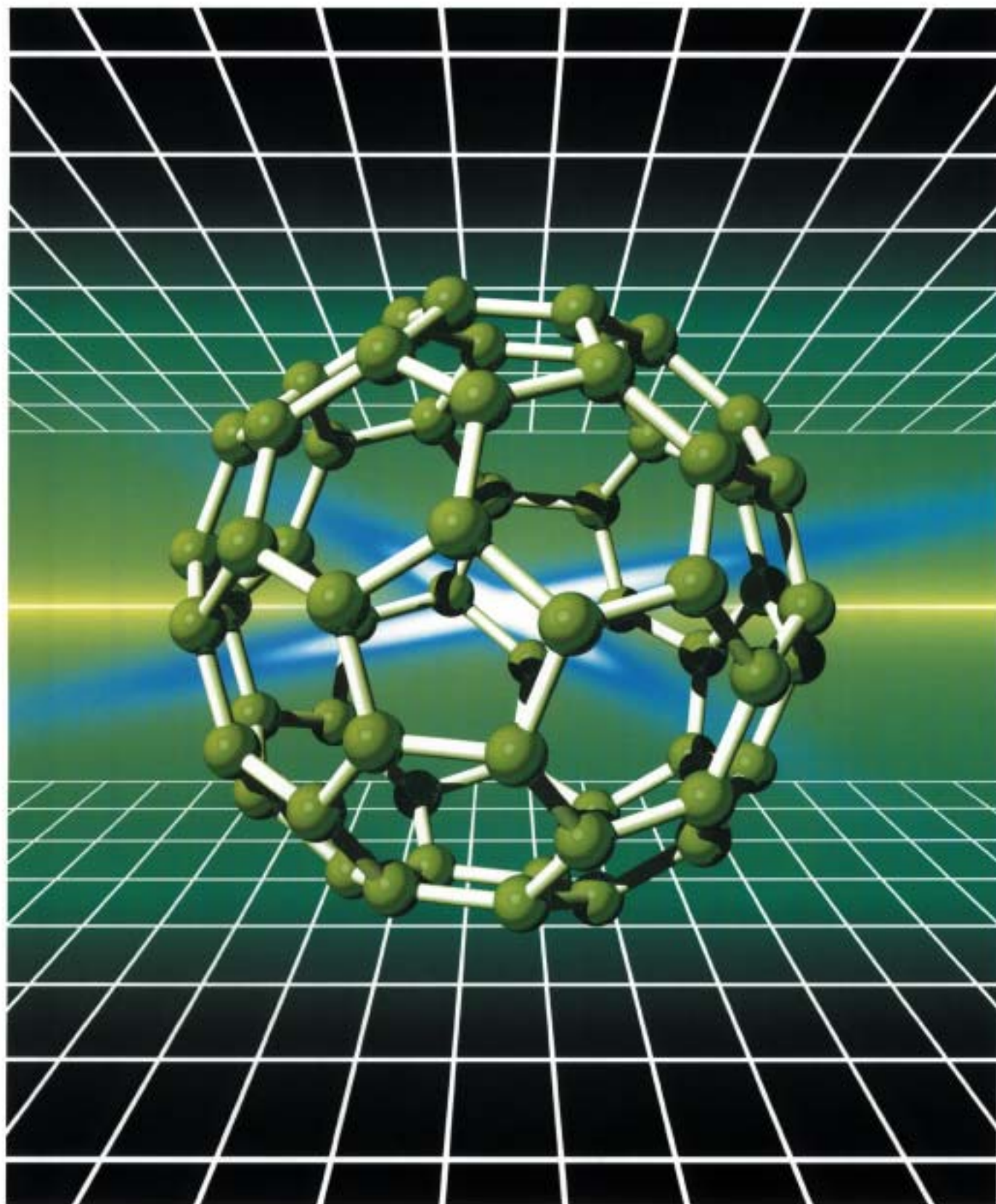


# 豊田合成技報

 TOYODA GOSEI TECHNICAL REVIEW

VOL.44 NO.2 2002



総説	品質問題の未然防止手法・GD <sup>3</sup> .....	吉村 達彦.....	46
報告	ブレーキホース取回しシミュレーション精度の改良 ..	小野 実具..... 青野 幸夫 岩田 貴吉	50
	LED 光脱臭空気清浄機の開発.....	高橋 俊雄..... 向川 隆夫 酒井 和宏	54
	ハロゲン系気相成長法による GaN 基盤作製.....	永井 誠二..... 小島 彰 山崎 史郎 小池 正好 富田 一義 加地 徹	59
資料	圧縮天然ガス自動車 .....	西村 保宏.....	64
	オールコンポジット製燃料タンクの開発		
新技術紹介	高耐湿本空クリヤー塗料 .....	服部 弘樹..... 荻巣 康彦	68
新製品紹介	新世代エアバッグハンドル .....	久野 広明.....	70
	ミニバン向けカーテンエアバッグ .....	山本 貴史..... 小川 裕之	72
	高効率ダクトクォータベント .....	寺本 泰庸..... 大宮 好雅	74
	バンダー曲げ TPO/PP インナウェザーストリップ.....	伊藤 彰..... 清水 剛	76
	社外発表文献一覧表.....		78

---

# TOYODA GOSEI TECHNICAL REVIEW VOL.44 NO.2 2002

---

## CONTENTS

### Technical Review

- The Prevention, MIZENBOUSHI,  
Method for Quality Problems.GD<sup>3</sup> ..... Tatsuhiko Yoshimura .. 46

### Technical Reports

- Accuracy Improvement of Brake Hose Routing Simulation ..... Mitsugu Ono ..... 50  
Yukio Aono  
Takayoshi Iwata
- Development of LED Photo-Deodorizing Air Purifier ..... Toshio Takahashi ..... 54  
Takao Mukogawa  
Kazuhiro Sakai
- Self-separation of Freestanding GaN from Sapphire Substrates  
by Hydride Vapor Phase Epitaxy..... Seiji Nagai..... 59  
Akira Kojima  
Shiro Yamasaki  
Masayoshi Koike  
Kazuyoshi Tomita  
Tetsu Kachi

### Technical Note

- Development of All Composite Fuel Tank  
for Compressed Natural Gas Vehicle ..... Yasuhiro Nishimura ... 64

### New Technologies

- High Humidity Resistance Clear Paint for Real Wood Panel ..... Hiroki Hattori ..... 68  
Yasuhiko Ogisu

### New Products

- New Generation Driver Side Airbag Module  
and Steering Wheel ..... Hiroaki Kuno ..... 70
- Curtain Airbag for Mini-Ban ..... Takashi Yamamoto ..... 72  
Hiroschi Ogawa
- High Efficient Duct Quarter Ventilation ..... Yasunobu Teramoto ... 74  
Yoshimasa Omiya
- Bent TPO/PP Inner Weather Strip ..... Akira Itou ..... 76  
Tsuyoshi Simizu

- List of Published Papers ..... 78

# ≡ ≡ ≡ 総 説 ≡ ≡ ≡

## 品質問題の未然防止手法・GD<sup>3</sup>

The Prevention, MIZENBOUSHI, Method for Quality Problems. GD<sup>3</sup>

吉村 達彦\*

### 1. はじめに

日本の製造業のシステムが、その製品の品質の高さから、先進諸国の注目を集めてから、10年がすぎ、真摯にそれに学んだ欧米諸国の製品の品質が向上し、日本のシステムも色あせてしまい、日本の製造業は品質の将来に自信を失った感がある。しかし、お客様の客観的評価では今でも日本製品の品質に対する評価は高く、品質においては日本が生きていく道は無いことも事実である。

本報告では日本のシステムの背景にある、マネジメントの手法の違いに目を向け、その基本的な手法をマネジメントの構図として表し、それに沿った品質問題の未然防止手法を提案する。最近、製造業における品質問題の未然防止手法は、他分野、例えば医療の分野での安全問題の未然防止にも応用可能であることが注目されている。筆者は病院の安全管理体制の構築をアドバイスする中で「看護職、技術職等の比較的定型化され、標準化が進んでいる職種では、製造業の製造現場の品質マネジメント手法が応用できるが、医療職ではむしろ製造業の開発のプロセスとの共通点が多い」ことを見出した。

一般に、製造に関するマネジメントシステムは研究され、改良され、一つのシステムとして完成しているが、開発に関するマネジメントシステムは各企業の外にできることは少なく、研究されたことが少ない。そこで、本報告では、製造業の開発のプロセスで、品質問題を未然に防止する手法を考える。これは、医療職等の完全な標準化が難しい分野の安全確保手法にも応用できると考えている。

### 2. 日本のマネジメントシステムの特徴

野中は「知識創造企業」<sup>(1)</sup>の中で、日本企業のマネジメントシステムを暗黙知と形式知の変換過程として解析している。筆者はそれを図1のような構図で表してみたい。

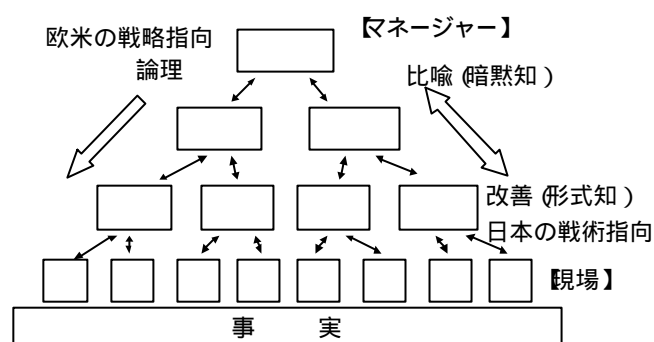


図1 マネジメントスタイルの比較

図は企業のマネジメント組織を表している。一番下の長方形は現場が扱っている機械、システムの状況あるいは現場の人間の間で起きている事実である。

マネジメントとはトップのマネージャーの意志が、現場の問題解決にどのように反映されるかというプロセスである。日本では現場での個々のメンバーの判断（戦術・形式知）をもとに改善が進められ、マネージャーはバラバラになりがちなそのベクトルを一つの方向に向けるために比喩（暗黙知）を用いる。つまり、暗黙知は現場に降りていき戦術の方向を修正させながら、形式知（戦術）を生み出す。また、一方では現場の戦術（形式知）の方向を見据えながらトップは暗黙知の表現を修正する。このプロセスが日本的なマネジメ

\* Tatsuhiko Yoshimura 九州大学 工学研究院 機械科学部門 教授 工学博士

ントシステムといえるであろう。

一方、欧米のマネジメントシステムはトップは明確な論理的システムを提示し、現場はその論理通りに行動する。しかし、マネージャーの論理が確実に現場まで正しく届くことは保証されないので、マニュアルを使う。これが、欧米のシステムの基本である。従って、欧米のシステムは明確に論理化出来るし、記述できる。

一方、日本のシステムは論理的に表現するのが難しく、記述しにくい、これが、日本のシステムをわかりにくくしているように思う。一方、このわかりにくさが高品質と関連がありそうだという期待もある。ここに目を向けて、あらたな、未然防止マネジメント手法を構築しようとするのが、本報告の目的である。

### 3. 品質問題の現状

最近の品質問題を見るとある一つの現因があって、結果の予測の精度が悪くて問題が起きたというよりはいくつかの原因が複合して起きており、それに気がつかなかったために問題が起きたというものが多い。つまり、一つの技術の予測精度を高めるといふより、問題に気付く能力（創造性）を上げることが、品質問題の未然防止に役立つことを示しているように思う。

デカルト以来の分析的、解析的科学に支えられた欧米のシステムと視点を異にする学問のシステムが品質問題の未然防止システム（安全問題の未然防止システム）には必要になりそうである。日本のマネジメントシステムはこのような人間の能力（問題発見の創造性）をいかに生かすかというところで、欧米の論理的システムとは基本を異にする手法を取ってきたことが、現在の高品質システムを作り上げてきたベースになったと思う。

例えば、トヨタ生産方式にそれを見てみたい。トヨタ生産方式は「ジャストインタイム」と「自動化」という2つのスローガン（比喻）があるだけで、それをベースにした論理はない。このスローガンをもとに現場で改善を進める手法（戦術）を工夫、改良してきたのである。従って、生産方式そのものより、それを支えていく人々の育成・教育が大切であるという、人を生かす日本式のマネジメントシステムを作り上げてきたのである。

トヨタ生産方式では「ジャストインタイム」つまり必要なときに、必要なだけ供給される（在庫ゼロ）というスローガンで、問題点を見えるよう

にしている。在庫がたまったり、供給が切れたりすると、誰の目にも明確にわかる、しかも、在庫がたまったり、供給が切れたりしても、それがそのままお客様の問題になるわけではない。しかし、そこにはお客様に迷惑をかける問題の芽があるのである。そのような問題の芽を徹底的につぶすことにより高品質を達成してきたのである。

一方、「自動化」はそのように見えるようにした問題の芽から、対策すべき問題を見つける手法である。つまり、問題を自動的に選別するのではなく、人間の知恵を持った目で見つける、これが、にんべんのついた自動化の意味である。

人間の知恵を持った目で見つけるとは、とりもなおさず人間の創造性を生かすということである。ここが、欧米の、自動的にコントロールするのが良いとする考え方とは基本的に異なる点である。

結局、日本的なマネジメントの基本は、いかに「問題の芽を見えるようにして」「見つけるか」ということを基本にして、現場の能力を生かしてきたシステムなのである。筆者はこれをベースに日本的マネジメントの構図を図2のように構築した。

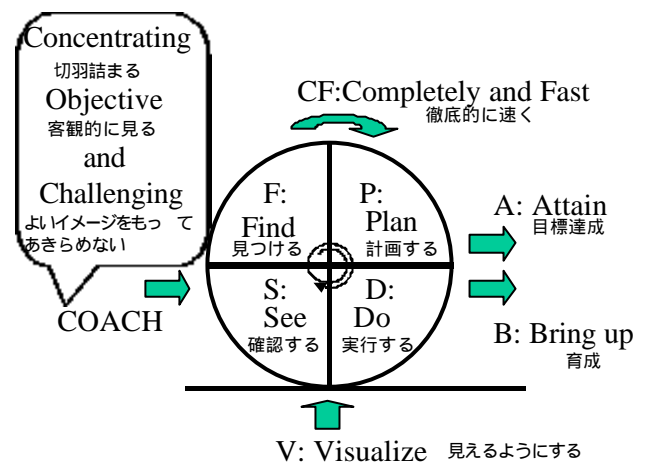


図2 マネジメントの構図

### 4. 創造性を発揮させるCOACH

「問題点を見つけるのは創造性を発揮させることだ」といったが、創造性を発揮するにはどうしたら良いであろうか。筆者は創造性を発揮するための条件をCOACHという言葉で表した。すなわち

Concentrating: 集中する、切羽詰まる

Objective: 客観的に見る

and

Challenging: 良いイメージをもって諦めない

の頭文字を取ってCOACHとした。切羽詰まること

と客観的に見ることはまったく反対の状態であるが、この矛盾する状態を両立させること、そして、それを何度も繰り返せるように、良いイメージをもって諦めないことが、良い発想のための条件なのである。

つまり品質問題のマネジメントの基本は「問題の芽を見えるようにして」、COACHを利用して「問題を発見する」ことである。

### 5. GD<sup>3</sup> (ジ-デー-キューブ) 法の構築

上記のマネジメントの構図を開発のプロセスに当てはめてみる。つまり、設計図面の「問題点を見えるようにして」「見つける」ことが開発段階の品質マネジメントの基本である。筆者はこれを Good Design, Good Discussion, Good Design Review という3つの言葉で表し、それらの頭文字を取ってGD<sup>3</sup>とした<sup>(2)</sup>。

まず、Good Designにより設計の問題の芽を見えるようにし、さらに、Good DiscussionとGood Design Reviewにより問題を見つけるというのがGD<sup>3</sup>のプロセスである。

### 6. Good Design (良い設計)

設計の問題点を見えるようにするには、まず問題点の少ない設計にしなければならない。問題点が多くては問題点を発見しきれないからである。

問題点の少ない設計をロバストな設計と定義したい。ここでは田口等<sup>(3)</sup>のロバスト設計(外乱に対して安定な設計)よりも緩い定義で「だめになる限界を明確にした設計」と定義したい。ドン・クローゼン<sup>(4)</sup>の「機能の窓」法の拡張である。

具体的には非線形な特性の変化点をとらえ、そこに至る余裕をロバスト率と定義し、安全率に加えてロバスト率をベースにした設計法を構築している。

このような設計により、問題点の少ない設計をした上で、問題点の芽を見えるようにしなければならない。

問題点の芽は何処にあるかという、設計を変えたところである。設計者自身が変えたところと、周囲の条件が変わったところである。変えなければ品質問題は起きない、という基本的な考えの基に、変えたところ(変更点)と変わってしまったところ(変化点)だけに問題の芽が存在すると考えた。変更点、変化点というのは設計の時系列で

の不連続を表している。不連続は時間的にも空間的にも存在し、問題の芽はそのような不連続点に存在すると考えたのである。

例えば、空間的な不連続は設計の担当の境目、部品と部品の境目にも存在する。このような不連続部分を明らかにして、そこに注目して問題点を見つけようとするのがGD<sup>3</sup>法の基本である。

### 7. Good Discussion (良いディスカッション)

設計という行為に集中している設計者の目を、関係者との設計の変更点変化点に着目したディスカッションにより、客観視させようというのがGood Discussionの狙いである。

DiscussionのベースにはFMEAを用いる。FMEAのワークシートをDiscussion向きに改良(図3)し、それをベースに問題発見をする手法をDRBFMと名付けた。この手法をある部品の開発に適用した例ではDRBFMで発見された問題点が12件、後の実験で発見された問題が5件であった。恐らく、DRBFMを行わなかったら、実験だけで17件の問題を発見することは出来ず、市場品質問題を起こしてしまった可能性は高い。

部品名	変更点	機能	変更による心配点		どんな場合に生じるか		お客様への影響 影響度
			変更がもたらす機能の喪失	他に心配点はないか DRBFM	要因	他に考えべき要因はないか DRBFM	

心配点を除くためにどんな設計をしたか	優先度	DRBFMで示された設計へ反映すべき項目 担当 期限	DRBFMで示された評価へ反映すべき項目 担当 期限	DRBFMで示された工程へ反映すべき項目 担当 期限	対策の結果

図3 DRBFMワークシート

### 8. Good Design Review (ものをよく見てデザインレビュー)

開発プロセスにおける問題発見の最後の砦は実験である。一つの実験を一つの条件に対する可否判定の手段と考え、実験の数は膨大に必要になり、それでも、問題の発生を押さえきれないことになる。これは実験を、いろいろな条件の組み合わせの点としてとらえているためである。

そこで、実験の結果を点の周辺の面に広げるため、実験の結果をよく見て集中して、デザインレビューにより客観視して、周辺の問題を発見しよ

うとするものである。

デザインレビューの手法はDRBFMと同様のステップで図4のようにして進める。これをDRBTR(Design Review Based on Test Result)と名付けた。

部品名		試験条件			
部品名	試験結果の特徴	過去の試験結果との比較・特徴	想定される原因 変化がもたらす機能の喪失 他に心配点はないか DRBTR	お客様に影響を与えるステップ 他に考えるべきステップはないか DRBTR	お客様への影響 影響度
実験者の結論提案		優先度	DRBTRで示された設計へ反映すべき項目 担当期限	DRBTRで示された評価へ反映すべき項目 担当期限	DRBTRで示された工程へ反映すべき項目 担当期限

図4 DRBTRワークシート

参考文献

- 1) 野中郁次郎・他「知識創造企業」東洋経済新聞社(1996)
- 2) 吉村達彦「トヨタ式未然防止手法・GD<sup>3</sup>」日科技連出版(2002)
- 3) 田口玄一「開発設計段階の品質工学」品質工学講座1(1988)
- 4) ドン・クロージング「TQD品質・速度両立の製品開発」日経BP社(1996)

9.まとめ

製造業の品質問題の未然防止手法として、「問題点を見えるようにして」「見つける」というマネジメントの構図をベースにして、問題点を見つけるための創造性を重視した手法を構築しGD<sup>3</sup>法と名付けた。

GD<sup>3</sup>法はGood Design, Good Discussion, Good Design Reviewの3つの項目からなり、図5のように開発の各ステップを支援する。

GD<sup>3</sup>はGood Design(良い設計)によりロバストな、問題の少ない安定した設計を選択し、問題点の芽が存在する変更点・変化点(時間的・空間的な不連続の繋ぎ部)について、Good DiscussionとGood Design Reviewにより問題点を発見する手法である。

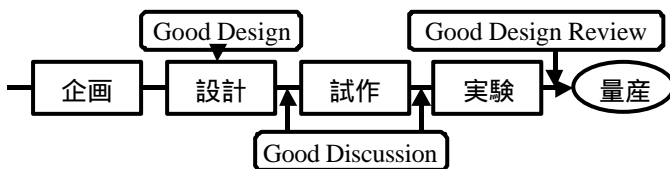


図5 GD<sup>3</sup>の位置づけ

# ≡ ≡ ≡ 報 告 ≡ ≡ ≡

## ブレーキホース取廻しシミュレーション精度の改良

小野実具<sup>\*1</sup> , 青野幸夫<sup>\*2</sup> , 岩田貴吉<sup>\*3</sup>

### Accuracy Improvement of Brake Hose Routing Simulation

Mitsugu Ono<sup>\*1</sup> , Yukio Aono<sup>\*2</sup> , Takayoshi Iwata<sup>\*3</sup>

#### 要 旨

ブレーキホースは、路面でのタイヤの上下運動やハンドル操作により複雑な相対運動をするフレキシブルなホースである。

このブレーキホースの取廻しシミュレーションについては、従来より、CAEを用いた計算により実施されてきたが、ホースが3次元的な挙動をとるために、挙動状態によっては、計算精度に問題があった。

今回、ホース軌跡を計算する際に入力する物性に非線形性を与えることにより、従来問題のあった挙動状態における精度の良い計算が可能となった。

#### Abstract

Brake hose has flexibility for complicated relative motions by bounding of tire and steering.

Although the brake hose routing simulation has been conducted by CAE, it is sometimes not accurate enough to cover three dimensional behavior.

This report shows that it is now possible to have more accurate simulation of the routing by giving the nonlinear characteristics to physical properties of hose.

\*1 Mitsugu Ono 機能部品事業部 技術部 ホース技術室

\*2 Yukio Aono 技術企画部 技術電算室

\*3 Takayoshi Iwata 機能部品事業部 技術部 実験グループ



### 1.はじめに

ブレーキホースは、マスタシリンダで発生した油圧をシリンダ（ホイールシリンダ、ディスクキャリパ）に確実に伝達するためのホースであり、路面でのタイヤの上下運動、およびハンドル操作によるタイヤの動きによって、複雑な相対運動をする。

近年、ブレーキホースの取廻しに与えられるスペースは、足廻り部品の増加により、狭く複雑になってきており、また、車両開発期間の最適化により、検討段階での取廻し設計の完成度向上およびスピード化が求められてきている。

このようなニーズのために、ブレーキホースの取廻し設計におけるシミュレーション技術がますます必要となってきた。

ブレーキホースのシミュレーション技術については、1999年の技報<sup>1)</sup>にて紹介した。この時には、細棒の大変形解析システムによる計算の事例を紹介しているが、この解析での欠点として、上述したホースの複雑な相対運動のために、ホースにねじれ方向の応力が多く加わるような挙動状態では、計算結果に大きな誤差が生ずる場合があった。

今回、シミュレーションには有限要素法を用い、ホース軌跡を計算する際に入力する物性に非線形性を与えることにより、計算結果に生じていた誤差を低減することが可能となった。

### 2.ブレーキホースの概要

図 - 1 にブレーキホースのホース部の構成を示す。ブレーキホースは、3層のゴム層と2層の編込み状態となった糸層から構成されており、フレキシブルな動きに対応できる構造となっている。

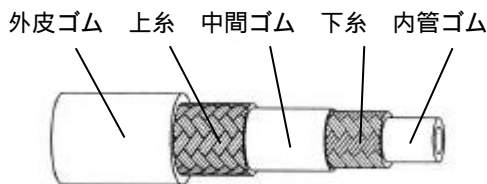


図 - 1 ホース構成

図 - 2 に一般的なブレーキホースの形状を示す。口金は、ボデー側およびタイヤ側（アブソーバー

やブレーキキャリパ）に取り付けられる。ホース部は、タイヤの動きに合わせて3次元的な挙動を示す。

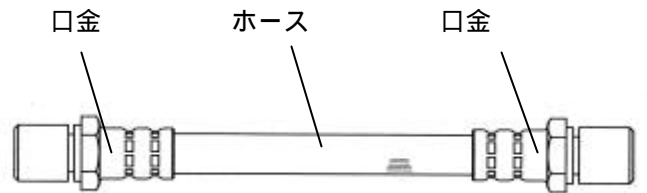


図 - 2 ブレーキホース

### 3.実施内容

#### 3 - 1.シミュレーション法

今回、取廻しシミュレーションには、梁要素を使用した有限要素法を用いた。解析での入力パラメータとしては、挙動状態を示すための両端口金取付け位置の座標値、ホース長、口金長、両端口金の相対位相角度の寸法諸元値、およびホース部の物性値としてホースの曲げ剛性とねじり剛性を用いた。

#### 3 - 2.ホースの物理的物性

ブレーキホースは、図 - 1 に示す様に、ゴムと糸の複合体であり、2層の糸層はそれぞれ図 - 3 に示す様な編込み構造をとっている。さらに、糸1本は図 - 4 のように約300本程度のフィラメントから構成されている。<sup>2)</sup>

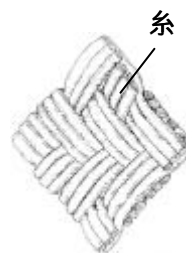


図 - 3 編込み状態

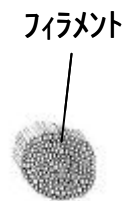


図 - 4 単糸断面

このような複雑な構成のために、ホースの物性は非線形性を有している。図 - 5 にホース剛性の測定チャート例を示す。



図 - 5 ホース剛性測定チャート

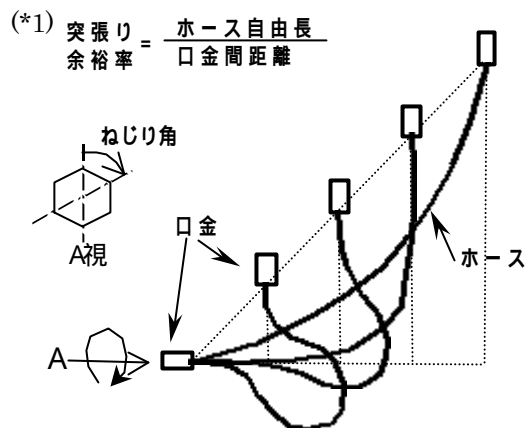


図 - 7 ホース取廻しモデル

3 - 3 . 解析における非線形性の定義

3 - 2 に述べた理由により、今回解析においては、入力パラメータとしての曲げ剛性およびねじり剛性に図 - 6 のような非線形性を定義した。

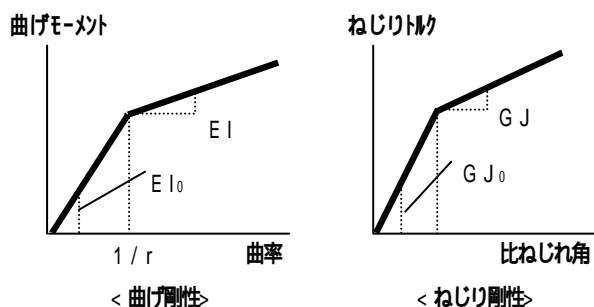


図 - 6 ホース剛性非線形特性モデル

ここで、 $1/r$  は曲率、 $E I_0$ 、 $E I$  は曲げ剛性、 $G J_0$ 、 $G J$  はねじり剛性を表す。

3 - 4 . パラメータ値の設定方法

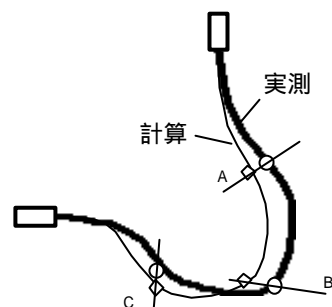
3 - 3 で定義した非線形特性モデルの各パラメータの値は、図 - 7 に示す取廻しのモデルにて、実測経路と計算経路の誤差が最少となる値を設定した。

ここで、取廻し ~ は、ホースの突張り余裕率(\*1)を変化させたものであり、また、それぞれの取廻しにて両端口金の相対的なねじり角にも水準を与えた。これらの条件を表 1 に示す。

誤差の基準となる実測経路は、実際のホースの取廻し経路を3次元測定により3Dデータ化したものを用い、計算経路との誤差は、図 - 8 に示すホースの部位における距離の最大値をとった。

表 - 1 取廻し条件

取廻し	突張り 余裕率	ねじり角		
		0°	45°	90°
	4.8			
	3.6			
	2.4			
	1.2			



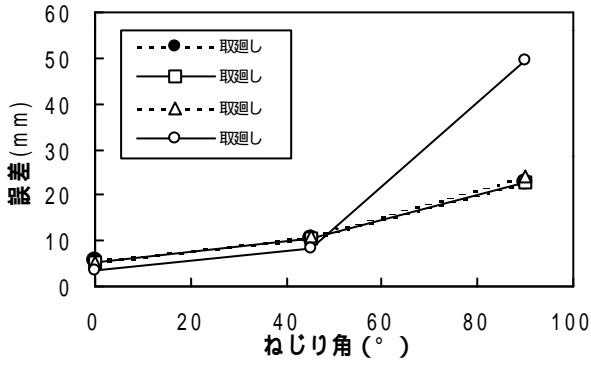
誤差： A , B , C の最大値

図 - 8 実測と計算の誤差

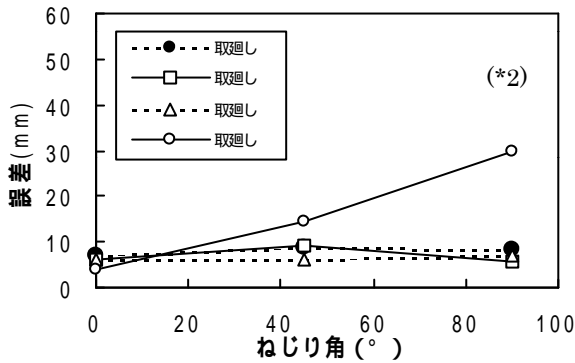
表 - 1 の取廻し条件の各ケースでの誤差の総和が最少となる条件を、応答曲面法により求め、パラメータ値を設定した。

3 - 5 . 結果

3 - 4 の方法により設定した条件での実測経路と計算経路の誤差測定結果を図 - 9 に示す。



(a) ホース剛性が線形の場合



(b) ホース剛性が非線形の場合

図 - 9 実測と計算の誤差測定結果

ここで、図 - 9 (a)は、従来のホース剛性を定数（線形）とした場合であり、図 - 9 (b)が、非線形性を与えた場合を示す。

ホース剛性に非線形性を与えることにより、実測経路と計算経路の誤差は、図 - 7の取廻しの総和で37%低減された。特に、これまでのシミュレーションにおいて精度に問題のあったねじれ角の大きい状態での効果が大きく、最大で76%の誤差低減があった。

#### 4. 実車取廻しでの検証

3項で求められた解析条件を用いて実車取廻しでのシミュレーションを実施した。

その解析結果事例を図 - 10に示す。図 - 10 (a)は、ホース剛性を線形で与えた場合の結果である。この場合では、取廻しにおけるホースのねじりの影響により、誤差が非常に大きいことが判る。図 - 10 (b)はホース剛性を非線形で与えた場合である。剛性を非線形で与えることにより、誤差が66%低減され、実測経路により近似した経路が得られている。

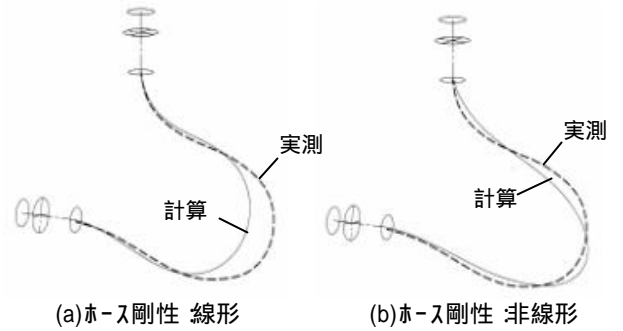


図 - 10 実車取廻しでのシミュレーション結果

#### 5. まとめ

今回、ブレーキホース取廻しシミュレーションにおいて、入力物性値に非線形性を与えることによって、従来法より解析精度が向上することが解った。このシミュレーションの活用により、車両開発の初期段階におけるホース取廻し設計に大きな貢献が期待できる。

しかしながら、図 - 9 (b)の(\*2)で示したようなホースに極端な突張りとなじれがある場合では、依然として大きな誤差が見られるため、今後の更なる精度向上の検討が必要である。

#### 謝辞

最後に、本解析を実施するにあたり、幾多のご指導を賜りましたトヨタ自動車株式会社第1シャシー設計部および第1, 2, 3実験部の関係者の皆様に深く感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) 熊崎雅規, 北岡克司, 岩田貴吉: ブレーキホース取廻しシミュレーション技術の構築, 豊田合成技報 Vol.41 No.1 (1999)
- 2) 北岡克司: 粒子シミュレーション法によるホース補強系層の応力解析, 豊田合成技報 Vol.43 No.1 (2001)

# 報 告

## LED光脱臭空気清浄機の開発

高橋 俊雄<sup>\*1</sup> , 向川 隆夫<sup>\*2</sup> , 酒井 和宏<sup>\*3</sup>

### Development of LED Photo-Deodorizing Air Purifier

Toshio Takahashi<sup>\*1</sup>, Takao Mukogawa<sup>\*2</sup>, Kazuhiro Sakai<sup>\*3</sup>

#### 要 旨

近年、ユーザーの環境意識や健康指向の高まりから、粉塵、花粉、煙草、排出ガス等で汚れた車室内の空気を清浄化、無臭化し、より快適にしたいというニーズが増えている。こうしたニーズに対応して、新開発の短波長LEDと光触媒を組み合わせたLED光脱臭空気清浄機を開発、量産化したので報告する。

従来、車載用空気清浄機は臭いを吸着させて除去する脱臭フィルタを備えたものが一般的であった。活性炭を主体とした吸着脱臭方式は脱臭速度が速く、低価格であるが、吸着し難い臭気成分があることや、活性炭の表面の細孔が吸着物質により埋まってしまうと効果がなくなるため寿命が短いという欠点があった。

本製品は、これらの課題に対し、光触媒と短波長LEDの組合せによる分解脱臭機能を付加し、大幅な脱臭性能の向上を実現することができた。

#### Abstract

In recent years, environmental awareness and health consciousness have been on the rise. With this has come a growing demand for clean air which is free from dust, odors, exhaust fumes, cigarette smoke, pollen and other particles. To meet this demand, we have developed the LED Photo-Deodorizing Air Purifier, which utilizes a combination of a newly developed purple LED and a photo-catalyst.

Conventional automotive air purifiers are equipped with a deodorization filter for removing odors. The deodorizer used is an activated carbon. Its deodorizing speed is fast and cost is low. However it is not effective in absorbing certain elements. Debris fill micro-porous spaces in the activated carbon, and shorten the life of the filter.

Our LED Photo-Deodorizing Air Purifier provides a solution to these problems. Its performance is a drastic improvement from the conventional product due to improvement of the decomposition-deodorizing performance of the combined LED and photo-catalyst.

\*1 Toshio Takahashi オプトE第2技術部

\*2 Takao Mukogawa オプトE第2技術部

\*3 Kazuhiro Sakai オプトE第2技術部

### 1. はじめに

近年，ユーザーの環境意識や健康指向の高まりから，粉塵，花粉，煙草，排出ガス等で汚れた車室内の空気を清浄化，無臭化し，より快適にしたいというニーズが増えている．こうしたニーズに対応し，短波長LED（Light Emitting Diode発光ダイオード）と光触媒を組合せ，脱臭性能を向上させた車載用空気清浄機を開発した．

### 2. 光触媒脱臭技術

従来，車載用空気清浄機はほこり，花粉，煙草の煙などの粉塵をろ過・除去する粉塵フィルタと臭いやガスを除去する脱臭フィルタを備えたものが一般的であった．その脱臭方式としてはほとんどが活性炭を主体とした吸着方式であり，脱臭速度が速く，安価に出来るが，臭気の種類により吸着し難い成分があることや，活性炭の表面の細孔が吸着物質により埋まってしまうと効果がなくなるため寿命が短いという欠点があった．こうした課題を解決する手段として有効なのが光触媒による脱臭技術である．光触媒（酸化チタン）は，図 - 1 に原理を示すように，光エネルギーを受けると励起し，表面の有機物を強い酸化力で分解する触媒である．

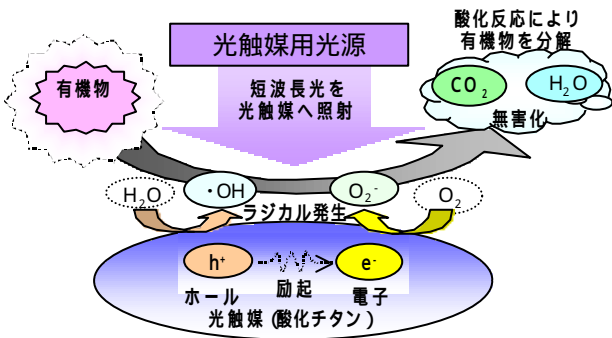


図 1 光触媒脱臭原理

そのため，例えば煙草の臭いの主成分であるアセトアルデヒド，アンモニア，酢酸や排気ガスの成分のNO<sub>2</sub>，トルエンなど人体に有害なガスや悪臭の除去が可能である．分解脱臭であることから繰り返し耐久性に優れ寿命が長いというメリットがある．しかし，車載用空気清浄機への適用にあたっては，種々の検討が必要で，光触媒だけでなく光源の選定も重要なポイントとなる．

### 3. 光触媒用光源としてのLED適用検討

#### 3 - 1. 短波長LEDの開発

LEDは低消費電力，長寿命といった電球にない特長を持っていることや，従来の赤色に加えて緑，青と光の3原色がすべてLEDで揃えられるようになったことから，大型フルカラーディスプレイ，信号，携帯電話のバックライト，車載イルミネーションなどその用途は飛躍的に拡大している．LEDの更なる応用展開を検討するなかで，発光波長を短波長化し光触媒用光源として使えないかという発想から開発されたのが短波長LEDである．

短波長LEDは窒化ガリウム（GaN）系LEDで光触媒を励起させる波長（約380nm）を有する．図 - 2 に短波長LEDの発光スペクトル例を示す．なお，短波長LEDは光触媒だけでなく蛍光体の励起光源としても応用可能である．例えば，光の3原色である赤，青，緑の蛍光体と組合せた白色LEDなどに展開されている．

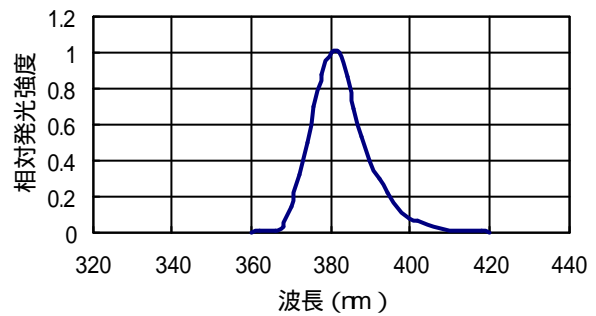


図 2 短波長LED発光スペクトル

#### 3. 2. LEDと他の光源の比較

光触媒用光源として一般的に使われるのはブラックライト，冷陰極管といった管光源である．しかし，車載用空気清浄機に適用するには課題となる点が多い．例えば，水銀が使用されていること，点灯させるために高電圧回路を使用するためノイズ対策としてフィルタ回路やシールドを必要とすることなどである．また，管光源は線状発光のため，単純に光触媒に対向させるだけでは効率よく照射することは出来ず，光源と光触媒の距離や配置など設計的な制約が多くなり，小型化，省スペース化も困難である．このような課題に対し，LEDは水銀不使用，高電圧回路不要であり，光触媒面に均一照射出来る薄型光源が実現可能である．表 - 1 にLEDと管光源の比較を示す．

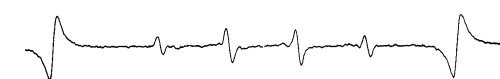
表 - 1 LEDと管光源の比較

	LED	ブラックライト 冷陰極管
メリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンパクト化可能</li> <li>光触媒面への均一照射可能</li> <li>水銀不使用</li> <li>高電圧点灯回路不要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>光出力大</li> </ul>
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>LED複数個必要 (光出力確保)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水銀使用</li> <li>高電圧点灯回路必要 (ラジオノイズ対策必要)</li> </ul>

3.3. LED光での光触媒反応の確認

LEDを光触媒光源として適用するには、光触媒反応が確実に進行し実用可能なのを確認する必要があった。前述の光触媒反応原理のように、光触媒が励起されれば、光触媒表面でラジカルが生成され、臭気ガスを酸化分解し、二酸化炭素、水などの分解生成物が確認されるはずである。まず、最初にラジカル生成の確認を行った。方法としてはESR (Electron Spin Resonance) にてラジカル捕捉剤を利用する方法である。結果は図 - 3 に示すように、ヒドロキシラジカル( $\cdot\text{OH}$ )のピークが確認され、LED光により光触媒が励起されていることが確認できた。

LED光なし



LED光あり

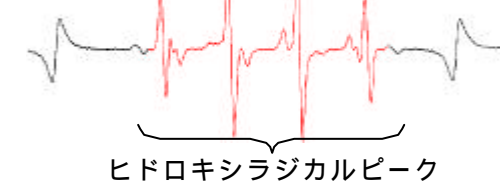


図 3 ヒドロキシラジカルピークの確認

次にアセトアルデヒド、アンモニア、酢酸、 $\text{NO}_2$  等各種臭気ガスに対する分解反応を実際確認した。容器内に臭気ガスを注入し、光触媒とLED光照射有無の組合せでガス濃度変化を測定したもので、LED光照射時の光触媒反応によりガス成分が分解されていることが確認できた。

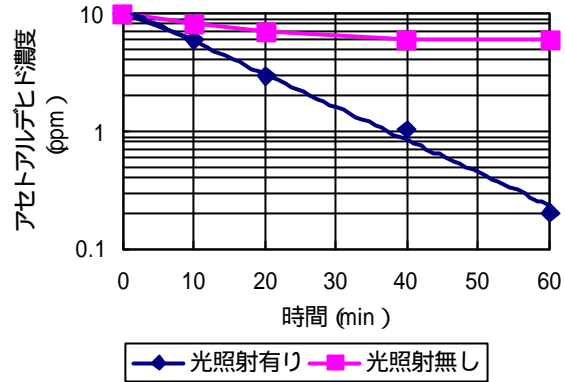


図 4 アセトアルデヒド分解反応

アセトアルデヒドの分解反応結果を図 - 4 に示す。

さらにこの分解反応の持続性を確認するために分解繰り返し試験を実施した。図 - 5 にアセトアルデヒドの試験結果を示す。この結果はアセトアルデヒドを繰り返し注入してもLED光照射により光触媒反応が持続し、アセトアルデヒドを分解している事を示している。

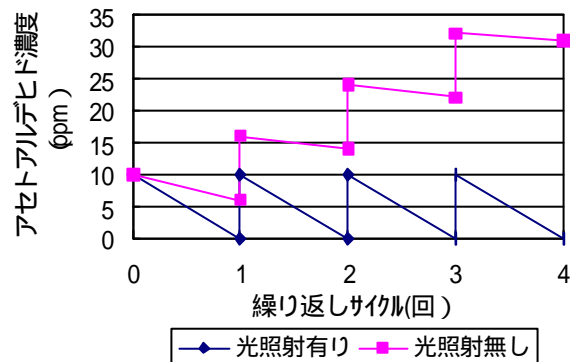
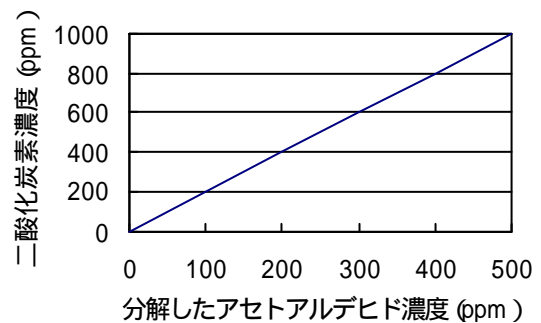


図 5 アセトアルデヒド分解反応持続性  
また、図 - 6 に示すように、アセトアルデヒドの分解生成物である二酸化炭素 ( $\text{CO}_2$ ) 濃度を測定し、完全酸化分解反応であることを確認している。



上記反応メカニズム

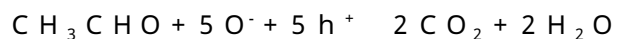


図 6 アセトアルデヒド分解生成物確認

以上の検討によりLEDの光触媒用光源としての成り立ちを確認し、空気清浄機への適用を進めた。

### 4．光触媒脱臭性能向上検討

光触媒は分解する力は強いが、臭気を捕らえる力は弱いため、活性炭のような吸着材に比べ脱臭速度は遅い。空気清浄機に求められる性能にはその脱臭速度も重要である。そこで、製品化にあたっては脱臭速度を向上させる手段として次の方法を採用した。まず光触媒と活性炭の併用である。吸着材にて臭気を捕集し、光触媒で徐々に効率よく分解させるため、活性炭との混合光触媒とした。その混合比率は吸着性能と分解性能を検討し、どちらかの性能が極端に損なわれない最適な比率を求めた。図-7にアセトアルデヒドに対する光触媒と吸着材（活性炭）及び活性炭混合光触媒の脱臭速度の比較を示す。

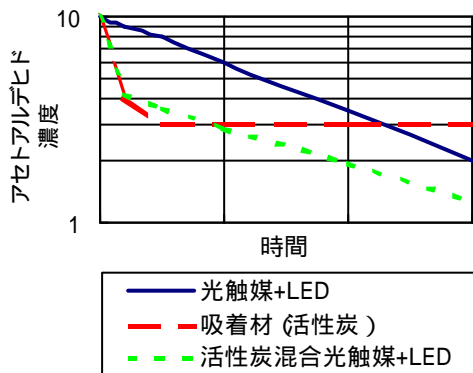


図 7 脱臭速度比較

また光触媒の形態としては各種考えられたが、最も低コストであることから、粒状とした。これをケースに収納し、光触媒フィルタとした。

図-8に光触媒造粒体の外観を示す。



図 8 活性炭混合光触媒外観

さらに、粉塵フィルタについても活性炭繊維シートを追加した。粉塵フィルタは粉塵、花粉、煙草の煙などの粒子を除去する役割であるが、捕集

した粒子に付着した臭気の再放出防止と脱臭速度向上のため、化学吸着材を添着した活性炭繊維シートを貼り合わせている。

### 5．製品の小型化

LED光脱臭空気清浄機は、ルーフとルーフライニング内に本体が収納される天井ビルトインタイプの空気清浄機である。図-9に製品の車両取付状態及び構造を示す。吸気グリルからファンにより空気を吸い込み、粉塵フィルタにより大気塵や煙の粒子を除去、光触媒により臭気を除去して清浄化した空気を排出する構造である。天井ビルトインタイプの最大のメリットは、取付位置が乗員に近いこと、効率よく空気清浄が可能なことである。乗員に近いことから、ファンの騒音が課題となるが、本製品では多翼ラジアルファンという低騒音ファンを採用することにより対処している。また、車室内側からはグリルしか見えず、後付け感のない車室内デザインにあった意匠となっており、乗員に圧迫感を与えないようになっている。

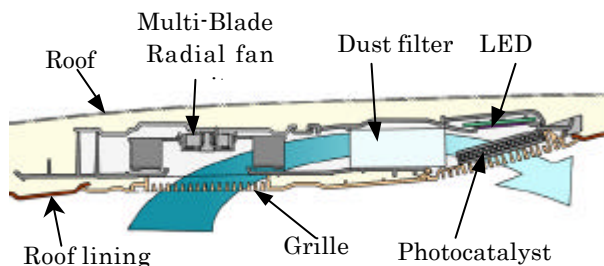


図 9 天井ビルトイン空気清浄機外観（トヨタ マーク）と構造

このような天井ビルトインタイプが実現出来た最大の理由は、製品の薄型化である。特に脱臭ユニット部分をLED適用により非常にコンパクトにしたことが大きく寄与している。図-10に示すLED光源は厚み6.8mmと薄く、少ないスペースのなかで、空気の流路を妨げることもなく、光触媒

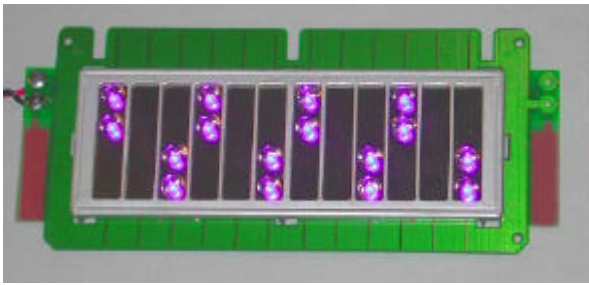


図 10 光触媒用LED光源

全面に光を照射出来る位置に設置させることが出来た。

## 6. 製品脱臭性能

製品の脱臭性能の評価は各種単独ガス成分の除去性能評価と、複合ガスとして煙草臭の脱臭評価を行った。

まず各種単独ガス成分の除去性能評価は、2m<sup>3</sup>容器内で10～20ppmの初期濃度のガス中で空気清浄機を運転、ガス濃度推移を測定し除去率を確認した。結果は図-11に示すように、LED光脱臭空気清浄機は、従来の活性炭吸着脱臭方式の製品に比べ大幅な性能向上を実現させている。特に、活性炭ではほとんど除去できていなかったアセトアルデヒド(煙草臭の主成分のひとつ)に対して、除去性能を画期的に向上させることができた。

次に煙草臭の脱臭評価であるが、これはJEM1467(日本電機工業規格 家庭用空気清浄機)<sup>1)</sup>の脱臭性能試験に準じて行った。

1m<sup>3</sup>容器内で煙草を燃焼させ、3成分(アセトアルデヒド、アンモニア、酢酸)の除去率を求め、除去率が50%以下になるまで繰り返す耐久試験である。これで求められた煙草耐久本数で脱臭性能の寿命を示すものである。結果として、従来の活性炭吸着脱臭方式の製品に対し、LED光脱臭方式は約4倍になり、脱臭性能寿命が大幅に延長していることを確認できた。

## 7. まとめ

- 1) LED光脱臭空気清浄機は、従来の活性炭吸着脱臭方式の製品に比べ、大幅な脱臭性能の向上、寿命の延長が出来た。
- 2) LED光源は一般的な管光源に比べ、薄型化可能、水銀不使用、高電圧回路不要(ノイズ対策不要)など、車載用として最適な光源である。
- 3) LED光脱臭空気清浄機は薄型構造や低騒音ファンの採用により、乗員に近い位置で効率的に空気清浄が出来、後付け感や圧迫感のない天井ビルトイン化を実現した。

## 参考文献

- 1) 日本電機工業会規格 JEM1467 家庭用空気清浄機 1995年(平成7年)制定

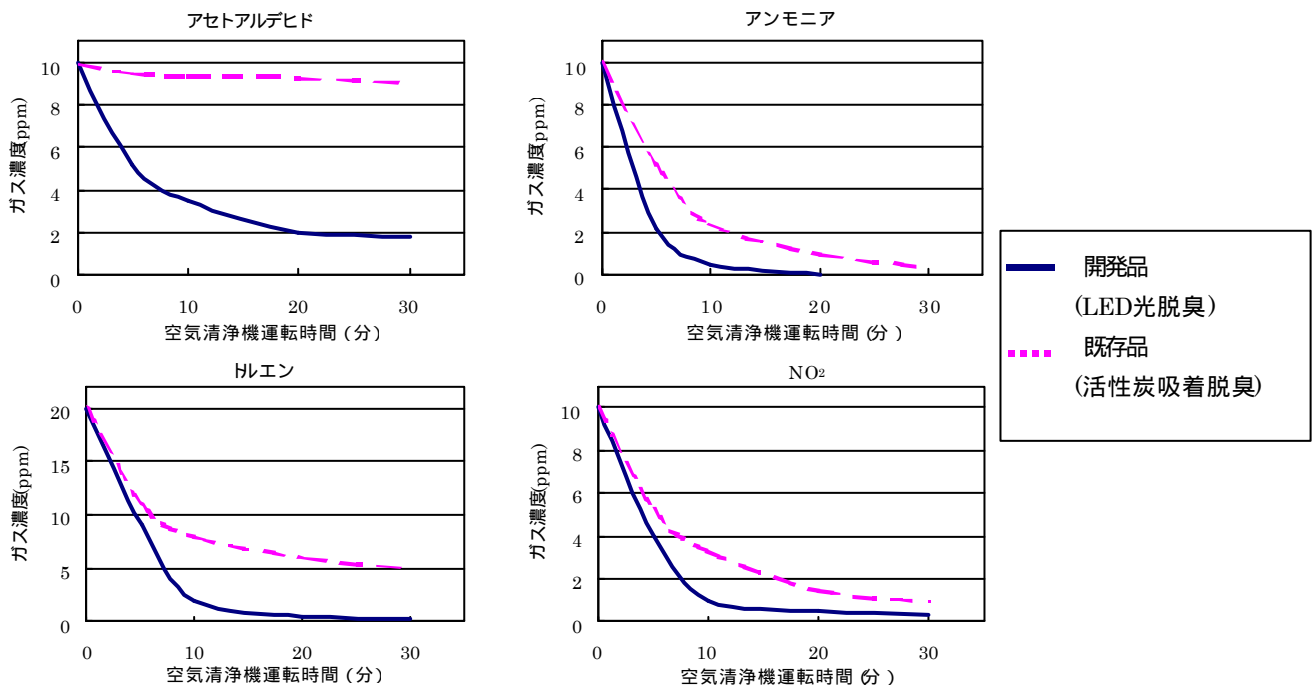


図 11 脱臭性能比較



# 報 告

## ハロゲン系気相成長法によるGaN基板作製

永井 誠二<sup>\*1</sup> , 小島 彰<sup>\*2</sup> , 山崎 史郎<sup>\*3</sup> , 小池 正好<sup>\*4</sup> ,  
富田 一義<sup>\*5</sup> , 加地 徹<sup>\*6</sup>

### Self-separation of Freestanding GaN from Sapphire Substrates by Hydride Vapor Phase Epitaxy

Seiji Nagai<sup>\*1</sup> , Akira Kojima<sup>\*2</sup> , Shiro Yamasaki<sup>\*3</sup> , Masayoshi Koike<sup>\*4</sup> ,  
Kazuyoshi Tomita<sup>\*5</sup> , Tetsu Kachi<sup>\*6</sup>

#### 要 旨

我々は新たに開発した自己分離法により高品質 GaN基板の作製に成功した。GaN基板はハロゲン系気相成長方法により、サファイア基板上に成長し、サファイア/GaN界面にかかる熱応力と格子定数差により、結晶成長シーケンス中に自己分離させることにより作製した。作製したGaN基板のサイズは現在のところ23 mm x 22 mm、厚さは100-500 μmである。透過電子顕微鏡観察による結晶欠陥密度は $10^6 \text{ cm}^{-2}$  ~  $10^7 \text{ cm}^{-2}$ と低く世界最高水準の品質であった。今後、従来のGaN系青色LEDに用いられていたサファイア基板をGaN基板に置き換えることにより更なる高性能化が期待できる。

#### Abstract

Freestanding GaN wafers were produced by a newly developed self-separation method. Thick GaN layers were grown using hydride vapor phase epitaxy on a sapphire substrate with GaN seeds. The separation of the thick GaN layers took place during the growth sequence at the interface of GaN/sapphire, because of thermal stress and lattice mismatch between GaN and sapphire. The size of the freestanding GaN wafers was 23 mm x 22 mm. The threading dislocation density at the top surface was  $10^6 \text{ cm}^{-2}$  ~  $10^7 \text{ cm}^{-2}$ .

\*1 Seiji Nagai オプトE事業部 ADプロジェクト室

\*2 Akira Kojima オプトE事業部 ADプロジェクト室

\*3 Shiro Yamasaki オプトE事業部 ADプロジェクト室

\*4 Masayoshi Koike オプトE事業部 ADプロジェクト室

\*5 Kazuyoshi Tomita 豊田中央研究所 システム・エレクトロニクス分野 第24研究領域

\*6 Tetsu Kachi 豊田中央研究所 システム・エレクトロニクス分野 第24研究領域

## 1. Introduction

Nitride compound semiconductors are potential materials for high efficient optical devices in the ultraviolet to red spectral region. Excellent uniform epitaxial layers of GaN and nitride alloys were grown on sapphire substrates using low-temperature AlN buffer layer by metalorganic vapor phase epitaxy (MOVPE).<sup>1)</sup>

One of the problems hindering progress in III-nitride devices is the lack of nitride substrates on which lattice-matched group III-nitrides can be grown. Usually, GaN epitaxial layers have been grown on sapphire substrates or SiC substrates. However, the difference of lattice constant and thermal expansion coefficient between these foreign substrates and GaN bring about deterioration of device performance, such as lifetime.

Homogeneous GaN epitaxial growth on GaN substrates will improve the performances of nitride light emitting devices compared to ones on sapphire substrates. Recently, there are several attempts to produce GaN substrates by separation from sapphire substrates.<sup>2)-5)</sup> Currently the largest freestanding GaN substrate has been obtained by the laser lift-off method.<sup>5</sup> In addition, there are other techniques such as using  $\text{NdGaO}_3$ <sup>6), 7)</sup> or GaAs<sup>8)</sup> as substrates.

We have newly developed a self-separation method of freestanding GaN from sapphire substrates. Thick GaN layers have been grown on particular sapphire substrates by hydride vapor phase epitaxy (HVPE). The sapphire substrates have stripe shaped GaN seeds as shown in Fig. 1. The thick GaN layers separate from the sapphire substrates at the interface between GaN epitaxial layers and sapphire substrates during the growth sequence. The self-separation could be caused by thermal stress and lattice mismatch between GaN and sapphire. The narrow structure of the seeds makes the self-separation easy.

## 2. Experimental

The GaN seed layer and the AlN buffer layer were grown on (11-20) sapphire substrates with a horizontal metal-organic vapor phase epitaxy system under atmospheric pressure. The source gases are trimethylgallium, trimethylaluminium and ammonia ( $\text{NH}_3$ ).

Each seed layer consisted of a GaN layer grown on an AlN buffer layer. Next, GaN seeds were formed by photolithography and reactive ion beam etching. The etching depth was extended into the sapphire substrate through the exposed GaN seed layer and the AlN buffer layer. After the masked material was removed, the particular GaN seeds remained on the sapphire substrates as shown in Fig. 1.

On the base substrate with the GaN seeds, a

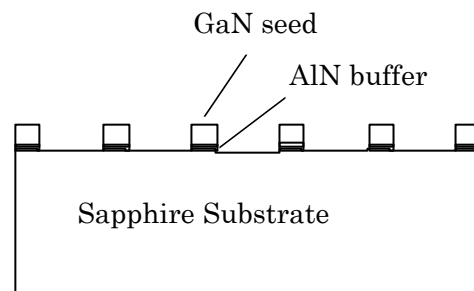


Fig. 1. Schematic diagram of substrate structure with GaN seeds

thick GaN layer was grown by conventional HVPE method under atmospheric pressure. Ga metal and  $\text{NH}_3$  gas were used as the gallium and nitrogen sources, respectively. The Ga metal reacts with hydrogen chloride, forming GaCl. The GaCl was reacted with  $\text{NH}_3$  to form GaN. Hydrogen gas was used as the carrier gas. The thick GaN layers separated spontaneously from the sapphire substrates during the growth sequence.

### 3. Result and Discussion

The morphology and defect microstructure were investigated using Normarski interference microscopy, scanning electron microscopy (SEM), transmission electron microscopy (TEM) and cathodoluminescence (CL).

Freestanding GaN wafers were successively grown as shown in Fig. 2. The size of the GaN wafer was 23mm x 22mm. The thickness of GaN

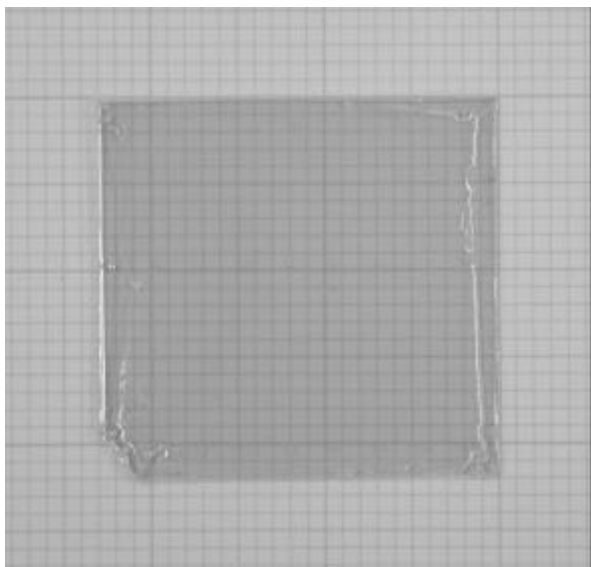


Fig. 2. Optical photograph of freestanding GaN wafers separated from sapphire substrates. Note grid elements are 1 mm x 1 mm

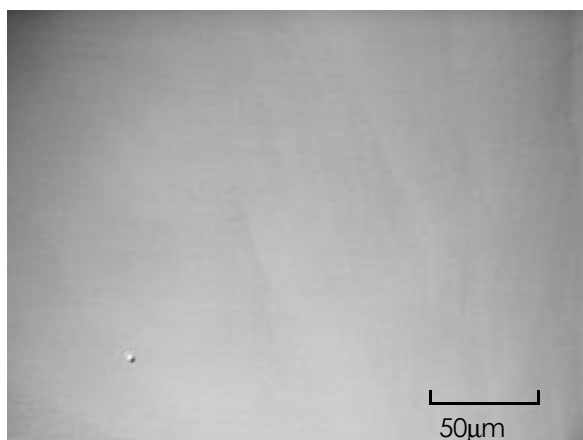


Fig. 3. Optical surface micrographs of GaN wafer separated from sapphire substrate

wafers was 100 µm – 500 µm. Low magnification Normarski interference micrographs of the top surface are shown in Fig. 3. The surface is specular.

Figure 4(a) and 4(b) show cross-sectional TEM images of a GaN. Threading dislocations are not observed near the top surface in cross-sectional TEM image (Fig. 4(a)). The threading dislocation density was estimated to less than  $10^7 \text{ cm}^{-2}$  from the TEM image. On the other hand, figure 4(b) shows many threading dislocations that are not straight near the seed region of the GaN/sapphire interface. Many threading dislocations bend towards a lateral direction. The threading dislocation density was determined to about  $10^9 \text{ cm}^{-2}$  from the TEM image.

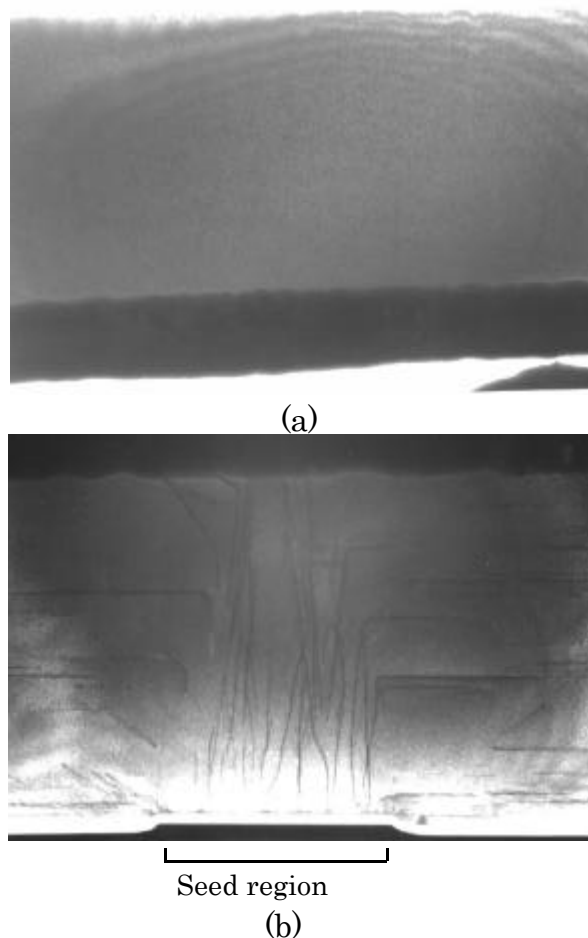


Fig. 4. Cross-sectional TEM images; (a) top surface region of a freestanding GaN wafer, and (b) bottom near the seed region of GaN/sapphire interface of a freestanding GaN wafer



Fig. 5 Cross-sectional CL images from the top surface region to the bottom interface, including the seed region of GaN/sapphire interface of a freestanding GaN wafer

To investigate the behavior of the threading dislocations between the top surface and bottom surface in the GaN layers, we performed cross-sectional CL of the freestanding GaN. Figure 5 shows cross-sectional CL images from the top surface region to the bottom interface, including the seed region at the GaN/sapphire interface of a freestanding GaN wafer. The threading dislocations appear as dark spots and lines. In Fig. 6, variation of the dislocation density that was determined from this CL images is shown as a function of the distance from the top surface. The threading dislocation density does almost not change except in the facet growth region near the bottom. From these results, the reduction of threading dislocation density at the top surface region is believed to be due to dislocation bending at the early growth stage in GaN wafers.

We have also obtained GaN wafers of lower threading dislocation density, which is  $1 \times 10^6 \text{ cm}^{-2}$ , from plan-view TEM observation.

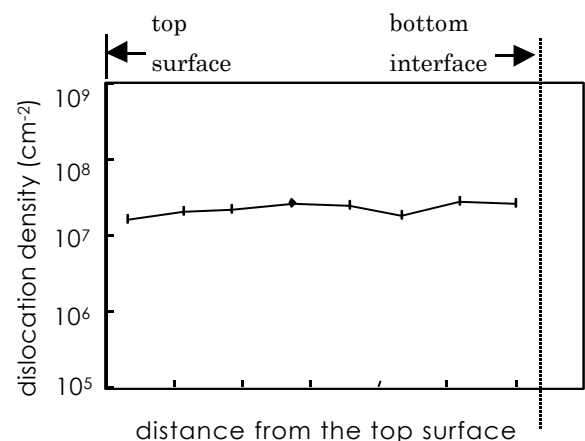


Fig. 6. Variation of dislocation density versus distance from the top surface by cross-sectional CL images

#### 4. Conclusion

In conclusion, high quality freestanding GaN wafers have been successfully produced by the novel self-separation method. The thick GaN layer was grown on a sapphire substrate with a narrow structure of GaN seeds. The separation of the thick GaN layer took place during the growth process at the interface of GaN/sapphire, because of the lattice mismatch and the thermal stress between GaN and sapphire. The dislocation density of GaN wafers was about  $10^6 \text{ cm}^{-2} \sim 10^7 \text{ cm}^{-2}$ .

**Acknowledgments** The authors would like to acknowledge Professors I. Akasaki and H. Amano of Meijo University for helpful suggestions and encouragement.

#### References

- [1] H. AMANO, N. SAWAKI, I. AKASAKI, and Y. TOYODA, *Appl. Phys. Lett.* 48, 353 (1986).
- [2] T. DETCHPROHM, K. HIRAMATSU, H. AMANO, and I. AKASAKI, *Appl. Phys. Lett.* 61, 2688 (1992).
- [3] S. NAKAMURA, M. SENOH, S. NAGAHAMA, N. IWASA, T. YAMADA, T. MATSUSHITA, H. KIYOKU, Y. SUGIMOTO, T. KOZAKI, H. UMEMOTO, M. SANO, and K. CHOCHO, *Jpn. J. Appl. Phys.* 37, L309 (1998).
- [4] M. KURAMOTO, C. SASAOKA, Y. HISANAGA, A. KIMURA, A. A. YAMAGUCHI, H. SUNAKAWA, N. KURODA, M. NIDO, A. USUI, and M. MIZUTA, *Jpn. J. Appl. Phys.* 38, L184 (1999).
- [5] M. K. KELLY, R. P. VAUDO, B. M. PHANSE, L. GORGENS, O. AMBACHER, and M. STUTZMANN, *Jpn. J. Appl. Phys.* 38, L217 (1999).
- [6] A. WAKAHARA, T. NISHIDA, K. KAWANO, A. YOSHIDA, Y. SEKI, and O. ODA, *Proc. 10th Conf. on Semiconducting and Insulating Materials (Berkeley, USA)*, 33 (1998).
- [7] A. WAKAHARA, T. YAMAMOTO, K. ISHIO, A. YOSHIDA, Y. SEKI, K. KAINOSHO, and O. ODA, *Jpn. J. Appl. Phys.* 39, 2399 (2000).
- [8] K. MOTOKI, T. OKAHISA, N. MATSUMOTO, M. MATSUSHIMA, H. KIMURA, H. KASAI, K. TAKEMOTO, K. UEMATSU, T. HIRANO, M. NAKAYAMA, S. NAKAHATA, M. UENO, D. HARA, Y. KUMAGAI, A. KOUKITU, and H. SEKI, *Jpn. J. Appl. Phys.* 40, L140 (2001).

# 資料

## 圧縮天然ガス自動車用オールコンポジット製燃料タンクの開発

### Development of All Composite Fuel Tank for Compressed Natural Gas Vehicle

西村保宏\*

#### 1. はじめに

地球温暖化対策や代替エネルギー化の観点から、政府の支援措置などにより、天然ガス自動車（CNGV）の市場は拡大しつつある。

天然ガスの主成分はメタンガスであり、常温では液化せず、それゆえ車載するには、圧縮して高圧貯蔵することが、航続距離の面から必要であり、燃料タンクは高圧容器となる。

図 - 1 に各種圧縮天然ガス用車載タンク（以下CNGタンクと称す）を示す。

一方、軽量化することは、多くの観点から重要で、このCNGタンクについても軽量化は大きな課題となる。そこで、我々は各種のCNGタンクの中でも最も軽量である図 - 1 のtype V4 オールコンポジット製CNGタンクの開発を指向し、種々の技術課題を克服して、その開発に成功した。

中でも、金属製あるいは金属ライナ製の燃料タンクに比して、樹脂ライナ壁面からのガス透過、及び、口金と樹脂ライナの接合部からのガスリークへの対応が最も困難な技術課題である。

これらの技術課題を解決した方法について報告する。

#### 2. 技術課題の解決について

##### 2 - 1. ガスバリア性の良い

##### プラスチック材料の開発

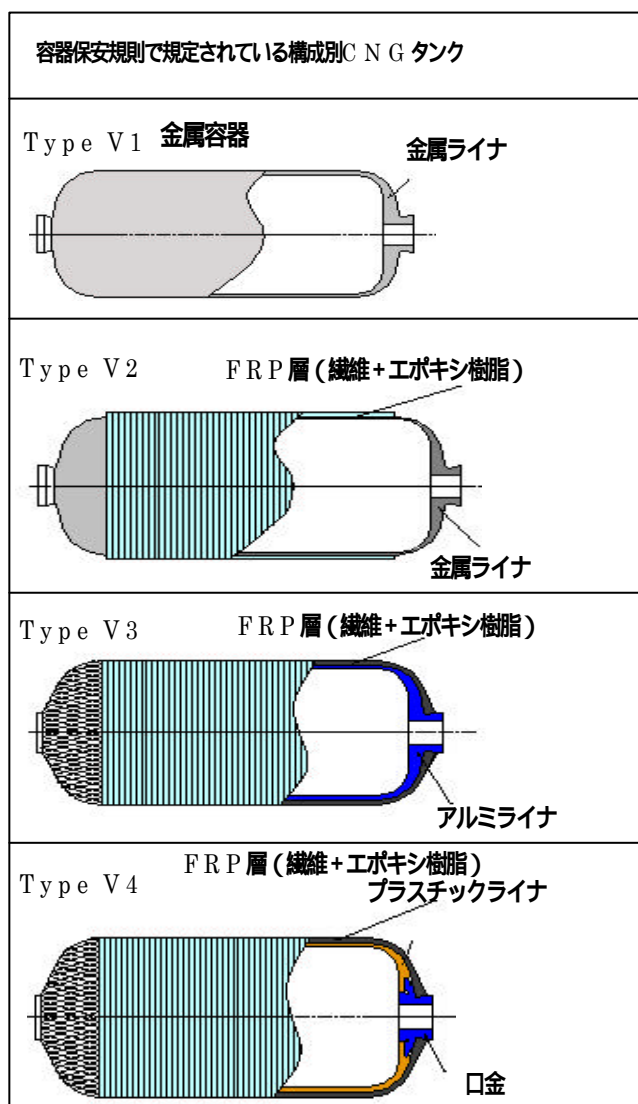


図 - 1 容器保安規則に定める容器の種類

\*Yasuhiro Nishimura 開発部 開発室

表 1 CNGタンクライ候補材 組成 / 物性比較

材 質	分子 剛直性	結晶化 (配向)	ガスバリア 性能	衝撃性
LCP <chem>[*]c1ccc(cc1)C(=O)Oc2ccc(cc2)[*]</chem>			高い	
PPS <chem>[*]c1ccc(cc1)S[*]</chem>				
PPS/ゴム				
ポリケトン <chem>[*]C(C(=O)R)C[*]</chem>				
PA11 <chem>[*]NC(=O)CCCCCCCC[*]</chem>				
HDPE <chem>[*]CH2-CH2[*]</chem>	×			良い

ガスバリア性を重点として市販のプラスチック材料をピックアップすると表 1 のようになる。結晶性の高い材料ほどガスバリア性が高い傾向にあるが、耐衝撃性は逆の傾向になる。この中の高密度ポリエチレン (HDPE)、ナイロン 11 (PA11) およびポリケトンでガス透過測定をしたところ、図 2 に示すように、HDPE のガス透過は著しく多く、一方 PA11 とポリケトン

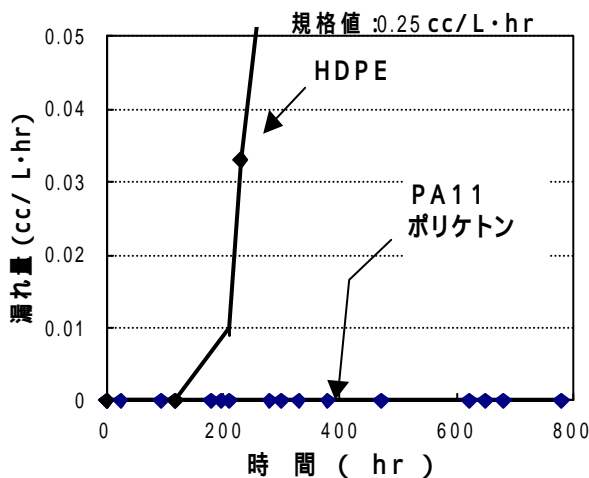


図 2 市販材でのガス漏れ測定結果 (ガス充填圧: 10MPa)

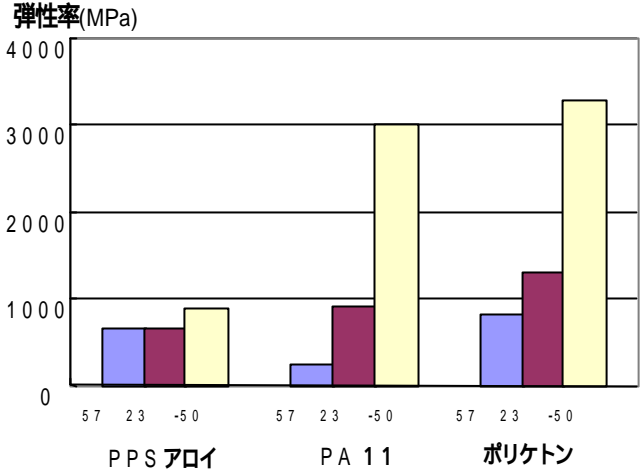


図 3 各種材料の温度依存性 (弾性率比較)

は、非常にガスバリア性が高いことを確認した。また、オールコンポジット製CNGタンクに高压ガスを充填すると、環境温度が高低温に関わらずタンクは膨張する。この膨張に追従するライナー材料が必要とされる。

この膨張に追従するためには、材料特性の中の伸びがポイントであり、使用環境を考慮に入れると高温ばかりでなく、低温時にもあるレベル以上の伸び特性を有した樹脂材料が必要となる。

図 3 に示すように PA11、ポリケトンは温度依存性が高く、低温時には弾性率が高くなり、伸び特性の低下につながる。すなわち、これらの材料は低温時にガス充填を行ない、急激に昇圧すると、ライナーを破損させる恐れがある。

これらのことから、現在市販されている樹脂材

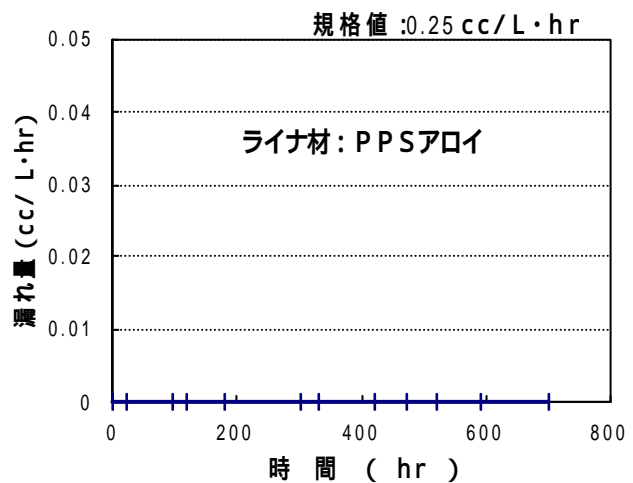


図 - 4 PPSアロイ材の10MPa時ガス漏れ量 (シール剤無し)

料の中には、オールコンポジット製CNGタンクのライナー用材料として満足できるものはない。それゆえ、高低温下での伸び特性を確保するべく、PPS（ポリフェニレンサルフィド）をベースとして、ゴム成分を加えてアロイ化することにより、PPSでの高低温下での伸びを確保し解決につなげた。また、図-4にPPSアロイの透過性を示すが、ガスバリア性も非常に高く確保することができた。

2-2. 充填ガス圧による口金接合部

からのリーク防止

口金の設計にあたっては、充填したガスの圧力で自己シールする構造にすることを基本として考案した。口金接合部の設計構想を以下に記す。

射出成形時には、樹脂と金属との熱収縮の差から、基本的に大きな隙間はないと考える。但し、樹脂と金属とは、分子間結合する訳ではないので、熱履歴を受けることにより、微細な隙間はできると考える。

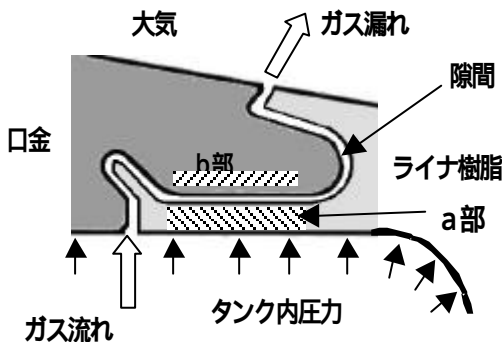


図-5 初期の漏れ

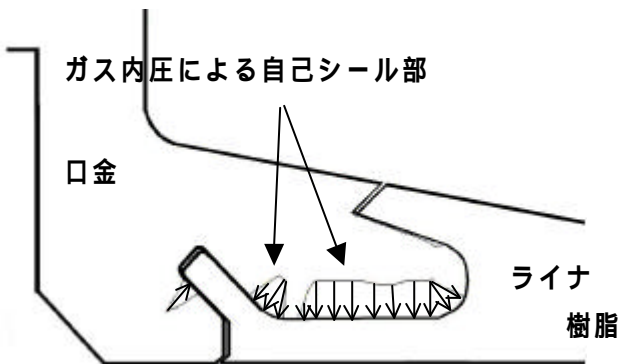


図-6 充填ガス圧による面圧（応力解析結果）  
（矢印の向きと大きさが面圧の方向と強さを示す）

図-5に示すように、樹脂と金属の界面に微細な隙間があれば、 $\text{タンク内圧} > \text{大気圧}$  の関係から隙間を流路として、図中の矢印方向にガスの流れが発生する。

ガスの流れが生じると、流路の長手方向に沿って圧力勾配が生じる。

このため、図-5のa部の両側で圧力差が生じて、a部はb部に押付けられその結果ガスの流れは遮断され、自己シールされる。

タンク内に20MPaの圧力を与えた時の応力解析結果では、図-6に示すように、口金と樹脂との接合部に、幅広く高い面圧の発生が認められる。

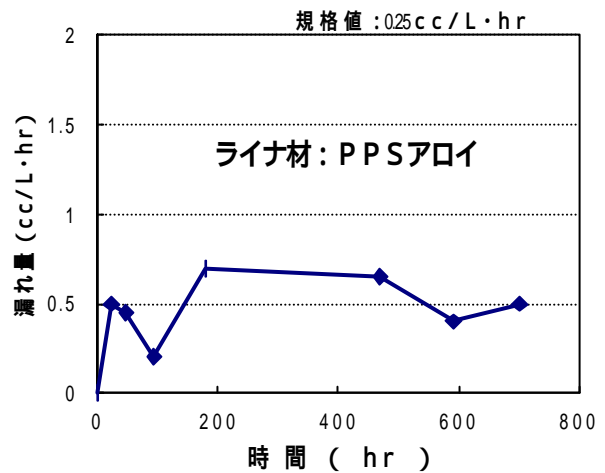


図-7 0.2 MPa時のガス漏れ量測定  
（シール剤無し）

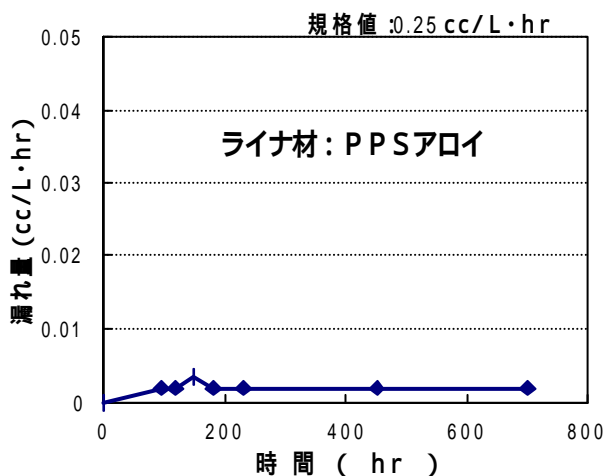


図-8 0.2 MPa時のガス漏れ量測定  
（シール剤有り）



10 MPaの天然ガスを充填して測定した結果、図 - 4 に示すようにガスリークはほとんど認められない。

しかし、0.2 MPaにタンク内圧力を下げると図 7 に示すように、ある程度のリークが認められる。

これは、タンク内圧力が低圧になると、図 - 5 a 部の剛性と、タンク内圧力と流路中の圧力との差圧によって発生する a 部を押し上げる力とのバランスが崩れ自己シール特性を発揮できないことを意味していると考えられる。

これらのことを考慮して、口金と樹脂との界面にシール剤を塗布し、タンク内が低圧の時もガスリークを押し込むことに成功した。

図 - 8 に界面にシール剤を塗布し、0.2 MPaの内圧をかけた時のガス漏れ測定結果を示す。

### 3. おわりに

以上、オールコンポジット製CNGタンクの開発における、主なる技術課題の解決について、その概要を述べた。

容器保安規則例示基準別添 - 9 に準拠して実施した試験結果(表 - 2)を示す。これを基に製造認可を得るべく取り組んでいる。近い将来上市する予定である。

更に、この開発を通して培った技術(特許・ノウハウ等)を活用すれば、究極のエコカーとしての燃料電池自動車に用いられる高圧水素用車載タンクの開発につなげることも可能であると考えている。

表 - 2 容器保安規則例示基準別添 - 9 に準拠して実施した試験結果

印 合格

試験項目	試験結果判定基準	結果	評価
プラスチックライナ溶接部引張試験	溶接部以外で破断することにより又は溶接部において破断した場合にあっては当該破断形態が延性を示すことによりそれぞれ合格とする。	23、-50 および57いずれも母材破断である。	
破裂試験	破裂圧力が最小破裂圧力以上の圧力であること。	破裂圧力： 58.81, 58.85, 59.49MPa	
常温圧力サイクル試験	(1)容器は破断しないものであり、V4容器にあっては、繊維に破断しないこと。 (2)加圧回数が11250回以下で、容器に漏れがないこと。	繊維に破断なし。 変形及び漏れ無し。	
最小肉厚確認試験	容器に変形及び漏れのないものを合格とする。	変形及び漏れ無し。	
火炎暴露試験	容器が破断することなく、容器内のガスが安全弁から排出されるものを合格とする。	容器が破断等異常無くガスが0.7MPa以下まで放出された。	
落下試験	容器に漏れ及び破断のないものを合格とする。	漏れ及び破断はしない。	
ガス透過試験	単位時間当たりのガス透過量が一定になった時の天然ガスの透過率がそれぞれ容器の内容積1L当たり毎時間当たり0.25cm <sup>3</sup> 未満であるものを合格とする。	0.006レベルである。	
環境試験	破裂圧力が最高充填圧力の1.8倍以上の圧力であるものを合格とする。	2.96倍であった。	
天然ガスサイクル試験	第3項(1)前項第3号の試験において容器に漏れがないこと。 (2)切断した容器のライナ及びライナとボスの結合部に疲労割れ、樹脂の剥がれ、シール材の劣化、静電気の放電による損傷等の劣化がないこと。	漏れ及び劣化等異常は認められない。	
加速応力破裂試験	破裂圧力が設計破裂圧力の75%の圧力を超えるものを合格とする。	151%の破裂圧力であった。	
層間せん断試験	13.8N/mm <sup>2</sup> 以上のものを合格とする。	34.68N/mm <sup>2</sup>	

# 新技術紹介

## 高耐湿本空クリヤー塗料

### High Humidity Resistance Clear Paint for Real Wood Panel

服部 弘樹<sup>\*1</sup> , 荻巣 康彦<sup>\*2</sup>

#### 1. はじめに

近年、自動車内装部品におけるウッドパネルの採用が、高級車だけでなく、国内外SUV車へ広がりがつつある。当社で採用しているウッド工法には表-1のようなものがある。

この中でステアリングホイールで採用されている「積層材接合+化粧板貼り」工法では、耐湿試験時の木材の膨張による「PL\*部割れ」を防止するため、ウッド端部処理を実施している。

今回、新規車両に採用されるウッドステアリングホイール(図-1)において、ウッド端部処理が不要な「高耐湿本空クリヤー塗料」を開発したので紹介する。

\* PL : Parting Lineの略。

表 1 当社で採用しているウッド工法

種類	工法	特徴	質感	深絞り性
疑似木 (木目調)	水圧転写	インキを印刷した水溶性フィルムを浮かべた水槽に製品を入れ、水圧により転写する		
	フィルムインモールド	印刷フィルムを型に挿入し、射出成形する		×
本空	化粧板貼り	成形した樹脂の芯材に化粧板を圧着する		
	積層材接合+化粧板貼り	積層材を接合した芯材に化粧板を圧着する		

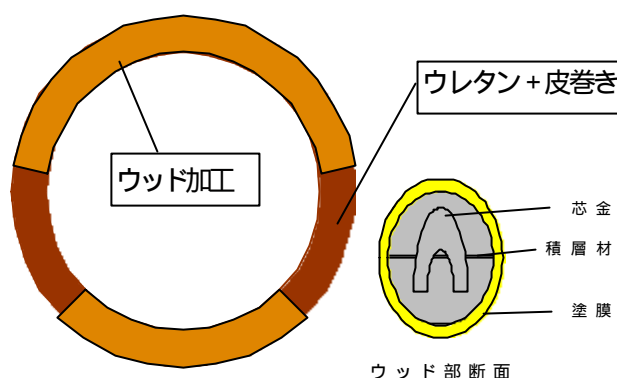


図 1 ウッドステアリングホイール仕様

#### 2. 理論

##### 2-1. メカニズム推定

「PL部割れ」のメカニズムを図-2のように推定した。

本空端末部、塗膜表面からの透湿  
積層材の吸湿による膨張  
耐湿劣化し、強度低下した塗膜が積層材の膨張に追従できず、PL部割れ発生

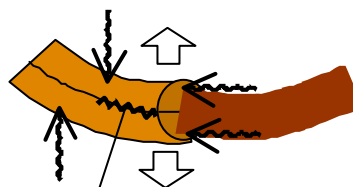


図 2 推定メカニズム

\*1 Hiroki Hattori 材料技術部 表面処理開発G

\*2 Yasuhiko Ogisu 材料技術部 表面処理開発G GL

2 - 2 . 開発指針および方策

推定メカニズムに基づき、以下の指針および方策で塗料開発に着手した。

- 1) 塗膜の透湿を防ぐ  
架橋密度アップ ( T g 点アップ )
- 2) 耐湿劣化による塗膜強度低下を防ぐ  
高耐湿主樹脂選定  
(加水分解による分子鎖切断抑制)

3 . 実験

3 - 1 . 塗膜物性測定

透湿性測定

表裏化粧板を貼り合わせた規定寸法 ( 100 × 100 × 10 t ) の積層材の全面に標準膜厚で塗装、標準条件で乾燥したものを試料とする。( 図 - 3 )

試料を 50 , 95% の恒温恒湿槽に240時間放置後取り出し、重量を測定し、試験前重量とから次式によって重量増加率を算出し、透湿性とした。

透湿性 (%) = ( B - A ) / A × 100

A : 試験前重量 ( g )

B : 試験後重量 ( g )

引張り強度測定

テフロンシートなどに標準膜厚で塗装・乾燥し、塗膜単体を剥離し、ダンベル状に打ち抜いたものを初期試料とする。また、これをさらに50 , 95% の恒温恒湿槽に240時間放置したものを耐湿後試料とする。( 図 - 4 )

各試料をテンシロン ( 島津製作所製 ) にて、引張り速度 50 mm / 分で引張り、破断時の最大強度を測定した。

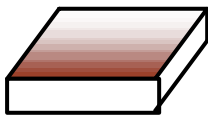


図 - 4 透湿性試料



図 - 5 ダンベル

3 - 2 . 製品評価

3 - 1 . で現行品より効果があった 5 水準をスクリーニングし、製品評価を実施した。

耐湿性評価

ステアリングホイール製品を 50 , 95% の恒温恒湿槽に放置し、P L 部割れの発生時間を確認した。要求品質は240時間である。

耐亀裂進展性評価

ステアリングホイール製品のウッド部に半径 1 mm の専用治具を用いて、定荷重 × 高さにてデュポン衝撃試験をした。これは、他仕様ウッドステアリングホイールで発生した不具合の再現試験であり、硬質塗膜であると不利になる傾向がある。

4 . 結果

実験の結果を表 - 2 に示す。

表 - 2 実験結果

塗料	仕様	透湿性 (%)	塗膜引張り強度 (MPa)		製品評価	
			初期	耐湿後	耐亀裂進展性	耐湿性
現行	現行	4.39	23.5	13.3		300H
A	ウッド 端部処理なし	3.69	12.3	9		× 120H
B		3.22	14.4	10.9		× 216H
C		3.17	19	12.6		× 192H
D		2.44	測定不可	測定不可	×	
開発品		4.02	44	45.5		480 H

× : 進展あり × : PL部割れ

5 . 考察

透湿性を下げると、P L 部割れが発生しにくくなるが、耐亀裂進展性が悪くなるという背反がある。一方、耐湿劣化による塗膜強度低下を防ぐ (高耐湿主樹脂を選定し、加水分解による分子鎖切断抑制) ことにより、耐亀裂進展性を満足しながら、P L 部割れを防ぐことができた。また、他の塗膜性能もすべて満足することが確認できた。(表 - 3)

表 - 3 塗膜性能

評価項目	評価結果
耐熱性	
耐湿性	0/100
耐光性 (400H)	
硬さ	
付着性	0/100
耐薬品性	
耐摩擦性	

6 . まとめ

耐湿劣化後も塗膜強度を保持することにより、「積層材接合 + 化粧板貼りステアリングホイール」において、ウッド端部処理なしでも「P L 部割れ」を防ぐ、「高耐湿本空クリヤー塗料」を開発することができた。

## ≡≡≡ 新製品紹介 ≡≡≡

### 新世代エアバッグハンドル

#### New Generation Driver Side Airbag Module and Steering Wheel

久野 広明<sup>\*1</sup>

#### 1. はじめに

近年、各カーメーカーでは燃費向上の為、軽量化に力を注いでおり、エアバッグ（A/B）ハンドルも例外ではなくそのニーズが高まっている。更に、ナビゲーション・自動車電話・オーディオ等の普及により各種スイッチ操作がハンドルを握りながら手元で行なえる「多機能スイッチ」をステアリング内に配置する傾向にありスイッチ取付けスペースを確保する点からもパッド内収納部品であるA/Bユニットをコンパクト化することが必要である。今回は、大幅な軽量コンパクト化をはかり、多機能スイッチを配置した新世代A/Bハンドルを開発したので紹介する。

#### 2. 製品の概要

バッグホルダーのマグネシウム（Mg）化、ホーンユニットの小型化によりA/Bユニットを軽量・小型化し、操作性に優れたスイッチレイアウトを考案した。

A/Bハンドル本体の外観を写真1に、軽量小型A/Bユニットを写真2に、多機能スイッチを写真3に示す。



写真1 A/Bハンドル



写真2 軽量小型A/Bユニット



写真3 多機能スイッチ

#### 3. 開発品の概要

##### 3-1 軽量小型A/Bユニットの開発

###### ① Mgバッグホルダー

従来の鉄製板金プレス加工品（写真4）からマグネシウム鋳造品（写真5）に変更し、従来の鉄製310gを130gに軽量化した。

軽量化のためにFEM解析を駆使し、強度確保と薄肉化を両立させた。



写真4 鉄バッグホルダー



写真5 Mgバッグホルダー

<sup>\*1</sup> Hiroaki Kuno セーフティシステム技術部 第1セーフティシステム技術室

## ② 共用小型ホーンユニット

従来のホーンユニットに対して、ボルト、スプリングのサイズダウン等、各構成部品の徹底したミニマム設計を実施した結果、ボルトをM6からM5へ、質量は17gから12g（▲30%）、外径はΦ22.5からΦ18.9（▲16%）に軽量コンパクト化を実現し、共用化部品としての汎用性（搭載性）を格段に向上させた。

従来品と開発品の外観を写真6に示す。

従来品

開発品



写真6 ホーンユニット

## ③ 軽量小型A/Bユニット

以上の開発により、図1に示すように従来に対して大幅な軽量コンパクト化をはかることに成功した。

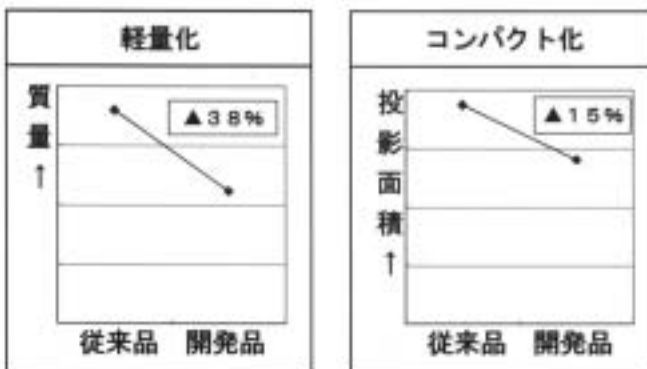


図1 軽量コンパクト化の効果

### 3-2 多機能スイッチの開発

従来、インパネ上にあったスイッチ類を「オーディオ系」、「運転支援系」に層別しハンドルを握りながら手元操作が行なえる位置に人間工学的にレイアウト（図-2）することで、その操作性を大幅に向上させた。（図-3）



図2 スイッチ配置位置

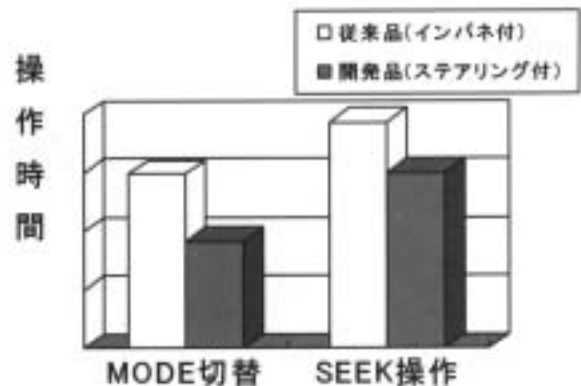


図3 スイッチ操作性比較の例

## 4. おわりに

今回紹介した新世代エアバッグハンドルはトヨタ自動車株式会社最上級ミニバン「アルファード」に搭載され現在量産中である。

今後、本製品に採用した新技術を他の4芯ハンドル、更には3芯ハンドルにも展開する予定である。最後に本製品の開発、量産化に際し、御協力いただいたトヨタ自動車株式会社ならびに株式会社東海理化の関係者の方々に厚く謝意を表します。

## ≡≡≡ 新製品紹介 ≡≡≡

### ミニバン向けカーテンエアバッグ

#### Curtain Airbag for Mini-Ban

山本 貴史<sup>\*1</sup> , 小川 裕之<sup>\*2</sup>

#### 1. はじめに

近年の自動車産業の動向として、安全性の向上が求められ様々な安全装置が装着されてきた。当社においても、'89年にセルシオ向け運転席エアバッグ生産を開始し、また助手席、サイドエアバッグと製品群も増加している。

側突時に頭部への衝撃を低減するカーテンエアバッグについても、'97年のプログレに前席用、'00年のセルシオに前後席用と乗用車向けに生産拡大してきた。

今回、アルファードに採用されたミニバンとして日本初の大容量カーテンエアバッグの内容を紹介する。

#### 2. 製品概要

開発品のエアバッグ展開状態を図-1に示す。一般的な乗用車用バッグでは容量は約15%であったが、今回のミニバン向けカーテンでは後席のシートスライド量が大きく乗員を保護すべきエリアが拡大するためその容量は約30%になる。

一方バッグの容量に関係なくエアバッグの展開は車が衝突してから保護するまでほぼ同一の時間が要求される。

従っていかに速く、均一にバッグを展開させるかが重要な開発ポイントである。

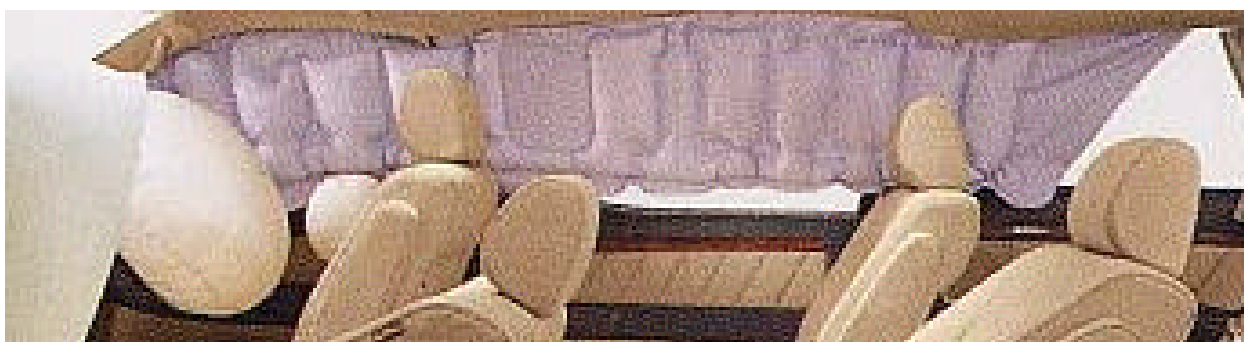


図-1. 開発品(アルファード)

\*1 Takashi Yamamoto

セーフティシステム技術部 第2セーフティシステム技術室

\*2 Hiroshi Ogawa

セーフティシステム技術部 第2セーフティシステム技術室

### 3. 製品の特徴

#### 3-1. 製品機能

バッグを早く開かせるために図 - 2 に示す要素技術を反映した。

従来、車両後方に配置していたインフレーターを中央に変更、バッグ端末までの距離を短くしガスの到達時間を速めた。

また、その時のディフューザ穴配置とインナーチューブの形状をバッグセルデザインと合わせたガス流れ解析により設定し、前後均一な展開を実現した。

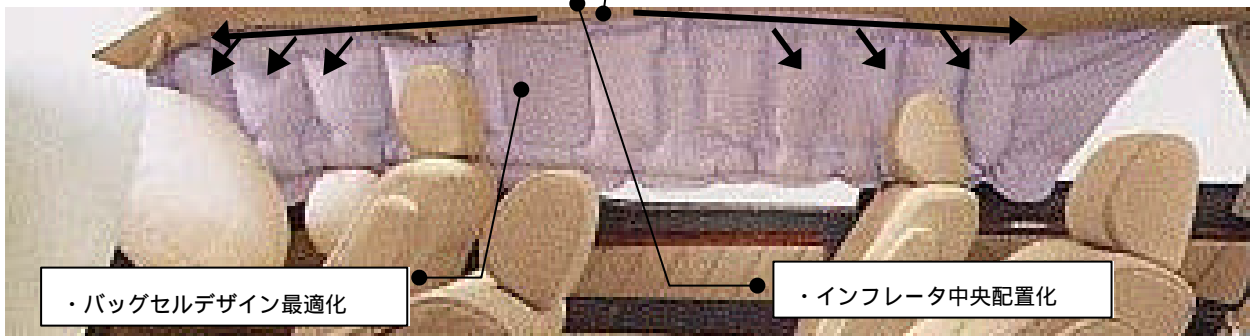
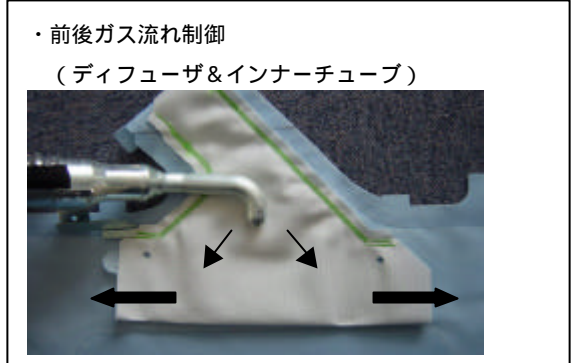


図 - 2 . 開発品の特徴

#### 3-2. 生産性の向上

従来品と開発品をそれぞれ図 - 3 及び図 - 4 に示す。

バッグの結束をテープ（人作業）からブレード（自動化）に変更し、これに伴いバッグ折りと結束を連結自動化工程にすることで大幅な生産性の向上が実現した。また、同時に折り寸法の均一化も可能になり車両搭載性が向上した。

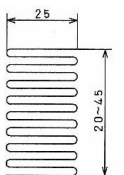
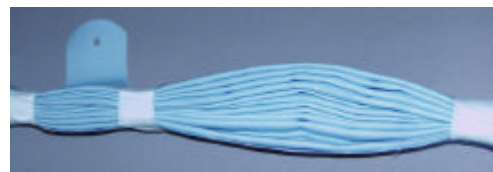


図 - 3 . 従来品（テープ巻き）

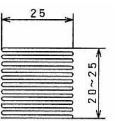
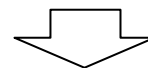


図 - 4 . 開発品（ブレード巻き）

### 4. 効果

- ・大容量バッグにおいても新規要素技術の反映により従来品と同等の展開時間・内圧を確保できた。
- ・従来工程に対し「折り～結束」の生産性が 50% 向上した。

### 5. おわりに

今回の大容量エアバッグの開発によりミニバン向けカーテンエアバッグの品揃えができた。今後もカーメーカーの要求に応え、さらなる品揃えの充実に向け努力していきたい。

最後にこの製品の開発に際し、御指導・御協力をいただいたトヨタ自動車株式会社、トヨタ車体株式会社及び関係部署の方々に厚く謝意を表します。

## 新製品紹介

### 高効率ダクトクォータベント

#### High Efficient Duct Quarter Ventilation

寺本 泰庸<sup>\*1</sup> , 大宮 好雅<sup>\*2</sup>

#### 1. はじめに

ダクトクォータベントは車室内空気の排気口であり、バタフライを設け排気ガスや埃等の車室内への侵入を防ぐ逆流弁としての機能も有している。ダクトクォータベントは、ドア閉り性や車室内の換気に重要な役割をもっている。

従来のダクトクォータベントはボデー形状にあわせ車両ごとに設計をされていたが、統合することで量産効果により低コスト化をねらいとしたダクトクォータベントを開発した。(写真1)本報でその概要について紹介する。

#### 2. 製品の概要

##### 2-1. 換気性能の向上

今回製品性能として換気性能を向上させ世界一の換気性能を確保することを目的とし開発した。

ダクトクォータベントの製品性能である換気性能のBMC結果を図2に示す。図2より当社製品はボデー開口面積と換気性能の関係(換気効率)から世界一の換気性能であることが分かる。

また、換気性能が向上することにより、車室内空気の換気が良くなり、ドア閉り性能が向上する。

##### 2-1-1. バタフライの締結方法・材料

バタフライと本体の締結方法を熱加メ締結より差込締結構造にすることより開時抵抗が低減されたこと、また今回バタフライ材をゴム系から比重が低くバタフライ重量の軽いウレタン系に変更したことにより換気性能が向上した。ウレタン系バタフライは、復元力が強くしわになりにくい性能も有している。

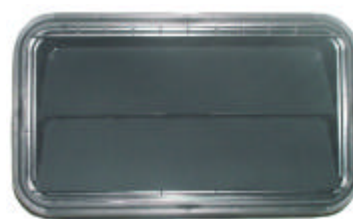


写真1 開発品

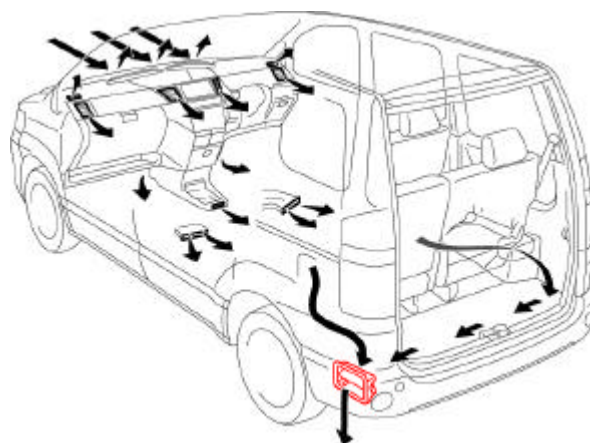


図1 自動車ベンチレーションシステム

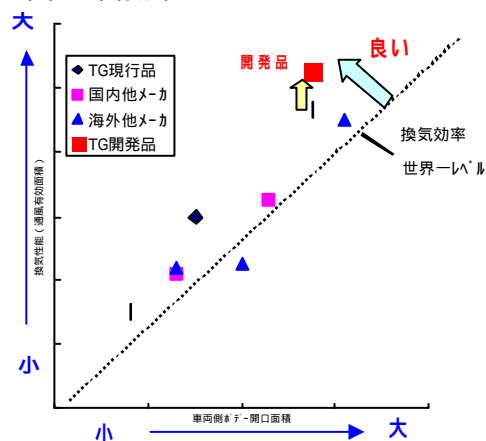


図2. 換気性能 BMC

\*1 Yasunobu Teramoto 内外装部品技術部 外装技術室

\*2 Yoshimasa Omiya 内外装部品技術部 外装技術室



2 - 1 - 2 . 本体薄肉化

本体一般肉厚を2.0 1.5へ薄肉化することにより、開口面積が増加し換気性能が向上した。また薄肉化により軽量化も図られている。本体材は低コスト材であるリサイクル材を使用した。

2 - 2 . シール性能向上

シール部は、外部からの水、埃を防止するためのものである。従来は、スポンジを後工程で貼り付けていたが、生産性を向上させるために開発品では軟質TPOを用いて本体・シール部を一体に成形した。また、シール部を軟質TPOにしたことによりシール性能が向上した。

本体、シール部をオールTPOにすることにより、リサイクル性にも優れた製品となった。

現行品・開発品の製品構成を図3、4に示す。

2 - 3 . 製品性能

製品として必要な性能評価は全項目とも満足した。開発品の主な製品性能について表1に示す。

表1 . 開発品の特徴

項目	開発品 (現行品比)	
性能	換気性能	
	ドア閉り性能	
	負圧による排気ガス・埃入り	
	浸水路走行・洗車等による泥水入り	
	冷熱繰返しによる変形・劣化	
品質	組付け作業性	
環境	リサイクル性	
ASSY重量		

4 . おわりに

今回紹介したダクトクォータベントは、大型タイプとして現在数車種で量産中であり、今後他車種への採用も予定されておりダクトクォータベントの統合化が推進されている。

最後にこの製品開発・量産化にあたり、多大なご支援、ご指導をいただいた関係者の方々に厚く感謝の意を表します。

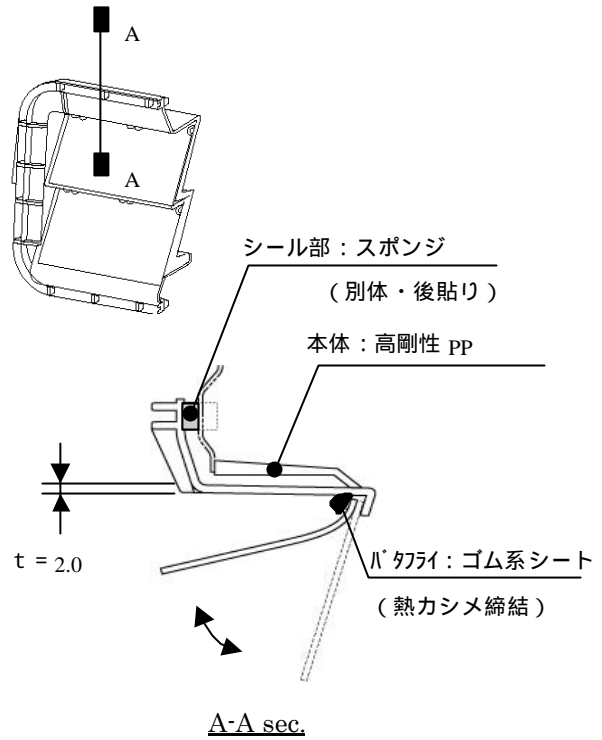


図3 現行品

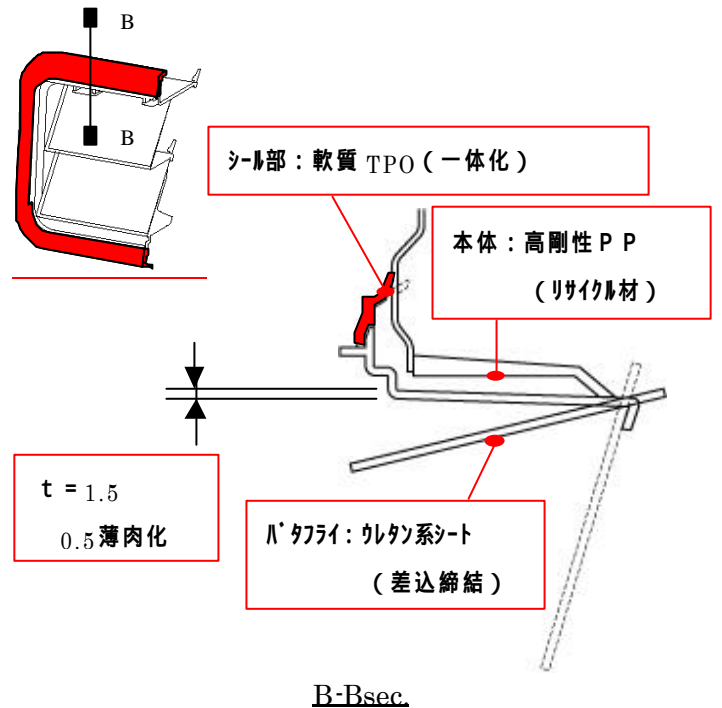


図4 開発品

# ≡≡≡ 新製品紹介 ≡≡≡

## ベンダー曲げTPO/PPインナウェザーストリップ

### Bent TPO/PP Inner Weather Strip

伊藤 彰\*1 清水 剛\*2

#### 1. はじめに

リサイクル性及び軽量化を目的としたインサートレスインナW/S (TPOとPPのハイブリット品)を開発し現在量産化している。

今回、樹脂の材料特性を利用し、ドアの意匠性に追従できるベンダー曲げW/Sの開発・量産化を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、自動車のスライドドア室内側ベルトライン部に装着され、ガラスパタツキ防止機能を有するだけでなく、車外からの透過音を低減する機能を有している。その装着部位を図-1に示す。

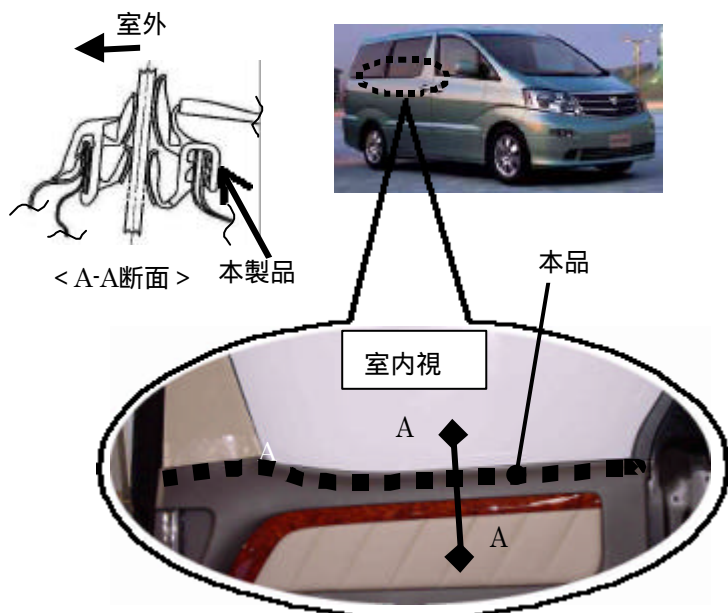


図-1 装着部位

図-2に示す様に本インナW/Sの製品仕様は、押出成形品の両端に段カット加工を施し、車両意匠に合わせたベンダー曲げ部を施した製品構成である。

尚、図-3に示すB-B断面の様に硬質PPで構成されるフランジ部はドアトリムに覆われ非意匠面となっている。

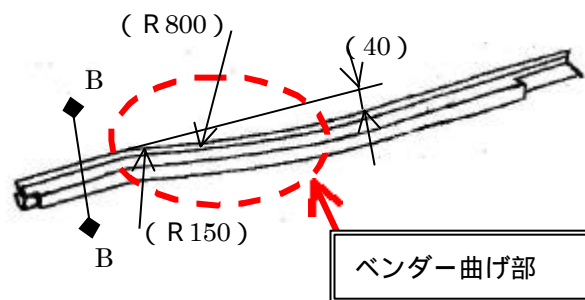


図-2 製品仕様

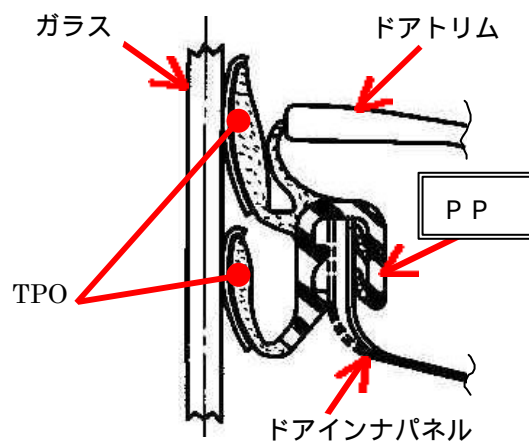


図-3 断面形状<B-B>

\*1 Akira Itou ボディシーリング技術部 ボディシーリング技術室

\*2 Tsuyosi Simizu ボディシーリング技術部 ボディシーリング生技室

### 3. 技術の概要

従来のバンダー曲げW/Sは、曲げ時の意匠部への加工傷を防止する為、製品全体を熱風ブロー加熱後プレス曲げで成形していたが、本インナW/Sは曲げ加工部がドアトリムに覆われ、バンダー保持方法の自由度が増したことに着目し、加工傷を低減する為の断面設計を考慮することで、熱風ブロー加熱曹が不要なバンダー部のみの、加熱プレス曲げを採用することが可能となり、工程の簡素化によるコストダウンが図れた。その効果を表-1にまとめた。又、本工法にて加工したインナW/Sを図-4に示す。

### 4. おわりに

今回紹介したTPO/PPインナーW/Sはトヨタアルファードに搭載され量産対応中である。今後この技術をバンダー曲げ部に意匠性を要求されないW/Sを対象に、展開可能と考えている。

最後に本製品の開発、量産化に際しご協力頂いたトヨタ車体株式会社の関係部署の方々に厚く謝意を表します。

表-1 性能・効果比較表

	従来品	本品
ワーク加熱	全体	局部 (バンダー部のみ)
コスト (指数)	100	90

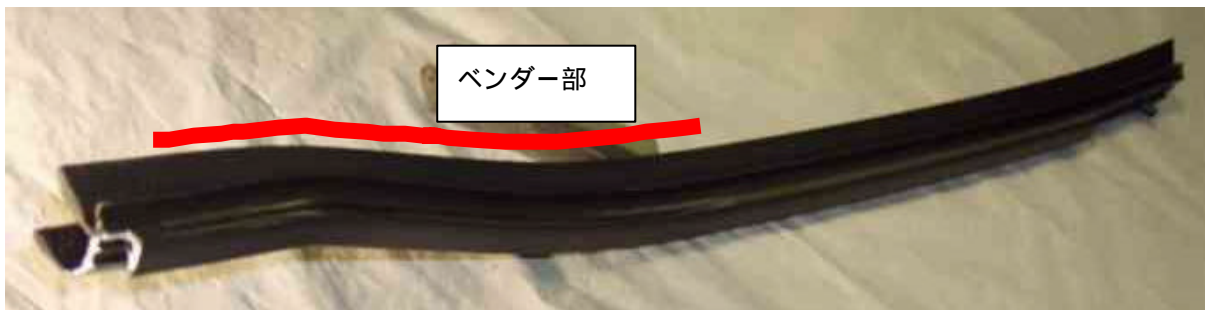


図-4 本製品単品状態

## 社外発表文献一覧表(1)

## List of Published Papers (1)

(2001年11月~2002年10月発表分)

\*印: 社外共同発表者

表 題	発表者	発 表 先
バスルNMR及びFT-IRによる天然ゴムの劣化解析	渡辺 健市 勝村 軍平 竹尾 茂樹 後藤 正直	日本分析化学会高分子分析討論会 (01.11.5)
評価構造の個人差を考慮した Semantic Differential 法データの解析	永田 雅典 仁科 健* 山本 太司*	品質 Vol.32 No.4 (2002)
Fabrication of LED based on $\alpha$ -V nitride and its Applications	N.Shibata	Forth International Symposium on Blue Laser and Light Emitting Diodes (02.3.11)
族窒化物を用いたGaN系LEDの開発とその応用	柴田 直樹	日本結晶成長学会誌 Vol.29 No.3 (2002)
GaN系LEDの開発とその応用	柴田 直樹	ナノテク材料技術報告会 (02.5.)
族窒化物を用いたLEDの作製とその応用	柴田 直樹	学術振興会 第125,162委員会 (02.5.10)
族窒化物を用いたGaN系LEDの開発とその応用	柴田 直樹	電子情報通信学会 (02.5.23)
模擬霧環境下でのLED視認性研究	永田 雅典 池田 典弘* 藤田 晃弘*	日本人間工学会 Vol.37 特別号 (2002)
一対比較法による樹脂製品の触感性における個人差分析	永田 雅典 仁科 健*	日本人間工学会 Vol.38 特別号 (2002)
射出成形品のコーナー部内そり変形予測	山田 和慶	プラスチック成型加工学会年次大会 (02.6.7)
Self-separation of Freestanding GaN from Sapphire Substrates by Halide Vapor Phase Epitaxy	S.Nagai A.Kojima S.Yamasaki M.Koike K.Tomita * T.Kachi *	IWN (International Workshop On Nitride semiconductors (02.7.22)
圧縮天然ガス自動車用オートコンポジット製燃料タンクの開発	西村 保宏 下島 伸吾 鈴木 哲也 竹中 啓二	自動車技術会 (02.7.24)

## 社外発表文献一覧表(2)

## List of Published Papers (2)

(2001年11月～2002年10月発表分)

\*印：社外共同発表者

表 題	発表者	発 表 先
白色LEDと照明技術	新谷 昭	照明学会 (02.8.8)
射出成形品のコーナー部内そり変 形予測	山田 和慶	成形加工 Vol.14 No.8 (2002)
プラスチック光ファイバー用低損 失自己形成光導派路回路	伊縫 幸利 近藤 国芳 米村 正寿* 山下 達弥* 各務 学*	電子情報通信学会 (02.9.10)
材質感に対する感性評価 - 触感評価の事例から -	永田 雅典	第4回日本感性工学会大会 (02.9.12)
使用済み自動車のEPDMゴム製 ウェザーストリップのリサイクル技 術	杉本 正俊	中部化学関係学協会 (02.10.5)
族窒化物を用いたGaN系LED の開発とその応用	柴田 直樹	ファインセラミックスシンポジウ ム (02.10.17) カラーコミュニケーション (02.10.30)

## 編集後記

産業の空洞化，株安，金融危機と暗い話題ばかりの昨今ですが，最近ドイツで行われたJDパワー社の消費者満足度調査に依れば，小型車，中型車，中型高級車，高級車，スポーツカー，SUV，MPVの7部門の全てにおいて日本車が第1位を独占した，という記事が新聞に載っていました．その内の6部門はトヨタ車で，他の1部門は日産と言う事でした．憧れの名車がそろっているドイツで信じられないような結果ですが，日頃の我々の努力も多少なりとも貢献しているとすればうれしい話です．

これは2～3年乗った車について(1)品質，(2)魅力，(3)アフターサービス，(4)維持費について評価点をつけたものとの事です．

今回は，永年トヨタ自動車で実験部門の要職を歴任されトヨタ車の品質向上に尽力され，その後九州大学教授に就任された吉村先生に，考案された品質問題の未然防止法・GD<sup>3</sup>について解説して頂きました．GD<sup>3</sup>の活用によりさらに一段の品質向上を目指して頑張りたいと思います．(Y)

(非売品)

<b>豊田合成技報編集委員会</b>	<b>豊田合成技報 第44巻 第2号</b>
編集委員長 小澤功 (技術企画部)	(禁無断転載)
編集委員 牛田洋子 (開発部)	2002年 12月 24日印刷
小泉順二 (材料技術部)	2002年 12月 26日発行
馬場宣芳 (金型機械事業部)	発行所 豊田合成株式会社
磯村博恭 (施設環境部)	発行人 田中 裕
川島大一郎 (内外装部品事業部)	印刷所 竹田印刷株式会社
前野 隆 (機能部品事業部)	
小林裕之 (セーフティシステム事業部)	
野崎政博 (ホテイルリング事業部)	
山中 修 (ワトE事業部)	
安井誠志 (特機事業部)	

# 豊田合成株式会社

本社・春日工場	〒452-8564 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地	Tel (052) 400-1055
技術センター	〒492-8540 愛知県稲沢市北島町西の町30番地	Tel (0587) 34-3303
稲沢工場	〒492-8542 愛知県稲沢市米屋境1番地	Tel (0587) 36-1111
西溝口工機工場	〒492-8452 愛知県稲沢市西溝口町第二沼1番地の1	Tel (0587) 36-5761
森町工場	〒437-0213 静岡県周智郡森町睦美1310番地の128	Tel (0538) 85-2165
尾西工場	〒494-8502 愛知県尾西市明地字東下城40	Tel (0586) 69-1811
平和町工場	〒490-1312 愛知県中島郡平和町大字下三宅字折口710	Tel (0567) 46-2222
東京営業所	〒100-0005 東京都千代田区丸の内二丁目2番1号岸本ビル308号	Tel (03) 3213-5681
大阪営業所	〒532-0003 大阪市淀川区宮原四丁目1番45号新大阪八千代ビル3階	Tel (06) 6391-2691
広島営業所	〒732-0805 広島市南区東荒神町3番35号広島ワイズセンタービル3階	Tel (082) 264-3887
宇都宮営業所	〒321-0953 栃木県宇都宮市東宿郷三丁目1番9号USK東宿郷ビル7階	Tel (028) 610-8846