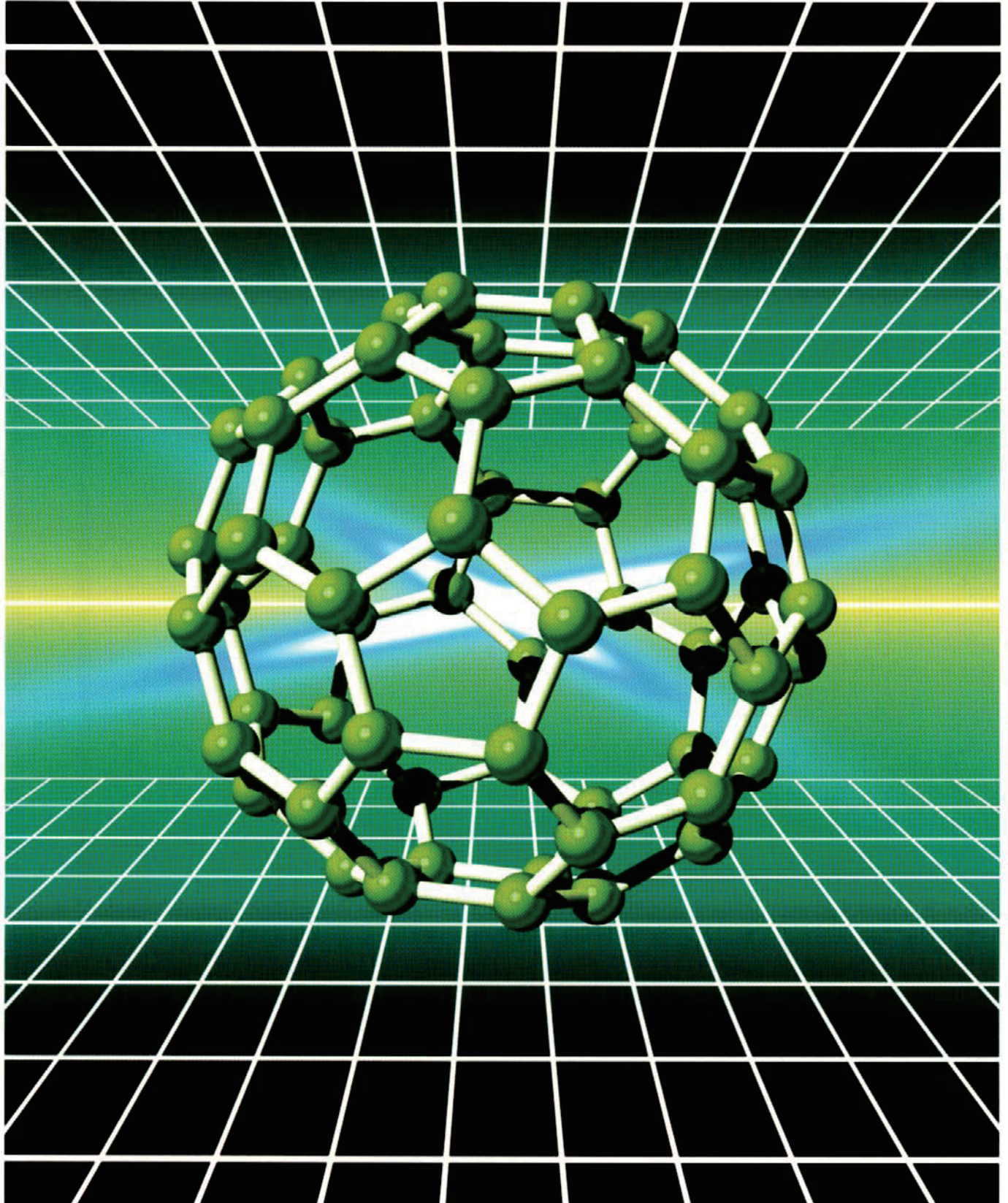


# 豊田合成技報

 TOYODA GOSEI TECHNICAL REVIEW

VOL.47 NO.1 2005



<b>巻頭言</b>	1 / 2 への挑戦	村田 篤則	1
<b>総説</b>	燃料系部品の動向	調 貞典	2
	自動車部品用ゴム材料の動向	林 秀典	6
<b>報告</b>	開発期間短縮に向けた機構部品の 作動設計システムの確立	岩田 弘	12
	樹脂傷付き性評価に影響を及ぼす要因検討	七田 裕章	18
<b>新技術紹介</b>	水系内装塗料	関谷 隆	24
	低 VOC 粘着剤	尾崎 康司	26
<b>新製品紹介</b>	愛・地球博 トヨタグループパビリオン出展 i-unit, i-foot 用 LED 照明	向川 隆夫 田中 義治	28
	ストライプ無反射ダクト	木野 等 小笠原 豊 岩尾 裕	30
	ガラス昇降耐久性向上ガラスラン	有竹 祐則 高原 光博	32
	見栄え向上ガラスラン	鵜飼 倫宏 沖田 智昭	34
	たばこ特化型空気清浄機	山口 秀明	36

---

# TOYODA GOSEI TECHNICAL REVIEW VOL.47 NO.1, 2005

---

## CONTENTS

<b>Foreword</b> .....	Atsunori Murata	1
<b>Technical Review</b>		
Trend in Fuel System Products .....	Sadanori Shirabe	2
Current Status and Prospects Next Stage for Rubber Material of Automotive Parts.....	Hidenori Hayashi	6
<b>Technical Reports</b>		
Establishment of Design System of Mechanical Products for Shortening Development Term.....	Hiroshi Iwata	12
Examination of Factors which affects to the Evaluation of Scratch on Plastics.....	Yoshiaki Shichida	18
<b>New Technologies</b>		
Water-borne Paint for Interior Parts .....	Takashi Sekiya	24
Low VOC Pressure Sensitive Adhesive.....	Yasuji Ozaki	26
<b>New Products</b>		
EXPO 2005 AICHI JAPAN The Toyota Groupe Pavilion Exhibition Light Emitting Diod Lighting for i-unit, for i-foot.....	Takao Mukogawa Yoshiharu Tanaka	28
Stripe Unreflective Duct.....	Hitoshi Kino Yutaka Ogasawara Hiroshi Iwao	30
Glass-Run with Improved Abrasion Performance.....	Masanori Aritake Mitsuhiro Takahara	32
The External Appearance Improved Glass Run.....	Michihiro Ukai Tomoaki Okita	34
Specific Air Purifier for Tobacco Smoke.....	Hideaki Yamaguchi	36

## 巻 頭 言



取締役副社長 村田 篤則

### 1 / 2 への挑戦

最近、約30年ぶりに若い頃にお世話になった大先輩にお会いする機会があり、いろいろ貴重なお話を伺うことができた。氏が共著で執筆された論文が「計測と制御」(Vol. 43 No.8 2004)に掲載されているが、そのなかで人類生き残りの一手法として「1 / 2 人間の世界の探求」が論じられている。

身長が1 / 2 になれば体重は数分の1、衣食住の消費量も数分の1になるであろう。しかしあまり小さくなりすぎると鳥や犬猫に襲われ絶滅しかねないので、1 / 2 くらいが妥当ではないか、という主旨である。そして1 / 2 人間の発想が荒唐無稽と思うまえに、なぜ人間が今の大きさになったのか、それを維持する意味はあるのかを考える必要がある、と結言されている。

そのような意識で私たちの身のまわりをみると、旧態依然の重厚長大、多量消費型の技術に依存しているケースが実に多くあり、維持しなければならない特別の理由も見当たらない。

たとえば

- ものづくりのための機械は、つくり出されるものの体積の何倍だろうか。  
数万倍はザラ、数十万倍というものもある。
- 原材料の歩留りはどうか。吹きつけ塗装の場合、塗料の歩留りはせいぜい30%台である。
- ゴムの加硫に費やされるのは、全投入エネルギーの20~30%である。  
照明器具は、ものにもよるが10%台から、たかだか数10%が光に変換されているにすぎない。
- 何工程かで構成される長い工程は、個々の大きさの見直しや工程数を半分にする。  
リードタイムもコストも激減するであろう。

1 / 2 化は、換言すれば効率を2倍以上にすることであり、目線としては大変わかりやすく、地球資源の確保や地球環境の保全にも大きく寄与することは言を待たない。その実現のためには、1 / 2 どころではなく超小型化されたナノテクやITを活用するという「微」をもって「小」を具現化する構図も浮かびあがってくるように思える。

私たちは New Millennium (新しい1000年), New Century (新世紀), 当然 New Decade (新しい10年) を体験した稀有の人類である。1999年から2001年のこの時期に、たまたま米国の現地法人に勤務していたので、アチコチでいろいろ行事が行われていたのは記憶に新しい。次世紀を論ずるような知見は毛頭ないし、それほど悠長な話が許容されるはずもないが、せめて 1 Decade (2010年), 容易に実現できそうもないものは 2 Decades (2020年) のビジョンをしっかりとって、今の大きさを1 / 2 あるいは効率を2倍以上にするための技術の進展と深化を追求することは肝要であろう。人間を1 / 2 にする壮大な思想よりは、はるかに至近距離にあると断言できる。

# 総 説

## 燃料系部品の動向

### Trend in Fuel System Products

調 貞 典 \*

#### 1. はじめに

燃料系システムは、2項に示す法規制、特にORVR (On-board Refueling Vapor Recovery) 規制、エバポ (Evaporative Emission Regulation) 規制に伴い、米国車両向けを中心に徐々に複雑化してきている。

その中で、当社が供給する製品の概要と動向について紹介する。図-1に北米向け燃料システムの代表的な例と各部品機能の概要を示す。

#### 2. 燃料系に関わる法規制

##### 2-1. エバポエミッション規制

##### 2-1-1. ORVR規制

燃料給油時における燃料蒸気排出規制のことをいい、米国において98MY車より導入された規制。車両テストを行い給油時のHC (Hydrocarbon) 排出量が約2g以下を守る必要がある。

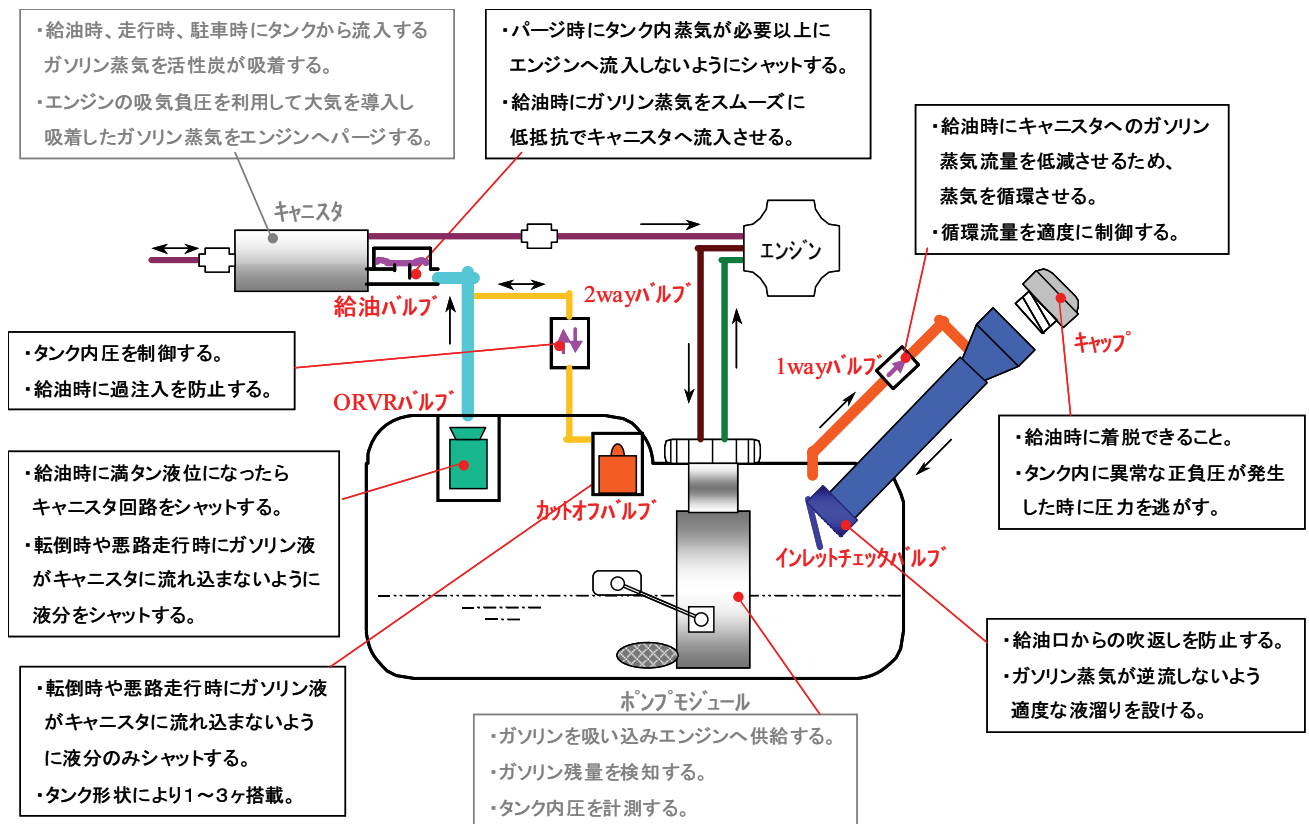


図-1 燃料システム図 (ORVR仕様)

\* Sadanori Shirabe 機能部品事業部 技術部

2-1-2. エバポ規制

燃料が部品を透過して大気に排出されるHC量を規制する。米国連邦 (US Federal) で定められた Tier 1, Tier 2, カリフォルニア州大気資源局が定めたLEV I, LEV II, P-ZEV, 欧州で定められた Step I ~ IV, 日本で定められたポスト53, ポスト2000等がある。

2-1-3. エバポOBD

OBD II (On-board Diagnostics II) とは排出ガス制御装置の自己診断システムであり、米国において1994年より規制導入された。故障や劣化をしたら、MIL (故障表示ランプ) を点灯し、故障を特定するコードをコンピュータに記憶することを法規要件としている。

エバポシステムについては0.04インチ(1mm)の穴径に加え、0.02インチ(0.5mm)の穴径相当以上のリーク検出が必要。

以上の法規制については表-1 に詳細を示す。

3. 燃料系部品の最新技術

自動車燃料 (ガソリン・エタノール) は揮発性が高く大気汚染の原因の一つとされているため、燃料タンクまわりからの燃料透過の抑止策が急務である。法規制動向の中で、燃料透過排出量の規制値としてきびしい LEV II 規制に対応した技術を適用した製品について紹介する。

3-1. 2色カバーバルブ (樹脂タンク用)

従来の樹脂タンク用バルブは、タンクとの溶着のため単層ポリエチレン (PE) 製のカバーで構成していた。この構成では微量の燃料が透過し規制値をクリアできないため、2層構造でのバルブカバーとし、透過量を低減した。素材はポリエチレン、ナイロン樹脂 (PA) の2種類で、その接着成形技術を開発・採用した。従来品と比べると、燃料透過量を10分の1まで低減することができ、規制値をクリアしている。その製品の概要を図-2 に示す。

表-1 エミッション関連規制動向

	Model Year											エミッション規制				ORVR	ユースフルライフ			
	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08			09	10	規制名称
北米												Tier 1	2	0.05	1	0.2 g/gal	10年 10万マイル			
												Tier 2 (LDV, LDT)	0.95	0.05	1					
												Tier 2 (MDT)	1.2	0.05	1					
												LEV I	2	0.05	規制無し					
												LEV II	0.5	0.05	規制無し					
	[Pure-ZEV (電気自動車と水素燃料車) 4%, Partial-ZEV (ガソリン車0.2, 並列ハイブリッド車0.3, 天然ガス車0.4, 燃料改質CVT7台で換算) *Pure-ZEV 4%の内1/2をATV (Advanced Technology Vehicle: ハイブリッド, CNG等の先進ZEV)での充当可。 *Partial-ZEV フェーズイン導入 (03MY 25%, 04MY 50%, 05MY 75%, 06MY 100%)											Partial-ZEV	0	0.05	規制無し					
欧州												EC2000 (Step III)	2	規制無し	規制無し	8万km				
												EC2005 (Step IV)	(1)	規制無し	規制無し					
日本												ポスト53	2	規制無し	規制無し	8万km				
												ポスト2000	(1)	規制無し	規制無し	10万km				

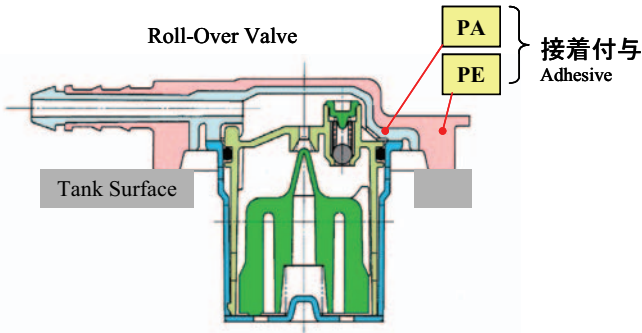


図-2 2色カバーバルブ

### 3-2. モジュールバルブ

前記の2色成形技術を適用し、かつシステムとしてのコストを低減するため、ORVRバルブとカットオフバルブの機能を一体化したモジュールバルブを開発し、量産車に搭載している。

この技術により、システムコストおよび質量をそれぞれ約2分の1に抑えた。従来のシステムを図-3に、モジュールバルブの構成を図-4に示す。

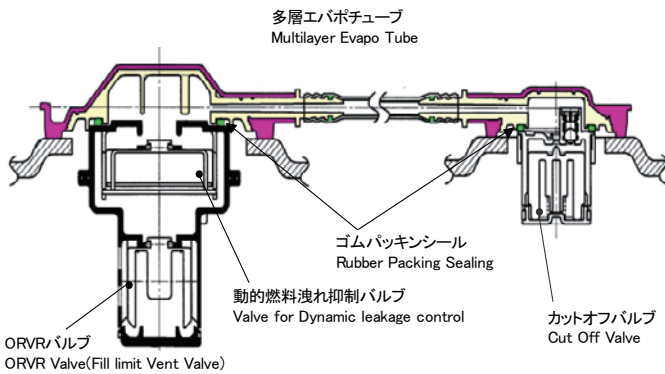


図-3 従来のバルブシステム

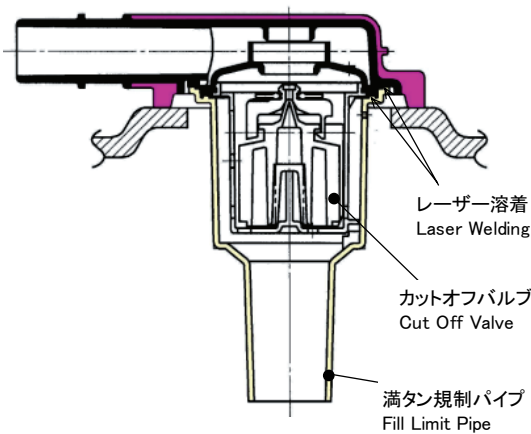


図-4 モジュールバルブ

### 3-3. 2層樹脂チューブ

燃料タンクまわり、およびエンジンルーム内に配索される樹脂チューブにおいても、そこからの燃料透過量の低減が必要である。

従来はナイロン (PA) の単層で構成していたが燃料透過を抑えるため、内管層にフッ素系樹脂 (ETFE) を適用し、両材料の化学接着技術を適用することにより、接着層のない2層にて従来比で約35分の1の低燃料透過を実現した。

また、導電性のETFEを適用することにより、燃料のフィード系にも使用することができる。その製品の概要を図-5に示す。

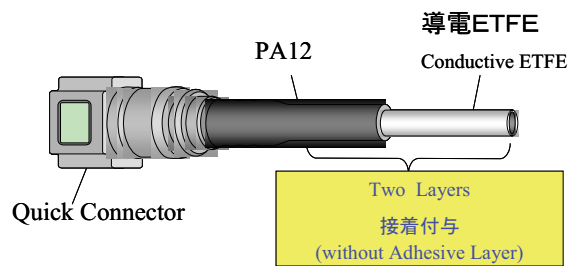


図-5 2層樹脂チューブ

## 4. 燃料の動向

自動車はこれまで原油から精製されるガソリン・軽油を主とした燃料としているが、天然ガス・石炭・バイオマスなど、石油だけでなく種々のエネルギー資源から製造可能な合成燃料が研究されている。

通常はGTL (Gas To Liquid) 燃料と呼称されるが、その中にはエタノールやDME (ジメチルエーテル), FT (Fischer Tropsch) 合成油など種々の合成燃料が含まれる。合成燃料例を図-6に示す。

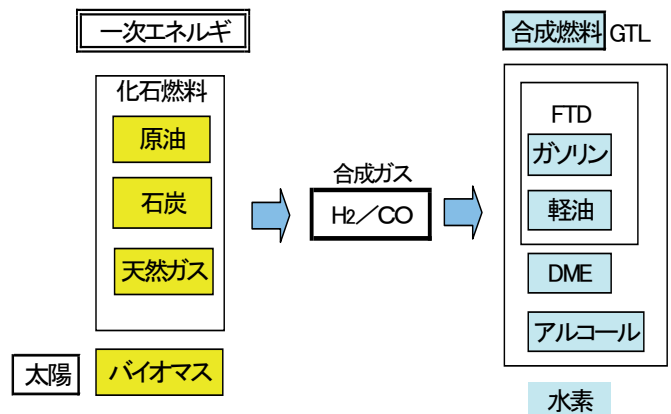


図-6 合成燃料の例

また、とうもろこし・大豆・菜種・パーム・ココナツ・動物排泄物など、生物由来のバイオ燃料など新たな燃料についても研究が盛んである。その製造方法例を図-7に示す。

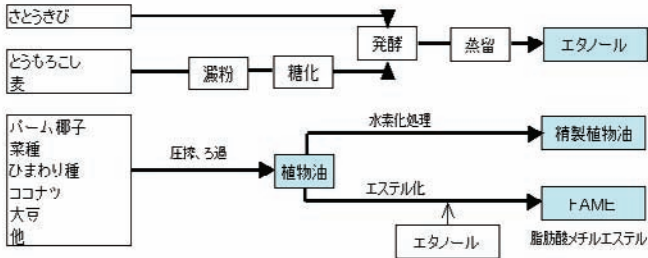


図-7 バイオ燃料の製造方法例

これらの燃料は、その資源が豊富に存在することから、将来にわたって安定供給できる可能性が大きいこと、またバイオ燃料については、空気中のCO<sub>2</sub>の循環サイクルとして、LCA (Life Cycle Assessment) でのCO<sub>2</sub>排出量が少ないことから、今後更に活用研究に拍車がかかるものと思われる。

### 5. 燃料系部品の今後の課題

これまで述べてきたように、燃料透過排出量の規制が強まっていくことへの更なる技術対応に加え、現在の燃料部品に使用している樹脂・ゴム材料(図-8)や製品に対する新燃料動向の与える課題の整理と対応策の検討が急務である。

我々部品メーカーも、カーメーカーとの協力のもとこれらの課題に迅速に対応していく必要があると考える。

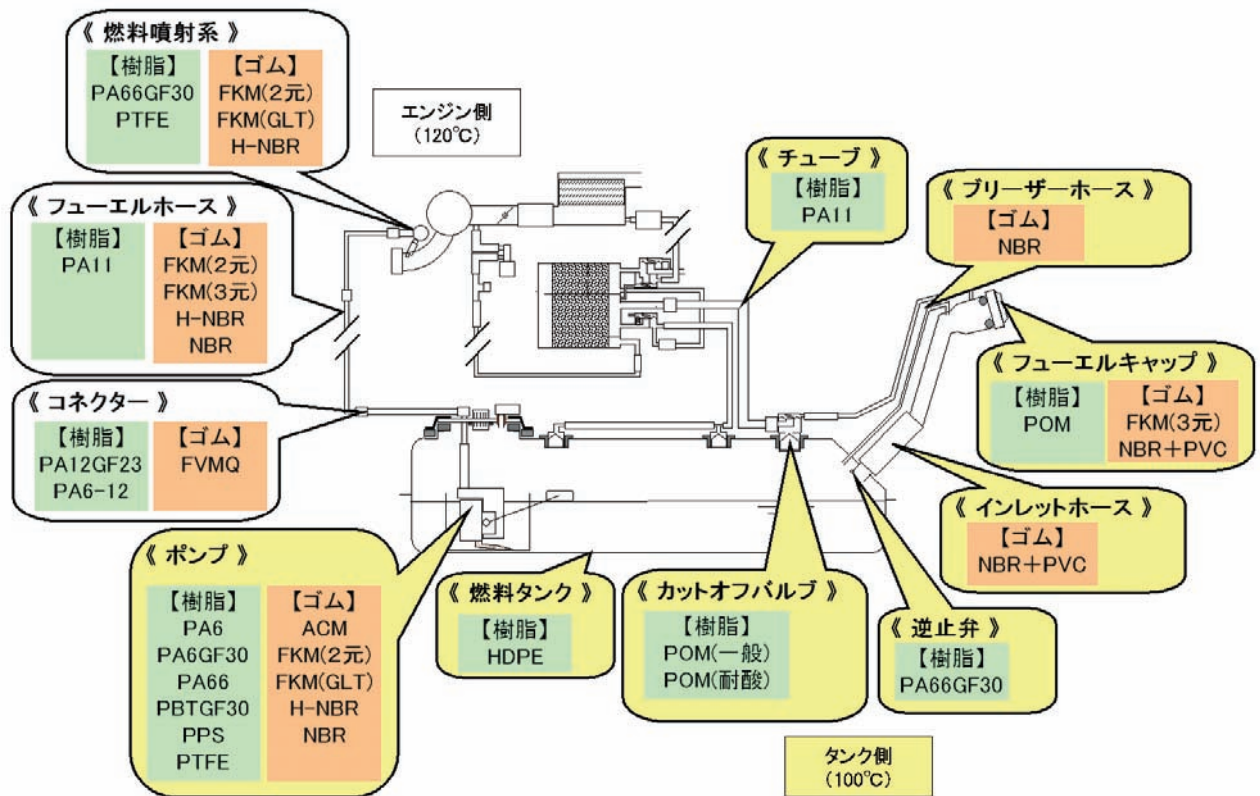


図-8 燃料系に使われている代表的な高分子材料



# 総 説

## 自動車部品用ゴム材料の動向

### Current Status and Prospects Next Stage for Rubber Material of Automotive Parts

林 秀典 \*

#### 1. はじめに

自動車用ゴム部品には、材質・性状・構成・形状・寸法の異なる多様な用途別製品群が使用されている。ゴムは金属や樹脂等に置換できない特異的な性質から自動車部品において「ゴム製品」という独立した製品領域が確立されており、これらはゴム弾性に加え、耐熱性・耐油性・耐候性・耐薬品性等の特性を有したゴム製品として、色々な部位に適用されている。

近年、日本の自動車産業の積極的な海外進出に伴い車両の使用環境もますます多様化してきた。同一部品でありながら使用環境の違い（例えば接触媒体の種類）が実際に起こっており、これまで以上に材料面での信頼性確認が必要となってきた。また、これと平行し環境への取り組みも重要視され、地球環境への負荷を軽減するための技術開発が積極的に自動車メーカー・部品メーカーで行われるようになってきている。

このように、自動車の発展とともに変化する使用環境から、時に大きな機能障害に繋がることも危惧され、今回ゴム材料への理解を頂くため、その概要と最近の技術動向について紹介する。

#### 2. 自動車部品用ゴム材料設計

##### 2-1. ホース類

自動車用ゴムホースは、車両のレイアウト及び取り付け部位の条件から三次元的に曲がった曲管が多いのが特徴である。これらのホースは自動車走行時の振動や衝撃等のためにフレキシブル性が必要となる。ホースの機能はガソリン・ブレーキ

液・冷却液・各種オイル・ガス・エア一等、液体や気体を流通し、フレキシブルに二点間を接合する事を目的としている。従い、ホース内を流通する流体の種類により適用されるゴム材料も多種にわたり、その使われ方、取り付け部位の環境により多種材料を層状に構成していることも大きな特徴であり、ほとんどのゴム材料種が使用されていると言っても過言ではない。

図-1<sup>1)</sup>に自動車用ゴムホースの種類を示すと大別すると低い圧力で使用される総ゴムホースタイプと加圧状態で使用される補強ホースタイプに分類される。補強ホースは三つの基本的部分からなり、内管ゴムは流通する媒体を保持する役割、補強層（編上糸層）は媒体圧力に耐える役割、そして外層ゴムは補強層を物理的な影響、または環境劣化から防ぐ役割をそれぞれ持っている。

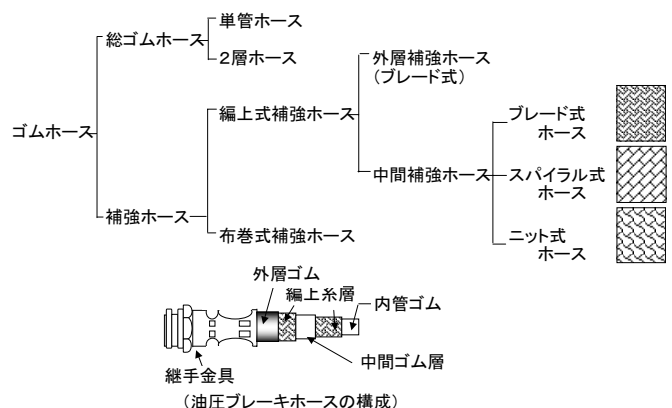


図-1 自動車用ゴムホースの種類

日々進歩していく自動車技術に伴う新規システム・車両搭載環境の苛酷化等への対応や、特に最近では環境への取り組みの観点から、地球環境対策・都市環境対策・クリーンエネルギーとクリー

\* Hidenori Hayashi 材料技術部 第一技術室

ン材料及びリサイクル・省資源といった環境保護が叫ばれている。

燃料ホースやエアコンホース等は流通媒体の蒸散を抑制する必要がある、材料としての媒体透過性が材料選択、配合設計への大きな因子となる。

高分子材料の媒体透過性の考え方として図-2にモデルを示す。ここで、ある膜「ゴム」(厚み:L、面積:A)を介して、1→2室(圧力差)へ媒体が透過する時の時間:tあたりの透過量:Qは次式で表される。

$$透過量Q = P \times (A \times \Delta p) \times t / L \quad (P: 透過係数)$$

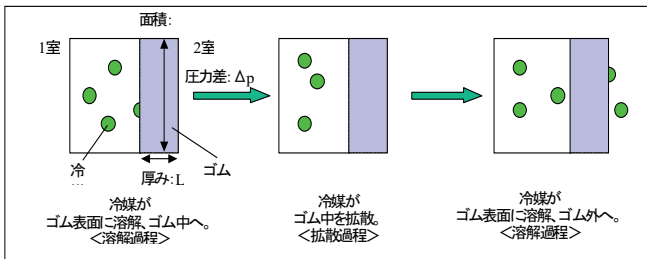
A、 $\Delta p$ 、L及びtは一定であるため、透過量Qは、透過係数:Pで決定される。

高分子材料の燃料透過性は次式に示す理論に基づいている。

$$P = S \times D$$

S ; 溶解度係数  
D ; 拡散係数

溶解度Sは材料のSP値と媒体のSP値によって判断され、拡散度Dは材料中での媒体の移動し易さの指標であり、弾性率が高いほど小さい値を取る事になる。燃料透過性を樹脂材料も含め、図-3に示す。



$$P = S \times D$$

P : 透過係数    S : 溶解度係数    D : 拡散係数

図-2 媒体透過性の考え方

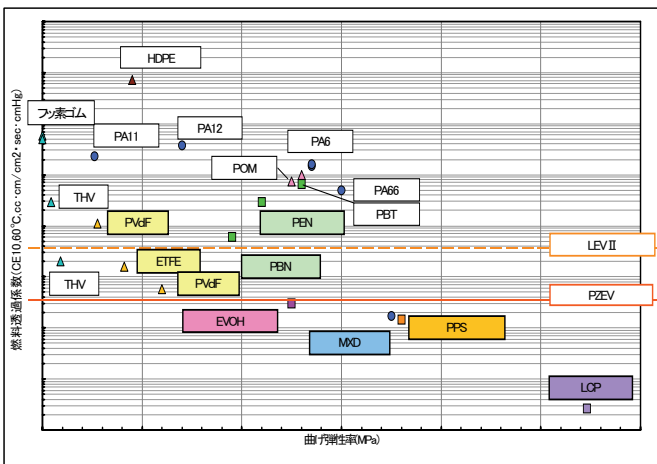


図-3 弾性率と燃料透過性

このようにゴム材料と樹脂材料には透過性に大きな差があり、燃料タンク周りのホースは低燃料透過性樹脂材料ホースへの置換が進んでいる。

また、環境保護に加え今後の技術課題としては、各種燃料動向に適応する材料・製品の選択とその評価方法に注目していかななくてはならない。

例えばアルコール入り燃料といったSP値の大きく異なる混合品の認可、ディーゼル系ではバイオ(植物由来)燃料、サワー化及び燃料温度の高温化への対応を総合的に判断し進めていかななくてはならない。

### 2-2. シール類

シール類といっても多種多様であるが、一般的には製品内部の流体を外部に漏洩することを防止したり、外部からの流体・異物がシステム内部に侵入するのを防止する目的に使用される。

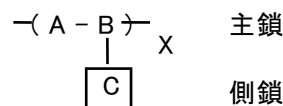
現在ではゴム材料がシール部の主役的材料として使用されてきているが、これは他の材料(樹脂・金属・繊維等)にはないゴム特有の性質(ゴム状弾性体)が適正な接触面圧を長期に維持できることによるものである。シール用ゴム材料は使用される環境温度と密閉媒体に対する耐性が重要であり、従い、耐熱性、耐寒性、耐油・耐液性が重要特性となる。又接触面圧保持の観点から耐圧縮永久歪性や耐クリープ性、動的特性として、疲労性・磨耗性も重要な要素となる。

ゴムの耐熱性は、基本的にポリマーの主鎖成分より決定され、あわせて架橋形態に支配される。

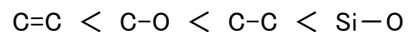
耐油性の支配要因は、ポリマーの骨格とシール対象物との相性による膨潤現象である。図-4にポリマー構造と特徴を示す。

この相性を表す指標として溶解度パラメーター(SP値)があり、ここで互いのSP値に近いほど相性は良く膨潤が大きくなる。

しかし実際には極圧添加剤や酸化防止剤、燃料の清浄添加剤等が含まれており、この成分によりゴムが著しく劣化される場合がある。



主鎖構造: 耐熱性を決定



側鎖構造: 耐油性を決定

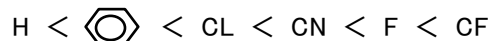


図-4 ポリマー構造とその特徴

### 2-3. ウェザーストリップ類

ウェザーストリップとは、自動車の車体や窓ガラスに取り付けられ、雨水や騒音に対しシール機能を有し、また車体の振動、ガラスの揺動防止や車体部位の緩衝作用を持っている。

1960年代後半から1970年代にかけSBRからEPDMに変更されてきてから、材料技術・成形技術および製品開発が一段と促進されてきている。また、本来のシール機能に加え、燃費向上を目的とした軽量化が進められている。

環境面からも、マテリアルリサイクルとその高付加価値としてEPDMゴム廃材を利用したTPO（アロイ）化や、これに伴う動的架橋技術が開発されてきた。

軽量化においても、材料の低比重化を狙うためにゴムの配合面からの検討が進められてきたり、樹脂ブレンドによる低比重化を図ってきたが、最近では発泡技術の適用による低密度化として、微発泡ソリッドを一般ウェザーストリップに適用し軽量化を図る技術が確立されている。（表-1、図-5）

表-1 微発泡材料の物性

項目	従来材料	微発泡材料
比重	1.14	0.98
硬度(Hs)	71	69
低伸長応力(MPa)	578	566
引張り強さ(MPa)	11.7	10.5
伸び(%)	430	410

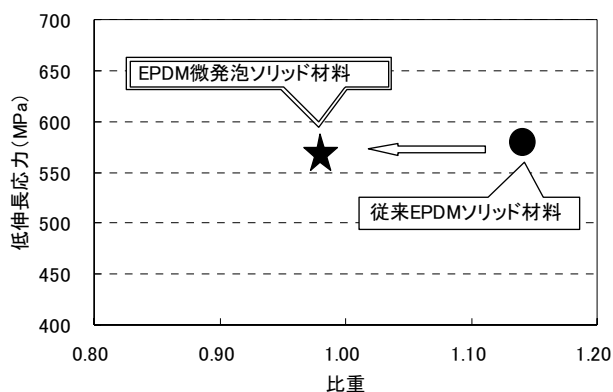


図-5 微発泡材料の特徴

これは、フィラー吸着発泡剤によるゴム中への均一微分散と微発泡化を行ったものであり、課題であった発泡制御については成形時の温度制御等の適正化により、表面スキン層の形成と内部での

均一微発泡制御技術により達成した。

加飾技術としては、意匠面へのファブリック（PET）仕様から発泡TPOカバリングする（ミクロン単位の気泡が微細な凹凸を表面に作り柔らかな質感を表現）ことにより、ファブリック近似の外観が得られリサイクル性向上が図られている。

現在ウェザーストリップでは、耐候性の観点からEPDM材料が主体で一部PVCが使用されるのが一般的だが、廃車後のシュレッダーダスト中の塩素量削減の狙いから、PVCからTPO（熱可塑性エラストマー、特に動的架橋タイプ）への置換が進んでいる。更にリサイクルの観点から図-6<sup>2)</sup>に示すようにゴム材料であるEPDMの一部にも既にTPO化が進んでいる。TPOの構造はPPの海相の中にゴムが島相として存在する事から熱可塑性を示し、同時にゴム層が弾力的な特徴を発現する事が可能となっている。

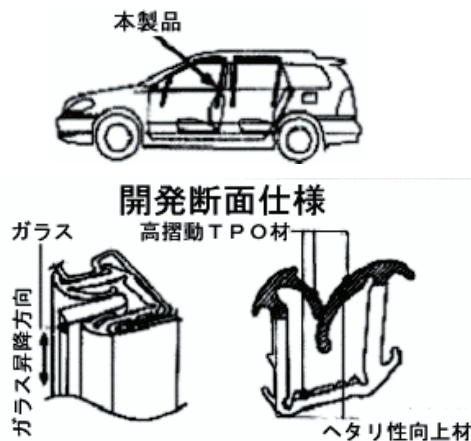


図-6 オールTPOガラスラン

環境対策も積極的に進められており、表面処理剤では可燃性溶剤系から水系の表面処理剤に置換し、トルエン・キシレンの削減や臭気（溶剤臭）の改善が進められている。

### 2-4. ゴム製品の使用環境

自動車に使用されるゴム製品は通常の使用環境のみでなく、厳しい予測できない環境で使用されたりする。ゴム材料の物性は力学特性、熱特性、化学特性等数多くあり、それらがポリマー種、配合薬品の種類と量により異なる事を認識しておく必要がある。また、ゴムは動的に使用される機械的ストレスも含めて図-7に示す環境劣化因子による構造変化を生ずる事により、得られる特性が変化していく材料であるとの認識が必要である。

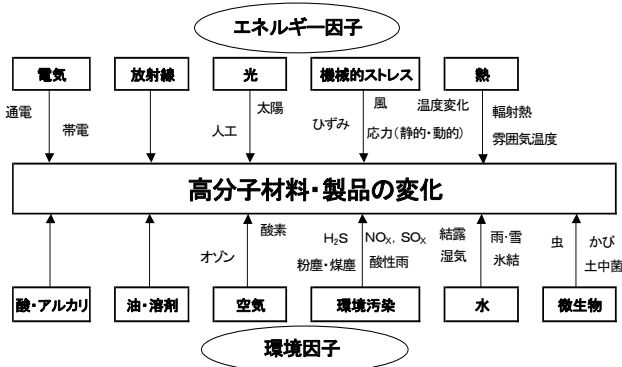


図-7 高分子材料・製品の使用環境

### 3. 最近の自動車を取り巻く環境

日本の自動車産業はグローバル化と共に急速に成長し、今では米国BIG-3に並ぶ勢いである。これまでの品質向上・信頼性向上・付加価値向上による商品力向上・軽量化・燃費向上・コスト低減に加え環境問題、グローバル化、安全性向上が重要視されてきている。表-2に自動車産業を取り巻く環境問題<sup>3)</sup>を示す。特に環境問題は自動車用ゴム製品に大きく影響を及ぼすものであり、地球環境への負荷を軽減するための技術開発が自動車メーカーや部品メーカーで積極的に行われるようになってきた。環境問題は大きく三つに分けられ、地球温暖化・廃棄物処理・都市大気汚染である。

表-2 環境問題によるゴム材料への影響

環境問題	車両への影響	ゴム部品への影響
1 大気汚染への対応	・ディーゼルパーティキュレートの削減 ・燃料透過量の削減 ・バイオ燃料への対応	・フィルター詰り防止でオイル添加剤変更 ・タンク材質の変更、樹脂ホースの増大 ・エタノール、菜種ディーゼル油への対応
2 騒音低減	・社外騒音から静粛室内へ	・ダッシュインシュレーター等の材質見直し ・軋み音の低減のための表面処理
3 オゾン層破壊の防止	・特定フロンの全廃から温暖化係数の少ない冷媒へ	・低透過ホースへ (さらに将来は非フロン系へ)
4 温暖化ガスの低減	・ディーゼル車の増加(欧州) ・フリクションの低減 ・軽合金、樹脂の増加 ・H-EV車の増加 ・伝達効率向上	・燃料系ゴム材料の見直し ・オイルの低粘度化、添加剤対応 ・線膨脹率差によるシール性確保 ・油圧ホースは減少 ・シリカ配合省燃費タイヤ
5 廃棄物問題(リサイクル問題)	・熱可塑性材料へ ・易解体設計への対応 ・残存灰分の削減 ・ゴムのリサイクル技術	・TPEの適用増大 ・ホットブチルから易解体接着剤 ・ガラス繊維、タルクなどの削減 ・ウエザーストリップのリサイクル
6 有害化学物質の削減	・重金属の廃止(Pb, Cr <sup>6+</sup> ) ・VOC,有機溶剤の削減	・加硫剤変更、接着剤の変更 ・有機溶剤、アルデヒド類の削減

#### 3-1. 地球温暖化

地球温暖化対策にはCO<sub>2</sub>の発生やフロン排出を抑制することが必要である。CO<sub>2</sub>発生源全体のう

ち20%が自動車であり、そのための燃費向上策としてスモールカーやハイブリッド車が登場してきているが、ゴム材料への影響を考えると2002年末に政府が打ち出したバイオマス日本総合戦略による燃料へのバイオエタノールやバイオディーゼル(菜種油メチルエステル)の添加がゴム製品の信頼性を変化させる事が懸念される。同様に代替燃料として、DME(Dimethyl Ether)やGTL軽油等も注目を集めているが、ゴムの膨潤値に大きく影響を与える事が予測され、表-3<sup>4)</sup>に示すように材料によっては使用出来ないものもある。フロンの排出抑制については「自動車リサイクル法」や「フロン回収・破壊法」によりその対応はできており、当面は静観できると考えられる。

表-3 ゴム材料のDMEへの耐久性に関する調査

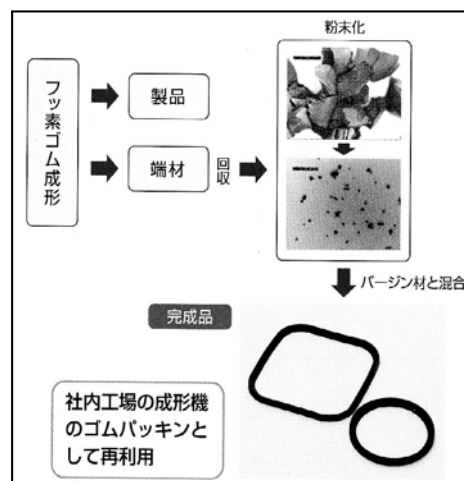
材質	浸漬試験	ガス透過試験
NBR	○~×	○~×
HNBR	○~×	○~×
CR	○~△	△~×
IIR	○	○
NBR/PVC	×	○
FKM	×	○
EPDM	△~×	△~×
NR	△~×	△~×
SBR	×	△~×
VMQ	△	△~×
FFKM	○	○

#### 3-2. 廃棄物処理

自動車部品のリサイクルは「環境配慮型製品開発」そのものとの捉え方をしてきており、これを念頭に「既販車対応」と「新型車対応」に区分し進められている。EUにおける「使用済み自動車に関する欧州議会および閣僚理事会指令」表-4が2000年10月に発効となり、これを受けた形で日本においても「自動車リサイクル法」が2002年7月に成立。自動車メーカーを中心とした関係者に適切な役割が義務付けられた。これらの動向を受け、ゴム材料に関わる技術としては、加硫EPDM連続脱硫技術の量産化やフッ素ゴム加硫端材のリサイクル技術や、端材の削減の観点からコルクガスケットの圧縮成形から射出化への生産技術開発が報告されている。(図-8<sup>5)</sup>)

表—4 EU廃車指令概要

項目	概要
対象車種	乗用車及び車両総重量3.5トン以下の商用車
廃使用済自動車の無償回収	2002年7月1日～：左記時期以降登録の廃車が対象 2007年1月1日～：全ての廃車が対象
使用済自動車の回収拠点	EU域に満遍なく設置
リサイクル実行率	2006年1月1日までにリサイクル率80%（熱回収を含め85%） 2015年1月1日までに同85%（同95%）を達成
リサイクル可能率	認証要件として85%（熱回収を含め95%）を達成
有害物質の使用禁止	2003年7月1日からの登録車では、鉛、水銀、カドミウム、六価クロムの使用禁止（特定部品は免除される）
材料マーキング	材料識別のためのマーキングを部品に施す
解体情報の提供	廃車の適性処理に必要な型式毎の情報を発売6ヶ月以内に提供



図—8 加硫端材のリサイクルフロー

また、環境負荷物質の削減として、鉛化合物としてゴムの加硫剤である鉛丹（酸化鉛）の代替、PVCの安定剤・滑材である各種鉛化合物の切り替え等を進めている。一方ゴム材料では脱ハロゲンを目指し、CR（クロロプレン）、NBR/PVC（ポリブレンド）の代替材料開発も進められている。

PVC自体が有害という事はないが、サーマルリサイクルにおいて特殊焼却炉が必要になる事や、ダイオキシンの発生に関与することから、代替材料開発ニーズが出てきている。CR代替技術では、TPO材料を開発、製品化することが進められ、エアクリナホースでのTPO化事例も報告されている。

この開発により脱ハロゲンに加え、軽量化も実現、リサイクル性向上にも寄与する事ができた。

最近では車室内臭気、シックハウス症候群の原因となるVOC（Volatile Organic Compounds：揮発性有機化合物）の削減のため、内装部品の接着剤・粘着剤及び表面処理剤などのトルエン・キシレン・アルデヒド類等の低減に取り組んでいる。

### 3-3. 都市大気汚染

都市大気汚染に関しては、排気ガスのクリーン化、燃料蒸散ガスの低減といった観点から、燃料系ゴム部品においては先に述べたように燃料低透過性樹脂ホースへの転換が進められている。

また、燃料注入時のガソリンベーパーをカットできるORVR規制対応製品の開発が進んでいる。

各国においては排気に関する法規制が整備され、それに伴い使用材料種や製品構成面からの対応が図られている。表-5に米国加州のエバポ規制、ZEV規制動向、及びこれに伴う燃料系部品用材料の動向について表-6に示す<sup>6)</sup>。

表—5 米国加州エバポ規制、ZEV規制動向

	エバポ規制		ZEV規制 最終案
	LEV1	LEV2	PZEV、AT-PZEV
導入時期	95MYよりフェーズイン	04MYよりフェーズイン	05MY
エバポ削減値	2000mg/car/test	500mg/car/test	54mg/Fuel-system/test
ユースフルライフ	10年/10万Mile	15年/15万Mile	15年/15万Mile
認証燃料	Phase2ガソリン (MTBE)	Phase2でスタート Phase3検討中 (MTBE→エタノール?)	Phase2でスタート Phase3検討中
備考	ニューヨーク、マサチューセッツ、バーモント州も加州LEV規制を採用		ニューヨーク、マサチューセッツ、バーモント州が加州ZEV規制に追従の動き

表—6 燃料系部品用材料の動向

主要構成部品	LEV1	LEV2	PZEV/AT-PZEV
フューエルキャップ・シール	-NBR	-FKM	-FKM
フューエルフィルター・ホース	-NBR/THV500/NBR/CSM -FKM/NBR -PA11/NBR	-NBR/THV600/NBR/CSM -NBR/THV800/NBR/CSM -PVDF/NBR	-NBR/THV800/NBR/CSM -ETFE/PA12
タンク	-EVOH/リヤ多層 -PA/リヤ多層	-EVOH/リヤ多層	-金属タンク EVOH/リヤ多層+α
溶着インレット、バルブ類	-HDPE	PA12GF/変性PE 2色成形 -PA6+PE/PE 2色成形	-部品のインタンク化、モジュール化 -リヤ樹脂/PE 2色成形
フューエルセンサー・シール	-NBR	-FKM -GLT系	-FKM
フューエルフィードライン (フューエルホース)	-FKM/ECO -導電ETFE/PA11 -導電PA12/PVDF/PA12	-導電ETFE/PA11 -導電PA12/PVDF/PA12	-導電ETFE/PA11 -導電PA12/PVDF/PA12 -導電PA12/PBN/PA11?
ベーパー・ORVRライン	-FKM/NBR -PA11,PA12	-ETFE/PA11 -PA12/PVDF/PA12 -PA6/EVOH/PA12	-PA6/EVOH/PA12 -PA12/PBN/PA11?
インジェクターシール	-FKM -GLT系	-FKM -GLT系	-FKM -GLT系

ガソリンや軽油の品質は排出ガスの特性にも影響を与えるものであり、特に燃料の無鉛化や低硫黄化、アロマ分低減等の品質向上が図られている。

近年、CO<sub>2</sub>排出量の観点からバイオ系燃料を自動車用燃料として適用する動きがある。欧米等では既に菜種や大豆、さとうきびといった植物由来のアルコールやバイオディーゼル油（脂肪酸メチ

ルエステル) が導入されつつある。実際にはガソリンや軽油に混合し使われるものであり、その混合割合により使用される燃料系部品への影響について自動車メーカー、部品メーカーで調査、検討が進められている。

欧州におけるRME (Rape seed Methyl Ester) / 軽油の混合割合は2005年度で2%であるが、2010年にかけて5.75%に増加する計画があり、特にゴム材料では体積膨潤、特定の樹脂においては強度低下(分子量低下)が懸念される。

今後の自動車用燃料の動向が燃料系部品用ゴム材料種の展開に大きく影響を与えていくものであり、新規燃料が材料に与える影響を把握し信頼耐久性を確保したなかで自動車への適合性を図っていくことが重要である。

世界の自動車保有台数は2000年の8.1億台から2030年には15億台前後にまで増加するとの予測もあり、これに伴い排出ガス量も大幅に増加する。

現在最も注目されている中国では、自動車生産台数は2010年には日本を抜き世界第2位の生産国となる。自動車に起因する環境問題も、これからは先進国のみの問題ではなく、途上国へと移り変わっていく事を認識し地球温暖化防止のための取り組みや、排気をきれいにするための技術開発を進めていく事が必要であり、これは製造工程を含めた製品開発時からの環境への配慮を行っていく事が重要である。

また、グローバル化が強力に進められており、その対応にはコスト低減も重要な要素である。これらを両立させた材料・部品構成及び、製品開発が必要となってくる。これらのニーズに対応した原材料動向のうち特筆すべきシーズとしては、ポリマー重合技術としてのメタロセン触媒技術の進展があり量産化が開始されてきた。また、従来には無いモノマーの組み合わせによる新規ポリマーや機能的に異なる材料をアロイ化することにより、背反特性を両立させるなどアロイ材料の開発が進められている。新素材としては機能性充填剤としてナノコンジット用クレイ等の補強材料やカーボンナノチューブ等のナノ技術による高機能化も期待される。

## 4. おわりに

自動車に使用されている、ゴム・エラストマーの使用量は自動車の重量のほぼ5%を占め、量的には一定である。樹脂部品は増加傾向が続いているが、これまで述べてきたように自動車の使用環境の変化・要求特性の変化(高機能化)から熱可塑性エラストマーが今後伸びることが予測される。

自動車産業を取り巻く環境の変化としては

- 1) グローバリゼーションの拡大
- 2) 地球規模での環境問題
- 3) 高機能・高性能・安全性向上

が上げられる。

これらの環境下において、技術課題はますます高度化、複雑化していくことになるが、限りある資源を大切に、今後も環境に配慮した材料開発に取り組んで行きたいと考える。

## 参考文献

- 1) ゴム工業便覧<第四版>:  
日本ゴム協会 P.816
- 2) 豊田合成: 環境報告書 2001(2002) P.20
- 3) 大庭 敏之: 自動車の環境問題と最近のゴム部品の話題
- 4) 後藤 新一等: 新燃料エンジンシステムの研究  
自動車技術 Vol.57.No.2(2003)
- 5) 豊田合成: 環境報告書 2004 P.25
- 6) 大庭 敏之: 自動車の環境問題と最近のゴム部品の話題

# 報 告

## 開発期間短縮に向けた機構製品の作動設計システムの確立

岩 田 弘 \*<sup>1</sup>

### Establishment of Design System of Mechanical Product for Shortening Development Term

Hiroshi Iwata\*<sup>1</sup>

#### 要 旨

プッシュオープン機構により半自動的に開くコインボックスにおいては、『開き動作スピード』が重要な特性となってきている。この機構の設計において目標とする開き動作スピードにするため、バネ定数などのパラメータを調整する期間が必要であり、開発期間短縮へのネックとなっている。

今回SQC手法を活用し、従来の理論式をチューニングすることで実測と整合する精度の高い予測式を確立し、目標とする開き動作スピードを設計するシステムを構築した。

まずコインボックスの運動方程式から動作スピードの理論式を導いた。スピードの実測値と理論式を比較し、両者のズレ量を回帰分析により式化した。今回分析した結果、ズレの要因はダンパートルクと摩擦力であった。得られた予測式を用い、設計目標を満たすパラメータを求めることができた。

#### Abstract

As for the coin box which opens semi-automatically with push-opening mechanism, "Opening operation speed" becomes an important characteristic. In designing this mechanism, to make the opening operation speed of the coin box to aimed speed, the term of adjusting parameter of the spring constant, etc. is necessary and the problem for shortening of development term is occurred. This time by using of the SQC method and tuning of former theoretical formula, the forecast formula with high accuracy that adjusted to the measurement was established and the system that designed the opening operation speed that aimed was constructed.

At first, the theoretical formula of the operation speed was led from the motion equation of the coin box. The measurement value of the speed was compared with theoretical formula, and the amount of the gap of both was made an expression by the regression analysis. The factor of the result and the gap that had been analyzed this time was a damper torque and frictional forces. The parameter that filled the design intention was able to be requested by using the obtained forecast formula.

\*<sup>1</sup> 内外装システム技術部 開発室

### 1. はじめに

インパネ周りのコックピットモジュール製品の中で、カップホルダやコインボックスなどの機構製品は利便性の向上が重要である。コインボックスの開閉方法においては、従来の蓋部を手で引き出して開くマニュアルオープン式から、最近では蓋部のボタンを押すこと等により自動で開くプッシュオープン式の機構を採用するものが増加している。また機構製品をその動作で分類すると、①スライドタイプ、②回転タイプ、③回転+スライドタイプがある。表1に車両クラス別に機構種類の適用状況を示す。車両クラスがミディアムやラグジュアリーでは、プッシュオープン式が主流となっている。

これらのプッシュオープン式機構品の重要な特性のひとつに開き動作スピードがある。バネ定数などの設計パラメータを決定する際、目標値に合わせるためパラメータの調整を数回繰り返している。従来この調整に手間取るため、開発期間短縮に対応できていないという問題点があった。

本報では、これら機構製品の設変“0”化を目指し作動設計システム構築を行なった事例を紹介する。

### 2. 製品の概要

本報の事例では最も基本的な図1のスライドタイプのコインボックスを対象とした。

その機構部を図2に示す。バネで発生したトルクをダンパーで減衰させながらボックスをスライドさせる構成となっている。

ここでは、パラメータの調整期間を短くすることを目的とし、動作スピードを精度高く予測可能な式を作成する。

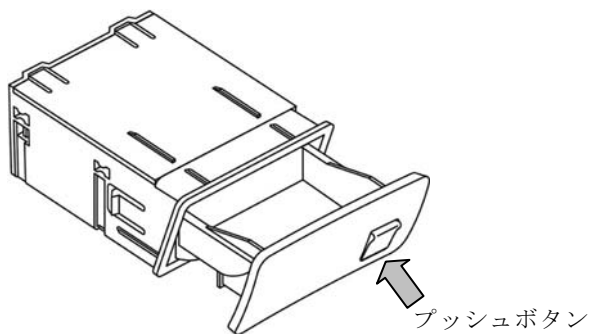
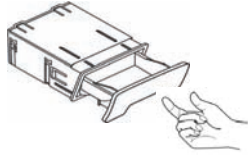
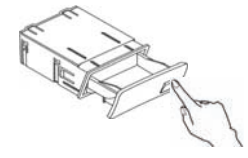
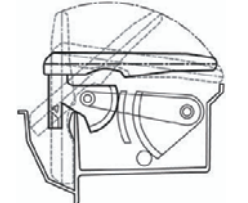
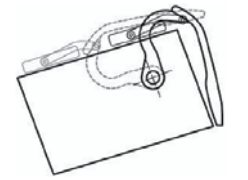


図1. プッシュオープン式機構品 (コインボックス)

表1. 車両クラス別の機構種類の適用状況

機構種類		車両クラス			
		コンパクト	ミディアム	ラグジュアリー	
スライド	マニュアルオープン 	○	△	△	
	プッシュオープン 	△	○	○	
回転	プッシュオープン 	△	○	○	
回転+スライド	プッシュオープン 	△	△	○	

○：適用多い， △：適用少ない

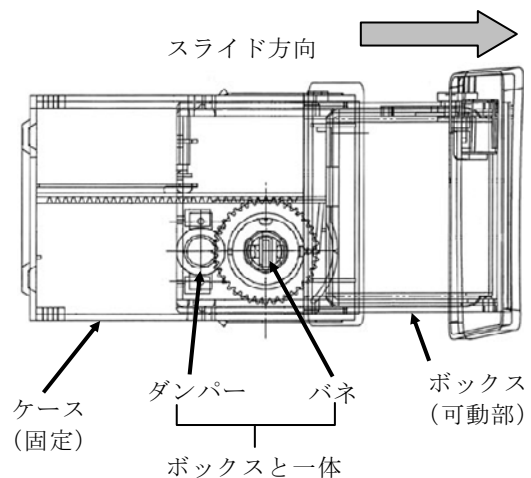


図2. コインボックス機構部



### 3. 目標値設定

精度の高い予測式とは実測値との差が小さい予測式であると考え、目標の尺度として(1)式の「予測精度」を定義した。

$$\text{予測精度} = 1 - S_E/S_T \quad \dots(1)$$

ここで $S_E$ 、 $S_T$ は図3において時刻 $t_i(i=1 \sim n)$ の移動距離の実測値を  $y_i$ 、予測値を  $\hat{y}_i$  とし、次式で求める。

$$S_E = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$S_T = \sum_{i=1}^n y_i^2$$

予測精度が100%に近いほど精度の高い予測式となる。そこで本報の目標を以下のようにした。

【目標】 予測精度  $\geq 99.6\%$

実測のバラツキについて、その平均値を目標として、(1)式と同様に計算すると99.6%となるため、この値を目標値とした。

### 4. 検討ステップ

検討ステップを図4に示す。まず要因系統図で因子を抽出する。運動方程式から予測式を導き、微小のズレ分を修正項で調整する。修正項については重回帰分析で式化する。次に得られた予測式を用い、設計目標である開き動作スピードを満たす設計パラメータを決定し、検証実験を実施することとした。

### 5. 要因系統図による因子抽出

開き動作を決定する要因系統図を作成し(図5)、それらの影響度を過去の類似事例および有識者によるDRにより調査した。その結果、最も効きの大きい因子は「ダンパートルク」であり、次に「バネ初期巻き角度」、「グリス量」、「作動体質量」を因子として抽出した。また図5中★で示した「温度」については効きの大きい因子であるが、本報では温度以外の要因を明確にするため、一定条件で実験・検討を実施し、因子から除外した。

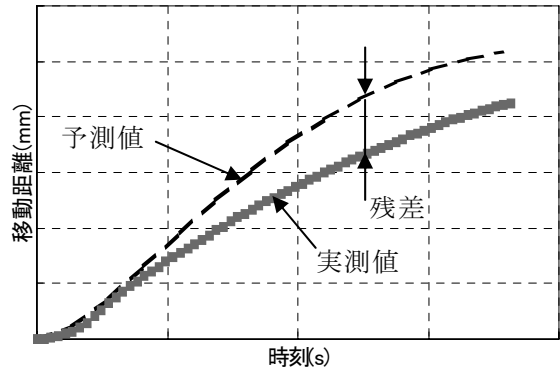


図3. 予測値と実測値

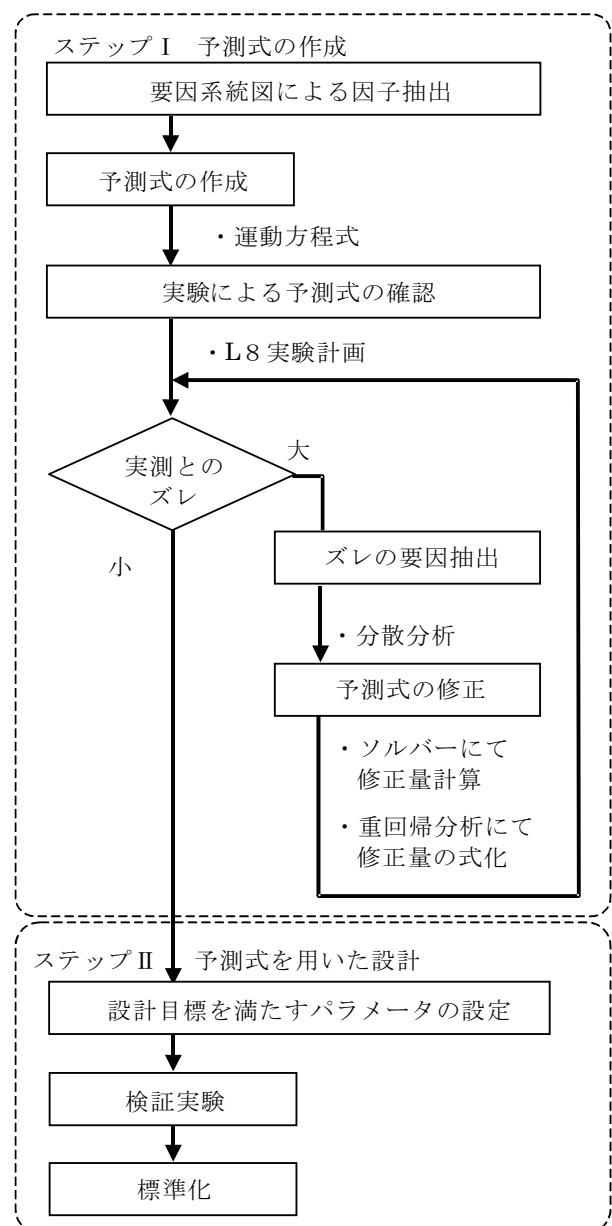


図4. 検討ステップ

## 6. 予測式の作成

コインボックスにおける開き動作の予測式は、下記(2)の方程式により求める。

$$mR_1^2 \ddot{\theta} = T_K(\theta_0 - \theta) - T_D(R_1/R_2)^2 \dot{\theta} \dots (2)$$

これはバネと同軸のギヤの回転角度  $\theta$  についてのトルクに関する運動方程式である。

ここで  $m$  ; 作動体質量

$R_1$  ; ギヤ (バネ側) 半径

$T_K$  ; バネトルク係数

$\theta_0$  ; バネの初期巻き角度

$T_D$  ; ダンパトルク係数

$R_2$  ; ギヤ (ダンパー側) 半径

(2)式において右辺はギヤに働くトルクを示し、そのうち第1項はバネによるトルク、第2項はダンパーによるトルクを示す。なおここでは第一段階として摩擦によるトルクを式に入れていない。

(2)式から  $\theta$  は時刻  $t$  の関数として得られ、ボックスの移動距離  $s(t)$  は次式(3)のように得られる。

$$s(t) = C_1 e^{\lambda_1 t} + C_2 e^{\lambda_2 t} + C_3 \dots (3)$$

ここで  $C_1, C_2, C_3, \lambda_1, \lambda_2$  は  $m, R_1, R_2, \theta_0, T_K, T_D$  で与えられる定数である。

## 7. 実験による予測式の確認

### 7-1. 実験方法

5章で抽出した因子に対して表2のようにそれぞれ2水準設定した。今回は要因の明確化のため2水準とした。L8直交表の割付けを表3に示す。各実験Noに対し、3回の繰り返しを実施した。

### 7-2. 移動距離の測定方法

ボックスの開き動作を高速度カメラで撮影し、画像処理によりボックスの移動距離の経時変化を求めた。

### 7-3. 実測とのズレ

実験により得られた実測値と予測値の例を表4に示す。図3がその一例であるが、(1)式の予測精度は83.8%となり、目標値からは、まだかけ離れた結果となった。

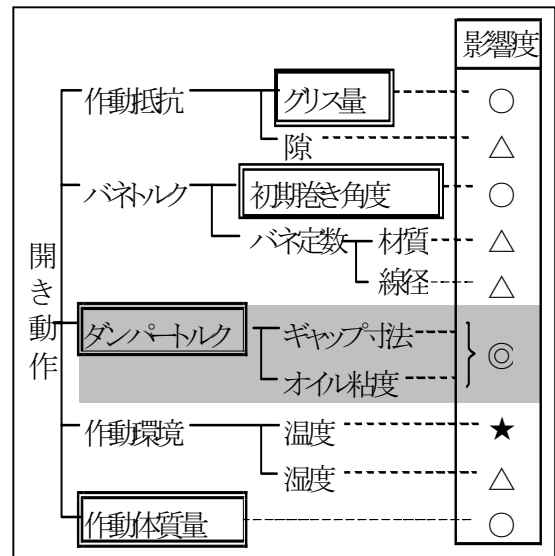


図5. 要因系統図による因子抽出

表2. 因子と水準

因子	水準	
A: バネ初期巻き角度	1	2
B: ダンパトルク	1	2
C: 作動体質量	1	2
D: グリス量	1	2

表4. 予測値と実測値の比較 (実験No. 1)

時刻 (s)	移動距離 (mm)			
	予測値	実測 1	実測 2	実測 3
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
0.011	0.36	0.10	0.13	0.12
0.022	0.75	0.28	0.34	0.27
		0.58	0.67	0.50
			1.17	0.86

7-4. ズレの要因抽出

分散分析によりズレの要因を明確にする。ボックス動作の中間時刻での実測と予測のズレ（残差）を求める。そのズレの分散分析結果を表5に示す。表5より因子B：ダンパートルク，因子C：作動体質量および因子D：グリス量が有意になった。これよりダンパートルクと作動抵抗に対し，式への反映の必要性を示した。

まずダンパートルク係数 (T<sub>D</sub>) を調査したところ，回転速度とトルクとの関係は(2)式で前提としていたゼロ点を通る直線ではないことが分かった。そこでゼロ点を通らない1次の回帰式で近似し，切片をα，傾きをβとし式へ反映した。すなわち，ダンパーで発生するトルクTについて，ダンパー回転角度θ<sub>1</sub>から，

$$\begin{aligned} \text{変更前：} T &= T_D \times \theta_1 \\ \text{変更後：} T &= \beta \times \theta_1 + \alpha \end{aligned}$$

とし，式に反映した。

また(2)式では摩擦抵抗力を考慮していないため，ダンパーとバネをはずして測定した。

8. 予測式の修正

前章の結果により，予測式を(2)式から次の(4)式に変更した。

$$\begin{aligned} mR_1^2 \ddot{\theta} &= T_K(\theta_0 - \theta) \\ &\quad - \{ \beta \cdot (R_1/R_2)^2 \cdot \dot{\theta} + \alpha \cdot R_1/R_2 \} \\ &\quad - T_S \end{aligned} \quad \dots(4)$$

ここで，右辺第2項はダンパーによるトルクの修正項であり，第3項のT<sub>S</sub>は追加の摩擦抵抗によるトルクの項である。

(4)式による予測値と実測値の予測精度を求めたところ全実験の平均は96.2%に向上したが，目標には達しなかった。

そこで(4)式での予測値と実測値のズレ量の分散分析を実施した。結果を表6に示す。ここで因子A：バネ初期巻き角度および因子B：ダンパートルクについては有意でなかったため，プーリングした。

表5より作動抵抗分である作動体質量とグリス量が有意となった。この結果によりダンパートルクの改善はできたが，作動抵抗分の考慮がまだ不十分であることがわかった。

表5. ズレの要因抽出

	平方和	自由度	不偏分散	分散比	p値	検定
B:ダンパートルク	73.48	1	73.48	74.56	0.000	**
C:作動体質量	28.32	1	28.32	28.74	0.000	**
D:グリス量	12.18	1	12.18	12.35	0.002	**
C×D	28.09	1	28.09	28.50	0.000	**
不適合	6.73	3	2.24	2.99	0.062	
純誤差	11.99	16	0.75			
誤差	18.73	19	0.99			
全体	160.80	23				

\*:5%有意, \*\*:1%有意

表6. 予測式の修正結果

	平方和	自由度	不偏分散	分散比	p値	検定
C:作動体質量	235.52	1	235.52	65.33	0.001	**
D:グリス量	308.31	1	308.31	85.51	0.001	**
C×D	29.33	1	29.33	8.14	0.046	*
不適合	14.42	4	3.61	4.81	0.010	**
純誤差	11.99	16	0.75			
誤差	14.42	4	3.61			
全体	599.58	23				

表7. 摩擦抵抗T<sub>S</sub>の算出

実験No	ソルバーで求めた摩擦抵抗T <sub>S</sub>		
	実測1	実測2	実測3
No.1	0.723	0.734	0.784
No.2	0.974	1.111	1.046
No.3		0.762	0.765
		0.825	0.805
			0.771

表8. 摩擦抵抗T<sub>S</sub>の回帰式

	回帰係数	標準誤差	t値	p値	検定
定数項	0.7026	0.0274	25.61	0.000	**
C:作動体質量	0.0004	0.0002	2.09	0.049	*
D:グリス量	-0.0413	0.0388	-1.07	0.299	
C×D	0.0013	0.0003	4.83	0.000	**

作動抵抗を組付状態で測定することは原理的に不可能であるため、エクセルのソルバー機能（最適条件探索機能）を用い、実測値に最も一致させる（予測精度が最も100%に近い）摩擦抵抗 $T_s$ を算出した（表7）。この修正した $T_s$ を重回帰分析で式化した（表8）。ここでグリス量については「無し」を1、「有り」を0と数値化した。式化した $T_s$ を(4)式に代入し予測式とした。この修正した予測式と実測値の予測精度は99.8%となり、目標の99.6%以上を達成した。これにより精度の高い予測式を構築することができた。

## 9. 設計目標を満たすパラメータの設定

得られた予測式を用い、設計目標である開き動作スピードを満たす設計パラメータを決定する。本報では設計パラメータの内、バネ初期巻き角度を変化させ、設計目標の動作スピードに最も近いものをエクセルのソルバー機能を用いて自動計算した。

「最も近いもの」の判定基準は、設計値と設計目標の差の2乗和が最も小さいものとした。

## 10. 検証実験

前章で得られたパラメータで設計したコインボックスを実測し、予測式の検証実験を行った。移動距離の経時変化を図7に示す。

図7より、設計目標と若干の偏差はあるものの、ほぼ目標どおりの開き動作スピードが得られた。なお上記(1)式と同様な予測精度を計算すると（(1)式の予測値の代わりに設計目標値を置くと）、99.6%である。ここで、

$$\text{予測精度} = 1 - S_E/S_T$$

$$S_E = \sum (\text{実測値} - \text{設計目標})^2$$

$$S_T = \sum (\text{設計目標})^2$$

## 11. 標準化

今回の検討ステップである、「ソルバーと重回帰分析による修正量の式化」および「ソルバーによる最適設計値の求め方」の進め方について、標準化を実施した。

## 12. まとめ

実測値との偏差が小さい、すなわち精度の高い予測式を以下のように検討することで構築した。

- 1)理論式と実測値のズレの要因を抽出した。
- 2)ダンパーの物性値を実測し、予測式を修正した。
- 3)摩擦抵抗は正確な実測が困難なためソルバーにより求め、分散分析により求めた値の妥当性を確認すると共に抵抗分は重回帰分析により式化した。
- 2), 3)の修正により、予測精度は83.8%から99.8%に向上し、目標とする精度の高い予測式が構築できた。
- 4)得られた予測式を用い、設計目標を満たす最適パラメータをソルバーにより算出し、実験により検証した。

この設計システムを用いて、試行錯誤で実施していたパラメータ調整期間を短くすることが可能となった。

## 13. 今後の進め方

次の開発製品にて当設計システムの活用展開を図ると共に、回転タイプや回転+スライドタイプへ類似の設計システム作りを行う。

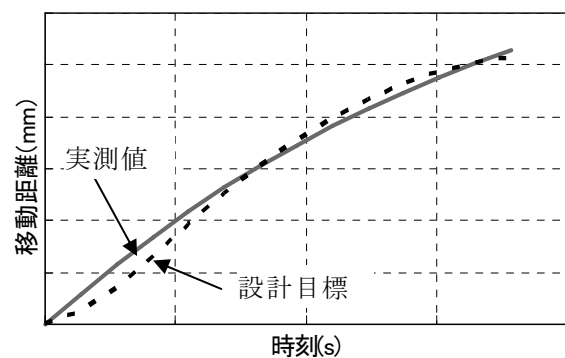


図7. 設計目標の検証実験

# ≡≡≡ 報 告 ≡≡≡

## 樹脂傷付き性評価に影響を及ぼす要因検討

七 田 裕 章 \*<sup>1</sup>

### Examination of Factors which Affects to the Evaluation of Scratch on Plastics

Yoshiaki Shichida \*<sup>1</sup>

#### 要 旨

自動車用樹脂材料の使用比率は年々増加しており軽量化，リサイクル性，低コスト化等のニーズからポリプロピレン(PP)及びタルク強化ポリプロピレン(PPF)の採用が多くなってきている。

近年，コンパクトクラスでは塗装レスの部品が多くなり，ユーザー使用時の引っ掻き傷及びすり傷問題となるケースがしばしば報告されている。

この改善策として，傷付きが目立ち難いシボや材料への滑剤処方等の検討が行われているが，傷付きの評価が官能評価であるために明確な取決めをすることが難しい。

今回，傷付きの官能評価結果に影響を与えると予想される要因を抽出し，統計的手法の一つである“一対比較法”を使用して，要因の影響を確認したので報告する。

#### Abstract

The use of plastic resins for automotive is increasing year after year, and the adoption of polypropylene (PP) and talc reinforced polypropylene (PPF) have increase, offering weight reduction, easy recycling, cost reductions, etc.

Coating free plastic components for compact class vehicles have also increase in recent years, and scratched and other abrasive mar markings have been reported by customers.

It is difficult to have consensus for evaluating such plastic scratches, since the sensory methods are used thru the use of lubricants on the surface grain, and materials not easily scratched are used as improvements for these issues.

Determining which factors influence these sensory evaluations to the plastic scratches is confirmed, by using "Paired Comparison" statistical method.

\*<sup>1</sup> 材料技術部 第2技術室

## 1. はじめに

近年,自動車用樹脂材料の採用比率は年々増加しており,軽量化,リサイクル性,低コスト化等のニーズからポリプロピレン (PP) 及びタルク強化ポリプロピレン (PPF) の採用が多くなってきている。

特に,自動車用内装樹脂材料はPVC, ABSからPPに置き換えて設計される部品が多くなり,近年コンパクトクラスでは塗装レスの部品が増加し,ユーザー使用時の引っ掻き傷及びすり傷 (図-1) が問題となるケースがしばしば報告されている。

この問題を解決する方法として,傷の目立ち難いシボ等の開発,材料としても滑剤の添加による表面の滑り性改良や表面硬度アップ等の検討も国内外を問わず行われている。

シボや材料の改良効果を見る場合,傷付き試験方法は決まっているが,その結果得られた評価サンプルの判定方法は官能評価であるため,評価サンプルのシボや色調が違う場合,改良の効果がどのくらいであるのかははっきり出せないのが現状である。

今回,傷を付けた場合白化が目立ちやすい自動車内装用インパネ材 (PPF) を材料として選定し,引っ掻き傷及びすり傷の再現に最も近いとされるテーバー式スクラッチテストを用いて傷を付け,傷付きの官能評価結果に影響を与えると予想される要因に対し,どのくらい官能評価が変化するかを統計的手法の一つである“一対比較法”を使用して要因の影響を確認したので報告する。

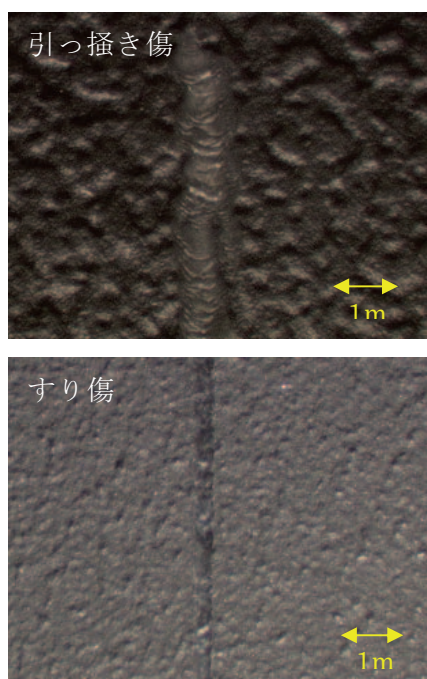


図-1 引っ掻き傷及びすり傷拡大写真

## 2. 一対比較法

### 2-1. 一対比較法の説明

官能特性の測定では基準が明瞭でなく,かつ多分に周囲の状況や個人事情によって影響を受け易く変動し易い.このことから,相互比較して順位を付けることが行われる。

しかし,一度にいくつもの比較をすると疲労の影響などが入って,結果が信頼できなくなる場合がある,そのため,一度に2つしか比較させないで,その一方を基準にして他方を評価するという方法がよく取られる.この方法を“一対比較法 (paired comparison)”という。

今回,その中でも比較した結果を評点で表すシェッフエの方法を使い,比較順序は考えずかつ1人の検査員が全部の組合せを1回ずつ比較する中屋の変法を用いて官能特性を尺度化した。

尺度の表し方としては,定義した5段階判定の尺度図の上に統計的に求められた評価サンプルの推定幅 (ヤードスティック  $Y(0.05)$ ) を矢印で並べ順位付けを行った.その具体的な実施例を次に示す。

### 2-2. 一対比較法実施例

メタリック塗装におけるメタリック光輝感について検討を行った事例を説明する。

評価サンプルの要因と水準については表-1を参照.選んだ2サンプルの一方を基準に5段階評価で採点し,その組合せの中での優劣を5段階評価 (図-2) の中で順位付けした。

表-1 評価サンプルの要因と水準

光輝材(3水準)	アンダーコート(2水準)
現行アルミ	有り
改良アルミ	無し
光輝アルミ	

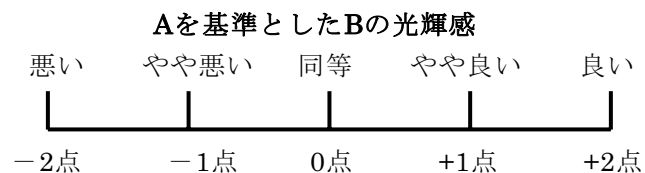


図-2 2サンプルの一方を基準とした5段階評価

次に示す結果の通り,光輝アルミは他のアルミに対し光輝感が強くバラツキも重なり合わないことから,明確な差があり光輝材として有効なことが判る.また,さらに光輝アルミ使用の場合のみ

アンダーコートが有る場合、光輝感の優劣がつき、順位付けできた(図-3)。よって、視覚における一対比較法の妥当性があると判断する。

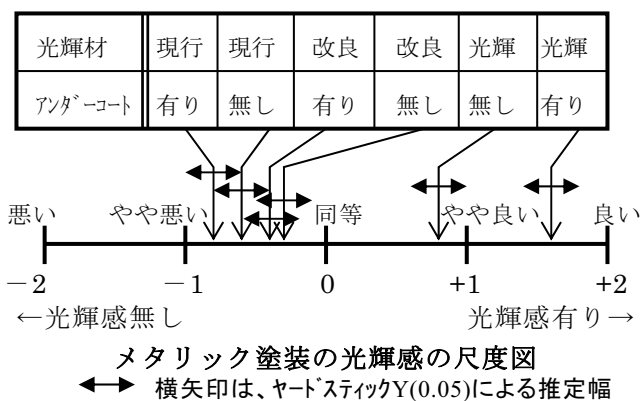


図-3 官能評価結果

### 3. 実験

これまで、傷付き試験方法は決められていたが、その評価方法と判定方法は、目視による官能評価で条件等も関係者間で取り決められていたため判定が曖昧であった。

今回、その傷付き試験後の官能評価結果が、評価サンプル種の違いや評価条件の違いでどのように変化するかを、一対比較法を用いて順位付けし、各条件についてどのくらい影響を及ぼすか検証を行った。

試験方法と官能評価に大きく影響を及ぼす条件水準について、以下に詳細に述べる。

#### 3-1. 傷付き試験方法

引っ掻き傷及びすり傷に相当する試験機としてテーパー式スクラッチテスタ(図-4)を用いた。

この試験機は、中央のターンテーブルに評価サンプルを置き、ウエイトの位置をずらすことによってカッタの先端にかかる荷重を替えて傷を付けることが出来る。この試験機を用い官能評価用サンプルを作製した。

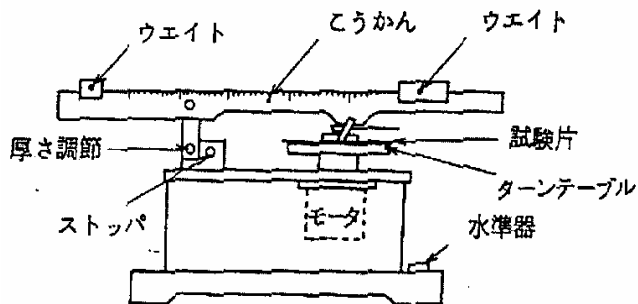


図-4 東洋精機製テーパー式スクラッチテスタ

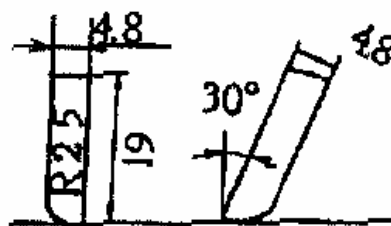


図-5 傷付き試験機先端カッタ

#### 3-2. 傷付き試験条件

傷付きサンプルの作製条件を下記に示す。

＜試験機条件＞

カッタ刃方向：鉛直方向から30° 傾斜(図-5)

ターンテーブル回転数：0.5rpm

試験温度：23℃

荷重：判定基準の5等級(表-2)に相当する荷重を新規設定

表-2判定基準

等級	異状の程度
5	全く認められないもの。
4	わずかに認められるが目立たないもの
3	わずかであるが、明らかに認められるもの
2	やや、著しいもの。
1	かなり著しいもの。

荷重を変えて傷をつけた多数の試験片の中から、視覚的に等間隔と思われる5等級サンプルを選定した。その傷付きサンプルを下記に示す(図-6)

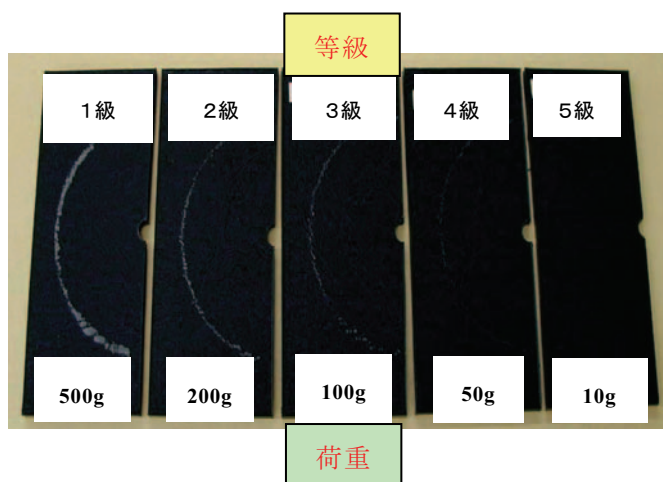


図-6 傷付き基準サンプル

図-7に示すように、荷重と等級を比較すると線形では表せないことが判り、等間隔の等級サンプルは視覚的に設定するしかない。そこで、今回この5水準の荷重のサンプルを官能評価の基準とすることとした。

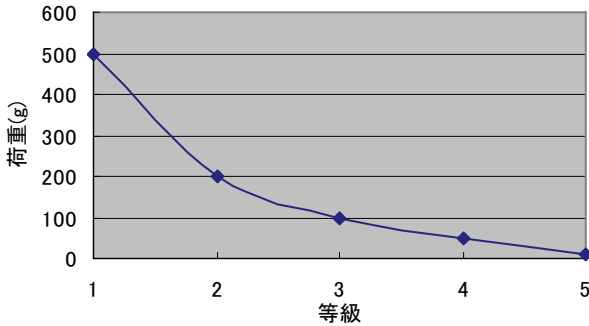


図-7 荷重と等級の関係

段階評価を行い(図-10), 得られたアンケート結果から採点表(表-3)を作成し, 多変量解析ソフトを用いて解析した。

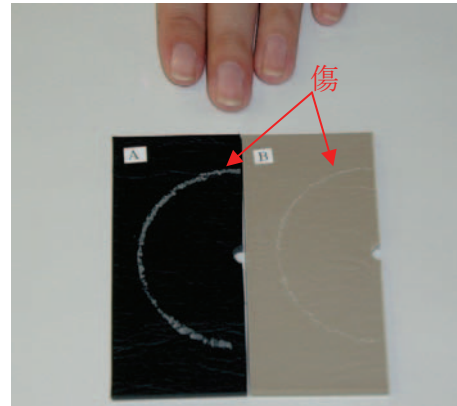


図-8 サンプル提示方法

### 3-3. 一対比較法による傷付き性比較水準

同一素材で傷付き性の官能評価を実施する場合, 傷の見え方に影響を及ぼすと考えられる次の3条件を抽出した(①室内色, ②シボ種, ③光量)。

評価条件水準に関しては, 車室内で採用される範囲の中で最も差が出る両極端な水準を取り比較した。

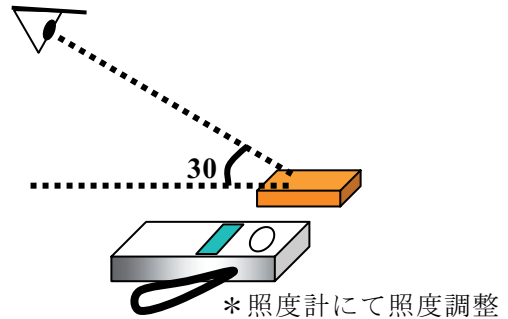


図-9 目視評価方法

<評価内容>

- ・条件水準:
  - ①室内色 アイボリー(明) vs 漆黒(暗)
  - ②シボ種 皮シボ vs 鏡面
  - ③光量 50,000 lx vs 500 lx
- ・サンプル基材: インパネ材  
(PPFタルク20%)
- ・一対比較法:
  - 手法 中屋の変法
  - パネル 20~50代の男女5人
  - 評価 基準サンプルに対し5段階(図-9)

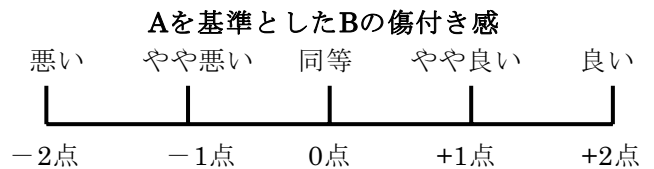


図-10 2サンプルの一方を基準とした5段階評価

### 3-4. 一対比較法による傷付き性比較水準

室内色2色(アイボリー, 漆黒)について基準サンプルとして取り決めた5等級計10サンプルを作製。

サンプルの比較については, 提示方法として10サンプルの中から2サンプルを乱数表に基づき選び出し(図-8), サンプルの比較条件については目視条件を一定に保つために角度を固定した(図-9)。

選んだ2サンプルの比較はアンケート形式で5

表-3 採点表

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A		-1	-2	-2	-1	-2	-2	0	-1	-1
B	1		0	-2	0	-2	-2	1	0	-1
C	2	0		-2	1	0	-1	2	1	0
D	2	2	2		2	1	0	2	2	2
E	1	0	-1	-2		-1	-2	1	0	0
F	2	2	0	-1	1		-1	2	1	1
G	2	2	2	0	2	1		2	1	1
H	0	-1	-2	-2	-1	-2	-2		-1	-1
I	1	0	-1	-2	0	-1	-1	1		0
J	1	1	-1	-2	0	-1	-1	1	0	

## 4. 検討ステップ

両極端に取った条件について, 傷付き5等級の分布をプロットした。各サンプルの評価バラツキに



については、図-10に定義した官能5段階中にヤードスティックY(0.05)による推定幅で表し考察を行った。

### 4-1. 室内色の効果

アイボリー (明) vs 漆黒 (暗)

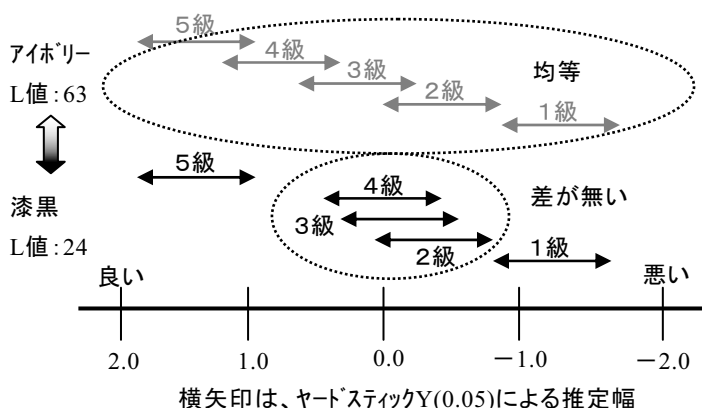
注) シボ (皮シボ), 光量 (500lx) 固定

<ヤードスティック>

$$q\phi = q(10,5,0.05)$$

$$Y(0.05) = q\phi (\text{誤差分散} / \text{評価者} \times 10)^{1/2}$$

$$Y(0.05) = 0.379$$



上記比較結果から、アイボリー色は傷の5段階評価が比較的均等であるが、漆黒色は傷の部分乱反射することとタルク添加である材料特有の白化から、小さな傷でも目立ってしまいほとんど差が出ない傾向にあることが判った。

### 4-2. シボ種の効果

皮シボ vs 鏡面

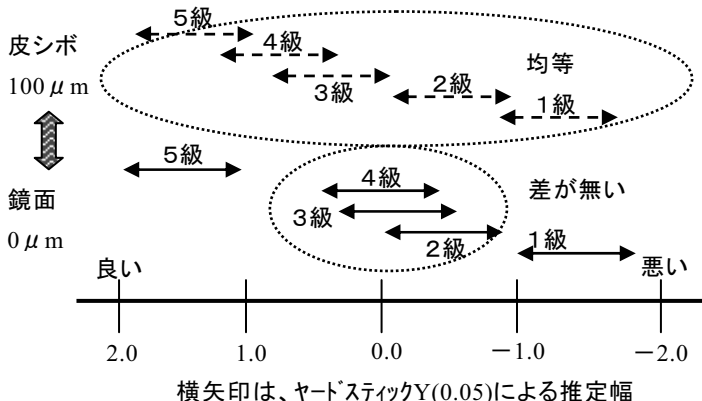
注) 室内色 (アイボリー), 光量 (500lx) 固定

<ヤードスティック>

$$q\phi = q(10,5,0.05)$$

$$Y(0.05) = q\phi (\text{誤差分散} / \text{評価者} \times 10)^{1/2}$$

$$Y(0.05) = 0.326$$



比較結果から、皮シボは傷の5段階評価が比較的均等であるが、鏡面は傷の凹凸がシボよりも極端に目立つためにほとんど差が出ない傾向にあることが判った。

### 4-3. 光量の効果

光量と傷付き官能評価を比較する上で、光量の条件を決めるため、実際の車内の各製品部位における光量測定を実施した。その結果得られた光量の上下限について比較を行った。測定条件と測定結果は下記の通りである。

<実車光量測定条件>

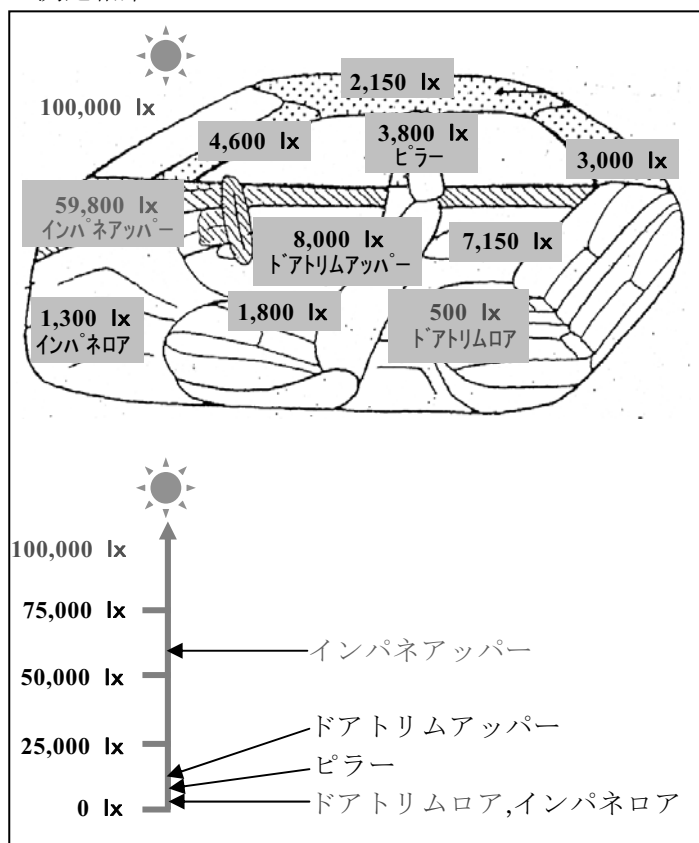
測定日 2001.9.20

測定時間 14:00

測定場所 愛知県稲沢市TG技術センター駐車場

測定器 ミノルタ製デジタル照度計T-1H

<測定結果>



車内の光量測定から最大の光量に相当する部位をインパネアッパー (50,000lx), 最小の光量に相当する部位をドアトリムロア (500lx) と決め比較評価を実施した。

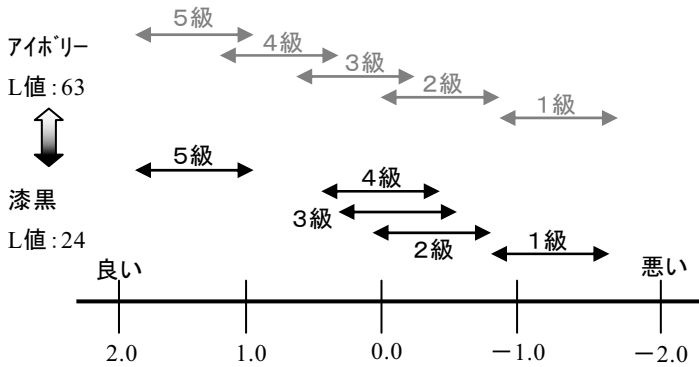
光量 50,000lx vs 500lx

注) シボ (皮シボ) 固定

500lx

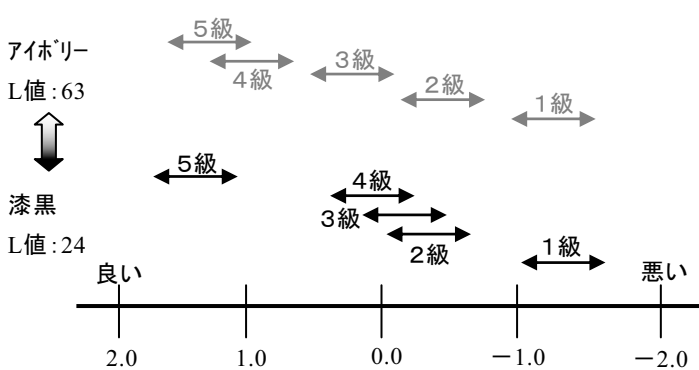
<ヤードスティック>

Y(0.05)=0.379



50,000lx

<ヤードスティック>



横矢印は、ヤードスティックY(0.05)による推定幅

上記比較結果から、アイボリー色は傷の5段階評価が比較的均等で漆黒色は差が出難い等級がある傾向に変わりはないが、インパネ上面やパッケージトレイ上面等の光量が多い製品部位の条件では、傷の認識力が上がりバラツキの指標であるヤードスティックの値が0.379から0.273と小さくなることが確認された。

このことにより、同一色かつ同一シボであっても光量の違いによって傷付きクレームになり易いことが言える。別の言い方をすれば、インパネロア、コンソール、ドアトリムロア等の光が当たらない製品は傷を認識し難いため、デザインの自由度は広くなると言える。

## 5. まとめ

今回の検討で我々は、インパネ材 (PPF) を用いて傷付きサンプルを作製し、白化による目立ち易さを一対比較法で解析した結果、次のような結論を得ることが出来た。

- 1) 同一条件で傷付けたサンプルは、色調の影響を大きく受ける、特にL値 (明度) の低い色は白化による傷が目立つ。  
【目立つ】 ダーク色<ライト色 【目立たない】
- 2) 同一色の基材の場合、シボの深さに影響を受ける。  
【傷付き悪】 鏡面<粗いシボ 【傷付き良】
- 3) 光量の違いによる効果としては、光量が多く明るい場所では傷をハッキリ識別できる。  
【識別力高】 ダーク色<ライト色 【識別力低】

これまでの検討結果から、傷付き官能評価を正確に行う場合、色、シボ、光量等を最初から定め比較することが必要である。

シボや材料による改善効果を確認する場合、条件を固定した上で改良を加えた変化に対し、一対比較法を利用することが有効であることも実証された。

また、今回の検討で部品設計する場合、部品の適用部位やシボ、色により傷付きに有利な条件があることを提示できた。今後の部品設計の中へ提案していきたいと考える。

最後に、本研究に貴重なご意見を頂いたトヨタ自動車(株)、豊田紡織(株)、(株)小島プレスの関係部署の方々に深く感謝の意を表します。

## 参考資料

- 1) 評価と数量化のはなし、大村平著、日科技連
- 2) 質的データの数量化、西里静彦、朝倉書店
- 3) 自動車における官能特性の評価・検査の進め方、オールトヨタSQC研修会

# 新技術紹介

## 水系内装塗料

### Water-borne Paint for Interior Parts

関谷 隆\*

#### 1. はじめに

近年、環境問題は避けて通れない時代に直面している。世界規模で環境の悪化を食い止める努力がなされており、モントリオール議定書によるフロン規制や京都議定書によるCO<sub>2</sub>排出規制など、環境に関する規制は年々厳しくなっている。大気汚染の原因となる揮発性有機化合物（以下VOC：Volatile Organic Compounds）についても欧米各国がそれぞれ規制を設けており日本でも近く規制が行われる予定である。

現在、日本の塗装工程においては有機溶剤を希釈剤として用いる溶剤系塗料が主流となっており、そこから排出される有機化合物はVOC規制に対して大きな問題となる。そのため、環境規制に対応した塗料としてVOC含有量を低減するハイソリッド化、水系化が必要となってくる。

今回、VOC排出の低減のため、ABS材センタークラスター（図-1）に水系塗料を適用したので紹介する。



図-1. センタークラスター

#### 2. 水系塗料の組成

水系塗料は主溶媒が水であることが特徴である。塗料樹脂は水には溶解しないので粒径が約1 μmほどのエマルジョンとして分散状態で存在し、塗装乾燥時に水の蒸発に伴いエマルジョンが融着して塗膜を形成する。

塗膜の形成を助ける造膜助剤が入っているため、VOC量はゼロにはできないが、溶剤系塗料と比較してVOC量を大幅に削減できる。米国における有害大気汚染物質（以下HAPs：Hazardous Air Pollutants）についても同様に大幅な削減が可能である。表-1に水系塗料の組成と溶剤系塗料の規制物質量の比較を示す。

表-1. 水系塗料の組成と溶剤系塗料の規制物質量の比較

	組成	VOC量	HAPs量
水系塗料		17%	2%
溶剤系塗料		78%	47%

\* Takashi Sekiya 材料技術部 表面処理開発室

以上のように、水系塗料は環境に優しい塗料であると言える。

### 3. 水系塗料の概要

今回適用した水系塗料は内装ABS材に対して溶剤系塗料でも使われているアクリル系樹脂をエマルジョン化し塗料とすることで塗膜物性を確保している。

水系塗料で最も問題となるのは作業性である。水の蒸発しにくい性質から、塗装時の粘度と塗着時の粘度変化が小さくスプレー性とタレの防止との両立が課題となる。

塗料粘度は水分量とチクソ剤で調整できる。水分量、チクソ剤量の違う同粘度塗料を用い、タレ防止の指標となるTi値を測定すると図-2のようになる。(Ti値：6rpm/60rpmの粘度の比率)

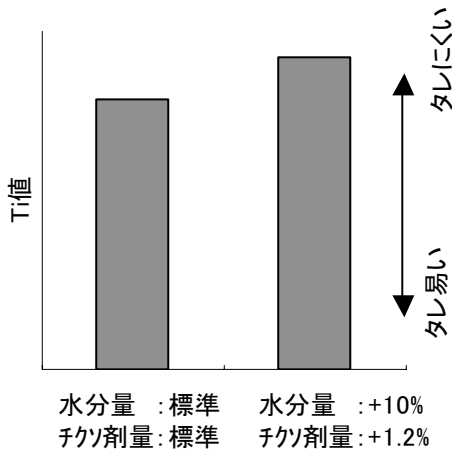


図-2. 同粘度塗料(900cps)のTi値

この結果より、水分、チクソ剤ともに多めにし粘度調整をしたものの方がTi値が高く、たれ防止効果が高い。実際に塗装したところタレを生じやすい低温高湿雰囲気下においてもタレが生じないことが確認された。従って、他に影響のないレベルで水分、チクソ剤を多めに粘度調整する設計としている。

しかしながら、水系塗料の場合、従来の溶剤系塗料と比較して、雰囲気中の水分量が塗装時の溶媒(水)乾燥性に影響を及ぼすため、塗装工程の温度、湿度管理が必要となる。

### 4. 水系塗料の性能

内装用ABS材に対する本塗料のおもな塗膜性能を表-3に示す。

表-3. おもな塗膜性能

要求性能	結果
初期付着	0/100
鉛筆硬度	HB
耐衝撃性	合格
耐湿性	0/100
耐水変色	合格
耐アルカリ変色	合格
耐酸変色	合格
耐牛脂性	合格
耐ブラパス性	合格
耐摩耗性	5級
耐光性	$\Delta E=1.00$
耐揮発油性	合格

本塗料は内装ABS材用塗膜の要求性能を満足する。

### 5. おわりに

水系塗料はVOC、HAPsを大幅に低減できる塗料である。今後環境規制の動向に伴い確実に主流となる塗料であると考えられるため、内装PP材用、外装用カラーベースへも適用できるよう準備を進めている。

今回、紹介した内装ABS材用の水系塗料は04年9月よりセンタークラスターに適用され量産で用いられている。

# 新技術紹介

## 低VOC粘着剤

### Low VOC Pressure Sensitive Adhesive

尾崎 康司 \*

#### 1. はじめに

近年、シックハウス症候群は社会的問題になっており、厚生労働省は「室内空気汚染に係るガイドライン」としてホルムアルデヒド、トルエン等13物質の指針値を設定した。当社においても、顧客からの車室内部品のシックハウス対象VOC低減要請を受け、対応を進めている。今回、ピラーガーニッシュの加飾ファブリック接着用粘着剤に対し、シックハウス対象VOC成分の低減改良を行ったので紹介する。

#### 2. 製品の概要

ピラーガーニッシュは、車室内装飾部品の1つであり、ファブリック等の加飾を施すものが大半を占めている。ピラーガーニッシュの装着部位を図-1に、また、その概略断面構造を図-2に示す。当社では、ピラーガーニッシュのファブリック接着には粘着剤を使用するものが多い。

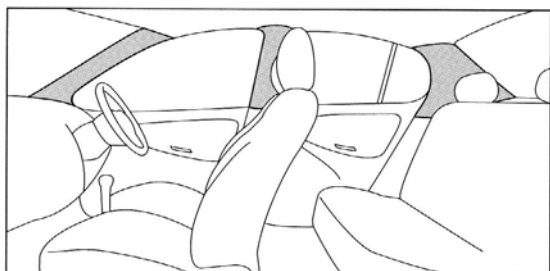


図-1. ピラーガーニッシュ装着部位

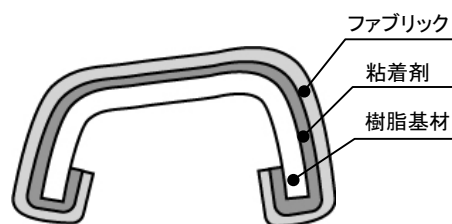


図-2. ピラーガーニッシュ断面構造

#### 3. 低VOC化

##### 3-1. シックハウス対象VOC成分発生源

従来使用している粘着剤からは、シックハウス対象VOC成分として、ホルムアルデヒド及びトルエンが発生する。粘着剤の原液成分構成を表-1に示す。分析の結果、ホルムアルデヒドは粘着付与樹脂Aの不純物として含有されており（1ppm程度）、また、トルエンは溶剤として配合されているものが、粘着剤の加熱乾燥後も粘着剤層に微量残存し、これが発生源となることが判明した。

表-1. 従来型粘着剤原液成分構成

成分		配合量	シックハウス対象VOC成分の発生
不揮発分	ポリアクリル酸エステル	35%	—
	粘着付与樹脂A	10%	ホルムアルデヒド
溶剤	トルエン	15%	トルエン
	酢酸エチル	40%	—

\* Yasuji Ozaki 材料技術部 表面処理開発室

### 3-2. VOC低減策

ホルムアルデヒド及びトルエンの低減については、以下の方策で取り組んだ

#### 3-2-1. ホルムアルデヒドの低減

- ①. 粘着付与樹脂Aを他の粘着付与樹脂へ代替  
粘着付与樹脂Aの完全代替を検討したが、粘着剤の接着力維持が困難となるため、接着力とのバランスをはかり、最終的に粘着付与樹脂Aの40%を粘着付与樹脂Bに代替し、発生源の削減を実施。
- ②. ホルムアルデヒド捕捉剤の添加  
捕捉剤として、アセチルアセトンを微量(0.1%未満)添加することにより、ホルムアルデヒドの発生を抑制。

#### 3-2-2. トルエンの低減

- ①. トルエンを他の溶剤へ代替  
溶剤として配合されているトルエンの全量を、酢酸エチルへ代替。  
酢酸エチルは、比較的低毒性な溶剤でありかつシックハウス非該当成分である。

上記対策を実施した改良粘着剤の原液成分構成を表-2に示す。

表-2. 改良粘着剤原液成分構成

成分		配合量	シックハウス対象 VOC成分の発生
不揮発分	ポリアクリル酸エステル	35 %	—
	粘着付与樹脂A	6 %	ホルムアルデヒド
	粘着付与樹脂B	4 %	—
	ホルムアルデヒド捕捉剤 (アセチルアセトン)	微量	—
溶剤	トルエン	0 %	—
	酢酸エチル	55 %	—

### 4. 性能・効果

今回の改良粘着剤と従来型粘着剤の評価結果を表-3に示す。

改良粘着剤では、接着力(剥離強度)を維持しつつ、シックハウス対象VOC成分を大幅に低減させることができた。

表-3. 改良粘着剤の性能

評価項目	従来型粘着剤	改良粘着剤	備考
剥離強度	15N/25mm	15N/25mm	被着体はTSOP材を使用
ホルムアルデヒド発生量	1.02 μg/80cm <sup>2</sup>	0.07 μg/80cm <sup>2</sup>	サンプリングバッグ法による測定結果
トルエン発生量	0.75 μg/80cm <sup>2</sup>	0.00 μg/80cm <sup>2</sup>	

### 5. おわりに

今回紹介した低VOC粘着剤は、トヨタ クラウンのファブリック仕様ピラーガーニッシュに採用され、現在量産中である。

最後に、本品の改良及び量産化に際し、御指導、御協力いただきました関係各位に厚く謝意を表します。

# 新製品紹介

## 愛・地球博 トヨタグループパビリオン出展 i-unit, i-foot用 LED照明

### EXPO 2005 AICHI JAPAN The Toyota Group Pavilion Exhibition Light Emitting Diode lighting for i-unit, for i-foot

向川 隆夫 \*1, 田中 義治 \*2

#### 1. はじめに

愛・地球博トヨタグループパビリオンに出展されている i-unit, i-foot用のLED照明を当社が担当したので、その概要を紹介する。

#### 2. i-unit 用LED製品の概要

##### 1) LEDユニットの配置と機能

i-unitの全体に1594個のLEDと、マイコン式発光制御回路・電源等を配置した。

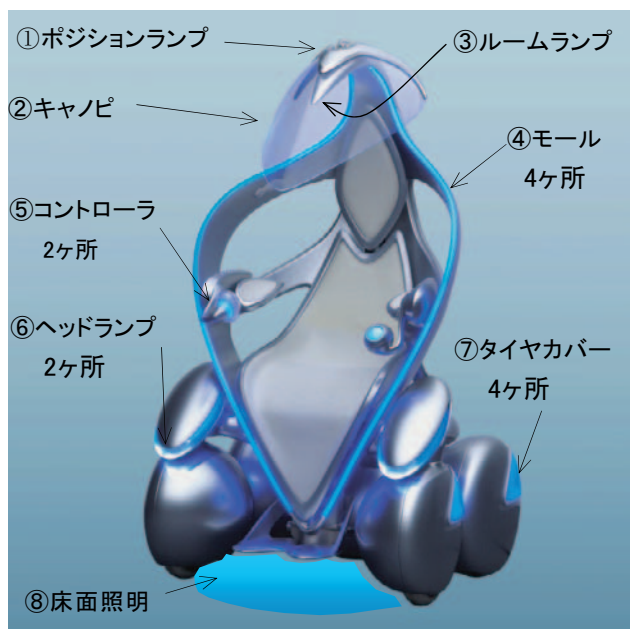


図-1. LEDユニット配置

##### 2) 白色LED部

φ3砲弾LEDを使用し、256階調の輝度が選択可能とした。LEDユニット：①ポジションランプ、③ルームランプ、⑥ヘッドランプ（先端部）

##### 3) フルカラー発光部

3 in 1 LEDを使用し、赤・緑・青の各色256階調の輝度が選択出来、組合せで理論的には約1600万色の発光が可能とした。LEDユニット：②キャノピ、⑤コントローラ、⑥ヘッドライト（サイド部）、⑦タイヤカバー、⑧床下照明、④モール部  
特にモール部は、光の流れ、点滅、グラデーション等の表現も可能となっている。

#### 2. i-unit 用LED製品の特徴

意匠・演出のため、狭いスペースに高密度のLED配置・透明感のある均一な発光や、複雑な発光制御が要求された。

##### 1) 点灯方式

高速移動表示対応や、ノイズ抑制の為、電流可変方式を採用した。

##### 2) 構造（例：モール部）

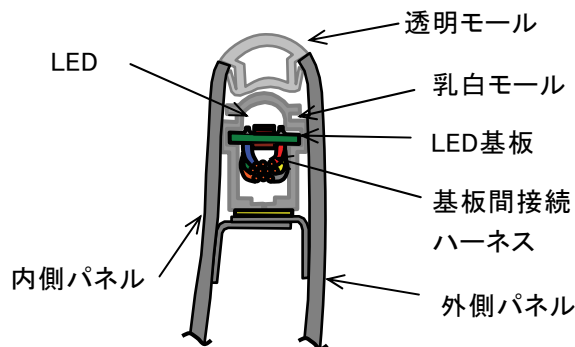


図-2. モール断面

\*1 Takao Mukougawa オプトE事業部第2技術部第1技術室

\*2 Yoshiharu Tanaka オプトE事業部第2技術部第2技術室

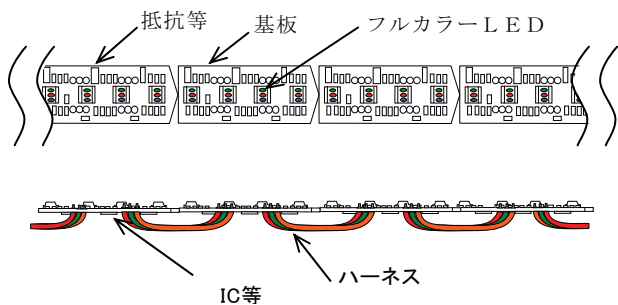


図-3. モール部LED基板

3次元的に湾曲させるため、幅12mm×長さ32mmの小基板を並べ、ハーネスで繋いだ。

LEDは8mmピッチで並べ、電流制御のICや抵抗もすべてこの基板に配置した。

4層基板でもスペースが不足したので、ハーネスはコネクタを使用せず、直付けにした。

これらの構造により、フレキシブルで、均一且つ、いろんな演出可能なLEDモールが実現出来た。

### 3. i-foot 用LED照明の概要

i-footは人間が搭乗可能な2足歩行タイプのロボットである。

i-footには各所に白色LEDが配置されるが、中でもhead部1ヶ所とfootrest部2ヶ所はロボットの進行方向前方を照射することを目的とし、高出力のスポット照明が要求された。また、スペースが限られているため小型であることも必須であった。



図-4. i-foot外観と照明設置箇所

## 4. i-foot 用照明の開発ポイント

### 1) LED及び光学系

高出力のスポット光を得るために、大電流LED+集光レンズの構成とした。LEDはレンズ集光による色分かれを防ぐために、Purple LEDとRGB蛍光体の組み合わせによるTG Hi Power True Whiteを採用した。また、小型化の要求に応えるために、フレネルレンズを用いてレンズ部の薄型化を図った。

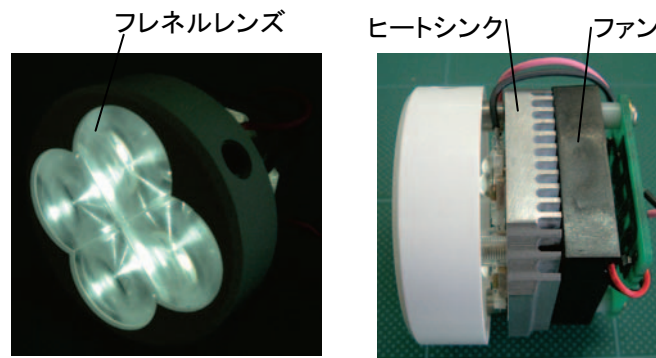
### 2) 放熱構造

動作時の環境温度とLED信頼性との関係から、LEDチップの温度上昇値を30度以下に抑えるよう目標を定めた。

ヒートシンクによる自然空冷とヒートシンクと冷却ファンを用いた強制空冷について検討を行い、(表-1)の結果から強制空冷を採用した。

表-1 放熱構造検討

	自然空冷	強制空冷
チップ上昇温度	35℃	22℃
放熱構造厚み	20mm	20mm (ファン含む)



## 5. おわりに

i-unit、i-foot用LED照明の開発を通して培ったノウハウを今後の製品開発に生かしていきます。

本製品の開発に際し、ご指導、ご協力いただいたトヨタ自動車株式会社の関係部署の方々に厚く謝意を表します。



## 新製品紹介

### ストライプ無反射ダクト

### Stripe Unreflective Duct

木野 等<sup>\*1</sup>，小笠原 豊<sup>\*2</sup>，岩尾 裕<sup>\*3</sup>

#### 1. はじめに

近年，吸気系システムに対して車外騒音の低減，商品性向上を目的とした車内音低減が求められている。また，歩行者保護等でのエンジンルーム狭小化による吸気系システムの小型化，燃費向上を目的とした軽量化も求められている。

上記の問題を解決する手段として，ストライプ無反射ダクトを開発・量産化したので，その概要を紹介する。

#### 2. 製品の概要

吸気系システムは，図-1に示すような管体及び容積体の組合せで構成されており，エンジン本体へ清浄な空気を供給する事が主目的である。この吸気系システムは空気をエンジンへ供給する際，エンジン側から吸気脈動圧力が伝搬され，各構成体にて気柱共鳴が発生する。この気柱共鳴が吸気脈動圧力を大きくし，その結果吸気騒音が増大している。

吸気騒音を低減させる手段として，レゾネータと呼ばれる消音器を吸気系システムに追加する方が一般的である。但し，レゾネータの追加により，搭載スペース及び質量の増大という背反が発生する。また消音性能を向上させる目的で，レゾネータを追加したくても搭載可能なスペースを確保できない場合もある。

その問題を解決するための一つの手段として，無反射ダクトがあった。今回，トヨタハイエースを対象に，レゾネータの配設数を必要最小限に抑えつつ，従来の無反射ダクトに対して更なる消音性能向上を図る事を狙いとしたストライプ無反射ダクトを開発した。

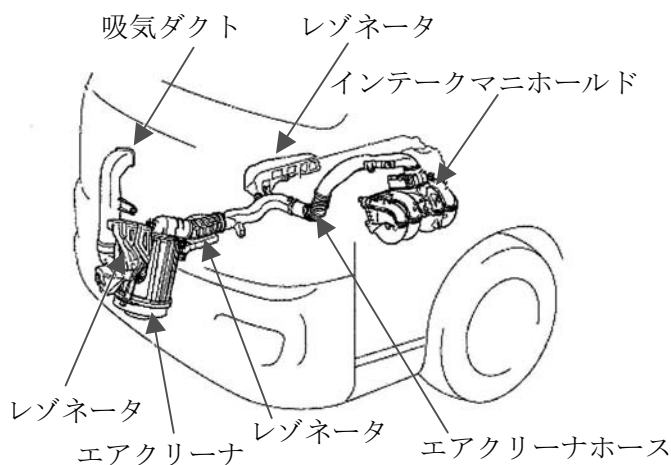


図-1 吸気系システム

#### 3. 製品の特徴と効果

##### 3-1. 消音原理

吸気ダクト内に発生する気柱共鳴の発生により吸気騒音が増大する。気柱共鳴を抑制させるために，ダクトの管壁の一部を通気性素材で形成し，吸気脈動圧力を外部へ逃がす事で吸気騒音低減が図れる。

\*1 Hitoshi Kino 機能部品技術部 P部品技術室

\*2 Yutaka Ogasawara 機能部品技術部 P部品技術室

\*3 Hiroshi Iwao 機能部品技術部 P部品技術室

### 3-2. 構造

ストライプ無反射ダクトとは、吸気ダクトの管壁の一部を形成する通気性素材を長尺としたものである。従来の無反射ダクトに比べて、通気性素材が占める長さの割合を増やした事により、ダクトからの吸気脈動圧力の抜け性が増大し、広帯域の周波数範囲で消音効果が得られる特長を有する。

図-2に示す適用事例は、ストライプ無反射ダクトをトヨタハイエースで量産適用化したものである。

ダクト本体を樹脂ブロー成形体で形成し、その一部に窓穴を設けて、その窓穴をPET不織布成形体で塞ぐように熱板溶着で一体化したものである。

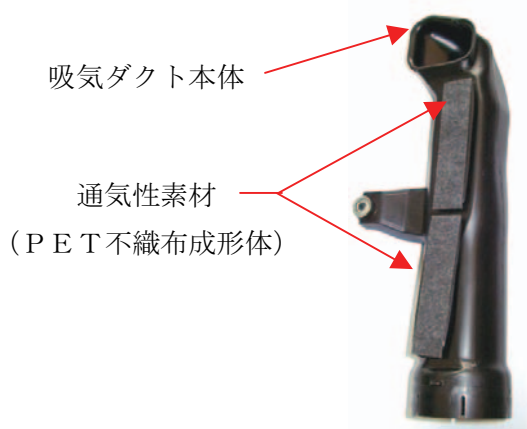


図-2 ストライプ無反射ダクト

### 3-3. 消音性能

ストライプ無反射ダクトを適用した時の消音効果の一例について、図-3に示す。図-3は、エンジン全負荷加速時におけるエンジン爆発1次、2次、3次成分の吸気口音を示す。

吸気口音は、爆発1次成分の4650~5850rpm (155~195Hz) 時で8dB低減、爆発2次成分の3600~4500rpm (240~300Hz) 時で14dB低減、爆発3次成分の2200~3000rpm (220~300Hz) 時で15dB及び5100~5600rpm時 (510~560Hz) で5dB低減できた。

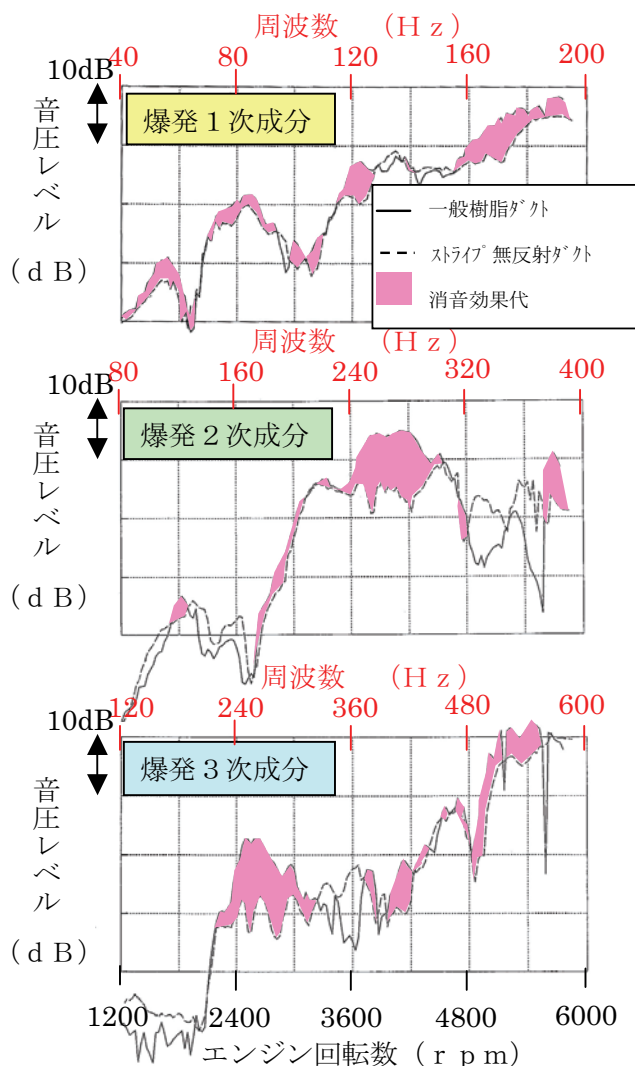


図-3 ストライプ無反射ダクトの消音効果 (吸気口音)

### 3-4. 消音性能

ストライプ無反射ダクトを適用する事で、250Hz用及び540Hz用の消音器を新たに追加せず、消音性能の向上を図る事ができた。

## 4. おわりに

今回紹介した「ストライプ無反射ダクト」は、トヨタハイエースで採用され量産化することができた。今後、本製品仕様を他車種へも適用拡大していきたいと考えております。

最後に、この製品の開発・量産化に際し、多大な御支援、御指導を頂いたトヨタ自動車株式会社の各関係部署の方々に厚く感謝の意を表します。

# 新製品紹介

## ガラス昇降耐久性向上ガラスラン

### Glass-Run with Improved Abrasion Performance

有竹 祐 則 \*1, 高 原 光 博 \*2

#### 1. はじめに

地球温暖化防止への取り組みとして生産工程でのCO2削減にTGグループ全体として取り組んでいるなかで従来のウェザーストリップガラスランの製造工程でのエネルギー消費量を抑制することで、CO2排出量を削減でき、かつガラス耐久性を向上したガラスランを開発量産適用したのでその概要について報告する。

#### 2. ガラスランの概要

ガラスランは、ドアサッシュとウィンドガラスとの摺動部位に使用されて摺動抵抗の減少と雨水などのシール用ウェザーストリップとしての働きをかねそなえた部品である。装着部位を図-1に示す。

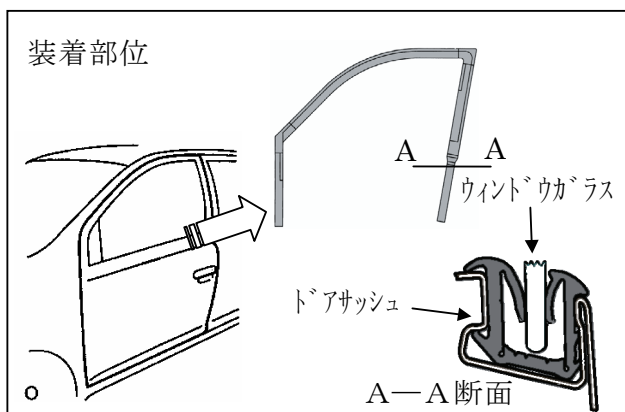


図-1. 装着部位および製品の構成

ガラスランの主な仕様の構成としては、ガラス摺動部に摺動抵抗の低減効果をもつ表面処理した無植毛タイプと、基底部にさらに耐久性を持たせ

るために植毛した複合タイプの2種類が主流である。

#### 3. 開発品の概要

##### 3-1. 基底部のPEコート

今回の開発品は従来の基底部の植毛に替わり基底部にPE（ポリエチレン樹脂）コートを実施した仕様であり、このPEは分子量が100～400万の超高分子量PEを採用している。

従来の複合タイプと本開発品のPEコートとの製品構成の比較を図-2に示す。

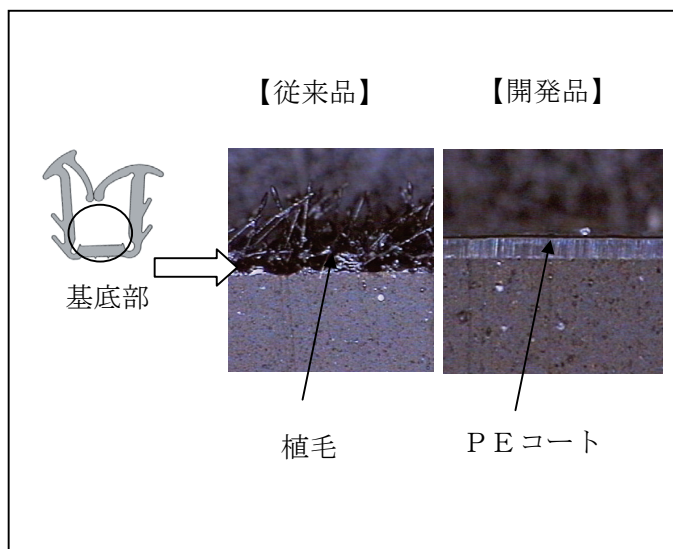


図-2 従来品と開発品の構成

一般にPEの材料性能は分子量が増せばそれに伴い耐摩耗性、機械的強度などの諸性能も向上する。（表-1参照）

\*1 Masanori Aritake ボディシーリング事業部 技術部 第1技術室

\*2 Mitsuhiro Takahara ボディシーリング事業部 技術部 第1技術室

表－1. PEの種類と分子量

分類	分子量 × 10 <sup>4</sup>
超高分子量PE	100～400
高密度PE	5～30
中密度PE	10～20
低密度PE	1～5

超高分子量PEの特徴は

- (1) フッ素系樹脂並の耐摩耗性にすぐれている
- (2) 極低温から高温領域まで広い範囲で高い衝撃強さを有する。
- (3) 自己潤滑性がある。
- (4) 耐薬品性にすぐれ、軽量かつ寸法安定性が良い。

などが挙げられる。

従来のガラスランに使用していた植毛パイルの材質であるナイロンと比較しても表－2に示すように同等の動摩擦係数を有する。

表－2 各種樹脂との比較<sup>1)</sup>

樹脂の種類	動摩擦係数
超高分子量PE	0.10～0.22
ふっ素	0.04～0.25
ナイロン66	0.15～0.40
ポリアセタール	0.15～0.35

### 3-2. 開発品の性能

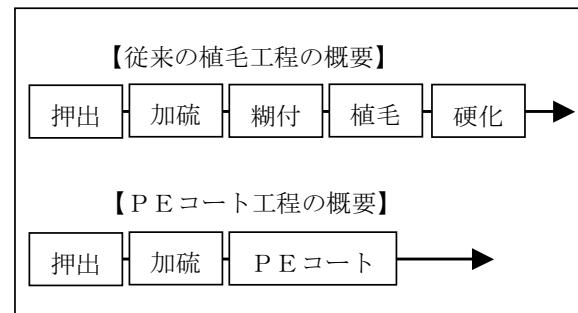
今回開発したPEコートガラスランと従来の植毛タイプの性能を比較しても、表－3からわかるように従来の植毛タイプと比較して同等以上の耐摩耗性能を大幅に向上させることができ、ガラス昇降耐久性を向上させたガラスランを市場に提供することが可能となった。

表－1. PEの種類と分子量

項目	従来品	開発品
耐摩耗性	1万回以上	植毛同等以上
密着性	糊の母材破壊	ゴム母材破壊
摺動抵抗	3～5 (N)	3～5 (N)
摺動異音	無し	無し

## 4. 効果

今回開発した製品の製造は、図－3に示すようにPEをコーティングする工法であり、従来、植毛工程で必要であった糊（接着剤）付工程、静電植毛工程が不要となったことと、さらにエネルギー使用量の大きい糊の乾燥工程が不要となった。



図－3. 製造工程の比較

これにより従来工程で必要であったエネルギーを削減することができ、そのCO<sub>2</sub>削減効果は17.6 Ton/年・工程になる。（CO<sub>2</sub>換算係数は0.3817 Kg・CO<sub>2</sub>/kW・hを使用）

## 5. おわりに

今回紹介したガラス昇降耐久性向上ガラスランはトヨタ自動車ビッツのガラスランに採用され、量産化した。また国内に限らず、欧州・アジア・北米にグローバル展開され適用拡大していくことで、CO<sub>2</sub>削減に貢献できると期待できる。

最後に本製品の開発、量産化にあたりご協力をいただいた関係会社部署の方々に厚く謝意を表します。

## 参考文献

- 1) プラスチック活用ノート 工業調査会

# ≡≡≡ 新製品紹介 ≡≡≡

## 見栄え向上ガラスラン

### The External Appearance Improved Glass Run

鵜飼 倫宏 \*1, 沖田 智昭 \*2

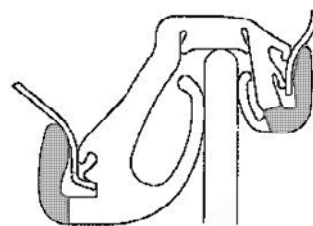
#### 1. はじめに

近年自動車産業の動向として、見栄え品質向上を目的とした製品造りが求められている。

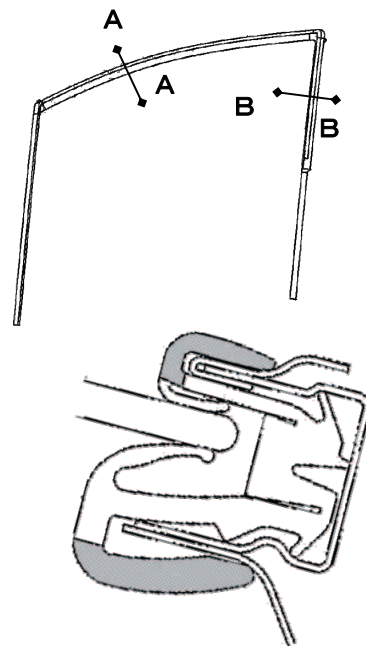
今回、その要求に対応したプレスドタイプでのガラスランを製品開発・量産化したのでここに概要を紹介する。

#### 2. 製品の概要

本製品は、自動車の窓ガラス周辺部に取付けられ雨、風、音等の侵入を防止する為のシール部品で窓ガラス開閉時はガラスをスムーズに昇降させる機能を持つ部品である。その装着部位を図-1に、製品仕様を図-2に示す。



A-A



B-B

図-2. 製品仕様

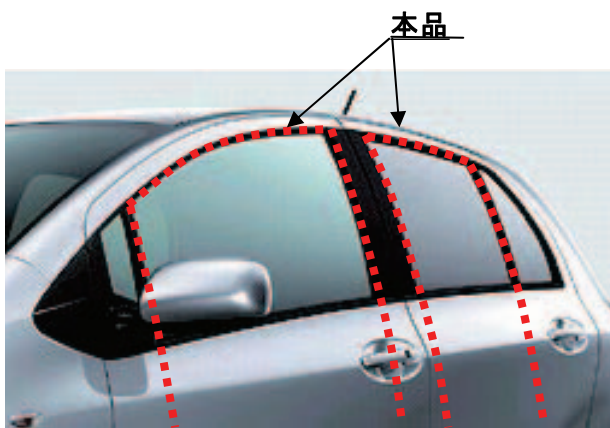


図-1. 装着部位

\*1 Michihiro Ukai ボディシーリング事業部技術部第2技術室

\*2 Tomoaki Okita 材料技術部 エラストマー材料技術室

### 3. 製品の特徴と効果

#### 3-1. 形状（構造）による見栄え改良

今回、見栄えを向上するために、旧車型と比べ室外側のガラスランとガラスとの段差（W寸法）と、意匠リップ見え巾（H寸法）を見直し、パネル構造を含め最小化させた断面形状とした。

（図-3）

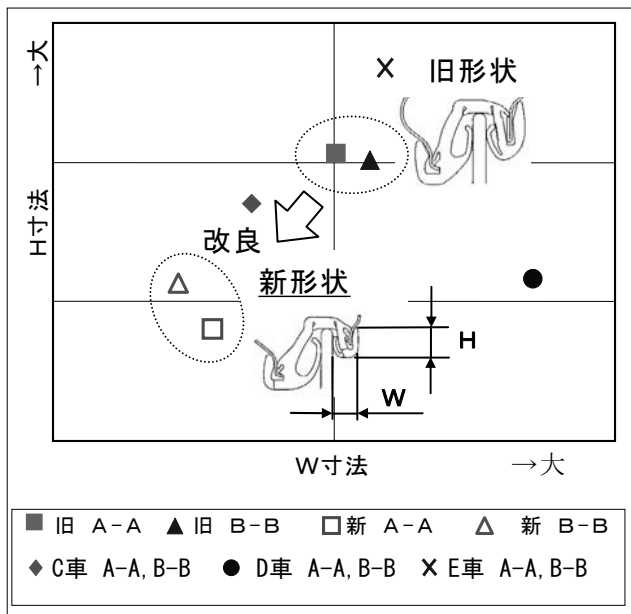


図-3. 断面寸法比較

#### 3-2. 低光沢材による型部との光沢差改良

本製品の材料は、押出断面には、EPDMソリッドゴム材料を、型成形部には、TPO材料を適用した。TPO材料は、光沢が特に低く、従来のEPDMソリッドゴム材料とは艶が合わないため、低グロスのEPDM材料を押出の意匠部に適用し、コーナ部との艶の差を低減させた。（図-4）

本材料は、製品表面を滑らかな状態よりも、均一に荒らした状態になるように配合した材料で、光の乱反射で反射強度を低下させる手法を用いた。

（図-5）

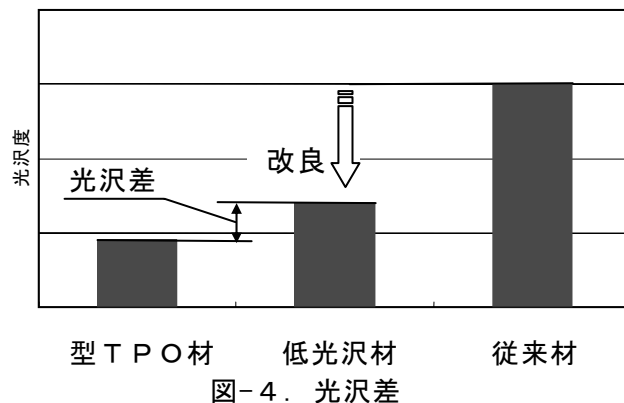


図-4. 光沢差

表面状態	滑らか	粗い
	反射强度高	乱反射→反射強度低
反射様相		

図-5. 低グロス化モデル

以上により、プレスドアにおいてもガラスラン断面小型化を図ることができ、低光沢EPDMソリッドゴム材料の適用によりコーナTPO材料との光沢差の改良が実施できた。

### 4. おわりに

今回紹介した「見栄え向上ガラスラン」は、トヨタヴィッツで採用され量産化した。

最後に本製品の量産化に際しご支援、ご指導頂いたトヨタ自動車株式会社、株式会社豊田自動織機の関係各部署の方々に厚く謝意を表します。

## 新製品紹介

### たばこ特化型空気清浄機

### Specific Air Purifier for Tobacco Smoke

山口 秀明 \*1

#### 1. はじめに

豊田合成がダイキン工業殿より空気清浄機のOEM生産の受注を受け、'04年度モデルで3機種目にあたる。

本年度、ダイキン工業殿と日本たばこ産業（JT）殿がたばこの煙・臭いに特化した新型空気清浄機を共同開発し一般の空気清浄機とは別に発売した。

豊田合成としてこのたばこ特化型空気清浄機（以下JTモデル）の可動パネル開発及び、完成品生産～出荷を受注したので紹介する。（写真-1）

#### 2. 製品の概要

一般の空気清浄機が部屋全体の空気の浄化を目的としているのに対し、JTモデルはスポット的な使用を主目的とする。喫煙者が空気清浄機を喫煙場所に持ち込み（または喫煙場所へ常時設置）その前でたばこを吸う。

上述のコンセプトを満足するため、前面パネルに開閉機構を設け空気の吸引量を増加させた。

（写真-2）

また、喫煙者に対し空気清浄機の向きを容易に変えることを可能にするため、回転台（別売品）を設定した。（写真-3）



写真-1 JTモデル空気清浄機

写真-2 パネルの開閉状態

写真-3 回転台

\*1 Hideaki Yamaguchi 特機事業部 技術部 技術室

### 3. 製品構造

#### 3-1. 可動前面パネル

可動前面パネルの各機構を次に紹介する。

(図-1)

##### 3-1-1. 可動及び角度調整機構

今回のJ Tモデルはパネル上部が $0^{\circ} \sim 40^{\circ}$ の間で2段階、中央部が $0^{\circ} \sim 5^{\circ}$ へと手動開閉することができる。

可動機構としては樹脂のヒンジと板金を組合せた回転軸により開閉させる。

角度調整機構は、波形状をした部位に対しそれに追従する中空形状をした樹脂部品にて各角度でクリック感を出し角度を調整する。

##### 3-1-2. 連動機構

このパネルは上、中可動部が連動する。

中央可動パネルの上部を押すと $5^{\circ}$ 開くと同時に、上部可動パネルのロックを解除し一旦跳ね上げる機構を有している。逆に閉じる際は、上部可動パネルを $0^{\circ}$ まで閉めると中央可動パネルも連動して閉まる。

##### 3-1-3. 安全機構

上部可動パネルの角度を調整する際、ユーザが設定角度である $40^{\circ}$ 以上に開閉してしまうと上部可動パネルが外れる機構を有している。これは上部可動パネルがわざと外れることにより、破損を防止する安全機構である。

#### 3-2. 回転台

空気清浄機をこの回転台の上部に載せることにより左右 $45^{\circ}$ 向きを変えることができる。

構造は軸を有した回転プレート(板金)と回転台底(板金)の間にクッション材をはさみこみその摩擦で荷重を保ちながら空気清浄機本体の角度を変える。

別売品であるため空気清浄機本体とは別に梱包出荷している。

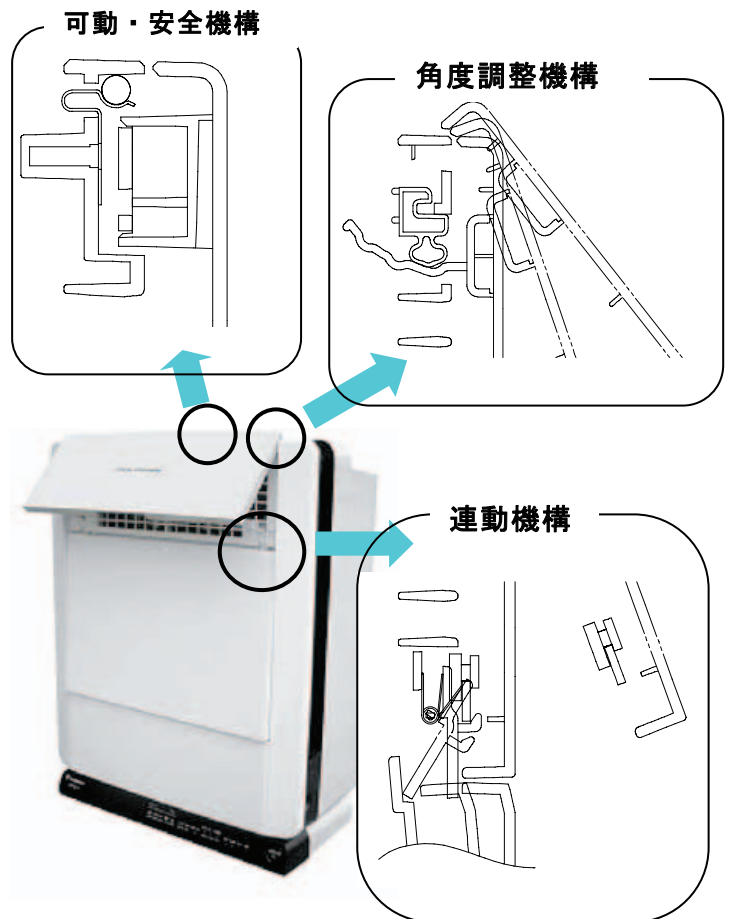


図-1 可動パネルの各機構

### 4. おわりに

本製品は冒頭にも書いたがJ Tモデルとしてダイキン工業殿より発売されている。

現在分煙化が重視され喫煙環境整備のひとつのアイテムとしてこの空気清浄機は誕生した。喫煙マナーの向上、環境整備の一環に携われたことに喜びを感じます。

最後に本製品の開発にあたりご協力いただいたダイキン工業株式会社の関係部署及び成形加工・組立部門の方々に深く感謝致します。



## 編集後記

最近“元気な名古屋”という言葉が良く聞かれるようになりました。名古屋嬢，味噌カツが全国銘柄になり，3英傑が活躍した戦国時代末期から400年ぶりに名古屋の時代がきたと騒がれています。

その名古屋で今，愛知万博が開催されています。テーマは“自然の叡智”です。産業革命以来の自然破壊，多量消費の社会がこのままでは破滅に向かうのではないかと心配され，もっと自然への負荷の小さい持続可能な社会を実現することを目指しているいろいろな提案がされています。

当社は消費電力が非常に少なく，次世代照明機器の本命と考えられているLEDを製造販売していることから，今回の万博では電光表示板，各種の照明などで協力させていただきました。本技報ではその一例としてトヨタグループパビリオンで活躍しているi-unit, i-footの照明を紹介させていただきました。一般の照明に使われるようにするにはまだまだ多くの解決すべき課題が残っているようですが，着実に解決しLED照明の実用化を目指しています。(Y)

(非売品)

<b>豊田合成技報編集委員会</b> 編集委員長 市原正英 (技術企画部) 編集委員 牛田洋子 (開発部) 小泉順二 (材料技術部) 馬場宣芳 (金型機械事業部) 磯村博恭 (施設環境部) 川島大一郎 (内外装部品事業部) 藤波京一 (機能部品事業部) 小林裕之 (セーフティシステム事業部) 野崎政博 (ホテイルーリング事業部) 高橋俊雄 (オプトE事業部) 安井誠志 (特機事業部)	<b>豊田合成技報 第47巻 第1号</b> (禁無断転載)  2005年6月15日印刷 2005年6月21日発行 発行所 豊田合成株式会社 発行人 村田 篤則 印刷所 竹田印刷株式会社
--	--

# 豊田合成株式会社

本社・春日工場	〒452-8564 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地	Tel (052) 400-1055
技術センター	〒492-8540 愛知県稲沢市北島町西の町30番地	Tel (0587) 34-3303
稲沢工場	〒492-8542 愛知県稲沢市米屋境1番地	Tel (0587) 36-1111
西溝口工機工場	〒492-8452 愛知県稲沢市西溝口町第二沼1番地の1	Tel (0587) 36-5761
森町工場	〒437-0213 静岡県周智郡森町睦美1310番地の128	Tel (0538) 85-2165
尾西工場	〒494-8502 愛知県尾西市明地字東下城40	Tel (0586) 69-1811
平和町工場	〒490-1312 愛知県中島郡平和町大字下三宅字折口710	Tel (0567) 46-2222
東京営業所	〒100-0005 東京都千代田区丸の内二丁目2番1号岸本ビル308号	Tel (03) 3213-5681
大阪営業所	〒532-0003 大阪市淀川区宮原四丁目1番45号新大阪八千代ビル3階	Tel (06) 6391-2691
広島営業所	〒732-0805 広島市南区東荒神町3番35号広島オプティセンタービル3階	Tel (082) 264-3887
宇都宮営業所	〒321-0953 栃木県宇都宮市東宿郷三丁目1番7号NBF宇都宮ビル7階	Tel (028) 610-8846