

豊田合成技報

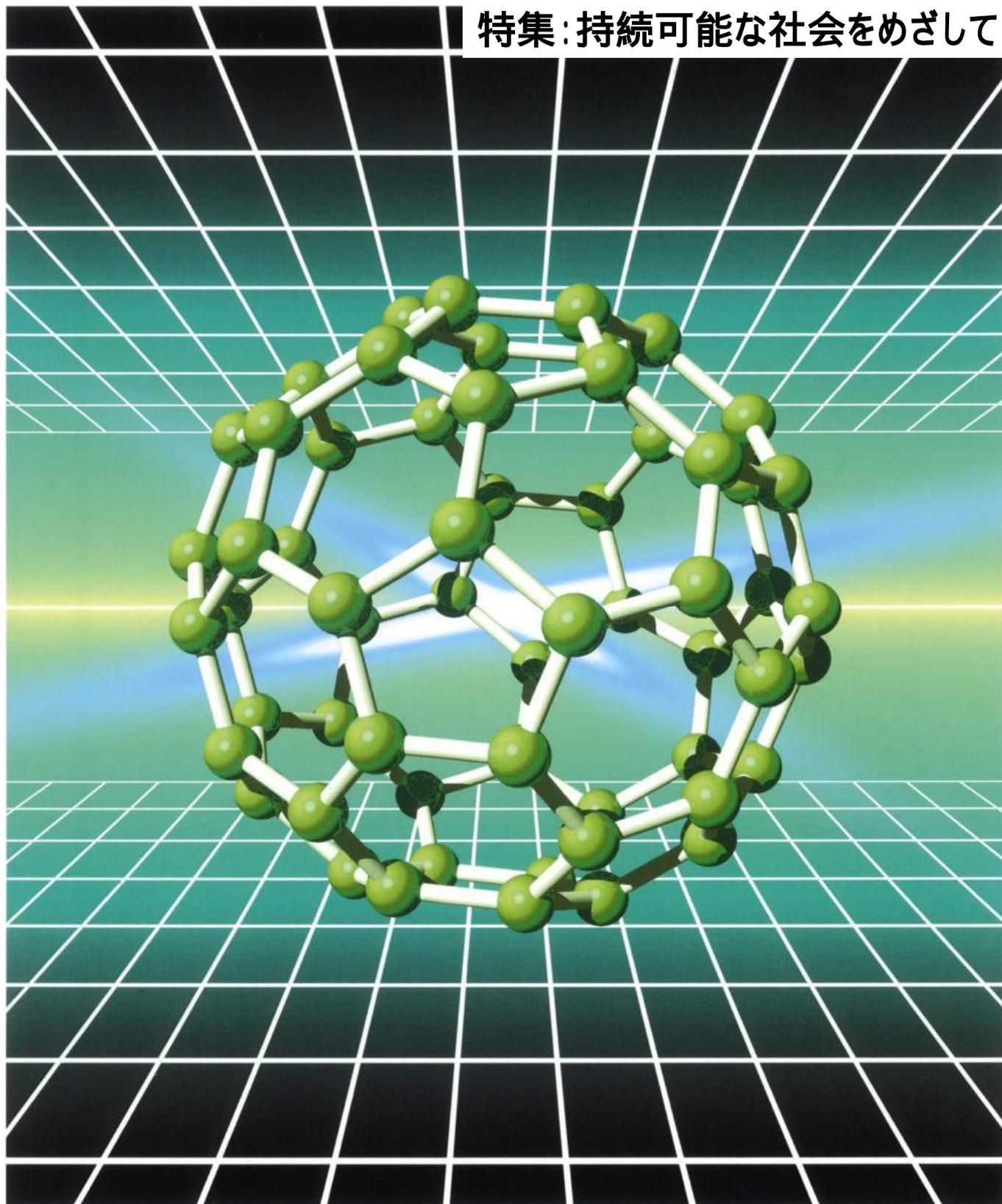


TOYODA GOSEI TECHNICAL REVIEW

TOYODA GOSEI

VOL. 54, 2012

特集：持続可能な社会をめざして



巻頭言	企業活動と環境問題	武井 芳明	1
特 集 持続可能な社会をめざして			
特別寄稿	これからの環境の取り組み - 持続可能性と学習する組織 -	名古屋大学大学院 環境学研究科 教授 佐野 充	2
総説	TG の環境取り組み - 環境負荷低減と環境経営 -	武藤 丈好	8
報告	ゴムリサイクル技術の開発	村瀬 和宏	14
	車室内照明への LED 適用	帯刀 慶真 稲垣 聡, 木野 徳人	20
新製品紹介	樹脂軽量ターボダクト	鈴木 晃 田中 達哉	27
	照明用 LED パッケージの適用事例	伊藤 文紀 酒井 和宏	29
	PHV 用充電プラグリッド	山内 明 日比野 史雄, 宮之脇 健	31
	軽量エアクリーナホース	野崎 勉 中嶋 直巳	33
一般報告	TG オリジナルグリップの考察	野倉 邦裕 深谷 真啓	35
	ブレーキ配管システムの長寿命化に寄与するゴム材料	栗本 英一	43
新技術紹介	射出成形解析における圧力予測精度の向上	西郷 栄人 松葉 恭尚	49
新製品紹介	プレスドア用 両面テープレス ドア W/S	三浦 好広	51
	モップ付空気清浄機	山口 秀明	53
特許紹介			55

TOYODA GOSEI TECHNICAL REVIEW VOL.54 2012

CONTENTS

Foreword Yoshiaki Takei1

Special Feature : Toward Sustainable Society

Special Contribution

Moving toward a Sustainable Future - Sustainability and Learning Organization -2
Mitsuru Sano

Technical Review

Environmental Activities in Toyoda Gosei Takeyoshi Muto8

Technical Reports

Development of Recycle Technology of EPDM Rubber Kazuhiro Murase14

LED Applications for Vehicle Interior Lighting Yasumasa Tatewaki20
Satoshi Inagaki, Norihito Kino

New Products

Weight Saving Plastic Turbo Duct Akira Suzuki27
Tatsuya Tanaka

Lighting Applications of LED Package Fuminori Ito29
Kazuhiro Sakai

Charging Plug Lid of PHV Akira Yamauchi31
Fumio Hibino, Takeru Miyanowaki

Light Weight Air Cleaner Hose Tsutomu Nozaki33
Naomi Nakashima

Technical Report (General)

A Study on the Toyoda Gosei Original Grip of Steering Wheel Kunihiro Nokura35
Masaaki Fukaya

The Rubber Material contributed to Lifetime Improvement of the Brake Piping System43
Hidekazu Kurimoto

New Technology

Improvement of Prediction Accuracy of Pressure in Injection Molding Analysis49
Yoshihito Saigo, Yasunao Matsuba

New Products

Tape Less Door W/S for Press Door Yoshihiro Miura51

Air Purifier with Mop Hideaki Yamaguchi53

Introduction of Patents55

巻 頭 言



取締役・専務執行役員
武井芳明

「企業活動と環境問題」

現在、環境問題が地球規模にまで発展していることは、皆さんご承知の通りであります。オゾン層の破壊による紫外線の直射、酸性雨による森林破壊など、その中でも最も深刻なのが地球温暖化であり近年の異常気象や海面の上昇などを引き起こす原因となっています。なぜ、このような環境問題が起こってしまったのでしょうか。

原因として産業革命以降、二百年の間による科学の急速な進歩があげられますが、最大の理由は企業等が自己中心的な行動をしてきたことにあります。企業等の利益を第一に考え行動したことにより、地球温暖化の原因となる二酸化炭素などの汚染物質を排出し、その結果として地球の再生能力で対処可能な範囲を大きく超え、これらの深刻な問題が生じています。

弊社は経営理念に「環境との調和」、「社会との共生」を掲げ、環境への対応なくして企業の将来はないとの基本認識の元、環境保全活動を継続しています。

2020年VISIONでは 環境保全、省エネ、(安全)分野のダントツ技術開発をめざし

- ・HV, PHV, EVの普及につながる新商品の開発
- ・世界の照明市場をリードする業界トップのLED技術開発
- ・脱石油, リサイクル技術を始めとする新技術の開発 を活動の柱として取り組んでいます。

第5次環境取り組みプラン(2010年度発行)では 環境にやさしいものづくりと製品の提供を通じ、低炭素・循環型社会の構築と自然共生社会の構築に貢献していくため「環境負荷低減」、「環境経営」という2つの柱で取り組みを推進しています。

今後、企業としては、地球環境をこれ以上悪化することなく、世の中の消費を支えるために、自然が再生する力やスピード、世の中が利用する量やスピードも考慮し、資源を使いきらないよう、地球の生態系まで配慮し計画性をもって生産された製品を消費者に選んでもらうことで、環境の保全を実現するという「持続可能な社会」をめざした環境への取り組みが必要です。そのために技術者として、自らが設計する製品・設備の原材料から製造・使用・廃棄に至る全てのプロセスでの環境への影響を把握し、どうしたら環境への影響を少なくできるかを考え技術開発を進めて欲しいと考えています。

今回は、持続可能な社会をめざした環境への取り組みの特集号として掲載させて頂いており、名古屋大学大学院環境学研究科の佐野教授にもご執筆いただいています。これからの環境の取り組み・持続可能性と学習する組織 - について興味を持って、ご一読いただければ幸いです。

≡≡≡ 特別寄稿 ≡≡≡

これからの環境の取り組み - 持続可能性と学習する組織 -

Moving toward a Sustainable Future - Sustainability and Learning Organization -

佐野 充*

1. 薄皮一枚に託された人類の生存

空は無限に続く、と誰もが思う。しかし、上に向かって真っすぐ歩けば、空気はわずか数時間で無くなる。地球が1m30cmの球なら、空気の厚さはわずか1mmになる。そして、スペースシャトルは高さ5cmの「宇宙」空間を飛ぶ。これが私たちの地球の姿である。私たちは、誕生以来、薄皮一枚の環境で生きてきたし、将来もこの薄皮の環境で生存して行かねばならない。

約40億年前、生命は誕生した。その後、進化を続け、600万年前にヒトの祖先が誕生した。そして、20万年前に我々の祖先がアフリカで誕生して世界に広がったらしい。この40億年間、死滅の危機をくぐり抜けて生き残ってきた生き物は生き残りの覇者であり、進化の過程で生き残り戦略がDNAに刻み込まれた。だから、我々の究極の目標は、環境と共生する持続可能性の追求である。



薄皮一枚に託された人類の生存

2. 生き残る戦略 - 遺伝的アルゴリズム

郵便を短い距離で配達することを考えよう。10か所を最短距離で配達したい。最初に配達する場所は10か所の可能性があり、次は9か所の可能性があり、次は8か所の可能性がある。このように、すべての配達ルートの可能性を考えると $10 \times 9 \times 8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 3628800$ 通りあり、配達ルート3628800通りを計算して、最短距離を探し出すことができる。しかし、配達場所が20か所になると、配達可能ルートがたくさんあり過ぎて、最新のスーパーコンピュータでもお手上げで、最短ルートを探し出せない。これじゃ困るので、厳密に最短かどうか不明だが、おおよそ短そうな配達ルートを探し出す計算方法がある。その計算方法の一つが、DNAの進化戦略を模した遺伝的アルゴリズムである。¹⁾配達ルートを経路子に見立て、あてずっぽうにいくつかの配達ルート（経路子）を作る。そして、各配達ルート（経路子）の距離を計算し、短い順番に配達ルート（経路子）を並べる。そして、これら配達ルート（経路子）間で、組み換えを行うとともに、組み換え後に配達ルート（経路子）をある個所だけ変更（突然変異）させる。この操作を10万回程度繰り返すと、パソコンで数分間掛かるが、おおよそ最も短そうな配達ルート（経路子）を探し出すことができる。

重要なことは、最も長い配達ルート（経路子）、つまり、最も劣ってそうな経路子も捨てずに残すことである。短い配達ルートだけ残す方が良さそうだが、これをすると、得られた配達ルートの信

* Mitsuru Sano 名古屋大学大学院 環境学研究科 教授

頼性が無くなり、おおよそ最も短そうかどうか分からなくなる。ある一時の判断基準で良さそうな遺伝子だけを残し、劣ってそうな遺伝子を切り捨てると、とりあえず目についた短そうな配達ルート付近だけを探し、本当に短い配達ルートを探すことをしない。なぜ、なぜ、なぜ、なぜ、なぜを何度も繰り返すのは、表面的な原因を探し出すのではなく、本質を暴き出したいからする作業だろう。このアルゴリズムも同じで、試行錯誤でいろんな配達ルート（遺伝子）を試すことが本当に短い配達ルート（遺伝子）を探すことになり、そして、長い配達ルートでも残して多様性を確保しておいて、いざという時に備える。配達ルート（遺伝子）の多様性を確保することは、おおよそ最も短そうかを保証し、我々生き物で言えば、持続可能性を確保することになる。致命的な病原菌が人類を襲ったとする。我々ほとんどは死に絶えるが、多様性を確保しておけば、生き残る人類もいる。著名な生産管理の経営学者は言う。²⁾「良い現場」とは、高い生産性・品質・スピードと多様性である。

3. 自動車の進化を考える

3-1. 自動車を考える

田舎で暮らす両親は、平均寿命を過ぎたが元気だ。しかし、田舎生活に自動車は欠かせない。野良に行くのも、病院に通院するのも、会合に行くのも、お寺にお参りに行くのも、公共交通が無くなった田舎では、自動車は生きていくための必需品だ。国土が広いアメリカも自動車は必需品だが、ヨーロッパだって、中国だって、世界中のその他の地域でも自動車は便利で、誰

もが欲しい。2011年、中国の新車販売台数は1850万台で3年連続世界一だ。2位のアメリカが1280万台、日本が421万台、ブラジルが363万台、インドが329万台だ。中国、インドなど新興国の販売台数の伸びは著しい。新興国のモータリゼーションと共にエネルギー需要は増え、世界のエネルギー消費量の1/4が交通・輸送による。原油価格は、オイルショック以降、比較的安定していたが、2004年から急激に高くなり、今では100ドル/バレルを上回ることもある。新興国の経済発展とともに旺盛な消費が今後も続くだろうから、原油価格も上昇し続けることになる。

資源・環境・経済問題を考えると、再生可能で多様な燃料資源に対応できて、エネルギー効率が良く、走行時はもちろんだが製造から廃棄まで含めて環境負荷が低く、安全で、低価格な自動車が欲しい。自動車を持続可能性の点から見れば、以上に加えて、環境負荷が低くてリサイクルできる素材と持続可能な製造工程が必要要件となる。

3-2. 総合エネルギー効率

自動車燃料が採掘・精製されて燃料タンクに運ばれるまでのエネルギー効率と自動車の走行時のエネルギー消費効率を乗じて算定した各種自動車の総合エネルギー効率を表1に示す。³⁻⁴⁾燃料のエネルギー効率は現在の精製プロセスパスより計算しており、また、走行時のエネルギー消費効率は10・15モード時のkm走行当り一次エネルギー投入量から算出している。現在値は現状より算出された値であり、将来値は近い将来の技術向上を推定して算出した値であり、低い数値ほどエネルギー効率が良い。

表 1 各種自動車の総合エネルギー効率³⁻⁴⁾

自動車の種類	総合エネルギー効率 (MJ/km)	
	現在値	将来値
ガソリンエンジン車	2.7	
ディーゼルエンジン車	2.0	
ガソリンHV車	1.7	1.6
ディーゼルHV車	1.3	1.2 ~ 1.3
燃料電池車	1.3 ~ 1.5	1.1 (0.99)*
電気自動車	0.94	0.89
PHV車	(1.4)**	1.03

*将来予想される最高値, **市販PHV車の運行モードより推定

表 1 からわかるように、総合エネルギー効率は、電気自動車 > PHV車 > 燃料電池車、ディーゼルHV車 > ガソリンHV車 > ディーゼルエンジン車 > ガソリンエンジン車の順である。エネルギー効率から見れば、近い将来に、より多くの自動車がバッテリーを搭載することになり、この種のエコカーの低価格化が望まれる。また、技術的にはバッテリー効率、モーター効率や駆動・ブレーキ系マネジメントの向上が求められ、また、車体の軽量化が一層求められることになろう。特にバッテリー能力の向上と車体の軽量化が強く求められることになろう。

3 - 3 . 総合コスト

表 2 に総合コストを示す。⁴⁾総合コストは、車両価格と走行に要する燃料費である走行コストに分けられる。車両価格はガソリンエンジン車の価格を基準にし、将来普及した場合の価格推定値である。また、() 内の数値は現行の販売価格から推定した車両価格である。走行コストは、10万kmを走行する燃費とし、ガソリン価格を140円//とした。表 2 からわかるように、総合コストは、現行の場合、ディーゼルエンジン車、ガソリンHV車、ディーゼルHV車 < ガソリンエンジン車 < PHV車 < 電気自動車の順になり、将来には、PHV車 < ディーゼルエンジン車、ガソリンHV車、ディーゼルHV車 < 燃料電池車 < ガソリンエンジン車 < 電気自動車の順に高くなると推定される。コストから見ると、HV車が有利で、ガソリン価格が高くなり、バッテリー価格が安くなれば、PHV車が有利となる。しかし、このような評価が定着するにはバッテリー価格2万円/kWが目標となり、車両

価格の低コスト化要求が弱まることは無い。なお、ガソリンに課されている税が電気に課されていないことや燃料電池車の水素社会基盤構築に莫大な費用が掛かることを考慮する必要がある。

余談になるが、かつて、日本の半導体メモリー産業は、大型コンピュータ用メモリーで米メモリー産業を圧倒し、電子立国日本を支えた。しかし、コンピュータの主流が大型から個人用パソコンになるにつれて、25年間品質保証の保護回路を多数設けた大型コンピュータ用メモリーは優れていたが高価で、3年間品質保証の低価格パソコン用メモリーに敗れた。⁵⁾さらに、スマートフォンへの流れを見誤った日本のメモリー製造会社は倒産した。「品質こそが一番」も重要だが、市場環境の変化を的確に読み取り、それに応じた商品開発ができる「学習する組織」作りが重要である。自動車も同じで、現地の実情やライフスタイルに合わせた自動車作りが望まれよう。先に田舎の両親の例を挙げたが、田舎では自動車は足代りだ。高速スピードは必要ないし、エアコンもカーラジオも必要ない。2人乗りの小型コンパクトで、環境負荷が低く、安全で安価な自動車が求められているように思う。ニーズを的確にくみ取り、それを迅速に実現できる組織こそが重要だ。「学習する組織」こそが持続可能性を保证する。

3 - 4 . 持続可能性

自動車の持続可能性について考える。自動車が燃料として化石資源のガソリン、軽油などを消費する限り、化石資源の高騰とともに自動車の走行コストは増え続ける。また、環境負荷や化石資源

表 2 各種自動車の総合エネルギー効率⁴⁾

自動車の種類	コスト		
	車両価格	走行コスト	総合コスト
ガソリンエンジン車		140	140
ディーゼルエンジン車	+30	87	117
ガソリンHV車	+40	83	123
ディーゼルHV車	+70	56	126
燃料電池車	+70	64	134
電気自動車	+140 (+200)*	32	172 (232)*
PHV車	+60 (+100)*	42	102 (142)*

*販売価格から推定

の可採年数から考えても、原油や天然ガスをエネルギー源とする自動車がずっと走り続けるのは難しい。持続可能性から見れば、再生可能エネルギーを走行の動力源にすることになる。太陽光や風力で発電した電気ならば、バッテリーに充電して電気自動車やPHVを走らすことができる。また、電気で水を分解して水素燃料として燃料電池車を走らすことができる。効率やコスト的の点で、太陽光や風力で発電した電気でPHV車や電気自動車を走らすのが有利であり、水の電気分解による燃料電池車は圧倒的に不利である。また、バイオマス燃料の場合、HV車が優位性をもち、電気自動車や燃料電池車はやや劣る。

一方、自動車を製造する観点から持続可能性を追求すれば、環境負荷が低く、何度もリサイクルできる自動車用素材やエネルギー効率向上に資する軽量化素材の開発などが重要になる。また、ゼロエミッションで環境に負荷を掛けず、無駄を徹底的に省いた持続可能な製造工程の構築も重要になる。

3 - 5 . 普及移行性と社会基盤

新型自動車が普及するには、社会基盤の利用のし易さや新しい社会基盤の構築の容易さを考える必要がある。HV車は既に社会基盤が完成されているため、普及に支障は無い。PHV車の普及には、充電施設の充実が望ましいが、今の社会基盤でもなんとかなる。一方、電気自動車が普及するには、充電施設の整備が必要不可欠である。しかし、数分程度の短時間充電は難しく、社会や生活の中で電気自動車をどのように活用するかを含めた検討

が必要である。しかし、後に述べるが、電気自動車と再生可能エネルギーとの相性は極めて優れており、持続可能な社会を構築するため、電気自動車は鍵となる可能性をもつ。電気自動車が100万台以上普及すれば、総蓄電量は2000万kWh以上となり、次世代社会基盤スマートグリッドの核を形成できる。燃料電池車の場合、水素供給のための社会基盤構築が必要であり、水素燃料を現在のガソリンスタンドレベルまでに整備するには莫大なコストが必要になる。さらに、空気中に漏れ出した水素は、宇宙空間に飛散し、地球には残らない。水素エネルギー社会が実現すれば、漏れ出した水素が宇宙空間に飛散して地球には残らないので、いつの日か地球は水素原子が希薄な死の世界を迎えることになる。

3 - 6 . 総合的に見た自動車の進化

各種自動車の総合エネルギー効率、総合コスト、持続可能性、普及移行性について評価し、表 3 にまとめた。⁴⁾なお、()内は現時点の評価である。これらを基に自動車の進化について総合的に考える。HV車が現時点で有利さをもつが、将来的には資源価格の高騰が予測され、また、バッテリー価格の低減を期待できるので、PHV車が有利である。将来、重視すべきは再生可能エネルギーで走行でき、低コストで運用できる自動車であり、PHV車がかなり有利になる。電気自動車については、エネルギー効率と持続可能性に優れており、普及移行性にやや難があり、総合コストは劣っている。バッテリー等の進化があれば、持続可能社会の構築の中で社会や生活の中でどのように活用するかを含めた検討が必要である。一方、燃

表 3 各種自動車の比較

自動車の種類	総合エネルギー効率	総合コスト	持続可能性	普及移行性
ガソリンエンジン車	×	×	×	
ディーゼルエンジン車	×		×	
ガソリンHV車			×	
ディーゼルHV車			×	
燃料電池車		×(×)		×
電気自動車		×(×)		
PHV車		(×)		

()内は現時点の評価

料電池車はエネルギー効率、持続可能性に優れているが、コストや普及移行性に課題がある。この課題解決には、燃料電池のコスト減、燃料水素ガスのコスト減が必要であり、電気自動車のコスト減より難しい。また、普及移行性の課題は水素社会基盤の構築であり、きわめて困難な課題であり、さらに、もし燃料電池車が普及した場合、水素漏れも大きな課題になる。

3-7. 持続可能社会の構築と自動車

持続可能社会は、エネルギー供給を再生可能エネルギーとして、効率利用をする社会であり、構築においてエネルギー供給が重要な課題となる。主な再生可能エネルギーとして、水力発電、風力発電、太陽光からの光エネルギーや熱エネルギーを利用した発電や高エネルギー物質製造、そして、バイオマスによる発電や高エネルギー物質製造が挙げられる。風力発電や太陽電池等による電圧の不安定さが指摘されるが、風力発電では、ナトリウム・硫黄バッテリーが組み合わされて電力の安定供給が行われており、離島や電線社会基盤の無い場所で活用されているが、コストは高い。しかし、PHV車や電気自動車のバッテリーを活用できれば、バッテリーコストを考えなくて済む。課題は、安価な再生可能エネルギーをどのように実現するか、になる。太陽光からの光エネルギーや熱エネルギーを利用した発電において、反射性に優れ、安価な反射鏡の開発を考えるべきだろう。安価な反射鏡で光を集め、高い効率の太陽電池で発電すれば、発電コストを1/4以下に下げることが可能だろう。PHV車の年間使用電力量は、自動車の年間走行距離から約1300kWh/年であるので、自宅に設置した太陽光発電でPHV車を運用することは十分可能な数値である。ちなみに、PHV車が100万台以上普及すれば、その蓄電量は600万kWh以上となり、電力の負荷平準機能として社会基盤を維持することが可能になる。風力発電については、陸上の期待可採量は日本の総発電量の7~10%と言われており、⁶⁾十分な量とは言えないが、洋上発電が可能になれば、かなりの電力を賄うことができる。洋上発電には、着床式とフロート式があるが、技術的課題より、むしろ、漁業権をどのように整理するか、であろう。小水力発電なども水利権の問題があり、共に江戸時代からの既得権である。明治、大正、昭和、

平成となり、持続可能社会をどのように構築するかを議論している時に、江戸時代からの既得権の整理は必要だろう。

ここで、バッテリーの課題に触れよう。車載用バッテリーの主な課題として、出力密度、耐久性、安全性、コストなどがある。出力密度については、最高出力で10 Cが要求されるが、電極面積を大きくするなどの工夫が必要である。また、高い安全性と低コストも要求されるために、電池全体の設計や正・負極活物質や電解液などの各種材料を見直す必要があるが、既に見出されている材料を使いこなすことによって要求水準のバッテリーが可能になると思われる。なお、要求水準が過剰品質にならないように、半導体産業で起こった事態を十分に参考にしなければならない。

持続可能社会は、与えられた生を充実して全うできる社会でなければならない。最初に述べたように、自動車は便利である。しかし、走る凶器でもある。毎日のように悲惨な事故のニュースが伝えられ、被害者やその家族の人生は暗転する。また、加害者も人生が大きく変わってしまう。安全であることは、何よりも重要であり、過剰品質でも良いように思う。信号を見誤る、一旦停止を怠る、スピードを出し過ぎる、ブレーキとアクセルを踏み間違える、ギヤを入れ間違える、ハンドルを切りそこなう、走行中に眠くなる、など、誰もが1つくらいの経験はある。事故の徹底分析を通して、自動車を安全にするための課題を見つけ、本当に安全な乗り物にしなければならない。

4. 進化する「学習する組織」

失敗を見るのは誰もがつらい。だから、失敗を見ようとしなないし、忘れることが多い。だから、失敗から学ぶこともせず、また同じ失敗を繰り返す。個人であれば、これも仕方がない。しかし、組織となると、そうはいかない。失敗を続ければ、組織は消滅する。失敗を見て分析して2度と同じ失敗をしないように組織の改善を継続することは、組織の持続可能性を確かなものにする。しかし、最もいけないことは、失敗を恐れて何もしないことだ。これでは失敗から学習することができない。たくさんのチャレンジをし、多くの小さな失敗から学び取ること

である。つまり、重要なことは、多様性をもった「学習する組織」作りである。

コネを重視した人事をし、万一のリスク対策をせず、成功体験を神格化して忠実に引き継ぐ、日本軍はこんな組織だったらいい。ノモンハン事件で近代戦とは何かを学ばず、西南戦争の戦訓を基に短期白兵決戦主義で戦い、敗れた。マレー沖海戦の日本軍の航空作戦に学んだのは米軍であり、学ばなかった日本軍は、日露戦争の戦訓を基にした海戦要務令の巨砲艦隊対決主義で戦い、敗れた。1942年6月、北太平洋上のミッドウェー島近海で日・米軍の主力空母が戦った。日本軍指揮官は、海戦要務令を勉強し魚雷や爆雷作戦に長けていたらしいが、自らの航空戦から学ばなかったらしい。多くの不手際の結果、日本軍は主力空母4隻すべてを失い、開戦半年で日米戦争の帰趨が決まる。しかし、さらに3年間、学習しない日本軍は、要務令に忠実な大作戦を幾度か敢行し、負けるべく戦を続ける。太平洋戦争の戦死者の大半は1944年6月のサイパン陥落以後の犠牲者である。しかし、我々は多大な犠牲を払った出来事から今でも学習しようとしなさい。

東日本大震災は多くの犠牲者と被害をもたらした。そして、残念なことに深刻な原発事故を引き起こした。しかし、担当する組織が、能力を重視した人事をし、万一のリスク対策をし、成功体験

を神格化せず、「学習する組織」であれば、事故は防げた。さらに言えば、一つだけでもこうなっていれば事故を防げた可能性が高い。我々は、ややもすれば学習しない組織を作ってしまう。繰り返し言おう、重要なことは、持続可能性を目指し、多様性をもった「学習する組織」を作ることである。

< 文献 >

- 1) 電気学会進化技術応用調査専門委員会編 (2010) 進化技術ハンドブック基礎編, 近代科学社.
- 2) 藤本隆宏 (2012) ものづくりからの復活, 日本経済新聞出版.
- 3) JHFC総合効率検討委員会・財団法人自動車研究所 (2006) JHFC総合効率検討結果, http://www.jhfc.jp/j/data/data/h17/h17_kekka_main.pdf.
- 4) 佐野充 (2007) 各種自動車の総合評価と持続可能なシステム, 人間環境学研究, 5 (2) 9-18.
- 5) 湯の上隆 (2009) イノベーションのジレンマ 日本「半導体」敗戦, 光文社.
- 6) 牛山泉 (2005) 風力エネルギーの基礎, オーム社.

総 説

TGの環境取り組み 環境負荷低減と環境経営

Environmental Activities in Toyota Gosei

Reduce environmental impacts and Environmental management

武藤 丈好 *1

1. はじめに

1-1. 5次環境取り組みプラン

当社は、ゴム・樹脂やLEDなどの高分子分野・光半導体分野を扱うものづくりの専門メーカーとして「環境への対応なくして、企業の将来はない」という認識のもと環境問題への対応を経営の最重要課題として捉え、「社会との共生」、「環境との調和」を経営理念で示している。

更に、具体的な行動として「豊田合成環境取り組みプラン」を1993年から公表し国内外関係会社、仕入先を含めた環境保全活動を推進している。

この活動を通じ生産活動での環境負荷低減、環境に優しいLED製品など新しい製品技術を生み出すことで広く社会にも貢献してきた。

環境取り組みプランは、1993年に第1次を策定以降5年単位で策定し現在は2011年1月に「第5次環境取り組みプラン」として全面改訂したプランに基づき活動を継続している。

この5次プランは、環境にやさしいものづくりと製品提供を通じ低炭素社会、循環型社会の構築と自然共生社会の構築にも更なる貢献をしていくため、「環境負荷低減」「環境経営」という2本柱で取り組みを推進している。

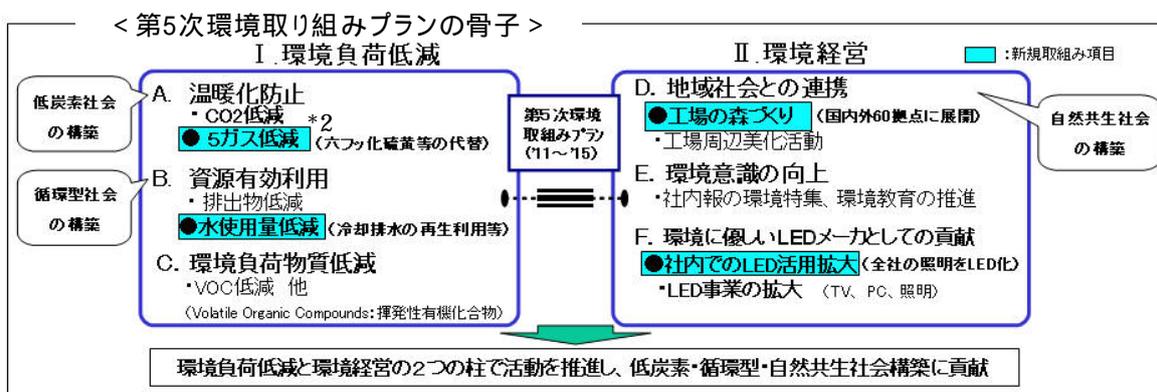
・環境負荷低減

従来のエネルギー起源のCO₂低減、排出物低減、環境負荷物質低減に加え新たにエネルギー起源以外の温室効果ガス（5ガス*2）の低減等にも取り組んでいる。

・環境経営

その土地本来の潜在自然植生種を回復させ、環境に貢献する「緑に囲まれた工場の森づくり」活動の推進や国内全事業所の蛍光灯のLED照明化に取り組んでいる。

本総説では、環境負荷低減、環境経営の具体的な取り組みについて報告する。



*2：フロン系ガスを [HFC：Hydrofluorocarbon(ハイドロフルオロカーボン)、PFC：Perfluorocarbon(パーフルオロカーボン)、SF₆：六フッ化硫黄]、メタン(CH₄)、窒素系ガス(N₂O：亜酸化窒素)

*1 Takeyoshi Muto 施設環境部

2. 環境負荷低減

2-1. 温暖化防止

当社は、車両製品の軽量化や多様なエネルギー使用量の低減を強化するとともに、生産性の向上と物流の効率化を図り、CO₂排出量の低減に加えて、温室効果ガス（5ガス）の低減を推進している。ここでは、エネルギー使用量のムダ削減について報告する。

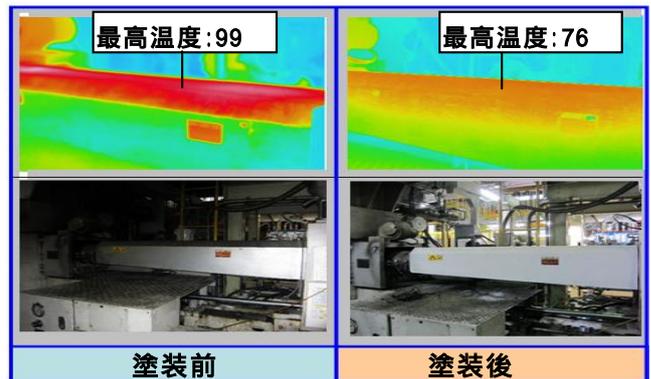
2-1-1. エネルギーのムダ削減によるCO₂排出量の低減

当社のエネルギーのムダ削減活動は、「トメル」「サゲル」「ヒロウ」「ヤメル」「ナオス」ことにより使用側エネルギーを低減させる一方、燃料をクリーンエネルギーへ置き換える「カエル」活動をして供給側エネルギー低減活動もあわせて推進している。

具体的な活動としては、使用側エネルギーに関しては、生産していない時のムダなエネルギー低減を始め、休日における適正なエネルギー使用の点検を行うとともに、「工場ムダ取り隊」を結成して、更なるエネルギーのムダを徹底的に排除するため、現地現物でムダを発掘してエネルギー低減対策を実施してきた。また、供給側エネルギーに関しては、北島技術センターのガスコージェネ（図1）導入をかわきりに、尾西、平和町、春日、稲沢の各工場にも設置したほか、各工場の

ボイラーの燃料をA重油からCO₂排出量が少ない都市ガスに切り替えたことで、CO₂排出量を10年度には、90年度比9%低減することができた。

直近では、東日本大震災後の電力供給不足対応として、全工場のピーク電力を常時監視すると共に、設備の可動率を上げ設備の寄せ止め、生産シフト（昼勤 夜勤）、空調機の適正な温度設定の徹底、蛍光灯の間引きなどでピーク電力カット、使用電力量の低減を実施してきた。また、射出成形機のシリンダー加熱などを使用しているエネルギーを削減するため、断熱塗料による放熱低減量、エネルギー低減量を検証（図2）し、効果がある生産設備へ順次展開して、12年度目標であるCO₂排出量90年度比14%（図3）低減を達成していく。



・表面温度： 23 ・電力使用量： 6%

図2. 樹脂射出成形機シリンダーに断熱塗料効果

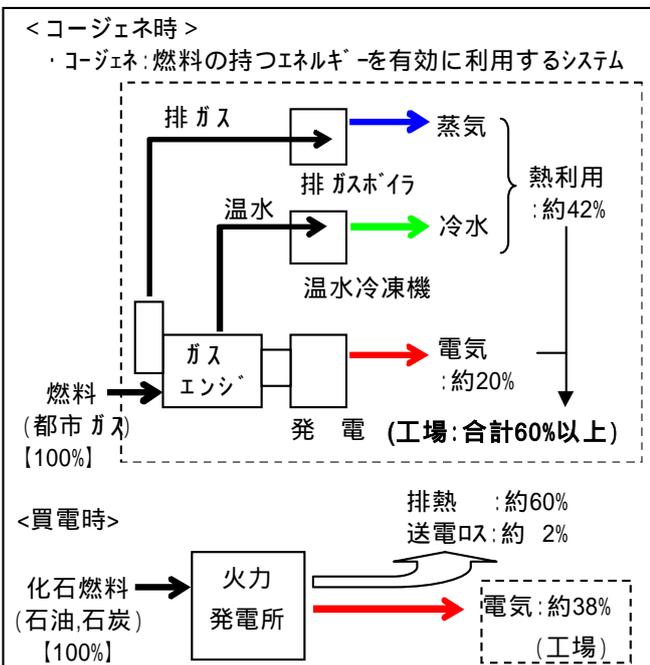


図1. コージェネレーションシステムの優位性

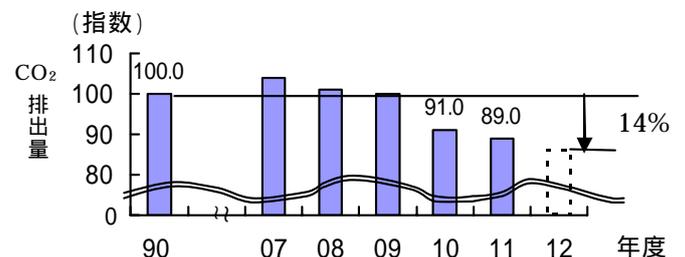


図3. CO₂排出量の推移

2-1-2. 今後の展開

- 1) LEDメーカーとして全社蛍光灯のLED照明化を12年度中までに完了させ、更なるCO₂排出量の低減を進めていく。
- 2) エネルギー使用の見える化によるムダ削減を追求し、更なるCO₂排出量の低減を進めていく。

2 - 2 . 資源有効利用

90年代後半，国内の埋立廃棄物処分場の逼迫を受け，当社では，埋立廃棄物のゼロ化に取り組み，2002年12月に全ての事業所において，埋立廃棄物ゼロを達成した。

その後，循環型社会形成に寄与するため，排出物低減活動に切替え，活動を進めている。当社での活動は，発生源対策を基本に，やむを得ず発生した排出物については，リサイクルを推進して排出物が極力発生しないようにしている。（図4）ここでは，当社のゴム，樹脂のリサイクル技術を報告する。

2 - 2 - 1 . ゴムのリサイクル

当社が98年に開発したEPDM*1連続脱硫再生技術の適用を拡大し，リサイクル量を増やしている。

当初の対象材料はソリッドゴムのみであったが，07年にはスポンジゴムへ拡大し，08年度にはナイロン製植毛付ゴムのリサイクルを可能にした。

そして，2011年にはゴムと金属分離技術を応用し，金属インサート入りゴムのリサイクルを実用化した。今後は更なるリサイクルゴムの活用拡大を進めていく。

2 - 2 - 2 . 樹脂のリサイクル

生産工程で発生するPP，ABS等の成形不良品，ゲート屑等は社内で樹脂ペレットに戻す活動を推進している。現在では，その技術の適用拡大をすべく，リペレット化の障害となっている樹脂の

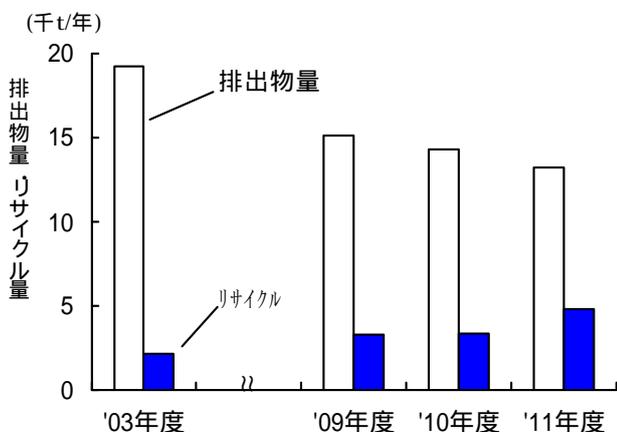


図 4 . 排出物量・リサイクル量推移

表面加飾を剥離する技術を確立し，更なるリサイクルの拡大を進めている。

2 - 3 . 環境負荷物質低減

当社の生産工程ではトルエンやキシレンなど環境負荷物質を使用している。これらはPRTR*2やVOC*3の対象物質であり，工法改善・変更等による削減を中心に効果を上げている。（図5）

今後は，更なるVOC低減のため，塗料の水系化拡大と低VOC洗浄剤の適用拡大を進めていく。

ここでは，成果を上げてきた改善技術について，報告する。

2 - 3 - 1 . 塗装ガンの変更による塗着効率向上

従来の吹き付け塗装は，高圧で吹き付けるために塗料の飛散範囲が広く，ムダが発生していた。当社では，低圧の空気で吹き付け塗装するスプレーガンを導入し，適切な範囲への塗装が可能になり，塗着効率を20%向上させた。

2 - 3 - 2 . 塗料の水系化

従来，内装樹脂製品への塗装は，トルエン等の有機溶剤が3/4程度を占める溶剤系塗料を使用していたが，車室内VOCの規制に合せ，水性塗料化を図り，VOCを80%以上削減した。

2 - 3 - 3 . 製品形状改良によるキシレンレス化

これまで，ガラスランには，異雑音対策のため，スポンジを貼付ける必要があり，そのスポンジ貼付けにキシレン含有溶剤を使用していた。

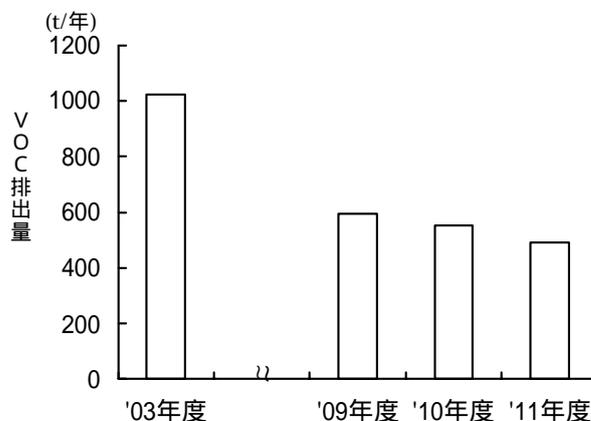


図 5 . VOC排出物量推移

*1：Ethylene-Propylene-Diene Methylene linkageの略であり，エチレン・プロピレン・ジエン三元共重合体をいう。

*2：Pollutant Release and Transfer Registerの略であり，化学物質排出移動量届出制度をいう。

*3：Volatile Organic Compoundsの略であり，揮発性有機化合物をいう。

当社ではガラスランの製品断面形状を改良し、スポンジ貼り付けを廃止し、キシレンの使用を廃止した。

3. 環境経営

3-1. 工場の森づくり

当社は「工場緑化の推進」「従業員の環境意識の向上と全社一体感の醸成」「地域社会との融合」を狙いに「世界60拠点60万本の植樹」を目標に掲げ2009年度から「工場の森づくり（以下、森づくり）」をスタートした。

森づくりは、これまでに国内外1,700ヶ所、4,000万本以上の植樹を指導されている宮脇昭・横浜国立大学名誉教授の指導のもと、先生が提唱されている手法（「宮脇方式」）に従って実施している。

3-1-1. 当社の実施状況

a. 樹木の選定

当社の工場がある尾張地方で地域本来の「潜在自然植生（その土地の環境に適応した植物群落）」（図6）の調査を実施した。

調査結果から、3年後には人工的な管理が不要で、5年後には枝葉が茂り、10年後には工場全体が自然の森のような状態になる47種を選定（シラカシ・イチイガシ等の高木（14種）、ヤブツバキ・カクレミノ等の中木（13種）、アオキ・ヒサカキ等の低木（20種））した。



図6. 尾張地方の潜在自然植生

b. 土壌作り

土壌作りは、基本的には宮脇方式の推奨工法で検討しながら当社の敷地状態に合せた方法で実施した。

森づくりエリアを図7のように掘削し、底部に根が伸びることができ透水性が良好となるコンクリートガラをいれ、その上部に工場などで排出された剪定枝を入れ掘削土でマウンドを形成した。

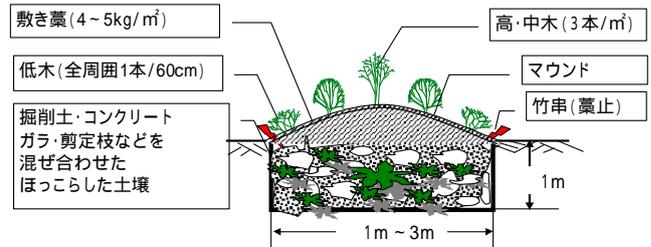


図7. 森づくり土壌概略図

c. 生育状況

平和町工場にて09年に植樹の苗木（図8）が現在約3m（図9）まで成長している。



図8. 2009年植樹 図9. 2012年現在

3-1-2. 森づくりに当社技術の活用

a. 苗木育成ポットの製品化

樹脂メーカーとして、苗木の生育が早く、10~15回繰り返し可能なオリジナルの苗木ポットを宮脇先生指導のもと製品化した。

（製品名：グリーンコーン）



仕様

- ・サイズ：上部 96mm高さ120mm
- ・重量：約28g
- ・材質：PP

b. LEDによる苗木の早期育成

植物成長促進に効果がある、特定波長の光を当社のLEDにて照射することで、従来より早期に苗木を生育させることが可能かの検討をしている。

（図10）

- 1) 当社製の直管LED使用
- 2) 赤色LED：光合成促進，青色LED：茎・葉厚・芽の形成
- 3) 照射対象：苗木300本，照射時間：日没から5時間



図10. LED照明を利用した育苗コーナー

3 - 1 - 3 . 今後の進め方

育苗コーナで自前化した苗木を今後展開する事業所の森づくりに活用していく。

3 2 . 環境意識の向上

当社のみならず全グループの従業員に対して、自然破壊や環境汚染などの環境問題をはじめ、生産活動に伴う環境への影響、環境法令の順守などに関する教育を行っている。(表 1)

また、毎年6月の環境月間を機にポスターの掲示や社内報に環境意識の高揚を図る記事など環境に関する情報を展開している。

受動的な教育ばかりではなく従業員一人ひとりがしっかりとした環境意識を持つとともに、それを行動に移すことができるように、参加型の取り組みを中心とした活動も展開している。2012年度は全員参加で省エネに関する宣言をし、その実施状況について毎月個人評価を行うことで自覚を持った活動に繋げている。

現地現物という観点からも、各事業所の責任者、担当者、施設環境部と合同で各事業所内を点検することによって現場状況を再認識しお互いにこれから更に良くしていくために何をすべきかなどのコミュニケーションも図っている。

さらに、地元の小学生を事業所に招きエコ体験学習を毎年開催したり、高校生を対象に企業の環境取り組みなどの教育を実施し子供たちの環境意識向上も図っている。

表 1 . 豊田合成グループ環境教育体系

対象者	豊田合成	関係会社	
		国内	海外
全社共通	新任管理者教育		
	海外赴任者教育		
	環境キーマン教育		
	環境関係資格取得		
	新入社員教育		
	環境月間啓発活動		
ISO14001 関連	環境スタッフ教育		
	内部監査員レベルアップ教育		
	内部監査員登録教育		
	管理監督者教育		
	環境重要業務従事者教育		
	一般従業員教育		

3 - 3 . 環境に優しいLEDメーカとしての貢献

省電力、長寿命、CO₂排出量の抑制など環境効果が高いLED製品は、様々な分野で注目・活用されてきている。

当社では、LEDの普及・啓発活動として、社内蛍光灯のLED照明化を進めており、国内全事業所の全蛍光灯約7万本を自社のLED照明に切り換え、電力消費を抑えてCO₂の低減(図 11)を図っている。

初年度である2011年度は、検査工程(図 12)、来客スペース、一部オフィスの蛍光灯約1万本をLED照明に変更した。これにより照明の年間電力使用量は約30%低減し、電気料金や蛍光灯の取替え費用などを含めたコスト削減ができた。

2012年度は、世の中の変化点(電力会社の電力供給不足など)を考慮し、当初5カ年で計画していた切り換えを2カ年に前倒して、全社蛍光灯のLED照明化を完了する計画である。

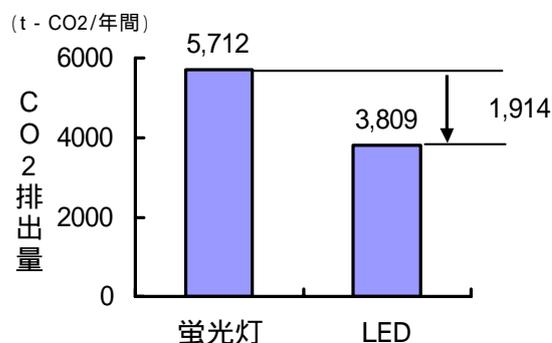


図 11 . LED化によるCO₂排出低減量



図 12 . LED活用状況(押出検査工程)

4．最後に

【参考文献】

[1] 宮脇 昭「木を植えよ！」新潮社

以上に示してきたように、

持続可能な社会の実現のためには

- 1) 地球温暖化防止のための低炭素社会の構築
- 2) 資源枯渇防止のための循環型社会の構築
- 3) 生物多様性のための自然共生社会の構築

がまず必要であるとの認識のもと、

今後も弊社ではLED、製品の軽量化、省エネ、リサイクル等の技術開発に邁進すると共に、グローバルでの工場の森づくりや従業員の環境意識の向上を進め、より環境にやさしい社会の実現に向けて貢献していく。

報 告

ゴムリサイクル技術の開発

村瀬 和 宏 *¹

Development of Recycle Technology of EPDM Rubber

Kazuhiro Murase*¹

要 旨

EPDM加硫ゴムの化学的再生処理方法としてパン法が挙げられるが、著しい物性低下や臭気の残存、生産性が低いことなど課題が多く、広く使われているとは言えない。また簡易的な手法として微粉碎ゴムやチップ状ゴムに加工して増量材として活用する方法もある。

当社ではパン法に代わるリサイクル技術として「剪断流動場反応制御技術」をトヨタ自動車(株)豊田中央研究所殿と共同開発し、1997年からEPDMガラスラン廃材に適用している。さらに、発泡セルを含むドアW/S廃材も2009年からリサイクルしている。

当社で最も廃材発生量が多い3重製品は、金属インサートと加飾TPOを含んでいるため、リサイクル困難として社外でサーマルリサイクルされていた。今回、さらなるリサイクル率向上のために「金属インサート分離技術」と「EPDM/TPO混合材の脱硫再生技術」を開発した。

「金属インサート分離技術」は市販の破碎機、や粉碎機、金属を除去するための磁選機、さらに自社開発の磁選機も組合せて金属粉(片)の除去に成功した。また「EPDM/TPO混合材の脱硫再生技術」は従来の脱硫技術をベースに改良することで平滑性のある脱硫再生材が得られた。

Abstract

Although the pan-process is mentioned as a chemical reproduction disposal method of EPDM rubber, there are a lot of problems such as the decrease of physical properties, the remainder of the stench, and low productivities.

In our company, "Shear Flow Stage Reaction Control Technology" was jointly developed with TOYOTA MOTOR CORPORATION and TOYOTA CENTRAL R&D LABS. as recycling technology replaced with the pan-process, and it has applied to EPDM glass run scrap from 1997. Furthermore, the door W/S scrap is also recycled from 2009.

O/T W/S containing a metal insert with many amounts of scrap was recycled by recycling manufacture, since metal and TPO are included. In order to raise a recycling rate further this time, "separation technology of metal insert" and "the devulcanization technology of the EPDM/TPO admixture" were developed.

"Separation technology of metal insert" was established by combining a commercial crusher, a grinder, and the newly developed magnetism sorter. Moreover, "the devulcanization technology of the EPDM/TPO admixture" has been established by improving the conventional technology.

*¹ Kazuhiro Murase オートモーティブシーリング事業部 技術部 商品企画開発室

1. はじめに

昨今、地球環境保全、温暖化防止の観点から廃棄物の埋立てを抑制し、資源循環促進、廃棄物低減を推進する動きが高まっている。

EPDM加硫ゴムの化学的再生処理方法としてパン法が挙げられるが、著しい物性低下や臭気の残存、生産性が低いことなど課題が多く、広く使われているとは言えない。また、簡易的な手法として微粉碎ゴムやチップ状ゴムに加工して増量材として活用する方法もある。これは弾性舗装などに使用されている。

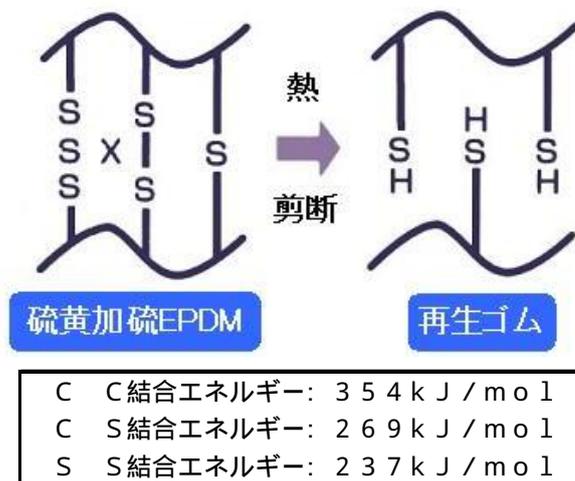


図 1. 脱硫再生のメカニズムと結合エネルギー

2. これまでの脱硫再生技術の量産事例

当社では90年代前半に「ナイスリー委員会」を設置し、環境取り組みプランを策定してマテリアルリサイクルを推進してきた。その中でパン法に代わるリサイクル技術として、連続処理が可能な「剪断流動場反応制御技術」をトヨタ自動車(株)殿、(株)豊田中央研究所殿と共同開発した。脱硫再生はゴムに剪断と温度を連続的に与え、結合エネルギーの差を利用して硫黄の結合部分を選択的に壊裂させるものである。その模式図を図 1 に示す。

まず1997年からEPDMガラスラン廃材に適用を開始し、年々適用量を拡大してきた。その工程概要を図 2 に示す。

さらに、本技術を応用して、発泡セルを含むドアWS廃材についても別工程を設置して2009年からリサイクルを実施している。

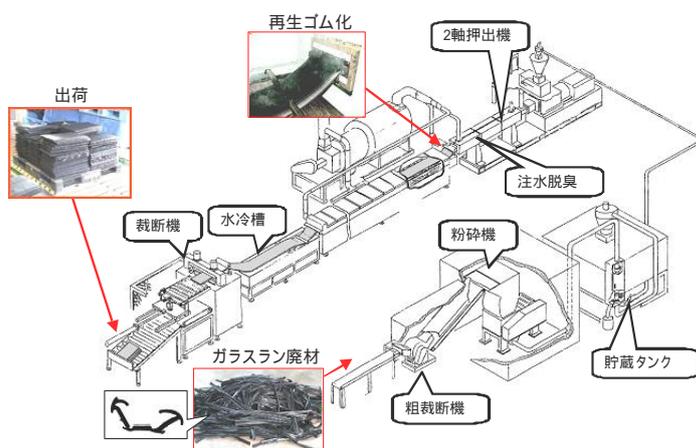


図 2. 脱硫 1号ラインの構成

3. 3重製品のリサイクル技術開発

近年、金属インサートを含む3重製品の生産が増加し、その仕様の複雑さから工程内廃材も多い。(図 3) 従来これらの廃材はサーマルリサイクル用に売却(実際には有償売却)されていたので、この廃材から『EPDM + TPO』を分離し排出物低減、資源循環することを目指した。

3-1. 金属分離技術

脱硫再生するにはゴム径を7mm程度まで粉碎する必要があるが、その前段階としてゴムと金属を分離しなければならない。そのためには一気に上述の大きさまで粉碎するのではなく、少しずつ段階を踏んで原料破碎と金属分離を行う工程を

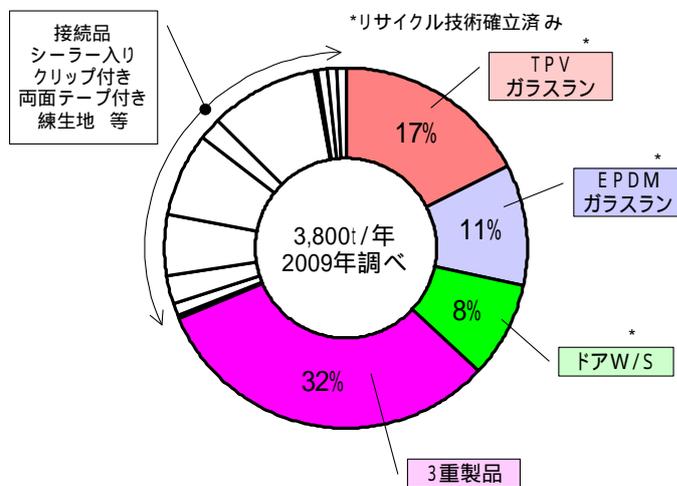


図 3. オートモーティブシーリング事業部の排出物 (2009年; 金属を除く)

考えた。3重製品をはじめガラスランやドアW/Sの工程内廃材は図 4の形態で廃棄されることが多く、3重製品の場合1束あたり約10kgの重さがある。既存の脱硫1号と2号はこの廃材の束を解き、2～8本/回の割合で投入しているが、それでは人が付きっきりとなり効率が悪い。そこで今回廃材の束を解くことなく処理できる市販の破碎機を検討した。(表 1)

1軸破碎機、2軸破碎機はともに原料の大量投入が可能で生産効率が高い。設備の仕様にもよるが300kg/H以上の能力があるものが一般的であり、特に回転刃下部にスクリーンメッシュを有する1軸破碎機は破碎寸法のバラツキが小さくなるのが特長である。

次に磁力選別機の特長を表 2に示す。原料を破碎する過程での金属の大きさに着目し、それぞれに合った磁選機を選定した。破碎直後の金属は大きくかつ多量であるので、オーバーベルトタイプの吸引式磁選機が適している。その後は金属片が細くなるので振動ふるい機やドラム型磁選機を配置した。この原料を破碎機に投入して所定の粉碎径に整える。この破碎機は従来工程でも使用している一般的な仕様のものである。

ここまでの過程で金属の約9割以上が除去できるが、ゴム表面に付着する細かい金属片は磁力を上げても取り切れない。そこで図 5に示すような小麦粉の篩い分け装置を参考にローリング磁選機を製作した。投入された粉碎原料は回転する棒磁石に擦られながらケーシング内を通過することで金属粉を完全に除去する。

こうして金属分離した結果を表 3に示す。残留金属粉の目標値は、ゴム配合薬品であるカーボンブラックの受入検査基準と同等の項目を設定し、残留金属粉の大きさ、量ともに目標値を達成することができた。

この金属分離工程の概要を図 6に示す。



図 4 . 3重製品の工程内廃材

表 1 . 破碎機の種類と粉碎原料の形態

	1軸破碎機	2軸破碎機
設備外観		
破碎部構造		
特長	・固定刃と回転刃の剪断による粗破碎 ・処理量大	・2基の回転刃の剪断による粗破碎 ・処理量大
デメリット		・破碎寸法の制御が困難
破碎原料の形態		
採用		×

表 2 . 磁選機, 選別機の種類と特長

	磁力式選別機		振動式選別機
	オーバーベルト磁選機	ドラム磁選機	ふるい選別機
設備外観			
選別機構			
特長	・大量の金属に対し有利	・磁石と直接接するので取りこぼしが少ない	・振動による金属片の落とし ・後工程への定量供給

ゴムリサイクル技術の開発

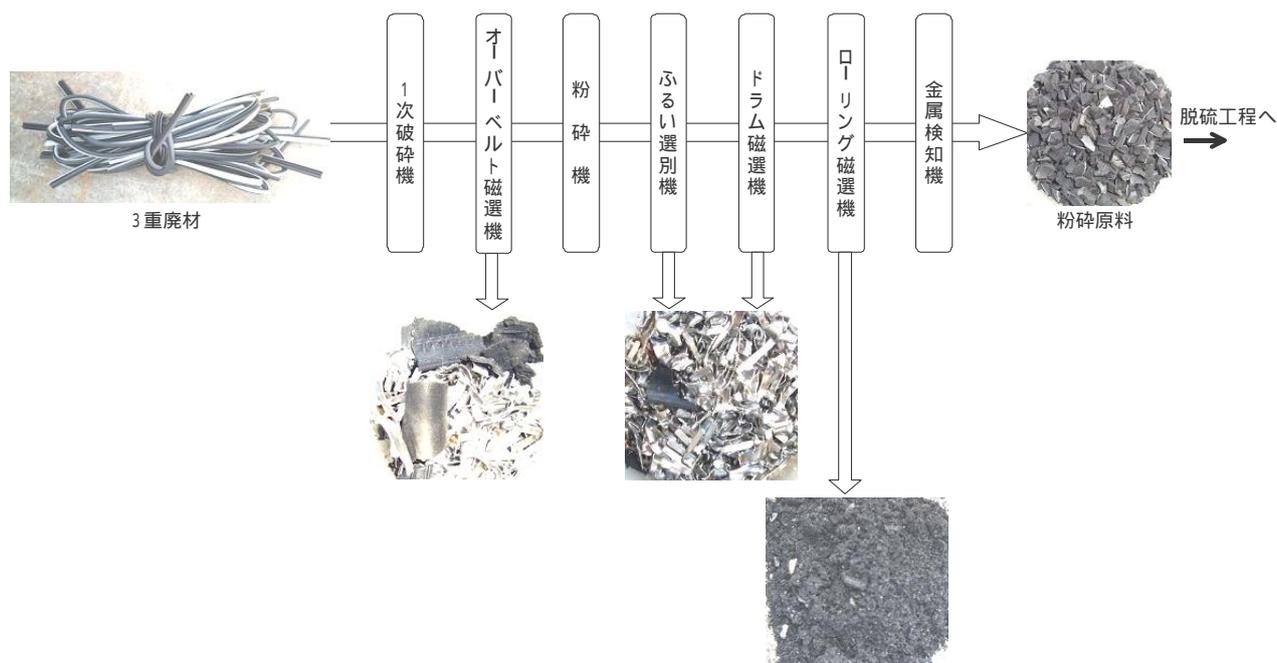


図 6 . 金属分離工程の流れ



図 5 . ローリング磁選機の参考となった篩い分け装置

3 - 2 . EPDM / TPO混合材の脱硫再生技術

金属を除去した後のゴム / TPO混合材の脱硫再生には、従来の脱硫再生と同様、図 7 に示す 2 軸押出機を使用する。2 軸押出機は、上流から『微粉化ゾーン』『脱硫ゾーン』『脱臭ゾーン』の 3 ゾーンから構成される。各ゾーンの中でもシリンドラブロックごとに温度設定が可能である。

今回の原料をスポンジ脱硫工程で処理すると、半脱硫によるブツが大量に発生してしまう。脱硫再生の過程を調査するために、瞬停を行い微粉化ゾーンの終端の原料をサンプリングした。図 8 に示すように、原料の粉碎が完了しておらず、このゴム片の表面を FT-IR で分析すると TPO に含まれる PP が検出された。すなわち、微粉化ゾーンでゴム片の表面が溶融した TPO によりコーティングされ、剪断不足で粉碎されずに残るといものである。(表 4)

そこで、原料を確実に粉碎できるよう微粉化ゾーンの強化 (= スクリュ構成とシリンドラ温度の最適化) を試みた。その結果を表 5 に抜粋して示す。微粉化ゾーン内で圧力を高めると (水準 A, B), 発熱を促進するのでブツとなりやすい。徐々に微粉を進めてゾーン終端で圧力をかける水準 C は良好であり、これを量産条件とした。

表 3 . 金属分離結果

		結果	
		結果	評価
ゴム中の 残留金属粉	径 (μm)	30 ~ 85	
	含有率 (ppm)	6	

*目標値はゴム配合薬品のカーボンブラックの受入検査基準と同じ

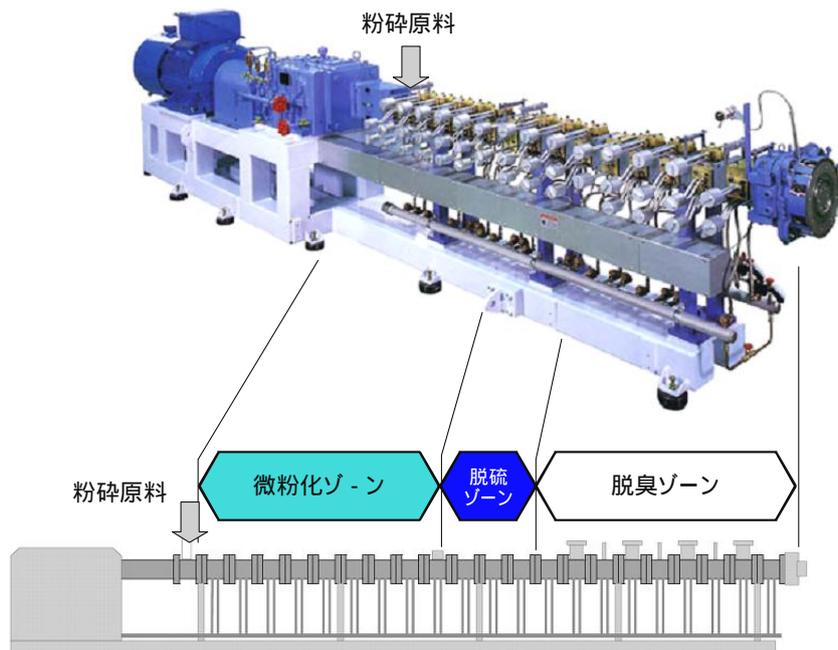


図 7 . 脱硫再生に使用する 2 軸押出機とゾーン構成

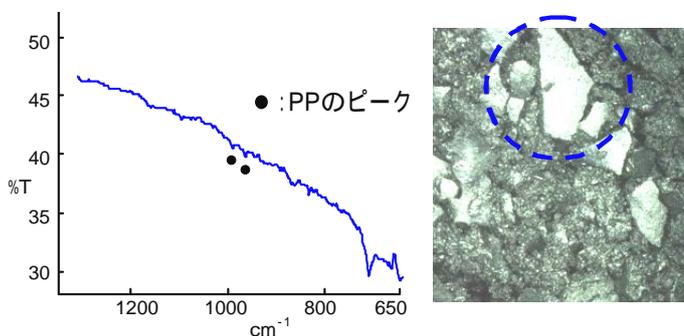


図 8 . ブツ部の分析

(左) FT-IRスペクトル (右) 微粉化不足の原料

表 4 . ブツ部の分析結果

	再生材一般部	ブツ核部
残存架橋点量*	1%以下	8%
残存硫黄強度	384	414
ブツ断面		

*加硫ゴムを100とした場合の比率

表 5 . 微粉化条件と微粉化状態の結果一覧

No.	微粉化状態	再生材外観	
			判定
A			
B			
C			

表 6 . 複合再生材の物性

	結果	評価
	材料粘度(125)	12
1.5mm以下ブツ数(個/m)	1	



図 9 . 複合再生材の外観

このときの脱硫再生材（以下，複合再生材）の物性を表 6 に，また複合再生材の外観を図 9 に示す．材料粘度はスポンジ再生材と同等の粘度 12 (ML₁₊₄ 125)，外観のブツレベルも同等である．

3 - 3 . ウェザストリップ製品への適用

3重製品を脱硫再生した複合再生材は，元の3重製品を構成する軽量ソリッド材，微発泡ソリッド材，ソリッドトリム材へ5%ブレンドしている．表 7と図 10 にソリッドトリム材へブレンドした場合の物性を示す．未加硫物性やキャピログラフによる流動性結果が同等であるので，押出加工性も同等である．材料物性，製品性能も同等の性能を有しており，脱硫再生材を添加した際の臭気も問題ない．なお，物性確保のためにカーボンやオイル，添加した複合再生材分の加硫系薬品を調整していることを付け加えておく．

4 . リサイクル工程の稼働と今後について

以上の結果から，3重製品のリサイクル工程「脱硫3号ライン」は2010年9月から稼働し，各ゴム材料へ適用を開始した．今後は，廃材量と練

表 7 . ソリッドトリム材料の評価結果

試験項目		現行材	複合再生材 5%添加	判定
未加硫物性	Mv	55	54	
	St	2.5	2.4	
試験項目		現行材	複合再生材 5%添加	判定
常態物性	Hs (JIS-A)	74	73	
	T _B (MPa)	10.0	10.0	
	E _B (%)	268	268	
	T _R (N/cm)	294	298	
圧縮永久歪(%)		34	35	
試験項目		現行材	複合再生材 5%添加	判定
抜け荷重 (N/100mm)		80	74	
挿入荷重 (N/100mm)		45	46	
耐白化性		白化なし	白化なし	
接着強さ(N)		379	352	
におい性能		2.1	1.8	
		-0.8	-0.9	
		0.4	0.3	
		0.0	0.0	

*製品適用先はバックドアのトリム部

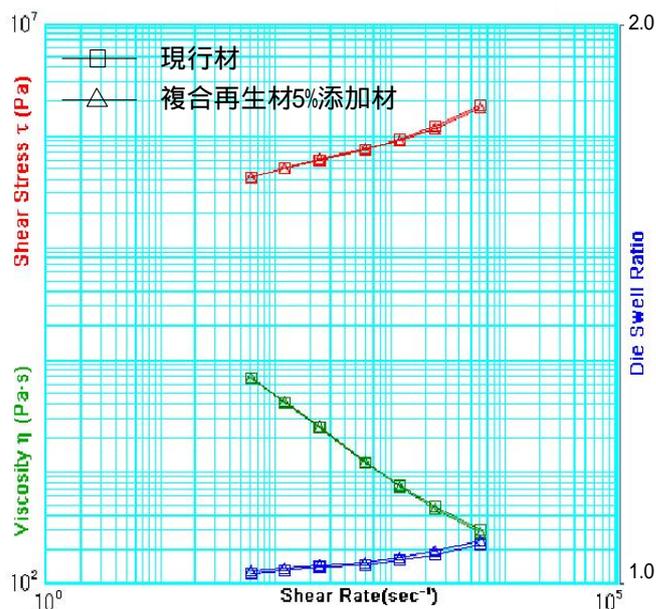


図 10 . キャピログラフによる流動性比較

上げ量を見極めながら，ブレンド比率の引き上げを検討していく．

報 告

車室内照明へのLED適用

帯刀慶真*¹， 稲垣 聡*²， 木野徳人*³

LED Applications for Vehicle Interior Lighting

Yasumasa Tatewaki*¹， Satoshi Inagaki*²， Norihito Kino*³

要 旨

震災以後の電力不足を背景に，住宅をはじめ店舗・オフィスにおける一般照明のLED化が急速に進んでいる．

車室内においてもLEDの採用が広がっており，近年のLEDの高光度化に伴い，ルームランプ，マップランプといった，機能照明部分にもLEDが採用されはじめており，今後の採用拡大が期待されている．

本報では，これまで豊田合成が手掛けた量産事例，新製品の紹介を交え，長寿命・低消費電力・小型といったLEDの特徴を活かした車室内照明へのLED適用動向と課題，豊田合成の取組みについて報告する．

Abstract

With the rise of the eco-consciousness of these days, LED is progressing quickly as a light source of the interior lighting in residence, store and office.

In the vehicle, LED had begun to be used as the light source of the interior illuminations. Along with the high brightness of LED in recent years, LED is beginning to be adopted also as a functional lighting portion, it called the room-light and map-lamp which need high brightness than interior illuminations, and a future adoption expansion is expected.

In this paper, with the introduction of mass-production examples and new products, we report the trend and the problem to be solved of LED application for vehicle interior lighting.

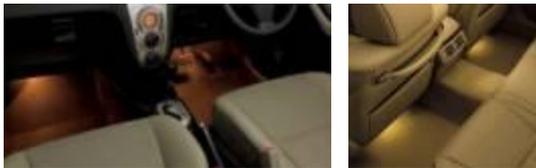
*¹ Yasumasa Tatewaki 内外装部品事業部 第1技術部 内装照明設計室
*² Satoshi Inagaki 内外装部品事業部 第1技術部 内装照明設計室
*³ Norihito Kino 内外装部品事業部 第1技術部 内装照明設計室

1. はじめに

昨今のエコ意識の高まりと共に、住宅をはじめ店舗・オフィスにおける照明のLED化が急速に進んでおり、家電量販店の店頭には様々なLED照明製品が立ち並ぶようになった。

自動車においてもストップランプをはじめとした外装用照明からLED化が始まり、車室内においても足元照明、間接照明といった雰囲気演出を目的としたイルミネーションとしてLEDが採用されてきた。これらイルミネーションに使用される照明は白色以外の有色光（例：青色、アンバー色等）を使用することが多く、また低照度で照明することで落ち着いた空間の演出を行っている。（図 1）

一方、近年のLEDの高光度化に伴い、車室内照明においても明るい白色光を必要とするルームランプ、マップランプといった、いわゆる機能照明部分にもLEDの採用が広がりはじめており、これまで主流であった電球からの置き換えが進んでいる。（図 2）



a) 足元間接照明



b) 天井間接照明

図 1. 当社LED車載製品事例（間接照明）



a) マップランプ

b) ルームランプ

図 2. 当社LED車載製品事例（機能照明）

2. 車載照明へのLED適用

当社における車載照明のLED化は、1996年、小型、長寿命、低消費電力などLEDの特長を生かしたコンソールBOX照明用ランプユニットから始まり、LEDの性能アップの経緯と共にその適用範囲は更に広がる。

ここでは、LEDの特徴、LEDの採用動向、豊田合成の取組み、量産事例について述べる。

2-1. LEDの特徴

LED車載照明を語るにあたり、従来の電球に対するメリット、デメリットを明確にする。

1) メリット

一般的な電球との比較を表 1 に示す。中でも最も知られる低消費電力について、従来の電球を用いた車室内照明を全てLEDに置き換えた際の消費電力低減効果（試算）を図 3 に示す。これはLED化により大幅な消費電力の低減が期待でき、燃費向上・CO₂排出量の削減への貢献が可能となることを示す。

また、赤、緑、青の光の3原色が開発されたことにより、フルカラー表現が実現し、車載照明としての用途が広がった。

表 1. LEDの特徴（メリット）

項目	対電球比較	メリット
長寿命	10倍 以上	・メンテナンスフリー ・交換構造不要
消費電力	約 1/5	・低発熱 ・ランプの小型化
応答性	1/100万 以下	制御のしやすさ
環境負荷物質	水銀レス (対蛍光灯)	適応可

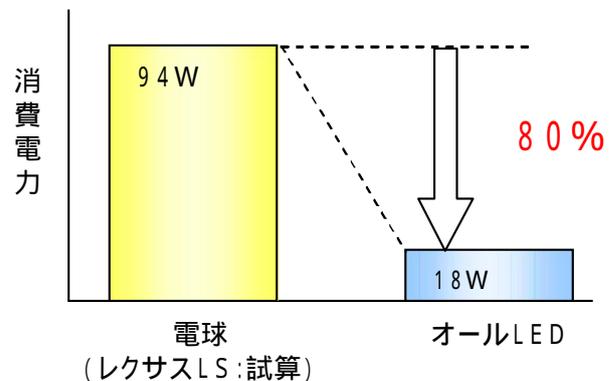


図 3. 室内照明消費電力試算

2) デメリット

車載照明で電球を点灯するには、バッテリーに直接接続することが可能であるが、LEDは電流を制御するため抵抗器が必要となる。(表 2)

更に、車載照明に要求される電気的な信頼性を確保するため、電気ノイズから保護する電子デバイス(整流ダイオードなど)が必要である。つまり、従来、電球1個で成立していた回路がLEDとそれを保護する電子デバイスが必要となり、対電球単品比較ではコストが課題となる。

表 2 . LEDの特徴(デメリット)

電球回路	LED回路
<p>バッテリー</p> <p>電球</p>	<p>抵抗器</p> <p>LED</p>

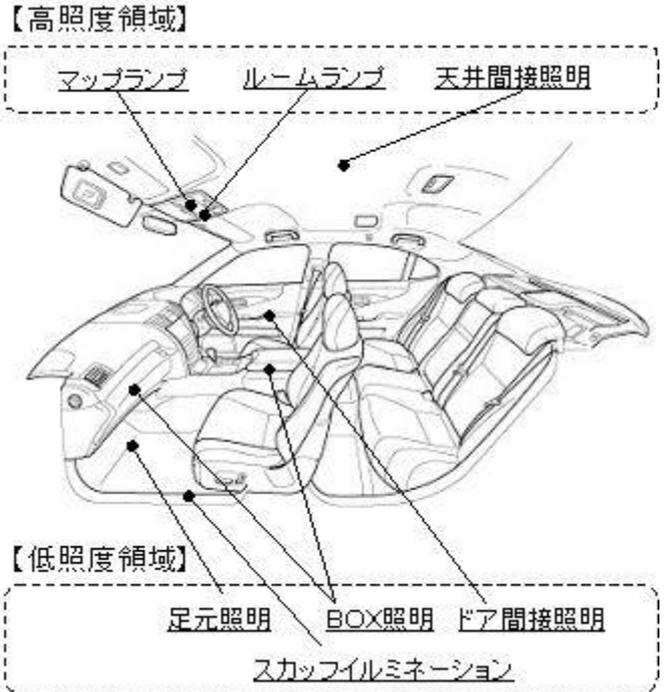


図 4 . 代表的なLED適用部位

2 - 2 . LED化動向

これまで豊田合成で開発した車載照明について解説する。

1) 適用部位の流れ

代表的なLED照明製品の適用部位を図 4 に示す。

開発当初の製品は比較的明るさを必要としない【低照度領域】、足元照明、センターコンソールBOX、グラブBOXやスカッフプレートのイルミネーションとしての用途が一般的であった。更にディーラーオプションで採用となったメータ、天井イルミネーション(図 5)などLEDの特性を生かした色変わりをセールスポイントとする製品用途から広がる。

次に白色LEDの開発とLEDの高光度化により【高照度領域】、マップランプ、ルームランプへの適用が拡大して行く。



a) メータ b) 天井イルミネーション

図 5 . 色変わり製品例

2) LED照明の演出

LED照明の普及と共に、夜の車室内雰囲気演出という考え方が取り入れられる。例えば、従来、電球の足元照明ではドアの開閉によって点灯・消灯という単純な点灯制御が行われてきたが、LED化されたことにより、車両停車中は明るく点灯（図 6）、走行中は薄ぼんやりと点灯するなど、ユーザーの動作に合わせた点灯・消灯ロジックが取り入れられるようになった。

これは先に述べたLEDの特徴である制御のしやすさにより実現した技術であり、車室内の高級感演出に大きく貢献した事例である。

LEDの点灯・消灯制御は、様々な車両信号を基にボディーECU（ECU：Electronics Control Unit）の制御によって行われる。制御ロジックの事例を図 7 に示す。



図 6 . LED照明の事例

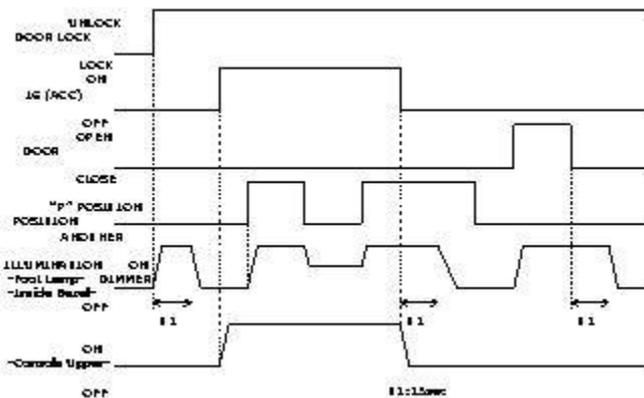


図 7 . 制御ロジック事例

3) 白色LEDの適用

白色LEDの実用化・高照度化により、マップランプ、ルームランプへの適用が可能となった。

当社では、2002年、トヨタセンチュリー用にリア席読書灯を開発・量産化したのを始め、マップ

ランプの光源ユニット化（図 8）により複数の車種に展開を図っている。また、2012年、レクサスGS用に世界初となる面発光ルームランプを開発・量産化に至る。



図 8 . マップランプ光源ユニット

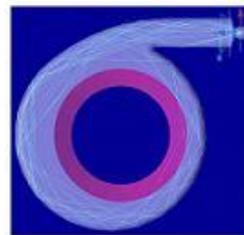
2 - 3 . 豊田合成の取り組み、量産事例

豊田合成の取り組みとして、LEDデバイスの開発はもちろん、意匠部品とのセット開発、更に導光レンズ開発が強みとなる。

光学シミュレーションは短期開発、試作回数の削減に貢献し、更に照明品質向上の手段となる。以下にトヨタbB向けに開発・量産化したスピーカーイルミネーションの事例を示す。（図 9）



a) トヨタbB



b) 光学シミュレーション c) アッシー

図 9 . スピーカーイルミネーション

3 . 新規開発製品

3 - 1 . 面発光ルームランプ

前述の通り、近年ルームランプやマップランプといった機能照明にもLED化が広がっている。アフターマーケット分野においても、電球と交換出

来るLEDランプが市販されているが、点発光のため輝度ムラと光源のグレア感が発生する。

更に、電球では発熱が大きく放熱スペースの確保が必要となるため、ルームランプ等の天井取付け機器においては、頭上スペース確保に障害となる。

これらの問題点を解決すべく『面発光ルームランプ』を開発した。(図 10, 11)

<面発光ルームランプユニット>

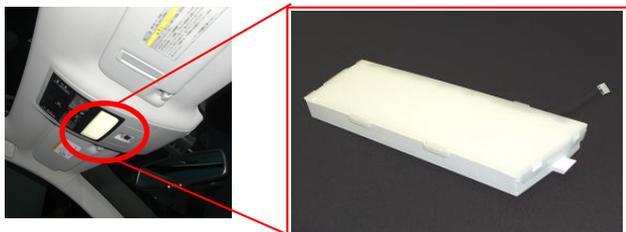


図 10 . 面発光ルームランプ (LEXUS GS)

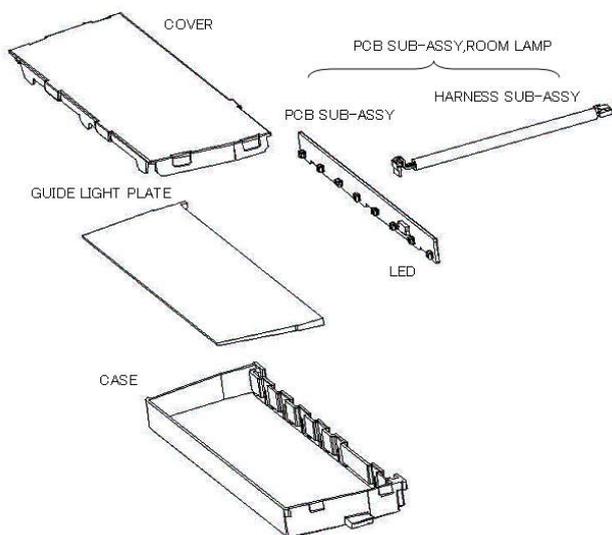


図 11 . 面発光ルームランプユニット構成図

本開発品の特徴を以下に示す。

- 均一発光：輝度ムラMAX/MIN比 2以下
- 薄型：導光方式の採用により光源部厚さ15mm
- 低消費電力：高輝度LED光源により 1.9W
- 高照度：高輝度LED光源により従来電球品の2倍以上

均一発光，薄型化の実現には導光板の開発がある。電球タイプのほとんどが車両下方にダイレクトに照射する事に対して，本開発品では導光板を使ったエッジライト方式を採用し，光源部厚み1/2以下を実現した。(図 12, 図 13)

<従来の電球ルームランプ>

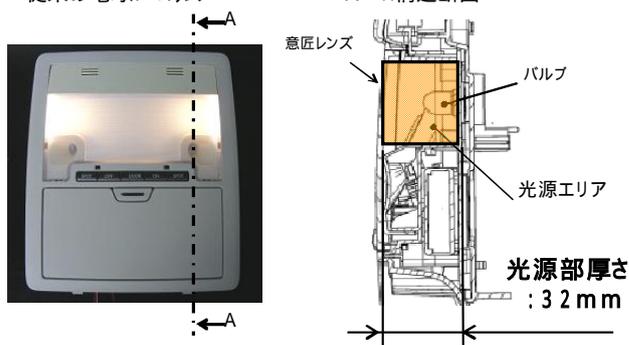


図 12 . 従来の電球ルームランプ

<面発光ルームランプ>

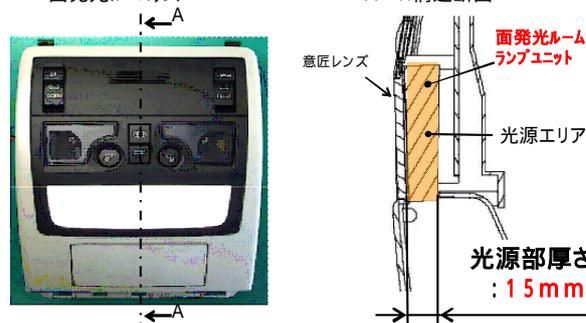
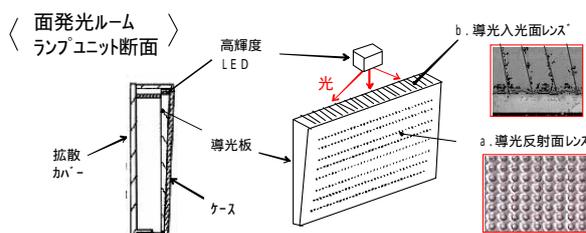


図 13 . LED面発光ルームランプ

更に光学シミュレーションを用い，導光板反射面のレンズ形状 / ピッチを最適設計することにより，均一発光と高輝度化を実現した。(図 14)



<光線解析>

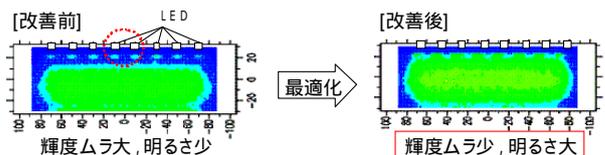


図 14 . 導光板反射面形状と光線解析

LEDを使用し，ランプ全面がムラ無く均一に光るルームランプは世界初の製品であり，高照度，低消費電力かつ，均一面発光照明により，車室内の照明品質の向上への貢献が可能となる。

3 - 2 . マップランプモジュール

ルームランプと並び、高照度なランプとしてマップランプがある。マップランプはルームランプより比較的早くLED化された。これはマップランプが、点発光照明というLEDが比較的得意とする発光方式であるためである。

今回は点発光するLEDマップランプに加え、LEDを点灯・消灯させるスイッチも一つのモジュールに一体化した『マップランプモジュール』を紹介する。(図 15)



<マップランプモジュール>



図 15 . マップランプ (日産アルティマ)

マップランプが搭載されるランプアッシーは高級車を中心に多様化されてきた。従来のランプアッシーにはマップランプの他、ダウンライトやスイッチ等の各種部品が個々に点在しており、レイアウト設計が複雑となると共に、多くの組立工数が必要になる。

本開発品はマップランプ、ダウンライト、スイッチを一つのモジュールにすると共に、スイッチをモジュール内に構成させることで、小型・低コスト・高機能化を実現した。(図 16)

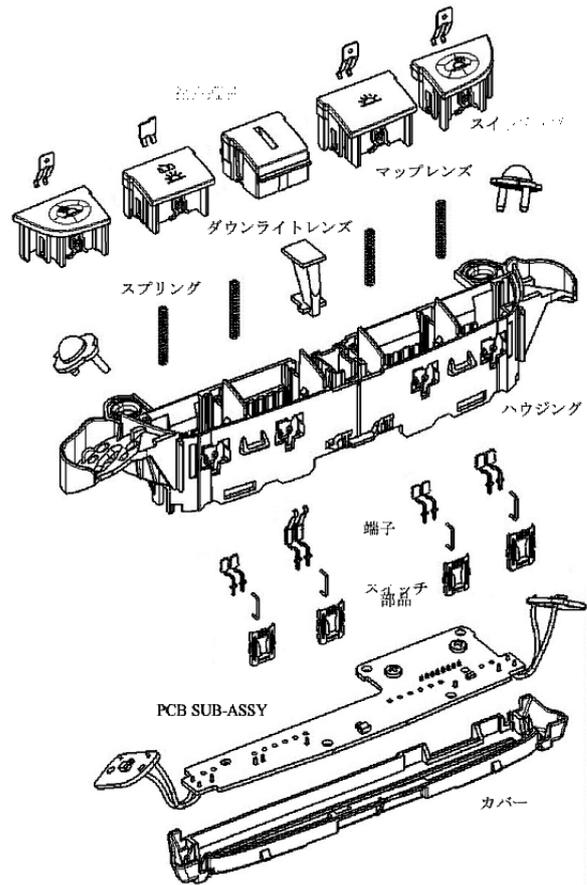


図 16 . マップランプモジュールの部品構成

4 . LED化推進における課題

4 - 1 . 高光度化に伴う問題

高い照度を必要とする機能照明領域のLED化には高光度なLEDが必要となる。近年の急速な高光度LEDの開発に伴って、大きな電流を流す事ができる大電流パッケージのLEDを適用する場合があるが、LEDの寿命や信頼性を確保するために大型の放熱部材が必要となり、省エネ/省スペースといったLEDの特徴を生かす事ができない場合がある。

そこで豊田合成では熱抑制技術を活用し、照明ユニットやASSYの高発光効率化/小型化を実現した。事例として、高輝度な2in1LEDの開発がある。通常1パッケージに1つのLED素子が配置されるのに対し2つのLED素子が配置されているLEDである。同じ明るさを照射するために、2個のLEDを直列に並べるよりも小型化が可能となる。また、大電流パッケージのLEDを使用した場合に対しては、エネルギー活用率(回路全体エネルギーに対するLED投入エネルギーの比)が2倍となり、ムダなエネルギーの発生を抑え、発光効率の向上を図る事が可能である。(図 17)

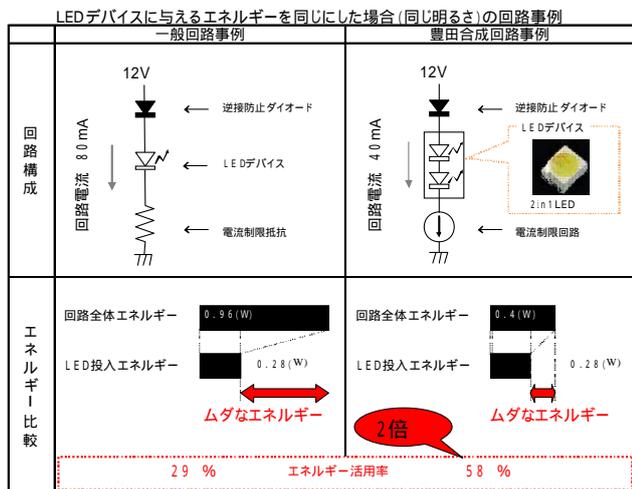


図 17. 高発光効率の例

次に、バッテリー電圧変動を考慮した『電流制御回路』の適用例を紹介する。通常の抵抗制御回路ではバッテリー電圧が10Vから15Vまで変動した際、連動して照度と電流が変動する。ちらつきによる不快感や電流増加による発熱量の増加が発生する。しかし定電流制御回路を搭載した場合、ほぼ一定の電流/照度を得られ、発熱量を抑える事が可能となる。LEDの寿命や信頼性を確保するための放熱板の追加や基板サイズの拡大化などが不要となり、放熱スペースの削減が可能となる(図 18)

・バッテリー変動を考慮した場合の影響

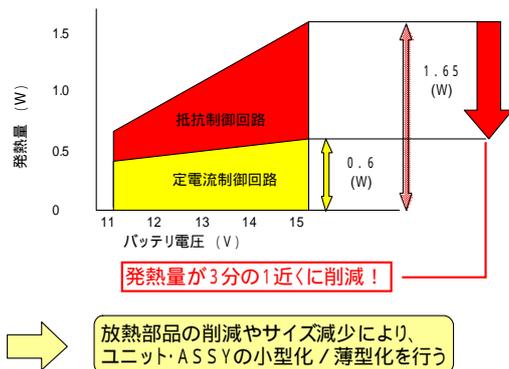


図 18. バッテリー電圧変動時の比較

4 - 2 . コスト

LEDにとってコストは以前からの重要課題であった。光源としてのコストは1lm(ルーメン:光束)を得るためのコストを目安として、光束単価(円/lm)を用いる事が多い。近年の急速な技術開発により、蛍光灯並の光束単価1円/lmの領域にまで近づきつつあるが、照明器としては熱マネジメント、ドライバー、光学部品等の周辺部品を含

めたコスト低減が求められる。

豊田合成は駆動回路の構成を簡素化し、低コストなモジュールを提案している。(図 19)

また当社は、LEDを含めた駆動回路、放熱部品などを一つにモジュール化し、車室内LEDランプモジュールとしてラインナップしている。これらのモジュールをいろいろな室内照明器に適用する事で車両トータルでの低コスト化に取り組んでいる。(図 20)

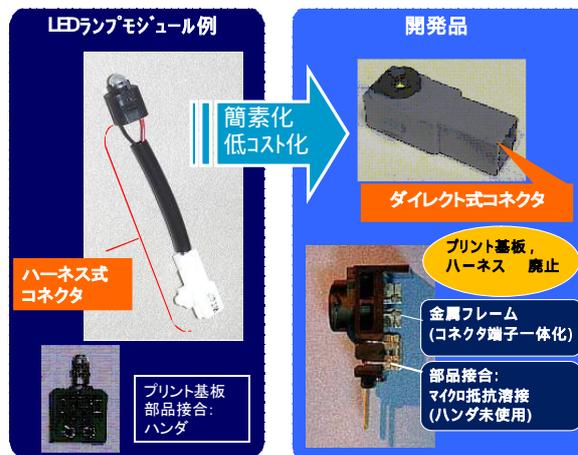


図 19. ランプモジュールの低コスト化の例

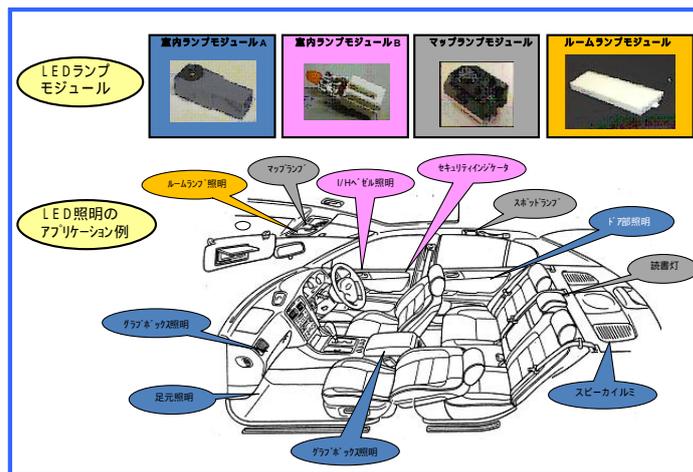


図 20. LEDランプモジュールとアプリケーション例

5 . おわりに

世の中の照明がLEDに切り替わっていく中、車両においてもLED化が進んでいくと考えられる。

日々進化する照明に対し情報のアンテナを高く張り、ニーズを先取りすると共に、車両インテリアの商品力向上の一助となるよう、お客様に満足頂けるLED照明製品の開発に注力していきたい。

新製品紹介

樹脂軽量ターボダクト

Weight Saving Plastic Turbo Duct

鈴木 晃^{*1}，田中達哉^{*2}

1. はじめに

近年、環境対応意識の高まりや、それに伴う法的な燃費規制の強化を背景に、ハイブリッド車、電気自動車だけでなく、ターボ車が再び見直され始めている。

ターボの狙いは、かつてのスポーツ車に見られた動的性能向上ではなく、低燃費化するためのエンジン小排気量化や低燃費仕様のエンジンで、背反となりやすいドライバビリティ（動力性能）の低下を、ターボ過給により補完・レベルアップするものである。

今回のターボダクトは、過給エア配管の樹脂化を行い、200 近い高温域での使用に加え、過給による正圧に耐えるパイプ強度を確保した。また、ぜい肉を減らす設計アプローチにより、軽量化・狭小スペース配置を両立させた。本報では、この技術概要を紹介する。

2. ターボダクトの概要

ターボダクトは、ターボチャージャーで過給した吸気エアをエンジンへ導く配管（図 1）である。搭載位置を図 2 に示す。前述のとおり、樹脂部品としてはかなり過酷な条件で使用される部品である。

本製品の仕様（図 3）は、2ピースを射出成形し、振動溶着による接合でパイプ化している。樹脂材料は、ガラス強化PA6T/66材である。耐熱性だけを重視すれば、他にも優れた材料はあるが、溶着まで見据えての適用である。

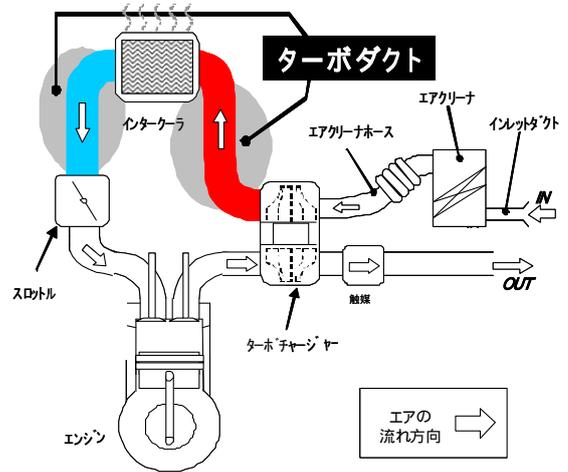


図 1. 吸気の配管経路

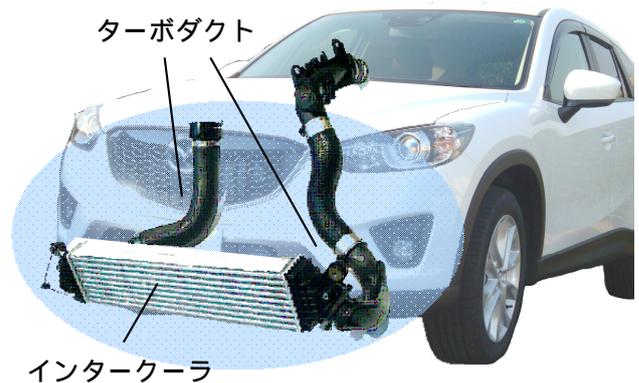


図 2. 搭載位置



図 3. ターボダクト

*1 Akira Suzuki 機能部品事業部 技術部 エンジン・シャシー部品技術室
*2 Tatsuya Tanaka 機能部品事業部 技術部 エンジン・シャシー部品技術室

3 . 技術の概要

3 - 1 . 射出成形（振動溶着）仕様

過給された吸気エアを通すターボダクトにおいて射出成形（振動溶着）仕様の開発を実施．従来のブロー成形仕様と比べ肉厚ばらつき低減による性能向上（低圧力損失）、部品点数削減（取付部の一体化）を実現した．図 4、5 に比較結果を示す．

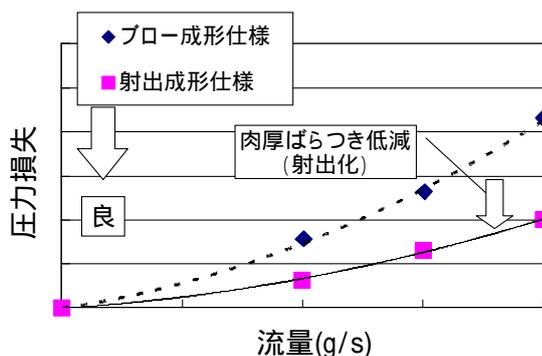


図 4 . 圧力損失比較

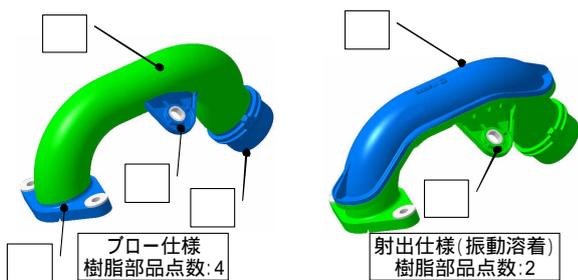


図 5 . 部品点数比較

3 - 2 . 性能について

本仕様では、最弱部は溶着部（図 - 6）であり強度確保のため、実車モードを想定した溶着部の疲労データとCAE解析を活用し、寿命予測を考慮した設計を実施した。（図 7）これにより、溶着部の耐久性を確保させ、贅肉の少ない設計を実現させ、アルミ鋳造品に対して50%のコスト及び質量の低減を実現した。（図 8）



図 6 . 溶着界面

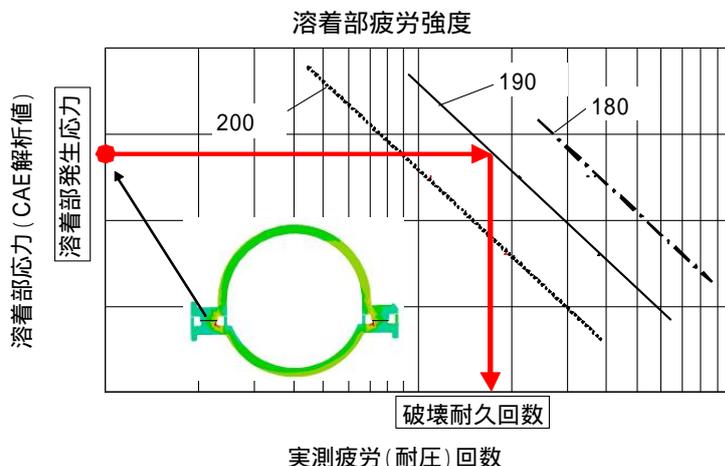


図 7 . 寿命予測

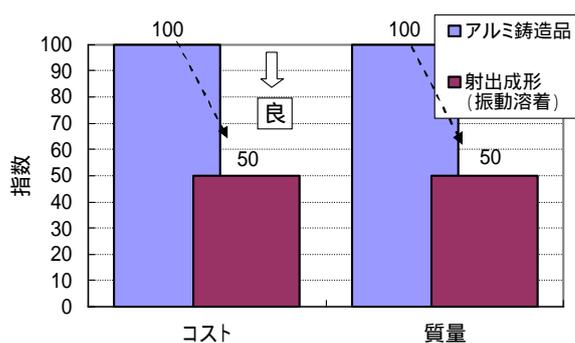


図 8 . コスト・質量比較

4 . おわりに

今回紹介したターボダクトはマツダCX-5で採用され、量産化する事が出来た。今後、他車種にも適用拡大していく予定である。最後に本製品の開発、量産化に際し、ご支援、ご指導頂いたマツダ株式会社 エンジン設計部 PT車載設計グループの皆様に、厚くお礼申し上げます。

新製品紹介

照明用LEDパッケージの適用事例

Lighting Applications of LED Package

伊藤 文紀 *1, 酒井 和宏 *2

1. はじめに

省エネ法の改正，震災を契機とした節電・省エネ意識の高まりと，LEDの性能向上，コスト改善により，照明器具のLED化が急速に普及している。

電球形LEDランプ（図 1）を例にとると，国内は2009年から市場展開が始まり，2012年7月には白熱電球，蛍光灯形電球の販売数量を超え，販売割合として約50%に到達している。

本稿においては，照明用LEDパッケージの適用事例を紹介する。



LEDパッケージ
電球形LEDランプ

図 1. 電球形LEDランプ

2. 照明器具のLED化

照明器具のLED化を模式的に示す（図 2）。LEDの小型，低消費電力の特長を活かし，光束量の少ない足元灯のような間接照明からLED化が始まり，更なるLEDの発光効率向上（省エネ）に伴い，既存光源（電球，蛍光灯）の置換えへと普及した。

近年，大光束領域（水銀灯，メタルハライドランプ）においてもLED化が進んでいる（図 3）。

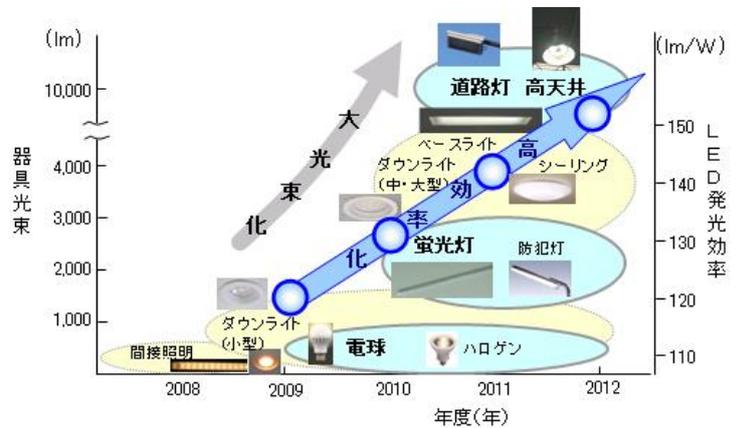


図 2. 照明器具のLED化模式図

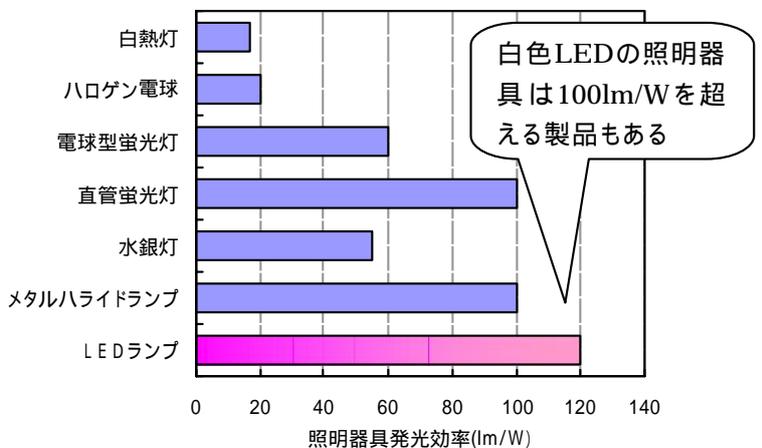


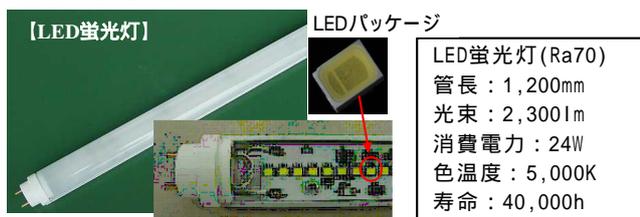
図 3. 各種光源の照明器具発光効率比較

*1 Fuminori Ito オプトE事業部 企画営業部
*2 Kazuhiro Sakai オプトE事業部 第2技術部

3．LED器具の展開事例

照明器具への適用事例として、LED蛍光灯を紹介する。LEDパッケージは、低電力タイプ（0.1～0.5W）を複数個直線上に配置して使用されることが多い（図 4）。

FL蛍光灯に対して経済性も高く（図 5）、一般照明用（オフィス等）としては、効率を重視した演色性Ra70が多く採用され、色の見え方を重視する店舗等向けには、高演色性Ra80以上が採用される。



パッケージ	光束 (lm)	電力 (W)	効率 (lm/W)	数量 (pcs)
3528	16.5	0.12	138	144
6030	34	0.25	136	70

図 4．LED蛍光灯の使用パッケージ

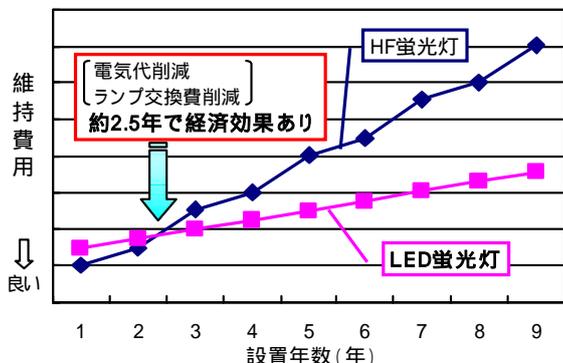
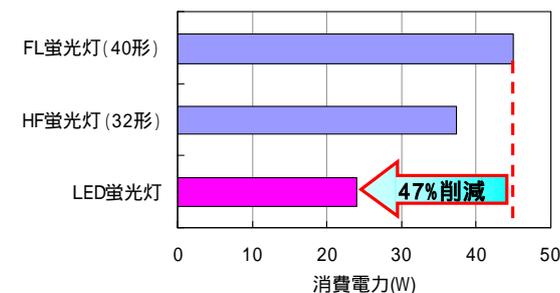


図 5．LED蛍光灯経済効果

水銀灯の代替とした大光束（15,000lm）の高天井器具には、LEDチップを数十～数百個搭載したCOB（Chip on board）パッケージを数個～数十個使用する。長寿命による省メンテ（高所交換作業回数低減）に加え、調光制御による更なる省エネが可能である（図 6、図 7）。

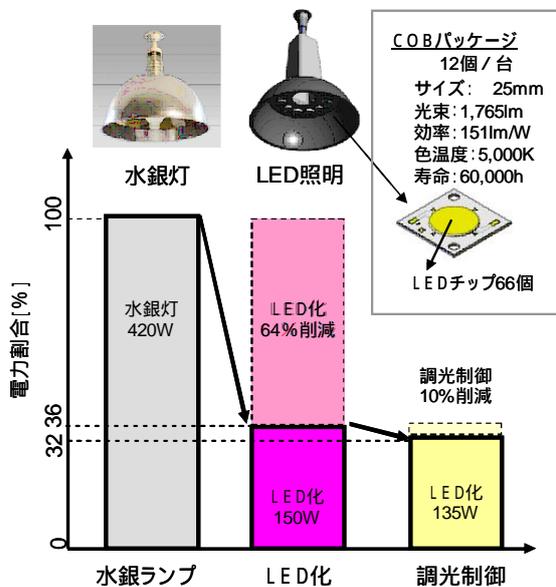


図 6．高天井照明省エネ比較



図 7．弊社北九州工場高天井照明設置状態

4．おわりに

今後もLEDの性能改善に邁進すると共に、最終製品に合うLEDパッケージを製品化することで、LED照明をより環境に優しい社会の実現に向けて、普及させ貢献していきたい。

新製品紹介

PHV用充電プラグリッド Charging Plug Lid of PHV

山内 明^{*1}，日々野史雄^{*2}，宮之脇 健^{*3}

1. はじめに

近年，燃費向上のためにハイブリッド，電気自動車のエコカーが増加している。

その中で，トヨタプリウスのPHVで採用された充電リッドを紹介する。



図 1 . 装着部位

本品

2. 従来品の問題点

従来品の比較として，ガソリン給油口用リッドは，板金むき出し状態であり（図 2），給油時のリッド開閉は，週に1回程度を想定している。

開けた時の見え悪い



危害感有り

図 2 . 従来品（フューエルリッド）

それに対して，PHVの充電は毎日実施されるため，新製品である充電リッドの開閉は，毎日の使用を想定し，耐えうる性能が必要である。

また，充電時，漏電の不安を解消するために，外観 ALL 樹脂化の取り組みが必要であった。

3. 開発品の概要

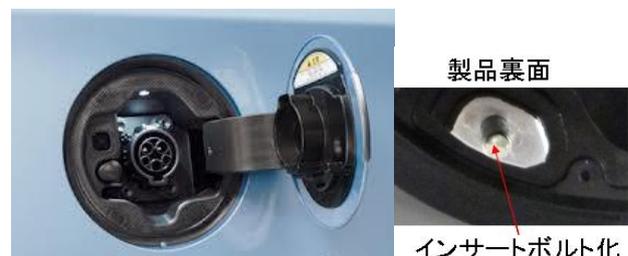
3 - 1 . 樹脂化による意匠性、安全性向上

今回の開発品の外観は，板金では出来ない造形にすることができ，PHVの商品性を上げる意匠性向上の役割を果たしている（図 3）。



図 3 . 外観のワンポイント

リッド開状態で見える内部においても，ボデーへの組付けボルトをインサート化することにより，意匠性を向上させ，ブラック色で一体感を出し，車両デザインに配慮している（図 4）。



製品裏面

インサートボルト化

図 4 . 充電リッド開状態

*1 Akira Yamauchi

内外装部品事業部 第一内装設計室

*2 Fumio Hibino

内外装部品事業部 第一内装設計室

*3 Takeru Miyanowaki

内外装部品事業部 第一内装設計室

更なる樹脂化のメリットとして、危害性の改善のために、手に触れる部位へのR付け（図 5）が容易となり、毎日の使用状態において、安全性の向上が可能となった。また、従来比で15%以上の軽量化効果が出ている。



図 5 . ヒンジ樹脂化によるR付け

3 - 2 . 使用環境に耐えうる構造（防水対策）

PHVはバッテリーを備え付けているため、漏電が起こると機能不具合につながる可能性がある。そのため、防水構造が重要となり、ボデーとの合わせ部の考慮が必要であった。

ボデーとの合わせ部については、軟質材による2重リップ形状により止水と防塵を考慮、2色成形による外観の意匠性向上を図った（図 6）。

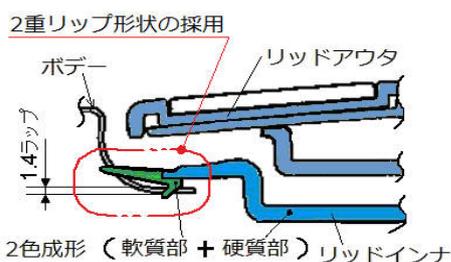


図 6 . 2色成形リップ形状断面

3 - 3 . 使用環境に耐えうる構造（強度確保）

充電時には、リッド開放状態となるため、外力（100N）による過負荷がかかった場合でも、破損しない強度を確保した（図 7）。（剛性は18%UP）

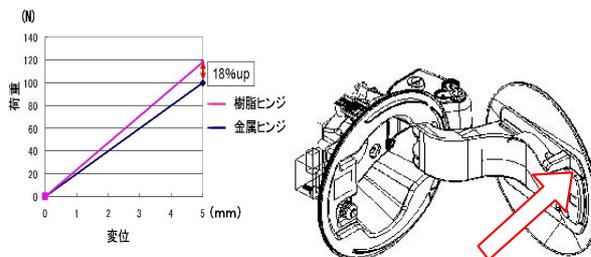


図 7 . 剛性解析結果

4 . おわりに

今回紹介した充電リッドの樹脂化について、今後の他車種にも適応を図りながら、更なる構造開発、改善を進めていきたい。

最後に、この製品開発に際して、ご支援、ご指導頂いた、トヨタ自動車株式会社、トヨタ車体株式会社の関係各部署の方々に厚く謝意を表します。

新製品紹介

軽量エアクリーナホース

Light Weight Air Cleaner Hose

野崎 勉^{*1}，中嶋直巳^{*2}

1．はじめに

近年，自動車産業の動向として，地球環境を配慮した製品へのニーズが強く，吸気系の一部であるエアクリーナホースにおいても燃費向上につながる軽量化が求められている．今回，ゴム肉厚を低減した軽量エアクリーナホースの製品開発をしたので，その概要について紹介する．

2．製品の概要

エアクリーナホースの搭載位置を図 1 に示す．エアクリーナホースはエンジンルーム内に搭載されエアクリーナ，インレットダクト等と共にエンジンへ空気を導く働きをしている．

エアクリーナホースはエンジンの吸気により発生する負圧に耐える必要があるため，ゴム肉厚を 4 ～ 5 mm に設定し，剛性を確保している．

3．開発品の概要

軽量化するにあたり，ホース肉厚を従来に対して 0.5 ～ 1.0 mm 薄肉化することとし開発推進した．ホース肉厚を図 2 に示す．しかし，通常ホース肉厚を低減することにより剛性が低下するため，耐負圧性が低下する．この課題に対応するため，開発品ではゴム材料の高剛性化を図り，軽量化 25% と耐負圧性能を両立したホースを実用化した．

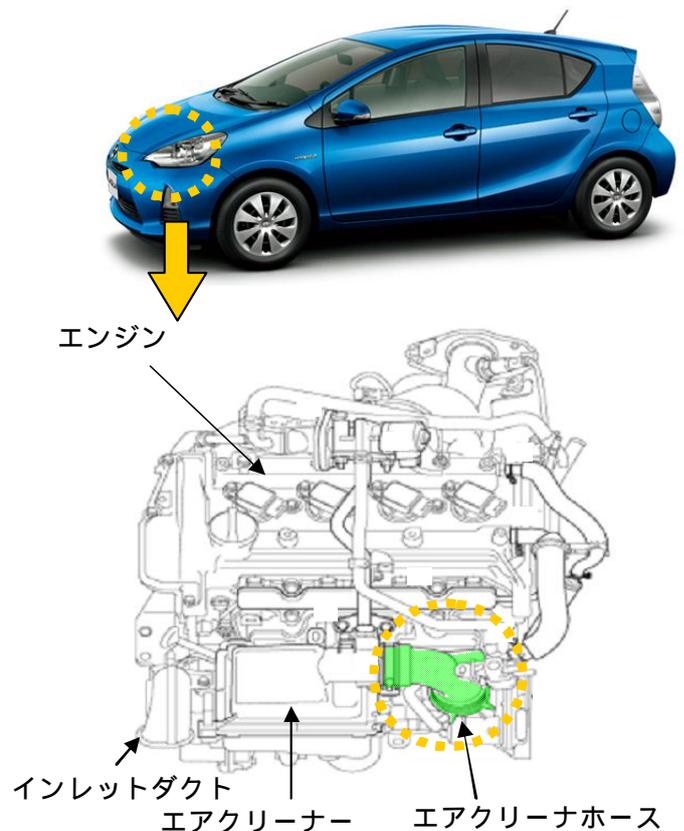


図 1 搭載位置

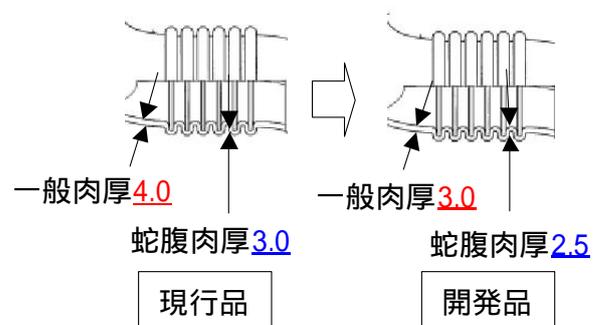


図 2 ホース肉厚

*1 Tsutomu Nozaki 機能部品事業部 技術部 材料技術室

*2 Naomi Nakashima 機能部品事業部 技術部 エンジン・シャシ部品技術室

4. 技術の概要

4-1. 目標値の設定

薄肉化目標肉厚に対して必要なゴム材料の剛性を図 3 に基づき現行材に対して1.4倍とした。

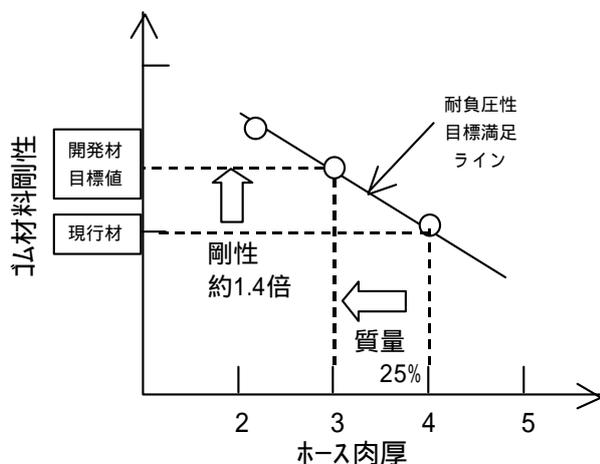


図 3 材料目標設定

4-2. 材料高剛性化手法

本製品では、下記の方策で材料の高剛性化を実現した。

4-2-1. ポリマー改良

より強い剛性が得られるEPDMポリマーを選定することで剛性UPを実現した。

4-2-2. 補強剤，可塑剤配合量最適化

補強剤と可塑剤のバランスを最適化することで製品性能と加工性が両立する領域に配合を設定した。

4-2-3. 加硫剤配合量最適化

同一の加硫時間でより高い剛性が得られるように、加硫促進剤の配合量を設定した。

4-3. 結果

<材料性能>

従来材と開発材の材料剛性を図 4 に示す。

4-2 に示した高剛性化方策の実施により、材料剛性を従来材比1.4倍に改良している。

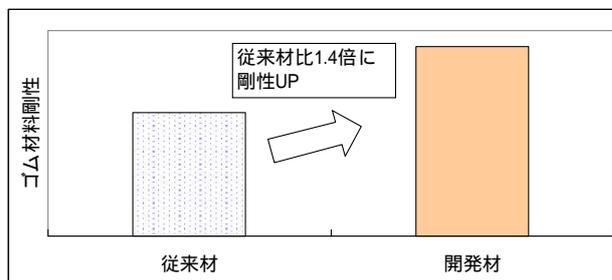


図 4 材料剛性評価結果

<製品性能>

図 5 に製品での評価結果を示す。

各性能を損なうことなく軽量化が図れ、新製品として量産化している。

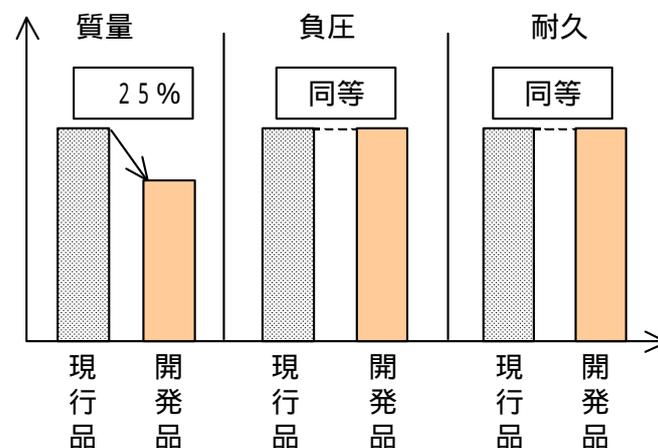


図 5 製品評価結果

5. おわりに

今回紹介した軽量エアクリナーホース技術は、トヨタ アクア，イスト等に採用され量産化した。今後はこの技術を他の車型にも広めていきたいと考えている。

最後に本製品の開発，量産に際し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は厚く謝意を表します。

TGオリジナルグリップの考察

野倉 邦裕*¹, 深谷 真啓*²

A Study on the Toyota-Gosei Original Grip of Steering Wheel

Kunihiro Nokura*¹, Masaaki Fukaya*²

要 旨

ステアリングホイールは、自動車の操舵に不可欠な機能部品であることから重要保安部品と位置付けられている。その機能性の重要なファクターである操作性と快適性を両立・向上させることを目指し、それらを決定付ける大きな要因であるグリップの硬度・断面角度・周長について人間特性面から調査を行った。

その結果、硬度に関しては、グリップ圧計測、アンケート調査により、グリップの表面と裏面の最適な硬度変化を抽出することができた。

断面角度については、より自然な姿勢で操舵できるグリップ角度を抽出することができ、さらに身長により好ましい角度が異なる傾向があることが確認できた。

また、周長に関しても基準となる最適値を抽出することができた。

今後、動的評価による確認とともに、これらのデータベースを活用し、ハンドルの機能性向上開発を継続していく。

Abstract

Steering wheel is one of the critical safety parts for its essential in the system of steering a vehicle. The purpose of this study was to improve safety and comfortability of steering wheel which are the important factors when steering wheel. In this report, we evaluated hardness, grip angle and circumference with human characteristics.

As the results, by pressure measurement analysis and sensory evaluation, we demonstrated that the best hardness for safety and comfortability is to make the front side of grip hard and make the reverse side soft. We also found out the best grip angle for comfortable position depends on the driver's height. Furthermore we found out the best circumference of a grip.

Further study by dynamic evaluation using data-base we achieved in this report are necessary for more safety and comfort.

*1 Kunihiro Nokura 開発センター デザイン・商品企画室

*2 Masaaki Fukaya 開発センター デザイン・商品企画室

1. はじめに

ステアリングホイール（以下ハンドルと記す）は、自動車の操舵に不可欠な機能部品であることから重要保安部品と位置付けられている。ハンドルに求められる本質機能は、自動車を安全・安心に操舵可能とすることであり、そのためにはドライバーの意思を正確に操舵機構に伝達し、同時にその操作に応じた路面からのフィードバックを伝えることが必要である（表 - 1）。自動車が誕生したといわれる18世紀以来、この本質機能は常にハンドルが担っており、ハンドルに与えられた使命であるといえる。

ハンドルが持つ機能はそれだけではない。ホーン、エアバッグなどに加え、ステアリングスイッチやヒーター等の搭載による多機能化も進んでいるが、基本機能として次に求められるのは、グリップの「握り心地の良さ」や「楽な姿勢で運転できる」、「長距離運転でも手が疲れない」など、快適さを提供することである。

これらの機能を向上させるにはハンドルを早く、正確に操作できるように、人間の操作特性を考慮したものであるとともに、手の平のサイズ・運転姿勢などの身体的特性にあったグリップデザインである必要がある。

本報では大学との共同研究や多様な年齢層に対する100名を超えるアンケートを通し、グリップの機能性向上に取り組んだのでその内容を紹介する。

表 - 1. ハンドルの機能

ハンドルの機能		対応部品	
安全	本質機能	安心、安全に操舵する ・思い通りに操舵する ・路面情報を伝達する	リング (グリップ)
	付加機能	運転補助機能 情報支援機能 エンタメ機能 } を操作する	ステアリングスイッチ
		衝突安全を確保する	エアバッグ
		周囲に情報を伝える	ホーン
		ドライバーに情報を伝える	リング (振動)
快適	快適機能	握り心地の良さを提供する	リング (グリップ)
	見た目の良さを提供する	全部品 (造形、加飾)	
	温熱的快適感を提供する	リング (ヒーター)	

2. 目的

本報では、ハンドルグリップに対する人間工学的データベースを構築し、本質機能、快適機能を向上したTGオリジナルグリップを開発することを目的としている。

図 - 1にグリップに求められる機能の細分化と、それを実現するデザイン・設計要素を示す。ここでは硬度、グリップ断面角度、周長（太さ）に着目し、操舵時のグリップ圧計測やアンケート評価を通し、人間特性面から考察を行ったのでその結果を記す。

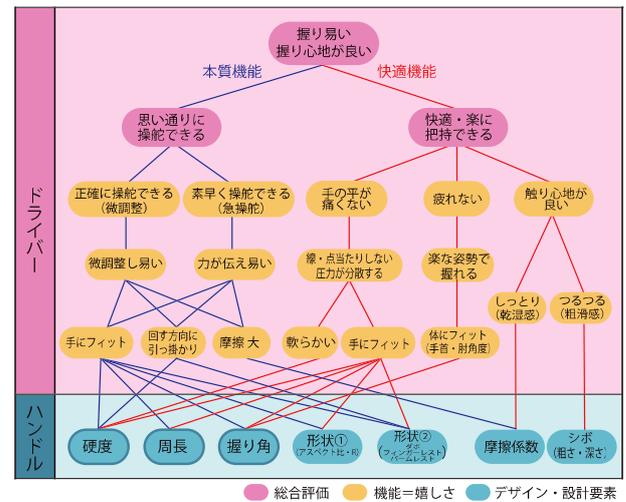


図 - 1. グリップの機能とデザイン設計要素

3. 調査

3-1. 硬度

ハンドルを握り操舵すると、グリップ圧が発生する。圧力は手の平と指先といった接触部位により異なっており、また右カーブと左カーブ、曲率、進入速度など、シーンによっても分布が異なっている。この圧力分布を手の接触部位やシーン毎に解析すると、グリップ断面に「右に曲がる力を伝える部位」「左に曲がる力を伝える部位」「体を支える部位」などといった“役割分担”があることがわかる。

このため、グリップ断面が均一の性能であることが良いとは考え難く、役割に対応したデザイン・設計仕様を提案した方が、前述の本質機能、快適機能を向上することができると考えられる。

ここでは、グリップの硬度変化を用い、以下の手順に従い機能性向上検討を行った。

- 1) 模擬運転操舵中の
グリップ圧力分布を可視化
 - 2) グリップ断面の各部位が
持つ役割を把握し、役割に
応じた断面硬度を提案
 - 3) 官能評価による確認調査
- } ⇒調査内容 I
- } ⇒調査内容 II

なお、ハンドルの握り方は大きく2種類に大別できる(図-2)。本調査では普段の握り方を観察し、各握り方のドライバー5名ずつを対象に調査を実施した。



図-2. ハンドルの握り方

調査内容 I : グリップ圧評価

- 1) 方法 : 圧力センサシートを巻いたハンドルを用い、ドライビングシミュレータにて模擬運転を実施。運転中のグリップ状態を把握する。(図-3)
※右手のグリップ圧力状態
- 2) 被験者 : 10人(右利き)
握り込んで運転 : 5人
親指を添えて運転 : 5人
- 3) 握り位置 : TOP, 10時10分, 8時20分位置(図-4)
- 4) 運転コース : ハンドルの持ち替え不要なカーブ構成によるレイアウト(図-4)

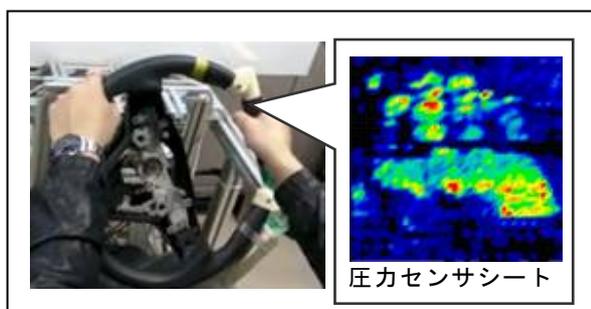


図-3. グリップ圧計測例

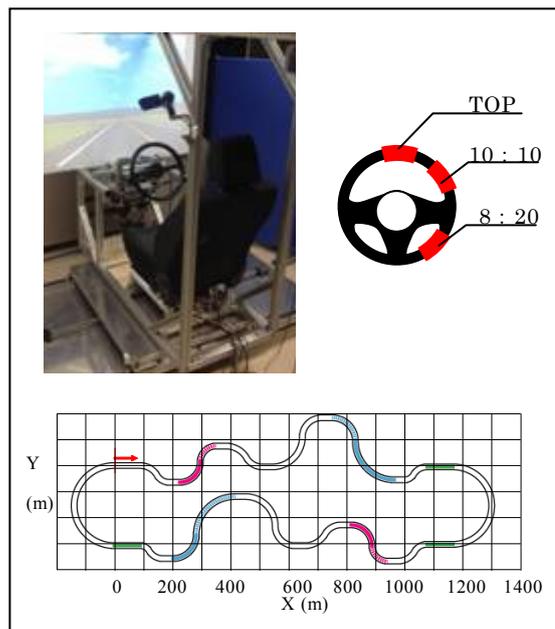


図-4. 評価コースとドライビングシミュレータ

結果と考察

図-5に握り込んで運転するドライバー、親指を添えて運転するドライバーそれぞれの、握り位置毎の運転時の圧力分布結果を示す。この結果から次のことが言える。

握り込んで運転するドライバー

TOP : ハンドルに手を載せ、腕の重みのバランス移動で操舵を行う。このため、カーブの左右間での圧力分布の差はほとんど見られない。

10時10分 : 左右カーブにより圧力分布位置に下記のような違いが確認できた
(※右手の場合)

右カーブ / 親指以外の四指の圧力大
→ 指先で引き回し操作

左カーブ / 手掌部の圧力大
→ 手の平で押し回し操作

8時20分 : 親指と人差し指の間で挟んで操作
右カーブ / 挟む圧力がやや強
右カーブ / 手掌で押し回し操作

親指を添えて運転するドライバー

TOP, 10時10分 : 右カーブ, 左カーブいずれも、親指の圧力のみ大きく現れる
→ 親指を軸に点で操作

8時20分 : 握り込んで運転するドライバーとほぼ同じ圧力傾向

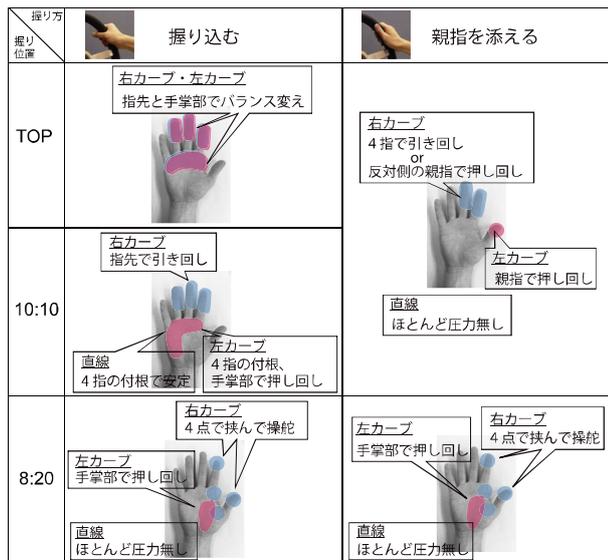


図 - 5. 運転時の圧力分布結果

これらの圧力分布の結果から、ハンドルへの舵角の与え方が、カーブの左右で異なっており、グリップ断面の“役割分担”が明らかとなった(図 - 6)。この役割に対応したデザイン・設計仕様として次のような考えの下、指先を軟らかく、手の平側を硬くなるような硬度変化を設定した。

- 1) 指先側を軟らかくすることで引き回しの際、指先が握り込み易くなる。
- 2) 手の平側を硬くすることで、直進時の安定感とともに、押し回し時にクイックな操舵感が得られる。また路面からくる運転時の車両震動を把握し易い。

次にこの硬度変化に対する確認評価を実施した。

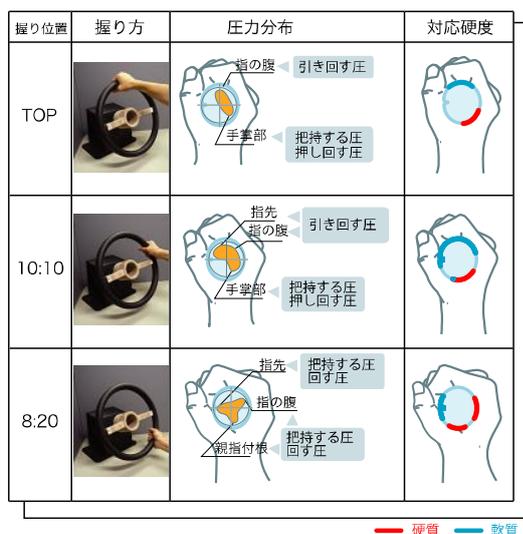


図 - 6. グリップ断面の役割と役割に応じた硬度案

調査内容 II : 官能評価

- 1) 方法: 8種類のグリップ硬度の異なるハンドルを並べ、最も握り易いものを選択。
- 2) 被験者: 118人
(20~83歳 男性79人・女性39人)
- 3) サンプル: 6種類の硬度変化の仕方が異なるグリップ(図 - 7)
- 4) 評価部位: 10時10分位置
- 5) 質問項目: 一番握り易いのはどれですか?

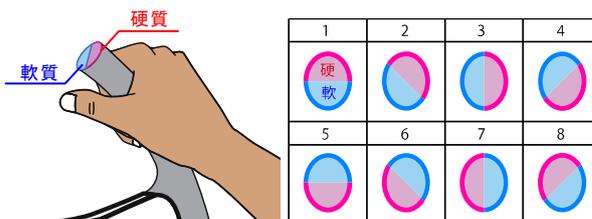


図 - 7. 評価サンプル



図 - 8. 実験風景

結果と考察

握り易いグリップ硬度の官能評価の結果と、実験中に得られたコメントを図 - 9 に示す。この結果から以下のことがわかった。

- 1) ドライバー側(手掌部)が硬く、メーター側(指先部)が軟らかいものが最も評価が高い。
- 2) 握り込む被験者、親指を添えて握る被験者ともに、上記の傾向が見られる。
- 3) 身長の高い被験者は2, 3, 4を好む傾向が見られた。これは手が大きい人は指先が回りこむため、指先に対応する軟質部分がより内側に入り込んだものを好むためと考えられる。
- 4) その他、年齢による好みの差は見られなかった。
- 5) 本評価は静的評価であるが、運転中を想定したコメントも多く見られた。

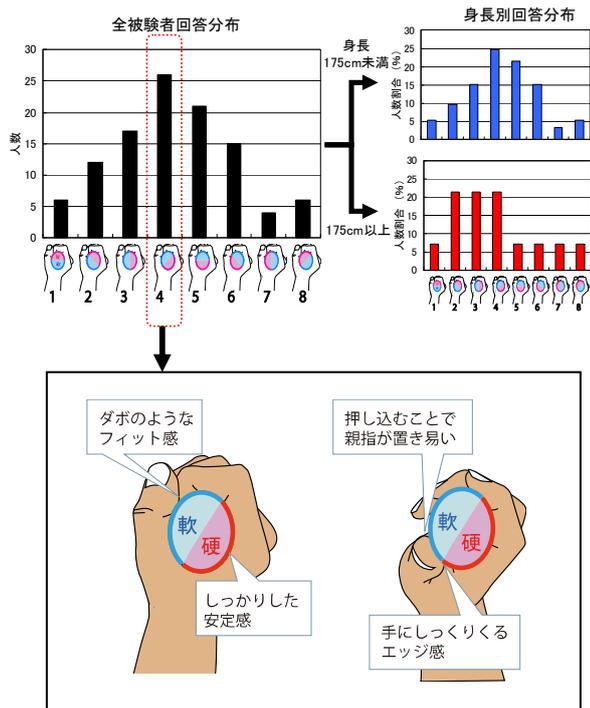


図 - 9. 評価結果と被験者のコメント

本調査により、硬度変化によって機能が向上できる可能性が確認できた。

従来、操舵時の機能性向上を狙ったものとして、リング裏に凹凸を設置しているものや、親指を添えて握り易いよう、指置き面を設定したものがあ

る。リング裏に凹凸がある場合、指を引っ掛けて操作し易い反面、回転時に邪魔になる、間隔が手の平にマッチしないなどといった問題がある。それに対し、硬度変化を用いれば、回転時に邪魔にならず、手の大きさにも関係なく握りこむことができる。

また、指置き面においても、親指を添えて操作し易い反面、断面上にエッジが発生するため、握り込んだ場合にエッジ部分が手に当たり違和感を覚えるといった声が上がっている。それに対し、硬度変化を用いれば親指を添え易く、かつ違和感無く握り込むことができる。

以上のことから、本調査は、握り心地、握り易さに関する機能性向上に繋がる非常に興味深い結果を得ることができた。現在、シミュレータを用いた動的評価、実車評価を進めており、機能性を向上させる最適硬度、硬度変化方法など、今後も検討を継続していく。

3-2. グリップ断面角度

自動車に乗り込んだ際、シート、ルームミラー等、運転し易いようドライビングポジションを調節する。このとき、ショルダポイントからハンドルまでの距離や手の向き(角度)等は、握り位置によって異なっている。このため、ドライバーは前腕の回内・回外、手首の屈曲・伸展等により上肢の各関節角度を調節し、握り易いように姿勢を変えている(図-10)。この姿勢の調節によりドライバーは、ワインディング、高速道路、街中等、シーンに応じ、運転に対するメンタル面の姿勢も変化することができる。しかし、運転する上で操作性、快適性を考慮すると、できるだけ自然な姿勢で操舵できることが望ましい。

多くのハンドルのグリップ断面角度は一定にデザイン・設計されている。このため、ドライバーは関節角度を調節するか、しっかり握りこまずに運転していると考えられる。手にフィットしていない状態での運転は、力を上手く伝えきれず、操作性・安全性を損なう危険性がある。また、不自然な姿勢を維持し長時間運転をした場合、疲労、肩こり等快適性を損なってしまうことも考えられる。

このような課題に対し、自然な姿勢で操舵できるように、一般ドライバー110名を対象に調査を行い、部位毎に握り易いグリップ断面角度を抽出した。また、年齢や体格による解析、考察を行ったのでその内容を報告する。

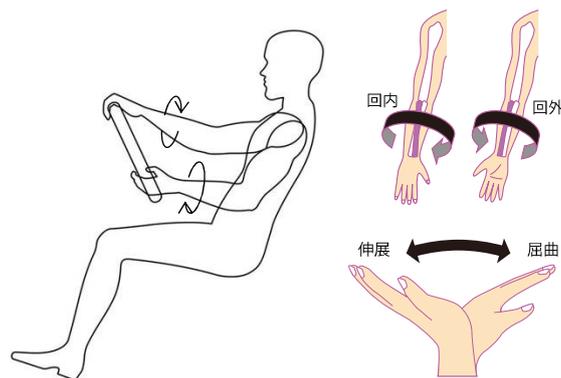


図 - 10. 運転姿勢と関節の動き

調査内容

- 1) 方法：グリップ角度が変化するハンドルを用い、4種類の車両タイプを想定したドライビングポジションに対し、グリップ角度を部位ごと（3箇所）にちょうど良い角度に設定してもらおう（図 - 11）。
- 2) 被験者：110人
(20～83歳 男性73人・女性37人)
- 3) 調節部位：TOP, 10時10分, 8時20分位置
- 4) 姿勢：コンパクト, セダン, スポーツ, SUVを想定した4姿勢
(ヒール位置, ステアリングポスト角をそれぞれ設定。
シート前後位置, シートバック角は被験者が自由に調節。)
- 5) 質問項目：ちょうど良い角度に調整して下さい



図 - 11. 実験風景

結果と考察

部位ごとに車両タイプ別のグリップ角度分布を図 - 12, 13に示す。この結果について、様々な被験者属性（身長・性別・手首角度・肘角度・上体角度・肩～グリップ位置・HIP～グリップ位置）を元に解析を行った結果、以下の傾向が見られた。

- 1) TOP, 10時10分位置では手首が伸展（以下、絞る）8時20分位置では屈曲（以下、開く）する（図 - 12）
- 2) 身長や性別など被験者属性の違いを元に解析を行った結果、身長が高くなるにつれて上記1)の傾向が大きく現れる（図 - 13）
- 3) 車両タイプによるグリップ角度の違いはほとんど見られなかった

上述2)について、身長の高い被験者は、ハンドル～ショルダーポイントの前後方向、上下方向に余裕があり、その余裕が手首の屈曲・伸展度合いに現れたものと考えられる。

上述3)の運転姿勢が異なってもグリップ角度に差が無かったことは、グリップ角をある範囲内に設定することで、異なる車両タイプに同一の角度設定を用いても、関節に違和感の無い握り易いグリップを提供できるといえる。

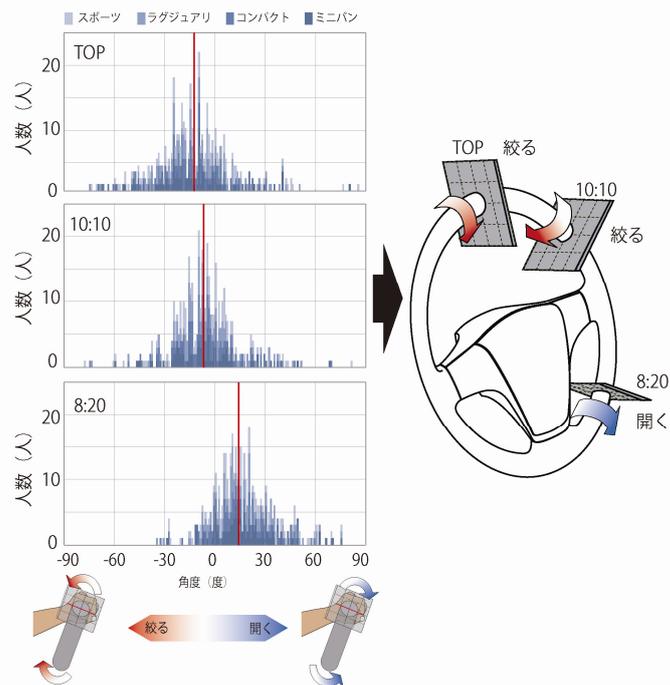


図 - 12. 握り位置毎のグリップ角度分布

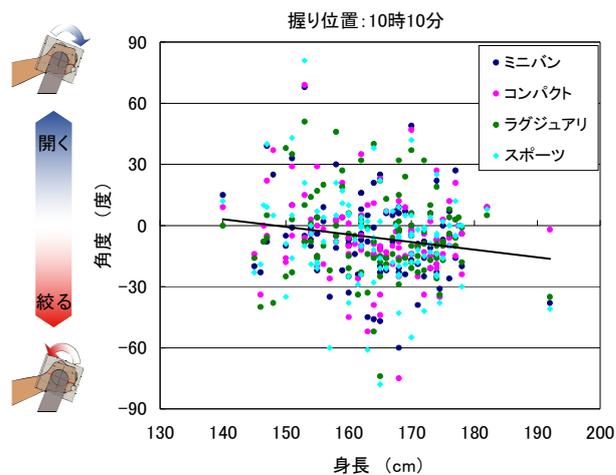


図 - 13. 握り角と身長の関係（10時10分の場合）

3-3. 周長（太さ）

ハンドルグリップの周長はメーカーや車両タイプにより様々である。これは車両の特徴やターゲットユーザーを考慮し、両者にふさわしい周長を設定しているためである。（図 - 14）

グリップの周長は「ドライバーの手にフィットする」→「力の伝達し易さ向上」→「運転し易さ向上」→「操作性・安全性の向上」に繋がると考えられる。また、手にフィットするため「握り心地向上」→「快適性向上」にも繋がる。

老若男女問わず多くのユーザーにとって「ちょうど良い」周長を割り出すことは、ユニバーサルデザインの考えに基づいたモノづくりであるとともに、グリップの特徴付けをする際の基準にもなるため、デザイン展開の基準として重要な内容である。

ここでは、一般ドライバー86名を対象に「ちょうど良い太さ」に対するアンケートを行い、年齢や体格による解析、考察を行ったのでその内容を報告する。

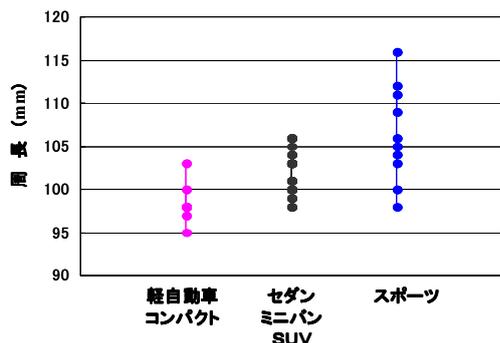


図 - 14. 車両タイプ別ハンドル周長

アンケート内容

- 1) 方法：6種類のグリップ径の異なるハンドルを並べ、評価部位ごとにちょうど良いものを選択。（図 - 15）
- 2) 被験者：86人
(19~77歳 男性56人・女性30人)
- 3) サンプル：周長94, 96, 98, 100, 102, 104mm,
- 4) 評価部位：TOP, 10時10分, 8時20分位置
- 5) 姿勢：セダンを想定したドライビングポジション
- 6) 質問項目：一番ちょうど良い太さはどれですか？

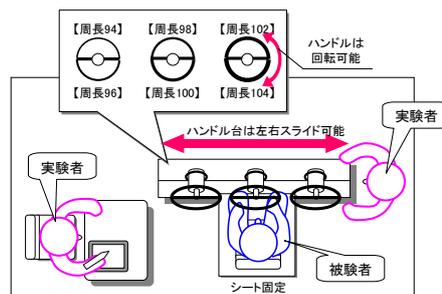


図 - 15. 実験風景

結果と考察

全被験者と男女別の回答分布を図 - 16に示す。この結果について、様々な被験者属性（身長・手長・握力・年齢・所有車種）を元に解析を行った結果、以下の傾向が見られた。

- 1) いずれの把持位置においても周長98mmが最も評価が良い
- 2) 男女別・身長・手長・握力などで分類し解析を行った結果、いわゆる体格の大柄なドライバーは太めを好む
- 3) 2)の傾向は、8時20分>10時10分>TOP
- 4) 年齢・所有車種で分類し解析を行ったが、いずれの被験者属性においても98mm付近が最も評価が高い

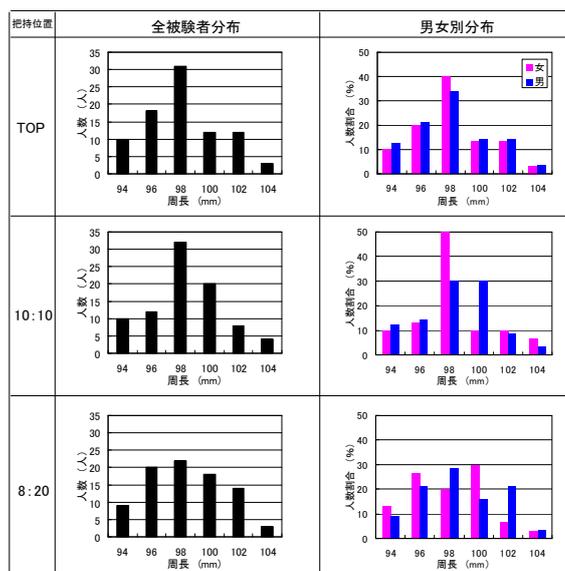


図 - 16. 全被験者と男女別の回答分布

上述3)の理由に関し、握り状態の観察から次のことが考えられる。握り位置が8時20分位置では腕を支えるため握り込む必要がある。一方、TOP、10時10分位置では手を上から載せればよいので、握り込む必要が無い。このため、TOP、10時10分位置では手長の影響はそれほど無いのに対し、8時20分位置では影響が大きく現れると考えられる。8時20分位置において全被験者の回答分布がバラついているように見えるのも体格差が含まれているためと考えられる。

4. まとめ

本報では、ハンドルの本質機能・快適機能の機能性向上を目指し、グリップのデザイン・設計要素について人間特性面から調査を行った。その結果、操作性、快適性を両立しながら機能性を向上させ得る最適硬度変化を抽出することができた。また断面角度においては、より自然な姿勢で操舵できるグリップ断面角度を抽出し、ドライバーの身長との関係を確認することができた。また周長に関しても基準となる太さの最適値を抽出することができた。

本検討により得られた結果は、操作性、快適性の両立を考慮に入れた中で、多くのドライバーが「好ましい」と回答したものであり「基準」の数値であるといえる。今後、動的評価による確認と、その他のハンドル構成要素との関係—グリップとステアリングスイッチの操作性—も踏まえた調査を実施する予定である。

また、グローバル化への対応を見据え、地域による体格、嗜好性の違い、更には道路事情に基づく訴求点の違い等も課題として取組みたい。

5. おわりに

自動車に乗り込み、ハンドルを握った瞬間、人は走りを感じ取る。ワインディングでのキビキビとしたスポーティーな走りや、ゆったりとしたラグジュアリーなドライブなど、走りの予感は様々である。この予感の違いをもたらすのは、「取り回しがし易い」「触感がいい」など、ハンドルの握り易さ、握り心地に繋がる様々な感性因子によるものであり、さらにこの感性因子を左右するのは、今回検討したグリップ硬度や断面角度、周長など、グリップを構成するデザイン・設計要素によるところが大きい。

そういった意味において、グリップのデザインは、車両の性格、イメージ、メーカーの特徴までも形成する機能を持っている。本検討により、この機能に対する基準値、及び有用なデータベースを構築することができた。今後、本結果を活用し、グリップの特徴づけを行っていくとともに、様々な角度から安全性・操作性、快適性に繋がる機能性向上を探求し続けていく。

6. 謝辞

本研究を進めるにあたって有益なご助言をいただきました香川大学 土居俊一教授、及び研究室関係各位に感謝の意を表します。

ブレーキ配管システムの長寿命化に寄与するゴム材料

栗本英一*1

The Rubber Material contributed to Lifetime Improvement of the Brake Piping System

Hidekazu Kurimoto*1

要 旨

自動車の制動系の回路，あるいは冷却系の回路には高寿命化，耐熱性の観点とグリコール系媒体である耐液性の観点から，EPDMポリマーを主体としたゴムホース，シール部品が使用されている。これらの部品は金属配管と連結していることが多いため，配管システムへの影響を考慮した材料設計が求められる。今回，ホースを含めた配管と媒体の関与により，ゴム材料が起因となって金属化合物が生成する生成メカニズムの解明と材料の最適化について報告する。

Abstract

The rubber hose and seal parts which made ethylene-propylene-diene polymer (EPDM) the subject are used for the braking system circuit or cooling system circuit of a car from the raise in a life, the heat-resistant viewpoint, and a viewpoint of the liquid-resistant which is a glycol system medium. These parts are connected with metal piping in many cases. Therefore, the compound design in consideration of the influence on a piping system is called for. By the participation of the piping and the medium including the rubber hose, rubber materials became the origin this time, and it was recognized that metal compounds were formed. We report the generation mechanism and the optimization of materials.

*1 Hidekazu Kurimoto 材料技術部 材料開発室

1. はじめに

自動車用ゴムホースは過酷な条件で使用される場合が多く、その部品性能に対する材料改良の報告は多い。しかし、車両の信頼性確保の観点から部品性能だけでなく、使用される配管システムへの影響を考慮した材料設計が求められる。システムの一部である金属配管は腐食防止のため銅被覆されている。これらの回路にはフィルターや動的シール部が多く、媒体内に異物等が含まれた場合、フィルター目詰まりやシール部品の傷付き等により機能が低下することが懸念される。今回、配合剤が銅溶出に及ぼす影響及び反応メカニズムと銅溶出量の極小化について報告をする。

2. ゴムホースの課題と機能

ゴムホースの主な課題としては長寿命化への対応、燃料電池、新燃料等の新規システムへの対応、各種規制への対応が挙げられる。ゴムホースの一般的な機能は、それ自体の機能発現の強化、他部材への影響の極小化と考えられる。それぞれの課題に対して各機能が求められる中、今回は他部材への影響の極小化に着目して取り組んだ。

3. ブレーキシステムについて

本報で報告するブレーキホースにおいて、ブレーキシステムはゴムホースと金属配管から成り、その中にブレーキ液が充填されている（図 1）。システムの一部である金属配管は、腐食防止のため銅被覆されている。ゴムホースから抽出された物質がブレーキ液を通じて配管内に拡散され、その抽出物と銅と反応して銅溶出となり、最終的に沈殿物が発生する。そのため銅溶出を抑制した配合設計が必要である¹⁾²⁾。

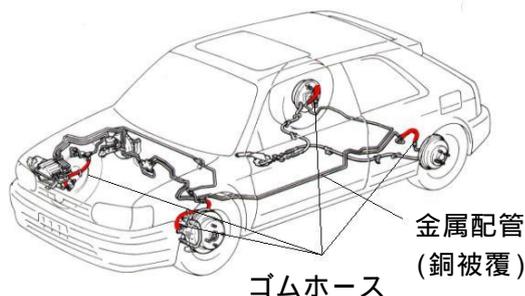


図 1. ブレーキシステム

4. 実験方法

4-1. 試料

ゴム材料は耐熱性、耐オゾン性が優れ、ホースとして多種、多量に使用されるEPDMコンパウンドを検討した。EPDMコンパウンドの基本配合を表 1 に示す。コンパウンドは1.5Lバンバリーミキサーにて、加硫剤は8インチロールにて混練りした。試料は160 × 15分プレス加硫で2mmシートを作製した。

表 1. 基本配合

原材料	phr
EPDM	100
カーボン	60
活性亜鉛華	3
ステアリン酸	1
ZnEPDC ^{*1}	多い
ZnMBT ^{*2}	少ない
DTDM ^{*3}	適量
Sulfur	

* 1 ~ 3 はISO略語

* 1 ジチオカルバミン酸塩類の加硫促進剤

* 2 チアゾール類の加硫促進剤

* 3 有機加硫剤

4-2. 銅溶出試験方法

試験管に8mlの媒体（主成分ポリグリコールエーテル）、ゴム片10×5×2mm、60個と15×20mm銅板（t=0.04mm銅箔、株ニラコ製）1枚を添加して酸素を2分以上吹き込んだ（図 2）。その後密栓して100 で24~168時間加熱した。その後、ろ過した媒体を希釈して原子吸光分析計（SOLAAR AA, 日本ジャーレル・アッシュ株製）で銅溶出量を測定した。また配合添加薬品単体では30~50mg（mol数同じ）、媒体のモノマーである液体4mlを使用して同様な方法で行った。

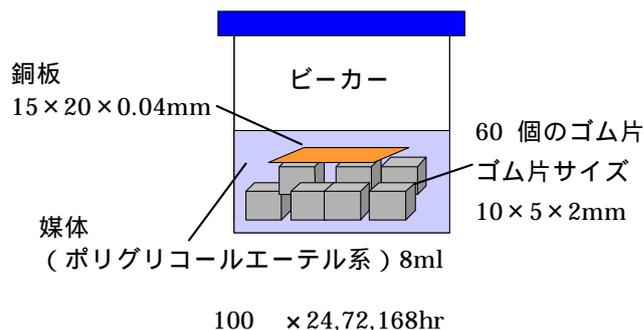


図 2. テストピース銅溶出試験法

4 - 3 . 溶解度試験方法

試験管に 1 ml の媒体（主成分ポリグリコールエーテル）と配合添加薬品 30 mg（過剰量）添加して 80 に加熱して過飽和とした．その後 NMR（GSX-270，日本電子(株)製）より濃度を測定した．

5 . 基礎検討と結果

5 - 1 . 銅溶出原因物質の特定

表 1 基本配合から溶媒中に抽出され易い物，および銅との予想反応物を図 3 に示す．SP 値は Fedors 法にて算出した．単位は (MPa)^{1/2} で示す．

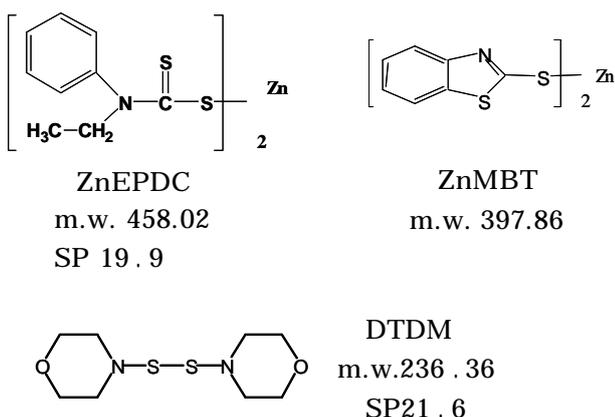


図 3 . 基本配合中の銅との予想反応物

配合から上記薬品を一つずつ抜いたテストピースを使用して，銅溶出量を測定した結果を図 4 に示す．この結果より ZnEPDC を抜いた配合が極端に銅溶出量が小さいことがわかる．これより銅溶出の原因物質は ZnEPDC と推定した．

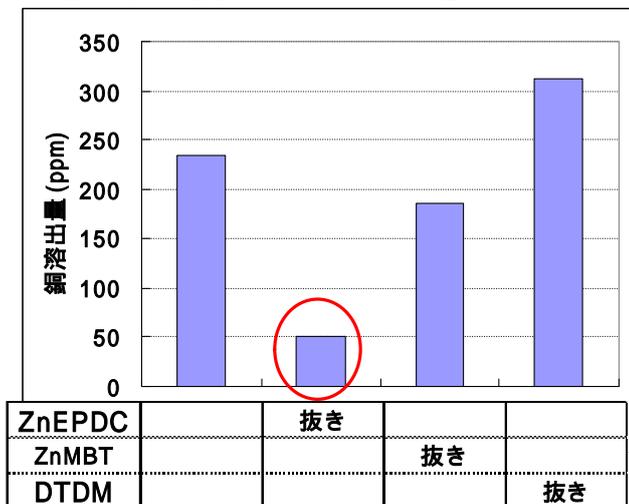
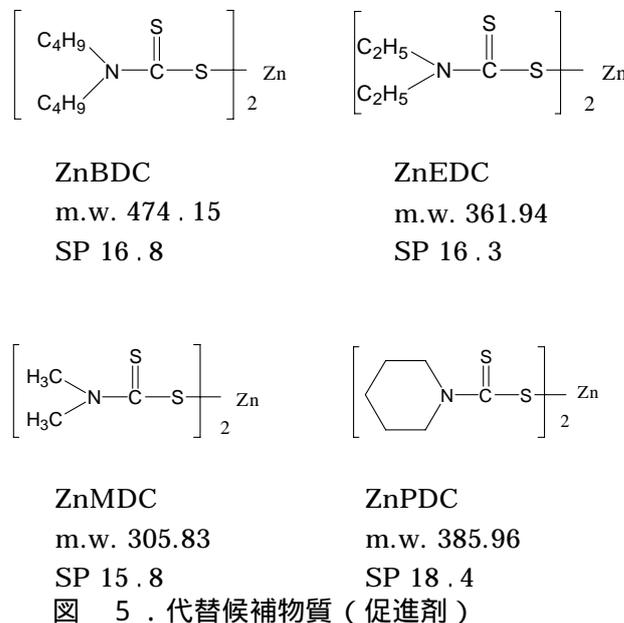


図 4 . 配合から各薬品を抜いた銅溶出量（24時間）

5 - 2 . 代替物質の選定

代替候補物質の構造を図 5 に示す．代替候補物質は原因物質と同じグループであるジチオカルバミン酸塩類促進剤から 4 種類選んだ（全て ISO 略語で示す）．これら単体を使用して媒体への溶解度，銅との反応性を評価して最適種を検討した．



5 - 3 . 媒体への溶解度と銅との反応性

促進剤単体の媒体への溶解度結果を図 6 に示す．媒体の SP 値に近い促進剤ほど溶解度は大きく現行剤 ZnEPDC が一番大きく，ZnEDC，ZnMDC，ZnBDC は媒体への溶解度が小さい．

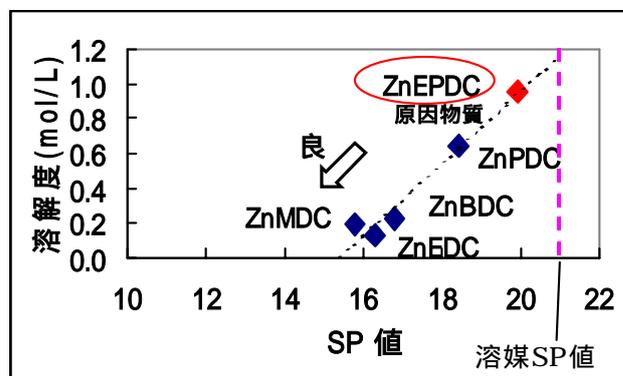


図 6 . 促進剤単体の媒体への溶解度

70 × 1 時間加熱した促進剤単体の銅との反応性を図 7 に示す．ZnEDC は極端に銅溶出量が多く，ZnBDC，ZnMDC，ZnPDC は現行剤 ZnEPDC に比べて銅溶出量は少ない．そのため銅溶出量と促進剤種の関係について骨格（環状，鎖状），置

換基の大きさの影響は小さいと考えられる。

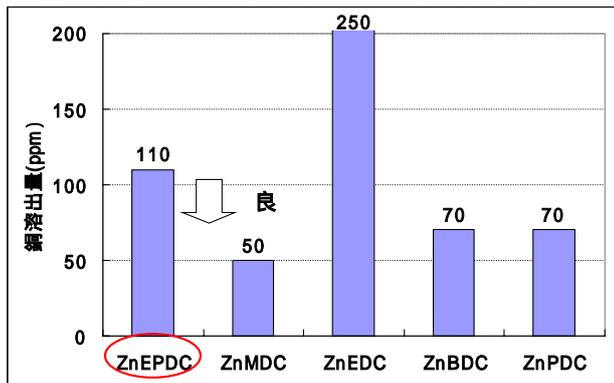


図 7 . 促進剤単体の銅との反応性

図 6 , 7 の結果を基に , 図 8 に媒体への溶解度と銅との反応性の結果を示す .

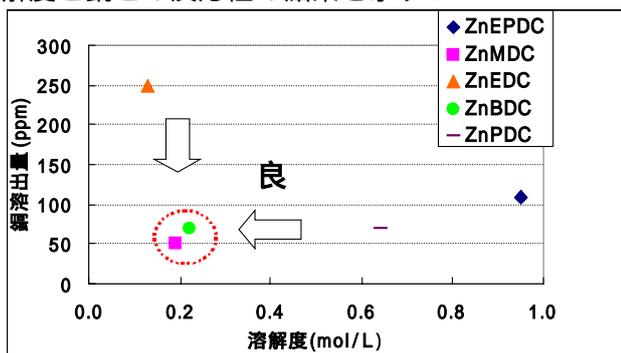


図 8 . 媒体への溶解度と銅との反応性

これよりZnMDC , ZnBDCが好ましいことがわかる . 媒体への溶解度と銅との反応性は関係ないことがわかった . その他物性を考慮して , 代替剤にZnBDCを選定した .

6 . メカニズム考察

6 - 1 . 考察実験 1

銅溶出量の原因物質ZnEPDC単体を用いて酸素と水の影響を調査した . 70 × 1時間 , 酸素 , 水有無の銅溶出試験を行った . 水添加量は0.1mlである . 図 9 は銅溶出試験後の媒体の外観を示す . これより酸素を添加した水準は , それ以外の水準と比較して媒体の変色が大きくなった .



図 9 . 酸素、水有無の銅溶出試験後の媒体

図 10 は酸素 , 水有無の銅溶出量を示す . 酸素のみを添加した水準は , それ以外の水準と比較して銅溶出量が大きかった . 2つの結果より酸素は銅を酸化して銅溶出を促進させると考えられる . 銅溶出量は酸素の影響が大きかった .

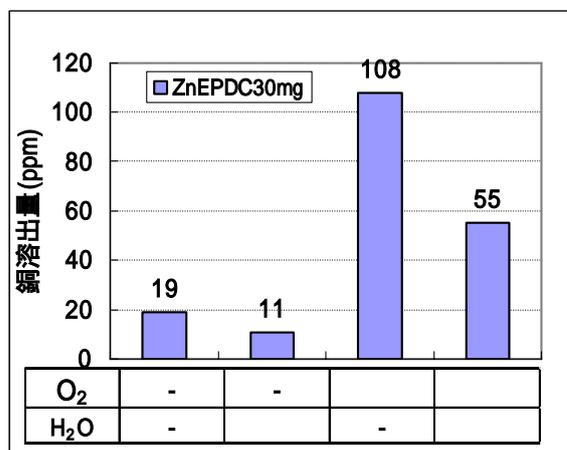


図 10 . 酸素 , 水有無の銅溶出量

6 - 2 . 考察実験 2

基本配合で , 銅とそれ以外の溶出物の挙動について調査した . 図 2 の銅溶出試験にて媒体からサンプリングしてイオンクロマト , 原子吸光分析を行った . 図 11 に溶出物の定性定量分析結果を示す . これより硫酸SO₄²⁻量は試験時間と比例して銅溶出量と共に多くなることがわかった . また亜鉛溶出量は極大値があり , その後安定した .

6 - 3 . メカニズム

今までの結果より図 12 に銅溶出及び沈殿メカニズムを推定した．メカニズムにおいて3つのポイントを以下に挙げる．

- 1) 銅の酸化反応
- 2) 酸化銅と加硫促進剤との交換反応
- 3) 銅化合物の酸化分解反応

最初に銅と酸素の反応より酸化銅が生成される．酸化銅は，ゴムから媒体へ抽出された加硫促進剤の亜鉛塩と反応して，銅化合物が生成される．生成された銅化合物はさらに酸化，分解して硫酸銅となり，これが沈殿物になると推定される．

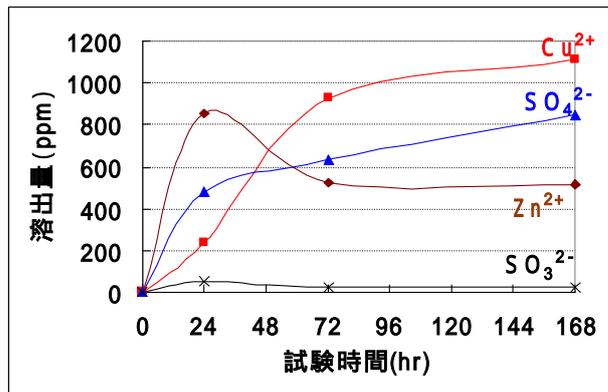
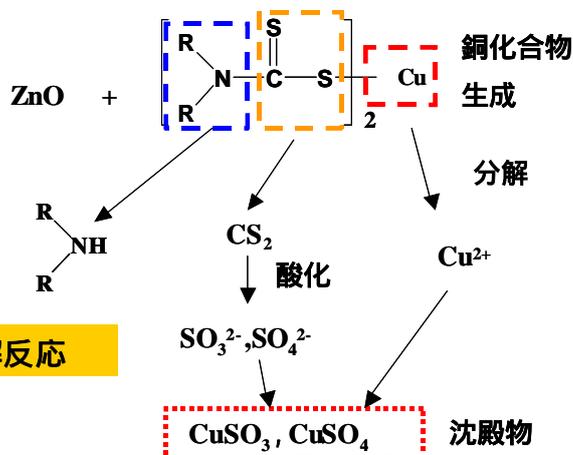
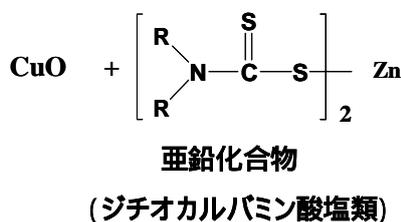


図 11 . 各溶出物と量

銅の酸化反応



酸化銅と亜鉛化合物の交換反応



銅化合物の酸化分解反応

図 12 . 銅溶出及び沈殿メカニズム

7 . 実用検討と結果

7 - 1 . 実用配合の設定

銅溶出量を極小化するための実用配合を検討した．検討は，基礎検討から選定したZnBDCを使用，その他ZnMBT，DTDM，イオウの4因子，5水準，26回の実験計画法にて24時間の銅溶出量との関係を実験した³⁾．

その結果、重相関係数はZnBDC，ZnMBT，2因子にて0.93となり，回帰式より銅溶出量との関係を図 13に示す．銅溶出量はZnMBTが多く，かつZnBDCが少ないほど少なくなる．加硫速度，加硫物性も考慮して推定値0～30ppm内の印を最適値とし，実用配合を設定した．

表 2 に基本配合と実用配合の違いを示す．

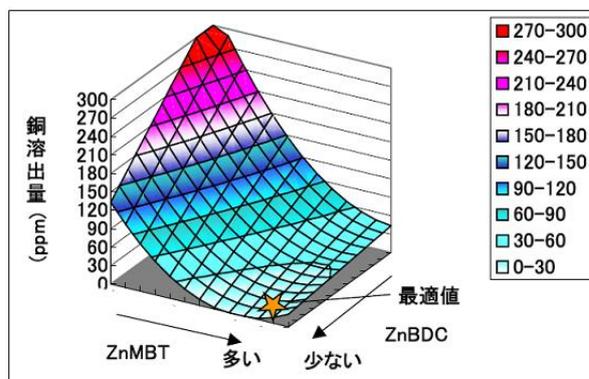


図 13 . 銅溶出量と促進剤量の関係

表 2 . 基本配合と実用配合

原材料	基本配合	実用配合
EPDM	100	
カーボン	60	
活性亜鉛華	3	
ステアリン酸	1	
ZnEPDC	多い	-
ZnBDC	-	少ない
ZnMBT	少ない	多い
DTDM	適量	
Sulfur		

7 - 2 . 銅溶出量の確認

基本配合と実用配合で銅溶出量を測定した。結果を図 14 に示す。

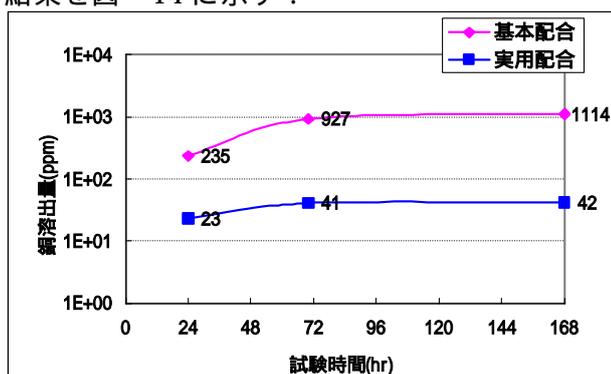


図 14 . 基本配合と実用配合の銅溶出量

実用配合は基本配合と比較して大幅に銅溶出量を少なくすることができた。実用配合の銅溶出量は、予測値を検証することができ銅溶出量を極小化することができた。

7 - 3 . 沈殿量の確認

図 15 は銅溶出試験168時間後、遠心分離後の基本配合と実用配合の沈殿量を示す。実用配合は基本配合と比較して、大幅に沈殿量が少ないことが確認できた。

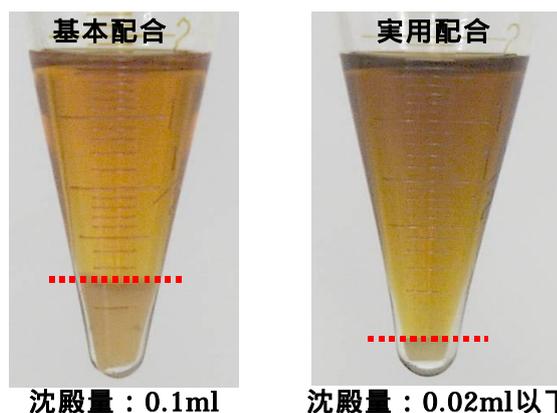


図 15 . 基本配合と実用配合の銅溶出後の沈殿量

8 . 結論

銅溶出量を抑制するためには、以下事項が考えられる。

- 1) ジチオカルバミン酸塩系促進剤の種類の選定
- 2) ジチオカルバミン酸塩系とチアゾール系促進剤の最適量

銅溶出及び沈殿の主なメカニズムは以下事項の順序で起こると考えられる。

- 1) 銅の酸化反応
- 2) 酸化銅と加硫促進剤との交換反応
- 3) 銅化合物の酸化分解反応

本検討結果より、実用配合は基本配合と比較して銅溶出量、沈殿量ともに大幅に抑えることができた。

本報を含めた低汚染材料を検討するポイントとして、媒体種と配管系により汚染メカニズムが異なることが考えられる。今後、実使用における条件の把握とそれを再現する材料評価方法の確立が重要である。

参考文献

- 1) 大内新興化学工業(株)編：NOC技術ノート，244
- 2) 大北忠男ら，日本ゴム協会誌，51，(5)，324 (1978)
- 3) 福田弘，中島邦彦，宮原隆，名古屋ゴム技報，14，80 (1972)

新技術紹介

射出成形解析における圧力予測精度の向上

Improvement of Prediction Accuracy of Pressure in Injection Molding Analysis

西郷 栄人*1, 松葉 恭尚*2

1. はじめに

弊社では内外装部品事業部を中心に、射出成形を利用した樹脂製の自動車部品製造を多く行っている。中でも加飾製品と呼ばれるラジエータグリルやバックドアガーニッシュといった部品は、めっき等の表面処理が施され、お客様から高い外観品質が求められる。

射出成形は溶融樹脂を金型へ充填し成形する工法であるが、樹脂は高粘度で流動性が低い為、樹脂の注入口であるゲートを複数設置し成形する。ここで、ゲートが少ないと高圧により金型が変形してバリ不良が発生、逆にゲートが多いと金型費用が高額になるため、適切なゲート数の設置が要求される。

そこで、金型製作前に適切なゲート数を確認するため、射出成形解析というシミュレーション技術を用いるが、弊社でのグリル・バックドアガーニッシュの射出成形解析では圧力が高く解析される(図1)ためにゲートを過剰に設置する不具合が発生していた。

今回は、その射出成形解析において、圧力に対し実測に基づいた予測精度の向上方法を確立したので紹介する。

2. 誤差要因の推定

射出成形解析では、製品形状・ゲート位置・成形条件および使用する材料粘度を入力して圧力や温度の出力結果を得、ゲート数やゲート位置が適正かを確認している。

入力条件の中でも材料粘度については、キャピラリーレオメータという機器を利用し、せん断速度毎の材料粘度を測定し、一般的な粘度式である修正Cross式(7パラメータ)にフィッティングして利用している(図

2)。また、キャピラリーレオメータはラボ試験機のため、20g程度の樹脂を1mm長さ10~40mm程度の、狭く短い流路を通過させて粘度測定する。しかしながら、製品の成形は500g以上を射出し、肉厚3mm・流路長300mm以上と、規模が大きく異なる。

その規模の違いから流動する樹脂の分子状態が異なり、ラボ測定と製品成形では粘度が異なることが圧力予測の誤差要因となっていると考えられる。

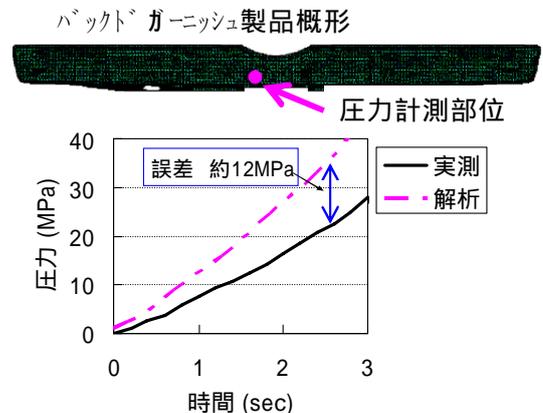


図1. バックドアガーニッシュの実測と解析の圧力

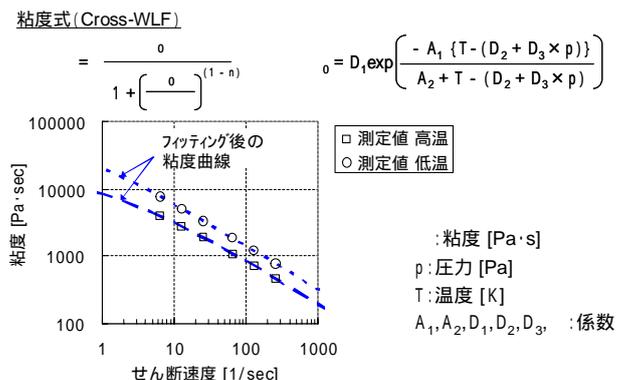


図2. フィッティング式と粘度の測定値

*1 Yoshihito Saigo 金型機械センター デジタルエンジニアリング部
*2 Yasunao Matsuba 金型機械センター デジタルエンジニアリング部

3. 開発概要

今回の開発では、製品と同等な肉厚や流路長の実成形にて圧力データを入手し、その圧力に対し粘度式のフィッティングパラメータを最適化することで、粘度の差異を最小化することとした。また、実験誤差を最小化するため、大型の平板テストピースを使用して圧力計測を実施した(図 3)。その際、成形条件についても製品で利用する範囲を網羅するよう留意した。

得られた様々な条件での圧力に対し、実測の圧力と解析の圧力との誤差が最小化されるように、粘度式のフィッティングパラメータを最適化した。その最適化の一例を図 4 に示す。同様に全てのパラメータに実施した結果、これまで使用してきた粘度は20%程度低下した(図 5)。ここで、粘度の低下については、実製品では流路長が長く樹脂がせん断応力を長時間受けるために分子配向が強くなることで発生するという誤差要因の推定に一致した。

最適化した粘度を使用し誤差の大きかった製品の圧力を検証した結果、実製品の圧力についても誤差が大幅に改善された(図 6)。

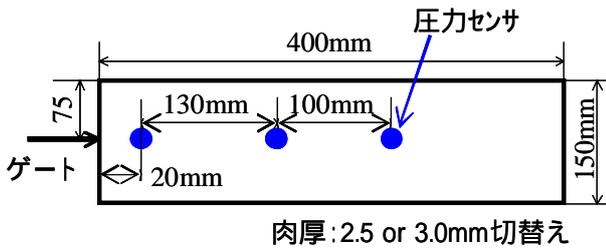


図 3. テストピース概形

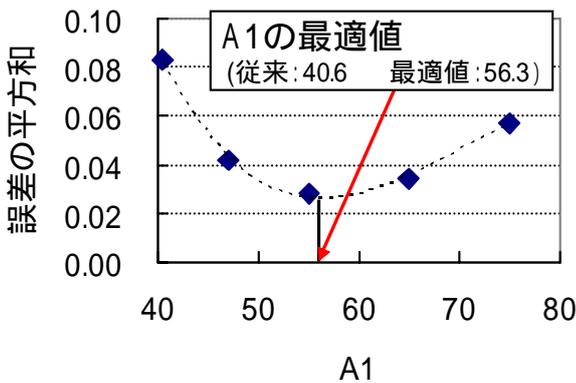


図 4. A1の最適化の例

4. おわりに

狭く短い流路で測定した材料の粘度に対し、実験で得られた圧力から粘度を最適化することで、射出成形解析の圧力予測精度を向上できた。

今後は、今回開発した圧力予測手法を利用し、量産化する製品について適正なゲート数の設定に活用する。また本手法を横展開し、様々な製品に対して圧力の予測精度を向上し、実務活用していく。

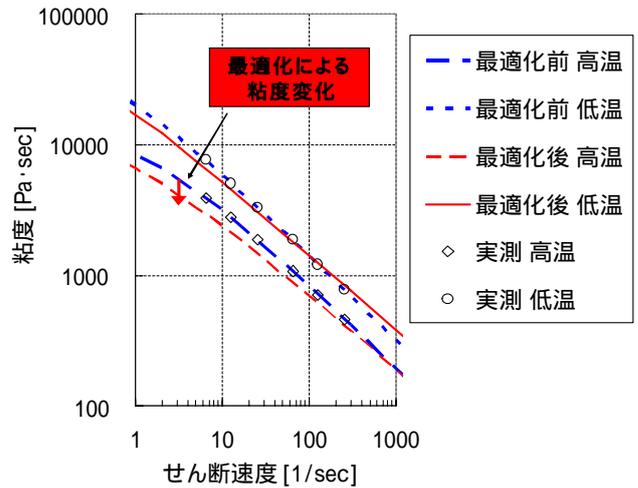


図 5. 最適化された粘度

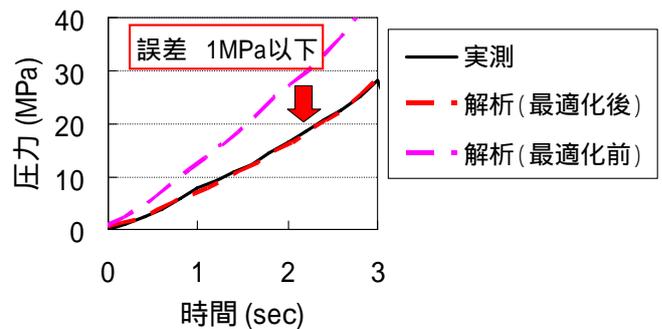


図 6. 製品での圧力の検証 (実成形・解析)

≡≡≡ 新製品紹介 ≡≡≡

プレスドア用 両面テープレス ドアW/S Tape Less Door W/S for Press Door

三浦好広*1

1. はじめに

近年、自動車の軽量化、コスト低減のニーズが特に高まってきている。一般的にプレスドアに搭載するドアウエザストリップの場合、固定性の確保とシール性を向上するために両面テープが使われている。今回、断面形状を見直すことによって両面テープを廃止、低コスト化し、ヴィッツ、アクアにて量産化したのでその概要について報告する。

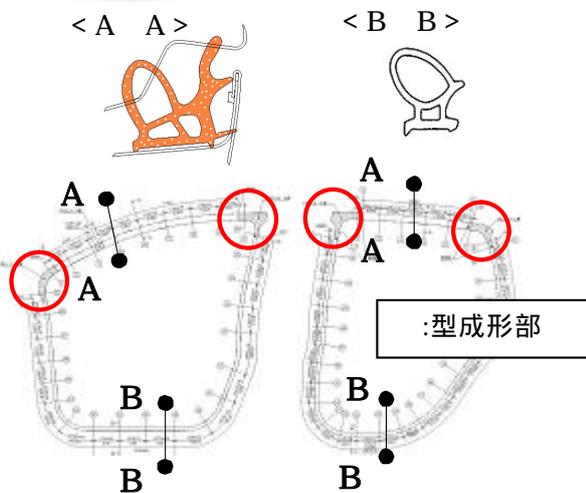


図 1. 装着部位と製品仕様

2. 製品の概要

ドアウエザストリップはサイドドアの開口部に装着され、車外からの雨、埃、音などの室内への進入を防止し、ドアの閉まり性に大きな影響を与えることなくスムーズな開閉をサポートする役割を持つ。図 1 に装着部位および製品仕様を示す。

3. 従来仕様

従来のプレスドア用ドアウエザストリップは、2本（もしくは3本）の押出素材からなりそれらを型成形し、構成部品（クリップ等）を付与することで製品が構成されている。

従来のA-A断面は図 2 に示すように、固定性を確保するため、取り付け部にクリップと両面テープを併用していた。

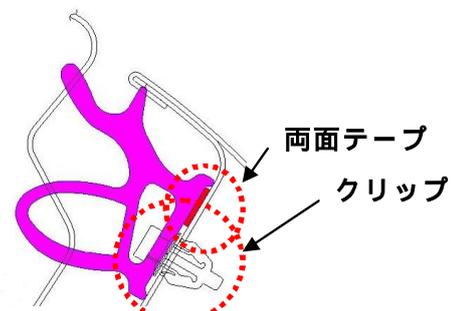


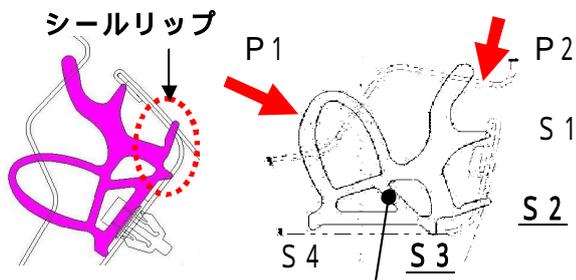
図 2. 従来断面

両面テープを適用することで確実にパネルに固定すると共に、高い止水性と排水性を確保していた。

*1 Yoshihiro Miura オートモーティブシーリング事業部 技術部 製品設計室

4. 開発品仕様

従来断面は、両面テープ貼付によるコスト高と再組付性（リペア性）が悪いという課題があり、今回、両面テープ廃止を狙い断面開発を行なった。



入力P1をS3に伝える柱を設定
図 3. シールの考え方

今回の断面は、図 3 に示すように、シールリップS2及びS3を追加設定し、両面テープの代替とすることで現行同等のシール性の確保を狙った。

S2リップは、S1リップ背面から進入した水を車両前方へ排水し、S3リップ付近への入水を抑える役割を持つ。

S3リップは、S2リップを乗り越えて進入してきた水を確実にシールさせる目的で設定し、ドア閉時P1及びP2からの力を確実にS3へ伝える為、柱を設定し高いシール性を確保した。

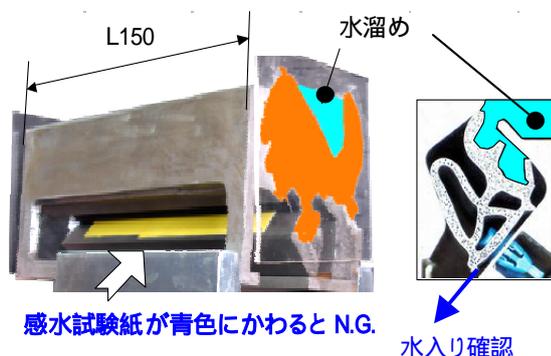


図 4. 試験方法（治具）

図 4 に試験方法，下記に結果を示す。

試験条件	W/S ASSY状態	水もれ評価結果	評価
		24h後	
ドア建付最悪		 水漏れ無し	
追加リップカット品		 水漏れ無し	
荷重下限品		 水漏れ無し	
へたり品		 水漏れ無し	
長さ変更品(+1.5)		 水漏れ無し	
長さ変更品(-1.5)		 水漏れ無し	

各試験条件にて水もれ無しを確認，実車評価においても問題ないことを確認した。

5. おわりに

今回量産化した両面テープレス断面を今後のプレスドア用ドアウエザストリップの標準断面として活用，展開していく予定である。最後に，本製品の開発にご支援，ご指導頂いたトヨタ自動車(株)ならびに (株)豊田自動織機，トヨタ自動車東日本(株)，関係各部署の方々に厚くお礼を申し上げます。

新製品紹介

モップ付空気清浄機 Air Purifier with Mop

山口 秀明 *1

1. はじめに

家電製品市場において、空気清浄機は一家に一台の時代から、一部屋に一台使用されるまでの商品となっている。さらに海外での市場も年々拡大してきており、欧州、中国、インドと空気清浄機はグローバルな商品と変化を遂げてきている。

日本の市場における製品仕様は、一般的な空気清浄機能に加え、加湿機能を搭載した製品が主流になっている。10年以上もの受注を頂いているダイキン工業殿も加湿機能搭載型、更には除湿・加湿機能を搭載した除加湿清浄機といった性能・機能も多様化した商品が開発されてい

る。そんな環境の中、ユーザーニーズをつかんだ商品の一つとして、空気清浄機に「モップ収納ボックス」を搭載した空気清浄機の開発をされ、製品開発の参画～製造までの受注を頂き、発売されたのでここに紹介する。

(写真 1)

2. 製品概要 (写真 2)

本製品はダイキン工業殿より「キレイのしっぽ」の商品名で発売されており、空気清浄機の側面に「モップ収納ボックス」を搭載しそのボックスに付属の「帯電式ハンディモップ」を収納できるようになっている。



写真 1 モップ付き空気清浄機

写真 2 製品概要

*1 Hideaki Yamaguchi 内外装部品事業部 特機部 技術室

その「帯電式ハンディモップ」で家具上のハウスダストを、空気清浄機で空気中の汚れを取る。大きな特徴はその「帯電式ハンディモップ」を使用後「モップ収納ボックス」へ差し込むとモップのホコリを脱離し、使用時は「帯電式ハンディモップ」を引き抜くことでホコリの吸着力をモップへ付与する（復活させる）仕様になっている。

3．特徴

3 - 1．除電構造（図 1）

上述したように、本製品は使用後の「帯電式ハンディモップ」を「モップ収納ボックス」へ差し込むことで、モップについたホコリを脱離し易くし、大きなホコリは「モップ収納ボックス」内に設置されているゴミボックスへ溜まり、細かいモップのホコリは空気清浄機が吸引する仕組みになっている。モップに付いたホコリを脱離し易くするために、除電体を有している。除電体は、導電性樹脂を採用し本部品をモップが通るとモップを除電しホコリの脱離を補助している。さらに除電体の表面に帯電防止シートを貼ることでさらに効果をあげている。

3 - 2．帯電構造（図 2）

本製品のもうひとつの特徴は、モップ使用時にモップを本製品から引き抜くと「帯電式ハンディモップ」の性能に加えそのモップに静電気が発生しホコリの吸着を高める帯電体を有していることにある。帯電体はナイロン樹脂の採用、帯電しやすい凹凸形状にすることでその機能を発揮させている。この「帯電式ハンディモップ」と帯電体の組み合わせによりモップはいつでもキレイで繰り返し使用できるようになっている。

3 - 3．塗装レス意匠

歴代の空気清浄機の経験を生かし、空気清浄機本体とモップ収納ボックスのフロント&リア部品に「高光沢塗装レス意匠」を採用した。

4．おわりに

空気清浄機で主に大変長いお付き合いをさせていただいているダイキン工業殿は、その技術を生かし今後も更なる商品開発を実施されることと思います。

空気清浄機の開発で得た経験を最大限に生かし、新商品に対するご協力と継続したより良い製品づくりに今後も努力していきたい。最後に本製品の量産化にあたり多大なるご指導を頂いたダイキン工業株式会社殿の方々に深く感謝いたします。

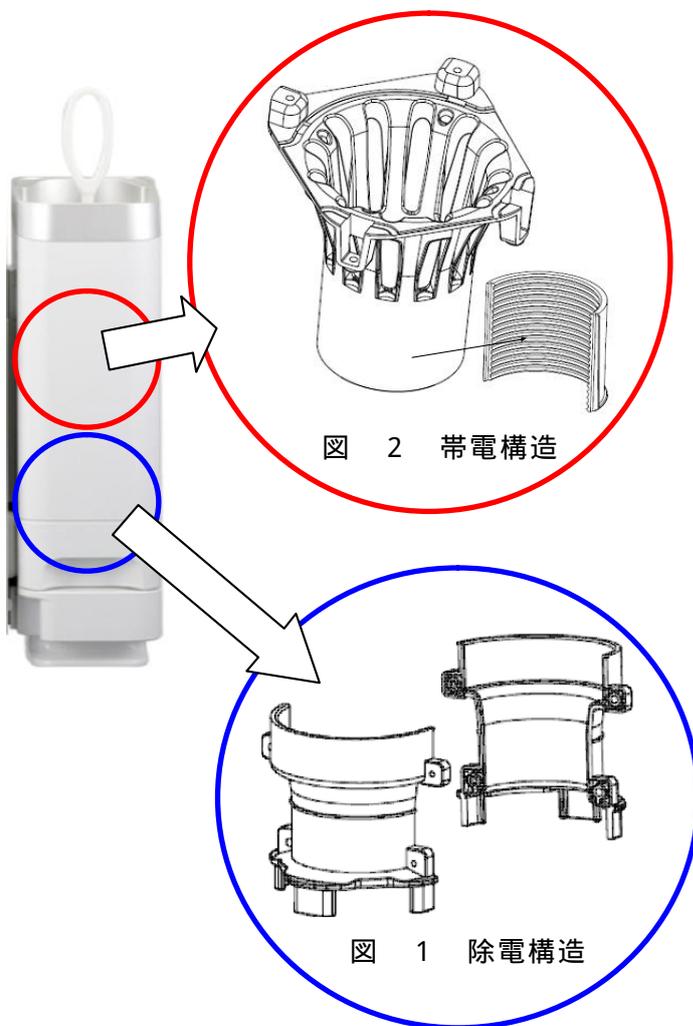


図 2 帯電構造

図 1 除電構造

特許紹介

LEDランプユニット

特許 4857635

発明者 苗代光博，市川忠沖

[発明の属する技術分野]

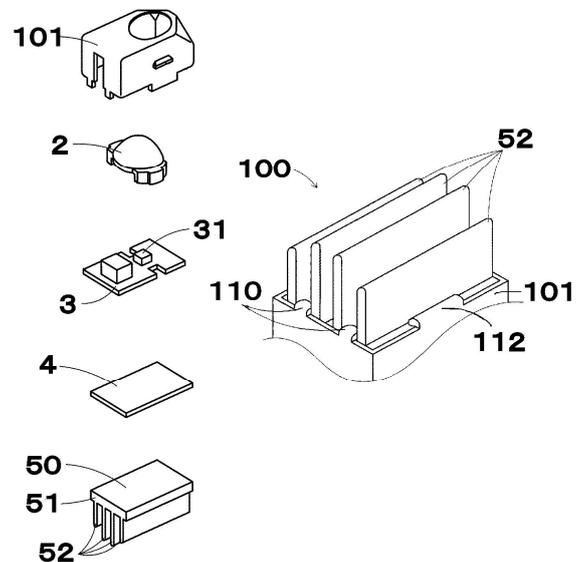
本発明はLEDランプユニットに関する。

[発明の概要]

ベース部51と平板状のフィン52とを備えるヒートシンク50と，ベース部51と基板3との間に配置される熱伝導層4と，基板3に実装されるLED光源31と，基板3に対して位置決めされるレンズ2とからなり，第1係止爪110はベース部51に対して第1水平軸方向にケース101を固定し，第2係止爪112はベース部51に対して第2水平軸方向にケース101を固定し，第1水平軸方向と第2水平軸方向とが直交するLEDランプユニット100。

[発明の効果]

レンズとLED光源との位置のズレや誤差が生じにくく，レンズによる高精度の配光制御が実現される。



ウエザストリップ，その製造方法及びその金型装置

特許 4479448

発明者 木村信元，伊藤雅彦，久保嘉久，森山理文

[発明の属する技術分野]

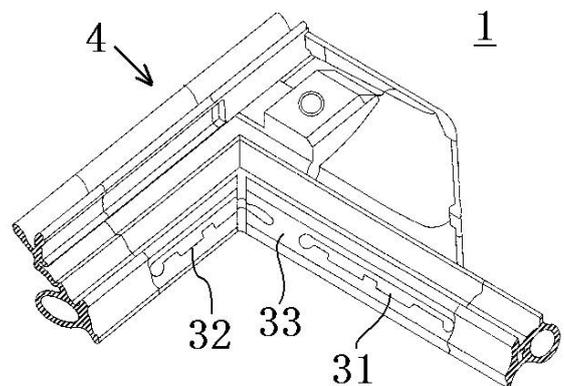
本発明は，型成形部を有してなるウエザストリップ，その製造方法及びその金型装置に関する。

[発明の概要]

コーナ部の型成形部4の内角が100度以下のウエザストリップ1であって，コア金型抜き用に縦辺部に形成される第1のスリット31と，横辺部から縦辺部まで連続して形成される第2のスリット32が設けられ，両スリットの間には基底部の肉厚と同じ肉厚のブリッジ部33が設けられていることを特徴とする。

[発明の効果]

2つのコア金型抜き用スリットの間にはブリッジ部を設けることによって，型成形後にスリット部を閉じて接着する必要がなくなる。



キャップ装置

特許 4617779

発明者 波賀野博之

[発明の属する技術分野]

本発明は、クリック音を発生させるトルク伝達機構を備えたキャップ装置に関する。

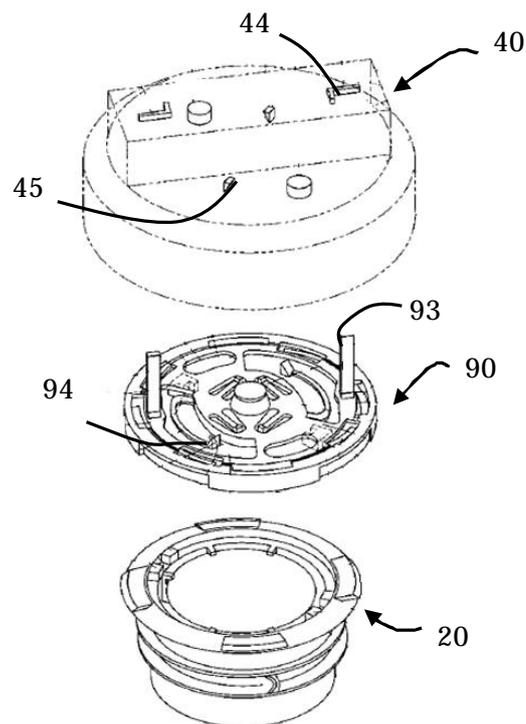
[発明の概要]

本キャップ装置は、蓋体40と、タンク開口を閉鎖する閉止体20と、両者間に配置された樹脂プレート90を有する。

蓋体40を回転させると、伝達リブ44からプレートに一体成形されたバネ93を通じて、閉止体20を回転させる。回転トルクが一定以上になると、アーム94が係合部45を乗り越え、クリック音が発生するとともに、バネ93は弾性変形する。そして、操作者が手を離すと、アーム94は、バネ93の復元力により、初期位置に戻る。

[発明の効果]

部品点数が少ない簡単な構成で、クリック音発生と初期位置に復元する構成を実現できる。



サイドエアバッグ装置

特許 4618271

発明者 棚瀬利則，佐藤 栄治，小山 享

[発明の属する技術分野]

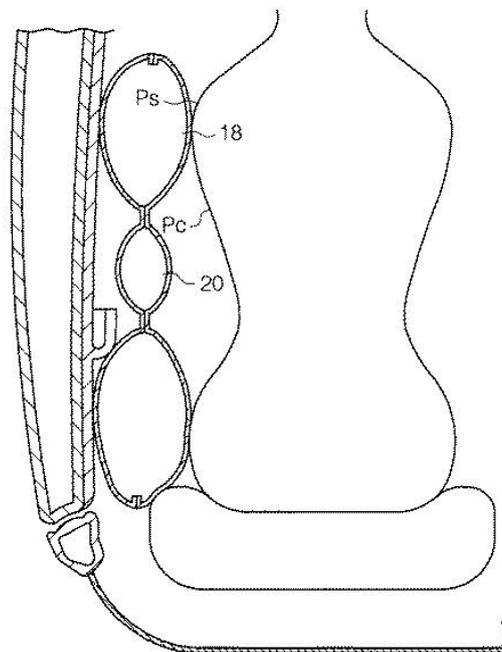
本発明は、シート側面に配置されるサイドエアバッグ装置に関する。

[発明の概要]

乗員肩部Psに対応する膨張部18と胸部Pcに対応する膨張部20とを備え、肩部膨張部18は、胸部膨張部20より先に展開膨張し、膨張完了時の厚みも胸部膨張部20より大きくしたことを特徴とする。

[発明の効果]

側突時に、ボディサイド部が車室内側に大きく変形進入場合にも、それに先立ち、外部からの衝撃に対する耐性値の高い乗員肩部を押し、乗員を車室内側に移動させることができ、胸部を十分に保護することができる。



族窒化物系化合物半導体発光素子

特許 4853198

発明者 山田修平，奥野浩司，齋藤義樹，豊田優介

[発明の属する技術分野]

本発明は，窒化物半導体による青色LEDの静電耐圧特性の向上を図るものである．

[発明の概要]

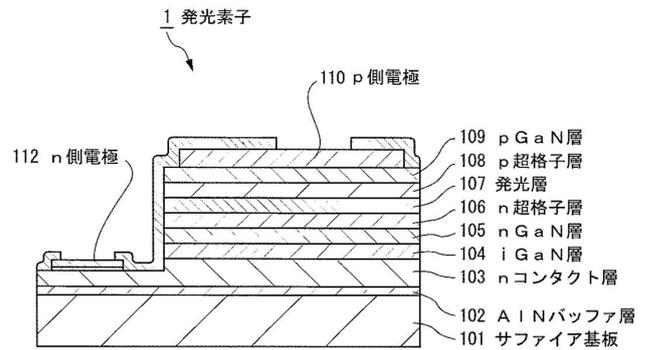
AINバッファ層（102）と発光層（107）との間に，

1 cm³あたりのSi原子の量と膜厚 [] の積により定められる特性値が $0.9 \times 10^{21} \sim 3.6 \times 10^{21}$ [atoms · / cm³] のnGa₂N層（105）と膜厚が1500 ~ 4000 [] で，RMSが3 ~ 12 [nm] の粗さを有するiGa₂N層（104）とが

形成されていることを特徴とする．

[発明の効果]

静電耐圧特性が向上する．



編集後記

2011年の東日本大震災以降、日本の電力事情が著しく悪化し、夏場・冬場の電力供給が危ぶまれる事態を招いている。結果として、エネルギー問題を真剣に考えさせられ再生可能エネルギーへの期待が大きく高まった。こうした事態に対し再生可能エネルギーの導入と省エネルギーを推進することは、化石燃料依存型社会から脱皮すべき重要な技術と考えます。

今回の弊社技報においては、環境に焦点をあて『持続可能な社会をめざして』の特集号を発刊するに至り、弊社の環境の取組み、LEDの適用事例、リサイクル技術等をご紹介します。

豊田合成技報編集委員会 編集委員長 齊藤克己（技術管理部） 編集委員 小林裕之（開発センター） 未広好伸（研究センター） 松浦元司（材料技術部） 岡峰正直（施設環境部） 早川修（内外装部品事業部） 山口秀明（内外装部品事業部） 堀田昌利（オートモーティブシーリング事業部） 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） 藤本徹（金型機械センター）	豊田合成技報 第54巻 (禁無断転載) 2012年 12月27日発行 発行所 豊田合成株式会社 発行人 市川 昌好 © 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
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
みよし物流センター	〒470-0207 愛知県みよし市福谷町根浦 141番地	Tel (0561) 35-5399