

# 有機薄膜デバイスコンソーシアム

## Organic Thin Film Device Consortium

### ご挨拶 Greeting

「山形大学有機薄膜デバイスコンソーシアム」は、経済産業省補助事業「産学連携イノベーション促進事業」(2013&2014年度)に採択された「山形大学有機デバイス産学コンソーシアム形成事業」における共同研究コンソーシアムの一つとして、3年間のプログラムで、参加企業と山形大学との連携を核に、「有機エレクトロニクス用ITO代替透明電極付きフレキシブル基板の実用化開発」を推進して参りました。

本展示会にて3年間の研究開発の成果の一部を紹介致します。

本コンソーシアムの後継コンソーシアムとして、「山形大学フレキシブル有機エレクトロニクス実用化基盤技術コンソーシアム(YU-FOC)」を2016年4月より開始する予定にしております。引き続き、ご支援のほど、よろしくお願い申し上げます。

### 開発テーマと主な研究内容 R&D Subjects

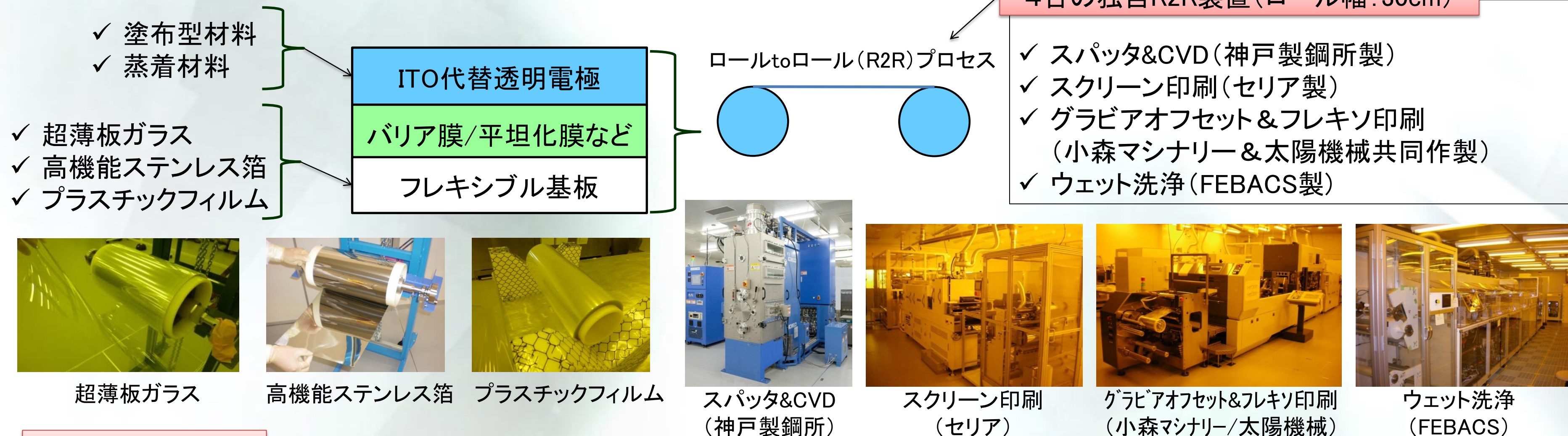
「有機エレクトロニクス用ITO代替透明電極付きフレキシブル基板の実用化開発」

- ・有機EL、有機太陽電池、有機TFT等の有機エレクトロニクスデバイスに適用できるフレキシブル基板の開発
- ・従来の一般的な透明電極であるITOに替わる透明電極の開発とフレキシブル基板への適用
- ・ロールtoロール(R2R)生産要素技術の開発

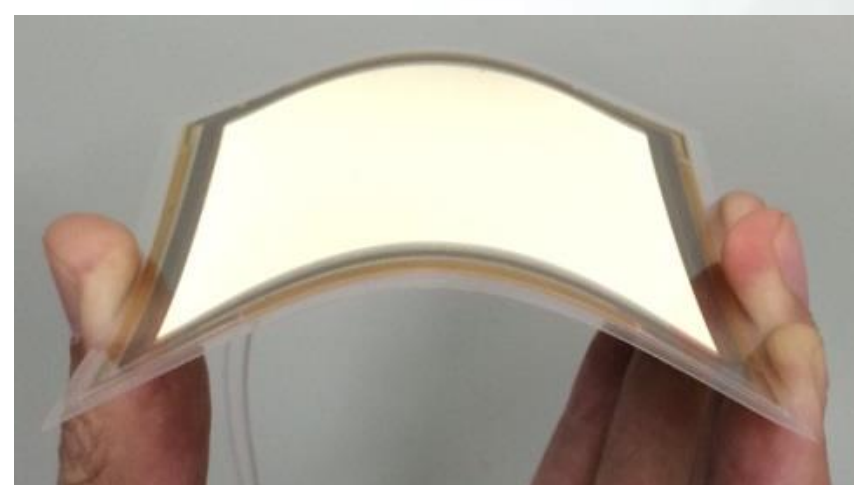
### 開発期間 Project Term

2013年4月1日～2016年3月31日

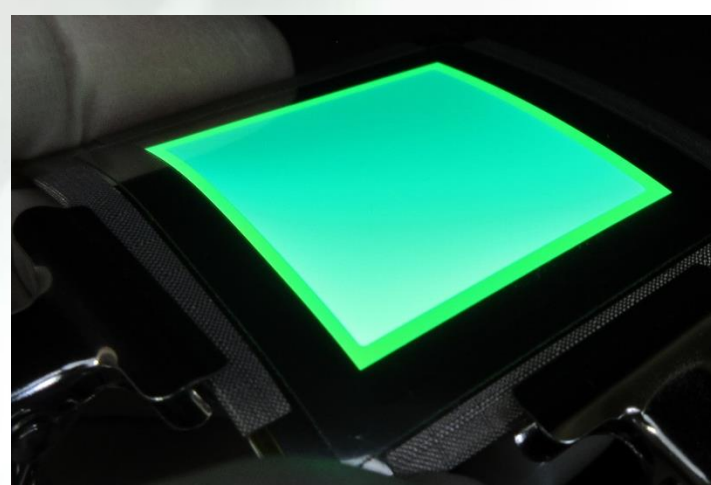
### 本コンソーシアムにおける技術開発 R&D Contents



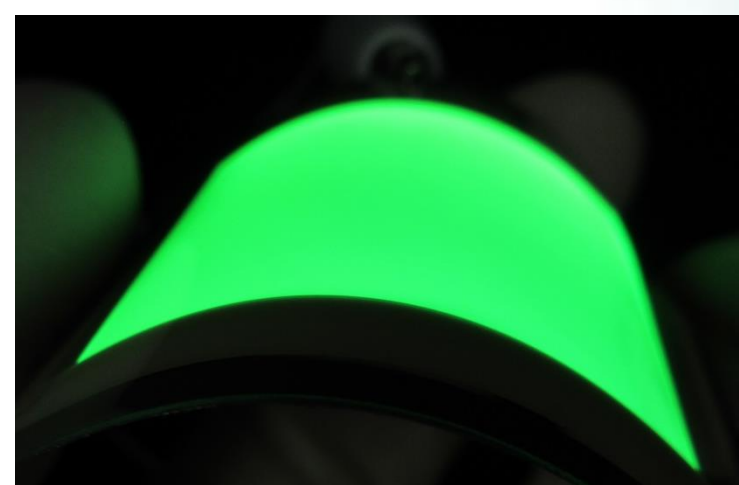
#### 技術開発事例



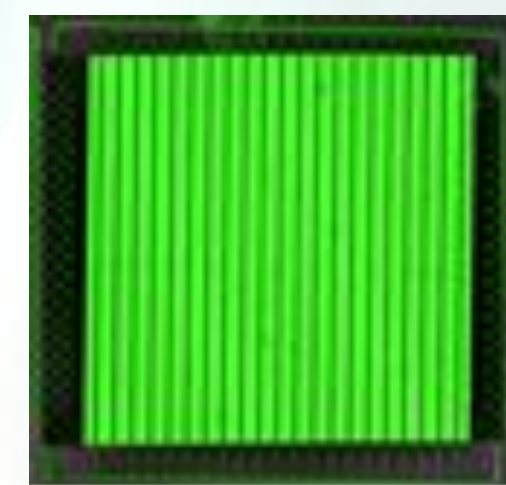
超薄板ガラス上に形成したフレキシブル有機ELパネル



高機能ステンレス箔上に形成したフレキシブル有機ELパネル



バリアフィルム上に形成したフレキシブル有機ELパネル



ITOフリー有機ELパネル(印刷補助配線方式)

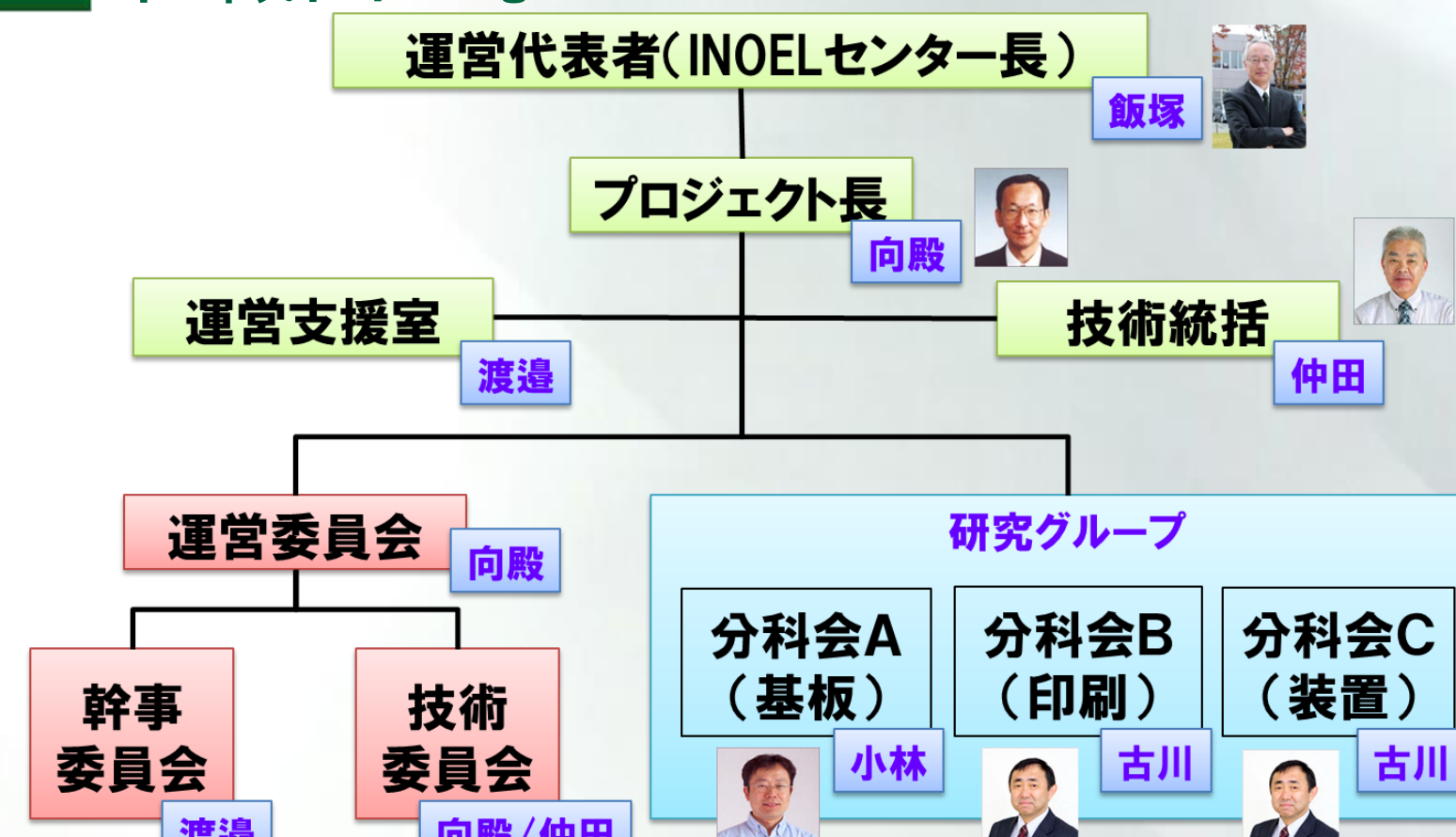


ITOフリー有機ELパネル(AgNW+導電ポリマー)

### 本コンソーシアムの特徴 Features

- ✓ 異なる分野の会社が同一目標に向けて集結(基材メーカー、材料メーカー、装置メーカー、デバイスメーカー等)
- ✓ 山形大学がコンソーシアムを主導  
⇒企業出身の大学教職員が中心となってコンソーシアムを推進
- ✓ 独自ロールtoロール装置を導入
- ✓ 被災地域との連携、震災復興への貢献  
⇒被災地企業・公的機関・団体などとの連携推進

### 組織図 Organization



お問い合わせ先  
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  
仲田産学連携教授・向殿産学連携教授

E-mail : nakada@yz.yamagata-u.ac.jp (仲田産学連携教授)  
koden@yz.yamagata-u.ac.jp (向殿産学連携教授)  
URL : <http://inoel.yz.yamagata-u.ac.jp/F-consortium/>  
TEL : 0238-29-0575 FAX : 0238-29-0569

# 有機薄膜デバイスコンソーシアム

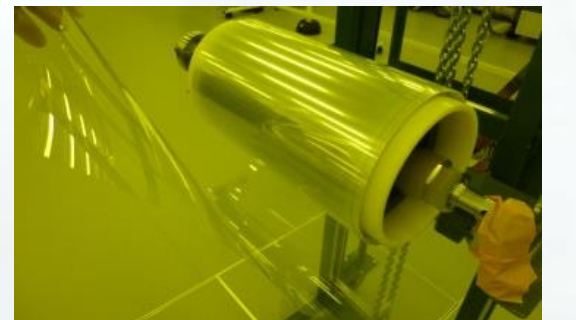
## Organic Thin Film Device Consortium

### 成果展示1: 超薄板ガラスを用いたフレキシブル有機EL照明パネル

Flexible OLED lighting devices with ultra-thin glass

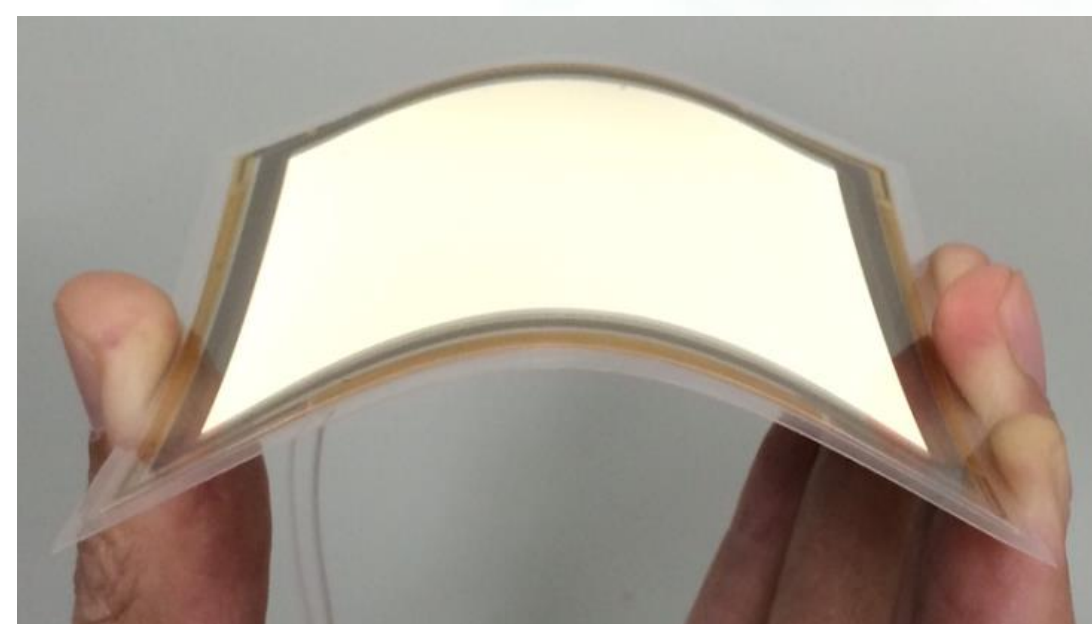
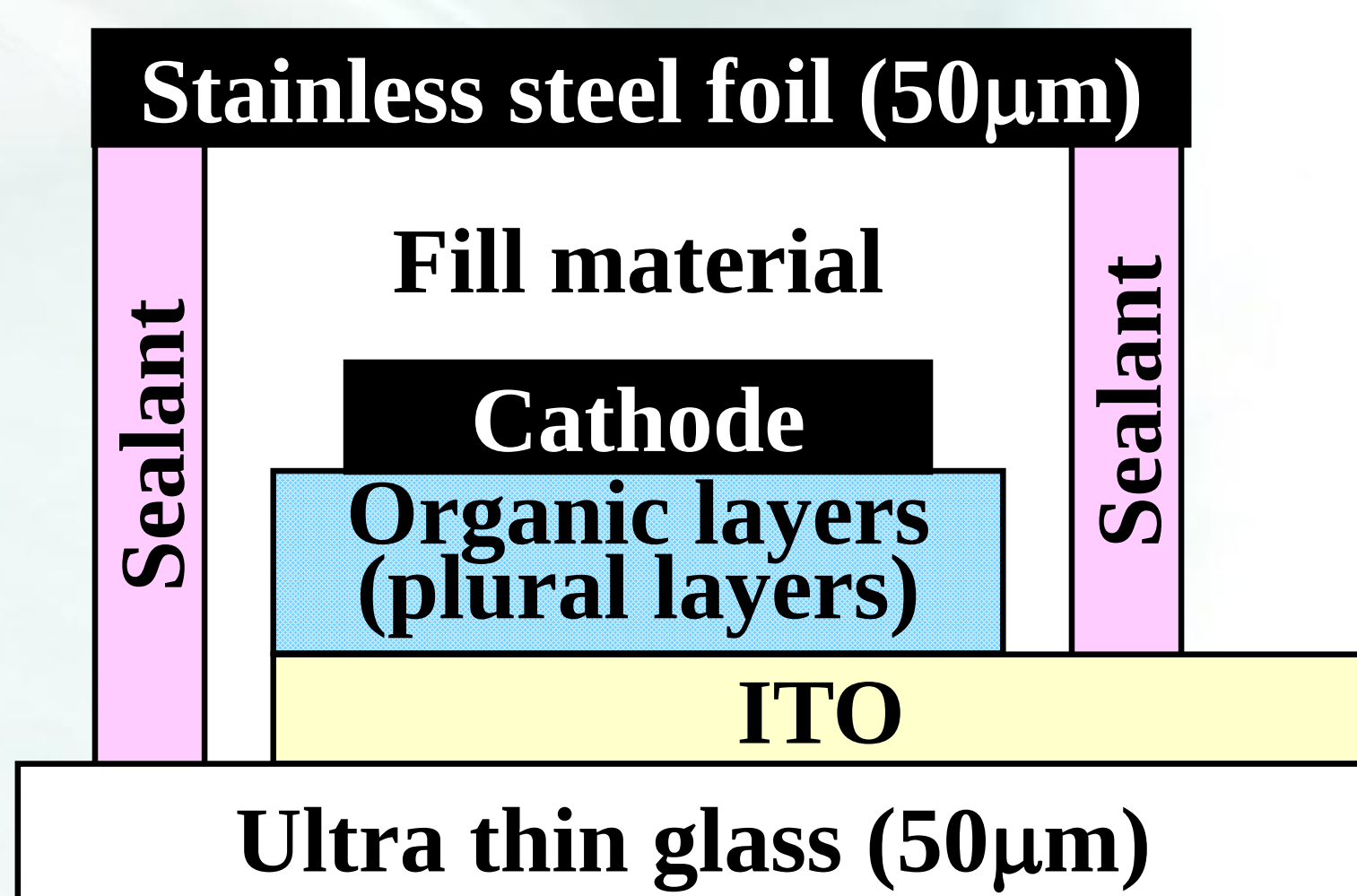
#### 【超薄板ガラスの特長】

- 厚さを薄くすることでフレキシブル性発現(厚さ $50\mu\text{m}$ など)
- 通常のガラスと同様、優れたガスバリア性、耐熱性、耐薬品性、表面平坦性などを有する。

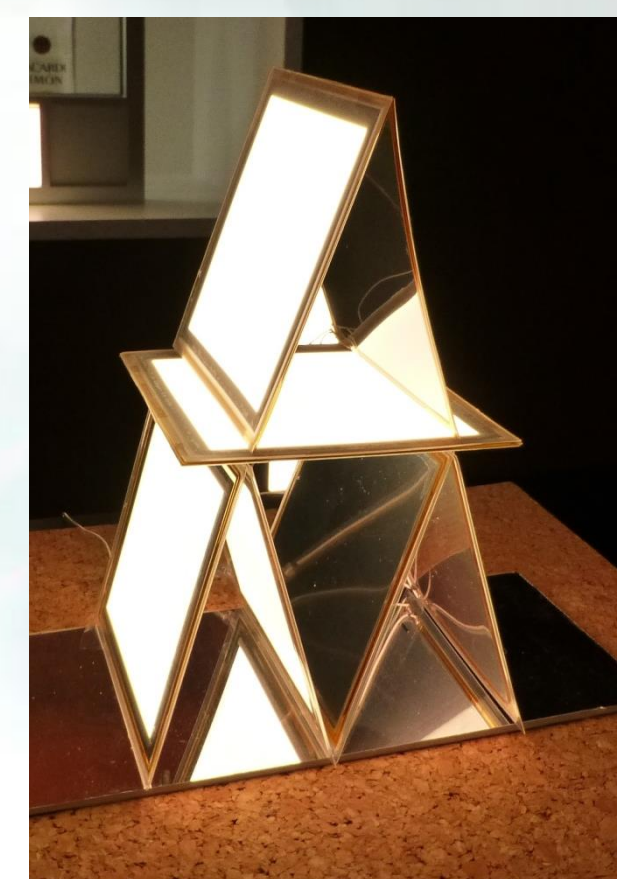


#### 超薄板ガラスを用いた92mm角フレキシブル有機EL照明パネル(NECライティング作製)

Flexible OLED lighting device (92mm□) with ultra-thin glass (fabricated by NEC Lighting)



基板サイズ: 92mm X 92mm  
発光エリア: 75mm X 75mm



ライティングフェア  
(NECライティングブース)  
(2015年3月)

#### ◆有機ELパネル作製: NEC ライティング

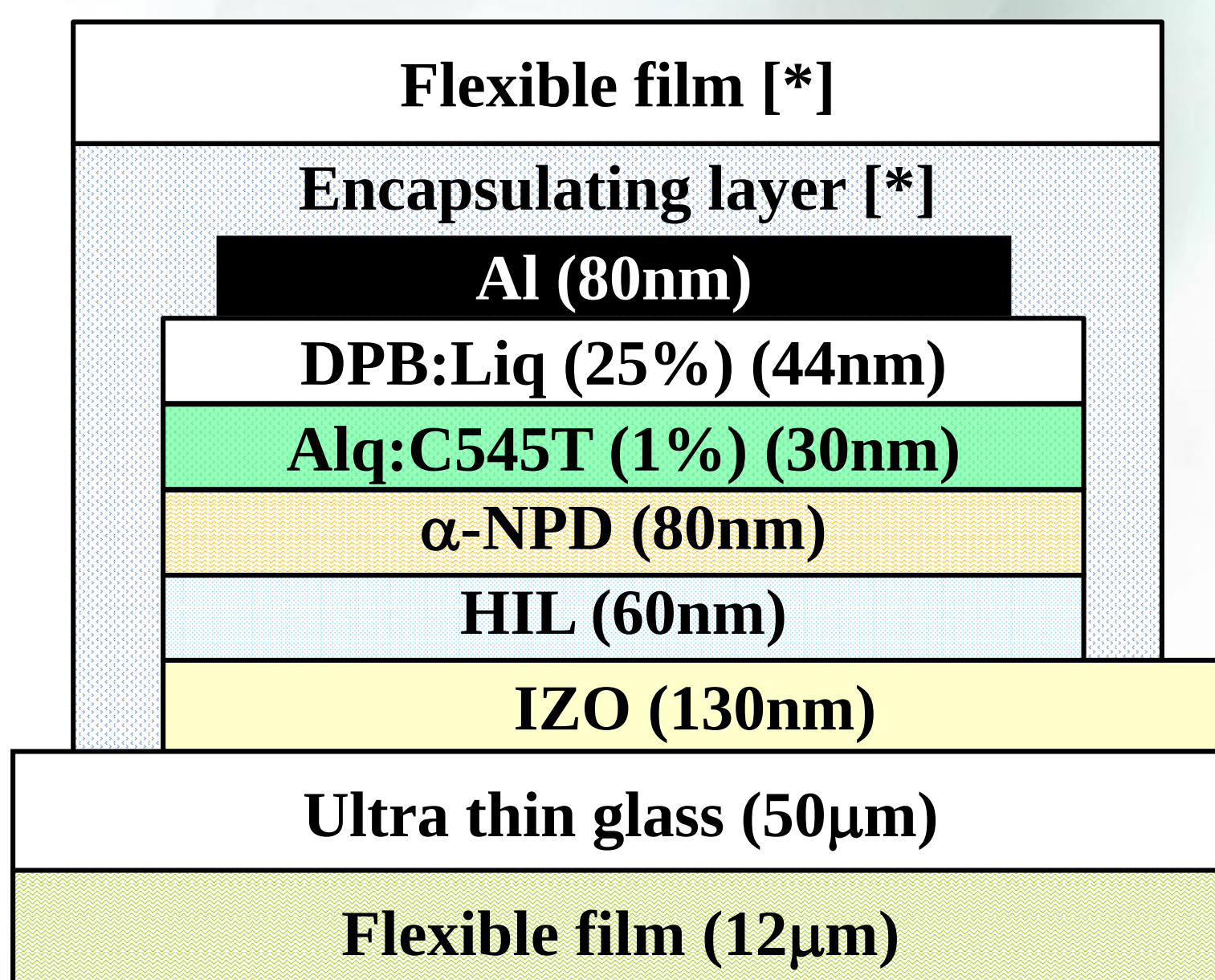
\* UniversalPHOLED® Phosphorescent OLED Technology and Materials from Universal Display Corporation

#### ◆超薄板ガラス: 日本電気硝子製

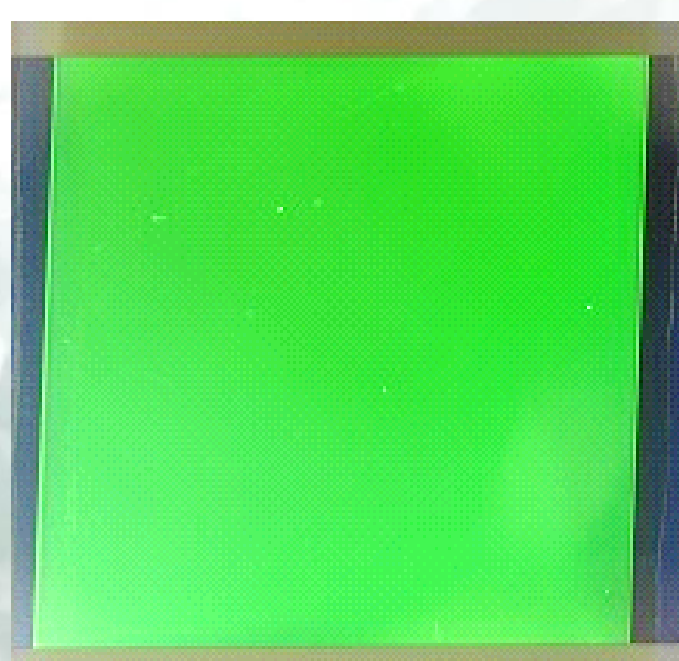
#### ◆高機能ステンレス箔: 新日鉄住金グループ製

#### 超薄板ガラスを用いたフレキシブル有機ELパネル(割れ防止フィルム使用)

Flexible OLED device with ultra-thin glass (supported with protecting film)



[\*] ラミネート封止(カネカ)



基板サイズ: 50mm X 50mm  
発光エリア: 32mm X 32mm

#### ■フレキシブル超薄板ガラス(日本電気硝子)

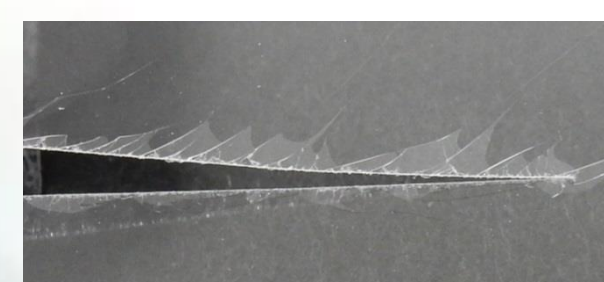
- ・ロール状の厚さ $50\mu\text{m}$ の超薄板ガラスを使用
- ・優れたガスバリア性
- ・耐熱性
- ・耐薬品性
- ・表面平坦性



#### ■超薄板ガラス割れ防止用新規保護フィルム技術(三菱樹脂)

- 飛散防止性  積層体をハサミで断裁したときの亀裂の伝搬を確認

【市販の保護フィルムと貼合】  
(粘着層付PETフィルム)



⇒断裁箇所では剥離し、  
亀裂が広がる

【開発品】



⇒亀裂が広がらない

お問い合わせ先  
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  
仲田産学連携教授・向殿産学連携教授

E-mail: nakada@yz.yamagata-u.ac.jp (仲田産学連携教授)

koden@yz.yamagata-u.ac.jp (向殿産学連携教授)

URL: <http://inoel.yz.yamagata-u.ac.jp/F-consortium/>

TEL: 0238-29-0575 FAX: 0238-29-0569

# 有機薄膜デバイスコンソーシアム

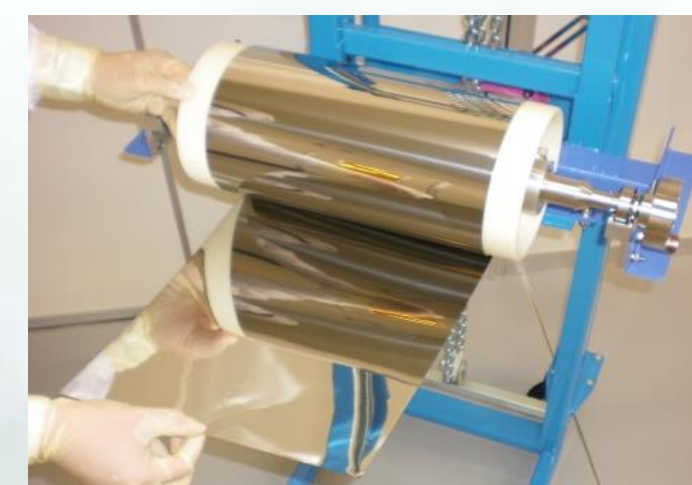
## Organic Thin Film Device Consortium

### 成果展示2: 高機能ステンレス箔を用いたフレキシブル有機ELパネル

Flexible OLED lighting devices with stainless steel foil

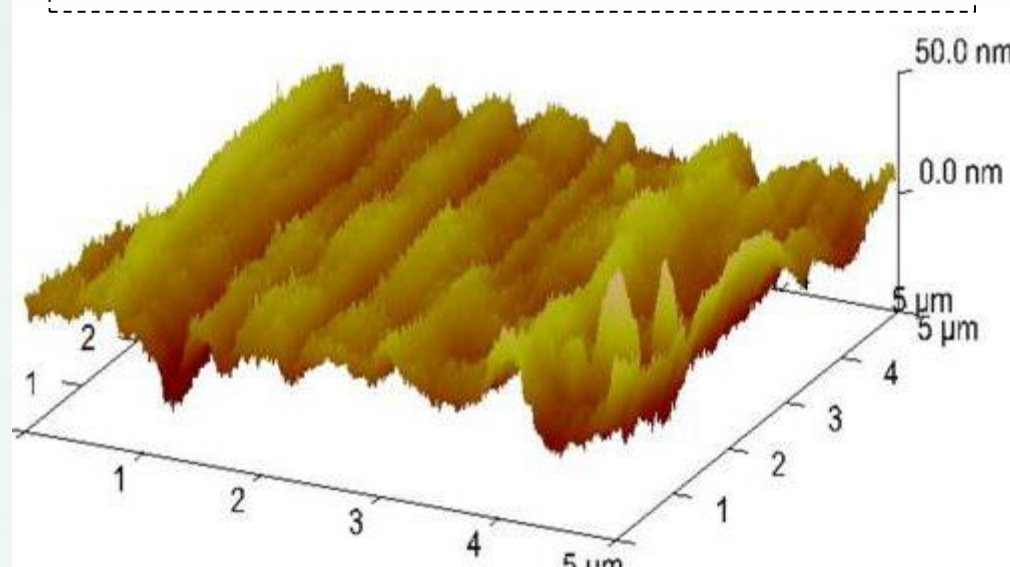
#### 【高機能ステンレス箔の特長】

- 厚さを薄くすることでフレキシブル性発現(厚さ $50\mu\text{m}$ など)
- 優れたガスバリア性、耐熱性、耐薬品性、低伸縮性などを有する。
- 基板表面平坦性確保のため、ステンレス箔上に平坦化膜形成(新日鉄住金グループ)



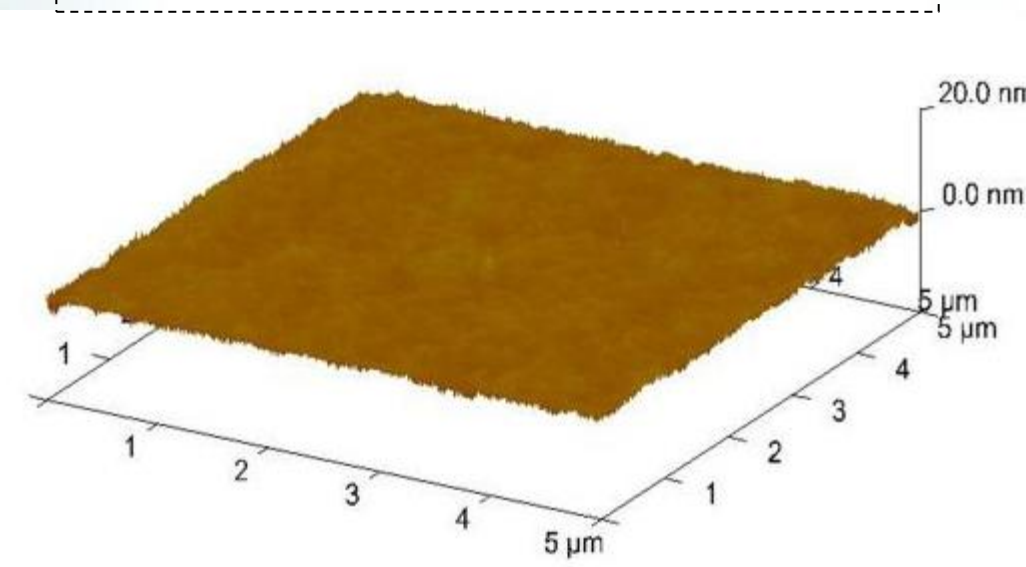
#### 高機能ステンレス箔を用いたフレキシブル有機ELパネル(新日鉄住金グループ/山形大学)

Ra:6.2nm / Rmax:78.2nm



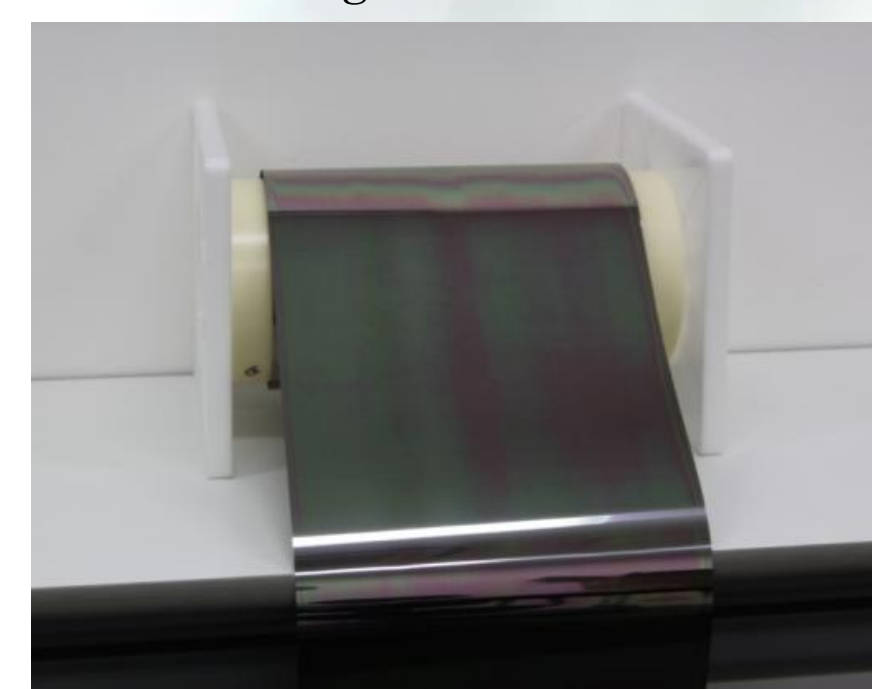
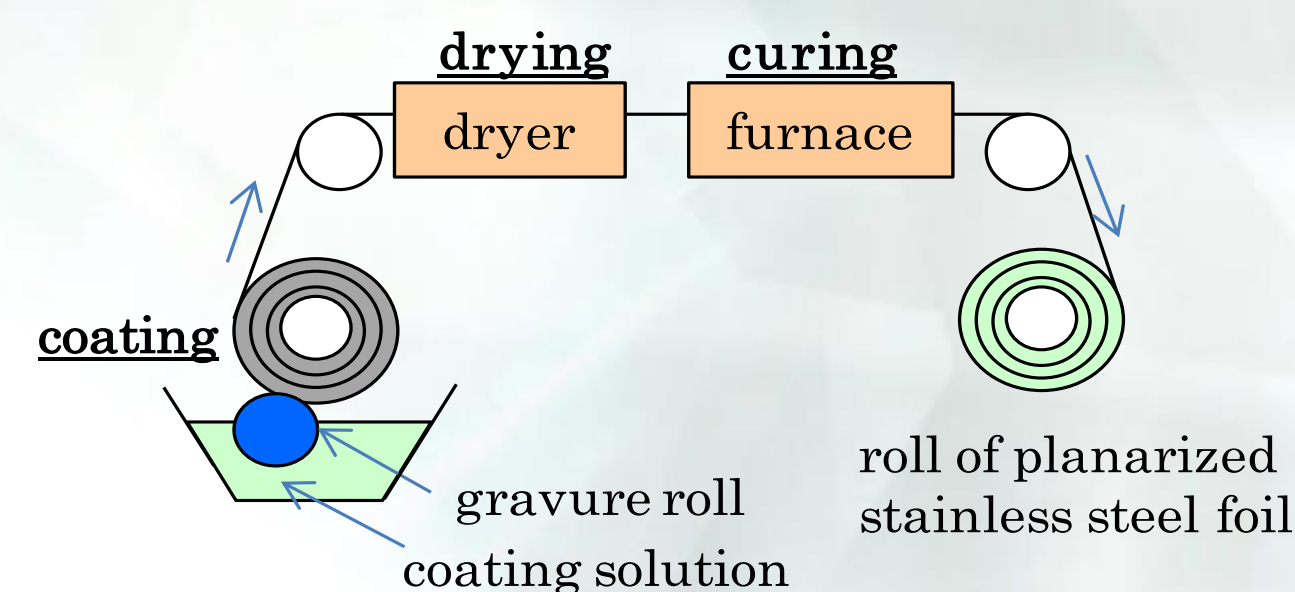
(a) 平坦化膜なし

Ra:0.6nm / Rmax:8.9nm

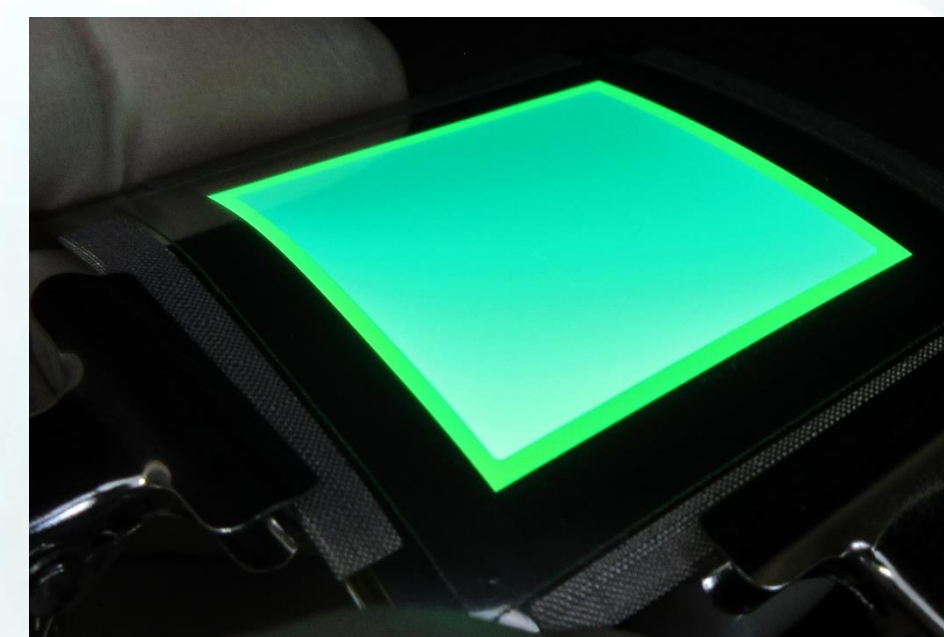


(b) 平坦化膜あり

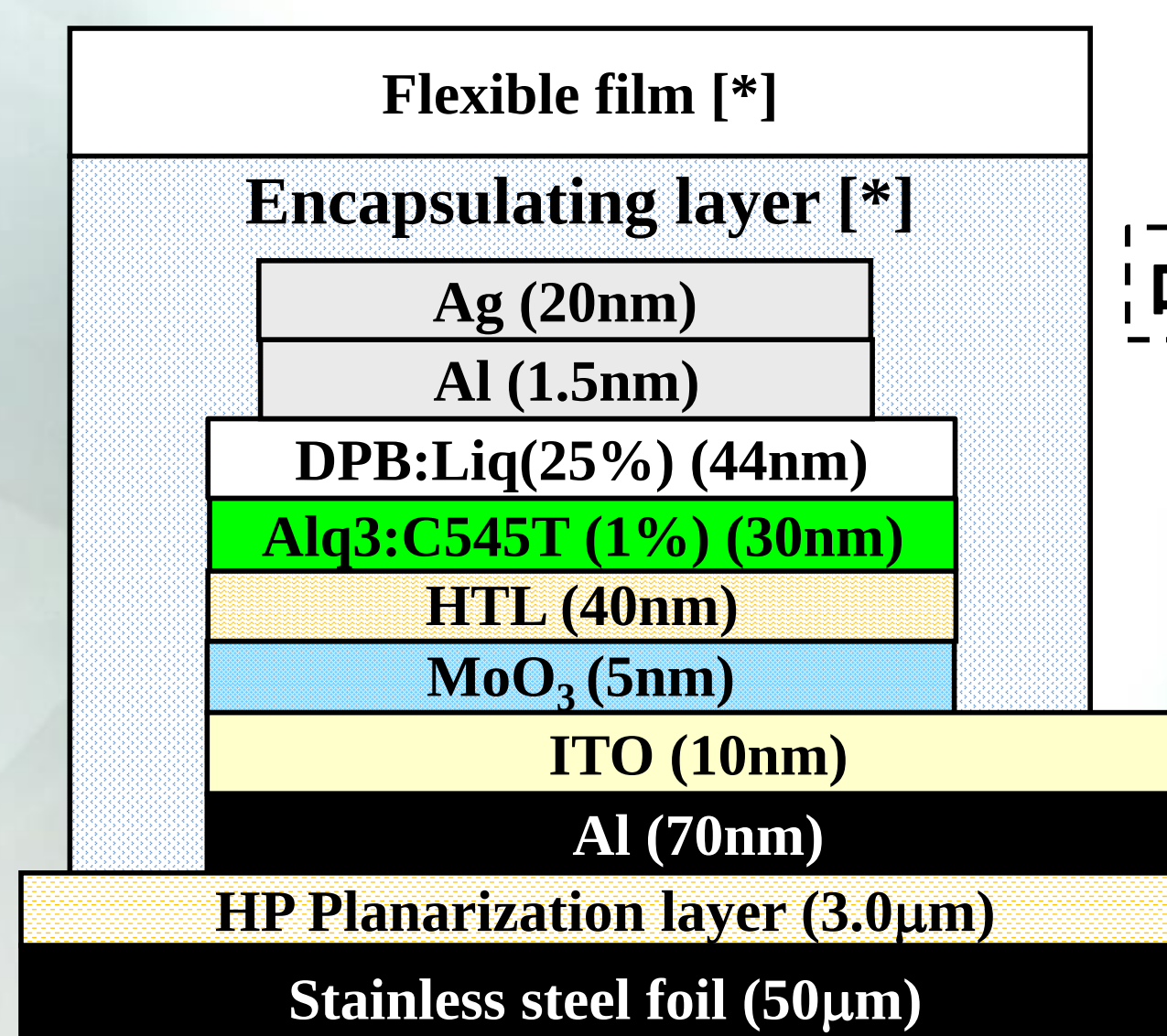
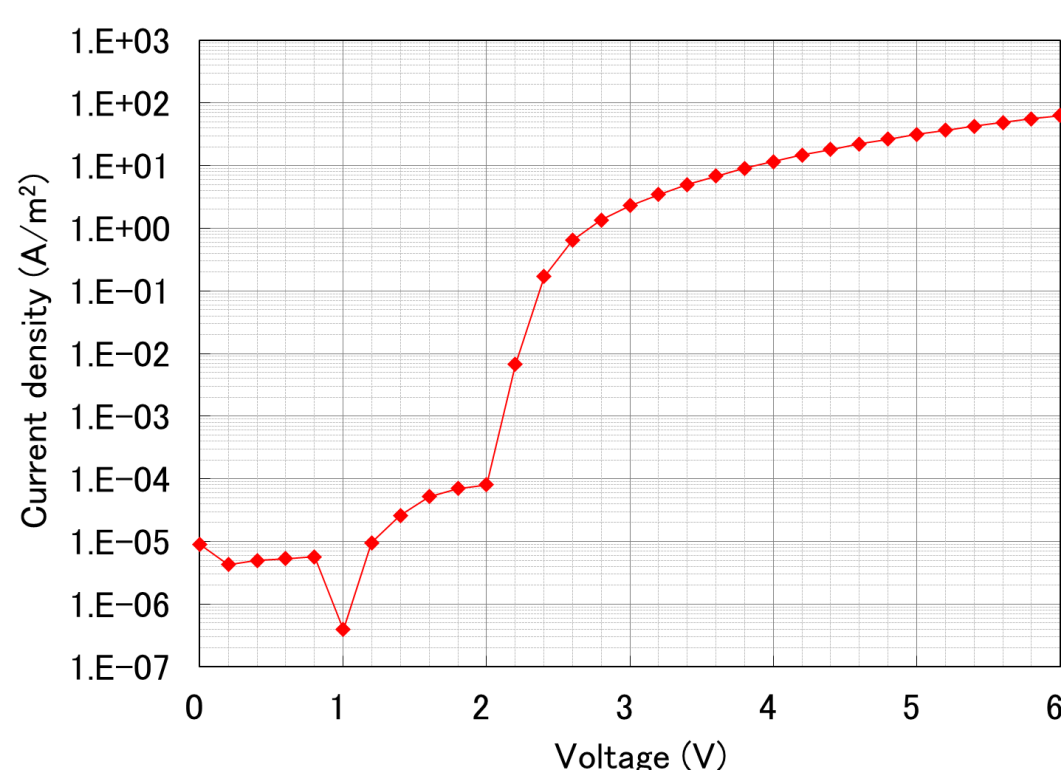
平坦化膜の効果



ロールtoロールプロセスで平坦化膜形成



基板サイズ : 50mm X 50mm  
発光エリア : 32mm X 32mm



[\*] 味の素ファインテクノ製

- N. Yamada, H. Kobayashi, S. Yamaguchi, J. Nakatsuka, K. Nose, K. Uemura, M. Koden, H. Nakada, IDW'14, FLX6-4L (2014).
- N. Yamada, S. Yamaguchi, J. Nakatsuka, Y. Hagiwara, K. Uemura, IDW'15, FMC3-1 (2015).

#### 高機能ステンレス箔を用いた92mm角フレキシブル有機EL照明パネル(NECライティング作製)

Flexible OLED lighting device (92mm□) with stainless steel foil (fabricated by NEC Lighting)

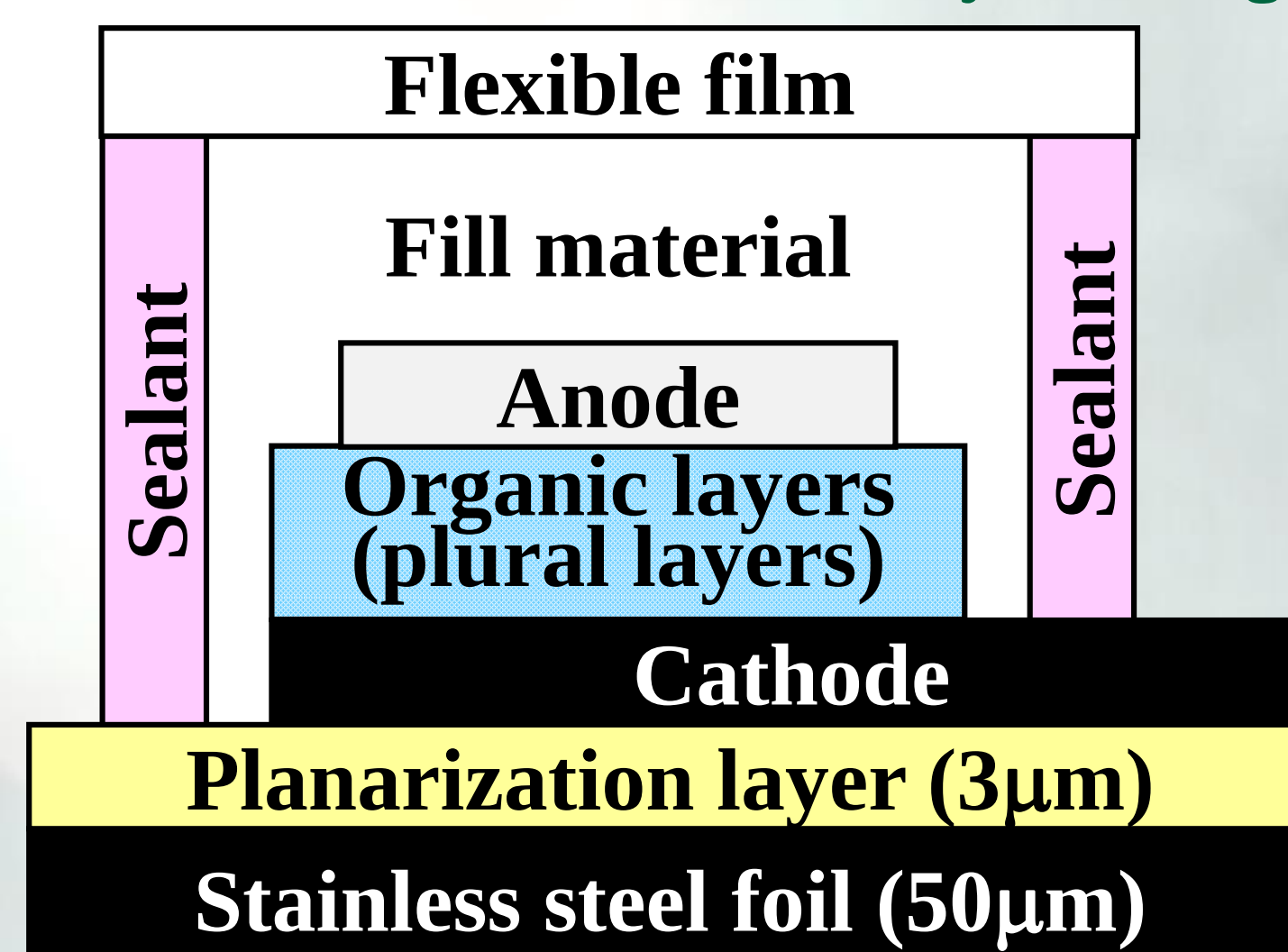


基板サイズ : 92mm X 92mm  
発光エリア : 75mm X 75mm

#### ◆有機ELパネル作製: NEC ライティング

\* UniversalPHOLED® Phosphorescent OLED Technology and Materials from Universal Display Corporation

#### ◆高機能ステンレス箔: 新日鉄住金グループ製



お問い合わせ先  
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  
仲田産学連携教授・向殿産学連携教授

E-mail : nakada@yz.yamagata-u.ac.jp (仲田産学連携教授)  
koden@yz.yamagata-u.ac.jp (向殿産学連携教授)  
URL : <http://inoel.yz.yamagata-u.ac.jp/F-consortium/>  
TEL : 0238-29-0575 FAX : 0238-29-0569

# 有機薄膜デバイスコンソーシアム

## Organic Thin Film Device Consortium

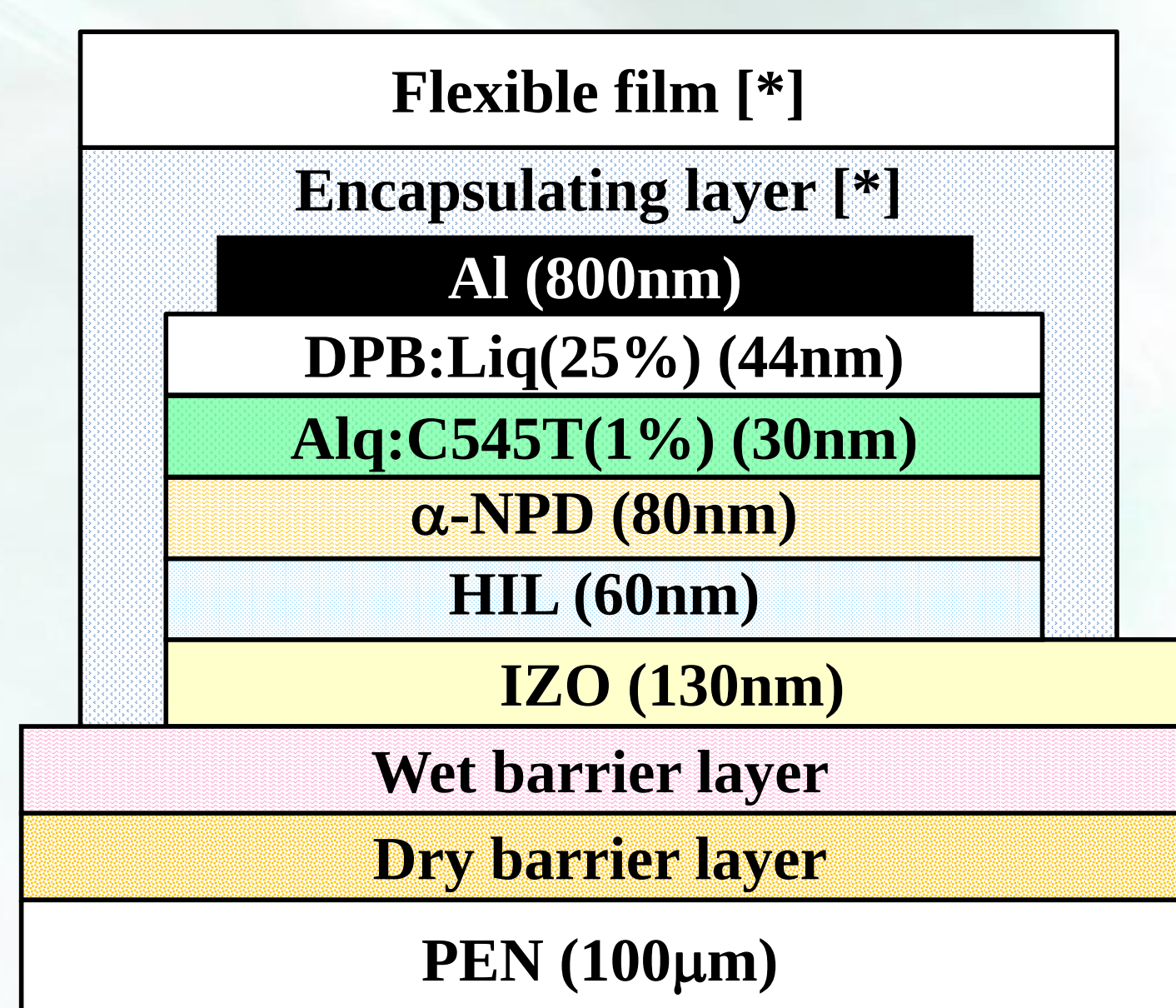
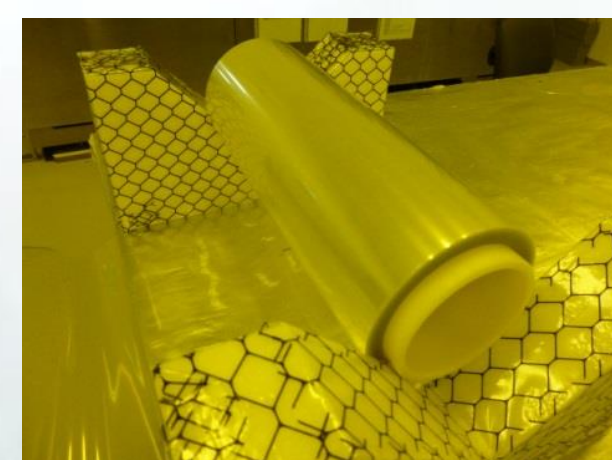
### 成果展示3: バリアフィルムを用いたフレキシブル有機ELパネル

#### Flexible OLED lighting devices with barrier film

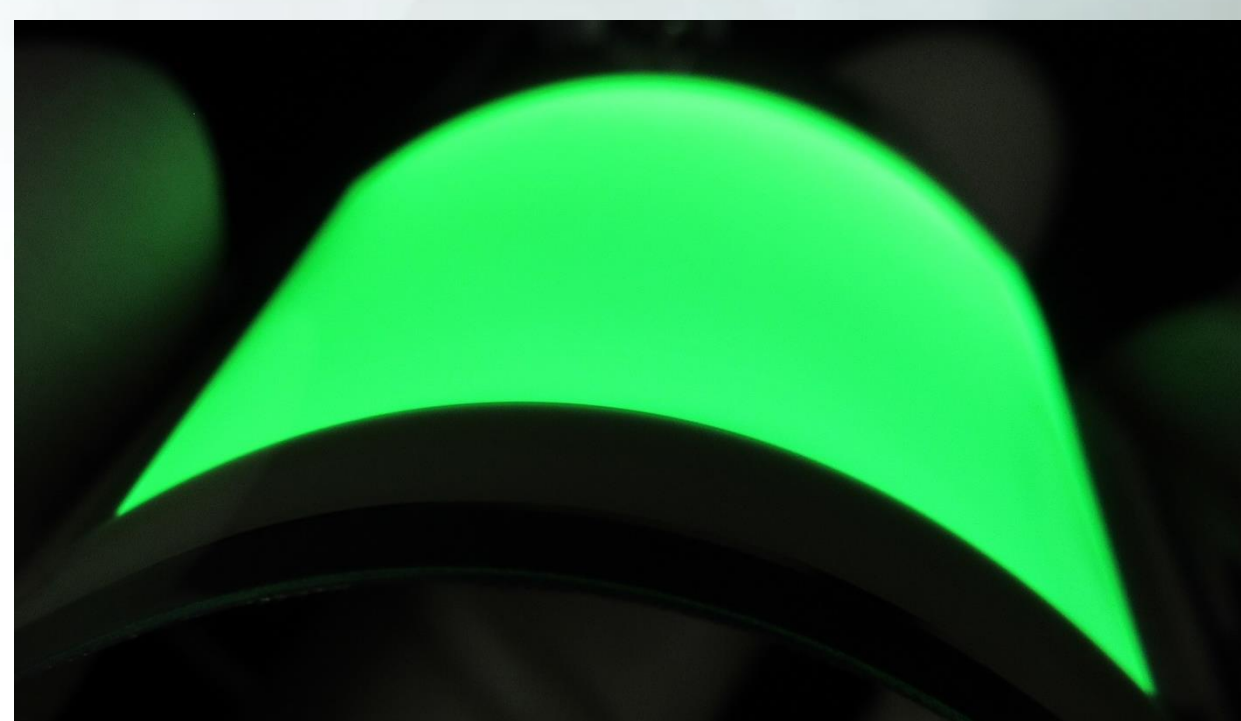
#### 【新規バリアフィルムの特長】

➢ バリア層2層のみの新規バリア技術を開発(帝人、神戸製鋼所、メルクPM-M)

■ バリア層2層のみの新規バリア技術を用いたフレキシブル有機ELパネル  
(帝人、神戸製鋼所、メルクPM-M、FEBACS、山形大学)  
OLED device with novel barrier film consisting of only two barrier layers

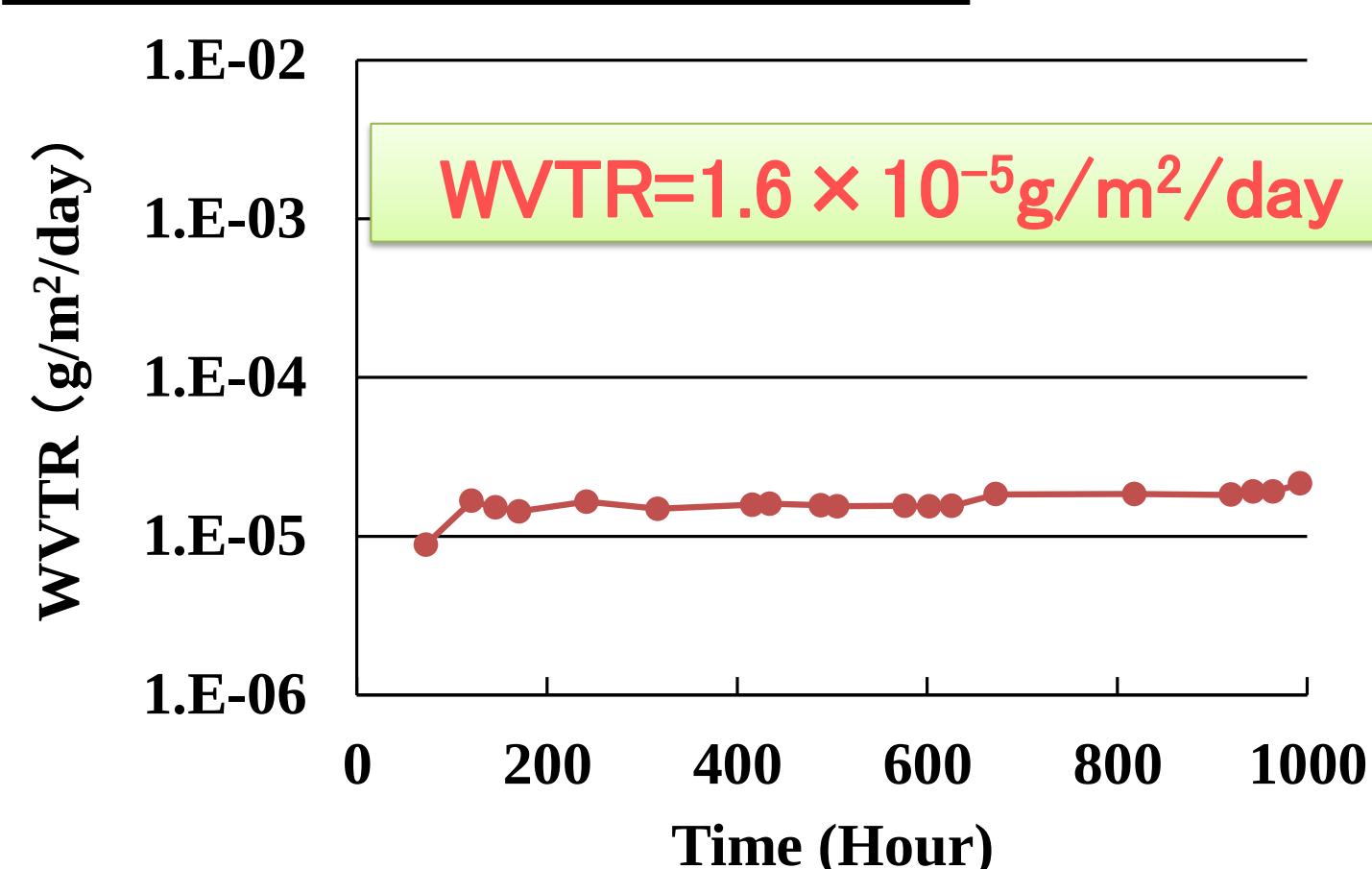


[\*] ラミネート封止(カネカ)

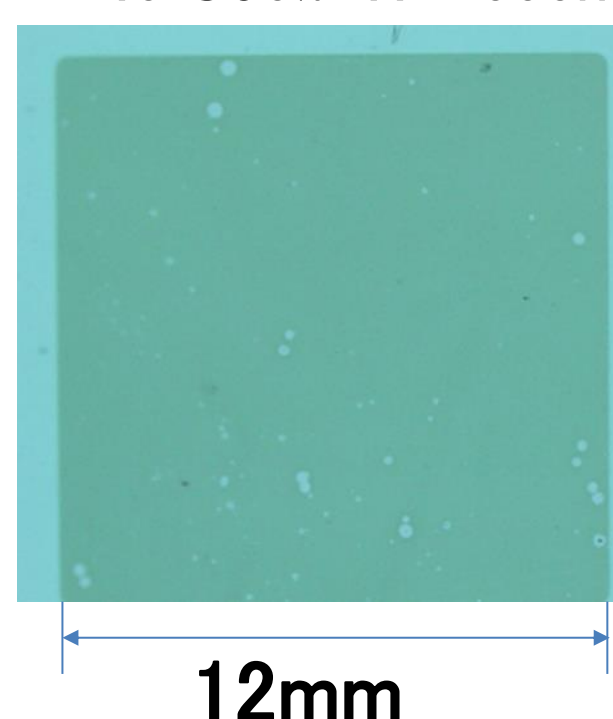


基板サイズ : 50mm X 50mm  
発光エリア : 32mm X 32mm

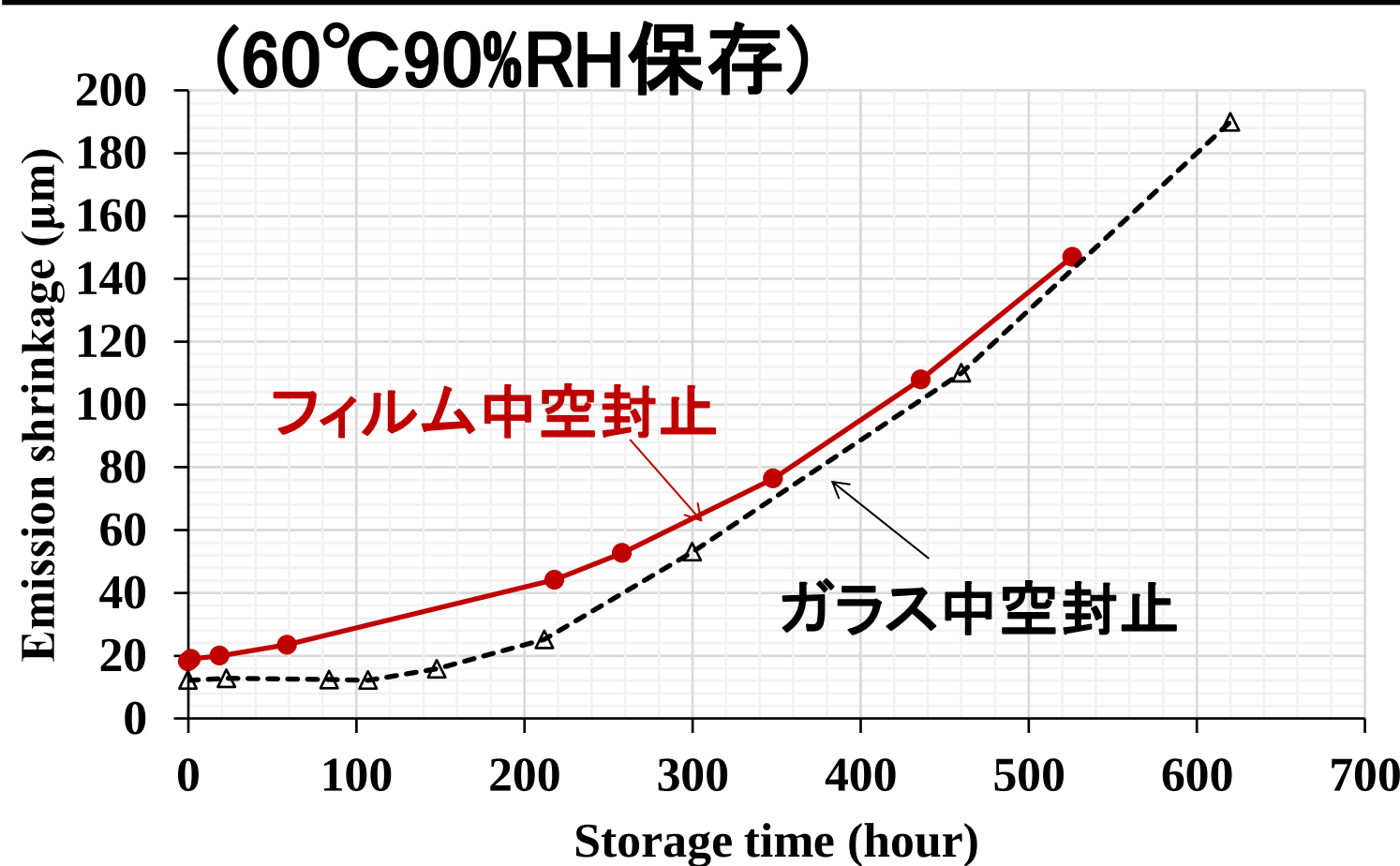
#### ■ 水蒸気透過度(Ca腐食法) (40°C90%RH)



Ca腐食の様子  
40°C90%RH 1000h



#### ■ バリアフィルムを用いた有機EL素子の封止性能



フィルム中空封止



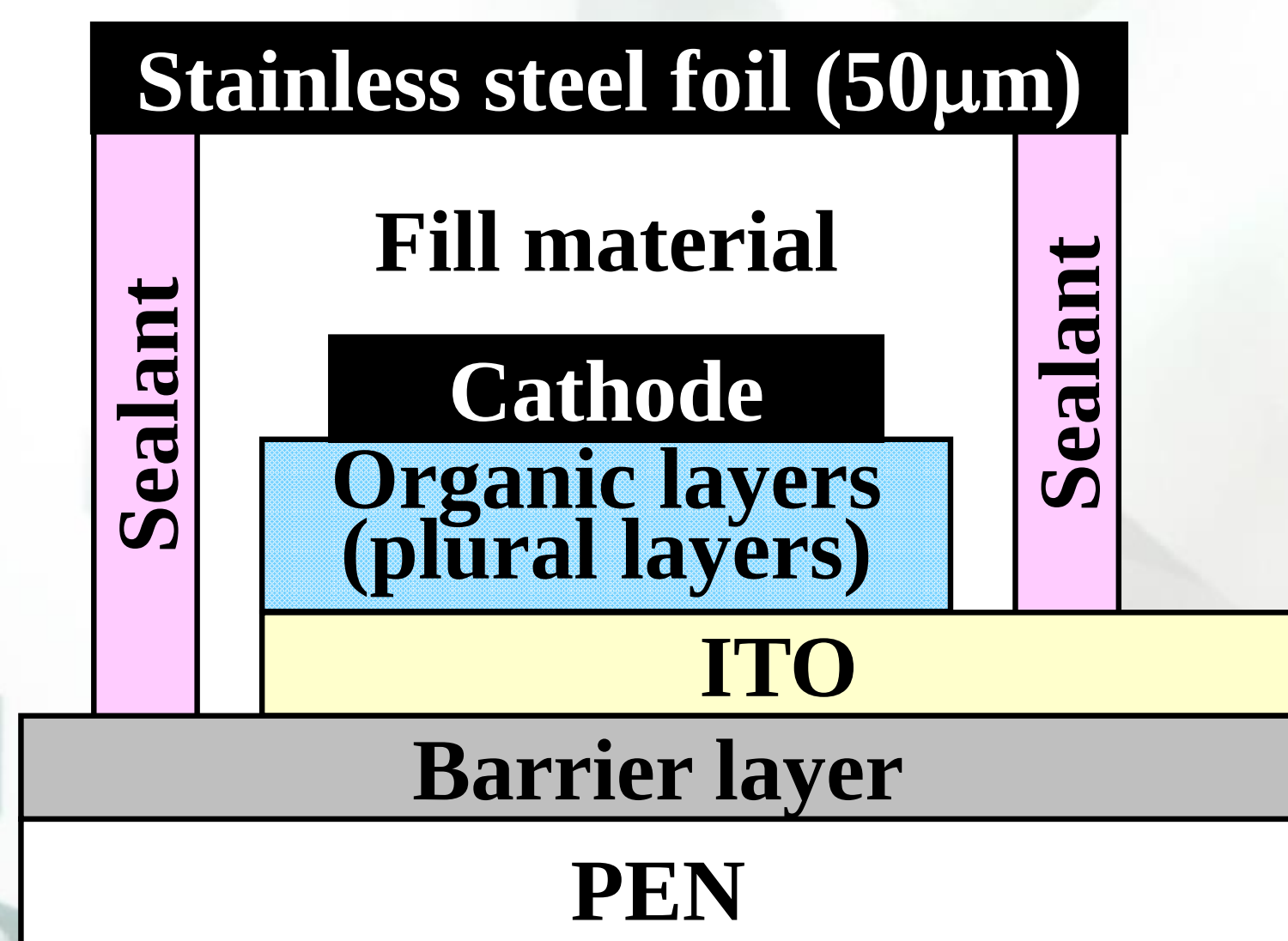
ガラス中空封止



※乾燥剤不使用

[\*] WVTR: Water Vapor Transmission Rate

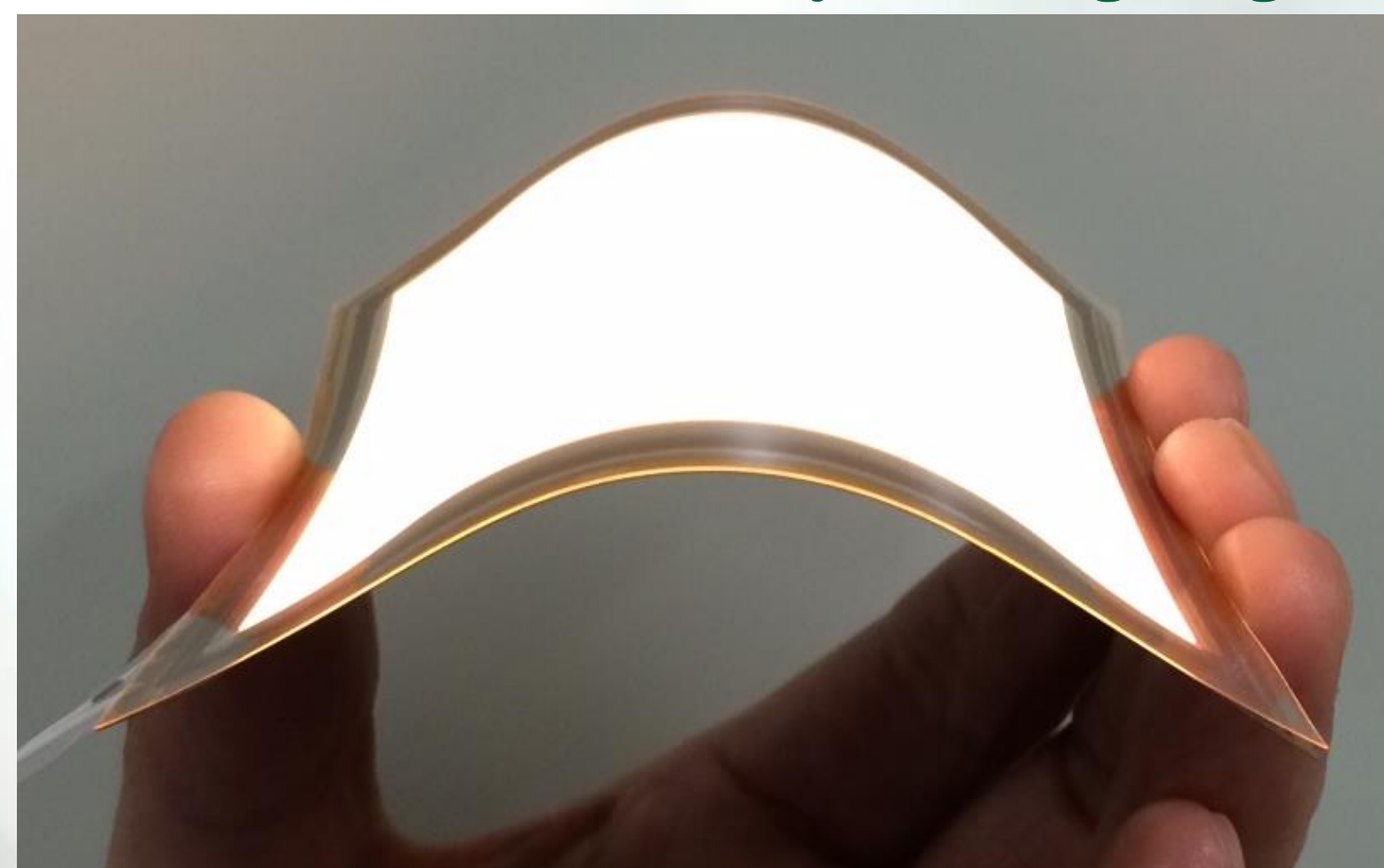
■ バリアフィルムを用いた92mm角フレキシブル有機EL照明パネル(NECライティング作製)  
Flexible OLED lighting device (92mm□) with barrier film (fabricated by NEC Lighting)



◆有機ELパネル作製: NEC ライティング

\* UniversalPHOLED® Phosphorescent OLED Technology and Materials from Universal Display Corporation

◆バリアフィルム: 帝人、神戸製鋼所、FEBACS



基板サイズ : 92mm X 92mm  
発光エリア : 75mm X 75mm

お問い合わせ先  
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  
仲田産学連携教授・向殿産学連携教授

E-mail : nakada@yz.yamagata-u.ac.jp (仲田産学連携教授)  
koden@yz.yamagata-u.ac.jp (向殿産学連携教授)  
URL : <http://inoel.yz.yamagata-u.ac.jp/F-consortium/>  
TEL : 0238-29-0575 FAX : 0238-29-0569

# 有機薄膜デバイスコンソーシアム

## Organic Thin Film Device Consortium

### 成果展示4: ITO代替透明電極を用いた有機ELパネル

OLED lighting devices with non-ITO transparent electrode

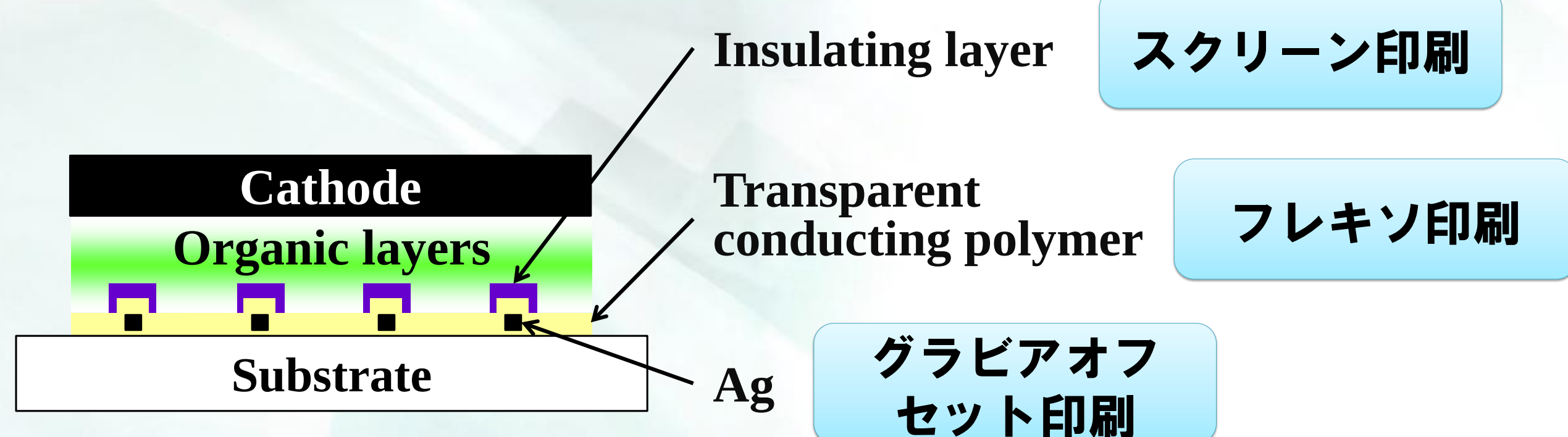
ITO(Indium Tin Oxide)の課題:

- ・価格・・・①真空成膜+フォトリソプロセス、②希少資源(In)
- ・曲げに弱い

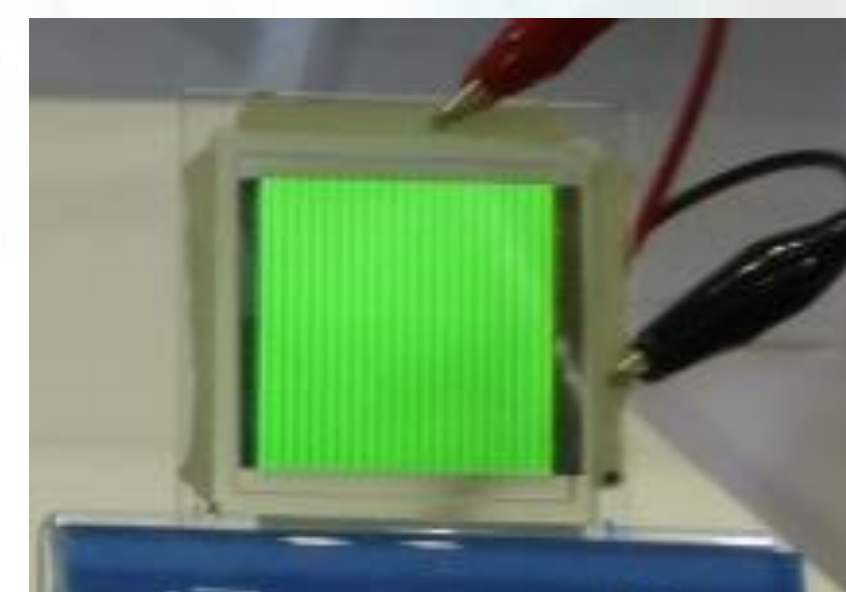
印刷方式による新規透明電極形成技術を用いた有機ELパネル

OLED lighting device using non-ITO electrodes fabricated by printing

(大日本印刷、DIC、小森マシナリー、セリア、太陽機械、FEBACS、日本電気硝子、山形大学)



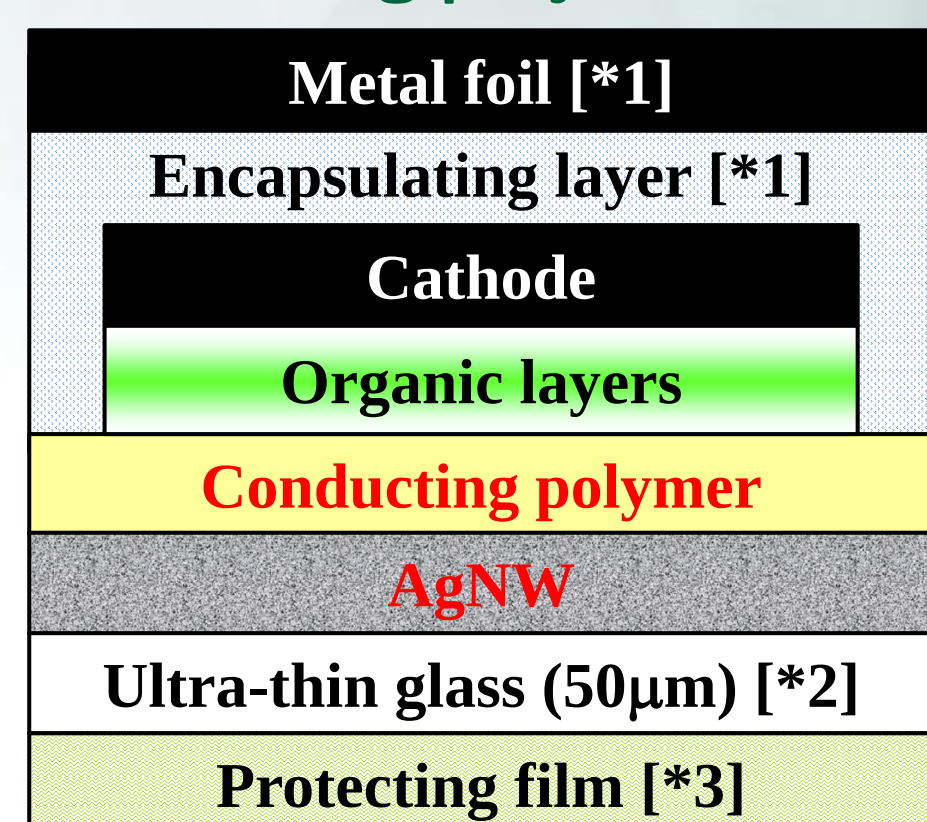
➤ T. Furukawa, N. Kawamura, M. Sakakibara, M. Koden, IDMC, S4-4 (2015).



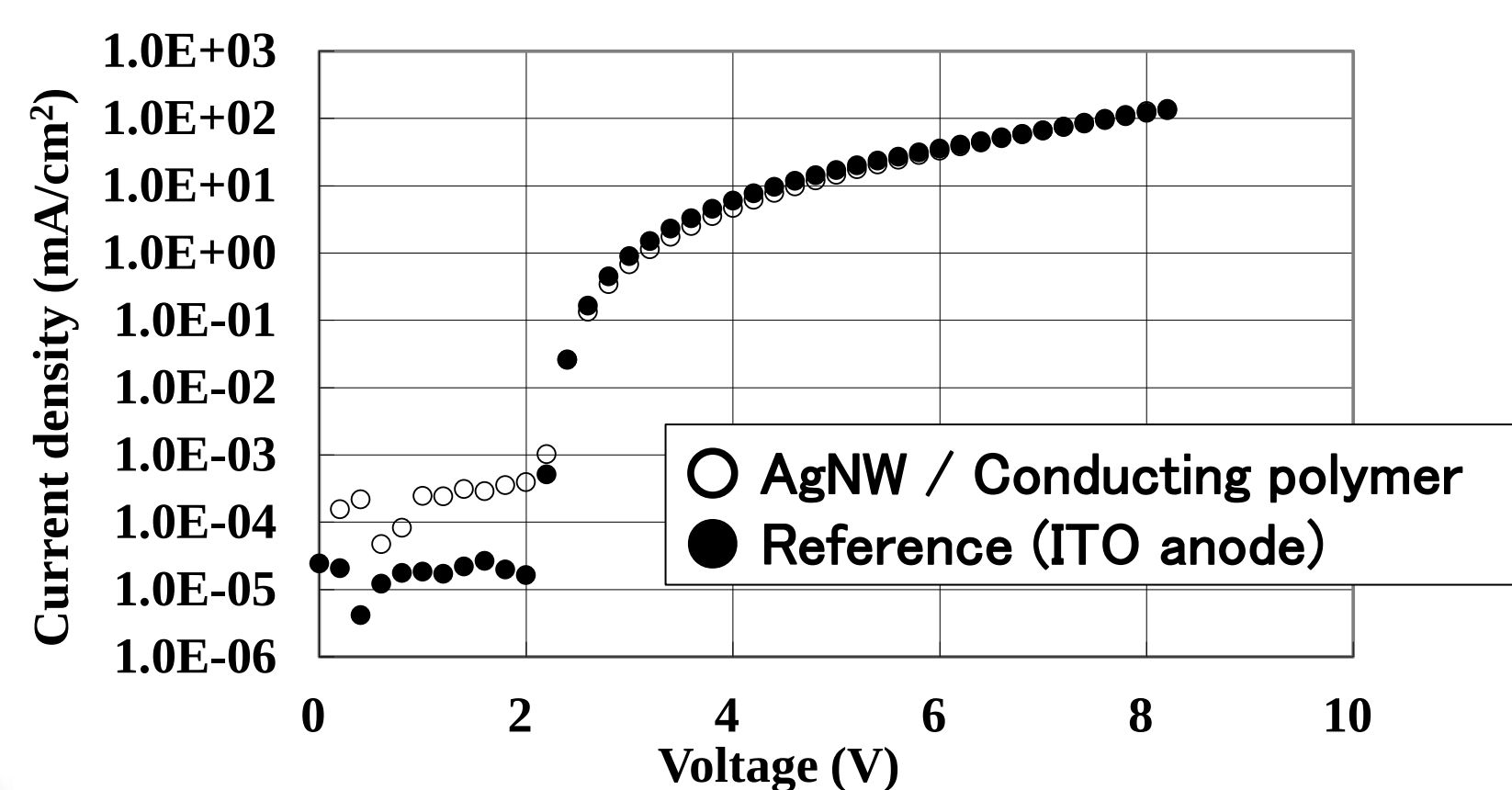
基板サイズ : 50mm X 50mm  
発光エリア : 32mm X 32mm

銀ナノワイヤー(AgNW)膜と透明導電ポリマー膜を用いた有機EL照明パネル

OLED lighting device with non-ITO electrodes consisting of silver nanowire (AgNW) and transparent conducting polymer

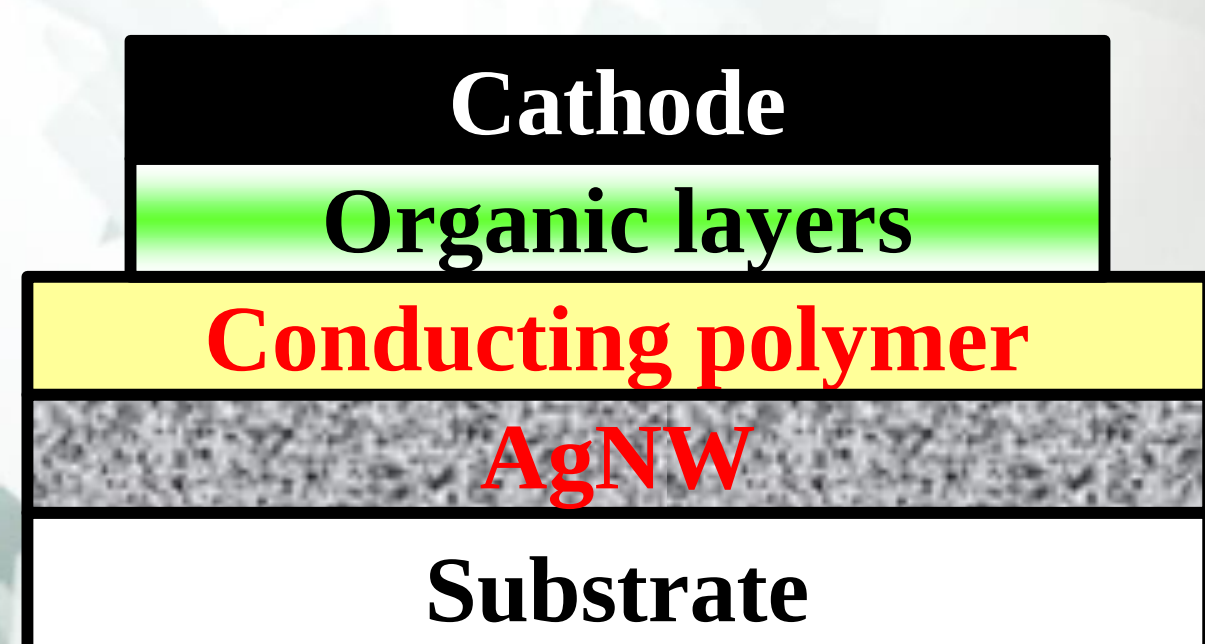
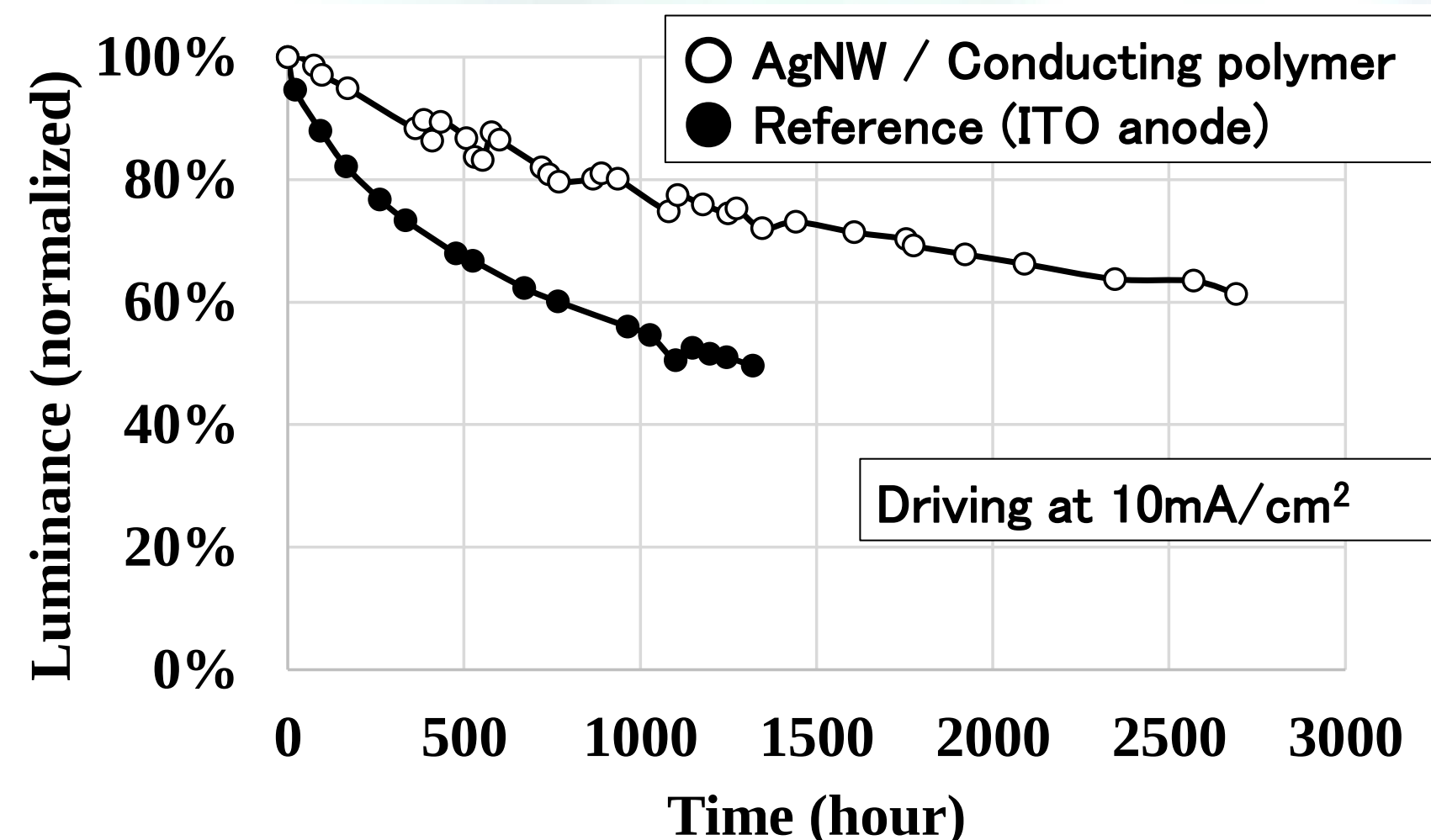


[\*1] 味の素ファインテクノ製  
[\*2] 日本電気硝子製  
[\*3] 三菱樹脂製

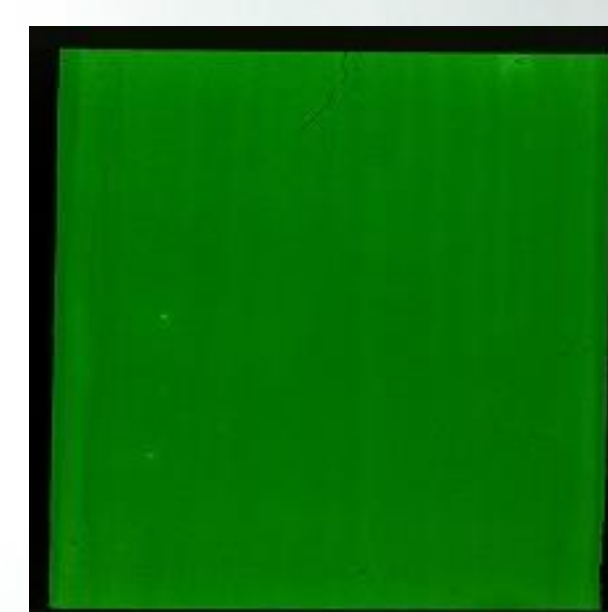


基板サイズ : 50mm X 50mm  
発光エリア : 32mm X 32mm

➤ 仲田仁, 川村憲史, 向殿充浩, 有機EL討論会第20回例会, S6-3 (2015).  
➤ 結城敏尚, 川村憲史, 仲田仁, 向殿充浩, 有機EL討論会第21回例会, S4-9 (2015).



➤ T. Furukawa, N. Kawamura, J. Inoue, H. Nakada, M. Koden, SID 2015, P-57 (2015).



基板サイズ : 50mm X 50mm  
発光エリア : 32mm X 32mm

お問い合わせ先  
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  
仲田産学連携教授・向殿産学連携教授

E-mail : nakada@yz.yamagata-u.ac.jp (仲田産学連携教授)  
koden@yz.yamagata-u.ac.jp (向殿産学連携教授)  
URL : <http://inoel.yz.yamagata-u.ac.jp/F-consortium/>  
TEL : 0238-29-0575 FAX : 0238-29-0569

## 山形大学フレキシブル有機エレクトロニクス実用化基盤技術コンソーシアム

YU-FOC: Yamagata University Flexible Organic Electronics Practical Key Technology Consortium

## ご挨拶 Greeting

『山形大学フレキシブル有機エレクトロニクス実用化基盤技術コンソーシアム(YU-FOC)』は、経済産業省「産学連携イノベーション促進事業」(2013～2104年度)にて支援いただいた「山形大学有機薄膜デバイスコンソーシアム」(2013～2015年度/21社参加)の技術開発実績・運営実績を踏まえ、2016～2018年度の3年間のプログラムとして発足する新たなコンソーシアムです。

有機エレクトロニクス分野での実用化基盤技術を産学連携にて開発し、参加企業の事業への貢献を目指して推進して参ります。

現在、2016年4月発足に向け、準備を進めております。皆様のご理解とご支援をよろしくお願い申し上げます。

## コンソーシアムの概要 About of Consortium

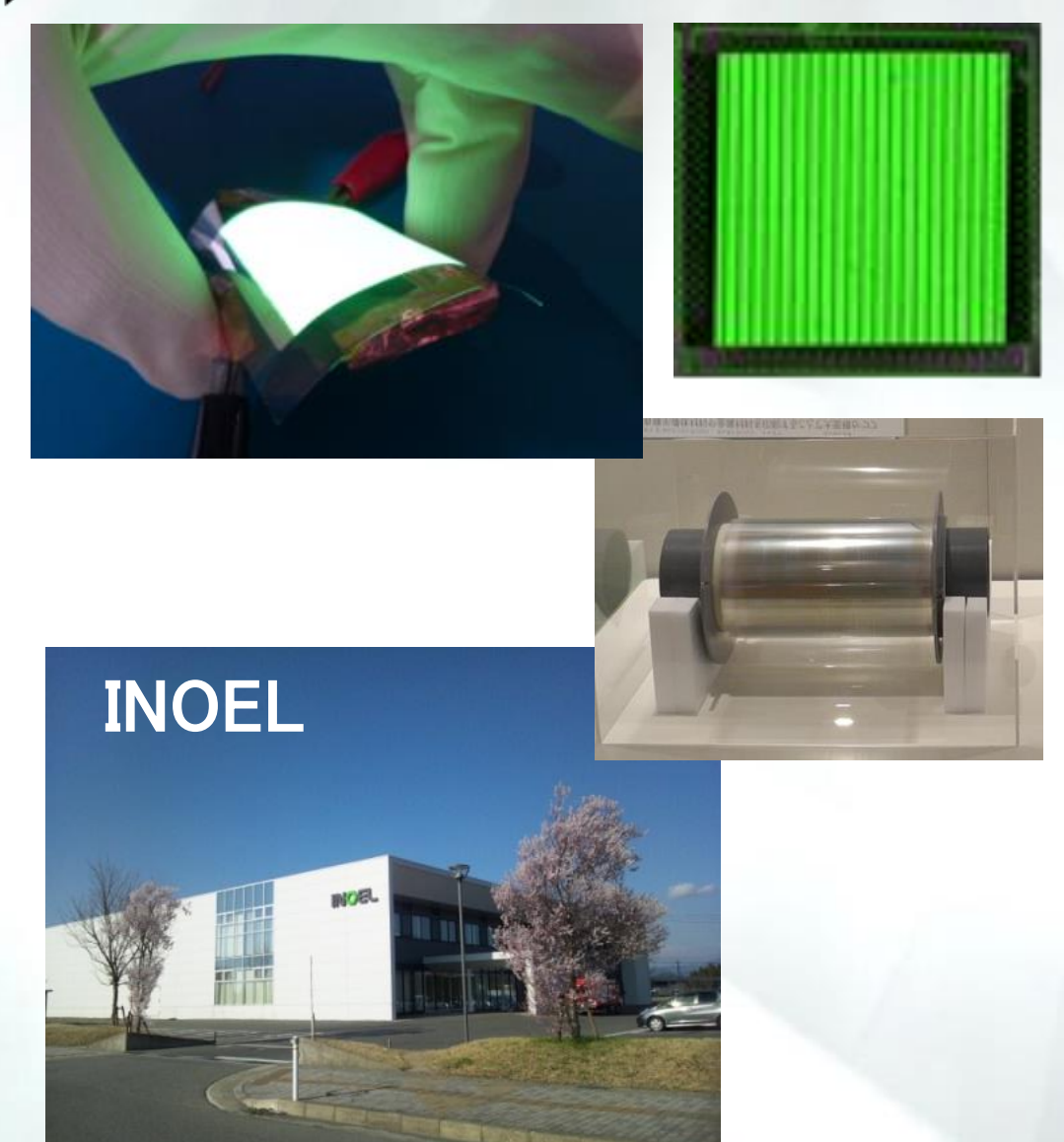
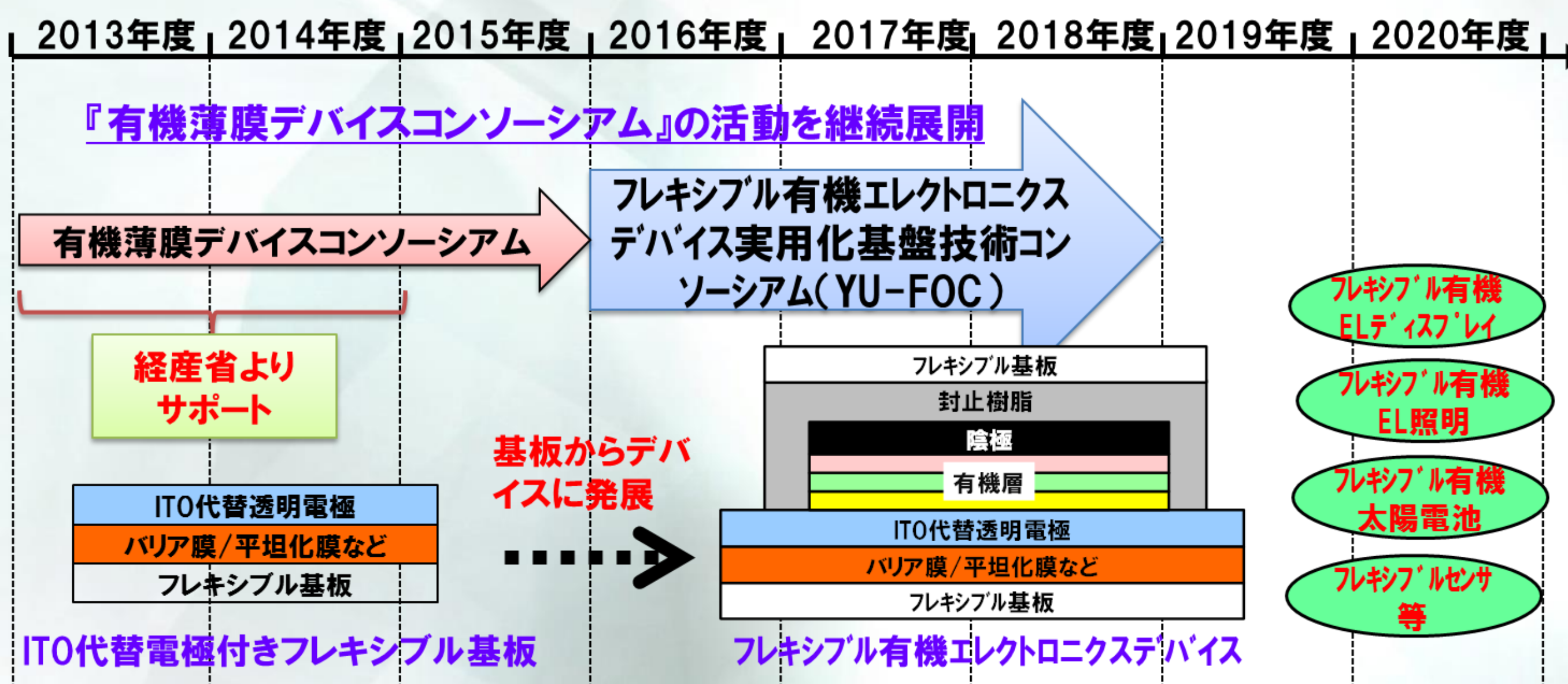
## ◆開発技術案:

フレキシブル有機エレクトロニクス実用化基盤技術

- ・フレキシブル基板技術
- ・フレキシブル用材料・部材技術
- ・フレキシブルデバイス化技術
- ・プロセス技術
- ・装置技術
- ・検査、修正技術
- ・その他

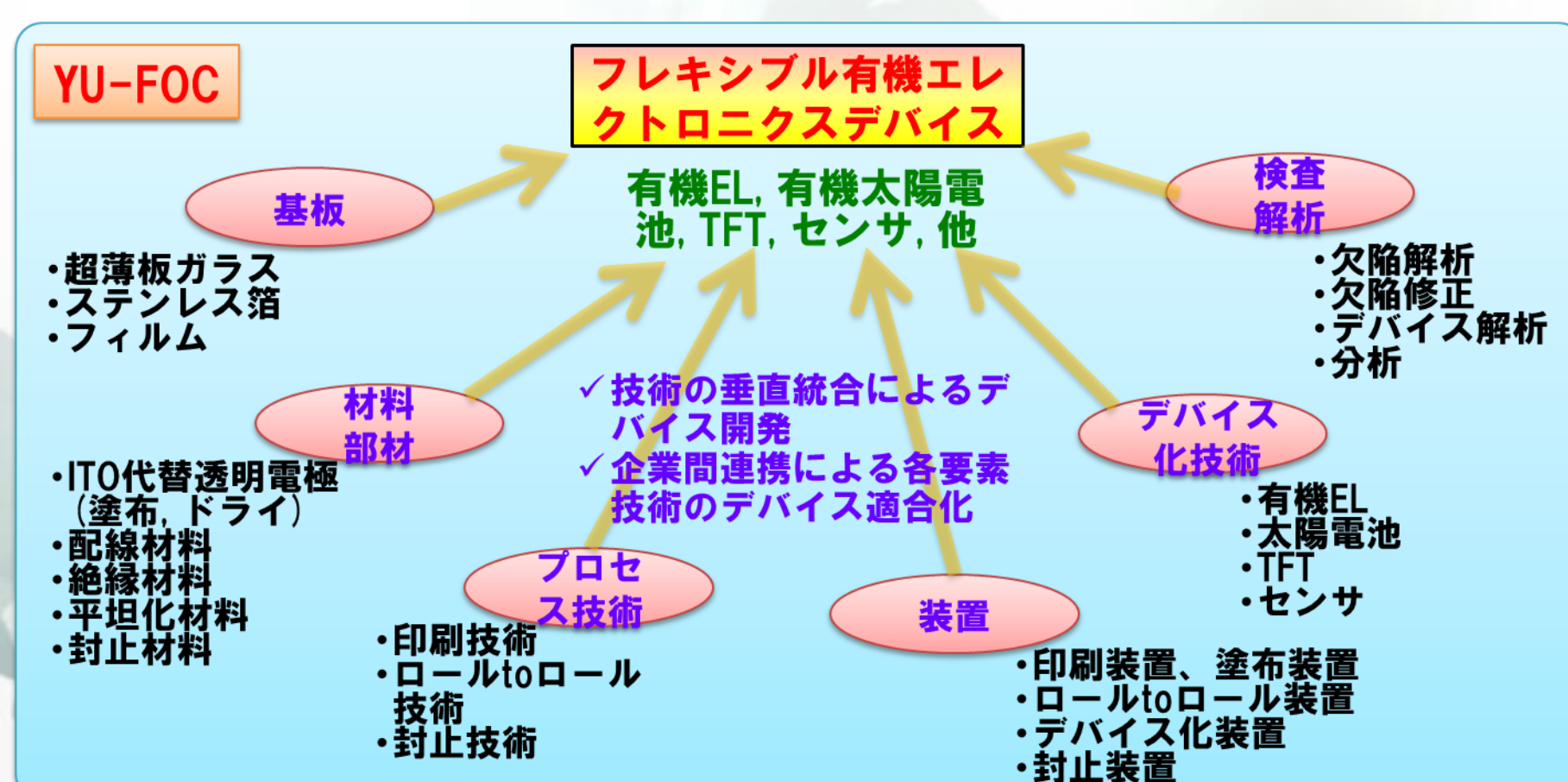
## ◆開発期間:

2016年4月～2019年3月(3年間)

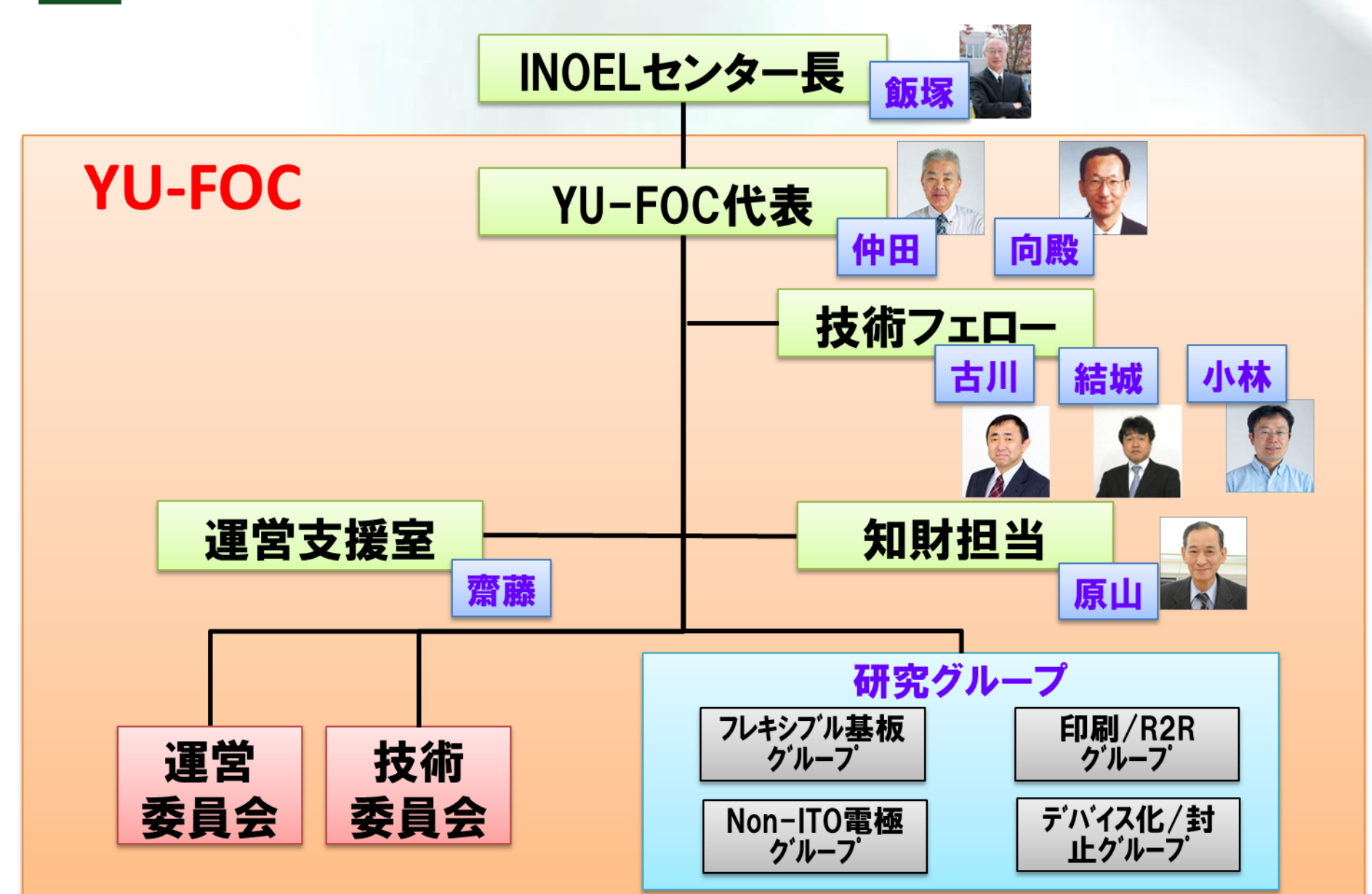
◆Web: <http://inoel.yz.yamagata-u.ac.jp/F-consortium/YU-FOC.html>

## 本コンソーシアムの特徴 Features

- 今後大きな市場発展が期待できるフレキシブル有機エレクトロニクスに必要な基盤技術・要素技術を開発  
\* 異なる分野の会社が同一目標に向けて集結  
(基材メーカー、材料メーカー、印刷メーカー、装置メーカー、デバイスメーカー、等)
- 事業貢献第一主義(Business First!)  
\* 参加企業のビジネスへの貢献を最優先...参加企業のリクエストに沿った共同研究推進  
\* ビジネスを理解している企業出身の有機エレクトロニクスのエキスパートが山形大学教員としてYU-FOCを主導



## 運営体制案 Organization



## 連絡先 Contact

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)

産学連携教授 仲田 仁 nakada@yz.yamagata-u.ac.jp

産学連携教授 向殿 充浩 koden@yz.yamagata-u.ac.jp

TEL: +81-238-29-0575 FAX: +81-238-29-0569

〒992-0119 山形県米沢市アルカディア1丁目808-48

# 山形大学フレキシブル有機エレクトロニクス実用化基盤技術コンソーシアム

## YU-FOC: Yamagata University Flexible Organic Electronics Practical Key Technology Consortium

### 主要装置 Equipment of YU-FOC

4台の独自R2R装置(ロール幅:30cm)

シートタイプ印刷装置

R2Rスパッタ&CVD  
(神戸製鋼所)R2Rスクリーン印刷  
(セリア)R2Rグラビアオフセット&フレキシ印刷  
(小森マシナリー/太陽機械)R2Rウェット洗浄  
(FEBACS)

フレキシグラビアオフセット印刷



スクリーン印刷

デバイス作製装置

評価解析装置



OLED蒸着装置



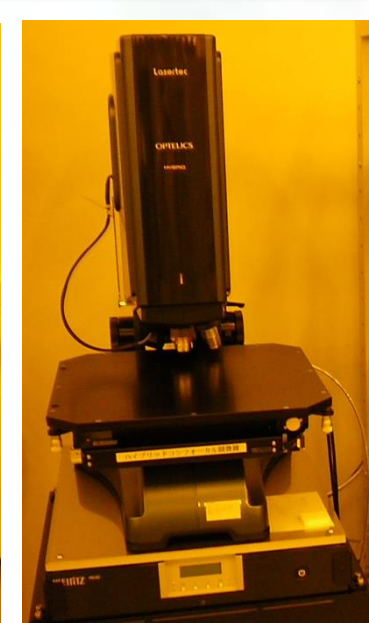
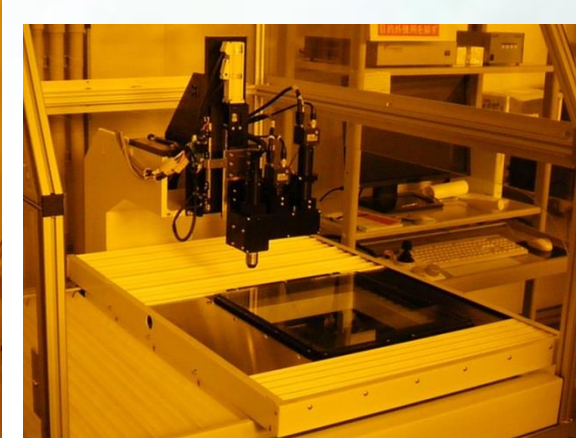
スパッタ装置



真空ラミネーター



粘弾性測定装置

ハイブリッドコン  
フォーカル顕微鏡

精密座標測定装置

ガス透過率評価  
装置 (Ca法)

### YU-FOCメインメンバー Main members of YU-FOC



産学連携教授 仲田 仁

Hitoshi Nakada

専門: 有機エレクトロニクスデバイス

連絡先: nakada@yz.yamagata-u.ac.jp

1981年 東北大学工学部応用化学科卒業  
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  
(現職)



産学連携教授 向殿 充浩(工学博士)

Dr. Mitsuhiro Koden

専門: 液晶、ディスプレイ、有機EL、化学

連絡先: koden@yz.yamagata-u.ac.jp

<http://www.asahi-net.or.jp/~ar3t-kudn/technology.html>

1983年 大阪大学大学院工学研究科修了(工学博士)  
1983~2012年 シャープ株式会社(液晶材料、液晶ディスプレイ、有機EL  
ディスプレイの研究開発、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)



准教授 古川 忠宏

Tadahiro Furukawa

専門: 微細パターン加工技術、印刷技術  
ロールtoロール技術

連絡先: ta-furukawa@yz.yamagata-u.ac.jp

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)



准教授 結城 敏尚(工学博士)

Dr. Toshinao Yuki

専門: 有機EL(ディスプレイ、照明、デバ  
イス)、高分子材料工学

連絡先: t-yuki@yz.yamagata-u.ac.jp

1993~1996年 帝人株式会社  
1996~1999年 山形大学大学院工学研究科修了(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)



准教授 小林 秀幸(理学博士)

Dr. Hideyuki Kobayashi

専門: 有機EL、薄膜デバイス、物理学

連絡先: h-kobayashi@yz.yamagata-u.ac.jp

2000年 東京工業大学大学院 博士課程修了(理学博士)  
2000~2003年 理化学研究所 放射線研究室/RIKEN BNL  
2003~2009年 富士フイルム株式会社、株式会社アイメス、ローム株  
式会社(有機ELの研究開発)  
2009~2013年 Lumiotec株式会社(有機EL照明製造ライン立上げ、有  
機ELの研究開発)  
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  
(現職)

#### 【教員との連携について】

YU-FOCとは別に各教員との連携(共  
同研究、学術指導など)も可能です。  
遠慮なくご相談ください。

# 有機薄膜デバイスコンソーシアム

## Organic Thin Film Device Consortium

### 主な研究発表成果 Publications

#### 国際会議 (International conference)

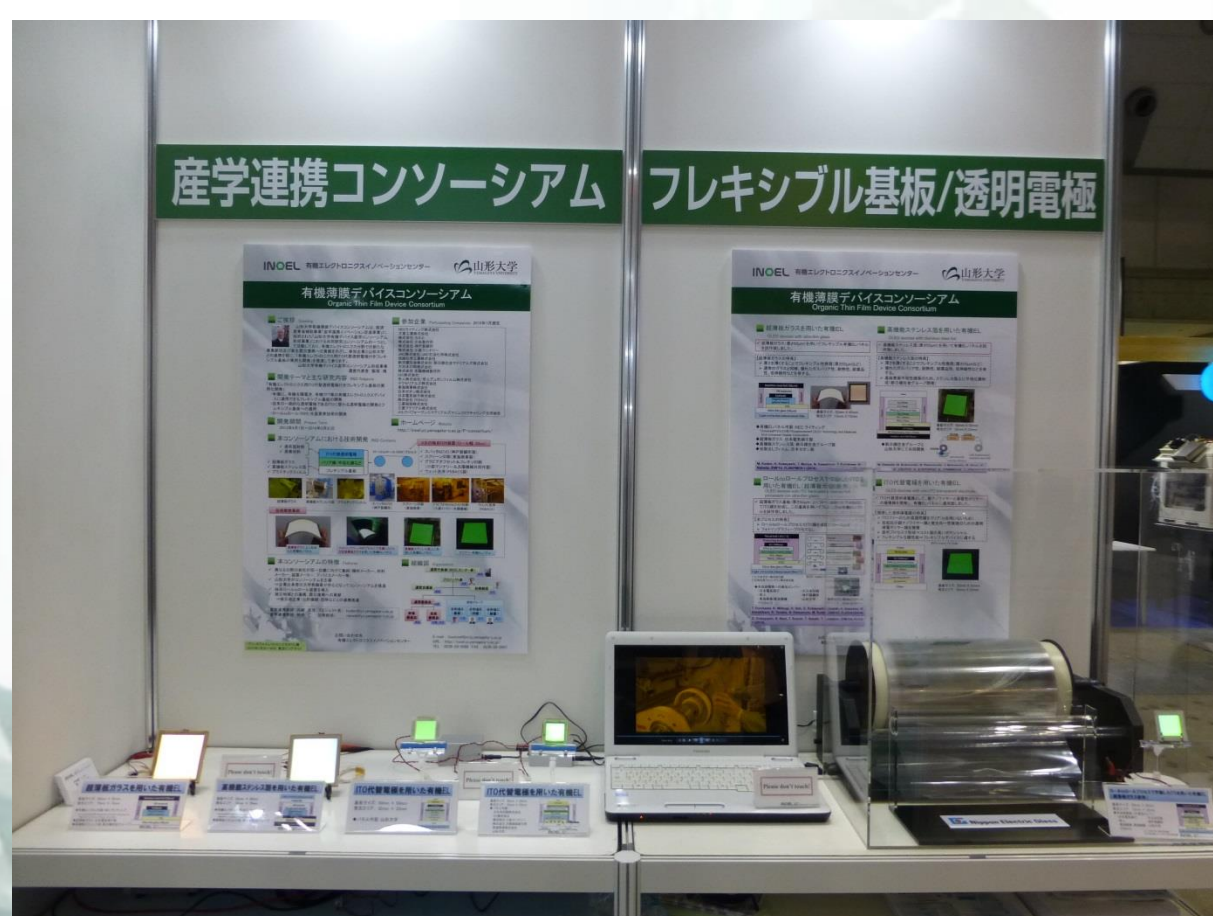
- M. Kodon, SID'14 seminar (2014). (USA)  
"OLED Devices, Processes, Encapsulation, and Flexible Substrates "
- M Kodon , H. Nakada, Nanofair 2014 (2014). (Dresden) *[Invited]*  
"Flexible substrate with alternative electrode of ITO for organic electronics"
- M. Kodon, H. Kobayashi, T. Moriya, N. Kawamura, T. Furukawa, H. Nakada, IDW'14, FMC6/FLX6-1 (2014). *[Invited]*  
"Flexible Substrates and Alternative Electrodes of ITO for OLED Lighting"
- D. Kobayashi, N. Naoi, T. Suzuki, T. Sasaki, T. Furukawa, IDW'14, FLX3-1 (2014). *[Invited]*  
"Novel Roll-to-Roll Screen Printing Machine for Flexible Devices"
- T. Furukawa, K. Mitsugi, H. Itoh, D. Kobayashi, T. Suzuki, H. Kuroiwa, M. Sakakibara, K. Tanaka, N. Kawamura, M. Kodon, IDW'14, FLX3-4L (2014).  
"Patterned ITO Film by Roll-to-Roll Process on Ultra-thin Glass"
- N. Yamada, H. Kobayashi, S. Yamaguchi, J. Nakatsuka, K. Nose, K. Uemura, M. Kodon, H. Nakada, IDW'14, FLX6-4L (2014).  
"R2R Planarized Stainless Steel Foil for OLED Substrate"
- T. Furukawa, M. Kodon, Large-area, Organic & Printed Electronics Convention (LOPEC), P3.3 (2015).  
"Flexographic Printing Technology for Silver Nanowire"
- H. Tamagaki, K. Tanaka, K. Oishi, T. Furukawa, Society of Vacuum Coaters Technical Conference (2015). (USA)  
"Roll-to-roll Vacuum Coating System for Development of Flexible Substrates for OLED Lighting"
- T. Furukawa, N. Kawamura, J. Inoue, H. Nakada, M. Kodon, SID 2015, P-57 (2015). (USA)  
"OLED lighting devices fabricated by flexography printing of silver nanowire and conducting polymer"
- M. Kodon, Seminar of LED & OLED Expo (KINTEX Convention, Korea) (2015). (Korea)  
"Development in Yamagata University Organic Thin Film Device Consortium"
- M. Kodon, The Twenty-second International Workshop on Active-matrix Flatpanel Displays and Devices (AM-FPD 15), 2-1 (2015). *[Invited]*  
"Flexible Substrates and Non-ITO Transparent Electrodes for Organic Electronics"
- T. Furukawa, N. Kawamura, M. Sakakibara, M. Kodon, Proc. of IDMC, S4-4 (2015). (Taiwan) *[Invited]*  
"Printed Transparent Electrode for OLED Lighting Devices"
- N. Yamada, S. Yamaguchi, J. Nakatsuka, Y. Hagiwara, K. Uemura, IDW'15, FMC3-1 (2015). *[Invited]*  
"Planarized Stainless Steel Foil for Flexible Substrate"

#### 主な展示会 (Exhibition)

- 「プリンタブルエレクトロニクス2014展」(2014年1月)
- 「高分子学会 有機エレクトロニクス研究会 第3回異業種交流会」(2014年3月)
- 「プリンタブルエレクトロニクス2015展」(2015年1月)
- 「高分子学会 有機エレクトロニクス研究会 第4回異業種交流会」(2015年3月)
- 国立科学博物館「発見！体験！先端研究@上野の山シリーズ」(2015年5月)
- 「2015国際光産業展示会」(韓国・光州) (2015年10月)



「プリンタブルエレクトロニクス2014展」(2014年1月)



「プリンタブルエレクトロニクス2015展」(2015年1月)



国立科学博物館「発見！体験！先端研究@上野の山シリーズ」(2015年5月)



「2015国際光産業展示会」(韓国・光州) (2015年10月)

お問い合わせ先  
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  
仲田産学連携教授・向殿産学連携教授

E-mail : nakada@yz.yamagata-u.ac.jp (仲田産学連携教授)  
koden@yz.yamagata-u.ac.jp (向殿産学連携教授)  
URL : <http://inoel.yz.yamagata-u.ac.jp/F-consortium/>  
TEL : 0238-29-0575 FAX : 0238-29-0569