

平成17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18年4月

情報通信研究機構

平成17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	市販の液晶TVに使用されている反射板の調査	9
4-1-2	産総研設備を使用しての発泡シートサンプル採取	9
4-1-3	産総研で採取したサンプルの評価	10
4-2	総括	11
5	参考資料・参考文献	
5-1	研究発表・講演等一覧	12

1 研究開発課題の背景

液晶テレビやPCなどに使用されている液晶ディスプレイの生産量は年40%の成長を続けている。中でも液晶テレビの国内出荷台数は、前年比150%以上の成長を続けており、とりわけ30インチを越える大画面液晶テレビの国内集荷実績は前年比200%以上と急激に成長している（図1）。

液晶ディスプレイに使用されている反射板シートの市場規模も年々成長を続けており、今後も引き続き成長が予測されている（図2）。

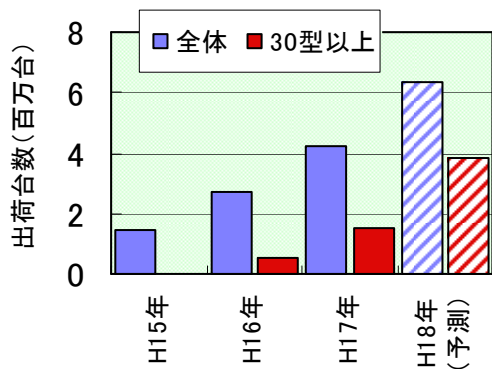


図1 液晶テレビの国内出荷台数

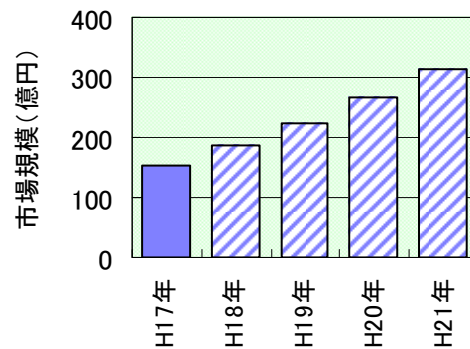


図2 反射板の国内市場規模

液晶ディスプレイは、20インチ未満の液晶テレビやPC用などの場合は、サイドライト型バックライトを使用しており（図3）、20インチ以上の大型液晶テレビの場合は、直下型バックライトを使用している（図4）。サイドライト型バックライトの場合、反射板は平面のまま使用され、直下型の場合は、バックライトを支持する金属板に合わせたコの字型加工や、冷陰極管を支持する部材を取り付けるための穴あけ加工などが施される。

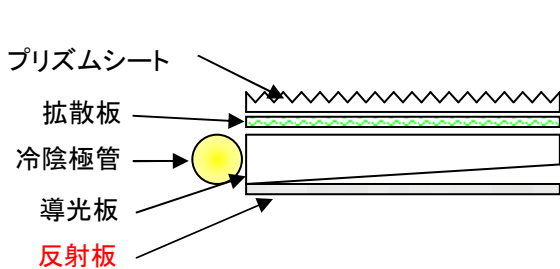


図3 サイドライト型バックライ

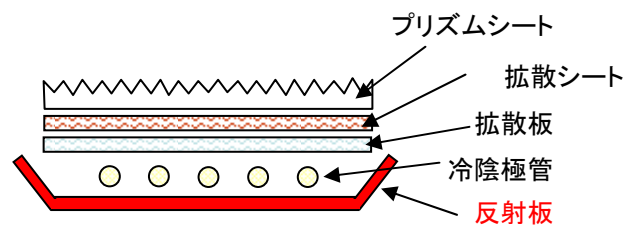


図4 直下型バックライト

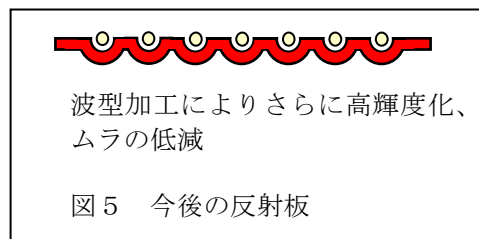
今後、特に大型ディスプレイ用の反射板に期待される項目は、

- ・ 低価格
- ・ 高反射率（高輝度でムラの無いバックライトに不可欠）
- ・ 易成型加工性
- ・ 自己保持性

である。

現在の液晶テレビ市場の成長は価格低下が進んだこととリンクしており、今後もこの傾向が続くことが予想されるため、反射板に求められる最優先課題は低価格化であるといえる。

また、今後も成長が続くことが予想される大型液晶テレビの場合、高輝度でムラの無い液晶ディスプレイが必要となる。図5には、現在検討中の反射板の一例を示すが、冷陰極管の配置に併せた波型の反射板とすることで、現行反射板よりもさらに高輝度、輝度ムラ無しが達成できるものと考えられる。この反射板により、冷陰極管の搭載本数を減らすことができれば、液晶ディスプレイの低価格化も可能となる。このような波型の反射板とするためには、易成型加工性が重要となる。



さらに、大型ディスプレイを組み立てる工程においては、反射板の自己保持性が重要となる。反射板自体にコシがなければ取り扱いが煩雑になり、生産性低下につながる恐れがある。反射板のコシは、厚みや用いる素材によって決まる。

現在の反射板シートは、2軸延伸PETフィルムと発泡PETシートが主流である。

2軸延伸PETフィルムは、PETに非相溶な樹脂を原料として混ぜ、熔融、押出し、2軸延伸してフィルム化する際に、非相溶な樹脂の界面が剥離し、微細な空隙が形成する。生産方式としては大量生産可能で、フィルムの製造コストを下げることに有利ではあるが、耐光性の低いPETを主原料としているために、高価な耐光剤（紫外線吸収剤など）を添加したり、耐光剤をコーティングしたりする必要があり、結果的には高価な反射板となっているのが実状である。また、今後の需要の伸びが期待される大型ディスプレイ用反射板としては、高反射率、易成型性、自己保持性で改善が難しい。

発泡PETシートは、無延伸PETシートを、二酸化炭素を充填した圧力釜中で処理し、シート内に二酸化炭素を含浸させ、そのシートを熱処理し、シート内に微細気泡を生成させたものである。発泡PETシートは、現存の反射板としては最高の反射率100%を示すが、生産方法がバッチ方式であり、さらなる低価格化が難しい。

このような反射板市場の現状を踏まえ、弊社は、現行反射板の弱点を克服した反射板を開発する。具体的には、超臨界ガスを熔融樹脂に混練、押出し、シート化し、微細気泡を形成させるプロセスを経て、微細発泡シートを連続的に生産する技術を開発し、この技術を用いて新規反射板を開発する。

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：

- ・バッチ式発泡PETシートと同等の性能を持ち、2軸延伸PET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：

- ・超臨界ガス発泡押出技術を使い、熔融ポリマーの状態で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 μ 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)超臨界ガス発泡押出技術：

- 例えば、炭酸ガスを7.3MPa、31.3℃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・溶解すると可塑材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の熔融伸張粘度が高く、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 PET フィルム (ボイド形成発泡技術)

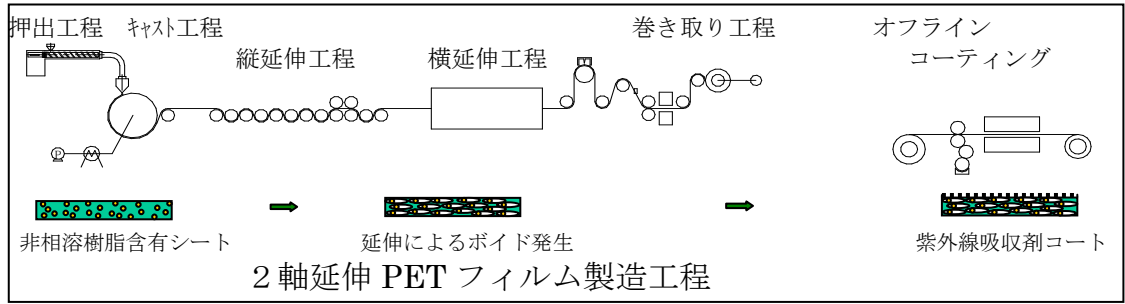
原理) PETの中にPETとは非相溶の樹脂を微分散させたキャストシートを成形し、これを連続的に長手方向、幅方向の2軸に延伸することで、ボイドを発生させる技術。

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。

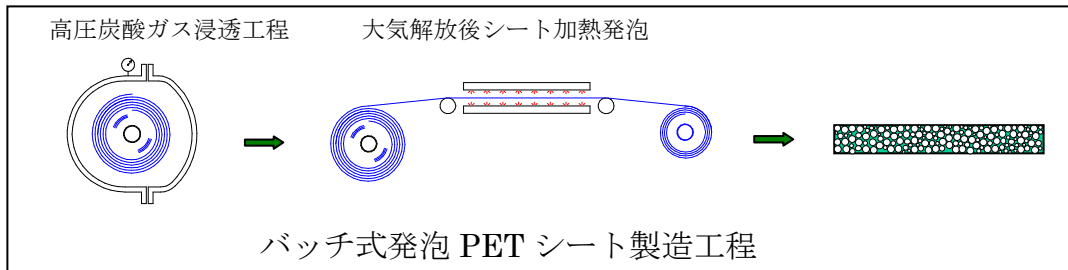


b) バッチ式発泡PETシート

原理) 透明なPET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。

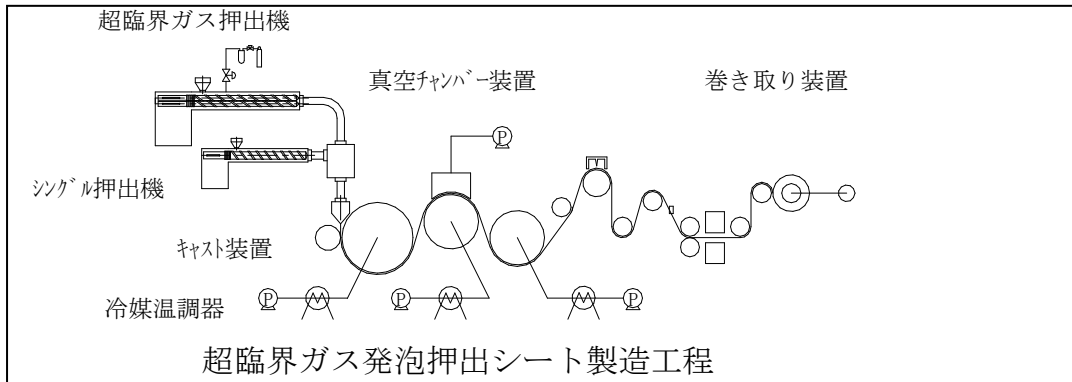
欠点) バッチプロセスのため、高コスト、品質ムラにより歩留まりが悪い。



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: $500\mu\text{m} \sim 1,000\mu\text{m}$

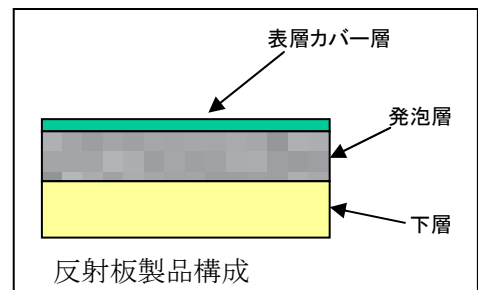
b) シート構成: 3層複合シート

・表層カバー層: $10 \sim 20\mu\text{m}$ 、透明層

・中層発泡層: $150\mu\text{m}$ 、発泡層

・下層: $500\mu\text{m}$ 、ベース層

c) 平均反射率目標: 99%以上



6) 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 研究開発目標

研究開発の最終目標（平成19年3月末）

- 1) 微細発泡シート成形プロセスの確立
- 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%以上の獲得。

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				計	備考
1)機械装置等開発費							
2)労務費							
3)消耗費その他経費 <ul style="list-style-type: none"> ・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							
合計							

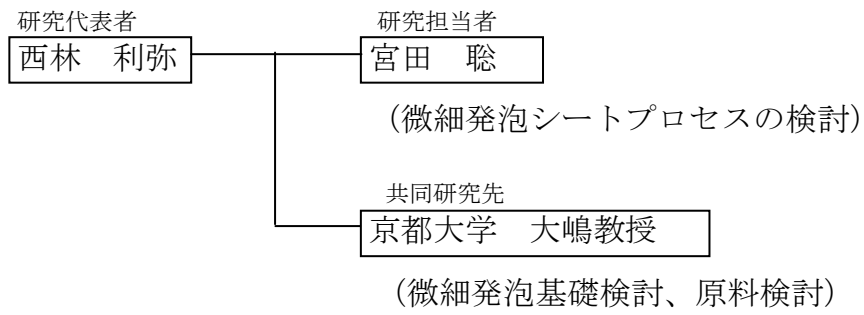
注) 1 経費は研究開発項目毎に消費税を含めた額で計上。また、間接経費は直接経費の30%を上限として計上(消費税を含む)。

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 市販の液晶TVに使用されている反射板の調査

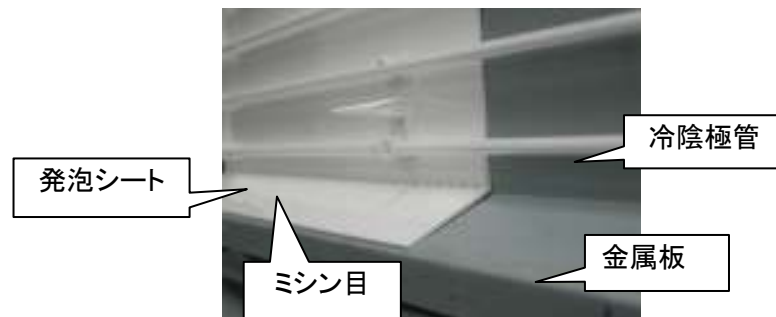
市販の大型液晶テレビを購入し、使用されている反射板の材質、形状（どのような加工が施されているか、など）を調査した。

以下2台の液晶TVを購入し、使用されている反射板を調査した。

- ・ 外国メーカーA社
- ・ 国内メーカーB社

解体、調査した結果を以下にまとめる。

- ・ A社製は厚さ1mmのC社製発泡PETシートを使用。バックライトは直下型で、反射板は金属板に両面テープで貼付。冷陰極管の支持部材を取り付ける部分は穴あけ加工が、金属板の形状に合わせた折り曲げ部はミシン目加工されていた。



- ・ B社製は厚さ200 μ mの2軸延伸PETフィルムを使用。反射板としての加工状態はA社製とほとんど同じ。



- ・ これら反射板の反射率、輝度は、4-1-3で報告する。

4-1-2 産総研設備を使用しての発泡シートサンプル採取

本委託業務開始前から計4回（開始前3回、開始後1回）のシート成型テストを実施し、反射率99%のサンプルをシート成型速度1m/分で採取することができた。

このサンプルの主なシート成型条件は以下の通り。

- ・ シート幅：300mm
- ・ シート厚：2mm

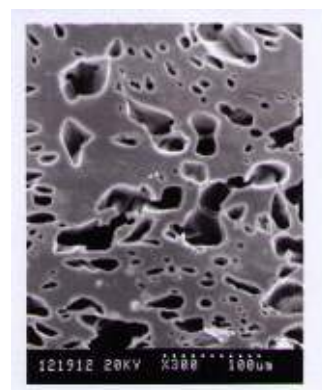
このサンプルの断面をSEM観察した結果を右に示す。
SEMの観察条件を下記する（京都府中小企業技術センター所有のSEMを借用した。）

- ・ 装置 : 日立製作所製S-800
- ・ 加速電圧 : 20kV
- ・ レイアウト : 写真下部がシートの冷却ドラム面側

シート内に、10 μ m以下の微細気泡が多数存在するが、約100 μ mの大きなものも存在するため、H17年度目標の気泡径50 μ m以下は未達成である。

しかし産総研でのテストでは、微細発泡シートの原料処方シート成型の樹脂温度条件、ガス供給条件、シート化プロセスなどの見当をつけることができた。

産総研テスト条件をベースに弊社でのシート成型テストを行っていくが、反射率98%以上（既に達成済み）、気泡径5 μ m以下、シート成型速度10m/分以上を目標とし、原料処方、シート厚み、シート構成の適正化などを行う。



発泡シート断面:SEM写真

4-1-3 産総研で採取したサンプルの評価

産総研で採取したサンプル、市販の液晶TVから採取した発泡シート2種の反射率、輝度測定を行った。

反射率は、京都府中小企業技術センター所有の分光光度計（島津製作所製UV-2550）を使用した。主な測定条件を下記する。

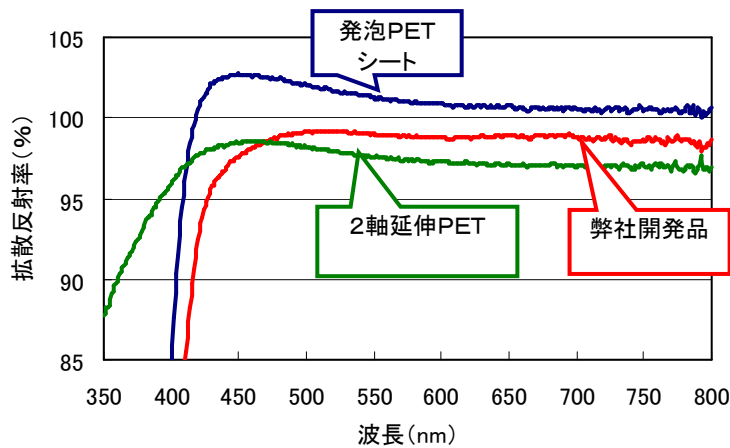
- ・ スペクトル : 350~800nm
- ・ スキャン : 中速
- ・ スリット幅 : 5nm
- ・ サンプリングピッチ : 1nm
- ・ リファレンス : 硫酸バリウム

弊社開発品は、550nmでの拡散反射率が99%で、発泡PETシートに劣るものの、2軸延伸PETフィルム以上の反射率を示した。4-1-2に記述のように弊社開発品には100 μ mほどの気泡も含まれており、このような気泡を減らすことによってさらなる反射率向上が可能と考える。

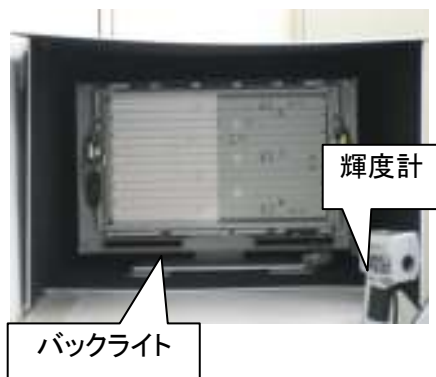
また、反射板としての機能を評価するために、ユニカミノルタセンシング製輝度計（LS-100）を借用、A社製液晶TVのバックライトの同位置に、同サイズのシートサンプルを取り付け、輝度を測定した。

- ・ 測定距離 : 2048mm
- ・ サンプルサイズ : 150×150mm

測定結果は下表のとおり。弊社開発品は、発泡PETシート、2軸延伸PETフィルムと同等の輝度を示すことがわかった。ただし、液晶TVサイズの反射板として評価できておらず、輝度のばらつきに関する評価が必要である。



各サンプルの拡散反射率



发泡PETシート (cd/m2)	2軸延伸PET (cd/m2)	弊社開発品 (cd/m2)	シートなし (cd/m2)
5004	4862	4983	3379

※サンプル取り付け位置を6点とし、その平均値を示した。

輝度測定の様子と各サンプルの輝度

4-2 総括

産総研でのシート成型テストにおいて、シート成型速度 1m/分以上で反射率 99%の发泡シートサンプルを採取することができた。これは、H17年度の開発目標であった、シート成型速度 1m/分以上で反射率 95%以上のサンプル採取、をクリアする結果だった。

H17年度目標であった気泡径 50 μm 以下という課題は未達成であったが、シート原料組成、シート構成 (厚み、積層構成)、シート成型プロセス (特にダイスから吐出した熔融ポリマーを冷却、固化し、シート化するプロセス) を検討、最適化することによって、H18年度目標に上げている「気泡径 5 μm 以下」を達成できるものと考えられる。気泡径が微小、均一化されることによって、シートの反射率はさらに向上するばかりではなく、シート表面の均質化、シート全体の特性のばらつき低減などの効果も発現することが考えられる。

H17年度においては、シート成型テストを実施し发泡シートサンプルを採取することを主としたが、市販液晶テレビを解体、調査することにより、現行の反射板がどのような特性を持つか、どのように使用されているかを評価、確認することができた。また、市販の液晶テレビのバックライトユニットを使用し、シートサンプルを反射板とした場合の輝度評価を行い、反射板の特性を反射率以外でも比較、評価できるようになった。この評価においても、産総研で採取した发泡PETシートサンプルは、現行の反射板として使用されている发泡PETシートや二軸延伸PETフィルムと同等であることが分かった。

下表に、現行の反射板シートと弊社開発品の比較をまとめた。弊社開発品は、生産性を向上させることによって、既存の反射板に対する価格メリットが出る。H18年度は、反射率や輝度などのシート特性だけではなく、シート成型速度、使用原料処方など生産性も考慮した検討を行い、生産化へ繋げていく。

	弊社 開発品	発泡PET シート	二軸延伸 PETフィルム
反射率 (%)	99 (>100)	98	100
輝度 (cd/cm ²)	4983	4862	5004
耐光性	◎	× 要耐光剤	× 要耐光剤
成型加工性	(◎)	×	○
生産性	(○) 連続生産	○ 連続生産	× バッチ生産
価格	(○)	△	×
厚み (mm)	1.0	0.2	1.0
自己保持性	○	×	○
将来性	◎	×	△

5 参考資料・参考文献

5-1 研究発表・講演等一覧 特になし