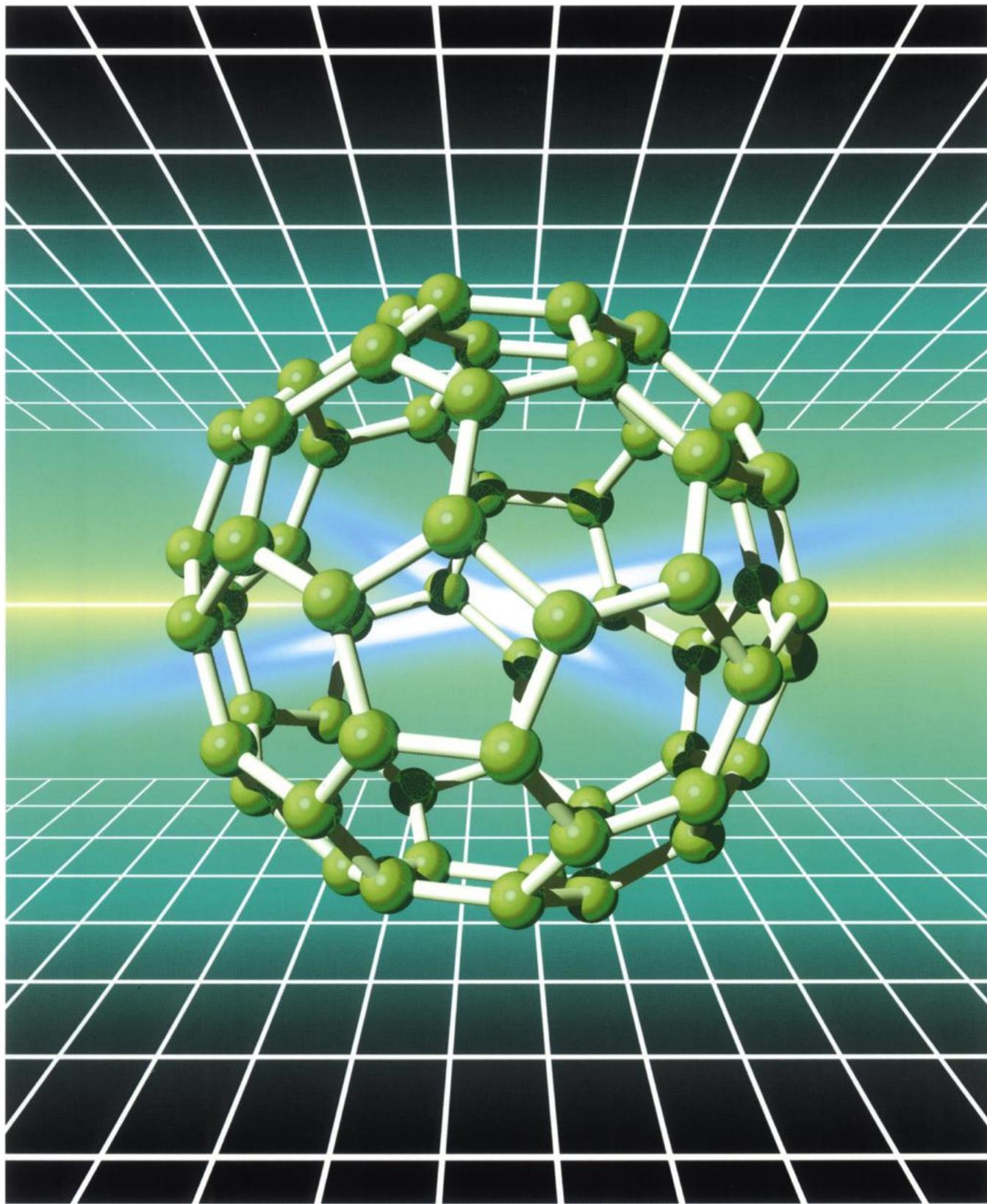


豊田合成技報



TOYODA GOSEI TECHNICAL REVIEW

TOYODA GOSEI VOL. 51 2009



巻 頭 言	楽しく仕事をしよう……………	澁井 裕一 ……	1
総 説	LED 固体照明の普及に関して……………	牛田 泰久 ……	2
総 説	ステアリングホイール製品の現状と今後の動向……………	藤田 佳幸 ……	9
報 告	熱分析 MS によるゴムの加硫反応の解析……………	山田 隆男 …… 渡辺 健市	14
新技術紹介	超精密加工機による加工事例……………	高木 啓行 ……	21
新製品紹介	高アスペクト薄型レジスタ ……	柴田 実 ……	23
	LED ダウンライト……………	酒井 和宏 ……	25
	階段照明システム「段鼻 2 面発光照明装置」……………	久保 千穂 …… 山本 源治	27
	軽量オープニングトリムウェザストリップ……………	寺本 光伸 …… 安達 健太郎	29
	軽量オープニングトリム用 超軽量トリム材料の開発……………	熊澤 泰秀 ……	31
	樹脂製フューエルインレットパイプ……………	平松 義也 …… 須田 真弘	33
	シルバー材着エンジンカバー……………	尾形 正裕 …… 野上 順央 安藤 洋二	35
	360° フルカバーエアバッグ……………	水野 善夫 ……	37
	ノート PC 向け白色サイドビュー……………	木村 暁子 ……	41
	‘10 モデル除加湿清浄機……………	山口 秀明 ……	43
特許紹介	……………		45
社外発表文献一覧表	……………		48
社外受賞テーマ紹介	……………		49

TOYODA GOSEI TECHNICAL REVIEW VOL.51 2009

CONTENTS

Foreword	Yuichi Shibui	1
Technical Review		
The Next Stage with Solid-State Lighting	Yasuhisa Ushida	2
Steering Wheel Products Current & Future Trend	Yoshiyuki Fujita	9
Technical Reports		
Characterization of Vulcanization Reaction of Rubber by Pyrolysis MS	Takao Yamada	14
	Kenichi Watanabe	
New Technologies		
The Case of Processing by the Ultra-precision Machining.....	Nobuyuki Takagi	21
New Products		
High Aspect Ratio Thin Register	Minoru Shibata	23
LED Down Light.....	Kazuhiro Sakai	25
Lighting that Emphasizes Difference of the Stairs	Chiho Kubo	27
	Genji Yamamoto	
Light Weight Opening Trim W/S	Mitsunobu Teramoto	29
	Kentaro Adachi	
Light Weight EPDM Material for Opening Trim	Yasuhide Kumazawa	31
Plastic Fuel Inlet Pipe	Yoshinari Hiramatsu	33
	Masahiro Suda	
Development of Engine Cover used the Silver Colored Material.....	Masahiro Ogata	35
	Masateru Nogami	
	Yoji Ando	
360° Full Covered Airbags.....	Yoshio Mizuno	37
White Side View LED for Laptop	Akiko Kimura	41
'10 Model Air Purifier with Dehumidification and Humidifying Function.....	Hideaki Yamaguchi	43
Introduction of Patents		45
List of Published Papers		48
Introduction of an outside prize winner		49

巻 頭 言



「楽しく仕事をしよう！」

専務取締役 澁井裕一

技術に、技術開発に携わる皆さん「楽しく仕事をしていますか？」

仕事から離れて、いつ何をしていた時が楽しかったかなど自らの経験を振り返ってみると、幼児、小学生時代など東京の下町で自然やスペース、モノが不足する環境で、本当に単純ですが砂場、ビー球、ベー独楽、三角ベース、かくれんぼ、紙鉄砲、パチンコ（ゴム鉄砲）など工夫して暗くなるまで遊んでいた時は本当に楽しかったですね。時代と共に子供時代の遊びは変化しているでしょうが、単純な遊び1つとっても工夫しながら遊んだことは大袈裟に言えば、その後の人生感にも良い影響を与えてくれたのだと思います。学生時代には、旋盤、フライス盤などを使ってモノを造る、限界ゲージなどを手加工で造る、エンジンの性能向上研究、車の分解組付ではバラして組み直すとボルトが2～3本残って困ったり（それでも問題なく動くのも変ですが）、モノをいじる楽しさに加え手順や標準の大切さも実感しました。

仕事は、大変だ、きつい、厳しいことは間違いないでしょうが、楽しく仕事をするということは自ら考えた、自ら提案した、意思決定に参画して自分が決めたと見えるなど、即ち自主性から生まれるものではないでしょうか。

自動車会社の技術屋として社会人になってからは、部品を設計して、図面を持ち帰り型設計し、工機に持ち込んで型製作をしてもらい、品標を書き、型完成後のトライ、測定、車に取り付けて確認等一連の業務を自分でやるという通しの経験を積みました。技術部から生技部へ、そして希望して工場、海外勤務とこのような面でも幅広く体験する事が出来ました。海外から帰国後、グローバル化急拡大への対応としてグローバル生産推進センターGPCの創設提案、人材育成と生産準備・製造準備改革を目的にベストプラクティスのグローバル展開、造り易く切替え易くをキーワードにした活動で効率化に貢献しました。

振り返ってみるといつも自主的に活動していたので成果もついてきて楽しかったですね。

技術を考える時に、自動車も部品会社を取り巻く環境も激変しています。

高いCO₂削減目標、脱石油・燃料多様化、発展途上国向け車両・部品・事業、小型／低価格車比率増加、従来型自動車の大幅改良＋新構造自動車対応、用途・使われ方の変化など本当に多様な課題に同時に対応していかなければなりません。

勝てる／買って頂ける目標を持つ、加工エネルギーミニマム化、造り易く切替え易い製品／材料／生産技術の同時平行開発、自前開発、地道な基礎データ取り・技術的追求、実現する為の組織／機能を越えたチーム活動、やり切る・手離れをよくすることなどが必要ですよ。

厳しい時だからこそ、なおさら技術者の皆さんには自ら考え行動し、楽しく仕事をして頂く事を期待しています。

最後に好きな言葉を1つ参考に記載します。

「能力の差は2～3倍、意欲の差は100倍」

- ・意欲は能力以上に上げるのが難しい
- ・「能力の限界」のずっと手前に出来ないという「意識の壁」

LED固体照明の普及に関して The Next Stage with Solid-State Lighting

牛田 泰久^{*1}

1. はじめに

近年、LEDを使った『照明』の販売が加速している。『照明』は古くから、文化・経済の発展の原動力の一つであり、人類の生活にとってもはや必要不可欠な要素である。古くから人類は、『照明』としてたいまつ、ろうそく、ランプ、ガス灯などの“火”を使用してきた。19世紀になり『照明』は、火から白熱電球、20世紀には蛍光灯へと姿を変えていき、ついにLEDに到達した。故に、LEDは人類が手に入れた「第四の”あかり”」とも呼ばれている(図-1参照)。LEDとはLight Emitting Diodeの略で、電力を光に変換する半導体素子のことである。一般に普及している『照明』で使用されている電球や蛍光灯の様にガラスで密閉する必要がなく、衝撃等に強いことから、LEDを照明に利用した器具は『LED固体照明』と呼ばれている。(Solid State Lightingと呼ばれることもある。)

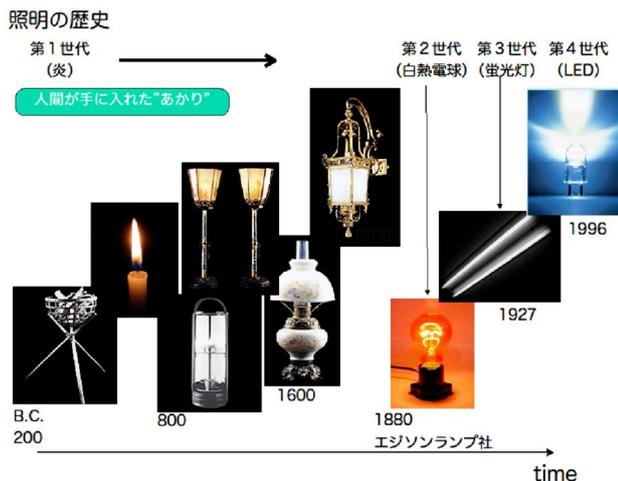


図-1 照明の歴史

照明は火(第1世代)、白熱電球(第2世代)、蛍光灯(第3世代)、LED(第4世代)と発達してきている。

『LED固体照明』の実現を可能にした要因は、赤崎勇先生を中心としたグループによる青色LEDの研究開発の成功である。中でも最大のキーポイントは青色LEDの材料となるGaNの良質な結晶の成長が可能となったことが挙げられる。GaNの結晶は同じ結晶構造を維持しつつ、InNやAlNとの混晶($Ga_{1-x}In_xN$ とか $Al_xGa_{1-x}N$ など)が製造できる。これらの混晶を用いることにより、理論的に紫藍青緑黄橙赤のような眼で見ることができる、いわゆる可視光線の光を中心に紫外線、赤外線という眼で見えない光の領域まで作り出すことが可能となる(図-3下段参照)。

(実際には作りやすさの観点から紫藍青緑の領域の発光素子が製造され、旧来から既に流通していたGaAs系結晶を使った緑黄橙赤のLEDや蛍光体と合わせ、可視光すべての光を作り出している。)

本総説では、可視光線を作り出す装置を『照明』と呼ぶ。

『LED固体照明』は、一般に、白熱電球に比べ電力消費が1/5であることや、耐久寿命が5年以上で経済的であると言われている。2008年のリーマンショックと言われる金融界の危機を引き金に、経済の活性が急激に失われ、この危機的な状況の突破口を開こうとした政策の一つがエネルギー問題への対策であった。世界規模でこうした政策を行う気風がますます強くなっており、省エネルギーにつながる『LED固体照明』の担う役割も、ますます大きくなっている。そもそも、世界的な人口増加問題による食料不足や水不足、また、化石燃料過依存問題によるCO₂増加やエネルギー不足が予測されることなど、人類は克服すべき課題を山積させている。私は『LED固体照明』の普及により、これらの課題の早期解決を後押しすることにつながると考えている。

本総説では、人類の誕生より、はるか以前から地球にもたらされている太陽の光の起源を始めと

^{*1} Yasuhisa Ushida オプトE事業部 第1技術部 T1技術室

し、『照明』の歴史および LED を『照明』へ利用することの意味や利点について考えていきたい。

2. 太陽からのエネルギー

『照明』を論じる前に、まず太陽の光について考えてみたい。太陽は、朝になれば出現し、夕方に地平線に沈む。このことは、我々にとって、当たり前前の事象であり、深く考える機会が少ない。しかし、我々が存在しているのも、存在しえる環境を作っているのも、地球と太陽の関係に奇跡が起きた結果である。太陽の構成成分は水素(H)72%，ヘリウム(He)24%である。その中心部分の核と呼ばれる場所は、非常に強い引力が存在し、温度が1,500万K、圧力が2,500億気圧、密度が $1.56 \times 10^5 \text{ kg/m}^3$ と推定される。このような高温、高压、高密度の状態では、もはや分子の素である原子も安定ではなく、さらに小さい電子、陽子、中性子が動き回り、水素がヘリウムに変わる、いわゆる核融合反応が起きている(図-2参照)。その反応の際、放出されたエネルギーの一部が、光として地球に降り注いでいる(図-3(上図))。我々は、この光を波長により3つの領域に分けて紫外線(~400nm)、可視光線(400nm~700nm)、赤外線(700nm~)と呼んでいる。

まず、地球に降り注ぐ光の中で、“暖める”効果

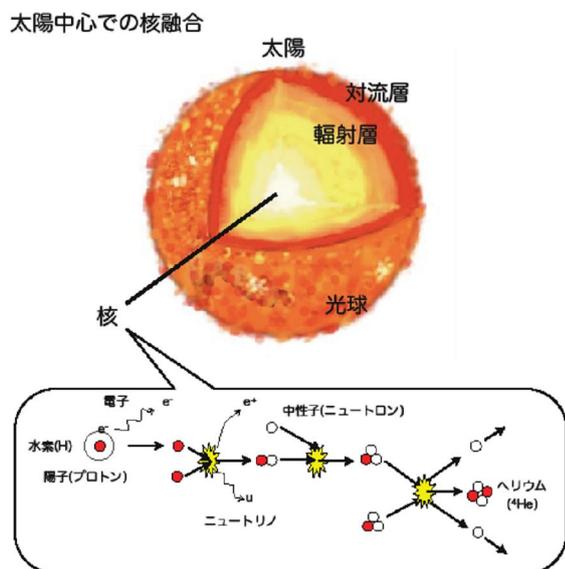


図-2 太陽中心で起きている核融合反応と太陽の図

中心部では高温(1,500万K)・高压(2,500億気圧)・高密度($1.56 \times 10^5 \text{ kg/m}^3$)の状態であり、上のような水素からヘリウムへの核融合反応が起きている。

(熱)を持っているのが赤外線の光である。太陽と地球の絶妙な距離、地球が24時間で自転するなどの奇跡が重なり、太陽から降り注ぐ光によって地球表面は適度な温度に保たれている。NASAやGlobal Warming Projectによると、全地球表面の平均温度は約0℃と見積もられている。もし太陽から赤外線としてエネルギーを受け取っていなかったら、地球は宇宙の平均温度である-270℃近くにまで冷えていただろう。

生命の起源に大きく影響したのが、紫外線である。地球が誕生したのち、万有引力により重い元素は地球中心へ移動し、水素(H)、酸素(O)、炭素(C)、窒素(N)の軽い元素の化合物などが表面に残され、これら軽い元素の結合の変化(分子の結合が切れるとか再結合すること)が紫外線により促進された。後にできた海の中で、有機物の結合・再編が繰り返し行われ、やがてタンパク質等の有機物が形成され、シアノバクテリアなど藻類が発生し、さらに、高等生物へと進化を繰り返していく。こういった変化や進化を加速させたのが紫外線の存在であると考えられる。

約35億年前に出現した藻類は、太陽からの残った領域の光である可視光線を使って自身の成長のためのエネルギーへとかえる術を構築した。いわゆる光合成と呼ばれるシステムである。光合成を行う化学物質は光合成色素と呼ばれる。これら代

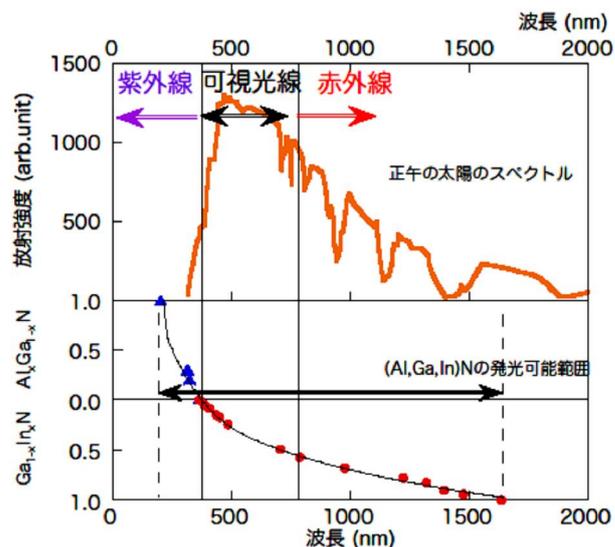


図-3 太陽光のスペクトル(上図)および GaN 混晶系の発光可能波長(下図)

人間の目は緑色を中心に紫から赤の波長の色を感じることが可能。太陽光のスペクトルにはこの人間の目に感じる波長域の光(可視光線)に加え、暖かく感じる光(赤外線)と細胞が変化(日焼けなど)してしまう光(紫外線)が存在する。GaN結晶系の(AlN, GaN, InN)の混晶系は太陽のもたらす光の大部分を再現できる。

光合成色素と吸収される光

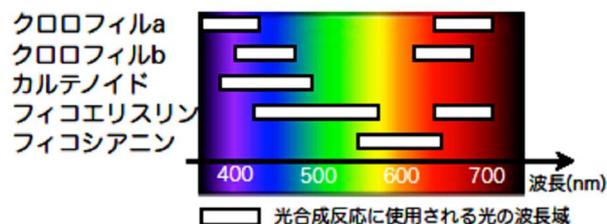


図-4 代表的な光合成色素とそれぞれの吸収光域

さまざまな色素を巧みに利用して（環境に合わせた進化がある）、紫から赤のすべての可視光領域の光を使って、光合成を行うことができる。

代表的な光合成色素が反応を示す波長を調べると、可視光領域のほぼ全領域を使っていることがわかる（図-4参照）。藻類は光合成により、二酸化炭素を激減させ、酸素濃度を高めて、また、酸素はオゾン層を形成し、地上に降り注ぐ紫外線をさらに遮断する。こうして、生物が海中から陸上へ生活の場所を広げることができるようになり、さらに時が経ち、人類が誕生する。私見ではありますが、光に反応する光合成色素の情報が人類のDNAの中に残り眼の組織を作り出したのかもしれない。

地球上の変化もしくは進化というものは、太陽からのエネルギーを、

- 1) 有機体の進化の活性化（紫外線=「進化」）、
 - 2) 自らの成長（可視光線=「明かり」）、
 - 3) 温度を中心とした環境の安定（赤外線=「熱」）
- という様に、余すことなく利用してきた歴史であるとも考えられる。

3. 人類と“あかり”の歴史

前節で示した様に、太陽から得られるエネルギーを無駄なく使い、生存と進化を繰り返し、やがて複雑で高等的な機能の複合産物として人類が誕生した。人類は、もはや光合成からではなく、穀物や肉類、魚類を主とした「食料の摂取」という形でエネルギーを補った。人類にとって食料の安定供給が存続の為の必須事項であるため、農耕や狩猟の技術を中心に文化が発展し、社会のシステムを作り出してきた。しかし、ひとたびこの適度な“熱”（気温）、適度な“あかり”（日照）を失うと、食料の供給が困難になり、存亡に関わる大飢饉や大災害を多く経験してきている。食料の供給（=人類の存続）の為に必要な適度な“熱”や適度な“あかり”の供給は、太陽の活動と天候に大きく左右されて

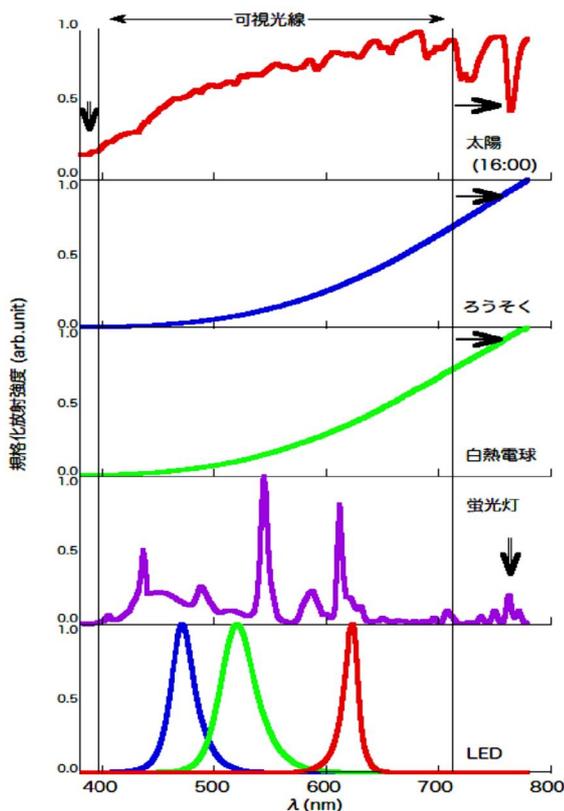
いることが原因と考えられる。これは、まさしく神頼みである。そのため、太陽は多くの古代文明の中で、広く神格化され崇拝されてきた。日本では、日本書紀や古事記にみられるように、日の神である「アマテラス」が天岩戸に引きこもった際には、800万もの神々が集まり、なんとか外に出てきてもらおうと相談する逸話が非常に有名である。ここで“熱”は、主に太陽からの赤外線の光のことで、“あかり”は可視光線の光を示す。

人類は太陽から与えられる“あかり”と“熱”を自身で操ることを求め、火の文化を手に入れた。火は人類の文化の発展において重要な要素である。火が持つ“あかり”の性質が、暗闇に対する人間の怯えを無くし、人類の活動時間を長くし、さらに活動範囲を太陽の光の及ばない場所へも広げ、飛躍的に生産能力を高めることに貢献してきた。こうして社会活動の規模も大きくなり、その発展をますます加速させた。これは火の持つ“あかり”の性質を『照明』として使った効果である。そのため火は人類が手に入れた「第一のあかり」といわれる。『照明』としての火は個々の生活環境の中で変化し、たいまつ、ろうそく、灯籠、ガス灯などへと発展してきた。一方、火の持つ“熱”の性質も、人類はよく利用し、後に鉄などの精錬・蒸気機関の発明など、我々の文明の発展に重要な役割を果たしてきた。“熱”の性質をより効率的に使うために、その源は木材から石炭、石油、原子力へと移行していく。これは、人類が太陽の性質の内、“あかり”（可視光線）と“熱”（赤外線）の二つに注目し、それぞれの効率をあげてきた努力ともいえる。

19世紀になり、「第二のあかり」である白熱電球が登場し、20世紀に入ってから「第三のあかり」である蛍光灯が誕生した。火→白熱電球→蛍光灯と進むにつれ、“あかり”の効率を高めてきたのである。言い換えると、“あかり”に対して不必要な“熱”の性質をそぎ落としてきた、ともいえる。人類はさらに効率の高い“あかり”を求め、発光ダイオード（LED）を発明した。

「第一から第三のあかり」である火、白熱電球、蛍光灯は、“あかり”として使う場合、可視光線以外に赤外線（“熱”）の目に見えない『無駄』な光を発生している。この『無駄』な光をなくしたのが「第四のあかり」と呼ばれるLEDである（次頁図-5参照）。青色LED以前には、緑や黄、赤の色を発光するLEDは既に開発されていた。赤崎勇先生を中心としたグループは、GaNの結晶成長の研究開発に力を入れ、GaN系LEDの開発に成功した。これにより先にあった緑、黄、赤とあわせて、紫、青、緑の色が追加され、人間の目に見える色をすべてLEDにより再現できるようにな

表一 各種光源と特徴



図一 太陽、ろうそく(火)、白熱電球、蛍光灯およびLEDの光スペクトル

可視光領域(紫から赤)以外の光は『照明』としては無駄である。太陽、ろうそく、白熱電球、蛍光灯には、この無駄な光が混在している。LEDは任意の光のみを発生できる。

った。必要な色の光のみを発生する LED は、可視光線(“あかり”)の性質のみを必要とする『照明』にとって、『無駄』を省いてきた最終形態といっても良いのではないではないだろうか。

4. LEDを『照明』として使う

LED の特徴は、高効率による省エネルギー、小型/薄型、軽量、応答性の速さ、視認性、波長選択/色調、調光、温度変化に強い、長寿命、電池での駆動、水銀を含まないなどが挙げられる。(表一参照) 青色 LED の開発により、白色の LED の製造が可能になり、現在上記の省エネ、軽量、応答性の早さなどの特徴が受け入れられ、携帯やパソコンの中にある液晶のバックライト光源として広く用いられている。また、省エネルギーや視認性のよさという特徴を生かして、緑、黄、赤の LED を使用した信号なども普及している。これらは、『照明』の特殊な使い方の一つであり、社会活動

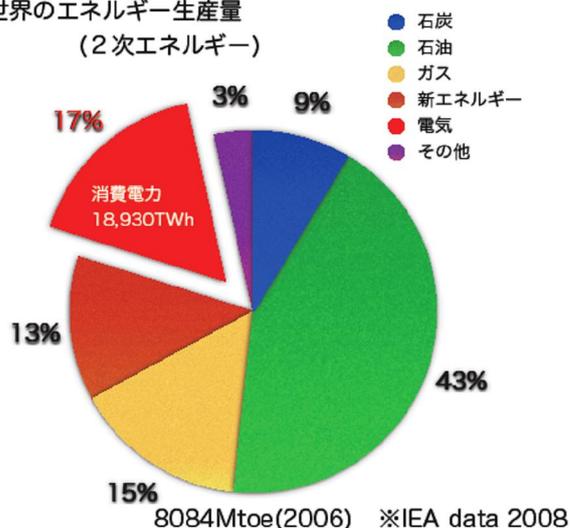
各光源の特徴 LED光源を○とした場合の比較

	効率	小型/薄型	軽量	応答性	視認性	波長選択/調色	調光	温度変化に強い	固体長寿命	電池駆動	脱水銀	設計自由度	コスト
火	×	×	×	×	×	×	△	○	×	×	○	×	◎
白熱灯	×	○	×	○	×	×	○	○	×	×	○	△	◎
蛍光灯	○	△	○	×	×	△	×	×	×	×	×	△	◎
HID	◎	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×	◎
LED	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
有機EL	○	○	○	○	△	○	○	×	×	○	○	○	×

◎: LEDよりも優れている ○: LEDと同等、△: LEDよりやや劣る、×: LEDよりも劣る

LED を○とした場合の比較、HID は効率が高いものの小型化や応答性などで不便。LED の使用は他の光源に比べ、便利であるが、コストが高いとの評価。(注) HID: High Intensity Discharge Lamp 高輝度放電ランプ

世界のエネルギー生産量 (2次エネルギー)



図一 世界のエネルギー

世界のエネルギーの中で、電気として利用する割合は約 17%である。

をより便利にしている。さらに、このような特性を生かして、『LED 固体照明』を普及させることにより、エネルギー問題および環境問題に対して人類に大きく貢献することが可能だと考えている。我々が必要とする照明は、究極的には「必要な時に、必要な場所に、必要な量だけ、必要な波長の光」を供給するものであると考えられる。たとえば、調光が出来ないため必要以上に明るく照らしてしまうとか、ON/OFF 応答がよくないため、つけっぱなしにしてしまうなど、今普及している

『照明』は、まだまだ無駄の多いものであると考えられる。

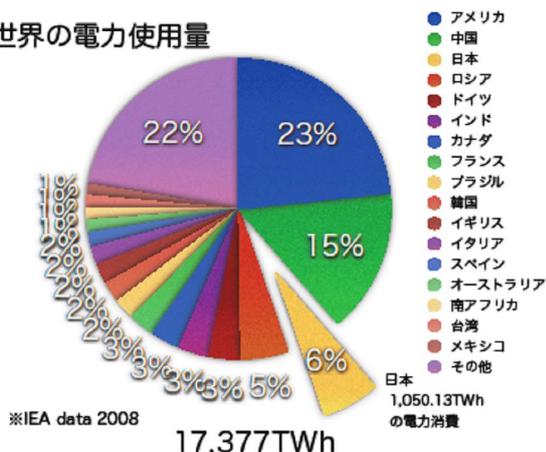
国際エネルギー機関(IEA)の統計によると、世界の発電電力量は 18,930TWh、使用量は 17,377 TWh である。そのうち 6%にあたる 1,050TWh が日本で発電され、このうち 30%を『照明』で消費している。発電所からの送電ロスや圧変換ロス等を考慮すると、最終的に日本で『照明』に使われている電気量は 315TWh ということになる(図-7 参照)。ところで、現在日本で使われている『照明』は、大きくくりで、白熱電球、蛍光灯、HID の 3 種類に分類される。それぞれの普及率が 42%、41%、17%であり、消費電力は白熱電球 132TWh、蛍光灯 129TWh、HID 54TWh と見積もられる(図-8 参照)。この中で、白熱電球と蛍光灯に着目し、LED へ置き換える場合の効果を見積もってみる。白熱電球の置き換えにより消費電力は 10~20%に、蛍光灯の置き換えにより消費電力は 80%に抑えられる(写真-1 参照)。消費電力を白熱電球の『LED 固体照明』への置き換えで 20%に、蛍光灯の置き換えで 80%に出来ると仮

定すると、日本全体で 185TWh の省エネルギーが見込める。これは石油換算では 47 ギガリットル、原発換算では、日本にある 55 基の原子力発電所の 35.3 基分にあたる省エネルギーである。こうした余剰のエネルギー分は、省エネルギーだけでなく、人類の更なる発展(幸福)のための開発に使うこともできる。

次に環境問題について考えてみたい。『LED 固体照明』を使った場合、その長い寿命から、取り替える機会が減少する。これは、産業廃棄物の減少につながる。日本での蛍光灯の生産数は、40 W 蛍光灯換算で年間 3 億 8,000 万本であり、リサイクル率は約 15%である。ほぼ 1年に1回の頻度で交換しているとすると、年間約 3 億 2,300 万本が廃棄されていることになる。1本あたり約 10 mg の水銀が含まれているため、おおよそ 3 トンの水銀が毎年どこかへ捨てられている計算になる。廃棄された水銀が化合物を作った場合、それは人間にとって有毒物質となり、水質汚染、食料汚染、人体の水銀中毒につながることも考えられる。

一方、『LED 固体照明』は、寿命の長さが約 5 万時間以上で、実質の交換頻度は 10 年に一度程度

世界の電力使用量



電力使用用途

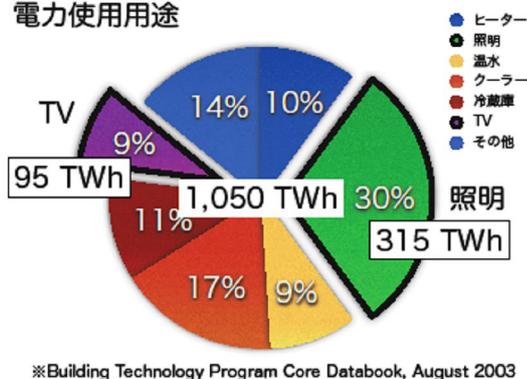


図-7 日本の電力

日本の使用電力は 1050TWh であり、照明にその 30%、TV に 9%を利用している。

照明

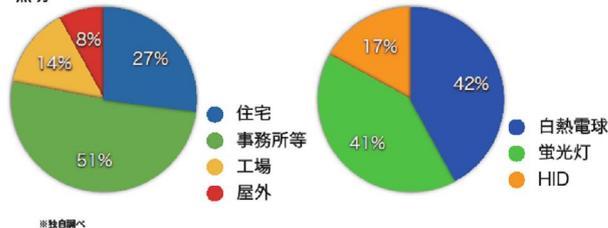


図-8 照明の使用分野および種類

照明の使用電力量は約半分が事務所等の職場スペースである。また、種別では白熱電球が 42%を使用している。白熱電球と蛍光灯をすべて LED 固体照明に変換した場合、185TWh 程度の省エネにつながると見込まれる。



写真-1 照明への適用例

LED 照明を使った豊田合成本館ロビーの様子。

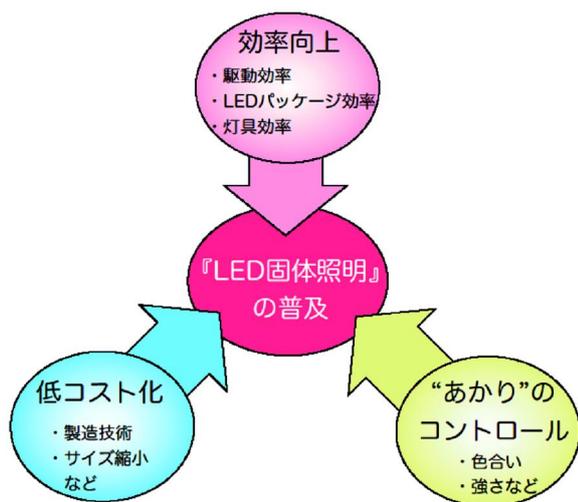


図-9 『LED 固体照明』の普及に向けたポイント

で済み、廃棄物はほとんど出ない。また、“あかり”の中に紫外線が存在しないため、日焼け等の人体への影響、樹脂・絵の具などの劣化防止にも効果的である。さらに赤外線を出さないため、たとえばポスターなどの紙を変色させない(=ゴミを出さない)効果をもつ。紫外線や赤外線を発しない『LED 固体照明』は、品物に優しい光を与えているといえる。このように、『LED 固体照明』の普及は廃棄物の削減に貢献できる。また、先ほど見積もった省エネルギーから、年間 12.7 億トンある日本の CO₂ 排出量が照明の LED 化によりその約 5% にあたる 696 万トン削減できる計算になる。

以上のように、現在使用されている照明を LED に置き換えることで、省エネルギーや脱水銀、廃棄物削減、CO₂ 排出量削減など、様々な問題に対して人類に貢献できると考えられる。

では、まさにこれから始まろうとしている『LED 固体照明』の普及を、より加速させるために何ができるのかについて考察したい。私は以下の3つのポイントがあると考え(図-9参照)。

第1に『LED 固体照明』の更なる高効率化である。『LED 固体照明』には、大きく3つの効率が存在する。入力された電力を整流したり電圧変換を行う回路の駆動効率(駆動効率)、LED パッケージに入力された電力が変換されて得られる光出力の効率(LED パッケージ効率)、LED パッケージから取り出された光を『照明』として所望の“あかり”を演出するため、灯具に取り付けたときの光効率(灯具効率)である。現在それぞれの効率は駆動効率 85%、LED パッケージ効率 50%、灯具効率 75%程度であるといわれている(図-10参照)。結果として、入力した電力の 32%しか“あかり”と

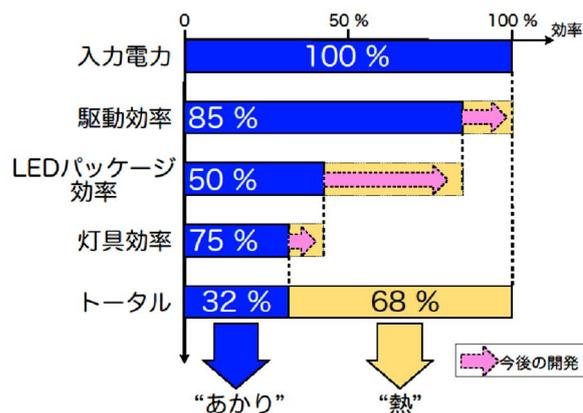


図-10 LED 固体照明の電力効率
LED 固体照明の効率の内訳。

して利用しておらず、残りの 68%が“熱”として『無駄』になっている。効率がよいといわれる『LED 固体照明』も、まだまだこのような課題をはらんでいる。以上3種の効率を、より高めることで、『無駄』のない高効率の『照明』を作ることができ、さらに普及が加速されると考えられる。

第2に低コスト化である。これは、原料の価格低減から始まり、製造工場のムダの排除および LED チップやランプ、照明器具のサイズ縮小など多くの知恵を絞る部分であり、トヨタ生産方式等の思想を生み出してきた我々の得意な分野であろう。

第3に様々な『照明』の使用用途に適した“あかり”(色合いとか強さなど)を、コントロールして製造する技術開発である。電球ソケットや蛍光灯取り付け治具のように、『LED 固体照明』向け治具の開発や規格化をすることで、電気回路の最適化や“LED ならでは”の照明デザインが提案されてくると予想される。LED の特徴である小型、応答反応のよさ、衝撃に対する強さ(固体)、調光できる点などを生かし、今までにない照明を提案できると考えられる。その時、用途に合わせた“あかり”を即座に提供できる技術が必要となるだろう。現在、太陽やろうそくの光をどこまで再現できるかなどの開発が進み、製品化もなされている。所望の色や所望の強さの光を自在にコントロールできる技術により、今後の『LED 固体照明』の普及はさらに加速されると考えられる。

5. さらなる普及に向けて

現在、LED は『照明』の特殊な使い方である携帯電話やパソコンの液晶バックライトの光源とし

て広く利用されている。最近ではテレビの液晶バックライト光源としても利用されてきている。さらに、前節で示したように、オフィスや住宅、工場などの一般照明を単純に『LED 固体照明』に置き換える利用が提案され、徐々に普及し始めている。

『LED 固体照明』を普及させるため、更なる次の新しい分野について考えてみたい。3節で示した様に、太陽の"あかり"の性質をコントロールすることの本来の目的は、食料を"神頼み"の不安定な状態から脱却して、安定的に供給することにある。ここでは割愛したが、太陽の持つ"熱"の性質も自在に操ることが可能になってきている。この2つの性質をコントロールすることにより、例えば一年中イチゴが収穫できたり、菊の花が供給できたり、ポインセチアの色をクリスマスにあわせて赤くするといったような、植物の生育に利用されつつある。さらに、レタスやキャベツなども太陽を必要としない安定供給が可能な「植物工場」も現れている。実際に、「植物工場」は日本各地で、確実に増えてきている(図-11 参照)。このような「植物工場」では、水害、台風、日照りなどによる災害の影響が少なく、安定した収穫を可能にしている。これらの技術は、太陽のエネルギーの及ばない空間、たとえば、北極や南極付近、または宇宙空間などにも応用でき、食料を安定して供給することを可能にする。また、空間を管理する

ことによる効率的な水利用や無農薬栽培をも可能にする。しかし、安定供給と引き換えに、本来無償である太陽からの"あかり"や"熱"を有償でコントロールするため、収穫された野菜の価格が高くなってしまおうという課題がある。また、栽培する植物にとって最適な"あかり"の与え方(色や強さ、1日のサイクルなど)などはまだまだ未知であり、多くの研究が必要である。

これらの課題に対する研究は、近年ますます活発になっており、近い将来、必ず克服できると信じている。

6. 最後に

"あかり"をコントロールすることは、人類の発展や幸福にとって大きな意味を持つだろう。また、『照明』のさらなる発展により、われわれの生活スタイルは大きく変わると考えられる。技術的課題は多いものの、われわれ人類の知恵も広く深くなってきているので、必ず克服できると期待している。

以上に示してきたように、『LED 固体照明』の普及は、人類の抱える食糧不足やエネルギー不足、水不足、CO₂増加のような問題に対して貢献できると考えられる。われわれは更なる普及のため、様々な技術開発を推進していきたい。

日本の植物工場

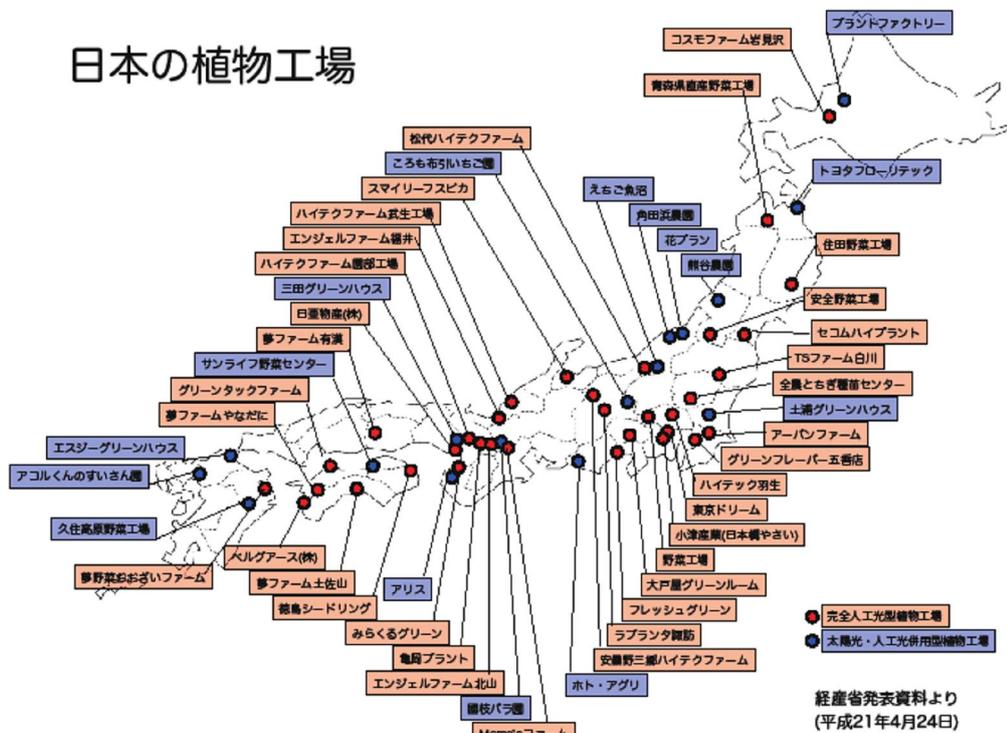


図-11 全国の植物工場

すでに、安定供給や無農薬栽培を売りにした植物工場は増えつつある。

ステアリングホイール製品の現状と今後の動向

Steering Wheel Products Current & Future Trend

藤田 佳幸 *1

1. はじめに

自動車の基本性能として「走る」，「曲がる」，「止まる」があるが，「曲がる」になくはならないのがステアリングホイール（以下，ハンドルと表す）である．自動車が誕生したと言われる18世紀以来，数多くの自動車が世間に発表されてきたがハンドルのない車は存在しない．当初は図-1に示すレバー型のハンドルであったのに対し，不用意な操作を防止する目的で図-2に示す丸型へと変化しており，求められる機能も変化してきた．

また近年，ドライバーの最も視界に入る「一等地」としてデザイン注目度も上昇しており，機能とデザインの両立を人間工学的な観点から開発することが求められている．

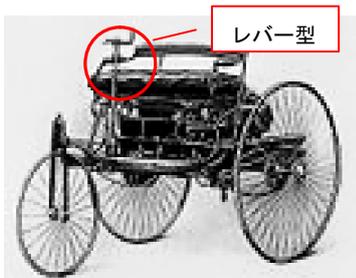


図-1 ベンツ パテント モートル ワーゲン (1886)

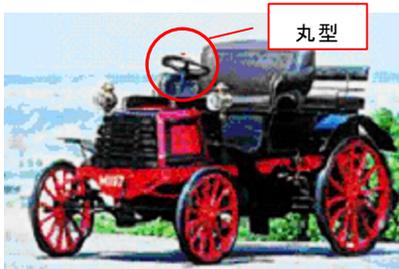


図-2 パナール ルバツソール (1897)

本報では直径400mm足らずの「丸の中」に取り入れた技術と将来動向について紹介する．

2. ハンドルの構成

ハンドル構成の一般例を図-3に示し，主な部品について解説する．

芯金・・・鉄，Al，Mgを材料としハンドルの基本剛性と強度を確保

ボス・・・芯金の中心に位置しコラムシャフトと連結

グリップ・・・ドライバーが操作する際に握り易いよう軟質素材で芯金の上に成形されている．PP，ウレタン，革巻き等が一般的

ロアカバー・・・ボス周辺の芯金を隠すカバー部品

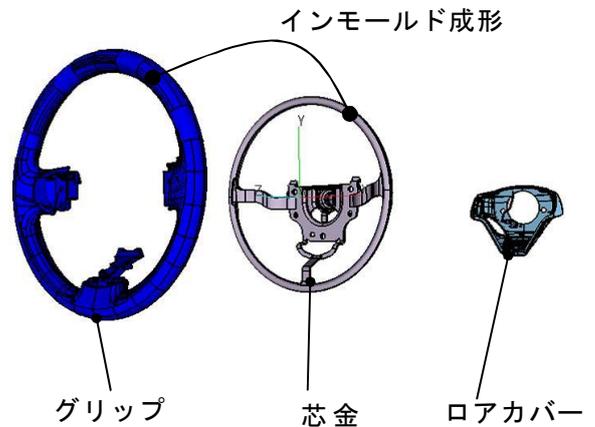


図-3 ハンドル構成一般例

*1 Yoshiyuki Fujita セーフティシステム事業部 第1技術部

3. 求められるスペック

ハンドルに要求される機能について、大まかに分類すると、「操安性」、「安全性」、「手元操作性」、「デザイン性」に分類される。図-4にハンドル機能分解図を示し、各機能に寄与する代表的な特性を紹介する。

3-1. 慣性モーメント

回転運動の変化（回転開始、停止）のしにくさをあらわす量である。慣性モーメントが小さいほど軽快なハンドリングが可能になる反面、路面の轍を拾い易く重厚感がないといったデメリットがあるため、車両毎にリング部の芯金重量等をチューニングし最適な慣性モーメントに設定している。

慣性モーメント (kg・m²)

$$J=W \times (R \times 100)^2 \times 1/980 \times 0.098$$

W: 質量 (kg)

R: 重心距離 (m)

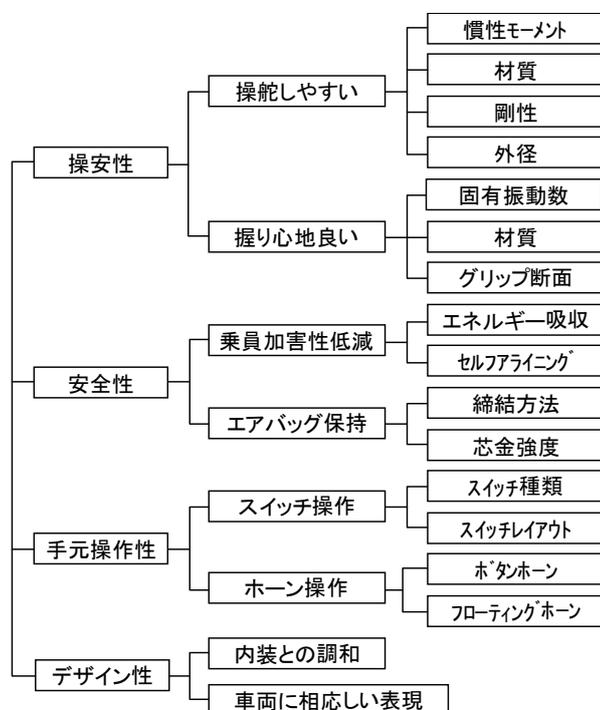


図-4 ハンドル機能分解図

3-2. 固有振動数

高速走行時あるいはアイドリング時にハンドルが上下に振動する現象をステアリング振動と呼ぶ。これを低減させるためのハンドルの設計としては固有振動数を高めることが有効である。ハンドルは主にリング、スポーク、ボスの三つの部位より成っており、リングとボスは質量、スポークはばねと考えることができる。このことよりリング、ボス質量を軽減し、スポーク剛性を増加する設計としている。

このことによりステアリングコラム系の振動数帯（約20Hz～40Hz）から離し45Hz～60Hzに設定することで共振を防いでいる。（図-5）

3-3. ホーン機構

大別してセンターパッドやハンドルにボタンが配置されているボタンホーンタイプとセンターパッド全体が可動するフローティングタイプに分類されるが、咄嗟の際や操舵中でも鳴らしやすいフローティングタイプが現在の主流である。設計的には軽快にホーンを鳴らすことのできる荷重と、路面振動等で不意に鳴らないような荷重を考慮することが求められる。（図-6, 7）

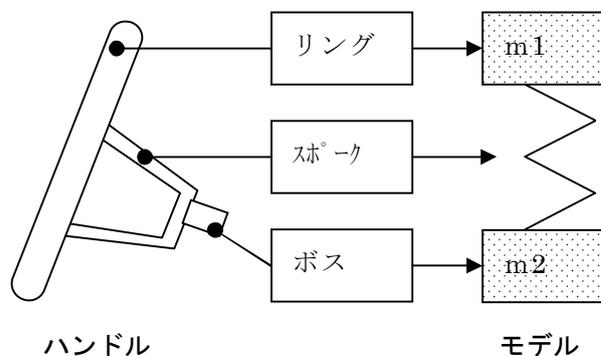


図-5 ハンドルの振動モデル



図-6
ボタンホーンタイプ
トヨタ ターセル(1997)



図-7
フローティングタイプ
トヨタ WISH

3-4. デザイン性

搭載される車両の車格、グレードに相応しい先進感、高級感、スポーティ感などの表現と共にインパネ、センタークラスタなどの他の内装部品とのデザイン調和が求められるが、近年ユーザーのハンドルへの注目度はますます高まっておりデザインと機能を高次元で融合する事が重要な課題となっている。

4. ハンドル開発の最新技術

4-1. ユニバーサルデザイン

乗降性と操作性を両立するためハンドル下部をカットしたフラットボトムハンドル（図-8）、メーター内表示と連動して操作が可能なタッチトレーサー形スイッチ（図-9）、多様な機能を手元操作できるスイッチ集積ハンドル（図-10）などを設定している。

4-2. 安全向上技術

衝突時に運転手の胸部・腹部損傷の原因となった加害部位の構成を図-11に示す。シートベルトの着用/非着用にかかわらずハンドルでの加害が



図-8 フラットボトムハンドル
トヨタ WISH



図-9 タッチトレーサースイッチ
トヨタプリウス



図-10 スイッチ集積ハンドル
レクサス HS250

一番多い。このことより胸部・腹部損傷の低減がハンドルに求められる。代表的な技術は図-12に示す「セルフアライニング構造」である。衝突時にハンドルリング部全面で運転者を受けとめられるような強度設計をすることにより胸部・腹部たわみ量を低減されることができる。

4-3. 軽量化技術

かつて鉄が殆どであった芯金素材もアルミニウムやマグネシウムのダイカストへと軽量化が進み、ウレタンのような軟質素材も高発泡な素材の開発が進んでいる。

但し、現在は前述の通り操舵感を重要視し慣性モーメントを求められているのも事実であり、単に軽くする訳にはいかない。芯金の一部にウェイトを追加し重くしているハンドルも多々ある。

今後EPS (Electric Power Steering) の進化によってはハンドルも軽ければ軽い方が良い（慣性モーメントフリー）というようになると推測され、より軽いカーボンファイバー樹脂を用いた中空ハンドルも開発されている。（図-13）

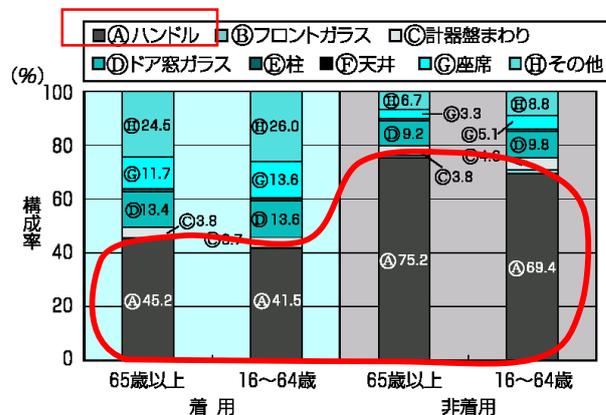


図-11 年齢層別、シートベルト着用有無別の加害部位構成

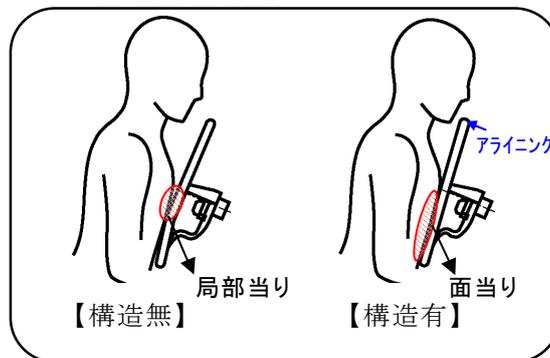


図-12 セルフアライニング構造



図-13 カーボンハンドル (LF-A)



図-17
トヨタ アヴェンシス



図-18
トヨタ プリウス



図-14
ヒータハンドル外観

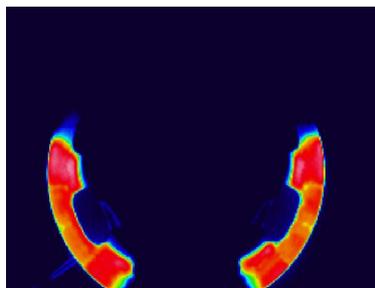


図-15
サーモビューアグラフ



図-19 加飾ハンドル
トヨタ プラド



図-20
本柎ハンドル
レクサスLS



図-16 トヨタ iQ

4-4. 快適性向上技術

寒い時期に車に乗り込み運転する時、多くの人
は素手でハンドルを握るため、ハンドルが冷たく
て不快に感じることがあるだろう。そこでヒータ
機能を付加したヒータハンドルが開発・量産化さ
れている。

グリップ部にヒータを設定したハンドルを図-
14に示す。一般的に革巻きハンドルは芯金、ウレ
タン、革で構成されるが、ヒータ付ハンドルはウ
レタンと革の間にヒータ線が配置されており、こ
れに電流が流れることで温度が上昇する。また、
ハンドル内にあるサーミスタにより温度を検知し
て、コントローラで一定温度になるように制御さ
れている。(図-15)

4-5. 意匠性向上

立体感

ハンドル中央に向かって先細りしたスポークと
小型A/Bユニットを活用して造形した立体的でコン
パクトなホーンパッドの構成によりデザイントレ

ンドに適合した立体感を強調した意匠を実現した。
(図-16)

メタル感

インパネ、センタークラスタなどの他の内装部
位との調和やデザイントレンドに整合した素材感、
新規性を表現するため樹脂一体の大型スイッチベ
ゼルやスポークと一体になったベゼルを実現した。
(図-17, 18)

高級感

上級グレードには水圧転写や印刷技術を用いた
加飾ハンドルと突き板工法や削り出し工法を用い
た本柎によるウッドハンドルを設定している。
(図-19, 20)

5. 今後の動向

冒頭にて「ハンドル機能分解図」を説明したが、
ハンドルは運転者が絶えず握って操作する部品で
ある特徴を生かし、新たなHMI(ヒューマン・マ
シン・インターフェイス)機能として益々活用さ
れる傾向にある。快適・便利面ではインパネ表示
と連動し、ブラインド操作がしやすいステアリン

グスイッチ，安全面では車両レーン逸脱時ハンドルリング部を振動させることにより注意を促す「注意喚起機能」，更には図-21に示すよう，ITSの進化に伴うインフラ協調システムとしての「警報機能」，あるいは手を通じて運転手の生体（心拍等）を検知する「ドライバーモニタ機能」といったハンドルの多機能化が進むであろう。

6. おわりに

クルマは急速にハイブリッドカー，そして電気自動車へと移行しつつある。しかしクルマが単なる移動手段ではなく「走る喜び」とか「操る楽しさ」を味わう乗り物であることは不変であると感じたい。コックピットに乗り込みハンドルを握った瞬間からワクワクする，そんな機能とデザイン性に富んだハンドル開発をこの先も探究し続けたい。

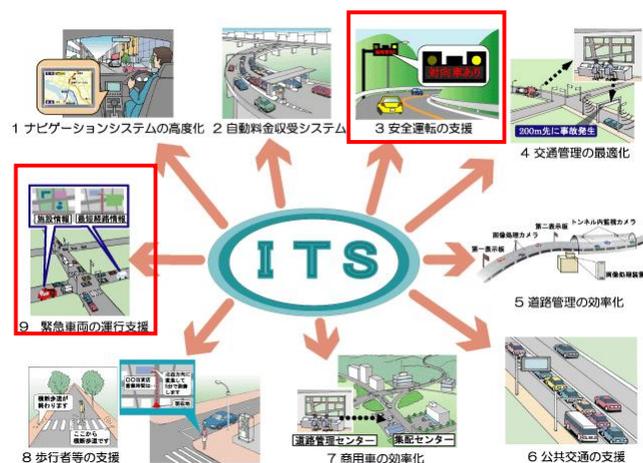


図-21 ITSへの取り組み

参考文献

- 1) トヨタ自動車(株) <http://www.toyota.co.jp>
- 2) 交通事故総合分析センター 2003 No.41
- 3) 豊田合成技報 VOL.48 No.2 (2006)
「ヒータ付ハンドル」
- 4) 国土交通省道路局ITSホームページ

熱分解MSによるゴムの加硫反応の解析

山田隆男^{*1}, 渡辺健市^{*2}

Characterization of Vulcanization Reaction of Rubbers by Pyrolysis MS

Takao Yamada^{*1}, Kenichi Watanabe^{*2}

要 旨

質量分析計に直接接続した熱分解炉で加硫反応を再現し、反応の進行によって生成する物質を検出する熱分解MS法により加硫反応の解析を試みた。

はじめに、促進剤を配合したEPDM加硫ゴムを加熱し発生成分を確認した。また、熱分解MSにより、加硫反応で発生する促進剤成分を追跡し、その反応速度の違いを検出した。

次に、加硫促進剤の構造を変化させ、反応速度との関係を調べた。その中で促進剤のN-置換アルキル基が短いほど反応速度が大きいことが分かった。

さらに、発泡反応に対する加硫促進剤の作用を解析した。この結果、反応速度の大きい促進剤ほど発泡反応を促進することが明らかになった。

熱分解MS法によって、このように加硫反応を追跡し、また促進剤の働きについても解析することができた。

Abstract

The vulcanization process of EPDM rubbers cured with sulfur and accelerators were studied by Pyrolysis-mass spectrometry(Py-MS). At first, the products thermally desorbed from the rubber sample were confirmed by GC/MS. These products are considered to be derived from sulfur and accelerators.

The reaction products generated during the vulcanization in the pyrolyzer were then on-line detected by the mass spectrometer. The vulcanization process is discussed on the basis of the relationships between the peak intensities of characteristic products and cure time.

*1 Takao Yamada 材料技術部 材料分析室

*2 Kenichi Watanabe 材料技術部 材料分析室

1. はじめに

ゴムは、図-1に示したようにスルフィド結合によって3次元に架橋したポリマーであり、架橋反応（加硫）には、硫黄と加硫促進剤が併用して用いられる。

加硫後のゴム分析については、配合組成、架橋形態解析、網目差濃度など系統的な分析法^{1), 2), 3)}が確立されているが、加硫反応の進行状態は、キュラストメーターによる加硫トルク(図-2)や、加硫後の物性値などによって現象論的に議論されているにすぎない。また、ゴムの実用配合では加硫制御のため複数の加硫促進剤が配合され、加硫反応は複雑で個々の加硫促進剤の働きは明らかになっていない。

そこで著者らは、熱分解質量分析法である熱分解MS法を用いて、個々の加硫促進剤の反応性把握を試みた。この方法を用いることにより、加硫促進剤の構造と反応速度、加硫温度と反応速度の関係や発泡反応に対する加硫促進剤の作用等についての考察が初めて可能となった。そして理想的な加硫曲線を得る配合設計および加

硫条件設定に貢献することができた。熱分解MS法とは、従来の熱分解ガスクロマトグラフ質量分析計(Py-GC/MS)の加熱炉と質量分析計(MS)を直接結合する手法である。正確に温度制御された加熱炉の中で加硫反応を再現し、反応の進行によって加硫促進剤から生成する物質をMSで選択的かつ高感度に検出し、加硫反応を追跡することができる。

2. 実験

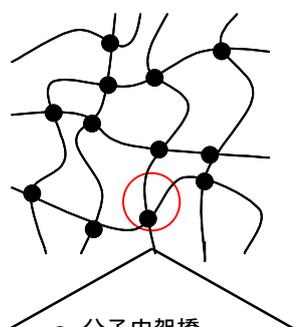
2-1. 試料

1) EPDM未加硫ゴム

硫黄と4種類の加硫促進剤(ジメチルジチオカルバミン酸亜鉛:PZ, ジブチルジチオカルバミン酸亜鉛:BZ, メルカプトベンゾチアゾール:M, ジチオモルホリン:R)を配合したEPDM未加硫ゴムのモデル試料を作成した。

2) 加硫促進剤単品

個々の促進剤の反応性を把握するために、表-2に示した7種の加硫促進剤単品を炭酸カル



- a 分子内架橋
- b モノスルフィド結合
- c ジスルフィド結合
- d ポリスルフィド結合
- e ペンダント促進剤残基

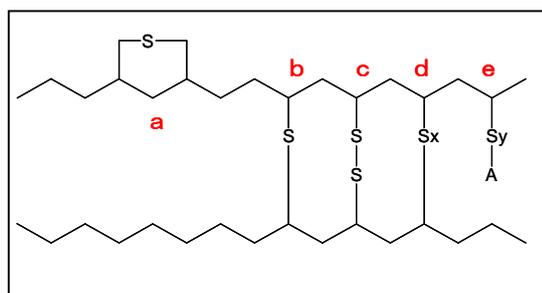


図-1 ゴムの架橋モデル図とスルフィド結合

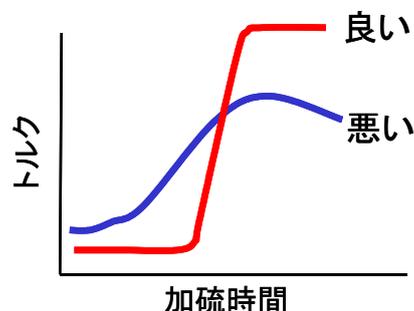


図-2 キュラスト曲線 (イメージ図)

表-1 加硫促進剤と発泡剤の種類

添加剤	種別	化合物名
加硫促進剤	ジチオカルバミン酸系	ジメチルジチオカルバミン酸亜鉛 (PZ)
	チウラム系	ジエチルジチオカルバミン酸亜鉛 (EZ)
		ジブチルジチオカルバミン酸亜鉛 (BZ)
		n-エチル-n-フェニルジチオカルバミン酸亜鉛 (PX)
		テトラメチルチウラムジスルフィド (TT)
発泡剤		テトラエチルチウラムジスルフィド (TET)
		テトラブチルチウラムジスルフィド (TBT)
		p, p'-オキシビスベンゼンスルホニルヒドラジド (OBSh)

シウムで1:10 molに希釈したものを測定した。

3) 発泡剤と加硫促進剤混合物

発泡反応に対する加硫促進剤の作用を調べるため、表-2の7種の加硫促進剤と発泡剤(P,P'-オキシビスベンゼンスルホンヒドライド：OBSH)を混合し、炭酸カルシウムで1:1:10 molに希釈したものを測定した。

2-2. 方法

2-2-1. 装置構成と連続モニタリング

図-3に熱分解MS装置図を示す。加熱炉には縦型熱分解炉(Py2020iD)を用い、ガスクロマトグラフ質量分析計(GCMS-QP2010)の試料注入部に接続した。加熱炉と質量分析計(MS)を金属キャピラリーカラム(0.25mmi.d.x 2m)で

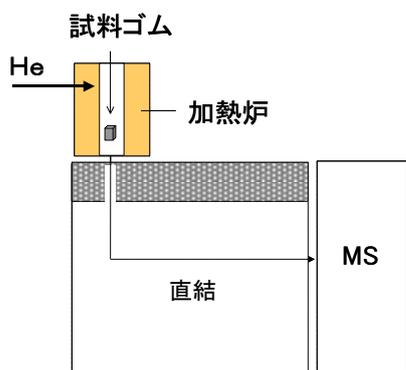


図-3 熱分解MS装置構成図

直接結合して成分検出を行っている。

このような方法により、加熱炉で生成した成分のMSスペクトルを連続的に測定することができる(図-4)。そのスペクトルから加硫反応の指標成分を選択的に検出し、マスクロマトグラムによりその生成量を追跡することが可能である。

2-2-2. 熱分解MSによる加硫反応の追跡

1) 熱脱着GC/MSによる発生成分の把握

EPDM未加硫ゴム試料0.5mgをヘリウム気流中で300℃に加熱し、揮発成分を揮発生成させた。カラム温度を10℃/minの速度で50℃から300℃まで昇温し成分を分離した。クロマトグラム上の成分の同定はGC/MSによる質量スペクトルの測定により行なった。

2) 加硫反応の追跡

EPDM未加硫ゴムモデル試料5mgを所定温度(140℃,150℃,160℃,180℃)に設定した熱分解炉に投入し、発生したガス状成分をMSで検出した。検出成分の中で、各加硫促進剤から生成する特徴的なフラグメントイオンを選択し、その発生量の経時変化を追跡した。

2-2-3. 加硫促進剤単体の分解速度比較

促進剤の希釈試料5mgを熱分解炉中で50℃～250℃まで毎分10℃で昇温し、発生したガス状成

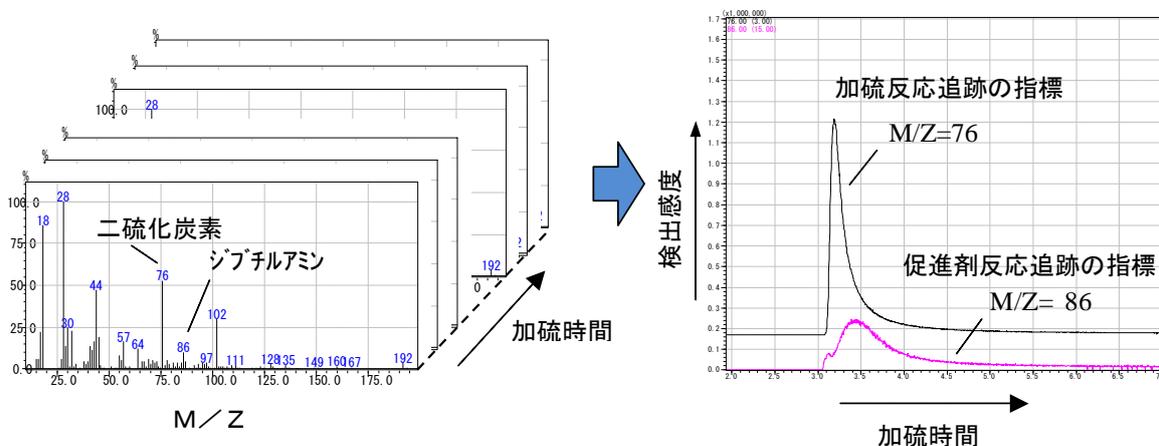


図-4 GC/MSによる連続モニタリング

分をMSで検出した。各促進剤から生成するアミンについて、その量の経時変化を追跡した。

2-2-4. 発泡剤分解速度への加硫促進剤の影響

発泡剤と促進剤の混合希釈試料5mgを熱分解炉中で50℃～250℃まで毎分10℃で昇温し、発生したガス状成分をMSで検出した。発泡反応により発生する窒素 (M/Z=28) について、その量の経時変化を追跡した。

3. 結果と考察

3-1. 加硫反応の追跡

3-1-1. 熱脱着GC/MSによる発生成分の把握

EPDM未加硫ゴムを300℃に加熱し、GC/MSにより図-5のクロマトグラムを得た。発生成分は、

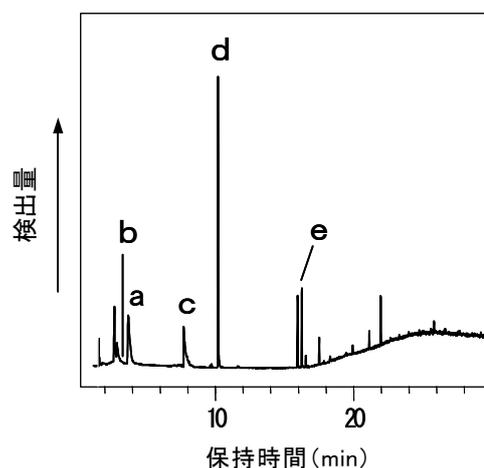


図-5 熱脱着GC/MSによる発生成分の確認

a : 二硫化炭素と加硫促進剤の構造を反映した3種類のアミン化合物, b : ジメチルアミン, c : モルホリン, d : ジブチルアミンとe : ベンゾチアゾールであることを確認した。

3-1-2. 加硫反応の追跡

図-6にEPDM未加硫モデル試料におけるa: 二硫化炭素 (M/Z=76), b: ジメチルアミン (M/Z=44), c: モルホリン (M/Z=57), d: ジブチルアミン (M/Z=86), e: ベンゾチアゾール (M/Z=135) の熱脱着曲線 (マスクロマトグラム) を示す。

Scheelが提案したチウラムの加硫機構⁴⁾から、二硫化炭素は、図-7のようにジチオカルバミ

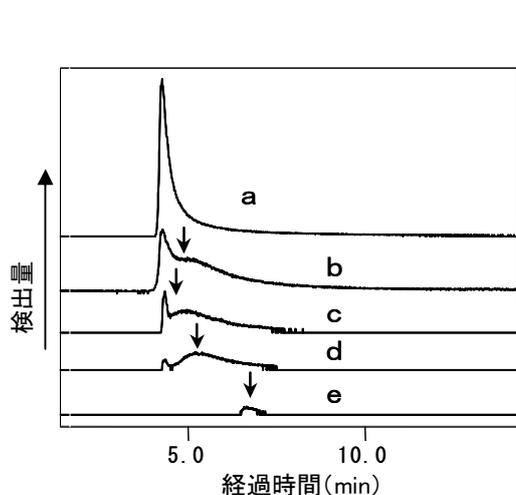
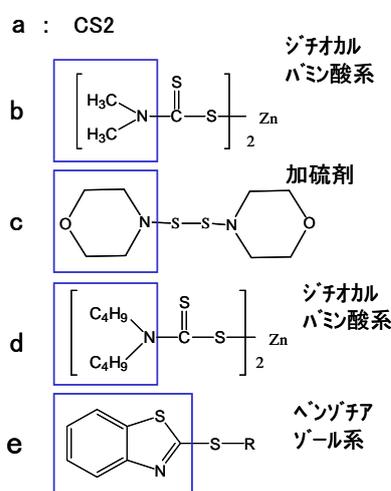


図-6 熱脱着曲線による加硫反応追跡

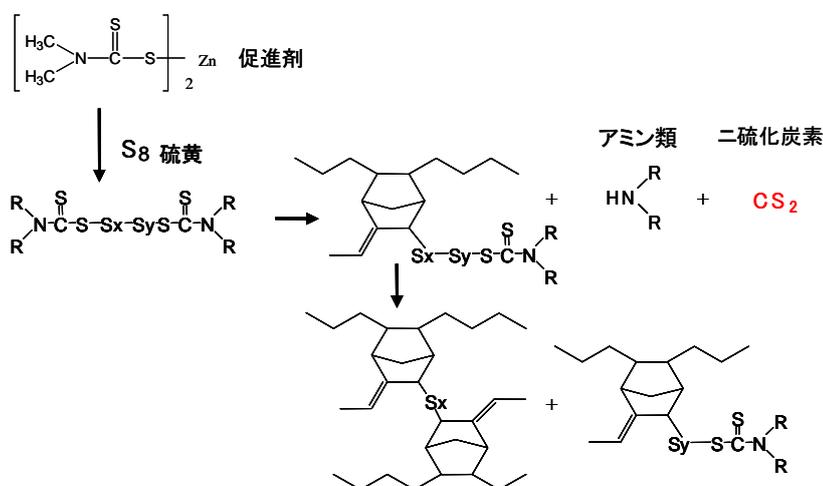


図-7 加硫反応における二硫化炭素の生成

ン酸系促進剤の分解により生成し、加硫反応の進行を捉えているものと考えられる。またアミン化合物は個々の加硫促進剤の分解反応を捉えているものと考えられ、反応速度は、 $b > c > d > e$ の順であった。

ここで、アミン化合物のピークが2つに分かれており、2段階でアミンが生成しているのが観測された。これはゴム中の加硫促進剤がポリマーに溶解しない状態で存在しているため、ポリマーに溶解した促進剤成分が先に反応し、粒子状に凝集した促進剤成分が遅れて反応していることが推測される。

キュラストメーターによる加硫トルクのモニターなどにおいて、このような知見は得られず、加硫反応過程の詳細説明に寄与できるものと考ええる。

3-2. 加硫促進剤の構造と反応速度

図-6において、ジチオカルバミン酸系同士(bとd)の比較ではN-置換アルキル基が短いほど反応速度が大きいことが考えられる。そこでアルキル基の異なるジチオカルバミン酸系促進剤単品について、分解ピーク温度を比較した。得られたクロマトグラム例を図-8に、クロマ

トグラム上の分解反応ピーク温度と促進剤構造における窒素に結合した炭素数との関係を図-9に示す。図-9よりN-置換アルキル基が短いほど反応速度が大きいことが分った。

また、チウラム系においても同様にN-置換アルキル基が短いほど反応速度が大きいことが明らかになった。

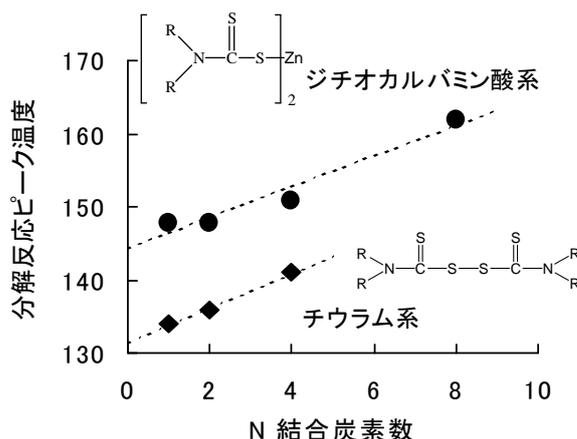
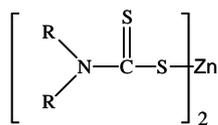


図-9 N結合炭素数と分解温度の関係

カルバミン酸系
促進剤



R:メチル -CH₃
エチル -CH₂CH₃
ブチル -CH₂CH₂CH₂CH₃

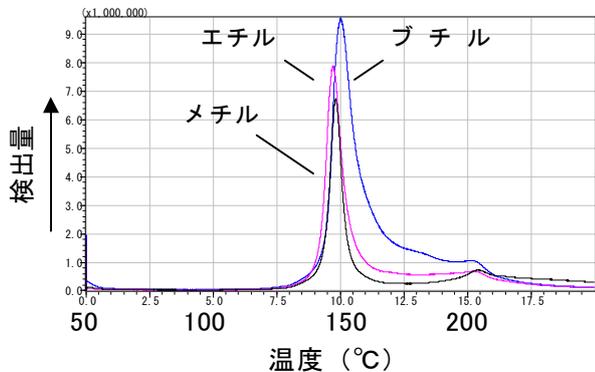
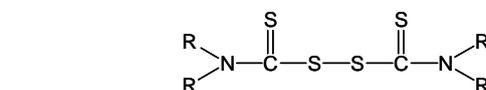


図-8 熱分解MS法によるカルバミン酸系促進剤のクロマトグラム



チウラム系
促進剤

R:メチル -CH₃
エチル -CH₂CH₃
ブチル -CH₂CH₂CH₂CH₃

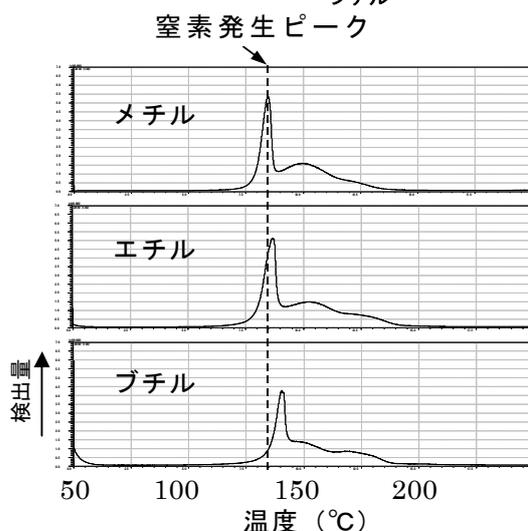


図-10 促進剤混合発泡剤の窒素のマスクロマトグラム

3-3. 発泡反応への促進剤の作用

チウム系促進剤を混合したOBSHの発泡反応の窒素(M/Z=28)のマスキロマトグラム例を図-10に示す。

さらに、クロマトグラム上の窒素発生ピーク温度と促進剤の構造で窒素に結合した炭素数との関係を図-11に示す。

促進剤のN-置換アルキル基が短いほど発泡剤の反応速度が大きい傾向が認められた。加硫速度の大きい促進剤ほど発泡反応を促進することが分った。

尿素や炭酸水素ナトリウムなどの弱塩基性物質が発泡剤の分解温度を低下させる作用があることが分っており⁴⁾ ⁵⁾ 促進剤から生成するアミンが発泡反応を促進していることが考えられる。

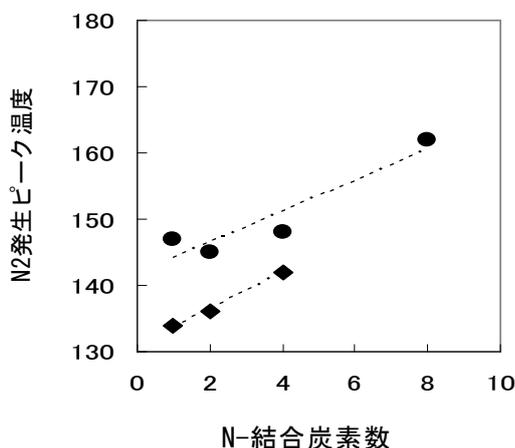


図-11 N結合炭素数と発泡剤分解温度の関係

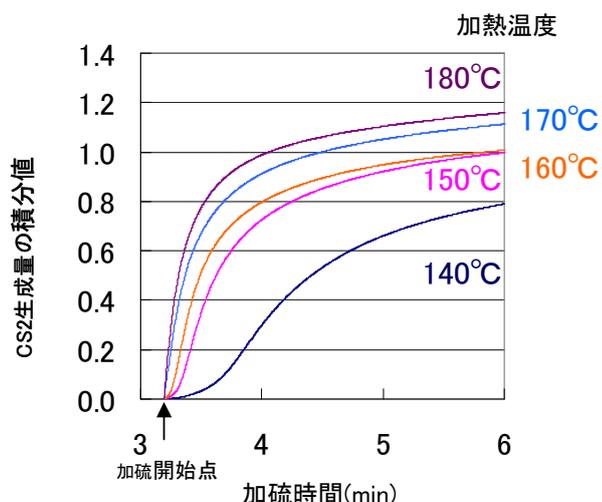


図-12 加硫時間と二硫化炭素生成量

3-4. 加硫温度と反応速度の関係

各加硫温度(140°C, 150°C, 160°C, 180°C)における加硫時間に対する二硫化炭素生成量を図-12に示した。ゴムの加硫反応においては、固体の配合薬品がゴムに溶解し、拡散しながら反応するため、ポリマーへの分散状態による反応速度の差や、図-13の反応式のように硫黄とZnOの反応によるZnS生成などが律速になると考えられる。

また、180°Cでの二硫化炭素発生量の関係をプロットすると、図-14のように頭打ちの傾向になった。ゴムの加硫反応は、一般の化学反応とは異なりアレニウスの式には従わず、反応速度論的にも複雑な反応ということが出来る。

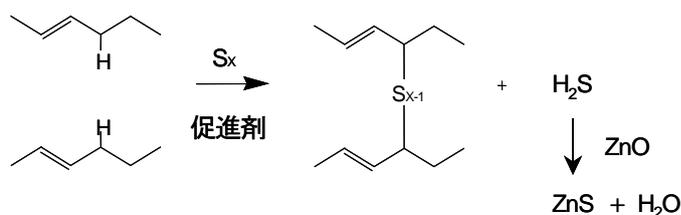


図-13 ゴムの加硫反応

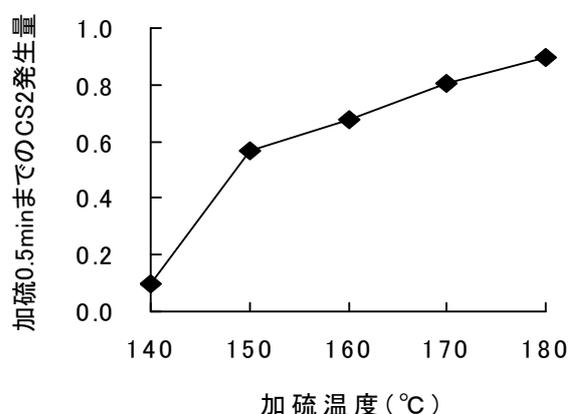


図-14 加硫温度と二硫化炭素生成量の関係

4. まとめ

以上のように、熱分解MS法により、反応の進行によって生成する物質を検出し、加硫反応を追跡することができた。この方法により加硫促進剤ではN-置換アルキル基が短いほど反応速度が大きいことが分った。また、加硫の早い促進剤ほど発泡剤の分解反応を促進することが分った。

このような情報を実際のゴム製品の材料開発に適用し、配合設計、加硫条件設定に役立てることができた。

5. 参考文献

- 1) JIS K6226 ~ K6234
 - 2) 中内秀雄ら：日本ゴム協会誌，60,267 (1886)
 - 3) 中内秀雄ら：日本ゴム協会誌，60,273 (1886)
 - 4) 日本ゴム協会東海支部編：新版ゴム技術のABC，日本ゴム協会（2001），p.94
 - 5) 前田守一：ゴム技術の基礎，日本ゴム協会編（1983），p.120
 - 6) 永和化成工業(株) 技術資料 ネオセルボン（2001），p.2
-
-

新技術紹介

超精密加工機による加工事例

The Case of Processing by the Ultra-precision Machining

高木 啓行 *1

1. はじめに

近年、光学・電子デバイスの急速な発達に伴い、部品の超微細化・超精密化する上で、加工技術も高精度化を求められている。

通常微細で精密な形状を製作する際、リソグラフィに代表される半導体製造技術が用いられるがその性質上2.5次元的な加工が主となる。そこで、3次元超精密加工をする場合、従来の加工機の精度を向上させた超精密加工機による精密加工が注目されつつある。

本報告では、超精密加工機を用いて加工した事例を2件紹介する。

2. 加工事例 1

事例1では、超精密加工機で3次元自由曲面を鏡面加工した事例を紹介する。

一般的に自由曲面形状を加工する際の加工プログラム（NCプログラム）は、CADデータを元にCAMにて作成する。しかし、CADによっては面の定義の最小単位（トレランス）が $10\mu\text{m}$ でされており、その影響が金型加工面に表れることがある。また、CATIAに代表されるハイエンドCADでもデータをCAMに移す過程で、IGESのような中間ファイルを経由するとCAMで計算した cutterパスに乱れが生じ(図-1(a))、その影響が金型表面に表れることがある。(図-2)

通常レベルの加工機では、このような面の不具合を人間の目で認識できることは少ないが、超精

密加工機にて加工する場合、cutterパスの若干の乱れも加工機が精密にパスを再現してしまう。それゆえ、使用するCADデータの授受方法に注意しなければならない。

今回の場合、CADデータの中継をIGESではなくSTEPを経由、さらにCAM内にて面を再抽出することによりcutterパスの乱れが解消できた。(図-1(b))

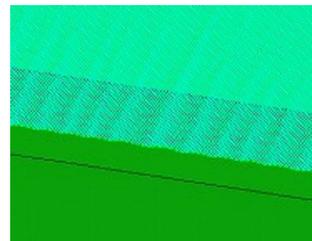


図-1(a)
cutterパス乱れの様子

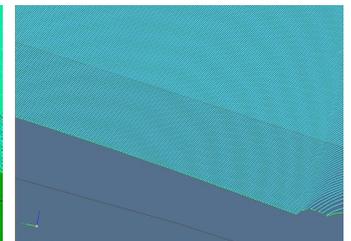


図-1(b)
cutterパス改善後

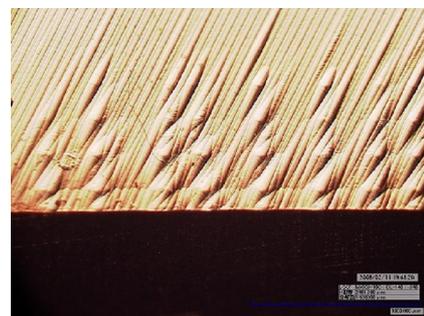


図-2 cutterパス乱れの影響を受けた加工面の光学顕微鏡写真(×840)

*1 Nobuyuki Takagi 金型機械事業部 企画部 金型技術室

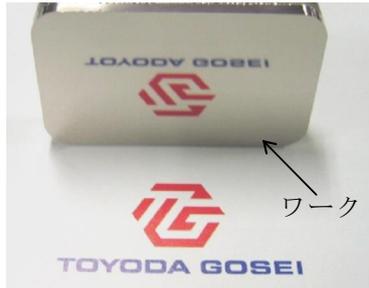


図-3 加工後ワーク観察

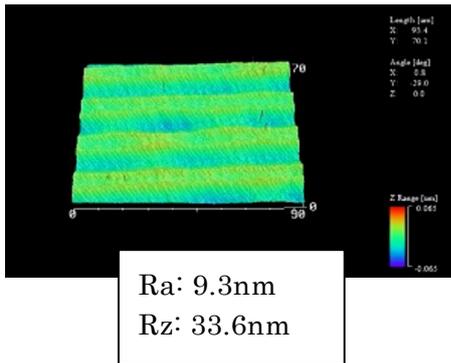


図-4 白色光干渉計測定結果

実際に超精密加工機の加工物を図-3に示す。豊田合成マークが明瞭に写っていることより鏡面加工ができていることが確認できる。図-4に白色光干渉計にて測定した結果を示す。金型を切削加工のみでRa9.3nm、Rz33.6nmと鏡面レベルの指標となるRz100nmより十分小さい面粗さにて加工できた。

3. 加工事例2

事例2では、マイクロレベルのうねり形状を作為的に金型に加工した事例を紹介する。図-5に実際に加工した金型の写真を示す。青色の円の部位は、橙色の平面に対して、 $\pm 1.7\mu\text{m}$ のうねりをCADデータ上で設定して加工してある。図-6では、理解しやすくするために高さ方向の変位を1000倍にしてイメージ表示した。

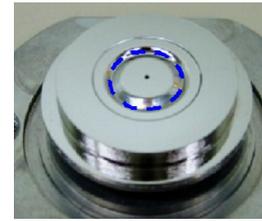


図-5 マイクロ面形状を加工した金型

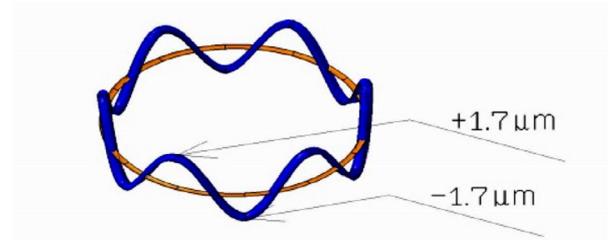


図-6 マイクロ面形状の概念図
(高さ方向×1000)

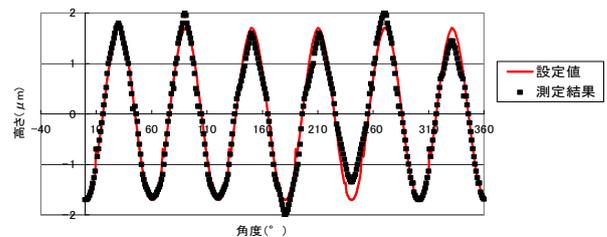


図-7 面の測定結果

青色の面に対応した部位を真円度測定機にて測定した結果を図-7に示す。

超精密加工機を使用して設定値に対して $-0.2\mu\text{m} \sim +0.4\mu\text{m}$ 以内で金型を加工することができた。

4. おわりに

超精密加工は、3次元でナノレベルの「表面粗さを確保する」「パターン形状を加工する」といった発想はシンプルなものであるが、それゆえに活用の幅は非常に広く重要な要素技術といえる。

最後に本技術の開発に際してご協力を頂いた関係会社部署の方々に厚く謝意を表します。

新製品紹介

高アスペクト薄型レジスタ

High Aspect Ratio Thin Register

柴田 実^{*1}

1. はじめに

近年のインパネ、特にセンタークラスタには、多くの情報電子機器が搭載され、更にディスプレイも従来の7インチから8インチへと大きくなり、センタークラスタはますます大型化される傾向にある。

反面、乗員が乗り込んだ時に開放感を感じられるように、インパネ上面を低く抑えたいというデザインニーズも存在する。

背反事項となる両者の課題を解決する1つの手段としてレジスタの薄型化が要望され、今回LEXUS RXを頭出しに高アスペクト薄型レジスタを開発したので、その概要について紹介する。(図-1参照)



図-1 レジスタ外観

2. 製品の概要

2-1. 製品構成

レジスタは乗員が向けたいと思う方向へ風が向けられるように、水平フィンと縦フィンが組み込まれており、経路を形成するリテーナーに収められている。

従来のレジスタ構造で薄型化した場合に課題となる項目を図-2に示す。

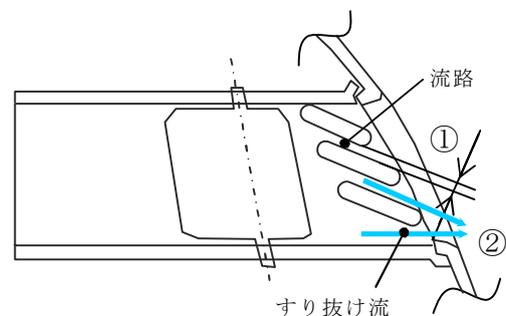
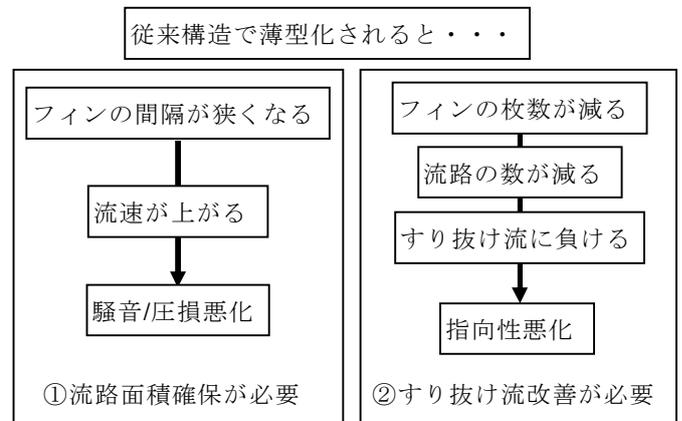


図-2 従来構造レジスタ断面図

*1 Minoru Shibata 内外装部品事業部 開発部 開発室

3. 技術の概要

3-1. 新しいフィンとリテーナー構造

騒音と圧損を確保する為には、有効開口面積を確保する必要があるが、今回上下端のフィンを意匠開口の端末に配置し、より多くの風が流れるよう配慮した。

指向性については、リテーナーからフィンまで滑らかに風が流れる構造にし、指向性を阻害する渦流を無くす様に考慮した。(図-3参照)

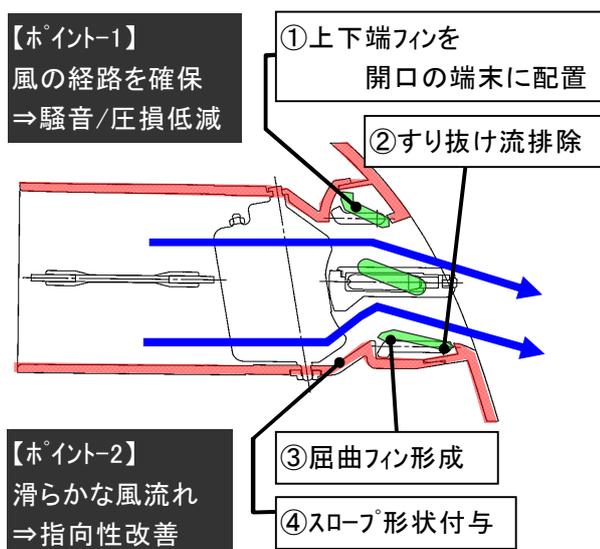


図-3 改良ポイント

3-2. 性能達成に向けた活動

今回CFD解析を実施し、レジスタ内の風流れの様相を視覚化し、最適形状を追求した。

(図-4, 5参照)

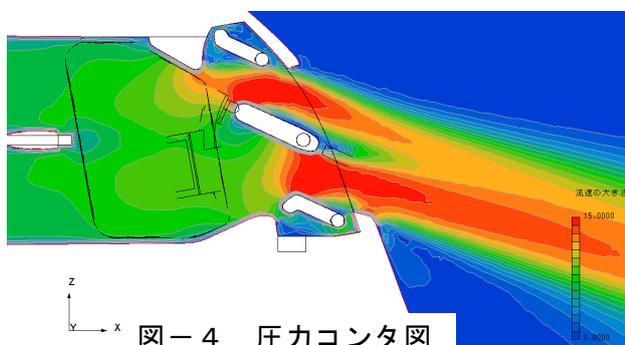


図-4 圧力コンタ図

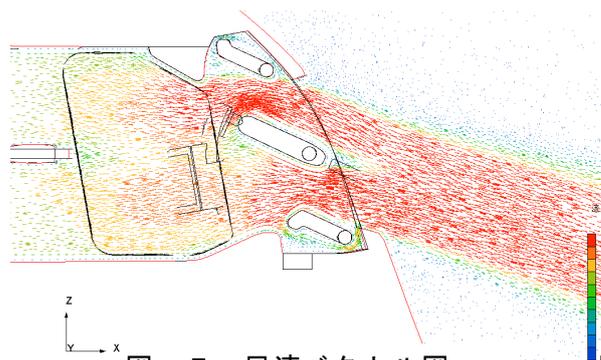


図-5 風速ベクトル図

4. 効果

従来技術では、開口のアスペクト比が 2.0以内でなければ、空調性能が満たせなかったが、今回の開発により、4.0のアスペクト比でも空調性能を満足できるようになった。

5. おわりに

今回紹介の薄型レジスタはLEXUS RXを頭出しにプリウス、更にLEXUS LF-Aと順次展開され、各自動車メーカーからも引合いが来ております。

最後に、今回の開発においてご指導頂きましたトヨタ自動車株式会社の皆様並びに、開発にご尽力頂きました関係部署の皆様へ厚くお礼を申し上げます。

新製品紹介

LEDダウンライト

LED Down Light

酒井和宏^{*1}

1. はじめに

2008年4月より、京都議定書に基づく第1期約束期間が開始され、わが国に課せられたCO₂の排出低減を図るための努力が各エネルギー消費部門で進められている。わが国のエネルギー消費の約16%は照明器具に使われており、地球温暖化対策を進める上で、照明器具のエネルギー削減はCO₂の排出削減につながる有力な手段になると考えられている。そのような世の中の動きの中で、白熱灯に代わるLED照明器具を開発したので紹介する。(図-1)



図-1 LEDダウンライト外観

2. 製品の概要

オプトE事業部にて開発した大光束・長寿命のLEDパッケージを採用し、リフレクタとレンズによる光学設計により、必要な照度及び配光を確保した。ボディーはアルミに特殊塗料を塗布する事により、LEDパッケージ及び電源回路の電子部品温度上昇を効率的に放熱し、器具内に電源回路を内蔵した一体型で直径Φ75mmのサイズに収まるコンパクトな器具を実現した。製品の構成を図-2に示す。

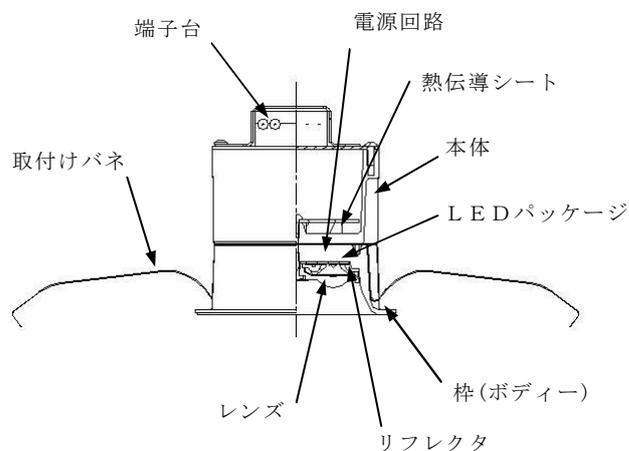


図-2 ダウンライトの構成図

3. 製品の特長

3-1. 天井取付けの意匠性向上

従来の光源(白熱灯)に比べ器具サイズを小型化した事から、天井取付けの意匠性が向上した。

(図-3)

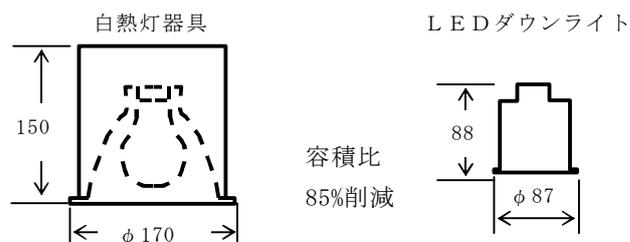


図-3 器具サイズ比較

*1 Kazuhiro Sakai 内外装部品事業部 開発部 要素技術開発室

3-2. グレア（眩しさ感）低減

LEDの光をレンズで集光し、レンズ位置を意匠面から奥まった位置に配置する事により、斜めからの視線に対してグレアを低減した。直視に対しては、レンズ内面に光を拡散するシートを配置する事によりグレアを低減した。（図-4）

3-3. 省エネで長寿命

白熱灯に比べ消費電力が約1/8、ランプ寿命は20倍、電気代は1日10時間使用した場合、1年間で約430円と経済的である。（図-5）

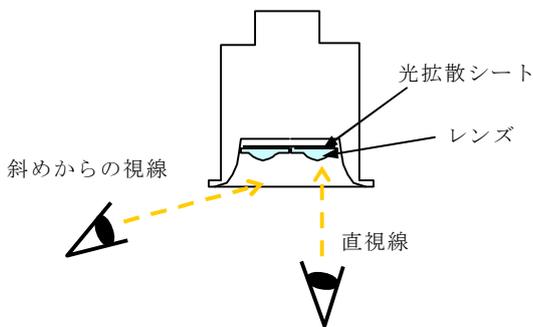
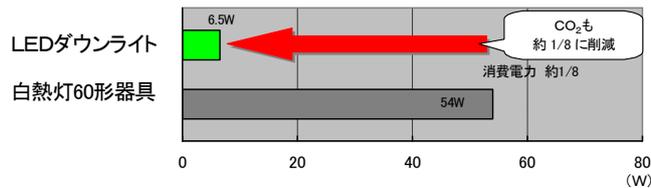
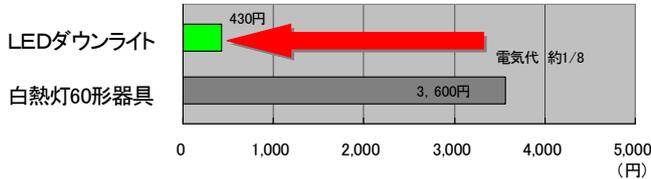


図-4 グレア低減構造

■消費電力の比較



■年間電気代比較(器具1台あたり)



電気代：年間3,000h使用，使用電気料金22円/kWhで算出

■ランプ寿命比較

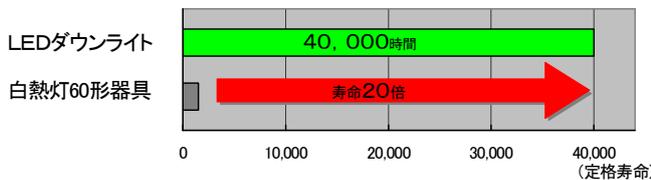


図-5 省エネ効果と寿命比較

3-4. その他特長

一般住宅の断熱材施工天井にも設置可能な埋め込み形照明器具認定（SG I）を取得した。[社団法人 日本照明器具工業会が認定]

4. 施工事例

今回開発したLEDダウンライトの施工事例を紹介する。（図-6）



図-6 施工事例

5. おわりに

今回紹介したLEDダウンライトは、照明分野への参入の第1歩です。更に省エネで環境負荷低減に寄与する照明器具を開発して、地球温暖化対策に貢献します。

最後に、今回の開発においてご指導頂きましたトヨタホーム名古屋株式会社の皆様並びに、開発にご尽力頂きました関係部署の皆様へ厚くお礼を申し上げます。

≡≡≡ 新製品紹介 ≡≡≡

階段照明システム「段鼻 2 面発光照明装置」

Lighting that Emphasizes Difference of the Stairs

久保千穂^{*1}，山本源治^{*2}

1. はじめに

様々な人が利用する交通機関や公共施設においては高齢者やロービジョン者などを考慮して通行時の安全性を確保することが重要である。しかし、特に事故が懸念される階段においても環境照度が不十分であったり、階段の素材が暗色であったりしてどこに段差があるのか見えにくい場合も多く、視認性の確保が課題となっている。

この課題に対し、段鼻を強調したり、階段横に照明を設けたりと、様々な工夫がなされているが、眼の順応状態や視覚的弱者の視機能の面から十分に視認性が確保されているとは言いがたい。

その問題に対してLED照明を使用した照明システムを開発し、大学との共同研究によって、実際に高齢者を被験者にした実験を行い、その効果を確認した。

ここで紹介する階段照明はこの研究結果を反映した製品であり、その概要について報告する。

2. 製品の概要

本製品は駅や歩道橋、施設など主に屋外などの階段に設置されるもので、既存の階段の蹴込み部分へアンカーボルトで取り付けることによって設置するため、大掛かりな工事は必要としない。

この製品の最も大きな特徴は、階段の段鼻上部が発光するとともに、段鼻下面からの照明により、踏み面を照らすことである。

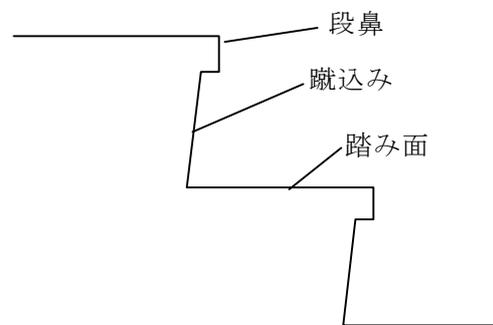


図-1 基本的な階段の名称

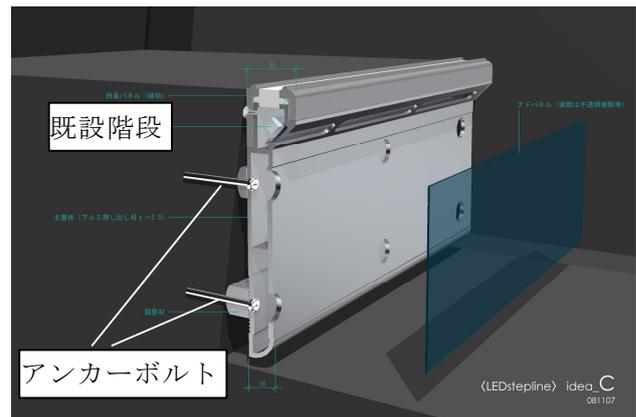


図-2 設置イメージ図

*1 Chiho Kubo 内外装部品事業部 開発部 要素技術開発室

*2 Genji Yamamoto ㈱キクテック

発光光源はLEDであり、側面から入射させた光を導光棒で導光し、段鼻上部、踏み面に必要な明るさを確保している。

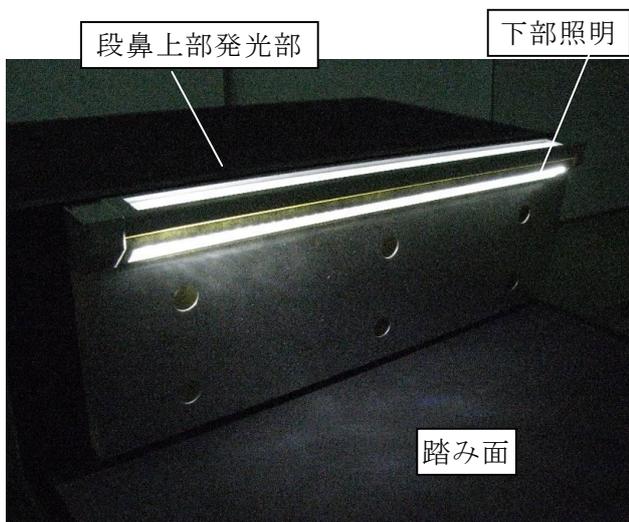
導光棒を採用することで、異方向への同時照明を可能にするとともにLEDの必要数を低減し、消費電力を抑えている。

段鼻を発光させる光はシステムの中を乱反射させる間接光で、発光部分からは光源が見えない仕様となっている。また、段鼻下部から踏み面を照らす光は導光棒から直接照射される光であり、十分な照度を確保できるようになっている。

3. 技術の概要

照明は視認性の向上に有効であるが、より効果的に利用するには人間の視覚に与える条件を考慮する必要がある。

周囲の環境が暗い場合は照明で明るくされた部分に隣接する暗い部分は極端に見えにくくなる。



図－3 試作品の写真

また、高齢者は加齢による眼の水晶体の白濁により、入射光が散乱するため眩しさを感じやすく、光源が眼に入るような照明では視認性の低下と不快感をまねく。

ロービジョン者はコントラストの感度が低いため照度よりコントラストの確保が重要である。

以上のことを踏まえて、本製品は共同研究先で行った高齢者による評価実験結果を元に階段の上り下りに適した仕様を決定した。

まず、直接光を観察する段鼻部分は高齢者にまぶしさを与えない程度で、踏み面との輝度の違いから段鼻の存在を十分視認できる程度の光とした。

踏み面は蹴込みに近い方の照度が高く、段鼻に近くなるにつれ、徐々に照度が低下する仕様で、階段を上る際の踏み面自体の照度は十分確保できている。

さらに、階段を下りる時、上から見下ろした際、踏み面の明るい部分は隠れて暗い部分しか見えないため、段鼻上発光部と下の段の踏み面とのコントラストは高くなって視認性が確保できる。

また、下方から登る際に眩しさを感じないように段鼻下部照明の発光部が直接眼に入らないような設計になっている。

4. おわりに

本製品は2009年12月に株式会社キクテックから新製品「段鼻2面発光照明装置」として発表される。

本製品の開発を行うにあたり、ご指導頂いた共同研究先である金沢工業大学 金谷末子教授（現 株式会社ビジュアルテクノロジー研究所副社長）、東京工業大学 中村芳樹准教授、福井大学 明石行生准教授に深く感謝いたします。

新製品紹介

軽量オープニングトリムウェザーストリップ

Light Weight Opening Trim W/S

寺本光伸*1， 安達健太郎*2

1. はじめに

近年，自動車の燃費向上やCO₂削減による環境対策が進んでいる中，ウェザーストリップ製品においても軽量化が強く求められてきている。

今回オープニングトリムウェザーストリップにて，それに応えるべく，軽量化の製品を開発，量産化を実現したので，その概要を紹介する。

2. 製品の概要説明

本製品は，乗用車のボデー側ドア開口部に取付けられ，車外からの音・水等の進入を防止するシール部品であり，その装着部位（図-1），断面（図-2）を示す。



図-1 車両装着部位

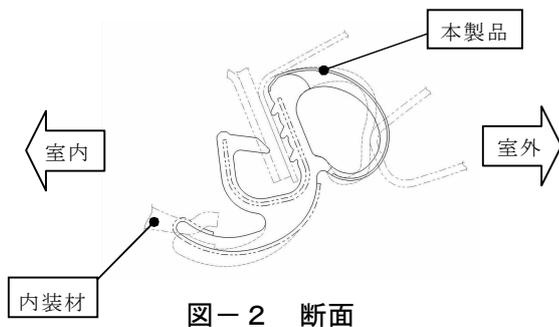


図-2 断面

3. 開発の狙いとポイント

オープニングトリムの材料構成（図-3）は，①ソリッドゴムトリム材，②スポンジゴム中空材，③ソリッドゴム中空皮膜材，④TPE加飾材，⑤金属インサート等で構成され，この構成の中で質量が高い構成材としてソリッドゴムトリム材・金属インサートが着眼できる。（図-4）

今回の開発ポイント（★）としては，ソリッドゴムトリム材・金属インサートの軽量化と共に，勘合力や車両への組付け性（挿入力）を保證する点にある。

〔目標値〕

- ①ソリッドゴムトリム材を発泡化，従来比▲30%（比重0.7）軽量化を実現。
- ②金属インサートの薄肉化，従来比▲22%軽量化を実現。

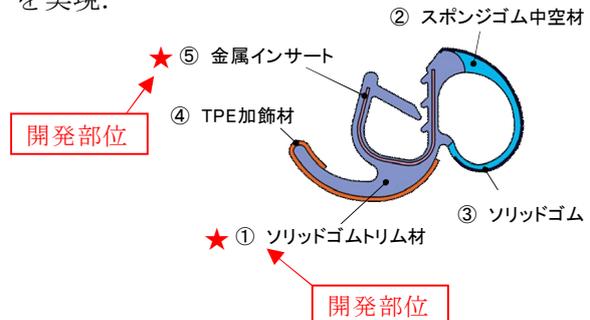


図-3 オープニングトリム材料構成

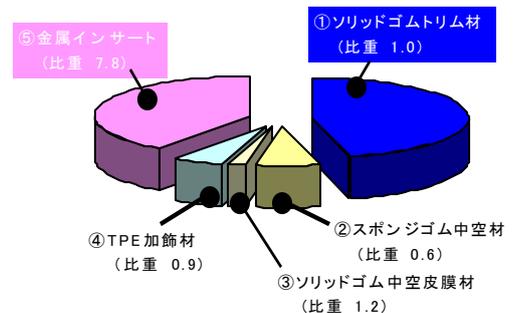


図-4 オープニングトリム質量比率

*1 Mitsunobu Teramoto

*2 Kentaro Adachi

ボディシーリング事業部 第1技術部

ボディシーリング事業部 第1技術部

4. 開発（軽量化・要求品質保証）結果

4-1. 軽量化結果

軽量化内容を示す。（図-5）

車両1台あたり▲22%の軽量化を実現。（図-6）

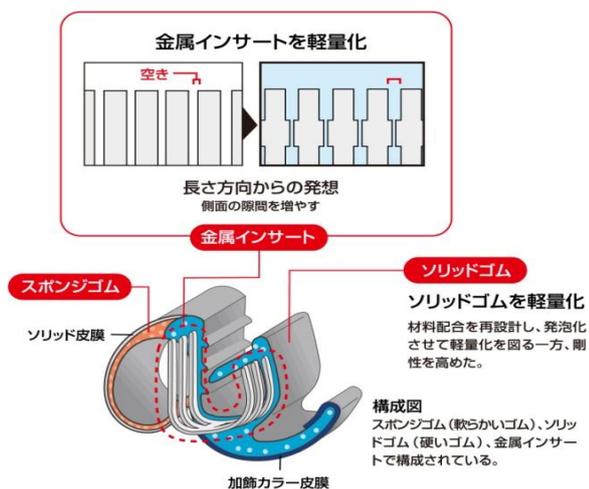


図-5 軽量オープニングトリム断面略図

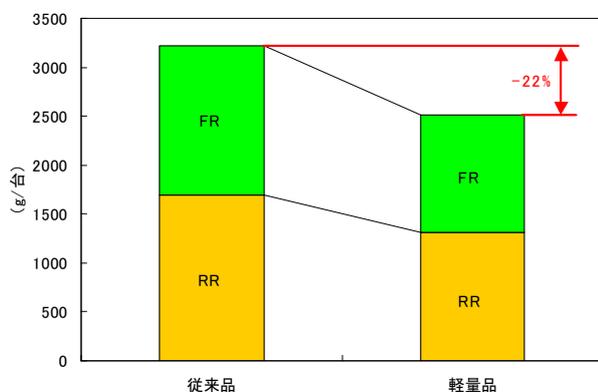


図-6 軽量オープニングトリム質量

4-2. 要求品質保証結果

嵌合・挿入力共に従来品同等の車両要求品質を確保した。（図-7, 図-8）

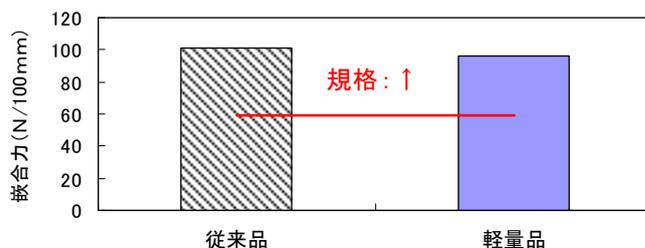


図-7 嵌合力

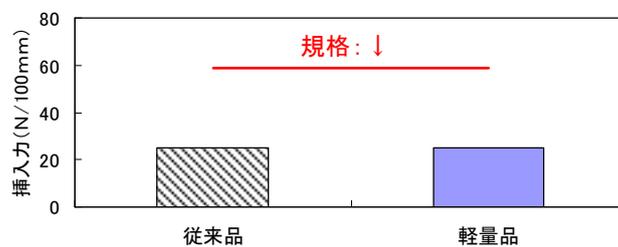


図-8 組付性能(挿入力)

5. おわりに

今回紹介したウエザストリップは、トヨタ iQ・プリウスに採用され量産化した。

今後の開発車両においても、本製品仕様にてグローバル展開予定である。

最後に、この製品の開発・量産化に際し、多大な御支援、御指導を頂いたトヨタ自動車株式会社・トヨタ車体株式会社関係部署の方々に厚く謝意を表します。

新製品紹介

軽量オープニングトリム用 超軽量トリム材料の開発

Light Weight EPDM Material for Opening Trim

熊澤 泰秀 *1

1. はじめに

自動車の燃費向上の動きが加速するに従い、部品に対する軽量化のニーズがさらに高くなっている。

このような背景の中、主要ボディシール部品では図-1に示すようにオープニングトリムの重量比率が高い。¹⁾

オープニングトリムの材料構成は図-2に示すように、①ソリッドゴムトリム材、②スポンジゴム中空材、③ソリッドゴム中空皮膜材、④TPE加飾材、⑤金属インサートなどから成り立っている。この中でもトリム材の重量比率が高いことが分かる。(図-3)



図-1 主要ボディシール部品の
車両1台当りの重量比率

2. 開発材料の概要

開発材料は、新開発の軽量オープニングトリムのトリム部に採用され、従来材に比べ高い弾性率をもつ発泡体（スポンジゴム）である。

オープニングトリムはボディフランジに組み付けられるため、組み付け後に脱落しない嵌合力が要求される。この嵌合力は、金属インサートの緊迫力、トリム内リップ形状およびトリム材の弾性率に依存するため、トリム材には高い弾性率が求められる。

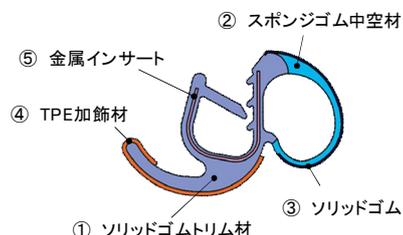


図-2 オープニングトリムの材料構成

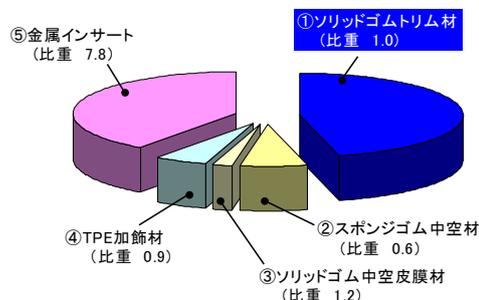


図-3 オープニングトリムの材料重量比率

*1 Yasuhide Kumazawa ボディシーリング事業部 開発部 第3開発室

3. 目標値と材料設計

3-1. 目標値の設定

開発目標値は、製品軽量化目標から比重を従来材比▲30%以上、製品脱落防止のため弾性率を低伸長応力 σ_{25} の指標で従来材比▲15%以内とした。

3-2. 比重と弾性率(低伸長応力)

ソリッド体に発泡剤を添加し、独立気泡を形成して発泡体としたとき、比重と弾性率との間には図-4に示すMatonis式²⁾の関係が成り立つことが報告されており、発泡による比重低下に伴い、弾性率が低くなるのが分かる。また、従来のトリム材を単純に低比重化しても目標弾性率には到達せず、目標達成に必要なソリッド体の弾性率は、低伸張応力 σ_{25} で従来材比約1.5倍であると考えた。

3-3. 配合設計

高硬度化と高架橋密度化により高弾性率のソリッド体を設計したのち、化学発泡剤で発泡させ狙いの発泡体を得た。破断伸びの改良には改質剤の添加が効果的であった。(図-5)

4. 結果

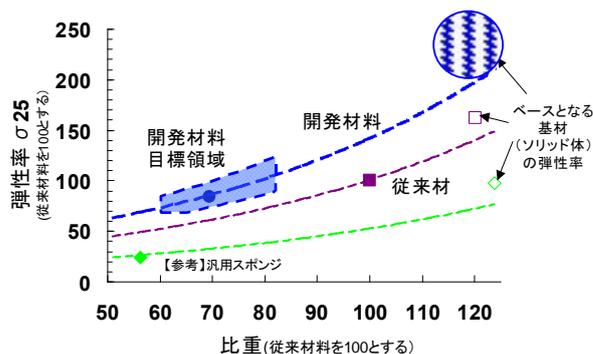
開発材料の主な材料特性を表-1に示す。尚、従来材に比べ低伸張応力が約15%低下しているが、弾性率低下分を補う製品形状としており、製品嵌合力は従来製品同等を維持している。

5. 謝辞

開発材料を適用した軽量オープニングトリムの、トヨタiQ、プリウスでの採用にあたり、多大なご支援、ご指導を頂いたトヨタ自動車株式会社・トヨタ車体株式会社関係部署の方々に厚く謝辞を表します。

参考文献

- 1) 豊田合成技報 Vol.50 No.2 (2008)
- 2) Matonis AV,SPE Journ,[Sept.],1024 (1964).



Matonis式

$$E_f = E_s \left[1 - \left(1 - \frac{d_f}{d_s} \right)^{2/3} \right]$$

- E_f : 発泡体の弾性率
- E_s : ソリッド体の弾性率
- d_f : 発泡体の比重
- d_s : ソリッド体の比重

図-4 Matonis式による比重と弾性率の関係

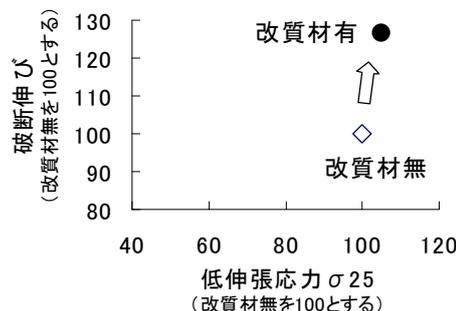


図-5 破断伸び、低伸長応力(σ_{25})に対する改質剤の効果

表-1 開発材料の主な材料特性値

	開発材料	従来材料
比重	69	100
低伸長応力(σ_{25})	84	100
引張強さ	73	100
破断伸び	87	100
圧縮永久歪み	111	100

※いずれも従来材料を100とする

新製品紹介

樹脂製フューエルインレットパイプ

Plastic Fuel Inlet Pipe

平松 義也^{*1} , 須田 真弘^{*2}

1. はじめに

環境規制より燃費向上→車両の軽量化が求められており、燃料システムにおいてもタンクをはじめ周辺部品の樹脂化による軽量化が進められている。給油口とタンクをつなぐフューエルインレットパイプは金属が主流で一部ではHDPE材のブロー成形品が採用されているが大きな軽量効果が得られていない。ここでは金属製に対し50%の軽量化を実現しトヨタ自動車「iQ」に採用された樹脂製インレットパイプについて紹介する。

2. 製品概要

フューエルインレットパイプは燃料タンクへの給油用導管で概要を図-1に示す。それぞれの構成と役割を以下に示す。

- 1) フィラーネック部
給油ガンの挿入口/キャップとの気密保持
- 2) インレットチューブ
燃料給油用導管
- 3) ブリーザチューブ
給油時のタンク内ベーパー循環
- 4) エアチューブ
キャニスターへの新気導管
- 5) タンク締結部
燃料タンクへそれぞれのパイプをつなぐ

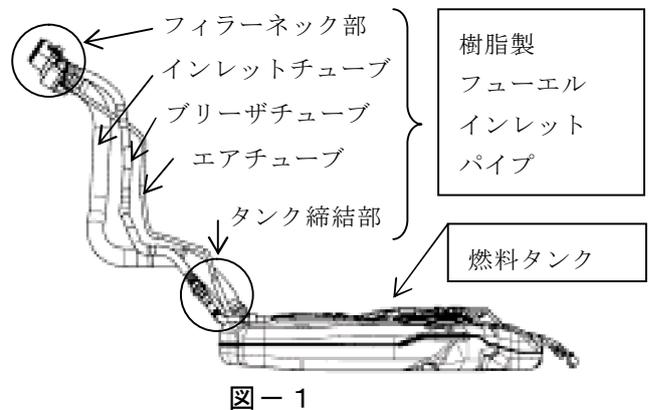


図-1

3. 製品の特徴

3-1. 特徴

フィラーネック部

フィラーネック部はキャップとの気密性を保持する為に金属製給油ガン挿入時の傷付き防止を考慮して挿入口のみ金属を採用した。(図-2)

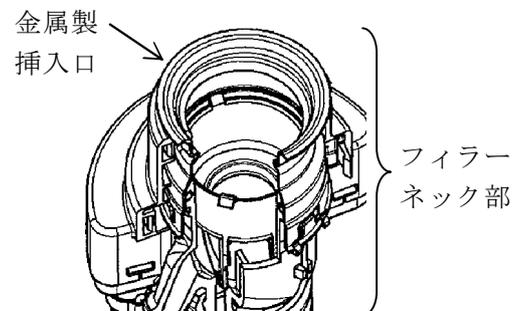


図-2

*1 Yoshinari Hiramatsu 機能部品事業部 技術部 機能部品技術室
*2 Masahiro Suda 機能部品事業部 技術部 機能部品技術室

インレットチューブ

インレットチューブは耐衝撃性を考慮してHDPEを主材とし、また燃料透過を抑制する為のバリア層を設けた3種5層構造を採用。

(図-3)

チューブ形状は衝撃強度と曲げ加工性にすぐれた硬蛇腹形状と衝撃力緩和と車両組付け性を考慮した柔軟蛇腹を樹脂押出一体コルゲート成形することで軽量化を達成。

(図-4)

ブリーザチューブ・エアチューブ

ブリーザチューブとエアチューブはインレットチューブで選定したHDPE単層とし軽量化。

タンク締結部

タンク締結部にはクイックコネクターを使用しタンクとの組付け性を向上させた。

(図-5)

3-2. 効果

樹脂化により従来の金属製フューエルインレットパイプに対し50%の軽量化ができた。また、ブロー成形に対し30%の軽量化が可能となった。

4. おわりに

今後、さらなる低コスト化を実施し他車種へも展開していきたいと考えております。最後にこの製品の開発・量産化に際し御支援、御指導、御協力をいただきましたトヨタ自動車株式会社の関係部署の方々に厚く感謝の意を表します。

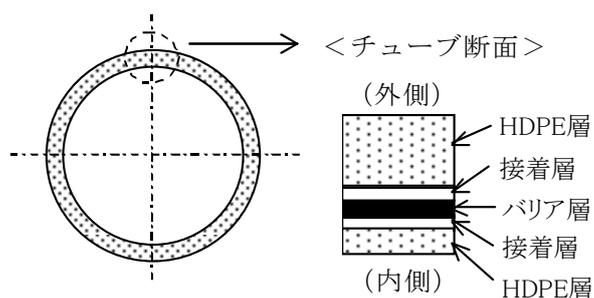


図-3

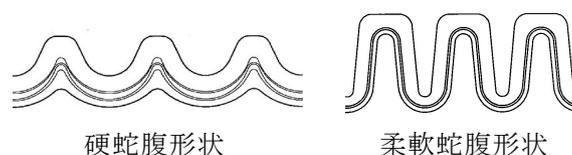


図-4

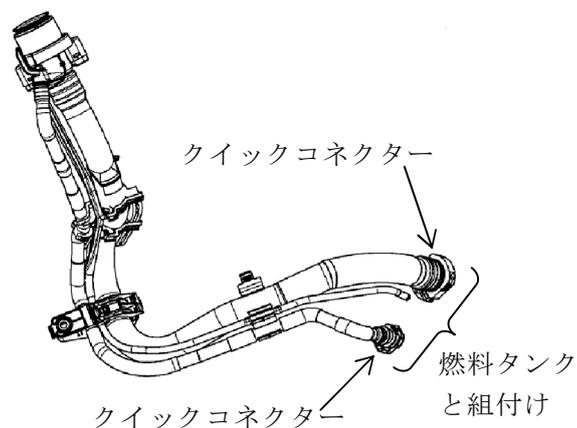


図-5

≡≡≡ 新製品紹介 ≡≡≡

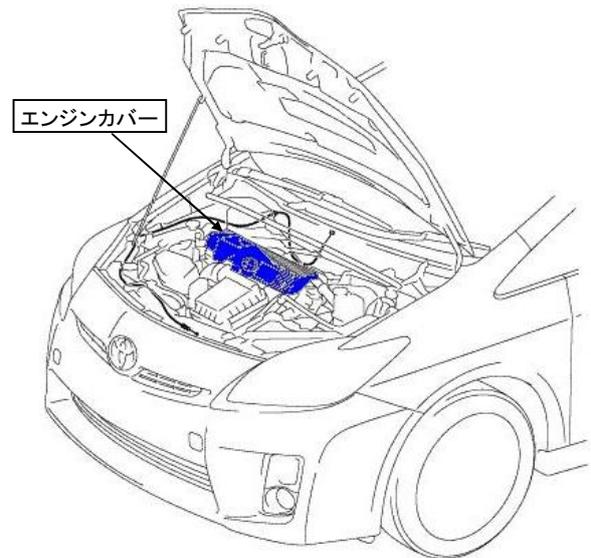
シルバー材着エンジンカバーの開発

Development of Engine Cover used the Silver Colored Material

尾形正裕*1 野上順央*2 安藤洋二*3

1. はじめに

近年燃料費高騰、環境に対する意識向上によりハイブリッド車のニーズが高くなっている。エンジンカバーはエンジンルームを開けた際、顔となる製品でありハイブリッド車をイメージするため、色調として高意匠なシルバーメタリック調が求められた。今回シルバー色を出すため塗装を廃止し、材着により輝度の高いエンジンカバーを開発・量産化したのでその概要を紹介する。



2. エンジンカバーの概要

エンジンカバーはエンジンルームの意匠性を向上させ、車両品質を向上させる事を主目的としている。裏面側には吸音材を適正に設定することによるエンジンノイズの低減のほか、エンジンへの水入り、凍結防止、防錆の機能を果たしている。一般に、エンジンカバーは図-1の様にエンジンカバーとゴムクッションから構成されており、ゴムクッション部とエンジン取り付けピンの勘合で搭載されている。カバー材質はPP、ゴムクッションはEPDMを使用している。

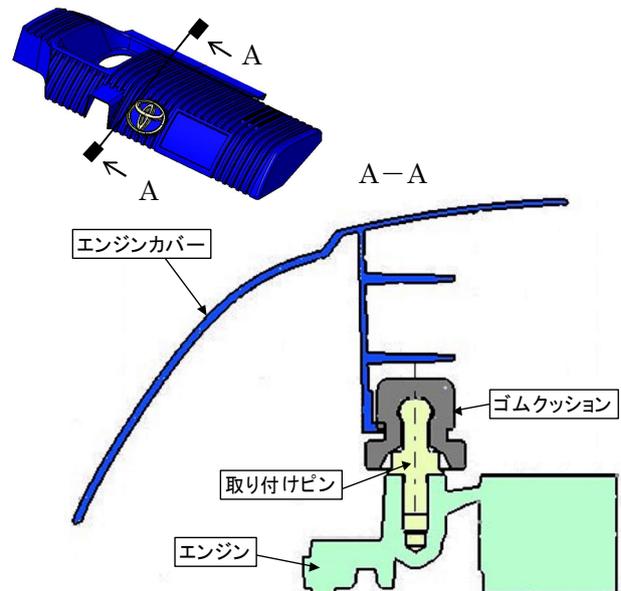


図-1 搭載状態

*1 Masahiro Ogata 機能部品技術部 PCD部品技術室

*2 Masateru Nogami 機能部品技術部 第2機能部品生技室

*3 Yoji Ando 機能部品技術部 材料技術室

3. 製品の特徴

3-1. 仕様

意匠性向上の手段としては、塗装をする方法が一般的であるが、低コスト且つ、環境負荷低減が求められていることから、VOC使用量ゼロのシルバー材料を今回適用した。シルバー材料を使用することの背反として、ウエルドが発生し意匠性を損なう恐れがある。その方策としてウエルドを抑制する材料を添加。図-2に示すように形状を可能な限り流れを阻害しない様にし、レリーフ形状を前後方向のみ、一般面の起伏を無くし、成形の面でもレリーフ方向に流れるようゲートを設定し抑制した。

3-2. 性能

明度が塗装品とほぼ同等（図-3）でVOC使用量がゼロのエンジンカバーを開発することが出来た。（図-4）またウエルドも極力抑制し、車両搭載上では見えないレベルとなり（図-5）低コストで高意匠なエンジンカバーを提供することが出来た。

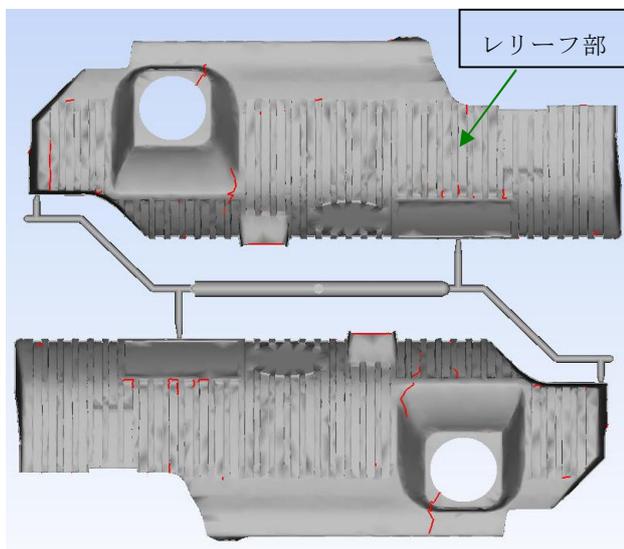


図-2 ゲート仕様によるウエルド位置の解析

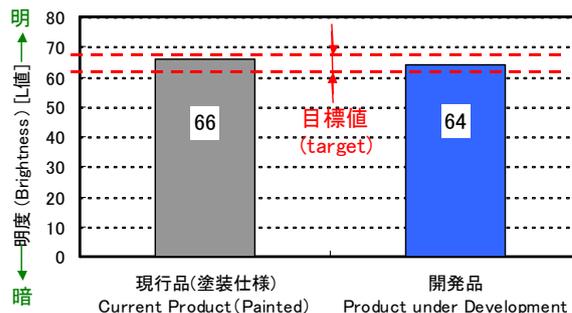


図-3 明度



図-4 材着エンジンカバー



図-5 エンジンルーム外観

4. おわりに

今回紹介したシルバー材着エンジンカバーは、トヨタプリウスで採用され、量産化することが出来た。今後、材着エンジンカバーを他車種にも適用拡大していきたいと考えております。最後に、この製品の開発・量産化に際し、ご支援を頂いたトヨタ自動車株式会社の関係者の方々に厚く感謝の意を表します。

新製品紹介

360° フルカバーエアバッグ

360° Full Covered Airbags

水野喜夫*1

1. はじめに

交通事故の死傷者低減のため、車の安全性能の向上やシートベルト、エアバッグなどの拘束装置の普及が図られている。更なる低減のためには様々な車での種々の事故や乗員全てに対する安全性の向上が必要である。豊田合成においてはエアバッグにより全ての席の乗員に対しあらゆる方向の保護性能向上を目指す“360°フルカバーエアバッグ”をコンセプトに開発に取り組んでおり、様々な車で想定される衝突状況に対応した各種エアバッグの開発を行っている。今回、コンパクト車の車体サイズやレイアウトからくる厳しい衝突性能においても高い乗員保護性を確保する、世界初の後突エアバッグを含む9個のエアバッグからなる360°フルカバーエアバッグを開発し、トヨタ自動車コンパクト車「iQ」で採用された。本稿ではその概要として新規エアバッグと既存エアバッグの高性能化について紹介する。

2. 製品の概要

今回開発したエアバッグの構成を図-1に示す。車両の前面、側面、後面のあらゆる方向の衝突に対応する7種類合計9個のエアバッグで構成され、特に、コンパクト車の乗員保護性能を向上させるため、全ての方向で新規開発品を含むエアバッグの高性能化が図られている。

エアバッグの構成

<前面衝突用>

- ①運転席エアバッグ
- ②運転席ニーエアバッグ【高性能化】
- ③助手席エアバッグ【高性能化】
- ④助手席シートクッションエアバッグ【新規】

<側面衝突用>

- ⑤運転席/助手席サイドエアバッグ【高性能化】
- ⑥前後席カーテンエアバッグ（左右）

<後面衝突用>

- ⑦後突エアバッグ【新規】世界初



図-1 360°フルカバーエアバッグ

*1 Yoshio Mizuno セーフティシステム事業部 第2技術部 第23技術室

各エアバッグの開発ポイントとして、衝突時の高い衝撃力への対応（②，③，④，⑦のエアバッグ）と限られた空間での乗員保護への対応（⑤，⑦のエアバッグ）が必要である。

3. 新規開発エアバッグ

3-1. 後突エアバッグ

後席乗員の着座位置と車両後端が近いパッケージングの車ではリアガラスやボデー及び加害車などと近いレイアウトのため、後方からの衝突速度が高い場合、衝撃力や乗員を突き上げるようなフロア変形などにより、頭部がヘッドレストを外れてリアガラスやボデー及び加害車などと衝突する可能性がある。後突エアバッグはこのような状況において天井後端部から乗員の頭部後方のヘッドレスト周りに展開し、頭部を保護するとともに割れガラスの乗員への飛散なども低減する。

（図-2，3）

*後突エアバッグモジュールについては
豊田合成技報VOL.50, No.2(2008) p59-60に詳しく紹介されているためここでは割愛したい。



図-2 バッグ展開状態



図-3 後突エアバッグによる頭部保護

3-2. 助手席シートクッションエアバッグ

シートクッションエアバッグは前面衝突時にシートクッション内部で膨張し、シート前側の座面を持ち上げ、シートベルトと共に乗員腰部の前方移動を抑制し、胸部の衝撃緩和及び下肢とインパネとの衝突を緩和する。（図-4）今回、コンパクト車の衝突時の高い衝撃力に対応すること及び助手席のインパネ下の足元空間を広くとることから、ニーエアバッグに代わる乗員腰部を拘束するエアバッグとして採用された。開発品の特徴としてバッグは腰を止めるための高い内圧に耐えるよう2重に布を用いている。また、シートへの搭載はクッション部下の底面パネルに広げた状態で搭載する。（図-5，6）効果として従来のニーエアバッグ同等の腰移動防止と胸部傷害の低減が図れた。また、質量はニーエアバッグに比べ、バッグが小さく、ケースなどの構成部品も不要なため、1/3程度とすることができた。

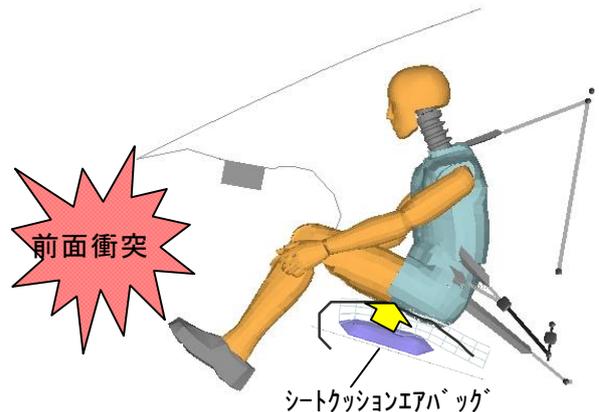


図-4 シートクッションエアバッグ
作動イメージ

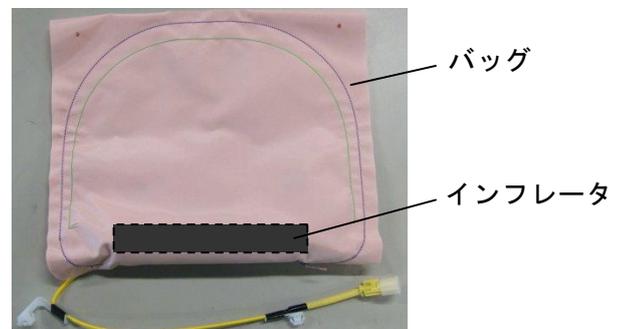


図-5 シートクッションエアバッグ

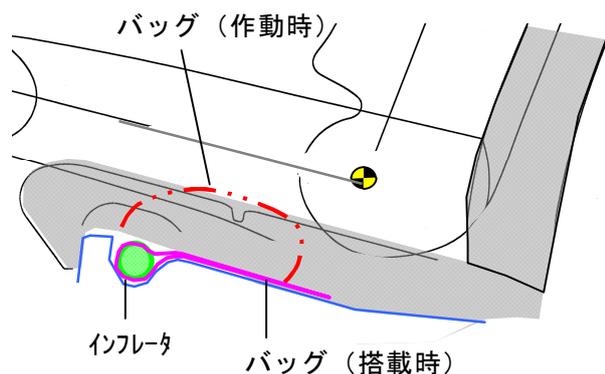


図-6 シートクッションエアバッグ
搭載状態

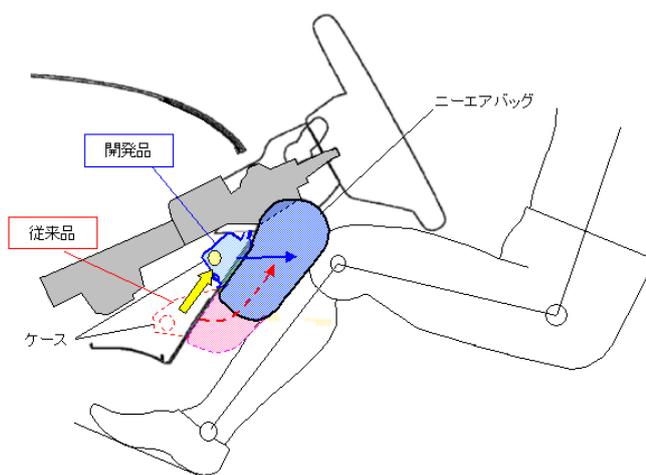


図-7 運転席ニーエアバッグの配置

4. 既存エアバッグの高性能化

4-1. 運転席ニーエアバッグ

乗員の膝を保護するとともに腰部を拘束する運転席ニーエアバッグではモジュールの断面形状を薄型化し、より膝の近くに配置することでバッグ展開の早期化、腰部の拘束性向上を図っている。

(図-7)

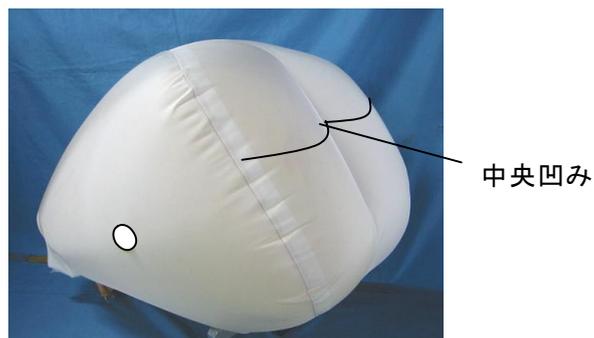


図-8 助手席エアバッグ形状

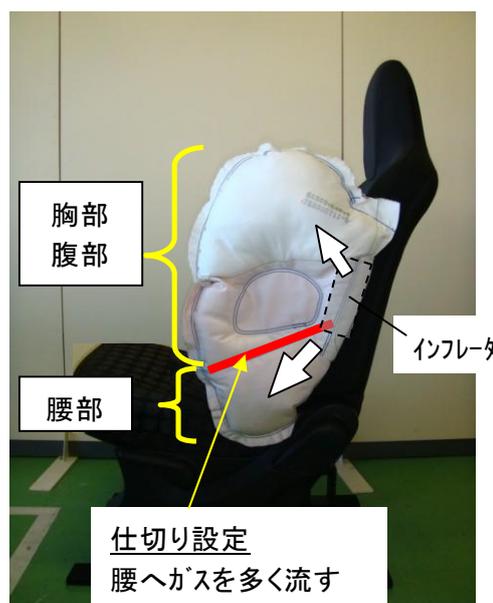


図-9 サイドエアバッグ形状

4-2. 助手席エアバッグ

助手席エアバッグでは上級車に採用されている乗員保護面を中央に凹ませたバッグ形状をこのクラスで初めて採用し、拘束時に乗員を多面で受け止め、乗員への荷重を分散し、傷害の低減を図っている。(図-8)

4-3. 運転席/助手席サイドエアバッグ

乗員とドアの隙間が狭く、側面衝突時に腰部への入力が大きいため、サイドエアバッグは胸から腰部まで保護する形状とし、さらに胸部と腰部の間に仕切りを設け、腰部へガスを多く流すことにより、腰部へのバッグの展開早期化と腰部のエネルギー吸収を高めている。(図-9)

5. 効果

360° フルカバーエアバッグの効果として前面衝突、側面衝突試験では欧州のNCAP（衝突安全アセスメント）で高い保護性能を発揮し、「iQ」の最高評価☆5獲得に貢献することができた。また、後面衝突試験では車対車の実車試験において後席の衝突用ダミー頭部がボデーなどとの直接コンタクトを防ぐことが確認できた。

6. おわりに

360° フルカバーエアバッグはエアバッグによる乗員保護のありたい姿を具現化したものであり、衝突被害の軽減に大きく寄与するものとして期待されている。最後に、この製品の開発・量産化に際し、御指導、御協力いただきましたトヨタ自動車株式会社の関係各部署の方々に厚く謝意を表します。

新製品紹介

ノートPC向け白色サイドビュー

White Side View LED for Laptop

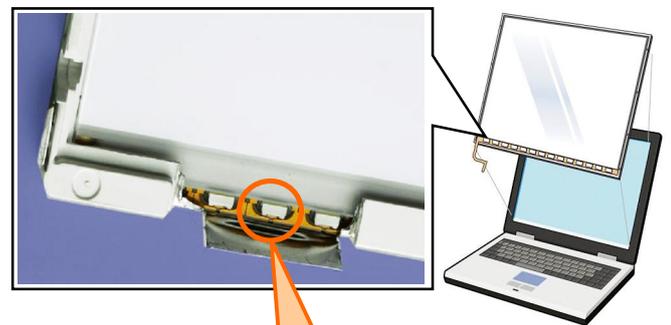
木村 暁子 *1

1. はじめに

LED (Light Emitting Diode) は電気エネルギーを光に変換する半導体部品である。

白色サイドビューLED (以下、白色サイドビューと略す) は、携帯電話、PDA (携帯情報端末) など小型液晶ディスプレイに使用されてきた。2007年に寿命が1万時間を達成し、ノートPCへの採用が加速された。ノートPCの薄型軽量化、省電力化の実現に白色サイドビューは欠かせないものとなった。

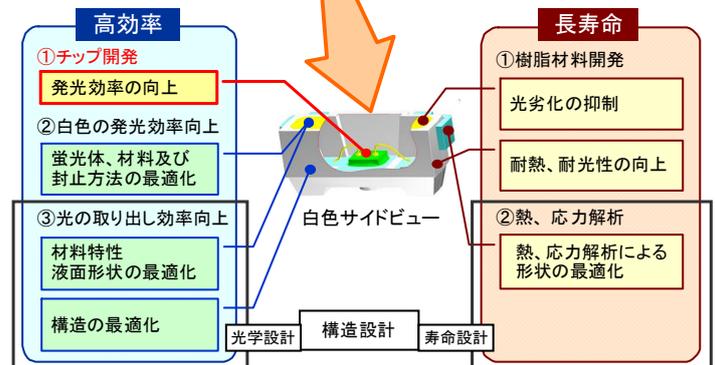
大幅に低減させ、ノートPCの連続駆動時間を従来の1.6倍に延長することに寄与した。



2. 製品概要

ノートPCの重要特性である画質 (明るさ、色)、重量、薄さ、消費電力は白色サイドビューの性能によるところが大きい (図-1)。

今回、従来品に対し高効率、長寿命化を図ることにより、ノートPC性能を大幅に向上させることに成功した白色サイドビューを紹介する。



3. 製品の特徴 (設計コンセプト)

3-1. 高効率

白色サイドビューに要求される重要な性能の一つが発光効率である。

本製品においては品質工学、SQC手法と光線追跡シミュレーションを融合した効率最適化設計にて、従来比10%以上の高効率構造を実現した (図-2)。

また、従来品より駆動電圧を約10%低減することにより、ディスプレイの消費電力を

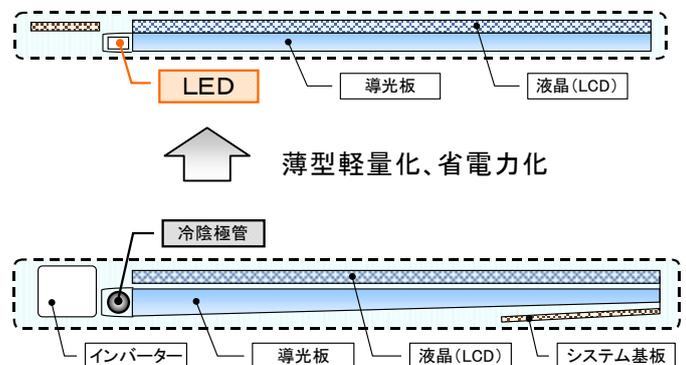


図-1 製品概要、特徴

*1 Akiko Kimura オプトE事業部 第2技術部 A1技術室

3-2. 長寿命

白色サイドビューに要求されるもう一つの大きな要素が寿命である。

熱シミュレーションと寿命試験データを活用した長寿命設計により約4000時間延長させた(図-3)。

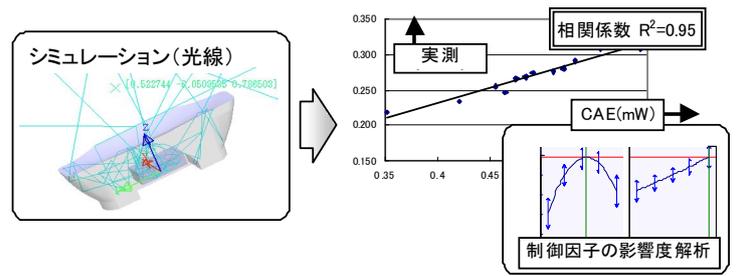


図-2 光学設計

4. カラーマネージメント

ノートPC向けと小型液晶向け白色サイドビュー仕様の大きな違いのひとつにカラーマネージメントがあげられる。

4-1. 色の均一性

ノートPCは画面を凝視して使うシステムであるため、色のばらつきに対する要求品質が高い。

小型液晶では1パネルあたりの白色サイドビュー員数が1~6 pcs.であったのに対し、ノートPCでは30~80 pcs.と多数の白色サイドビューが狭ピッチで実装される。

色の均一性を高めるため、色度の管理値を1/1000から1/10000へ変更し、製造条件管理も厳格に実施している。

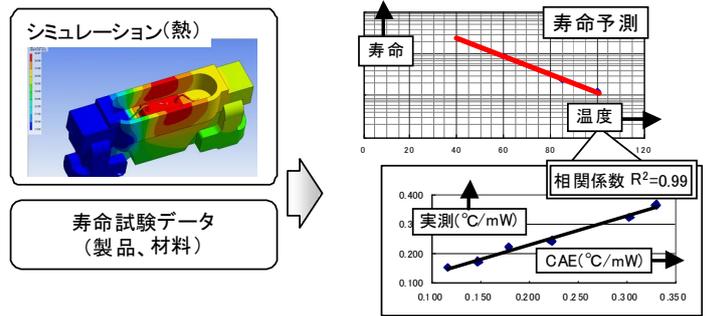


図-3 放熱設計

4-2. 色再現性(発光スペクトル)

ノートPCの液晶ディスプレイは光源、導光板、液晶などで構成される。液晶は光の3原色(赤・緑・青)を選択透過することで、フルカラー表示する装置である。

白色サイドビューの発光スペクトルは青色LEDチップから出射される450nm付近のスペクトルと、黄色蛍光体の560nmのスペクトルで構成される。この2種類のスペクトルを1nm刻みでコントロールすることにより、液晶の選択透過システムとの最適化を図り、ノートPC業界でトップレベルの高再現性を実現した。

表-1 ディスプレイ性能

項目	開発品(LED)	競合品(冷陰極管)
液晶ディスプレイ厚さ	67 (≦5mm)	100 (6~9mm)
液晶ディスプレイ重量	83 (460g)	100 (500~615g)
光源消費電力(効率)	71 (2.5~4W)	100 (4~5W)
光源コスト(回路含む)	200 ~ 100 高輝度 汎用	100

5. おわりに

今回紹介した白色サイドビュー製品はノートPC向けに量産中である。LED業界は年率10%以上の性能アップが継続的に要求される為、今後も継続的に開発を進めていく必要がある。

最後に本製品の開発、量産化に際しご指導、ご協力をいただいた関係者の方々に厚く謝意を表します。

≡≡≡ 新製品紹介 ≡≡≡

’10モデル除加湿清浄機

’10 Model Air Purifier With Dehumidification And Humidifying Function

山口 秀明 *1

1. はじめに

家電製品市場において、空気清浄機は既にメジャーな存在であり一家に1台の時代になっている。今年インフルエンザの流行もあり特に注目されている市場である。現在空気清浄機は、基本性能である脱臭・集塵機能に加え加湿機能を搭載している機種が主流になってきている。7年来受注を頂いているダイキン工業からも従来の空気清浄機に加え加湿機能搭載型、さらに一昨年前より業界に先立って発売された除湿・加湿機能を搭載した除加湿清浄機がラインナップに加えられている。今回は昨年より受注を頂いている除湿・加湿機能を搭載した除加湿清浄機「クリアフォース」を紹介する。

(写真-1)



加湿空気清浄機



空気清浄 (TG生産品)



除加湿清浄機 (TG生産品)

写真-1 ’10モデル ダイキン・ラインナップ

*1 Hideaki Yamaguchi 特機事業部 技術部 技術室

3. 意匠性向上

3-1. 中央湿度表示部 (図-1)

製品意匠の正面である前面パネルの中央部に配置されている湿度表示モニター。本部品はハーフミラー調になっている部分で現在湿度の目安をLEDで表示する機能とダイキン工業の製品の特徴である「フラッシュストリーマ」のマークを有してまさに商品の「顔」である。

上述の機能とデザイン性を確保するため、フィルムインサート成形による樹脂パーツとハーフミラー性を有した銘板の2部品構成を採用することで実現した。

3-2. ニオイ/ホコリ表示部 (図-2)

本部品は、前面パネルの両サイドに配置され、室内のホコリ・ニオイの状態をLED光の色で表現する。

製品の高級感を持たせ、かつLEDの光を直接透過させるのではなく「ぼんやり」とした光らせかたを実現させる為、透明層と乳白層の2層を有する部品として2色成形を採用し実現させた。

3-3. 塗装レス意匠

従来機にも採用していた前板の塗装レスを今回も採用し、製品全体として塗装レス化を継続している。部品のリードタイム短縮、リサイクル性向上、コスト低減を実現させている大きな要因として評価されているひとつである。

4. 品質向上

昨年度モデルで経験した組立難さ、組立品質のばらつき等を徹底的に抽出、解析を実施した。マイナーチェンジによる旧モデルとの互換性を持たせながら製品形状の見直しをすることで組立性改善、品質改善を実施し安定した製品を提供することを実現した。

5. おわりに

室内の空気改質のニーズは年々高まっており、特に今年度はインフルエンザの流行でより注目を集めている商品である。その最上位機種である「クリアフォース」の開発に継続して携われたことに喜びを感じ、その経験を最大限に生かしより良い製品づくりに今後も努力したい。最後に本製品の量産化にあたり多大なるご指導を頂いたダイキン工業株式会社及び、成形加工・組立部門の方々に深く感謝いたします。

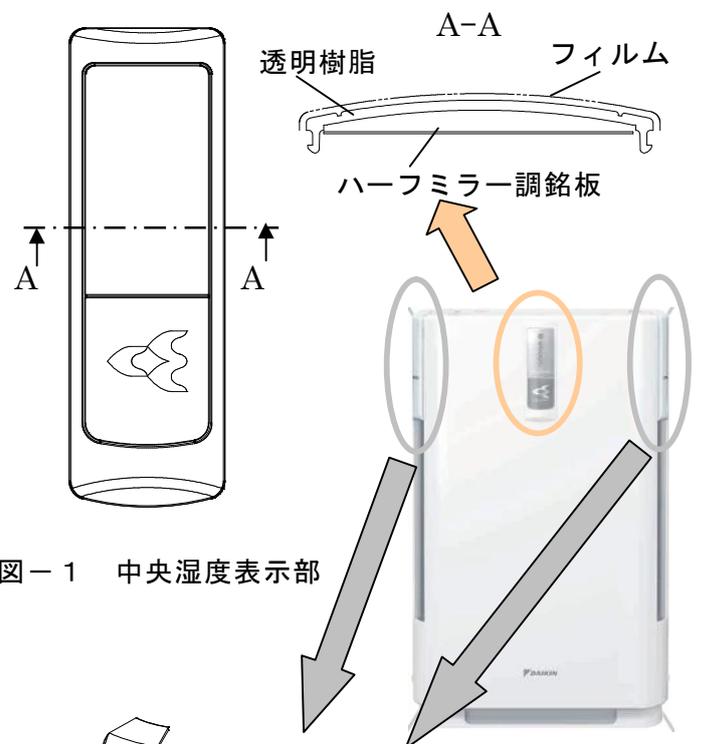


図-1 中央湿度表示部

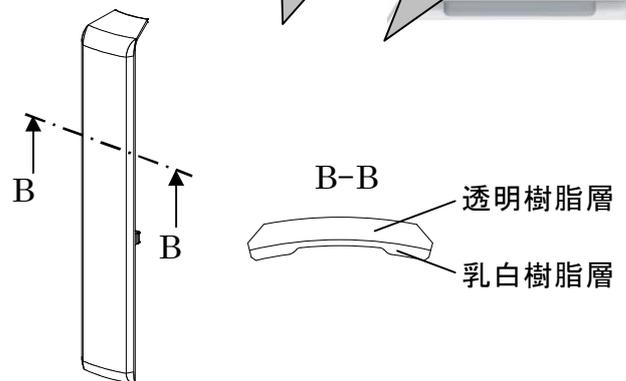


図-2 ニオイ/ホコリ表示部

≡≡≡ 特許紹介 ≡≡≡

蓋体の開閉機構

特許 4258175

発明者 近藤浩史，小倉光雄

[発明の属する技術分野]

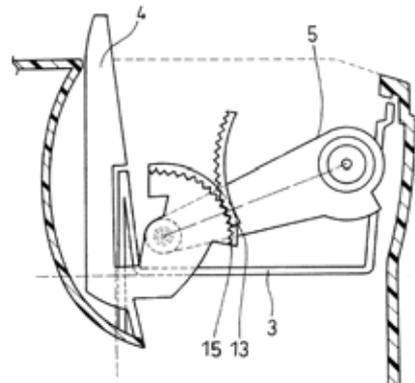
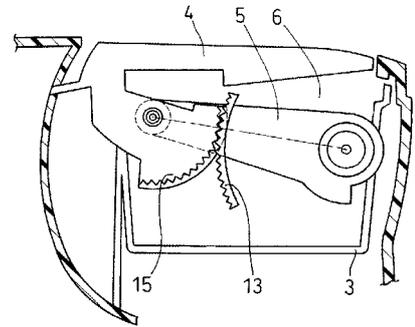
本発明は，開口が蓋体により開閉される機構に関する．

[発明の概要]

本体 3 の開口 6 を開閉する蓋体 4 は，一端が本体 3 に枢支された連結部 5 の他端に枢支されるとともに，本体 3 の側面に固定されたラック 13 と係合するピニオン 15 を有し，これにより蓋体 4 と連結部 5 を同期させて揺動させることを特徴とする．

[発明の効果]

蓋体 4 の揺動軌跡を小さく，滑らかにできるとともに，部品点数を削減することができる．



ウエザーストリップ

特許 4029603

発明者 野崎政博，久保嘉久，井上知則

[発明の属する技術分野]

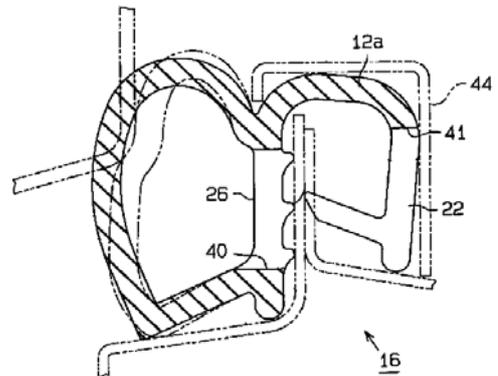
本発明は，車両等のドア開口部の周縁に装着されるウエザーストリップに関する．

[発明の概要]

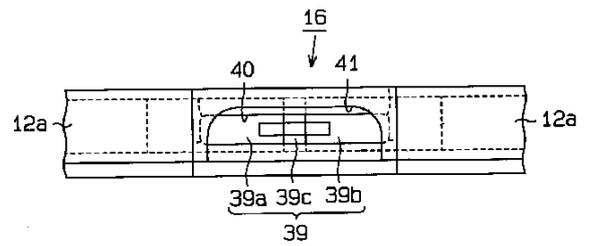
型成形の接続部 16 におけるトリム部 12a の一方の側壁部 26 に中空シール部からコア金型 39 を抜き取る開口 40 を形成し，他方の側壁部 22 には開口 40 に対向する切欠き部 41 を形成し，カバー 44 を装着することでトリム部 12a を覆うことを特徴とする．

[発明の効果]

- 1) コア抜き取りの開口に起因するシール性能の低下を抑制するとともに，装着状態における見栄えを良好に保つことができる．
- 2) コア抜き取り作業性を大幅に向上することができる．



接続部断面図



接続部平面図

樹脂タンク用パイプ継手

特許 3922542

発明者 安藤正浩, 小林義孝, 青木智英

[発明の属する技術分野]

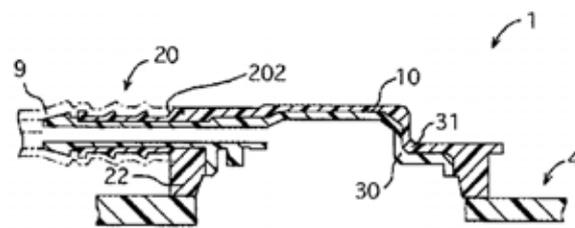
本発明は、樹脂タンクと他の部材とを連結する樹脂タンク用パイプ継手に関する。

[発明の概要]

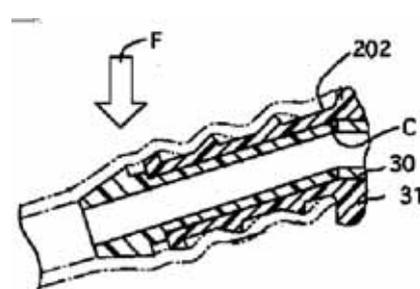
樹脂タンク 4 に溶着部 22 を介して溶着されるパイプ継手 1 は、耐燃料性樹脂 (PA 又は EVOH) からなる内周層 30 と、比重 0.94 以下の変性ポリエチレンからなる外周層 31 と、を含んで形成される管壁 10 を有する。ホース 9 に圧入されるニップル部 20 に衝撃力集中段差部 202 を形成するとともに、その部分における外周層 31 の肉厚を 0.5mm 以上としたことを特徴とする。

[発明の効果]

衝撃 (F) が加わって内周層が破断 (C) しても、衝撃力集中部 202 の外周層 31 は伸長するだけであり破断しない。このため、耐衝撃性が高い樹脂タンク用パイプ継手を提供することができる。



断面図



拡大断面図

吸気ダクト及びその製造方法

特許 3835117

発明者 木野等, 小笠原豊, 伊藤伸二

[発明の属する技術分野]

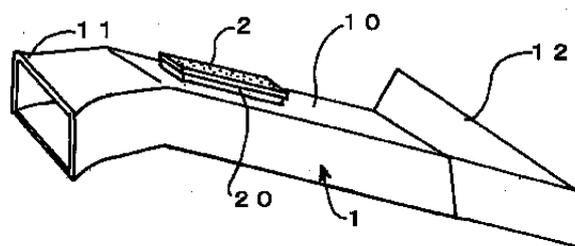
本発明は、エンジンへ空気を供給する通路としての吸気ダクトに関する。

[発明の概要]

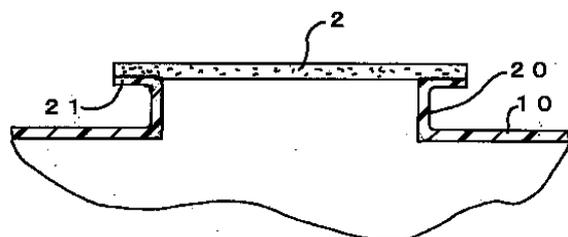
吸気ダクト 1 は入口端部 11 と出口端部 12 を有する樹脂製の筒部 10 の一部の管壁から外方へ突出して筒部 10 の内外を連通する小筒部 20 からなるダクト本体 1 と、小筒部 20 の開口を覆う多孔質部材 2 からなる。小筒部 20 の先端に形成したフランジ部 21 と筒部 10 の間に受け治具 (図示しない) を挿入して、多孔質部材 2 の周縁をフランジ部 21 に熱溶着したことを特徴とする。

[発明の効果]

- 1) 吸気圧損の増大を抑制しつつ吸気騒音を低減することができる。
- 2) 少ない工数で容易に製造でき、かつ高い溶着強度で不織布などの多孔質部材を溶着することができる。
- 3) 不織布などの使用量が削減できる。



斜視図



要部断面図

エアバッグ装置

特許 3915533

発明者 山本直，飯田仁，横山博久，山田正

[発明の属する技術分野]

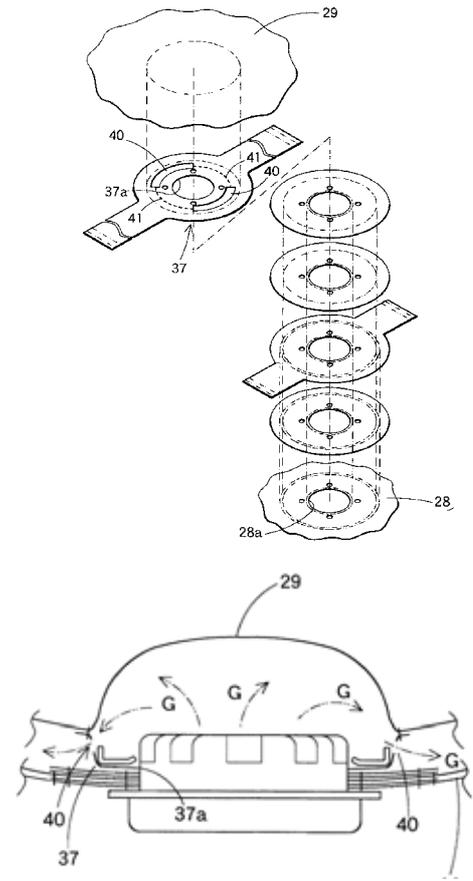
本発明は，折り畳まれて収納され，展開膨張するエアバッグ装置に関する．

[発明の概要]

エアバッグ内部に，開口37a周縁が車体側布28のガス流入口28a周縁に結合され，更にその周囲が乗員側布29に結合された整流布29を設け，両結合間の整流布29にガス流出口40と破断予定部41を配設したことを特徴とする．

[発明の効果]

エアバッグの膨張初期においては，整流布29によりガスGの流れが規制され，ガス流れ方向に素早く膨張する．その後，破断予定部41が破断し，ガスGの流れ規制が解除されるので，エアバッグは早期に完全膨張に達することができる．



GaN系化合物半導体発光素子及びその製造方法

特許 3309745

発明者 上村俊也，柴田直樹，野杵静代，村上正紀，小出康夫

[発明の属する技術分野]

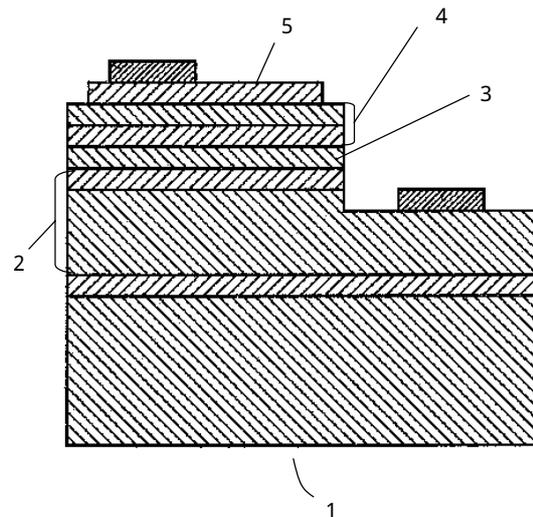
本発明は， GaN系化合物半導体発光素子に対するp型層上の透光性かつオーミック特性に優れた電極材料及びその電極の形成方法に関する．

[発明の概要]

GaN系化合物半導体層（ 2：n型層， 3：発光層， 4：p型層）を有する発光素子1におけるp型層4の電極5として，コバルト(Co)合金から成り，透光性並びにオーミック特性を有する金属層を有することを特徴とする．

[発明の効果]

- 1) コバルト(Co)は仕事関数大きい元素であるので，良好なオーミック特性が得られる．
- 2) コバルト(Co)を含む電極を構成する元素が酸化しにくいので，電極の酸化による発光パターンの経時変化が防止でき，安定した発光パターンと駆動電圧を維持することができる．



社外発表文献一覧表

List of Published Papers

(2008年11月～2009年10月発表分)

*印：社外共同発表者

表 題	発表者	発 表 先
Effects of LED Lighting Characteristics on Visual Performance for Middle-aged to Elderly Workers	M.Yamagishi* K.Yamaba* C.Kubo K.Nokura M.Nagata*	産業保健人間工学会第13回大会
m-Plane GaN Films Grown on Patterned a-Plane Sapphire Substrates with 3-inch Diameter	K.Okuno Y.Saito N.Nakada S.Boyama S.Nitta Y.Ushida N.Shibata	Applied Physics Express 2 (2009) 031002
m-Plane GaInN Light Emitting Diodes Grown on Patterned a-Plane Sapphire Substrates	Y.Saito K.Okuno S.Boyama N.Nakada S.Nitta Y.Ushida N.Shibata	Applied Physics Express 2 (2009) 041001
3次元 SP 値による膨潤極値解析技術	寺田 洋平 丹菊 浩一	日本ゴム協会 2009年年度大会予稿集 (2009.05.21)
運転時における覚醒状態維持システムの提案	高橋 一成* 横山 清子* 野倉 邦裕	日本人間工学会第50回研究大会 (2009.06.10)
ファースト側突における後席乗員保護	J.Hoffmann K.Hayakawa T.Hukuyama	21 st International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (2009.06.15～18)
ゴム金型技術の課題と要点	上嶋 桂二	日本ゴム協会 (協会誌 2009.07号)
大口径サファイア基板上の非極性面 GaInN LED	斎藤 義樹	学術振興会162委員会 第65回研究会 (2009.10.02)

社外受賞テーマ紹介

Introduction of an Outside Prize Winner

(2008年10月～2009年11月 受賞分)

*印：社外共同受賞者

受賞名	受賞者・受賞部署	受賞テーマ名
第8回 GSC賞 (グリーン・サステイナブル ケミストリー賞)	材料技術部 第1技術室 福田 政仁 FTS 出向 田中 靖昭 材料管理室 沖田 智昭 松下 光正* 鈴木 康之*	架橋ゴムの高品位マテリアル リサイクル技術の開発
トヨタ自動車(株) プロジェクト表彰	内外装部品事業部	LEXUS RX 高意匠薄型レジス ターの開発
トヨタ自動車(株) プロジェクト表彰	セーフティシステム事業部	iQ フルカバーエアバッグの開 発
関東自動車工業(株) 技術開発部門：「優秀賞」	セーフティシステム事業部	MAJESTA 後席センターエア バッグの開発

(部署名は受賞時所属)

編集後記

昨年のリーマンショック(2008/9/15)、トヨタショック(2008/11/6)と『百年に一度』といわれる経済危機に直面し、各企業は経営体質の改善・強化に取り組んでいます。

さらに、本年に入り政権は自民党から民主党へ移行し、その鳩山代表は「1990年と比較し温室効果ガスを25%削減する」と発表し、経済界に大きなショックをもたらしました。温室効果ガスを25%削減した場合の2020年までに1世帯当りの国民負担が年間13万~76.5万円増すと試算もあります。

今回の大きな環境の変化に対し、私たち部品メーカーは燃費向上に向けた製品開発、具体的には製品・部品の軽量化、また省エネ化に取り組まねばなりません。今回、省エネについて総説「LED固体照明の普及に関して」「LEDダウンライト」でLEDの将来性についてご紹介しています。

なお、本技報を幅広く読者の方々に認知していただき、スピーディ・オンタイムにご案内するため、豊田合成ホームページにて公開してましたので、今回より冊子の発行を取り止めることをご連絡いたします。

豊田合成技報編集委員会 編集委員長 竹内勝政 (技術管理部) 編集委員 牛田洋子 (生産技術開発センター) 中村正 (研究開発センター) 松浦元司 (材料技術部) 岡峰正直 (施設環境部) 佐藤高宏 (内外装部品事業部) 岡田雅康 (ホテイルリング事業部) 波多野克也 (機能部品事業部) 丹羽実 (セーフティシステム事業部) 伊藤均 (オプトE事業部) 山口秀明 (特機事業部) 藤本徹 (金型機械事業部)	豊田合成技報 第51巻 (禁無断転載) 2009年12月21日発行 発行所 豊田合成株式会社 発行人 古谷 宗雄 ©2009 豊田合成(株) All Rights Reserved.
---	---



本社	〒452-8564 愛知県清須市春日長畑1番地	Tel (052) 400-1055
北島技術センター	〒492-8540 愛知県稲沢市北島町西の町30番地	Tel (0587) 34-3302
美和技術センター	〒490-1207 愛知県海部郡美和町大字二ツ寺字東高須賀1番地1	Tel (052) 449-5612
春日工場	〒452-8564 愛知県清須市春日長畑1番地	Tel (052) 400-5141
稲沢工場	〒492-8542 愛知県稲沢市北島町米屋境1番地	Tel (0587) 36-1111
森町工場	〒437-0213 静岡県周智郡森町睦実1310番地の128	Tel (0538) 85-2165
西溝口工場	〒492-8452 愛知県稲沢市西溝口町第二沼1番地の1	Tel (0587) 36-5761
尾西工場	〒494-8502 愛知県一宮市明地字東下城40番地	Tel (0586) 69-1811
平和町工場	〒490-1312 愛知県稲沢市平和町下三宅折口710	Tel (0567) 46-2222
岩手工場	〒029-4503 岩手県胆沢郡金ヶ崎町西根森山1番地1 サテライトショップ	Tel (0197) 41-0661
北九州工場	〒805-0058 福岡県北九州市八幡東区前田北洞岡1-2	Tel (093) 663-1820
岩手水沢工場	〒023-0841 岩手県奥州市水沢区真城字北野1番地	Tel (0197) 28-1260
神奈川工場	〒259-1146 神奈川県伊勢原市鈴川19番地5	Tel (0463) 91-0670
瀬戸工場	〒489-0843 愛知県瀬戸市惣作町141番地	Tel (0561) 97-3602
佐賀工場	〒843-0151 佐賀県武雄市若木町大字川古9966番地9	Tel (0954) 26-2678
福岡工場	〒823-0017 福岡県宮若市倉久2223番地1	Tel (0949) 34-7167