

平成20年度 地域活性化推進調査

# 中国地域におけるデジタル素材 開発ネットワーク拠点 形成可能性調査

## 概要版

平成21年3月

経済産業省 中国経済産業局



# 目 次

## 検討会メンバーリスト

調査の背景と目的	1
I. FPD関連のデジタル素材等の分野の国内の動向	2
1. 主要な部素材の市場動向	2
2. FPD関連の研究開発支援事業	4
(1) FPD関連の研究開発支援事業の採択状況	4
(2) 採択件数、素材・装置分野別の動向	6
II. FPD関連のデジタル素材等の分野の中国地域における集積状況	7
1. 大学及び企業等を対象とするヒアリング調査結果	7
2. 大学及び企業等を対象とするアンケート調査結果	9
(1) アンケート調査の実施概要	9
(2) アンケート調査結果	9
3. 中国地域におけるFPD関連産業の事業展開の可能性	12
III. FPD関連の次世代のデジタル素材等及び装置に係る開発テーマの抽出	13
1. グループインタビュー	13
2. 中国地域FPDデジタル素材セミナー	15
IV. 今後の研究開発の方向性	18
1. 「ナノ粒子を配合した光学フィルム」	18
2. 「大気安定性が高いフレキシブルディスプレイ」	20
3. 「塗布・印刷」	22
4. 「酸化亜鉛」	24
5. 「プラスチック基板・フィルムへの低温成膜」	26
6. 「フィールドシーケンシャル方式の液晶ディスプレイ」	28



## 検討会メンバーリスト

(順不同)

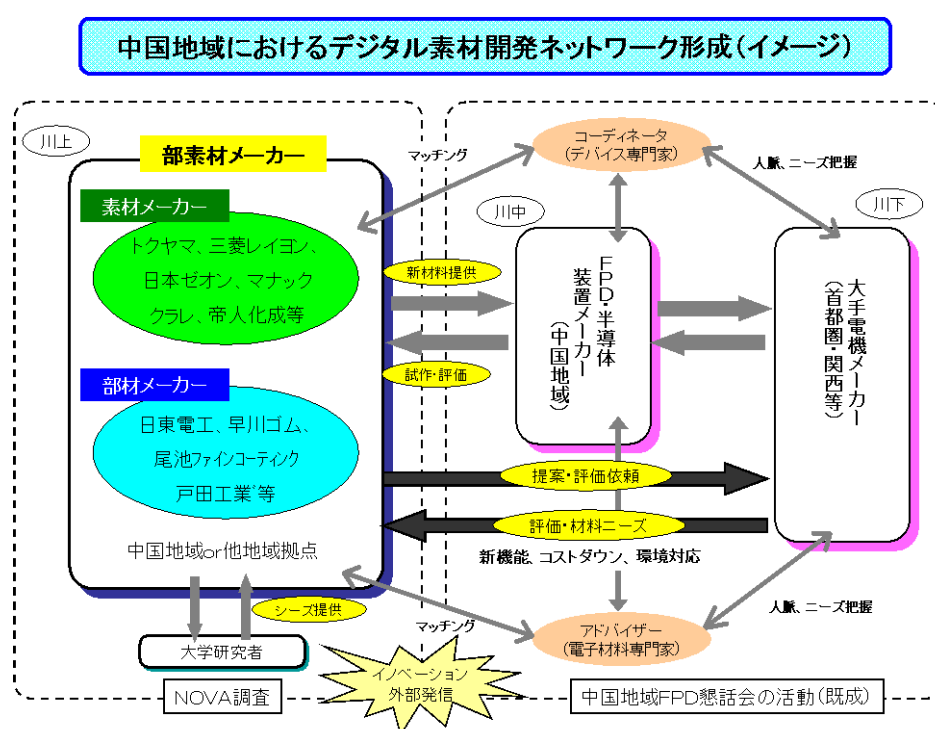
	氏名	所属
座長	奥山 喜久夫	広島大学大学院工学研究科 教授
メンバー	東 正信	株式会社トクヤマ 開発センター 主席
メンバー	大村 卓一	独立行政法人中小企業基盤整備機構 中国支部 チーフアドバイザー
メンバー	櫻井 俊男	ローツェ株式会社 常勤監査役
メンバー	名雪 稔	財団法人ちゅうごく産業創造センター シニアコーディネーター
メンバー	大原 晃洋	中国経済産業局 参事官 (次世代中核産業クラスター担当/電子情報産業担当)
メンバー	船田 義治	中国経済産業局 課長補佐 (次世代中核産業クラスター担当/電子情報産業担当)



## 調査の背景と目的

液晶・プラズマディスプレイ・有機EL等のFPD（フラットパネル・ディスプレイ）関連産業については、近年世界的な規模でマーケット拡大が続いている。こうしたなか、FPD分野の部材や素材を電機メーカー等に提供している国内メーカーは、当該分野では高い収益率、世界シェアを誇り、その製造技術は他国の追随を許さないものとなっている。

産業分野としてのFPD分野について、中国経済産業局では、平成18年2月に「中国地域産業クラスター計画（第2期）」を策定し、当該分野を今後の有望な技術領域として位置付け、FPD関連産業の集積形成を目指すこととしている。計画策定以降の産業クラスター施策の展開により、現在、備後・井笠地域を中心として、FPD関連装置メーカーの地域レベルでの、また、大手セットメーカーとのFPD分野でのネットワークが「中国地域FPD懇話会」の組織づくり等を通じて形成されつつある。



ところで、中国地域は、瀬戸内海沿岸を中心としてコンビナートが発達し、各種の電子材料を含む基礎素材系のメーカーの生産拠点が集積し、我が国の電子材料分野（デジタル素材分野）の産業を牽引する地域である。このようなFPD分野の産業集積、特に、FPD関連装置メーカーとFPD分野のデジタル素材及び部材のメーカー（部素材系メーカー）の集積に着目し、以下の点について調査を実施する。

- ①国内のFPD分野のデジタル素材及び部材（以下「デジタル素材等」という）の現況を把握するとともに、当該分野の中国地域での事業展開の可能性及び発展ポテンシャルについて分析する。
- ②①の把握及び分析を基に中国地域での展開の可能性のあるFPD分野の次世代のデジタル素材等の開発テーマ及び当該分野に関連するFPD関連装置の開発テーマを検討抽出する。
- ③川下（電機メーカー）＋川中（FPD・半導体の装置系メーカー）＋川上（部素材系メーカー）の相互連携により、FPD分野の次世代のデジタル素材等及びFPD関連装置の開発を生み出すネットワークの形成の方途を検討する。

# I. FPD関連のデジタル素材等の分野の国内の動向

## 1. 主要な部素材の市場動向

ここでは、(株)富士キメラ総研の資料を参照し、中国地域のメーカーに関連がある主要な部素材の市場規模を概観する。

部素材全体の市場規模は、平成19年の8兆8,642億円から、平成23年には11兆5,222億円（平成19年比+30.0%）へと拡大する見通しである。主要部素材別の動向は、下表の通りである。

図表 I-1 主要な部素材の市場規模

(単位：億円)

		平成19年 実績	平成20年 見込み	平成21年 見通し	平成22年 見通し	平成23年 見通し
LCD	ガラス基板	10,451	12,897	14,877	16,054	16,799
	カラーフィルター	14,961	17,006	18,337	18,855	18,985
	偏光板	7,441	8,117	8,755	9,071	9,341
	反射防止フィルム	1,039	1,183	1,278	1,392	1,464
	導光板材料	650	680	710	740	770
	シール剤	134	139	144	146	147
	ドライバIC	8,210	8,090	7,980	7,710	7,550
	TABテープ	538	540	542	544	538
	COFテープ	1,120	1,213	1,342	1,390	1,401
	大型バックライトユニット	15,599	18,926	20,673	21,707	22,614
有機EL	低分子発光材料	21	21	24	28	31
PDP	蛍光体ペースト	126	159	206	214	221
	誘電体保護膜材料	25	28	32	34	36
共通	メタル系ターゲット材	649	673	677	691	706
	I/Oフィルム	145	178	218	252	280
その他		27,533	29,352	31,433	33,127	34,339
合計		88,642	99,202	107,228	111,955	115,222

(資料) (株)富士キメラ総研「2008液晶関連市場の現状と将来展望」より作成

図表 I-2 主要部素材別の市場動向(1)

部 材	概 要	
LCD	ガラス基板	○平成19年における市場規模は、液晶テレビの大画面化や販売好調などを背景として、1兆451億円（前年比+36.3%）と大幅に増加した。 ○今後、第7世代以上の大型ガラス基板の利用率が上昇することなどから、平成23年には1兆6,799億円（平成19年比+60.7%）に達すると予想されている。
	カラーフィルター	○平成19年における市場規模は、液晶テレビやパソコンの需要好調を背景として、1兆4,961億円（前年比+37.4%）と増加を続けた。 ○今後、大型液晶ディスプレイの市場拡大に伴い成長を続け、平成23年には1兆8,985億円（平成19年比+26.9%）に達すると予想されている。
	偏光板	○平成19年の市場規模は7,441億円と、需要の90%以上を占めるTF T向けを中心に前年を上回った（前年比+28.0%）。 ○今後もTF T向けが拡大する見通しであり、平成23年の市場規模は9,341億円（平成19年比+25.5%）になると予想されている。
	反射防止フィルム	○平成19年の市場規模は、テレビ向けの高精細AG（アンチグレア=防眩性）の好調などから、1,039億円（前年比+23.0%）と拡大した。 ○今後、ガラス基板の大型化に伴い、反射防止フィルムも高い成長が見込まれており、平成23年には1,464億円（平成19年比+40.9%）が見込まれている。

(資料) (株)富士キメラ総研「液晶関連市場の現状と将来展望2008」より作成

図表 I-3 主要部素材別の市場動向（2）

部 材		概 要
LCD	導光板材料	○平成 19 年の市場規模は、主力のノート型パソコンの順調な増加に伴い、650 億円（前年比+22.4%）と前年を上回った。 ○今後も、ノート型パソコンなどの需要が安定して続くこととみられることから、平成 23 年には 770 億円（平成 19 年比+18.5%）に拡大するとみられている。
	シール剤	○平成 19 年の市場規模は、液晶パネルの薄型化に伴いシール剤の使用量が伸び悩んでいることなどから、134 億円（前年比+3.9%）にとどまった。 ○今後、シール剤の市場規模は、平成 23 年には 147 億円（平成 19 年比+9.7%）になると予想されている。
	ドライバ I C	○平成 19 年の市場規模は 8,210 億円（前年比+9.2%）と、前年を上回った。 ○今後は、ドライバ I C の多ピン化（注）に伴い、液晶パネル 1 枚当たりのドライバ搭載個数が減少するため、平成 23 年の市場規模は 7,550 億円（平成 19 年比▲8.0%）と減少に転じるとみられている。 （注）ドライバ I C に取り付けるピンの本数を増やし、1 個のドライバで多数の配線・電極を操作する技術。
	T A Bテープ	○平成 19 年の市場規模は、ドライバ I C の実装方式が T A B から C O F へシフトしたことなどから、538 億円（前年比▲13.1%）と前年を下回った。 ○今後、T A B から C O F へのシフトは完了するものの、平成 23 年の市場規模は 538 億円と横ばいで推移するとみられている。
	C O Fテープ	○平成 19 年の市場規模は、ドライバ I C の実装方式が T A B から C O F へシフトする動きが続いたことなどから、1,120 億円（前年比+37.8%）と高伸した。 ○今後、T A B から C O F へのシフトが完了することなどから増勢が鈍化し、平成 23 年の市場規模は 1,401 億円（平成 19 年比+25.1%）と予想されている。
	大型 バックライト ユニット （10 インチ以上）	○平成 19 年の市場規模は、大型 L C D テレビ向けの需要の拡大などから、1 兆 5,599 億円（前年比+51.7%）と、前年を約 50% 上回った。 ○今後、白色 L E D のバックライトの本格的な普及などから、平成 23 年の市場規模は 2 兆 2,614 億円（平成 19 年比+45.0%）に拡大すると予想されている。
有機 E L	低分子 発光材料	○平成 19 年の市場規模は 21 億円（前年比▲5.0%）にとどまった。近年、台湾・韓国材料メーカーの供給量が拡大しており、汎用品を中心として価格競争が激化している。 ○平成 23 年の市場規模は 31 億円と、平成 19 年の約 1.5 倍に達する。
P D P	蛍光体 ペースト	○平成 19 年の市場規模は 126 億円（前年比+4.8%）と、P D P パネルモジュールと同程度の増加となった。 ○今後も P D P パネルモジュールと同程度の増加が続くとみられており、平成 23 年の市場規模は 221 億円（平成 19 年比+75.4%）になると予想されている。
	誘電体 保護膜材料	○平成 19 年の市場規模は、大型パネルよりも中型パネルの出荷割合が多かったことなどから、25 億円（前年比+5.0%）と例年より小幅な伸びにとどまった。 ○今後、プラズマディスプレイパネルの大型化などから、平成 23 年の市場規模は 36 億円（平成 19 年比+44.0%）と大幅な伸びが期待されている。
その他	メタル系 ターゲット材	○平成 19 年の市場規模は、648 億円（前年比+4.2%）となった。この金額には、純アルミニウム、アルミニウム合金、モリブデン、クロム材料が含まれている。 ○今後、単価は弱含みで推移する可能性が高く、平成 23 年の市場規模は 706 億円（平成 19 年比+9.0%）になると予想されている。
	I T O フィルム	○平成 19 年の市場規模は、ポータブルゲーム機向けの需要拡大などから、145 億円（前年比+6.6%）と前年を上回った。 ○平成 23 年の市場規模は 280 億円（平成 19 年比+93.1%）に拡大すると予想されている。

（資料）㈱富士キメラ総研「2008 液晶関連市場の現状と将来展望」より作成

## 2. FPD関連の研究開発支援事業

ここでは、FPD関連の研究開発支援事業の採択状況を整理した。

### (1) FPD関連の研究開発支援事業の採択状況

戦略的基盤技術高度化支援事業と地域イノベーション創出研究開発事業について、FPD関連の採択状況を調べたところ、下表の28件が抽出された。

なお、抽出に際しては、研究開発の目的が、FPDではなく、半導体、プリント基板、電子部品のめっきに重点が置かれているものは除外した。

図表 I-4 戦略的基盤技術高度化支援事業(平成18~20年度採択)

No	テーマ	年度	地域	素材・装置分野		技術	効果
				素材・装置名	区分		
1	スピニング加工技術による大径長尺極薄肉金属ロールの開発	H20	関東	光学フィルム	装置	研削・研磨 切削	設備耐久性 向上
2	走行系表面コーティング技術に資する張力制御システムの開発(注1)	H20	近畿	光学フィルム	装置	コーティング 成膜	生産速度向上
3	次世代情報家電向け研磨システムの開発	H19	東北	ガラス基板	装置	研削・研磨 切削	軽量化
4	光学シート用金型の工程集約化を実現させる切削システムの構築(注2)	H19	関東	光学フィルム	装置	金型	生産速度向上
5	信頼性の高い電離真空計の開発(注3)	H19	関東	アレイ基板	装置	真空計測	歩留まり向上
6	射出成形用金型設計・生産の納期短縮にかかるシステム開発(注4)	H19	関東	テレビ筐体	装置	金型	生産速度向上 大画面化
7	ナノ微粒超硬合金を用いた精密金型の開発	H19	関東	ガラス基板	装置	切断	設備耐久性 向上
8	微細ボールポンプ形成技術及びポンピングシステム開発	H19	中部	TAB COF	装置	ポンプ形成	微細化
9	液晶用特殊シート材高精度打抜き用次世代金型の開発(注5)	H19	近畿	光学フィルム	装置	金型	生産速度向上
10	液晶精密測長器を用いたリニアステージの研究開発	H19	近畿	アレイ基板	装置	位置決め	微細化
11	高精度加工用大型ダイヤモンド切削工具の開発	H19	近畿	ガラス基板	素材	気相合成法 (水晶結晶)	コスト低減
12	2層CCL用環境対応型Dry-Wet一貫生産システムの開発	H19	近畿	TAB COF	装置	コーティング 成膜	歩留まり向上
13	FPD用ガリウム添加酸化亜鉛透明導電膜の低温成膜装置の開発	H18	関東	透明導電膜	装置	コーティング 成膜	コスト低減 大画面化

(注1)正式名は、「走行系表面コーティング装置技術の性能向上に資する小型高性能歪センサを用いた張力制御システムの開発」。

(注2)正式名は、「複数工程で製作される情報家電向け多機能光学シート用成形金型の革新的工程集約化を実現させる超精密微細切削システムの構築」。

(注3)正式名は、「有機性ガスによる汚染や腐食性の雰囲気にも耐えられる信頼性の高い電離真空計を開発して、真空機器の生産性の改善と生産コストの低減を図る研究」。

(注4)正式名は、「射出成形用金型設計・生産の納期短縮にかかるインテグラルシステム開発」。

(注5)正式名は、「液晶用特殊シート材高精度打抜き用次世代皮膜コーテッド金型の開発」。

(注)新潟・山梨県は関東経済産業局の管轄エリアであるため、「関東」とした。

図表 I-5 戦略的基盤技術高度化支援事業(平成 18~20 年度採択)

No	テーマ	年度	地域	素材・装置分野		技術	効果
				素材・装置名	区分		
14	プラスチック表面上への酸化亜鉛系透明導電膜のめっき法の開発	H18	近畿	透明導電膜	装置	コーティング成膜	コスト低減 大画面化
15	広領域で耐環境性の優れたマイクロ圧力センサの開発(注 1)	H18	近畿	アレイ基板	装置	真空計測	歩留まり向上
16	ナノ位置決めテーブルとマスクパーティクル完全除去装置の開発	H18	中国	アレイ基板	装置	位置決め	歩留まり向上
17	次世代薄型 LED 用微細転写金型製造技術の開発	H18	九州	LED	装置	金型	生産速度向上
18	機能性材料に対応した高機能化学合成技術の開発	H18	近畿	発光材料	素材	化学合成	省電力 画面精細化
19	真空プロセス向け耐食膜「酸化イットリウム」コート技術の開発	H18	関東	アレイ基板	装置	コーティング成膜	設備耐久性 向上
20	吸着・浮上機能を付与した超大型・軽量多孔質セラミックス定盤の開発	H18	関東	ガラス基板	素材	焼結	大画面化

(注 1) 正式名は、「広領域で耐環境性の優れたマイクロ圧力センサの開発及び真空計測・制御システムへの応用」。

図表 I-6 地域イノベーション創出研究開発事業(平成 18~20 年度採択)

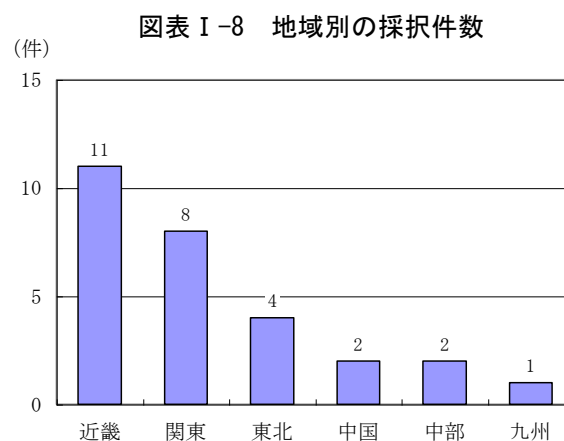
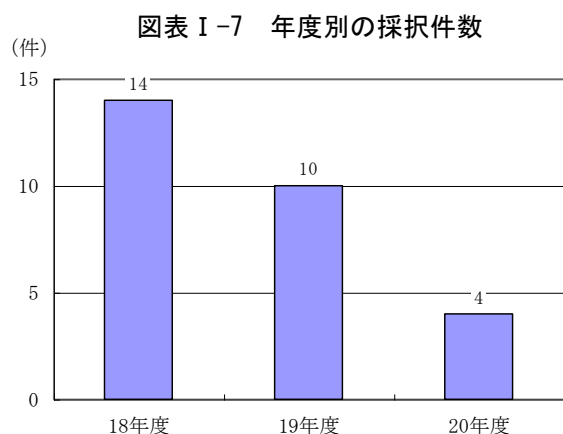
No	テーマ	年度	地域	素材・装置分野		技術	効果
				素材・装置名	区分		
21	ケミカルリフトオフ法を用いた縦型構造高出力紫外 LED の開発	H20	東北	LED	装置	エッチング	生産速度向上 輝度向上
22	超大型ライン状プラズマを使った高均一新規プラズマ源の開発	H20	中国	アレイ基板	装置	プラズマ	大画面化 生産速度向上
23	小型超高精細液晶ディスプレイの開発	H18	東北	液晶素子	パネル	液晶駆動方式	画面精細化
24	液晶用高品位内面拡散板製造法の開発	H18	東北	バックライト	装置	—	生産速度向上
25	無機・有機ナノ複合体による耐衝撃性ハードコートの開発	H18	中部	光学フィルム	素材	化学合成	硬度向上
26	高出力 LED 品用高放熱性プラスチック材料の開発	H18	近畿	LED	素材	化学合成	放熱性向上
27	有機・無機ハイブリッド材料を用いた接合型 LED フィルムの開発	H18	近畿	LED	素材	化学合成	フレキシブル化
28	超高精細 LCD を実現する発光ガラスパネルシステムの開発	H18	近畿	ガラス基板	—	—	—

## (2) 採択件数、素材・装置分野別の動向

### i. 概況

年度別の採択件数をみると、平成 18 年度が 14 件、平成 19 年度が 10 件、平成 20 年度が 4 件となっている。

また、地域別の採択件数をみると、「近畿」11 件、「関東」8 件、「東北」4 件などの順となっており、「中国」は 2 件であった。



### ii. 素材・装置分野別の動向

素材・装置分野別に集計すると、TFTなどの成膜やエッチング工程などを含む「アレイ基板」が 6 件と最も多く、次いで「光学フィルム」5 件、「ガラス基板」4 件、「LED」4 件などの順となった。

このうち「装置」に関するものが 20 件を占めており、「素材」に関するものは 6 件にとどまった。このように液晶製造装置に関連する加工技術の採択件数が多数みられる一方で、液晶素子などの素材や新たな液晶駆動方式を開発する技術の採択件数は低位にとどまっている。中国地域の素材メーカーの技術や大学の技術を活用すれば、全国的には採択件数が少ない素材や液晶駆動方式における新たな技術開発の方向性を打ち出せる可能性は十分にあると思われる。

図表 I-9 素材・装置分野別の採択件数

(単位：件)

	装置	素材	その他	合計
アレイ基板	6			6
光学フィルム	4	1		5
ガラス基板	2	2		4
LED	2	2		4
TAB、COF	2			2
透明導電膜	2			2
テレビ筐体	1			1
発光材料		1		1
液晶素子			1	1
バックライト	1			1
合計	20	6	1	27

(注) 詳細が不明なテーマが 1 件あったため、除外した。

## II. FPD関連のデジタル素材等の分野の中国地域における集積状況

ここでは、FPD関連のデジタル素材等の分野の中国地域における集積状況を、大学及び企業等を対象とするヒアリング調査（約40件）とアンケート調査（約200件）を通じて把握する。

### 1. 大学及び企業等を対象とするヒアリング調査結果

FPD関連のデジタル素材等の分野の中国地域における集積状況を把握するため、下表の大学及び企業等を対象とするヒアリング調査を実施した。

ヒアリング調査に際しては、現在の保有技術や研究テーマの概要を聴取するとともに、今後の研究開発の方向性、他の企業や大学との共同研究の意向なども尋ねた。

ここでは、ヒアリング調査対象の概要のみを下表で紹介する（個別内容は報告書本編の「参考資料」参照）。

図表 II-1 大学及び公設試験研究機関のヒアリング調査対象

	大学・機関名	研究者名	概要
LCD	山口東京理科大学	小林 駿介 教授	《世界最速の応答速度を誇るLCD》 強誘電性液晶にナノ粒子を配合し、世界最高の応答速度を誇るLCDを開発。フィールド・シークエンシャル方式も発明。
	山口東京理科大学	戸嶋 直樹 教授	《液晶の高速応答化と低電圧化（省電力化）を実現するナノ粒子》 液晶にナノ粒子を配合して液晶分子を動きやすくすることにより液晶の高速応答化と低電圧化を実現。
	山口東京理科大学	高頭 孝毅 教授	《世界トップクラスの低電圧（省エネ）な液晶ディスプレイ》 液晶分子の配列を意図的に乱して液晶分子を動きやすくすることにより、世界トップクラスの低電圧駆動を実現。
有機EL	島根産業技術センター	吉野 勝美 所長	《高分子系有機EL材料の可溶化技術を開発した世界的な先駆者》 導電性高分子にアルキル基を付けて溶媒に溶かして塗布する技術を世界で初めて開発するなど、有機ELの歴史に貢献した。
	島根大学	佐藤 守之 教授	《酸化亜鉛のナノコンポジット発光材料》 酸化亜鉛と樹脂（PMMA）によりナノコンポジット材料をつくり、それを塗布して発光させることに成功。
	広島大学	瀧宮 和男 教授	《大気安定性と電子移動度に優れた有機半導体》 大気中で1年間保存しても電子移動度が殆ど低下しない有機TFE材料を開発。電子移動度は $2.9\text{cm}^2/\text{Vs}$ に達する。
	広島大学	大下 浄治 教授	《多様な特性を有するケイ素を含有する有機半導体》 ケイ素を含有する有機半導体を用いて、塗布と紫外光照射により回路を形成できる材料などを開発。
上記に共通	島根大学	梶川 靖友 教授	《曲げられるプラスチック基板に電子移動度の高い薄膜を形成》 200~300℃の低温で、化合物半導体（インジウム・ガリウム・ヒ素）の多結晶薄膜を、プラスチック基板に形成。
	島根大学	藤田 恭久 教授	《紫外光を発する良質な酸化亜鉛の低コストな量産技術》 酸化亜鉛ナノ粒子材料や薄膜を低コストで量産する技術を開発。紫外光を発する良質な材料を作製できる。
	山口大学	栗巢 普揮 准教授	《数分間で高真空状態をつくれるチタン製の真空チャンバー》 チタン合金により真空チャンバーを作製。数分間で高真空状態をつくれることができる。
	山口大学	諸橋 信一 教授	《基板の表面にダメージを与えない低温（摂氏50度）のスパッタ》 基板の表面にダメージを与えない低温（50℃）で薄膜をつくれることができるコンパクトなスパッタ装置を開発。

図表Ⅱ-2 企業のヒアリング調査対象

区分	企業名	所在地	概要
LCD	部素材	株式会社エム・シー・エス	山口県 《TABテープのデファクト・スタンダード》 ポリイミドフィルムに銅配線を配置したTABテープの世界トップメーカー。COFテープでも、トップクラスのシェアを有する。
		尾池ファインコーティング株式会社	鳥取県 《ウェットコーティングの専門メーカー》 尾池工業グループにおけるウェットコーティングの専門メーカーとして、光学フィルムにハードコート層を作製。
		株式会社クラレ	岡山県 《ポリ・ビニール・アルコール（PVA）の世界トップメーカー》 偏光板の原料であるPVAとそれを成形したPVAフィルムにおいて、世界トップシェアを有する。
		帝人化成株式会社	広島県 《透明導電性フィルムの世界的リーディングカンパニー》 フィルムにITOの薄膜をスパッタする方法により、世界で最初に透明導電性フィルムを開発した企業である。
		株式会社トクヤマ	山口県 《フォトレジスト用現像液の世界トップメーカー》 フォトレジスト用現像液の世界トップメーカー。断面を直線に近いシャープな形状にできるなど、加工精度に優れている。
		戸田工業株式会社	広島県 《磁性材料をはじめとする無機材料のナノスケール合成技術》 銀ナノ粒子を網目状にコーティングし、透明で電気を通す薄膜を形成する技術を有している。
		日東電工株式会社	広島県 《偏光板の世界トップメーカー》 偏光板の世界トップメーカー。偏光板、位相差フィルム、輝度向上フィルムなども生産しており、セットで供給できる強みも有する。
		日本ゼオン株式会社	岡山県 《シクロオレフィンポリマーの世界トップメーカー》 拡散板の材料であるシクロオレフィンポリマーの世界トップメーカー。 バックライトを薄型化できるパターン付き拡散板なども提供。
		早川ゴム株式会社	広島県 《樹脂製スペーサーの技術をACFの導電性微粒子に展開》 樹脂製スペーサーを主力事業とし、平成20年度からその技術を活用し、ACF用の導電性微粒子の量産も開始。
		日立金属株式会社冶金研究所	島根県 《金属粉末の焼結や微小金属球の製造に独自技術を有する研究所》 粒径の均一なばんだボールを量産するUDS法、高い純度と均質な金属組織を有するターゲット材、独自技術を有している。
		マナック株式会社	広島県 《革新的なポリイミド樹脂を相次いで開発》 透明なポリイミド樹脂（本来黄色味がかっている）、260℃で10分間加熱するだけで硬化できる加工しやすいポリイミド樹脂などを開発。
		三菱ガス化学株式会社	岡山県 《混合キシレンの分離技術をベースに芳香族化学品を幅広く生産》 1968年に世界で初めて混合キシレン（光学フィルム材料）をフッ素触媒により分離する技術を開発した同材料の世界トップメーカー。
		三菱レイヨン株式会社	広島県 《メタクリル酸メチル（MMA）のリーディングカンパニー》 導光板の材料等に用いられるメタクリル酸メチル（MMA）の世界トップメーカー。
		装置	住友重機械工業株式会社
タツモ株式会社	岡山県 《カラーフィルター塗布装置の世界トップメーカー》 カラーフィルター塗布装置の世界トップメーカー。基板に顔料を均一に塗布するスリットコーティング技術などを有している。		
東ソー・エスジーエム株式会社	山口県 《石英ガラスの大手メーカー》 石英ガラスの大手メーカー。高純度な材料であり、数kmの厚さでも向こう側を見通せるほどの透明度を実現。		
株式会社日本製鋼所	広島県 《導光板の射出成形機を生産》 樹脂成形機のトップメーカーであり、携帯電話やパソコンなど中小型ディスプレイ向け導光板の射出成形機を生産。		
株式会社ひびき精機	山口県 《全国から高難度の加工依頼が寄せられる切削加工の専門企業》 幅広い切削加工技術と熟練工の知恵を組み合わせることにより、他社では加工できない高難度の加工案件が全国から依頼されている。		
富士機械工業株式会社	広島県 《グラビア印刷の技術を活かしてFPD業界への参入を図る》 グラビア印刷の技術を活かし、平成19年度からNEDOの開発助成事業に採択され、高精度薄膜塗工の技術を開発している。		
三菱重工業株式会社紙・印刷機械事業部	広島県 《カラーフィルター製造装置に印刷技術を導入》 カラーフィルターのブラックマトリックスと顔料を印刷技術で成形する装置を開発。材料の歩留まりが高く、生産コストを低減できる。		
有機EL	部素材	株式会社JFEケミカル	岡山県 《有機ELの素原料であるフルオレンの大手メーカー》 製鉄所のコークス炉から排出される原料を用いて、有機ELの素原料であるフルオレンを生産。
	装置	三菱重工業株式会社広島製作所	広島県 《生産コストを従来比10分の1にする有機EL真空蒸着装置》 有機ELの蒸着を、枚葉式ではなく、インライン式に転換することなどにより、生産コストを大幅に低減する装置を開発。
PDP	部素材	株式会社宇部マテリアルズ	山口県 《PDP保護膜用マグネシアの世界トップメーカー》 PDP保護膜用マグネシアの世界トップメーカー。同材料を活用した青色蛍光体も生産している。

## 2. 大学及び企業等を対象とするアンケート調査結果

ここでは、ヒアリング調査対象先以外からも幅広く情報を収集するとともに、ヒアリングを実施した先からも時間の関係などで聴取しきれなかった事項を補足することを目的として、約 200 件の大学及び企業等に対してアンケート調査を実施した結果を紹介する。

### (1) アンケート調査の実施概要

実施時期：平成 20 年 12 月下旬

調査対象：中国地域及び香川県・愛媛県内の以下の研究者・事業所(計 216 人・事業所)

①大学、公設試験研究機関の研究者 78 人

②部素材系メーカー 101 事業所

③装置系メーカー 37 事業所

実施方法：郵送法

回答状況：有効回答数 50 件

有効回答率 23.1%

その他：記述式による回答内容を報告書に記載すると、回答する企業が非常に少なくなると予想されたため、本調査では「記述式による回答内容は報告書には掲載しない」という条件を付した。

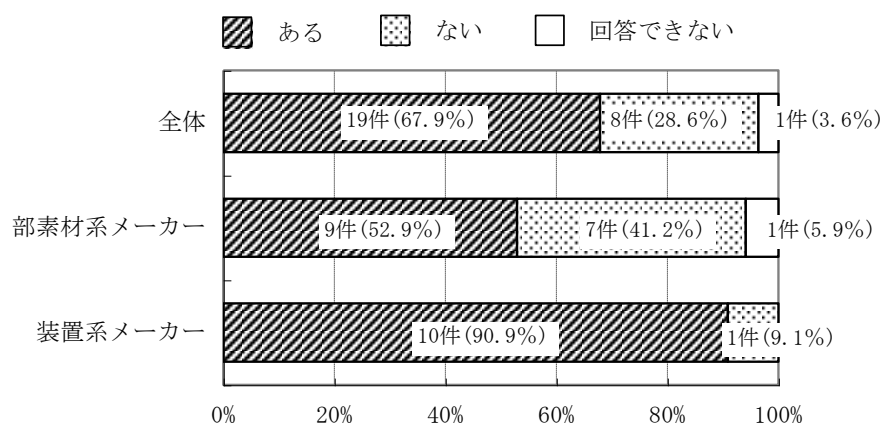
### (2) アンケート調査結果

#### i. 回答事業所における研究開発機能の有無

回答事業所における研究開発機能の有無について尋ねたところ 28 事業所から回答があり、このうち「ある」との回答が 19 件（構成比 67.9%）を占めた。

「ある」との回答割合をみると、装置系メーカーで 90.9%に達しているのに対し、部素材系メーカーでは 52.9%と装置系メーカーより小さい割合にとどまった。これは、部素材系メーカーのなかには全国大手企業が多く、その研究開発機能を首都圏に配置し、中国地域の事業所には生産機能だけを担わせているケースが多いためと思われる。

図表 II-3 回答事業所における研究開発機能の有無



ii. FPD関連技術・製品について（対象：全ての対象者）

全ての対象者に対して、中核となる技術・研究スキル・製品が関連する「FPD関連部材・素材・製造装置」を尋ねたところ42人・事業所から回答があった。このうち、「液晶材料／有機EL／PDP発光材料」の回答が16件（構成比38.1%）と最も多かった。

研究者と部素材系メーカーでは「液晶材料／有機EL／PDP発光材料」の回答件数が最も多く、装置系メーカーでは「レジストコーター」などの回答件数が最も多くなっており、中核となる技術・研究スキル・製品の傾向に違いがみられる。

図表Ⅱ-4 中核となる技術・研究スキル・製品が関連する「FPD関連部材・素材・製造装置」

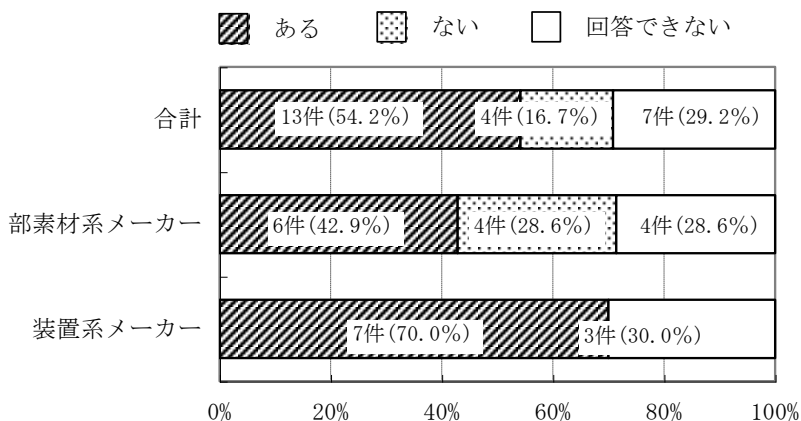
(単位：件、%)

	回答数				構成比			
	研究者	部素材系メーカー	装置系メーカー	合計	研究者	部素材系メーカー	装置系メーカー	合計
基板プロセス 関連装置	ガラス基板ホリッシュ・コーティング装置							
	露光装置	2		2	11.1		16.7	9.5
	レジストコーター	1		3	4	5.6	25.0	9.5
	ウェットエッチング装置	1		1	5.6			2.4
	ドライエッチング装置	1		1	5.6			2.4
	CVD装置	2		2	11.1			4.8
	スパッタリング装置	2		2	11.1			4.8
	洗浄装置（基板プロセス関連）	1		1	5.6			2.4
	イオンドーピング装置	1		1	5.6			2.4
	レーザ・アニール装置	3		1	4	16.7	8.3	9.5
	その他			2	2		16.7	4.8
セル/ モジュール/ アセンブリ/ プロセス 関連装置	洗浄装置			1			8.3	2.4
	配向膜塗布装置	2		2	11.1			4.8
	ラビング装置	2		2	11.1			4.8
	焼成装置	1		1	5.6			2.4
	スクリーン印刷機	1		1	5.6			2.4
	スパーサ散布機	1		1	5.6			2.4
	張り合わせ/圧着/硬化装置	1		1	5.6			2.4
	液晶注入装置	2		2	11.1			4.8
	セル分断装置	1		1	5.6			2.4
	TAB実装装置	2		2	11.1			4.8
	偏光版貼り合わせ装置	1		1	5.6			2.4
その他		1	1		8.3		2.4	
監査/測定/ リペア装置	ガラス基板検査装置							
	点灯検査装置			1			8.3	2.4
	アレイ検査装置							
	膜厚/抵抗測定装置							
	フローバ							
	環境試験装置							
	リペア装置			1	1		8.3	2.4
その他								
部品/材料/ ソフトウェア	ガラス/プラスチック基板	3	1	1	5	16.7	8.3	11.9
	カラーフィルタ	1		1	5.6			2.4
	レジスト現像液	1	2		3	5.6	16.7	7.1
	フォトマスク/スクリーンマスク	1		1	5.6			2.4
	ドライバ/コントローラ/LSI	1		1	5.6			2.4
	ガス	1	1	2	5.6	8.3		4.8
	ターゲット材料	2	1	3	11.1	8.3		7.1
	配向膜	3		3	16.7			7.1
	液晶材料/有機EL/PDP発光材料	12	4	4	16	66.7	33.3	38.1
	スパーサ材	2		2	11.1			4.8
	偏光板/位相差板	1	1	2	5.6	8.3		4.8
	バックライト/ランプ	2	1	3	11.1	8.3		7.1
	導光板/拡散板/集光シート	1	1	2	5.6	8.3		4.8
	異方導電膜	1		1	5.6			2.4
その他	1	3	4	5.6	25.0		9.5	
関連機器/ 設備/製品	タッチパネル	2	1	3	11.1	8.3		7.1
	搬送関連			2			16.7	4.8
	クリーンルーム関連							
	超純水関連							
	静電気対策関連							
	空調/ガス関連			1	1		8.3	2.4
	洗浄/薬液関連							
	配管/バルブ/フィルタ/ポンプ			1	1		8.3	2.4
	フィルタ材							
	カセット/キャリア							
	製造装置用部品関連		1	2	3		8.3	16.7
出版								
その他			1	1		8.3	2.4	
合計	18	12	12	42	100.0	100.0	100.0	100.0

### iii. 必要とする技術・部材・情報（対象：部素材系メーカー、装置系メーカー）

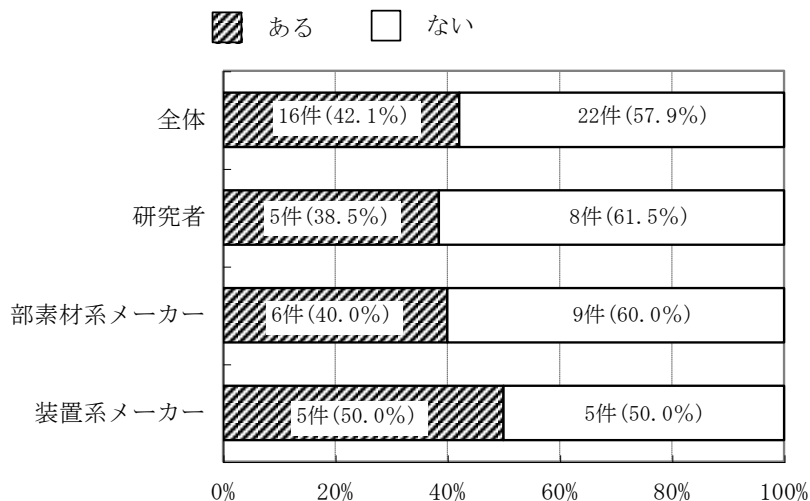
部素材系メーカーと装置系メーカーに対して、必要とする技術・部材・情報の有無について尋ねたところ 24 事業所から回答があり、このうち「ある」との回答が 13 件（構成比 54.2%）を占めた。なお、「回答できない」との回答が 7 件（同 29.2%）を占めていることから、この情報は機密性が高いものと思われる。

図表 II-5 必要とする技術・部材・情報の有無



今後、他の企業（大手企業、中小企業）や大学と共同研究開発したいと考えているテーマがあるか否かについて尋ねたところ 38 人・事業所から回答があり、このうち「ある」との回答が 16 件（構成比 42.1%）を占めた。研究者、部素材系メーカー、装置系メーカーの何れにおいても、「ある」の回答割合が約 40～50%と、ほぼ同水準であった。

図表 II-6 今後共同研究開発したいと考えているテーマの有無



以上のアンケート調査結果から、中国地域には企業の研究開発拠点の集積がみられ、大学・公設試験研究機関の研究者の間では産学官共同研究に前向きな姿勢がみられる。ただし、企業においては、研究開発内容の機密性が高いことから、企業の機密情報を守りながら、大学・公設試験研究機関の研究者と結びつける工夫が求められる。

### 3. 中国地域におけるFPD関連産業の事業展開の可能性

ヒアリング・アンケート調査等をもとに、中国地域における企業・研究者の集積状況をまとめると、以下の特徴が確認された。

- 「カラーフィルター・ITO膜」、「光学フィルム」の分野では、材料、装置、製品メーカーが中国地域内に揃っている。特に、光学フィルムの材料と製品については、世界トップクラスの企業が集積している。
- 化学の業種では、世界トップクラスのシェアを有する企業が集積しており、その中には地元本社企業も多数みられる。
- 産業機械と電気機械の業種では、地元の中堅・中小メーカーの事業展開が目立つ。特に、バックライト関連では、山陰地域に多数の企業がみられる。
- 大学や公設試験研究機関においては、有機EL材料と液晶材料の分野で注目される研究成果を挙げている研究者が多数みられる。

図表Ⅱ-7 中国地域におけるFPD関連の企業・研究者の集積状況

	液晶材料	有機EL・PDP材料	アレイ形成	ガラス基板	カラーフィルターITO膜	光学フィルム	バックライトLED	モジュール部材	パネル組立完成品	その他
大学	注目される研究テーマが多数みられる		材料、装置、製品メーカーが揃っている							
化学	注目される研究テーマが多数みられる									
非鉄金属	世界トップクラスのシェアを有する企業が集積している									
産業機械	注目される研究テーマが多数みられる									
電気機械	注目される研究テーマが多数みられる									
その他産業	地元の中堅・中小メーカーの事業展開が目立つ		バックライト							

大学・公設試験研究機関における注目される研究テーマとして、液晶材料に関連する「フィールドシークエンシャル」、「ナノ粒子による高速応答化・省エネ化」、有機半導体材料に関連する「大気安定性が高い材料」、「塗布」、透明導電性材料に関連する「酸化亜鉛のITOへ代替材」、「低温スパッタ」などがみられた。

今後は、このような大学における先進的な技術を核として、それに関心を示す企業を結びつけることにより、産学官の連携体制を構築する方法が有効と思われる。

図表Ⅱ-8 中国地域におけるFPD関連の主要な研究開発テーマ

	液晶材料	有機EL・PDP材料	アレイ形成	ガラス基板	カラーフィルターITO膜	光学フィルム	バックライトLED	モジュール部材	パネル組立完成品	その他
大学	フィールドシークエンシャル ナノ粒子による高速応答化省エネ化 強誘電性液晶	大気安定性が高い材料 塗布	樹脂基板への多結晶薄膜		酸化亜鉛のITO代替材 低温スパッタ	ナノ粒子の分散	欠陥の少ないLED材料			
化学	↓	↓	↓		↓	↓	↓			
非鉄金属										
産業機械										
電気機械										
その他産業										

### Ⅲ. FPD関連の次世代のデジタル素材等及び装置に係る開発テーマの抽出

ここでは、これまでの調査結果を踏まえ、FPD関連の次世代のデジタル素材等及び装置に係る開発テーマを抽出する。その際、大学の研究者と企業の開発担当者を招いて開催したグループインタビュー、住友化学㈱の大西敏博氏を講師として招聘した中国地域FPDデジタル素材セミナーの内容を参考とした。

#### 1. グループインタビュー

ここでは、約10名の大学と企業（主に部素材メーカー）の研究者に参加していただき、グループインタビューを2回開催した結果の概要を紹介する。このグループインタビューの目的は、①産学官の交流の場を設けることにより今後のネットワークづくりに役立つ、②中国地域で有望と思われる産学官共同研究開発のテーマを発掘することである。

図表Ⅲ-1 グループインタビューの実施概要

	概 要
第1回	日 時：平成21年3月2日（月） 13時30分～17時00分 場 所：福山商工会議所会議室（広島県福山市） 参加者：島根大学総合理工学部 教授 梶川靖友氏 鳥取大学工学部 准教授 大観光徳氏 広島大学大学院工学研究科 教授 瀧宮和男氏 企業の研究開発担当者（8社9名） (財)ちゅうごく産業創造センター コーディネーター 名雪稔氏
第2回	日 時：平成21年3月6日（金） 13時30分～17時00分 場 所：ひろしまハイビル21 17階第3会議室（広島県広島市） 参加者：広島大学大学院工学研究科 教授 奥山喜久夫氏 島根大学総合理工学部 教授 藤田恭久氏 山口大学工学部 教授 諸橋信一氏 企業の研究開発担当者（7社7名） (財)ちゅうごく産業創造センター コーディネーター 名雪稔氏

このグループインタビューで交わされた議論の一部を、以下に紹介する。

なお、同インタビューの冒頭に大学の研究者から研究テーマのプレゼンテーションを行っていただき、その内容について、参加した企業から「後日相談させていただきたい」との申し出が多数みられた。

このことから、大学の研究シーズに関する企業の関心の高さが確認された。

図表Ⅲ-2 グループインタビューでの議論

	概 要
塗布について	○有機EL照明が蛍光灯に対して十分なコスト競争力を持つようになるためには、現在の蒸着に代えて、フィルムに有機EL材料をロール to ロールで塗布するプロセスを導入することが必要だ。
大気安定性について	○現在開発している蛍光材料は、水分や酸素をはじめとする環境条件に耐えられるものしか使っていないため、水分や酸素を透過するプラスチック基板に、蛍光材料を活用できる可能性はある。
透明導電性材料	○当社の材料は透明導電膜の材料として使うことができる。この材料を酸化亜鉛と併用ことも考えられる。
有機・無機ハイブリッドについて	○ナノサイズの蛍光材料は、将来的には有機材料に埋め込むことも考えている。そのような意味で、発光材料において、有機と無機のハイブリッドは考えられると思う。
蛍光材料について	○現在、蛍光材料の研究開発を進めている。後日、奥山教授に相談させていただきたいことがある。
スパッタリングについて	○諸橋教授の装置は興味深い。低温でプラスチック基板にも成膜できることをはじめ、諸橋教授がフレキシブル化を大きなテーマに掲げている点は共感できる。是非、後日相談したい。
その他	○産産で交流する場は非常に珍しく、ありがたいと感じている。 ○太陽電池の透明導電性材料に関して、藤田教授にご協力いただけそうなことがあるように感じている。具体的なイメージが固まった際は、是非ご相談したい。 ○企業はアプリケーションを明確にしたうえで、研究開発を進める。是非、どのようなアプリケーションが有望であり、それに関して私たちがどのように協力できるのかという情報を、大学側に教えて頂きたい。

## 2. 中国地域FPDデジタル素材セミナー

ここでは、総勢 67 名に参加いただいて開催した FPD デジタル素材セミナーの概要を紹介する。このセミナーの目的は、中国経済産業局がデジタル素材の部素材メーカーを含めたネットワークづくりを推進していることを、中国地域の大学の研究者や企業の研究開発担当者などに周知することであり、その一環として、有機 EL の高分子材料における第一人者である住友化学㈱の大西敏博氏を講師として招聘し、最先端の技術開発動向に関する情報を提供していただいた。

このセミナーの内容は、本調査研究事業にとって大いに役立つものであったことから、今後の研究開発テーマを抽出するための参考情報として活用する。

### 【実施概要】

日 時：平成 21 年 3 月 19 日（木） 15 時 00 分～17 時 00 分

場 所：福山ニューキャッスルホテル 光耀の間（広島県福山市）

講 師：住友化学株式会社 筑波研究所

光電材開発グループマネージャー 大西 敏博 氏

演 題：有機エレクトロニクス材料開発の現状

参加者：67 名（うち聴講者 58 名。講師、主催者、事務局 9 名）

図表Ⅲ-3 セミナー参加者の内訳

（単位：人）

		人数
聴講者		58
	部素材メーカー	15
	装置メーカー	27
	その他の企業	3
	大学	5
	行政	8
講師、主催者、事務局		9
合計		67

講演の要旨は以下の通り（詳細は報告書本編巻末の「参考資料」参照）。

### 〔講演要旨〕

#### a. これまでの研究の経歴について

○大西氏は、1981～1991 年に導電性高分子の国家プロジェクトに参加し、ポリフェニレンビニレンなどの材料について、発光特性や電子移動度の向上のみならず、高分子を溶媒に溶かす技術など幅広いテーマを研究した。

b. 有機EL材料全般について

- 有機ELの発光材料は、高分子、低分子、それらに含まれない dendritic などの材料に分類される。Dendritic とは、Iridium 錯体などの金属をコアとして、その周りに電荷輸送基、最外殻に可溶性基を配置した巨大分子である。住友化学㈱は、高分子と dendritic の研究開発に取り組んでいる。
- 高分子材料では、1つのポリマーが発光や電荷輸送などの複数の機能を持っている。これは、発光機能を持つ材料、電荷輸送機能を持つ材料などを共重合させ、1つのポリマーをつくることで実現している。
- ポリマーを設計する際は、発光特性と電荷輸送特性のバランスを取ることが重要である。バランスを取る方法として、①高分子中の共役系の広がりの異なった繰り返し単位を適切に利用する、②アミンとフルオレンなどの繰り返し単位の共重合比を調整する、などがある。
- 有機材料を使用したデバイスが普及するかどうかは、大気中での塗布プロセスを実現することなどにより、生産コストを大幅に削減できるかどうかにかかっている。

c. 発光材料について

- 高分子発光材料の最大の課題は劣化しやすいことである。これは、素子が励起状態に遷移することにより、素子の発光領域と電荷輸送領域の両方がダメージを受けるためである。特に、青色と緑色の蛍光体は、駆動させると消光サイトと呼ばれる領域が発生し、そこに励起エネルギーが吸収されて発光が弱くなることを解明した。赤色の蛍光体は、消光サイトの影響を受けないため、劣化しにくいことも明らかにした。
- 発光材料の寿命を伸ばす方法としては、①陰極に酸化されにくい金属を使うこと（例えばバリウムではなくバリウムオキシド）、②正孔輸送層と発光層の間にインターレイヤーを設けること、などがある。
- 住友化学㈱では、りん光材料として、ポリマー（ホスト材料）と dendritic（ゲスト材料）を組み合わせたものを研究している。ポリマーの3重項のエネルギー準位が dendritic より高いことが、りん光が発光する条件である。住友化学㈱では、この条件を満たすかどうかを事前に計算したうえで、発光材料を合成している。

d. ディスプレイの製作について

- ディスプレイの画素に発光材料を埋め込む作業は、塗布で行うことが望ましい。高分子材料は塗布に適していることが大きな強みであり、有機ELが液晶ディスプレイに対するコスト競争力を持つためにも、塗布のプロセスを実現する必要がある。
- 高分子材料は、単層でも白色を発することができる。一方、低分子材料は、単層で白色を発することが非常に難しい。この意味でも、高分子材料は塗布に適している。
- 有機EL材料をインクジェットで塗布する際の課題は、均一な厚さにすることが難しく、この結果として発光強度にムラが生じたり、寿命が短くなったりすることである。この要因は、インク中に占める有機EL材料の割合は1%程度であり、溶媒が蒸発する際に、厚みムラが生じてしまうためである。

e. T F Tについて

- T F T材料としては、1987年頃から1992年頃にかけてチオフェニレンビニレン、2000年以降はフルオレンなどを研究している。
- 電子移動度を向上させるポイントとしては、①積み重ねた分子と分子の間を、電子が移動できるような構造をアルキル鎖や液晶性を利用して作成する、②成膜の工法（スピコート法、キャスト法など）や基板温度を調整する、③表面処理などにより膜の平坦性を向上させる、などが挙げられる。
- 住友化学㈱が開発している有機T F Tの高分子材料は、電子移動度が  $1.0\text{cm}^2/\text{Vs}$  を超えており、アモルファスシリコンの代替材として使える目処が立っている。

f. 有機薄膜太陽電池について

- 有機薄膜太陽電池の研究では、住友化学㈱は業界に先行している。この材料は、同社が大阪大学の吉野元教授と共同開発していたものであり、ポリフェニレンビニレンにフラレン C60 を混ぜて、光電荷分離の原理を解明したことに端を発するものである。

g. 今後

- 有機材料がエレクトロニクス分野でアクティブな材料として使えることが見えてきた。今後の課題は、機能の高い材料の開発、塗布などのプロセス技術の開発、液晶ディスプレイやシリコン太陽電池と競争しない応用領域の発掘などである。

#### IV. 今後の研究開発の方向性

ここでは、これまでの調査結果を踏まえ、今後の研究開発の方向性について「ナノ粒子を配合した光学フィルム」など6種類のキーワードを示すとともに、それに関連すると思われる大学の研究者と部素材・装置メーカーの分類を提案する。

##### 1. 「ナノ粒子を配合した光学フィルム」

###### ①キーワード

今後の研究開発のキーワードとして「ナノ粒子を配合した光学フィルム」が挙げられる。

中国地域は、偏光板とその材料をはじめとして、透明な光学フィルムの世界的な供給センターであり、そのフィルムにナノ粒子を配合することにより全く新しい機能を有するフィルムを開発することは、当地域にとって極めて重要である。

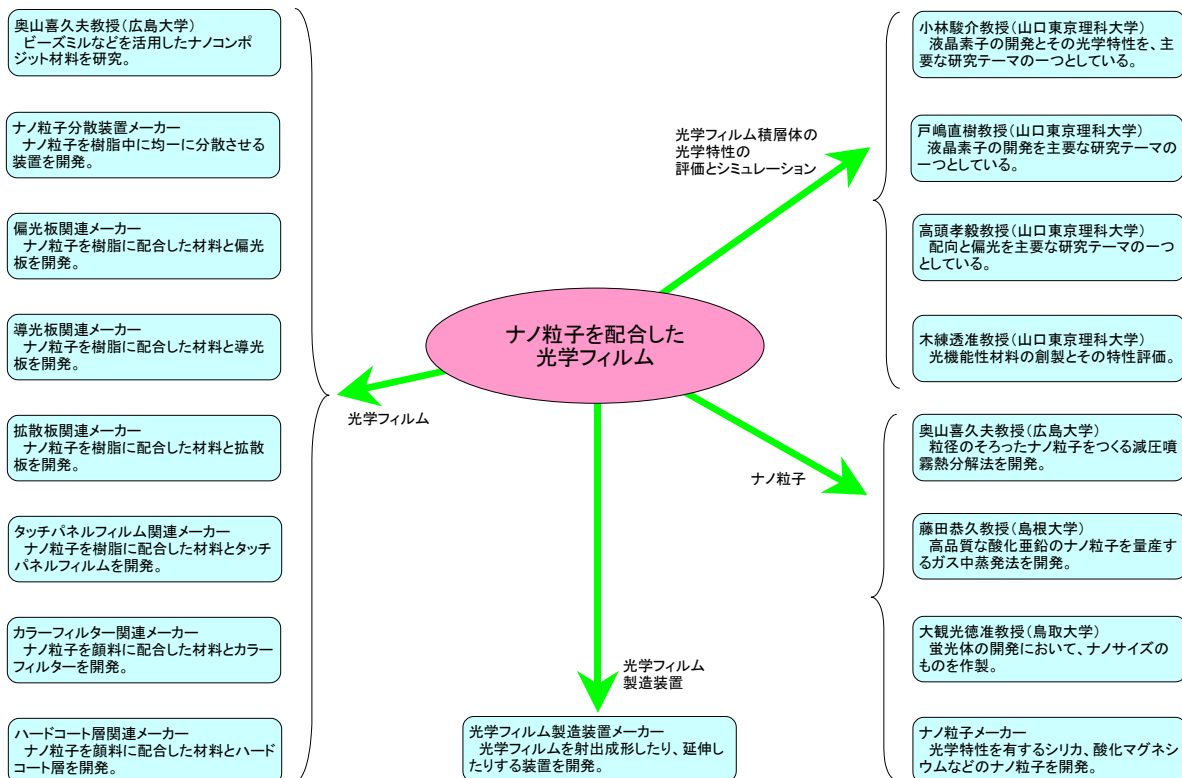
###### ②中国地域の強み

粒径のそろったナノ粒子をつくり、それを樹脂中に均一に分散させる技術においては、NEDOのナノ粒子プロジェクト（平成13～17年度）で広島大学の奥山教授がプロジェクトリーダーをつとめるなど、広島大学が国内トップクラスの技術を有している。

山口東京理科大学には、液晶素子、配向、偏光のスペシャリストが揃っており、開発した光学フィルムの評価や事前のシミュレーションを行うことも可能である。

また、当地域には、光学フィルムの射出成形機や延伸装置のメーカーも立地している。

図表IV-1 ナノ粒子を配合した光学フィルムに関連する大学と企業



### ③製品イメージと課題

ナノ粒子を光学フィルムに配合すると、表面の硬度、複屈折の制御（低減・増強）、耐熱性の向上、紫外線や赤外線の遮断など、今までになかった特性を持つ材料を開発できるため、この領域では光学フィルム関連メーカーにおいて研究開発が活発に展開されている。

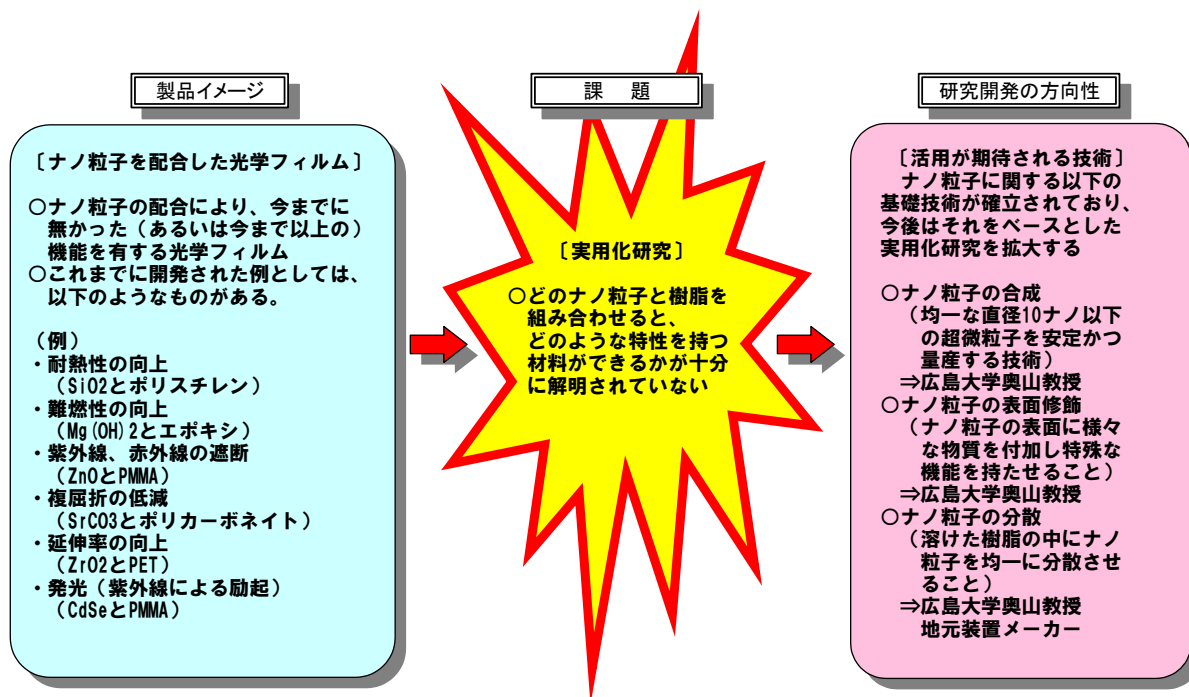
既に、広島大学の奥山教授等により基礎技術が確立されているものの、どのナノ粒子と樹脂を組み合わせると、どのような特性を持つ材料ができるかが十分に解明されておらず、今後の実用化研究が大いに期待されている。

### ④研究開発の方向性

今後の研究開発の方向性としては、奥山教授等が開発したナノ粒子の合成、表面修飾、分散などの技術を、さらに幅広い材料に応用展開することが望まれる。そのためには、光学フィルムに関連する材料メーカー、フィルムメーカー、装置メーカーをはじめとして、大学、公設試験研究機関などが連携することにより、当地域が今後も光学フィルムにおける世界の研究開発・供給センターとしての位置付けを不動のものにすることが望まれる。

あわせて、開発された多様な光学フィルムを重ね合わせた際の特性を評価・シミュレーションできる仕組みづくりも望まれる。

図表IV-2 ナノ粒子を配合した光学フィルムに関連する製品イメージ、課題、研究開発の方向性



## 2. 「大気安定性が高いフレキシブルディスプレイ」

### ①キーワード

今後の研究開発の方向性のキーワードとして「大気安定性が高い（大気に触れて物性が劣化しない）フレキシブルディスプレイ」が挙げられる。基板の素材をガラスからプラスチックに代替してフレキシブル化することは、FPD業界の長年来の技術開発ニーズである。しかし、プラスチック基板は水分や酸素を透過するため、パネル内部の素子が劣化して駆動なくなってしまうため、実現されていない。

### ②中国地域の強み

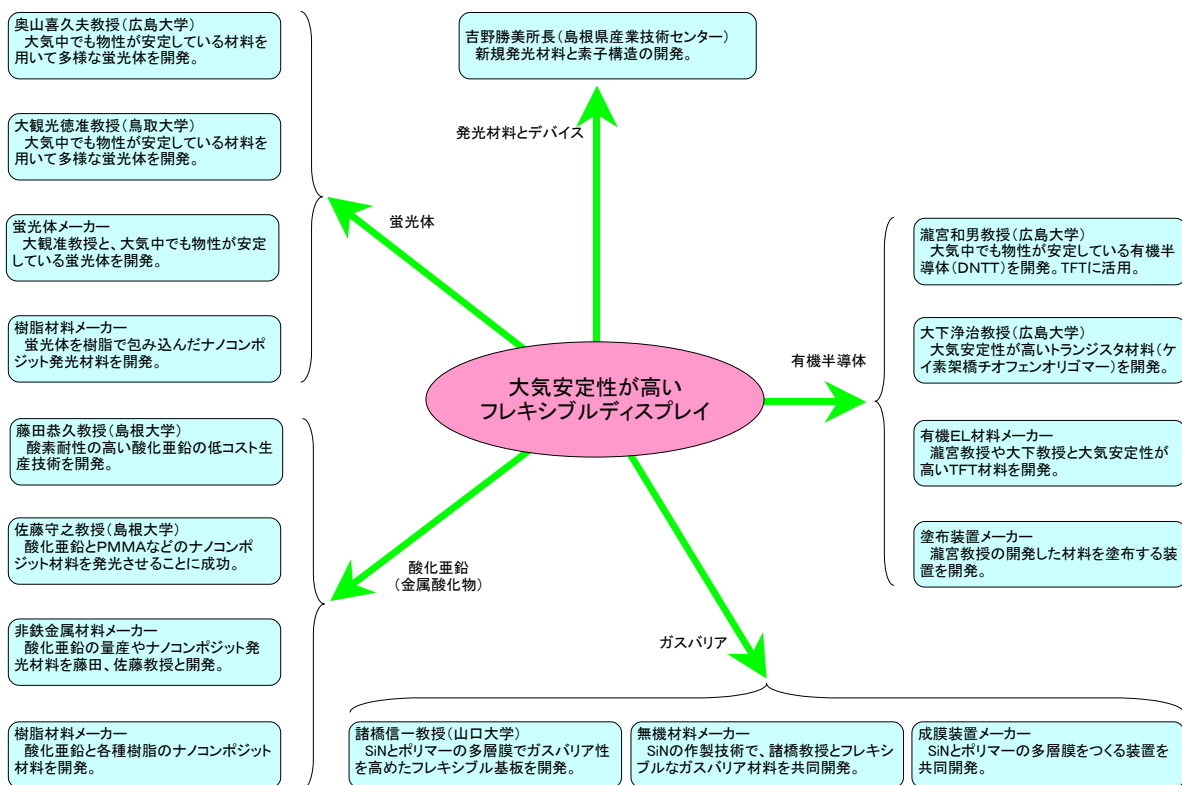
広島大学では瀧宮教授が大気に1年間触れても電子移動度がほとんど変化しない有機TFT材料を開発している。

また、蛍光体は大気安定性の高いものが多く、酸化亜鉛などの金属酸化物は酸素耐性が高い物質である。

山口大学では諸橋教授がシリコン窒化膜とポリマーを積層させたフレキシブルなガスバリア膜を開発している。

さらに、可溶性、溶解性のある導電性高分子を世界に先駆けて開発し、青色有機EL材料の主力であるポリアルキルフルオレンを開発し、またフラーレンC60が非常に電子を取り込みやすく酸化劣化を抑える効果があることを見いだした吉野氏が島根県産業技術センター長をつとめている。

図表IV-3 大気安定性が高いフレキシブルディスプレイに関連する大学と企業



### ③製品イメージと課題

大気安定性が高い材料を開発すれば、プラスチック基板が酸素や水分を透過することが問題となくなくなり、フレキシブルディスプレイを実現することができる。

中国地域には、大気安定性の高い有機半導体材料の開発に成功している大学の研究者が複数みられるが、さらに電子移動度や発光効率の向上に取り組む必要がある。また、これらの有機半導体、蛍光体、金属酸化物などをどのように組み合わせれば、ディスプレイ材料として好条件となるかも解明する必要がある。

さらに、上記のような材料開発とあわせて、ガスバリア性の高いプラスチック基板についても研究が期待される場所である。

### ④研究開発の方向性

世界に先駆けてプラスチック基板を用いたフレキシブルディスプレイを開発することについて、中国地域の産学官の間で協力体制を構築し、大気安定性の高い材料とガスバリア性の高いプラスチック基板の開発を緊密に連携させながら進める必要がある。そのなかで、発光材料、TFT材料、ガスバリア膜などの個々の要素技術の向上を図るとともに、それらの最適な組み合わせを検討することが望まれる。

図表IV-4 大気安定性が高いフレキシブルディスプレイに関連する製品イメージ、課題、研究開発の方向性



### 3. 「塗布・印刷」

#### ①キーワード

今後の研究開発のキーワードとして「塗布・印刷」も挙げられる。

現在、有機ELは真空装置を使って材料を基板に蒸着させて生産していることなどから、生産コストが高止まりしている。今後、高額な真空装置を用いない塗布や印刷による生産プロセスを構築できれば、有機ELの生産コストを液晶ディスプレイと競争できる水準に低減できる可能性がある。

#### ②中国地域の強み

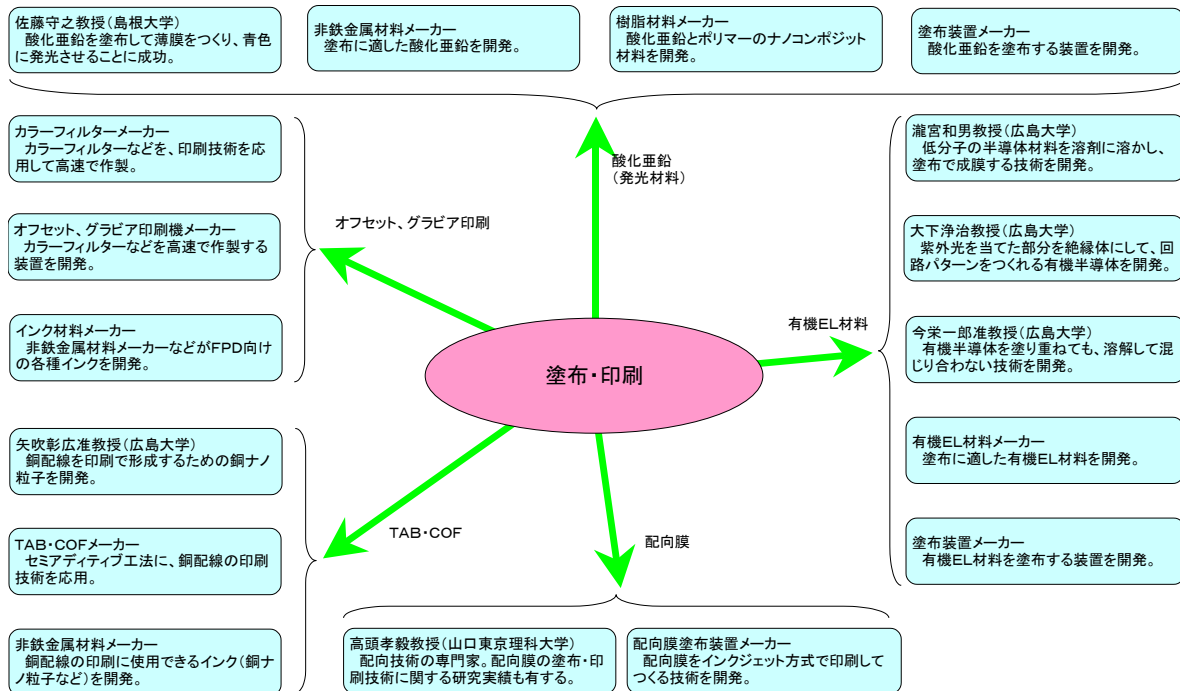
有機ELの塗布に関連する分野では、広島大学において、瀧宮教授が塗布により作製した有機トランジスタにおいて世界最高の電子移動度を記録しているほか、大下教授が塗布した有機半導体に紫外光を照射するだけで回路パターンを形成する技術を開発している。また、今栄准教授は、塗り重ねた有機半導体の各層が溶けて混じり合わない技術を開発している。

島根大学では、佐藤教授が酸化亜鉛のナノコンポジット材料を塗布して発光させることに成功しており、有機ELなどの発光材料として利用できる可能性もある。

TABテープなどに使える銅配線の塗布に関する分野では、広島大学の矢吹准教授が、銅ナノ粒子の酸化を防ぎながら塗布する技術の開発を行っている。

印刷技術に関連する分野では、広島県にはオフセット印刷機とグラビア印刷機の国内トップメーカーが立地しており、この技術をFPDに導入することも考えられる。

図表IV-5 塗布・印刷に関連する大学と企業



### ③製品イメージと課題

期待される製品イメージのなかで最も注目されるものは、有機ELの生産プロセスを、高コストな蒸着から安価な塗布にシフトすることにより、有機ELのコスト競争力を高めて、本格的な普及を促進することである。特に、塗布を利用できる工程が広がれば、ロール to ロールで生産できる範囲も拡大し、生産コストの大幅な低減につながる可能性がある。しかし、有機EL材料の主流である低分子は溶剤に溶けにくいいため塗布できないことなど、課題は数多くみられる。

### ④研究開発の方向性

今後の研究開発の方向性を考えるうえで、広島大学において以下のような研究成果が複数みられることが注目される。

例えば、瀧宮教授は溶剤に溶かすことができる有機半導体を数種類開発している。前ページで紹介したように、大下教授は塗布した有機半導体に紫外光を照射するだけで回路パターンを形成する技術を開発しており、今栄准教授は塗り重ねた有機半導体の各層が溶けて混じり合わない技術を確認している。これらの技術や材料を融合し、有機EL材料の塗布の実用化を加速することが期待される。

さらに、このような大学の研究者と地元装置メーカーが連携すれば、先進的な塗布プロセスを世界に発信できる可能性も考えられる。

図表IV-6 塗布・印刷に関連する製品イメージ、課題、研究開発の方向性



#### 4. 「酸化亜鉛」

##### ①キーワード

研究開発のキーワードとして「酸化亜鉛」も重要である。酸化亜鉛は、高価な透明導電性材料であるITOの代替材の最有力候補として注目されているほか、発光材料をはじめとして幅広い用途が考えられる。

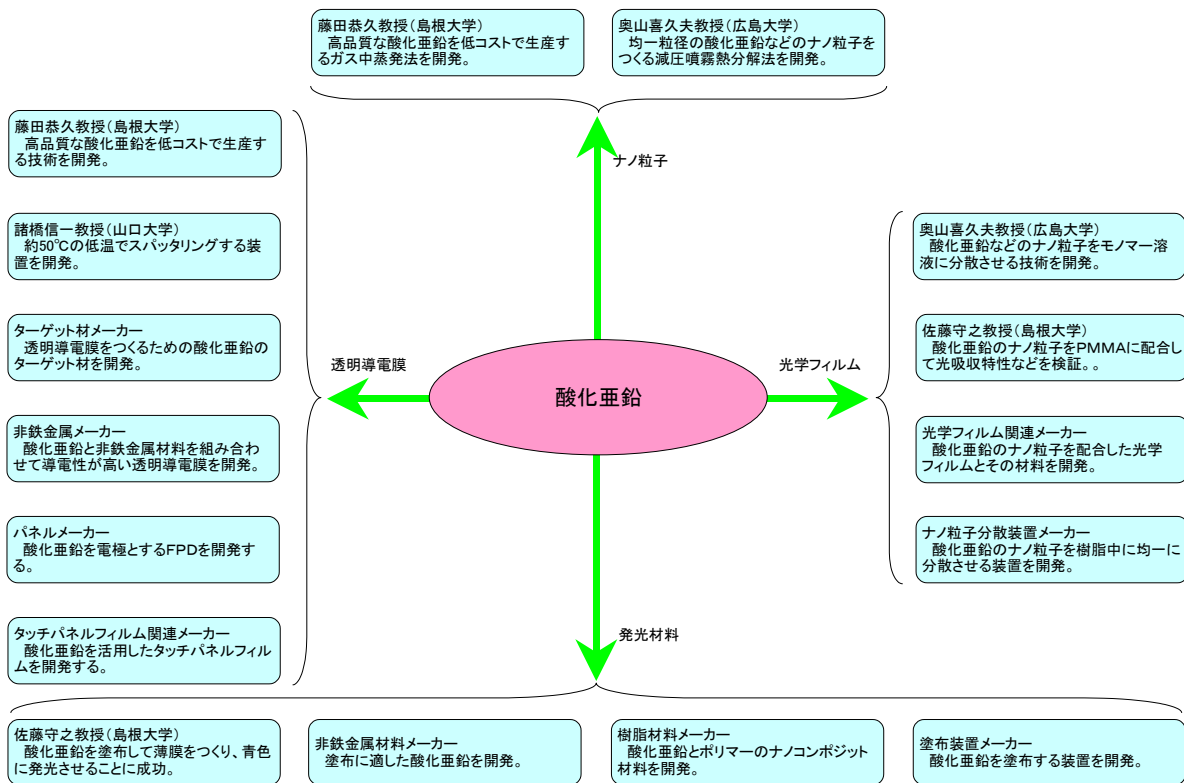
##### ②中国地域の強み

酸化亜鉛のナノ粒子の生産方法としては、島根大学の藤田教授がガス中蒸発法、広島大学の奥山教授が減圧噴霧熱分解法などを開発している。

最も期待されている用途は、ITOに代わる透明導電性材料である。ここでは、藤田教授や奥山教授の手法で生産した酸化亜鉛の原料を、山口大学の諸橋教授のスパッタリング装置で成膜するといった組み合わせも考えられる。

また、紫外線を吸収する酸化亜鉛を配合した新規な光学フィルムを開発したり、酸化亜鉛のナノコンポジットを発光材料として活用することについては、島根大学の佐藤教授が研究した実績を有している。

図表IV-7 酸化亜鉛に関連する大学と企業



### ③製品イメージと課題

酸化亜鉛の用途開拓のなかで最も重要なものの一つとして、ITOの代替材が挙げられる。

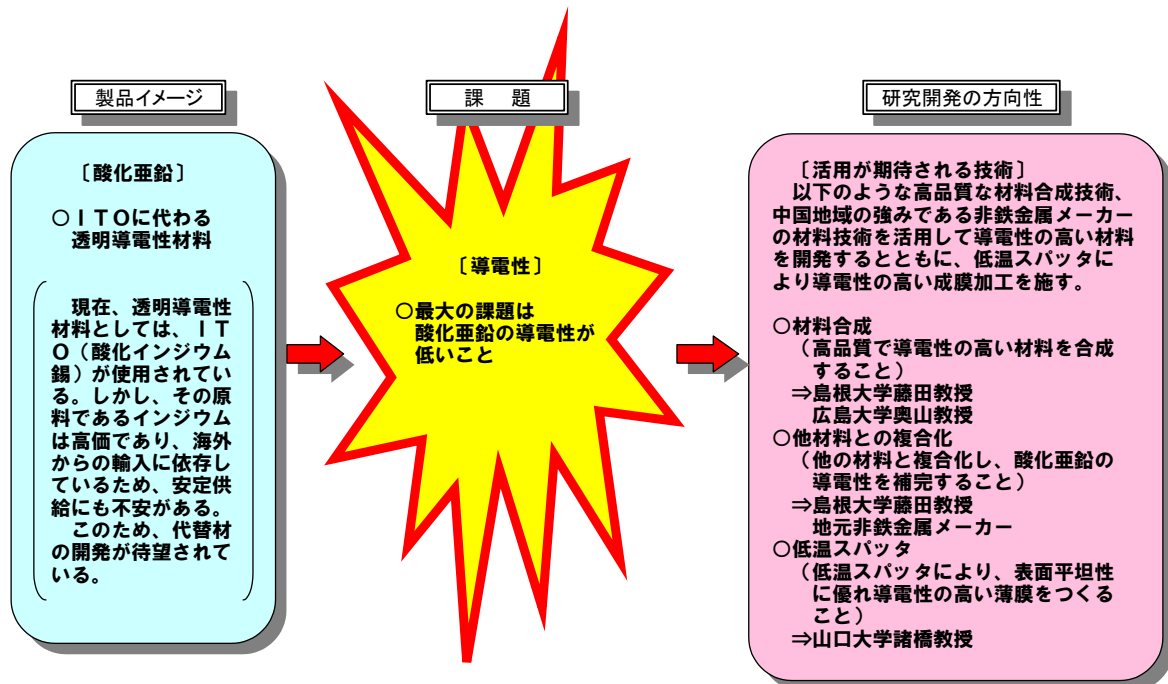
酸化亜鉛がITOに代替するうえでの最大の課題は、透明導電性材料としては導電性が低いことである。このため、他の材料との融合などにより、導電性を補完することが必要となっている。

### ④研究開発の方向性

今後の研究開発の方向性としては、島根大学の藤田教授を中心として導電性の高い酸化亜鉛を合成する技術の開発を進めるとともに、地元非鉄金属メーカーが有する幅広い材料技術との融合により、酸化亜鉛の導電性を補完する新規な材料を開発することが考えられる。

このような材料開発に加えて、導電性の高い薄膜を形成する技術の開発も望まれる。例えば、山口大学の諸橋教授の低温スパッタは、表面平坦性に優れ導電性の高い薄膜をつくることができる。このように、酸化亜鉛の導電性を補完できる新しい材料を開発し、その導電性のポテンシャルを最大限に発揮できる成膜方法と組み合わせることで、酸化亜鉛のITO代替を加速できると思われる。

図表IV-8 酸化亜鉛に関連する製品イメージ、課題、研究開発の方向性



## 5. 「プラスチック基板・フィルムへの低温成膜」

### ①キーワード

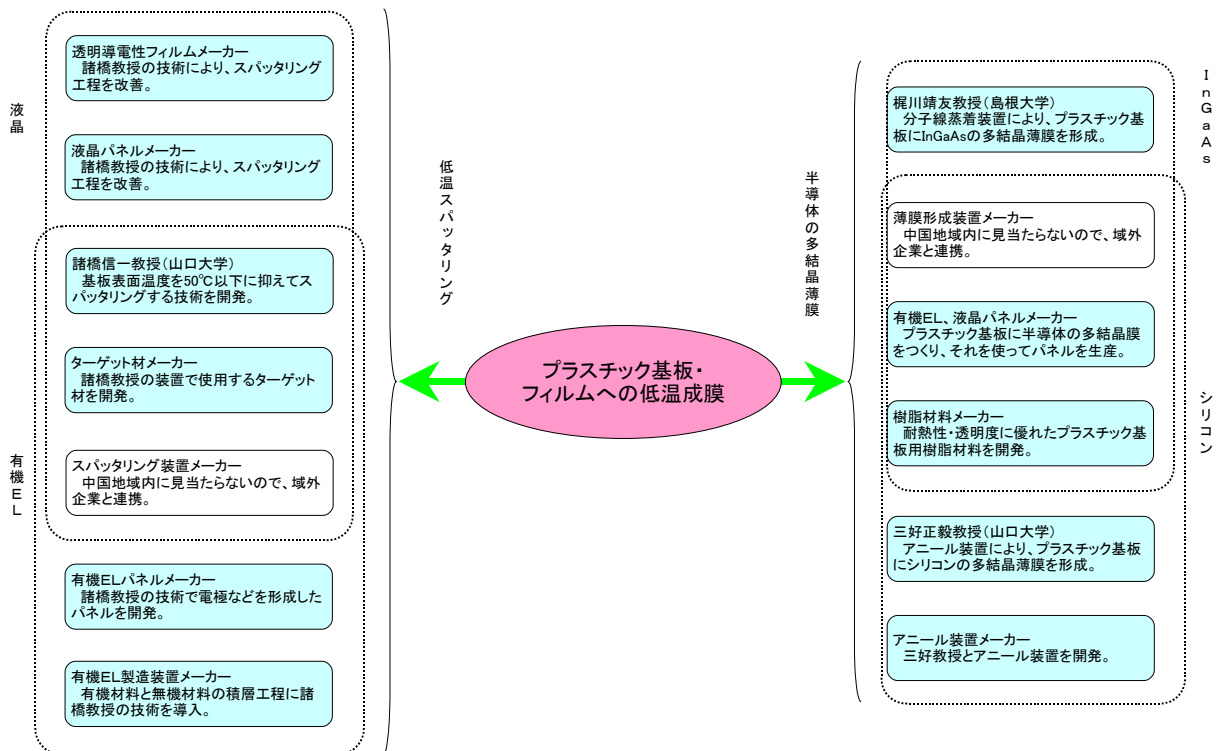
今後の研究開発のキーワードとして「プラスチック基板・フィルムへの低温成膜」が考えられる。低温で成膜することにより、耐熱性の低いプラスチックを基板として使えるようになったり、プラスチックに無機材料を成膜する歩留まりを改善したりすることが可能となる。

### ②中国地域の強み

プラスチック基板への成膜に関しては、島根大学の梶川教授がインジウム・ガリウム・ヒ素、山口大学の三好教授がシリコンの多結晶膜をつくることに成功している。これらの技術は、フレキシブルディスプレイの実現に向けた重要な成果として注目される。

一方、山口大学の諸橋教授は、基板の表面温度を約 50℃に抑えるスパッタリング装置を開発しており、タッチパネルフィルムや有機ELに関連するメーカーから高い関心を集めている。

図表IV-9 プラスチック基板・フィルムへの低温成膜に関連する大学と企業



### ③製品イメージと課題

プラスチック基板が耐えられる温度で、半導体の多結晶膜を形成できれば、フレキシブルでコンピュータなどにも利用できるディスプレイを実現できる。

課題としては、プラスチック基板を透過してくる酸素や水分により、半導体の多結晶膜などが劣化することを防ぐことが必要である。また、半導体の薄膜を形成したプラスチック基板を利用してディスプレイを完成させた場合（あるいはトランジスタをつくった場合）、どのような性能を発揮するかといった評価も必要である。

### ④研究開発の方向性

今後の研究開発の方向性としては、半導体の薄膜を形成したプラスチック基板の動作特性を評価することが必要である。当面は、トランジスタをつくって評価を行い、将来的にはディスプレイ全体を組み立てて、評価することが望まれる。

ディスプレイを組み立てるためには、ガスバリア性の高いプラスチック基板を開発することが不可欠である。山口大学の諸橋教授は、プラスチック基板の表面にシリコン窒化膜とポリマーの多層膜をつくってガスバリア機能を付与する実証研究を行った経験を持っている。

このようなガスバリアの技術と上記のプラスチック基板に半導体の多結晶膜をつくる技術を融合することが必要と思われる。

図表IV-10 プラスチック基板・フィルムへの低温成膜に関連する製品イメージ、課題、研究開発の方向性



## 6. 「フィールドシーケンシャル方式の液晶ディスプレイ」

### ①キーワード

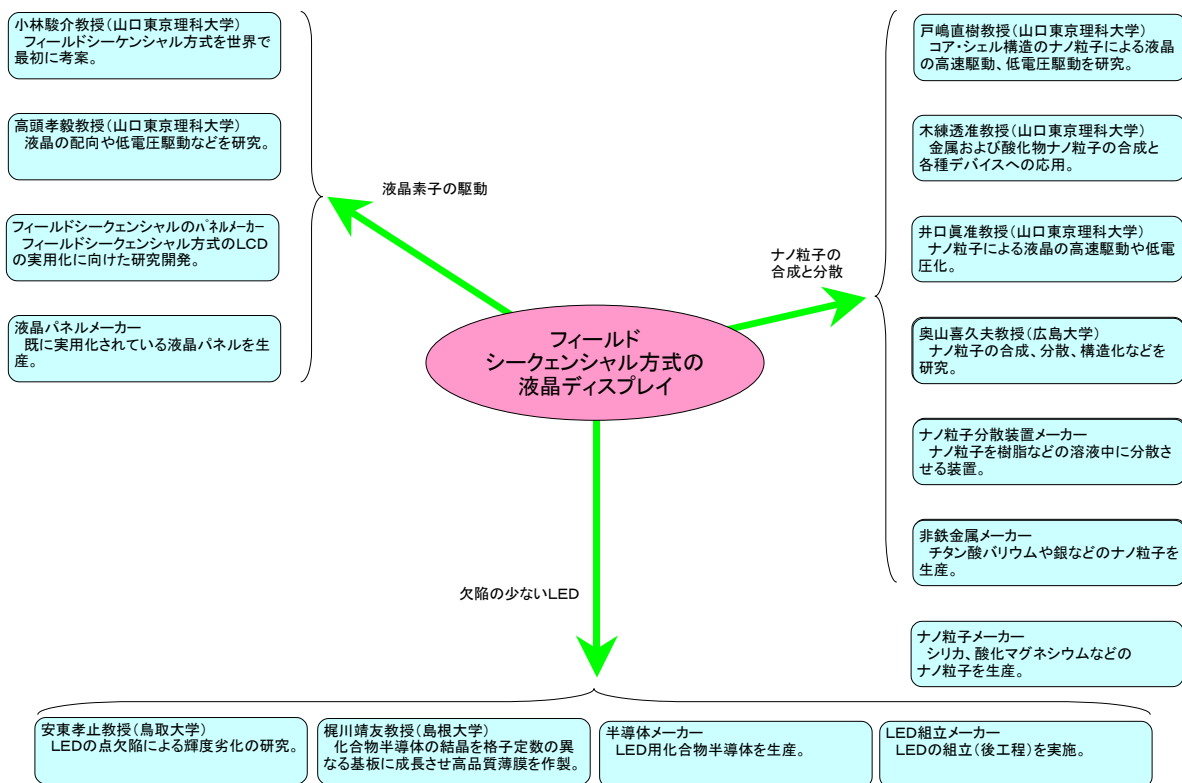
今後の研究開発のキーワードとして「フィールドシーケンシャル方式の液晶ディスプレイ」が挙げられる。同方式の液晶ディスプレイは、省エネルギー型であり、かつ明るい戸外等でもはっきりした画像表示が可能となる。この技術は、山口東京理科大学の小林教授が約20年前に世界で初めて考案したものである。この技術を実用化して普及させていくことは、中国地域発の技術を世界に広めることであり、当地域のFPD産業の発展にとって非常に重要なテーマである。方式としてはPSV-FLCDを用いたもののほか、Narrow gap TN-LCDを用いたFSC-LCDも開発済みで、これは量産が可能である。

### ②中国地域の強み

前述の通り、中国地域にはフィールドシーケンシャル方式の生みの親である小林教授がいることが、大きな強みである。

現在、同方式のディスプレイを高速かつ低電圧で駆動させる研究が山口東京理科大学で進められているが、そのキーテクノロジーはナノ粒子の合成と分散である。ナノ粒子に関しては、ナノ粒子のコア・シェル構造を最初に考案した戸嶋教授が山口東京理科大学で、さらにナノ粒子の合成・表面修飾・分散に関して数多くの研究成果を挙げている奥山教授が広島大学で研究活動を展開している。また、世界最高レベルのナノ粒子の分散装置を開発したメーカーも、広島県に立地している。

図表IV-11 フィールドシーケンシャル方式の液晶ディスプレイに関連する大学と企業



### ③製品イメージと課題

製品イメージとしては、既に基礎技術が確立されているフィールドシーケンシャル方式、ナノ粒子を活用した高速・低電圧駆動、強誘電性液晶および Narrow-gap TN-LCD を採用した液晶ディスプレイを、工業的に量産することが考えられる。

課題としては、工業的に量産した場合でもナノ粒子が液晶中に分散した状態を維持できる技術を開発すること、結晶の欠陥などによりLEDの輝度が短期間で劣化することを回避する技術を開発することなどが考えられる。

### ④研究開発の方向性

今後の研究開発の方向性としては、山口東京理科大学小林教授、同戸嶋教授、広島大学奥山教授、広島県に立地するナノ粒子分散装置メーカーの技術を融合することにより、当該ディスプレイを工業的に量産した場合の安定駆動を実現することが、最優先のテーマであると考えられる。

また、バックライトに使用するLEDについては、輝度劣化の原因と対応技術が十分に確立されていない部分があることから、鳥取大学の安東教授の研究で検証されているLEDの欠陥の制御技術や、LED素子動作で増殖する欠陥を制御する「電流パルス幅制御技術」、島根大学の梶川教授が開発したLEDの格子整合の技術(注)などを活用した、高輝度・長寿命のバックライト用のLEDを開発することが考えられる。

(注) サファイア基板などに化合物半導体の薄膜を形成する際、両者の結晶を構成する原子の距離の違いによる欠陥を防ぐ技術。

図表IV-12 フィールドシーケンシャル方式の液晶ディスプレイに関連する製品イメージ、課題、研究開発の方向性

