

平成18年度  
研究開発成果報告書

液晶ディスプレイ装置におけるコストダウン  
のための新型反射板の研究開発

委託先： (株)デュエラ

平成19年4月

情報通信研究機構

# 平成18年度 研究開発成果報告書

## (地域中小企業・ベンチャー重点支援型)

「液晶ディスプレイ装置におけるコストダウンのための新型反射板の研究開発」

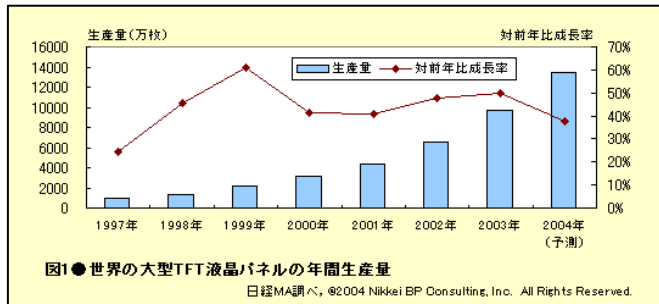
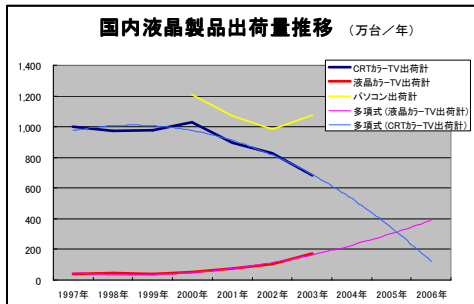
### 目 次

1	研究開発課題の背景	2
2	研究開発の全体計画	
2-1	研究開発課題の概要	3
2-2	研究開発の最終目標	6
2-3	研究開発の年度別計画	7
3	研究開発体制	
3-1	研究開発実施体制	8
4	研究開発実施状況	
4-1	液晶ディスプレイ装置におけるコストダウンのための新型反射板の研究開発	
4-1-1	微細発泡シート成型プロセスの確立	9
4-1-2	弊社開発シートの反射特性評価	9
4-1-3	弊社開発シートの耐光性評価	11
4-1-4	弊社開発シートの成型加工性評価	11
4-1-5	弊社開発シートの生産化検討	12
4-1-6	まとめ	12
4-2	総括	13
5	参考資料・参考文献	
5-1	研究発表・講演等一覧	

# 1 研究開発課題の背景

## 1) 液晶ディスプレイ市場の動向：

- ・液晶ディスプレイの市場は、特に大型ディスプレイ用途において年率30%以上の伸びを示しており、大幅に拡大している。
- ・特にテレビ用途は、2006年度出荷量において、液晶タイプがブラウン管タイプを逆転するとが予想されている。

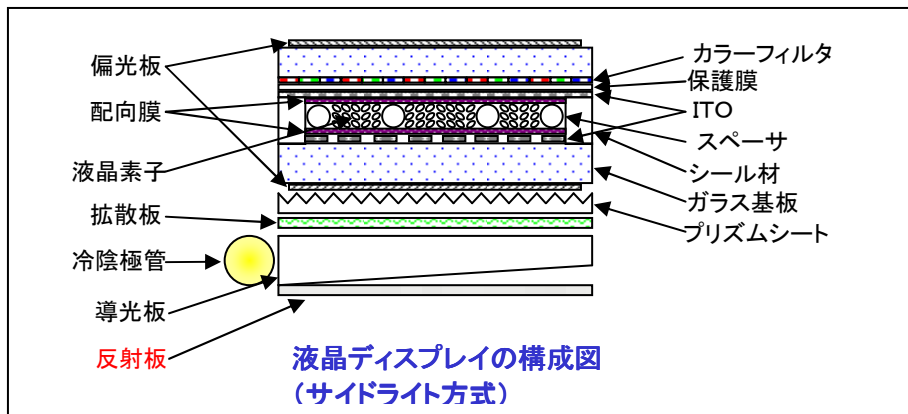


## 2) 液晶ディスプレイの動向：

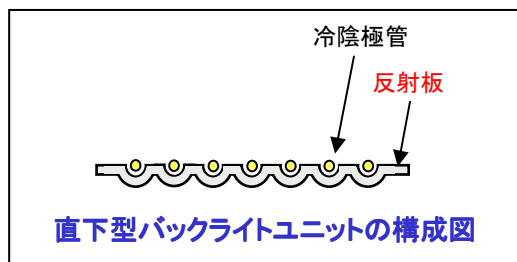
- ・液晶ディスプレイ需要が伸びている反面、価格競争が激しくなっており、特に液晶ディスプレイパネルの25%のコストを占めるバックライト部分のコストダウンの要求が厳しくなっている。
- ・このため各社とも、バックライトを構成している各種シートや導光板等の機能を見直し、部材の削減等によるコストダウンを検討している。
- ・反射板は他の部材との融合等は難しく、シート自体のコストダウンが求められているが、メーカーのシェアが高い分野であり、寡占状態が続いている。

## 3) 現状の構成：

- ・液晶ディスプレイの構成は下図の通り。



- ・バックライトユニットとは、プリズムシート、拡散板、導光板、冷陰極管、反射板である。
- ・パネルサイズが15インチぐらいまでは、上図のようなサイドライト方式であるが、それよりも大きいタイプは、より多くの光量を必要とするため、冷陰極管を複数並べた直下型(右図)が採用されている。
- ・直下型バックライトユニットには、導光板が無く、冷陰極管と反射板で構成されている。
- ・直下型に採用される反射板は、冷陰極管の熱による影響が大きいため、厚手の反射シートが採用されている。



#### 4) 反射板の動向：

- ・反射板には拡散反射率の良い、微細発泡による超白色シートが採用されており、全光線反射率が98%以上のものが使われている。
- ・反射板に採用されている素材は2軸延伸ポリエステルフィルムとバッチ式炭酸ガス発泡シートの2種類である。
- ・2軸延伸ポリエステルフィルムは、そのほとんどが東レ(株)製と(株)帝人製であり、ポリエステルに非相溶な樹脂や無機物を分散させた原料を2軸方向に延伸しシート化する際、非相溶な樹脂や無機物を起点としてボイドを発現させることにより、微細発泡を作り出している。

この方法は非常に生産性が良好であるが、気泡の形状が球形でないために若干反射率が劣ること、延伸フィルムであるため残留伸度がなく成形加工ができないこと、延伸フィルムであるため厚手のフィルムが製造できないこと等の欠点がある。

- ・バッチ式炭酸ガス発泡シートは古河電工(株)の「MC-PET」である。これは、一旦ロール状に巻き取られたポリエステルシートを、高圧の炭酸ガスで満たされた釜の中で長時間処理し、シート中に炭酸ガスを溶け込ませる。その後、釜から取り出して加熱し、シート内部に溶け込んだ炭酸ガスで発泡させる。

この方法では、気泡が球形で反射率が良く、シートが延伸工程を経ないため成形加工が可能であり、また、シート厚さを容易に厚くできるというメリットがある。しかし、製造方法がバッチ式であり、品質ムラを発生しやすいプロセスであるため歩留まりが悪く製造コストがかなり高い。しかし、直下型の場合、価格が高いにもかかわらず、MC-PETが採用されている。

- ・また、どちらもポリエステル素材が使われているため耐光性が低く、長時間光に晒されると黄変する。そこで、紫外線吸収剤をシート表面にコーティングするか、原料に混ぜ込む必要がありコストアップの要因となっている。

## 2 研究開発の全体計画

### 2-1 研究開発課題の概要

#### 1) 開発課題：

- ・バッチ式微細発泡シートと同等の性能を持ち、2軸延伸ポリエステルフィルム並みの低コストで製造可能な、液晶ディスプレイバックライト用の反射板シートを開発する。

#### 2) 開発内容：

- ・超臨界炭酸ガス発泡押出技術を使い、熔融ポリマーの状態に炭酸ガスを溶解分散させて、シート成形を行うことにより、シート内部に気泡を含有しながら連続成形することが可能なプロセスを開発する。
- ・シート内部の気泡を5 $\mu$ m以下の微細発泡にするため、シート成形部分で、真空チャンバーによる減圧発泡状態を作り出すプロセスを採用する。
- ・シート素材は高透明で耐光性の良好なアクリルを中心とする材料で検討し、反射率が良く、耐光性の良いシートを開発する。

#### 3) 詳細技術：(微細発泡形成の鍵となる技術)

##### a)超臨界炭酸ガス発泡押出技術：

- ・炭酸ガスを7.3MPa、31.3 $^{\circ}$ Cの状態にすると超臨界状態と呼ばれる液体でも気体でもない状態となる。

- ・この超臨界状態の炭酸ガスは樹脂への浸透性が高く、また浸透・溶解すると可塑性のような働きをするため、ポリマーの流動性が増す。
- ・この超臨界炭酸ガスによる発泡はフロンやブタンなどの環境を気にせずに使うことの出来る技術で、主に射出成形分野に応用すべくMITを中心に開発が進められてきた。
- ・この超臨界炭酸ガス発泡押出によりそのままシート成形するだけでは、微細な発泡は得られず、気泡径の大きな発泡となってしまう。

#### b)多層シート成形技術：

- ・2種類以上のポリマーをシート成形ダイ内部または、ダイ直前のフィードブロックで層状に積層させ2層以上の複合シートを成形させる技術。通常のシート成形の分野ではよく使われる汎用技術。
- ・炭酸ガスを溶解させたポリマーを主層とし、表裏面に炭酸ガスを含まないポリマーを副層として積層させることにより、シート表面での破泡を防ぎ、ダイのリップを汚すことなくシート成形させる。

#### c)微細発泡形成技術：

- ・炭酸ガスを溶解させたポリマーをシートダイ部分から射出させる瞬間に、圧力が開放されることにより起こる発泡は、圧力差が大きいことと、ポリマーが熔融状態であるため、気泡の大きさが大きくなってしまう。
- ・ポリマーに溶解させた炭酸ガスの量を減らしていくと、発泡に必要なガス量は保持したまま、シートダイから射出するときには発泡しない状態を作り出すことが出来る。  
この状態でシートを冷却し、或る一定の温度状態に保持されたときに、シートを減圧チャンバーに導き、ここで発泡させる。  
このプロセスを連続シート成形中に行うことにより、微細発泡シートを安定的に製膜することが可能となる。

#### d)原料選定：

- ・微細発泡の形成にはポリマー伸張粘度が高く、かつガス溶解度が大きく、更にガス拡散係数の低いポリマーが有利である。
- ・また高反射率の良いシートを得るためには、透明度が高く光線透過率の大きな樹脂が適している。
- ・更に耐光性の良好な材質であることが好ましい。
- ・以上の条件からポリマーを選択する。

#### 4) 他のプロセスとの比較：

##### a)2軸延伸ポリエステルフィルム（ボイド形成発泡技術）

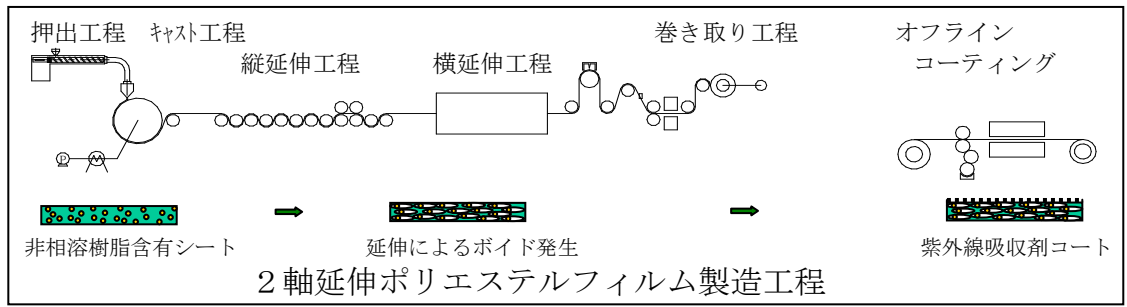
原理) ポリエステル樹脂の中にポリエステルとは非相溶の樹脂を微分散させたキャストシートを成形し、これを連続的に長手方向、幅方向の2軸に延伸することで、ボイドを発生させる技術。

利点) 厚みの均一性、大量生産に好適

欠点) ボイド核による光の吸収による反射率の低下、ボイド形状が球形でなく高反射率には不利。

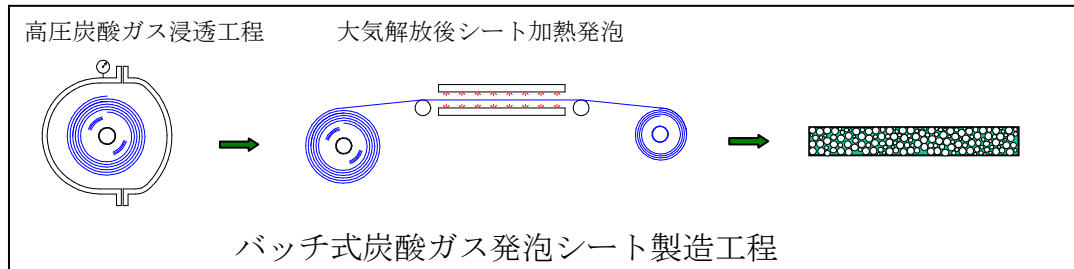
耐光性が悪いため、紫外線吸収剤のコーティングが必要。

成形加工が出来ない。厚物が生産できない。



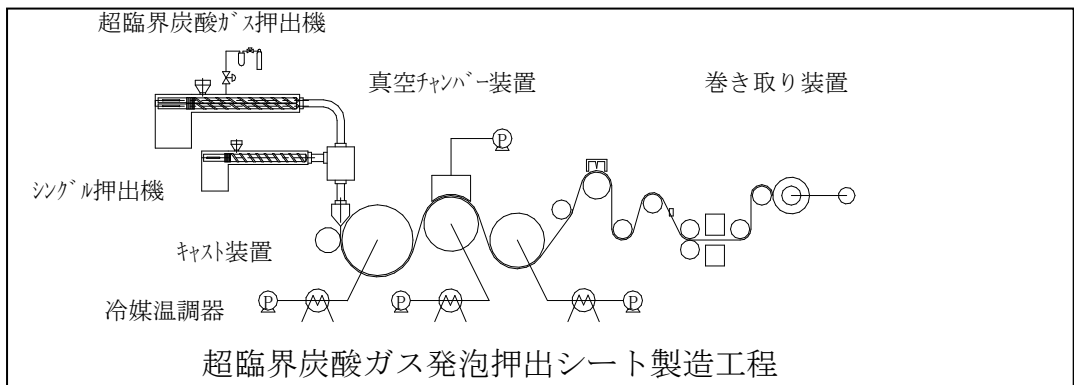
b) バッチ式炭酸ガス発泡シート

- 原理) 透明なポリエステルシートを高圧の炭酸ガスが充満したタンクに一定時間入れることにより、炭酸ガスをシート内部に溶解込ませて、タンクから取り出した後、シートを加熱することにより発泡させる。
- 利点) 微細発泡が可能、気泡形状が球状、成形加工が可能。
- 欠点) バッチプロセスのため、高コスト、品質ムラにより歩留まりが悪い。



c) 超臨界炭酸ガス発泡押出シート (今回開発する技術)

- 利点) 微細発泡が可能、気泡形状が球状で、高透明樹脂原料により高反射率。成形加工が可能。連続成形により製造コストが安い。耐光性が良好。多層構造が可能。



5) 製品仕様 :

- a) シート厚み : 500  $\mu\text{m}$  ~ 1,000  $\mu\text{m}$
- b) 平均反射率目標 : 98%以上

6) コスト予測 : 現行反射板と今回開発予定品のコスト予測

		BO-PET	MC-PET	弊社開発品
厚さ	$\mu\text{m}$	188	800	500
製品価格	円/m <sup>2</sup>	600	800	500

7) 開発方法：

- ・パイロット設備を設置し、A4サイズ幅のサンプルシートを製膜可能にする。
- ・パイロット機は京大桂ベンチャープラザに設置する。

**2-2 研究開発の最終目標（平成19年3月末）**

- 1) 微細発泡シート成型プロセスの確立
- 2) シート中に気泡サイズ $5\ \mu\text{m}$ 以下の微細発泡の実現
- 3) 微細発泡により、シートの平均全光線反射率98%以上の達成
- 4) シート内均一発泡の実現により、変質バラツキの少ない反射シートの実現
- 5) 広幅生産機への適用
- 6) シート単価 $1000\ \text{円}/\text{m}^2$ 以下のコストで生産することが可能な製造方法の確立。  
(シート厚み $1000\ \mu\text{m}$ のシートにて)
- 7) 開発した反射板の世界シェア10%以上獲得

## 2-3 研究開発の年度別計画

金額は非公表

研究開発項目	H17年度	H18年度	年度	計	備考
1) 機械装置等開発費	—	—			
2) 労務費	—	—			
3) 消耗品その他経費	—	—			
・パイロットテスト用原料費	—	—			
・光熱水費	—	—			
・旅費、交通費	—	—			
・調査費	—	—			
・リース料	—	—			
・その他特別費	—	—			
間接経費額（税込み）					
合 計					

注) 1 経費は研究開発項目毎に消費税を含めた額で計上。また、間接経費は直接経費の30%を上限として計上（消費税を含む。）。

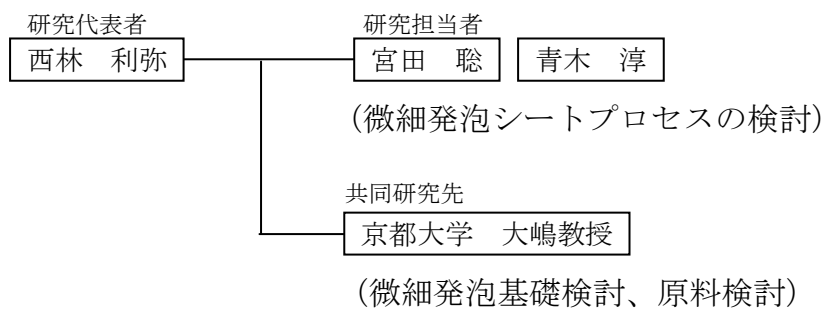
2 備考欄に再委託先機関名を記載

3 年度の欄は研究開発期間の当初年度から記載。



### 3 研究開発体制

#### 3-1 研究開発実施体制



#### 4 研究開発実施状況

##### 4-1 液晶ディスプレイ装置におけるコストダウンのための新型反射板の研究開発

##### 4-1-1 微細発泡シート成型プロセスの確立

二軸押出機内で、樹脂と超臨界ガスとを混練し、押し出すことによって、連続的に微細気泡を含有するシートを成型するプロセスを確立した。

安定して高品質な微細発泡シートを成型するためには、使用する樹脂の選定（樹脂種、粘度など）、各樹脂の配合比、添加するガス種、ガス濃度が非常に重要であり、さらにこれらを安定して混練、押し出すための条件を適正化することで確立できた。

現在は300mm幅ダイスを使用し、シート成形速度が2m/分程度であるが、生産化に向けては幅、シート成形速度で数倍以上必要であるが、本委託業務期間で得た知見を活用することによって達成可能と考える。

##### 4-1-2 弊社開発シートの反射特性評価

反射板の最も重要な特性である反射率を測定し、他社反射板と比較した（図1）。

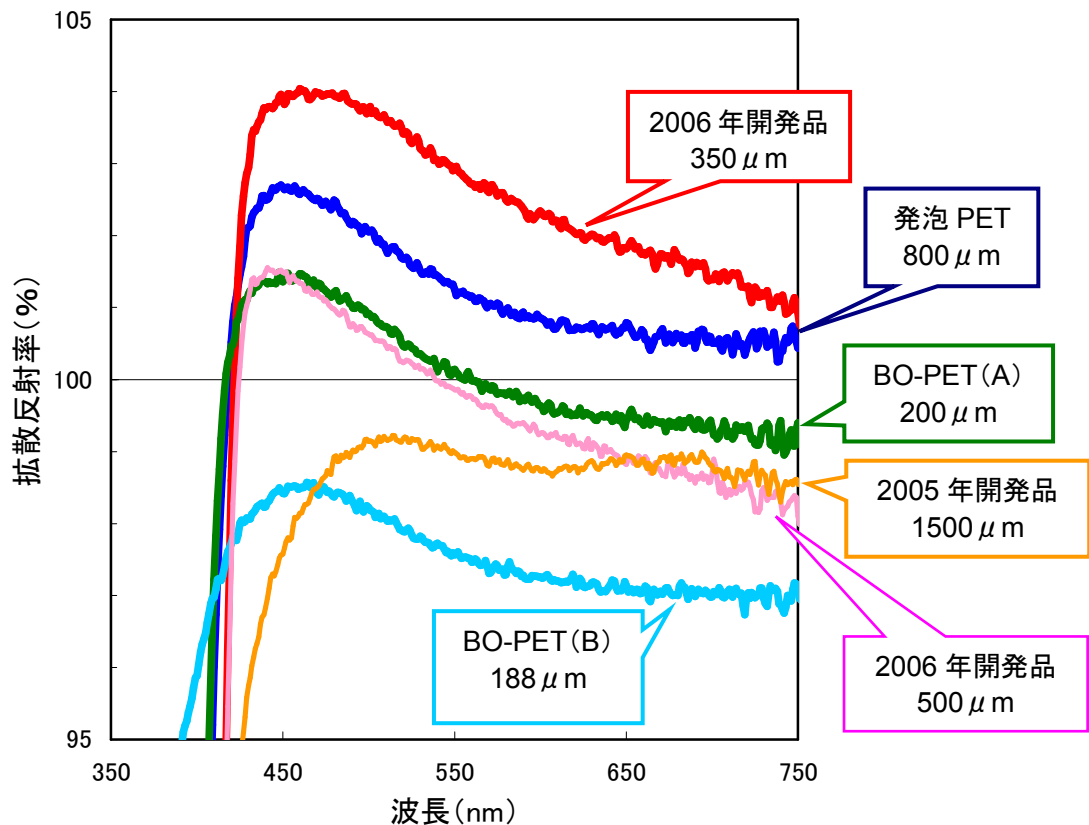


図1 各反射板用シートの拡散反射率

表1 各反射板用シートの550nmでの拡散反射率

2006年開発品・350 μm	102.9
2006年開発品・500 μm	99.9
2005年開発品	99.0
発泡PET	101.2
2軸延伸PET(A)	100.1
2軸延伸PET(B)	97.6

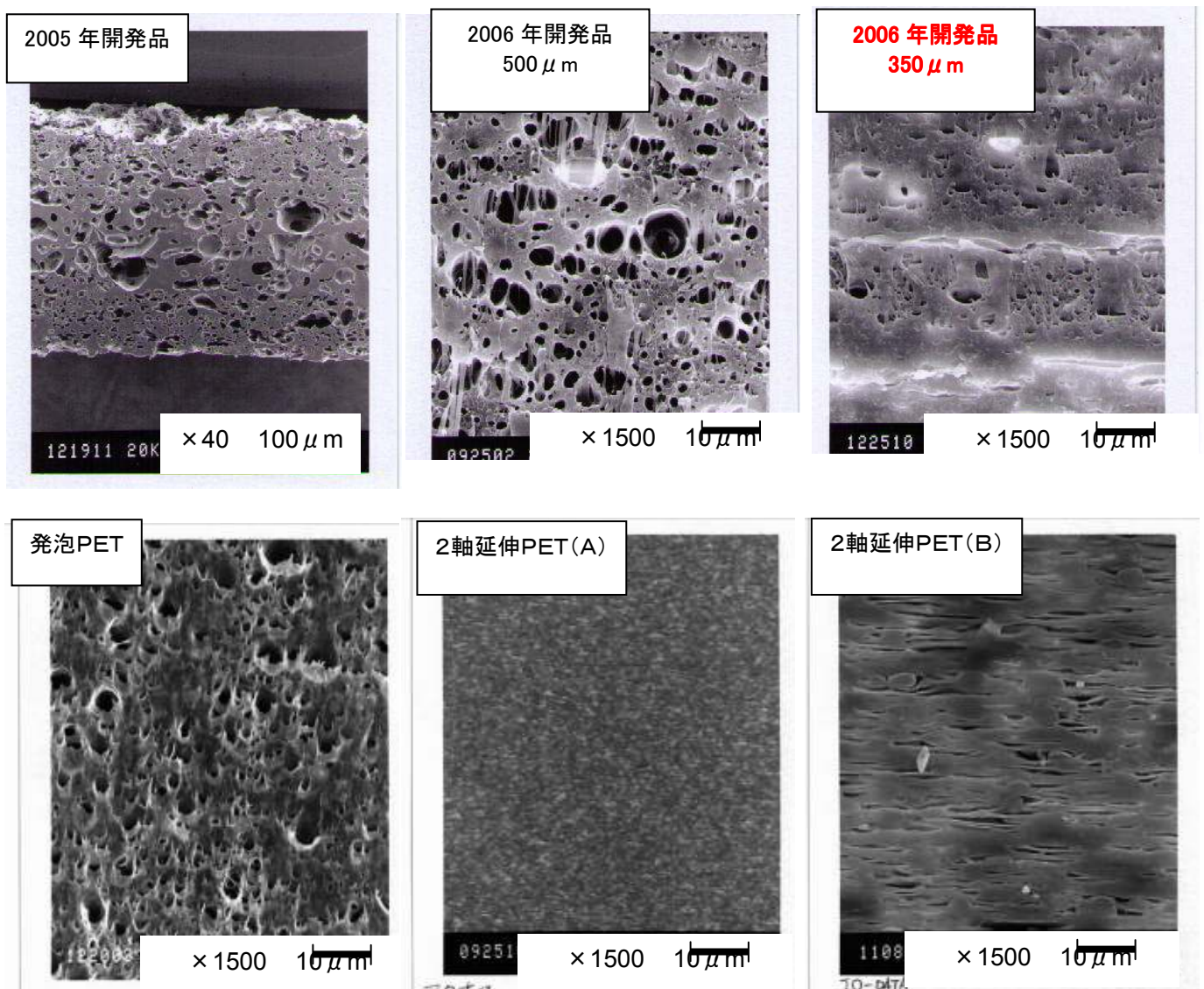
2005年に産業総合技術研究所所有のシート成型装置を借用した採取したシートサンプルと比較すると、厚さが3分の1に薄くなったにも関わらず反射率を約4%向上させることができた(550nmでの拡散反射率で比較)。また、他社反射板と比較しても、同等以上の反射特性を持つサンプルを得ることができた。

この要因としては、シート内に含有する気泡径をより小さく、均一にすることが可能となったことが挙げられる(写真1)。原料処方、シート成型プロセスの確立が微細気泡を均一に生成させることに結びついた。

拡散反射率測定のための主な条件は下記の通り。

- ・ 機器：島津UV-2550 (島津製作所製)
- ・ 標準：硫酸バリウム

写真1 各サンプルのシート断面 (SEM観察)



### 4-1-3 弊社開発シートの耐光性評価

光源からの光を反射し続ける反射板にとって耐光性は重要な特性と言える。既に市販されている他社製品は素材がPETであるものが大半を占めているが、PETは耐光性の低い素材であることからすると、大量の耐光剤を原料に添加もしくはシート表面にコーティングしていると考えられる。

耐光剤の添加やコーティングは、原料価格の増加や生産工程の煩雑化を招き、反射板価格の増加に繋がっている。

弊社開発品は、耐光性の高い原料処方とすることにより、耐光剤無添加で他社品同等の耐光性を持つ(図2)。今後、さらに厳しくなる価格競争の面でも弊社開発品が有利である。

耐光性試験の主な条件は以下の通り。

- ・ 機器：スーパーキセノンウェザーメーターSX75 (スガ試験機)
- ・ 所有：京都市産業技術研究所
- ・ 照度：180w/m<sup>2</sup>
- ・ 条件：63℃、12分間降雨/1時間

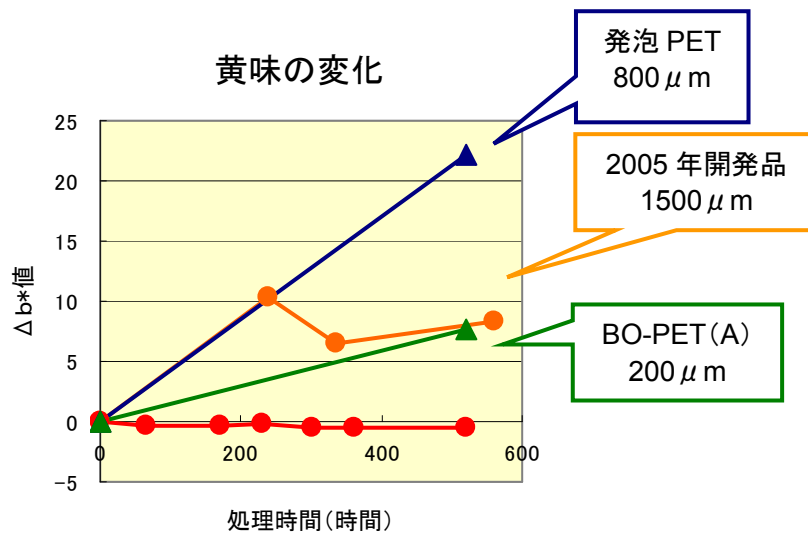


図2 各サンプルの耐光性 (黄味の変化)

### 4-1-4 弊社開発シートの成型加工性評価

反射板の反射特性をさらに向上させたり、反射特性は現行のままにコストダウンするなどの要求は、今後さらに強くなると考えられるが、その対策の一つとして、反射板を冷陰極管の一部を覆うような形状にするという案がある(図3)。



図3 弊社開発シートの成型加工品

「ディスプレイ用光学フィルム（シーエムシー出版）」によれば、そのような形状を持つ反射板は既に検討されているようであるが未だ市場に出回っていない。現在、反射板の主流である二軸延伸フィルムを図3のような形状に加工するためには、薄い金属板にラミネートし、金属板ごと成型加工する必要があるためコストアップとなる。これは、二軸延伸で製造されたフィルムやシート内は結晶化が進んでいるため、成型加工に適した機械特性を持っていないためである。弊社開発シートは延伸工程を経ず、原料も非晶性であるために、図3のとおり容易に成型加工ができた（成型加工テストに用いた金型は食品パッケージ用）。今後は、図3のような形状に加工した反射板を用いてその効果を検証していく。

#### 4-1-5 弊社開発シートの生産化検討

将来的に弊社開発シートを生産化する場合を想定して、生産化に必要な技術やノウハウなどを構築中。生産化においては、現行の弊社パイロット装置から幅、シート成型速度ともに数倍以上必要となるために、想定される懸念点を議論し、その解決策を弊社パイロット装置で見出そうというものである。引き続き同様の議論、検証を重ね、速やかに生産化できるよう準備する。

#### 4-1-6 まとめ

2-2 研究開発の最終目標にあげた各項目について、その達成状況を下記する。

1) 微細発泡シート成型プロセスの確立

超臨界ガス含有ポリマーを押し出し、連続的に微細発泡シート成型を行うプロセス、成型条件、原料組成を確立した。

2) シート中に気泡サイズ $5\ \mu\text{m}$ 以下の微細発泡の実現

写真1のとおり、シート中の気泡サイズは、ほぼ $5\ \mu\text{m}$ 以下を達成した。

3) 微細発泡により、シートの平均全光線反射率98%以上の達成

シート厚さ $350\ \mu\text{m}$ でも反射率100%以上を達成した。

4) シート内均一発泡の実現により、品質バラツキの少ない反射シートの実現

反射特性のばらつきを抑えるためには、シート厚みむらの低減、積層むらの低減、シート表面のキズ低減など、これまで以上に難度の高い課題をクリアする必要がある。弊社パイロット装置に改善を加えることによって、より品質の高いシート成型ができるよう検討を続ける。

5) 広幅生産機への適用

生産化では、弊社パイロット装置より幅、シート成型速度ともに数倍以上大型化、増速が必要となる。現在は、生産化に必要なキー技術、条件について、弊社パイロット装置を用いて生産化を想定したテストを行っている。今後も引き続き検討し、短期間で生産に移行できるよう準備を進める。

6) シート単価 $1000\ \text{円}/\text{m}^2$ 以下のコストで生産することが可能な製造方法の確立。  
(シート厚み $1000\ \mu\text{m}$ のシートにて)

他社製品の予想価格を参考に、シート単価 $1000\ \text{円}/\text{m}^2$ 以下のコストで生産することが可能な原料価格、シート幅、シート成型速度を算出し、これらを達成するために必要な原料組成、シート成型条件を検討した。弊社パイロット装置での検討から得た知見を元に広幅生産機への適用ができれば、目標は達成できると考える。

#### 7) 開発した反射板の世界シェア10%以上獲得

6) のとおり、シート単価1000円/m<sup>2</sup>以下での生産化が達成できれば、弊社にて開発した反射板での世界シェア10%以上の獲得は可能と考える。最近、液晶ディスプレイ業界では激しい価格競争が起きており、今後もこの傾向は続くと予想される。弊社開発品のように高品質、低価格である反射板シートが、市場に受け入れられることは十分に考えられる。

### 4-2 総括

H17年、18年の研究開発期間において、現行製品と同等以上の特性、価格競争力を持つ新型反射板を開発することができた。今後は、生産を見据えた検討を行いつつ、新型反射板の事業化、生産化を進める。

## 5 参考資料・参考文献

### 5-1 研究発表・講演等一覧

特になし