

# 愛三技報

AISAN TECHNICAL JOURNAL

2006  
No. 4

特集「環境」



 AISAN INDUSTRY CO., LTD.



## 目次

## CONTENTS

巻頭言 Foreword	夢を現実に・・・ Make dreams come true	1
特集 Feature	特集「環境」によせて Introduction to Feature "Environment"	4
	ゴム材料の鉛レス化（環境負荷物質廃止規制対応） Development of Lead Less Rubber Material	5
	亜鉛系めっき等の表面処理における6価クロムフリー化の取り組み Activities to disuse hexavalent chromium in surface treatment process, such as plating treatment using zinc	10
	加工油剤の環境負荷物質低減 Reduction of environmentally hazardous substance contained in coolant	17
	環境に対するキャニスタの役割 The role of canister for environment	23
	小型二輪用燃料噴射製品の開発 Challenge for small size motorcycle fuel injection products	28
論文 Technical Papers	アルミ鋳抜き穴用高精度・高能率ドリルの開発 Development of a high precision, high efficiency drill for aluminum die cast cored hole	35
	生産ラインシミュレーションによる革新的な工程設計の実現 Realization of innovative process design using production line simulation	41
	自動車用樹脂部品の信頼性評価と寿命予測法 A life prediction method of a resin product for cars	46
	電磁リリーフバルブの開発 Electromagnetic relief valve	53
新製品紹介 New Products	ディーゼル用燃料ポンプ Electric Fuel Pump for DIESEL ENGINE	59
	高効率燃料ポンプ High Efficiency Electric Fuel Pump	60
	インジェクタ Injector	61
	超小型ポート噴射インジェクタ Ultrasmall Fuel Injector for port injection	62
	CNG/LPG 噴射システム CNG/LPG Fuel Injection System	63
	EGRバルブ Exhaust Gas Recirculation Valve	64
設備紹介 Facilities	電波暗室 Anechoic Chamber	65
	新棟（6号館） New, Building No. 6	66
トピックス Topics	ウォータージャケットスペーサSPEグランプリ受賞 SPE Award honoured "Water Jacket Spacer"	67
特許登録紹介 Recent Patents		68

## 巻頭言 「夢を現実に・・・」

Foreword "Make dreams come true"



取締役社長

**加藤 由人**

Yoshito Kato, President

愛三工業では、昨年、会社のかくあるべしという将来の姿を、2015年ビジョンとして策定しました。改めてその概要をご紹介しますと、

その目指す姿 (Our Target Image) は

**Carving the Future for Customers……世界のお客様に感動を！**

としており、活動する事業領域 (Business Area) は、

**あらゆる動力源の流体制御分野**

であります。

ここでいう感動とは、お客様が期待されるレベルを超えたサービスや製品を提供することであり、あらゆる動力源としては、エタノールやガス燃料を含めたこれからの燃料への対応や、HV (Hybrid Vehicle), FCV (Fuel Cell Vehicle), PEV (Pure Electric Vehicle) など、次世代の車をしっかりと睨んでいます。

また、その到達目標 (Ultimate Goal) は、

**世界シェアNo.1商品を10品目**

品揃えして、我々の活動が社会に貢献できた証しとして、お客様のご満足度をシェアで定量的に評価しようとしています。

さらに、めざす風土 (Target Climate) を

- ① お客様の立場で考え行動する
- ② 話し合い、助け合い、やりきる
- ③ 一人一人の成長と挑戦を大切にする

として、グローバルな活動の基盤づくりを進めようとしています。

多様な価値観を大切に、いろいろな国籍の人々と力を合せて、国際社会に貢献したいと考えています。

このために、もっとたくさん外の空気を吸って、いろいろな環境や文化や社会に触れて、多様な人々との交流の中で自分なりの夢を育み、これを実現していく努力をすることがいかに大切であるかを、いつも社員に語りかけています。

ところで、先ほどの世界シェアNo.1商品をグループに層別すると

- ① 既存商品強化グループ：燃料ポンプ，電子スロットル，キャニスタ，  
チタンエンジンバルブなど

主要3製品をはじめ、既に形があるがさらなる進化をさせる商品群

- ② 育成商品グループ：新燃料やHV・FCV対応製品，  
エバポや吸気系のVI System

既に芽生えがあるので、新たな視点で差別化を図り成長させる商品群

- ③ ダントツ商品グループ：HV・FCV・PEVに共用できる基盤システム  
今までの商品にない、次世代動力源を想定した夢のある商品群

となります。

当社が扱う製品は単なる物理的なモノであってはならないと考えています。

もちろん、車の機能・性能を左右する部品ですが、今の部品の単位がベストではありません。

車の原点に立ち返り、さらに、環境と安全に心を致すとき、もっと違う形、もっと合理的単位があるのではないかという観点から、周りの部品を取り込み、もっとシンプルでスリムなユニットやシステムを構築できないかという、新たな価値づくりがVI (Value Innovation)です。

第②のグループには、このVI活動も含んでいます。

さらに、第③のグループは、内燃機関に代わる動力源をも想定した取組みが必要です。新しい分野は難しい課題が多いけれども、それだけに、原理原則の所で魅力ある知恵や工夫を創出すれば、オンリーワンでダントツの商品が生まれる期待が持てる分野です。現在、社内外の研究機関や大学などのご協力を得て、一部の構想を進めています。

一方、現実の世界に眼を転じると、企業の品質に対する取組み姿勢が問われています。当社では、全社挙げて、すべての従業員がすべての仕事で、お客様のかゆいところに手が届くような、CF (カスタマ・ファースト) 活動を展開しようとしています。

私なりに、この活動を5つに分類しますと、次のようになります。

- ①DRBFM：故障モードをベースにしたデザインレビュー  
過去のトラブル事例や経験に基づいて、いろいろな場面を想定した危険を予知して、具体的な対策が織り込まれているか、ノウハウや技術・技能・知識などの造詣が深い人の知恵を集めて、多面的な設計検証を行なうことを言います。
- ②コンカレント活動：製品設計をする時に徹底して造りやすさを織り込む活動  
製品の機能・性能・耐久性を保証する製品設計と、造りやすく生産性を高める生産設計とを、同時に行なう活動です。  
具体的には、種類の削減、部品の共用化・共通化、部品点数の削減、形状の単純化、寸法精度の適正化、加工方向の統一、バリの出にくい形状などが肝要です。
- ③工程における品質の造り込み：不良の要因を分析して発生源に確実な対策を行なう  
最終検査工程でNG品を撥ね除けることに終始せず、NGとした内容を分析、要因を特定して、その発生源となっている工程を確実に対策することが重要です。  
(注)<sub>1</sub>
- ④QCMS：すべての工程の流れと重要品質工程を図示して、品質を造り込む  
素形材や外製部品を含めて、その製品のすべての工程の流れを描き、その中のどこで重要な品質を造りこむかを観える化します。QC工程表，系統図，工程管理図などをツールとして、生産工程を常に適正な品質レベルに管理・維持する活動を行ないます。  
(注)<sub>2</sub>
- ⑤CS：お客様や前後工程の意図を汲み取り、想いを一つにして活動すること  
技術や技能に携わる人たちにとどまらず、営業・経理・総務など、事務系の人たちも含めて全員が、お客様の狙いや目的を正しく理解して、やり直しがない仕事をする、納期を守り、守るための仕掛けをする、抽象的な言葉でなく、定量的なデータでお応えする、使われ方を吟味して創意のあふれた合理的な提案を積極的に行なうことです。『目的は何か』を常に自らに問いかけて、意義ある仕事を確実にやりきることが大切です。

未来を予測して自らが描いたダントツ商品が開発される、いろんな専門技術者が結集してこれを調理し味付けしてさらに大きな魅力を宿したシステムが生まれる、これが世界のどこのメーカーよりも品質が安定しておりコストパフォーマンスが高いと評判になる、そして、何よりも、愛三の製品だから安心して使える、愛三の人だから信用できる、新しい製品の相談にものって欲しい、などと、お客様に思っただけの会社になり、自らも成長するという、**そんな夢を現実のものにしたい**と思います。

自分の夢を現実のものにして、これが職場のニーズに合致すれば、これほど幸せなことはありません。

だって、我々は人生の大半の時間を職場で過ごすのですから…。

(注)<sub>1</sub> QCMS：Quality Chain Management System

(注)<sub>2</sub> CS：Customer Satisfaction

## 特集「環境」によせて

Introduction to Feature "Environment"

第2 製品開発部長  
取締役

山 田 英 生

Hideo Yamada, Director



昨年の各国での異常気象、石綿問題、などなど環境に関わる問題は日増しに注目を浴びている。当社が開発・生産している製品は、自動車の重要機能部品でもあることから、もともと環境に重大な影響を与える製品ばかりである。

しかしながら昨今は、直接自動車から排出される排気ガスの濃度を下げるだけでなく、欧州ELV規制にみられるように、自動車はその役目を終えて処分されるまでの環境への影響を考えた規制が施行されており、当社製品においても本来の機能としての環境保護だけを考慮して開発する状況ではなくなってきている。

今回の特集にある、ゴム材料の鉛レス化、表面処理における6価クロムフリー化、加工油剤の環境負荷物質の低減などは、本来の製品の機能とは関係ないものの、ますます重要になると思われる。しかしながら、現在の当社の技術力は十分ではなく、今後この分野の技術力を高めることが本来の機能を向上させることと同様に重要と考えられる。

キャニスタは、本文の中でも述べられているように、直接ユーザーがうれしさを感じる製品ではないが、現在もっとも厳しいと考えられる米国の規制を各国が導入する可能性は高く、この分野のトップメーカーである当社に対する得意先の期待を裏切ることのないよう、更なる技術力の強化・向上が必要である。

小型二輪用製品に関しては、今後の規制強化に向けて、単なる四輪技術の延長ではなく、二輪に合った小型で安価な製品・システムを開発し提案することが、燃料供給部品メーカーである我々の責務と考える。

# ゴム材料の鉛レス化 (環境負荷物質廃止規制対応)

Development of Lead Less Rubber Material

立 川 政 見

Masami Tatsukawa

鈴 木 正 孝

Masataka Suzuki

## 要旨

欧州ELV (End-of-Life Vehicle) 指令により2003年7月より鉛, 水銀, カドミウム, 6価クロムの使用が原則禁止された。従来ゴム材料の一部には, 配合剤として鉛化合物を含むものが存在したが, これらが使用できないことになった。鉛を含まない配合組成の検討と評価を行い, 従来材料と同等の物性を有する鉛レス配合組成のゴム材料を開発した。

## Abstract

It has been prohibited to use lead, mercury, cadmium, and hexavalent chromium by the ELV (End-of-Life Vehicle) Directive in Europe since July 2003. Some of the existing rubber material contains lead compounds as combination ingredient, however, we had to stop using these material. Responding to this situation, we explored leadless compounds and tested them. As a result, we chose good compounds without lead, and developed new lead-free rubber materials, whose physical properties and moldability are equivalent to the existing ones.

## 1. はじめに

地球環境保護のため、各国で様々な規制や法令が施行されている。このうち、欧州のELV指令 (End-of-Life Vehicle) では2003年7月より鉛、水銀、カドミニウム、6価クロムの使用を禁止している。

自動車には様々なゴム材料が使用されている。これらゴム材料は、主剤であるポリマーに数種の配合剤をブレンドして造られる。ゴム材料の中には鉛化合物を配合剤として使用するものがあり、当社ではヒドリンゴムとフッ素ゴムの一部がこれに該当する。ヒドリンゴムとフッ素ゴムは表1のような配合より構成し、受酸剤と呼ばれる配合剤に鉛化合物を使用していた。この鉛化合物は製造過程では除去できずゴム中に残存するため、鉛化合物以外の受酸剤を用いたゴム材料を使用する必要がある。

本報では、鉛化合物以外の受酸剤の可能性を検討し、従来材と同等以上のゴム物性や製品の耐久性を有するヒドリンゴム、フッ素ゴムの鉛レス組成材料を開発した結果を報告する。

表1 各ゴム材料の組成

材質		ヒドリンゴム	フッ素ゴム
主剤	ポリマー	GECO	三元系フッ素ゴム
	加硫剤	チオウレア類	ポリアミン
配合剤	受酸剤	鉛化合物	鉛化合物
	補強剤	カーボンブラック	カーボンブラック
	可塑剤	各種	—

## 2. ヒドリンゴムとフッ素ゴムについて

図1にヒドリンゴムの構造を示す。ヒドリンゴムは、エピクロロヒドリン (ECH), エチレンオキシド (EO), およびアリルグリシジルエーテル (AGE) など環状エーテルの開環重合をしたゴムであり、耐熱・耐油・耐オゾン性に優れるといった特徴を有する。

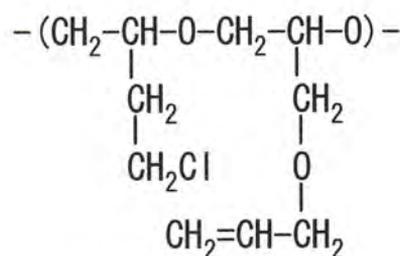


図1 ヒドリンゴムの構造

図2にフッ素ゴムの構造を示す。フッ素ゴムはその優れた耐熱性・耐油性・耐薬品性により、自動車用途をはじめ、化学プラント、半導体製造機器および一般産業機器などに幅広く用いられている。

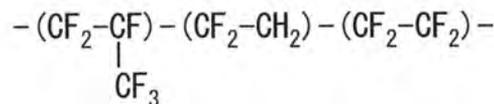


図2 フッ素ゴムの構造

## 3. 受酸剤の働き

受酸剤は図3のように作用する。

ヒドリンゴムの場合は、架橋反応時に分子内から塩素 (Cl) が外れ、その部分に加硫剤が結合することで架橋構造になる。発生した塩素は周辺の水素と反応して塩酸 (HCl) を生成する。この塩酸を受酸剤で捕捉することで架橋をスムーズに進行させることができる。

フッ素ゴムの場合も受酸剤は同様に作用し、架橋反応時に発生するフッ酸 (HF) を捕捉することにより、架橋を安定して進めることができる。

鉛化合物受酸剤は、耐水性、耐熱性、および貯蔵安定性が優れることから、従来の配合設計では一般的に採用されてきた。

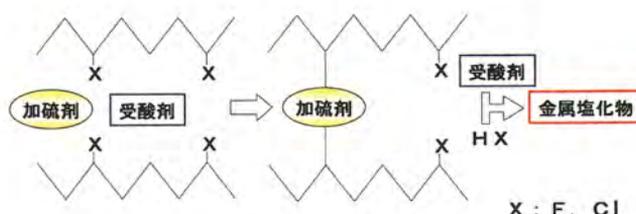


図3 ゴムに対する受酸剤の作用

## 4. 鉛レス化への対応

ヒドリンゴムに鉛を含まない受酸剤を用いた場合、従来の加硫剤が使用できないため、受酸剤の選定と合わせて加硫剤の適合を検討した。

フッ素ゴムは、加硫剤の変更が困難であるため、従来の加硫剤を用い、鉛を含まない受酸剤を数種類組み合わせることにより、従来と同じ物性を再現できる配合を検討した。

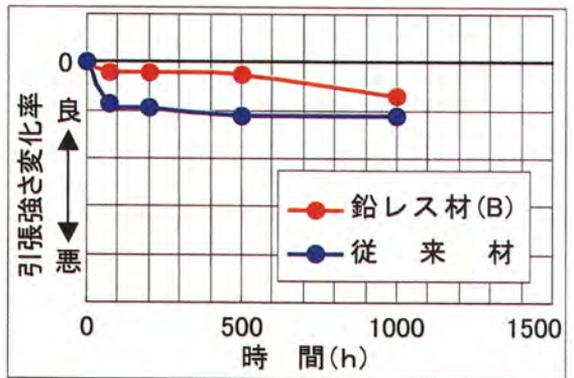


図4 引張強さ変化率の経時変化

## 5. 結果

### 5.1 ヒドリンゴム

#### (1) 検討した材料

硬度50HSおよび60HSのヒドリンゴムについて、鉛を含まない受酸剤を用いてゴム組成を検討し、特性を評価した。

#### (2) 一般物性

表2にヒドリンゴムの一般物性を示す。

表2 ヒドリンゴムの物性

	鉛レス材 (A)	鉛レス材 (B)	従来材 (一例)
硬度(HS)	50	60	58
引張強さ (MPa)	10	11	11
伸び(%)	610	770	750

鉛レス材(A), (B)は従来材とほぼ同等の物性であった。

#### (3) 長期耐熱性評価

図4～6に100℃での長期耐熱性評価結果(例: 鉛レス材(B))を示す。

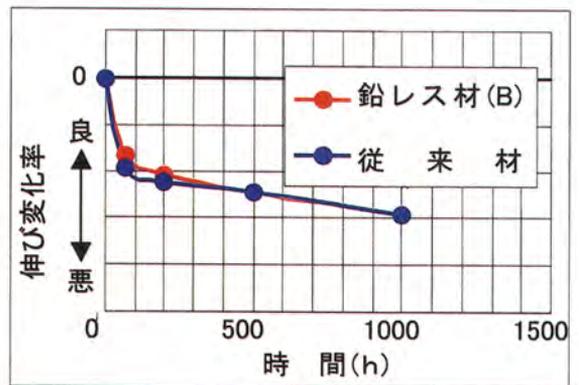


図5 伸び変化率の経時変化

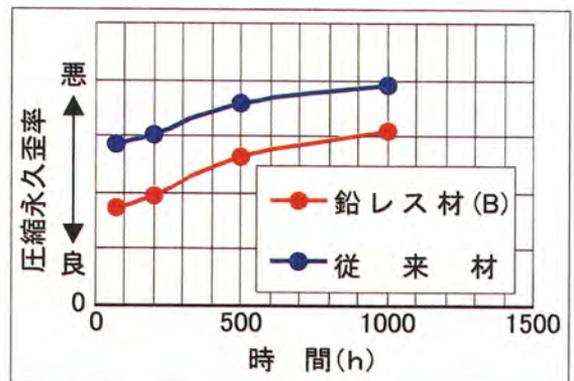


図6 圧縮永久歪率の比較

図4～6からも明らかなように、開発材は長期耐熱性の点で従来材と同等以上の物性を有している。

#### (4) 製品での作動耐久性

開発材を用いて、ダイアフラム(図7)を試作し、作動耐久性を評価した。結果を表3に示す。

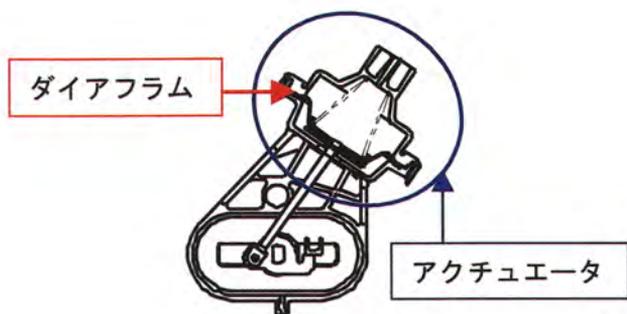


図7 ダイアフラム（製品搭載図）

表3 作動耐久性

項目	ダイアフラム作動耐久試験
結果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製品の要求性能を満足</li> <li>・ダイアフラムの破れ無し</li> <li>・アクチュエータのシール部の漏れ無し</li> </ul>

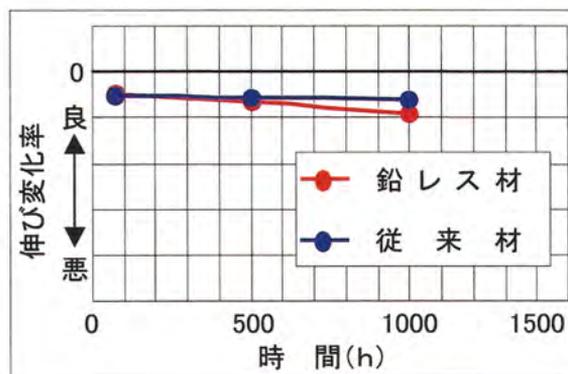


図8 伸び変化率の経時変化

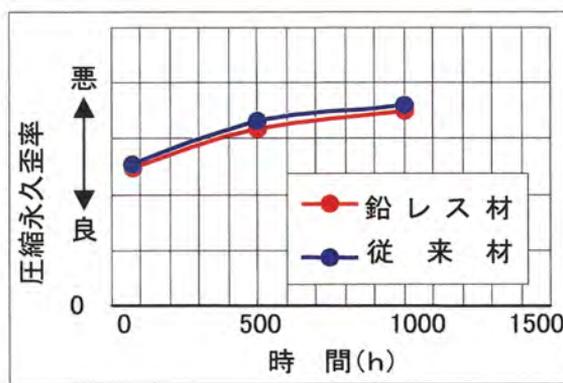


図9 圧縮永久歪率の経時変化

## 5.2 フッ素ゴム

### (1)検討した材料

フッ素ゴムについて、鉛化合物を含まない受酸剤を用いてゴム組成を検討し、特性を評価した。

### (2)一般物性

表4にフッ素ゴムの一般物性を示す。

表4 フッ素ゴムの物性

評価項目	鉛レス材	従来材
硬度(HS)	60	60
引張強さ(MPa)	15	14
伸び(%)	480	430

開発材は従来材とほぼ同等の物性であった。

### (3)長期耐熱性評価

図8, 9に150℃での長期耐熱性評価結果を示す。

図8, 9から、開発材は長期耐熱性の点で従来材と同等の物性を有している。

## 6. まとめ

環境保護のため、鉛化合物を使用しないゴム材料の検討を行った結果、従来材と同等以上の物性、耐久性を有し、欧州ELV指令に対応可能なヒドリンゴム、フッ素ゴムの開発ができた。

2003年1月から製品のゴム材料は、鉛レス配合組成材料に置き換えることができた。

### 謝辞

本開発にあたり多大なるご協力を頂きました藤倉ゴム工業株式会社様に感謝いたします。

〈参考文献〉

- (1) ゴム協会：ゴム技術のABC
- (2) 奥山ほか：ゴム辞典
- (3) 自動車技術会 Vol. 57, No. 11, 2003.

著者紹介

立川 政見

Masami Tatsukawa  
(技術企画部)



鈴木 正孝

Masataka Suzuki  
(研究開発部)



# 亜鉛系めっき等の表面処理における 6価クロムフリー化の取り組み

Activities to disuse hexavalent chromium in surface treatment process, such as plating treatment using zinc

岡田 恭明

Yasuaki Okada

## 要旨

欧州ELV (End-of-Life Vehicle) 指令の発令により、欧州向け自動車には6価クロム、カドミウム、鉛、水銀の環境負荷4物質の使用の禁止が決まった。

自動車には、亜鉛めっき上の6価クロメート処理など、6価クロムを含有する表面処理が多くの部品に使用されており、6価クロムフリー処理への切替は、自動車部品メーカーにとって早急に対応すべき事項である。

当社においても、表面処理における6価クロムフリー化の切替活動を全社的に推進しており、その取り組みについて報告する。

## Abstract

In accordance with the enactment of the ELV (End of Life Vehicle) Directive in Europe, use of four environmentally hazardous substances, which are hexavalent chromium, cadmium, lead and mercury, for the automobiles in Europe, is banned now.

Many surface treatment agents containing hexavalent chromium are used in automobile manufacturing processes, such as the hexavalent chromate treatment in galvanizing process. Therefore, replacing them with hexavalent chromium free treatment is a matter that auto parts manufactures should deal with urgently.

Our company has been promoting company-wide activities to disuse hexavalent chromium in surface treatment processes, and the details of the activities are reported in this paper.

## 1. はじめに

亜鉛系めっき上のクロメートは、低コストで優れた鉄鋼材料の防錆表面処理として、自動車部品に多く利用されている。しかし、従来のクロメートには、環境に有害な6価クロムを含有しており、廃棄された車両の表面処理部位から6価クロムが溶出して、地下水や土壌を汚染する環境問題が懸念されるようになった。

そのような背景のもと、欧州においては、2000年9月にELV (End-of-Life Vehicle) 指令が採択され、EU域内で販売される新車においては、6価クロム、カドミウム、鉛、水銀の4物質は原則使用禁止となった。

防錆目的の6価クロムについては、2003年7月以降の登録車での含有量は2g/台以下の当初方針が出されたが、その後2007年7月より全廃の方針が決まった。

この欧州ELV指令に対応するため、当社製品における表面処理の6価クロムフリー化が、お客様の自動車メーカ各社より要求されている。そのため、当社においては、表面処理の6価クロムフリー化を全社的に推進している。

表面処理の6価クロムフリー化は、表面処理別に2段階（第1および第2ステップ）に分けて進めている。本報告では、当社における表面処理の6価クロムフリー化の全体的な概要、および第1ステップにおける6価クロムフリー化の検討結果について報告する。

## 2. 当社における表面処理の6価クロムフリー化の概要

### 2.1 切替計画・日程

6価クロムフリー化切替対象の表面処理の種類と日程を表1に示す。

6価クロムフリー代替処理の技術開発状況およびお客様における切替日程より、切替対象の表面処理を2グループに分けて、段階的に6価クロムフリー化を行なう方針で進めている。

第1ステップについては、2004年12月より切替

を開始しており、ほぼ支障なく進展中である。また、第2ステップについても2005年12月より切替を開始した。

表1 当社における表面処理の6価クロムフリー化の切替計画・日程

切替対象の表面処理	2002	2003	2004	2005	2006	2007
第1ステップ		6価クロムフリー処理 基礎評価	試作評価 お客様ご承認	製品切替 '04/12~	製品切替 '04/12~	
第2ステップ			6価クロムフリー処理 基礎評価	試作評価・お客様ご承認	製品切替 '05/12~	

注: 2004年12月より第1ステップの切替開始。2005年12月より第2ステップの切替開始。2006年3月末まで愛三工業の6価クロム全廃。2007年7月1日以降にEU指令による6価クロム全廃。

### 2.2 切替対象部品の内容

図1のように、切替対象の部品点数の約95%が亜鉛めっき6価クロメートであり、その中でも6価黄色クロメートが約80%を占めている。亜鉛系合金めっき6価黒色クロメートは、高耐食性や耐熱性が要求される部品、またダクロ処理はばね材、高張力鋼ボルト等に使用している。

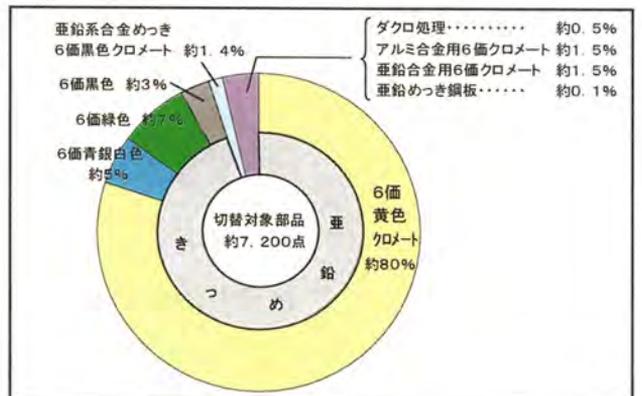


図1 当社の6価クロムフリー化切替対象の表面処理および部品点数 (第1+2ステップ)

当社は、主にエンジン関連製品を生産しており、またそれらの製品分野は、燃料系・吸気系・排気系・冷却系など多岐にわたっている。また、圧入・かしめ等の後加工を行なう部品が少なくない。そのため、表面処理に耐食性以外の性能が要求され

る部品が多く存在する。表2に当社製品の主な構成部品における要求性能を示す。

テストピースによる耐食性・耐燃料性・摩擦係数などに関する基礎評価と、製品個々における設計検証・評価の結果より、各製品における表面処理の6価クロムフリー化の切替可否の判断を行った。

表2 当社製品の主な構成部品における表面処理の種類と要求性能 (第1ステップ)

部品	使用されている表面処理の種類*	要求性能						
		耐食性	耐燃料性	接着剤との接着性	導電性	摩擦係数		
						圧入性 (被圧入性)	かしめ性	ねじ締結性
スクリュー	①, ②, ③	○	○	○				○
パイプ	①, ②	○	○	○		○		
カバー	①, ②, ⑥	○	○				○	
ボデー、 パワージング	①, ②, ④, ⑤	○	○		○	○		

\* 表面処理の種類:  
 ①: 亜鉛めっき6価黄色クロメート      ④: アルミ合金用6価クロメート  
 ②: 亜鉛めっき6価青銀白色クロメート      ⑤: 亜鉛合金用6価クロメート  
 ③: ダクロ処理      ⑥: 亜鉛めっき鋼板

### 3. 第1ステップ対象の6価クロムフリー化の概要

第1ステップ対象の表面処理における、当社の材料切替方針を表3に示す。

次に、6価クロムフリー代替処理<sup>(1)(2)(3)</sup>それぞれの概要について説明する。但し、亜鉛めっき、アルミ合金、亜鉛めっき鋼板のクロメートは、皮膜構造、防錆機構がともにほぼ同一のため、亜鉛めっき3価クリヤクロメートについて説明する。

表3 第1ステップ対象の表面処理における当社の材料切替方針

従来処理(6価クロム含有)	6価クロムフリー代替処理
① 亜鉛めっき6価クロメート (黄色/青銀白色)	→ 亜鉛めっき3価クリヤクロメート
② ダクロ処理	→ ノンクロムダクロ処理
③ アルミ合金用6価クロメート	→ アルミ合金用3価クロメート
④ 亜鉛合金用6価クロメート	→ 亜鉛合金用3価クロメート
⑤ 亜鉛めっき鋼板6価クロメート材	→ 亜鉛めっき鋼板6価クロムフリー材

#### (1) 亜鉛めっき3価クリヤクロメート

表4に処理工程および完成品の外観を示す。また、クロメート皮膜の断面SEM像を図2、皮膜構

造・防錆機構を表5に示す。

表4のように、従来処理と比較して、クロメート工程のみが変更になっている。具体的にはクロメート工程での使用薬剤が6価クロムフリーになっており、その結果、生成するクロメート皮膜の6価クロムフリー化が実現されている。

クロメートは、亜鉛めっきまたはアルミ合金や亜鉛合金の腐食を防止する目的で実施されるが、従来の6価クロメートでの大きな特徴として、表面に傷が付いても可溶性の6価クロムが溶出して傷部を埋めることでクロメート皮膜を修復する能力、すなわち自己修復効果を有することが挙げられる。3価クリヤクロメートでは、コバルト、シリコン等の化合物を添加させることで同様な修復作用を皮膜に持たせている。但し、薬剤メーカーにより代替処理薬剤の組成が異なるため、3価クリヤクロメートの評価は薬剤毎に実施した。

表4 亜鉛めっき6価/3価クリヤクロメートの処理工程と完成品の外観

	処理工程							外観	
	亜鉛めっき	活性化	水洗	6価クロメート	水洗	乾燥	完成品	6価黄色	6価青銀白色
亜鉛めっき 6価黄色 6価青銀白色 クロメート (従来処理)	→	→	→	→	→	→	→		
亜鉛めっき 3価クリヤ クロメート (6価クロムフリー 代替処理)	→	→	→	3価クロメート	→	→	→		

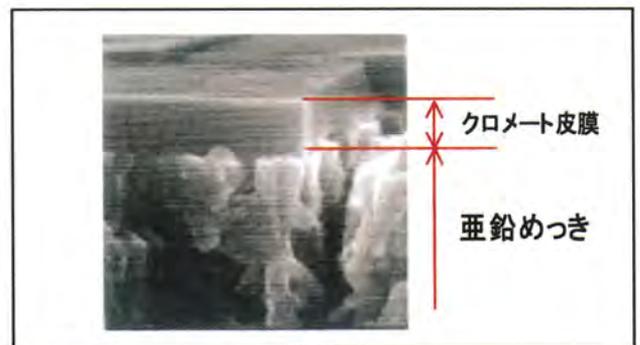


図2 亜鉛めっき3価クリヤクロメートの断面SEM像

表5 クロメート皮膜の構造模式図・防錆機構

	亜鉛めっき6価黄色/青銀白色クロメート	亜鉛めっき3価クリヤクロメート
皮膜構造		
組成(例)	3価クロム化合物(Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) : 78% 6価クロム化合物(CrO <sub>3</sub> ) : 10% 水分(H <sub>2</sub> O) : 12%	3価クロム化合物(Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) : 92% 添加元素(Co, Siなど) : 5% 水分(H <sub>2</sub> O) : 3%
防錆機構	1) 3価クロムによるバリア効果 2) 6価クロムによる自己修復効果	1) 3価クロム層によるバリア効果 2) 添加物(コバルトなど)による疑似自己修復効果

## (2) ノンクロムダクロ処理

皮膜構造の模式図・防錆機構を表6に示す。従来のダクロ処理からの変更点として、バインダー成分がケイ酸塩系になり、その結果6価クロムフリー化されている。

表6 ダクロ処理/ノンクロムダクロ処理の皮膜構造の模式図・防錆機構

● 亜鉛 : 亜鉛フレーク      ● アルミ : アルミフレーク

	ダクロ処理	ノンクロムダクロ処理
皮膜構造		
防錆機構	1) 亜鉛フレーク、アルミフレークの犠牲防食効果 2) クロム酸系バインダによる腐食抑制	1) 亜鉛フレーク、アルミフレークの犠牲防食効果 2) ケイ酸塩系バインダによる腐食抑制

## 4. 第1ステップ対象の6価クロムフリー代替処理の基礎評価結果

### (1) 耐食性

各薬剤メーカーの代替処理薬剤毎に、表7に基づいて耐食性を評価した。また、評価した代替処理薬剤のうち、最も耐食性が低い薬剤での評価結果を表8~11に示す。

これらの評価結果より、6価クロムフリー代替処理の耐食性は、従来処理と同等以上と判明した。

表7 耐食性の評価方法

サンプル	・素材 平板(サイズ 100×50×1.5) ・従来処理(6価クロム含有)および6価クロムフリー処理
試験方法	JIS Z 2371(塩水噴霧試験方法)に準拠
判定方法	サンプル表面における錆発生時間(各n=3の最悪値)

表8 亜鉛めっき3価クリヤクロメートでの耐食性結果

<データ>  
■ : 赤錆  
■ : 白錆

表面処理		平板塩水噴霧試験結果 白錆発生時間, 赤錆発生時間 対6価黄色クロメート比率				
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
亜鉛めっき	3価クリヤクロメート					

表9 ノンクロムダクロ処理での耐食性結果

表面処理		平板塩水噴霧試験結果 赤錆発生時間 対ダクロ処理比率				
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
	ノンクロムダクロ処理					

表10 アルミ合金用3価クロメートでの耐食性結果

表面処理		平板塩水噴霧試験結果 白錆発生時間 対6価クロメート比率				
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
アルミ合金	3価クロメート					

表11 亜鉛めっき鋼板6価クロムフリー材の耐食性結果

表面処理		平板塩水噴霧試験結果 白錆発生時間, 赤錆発生時間 対6価黄色クロメート比率				
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
亜鉛めっき鋼板	6価クロムフリー					

### (2) 耐燃料性

耐燃料性の評価方法を表12に示す。全ての6価クロムフリー代替処理の耐燃料性は、従来処理と同等レベルと判明した。

表12 耐燃料性の評価方法・評価結果

サンプル	・素材 平板(サイズ 100×50×1.5) ・従来処理(6価クロム含有)および6価クロムフリー処理
試験方法	酸敗ガソリン浸漬
判定方法	錆発生の有無
評価結果	従来処理と同様に、全ての6価クロムフリー処理で外観異状なし→耐燃料性は従来処理と同等レベル

(3) 摩擦係数

部品によってはねじ締結・圧入などの後加工があり、ねじ締結性、圧入性の判断指標として摩擦係数が挙げられる。そこで、6価クロムフリー代替処理での、ねじにおける摩擦係数（ねじ総合摩擦係数）および平板における摩擦係数の確認を行った。ねじ総合摩擦係数、および平板における摩擦係数の一例を各々図3～4、図5に示す。

図3のように、亜鉛めっき3価クリヤクロメートでのねじの総合摩擦係数は、同一メーカー・ラインで処理した従来処理とほぼ同等であり、また使用薬剤および亜鉛めっき浴種によって変動することがわかった。特に軸力等を重視するねじ部品については、必要に応じて個別に設計検証・評価を実施する対応を取った。一方、ノンクロムダクロ処理したねじの総合摩擦係数は、図4のように従来処理の範囲内のため、ねじ締結性は特に問題なしと判断された。

また、平板での摩擦係数に関しては、図5のように、亜鉛めっき3価クリヤクロメートおよびアルミ合金用3価クロメートともに従来処理よりも大きい傾向にあるため、これらの3価クロメートでの圧入部品についても、必要に応じて個別に設計検証・評価を実施した。

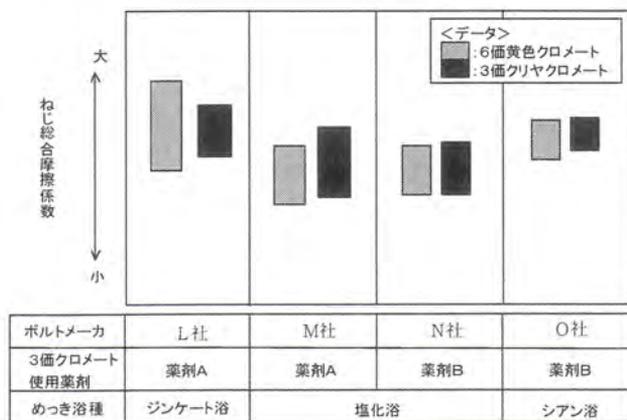


図3 亜鉛めっき6価黄色クロメート、3価クリヤクロメートのねじ総合摩擦係数

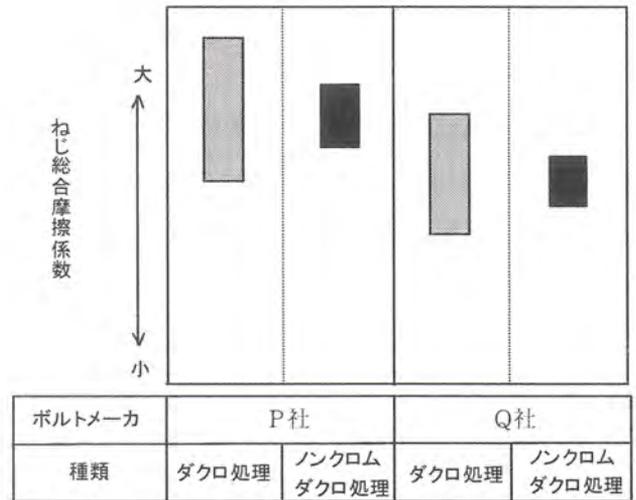


図4 ダクロ処理、ノンクロムダクロ処理のねじ総合摩擦係数

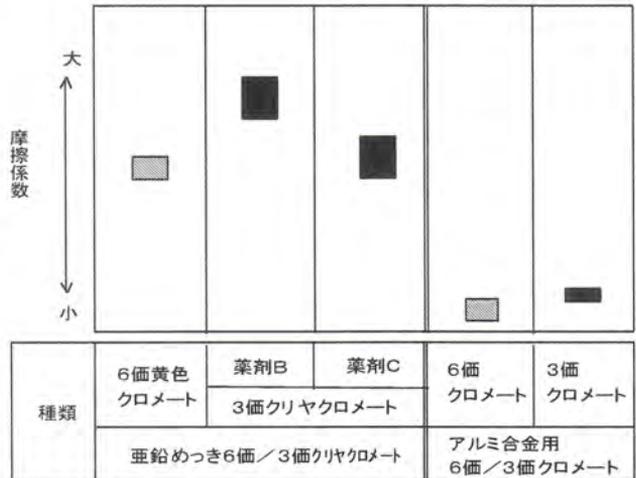


図5 亜鉛めっき6価黄色クロメート、3価クリヤクロメートおよびアルミ合金用6価クロメート、3価クロメートの平板摩擦係数

5. 6価クロムフリー代替処理の製品個別評価の事例

(1) インジェクタ

切替対象部品の内容を表13に示す。

対象部品はいずれもアルミ部品であり、クロメートの後にかしめ・圧入の後加工が実施される。要求性能および評価結果について表14に示す。製品での評価より、代替処理の圧入性・抜け性は従来処理と同等以上と確認され、その他の要求性能の評価結果とともに、代替処理への切替を実施した。

表13 インジェクタにおける切替対象部品とその内容

6価クロムフリー化対象部品	表面処理の材料切替内容	
	従来処理	6価クロムフリー代替処理
アダプタ	アルミ合金用	アルミ合金用
フランジ	6価クロメート	3価クロメート

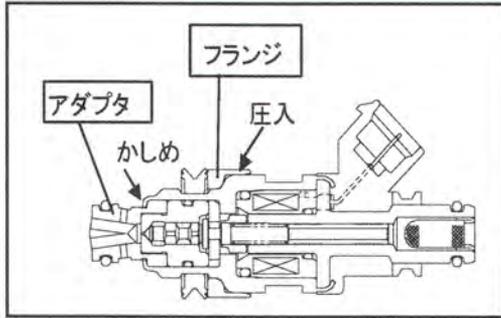


図6 インジェクタの構成概略図

表14 インジェクタの切替における代替処理の評価結果

要求性能	目標値	評価方法	評価結果
耐食性	塩水噴霧試験	従来処理と同等以上	基礎評価 従来処理と同等以上
	耐燃料性試験	↑	基礎評価 ↑
圧入性・抜け性	アダプタ回リトルク	↑	製品評価 安全率 4.0~4.8 (従来処理:安全率 4.0~4.7) } 従来処理と同等以上
	フランジ抜け荷重	↑	製品評価 安全率 5.7~6.4 (従来処理:安全率 5.5~6.3) } 従来処理と同等以上

## (2)スロットルボデー

切替対象部品の内容、および要求性能・評価結果について、おのおの表15、表16に示す。

バルブ固定スクリュにはねじ締結性、圧入部品のプラグには抜け荷重の確保が要求される。ねじ締結性については、ねじ総合摩擦係数からの設計検証、また抜け荷重については、平板での摩擦係数を用いた設計検証より、製品機能に必要な軸力または抜け荷重は十分満足可能なことが確認された。

表15 スロットルボデーにおける切替対象部品とその内容

6価クロムフリー化対象部品	表面処理の材料切替内容	
	従来処理	6価クロムフリー代替処理
バルブ固定スクリュ	亜鉛めっき6価黄色クロメート	亜鉛めっき3価クイヤクロメート
プラグ	亜鉛めっき6価黄色クロメート	亜鉛めっき3価クイヤクロメート

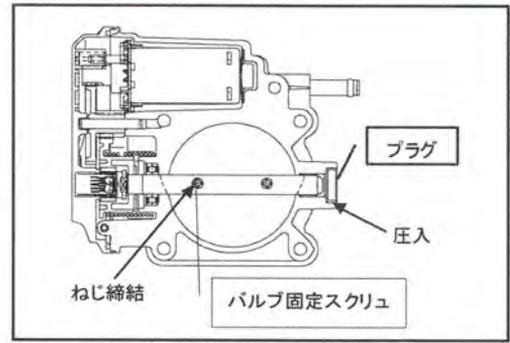


図7 スロットルボデーの構成概略図

表16 スロットルボデーの切替における代替処理の評価結果

要求性能	目標値	評価方法	評価結果
耐食性	塩水噴霧試験	従来処理と同等以上	基礎評価 従来処理と同等以上
	耐燃料性試験	↑	基礎評価 ↑
ねじ締結性	↑	設計検証	必要軸力<<発生軸力 } 従来処理と同等以上
圧入性・抜け性	↑	設計検証	抜け強度<<引抜き力 } 従来処理と同等以上

## (3)プレッシャレギュレタ

切替対象部品の内容、および要求性能・評価結果について、おのおの表17、表18に示す。

当製品では、アッパーカバーとカバーサブアッセンブリーで180°かしめの後加工が実施される。そのため、従来処理と同等以上のかしめ部の耐食性が要求される。塩水噴霧試験でのかしめ部の白錆発生時間は、代替処理、従来処理ともに96時間であり、また耐燃料性評価でも同等の結果が得られたことから、かしめ部の耐食性は同等であることが確認できた。

表17 プレッシャレギュレタにおける切替対象部品とその内容

6価クロムフリー化対象部品	表面処理の材料切替内容	
	従来処理	6価クロムフリー代替処理
アッパーカバー	亜鉛めっき6価黄色クロメート	亜鉛めっき3価クイヤクロメート
カバーサブアッセンブリー		
アッパーシェル		
ロアーシェル		
バルブプリテーナ		

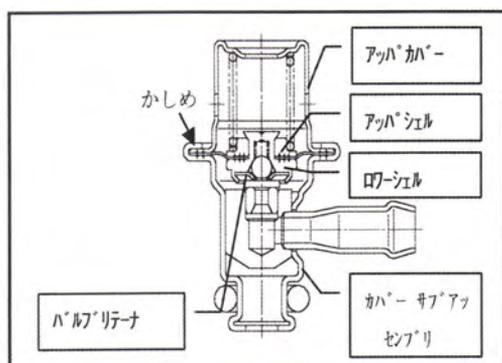


図8 プレッシャレギュレタの構成概略図

表18 プレッシャレギュレタの切替における代替処理の評価結果

要求性能		目標値	評価方法	評価結果
耐食性 (かしめ部・ 非かしめ部)	塩水噴霧試験	従来処理と同等以上	製品評価	従来処理と同等以上
	耐燃料性試験	↑	製品評価	↑

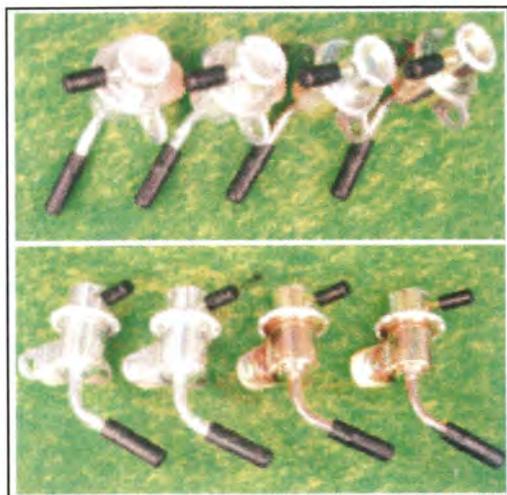


図9 プレッシャレギュレタの塩水噴霧試験96時間後の外観写真(6価クロムフリー代替処理:左側2個,従来処理:右側2個)



図10 プレッシャレギュレタの耐燃料性試験500時間後の外観写真

## 6. まとめ

当社製品における表面処理の6価クロムフリー化の取り組み状況について報告した。表面処理の6価クロムフリー化が2006年3月末までに完了するように今後も全社的に推進していく所存である。

また、6価クロムフリー化にとどまらず、将来的にはクロムフリー化が求められる可能性がある。そのため、国内外の規制動向、薬剤の技術開発動向の情報収集を継続して行うとともに、表面処理など材料面での環境負荷低減の社会的要求に応えていきたい。

### 〈参考文献〉

- (1)星野重夫, 金子英昭ほか; 環境対応型表面処理 (テクノシステム, 2005)
- (2)電気鍍金研究会編; 環境調和型めっき技術 (日刊工業新聞社, 2004)
- (3)全国鍍金工業組合連合会編; 電気めっきガイド (全国鍍金工業組合連合会, 1995)

## 著者紹介

岡田 恭明  
Yasuaki Okada  
(研究開発部)



## 加工油剤の環境負荷物質低減

Reduction of environmentally hazardous substance contained in coolant

亀澤 明

Akira Kamezawa

鈴木安弘

Yasuhiro Suzuki

国則聡一

Soichi Kuninori

### 要旨

日本において、廃棄物処理法の改正やPRTR（環境汚染物質排出・移動量登録）の法規制、ダイオキシン類対策特別処理法の制定など、環境保護を目的とした規制が強化されている。

機械加工技術の一端を担っている金属加工油剤についても、環境問題に対する取組みが強まるとともに油剤組成、使用方法などに大きな変化を迎えてきている。

本開発では、QCDを満足した「環境負荷物質を含まない油剤」の抽出を行った。

### Abstract

In Japan, various controls for environmental conservation have been tightened up, by revising the Waste Management Law, and enacting the PRTR (Pollutant Release and Transfer Register) regulation and the special measures law on dioxins. As for the metal coolant that is essential to machining process technology, it is necessary to accept great changes in its composition and usage, as further approaches to environmental concerns are required.

This paper presents the success in seeking "coolant that is free from environmental hazardous substance" that satisfies QCD.

## 1. はじめに

21世紀を迎えた今日、産業界において、地球に存在する限りある資源を、有効かつ合理的に利用する生産活動と、地球環境の保全との両立という困難な課題に直面している。2000年のJIS改定において塩素系添加物を含有する加工油剤が除外され、2001年にはPRTR法、日本名で“特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律”が制定され、環境保護を目的とした規制が強化され、加工油剤に対しても環境に優しいことが求められている。

こうした状況に対応するために、地球環境保護において環境負荷物質を含有しないコストを抑えた加工油剤を開発し、環境負荷物質の使用量低減ができたので紹介する。

## 2. 開発のねらい

### 2.1 環境問題と加工油剤に対する要望

環境問題における加工油剤に対する要望事項として、地球環境保護においては、

- ・「PRTR法対応加工油剤」
- ・「塩素フリー加工油剤」
- ・「排水処理性に優れる加工油剤」
- ・「窒素フリー加工油剤」
- ・「耐腐敗性に優れる加工油剤」

作業環境保護においては、

- ・「ミスト抑制型加工油剤」
- ・「抗菌性加工油剤」
- ・「機械汚れの少ない加工油剤」

がある。

これらのうち、地球環境保護において要求度の高い「PRTR法対応加工油剤」と「塩素フリー加工油剤」を、加工油剤の使用量の多いエンジンバルブ加工工程をターゲットにして開発を行った。

### 2.2 PRTR法対応加工油剤

表1に、加工油剤に使用されているPRTR指定物質を示す。当社で使用している加工油剤は、溶け込み性効果をねらいとしたポリ（オキシエチレ

ン）ノニルフェニルエーテルを含有している。

表1 PRTR法指定物質

PRTR法指定物質	効果
2アミノエタノール (モノエタノールアミン)	さび止め性
2(ジブチルアミノ)エタノール	さび止め性
2(ジエチルアミノ)エタノール	さび止め性
ほう素およびその化合物	さび止め性 耐腐敗性
ポリ(オキシエチレン) ノニルフェニルエーテル	溶け込み性
モリブデンおよびその化合物	潤滑性

### 2.3 塩素フリー加工油剤

塩素を含有している加工油剤の問題点として、1998年新聞にて塩素系加工油剤の焼却処理時にダイオキシンが発生したと報じられ、また、加工の高速化に伴い、加工中の熱によっても発生する可能性があるといわれているため、塩素を含有していない塩素フリー加工油剤の開発が必要である。

## 3. 加工油剤の作用と効果

図1に示すように、加工油剤の作用には潤滑作用と冷却作用がある。

潤滑作用としては、工具磨耗・発生熱量の減少、構成刃先の抑制、切削抵抗の低減、および切粉の分断排出の効果があり、冷却作用としては、発生した加工熱による工具の軟化防止、工作物の熱膨張による寸法精度低下の抑制、および切粉の分断排出効果がある。特に、大量の切粉を出す高能率加工において、加工油剤は大きな役割を果たす。

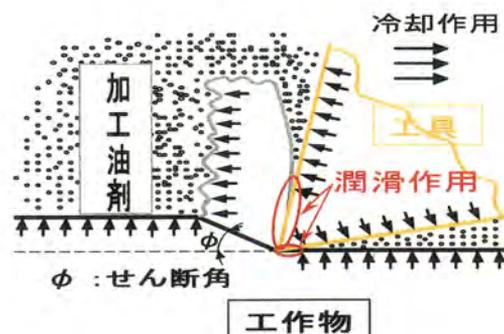


図1 加工油剤の効果

## 4. 加工油剤使用状況

### 4.1 加工油剤の使用量

2001年度の当社の加工油剤使用量のうち、水溶性加工油剤では、PRTR法該当および塩素含有油剤が62klと全体の55.9%を占める。

また、不水溶性加工油剤では、塩素含有加工油剤が98klと全体の93.3%を占める。

全体として、環境負荷物質を含む加工油剤を年間160kl使用している。(図2)

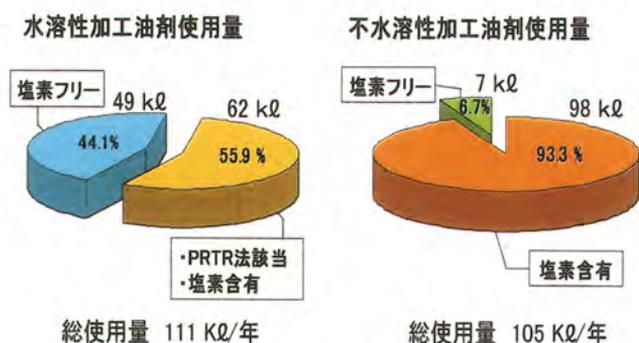


図2 加工油剤の使用量 (2001年度)

加工油剤の使用量を製品別にみると、エンジンバルブの加工で全使用量の60%を占めており、環境負荷物質を含む加工油剤を多く使用している。(図3)

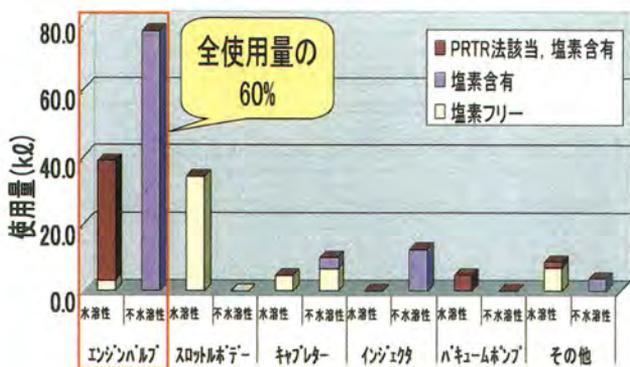


図3 製品別加工油剤の使用量 (2001年度)

### 4.2 エンジンバルブ加工工程と使用加工油剤

エンジンバルブ加工工程概要を図4に示す。

エンジンバルブ加工工程では、水溶性加工油剤としてPRTR法該当および塩素含有対象加工油剤であるHDE50を、また、不水溶性加工油剤として

塩素含有対象加工油剤である、ユシロンオイルNo.23を使用している。

その結果、エンジンバルブ加工工程では、環境負荷物質を含む加工油剤を全工程に使用しており、使用量も多い状況である。

工程名	1. 粗研	2. 傘削	3. 刃先切削	4. 中研	5. 溝研	6. 端研	7. フェース研	8. 精研
工程概略								
設備名	センタース研削盤	旋削専用機	旋削専用機	センタース研削盤	センタース研削盤	端面研削盤	円筒研削盤	センタース研削盤
使用加工油剤	水溶性 (HDE50)	水溶性 (HDE50)	水溶性 (HDE50)	水溶性 (HDE50)	不水溶性 (ユシロンオイル No.23)	水溶性 (HDE50)	不水溶性 (ユシロンオイル No.23)	水溶性 (HDE50)

図4 エンジンバルブ加工工程概要

## 5. 目標

製品別使用量より、エンジンバルブの加工において環境負荷物質を含有する加工油剤を多く使用しているため、まず、エンジンバルブの環境負荷物質を含有する加工油剤低減を目標とした。

最初に、水溶性加工油剤のHDE50を2003年度に使用量ゼロの全廃とし、次に不水溶性加工油剤のユシロンオイルNo.23を、2007年度に使用量ゼロの全廃とする目標とした。

## 6. PRTR法対応加工油剤開発 (水溶性油剤)

### 6.1 代替加工油剤の選定

2000年のJIS改訂で塩素系添加物を含有する加工油剤が除外され、水溶性加工油剤の新規格としてA1, A2, A3に分類された。

現状使用している加工油剤の旧JISエマルションW1種2号と比較すると、新JISエマルションA1が「潤滑性」ではやや劣るが、「浸透性 (洗浄性)」「冷却性」が優れており、これを補うものと考えられる。(表2)

今回、新エマルションA1タイプのPRTR法対応加工油剤にて評価を行った。

表2 水溶性加工油剤の種類

機能	新JIS			旧JIS
	エマルジョン A1	ソリュブル A2	ソリュション A3	エマルジョン W1種2号
潤滑性	○	△	×	◎
浸透性(洗浄性)	○~△	◎	◎	△
冷却性	○~△	○	◎	△
抗乳化性(溶け込み性)	○	○	◎	○
耐腐敗性	○~△	○	◎	△
さび止め性	○	○	○	○
機械汚れ	○~△	○	◎	△
排水処理性	◎	○	×	◎
有機材料への影響	○	○	△	○

(表示) 優れる← ◎~○~△~× →劣る

↑  
現状加工油剤

### 6.2 選定加工油剤による加工試験

水溶性加工油剤を使用している工程の中で最も加工能率が高い粗研工程と、加工能率の低い最終仕上げ工程の精研工程にて、選定した加工油剤を用い試験を実施した。

加工能率の低い精研工程において加工精度は確保できたが、加工能率の高い粗研工程においては加工精度が悪化し、特に軸真直度(軸の曲がり)のレベルが大きくなった。(図5)

加工能率の高い加工において、現状加工油剤より加工時の砥石軸電力値が高く、加工油剤の潤滑性不足が原因と考えられる。(図6)

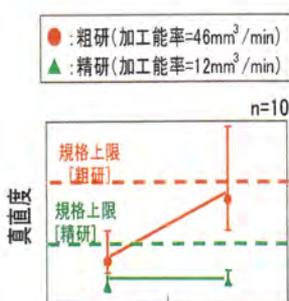


図5 加工精度

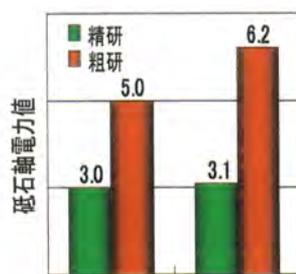


図6 砥石軸電力値

圧添加剤, ③不活性型硫黄系極圧添加剤により潤滑性を確保している。

次に選定水溶性加工油剤は、塩素フリー化に対応するために、②塩素系極圧添加剤の代わりに、①鉱油Aからより潤滑性を向上させた④鉱油Bへの変更、および⑤合成潤滑剤の追加による潤滑性の確保、さらに、ある程度高温まで⑤合成潤滑剤の効果があるため、③不活性型硫黄系極圧添加剤をも省いた水溶性加工油剤である。

今回の実験により、加工能率の高い加工時に、高温域での潤滑作用が必要なことが判明した。しかし、PRTR法対応、及び塩素フリー対応として市販されている水溶性加工油剤の中で、選定した水溶性加工油剤より潤滑性に優れているものは無かったため、当社オリジナルの水溶性加工油剤の開発が必要になった。そこで、特に高温域での潤滑性向上の為に、⑥活性型硫黄系極圧添加剤を追加し、PRTR法対応、及び塩素フリー対応可能な水溶性加工油剤を開発した。

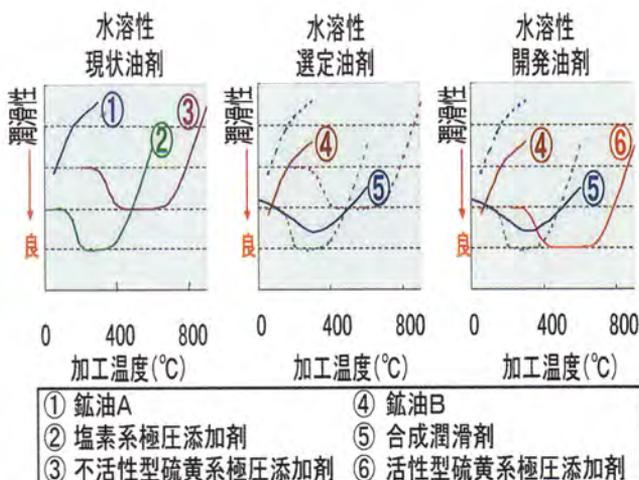


図7 温度と潤滑性の関係

また、⑥活性型硫黄系極圧添加剤は、現状水溶性加工油剤に使用している③不活性型硫黄系添加剤に比べ潤滑性が良いため、少量でも効果が発揮でき、加工油剤のコストを抑えることが可能である。

### 6.3 潤滑性向上方策

加工時の温度と加工油剤の潤滑性の関係を図7に示す。

現状水溶性加工油剤は、①鉱油A、②塩素系極

### 6.4 開発加工油剤による加工試験

水溶性開発加工油剤での加工試験結果を図8、9に示す。

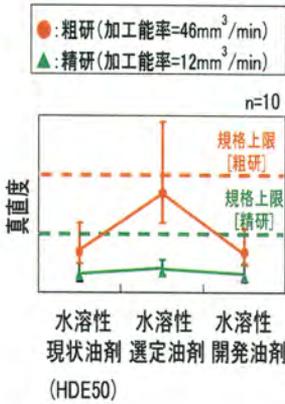


図8 加工精度

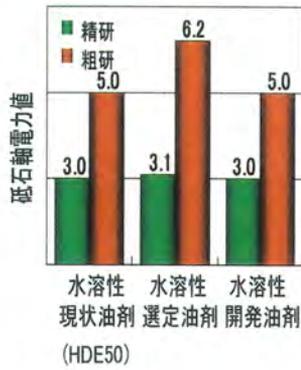


図9 砥石軸電力値

ている塩素系加工油剤Aと同等の切削性能を示した。(図10)

また、極圧添加剤の併用による潤滑性向上効果により、極圧添加剤の量を少なくでき、コストを抑えることが可能である。

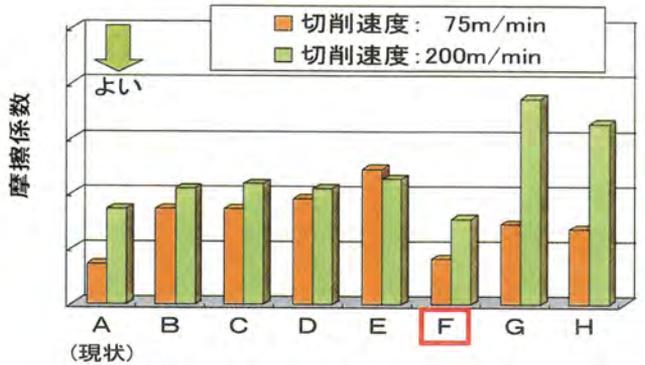


図10 不水溶性加工油剤と摩擦係数

## 7. 塩素フリー加工油剤開発 (不水溶性油剤)

### 7.1 塩素系添加剤の性能と作用

塩素系添加剤は、安価で優れた潤滑性能を発揮し、摩擦係数の低下と、磨耗と溶着防止の効果が得られる。しかし、これに代わる潤滑添加剤は高価なため通常塩素フリー加工油剤のコストは高くなる。よって、高性能で安価な潤滑添加剤の開発が必要である。

### 7.2 基礎旋削試験

旋削基礎試験において、加工時の摩擦係数から各種極圧剤の切削性能を評価するために用いた試料油の組成を表3に示す。油種Aは、現状使用している塩素系加工油剤である。

表3 試料油 (不水溶性油剤) の組成

油種	A	B	C	D	E	F	G	H
極圧添加剤(コスト比率)								
塩素化パラフィン (1.0)	○							
不活性ポリサルファイド (5.0)		○			○			
活性ポリサルファイド (2.7)			○			○		
Caスルホネート (3.0)				○	○	○		
Zn-DTP (4.0)							○	
Mo-DTP (14.7)								○

↑ (基油:パラフィン系鉱油)  
現状油種

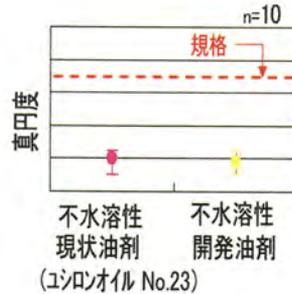


図11 真円度

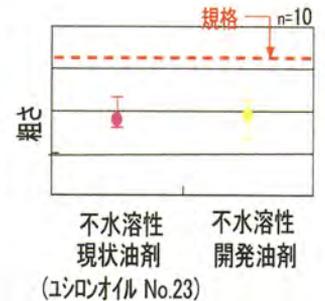


図12 粗さ

### 7.3 開発油剤による加工試験

不水溶性開発加工油剤での加工試験結果を図11, 12, 13に示す。

塩素に代わる極圧剤の併用による不水溶性開発加工油剤において、真円度、粗さを満足することができ、塩素系含有加工油剤と同等の性能が得られた。

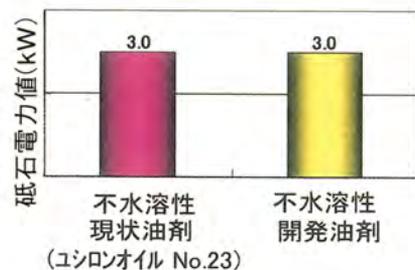


図13 砥石軸電力値

## 8. 開発加工油剤のライン導入結果

エンジンバルブ新設加工ラインの全工程に、水溶性および不水溶性の開発加工油剤を導入し加工評価した結果、全工程機械能力を満足し、品質を確保することができた。(図14)

また、コストに関しては、一般的に、環境負荷物質対応加工油剤は2割程度のコストアップになるが、エンジンバルブに特化した加工油剤開発により、エンジンバルブ新設加工ライン全体の加工油剤コストとして現状維持を実現できた。(図15)

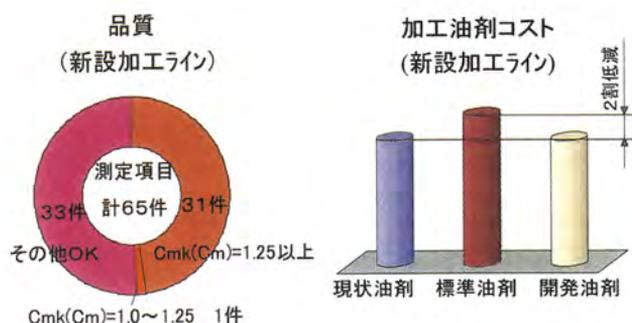


図14 品質評価結果

図15 コスト比較

今後、2006年度中に、既存加工全ラインに展開し、使用量ゼロの全廃に対し活動を続ける。

## 10. 開発のまとめ

加工油剤のコストが現状維持で、環境負荷物質を含まない加工油剤開発ができ、エンジンバルブ新設加工ラインへ展開することができた。

既存ラインへの展開は、PRTR法対応水溶性加工油剤は全ライン完了し、不水溶性加工油剤の塩素フリー化は、2006年度中に展開する。

今後は、開発した技術を他製品への加工油剤にも展開し、全社としての環境負荷物質対象の加工油剤全廃をめざす。

## 9. 効果の確認

### 9.1 水溶性加工油剤

エンジンバルブの水溶性加工油剤に関しては、既存加工全ラインに展開が完了し、2003年度に使用量ゼロの全廃を実現できた。

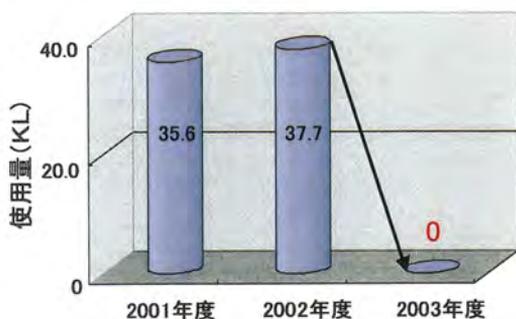


図16 水溶性加工油剤使用量

### 9.2 不水溶性加工油剤

エンジンバルブの不水溶性加工油剤に対しては、新設加工ラインに導入し、技術的な目処が立った。

## 著者紹介

亀澤 明

Akira Kamezawa  
(生技開発部)



鈴木安弘

Yasuhiro Suzuki  
(生技開発部)



国則 聡一

Soichi Kuninori  
(生技開発部)





# 環境に対するキャニスタの役割

The role of canister for environment

安部博嗣

Hiroshi Abe



## 要旨

車社会といわれて久しい中、車を運転するユーザの認知度が低いキャニスタが、環境への対応としてどのような役割を担っているかを紹介する。

燃料タンクからの蒸散ガスを車外に放出させないためのシステムと、その中の主要部品であるキャニスタの役割、蒸散ガスを吸着・脱離させる活性炭について、開発の動きを示したい。

## Abstract

A canister has an important role to minimize the environmental impact. However, it has not gained wide recognition from vehicle drivers even today in the longstanding motorized society. This paper introduces the system preventing an escape of evaporative emission from a fuel tank and roles of the canister that is a main component in this system.

The trend of development regarding activated carbon to adsorb and desorb evaporative emission is also discussed in this paper.

## 1. はじめに

車が誕生して百余年、全世界の四輪車の保有台数は2003年には8億3,681万台となり、人口1,000人当たり133台、7.5人に1台の割合で普及している。日本でも車の保有台数は8,000万台に到達しようとしている。

このような状況下で、人口が集中している都市では、車から排出されるガスが環境破壊の遠因とも言われ、そのために車に対する環境規制も年々強化されてきている。

車の有害ガスとしてエンジンの燃焼による排気ガスが広く一般に知られているが、これと並び、ガソリン自動車の燃料タンクおよびパイプ類などから燃料蒸散ガスとして排出される炭化水素（以下「HC」という）も、環境破壊、特に光化学オキシダントの増加要因の一つとされている。

そこで大気中への蒸散ガソリンの放出を抑制するため、1970年代初め、米国を皮切りに自動車のエバポ規制が制定され、世界各国へ波及するとともに、段階的に強化されてきた。特に米国においては1990年代に入り、急激な自動車の増加により、環境基準が満たされない地域が出始めたことから、1990年代半ばから現在にかけて蒸散規制（以下「エバポ規制」という）は急激に厳しさを増してきた。カリフォルニア州においては、蒸散ガソリンを限りなくゼロに近づけるLEV-II規制の義務付けが、2004年から施行されている。

また、2000年からヨーロッパ諸国や我が国においても、米国ほどではないが、同様な規制強化が実施され、今なお、更なる見直しが検討されつつある。

このようなエバポ規制に対応するために、全ての自動車にガソリンベーパーの車外への放出を防止するためのシステム（エバポシステム）が装備され、その主要構成部品としてキャニスタは最も重要な役割を果たしている。

## 2. 法規制

関係する法規制は大きく分けてエバポ規制、ORVR規制（On-Board Refueling Vapor Recovery）およびOBD規制（On-Board Diagnostics）の3つに分けられ、それぞれ次のような特徴がある。

### 2.1 エバポ規制

走行直後の駐車時に車両から発生する蒸散燃料（Hot Soak Loss）に加え、昼夜を想定した長時間の駐車時に発生する蒸散燃料（Diurnal Breathing Loss）が、大気中に放出される量を取り締まる規制である。

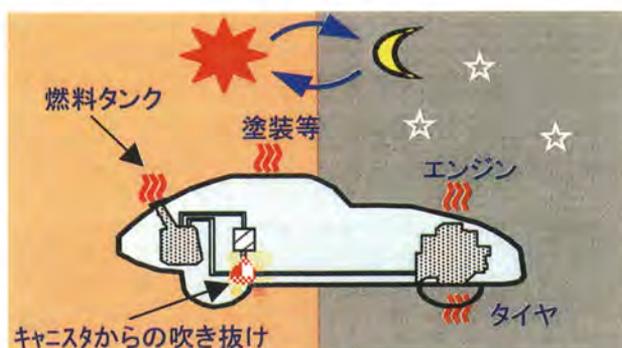


図1 DBL試験法

国により温度条件、走行パターン、放置日数等の試験法は異なっている。図2に法規制ごとの厳しさを概念図として表現した。米国のLEV-II規制が非常に厳しいことが分かる。

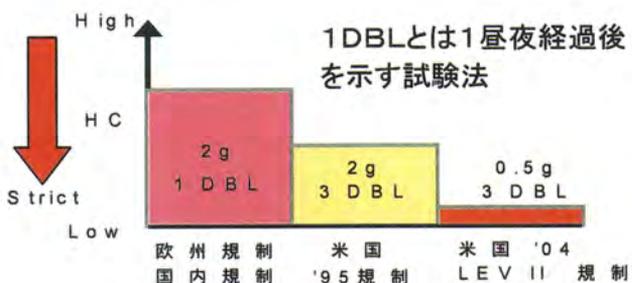


図2 エバポ規制の厳しさ（概念図）

### 2.2 ORVR規制

図3に示すように、給油時に燃料タンク内に注入されるガソリンが攪拌、充填されることで、ガソリンベーパーは給油口より大気に放出される。

これを防止するため、給油時のガソリンの放出量を取り締まる規制をORVR規制という。給油時のベーパー発生をキャニスタで全て取り込もうとすると、ORVR規制を導入していないキャニスタに対し、2～3倍の活性炭量が必要となる。この規制は現在北米のみで義務付けられている。

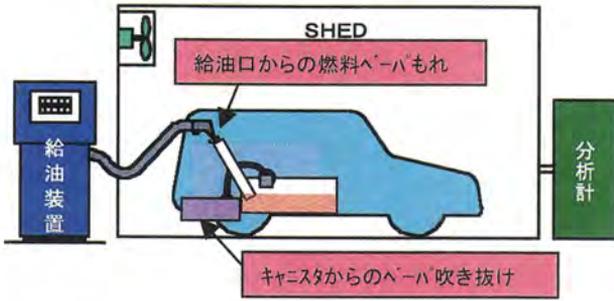


図3 ORVR規制

## 2.3 OBD規制

上記2つの規制とは少し異なり、直接有害物質の排出量を規制したものでなく、排出ガス規制も包括した、環境に悪影響を及ぼす物質を抑制する車両のシステムが正常に作動しているか否かを診断することを義務付ける規制である。

特に米国のOBD規制は、エバポシステム全体で、針の穴程度の漏れを故障として検知する必要があり、大変厳しいものとなっている。

## 3. キャニスタの役割

キャニスタの役割を説明するためのエバポシステム概念図を図4に示す。

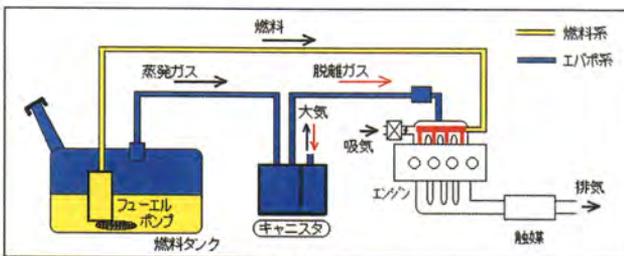


図4 キャニスタ概念図

自動車の燃料タンクを中心とする燃料系は、雰囲気温度等の使用環境変化によりガソリンが蒸発

し、ベーパーとなって外部へ漏出する。これを防ぐため燃料系を密封してしまうと、内部の圧力が上昇し燃料タンク等の最弱部に変形や亀裂が生じる恐れがある。

そのため、キャニスタを燃料タンクから大気に解放する配管途中に装着し、燃料系の圧力の異常な上昇を防止すると共に、発生した蒸散ガソリンを一時的に蓄えて、大気への漏出を防ぐ役割を果たしている。

キャニスタに蓄えられた蒸散ガソリンは、車両走行時のエンジンの吸気管負圧によりシリンダ内に送られ、燃焼により処理される。このとき、同時に、キャニスタの大気口から新気が吸入され、掃気されて再度吸着ができる状態となり、繰り返しの使用が可能になる。

## 4. キャニスタの構造

米国向とそれ以外の仕向地では先程のORVR規制対応の違いもあり、体格的に大きな差がある。例えばトヨタ自動車殿の代表的な車であるカローラを例にとると図5のような差になる。

構造としては米国以外を例にすると、図6に示すようにコンパクトで搭載性がよいUフロー構造が主流となっている。

搭載位置・姿勢に関してはエンジンルーム内の場合は縦置き、燃料タンク周りに配置される場合は横置きが主流である。米国向けではほとんどが横置きで、燃料タンクまわりに搭載されている。



図5 仕向地での大きさの比較



図6 キャニスタ構造 (米国以外向)

内部構造は、振動時の活性炭粒の移動による隙間発生を防止するために高反発ウレタンフィルタを採用し、従来のスプリングで活性炭を押す方式からのコスト低減を行っている。

キャニスタには3本のポートがあり、それぞれタンクポート、パージポート、大気ポートと呼ばれる。タンクポート側には燃料タンクからの液体ガソリンが侵入しないよう液溜を追加し、燃料タンク内の圧力が設定値より高低した場合の、圧抜きを行うバルブを付けたものもある。大気側にはキャニスタ内に大きな塵埃が入らないよう防塵フィルタを搭載しているものも増加している。

## 5. 活性炭

今まで説明してきた蒸散ガソリンを吸着する役割を担っているのが活性炭である。活性炭は昔から色々な用途に使われてきており、石炭、ヤシ殻や木炭などの炭素物質を原料とし、高温でガスや薬品と反応させて作られる微細孔 (直径10~200Å) を持つ炭素である。

いわゆる脱臭剤等に使われる活性炭 (匂いを吸着するが、再生できずに廃却される) とは異なり、自動車用として使われる活性炭は吸着・脱離の再生サイクルを繰り返す必要がある。そこで独特な活性炭の細孔をもたせるために、生成時に吸着される燃料蒸散ガスに合わせ、特殊な細孔分布の構成を持つように構成されている。

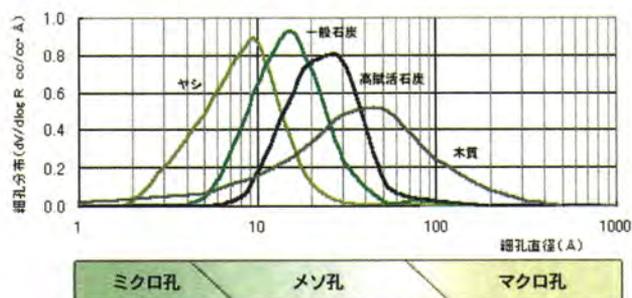


図7 活性炭の細孔分布

図7に示すようにエバポの規制が厳しくなるにつれて、細孔がヤシ殻活性炭のような微小な細孔をもつ活性炭から、メソ孔を多く有する活性炭へ移行してきている。

また先程の法規で説明したORVR規制を満足するためには、給油時に発生したガソリンベーパーを全てキャニスタを通して、ベーパー分と空気とに分離させるため、米国向けではキャニスタの通気抵抗を低くすることが重要な要素となってくる。そこで米国以外 (破碎炭が主流) とは異なり、図8に示すような大きな粒の活性炭 (造粒炭) が必要になってきている。

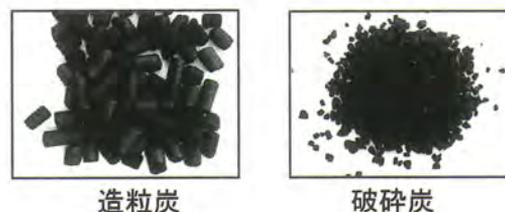


図8 活性炭

また、米国LEV-II規制対応用として、特に大気側の微小なガソリンベーパーの洩れを抑止し、通気抵抗も少ないハニカム活性炭も提案されている。(図9)



図9 ハニカム活性炭 (φ41×150)

## 6. まとめ

自動車を運転する一般のユーザにとり、特に走り良くなるとか燃費が良くなるという部品ではないため、キャニスタの認知度は低いと思われる。

自動車の部品の中にはキャニスタを含め、環境を守るために目立たないところで力を発揮している製品があり、その中で今回少しでもキャニスタの役割を理解してもらえれば幸いである。

また、弊社においては米国以外の仕向地では、キャニスタを燃料タンクの中に入れてポンプモジュールと一体化した、キャニスタ一体ポンプモジュール（図10）として、システムコスト・システム重量の低減を可能にしたキャニスタが2005年からトヨタ自動車殿にて採用され、今後の普及が期待されている。

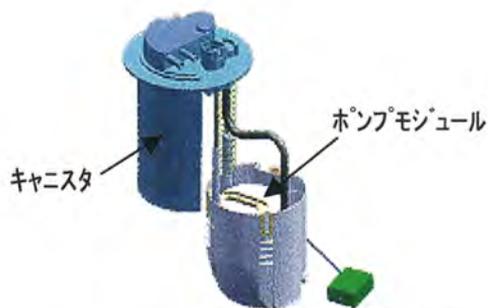


図10 キャニスタ一体ポンプモジュール

## 著者紹介

**安部 博嗣**

Hiroshi Abe

(第2製品開発部)





## 小型二輪用燃料噴射製品の開発

Challenge for small size motorcycle fuel injection products

山下 長生

Osao Yamashita

浜田 幹生

Mikio Hamada

### 要旨

地球環境改善のため、自動車と同様に、二輪車においても排気ガスに対する改善が要望されており、最近では、キャブレタでは対応困難なレベルの排出ガス規制の導入が計画されつつあるため、二輪車においても燃料噴射システムの採用が検討されている。

これに対応するべく、燃料噴射システムの主要部品である、小型二輪車用のインジェクタ、ポンプモジュールおよび燃料ポンプ、スロットルボデーを2002年に量産化した。

製品の開発にあたって、「愛三システム」を搭載したデモ車を製作し、各製品へのニーズとして、「小型化」を抽出した。

各製品に織り込まれた「小型化」を中心とした技術について紹介する。

### Abstract

In order to protect the global environment, the requirement to reduce exhaust gas emission is becoming strict not only for a passenger car but also for a small size motorcycle. Recently, new emission regulations, which are too strict to comply with by a carburetor fuel control system, are being introduced for the motorcycle. Therefore an introduction of the fuel injection system into small-size motorcycles is considered.

To respond to this situation, in 2002, we started mass-production of the main fuel injection system components, which are the injector, pump module with fuel pump, and throttle body for a small size motorcycle.

Before developing new components, we produced the demonstration motorcycle equipped with the AISAN fuel injection system. By examining that, we find "downsizing" is required for each component.

This paper mainly introduces the "downsizing" technologies applied to each component.

## 1. はじめに

排出ガス規制は、自動車だけでなく、二輪車もその対象である。近年、これまではキャブレタシステムで対応できるレベルにあった小型二輪車の排出ガス規制を、強化しようという動きがある。

図1に排出ガス規制動向を示す。台湾では小型二輪車が多く、その排気ガスが市中の大気汚染の原因の一つとされ、また燃費改善も要求されたため、規制強化がなされた。この動きは、小型二輪車が多い中国、東南アジアに伝播しようとしている。

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
台湾	4期(与EU II)			EU III (新型)		EU III (全車型)			
中国	EU I		EU II		EU III (新型)		EU III (全車型)		
タイ	5期(与EU II)			EU III (新型)		EU III (全車型)			
インド	2期		3期		4期(与EU III)				
日本	1次(与EU I)		2次(与EU II)		2次(全車型)				
欧州	EU II		EU III		EU III+附加条件				
米国(加州)	Tier 1			Tier 2(与EU III)					

図1 排ガス規制動向

強化された規制への対応策として、燃料噴射システムが考えられ、図2に示すようなシステムでデモ車を製作し、小型二輪車に適用したときの問題点を検討した。

この結果、

- ①小型二輪車は単気筒エンジンなので、精度・応答性のよい燃料噴射のためには、専用の吸気圧検出システムの開発が必要。
- ②製品については、搭載スペースの制約から小型化が必要。

ということがわかった。

この論文では、開発した吸気圧検出システム、量産化した小型二輪用インジェクタ、ポンプモジュール、および燃料ポンプ、スロットルボデーに織り込まれた技術について紹介する。

## 2. デモ車開発

### 2.1 大型二輪車のシステム

まず、先行事例である4気筒大型二輪車のシステムについて調査した。調査した大型二輪車では、9個のセンサを使い、また自動車用部品をそのまま採用し、ほぼ自動車用システムと同じ構成としていた。

### 2.2 小型二輪車でのスタディ

小型二輪車の代表例として、50cc単気筒エンジンの車両を入手し、燃料噴射システム車を仕上げた。

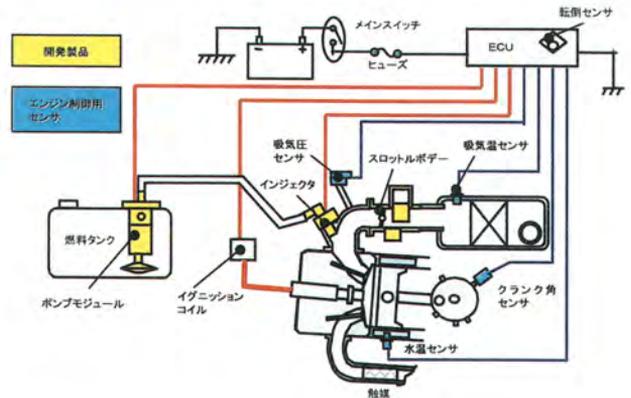


図2 デモ車のシステム

仮設タンク  
(ポンプモジュール搭載)



図3 製作したデモ車

システムは、図2のような構成とした。インジェクタ、燃料ポンプ、イグニッションコイルの3つのアクチュエータは、エンジンに燃料を供給し、点火するために最低限、必要なものである。センサについては、大型車との違い、規制の違いなど

を考えつつ簡素化・低コスト化を図り、大型二輪車の9個に対して、クランク位置、吸気圧、吸気温、エンジン温の4個とした。

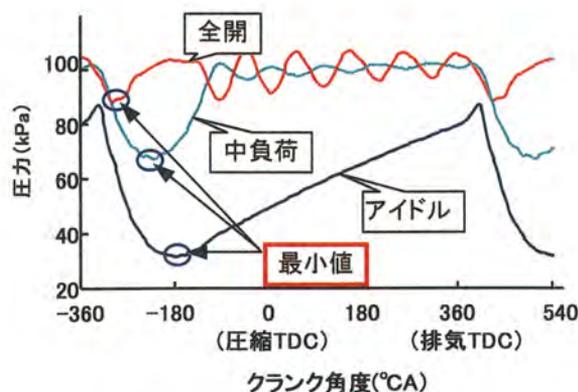


図4 単気筒エンジンの吸気圧波形

また、単気筒エンジンなので、図4に示すように吸気圧脈動が大きく、自動車で用いられている信号処理では、燃料噴射制御に必要な精度と応答性が得られない。

そこで、吸気圧波形の最小値に注目し、これが図示のように負荷により異なることがわかったので、この値を吸気圧として用いて噴射量制御する方法を確立した。

### 2.3 搭載検討

自動車のインジェクタは、全長60mm~75mmのものを多く採用しているが、小型二輪車で、燃料タンクまたは座席とエンジンの間に挟まれた狭い隙間に搭載するには大きすぎて、搭載困難であった。

また、ポンプモジュールについても、自動車用の燃料タンクが50L前後なのに対し、小型二輪車は5~10L程度であるので、自動車用のポンプモジュールを搭載すると、タンク容積の中に占める割合が大きくなるので、小型化が必須である。

スロットルボデーについては、各車両に合わせて設計されており、キャブレタに比べてフロート部分が不要になり、小型になることが期待できる。

したがって、小型二輪用燃料噴射製品の開発は、「小型化」がキーワードとなる。

## 3. インジェクタ

自動車用インジェクタは、図5に例示するように全長、飛び出し長とも長く、小型二輪車には搭載しにくい。

この課題に対して、磁気回路の小型化を検討した。磁気回路の主要部は、図7に示すように3点から構成される。

- ①コイル
- ②アップボデー
- ③非磁性リング

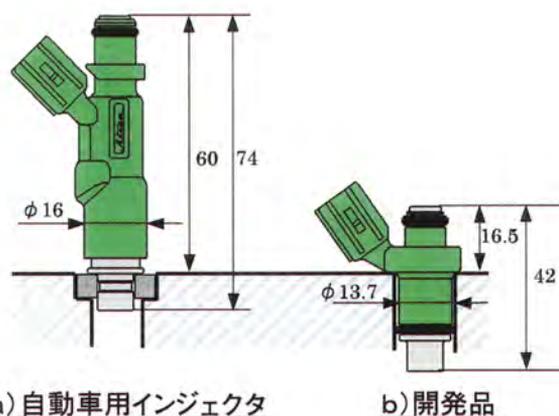


図5 自動車用インジェクタと開発品

### 3.1 コイル

小型化するためには、巻き線の低減が有効である。しかし最低作動電圧の確保が必要なので、このときの起磁力を得るため、コイル抵抗を見直し、 $13.8\Omega$ から $12\Omega$ に変更した。背反として、発熱が大きくなるので、耐熱性について設計見直しと評価を行った。

### 3.2 アップボデー

薄肉化について検討し、新たな深絞り技術を開発することで、ボデー板厚を0.75mmとした。

### 3.3 非磁性リング

インジェクタのバルブを動かすためには、磁気回路にギャップが必要で、従来は非磁性リングで構成している。小型化をするとき、非磁性リングの溶接部精度に心配があったので、ボデー形状を非磁性リングと一体化した様な形状とし、必要部

分をプラズマ浸炭処理で非磁性化した. この結果, 溶接工程の廃止と部品点数の低減ができた.

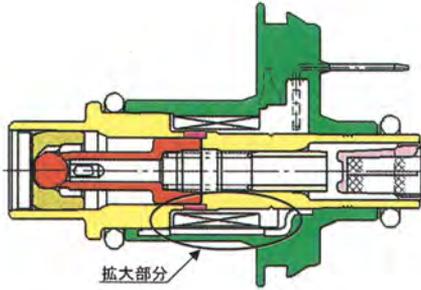


図6 インジェクタ断面

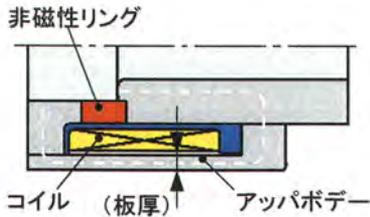


図7 インジェクタの磁気回路

### 3.4 結果

以上の検討および各部品の小型化検討の結果, 図5に示したように, 全長42mm, 飛び出し長16.5mmの世界最小インジェクタを開発できた.

## 4. ポンプモジュールおよび燃料ポンプ

小型二輪車の燃料タンクの大きさは, 前述のように自動車の1/10~1/5である上に, 異形である. 小型化に対しては,

①フィルタシステムの見直し

②燃料ポンプの小型化

を検討し, 異形に対しては, 2タイプ3機種のポンプモジュールをラインアップすることで対応した.

	自動車用	上付け	上付け (斜め搭載)	下付け
①形状				
②セットプレート径	137mm	104mm	77mm	93mm
③高さ	138mm	140~248mm	131mm	120mm

図8 自動車用ポンプモジュールと小型二輪用開発品3機種

### 4.1 フィルタシステムの見直し

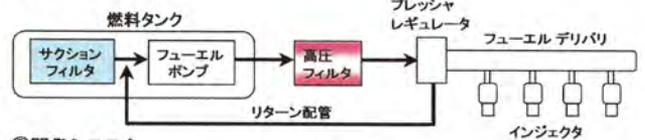
燃料には,

- 1) 供給燃料中の異物, 空気中のほこりなど
- 2) 燃料ポンプのコンミテータの摩耗粉

が異物として存在する.

これを図9の①に示すように, 現状, すなわち自動車では, 燃料ポンプ入り口のサクシオンフィルタで上記1)の異物を取り除き, 2)の摩耗粉を燃料ポンプ-プレッシャレギュレータ間の高圧フィルタで濾過していた.

#### ①現状システム



#### ②開発システム

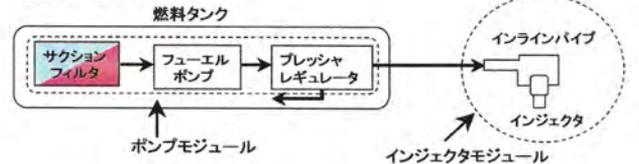


図9 燃料供給システム

燃料ポンプのコンミテータは, 従来は作りやすさや電気抵抗の低さからCu合金コンミテータを使用していたが, 最近ではカーボンの成型技術向上, 抵抗値低減改良が図られ, 摩耗耐性の大きいカーボンコンミテータが採用されるようになった.

Cu合金とカーボンのコンミテータの摩耗粉を調査比較した. 図10に示すように従来のCu合金の摩耗粉は糸状なので, 網状のフィルタは通り抜けてしまい, プレッシャレギュレータやインジェクタのシート部に凝着し, シール性を損なうことが懸

念された。そこで、紙製のフィルタ材を用いた高圧フィルタを燃料ポンプとプレッシャレギュレータの間に挿入し、この摩耗粉を除去する必要がある。



a) Cu合金製

b)カーボン製

図10 コンミテータの摩耗粉

一方、カーボンコンミテータの場合は、摩耗粉は数 $\mu\text{m}$ の微粉体で、プレッシャレギュレータ、インジェクタの最狭部を通過できる上、凝着性がないためシール性を損なうことはない。

そこで、サクシオンフィルタのメッシュサイズをプレッシャレギュレータ、インジェクタの最狭部寸法を考慮して、自動車用の60 $\mu\text{m}$ から40 $\mu\text{m}$ へと細かくし、高圧フィルタを廃止した。

#### 4.2 燃料ポンプの小型化

小型二輪車は、概ね250cc以下を指す。したがって、自動車エンジンが2000cc程度であることを考えると、エンジンの燃料消費量は、1/10程度となる。実際には、使用回転数の違いもあるので、この比率は小さくなるが、自動車用燃料ポンプを採用していたのでは供給過剰となる。

そこで、小型二輪車としての要求流量を検討し、自動車用の50L/hに対し、30L/hに設定した。これにより、小型の燃料ポンプを開発できた。

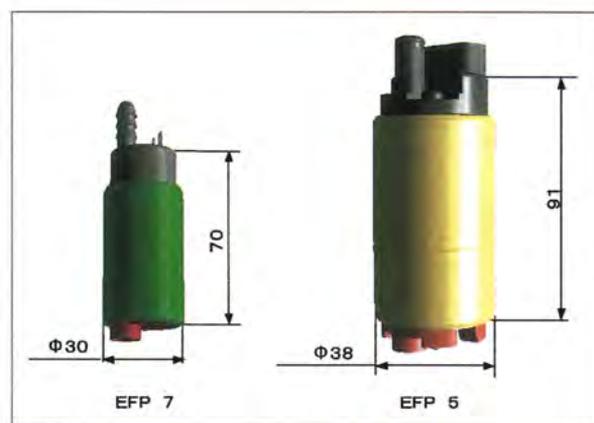


図11 燃料ポンプ

#### 4.3 異形タンクへの対応

自動車用ポンプモジュールは、タンク上面に取り付ける形状がほとんどであるが、二輪車用燃料タンクは車種ごとに異なり、かつ、取り付け面となりうる面の確保が上面とは限らない。

そこで、取り付け面を上面、下面に考え、上付けタイプ、底付けタイプの2タイプ3機種を設定した(図8)。

#### 4.4 結果

フィルタシステムの簡素化、燃料ポンプの小型化により、小型のポンプモジュールを開発できた。

異形のタンク形状対応として、上付けタイプ、底付けタイプを開発した。

### 5. スロットルボデー

キャブレタは、空気量と燃料量を同時に制御する機能がある。燃料噴射システムは、燃料量制御を燃料ポンプ、インジェクタ、ECUで行い、空気量制御はスロットルボデーで行う。つまり、スロットルボデーは、キャブレタから燃料制御機能を取り去っただけなので、小型化は容易である。一方で、車両の運転性を確保するには、スロットルボデーの空気量制御機能の検討は必要不可欠である。

当社の小型二輪用スロットルボデーは、運転性を確保するためのデバイスとしてサクシオンピストンを搭載した。

サクシヨンピストンは図12に示すような構造をしており、サクシヨンピストンの上流と下流の差圧により、開口面積が変わる。

エンジン回転数が低く、軽負荷の状態からスロットルを急全開したときの低回転数域では、吸気時にはサクシヨンピストンが開き、大量の空気がエンジンに供給される。しかし、シリンダ内でピストンにぶつかった空気は、吹き返しとして戻ってくる。このとき、差圧がなくなっているため、サクシヨンピストンは閉じ、吹き返しによる流れを止め、吸気効率低下を防ぐことができる。このため、低回転・軽負荷からの急加速の加速性を向上させることができる。これを実車評価した結果を図13に示す。

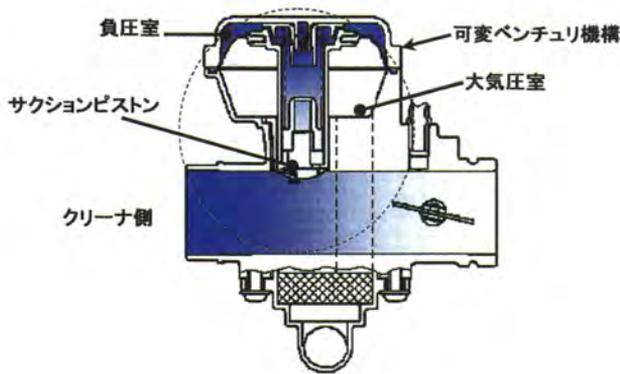


図12 サクシヨンピストン付きスロットルボデー

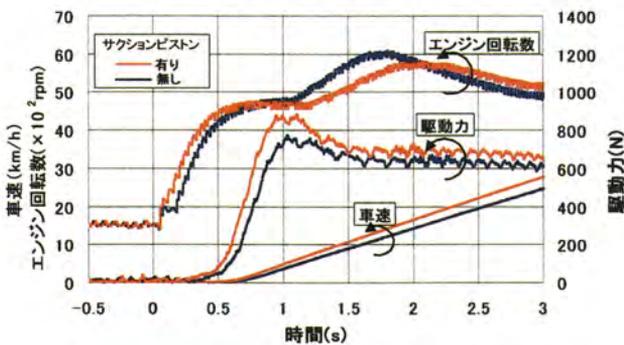


図13 サクシヨンピストンの有無による加速性の違い

## 6. まとめ

今回の開発で、小型二輪車に燃料噴射システムを適用する際に必要となる主要な3製品を、小型二輪用として小型化し、量産化できた。

また、これらの製品を採用していただいた背景には、自社において小型二輪車用燃料システムを開発し、デモ車として課題、メリットを具体的に得意先に提示できたことがあると考える。

今後は、燃料ポンプのさらなる低電流化・小型化、スロットルボデーの共通化と燃料噴射システム関係デバイスの、スロットルボデーへの搭載などを検討していく。

## 謝辞

本開発に際し、ヤマハ発動機株式会社殿よりご協力、アドバイスなどいただきましたので、この紙面を借りてお礼申し上げます。

## 著者紹介

山下 長生

Osao Yamashita  
(二輪事業部)



浜田 幹生

Mikio Hamada  
(二輪事業部)





# アルミ鋳抜き穴用高精度・高能率ドリルの開発

Development of a high precision, high efficiency drill for aluminum die cast cored hole

小山 雄二

Yuji Koyama

北村 達哉

Tatsuya Kitamura

鈴木 安弘

Yasuhiro Suzuki

## 要旨

当社主要製品の多くに採用されているアルミダイカスト部品のドリル加工において、鋳抜き穴の芯ズレによって加工精度が悪化するため、低能率での加工を余儀なくされていた。

本稿では、従来にない鋳抜き穴加工に特化したドリルを開発し、「高能率と高精度」を両立させ、設備投資低減にも効果を上げることができたので紹介する。

## Abstract

We have not been able to increase the efficiency of machining in our drill processing of aluminum die cast, because processing accuracy deteriorated due to the dislocated center of the cored hole.

This paper introduces the success in development of the unconventional drill that focuses on the cored hole process and combines the best properties of "high efficiency and high accuracy," which could also achieve reduction of equipment cost.

## 1. はじめに

近年の国際競争が激化する中、短時間でさまざまな製品が多く機能が付加されながら生み出されており、その対応のため、機械加工の分野では加工コストの低減、納期短縮への取り組みが精力的に行われている。

当社でも、こうした状況に対応するため、高速・高送り加工技術の確立を進めているが、当社主要製品の多くを占めるアルミダイカスト部品（以下、アルミ部品と略す）のドリル加工において、鋳抜き穴の芯ズレによって加工精度が悪化するため、低能率での加工を余儀なくされていた。

本稿では、ドリルと鋳抜き穴との芯ズレの影響を克服し、高精度・高能率加工を実現したドリルの開発について紹介する。

## 2. 鋳抜き穴加工の現状と課題

当社ではこれまで、アルミ部品の穴加工において、加工精度の安定性に優れている直溝タイプのバニシングドリル（以下、従来ドリル：図1）を多用してきた。しかし、鋳抜き穴との芯ズレは避けられないものであり、喰い付き時に片刃当たりとなる。

その結果、図2のように加工精度に優れたドリルにおいても倒れが発生し、さらにこれにより、びびり・穴径の拡大が引き起こされ、穴の内壁へのバニッシュ作用も低下し、加工精度が悪化する。

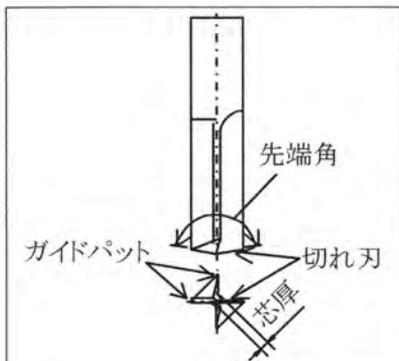


図1 従来バニシングドリル

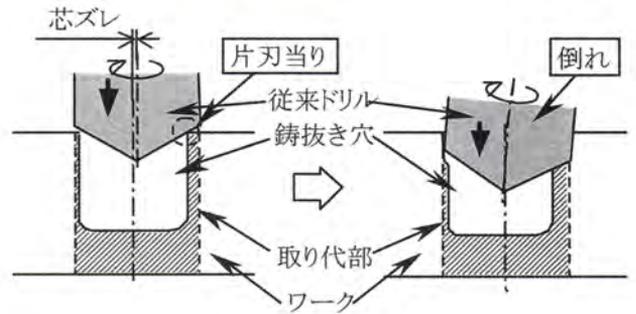


図2 従来ドリルの芯ズレ時の加工模式図

従来ドリルでは、加工精度を確保するため加工穴の入口部の加工能率を下げ加工するか、1パス加工をあきらめ、粗加工+仕上げの2工程化によって対応していた。

しかし、近年の加工ラインの高生産性・低コスト化の要求に対応し、鋳抜き穴の芯ズレが起きても、1パスで高能率かつH7級程度の高精度穴加工が可能なドリルの開発に着手した。

## 3. 高精度・高能率ドリルの開発

### 3.1 ドリル形状の考案

図3のように従来ドリルの問題点を抽出し、改善策を検討した。

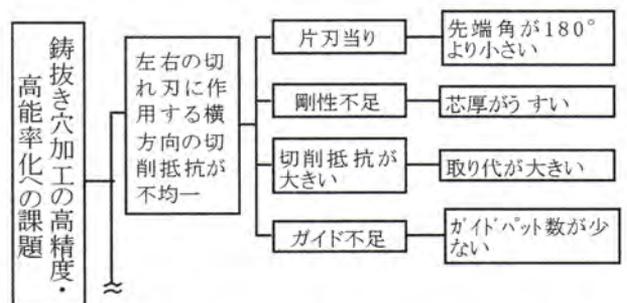


図3 鋳抜き穴加工の高精度・高能率化への課題に対する要因系統図

抽出要因に対し以下の改善点を考案した。

#### ①先端角

図4に示すように180°以上の先端角で加工が開始されることによって、片刃当たりを防止できる。

先端角	$\beta 1 < 180^\circ$	$\beta 2 = 180^\circ$	$\beta 3 > 180^\circ$
模式図			
喰い付き状態	片刃当たり	2枚の刃で食いつく	2枚の刃で食いつく
評価	×	○	○

図4 先端角の喰い付きへの影響

## ②粗刃数

粗刃を4枚として周方向に等間隔に配置することにより、図5のようにバランスよく加工することができると共に、高能率（高送り）化において、1刃当りの負荷を減らすことができる。

## ③ガイドパット数

ガイドパットにより加工穴の内周面がバニッシュ仕上げされる。これとともにドリル自体が自己保持作用、いわゆるセルフブッシング作用を受けることにより、その軸心が定位置に保持される。このため、ドリルの加工状態を一層安定させることができる（図5）。

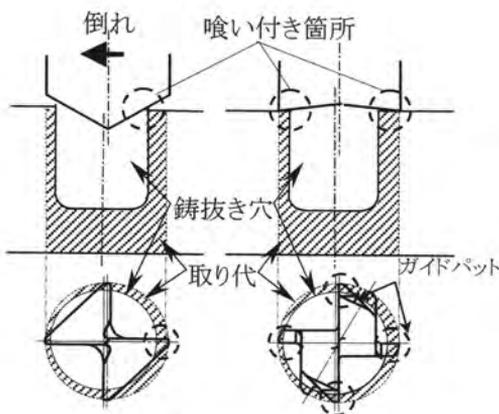


図5 喰い付き状態

さらに前記①～③に加えて、高精度・高能率加工を実現するため、下記の④も織り込むこととした。

## ④切れ刃分割（粗刃+仕上げ刃）

粗・仕上げ刃の分割刃にすることにより、2パス加工を1本のドリルに付与することができる。

図6に開発ドリル形状と従来ドリルを示す。考案した開発ドリル形状は、従来ドリルと比較し、先端角 $\beta$ を $180^\circ$ 以上とし、切れ刃数2刃を6刃、ガイドパット数4パットを6パットとした。

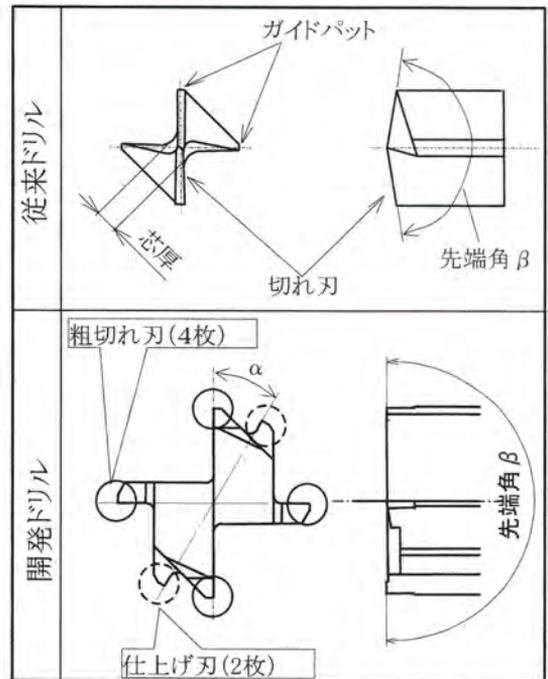


図6 開発ドリルと従来ドリル形状

## 3.2 ドリル諸元の最適化と性能評価

### 3.2.1 試験方法と評価方法

計測特性はマシン中心と実際に開いた穴の中心のズレ量とした。

試験は高剛性マシニングセンタを使用し、図7の加工模式図のように鑄抜き穴を想定した下穴を開け、その位置からX方向へ0.2mm芯をずらした位置へ仕上げ加工を行った。その実際に開いた穴の中心位置をダイヤルゲージで測定し、マシン中心位置との差をズレ量とした（図8）。

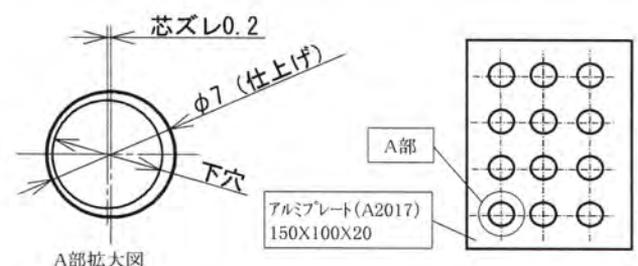


図7 加工模式図

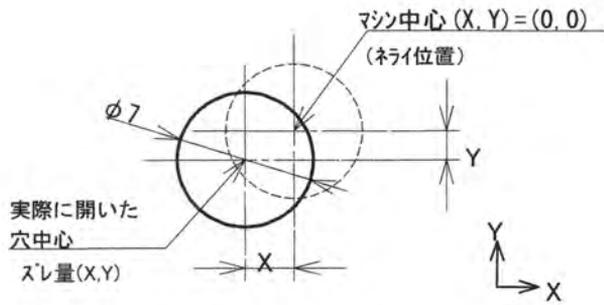


図8 加工後の穴位置状態

3.2.2 試験条件

ドリルの最適形状を検討するため、表1に示す制御因子と表2の誤差因子を抽出して要因試験を実施した。

表1 制御因子

因子	水準
粗刃数(枚)	2~4
先端角 $\alpha$ ( $^{\circ}$ )	30~60
先端角 $\beta$ ( $^{\circ}$ )	170~190
切削速度V(m/min)	20~180
送りf(mm/rev)	0.05~0.15

表2 誤差因子

	水準1	水準2	水準3
下穴径(mm)	$\phi$ 5.9	$\phi$ 6.0	$\phi$ 6.2

表3 従来ドリル加工条件

切削速度V(m/min)	80
送りf(mm/rev)	0.1

(加工能率=V·f, 従来値: 8.0)

3.2.3 試験結果

図9にSN比, 図10に感度の要因効果図を示す。図より先端角 $\beta$ の影響が大きく、高能率加工時でもバラツキが小さいことが確認できた。また、いずれの水準においても、従来ドリルに比べてSN比, 感度とも著しい改善効果が得られた。

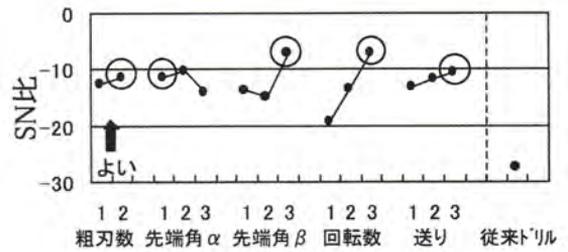


図9 SN比の要因効果図

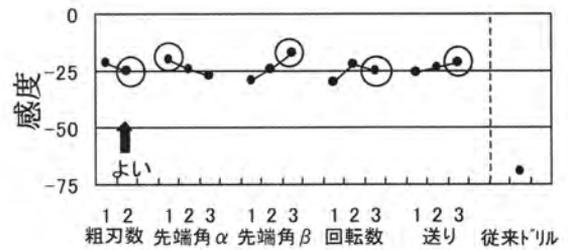


図10 感度の要因効果図

次に他の特性についても評価した結果を図11~図14に示す。開発ドリルは、従来ドリルの加工条件(表3)に対して加工能率を3倍向上させても、従来品比較において、位置精度で2.5倍、真円度で6.0倍、面粗さで2.0倍の精度が確保できた。

本結果が得られた理由として、先端角 $\beta$ の効果が大きく、穴開けの基本でもある喰い付き時の切れ刃の片当り現象を防止し、喰い付きと同時に粗刃外周部のガイドパット部でセルフプッシングしたため、マシンの狙い位置に狙い通りの穴が加工できたと考えられる。

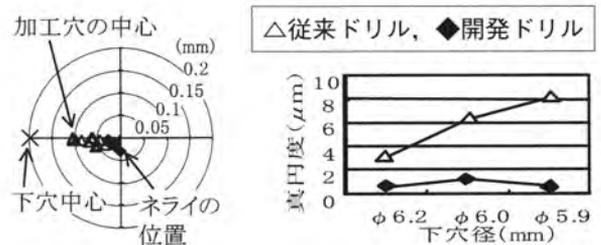


図11 位置精度

図12 真円度

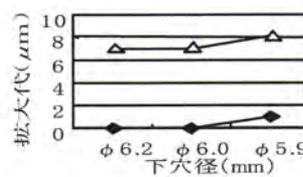


図13 拡大代

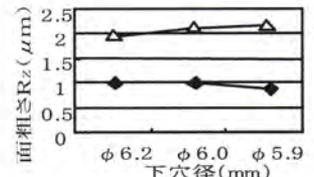


図14 面粗さRz

## 3.2.4 最適工具諸元の設定

最適諸元は、図9と図10のばらつきの小さい水準と、下記①～③の専門技術的見解から選定した。

### ①粗刃数→4枚

刃数を多く配置することにより、喰い付き時のドリルがバランス良く安定した加工を可能にする。

### ②先端角 $\alpha \rightarrow 30^\circ$

$\alpha$ 角は粗刃の切りくずの排出スペースを大きくして、切りくずの排出性向上に配慮した。切りくずが詰まると、喰い付き時にドリルが不安定となり加工精度が悪化する。さらに、そのまま加工を続けると、切削抵抗の増加によりドリルの折損に至る。

### ③先端角 $\beta \rightarrow 190^\circ$

$\beta$ 角を大きくすることで、喰い付き時に切れ刃の片当り現象を防止でき、安定した加工が可能となる。

## 3.3 開発のまとめ

### ①加工能率 $V \cdot f$ ( $V$ :切削速度, $f$ :送り量)

は従来条件よりも約3.4倍(従来ドリル: $V \cdot f = 8.0$ , 開発ドリル: $V \cdot f = 27.0$ )に向上することができた。

### ②加工精度は、2倍以上に向上できた。

「高能率と高精度」を両立させ、従来にはない、鋳抜き穴加工に特化したドリルが開発できた。

## 4. 量産導入事例

### 4.1 スロットルボデーへの適用

小型マシニングセンタを並べた高生産で高能率・高精度の要求が大きいスロットルボデーのシャフト穴加工工程に適用した。

従来ドリルの加工形態を図15に、ツーリングを図16に示す。シャフト穴は直径公差で $13\mu\text{m}$ 、面粗さ $R_z$ は $6.3\mu\text{m}$ 以下と高い精度が要求されたため、粗加工に直溝段付バニシングドリルを用い、仕上げ加工にダイヤモンド付き直溝段付ドリルを使用していた。ダイヤモンドを用いた理由は、長寿命化によるドリル交換時間短縮のためである。

まず、本開発ドリルの導入にあたり、加工性能を明確にするため、従来ドリルでの1パス加工を行った。その結果を図17に示す。1パス加工では穴径・真円度がばらつき、要求精度を確保できなかった。従来ドリルの加工工程では、粗加工を入れて仕上げ取り代を均一にし、品質を安定させていた。

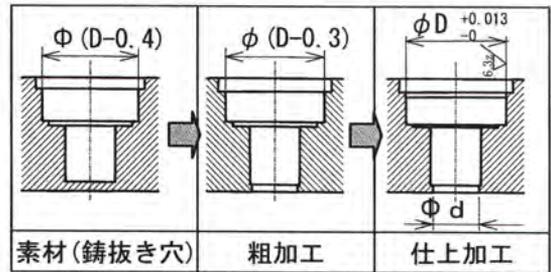


図15 製品加工形態

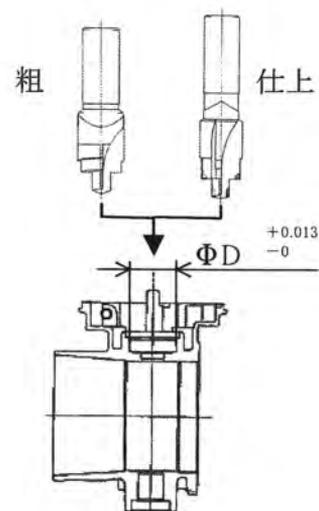


図16 ツーリング

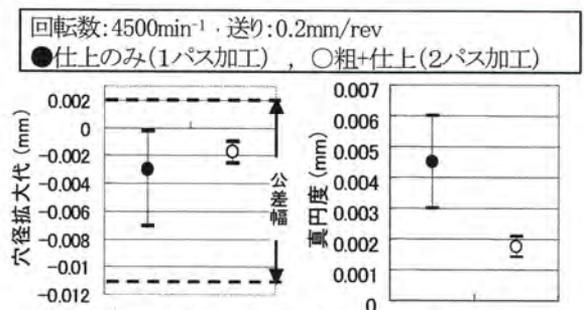


図17 従来ドリルでの加工精度

### 4.2 量産導入試験結果

次に、量産導入試験結果について図18～図20に示す。開発ドリルは仕上げ刃にダイヤモンドを用いて1パス加工を行った。開発ドリルは従来ドリルと同

等の加工精度であり，1工程化が可能であることが確認できた。

本結果で特に注目できるのは，穴径拡大代がほぼゼロであり，これは加工穴がドリル径と同じであること表している。この効果として，ドリルガイドパットの不必要なバニッシュ作用が軽減できるため，従来の仕上げドリルより長寿命化が図れた。

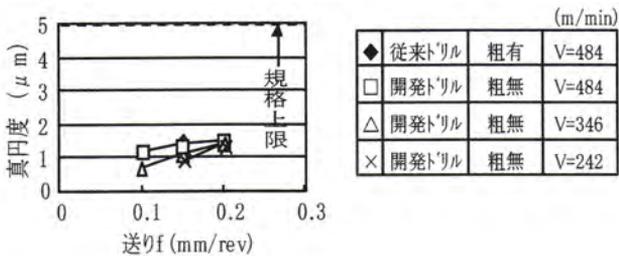


図18 真円度

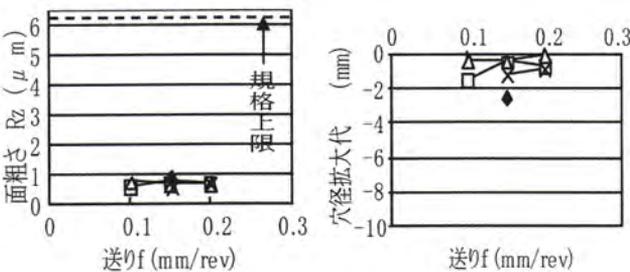


図19 面粗さRz

図20 拡大代

表4は量産導入における流動結果を示すが，穴径精度はCm値で1.5倍以上向上できた。

表4 流動結果

測定項目	(X-X) 穴径	(Y-Y) 穴径	アラサ	真円度
上限	+0.013	+0.013	6.3	****
下限	-0	-0		
規格	ΦD	ΦD	6.3Z≥	****≥
平均値	+0.0052	+0.0045	0.24	0.0017
R	0.001	0.001	0.1	0.001
Cm	4.34	3.19		
公差判定	○	○	○	○
Cm判定	○	○	-	-

(n=25) | (n=5)

### 4.3 導入効果

加工時間は粗工程廃止により63%低減となり，工具費比は45%低減できた(図21, 図22)。

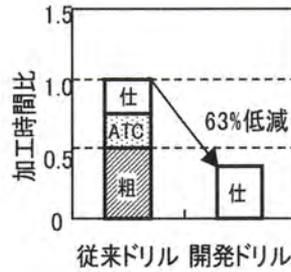


図21 加工時間比

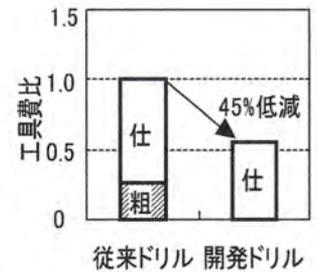


図22 工具費比

## 5. まとめ

アルミ部品の鋳抜き穴用ドリルの開発により，高精度・高能率加工を可能とし，量産加工ラインへの採用により加工費・設備投資低減に大きな効果を上げてきている。

今後は，更に1ランク上の高精度・高能率化を図るツーリング・マシンの開発へもチャレンジしていきたい。

### 謝辞

本開発は，日本超硬(株)との共同で行われ，特許を共同出願している。実験に協力いただいた方々に厚くお礼申し上げます。

### 著者紹介

小山 雄二

Yuji Koyama  
(生技開発部)



北村 達哉

Tatsuya Kitamura  
(生産技術部)



鈴木 安弘

Yasuhiro Suzuki  
(生技開発部)



# 生産ラインシミュレーションによる革新的な工程設計の実現

Realization of innovative process design using production line simulation

田 中 裕 恭

Hiroyasu Tanaka

## 要旨

高品質・低コストな製品を短納期でグローバルに供給するため、開発期間短縮が急務である。その中で生産技術では、生産準備期間短縮を実現させるため、完成度（質）の高い工程・設備を実物のない段階で事前評価していく必要があり、それに対応するシミュレーション技術開発は不可欠である。

今回、ライン・作業シミュレーション技術開発を行うことで、生産準備期間短縮に寄与でき、当社の製品、製造方式にあったシミュレーション技術を確立した。

## Abstract

There is pressing need to reduce the development period of products to supply the high-quality/low cost products in short delivery term for the global market. In order to reduce the production preparation period, we, Production Engineering department, need to make a prior assessment of process and equipments with high degree of accuracy in the early stage without seeing the actual objects, which requires the development of the appropriate simulation technology.

This paper introduces the success in establishment of simulation technology for production line and operation, which contributes to shortening the production preparation period and suits our products and production systems.

## 1. はじめに

市場ニーズに対応し製品開発サイクルが短縮されてきている。その中で、一層の開発期間の短縮が求められており、生産技術においては、生産準備業務の効率化、品質向上が急務となっている。

今回の生産ラインシミュレーションの開発は生産準備期間短縮と工程・設備の質的向上を目標に、“実物のない段階で工程設計の事前評価”を行い、やり直し業務を事前対策するプロセスの革新的を絞った。

## 2. 生産ラインシミュレーションの必要性

現状、設備製作後の工程整備、号試（量産の試行）の段階でミスや、作業性・設備操作性の向上・改善要求による多くのやり直しの問題がある。

生産準備期間の短縮と品質向上をめざすためには、これらのミスや、図面レベルでは見えない要求を事前に抽出し、ライン設計に織り込むことで、やり直しを無くすことが必要不可欠である。

そのために、生産ラインシミュレーションが必要となった。

表1 解決すべき課題とねらい

1	課題	設計から製造まで多くの関係者が2次元で検討するため、認識レベルに差があり、ミス、要求を事前に抽出しにくかった
	ねらい	①見た目に問題点がわかる ②3Dによる検証
2	課題	抽出した項目の効果を定量的に確認ができなかった
	ねらい	③数値化による定量的な解析

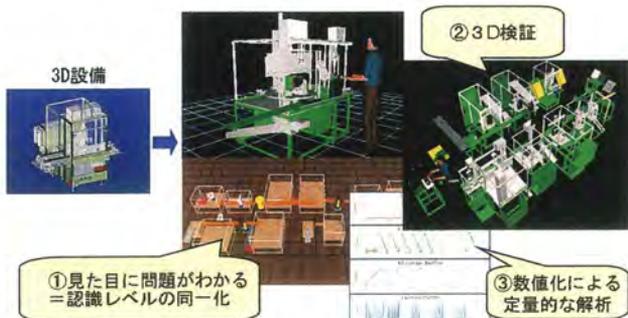


図1 シミュレーションのねらい

## 3. 開発の課題

当社における生産ラインは以下の様な特色がある。

- (1)工程
  - ・作業者が行う手作業工程
  - ・マシンによる設備工程
- (2)工程をつないだライン
  - ・工程間を作業者が運ぶ、手動搬送
  - ・工程間をパレット、コンベア、ロボットが運ぶ自動搬送

これらのシミュレーションを行うためには、工程順に製品を造る作業、および、完成品を取って未成品を投入する脱着作業の基本機能が必要である。

しかし、標準のシミュレーションソフトでは、当社の生産ラインの基本機能に適したシミュレーションを行うことができないため、シミュレーション技術の独自開発が必要となった。

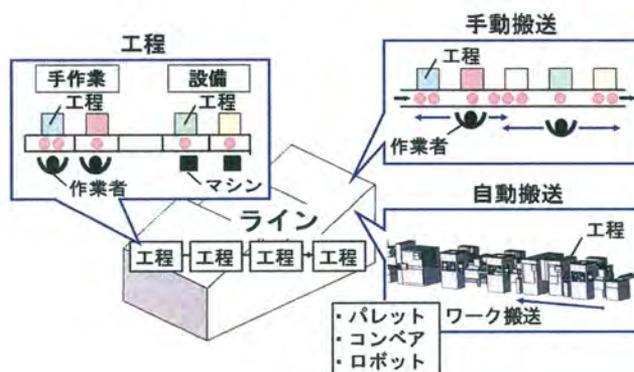


図2 当社の生産ライン

## 4. 生産ラインシミュレーションで評価する項目

工程設計段階において評価する項目は以下のとおりである。

- (1)工程での評価項目
  - ・作業時間
  - ・作業性
  - ・作業姿勢
  - ・作業負荷

## (2)ラインでの評価項目

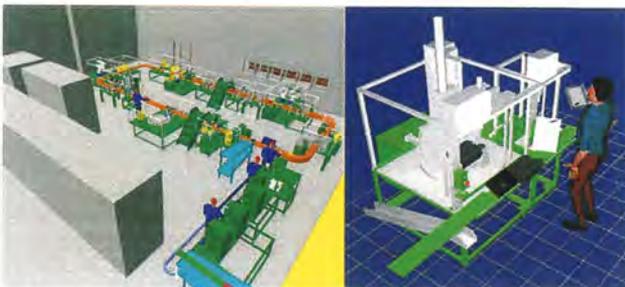
- ・ラインレイアウト
- ・ラインサイクルタイム
- ・作業や設備の負荷バランス
- ・作業者の人工や作業区分
- ・出来高
- ・可動率
- ・バッファ容量
- ・搬送方式

これらに設備故障や点検、刃具交換などの非稼働要因を考慮し、解析目的に応じてラインシミュレーション、作業シミュレーションを組合せ、様々な条件で評価できることが必要である。

## 5. 生産ラインシミュレーション技術の確立

### 5.1 シミュレーションの位置づけ

ラインシミュレーションにて、仮想ラインを作成し、レイアウトや最適な作業区分、出来高などのライン全体の検証を行う。また、ラインの中の手作業工程は、作業シミュレーションにて作業時間、作業性などの評価を行う。ここで得た作業時間データをラインシミュレーションへ入力し、生産ラインのシミュレーションの精度向上を図っている。



ラインシミュレーション 作業シミュレーション

図3 ライン、作業シミュレーション

### 5.2 標準時間算出法に基づく動作定義

作業シミュレーションでは高精度に作業時間見積りをするため、標準時間算出法に基づく動作定

義を行う。

当社では、標準作業時間算出にはMTMコード (Methods-Time Measurement application data in TMU) を用いている。実ラインの作業者と同様にシミュレーションにおいても作業時間の算出、見積りが必要である。

しかし、MTMコードでは対象部品の大きさ、取りやすさから、手を伸ばす (Reach) では5つ、運ぶ (Move) では3つ、と細かくコードが分かれている。30cm手を伸ばすという動作だけでも、ReachのA (決まった位置に手を伸ばす) では0.34s, ReachのB (作業の繰り返し毎に少しずつ位置が変わる目的物に手を伸ばす) では0.46sといった差が生じる。1工程の作業シミュレーションでこのような動作が積み重なると、1工程の時間としては作成者により大きな差が生じる。これらの時間差によるバラツキを防ぐため、“標準時間算出法に基づく動作定義”が必要である。

当社製品に適したコード、例えば部品箱に入っている小さい部品 (ダイヤフラム、ビス、スプリングなど) を取る場合はReachのB、治具に製品をセットする場合はMoveのCといった様に部品に応じた作業・動作の定義を行った。この定義により精度の高い作業シミュレーションが可能となった。

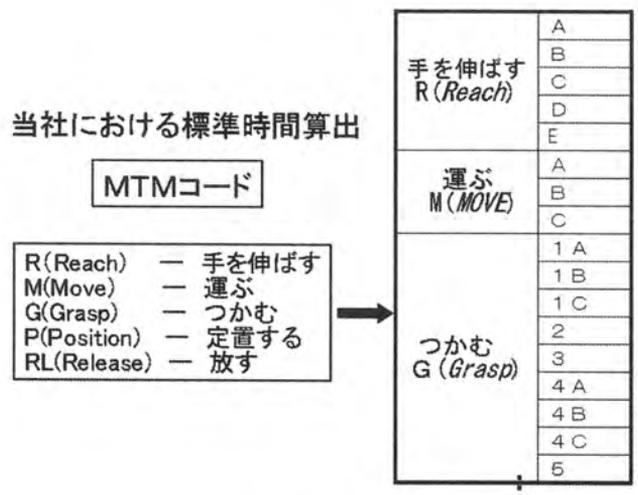


図4 MTMコード

動作	コード	説明
Reach	A	対象物が大きく、素に1つずつ取れる場合 (THR、バルブ等)
	B	部品箱に入っている比較的小さい対象物を取る場合 (タワリ等)
	⋮	⋮
Move	A	持ち替え時に、対象物を取る
	B	だいたいの位置まで運ぶ (ラフガイド付治具等に置く)
	C	治具にセットする 次に定置作業 (Position) が必要なとき
		⋮

図5 作業・動作定義

### 5.3 運搬・設備動作の定義

ラインシミュレーションにおいて、生産ラインの搬送・設備動作を再現するため、搬送・設備動作の定義を行った。

シミュレーションソフトの標準機能で当社の生産方式を再現することを検討した。しかし標準機能では、工程順が決まっている、作業者が脱着、加工を行う生産方式には適応できない、という問題があった。

そこで、当社の生産方式を実現できるよう、工程での作業・設備の動作、工程間の搬送動作の定義を行った。

標準機能でもっとも当社の生産方式に動きに近い、“搬送キャリア機能”を改造し、作業員、パレット、コンベア、ロボットのアーム機能に適応させた。これにより、現状の生産を再現できる、搬送・設備動作が確立できた。



図6 搬送・設備動作

### 5.4 制御ロジックの定義

ラインシミュレーションで解析するためには、標準機能で制御できない以下に示すような制御をシミュレーションで再現するため、ロジックの定義が必要となる。

#### (1) タイミングの制御

- ・他の軸の加工が終了するまで待機する
- ・多軸工程で全工程一斉に加工を開始する
- ・ある設備のドレス開始の信号を受け、同時に他の設備もドレスを開始する

#### (2) 数値化

- ・稼働、非稼働時間の算出

#### (3) 製品流動

- ・各製品、設備の固有ロジック
- ・当社仕様の流動ロジック

これらのロジックの開発を行い、生産ラインの設定・制御が可能となり、シミュレーション上で動作の再現ができるようになった。

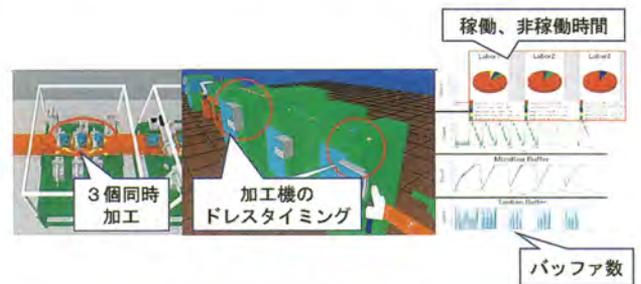


図7 開発制御ロジック

## 6. 精度検証

シミュレーションの検証として、精度の確認を行った。

作業シミュレーションにおいては、作業手順、動作を実作業員と同じように与えることで、実ライン13.5s、シミュレーション13.6sと、ほぼ同等な作業時間が得られることが確認できた。

ラインシミュレーションにおいては、実ラインである時間のロス停時間、回数を測定した結果をシミュレーションにいれ、ロス停を加味した検証を行った結果、製品完成数は実ラインで時間当たり591個、シミュレーションで600個であった。ただし、非稼働要因を正確にシミュレーションで想定することはできないため、相対的な評価となる。



現実ライン	作業シミュレーション
13.5 s 実作業者の 平均作業時間	13.6 s シミュレーション 作業時間

図8 作業シミュレーションの精度検証



現実ライン	ラインシミュレーション
591個/h	600個/h

図9 ラインシミュレーションの精度検証

## 7. まとめ

当社の生産ラインに適したシミュレーション技術の開発を行い、仮想ラインで精度の良い評価が可能となり以下のような技術確立が行えた。

- ・ラインシミュレーションにて、当社の生産ラインが再現でき、3Dによる検証が可能となった
- ・作業シミュレーションにて、扱う製品に適した標準時間算出法に基づく作業時間見積りが可能となった
- ・実物のない段階で、様々な条件で生産ラインの評価、検証が行え、ライン・作業シミュレーションで定量的な解析が可能となった

これらの技術確立により、“実物のない段階で工程設計の事前評価”を行うことが可能となった。

効果の事例として、工程設計段階でエンジンバルブ加工ラインにおけるバッファシステムの効果を事前検討することで、当初の計画より3台少なくともラインが成立することが確認でき、工程検討工数および、設備費を低減できた。また、キャニスタ組付けラインにおいて事前にロボットの可動範囲と設備レイアウトをシミュレーションすることで、ライン施設後のレイアウト変更等がなくなり、工程整備、初期流動期間が従来比1/2までに低減できた。

この様にやり直し業務をなくすことが、シミュレーション技術の開発により可能となり、生産準備期間短縮の目処付けができた。

## 8. 今後の取り組み

工程設計段階でラインの検証をシミュレーションで行ってきたことを、今後は生準企画段階で確実に実施できるプロセスを確立していく。同時に、類似ラインの検証をシミュレーションで短時間に実施するために、蓄積してきたデータを再利用し効率よく検証できる体制も確立していく。

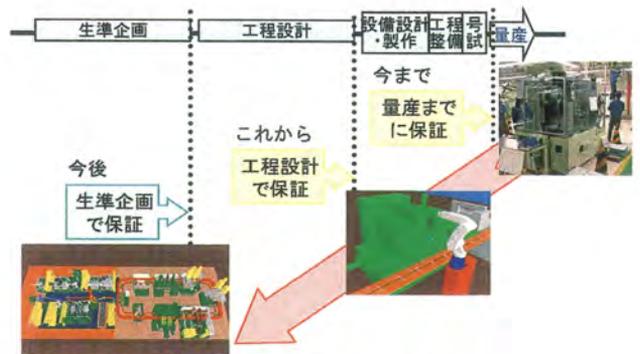


図10 今後の取り組み

## 著者紹介

田中 裕 恭  
Hiroyasu Tanaka  
(生技開発部)



# 自動車用樹脂製品・樹脂部品の寿命予測法

The life prediction method of a resin product for cars

中川直一

Naokazu Nakagawa

## 要旨

最近自動車部品の業界でも、ローコスト化・軽量化の狙いで、樹脂製品・樹脂部品の採用が増加している。コストと信頼性の両立には困難さが伴う。

ローコストでかつ信頼性のある製品・部品の短期間で効率的に開発するためには、市場をシミュレートした条件を設定し、加速的に評価する必要がある。樹脂は金属と比べ、経時劣化、温度依存性が顕著であり、これらを考慮した評価法が必要である。

本稿では、“自動車用樹脂製品・樹脂部品の寿命予測法”について加速試験の考え方を述べる。

## Abstract

The development of resin products has been increasing recently in the auto part industry, aiming at cost and weight reduction.

Simultaneous pursuit of reliability and cost reduction is hard to achieve.

It is necessary to set the condition based on the simulation in the market in order to develop reliable and low-priced products effectively in a short term, and urgent evaluation of that condition is required.

Because, compared with metal, resin has unique characteristics, such as the temperature dependence, the evaluation method needs to takes them into consideration.

This paper presents the perspective of the acceleration test in relation to the "life prediction method of a resin product for cars."

## 1. はじめに

開発製品の寿命を予測するためには、最弱部位の故障モードを予測し、その故障発生の原因となるストレスを明確にする必要がある。そこで表1に示すようなストレスマトリックス表(I)を用い、製品・部品にかかるストレスに対応した故障モードの抽出を抜けなく行い、信頼性試験項目・評価内容を決定するための判断材料とする。

## 2. 市場環境と故障モードの抽出

### 2.1 ストレスマトリックス表(I)

ストレスマトリックス表(I)の作成法を下記に述べる。

(i) 製品にかかる全てのストレスを抽出し、ストレスチェック欄に○印を付ける。

(ii) ○印を付けたストレスによって影響を受ける故障モードに○印を付ける。

(iii) ○印を付けた故障モードが発生すると考えられる該当部位・部品を記入する。

(iv) ○印を付けた故障モードのうち、固有能力に優れた人が最弱部位と予測したものに●印を付ける。

### 2.2 ストレスマトリックス表(II)

次に表2に示すストレスマトリックス表(II)を用い、ストレスマトリックス表(I)で抽出した故障モードを反映した試験項目を決定する。

ストレスマトリックス表(II)の作成法を下記に述べる。

(i) ストレスマトリックス表(I)で抽出した全てのストレスに関し、ストレスチェック欄に○印を付ける。

表1 ストレスマトリックス表(I)

製品名		*****																							
		****																							
環境		力学												No.		故障モード	該当部位・部品								
		高温	低温	温度変化	湿度	水	石・砂・ほこり	光	オゾン	気圧	振動	路面振動	自励振動					エンジン振動							
No.		輻射熱	摩擦熱	高温雰囲気	自己発熱	気化潜熱	低温雰囲気	低温露り返し	結露(霜・水)	凍結	高湿度	低湿度	雨水・高圧洗車	泥水	塩水	走行時巻き上げ	赤外線	紫外線	高地・低地	エンジン振動	路面振動				
		1	破損・亀裂		●	○		●									○				○	○	○	○	○
2	摩耗		●	○												○								軸受け	
3	変形・沈み						○															○			
4	膨潤・膨張			○						●		○	○	○										ケース	
5	加水分解									●		○	○	○										ケース	
6	縮み・収縮		○	○		○																			
7	硬化・軟化		○	○																					
8	緩み・脱落		○			○																○			
9	干渉		○	○		○																○	○	○	
10	腐食・穴あき									○		○	○	○											
11	ショート・断線		○	○		●			○	○	○	○	○									○	○	○	コイル線
12																									
13																									
14																									

表2 ストレスマトリックス表(Ⅱ)

ストレスマトリックス表(Ⅱ)		環境											力学		製品名	*****					
		高温	低温	温度変化	湿度	水	石・砂・ほこり	光	オゾン	気圧	振動	機種	*****								
No.	試験名	輻射熱	摩擦熱	高温発熱	自己発熱	低温発熱	低温繰り返し	結露(霜・水)	高湿度	低湿度	雨水	泥水	塩水	走行時巻き上げ	紫外線	紫外線	高地・低地	エンジン振動	自励振動	路面振動	試験条件
		1	高温放置		◎																
2	冷熱衝撃					◎															
3	高温高湿							◎													
4	高温振動作動		◎	○														◎			
5																					

- (ii)抽出したストレスのうち、製品の最弱部位を見つけるために必要と考えられるストレスに◎印を付ける。
- (iii)◎印を付いたストレスに対し、試験項目を決定する。

データを用いる。その分布を図1に示す。

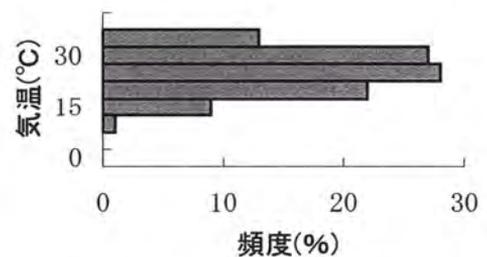


図1 那覇の最高外気温度分布

### 3. 市場ストレスの明確化

自動車用製品・部品の使用環境条件は、車両の仕向地、搭載位置、作動状態等によって大きく異なる。例えば、エンジンルーム内に搭載される製品・部品では、エンジンからの熱、爆発に伴う振動加速度、塩水、湿度、各種薬品、作動時の応力、熱等様々なストレスを受ける。まず代表的なストレスの大きさを予測する。

最低外気温度は、旭川のデータを用いる。その分布を図2に示す。

#### 3.1 温度

仕向地を明確にし、外気温度が最高・最低になる都市の気象データを基に整理する。

仕向地が国内の場合、最高外気温度は、那覇の

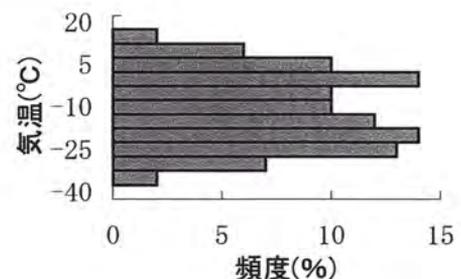


図2 旭川の最低外気温度分布

次に車両での走行時の製品部温度と外気温との関係を測定する。その一例を図3に示す。

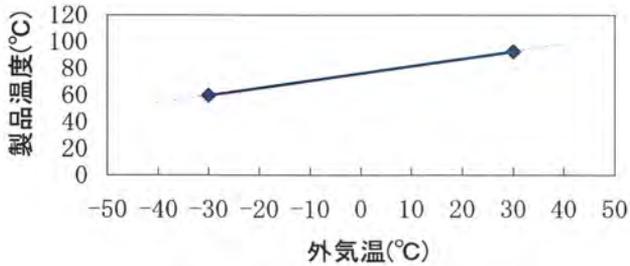


図3 走行時の製品温度と外気温との関係

各種走行パターンにおける製品温度と頻度の関係を求める。その一例を表3に示す。

表3 1年分の市場温度ストレス (外気温25°C)

走行パターン	高速走行	渋滞走行	郊外走行	登坂走行
車速(km/h)	100	10	30	30
走行距離比率(%)	10	30	50	10
1年分の市場ストレス(%)	2	60	32	6
製品温度(°C)	80	90	70	100

図1, 図3, 表3より1年分の市場温度分布と頻度の関係を求める。その結果を図4に示す。

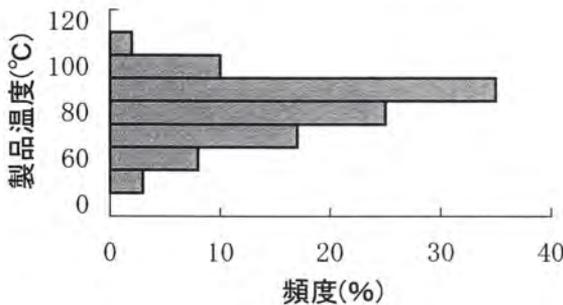


図4 製品温度分布と頻度の関係

### 3.2 振動

エンジン搭載製品を例にとり、車両にてアイドル回転数から最高回転数までをレーシングし、ピークホールド解析にて振動周波数と振動加速度の関係を求め、その結果を図5に示す。

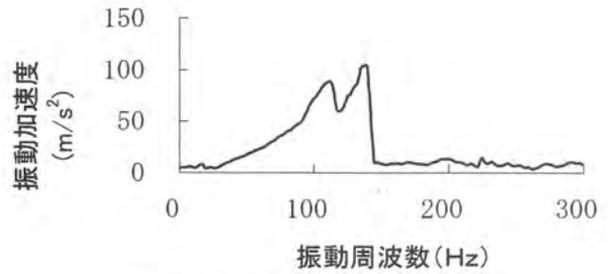


図5 振動周波数と振動加速度の関係

### 3.3 作動

車両にて製品の作動パターンを理解し、故障モードが発生するための作動パターンを明確にする。表3に示す各種走行パターンにて数十キロメートル走行し、1万km走行時の頻度に換算する。

## 4. 信頼性試験項目と試験条件の明確化

一般的に信頼性試験は、振動試験、作動試験、高温放置試験、塩水噴霧試験等の単独のストレスを加え、それに対し〇〇年の寿命、〇〇万kmの寿命であると言われている。しかし、樹脂製品・樹脂部品では、ストレスマトリックス表で導いたように単独のストレスで寿命を予測できるものはわずかであり、殆どが環境(熱・温度・薬品等)・振動・作動の複合試験やシリーズ試験を実施して寿命を予測することが必要である。

材料の持つ強度を上回るストレスが加わった時に、故障は発生する。樹脂の場合、劣化により強度が低下することについては、一般論としてよく知られている。しかし、振動・作動による摩耗により部品の振れが大きくなったり、面圧が高くなることによりストレスがアップしたりした場合、早期に故障に至る場合がある。(図6)

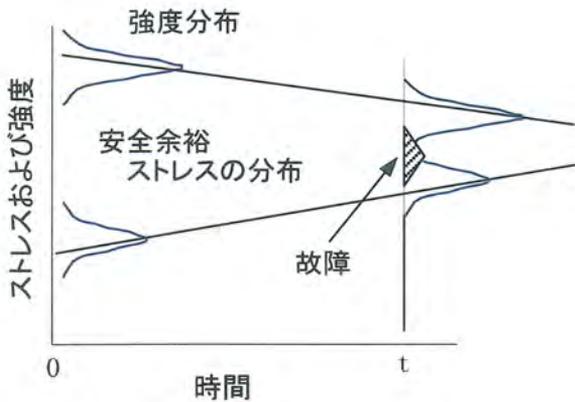


図6 ストレス・強度モデル

よって材料の特性，デザインをよく理解し，複合試験またはシリーズ試験を実施し，寿命予測を実施すべきである。

例えば，樹脂製品の前処理試験として，高温放置試験及び冷熱衝撃試験を実施後，高低温振動作動試験を行った場合，樹脂の熱劣化や，強度の低下が懸念される。また金属と樹脂とでは熱膨張係数が異なるため，これら材料の複合体は冷熱繰り返しによる熱応力が発生し，樹脂と金属の境界部やウエルド部にマイクロクラックが発生する。このマイクロクラックが，切り欠きとなったり，振動・作動による摩耗から面圧も高くなったりして，破壊に至ることがある。

開発期間短縮のためには，試験時間の短縮化は不可欠である。エンジンルーム内に搭載される樹脂製品の加速試験条件を例にとり，下記に説明する。

#### 4.1 高温放置試験

図4から市場の最高温度は110℃である。材料強度だけに着目すると，樹脂の強度が110℃以上でも実用的に問題なければ，110℃以上の試験は加速試験と考えられるが，その場合樹脂の加熱収縮量が実使用より大きくなり，寸法変化，変形等が実使用と異なり，振動・作動のストレスを受けたときと異なるため，試験条件としては望ましくないと考える。

図7の使用樹脂材料のアレニウスプロットより，10℃で1.8倍の加速性があることが分かる。なお，材料によってアレニウスプロットは異なるため，

使用する材料のデータは入手しておく必要がある。

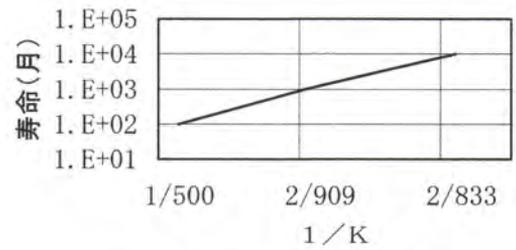


図7 PAのアレニウスプロット

次に図4の温度分布データから，10℃で1.8倍の加速性があることより，110℃での時間に換算するとトータルで約4.0倍の加速試験になる。

1年間で1万マイル走行すると仮定すると110℃にて2000時間の試験になる。搭載位置が類似の健全な樹脂製品を市場から回収し，引張り強度変化を調査し，妥当性を確認する。1年間使用後の引張り強度変化量の $\bar{x} + 2\sigma$ は，上記で定めた試験室でのダメージにほぼ一致している。(図8)

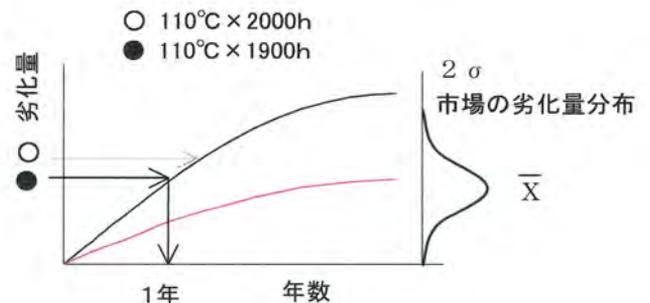


図8 試験の市場2σ再現年数

なお試験室と市場のダメージ度合が異なる場合は，ダメージの厳しい条件を1年相当の試験条件とする。

#### 4.2 冷熱衝撃試験

図2および図4より，最低温度は-35℃，最高温度は110℃の冷熱衝撃試験とする。さらし時間は，製品を本条件に入れた時の温度の経時変化を測定し，決定する。平衡温度になる時間を求め，それに安全率を含んだ時間とする。

最低温度-35℃と最高温度110℃の条件にて，何サイクルに相当するか検討した。(図9)

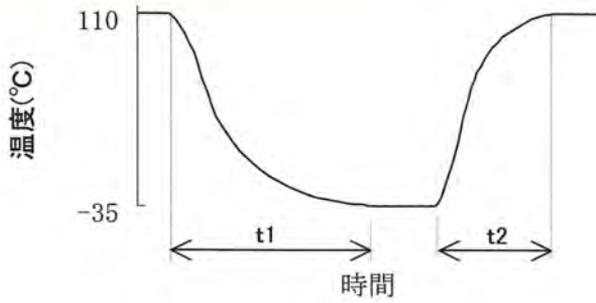


図9 温度と時間の関係

4年間走行した健全な樹脂モールド部品と新品を用い、上記での冷熱衝撃試験を実施し、樹脂割れを評価した。(図10)

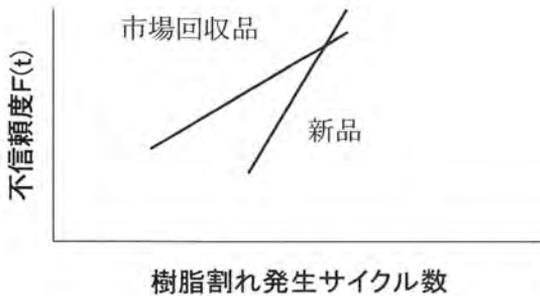


図10 樹脂割れのワイブル解析

表4 市場回収品と新品のワイブル解析結果

	$\hat{m}$	$\hat{\eta}$	$\hat{\mu}$	$\sigma/\eta$
1: 新品	3.0	90	80	0.33
2: 市場回収品	1.6	54	48	0.57

市場の4年は、 $\hat{\mu}_1 - \hat{\mu}_2 = 80 - 48 = 32$ サイクルに相当する。

よって市場の1年は、 $32 / 4 = 8$ サイクルに相当する。

製造工程のバラツキは、ロット間、ロット内のバラツキを考慮し、新品の解析値より、

$\hat{\eta}_1 \times \sigma_1 / \eta_1 = 90 \times 0.33 = 29$ サイクルに相当するため、 $3\sigma$ で考えると87サイクル相当になる。

次に環境のバラツキは、

$$\begin{aligned} & (\sigma_2 / \hat{\eta}_2 - \sigma_1 / \hat{\eta}_1) / (\sigma_1 / \hat{\eta}_1) \times 29 \\ & = 0.24 / 0.33 \times 29 \\ & = 21 \text{サイクル} \end{aligned}$$

$3\sigma$ で考えると63サイクル相当になる。

以上より、冷熱衝撃試験による樹脂割れ寿命予測式は、 $8n + 150$ サイクル( $n$ は年数)となる。

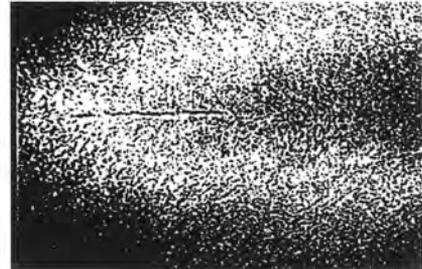


図11 市場回収品のクラック発生状態

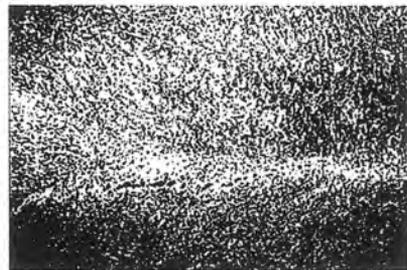


図12 新品のクラック発生状態

#### 4.3 高低温振動作動試験

図2と図4より、最高、最低の温度である110°Cと-35°Cの条件下で振動作動試験を実施する。

(図13)

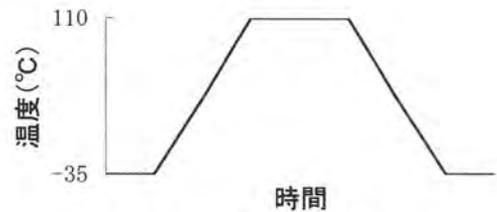


図13 高低温条件

高温、低温のさらし時間は、頻度から決定する。振動条件は三方向合成振動の実測データに包絡線を引き、加速度一定、変位一定の条件にする。

(図14)

$$\text{三方向合成振動} = \sqrt{(\text{上下})^2 + (\text{左右})^2 + (\text{前後})^2}$$

$$G = a(2\pi f)^2 / 1000$$

$$G: \text{加速度 (m/s}^2\text{)}$$

a : 変位 (mm)  
 0 → P  
 f : 周波数 (Hz)

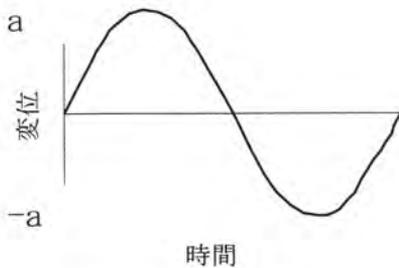


図14 変位と時間の関係

走行距離と振動作動試験時間の関係を求める。市場から回収した健全な樹脂製品の摩耗量を調査し、図15で定めた振動条件にて高低温振動作動耐久を実施すると、摩耗量と試験時間の関係が  $\bar{x} + 2\sigma$  で対応した。

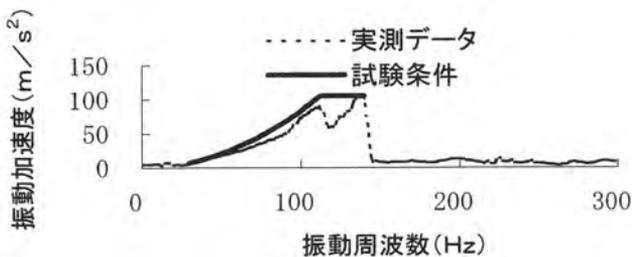


図15 振動周波数と振動加速度の関係

また強度に関しては、製品の最大応力発生部位にひずみゲージを貼り、車両にてエンジン回転数とひずみ量の関係を求める。同様に振動試験機を用い、車両と同温度条件下でひずみ量を測定する。一般的には両ひずみ量は一致するが、一致しない場合は、車両と同じひずみ量が発生するように図15の条件を変更する。

強度で製品の最弱部位を予測する場合は、補正した条件にて寿命予測を実施する。

なおエンジン装着製品の場合、強度評価は無限寿命評価になるが、ボデー装着製品の場合は、有限寿命の評価になるため、悪路走行で求めた頻度に対し、マイナー則を用い、寿命を予測する。

## 5. 寿命予測まとめと検証

自動車用製品・部品の寿命予測としては、2～4項の内容に基づき、製品の最弱部位を予測し、予測した故障モードを発生させるストレスを明確にする。

試験条件を設定したら下記手順に従う。

- (i) 前処理として、環境ストレスによる樹脂材料の劣化を、材料特性値を基に求める。
- (ii) 複合試験として、環境・振動・作動ストレスにする樹脂の強度・摩耗等を、材料特性値を基に求める。

ただし、複合ストレスを受けた場合の材料特性値変化のデータは少ないため、試験機を用い、1年または1万km走行相当のストレスを負荷し、市場回収品から求めたダメージと一致しているか検証する。一致しない場合は、比例換算を行ない、寿命が〇〇年または〇〇km走行であることを求める。

寿命予測精度の向上のためには、前処理及び複合試験やシリーズ試験を実施し、寿命を求め、試験と市場の対応の精度アップを図ることが必要である。

## 著者紹介

中川 直一  
 Naokazu Nakagawa  
 (技術企画部)





# 電磁リリーフバルブ

Electromagnetic relief valve

都 築 洋 治  
Yoji Tsuzuki

高 久 靖 紀  
Yasunori Takaku

小 柳 和 明  
Kazuaki Koyanagi

菊 田 光  
Hikaru Kikuta

## 要旨

自動車のエンジン始動時のHC低減を狙いとして、直噴ガソリンエンジンの燃料系で使われているリリーフバルブに、エンジン停止時に燃圧を開放する電磁駆動機能を付与した世界初のリリーフバルブを開発した。

これを使用することで、対米のSULEV規制に対応することができた。

## Abstract

We developed the world's first electromagnetic relief valve for the direct injection gasoline engine aiming at reducing hydrocarbon when starting engine.

The developed relief valve combines an electromagnetic drive function to release fuel pressure when an engine shuts down and a conventional relief valve function.

The engine incorporating this relief valve could comply with the SULEV regulation in the North America.

## 1. はじめに

世界規模で地球環境への対応が叫ばれている現在、自動車のエミッション低減、燃費向上などの要求が高まりつつある。我々自動車部品メーカーではこれらの要求に応えるため、次世代の燃料系部品開発を推進している。

トヨタ自動車(株)ではガソリン直噴エンジンD-4を進化させ、従来より更に低燃費化、高出力化、エミッション低減を狙ったD-4Sと呼ばれる新エンジンを開発した。このエンジンは直噴インジェクタにポート噴射インジェクタを加えた2系統噴射システムを持ち、V6 3.5Lの2GR-FSEとしてレクサスIS350に搭載され2005年9月に量産化された。

更に対米で最も厳しいエミッション規制SULEVに対応する為、D-4Sにモーターを組合せたハイブリッドシステムが開発され、更なるエミッション（特にHC）のばらつき低減狙ったシステムの一つとして世界初の電磁リリーフバルブが採用された。

本稿では、2006年3月発売のレクサスGS450hに採用された電磁リリーフバルブの開発について紹介する。

## 2. ガソリン直噴エンジン

### 2.1 ガソリン直噴システムとリリーフバルブ

ガソリン直噴エンジンは文字通り筒内に直接燃料を噴射するシステムで、従来のポート噴射エンジンに比べて非常に高い圧力で燃料を噴射する。ポート噴射システムは燃料圧力（以下燃圧）が約300kPaに対し、直噴システムはその約40倍の4～13MPaの高圧燃料がインジェクタから噴射される。

インジェクタには、エンジンによりカム駆動される高圧ポンプよりデリバリパイプを通じ高圧燃料が供給される。リリーフバルブはこのデリバリパイプに装着され、燃圧が異常上昇しないよう高圧配管系を保護するものである。

リリーフバルブは高圧ポンプ系（ポンプ、スピル弁、燃圧センサ）がフェイルした時、または車両のデッドソークにより燃料配管の温度が上昇し、

燃料の体積膨張による燃圧上昇が起きた場合に作動し、バルブの開弁により規定燃圧で燃料をリリーフし、燃圧の過度の上昇を防止するものである。

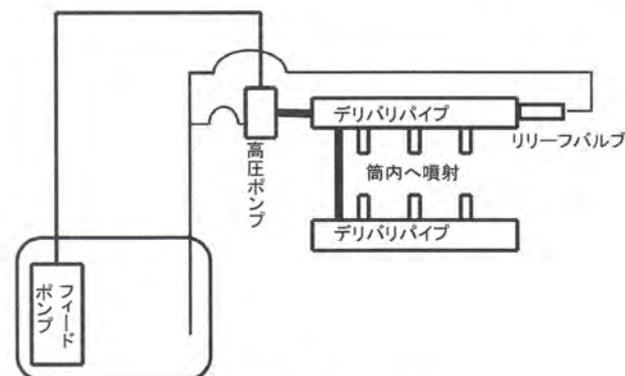


図1 ガソリン直噴システム

### 2.2 リリーフバルブの構造と作動

ここで従来のガソリン直噴システムに用いられているメカ式リリーフバルブについて説明する。

図2にメカ式リリーフバルブの断面図を示す。

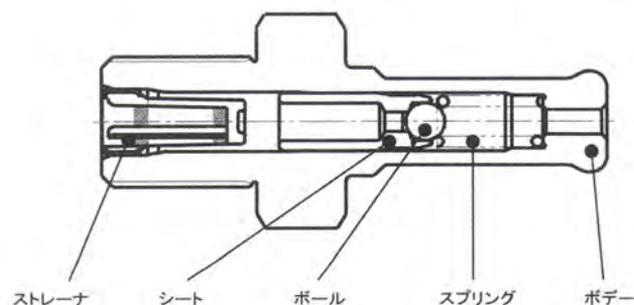


図2 メカ式リリーフバルブ構造

リリーフバルブはボデー、シート、ボール、スプリング、ストレーナで構成され、これが銅ガスケットを介してデリバリパイプに締結されている。

ステンレス製のボールがバルブとなり、シート面にスプリングで押し付けられている。スプリング力を調整することにより、リリーフバルブの開弁圧を設定することができる。

デリバリパイプの燃圧が上昇し規定燃圧（開弁圧）に達すると、ボールが受ける燃圧力がスプリング力に打ち勝ち、ボールがシート着座面から浮上し燃料がリターン側に開放される。これによって配管系の異常燃圧上昇を防止している。

## 3. 電磁リリースバルブの開発

### 3.1 直噴システムの課題と電磁リリースバルブの必要性

直噴エンジンは筒内に直接燃料を噴射することによる吸気の冷却効果と混合気形成の自由度により、燃費向上、出力向上とエミッション低減を図ることを狙いとしていた。

均一な混合気を作るためには、吸気ポートにスワールやタンブル流を形成するための気流制御弁が必要となるが、これは吸気抵抗になり出力向上には弊害となっていた。

また直噴エンジンは冷間始動時に黒煙を発生しやすいという問題もあった。

これらの課題を解決したのがD-4Sで、冷間始動時および低回転域にはポート内での霧化の良いポート噴射インジェクタを使い、高温始動時および中・高回転域では直噴インジェクタを使うという、2種類のインジェクタを使い分けることで気流制御弁なしで、エミッションと性能、燃費を両立させた。

一方米国のSULEV規制に対応するためには冷間始動時のHCを低減する必要がある。冷間始動時に排出されるHCの多くは、エンジン停止時にインジェクタからポート内または筒内に洩れ出した燃料が未燃焼HCとなったものである。D-4Sエンジンは1気筒にポート噴射、直噴の2つのインジェクタを持つため、従来噴射システムと比べこの点では不利になる。

従来は、インジェクタ自体の油密を向上させることで、エンジン停止時の燃料洩れを低減してきたが、規制の厳しい米国SULEV規制に適応するために、油密洩れの影響を低減する目的で電磁リリースバルブを開発した。

SULEV対応のD-4Sエンジンに採用された電磁リリースバルブは、燃圧異常上昇防止機能の他に、エンジン停止直後の燃圧を急速に下げ、インジェクタの油密洩れを大幅に低減させる機能を持つ。このために、従来のメカ作動機構と電磁作動機構を併せ持った構造となっている。

図3にD-4Sの直噴システム構成を示す。

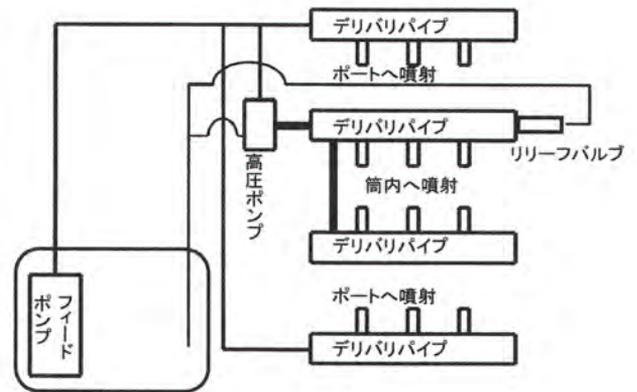


図3 D-4S直噴システム構成

### 3.2 開発目標

従来のメカリリースバルブの機能に加え、電磁駆動による機能が追加となっている。

開弁圧および油密はメカリリースバルブと同様の特性とし、新たに電磁リリースバルブ特性として静的流量と最低作動燃圧が追加となった。

表1に開発目標項目を示す。

表1 開発目標項目

	開発目標項目	備 考
性	開弁圧	従来メカリリースバルブ 同等機能
	油 密	
	最大圧	
能	静的流量	電磁リリース機能
	最低作動燃圧	

### 3.3 電磁駆動部の検討

電磁リリースバルブの電磁駆動部の設計をするにあたり、必要吸引力を求め磁気回路（磁路断面積・コイル諸元）を設計する必要がある。また必要吸引力は、メカリリース機能の開弁圧と電磁駆動時の最低作動燃圧の要求により決まってくる。

図4に電磁駆動部の基本構成を示す。

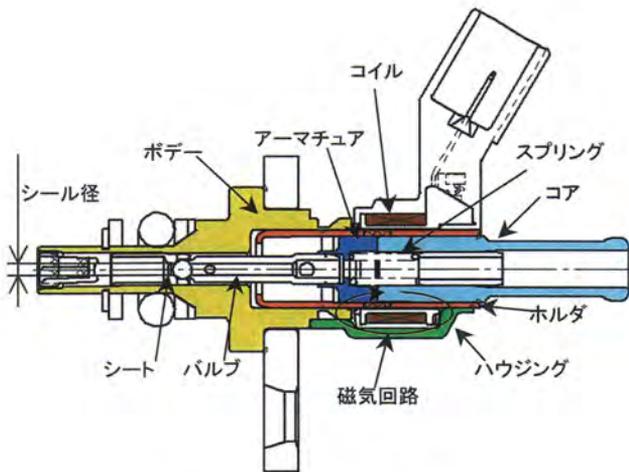


図4 電磁駆動部の基本構成

スプリング力 $F_s$ は、メカ作動時の開弁圧 $P_o$ がシール面積 $A$ に掛かる力により決まるため、

$$F_s = P_o \times A \quad \dots(1)$$

最低作動燃圧 $P_f$ がシール面積 $A$ に掛かった時の燃圧力 $F_p$ は、

$$F_p = P_f \times A \quad \dots(2)$$

電磁吸引力 $F_m$ は、バルブを閉弁方向に押すスプリング力 $F_s$ と、バルブを開弁方向に押す燃圧力 $F_p$ の差によって決められる。

従って必要な電磁吸引力は、

$$F_m > F_s - F_p = (P_o - P_f) \times A \quad \dots(3)$$

で表される。

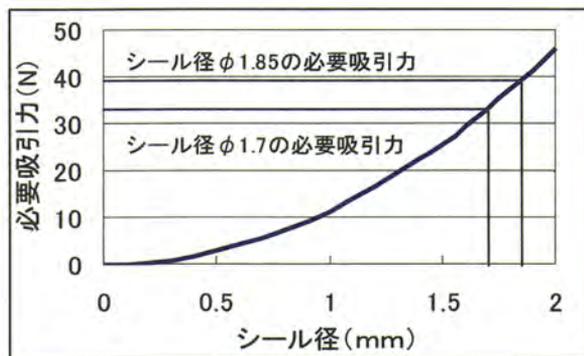


図5 必要吸引力とシール径の関係

エンジン搭載上、電磁リリーフバルブにはコンパクトな体格が望まれる。体格を小さくするためには、電磁吸引力をなるべく小さく設定し、電磁駆動部の体格を小さくする必要がある。電磁吸引力を小さくするにはシール面積 $A$ を小さくするの

が有効であり、シート径を従来メカリリーフバルブの $\phi 1.85$ から $\phi 1.7$ へと小さく設定した。図5にシール径と必要吸引力の関係を示す。

次にコイル諸元を検討する。

電磁吸引力 $F$ は下式で表される。

$$F = 1/2 \times (I \times T)^2 \times (1/\mu_o \times S \times Rm^2) \quad \dots(4)$$

$I$  : 電流値 (=  $V/R$ )

$T$  : コイル巻数

$\mu_o$  : 真空の透磁率

$S$  : 磁路断面積

$Rm$  : 磁気抵抗

(4)式より、コイル抵抗値 $R$ 及び、コイル巻数 $T$ を設定する。ただし、エンジン停止後、デリバリパイプ内の燃圧を0 MPaにするにはバルブを2秒以上開弁させなければならない。その時コイルへの連続通電によりコイルが発熱し、ショートや樹脂の溶損が懸念される。

そこでコイル発熱をコイル被膜および樹脂耐熱温度の $175^\circ\text{C}$ 以下になり、かつ雰囲気温度 $120^\circ\text{C}$ で2秒以上の通電が可能なコイル抵抗値 $2.3\Omega$ とした。

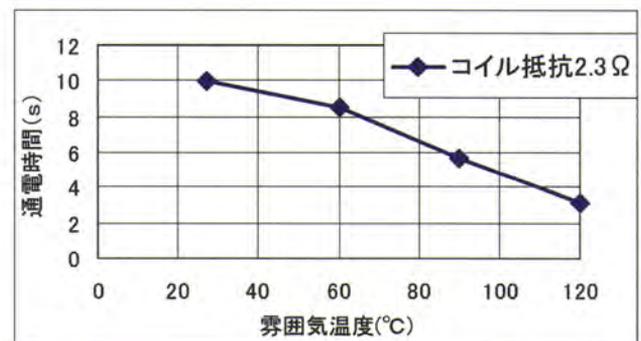


図6 175°Cに至るコイル通電時間

また必要吸引力を確保するためコイル巻数を178ターンとし、要求特性を満足するコンパクトな電磁駆動部が設計できた。

### 3.4 バルブ構造の検討

リリーフバルブの作動は燃圧力とスプリング力の差が非常に小さくなっているため、バルブ作動時の摺動抵抗の影響を大きく受ける。

開発では、閉弁圧不良や作動耐久試験後の開弁圧低下が問題となり、分解調査をするとアーマチ

アーマチュア摺動部の異常摩耗が発生していた。

アーマチュア摺動部の摩耗量低減させる為にPV値に着目して摺動部形状を検討した。

$$PV = V \times Fr / Aa \quad \dots(5)$$

V : 速度

Fr : バルブ横力

Aa : 摺動部の接触面積

で表され、摺動部の接触面積を広くすることが有効である。よって、アーマチュア摺動部Rをできるだけ大きくとり、R7とした。

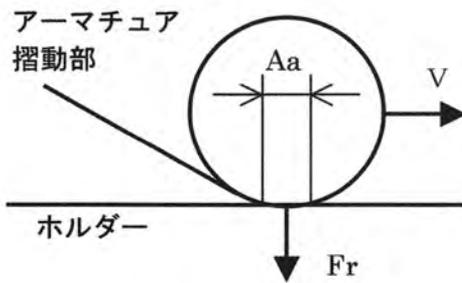


図7 PV値算出モデル

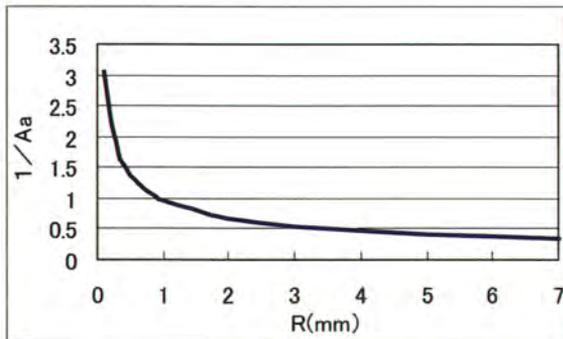


図8 摺動部R形状と接触面積Aaの関係

しかし、摺動部形状変更により開弁圧低下は改善されたが、閉弁圧不良は改善されなかった。そこでバルブ開弁後の燃料の流れ方に着目し、図9のようにCAEで中間室の圧力上昇を解析した。

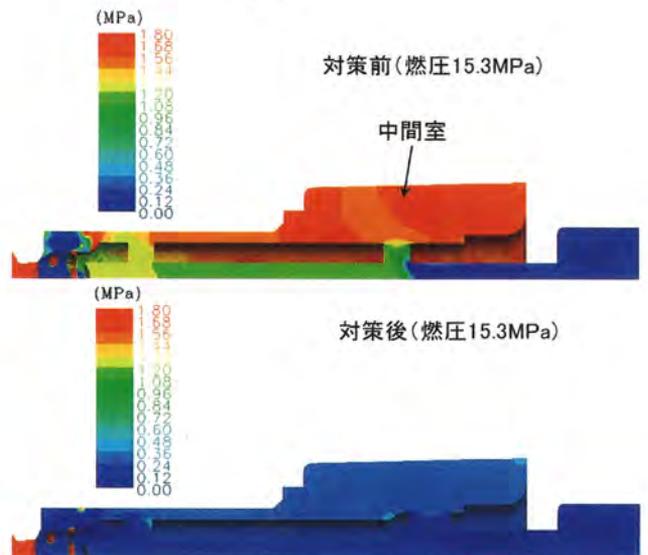
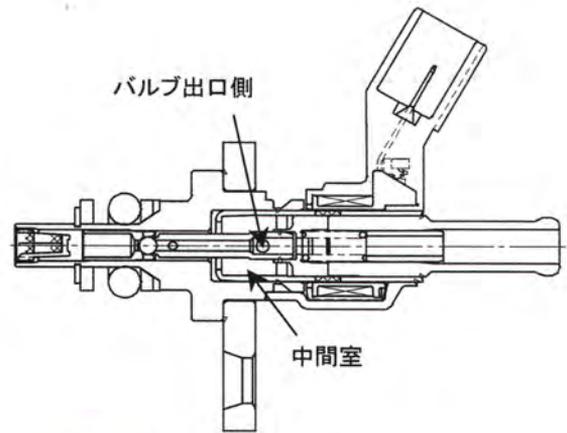


図9 中間室の流れ解析結果

解析結果により中間室で燃料が詰まり圧力上昇して閉弁圧不良に繋がっていたことが判った。この結果より、バルブ燃料出口側の燃料通路面積を2.6倍広くすることで閉弁圧不良が改善した。

### 3.5 低コスト化の工夫

開発品は月産1,200個と少量生産であるので、専用部品を設定すると製品コストの上昇を招く。そこで既存部品採用率を50%以上と目標設定して活動した。

結果として、採用した既存部品は、

- ①量産リリースバルブのスプリング
- ②直噴インジェクタの部品であるホルダ、コイルSA、Oリング、バックアップリング、プレート
- ③インジェクタのストレーナとなり、

構成部品全23部品中14部品で既存部品を採用することができ、採用率は61%となった。

#### 4. まとめ

開発品は従来のメカリリーフバルブ機能と電磁駆動の機能を兼ね合わせ、D-4SハイブリットシステムでSULEV対応を可能とした。

#### 〈参考文献〉

オートモーティブテクノロジー'05秋号

#### 著者紹介

##### 都 築 洋 治

Yoji Tsuzuki  
(第2 製品開発部)



##### 高 久 靖 紀

Yasunori Takaku  
(第2 製品開発部)



##### 小 柳 和 明

Kazuaki Koyanagi  
(第2 製品開発部)



##### 菊 田 光

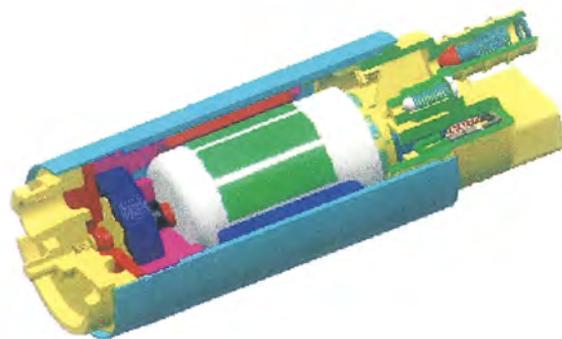
Hikaru Kikuta  
(第2 製品開発部)



## ディーゼル用燃料ポンプ Electric Fuel Pump for Diesel Engine

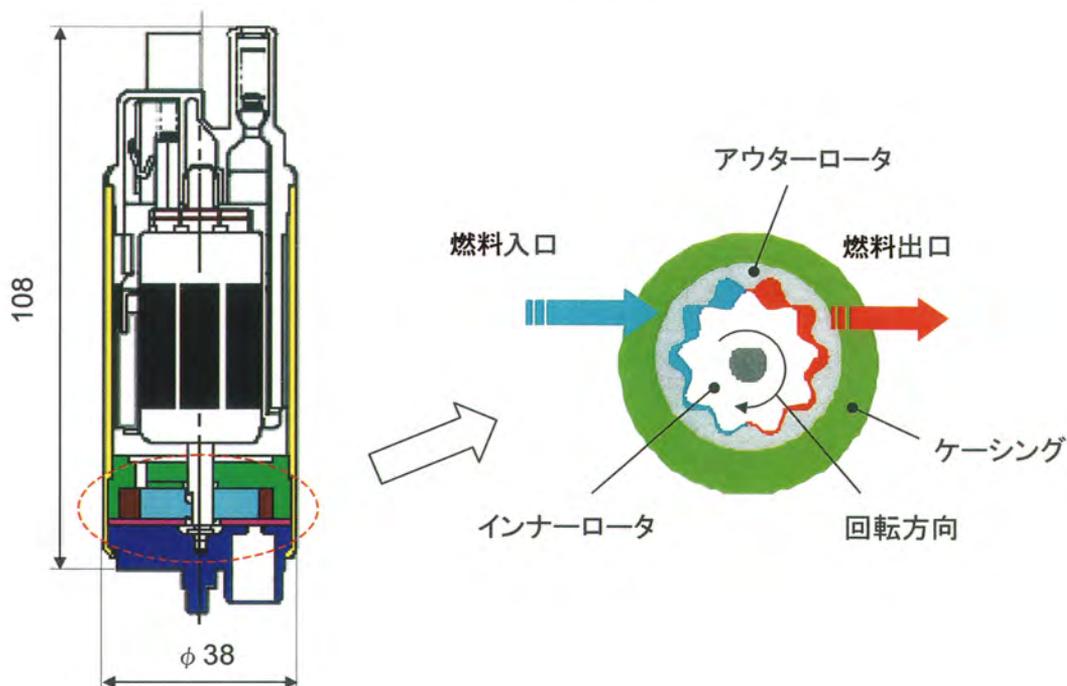
### 概要

ガソリン用燃料ポンプの技術を活かし、  
ポンプ部にトロコイド方式を採用した  
ディーゼル用フィードポンプ  
(当社初の容積型ポンプ)



### 主な特長

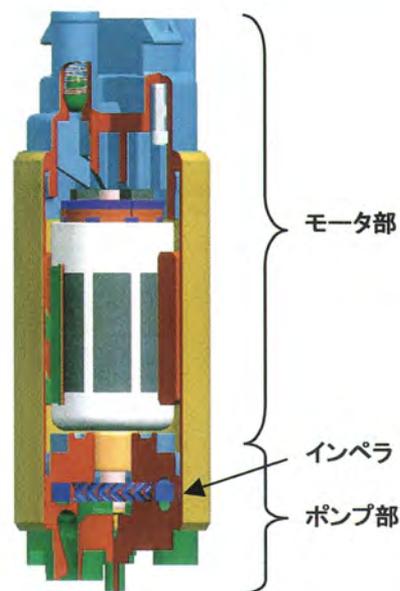
- ・容積型ポンプの採用により、ガソリン用と同体格で高燃圧・大流量を実現し、低温時のゲル状燃料にも対応
- ・ポンプ構造の最適化により高効率、低ノイズ、高信頼性を実現
- ・ガソリン用とモータ部を共通化することにより低コストを実現



# 高効率燃料ポンプ High Efficiency Electric Fuel Pump

## ● 概要

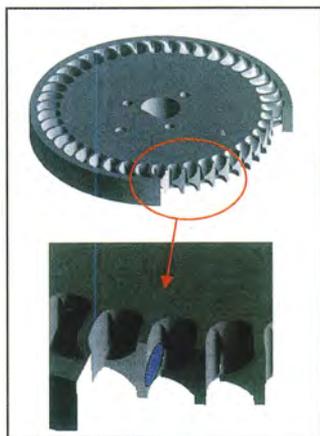
タンク内の燃料を汲み上げ圧送する。  
開発品では、車両の燃費向上に貢献するためにポンプ効率を向上し、従来品に比べ消費電力を低減した。



## ● 主な特長

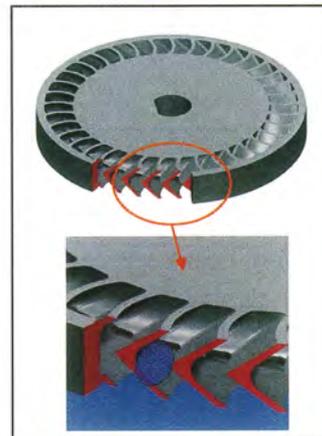
高効率なV羽根インペラを開発した。  
従来のサイドチャンネルインペラに比べ、羽根部の容積を拡大し、羽根を回転方向に前傾させた。  
これにより、ポンプ効率が向上し消費電力を抑えることができた。  
また、従来品よりさらに大流量に対応することが可能となった。

従来品



サイドチャンネルインペラ

開発品



V羽根インペラ

# インジェクタ Injector

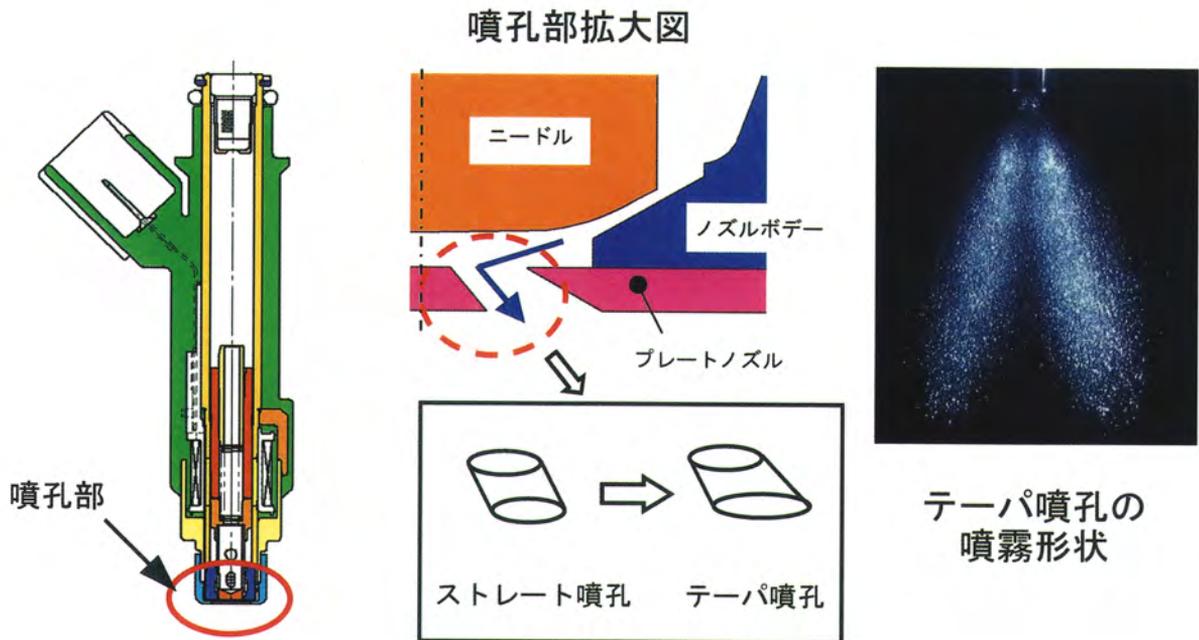
## 概要

燃料ポンプから圧送された燃料を、  
吸気ポートへ噴射する。  
燃費向上、排出ガス規制の強化に対  
応する高性能インジェクタ



## 主な特長

- ・ 軽量バルブ採用による高ダイナミックレンジ
- ・ テーパ噴孔採用による高微粒化
- ・ 体格、ロングノズルなどのバリエーション対応可能



## 超小型ポート噴射インジェクタ(ロングノズルタイプ) Ultrasmall Fuel Injector for port injection

### ● 概 要

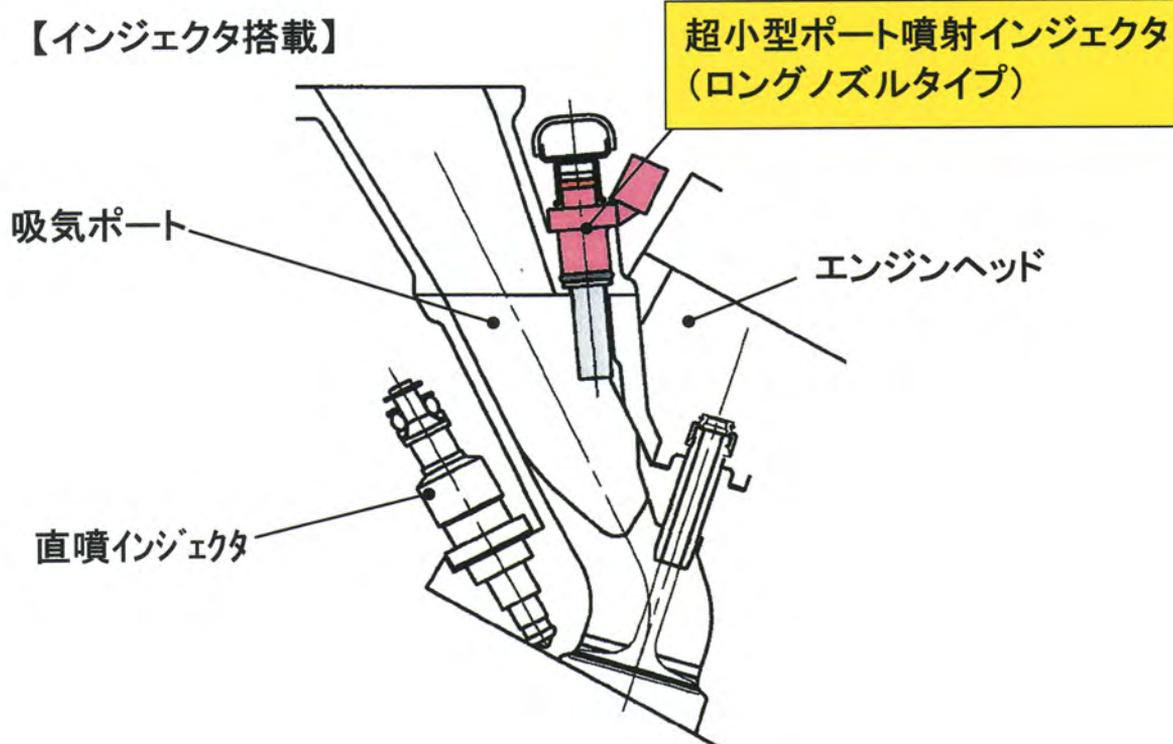
新直噴システムへの搭載性向上と排気規制強化に対応した、超小型ポート噴射インジェクタ



### ● 主な特長

- ・ 部品の薄肉化，コンパクト設計による小型化
- ・ ボールバルブ採用による油密向上

#### 【インジェクタ搭載】



# CNG/LPG 噴射システム CNG/LPG Fuel Injection System

## 製品概要

### ・CNGインジェクタ

液体燃料と異なり、ガス燃料では燃料による潤滑効果が期待できないため、インジェクタの可動部に摺動部分を持たない構造として、高い信頼性を確保した。また、ゴム弁を採用し、燃料の気密性に優れる。

### ・CNGレギュレータ

2重シール構造を採用し、36MPaまでの気密性を確保した。また、ポンベ圧変化の影響を補正する機構を採用し、調圧変動率の低減を図った。



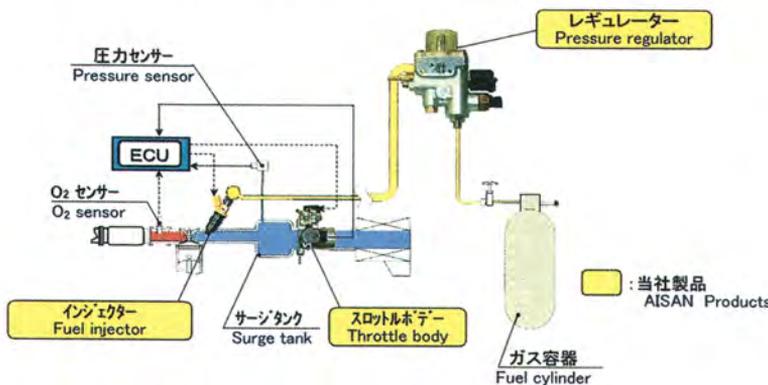
CNGインジェクタ



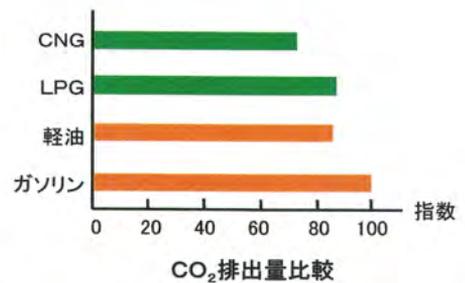
CNGレギュレータ

## 燃料とシステムの特長

- ・CNG (Compressed Natural Gas) は、天然ガスを気体のまま高圧で圧縮（約25MPa）してガス容器に充填し、自動車用燃料として使用する。CNG噴射システムはガソリンに比べて二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）の排出量を約70%に低減でき、また超低排出ガス性能を実現できる。
- ・LPG (Liquefied Petroleum Gas) は、石油の精製過程、または天然ガスからの分離・抽出により生産された液化石油ガスである。LPG噴射システムは、ガソリンエンジンと同等の出力性能を得ることができ、また、排出ガス中に含まれる一酸化炭素（CO）や粒状物質の発生を低減できる。



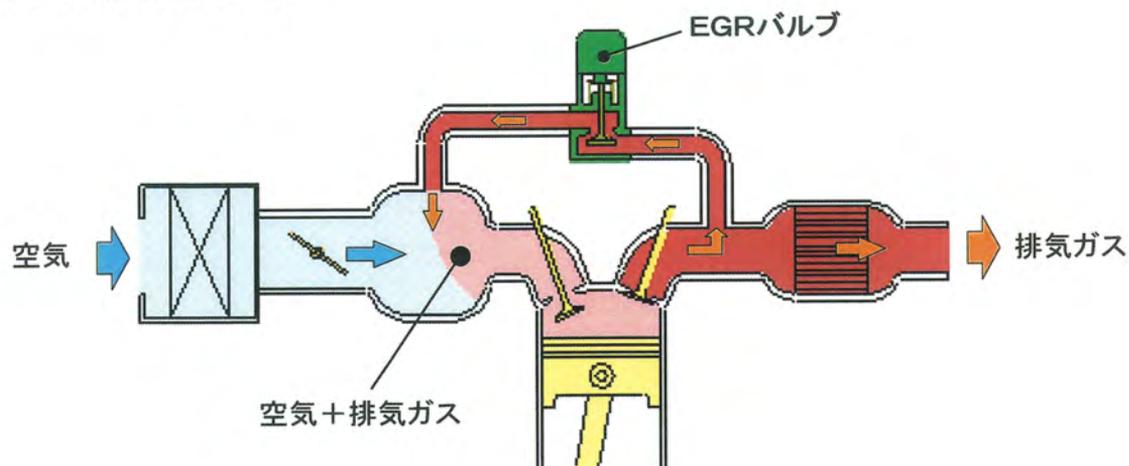
CNG噴射システム



# EGRバルブ Exhaust Gas Recirculation Valve

## ●概要

EGR (Exhaust Gas Recirculation) システムの排気ガス還流量を高精度に制御するため、ステップモータを採用。ポンピングロス低減による燃費向上と、燃焼温度低下によるNOx低減を図った。



EGRシステム構成

## ●主な特長

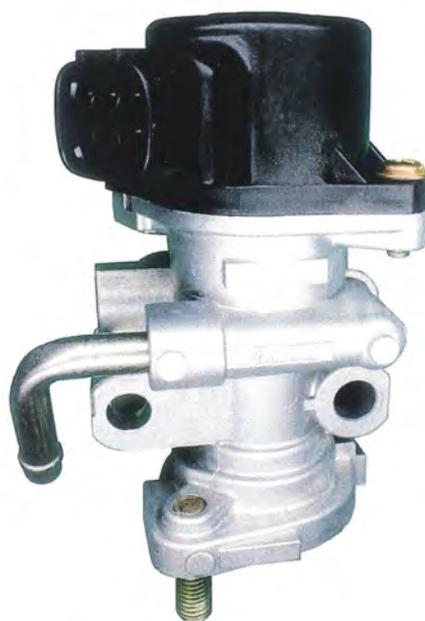
ガソリン、NAエンジン対応

- ・大流量対応可能

最大720L/min at 6.7kPa

- ・小型、軽量

全高：112mm，質量：500g



EGRバルブ

# 電波暗室 Anechoic Chamber

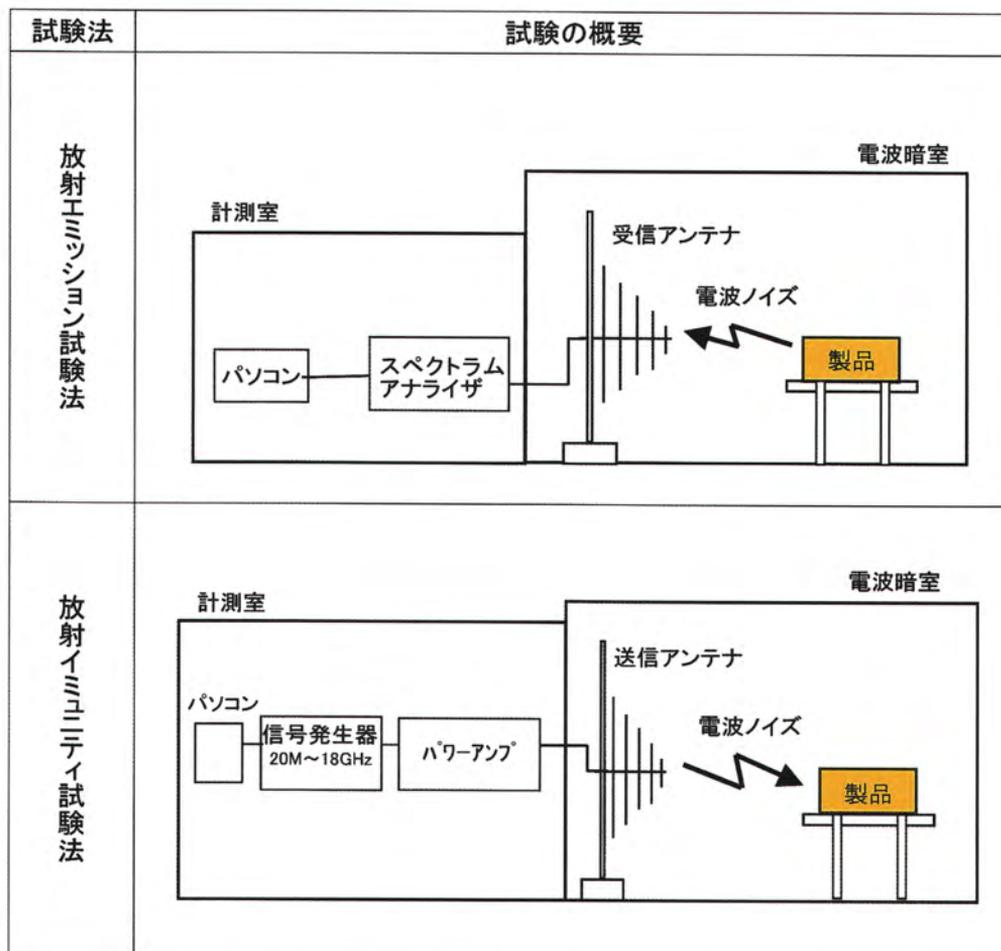
## 概要

電磁適合性（EMC：Electro Magnetic Compatibility）を評価するための設備である。

製品から外部に放出される電波ノイズレベルの低減（エミッション）や、外部から照射される電波ノイズの影響を受けなくする（イミュニティ）検討を行うため、部屋全体が、内外の電波を遮断した構造となっている。



## 主な特長



## 新棟(6号館) New, Building No.6

2006年3月に完成した新棟(6号館)を紹介する。

製品設計室, 実験室, 食堂があり, 特に適合業務増強のための設備が充実した。

### 概要

#### (1) 建屋

- ① 延べ床面積: 7,429㎡
- ② 階数: 5階

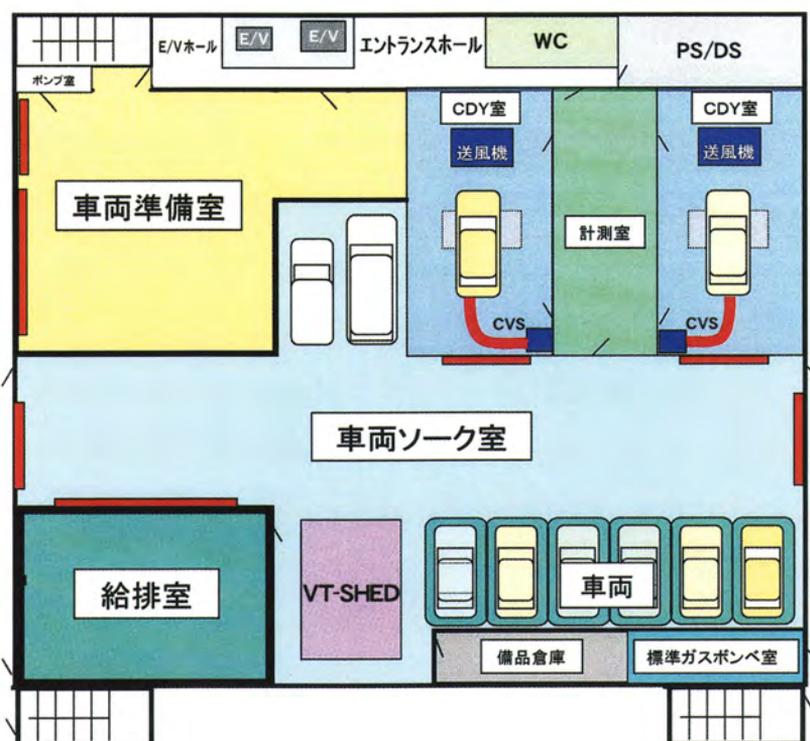
#### (2) 外観およびフロア区分

5F	
4F	設計室
3F	食堂
2F	実験室
1F	実験室



6号館 外観

### 1F 実験室概要



## ウォータジャケットスペーサ 第35回SPE自動車分野パワートレイン部門 グランプリ受賞！

当社製品ウォータジャケットスペーサが、米国プラスチック協会（SPE：the Society of Plastics Engineers）から、SPEアワードグランプリを受賞。

トヨタ自動車(株)殿、デュポン(株)殿、内山工業(株)殿と当社の4社共同開発での受賞であり、受賞内容は、革新的な樹脂材料の用法（Most Innovative Use of Plastics）。



SPEアワード受賞トロフィー

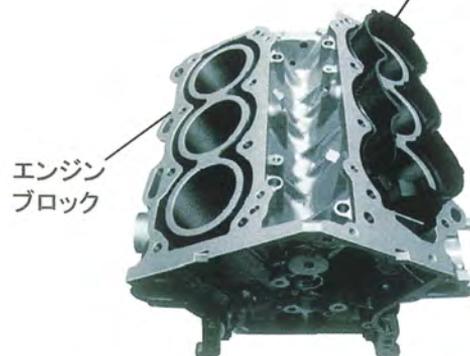


開発メンバー  
トヨタ自動車殿の全エンジンへの採用を目指して頑張っています！

### 製品紹介



ウォータジャケットスペーサ



エンジン  
ブロック

エンジンブロックのウォータジャケットに挿入、ボア壁温を改善して最大で1%燃費向上。'03年12月、新型クラウンに世界初採用。  
材料は、耐熱性に優れた芳香族ナイロン。

謝辞：本製品の開発に多大なご協力を頂いた、トヨタ自動車(株)殿、デュポン(株)殿、内山工業(株)殿にお礼申し上げます。

## 特許登録紹介

2004年11月5日から2005年12月2日までの間に登録された当社特許を紹介する。

No.	登録番号	発明者	発 明 の 名 称
1	3631858	小川光夫	LPG用気化器
2	3629366	増井俊之	バタフライバルブ装置とそのバタフライバルブの組付方法
3	3625651	小幡洋久	吸気装置の面シールバルブ構造とその面シールバルブの組付方法
4	3634137	須田幸一	内燃機関の気筒判別方法及び装置
5	3634154	蒲生 勝	内燃機関の気筒判別方法及び装置
6	3638818	藤井眞一	ウエスコ型ポンプ
7	3638842	長井 隆	燃料供給装置
8	3645087	小柳和明	燃料噴射弁
9	3635357	浅沼 博	吸気加熱装置
10	3650537	早川雅也	ディフューザ付スロットルボデー
11	3650534	早川雅也	ディフューザ付スロットルボデー
12	3645098	小幡洋久	シール部を有する樹脂製フランジ
13	3649612	吉川直孝	圧縮天然ガス用レギュレータ
14	3649613	吉川直孝	圧縮天然ガス用レギュレータ
15	3664291	須田幸市	内燃機関の気筒判別方法及び装置
16	3664896	小柳和明	電磁式燃料噴射弁
17	3670109	苅部龍夫	スロットルボデー
18	3646213	大迫忠政	内燃機関の吸気装置
19	3623432	伊藤嘉樹	非接触式回転角センサ及びそのセンサコア
20	3672210	島崎則和	内燃機関の空燃費制御装置
21	3646215	早川雅也	ディフューザ付スロットルボデー
22	3646217	長井 隆	キャニスタモジュール
23	3650522	此原弘和	エンジンの燃料供給装置及び燃料供給方法
24	3629362	花井一生	エンジンバルブ駆動用電磁バルブの駆動方法
25	3645706	此原弘和	エンジンの燃料供給装置及び燃料供給方法
26	3665710	伊藤嘉樹	直流トルクモータ、およびこれを用いた駆動制御装置、スロットル弁制御装置
27	3643250	多賀尊孝	エンジンの失火検出装置
28	3646188	桂川宜賢	ワークの昇降装置
29	3677168	花井晶広	作業用車両
30	3677167	花井晶広	作業用車両
31	3681510	苅部龍夫	スロットルボデー
32	3671316	吉坂幹治	熱間鍛造用ダイセット
33	3674682	林 誠一	ターボ過給機の開閉弁装置
34	3679204	苅部龍夫	多気筒エンジンの吸気制御装置
35	3682596	森 道弘	バックファイア逃し弁
36	3701466	加藤弓記也	モータ取付装置
37	3702145	鈴木基之	ユニット化されたインジェクタ
38	3646053	池田 勉	アクセル装置
39	3694013	櫻井 徹	内燃機関のスロットル制御装置
40	3694015	櫻井 徹	内燃機関のスロットル制御装置
41	3680086	杉浦正浩	防塵フィルタ

## 特許登録紹介

愛三技報 第4号

(つづき)

No.	登録番号	発明者	発 明 の 名 称
42	3704009	加藤昌彦	スロットルボデーにおける吸気負圧センサ装置
43	3673999	布目博之	電機モータのロータ
44	3693904	高城孝明	エンジン排気浄化装置のインジェクタ
45	3693469	根本公夫	バーン式バキュームポンプ
46	3668125	山田茂樹	エンジンバルブの製造方法
47	3612664	榊原 仁	蒸発燃料処理装置
48	3706978	米重和裕	気体燃料用電磁式燃料噴射弁の駆動制御装置
49	3710322	小川光夫	蒸発燃料処理装置
50	3712533	浅沼 博	内燃機関の吸気制御バルブ装置
51	3715367	木田正弘	可変ベンチュリ型気化器のアンローダ機構
52	3718035	井伊政二	燃料噴射弁
53	3723105	村上広道	内燃機関の冷却装置
54	3725356	井伊政二	電磁弁および燃料噴射弁
55	3727224	守山昌利	キャニスタ
56	3719915	加藤弓記也	モータ弁
57	3712589	鈴木基之	インジェクタの応答性調整方法
58	3711529	菊田 光	内燃機関用点火コイル
59	3715776	此原弘和	エンジンの燃料供給装置及び燃料供給方法
60	3720570	花井一生	エンジンバルブ駆動用電磁バルブ
61	3723941	藤森 誠	内燃機関の吸気装置
62	3732675	伊藤嘉樹	内燃機関のスロットル制御装置
63	3735800	吉川直孝	電磁弁
64	3732724	鬼頭 宏	可変ノズルベーン付きターボチャージャの組付け方法
65	3735013	早川正春	内燃機関の冷却水流量制御装置
66	3733550	山本大介	エンジンの冷却装置
67	3659321	服部 修	液体封入式防振装置
68	3741869	青木恒明	燃料噴射ノズル
69	3745232	板津龍司	流体噴射ノズルとその流体噴射ノズルを備えた流体噴射弁
70	1232943	竹内 満	ナンバープレートフレーム
71	1227013	竹内 満	ナンバープレートフレーム
72	1227012	竹内 満	ナンバープレートフレーム
73	1236499	竹内 満	ナンバープレートフレーム



## 編集委員

小出 紘 (専務取締役)	
渡邊 幸広 (研究開発部)	
山田 茂樹 (第1製品開発部)	久富 元 (技術企画部)
大原 満 (技術企画部)	藤本 裕之 (研究開発部)
富永 忠良 (第1製品開発部)	蟹江 進一 (第2製品開発部)
伊藤 譲 (システム開発部)	浜田 幹生 (二輪事業部)
池谷 昌紀 (先行開発部)	岩瀬 悟 (生技開発部)
新美 達矢 (生産技術部)	坂口 巖 (総務部)

---

## 愛三技報 第4号 AISAN TECHNICAL JOURNAL No.4

禁無断転載 © 2006 AISAN INDUSTRY CO.,LTD.

発行 2006年5月  
発行所 愛三工業株式会社  
技術企画部  
〒474-8588 愛知県大府市共和町一丁目1番地の1  
TEL 0562-47-1131(代表)

発行人 小出 紘  
編集人 渡邊 幸広  
印刷所 三帰プリンティング株式会社

---



# AISAN TECHNICAL JOURNAL

## 愛三技報

愛三工業株式会社