



TOYODA GOSEI

TECHNICAL REVIEW

Vol. 59 2017

特集：様変わりする車社会を支える製品開発



目 次

巻頭言		「革新（イノベーション）と挑戦（チャレンジ）」	石川 卓	1
特集	「様変わりする車社会を支える製品開発」			
	特別寄稿	ベンチャー企業での自動車開発	GLM(株) 藤墳 裕次	2
	総説	自動運転・電動化に対応した技術開発	川島大一郎	7
	論文	「第45回 東京モーターショー」への出展	荒川 佳則	12
		未来のクルマのあり方を描く“Flesby II”	渡邊 千穂	14
		コンセプトを具現化するデザインモデル技術	海沼 智実	19
		コンセプトを表現する電子技術	福井 峰雄 恩田 敬治	22
		樹脂部品の将来を提案する	小澤 竜也	24
		e-Rubber と “クルマ”	藤原 武史 竹内 宏充	27
		光の新たな価値創出	白井 恵奈 浅川れんげ 田中 義治	33
一般	論文	TGLSS (Toyoda-Gosei Logistic Support System) 脇見・居眠り警報ハンドルの開発	日比野康司 志賀 一三 小島 史泰	35
		グリップセンサー付きハンドルの開発	水野 喜夫 木原 久典 岡田 啓誉 杉山 剛司 塚本 尚樹	39
		高剛性ゴム材料開発による軽量化	瀬尾 明繁 栗本 英一	43
		ヘッドランプの小型軽量化に貢献する 高効率LEDの開発	和田 聡 荒添 直棋 古関 正賢 TSオプト(株) 矢羽田孝輔 TSオプト(株) 渡邊 宗隆	49
		クリスタルアクリルグリルの開発	飯村 公浩 杉浦 辰哉 大庭 達也 水野 友章 大竹 智文 小林 達也 白井 栄二 白井 智広 小池 博登	54

一 般	論文	e-Rubber 用誘電材料の開発 アドバンスト・ソフトマテリアルズ(株)	中井 孝憲 馬場 一将 竹内 宏充 井上 勝成	58
	新技術紹介	パワーデバイスの計測技術	林 伸亮 恩田 敬治 吉田 卓矢	64
		刃具たわみを見込んだ高効率金型切削加工	坂本 憲治	66
		燃料チューブの外観自動検査技術	王 蕾	68
		ウェザストリップ エア穴自動検査	水野 昌平 有森 貴人	71
		長寿命かつメンテナンス性に優れたマンドレル搬送用パレットの開発	伊藤 彰人	73
		赤外線溶着技術の確立	吉川 昌宏 三品 隆博 鈴木 久和	76
		インフレータ生産工程における耐圧試験機のコンパクト化技術	木納 雄一 牧野秀一郎	79
		エアバッグ展開シミュレーションの要素技術	楠原 由人 青木 雅司 井田 等 浅岡 道久	81
	太陽光 LED	関 聡美 三輪 朋弘	83	
	新製品紹介	薄型リッド両開きコンソール	菱田 裕	85
		小型ポップアップフードアクチュエータ	青山 讓二	87
		フラッシュサーフェイスドア対応ガラスラン	木下 靖之	89
		サイドカバー（トランスミッション部品）の樹脂化	前田 逸郎 尾形 正裕 間瀬 佳昭 酒井 信弥	91
特許紹介	特許紹介		93	

CONTENTS

Preface		Innovation and Challenge	Takashi Ishikawa	1
Feature	Product Development to Support Changing Car Society			
	Contribution	Vehicle Development at Venture Companies	GLM.Co.,Ltd. Yuji Fujitsuka	2
	Review	Technical Development corresponding with Autonomous Driving / Electrification	Daiichiro Kawashima	7
	Technical Paper	Exhibition at the 45th Tokyo Motor Show	Yoshinori Arakawa	12
		"Flesby II" — One Embodiment of a Future Vehicle	Chiho Watanabe	14
		Prototyping Technology for Concept Realization	Tomomi Kainuma	19
		Electronic Technology for Concept Representation	Mineo Fukui Keiji Onda	22
		Representation of the Future of Plastic Parts	Tatsuya Kozawa	24
		e-Rubber and Future Vehicles	Takeshi Fujiwara Hiromitsu Takeuchi	27
		The Creation of New Value with Light	Keina Shirai Renge Asakawa Yoshiharu Tanaka	33
General Article	Technical Paper	Development of a Steering Wheel to Prevent Dozing and Inattentive Driving	Yasushi Hibino Ichizo Shiga Fumiyasu Kojima	35
		Development of Steering Wheel with Grip Sensor	Yoshio Mizuno Hisanori Kihara Hirotaka Okada Takeshi Sugiyama Naoki Tsukamoto	39
		Lightweight with Development of High- stiffness Rubber Materials	Akishige Seo Hidekazu Kurimoto	43
		Development of High Efficiency LEDs that Contribute to Reduced Headlamp Size and Weight	Satoshi Wada Naoki Arazoe Masakata Koseki Kosuke Yahata Munetaka Watanabe	49
		Development of Crystal Acrylic Radiator Grille	Kimihiro Iimura Tatsuya Sugiura Tatsuya Oba Tomoaki Mizuno Tomofumi Otake Tatsuya Kobayashi Eiji Shirai Tomohiro Shirai Hiroto Koike	54

General Article	Technical Paper	Development of Dielectric Materials for e-Rubber ASM	Takanori Nakai Kazumasa Baba Hiromitsu Takeuchi Katsunari Inoue	58
	New Technology	Power Device Measurement Technology	Nobuaki Hayashi Keiji Onda Takuya Yoshida	64
		High Efficiency Mold Machining by Anticipation of Cutting Tool Deflection	Kenji Sakamoto	66
		Automatic Inspection Technology for Fuel Tube Appearance	Lei Wang	68
		Automatic Weatherstrip Air Hole Inspection	Shohei Mizuno Takato Arimori	71
		Development of Mandrel Conveyance Palette for Longer Life and Easy Maintenance	Akihito Ito	73
		Establishment of Infrared Welding Technology	Masahiro Yoshikawa Takahiro Mishina Hisakazu Suzuki	76
		Technology for More Compact Pressure Test Machines in Inflator Manufacturing Process	Yuichi Kino Shuichiro Makino	79
		Elemental Technology for Airbag Deployment Simulation	Yoshito Kusuhara Masashi Aoki Hitoshi Ida Michihisa Asaoka	81
		Sunlight LED	Satomi Seki Tomohiro Miwa	83
New Products	Double Open Thin-Type Rid Console	Yu Hishida	85	
	Compact Pop-Up Hood Actuator	Joji Aoyama	87	
	Glass Run for Flush Surface Door	Yasuyuki Kinoshita	89	
	Resinification of Side Cover (Transmission Parts)	Itsuro Maeda Masahiro Ogata Yoshiaki Mase Shinya Sakai	91	
Patents	Patents		93	

「革新(イノベーション)と挑戦(チャレンジ)」



常務執行役員
石川 卓

経済学者ヨーゼフ・シュンペーターは、イノベーションの特徴の一つとして、「イノベーションの成否は、市場によって決定される」としています。分かり易く言えば、「開発段階ではイノベーションは起きておらず、その技術が革新的か否かでもない、技術を使った新製品が爆発的に売れて初めて、イノベーションが産まれたことになる。」

自動車技術の中でのイノベーションとは、ここ20年位では、「環境性能」という新しい商品価値をつくった「ハイブリット技術」だと言われています。他方、スマートフォンやゲーム機に代表されるように、身近な家電製品やIT業界では数多の破壊的イノベーションが生まれ、その結果として多くの老舗企業が苦境に陥ってもあります。そして、今、自動車の世界でも、次のイノベーションが起きようとしています。その答えが、昨今あらゆる所で取り沙汰されている「自動運転」と「電動化」の中にあるのか、「クラウドコンピューティング」が前提となるのか、或いは、全く違うキーワードの中にあるのか、私たち開発陣に突き付けられた大きなテーマであると捉えています。同時に、これらキーワードでは、従来技術の延長線にある開発競争のみならず、競争相手も、更には戦う土俵さえも、これまで経験してきた世界とは異なってきています。私たちは今、様々な変革の波と向き合っています、弊社が取り組むべき方向性について、私たち一人ひとりが何をすべきか考えるきっかけにすべく、本誌のタイトルを「車社会の変革」としました。

車社会そのものが大きく変革を求められている中においては、既存の製品、既存のものづくりにとらわれず、材料、素材から、工場のIoT化、物流、マーケティングに至るまで、ビジネス全体を通したあらゆるイノベーションが求められています。

もう一つ、付け加えると先に紹介したシュンペーターは、「いくら馬車を列ねても、それによって決して新しい鉄道を得ることは出来ない」とも言っています。

このように変化のスピードや変化の大きさが著しい環境下ではありますが、忘れてはいけないのが、弊社はイノベーションの代表事例である「青色LED」の開発と実用化を世界に先駆けて世に送り出した企業であるということです。豊田合成のDNAとして脈々と受け継がれている「挑戦する心」を大事にし、「車社会の変革」に一丸となって立ち向かおうではありませんか。

本誌の特集では、2017年10月に開催された「第45回東京モーターショー」への出展技術としました。将来の自動車のあり方に向けた弊社からの提案です。興味を持って読んで頂ければと思います。

また、今回、特別寄稿として、今まさに時流に乗った電気自動車の開発に取り組まれ、開発スタートから僅か5年で「トミーカイラZZ」をEV車として復活させ、世に送り出したベンチャー企業GLM社の技術本部長、藤壇様に執筆をお願いしました。世界の各社が、取り組みを強化している「電動化」の先駆者でもあり、また、京都発にこめられた内面的なもの、そして何よりも挑戦し続けるマインド、私たちがあらためて見つめ直さなければならないことにも気付かせてくれる貴重なヒントが多々含まれていると感じています。

是非、楽しみつつご一読いただければ幸甚です。

ベンチャー企業での自動車開発

藤墳裕次^{*1}

Vehicle Development at Venture Companies

Yuji Fujitsuka^{*1}

1. はじめに

はじめまして。GLM（株）の藤墳と申します。「GLM」と聞いてご存じ無い方も多いかと思いますが、京都にある電気自動車のベンチャー企業です。2010年に設立し今年で8年目となります。私は約7年前までトヨタ自動車で車体設計に従事しておりました。トヨタ時代に石川常務執行役員様とご縁がありまして、僭越ながら今回このような場で弊社の取り組みを紹介させていただくことになりました。石川様ありがとうございます。

さて、タイトルにあります「ベンチャー企業での自動車開発」についてお話させていただきます。

皆様ご存じのとおり、通常の自動車開発は自動車メーカーやパートナー企業など多くの会社の何千もの人々が協力しながら企画・開発・量産・販売等を行っております。多くの自動車メーカーが高性能かつ高品質なクルマをタイムリーに大量生産し、購入されたお客様はその品質と価格に満足され、自動車開発・量産・販売に関わる多くの会社や従業員はその仕事により安定した生活ができることなど、日本の自動車産業は成熟した産業と言えます。そんな中、あえて「ゼロからクルマを作ってみたい」と無謀なことを言っていたのがGLMという会社です。

GLMは京都大学発のベンチャー企業で、当時MBA取得のために社会人学生として京都大学に在籍していた小間裕康（現・代表取締役）が2010年に起業した会社です。設立当時エンジニアは一人もおらず、社員はみな学生。設立後まもなく「トミーカイラZZをEVで復活させる」と宣言していました。トミーカイラとは90年代に有名だった京都のチューニングカーブランドです。チューニングカーブランドが唯一出したフルオリジナルカーがトミーカイラZZ。当時は少量

生産文化が根強い英国生産の輸入車でした。その後トミーカイラは経営破綻し休眠していたのですが、2010年にGLMがトミーカイラブランドをお借りすることができました。私は「トミーカイラZZ、EVで復活」という記事を見て、ゼロからの自動車開発ができるかも知れないことに魅せられ、その門を叩きました。



図ー1 90年代当時のトミーカイラZZ

2. 「何もなかった」

GLMは当時グリーンロードモータースという名前でした。「京都大学ベンチャーのグリーンロードモータース、トミーカイラZZをEVで復活！」という記事を見た時、私はトヨタ自動車に在籍しておりました。「ベンチャーなんかで本当に自動車開発ができるのか？」と疑問に思いつつウェブサイトから問い合わせました。その後会社を覗に行ったのですが、クルマはおろか部品・作業場・工具・CAD、何もありません。設立一年目のベンチャー企業でお金も人もノウハウもない訳ですから何もできていないのが当然なのですが、しがらみや制約なども含めて「何もない」ことに非常に魅力を感じ転職を決意しました。一般的に

*1 GLM(株) 技術本部長

は考えにくい無謀な行動だと思いますが、基準やノウハウがしっかりと整備された「大手企業での万全なものづくり」ではない世界で、純粋にものづくりへのチャレンジをしてみたかったのです。

私は日産自動車、川崎重工業、トヨタ自動車という3つの大手メーカーに勤めた経験があります。大手でのものづくりというのは多少の差はあるものの、「会社ごとに決まった基準やルールの中で、いかに効率的に安くて高品質なものを量産しお客様に提供するか」というやり方だと感じています。

若い方からお年寄りまで、男性でも女性でも、クルマ好きもクルマ嫌いな方も含めて、誰が運転しても安全で便利に使えるようにしなければならぬ。また、会社が保有する生産工場で効率的に作るためにいろいろな制約やルールがある。この「ルール」によって安くて高品質で魅力的な商品をこれだけ短期間に量産することができますので、非常に大切なことだと思います。ただ、そのルールにとらわれすぎてしまうと、クルマってその枠からはみ出せないような気もしていました。

極端なことを言うと、内装や後席を取っ払って究極に軽いクルマを作ってみたとすると、100人のうち99人には「要らない」と言われるのかもしれない。でも、もしかしたら1人はものすごく喜んで下さるのではないかと。原価が上がってしまったり生産効率が悪かったとしても、ものごとを決めるのに常にお客様が喜んで下さる方の選択をする。そういうクルマづくりがあっても良いのではないかという気持ちがどんどん大きくなりました。

3. 「部品が売ってもらえない」

実際にベンチャーでの自動車開発の世界に飛び込んでみると、本当に壁だらけの毎日でした。ご存じのとおりクルマは様々な部品を購入し搭載して初めて完成しますが、最初はクルマに必要な部品を殆ど買うことができませんでした。クルマを完成させるにはどんな部品が必要で、それらの部品はどの会社様が作っているのかは自動車メーカー出身なのである程度知っているのですが、それらの会社様にホームページから問い合わせしても回答がなく、電話をしてもすぐに切られたり、たらい回しにされてしまい結局返信がありません。

自動車部品メーカー様にとってお客様は大手自動車メーカーがほとんどで、それ以外から問い合わせがあることを想定されていないのは当たり前です。そこに、どこのどんな会社かもわからない人から突然電話があり「部品を売って下さい」と言われても、電話口の方が対応に困られたという

ことは容易に想像できます。

その後、何とかして営業担当や技術担当の方まで繋がっても「御社に部品を売って、もし事故でも起きて弊社の信用にキズがつくと困る。取引できません。」と言われるのが殆ど。成熟した日本の自動車産業で起業し、新規にクルマを開発するということはこのような参入障壁があるのだとGLM創業初期は日々痛感しておりました。とにかく自動車関連企業様に一軒一軒コツコツと問い合わせをして、幸運にもお会いできたら「こんな想いでクルマを作りたいと思っています。お力添えいただけませんか？」とお話をさせていただき、部品を供給していただくお願いを続けながら、クルマの設計と資金調達の為の投資家回りを並行でやっておりました。私は技術者ですが、最初の2～3年は営業的な外回りが大半だったと記憶しています。



図-2 GLM 作業ガレージ (当時)

4. 「これは夢がある」

私自身が車体設計部出身ですので、車両企画を元に一人で車両パッケージ検討からスタートしていたのですが、まずはフレームとシャーシを何とか目途付けしないとEVでもガソリン車でも自動車開発そのものが始まりません。まずはとにかくフレームを製作いただける会社を見つける必要がありました。試作メーカーや自動車メーカー系ボディメーカーなどを徹底的にあたりましたが全滅でした。中には「大変なチャレンジだし個人的には応援したいけど、企画台数100台程度ではどうしても会社を説得できない」と言って謝って下さる方もおられました。そうやっていただけただけことは取引有無に関わらず非常に嬉しいことでした。

その後も諦めずに取引先様開拓の活動を進めていく中で様々なご縁がありました。ある日ご紹介いただいた、とある金属加工会社様から「これは夢がある面白いプロジェクト。協力しますよ。」とさせていただくことができました。真っ暗闇のプロジェクトに一筋の光が見えて非常に嬉しかったことを今でも鮮明に覚えています。

5. 「6人で車両開発」

ようやくガレージ程度の作業場が確保できた創業3年目に、「今まで設計してきたことをベースに、まずは完成度30点でも良いから実車を作ろう！」と試作車製作を実施しました。部品はまだまだ直接購入できないので、解体屋で中古部品を探してはトライを繰り返したり、ヤフオクで買ったりしていました。簡単な工作機械を用いて自分たちでもできる限り製作しました。工具も無いので、社員の個人持ちの工具を持ち寄って日々遅くまで作業していました。

そんなガレージの雰囲気とメンバーのやる気、まだまだ完成度30点の試作車だけを武器に、お付き合いいただきたい取引先様に何度も電話をして無理やり弊社まで足を運んでいただき、試作車現物をお見せしながらとにかく熱意を伝えてお願いを続けました。

「本当はこういうクルマにしたいのですが、まだここまでしか作れていません。もっとこんな部品が必要です。弊社のクルマ作りにご協力いただけませんか、お願いします！」と。現物や現場を見て説明する方が理解いただきやすいと思いつつ活動を続けました。ベンチャーはやれることは多くありませんが、頭でっかちで考え込むよりも「まずはものを作って、とにかく試してみる」と行動することが非常に重要で、そのスピード感を大切にしていきました。そうして一社ずつ弊社にお越しいただき、少しずつお付き合いいただけるようになりました。一方で、供給を約束いただいたバッテリーメーカー様から突然開発を断られたこともありました。

最初はエンジニア1、2名で進めていた活動でしたが、この無謀なものづくりチャレンジに共感してくれる仲間が一人ずつ入社し、各メンバーの専門分野で設計や取引先開拓を進め、少しずつ開発ができる環境になりました。結局、エンジニア6名で車両開発を行いました。



図-3 開発現場

6. 「認証取得の壁」

国内での販売に向け、国内認証の取得にも非常に苦労しました。認証取得のためには自動車の保安基準に適合すれば良いのですが、その基準をクリアしていることを証明するための試験設備がありません。試行錯誤しながら自分たちで実施した試験では認めてもらえませんでした。

大手自動車メーカーでは社内に試験設備と専門担当者がありますが、ベンチャー企業に社内設備を貸してくれる会社はありません。依頼をしようと問い合わせても返事はなし。そこで運輸局に足しげく通いました。最初は「変な会社きた」と思われたかもしれませんが、何度もお伺いすることで少しずつヒントを下さって、そのヒントを元に認証試験ができる会社や設備を手当たり次第探しました。国内だけでなく海外試験機関なども活用しました。

認証試験以外でも商品性を高めるために走り込みが必要です。公道はまだ走れませんし、自社のテストコースもありません。そのため、駐車場や私有地をお借りしたり、空港の滑走路跡地を特別にお借りしたり、教習所が開く前の早朝に無理言って走行させていただいたり、サーキットの走行会で一般ユーザーのクルマと一緒に混走したり、とにかく走行できる場所を探して走りました。そんな活動を体験して、大手自動車メーカーでは全ての設備と人材や情報が揃っており本当に恵まれた環境だったのだと痛感しました。

ここではお伝えできないような課題やトラブルなどもたくさんありましたが、紆余曲折を経て約3年でベース車の無いフルオリジナルカーでの国内認証取得と国内向けの量産車発売を実現しました。



図-4 教習所での試作車走行テスト

7. ものづくりの「楽しさ」と「重さ」

取引先様開拓や部品調達・資金調達・人材確保など、さまざまな壁や課題を何とか乗り越え、ゼロからの自動車開発をどうにかこうにか実現し、車両が完成した直後のメンバー打ち上げでは本当に嬉しくて、お酒を飲みすぎて酔いつぶれてしまうほど楽しくてしんどくて刺激的なものづくりを経験することができました。壁や障害が大きかった分、完成した喜びも今までのものづくりには無いほど大きい感動がありました。技術者として本当に幸せなことです。

一方で、実際にお客様に車両を販売することは日々大変なことばかりです。ご予約いただいたお客様への納期が遅れてキャンセルされてしまったり、我々の対応が不十分でお客様からお叱りを受けたり、車両不具合でお叱りを受けたり、我々がまだまだ未熟なために日々様々なフィードバックを直接お客様から頂戴します。大手企業時代には直接体験できなかったお客様からの直接フィードバックというものが非常にずっしりと重く感じられます。

ものづくりは、当たり前ですが企画～生産までで完了するわけではなく、販売やアフターサービスと続き、お客様がお使いいただく限り終了しないものですが、まさにそれを日々実感しております。

2017年現在、自動車業界は分業化がどんどん進んでおり、製品開発～販売まで全体を経験することはもはや不可能な時代ですが、「お客様あつてのものづくり」ということは決して忘れてはいけない大切なことだと強く思います。

少人数で自動車の企画・開発から、量産、販売までをやってみることで、今まで大手企業で開発に携わっていた時よりも、お客様の存在が非常に近く感じられます。それは良い面悪い面両方あると思います。ですが、自分達が作り上げたものを直接ご意見いただけることは、ものづくり屋にとってこれ以上ない「ものづくりの醍醐味」ではないかと感じます。



図-5 量試車の開発メンバーによるテスト

8. 「お客様と自分のために」

お客様あつてのものづくりと書きましたが、豊田合成の皆様にとって直接のお客様は自動車メーカーになるかと思います。そのお客様に購入いただいて車両が開発・生産され、その先のお客様であるユーザー様に御社製品が渡ります。ですので、ユーザー様のフィードバックを皆様が直接感じることは難しいのかも知れません。

また、開発に携わっておられる皆様の思いだけでは開発上判断できないさまざまな制約もあると想像します。ですが、開発者の思い入れが強く一所懸命こだわって作り上げたものは、良くも悪くもユーザー様は感じて下さると思います。弊社でもこだわってやりきったところは多くのお客様に好意にご評価いただきましたし、やりきれなかった所はたくさんお叱りもいただきました。やはり、こだわって苦労しながらも作り上げたところをお客様はしっかり感じて下さるのだと実感しましたし、実際にお褒めいただいたことは技術者としてこれ以上ないほど嬉しい出来事です。

ベンチャーの一社員が大変おこがましい限りですが、御社におかれましても開発者である皆様が製品に強い思い入れを込められることをユーザーの一人として心から期待しております。そのためには、コスト・質量・競合他社優位性ももちろん大切ですが、「徹底的にこだわったものづくりでお客様が喜ぶシーンが思い浮かぶ」ような魅力的なアイテムを製品に込めていただきたいと思います。そのこだわりをお客様にご評価いただくことが、ものづくりに携わる一員として一番嬉しいことだと私は信じています。失礼を承知で、ものづくりに携わる皆様へのエールとして書かせていただきます。



図-6 量産したトミーカイラ ZZ-EV

9. 「イノベーション」

大手自動車メーカー製の量産車と比べると、我々が開発したトミーカイラ ZZ は 100 個ある評価項目のうち 99 個は劣っているのかも知れません。でも 1 においては他車を凌駕して圧倒的に尖っている。そんなクルマ作りを目指して開発を行ってきました。エアコン、オーディオ、ABS、パワステ、ブレーキブースターも無い。ルーフもドアガラスも無い。荷物入れのトランクも無い。でも軽量コンパクトな車体で低重心。走りは超刺激的で、ハンドルを握るドライバーをワクワクさせるクルマ。高品質で低価格のクルマが大量生産されている現代において、大胆に割り切った尖ったものづくりを達成できたことはある意味では小さなイノベーションを起こせたのではないかと思います。

実際に少人数でゼロからのものづくりをやってみて、最初はしがらみがないと思っていたものの、大手企業とは別のしがらみや制約がたくさんあることに気付かされました。隣の芝生はどうしても青く見えがちですが、大手でも中小でもベンチャーでも、それぞれの環境で必ず制約というものがあるのだと思います。その制約の中でイノベーションを起こせるのかどうかは、メンバーひとりひとりの熱い思いと行動力次第だと私は思います。

皆様に弊社の活動を紹介させていただいたことも何かのご縁だと思っております。いつの日か、皆様とイノベーションを起こせるような魅力的なものづくりをご一緒できる日が来ることを期待しております。そのためにもベンチャー企業として

可能な限り愚直に、お客様に喜んでいただける魅力的なものづくりを続けていきたいと思っております。

トミーカイラ ZZ は、私たち GLM にとって出来の悪いかわいい息子のような存在です。もしご試乗する機会があればぜひワクワクするドライブを楽しんでいただければと思います。



図-7 GLM メンバーとトミーカイラ ZZ

著 者



藤墳裕次

自動運転・電動化に対応した技術開発

川島大一郎^{*1}

Technical Development corresponding with Autonomous Driving / Electrification

Daiichiro Kawashima^{*1}

1. はじめに

現在、クルマを取り巻く環境は、下記のような様々な社会問題を抱えている。

- ・都市への人口集中
- ・事故の下げ止り
- ・高齢化社会
- ・環境汚染（温暖化）

これらの社会問題に対し、安心・安全で、環境にやさしいモビリティ社会の実現を目指し、自動車は「自動運転」「電動化」の大きな変革点にきている。

自動運転は、2017年1月開催のCES（Consumer Electronics Show）にもみられるように、世界各国の自動車企業やIT系企業などの新興企業が積極的に開発に取り組むなど、世界的に関心が高まってきている。

我が国の官民ITS構想・ロードマップ2017においても、自動運転の普及により、人口集中している都市部の交通渋滞や事故率を低減させ、物流交通の効率化、高齢者の移動支援等を達成し、2030年までに世界一安全で円滑な道路交通社会を構築し実現することを目指すとしている。

また電動化は、大都市の環境汚染が悪化している中国・米国・欧州で燃費規制強化や販売義務化（内燃機関の販売禁止等）を背景に開発及び販売が急がれている。主要自動車メーカーはバッテリー充電での電動車（BEV）と燃料電池車（FCEV）開発に注力し、グローバル市場のインフラ整備状況（充電・水素ステーション）や電動車市場の成熟度合いを見ながら地域戦略をたてて進めている。

短期的には、自動車市場を牽引する中国政府が、電動車普及策として、NEV（New Energy Vehicle）規制等の法整備を進展させるとともに、車両構造の簡素化（従来より構成部品が少なくな

り、開発難易度が低下）により、新規メーカー参入を助長し、BEV開発の重要度・緊急度が増しつつあり、中長期的には、インフラ整備が進むとFCEV開発が本格化するとみられる。

本総説では自動運転、電動化への取り組みについての概論を報告する。

2. 自動運転

2-1. 自動運転の動向

自動運転システム化については、近年、世界各国の自動車企業やIT系企業などの新興企業が積極的に開発に取り組むなど、世界的に関心が高まってきている。

現在日本でも、いわゆる自動運転技術を搭載した自動車が普及し始めている。2020年までに、高速道路での自動運転可能な自動車「準自動パイロット」の市場化、限定区域（過疎地等）での無人自動運転移動サービス（レベル4）、2025年目途に、高速道路での完全自動運転システム（レベル4）を目指す。自動運転レベルの定義については図-1を、自動運転の市場予測については図-2を参照下さい。

自動運転がもたらす社会の実現には次の2つがある。

責任	レベル	名称	ハンドル 加減速の 操作	走行環境 監視の責任	緊急時のリスク 最小化の責任	システムが担 当する走行 モード
ドライバーが 走行環境を監視	0	手動	ドライバー	ドライバー	ドライバー	なし
	1	補助	ドライバー +システム			一定の 走行モード
	2	部分的な 自動化	システム			
システムが 走行環境を監視	3	条件付き 自動化	システム	システム	ドライバー	一定の 走行モード
	4	高度な 自動化			システム	全ての 走行モード
	5	完全 自動化				

図-1 NHTSA:自動運転のレベル5段階の分類¹⁾

*1 商品開発部

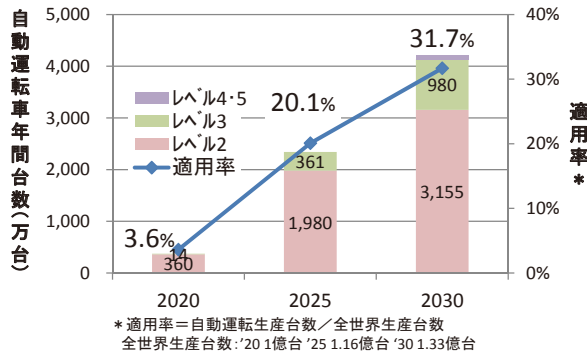


図-2 自動運転の市場予測²⁾

1) 道路交通における安心・安全の実現

2) 高齢者等の移動支援, 地方の活性化

これらに対応した自動車メーカーや産学官の取り組みを以降に、事例紹介する。

1) 道路交通における安心・安全の実現

自動運転に期待されている効果は、交通事故の低減と渋滞の解消・緩和がある。現在、交通事故により年間4,000人超の方が亡くなっている。その原因はヒューマンエラーによる事故、健康障害・意識喪失による事故等が挙げられる。これらの交通事故の約9割がドライバーの運転ミスであり自動運転で大部分が回避可能となる。

人とくるまのテクノロジー展2017に見られるように各社から自動運転の提案が多く出ている。自動運転を構成する要素として「認知(地図, 通信, センシング)」「判断(制御, 人口知能)」「操作(油圧, 電動モーター)」がある。

現在は自動運転(レベル3)の提案が多く「認知」ではドライバーモニタリングシステムで主にドライバーと機械の運転の受け渡しの確認つまり手動運転と自動運転の切り替えのセンシング技術やカメラ・シートセンサーによるドライバーの状態検知の技術展示が多く見受けられる。この技術は最近バス・トラックで起きている居眠り事故にも有効で自動車の安全には欠かせないものである。

「判断」「操作」では近い将来での完全自動運転(レベル5)に向けたAI技術による次世代コックピットで室内快適性を追求する展示も見られた。

また都市部では交通渋滞が慢性化しており渋滞による経済活動の阻害、沿道環境の悪化等が問題となっている。安全な車間距離の維持・適切な速度管理(急な加減速の防止)を隊列自動走行技術により改善を目指している(図-3)。交通流の改善、ドライバー不足の解消・省人化を目的に主に商用車(バス・トラック)での定期路線運行で走行試験が行われている。

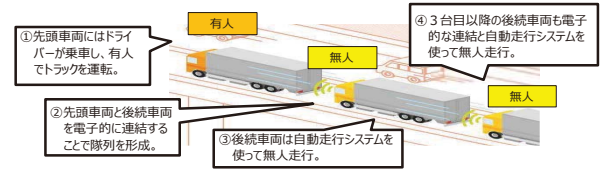


図-3 隊列走行の事例³⁾

2) 高齢者等の移動支援, 地方の活性化

日本の労働人口は今後急速に減少し、65歳以上の高齢者比率は2020年代半ばに3割越えが確実になる。交通網の発達していない地域や今後公共交通機関廃止等をうけ高齢者等を中心に食品の購入や飲食に不便や苦勞を感じる人が増加する。こうした中、労働人口減少を背景に地方ではトラックやタクシー等のドライバー不足及び労働環境悪化が懸念されている。高齢者移動手段確保及びドライバー不足解消/負担軽減という意味で、自動運転車は有効な手段となりうる可能性が高い。

一例だが、2020年の東京オリンピック・パラリンピック競技大会には東京都心~臨海部にて東京の発展と高齢化社会を見据えた次世代都市の実運用とアクセシビリティ(交通制約者対策)の改善が取り組まれようとしている。

また都市部では費用負担面から自動車をもたない人も増加し「所有から利用へ」というシェアリングサービス等へのニーズも高まっていくと思われる(図-4)。生活の足・観光・宅配等地方の活性化にもつながっていくため、現在世界の大都市や日本各地域で公共交通から目的地までの数km程度のラストマイル自動走行(端末交通システム)の社会実験・実装が始まっている。

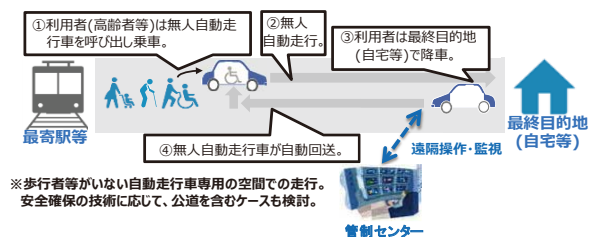


図-4 シェアリングサービスの事例³⁾

2-2. 豊田合成の取り組み

豊田合成においても、自動運転に関連する製品群を取り扱っている。以下に、エアバック・ステアリングのセーフティシステム製品の開発事例を紹介する。また、それらの技術開発を支える評価技術についてもあわせて紹介する。

- 1) グリップセンサー付きハンドル
- 2) TGLSS (脇見・居眠り警報ハンドル)
- 3) 電波暗室の導入

1) グリップセンサー付きハンドル

ドライバーのハンドル保持状態を検知できるグリップセンサー付きハンドルをトヨタ自動車株式会社と共同開発した。本製品はレクサス新型LSに搭載されている(図-5)。

高度運転支援システムを搭載した車両では、自動ブレーキや車線維持走行などの機能を備えているが、現状ではハンドルの操作はドライバー主体であるため、ハンドル保持が必要となる。本開発品はリング部にセンサーを内蔵し、ハンドル保持状態を高い精度で検知できる。本製品は、冬期などにハンドルを温めるヒーター機能も付いており、通常ではヒーターエレメントとセンサーエレメントが必要となるが、設計の工夫により2つのエレメントを世界で初めて一体化することで、ヒーターの昇温性能を損なわずにセンサー機能も両立させた。



図-5 脇見・居眠り警報ハンドル

2) TGLSS (脇見・居眠り警報ハンドル)

既販トラックの交通死亡事故は60%が脇見・居眠りなどによる漫然運転である。そんな事故防止に貢献することをねらいに、ドライバーの危険動作(脇見, 居眠り)を検知し、警報する後付けシステムを開発した。本システムは、既存のハンドルから交換する「カメラ付きハンドル」と専用アプリを搭載した「スマートフォン」で構成され、カメラで撮影した画像をスマートフォンに送信し解析。一定時間の脇見, 居眠り(閉眼)を検知した場合に、警報を鳴らしドライバーに注意を促すようにした(図-6)。

また、スマートフォンの通信機能を使って位置情報システムやドライブデータの解析等、様々な活用が可能である。

既に2014年頃から当社グループ会社のトラックに本システムを搭載し、実証試験を行い一定の効果が得られた。2018年春ごろから実車搭載する予定である。

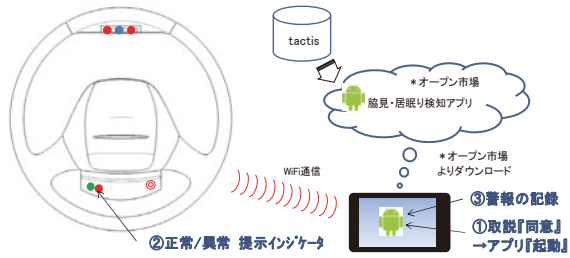


図-6 TGLSS (脇見・居眠り警報ハンドル)

3) 電波暗室の導入

豊田合成は、従来からフロントグリル周りやコックピットのまわりの部品を数多く量産している。これらの製品は自動運転の進展に伴い、周囲の状況などを把握するセンサーなどの搭載や、より快適な室内空間を創出する様々な機能の付与が増えると見込まれる。

ゴム・樹脂の高分子分野を中心とするコア技術に、電子部品を融合させた製品開発を強化していくため、「電波暗室」を導入した(図-7)。

電波暗室は、外部の電磁波を遮断するとともに内部での電磁波の反射を抑制し、製品から発する電磁波の周波数帯域や強さを正しく測定できる。例えば、ミリ波レーダー対応エンブレムの評価では、エンブレムを透してミリ波が正確な方向に出ているかを測定する必要があるため、外部からのノイズを除去する大掛かりなカバーが不要となる。

自動運転の進展に伴って電子部品の搭載数が増えると、電磁波の相互干渉の防止がますます重要になる。最近スマートフォンの無線給電(ワイヤレス)も世の中に普及し始めており、ノイズ等の干渉も複雑化しているのが現状である。豊田合成の電波暗室は、複数の製品から各方向に出る幅広い性質の電磁波を同時に計測できる最新型の設備であり、多数の電子部品を搭載した製品の信頼性を向上させる。



図-7 電波暗室

この設備を活用して、電子部品を組み込んだ付加価値の高いモジュール製品をスピードをもって開発し、お客様に提案することができるようになった。

3. 電動化

3-1. 電動化の動向

新聞や雑誌で電気自動車の記事を見かけることが増えてきている。フォーイン社の調査によると2016年の電動車市場が前年比34%増加で76万台となった(2011年は5万3000台と比較し14倍)。ここでは電動化が進んだ背景と各国の燃費規制、電動化の課題について述べる。

<背景>

1) 大都市の大気汚染悪化

世界各国(中国、米国-ロサンゼルス、欧州)でディーゼル車の比率がアップしている。例えばドイツでは、ディーゼル車の全新車登録に対する比率が1990年10%に対し2016年は46%まで広がっている。そのため大都市で車の排気微粒子状物質(PM)の濃度が上がり大気汚染が遠因となる病気を懸念するようになった。

2) 温室効果ガスによる地球温暖化問題

2050年までに温室効果ガスを80%削減の目標実現に向け、COP21パリ協定で条約加盟国195ヶ国・地域が参加し、国際的枠組みが採択された。

3) 排気ガス規制の不正、燃費の水増し問題

自動車メーカーの排気ガス規制の不正(ディーゼル車)、燃費の水増し等々が重なり各国の燃費規制とペナルティが厳格化された。各自動車メーカーはディーゼル・ガソリン車から電動車へのシフトが鮮明となる。

4) 中国の自国産業の育成

中国は自国産業の育成で構成部品の少ない電動車で強い国内メーカーを作り世界市場で覇権を握りたい思惑があり、中国の自動車長期発展計画の中で16年56.8万台、17年80万台、20年には200万台に増加する計画である。

5) 電動化の現状は、16年の世界販売台数9369万台のEVは1%に満たない。しかし、各国が購入者に補助金を出しているため市場の拡大は続く。技術革新で車両価格がガソリン並みになれば普及は一段と進む。

これらを背景にパワートレインの市場も変化している(図-8)。

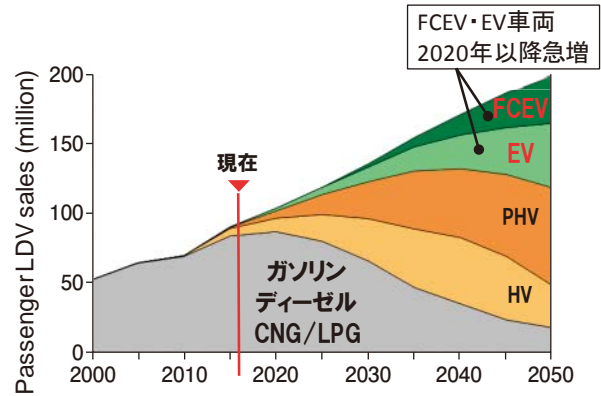


図-8 パワートレインの市場予測⁴⁾

<主要各国の法規制>

米国・中国を皮切りに各国の規制強化が進む内容を示す。

- 1) 米国：ZEV (Zero Emission Vehicle) 規制
'18年～生産量の16%電動車を義務付
- 2) 中国：NEV 規制
'19年～生産量の10%電動車を義務付
- 3) 乗り入れ禁止、販売禁止国の増大

ドイツは2030年まで、フランスとイギリスは2040年までに各国内でのガソリン車とディーゼル車販売を禁止する方針である。その他中国も製造・販売禁止の検討に入っている。

また、オランダとノルウェーでは2025年までに排気ガスを排出するすべての車の販売を禁止する法案が進められている。

<電動化の課題>

電動車は1km走行に必要なエネルギーの比較で走行と製造の車両効率がよいのが特徴である(図-9)。但し、1充電での航続距離の拡大(電費向上)と充電時間の短縮が課題である。

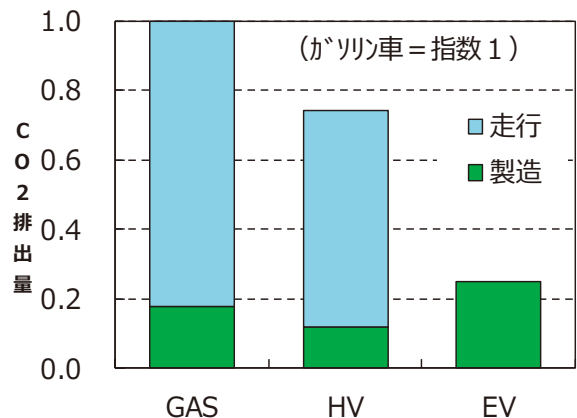


図-9 1km走行に必要なエネルギー

1 充電の走行距離を拡大するには、電池容量の拡大と低消費電力化が重要である。エンジンからモーターへの駆動系が変革するとき電池等が重量増となる（図-10）。今後電池の小型化と高性能化が進むが軽量化は必須となる。そのため車両の骨格の金属を樹脂化する流れは必須であり樹脂による機能価値をアップさせることが求められる。

また大都市では小型EVの普及が進む。自動運転と合わせてカーシェアリングサービスの普及が求められる中で、コンパクトな電池容量でラストマイル走行できることがもう1つのクルマのありかたで課題解決の方策と考える。

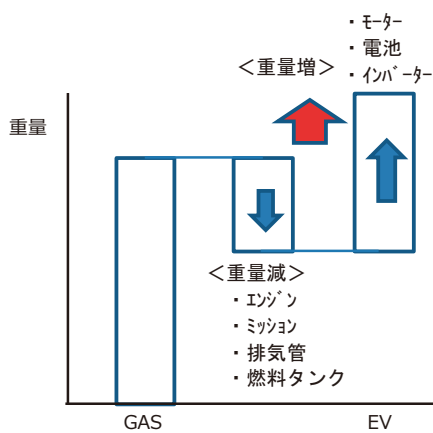


図-10 部品増減による車両重量の比較

3-2 豊田合成の取り組み

豊田合成においても、電動化の大きな変革に対し、LED・樹脂の高分子コア技術を活かした開発アイテムについて事例紹介する。

- 1) ヘッドランプLED開発
- 2) 高圧水素タンクの開発
- 3) 小型EV車両コンセプト

1) ヘッドランプLED開発

これまで培ってきた青色LEDの結晶成長技術を応用して、窒化ガリウム（GaN）等の結晶構造を改良し、業界トップクラスの「明るさ」と「低消費電力」を実現した「自動車ヘッドランプ用LED光源」を初めて開発した。光源内部の熱を放出しやすくするフリップチップを採用し、約2300lmの明るさを実現した。一つの光源がロービームとハイビームを兼ねるバイファンクショナルに対応している。

2) 高圧水素タンクの開発

FCEVに搭載する高圧水素タンクの開発に挑戦している。小容量の超高圧タンクであれば実用化できる水準にまで達した。FCVの燃料である水素は原子径が小さく、金属材料では透過したり、

金属を劣化させたりする可能性がある。このため、タンク本体は金属材料ではなく、樹脂材料が最適である。本体製造に生産性の高い射出成形法を採用し、本体に炭素繊維を巻いて補強する工法での開発を進めた。材料はマヨネーズ容器などにも使われるEVOH樹脂。これに海綿状の別材料などを加えることで、低温時にも弾性があり、肉厚2～3mmでもバリア性に優れた物性を確保することに成功した。

3) 小型EV車両コンセプト

一人乗り超小型EVモビリティコンセプト（Flesby II）を15年の進化型で東京モーターショーに出展した。外板は軟質樹脂素材を用いた衝撃吸収装置で、必要時にかたがた変わる柔軟モバイルや空気抵抗の低減できる外板等を可変ゴムのe-Rubberで実現させる技術を織り込んだ。

4. おわりに

豊田合成は、自動運転・電動化と様変わりするクルマ社会において、将来の姿を描き、技術開発を進めていく。自動運転がもたらす移動の自由、電動化がもたらす住みよい環境づくりに貢献すべく、ゴム、樹脂のコア技術に磨きをかけ、今後も時代の変化を先取りした新たな商品を提供していきたい。

参考文献

- 1) NHTSA Federal Automated Vehicle Policy (2016年9月)
Preliminary Statement of Policy concerning Automated Vehicles (2013年5月)
SAE InternationalのLevels of Driving Automation (2014年1月、「J30 16」)
- 2) 2015.7.22 日刊自動車新聞
- 3) 2017.2.10 内閣官房IT総合戦略室資料
- 4) 2012 国際エネルギー機関

著 者



川島大一郎

「第45回 東京モーターショー」への出展

荒川佳則^{*1}

Exhibition at the 45th Tokyo Motor Show

Yoshinori Arakawa^{*1}

要旨

昨今のモーターショーの競合は、家電見本市のCESやJapan ITS世界会議などであり、単にクルマ中心の技術や製品を陳列してお客様へ訴求活動を行う場からユーザー視点で将来を描き開発した商品がいかにかに新しい価値を示せるかを競う場へと変貌してきている。このような情勢の中2017年第45回東京モーターショーに向け豊田合成がビジョンを描きながら取り組んできた最新の技術事例について報告する。

Abstract

In recent years, CES, a consumer electronics and technology trade show, Japan ITS and several other trade shows have become competitors to motor shows. Motor shows have tended not only to be showcases that attract customers with products and technology, but also stages to describe the new future and new values that the developed products and technology will provide for customers. This report introduces the latest technology we have been working on for the 45th Tokyo Motor Show in 2017, based on our vision for the future.

1. 出展に際して

豊田合成株式会社は1954年第1回全日本自動車ショー(1964年より東京モーターショーに名称変更)から出展しており、今回で45回目を迎える。出展内容については自動車部品メーカーとして製品中心の展示から、近年では、将来コンセプトを基にコンセプトカーという形態での提案も行うようになった。

今回の第45回東京モーターショーでは「Technology for Goodness」を謳い文句に“ゴム・樹脂の高分子技術とLEDによって『安全で環境にやさしく快適なクルマづくり』に貢献する”とし技術力を通してよりよきクルマづくり、よりよき社会作りに貢献し世界の人々にうれしさを届けることを訴求するために出展を行った。

2. 出展の背景

現在クルマを取り巻く環境は劇的な変化を迎えようとしており、環境汚染による地球温暖化や、都市部への人口集中と交通問題、高齢化の進展など様々な問題が社会背景となっている。

今後は「自動運転」「電動化」やシェアカーなどを用いた「新たな社会システム」への流れが急速に進展すると予想され、これらを世の中の動向として捉え将来のライフスタイルを予測することが必要となると思われる。今回我々はこれらの背景をベースにバックキャスト思考で新価値や新体験をいかに技術に落とし込むかという取り組みをしながらクルマが将来進むべきビジョンを議論し企画を進めた。

3. 出展内容

前回の第44回東京モーターショーに出展したショーカー“Flesby”は豊田合成としては初めての車両提案で安全技術を車両外板に採用し「エアバックカー」として新発想の提案を行ったが、今回はその延長線上に留まることなく遠い未来に向けた提案として、我々なりの社会背景予測をベースに進めた。完全自動運転車両やシェアカーなどの新社会システムが浸透した世界において人のココロの変化によって変貌する価値観、AIやバイオニクスで機械や道具が新たな進化を起こすことなどを想定し、技術がいかに変貌していく

*1 デザイン企画部

かについて議論を行った。さらなる豊かさを求める未来では、ヒトとモノとがより密接に関係し合う事が必要になると仮説を立て、そのための技術はいかに変化すべきか、どんなクルマになるべきかを考えた。様々な技術はヒトに近づくため生き物に近くなり「硬いモノ・コトから柔らかいモノ・コト」へ革新する、そして豊田合成の要素技術である LED 照明や e-Rubber などの新技術や素材が AI と組み合わせられることで新たな可能性を生み出し未来の“愛車”の方向性を示唆する新たな提案として“Flesby II”を開発した(図-1)。



図-1 東京モーターショー出展ブース

本モーターショーでは心とらぐ、体も柔らかく、社会も和らぐ「ヤワラカイ」クルマをテーマに超小型モビリティとして新たな価値を提案。そしてこれを具現化する将来技術も同時に開発し会場にて展開を実施した。

少し先の未来では自動運転時に快適に過ごせるインテリア製品を提案した。さらに最新のレクサス LS に搭載されたステアリングを中心に、自動運転に関連する製品などを紹介し来場いただいたお客様に大きな関心をいただいた。

4. おわりに

今回の東京モーターショー出展において、技術視点では、今後大きく様変わりする情勢のなか未来の豊かな生活を創造するために「ヒトを見守り、寄り添い、助ける技術・製品を提供する」という考えのもと開発を行ったが、部品サプライヤー自らが将来を描くことで将来市場に向けた重要な開発テーマを見極め、さらに慣例にとられない発想でイノベーションを誘発する事の重要性を強く感じた。

以降ページでは出展技術の開発事例について報告する。

著 者



荒川佳則

未来のクルマのあり方を描く “Flesby II”

渡邊千穂^{*1}

“Flesby II” — One Embodiment of a Future Vehicle

Chiho Watanabe^{*1}

要旨

豊田合成は部品メーカーでありながら、東京モーターショーで未来の魅力的なクルマをモックアップ展示で表現することによって、来場者に将来のビジョンを感じていただくというチャレンジを行っている。第45回東京モーターショーで展示した未来のクルマのカタチ，“Flesby II”の展示についてコンセプトを含め紹介する。

Abstract

Although Toyoda Gosei is a parts supplier, we have been making efforts so that visitors to the Tokyo Motor Show will feel a vision of the future with our attractive, futuristic vehicle mock-up. The following describes one embodiment of a future vehicle, “Flesby II”, which we are exhibiting at the 45th Tokyo Motor Show, and the concepts behind it.

1. はじめに

東京モーターショーでは豊田合成の開発の方向性を「現在」「近未来」「未来」の時間軸で来場者を感じていただけるような展示を企画した。自動車部品メーカーとして将来の自動車の姿を描き、その中でどのように世の中やお客様に役立っていくかを考え、それをモックアップで表現することで大人から子供までよりわかりやすい展示を目指した。そのうち、本報では「未来」のクルマのあり方を提案した“Flesby II”について紹介する。

2. コンセプト

昭和の時代、自動車は移動の自由を与え、豊かな生活を示すステータスシンボルの一つであった。現在では日本における自動車保有は18歳～85歳の人口を約1億人とすると1.3人に1台程度の保有率（国土交通省平成29年度5月時点でのデータ参照）であり、自動車による移動は今や特別なものではない。若者の車離れが言われて久しく、自動車を移動の道具としての価値でしか扱わない人も多い一方、「愛車」として愛情を注ぐ人も少なくない。将来、今の若者たちがメインユーザーとなった時、自動車の価値＝魅力的なクルマとはどんモノなのであるか？

私たちは価値に対するトレンドの変化を捉え、未来を予測し、魅力的なクルマを探求し、その中で自動車部品メーカーとしてあるべき姿を表現しようとした。

まずは現在みられるトレンドの延長線として①ストレス社会におけるSNSなど人と人とのゆるいつながり方、②生き物に近づく道具の進化の方向性、③モノからコトへの価値観の変化、の三つを捉え将来の理想のクルマを描いた。立てたコンセプトは「相棒のように応え、生き物を感じさせるやわらかさで心を豊かにする経験を与えてくれるクルマ」である。

3. Flesby II

前回、2015年の東京モーターショーではエアバックカー「Flesby」をモックアップ出展した。やわらかい素材で包まれ、エアバックのように膨らんで衝突を和らげるクルマは豊田合成の安全技術（エアバック等）を象徴するアイコンのようなクルマとして多くの来場者に親しまれた（図-1）。

2017年の展示に向けさらに進化させた企画を行うにあたって、やわらかいクルマというものを安全だけでなく、生き物のように感じさせることで人とクルマとの新しい関係表現しようとした。将来、自動車にAIが搭載されることによっ

*1 デザイン企画部 企画開発室



図-1 2015年の展示の様子

てクルマは乗員に多くの情報を与えるだけでなく、双方向に意思疎通ができるような存在になれると考えたからである。

私たちはコンセプトに基づき、動物の動きを研究したり、自動車以外の素材を研究したりして、魅力を絵や素材で表現し、論議をすることを繰り返してイメージを作り上げていった。

そうしてできたイメージから、愛着を感じさせるクルマとして「Flesby II」を企画し、モックアップに表現した。

エクステリアとインテリアそれぞれのモックアップを製作し、Flesby IIの世界観を感じ取りやすいよう隣り合わせで展示した。エクステリアは前回のFlesbyの進化であることを表現しつつ、より愛着を感じやすいデザインとし、インテリアでは実際に乗りこんで包み込まれる優しさを体感できるモックアップを企画した。

3-1. エクステリア展示

図-2に実際に展示されたFlesby IIのエクステリアの写真を示す。一人乗りの小型電気自動車を想定しており、親近感を感じさせる丸みを帯びた外観、全体をやわらかい素材で包み、今までにない価値観「思わず抱き着きたくなるようなクルマ」を体現しようと試みた。

動物のように姿勢が変わることにより、生き物のように感じさせるとともに駐車スペースの縮小や乗り込み時の利便性、空気抵抗の低減といった機能的な利点を謳っている。モックアップは実際に動くように製作し、ホイールベースを縮めるシーンでは全長が3090mmから2937mmに短くなり、全高が1337mmから1458mmに大きくなる。変化するパターンの形状を図-2に示す。

伸び縮みする部分は構造的に伸び縮みするのではなく、大きな形状変更の繰り返しにも耐える素材の伸縮特性を活かし、変化に追従するシームレ

スな表現を実現している。また表面のグラフィックは動きをわかりやすくするため、規則性を持った表面形状にしている。昨今アルゴリズムデザインと呼ばれるようなコンピュータの計算を利用した複雑な形状を意匠に取り入れることがトレンドの一つとなっている。Flesby IIにおいては図-3のように細かい幾何学模様が徐々に変化していくようなデザインを取り入れ、ダイナミックに伸縮が感じられるような表現を試みた。

さらに高速道路走行を想定したシーンではボデーの一部が変形し、リアスポイラーが出現することで空力性能を向上させる。これは豊田合成が開発した電氣的に変形させることができる素材で



図-2 姿勢が変わる Flesby II



図-3 伸縮部分の表現

ある e-Rubber の将来の用途事例として表現したものである。

やわらかいボデーは先代の Flesby と同様に軽衝突を受け止め、衝撃から衝突物や乗員を守るコンセプトである。今回はエアバックのように膨らんで衝撃を受け止めているのに対し、Flesby II は構造（可動ストラクチャー）とやわらかい素材の両方で衝撃を受け止めて元の状態に戻る考え方になっている（図-4）。

また自動運転時には今までドライバーがやっていた歩行者や他車とのアイコンタクトやジェスチャー、ハザードランプなどによる意志の伝達をどのように確保するか、という課題がある。Flesby II では文字表示などの直接的伝達ではなく、表情で伝えるようなノンバーバルなコミュニケーションをさせることでより直観的に理解できるとともにペットと接しているような親近感を与えることができると考えた。内部からの透過光により、図-5 のように目のようなコミュニケーション表示を付け、歩行者とのスムーズな意思伝達の一つの事例として提案した。

展示会場では乗員の家からショッピングモールまでの行程で Flesby II が歩行者とのコミュニケーション、軽衝突、高速道路での走行などをどのように経験していくかを表現した CG と連動する形でモックアップを動かすことで、来場者に具体的に状況をイメージしていただきながら豊田合成の光や樹脂、安全装置が未来のクルマでどのように役立っていくかについて PR を行った（図-6）。

また、Flesby II のやわらかい外装を再現した部分モックアップを展示し、直接触っていただくことで愛着を感じていただく工夫を行った。



図-5 コミュニケーション表示



図-6 来場者の様子



図-4 高速走行時の変形

3-2. インテリア展示

インテリアの展示は前述したように実際に来場者へ乗り込んでもらえるようなモックアップを製作し、大人から子供までが楽しみながら将来のクルマのあり方の一つを体感してもらえるような企画を考えることとした。

豊田合成の事業分野である光と樹脂の使い方の工夫で、安心、安全そして愛着を感じるクルマと過ごす快適な時間を狙ったモックアップとなっている。

エクステリアと隣接するように展示し、インテリアのモックアップに乗車している来場者からエクステリアが見えるようにした。

やわらかい乗車部分はまるで Flesby II に抱きかかえられるように乗員の体を包み込むイメージで計画し、さらに走行時の体勢保持のために内壁

がふくらむように変形することで、安心感を与える仕様になっている。

豊田合成の樹脂開発の方向性の一つとして、やわらかさなど触感の良さの向上がある。自動運転になり、運転以外の姿勢を取るようになると、内装そのものの触感に対する要求がこれまでと変わってくるのが予想できる。Flesby II ではやわらかさの質を追求し、手が触れる部分の素材は触れた瞬間に気持ちよく、さらに手を押し込んだ時しっかりした安定感を感じられるように表面と内部の硬度を変更する工夫をしている。

自動運転によって生まれる運転以外の時間の過ごし方については、主に「静養」「作業」「楽しむ」が考えられるが、今回のコンセプトでは「楽しむ」に着目した。

乗員が一人で楽しむのではなく、Flesby II は一緒に過ごすことで経験を得られる相棒のような存在であり、何度でも乗りたくなるようなクルマにすることを目指した。AI搭載のコネクテッドカーを想定し、乗員をセンシングしてクルマが応える事例として、体調に応じて光を照射する「サニールクス」(図-7) や光と音による双方向のやり取りで楽しむエンターテインメントを豊田合成の光技術の応用事例として企画した。Flesby II と一緒に遊んでいるような感覚を与えるため、視覚と触覚を使って双方向でやりとりするエンターテインメントを計画した。モックアップでは光ったところをタッチすると場合によってFlesby II が喜んだり、機嫌が悪くなったりする演出をし、子供でも短時間で楽しめるようにした(図-8)。



図-7 サニールクスによる光の照射時の展示
詳細については以降の報告で別途紹介



図-8 エンターテインメントの様子

将来的には内装のタッチセンサーや触覚デバイスに豊田合成の e-Rubber の技術が応用できると考えている。

インテリアモックアップを体感していただいた来場者は一様に笑顔で楽しんでいただけたように思う。現在クルマにAIを搭載する技術開発が様々なメーカーによって進められている。今回提案したような未来のクルマのあり方もコト消費への変換期を迎えて、一つのクルマの購買動機のきっかけとならないだろうか。

4. おわりに

本報告では東京モーターショーで展示したモックアップのうち、未来における人とクルマの新しい関わり方を示したFlesby IIについて紹介した。展示会場では好評を博し、大勢の方に来場いただいた。

現在、近未来をターゲットにしたモックアップも含め、技術開発の方向性は自動運転や電動を無視できないものになってきている。時代の変化はめまぐるしく、自動車に求められる機能の進化のスピードはどんどん速くなってきており、部品の形態も今後は大きく変わっていくことが予想されている。デザイン企画部では将来を予測し、技術

部門と連携しながらコンセプトを立て、デザイントレンドを分析、意匠計画を行い、実際のモックアップ製作までを行っているが、次回の東京モーターショーに向けての提案は、今まで以上に技術情報の分析に加え、ユーザーの生活、価値観の変化を捉えることが重要になってくると考えている。

著 者



渡邊千穂

コンセプトを具現化するデザインモデル技術

海沼智実^{*1}

Prototyping Technology for Concept Realization

Tomomi Kainuma^{*1}

要旨

デザイン企画部モデルクリエイトグループは、デザインデータを作成するデジタルモデルチームと、実際の物としてモックアップ（意匠模型）を製作するクラフトモデルチームで構成されている。ここでは、東京モーターショーコンセプトモックを通じたチームの活動を紹介する。

Abstract

The Model Create Group in the Design Planning Division consists of two teams, the Digital Model Team, which creates 3D data, and the Craft Model Team, which creates mock-ups (prototypes). Here we introduce our activities for the concept mock-up we are exhibiting in the Tokyo Motor Show 2017.

1. はじめに

東京モーターショーのコンセプトモックアップ製作は、豊田合成ではまだ経験が浅く、新しい発想、アイデアが求められるため、その開発段階に多くの時間が必要とされる。そのため従来のモックアップ製作プロセスを大幅に見直すことが求め

られた。

今回のモーターショーモックアップ製作においては、デザイナーとエンジニアが連携する開発段階に、モックアップ製作を担当するモデラーも、その役割を拡大し参画することで、デザインシンキングの重要な一端を担っている（図-1）。

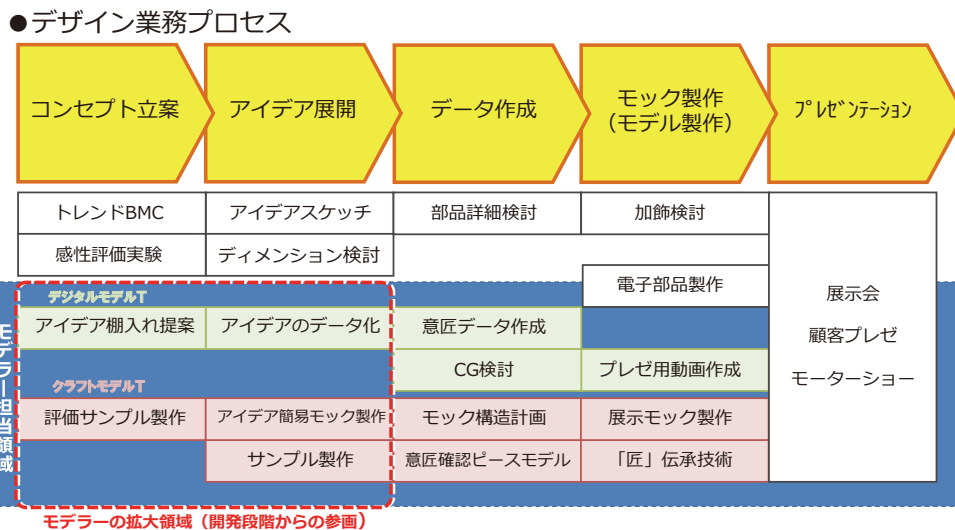


図-1 デザインプロセスとモデラーの領域拡大

*1 デザイン企画部 デザイン室

2. アイデアの早期データ化

豊田合成デザイン企画部ではCAD担当者は単なるオペレーターではなく、造形センスと立体構築力を持つ3Dモデラー（デジタルモデラー）として育成している。デジタルモデラーは、デザイナーの描いたスケッチや会話でのやりとり等から、CADデータとしてモックアップの立体を作り上げる。

早期段階からCADデータで車のパッケージや必要情報を取り入れ、造形を成立させることで、より現実的な意匠制作を可能にしている（図-2）。

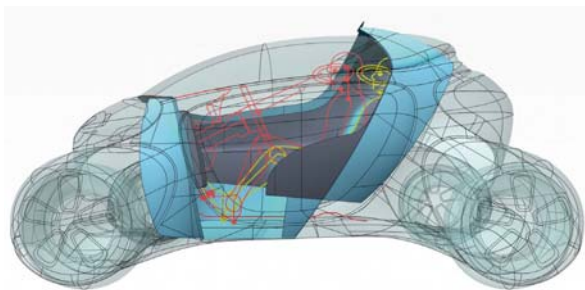


図-2 アイデアを早期立体化したCADデータ

3. 簡易モックによるデザイン検討

インテリアモックアップでは、ショー会場でお客様が乗車できるよう、事前にその大きさ、広さ、視界、乗降性を考慮して、意匠形状に反映させる必要がある。そのためには実物サイズのモノで検討することが求められ、デジタルモデラーが造形したデータを元に、クラフトモデルチームが簡易モックアップ（事前検討用のモックアップ）を製作している（図-3）。



図-3 フレスビーⅡ内装検討用簡易モック

軽量の樹脂材料を1000mm以下のブロックに分割して機械で削り出し、それをアルミフレーム上で組み合わせ、簡易モックアップを製作する。この工法は手早く部品を作れること、大型の加工機械を必要としないため、社内で全て製作できること、また検討時や修正時にブロック単位で動かしたり、外して再加工できるといった利点がある。これはクラフトモデラーがこれまでの経験から確立した製作方法である。

パッケージ検討のみならず、実物大で意匠確認やイメージの作り込みができることで、大きなメリットがあり、インテリアモックアップ開発には欠かせないプロセスとなっている（図-4）。



図-4 簡易モックによる検討風景

4. 素材の探求

今回“Flesby II”では、ユーザーを「やさしく包み込む」コックピットを表現するため、「今までにはない」内装の質感を追求してきた。

「やさしく包み込む」表現のために求められる機能は、「柔らかい」「伸び縮みする」「触感がよい」が必要であり、さらに「発光表現のための透過性」、モーターショーモックアップとしての「見栄え」「耐久性」が要求される。

各業界で使われている材料の調査から始め、サンプルを加工してデザイナーとイメージを共有し、求める質感を探求した。

社内で樹脂型を製作し、注型して材料検討を実施した。トライを繰り返し“Flesby II”に採用した材質表現にたどり着いている。サンプル製作のためにモデラーが工夫した工法は、そのまま本モック製作時にも転用されている（図-5, 6, 7）。

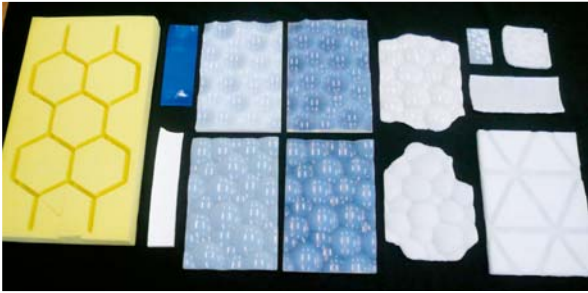


図-5 製作した材質検討サンプルの数々

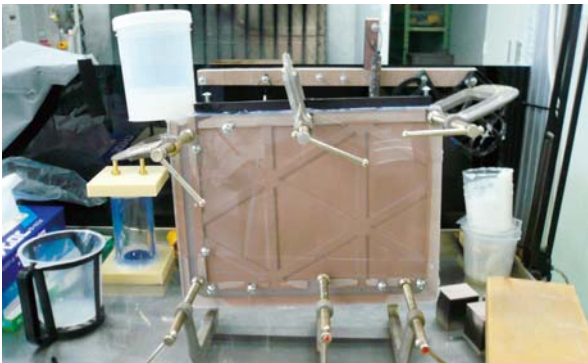


図-6 樹脂型による材料注型風景



図-7 “Flesby II” 内装

5. おわりに

豊田合成の商品開発を「モックアップ」という形で「見える化」していくニーズは年々高まっており、モックに求める要求値もそれに応じて高度化、複雑化してきている。

私たちモデラーは、ものづくりの技術を深化させると共に、デザイナー、モデラーという担当領域に捉われず、みんなでよりよいものを創造するために協力し合うことが重要だと考え、取り組んでいる。今後も継続して活動を強化し、魅力あるモックアップ作り、見応えあるプレゼンテーションに尽力していきたい。

著 者



海沼智実

コンセプトを表現する電子技術

福井峰雄^{*1}, 恩田敬治^{*1}

Electronic Technology for Concept Representation

Mineo Fukui^{*1}, Keiji Onda^{*1}

要旨

コンセプトモックの製作においては、素早くコンセプトを具現化する必要がある。近年はRaspBerryPiに代表されるような、高性能かつ扱いやすいボードコンピュータが手軽に入手できる。本稿ではボードコンピュータを利用したシステム構築の事例を紹介する。

Abstract

When producing concept mock-ups, the concept needs to be quickly realized. Recently, high-performance and easy-to-operate single-board computers, typified by the Raspberry Pi, have become readily available. In this paper, we describe a case of building an electrical control system with a single-board computer.

1. はじめに

現在の電子制御システムの構成は、図-1にみられるように、車両に組み込まれたECU（電子制御装置）が、CANなどのネットワークにより接続され、相互に連携することで目的の機能を達成する。

今回の東京モーターショーの展示においても、各 부품の連動により全体としてのコンセプトを表現する必要がある。実車と同じシステムを素早く試作し、コンセプトを確認するために、汎用ボードコンピュータのRaspBerryPi（以下RasPi）を使った設計製作を行った。

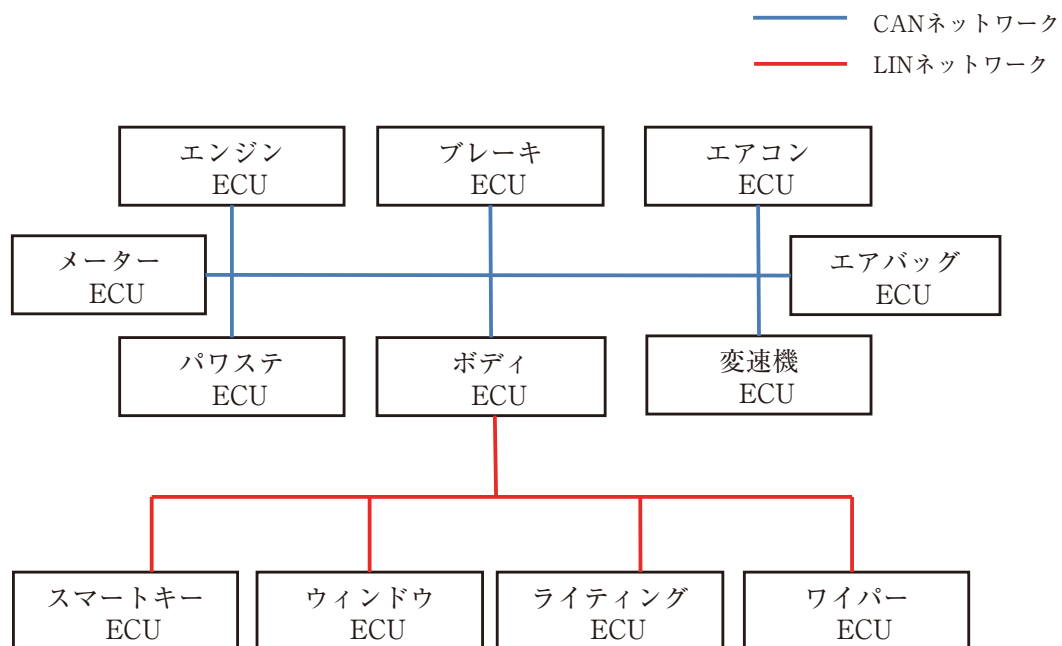


図-1 車載電子制御システム構成

*1 電子デバイス開発部 電子技術室

2. ハードウェア

表-1は前回のモーターショー向けに製作したシステムと、今回のシステムの比較表である。ハードウェアの設計工数を劇的に短縮可能であるとともに、演出能力も大幅に向上している。

表-1 システム比較

性能	ECU	従来	RasPi
CPU		16bit/32MHz	64bit/1.2GHz
映像出力		800x600	1920x1080
音声出力		なし	Stereo/2CH
照明制御		4CH	8192CH
タッチセンサ		2CH	16CH
アクチュエータ制御		なし	2CH

またECU間を接続するネットワークは、車載LAN標準のCANに対し200倍の通信速度を有するEthernetの採用により、多彩で高度な表現が可能となった。

これらの高度な機能を利用し、図-2に示すシステムを構築した。

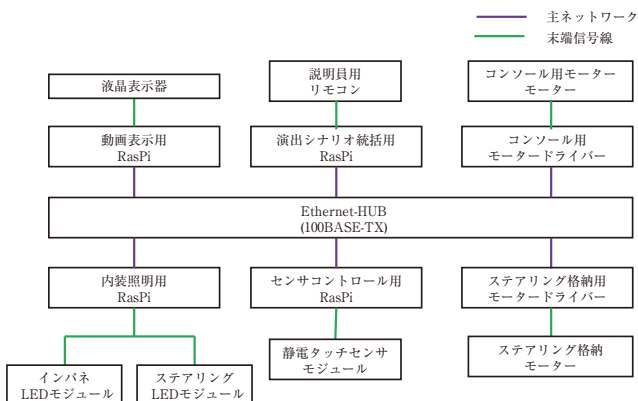


図-2 モック制御システム構成

3. ソフトウェア

ECUに組込まれるソフトウェアは、一部を除きC言語などのコンパイラ型プログラミング言語を使用するのが一般的である。これらのプログラミング言語は熟練エンジニアが使用した場合には廉価なマイコンでもその能力を極限まで引き出せる反面、最新のプログラミング言語に比べ習熟に時間がかかり生産性も高くない。

近年のマイコンの性能向上は著しく、インタープリタ型プログラミング言語でもミリ秒オーダーの制御が可能となった。ここではハードウェア制御ライブラリが充実し、比較的短時間で習熟が可能なプログラミング言語「Python」を採用した。

4. 製作・評価

図-3は今回製作したモックである。

開発期間は、実車と同様に専用設計していた従来の開発手法に比べ、ハード・ソフト開発で約50%開発期間を短縮することに成功した。



図-3 モック外観

5. まとめ

今回のモック製作を通じ、市場に流通するボードコンピュータやオープン開発環境等の利用が、素早いコンセプトの具現化に有用であることが確認できた。

今回の設計手法を、今後の量産開発においても活用していく。

著者



福井峰雄



恩田敬治

樹脂部品の将来を提案する

小澤竜也^{*1}

Representation of the Future of Plastic Parts

Tatsuya Kozawa^{*1}

要旨

現在、自動車に要求される変化は加速度的に高くなっている。業界人のみならず一般のユーザーでさえ、近い将来多くのクルマが「自動運転」「電動化」に変わることを実感している。そうなった時クルマには新しい価値観が生まれ、新たな機能やデザインが生まれる。我々はそんな時代のクルマはどうあるべきか考え、豊田合成はどんな提案をすることができるのか？ここでは少し先のクルマについて豊田合成が考えた新しい価値を樹脂部品に落とし込んで紹介したい。

Abstract

In recent years, customers have been demanding changes in automobiles at an accelerating rate. Not only people in the automobile industry, but general customers are realizing that a world with many autonomous vehicles and electric vehicles is coming in the near future. That world will give rise to new values and bring new functions and designs. We have to think deeply about the most suitable vehicles for that time and come up with the best solutions we can provide. Here we introduce the plastic parts that we are producing for new value in the near future.

1. はじめに

「自動運転」「電動化」は自動車の既成概念をリセットし、クルマのさまざまな新しい価値を生むと考えられる。

我々は東京モーターショーのブースにおいて、近い将来の新しい価値観の一つとしてデザイン、機能の観点から外装樹脂部品提案をフロントハーフモックで提案した。東京モーターショーでの展

示の様子を図-1に示す。本報ではこの提案に至る活動内容について紹介する。

2. 樹脂にしかできないこと

2-1. 「樹脂ならではの…」の価値

我々豊田合成デザイン企画部の活動の一つとして、最近のショーカーのデザイントレンドから樹脂のデザイン自由度の高さに着目し「板金ではで



図-1 東京モーターショー展示写真

*1 デザイン企画部 デザイン室

きない外装表現」の視点で「樹脂ならではのデザイン」を探求している。樹脂の「造形自由度」「質感」「機能」をさらに掘り下げ（それらをキーワード化し、組み合わせて）デザインサンプルを製作した例を図-2、図-3に示す。今回、東京モーターショーの豊田合成ブースにおいて2020年を想定した近未来の外装品を具現化することになり、フロント周りをフード、フェンダー、フロントグリルの3パーツで構成し、フェンダーとフロントグリルには樹脂部品ならではのデザインと機能を盛り込んだモックアップを製作した。



図-2 サンプル1



図-3 サンプル2

2-2. フロントモジュール

クルマの「自動運転」には各種センサー（超音波、ミリ波、レーザー）やカメラ等、周囲の状況を把握する機能が必要不可欠であり、それらを配置する一等地はやはりフロントマスクである。

今回のモックアップではエンジン車と差別化した電気自動車ならではのフロントマスクを、自動運転に必要なセンサーやライダーを組み込んだ「フロントモジュール」とし、更に自動運転状態をLED発光で車外に示す構造として透明材を使用した。透明材ならではのデザイン表現を図-4、図-5に示す。



図-4 フロントモジュール



図-5 フロント部発光状態

将来的にクルマの部品は統廃合が進み部品点数が少なくなると考えられており各部品メーカーはその領地の奪い合いとなる。もちろん豊田合成も例外ではない。

今回のモックアップの「フロントマスクのモジュール化」は豊田合成の一つの答えを示したものであり、デザイン的にもバンパー、グリルのない透明材のフロントマスクはLEDの発光と共に「将来を想定した」デザインとなっている。

2-3. 軟質フェンダー

「自動運転」で事故率が減るのは明らかであるが、イコール「事故がゼロになる」とは考えていない。例えば生活道路の低速走行時、音のしない「電気自動車」は軽衝突の危険性が上がるとも考えられる。こちらが気を付けていても相手側、特に自転車から衝突する可能性は低くはない。

今回のモックアップでは、自転車や歩行者側からの軽衝突を想定しそれに対応する、一部を軟質材で成形したフェンダーで樹脂の可能性を提案した（図-6）。



図-6 軟質フェンダー部

同様のコンセプトは輸入車でも既に見られるが、このモックアップでは樹脂でしかできないであろうパターンにも注目していただきたい。キルティングのようなパターンは柔らかいものを柔らかくそうに見せられる樹脂造形の可能性を表現した。

またフロント部に設定されたカナードスポイラー（空力パーツ）も軟質で成形することで危害感をなくしながら空力に寄与している（図-7）。



図-7 カナード部

3. おわりに

我々は樹脂メーカーであるがゆえに樹脂に対する固定概念を持っている。しかし世の中を見渡せば様々な樹脂の使われ方を目にする事ができる。確かにそれは簡単に自動車に置換できるものではないが、デザイナーの立場から「樹脂ならではの…」の価値をもっと大きく広げていきたいと考える。

著 者



小澤竜也

e-Rubber と “クルマ”

藤原武史^{*1}, 竹内宏充^{*2}

e-Rubber and Future Vehicles

Takeshi Fujiwara^{*1}, Hiromitsu Takeuchi^{*2}

要旨

豊田合成 “e-Rubber” は、超分子構造を活用して革新的な性能を示す人口筋肉（誘電アクチュエータ、誘電センサ）である。本稿では、多様な用途可能性のうち自動車分野での活用方法として、“ハプティクス、センシング、モーフィング” の3つの用途仮説をご紹介します。自動車技術のパラダイムシフトに対する有用性を、自動運転のユースケースを通して提案する。

Abstract

“e-Rubber” is a novel artificial muscle that exhibits innovative characteristics by employing a supramolecular network structure (slide ring material) at its core of dielectric elastomer actuators and dielectric elastomer sensors. Its versatility in the field of automotive technology is presented with three illustrative examples, haptics, sensing, and morphing. Applications are shown in autonomous driving vehicles, which need novel devices for enhancing human-machine interaction in order to ensure a safe and smooth transition of control, or to ensure comfort environment in the fully automated driving mode.

1. はじめに

100年に1度と云われる自動車産業の変革期にあってその破壊的技術潮流の頭文字をまとめた、所謂CASE（Connected, Autonomous, Shared, Electric Drive）への対応は、世界の自動車関係者に等しく与えられた創造的解決を要す課題、かつ機会である。

岐路を左右する技術要素が、何れも『クルマと電気電子との関わり』を所与とすることは、自動車以外の技術潮流から押し寄せた必然、不可逆の流れでもある。

クルマの役割も、従来の“モビリティやステイタス”より社会ネットワーク上のエッジデバイスへと重心が移行しつつあり、新しいクルマ像と、その新サービスを具現化するデバイスそのものの開発期待が日々成長している。

この大変革期にあって豊田合成のコアである高分子技術と電気電子の融合領域で生まれた『e-Rubber』は、豊田合成として次世代の“クルマを巡る産業”にどう対峙するか重要な解となり得るデバイスである。

本稿では、省エネを活かした次世代車の普及課題解決への貢献や、柔らかさを活かしヒトとクルマと社会を優しくつなぐデバイス化など、一部の例示を交え如何に将来のクルマの価値創造に貢献できるかの適用仮説と展望をご紹介します。

2. e-Rubber の拓く世界

2-1. e-Rubber とは

豊田合成の登録商標は“e-Rubber”だが、一般名詞で誘電エラストマアクチュエータ（DEA）、及び誘電エラストマセンサ（DES）というデバイス研究分野に属する。90年代初頭から、軽量高出力・低消費電力・形状自由度等の多くの魅力によりスタンフォード研（SRI）等を中心に研究熱が高まり、現在世界で開発競争が進行中の分野である。¹⁾

DEA以外にも新世代系として多種のアクチュエータが存在する。駆動原理のヴァリエーションに富み、イオン系や熱、光に反応し駆動する等、学術的興味を引くものは多いが、中でもソフトな材質を用いたソフトアクチュエータは、その柔軟さと形状自由度からHMI（ヒューマンマシンイ

*1 特機部 eR 事業開発室

*2 特機部 eR 技術開発室

ンターフェース) として期待される。^{2), 3)}

豊田合成は、前出の長所に加え、無音動作や発熱レス等の数多くの利点を見出す一方、永年培った材料コア技術を用いブレイクスルーを起こせることに着眼し、数ある新世代系ソフトデバイスの中から誘電エラストマ方式を選択、07年以來、東京大学・アドバンスト・ソフトマテリアルズ(株)と研究開発を進めてきた(図-1)。

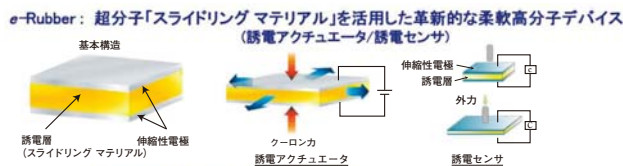


図-1 e-Rubberの動作原理

2-2. e-Rubber(超分子採用)による革新

通常のDEA材料には困難である一方、e-Rubberのブレイクスルーのポイントは、超分子構造の採用(図-2)による、低ヒステリシスロスと高耐久性にある。

DEA材料として一般的に使われるシリコンやアクリル等のエラストマー材料は、架橋鎖により主鎖と主鎖が結合し架橋点が固定であり、また、分子鎖のからみにより粘弾性を示す。この構造自体が材料の耐久性やヒステリシスロスに影響を及ぼすが、豊田合成はスライドリングマテリアルを採用し課題を打破する性能を確認しており、実用耐久性を持ったDEAを世に送り出すことを可能とした。

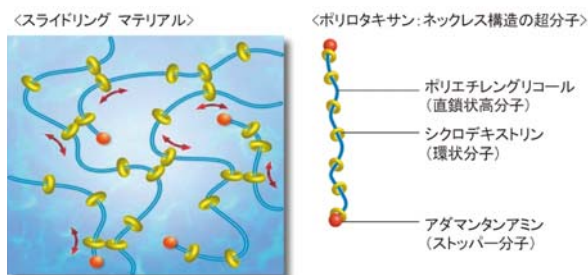


図-2 スライドリングマテリアル(超分子構造)

3. クルマにおけるe-Rubberの用途可能性

3-1. 次世代化;電力消費の極小化

2017年に入りイギリス、フランスがガソリン・ディーゼル車両を2040年迄に販売禁止する旨を発表、世界最大市場の中国も追隨する動きを見せている。

禁止に至らずとも、EV優遇税制のインドでの導入等、世界で脱内燃機関の動きは進行している。現時点でのEVの販売シェアは、世界自動車販売の1%に満たぬ数十万台レベルだが、これら政策

シフトに対応し、直近のフランクフルトモーターショーではカーメーカー各社が挙って新エネルギー車の投入拡大と加速を発表し、将来の市場シフトは鮮明かつ決定的だ。

一方、2010年前後からEVの市販が本格化したのが、普及課題の一つに、“電池性能と価格”は依然大きい。⁴⁾

有限の車載電池容量から航続距離を稼ぎつつ、高度化する各種制御機器、補機類を含め、車両全体の軽量化とエネルギーマネジメントは正にグラムとワットの単位を切り詰めながら精緻化している。車載デバイス軽量化と消費電力低減ニーズの強さは言うまでもない。

これらは走行性能だけでなく、ライフサイクル視点での廃バッテリー量の削減を含めた小型化ニーズの側面もある。

自動運転では、AIはじめ複雑化する車載システム稼働自体に多大なエネルギーを要す。即ちシステムの電力消費削減は普及課題であり、処理を担う半導体業界においても電力低減開発が進行中である。⁵⁾

隊列走行や渋滞緩和、車性能やサイズのミニマル化など、自動運転の社会実装は、大きな効率化を果たすことで社会全体の電力低減に資する予測がある一方、従来移動に車を使わなかった層が新たに車を使い始めるとの予測もある。個車レベルでの電力消費の極小化は新ユーザ創出のポイントでもある。⁶⁾

3-2. e-Rubberの省エネ性能

e-Rubberは容量負荷であり電磁アクチュエータと異なり静止保持時には電力を殆ど消費しない。そのため、特にスタティックな用途において優れた省エネ性能を発揮できる。また使用法によってダイナミック用途でも高い省エネ性を示す例もある。

A社との共同開発実施中の新デバイスにおける、新旧アクチュエータの電力測定比較結果を紹介する(図-3)。

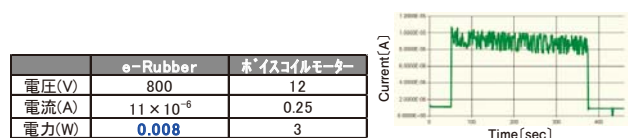


図-3 新旧デバイスの消費電力比較

このデバイスは、静電容量約280pFの電極面積でXY方向にそれぞれ配置したDEAで、ある部品を各20 μ m以上で周波数駆動させるものである。

比較対象は、現行市販品で使用されているボイスコイルモータである。

e-Rubber は印加電圧は高いが電流値は非常に低く省エネ効果の高さがお分かりいただける实例である。

3-3. 3種のデバイス案

前述の省エネ性能を前提としつつ、e-Rubber の特徴を活かしたクルマ向けデバイスとして3つの案①ハプティクス、②センシング、③モーフィングについて、本項にて活用分野をご紹介します。4項にて、自動運転車でのユースケース案を例示したい。

3-3-1. ハプティクス

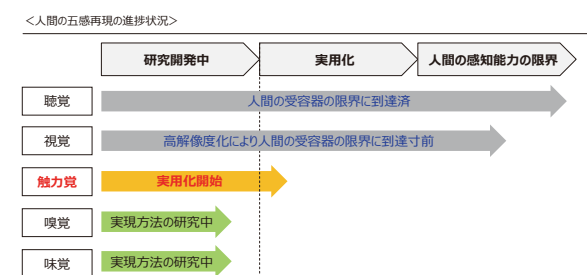
操作者に対して触覚上の、または力覚上のフィードバックを与えられるデバイスをハプティクスデバイスと呼ぶ。⁷⁾

従前よりバーチャルリアリティ (VR) やゲーム、または遠隔操作などの分野だけでなく、BMW、レクサス等の車両での活用技術としてお聞き及びの方も多いのではないかと思う。

これらは遠隔または仮想空間の対象物と自身の触力覚の受容器を通して対話/相互作用 (Interact) する技術であり、身近なものでは携帯電話のバイブレータなども単一信号発信子としてのハプティックデバイスに区分されよう。⁸⁾

現在は、こうしたモバイル機器を中心にハプティクスデバイス市場が形成されているが、豊田合成は e-Rubber を多用途で使えるハプティクスデバイスとして開発を進めている。

ヒトの五感再現に関し、聴覚はハイレゾ、視覚は 4k などの市販化により、人間の受容器能力の限界を満足するデバイスが利用可能となったが、聴覚・視覚での情報伝達をより強化/確実化できる触力覚デバイスに関しては、開発余地が大きい状態にある (図-4)。



■ 嗅覚・味覚は再現するための原理を含め研究途上で実用化に至っていない

図-4 ヒトの五感再現の進捗状況

特にヒトと機械のインタラクション (HMI) を道具を介し行う場合、触覚力覚により視聴覚の強化・補完ができることが背景にある。

e-Rubber は柔軟さと面接触を前提とし、広域/多彩な表現が可能なデバイスとして御期待をいただいている。

従来できなかった、対象物との新しいインタラクション性能を活かし、クルマとヒト双方の意思伝達を高度化し、安全・快適に貢献するデバイスである。

3-3-2. センシング

IoT (モノのインターネット化) は、その接続対象をヒト (IoH) まで拡張し、データドリブン社会の根幹として生活のあらゆる場面に浸透する趨勢にある。

当該データを取得するためのセンサ実装数は、米国発の“トリリオン (1兆) センサプロジェクト”に見るような爆発的増加がほぼ確実視されている。⁹⁾ センシング対象は常にヒトが中心となるが、次いで車や周辺機器がシームレスに監視され、連携する世界が想定されている。

e-Rubber は、優れた材料性能により極めて柔軟で高精度なセンシングが高ダイナミックレンジで得られることから、例として体重の分布や体表面振動を感知する圧力センサや、各関節の動きを捉えるためのストレッチセンサとしての高い性能を持っているが、契約上、本稿では開示できないことをご了承願いたい。

自動車分野での活用はセンサとハプティクスを併用した HMI としての活用が主体となろう。ヒトの状態 (センサ) を車に伝え、車の意図をヒトに伝える (ハプティクス) デバイスである。豊田合成の既存製品群としてハンドル、コンソールの機能拡張が具体案である。

交通事故の9割はヒューマンエラー (HE) に起因する。HE は発見の遅れ、判断の誤り、操作の誤りに分解され、発生プロセスは知覚・認知・判断・操作に分割できる。¹⁰⁾

センサとしてドライバの判断の誤りや操作の誤りに影響を与える健康状態や、道路環境に対するハンドル操作情報センサが覚知し、車載の DMS や ADAS に伝え、安全運行に導く仕組みである。¹¹⁾

車とヒトのインタラクションが高度化し、車の運行が多数のセンサの情報に依存する時代には、より一層精緻な状態把握ができるセンサが肝要となる。

ヘルスケアの現場では、バイタルやストレッチセンサ活用が始まっているが、正確さと信頼性、消費電力や形状自由度等が課題であり開発の参考としている。¹²⁾

3-3-3. モーフィング

“クルマがロボットに変形する”日本発のアニメをご存知だろうか。この“連続的に形状を変化させる技術”は決して空想世界の開発ではなく、主に航空機分野での研究開発の歴史は長い。機体重量増を伴わず翼の形状を変化させ、飛行性能の高度化を目指す技術が“モーフィング”である。¹³⁾

軍用と民間で、その開発目的は異なる部分があるようだが、エアロダイナミクス性能の向上や飛行性能の高度化、安定性に貢献する技術であり、将来クルマが空を飛ぶ時代になれば必要となるが、それ以前にクルマに貢献できる分野は多いと考える。¹⁴⁾

エラストマー材料は、その粘弾性と形状変形の自由度が固有の特徴であり、モーフィング分野では翼や空力特性向上のための流体制御構造などで検討されている。^{15), 16)}

モーフィング技術は、必ずしも流体や翼に代表される外装形状に留まらず、内装におけるアダプティブな形状変化やクルマからヒトへの働きかけ等、車室内での新たな生活スタイルを豊富にするデバイスとしての可能性を持っている（**図-5**）。



図-5 e-Rubber モーフィング例

4. 自動運転車でのユースケース考察

4-1. 前提認識

4-1-1. 乗り手の変化を中心に

次世代車開発は、産業を越えて学際的、協調的に進み、2020年代前半にもレベル4以上の導入が期待されるようになったが、デバイス提案にあたり、導入時期に併せた“乗り手”側の変化、特に日本の人口動態に着目しておきたい。

日本の高齢化と少子化、生産労働人口比率の低下は世界に例を見ないスピードで進行している。また平均寿命の延長と出生数減少や未婚率上昇、

離婚率の上昇も相俟って、2035年時点では中高年、とくに65歳以降の世帯が全世帯の4割まで増加、その7割がひとり暮らしか高齢夫婦のみ世帯へと変貌する。¹⁷⁾

団塊世代が全て75歳以上となる『2024年』は、車の使用や消費にかかる大きな変局点であろう。

車や家事をシェアする最小単位とし機能してきた“世帯”について、その構成員や年齢分布が大きく変わることを意味しており、取りも直さず車の役割と位置付けも変化を余儀なくされると考えるからだ。

まずは車を所有するのか共有するのか、自分が運転するか乗せて貰うのか、に始まり、使う頻度や使い方にも変化がある。デバイス側から見れば、シェアリング対応や、ドライバ支援の重点も、年齢層に合わせたヴァリエーション対応が必要であろう。

極論すれば、自動運転が市場投入される時期の人口動態を考えれば、最先端ガジェットを使いこなす若者というより、例えば独居の高齢女性、といったターゲットユーザ層の車を巡る便益にどうお応えするかが、開発課題としてはより重要かもしれない。

年齢を重ねても衣食住に関する毎日の買い物、仲間との交流など、車を使いたい基本的な動機に変化はない。デバイス側が、如何にユーザの変化に寄り添って変容し、ユーザに車を必需品だと位置付けていただけるかが、重要課題である。

将来仮に現在の所有から共有、シェアリングやオンデマンド配車が優勢な時代にシフトしたとしても、車載デバイスとしては、ユーザに高度制御を意識させないユーザフレンドリーなHMIを作り、また車のデータ接続先のサービスプロバイダに対し、有益なデータを知覚し、速やかに届けるかが優劣のポイントだろう。

『柔らかく繊細なセンシングと触圧覚ハプティクスによる判り易さ、柔らかなモーフィングで受け止める安心感』のあるe-Rubberならではの特徴を追究しつつ、これら変化へ対応していきたい。

4-2. ユースケースI（自動運転 レベル2, 3）

以降、e-Rubberの自動運転での活用仮説を列挙するが、自動運転レベルとシステムについてはSAEが16年に定めたSAEJ3016の定義に基づく（**表-1**）。

表 1 自動運転レベル (内閣官房資料より引用)

SAE レベル0	人間の運転者が、全てを行う。
SAE レベル1	車両の自動化システムが、人間の運転者をときどき支援し、いくつかの運転タスクを実施することができる。
SAE レベル2	車両の自動化システムが、いくつかの運転タスクを事実上実施することができる一方、人間の運転者は、運転環境を監視し、また、残りの部分の運転タスクを実施し続けることになる。
SAE レベル3	自動化システムは、いくつかの運転タスクを事実上実施するとともに、運転環境がある場合に監視する一方、人間の運転者は、自動化システムが要請した場合に、制御を取り戻す準備をしておかなければならない。
SAE レベル4	自動化システムは、運転タスクを実施し、運転環境を監視することができる。人間は、制御を取り戻す必要はないが、自動化システムは、ある環境・条件下のみで運転することができる。
SAE レベル5	自動化システムは、人間の運転者が運転できる全ての条件下において、全ての運転タスクを実施することができる。

自動運転は HE による事故防止や渋滞解消をもたらしたり、乗車中のドライバーに運転外活動の自由度を与える一方、自動運転レベル 2 から 3 の限界領域に於いてはシステム (ADS) からドライバーへ運転タスクが受け渡されることが前提である。

タスクの安全な引渡しには、ドライバー・ADS・それ以外の周辺車を含む環境を調和させることが必要となるが、そもそもシステムがどのような状態で、どこまでどのように自動化した上で引き渡そうとしているかを含め、短時間で正確な意思伝達には非常に高度な“車とヒト”のコミュニケーション成立が必要だ。^{18), 19), 20)}

システムから見て、ドライバーは運転が渡せる意識レベルにあるか (覚醒度)、他の事に気をとられていないか (集中度) を確かめつつ、周囲の状況や引渡しに至る迄の運行の流れを相互確認し合ったうえで引き渡し、といった具合である。

以上は主にドライバー監視のセンシングが担う部分だが、高度なコミュニケーションを成立させるための研究分野としてヒューマンシステムインタラクション (HSI) が存在し、e-Rubber はセンサ以外にハプティクス、モーフィングで貢献したいと考えている。

自動運転においてインタラクション不全が関係する課題の領域として、システムへの過信・不信、システムへの過度の依存、モード認識喪失やオートメーションサプライズ等の不具合がある。

これら HMI デザイン上の課題と対応に関しては、2015 年安全環境研究所講演会に於いて稲垣先生が明晰にご指摘されており、

- ・機械と状況認識を共有できる手がかり
- ・機械の判断の根拠が分かる手がかり

- ・機械の意図が分かる手がかり
- ・機械の能力限界を知る手がかり
- ・機械の作動状態が分かる手がかり

が理想の HMI 仕様を開発する道標となる。^{21), 22)}

“e-Rubber HMI” 構想としては、ヒトの知覚と認識プロセスに関するインタラクションのチャンネルを受容器、また体の部位としても増やすことで、上述の「手がかり」を豊富にするデバイスとしての活用可能性も検討したい。

4-3. ユースケース II (レベル 4, 5)

レベル 4 以降において、まずは内装分野で車室内で自由になった乗員が如何に快適に乗車時間を過ごせるかが開発ポイントの一つだ。²³⁾

車内での映画や音楽鑑賞を楽しむために静粛性を追求する防音・吸音材の開発等が各材料メーカーで開始されている。e-Rubber は省エネと無音動作で貢献するのは勿論、Connected により得られる情報を用い、車室にエンタメスペースとしての性格を与えることもできる可能性がある。^{24), 25)}

外装に関してはモーフィングがポイントである。自動運転の導入で、車の過剰な性能は削がれ、必要最低限のサイズまでダウンサイズする予測がある。ロボット映画のように考えるなら、乗員数ごとに車幅が変化する構造でもよいし、駐車スペースが最小になるように、降車後は垂直投影面積が極小となる形状変化をしてもよい。

また何より、高齢者が乗り易い状態にまで身がかがめるバリアフリー変化や、移乗に必要な手助けをする支援など、新たなユーザを車に迎えるための仕掛けのアイデアは無限に拡張することができる。以上の例示アイデアの実現には、デバイス開発は勿論、クルマや“クルマを巡る産業全体”との協調的な開発が必要であり、鋭意デバイス開発し、早期のご提案を進めていきたい。

5. まとめ

以上、e-Rubber のクルマにおける 3 つの活用方法をご提案させていただいた。DEA としての可能性の広さに加え、超分子活用によりヒステリシスロスのない材料を得たことで様々な可能性とメリットを持つデバイスの可能性をご理解いただければ幸甚である。

参考文献

<DEA 全般>

- 1) Carpi et al., 2007, 'Dielectric Elastomers as electromechanical Transducers
- 2) 奥崎, 2017, '電場駆動型ソフトアクチュエータ', 高分子 66 巻 7 月号
- 3) *Proceedings, 2017 IEEE International Conference on Robotics and Automation*

<省エネ>

- 4) 日本経済新聞, 'EV 時代 本当に来るの?' 2017 年 9 月 11 日夕刊 2 面
- 5) Intel Newsroom, 'Data is the new oil in the future of automated Driving <https://newsroom.intel.com/editorials/krzanich-the-future-of-automated-driving/>
- 6) Wadud et al., (Leeds Univ.), 2017 'Self-Driving Cars Will They Reduce Energy Use?'

<ハプティクス>

- 7) 東京大学 工学系研究科 精密工学専攻 HP <http://am.t.u-tokyo.ac.jp/research.html>
- 8) プロイレル (JTEKT), 2014, Haptics as a Key technology in Man-Machine Interface

<センシング>

- 9) 神永ら, 2015, トリリオン・センサのもたらす変革: 研究開発から産業創出へ システム制御情報学会誌 59 (11), 400-405, 2015
- 10) 森ら (交通事故総合分析センタ), 2007, ヒューマンエラー抑制の観点からみた 安全な道路・沿道環境のあり方に関する研究
- 11) 中川ら (Denso): 2016, '自動車運転における体調管理
- 12) Servati, 2017, *Novel Flexible Wearable Sensor Materials and Signal Processing for Vital Sign and Human Activity Monitoring, Sensors 2017*

<モーフィング>

- 13) 玉山 (JAXA): モーフィングに関する動向, ながれ 28 (2009) 277-284
- 14) Peel, et al., (Texas A&M Univ.), 2015, 'Development of a Simple Morphing Wing Using Elastomeric Composites as Skins and Actuators

- 15) Murugen et al., (Swansea Univ.), 2011, 'Optimal design of elastomer composites for Morphing Skins', ASME 2011
- 16) Thill, et al., (Bristol Univ.), 2008: 'Morphing Skins', *The aeronautical Journal Mar. 2008*

<人口動態: 乗り手の変化>

- 17) 河合, 2017 '未来の年表 人口減少日本でこれから起きること'

<自動運転・レベル 2, 3 >

- 18) 産総研: 2017, 自動走行システムの実現に向けた HMI 等のヒューマンファクタに関する調査検討
- 19) JARI: 2016, '高度自動運転における権限委譲方法の基礎的検討 (第 1 報)
- 20) 内閣府: 2017, 戦略的イノベーションプログラム (SIP) 自動走行システム研究開発計画
- 21) 稲垣, 2015, '人と自動走行システムが織り成す光と影の交錯模様 - 課題解決に向けたデザインの視点, 交通安全環境研究所講演会, 2015 年 7 月 3 日
- 22) Mok et al., (Stanford Univ.) ; *Understanding Driver-Automated Vehicle Interactions Through Wizard of Oz Design Improvisation*

<自動運転・レベル 4, 5 >

- 23) Wadud, et al., 'Help pr hindrance? The Travel, energy and carbon impacts of highly automated vehicles, *Transportation Research Part A (2016) 1-18*
- 24) 日本経済新聞, '静かな車内で映画・音楽' 2017 年 9 月 4 日朝刊 7 面
- 25) Center for Sustainable systems (Univ. of Michigan) 2016 "Autonomous Vehicles Factsheet", Pub., No. CSS16-18

著 者

藤原武史

竹内宏充

光の新たな価値創出

白井恵奈^{*1}，浅川れんげ^{*1}，田中義治^{*2}

The Creation of New Value with Light

Keina Shirai^{*1}，Renge Asakawa^{*1}，Yoshiharu Tanaka^{*2}

要旨

LEDは照明用途として広く世間に浸透している。その中で、今までとは違う光の新たな価値を見出すため、部署横断型で「光マネジメントワーキング」を組織し、様々なアプローチからコンセプト立案に向けた取り組みを行っている。

本報告では、この活動で立案した新たなコンセプトと、コンセプトを立案するまでの取り組み、そして東京モーターショーに向けた活動について紹介する。

Abstract

LEDs have come into widespread use in lighting applications. In order to find new value in non-conventional light, we organized a light management working group to address concept planning from various approaches. In this report, we introduce new concepts, approaches to planning these concepts, and activities for the Tokyo Motor Show.

1. はじめに ～光マネジメントワーキングとは～

近年、LEDは車載や住宅などの機能照明や空間演出等の用途として広がりを見せ、一般家庭にも浸透してきている。

そのような中、豊田合成はLEDメーカー/自動車部品メーカーとして、今後の社会を見据えた上で照明としての用途だけでなく“光の新たな価値”を生み出すべく、部署横断で若手社員を集め、「光マネジメントワーキング」を発足した。

2. 光マネジメントワーキングの取り組み

本活動では、今までにない発想から新価値を生み出すべく、活動のベース作りとしてまず以下3つの取り組みを実施した。

1) 「未来予測年表」の作成

過去、現在、未来の社会や技術の流れを調査し、整理した上で今後の予測を立てた。社会やライフスタイルなどの変化を元に、車や技術が今後どう推移するかを議論した。

2) 「光が持つ機能」の整理

光は「照らす」こと以外にも様々な機能を持つため、波長ごとにどのような機能があるかを整理

した。

3) 自分たちの考える「ありたい未来」を議論

「未来予測年表」から出た予測される未来に対し、自分たちが今後どのような社会であってほしいかというありたい姿を議論した。

その後、これらをふまえて具体的なアイデアを創出すべく、エンドユーザーの潜在的なニーズを調査し、コンセプトを立案した。

次章からは、本取り組みから発案されたアイデアである機能照明「サニールクス」を事例として、コンセプト立案までの流れと、東京モーターショーを通じて本コンセプトを具現化した取り組みについて紹介する。

3. サニールクスについて

3-1. ニーズ調査

エンドユーザーの潜在的なニーズを探るため、我々はまず、2章で紹介した「未来予測年表」から“ストレスの増加”に注目した。現在メンタル疾患は年々増加傾向にあり、さらに今後は社会保障費の増大、雇用不安定による将来の不安、地域の空洞化などから、人々がストレスを感じる要因は増大すると推測される。

そこで、光マネジメントワーキングでは独自のアンケートでストレスの解消方法について調査を

*1 デザイン企画部 企画開発室

*2 電子デバイス開発部 デバイス開発室

行った。これよりストレスの解消方法を「発散」「鎮静」「没頭」「向上」と分類し図-1のように集計をしたところ、「鎮静」が多くを占めることが分かった。「鎮静」カテゴリに挙げられる事例は、いわゆる癒しやリラクセスを得られるようなものであり、睡眠、ペット、マッサージ、入浴などが該当する。

以上の結果から、消費者のニーズを「ゆったりとした時間を過ごしてストレスから開放されたい」ことだと考え、このニーズに応える商品を検討した。



図-1 アンケート集計結果

3-2. コンセプト立案

「ストレスを開放」させるために我々が注目したのは、太陽光である。一般的に、太陽光を浴びる効果として体内時計の調整やうつ病の緩和等があるとされている。¹⁾

そこで、豊田合成が開発している太陽光の波長を再現したLEDを用いることで上記に近い効果を実現できるのではないかと考え、太陽光を浴びる照明というコンセプトを立案し、「サニールクス」と名付けた。

「サニールクス」は車室内で使用し、時間帯によって使い分けを行うことを想定している。特に、通勤で最も車が使用されている朝と夕方を使用シーンとして限定し、朝日や夕日の光を体に浴びることで、体内時計の調整やリラクセス効果を促進させるという狙いがある。

4. 東京モーターショーへの出展

東京モーターショーに出展したFlesby IIでは、未来のクルマが人に寄り添うというコンセプトから、人の体調や気分に応じて明るさや色温度が変化する光をサニールクスで具現化し、インテリアのモックアップに搭載した。

更に、図-2に示すように、サニールクスのコンセプトをより体感できるようなモデルを、あわせて出展した。これは、太陽光の時間による移り変わりを再現し天窓を模したもので、太陽光LEDをより太陽光らしく魅せ、擬似太陽光を浴びることができる体感ブースとして仕上げた。また、一般LEDと太陽光LEDを比較できるような仕掛けも導入した。どちらも多くの来場者に体感していただき、好評であった。



図-2 サニールクス体感モデル

5. まとめ

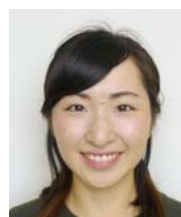
サニールクスは試作品を製作し、現在の生産性や快適性に関する評価を開始しており、定量的な効果を明らかにすると共に、今後はモーターショーでのエンドユーザーからの声を活かし、具体的な製品イメージを描く活動に繋げていきたいと考えている。

光はまだまだ可能性を秘めていると我々は考えている。今後も、光の持つ新たな価値を探り、新商品提案に向けた活動を継続していく。

参考文献

- 1) 樋口重和：光とヒトのメラトニン抑制，時間生物学 Vol.14-No.1, P.13-20 (2008)

著者



白井恵奈



浅川れんげ



田中義治

TGLSS (Toyota-Gosei Logistic Support System)

脇見・居眠り警報ハンドルの開発

日比野康司^{*1}, 志賀一三^{*2}, 小島史泰^{*2}

Development of a Steering Wheel to Prevent Dozing and Inattentive Driving

Yasushi Hibino^{*1}, Ichizo Shiga^{*2}, Fumiyasu Kojima^{*2}

要旨

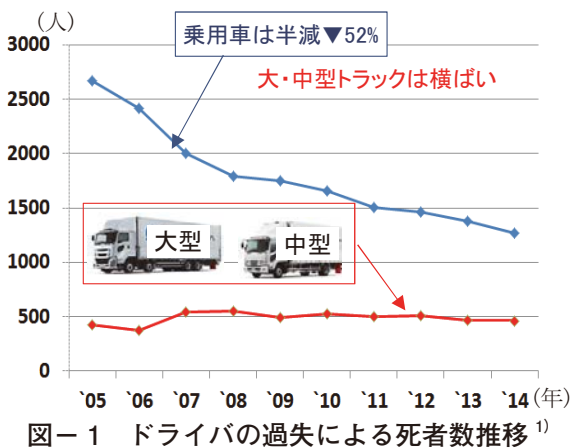
最近の交通事故の原因のなかで、居眠りを含む漫然運転、脇見運転が大きな割合を占めている。このような事故を防ぐにはドライバーの目の動きや顔の向きを監視し、居眠りや脇見を検知した場合、適宜ドライバーに警告することにより大幅に事故が減らせることが期待される。しかし、既に市場に出ている車両、特に居眠りや脇見による悲惨な事故が報告されている大型トラックや長距離バスに対し有効な手段がないのが現状である。今回その対策として我々が開発中の、後付可能な脇見・居眠り警報ハンドルについて報告する。

Abstract

In recent years, careless and inattentive driving has accounted for a large percentage of accidents. A promising way to prevent such accidents is to appropriately warn the driver when dozing or inattentive driving is detected. However, there is no effective method to prevent terrible accidents caused by dozing and inattentive driving in heavy-duty trucks and long-distance coaches already in use. As one preventive measure, we report an after market driver monitoring steering wheel that can be installed in existing trucks and coaches.

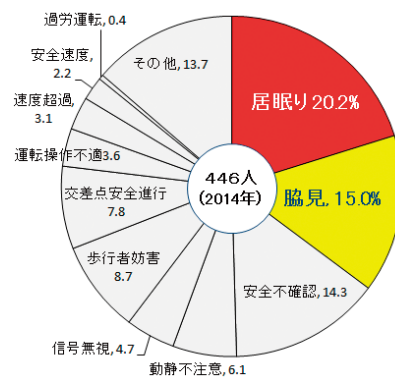
1. はじめに

日本国内の交通事故による死者数は年々減少しているが、ドライバ過失の事故による死者数の推移を乗用車と大・中型トラックと比較すると(図-1)、乗用車は10年で約52%低減しているのに対し、大型+中型トラックでは横ばいの状態



が続いている。

またその原因を法令違反別に見ると(図-2)居眠りを含む漫然運転が第1位、脇見運転が第2位となっており、合計すると35%以上になる。この2つの対策としてはドライバーの状態を監視し、居眠りや脇見の時にドライバーへ警告をすることにより事故を大幅に減少することが予想される。現在このシステムは一部のトラックに標準で装着されているが、まだ市場に多く拡がっていない



*1 電子デバイス開発部 電子技術室

*2 商品開発部 ボデー開発室

いのが現状である。

今回、我々はドライバー監視システムを特に悲惨な事故の多い大型トラックや長距離バスに簡易に後付けできるシステムを目指し開発を進めており、その一部を紹介する。

2. TGLSS システム概要

システムのフローを以下に示す（図-3）。

ハンドルに装着したカメラ（①）で撮影したドライバー画像をスマートフォンに送信（②）、スマートフォン内（③）で画像を解析、脇見、居眠り（閉眼）を検知した場合、警報を鳴らし、ドライバーに注意を促すと同時に運行管理者へドライバーの状態（顔情報）及び車両情報（位置、車速、急加減速）を送信（④）する。



図-3 システムフロー

2つの特長

- 1) パーソナルに特化した画像解析ソフト
(テンプレートマッチング)
- 2) 後付け可能な、カメラ付ハンドルの開発

※事項より詳細を説明

3. 画像解析ソフト開発

3-1. 開発の背景

脇見・居眠り判定をするソフトウェアの代表的なモノに、『特徴点方式』、『機械学習方式』などがある。

いずれも図-4にあるようにメガネ、マスク、ネックウォーマー、ヘルメットなどの装具を付けると検出率が下がる傾向になり、特にトラックドライバーは業務上、装具を付けるケースが高いため不向きである。

今回そういったパーソナルの変化に影響を受けにくい新たな検出ソフトウェアを開発した。



図-4 装具によるトラックドライバーの画像変化

3-2. 開発内容

今回開発したソフトウェアの概要について説明する。

脇見と居眠りを判断する処理フローは以下の順となる。

- 1) 目、鼻、輪郭のパーツを特定する
- 2) パーツの動きのトレースと画像解析により脇見、居眠りを判断する

1) の方式について、通常の特徴点方式では装具により顔の特徴点が隠れ、目・鼻・輪郭等のパーツの位置が探しにくくなる。そこで我々は製造現場の外観検査等で用いられている『テンプレートマッチング方式』をベースにした新たなソフトを開発した。まず事前に装具を付けた顔写真を登録し、それを元にパーツを見つけることで、装具に対する認識率の低下を抑えた。

2) の方式について、固定周期でパーツ移動量を計算するのに加え、『特徴点方式』をベースにした新たなソフトを開発した（図-5）。

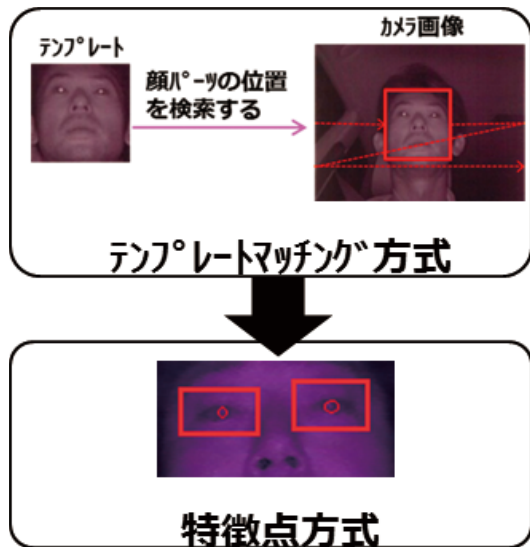


図-5 画像解析フロー

3-3. 画像解析検証結果

画像解析の画面を図-6に示す。

二つの画像解析手法を組み合わせることで、装具に影響されにくい検出が可能となった。



図-6 解析評価画面の一部

3-4. 画像解析装置

ソフトウェアのプラットフォームはスマートフォン (Android) を採用した (図-7)。

今回開発した TGLSS アプリケーションは、3-2項で説明した脇見・居眠り検出ソフトだけでなく Android ソリューションを活用した以下のサービスも搭載している。

- 1) GPS による速度計測, 警告発生位置の記録
- 2) ジャイロセンサーによるふらつき警告
- 3) アプリのバージョンアップによる機能追加や修正
- 4) 警告発生のアラートを事業者本体へメール送信



図-7 開発アプリケーション (Android スマートフォン)

4. カメラ付きハンドルの開発

今回開発したシステムのハンドルは、操舵力を伝える重要な部品である芯金は量産品をそのまま流用し、ドライバーの顔画像を撮影するカメラと顔画像をスマートフォンに送信する WiFi-ECU を追加した構造となっている。

カメラの取り付け位置は図-8のように、リング最上部に搭載したことが特長で、ドライバーの顔に最も近く、対面で撮影できるため確実に顔画像を撮影することが可能となった。

カメラ搭載部形状は、基本となる外掛け操作を阻害しないように、メータ視認性を確保した上でリング部内側に形状拡大している。また、この形状のメリットとして、図-9のようにハンドルカバー装着時でもカメラの撮影を損なうことがない。更に、図-10に示すように、様々なドライバーの体格、姿勢に対応できるようにカメラの向きを3段階の可変式とした。



図-8 カメラ付ハンドル仕様

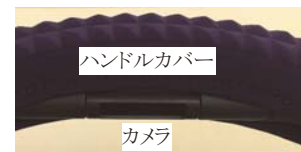


図-9 ハンドルカバー装着時

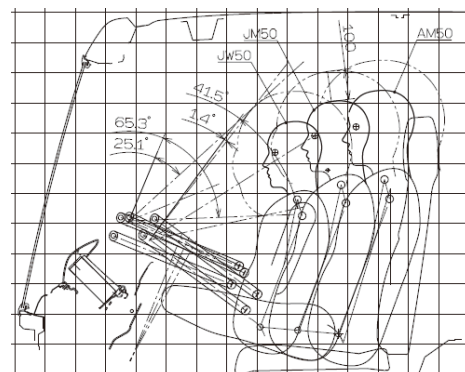


図-10 カメラ画角

5. 今後について

交通死亡事故“ゼロ”を目指し、更なる安全性の向上を図る（図－11）。

具体的な方策として

- 1) 漫然・居眠り状態に至るまでの、ドライバーの体調や顔表情の変化を解析し、漫然・居眠りを予測。
- 2) 運行記録計、ドライブレコーダ、ナビと連携し、車両挙動や車間距離とドライバー状態とを合わせ更に事故防止性能を向上。
- 3) 歩行者や他車のスマートフォンとの相互通信による飛び出し、出会いがしら事故の防止に拡げる。

スマートフォンによる
・ドライバーモニタ



図－11 他のシステムとの連携（イメージ）

参考文献

- 1) 交通事故総合分析センター 交通事故統計年報

著 者



日比野康司



志賀一三



小島史泰

グリップセンサー付きハンドルの開発

水野喜夫^{*1}, 木原久典^{*1}, 岡田啓誉^{*1}

杉山剛司^{*2}, 塚本尚樹^{*2}

Development of Steering Wheel with Grip Sensor

Yoshio Mizuno^{*1}, Hisanori Kihara^{*1}, Hiroataka Okada^{*1}

Takeshi Sugiyama^{*2}, Naoki Tsukamoto^{*2}

要旨

現在、運転支援システムの車線維持機能においてハンドル操作はドライバー主体であり、ドライバーによるハンドル保持が必要となっている。今回ハンドル保持状態を正確に検知できるグリップセンサー付きハンドルを開発・量産化した。

本製品の特長としてハンドルのヒーターエレメントとセンサーエレメントを世界で初めて一体化し、昇温性能を損なわずにセンサー機能を両立させたことである。

本稿では主な技術としてハンドル保持の検出技術、ヒーター使用におけるセンサー値補正技術について報告する。

Abstract

Steering wheels are operated by the vehicle driver, and for the lane keeping function of current driving support systems the steering wheel needs to be held by the driver. We developed and are mass producing a steering wheel with a grip sensor that can detect with high accuracy how a steering wheel is being held. An advantage of this product is that it provides a sensor function with no loss to heating performance by integrating the heater element and sensor elements of the steering wheel for the first time in the world. This report describes the detection technology and sensor value correction technology used in these steering wheels.

1. はじめに

近年、安全性向上、ドライバーの運転負担軽減のため、走る、曲がる、止まるをドライバーに代わり自動車側でサポートする運転支援システムの装備が進んでいる。その中でも高速道路での車線に沿った走行を支援する車線維持機能があるが、ハンドル操作はあくまでもドライバー主体であり、ドライバーがハンドルを握って運転していることがシステム作動条件となっている。そのためシステムにおいてはドライバーがハンドルを握っていることを検知する技術が不可欠となっている。

その検知方式としてこれまではドライバーによるハンドル操舵の回転トルクを検出するトルクセンサーが主流であったが、検知性能の更なる向上のためドライバーがハンドルを握る時の接触量を

検出するセンサー（以下、グリップセンサー）の必要性が高まっている。そのため豊田合成では国内初となるグリップセンサーをトヨタ自動車と共同開発し、新型レクサスLSに搭載された。本稿では開発した主な技術内容を報告する。

2. 開発品コンセプト

2-1. グリップセンサーの基本原則

今回開発したグリップセンサー付ハンドルにはスマートフォンや携帯電話などに使われている静電容量方式を採用している。人体は静電容量を保有しており、人がハンドルに触れたときの静電容量の増加分を電子制御ユニット（ECU：Electronic Control Unit）から微小電流を流すことで検知している（図-1）。

*1 商品開発部 ボデー開発室

*2 電子デバイス開発部 電子技術室

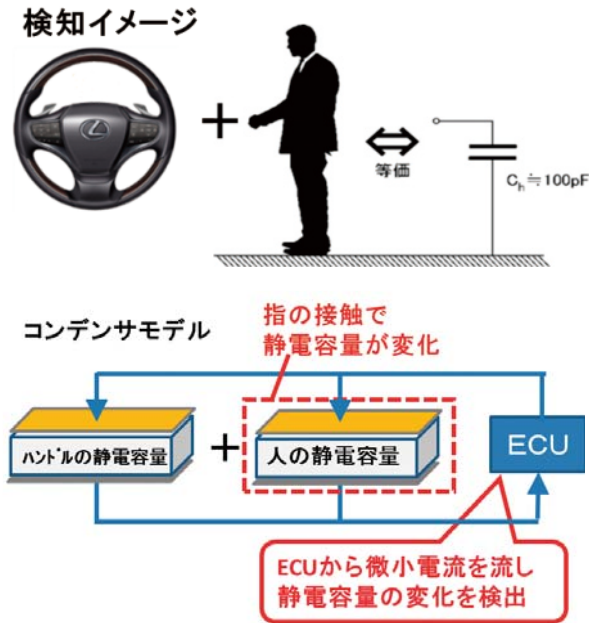


図-1 基本原理

人体の静電容量は体格により大小があり¹⁾、ハンドルを握る手の大きさや指の本数によっても変わる(図-2)。今回の開発品では体格、手の大きさ、指の本数の違いがあってもカバーできる測定範囲を自動調整することで確保しており、ドライバーの体格差に左右されないグリップセンサーとなっている。

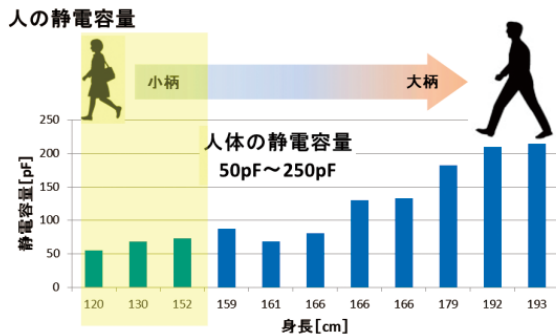


図-2 人の静電容量¹⁾

2-2. グリップセンサーの判定ロジック

グリップセンサーは、人の手がハンドルに触れたとき(以下、保舵)や放したとき(以下、手放し)の静電容量の増減を検知(以下、グリップ検知)している。保舵や手放しの判定にはセンサー値の立上りや立下り起点(以下、微分値)と、起点からの変化量(以下、相対値)を計測している。保舵や手放し判定は、微分値や相対値を使用した独自の判定ロジックを採用しており、様々な握り方や放し方、周囲環境の変化に対応させている。

2-3. グリップセンサー構造と開発品の特長

基本構造としてはハンドルのグリップ部に静電容量を検出するためのセンサー部とハンドル中央のパッド部に判定するためのECUを内蔵する構成となっており、すでに他社でも量産化されている。

開発品の特長としてはヒーターハンドルに使用されているヒーター線をセンサーとして兼用する1層構造になっており、ヒーター線の上にセンサーを配置する他社の2層構造に比べ、構成部品が少ない、構造が薄い、ヒーターの昇温性能にも影響がないことでコスト、ハンドル触感、ヒーター性能に有利なものとなっている(図-3)。

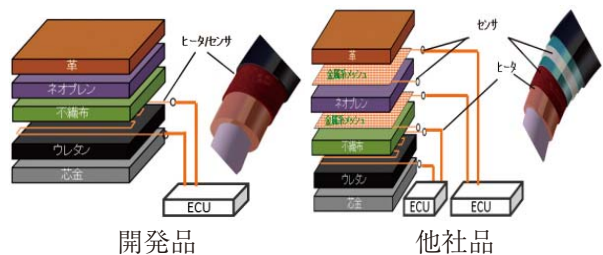


図-3 ハンドル構成比較

3. グリップ検知技術

3-1. センサー部の構成

図-4に開発品の構成を示す。ヒーター線はエレメント上に一筆書きで配置されており、エレメントは左右に分割されている。エレメントは革とともにウレタン、芯金からなるハンドル素材に巻きつけられ、ハンドルを構成している。

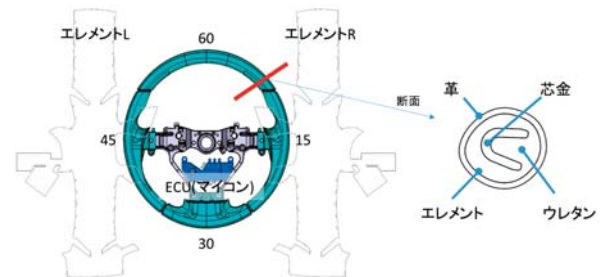


図-4 ハンドルの構成

3-2. グリップ検知特性

検知特性は保舵性能、手放し性能の2つがある。

保舵性能：ドライバーの緩い握り方の条件

手放し性能：ハンドル近傍に手があるが触れていない条件

閾値はシステムが保舵もしくは手放しを判定する検知量のこと、保舵はそれ以上であること、手放しはそれ未満であることが求められる。

図-5に従来のヒーターハンドルにグリップ検知機能を付与したときの保舵性能を示す。見方としてはハンドル周方向における検知量を表している。

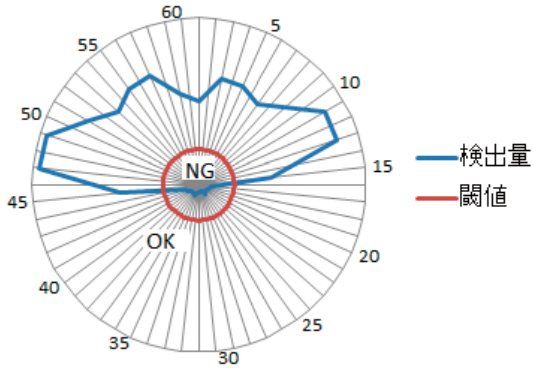


図-5 初期品の保舵性能

この結果ではハンドル上半分は検知できているが、下半分では検知できていないことが分かる。これはセンサーであるヒーター線長の位置によって検知量が異なることに起因している。

3-3. ヒーター線配置の最適化

ハンドル全周においてグリップ検知特性を確保するため、ヒーター線長による検知量を調査し、それに応じたヒーター線の配置の最適化を行った。図-6にヒーター線の配置を示す。開発品(最適化後)はエレメント内の上下で検知量の偏りなく、かつ、検知量の高い部分を人の指がハンドルに触れ易い位置に、検知量の低い部分を人の掌がくる位置に配置した。

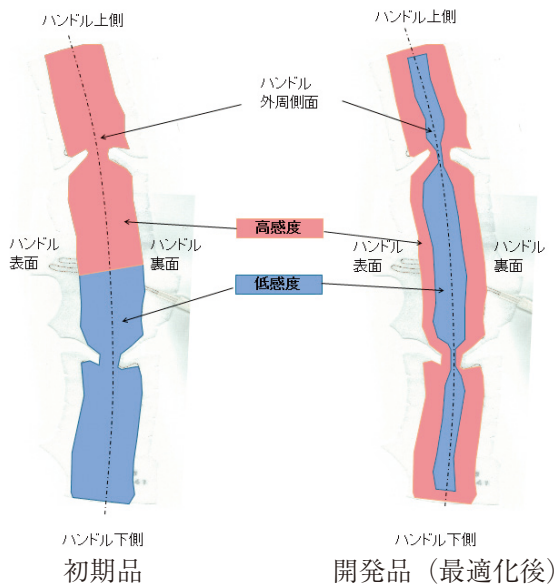


図-6 ヒーター線配置

ヒーター線配置を変更したときの保舵及び手放し性能を図-7, 8に示す。ヒーター線配置を最適化することでハンドル全周においてグリップ検知特性を満足することができた。

これらの結果からドライバーのハンドルの保舵と手放し状態を正確に判別することができている。

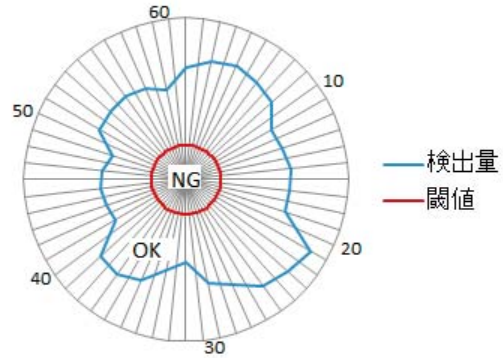


図-7 開発品(最適化後)の保舵性能

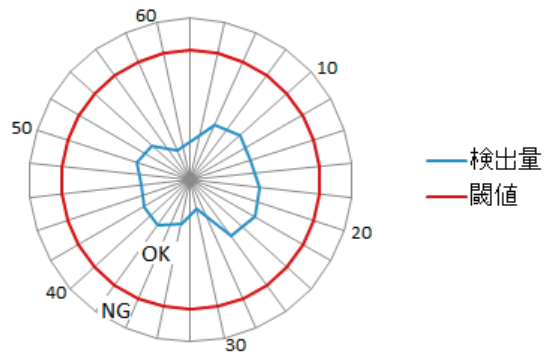


図-8 開発品(最適化後)の手放し性能

4. センサー値補正技術

4-1. ヒーター作動時のセンサー値変動

ヒーター・センサー兼用方式のグリップ検知では、ヒーター作動時、急激な電流変化と温度変化によりセンサー値が変動し、グリップ検知の判定結果に影響する可能性がある。そのため、その影響を補正する技術を開発した(図-9)。

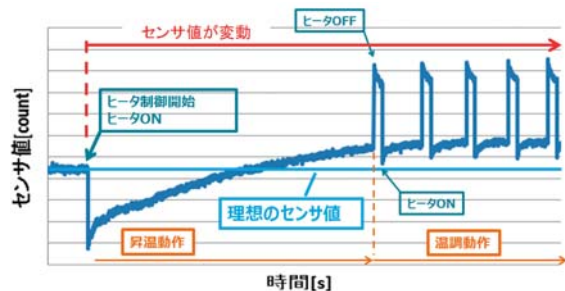


図-9 ヒーター駆動時のセンサー値変動

4-2. センサー値変動の解析と対策

センサー値の変動は、センシング回路のインピーダンス特性変化およびハンドル素材の誘電率変化に起因しており、その変化を引き起こす要因である電流・電圧・温度の変化の仕方から、変動のパターンを以下の3種類に分類した(図-10, 表-1).

- ① 電流・電圧の変化に起因する速い変動
- ② 回路部品の熱応答性に起因する遅い変動
- ③ 材料の温度特性に起因する単調な変動

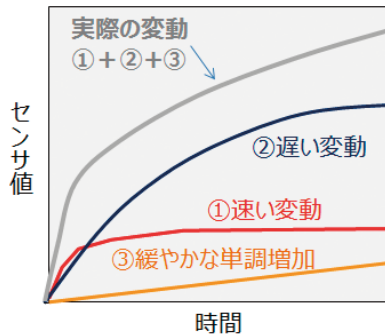


図-10 温度上昇中のセンサー値変動

表-1 センサー値変動因子

変動種別	変動因子	回路に与える影響
① 速い変動	ヒータ電流	ヒータ電流急変によるセンシング回路のインピーダンス変化
	電源電圧 (ヒータ電流)	ヒータ電流急変によるセンシング回路のインピーダンス変化
② 遅い変動	ヒータ線温度 (ヒータ電流)	ヒータの PTC 特性にて温度とともに電流が変化 センシング回路のインピーダンス変化
	ヒータ線温度 (誘電率変化)	ヒータ線近傍の素材はヒータ線の温度変化の影響を受け、誘電率が変化。 (①より遅れて変化)
③ 緩やかな 単調増加	ヒータ線温度 (誘電率変化)	芯金近傍の素材は、芯金に熱を奪われるためヒータ線近傍に比べ、緩やかに温度が上昇。誘電率も緩やかに上昇。

表の①②③の和をセンサー変動の理論値とし、理論値と実際に得られるセンサ値との比率から、マイコンにてセンサ変動を補正する。上記方法にて、ヒーター制御中のセンサー値変動波形(上段)を、判定に影響しないレベルまで補正(下段)することに成功した(図-11)。

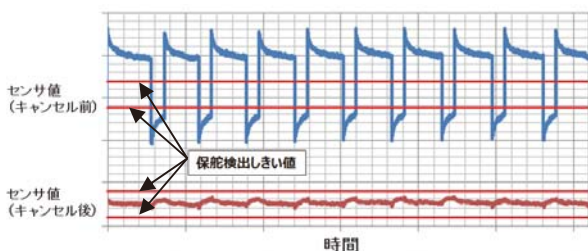


図-11 キャンセル後のセンサー値
(ヒーター温調制御中のセンサー値)

このセンサー値補正技術は、ヒーター作動時の変動を始め、ばらつきや経年劣化で生ずるばらつき(個体感度差)も補正することができ、誤りのない保舵手放し判定を実現している。

5. まとめ

本稿では静電容量方式を採用し、ヒーターハンドルの構成をベースに、ヒーター線をセンサーとして最適配置する技術、ヒーター作動によるセンサー値を補正する技術などを開発し、人の手が触れていることや放していることが正確に検知できるハンドルを開発することができた。

今後、益々進展する運転支援を含む自動運転技術の中でドライバーとクルマの接点であるハンドルにおいては、より一層の安心、安全を提供することができると考えており、これからも様々な機能を取り込む製品開発に取り組んでいきたい。

謝辞

最後に開発、量産化にあたり、多大なるご協力、ご指導をいただいたトヨタ自動車株式会社 第1先進安全開発部の皆様をはじめとする関係方々に御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 電子情報通信学会論文誌 B Vol. J84-B No.10 pp.1841-1847 2001年10月より抜粋

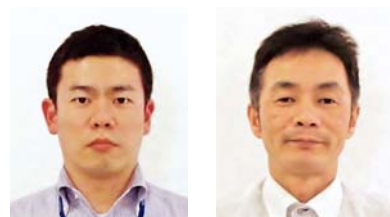
著者



水野喜夫

木原久典

岡田啓誉



杉山剛司

塚本尚樹

高剛性ゴム材料開発による軽量化

瀬尾明繁^{*1}, 栗本英一^{*2}

Lightweight with Development of High-stiffness Rubber Materials

Akishige Seo^{*1}, Hidekazu Kurimoto^{*2}

要旨

カーメーカーから製品の低コスト化/軽量化のニーズがますます高まっており、その対応の一つとして製品の薄肉化が挙げられる。薄肉化するためには材料の高剛性化が必要であり、従来ゴムの高剛性化の処方では補強剤であるカーボン等やオレフィン系エラストマーの添加、増量が一般的である。但しこの処方は常温と高温の剛性で大きく差が出て、製品において常温時での組み付け性と使用環境である高温時の剛性の両立化が難しい。

今回、常温から高温まで剛性の温度依存性が小さい高剛性ゴム材を開発した。考え方はゴム弾性の活用であり、処方は加硫剤である硫黄と硫黄を供与する有機加硫剤や加硫促進剤を併用した。これより高剛性化と背反特性である高温へたりの両立化する配合技術を確認し、ゴム弾性の発現をパルス NMR において分子運動性で検証することができた。また薄肉エアクリーナホース向けの実用配合を設定することができた。

Abstract

Recently, carmakers' demands for low costs and lighter weights have been increasing. Thin-walled technology is one of the solutions to meet these needs. To reduce the thickness of a material, it needs to be given high stiffness. A general method for enhancing stiffness is to increase the content of reinforcing agent (ex: carbon black) and olefin type elastomers in rubber compounds, but it is difficult to find the balance between processability at room temperature and maintaining sufficient stiffness at high temperature, which is its usage environment.

Using rubber elasticity, we have developed a new rubber material that has low temperature dependency in the normal to high temperature range. Formulation technology for both high-stiffness and good compression set ability was established with the combined use of sulfur, organic sulfur donor, and accelerator. Rubber elasticity was confirmed from molecular mobility with pulsed NMR. This technology is suitable for practical use, and it has been used in rubber formulation for an air cleaner hose.

1. はじめに

近年、CO₂の排出規制、ガソリン価格上昇の懸念などにより、車両の低燃費化が望まれる。

部品メーカーの取り組みとしては低コスト化とともに軽量化して商品力を向上する必要がある。

またポリマーの世界的な需要拡大があり、一時期は玉不足も起こり高騰した。その原因は中国で

の消費量増大であり、世界のゴム需要で中国は2012年以降1/3以上を占めている。そのため価格に影響されやすいポリマー消費量を低減する活動も必要である。

低コスト/軽量化の取り組みとして、今回はエアクリーナホースの高剛性薄肉化を対象として報告する。

*1 商品開発部 ユニット開発室

*2 材料技術部 材料開発統括室

2. エアクリーナホースの機能と薄肉化の課題

エアクリーナホースの機能はエアクリーナからインレットマニホールド側にエアを運ぶことであり、主な要求特性は負圧性能、耐疲労性があげられる（図-1¹⁾）。

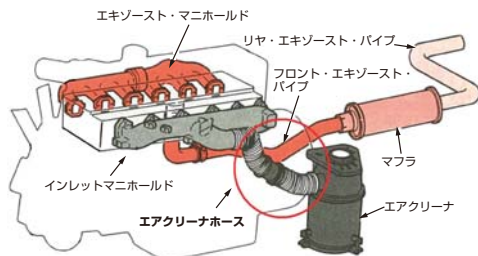


図-1 エアクリーナホースの装着図

製品の一般肉厚、蛇腹肉厚をそれぞれ薄肉化すると（図-2）、剛性不足で常温での組付け性が低下し、かつ製品使用温度の高温で負圧性能が悪化するため高剛性材の開発が必要であった。

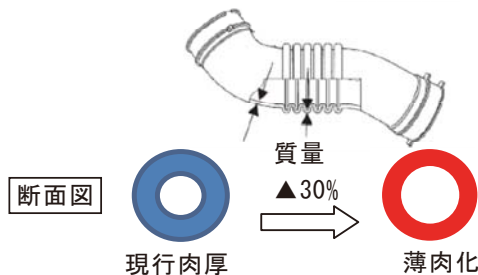


図-2 薄肉エアクリーナホースの仕様

3. 高剛性材の考え方と検証

3-1. 従来技術の高剛性化の課題

図-3に現行材、従来技術の高剛性化の剛性（30%伸長時の応力）の温度依存性と開発材の狙う領域を示す。現行材は常温から高温にかけて剛性が下がる温度依存性が大きい挙動になっている。高剛性化の従来技術であるカーボン等の補強

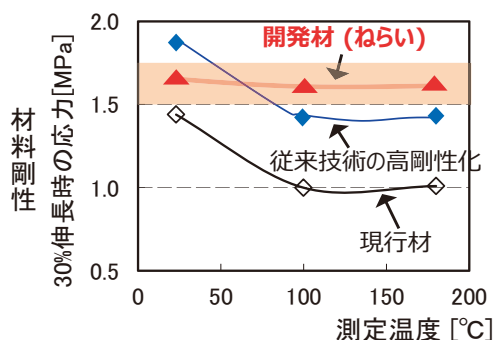


図-3 剛性の温度依存性の挙動

剤の増量やオレフィン系エラストマーの添加もこの挙動は変わらず、常温での製品組付け性と使用環境である高温剛性の両立化が難しい。

3-2. 開発材の考え方

開発材は剛性の温度依存性を小さいゴムにするため、ゴム弾性を活用することとした。

ゴム弾性とは温度上昇とともに、分子の凝集力が増加し、弾性が大きくなる特性である。ゴム弾性の発現機構を調べるには熱弾性実験が有効である。図-4に示すように短冊状試験片を重りWを吊るし（すなわち一定荷重条件下）、周囲温度を上昇させて試験片の長さ L_0 の変化を観察すると、「樹脂の場合には、その長さは温度上昇とともに長くなる。これに対して、架橋ゴムの場合には、その長さは逆に温度上昇とともに短くなり、また次に冷やすと再び元の長さに可逆的に回復する」。

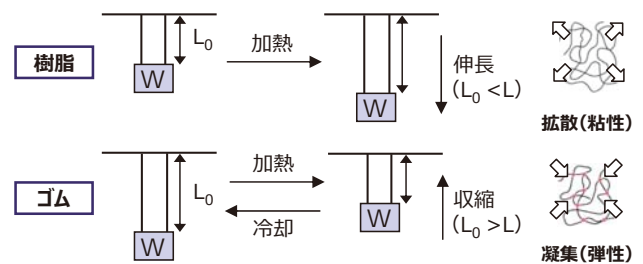


図-4 熱弾性実験の概要図

これらの架橋ゴムの一見特異な挙動は、一定圧力下の気体が温度上昇とともに膨張する挙動に類似している。したがって、架橋ゴムの弾性発現機構は、よく知られている気体分子運動論と関連づけて説明できる。²⁾

架橋ゴムにおいて、外力による網目鎖が伸長されると（但し、原子間隔を広げることなく、主鎖結合周りの内部回転等による配置変化で対応）、熱運動の自由度の減少に相当する系のエントロピー減少をもたらす。一方、温度上昇は架橋ゴム中の分子鎖の熱運動を活発にし、それに伴い伸長された系は拘束が小さい、いわゆるエントロピーが大きい未伸長状態へ近づくように収縮しようとする。つまり温度上昇とともに、一定荷重下では長さが減少し、一定伸長下では引張り力が増加する。

架橋ゴムとして単位体積中に三次元的な網目構造を形成する分子集合体を考えるとゴム弾性率は下記関係式となる。³⁾

$$E = 3 \nu e RT$$

(E: ゴム弾性率, νe : 有効網目鎖濃度

R: 定数, T: 絶対温度)

ゴム弾性率は有効網目鎖濃度いわゆる架橋密度と絶対温度に比例する。

図-5, 6に剛性の温度依存性の挙動メカニズムとして架橋密度違いのゴムを比較する。

架橋密度が小さいゴム材の剛性は常温から高温にかけて下がり、温度依存性が大きい挙動になるその理由として架橋によるゴム弾性よりもオイル等の熱可塑成分の粘性の影響が大きいためであり、現行材はこれに該当する(図-5)。

①架橋ポリマー(上昇) < ②熱可塑成分(下降)

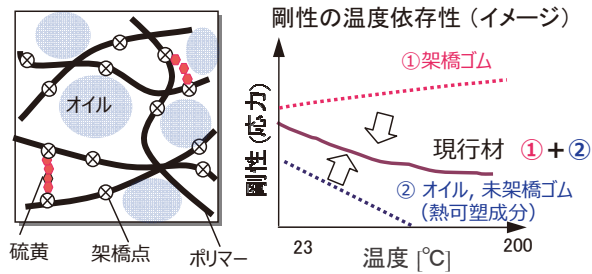


図-5 剛性の温度依存性の挙動メカニズム (架橋密度が小さいゴム材)

これに対して架橋密度を大きくすれば温度と比例して、より大きなゴム弾性を発現し、オイル等の熱可塑成分の粘性と打ち消し合い、温度依存性が小さいゴムになると考えられる(図-6)。開発材はこの挙動を狙いとした。

①架橋ポリマー(上昇) ≧ ②熱可塑成分(下降)

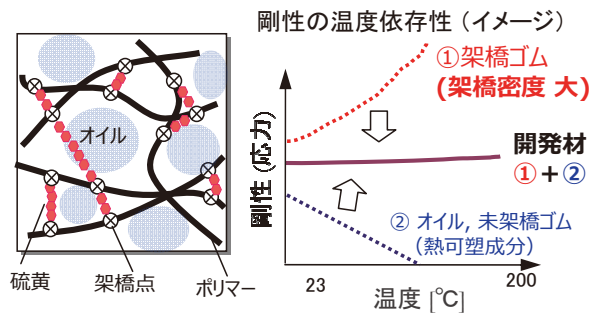


図-6 剛性の温度依存性の挙動メカニズム (架橋密度が大きいゴム材)

3-3. 架橋密度向上の考え方

主な方策は、架橋剤の増量、架橋助剤の増量、ポリマーゼン量アップであり、背反特性を考慮して優先を順位付けした(表-1)。その結果、架橋剤増量の「硫黄の増量」と「硫黄と硫黄供与剤を併用した増量」の二つの方策を選定した。

通常、硫黄加硫ゴムの架橋形態は図-7に示すようにポリスルフィド、ジスルフィドおよびモノスルフィドから形成されている。これらの生成比率は硫黄量、加硫促進剤の種類、加硫条件等によって変化する。⁴⁾

硫黄の増量はポリスルフィド架橋が多くなり、

表-1 架橋密度向上の方策

開発目標達成手段の立案		達成手段の評価	
1次	2次	背反特性の補足	総合評価*1
架橋剤の増量	硫黄の増量	熱老化性悪化 高温へたり悪化	◎
	硫黄と硫黄供与剤を併用した増量	—	◎
	硫黄供与剤の増量	繰り返し疲労性悪化	○
架橋助剤の増量	亜鉛華増量	--	△
	ステアリン酸増量	--	×
ポリマーゼンの増量	—	ポリマーコスト高	○

※ 1 ◎：効果大, ○：効果中, △：効果小, ×：効果なし

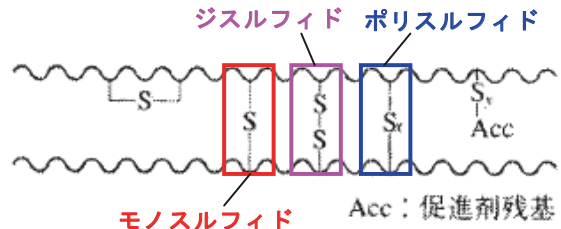


図-7 硫黄加硫ゴムの架橋形態

結合エネルギーが低いため熱により切断されやすく熱老化性や高温へたり性が劣る。そのため熱安定性がよいジスルフィド、モノスルフィド架橋を形成しやすい硫黄供与剤を活用すれば熱老化性や高温へたり性が小さい硫黄架橋ゴムが得られる。

硫黄供与剤とはサルファードナーともいわれ硫黄を含む化合物で加硫反応中に低分子硫黄を活性硫黄として解離、放出し架橋剤とし働く物質である。^{5) 6)} 表-2, 3に主な硫黄供与剤である加硫剤と加硫促進剤, 図-8, 9にDTDM (4, 4'-ジチオジモルホリン), TMTD (テトラメチルチウラムジスルフィド)の硫黄放出機構を示す。

DTDMから放出される活性硫黄量は(硫黄の原子量 32 × 2) / (DTDMの分子量 236) × 100 = 約 27%となる。

TMTDから放出される活性硫黄量は(硫黄の原子量 32) / (TMTDの分子量 240) × 100 = 約 13%となる。

表-2 硫黄供与する主な有機加硫剤

名称(略称)	化学構造式等	M.W.	放出硫黄量(個)	活性硫黄量(%)
DTDM	<chem>C1CCN(C1)SSN(C1)CC1</chem>	236	2個	27.2
DTDC	<chem>C1CCN(C1)SSN(C1)CC1=O</chem>	288	2個	22.2

表-3 硫黄供与する主な加硫促進剤

名称 (略称)	化学構造式等	M.W.	放出硫黄量 (個)	活性硫黄量 (%)
TMTD	<chem>CN(C)C(S)S(S)C(S)N(C)C</chem>	240	1	13.3
TETD	<chem>CCN(C)C(S)S(S)C(S)N(C)C</chem>	297	1	10.8
TBTD	<chem>CCN(C)C(S)S(S)C(S)N(C)C</chem>	409	1	7.8
DPTT	<chem>C1CCN(C1)C(S)S(S)C(S)N(C1)CC1</chem>	385	3	25.0
MDB	<chem>C1CCN(C1)C(S)S(S)N2CCCCC2</chem>	284	1	11.3



図-8 有機加硫剤 DTDM の硫黄放出機構

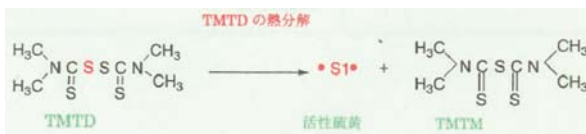


図-9 加硫促進剤 TMTD の硫黄放出機構

これより架橋密度向上で選定した「硫黄と硫黄供与剤を併用した増量」は「硫黄の増量」の背反特性である高温へたり性等を抑えることができると考えられる。

3-4. 架橋密度向上の検討

水準は「EPDM 基本配合」に対して「硫黄の増量」と「硫黄と硫黄供与剤を併用した増量」(以下、硫黄/硫黄供与剤併用と示す)の3水準で実験した(表-4)。活性硫黄量は選択した硫黄供与剤である有機加硫剤や加硫促進剤から算出した。

表-4 実験水準

		基本配合	硫黄の増量	硫黄/硫黄供与剤併用
硫黄の配合量(比)	①硫黄	1.0	1.8	1.3
	②活性硫黄(硫黄供与剤)	0	0	0.5
	全体硫黄①+②	1.0	1.8	1.8

ゴム材は1.5Lバンパリーミキサーと8インチロールにて混練りした。2mmシートは170℃×10分プレス加硫で作製した。実験項目の高温剛性100℃時の30%応力はJIS K6251、架橋密度は選択/膨潤分解法よりFlory-Rehnerの式から算出⁷⁾、高温へたり100℃×24h×25%圧縮永久歪

みはJIS K6262に準拠して実施した。

図-10に3水準の剛性の温度依存性を示す。基本配合に対して「硫黄の増量」と「硫黄/硫黄供与剤併用」は温度依存性が小さく、高温剛性も大きいことが確認できた。

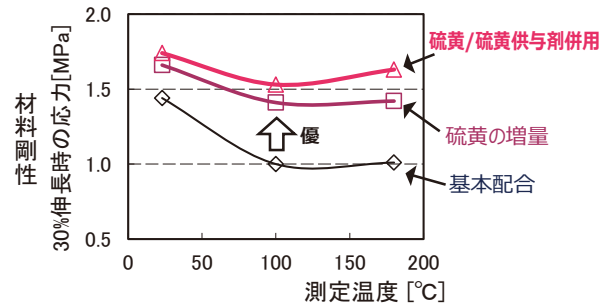


図-10 硫黄量違いの剛性の温度依存性

これは架橋密度が大きいためであり(図-11)、特に「硫黄/硫黄供与剤併用」は低分子の硫黄を放出するとともに、自身が分解したアミン化合物が硫黄を活性化して有効的に架橋したためと考えられる。また「硫黄/硫黄供与剤併用」はモノ、ジスルフィド架橋を確認することができた。

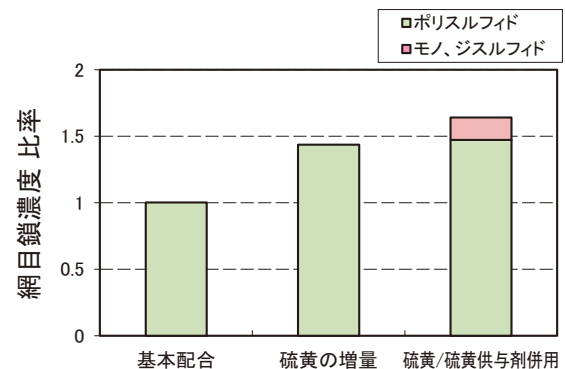


図-11 硫黄量違いの架橋密度

図-12に示す高温へたり性は基本配合に対して「硫黄の増量」は悪化するが「硫黄/硫黄供与剤併用」は顕著に悪化しておらず、モノ、ジスルフィド架橋の効果であるといえる。

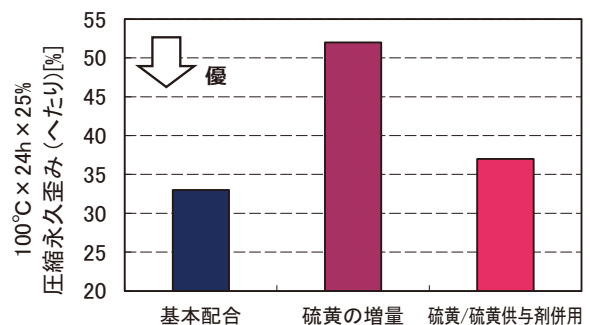


図-12 硫黄量違いの高温へたり

これより硫黄供与剤を活用して架橋密度を向上すれば、高温へたりの性を抑えて高温剛性が大きい温度依存性が小さい材料になることが検証できた。

3-5. メカニズム検証

剛性の温度依存性のメカニズム検証として、剛性と分子運動性の関係を確認した。

分子運動性はパルス NMR 法で評価し、その原理を図-13に示す。磁場に試料を置いて、そこにパルスでマイクロ波をあてると水素原子の核スピンの基底状態から励起状態に移り、パルス波を止めると元の基底状態に戻る時間を緩和時間とすると分子運動性と相関あることが分かっている。

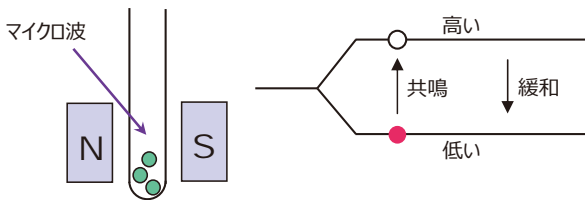


図-13 パルス NMR 原理の概要

二種類の架橋密度が異なる分子運動性モデルを図-14に示す。①架橋密度が小さい材料は、分子が動き易く分子運動性が大きいため緩和時間が長いといえる。それに対して②架橋密度が大きい材料は、架橋点で分子が拘束されて動き難く、分子運動性が小さいため緩和時間が短いといえる。

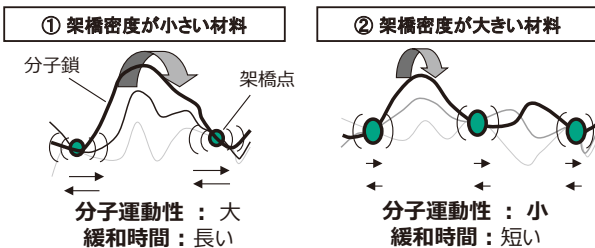


図-14 架橋密度が異なるゴムの分子運動性モデル

この方法で分子運動性と剛性の関係を「基本配合」と「硫黄/硫黄供与剤併用」で比較した。図-15, 16に分子運動性と剛性の関係を示すが、「基本配合」は架橋密度が小さいため、高温になるにつれて分子運動性が大きく、剛性の温度依存性も大きくなっている。

それと比較して「硫黄/硫黄供与剤併用」は架橋密度が大きいため高温でも分子運動性が小さく、剛性が維持できている。これよりゴム弾性のメカニズムを分子運動性で検証することができた。

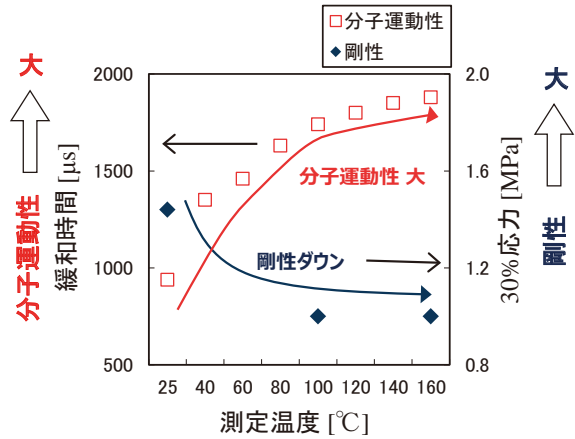


図-15 分子運動性と剛性の関係 (基本配合)

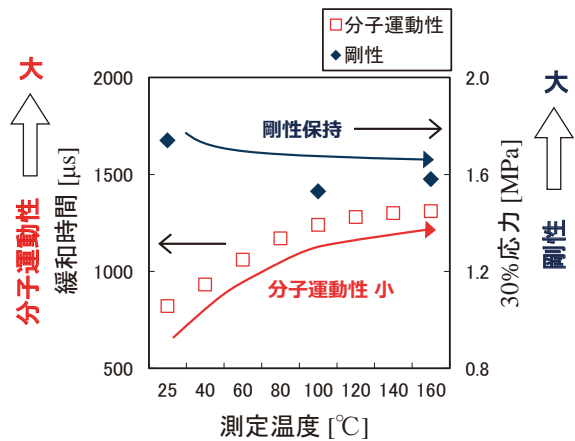


図-16 分子運動性と剛性の関係 (硫黄/硫黄供与剤併用)

3-6. 実用配合の設定

薄肉エアクリーナホース用の実用配合設定のため EPDM 実用配合マスターバッチに硫黄と選択した活性硫黄量を振った実験水準の範囲を表-5に示す。活性硫黄量は選択した硫黄供与剤から算出した。

表-5 硫黄配合量 (比) の実験範囲

		実験範囲
硫黄の配合量 (比)	①硫黄	1.0 ~ 1.6
	②活性硫黄 (硫黄供与剤)	0.1 ~ 0.9 (0.7 ~ 4.5)
	①+② 全体硫黄	1.1 ~ 1.9

開発材は図-17に示す高温時の剛性と初期伸び等から設定した。

図-18に開発材と現行材の剛性の温度依存性を示す。開発材は、現行材と比較して温度依存性が小さい高剛性材であることが確認できた。

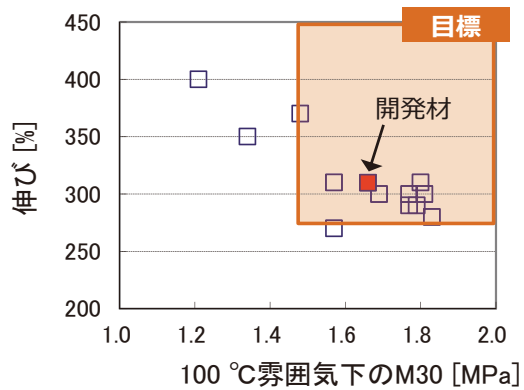


図-17 高温時の剛性と初期伸びの関係

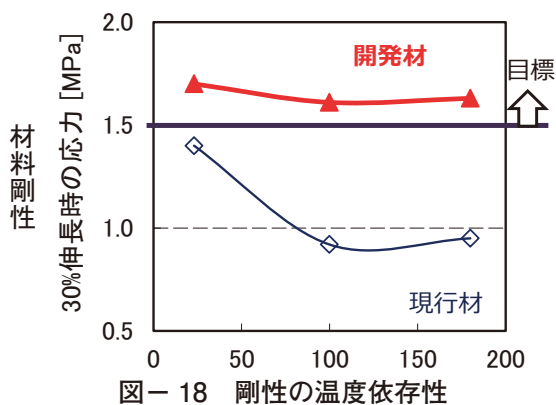


図-18 剛性の温度依存性

参考文献

- 1) 日本自動車整備振興会連合会編, 自動車整備技術三級自動車ジーゼル・エンジン, 日本自動車整備振興会連合会, (1986) p121
- 2) 日本ゴム協会編, 新版 ゴム技術の基礎, 日本ゴム協会, (1999) p40
- 3) 日本ゴム協会編, 新版 ゴム技術の基礎, 日本ゴム協会, (1999) p43
- 4) 池田裕子, 日本ゴム協会誌, 75(2), 55 (2002)
- 5) 立畠達夫, 日本ゴム協会誌, 82(1), 27 (2009)
- 6) 編集委員会, 日本ゴム協会誌, 76 (3), 105 (2003)
- 7) 中内秀雄, 内藤壽夫, 宇都宮忠, 増田欽次, 井上栄, 日本ゴム協会誌, 60 (5), 267 (1987)

著者



瀬尾明繁



栗本英一

4. まとめ

ゴム弾性を活用して温度依存性が小さい高剛性材が確立でき、ゴム弾性の発現は分子運動性で検証することができた。また本開発材はエアクリーナホースの薄肉軽量化に寄与し、この製品をグローバルに展開する予定である。今後は本開発材の考え方を、その他製品やゴム種違いに適用する計画である。

ヘッドランプの小型軽量化に貢献する高効率 LED の開発

和田 聡^{*1}, 荒添直棋^{*2}, 古関正賢^{*3}矢羽田孝輔^{*4}, 渡邊宗隆^{*4}Development of High Efficiency LEDs
that Contribute to Reduced Headlamp Size and WeightSatoshi Wada^{*1}, Naoki Arazoe^{*2}, Masakata Koseki^{*3}Kosuke Yahata^{*4}, Munetaka Watanabe^{*4}

要旨

現在、多くの照明製品で白色 LED が利用され一般的になっている。車載照明においても、内装製品を中心に搭載が拡大している。また、LED の高効率化が進み、高効率、高信頼性、高色品質がもとめられるヘッドランプ用の光源として、既存光源からの置き換えが急速に進んでいる。ここでは、ヘッドランプ用光源を取り巻く状況と、豊田合成のヘッドランプ用 LED に適用した技術について報告する。

Abstract

White LEDs are used in many illumination products and have become common today. In vehicle illumination, progress has been made mainly in interior decoration products. LEDs are becoming more efficient, and they are rapidly replacing existing light sources in headlamps that demand high efficiency, high reliability, and high color quality. Here we report the circumstances for headlamp light sources, and the technology applied in our LED headlamps.

1. はじめに

CO₂ 排出量削減のため、化石燃料使用量を低減できる FCV, PHV, EV などの電気を動力源としたクルマのシェアが今後伸びていくことが予想されている。車載照明製品において、消費電力の低減による燃費、電費向上のため、LED 化が急速に進んでいる。また、LED の高輝度化による光源の小型化によりヘッドランプの設計自由度が向上し、より複雑なデザインを実現できるようになった。光源の発光効率と発光面積の関係を図-1に示す。発光効率が高いほど同じ明るさを出すのに必要な消費電力が小さくなり、発光面積が小さいほど輝度向上によるヘッドランプの小型化が優位となる。

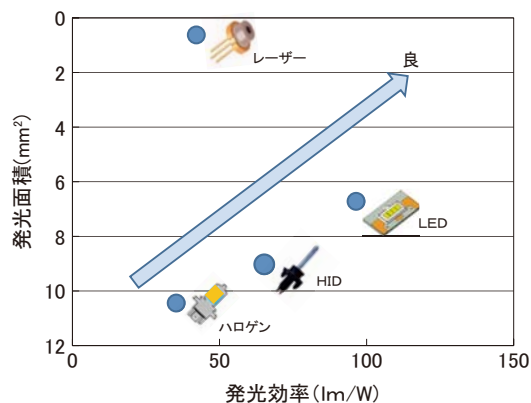


図-1 ヘッドランプ用光源の位置づけ

光源の LED 化による光源サイズの小型・高効率化によって灯体デザインの自由度が向上し、主に高級車を中心に LED 化が進んでいる。更にヘッドランプ用 LED の発光効率が向上するのに伴い、HID やハロゲンからの置き換え適用が拡大している (図-2)。

*1 電子デバイス開発部 デバイス開発室

*2 電子デバイス開発部 デバイス企画室

*3 車載照明技術部 照明技術室

*4 TS オプト株式会社 技術部

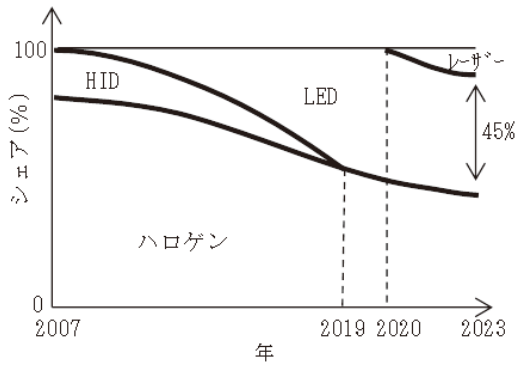


図-2 ヘッドランプ用光源シェア予測

ハロゲンはLEDに対し安価な点、メンテナンスが容易な点で優位性があるため、LEDへの置き換えは緩やかに進行すると予想される。

2. ヘッドランプを取り巻く状況

LEDの高効率、高輝度化に伴い、デザイン性に加え、ADB（アダプティブドライビングビーム）に代表される、光を当てたくない場所を部分的に遮光するような機能をヘッドランプで実現することにLED光源が貢献している。

ヘッドランプの小型化に伴い、ヘッドランプが占有していた領域へDRLやグリルなどの配置が可能となり、フロント周りのデザインが大きく変化してきている。また、自動運転化に伴い、各種センサーがフロント周りに配置されることによるスペース確保の点より、ヘッドランプ小型化のトレンドは続くと考えられる。

次に、ヘッドランプのデザインについて、大きく2つに分類することができる（図-3）。複数のレンズを組み合わせる多灯式と一つのレンズで構成する単灯式がある。多灯式はデザイン性向上とADB等高機能化に有利なため、主に高級車を中心に普及が進んでいる。単灯式は一つのLEDでハイビームとロービームを実現する、バイファンクション方式が主となっている。バイファンクション方式は部品点数が少ないため、灯体コストが低減でき、普及価格帯の車への採用が進んでいる。

〈単灯式ヘッドランプ〉



〈多灯式ヘッドランプ〉

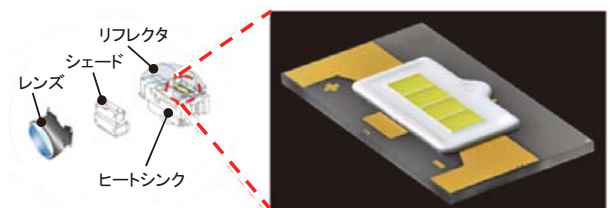


図-3 ヘッドランプのデザイン

今回、豊田合成より製品化されたバイファンクションヘッドランプ用LEDについて、取り組みを紹介する。

3. TGの取り組み事項

バイファンクションヘッドランプの構造を図-4に示す。LEDを冷却するヒートシンク、ロービームを実現するためのシェード、法規に適合する光の分布を作り出すレンズとリフレクタで形成される。



開発したヘッドランプ用LED

図-4 バイファンクションヘッドランプ構造

バイファンクションヘッドランプ用LEDは、ハイビームとロービームに求められる明るさを1つのLEDで実現する必要がある。このため、必要な明るさを確保するために大きな電流を流す必要がある。結果、LEDの発熱が大きくなるため、LEDを冷却するためのヒートシンクや冷却ファンの使用が必要となる。LEDの冷却は信頼性確保に大きく影響する。

また、白色LEDは一般的に、青色LEDと蛍光体（黄色）を組み合わせている。この青い光と黄色い光を一定の割合で混色しないと、ヘッドランプで照らされた部分が色わかれをおこし、均一な白色光にならない。以上より、ヘッドランプ用LEDに求められる特性としては、以下の3つがあげられる（図-5）。

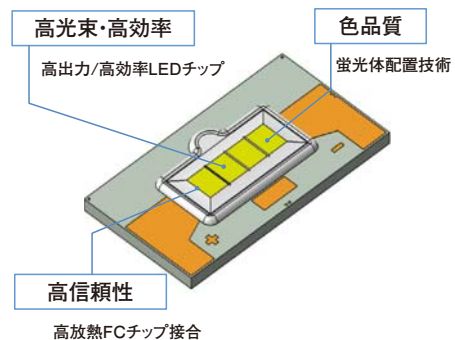


図-5 ヘッドランプ用LEDに求められる特性

- ・ 高光束・高効率 (明るさと発熱量低減)
- ・ 高信頼性 (放熱性確保)
- ・ 色品質 (色むら抑制)

上記に対し、LED チップとパッケージにおいて豊田合成で取り組んだ技術検討内容を紹介します。

3-1. LED チップ技術

ヘッドランプ用光源として LED チップに要求されるポイントとして『小発光面積 (小さいチップ面積) で高光束である⇔光束密度が高い』ことがあげられる。

$$\begin{aligned} \text{光束密度} &= \text{光束} / \text{チップ面積} \\ &= \text{投入電力} \times \text{発光効率} / \text{チップ面積} \\ &= \text{電流} \times \text{電圧} \times \text{発光効率} / \text{チップ面積} \\ &= \text{電流密度} \times \text{発光効率} \times \text{電圧} \end{aligned}$$

であり、光束密度を高くするためには、(A) 電流密度を上げる (B) 発光効率を上げるという 2つの手法がある。

以下に、(A) (B) 2つの手法それぞれに行った対策について述べる。

(A) 電流密度を上げる

電流密度を上げることによる懸念点は、単位面積あたりの発熱量が増加することにより、LED チップの温度が上がることである。LED チップは温度が上がると発光効率が低下するため、できるだけ放熱をよくする必要がある。

ここで、LED チップの実装方法に着目すると、大きく 2種類に分類することができる。一つは、フェイスアップチップ (FU) と呼ばれるもので、もう一つは、フリップチップ (FC) と呼ばれるものである。この二つの構造を図-6 に示す。

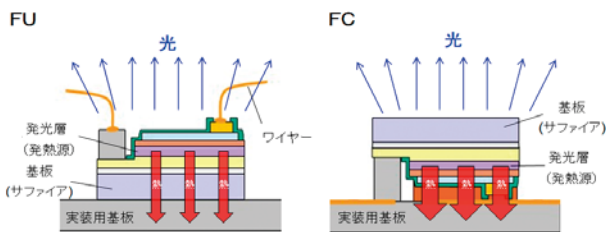


図-6 FUとFCの構造

FUにおいては、熱抵抗が高いうえに、数百 μm 厚のサファイア基板を通して熱を実装用基板に逃がす必要がある。一方、FCでは、数 μm 厚の金属である電極を通して熱を実装用基板に逃がせばよいため、放熱性はFUに比べてよい。

チップの温度を比較したデータを図-7に、明るさを比較したデータを図-8に示す。

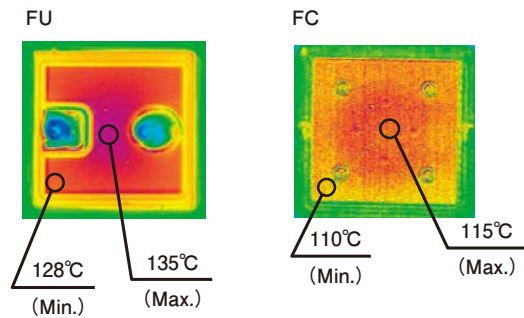


図-7 FUとFCの温度比較

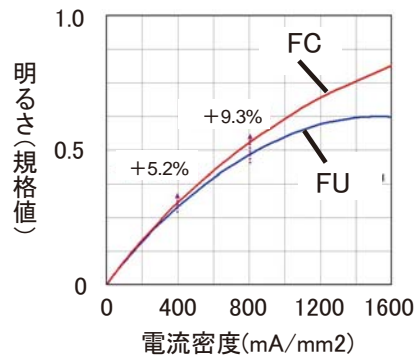


図-8 明るさの電流密度依存性

液晶のバックライトのように、一般的な電流密度での用途では、実装性からFUが選択されるが、今回ヘッドランプ用途では電流密度を上げるために、FC構造とした。

(B) 発光効率を上げる

LEDでは、光は発光層で生まれるが、その際、四方八方に向かって進む。FCでは、この光をできるだけロスすることなく、サファイア基板面から取り出す必要がある。図-9に示すとおり、反射膜で光の吸収(ロス)が発生する。明るさを向上させるためには、反射膜に反射率の高い材料を用いる必要がある。

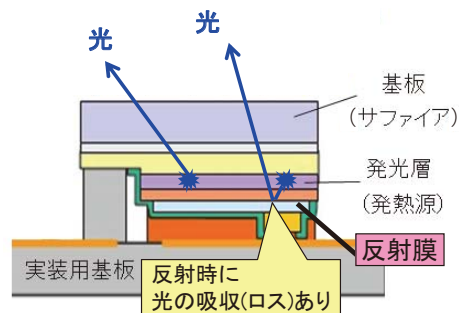


図-9 FC光取り出し

代表的な金属の反射率を図-10に示す。

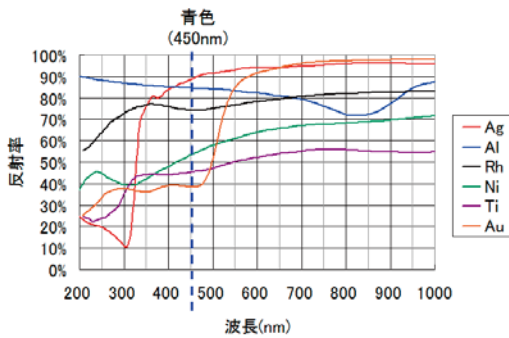


図-10 代表的な金属の反射率

反射膜としては、青色（450nm）での反射率が高いことが望ましく、最も反射率が高い金属が Ag であり、次に Al, Rh と続く。従来、Al を反射膜として使用した FC を量産化してきたが、Ag のマイグレーションの問題を材料や構造の工夫で解決した。Ag を使用することにより、更なる明るさ向上を図った。Al から Ag への変更による効果を示したデータを図-11に示す。結果として、8% 明るさを向上することができた。

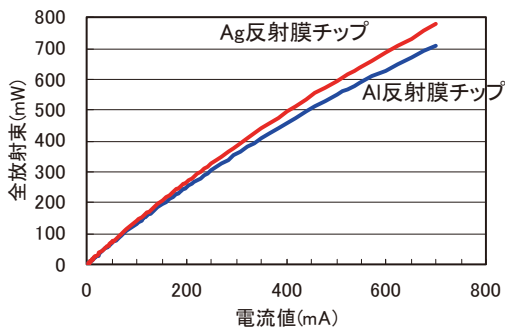


図-11 Ag 反射膜チップの全放射束

3-2. パッケージ技術

図-12にLEDパッケージの構造を示す。基板にLEDチップを接合し、接着材で蛍光体をチップ

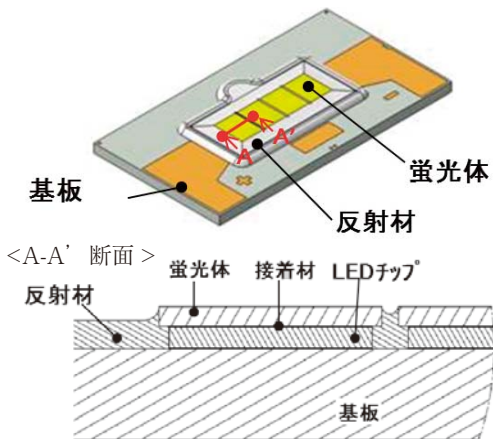


図-12 パッケージ構造

上へ固定する。LEDチップ及び蛍光体外周に反射材を形成している。

ヘッドランプ用LEDのパッケージに要求されるポイントとして『高放熱性』と『色むら抑制』があげられる。『高放熱性』については、LEDチップからの熱を効率よく放熱させるチップ面接合技術、『色ムラ抑制』には小粒径蛍光体を適用した。

(A) 高放熱性の確保

放熱性は、材料の接合面積、厚み、熱伝導率で決まり、熱抵抗という指標で評価され、熱抵抗が低いほど放熱性は向上する(式-1)。

$$\text{熱抵抗}(\text{C/W}) = \text{熱伝導率}(\text{W/m}\cdot\text{K}) \times \frac{\text{厚み}(\text{m})}{\text{面積}(\text{m}^2)} \quad (\text{式-1})$$

これより、熱抵抗を下げるためには、

- ①厚みを薄くする
- ②接合面積を広げる
- ③熱伝導率を上げる

という3つの手法がある。

今回、①厚みを薄くする、②面積を広げるといふ2つの手法を「はんだによるチップ面接合」により実現し、熱抵抗を下げることによりLEDチップ温度の低減を図った。図-13にLEDチップの接合面積とチップ温度の結果を示す。

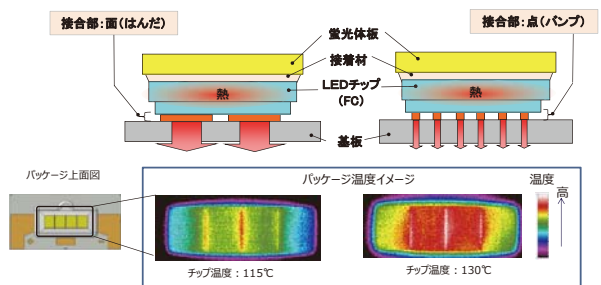


図-13 LEDチップ接合部形態と温度の関係

はんだによるLEDチップ実装により、薄く、広い面積での接合が可能になった。FC構造とはんだ接合の組み合わせにより、チップ温度を低減できる、放熱性の高いパッケージ構造を実現した。

(B) 色ムラの抑制

図-14に白色LEDの断面模式図を示す。LEDチップから出る青色光は蛍光体にあたり黄色光に変換されるものと、ベース材料を透過して青色光として取り出されるものに分かれる。この青色光と黄色光が一定の割合で混色されることにより白色光となる。

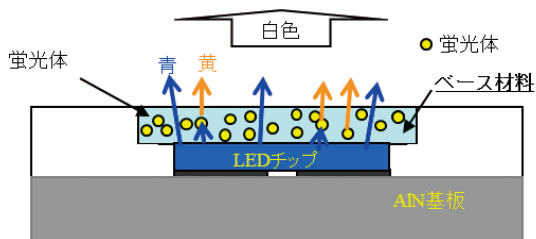


図-14 白色 LED の構造模式図

色ムラは、青色光と黄色光の割合が変化することで発生する。全体から均一の割合で青色光と黄色光が出ることにより、色ムラは改善される。

色ムラと蛍光体粒径の関係を調査した。結果を図-15に示す。本試験結果より、蛍光体の粒径が小さくなるほど色ムラが小さくなるのがわかる。

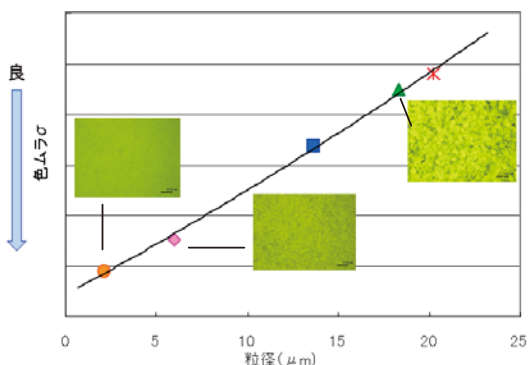


図-15 色ムラと蛍光体粒径の関係

メカニズムを図-16に示す。蛍光体のベース材料部(透明)を通り抜けてくる青色光と黄色光の比率で白色光をつくるため、黄色光を発生させる蛍光体の量は青色光に対し一定にする必要がある。蛍光体の粒径が大きいと青色光の抜ける領域が大きくなるため、色の差が大きくなる(図-16(左))。蛍光体が小さくなれば、図-16(右)に示すように青色と黄色の分布が緻密になり、色の差が小さくなる。これより、色ムラを抑制することが可能となる。

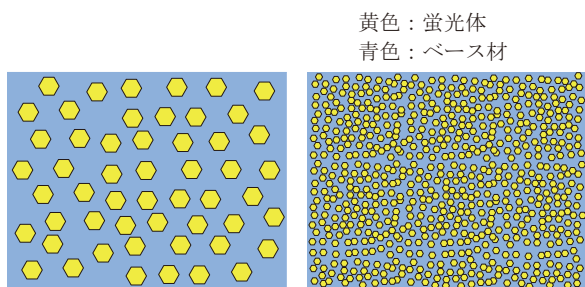


図-16 蛍光体粒径と色の見え方(模式図)
(左) 蛍光体粒径大 (右) 蛍光体粒径小

4. まとめと今後の進め方

ヘッドランプの動向及び、LEDの高効率化に対し適用した技術について述べてきた。

高効率LEDの適用による省エネ化によって燃費、電費の低減が実現され、光源の小型化によってヘッドランプデザインの自由度が上がり、様々な表現が可能となった。豊田合成では今後も環境にやさしく安全なクルマ社会に貢献できるように、LEDチップ、LEDパッケージの開発を推進していく。

参考文献

- 1) 成田 巧, 伊藤 優輝, 下西 正太, 豊田合成技報, 57, 20 (2015)
- 2) 中田 尚幸, 荒添 直棋, 篠田 大輔, 豊田合成技報, 57, 14 (2015)

著者



和田 聡



荒添直棋



古関正賢



矢羽田孝輔



渡邊宗隆

クリスタルアクリルグリルの開発

飯村公浩^{*1}, 杉浦辰哉^{*2}, 大庭達也^{*2}, 水野友章^{*3}, 大竹智文^{*3}

小林達也^{*3}, 白井栄二^{*4}, 白井智広^{*5}, 小池博登^{*6}

Development of Crystal Acrylic Radiator Grille

Kimihiro Iimura^{*1}, Tatsuya Sugiura^{*2}, Tatsuya Oba^{*2}, Tomoaki Mizuno^{*3}, Tomofumi Otake^{*3}

Tatsuya Kobayashi^{*3}, Eiji Shirai^{*4}, Tomohiro Shirai^{*5}, Hiroto Koike^{*6}

要旨

透明樹脂を用いたラジエータグリルは2006年に車両に搭載されて以降、急速に拡大し、軽自動車の高級グレードやハイブリッド車等、標準車との差別化アイテムとして様々な車種に適用されている。

今回開発したクリスタルアクリルグリルはレンズ部の偏肉形状により新しい立体表現を図ると共に構造設計による軽量化を実現している。

また透明樹脂の偏肉形状形成における課題に対しては、成形条件とゲート配置の最適化により、流れキズの消失とヒケの抑制を実現している。

本稿ではその製品の特徴、技術について報告する。

Abstract

Since radiator grilles with transparent resin were first used in 2006, they have expanded rapidly and been applied to a variety of standard model cars for differentiation, such as high grade light vehicles and hybrid cars.

We have developed a crystal acrylic radiator grille with a new stereoscopic representation achieved by uneven thickness of the shapes in the lens section. We also achieved weight reduction through the structural design.

For the issue of forming the shapes of uneven thickness with transparent resin, flow scratches were eliminated and sink suppression was inhibited with optimization of the molding condition and gate arrangement.

We report the characteristics of these products and the technologies used.

1. はじめに

近年、自動車の外装樹脂製品において高意匠化が進んでおり、加飾方法でも様々な手法を用いることで高付加価値製品を生み出している。その中の一つとしてラジエータグリルの透明樹脂化が挙げられる。2006年の軽自動車を皮切りに搭載車種が拡大している。2011年以降ではハイブリッド車に対しての差別化アイテムとしての搭載、

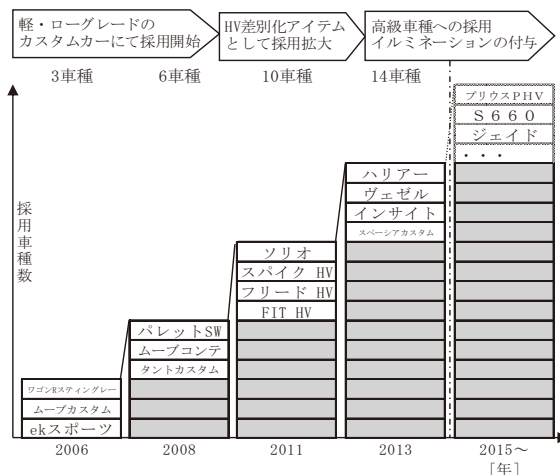


図-1 透明樹脂グリル動向

*1 新製品工法開発部 先行工法開発室

*2 新製品工法開発部 加飾製品開発室

*3 IE 生産技術部 IE 第3 生技室

*4 IE 生産技術部 表面処理生技室

*5 IE 技術部 第2 内装・外装技術室

*6 金型設備製造部 金型技術室

2013年以降では高級車種にも採用されはじめ、更にイルミネーションが付与される等、透明樹脂を用いたラジエータグリルの多様化は進んでいる。図-1に透明樹脂グリルの動向を示す。

今後も透明樹脂を活用した高意匠化、高機能化のニーズは継続すると予想され、市場は拡大される見込みである。

豊田合成ではホンダ ヴェゼルやトヨタ ハリアーのラジエータグリルで透明樹脂を用いて量産化しており今回、新規構造開発、生産技術開発を経て2017年2月にトヨタ プリウス PHV で高意匠なクリスタルアクリルグリルが採用された。

2. クリスタルアクリルグリルの特徴

2-1. 製品概要

トヨタ プリウス PHV のクリスタルアクリルグリルの製品写真を図-2に示す。

表面に透明の「レンズ部」、裏面に「ベース部」の2層で構成されている。

レンズ部については、裏面に偏肉形状(凸形状)を持たせることで色の濃淡を発生させ立体感を表現した(図-2拡大写真参照)。

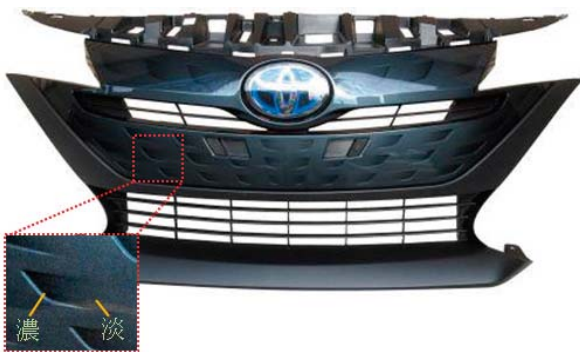


図-2 製品写真

2-2. 従来品との変化点・うれしさ

豊田合成が開発したクリスタルアクリルグリルの構造の特徴として以下の3点が挙げられる。

- 1) レンズ部偏肉構造
- 2) シールレス構造
- 3) 大型構造

この3点を全て満たすことで他社にはない製品を生み出すことができた。

以下にて各特徴を説明する。

1) レンズ部偏肉構造

従来品においては、レンズ部の断面は一定肉厚で構成されるものがほとんどであり、立体感を付与させるためにはベース部を凹凸形状にすること

で表現していた。今回の開発品は裏面に偏肉形状(凸形状)を持たせ、材料色はスモーククリアにし、板厚を徐々に変化させている。それにより色の濃淡が生まれ、更に裏面にシルバー塗装を行うことで陰影感を強調している。従ってグラデーションを付与した新しい立体感を表現することができた。

2) シールレス構造

従来品においては、レンズ部とベース部の外周が接着剤を使用したシール構造となっており、複雑な構造となっていた。従来品の断面構造を図-3に示す。

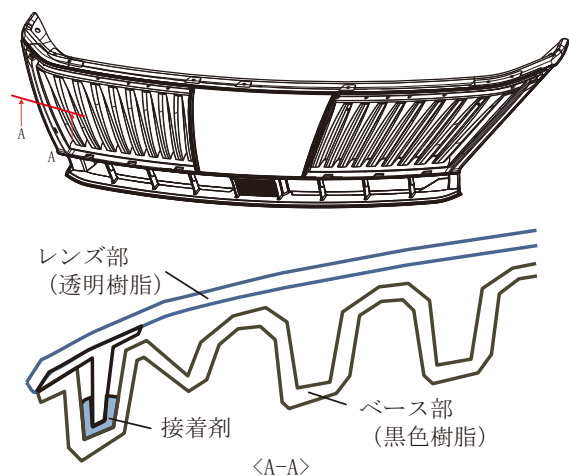


図-3 従来品の製品・断面構造

今回の開発品は締結構造を簡素化するためにレンズ部とベース部を爪と接着テープで締結した。開発品の製品図と断面構造を図-4に示す。図に示す通り、ベース部を複雑な形状にする必要がなくなり、構造の簡素化ができた。

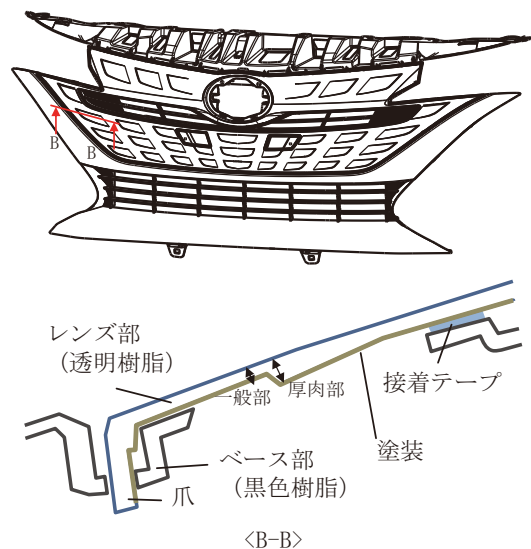


図-4 開発品の製品・断面構造

3) 大型構造

今回の開発品のサイズは幅 1100mm、高さ 280mm であり、従来の透明樹脂を用いたラジエータグリルの中で最大級のサイズである。

この3点より、以下の効果を得ることができた。

- 1) 外観：立体感表現の実現
- 2) 軽量化：-12%

ただし2) はトヨタ ハリアーのラジエータグリルと比較した数値である。

これを達成するための成形技術について、次章にて報告する。

3. 成形技術

今回の意匠表現のように偏肉構造とする場合、流れキズ、厚肉部のヒケと言う現象を抑制する必要がある。その現象抑制に取り組んだ方策の考え方を示す。

3-1. 流れキズの制御

図-5 に樹脂流動状態を示す。

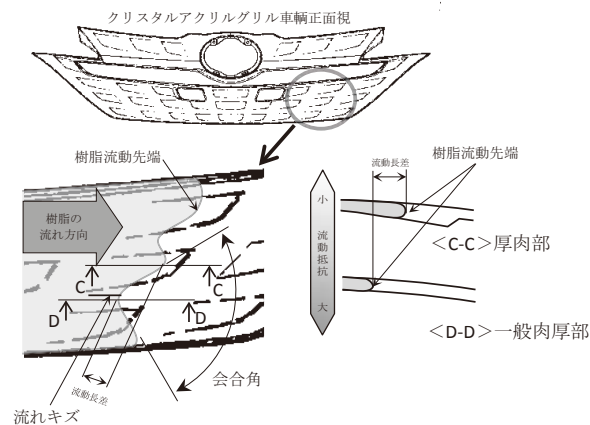


図-5 樹脂流動状態

断面図を見ると一般部に比べ厚肉部の方が流路が広くなることによって流動抵抗が小さくなり流動長差が生じる。この時に流動が遅れた部分で樹脂が会合することになり、ある会合角以下になると流れキズが発生する。

流れキズを抑制するには流動長差を少なくする必要がある。方法としては以下のような対策がある。

1) 樹脂温度・金型温度を上げる

温度による抑制にはスキン層の固化速度を遅らせ流れキズをでき難くする目的がある。

しかし、背反として「成形サイクルが長くなる」「製品が意匠面側に張り付く」があるため、最適な温度設定が必要である。

2) 射出速度の低速化

射出速度の低速化には流動抵抗差を小さくし流動長差を減少させる目的がある。

しかし、背反としては「最大流動長が短くなる」「フローマークが発生する」「保圧がかかりにくくなる」があるため、最適な速度設定が必要である。

上記の対策により背反を抑制しながら良品条件を設定し流れキズレス化を実現した。

3-2. ヒケの制御

図-6 にヒケの状態を示す。

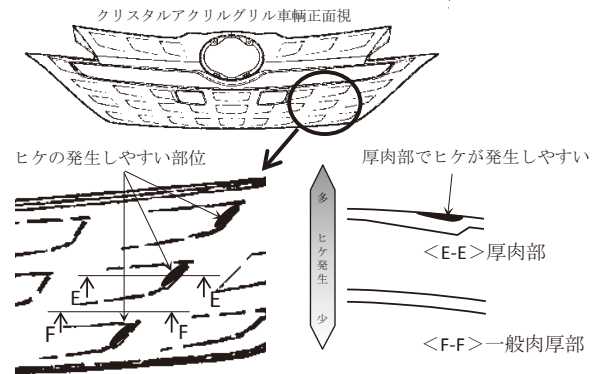


図-6 ヒケの状態

断面図を見ると一般部に比べ厚肉部では収縮量の差が生じヒケが発生する。

ヒケを抑制するには樹脂に圧力をかけ収縮分を補う必要がある。方法としては以下のような対策がある。

1) 最適なゲート数、ゲート配置をする

本製品サイズの場合一点のゲートでは圧力が端末まで十分にかからないため、多点ゲート仕様にするのが望ましいが、ゲート数が多くなると歩留まりが悪くなり、ゲート仕上げ工数も多くなる。

少なくなると一点で補う体積が大きくなり高い圧力が必要となり、バリの発生に繋がる。従って最適なゲート配置を設定し、内圧の低圧化が必要である。

2) 樹脂温度・金型温度を上げる

温度による制御にはスキン層の固化速度を遅らせヒケ分を補うための樹脂を供給し続ける目的がある。

しかし、背反として「樹脂粘度が下がりバリが発生しやすくなる」があるため、1) の項目で述べた最適なゲート配置による内圧の低圧化を実施した上で、十分な型締め力とそれに耐えうる成形機と金型強度が必要となる。

図-7にヒケ抑制考え方のイメージ図を示す。
上記の対策により背反を抑制しながら良品条件を設定しヒケレス化を実現した。

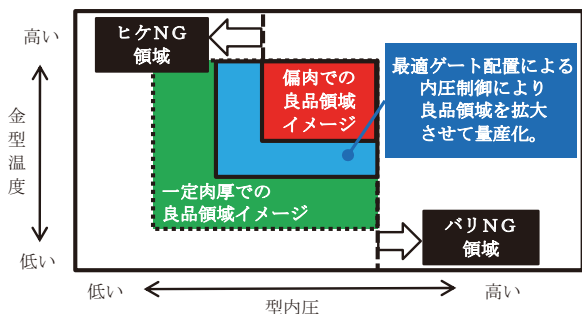


図-7 ヒケ抑制の考え方イメージ図

4. まとめ

本稿では、アクリル樹脂の特性を生かした板厚変化によるグラデーション立体意匠を実現させるための構造、成形技術への取り組みと、その技術を活かし、クリスタルアクリルグリルの製品化につなげた高意匠でありかつ軽量のラジエータグリルについて報告した。

2017年6月には新型ハリアーのラジエータグリルにも適用された。今回の技術を活かし、裏面のみの凹凸だけではなく表面への凹凸にも適用した。また樹脂色や塗装色を変更することでラグジュアリーな印象やスポーティな印象等、様々なデザインに対応できるようになった。

顧客ニーズとしては、光によるイルミネーションの機能を付与したラジエータグリルや更なる立体感を付与した高意匠なラジエータグリルがあるため、今後はその開発に取り組み、先進性のあるクルマ造りに寄与していく考えである。

謝辞

最後に、この製品の開発・量産化に際し、御支援をいただきましたトヨタ自動車(株)、並びに社内関係部署の皆様には厚くお礼申し上げます。

著者



飯村公浩



杉浦辰哉



大庭達也



水野友章



大竹智文



小林達也



白井栄二



白井智広



小池博登

e-Rubber 用誘電材料の開発

中井孝憲^{*1}, 馬場一将^{*1}, 竹内宏充^{*1}, 井上勝成^{*2}

Development of Dielectric Materials for e-Rubber

Takanori Nakai^{*1}, Kazumasa Baba^{*1}, Hiromitsu Takeuchi^{*1}, Katsunari Inoue^{*2}

要旨

高分子アクチュエータは、現在用いられている駆動装置に変わるものとして、ロボットや健康、福祉、機器、サービス分野など幅広い分野で注目を集めている。高分子アクチュエータの中でも誘電アクチュエータは、高変位・高エネルギー効率性から最も実現の可能性が高いと考えられている。本開発では、低ヤング率・低ヒステリシスロス・高誘電率を有するスライドリングマテリアル (SRM) を用いて検討を行ってきた。今回、ポリジメチルシロキサン (PDMS) 架橋剤を用いることで耐湿性を向上し、より汎用性を有した材料の開発を行った結果について報告する。

Abstract

Soft actuators are attracting attention in various fields as a substitute for current actuators, such as electromagnetic motors. Among these soft actuators, dielectric actuators are considered to have the greatest feasibility because of their high displacement and energy efficiency. In this project, investigations were conducted using Slide-Ring Material, which has low Young's modulus, low hysteresis, and high dielectric constant. This report describes the development results for versatile materials that have improved humidity resistance from the use of polydimethylsiloxane (PDMS) component crosslinking agent.

1. はじめに

1-1. アクチュエータの現状

近年、様々な機器の小型化・軽量化、ロボット技術の一般生活への実用化において、アクチュエータの小型化・高出力化が望まれている。代表的なアクチュエータとして電磁モーターや圧電素子はよく知られているが、電磁モーターは駆動源の重量に対する出力比が小さく、軽量化に限界があるとともに磁石に使われる希少金属確保の難しさや有害物質の使用制限などの問題が指摘されている。

また、圧電素子については、変位量が小さいため小型モーターの代替として利用するのは難しい。これらの課題を解決する全く新しい原理に基づく高性能アクチュエータの開発が、社会的・産業的に求められている。高分子を使ったアクチュエータの研究は、特に軽量化実現のため、国内外で盛んに実施されてきた。高分子アクチュエータは、駆動原理により表-1に示すように2つに

区分することができる。一つは、液体中でのみ駆動（あるいは材料構成に液体を含む）する溶液系の高分子アクチュエータであり、もう一つはドライ環境でも駆動できる固体系のアクチュエータである。前者の代表的なものとして、電界によるイオンの移動を利用した導電性高分子アクチュエータ¹⁾、イオン性高分子アクチュエータ^{2)~4)}がある。これらのアクチュエータは低電圧駆動するとの利点はあるが、液体中という限定されたシーンでのみ活用ができ、また、エネルギー効率が低く、実用化が難しいと考えている。

表-1 高分子アクチュエータの比較⁵⁾

	溶液系 (ゲル)		固体系
	導電性高分子	イオン性高分子	誘電高分子
出力 (MPa)	10	0.0001	7
エネルギー効率 (%)	<1	<1	70
動作速度 (Hz)	5	50	100

*1 特機部 eR 技術開発室

*2 アドバンスト・ソフトマテリアルズ (株) 技術開発部 主任研究員

一方、後者の代表的なアクチュエータである誘電高分子アクチュエータは、エネルギー効率が高いが、実用化には更なる高出力化が必要である。

豊田合成では、**図-1**で示すような2層の電極と1層の誘電層で構成された積層体（誘電アクチュエータ）を e-Rubber として、開発を行っている。民生用アクチュエータ等の高い信頼性が要求される用途への e-Rubber の適用検討を行っており、今回、誘電材料の分子構造の見直しにより、絶縁破壊要因のストリーマ破壊と加水分解の対策を行い、信頼性を向上した内容について報告する。

1-2. e-Rubber の動作原理

e-Rubber は**図-1**に示すように伸縮性電極の間に電圧をかけたときに電極間に働くクーロン力（赤矢印）で誘電層がつぶれるという原理により駆動している。

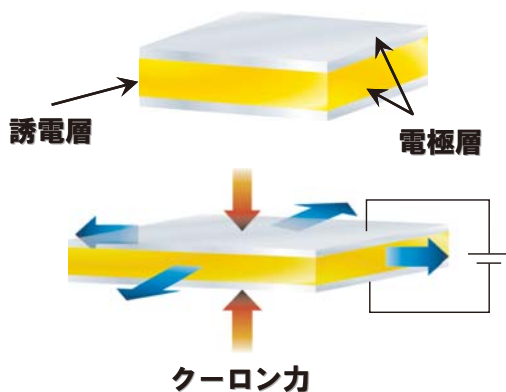


図-1 e-Rubber 構成と駆動原理

e-Rubber の発生応力は

$$\rho_{\max} = \epsilon_r \epsilon_0 E^2 = \epsilon_r \epsilon_0 (V/t)^2 \dots (1)$$

となる。 P_{\max} は最大出力、 ϵ_0 は真空の誘電率、 ϵ_r は誘電層の比誘電率、 E は電極間の電界強度、 V は駆動電圧、 t は誘電層の膜厚である。

また、変位については、

$$\Delta L_{\max} = \epsilon_r \epsilon_0 E^2 (L/Y) = \epsilon_r \epsilon_0 (V/t)^2 (L/Y) \dots (2)$$

となる。 ΔL_{\max} は最大変位量、 L は初期の長さ、 Y は誘電層のヤング率である。

(1) 式から誘電層の高誘電化、薄膜化そして、駆動電圧を上げることで出力が上がることがわかる。

(2) 式から変位量も出力と同様に誘電材料の高誘電化により高くなる。また、クーロン力による変形を大きくするためには、誘電層のヤング率を低くすることも有効である。

一般的に高分子材料において、高誘電率と低ヤ

ング率の両立は非常に難しい。これを解決するために、超分子構造の一種であるポリロタキサンを架橋して得られるスライドリングマテリアル (SRM) の適用を検討した。

1-3. SRM を用いた e-Rubber の開発状況

e-Rubber の誘電層には、以下の特性を有していることが望ましい。

- 1) 誘電率が高い
- 2) ヤング率が小さい
- 3) ヒステリシスロスが小さい
- 4) 絶縁破壊強度が高い

上記の特性を満たすものとして超分子構造の一種であるポリロタキサンに注目した。**図-2**に示すようにポリロタキサンとは、数十個の環状高分子の穴に1つの棒状の軸分子が貫通した分子集合体であり、軸の両末端に嵩高い物質がキャップした構造をしている。このポリロタキサンを架橋して得られた SRM は、血管や皮膚などの生体組織と同様の J 字型の応用伸長特性を示す。

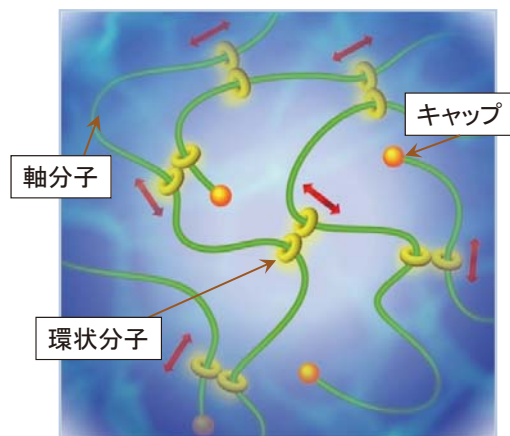
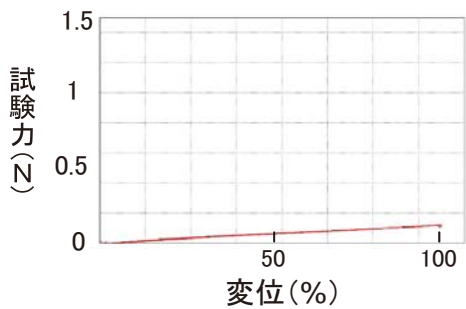


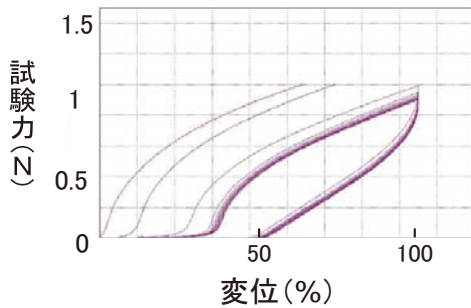
図-2 誘電材料に使用した SRM の模式図⁶⁾

一般に化学的に架橋された高分子材料では、架橋に伴う不均一性の増大のために外部からの張力が最も短い高分子鎖に集中し、高分子の潜在強度を十分に活かすことなく破断することが多い。

ポリロタキサンを応用した架橋点が自由に動く高分子材料⁶⁾では、高分子鎖の張力が均等になるような平衡位置に架橋点が移動し、高分子材料全体の構造および応力の不均一性を分散することが可能である。特にアクチュエータとして活用する数十%歪範囲でのヤング率を低くすることが可能である。**図-3**に示すように繰り返し試験の結果、低ヤング率の材料でもヒステリシスロスが低い。**表-2**には、他の誘電材料との比較を示す、SRM はヤング率が低く、特に誘電率、ヒステリシスロスが他の誘電材料よりも優れている。



(1)SRM薄膜の繰り返し試験



(2)アクリル系ゴムの繰り返し試験

図-3 SRMとアクリルゴムの繰り返し試験

表-2 誘電材料の比較

アクチュエータ特性	シリコンゴム	アクリルゴム	SRM
誘電率 (ϵ)	2	4~5	8
ヤング率 (MPa)	0.7	1	0.5
ヒステリシスロス (%)	4	50	1
絶縁破壊強度 (kV/mm)	92	50	10

SRMの材料構成は、軸分子にポリエチレングリコール (PEG)、環状高分子にシクロデキストリン (CD)、キャップにアダマンタンアミンで構成している。軸高分子にPEGを用いることで高い誘電率 ($\epsilon=8$) を有しており、環状高分子を用いた分子構造から低弾性率 (0.5MPa) と低ヒステリシスロス (1%以下) を有した材料になる。

1-4. e-Rubberの課題

SRMの常温での絶縁破壊強度が、10kV/mmであり使用したい電圧を想定した場合、絶縁破壊するレベルであった。また高温条件下に置くことで絶縁破壊強度が更に低下した。

まず課題1として、常温環境下での絶縁破壊強度を60kV/mm以上にあげることが目標とし、要因と考えた未架橋成分を除去し、SRMの特性を損なうことなく絶縁破壊の向上を試みた。

また課題2として、高温条件 (60℃ 90%Rh, 500hr) で保存した場合でも絶縁破壊強度60kV/mm以上を有することを目標とし検討を進

めた。現在、SRMは吸水性が高く、高温条件下で水分子の材料内部への混入が考えられる。この水分子の混入を防ぐためSRMを疎水化することを試みた。

2. 実験方法

2-1. SRMのシート作成

ポリロタキサンと架橋剤 (3-1で詳細を説明する)、2-メトキシエタノールを溶媒として可溶化した。可溶化溶液に表面調整剤、触媒、加水分解抑制剤、酸化防止剤を添加後、攪拌し、脱気処理を行った。処理後の溶液をスリットダイコータにより塗布した後、130℃のオーブン内に減圧条件下で5時間加熱処理を行った。

2-2. 電気的特性の評価

加熱処理後のSRMシートを円形金属電極間に挟み、空気泡が極力残らないように真空装置により脱気処理を行った。これを常温条件下で高電圧装置を用いて電圧を印加し、電流が流れた時点の電圧から絶縁破壊電界強度の算出を行った。JIS-8703により測定を行った。

3. 結果および考察

3-1. 未架橋成分を除去したSRM検討 (課題1)

スライディング効果は、ポリマー鎖と未反応のCDとのエントロピーにより発生することが報告されている⁷⁾。開発当初、SRMは、スライディング効果を起こすため低分子のPEGが未架橋の状態であり、ゲル状態であった。図-4に示すように、その低分子のPEGは、誘電率 ($\epsilon=40$) が高いため未架橋で存在することで電圧を印加すると整列し、ストリーマ破壊が発生することが推測された。

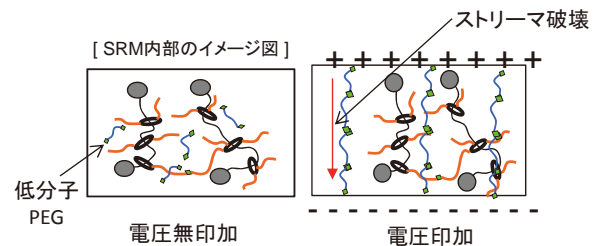


図-4 未架橋のPEGとポリロタキサンのストリーマ破壊。無負荷時 (左)、電圧印加時 (右)

そこでストリーマ破壊の原因となる未架橋の物質を極力減らし、CDのスライディング効果を妨げないような材料設計を試みた。まずスライディ

ング効果を妨げないようにするためには、ポリロタキサンとの相溶性が重要となる。様々なオリゴマーとの相溶性を検討した結果、**図-5**のポリプロピレングリコール（PPG）が最も相溶性が高いことがわかった。

次に未架橋のオリゴマー状態で PPG を添加するとストリーマ破壊の原因になるため、**図-6**に示すように PPG の両末端に NCO を変性し、ポリロタキサンの CD 末端に修飾されている OH 基同士を繋いでエラストマーとすることで、ストリーマ破壊をしない材料設計を行った。その結果、SRM の絶縁破壊強度は、90kV/mm まで向上することに成功した。

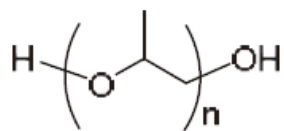


図-5 PPG の化学構造

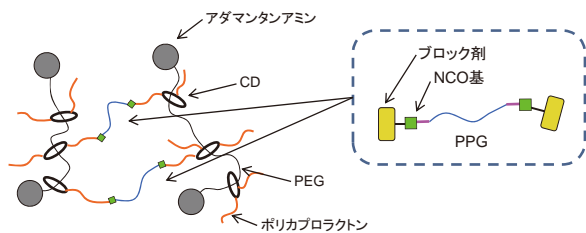


図-6 架橋剤を含む分子構造（イメージ）

3-2. 水分子混入を防ぐ SRM の疎水化（課題 2）

3-1 において絶縁破壊強度の向上はみられたが、高湿度条件（60℃，90%Rh）での保存試験で絶縁破壊強度が 40kV/mm まで低下した。高湿度条件下で SRM の絶縁破壊強度が低下する要因として、以下のことが考えられる。

- 1) 水分子が材料の内部に侵入し、ポリロタキサンの構造の一部であるエステル結合部分が加水分解して低分子になり、ストリーマ破壊する。
- 2) SRM 内部に誘電率の高い水分子が混入して、電荷の偏りが発生し、材料内部で部分的な放電が発生して部分放電破壊する。

今回、絶縁破壊強度が低下した SRM の IR 測定をした結果、材料内部で加水分解抑制剤に由来するスペクトルのピーク値の減少が確認された。この結果より、高湿条件下で材料の加水分解が起きていると考えられストリーマ破壊を抑制するため材料の疎水化を行うこととした。一般的に知られている PDMS (**図-7** で示す) を用いて検討を実施した。

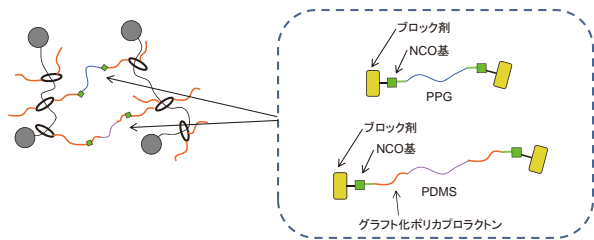


図-7 PDMS 架橋剤を含む分子構造（イメージ）

未反応の PDMS を材料に添加する方法も考えられるが、未架橋物質がストリーマ破壊の因子となりうる点から、**図-8**の PDMS を架橋剤の一部として用いることとした。

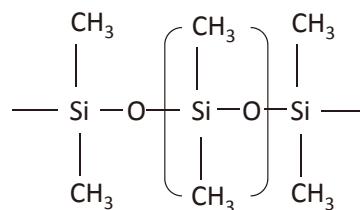


図-8 PDMS の化学構造

しかし、PDMS は 1.5wt% 以上添加すると白濁化し、ポリロタキサン溶液内で相分離することがわかり、PDMS 架橋剤のポリロタキサンとの相溶性が課題となった。そこでポリロタキサンとの相溶性を確保するために PDMS へポリカプロラク톤をグラフト化した。その際、グラフト鎖の長さにより相溶性が影響することから最適なグラフト鎖の設定を行った。

上記 PDMS 架橋剤により SRM 内の PDMS 含有量を 7% まで向上させることが可能となった。様々な PDMS 含有率の SRM を 60℃ 90%Rh 条件下で 500hr 後に検討した結果、絶縁破壊強度が 88kV/mm を有する SRM の作成に成功した。この結果を **図-9** に示す。

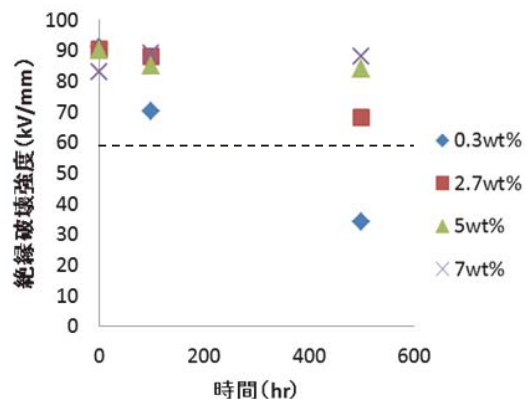


図-9 60℃ 90%Ph 保存条件下での PDMS 含有量と絶縁破壊強度の変化

PDMSの含有量が増加することで疎水化し、水分子が混入しにくく、ストリーマ破壊を抑えることができ、絶縁破壊強度が上昇した。高温条件下(60℃ 90%Rh)での保存試験において、2,000hr後の結果でも80kV/mm以上の絶縁破壊強度を有している。

4. まとめ

本開発により、e-Rubberの電界強度の向上ならびに耐湿性が改善され、民生品にも適応できるレベルに信頼性を向上できた。また、他のアクチュエータ材料と比較しても高い性能を有している。図-10に材料の比較表を示している。点数付けとして、民生品の実用化レベルを5点、ロボットや医療分野での適応レベルを10点として10段階で評価した。

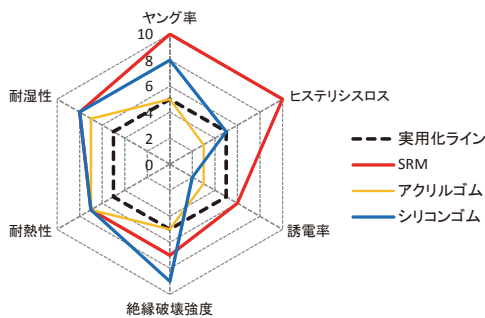


図-10 アクチュエータ材料の性能比較

5. 今後の進め方

図-10からSRMは、他の材料と比較して、誘電率に優位性がある。全ての項目においてロボットや医療分野への適応範囲を目指して検討を進める。e-Rubberの更なる製品展開のためには、更なる高出力・高変位が必要である。その中でも高出力、高変位ともに誘電層の誘電率を上げることで達成できると考えている。その方法として、一般的にチタン酸バリウム等の高誘電無機フィラーを混合することにより、ゴム材料の誘電率が上がることは広く知られている。しかし、アクリル系ゴムの場合、ヤング率が高くなるため、特に変位を大きくすることにならない。図-11は、チタン酸バリウムを添加したSRMのSS曲線である。比較のために添加していないSRMのSS曲線を併記する⁸⁾。

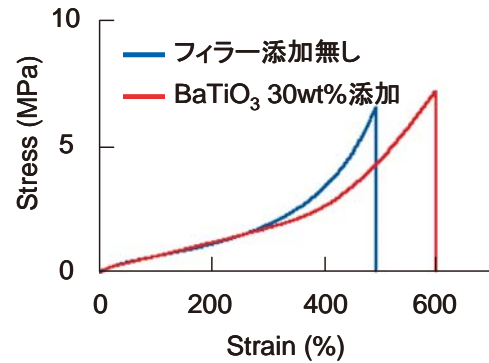


図-11 フィラー添加による材料物性変化

SRMはフィラーの添加による材料物性の変化が少なく、特にアクチュエータとして利用する低ひずみ領域(100%以下)でヤング率の変化が少ないことが分かった。高誘電フィラーを添加しても低ヤング率を維持したまま、誘電率を高くでき、高出力、高変位を可能にする。

6. 今後の展望

e-Rubberは、ドライな環境で使用でき、エネルギー変換効率が高いことから従来の電磁モータなどの駆動源に変わるものとして注目されるが、更なる高出力、高変位を実現することでモータとの置き換えが可能になると考えられる。現在、電磁モータが利用されている様々な産業分野にもイノベーションをもたらすことが期待でき、e-Rubberしか応用できないデバイスやロボット、医療や福祉など人の近い分野での製品展開が期待できる(図-12)。



図-12 e-Rubberの適応製品(イメージ)

7. おわりに

本開発内容は、共同研究先であるアドバンスト・ソフトマテリアルズ（株）の協力のもと実施した結果である。

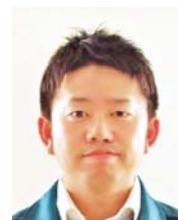
参考文献

- 1) K. Kaneto et al., *Smart Mater. Struct.*, 16, S250 (2007)
- 2) E. Smela et al., *Science*, 268, 1735 (1995)
- 3) Q. Pei, O. Inganäs, *Synth. Met.*, 55-57, 3730 (1993)
- 4) K. Asaka et al., *J. Electroanal. Chem.*, 480, 186 (2000)
- 5) Madden, J. et al., *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, 29 (3), 706 (2006)
- 6) *Advanced Materials*, 13 (7), 485-487 (2001)
- 7) K. Kato et al., *Macromolecules*, 46, 310-316 (2013)
- 8) <http://www.asmi.jp/wp-content/themes/asm/pdf/sliding.pdf>

著 者



中井孝憲



馬場一将



竹内宏充



井上勝成

パワーデバイスの計測技術

林 伸亮^{*1}, 恩田敬治^{*1}, 吉田卓矢^{*1}

Power Device Measurement Technology

Nobuaki Hayashi^{*1}, Keiji Onda^{*1}, Takuya Yoshida^{*1}

1. はじめに

近年、パワーエレクトロニクス機器の更なる小型化・高効率化を目指して、窒化ガリウム (GaN) をはじめとするワイドギャップ半導体を用いたパワーデバイスの研究開発が盛んに行われ、鉄道車両のインバータに採用されるなど実用段階に移行しつつある。

豊田合成では GaN 系青色 LED の技術を生かして、縦型の GaN デバイスの開発を進めている。

市販されているパワーデバイス測定装置は、従来の Si 向けスペックであるため、縦型 GaN デバイスのような高速動作ができるデバイスを正しく評価するため、計測装置の開発を行った。

本稿では、パワーデバイス的高速性能を評価するための計測回路技術を報告する。

2. 動特性試験機の開発

高速動作を示す指標として逆回復時間 (Reverse recovery time, t_{rr}) がある。

評価条件を決めるために、代表的な SiC-SBD のデータシートを調査したが、逆回復時間についての記載がなかった。そこで従来の Si-SBD 向けスペックの試験条件として MIL 規格¹⁾に掲載されている計測条件を参考に、Si-SBD と SiC-SBD の t_{rr} 計測を行った。(計測条件は $V_F=100V$, $I_F=15A$, $R_L=100\mu H$ とし、 V_g と R_g で di/dt を決定) $di/dt=100A/\mu sec.$ の計測条件では、**図-1**の様に Si-SBD で t_{rr} が計測できたが、SiC-SBD では t_{rr} は計測できなかった (**図-2**)。

Si-SBD に比べ SiC-SBD は動作が速いため、 $di/dt=100A/\mu sec.$ の計測条件では SiC-SBD の動作速度の評価に適していないと判断し、更に高速の計測が必要と考えた。

そこで動作速度を高め、 $di/dt=500A/\mu sec.$ で t_{rr} を計測したところ、SiC-SBD でも t_{rr} を観測することができた (**図-3**)。

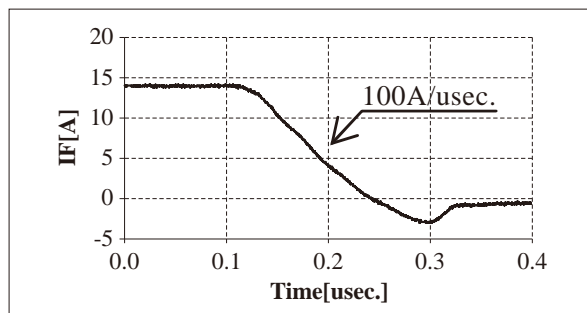


図-1 Si-SBD 電流波形

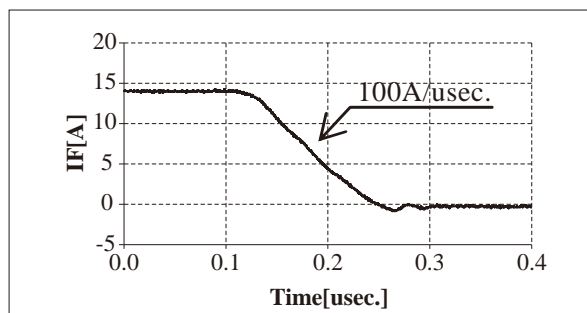


図-2 SiC-SBD 電流波形

その一方で、**図-3**の様に電流波形に振動 (リングング) が発生し、正しい計測結果を得ることが困難になることが判明した。

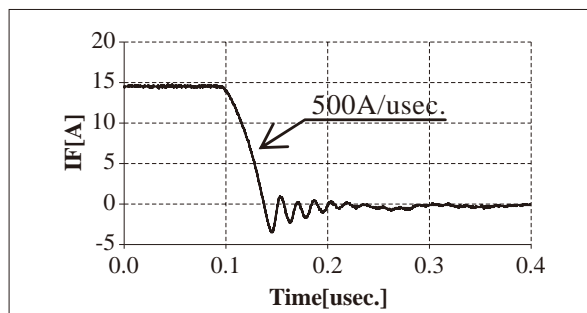


図-3 SiC-SBD 電流波形 (改善前)

GaN-SBD は SiC-SBD と同等以上の動作速度となり、高速試験時に正しい計測結果を得るために、リングングを低減させることが必要と考えた。

*1 電子デバイス開発部 電子技術室

リングングは計測回路の寄生インピーダンスに起因する可能性が高い^{2), 3)}ため、回路シミュレータにて回路の寄生インピーダンスを試算した。

図-4に示す計測回路の配線パターンによる寄生インピーダンスをシミュレータ上に追加し、図-5のシミュレーション結果から、MOSFETソース～SBDアノード間と、SBDカソード～R2シャント抵抗間に、合わせて約15nHの寄生インピーダンスがあることが解った。

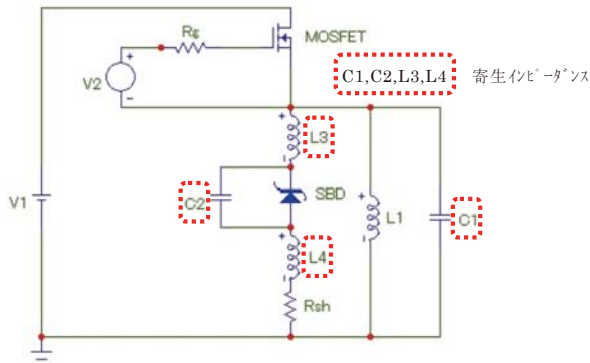


図-4 シミュレーション回路

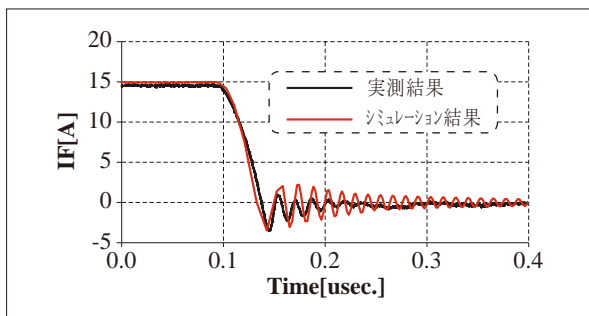
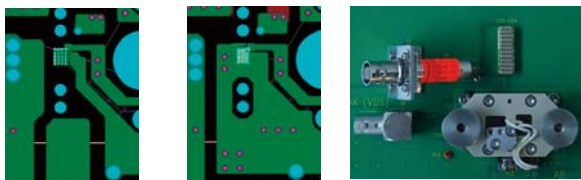


図-5 シミュレーション結果

この寄生インピーダンスがリングングの原因と断定し、デバイスセット計測回路の配線パターン幅を見直した(図-6)。



改善前 → 改善後 治具(改善後)

図-6 配線パターンと計測回路

このパターン幅の増強により、寄生インピーダンスを約5nHまで低減することができ、図-7に示す様な良好な電流波形を得る事ができた。

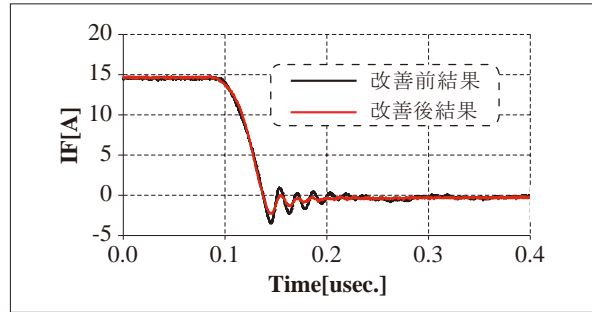


図-7 SiC-SBD 電流波形 (改善後)

3. まとめ

配線パターンの寄生インピーダンスを回路シミュレーションを用いて定量化し、高速デバイスに対応できる計測回路を開発した。

参考文献

- 1) MIL-STD-750-4 Test condition D
- 2) 石川光亮, 小笠原悟司, 竹本真紹, 折川幸司: 「圧銅多層基板を用いたSiC-MOSFETインバータの開発」, 2016年電気学会産業応用部門大会
- 3) 中村悠太, 葛本昌樹, 赤木泰文, 椋木康滋, 堀口剛司, 中山靖: 「ゲートドライブモデルを考慮したSiC-MOSFETターンオン動作のシミュレーション検討」, 2016年電気学会産業応用部門大会

著者



林 伸亮



恩田敬治



吉田卓矢

刃具たわみを見込んだ高効率金型切削加工

坂本憲治^{*1}

High Efficiency Mold Machining by Anticipation of Cutting Tool Deflection

Kenji Sakamoto^{*1}

1. はじめに

金型製造のコスト低減を狙いに切削加工時間の短縮が求められている。単位時間あたりの切削量を増やすと切削抵抗が増加し、刃具のたわみも増える。その結果削り残しが発生し、再加工が必要となる（図-1）。刃具のたわみを抑制して効率よく加工することは困難である。

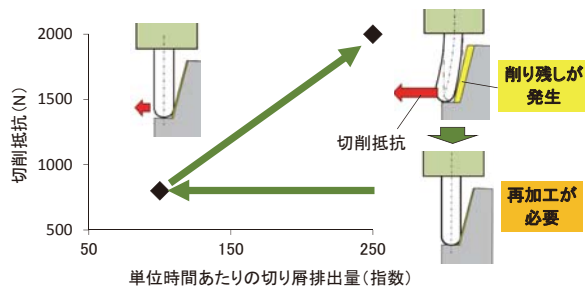


図-1 加工効率と切削抵抗との関係

切削抵抗はどのように働き、どういふときに変化するのか、そのメカニズムを解明し、刃具たわみの変動を予測することで、それを見込んで加工する方法を確立した事例について紹介する。

2. 切削抵抗の作用と変動メカニズム解析

切削加工を図-2に表す。切削は切込み深さを一定とし、刃先が回転しながら進み、素材を三日月状に除去する。これを繰り返す。その際切込みは変化している。切削抵抗は切込みに比例することから、この変化に着目した。削り残しに影響するのは横方向の切削抵抗であることから、横方向の切込み f_v の変化を予測した。ここでは平面切削幅が刃具直径比率の100%と25%2つのケースを表す（図-3）。刃具一回転あたりの移動量に相当する加工距離1区間でみると、両者とも f_v は大きく変化するが、刃具一回転あたりの移

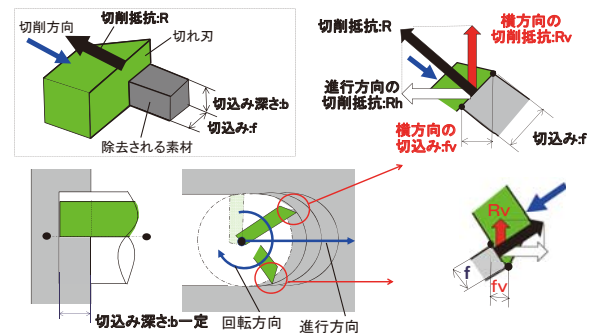


図-2 切削抵抗発生メカニズム

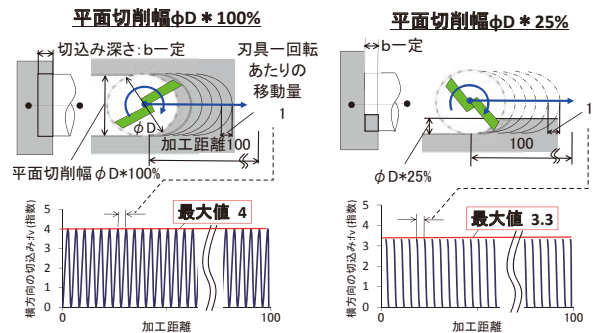


図-3 横方向の切込み変化の予測

動量は微小であるため、たわみに影響はない。次に加工距離100区間で比較すると、両者の f_v の最大値に差がみられる。これは加工面としてみた場合の結果であるため、たわみに与える影響は大きい。平面切削幅と f_v の最大値との関係をみると、平面切削幅が刃具直径比率50%を下回ると、 f_v の最大値は減少していく（図-4）。平面

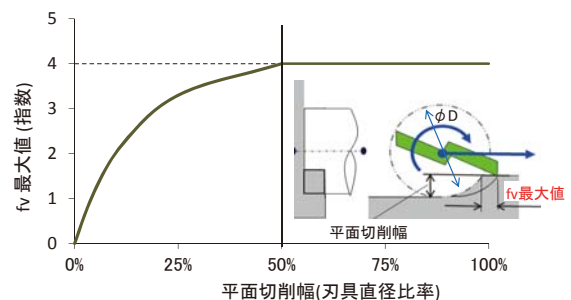


図-4 平面切削幅と f_v 最大値との関係

*1 金型設備製造部 金型製造第1課

切削幅の変化により切削抵抗が変動する領域があることが分かる。

3. 刃具たわみを見込んだ加工法の確立

切削抵抗が変動する要因が分かり、刃具たわみの予測が可能となったことから、たわみを見込んだ加工“たわみ補正加工”を考案した。補正は刃具がトレースする軌道をたわみ量の分だけずらして行うが、その方法としては、変化するたわみを随時補正する方法と、たわみを一定化し一定量を補正する方法がある。前者は加工データ作成が極めて困難のため、後者を選んだ。たわみを一定にするには、 f_v の最大値を一定にする必要がある。図-5より f_v は刃具一回転あたりの移動量で決まり、刃具一回転あたりの移動量は理論式より、送り速度で決まることから、送り速度を変化させ、 f_v の最大値を一定化した(図-6)。これにより、たわみ一定加工が可能となった。

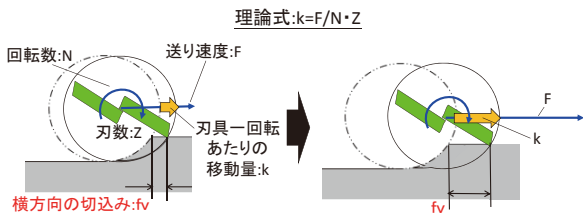


図-5 横方向の切込みを変化させる方法

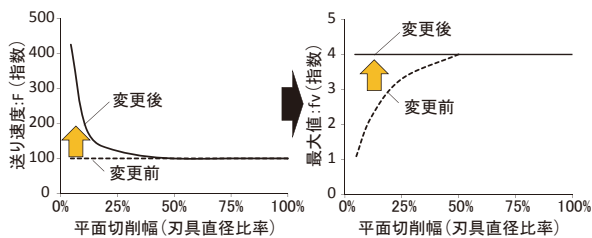


図-6 横方向の切込み最大値の一定化

4. まとめ

刃具たわみを一定化することで、たわみを見込んだ加工が可能となり、単位時間あたりの切削量が2倍向上した(図-7)。

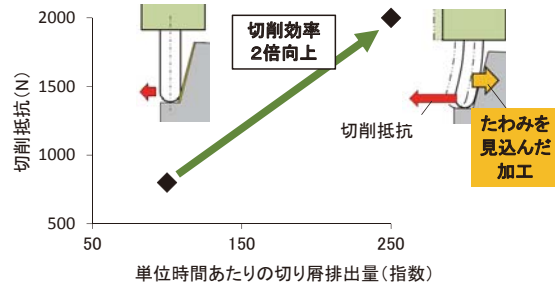
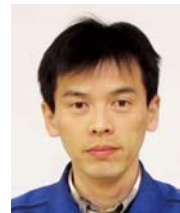


図-7 結果

5. おわりに

刃具たわみを見込んだ加工法が確立したことで加工の効率化ができたが、その加工法には限界がある。今後は理想である“たわみを抑制する加工”の実現を目指してゆく。最後に理論についてご教示いただいた研究機関の方々に厚く謝意を表します。

著者



坂本憲治

燃料チューブの外観自動検査技術

王 蕾^{*1}

Automatic Inspection Technology for Fuel Tube Appearance

Lei Wang^{*1}

1. はじめに

燃料チューブ（図-1）は自動車において燃料タンクからエンジンへ燃料を輸送する部品であり、配管の部分は樹脂押出成形で作られる。その燃料チューブは押出成形後に検査員に頼った全数外観良品確認検査を実施している（図-2）。その検査は、限度見本と比較する目視検査（定性検査）であり、熟練された検査員により品質が確保されてきた。しかし、今後は熟練された検査員の確保は困難になるとともに、製品の低コスト化が求められているため、この検査を自動化する必要がある。



図-1 燃料チューブ

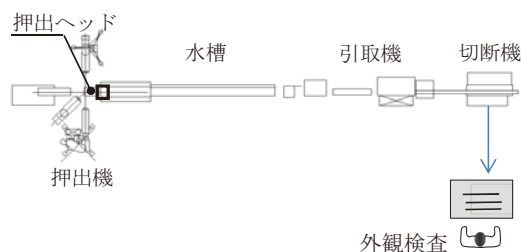


図-2 押出工程の概要

2. チューブ表面の凹凸検出メカニズム

外観欠陥を検出するメカニズムを図-3に示す。凹モデルと凸モデルの両モデルにおいて、光源から出された光が凹凸部で乱反射することで影を形成し、欠陥として検出するメカニズムである。

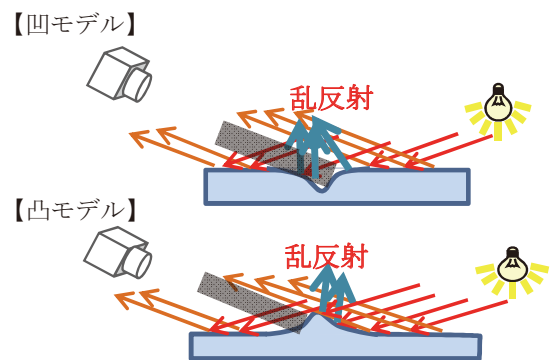


図-3 検出メカニズム

その検出において、背景と乱反射の影のコントラストを安定かつ明確にする必要があるために、チューブの計測モデルは図-4に示すように被計測物と照明及びカメラの角度（ α ）が重要な要素となってくる。また、対象物は小径押出チューブが曲面であることも考慮しなければならない。

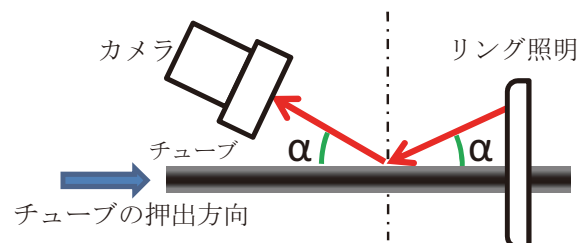


図-4 チューブ計測モデル

*1 生産技術統括部 新工程開発室

3. 照明及びカメラの配置角度 (α) の設定

欠陥サンプルに基づいて、照明とカメラの配置の角度を実験によって変化させた結果を図-5に示す。照明とカメラの配置角度 (α) は30度が最適であることを得られた。

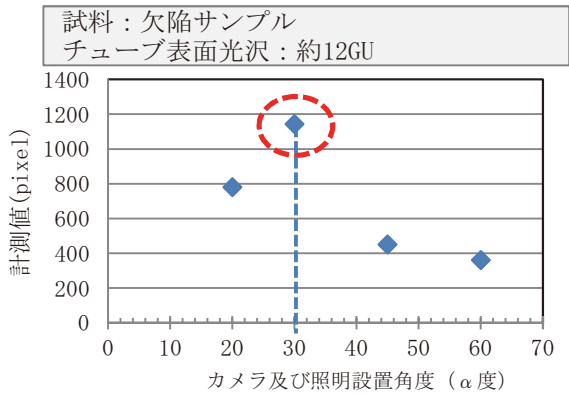


図-5 角度の検討結果

4. 曲面形状計測上の課題

小径燃料チューブを30度から撮像する事による課題として、図-6、図-7に示すように、「撮像の遠近差」と「チューブ背面からの照明の回折」を考慮したアルゴリズムを設定する必要がある。

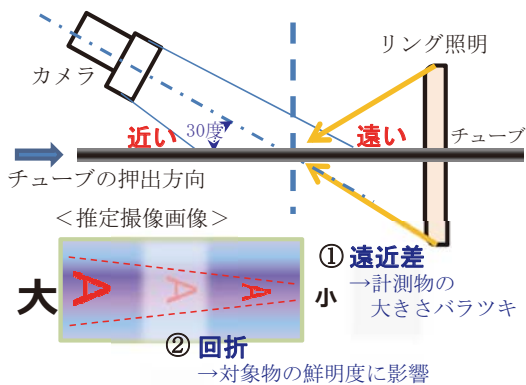


図-6 計測上の課題

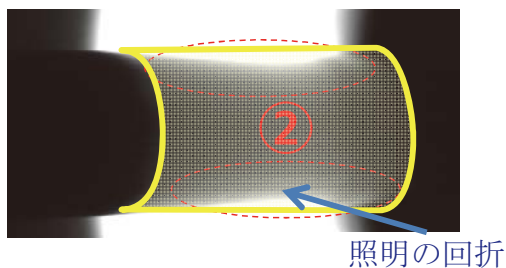


図-7 実際の撮像画像

5. 検出値の補正処理

先に述べた課題を解決するためには、計測データの種々の演算を実施して、誤差を取り除く方法が一般的に用いられているが、本計測は押出成形とカメラ視野から判断し、短時間で処理できる補正により対応することとした。

その補正は、計測データを5つの領域に分割し、かつ欠陥の見逃しが無いことの確実性の担保から、図-8で示すよう検査可能領域内で、欠陥サンプルを計測し実験により補正値を求めた。

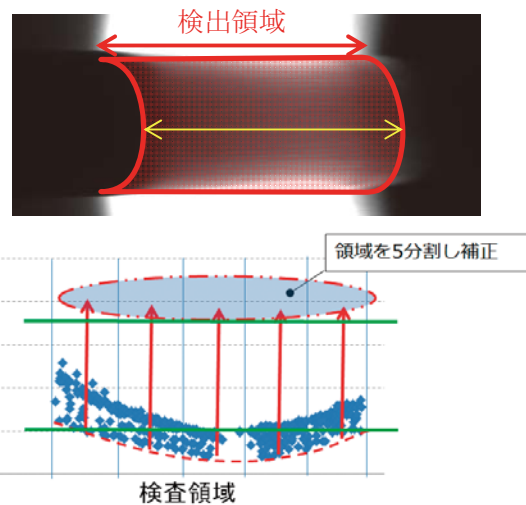
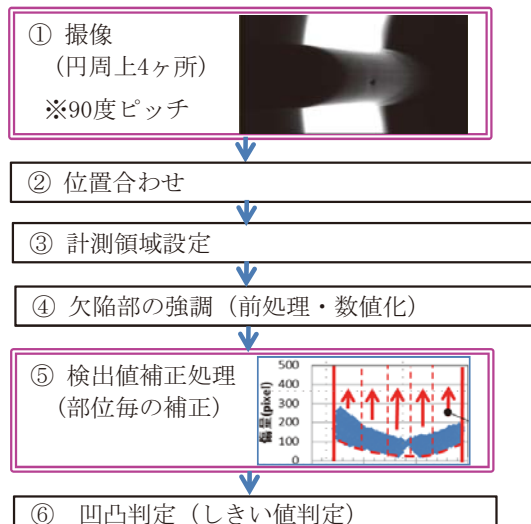


図-8 計測値補正の概念

6. アルゴリズムフロー

チューブ表面円周上の4ヶ所を90度ピッチで撮像(4項参照)し、画像の位置を合わせる。その後、計測領域設定と欠陥部の強調を実施して計測値を導き出す。その検出値に補正処理(5項参照)を実施し、しきい値(数値)にて凹凸判定を実施する。



7. 結果

図-9に示すようにチューブ円周状にカメラ4台を配置した自動外観検査システムが構築でき、押出成形をしながらの定量値自動判定が可能となった。

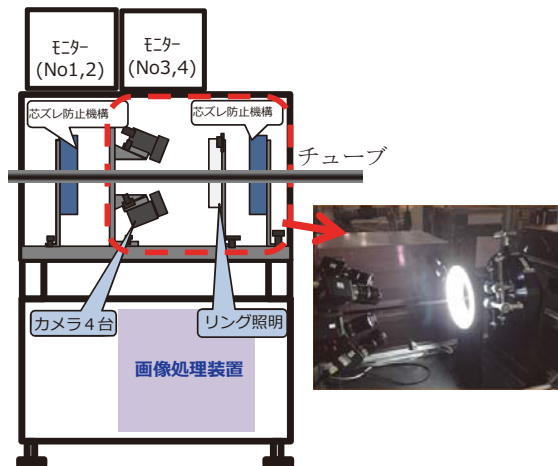


図-9 自動外観検査装置

8. おわりに

今回の外観検査技術は、現在量産適用されており、更なる他製品への活用が期待される。

最後に、本件にご協力いただきました関係部署の皆様には厚く謝意を申し上げます。

著 者



王 蕾

ウェザストリップ エア穴自動検査

水野昌平^{*1}, 有森貴人^{*1}

Automatic Weatherstrip Air Hole Inspection

Shohei Mizuno^{*1}, Takato Arimori^{*1}

1. はじめに

豊田合成では、ゴム成形によるウェザストリップ（以下 WS）製品を生産している（図-1）。

その製品には、ドア閉まり性を確保するためにエア穴と呼ばれる穴が複数ある。エア穴加工は、工程（設備能力）にて保証されるが、設備の突発異常やゴム成形の変化により正しく加工できず、不良や生産ロスが発生させる可能性がある。そこで近年では自動検査による工程保証を向上することが期待されており、検査機導入のニーズが高まっている。

今回、エア穴自動検査のシステム開発を行った。



図-1 WS 製品

2. エア穴自動検査システム

今回導入したエア穴検査機では、下記技術を用いるシステム開発事例を紹介する。

- 1) 高速検査
- 2) 同系色検査
- 3) 寸法計測

2-1. 高速検査

エア穴を自動検査する際、工程の性質上、可変速度で対象を検出する必要がある。また WS は、非常に長い製品であるため、1 製品を撮像完了するまでに多くの画像が必要となる。

一般的な自動検査は、1 枚ずつ撮像し画像同士を連結して製品を検査する。しかし今回の検査環境では、画像連結処理を行うと時間がかかり、高速検査に対応できず正しい良否判定を行うことができない。

そこで高速検査に対する対策として、ラインカメラを導入した。ラインカメラは 1 画素列ずつ画像を撮像しているため、対象の搬送速度に依存せずに撮像が可能である。また、連結せず 1 つの画像として検査することができ画像連結処理を行わず検査ができる。

2-2. 同系色検査

今回の検査対象は、黒い製品に穴を空けるため、同系色の検査になりカメラで判別しにくい。一般的な画像処理は、明るさの特性である輝度からある一定の閾値に対して、2 値化処理した対象画像で判定を行う。

同系色を区別して撮像するには、対象の輝度を明確にする必要がある。その手法としては、対象物への光の当て方を変えるために照明を変更して検証した。ドーム照明は、周囲から満遍なく光を当てる手法（図-2）であり、斜光照明は 1 つの照明に角度をつけて影を目立たせる手法（図-3）である。それぞれの照明で撮像した画像が図-4、5 である。目視でも照明の違いによって対象物の見え方に差があることがわかる。

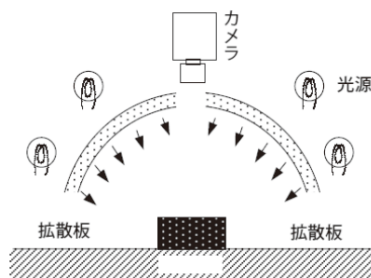


図-2 ドーム照明

*1 WS 生産技術部 WS 第 1 生技室

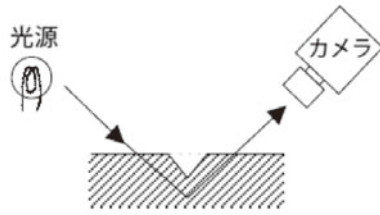


図-3 斜光照明

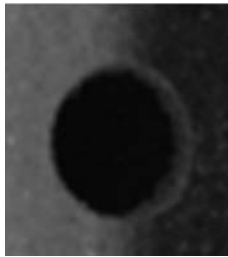


図-4 ドーム照明画像

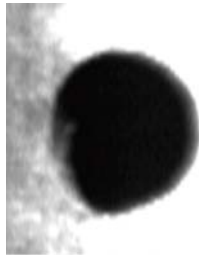


図-5 斜光照明画像

図-6, 7は輝度をグラフ化し、より輝度差を明確にしたものである。x軸が輝度、y軸が画素数(面積)を表している。画素の頂点をピークとし、両グラフともにWSとエア穴の2つのピークがある。ドーム照明では、WSとエア穴の2つのピークに大きな差がない。しかし斜光照明では、ピークの差が明確であるため、同系色検査の判定を可能とした。

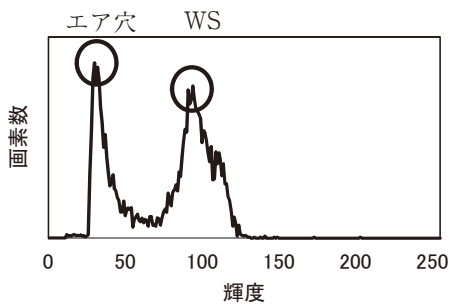


図-6 ドーム照明

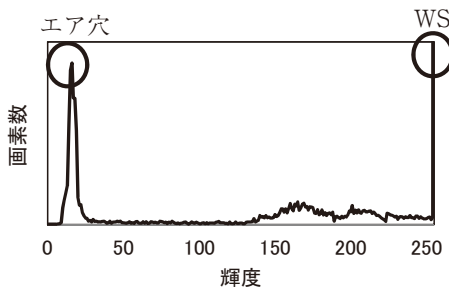


図-7 斜光照明

2-3. 寸法計測

WSは、車両の種類同様に多くの品種がある。そのため品種によって様々な仕様があり、エア穴の数、大きさ、ピッチ(位置)が異なる。そこでエア

穴大きさを画素変換し、各製品仕様で数、大きさを画像処理装置と連動し良否判定を行った(図-8)。このような検査フローを組み込むことによって、WSの複数種類あるエア穴の検査技術を確立した。

今回の技術確立により工程の保証を向上させることができ自工程完結保証への足がかりとなると考える。

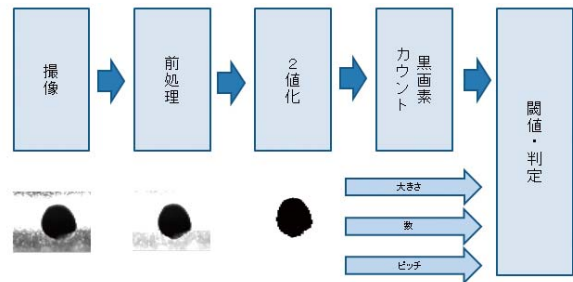


図-8 検査フロー

3. まとめ・謝辞

今回開発したシステム構成によって、量産中のWSエア穴を自動検査することができた。

2016年度から開発を進め、現在国内に3台導入しさらなる横展開とグローバル展開を計画している。

最後に、本開発においてご協力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。

参考文献

- 1) 中曾克也, 楊琳, 楊劍鳴: 単眼カメラを用いた移動ロボットの障害物回避, 東海支部総会講演会講演論文集 2016 (65), "p412-2 (2016)
- 2) 鎌田慎也: デジタルデータの分布分析ーデジタル画像からの輝度分布分析, UNISYS TECHNOLOGY REVIEW 第87号, p79-86 (2005)
- 3) 馬場葉子, 向川康博, 八木康史: 照明光と反射光の散乱を考慮した反射特性の推定, 情報処理学会研究報 Vol. 2011, No41, p1-8 (2011)

著者



水野昌平



有森貴人

長寿命かつメンテナンス性に優れたマンドレル搬送用パレットの開発

伊藤 彰人^{*1}

Development of Mandrel Conveyance Palette for Longer Life and Easy Maintenance

Akihito Ito^{*1}

1. はじめに

豊田合成では、機能部品領域において多種のゴムホース製品を製造している。

近年、TNGAによる車両デザインの変化により、ホース製品の長尺化が進んでいる。この影響を受け、従来から使用していたホース成形型（以下マンドレル）を搬送しているパレットは、これまでより高い荷重を受けることで早く破損し、頻繁にメンテナンスが必要となった。

本報告では、マンドレル搬送パレットの強度アップに伴う長寿命化とメンテナンス性を考慮した開発事例について紹介する。

2. 搬送用パレットの特徴と問題

マンドレル搬送用パレットとは、ゴムホースの成形工程でマンドレルを搬送するために使用するものである。

このパレットは工程内で数百枚使用しており、生産中は常にマンドレルを次工程に搬送するものである。図-1にパレットの概要図を示す。

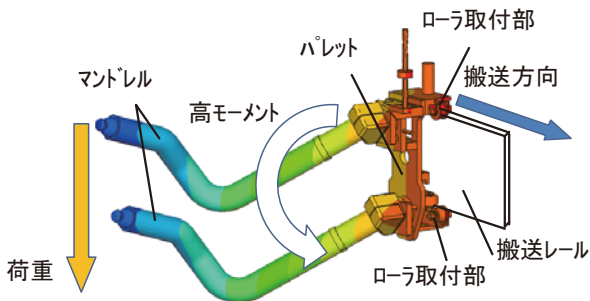


図-1 パレットの概要図

このパレットは、搬送レールに沿って移動・停止動作を繰り返すものである。マンドレルを搭載することで、重心バランスはレールに対して片持ちとなり、偏荷重（高モーメント）を受けながら使用される。

このような構造に加え、ホースの長尺化に伴うマンドレルの重量が増加したことにより、パレットは次のような問題が発生していた。

- 1) パレットのローラ取付部の変形・破損
- 2) メンテナンス工数が増大し、パレットの専任メンテナンス作業員の配置が必要

これらの問題を解決するため着眼したポイントを以下に示す。

- 1) ローラ取付部に生じる応力を軽減することで、変形・破損を抑制
- 2) パレット構造や部品構成を見直すことで、メンテナンス工数（分解・組立）を短縮

3. 問題解決の技術

3-1. ローラ取付部に生じる応力の軽減

CAE解析の結果、パレットが受ける応力は、ローラブラケットのローラ軸受け部に集中していることが確認できた。マンドレル重量の増加でローラ取付部に高いモーメントが生じ、ローラ取付部の安全率が2以下になったことで、早期の破損に繋がった（図-2）。

ローラ取付部に5以上の安全率を確保するため、レール側面部で増大したモーメントを受けるサイドローラを追加し、応力の軽減を図った（図-3）。¹⁾

*1 FC生産技術部 FC第3生技室

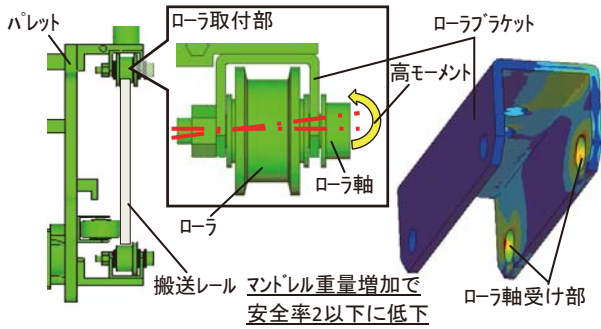


図-2 ローラブラケット部の応力分布

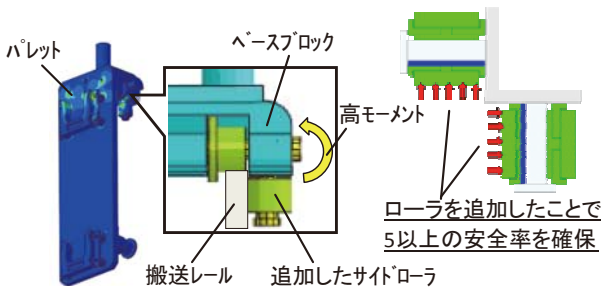


図-3 開発パレットの応力分布と対策

3-2. 分解・組立工数の短縮

3-2-1. 軸組構造による分解組立時間の短縮

分解・組立を容易に行うため、ローラ部品の締結にボルトを使用しない「軸組構造」を採用した(図-4)。

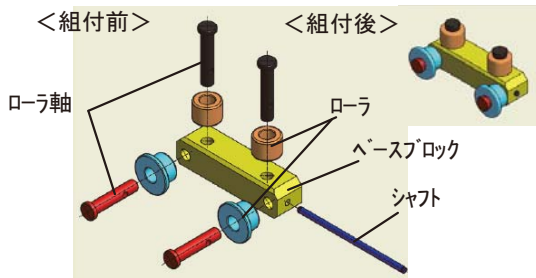


図-4 軸組構造の概要図

軸組構造とは、日本古来の伝統的な建築構造の1つで釘を使用せず柱と梁を締結するものである。²⁾

軸組構造を採用した利点は次の通り。

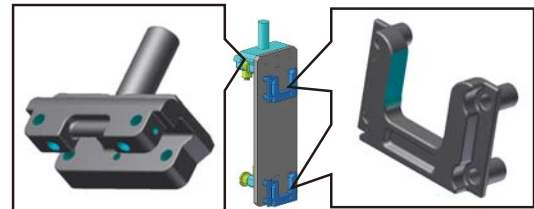
- 1) シャフト1本でベースブロックとローラ軸を締結しているため、分解・組立が容易になった。消耗部品(ローラ)の交換が短時間にできる。
- 2) ボルトを使用していないため、パレット搬送時に発生する振動で緩むことがない。

3-2-2. 鋳造法による一体化での部品点数削減

複雑な形状を容易に製作できる鋳造法を採用した。鋳造法の中でも高精度に成形できるロストワックス精密鋳造法³⁾を用いて、複数の部品を一体化し、部品点数を削減することで、製作コストや分解・組立工数の低減を図った(図-5)。

ロストワックス精密鋳造法による利点は次の通り。

- 1) 機械構造用炭素鋼などの材質を選定できるため、機械的強度を確保できる。
- 2) 複雑形状を高精度に鋳造成形できるため、切削加工が最小限にできる。
- 3) 大量生産で製作コストを抑制できる。



部品15点 ⇒ 3点に一体化

図-5 鋳造成形部品

4. 結果

ローラ取付部の構造やローラ配置を見直した結果、5以上の安全率を確保することで、ローラ取付部に生じる応力は80%軽減し、パレット寿命は3倍に延長した(図-6、図-7)。

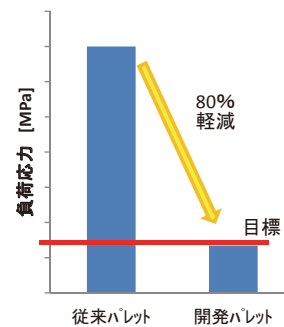


図-6 負荷応力

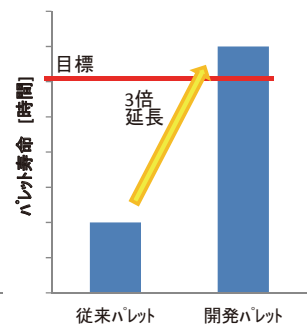


図-7 パレット寿命

軸組構造や鋳造法による部品の一体化により、部品点数を45%削減しメンテナンス時間を55%短縮した（図-8、図-9）。



部品点数 : 130点⇒72点
 部品種類数 : 67種類⇒20種類

図-8 パレット部品点数

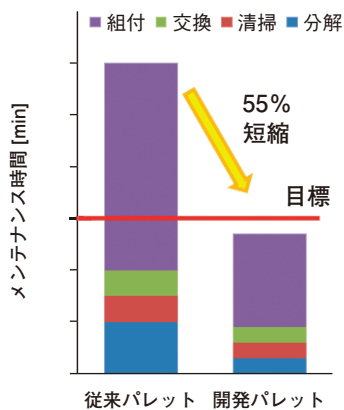


図-9 メンテナンス時間

5. まとめ

開発した搬送パレットは、すでに量産で使用しており、ローラ取付部品に磨耗や変形もなく、半年以上メンテナンス不要な状態を維持している。

様々なアイデアを取り入れることにより、設備不具合をなくし安定稼働が実現した。

最後に、本技術を確立させる上で、ご協力いただいた方々へ厚く謝意を表します。

参考文献

- 1) 村木正芳：トライボロジー摩擦の科学と潤滑技術，日刊工業新聞社，2012，p.35-52
- 2) 尾上孝一：木造建築入門，井上書院，1976，p.20-26
- 3) 飯塚尚彦：ロストワックス精密鋳造法，産業図書，2015，p.3-9

著 者



伊藤彰人

赤外線溶着技術の確立

吉川昌宏^{*1}，三品隆博^{*1}，鈴木久和^{*1}

Establishment of Infrared Welding Technology

Masahiro Yoshikawa^{*1}，Takahiro Mishina^{*1}，Hisakazu Suzuki^{*1}

1. はじめに

近年レクサスを筆頭にコンソールのリッドは大型化、薄型化が求められ、そこへ複雑化する機構部品を配置する必要がある。

今回受注したLSコンソール（**図-1**）のリッドも、従来車と比較しL方向+130mmの550mm、W方向+20mmの250mmと大型化され、製品剛性確保のためのガラス入り材料を使用する。また、薄型化を求められる中で両開きかつ片側ヒンジのリッドを実現させるため、新規機構が採用された。

機構が複雑化する中での薄型化、ガラス入り材料使用は従来の振動溶着工法では対応が難しく、新たな溶着工法の採用が必要となった。



コンソールリッド

図-1 今回製品

2. 求められる姿（要求品質）

- 1) 溶着強度規格値確保
- 2) 内部構成品に影響がないこと

3. 工法選定

要求品質に対し工法比較（**表-1**）で、要求品質確保に最適な工法として赤外線溶着を選定。

欧州自動車メーカーでは既にある工法だが、国内自動車メーカーでは初となり、工法の確立が必要。

表-1 工法比較

項目	工法	爪嵌合	ビス締め	振動溶着	赤外線溶着
Q	溶着強度	× 強度不足	○	× 溶着不可	◎
	外観	○	× 見栄えNG	○	◎
C	設備投資	○	○	○	△ 初期投資
D	設備製作納期	◎	◎	○	○

4. 赤外線溶着概要

4-1. 工法概要

加熱した両製品を押し付け合う（加圧）ことにより溶着する工法（**図-2**）。

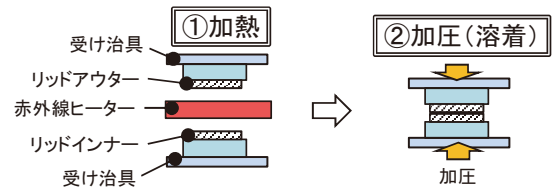


図-2 工法概要

4-2. 赤外線ヒーター

内部構成品に影響を出さないため、高指向性ヒーター採用（**図-3**）。局部的な加熱が可能。

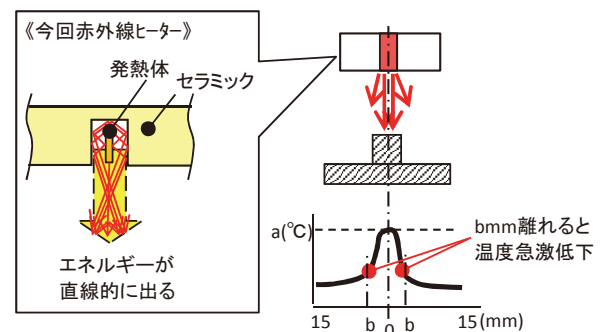


図-3 ヒーター特徴

*1 IE生産技術部 IE第2生技室

5. 最適溶着条件の設定

5-1. 溶着強度規格値確保

本工法の生産条件要素を以下に示す。

- i) 加熱時製品温度 (以下により決定される)
 - ・ヒーター温度
 - ・ヒーター×製品間距離
 - ・加熱時間
 - ・切替時間 (加熱後～溶着開始までの時間)
- ii) 溶着時圧力, 保持時間

ii) は従来工法である振動溶着と類似だが, 今回固有条件の i) について, ①加熱時製品温度及び外乱 (②素材変形, ③雰囲気温度変化) の影響を検討。

①加熱時製品温度

加熱時製品温度 t_1, t_2 を以下の条件にすることで溶着強度規格値が確保できることを確認 (図-4)。

$$a < t_1, t_2 < b \text{ (}^\circ\text{C)}$$

この温度を確保するよう各項目の条件を設定。

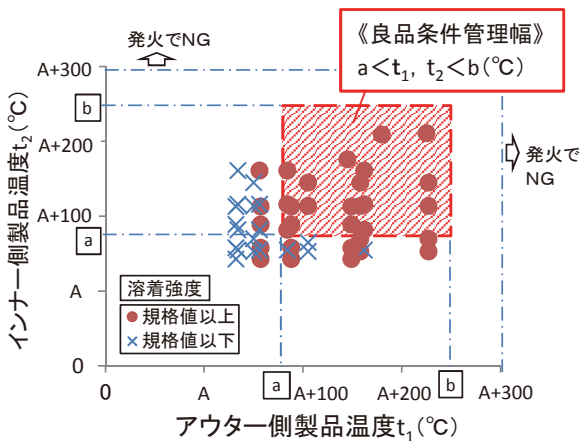


図-4 各製品温度と溶着強度相関

連続生産時の製品温度変移を測定 (図-5) した結果, c 個より製品温度が安定し, その間若干の温度上昇を確認。これを含め上記良品条件管理幅内で生産できるよう条件設定。

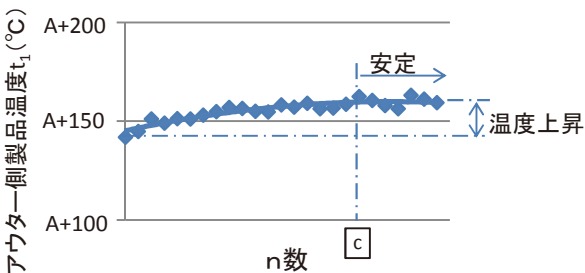


図-5 連続生産中の製品温度変移

②素材変形

素材変形最悪品を作製しそれを溶着し, 意地悪評価を実施した。変形最悪品でも溶着強度, 工程能力を確保できることを確認 (図-6)。

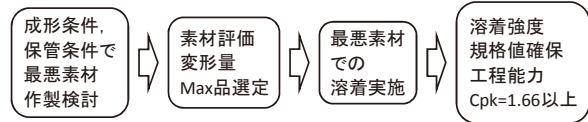


図-6 溶着素材 意地悪評価

③雰囲気温度変化

テストピースにより, 雰囲気温度が違う状況下で加熱時の被加熱部温度変移を測定 (図-7)。人作業可能な室内環境下であれば, 雰囲気温度に影響を受けないことを確認。

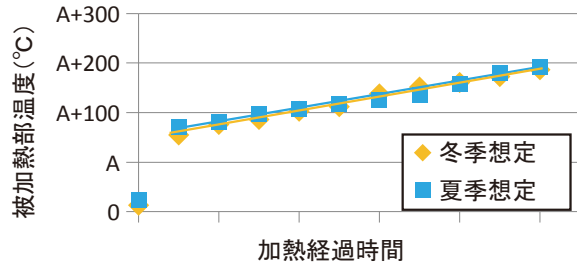


図-7 雰囲気温度差による加熱時温度変移

同様に, 切替時間における被加熱部温度変移を測定 (図-8)。人作業可能な室内環境下で, 設定する切替時間 d であれば, 雰囲気温度に影響を受けないことを確認。

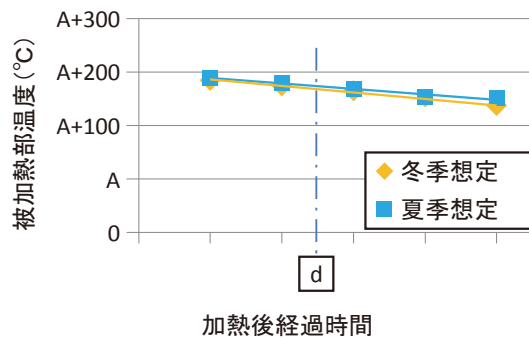


図-8 雰囲気温度差による加熱後温度変移

5-2. 内部構成品への影響確認

リッドを構成する各部品に対してダメージ確認の検討実施（表-2）。この結果より、図面上の構成部品位置と加熱部との距離を設定（表-3）。

表-2 内部組付け部品への影響

加熱部との距離 mm	加熱結果			
	本皮	合皮	機構部品 (ABS)	機構部品 (鉄)
X	×発火	×発火	—	—
X+1	×焦げ	×焦げ	△溶け	—
X+2	△溶け	△溶け	○	—
X+3	○	○	○	○
X+4	○	○	○	○
X+5	○	○	○	○
X+6	○	○	○	○

表-3 図面への反映結果

	本皮	合皮	機構部品 (ABS)	機構部品 (鉄)
加熱部との距離 mm (図面上)	X+4 以上	X+3 ± 0.5	X+5 ± 0.5	

今後、他材料（PP、ゴム等）でも不具合を発生させない距離を確認していく必要がある。

6. おわりに

本技術の採用により、製品仕様の自由度が上がり、付加価値のある意匠、機構を持った製品を顧客へ提供することが可能になった。

今後本技術がGrabボックス等の製品へ拡大することが考えられ、段替え性、生産性等広い範囲で検討が必要と考える。

最後に、本技術を確立させるにあたり、ご協力いただいた方々へ厚く謝意を表します。

著者



吉川昌宏



三品隆博



鈴木久和

インフレーター生産工程における耐圧試験機のコンパクト化技術

木納雄一^{*1}, 牧野秀一郎^{*1}

Technology for More Compact Pressure Test Machines in Inflator Manufacturing Process

Yuichi Kino^{*1}, Shuichiro Makino^{*1}

1. はじめに

豊田合成では自動車に搭載されるエアバッグ用のインフレーターを生産している。インフレーターとは自動車のエアバッグを膨らませるためのガス噴出装置で（図-1）、金属の容器に不活性ガスを高圧で封入し、起動用部品を組み付けている（図-2）。そのインフレーター容器の耐圧試験を全数実施している。

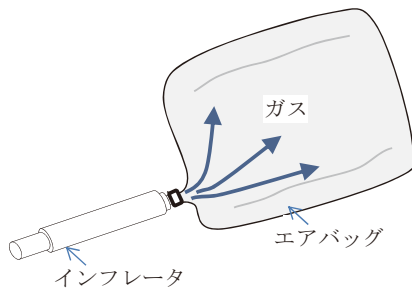


図-1 エアバッグ構成図

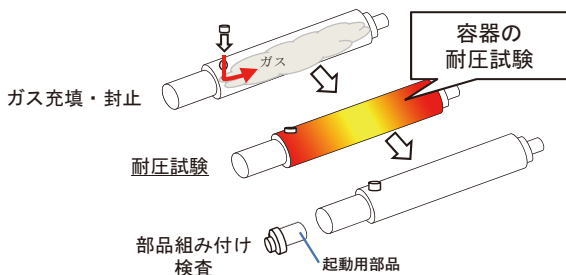


図-2 インフレーター生産工程の流れ

近年の省スペース・省エネのニーズの高まりから、今回インフレーター生産工程の耐圧試験機のコンパクト化に取り組んだので紹介する。

2. コンパクト化の課題

従来、インフレーター容器の耐圧試験は、ヒーターを熱源とした加熱炉（以下電気炉）を使用し、時間をかけてインフレーター容器を昇温して容器内の圧力を上げる方式が使用されている。（以下、圧力の制御因子である温度に着目する。）

しかし、電気炉では炉内の温められた空気を介して昇温するので、昇温完了までに時間を要する。そのため、炉内に大量のインフレーターを配置する必要があり、設備スペースが大きい。また、ヒーターの連続稼働により大量のエネルギーが必要である。

耐圧試験機のコンパクト化を達成するためには、短時間で昇温することにより加熱スペースを局所化することが課題である。

3. 方策

電気炉に変わる加熱方法として、クッキングヒーター等に用いられている誘導加熱（以下IH）方式に着目した。

IH方式とは、コイルに電気を流したときに発生する磁界で加熱対象に渦電流によるジュール熱を発生させる加熱方式で、加熱対象自体が直接発熱するため、短時間での昇温を可能とし省スペースを期待でき、かつ省エネに有利である（表-1）。

表-1 インフレーター耐圧試験方式比較

方策	コンセプト	耐圧試験方法	スペース※	エネルギー※
1 電気炉	インフレーター容器 ヒーター ヒーターを使って加熱	ヒーターで温められた空気を介してインフレーターを加熱し、内圧を上昇させて耐圧試験を実施する	1	1
2 IH (誘導加熱)	コイル 磁界 インフレーター容器 IH(誘導加熱)を利用して容器を直接加熱	コイルによる磁界で発生するジュール熱でインフレーターを直接加熱し、内圧を上昇させて耐圧試験を実施する	0.35	0.2

※スペース、エネルギーは電気炉を1としたときの指数で評価実施

*1 SS生産技術部 SS第3生技室

以上より、IH方式の耐圧試験への適用を検討した。

4. IH方式の量産適用への課題と対策

IH方式に求められる量産適用への要件は「目標時間内でインフレータ容器を目標温度（圧力）まで到達すること」である。

IH方式の概略を図-3に示す。IH方式のシステムは、高周波の電流発振器とコイルから構成されており、このコイルの形状により加熱効率が影響されるためコイル形状の最適化が課題である。

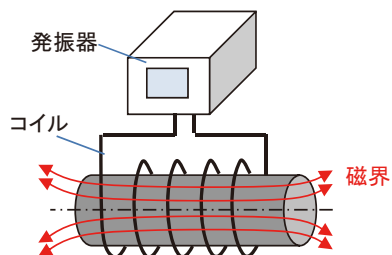


図-3 IH方式概略

コイル形状の特徴について以下に示す(表-2)。

表-2 コイル形状と特徴

形状	平面型	アーチ型	ラセン型
搬送性	良い	良い	悪い
加熱特性	平面の加熱向き	形状に合わせて部分加熱	棒状の加熱向き
コイル形状特徴	側面図 インフレータ容器 外観図 コイル インフレータ容器	 発熱域 	

豊田合成では短時間で搬送から昇温完了までを行う必要があるため、搬送性のよいアーチ型コイルを採用する。アーチ形状（アーチ角度）と目標温度（圧力）までの到達時間（目標温度（圧力）到達時間）の関係を実験より算出した(図-4)。

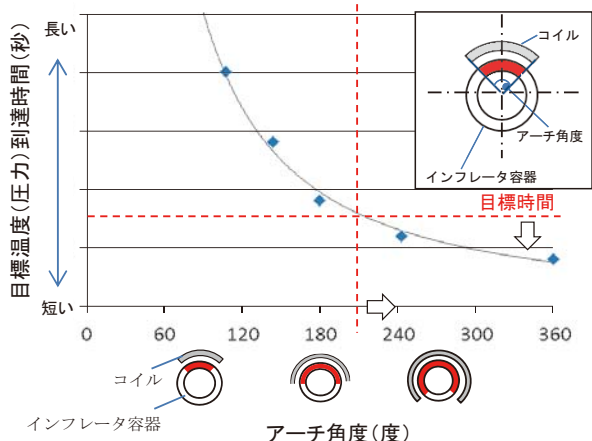


図-4 アーチ角度と加熱時間の関係

実験結果と搬送性を両立させるため、以下の点に留意し最適なコイル形状を確立した(図-5)。

- 1) アーチ角度
- 2) 搬送スペース（開口幅）

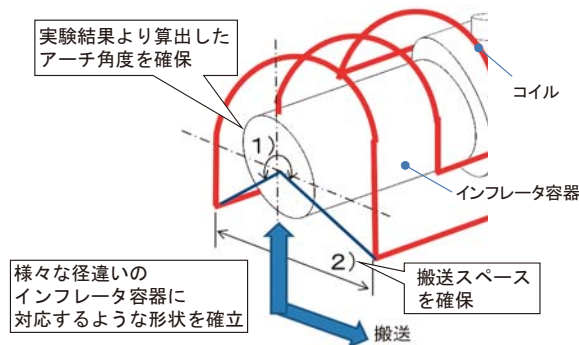


図-5 量産適用したコイル形状

5. 結果

最適化したコイルを用いて、インフレータ容器の耐圧試験を実施した結果、目標時間内でインフレータ容器を目標温度（圧力）まで到達させることができた。

以上により、インフレータ容器の耐圧試験にIH方式を適用することで次の結果を得られた。

- 1) 設備スペース：従来比約 65% 低減
- 2) エネルギー消費：従来比約 80% 低減

6. おわりに

今回、紹介したIH（誘導加熱）方式の耐圧試験機は2016年12月に量産を開始しました。

最後に、本件にご助力いただいたメーカー関係者、関係部署の皆様、厚く謝意を申し上げます。

著者



木納雄一



牧野秀一郎

エアバッグ展開シミュレーションの要素技術

楠原由人^{*1}, 青木雅司^{*2}, 井田 等^{*1}, 浅岡道久^{*3}

Elemental Technology for Airbag Deployment Simulation

Yoshito Kusahara^{*1}, Masashi Aoki^{*2}, Hitoshi Ida^{*1}, Michihisa Asaoka^{*3}

1. はじめに

エアバッグ展開シミュレーションは、設計段階でエアバッグの乗員保護性能を予測する重要かつ効率的な技術である。そのシミュレーション手法の一つとして汎用衝撃解析プログラムLS-DYNAのCPM (Corpuscular Particle Method)がある。¹⁾ この手法では、気体分子運動論に基づき、気体分子を全体の運動エネルギーが等価になるように一定数の粒子に置き換えている。

この手法をエアバッグの設計開発に多く活用しているが、エアバッグ展開初期において実験とシミュレーションの展開形状が整合しない場合がある。

本稿では、この課題を解決するための要素技術である「整流布 (エアバッグ内部のガス整流部品) から噴出するガスの流れ再現」および「パッドテア開裂特性の再現」を紹介する。

2. 課題へのアプローチ

図-1に運転席エアバッグの構成を示す。

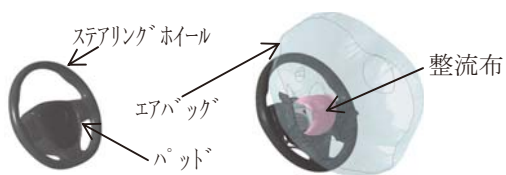


図-1 運転席エアバッグの構成

エアバッグモジュールをステアリングホイールに取り付けた状態のエアバッグ展開シミュレーションを行い、実験と比較したところ、整流布付近での展開挙動およびパッドテアの開裂するタイミングに違いがあることがわかった。その要因として、CPMが気体分子運動論に基づいているため、整流布出口から噴出するガスが拡散する傾向が強いことが考えられる。そのため整流布出口からの指向性のあるガス流れを再現することで実験

の展開挙動に近づくという仮説を立てた。

また、パッドテアの開裂するタイミングについては、材料引張試験から求めた破断特性だけでは実際のパッドテアの開裂を再現するには不足と考えた。上記の検証実験として、エアバッグ単体展開実験とパッド打ち抜き実験を行い、その実験をシミュレーションで再現した。

3. 検証

3-1. エアバッグ単体展開挙動

エアバッグ単体展開実験を行い、エアバッグの展開挙動を確認した。この実験では図-2で示すようにエアバッグを折りたたまない状態で配置した。²⁾

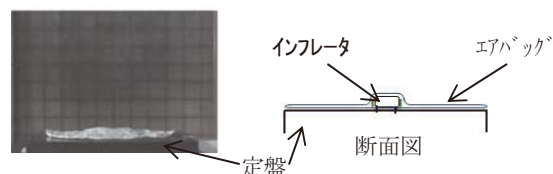


図-2 エアバッグ単体展開実験

上記展開実験のシミュレーションを実施して実験との比較を行った。その結果を図-3に示す。改善前のCPMの設定では、展開挙動に差異が見られたが、整流布出口において指向性のあるガス流れを設定することで展開挙動が実験に近づいた。

時間 [ms]	実験	シミュレーション	
		改善前	改善後
9			
10			
11			
18			

図-3 エアバッグ単品展開実験とシミュレーションの比較

*1 実験部 予測技術開発室

*2 実験部 企画統括室

*3 実験部

3-2. パッドテア開裂挙動

パッドテアの開裂挙動を確認するため、図-4に示すパッド打ち抜き実験を実施し、開裂挙動とインパクトの減速度を明らかにした。

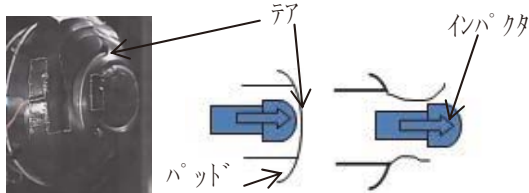


図-4 パッド打ち抜き実験概略

上記実験のシミュレーションを実施して、開裂挙動およびインパクトの減速度を再現することを試みた。その結果を図-5に示す。

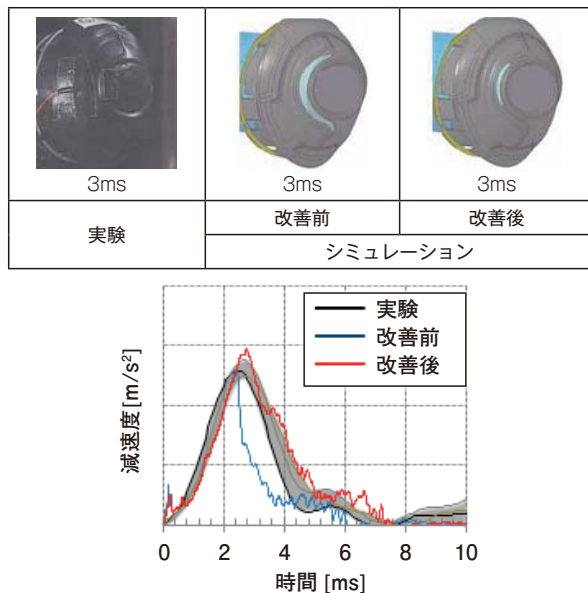


図-5 パッド打ち抜き実験とシミュレーションの比較

改善前のシミュレーションではパッドテア開裂タイミングおよびインパクト減速度に差異があった。そこで、パッドテア材料特性に豊田合成独自の破断基準を加えることで、改善後は実験に近づいた。

4. エアバッグ展開挙動確認

検証実験で得られた改善内容を反映したシミュレーションモデルにてエアバッグ展開シミュレーションを実施して実験と比較した。その結果を図-6に示す。

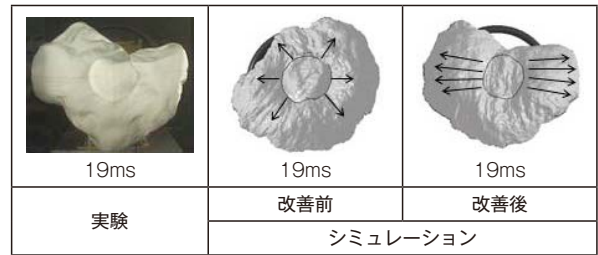


図-6 エアバッグ展開実験とシミュレーションの比較

改善前のシミュレーションではエアバッグが放射状に展開しており、実験と差異があったが、改善後は実験の展開挙動に近づいた。

5. おわりに

今後は展開挙動だけでなく、エアバッグのエネルギー吸収特性の予測、および近接乗員の傷害値予測へ活用していく。

参考文献

- 1) Olovsson, L. Corpuscular method for airbag deployment simulations in LS-DYNA, 2007.
- 2) Hitoshi Ida et al. IMPROVEMENT OF GAS FLOW IN AIRBAG DEPLOYMENT SIMULATION FOR LOW RISK DEPLOYMENT TESTS, 2016.

著者



楠原由人



青木雅司



井田 等



浅岡道久

太陽光 LED

関 聡美^{*1}, 三輪朋弘^{*1}

Sunlight LED

Satomi Seki^{*1}, Tomohiro Miwa^{*1}

1. はじめに

照明用途の白色 LED パッケージ市場は、今後も需要の増加が見込まれており、先進国だけでなく新興国への普及を含めて、2025年までに2015年比で2.0倍となると予測されている¹⁾。照明用途のLEDパッケージは、青色LEDと黄色蛍光体を組み合わせた効率を重視したものが主流であったが、黄色の蛍光体の代わりに緑色と赤色蛍光体を組み合わせることにより、モノの色をより自然に再現した、高演色の需要も高まってきている。しかし、まだ、モノを太陽光で見た時の色を忠実に再現できておらず、見え方が異なるという課題があった。

この課題を解決するために、我々は更なる高演色化を追求し、太陽光に極めて近いスペクトルを有する製品を開発したので、その概要について紹介する。

2. 技術概要

2-1. 従来技術との違い

図-1に、今回開発した太陽光LEDのスペクトルと既存製品の中でも、“高演色LED”と呼ばれるスペクトルを示す。高演色LEDは、励起光源として青色LEDを用い、緑色、赤色蛍光体を組み合わせているため、青色LEDのピーク強度

が極端に高く、太陽光スペクトルとは異なる形状をしている。この青色LEDを使用した場合には、青色の視感度が高いために、色度調整を含めたピーク強度の低減は困難であった。

一方、太陽光LEDは太陽光に近いスペクトル形状をしている。この製品技術は、従来使用していた青色LEDではなく、新たに紫色LEDを用い、青色、緑色、赤色の蛍光体を組み合わせることにより達成した。視感度の低い紫色LEDを用い、蛍光体の最適化により色度を調整することで、スペクトルの凹凸を抑え、他社の紫色LEDと青色、緑色、赤色蛍光体を組み合わせた製品とも異なり、極めて太陽光に近いスペクトルを実現した。

2-2. 新たな色品質指標の導入

これまで、モノの色の見え方を表す光源の指標として演色評価数(CRI: Color Rendering Index)が用いられてきた。演色評価数には、平均演色評価数(Ra: R1~R8の平均)と、特殊演色評価数(R9~R15)がある。しかし、演色評価数は、蛍光ランプの演色性を評価するために開発されたものであり、LED光源の光の質を十分に評価しきれていないという指摘もある。

今回、我々は太陽光LEDの光源の色を評価するために、上記の演色評価数に加え、新たな評価指標としてTM30-15で規定された二つの指標を採択した。一つは、色の忠実性の指標であるRf(Fidelity Index)であり、もう一つは、光の質としての鮮やかさRg(Relative Gamut Index)である。上記の指標(Ra, Rf, Rg)はどれも、太陽光を100としている²⁾。

図-2に太陽光LEDの評価結果を示す。Raが97、Rfが98、Rgが100と、一般LEDや高演色LEDと比較して評価数が100に近く、太陽の光に近い光源であることが分かる。

2-3. 色の見え方に関する実験結果

千葉大学との共同研究にて、太陽光とLED光源の下で見るモノの見え方との違いについて評価を実施した。

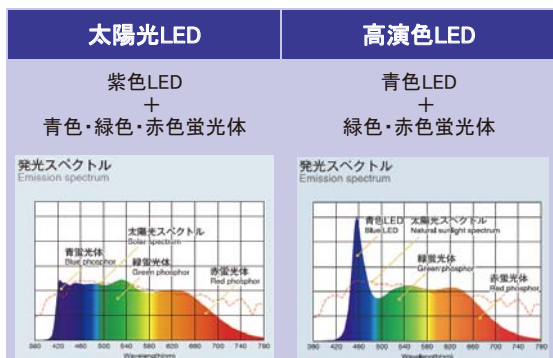


図-1 太陽光LEDと高演色LEDのスペクトル比較

*1 オプトE技術部

	太陽光	太陽光LED	高演色LED	一般LED
スペクトル				
Ra	100	97	90	76
Rf	100	98	83	73
Rg	100	100	96	91

図-2 太陽光 LED の色品質評価結果

評価は、メタメリズム色票^{*}を用いて行い、2つの色票の色見えの違い（色差）を比較した。光源には、太陽光、太陽光LED、高演色LED、一般LEDを用い、比較を行った。

太陽光下では色差が最も小さく、今回開発した太陽光LEDも太陽光の次に色差が小さい、つまり、最も太陽の光に近い色見えとなる光源であることを確認した（図-3）。

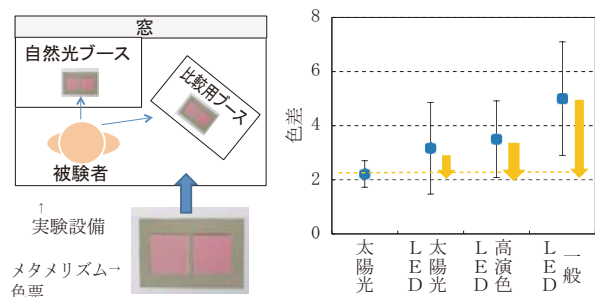


図-3 メタメリズム色票実験結果

^{*}メタメリズム色票とは、分光反射率の異なる2つの色見本が、太陽光下では同じ色に見える2対の色見本のこと。

3. まとめ

今回開発した太陽光LEDは、既存のLED光源に比べ太陽に近い光を実現できた。我々は、この太陽光LEDを、SMD (Surface Mount Device) タイプ、マルチチップCOB (Chip on Board) タイプでラインナップし、用途毎にデバイスを提供することが可能である（図-4）。また、色温

度についても、朝日から夕日までの様々な光を再現可能なため、人の生活に寄り添った照明（サーカディアンリズム）としての活用や、色彩関連の検査光源やブティックなどの店舗照明への活用が期待される（図-5）。

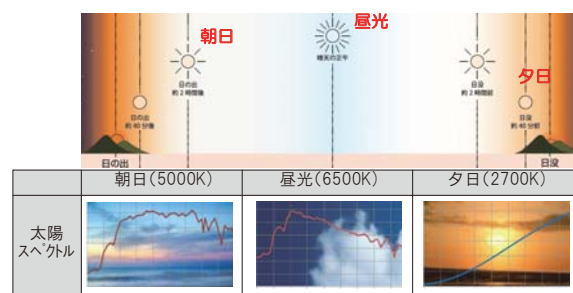


図-5 太陽光の色温度変化

4. おわりに

最後に、本製品の開発、量産化に向けた取り組みに際し、ご尽力いただきました関係者の皆様に厚くお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 2017 LED 関連市場総調査 株式会社富士キメラ総研
- 2) IES Method for Evaluating Light Source Color Rendering, IES TM-30-15

著 者



図-4 製品使用例



関 聡美



三輪朋弘

薄型リッド両開きコンソール

菱田 裕^{*1}

Double Open Thin-Type Rid Console

Yu Hishida^{*1}

1. はじめに

近年のプラットフォームは操縦安定性から低重心になり、シート位置が従来より低くなる傾向にある。

それにより、従来の両開きコンソールリッドの上面位置では位置が高く操作を阻害する恐れがある（図-1、図-2）。

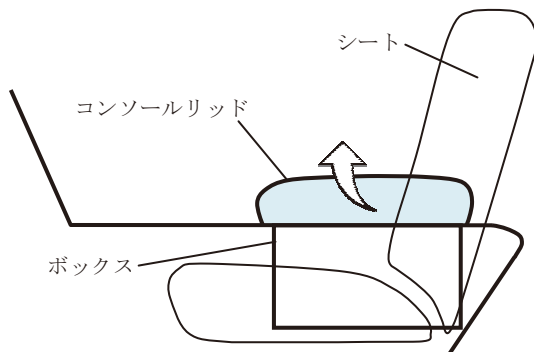


図-1 センターコンソール動向（従来）

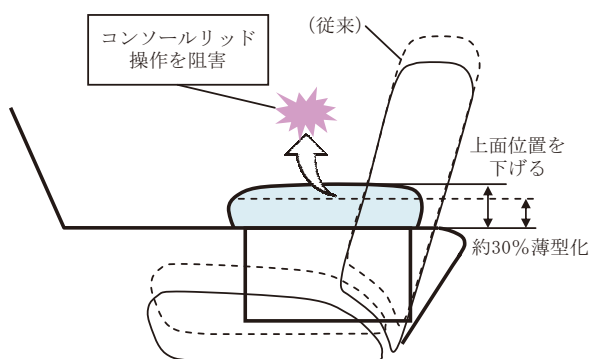


図-2 センターコンソール動向（近年）

今回、ボックス内にCD等を収納させるために必要な容量を満足させ、従来の両開きコンソールリッドに対し上面位置を下げるために約30%薄型化した両開きコンソールを開発、量産化したのでその概要について紹介する。

2. 製品の概要

本製品は、コンソールリッドの薄型化を達成させるため、従来コンソールリッド内に搭載されていた操作ボタンを側面のパネルに搭載。ボタン機構（ボタン位置はボックスの容量に影響ないようにボックス前側に設定）とリッド内ロック機構を連動させ操作できる構造としリッドを薄型化することができた（図-3）。

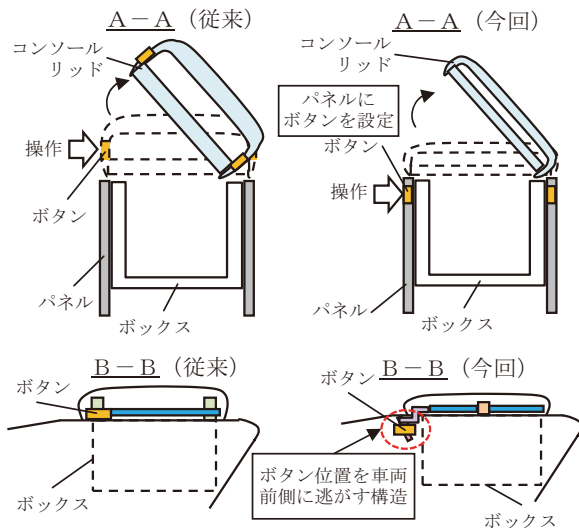
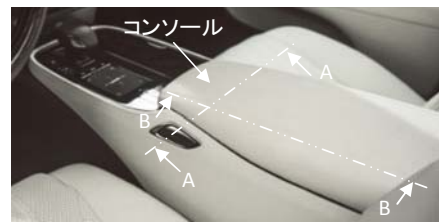


図-3 製品概要

3. 開発の狙いとポイント

今回の開発品は、ボタンと連結しているリンクとリッドインナーへ取り付けられた回転式ロック機構によりコンソールリッド開き時のロック解除、閉め時のロックを両立。ボタン機構とロック

*1 IE 技術部 機構品技術室

機構を分離することによりリッドの薄型化を可能とした。

ロック時のロック機構を図-4-1、ボタン機構を図-4-2、ロック解除時のロック機構を図-5-1、ボタン機構を図-5-2に示す。

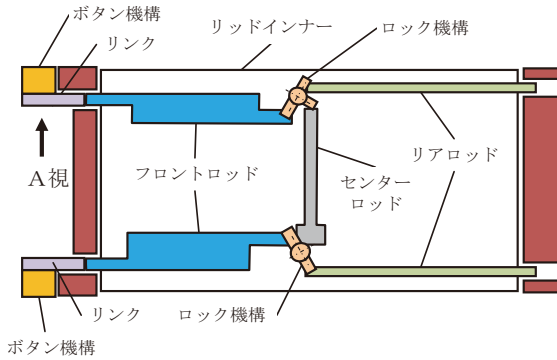


図-4-1 ロック機構 (ロック時)

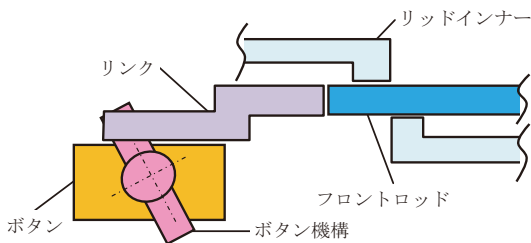


図-4-2 A 視 ボタン機構 (ロック時)

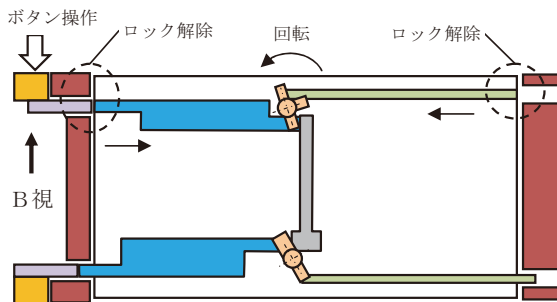


図-5-1 ロック機構 (ロック解除時)

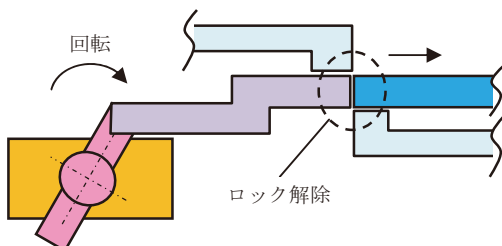


図-5-2 B 視 ボタン機構 (ロック解除時)

4. おわりに

今回紹介したコンソールはレクサス LS に採用され量産化されることになりました。

最後に、この製品の開発・量産化に際し、ご支援、ご指導いただきましたトヨタ自動車株式会社レクサスボデー設計部 内装設計室、田原工場品質管理部 車両技術員室並びに関係部署、関係会社の方々に厚くお礼を申し上げます。

著 者



菱田 裕

小型ポップアップフードアクチュエータ

青山 譲二^{*1}

Compact Pop-Up Hood Actuator

Joji Aoyama^{*1}

1. はじめに

近年、自動車事故で乗員の死亡者数は減少しているものの、歩行者の死亡者数は横ばいであり¹⁾ (図-1)、世界各国で法規制化やアセスメント強化が進んでいる。

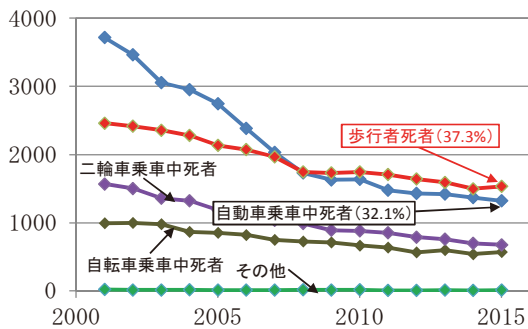


図-1 国内交通事故死亡者数

歩行者事故における死亡原因の約6割は頭部損傷が原因であり¹⁾ (図-2)、さらにその中の約半分はフード下のエンジンなどの剛性の高い部位との衝突となっている。

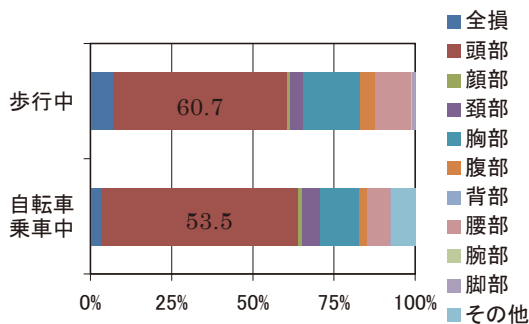


図-2 歩行者死亡者損傷部位内訳

その一方で車両デザインのトレンドはフードが低いスポーティなタイプであり、フードは低い方が空気抵抗は小さく、燃費向上のためにもフードを低くするニーズは高まっている。

ポップアップフードアクチュエータとは歩行者との衝突を検知する車両側センサからの信号により瞬時にフードを持ち上げ、フードとエンジンなどの剛性の高い部品との隙間を広げる安全装置である (図-3, 図-4)。豊田合成では2012年からマツダ「ロードスター」、トヨタ自動車「クラウン」で採用され量産化しているが、エンジンルーム内には搭載スペースが確保できない車種もあった。

今回、より小型なポップアップフードアクチュエータを開発し、フードヒンジに内蔵することで搭載スペースを確保した。またフードフロント側も低くするため、ラジエータサポートにも取り付け4点でフードを持ち上げている。本稿では、その概要を紹介する。

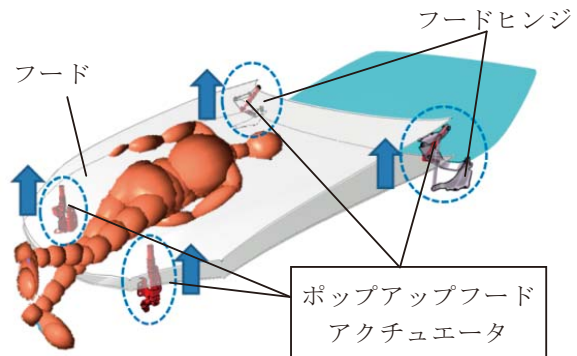


図-3 ポップアップフード概要

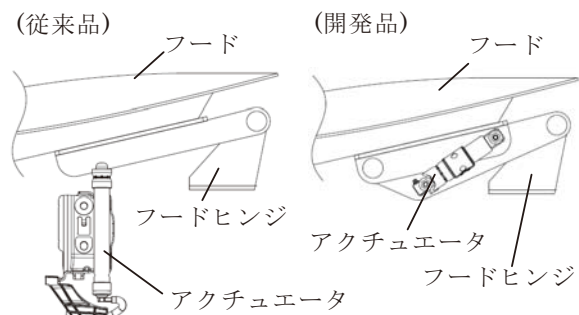


図-4 アクチュエータ搭載状況 (フードヒンジ部)

*1 SS技術部 新デバイス開発室

2. 製品の概要

従来の製品構成は主にピストン、シリンダ、ピストンを作動させるためのガスジェネレータ、ハーネスで構成されている（図-5）。センサからの信号を受けたガスジェネレータはガスを発生させ、そのガス圧でピストンが上昇し、フードを持ち上げる。

開発品ではピストンに相当するインナー、シリンダに相当するアウター、ガスジェネレータ、ハーネスで構成されている（図-6）。インナー内にガスジェネレータを配置することで全長を短縮させることを狙いとする。

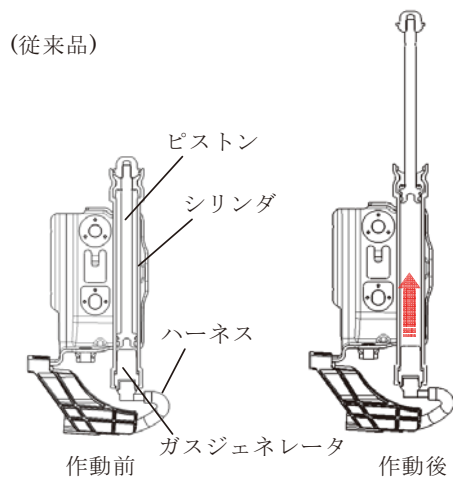


図-5 従来品の製品構成（断面図）

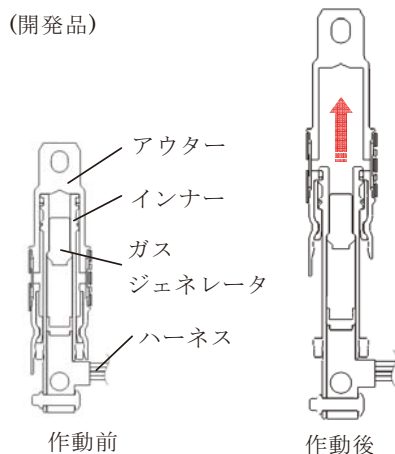


図-6 開発品の製品構成（断面図）

3. 製品の特徴

アクチュエータの作動力は内部ガスの圧力に比例するので、作動力を調整する際はガスジェネレータの出力と内部容積を変更する（図-7）。

従来構造では内部容積を大きくする際はピストンとガスジェネレータの距離が大きくなり全長まで長くなってしまっていたが、開発品の構造ではアウターとガスジェネレータの距離を変化させても全長は変わらない特徴を持っている。

これによりフードの多様な形状・質量に対して、ガスジェネレータを新設することなく、ガスジェネレータを固定する位置の変更で、アクチュエータ仕様を設定することが可能である。

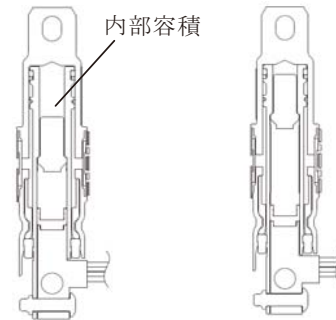


図-7 内部容積の調整（断面図）

4. 効果

構造の違いにより従来品より全長を18%短縮できており、作動力はアウターとガスジェネレータの距離を変化させることで、調整代を持たせることを実現した。

5. おわりに

本製品は17年4月にトヨタ自動車「レクサスLC」で量産化され、順次、他車種へ展開される予定である。本開発・量産化に際し、ご指導、ご協力いただきました関係部署の方々に深く謝意を表します。

参考文献

- 1) 警視庁交通局 平成27年における交通事故の発生状況

著 者



青山譲二

フラッシュサーフェイスドア対応ガラスラン

木下靖之^{*1}

Glass Run for Flush Surface Door

Yasuyuki Kinoshita^{*1}

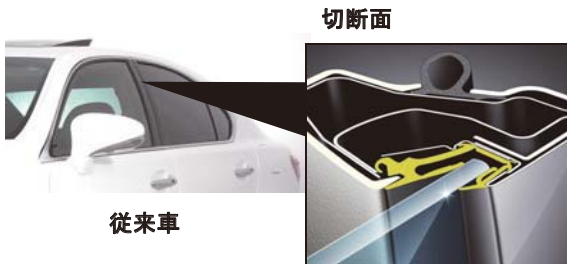
1. はじめに

近年、欧州のプレミアムモデルでサイドビューの意匠性と車室内の静粛性向上を目的として、ドアガラスとガーニッシュ、ディビジョンバーとの段差を縮小したモデルが増加している。

レクサスではフラッグシップモデル「LS」として11年ぶりのフルモデルチェンジにあたり、ドアガラスとガーニッシュの段差をなくしたフラッシュサーフェイス（面一化）・ドアが採用された。そのサイドビューの見栄えを図-1に示す。

今回、面一化構造を成立させ、世界最小見え幅のガラスランを開発、量産化したのでその概要について紹介する。

ドアガラスとガーニッシュに段差あり



ドアガラスとガーニッシュを面一化し
サイドビューの商品力向上と風切音低減



図-1 サイドビュー見栄え

2. 製品概要

ガラスランは車の窓枠に装着するTPO製のシール部品で、基本性能は、①ドアとドアガラスとの間からの水・音・埃の浸入防止、②スムーズにドアガラスを昇降させるガイド機能、③走行時やドア開閉時に起こるガラスの振動吸収（異音防止）である。図-2に装着部位および製品仕様を示す。

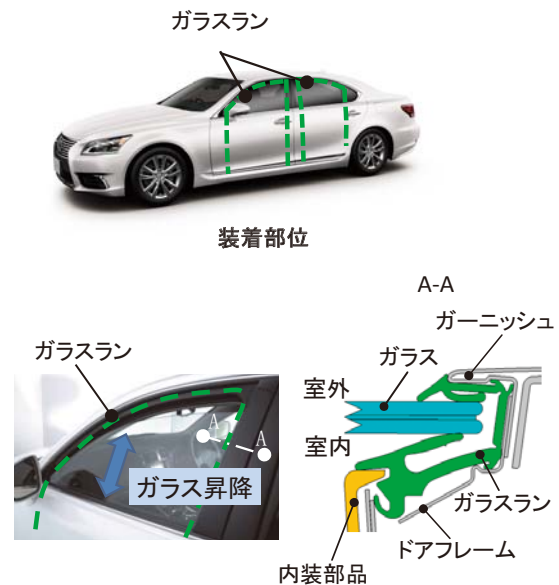


図-2 装着部位および製品仕様

3. 製品の特徴

3-1. 開発の狙いとポイント

従来のガラスランは断面がコの字形状で、ドアガラスを挟み込んでシールする構造のため、ドアガラスとガーニッシュとの間に段差が生じていた。開発品ではドアガラスにスライダを追加し、それをガラスランが挟み込む構造をとることでドアガラスとガーニッシュの段差をなくした面一化構造を採用した。

*1 WS技術部 WS技術室

その構造を成立させるため、ガラス面位置を保証すると共に、見え幅を世界最小とするガラスランの開発をした。図-3に従来品との比較を示す。

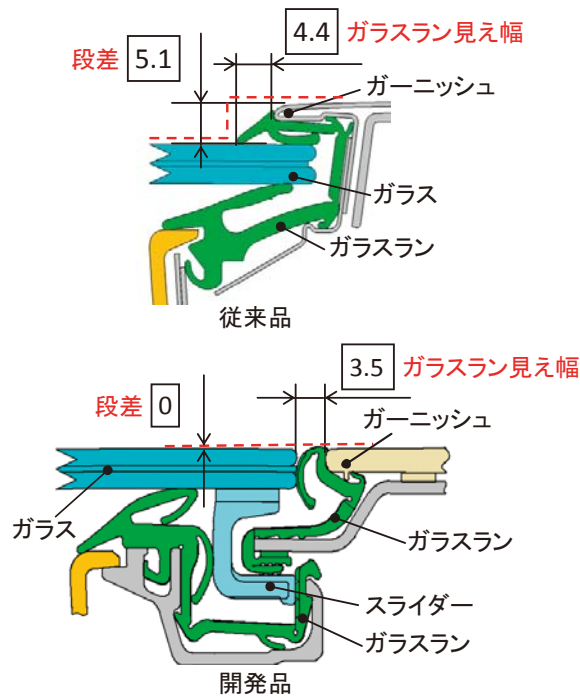
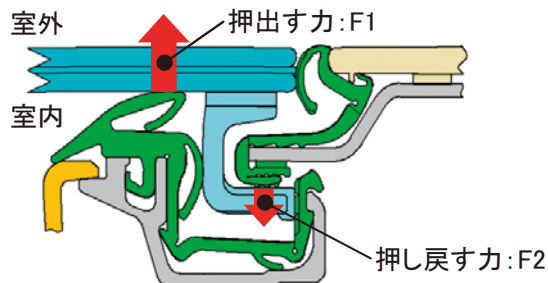


図-3 従来品と開発品の比較

3-2. 面一化について

従来ガラスランではガラスを保持するのみでガラスの位置を保証する機能はないが、面一化構造のため、開発品ではガラスランでガラス位置を保証する機能を要求された。

図-4に示すように、ガラス位置保証をガラスランのリップ反力差 ($F1 > F2$) にて行い、常に室外側に押出す反力差になるようにリップ形状を設定することにより面一化を成立させた。



リップ反力差($F1 > F2$)でガラス面位置を保証

図-4 リップ反力関係図

3-3. 見え幅について

ガラスランの見え幅世界最小を成立させるには限られたスペースでシール性と昇降性を両立させるという課題があった。

従来の設計手法でリップ形状を設定すると、リップに応力が集中し破断強度以上の応力が加わり、ガラス昇降性の耐久試験で破断する。開発品では図-5に示すように屈曲範囲の拡大と当たり面を追加することにより応力の分散を行った。これにより昇降性を満足させ、ガラスランの見え幅最小を成立させた。

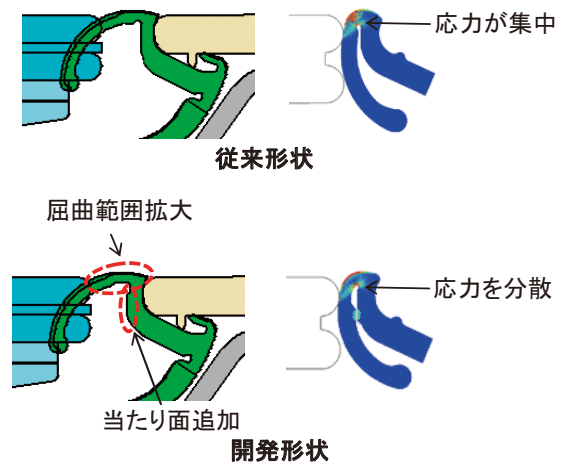


図-5 応力分散

4. まとめ

今回紹介した面一化ガラスランはレクサス「LS」に採用され2017年10月に量産化されました。

最後に、この製品の開発・量産化に際し、ご支援・ご指導いただきましたトヨタ自動車株式会社レクサスボデー設計部並びに関係部署、関係会社の皆様に厚く御礼申し上げます。

著者



木下靖之

サイドカバー（トランスミッション部品）の樹脂化

前田逸郎^{*1}，尾形正裕^{*2}，間瀬佳昭^{*2}，酒井信弥^{*2}

Resinification of Side Cover (Transmission Parts)

Itsuro Maeda^{*1}，Masahiro Ogata^{*2}，Yoshiaki Mase^{*2}，Shinya Sakai^{*2}

1. はじめに

近年厳しくなる環境規制への対応として，車両の軽量化が求められている．中でもトランスミッションは約 100kg の重量があり軽量化ニーズが高い．豊田合成は，従来金属であった部品を樹脂化することで軽量化ニーズに貢献している．

本稿では，16年1月に量産化したサイドカバーの事例について紹介する（図-1，図-2）．

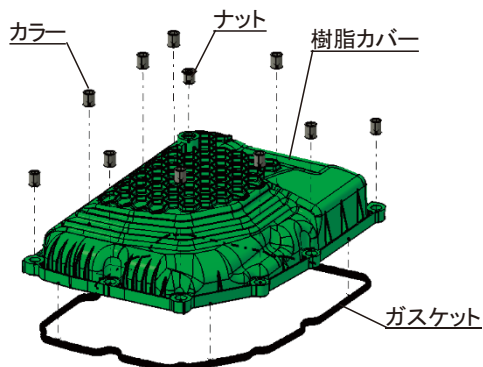


図-1 樹脂製サイドカバー略図

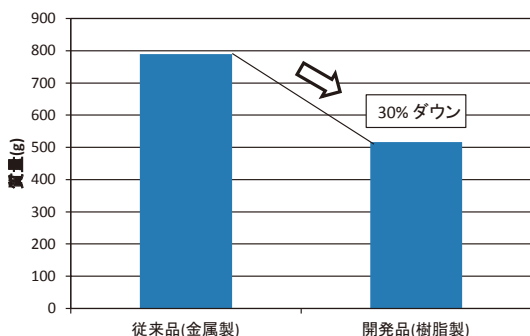


図-2 軽量化効果

2. 製品概要

2-1. 部品説明

サイドカバーは，バルブユニット（目的：油圧制御）を格納するトランスミッションの側面に搭載されるカバーである（図-3）．

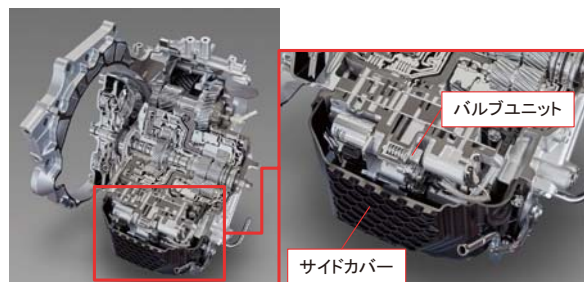


図-3 トランスミッション断面図¹⁾

トランスミッション内には，多量の ATF（オートマチックトランスミッションフルード）が封入されており，サイドカバーには走行中の様々な環境下において，ATF の密封性が求められる．そのため，耐 ATF 性や耐温度特性等を考慮し設計する必要がある．

因みに，ATF が洩れた場合，車両の走行不良や火災につながる恐れがあるため，サイドカバーは重要な ATF の密封部品である．

2-2. 開発品の仕様

従来仕様と開発仕様を図-4 に示す．

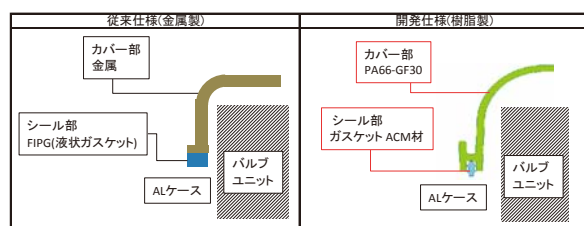


図-4 従来品と開発品の仕様比較

従来はカバー部が金属，シール部が FIPG（液状ガスケット）で ATF を密封していた仕様に対

*1 調達部 ゴム部品調達室

*2 FC 技術部 エンコパ部品技術室

し、開発品はカバー部を樹脂（PA66-GF30 材）へ、シール部をガスケット（ACM 材）仕様へ変更した。

材料は耐油性に優れ、高低温の環境下で引張強度の低下が少ないナイロン材（PA66-GF30 材）とアクリルゴム（ACM 材）を選定した。

また、カバー部の樹脂化に伴い、シール部のクリープや熱変形によるシール性の低下が懸念されるため、ゴムガスケットのシール構造を採用した。

3. 技術の概要

ガスケットにおけるシール設計のポイントは、シール圧力に必要な圧縮量を確保することである。

しかし、圧縮量が増すと樹脂の溝に対するガスケットの充填率が高くなり、ゴム亀裂によるシール洩れを起こす可能性がある。

設計方法としては、要求されるシール圧より、必要な圧縮量を算出する（図-5）。

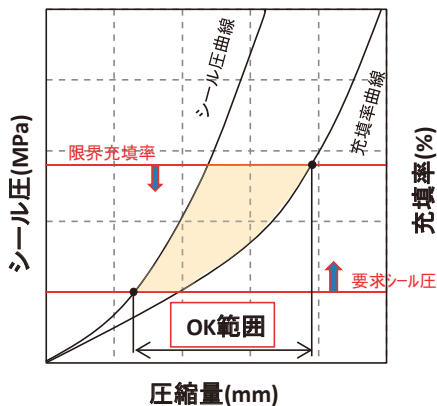


図-5 必要圧縮量の算出グラフ

また、ガスケットの縦横比を最適化することで高圧縮時における充填率を限界充填率以下に抑制し亀裂の発生を防止すると共に、ガスケットの倒れ防止対策で側面にリブ形状を織り込んだ（図-6）。

	リブ無し	リブ有り(採用形状)
略図		
倒れ有無	倒れ有り	倒れ無し

図-6 形状検討結果

4. おわりに

今回量産化したサイドカバーの「金属からの樹脂化技術」を応用し、更なる軽量化ニーズに貢献できるように適用拡大を推進していく。

最後に、本製品の開発にご支援、ご指導いただいたトヨタ自動車株式会社 第1ドライブトレーン開発部、アイシン・エイ・ダブリュ株式会社 第4技術部、関係会社、関係部署の方々に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) TOYOTA Global Newsroom

著者



前田逸郎



尾形正裕



間瀬佳昭



酒井信弥

収納ボックス

特許 No. 5962448

発明者 渡邊廣人, 佐藤智洋, 水野雅規, 岩井道佳

[発明の属する技術分野]

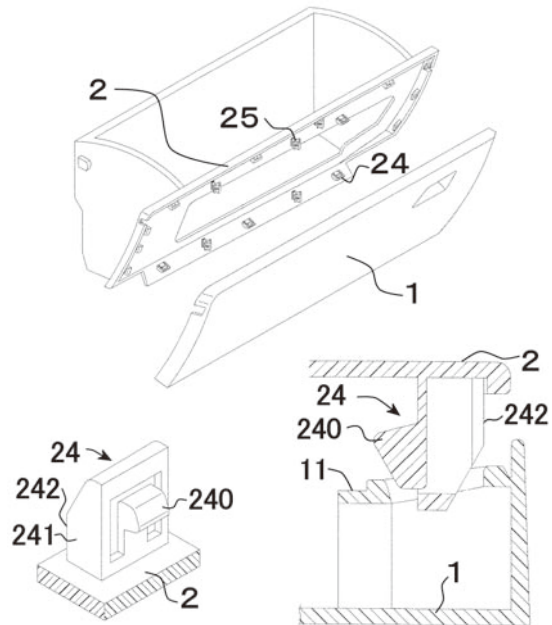
本発明は、クラブボックス、アッパーボックス、コンソールボックスなどの収納ボックスに関する。

[発明の概要]

アウターパネル1とインナーパネル2とは、複数の爪嵌合部により一体に結合され、位置決め爪嵌合部11、24と、脱不能爪嵌合部25とからなり、脱不能爪嵌合部25は、位置決め爪嵌合部11、24よりも中央部分側に設けられており、位置決め爪嵌合部11、24の爪部材は、膨出部を備える撓み変形可能な爪部240と、爪部に対して膨出部の膨出方向に背向した規制面241、242とを有する第一爪部材24であり、位置決め爪嵌合部11、24の係合凹部である第一係合凹部11に、第一爪部材24が挿入完了した状態において、爪部の膨出部は第一係合凹部11の周縁部に当接し、規制面241、242は第一係合凹部11の側壁に当接する。

[発明の効果]

本発明の収納ボックスによれば、アウターパネルとインナーパネルとを爪嵌合によって一体に結合しているため、組み付けがきわめて容易であり、アウターパネルとインナーパネルとが分離したり、隙間が生じたりするような不具合がない。



オープニングトリムウエザストリップ

特許 No. 5696633

発明者 村松敬之, 岡本周平, 藤田権一

[発明の属する技術分野]

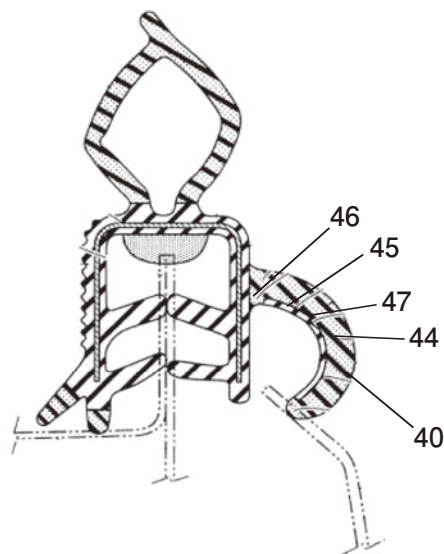
本発明は、自動車の車体開口部開閉部材と車体開口部周縁との間をシールするオープニングトリムウエザストリップに関する。

[発明の概要]

オープニングトリムウエザストリップのリップ部40は、湾曲した内面に薄層のソリッド材からなるリップ内側ソリッド部45が形成され、リップ内側ソリッド部以外の部分はスポンジ材で形成されたリップスポンジ部44を有し、リップ内側ソリッド部45にはリップ内側ソリッド分断部46又はリップ内側ソリッド薄層部47が複数形成されている。

[発明の効果]

ソリッド部とスポンジ部が同時に押出成形され、リップスポンジ部が膨張しリップ内側ソリッド部の伸びが少ないため、成形と同時に湾曲形状を形成でき、リップ内側ソリッド分断部又はリップ内側ソリッド薄層部により湾曲の度合いを調整することができる。



燃料タンクの開閉装置

特 許 No. 5907028

発明者 波賀野博之, 榎本健太郎, 大植剛

[発明の属する技術分野]

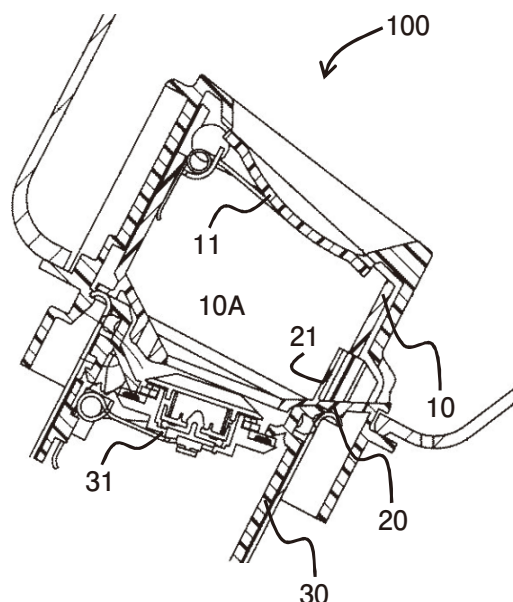
本発明は、燃料タンクへ給油するための燃料タンクの開閉装置に関する。

[発明の概要]

開閉装置 100 は、挿入口開閉部材 11 を有する挿入口形成部材 10 と、給油口開閉部材 31 を有する給油口形成部材 30 と、挿入口形成部材内部 10A と外部とを連通し、障壁部材 21 を有する排液路 20 とを備え、障壁部材 21 は開閉装置 100 の外部から挿入通路形成部材内部 10A が見えないよう配置されていることを特徴とする。

[発明の効果]

開閉装置の排液路に障壁部材を配置したことで、追加給油によって過剰に供給された燃料や、高压洗車で開閉装置内に侵入した水や雨水を排出する排液・排水機能と、外部のゴミや塵が開閉装置内に侵入することを抑制する機能とを両立することができる。



エアバッグ装置

特 許 No. 5327158

発明者 堀田昌志, 佐藤祐司, 山村大輔, 柴山幸史

[発明の属する技術分野]

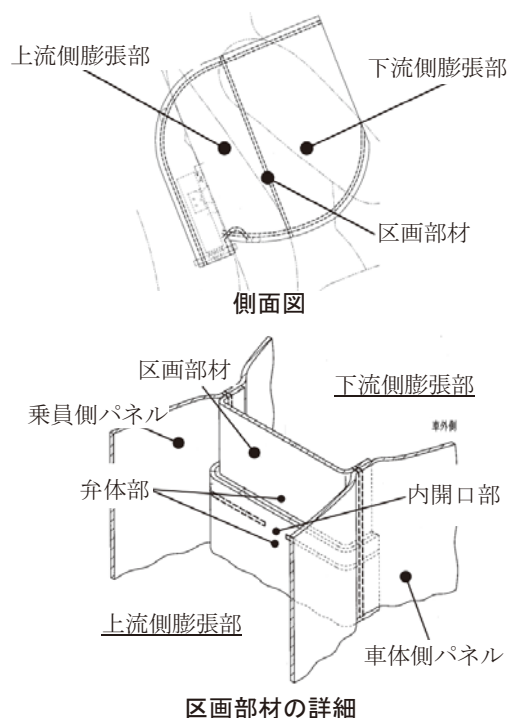
本発明は、シート側面に配置されるサイドエアバッグ装置に関する。

[発明の概要]

区画部材により上流側膨張部及び下流側膨張部に区画され、区画部材に形成されたスリット状の内開口部と、内開口部の周りに設けられ互いに接近及び離間する一対の弁体部を備えた、エアバッグ装置。

[発明の効果]

展開初期において、区画部材の内開口部が閉状態となりバッグ飛び出し量が少なくなることで（上流膨張部のみ膨張）、近接乗員への衝撃を緩和することができる。正規姿勢乗員においては、乗員がバッグと接触することで内開口部が開状態となり上流、下流膨張部の両膨張部が膨張し乗員を保護することができる。



Ⅲ族窒化物半導体発光素子

特 許 No. 6010869

発明者 永田賢吾, 中村亮

[発明の属する技術分野]

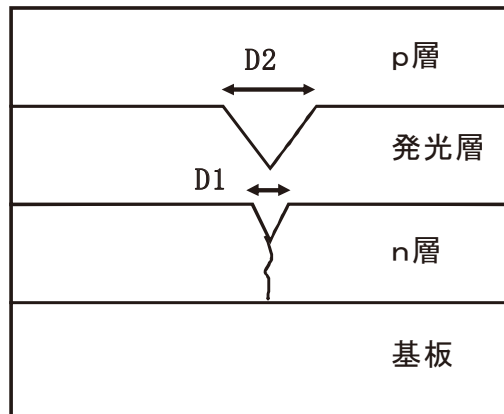
本発明は、発光層にかかる応力の緩和を図ったⅢ族窒化物半導体発光素子に関する。

[発明の概要]

n層と発光層とp層を有するⅢ族窒化物半導体発光素子において、発光層が、井戸層と、Inを含有するAlGaInからなる障壁層を有し、障壁層のIn濃度が $6 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 以下であり、n層から発光層とp層との境界面にかけて形成されたピットを有し、発光層とn層の境界面におけるピット径(D1)が、120～200nmであり、発光層とp層の境界のピット径(D2)よりも小さい。

[発明の効果]

Inにより、発光層が平坦化し、In量が特定量よりも小さいためピットにより発光層にかかる応力を緩和することができ、発光効率が向上した。



編集後記

「自動運転」「電動化」に関する技術が急速に進展する中、豊田合成における技術開発や製品開発の取り組みを皆様にお伝えするため、今号は「様変わりする車社会を支える製品開発」と題し、第45回東京モーターショーへの出展に合わせた特集を組みました。

また、特別寄稿は「トミーカイラ ZZ」を電気自動車として復活させたベンチャー企業の GLM 株式会社 技術本部長 藤塚様にご執筆いただき、ものづくりにチャレンジする魅力を語っていただきました。

本技報を是非ご一読いただき、豊田合成の活動に興味を持っていただければ幸いです。

最後にお忙しい中、原稿の執筆に尽力いただいた執筆者各位、ならびに原稿の編集に取り組んでいただいた編集委員各位にお礼申し上げます。

表紙デザインコンセプト

今回の特集テーマ名「様変わりする車社会を支える製品開発」を表現するにあたり、東京モーターショーで出品した未来の新しいクルマ、Flesby II をアイコンとして表紙をデザインしました。

合わせて Flesby II を照らす光、それに重ねたインテリアのキーテーマであるヘキサゴンパターンを描くことで、将来に向けて豊田合成の技術開発を元にした新製品がお客様に夢と感動を与え続けていく姿を表現しました。ぜひ見開きをご覧ください。

デザイン企画部



山田 高寛

豊田合成技報編集委員会

編集委員長	中村 正	(技術管理部)
編集委員	守山 実希	(研究開発部)
	吉田 順治	(材料技術部)
	佐々 道成	(知的財産部)
	渡邊 千穂	(デザイン企画部)
	恩田 敬治	(電子デバイス開発部)
	田中 義治	(電子デバイス開発部)
	関谷 隆	(新製品工法開発部)
	大竹 正起	(IE技術部)
	梅村 紀夫	(SS技術部)
	岡田 雅康	(WS技術部)
	西 博	(FC技術部)
	丸田 康博	(実験部)
	前田 亨	(金型設備製造部)
	栗木 大次	(生産技術統括部)
	伊藤 明史	(生産技術統括部)
	大野 聡	(IE生産技術部)
	久保 孝夫	(SS生産技術部)
	武田 哲夫	(WS生産技術部)
	田中 克巳	(FC生産技術部)
	千田 昌伸	(オプトE企画部)
	山口 秀明	(特機部)
事務局	三輪 聡彦	(技術管理部)
	岩本 真由美	(技術管理部)
	田代 忠	(技術管理部)
	家田 与一	(技術管理部)

TOYODA GOSEI TECHNICAL REVIEW

豊田合成技報 Vol. 59 2017 (禁無断転載)

2017年12月14日発行

発行所 豊田合成株式会社
〒452-8564
愛知県清須市春日長畑1番地

発行人 橋本 正一

編集人 豊田合成技報編集委員会

事務局 〒492-8540
愛知県稲沢市北島町西の町30番地
Tel 0587-34-3295
Fax 0587-34-3309

印刷所 竹田印刷株式会社

Copyright(C) TOYODA GOSEI CO., LTD. All rights reserved.



TOYODA GOSEI

TECHNICAL REVIEW

Vol. 59 2017

<http://www.toyoda-gosei.co.jp/>