

環境負荷低減を中心とする プラスチック加飾技術の最新トレンドと将来展望

榊井捷平 著
伊藤達朗

SAMPLE

まえがき

モノづくりの世界は「低コスト価格競争」から「高価値競争」への移行が定着し、人の感性に訴えかける製品開発が求められています。中でもプラスチック成形品は、安価に大量生産できる反面、一般的に、質感が不足、安っぽく感じられることがあり、これを解決し、二次品質（官能品質、質感）を向上させる手段として「加飾」への関心は、一段と高くなってきています。さらに加飾は、本来の目的である見栄え、高級感、質感などの向上のみならず、各種機能を付加した「機能付加加飾」や、塗装レス、リサイクル・リユース材利用、植物由来樹脂、各種複合材料など環境に優しい素材や技術の利用などの「環境負荷低減加飾」が注目され、自動車外装への適用にも関心が持たれて、実施されつつあります。このように加飾は、プラスチック業界の重要な一分野となっています。

加飾関連の書籍として、筆者らは、2020年1月に、フルカラーの総合的な加飾解説本を発刊させていただき、好評を得ていますが、その後6年以上経過し、環境負荷低減対応などを充実した新たな書籍が求められています。

そこで、本書は、筆者らが長年にわたり収集してきた加飾関係の情報に、近年の環境負荷低減対応加飾を幅広く加えて、「環境負荷低減を中心とするプラスチック加飾技術の最新トレンドと将来展望」としてまとめ、すでにプラスチック加飾に何らかの形で関係しておられる方をはじめ、これからプラスチックの加飾に携われる方も対象に制作したものです。ただ、ページ数の関係もあり、本書では概要的な解説をメインにしています。各技術については、かなり短縮した記述になっています。Web Siteを中心とする参考資料を提示していますので、より詳しくお知りになりたい方は参考文献も合わせ参照いただきたいと思います。

なお、加飾は、プラスチックに限らず、陶磁器、工芸品、ガラス、金属、セラミック、紙などに広く用いられますが、本書では原則として、プラスチックの加飾に限定して解説しています。

本書の執筆にあたり、情報、資料、サンプルを提供いただきました皆様、展示会などで展示サンプル、資料の撮影を許可いただきました皆様に深く感謝いたします。

本書ができるだけ多くの方にご活用いただき、皆様に少しでもお役に立てれば幸いです。

梶井捷平
伊藤達朗

目次

まえがき	3
第1章 プラスチック加飾概要	11
1 プラスチック加飾について	11
1.1 プラスチック加飾とは	11
1.2 プラスチック加飾の背景となる感性工学とCMF	11
1.3 プラスチックへの加飾の意義と課題	12
1.4 プラスチック加飾の位置付け	13
1.4.1 見栄え、質感、高級、高品質	13
1.4.2 本物志向とプラスチック加飾	14
1.4.3 高く買っただけの商品の設計、生産、販売	14
2 プラスチック加飾技術の分類	16
2.1 インモールド加飾 (In-Mold Decoration)	16
2.1.1 射出成形を用いるインモールド加飾	17
2.1.2 射出成形以外のインモールド加飾	17
2.2 二次加飾、アウトモールド加飾 (Out Mold Decoration)	18
3 プラスチック加飾技術の選択	18
3.1 コスト/加飾品質から見た選択	18
3.2 コスト/生産数量およびCO2排出量とコストから見た選択	20
3.3 表面性能/生産数量から見た選択	20
4 プラスチック加飾技術の変遷	20
第2章 各加飾加飾の状況、動向、展望	25
1 フィルム加飾	25
1.1 フィルム加飾に使用される成形方法	26
1.2 フィルムインモールド加飾とフィルムアウトモールド加飾の比較	27
1.3 フィルムインモールド加飾 (In-Mold Decoration、IM-D)	28
1.4 フィルムアウトモールド加飾 (Out Mold Decoration)	29
1.4.1 フィルム貼合、転写アウトモールド加飾	29
1.4.2 水圧転写 (Water Pressure Printing、WPP)	35
1.4.3 ホットスタンピング (Hot Stamping)	36
1.5 フィルム加飾成形の方法の詳細比較	36

1.6	加飾フィルム	37
1.6.1	加飾用基本フィルム	38
1.6.2	加飾フィルム	39
1.6.3	加飾フィルムの需要	39
2	特別な表面層を付与しない加飾 (Non Skin Decoration、NSD)	39
2.1	材着樹脂成形、モールドインカラー (MIC)	41
2.2	その他のNSD	43
3	ソフト表面加飾	45
3.1	本格的なソフト表面加飾	45
3.2	ソフトフィール加飾	47
4	インモールドコート (IMC)、インモールド塗装 (IMP)	47
5	その他の加飾技術	49
5.1	有版印刷、3Dパッド印刷、インクジェット印刷	49
5.2	塗装、めっき、レーザー加飾、構造色加飾、成形品への染色	49
5.3	真空蒸着、スパッタリング、イオンプレーティング	52
5.4	静電植毛、ファイバーコート	53
6	目的別加飾	53
6.1	金属調 (メタリック) 加飾技術	53
6.2	艶消し加飾技術	53
6.3	繊維複合材料の表面加飾技術	56
第3章 環境低減加飾の最近の動向と今後の展望		61
1	今後の加飾に関連する国際社会の目標、自動車メーカー (産業) の目標概要	61
1.1	SDGs (Sustainable Development Goals、持続可能な開発目標)	61
1.2	「IPPC」(気候変動に関する政府間パネル) 関係	61
1.3	自動車メーカー (産業) の目標	62
2	今後の加飾 (技術) 概要	64
3	塗装・めっきレス (塗装・めっき代替) 加飾	67
3.1	自動車外装を主対象とした塗装代替 (塗装レス) 加飾	67
3.2	塗装代替各工法の最近の動向と今後の展開	70
3.2.1	フィルム加飾	70
3.2.2	材着樹脂成形、モールドインカラー (MIC)	73
3.2.3	インモールド塗装 (IMP) or インモールドコーティング (IMC)	78
3.2.4	インクジェット塗装、ホットスタンプ	80
3.2.5	テスラのアンボックスドプロセス	80
4	植物由来材料および植物由来繊維複合材、他繊維複合材使用の加飾	81

4.1	植物由来材料使用の加飾	81
4.2	植物由来繊維複合材料使用の加飾	83
4.3	その他の複合材料使用の加飾	88
4.4	特殊繊維使用の加飾	88
4.5	バイオマス表皮、副資材	90
5	軽量化材料と技術による加飾	91
5.1	軽量化と加飾、軽量化素材	91
5.2	軽量化技術	93
5.3	マルチマテリアル	95
6	リサイクル関係加飾	95
6.1	モノマテリアル化、易解体・層剥離	96
6.2	リサイクル関係加飾	96
6.3	資源循環法規則	99
第4章 注目加飾技術の最近の動向と今後の展望		107
1	機能性付加加飾	107
1.1	機能付加加飾の実例	107
1.1.1	表面耐擦傷機能付加素材、技術	107
1.1.2	高触感付加素材、技術	110
1.1.3	メタリックで光・電磁波透過機能付加	112
1.1.4	メタリック以外で光・電磁波透過機能付加	112
1.1.5	自動車の内外装に用いられている照明加飾	115
1.1.6	光、電気制御、センサーなど	115
1.1.7	撥水、指紋付着防止、防染	115
1.1.8	TOMによる各種機能付加	115
1.1.9	外部刺激による色の変化	119
1.1.10	抗菌、抗ウイルス、香り付与	119
1.1.11	金属音付与	119
1.1.12	遮熱性能付与	119
1.1.13	太陽電池向け加飾フィルム	122
1.1.14	室内光発電	122
2	バイオミメティクスと構造色加飾	122
2.1	バイオミメティクス	122
2.2	構造色加飾	125
2.2.1	自然界の構造色加飾例とその仕組み	125
2.2.2	プラスチックに応用されている構造色加飾	125

2.3	バイオミメティクスの今後の展開	133
3	その他の注目加飾	134
3.1	3Dプリント着色加飾	134
3.2	その他注目加飾	136
第5章 分野別採用事例		141
1	自動車内装への適用と今後の展開	141
1.1	自動車生産台数、電動化比率、自動運転	141
1.2	最近の自動車内装代表例	141
1.3	次世代モビリティキャビン、コックピット	143
1.4	加飾ディスプレイ	144
1.5	加飾技術別の最近の自動車内装例、および今後の自動車内装例	146
1.5.1	フィルム（シート）加飾内装例	146
1.5.2	NSD（Non Skin Decoration）内装例	148
1.5.3	IMP（インモールド塗装）の内装例	149
1.5.4	ソフト加飾内装例	150
1.5.5	繊維織物柄、（または織物柄フィルム貼合）加飾内装例	150
1.5.6	光を使った加飾内装例	152
1.5.7	その他の加飾技術内装例	152
1.5.8	遮熱対応内・外装素材、技術	157
1.5.9	日本の伝統工芸利用内装例	157
1.5.10	3Dプリント加飾内装例	157
2	自動車などの外装（他のモビリティを含む）への適用と今後の展開	165
2.1	最近の自動車（外装など）の例	165
2.2	今後の自動車外装、システムイメージ	168
2.3	主要外装部品の最近の動向と今後の展開	171
2.3.1	フロントモジュールコンセプト	171
2.3.2	フロントパネル、グリル	171
2.3.3	その他の垂直パネル	175
2.3.4	ルーフなどその他の部品	177
2.3.5	その他の外装部品	178
2.3.6	材着樹脂の射出成形（MIC）による部品	180
2.3.7	3Dプリント利用外装、構造部材	180
2.4	特殊なボディのくるま	180
2.5	二輪車の外装	183
2.6	空飛ぶクルマについて	185

3	モビリティ以外の用途への適用と今後の展開	191
3.1	大阪・関西万国博覧会で見られた建造物、展示品	191
3.2	住設部品、建材への採用例	192
3.3	室内部品への採用例	192
3.4	化粧品容器などへの採用例	192
3.5	各種容器、日用品への採用例	195
3.6	家電、通信機器などへの採用例	195
3.7	装飾品などへの採用例	195
3.8	その他への採用例	195
第6章 加飾技術の今後の展開（まとめ）		201
1	全分野共通の今後の加飾（技術）	201
2	モビリティ分野の今後の加飾（技術）	201
3	加飾工法別の今後の加飾（技術）	202
4	その他	202
第7章 プラスチック加飾技術全般を扱う主要な書籍、文献など ...		203
	著者略歴	206

環境負荷低減を中心とする
プラスチック加飾技術の最新トレンドと将来展望

SAMPLE

SAMPLE

第1章 プラスチック加飾概要

1 プラスチック加飾について

1.1 プラスチック加飾とは

図1-1に示すように、「加飾」とは「器物の表面にさまざまな工芸技法を用いて装飾を加えること」と定義されており、例えば、縄文式土器や工芸品の蒔絵などのように加飾は昔から行われていたが、プラスチックにおいても、消費者の感性に訴えて、買っていただける商品を作るための手段として、最近特に関心が高くなっている。何らかの表面層を付与して見栄えを向上させる「狭義の加飾」と、特別な表面層を付与せずに見栄えを向上させる技術を含めた「広義の加飾」があるが、本書では「広義の加飾」を「加飾」として扱う。

1.2 プラスチック加飾の背景となる感性工学とCMF

プラスチックの加飾技術の説明に先立って、本技術の背景となる「感性工学」と「CMF (Color/Material/Finish)」について、若干説明をする。

感性を生かしたモノづくり、感性に訴えるモノづくりを対象とした学問として、「感性工学」があり、早稲田大学の長沢伸也教授などが研究をされている¹⁾。

図1-2は感性工学から見た商品品質を示す。商品の品質は、理化学検査で計測できる第一次品質（機能・性能）、感性評価で評価できる第二次品質（高級感、見栄え）、イメージ調査で評価できる第三次品質（ブランド、ネーミング）から成り立っている。



図1-1 加飾とは

第1章 プラスチック加飾概要

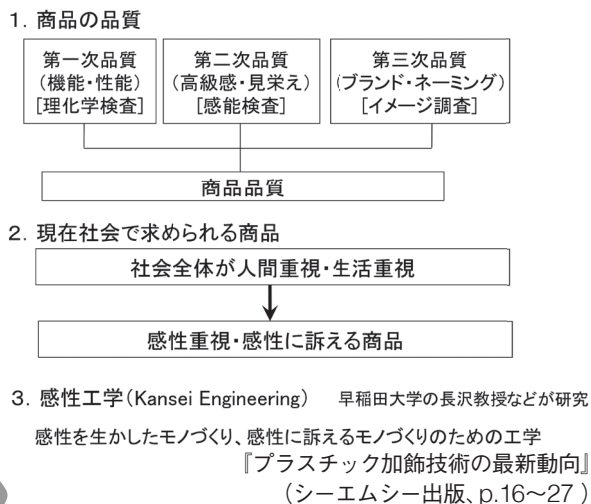


図1-2 商品品質と感性工学

最近の技術向上は目覚ましく、プラスチックを用いた商品に限らず、ほとんどの商品で各社の商品に第一次品質（機能・性能）の差が少なくなり、かつ市場には豊富に商品がある時代になって、第一次品質を求めるより、第二次品質（高級感・見栄え）、さらには第三次品質（ブランド・イメージ）を重視して商品を購入する傾向が強くなっている。これらの傾向は商品購入の中心層である若者で特に顕著であるといわれているが、シニア世代でもその傾向が見られる。

感性による選択の基準となる快適性に個人的な基準はあっても明確な社会的基準はないが、それぞれの時期にその時期の方向性があり、これをいかに把握するかが商品開発上のポイントであるといわれている。

「CMF」とは、モノの表面を構成する、大切な3つの要素であるColor(色)、Material(素材)、Finish(加工、仕上げ)のことで、製品のデザインにおいて欠かすことができない。加飾製品は、このCMFに基づいてデザインされている。

1.3 プラスチックへの加飾の意義と課題

図1-3はプラスチック加飾の意義と課題および今後の加飾をまとめたものである。プラスチックは優れた特性に加えて、賦形の容易性、軽量性などに優れた素晴らしい材料であるが、プラスチック成形品は通常の一次成形のままでは、安っぽく見える、冷たい感じがするなどの課題があり、これは質感の不足に由来する。質感のある他の素材を付与する、あるいは成形品の外観品質の向上を行うことによって、プラスチックの本来の特徴である優れた機能性、賦形性、軽量性と相まって、第二次品質の中の視覚的品質（見栄え、外観）の良い、感性に訴える商品が得られる。ただ、加飾は一般

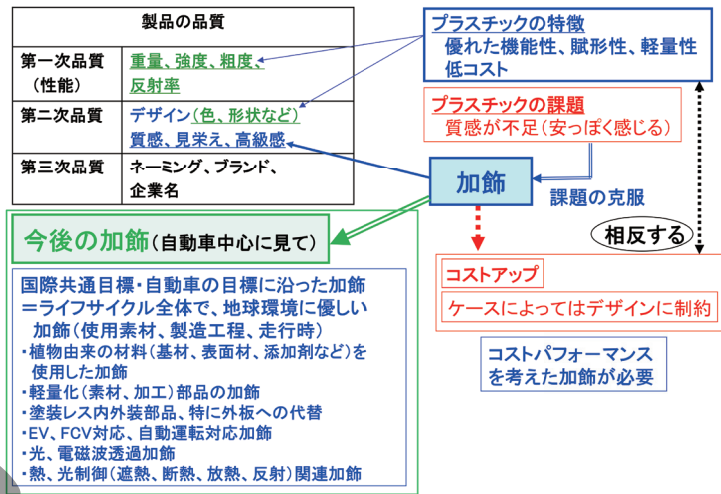


図1-3 プラスチック加飾の意義と課題および今後の加飾概要

的にはコストアップを伴い、ケースによってはデザインを制約する可能性があり、これはプラスチック本来の持つ特徴と相反することになる。これらを念頭に置いて、コストアップに見合うあるいはそれ以上の価値を付与し、高くても売れる商品、欲しくなる商品、ワクワクする商品に仕上げる必要がある。今後の加飾の詳細は、第3章で示すが、国際共通目標、自動車などの目標に沿った加飾=ライフサイクル全体で、地球環境に負荷を掛けない(優しい)加飾になっていくと思われる。

1.4 プラスチック加飾の位置付け

1.4.1 見栄え、質感、高級、高品質

加飾において、見栄え、質感、高級の言葉がよく使われる。これらは、個人の価値判断によるもので、同一のものを見ても個人でその感じ方は異なる。

図1-4は品質の構成要素と高品質、高級、質感、見栄えを加飾との関係で、筆者の見解としてまとめたものである。

筆者は、「基本的な加飾」は、第二次品質の中の「視覚的品質」に優れたもので、見栄えの良いもの示し、視覚的品質の他に触覚的品質を加えたものが「高質感(質感が高い)」で、これを加えたものが「拡大解釈した加飾(高質感加飾)」を示すものと考えている。「高級(感)」は、さらに他の第二次品質も高く、ケースによっては第三次品質も高いものを示すと解釈している。そして、「機能付加加飾」は、加飾に第一次、第二次品質のいずれかを積極的に付加したものと捉えている。高品質は、加飾とは直接関係がなく、一般的には第一次品質が高い(ケースによっては、第二次、第三次品質も高い)ものとする。「高級=高品質+α」で、α=希少性、オリジナリティ、歴史性、

第1章 プラスチック加飾概要

【製品の高品質、高級、質感、見栄え】 = 個人的な認識

高級、高質感、見栄えは個人の価値判断					
品質		言語			
構成	分類	高品質	高級	高質感	見栄え
第一次品質		◎	△	-	-
第二次品質	視覚	○	◎	◎	◎
	触覚				-
	その他				-
第三次品質		△	○	-	-

加飾に一、二次品質のいずれかを積極的に付加したもの

図1-4 品質の構成と高品質、高級、質感、見栄えおよび加飾

作り手のこだわり、ストーリー性とする意見もあるが、筆者は必ずしも高級に+αが必須であるとは考えていない。

1.4.2 本物志向とプラスチック加飾

図1-5は、本物志向とプラスチック加飾をまとめたものである。自動車のデザイナーなどは本物志向、本物へのこだわりが高い。「本物」とは、木、皮など天然の物で、繊維やアルミの切り出し品などを含める場合もある。また、木に樹脂などを含浸したもの、コーティングしたもの、本物に含められている。

そして、プラスチックの加飾品は、よく「Fake（フェイク）」と言われる（最近は少なくなったが）。フェイクは辞典によれば、「(だます目的で) 偽造する、(……の) ふりをする、フェイントを使う」と説明されている。フェイクがこのように定義されるのなら、プラスチック加飾品はFake（フェイク）ではない。本物に似せて製造したオリジナル品であり、プラスチック加飾でしかできない装飾が多くある。逆に、本物でないといけないのかとの疑問もある。

例えば、自動車の内装に上記の本物、プラスチック加飾の「木目調加飾品」が多く使用されており、「どれが『高級』でしょうか、どれが『見栄え』が良いでしょうか、どれを選びたいですか？」と尋ねても、必ずしも本物が選ばれることはなく、人によってその答えは異なる。

1.4.3 高く買っただけの商品の設計、生産、販売

図1-6に、高く買っただけの商品の設計、生産、販売についてのコンセプト示した。感性工学研究会、特に感性商品研究部会¹⁻²⁾の学術面からの知見がその土台になると考えている。

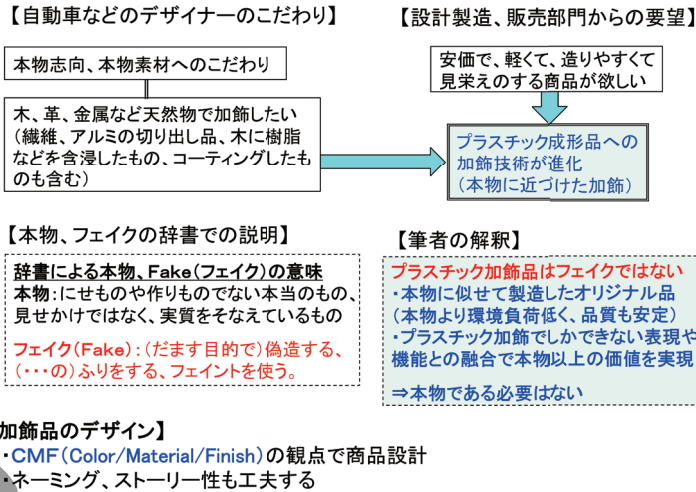


図1-5 本物志向とフェイクについて

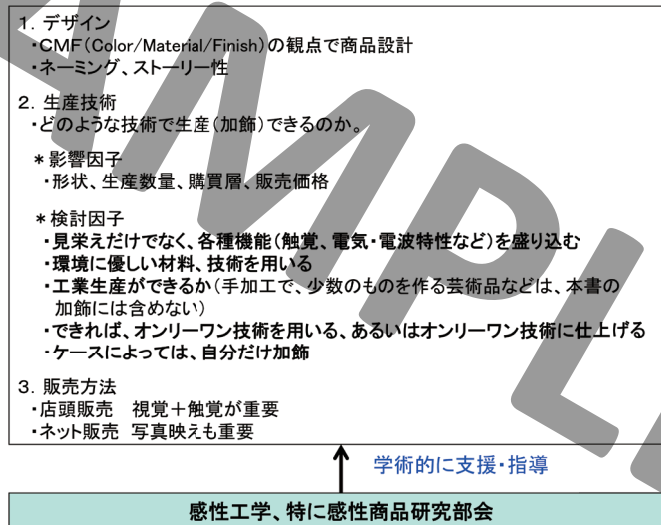


図1-6 高く買ってもらえる商品の設計、生産、販売

①デザイン

CMF (Color/Material/Finish) の観点で商品設計を行い、ネーミング、ストーリー性も工夫する。ストーリー性とは、歴史、開発苦労話、環境性(従来廃棄していた物の活用など)、うんちく、といった人を引き付けるネタ話を意味する。

②生産技術

形状、生産数量、購買層、販売価格などを考えて、どの技術で生産(加飾)できるのかを考える。検討因子としては、見栄えだけでなく、各種機能(触覚、電気・電