

人工皮革・合成皮革を使った表皮加飾成形技術及び応用展開

岡本 昭男 宇部興産機械（株） 射出成形機技術部 IM-Solution 担当部長

1 はじめに

大型射出成形機メーカーの宇部興産機械株式会社とU-MHIプラテック株式会社（旧三菱重工プラスチックテクノロジー社）と両社の射出成形機の販売管理会社のU&Mプラスチックソリューションズ株式会社の3社融合により、業界最大の成形機ラインナップと成形ソリューション技術をもつ総合射出成形機メーカーが誕生した。融合3社の中核会社である宇部興産機械株式会社では、型締自由制御「DIEPREST®」をベースに表面加飾成形技術、射出発泡成形、多色成形技術、金型回転式多機能複合成形技術など、多くの成形ソリューション技術を開発し、自動車分野を中心に射出成形品のコスト低減や製品軽量化、高意匠性、高機能化、高付加価値化、ハイブリット化などに大きく貢献してきた¹⁻⁴⁾。

本稿では、人工皮革・合成皮革を使った表皮加飾成形技術（DIEPREST® 成形法）及び応用展開について成形事例を交えて紹介する。

2 型締自由制御「DIEPREST」

型締自由制御「DIEPREST」を搭載する射出成形機を写真1に示す。電動サーボモータの回転方向と回転移動量の制御のみで、型開閉動作と型締昇圧・降圧動作が自由に動くこと、トルク倍力特性を利用して高精度型締自由制御ができること、型締動作と射出動作のリンク制御が容易なことの理由から、DIEPREST 搭載機としては電動サーボモータ駆動のトルク型締機能の全電動射出成形機を推奨する。750KNの小型機から35000KNの超

大型機まで幅広い技術分野で利用されている。

型締自由制御「DIEPREST」の機械動作事例を図1に示す。成形金型や射出成形機の経年変化及び成形環境の変化による誤差変動を補正することで安定した表皮加飾成形が確保できる。そのために、金型の開き量を計測する金型位置センサと型締力を実測する型締力センサを追加し、成形開始時の金型交換時に型締自由制御の起点となる型開量ゼロ点と型締力及び型開量の自動補正を行う制御方案を独自開発した。これにより、型締力10000KN以上の大型射出成形機においても、型締力と型開量の組合せ型締多段動作で型開量停止精度±0.05mm以下の高精度な型締自由制御性能を得た。

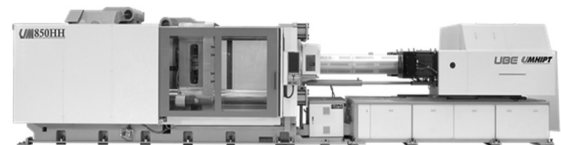


写真1 型締自由制御「DIEPREST®」搭載の射出成形機

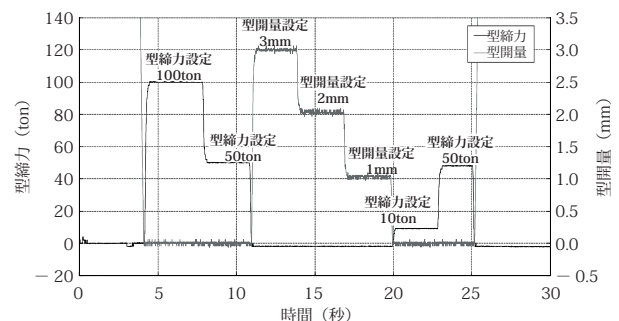


図1 型締自由制御「DIEPREST®」の機械動作事例

3 DIEPREST 自己回復理論

人工皮革・合成皮革を用いた表皮加飾成形の技術課題は、基材樹脂となる熔融樹脂の熱量と樹脂圧で人工皮革・合成皮革が熱的損傷を受け皮革風合いが大きく低下する点である。熔融樹脂温度を下げる、射出圧縮や射出プレスで代表される低压成形法の利用、などを駆使して熱的損傷を緩和する試みは、基材樹脂の成形性そのものを低下させるマイナス面を有しているためお勧めできない。また人工皮革・合成皮革の裏面に耐熱保護層などを積層ラミネート加工したものが一般的に使用されるが、材料コスト高は避けられない。

そこで、人工皮革も合成皮革も樹脂製であることから（以下樹脂皮革と呼ぶ）、樹脂の熱的特性を利用して成形中に受けた熱的損傷を自己回復させる理論を表皮加飾成形に展開させた（DIEPREST 成形法）。成形中は基材樹脂の熱量を受けて樹脂皮革はガラス転移点温度よりも高温に加熱され樹脂圧で変形する（熱的損傷）。この変形した状態でガラス転移点温度以下に冷却保持させることで熱的損傷が固定される。成形工程中の任意のタイミングで型締力を下げ金型を微小型開させると、樹脂皮革と金型が離れ空気断熱層が形成され樹脂皮革の金型冷却は阻止される。この状態で樹脂皮革は基材樹脂からの熱量を受けてガラス転移点温度以上に加熱される。ガラス転移点温度以上に加熱された樹脂皮革は熱的損傷が緩和され自己回復する。自己回復させた状態（微小型開のまま）で冷却完了を終えることで、皮革風合いを維持した高意匠性の表皮加飾成形品を得る。DIEPREST 自己回復理論の効果を図2に示す。樹脂皮革の裏面にソフト感を演

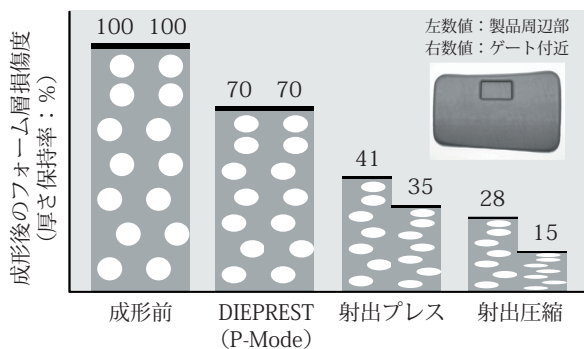


図2 型締自由制御「DIEPREST®」の自己回復効果事例

出するオレフィン樹脂系発泡層が積層ラミネートされており、発泡層が自己回復したことが確認できる。

4 DIEPREST 成形事例

図3にDIEPREST成形法の基本動作（DIEPREST-C-Mode）、成形事例を写真2に示す。

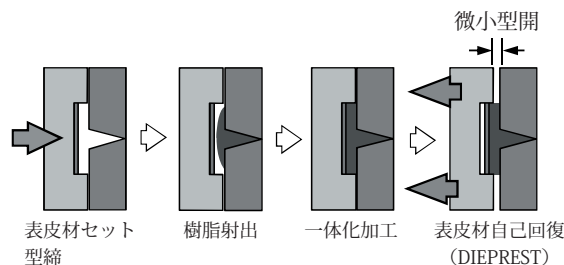


図3 DIEPREST 表皮加飾成形 (C-Mode)

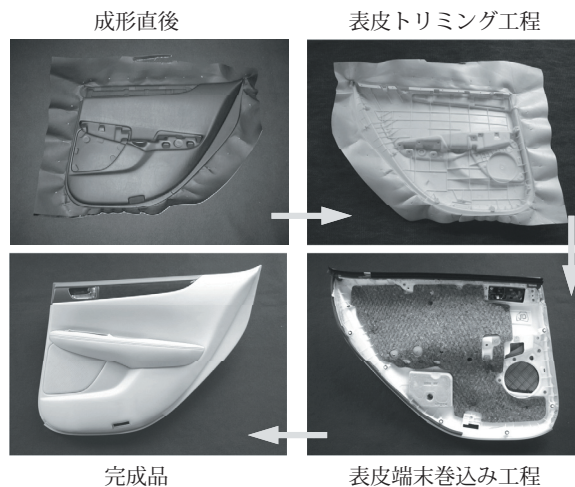


写真2 表皮加飾成形事例

所定形状に裁断された予備賦形無しの樹脂皮革シートを金型の所定位置に挿入固定させる。樹脂皮革の種類と製品形状の凹凸程度によっては、製品形状よりも一回り以上大きく裁断した樹脂皮革シートを用い、金型に付属された針刺し構造などのテンションコントロール機構を用いて、樹脂皮革シートに張力を付与させた状態で型締動作を行い、樹脂皮革シートを金型形状に3次元賦形させる。製品形状より大きい余肉部分の樹脂皮革シートは、成形後のトリミング処理工程で切断される。

金型の型締工程（樹脂皮革シートの3次元賦形）後に、基材層となる熔融樹脂を金型空間内に射出充填し、基材樹脂層の成形と同時に樹脂皮革シートと基材樹脂層を接合一体化させる。冷却保持工程は、基材樹脂層の冷却固化と微小型開による樹脂皮革シートの自己回復させる型締多段制御を用いる（DIEPREST 自己回復工程）。微小型開量は、樹脂皮革シートと金型キャビティ面に隙間を設け空気断熱層を形成させると同時に樹脂皮革シートの自己回復のスペースを確保させる狙いで最適値を設定する。金型を開き過ぎると外部から空気流入し樹脂皮革シートが急激に冷却されて自己回復できないことがあるので、最適値の設定には注意が必要である。冷却保持工程後に金型を型開し製品を取り出すことで、皮革風合いが自己回復した人工皮革・合成皮革が積層一体化された表皮加飾成形品を得る。

樹脂皮革シートの裏面側にオレフィン系樹脂発泡層が積層ラミネートされた樹脂皮革シートを用いることで、樹脂皮革に手触りソフト感を付与することができる。ただしオレフィン系樹脂発泡層は耐熱性が低く、基材樹脂の射出充填工程で金型ゲート部付近の樹脂発泡層が部分的に溶損することがある。この場合は金型ゲート部の樹脂の射出樹脂流動（噴流）を緩和させることが重要で、図4に示すように型開状態で基材樹脂を射出充填させる成形動作となる。基材樹脂の射出充填後、任意の時点で型締プレス動作を行い、基材樹脂層の成形と同時に樹脂皮革シートと基材樹脂を接合一体化させる。その後は図3で示したと同じく微小型開させて樹脂皮革シートの自己回復を行うことで、金型ゲート部の局所的な溶損が全くない皮革風合いが自己回復した表皮加飾成形品を得る（DIEPREST-P-Mode）。成形事例を写真3に示す。

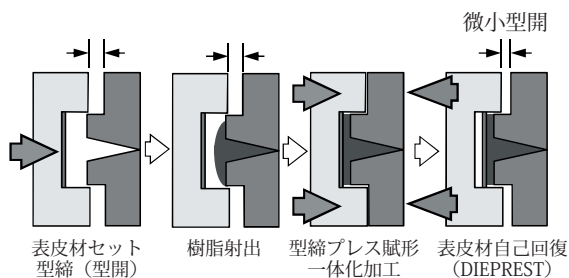


図4 DIEPREST 表皮加飾成形 (P-Mode)

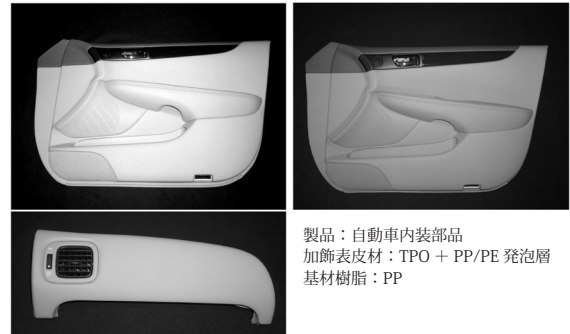


写真3 成形事例 (P-Mode)

樹脂皮革シートは型締動作により金型形状に3次元賦形させるが、常温では3次元賦形の程度に限界がある。従って、加熱真空賦形装置などを使って予め樹脂皮革シートを3次元賦形させたものを金型にインサートする成形方法が一般的である。本稿では加熱真空賦形装置などを使用しない低コストの成形法を紹介する。先ず型締動作により樹脂皮革シートを金型形状に略賦形させる。引き続き基材樹脂となる熔融樹脂の熱量を利用して、樹脂皮革シートを加熱軟化させながら、型締動作を多段で位置制御させて最終形状へ3次元賦形させる（DIEPREST 型締自由制御）。また、3次元形状の凹凸が激しい個所に相当する樹脂皮革シートをハロゲン加熱などで局部的に加熱する手段を組み合わせることもある。

樹脂皮革シートは意匠面に皮革模様が彫刻されている。3次元賦形させた時、賦形の凹凸の程度の違いにより彫刻されている皮革模様が部分的に伸ばされて意匠性が大きく変化することがある。この意匠性変化の対処方法を紹介する。樹脂皮革シートの意匠面には皮革模様を彫刻せずに、代わりに金型キャビティ面に皮革模様を彫刻する。樹脂皮革シートを金型にセットし型締し、基材樹脂の射出充填を行う。射出充填の後、比較的早いタイミングで微小型開を行い、空気断熱層を形成させ樹脂皮革シートと金型キャビティとの伝熱を遮断し、基材樹脂の熱量を利用して樹脂皮革シート表面を加熱軟化させる。その後、再型締動作を行い加熱軟化した樹脂皮革シートを皮革模様が彫刻された金型キャビティ面に押付けて、金型キャビティ面の皮革模様を樹脂皮革シート表面に転写させる（DIEPREST-R-Mode）。この成形方法により凹凸の程度が激しい3次元賦形であっても、皮革模

様が部分的に伸ばされて意匠性が低下することは回避できる。図5に金型キャビティ面に彫刻した意匠模様の転写性の効果を示す。金型意匠模様（深さ 50 μm ）が樹脂皮革シート面に精密転写されている。

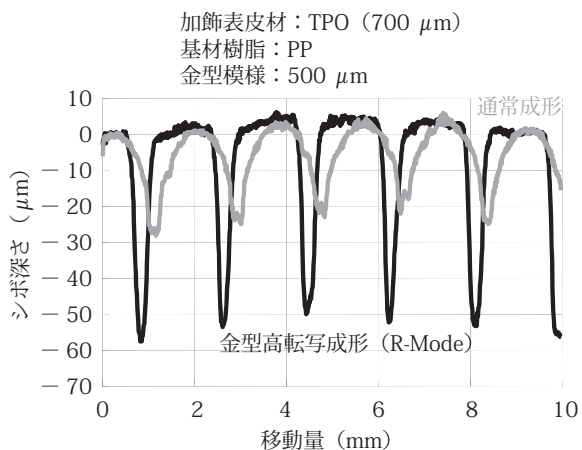


図5 金型模様の転写性比較 (R-Mode)

5 応用展開

樹脂皮革シートを用いた表皮加飾成形の応用展開事例について紹介する。

(1) 表皮加飾成形+発泡成形

製品軽量化、断熱性、吸音制振性などの機能性を付与させる発泡成形法を基材樹脂層に用いることで、機能性が付与された表皮加飾成形品を得る。成形動作を図6に、成形事例を写真4に示す。基材樹脂の発泡成形には、熱分解により発泡性ガスを生成する化学発泡剤や、発泡性ガスを直接供給する物理発泡剤などの発泡剤を添加した発泡性樹脂を用いる。樹脂皮革シートを金型にセットし型締後に発泡性樹脂を射出充填する。射出充填の完了と同時に型締降圧と微小型開を急速動作させ、発泡性樹脂の急激な圧力変動による発泡核形成を行う。続いて発泡性樹脂の熔融張力と発泡膨張力を同期させながら適正速度で型開動作を行い、発泡核を発泡セルに成長させ内部に微細な発泡セルを有する発泡基材樹脂層を得る。発泡基材樹脂層の冷却固化後にさらに微小型開させて、樹脂皮革シートの熱的損傷の自己回復を与える。

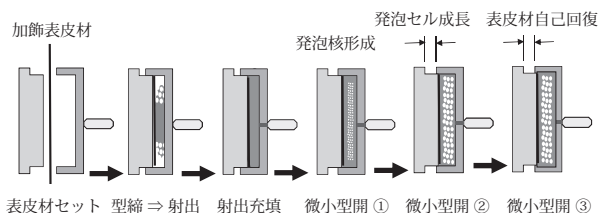


図6 表皮加飾成形+発泡成形

製品：自動車内装部品
 表皮材：PET 起毛+ PP/PE 発泡層+不織布
 基材樹脂：PP 発泡層

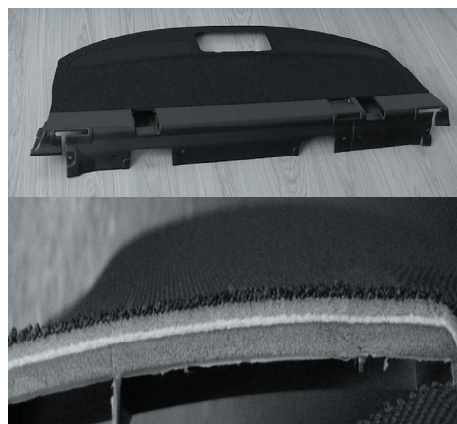


写真4 成形事例

(2) 表皮加飾成形+2色成形

樹脂成形品に求められる要求性能が年々高くなり、1種類の基材樹脂では要求性能を満足できない事例が増えてきた。そこで、高い要求性能を満足する機能性樹脂とコスト低減や製品軽量化を分担する汎用樹脂を組み合わせた2色成形法を利用する。この2色成形法と表皮加飾成形法を組み合わせたハイブリッド化成形事例を図7に示す。樹脂皮革シートを金型内にセットし型締後に1層目の基材樹脂を射出充填し、1層目基材樹脂と樹脂皮革シートを接合一体化させる。所定の冷却時間の後、金型を微小型開させて金型空間部に2層目の基材樹脂層を射出充填し、基材樹脂層が2層構造の表皮加飾成形品を得る。2層構造の基材樹脂のいずれかに発泡成形法を組み合わせることも可能であり、例えば、軟質系樹脂に発泡剤を添加した発泡性樹脂を用いて発泡成形させて、ソフト感を有した表皮加飾成形品を得ることもでき、樹脂皮革にソフト感を演出する発泡層を積層ラミネートの代替えとなる。

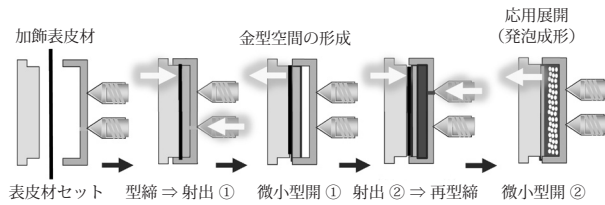


図7 表皮加飾成形+2色成形

図7は、1組の金型を用いて金型の型開量制御と2種類の基材樹脂の時間差で射出充填することで、設備コストの低減化を狙ったものであるが、製品の立壁面の基材樹脂層の厚み調整が困難など製品形状に制約を受けることがある。図8は製品形状の制約を受けない2色成形法を示す。2組の金型と金型回転機能を有する金型回転式2色成形機を用い、1層目基材樹脂の射出充填後に金型を回転交換させて2層目基材樹脂を射出充填する。通常は樹脂皮革シートを片方の金型にセットするが、2種類の樹脂皮革シートを双方の金型にセットすることで、2色成形品の両面に樹脂皮革シートが接合一体化された表皮加飾成形品を得る。

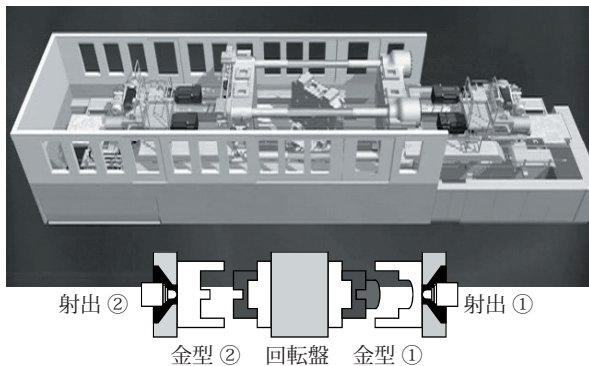


図8 金型回転式2色成形機

金型回転式の2色成形法と射出プレスや発泡成形などの型締自由制御を組み合わせた表皮加飾成形を行う場合には、図9に示す型締自由制御「DIEPREST」を搭載し、固定金型に複数の射出装置がドッキングした金型回転式2色成形機「Cav-Change®」を用いる。最近では図10に示すように、標準の射出成形機や縦型プレス機に超小型電動射出「プチ射出®」を取り付けて、2色成形機に機能性アップさせた成形設備を利用する事例が増えてきている。

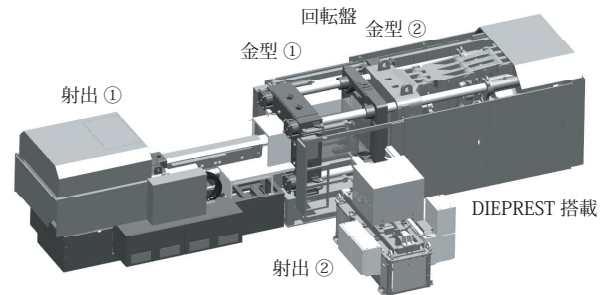


図9 金型回転式2色成形機「Cav-Change®」

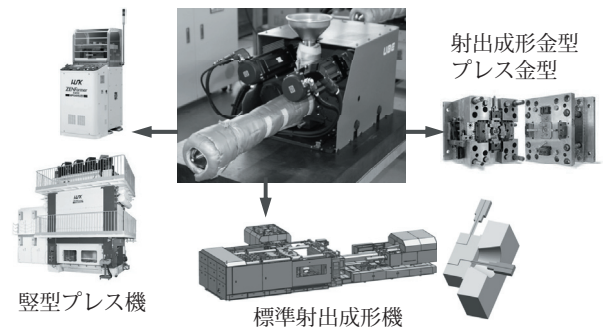


図10 超小型電動射出「プチ射出®」による機能拡張事例

図11は表皮加飾成形ではなく2色成形で人工皮革・合成皮革の加飾表現を代替した成形事例を示す。基材成形工程で金型に彫刻した皮革模様を基材樹脂層に精密転写させ、さらに裏面射出成形法と染み出し射出成形法を用いて、異なる樹脂で部分加飾させることで、より本物感を演出している。

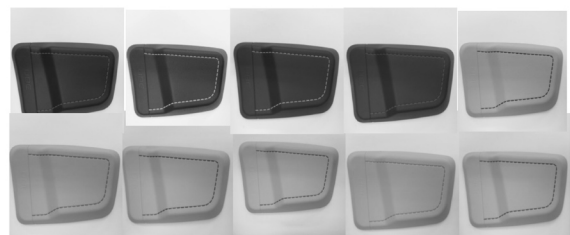


図11 2色成形による樹脂皮革の意匠性表現

(3) 機能性素材の利用

人工皮革・合成皮革の樹脂皮革を使った表皮加飾成形品は、基材樹脂に意匠性や加飾性などの機能性をプラスしたハイブリット化成形と言える。図12に機能性素材を使ったハイブリット化成形事例を示す。金属系以外

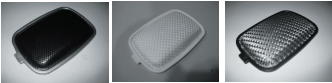
<p>金属素材 硬い、強い、重い、導電・通電性、磨けば光る、腐食</p> 	<p>自然素材 柔らかい、優しい、弱い、軽い、エコ、リサイクル、磨けば光る</p> 
<p>人工繊維 炭素繊維、ガラス繊維、金属繊維、樹脂繊維、混合繊維</p> 	<p>天然繊維 植物繊維、パルプ、木綿、絹、和紙、布、新聞紙</p> 
<p>樹脂素材 着色樹脂、透明樹脂、光沢樹脂、強化樹脂、発泡剤</p> 	<p>加飾素材 見た目、触感、奥行き感、光透過、和・洋風、本物、偽物</p> 

図 12 機能性素材とハイブリット化成形事例

の機能性素材は成形工程中に熱的損傷を受けるものが多い。樹脂皮革と同様に微小型開による自己回復が利用できるケースが多い。

6 おわりに

型締自由制御「DIEPREST」を利用した人工皮革・合成皮革などの機能性素材のハイブリット化成形技術は、樹脂成形加工分野の技術革新と発展に大きく貢献できた。さらに2色成形機や超小型電動射出「プチ射出」を利用した組合せ成形技術は、新たな商品開発の可能性を秘めている。本稿で紹介した成形技術は、弊社成形トライセンターのほかに、技術パートナーを含めて国内4拠点を成形トライ評価できる体制を整えている（和光技研工業株式会社、株式会社セイコーレジソ、株式会社放電精密加工研究所）。

注：以下は宇部興産機械株式会社の登録商標です。

プチ射出®

DIEPREST®

Cav-Change®

参考文献

- 岡本昭男，“進化する複化成形技術と適用事例”，プラスチックス，2016.4月特集号
- 岡本昭男，“射出成形と同時加飾成形プロセス”，成形加工学会，第159回講演会資料
- 岡本昭男，“超小型電動射出「プチ射出®」の特徴と成形事例”，型技術，2017.2月特集号
- 岡本昭男，“3次元形状の加飾技術と自動車部品への応用”，技術情報協会，加飾技術セミナー