

ISSN 1880-7410

# KYB TECHNICAL REVIEW

**KYB技報**

APR. 2020 No. 60

創刊30周年記念号

K  
Y  
B  
技  
報

**KYB**

*Our Precision, Your Advantage*



KYB TECHNICAL REVIEW No. 60 APR. 2020

**KYB 株式会社**

**KYB**

# KYB株式会社

(2015年10月1日よりカヤバ工業株式会社は商号をKYB株式会社に変更いたしました)

**本社・営業** 東京都港区浜松町二丁目4番1号（世界貿易センタービル）☎105-6111 ☎(03)3435-3511

<b>基盤技術研究所</b>	神奈川県相模原市南区麻溝台一丁目12番1号	☎252-0328	☎(042)745-8111
<b>生産技術研究所</b>	岐阜県可児市土田60番地	☎509-0206	☎(0574)26-1453
<b>KYB開発実験センター</b>	岐阜県加茂郡川辺町鹿塩字白砂1185番地	☎509-0307	☎(0574)52-1323
<b>工機センター</b>	岐阜県可児市土田60番地	☎509-0206	☎(0574)26-5310
<b>名古屋支店</b>	愛知県名古屋市中村区名駅三丁目11番22号（IT名駅ビル）	☎450-0002	☎(052)587-1760
<b>大阪支店</b>	大阪府吹田市江坂町一丁目23番20号（TEK第2ビル）	☎564-0063	☎(06)6387-3221
<b>福岡支店</b>	福岡県福岡市博多区博多駅東二丁目6番26号（安川産業ビル）	☎812-0013	☎(092)411-2066
<b>広島営業所</b>	静岡県浜松市中区神明町315番地1（浜松しみずビル）	☎430-0931	☎(053)454-5321
<b>広島営業所</b>	広島県広島市東区光町一丁目12番16号	☎732-0052	☎(082)567-9166
<b>相模工場</b>	神奈川県相模原市南区麻溝台一丁目12番1号	☎252-0328	☎(042)746-5511
<b>熊谷工場</b>	埼玉県深谷市長在家2050番地	☎369-1193	☎(048)583-2341
<b>岐阜北工場</b>	岐阜県可児市土田2548番地	☎509-0298	☎(0574)26-5111
<b>岐阜南工場</b>	岐阜県可児市土田505番地	☎509-0297	☎(0574)26-1111
<b>岐阜東工場</b>	岐阜県可児市土田60番地	☎509-0206	☎(0574)26-2135
<b>カヤバシステムマシナリー株式会社</b>	三重県津市雲出長常町1129番地11	☎514-0396	☎(059)234-4111
<b>KYBステーションエンジニアリング株式会社</b>	三重県津市雲出長常町1129番地11	☎514-0396	☎(059)234-4111
<b>KYBトロンデュール株式会社</b>	東京都府相模郡精華町祝園西一丁目32番地1	☎949-5406	☎(0258)92-6903
<b>タカコ株式会社</b>	岐阜県下呂市金山町戸部4350番地130	☎619-0240	☎(0774)95-3336
<b>K Y B 金 山 株 式 会 社</b>	長野県埴科郡金町坂城9165番地	☎509-1605	☎(0576)35-2201
<b>K Y B - Y S 株 式 会 社</b>	長野県埴科郡坂城町坂城9165番地	☎389-0688	☎(0268)82-2850
<b>KYBモニターサイクルサスペンション株式会社</b>	岐阜県可児市土田2548番地	☎509-0298	☎(0574)27-1170
<b>KYB エンジニアリングアンドサービス株式会社</b>	東京都港区芝公園一丁目6番7号（住友不動産ランドマークプラザ）	☎105-0011	☎(03)6895-1260
<b>KYBシステメリット株式会社</b>	岐阜県可児市土田505番地	☎509-0206	☎(0574)26-1110
<b>KYBロジスティクス株式会社</b>	岐阜県可児市姫ヶ丘二丁目16番地	☎509-0249	☎(0574)26-6427
<b>ジャパン・アナリスト株式会社</b>	東京都港区浜松町二丁目9番3号（NBC浜松町ビル）	☎105-0013	☎(03)3436-5660
<b>けんしゅう株式会社</b>	東京都港区浜松町二丁目9番3号（NBC浜松町ビル）	☎105-0013	☎(03)3437-1955

## KYB Corporation

(Kayaba Industry Co., Ltd. employed “KYB Corporation” as the popular name from October 1st, 2015.)

### Head Office

World Trade Center Bldg., 2-4-1, Hamamatsu-cho,

Minato-ku, Tokyo 105-6111, Japan　Tel：(81)3-3435-3511

<b>Overseas Subsidiaries and Affiliates</b>	<b>LLC KYB Eurasia</b> 117638 Odesskaya street 2 building A, Moscow, Russian Federation TEL: (7)495-7716010	<b>KYB Motorcycle Suspension India Pvt. Ltd.</b> Pilot No. 6, Sipcot Industrial Park, Vallam Vadagal Village, Sriperumbudur Taluk, Kancheepuram District 631604 Tamil Nadu, India TEL: (91)44-3012-4301
<b>[Americas]</b> <b>KYB Americas Corporation</b> 2625 North Morton, Franklin, Indiana 46131, U.S.A. TEL: (1)317-736-7774	<b>[Asia]</b> <b>KYB Steering (Thailand) Co., Ltd.</b> 700/829 Moo 6, T. Nongtamlueng Amphur Panthong, Chonburi 20160,Thailand TEL: (66)3-818-5559	<b>KYB-Conmat Pvt. Ltd.</b> 702-703, Beside N. H. No. 8, Por, Vadodara 391243, Gujarat, India TEL: (91)960-1551608
<b>Takako America Co., Inc.</b> 715 Corey Road Hutchinson, Kansas 67504-1642, U.S.A. TEL: (1)620-663-1790	<b>KYB (Thailand) Co., Ltd.</b> 700/363 Moo 6, Amata Nakorn Industrial Park2, Bangna-Trad Road, K.M. 57, Tambol Don Hua Roh, Amqhur Muang, Chonburi 20000, Thailand TEL: (66)3-846-9999	<b>KYB Corporation Chennai Branch</b> No. 408, Height 1, Temple Green Project, Mathur Village, Sriperumbudur Taluk, Kancheepuram District, India 602105 TEL: (91)2568-0501
<b>KYB International America, Inc.</b> 2625 North Morton, Franklin, Indiana 46131, U.S.A. TEL: (1)317-346-6719	<b>KYB Asian Pacific Corporation Ltd.</b> No. 4345 Bhiraj Tower at BITEC, Unit 1209-1211, 12th Floor, Sukhumvit Road, Bangnatai Sub-District, Bangna District, Bangkok 10260, Thailand TEL: (66)0-2-300-9777	<b>KYB Middle East FZE</b> Office No. 2010 20th Floor, Tower-A JAFZA One, Jebel Ali Free Zone, PO.BOX.261819, Dubai, UAE TEL: (971)4-887-2448
<b>KYB Mexico S.A. de C.V.</b> Circuito San Roque Norte #300 Santa Fe II, Puerto Interior, Silao Guanajuato, CP 36275, Mexico TEL: (52)472-748-5000	<b>KYB (Malaysia) Malaysia Sdn. Bhd.</b> Lot 8, Jalan Waaja 16, Telok Panglima Garang, 42500 Kuala Langat, Selangor, Malaysia TEL: (60)3-3322-0800	<b>[China]</b> <b>麒迩必(中国)投资有限公司</b> <b>KYB (China) Investment Co., Ltd.</b> No. 121, Wei 3 Road, Dingmao, Zhenjiang New Zone, Zhenjiang, Jiangsu, 212009, China TEL: (86)511-8558-0300
<b>KYB Latinoamerica, S.A. de C.V.</b> Bvd. Manuel Avila Camacho 32 Int. 403, Col. Lomas de Chapultepec, I seccion, Del. Miguel Hidalgo, Distrito Federal, C.P. 11000, Mexico TEL: (52)55-5282-5770	<b>PT. KYB Hydraulics Manufacturing Indonesia</b> Jl. Irian X blok RR2 Kawasan MM2100, Cikarang Barat 17520, Indonesia TEL: (62)21-28080145	<b>麒迩必機械工業(鎮江)有限公司</b> <b>KYB Industrial Machinery (Zhenjiang) Ltd.</b> No. 38, Wei 3 Road, Dingmao, Zhenjiang New Zone, Zhenjiang, Jiangsu, 212009, China TEL: (86)511-8889-1008
<b>KYB Manufacturing do Brasil Fabricante de Autopeças S.A.</b> Rua Francisco Ferreira da Cruz, 3000, Fazenda Rio Grande-Parana, CEP 83820-293, Brazil TEL: (55)41-2102-8204	<b>PT. Kayaba Indonesia</b> Jl. Jawa Blok ii No. 4 Kawasan MM2100, Cikarang Barat 17520, Indonesia TEL: (62)21-8981456	<b>無錫麒迩必拓普減震器有限公司</b> <b>Wuxi KYB Top Absorber Co., Ltd.</b> No. 2 Xikun North Road, Singapore Industrial Zone, Xinxu District, Wuxi, Jiangsu, 214028, China TEL: (86)510-8528-0118
<b>Comercial de AutopeÇas KYB do Brasil Ltda.</b> Rua Cyro Correia Pereira, 2400 Suite 07-Cidade Industrial, Curitiba-PR, 81460-050, Brazil TEL: (55)41-3012-3620	<b>PT. Chita Indonesia</b> Jl. Jawa Blok ii No. 4 Kawasan MM2100, Cikarang Barat 17520, Indonesia TEL: (62)21-89983737	<b>常州麒迩必減振技術有限公司</b> <b>Changzhou KYB Leadrum Vibration Reduction Technology Co., Ltd.</b> No. 19 Shunyuan Road, New District, Changzhou, Jiangsu 213125 China TEL: (86)519-8595-7206
<b>[Europe]</b> <b>KYB Europe GmbH</b> Fritz-Vomfelde-Str. 20, 40547 Düsseldorf, Germany TEL: (49)211-538-059-0	<b>KYB Suspensions Europe, S.A.U.</b> Ctra. Irurzun S/No. 31171 Ororibia Navarra, Spain TEL: (34)948-421700	<b>湖北恒隆麒迩必汽車電動轉向系統有限公司</b> <b>Hubei Henglong &amp; KYB Automobile Electric Steering System Co., Ltd.</b> Building No 4 and 5 South Henglong Road, Jingzhou Development Zone, Hubei, China, 434000 TEL: (86)716-412-7829
<b>KYB Steering Spain, S.A.U.</b> Poligono Ipergetgui No. 2. nave 12, CP-31160, ORKOIEN Navarra, Spain TEL: (34)948-3121004	<b>KYB Advanced Manufacturing Spain, S.A.U.</b> Poligono Industrial Perguita Calle B, No. 15, 31210 Los Arcos Navarra, Spain TEL: (34)948-640336	<b>知多彈簧工業(鎮江)有限公司</b> <b>CHITA KYB Manufacturing (Zhenjiang) Co., Ltd.</b> No. 8 Building-1F, New Energy Industrial Park (North Park), No. 300, Gangnan Road, Zhenjiang New District, Jiangsu 212132, China TEL: (86)511-8317-2570
<b>KYB Manufacturing Czech, s.r.o.</b> U Panasonicu 277, Stare Cívce, 530 06 Pardubice, Czech Republic TEL: (420)466-812-233	<b>KYB CHITA Manufacturing Europe s.r.o.</b> Prumyslova 1421, 53701 Chrudim, Czech Republic TEL: (420)469-363-302	

KYB株では、複製複製および転載複製に係る著作権を一般社団法人学術著作権協会に委託しています。当該利用をご希望の方は、学術著作権協会（https://www.jaacc.org/）が提供している複製利用許諾システムもしくは転載許諾システムを通じて申請ください。

KYB Corporation authorized Japan Academic Association For Copyright Clearance (JAC) to license our reproduction rights and reuse rights of copyrighted works. If you wish to obtain permissions of these rights in the countries or regions outside Japan, please refer to the homepage of JAC (http://www.jaacc.org/en/) and confirm appropriate organizations to request permission.

Special Edition  
特集

# AI・IoT

近年、AI（Artificial Intelligence）およびIoT（Internet of Things）の産業への活用に関する様々な取り組みが世界中で行われており、あらゆるジャンルで急速なデジタル化が進んでいます。

現在KYBでは、研究開発・生産技術・生産管理の側面から、AI・IoTの活用による業務の効率化・製品の品質化を目的としたアプローチを行っています。

更に、2019年8月にDX（Digital Transformation）を推進する専門組織を設立し、データやデジタル技術を活用して、既存のビジネスモデルおよび企業文化、風土を変革する取り組みを行っています。

本号では『AI・IoT特集』と題しまして、関連する以下4件の取り組みをご紹介します。

是非ご覧下さい。

P.09

KYBの生産技術領域における  
AI×IoTの取り組み

P.19

IoT活用による手書きレスシステム  
構築と既存ラインの生産性向上

P.24

画像センシングによる  
安全支援機器

P.28

状態監視システム

# KYB技報

第60号 2020-4

## 目 次

### 巻頭言

創刊30周年（第60号）記念号に寄せて

眞田 一志 1

### 論説

フルードパワーにおける圧縮性流体の計測と制御

香川 利春 2

### ご挨拶

ご挨拶

大野 雅生 6

KYBの技術の歩みと今後の技術戦略

畠山 俊彦 7

### 技術紹介

KYBの生産技術領域におけるAI×IoTの取り組み

内藤 孝昌 9

### 用語解説

「人工知能，機械学習，深層学習」

村山 栄司 17

### 技術紹介

IoT活用による手書きレスシステム構築と既存ラインの生産性向上

高橋 和弘 19

画像センシングによる安全支援機器

長谷部敦俊 24

### 技術解説

状態監視システム

吉田 尚弘 28

亀田 幸則

原 靖彦

### 解説

事業戦略とIPランドスケープ

酒井 宏明 36

### 技術紹介

KYBグループにおける自動車用電制サスペンション開発

太田 康洋 45

### 製品紹介

eミキサⅢの開発

木本 恵介 50

小田急電鉄(株)殿向けフルアクティブサスペンションシステム

青木 淳 56

非乗用車向けEPSの開発

三宅壯一郎 60

富田 陽紀

### 技術紹介

画像処理を活用した検査機の開発

佐藤 侑宏 64

### 製品紹介

国内向けKYBスポーツショックアブソーバの歴史と新シリーズ「NEW SR MORE」

青池 宏之 68

樹脂プリロードアジャスタの開発

柴田 究悟 72

秋本 政信

### 技術紹介

フロントフォーク用シリンダの穴あけ工法の開発と量産化

坪井 悠太 76

小型アキシアルピストンポンプの開発

辻井 喜勝 80

### 紹介

KYB-YS 南条第2工場バルブハウジング加工ラインの構築について

渡邊 伸二 85

### 随筆

アメリカ駐在記

山崎 信治 89

### 社外論文発表一覧

96

### 社外関係団体委員一覧

98

### 総目次

102

### 編集後記

(表紙写真：NEW SR MOREシリーズ (左上)，電制サスペンション (IDC) (右上)，フルアクティブサスペンションシステム (中央)，非乗用車向けEPS(下))

---

# KYB TECHNICAL REVIEW

No. 60 APR. 2020

## CONTENTS

### Foreword

For the 30th (No. 60) anniversary issue

SANADA Kazushi 1

### Editorial

Measurement and Control in Fluid Power Systems

KAGAWA Toshiharu 2

### Greetings

Greetings

ONO Masao 6

History of KYB Technology and Future Technology Strategy

HATAKEYAMA Toshihiko 7

### Technology Introduction

AI×IoT Initiatives in the Production Technology Domain at KYB

NAITO Takayoshi 9

### Glossary

Artificial Intelligence, Machine Learning, and Deep Learning

MURAYAMA Eiji 17

### Technology Introduction

Handwriting-less System Construction and Productivity Improvement for Existing Lines by IoT

TAKAHASHI Kazuhiro 19

Safety Assistance Device by Image Sensing

HASEBE Atsutoshi 24

### Technology Explanation

Condition Monitoring System

YOSHIDA Takahiro 28

KAMEDA Yukinori

HARA Yasuhiko

### Explanation

Business Strategy and the IP Landscape

SAKAI Hiroaki 36

### Technology Introduction

Development of Electronically-Controlled Suspension for Automobiles in the KYB Group

OTA Yasuhiro 45

### Product Introduction

Development of the eMIXER III

KIMOTO Keisuke 50

Full Active Suspension System for Odakyu Electric Railway Co., Ltd.

AOKI Jun 56

Development of EPS for Non-Passenger Vehicles

MIYAKE Soichiro 60

TOMITA Haruki

### Technology Introduction

Development of Inspection Machine Employing Image Processing

SATO Yukihiro 64

### Product Introduction

History of KYB Sports Shock Absorbers for the Japanese Market and the New Series

“NEW SR MORE”

AOIKE Hiroyuki 68

SHIBATA Kyugo

Development of a Resin Pre-Load Adjuster

AKIMOTO Masanobu 72

### Technology Introduction

Development and Use in Mass Production of a Front Fork Cylinder Drilling Method

TSUBOI Yuta 76

Development of Small Axial Piston Pump

TSUJII Yoshikatsu 80

### Introduction

Construction of a Valve Housing Machining Line at the KYB-YS Minamijo Factory No. 2

WATANABE Shinji 85

### Essay

U.S.A Expat Experience Report

YAMAZAKI Shinji 89

### Editors Script

(Cover Photograph: “NEW SR MORE” Series, Electronically-Controlled Suspension (IDC), Full Active Suspension System [see P.57], EPS for Non-Passenger Vehicles)

## 巻頭言

## 創刊30周年（第60号）記念号に寄せて

眞田 一志\*



KYB技報の創刊30周年、まことにおめでとうございませう。あわせて、第60号という記念すべき号の巻頭言を執筆する機会を頂戴したことは身に余る光栄と思っております。

21世紀も20年が過ぎましたが、情報通信技術の急激な発展・普及により、あらゆる情報がインターネットを介して発信・検索できるようになりました。同時に、ネット通販に代表されるように、自宅に居ながらスマホを指で操作するだけで好きなものが購入でき、自宅まで配達してくれるようになりました。このように、現代では、空間と時間の距離を超え、情報の伝達と商品の物流が融合され、統合されています。情報通信技術の発展は、人々の生活を便利にするだけでなく、国境を越えた人・もの・情報の交流を促進しています。

社会に大きな変革をもたらした科学技術の代表例は、古代ローマのローマ街道やローマ水道に見ることができます<sup>1)</sup>。ローマ街道は、紀元前312年に着工されたアッピア街道から始まり、ローマ半島の主な都市の間を結んだ街道から、さらに地中海をその内海とするローマ帝国の全域を結ぶ街道網として発展しました。一般市民も無料で利用できたことから、物流などの経済面でも大きな効果がありました。ローマ街道の道路の構造は、大小さまざまな石や砂利を巧みに組み合わせ、積み重ねて、堅固に築かれています。このように優れた土木技術によって敷設されたローマ街道は、地理的な距離を短縮しただけでなく、人・もの・情報が移動・流通・伝達する時間をも短縮し、社会的な変革をもたらしました。

また、ローマ水道は、アッピア街道と同じ紀元前312年に着工されたアッピア水道から始まります。ローマ水道は、ローマ街道の立案者と同じ、アッピウス・クラウディウスによって立案・敷設されました。文化的な生活のために清潔な水を豊富に供給するように上下水道を建設し、維持管理し続けるために、

古代ローマの高い科学技術が活用されました。ローマ水道の整備に伴い、人々の生活水準は向上し、都市は大きく発展し、社会に変革をもたらしました。古代ローマ人は温泉を好むことで有名ですが、ローマ帝国の各地で温泉を見つけてはそこに居住地を建設し、その町は現在では主要な都市になっています。例えば、イギリスのバース（Bath）もその一つで、ローマ時代の温泉の遺跡があり、現在では博物館として世界中から多くの観光客を集めています。

これらのローマ街道やローマ水道に見るように、人・もの・情報を空間的・時間的距離を超えてつなげることで、社会的な変革をもたらされました。21世紀の情報通信技術の発展・普及も、ローマ街道やローマ水道のように、人・もの・情報をつなぎ、空間的・時間的距離を短縮する革新的技術になりつつあるように思われます。

科学技術情報を発信・伝達する媒体として、学術論文や技報は、ますます重要な役割を持つようになってきました。学術論文は、大学や研究所などにより見出された学術的な情報を論文として公表する媒体です。企業における「技報」は、企業において開発・研究された成果を公表することで、企業活動を広く社会に発信する媒体です。学術論文は電子化してインターネット上に公開され、空間的・時間的距離に関係なく、いつでもどこからでも検索できるようになりました。貴社の「KYB技報」もホームページ上で公開され、さらに日本語版だけでなく同じ内容を翻訳した英語版も公開されており、まさに空間的・時間的距離だけでなく、言葉の壁をも超えた発信媒体になっています。貴社の「KYB技報」が、世界中のKYB技術者だけでなく世界の人々をつなぎ、さらには貴社の一層のご発展につながることを祈念して、私の巻頭言とさせていただきます。

## 参 考 文 献

- 1) 「すべての道はローマに通ず ローマ人の物語X」塩野七生、2001、新潮社

\*横浜国立大学 理工学部長


 論説

# フルードパワーにおける圧縮性流体の計測と制御

## Measurement and Control in Fluid Power Systems



香川利春\*

### 1. まえがき

フルードパワーは産業界に限らず極めて広範囲に利用されている。フルードパワーシステム、すなわち油空圧に水圧を加えた技術領域をフルードパワーシステムと呼んでいる。著者は圧縮性流体を中心とした研究を40数年にわたり継続し、特に空気の圧縮性について工業的応用を主眼として行ってきた。

著者の圧縮性流体研究は偶然のきっかけで始まった。プロセス制御を志し、大学の制御工学科を卒業し、計装メーカーのソフトウェア技術部に配属された。仕事の内容はその頃実用に用いられ始めた計算機によるプラントの制御である。制御対象は鉄鉱石の供給量の制御や、脱硫のための水素製造である。いわゆるDDCのカスケード制御系が5、6つに及ぶ制御系のプログラム制御や、チューニングをおこなった。卒業後2年を経過した時点で、研究室から大学に戻らないかとの連絡が入った。当時の助手は吉田松陰のお兄さんのひ孫である吉田氏であったが、不幸にして病に倒れてしまった。お葬式は世田谷区若林の松陰神社で行われた。夏の大変暑い時期で、大汗をかいた記憶がある。もっと驚いたのは中曽根康弘氏や三木武夫氏が参列していた。現代においても幕末の吉田松陰の影響が残る神社において日本のキーマンが集まるのは驚くべきことと感じた。その吉田氏は同じ制御工学科の7年先輩で、流体論理素子、フルイディックスを研究テーマとしていて、著者にも多くの影響を与えた。

1976年5月に東工大制御工学科に助手に採用されたものの、弱小研究室でろくな実験設備もなく、翌年には研究室が無くなってしまった。学生実験で担当するプロセス制御、圧力計測の実験装置のみが利用できる機器であった。逆に圧力計測しかできないことでこの技術関連を深堀することができた。

\*東京工業大学 名誉教授

### 2. 空気の圧縮性との出会い

圧力センサのみが実験装置として利用可能で、圧力容器はウイスキーの空瓶を用いて、ひたすらに充填と放出の実験を行った。従来では空気の質量流量を入力として圧力を出力とする場合、質量の連続の式のみでの利用で、空気の状態変化はポリトロープとして1から1.4の不確定性を持っていた。充填の場合は放出に比べてポリトロープ数は明らかに小さく実験データとして現れた。この原因を考えて行くうちに、容器内の流動と熱移動が圧力応答に関係する事が分かり、次の圧縮性流体システムの数学モデルの提案と等温化圧力容器の考案につながった。

空気は圧縮すると、空気の体積は容易に変化する。水の部分はその体積は殆ど変化しない。これが圧縮性流体の空気と非圧縮性流体の水の性質である。また、ゆっくり押した場合は定常状態であるため、温度の変化は無く、小学生の教科書の問題である。しかしながら、ある程度の速度で押した場合は空気の部分の温度が上昇し、周囲の水面やシリンダ内壁との熱移動が発生する。

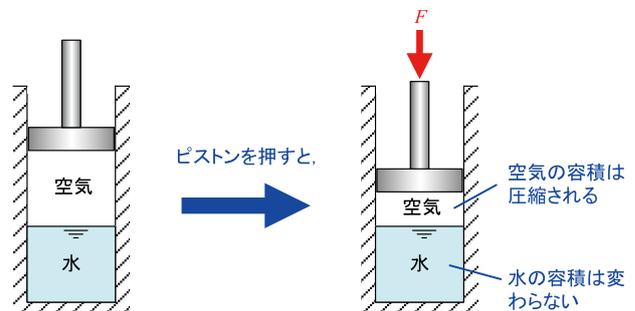


図1 空気の圧縮性

圧縮もしくは膨張した空気の非定常状態での平均温度の計測にも大きな研究の山が存在した。温度を計測するには熱電対を用いれば良いが、熱電対の非定常性は明確にはなっておらず、現在ではストップ法と呼ばれる弁を急閉鎖して室温まで待って、平衡

状態となる圧力から容器内空気の平均温度を求める方法を新たに提案した。この手法によって空気の比熱比を求める方法はクレマンデゾルメ法として有名な方法で、圧力センサのみで空気の比熱の比を求めるもので、当時大学1年生の基礎物理学の実験テーマであった。空気の比熱比を求めるのではなく、比熱比は既知として、空気の非定常状態の平均温度を求める方法で、4章の等温化圧力容器と通常の容器の温度変化の比較はこのストップ法によっている。

### 3. ラディアルスリット機構

図2にラディアルスリット機構を示す。上図は概略、下図は断面図を示す。この場合では隙間高さをシムによって40マイクロンとしている。直径50mmのラディアルスリットでは供給圧力を600kPaと設定した場合には約300l/minの流量が流れるが、騒音値は極めて低く、同一の流量を単純な絞りで放出した場合にくらべ35-40dBの騒音値差が発生し、大変に低騒音の減圧が可能である。上部から入った600kPaの空気は狭い隙間で剪断力を受け、膨張をしながら円周の外側に向かって高速に流れる。

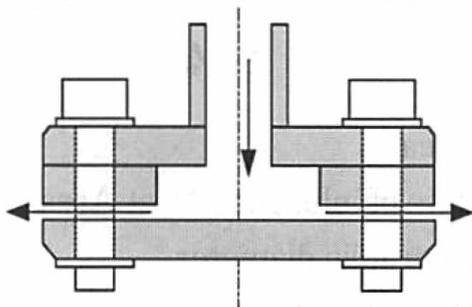


図2 ラディアルスリット弁の構造

Osborne Reynolds (1842-1912年) は水を用いた円管内流れを利用していわゆるレイノルズ数を提示した。このラディアルスリットのながれでは膨張と熱移動を受けている高速流れの状況でもレイノルズ数が利用できることが明らかになった。600kPaの高圧空気を断熱的に膨張させた場合には50℃の温度降下をもたらすが、実際には2-3℃の温度降下しかもたらさない。これは剪断発熱と熱伝導の影響であるが、まだ十分な解明はされていない。

図3にシュリーレン可視化法によって放出後の流体ジェットの様子の可視化を示す。ラディアルスリットの場合は出た空気流れが僅かな密度変化を示しているのみであるが、下側の通常のオリフィスの場合にはオリフィスの後流のかなりの距離まで衝撃波が発生していることが確認される。

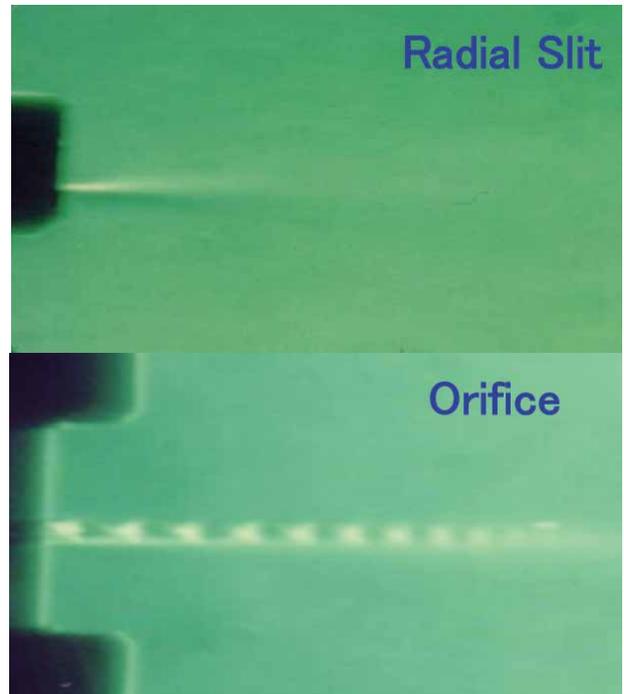
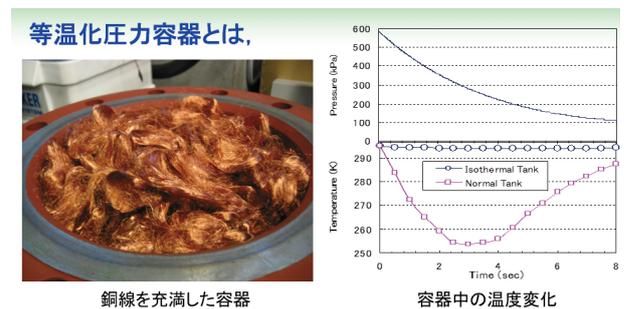


図3 シュリーレン可視化法

### 4. 等温化圧力容器の提案

等温化圧力容器とは、空気の状態変化を銅などの細線を容器に封入して、圧力変化時の温度変化を抑制するものである。



$$\text{流量の計算: } PV = WR\theta \implies G = \frac{dW}{dt} = \frac{V}{R\theta_a} \frac{dP}{dt} \propto \frac{dP}{dt}$$

図4 等温化圧力容器

図4に等温化圧力容器と右図に温度変化を示す。温度変化では空の容器と等温化圧力容器では大きな相違が確認できる。通常の空タンクの場合では約45℃の温度低下が発生して氷点下の温度となっている。等温化圧力容器の場合では空気の状態変化を等

温とする事で、数度の温度変化のみである。圧力変化のみの計測で容器内空気の状態変化を求めることができるため、様々な応用が期待できる。

5. 空気圧機器の流量特性の測定

JFPA日本フルードパワー工業会がまとめ役となり、JFPS日本フルードパワーシステム学会が協力してISOTC131の空気圧委員会において空気圧機器の表示方法と測定方法を提案して、多くの活動の結果、認められた。産学連携の良い例と言える。従来米国では主に空気圧機器の流量特性は非圧縮性流体のCv値を使っていた。それに対して、英国バース大学の研究結果を参考にして、空気圧機器に良く合致する表示法を作成した。



チョークの場合

$$G = C\rho_0 P_0 \sqrt{\frac{\theta_0}{\theta}}$$

亜音速の場合

$$G = C\rho_0 P_0 \sqrt{\frac{\theta_0}{\theta}} \sqrt{1 - \left(\frac{P}{P_0} - b\right)^2}$$

b: 臨界圧力比(Critical Pressure Ratio)

この値より小さいとチョーク流れになる圧力比(下流圧力/上流圧力)。

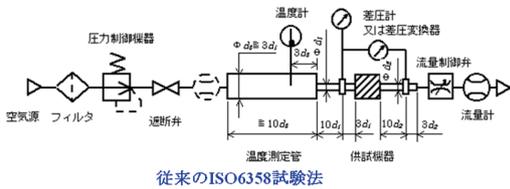
C: 音速コンダクタンス(Sonic Conductance)

チョーク流れ状態の機器の通過質量流量、上流絶対圧力と標準状態の密度の積で割った値。

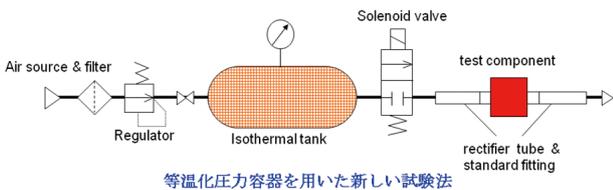
図5 圧縮性流体用制御弁と流量式

6. 等温化圧力容器を用いた新しい試験方法

5. で示した流量特性の表示にはソニックコンダクタンスCと臨界圧力比bが必要である。どれだけの流量が流れるかであるので、基本的には流量計が必要である。しかしながら、一点一点計測するのは膨大な時間と労力とエネルギーが必要となる。従来のISO6358 JIS 8390-2の測定法と代換測定法を図6上図に示す。圧力条件を変えて流量計によって計測



従来のISO6358試験法



等温化圧力容器を用いた新しい試験法

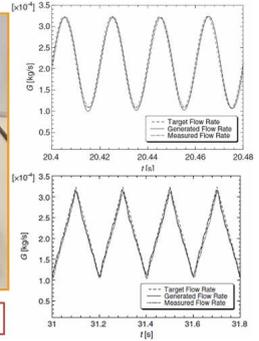
消費流量 → 約1/10低減      試験時間 → 約1/5~1/3短縮

図6 ISO6358 JIS 8390-2測定法

する方法でデータ測定点の数にもよるがかなりの時間を要する。下図は2018年に制定された新JISによる方法である。圧力応答を計るだけで多くの時間とエネルギーの節約ができる。

7. 流量発生装置の開発

等温化圧力容器を用いて圧縮性流体の非定常流量発生装置が構成できる。上流側を閉塞状態として、下流側に空気圧サーボ弁を設置すると等温タンクの圧力変化より出入りする空気の質量が分かるため、サーボ弁を制御すれば任意の非定常流量の発生が可能となる。



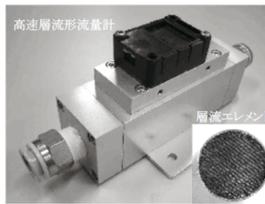
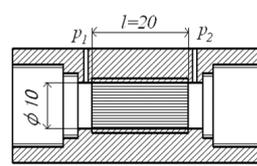
流量計の動特性試験が可能となった。

図7 非定常流量発生器

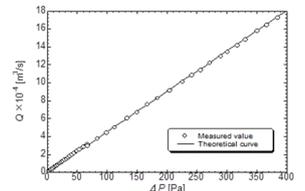
図7に試作した非定常流量発生装置を示す。左に装置写真、右に実験結果を示す。実験結果の周波数波形では50Hzのサイン波の発生が実現していることが分かる。下図は鋸歯状波を作成した場合で6Hzの鋸歯状波が作成できていることが確認される。

8. 高応答性を有する流量計の開発

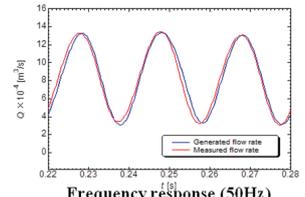
空気圧システムでは非定常な流量の計測の必要性な場合が多々ある。これらの必要性に対して、微細パイプを用いた層流型非定常流量計を提案した。その動特性は非定常流量発生器を用いた。直線性は極めて良く、50Hzまで追従している様子が示されている。



Quick Flow Sensor (QFS)



Steady Characteristics

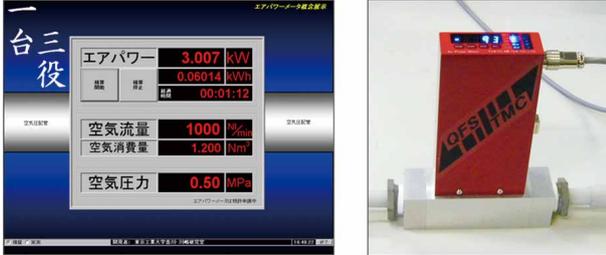


Frequency response (50Hz)

図8 非定常流量センサ：QFS

### 9. エアパワーメータの開発

空気圧の省エネが求められて久しいが、エネルギーの評価方法が確定していなかった。そこで熱力学法則を用いて、エアパワーメータを提案した。初期型のモデルを示す。流量、圧力、エネルギー値の表示が可能で積算機能も有している。



1. エアパワー 2. 流量 3. 圧力を同時に計測することが可能.

図9 エアパワーメータ

### 10. 旋回流を用いた非接触搬送装置

旋回流を発生させると中心部に負圧が発生し、物体の非接触搬送が可能となる。これをボルテックス浮揚と呼ぶ。安定平衡点が存在する。

回転した流体の中心部で遠心力によって低い圧力が発生する。

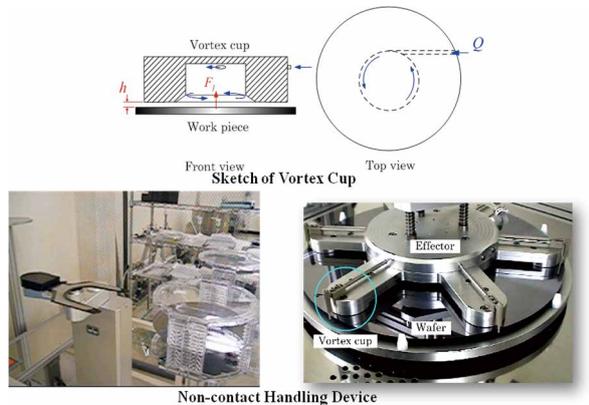


図10 ボルテックスカップ

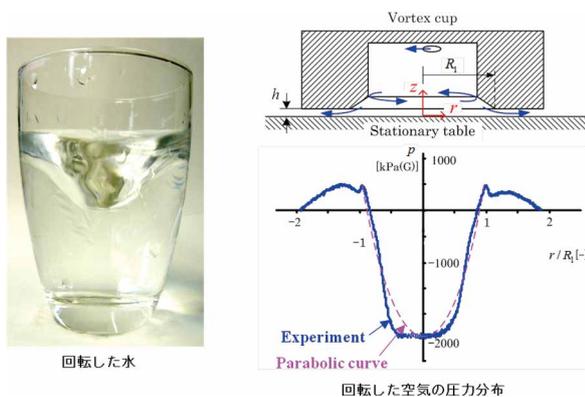


図11 Vortex flow phenomena

### 11. まとめ

圧縮性流体の計測制御として行った研究を紹介する依頼を得て本寄稿文を用意したが、大変に良い機会であったと考える。

空気圧容器の充填、放出時の圧力応答の差異から空気の状態変化の考察を行い、単なる計算のみならず、等温化圧力容器の提案、ISO化、JIS化に立ち合わせていただいた。さらに社会のエネルギー評価に対する取り組みから、ISOにおいても同様の動きがあり、40年間の学生、留学生との共同研究が幸運にもそのベースとなった。

#### 参考文献

- 1) 新版 油空圧便覧 社日本油空圧学会 オーム社 1989
- 2) Kenji Kawashima, Chongho Youn and Toshiharu Kagawa, Development of a Nozzle-Flapper-Type Servo Valve Using a Slit Structure, Journal of Fluids Engineering, Transaction of the ASME, May 2007, Vol. 129, 573/578
- 3) 川嶋健嗣, 藤田壽憲, 香川利春: 容器内圧力変化による圧縮性流体の流量計測法, 計測自動制御学会論文集 32 (11), 1485-1492, 1996
- 4) 空気圧—圧縮性流体用機器の流量特性試験方法—第2部: 代替試験方法 JIS B 8390-2 2018
- 5) 船木達也, 仙石謙治, 川嶋健嗣, 香川利春: 等温化圧力容器を用いた空気圧機器消費流量測定装置の開発, 日本フルードパワーシステム学会論文集, Vol. 36, No. 3, 39/44 (2005)
- 6) 川嶋健嗣, 五十嵐康一, 小玉亮太, 加藤友規, 香川利春: 微細加工技術によるスリット型流路を用いた圧力微分計の開発, 計測自動制御学会論文集, Vol. 41, No. 5, 405/410 (2005)
- 7) Kenji Kawashima, Tomonori Kato, Yosuke Yamazaki, Michio Yanagisawa and Toshiharu Kagawa: Development of slit type pressure differentiator using an isothermal chamber, Measurement Science and Technology, Vol. 16, 1150/1156 (2005)
- 8) Tao Wang, Maolin Cai, Kenji Kawashima and Toshiharu Kagawa: Model of a Nozzle/Flapper Type Pneumatic Servo Valve Including The Influence of Flow Force, International Journal on Fluid Power, Vol. 6, No. 3, 33/43 (2005)
- 9) 船木達也, 川嶋健嗣, 香川利春: 気体用連続非定常流量発生装置の開発, 計測自動制御学会論文集, Vol. 42, No. 5, 461-466 (2006)
- 10) 蔡茂林, 藤田壽憲, 香川利春: 空気圧シリンダの作動における有効エネルギー取支, 日本フルードパワーシステム学会論文集, Vol. 33, No. 4 (2002)

## ご挨拶

大野 雅生\*



KYB技報は、この度、創刊30周年を迎え、第60号の発刊となりました。これはお客様や株主様をはじめとするステークホルダーの方々に対し、当社グループの技術や新製品開発、モノづくりの成果を継続してご紹介し、その進化をお示しすることができたことではないかと思っております。また、昨年は当社の創業者である萱場資郎氏が、当社の前身である萱場発明研究所を創設してから100周年を迎えるという記念すべき年でもありました。

昨今の社会情勢を振り返ってみますと、昨年は元号が平成から令和へ改元し、新たな時代を迎えた一方で、消費税の増税や東日本における台風大雨被害がありました。被災された方々にはお見舞いを申し上げますとともに、一日も早い復興を祈念しております。また、ラグビーワールドカップでの日本チームの活躍には目を見張るものがあり、今年開催される東京オリンピックに大きな弾みをつけたのではないかとと思っております。

当社グループにおいては、昨年の2019年を「KYB再生元年」と位置づけるとともに、経営理念を見直し、再スタートを切りました。これは、我々がお客様や株主様をはじめとするステークホルダーの方々にとって、常にご愛顧をいただける企業集団であり続けることが使命であるためです。

また、今年4月からは新中期経営計画（3年）がスタートしました。従来の評価反省も踏まえ、『**取り戻そう信頼と誇り**』をスローガンと致しました。以下に示します4項目を骨子とし、徹底した「現場主義」と「品質経営」を前提とすることで、新たな時代を切り開いていく所存です。

まず一つ目が、『**信頼回復に向けた取り組み**』です。免震・制振事業や航空事業における不適切問題への対処として、再発防止策の実行および企業集団としての規範意識の更なる浸透を図ってまいります。このためには、当社グループ全体のコンプライアンス強化を

はじめ、ステークホルダーの方々との対話や、ブランド戦略に基づく企業イメージ向上を図ってまいります。

二つ目は、『**収益基盤の向上**』です。グローバル規模での原価低減活動や最適調達、生産性向上を推進することで採算性を向上させていきます。また、更なる品質向上により、お客様に安心してお使いいただける製品をご提供し、結果として事業収益の向上に繋げてまいります。更に、間接部門の生産性向上により、前述した改革を加速させてまいります。

三つ目が、『**経営課題の解決**』です。スリムな企業体質を目指した組織や拠点の再編をはじめ、時代に即したIT戦略の策定、災害ゼロ化、グループ全体での人財育成、財務全般の見直しなど、課題は山積しておりますが、KYBグループの総力を挙げて解決してまいります。

そして、最後の四つ目は、『**イノベーション戦略**』です。革新的な製造ラインを各事業はじめグローバルに展開し、他社を凌駕する競争力を持ったモノづくり企業を目指してまいります。また、将来を見据え、自動運転やEV化、省エネ化に備え、これに関する製品ラインアップを行うとともに、常に一步先を進む企業を目指してまいります。

冒頭、当社の創業者の萱場資郎氏について触れましたが、同氏は次のような言葉を残しております。

『常に世界を見渡せ。進歩に遅れるな。できれば進歩をリードせよ。そして哲学せよ』、『人間すべからく夢を持って。そして敬虔な気持ちで自然に学べ。わからなくなったら謙虚に森羅万象に学べ。自然に教えを乞え』(抜粋)。

我々は同氏のDNAを受け継ぎ、気持ちを新たに、今後も皆様方にとって魅力ある企業集団であり続けたいと願っております。そのためには、当社グループの全従業員が一丸となって独創的で、活気にあふれ、愛情をもって業務に従事することが重要であり、その環境づくりを整えてまいる所存であります。

今後もKYB技報が継続的に発刊され、発展を続けていくことを願い、私のご挨拶とさせていただきます。

\*当社代表取締役社長執行役員

ご挨拶

## KYBの技術の歩みと今後の技術戦略

畠山俊彦\*



### 1. はじめに

「KYB技報」は、お客様、大学、研究機関、関連企業の方々へ当社グループの技術・製品開発を知っていただくことを目的として1990年に発刊を開始し、今回で創刊30周年、第60号を迎えることとなった。

本稿では、当社が前身の萱場製作所として昭和10年（1935年）に設立されて以来、油圧技術を核として製品開発や基礎技術開発、解析技術開発などによる技術革新を図ってきた歴史を振り返るとともに、「令和」の時代の取組みについて述べることにする。

### 2. 「昭和」の時代（1935～1989年）

当社の創業者である萱場資郎氏は、類い稀なる発明家であり、独創的な発想の下、次々と新製品を世に送り出してきた。まさにKYBにおける技術革新DNAの創出者である。

このDNAは、日本の戦後の高度経済成長やモータリゼーションの進展をはじめとするあらゆる分野に対応した様々な研究開発の成果物を市場に提供することに引き継がれてきた。

製品開発においては、当社は今や自動車には当たり前となっているパワーステアリングを1955年から手掛けてきた。最初はトラック用として製品化を実現し、その後、1966年には乗用車向けにタイヤ反力を利用した乗用車初のインテグラル式を製品化した。また、1980年代に入ると自動車用サスペンションの電子制御化が進む中で、油圧アクティブサスペンション用油圧機器の開発に着手し、1989年に量産化を実現した。同サスペンションの形態はF1にも適用されたものであり、当社が持つ油圧とショックアブソーバの技術がふんだんに注ぎ込まれた。

また、基礎技術開発においては、1980年代から当社の主力製品であるショックアブソーバやピストンポンプのシミュレーションプログラム開発が盛んに行われ、当社製品の優位性を社内外に広くアピール

してきた。後者のプログラムはシリンダ内圧を予測することが可能であり、30年以上が経過した今でも改良を受けながら使用されている。

生産技術においては、パワーステアリング用ベーンポンプの組立設備は徹底した標準化にこだわったものであり、自動車メーカ各社様から「QCDCにおいて安心できる」といった評価を頂くまでとなった。また、油圧シリンダ向けにインラインで焼き入れから焼き戻しまでを完全自動化し、リードタイム短縮のほか、当社の優位性をアピールするものとなった。

### 3. 「平成」の時代（1989～2019年）

「平成」の時代にはバブル経済の崩壊とリーマンショックがあり、世界的にみても経済情勢が悪化し、経営環境は厳しい時期もあったが、技術革新は確実に進んできたと言える。

技術革新の大きな波の一つは、コンピュータの進化により解析技術が飛躍的に革新されたことにある。各種のシミュレーションが実用レベルに達し、当社においてもこれを活用することで開発スピードは大幅に早くなった。幾つか事例を下記に挙げる。

当社の主力製品であるショックアブソーバの減衰力シミュレーションをはじめ、昨今ではMBD（モデルベース開発）も盛んに活用されはじめている。減衰力シミュレーションは進化を遂げ、高精度化と利便性の向上を両立させ、お客様との合同チューニングの場にて即座に計算結果が確認できるようになった。

また、生産技術分野でも、鋳物や塑性加工などにおいても活用され、工程設計に活かされている。

もう一つの技術の波は、電動化、電子制御化であり、更にはそれらのアクチュエータを統合制御できるシステム技術力や高度化に対するニーズである。

このニーズへの対応として当社は、自動車用・二輪車用サスペンションシステムや建設機械用省エネルギーシステムを開発してきた。前者は適切な減衰力を発生させる電子制御機能付きであり、センサや

\*当社専務執行役員

ECUをはじめ、制御則も当社独自の開発であり、市場に提供している。後者は油圧ショベルの旋回およびシリンダ動作によるエネルギーを動力回生し、電動機にてキャビン旋回動力をアシストするものであり、お客様からご好評を頂いた。これも同様のシステム対応である。

一方、生産技術においては、労働人口の減少や、品質向上と国際競争力の確保に向けた対処も行ってきた。具体的には製造プロセスや検査の自動化であり、時代と共に進化する画像処理やロボットの能力アップと相まって、進化を遂げてきた。

以上、当社の技術の今までの技術の歩みを述べてきたが、油圧技術を核とし、時流に沿った製品開発が行われてきたことがわかる。

#### 4. 「令和」の時代（2019年～今後）

これまでに受け継がれてきた技術や取組みをベースにして、今後、令和の時代以降、当社グループが取り組むべき課題の4つについて述べてみたい。

##### ①電動化・電子制御化の促進とシステム対応

今後の社会環境の変化に伴って自動運転や電気自動車が益々増えていく中で、当社グループが扱う製品群にもこれらへ適用可能なものをもっと増やしていかなければならない。そのためには、従来から取り組んできている電動化や電子制御化のラインアップを更に充実させていくとともに、システム対応可能な体制を充実させていく。

当社グループは母機を構成する製品のOEM供給を主として成長してきたサプライヤであり、今後はシステムの視点で考えていく意識改革も同時に必要である。その前段として、事業内にシステム技術部を創設し、準備を始めたところである。

##### ②デジタル技術（AI・IoT）の活用とビッグデータ処理

デジタル技術は後述するモノづくりにも大いに関連するだけでなく、製品の機能や品質の向上にも適用できるものである。また、扱うデータ量は膨大になることは必至である。また、当社グループは多様な事業を抱えており、グループ全体で効果を出していくには、データ処理が可能な共有の

プラットフォーム作りが必要である。

昨年の8月に今後のデジタル技術を推進していく部門として、DX（デジタルトランスフォーメーション）推進部を創設した。デジタル技術の全社展開や基盤づくりは勿論のこと、デジタル技術を十分に使いこなせる人材の育成も急務である。

##### ③革新的モノづくりの実現

ドイツが提唱した「Industry 4.0」に始まり、わが国でも政府が「Society 5.0」や「Safety 2.0」を提唱している。モノづくり面で競合との差別化を図っていくためには、従来から取り組んできたモノづくりの技術（加工・組立）に加え、AIやIoTを採り入れて、これを実現していく。また、これを進化させることで、将来の完全自動化ラインの実現へと結び付けていきたい。

##### ④更なる競争力の向上

当社グループは世界5極（日米欧中ASEAN）開発体制を採り、世界中のあらゆるお客様とお取引をさせて頂いている。

昨今、業界再編やお客様間でのアライアンス変化など、環境は大きく様変わりしてきている。このような変化に対応していくために、効率的な開発手法の探求や組織体制の見直しを必要に応じて実施していく。当社グループは多様な製品群を扱っているが、そこには共通領域が存在する。これをグループ全体で共有することで効率向上を図り、技術的・人的交流をより一層深めていきたい。更に、開発段階からのコスト管理を徹底することで、お客様から選ばれるメーカーになっていかなければならない。

#### 5. おわりに

当社の経営理念は「人々の暮らしを安全・快適にする技術や製品を提供し、社会に貢献するKYBグループ」であり、人々の幸せを具現化するためには絶え間ない技術革新が不可欠である。

「令和」の時代も、当社の創業者である萱場資郎氏が創出した技術革新DNAを継承し続け、推進していく所存である。

# KYBの生産技術領域におけるAI×IoTの取り組み

内 藤 孝 昌

## 1 はじめに

近年、AI（Artificial Intelligence：人工知能）とIoT（Internet of Things：モノのインターネット）が学术界やIT（Information Technology：情報技術）業界のみならず、医療や製造業などあらゆる分野において世界中で注目を集めている。

そして、その流れは着実に日本の製造業にも押し寄せている。日本の製造業は伝統的に現場中心となっており、匠の技による高品質な製造や、カイゼンと呼ばれる現場中心の生産性向上に強みがある。そのため、ドイツや米国と比べてAIやIoTへの取り組みが遅れていたが、日本の深刻な労働力人口減少や米国のデジタル技術を活用した自動車業界への新規参入などをきっかけに、大きな危機感が生まれ、急激に変革が進みつつある。その用途は、自動運転などの製品への活用と、品質判定や予知保全といった生産現場への活用の両面で進んでおり、市場における企業間の競争がますます激化している。

また、AIやIoTといったデジタル技術への注目に伴い、いわゆるDX（Digital Transformation）人財<sup>注1)</sup>や先端IT人財と呼ばれる人財の需要が高まっており、年々人財不足が進んでいる。経済産業省の調査<sup>1)</sup>によると、その不足数は2030年には55万人まで拡大すると試算されている。

こういった産業の変化に伴い、KYBにおいてもAI×IoTを活用した、革新的モノづくりを進めている。本報では、KYBの生産技術領域における従来ITシステムの歴史をふまえ、革新的モノづくりの一部である近年のAI×IoTの取り組み事例を紹介する。さらに、それらを継続的に推進するための、社内のDX人財育成の取り組みや、DX専門組織の設立について紹介し、当社の生産技術領域の方向性について示す。

注1) KYBでは「人材」を「人財」としている。そのため本報においては以後全て「人財」と記載する。

## 2 従来システムの紹介

当社における生産技術領域へのIT活用の歴史は古く、数十年前から内製中心でITシステム開発・導入を進めてきた。この取り組みの歴史や課題は、近年のAI×IoTの取り組みを語る上で欠かせないため、AI×IoT活用事例の紹介の前に一部紹介する。

### 2.1 POPICS<sup>注2)</sup> (図1)

当社の生産ラインには20年以上前<sup>2)</sup>から、POPICSと呼ぶ、いわゆるMES（Manufacturing Execution System：製造実行システム）を内製開発し、導入している。POPICSはラインに設置したパネルコンピュータを通して、生産指示といった上位側からの情報転送の他に、設備のI/Oを利用したサイクルタイムの収集や、作業による不良実績報告などの下位側からの情報収集を実施している。さらに、工具の使用頻度などを収集することで、工具交換時期の最適化を行うなど、KYBの生産ラインにおいて必須のシステムとなっている。また、収集した情報を生産性などのKPI<sup>注3)</sup>として集計し、管理者などに見える化アプリケーションとして提供している。

ライン Aライン										EIA 10/30 11:02:11	
No	背番号	ロットNo	計画	投入	良品	不良	実績 CT	人員	進度	良品累計	
1	KYB1	LOT1	1	1	1	0	0.0	4.00	●	43	
2	KYB2		50	47	42	0	15.2	4.00	▲		
3	KYB3		4	0	0	0	0.0	4.00			
4	KYB4		66	0	0	0	0.0	4.00			

**非稼働発生**

経過時間 0時間 9分  
機械故障(専門保全)

生産開始 生産終了

メニュー
生産実績編集
不良実績編集
非稼働実績編集

ライン異常入力
仕様表示
ライン切替
言語切替

図1 POPICSの画面例（データはサンプル）

しかしながら、基本コンセプトは当初からあまり変わっておらず、基本収集単位が「ライン」である。そのため、「設備」単位の情報の一部を除き扱えず、設備の不具合対策への利用などのニーズに対応できないシステムとなっていた。

注2) Point of Production Information Collection Systemの略

注3) Key Performance Indicatorの略で、目標の達成度を評価するための主要業績評価指標のことをいう。

## 2.2 検査支援システム (図2)

当社では検査工程の自動化を進めているものの、依然として手作業による検査工程が残っている。本システムはそのような検査工程において、検査漏れや判定基準の間違いを防止する目的で、2009年に内製開発した<sup>3)</sup>。

仕組みとしてはシンプルで、無線の送信機をノギスやハイトゲージといった各種計測機器に取り付け、計測値をパネルコンピュータに送信するというものである。パネルコンピュータ上のソフトウェアは、送られてきた計測値からOK/NGなどの判定を自動で行い、同時に実績をデータベースに保管する。

本システムは大きな効果があるものの、評価している値は計測値そのものであるため、計測可能なものに限られている。そのため、目視検査など人間に頼っている工程には適用が不可能であった。

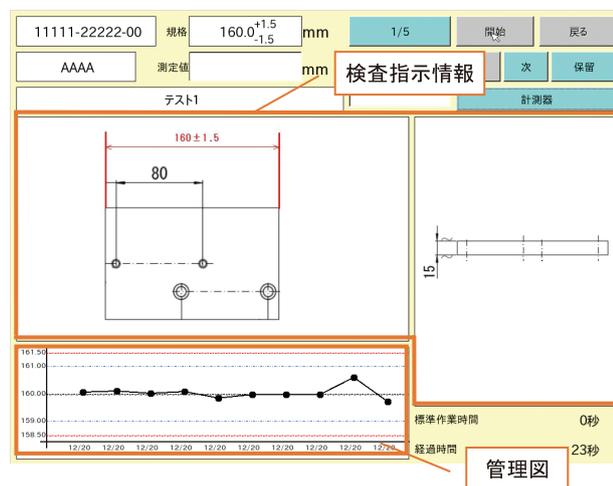


図2 検査支援システムの画面例

## 3 革新的モノづくり

現在、主力製品であるショックアブソーバ工場の生産ラインを中心に、「革新的モノづくり」を推進している。この活動では、AI×IoTを積極的に活用し、設計から生産までのモノづくりシステムを再構築することで、良品品質を維持できる「世界No.1のショッ

クアブソーバ工場」を目指しており、数値目標として以下を掲げている。

- ①生産性2倍
- ②設計～生産リードタイム1/2
- ③不良ゼロ化

特に生産技術領域においては、図3のロードマップに示す通り、人を介在させない完全無人化の生産システムの実現という高い目標を掲げており、現在は第二期を実施している段階である。

次章では、この革新的モノづくりの一部として取り組み事例を4つ紹介する。特に後半2つは著者が中心に取り組んだ事例であるため、より詳細を紹介する。

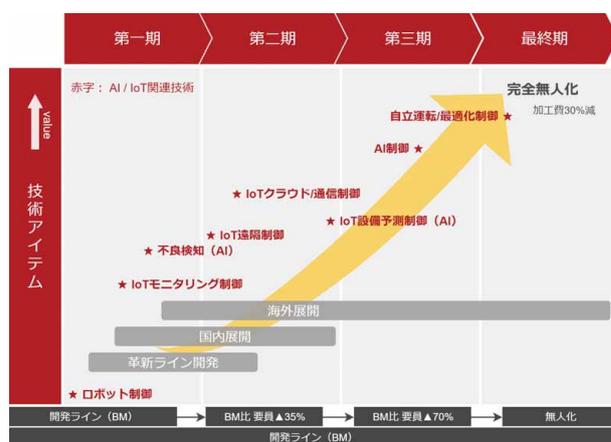


図3 ロードマップ (生産技術領域)

## 4 AI×IoTを活用した代表事例紹介

### 4.1 生産ライン見える化

2.1で紹介したPOPICSの改良版の位置づけとして、生産ライン見える化システムの開発・導入を進めている。従来のPOPICSではライン単位の見える化しかできないという問題があったが、本システムでは各設備の制御を行っているPLC (Programmable Logic Controller) が情報を収集し、ライン内の大型モニタや工場内のサーバにて設備単位の情報見える化を実現している (図4)。2019年11月7日現在、6ラインまで



図4 ラインモニタの画面例 (一部モザイク処理)

展開完了している。

今後はクラウドへの移行を検討し、世界中のラインが同じシステムで横並びに確認できる体制とし、生産性向上や不良率低減のための分析ツールとして活用していく計画である。

#### 4.2 画像処理による外観検査

当社では、比較的検査が容易な外観検査には展開性の高い市販の汎用外観検査装置を導入するが、市販品での検出が困難な場合には、主に生産技術研究所の画像処理技術者による内製開発で対応している。

例えば図5は黄色の部分に欠陥があるが、この外観検査装置の開発は内製にて行った<sup>4)</sup>。基本的には検査部位に合わせた光学系（カメラ、照明など）の選定から撮影画像に対する特徴抽出、AIなどを活用した判定モデルの開発までトータルで実施している。

また、量産導入にまで至っていないものの、近年は比較的新しいAI技術であるGAN（Generative Adversarial Networks：敵対的生成ネットワーク）などを活用し、良品画像のみから学習させた判定モデルを用いて、不良判定を行うといった試みも実施している。

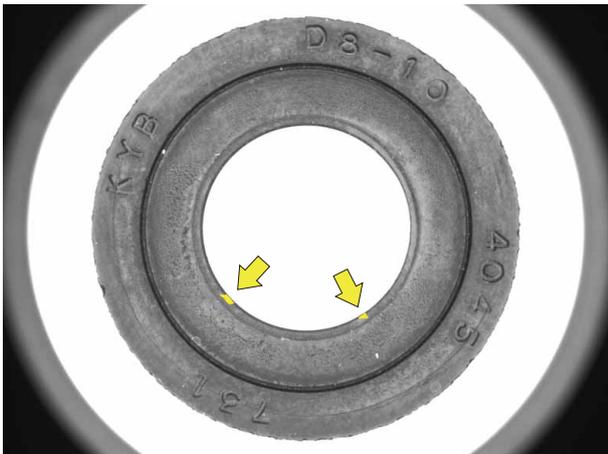


図5 ロッドパッキン不良品

### 4.3 溶接不良検知

#### 4.3.1 背景・目的

アーク溶接の代表的な不良（欠陥）は、外観での品質判定が比較的容易な「表面欠陥」と、外観での品質判定が困難な内部に欠陥が発生する「内部欠陥」の二種類に大別できる。前者の例は「狙い位置ずれ」や「アンダーカット<sup>注4)</sup>」、後者は「ブローホール<sup>注5)</sup>」や「溶込み不良」などがある。従来は外観検査に頼る部分が大きく、低コストで内部欠陥までを自動判定することが困難であり、定期的な破壊検査などが必要となっていた。

そこで、画像などの外観情報ではなく、溶接時の

電流値など複数のセンサデータを時系列データとして取得し、AIによって品質を判定する内製システムの実現を目指した。

注4) 溶接ビードの止端部が母材表面よりも凹んでいる状態のこと。

注5) 溶接金属内にガスが残留することなどが原因で、空洞が生じたもの。

#### 4.3.2 システム概要

図6に開発したシステムの概略図を示す。リアルタイム判定を実現するために、データ収集だけでなくAIによる自動判定もライン内のエッジコンピュータ<sup>注6)</sup>にて行っている。また、本報では詳細を割愛するが、アーク溶接以外にプロジェクション溶接に関しても同様の試みを実施している。そのため、それぞれの判定結果を1台のエッジコンピュータに集約し、一括で見える化を行う構成としている。

注6) データをクラウドで処理するのではなく、発生源に近い場所（エッジ）で処理する考えを、エッジコンピューティングと呼び、それを担うコンピュータのことをエッジコンピュータと称する。

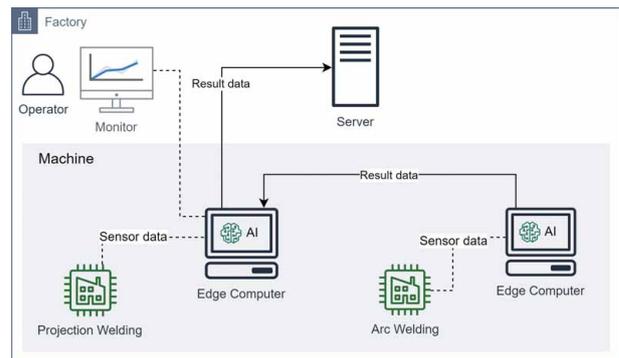


図6 溶接不良検知システム概略図

#### 4.3.3 開発結果

溶接電流の時系列波形の例を図7に示す<sup>注7)</sup>。この図は1,000本の良品波形を灰色、1本の不良品波形を赤色で表している。図のように、不良品波形は1,000本の良品波形のバラツキの範囲内に含まれており、電流値の上下限の閾値設定など単純な判定基準では対応できないことが分かる。

良品データのみを利用して学習させたAIモデルを利用し、50本の不良品と約15,000本の良品で評価した結果、表1の精度となった。誤判定率0.00%というのは、「不良を一切見逃さない」状態である。そして、良品を誤って不良品として判定してしまう割合である過検出率も、0.28%と非常に低く精度の高い不良検知システムであることが確認できた。

注7) 各軸の具体的な数値は非公開としている。

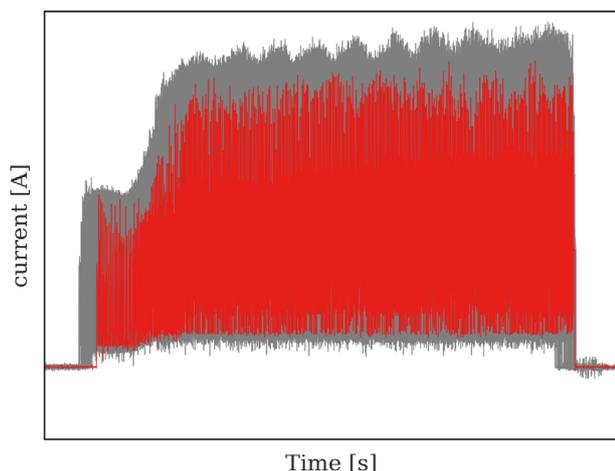


図7 溶接時の電流波形の例

表1 不良検知性能評価結果

評価項目	結果
誤判定率 [%]	0.00
過検出率 [%]	0.28

#### 4.3.4 残った課題

本システムは予定通り「内部欠陥」の自動判定が実現できたが、一方で「狙い位置ずれ」などの「表面欠陥」の一部を判定することができなかった。そのため、次の対策として「表面欠陥」は画像処理などの外観検査によって行い、組み合わせによって全不良を自動判定する方向で開発を進めている。

### 4.4 予知保全

#### 4.4.1 背景・目的

現在、社内の設備保全方法は、故障した時に保全する「事後保全」と故障前に定期的に保全する「予防保全」が中心となっているが、前者は故障による生産性の低下、後者は過剰保全による保全コスト増などが懸念される。しかしながら、設備の状態を監視して故障の予兆があったときに保全する「予知保全」が、近年のIoTやAIの発展によって実現可能となってきた。

そこで、AIを使って予知保全を行う予知保全システムを開発・適用することで、設備故障に伴うライン停止と過剰保全の防止（保全コストの低減）を狙った。また、本システムをグローバルに展開させるために、小規模から大規模まで様々な環境に対して、処理能力とコストの両面で対応できるKYB-IoTプラットフォームの実現を目指した。

#### 4.4.2 システム概要

予知保全を実現するために一般的に多く利用されるのは「振動」データであるが、対象によっては必要なサンプリングレートが10kHzを超える場合があ

る。そのため、当社で従来開発してきたようなPOPICSなどとは桁違いのデータ量が発生する。但し、対象設備によっては、1分に1回程度のサンプリングでも十分な可能性もある。つまり、大量データにも耐えうる構成を持ちながら、少量データの場合では低コストに実現できる仕組みが必要となった。

それを実現するために、パブリッククラウドのAWS (Amazon Web Services) 上に、サーバレスアーキテクチャ<sup>注8)</sup>を全面採用し、弊社独自のKYB-IoTプラットフォームを構築することにした。

図8に開発したシステムの概略図の一部を示す。ごく一部を除き、ほぼ全てをサーバレスのサービスで構築することによって、処理性能もそれに伴うコストも「使った分だけ支払う（従量課金）」仕組みにできるため、規模に見合った対応が可能となる。

注8) サーバを自前で用意せず、AWSなどが管理するマネージドサービスを活用し、処理に必要なリソースを動的に設定してシステムを構築する考え方のこと。

#### 4.4.3 システムの特徴

本システムの代表的な特徴について3つ紹介する。

##### (1)二段階故障判定

1つ目がエッジとクラウドの二段階による故障判定である。これは図8の「1.短期故障判定（前処理）」と「5.長期故障判定（最終判定）」という二段階の判定のことを指す。今回のようにビッグデータ<sup>注9)</sup>を扱うシステムの場合、全てクラウドに送信しているとコストが肥大化してしまう。そこで、エッジ側の「1.短期故障判定（前処理）」によって、収集した瞬間の「短期的」な一次故障判定を行い、クラウドにはその「短期故障判定結果ファイル（1MB未満）」のみ送信する。そして、クラウド側では複数の「短期故障判定結果ファイル」を用いて、最終的に故障かどうかを判定（長期故障判定）する。

なお、短期故障判定もAIのモデルで実施しているが、導入後に機器交換などが発生し設備の状態が変化すると、導入当初のモデルでは性能不足に陥る場合がある。そのため、運用稼働後も頻度を落として定期的に元の生波形データをクラウドに送信する。

注9) 例えば本事例で扱ったある設備では5秒間で40MB程度の波形CSVファイルを出力する。

##### (2)エッジAIモデル展開機能

2つ目がAWS IoT Greengrassを利用した、エッジAIモデル展開機能である。本システムではエッジで動作させる短期故障判定用のAIモデルもクラウド上で学習している。これによって学習済モデルを一元管理しているが、これを手動でエッジコンピュータに展開して利用するというのが、最も単純です

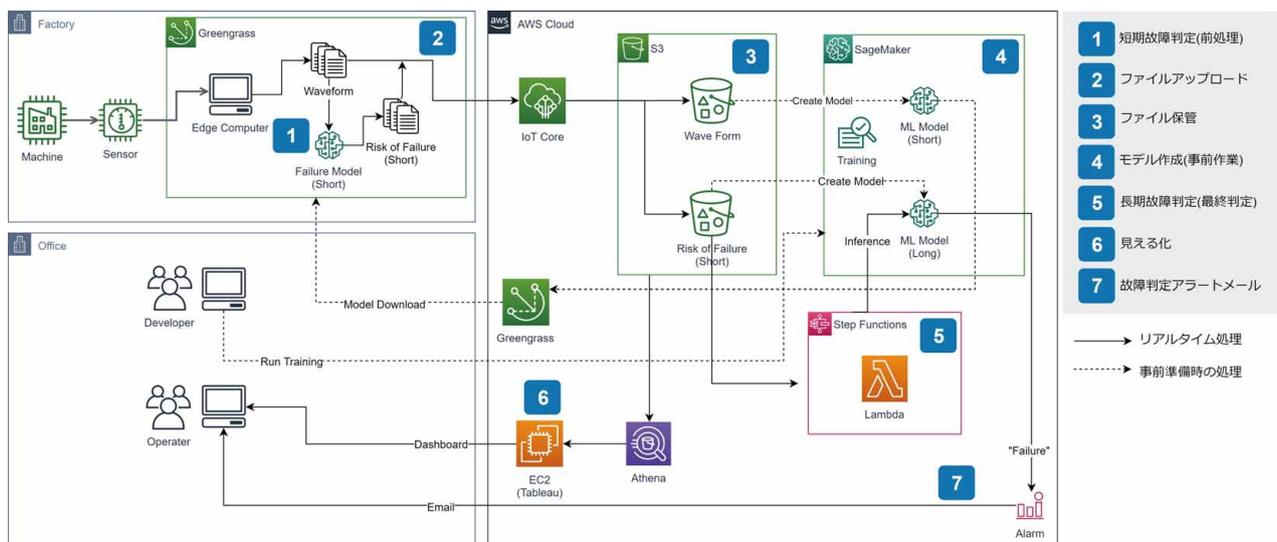


図8 KYB-IoTプラットフォーム概略図（一部）

にできる方法である。しかしながら、前述の通りAIシステムにおいて、導入当初のモデルが永続的に利用できるようなことは基本的にない。そのため、定期的に再学習をして再度展開しなおす必要があり、それを容易に実現できる仕組みが必要である。

本システムでは、そこにGreengrassというサービスを利用した。これを利用すれば、クラウド上でモデルとそれを利用した短期故障判定のプログラムを実装でき、またそれらをセットでクラウド側からエッジコンピュータに展開することが可能となる。

このサービスは、まだ発展途上な部分があり、初期のセッティングや動作要件が複雑といったデメリットもある。また、初期のプラットフォームには高機能すぎるという見方もできる。しかしながら、今後このIoTプラットフォームを全社展開した場合を想定し、運用後のAIモデル展開性の考慮は非常に重要と考え、将来を見越して本機能を採用した。

### (3)高可用性

最後が高可用性、つまり止まらないシステムの実現である。サーバレスアーキテクチャについて、4.4.2の説明では低コストの部分のみ説明したが、同時に高可用性も実現することができている。従来のアーキテクチャでは、物理もしくは仮想サーバを構築し、そこでシステムを動かす。この場合、単一のサーバのみで動かすと、ハードウェア故障やネットワーク障害が発生した際にシステムが止まってしまう。そこで、仮想サーバを複数台用意して冗長化を行うのが一般的であるが、当然コストは増加する。

一方、サーバレスアーキテクチャでは仮想サーバなどを固定するわけではなく、例えばそこで動作するプログラムのソースコードのみを用意する。そして、

実行時に正常な状態の仮想サーバをランダム<sup>注10)</sup>に選択し、プログラムの実行を行う。そのため、サーバが故障してもすぐに他の環境で実行されるため、停止する可能性が圧倒的に低くなる。

実際にこれが実証される出来事があった。2019年8月23日に発生した、AWS東京リージョンの障害のことである。AWSの報告によると<sup>5)</sup>、仮想サーバとそのストレージサービスを中心に、東京リージョン内の一部エリアが約8時間停止した。これによって、オンラインゲームやコード決済サービスなど、多くの企業のサービスが停止したと言われている。一方、KYB-IoTプラットフォームは一切停止することなく正常稼働を続け、高可用性であることが証明された。

但し、本プラットフォームでも条件によっては停止することは十分あり得る。パブリッククラウドを利用した場合でも、止まる前提でシステムを考え、いざ停止した時の対処方法の明確化などを事前に行うことは重要であり、必須である。

注10) 本当の意味でランダムであるかは、構成や利用するサービスの仕様による。

#### 4.4.4 予知保全技術

開発した予知保全技術による故障判定の例を紹介する。昨今のAIブームは、AIという分野の中でもその性能の高さから深層学習が牽引している。しかしながら、一方では「ブラックボックス」、つまり説明性に欠けるという問題点が指摘されている。この点は徐々に改善されているものの、生産工程で利用する際には無視できないデメリットである。そこで、同じ設備に対してより説明性の高い従来型の機械学習<sup>注11)</sup>のアプローチと、深層学習の大きく2パ

ターンにて開発を行い比較することにした。なお、いずれの場合も正常時のデータのみからAIを学習し、故障を判定する方策をとった。

ある設備の故障事例に対して、開発した予知保全技術で判定した結果を方策別にそれぞれ図9～11に示す。図9は、保全担当者と開発者の知見を盛り込んだ従来型の機械学習で判定した結果、図10は深層学習の中でもCNN<sup>注12)</sup>を利用した結果、図11はRNN<sup>注13)</sup>を利用した結果である。いずれも横軸が日付でおよそ5ヶ月分のデータを表示しており、縦軸がAIで出力した故障の危険度を表している<sup>注14)</sup>。また、1本目の赤破線が故障時、2本目の赤破線が主要部品の定期交換時を示している。

図の通り、いずれのAIモデルにおいても、AIモデルが出力した故障危険度に対して最終的に図のような閾値を設定すれば、故障発生の1ヶ月程度前には予知できると言える。但し、この故障に関しては図9の従来型の機械学習を用いた結果が、最も良い結果となった。故障時期に近づくにつれて急激に故障危険度が上昇し、故障直後に行った暫定対策後もある程度高い故障危険度を維持している。そして、定期的部品交換後は一気に安定へと向かっている。図10や11の深層学習の手法に関しても同様の傾向は見られるが、図9ほど顕著ではない。

一方、従来型の機械学習のデメリットとしては、保全担当者と開発者の知見を盛り込んでいるため、汎用性に欠けるといえる点が挙げられる。そのため、対象の設備が変わる度に一から検討が必要であり、展開スピードが遅くなる可能性がある。

このように、世間では深層学習が注目されているものの、従来型の機械学習が有効な場面はある。そして、そもそもAIを使わずに計測データに対して閾値判定するなど、より簡単な手法で対応できるのであれば、それがもっとも良い選択である。よって、引き続き技術革新を進めるものの、AIの活用といった手段が目的とならぬよう、多くの視点での検討が必要である。

注11) サポートベクターマシンなど、近年の深層学習の躍進の前の世代の機械学習のことを、本報では「従来型」と呼ぶ。

注12) Convolutional Neural Networkのこと。主に画像データに対して利用される。

注13) Recurrent Neural Networkのこと。主に時系列データに対して利用される。

注14) 各軸の具体的な数値は非公開としている。

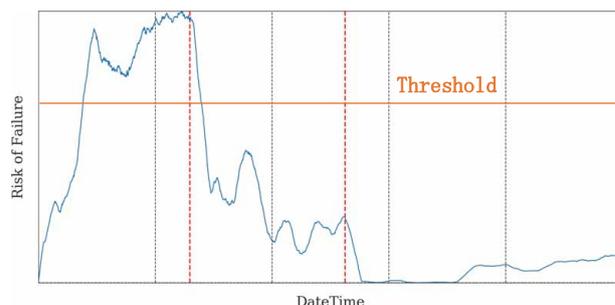


図9 従来型の機械学習による予知保全結果

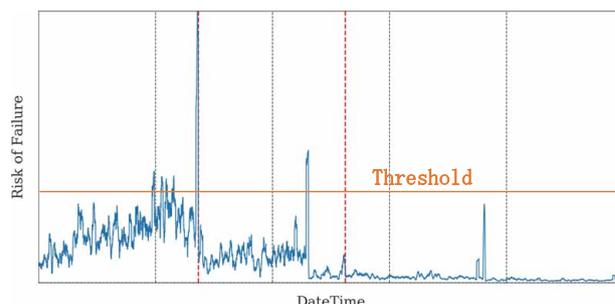


図10 深層学習 (CNN) による予知保全結果

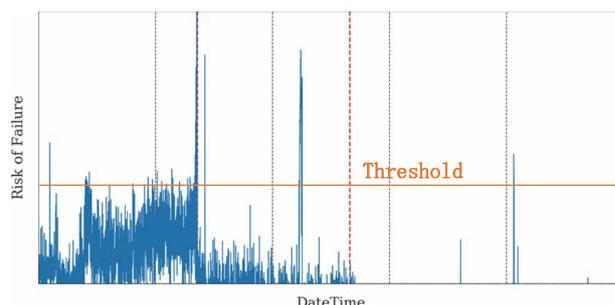


図11 深層学習 (RNN) による予知保全結果

## 5 人財育成の取り組み

あらゆる産業において、AI人財を中心としたDX人財が求められており、人財不足は世界中で深刻化している。日本におけるこの原因の一つは人口減少であるが、それ以外にも日本特有の問題として、ベンダ企業へのIT人財集中化が挙げられる。IT大国である米国とは真逆で、日本ではIT人財の7割以上がベンダ企業に属している。このような状況により、日本のユーザ企業では、ITシステム開発をベンダにアウトソースする比率が極端に多くなり、結果として社内にノウハウや技術力が残らないといった問題が発生しやすい。その結果、昨今の世の中の急激な変化に対して、ユーザ企業が迅速な判断や対応ができない状況が発生している。そのため、近年は多くのユーザ企業において、DX人財の獲得や人財育成を進めている。

本章では、著者が関わった当社における近年のDX人財育成の取り組みと、DX専門組織設立に関し

て紹介する。

### 5.1 データマイニング活動

2016年から全社横断組織として、データマイニング<sup>注15)</sup>の活用を推進するプロジェクト活動を行った。本活動では社内外の講師を迎え、若手を中心に統計やAIなどの基本技術習得のための人財育成を進めた。当社ではデータを活用する文化が十分に備わっているとは言えない状況であったため、本活動ではディープラーニングなどの最先端技術ではなく、まずは統計技術を中心に学び、実践をした。

その結果、いくつかの改善事例<sup>6)</sup>が生まれ、一定の成果が得られた。現在は、本活動は終了となっており、育成した人財が各事業にて各々データマイニングを進めている。

注15) 大量のデータに対し統計学やAIなどデータ解析技術を適用することで、潜在的な傾向や方向性などの有用な知見を獲得する技術のこと。

### 5.2 AI人財育成活動

データマイニング活動に続き、2018年からはディープラーニングなどの最先端のAI技術を有した技術者を育成する、AI人財育成活動を進めている。

具体的な活動内容としては、図12に示すように理論などを学ぶ講義の他に、Python<sup>注16)</sup>を用いて実践的に学べるeラーニング、知識確認のための小テスト、グループディスカッションによってデータ分析を進める集合研修、参加者内のデータ分析コンペティションなどを実施している。また、小テストなどの技術解説だけでなく、実際の業務における課題や悩みごとの共有、AI以外にもPythonを用いた業務効率化の紹介やコード共有などを定期会合や社内チャットツールを通して進めている。

本活動は、従来型の講師と生徒のような縦の関係ではなく、年齢や入社年度など関係なく双方向のコミュニケーションがとりやすい仕組みとなるように考慮した。その結果、チャットツールなどのオープンな場でのやり取りやコード共有も活発化し、良い文化を築くことができつつある。

今後は、より多くのスキルレベルに合わせた研修プログラムを整備し、過去にAI人財育成活動に参加した人財が、次の人財を育てていくという流れをつくり、より広範囲の人財育成を推進していきたい。

注16) 汎用プログラミング言語の一つ。AIの開発におけるデファクトスタンダードの言語となっている。

### 5.3 DX専門組織の設立

前記活動を通してDX人財育成を進めてきたが、以下のような課題があった。

- ①人財の一部は本業との兼務になるなど、本活動を通して得られた能力が十分に活かせない

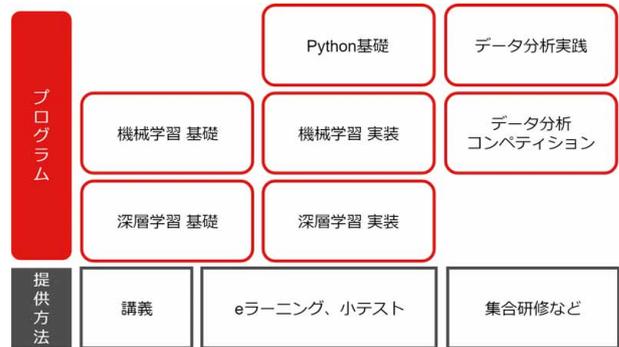


図12 AI人財育成プログラム

- ②AIを実際のプロダクションとして運用する際には、理論や実装能力以外に、開発環境の整備や学習用データおよびハイパーパラメータ<sup>注17)</sup>の管理が必要であるが、個別に実施するのは非効率

- ③部署間での最新技術やコード共有などの、情報共有が不十分

そこで、AI, IoT, クラウドといった近年のデジタル技術を用いて、革新的モノづくりの実現やビジネスモデルの変革を実現するべく、全社横断的に活動するDX推進部を2019年8月に発足した。本組織は本報で紹介している生産技術領域だけでなく、製品や設計の領域を専門とする人財も有していることが特徴的である。

実施業務としては、各事業との共同による開発やコンサルティングのほか、4.4で紹介したKYB-IoTプラットフォームの機能拡充を実施する。特にKYB-IoTプラットフォームは、データ収集の仕組みや開発環境の提供、学習データなどの管理に至るまで全社標準として提供することによって、前記課題②を解決していく。また、直近の案件にとらわれることなく、主体的に新しい技術開発を進め、社内への最新技術情報発信を進めることにより、企業文化や風土の変革も目指す。さらに、DX人財育成プログラム提供や事業部からの社内インターンシップなど、継続的な人財育成も重要なミッションとして取り組んでいる。

現在は、IT人財が中心となっているが、今後はFA(Factory Automation)<sup>注18)</sup>領域やハードウェアに強い人財も集め、DX推進部のみで迅速にPoC<sup>注19)</sup>実施などができるような体制を整えていく計画である。

注17) アルゴリズムによって自動的に学習されないパラメータのこと。開発者が経験や別の最適手法を用いて決定するのが一般的である。

注18) 生産工程の自動化を図るシステムのこと。

注19) Proof of Concept(概念実証)の略で、コンセプト(概念)の実現可能性を検証することを指す。

## 6 今後の展望

今後もDX推進部を中心に製品、生産の両面でデジタル技術を活用し、全社横断組織として社内にデジタル技術を浸透させていく計画である。

また同時に、取り組む分野や視点も広げていきたい。本報で紹介した内容は、いずれも設備や製品に関するデータを活用した事例であったが、現在は人間の情報を取得することによって、人間を支援するようなシステム開発も進めており、今後はモノ・人の両面に注力していきたいと考えている。加えて、製品や設計領域から生産領域まで広く把握できるという部署の特徴を活かし、今まで活用が不十分であった設計×生産の切り口で、全体最適化を進めていく。

さらに、KYB-IoTプラットフォームの構築を重点取り組み事項として位置づけし、常に刷新をし続ける計画である。これによって、各部門がデータの運用管理や分析環境の構築などを意識することなくBIツール<sup>注20)</sup>やAIを利用できるようにし、データドリブな企業文化を築き上げていきたい。

注20) Business Intelligence (ビジネスインテリジェンス) ツールの略。企業内の蓄積された大量のデータを集めて分析し、KPIなどを表示(可視化)させ、迅速な意思決定を助けるためのツールのことである。

## 7 おわりに

本報では、生産技術領域に特化したAI×IoT活用の取り組み事例の一部を紹介したが、これらのデジタル技術の活用は目的ではなく手段の一つである。今後もそのことを常に意識しながら、正しい活用を続けていきたい。

最後に、本報で紹介したシステム開発・導入、人材育成にあたり多大なるご支援、ご協力をいただいた関係部署の方々に、この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

### 参 考 文 献

- 1) 経済産業省情報技術利用促進課：IT人材需給に関する調査(概要)、(2019年4月)。
- 2) 山本：工程管理システムの構築、カヤバ技報第14号、(1997年4月)。
- 3) 西尾、田辺：検査支援システムの開発、KYB技報第42号、(2011年4月)。
- 4) 中西、工藤：ロッドパッキンの外観検査技術の開発、KYB技報第51号、(2015年10月)。
- 5) Amazon Web Services, Inc.：東京リージョン(AP-NORTHEAST-1)で発生したAmazon EC2とAmazon EBSの事象概要、<https://aws.amazon.com/jp/message/56489/>(参照 2019年11月7日)。
- 6) 高松：データマイニングの活用事例、KYB技報第56号、(2018年4月)。

## 著 者



内藤 孝昌

2007年入社。技術本部DX推進部。生産技術研究所を経て現職。AI×IoTを活用したシステム開発に従事。

# 「人工知能，機械学習，深層学習」

「KYBの生産技術領域におけるAI×IoTの取り組み」(p. 9)に記載

KYB技報編集事務局 村山 栄 司

## 1 人工知能 (AI)

現在，世の中に到来している「第三次AIブーム」による産業への影響はとて大きく，身近な例ではスマートフォン・スマート家電・自動車にも人工知能が搭載されています。こうして耳にする機会も多くなってきた「人工知能 (AI)」という言葉ですが，1940年代に研究が始まって以降，未だにその言葉の定義については専門家の間でも一意には定まっておらず，実に様々な捉え方が存在しています (表1)。一般的には「知的な機械，特に，知的なコンピュータプログラムを作る科学と技術」とされています<sup>2)</sup>。

上記の定義がこの技術分野において最も広義を持ち，後述する機械学習および深層学習を内包する概念になります (図1)。

人工知能は，AI研究者の中では2つに大別されています。

1つは「強いAI」と言われるもので，人間のようには心や感性を持ち，幅広い知識と判断能力を基に自身で物事を考えて行動するAIのことを指します。例えば，プログラムされていない想定外の問題が起こったとしても，自身の過去の経験に基づいて物事を総合的に判断して対応することができます。

対してもう1つは「弱いAI」と言われるもので，一見すると人間のような知的な振る舞いをしているAIのことを指します。あたかも自身で物事を判断しているように見えますが，実はすべてプログラム範囲内の対応であり，想定外の問題には対応することができません。現時点で身近な製品やサービスに搭載されているAIはすべてこの弱いAIであり，よくフィクション作品の世界で描かれる，人間のように考えて行動する強いAIは技術的なハードルが高く，未だに実現していません。

表1 専門家による人工知能の定義<sup>1)</sup>

中島 秀之	公立はこだて未来大学 学長	人工的につくられた，知能を持つ実態。あるいはそれをつくろうとすることによって知能自体を研究する分野である
西田 豊明	京都大学大学院 情報学研究科教授	「知能を持つメカ」ないしは「心を持つメカ」である
長尾 真	京都大学名誉教授 前国立国会図書館長	人間の頭脳活動を極限までシミュレートするシステムである
堀 浩一	東京大学大学院 工学系研究科教授	人工的に作る新しい知能の世界である
浅田 稔	大阪大学大学院 工学研究科教授	知能の定義が明確でないので，人工知能を明確に定義できない
山口 高平	慶應義塾大学 理工学部教授	人の知的な振る舞いを模倣・支援・超越するための構成的システム
松尾 豊	東京大学大学院 工学系研究科准教授	人工的につくられた人間のような知能，ないしはそれをつくる技術

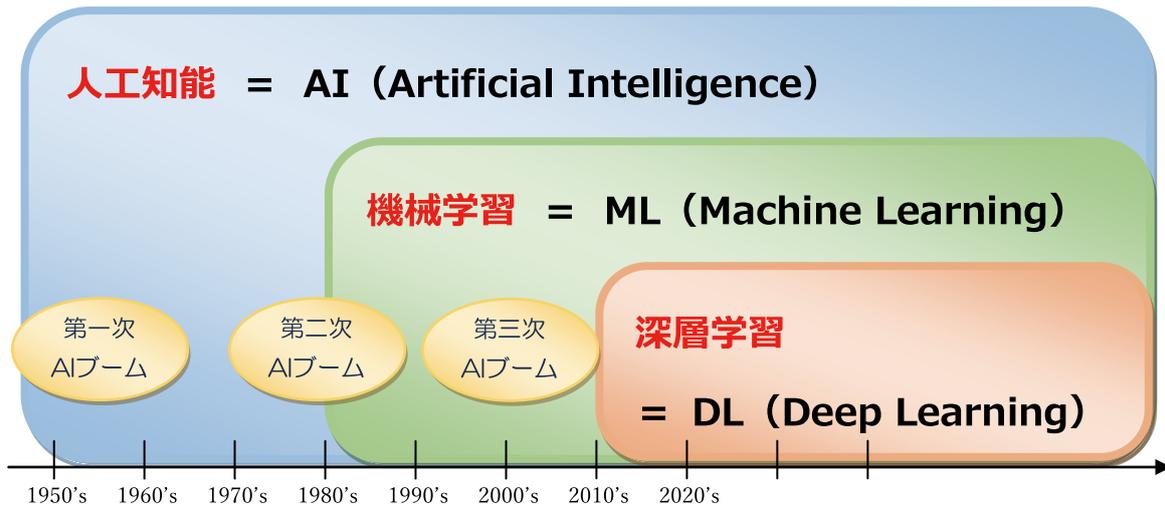


図1 人工知能, 機械学習, 深層学習の関係

2

機械学習 (ML)

機械学習とは、コンピュータに学習能力を持たせて、その処理能力を向上させることによって、「人間のような学習能力や判断能力をコンピュータに持たせるための技術的手法」のことです。

具体的には、まずいくつかのサンプルデータをコンピュータに与えてデータの特徴を学習させます。コンピュータは、その特徴からあるパターンを見つけ出してモデル化します。このモデルは、次に未知のデータを与えられたときに、そのデータの特徴を先に学習したパターンに当てはめることで、そのデータが何であるかを予測することができるようになります。

これらの技術が応用されている身近な例としては、ネットショッピングの閲覧履歴や購買履歴からそのユーザの好みを学習して、そのユーザが興味を持つと思われる商品をおすすめするレコメンデーションシステムや、いわゆる迷惑メールと呼ばれるもののパターンを学習して、同じパターンのメールをはじめくスパムフィルタなどが挙げられます。

3

深層学習 (DL)

機械学習には実に様々な手法がありますが、その中でも深層学習は、人工知能の研究において画期的な成果をもたらした手法であり、第三次AIブームの火付け役とされています。

その根幹をなす構造のモデルとなったのが、人間の脳内にある神経細胞（ニューロン）による信号伝達の仕組みです。その仕組みから着想を得て、脳機能の特性の一部をコンピュータ内に実現しようとしたものがニューラルネットワークと呼ばれるモデルです。このニューラルネットワークを多層に重ねたものがディープニューラルネットワーク（DNN）と呼ばれており、深層学習に用いられるモデルとなります。

このDNNを用いた深層学習が他の機械学習手法と比較して優れている点は、人間では発見できないようなデータの特徴を自動的に見つけ出し、それを用いて学習することで更に高精度なモデルを得ることができる点です。そのため、学習モデルがどのような判断の基に出来上がったのかがブラックボックスとなるので、人間側が理解できないといった特徴があります。このように書くとマイナスに思えますが、人間でも全ての事柄に対して判断理由を明確に説明できるわけではないので、そういった意味で深層学習は「より人間らしい人工知能」を実現するための学習手法と言えるかもしれません。

参考文献

- 1) 「人工知能は人間を超えるか ディープラーニングの先にあるもの」松尾豊著
- 2) 「What's AI/人工知能のFAQ」人工知能学会  
<https://www.ai-gakkai.or.jp/whatsai/Alfaq.html>



# IoT活用による手書きレスシステム構築と 既存ラインの生産性向上

高橋 和 弘

## 1 はじめに

KYBでは中型建設機械に用いる油圧シリンダ(図1)を製造している。2017年中期の受注は定時生産能力を超えており、高負荷の状態では生産していた。

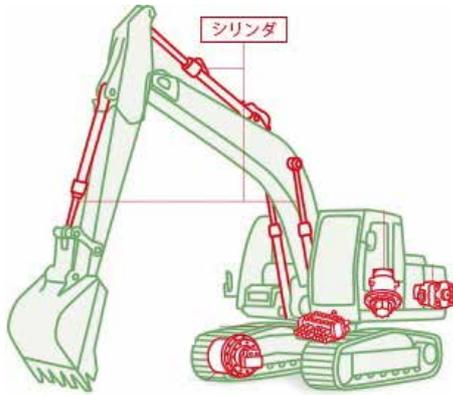


図1 建設機械用油圧シリンダ

更に、新興国の競争が台頭して来たことによって価格競争が激化しており、事業継続のためには製造原価を大きく下げなければならない。

当社中型建機シリンダ生産ラインは、岐阜東工場に組立ラインがあるが、ロッド加工ラインは東工場と南工場それぞれにあるため、分岐合流や物の一次置きが発生している。この内ロッド加工ラインについてはラインの集約と岐阜東工場への移設で整流化し、生産性向上を図る。

また、シリンダ組立ラインにおける問題点の一つとして、生産・品質に関わるデータを作業者が手書きで記録しており、生産性を阻害していた。

生産性向上の方策として、IoTを活用したトレーサビリティの開発を計画し、その第1ステップとして設備データの手書きレスシステム(以下、手書きレス)を構築した。手書きレスには、「検査・計測・段取支援」、「溶接条件・検査結果のデータベース化」が含まれる。

## 2 組立ラインの概要

モデルラインとして組立V5ラインを選定した(図2)。このラインは17台の設備で構成されており、中には15年以上稼働の設備もある。

1番員は加工、溶接(図2赤)、2番員は組立(図2青)、3番員は内蔵部品の組立て(図2緑)、4番員は検査(図2黄)、5番員は塗装(図2ピンク)を担当。

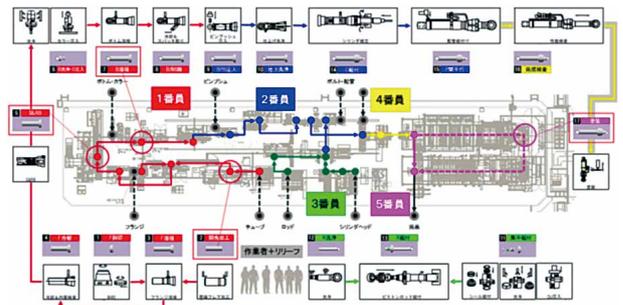


図2 組立V5ライン

トレーサビリティについて、手書きによる記録は9工程65ヶ所で実施(図3)。手書きした紙データはファイリングして事務所に保管し、3年後に書庫へ移動保管している。品質問題が発生した時に過去の生産履歴を紙ベースで遡るには、数時間かかる場合がある。

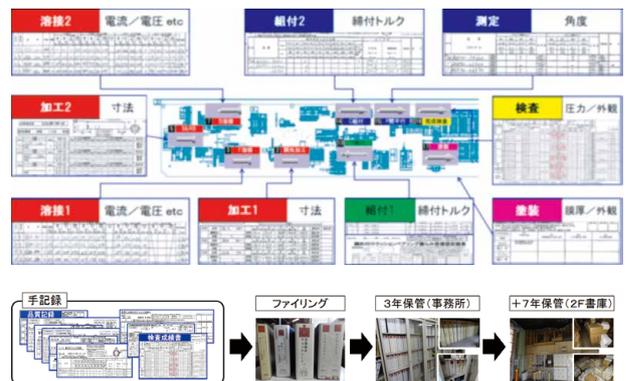


図3 手書きデータ

1番員は加工と溶接の計8工程（図2赤）を担当する。段取り変更時の品番入力、計測記録（図3赤）、ジグ交換の作業時間を積み上げた作業時間の内、品番入力と手書きの計測記録作業が56%を占めているので、ここに着目してシステム構築を行った（図4）。

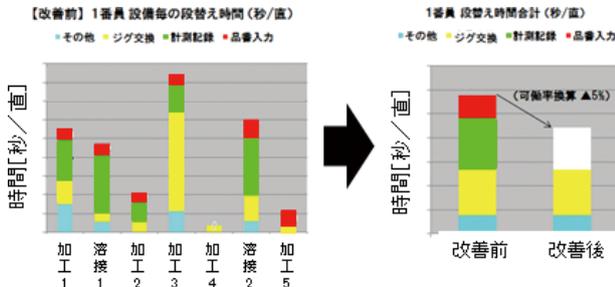


図4 1番員 段替え時間

### 3 目的

生産性向上による製造原価の低減。

### 4 目標

- ①生産性を5%向上。 ※手書きレスのみの効果
  - ②出来高生産性<sup>注1)</sup>  
1.45 (2017年度実績)→2.04本/人・H  
定時生産能力  
108本/日 (2017年度実績)→152本/日  
(140%向上) ※全ての改善を含む効果
- 注1) 出来高(数)/総工数(H・人)

### 5 要件

- ①IoTを活用し、品質・条件・寸法の設備データの手書きを自動化する。
- ②製品品番と製造番号からなる生産履歴情報から溶接、締付けトルク、検査データをデータベース化する。
- ③検査計測・段取り支援として、計測データの無線記録、傾向管理を可能にする。
- ④システムを標準化し、生産性向上に繋がるツールとして活用可能にする。
- ⑤トヨタ生産方式自主研究会（以下、自主研）と連携し、横展開可能な活動とする。

### 6 実施事項

手書きレスを実現するために実施した事項を①～③に、V5ラインネットワークと収集データを図5

に示す。

- ①ライン内設備ネットワークの構築
- ②品番の自動入力
  - ・スマート記録（図5[A]）
  - ・段取りの自動化（図5[A'】）
- ③データ収集
  - ・手作業の測定記録（図5[B]）の電子データ化
  - ・設備からの生産履歴情報収集
  - ・データ収集PLC<sup>注2)</sup>（図5[C]）
  - ・ライン情報管理PC<sup>注3)</sup>（図5[D]）

注2) Programmable Logic Controller

リレー回路の代替装置として開発された制御装置

注3) Personal Computer（パーソナルコンピュータ）



図5 V5ラインネットワークと収集データ

#### 6.1 ライン内設備ネットワークの構築

手書きレスを実現するために情報収集対象設備PLC14台と、データを一括収集するPLC（図5[C]）、ライン情報管理PC（図5[D]）のネットワークを構築した。

#### 6.2 品番の自動入力

[A] スマート記録, [A'] 段取りの自動化（図6）  
先頭工程の設備にラベルプリンタを設置し、作業完了時に品番、シリアルNo.の情報をラベルに印字し、そのラベルをワークに貼り付け次工程へ運ぶ。

次工程では、操作盤横に設置したコードリーダーで生産する品番を自動読込する。これにより作業者が品番入力していた入力時間を削減した。



図6 スマート記録と段取り自動化コードリーダー

### 6.3 データ収集

#### 6.3.1 手作業の測定記録の電子データ化 [B]

従来は1番員の手作業として、加工機において作業者が測定した寸法データを手書きで記録していた。今回は当社の生産技術研究所と共同で開発した検査チェックシステムを採用。寸法測定したデータを無線で転送して合否判定を自動で実施し、データをサーバに保存する(図7)。このシステムは他の部品加工ラインにも適用可能となっている。



図7 検査チェックシステム

#### 6.3.2 設備からの生産履歴情報収集

例として、溶接機の手書きによる記録を図8に示す。従来、品番の各データの照合は人にしかできない。今回は、溶接中に加工条件データを自動で取得することにより、初物/終物の品質記録手書き時間、記録による歩行時間を削減した(図9)。

この加工条件を収集する仕組みは、他の対象設備にも同じ構成で展開してある。

図8 溶接機 手書き加工条件データ



図9 溶接機 操作盤加工条件データ

#### 6.3.3 データ収集PLC [C]

各設備からのデータを集約するデータ収集PLCのデータエリアをリアルタイムデータとトレーサビリティデータエリアに割付け(図10)。

収集したデータや設備の状態(起動/停止, 異常発生, 段取り中品番)を操作盤にて表示可能にした(図11)。

設備毎に自動で収集したデータをデータ収集PLC [C]で集約し、ライン情報管理PC [D]を経由し工場サーバ [E]に保存する。

データ収集PLCの上位にあたる情報管理PCが故障した際は、データ収集PLCで3日間分のデータをバックアップし、PCが正常復帰した時に一括バックアップする機能を持たせている。



図10 データ収集PLCデータマップ



図11 データ収集PLC操作盤表示画面

#### 6.3.4 ライン情報管理PC [D]

サーバに保存されたデータは、DataCollect<sup>注4)</sup>にて生産日、項目、工程毎(図12 ①)に瞬時に検索することを可能とした。

例に上げた溶接機では品番、シリアルNo.毎に生産タイムスタンプ、溶接電流、電圧、ワイヤ送り速度の加工条件を表示する。また、品質データの傾向管理(図12 ②)が可能である。

注4) 生産技術研究所開発のデータ収集ソフト



図12 ライン情報管理PC

## 6.4 生産状況の見える化

### 6.4.1 e-生産管理板の開発（生産性向上ツール）

自主研活動にてラインの稼働状況が正常なのか、異常なのか、どこで遅れているのかが分かるようにするため、生産性向上ツールとしてe-生産管理板を開発した(図13)。番員毎、設備1台に設置し、起動から次の起動までの時間を自動計測する。

設定サイクルタイム（以下CT）以上になると非可働項目を入力する画面が表示され、設定CTより30秒以内で背景が黄色、30秒以上で赤色に変わる(図14)。作業者は遅れた要因を選択することで、非可働時間と項目を集計することができるようになった。そのデータをデータ収集PLCで集約しデータベースに保存。DataCollectにて生産日、番員を選択し検索表示可能となる(図15)。

収集したデータを編集しグラフ化する事で、日々

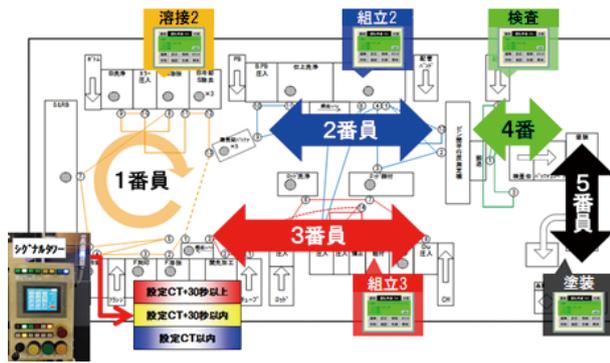
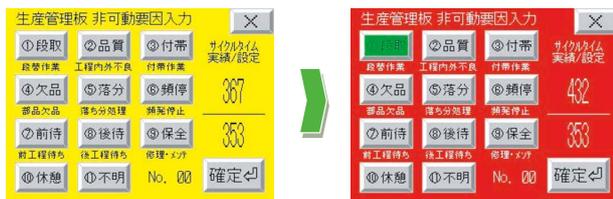


図13 e-生産管理板 構成図



設定CT30秒以内

設定CT30秒以上

図14 e-生産管理板 非可働入力画面

の作業者毎の可動状況と非可働状況が見えるようになった。青が生産時間、黄色が段取り、赤が欠品・異常を示す(図16)。

基準タクトタイムに対し番員毎のCTをリアルタイムに表示(図17)。管理者のPCで閲覧可能である。遅れを番員毎に見える化し、適正なタイミングで挽回できるツールが開発できた。

シリアルNo	品番	生産日時	設定CT (sec)	非可コード	係長 (大池)	G長 (橋本)
0000	B6395-51300	2018/11/22 23:56:10	354	320	3	
0000	B6395-24500	2018/11/22 23:49:14	416	320	1	
0000	B6395-24500	2018/11/22 23:35:46	808	320	1	
0000	B6375-98300	2018/11/22 23:28:27	439	320	3	
0000	B6375-98300	2018/11/22 23:21:58	390	320	1	
0000	B6375-98300	2018/11/22 23:05:36	381	320	10	
0000	B6375-98300	2018/11/22 23:00:30	306	320	0	
0000	B6375-98300	2018/11/22 22:55:04	326	320	0	
0000	B6385-17600	2018/11/22 22:48:01	423	320	1	
0000	B6395-96000	2018/11/22 22:39:33	509	320	1	
0000	B6395-95900	2018/11/22 22:32:02	451	320	1	
0000	B6395-84000	2018/11/22 22:23:54	488	320	1	
0000	B6395-84000	2018/11/22 22:11:54	719	320	1	
0000	B6395-83900	2018/11/22 22:05:29	385	320	1	
0000	B6395-83900	2018/11/22 21:55:42	587	320	1	

図15 番員毎のCT



図16 非可働見える化

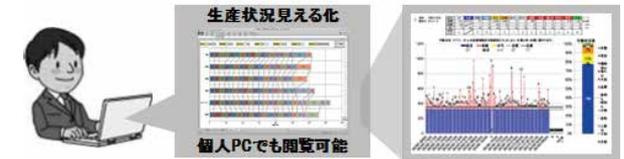
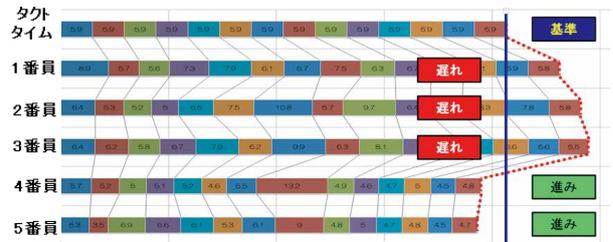


図17 各番員のCT見える化

### 6.4.2 呼出しアンドン（生産性安定化ツール）

各番員のリアルタイムな遅れ、進みを秒単位で表示。リリーフマン（作業補助者）を呼び出すルールを作り、遅れが発生したら何処で何が起きたかを画面で表示し、積層表示灯と音声で知らせる。リリーフマンは2ラインで1名のため無線（腕時計型受信機）での呼出しシステムを構築した(図18)。これ

によりリリースマン対応の最適化と、入る原因を深掘りし、次の改善に繋げる。



図18 呼出しアンドン

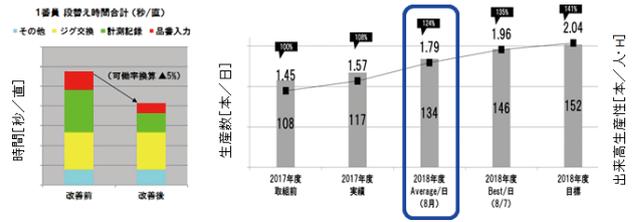


図19 成果

## 7 成果

- ①手書きレスによる段取り改善で生産性5%向上を達成。
- ②出来高生産性2017年度1.45に対し実績1.79本/人・H (目標2.04) (図19)

## 9 おわりに

手書きレス、自主研活動にご協力いただきました社内外関係者各位に、この場をお借りしてお礼を申し上げます。

## 著者



高橋 和弘

1990年入社。ハイドロリックコンポーネンツ事業本部岐阜南工場生産技術部生産技術課。主に生産設備の制御設計及び改善業務に従事。

# 画像センシングによる安全支援機器

長谷部 敦 俊

## 1 はじめに

近年、あらゆる業界において人口減少に伴う労働力不足が叫ばれており、物流業界でもドライバ不足や荷役作業員不足が深刻な問題となっている。この問題に対応するため、物流機器メーカーなどは荷役作業車両（フォークリフトなど）の安全性向上や自動化・無人化に取り組んでいる。これらの流れは自動車業界における安全支援から自動運転への発展とよく似ており、物流業界においても同様の道筋を辿ると推察される。KYBでも自動車向けの画像センシングによる安全支援技術として「車線逸脱警報装置<sup>1)</sup>」をはじめとして様々な開発を進めてきたが、これらの技術を物流機器用の安全支援へ応用することで新たな市場開拓へつなげると考え、開発をスタートさせた。

本報では荷役作業車両への搭載評価が可能であり、かつ車線逸脱警報装置で開発した線分検出技術や深層学習など種々の技術を盛り込んだ安全支援機器の原理試作（以下、本開発）結果について紹介する。

## 2 開発コンセプト

本開発を行うにあたり、開発指針となるコンセプトを検討した。検討結果を以下に示す。

- ①別体型カメラを複数台接続
  - 複数方向を同時に撮影し、カメラ毎に機能を分けることを可能にする
- ②既存車両への後付け（単独動作）
  - エッジ（端末）で処理を完結させる
  - 軽量でコンパクトな本体にする
- ③防塵防水仕様
  - 屋内外問わず使用可能にする
- ④複数機能のリアルタイム同時実行
  - 検出から警報までを瞬時に行う

## 3 搭載機能

本開発では、「安全支援」と「作業性向上」の二つのキーワードのもとに三つの機能を搭載することとした。搭載機能の詳細を以下に述べる。

### 3.1 進路上の線分検出&警報機能

この機能は車線認識技術のベースとなる道路区分線検出技術を応用したものであり、進行方向上への区分線ではなく、進行方向に対して垂直にのびる線（停止線を想定）を検出する。その後、検出した線の位置をもとに距離を算出し、停止せずに踏み越える可能性がある場合に運転者に対して警報を発令するものである。写真1に線分検出機能の動作イメージを示す。検出可能な線の種類としては一般的な白線の他に青、赤、緑、黄といった有色線の検出も行えるようにした。これにより、検出した線の色に応じて警報処理や支援方法を変えるといったことを可能とした。

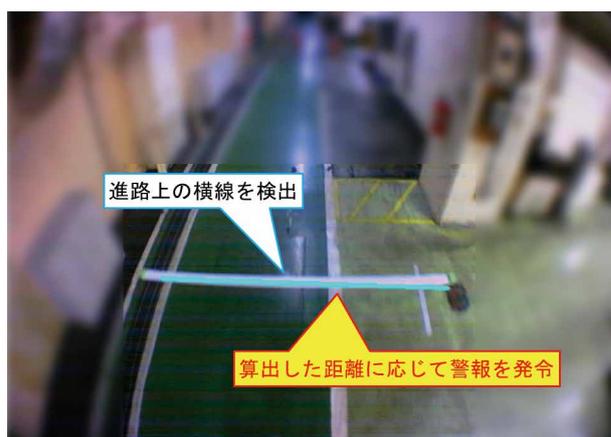


写真1 線分検出機能イメージ

### 3.2 進路上の人検出&警報機能

この機能は画像データからの物体検出技術として近年高度な検出精度を達成している「深層学習」を用いて進行方向上の歩行者及び作業員を検出し、自車両と衝突する可能性がある場合に運転者に対して

警報を発令するものである。写真2に人検出機能の動作イメージを示す。深層学習を用いることにより、捉えた画像に映っている人の姿勢や向き、部位（上半身／左右半身）などに依存しないロバストな検出を行うことを可能とした。



写真2 人検出機能イメージ

### 3.3 荷物情報読取機能

この機能は従来専用のリーダーで読み取っていた荷物情報（バーコード／二次元コード）をカメラによって読み取ることで、運転者が車両を降りることなく荷役作業を行うことを目指したものである。これにより荷役作業の効率化に貢献する。写真3に荷物情報読取機能の動作イメージを示す。

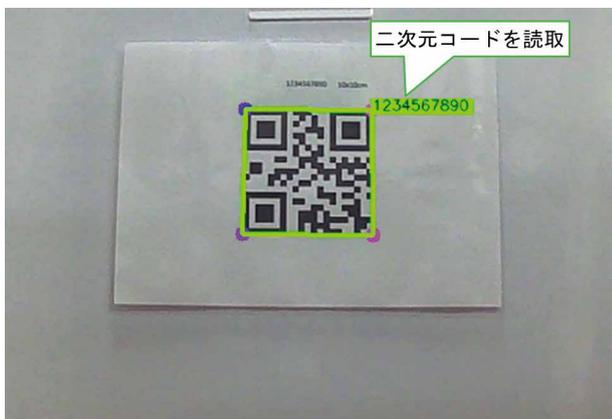


写真3 荷物情報読取機能イメージ

## 4 深層学習による人検出技術

### 4.1 深層学習について

深層学習とは近年発展がめざましいAI関連技術の一つで、ニューラルネットワークと呼ばれる脳神経細胞の構造を模したアルゴリズムにより対象の特徴を捉えるしくみであり、画像認識や音声認識、文章解析などの分野において一部では人間の認識性能を超えるまでに至っている。本報で紹介する深層学

習は特に画像認識に特化したものであり、後述する畳み込みニューラルネットワークによって認識対象の特徴を自動的に学習するものである。深層学習における実施ステップは、大きく「学習」と「推論」に分けられる（図1）。

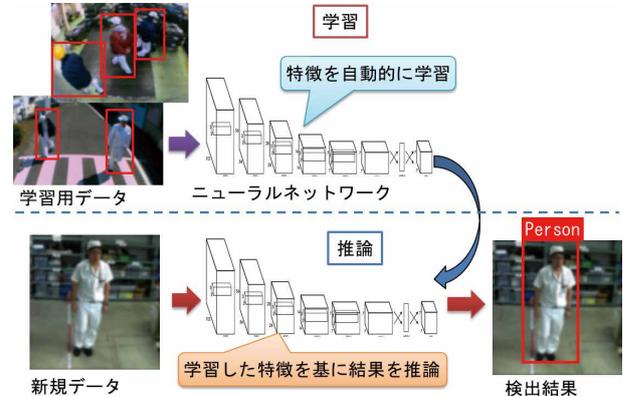


図1 深層学習における学習と推論

### 4.2 畳み込みニューラルネットワーク

畳み込みニューラルネットワークとは畳み込み演算を取り入れたニューラルネットワークのことであり、画像を扱うタスクにおいて用いられることが多い。畳み込み演算とは図2に示すように、画像を構成する画素に対して任意のサイズのフィルタを掛けることで新たな値を取得するものであり、畳み込みニューラルネットワークではこれを複数回行うことによって元の画像を特徴量に変換して学習を行う。畳み込み演算の代表例としてはソーベルフィルタに代表されるエッジ抽出処理が挙げられる（図3）。

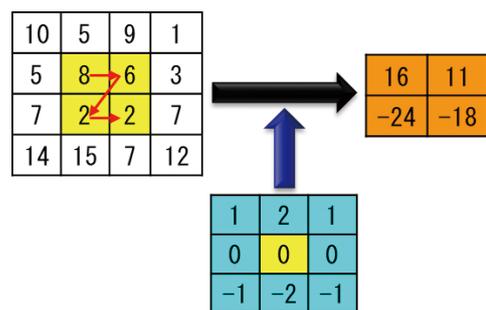


図2 画像認識における畳み込み演算例

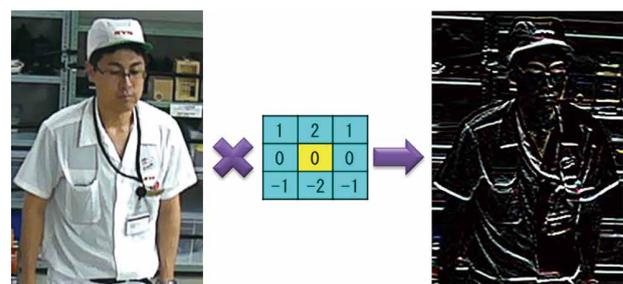


図3 ソーベルフィルタによるエッジ抽出処理例

### 4.3 DarkNetとYOLO

深層学習を用いた画像認識処理をリアルタイムで実現するためには物体の検出と認識を同時に実行する必要がある。本開発ではワシントン大学のJoseph Redmon氏によって開発されたニューラルネットワーク構造及び深層学習フレームワークである「DarkNet」と物体検出アルゴリズム「YOLO (You Only Look Once)」<sup>2)</sup>を採用した。YOLOの特徴は一度の処理で全ての物体を検出できることであり、一画像に対して複数回の処理を実行する他の検出手法と比較すると処理が非常に高速である。YOLOは2016年の登場以降、複数回のアップデートがなされており、検出精度と処理速度が向上している。本開発においては最新版であるv3 (Version3) の軽量版である「YOLOv3-tiny」を採用した。「tiny」はネットワークの層数を減らすことで、検出精度を犠牲にする代わりに高速化を実現したもので、本開発で目指す組み込み機器でのリアルタイム検出処理を実現するための手段として適していると判断した。加えてDarkNet及びYOLOは全てC言語で実装されているため、本開発のような組み込み機器に取り込みやすいという点も採用理由の一つとなっている。

## 5 原理試作機

写真4に製作した原理試作機の外観を、表1に主な仕様を示す。サイズはB5サイズ程度の面積に処理ボード、DC-DCコンバータ、警報用ブザーなどを取めた。今回は原理試作のため、メインの処理基盤には市販の画像処理ボードを採用したが、今後はカスタムボードの開発により、更に軽量かつコンパクトにしていく予定である。

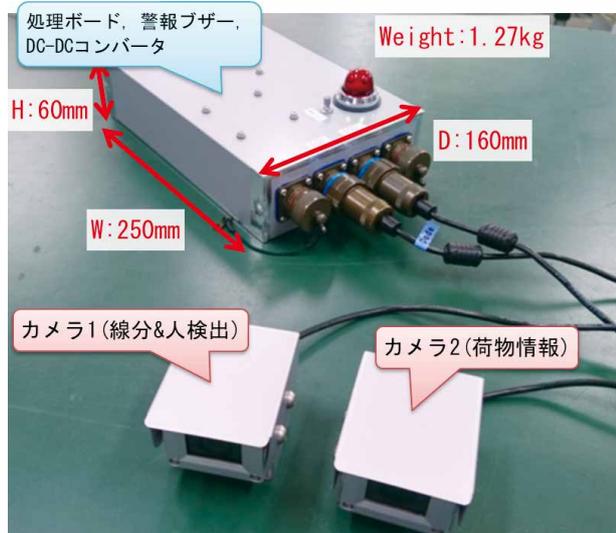


写真4 原理試作機外観

表1 原理試作機仕様一覧

項目	仕様
カメラ数	最大2台 (ケーブル長: 最大5m)
搭載機能	線分検出&警報, 人検出&警報, 二次元コード読取
危険度判定	距離に基づく二段階判定
警報	ブザー音とライト点滅
映像出力	HDMI
外部I/F	GPIO, USB2.0
動作環境	電源: DC24/48V (18~75V) 消費電力: 最大20W 動作温度: -20~45℃
外形寸法	W250×D160×H60mm (突起部除く)
重量	1.27kg (カメラ含まず)
その他機能	自動シャットダウン機能 (イグニッション信号連動)

### 5.1 画像処理ボード

本開発では深層学習を用いるにあたり、通常の組み込み機器よりも高性能な処理プロセッサを採用する必要があった。一般的に組み込み向けの画像処理及び深層学習処理には専用チップやFPGA<sup>注1)</sup>が用いられることが多いが、今回は原理試作としてアルゴリズムの検討を行うために、ソフトウェアのみで高速処理が実現できる組み込みGPU<sup>注2)</sup>であるNVIDIA社のJetson TX2モジュールを採用した(写真5)。



写真5 Jetson TX2モジュール

### 5.2 組み込みGPUモジュール

一般的に高精度な深層学習をリアルタイムで実行する環境としては、サーバやワークステーションなどの高性能なマシンにGPUグラフィックボード(写真6)を搭載して実行することが多い。この構成は主にデータをクラウドに送信し、クラウド上で演算処理を行う方式で用いられるが、コストもさること

ながらサイズや消費電力、発熱量なども膨大になる。本開発では既存車両への後付け可能なことをコンセプトとしているため、ドローンへの採用実績もある組み込みGPUモジュールを選択した。表2に組み込みGPUモジュールとGPUグラフィックボードの対比を示す。結果として当初検討したコンセプトを満足する試作機の開発が行うことができた。



写真6 GPUグラフィックボード  
(例：NVIDIA QUADRO RTX4000)

表2 GPU比較

項目	組み込みGPU (Jetson TX2)	GPUボード (RTX4000)
サイズ [mm]	50×87	241×111 (×18)
消費電力 [W]	7.5	160
コア数	256	2,304
処理性能 [TFLOPS <sup>注3)</sup> ]	1.3	7.1
コスト [\$]	249	1,300

注1) Field Programmable Gate Array (構成を書き換え可能なロジック集積回路) のこと。

注2) Graphics Processing Unit (主に画像処理を目的とした並列分散処理プロセッサ) のこと。

注3) Tera Floating-point Operations Per Second (毎秒1兆回の浮動小数点演算が行えることを表す単位) のこと。

## 6 おわりに

本開発では深層学習を取り入れつつ、三つの検出機能をリアルタイムで同時に実行可能な原理試作機を製作した。検出精度の面ではまだまだ課題もあるが、今後フィールドテストやユーザ評価などで完成度を高めていきたい。搭載機能についてもユーザごとにニーズが異なるため、現場の困りごとや課題を積極的に拾い集めて、魅力的な製品に仕上げていく予定である。

今回は物流機器をターゲットとして開発を行ったが、画像によるセンシング技術は応用性が高いため、今後は建設機械や農業機械の安全支援、各種状態監視といった幅広い分野への展開を検討していく。

### 参考文献

- 1) 長谷部, 原: 安全運転支援技術の開発. KYB技報第52号, (2016年4月)
- 2) Redmon, Joseph., Farhadi, Ali., YOLOv3: An Incremental Improvement (2018)

## 著者



長谷部 敦俊

2009年入社。技術本部基盤技術研究所情報技術研究室。主に画像センシング技術開発に従事。

## 状態監視システム

## Condition Monitoring System

吉田尚弘・亀田幸則・原靖彦  
YOSHIDA Takahiro・KAMEDA Yukinori・HARA Yasuhiko

## 要 旨

近年、様々な業界で、設備や構造物のメンテナンスが重大な課題となっており、安全性を低下させることなく、膨大なメンテナンス経費の削減が必要となっている。一般的に定期点検で設備の不具合発生を未然に防ぐ予防保全と、不具合が発生した後に補修や修理をする事後保全の二通りのメンテナンスが実施されているが、IoT/ビッグデータの活用によるメンテナンスのスマート化が注目されている。スマートメンテナンスでは、センサネットワークで設備の状態を監視し、必要に応じてメンテナンスを実施する予知保全が導入されている。予知保全では、データを高頻度で取得可能であるため、設備の劣化傾向などを予防保全よりも早期に把握できる。

油圧機器に着目した場合、トラブルの約6割は作動油の酸化や汚損といった劣化が原因と言われており、油の状態変化をリアルタイムに検出することで、定期的な採油による性状分析を必要とせず、油圧機器の異常を事前に検知できる可能性がある。

機器の寿命や故障予測を行うためには、フィールドデータを継続的に収集、蓄積し、分析モデルを構築していく必要がある。生産設備の予知保全、寿命予測といった故障診断による新規ビジネス創出を目指し、開発したワイヤレス通信端末と油状態センサを適用してフィールドデータ収集が可能な状態監視システムを構築した。

## Abstract

In recent years, maintenance of equipment and structures has become a serious issue in various industries, and there is a need to reduce enormous maintenance costs without degrading safety. In general, two types of maintenance are performed: preventive maintenance to proactively prevent equipment failures through regular inspection, and post-maintenance to carry out repairs after a failure occurs. The approach of achieving smarter maintenance by using IoT and big data is currently garnering attention. Smart maintenance employs predictive maintenance in which the condition of equipment is monitored by a sensor network and maintenance is performed when necessary. In predictive maintenance, data can be acquired at high frequency, so the deterioration trends of equipment can be ascertained earlier than with preventive maintenance.

About 60% of troubles with hydraulic equipment are said to be caused by deterioration such as oxidation or fouling of hydraulic oil. By detecting changes in the condition of oil in real time, there is a possibility that abnormalities in hydraulic equipment can be detected in advance, without the need for periodic oil collection and property analysis.

In order to predict the service life and failure of equipment, it is necessary to continuously collect and accumulate field data, and build an analysis model. KYB has developed a condition monitoring system enabling collection of field data by using wireless communication terminals and oil condition sensors, which were developed with the aim of creating new businesses based on failure diagnosis, such as predictive maintenance and service life prediction of production equipment.

## 1 緒言

モノとインターネットの融合により新たな付加価値を創造するIoT（Internet of Things）への注目が高まり、製品の付加価値向上の動きが進んでいる。

特にデジタル時代は、つながることで業界の境目がなくなってくるため、その領域は他の業界から次々に参入してくる可能性があり、隣接市場や融合する業界・商材を意識した視点が重要と言われている。また近年、様々な業界で、設備や構造物のメンテナンスが重大な課題となっており、安全性を低下させることなく、膨大なメンテナンス経費の削減が必要となっている。

一般的に定期点検で設備の不具合発生を未然に防ぐ予防保全と、不具合が発生した後に補修や修理をする事後保全の二通りのメンテナンスが実施されているが、IoT/ビッグデータの活用によるメンテナンスのスマート化が注目されている。スマートメンテナンスでは、センサネットワークで設備の状態を監視し、必要に応じてメンテナンスを実施する予知保全が導入され、データを高頻度で取得するため、設備の劣化傾向などを予防保全よりも早期に把握できる。また、劣化が顕著な部分をいち早く交換したり、劣化や故障がみられない部分は交換周期を延伸することができるため、メンテナンスの質を下げずに負荷を減らせる可能性がある<sup>1)</sup>。

一般的な油圧機器のトラブル原因の約6割は作動油の劣化が原因であり、作動油の状態変化をオンラインで把握することで、故障の未然防止、ダウンタイム削減が期待できる<sup>2)</sup>。設備の経年劣化と障害の関係を表すP-Fカーブを図1に示す。曲線上のP点は、設備の劣化や変化を初めて検出できるポイントで、F点は設備やシステムの障害が発生するポイントである。P点とF点の間が予期せぬイベントを回避するチャンスであり、検出するタイミングが早いほど、障害を修正できる期間が長くなる。従来の巡回点検ではデータの品質及び継続性の問題により劣化予測モデル構築が困難であり、状態監視では劣化や変化を検出可能な適切なデータ収集頻度を考慮する必要がある。従来からの作業員による採油/油分析に対し、油状態センサを用いたリアルタイムの監視を行うことで、P点をより手前にするのが期待できる。また、振動センサなどとの組合せにより、機器の状態を内部から詳細に把握することが可能となる。

機器の寿命や故障予測を行うためには、フィールドデータを継続的に収集、蓄積し、分析モデルを構築していく必要があるが、将来、メンテナンスやサービス分野に展開していくためには、状態監視システムを対象設備に展開し、分析、予測のノウハウを蓄

積する必要がある。各種センサを適用した状態監視システムを社内へ広く展開するため、開発したワイヤレス通信端末と油状態センサを適用してフィールドデータ収集が可能な状態監視システムを構築した。

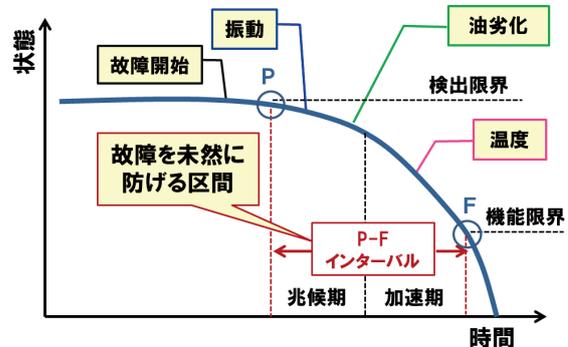


図1 P-Fカーブ

## 2 状態監視システム

### 2.1 状態監視システムの課題

寿命予測と故障診断による新規ビジネス創出が最終ゴールであるが、収集したデータから価値を生み出せるか、という命題に対し、実現方法とその効果が予測困難なため、データ収集・蓄積・活用における事前の要件定義が難しいという、IoTの活用における本質的な課題がある。機器のどんな種類の状態を分析すれば故障や余寿命予測につながるか、どんなデータ分析の手法が有効かは、事前に明確な仕様を決めることが難しいため、データ収集可能なプロトタイプを開発し、概念実証（PoC：Proof of Concept）のステップで、実現性と有効性の確認を行っていく必要がある。また、開発初期から大規模なシステムを構築しようとする、システム開発に多額の初期投資がかかるため、小規模なIoTシステム構築によるスモールスタートで、導入効果を確認しながら進める必要がある。

### 2.2 システム概要

本システムは、油圧機器や設備、試験機等に設置され、近距離ワイヤレス通信にて各種センサデータを収集する機能を有する。機器の寿命や故障を予測する分析モデルの構築につなげるため、フィールドデータを継続して収集、蓄積する必要がある。ワイヤレス通信のメリットである設置の柔軟性を活かし、実現性と有効性をスモールスタートで検証できるように、インターネットや3G回線などは使用しない、図2のような構成とした。ワイヤレス通信端末に接続された各種センサにて、対象機器の状態（振動、温度、油状態など）を検出する。検出した信号は、ワイヤレスセンサネットワークによりIoT-Gateway

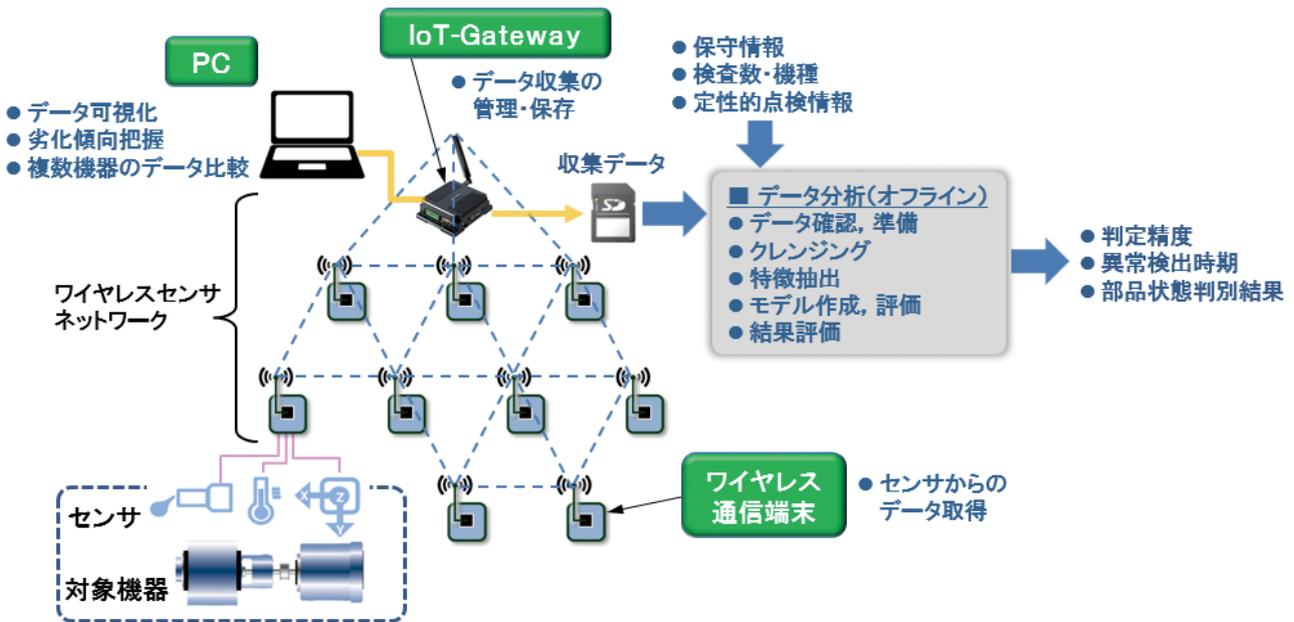


図2 状態監視システム構成

に集約される。有線LANで接続されたPCで収集したデータをグラフ等で見える化し、各データの経時変化、正常状態の把握、複数機器のデータ比較、劣化の傾向分析などが可能である。

## 2.3 ワイヤレス通信端末

### 2.3.1 無線モジュール

無線通信では空間に放射した電磁波を利用するため、有線通信にはない特別な課題を有する。特に通信の信頼性に直接関連する課題としては、次の3つが挙げられる。

- (1)距離の2乗に比例した信号強度の減衰
- (2)送信電磁波の反射による干渉
- (3)他の無線通信や電磁波ノイズによる妨害

また、実際の運用時の課題としては、長期通信安定性やセンサを含めた動作安定性、センサと通信の安定動作に関わる消費電力、セキュリティなどが挙げられる。工場などの金属配管や装置に囲まれた見通しが利かないエリアでは、無線通信経路上に障害物があるため通信品質の悪化が懸念され、マルチパスフェージング<sup>注1)</sup>は環境内の各物体の位置と性質に左右されるため、実際の環境では予測が不可能である。さらに、無線LANなどの別ネットワークとの干渉、ドア開閉やトラック、フォークリフト、作業員などの工場内移動体の影響も考えられる。システム運用開始時に通信できない等のトラブルを予防するためには、システムの設計・構築時に、実環境下での通信環境評価、確認を行うことが重要となる。

無線モジュールを選定するにあたり、周波数帯域の異なる複数のモジュールについて、実環境での各種性能比較評価を行い、産業用ワイヤレスセンサ

ネットワークに必要な接続信頼性、長期電池駆動、長期安定性、セキュリティ、設置の容易さの5つの特性を満足する方式であるIEEE 802.15.4e規格準拠のSmartMesh IP<sup>TM注2)</sup>(アナログ・デバイセズ社)を採用した。特長としては、99.999%以上の通信データ信頼性と、業界最高レベルの超低消費電力であり、これらを実現するため、TSCH(Time Slotted Channel Hopping)という時刻同期のメッシュ型ネットワーク技術を適用している点である。周波数(チャネル)、時間、空間(送信先)の3つの冗長性を利用することで、マルチパスフェージングの影響が懸念される環境でも通信の信頼性を高めることができる方式であり、産業用の状態監視においては、例えばEmerson社の無線フィールド機器では、35億デバイス時間以上の累計稼働実績がある通信方式である<sup>3),4)</sup>。

注1) 様々な経路で受信点に到達した電波が互いに干渉し、電波の受信レベルの強弱に影響を与える現象のこと。

注2) SmartMesh IPはアナログ・デバイセズ社の商標です。

### 2.3.2 ワイヤレス通信端末本体

ワイヤレス通信端末の外観を写真1に示す。屋外への設置、油飛散や粉塵等が懸念される環境での使用を想定し、保護等級IP66を満足する筐体構造とした。本体は設置、移設を容易にするため、背面のマグネットで固定できる方法をとっているが、ねじ又はベルトでの固定にも対応できる構造とした。主な仕様を表1に示す。

### 2.3.3 電池、電源回路

電源電圧は2.2~3.7Vで動作可能としているため、プラントの無線機器で実績のある塩化チオニルリチウム電池(公称電圧:3.6V)も使用可能であるが、



写真1 ワイヤレス通信端末

表1 ワイヤレス通信端末の主な仕様

項目	主な仕様
無線通信方式	SmartMesh IP™ (アナログ・デバイスズ) 通信周波数：2.4GHz、通信速度：250kbps 接続端末数：100台 (max)
センサ入力	アナログ：2ch、デジタル：2ch (SPI, I <sup>2</sup> C) 油状態センサ接続時はCAN→SPI変換
測定データ	加速度実効値、温度、油状態値 基板上加速度、基板上温度、電池電圧
データ送信間隔	15分 (1分～24時間で設定可能)
本体構造	保護等級IP66
電源電圧	DC3.0V (DC2.2～3.7V) 二酸化マンガリチウム電池
動作温度	-30～85℃
外形寸法、質量	W68×D92×H42mm、本体：約230g

原理試作時に評価した低温特性に優れる二酸化マンガリチウム電池 (公称電圧：3.0V) を標準搭載とした。電池容量は7,500mAh (2,500mAh×3cell) で、データ送信間隔15分のとき、電池寿命は5年以上を目標とした。

低温時の電池電圧低下やセンサ供給電源電圧の確保のため、電池からの電圧を昇降圧DC/DCコンバータで昇圧し、3.3Vを生成して後段の回路に供給している。センサへの供給電源やインタフェース部は必要な時だけ電源供給できるように、負荷スイッチにてオン、オフ制御する。また、電池電圧を抵抗分圧して電圧監視する部分にも負荷スイッチを用いて、必要な時だけ電圧をモニタするようにし、低消費電流化を図った。消費電流が小さい振動センサや温度センサを接続する場合は電池駆動とし、油状態センサなどの消費電流が大きいセンサの信号を入力する場合は、外部電源よりセンサ及び通信端末に電源を供給する。

## 2.4 油状態センサ

油圧機器などで使われる作動油は、時間基準や性

状分析での劣化管理を行っており、定期的な作動油の交換や採油が必要となっている。また、油圧機器のトラブルの約6割は作動油の酸化や汚損といった劣化が原因と言われている。このようなことから、油の状態変化をリアルタイムに検出することで、定期的な採油による性状分析が不要となり、更に作動油の交換サイクルの最適化が可能となると考えられる。また、油の劣化のみならず油圧機器の異常を検知できると考え、油状態センサの開発に着手した。

### 2.4.1 検出パラメータ

一般的に作動油の性状分析は、専門の分析機関にて行われており、ユーザーは油圧機器より採油し性状分析を依頼する。分析機関では作動油の性状分析項目として、酸化劣化の指標である全酸価や、汚損に関連する汚染度、金属元素、水分といった項目の分析を行う。これら項目と油状態センサで検出する電気的パラメータとの関係性を調査すると、図3のようになり、各分析項目と比誘電率及び導電率との間に関係性があることが分かっている。このことから、比誘電率と導電率を検出することで油の状態変化を推定できると考え、油状態センサの検出パラメータとして比誘電率と導電率を採用している。

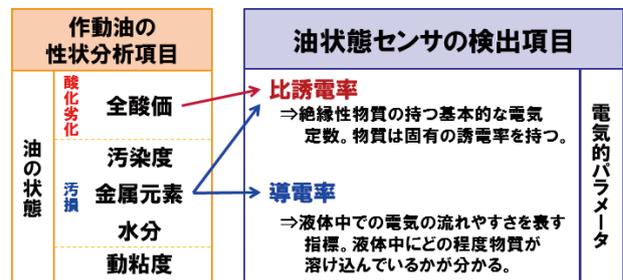


図3 作動油分析項目とセンサ検出項目との関係

### 2.4.2 検出原理

油状態センサの比誘電率と導電率の検出原理を図4に示す。油に浸漬した電極に電圧を印加して、この応答から測定対象である作動油の静電容量と抵抗値を検出する。検出された静電容量と抵抗値から、測定対象である作動油の比誘電率と導電率を算出する。また、比誘電率と導電率は温度依存性があるため、油温と事前に作動油の温度特性を測定して作成した補正マップを用いて温度補正を行い、40℃相当の値に補正した比誘電率と導電率を出力する。

### 2.4.3 電極構造、検出回路構成

油状態センサの検出値である比誘電率と導電率を検出する電極形状は小型かつ高感度を実現するため、内側電極と外側電極の2つの円筒電極を同軸上に配置する同軸円筒電極形状を採用した。電極形状の検

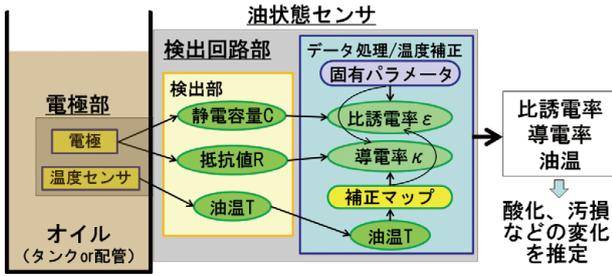


図4 原理試作センサの検出原理 模式図



写真2 油状態センサ

討においては、電界解析を活用して電極のサイズ、形状の最適化を図った（図5）。内側電極と外側電極の間に油を導くことで、油の静電容量と抵抗値の測定を実現する構造となっている。また、内側電極と外側電極は樹脂製の電極ガイド部品で固定されており、内側電極と外側電極の位置固定及び絶縁性の確保を行っている。微弱な電気信号を扱うため、電極の外側に電極カバーを設け、外来ノイズなどへの対策を行っている。検出回路部に関しては、静電容量の検出に汎用の静電容量検出ICを用いて、回路の簡略化及び低コスト化を図った。抵抗値の検出はオペアンプ等を組合せ電極部に流れる微小電流を検出することにより実現した。静電容量と抵抗値の検出結果をマイコンで演算処理し、比誘電率、導電率、油温を出力する回路構成とした。

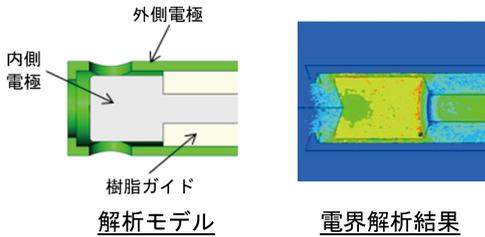


図5 解析例

#### 2.4.4 仕様

油状態センサの主な仕様を表2、外観を写真2に示す。サイズは検出部を含みφ42×87mmであり、油圧機器への取り付けを考慮して小型化を図っている。また、電源電圧はDC9～32V、センサ出力としてCANを採用し、建設機械などへの搭載も考慮した仕様となっている。

表2 油状態センサの主な仕様

項目	開発センサ仕様
検出項目	比誘電率, 導電率, 油温
サイズ	φ42×87mm (コネクタ部除く)
電源電圧	DC9～32V
センサ出力	CAN
動作温度範囲	-20～100℃
耐圧性	1.0MPa以下

#### 2.4.5 検出例

開発した油状態センサで実際の作動油を測定した結果として、検出値である比誘電率と分析機関での性状分析結果である全酸価との関係を図6に示す。また、検出値である導電率と分析機関での性状分析結果である水分量との関係を図7に示す。センサ検出値である比誘電率と導電率にて、油の酸化劣化や水分量の傾向を推定できると考えられる。

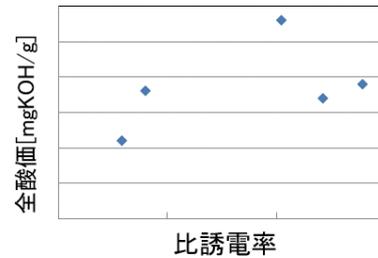


図6 比誘電率と全酸価の関係

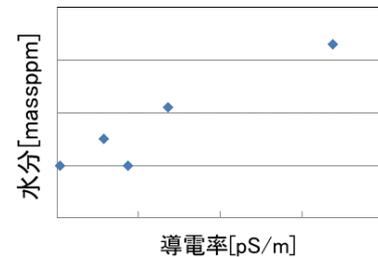


図7 導電率と水分量の関係

### 3 データ収集・分析

#### 3.1 フィールドデータ収集

対象機器の状態量の変化を定量的に把握することから始める必要があるため、開発したセンサやワイヤレス通信端末を工場内の生産設備や実験部門の耐久試験機等に設置し、データの収集と可視化を行っている。異常を見つけるための測定に多大な労力をかけているのは定着化が進まないため、まずベストコンディションで運転されていない機器を早く見つけて着手する必要がある。対象機器の選定については設備管理部門にヒアリングを行い、比較的故障の発生頻度が高い設備を対象とした。収集したデータの

例を図8, 図9に示す。

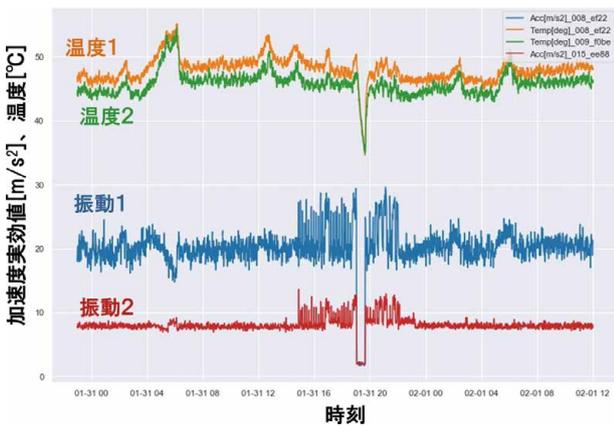


図8 収集データの例 (振動, 温度)

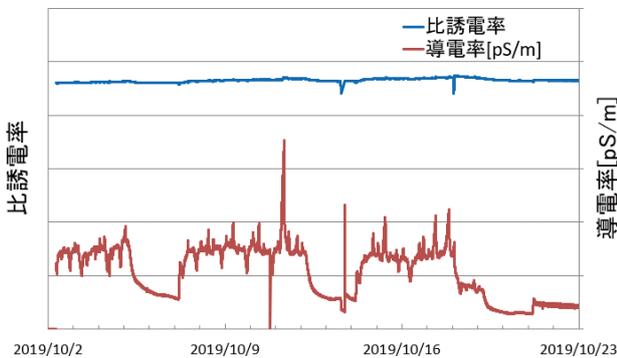


図9 収集データの例 (油状態)

IoT-Gatewayに有線LANで接続されたPCで、収集データの可視化や端末の状態管理などを行うことができるPCソフトを作成した。データ収集と並行して、各データの経時変化、劣化の傾向分析などを行うことが可能である。表示例を図10に示す。

データの収集と可視化を行うことで、これまで製造部門や設備管理部門も気付かなかったような様々な気付きがあり、設備の改善や安全性向上など、製造現場にフィードバックできるものもある。油状態センサの検出値を用いて、オイルフィルタ交換や更油時期など、適切なタイミングで保守を促すことも可能である。



図10 PCソフト表示例

### 3.2 通信品質

ワイヤレス通信端末の設置箇所と伝送経路の例を図11に示す。センサを接続しない中継端末も合わせて合計27台の端末でメッシュネットワークを構成した。各端末からのデータはマルチホップ<sup>注3)</sup>でIoT-Gatewayに集約するようにし、データ送信間隔1分で継続してデータ収集を行っている。

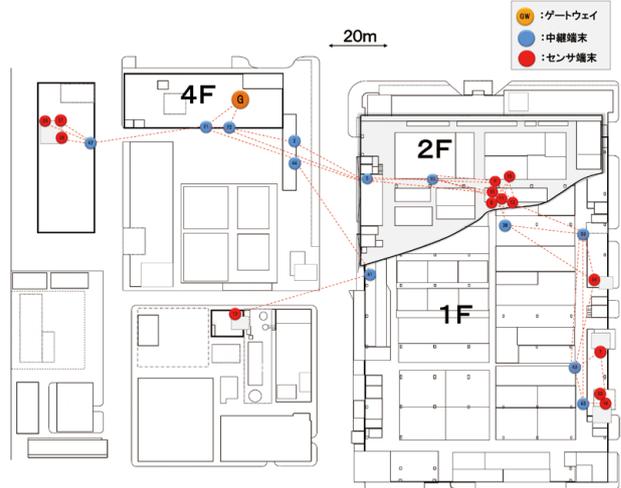


図11 通信端末の設置箇所と伝送経路の例

ネットワークを構築してから約20日後の各端末間の受信電力 (電波強度) と経路安定性の関係を求めた結果を図12に示す。設定したデータ送信間隔で各端末間が通信したときの平均受信電力と経路安定性の値を全てプロットしたものである。赤点はIoT-Gatewayと端末間の経路 (1 ホップ目) のデータで、IoT-Gatewayにはハードウェアまたは電波の干渉に関して、他の端末とは異なる点があるため、分けて表示した。経路安定性  $S$  [%] は、送信パケット数  $numTxPk$  と送信失敗回数  $numTxFail$  を用いて、式(1)より求めたもので、リトライなしで全て1回で送信できれば  $S$  は100%、2回に1回リトライが入る状態では50%である<sup>5)</sup>。図12の右側のヒストグラムより、経路の大部分が経路安定性80%以上である。また、受信電力が  $-70\text{dBm}$  より低くても経路安定性が高い経路が確保できているため、微弱信号の受信に苦勞している端末はなく、配置した端末間の通信状態は良好であることを確認した。

$$S = 100 \times \left( 1 - \frac{numTxFail}{numTxPk} \right) \quad (1)$$

注3) 複数の無線端末がそれぞれの隣接する無線端末を経由してデータを伝送していく通信技術。

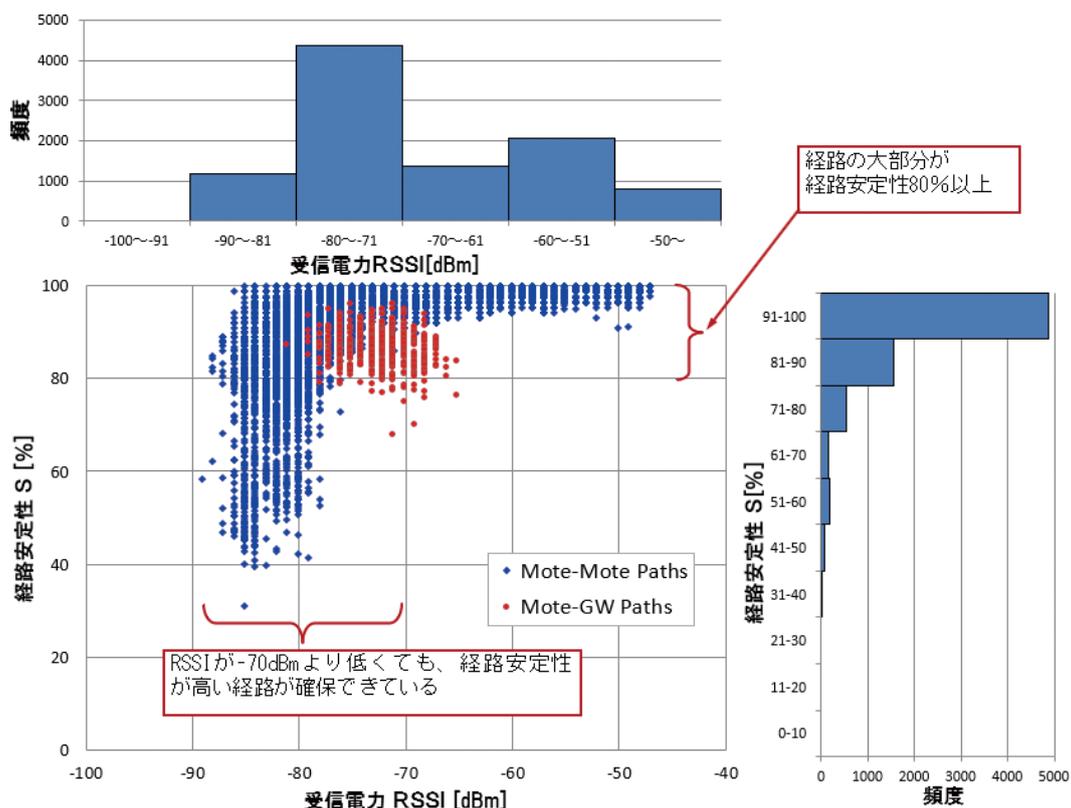


図12 ワイヤレス通信端末の受信電力と経路安定性（ネットワーク構築から20日後）

### 3.3 データ分析

生産設備の構成機器の一つである油圧ポンプについて、故障発生前後の収集データを用いてデータ分析を実施した。収集した各センサデータから特徴量の抽出と選定を行い、対象機器が正常か否かを判定するために機械学習を活用した。作成した機械学習モデルのイメージを図13に示す。油圧ポンプの特定の故障モードについて、限定された条件下ではあるが、高い検出精度で正常と異常の判別ができることを確認した。故障や異常のデータが少ないため、現状では故障の予兆検出には至っていないが、機械学習の直接的な教師データが得られるように、現在は状態監視の対象機器を増やし、フィールドデータ収集を継続中である。

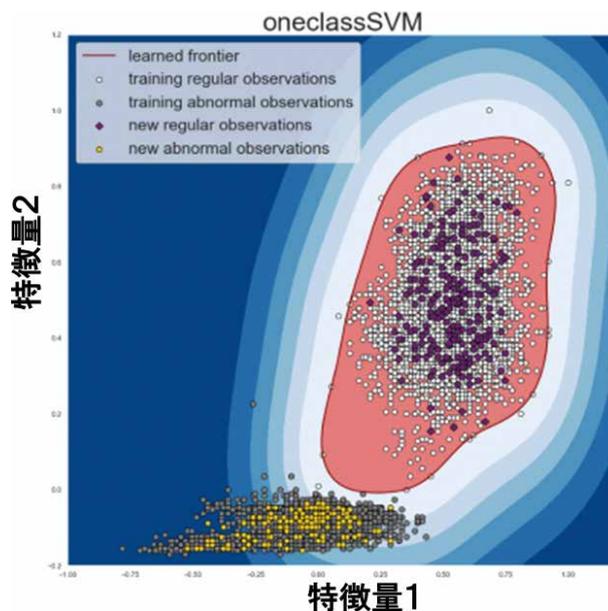


図13 機械学習モデルのイメージ

## 4 将来展望

現在は2.2で示した構成でフィールドデータ収集とデータ分析を個別に対応しているが、将来はクラウド化し、設計、検査、保守、運用、過去不具合等の複数データとの組み合わせやデータ分析の効率化、AIを活用した対象機器の故障予測や寿命予測モデルの最適化が行えるような状態監視システム構築を目指す。

油状態センサの他に、各種状態監視用センサの開

発を並行して進めているが、捉えたい現象の把握と特徴抽出のため、事象の因果関係把握、センサの取り付け位置や対象機器内部機構/外部環境要因見極め等のノウハウを蓄積する必要がある。

生産設備の予知保全が必要という認識はあるものの、導入及び運用時には様々な課題があり、予知保全の仕組みを本格的に運用している例はまだ少ない

のが実情である。下記①～③を目指す姿とし、装置の稼働率向上、設備の生産性向上を実現したいと考える。

- ①安価で稼働に影響しないセンシング手段確立
- ②収集したデータを分析して故障予兆を検出
- ③工場全体にわたり多くの設備を監視するため安価なシステムで実現できている

状態監視システムを社内に広く展開し、収集データから分析、判断のノウハウを蓄積することで、将来は油圧機器製品の故障予知や寿命予測による新規ビジネス創出につなげたい。機器（製品）の状態監視を行うことで、販売後も連続的、継続的に顧客を把握し、関係を維持することができる。使用状況の把握や収集データ解析による洞察や発見は、機器単位の故障診断や、より確実なフェイルセーフ機能の実現、機器の適切な運用提案（高効率、安全、延命等）、新製品、代替製品の提案、保守部品市場の開拓など、コンサルティングや新たなビジネス価値の創出・提供につながる可能性がある。また、実使用環境から得られた情報や知見は、現行機種改良や新規開発にもフィードバックすることができる。

状態監視用に開発した各種センサや、故障予兆検出のノウハウを油圧機器に組み込むことができれば、機器の状態監視だけでなく、母機の稼働状態や周囲環境などを把握するプローブデバイスとして機能し、システム全体、あるいは母機のヘルスマニタリングへの活用も期待できる。

## 5 結言

生産設備の予知保全、寿命予測と故障診断による

新規ビジネス創出を目指し、開発したワイヤレス通信端末と油状態センサを適用してフィールドデータ収集が可能な状態監視システムを構築した。データを「見る」ことは、多くの知見や考察を生み出してくれるため、状態監視の適用対象を増やし、フィールドデータ収集を継続して実施し、収集データから分析、判断のノウハウを蓄積していく。

IoTで価値の本質をサービスへとシフトし、モノは購入した後も継続的に価値を向上し続けることができるようになる。あらゆるモノとモノがつながるようになり、ますます便利な世の中に発展していくが、売上と収益を上げられるビジネスモデル構築を実現するには、まず人と人がつながることが重要であると感じる。可視化する情報、解決すべき課題、得られる価値を明確にして、社内関連部門と連携した活動を進めていく。

## 参考文献

- 1) 日経BP社：「感じる鉄道第1部 スマート化する鉄道、IoT活用でより安全・便利に」日経エレクトロニクス、(2016年3月号)。
- 2) 風間俊治：作動油の劣化とその対策について、フルードパワーシステム学会誌、Vol. 47, No4, p 7-11 (2016)。
- 3) 日経BP社：NE Academy「信頼性の高い無線センサーネットワーク構築の勘所」
- 4) 小林純一：勝者のIoT戦略、日経BP社、(2016年)。
- 5) Dust Networks: SmartMesh IP Application Notes, Revision 15, Analog Devices, Inc.

## 著者



吉田 尚弘

2011年入社。技術本部基盤技術研究所情報技術研究室。主に状態監視用センサの開発に従事。



亀田 幸則

2005年入社。技術本部基盤技術研究所情報技術研究室主幹研究員。主に状態監視用センサの開発に従事。



原 靖彦

1989年入社。技術本部基盤技術研究所情報技術研究室長兼DX推進部専任課長。主に電子機器の開発に従事。



# 事業戦略とIPランドスケープ

酒井 宏明

## 1 IPランドスケープとは

IP (Intellectual Property) ランドスケープとは、企業の事業戦略に知財情報を積極的に活用して、企業の中の経営課題を解決することをいう。

今後、益々企業を取り巻く環境はグローバル化が進む。世界の市場が一つとなり国際競争が激化していくことにより、事業環境がより複雑化していくことは間違いない。

このような環境下で、企業は、経営・経済環境を踏まえて自社が進むべき方向性を常に模索しなければならない。その方向性を、知財情報等の合理的根拠に基づきマネジメント層に対して提示する方法の一つがIPランドスケープである。

企業の事業戦略を、少しでも優位に展開するため、知財関連情報を用いて自社、競合他社の市場ポジション等を確認し、現状の俯瞰、並びに将来の展望等を具体的に示すものである。

## 2 日本型ビジネスモデルの衰退

戦後、高度経済成長時代において、わが国の企業は、高機能・高性能な製品を安く大量に製造し、市場へ供給するというビジネスモデルを実践し、驚くべき経済発展を実現した。

しかしながら、1990年以降、急速な情報化が進み、技術での差別化が難しくなり、コスト面での優位性が失われる。このような技術のコモディティ化（市場参入時に高付加価値を持っていた商品の市場価値が時間とともに低下し、一般的な商品になること）が進む環境下では、日本企業の高度経済成長時代におけるビジネスモデルは既に崩壊しているといっても過言ではない。このような状況を、どのように克服すべきか、という点が、わが国の多くの企業が、現在直面する深刻な課題となっている。

技術のコモディティ化が進む環境下において、従来の技術至上主義（高機能・高性能な商品であれば、

市場において必ず売れるという考え方）に基づく単純系知財戦略（現在も知財部門の主たる業務と認識され実践されている、先行技術調査を行い、特許出願をして、権利を獲得する等の一連の作業）では、企業の経営課題の解決に直接的には貢献しない。

既に知財（技術）で差別化できるようなハイスペックな商品を市場に投入したとしても、なんら競争力には結びつかないのであるから、今後企業において技術至上主義に基づく“高性能・高機能”な商品とは、次元の全く異なる価値を見出す必要がある。

そのためには、知財部門において単純系知財戦略を超える新たな複雑系知財戦略を再構築し、現状とは異なる知財の異次元活用により企業の活性化に貢献するような新たなビジネスモデルを構築しなければならない。

そのためには、図1に示すように、まず、企業において唯一知財情報を取り扱うことができる知財部門自体が単純系知財戦略を志向する社内特許事務所型の組織からマネジメント層に対する戦略提言やM&Aの支援が可能な経営コンサル型の組織へと変貌する必要がある。

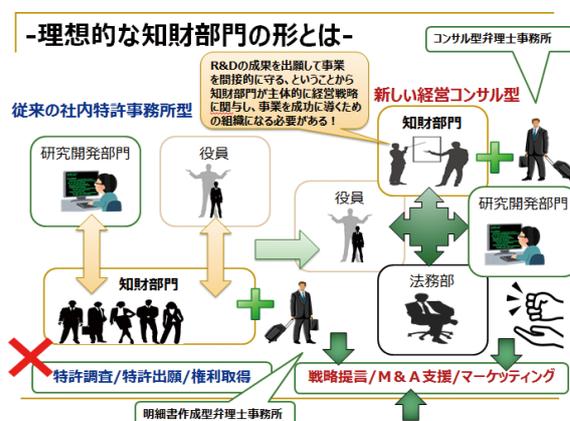


図1 経営コンサル型知財部門へ

現状、多くの企業（主に製造業）は知財部門を持ち、その知財部門で実行されているのは、主に特許

調査、特許出願、権利取得等の一連の業務である。これらの業務において実践される知財戦略は、企業全体の事業戦略とは乖離し、直接的な企業利益への貢献が得られにくい独自路線となっている場合が多い。企業における知財部門の存在価値は、出願・権利化の効率的な処理を行うことではなく、企業全体において、知財情報を用いて競争力を高めることに役立つ有益な（戦略）情報を作り、それを企業経営（事業戦略）に貢献できるように、マネジメント層に対して提言をすることである。

事業戦略と知財戦略の乖離を埋め、知財部門が企業全体における事業戦略の策定に強く関与することが、今後より重要となる。そのためには、IPランドスケープを、より積極的に、かつ具体的に検討していかなければならない。

### 3 経営戦略における三位一体

わが国では、2002年に、当時の小泉内閣が国家戦略の一つとして知財立国宣言を行い、2004年に知的財産推進計画において経営戦略における三位一体の重要性を強調している。

三位一体とは、知財を効果的に活用して事業戦略や研究開発戦略を策定するとともに、知財戦略により事業のコア・コンピタンスを保護していくことが今後の企業経営の重要なポイントとなる、という意味である。すなわち、三位一体の経営とは事業戦略と研究開発戦略に対し知財戦略を加え、この三つの戦略が相互に補完し合いながら経営を進めるということである。

従来、わが国の企業においては、事業戦略と研究開発戦略の二軸にて経営が進められており、知財戦略自体は経営の中核には参画できず、単に発明の発掘、特許出願、特許権の取得を行う間接部門という位置づけであった。知財戦略を事業戦略と研究開発戦略と同列に位置づける重要性を説いたのが三位一体の経営であり、三位一体の経営の実現が、本稿にいうところのIPランドスケープの実践につながるものである。

知財部門から見て三位一体の経営が、企業の中で、どの程度実現しているかを段階的に確認することができる。

知財部門と他の部門との連携がほとんどできておらず、知財部門は研究開発部門から出てくる発明を単に流れ作業として特許出願をするという完全な受け身作業を行う“無関与段階”，少なくとも事業方針や研究開発方針に沿って知財部門が特許出願を行う“協力段階”，事業方針や研究開発方針を知財情報で知財部門が支援する“連携初期段階”，知財部門の業務が事業

方針や研究開発方針に一定以上の影響を与え、企業価値向上の実現を支援し、他社との差別化を図る“連携中期段階”，経営戦略の中で三位一体が実現しており、各部門の戦略を踏まえ、企業価値最大化のために、知財部門が能動的に情報発信・戦略支援を行い、マネジメント層が知財の重要性を認識したうえで、知財経営を実現している“三位一体段階”に分かれる。

わが国の殆どの企業が無関与段階あるいは協力段階にあるのではないかと推測できるが、この無関与段階あるいは協力段階から脱却し、少なくとも、連携初期段階から連携中期段階へ移行し、最終的には三位一体段階に達することにより、新たなビジネスモデルが構築できるであろう。本稿で説明するIPランドスケープは、各段階の中で、最終到達地点である“三位一体段階”を意味する。

### 4 IPランドスケープの実践

IPランドスケープは、基本的には、以下の手順（図2）にて実践される。

#### -IPランドスケープを推進するための業務フローは-

	項目	内容
STEP1	知財情報の収集と把握	企業、技術毎の知財マップの把握や個別技術・特許の動向把握
STEP2	市場情報の収集と把握	企業、技術毎の市場ポジションの把握
STEP3	戦略情報の生成	STEP1_2での情報より競合候補の特定や分析
STEP4	将来予測	戦略情報から今後の取り得る戦略などを抽出
STEP5	マネジメント層への提言	ビジネス視点での将来予測により自社の市場ポジションについて現状の俯瞰・将来の展望を示す

図2 IPランドスケープの実践フロー

ステップ1では、競合企業を含め、企業や技術毎の知財マップの把握や個別技術・特許の動向把握を行う。従来から知財部門が得意とする知財情報の収集と把握、そして解析である。

つぎに、ステップ2として、企業内他部門との協働により、企業や技術毎の市場ポジションを把握する。いわゆる市場情報等の収集と把握、そして解析である。

ステップ1で収集・把握した知財情報とステップ2で収集・把握した市場情報から競合候補の特定や分析を行う。いわゆる（知財）戦略情報を生成する（ステップ3）。

ステップ4では、上記戦略情報から今後の採り得る戦略などを抽出し、確度の高い将来を予測する。その後、ステップ4にて得たビジネス視点での将来予測により、競合を含め、自社の市場ポジションに

ついて現状の俯瞰・将来の展望を、マネジメント層へ提言する(ステップ5)。このステップ1~5を繰り返しながら常に先を読み、競合企業よりも一歩も二歩も進んだ事業戦略を展開するわけである。このように、ここでの将来予測について、知財情報が、きわめて重要な要素となる。

知財情報単独では、あくまで知財部門のための情報でしかなく、これでは知財情報の持つ潜在能力の一部しか活用していない。その潜在能力を100%顕在化させ、事業戦略全体に貢献できるよう加工した情報が戦略情報である。このような戦略情報だからこそ、将来予測に基づく広範な事業戦略の展開に役立つ。

まずは、知財の取得状況、活用状況、優位性、価値、無効性、侵害性等にかかる知財情報から何がわかるか、それを知らなければならない(図3)。

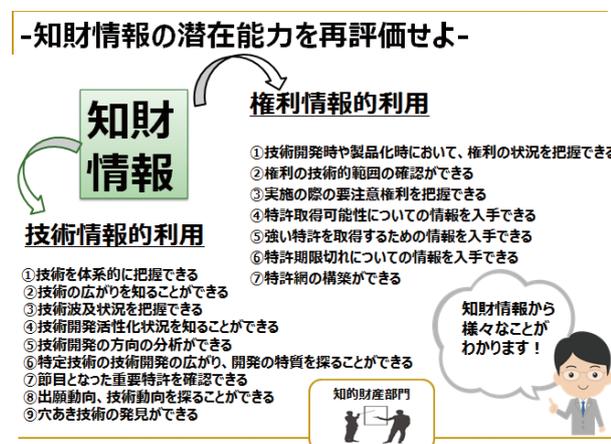


図3 知財情報から何がわかるか

たとえば、知財情報から、特定の企業をターゲットにした場合、ターゲット企業の、所有する技術を体系的に把握することができる、技術の広がりを知ることができる、技術開発活性化状況を知ることができる、技術開発の方向性を確認できる、出願動向・技術動向を知ることができる、穴あき技術の発見ができる、技術開発時や製品化時において知財取得状況を把握できる、権利の技術的範囲の確認ができる、自社実施の際の要注意権利を把握できる、特許の取得可能性について情報を入手できる、強い特許を取得するための情報を入手できる、……等々。このように、知財情報から自社、競合企業、非競合企業を含め、企業の実体を、ある程度の確度で広範に把握することができる。

以上のような有益な情報を含む知財情報に対し、さらに市場規模、市場シェア、ニーズ、事業戦略や経営資産、財務、収益性等にかかる市場情報を加えて、仮説と検証を繰り返しながら、事業戦略構築に

役立つ戦略情報を生成する(図4)。

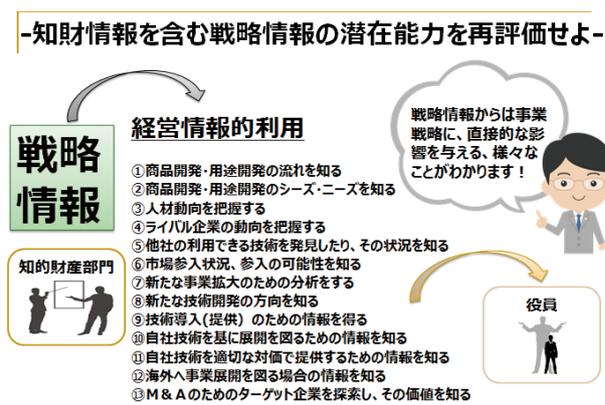


図4 戦略情報から何がわかるか

繰り返しとなるが、改めて、単なる知財情報と、知財情報を用いて作り上げた戦略情報との違いを説明する。単なる知財情報は、膨大な特許情報の中から利用目的に応じた出願動向等分析を行い、単に情報を可視化したものにすぎない。知財部門において知財に関する現状分析や特許戦略の立案に活用する。したがって、知財情報の活用タイムラインとしては、過去から現在までのものを対象とする。

一方、戦略情報は、将来を見据えたイノベーションによる事業拡大のための事業戦略立案を目的としている。そのため、知財情報と非知財情報を用いて事業環境を詳細に分析し、新規事業開発や経営企画、そしてマネジメント層に対して具体的な戦略を提案するものである。したがって、活用タイムラインとしては、将来予測を含むため、現在から将来に向けてのものである。

## 5 戦略情報とマネジメント層への提言

これら戦略情報を、マネジメント層に対して提供する目的は、マネジメント層の抱える経営課題を解決することにある。換言すると、知財部門等に要求されるのは、経営課題に応じた戦略情報である。

マネジメント層が抱える経営課題とは、一般的に、収益の向上やシェアの拡大、人材育成、新事業へのアプローチ、加えて事業基盤の強化や事業ポートフォリオの再構築などであって、戦略情報は、これらの経営課題の解決に直結するものでなければならない。

以上のことから、戦略情報は、新規事業の開発やイノベーション・マネジメントにより新たな価値を創造するものであること、サプライヤーや顧客の探索、事業環境や動向を分析することにより事業に貢献するものであること、知財リスクの低減やエコシ

ステム（経済的な依存関係や協調関係、または強者を頂点とする新たな成長分野でのピラミッド型の産業構造といった新規な産業体系であって、企業間の連携関係全体を指す）構築により事業利益を拡大させるものであること、M&Aや事業提携、技術提携先の選定、選定先との交渉、事業の確実な進展を図るものであること（オープンイノベーション）、M&A等に対する投資の適格性を把握し、有益な交渉材料を確認し、活用するものであること（M&A支援と知財デューデリジェンス）、特許だけではなく知財全域の相乗効果を狙い、企業（事業）価値を向上させるものであること（知財ミックスとブランド戦略）、などがポイントとなる。

## 6 オープンイノベーション

米国、欧州、中国、韓国等の各国企業に比べ、わが国企業のイノベーションモデルは、局所的な技術開発には優れているが、現在の市場環境にはうまく対応できていないのが現状であろう。

これを解決する方法の一つが開放型（オープン）イノベーションの活用といわれている。急速に情報化が進む社会においては、ものづくりの優秀さよりも、プラットフォーム戦略をとり入れた世界のビジネス・ルールを作ったものが優位に立つ。そのためには、クローズ戦略で特許を独占排他権として活用するのではなく、財産権としての知財を多面的に活用したオープン戦略に基づく、多くの企業との、あらゆる形態での連携が重要となる。

クローズ戦略は、市場のシェア拡大を目的とした競争領域であり、事業における参入障壁の構築や自社独占実施を意味する。組織内において研究開発から製品販売までの一連の過程が統合されている自己完結型モデルといえよう。

反対に、オープン戦略は、市場拡大を目的とする他社との協調領域にかかわるものである。企業内部のアイデアと外部のアイデアを有機的に結合させ、価値を創造する新たな価値創造モデルであるといえよう。今後、自社単独では、複雑化する事業環境や重層化する技術動向に対応するのは難しくなるため、知財を活用したオープンイノベーションを実践することにより、事業リスクや知財リスクの低減を図る必要がある。ただし、オープン戦略にあっても、全てをオープンにするのではなく、自社のコア技術についてはしっかりと守るクローズ戦略を併用することが肝要となる。

ここで、日本型オープンイノベーションの問題について触れたい。日本企業は、製品に直接適用できない未成熟な他社の技術があった場合、共同研究として

当該技術を自社に取り込み、社内で技術をブラッシュアップして製品とするのが一般的である。あくまで他社の技術については共同研究までであり、当該技術に基づく製品化、そして当該製品による事業の展開を他社と行うことはしない。これでは単なる技術の囲い込みであり、オープンイノベーションとはいえない。

反対に、欧米等企業にあつては、共同研究とともに、その先の事業までも共に行うのが一般的であり、本稿でいうところのオープンイノベーションは信頼関係を前提に、事業までを共同で行うことを指す。

IPランドスケープによるオープンイノベーション実行フローを図5に示す。

「イノベーションフロー実行の際の知的財産部の役割は何か」



図5 オープンイノベーション実行フロー

まず事業戦略と知財戦略の中で、技術と知財に関し提携先である企業（技術と知財）の探索を行う。競合企業、大学等の非競合企業を含め、自社の求める技術と知財につき、さらにはM&A候補としても、戦略情報に基づいて広範に探索を行う。探索の結果、獲得したターゲット企業にかかる情報を自社の中で評価し、評価の結果、ターゲット企業との認定を得れば、当該企業との交渉を行う。ここで重要なのは戦略情報に基づき、どのように事業戦略に資するターゲット企業（ターゲット企業の技術と知財）を探し当て、評価するかということである。

つぎに、交渉を経て、他社の技術・知財を自社に取り込むか、あるいは自社の技術・知財を他社へ提供する。図6に新規用途開発の一例として、技術の提供と取込に関する一例を示す。

ここでは、大量の特許情報から、水処理メーカーの汚水濾過システムにかかる技術が、医療機器メーカーが製造する透析装置に技術転用が可能であるか否かに関する情報を探索する。その後、探索結果に基づき、評価と交渉を実行することによって、水処理メーカーは自社の技術と知財を医療機器メーカーへ提供し、医療機器メーカーは、その技術と知財を自社に取り込むことによって、新しい有益な透析装

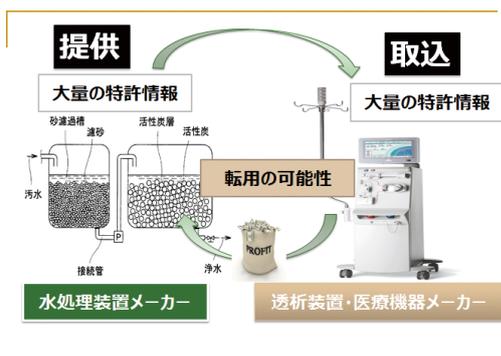


図6 新規用途開発例

置を開発する。オープンイノベーションを通して異業種間における技術情報の転用により、いままでにない新しい装置を作り出し、その結果、市場の拡大に貢献することができる。

つぎに、上記のように、一方的に、他社の技術・知財を自社に取り込むか、自社の技術・知財を他社へ提供するだけのものではなく、自社と他社により協働を行う場合も考えられる（Win-Winモデル）。

本来のオープンイノベーションの意義は、共同開発のケースにおいて、一般的に取引関係にない異業種といえる非競合企業に自社の技術・知財を供与し、相手企業の技術・知財を自社に導入することにより、相互にイノベーションモデルを開放して新規のビジネスモデルを実現することにある。

Win-Winモデルのメリットとしては、自社にない新たな技術・知財を得ることができ、開発時間の短縮化を図ることができる。加えて、組織の閉塞感を打破し、企業全体の活性化が図れ、所属する設計開発者の視野を拡大させることができる。反対に、デメリットとしては、情報・アイデアの漏洩リスクが高まり、また両社間において相手方の立場を考慮して、得られる成果の納得のいく配分設計をしなければならない。

Win-Winモデルを成功に導くために、以下の点に留意する必要がある。まず、既存事業の基礎となる、また他社に魅力的なしっかりとした知財のポートフォリオが確立されていること、知財をしっかり活用する異次元の事業戦略を立案できること、事業戦略の中で、オープンの対象となる技術・知財を明確に決めていること、加えて、相手企業の知財を正確に分析でき、知財戦略を含む事業戦略を構築し、それらの戦略に沿ってバリューチェーン全体にわたってシミュレーションを繰り返しながら、より具体的な検証ができること、そして、いかに自社が不利とならないように制度設計ができること、などである。特に、自社が不利とならない制度設計は、Win-Winモデルが成功するポイントとなる。

## 7 M&A支援と知財デューデリジェンス

M&A(企業合併・買収)の際の知財デューデリジェンス(デューデリジェンスとは一般的には企業の資産価値を適正に評価する手続。企業の収益性やリスクなどを総合的かつ詳細に調査して、その価値を査定すること。知財デューデリジェンスの場合、企業が所有する知財の価値やリスクを評価することを意味する)の目的は、相手方企業におけるノウハウを含む知財を事業や法務の観点から精査し、知財リスクを抽出して交渉材料とすること、また、重要な意味を持つ知財を洗い出し、その貢献度を分析して、自社の事業計画への影響を検討すること、相手方企業の知財の価値を確認したうえで、投資の有無、投資額への参考情報とすること、相手方企業において、どのように知財が活用されているか、買収により新たなビジネスへと結びつけることができるか、その可能性を検討すること、などである。したがって、M&Aにおいては事前の知財評価が必須となる。

知財デューデリジェンスの目的を達成するための基本的調査項目としては、買収対象企業の知財ポートフォリオ分析、知財ポートフォリオ分析結果に基づく自社との比較分析、買収後の競争環境の分析、実施予定技術/製品の特許分析、発明者分析、他社権利侵害調査、係争調査、知財活動のレベル調査等がある。これにより買収対象企業の総合的な知財レベル(知財力)と知財リスクを分析・評価することになる。

このように知財デューデリジェンスがM&Aの際、事業戦略上、きわめて重要であることは論を待たないが、事前(買収契約締結前)の知財デューデリジェンスには、図7に示すように、多くの課題があるのも事実である。

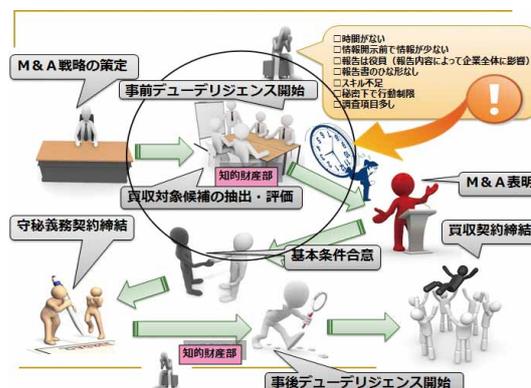


図7 知財デューデリジェンスの課題

自社によるM&Aの表明前、基本条件合意前に戦略情報に基づいて、買収対象企業に対する知財デューデリジェンスを行わなければならない、この中で有益な精査を行うためには、時間がなく、加えて

調査項目も多く、そのうえスキルが不足している。秘密裡に行うデューデリジェンスということもあり、また、報告書等のひな型もなく、マネジメント層への報告内容によっては企業全体の事業戦略に多大な影響を与えかねない。このように、かなり制約された環境下での知財デューデリジェンスは必要性が高い反面、多くの困難が伴うのも事実である。

## 8 知財ミックスとその効果

知財ミックス戦略とは、経営資源としての知財(特許、意匠、商標、営業秘密等)を複合的かつ有機的に活用することをいう。知財を複合的かつ有機的に活用することにより、各知財権の単独による効果のほか、各知財権がお互いに作用し合い、相乗的な効果が得られ、そこからそれぞれの技術力やデザイン力等のブランド化が進む。ブランド化が進むと、それぞれの知財権に化体した信用力を可視化することができ、これにより他者との差別化が図れるようになる。まさにブランド戦略そのものである。

特に、BtoC型の企業にあっては、一般消費者に商品を提供するため市場規模が大きく、参入する企業も多くなることが予想される。そのため、競争相手となる企業や商品との差別が重要となり、消費者個人の感性に訴えるような商品デザインや、そこに化体するブランド力が重要視される。商品デザインや、そのパッケージデザインについては意匠権で保護し、デザインコンセプトに基づく商品や商品形状については商標権や著作権で保護する。

一方、BtoB型の企業であっても、プロダクトアウト型である場合には、提供側からの発想で、買手が求める性能や機能を満足させるような商品を提供することもある。企業に対してのみ取引をするだけでなく、量産品を販売しているということから一般消費者との取引も十分考えられるので、勿論高い技能や技術も重要ではあるが、加えてブランドイメージも重要視される(図8)。

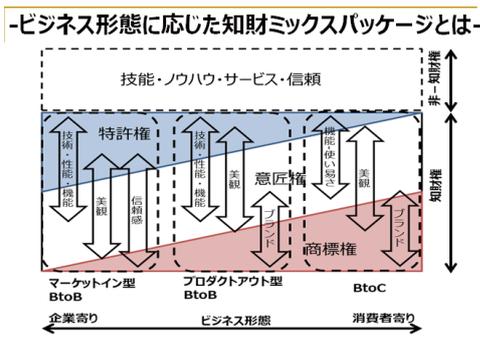


図8 知財ミックスの効果

知財ミックス戦略が際立っている企業の一つが、米国のアップル社である。アップル社は技術、特許というよりも、製品・サービスに関するイメージをデザインし、それらを可能なかぎり法律によって保護している。最先端の技術も、時間の経過とともにコモディティ化し、特許戦略の有効性も時間の経過とともに減衰していく。

反対に、法的に保護されたイメージについては、技術のようにコモディティ化することなく、長い期間にわたり企業のブランドを維持・増大していく。まさに、知財ミックス戦略は、ブランド戦略そのものであり、確立したブランド戦略を通してブランドのプラットフォーム化を図る。

アップル社が採用する知財ミックス戦略を見てみると、たとえば、ブランド戦略の一つとして、製品に使用するアイコン等について意匠権で保護を図るとともに、重ねて商標権においても保護を図っている。商標権での保護を重畳させているのは、有益なブランド戦略をしっかりと確立するためには長い時間がかかるため、意匠権の存続期間満了後においては、更新手続きを繰り返すことにより長期にわたり所有可能な商標権を活用しているものである。

デザイン戦略においては、商標につき、極力文字や記号を含ませることなく、図形のみを多用する。消費者の感性に訴え、直感的にアップル社の製品をイメージできるようにするためである。

アップル社がいかにイメージ(ブランド)戦略を重要視しているかは、主に意匠権(デザイン特許)を用いて競合メーカーであるサムスン電子に対し、世界中で、数年にわたる執拗なる法廷闘争を繰り返したことから明白である。

## 9 理想的なIPランドスケープとは

では、理想的なIPランドスケープを構築し、事業戦略に貢献する知財戦略とは、具体的にはどのようなものであろうか。その前提条件をみてみよう。

一つは、出願戦略とマーケティング戦略の連携である。消費者の関心の高い技術に積極的に出願を行い、権利化を図る。消費者の関心の高い技術かどうかを戦略情報により確度高く判断することが必要である。

つぎに、市場規模の拡大と収益性向上のために、市場をリードする次世代技術に関するポートフォリオの強化を実行し、戦略情報を企業の事業戦略を先導する極めて重要な指標と認識することが必要である。また、持続的なIP投資による成果を得るために、多様な専門家を確保すること。そして、クローズ戦

略とオープン戦略を使い分け、グローバルな競合他社あるいは非競合他社とのアライアンスと知財係争を通じて、常に体質改善を行うことである。

有限である特許戦略（技術）にのみ拘泥するのではなく、意匠権、商標権、著作権、ノウハウ等他の知財を用いた知財ミックスによるブランド戦略も強化することも重要である。加えて、効率的な知財や企業を買収（あるいは業務提携）するための組織を強化すること（そのためには知財デューデリジェンスの、より具体的なスキームをしっかりと確立し、経験を蓄積することが重要）。

以上のことを実現するための前提として、知財教育と人材教育が徹底されなければならない。

## 10 IPランドスケープの構築

企業の中でIPランドスケープを構築するために、まずは、企業全体の、意識改革を断行しなければならない。まずは知財部門の業務改革が最初である。知財部門は、発明の発掘、特許出願、権利取得等一連の単純系知財戦略を実行することが主たる業務と考えているが、先ずはこれを刷新しなければならない。従来の特許事務所型知財部門から、有益な知財情報の収集・解析から戦略情報を生成し、将来予測を行いながら、マネジメント層に対して戦略提言やM&Aの支援、マーケティングなどを行う経営コンサル型知財部門へと変貌することが必要である（図1参照）。企業における知財部門は、特許出願のための単なるマシンなどではなく、企業の進むべき方向を見定めるガイドとしての役割を果たさねばならない。

一例として、IPランドスケープは、図9に示すような各段階を経て構築することができる。

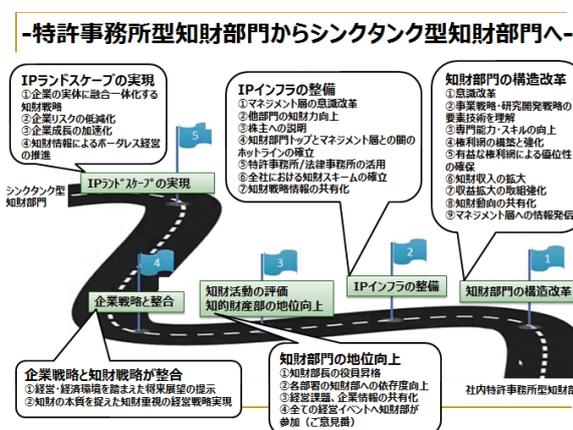


図9 IPランドスケープ実現への工程

第一段階として、まず着手すべきは、知財部門自体の構造改革である。知財部門の構造改革が進んだ

段階で、第二段階として、企業全体におけるIPインフラの整備を行う。この二つの段階を経て、知財部門の、企業内における地位が向上し（第三段階）、第三段階の実現により、企業全体の事業戦略と、知財部門が策定・実行する知財戦略の整合性が図れ（第四段階）、最終的にIPランドスケープが実現する。

## 11 知財部門の構造改革

第一段階の知財部門の構造改革において、第1に、知財部門の意識改革からスタートしなければならない。企業内において、知財部門の存在意義を改めて明確にする。事業戦略に直接的に貢献することができる知財戦略を立案し、実行する、あくまでシンクタンクであり、戦略部門であることを認識する必要がある。

併せて、特許事務所型業務からの脱却を図る。知財部門が戦略部門であることの認識を前提に、知財部門は、企業全体の事業戦略・研究開発戦略にかかる要素技術を、しっかりと理解をしなければならない。それぞれの部署における戦略の方向性と、そのレベルを知ることが重要である。このことが前提となって、事業戦略に貢献できる、知財情報を活用した戦略情報を作り上げることができるわけである。

そして、IPランドスケープを実践する担当者の専門性とスキルを向上させるとともに、知財（特許）権利網の構築と強化を図る。権利網構築のための出願にあっても、あくまで事業戦略に沿った出願戦略を実行する。加えて、計画するポートフォリオ構築のため出願・権利化と合わせて、必要な特許買入れも検討する。

権利網の構築と強化により理想とする特許のポートフォリオが完成したら、この有益な特許・ポートフォリオによる優位性を認識する。たとえば、自社コア技術の徹底保護（クローズ戦略）を行うとともに、自社を中心とする新たな生態系（エコシステム）構築に着手する。

その結果、知財収入の拡大を図ることができる。企業全体で明確に認識することができる知財収入の拡大については、他社製品の分析力を強化することにより、分析による評価情報に基づき、自社に優位なライセンス交渉を推進し、その延長線上でオープンイノベーションを積極展開する。このような作業の繰り返しにより、前段階で、着手したエコシステムの早期確立をめざし、自社を含む新たな生態系でのプラットフォームを構築する。知財収入の拡大について軌道に乗れば、つぎに知財ミックス戦略、ブランド戦略の着手によって、さらなる収益の拡大の取組に積極的に着手する。

知財部門において、ここまでの構造改革が実現できれば、企業内において、知財部門は先進的戦略部門であるとの評価を得ることができ、企業内シンクタンクとしての地位が確立する。絶対的な戦略部門としての地位が確立すれば、それを前提に、企業全体における、さらなる知財動向の共有化が実現する。たとえば、戦略視点に立脚した知財情報の収集・解析を行い、当該知財情報と非知財情報との戦略的融合を図り、それらを戦略情報として構成し、新事業テーマの探索や知財デューデリジェンスによる、より効率的かつ合理的なM&Aの支援を行い、知財リスクの低減を図っていく。

同時に、これらの活動について、マネジメント層へと情報発信を行う。これにより、マネジメント層を含む企業全体から、知財部門は戦略策定組織である企業内シンクタンクとして高い評価が得られる。

以上の一連の構造改革により、知財部門は、企業価値の最大化を目指す組織として事業収益に確実に貢献することができる。

## 12 IPインフラの整備

第二段階では、第一段階における知財部門の構造改革がより効果を出すことができるようにIPインフラの整備を行わなければならない。IPインフラの整備に、まず必要なのはマネジメント層の意識改革である。マネジメント層に広範な知財戦略が事業戦略に対して、いかに貢献するか、その重要性和具体的な役割について理解してもらう必要がある。マネジメント層において知財戦略の重視性を認識しない限り、欧米中韓の各国企業と比べて、市場における競争力が向上していかないことを認識する必要がある。

製造業であるメーカーを構成する企業力要素としては、一般的に、①技術競争力、②国際競争力、③市場占有有力、④財務資本力、⑤事業組織力、⑥人的資本力、⑦ブランド力、⑧知財力、⑨挑戦力だといわれている。この中で、知財戦略の中核を占める企業の知財力は、少なくとも、技術競争力、国際競争力、市場占有有力、ブランド力、挑戦力の5要素を強力に下支えするものであり、メーカーにとっていかに重要な要素であるかがわかる。知財力の貢献範囲は、売上・利益への貢献のみならず、成長・リスク低減への貢献、さらには高収益体質企業への脱皮を図るための、企業戦略の再構築に対して大いに貢献するものであることについて、マネジメント層を説得できるかがポイントとなる。

マネジメント層の意識改革が進むと、企業全体での知財戦略に関する認識が向上し、知財部門以外の

他部門での知財力が必然的に向上する。研究開発部門、企画部門、営業部門等あらゆる企業内組織に知財が浸透し、企業全体での知財に対する認識を刷新することができる。

併せて、株主に対しても、IPランドスケープの実行を含む先進的知財戦略の取り組みが株価に対して大きな影響を与えることを繰り返し説明する必要があるだろう（残念ながら、海外の株主に比べ日本の株主は概して企業の知財戦略に対する評価が低いのも事実である。木を見て森を見ることがないように、企業全体の中・長期的な見地での革新的な成長を望むのであれば、知財戦略の必要性をしっかりと認識しなければならないはずである）。

マネジメント層の意識改革の達成に伴い、必要になるのが、知財部門トップとマネジメント層との間のホットラインの確立である。これは、いついかなるときも知財部門のトップが企業（事業戦略）の最高決定権者と議論ができる環境を作っておく必要があるものである。

さらには、外部の組織として、特許事務所、法律事務所を活用する。特に、知財部門が従来主たる業務としてきた出願、権利化等の単純系知財戦略にかかる業務などは、特許事務所を十分に活用することにより問題なく遂行される。知財部門はIPランドスケープを中心とする複雑系知財戦略業務へと業務移行を行う。業務移行を行うことにより、シンクタンクとしての知財部門が、その能力を十分に発揮できる環境を整備する必要がある。

以上のように、全社的なインフラとスキームを確立することにより、企業全体での知財戦略情報の共有化を進めることができ、企業全体において知財戦略の認識を高めることができる。

なお、知財インフラの中で、情報の共有化を実現するためには、以下の点に留意する必要がある。企業内において、知財インフラが有効に機能するためには、情報の発信側と受信側において信頼関係（そのためには知財教育が必要）が確立していることが前提であり、また情報通信のためのルールが確立していること、情報共有において明確な目的意識を持っていること、さらには情報が双方にとって有益であり、情報がスマート化（たとえば、フォーマット等が統一されており、情報のポイントが理解しやすい等）されていること、などが必要となる。

## 13 IPランドスケープの実現へ向けて

知財部門の構造改革、IPインフラの整備の段階を経ると、様々な知財活動が評価され、社内における

知財部門の地位が向上する。その結果、知財部門トップの役員昇格などがあり、各部門の知財部門に対する依存度が向上する。全ての事業戦略にかかわるイベントに知財部門が参加するという環境が整い、全社的に経営課題に積極的に取り組む姿勢が生まれる。

知財部門の地位が向上すると、知財部門が策定する知財戦略が企業内で評価され、知財戦略は事業戦略策定の重要な要素となる。すなわち、企業戦略と知財戦略が整合し、知財戦略情報により、経営・経済環境を踏まえた将来展望の提示を行うことができる。その結果、知財の本質を捉えた知財重視の経営戦略が実現する。

知財重視の経営戦略が実現すると、いよいよ最終的なIPランドスケープが構築される。企業の実体(事業戦略)に、知財戦略が融合一体化し、その結果、企業(知財)リスクが低減し、事業の自由度を確保できるとともに、市場の拡大、収益の増大、ボーダレス経営の推進等が現実となり、企業の異次元成長が期待できる。

#### 参 考 文 献

- 1) 米山茂美「企業の知財と知財力」tokugikon 2009. 11. 16. no 255
- 2) 百瀬 隆「経営に資する知財活動とそれを支える知財人材」知財管理 Vol. 60 No 3 2010
- 3) 扇谷高男「事業経営に資する価値ある知的財産情報」Japio YEAR BOOK 2011
- 4) 日本知的財産協会 知的財産マネジメント第1委員会第1小委員会「知的財産マネジメントの現状分析と今後のあるべき姿についての研究」知財管理 Vol. 63 No 3 2013
- 5) 百瀬 隆「知財活動チームを母体とした新たな三位一体の知財活動の提唱について」知財管理 Vol. 65 No 12 2015
- 6) 日本知的財産協会 意匠委員会第2委員会「意匠から見た知的財産ミックスの研究」知財管理 Vol. 66 No 8 2016
- 7) 乾 智彦「知財ミックス戦略及び知財権ミックス戦略の本質的効果」パテント2016 Vol. 69 No 6
- 8) 山内 明「IPランドスケープ実践に役立つ知財情報戦略」Japio YEAR BOOK 2017
- 9) 小林 誠「事業戦略と知財戦略」tokugikon 2017. 11. 15. no 287
- 10) 小林 誠「知財戦略とIPランドスケープ」IPジャーナル 3号 (2017. 12)
- 11) 乾 智彦「IPランドスケープの基礎と現状」パテント 2018 Vol. 71 No 6
- 12) 日本知的財産協会 マネジメント第2委員会第3小委員会「知財部門からの情報発信のあり方の研究」知財管理 Vol. 68 No 7 2018
- 13) 山内 明「IPランドスケープ2.0」Japio YEAR BOOK 2018
- 14) 山内明監修「IPランドスケープの実践的事例集」技術情報協会 2019年5月31日 第1版

#### 著 者



酒井 宏明

東京大学大学院法学政治学研究科博士課程(知的財産法)単位取得退学。東北大学大学院工学研究科博士課程(技術社会システム)修了、博士(工学)。

国際特許事務所(東京)、米国法律事務所(ワシントンD.C.)を経て、1994年に酒井国際特許事務所(東京・霞が関)を設立(2015年に特許業務法人化)、会長、代表社員(現在に至る)、2002年より金沢工業大学(KIT虎ノ門大学院)大学院教授(現在に至る)。

# KYBグループにおける自動車用電制サスペンション開発

太田 康洋

## 1 はじめに

自動車の生産台数予測では自家用車の市場は成長が鈍化する見込みである一方で、電子制御サスペンションの搭載割合は増加傾向にある。車種別の割合でみれば世界的にSUVが増加しており、車体重心が高いことや対応する路面などの条件・状況範囲の広さから電子技術を適用したサスペンションがSUVに適した解と言えるであろう。

当社グループ内においても電子技術を組み込んだ製品は重要な位置づけであり、自動車向けの電子制御サスペンション（以下、電制サス）を量産している。

2016年末より比例ソレノイドによる減衰力可変機構を備えたショックアブソーバの量産を開始し、続いて2017年10月、Tier1として、ショックアブソーバ単体だけでなくソフトウェアなどを含めたサスペンションシステムとして供給を開始した。本報では、近年の当社グループにおける自動車用電制サスの開発状況を通じて、今後の方向性などについても紹介する。

## 2 電制サスの位置づけ

まずは、一般的な自動車のサスペンションの基本的な役割から振り返ってみる。自動車のサスペンションは、主に、アーム、リンク機構、ばね、ショックアブソーバで構成され、車輪の上下振動を緩和、吸収して、振動が車体に直接伝達されること防止する。さらに、タイヤと路面間の接地荷重変動を抑え、駆動力、制動力を有効に作用させ、走行性能を高める働きがある。また、上下には緩衝作用を働かせながら動きを許容し、前後、左右方向には動きを規制、位置決めをして「走る」、「曲がる」、「止まる」という自動車の基本機能を実現している。

サスペンションは乗る人の感性にも大きく影響を与え、車両に対する印象をも変える要素を持っており、その評価指標として、快適性は、振動・乗心地

として評価され、基本機能の「走る」、「曲がる」、「止まる」については、操縦性・安定性（以下、操安性）として評価される。

ここで、振動と乗心地について、サスペンションの形式の違いは問わずに簡略化して、1輪のみを対象に上下方向1自由度でモデル化した場合を考えてみる。

一般的なばね上の上下加速度で評価される振動解析は、例えば路面からの振動伝達特性を周波数領域で計算<sup>1)</sup>（数値シミュレーション）して影響を見る。

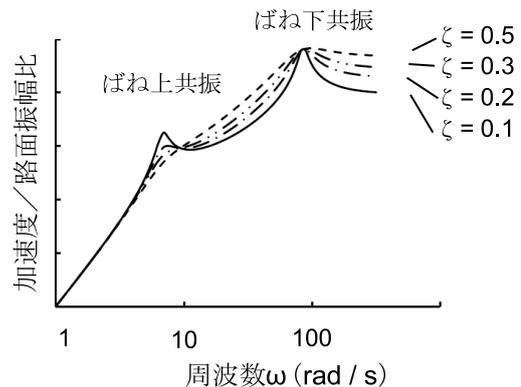


図1 伝達比特性 減衰係数比の影響

図1は、路面からの入力振幅に対するばね上加速度応答の伝達比を示しており、小さい方が乗心地が良いことを意味する。減衰係数比 $\zeta$ は、車体のばね上共振点近傍では大きい方が良いが、それ以外の周波数では小さくした方が、乗心地が良いことが分かる。

一方、接地性に目を向けると、車の走行時に駆動力、制動力、横力が発生する部分はタイヤと路面との間である。その大きさを決める主要なファクタは垂直荷重であり、これが接地力となる。接地性を確保するには車輪の路面への追従性を良くすることが必要であり、これに対してはばね下の共振を抑え込むことが重要になる。減衰係数比 $\zeta$ が小さいほど接地力変動が急激に悪化することが計算からも分かっている<sup>1)</sup>（図2）。

接地力が負の値をとるような場合はタイヤが路面から浮き上がる現象が生じることになるので、減衰係数比 $\zeta$ は乗心地の観点だけでなく、接地力も考慮して選定されなければならない。

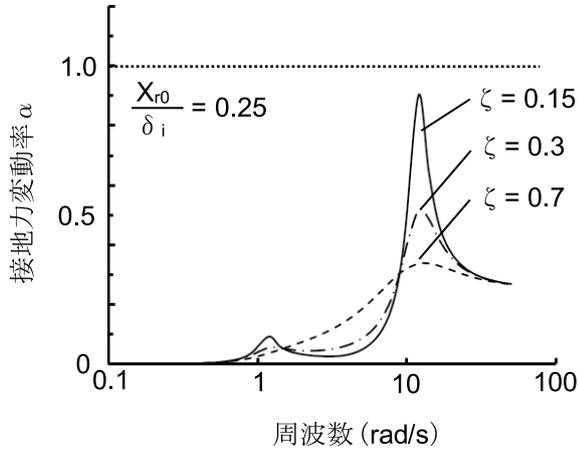


図2 接地荷重変動率 減衰係数比の影響

このように簡単な理論解析だけでも、実現したい特性を両立させる難しさは理解いただけると思う。基本的には適合させるショックアブソーバの特性は固定（パッシブサスペンションと呼ばれ、一度特性が決まれば切り替わらない）であるため、達成できる性能には限界がある。

また、操安性について考えると、ドライバのアクセル・ブレーキ操作やハンドル操作、さらには横風などの外乱から車体に働く慣性力によって生じる車体姿勢変化は操安性に影響を及ぼすことになる。これは、サスペンションのリンク構成によりキャンバやトーなどアライメントが変化するため、この動きを抑制するばねやショックアブソーバは操安性を高めるのに重要な役割を担う。

乗心地、接地性、操安性では相反する特性が多いことから、パッシブサスペンションを超えたより高い領域でこれらの特性を両立させるため、電子制御によって様々なシーン、路面状況や運転状況に応じて特性を変化させることが一つの解となる。

電制サスについては、減衰力可変、ばね特性可変および車高可変など、要求に応じて様々な機構があり、制御設計とシステム構成上からはアクティブサスペンション、セミアクティブサスペンションの切り分けになる。

ここで、セミアクティブサスペンションについて触れておく。考え方の起点はアクティブサスペンションが元になっており、アクティブとパッシブの中間的な存在、という意味で名付けられたもので、アクティブサスペンションが外部動力源を用いて能動的

に力を発生させるのに対し、セミアクティブサスペンションはパッシブサスペンションのパラメータ（減衰係数やばね定数）を変化させて振動を制御するものである。アクティブサスペンションで必要と定義された制御力を、減衰力可変ショックアブソーバで近似的に制御するサスペンションをセミアクティブサスペンションと呼ぶのが通例になっている。

以降は、セミアクティブサスペンションを前提とした減衰力可変機構を備えたショックアブソーバからなる電制サスシステムに的を絞って言及していく。

### 3 システム・アーキテクチャ

#### 3.1 システム構成

KYBの電制サスシステムは、ECU(ECUに搭載されるオペレーティングシステムなどからなるベシックソフトウェア、および特定の機能を果たす制御ロジックなどからなるアプリケーションソフトウェアを含む)、センサ、比例ソレノイド制御弁による減衰力可変機構を搭載したショックアブソーバ(KYBではソレノイド減衰力調整ショックアブソーバと呼ぶ。以下、ソレノイド減調SA)から構成される(図3)。

システムの動作は、認知>判断>操作 という3つのステップで説明できる。ストロークセンサは車体と車輪の相対変位を測定する。加速度センサは、車体のフロントに2つとリアに1つ取り付けられ、垂直加速度を測定している。CANから参照できる多くの情報(車両速度、ステアリングホイール舵角、前後左右の加速度、ブレーキ状態など)と搭載されたセンサからの信号が制御の入力となる。これらの入力信号を読み取り、周期的に演算することで車両の状態を分析する。ECUはソレノイド減調SAへ指令を送信し、各々の減衰力を必要に応じて変化させ、車体の姿勢や振動を修正・調整する。

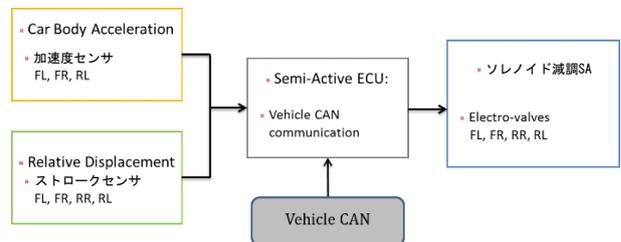


図3 システム構成概念図

#### 3.2 システムの設計思想

KYBの電制サスシステムについて簡単に紹介する。まず、サスペンションが果たす基本的な役割の一つである「接地荷重変動の抑制」のため、ソレノイ

ド減調SAに組み込まれているパッシブ減衰力（電子制御の減衰力と並列に発生する力）が最低限の接地性を確保する。

次に、乗心地の観点では、路面からの入力を緩和・遮断する狙いで、低い減衰力の領域を基本的には使う。（低ければ良いというものでもないが、その辺りの議論は学术论文などに任せたい）。同時に、車体の振動を制御するため古典制御を用いて、必要に応じて減衰力を高める仕組みになっている。

さらに、操安性の観点では、動力源が無いため受動的にはなるが、ロールする速度を緩やかにするといった狙いで適切に減衰力を高め、車体の姿勢変化を抑えることで安定性の向上に貢献させる設計思想としている。

このような、電子制御にて実現したい役割・機能はアプリケーションソフトウェア（以下、ASW）としてECUに組み込まれている。システムの構成で重要な要素となるASWと、コア技術であるショックアブソーバについては自前で開発し、量産に際して顧客が各々の主義・思想として持っている車両の挙動・フィーリングに近づけ、他のシステムに合わせて適合・チューニングしている。

#### 4 構成要素概略

システムの中で重要な要素であるソレノイド減調SAとASWについて説明する

##### 4.1 ソレノイド減調SA

ソレノイド減調SAには比例ソレノイド制御弁（以下、SOL弁）をショックアブソーバの中側または外側に設置する2種類の形式があり、図4はSOL弁を外側に設置する外付け式の外観である。



図4 外付け式ソレノイド減調SA外観

外付け式ソレノイド減調SAの仕様を表1に示す。

##### 4.1.1 3重管構造

ショックアブソーバの外側に設置したSOL弁に油

表1 外付け式ソレノイド減調SAの仕様

基本構造	3重管ユニフロー構造
制御方法	圧力制御
SOL弁部体格 (最外径×高さ)	φ39×53以下 車両搭載性に優位性を持つ
電流と減衰力の関係	低電流 ソフト 高電流 ハード
切替応答性	当社既製品 (ステッピングモータ式) に対して8倍以上に向上 ソフト⇄ハード
フェールセーフ時の減衰力	任意の減衰力に 設定可能

を導くためにシリンダ・中間パイプ・アウターシェルで構成される3重管の構造を採用した。また、伸行程と圧行程の減衰力を1つのSOL弁で調整するために、作動油の流れをユニフロー（一方向流れ）とした。図5に、3重管ユニフローの構造図と作動油の流れを示す。

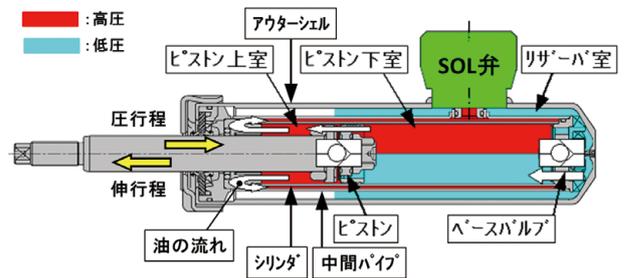


図5 3重管ユニフロー構造図

本構造では、ピストン、ベースバルブは原則チェック弁になっており、主に減衰力はSOL弁で発生させる。伸/圧行程共に、ピストン上室は高圧となりシリンダから中間パイプの間を通りSOL弁までが制御圧となる。その後、SOL弁を通過した作動油はリザーバ室へ戻り、伸行程時にはロッド移動分はベースバルブを通してピストン下室に供給する構造となっている。

##### 4.1.2 制御方式

SOL弁には流体の圧力差を用いて弁体を駆動させるパイロット方式の電磁比例リリーフ弁を用いる。パイロット弁の制御方式には、圧力制御と開口面積制御の2種類がある。減衰力特性のイメージを図6に示す。

圧力制御の場合、制御電流でパイロット室の圧力（パイロット圧）をコントロールするため、開弁点は

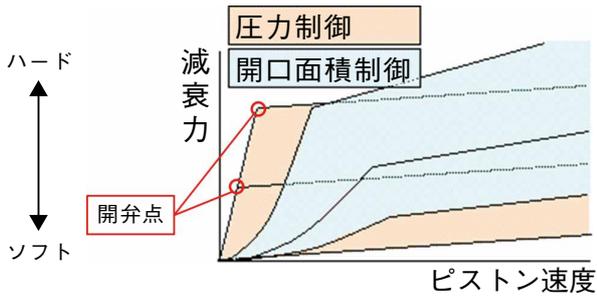


図6 圧力制御と開口面積制御の減衰力特性イメージ

変化するがソフトからハードまで減衰力の勾配はピストン速度に依存せず一定となる。そのため、低速域の減衰力可変幅で操安性を高めた時でも、中～高速域減衰力の上昇を抑えられ乗心地を悪化させない。

この勾配が一定となる特性は、接地性確保のためのパッシブ減衰力特性と制御電流にのみ依存し減衰力を発生させる減衰力可変特性を1本に集約できている特性になる(図7)。

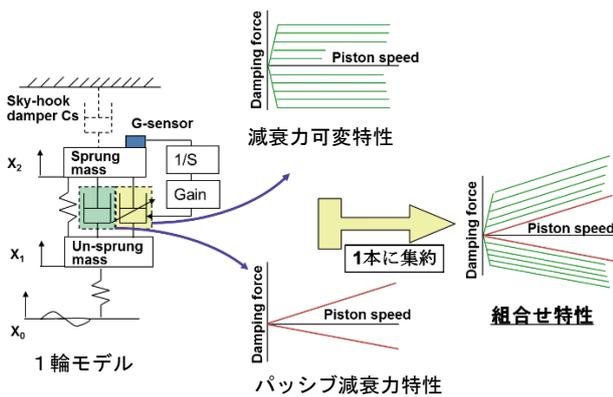


図7 圧力制御と制御性

一方、開口面積制御の場合、制御電流でパイロット弁の開口面積をコントロールするため、減衰力の勾配は制御電流ごとに変化し、減衰力は電流とピストン速度の両方で決まる。

セミアクティブで代表的に用いられるスカイフック制御<sup>1)</sup>をパイロット方式の電磁比例リリーフ弁で実現させる場合、圧力制御のように減衰力を電流のみで設定できればピストン速度を検出する必要がなくなるというメリットがある。また、造りの観点では、開口面積制御の場合、部品寸法に高い精度が求められる、コストの面で難しさがある。

パイロット弁の各制御方式については、それぞれ市場において採用されている実績はあるが、KYBでは、制御性と部品精度の面から圧力制御を採用した。

#### 4.2 アプリケーションソフトウェア (ASW)

ASWの階層や機能モジュール分割は、ソフトウェア

の効率性、信頼性、保守性、移植性を念頭に置いた。

効率性とは、メモリや処理負荷を最小限に抑え、指定された条件下(使用できるリソース量)に対応させることを指す。信頼性については、一定のパフォーマンスのレベルを維持する能力に関連し、ASW層やインターフェース内でエラーの検出・処理が堅牢であることが挙げられる。保守性については、変更を行うために必要な労力に関連し、検証や分析の面から複雑さを最小限に抑え、各コンポーネントは同じ(相似の)構造を持たせている。移植性については、ある環境から別の環境への展開に対する観点で、各種プロジェクトや顧客ごとに簡単に適応できること、機能とインターフェースに応じて容易に拡張できることを前提とした設計としている。

##### 4.2.1 ASW内の機能モジュール

システムの設計思想でも述べたが、車体の振動や姿勢をコントロールすることは主な3つの要求目標を達成する必要があることを意味し、互いに重複する部分もある(図8)。

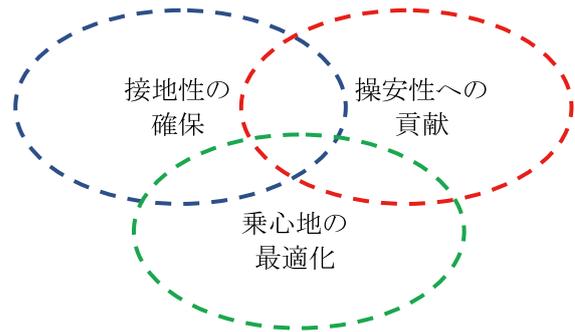


図8 システム要求概念

これらは、ドライバーによる様々な運転、多種多様な路面においても、普遍的な要求である。そのため、車両の状態、ドライバーおよび路面からの入力情報を混合して収集し、ASWの各機能があらゆる条件・状況においても要求を満たすことを狙う。

電制サスシステムにおいて、要求の実現は構成するハードウェア(ソレノイド減調SA)とソフトウェア(ASW)で互いに補完する場合もある。システム設計から一貫した役割分担に基づき、前述の3つの要求に対してASWが担う機能モジュールを大別し、それぞれ対応するモジュール名を以下に示す。

- ① 接地性の確保 → Wheel holding
- ② 乗心地の最適化 → Car Body Filter
- ③ 操安性への貢献 → Anti-Roll, Anti-Pitch

「接地性の確保」については前述で触れたようにショックアブソーバでも担うが、「Wheel holding」モジュールでインパクト入力やタイヤのばたつきに対してロバスト性を提供している。このモジュール

はタイヤのばたつきを検出し、一定期間減衰力を増加させる指令を出力している。

「乗心地の最適化」については、車体のバウンス、ピッチ、ロールの各方向の速度を演算するため加速度センサを利用している。これら各方向の速度を用いて「Car Body Filter」モジュールで、古典制御による連続的な減衰力指令を算出し、車体（客室）の振動を制御する指令を出力している。ここには、ストロークエンド近傍の異音やショックを抑える処理など付加的な機能も含まれている。

「操安性の貢献」としては、「Anti-Roll」モジュールではステアリング操舵に依存し、「Anti-Pitch」モジュールでは前後加速度やブレーキ圧に依存して減衰力を高める指令を出力している。また、ドライバ入力起因による車体の姿勢変化を規制することにより、ドライバの意図に合わせる、および安定側となる車両挙動を確保している。

## 5 今後の展望

以上、当社グループにおける自動車用電制サスについて紹介してきた。引き続き、市場の要望に当社の技術で適時応えていきたい。そのためには今後、当社グループ内でのグローバル連携をさらに高め、各開発拠点で役割分担や知見共有により核となる技術の発展を効率的に進めることが肝要と考える。これは、設計の領域にとどまらず、様々な協力メーカーとのより良い関係構築や造りの面からも同様に、当社グループ内でこの製品を通じた相乗効果を生み出す活動展開も必要であろう。

また、少し視野を広げて昨今の自動車産業の動向に目を向けた時、既存だけでなく変化していく要求

に対しても、その解につながる技術の大局を意識していきたい。例えば、コネクティッドカー（つながるクルマ）や自動運転を背景に、電気・電子アーキテクチャは分散型から集中型へ進むとみられる。このような状況下で、今回はサスペンションについて述べてきたが、当社グループ内には他に多くの電子製品が存在していることから、その保有技術を組み合わせた価値提供はもちろんのこと、設計力・提案力を強化させることが必要である。これは、組み込みに対する親和性を高めた設計思想を貫き、ノウハウ・知見を積み上げていくことが重要で、その適応性・拡張性に磨きをかけることが求められる。

## 6 おわりに

私事であるが、電制サスシステムの量産化に際してスペインに駐在し、ASW開発担当として貴重な経験を積ませてもらった。当時を思い返せば、まさにグローバルに国境を超えた量産開発は、当社グループの枠組みの賜物であり、多様性に富んだ（仏・西・独・日）協力メーカーや顧客との知見の積み上げは我々の財産であると考えている。これらをさらに発展させ、これからも安心・安全・快適さを支える技術・製品を提供していきたい。また、量産立ち上げに際して、多大なるご支援、ご協力を賜りました関係者の方々にこの場をお借りして厚くお礼申し上げます。

### 参考文献

- 1) KYB株式会社編：自動車のサスペンション構造・理論・評価 P. 55, P. 61, P. 235 (2013)

## 著者



太田 康洋

2001年入社。オートモーティブコンポーネンツ事業本部 技術統轄部製品企画開発部専任課長。  
基盤技術研究所、製品企画開発部、KEUを経て現職。

# eミキサⅢの開発

木本 恵介

## 1 はじめに

KYB熊谷工場では主力製品であるコンクリートミキサ車のラインアップとして、電子制御ミキサ車（以下eミキサ）とマニュアルミキサ車を揃えている。大きな違いは、eミキサは、油圧機器を電気信号で制御するのに対し、マニュアルミキサ車は、運転手の手動操作によって制御をしている。

eミキサの特徴として、積載量の負荷状況により油機の流量を最適に制御することにより、エンジン回転数をマニュアルミキサ車の約半分に抑え、低騒音・低燃費を実現している。また、コンパクトなハンディタイプのリヤコントローラを装備しているため操作範囲が広く、生コンの排出口付近でも操作可能である。自動洗浄・自動混練のプログラム運転、走行時の自動攪拌、逆転防止といったユーザのニーズに合わせた機能も装備している。

eミキサは2004年10月に初代モデルが販売され、2011年10月にはモデルチェンジを行い、現行型のeミキサⅡ（写真1）を販売した。2020年には累計総出荷台数は1800台となる見通しである。本報ではモデルチェンジに向け開発中のeミキサⅢについて紹介する。



写真1 eミキサⅡ

## 2 開発背景

### 2.1 お客様へ安心・安全の提供

過去、システムに生じた異常に対しユーザより「どのような対処をするのか」と担当営業員へ問い合わせが多く寄せられた。

eミキサⅡはエラーが発生すると、ECU<sup>注1)</sup>に実装されている7セグメントのLED表記が点灯し通知する。その数値を読み取り、取扱説明書と照らし合わせることでエラー内容を確認できる仕組みとなっている。しかし、作業現場において照らし合わせる等の対応は難しい場合も多く、担当営業員への問い合わせが常となっていた。

注1) Electronic Control Unitの略

### 2.2 アフターサービスの実情

ミキサ車のサービス工場は全国に数多く存在するが、多くの工場は電子部品の取り扱いに不慣れである。そのため、その地域のeミキサのアフターサービス体系が十分に整備されていない場合も多く、その地域には拡販も進んでいなかった。

### 2.3 情報を活用したサービス提供

ユーザよりミキサ車に求められる機能向上として従来は「軽量化」、「ドラム内の洗浄性能の向上」、「低燃費」、「低騒音」の要求が主であったが、昨今では「故障予防」等の情報提供も重要な機能となってきている。理由は、油圧ポンプモータ、ドライブラインの無点検、整備不良等が原因で重大な故障に繋がるからである。突然のトラブルは当日の配車計画の見直しだけではなく、交換部品の手配に時間がかかり長期で稼働出来ない場合もある。

これらの背景を受け、eミキサとそれを取り巻く環境に配慮した仕様を構築し実現するための開発を開始した。

## 3 システム概要図

図1はeミキサⅡ、Ⅲのシステム比較図である。

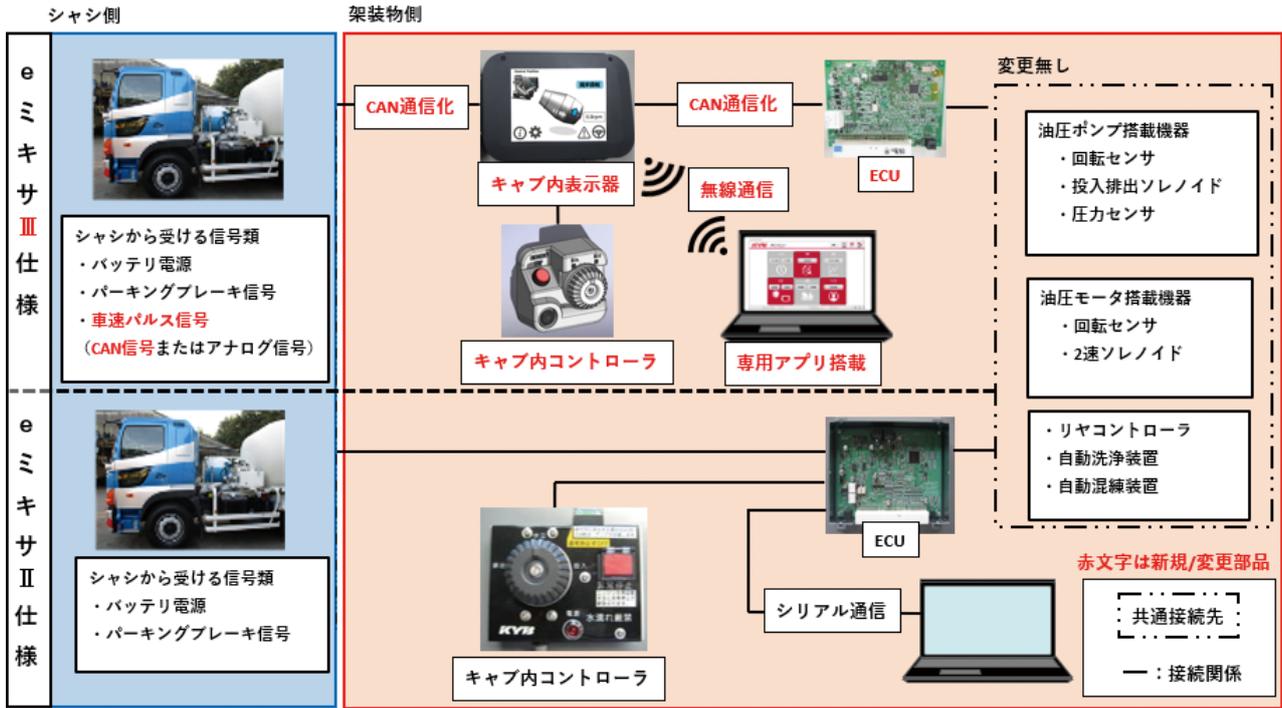


図1 eミキサIIとIIIのシステム比較図

新規部品である赤字の機能について紹介する。

## 4 新規部品の概要

### 4.1 キャブ内表示器（以下、表示器）の採用

第2項の開発背景からわかるように、エラー内容、交換部品、緊急性の通知を含めたミキサ車の状態の見える化は、非常に重要である。合わせて、ユーザ自身の操作が常に確認できれば安心を提供できると考える。また、保守・点検を必要な時期を通知することで、ユーザの運行サポートを可能とするシステムになる。

以下に代表画面を示す。

#### 1) 「走行中」の画面（写真2）

##### (a) 「コントローラ操作位置」の表示

キャブ内1ヶ所と車両後方3ヶ所で合計4か所にコントローラを設置しているが、どのコントローラに操作の優先権があるか確認したいとの要望があり、操作位置にフラグを立てて表示することとした。

##### (b) 「ミキサ車状態通知」の表示

表示内容は、「攪拌回転」、「投入回転」、「排出回転」、「攪拌解除」、「eco」、「自動洗浄中」、「自動混練中」がある。

##### (c) 「ドラム回転方向」の表示

走行中に生コンを道路へ絶対に溢してはならないため、逆転防止機能が設定されている。そ

の上でも、ユーザはドラム回転方向に注意を払って運転している。そのため、バックミラーで回転方向を判断することに気を取られがちである。表示器に回転方向を示すことで、容易に判断が可能となり運転をサポートすることが出来る。表示器では回転方向と生コンの移動方向も示しており、初心者でもわかるような仕様になっている。以下詳細を示す。

システムの制御別に3パターン設定している。

- ・「攪拌回転」は青矢印で、指示は上方向を示す。グレーの矢印は生コンクリート（以下生コン）の動きを示しており右下方向を指示する。
- ・「投入回転」は黄色矢印で、指示は上方向を示す。生コン移動方向の矢印は右下方向を示す。
- ・「排出回転」は赤色矢印で、指示は上方向を示す。生コン移動方向の矢印は左上方向を示す（写真3）。

##### (d) 「ドラム回転数」の表示

##### (e) 「走行中」のアイコン

走行中は操作入力を受け付けられないため、走行中のアイコンを表示して示す。

##### (f) 「エラー通知」のアイコン

エラー発生時に点灯し通知を行う。ボタンを押すとエラー履歴画面（写真5）へ移動する。

##### (g) 「設定」のアイコン

設定画面（写真6）に移動する。

##### (h) 「メンテナンス」のアイコン

定期点検情報が更新された場合に、点灯する。アイコンをタッチする事で、メンテナンス画面（写真4）へ移動する。

2) 「停車し排出中」の画面（写真3）

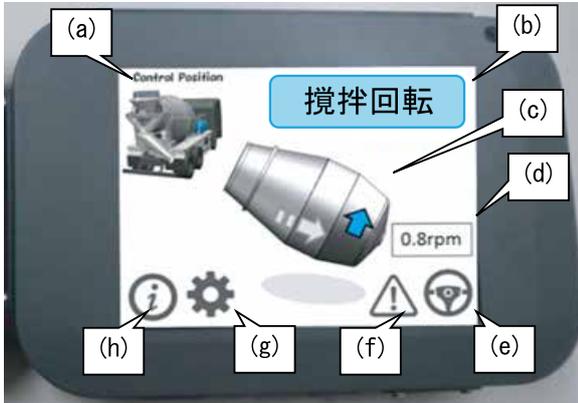


写真2 「走行中」の画像

(i)車両後方右下の操作位置を示す。

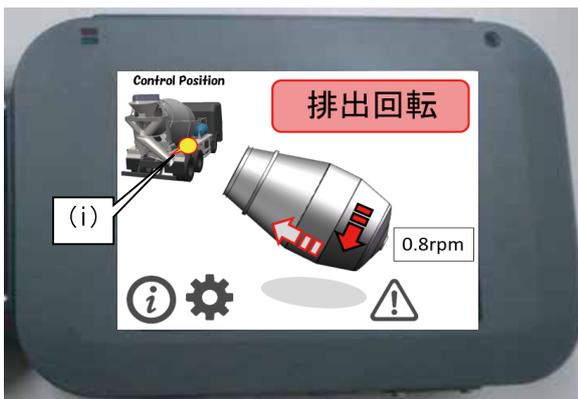


写真3 「停車し排出中」の画像

3) 「メンテナンス」の画面（写真4）の説明

定期点検の条件になったタイミングで、対象のアイコンが点灯しユーザへ通知する。



写真4 「メンテナンス」の画像

4) 「エラー履歴」の画面（写真5）の説明

エラー発生日時、内容を記載する。エラー表記部をタッチすると詳細画面へ移行し、処置の緊急性の有無と処置の確認手順、交換部品が表示される。

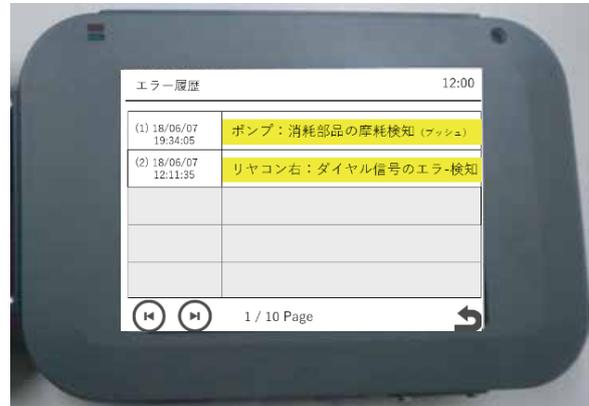


写真5 「エラー履歴」の画面

5) 各種機能の「設定」画面（写真6）のアイコン説明

新規で搭載した機能を以下紹介する。

(j) 「運行記録」のアイコン

本機能は作業中にエラーに現れない異常やユーザが違和感を感じた動きを後に再確認して頂くためのツールとして搭載した。表示内容ではエンジン回転数、ドラム回転数と操作記録を確認することができる。

このログデータは新規で追加したメモリ機能から表示を行っている。2パターンのログを取得おり、1つは未知のエラー解析を目的とした細かいログと機器類の経年データ、使われ方調査が目的のログである。このようなデータは今後のICT、IoTシステムと連携することで、故障予知や、使われ方を把握することが可能になる。これは最適設計へのフィードバック等、重要な解析材料となるため、システムの重要な機能となっている。

(k) 「その他」のアイコン

輝度設定、言語選択を行う画面へ移行する。

(l) 「Bluetooth」<sup>[注2]</sup>のアイコン

これまで、車両とPCを有線接続し車両設定、チューニング作業を行っていた。工場内、ユーザのプラントでは屋外作業の場合も多く、天候が理由で作業日程の変更等もあった。また、納車後の作業の場合、ボルト締めしているカバーを取り外し、ECUに直接、通信ケーブルを接続するため手間となっていた。これらの対応として無線化することとし、課題を解決した。

ただし、セキュリティの観点から無線使用者は限定された作業者としている。

注2) Bluetoothのマークは、Bluetooth SIGの商標である。

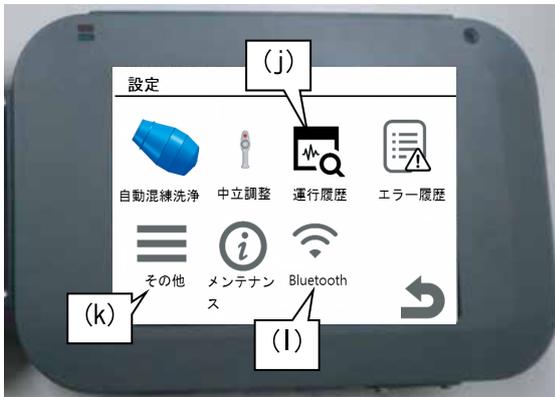


写真6 「設定」の画面

#### 4.2 サービスアプリケーションの開発

同時に開発を進めているサービスアプリケーション（以下アプリ）について紹介する。

サービスアプリケーションとはeミキサの車種毎のチューニング、パラメータ設定を行うツールである。従来のチューニングは作業者が手作業で一台ずつ規定のドラム回転数になる値等をトライ&エラーで設定値を導き入力していた。この作業は人によるばらつきが発生する可能性があるため、定量的な作業と判断を提供できるツールが必要であった。

ログイン時（図2）は担当部署IDにより作業範囲の権限が定められており、その範囲にてチューニング作業、パラメータ設定が可能となる。

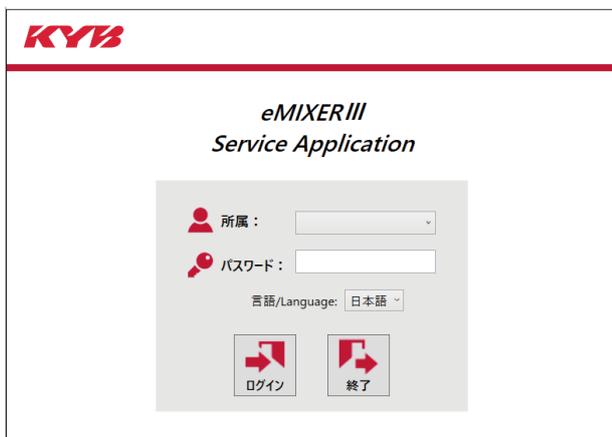


図2 サービスアプリケーションログイン画面

本アプリにログイン後、メインメニュー（図3）へ移動した後のチューニングについて以下手順を説明する。



図3 アプリのメインメニュー画面

チューニングボタンを押すと、出荷調整画面（図4）へ移行する。実施内容としては13項目ある。上から順に作業を進めて行く方式をとっており、抜けが無い様にしている。



図4 出荷調整画面

以下調整において、工数がかかっていた作業を説明する。

##### (a) 油圧ポンプ制御用ソレノイドの調整

流量を決定する油圧ポンプには、個体差があるため、ソレノイド電流値を調整しドラム回転数を決めている。現状は、手でリヤコントローラのダイヤル中立位置から投入、排出方向へそれぞれ回り始める位置と回り出し回転数を確認し、調整している。本アプリでは、自動での調整が可能となる。

##### (b) 「1速2速変速ショック」の内容

油圧モータは、負荷に応じ容積を2段階に切り替えている。容積の切り替えに合わせ、ポンプの吐出流量も制御しているが、油圧部品の個体差により、容積の切り替えのタイミングでショックを感じる。それを解消するため、ポンプのソレノイド電流値を調整し、吐出流量を適正化することで、スムーズな切り換えを可能とする。この調整も自動で行う。

また、サービス工場向けとして、部品交換別の

チューニング用画面（図5）も準備しており、作業者は部品交換後、画面の指示に従って調整作業をするだけとなっている。

交換部品選択	
部品	選択
ECU/表示器	<input type="checkbox"/>
ポンプ/モータ	<input type="checkbox"/>
投排ソレノイド	<input type="checkbox"/>
2速ソレノイド	<input type="checkbox"/>
回転センサ/圧力センサ	<input type="checkbox"/>
コントローラ	<input type="checkbox"/>

図5 アプリの交換部品選択画面

## 5 課題と対応策について

eミキサⅢでは、表示器が追加となるシステムとなるため、部品費が純増している。現状のユーザの買い替え時の負担を抑えるためにも、原価低減は必須である。以下に、実施内容を記載する。

### 5.1 ハーネス費用の削減

現状、eミキサⅡのメインハーネスは、数種類の設定が存在するが、eミキサⅢではメインハーネスを1種類とし原価を抑えた。また、CAN通信化することでハーネス本数11本から2本へ省配線化も行った。さらに、海外に生産拠点があるサプライヤに変更することでコスト削減が可能となった。

### 5.2 特別仕様のハーネスを標準仕様へ追加

2015年～2017年の3年間にeミキサ購入時の特別仕様の設定比率を調査した。調査の結果、特定の電装系の特別仕様が90%以上装着されていることが判明した。それにより、特別仕様ハーネスをeミキサⅢの標準ハーネスに組み入れることを検討した。検討の結果、下記理由より、コストダウンが見込めたため、実施することとした。

- ①組付け作業が全て同工程の作業となるため、工程工数が約半分になると見込まれた。
- ②複数の特別仕様用配線を車両に組み付ける際の合体加工が不要となり、工数低減が見込まれた。
- ③新規サプライヤは、比較的low価格のためメインハーネスが大型化してもコストへの影響が少ないと見込まれた。

### 5.3 樹脂化による原価低減

現行のECUケースはステンレス製カバーと複雑な板金部品との組み合わせで構成されていた。新型ではこれを樹脂化（写真7）することと、搭載する

ECU基板サイズ（写真8）を20%小型化することで、合わせてVEアイテムとした。コスト低減割合は30%以上で重量では25%以上の軽減となる。

また、eミキサⅢではキャブ内コントローラ（図6）のVEも実施した。筐体を樹脂化することで原価低減、操作性向上、コンパクト化を実現した。結果、コスト低減割合は25%以上、体積は20%以上の小型化となった。

小型化により従来はセンターコンソール付近にキャブ内コントローラを設置していたが、操作性の良い右前方インパネ上部へ設置が可能となった。



写真7 ECU樹脂ケース



写真8 ECU

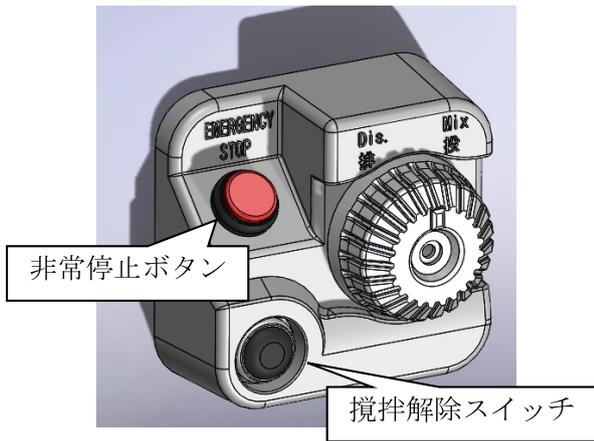


図6 キャブ内コントローラ

## 6 おわりに

近年、建設土木業界においてICT、IoTを利用した高効率施工を目指した取り組みが数多く行われている。多くの企業が関係する施工現場において、今や企業の垣根を越えて情報が共有され1つのシステムとして動き出している。eミキサⅢも施工現場の役割を担う一端として社会やユーザに必要とされるべく開発した製品である。国内トップシェアのKYBとしても、eミキサⅢを更に進化させてIoT化を進めていく。

最後に本開発に協力して頂きました関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。

## 著者



### 木本 恵介

2012年入社。特装車両事業部熊谷工場技術部。開発製品関連の業務に従事。

製品紹介

# 小田急電鉄(株)殿向け フルアクティブサスペンションシステム

青 木 淳

## 1 はじめに

鉄道車両の高速化は、トンネル通過時に発生する空力外乱やレールの軌道不整による影響で、車体左右振動が増加し、乗り心地を悪化させる要因となっている。

乗り心地の悪化を防ぐためにサスペンション技術は改良が行われ、当社は減衰力を可変に制御するセミアクティブサスペンションシステム（以下、セミアク）を製品化、これまで多くの鉄道車両に採用頂いてきた。しかしながら、車両の高速化に伴い増加する車体左右振動に対して、減衰力という受動的な作用でしか機能できないセミアクでは、快適な乗り心地を満足させるには技術的限界となっていた。また、近年では旅客サービス向上の一環として、良好な乗り心地をセールスポイントとした在来線特急車両においてもセミアク以上の高性能サスペンション技術の要求が高まっている。

この課題の解決手段として能動的に推力を発生して制御するフルアクティブサスペンションシステム（以下、フルアク）の技術が望まれてきた（図1）。

フルアクは格段なる効果が得られる反面、故障時の安全性に懸念があったが、当社のコア技術である油圧制御技術を駆使し、アクチュエータ機能と故障時には必ずパッシブダンパに回帰するフェールセーフ性の機能を両立した電動油圧式の「マルチモードアクチュエータ」を考案、加速度センサ、制御装置を含めた機器で構成されるフルアク「ASTRIC<sup>注1)</sup>」を製品化した。

ASTRICは小田急電鉄(株)殿70000形特急ロマンスカー・GSE（写真1、表1）編成の全車両に御採用頂き、国内の量産鉄道車両として初めて電動油圧式フルアクを搭載、車体左右の揺れを大幅に低減し、乗り心地向上に貢献している。

注1) Active Suspension System with Triple Control Modes, KYB独自のフルアクティブサスペンションシステムの商標名。



図1 鉄道左右系サスペンション形式  
振動低減効果



（提供）小田急電鉄(株)殿

写真1 70000形特急ロマンスカー・GSE  
(Graceful Super Express : GSE)

表1 車両概要

1	車両形式	70000形 コンセプト 「箱根につづく時間を優雅に走る ロマンスカー」
2	編成	7両固定編成 ボギー車・編成長約142m
3	編成定員	400名（全席指定）
4	製造両数	2編成14車両
5	営業運転 開始	2018年3月

（出典）小田急電鉄(株)殿

## 2 ASTRICシステム構成

構成機器を写真2に示す。ASTRICは車体の左右動揺を検出する加速度センサ、振動制御を担う制御装置、動揺を抑える力を発生するマルチモードアクチュエータから構成され、鉄道専用仕様品となっている。

車両搭載時のシステム構成例を図2、構成機器員数を表2に示す。図2に示すように、加速度センサ（Accelerometer）は前後台車直上付近の車体床面、制御装置（Controller）は車体床下、マルチモードアクチュエータ（Multi-mode actuator）は車体～台車間の左右動ダンパ位置に設置される。

また、表2からASTRICはダンパとアクチュエータの機能を両立する電動油圧式のマルチモードアクチュエータを有するため、「アクチュエータ1本/台車」の構成が特長となっており、故障時の安全性を確保するダンパを別途搭載することが不要で、システムの軽量化、低コストに寄与している。



写真2 構成機器

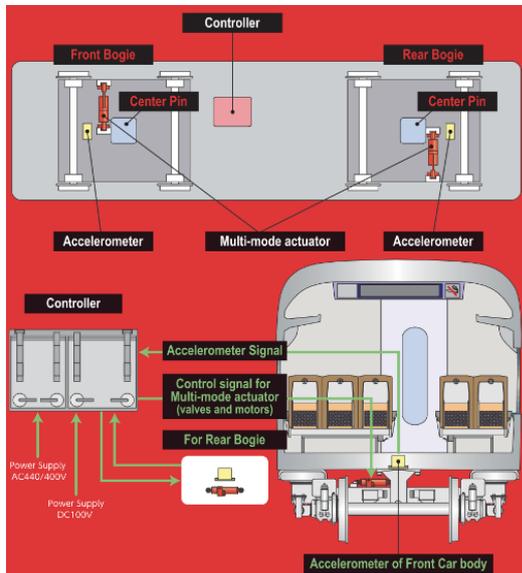


図2 車両搭載時のシステム構成例

表2 システム構成機器員数

構成機器	員数
加速度センサ	2台/車体
制御装置	1台/車体
アクチュエータ	1本/台車（2本/車体）

### 3 特徴と動作原理

アクチュエータは鉄道用オイルダンパをベースに電磁弁（切替弁、比例電磁リリーフ弁）、電動モータ、油圧ポンプのみを付加したパッケージングシリンダで、車体と台車の狭い搭載空間への装着に適したコンパクトなサイズとなっている。油圧回路図を図3、アクチュエータの外観を写真3に示す。

方式は電動油圧式で、電磁弁と電動モータの動作・非動作を組み合わせることでフルアク・セミアク・パッシブの3モードの性能が確保され、制御装置の電源が失われた場合でもパッシブダンパとして機能する特長を持つ。また、各モードの変更は動作を停止させる必要がなく、連続的かつスムーズにすることが可能である。

油圧回路は、オイルダンパに電磁弁、電動モータ、油圧ポンプ、チェック弁（シリンダ室の油が油圧ポンプ側に流入することを防止）を追加設置した回路となっている。

電磁弁、電動モータを動作させることでフルアクモードとなり、その動作原理は、電動モータを回転させて油圧ポンプでタンク内の油を圧油としてシリンダへ吐出、切替弁の動作でボトム室、またはロッ

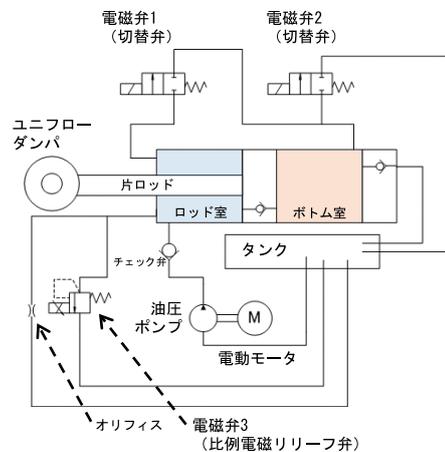


図3 アクチュエータ油圧回路図



写真3 マルチモードアクチュエータ

ド室へ油を導き、圧力室の内圧を比例電磁リリーフ弁（以下、NCV）で制御することで伸縮の推力を能動的に発生させている。

電磁弁のみを動作させた場合は、受動的な伸縮で発生する減衰力の方向を切替弁、大きさをNCVで制御することでセミアクモード、電磁弁と電動モータを非動作とした場合は受動的な伸縮で減衰力を発生するオイルダンパ性能と同一のパッシブモードとなる。

このように、ASTRICはフルアクモードから電動モータの動作を停止することで、セミアクモードへ移行、さらに電磁弁の動作を停止することでパッシブモードへスムーズに変更できる特長を有している。

また、アクチュエータの構造は、シリンダ全長を短く構成可能な片ロッド、複筒式ユニフローダンパであり、内部部品は鉄道用オイルダンパの実績要素部品を採用しているため、通常のオイルダンパと同等のメンテナンス性を持つ。

#### 4 仕様・性能

ASTRICは鉄道車両向け専用仕様となっており、主な仕様を表3に示す。

電源仕様は制御電源に100VDC、駆動電源に車両電源の三相440VAC、通信機能はRS485に対応している。

推力、応答周波数については当社シミュレーションや各種の評価試験結果から設定した振動制御に必要な当社内の下記目標値を達成、鉄道車両の振動制御に十分適用できる性能となっている。

- ・目標システム最大推力 : 16kN以上
- ・目標応答周波数 : 5 Hz以上

図4に参考として、実測した目標推力に対する発生推力のゲイン応答を示す。ゲインは推力の大小に依らず10Hzまで低下がほぼ無く、幅広い周波数帯域の振動を制御することが可能なシステムである。

表3 ASTRIC 主要仕様

項目	仕様
方式	電動油圧式
動作モード	マルチモード
電源	制御電源：100VDC 駆動電源：400VAC or 440VAC
通信機能	RS485
システム定格推力	10kN以上
システム最大推力	20kN以上
応答周波数	10Hz
基本長 <sup>注2)</sup>	327mm
ストローク <sup>注2)</sup>	137mm
アクチュエータ概算質量 <sup>注2)</sup>	30kg

注2) アクチュエータ形状および寸法は車両仕様に合わせて個別設計となる。

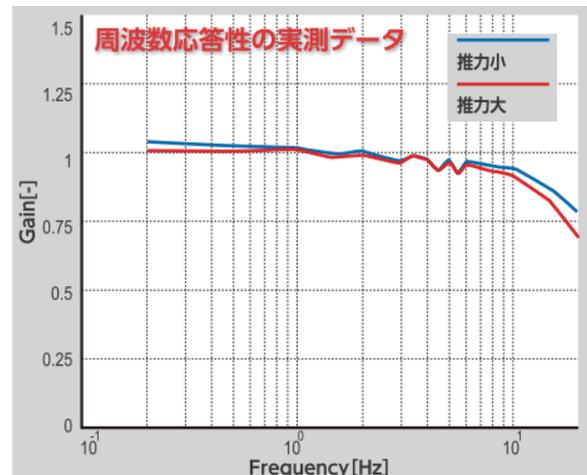


図4 推力の周波数特性（実測）

#### 5 制御システム

ASTRICの制御システム概要を図5に示す。制御システムはレールの軌道不整や空力外乱による車体の動揺を加速度センサで観測、観測した信号を制御

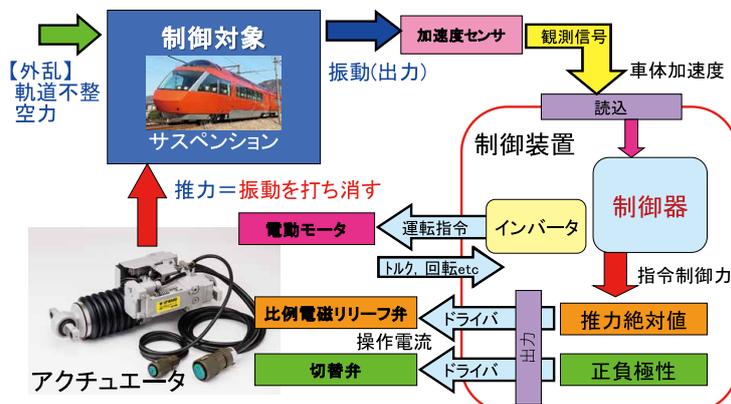


図5 ASTRIC 制御システム概要

装置で読み込み、制御器にて動揺を打ち消す指令力を演算、インバータで電動モータを動作させるとともに、指令力の正負極性を切替弁、大きさをNCVへ操作電流として出力することで、アクチュエータの伸縮推力を発生させて車体の動揺を抑えている。制御装置は加速度センサ信号のほか、電動モータのトルクや回転数等を読み込み、制御に使用している。

また、列車情報管理システム（Train Information Odakyu management System：TIOS）と相互通信し、得られる走行速度・地点・路線等の情報から走行条件や環境に応じた最適な制御を行っている。

## 6 実車搭載・振動低減効果

ASTRICを小田急電鉄(株)殿70000形特急ロマンスカー・GSEへ搭載したときの左右振動低減効果の一例として、パッシブとフルアク時の乗り心地レベル（以下、 $L_T$ <sup>注3)</sup>）を図6、車体左右加速度パワースペクトル密度（Power Spectral Density：以下、PSD）の面積を振動評価量とした比較を図7に示す。評価量はPSDの面積値であるため、値が小さいほど振動低減効果があることを示す。

図6は評価区間（地点）に対する $L_T$ を示しており、パッシブと比較してフルアクは最大マイナス13dBの振動乗り心地改善効果を確認し、鉄道の乗り心地評価基準において「非常に良い<sup>注3)</sup>」を達成した。

図7はPSDで $L_T$ と関連の高い0.5～10Hzの面積を振動評価量とした結果である。なお、図中の評価量はパッシブの評価量で正規化した百分率表記となっている。パッシブに対しフルアクの評価量は18%となり、車体左右共振を含む周波数領域で大幅に振動を低減することを確認した。

## 7 おわりに

コア技術である振動制御技術、パワー制御技術、システム化技術を駆使し、アクチュエータとダンパの機能を両立した電動油圧式マルチモードアクチュ

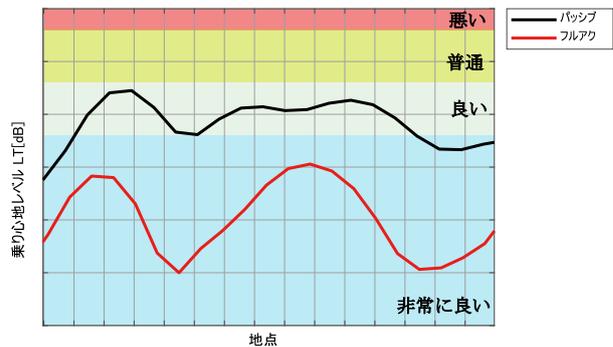


図6 評価区間の乗り心地レベル $L_T$

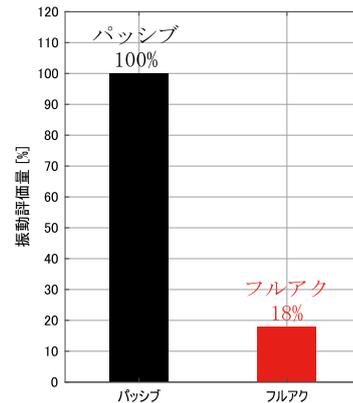


図7 振動評価量の比較

エータを適用した高性能サスペンションシステムASTRICの製品を開発、小田急電鉄(株)殿70000形特急ロマンスカー・GSEに御採用頂き、現在、営業運転車両に搭載されている。今後は優れた安全性を有する本開発製品をベースモデルとして性能や機能の向上を図り、更なる鉄道車両の快適性、安全・安定走行を提供できるよう尽力していきたい。

最後に、製品を御採用頂きました小田急電鉄(株)殿、本製品開発を行うに際し貴重な御意見、御協力を頂きました多くの協力メーカ殿、関係各位に感謝を申し上げます。

注3) 鉄道の乗り心地評価基準。特定の振動数に偏ることなく広い周波数帯に渡り、1つの数値で包括的に車両の振動を評価できる量、単位は [dB]。数値は小さいほど乗り心地が良いことを示す。

## 著者



青木 淳

2002年入社。ハイドロリックコンポーネンツ事業本部 技術統轄部 相模油機技術部 鉄道・緩衝器設計室。鉄道製品の開発・設計に従事。

# 非乗用車向けEPSの開発

三宅 壯一郎 ・ 富田 陽 紀

## 1 はじめに

非乗用車とはオフロード車・建設機械・農業機械などの乗用車以外の車両を指している。これら非乗用車市場は、オフロードの全地形対応車（All Terrain Vehicle 以下ATV）にKYB製電動パワーステアリング（Electric Power Steering 以下EPS）が2005年に初採用されて以降、年々EPSの搭載率が上昇している。搭載理由は操舵力アシストやキックバック抑制による運転者への負担低減、将来の自動操舵に向けた布石など、車両用途に合わせて多岐にわたっている。この度、非乗用車市場に向けた多用途に使用されるEPSを開発し、2019年より量産を開始した。次項より、非乗用車向けEPSの特徴を説明する。

## 2 非乗用車向けEPSについて

非乗用車の市場規模はメイン市場であるオフロード車のATV／多用途作業四輪車両（Utility Task Vehicle 以下UTV）で年間90万台と言われおり、そのうちEPSが搭載されている車両の割合は約80%とも言われている。ATV/UTV市場のEPSに求められる機能要求を図1に示す。

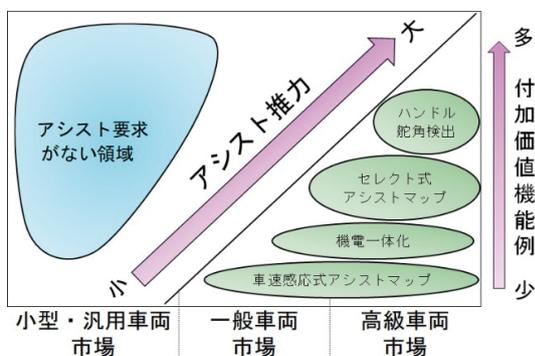


図1 ATV/UTV市場

小型・汎用車両領域においては、車格が小さくステアリングへのアシストがなくとも不満なく操舵可

能な領域であり、EPS機能を求める声は少ない。一般車両の領域においては、小型・汎用領域と比較して車両重量も増え、円滑な操舵のためにEPSを用いたステアリングのアシスト機能が必要となってくるが、車両価格を抑えるためアシスト機構に特化した安価なEPSが求められている。一方、高級車両領域においては、車両統合制御等の多機能化が進んでおり、EPSについてもアシスト機能のみでなく、コントローラやハンドル舵角検出センサの一体化等の付加価値の高い製品が求められている。高級車両市場は車両の高機能・高性能を求める今のユーザー需要に合致した領域であり、今後最も成長が見込まれる市場となっている。

このように非乗用車は車両領域ごとに求められる製品の性質が違い、また一機種あたりの生産台数は少なく、多機種少量生産となる市場である。そのため、本製品においてはコアとなる機能部品の標準化を推し進め、取付けなどの車両特有寸法に関わる部位のみ専用設計とするEPSを開発することで、多機種少量生産の市場への対応を可能にした。また、EPSの付加価値を上げる事で今後市場領域の拡大が予測される高級車両領域にも対応できる製品とした。

## 3 仕様

今回開発した非乗用車向けEPSの構成を図2に示す。ATV向けEPSの量産メーカーとして市場をリードしてきた当社製品のさらなる付加価値向上のため、本製品で新規採用した機能を表1に示す。

表1 新規採用機能

	名称	嬉しさ
1	共通モジュール設計ASSY	低コスト化
2	ハンドル舵角検出機構付センサ	多機能化
3	樹脂スタブケース	軽量化
4	内製機電一体型ブラシレスモータ	多機能化

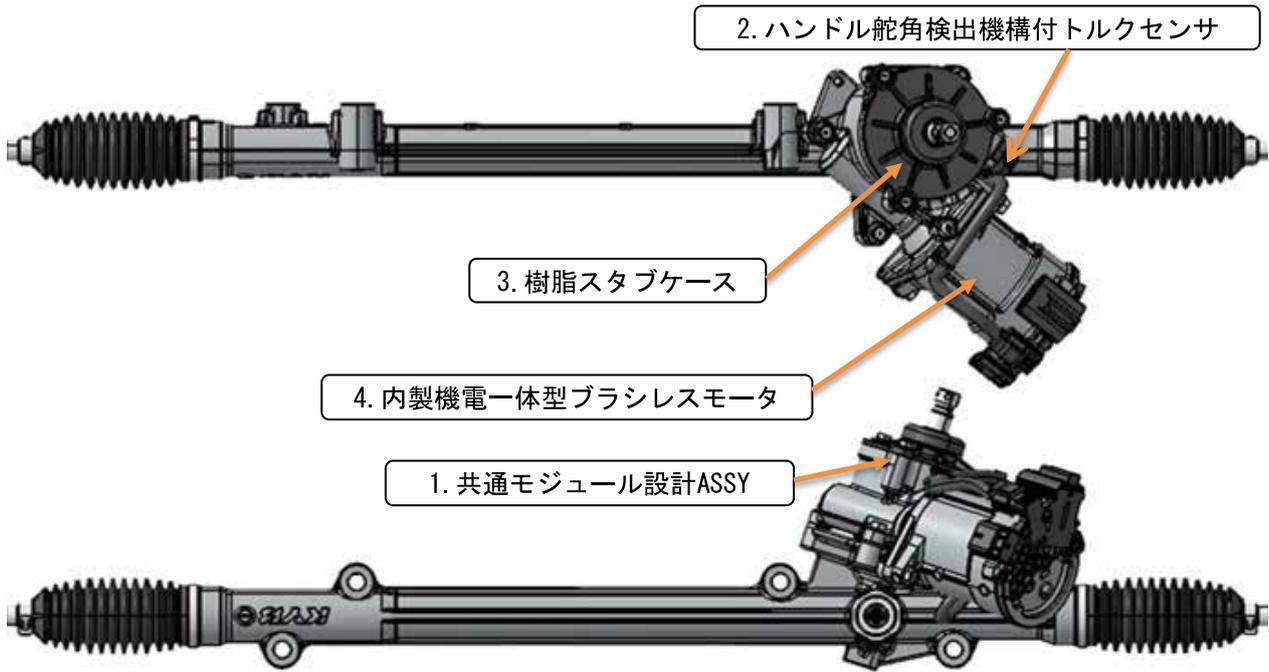


図2 非乗用車向けEPSの構成

### 3.1 共通モジュール設計ASSY

多機種少量生産となる非乗用車市場において、型費抑制・共通化による数量効果での原価低減を実現するためEPSコア機能部のモジュール化設計を実施した(図3)。

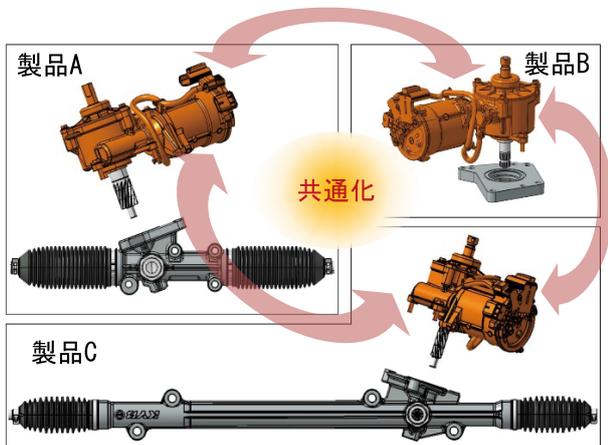


図3 共通化イメージ

EPSにおいてコア機能となる、入力トルク検出機構、アシスト機構部において共通モジュール設計ASSY部の部品点数で共有化率94%を実現している。

非乗用車市場においても車両の大型化が進んでおり、高出力化の要求は年々高まっている。一方モジュール化設計を行うためには多岐にわたる車両において、周辺部品とのクリアランスを確保する必要があるため小型化は必須となる。本製品では、これ

ら高出力かつ小型化の要求に対して新規モジュールの減速機を採用する事で成立させている。

本共通モジュール部を採用した非乗用車向けEPSの主要諸元の1例を表2に示す。

表2 主要諸元

項目	仕様・諸元
理論推力	7540N
減速比	1 : 18.5

### 3.2 ハンドル舵角検出機構付センサ

本製品では、ハンドル舵角検出機構付センサ(Torque Angle Sensor 以下TAS)をKYB製EPSとして初採用している(図4)。

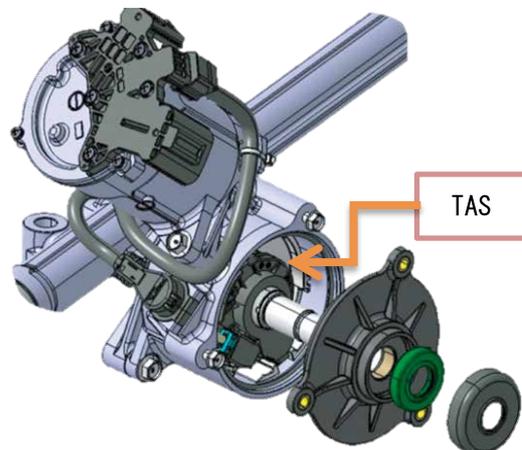


図4 TAS部

先に述べたように非乗用車市場において、高級車両の高機能化が進んでおり、トラクションコントロール/スタビリティコントロール/横転防止機構などにハンドル舵角情報が使用されている。

従来、ハンドル舵角の検出は車両側にて行われていたが、TASを採用することで、EPSのみでハンドル舵角の検出⇒送信が可能となり、それによって車両側にて舵角センサ、取付ブラケットを廃止することができるため、部品点数削減による車両組立の簡素化が可能となる。

ハンドル舵角検出のフローを図5に示す。



図5 ハンドル舵角検出のフロー

TASとEPSの一体化により取得できる情報の分解能が飛躍的に向上するため、手を放した時のハンドル戻りのフィーリング改善、外乱抑制制御などの操舵フィーリング向上、自動操舵への転用などが可能となっている（図6）。

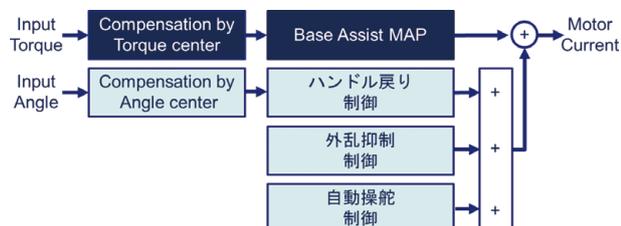


図6 制御ブロックイメージ図

### 3.3 樹脂スタブケース

従来EPSに樹脂部品はセンサのハウジング、コネクタなどわずかな部品のみに限られていた。本製品では、軽量化及び加工レス化による低コスト化を実現すべく、図7に示すように従来アルミハウジングで製造されていたスタブケースを初めて樹脂化した。

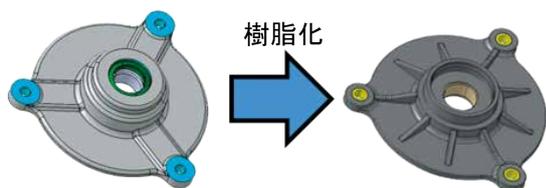


図7 樹脂スタブケース

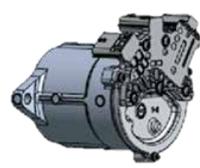
樹脂メーカーと協力し、使用環境の温度変化及び外

部負荷による寸法変化の構造解析を実施し、形状の最適化を達成、非乗用車ならではの環境性能を満足する部品としている。

### 3.4 内製機電一体型ブラシレスモータ

先に述べたとおり非乗用車市場においてもEPSは高出力化・小型化・軽量化が求められている。これらの要求を実現するため電装部品では、従来使用していたコントローラ別体のブラシ付きモータに対して、コントローラを一体化させた機電一体型ブラシレスモータを開発した。この開発により出力は約2.6倍、重量は20%減り、市場の要求に対応可能となった。表3に新旧電装部品の比較を示す。

表3 電装新旧比較

項目	旧電装品	新規電装品
構成	 機電別体	 機電一体
モータ	ブラシ付き	ブラシレス
出力	EPS推力2880N相当	EPS推力7540N相当
重量	1.60kg + 0.87kg	1.97kg

また今回、構成要素となるモータ、コントローラ、機構部、ソフトウェアの全てを内製開発した。これにより各要素における機能追加や設計変更だけでなく、全体を通しての影響分析や改良提案もスピーディに実施でき、顧客が求める多機種・短納期の要求に対応可能となった。特に細かな追加、変更要求が繰り返されるソフトウェアにおいては、内製開発の強みである柔軟かつ迅速な対応が必要不可欠であった。具体的にはモデルベース開発を行っている制御アプリケーション及びチューニングアプリケーションソフトは車種ごとの追加が容易に可能であり、基盤となるベースソフトウェア部の変更も要求に応じて可能となった。

今回開発したソフトウェアの特徴の一つとして、チューニング用の制御マップを最大12マップ保有することができる。これにより、車両側からCAN通信などを通してマップをセレクトすれば、一種類の機電一体型ブラシレスモータ及び共通モジュール設計ASSYで多車種に展開が可能となる（図8）。

また、その制御マップを変更するためのチューニングインターフェースも開発し、素早い車両適合が可能になっている。

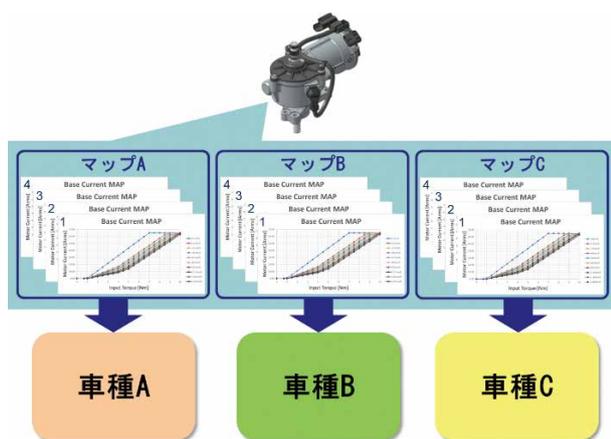


図8 制御マップ車両適用イメージ

更に、本機電一体型ブラシレスモータは同一形状で出力トルク及び価格の異なる3種のグレードを用意しており、車種サイズに合わせた選定が可能となっている。

#### 4 拡販性

非乗用車向け新型EPSは、2019年からラック&ピニオン式EPSの量産が開始され、各車格向けのラインナップが展開可能となっている。

乗用車のような丸ハンドル式の車両に対してラック&ピニオン式は滑らかなフィーリングを実現でき

るメリットがある。一方で、オートバイのようなバーハンドル式の車両に対しては車両の構造上、ラック&ピニオン式EPSの採用は難しく、モータによるアシスト機構部とシャフトで構成されたコラム式EPSが多く採用されている。

これらのバーハンドル車両にも対応するため、非乗用車向けEPSは、共通モジュール設計ASSYを流用し、車両側取付部を有するハウジングのみを新設することで、コラム式EPS要求にも対応可能となっている。

#### 5 おわりに

今回開発した非乗用車向けEPSは共通モジュール設計ASSY並びに内製機電一体型ブラシレスモータを採用したことにより、非乗用車市場特有の開発スピードにも確実に追従できる製品となった。また、高出力かつ市場の多様な要求に対応可能なパフォーマンスを持ち合わせており、今後更なる拡販が可能と考える。

引き続き市場、顧客に受け入れられる製品の開発、提案を実施していきたい。

最後に今回の開発にご協力いただいた方々にこの場をお借りしてお礼を申し上げます。

#### 著者



三宅 壯一郎

2006年入社。オートモーティブコンポーネンツ事業本部ステアリング事業部ステアリング技術部。電動パワーステアリングの設計、開発に従事。



富田 陽紀

2014年入社。オートモーティブコンポーネンツ事業本部技術統轄部電子技術部。電動パワーステアリングの設計、開発に従事。

## 画像処理を活用した検査機の開発

佐藤 侑 宏

### 1 はじめに

KYBの自動車用リアショックアブソーバ（以下SA：写真1）の量産ラインは、生産の最終工程（以下後組付け工程）で検査員が組付け部品の有無や製品識別ペイント色の確認を、目視にて実施して出荷している（図1）。

1日あたり4千本の製品を目視検査するが、検査項目が複数あり、人の目での確認であることから、見逃しや判断ミスなどのヒューマンエラーの発生が懸念され、更なる品質の向上を狙うことが課題である。この課題を解決するため、画像処理を活用した自動検査機を開発したので紹介する。



写真1 ショックアブソーバ

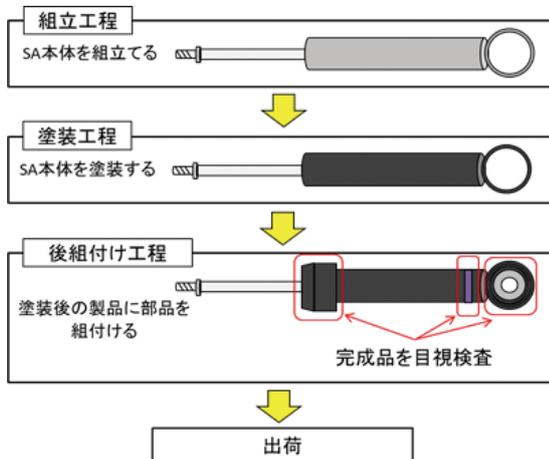


図1 生産工程図解

### 2 目的

検査員の目視検査に替わり、画像処理を活用した自動検査機（以下完成品検査機）を開発・導入し、不具合品の流出をゼロにすることを目的とする。

### 3 完成品検査機に求められる機能と検査項目の選定

SAの後組付け工程では、検査員が完成品を1本ずつ手に取り目視検査を行っている。検査作業の様子を写真2に、検査項目を表1に示す。



写真2 検査作業の様子

表1 検査項目

検査員確認項目	現在の検査方法	変更後の検査方法
出荷箱形状	目視	完成品検査機
収容数	目視	
ラベル有無	目視	
ラバーブッシュ有無	目視	
バンプストップ有無	目視	
スプリングガイド有無	目視	
上側全装部品 (ワッシャ・ナット等) 有無	目視	
識別ペイント有無	目視	
識別ペイント色	目視	
識別ペイント位置	目視	

後組付け工程で組付けた部品に対して、検査員に替わる完成品検査機に求められる検査機能は表1を網羅するものであり、大きく分けて以下の3点である。

- ①指定された出荷箱に納められているか、また正しい本数が出荷箱に納められているか検出可能なこと。
- ②後組付け工程にて塗布された識別ペイント（または識別ラベル）の色・位置に誤りがないか検出可能なこと。
- ③後組付け工程にて組み付けられた部品の有無が検出可能なこと。

## 4 完成品検査機の工程検討

### 4.1 工程順序の検討

後組付け工程の工程フローについて、検査員による目視検査実施時と完成品検査機導入時の違いを図2に示す。

検査員による目視検査は、完成品を検査した後に箱に詰めていた。この場合、出荷箱に詰めた際に、入れ間違いや入れ忘れが発生する可能性があった。

そこで、今回開発した完成品検査機は、後組付け完了後に出荷箱に納められた状態で自動検査し、検査後に人の手を介入させないようにすることとした。

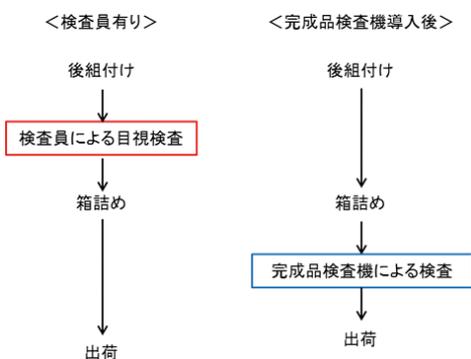


図2 後組付け工程フローの変化

### 4.2 不具合品の流出防止の方策

完成品検査機に投入される製品は、お客様へ納入する製品が出荷箱に納められた状態であるため、以下の条件を満たす必要がある。

- ①異常が発見された場合は、確実に出荷を止めること。
- ②検査が完了していない製品を、作業員が出荷レーンへ搬送できないこと。
- ③検査が完了した製品を作業員がラインアウトできないこと。

以上のことから、図3のように完成品検査機は検査後に出荷レーンへダイレクトに送り出せる構造と

し、検査が完了するまではシャッターが開かない方策とした。

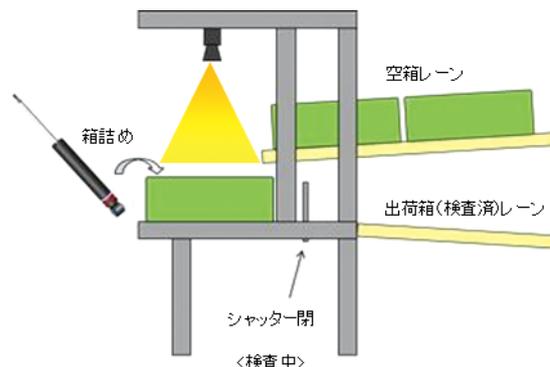


図3 完成品検査機及び出荷レーン簡易構想図

## 5 完成品検査機の設備概要

### 5.1 画像処理装置の選定

完成品検査機に使用する画像処理装置を選定する上で以下を要件とした。

- ①後組付け工程にて組み付けられた部品を明確に検出可能な画素数を有すること。
- ②製品出荷箱全体を認識できる検出距離と視野を持つこと。
- ③運用していく上で、各ラインへの導入が容易であること、且つ汎用性が高いこと。
- ④検査プログラムが多数保存できること。
- ⑤画像処理装置の全機器を設置したとき、検査員の作業スペースより小さいこと。

表1に記載した検査項目に対して検出可能な画像処理装置を3種リストアップした。

メーカー各社にご協力いただき、実際の製品・出荷箱を用いて各機器でトライを行い、要求を満足する画像処理装置を選定した。

### 5.2 設備設計

選定した画像処理装置の特性から、適正な設備仕様を設定した。完成品検査機を設計する上で、以下を重要項目とした。

- ①作業員の安全が守られていること。  
→自社安全基準に基づき設計
- ②検査カメラの測定範囲が適正であること。  
→検査機器の特性に合致。
- ③カメラ撮影時の明るさ（以下照度）が一定であること。  
→測定部は照度が重要となる。LED照明を出荷箱の左右上に配置することで、製品撮影時の照度を確保するとともに、製品から反射した光がカメラに入る量を抑えている。

また、設備背面や側面には暗幕ボードを設置して有害となる外乱光の侵入を防ぐ設計とした。

- ④後組付け工程の他設備と作業高さを合わせること  
→設備高さについて、後組付け工程に設置している設備の加工部高さはすべて統一されているため、完成品検査機も同様に、出荷箱投入時に同じ高さになるように設定した。

### 5.3 検査プログラムの構築

5.1項で選定した画像処理装置を用いて、検査プログラムを構築した。

各検査には、画像処理装置が持つ検出コマンドを用いて判定を行う。適正な検出コマンドを使用するには習熟を要したが、対象とした検査項目を全て網羅したプログラムを構築することができた。

代表的なSAに対する検査部位を図4に示す。

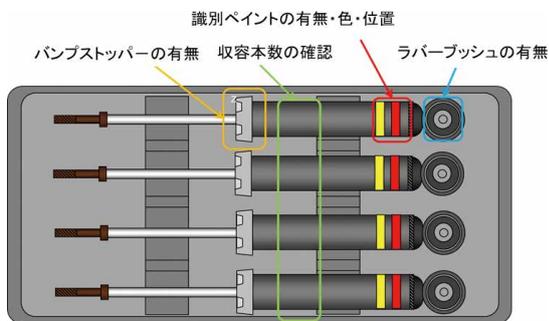


図4 検査部位

各検査部位に対して判定を行い、すべての検査項目が合格となれば検査完了となる。

### 5.4 設備制御プログラムの構築

画像処理装置を後組付け工程で運用するためには、各種バルブやセンサーの動作など、他機器との電気的な連携を行う設備制御プログラムが必要である。

これにはKYBが標準的に使用しているPLC<sup>注1)</sup>を用い、完成品検査機を稼働させたとき、作業者の動きが最小限になるよう設備全体の制御プログラムを構築した。

完成品検査機における稼働フローを図5に示す。

注1) プログラマブルロジックコントローラ (英: programmable logic controller) の略。ラダー言語を用いて設備の制御を行う機器の総称。

- ①作業者により出荷箱が完成品検査機にセットされたことを確認し、設備が起動(サイクルスタート)する。
- ②画像処理装置の機能を用いて出荷箱内の収容数を常に監視する。収容数が揃うと次項目へ進む。
- ③画像処理装置の検査プログラムが稼働する。
- ④製品状態を検査・判定する。NG判定の場合、再度検査開始する。

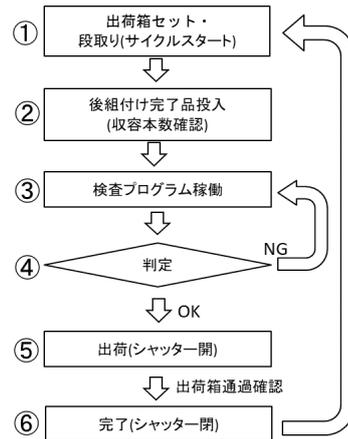


図5 完成品検査機稼働フロー

⑤検査合格でシャッターが開く。

⑥出荷箱が完成品検査機から排出されたことをセンサーで確認し、シャッターが閉じる。

## 6 ラインへの導入

5項での検討・設備製作・試運転を経て、後組付け工程へ完成品検査機を設置し、運用を開始した。

図2で示したように、後組付け工程の最後に完成品検査機を設置している。完成品検査機の外観を写真3に示す。

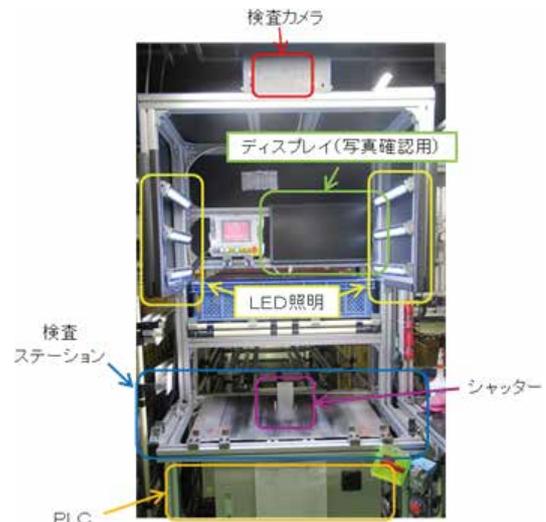


写真3 完成品検査機外観

## 7 結果と今後の課題

表1における検出項目をすべて判別可能な設備を開発・導入することができ、今日まで不具合品流出ゼロを継続中である。

設備製作において一番苦労したのは、画像処理装

置のプログラム作成の習熟に時間が掛かったことである。

常に稼働している生産ラインに対し、完成品検査機の導入、その後の管理体制を整えていくためには、プログラムの新規追加や変更を、容易且つ迅速に行えることが必要不可欠である。

これらの課題を解消するために、画像処理装置メーカー協力のもと、改善活動を行っている。

## 8 おわりに

本設備は、岐阜北工場のSA後組付け工程を対象に開発を行ったが、今後は海外拠点への展開も視野に入れ、幅広い分野での検査を行えるよう、開発を進めていく。

本設備構築にご協力頂いた機器メーカー及び関係部署、ならびに御指導御支援頂いた方々へ、この場を借りて厚く御礼申し上げます。

## 著者



佐藤 侑宏

2018年入社。オートモーティブコンポーネンツ事業本部サスペンション事業部生産技術部第一生産技術課。自動車用ショックアブソーバの工程設計に従事。

## 製品紹介

国内向けKYBスポーツショックアブソーバの歴史と  
新シリーズ「NEW SR MORE」

青池宏之・柴田究悟

## 1 はじめに

KYBエンジニアリングアンドサービス(株) (以下ES) は、国内市場へ向けてKYBオリジナルブランドを企画・立上げを行い国内のお客様へ製品を納入している。現在までの歴史とブランド構成とともに、今回発売された新商品**NEW SR MORE**シリーズ (MC (MORE COMFORTABLE)/MS (MORE SPORTY)) のコンセプトについて説明していく。

## 2 市販用ショックアブソーバへの参入

萱場工業 (現: KYB) は、昭和51 (1976) 年6月に、自動車機器営業本部名古屋事務所を開設した。同部署に与えられた命題は、ショックアブソーバ(以下SA) の需要実態調査をきめ細かく行うこと、そして市販SAの安定的な販路を開拓することであった。その一方で純正品の補修用SAの販売に限界を感じていた。その活動の過程でスポーツ市場に新たな活路が見いだせる感触を得た。同部署は解散し、多くの人々がESに異動となった。それこそが今日へと続く市販SAへの展開の始まりであった。

## 3 スポーツショックアブソーバの黎明期

減衰力を、標準よりも走行性能を重視の設定とした市販スポーツSAとして昭和53 (1978) 年7月、SR SPECIAL (SR: Sports & Rally) を発売開始。その翌年昭和54 (1979) 年には、「アジャスタブル」の販売も開始している。減衰力を8段階で調整できるもので、最もソフトにセッティングしても硬いものだった。雑誌にも「カヤバ8段階サス」と掲載されるほど、反響は大きかった。

## 4 タイヤメーカーとの共同開発

昭和55 (1980) 年頃、高性能なラジアルタイヤで

扁平率が60%と低い、いわゆる60タイヤが出はじめた。一般に扁平率が低くなると、操縦安定性(以下操安性)が向上するが、一方では乗り心地が低下する。そのためSAに対するニーズが高まってきた。

タイヤメーカー、萱場工業、ESの3社体制で、SAの共同開発に着手することとなった。昭和56 (1981) 年に横浜ゴム(株)殿と、昭和58 (1983) 年からは(株)ブリヂストン殿との開発も始まった。それぞれプロレーサーが参加し、各社のテストコースでセッティングを煮詰めた。後に各社向けのブランドとしてそれぞれ発売された。

## 5 KYBブランド各種の発売

## 5.1 SUPER SPECIAL

昭和57 (1982) 年12月から4段調整式SAの販売を開始した。その名も「SUPER SPECIAL FOR STREET」(写真1)である。当時、トヨタ自動車(株)様では、走行状況に応じてマイコンでSAの減衰力を自動制御する“TEMS”を搭載し始め、サスペンションに対する関心が高まってきていた。上記のごとくタイヤメーカー各社が60扁平タイヤを拡販し、操安性の向上と乗り心地の悪化が予測されたため、アフターマーケットではダイヤルを設け、減衰力を調整できるようにした。また、SUPER SPECIALシリーズは、本格的な競技用SAとして位置づけ、昭和58 (1983) 年12月に「SUPER SPECIAL FOR RALLY」、翌年10月に「SUPER SPECIAL FOR DIRTRA」、さらに2年後の5月には「SUPER SPECIAL FOR GYMKHANA」を発売した。



写真1 SUPER SPECIAL FOR STREET

## 5.2 NEW SR SPECIAL

SAの新製品販売は、更に続いた。この頃、市販車で人気を集めていた車種は、トヨタ自動車(株)様の場合、“TEMS”を搭載したソアラ、チェイサー・クレスト、マークII、セリカXXなどであった。ハイテク化が進むなど、車の世代交代が始まった時代とも言える。この時代に至って、一般の人たちからも「乗り心地と操安性」が重視され始めた。

そこで車種ごとに実車テストをするなど、本格的な製品づくりを目指すことになった。

こうして昭和60(1985)年4月、「NEW SR SPECIAL」(写真2)が誕生したが、当初はまだ硬さに対するこだわりも残っており、「軟らかい」とか、「純正と変わらない」といったユーザ評価が多かった。ESでは、SAに関して正しい知識を伝えることが必要だと考え、特約店やタイヤ販売会社を訪ね、講習会を実施した。車の乗り心地と操安性や、低扁平タイヤとの組み合わせ効果について、解説に努めた。



写真2 NEW SR SPECIAL

## 5.3 CLIMB GEAR

過去、モータースポーツ用として発売しながら、一般ユーザから好評を博したSAがあった。平成になってその現象を再現したのが平成2(1990)年1月に発売を開始した「CLIMB GEAR」(写真3)である。名称に用いたクライム“CLIMB”が、ヒルクライムに通じることも重なり、CLIMB GEARはトヨタ自動車(株)様・カローラレビン、スプリンタートレノ、日産自動車(株)様・シルビアなどの、いわゆるスポークユーザーから圧倒的な支持を受けた。



写真3 CLIMB GEAR

## 5.4 LOWER SPORTS/LOWER SPORTS LHS

平成7(1995)年、規制緩和により最低地上高が

90mm以上確保されていれば保安基準に適合することとなり、通常の手検が可能となった。それに伴い車をローダウン化するカスタマイズに人気が集まり始めた。翌平成8年(1996)年、ローダウンスプリング対応SA「LOWER SPORTS」が、平成12年(2000年)にはローダウン対応スプリング「LHS」が誕生した(写真4)。

さらに、平成28(2016)年、リヤSAに減衰力調整機構を付加した「LOWER SPORTS PLUS」が登場した。



写真4 LOWER SPORTS/LOWER SPORTS LHS

## 5.5 Real Sports Damperシリーズ

平成7(1995)年「東京オートサロン」において、「Real Sports Damper Spec TR」を発表した(写真5)。

新開発の「DLC(ダイヤモンド・ライク・カーボン)被膜処理ピストンロッド」を、四輪で初めて採用し、フリクションコントロール技術によるモータースポーツへの展開を行った。その後、モータースポーツ用シリーズをReal Sports Damper Spec TR(ターマック用車高調整式SA)、Real Sports Damper Spec GR(グラベル用SA)へとブランドを統一した。



写真5 Real Sports Damper Spec TR

## 6 NEWSR MOREシリーズについて

KYBとしてのスポーツSA発売より40年目となる平成30(2018)年、スポーツSAのスタンダードな商品として成長した「NEW SR SPECIAL」シリーズの後継ブランドとして「NEW SR MORE MC(MORE COMFORTABLE)/MS(MORE SPORTY)」を発表した(写真6)。



写真6 NEW SR MOREシリーズ

### 6.1 車両特性をとらえたスポーツSAの最適化

これまでのNEW SR SPECIALは、長さ、形状は“純正同等”に合わせ、付属品は“純正流用”を前提に既存バルブでの開発を行ってきた(図1)。しかし、KYBの新しいMOREシリーズにおいては、長さ、減衰力、付属部品に至るまで全ての要素を一から見直し、車両ごとの最適化を行った。

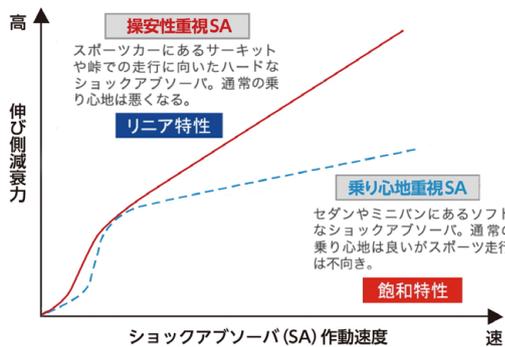


図1 既存バルブ特性

### 6.2 相反する特性の両立

車両の軽量化が進みつつ剛性が上昇し、大径低扁平タイヤが普及していることにより、従来はタイヤなどで吸収されていた細かな振動が、「ショックアブソーバからアッパーマウントなどを介してボディに伝わりやすくなった」という不満が発生しやすくなった。MOREシリーズの開発においては、その不快な振動を抑制し、乗り心地と操安性の相反する特性を車両の特長を活かしながら、高いレベルで両立させることを目標とした。

### NEW SR MORE MC (MORE COMFORTABLE)

同乗者全員が快適に過ごせる車内空間を作りながら、操安性も向上させる

### NEW SR MORE MS (MORE SPORTY)

スポーツ一辺倒ではなく、スポーティーの中にも快適性を加味する

### 6.3 微低速域高減衰バルブ「HLSバルブ」

(HLS: High performance & Luxury with Saturation characteristic)

操安性と乗り心地を追求する“MORE”を実現するために新型バルブを採用した。このバルブの特長は、SAの縮む速度・伸びる速度に応じて減衰力を細かく設定でき、車両に合わせた繊細なチューニングが可能という点である(図2)。

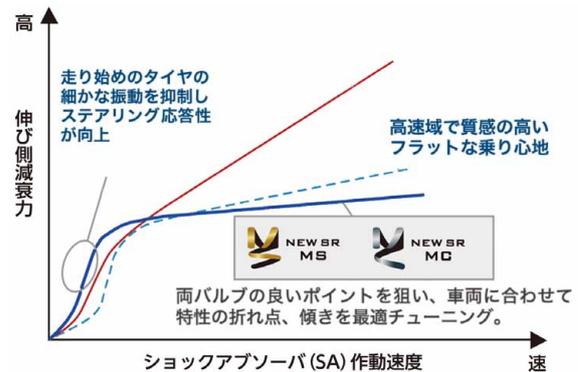


図2 NEW SR MOREの目指すバルブ特性

従来の機構に対し、ハンドルを切った際に発生するような、ゆっくりとしたSAの作動速度時に発生する減衰力をより高く設定することができるため、ロールやピッチングなどを抑え、操縦安定性を向上させることが可能となった。また、マンホールの段差、橋や高速道路のつなぎ目などで発生する作動速度が速い“突き上げられる”ような入力に対しては速度域の高い減衰力を低く保つこと(飽和特性)により入力を受け流す(いなす)ことができる。この相反する特性をコントロールすることにより高次元での操安性と乗り心地を両立させることが可能となった(図3)。

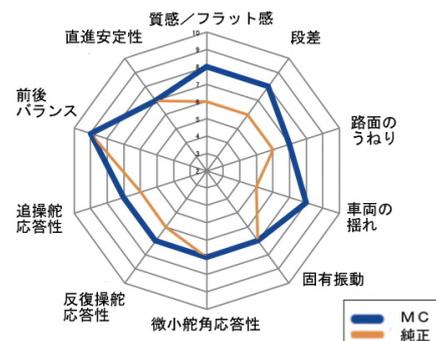


図3 NEW SR MORE テストドライバーによる官能評価

## 7 おわりに

時代によって、SAのトレンドも色々と変化してきたが、今後とも国内市場でのニーズをとらえ、お客様に受け入れられる商品づくりをしていきたいと思う。これまで国内市販KYBブランド スポーツショックアブソーバの開発・生産及び販売に携わら

れた皆様にご場をお借りしてお礼を申し上げますとともに、この紙面をご覧いただいているKYBSAユーザの皆様にご日頃の感謝の意を申し上げます。

### 参 考 文 献

- 1) KYBエンジニアリングアンドサービス50周年史。(2006年).

## 著 者



青池 宏之

1998年入社. KYBエンジニアリングアンドサービス株式会社AC営業部. 国内市販SAの企画・販促業務, スポーツEPSの販売業務に従事.



柴田 究悟

2010年入社. オートモーティブコンポーネンツ事業本部技術部第三設計室. 市販SAの設計開発に従事.

## 製品紹介

## 樹脂プリロードアジャスタの開発

秋本 政信

## 1 はじめに

近年、東南アジア諸国連合（以下ASEAN）域内では所得の向上が目覚ましい。その影響はオートバイ市場にも及んでおり、ユーザの高級化指向が強くなり、それに伴い車両価格も上昇傾向にある。また、従来はASEAN域内で生産したものはASEAN域内の販売に限られていたが、近年、欧州などASEAN域外で販売されるモデルが増加しており、求められる性能に変化が生じている。

車体と車輪をつなぐリアクッションユニット（以下RCU）は、路面からの振動入力への制御、車両姿勢の制御といった様々な面でオートバイの操縦安定性に寄与している。このRCUを取り巻く環境もASEAN域内の所得向上による影響を受けて変化しており、これまではコスト重視であったものが機能や性能に関して考慮されるようになってきている。

## 2 開発の狙い

ASEAN域内におけるオートバイの需要は、これまでエンジン排気量で150cc以下のモペット<sup>注1)</sup>（写真1）やスクーター（写真2）が主流であった。近年、排気量が徐々に増加し、ASEAN域外でも販売されるグローバル展開モデル（写真3）となり、欧州などでも販売されるようになった。

ASEAN域内と欧州ではユーザの体格差が顕著であり、同じRCUを装着すると車両姿勢が標準設定から大きくずれてしまうことがある。通常、車両姿勢を合わせるためにスプリングのプリロードを調整するが、これらのモデルにはプリロード調整機能が搭載されていない。そのため、仕向地毎にスプリング仕様を変更する必要があるが、スプリングの設定違いによる車種の増加が課題となっていた。



写真1 モペット一例 JUPITER Z1<sup>注2)</sup>  
（ヤマハ発動機株式会社ホームページより）



写真2 スクーター例 MIO M3<sup>注2)</sup>  
（ヤマハ発動機株式会社ホームページより）

注1) ペダル付きの原動機付自転車のこと。

本紹介では写真1のようなマニュアル変速式のオートバイを示す。

注2) 「JUPITER Z1」, 「MIO M3」 および 「NMAX」 はヤマハ発動機株式会社の商標です。



写真3 グローバル展開モデル一例 NMAX<sup>注2)</sup>  
(ヤマハ発動機(株)様ホームページより)

### 3 開発の概要

一般的なプリロードの調整方法を図1に示す。ダンパ側へ溶接されたストップに対し、カム形状を有するスプリングシートを回転させプリロードを調整する構造となっている。開発当初、本構造をグローバル展開モデルに採用しようと考えたが、ASEAN域で生産されているRCUは標準構造(図2)を大量生産しているため、ダンパは標準構造から変更せず装着可能な、新規構造のプリロードアジャスタを開発することとなった。図3に開発品の構造を示す。

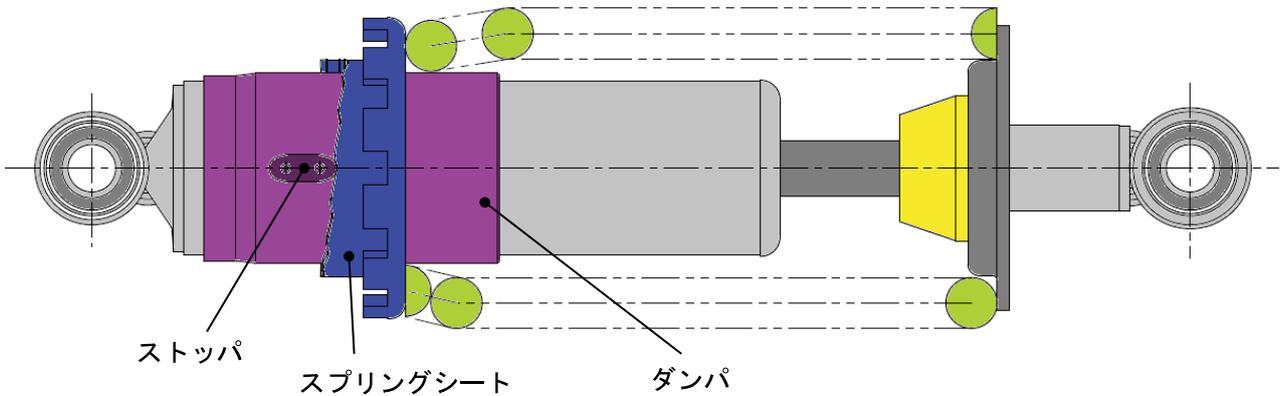


図1 従来構造プリロードアジャスタ

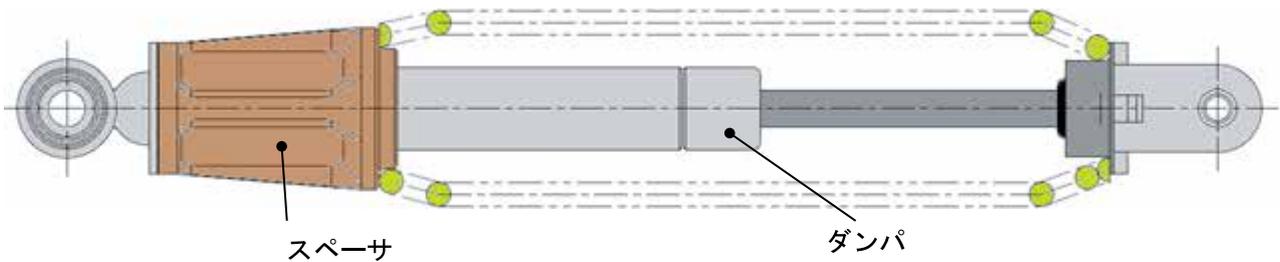


図2 ASEAN域構造RCU (プリロードアジャスタなし)

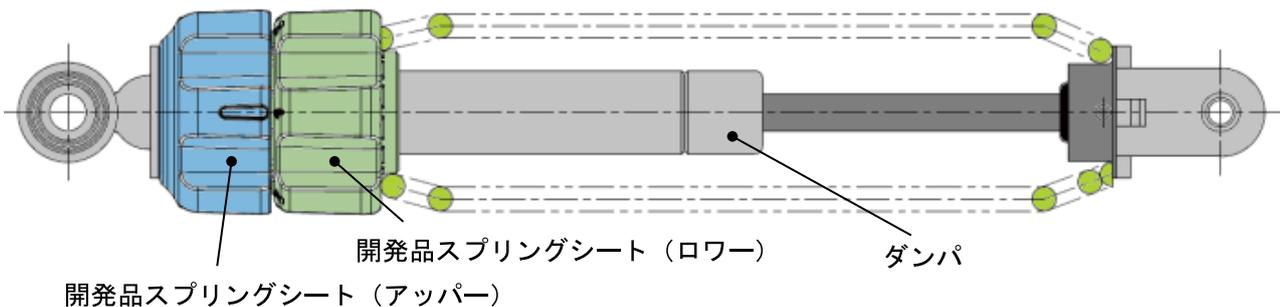


図3 開発品プリロードアジャスタ

### 3.1 作業性

一般的なプリロードアジャスタは専用の車載工具を用いて調整する構造となっているが、今まで調整機構が無かったカテゴリの車両であり、車載工具は搭載されていない。そのため、開発品は手で直接調整可能な外観形状とし作業性を向上させた。また、調整段数の表示機能を持たせ、視認性も向上させた。

### 3.2 アジャスト機構

#### 3.2.1 新接触方法

コストアップを抑制するために、スプリングシートの材質は樹脂を用いることとした。一般的なスプリングシートは金属製であり、接触部は線接触となっているが（図4）、樹脂製とすることで強度不足になることが考えられるため、開発品は新たに考案した面接触プロフィール（図5）を採用し、樹脂製での強度面の課題をクリアした。

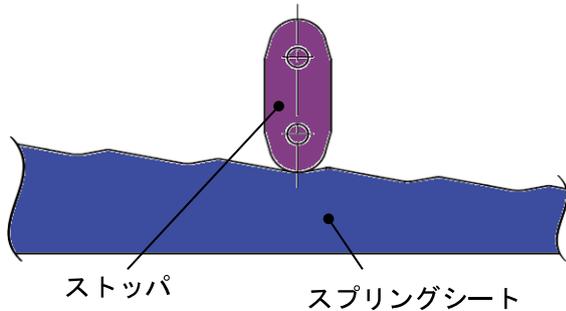


図4 線接触プロフィール

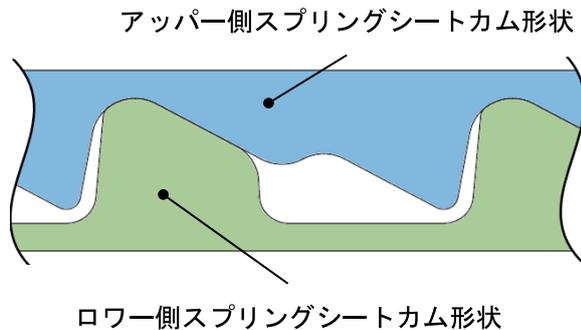


図5 面接触プロフィール

#### 3.2.2 カムプロフィール120°対称

開発初期段階においてカムプロフィールは180°対称としていたが、一方向の振動に対し異音が発生した。これはカム面が2面接触であることと、樹脂成型の出来栄によって回転軸ができることに起因する。そのため開発品は120°対称のカムプロフィールを採用した。これにより3面接触となり回転軸をなくすことができる。また樹脂成型の出来栄に対するロバスト性も向上した（図6）。

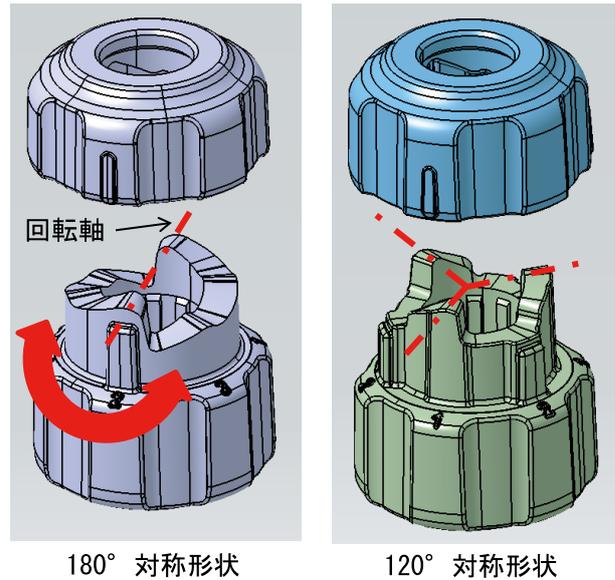


図6 3面接触化

#### 3.2.3 ロワー側カム逃がし形状

2つの部品を組み合わせることで振動に対する異音の懸念があるが、発生を抑えるために行った一例を図7に示す。スプリングシートが回転方向に振動した場合、近接する面があると接触し異音の原因となるため逃がしを設けた。

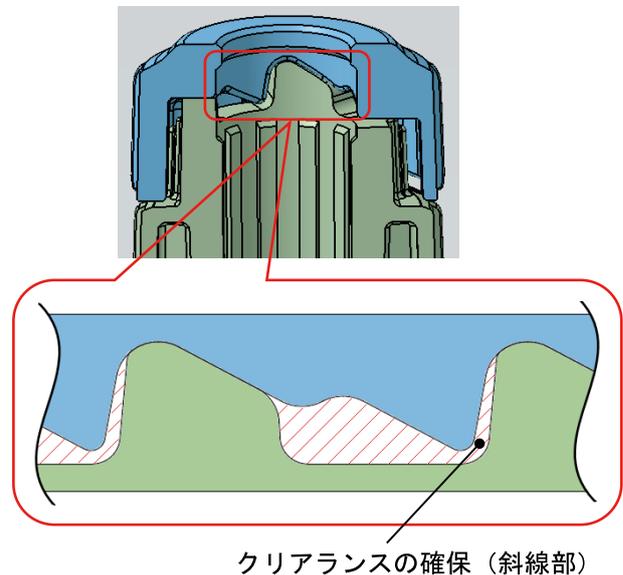


図7 逃がし形状

### 3.3 ダスト対策

RCUは車体と車輪をつなぐ位置に配置されるため、車輪によって巻き上げられたダストの影響を受けやすい環境にある。開発品はカム面が露出しない構造としダストを入りにくくした。また、入ったダストを排出できるようにシリンダとの勘合部をスプライン形状とし排出経路を確保した（図8）。

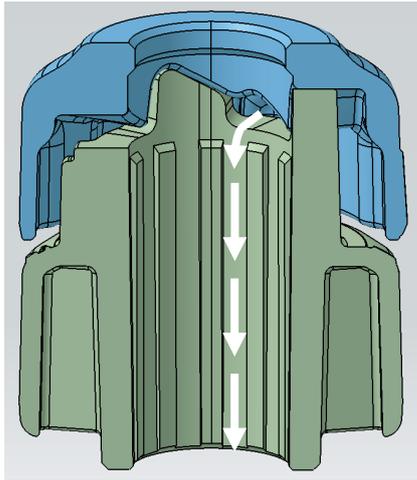
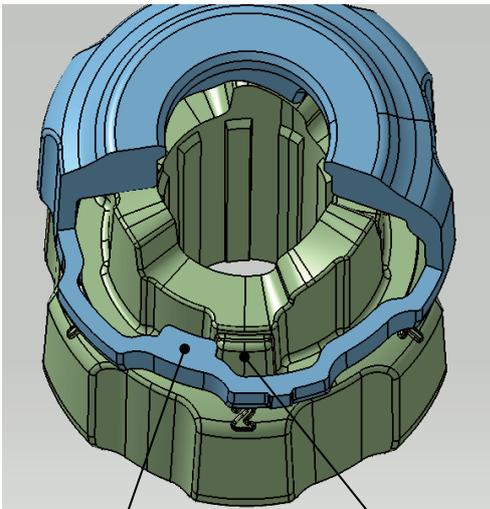


図8 ダスト排出経路

### 3.4 回転防止ストッパ

従来構造では、プリロード調整時に最強位置からさらに回転させると最弱位置へ急激なプリロードの変化が発生する。手で操作するものに対し、この急激な変化は危険であり、開発品はカムの側面に回転防止ストッパ（図9）を設けることで最強位置から最弱位置への急激な調整ができないように工夫した。



アッパー側ストッパ      ロー側ストッパ

図9 回転防止ストッパ

## 4 コスト低減・現調化

PT. Kayaba Indonesiaスタッフの協力のもと形状の造り込みを行った結果、複雑な形状であるため試作初期においては、出来栄が良くない部分もあったが、現地で可能な製法を考慮した設計とすることで、最終的に要求形状を満足することができた。これにより現地調達が可能となり、コスト低減を図ることができた。

## 5 採用状況、今後の展望

本開発構造は量産を開始しており、今後他機種への展開、拡販を行っていく。また、小型二輪車向けの標準部品として、今後の主力製品として展開を進める予定であり、採用車種・生産量ともに拡大が期待される。

## 6 おわりに

ASEAN域でのオートバイ市場は、大きく変化している。これまでコスト優先の市場であったが、ここに来て外観に新規性を持たせた高級感のあるオートバイを投入してきている。KYBグループではすでに高級感を持たせたRCUを量産しているが、他社も追従してくる状況である。そこで今回の開発品である樹脂プリロードアジャスタを投入することで一層の差別化を図りたい。

今回の開発にて、写真3のような車種に新製品を採用頂けた。これまでサスペンションを調整することがなかったユーザに自分好みに合わせる面白さを体感していただきたい。

最後に、本製品の開発にあたり、ご支援頂きましたヤマハ発動機様、関係部署の方々に、この場を借りて厚く御礼申し上げます。

— 著 者 —



秋本 政信

2008年入社。KYBモーターサイクルサスペンション(株)技術部。二輪車用サスペンションの設計・開発に従事。

# フロントフォーク用シリンダの穴あけ工法の開発と量産化

坪井 悠太

## 1 はじめに

二輪車用フロントフォーク（写真1）の内部構成部品の一つであるシリンダに対し、内製化を進めることとなった。加工工程における工程計画段階で、シリンダ円筒方向に対する横穴加工時に発生する内径バリの除去がカンコツ作業となり、かつ作業難度が高いという課題があった。また、ドリルによる穴加工とそのバリ除去の機械化も可能ではあるが、設備費が高くなる事が懸念された。

そこで、当該穴加工に対し、バリの発生しない工法の開発に取り組み、量産化を行ったのでその概要を紹介する。



写真1 フロントフォーク

## 2 目的

シリンダ横穴加工における内径バリ取り作業の廃止

## 3 目標

内径バリの発生しない工法の開発による加工コスト取引先購入価格以下の実現

## 4 要件

1) 内径バリ無きこと

- 2) 横穴径、位置の工程能力を満足する
- 3) サイクルタイム：既存ラインと同等
- 4) 可動率：85%以上
- 5) 人員：1名/直
- 6) 設備費：従来工法と同等以下

## 5 シリンダの概要

### 5.1 シリンダの機能

図1にフロントフォークのモデル図を示す。

シリンダは、フロントフォークの内蔵部品であり、シリンダ内部を摺動するピストンとベースバルブが組み付くことで減衰を発生させる、減衰機構の構成部品である。またフロントフォークに伸びの力がかった際に伸び切り全長を支える部品でもある。



図1 フロントフォーク構成

### 5.2 シリンダ横穴要求品質

図2にシリンダの概略図を示す。

シリンダ横穴の要求品質は、下記になる。

穴径：φ2～φ5mm

穴位置：端面より25mm以下

穴数：同一周上に2～4個

穴内径側の状態：有害なバリ無きこと

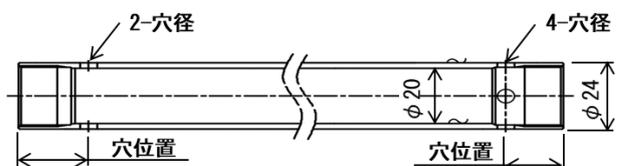


図2 シリンダ

## 6 従来工法の問題点

シリンダの加工順序は、①横穴加工、②内径加工、③横穴部のバリ取りである。横穴には内径加工が交差するタイプ1と、交差しないタイプ2があるが(図3)、従来工法ではいずれも穴加工後の内径側にドリルによる抜きバリが発生する。抜きバリ対策を行っても完全に無くすことは困難である。加工時の抜きバリによって、下記の生産性低下や熟練者作業が発生する。

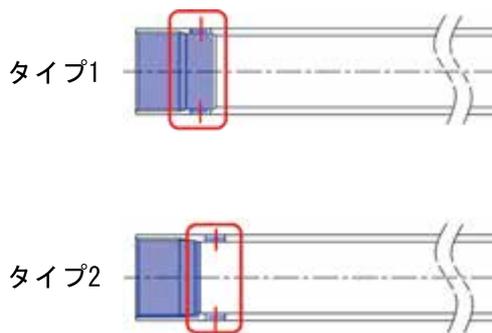


図3 タイプ1とタイプ2の違い

タイプ1は、横穴加工後に内径加工をすることでバリが横穴側に返るため、ボール盤を使用し、横穴にドリルを通すことでバリを除去する。このタイプは、バリ取りを機械化(自動化)することで、作業性と作業時間は改善されるが、横穴加工後に抜きバリがある状態で内径加工を行うことで、刃具欠けが頻発し生産性が悪化する問題がある。

タイプ2は、リュータを使用し1穴ずつ手作業で内径バリを除去する。このタイプは、φ20mmの内径にバリ取り工具を入れて作業を行うため、作業性と視認性が悪く、カンコツ作業となり難易度が高くなる。そのため、手作業時間も長くなり、加工ラインのサイクルタイムに入らず、はみだし工程での作業となる。

加工時の抜きバリの発生により、どちらの加工タイプでも最終的にコストアップにつながってしまう。

## 7 従来工法に代わる工法

従来工法による問題を解決するため、内径バリに対し「発生後の除去」ではなく「発生源の対策」をとることにした。中空パイプ材の外側から加工する従来工法では、内径バリが発生してしまう。内径バリを発生させないためには、内側から外側に向けて加工するのが合理的であるため、本テーマでは横穴を内側からピンで打ち抜く加工法に対し、開発を進めることにした。

この工法により下記の利点が得られる。

- ・内径バリ取り作業が不要となるため、生産性が向上する。
- ・打ち抜きカスが加工と同時に外側に排出されるため、打ち抜きカス残りに起因した加工不良が防止できる。
- ・中空パイプ材の内側から加工するため、外側のバリ取り作業となり作業性が向上する。

## 8 新工法の概要

加工原理は、シリンダ横穴の加工位置が端面側に偏っていることから、ワーク内に打ち抜きピンの付いた片持ちシャフトを挿入し、押し下げることで横穴加工を行う単純な方法を採用した(図4)。

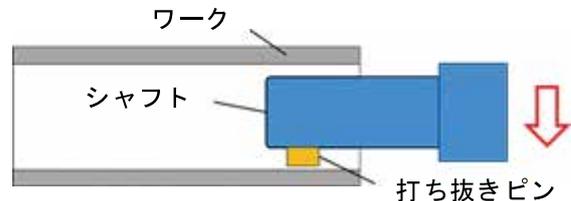


図4 加工原理概略図

## 9 新工法の開発過程

### 9.1 原理テスト

まず、シリンダの材質が「せん断力」「引張り強度」から打ち抜き加工可能な材質であることを確認した。シャフト強度についても、打ち抜く推力から弾性域内の負荷であることを確認し、「内径バリ発生状況」と「横穴径の加工精度」、「加工後の素材変形」、「ジグ強度・構造」について、実際の加工テストで検証した。

#### 9.1.1 原理テスト方法

図5に原理テストで使用したジグのモデル図を示す。中央の支柱を押し込むことで打ち抜きピンの付いた

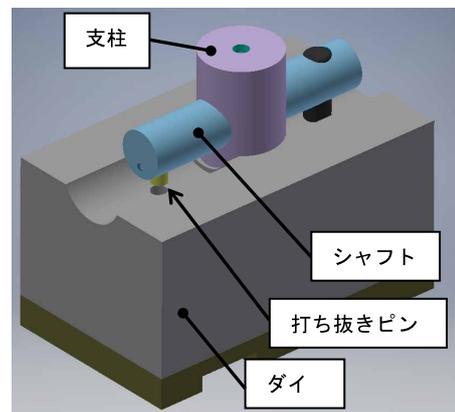


図5 原理テストジグモデル

シャフトが連動し、穴を打ち抜く単純な構造とした。  
対象ワークは標準的な加工寸法とした。

### 9.1.2 原理テストの結果

加工テストの結果、本打ち抜き加工は、内径バリの状態や横穴の加工精度、素材の変形も無く良好な結果が得られた。また、外径バリについてもバリ取りが不要な状態であった（写真2）。

一方、ジグ側の不具合は、下記が確認できた。

- ・ロックアウト機構が無いことで、加工後ワークに打ち抜きピンが貫通したままの状態となり、ジグからワークが取外せない。
- ・支柱構造の金属摺動面が、加工負荷に対して強度不足となり摺動面に異常摩耗が起こる。



外径側

内径側

写真2 原理テストジグでの加工状態

## 9.2 量産性確認

ここでは9.1での確認項目に加え、「良品加工条件」と「ジグ寿命」について、加工数を増やして検証した。

### 9.2.1 量産性確認方法

9.1での不具合の対策を盛り込み、且つ量産設備化を想定し、打ち抜く加工サイクルを自動化したテスト機を製作した（図6）。加工寸法は、最もジグの加工負荷が高くなる最悪条件とした。

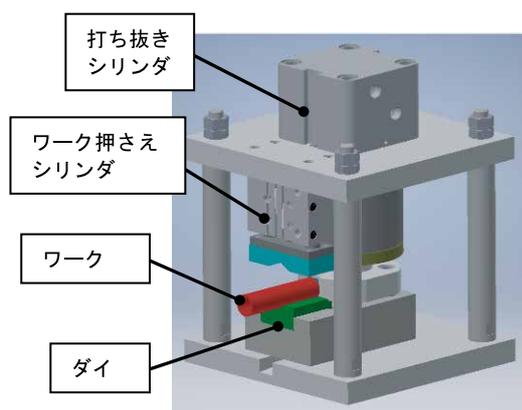


図6 量産テスト機

### 9.2.2 加工条件の最適化

加工数を増やした結果、量産上障害となる下記の不具合があった。

- ・内径バリ発生

内側から打ち抜くだけでは、内側に向けて返りバリが発生する。

- ・目標加工数到達前の加工不具合発生

打ち抜きピンとダイ穴径の差であるクリアランスが不適であるためジグ寿命が極端に短くなる。

対応策として、表1のようにジグ形状の最適化を行い、不具合を解消することができた。

表1 不具合内容と対応策

不具合内容	対応策
内径バリ発生	打ち抜きピン先端に段付形状を追加
ジグ寿命の目標未達	クリアランスを拡大

### 9.2.3 量産性確認の結果

結果として、ジグ交換無しで2直分（1日）生産することが可能となった。加工の出来栄は、写真3のように内径バリの発生を無くすことができ、横穴径の精度も要求品質を満足した。以上より、本加工法の量産導入が可能であることが検証できた。



せん断面

外径側

写真3 加工条件の最適化による加工状態

## 9.3 量産化

テスト機をベースとして「安全性」「作業性」「段取り性」「工程保証度」向上を盛り込んだ1サイクル自動機を製作した（写真4）。

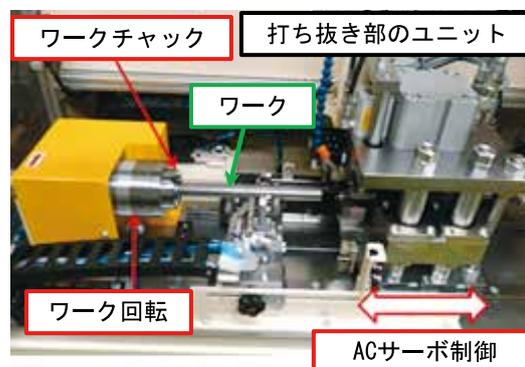


写真4 量産設備（加工部）

### 9.3.1 量産機の特徴

対象製品となるシリンダの横穴を自動サイクルで

加工するため、テスト機に対して下記の機能を追加し、設備を製作した。

・安全性

加工中に手や体の侵入を検出するセーフティライトカーテンを設置し、側面と背面に侵入防止カバーを取り付けた。

・作業性

人の作業はジグへのワーク脱着と起動スイッチの操作のみとし、ワークセットは大雑把で良く、起動後に自動サイクルによりワークチャックを行う設備とした。

・段取り性

ジグについては、工具レス交換とし、機種ごとの横穴加工位置と穴数の違いについては、段取りデータを持つことで調整作業を無くし1本目から良品となる「一発段取り」とした。

・工程保証度

加工不良が生じることを防止するため、打ち抜きピンの折れ検知、ワーク全長確認、ワーク在籍確認により、未加工と2重起動防止の機能を追加した。

### 9.3.2 量産導入、立ち上げ結果

製作した設備にて新ラインを構築し、生産の立ち上げを行った。横穴径と位置についても、工程能力を満足し、初品評価を問題無く合格した(写真5)。

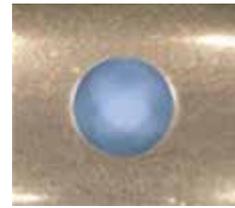


写真5 量産機による横穴加工状態（内径側）

## 10 結果

この工法の開発により、内径バリ取り作業の廃止ができた。なお、要件については下記の通り全ての項目を満足している。

- 1) 内径バリ無し
- 2) 横穴径、位置の工程能力を満足
- 3) サイクルタイム：17%減
- 4) 可動率：85%
- 5) 人員：1名/直
- 6) 設備費：従来比25%減

また、加工コストは目標である取引先購入価格以下の16%減を実現した。

## 11 おわりに

ライン単位での品質評価が完了し、2019年2月より量産を開始した。今回の工法開発にあたり、ご指導、ご協力いただいた社内外の方々に、この場を借りてお礼申し上げます。

## 著者



坪井 悠太

2007年入社。KMS生産技術部。  
主に二輪部品の切削加工に従事

# 小型アキシャルピストンポンプの開発

辻 井 喜 勝

## 1 はじめに

(株)タカコでは写真1に示す小型アキシャルピストンポンプ（以下、小型ポンプ）を量産製造販売している。あらゆる分野への販売を行っているが、特に将来有望なロボット市場への参入を目指し、同業界の展示会への出展や、ホームページで小型ポンプの紹介を掲載した。その結果、ロボット関連の研究開発を行っている大学、大手企業でも使用いただき、高い評価をいただいている。中でも、装着型ロボット、義足関連の客先では、装置による力補助動作を必要であり、装着型ゆえに小型・軽量かつ省電力化を実現できる効率の良い油圧ポンプを求められている。しかし、現行の小型ポンプでは、ロボット市場のニーズである小型、軽量、低圧時の高効率化を満たすことができていない。

以上より、同市場の要求を満足できるポンプの開発が必要であり、そのために、回転速度の高速化、小型・軽量化、低フリクション化と、低圧時の高効率化が重要となる。

よって、本報ではロボット市場の要求を満足できる小型ポンプの開発の取り組みについて紹介する。また、量産品と開発品との概略仕様の比較を表1に示す。



写真1 小型アキシャルピストンポンプ (0.4cc/rev)

表1 量産品と開発品との概略仕様の比較

仕様項目	量産品	開発品
押しのけ容積 [cc/rev]	0.4	0.4
回転速度 [rpm]	2000	5000
圧力 [MPa]	14	8
全長 [mm]	61.4	40

## 2 現状のニーズ・具体的な内容と課題解決方法

現状のニーズ・具体的な内容とそれらの課題解決方法を表2に示す。

表2 現状のニーズ・具体的な内容と課題解決方法

ニーズ	具体的な内容	課題解決方法
①小型化	装着フレームに収めたい	合わせ面の形状見直し、ケースドレン油路の見直し、ポンプ内蔵部品の設計見直し
②高速化	動作速度を速くしたい	油路形状の見直し、シユアの浮き上がり防止のためセンタースプリング荷重の見直し
③低騒音化	人体装着のため静音化したい	Vノッチ・油路形状の見直し、筐体形状・材質
④高効率化	バッテリー消費を低減したい	油圧バランスの見直し、センタースプリング荷重の見直し、しゅう動部の低摩擦化
⑤軸シールの高圧化	システム圧を高くしたい	高圧軸シールの選定
⑥軽量化	人体装着のため軽量化したい	ポンプ筐体部品および内蔵部品の小型化による軽量化

### 3 品質目標

ロボット関連の研究開発を行っている大学，大手企業などの研究部門から収集したニーズを整理し，開発品質目標を設定した．表3に量産品と開発品との品質の対比を示す．

表3 量産品と開発品との品質の対比

品質項目	量産品	開発品目標
①小型化 全長 [mm]	61.4	40以下
②高速化 回転速度 [rpm]	2000	5000以上
③低騒音化 ポンプ騒音 [dB(A)] ※測定条件 ・ポンプ後方1m ・暗騒音34dB(A) ・圧力8MPa	54 (2000rpm時)  5000rpm時 データなし	50以下 (5000rpm時)
④高効率化 全効率 [%] ※測定条件 ・回転速度3500rpm ・圧力3MPa	confidential	量産品より 10%以上 向上

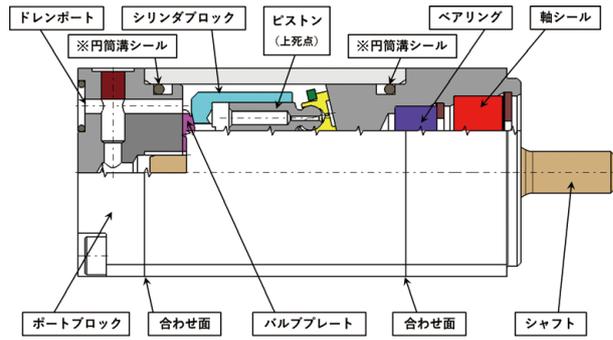


図1 量産品の部分断面図

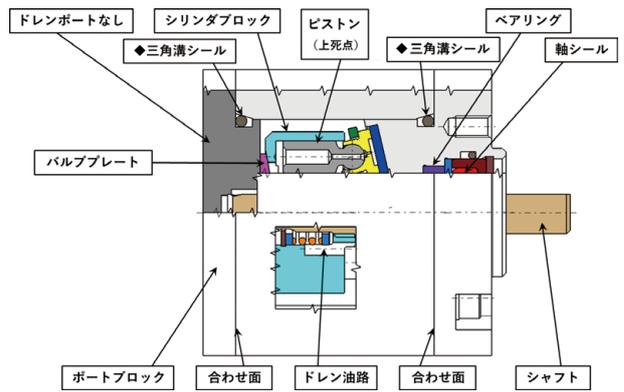


図2 開発品の部分断面図

### 4 開発の取り組み内容

#### 4.1 小型化

小型化に対する取り組み内容は以下の通りで，目標である全長40mm (21.4mm短縮) が達成できた．量産品と開発品の断面を図1，図2，全長比較を写真2に示す．

- ①筐体部品合わせ面のOリングシール形状を見直し，円筒溝シール形状 (図1内の※) から三角溝シール形状 (図2内の◆) に変更した．
- ②ピストンの入り込み長さなど，ポンプ内蔵部品を再検討した．
- ③ケースドレンは，図3に示すようにポートブロックの吸込ポートへドレンが連通する設計にした．  
(公開番号：特開2018-141389にて出願済)
- ④より小型なベアリングを再選定し，軸シールも再選定した．

#### 4.2 高速化

高速化に対する取り組み内容と検証結果を下記に示す．

##### ①油路形状の見直し

5000rpm化への課題としては，ポンプ自吸性能の

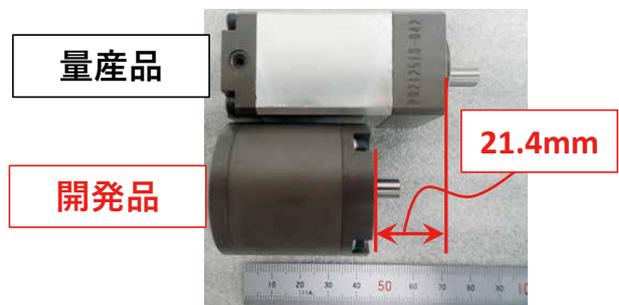


写真2 量産品と開発品の全長比較

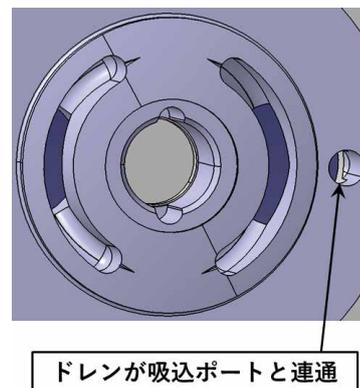


図3 ドレンと吸込ポートとの連通

低下がある。ここで、油路形状を5000rpmでも自吸できる形状に変更した。特に、図4に示すシリンダブロックのキドニーポート部の吸い込み圧損の低減を図った。

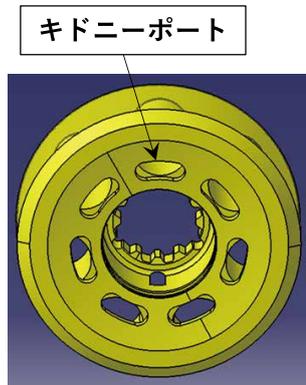


図4 開発品のシリンダブロック（底・背面側）

②シューの浮き上がり

高速化による遠心力の増大に伴い、図5に示すピストンに組付けられているシューが斜板とのしゅう動面から浮き上がる現象（離れる）が発生しやすくなる。よって、5000rpm時において、シュー端面が斜板としゅう動する面から浮き上がらないように、シューの浮上力の計算を行った。

結果、5000rpmでシュー端面が浮き上がる可能性があることが分かったことより、浮上力を制御しているセンタースプリングの荷重を見直し、シューの浮き上がりを防止した。

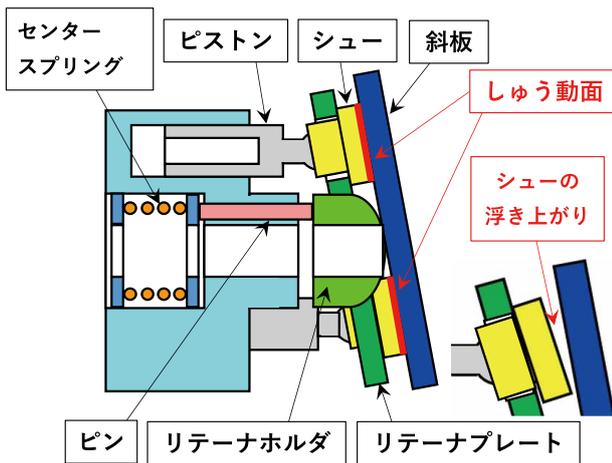


図5 シューの浮き上がりに関連する部品

③高速化の検証結果

高速化の取り組みの有効性を確認するため、ポンプ自吸性能試験を実施したので、結果を図6に示す。圧力は無負荷の状態回転速度を上昇させていき、流量が著しく低下しないか確認した。結果として流

量低下率は目標以下で有効性を確認できた。また、客先からもポンプ自吸性能について高評価をいただいた。

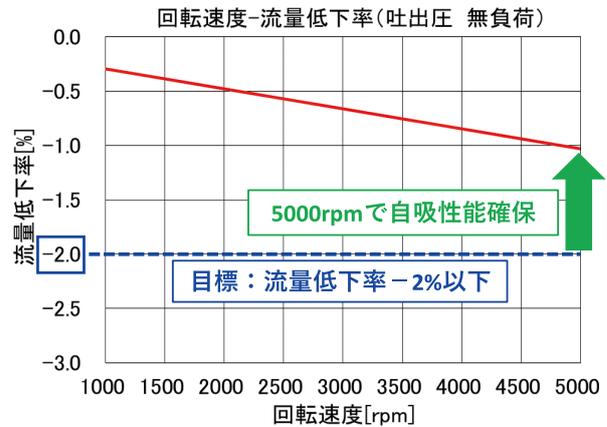


図6 ポンプ自吸性能結果

4.3 低騒音化

4.2項の高速化に伴い必然的にポンプ騒音は大きくなる。客先からも可能な限り騒音低減して欲しいとの要望もあり、以下にその取り組み内容と検証結果を示す。

①Vノッチ、キドニーポートの見直し

ポンプ騒音に繋がるポンプ脈動を低減するために、シリンダブロックの内圧パターンを計算し、圧力変動が小さくなるように設計した。バルブプレートのVノッチ形状を数パターン、ポートブロックのキドニーポートも2種類を設計し効果を確認した。Vノッチ形状を図7、キドニーポート形状を図8に示す。

②シリンダブロック内圧パターンの計算

Vノッチ形状とキドニーポート形状の各組合せで最終的に8パターンに絞り、シリンダブロックの内圧パターンを算出したところ、量産品の脈動幅に対し、開発品は量産品と比較し脈動幅を低減できる結

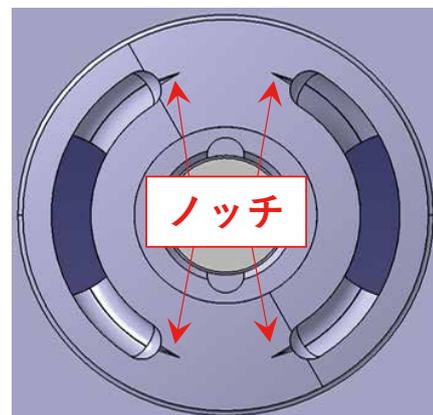


図7 バルブプレートのVノッチ形状の例

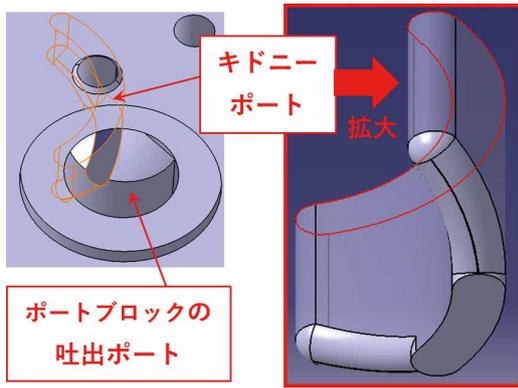


図8 ポートブロックのキドニーポート形状

果となった。内圧パターンの計算結果の一例を図9に示す。

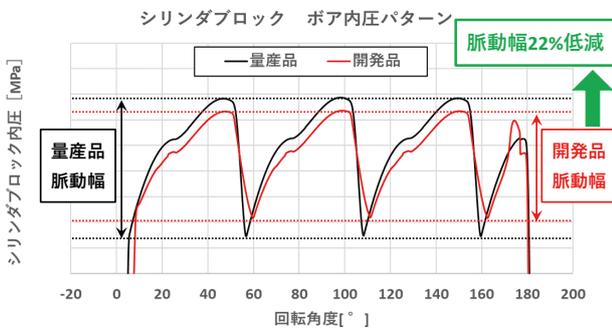


図9 シリンダブロック内圧パターンの計算結果例

### ③ポンプ筐体形状・材質の見直し

ポンプ筐体の振動に対するエネルギー損失を大きくすることで、騒音低減に効果があると考え、材質の見直しを行った。また、筐体形状は厚みを確保した円柱形状に変更し、筐体を曲がりにくく剛性を向上させることで防振対策を図った。

### ④低騒音化の検証結果

低騒音化の取り組みの有効性を確認するため、各対策を組み合わせる騒音試験を実施した。結果、マイク位置をポンプ後方1mで騒音計測したところ、開発品は約53dB(A)という結果となり、目標値に対して未達成であったが、客先からは高評価をいただいた。

## 4.4 高効率化

高効率化に対する取り組み内容と検証結果を下記に示す。

### ①軸シールの低フリクション化

低圧時ではロストルクがポンプ効率に大きく悪影響を及ぼすが、軸シールによるロストルクは特に影響が大きい。そこで、低フリクション軸シールの再選定を行い(特にリップ部材質)、高効率化を図った。

### ②油圧バランス比の見直し

図10に示すシリンダブロックとバルブプレートのしゅう動面間では静圧バランス(油圧バランス)が形成されており、摩耗・焼き付き対策などを行っている。このバランスは油圧により発生した押付力と開離力の比で表現し、仕様によって様々な数値となっている。今回の開発品の仕様から量産品に対して、最適なバランス比を再検討し変更した。

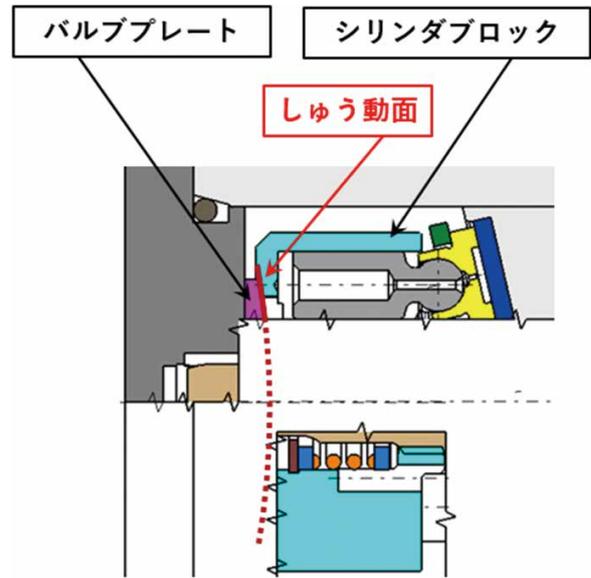


図10 しゅう動面

### ③高効率化の検証結果

高効率化の取り組みの有効性を確認するため、効率試験を実施した。条件は回転速度3500rpm、全効率で差が表れやすい低圧域(3MPa)で行い、試験結果を図11に示す。全効率は量産品より約6.3%向上した結果となり、目標値に対して未達成であったが、客先から高評価をいただいた。

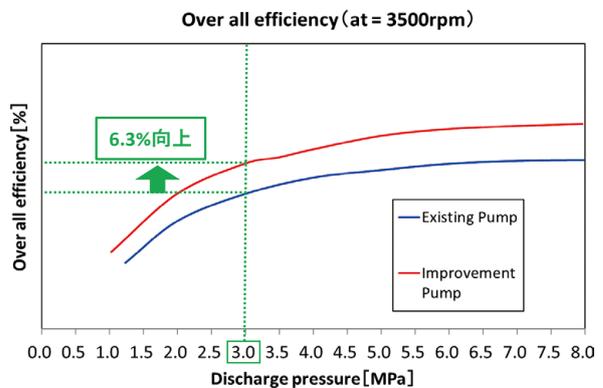


図11 ポンプ全効率性能線図

## 5 結果

表 4 に開発品目標に対する結果を示す。

表 4 開発品目標と結果

品質項目	開発品目標	結果
①小型化 全長 [mm]	40以下	40 達成
②高速化 回転速度 [rpm]	5000以上	5000 達成
③低騒音化 ポンプ騒音 [dB (A)] ※測定条件 ・ポンプ後方 1 m ・暗騒音 34dB (A) ・回転速度 5000rpm ・圧力 8 MPa	50以下	53 ⇒更なる 改善必要
④高効率化 全効率 [%] ※測定条件 ・回転速度 3500rpm ・圧力 3 MPa	量産品より 10%以上 向上	6.3%向上 ⇒更なる 改善必要

## 6 おわりに

現状の状態でも客先から高評価をいただいているが、引き続き目標未達の項目に対して、性能改善を実施し、ロボット市場で必要とされるポンプの開発に取り組む。

最後に、本開発に多大なご支援・ご協力をいただいた社内外関係者各位に厚く御礼申し上げます。

## 著者



辻井 喜勝

2006年入社. (株)タカコ技術本部  
第一開発部PPM開発課主務. マ  
イクロポンプ・モータの開発に従  
事.



# KYB-YS 南条第2工場 バルブハウジング加工ラインの構築について

渡 邊 伸 二

## 1 はじめに

KYB-YS株式会社（以下YS）では、1972年の萱場工業株式会社（現：KYB株式会社）との業務提携以降、ガススプリング製品、油圧シリンダ製品、油圧バルブ製品の移管を行ってきた。油圧バルブ製品については、1987年より生産を開始、下記の製品移管を経て、油圧バルブの売上高は約55%を占める基幹製品へと成長した。製品移管された油圧バルブ製品は下記の通りである。

- ①2002年 KVS ミニ、小型ショベル向け
- ②2007年 KVMM-80 小型ショベル向け
- ③2018年 KVM 中型、大型ショベル向け

油圧バルブの製造は、長野県坂城町の工場でKVS及び、KVMM-80を製造し、上田市の上田工場でKVMを製造している。坂城町で製造するKVSは、国内外の建設機械メーカーへ納入しており、小型建機用バルブを取り巻く環境は、2020年度まで受注増が続く見込みであり生産対応が難しい状況であった。そのため2018年度に坂城町の空き工場を購入し、工場整備を開始した。整備後に新規加工ラインの設置を実施し、2020年9月に計画している全8ラインが設置完了の見込みである（写真1）。



写真1 工場建屋外観

## 2 工場の概要

南条第2工場の敷地面積は約4,000㎡、製品庫、素材庫を含む建屋の延床面積は約1,500㎡となっている（写真2）。

加工ラインは後工程を含めると8ラインを計画し、インフラ整備完了以降に順次立上げを開始した（表1）。

表1 年表

項目	年月
工場取得	2018年10月
インフラ整備完了	2019年5月
加工ライン① 稼働開始	2019年8月
仕上ライン① 稼働開始	2019年8月
加工ライン② 稼働開始	2019年9月
加工ライン③ 稼働開始	2019年12月
加工ライン④ 稼働開始	2019年12月
仕上ライン② 稼働開始	2019年12月
加工ライン⑤ 稼働開始	2020年2月
加工ライン⑥ 稼働予定	2020年9月



写真2 工場全景（Google Mapより引用）

### 3 南条第2工場 重点方策

南条第2工場では、油圧バルブのバルブハウジング加工を行っており、YS本社工場にて組立を行い製品として出荷される（写真3）。



写真3 油圧バルブ

加工ライン構築にあたり下記の方策に重点を置いて取り組んだ。

- ①生産リードタイム短縮，中間仕掛品低減
- ②全ての品番で同一の標準作業
- ③設備，ジグの標準化
- ④設備費抑制

南条第2工場におけるラインは、2020年9月時点で加工ライン6本と仕上ライン2本の構成。物の流れは、北側の素材供給から始まり、加工ラインにて加工、仕上ラインにてバリ取り・研磨・洗浄を行い、後補充用の店へ流れる（図1）。

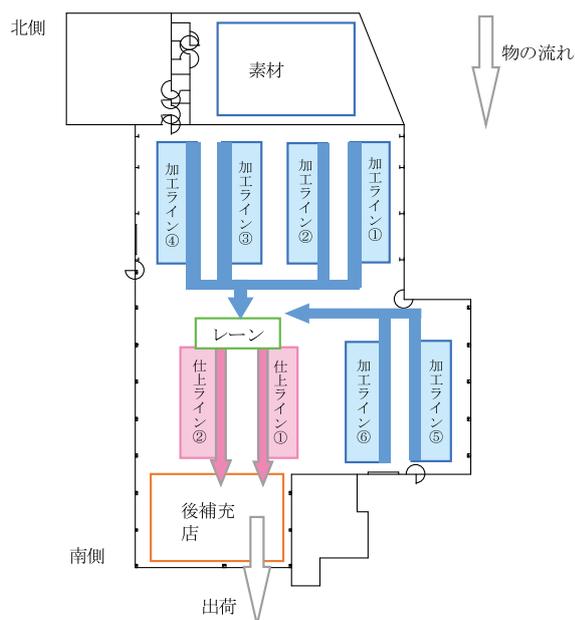


図1 工場内物流線図

#### 3.1 生産リードタイム短縮，中間仕掛品低減

従来の加工ラインの生産は、品番によりジグ及び工具の段取りが発生することから、段取り回数を減らすために日単位での指示生産を行っていた。

南条第2工場の加工ラインにおいては、品番によるジグ及び工具の段取りを廃止した。また、後補充引き取りのしくみを導入し加工完了の店から外れた情報をもとに、必要なものだけを生産する体制を整えた。

中間仕掛品においては、従来の加工ラインでは、工程数差があり工程間に中間仕掛在庫が多数存在する状況であった。新規加工ラインにおいては、工程数差が無いよう工程設計を行い、各工程間に標準手持ちを設定し、余分なものを置くことができないようにした。加工ラインにおいては、レーンによる数量規制（写真4）をすることにより、中間仕掛品を低減させた。

また、物流作業においても定量運搬によるしくみを導入し、素材と加工品の運搬するタイミングを設定した。これにより、生産リードタイムを大幅に減少することができた。



写真4 レーンによる数量規制

#### 3.2 全ての品番で同一の標準作業

従来の加工ラインは、工程数差があったため、加工する品番で使用する設備、使用しない設備があり全ての品番で同じ作業ができなかった。

新規の加工ラインでは、初工程から全ての設備を使用し工程数差が無くなるようにした。また、全ての品番で脱着作業及び、プログラム段取りの作業内容を統一し全ての品番で同じ作業ができるラインにした。

工程数差は、従来の加工ラインでは16工程から21工程と品番により5工程の差があったが、新規の加工ラインでは12工程と全ての品番の工程を統一した。

### 3.3 設備・ジグの標準化

従来のラインの問題点として以下があった。

- ①特定の機種しか投入できないので設備故障時には製品出荷ができない
- ②特定の機種しか投入できないのでPQ変動に追従できない
- ③設備メーカーの統一性がなく故障対応として予備部品を多数持つ必要がある

これらの問題点を解決するために加工ライン6本を同じ仕様の設備、ジグ構造に統一、同様に仕上ライン2本においても統一した(写真5)。

これにより、加工ラインにおいては、子ジグと工具の段取りを行えば別機種が生産できるようになり、PQ変動の対応と設備故障時の対応が可能になった。また、同じ仕様の設備に統一したことにより予備部品の部品点数も低減できた。



写真5 加工ライン風景

### 3.4 設備費抑制

従来の加工ラインにおいては、設備は標準のマシニングセンタ(以下MC)を使用し工程設計を行っていた。

MC設備は、剛性により価格が異なり剛性が高い設備は価格が高くなり、剛性が低ければ価格も安くなる傾向にある。

バルブハウジングの加工は、大小様々な穴あけ加工、溝加工及び、タップ加工などがあるため、加工負荷においても加工部位により様々である。

加工負荷が少ない加工においては、設備の剛性も低いもので対応でき、標準のMCより小型の安価なMCで加工可能である。

バルブハウジング加工において、どの部位が剛性の低いMCでも加工できるかを見極めるため、工程設計前に加工トライを実施。その結果をもとに、加工負荷に合わせた設備を選定し工程設計を進め、従来の標準MCを並べたラインに対し、安価なMCを採用したことにより設備費を抑制することができた(図2)。

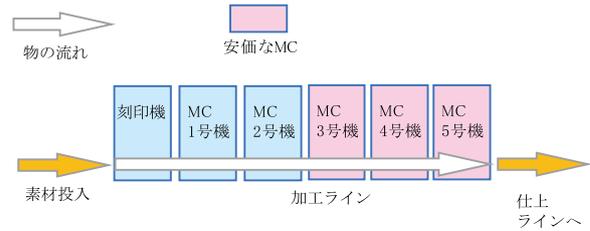


図2 加工ラインレイアウト

## 4 新規ラインに採用した技術紹介

新規の加工ライン構築に伴い、YS製油圧バルブで初めて採用した技術について紹介する。

### 4.1 水溶性切削油の採用

YS製油圧バルブにおける鋳物加工において初めて、水溶性切削油を採用した。これは、油を使用することによる工場外への流出及び、火災のリスクを低減するためである。

現状のYS製油圧バルブにおける加工は油性切削油を採用している。南条第2工場にも油性切削油を適用した場合、作動油、潤滑油及び切削油を含めた油の総量は、消防法の一般取扱所扱いとなり、消防法対応で工場整備が必要になる。

油の総量の内訳で大半を占めるものが油性切削油であり切削油を水溶性に変更できれば火災のリスクが大幅に低減できる。

水溶性切削油は、鋳物加工において使用した実績がなく、加工品質に対する懸念が多くあったため、下記項目の事前確認として加工トライを実施し、新規の加工ラインの立上げ後における品質トラブルの未然防止を行った。

- ①加工性能に最適な切削油の選定
- ②加工重要部位の切削条件確立
- ③連続加工による刃具寿命の見極め

事前確認の結果、水溶性切削油で加工できると判断し新規の加工ラインに採用した。刃具寿命は油性切削油と比較すると低下したが、火災のリスクが大幅に低減できた。また、工場が消防法の一般取扱所扱いとなった場合に発生する工場整備費を大幅に抑制できた。

### 4.2 プログラム段取り自動化

従来のラインのプログラム段取り方法は、作業者がMCへ手でプログラム番号を入力(写真6)しており、手入力による打ち間違い、変更が無いという思い込みや勘違いによる加工不良が発生していた。そこで以下改善を実施した。

- (1)鋳物素材の鋳肌にはドットマーキング
- (2)コードリーダーによる自動読み取り  
MCへ読み取り情報を送信



写真6 従来のプログラム段取り

生産される場合にはプログラム段取りを実施しておらず、品番変更は毎回の作業ではなく、作業者がプログラム段取りの際に判断をする必要があった。新規加工ラインでは、作業者による判断が不要となるように、同じ品番が連続する、しないに関わらずプログラム段取りごととし、作業者の1サイクル作業を全ての品番で同じ作業とした。プログラム段取りの読み取り忘れが生じた際は、設備が稼働しない仕様とし、従来の加工ラインで発生していたプログラム段取り忘れによる加工不良が発生しないように整備した。

(1) 鋳物素材の鋳肌に応用ドットマーキング

新規の加工ラインでは各ラインの初工程に刻印装置を設置しワークに加工情報を持たせたデータマトリクスを打刻した(写真7)。

加工面を使ってのバーコード読み取りは実績があったが、鋳肌に直接打刻し読み取る方法は今回が初めての試みであった。



写真7 ドットマーキング



写真8 自動読み取り

(2) コードリーダーによる自動読み取り

読み取った情報を加工プログラムに変更できる設備仕様とし、作業者が判断しない工程とした(写真8)。これにより、手入力による打ち間違いで発生していた加工不良が無くなった。

また、従来の加工ラインでは同じ品番が連続して

5 おわりに

最後に、南条第2工場バルブハウジング加工ライン構築に御協力頂いた関係部署ならびに御指導御支援頂いた方々へ、この場をお借りしてお礼を申し上げます。

著者



渡邊 伸二

2000年入社。KYB-YS(株)生産技術部HC第1生産技術課長。主に建機バルブ生産体制整備に従事

## 随筆

# アメリカ駐在記

山崎 信治

## 1. はじめに

私は2012年に入社し、KYB岐阜北工場品質保証部の研修1年間を含めて4年半、OEM向けショックアブソーバの設計に従事。その後、2017年4月から2019年1月までの1年10ヶ月間、KYB Americas Corporation（以下KAC）（写真1）での駐在生活を経験した。

駐在の話を書く前には、ゆくゆくは海外でも仕事がしたいという気持ちはあった。しかし、まさかこんなにもすぐその機会が訪れるとは、文字通り“夢にも思っていなかった”。この件について上司より詳しい話を聞くと、設計としてではなく品質保証としての駐在を言い渡され、二重に驚いた記憶は今でも鮮明に覚えている。

私がKACの駐在員として、得られた経験の一部を紹介する。



写真1 KAC ロビーにて

## 2. アメリカの食事

アメリカでの代表的な食べ物は“肉”，その中でも“ステーキ”（写真2）は特に人気が高い。週末、夕食を食べにステーキハウスに入店しようとしても人が多く、1時間待ちというのも当たり前であった。アメリカのステーキは脂身が少ない赤身肉がメインのステーキが多く、食べごたえ満点であった。そして、ステーキに次いでインパクトがあるのが前菜とステーキの付け合せである。ステーキが焼き上がる

のを待つまでの時間、前菜を注文してビールを楽しむのが一般的だが、前菜と付け合せの量が多いためステーキに辿り着くまでにお腹が満たされる。



写真2 ステーキとその付け合せ

## 3. インディアナ州について

KACの所在地はアメリカのインディアナ州である。インディアナ州はアメリカの中西部に位置し、州都はインディアナポリスである。車が好きでレースに興味がある方ならお馴染みのIndy500のレース会場がある場所である。

気候については、緯度が日本の青森県と同じ位に位置するので、冬場はとても寒くよく雪が降る地域である（写真3）。夏場は気温も上がり暑くなるが、カラッとした気候のため日陰に入れば日本ほど暑さを感じない。

インディアナ州における移動手段は、基本的に自動車がメインとなる。電車も走っているが荷物を運搬する貨物車がメインであった。冬場は積雪があるので、自動車の運転にはより一層気を付けなければならない。日本の降雪地域では冬場になるとスタッドレスタイヤに履き替える事が多いが、向こうでは冬場でもそのまま使用できるオールシーズンタイヤを一般的に使用している。その分タイヤ交換の手間はな

いため楽であるが、どちらにせよ注意を払わないと簡単にスリップして事故を誘発してしまう。通勤途中よくスリップによる交通事故を頻繁に目撃していて、他人事ではないと考え、いつも注意を払って運転していた。



写真3 冬場の自宅前風景

#### 4. インディアナ州のイベント

アメリカでは多種多様なスポーツがある。インディアナ州においては特にバスケットボール及びアメリカンフットボールが大人気であった。両スポーツ共にインディアナ州に本拠地を置くメジャーチームがあるためである。バスケットボールは“PACERS”，アメリカンフットボールは“COLTS”の2チームが存在している。両チームともにファンが多く、インディアナでは数多くのグッズが売られていた。私自身も両チームの試合を観戦することができ、どちらの試合も会場が一体となって全力でチームを応援する風景がとても印象深かった。中でも、ハーフタイム中などに観客を盛り上げるための創意工夫はとても楽しめた。(写真4, 5)



写真4 NBA PACERS戦  
(Bankers Life Fieldhouse)



写真5 NFL COLTS戦  
(Lucas Oil Stadium)

もう一つの大きなイベントで、インディアナ州の州都であるインディアナポリスで開催される“Indy500”という、世界三大レースにも数えられる世界有数のレースがあり、毎年5月の最終日曜日にIndianapolis Motor Speedway (写真6)にて開催されている。トラック一周2.5マイル(約4 km)を200周、総走行距離500マイル(約800km)の耐久レースにて順位を争う。

会場には数多くの出店があった。Indy500に関するグッズや、ハンバーガー、ホットドッグ、ナチョス等々、日本の出店とは一風変わった品揃えが豊富にあった。

いざレースが開始すると盛り上がりは最高潮に達し、生で見るIndy500は格別で、臨場感、迫力、それに加えて観客の盛り上がりはテレビで観戦している時の比ではなかった。



写真6 Indy500  
(Indianapolis Motor Speedway)

同所の一角には博物館があり、歴代の優勝車両(写真7)が展示されていて近くで観覧することが可能であった。Indy Carのみではなく、歴代のペースカーや当時使用されていたエンジンなども展示されていた。また、お土産コーナーには多くのIndy500グッズやプラモデルなども売られていた。



写真7 Indy500歴代優勝車両  
(Indianapolis Motor Speedway Museum)

博物館へ行くとコースを周回してくれる専用のバスに乗車する事ができる。コース内を走って途中にあるコントロールタワー前で下車できる。それより10分程度の自由時間が与えられてコース内を散策できる。私はめったに機会がない、実際のIndy Carが走行したコース上に座ってコントロールタワーを背景に写真を撮ってもらった(写真8)。



写真8 コントロールタワー  
(Indianapolis Motor Speedway)

## 5. アメリカでの業務

KACでは日本での設計開発業務経験を活かして、品質保証部のコーディネータという役割を担い、各製品の品質保証関連業務全般に携わっていた。それに加えて、現地スタッフに対する仕事の進め方や不具合対処の指導、日本との情報のやり取りを行ってきた。

私は2012年にKYBに入社して以来、品質保証部に研修という形で1年間従事したが設計業務をメインに携わってきた。それゆえに、品質保証的な考え方ができず、ローカルスタッフの疑問に答えるためにも、不具合の対処法等一から勉強をした。

初めに当たった壁は、言語であった。当然であるが英語で会話をしないと返事など返ってこない。仕事の依頼をしても、自分が想定している回答ではない返答が多々あった。ローカルスタッフとのコミュニケーションも上手く図ることができず、辛い日々が続いていた。私自身、人との会話は好きでそれが例え英語だとしても問題はないと考えていた。しかし、その考えが甘かったと早々に気付いた。仕事で使用する英語と日常で使用する英語の乖離が大きく、とても苦労した事が印象に残っている。

私はKAC品質保証部内において最年少で尚かつ経験値も少ないことで、他部署を含めたローカルスタッフから信頼を得るには難しい立場に置かれていることを痛感した。本社への提出資料や業務上わからない事を解決するには彼らの協力が不可欠であった。彼らと一緒に過ごす時間を積極的に増やすことを心掛け、回答ができない疑問を投げかけられた場合は、一緒に考えたり、時には一緒に作業したりした。その甲斐あって、徐々に彼らも私のために時間を費やしてくれるようになった。赴任当初に比べて相談されることや情報の展開等は格段に増え、より一層忙しくなったが、心細さや心配などは以前に比べて軽減した。ローカルスタッフとの時間を共有することでお互いが理解でき、少しずつではあったが私の仕事がやりやすい環境になっていった。

私の帰任が決定した際、多くのローカルスタッフが悲しんでくれたことはとても印象深かった。公私とも多くのことを教えていただき大変お世話になったKACメンバには心より感謝している。志半ばでの帰任だったため、何かしらで恩返しをしたかったというのが私の正直な気持ちである。

## 6. アメリカ以外での業務

駐在期間中に他国への出張も経験できた。アメリカに駐在できたおかげで英語を学ぶことができ、他

国の空港等で英語が使えるのでとても重宝している。

実際に出張へ出向いたのは、タイ、メキシコ、ブラジルであった。この中でも特に印象深かったのはブラジルだった。ブラジル出身の私は、いつかブラジルでも仕事がしたいという気持ちがあった。その望みがこういった形で実現するとは思っていなかったため、とても嬉しかった。念願のブラジル出張が叶ったのも、私が所有するパスポートがブラジルのものであったため、渡航用のビザは発行不要であった。それに加えて、ポルトガル語を話すことができるというのも大きな理由だったと考えている。

私は、ポルトガル語とスペイン語に互換性があるかどうかを聞かれることが度々あった。私の答えはいつも“互換性はあるが、試したことがないので確かではない”だった。しかし、今回スペイン語圏であるメキシコ出張がありそれを試す機会がついに訪れた。長年の疑問を検証できる日が来て、早速試した。結論から言うと、“互換性はある”。スペイン語主体の打ち合わせに参加した際、内容がおおよそ理解できた。但し、細かい内容やわからない単語もいくつか出てきたので完璧ではなかった。

さて、話をブラジルに戻すと、実に7年ぶりのブラジルをととても懐かしく感じていた。ちなみにここではポルトガル語のためストレスフリーで会話ができる。とはいえ、普段はあまり使わないので忘れていた単語や表現が多々あり、苦労はあった。

ブラジル出張中の出来事で、ローカルスタッフの皆さんは私がポルトガル語を理解できるという認識がなかったため、私に関するコソコソ話をしていた。それに対して、工場長が走って皆の所へ行き“彼はポルトガル語が理解できるから”と注意を促していたのが印象深かった。しかし、その事もあって皆さ

んとは距離を近づけることもできた。やはり、現地の言葉を話せるというのは大きな強みとなる事が改めて実感できた。その後、無事に業務を終えて少しばかりの休暇を頂き、親戚一同が住んでいるサンパウロ州への訪問も叶った。

アメリカに戻った後も、ブラジルの人からの問い合わせが有り仕事が増える一方であったが、長年の望みだったこともあって喜んで協力させていただいた。

## 7. おわりに

KAC駐在期間中、苦労した点は多々あったが大変貴重な経験を数多くできた。私自身、設計の出身で品質保証という未だ経験したことのない業務に携わることができ、とても内容の濃い駐在期間であった。私が駐在員業務をやり遂げられたのは、共に仕事をした駐在員やローカルスタッフの皆様、業務でサポートしてくださった皆様のご協力があったのことに心より感謝している。この場をお借りして御礼申し上げたい。Thank you very much.



写真9 KAC品質保証部メンバ

## 著者



山崎 信治

2012年入社。オートモーティブコンポーネンツ事業本部サスペンション事業部技術部。KAC駐在を経て現職。

## 2019年度 社外への発表論文一覧表

## 社外講演

区分	題 目	所 属	氏 名	発 表 大 会	発 表 月
海外	Design and Experimental Verification of a High Torque Density Tubular Permanent Magnet Linear Motor for Aerospace Application	基盤技術研究所	佐藤 浩介	AEROTECH EUROPE	2019年 9 月
	Above-knee Prosthesis for Stair Ascending/Descending —New Design for Practical Usage—	KYB-YS(株) 設計部	齊藤 靖 福沢 祐二	2020 IEEE/SICE International Symposium on System Integration	2020年 1 月
国内	スマート道路モニタリングの未来	基盤技術研究所 AC事業本部 技術統轄部	高松 伸一 岡村 淳	第 2 回 SmartCity Technology フォーラム	2019年 7 月
	パワーステアリング特性予測のためのCAE活用事例	基盤技術研究所	北村 佳彬	ニュートンワークス社 非線形解析フォーラム2019	2019年10月
	スマート道路モニタリング事業の可能性	基盤技術研究所 AC事業本部 技術統轄部	高松 伸一 岡村 淳	第 9 回ニッポン・ハイテク再成長させる会のスマートシティ・シンポジウム	2019年11月
	ものづくり工学「自動車の快適な乗り心地を作る」	基盤技術研究所	佐野 悠太	芝浦工業大学 システム理工学部 機械制御システム学科 講座	2019年12月
	薄肉鋼管穴抜き切り口におけるせん断面率周方向分布メカニズムの考察	生産技術研究所	早瀬 知己	塑性加工春季講演会	2019年 6 月
	自動車用油圧緩衝器の構造と機能	SA事業部 技術部	馬場 友彦	日本航空大学校 出張講演「フルードパワーの世界」	2019年 9 月
	単関節モジュールを用いた分解組立が容易な油圧ロボットの開発	KYB-YS(株) 設計部	上倉 定幸 齊藤 靖	第37回日本ロボット学術講演会	2019年 9 月
	階段昇降可能な無動力油圧システムを有する大腿義足	KYB-YS(株) 設計部	齊藤 靖 福沢 祐二	第20回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会	2019年12月
	Ultrawide Telescopic Manipulator for Natural Environment, based on Clustered Elastic Convex Tapes	KYB-YS(株) 設計部	齊藤 靖	NSET 2020 International Conference on Natural Science, Engineering, and Technology	2020年 1 月

AC事業本部：オートモーティブコンポーネンツ事業本部

HC事業本部：ハイドロリックコンポーネンツ事業本部

※2020年 1 月時点と致します。

## 社外寄稿

区分	題 目	所 属	氏 名	寄 稿 誌 名
海外	Effects of hydraulic oil and lubricant additives on dynamic friction properties under various reciprocating sliding conditions	AC事業本部 技術統轄部	加藤 慎治	Friction (2019): 1-10. (2019年9月)
国内	トライボロジー海外体験記 Poly-Trib208 参加体験記	基盤技術研究所	尾崎 剛寛	トライボロジスト (2019年11月)
	ショックアブソーバーにおけるトライボロジーと技術動向	基盤技術研究所	伊藤 義浩	月刊トライボロジー (2019年5月)
	リリーフバルブ組立作業自動化技術の開発	生産技術研究所	瀧口 真樹	フルードパワーシステム学会誌 (2019年9月)
	ショックアブソーバの摩擦特性が及ぼす自動車の官能特性への影響	AC事業本部 技術統轄部	加藤 慎治	設計工学, 54, 4 (2019) 253-264. (2019年4月)

AC事業本部：オートモーティブコンポーネンツ事業本部

HC事業本部：ハイドロリックコンポーネンツ事業本部

## 2019年度 社外関係団体委員一覧表

区分	関係団体	委員等	所属	氏名
国内	日本フルードパワーシステム学会	編集委員会 担当理事	KYBエンジニアリングアンドサービス(株)執行役員	伊藤 和巳
		基盤強化委員会 委員	基盤技術研究所	伊藤 隆
		企画委員会 委員	基盤技術研究所	亀田 幸則
		編集委員会 委員	HC事業本部 相模油機技術部	梅村 哲郎
		フルードパワーのトライボロジー研究委員会 委員	基盤技術研究所	小川 陸
		機能性流体との融合化によるフルードパワーシステムの新展開に関する研究委員会 委員	基盤技術研究所	小川 陸
		OHC-Sim特別研究委員会 委員	基盤技術研究所	古川 優太
		OHC-Sim特別研究委員会 委員	CAE推進部	渡辺 博仁
		深層学習を活用したフルードパワーのモデル化と制御に関する研究委員会 委員	基盤技術研究所	亀田 幸則
		油圧機器のトライボロジーなど基盤技術に関する基盤研究委員会〔Ⅱ〕 幹事	(株)タカコ 第一開発部	高辻 和正
	日本フルードパワー工業会	副会長	取締役会長	中島 康輔
		編集委員会 委員長	執行役員 技術本部長	手塚 隆
		編集委員会 主査	技術本部 技術企画部	宮 能治
		総需要部会 主査	HC事業本部 営業統轄部	木元 隆之
		総需要部会 委員	HC事業本部 営業統轄部	関口 秀樹
		建機部会 委員	HC事業本部 営業統轄部	木元 隆之
		産機部会 委員	HC事業本部 営業統轄部	関口 秀樹
		シリンダ部会 委員	HC事業本部 油機第一営業部	大槻 兼誠
		国際部会 委員	HC事業本部 油機第二営業部	村田 育子
油圧部会長		DX推進部	満嶋 弘二	
標準化委員会油圧システム分科会 委員	基盤技術研究所	伊藤 隆		
標準化委員会用語分科会 委員	基盤技術研究所	伊藤 隆		
標準化委員会油圧ポンプ・モータ分科会 委員	HC事業本部 製品企画開発部	加藤 弘毅		
標準化委員会油圧ポンプ・モータ分科会 委員	(株)タカコ 第一開発部	辻井 喜勝		
標準化委員会油圧バルブ分科会 委員	HC事業本部 相模油機技術部	中村 雅之		
標準化委員会油圧・空気圧シリンダ分科会 委員	HC事業本部 岐阜南油機技術部	中西 敦宏		
標準化委員会シール分科会 委員	AC事業本部 シール技術部	伊藤 清明		
標準化委員会緩衝器分科会 委員	KYBエンジニアリングアンドサービス(株)	下浦 洋一		
水圧システム分科会 主査	HC事業本部 事業企画部	大林 義博		
技術委員会水圧部会 委員	事業開発推進部	大林 義博		

※2020年1月時点と致します。

区分	関係団体	委員等	所属	氏名
日本フルードパワー工業会	ADS国際標準化推進委員会	油圧ポケットブック 編集委員会	HC事業本部 事業企画部	大林 義博
		若手技術者懇談会登録見直し責任者	HC事業本部 開発実験部	加藤 弘毅
		若手技術者懇談会登録見直し責任者	HC事業本部 開発実験部	加藤 弘毅
日本自動車部品工業会	理事会 理事	取締役会長	取締役会長	中島 康輔
		東日本支部運営委員会 委員	取締役会長	中島 康輔
		総務委員会 委員	取締役会長	中島 康輔
		経営調査部会 委員	執行役員 経営企画本部長	根本 一雄
		人財・労務部会 委員	常務執行役員 人事本部長	庄子 和昌
		税制部会 委員	経理本部 経理部	森 竜雄
		広報部会 委員	経営企画本部 広報部	福田 憲道
		調達・生産部会 委員	調達本部 調達企画部	牧田 一城
		調達・生産部会 幹事会 委員	調達本部 調達企画部	牧田 一城
		コンプライアンスWG 委員	執行役員 CSR・安全本部長	坪井 勝
		旧型補給部品WG 委員	調達本部 第一調達部	松原 史長
		旧型補給部品WG 委員	AC事業本部 サスペンション事業部	河野 幸弘
		人事労務研究会 委員	常務執行役員 人事本部長	庄子 和昌
		人事労務研究会 労政分科会 委員	人事本部	加々美宅一
		人事労務研究会 安全衛生分科会 委員	CSR・安全本部 安全・環境部	近藤 省吾
		人事労務研究会 調査・研究WG Aグループ 委員	CSR・安全本部 安全・環境部	宮部 徹也
		人事労務研究会 メンタルヘルス実務者連絡会 委員	人事本部 健康管理センター	田崎佳那子
		人事労務研究会 メンタルヘルス実務者連絡会 委員	人事本部 健康管理センター	高野真由美
		人事労務研究会 国際人事分科会 委員	人事本部	渡辺 裕明
		人事労務研究会 国際人事分科会 委員	人事本部	井上 雄介
		国際委員会 委員	執行役員 経営企画本部長	根本 一雄
		国際委員会幹事会 委員	AC事業本部 グローバル事業統轄部	大久保 淳
		FTA・通商部会 委員	AC事業本部 グローバル事業統轄部	大久保 淳
		国際物流WG 委員	生産本部	大坂 武弘
		国際物流WG 委員	AC事業本部 市販統轄部	生田 誠
		国際物流WG 委員	AC事業本部 市販統轄部	伊藤 由佳
		知的財産権部会 委員	知的財産部	馬場 克明
		模倣品対策活動WG 委員	知的財産部	馬場 克明
		総合技術委員会 委員	執行役員 技術本部長	手塚 隆
		統合技術委員会専門部会ITS部会 委員	基盤技術研究所	原 靖彦
統合技術委員会専門部会電子装置部会 委員				

## 2019年度 社外関係団体委員一覧表

区分	関係団体	委員等	所属	氏名
	日本自動車部品工業会	総合技術委員会 IT対応委員会 幹事会 委員	DX推進部	大島 昭宏
		総合技術委員会 IT対応委員会 IT先端勉強会 委員	DX推進部	大島 昭宏
		総合技術委員会 IT対応委員会 DE促進部会 委員	DX推進部	大島 昭宏
		総合技術委員会 環境対応委員会 LCA分科会 委員	AC事業本部 ステアリング事業部	津田 久史
		総合技術委員会 環境対応委員会 物質調査システム分科会 委員	AC事業本部 技術統轄部	永井 孝行
		総合技術委員会 モビリティ将来 技術研究会 委員	基盤技術研究所	伊藤 隆
自動車技術会		二輪車の運動特性部門委員会 委員	AC事業本部 システム技術部	植村 將史
		先端シミュレータ研究会 委員	免制振対応本部 推進統轄部	窪田 友夫
日本機械学会		AD/ADAS車両制御IF WG 委員	基盤技術研究所	本郷 浩
日本鉄道車輛工業会		理事	取締役会長	中島 康輔
日本自動車車体工業会		特装部会業務委員会 副部会長	特装車両事業部	土田 享
		特装部会業務委員会 副委員長	特装車両事業部 営業部	鈴木 康彦
		特装部会業務委員会ミキサ分科会 主査	特装車両事業部 営業部	鈴木 康彦
		特装部会業務委員会粉粒体運搬車 分科会 委員	特装車両事業部 営業部	鈴木 康彦
		特装部会サービス委員会 委員	特装車両事業部 営業部	鈴木 康彦
		特装部会技術委員会ミキサ分科会 主査	特装車両事業部 技術部	上條 崇史
		特装部会技術委員会ミキサ分科会 委員	特装車両事業部 技術部	齋藤 弘明
		特装部会技術委員会粉粒体運搬車 分科会 委員	特装車両事業部 技術部	川島 茂
		関東支部会 委員	特装車両事業部 技術部	上條 崇史
日本建設機械施工協会		建設機械要覧 編集委員	特装車両事業部 技術部	上條 崇史
		コンクリート機械技術委員会 委員	特装車両事業部 技術部	清水 弘之
日本航空宇宙工業会		先端航空機装備品システム・素材 技術調査委員会 委員	航空機器事業部 技術部	柏木 雅夫
		先端航空機部品・素材技術調査委 員会・海外市場参入検討分科会 委員	航空機器事業部 技術部	中西 溪
		装備品事業環境整備課題検討WG 委員	航空機器事業部 技術部	丸山 政一
品質工学会		副理事	DX推進部	満嶋 弘二
		実行委員会 委員	基盤技術研究所	細畑 修平
		実行委員会 委員	CAE推進部	竹内 俊一
トライボロジー学会		実行委員会 委員	基盤技術研究所	細畑 修平
表面技術協会		中部支部評議員兼中部支部 常任 幹事	生産技術研究所	塩塚 光春

区分	関係団体	委員等	所属	氏名
	軽金属学会東海支部	理事	生産技術研究所	金兒 龍一
	日本IE協会	役員	専務執行役員 生産本部長	新田 仁志
	日本IE協会	実行委員	生産本部 生産企画部	石原 浩司
	日本規格協会	JISハンドブック（油圧・空気圧） 編集委員会 委員	HC事業本部 開発実験部	爲永 憲和
	デミング賞委員会（日本科学技術連盟）	顧問	品質本部 品質管理部	和田 利彦
	日本振動技術協会	制振委員会 委員	カヤバシステムマシナリー(株) 免制振技術部	岡本 真成
	日本トンネル専門工事 業協会	施工環境委員会 委員	カヤバシステムマシナリー(株) 装置営業部	近藤 康德
	日本建設機械施工協会	トンネル機械技術委員会 委員	カヤバシステムマシナリー(株) 装置営業部	近藤 康德
	日本免震構造協会	技術委員	カヤバシステムマシナリー(株) 免制振技術部	岡本 真成

AC事業本部：オートモーティブコンポーネンツ事業本部

HC事業本部：ハイドロリックコンポーネンツ事業本部

# KYB技報 総目次 (第51号 - 第60号)

	号		号
<b>【巻頭言】</b>			
モノづくり設計の基本を再考する.....	長谷部光雄	51	7~9tショベル走行用油圧モータ ... { 川畑 香織
大学教員の日々の事情から.....	深田 茂生	52	MAG-50VP-1100
フルードパワーのロボットへの展開.....	川嶋 健嗣	53	インド向けMR8040X, MR7000Xの開発... { 松阪 祐紀
時代と生きること.....	駒木根隆士	54	岩波 茂
量より質.....	小山 紀	55	小型油圧ショベル用ピストンポンプ... { 武井 元
百聞は一見にしかず.....	山部 昌	56	の開発
国際協力と日本の力.....	北川 能	57	高出力2ピニオンEPSの開発..... { 筒井 隆明
未来に向けて挑戦する.....	鈴木 亮一	58	村瀬 智幸
油機は円筒形? .....	風間 俊治	59	中型油圧ショベル用情報化施工機器
創刊30周年 (第60号) 記念号に寄せて...	眞田 一志	60	新型ストロークセンシングシリンダの... { 高橋 佑介
<b>【ご挨拶】</b>			
ご挨拶.....	中島 康輔	51	開発
ご挨拶.....	大野 雅生	60	ロック機構付き免震用オイルダンパ... { 伊藤 禎浩
技術戦略.....	畠山 俊彦	60	システムの開発
<b>【技術論文】</b>			
プラズマ電解酸化処理したアルミニウム合金に対する代替潤滑油の摩擦低減... { 中瀬 拓也	51	外付け式ソレノイド減衰力調整... { 鎌倉 亮介	55
効果		ショックアブソーバの開発	吉田 雄亮
<b>【技術解説】</b>			
環境対応型ショックアブソーバ油としてのポリアルキレングリコール... { クリスティアン ショルツ	51	伊藤 義浩	森 俊廣
(PAG)			富田 浩平
比例ソレノイドに対する磁場解析を... { 弘中 剛史	51	活用した吸引力特性の最適設計	亀田 幸則
活用した吸引力特性の最適設計			中西 洋輔
ロードパッキンの外観検査技術の... { 中西 洋輔	51	開発	工藤 賢司
開発			中西 博
ポペット弁の3次元振動抑制技術.....	中西 博	52	ポペット弁の3次元振動抑制技術.....
			鈴木 一成
CFD解析によるベーンポンプの... { 中村 善也	53	特性予測	中村 善也
特性予測			矢加部新司
			渡辺 博仁
			中村 和久
リリーフバルブ組立作業自動化技術の... { 瀧口 真樹	53	開発	瀧口 真樹
開発			
水圧電磁比例制御弁の応答特性.....	吉田 太志	54	水圧電磁比例制御弁の応答特性.....
斜板式ピストンポンプ・モータの解析... { 佐藤 直人	55	技術	佐藤 直人
技術			
アルミニウム合金摺動部品の表面処... { 中瀬 拓也	55	理技術	中瀬 拓也
理技術			櫻木 研治
水圧電磁比例制御弁の安定性に関する... { 吉田 太志	57	考察	吉田 太志
考察			
SAバルブ特性解析技術の開発.....	佐野 悠太	58	SAバルブ特性解析技術の開発.....
ショックアブソーバにおける動的摩... { 加藤 慎治	59	擦特性を特徴づける評価指標の検討	加藤 慎治
擦特性を特徴づける評価指標の検討			佐々木 信也
水圧用容積式圧力変換装置に関する開... { 吉田 太志	59	発と応用	吉田 太志
発と応用			
EPSシステム解析技術の開発.....	北村 佳彬	59	EPSシステム解析技術の開発.....
状態監視システム.....	原 靖彦	60	状態監視システム.....
	亀田 幸則		吉田 尚弘
	吉田 尚弘		
<b>【製品紹介】</b>			
移動体向け通信端末の開発.....	松島 英郎	51	移動体向け通信端末の開発.....
減衰力応答性改良バルブの開発.....	君嶋 和之	51	減衰力応答性改良バルブの開発.....
	山中 賢		山本 直紀
	山本 直紀		
トラクタ走行用マニュアルサーボ... { 稲田 隆則	51	付きHST HVFD42Fの開発	三浦 拓也
付きHST HVFD42Fの開発			小原 英洋
自転車4軸振動試験装置.....	小原 英洋	51	自転車4軸振動試験装置.....
			金井 昭文
DRE-401 ワーニングマップの開発.....	金井 昭文	51	DRE-401 ワーニングマップの開発.....
			岡野 哲也
軽量型電子制御ミキサ車「MR5040EL」... { 岡野 哲也	52	の開発	岡野 哲也
の開発			
CVT用フローコントロールバルブプレ... { 下野 宏美	52	ベーンポンプ	下野 宏美
ベーンポンプ			
パッシブ切替型オイルダンパ (都市型... { 中原 学	52	狭小土地向け免震ダンパ)	中原 学
狭小土地向け免震ダンパ)			
KYB K'lassicの紹介.....	澤西 利幸	52	KYB K'lassicの紹介.....
	星野 雄太		山岡 浩司
	山岡 浩司		石丸 希望
	石丸 希望		鈴木 慎也
舞台機構操作卓 (K-compo System) ... { 鈴木 慎也	53		鈴木 慎也
			川畑 香織
			松阪 祐紀
			岩波 茂
			武井 元
			筒井 隆明
			村瀬 智幸
			高橋 佑介
			伊藤 禎浩
			鈴木 太輝雄
			鎌倉 亮介
			吉田 雄亮
			森 俊廣
			富田 浩平
			稲田 隆則
			三浦 拓也
			松阪 慶太
			石地 令
			榎原 健人
			村松 亮一
			塩崎 浩
			杉本潤一郎
			阪井 祐紀
			畦 将也
			芳村 友起
			Alexander Alonso Torres
			尾崎 公哉
			宮内 慶彦
			船戸 泰志
			牧野 公昭
			石原 幸子
			中原 学
			Javier Lizarraga Senar
			村田 貴夫
			末吉 大輔
			平井 達也
			原田 勝幸
			萩原 隆広
			進藤 翔太
			澤田 千種
			木本 恵介
			青木 淳
			三宅 壮一朗
			富田 陽紀
			青池 宏之
			柴田 究悟
			秋本 政信
			内藤 孝昌
			小林 将之
			長谷部 敦俊
			原 靖彦
			宇賀 神佑太

	号		号
射出成形ウォームホイールの 量産技術開発	52	IoT、AIの現状と製造業における活用…	57
塗装マルチメタル被膜処理の開発	52	事業戦略とIPランドスケープ	60
KMEXへのCVT用ベースポンプ シャフト加工ライン構築	52	【随筆】	
画像処理による車両誘導技術の研究	53	タイ・マレーシア駐在記	51
品質データ管理システムの開発	53	日出づる国での発見	51
自動車用セミアクティブダンパ制御の 開発	54	グジャラート生きもの紀行 その1	52
ダイカストの解析技術の開発	54	動物編	
PREGIO-HCPS (KYB高輝度化学めつ きシステム)の開発	54	ベルリン駐在記	52
微低速域高減衰バルブの開発	54	グジャラート生きもの紀行 その2	53
EPS減速機加工の生産性向上	54	鳥類編	
品質向上の取り組み	54	モスクワ駐在記	53
PPMポンプフランジ加工ラインの 構築	54	Bauma2016視察記	53
航空民需用マニホールド加工の内製化	54	PT.KYBI駐在記	54
車載用ベーンポンプ評価設備の開発	55	アメリカ・メキシコ駐在記	54
検査用Windows®PCシステムの標準化	55	技術士取得への挑戦	54
画像処理によるシヨベル姿勢推定技術 の研究	56	KTS駐在記	55
マシニングセンタを利用した2次元 コードマーキング加工技術の開発	56	ACTIVE研修体験 (イギリス、スペイン)	55
画像処理による3次元寸法検査装置の 開発	56	KYBT駐在記	56
電動パワーステアリング評価設備の 開発	56	回想、KCHの誕生【KCH: KYB (Kaya-... ba) Cylinder High Pressure】	56
ピストンロッド曲がり測定・矯正技術 の開発	57	メキシコ駐在記	57
極微低速域高減衰バルブの開発	57	中国鎮江駐在記	57
磁場解析を活用した比例ソレノイド 減衰力調整式ショックアブソーバの 応答性改善	57	米国滞在記	58
油圧機器に関連した材料分析技術	57	InnoTrans2018視察記 (国際鉄道技術 見本市)	58
主脚用ダンパ機能付きアクチュエータ 組立ラインの構築	58	モスクワ駐在記	59
極低スパッターク溶接法の開発	58	インドネシア・タイ駐在記	59
ギヤポンプの部品加工ラインの構築	58	アメリカ駐在記	60
品質工学を活用した円筒型リニアモ ータのパラメータ設計	59	【特許紹介】	
ミキサ車部品へのジルコニウム化成 処理の適応	59	減衰バルブ	51
油圧シヨベル用走行モータ組立ライン の構築	59	流体圧シリンダのピストン軸受け 構造	51
KYBの生産技術領域におけるAI×IoT の取り組み	60	外観検査装置	51
IoT活用による手書きレスシステム構 築と既存ラインの生産性向上	60	ブラシスモータ	52
画像センシングによる安全支援機器	60	建設機械の制御装置	52
KYBグループにおける自動車用電制サ スペンション開発	60	ミキサ車	52
画像処理を活用した検査機の開発	60	サスペンション装置	53
フロントフォーク用シリンダの穴あけ 工法の開発と量産化	60	バルブ構造	53
小型アキシアルピストンポンプの開発	60	レゾルバ	53
【論説】		トルクセンサ	54
防災・減災を推進して地震災害を克服 し未来を共創する	52	鉄道車両用緩衝器	54
真の「技術先進国」になろう	54	シールリング組付装置	54
油圧技術の動向と展望	56	油圧緩衝器	55
原価企画の考え方・進め方	58	油圧モータの自動2速切換機構	55
フルードパワーにおける圧縮性流体の 計測と制御	60	緩衝器	55
【解説】		パワーステアリング装置	56
データマイニングの活用事例	56	切換バルブ	56
		転倒防止装置	56
		流体圧シリンダ及びその製造方法	57

	号		号
電動パワーステアリング装置……………	57	KMEX SA工場立ち上げ……………	54
減衰バルブ……………	57	KYBにおけるISO 26262全社標準化活…	55
密封装置及びこの密封装置を備える…	58	動の取り組み	
懸架装置……………	58	化学のカラクリで産廃を削～塗装系産…	55
単動型液圧シリンダ……………	58	業廃棄物の減量作戦～	
電圧検出回路……………	58	IIP知的塾に参加して……………	55
トルクセンサ……………	59	アジアクロスカントリーラリー参戦記…	56
液圧回転機……………	59	ニュルブルクリンク24時間レース活動…	57
クランプ装置……………	59	の紹介	
緩衝器のバルブ構造……………	60	KYBにおける技術情報漏えい防止活動…	59
シリンダ装置……………	60	の取り組み	
ミキサドラム駆動装置……………	60	KYB-YS 南条第2工場バルブハウジン…	60
<b>【紹介】</b>		グ加工ラインの構築について	
中型KCHシリンダ インドネシア工場…	51	<b>【用語解説】</b>	
の立ち上げ		GPS, GLONASS, QZSS……………	51
タカコベトナムMMP生産ラインの…	53	HST……………	51
立ち上げ		耐震・制振(震)・免震……………	52
中之条工場の構築について……………	53	DLC (Diamond-Like Carbon)……………	53
ピョンチャンパラリンピックの金メ…	53	ハーシュネス……………	54
ダルを目指して		塗装不良の種類……………	54
		セミアクティブサスペンション……………	55
		KYB製PSポンプのラインアップ……………	56
		品質工学について……………	57
		フォークリフト用リフトシリンダ……………	58
		移動体通信ネットワーク……………	59
		KYBで行なっている塗装……………	59
		人工知能, 機械学習, 深層学習……………	60
		<b>【お知らせ】</b>	
		電波試験技術者資格 iNARTE-EMC…	53
		の取得	

## 編集後記

この度、KYB技報も記念となる第60号を発行することが出来ました。これは、これまでにKYB技報を支えて頂いた関係者方々の支援の賜物であり、改めて御礼を申し上げます。

第50号から第60号までの5年間で、世の中ではAI・IoT・クラウドなど技術が急激に進歩を遂げ、ビッグデータを活用した新しい価値が創出され、各方面で実用化され、成果を上げています。更に通信分野では5G時代を迎え、これらの技術分野を軸とした技術革新が急激に進むことが予想されます。KYBにおいても昨年、DX(デジタルトランスフォーメーション)推進部を設立し、世の中の技術革新から遅れないように若手技術者を中心にAI・IoT・クラウド技術に関する研究・開発に積極的に取り組んでいます。

本記念号でも特別企画として、『AI・IoT特集』を掲載し、KYBにおける生産分野での適用事例やKYBのコア技術と融合させた新市場への適用事例を紹介しています。また、「人々の暮らしを安全・快適にする技術や製品」として「自動車用電子制御サスペンション」、「鉄道用フルアクティブサスペンションシステム」、「eミキサⅢ」、「非乗用車向けEPS」などの益々高度化する電子制御技術など、KYB固有技術の幅が着実に広がっていることを紹介しております。

KYB技報も第50号より電子化され、ホームページ上で日本語版と英語版が公開され、海外も含めた多くの方々にKYBの技術を紹介してまいりました。これからもKYBの未来に向けた新技術・新製品を紹介し、皆様のご期待に沿えるKYB技報を目指して参ります。

最後に関係各位の長年のご支援に心から感謝申し上げます、編集後記とさせて頂きたいと思えます。  
(手塚委員長)

## 編集委員

◎手塚 隆 椋澤 亮一 川添 敏行 周防 士朗 星野 公輔 丸山 政一 川島 茂 太田 康洋 宮谷 修 伊藤 直樹 渡辺 健二	執行役員技術本部長兼技術企画部長 技術本部基盤技術研究所 技術本部生産技術研究所 技術本部知的財産部 HC事業本部相模油機技術部 航空機器事業部技術部 特装車両事業部熊谷工場技術部 AC事業本部製品企画開発部 AC事業本部電子技術部 KYBモーターサイクルサスペンション(株)技術部 AC事業本部サスペンション事業部生産技術部	岡田 潔 中野 智和 村松 亮一 渡辺 裕明 岡村 和徳 宮嶋 勝昭 河野 義彦 齊藤 靖 ○宮 能治 ○村山 栄司	KYBモーターサイクルサスペンション(株)生産技術部 HC事業本部岐阜南油機技術部 経営企画本部経営企画部 人事本部 KYBステージエンジニアリング(株)技術部 KYBエンジニアリングアンドサービス(株)技術部 株タカコ技術本部開発部 KYB-YS(株)設計部 技術本部技術企画部 技術本部技術企画部
---	---	---	---

◎編集委員長

○編集事務局

HC事業本部：ハイドロリックコンポーネンツ事業本部

AC事業本部：オートモーティブコンポーネンツ事業本部

### KYB技報 第60号

〔禁無断転載〕 〔非売品〕

発行 2020年4月1日  
編集発行人 KYB技報編集委員会  
発行所 KYB株式会社  
(2015年10月1日よりカヤバ工業株式会社は  
商号をKYB株式会社に変更いたしました)  
〒105-6111  
東京都港区浜松町二丁目4番1号  
世界貿易センタービル  
電話 03-3435-6451  
FAX 03-3436-6759  
印刷所 勝美印刷株式会社/東京・白山

### ホームページへの掲載のお知らせ

日頃、KYB技報をご愛読いただきありがとうございます。第50号(2015年4月発行)から、より多くの方々にご覧いただくことを目的とし、弊社ホームページへの掲載を行っております。是非ご利用下さい。

なお、冊子の発行は従来通り行ないますので、こちらをあわせてご利用下さい。

〈KYBのホームページアドレス〉

<http://www.kyb.co.jp/>

(トップ画面からKYB技報バナーをクリックして下さい)