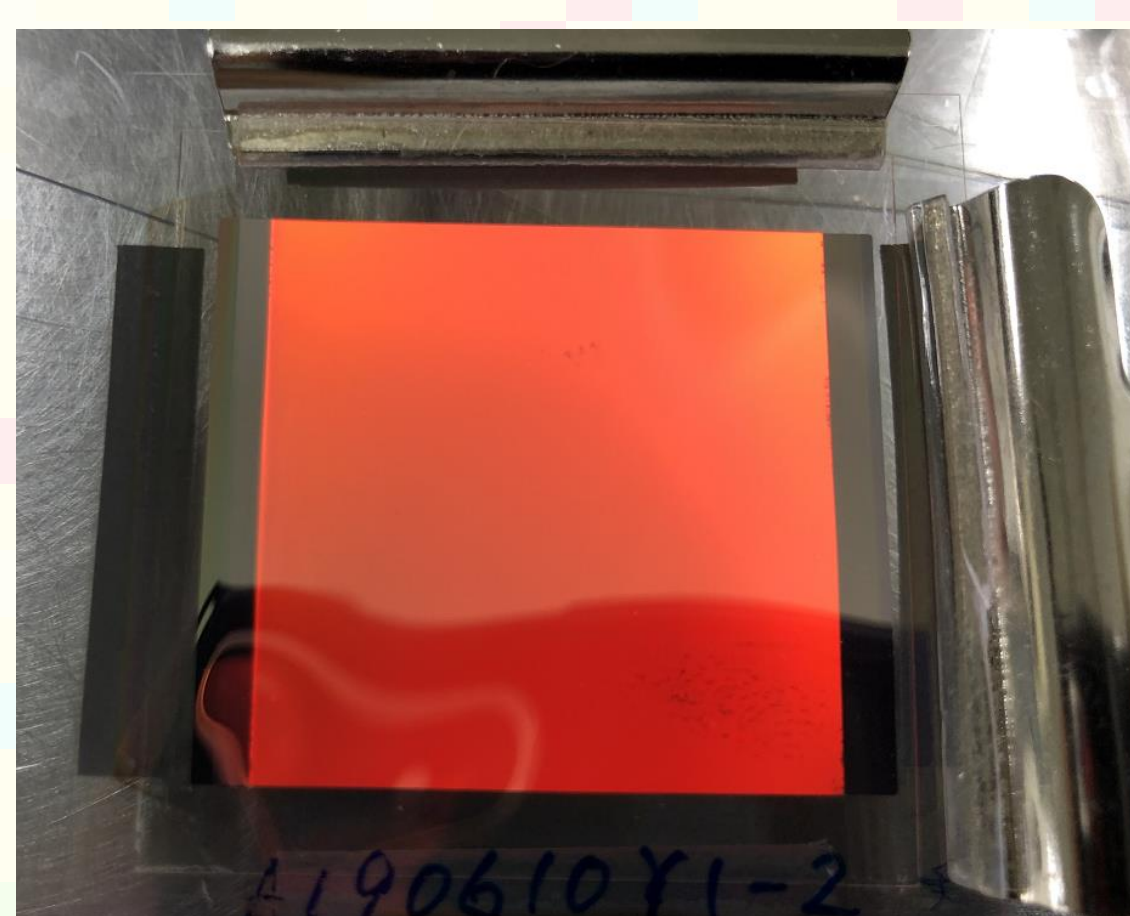
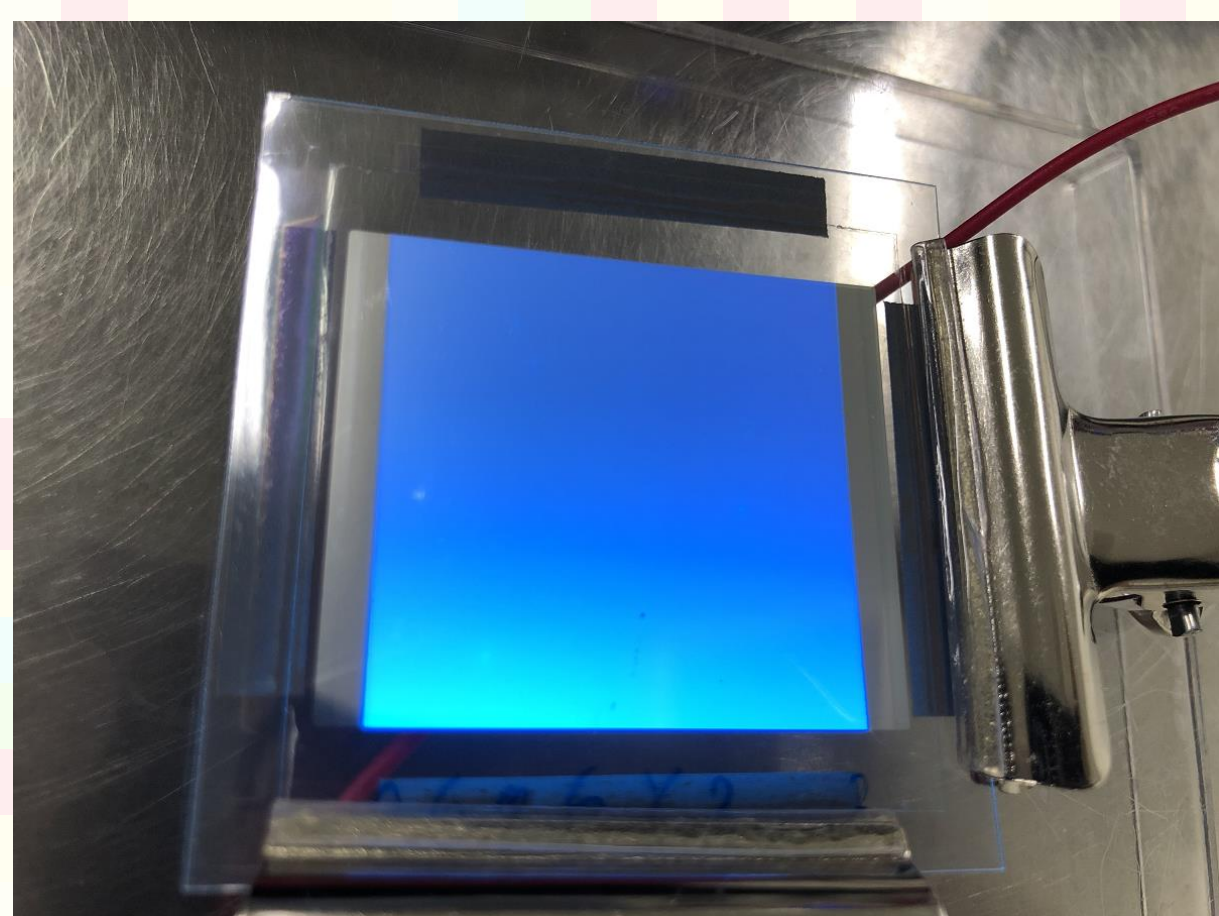
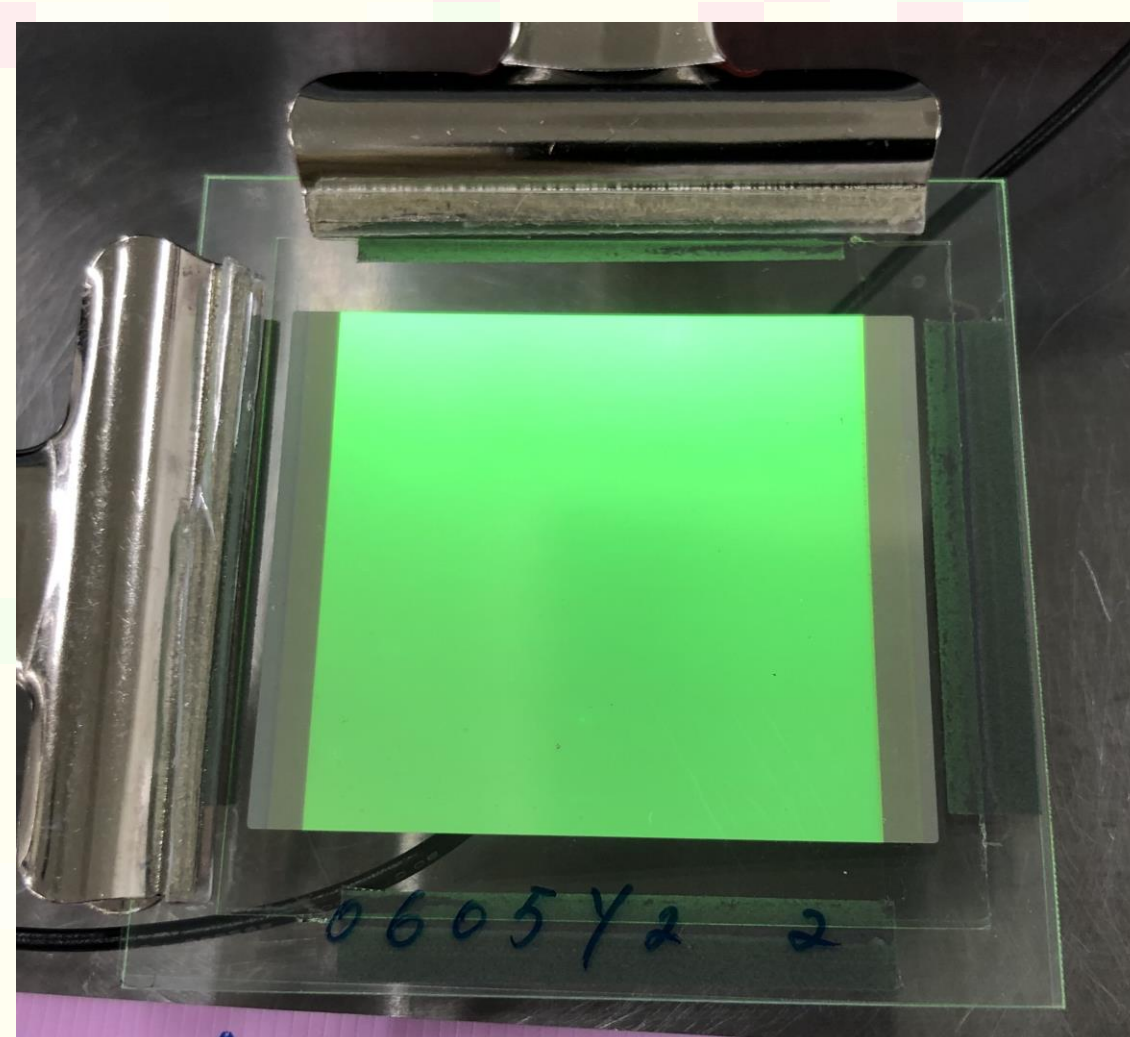
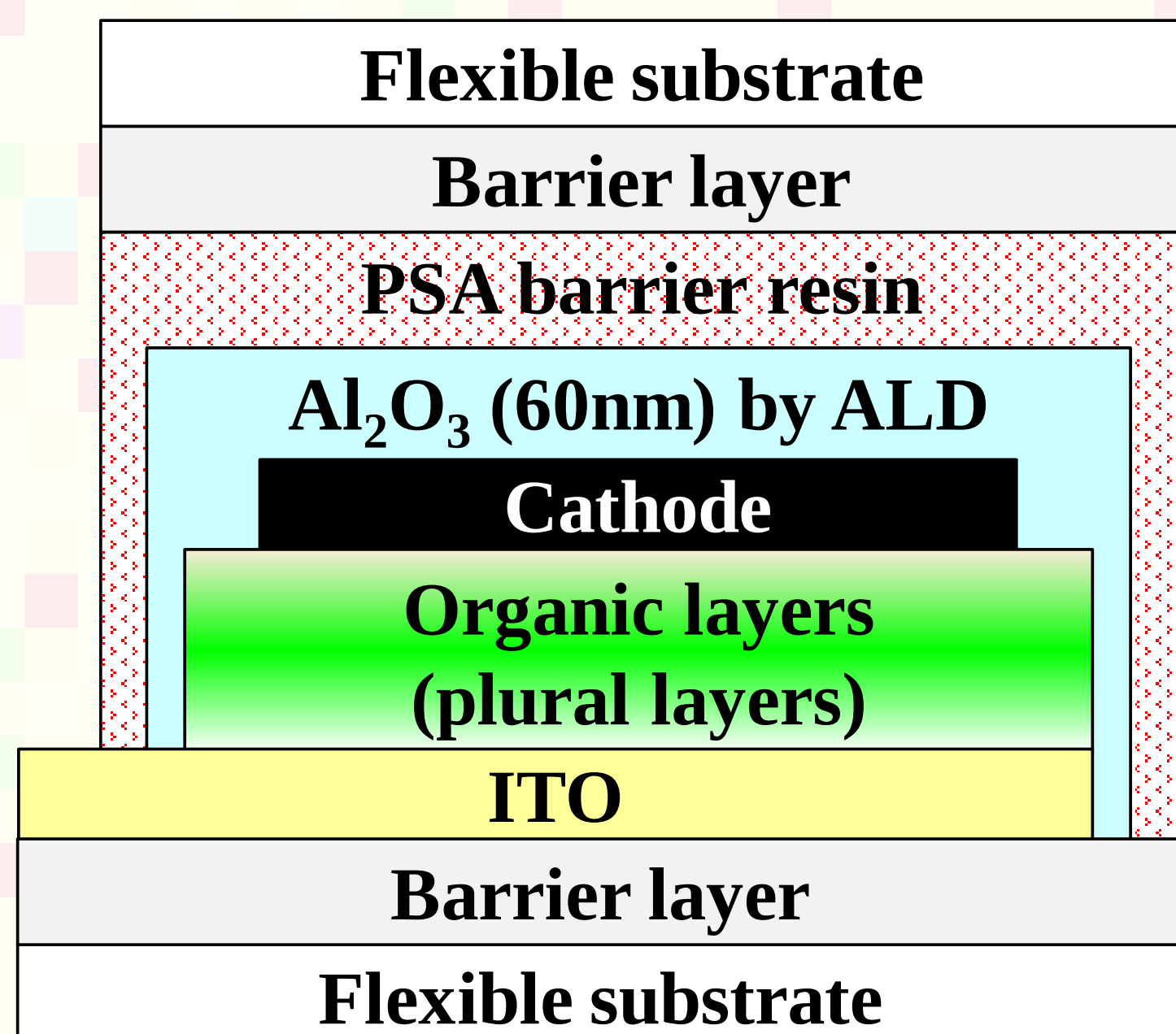
- ホットメルト型
- 簡便な封止工程
- 優れた柔軟性
- 優れた密着性(バリア層)
- 高水蒸気バリア性
- 溶剤フリー

フレキシブル基板
バリア層
PSA材料
有機EL層
バリア層
フレキシブル基板



主な技術成果

■ PSA封止を用いたフレキシブル有機EL試作品



共同研究

株式会社MORESCO

関連プログラム

- 山形大学フレキシブルエレクトロニクス産学連携コンソーシアム(YU-FLEC) [2018/1~2023/3]
- JST: 産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム(OPERA)~新規研究領域・共創コンソーシアム「山形大学・有機材料の極限機能創出と社会システム化をする基盤技術の構築及びソフトマターロボティクスへの展開」(JPMOP1614)[2016年度~2020年度]
- 文部科学省: オープンイノベーション機構の整備事業「山形大学/オープンイノベーション機構」[2018年度~2022年度]

技術成果

印刷型フレキシブル有機薄膜太陽電池

Printed Flexible Organic Photovoltaic (OPV) Devices

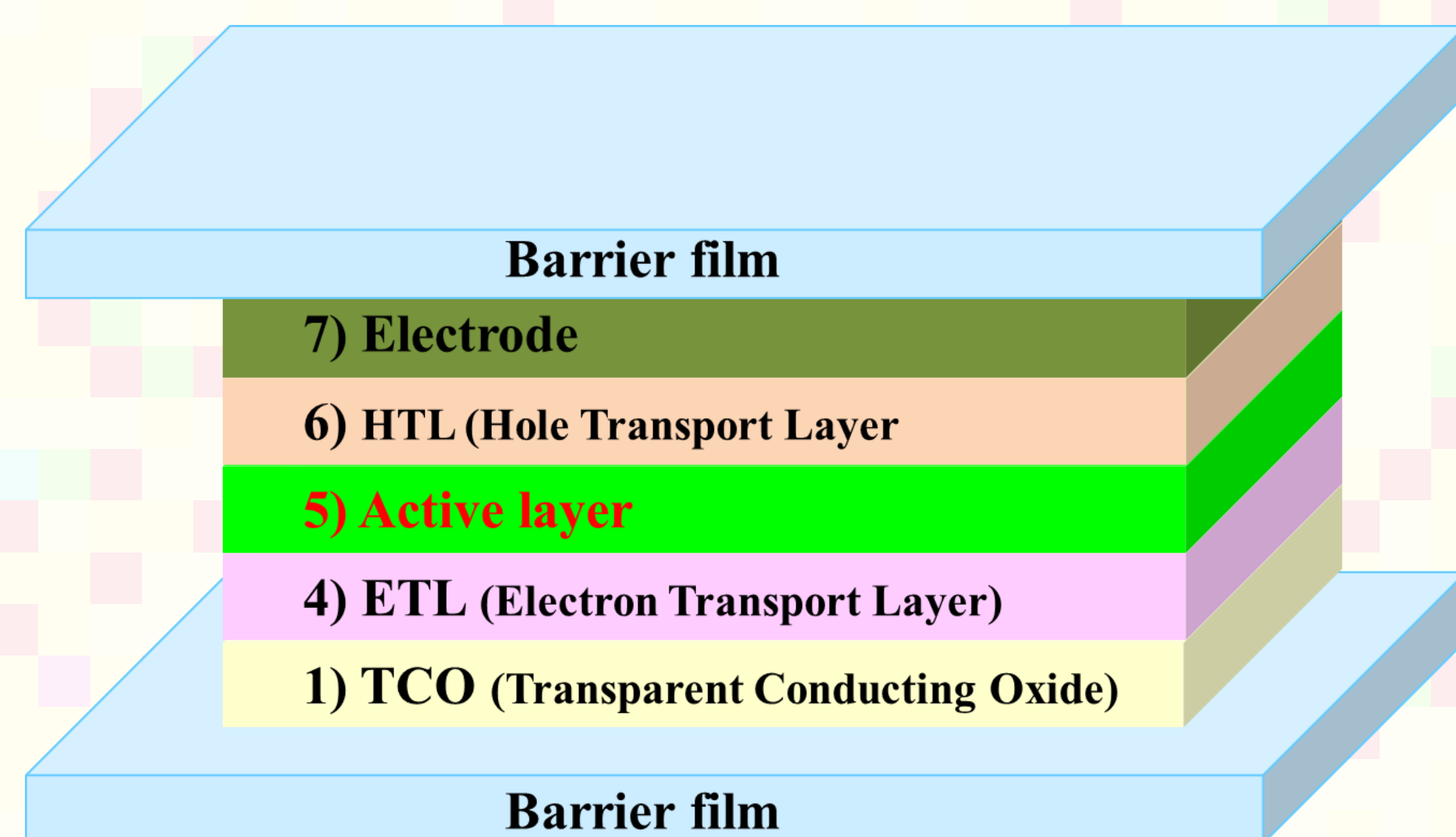
株式会社MORESCO・株式会社イデアルスターが開発している印刷方式による**フレキシブル有機薄膜太陽電池(OPV: Organic Photovoltaic)**の**ロールtoロール(R2R)プロセス技術**を両社と共同で開発し、その技術を用いた太陽電池の実証試験を開始しました。従来のシリコン系太陽電池と比較して製造コストが安価であり、製造から廃棄までの温暖化ガス生成を大幅に低減できるため、よりクリーンなエネルギーを生み出すことができます。

フレキシブル有機薄膜太陽電池(OPV)の特長

- 半透明であるため窓に設置しても太陽光を遮ることがない。
- フィルムを用いているためフレキシブルで、薄く、軽く、割れない。
- 設置場所を選ばず、窓や壁などにも両面テープなどで簡単に設置できる。

技術の特長

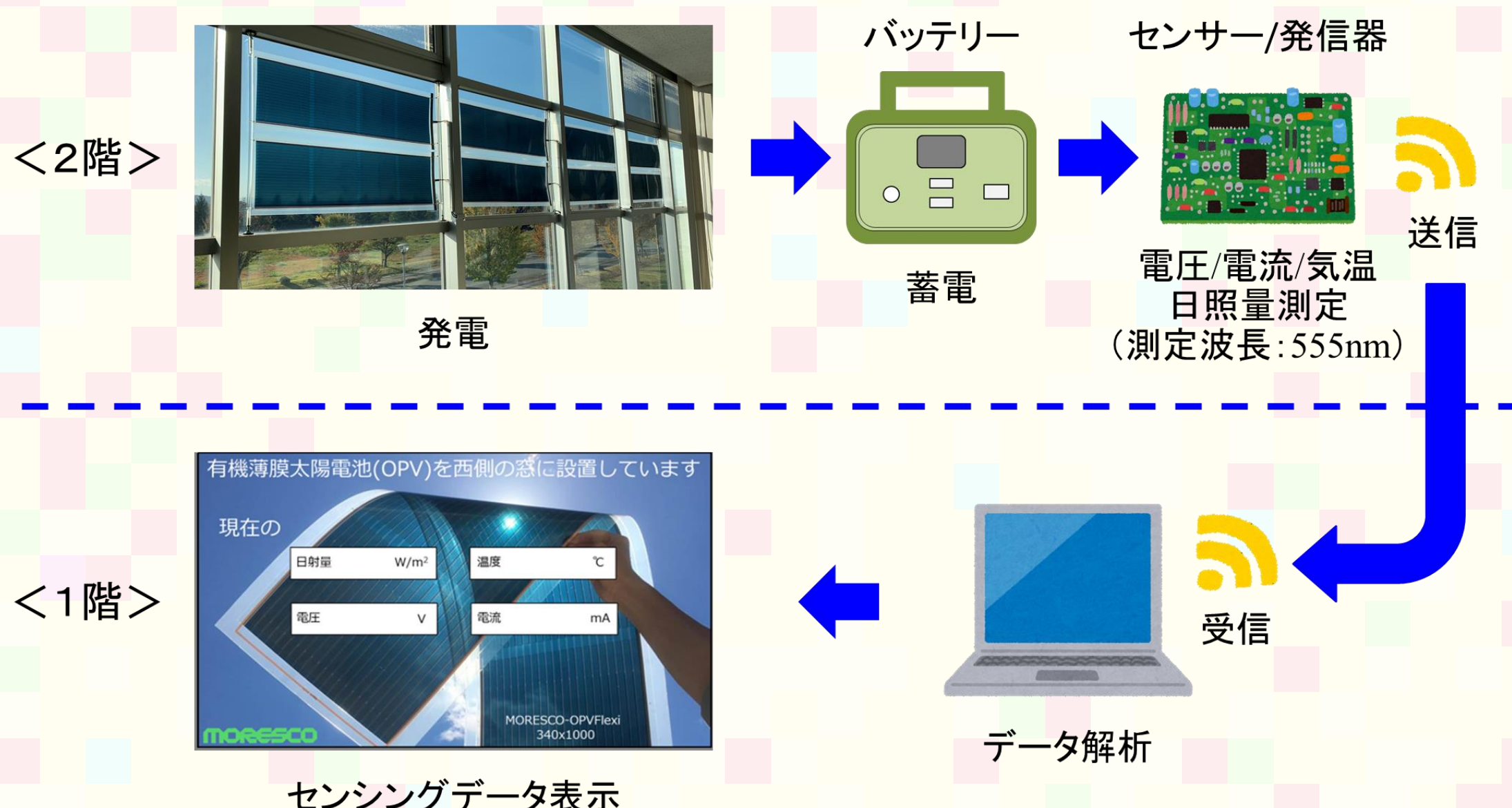
- ロールtoロール(R2R)印刷方式で作製
- 幅30cm、長さ1m以上の大面積
- 作製プロセス
 - 1) 透明電極(TCO)成膜
 - 2) パターニング
 - 3) 基板洗浄
 - 4) 電子輸送層(ETL)印刷
 - 5) 発電層(Active layer)印刷
 - 6) 正孔輸送層(HTL)印刷
 - 7) 電極印刷
 - 8) 集電電極取付
 - 9) 封止



フレキシブルOPV断面図

主な技術成果

- ロールtoロール(R2R)印刷方式により印刷型フレキシブル太陽電池(OPV)を作製
- 実証試験を開始
2階の窓に設置した太陽電池モジュールで発電した電力を利用して、日照量や温度、発電量(電圧と電流)を計測し、その値を1階のディスプレイまで送信



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(INOEL)に設置

共同研究

株式会社MORESCO, 株式会社イデアルスター

関連プログラム

- JST: 産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム(OPERA)～「山形大学・有機材料の極限機能創出と社会システム化をする基盤技術の構築及びソフトマターロボティクスへの展開」(JPMOP1614) [2016年度～2020年度]
- 文部科学省: オープンイノベーション機構の整備事業「山形大学/オープンイノベーション機構」[2018年度～2022年度]

主な研究発表

- 山形大学; プレスリリース「印刷方式によるフレキシブル有機薄膜太陽電池の実証試験を開始」(2019.11.6).
- 株式会社MORESCO; プレスリリース「フレキシブル有機薄膜太陽電池の実証試験を開始」(2019.11.6).

技術成果

有機EL用無機バリア層形成技術

Fabrication Technologies of Inorganic Barrier Layers for OLEDs

九州大学OPERAでの最先端の基礎研究成果を産業界へ橋渡しする役割のため九州大学と福岡県・福岡市が協力して設立した研究機関「有機光エレクトロニクス実用化開発センター(i³-opera:アイキューブオペラ)」(安達千波矢センター長)が開発を進めているCVDによるバリア膜成膜技術と連携し、フレキシブル有機ELデバイスのバリア性評価技術確立を共同で推進しています。

取り組みの特長

有機光エレクトロニクス
実用化開発センター
(i³-opera)

- ・ CVDバリア膜成膜
- ・ 電極成膜
- ・ 有機EL層成膜

共同研究

山形大学
フレキシブル基盤技術
研究グループ

- ・ フレキシブル基板
- ・ バリア性評価
- ・ ALDバリア膜成膜
- ・ フレキシブル封止

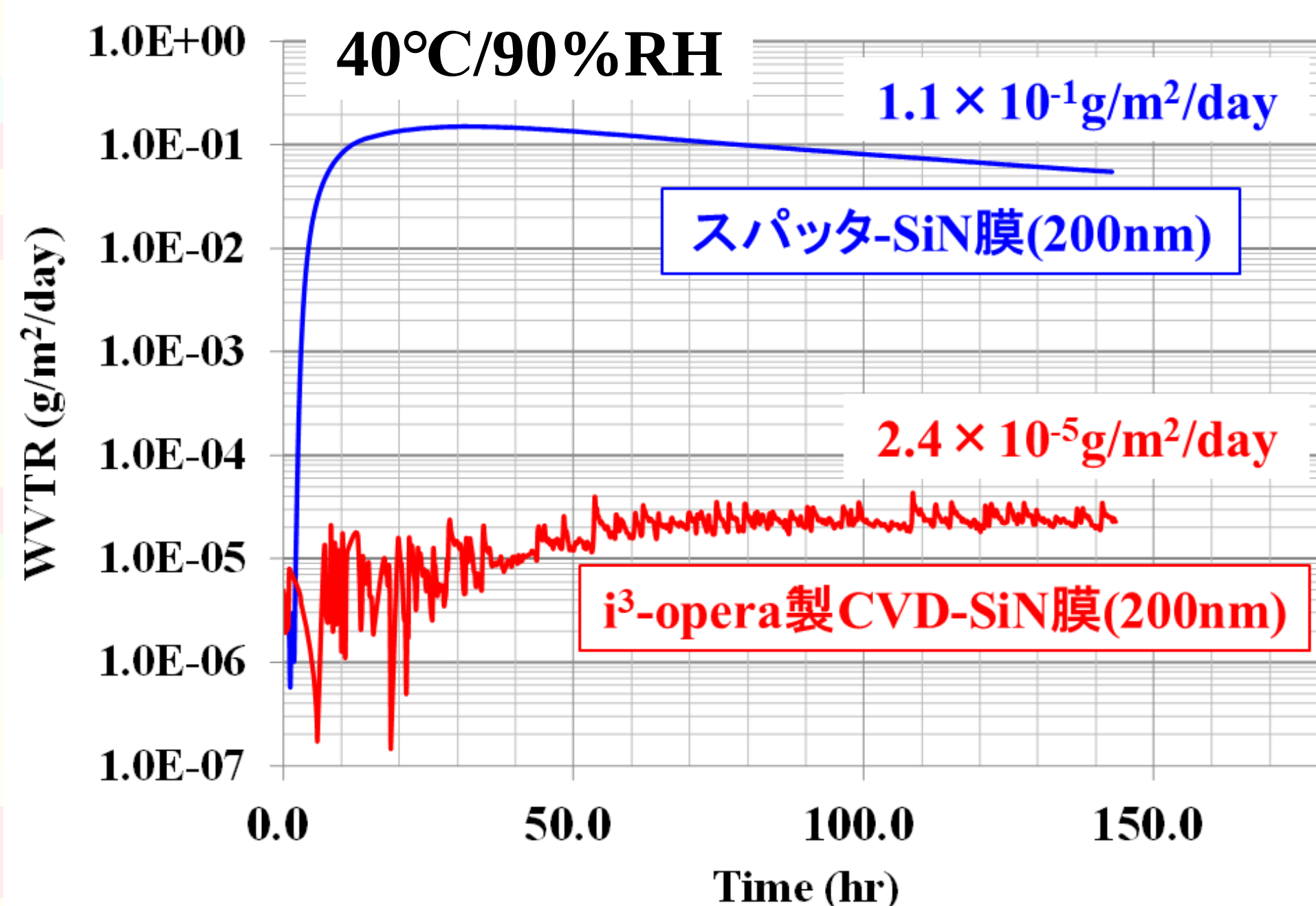
主な技術成果

- 低温(60℃)でのCVD成膜で、膜厚200nmの単層SiNx膜で高いガスバリア性

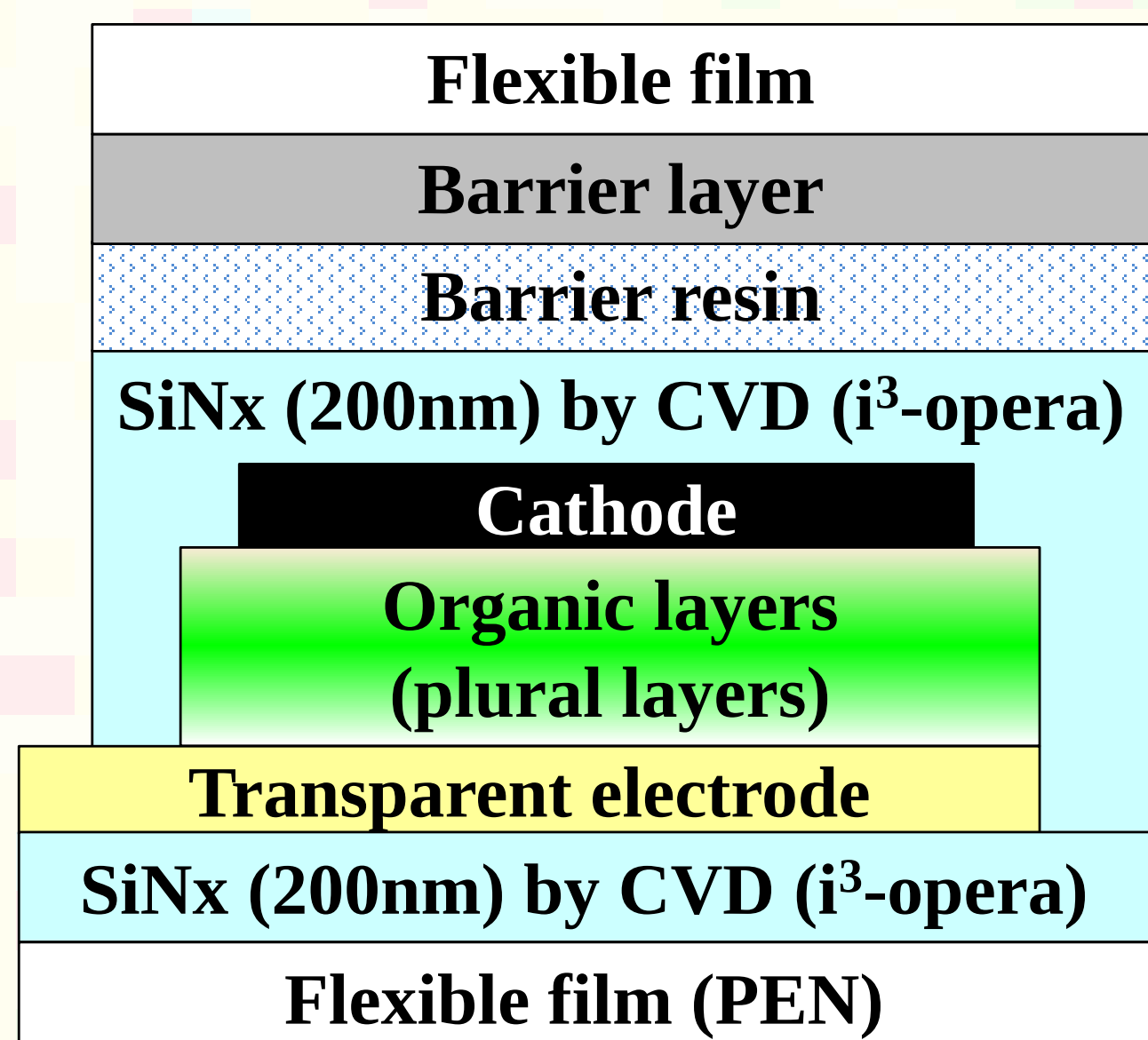
・ WVTR: $10^{-5} \text{g/m}^2/\text{day}$ 台

(WVTR: Water Vapor Transmission Rate)

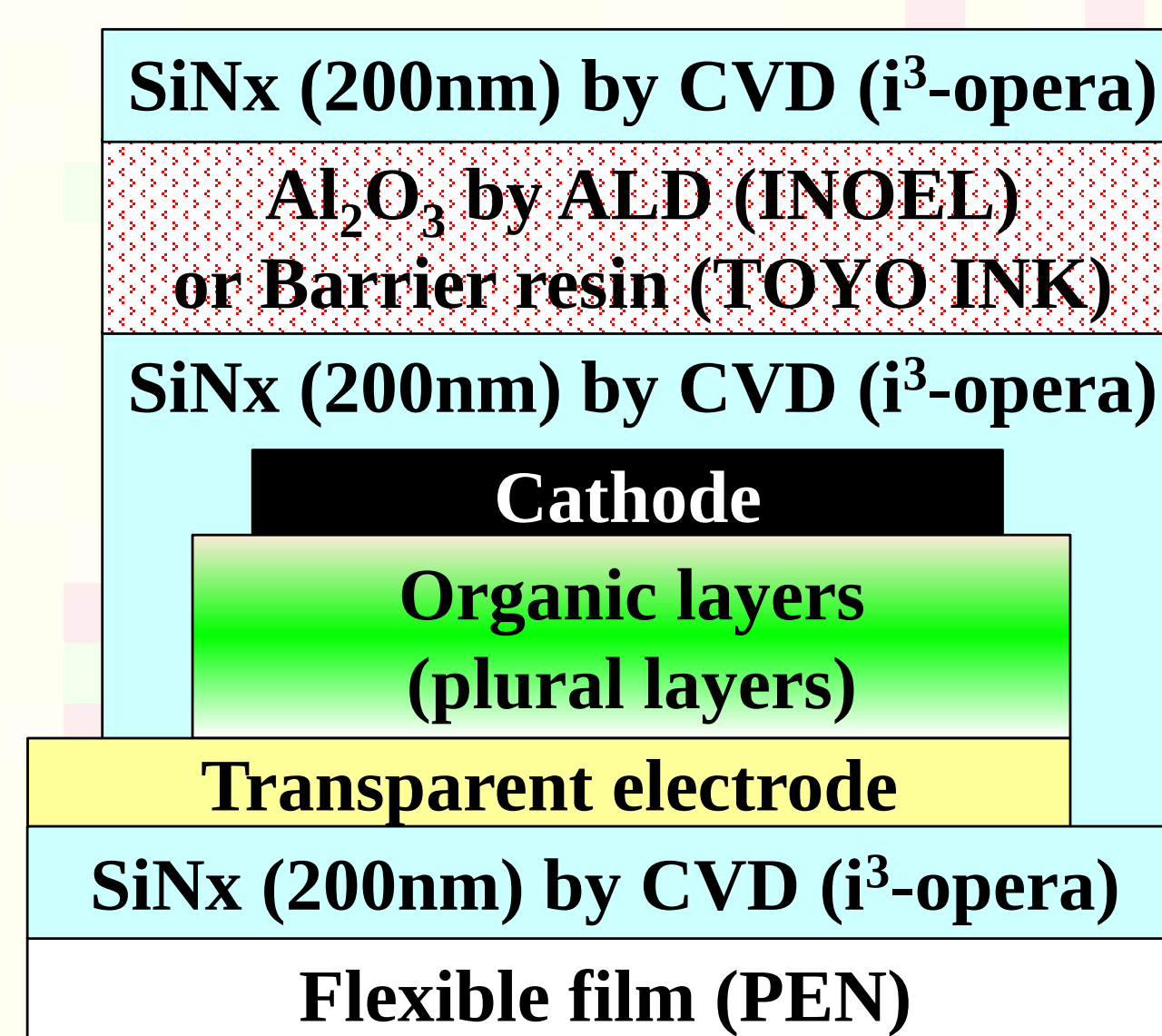
※MA法(Modified differential pressure method with an Attached support)を用いた株式会社MORESCO社製のガス・水蒸気透過率測定装置(スーパーディテクト)で測定



- フレキシブル有機ELデバイス試作



MORESCO



共同研究

有機光エレクトロニクス実用化開発センター(i³-opera:アイキューブオペラ)
株式会社MORESCO, 東洋インキSCホールディングス株式会社

主な研究発表

- 有機光エレクトロニクス実用化開発センター(i³-opera); 「nano tech 2019展」(2019.1 / 東京ビッグサイト).

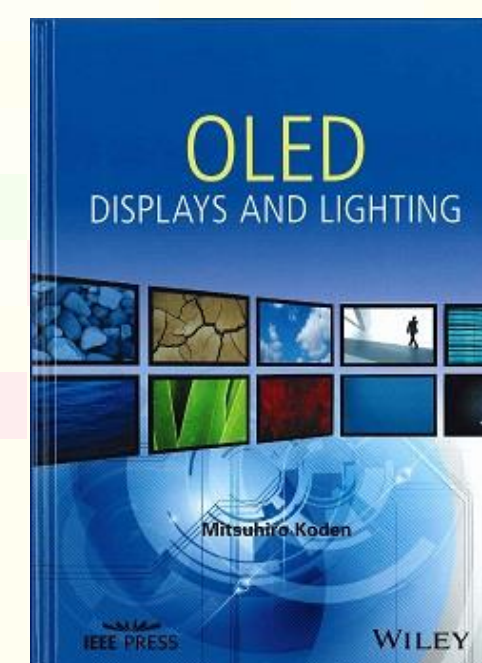
成果リスト Topics / Publications

表彰 Award

- 仲田仁, 向殿充浩, 内閣府「第15回産学官連携功労者表彰」—「科学技術政策担当大臣賞」(2017).

著書 Book

- M. Kodon, “*OLED Displays and Lighting*” (Wiley, IEEE Press) (2017).



最近の主な論文・刊行物 Paper

- T. Furukawa, M. Kodon, *IEICE Trans. Electron*, E100-C, 949-954 (2017).
“Novel roll-to-roll deposition and patterning of ITO on ultra-thin glass for flexible OLEDs”

主な国際会議発表 International Conference

- T. Nakagaki, T. Kawabata, H. Takimoto, T. Furukawa, *IDW'19*, FLXp1-9L (2019).
“Scribing Tool and Cutting Method for Ultra-thin Glass”
- T. Furukawa, M. Kodon, *ICDT2019 (2019 International Conference on Display Technology)* (2019). [招待講演]
“Novel R2R and Printing Technologies for Electrodes of Flexible OLED Lighting”
- K. Taira, Taiga Suzuki, W. Konno, H Chiba, H. Itoh, M. Kodon, T. Takahashi, T. Furukawa, *IDW'18*, FLX2-4L (2018). “Development of High Gas Barrier Film Using Novel Precursor by Roll to Roll PECVD”
- T. Furukawa, *WCAM2018 (Advanced Materials 2018)* (2018). [招待講演]
“Substrates for Organic Electronics - Ultra-thin Glass, Stainless Steel Foil and High Gas Barrier Plastic Film ”
- M. Kodon, T. Furukawa, T. Yuki, H. Nakada, *LS16 (the16th International Symposium on the Science and Technology of lighting)* (2018). [招待講演] “Roll-to-roll and printing technologies for electrodes of flexible OLED lighting”
- T. Furukawa, N. Kawamura, T. Noda, Y. Hasegawa, D. Kobayashi, M. Kodon, *IDW'17*, FLX6-2 (2017).
“Novel Roll-to-Roll Fabrication Processes of Transparent Electrodes on Ultra-Thin Glass”
- T. Furukawa, N. Kawamura, M. Kodon, H. Itoh, H. Kuroiwa, K. Nagai, *LOPEC (Large-area, Organic & Printed Electronics Convention)* (2017). “Gas barrier film for OLED devices”

主なプレス・メディア等 Press / Media

- 朝日新聞、共同通信、YAHOOニュース、山形新聞、山形放送、山形テレビ、TYU、サクランボテレビ、他:
「印刷方式によるフレキシブル有機薄膜太陽電池の実証試験を開始～株式会社MORESCO・株式会社イデアルスター・INOELの共同研究～」(2019.11.8).
- 化学工業日報:「有機EL用バリアフィルム-R2Rで電極まで」(2019.4.12).
- 日経テクノロジーonline:「ロール・ツー・ロールの新製法、極薄ガラス上に透明電極」(2017.12.28).

主な展示会 Exhibition

- 「JFlex 2019展」(2019年1月, 東京ビッグサイト).
- 「プリンタブルエレクトロニクス展」(2014, 2015, 2015, 2016, 2017, 2018, 東京).
- 「LOPEC」展示会 (2018, 2019, ミュンヘン/ドイツ).
- 「Flex Japan 2019」展示会 (2019年5月, 東京).
- 「LED & OLED EXPO 2017」(2017年6月, ソウル/韓国).
- 「G7茨城・つくば科学技術大臣会合特別展」(2016年5月, つくば).
- 「International Photonics Exhibition 2015 (2015国際光産業展示会)」(2015年10月, 光州/韓国).

プリンタブルエレクトロニクス大賞
(2017)JFlex Award
(2019)「International Photonics Exhibition
2015」(2015年10月, 光州/韓国)「JFlex2019展」
(2019年1月, 東京ビッグサイト)「LOPEC」
(2019年3月, ドイツ)「Flex Japan 2019展」
(2019年5月, 東京)

主要メンバー

Main Members



産学連携教授 仲田 仁

センター長代理

Hitoshi Nakada

連絡先: nakada@yz.yamagata-u.ac.jp

(専門) 有機エレクトロニクス

(経歴)

1981年 東北大学工学部応用化学学科卒業
1981～2013年 パイオニア株式会社、東北パイオニア株式会社
1988年～ 有機ELディスプレイ・照明の研究開発、事業に従事
2013年～ 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
センター長代理(現職)

(主な表彰)

・内閣府第15回産学官連携功労者表彰「科学技術政策担当大臣賞」(2017).
・一般財団法人光産業技術振興協会 第19回(2003年度)櫻井健二郎氏記念賞
・公益財団法人大河内記念会 第47回(2000年度)大河内賞生産賞(団体受賞)

(主な成果)

・世界初の有機EL商品化「パッシブ型有機ELディスプレイ」(1997).
・世界初のりん光型有機ELデバイス商品化(2003).
・パッシブ駆動フルカラーフレキシブル有機ELディスプレイの開発(2003).

(主な著書)

・「先端 有機半導体デバイスー基礎からデバイス物性までー」, 日本学術振興会
情報科学用有機材料第142委員会C部会編, オーム社(2015).(共著)
・「有機EL照明」, 日刊工業新聞(2015).(共著)



産学連携教授 向殿 充浩

工学博士

Dr. Mitsuhiro Koden

連絡先: koden@yz.yamagata-u.ac.jp

(専門) 液晶、ディスプレイ、有機EL、化学

(経歴)

1983年 大阪大学大学院工学研究科博士課程修了(工学博士)
1983～2012年 シャープ株式会社(液晶、有機EL等)
1998～2011年 奈良先端科学技術大学院大学客員教授
2012年～ 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(現職)

(主な表彰)

・内閣府第15回産学官連携功労者表彰「科学技術政策担当大臣賞」(2017).
・日本液晶学会, 著作賞(2005).

(主な成果)

・17型動画フルカラー強誘電性液晶ディスプレイの開発(1999).
・世界最高精細の高分子型フルカラー有機ELディスプレイの開発(2006).

(主な著書)

・M. Koden, “OLED Displays and Lighting” (Wiley; IEEE Press) (2017).
・K. Takatoh, M. Hasegawa, M. Koden, N. Itoh, R. Hasegawa, M. Sakamoto,
“Alignment Technologies and Applications of Liquid Crystal Devices” Taylor &
Francis (2005).
・仲森智博, 佐野健二, 向殿充浩, 篠田博, 筒井哲夫, 「夢! 化学-21」, 『テレビが
変わるー化学の役割』(日本化学会監修; 丸善) (1999).



准教授 古川 忠宏

Tadahiro Furukawa

連絡先: ta-furukawa@yz.yamagata-u.ac.jp

(専門) 微細パターン加工、印刷、
ロールtoロール

(経歴)

1984年 埼玉大学院工業技術研究科修士課程修了
1984～2011年 共同印刷株式会社
カラーフィルター(CF)の開発・生産
フレキシブルCF、およびLCDの開発
2011年～ 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(現職)

(主な論文)

・T. Furukawa, M. Koden, *IEICE Trans. Electron*, **E100-C**, 949-954 (2017).

(主な国際会議発表)

・T. Furukawa, M. Koden, *ICDT2019* (2019). [中国/招待講演]
・T. Furukawa, *WCAM2018* (2018). [中国/招待講演]
・T. Furukawa, et al., *IDW'17*, FLX6-2 (2017).
・T. Furukawa, *LED & OLED EXPO 2017* (2017). [韓国]
・T. Furukawa, et al., *LOPEC* (2017). [ドイツ]
・T. Furukawa, et al., *IDW/AD'16*, FLX3-3 (2016).
・T. Furukawa, *IWFPE2016* (2016). [韓国/招待講演]
・T. Furukawa, et al., *ICFPE 2016*, O15-6 (2016).



准教授 結城 敏尚

工学博士

Dr. Toshinao Yuki

連絡先: t-yuki@yz.yamagata-u.ac.jp

(専門) 有機EL(ディスプレイ、照明、デバイス)
高分子材料工学

(経歴)

1993年 山形大学大学院 工学研究科 高分子材料工学 修士課程修了
1993～1996年 帝人株式会社
1996～1999年 山形大学大学院 工学研究科 博士課程修了(工学博士)
1999～2015年 東北パイオニア株式会社

(OLED事業部技術開発センター所属 / PMOLED、AMOLED、
タイリングデバイス、有機EL照明等の開発)

2015年4月～ 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(現職)

(主な表彰)

・有機EL討論会第4回業績賞受賞「大型有機EL表示システムの開発と実用化」
(2011). (団体受賞)

(主な成果)

・世界初のりん光型有機ELデバイス商品化(2003).
・世界初、世界最大のタイリング型大型有機ELディスプレイの製品化(2010).
・世界初の調色型有機EL照明パネルの製品化(2013).



プロジェクト研究員 杉本 美穂

Miho Sugimoto

m-sugimoto@yz.yamagata-u.ac.jp

(経歴)

1999年 慶應義塾大学大学院理工学研究科
修士課程修了
1999年～2004年(株)村田製作所
2005年～2019年 東北パイオニア(株)
2019年～ 山形大学(現職)

(専門)

フィルム有機EL、封止技術、電極技術、装置技術、他



プロジェクト研究員 川村 憲史

Norifumi Kawamura

n-kawamura@yz.yamagata-u.ac.jp

(経歴)

2001年 山形大学大学院 理工学研究科修了
2001年～2007年 株式会社アイメス
2007年～2013年 ローム(株), Lumiotec(株)
2013年～ 山形大学(現職)

(専門)

有機EL(デバイス、プロセス、評価)



プロジェクト研究員 安部 雅則

Masanori Abe

m-abe@yz.yamagata-u.ac.jp

(経歴)

1990年～2013年 東北パイオニア(株)
2013年～ 山形大学(現職)

(専門)

印刷技術(スクリーン印刷など)、
ロールtoロール(R2R)技術、有機EL、封止技術、
装置技術、他

発行 2020年1月(「JFlex 2020」展にて配布)
発行元 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
フレキシブル基盤技術研究グループ(仲田/古川/結城/向殿 研究グループ)
所在地 〒992-0119 山形県米沢市アルカディア1丁目808-48
連絡先 TEL: 0238-29-0575 FAX: 0238-29-0569
E-mail: nakada@yz.yamagata-u.ac.jp
E-mail: koden@yz.yamagata-u.ac.jp
URL: http://inoel.yz.yamagata-u.ac.jp/F-consortium/home.html

