

ISSN 1883-9746

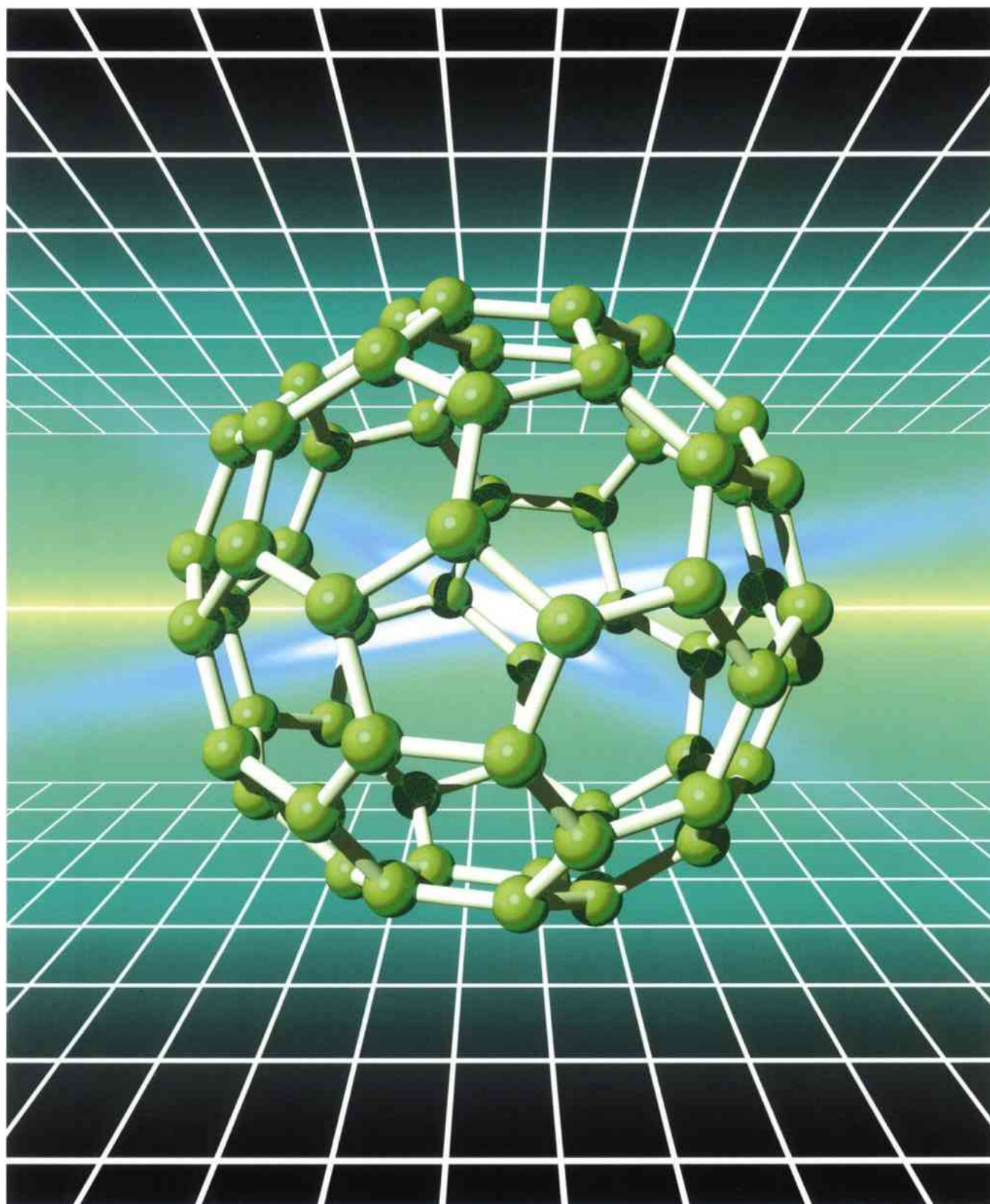
# 豊田合成技報



TOYODA GOSEI TECHNICAL REVIEW

TOYODA GOSEI

VOL. 52 2010



巻頭言	価値観で仕事は楽しくなる……………	武井 芳明 ……	1
総説	豊田合成のエネルギー多様化への取組み……………	内田 安則 …… 下田 禎己 森 善和 水島 孝史 渡邊 徳雄	2
	デザインから見る LED 照明の課題と可能性……………	瀬戸 壽司 ……	7
資料	架橋ゴムリサイクル技術 工業化の現状……………	福田 政仁 ……	13
新技術紹介	ピッチングスレッド装置による 実車衝突台上評価の精度向上……………	角野 哲也 …… 山田 広明	20
	CAD-CAE 連携による自設計ツールの開発……………	大年 義広 …… 井上 武士 雪廣 博	22
	ガラス封止 LED パッケージ……………	田角 浩二 …… 山口 誠治 末広 好伸	25
新製品紹介	ロック Assy コンパートメント……………	小倉 光雄 ……	27
	LED 口金電球 (60W 型)……………	服部 徳文 ……	29
	軽量一体樹脂等速ジョイントブーツ……………	古田 裕二 …… 間瀬 佳昭	31
	後席センターエアバッグ……………	橋場 雅 …… 福山 岳樹	33
	助手席エアバッグ (セレクトابلベントホール)……………	石田 真一 …… 伊藤 瞬	35
特許紹介	……………		37
社外発表文献一覧表	……………		40

---

# TOYODA GOSEI TECHNICAL REVIEW VOL.52 2010

---

## CONTENTS

<b>Foreword</b> .....	Yoshiaki Takei .....	1
<b>Technical Reviews</b>		
Approach of TOYODA GOSEI CO.,LTD on Energy Diversification .....	Yasunori Uchida .....	2
	Yoshiki Shimoda	
	Yoshikazu Mori	
	Takashi Mizushima	
	Norio Watanabe	
Possibility and Problem in Design of LED Lighting .....	Hisashi Seto .....	7
<b>Technical Note</b>		
Industrial Application Status of Rubber Recycle Technology .....	Masahito Fukuta .....	13
<b>New Technologies</b>		
A Accuracy Improvement of Crash Test Simulator with Pitching Sled .....	Tetsuya Kadono .....	20
	Hiroaki Yamada	
Development of Automated Design Tool using CAD/CAE Coupling ..	Yoshihiro Ootoshi .....	22
	Takeshi Inoue	
	Hiroshi Yukihiro	
Glass Encapsulated LED Package .....	Koji Tasumi .....	25
	Seiji Yamaguchi	
	Suehiro Yoshinobu	
<b>New Products</b>		
Lock Assembly Compartment .....	Mitsuo Ogura .....	27
LED Light Bulb (60W Type) .....	Norifumi Hattori .....	29
Light Weight 1 Piece TPE CVJ Boot .....	Yuji Furuta .....	31
	Yoshiaki Mase	
Rear Center Air Bag .....	Masashi Hashiba .....	33
	Takaki Fukuyama	
Passenger Side Air Bag (Selectable Vent Hole) .....	Shinichi Ishida .....	35
	Shun Ito	
<b>Introduction of Patents</b> .....		37
<b>List of Published Papers</b> .....		40

## 巻 頭 言



常務取締役 武井 芳明

### 「価値観で仕事は楽しくなる！」

環境志向の高まりにより、プラグインハイブリッド車、電気自動車といった次世代エネルギー車の拡大が進んでいます。これに対応すべく、バイオプラスチックの開発や、リサイクル、高歩留り、軽量化等、原料から生産、出荷、廃車からの回収を含めたリサイクルといった全ての工程スルーでの、一歩先を見据えた高度な技術や製品の研究、開発、量産化が求められています。

そこで今迄とは違った発想や考え方でモノづくりを追求することが必要となり、未知なものへの探求といった大変なテーマも出てくると思います。また、変化に対し、スピードある推進も求められます。これに対応するには、もちろん基礎技術、基本技術等必要であります。それ以外にテーマに取り組む時に、自分自身 or チームメンバーがどう高く、広く考えた価値観を持つか、今一度検討し遂行するかで推進力が大きく左右すると思います。

私は工作が好きで、ライン課長時代に大変忙しく、高残業でストレスが溜まっていた時に、孟宗竹から竹ひごを削りだし、鳥籠を平日毎日1時間ずつ4～5ヶ月かけて完成させました。完成までの過程でどう造るか、どう工夫するか等考える楽しさや完成後に鳥を飼う家庭の姿を描く事と頭の中を切替え、仕事以外の事に短時間集中することでリフレッシュできる。この2点の価値観によって仕事も好きな工作も没頭することができたのです。皆さんも趣味に時間を忘れ没頭する事が有ると思いますが、これは価値観がそうさせるのではないかと思います。

以来、私は仕事も同じで、どこまでの価値観を持ってテーマに当たるべきかを考え取り組んできました。

各個人または、チームで取り組む開発テーマ（材料、製品、設備・・・）あるいは、スタッフ業務においてもどんな価値観を持って取り組んでいるか、価値観の違いで探求心、研究心が変わり、いかに深く追求する事でも、苦しく、辛い事（困難）を打ち消し邁進することが出来ます。

価値を考え、楽しく、チャレンジブルに仕事に取り組んでいきましょう！

# 総 説

## 豊田合成のエネルギー多様化への取組み

### Approach of TOYODA GOSEI CO.,LTD on Energy Diversification

内田 安則<sup>\*1</sup>，下田 禎己<sup>\*2</sup>，森 善和<sup>\*3</sup>，  
水島 孝史<sup>\*4</sup>，渡邊 徳雄<sup>\*5</sup>

#### 1. はじめに

CO<sub>2</sub>排出，化石燃料枯渇問題などを背景にエネルギー多様化への取組みが重要となっている。特に，内燃機関を有する自動車においては様々なエネルギーに対応すべく開発が推進されている。本稿では，弊社が有する高分子技術を軸にエネルギー多様化への取組みを報告する。

#### 2. エネルギー動向：燃料の多様化

図 1 に示すように化石燃料採掘ピークは2020年といわれ，これまでの消費のほとんどが先進国であった。しかし，今後の途上国の発展を考えると，エネルギー不足は深刻な課題であり，代替エネルギーへの対応が急務となっている。

化石燃料と代替燃料における，エネルギー密度と資源リスクの相関イメージを図 2 に示す。ガソリンに代表される化石燃料はエネルギー密度が高く，搭載制約の大きい自動車には最も適した燃料であり，その他燃料の代替を可能とするには技術課題も多い。

各代替燃料における課題を表 1 に示す。気体燃料においては貯蔵方法，電気（電池）においてはエネルギー密度と電気的耐性，バイオ燃料においては材料耐性が主な課題といえることができる。

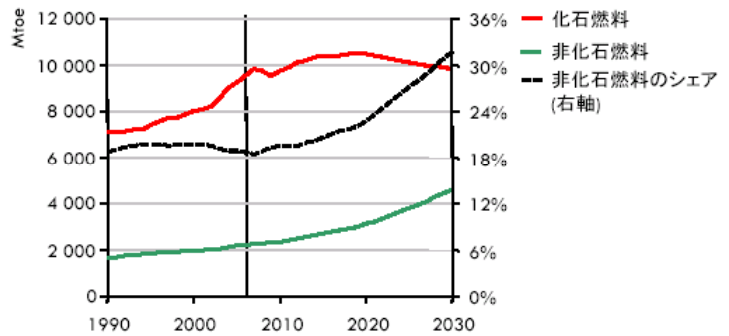


図 1 化石燃料採掘の推移<sup>1)</sup>

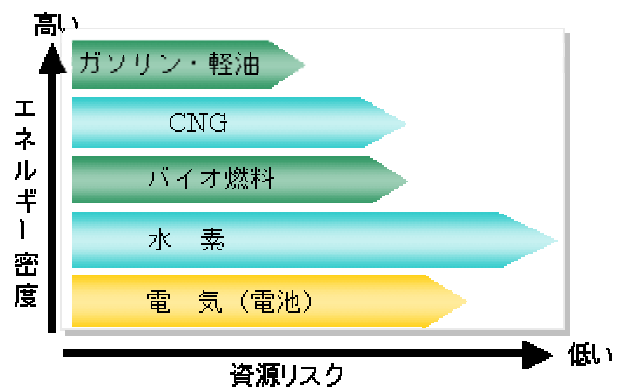


図 2 エネルギー密度と資源リスク

<sup>\*1</sup> Yasunori Uchida 生産技術開発センター  
<sup>\*2</sup> Yoshiki Shimoda 機能部品事業部 技術部 開発室  
<sup>\*3</sup> Yoshikazu Mori 機能部品事業部 技術部 技術総括室  
<sup>\*4</sup> Takashi Mizushima 機能部品事業部 技術部 材料技術室  
<sup>\*5</sup> Norio Watanabe 機能部品事業部 技術部 技術総括室

表 1 代替燃料と課題

代替燃料	課題
CNG	高耐圧貯蔵方法 ・耐圧性(30~70MPa) ・ガス透過抑止
水素	
電気(電池)	出力安定のための熱環境マネジメント ・断熱特性 ・電気絶縁と高熱伝導の両立
バイオ	添加物による材料劣化

### 3. 車両の動向

図 3 に車両の推移予測を示すが、総じて既存のガソリン車が主流であることは変わらないと考えている。但し、この中にはバイオ燃料車も含まれており、新興国を中心に普及が拡大すると考えられる。

最も拡大が予測されるのはHVであり、2020年には10~20%程度のシェアが予測される。EVは2020年までは導入期であり、本格普及はそれ以降と予測する。

CNG車は地域により拡大状況が異なると予測しており、天然ガス埋蔵が豊富な南米・欧州・東南アジア・中東などにおいて拡大が見込める。

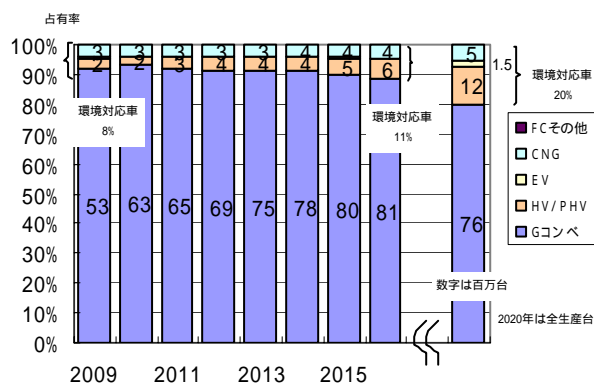


図 3 動力系別占有率予測<sup>2)</sup>

### 4. 豊田合成の取組み

エネルギー動向、車両動向による高分子への期待に応えるべく、以下の技術について報告する。

#### 4-1. 高耐圧貯蔵技術：CNG、水素ガス

##### 4-1-1. 高耐圧ガス容器の開発

天然ガスや水素の気体燃料は常温では液化しない為、車両に搭載するには圧縮して高圧貯蔵することが、航続距離の面から必要とされている。

図 4 に容器保安規則で規定されている自動車用圧縮天然ガス貯蔵容器の種類を示した。

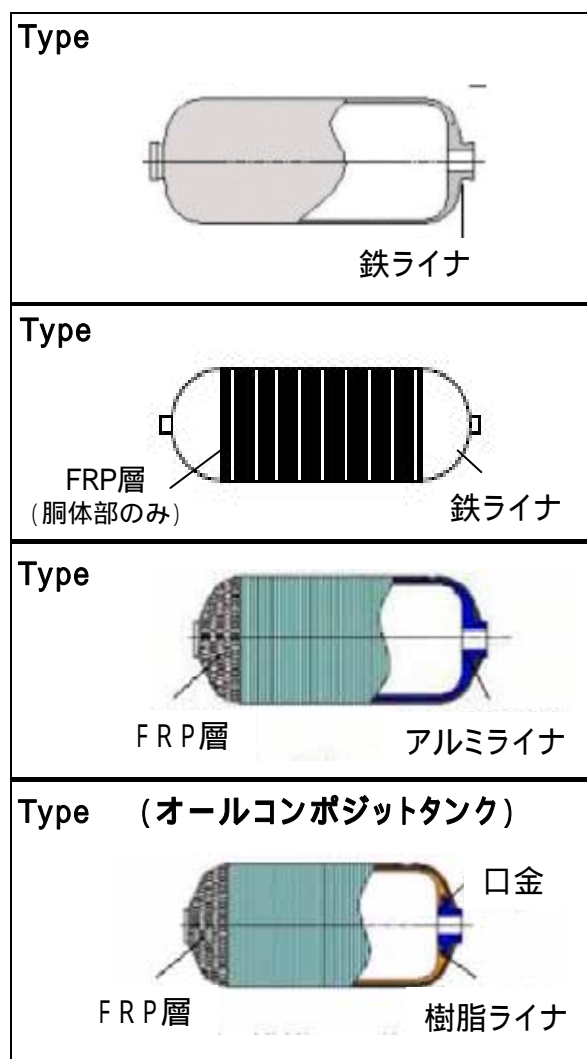


図 4 容器保安規則に定める容器の種類

これまで圧縮天然ガス自動車のほとんどは金属製の高圧ガス容器(図 4 中Type 1)を搭載していたが、世界各国での普及が進むにつれ、軽量化のニーズが高まっている。

弊社は以前より、より軽量のオールコンポジット

トタンク（図 4 中Type ）の開発に取り組んでおり、2006年に天然ガス自動車用の高圧ガス容器の認可取得に成功している。

（東京ガス殿へ販売実施。最近ではハイブリッド車のCNGバイフューエル改造に当社提供のCNGタンクを搭載頂いている。）

また、現在適用されている自動車用圧縮水素貯蔵容器の基準では水素脆化の問題より、一部の金属と樹脂材料の使用が規定されており、ガスバリア層の役割を担うライナと高圧充填の耐圧強度を保持するFRP層で構成する2層構造仕様（図 4 中Type あるいはType ）のみが許可されている。

#### 4 - 1 - 2 . 樹脂ライナの開発：ガス透過抑止

以前の開発でライナ材に選定したPPS（ポリフェニレンサルファイド）は天然ガスの主成分であるメタンガスに対しては優れたガスバリア性を有する。また、ゴム成分を加えてアロイ化することにより、高圧ガス充填による容器の膨張に対しても環境温度の高低温に関わらず、充分な伸び特性を確保している。

しかしながら、PPS分子構造の性質より、水素のように分子量の小さい成分に対してのガスバリア性は低く、水素貯蔵容器のライナとしてはその機能を果たすことができない。

図 5 に主な樹脂ライナ候補材料の分子構造模式図とメタンガス及び水素ガスに対するバリア性を示した。メタンガスのみでなく、水素ガスに対しても優れたバリア性を有する材料として、EVOH（エチレンビニルアルコール共重合体）がある。EVOHもPPS同様、ゴムアロイ化によるモルフォルジーの最適化によって、伸び特性の改質を行い、高圧ガス容器ライナ材としての適用が可能となる。

図 6 にEVOH/ゴムアロイ材のモルフォルジーを示した。

	ガス分子	樹脂ライナ分子構造模式図	ガスバリア性
PE	CH <sub>4</sub>		
	H <sub>2</sub>		×
PPS	CH <sub>4</sub>		
	H <sub>2</sub>		×
EVOH	CH <sub>4</sub>		
	H <sub>2</sub>		

図 5 分子構造模式図とガスバリア性

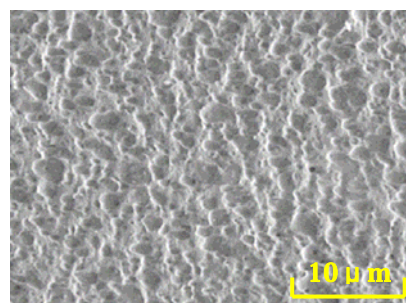


図 6 EVOH/ゴムアロイ材のモルフォルジー

#### 4 - 1 - 3 . オールコンポジットタンクへの期待

天然ガス貯蔵容器の軽量化ニーズと優れた水素ガスバリア性を有する水素貯蔵容器への要求に応える為、オールコンポジットタンクの開発を加速させ、気体燃料自動車の普及に貢献したいと考えている。

#### 4 - 2 . 電動化 (HV / EV) への取組み

従来の内燃機関駆動に替わり，電池・モータ・インバータといった電動ユニットが基幹となり，我々の高分子部品への要求も大きく変化する．

但し，この要求変化は高分子部品への期待でもあり，高分子特性を最大利用する部品開発が必要である．

##### 4 - 2 - 1 . 電動ユニットにおける

##### 出力特性の向上

電池，モータ，インバータに代表される電動ユニットは，環境温度によって出力性能が変化する．

電池は常温付近が最適とされ，低温では出力低下（所定電圧が出せなくなる），高温では寿命劣化が促進される．また，複数の電池を直列化した組電池となるため，電池セル間の温度ばらつきも問題となる．

断熱特性に優れる樹脂を組電池の拘束板に用いるだけでも，電池セル間の温度ばらつきを低減できる．図 7 に温度ばらつき低減結果，図 8 に実験モデルを示す．

モータ，インバータは基本的に低温での効率が最大であり，180 を超えると，インバータ素子の破壊，モータコイル銅損増大などを引き起こすとされる．冷却技術に加え，電気絶縁（耐電圧）技術が必要であり，高分子材料を用いた開発が促進されている．本来の高分子は電気絶縁に優れ，熱伝導は低いものであるが，近年，高熱伝導型の樹脂・ゴム材料が量産化されてきた．表 2 に代表的な材料構成を示す．総じて，熱伝導を担うフィラーを高分子がバインダーとして固化する構造が多い．

弊社においても本技術に取り組んでおり，その一例を紹介する．

他社材との大きな違いは，

- ・添加するフィラー量が30%程度と低い．
  - ・フィラーの配向により，熱伝導に異方性がある．
- 弊社開発材の特徴を図 9 に示す．熱伝導性を支配するフィラー量を最小にすることにより，高分子物性（圧縮弾性など）を維持し，材料コストも低減できる技術として推進している．

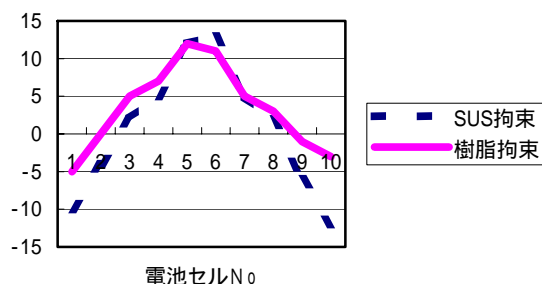


図 7 電池セル間温度バラツキ

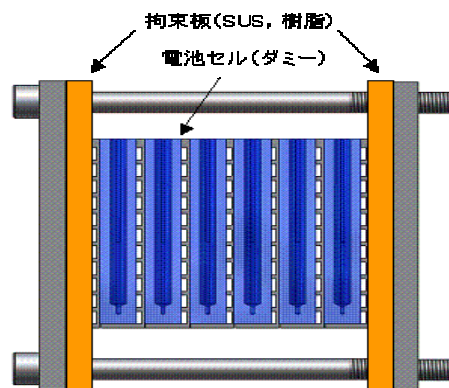
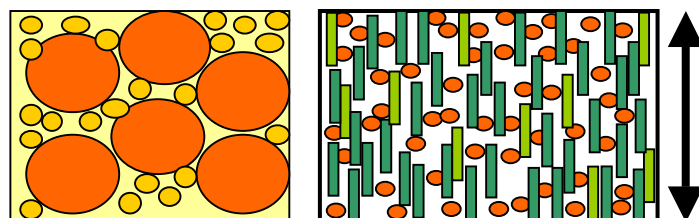


図 8 実験モデル

表 2 熱伝導材構成

	A	B	C
主材	シリコン	エポキシ	熱可塑樹脂
フィラー	窒化ホウ素	アルミナ	窒化アルミなど
熱伝導	1~5	3~10	1~3
用途	ヒートシンク	デバイス封止	放熱筐体



他社材

豊田合成開発材

図 9 開発材の特徴



#### 4-2-2. 高分子部品への期待と今後

これまでの高分子部品は金属代替を軸とした開発が主流であった。今後は高分子本来の特性を最大利用するために、金属との共生(いいとこ取り)開発が必要と考える。

当社発行技報Vol.49 No. 2 (2007)に記した金属樹脂接合技術も今後期待される。

#### 4-3. 新燃料(バイオ)化への取組み

##### 4-3-1. バイオ燃料を取り巻く状況

地球温暖化防止(CO<sub>2</sub>削減)やエネルギー政策の問題から、昨今、植物由来のバイオ燃料がグローバルで急速な広がりを見せている。

バイオ燃料も多種多様であり、ガソリン系に添加されるアルコール類(エタノール、メタノール、ETBE<sup>\*6</sup>等)やディーゼル系に添加されるFAMEと呼ばれる脂肪酸メチルエステル(SME<sup>\*7</sup>, RME<sup>\*8</sup>等)がある。多様な燃料の品質は、各国・機関で独自のガイドラインが制定されているが、市場ではガイドラインを外れる品質の燃料(粗悪燃料)も既に流通し始めており、それら粗悪燃料に対しても注意が必要である。

##### 4-3-2. バイオ燃料の取組みと課題

バイオ燃料に対しては、植物由来による様々な不純物(酸、水分等)が意図されずに含有している場合もある。特に水分の介在により燃料の酸化劣化は促進される。また、今後新たな原料による新燃料が市場に流通することも予想される。

バイオ燃料が高分子材料に与える影響については、既に様々な機関で研究が進んでいる。例えば、図10に示すようにバイオ燃料の1つであるエタノールの添加比率が変動すると、ゴムの膨潤が特異な挙動を示すことが報告されている。しかし、バイオ燃料が高分子材料に与える全ての事象を検証する事は、大変困難な作業である。現時点の対応としては、地道に評価データを蓄積し、予見精

度を上げていくことであると考え、評価データを価値のあるものするために、理論的な解析による裏付け作業も重要になってくる。

高分子製品はホース類、パッキン類を中心に新燃料の影響を直接受ける製品が多数ある。弊社は市場で製品の信頼性を維持するために、動向を注視し、データで裏付けされた材料開発に取り組んでいく。

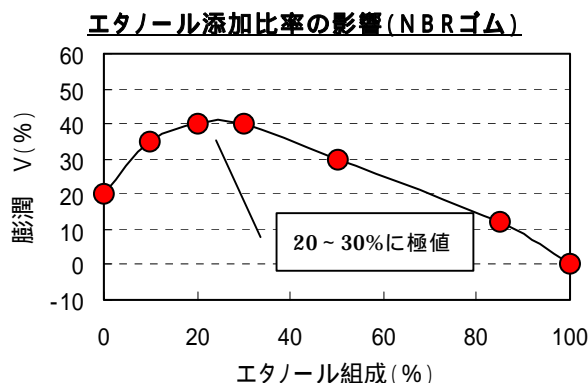


図 10 NBRゴム膨潤(バイオ燃料)

#### 4. おわりに

既に始まっているエネルギー多様化の流れは、枝分かれしながらも、着実に変革のうねりとなっていく。このうねりの中で、高分子製品の新たな用途が生まれると共に、新たな信頼性要求が課せられることになる。

信頼性要求に適合し、新用途に適用できる製品開発を加速させていく必要がある。

##### <参考文献>

- 1) IEA WEO 2009
- 2) LANGV(2008.12)  
野村総研(2009.2)  
The Gas Vehicle Report(2010.4 No99)  
CSM : 地域別乗用車生産台数予測(2009)

\* 6 ETBE : ethyl tert-butyl ether

\* 7 SME : 大豆油メチルエステル soybean-oil methyl ester

\* 8 RME : 菜種油メチルエステル rapeseed-oil methyl ester

## デザインから見る LED 照明の課題と可能性 Possibility and Problem in Design of LED Lighting

瀬戸 壽司\*

### 1. はじめに

近年，環境負荷低減から照明の見直しが始まり第4世代の照明として省電力かつ長寿命のLEDを使った照明器具の開発が急ピッチで進められるようになってきた。白熱電球においては生産終了を宣言するメーカーもあられ、照明のLED化の加速が予想される。今回はオフィスや店舗空間の実施事例をもとに、デザイナーの立場からみたLED照明についての課題と可能性をまとめた。

### 2. 一般的に言われているLEDの長所

一般的には、ライフサイクルコスト面から省エネ（白熱電球の1/10，蛍光管の1/2），長寿命（40000時間と電球の20倍，蛍光灯の4～6倍），使い勝手からは早い応答，環境配慮から水銀レスなどが特徴としてあげられています（図1参照）。



図1 一般的に言われているLEDの長所

### 3. その他LEDの長所からの可能性

また，デザイン面からは，光源が小さく少スペースでスリムな器具や狭いスペースへの間接照明に最適。光源は赤身のある色や白い色など色温度バリエーションが可能。光源を小さくする

ことができることから，配光コントロールが容易。低温に強く冷蔵庫や寒冷地看板などへの用途に最適。照射光は赤外線レスのため生鮮食品や熱に弱い食料品等への照明，さらに舞台照明や手術用の照明にも最適。照射光は紫外線レスのため美術品や天然染料の着物などの照明として効果を発揮。

### 4. LEDの短所に対する対応

水分，硫黄等のガスに弱く性能低下の原因 屋外では使用場所を限定するか，防水・防滴・防湿などの対応が必要。（図2参照）



(シリコン封止材は水やガスを透すため反射材が黒色化)

図2 LEDパッケージの断面

雷や静電気などのショックに弱く不点灯の原因 特に屋外での使用はサージ対策などの安全対策必要。高温に弱く，ハイパワー品は高熱を発生 使用場所の限定，器具には放熱設計が必要。色温度のバラツキがある。屋外などバラツキが目立たない使用場所に限定するか，器具での色温度管理，パッケージでの色温度ランク管理の精度向上。ハイパワー品は光源が小さいため眩しい。間接照明で使用するか，器具側で拡散板や遮光板などで防眩。LED単体で配光範囲が120°とせまい。床面の照度（ルクス）だけでなく壁を含めた部屋全体の明るさ検証が必要（図3参照）

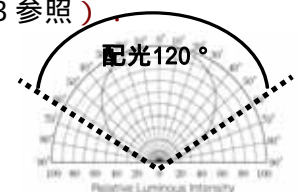


図3 LEDパッケージの配光

\* Hisashi Seto 生産技術開発センター

また、床壁の配光シミュレーションの照度分布から器具の選定および設計が必要。壁がやや暗く作業スペースとしての照度は充分だが、日本人にとっては暗さを感じてしまう（図 4 参照）。

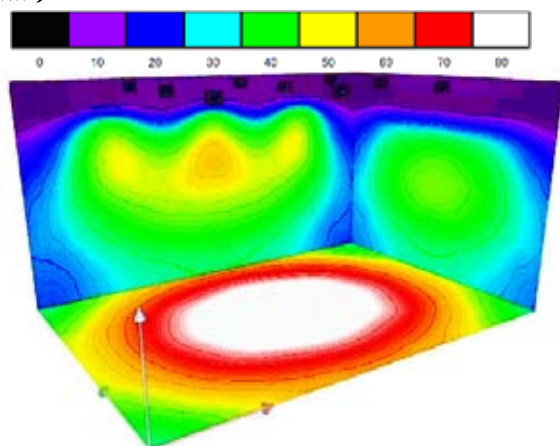


図 4 LEDダウンライト 8 灯の照度分布

床は LED よりも暗いが壁が明るく全体として日本人になじみのある明るさ空間といえる（図 5 参照）LED 器具では広配光計画も必要。

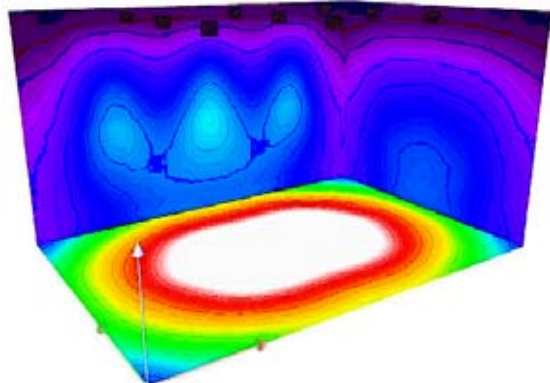


図 5 蛍光灯ダウンライト 8 灯の照度分布

多光源の場合複数影となる 意図的に使用する方法もあるが、違和感がないか事前検証が必要（図 6 参照）。



図 6 複数のLEDにより複数の笠の影が現れる

## 5 . LEDの特徴の薄さを活かした実例

薄さを活かした例 1（サイズ：t12xH150x L450）アルミハニカムにより 12mmの薄さ実現（図 7 参照）。



図 7 LED薄型ペンダント（栄ショールーム）

薄さを活かした例 2（サイズ：t12xW120x H1500）アルミハニカムにより 12mmの薄さ実現（図 8 参照）。



図 8 LED薄型スタンド（栄ショールーム）

薄さを活かした例 3（サイズ：t15xW300x L1800）アルミハニカムと突板により 15mmの薄さ実現（図 9 参照）。



図 9 LED薄型ペンダント（栄ショールーム）

薄さを活かした例4 (サイズ: t10xW160x H1500) 8mm厚の亚克力と10mm厚のLEDモジュールでカラー変更可能な看板照明を実施 (図10参照)。



図10 LEDバックライト型亚克力看板

### 6. LEDの特徴の細さを活かした実例

細さを活かした例1 (サイズ: L1800xW160x H16) 細い間接照明用モジュールをカーテンボックス内に設置し演出照明として実施 (図11参照)。



図11 LED間接照明をカーテンボックス内に設置

細さを活かした例2 (サイズ: L1800xW160x H16) 細い間接照明用モジュールを玄関框内に設置し足元照明として実施 (図12参照)。

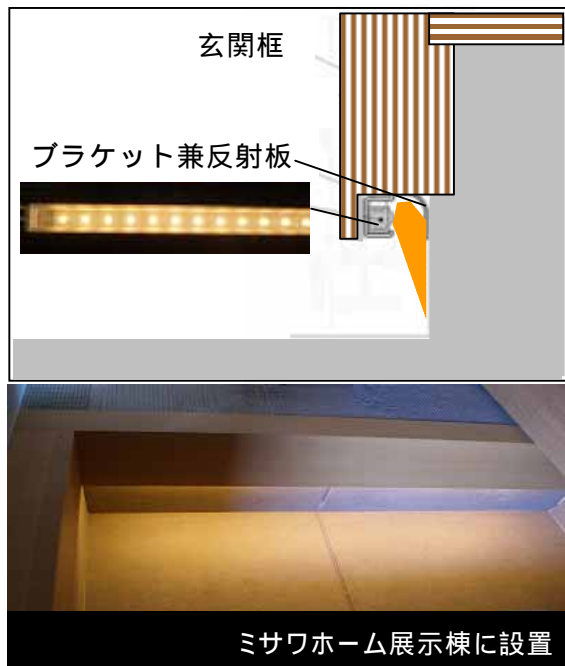


図12 LEDモジュールを玄関框内に設置

### 7. LEDの特徴の照明色を活かした実例

飲食店用の照明として電球色の2800K (ケルビン) より赤みのあるキャンドル色のLED間接照明モジュールを開発し設置した例について紹介 (図13参照)。



図13 キャンドル色のLED間接照明を壁際とテーブル上の天井内に設置

従来店の照明は 60W の白熱電球を 50% の調光で使用し，消費電力は 30W/個 600mm のピッチで設置（図 14 参照）。



図 14 現状の白熱電球使用状態

この白熱電球の明るさと色温度を測定，この店舗での通常使用は調光50%色温度2300Kと判明（図 15参照）。

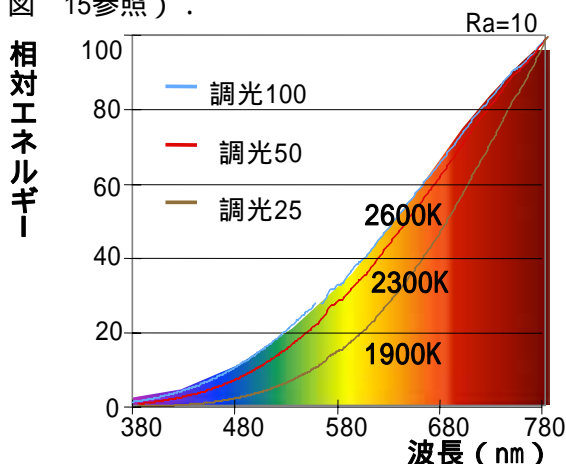


図 15 現状の白熱電球の分光分布

この色温度を再現するため蛍光体の配合を調整して色温度2300K付近のLEDパッケージを試作，間接照明モジュールとして，明るさと波長および色温度を測定，次の図はその分光分布である．LEDは青色発光のチップと黄色および赤色の蛍光体により波長のピークが白熱電球と異なるが，色温度は2300Kが再現できた（図 16参照）。

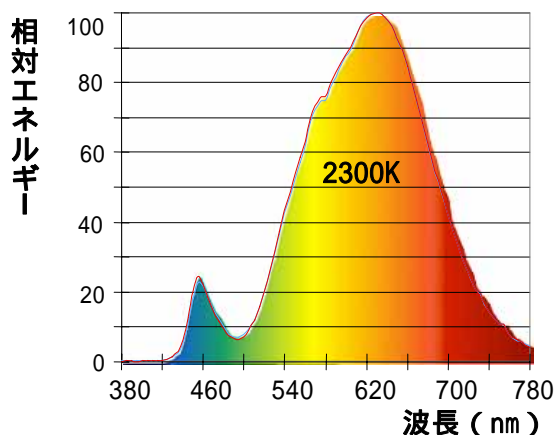


図 16 LED間接照明の分光分布

店舗での使用状況で測定した色温度2300Kおよびテーブル上の平均照度80ルクスの数値をクルーズフのグラフに照らし合わせ，快適範囲であることを確認（図 17参照）。

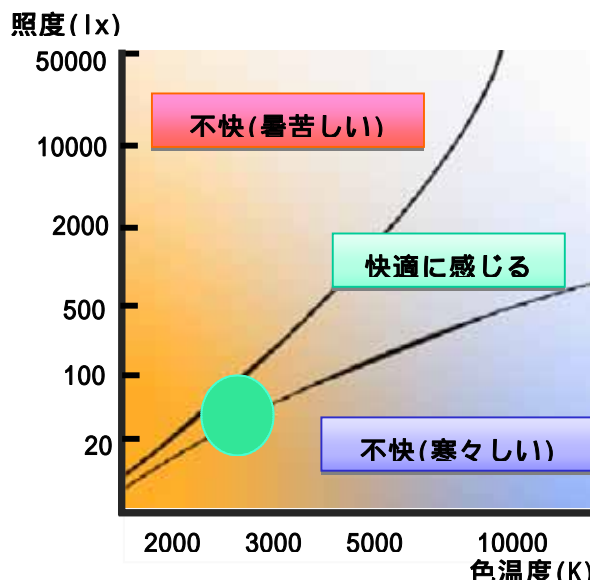


図 17 A.Kruithof(1941年)の快適領域

## 8 . オフィス空間でのLED照明実施例

2007年よりLEDを生産している会社として社内照明のLED化が検討され，特にお客様が御覧になられる場から順次展開が開始された。

まず，最初は建築予定の第1研修センターへの検討が始まり，談話室への設置が決まった。

この談話室には，色温度7000K「昼光色」のLEDによる面発光の天井照明を設置，300mm巾のつなぎ目の無い照明をトライした．清潔感があるが照度が低くやや暗いため寒々しい空間となった（図 18参照）。



図 18 豊田合成第1研修センター談話室

つぎに本館ロビーにも色温度7000K「昼光色」のLEDによる面発光の天井照明を設置，スクエアな大型天井照明をトライした．清潔感があるが照度も従来の蛍光灯より明るくなったが，色温度が高いためやや寒々しい空間となった（図 19参照）．



図 19 豊田合成本館ロビー

次に色温度 5000K「昼白色」継ぎ目の無いLEDライン光源による天井照明を，研修室（図 20参照）および研修センターロビー（図 21参照）に設置，清潔感があり照度も充分確保された空間のため，心地よい空間となった．



図 20 豊田合成第2研修センター研修室



図 21 豊田合成第2研修センターロビー

つづいて色温度 4300K「白色」のLEDライン光源を口ノ字に配置し，談話室天井照明（図 22参照）として設置，暖かみがあり適度な明るさで心地良い空間となった．また壁際には2800K「電球色」のダウンライトを配置し，さらに暖かさをプラスできる空間を可能とした．



図 22 豊田合成第2研修センター談話室

## 9．演出空間として床へのLED実施例

第1研修センター玄関ホール床へフルカラーで画像表示の可能なマルチビジョンを設置した，これはRGBのLEDを約10000個使い，表面に5mmの強化ガラスを合わせにして200kgの加重にも耐えられるものとした．

床へLEDを設置した狙いは談話室から食堂への通路を光の川として，非日常空間を演出するためである．また図の画像は，小川をイメージしたもの（図 23参照）．

なお通常はタイマーでやや暗くなった夕方30分間点灯するように設定している．



図 23 豊田合成第1研修センター玄関ホール

## 10. 屋外空間でのLED照明実施例

屋外への実施は同じく第1研修センターの中庭に照明器具を計画した。ここへはAC配線のいらないソーラー付庭園灯とし、本体をアルミにアルマイト処理し光源部分はアクリルを導光板としてエッジに6個のLEDをレイアウトし自らあかりを放つ器具とした(図 24参照)。



図 24 豊田合成第1研修センター中庭

本館アプローチのナトリウム街路灯を撤去し、LEDソーラー街路灯を設置。ソーラーとAC電源のハイブリットにすることで発電量の少ない冬場にも対応可能とした。LEDを400個使用し3.5mの高さで100ルクスの照度を確保し、作業も可能な明るさとなった。また従来のオレンジ色のナトリウム灯では演色性Ra25と大変低く色の認識が難しいが、LEDではRa70以上と自然に近い色が判断可能であり、防犯灯としてこれからの照明器具として期待できるものである(図 25参照)。



図 25 豊田合成本館アプローチ

## 11. おわりに

本報告のなかで、店舗においてはワタミ株式会社様、住宅ではトヨタすまいるライフ株式会社様、ミサワホーム株式会社様に多大なご協力をいただきましたことを、この場をお借りしましてお礼申し上げます。

また、2007年末からLEDを使った照明の社内展開を人事部・総務部の協力のもと、お客様が来社されるほとんどの場面をLED化できたことに感謝いたします。

この店舗照明では、当社が有するレンズ設計技術および蛍光体配合技術やLED素子から器具本体まで一貫して生産可能な技術力を活用した製品開発の一例であり、今後もお客様に喜ばれる製品開発および商品企画を考えています。

最後に、試作品の開発、及び量産化に多大なご尽力を頂いた関係者の方々に厚く謝意を表します。

# 資 料

## 架橋ゴムリサイクル技術 工業化の現状

### Industrial Application Status of Rubber Recycle Technology

福田 政 仁 \*

#### 1. はじめに

昨今、自動車産業を取り巻く環境が大きく変化している。産業構造という点では、自動車メーカーの世界的な合併・提携により、一層のグローバル化が進むと共に、その競争市場も先進国から中国・インドなどのBRICsへと移行してきている。

地球環境維持、温暖化防止の観点では、二酸化炭素発生量を低減するため低燃費化技術、バイオ燃料などの新燃料対応が求められる一方で、持続可能（サステイナブル）な循環型社会構築のため、新たな廃棄物処理方法、リサイクル技術が必要とされる。

自動車業界全体では、表 - 1 に示すように、2000年に施行された欧州ELV規制以降、日本国内でも2003年から自動車リサイクル法が施行され、規制対応の具体的な取り組みが進んでいる。

実際の廃車処理は、図 - 1 に示すように、回収された使用済み車両から、まず、エンジン、トランスミッション、タイヤなどを取り外し、部品として再利用される。その後、プレス・粉砕され、鉄などの金属類が選別・再利用され、残りの樹脂、繊維、ゴムなどがシュレッダーダストとして埋立て処理される。

一方、高分子関連の自動車部品専門メーカーとして、ゴム、樹脂材料を多量に使用している当社では、経営理念として「社会との共生」「環境との調和」を掲げている。

これを実践すべく、'90年初頭から「人と地球にナイスリー（つukらない・すてない・まかせな

い）」をスローガンに掲げ、第2次環境取り組みプランの行動指針を「高分子の専門メーカーとして環境に配慮した技術・製品開発を推進」と定めた。その具体的行動として、工程内廃棄物の低減を目指した技術開発を推進し、マテリアルリサイクル技術を確立、適用を拡大した結果、'05年に埋立て廃棄物「ゼロ」化を達成した。

当社製品である工業用ゴム製品や自動車用タイヤなどの架橋ゴムは、成形後も粉砕、熔融、再成形ができる熱可塑性の樹脂と異なり、その特徴であるゴム弾性を発揮する三次元網目構造をもつため、一般的に材料としてのリサイクル・再利用が困難とされてきた。

廃タイヤなどのゴム廃棄物は、その半数以上が燃焼による熱エネルギーとして利用され、更正タイヤ・ゴム粉・再生ゴムなどでリサイクルされるものは全体の約15%である。その内、再生ゴム・ゴム粉のように、材料としてリサイクルされる量は、全体の廃棄量の10%以下である。

当社ではこの現状を鑑み、(株)豊田中央研究所殿、トヨタ自動車(株)殿との協業により、汎用二軸押出機を応用した新たな架橋ゴムの脱硫再生技術を開発し、社内ゴム廃棄物のリサイクルに適用した。

得られた再生ゴムは、'97年から当社製品である自動車用シール部品の新車部品に採用され、これまで10年以上の間、適用を拡大してきた。

その成果が社会的にも認められ、'06年には中部科学技術センター顕彰・振興賞を、'09年にはGSC賞を受賞している。

\*Masahito Fukuta ボディシーリング事業部 技術部 材料開発室



## 2. 新規架橋ゴム再生技術について

### 2-1. 従来のマテリアルリサイクル技術

前述のように現状、廃タイヤ全体の約9%が再生ゴム・ゴム粉としてリサイクルされている。

「ゴム粉」とは、廃ゴムを0.3~0.5mm程度の大きさに粉砕したものであるが、ゴムの網目構造を残して微粉化するため、材料特性に影響のない添加量で、増量材とされることが一般的である。また、チップ状に粗粉砕した状態で、弾性舗装の原料に用いられることもある。

図-2に一般的な脱硫再生方法であるパン法について示す。パン法は、粗粉砕した廃ゴムに再生剤とオイルを添加し、圧力容器内で約200℃の水蒸気により加熱するバッチ式の処理であり、約5時間の加熱処理の後、更にオープンロールによる精練工程、未潰れ・未脱硫塊などの異物除去のため、ストレーナー処理などが必要となる。

この方法では、長時間の加熱・加圧条件下で再生処理することにより、ゴムの架橋結合点だけでなく、ゴム主鎖分子の切断も同時に生じることでゴムの流動性を回復させるため、得られる再生ゴムの品質は大幅に低下する。

また、熟練を要し、労働負荷が高く、不安全なロール作業が必要であること、再生剤の添加による再生ゴム独特の臭気を発すること、処理に長時間を要し生産性が劣ることなど、工業的に優れた方法とは言い難い。

このような理由により適用用途が限定されており、より高品質なゴムが求められる近年では、その使用量は減少の一途をたどってきた。

近年、①マイクロ波や超音波を照射し、そのエネルギーを架橋結合点に集中させ、架橋点を選択的に切断する方法、②好硫黄性の微生物による硫黄架橋結合点に対する分解作用を利用する方法、③特定の化学薬品を用いて架橋結合点を選択的に切断する手法などが提案、研究されている。

しかし、架橋結合点に均一なエネルギー照射が困難であること、分解に長時間を要すること、特殊な微生物による環境への悪影響、使用した薬品の分離、薬品の適切な後処理が必要など、工業的な普及に向けての課題は大きく、上記以外の新たな架橋ゴムの脱硫再生技術の開発が期待されていた。

表-1 自動車リサイクルに関する規制動向

	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'15
欧州									ELV無償引き取り
ELV指令	発効★								可能率95%認証要件化
日本									RC率95%
自動車RC法	骨子決定★(★)				施行				ASR引き取り義務
(業界自主目標)									95%
RCイニシアティブ									鉛1/3

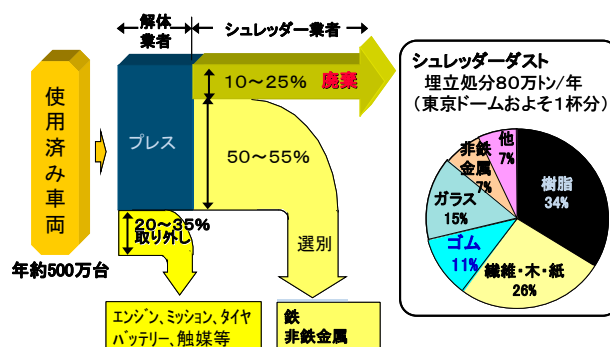


図-1 使用済み車両のリサイクル

架橋ゴム廃材+再生剤+オイル オートクレーブ(バッチ方式)



仕込み

水蒸気による加熱・加圧処理(処理時間:5h以上)

図-2 パン法によるゴム再生工程

表-2 架橋ゴムの分子間結合エネルギー

結合種 Bonding type	結合エネルギー Bonding Energy (kJ/mol)
C-C	370
C-S	310
S-S	270

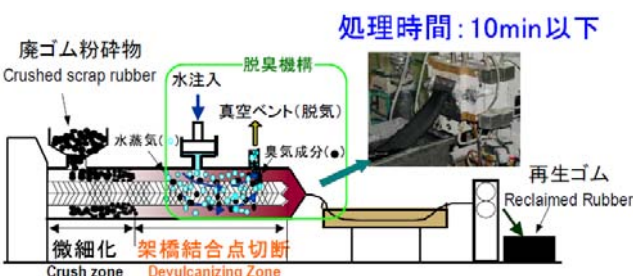


図-3 新規架橋ゴム再生設備の概要

## 2-2. 新規架橋ゴムの脱硫再生技術の開発

新規技術開発にあたっては、

- ① バッチ方式ではなく連続方式で経済的・生産性に優れること
- ② 新ゴムとほぼ同等の特性を有し特異な臭気を発しないこと
- ③ 従来法に比べ作業者の安全・労働負荷が大幅に改善できること

を目標とし、(株)豊田中央研究所殿が基礎技術開発を、当社が再生ゴムの量産化及び得られた再生ゴムの製品適用を、トヨタ自動車(株)殿が車両搭載までの評価をそれぞれ分担した。

架橋ゴム中には、主に、①ゴム分子（主鎖ポリマー）を形成するC-C結合、②加硫により生成する架橋結合（硫黄加硫の場合はC-S結合、S-S結合）が存在する。

それぞれの化学結合エネルギーは、表-2に示すように主鎖を形成するC-C結合に比べ、架橋結合点を形成しているC-S結合及びS-S結合の結合エネルギーが小さいことに着目し、架橋結合だけを切断する適切なエネルギーを付与し選択的に架橋点を切断する技術に着想した。

架橋点切断に適切なエネルギーを与える手段として高速回転型汎用二軸押出機をゴム再生の連続反応場として活用し、熱・剪断力・圧力・滞留時間を最適化するため、設備面では押出機仕様・スクリー形状などを、条件面ではスクリー回転数・シリンダ温度・材料投入量などを最適化してきた。

開発工程を図-3に示す。まず、予め粗粉碎した廃ゴムを、適切な温度に設定された押出機に投入する。投入されたゴム粉は、押出機の微細化ゾーンで更に微粉化され、圧縮過程を経て擬似熔融状態となり、そのまま高温下で剪断エネルギーを与え続けることにより、硫黄架橋点の開裂反応が起こる。

この時の温度・剪断条件を最適に保つことで、ゴム分子主鎖の切断を起こすことなく硫黄架橋点のみを選択的に切断し、図-4に示すように、若干柔軟性を失うが、初期のゴム特性とほぼ同等の力学特性を得ることができた。

更に開発技術では、反応中に水を強制注入し、脱硫過程で発生する臭気成分を水に溶解させ、真空バントより強制脱気させることで、再生ゴム特有の臭気を同時に除去することも可能にした。

図-5に示す臭気分析でも、水蒸気脱臭処理後(b)は、未処理(a)に比べ大幅に臭気成分が減少しており、新材(c)同等とすることができた。

## 2-3. 開発技術の工業化

基本技術の確立後、量産規模の再生工程の確立及び得られた再生ゴムの利用方法を検討した。

図-6に示すように、実際の再生ゴム製造工程では、材料投入から完成した再生ゴムの裁断工程までを自動化しており、従来のパン法に比べて、省人化・省スペース化を達成している。

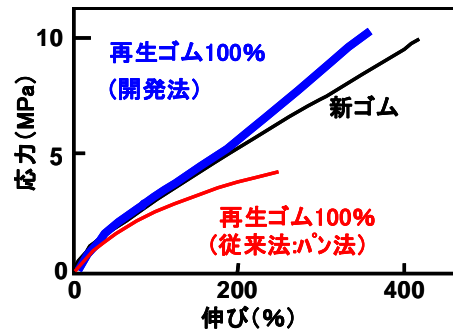


図-4 再生ゴムの応力—ひずみ線図

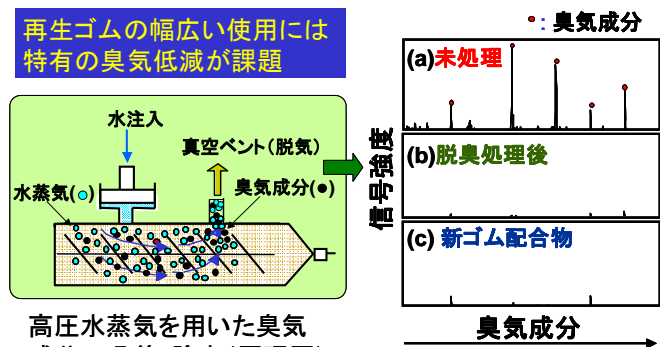


図-5 水蒸気拡散脱臭機構による臭気分析

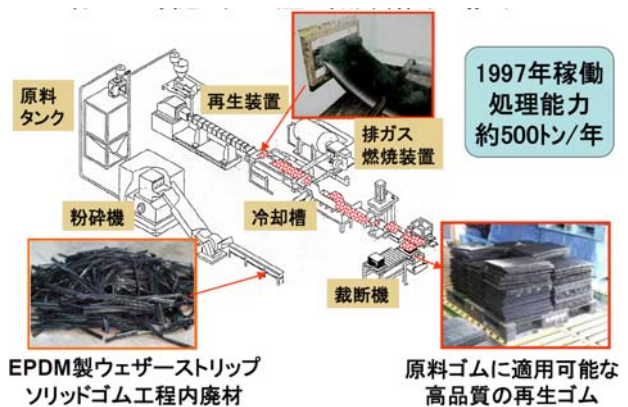


図-6 再生ゴム製造工程（森町工場内）

また、自動化連続工程により、材料投入及び再生ゴムの箱詰め作業を1名配置するのみであり、従来パン法では不可避であった危険を伴う精錬工程の人手作業が排除され、労働者の安全性も大幅に向上し、作業負荷も軽減されている。

さらに、再生処理時間は従来パン法の5時間以上に対して、本技術では10分以下に短縮され、再生ゴムの生産性は飛躍的に向上した。

当社では、社内工程廃材の再生処理向けに年間500トンの処理能力を有する1号機、スポンジ廃材用の2号機（処理能力：年間300トン）、ゴムとTPO複合素材用の3号機（同600トン）を順次導入している。

### 2-4. 開発技術のライフサイクルアセスメント

従来パン法との比較から、開発再生技術は品質・生産性などに優れた技術と考えている。

図-7に示すように、材料製造に関わる消費エネルギーを見積もると、新ゴム配合物の調整・製造に関わるエネルギー消費は、石油資源から出発して40kWh/kg以上が必要となるが、開発技術により廃ゴムから再生ゴムを製造する際のエネルギー消費は約15kWh/kgであり、新ゴム配合物のおよそ1/3のエネルギーで製品成型に用いるゴム材料を得ることができる。

また、図-8の4軸法によるライフサイクルアセスメント結果からも、パン法で必要とされる再生材・オイルなどのバージン資源を必要としないほか、一般的な環境負荷低減、及びエネルギー消費削減の指標でも、従来パン法からの改善が認められる。

## 3. 開発技術の応用展開

### 3-1. 連続脱硫～樹脂ブレンド～動的架橋技術

再生ゴムの付加価値を更に高めるため、開発技術を応用し、同一の押出機で連続的にオレフィン系熱可塑性エラストマー（TPV）を製造する技術へと発展させた。

熱可塑性エラストマーはリサイクル性に優れ、成型後も再加熱により流動化するため、繰り返し使用が容易な材料であり、自動車部品への適用が進んでいる。

今回目標とする熱可塑性エラストマーはポリプロピレン樹脂を海相に、再生ゴムを再架橋したEPDMを島相とする構成を狙った。

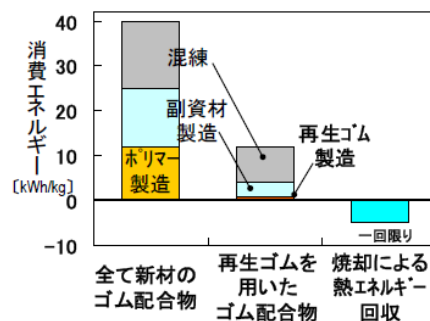


図-7 ゴム材料製造に関わる消費エネルギー

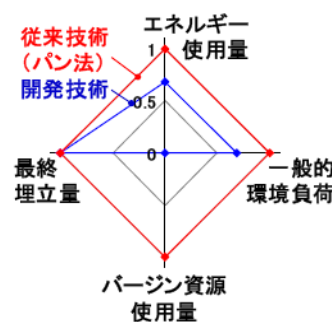


図-8 ライフサイクルアセスメント：4軸法

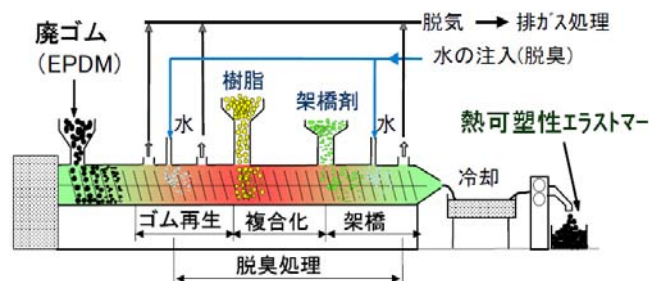


図-9 連続脱硫～樹脂ブレンド～動的架橋技術

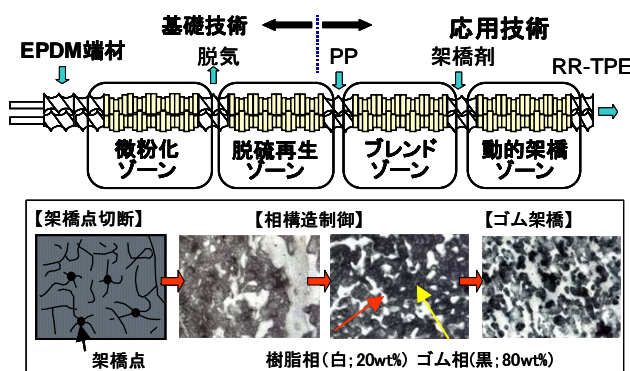


図-10 連続脱硫ゾーン毎の相反転状況観察

ゴム再生—TPV連続製造技術では、ゴム再生に連続して樹脂との複合化、動的架橋を行うため、ゴム再生用の二軸押出機を更に延長した。

図 - 9に示すように、スクリューを①廃ゴムを再生するゴム再生ゾーン、②投入されたポリプロピレン樹脂を溶融させ、再生ゴムと均一に混合する複合化ゾーン、さらに、③架橋剤を投入・混合し、樹脂中に粒子状に分散した再生ゴム成分を動的架橋させる架橋ゾーンに区分し、副資材投入箇所・スクリュー形状などの押出機仕様を最適設計した。

特にスクリュー形状は、各ゾーンの機能に適した温度・剪断力で、材料を必要な時間滞留させ、適切な海島構造を得るためにも、最も重要なパラメータの1つである。その結果、図 - 10に示すように、再生ゴムとPP樹脂が相反転し、目標とした相構造を得られた。

### 3-2. スポンジ素材の脱硫

次に、適用拡大の一環として、自動車用シール部品に多用されるスポンジゴム素材の再生条件確立を目指した。

スポンジゴム素材は気泡を含むセル構造をしているために、圧縮力を付与すると容易に変形し、押出機内を隙間なく充填させることが困難であった。そのため、必要な剪断エネルギーを付与することが困難であり、微細化が不十分な個所が未脱硫塊として残留し、再生ゴムの外観品質を低下させた。

これを改善するために、微細化ゾーン及びそれに続く圧縮ゾーンのスクリュー設計に特に留意し、圧縮ゾーンに脱気機構を追加するなどの改良を加えた。

## 4. 開発技術の将来展望

### 4-1. 廃タイヤの再生リサイクル

図 - 11に示すように、国内の廃タイヤ発生量は年間100万トン弱であり、その60%以上が焼却処理され、熱エネルギーとして利用されている。

先述のとおり、一部パン法により再生されていたが、ロールによる精錬を中心とした労働集約的な方法であるため、廃タイヤ全体の約4%しかマテリアルリサイクルとして実用化されていなかった。

日本国内における新ゴム需要は、天然ゴム・合

成ゴム併せて約200万トンに達する。仮に、廃ゴム全てを再生すると、新ゴム需要の約50%に相当し、新ゴム需要の大幅低減が可能になる。

廃タイヤリサイクルの実用性検証のため、開発技術を用いて使用済み廃タイヤを再生処理し、タイヤトレッド部に再生ゴムを添加した大型トラック用タイヤを試作した。

図 - 12に示すように、新ゴムのみを使用して製作した標準タイヤと、本技術による再生ゴムを10wt%添加した試作タイヤとを、大型トラックに左右交互に同時に装着し走行実験を行った。

トレッド深さにより両者の摩耗性を比較した結果、20万km走行時点でも顕著な差は見られなかった。

再生ゴムの添加量は、信頼性を確認し適正量に設定する必要はあるが、開発技術による再生ゴムが実用に値することが検証できたとと言える。

この実証実験の成果として、タイヤメーカーをはじめ、国内数社への技術ライセンスが実現した。

現時点では、ライセンス先企業でも脱硫再生工程が稼動しており、それぞれ5年以上の生産実績を有し、その処理能力は年間2000トンに達する。

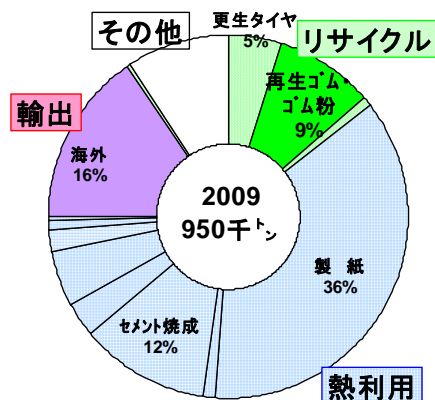


図 - 11 タイヤの処理方法内訳

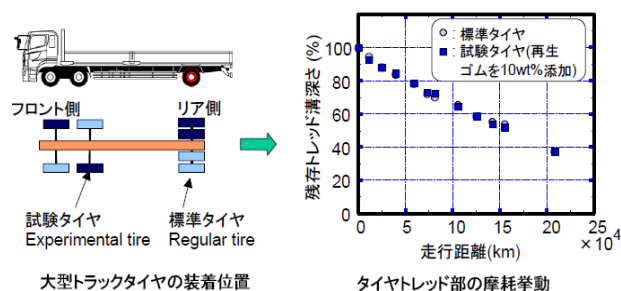


図 - 12 廃タイヤリサイクルの実証実験

#### 4-2. 廃車回収ゴム部品の再生リサイクル

技術開発段階では、基本技術確立のため、材料種が特定できる状態、すなわちゴム種ごとに最適な再生条件を探索した。

一方、実際の廃車回収ゴム部品は、その部品の用途に応じてゴム材料の種類が多岐にわたるため、多種多様のゴムが混在することになる。

これまでの検討で、異種材が混合した場合には、脱硫度の変化、異臭の発生、未脱硫分による外観不良などの課題が抽出されている。

廃車回収ゴムを再利用するためには、廃ゴムを分離することなく再生処理できる設備設計・条件設定を見出すか、あるいは、再生しても不具合の出ないレベルまでに回収ゴムを分別するシステムを確立するかが、今後の課題となるであろう。

### 5. まとめ

今回紹介した新規「架橋ゴムのマテリアルリサイクル技術」は、一般的な廃ゴム再生方法（パン法）で必要となる再生反応を促す化学薬品、添加剤等を加える必要がない。また、実用上問題となる再生ゴム特有の臭気をゴム再生と同時に除去する機能を具備しており、再生処理に伴う物性低下も少なく、従来パン法に比べ高品質な再生ゴムを製造できると考えている。

更に、連続処理によりごく短時間で再生可能であるため生産性が高い。再生ゴム製造エネルギーは新ゴム製造の10%未満であり、そのうえ、再生ゴムでの代替により新規原材料の必要量を低減できれば、CO<sub>2</sub>排出量低減が期待できる。

工業的には、ほぼ無人での操業が可能であり、3K職場となりがちなゴム製造現場の作業環境・安全面・労働負荷を大幅に改善でき、作業者の負担軽減につながっている。

一方、開発技術を応用し、より付加価値の高い熱可塑性エラストマーの製造も可能にしており、現時点では究極の架橋ゴムのマテリアルリサイクル技術と考えている。

廃タイヤによる実証実験を経て、ゴム業界において今後の資源枯渇に対応した循環型生産活動に貢献できる技術として、社内での実用化に加え、積極的に技術ライセンスを実施し、幅広く展開されるよう努めている。

実用化／量産化という点で、1997年より社内廃

材リサイクルに適用が開始されてから既に10年以上の実績があり、現在も適用範囲を拡大中である。

冒頭に述べたが、革新的な新規リサイクル技術を工業化し、長期にわたる実績を評価され、昨今数々の受賞に至った。

携帯電話やパソコンなどはその内部に貴金属を含むことから、『都市鉱脈』と呼ばれる。これに倣って、『石油枯渇／脱石油』に対して、一度採取した石油資源を繰返し活用できるという点で、本技術は『都市油田』と呼びうる技術であり、廃棄物の有効活用及びエネルギー消費削減の観点で地球環境問題を踏まえた資源循環型社会の構築に資する技術と考えている。

### 6. ゴム産業における今後の課題

従来までのゴム産業では、その製品の最終処理状態を考慮した産業構造とは言い難い。持続可能な社会実現のためには、図-13に示すように開発・生産・使用・廃棄処理を一環で考える必要がある。

すなわち、開発領域では、リサイクル性に優れた材料を選定し、取り外し・選別のしやすい製品設計を心がけるべきであり、その上で、生産工程においては、投入した材料を有効に使いきり、止むを得ず発生した廃棄物の再資源化を検討していく必要がある。

製品の使用者は、廃棄後の処理方法を認識し、定められた分別方法で処理する意識をもつべきであり、そのためには、官民一体となった仕組み作りが重要と考える。

さらに、材料開発・製品開発においては、図-14に示すインバース・マニユファクチャリングの基本コンセプトを考慮することが望ましい。

インバース・マニユファクチャリングの考え方は、リサイクルが唯一の循環経路とするのではなく、製品ライフサイクル全体を見たときに、一度採取した天然資源を、材料から使用、分解・再生までのライフサイクルループ中でリサイクルするべきか、あるいは、他の製品の材料にリユースするべきか、最も合理的な循環経路を決定する自由度を持たせるものである。

基本的には同一のライフサイクルループで循環できるよう、より高度なリサイクル技術開発を目指す一方で、最終工程の分解・再生で品質低下す

る場合などは、下位ループの材料として、異なるライフサイクルで活用できるように、一旦採取した天然資源を、無駄なく有効に利用する循環型社会の構築が必要である。

最後に、ゴム材料は物質間を繋ぐ貴重な材料であり、有効に使い切るためには原材料メーカー、加工メーカー、ユーザー、最終処理業者などが協業した活動が、地球環境保全のために必要である。

謝辞：

一連の研究を進めるにあたり、トヨタ自動車株式会社殿、株式会社豊田中央研究所殿をはじめ、多くの方々からご指導、ご協力を頂き、ここに感謝の意を表します。

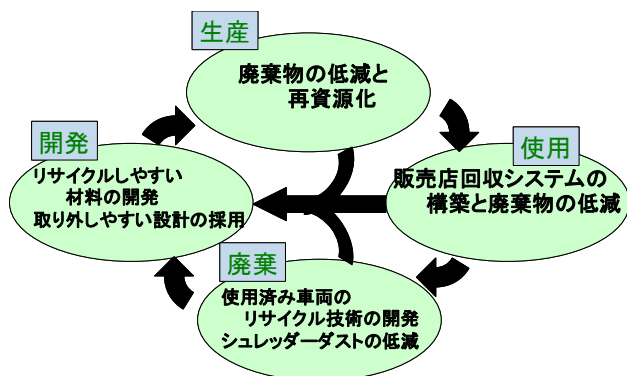


図 - 13 リサイクル取り組みの考え方

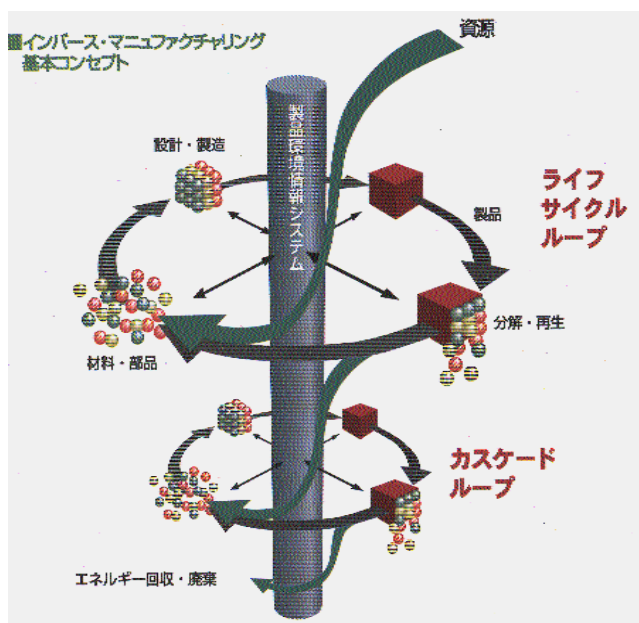


図 - 14 インバース・マニュファクチャリング

<参考文献>

- 1) 新脱硫技術の提出, 日本ゴム協会誌, **72**(1), 43(1999)
- 2) EPDMにおける脱硫反応処理条件と再加硫ゴム特性, 日本ゴム協会誌, **72**(1), 50(1999)
- 3) EPDMにおける脱硫反応過程の解析, 日本ゴム協会誌, **72**(5), 278(1999)
- 4) EPDMにおける脱硫反応メカニズム, 日本ゴム協会誌, **72**(5), 283(1999)
- 5) 廃タイヤの脱硫反応条件と再加硫ゴム物性, 日本ゴム協会誌, **72**(7), 429(1999)
- 6) 再生ゴムをブレンドしたポリプロピレン樹脂の相構造と力学特性, 日本ゴム協会誌, **73**(7), 138 (2000)
- 7) 新規ゴム再生とその応用, プラスチック成形加工学会 第14回秋季大会 成形加工シンポジア 06 講演要旨集 F108 P225(2006)
- 8) ゴム端材を原料とする熱可塑性エラストマーの開発, 第16回エラストマー討論会 講演要旨集 A12 P6
- 9) 架橋ゴムリサイクル技術 工業化の現状, 第59回 高分子討論会, フォーラムセッション予稿集

<受賞歴>

- 1) 日本ゴム協会論文賞(2000)  
せん断流動場反応制御技術によるゴムの連続再生 (第1報～第6報)
- 2) 中部科学技術センター顕彰・振興賞(2006)  
架橋ゴムの高品位マテリアルリサイクル技術の開発
- 3) 第8回GSC賞(2009)  
架橋ゴムの高品位マテリアルリサイクル技術の開発

# 新技術紹介

## ピッチングスレッド装置による実車衝突台上評価の精度向上

### A Accuracy Improvement of Crash Test Simulator with Pitching Sled

角野 哲也<sup>\*1</sup>，山田 広明<sup>\*2</sup>

#### 1. はじめに

セーフティシステム事業部では、自動車の衝突時に乗員を保護するエアバッグシステムの開発、設計、製造を行っている。その中で我々の部署では実車衝突試験を想定した台上評価であるスレッド試験による評価・解析を行いエアバッグシステムの信頼性、安全性を確認している。

自動車の衝突安全性能は年々向上しており、国内、北米など各国の情報公開衝突試験の評価においても、よりレベルの高い安全性が求められている。エアバッグシステムの更なる高性能化には台上評価であるスレッド試験の実車衝突試験再現性向上が必要である。今回、スレッド試験装置の最新化を図ったので紹介する。

#### 2. 実車衝突試験とスレッド試験

スレッド試験とは、実車衝突試験での乗員とエアバッグとの衝突を再現するための台上評価である。スレッド装置は、実車衝突試験で得られた車体進行方向の減速度を再現すべく、模擬車体（以下「ボデー」）を高圧ピストンで打ち出す。ボデーには乗員を模擬した計測ダミーを搭載しており、計測ダミーのデータによってエアバッグシステムを評価している。（図 1 参照）

実車衝突試験（図 2 参照）では車体が傾き（ピッチング）ながら減速してゆくが、従来のスレッド装置では車体進行方向の減速度のみを再現させておりボデー傾きを再現することができな

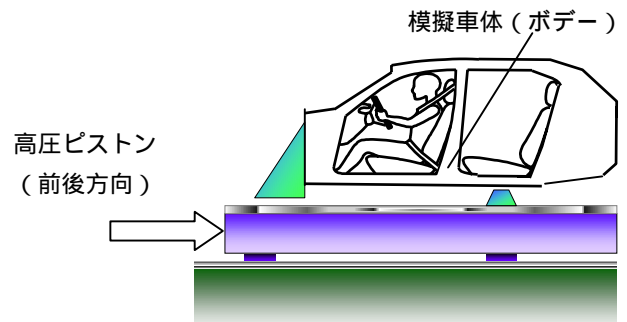


図 1 従来スレッド試験概要

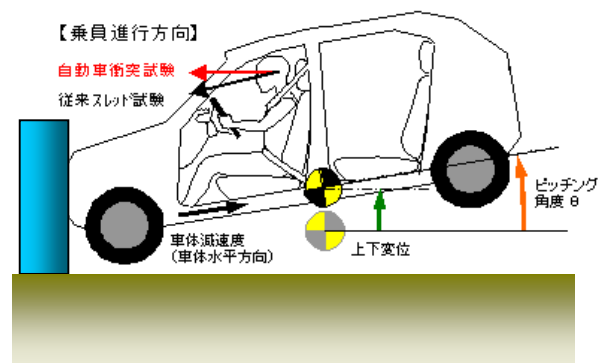


図 2 実車衝突試験

った。

#### 3. スレッド装置の最新化

実車衝突試験の複雑な車体挙動を再現することのできるピッチングスレッド装置を導入した。ピッチングスレッド装置は従来のボデーの水平方向の動きに上下変位、ピッチング角度変化を付加したものである。従来のスレッド装置に対しボデー両側前後に合計 4 本の高圧ピストンを配置し、

\*1 Tetsuya Kadono セーフティシステム事業部 第 1 技術部 要素技術室

\*2 Hiroaki Yamada セーフティシステム事業部 第 1 技術部 実験室

それを実現している。(図 3 参照)

ピッチング角度は、実車衝突試験で撮影された  
 ハイスピードビデオからの映像解析、または車体  
 に取り付けられた加速度計データから車体の挙動  
 をデータ化し、試験装置に入力している。

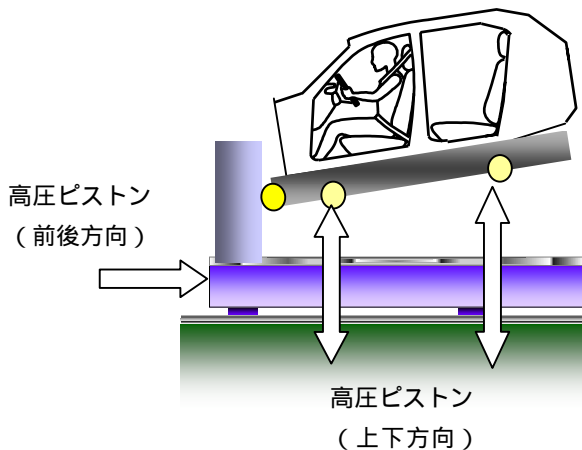


図 3 ピッチングスレッド装置概要

#### 4. ピッチング装置による再現性向上結果

ピッチングスレッド装置を用い実車衝突試験を  
 再現させた結果を図 4 に示す。

これまで、再現させていた水平方向挙動だけで  
 なく、ボデー傾き(ピッチング角度)、上下変位  
 も再現することができた。また、ダミーにより計  
 測されたデータでも実車衝突試験にほぼ等しい波  
 形データが計測されており、再現性向上が確認で  
 きた。

#### 5. おわりに

ピッチングスレッド装置を活用し、更なるエア  
 バッグシステムの性能向上をはかり、自動車事故  
 の死傷率の低減を目指してゆく。最後にピッチン  
 グスレッド装置導入に際し、多大な御支援、御指  
 導頂いた関連メーカーの皆様には厚く感謝の意を表  
 します。

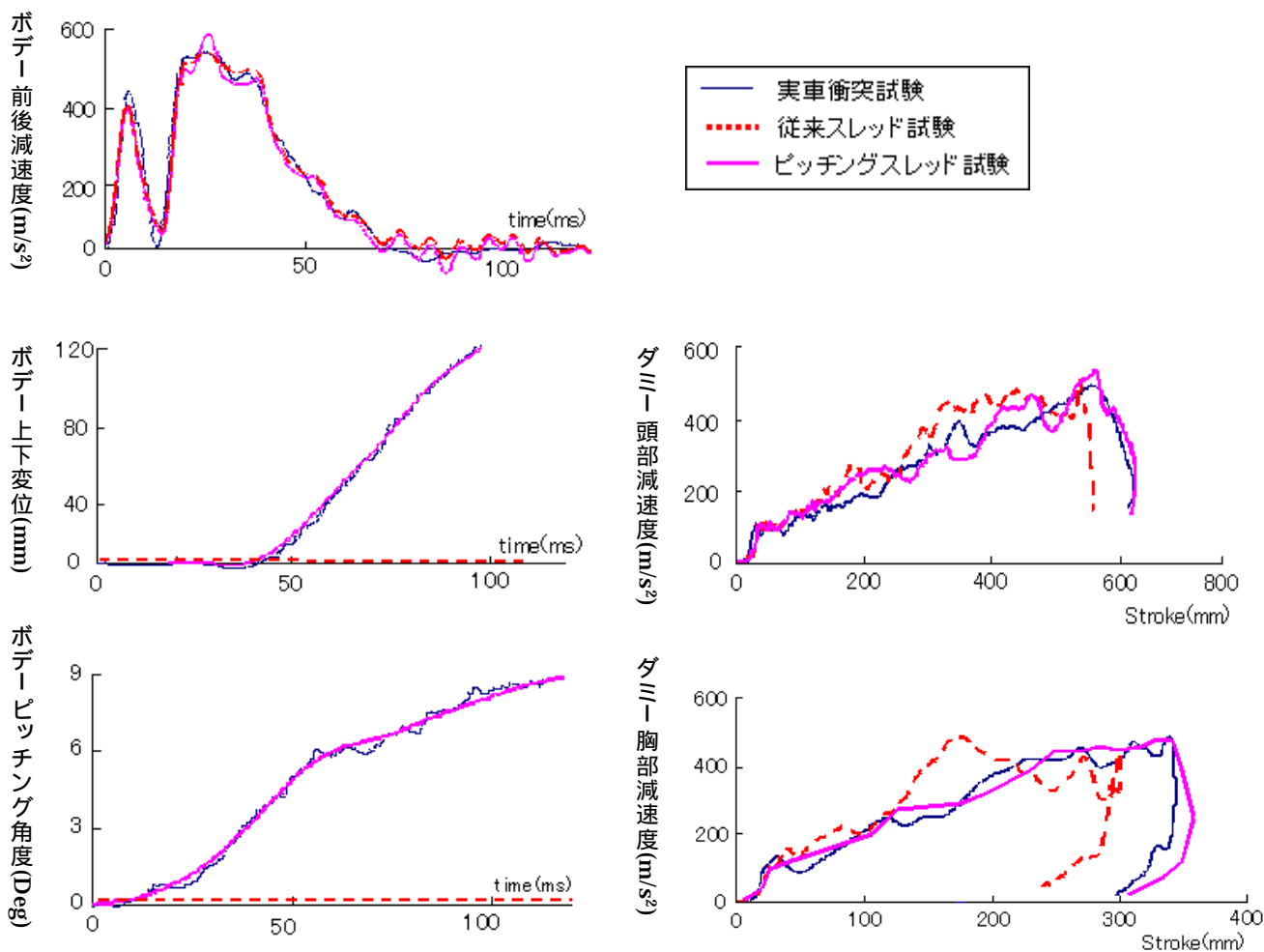


図 4 ピッチングスレッド装置による再現性確認結果



# 新技術紹介

## CAD-CAE連携による自動設計ツールの開発

### Development of Automated Design Tool using CAD/CAE Coupling

大年 義広<sup>\*1</sup>，井上 武士<sup>\*2</sup>，雪 廣 博<sup>\*3</sup>

#### 1. はじめに

現在の設計業務は、設計担当による形状作成とCAE担当による性能予測を繰り返すことで最適形状を決めている。しかし、このサイクルを複数回繰り返すため、工数・リードタイムが長くなる。

そこで、各作業に必要な要件を明確化・ロジック化し、形状作成と性能予測を自動実行するシステムを開発した。

本報告では、一体樹脂CVJブーツにて構築した自動設計システムについて紹介する。

#### 2. 製品概要

CVJ (Constant Velocity Joint/等速ジョイント) ブーツは、駆動力をタイヤへ伝達する等速ジョイントの保護用ブーツである。機能としては、グリースの保持、泥水浸入防止の役割を果たしている。図 1 に取付け位置を示す。

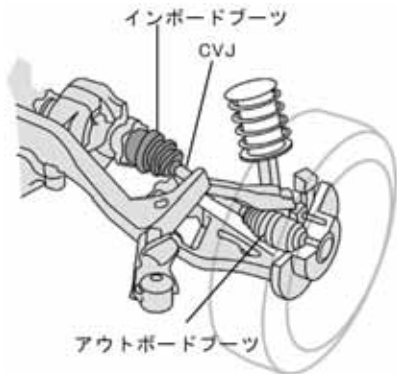


図 1 取付け位置

#### 3. 従来設計業務

図 2 に示すように、これまでの設計業務フローは、設計担当とCAE担当の分業により、最適形状が得られるまで形状変更～CAE実行を繰り返し行っており、業務の手待ちや各業務で手作業による多くの工数が生じていた。しかし、CADデータ作成と解析処理にはそれぞれ専門的なノウハウが必要であり、専任者を必要としていたため、業務の統合ができなかった。

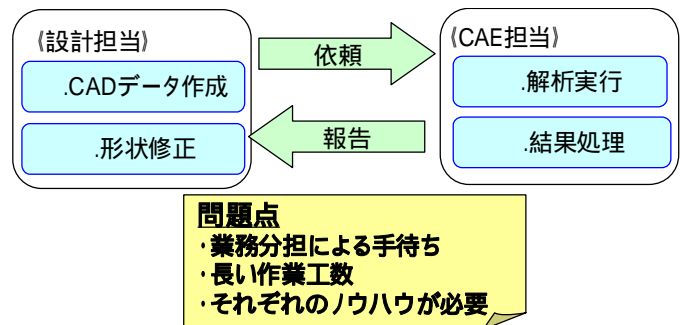


図 2 従来の設計業務フロー

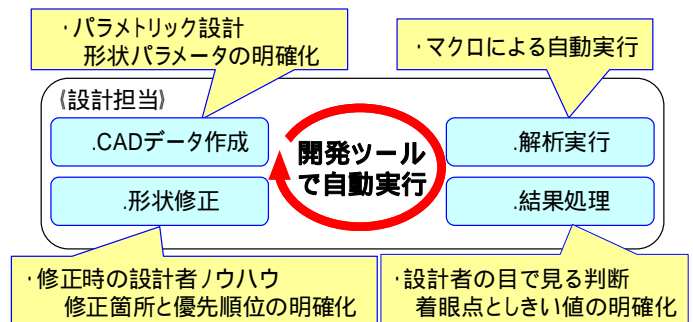


図 3 自動設計による設計業務フロー

\*1 Yoshihiro Otoshi 金型機械事業部 デジタルエンジニアリング部  
\*2 Takeshi Inoue 金型機械事業部 デジタルエンジニアリング部  
\*3 Hiroshi Yukihiro 技術管理部

## 4．開発技術概要

図 3 に自動設計ツール開発後の設計業務フローを示す．本ツールは，最適化技術を応用して開発した．初期形状を設計者が決めた後は，解析実行から結果の評価，さらに形状修正を目標値に近づくまで自動実行するため，設計担当 1 人で業務を回すことができるようになる．

### 4 - 1．CADデータ作成の自動化

本ツールでは，従来から活用されているパラメトリック設計やテンプレート化の技術を利用し，EXCELとCADのテンプレートモデルを連携させるテンプレートを構築した．これにより，EXCELに要求性能を満たす数値パラメータを入力することで，必要なCADデータを自動作成することができる．数値パラメータについては，形状を決める数値を全て明確化している．また，入力した数値パラメータに従い，解析に使用するためのモデルも自動作成する．

図 4 にCADデータ作成フローを示す．

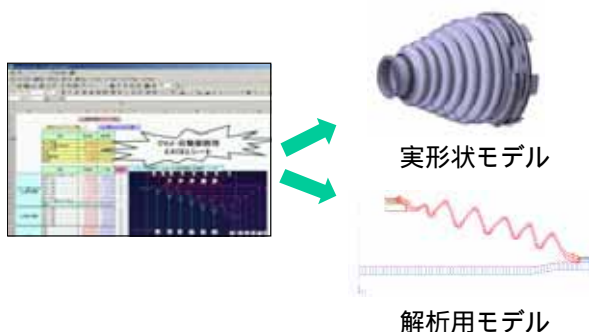


図 4 CADデータ作成フロー

### 4 - 2．解析モデル作成と解析実行の自動化

従来は解析モデル作成において，解析結果の評価を行う際に基準となる要素や節点をCAE担当が選択していたため，形状毎に要素や節点の番号が変わっても問題はなかった．しかし，本ツールでは，解析結果の評価も自動化されるため，基準となる要素や節点は，形状に関係なく特定できなければならない．

本ツールでは，図 5 に示す様に，要素や節点が形状に関係なく同じ番号になるような解析モデルの作成方法を開発した．また，解析準備・計算実行までの作業は，CAE担当の操作履歴を元に明確化し，自動実行できるようにした．

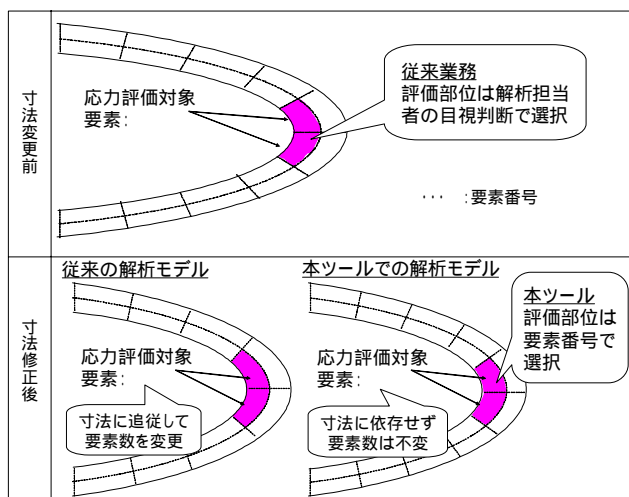


図 5 解析モデルの作成方法

### 4 - 3．解析結果の評価と形状修正の自動化

従来の設計業務において，解析結果の評価は，数値として定量的に判断できるしきい値を持った評価項目(応力や面圧など)以外に，設計者がノウハウに基づき目で見判断している評価項目(変形時の形状など)がある．

本ツールでは，これまで設計者が目で見判断していた評価項目に対して，ヒアリングにより着眼点やしきい値を明確化し，ロジック化した．

同様に，形状修正も，設計者のノウハウに基づく部分がある．また，目標値を満たした形状が 1 回の修正で得られることは稀であり，一度に複数の修正案を検討する場合や，複数回の試行錯誤を要する場合が多い．

本ツールでは，形状修正時における設計者のノウハウをヒアリングし，修正箇所・修正順位などの修正方針を明確化し，4 - 1 項で作成した EXCEL 上の数値パラメータを更新することで，CAD 上の製品形状を自動修正できるようにした．修正箇所の決定には，優先順位による重み付けをした確率的な探索手法を用いることで，修正案が一意に決められない場合にも対応した．

図 6 に設計者ノウハウによる修正のアルゴリズムを示す．

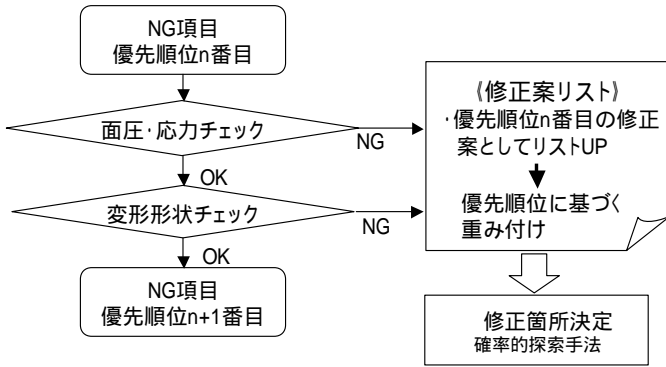


図 6 設計者ノウハウによる修正アルゴリズム

4 - 4 . 各作業の自動連携

各ソフトの状態を自動で確認する常駐ソフトを開発することで、計算実行状態や終了状態を自動で判断し、次の作業に移れる仕組みを作成した。その結果、解析結果が目標値に近づくまで繰り返し自動実行され、結果が目標値に達すれば自動終了する。

図 7 に自動連携プログラムの処理フローを示す。

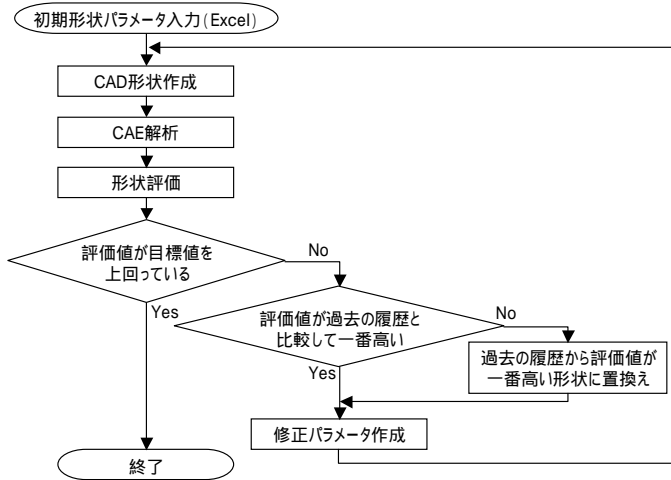


図 7 自動連携の処理フロー

5 . 検証

自動設計ツールを使用することで、設計担当は初期形状を決めるためのEXCEL入力のみとなり、総工数は従来作業工数の約1 / 30となった。リードタイムは初期工数と自動計算時間のみとなり、約1 / 5 に短縮することができた。これにより、設計工数とリードタイムの削減が確認された。

図 8 に工数とリードタイムについて、従来業務と自動設計ツールを使用した業務を比較したグラフを示す。

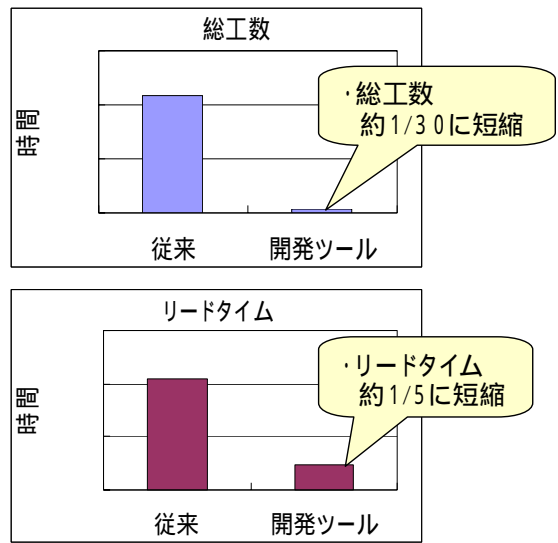


図 8 工数とリードタイムの比較

6 . まとめ

従来、設計担当とCAE担当の分業によって行われていた一体樹脂CVJブーツの設計業務に対し、自動設計システムを構築した。

本ツールの開発により、自動設計ツールの実現に必要な以下の技術的課題が明確化した。

- A. 解析結果に基づいた形状修正箇所の数値パラメータ化。
- B. 解析結果の評価において、基準となる要素や節点が形状に関係なく特定できる解析モデルの作成方法。
- C. 設計者が持つ解析結果の評価や形状修正におけるノウハウの明確化。

今後、本ツールの開発により明らかになった技術的課題の解決方法に基づいて、他製品への横展開を検討していく。

# ≡≡≡ 新技術紹介 ≡≡≡

## ガラス封止LEDパッケージ

### Glass Encapsulated LED Packages

田角 浩二<sup>\*1</sup>，山口 誠治<sup>\*2</sup>，末広 好伸<sup>\*3</sup>

#### 1．はじめに

近年LEDを照明に用いる動きが，政府・自治体・産業界・一般家庭で広がっている．LEDは環境面から見た場合，エネルギー効率の良いこと，長寿命，環境負荷物質を使わないことが，大きなメリットとして挙げられる．それらを活かした商品提案がなされるなど供給側のアプローチもあって，電球・蛍光灯に続く次世代光源としての期待が高まっている．

光源としてLEDを設計するには，信頼性が重要な開発項目となる．とりわけ，発光部分が小さなLEDにとって，パッケージ化するに際しての材料選定が大きな課題となってくる．通常，パッケージ化材料としては，その設計・加工のしやすさの点から，ナイロン・エポキシ・シリコン等の材料が選定されるが，熱と光が微小領域にこもるLEDでは，これら材料への負荷は厳しいものとなってくる．ポリマーの改良等によって，製品が実用上問題ないレベルの信頼性としているが，更に高輝度の製品を提供するには，本質的な改良が求められる．また，光源の使われ方として，有機材料が耐えられない環境での使用も，市場の一部では求められており，これら，耐候性（熱，光，湿度）の改善は急務と言える．

これらに対応するために，樹脂を用いないガラス封止のLEDの検討を進めており，それについて簡単に述べることにする．

#### 2．製品成立への課題

一般に馴染みのあるガラスは，LEDの封止材料として，誰でも思いつくものである．

即ち，

1) 無色透明で光を透過

2) 耐候性に優れ長期的に安定

というものである．しかし逆に，この安定性が，発光素子を用いてパッケージ化する場合の大きな障害となる．ガラスを加工するに際して，ガラス転移点以上の軟化点温度が必要であるが，透明の一般的なガラスでは，その温度は，600 ~ 800 となる．燐酸塩ガラスのように，400 程度の低い軟化点温度を持つものがあるが，化学的な安定性に欠け，特に高温高湿中で水と反応を起こし，分解することがあるなど，本用途には不適である．

また別に，発光素子と加工したガラスと一緒にパッケージ形成するには，発光素子がパッケージに固定化される必要がある．その際，樹脂接着剤を用いると，接着剤の寿命でパッケージ全体の寿命が決まるので，折角のガラスの長寿命性が生かされなくなる．このように，ガラスをうまく加工しながら，パッケージを無機材料だけで構成することが，作りとして求められるのである．すなわち，

1) パッケージ封止に適したガラス

2) ガラスを封止する工法

が，開発の課題となる．

\*1 Koji Tasumi オプトE事業部 第2技術部 A2技術室

\*2 Seiji Yamaguchi オプトE事業部 第2技術部 A2技術室

\*3 Yoshinobu Suehiro オプトE事業部 開発部

### 3. ガラス封止の構造と特長

オプトE事業部で開発した、ガラス封止LEDパッケージの模式的断面図を図 1 に示す。

セラミック製の回路基板に発光素子を実装し、プレス装置で軟化したガラスを押付けて封止し、ダイシング分離したものである。プレス時の温度は、600℃以下であり、ガラスがセラミック基板にアンカー効果で密着しており、十分なシェア強度を確保している。セラミック基板にはスルーホールが設けられ、電気供給のための電極が裏面に取り付けられている。

この方法によって、ガラス封止LEDを実現するにあたり、(株)住田光学ガラスと共同でガラス素材、封止工法の開発を行った。低軟化点温度だけでなく、耐高温高湿特性やセラミック基板との熱膨張係数を合わせる必要があり、数年の開発期間の末、製品レベルとしてほぼ満足できるガラスとプレスによる封止技術を確立することができた。更に、このガラスに蛍光体を分散することで、白色に発光するようになっている。ガラス封止LEDパッケージの外観図を図 2 に、連続通電試験結果を図 3 に示す。形状は、1.1mmであり、小さいにもかかわらず大きな電流を流せ、光度維持率が高いものである。また、プレッシャークッカー試験結果を図 4 に示す。圧力釜のような過酷な環境下においても、光度維持率が高いものとなっている。

ガラス封止LEDパッケージは、これら特長が認められ、2009年度日刊工業新聞社主催(経産省・日商後援)の“超”モノづくり部品大賞において『日本力(にっぽんぶらんど)賞』を受賞している。

### 4. 今後の展開

ガラス封止LEDパッケージの用途案を、図 5、図 6 に示す。用途は、小型の特徴を生かした、医療用器具の先端に設ける光源が考えられる。また、高密度実装が可能であり、線状に配列することで、近接120万ルクス(太陽光下の10倍以上の明るさ)を達成していることから、液晶パネル製造工程における、ガラス検査用光源が考えられる。さらに、発光効率の向上、コストダウンにより、一般照明分野への展開も考えている。

今後、発光素子をマルチ搭載したガラス封止LEDなど、市場のニーズに合わせたパッケージ、

モジュールを提案し、社会に貢献したいと考えている。

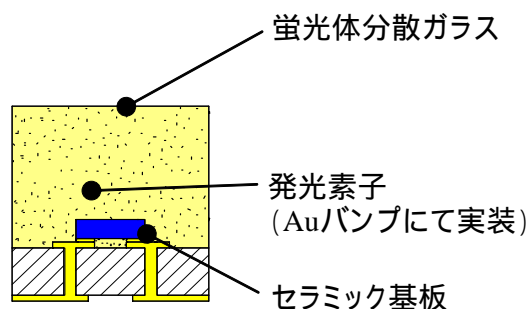


図 1 ガラス封止LEDパッケージの断面図

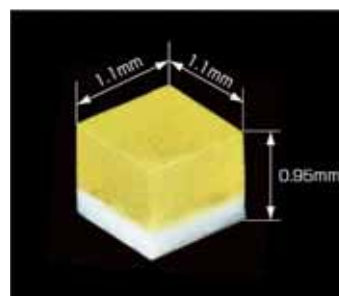


図 2 外観図

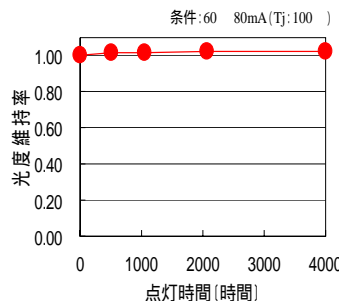


図 3 連続通電試験

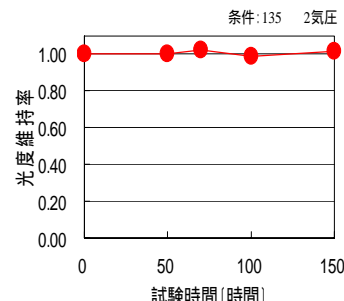


図 4 プレッシャー  
クッカー試験

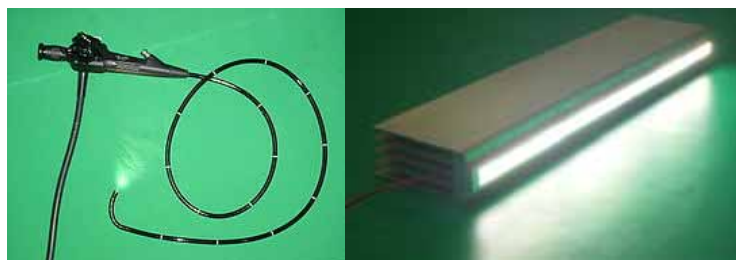


図 5 用途案  
(医療用器具)



図 6 用途案  
(検査用光源)

# ≡≡≡ 新製品紹介 ≡≡≡

## ロック Assy コンパートメント Lock Assembly Compartment

小倉 光雄<sup>\*1</sup>

### 1. はじめに

自動車内装部品のグラブコンパートメント（以下グラブと称す）はほとんどの車型に設定されている助手席の前にある「物入れ」である。

開閉のためのノブは最近でこそ多様化しているが、今もグラブ側に設定するタイプは多くの車系で採用されている。

ノブを含むロック Assy コンパートメント（以下ロックと称す）は機構部分がユニット化され共通化されて久しいが、昨今の軽量化と機能の向上を盛り込んだ新たな共通化ロックの要望が出てきたため、それに答えるべく新たな発想で開発したので概要を紹介する。



図 1 ロック Assy コンパートメント外観

### 2. 製品概要

図 1 に代表的な製品外観を示す。建付け性向上のため、両サイドに門（かんぬき）ピンが設定されており、ノブの作動により門ピンが内側に引き込まれるようになっている。

図 2 はグラブが閉じた状態の門ピンの状態を示したもので、グラブ側面より飛び出してインパネ側の勘合孔に掛かることでグラブを支えている。

図 3 はグラブが開く時の門ピンの状態を示す。門ピンが引っ込むことで嵌合孔から外れるため、グラブが開く状態になる。

また、現行のキー付きロックは、ノブ自体の動きがキーシリンダーにより規制されることで施錠される仕様となっているが、施錠時のノブ過開きに対してはセキュリティ上更なる対応の強化が要望されていた。

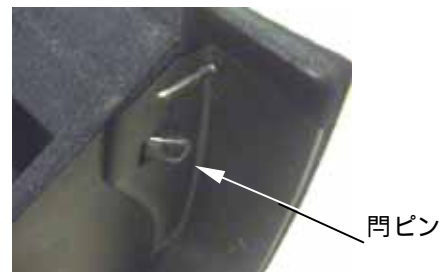


図 2 グラブ閉時の門ピンの状態

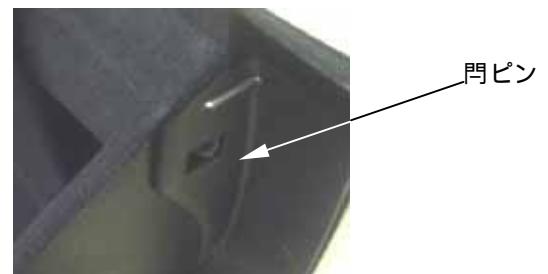


図 3 グラブ開時の門ピンの状態

<sup>\*1</sup> Mitsuo Ogura 内外装部品事業部 技術部

### 3. 製品の特徴

#### 3-1. 部品削減による軽量化

図 4 に現行ロックの部品構成を示す。本品は従来から共通部品とする考え方があり破線で囲んだ部分がユニット化され共通化されている。

図 5 に開発品の部品構成を示す。ユニット化よりも部品単体での共通化の方が部品数を減らし軽くなると判断。直接グラブアウターに部品を組み付けることで部品数を最大で40%削減（除不織布）、門ピンを除くロック機構部分で最大約20%軽量化した。（印は共通部品）

#### 3-2. 機能向上

##### 3-2-1. 半掛りの防止

半掛りとは片側の門ピンしか嵌合孔に入らない状態を言う。現行は門ピンが単独で動く仕様だが、顧客より上記対策として左右連動化の要望が出された。従来門ピンは同一線上を動くのが常識であったが、門ピン先端の僅かな円弧運動は嵌合に支障がないと判断し、ノブの動きを伝える部品も一体化した十字リンクを採用した。（図 5 参照）

##### 3-2-2. セキュリティの向上

ノブ過開き対策として施錠時に操作してもノブのみが動く「ノブの空振り化」が要望された。

図 6 に未施錠の、図 7 に施錠時のキーシリンダーの状態、図 8 に施錠時のノブ空振り状態を示す。十字リンク化により出来た空間部分にキーシリンダーの凸部が施錠時に移動することでノブの動きを伝えず、その結果空振りするシンプルな仕様を採用した。

### 4. おわりに

今回紹介したロック Assy コンパートメントは「ラクティス」「Vitz」に採用され、今後グラブ付けロックとして展開される予定である。

最後にこの製品の開発・量産化に際し、ご支援を頂いたトヨタ自動車株式会社の関係部署の皆様へ厚く感謝の意を表します。

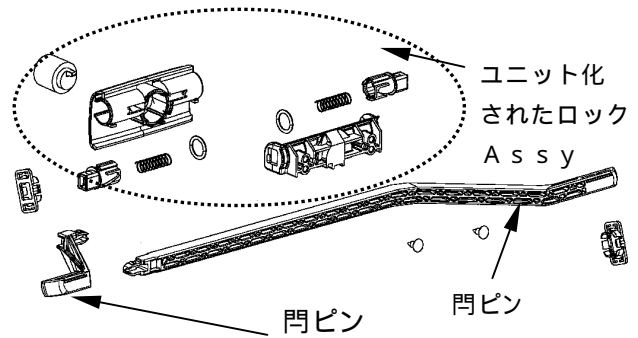


図 4 現行品部品構成図（部品点数 15点）

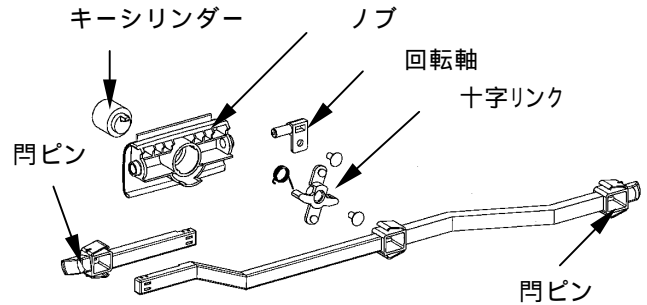


図 5 開発品部品構成図（部品点数 9点）

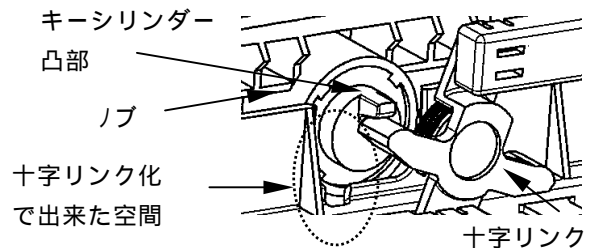


図 6 未施錠時のキーシリンダー状態

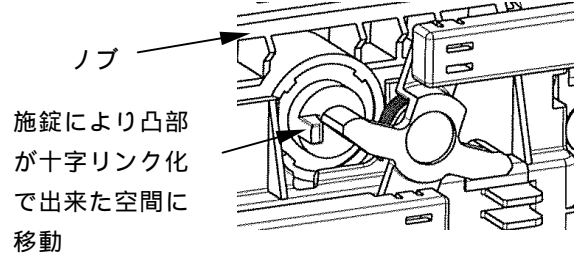


図 7 施錠時のキーシリンダー状態

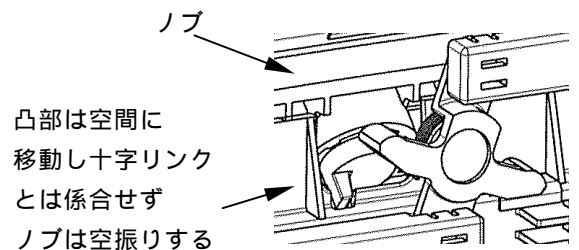


図 8 施錠時のノブ空振り状態

# 新製品紹介

## LED 口金電球 (60W型)

## LED Light Bulb (60W Type)

服部 徳文<sup>\*1</sup>

### 1. はじめに

青色LEDの実用化以降、年々技術革新によりLED素子の発光効率が向上している。近年においては一般照明用途として適用可能な効率まで上がってきたことで、様々な種類のLED照明が提案されている。

一方、地球温暖化の防止、環境保護の観点より、消費電力が大きく、寿命の短い白熱電球を省エネ型の電球に置き換える動きが世界的に広がっている。省エネ型の電球の中で、近年普及が進んでいるものとしてLED電球が挙げられるが、今回弊社は発光部にLEDを採用し、水銀などの環境負荷物質を含まないクリーンで長寿命の電球を開発した。以下に製品の概要と特徴、技術詳細について述べる。



### 2. 製品の概要と特徴

本製品は従来の白熱電球の置き換えを狙った製品であり、外形サイズは60W型の白熱電球と同等にしている(図1)。口金はJIS規格のE26サイズである。色目は電球色相当、昼白色相当の2種を揃えた。

本製品の内部構造の概略を図1に示す。白熱電球と大きく異なる点としてLED素子冷却用のヒートシンクとLED駆動回路を備えていることである。

また、光源部に弊社の新規開発の高効率LEDパッケージを用いることで、電球色相当にて業界最高クラスの器具効率(69.5lm/W)を達成している。

表 1 製品仕様

品種		
	電球色相当	昼白色相当
全光束	410lm	460lm
消費電力	5.9W	5.9W
器具効率	69.5lm/W	78lm/W
全長	98mm	98mm
直径(最大部)	φ55mm	φ55mm
質量	115g	115g
設計寿命	40000h	40000h

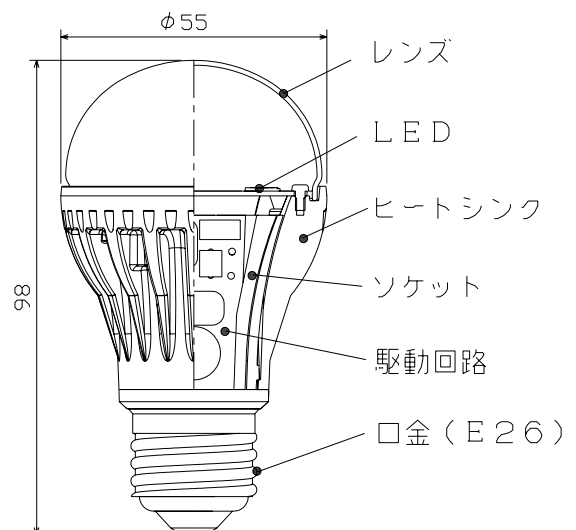


図 1 製品の外形と内部構造

\*1 Norifumi Hattori 生産技術開発センター



### 3．光源LED

本製品の開発にあわせて、新規の高効率LEDパッケージを開発した。

パッケージ内部にLEDチップを複数搭載するマルチチップ仕様となっている。またパッケージ内部のAuワイヤパターンを変更することで、LED直列数を変えることができ（1直列～3直列）、駆動回路の仕様に応じて負荷の最適化を図ることが可能である。

本製品においては駆動回路の損失を最も低減するためパッケージ数6個、内部直列数を2とし、合計12直列での駆動としている。

LED発光効率においても業界最高レベルとなっており、器具としての発光効率を大幅に上げることが成功した。

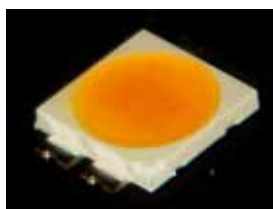


図 2 新規開発LED（5575パッケージ）

### 4．放熱設計

光源開発に加えてLED電球を設計する上での技術課題は放熱設計である。

LEDおよび駆動回路の電子部品は設計寿命を確保するための上限温度が規定されている為、必要な明るさを得るための消費電力と放熱設計のバランスを取り、長期の信頼性を確保する必要がある。

本製品においては、LEDより発せられる熱の効率的な放熱のため、実装基板は高熱伝導率のAlベース基板を採用し、ヒートシンクの材料としてはAl合金を設定した。ヒートシンクの表面は放射率UPのために表面を塗装処理している。

また、製品内部雰囲気には発熱源のLEDを最も高い温度として温度分布がある。内部に設置される駆動回路部品においては、この温度分布を考慮し、各々の部品寿命を確保できる温度以下となるよう搭載位置を工夫した。この結果LED、駆動回路の寿命を確保することができ、35℃雰囲気下の

電球単独での点灯状態にて製品設計寿命として40000hを実現した。

### 5．LED駆動回路

本製品には専用のLED駆動回路を設定した。LEDの安定点灯を実現するには定電流出力型のAC-DCコンバータ回路が必要である。

回路の小型・高効率化を図るため、スイッチング電源方式を採用し、電流制御回路にPWM制御パワーICを使用した、この結果、部品点数が削減でき、製品内部へ収納可能な小型化に成功した。

LED出力電圧は電源電圧（AC100V）から降圧するのに最適な電圧とし、スイッチング周波数と部品定数を調整することで回路損失を低減した。電源平滑用コンデンサの容量を必要最小限とすることで、入力電流の通電角を上げて力率を改善した。これらの結果、電力変換効率と力率双方において90%以上の高効率駆動回路を実現した。

また、プリント基板の材質には信頼性の高いガラスエポキシ（FR-4）を使用し、過電流保護ヒューズや負荷断線時の過電圧保護などのフェールセーフ回路を盛り込み安全性も高めている。



図 3 LED駆動回路

### 6．おわりに

LED照明市場は急速に伸びており、その速度はさらに速くなると予測されている。今後も照明製品のラインナップを充実させるため、製品ASSYでの使用方に適合したLEDチップ、パッケージを含め、一貫した開発を加速してゆく。

# 新製品紹介

## 軽量一体樹脂等速ジョイントブーツ

### Light Weight 1 Piece TPE CVJ Boot

古田 裕二<sup>\*1</sup> , 間瀬 佳昭<sup>\*2</sup>

#### 1. はじめに

近年，排気管配置変更によりCVJブーツ周辺温度が高温となり，エンジン側のインボードブーツに対して，耐熱性向上のニーズが高まっている．また，燃費向上から軽量化も同時に求められている．

その手段として樹脂化が最適であるが，インボードブーツは大径シール部が異形であるため，従来は大径シール部（TPO）と蛇腹部（TPEE）から成る別体ブーツで対応していた．

従来は，プレスブロー工法を採用しており，パリソンが丸形状のため，大径の異形を成形するのは困難であった．本開発では，インジェクション金型でパリソンを自由に成形しブローするインジェクションブロー工法により，大径の異形を可能とした．

今回，耐熱性向上，軽量化を図った一体樹脂インボードブーツを量産化したので報告する．

#### 2. 製品の概要

インボードブーツの搭載位置を図 1 に示す．インボードブーツは等速ジョイントのグリースを密封し，外部からの水や泥などの異物の侵入防止の役割を有している．また，ホイールの上下運動・操蛇運動・回転運動と，車が走行している間，常に運動している．

図 2 に本製品と従来品（ゴムブーツ，別体ブーツ）を示す．大径シール部は異形であり，大径シール部と蛇腹部を一体で成形している．

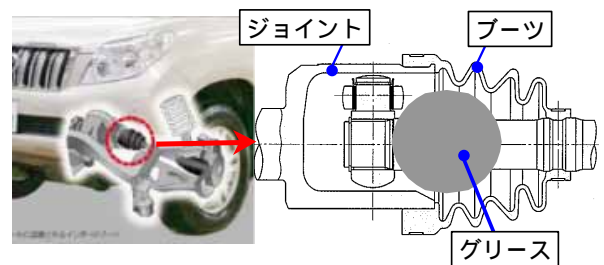


図 1 搭載位置



図 2 従来品と開発品の構造

\*1 Yuji Furuta 機能部品事業部 技術部 エンジン・シャシー部品技術室

\*2 Yoshiaki Mase 機能部品事業部 技術部 エンジン・シャシー部品技術室

### 3. 製品の特徴

#### 3-1. 構造

従来、成形の難しかった一体樹脂ブーツを大径シール部の形状、大径シールと蛇腹のつなぎ部の形状を工夫し、CAEを活用する事で成形性と耐久性を両立させることができた。設計面で工夫した点を下記に示す。

- 1) ストレート形状の設定 (シール性確保)
- 2) 3本シールリップ化 (シール性確保)
- 3) 盗み部に繋ぎリップの設定 (剛性確保)

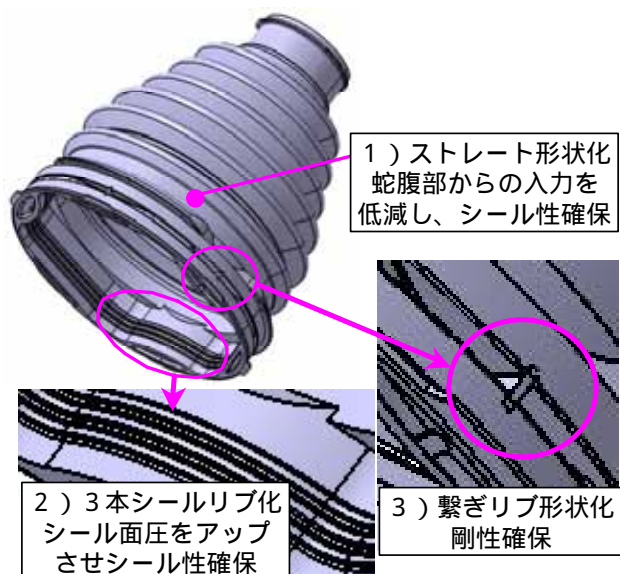


図 3 製品の特徴

#### 3-2. 性能

図 4, 5 から分かるように、開発品の性能 (疲労性、摩耗性) はゴムブーツに対して大幅に向上し、別体ブーツ同等を確保することができた。

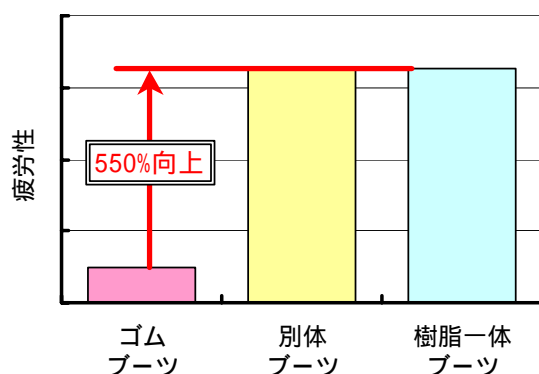


図 4 疲労性比較

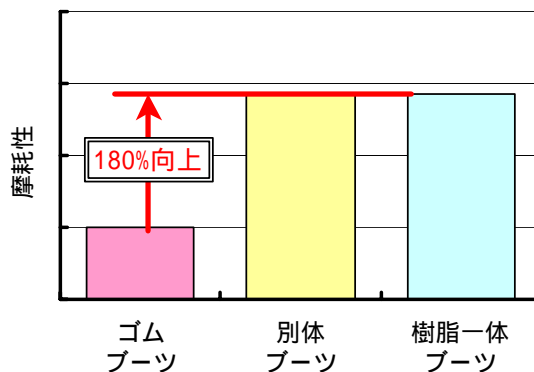


図 5 摩耗性比較

#### 3-3. 効果

図 6 に示すように、開発品はゴムブーツ、別体ブーツに対して大幅にブーツ質量を低減することができた。

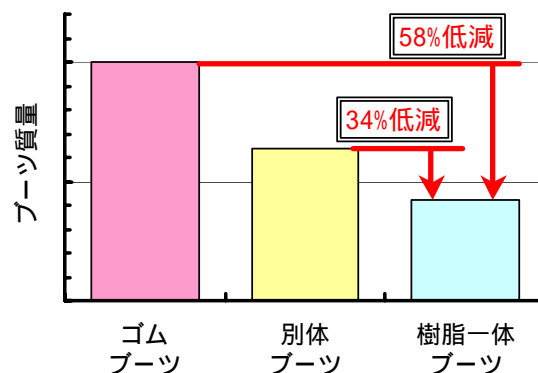


図 6 質量比較

### 4. おわりに

『軽量一体樹脂等速ジョイントブーツ』が実現できたのは、生産技術が向上したためである。

今後もお客様に喜ばれる製品開発のためにCAE技術、生産技術の更なる向上を図りたいと考えている。

尚、本製品は '09年9月発売のランドクルーザー・プラドに搭載されており、本ブーツの開発に携わった関係者の方々の多大な尽力に厚く謝意を表します。

# 新製品紹介

## 後席センターエアバッグ

### Rear Center Air Bag

橋場 雅<sup>\*1</sup>，福山岳樹<sup>\*2</sup>

#### 1. はじめに

市場事故における側面衝突時の重傷者以上の割合をまとめたデータを図 1 に示す。図 1 から分かるように反衝突側に着座する乗員の割合は約 4 割と高い割合になっている。

衝突側に着座する乗員に対しては、サイドエアバッグ、カーテンエアバッグで保護してきたが、反衝突側に着座する乗員を保護する手段は今までなかった。

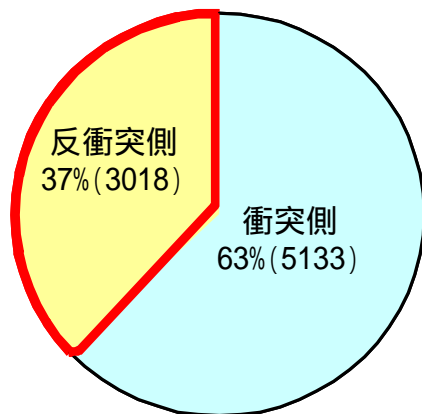
後席に大型センターコンソールを設定した車両に対し、側面衝突時に大型センターコンソールと衝突側乗員との接触から保護するエアバッグを製品開発・量産化（以下開発品）したので、その概要について紹介する。

#### 2. 製品の概要

開発品の展開状態を図 2 に示す。開発品の構成を図 3 に示す。

図 2，3 から分かるように開発品は、大型コンソールの上部に配置し、エアバッグが乗員間に展開する。

エアバッグの形状は、頭部から腹部まで保護する大きさとし、頭部と肩部を同時に支えるように肩部の高さは、テザーで横幅を規制している。



(特集) 衝突安全 日本における側面事故の分析  
JARI Research Journal Vol.30 No.9(2008.9)より抜粋

図 1 事故の現状



図 2 開発品の展開形状

\*1 Masashi Hashiba セーフティシステム事業部 第2技術部 第3技術室

\*2 Takaki Fukuyama 生産技術開発センター

### 3. 製品の特徴

#### 3-1. 展開制御

エアバッグの展開のイメージ図を図 4 に、展開画像を図 5 示す。乗員間の狭い空間にエアバッグが展開するため、初期は細く展開し、展開後期、左右に膨張する制御をもつことを特徴とする。

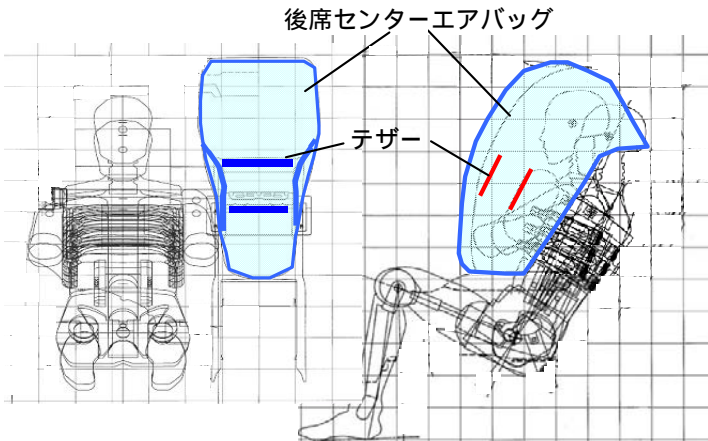


図 3 開発品の構成

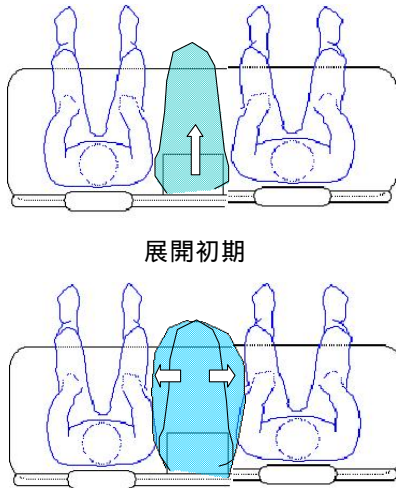


図 4 展開のイメージ図



図 5 展開画像

#### 3-2. 効果

現状の衝突時の状態を図 6 に示す。開発品が乗員を拘束している状態を図 7 に示す。図 8 に示すように開発品を搭載することで、大型コンソール、乗員との接触が緩和し、反衝突側に着座する乗員の頭部、首、腹部の傷害が低減された。



図 6 現状の衝突状態



図 7 開発品の拘束状態図

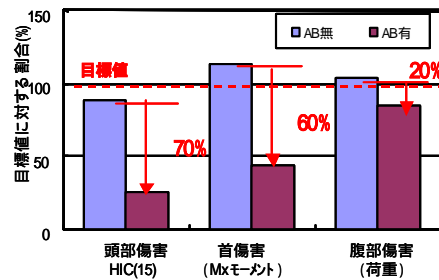


図 8 試験結果

### 4. おわりに

本開発品は量産中であり、さらに後席に大型コンソールを装備する車種への展開を検討している。最後に、本開発品においてご支援、ご指導いただきました関係各部署の方々に厚く謝意を表します。

# ≡≡≡ 新製品紹介 ≡≡≡

## 助手席エアバッグ（セレクトابلベントホール）

### Passenger Side Air Bag (Selectable Vent Hole)

石田 真一<sup>\*1</sup>，伊藤 瞬<sup>\*2</sup>

#### 1．はじめに

助手席エアバッグは助手席側前方のインストルメントパネル内に組み付けられており，車両衝突時にインフレーター（ガス発生装置）からのガス供給により，バッグがインストルメントパネルより展開し，乗員を保護する部品である．

助手席エアバッグに求められる機能としては，車両衝突時にバッグが膨張し，バッグの反力により乗員を保護する本来の機能に加え，乗員の体格に合わせ，より適切に保護することが求められている．特に，衝突特性の厳しい車両において，上記の機能が必要となってきた．図 1 に求められる反力のイメージを示す．

今回の開発では，乗員の体格及びシートベルトの有無に応じてインフレーターガスのバッグ外への排気量を切り替える事により，適切なバッグ反力で乗員を保護出来る助手席エアバッグ（以下開発品）を開発・量産化したのでその内容を紹介する．

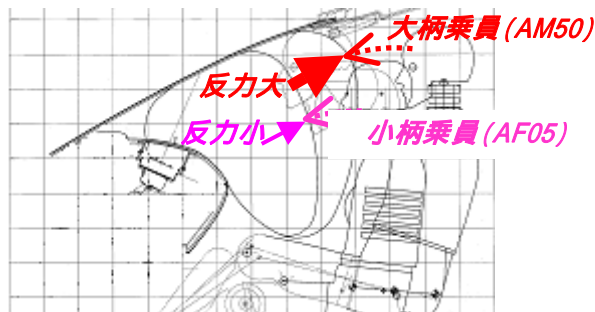


図 1 従来品の課題

#### 2．製品の概要

セレクトابلベントホール（以下可変ベント）の構造は，バッグの側面パネルの一部を内側に折り込んで，ガスを排気させる部分を残して縫製した排気弁構造で，テザーの保持・リリースによりガスの排気をコントロールする．可変ベント部のイメージ図を図 2 に示す．

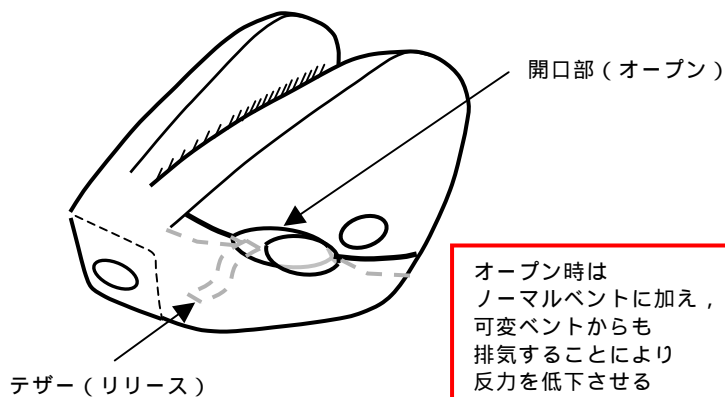
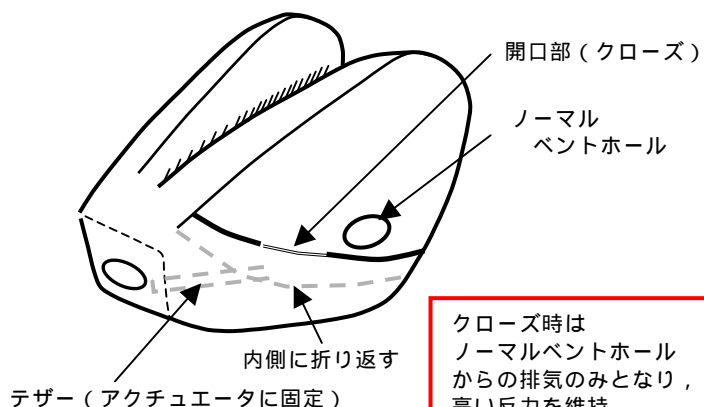


図 2 開発品の構成

\*1 Shinichi Ishida セーフティシステム事業部 第2技術部 第3技術室

\*2 Shun Ito セーフティシステム事業部 第2技術部 第3技術室

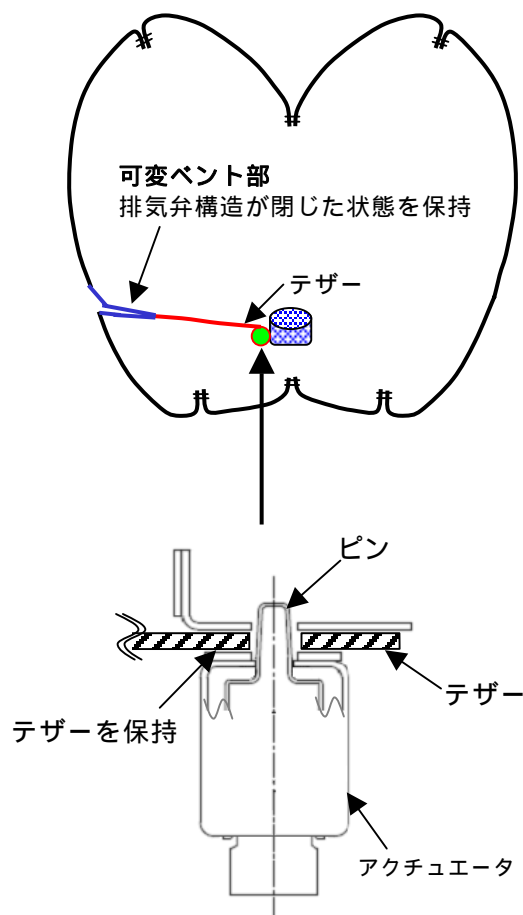


図 3 可変ベント クローズ

### 3．製品の特徴

#### 3 - 1．乗員保護

大柄乗員の場合には、反力の高いバッグで拘束する必要がある。その場合は図 3 のようにアクチュエータを作動させずにテザーを保持し、可変ベントからガスが抜けないようにする。

小柄乗員の場合には、反力の低いバッグで拘束する必要がある。その場合は図 4 のようにアクチュエータを作動させテザーをリリースし、可変ベントからガスが抜けるようにする。

アクチュエータの作動には火薬を使用し、火薬の着火による力によって、ピンを後方へ引き込むことでテザーをリリースする。

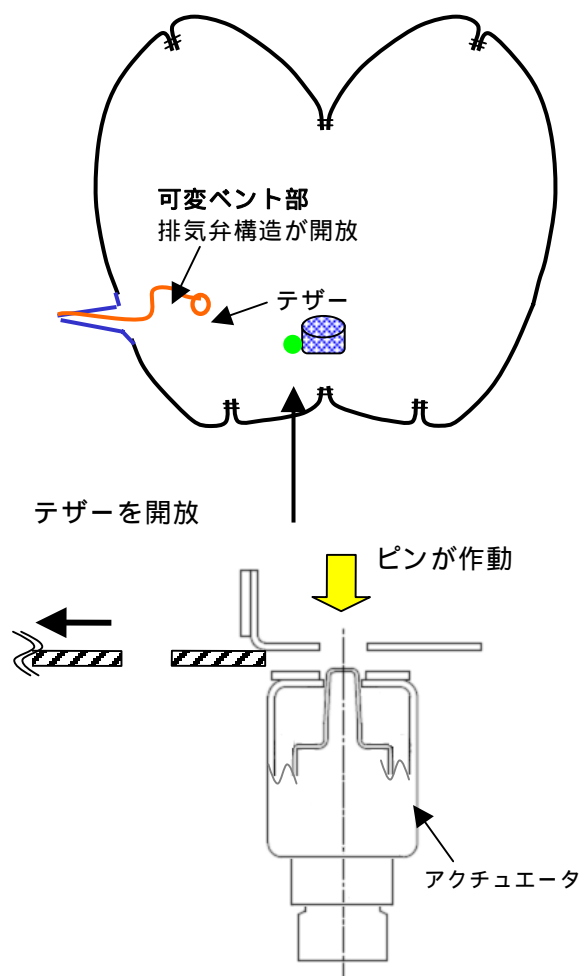


図 4 可変ベント オープン

#### 3 - 2．効果

可変ベントの追加により、車両レイアウトや衝突特性の厳しい車種においても、乗員体格に合わせてより適切に保護する事が確認できた。

### 4．おわりに

本開発品はサイオンtCで量産化することができ、さらにいくつかのプログラムへの展開を検討している。今後は更なる保護性能向上に向け、進化させていく計画である。

最後に、本開発においてご支援、ご指導いただきました関係各部署の方々に厚く謝意を表します。

## 特許紹介

### 収納ボックスの開閉機構

特許 4241532

発明者 榊原泰博，大松直樹，藪谷茂，生田寛人

[発明の属する技術分野]

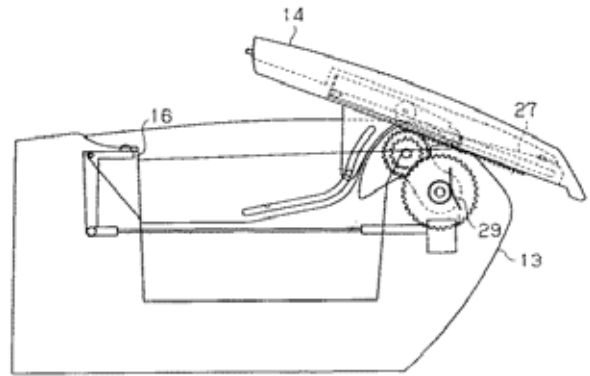
本発明は，自動車の車室内に配設される収納ボックスの開閉機構に関する．

[発明の概要]

蓋体14をスライド移動させた後回転させることで開口部16を開閉するようにした開閉機構において，蓋体14を閉じ方向にスライド移動させる第1弾性部材27と，蓋体14を開き方向に回転させる第2弾性部材29とを備え，各弾性部材27，29の弾性力は，蓋体14の開き方向のスライド移動より蓄積されるようにした．

[発明の効果]

電力を必要とすることなく，操作性が好適な収納ボックスの開閉機構を提供することができる．



### ウエザストリップ

特許 4360284

発明者 山田宜伸，稲垣聡，葛谷弘志

[発明の属する技術分野]

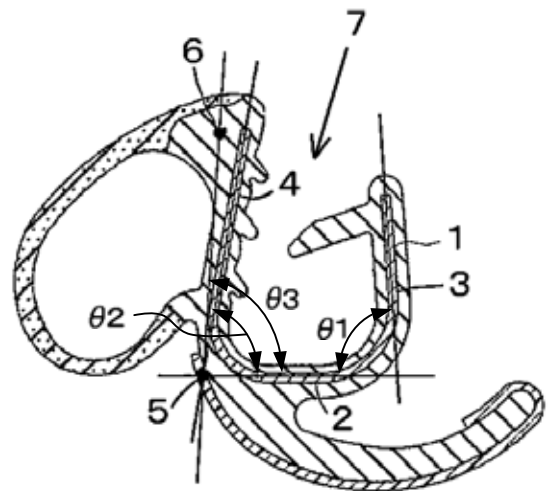
本発明は，車両等のドア開口部の周縁に装着されるウエザストリップに関する．

[発明の概要]

インサート1の底壁辺2に沿う直線と車内側側壁辺3に沿う直線との交差角1と，底壁辺2に沿う直線と車外側側壁辺4に沿う直線との交差角2と，交差角2に関する交点5と車外側側壁部の厚肉領域の重心6とを通る直線と底壁辺2に沿う直線との交差角3とが，鋭角に形成されていることを特徴とする．

[発明の効果]

ウエザストリップをドアのコーナー部に湾曲させて取り付けの際，側壁部が交差角1及び2を小さくする方向へと倒れ，湾曲させた部位における，開口部7の口開きの抑制を図ることができる．





## 等速ジョイント用ブーツ

特許 4055546

発明者 鳥海真幸，古田裕二，森善和

[ 発明の属する技術分野 ]

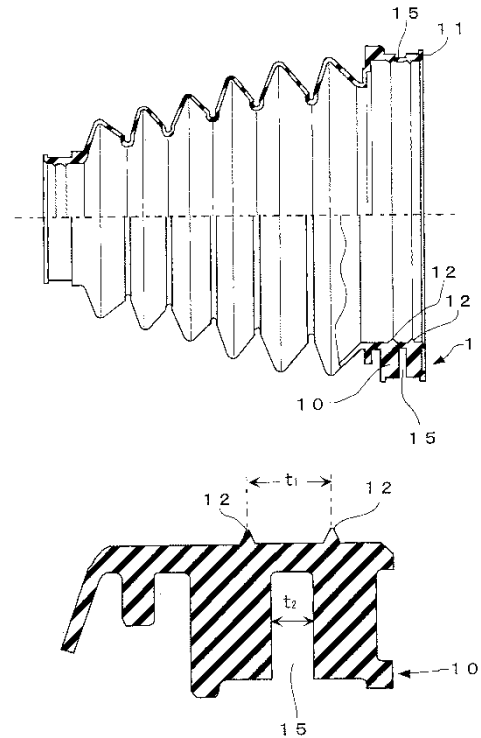
本発明は，等速ジョイントに被覆され，水や埃の侵入を阻止するブーツに関する．

[ 発明の概要 ]

大径筒部 1 の内周表面に 2 本のリップ部 12 を有し，外周表面には 1 本のリング溝 15 がリップ部 12 の間に設けられ，厚肉部 10 におけるリング溝 15 の底部の肉厚は薄肉部 11 の肉厚とほぼ等しく，2 本のリップ部 12 の間隔  $t_1$  に対するリング溝 15 の幅  $t_2$  の比 ( $t_2/t_1$ ) が 0.3 ~ 0.5 であることを特徴とする．

[ 発明の効果 ]

成形時に厚肉部 10 にヒケが生じることを防止し，さらに均一な締結力で大径筒部を相手部材に締結できるため，シール性が向上する．



## 助手席用エアバッグ

特許 4301160

発明者 尾藤和彰

[ 発明の属する技術分野 ]

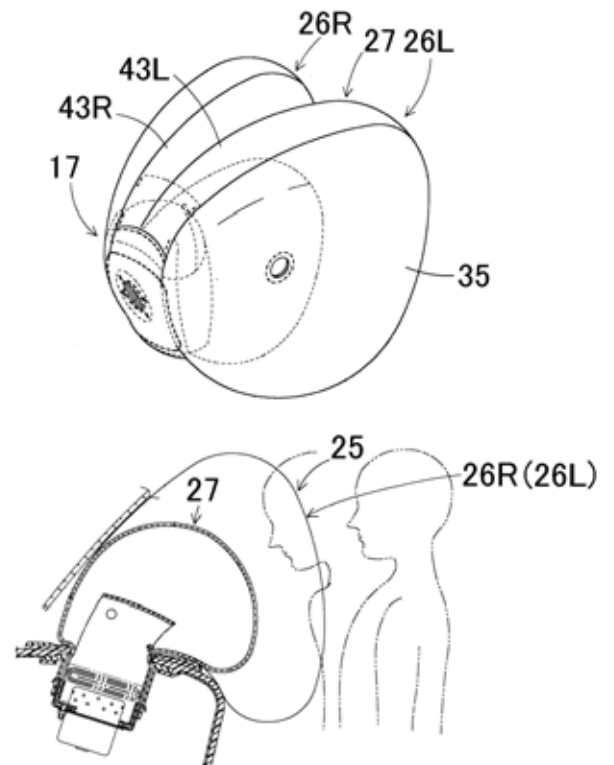
本発明は，助手席用エアバッグに関する．

[ 発明の概要 ]

エアバッグは，C字形状で左右一対の内側パネル布 43L・43R と，外側パネル布 35 とから構成され，膨張時において，前端 17 を頂点とした四角錐形状とし，後方の乗員保護部 25 を，左右に並設されて後方へ突出した肩拘束部 26L・26R と，肩拘束部 26L・26R の間の凹部 27 とを備えた形状とした．

[ 発明の効果 ]

肩拘束部によって運動エネルギーが低減された状態で，乗員の頭部を，エアバッグからの反力を抑えて，ソフトに受け止めることができる．



## 電極形成方法

特許 4254681

発明者 吉田和広，長谷川恭孝，加賀広持

### [ 発明の属する技術分野 ]

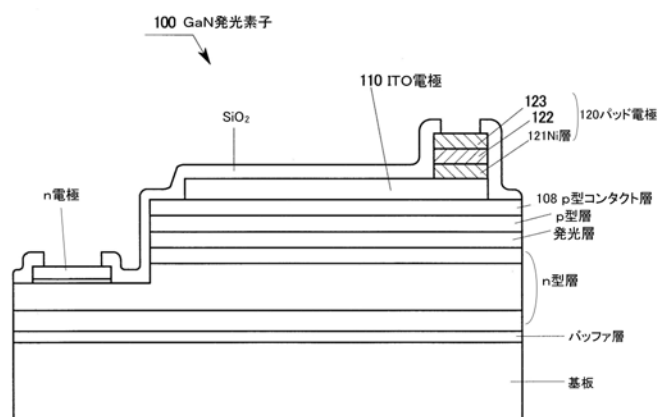
本発明は，GaN系化合物半導体を積層して形成した半導体素子の酸化インジウムスズ（ITO）から成る透光性電極を形成する方法に関する．

### [ 発明の概要 ]

GaN系化合物半導体発光素子100のp型コンタクト層108上に，ITO電極110を，酸素圧0.015Pa以上0.1Pa以下の酸素雰囲気下での電子線蒸着法により形成した後，窒素雰囲気中で加熱して，シート抵抗を $16 \Omega / \square$ 以下，透明度を88%以上とし，ITO電極の上に，ニッケル（Ni）から成る膜121を最下層とするパッド電極120を形成することを特徴とする．

### [ 発明の効果 ]

透光性が高く，抵抗率の低いITO電極を形成でき，パッド電極の接合度を高くすることができる．



## 社外発表文献一覧表

### List of Published Papers

(2009年11月～2010年10月発表分)

\*印：社外共同発表者

表 題	発表者	発 表 先
Study of Human Kinematic Behavior and Injury Mechanism in Pedestrian Accident with Human FE Model	蔡 毅 志賀 一三 坂本 正也 鈴木 滋幸 井田 等 田頭 由香	7th INFATS 会議 (2009.12.4)
架橋ゴムの高品位マテリアルリサイクル技術の実用化について	福田 政仁	ファインケミカル誌 12月号
架橋ゴムの新規マテリアルリサイクル技術について	福田 政仁	化学工学誌 12月号
High Speed 500Mbps GaN Green LEDs and their Application to POF Communication Module	伊縫 幸利 大北 直之 Chris Mesnager	MOST Forum 2010, International MOST Conference & Exhibition (2010.3.23)
Study of Human Kinematic Behavior and Injury Mechanism in Pedestrian Accident with Human FE Model	蔡 毅 志賀 一三 坂本 正也 鈴木 滋幸 井田 等 田頭 由香	自動車技術会 中部支部通常総会 (2010.6.8)

## 編集後記

ここ数年の自動車を取り巻く環境はめまぐるしく変化しています。自動車の低価格化，HV化・EV化による競争の激化，そして「エコカー補助金」の恩恵の終了による販売台数の落ち込みが大きな危機となっています。さらに，海外市場では韓国や中国のメーカーの台頭が目覚しく，ここにも小型車の低価格化，EV化の大競争を避けることはできません。海外現地生産化を進めてきた弊社にても，さらに生産，調達の低コスト技術を進めつつ，国内での新しい技術開発の継続が求められるものです。

今回，総説にて機能部品事業部から見た「豊田合成のエネルギー多様化への取組み」を紹介し，また非自動車部品事業の柱となっているLEDについては「デザインから見るLED照明の課題と可能性」をご紹介します。

なお，前巻より豊田合成ホームページにて本技報を一般公開していることをご連絡いたします。

<b>豊田合成技報編集委員会</b> 編集委員長 竹内勝政（技術管理部） 編集委員 中村正（研究開発センター） 松浦元司（材料技術部） 岡峰正直（施設環境部） 佐藤高宏（生産技術開発センター， 内外装部品事業部） 岡田雅康（ホテイスリーピング事業部） 波多野克也（機能部品事業部） 丹羽実（セーフティシステム事業部） 伊藤均（オプトE事業部） 山口秀明（特機事業部） 藤本徹（金型機械事業部）	<b>豊田合成技報 第52巻</b> (禁無断転載)  2011年 2月28日発行 発行所 豊田合成株式会社 発行人 古谷 宗雄  ©2009 豊田合成(株) All Rights Reserved.
--	---



本社	〒452-8564 愛知県清須市春日長畑 1 番地	Tel (052) 400-1055
北島技術センター	〒492-8540 愛知県稲沢市北島町西の町 30 番地	Tel (0587) 34-3303
美和技術センター	〒490-1207 愛知県あま市二ツ寺東高須賀 1 番地 1	Tel (052) 449-5612
春日工場	〒452-8564 愛知県清須市春日長畑 1 番地	Tel (052) 400-5141
稲沢工場	〒492-8542 愛知県稲沢市北島町米屋境 1 番地	Tel (0587) 36-1111
森町工場	〒437-0213 静岡県周智郡森町睦実 1310 番地の 128	Tel (0538) 85-2165
西溝口工場	〒492-8452 愛知県稲沢市西溝口町第二沼 1 番地の 1	Tel (0587) 36-5761
尾西工場	〒494-8502 愛知県一宮市明地字東下城 40 番地	Tel (0586) 69-1811
平和町工場	〒490-1312 愛知県稲沢市平和町下三宅折口 710	Tel (0567) 46-2222
岩手工場	〒029-4503 岩手県胆沢郡金ヶ崎町西根森山 1 番地 1 サテライトショップ	Tel (0197) 41-0661
北九州工場	〒805-0058 福岡県北九州市八幡東区前田北洞岡 1-2	Tel (093) 663-1820
岩手水沢工場	〒023-0841 岩手県奥州市水沢区真城字北野 1 番地	Tel (0197) 28-1260
神奈川工場	〒259-1146 神奈川県伊勢原市鈴川 19 番地 5	Tel (0463) 91-0670
瀬戸工場	〒489-0843 愛知県瀬戸市惣作町 141 番地	Tel (0561) 97-3602
佐賀工場	〒843-0151 佐賀県武雄市若木町大字川古 9966 番地 9	Tel (0954) 26-2678
福岡工場	〒823-0017 福岡県宮若市倉久 2223 番地 1	Tel (0949) 34-7167