

ISSN 1880-7410

KYB TECHNICAL REVIEW

カヤバ技報

APR. 2024 No. 68

カ
ヤ
バ
技
報

KYB TECHNICAL REVIEW No. 68 APR. 2024

KYB

Our Precision, Your Advantage

KYB

カヤバ株式会社

カヤバ株式会社

(2023年10月1日より、正式名称にカヤバ株式会社を採用いたしました)

2024年2月1日現在

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ディング南館28階 ☎105-5128 ☎(03)3435-3511

基盤技術研究所	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
生産技術研究所	東京都豊島区南池袋1-1-1	☎509-0206	☎(0574)26-1453
機械センター	東京都豊島区南池袋1-1-1	☎509-0307	☎(0574)52-1323
名古屋支店	愛知県名古屋市中村区名駅五丁目27番13号(名駅錦橋ビル2階)	☎509-0206	☎(0574)26-5310
大阪支店	大阪府吹田市江坂町一丁目23番20号(TEK第2ビル)	☎450-0002	☎(052)587-1760
福岡支店	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)	☎564-0063	☎(06)6387-3221
広島営業所	広島県広島市東区光町一丁目12番16号(広島ビル)	☎812-0013	☎(092)411-2066
相模原工場	神奈川県相模原市南区麻溝台一丁目12番1号	☎732-0052	☎(082)567-9166
熊谷工場	埼玉県熊谷市長家2050番地	☎252-0328	☎(042)746-5511
岐阜工場	岐阜県岐阜市土田2548番地	☎369-1193	☎(048)583-2341
岐阜工場	岐阜県岐阜市土田505番地	☎509-0298	☎(0574)26-5111
岐阜工場	岐阜県岐阜市土田60番地	☎509-0297	☎(0574)26-1111
三重工場	三重県津市雲出長常町1129番地11	☎509-0206	☎(0574)26-2135
長野工場	長野県埴科郡坂城町坂城9165番地	☎514-0396	☎(059)234-4111
岡山カヤバ(株)	岡山県岡山市浦3909番地	☎389-0688	☎(0268)82-2850
山カヤバ(株)	岐阜県下呂市金山町戸部4350番地130	☎949-5406	☎(0258)92-6903
カヤバCS(株)	岐阜県岐阜市土田505番地	☎509-1605	☎(0576)35-2201
カタカコ(株)	三重県津市雲出長常町1129番地11	☎509-0297	☎(0574)27-1170
ジャパン・アナリスト(株)	神奈川県相模原市南区麻溝台一丁目12番1号	☎514-0396	☎(059)234-4111
カヤバロジスティクス(株)	神奈川県相模原市南区麻溝台一丁目12番1号	☎619-0240	☎(0774)95-3336
けんしゅう	岐阜県岐阜市姫ヶ丘二丁目16番地	☎252-0328	☎(042)749-7512
	埼玉県戸田市美女木北2丁目8番地4号	☎509-0249	☎(0574)26-6427
		☎335-0038	☎(048)499-9336

KYB Corporation

Head Office

World Trade Center Building South Tower 28F, 2-4-1 Hamamatsu-cho, Minato-ku, Tokyo 105-5128, Japan Tel：(81)3-3435-3511

Overseas Subsidiaries and Affiliates

【Americas】

KYB Americas Corporation

2625 North Morton, Franklin, Indiana 46131, U.S.A.
TEL: (1)317-736-7774

Takako America Co., Inc.

715 Corey Road Hutchinson, Kansas 67504-1642, U.S.A.
TEL: (1)620-663-1790

KYB International America, Inc.

2625 North Morton, Franklin, Indiana 46131, U.S.A.
TEL: (1)317-346-6719

KYB Mexico S.A. de C.V.

Circuito San Roque Norte #300 Santa Fe II, Puerto Interior, Silao Guanajuato, CP 36275, Mexico
TEL: (52)472-748-5000

KYB Manufacturing do Brasil Fabricante de Autopeças S.A.

Rua Francisco Ferreira da Cruz, 3000, Fazenda Rio Grande-Parana, CEP 83820-293, Brazil
TEL: (55)41-2102-8200

Comercial de AutopeÇas KYB do Brasil Ltda.

Rua Cyro Correia Pereira, 2400 Suíte 07-Cidade Industrial, Curitiba-PR, 81460-050, Brazil
TEL: (55)41-3012-3620

【Europe】

KYB Europe GmbH

Margaretha-Ley-Ring 2, 85609 Aschheim, Germany
TEL: (49)-89-5480188-0

KYB Suspensions Europe, S.A.U.

Ctra. Irurzun S/No. 31171 Ororbia Navarra, Spain
TEL: (34)948-421700

KYB Advanced Manufacturing Spain, S.A.U.

Poligono Industrial Perguita Calle B, No. 15, 31210 Los Arcos Navarra, Spain
TEL: (34)948-640336

KYB Manufacturing Czech, s.r.o.

U Panasonicu 277, Stare Cívce, 530 06 Pardubice, Czech Republic
TEL: (420)466-812-233

KYB CHITA Manufacturing Europe s.r.o.

Prumyslova 1421, 53701 Chrudim, Czech Republic
TEL: (420)469-363-302

LLC KYB Eurasia

117638 Odesskaya street 2 building A, Moscow, Russian Federation
TEL: (7)495-7716010

【Asia】

KYB Steering (Thailand) Co., Ltd.

700/829 Moo 6, T. Nongtamlueng Amphur Panthong, Chonburi 20160,Thailand
TEL: (66)3-818-5559

KYB (Thailand) Co., Ltd.

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

KYB Asian Pacific Corporation Ltd.

No. 4345 Bhiraj Tower at BITEC, Unit 1209-1211, 12th Floor, Sukhumvit Road, Bangnatai Sub-District, Bangna District, Bangkok 10260, Thailand
TEL: (66)2-300-9777

KYB-UMW Malaysia Sdn. Bhd.

Lot 8, Jalan Waja 16, 42500 Telok Panglima Garamg, Kuala Langat, Selangor, Malaysia
TEL: (60)3-3322-0800

PT. KYB Hydraulics Manufacturing Indonesia

JL. Irian X blok RR2 Kawasan Industri MM2100, Cikarang Barat 17520, Indonesia
TEL: (62)21-28080145

PT. Kayaba Indonesia

JL. Jawa Blok ii No. 4 Kawasan Industri MM2100, Cikarang Barat 17520, Indonesia
TEL: (62)21-8981456

PT. Chita Indonesia

JL. Jawa Blok ii No. 4 Kawasan Industri MM2100, Cikarang Barat 17520, Indonesia
TEL: (62)21-89983737

KYB Manufacturing Vietnam Co., Ltd.

Plot 1 10-I 11-I 12, Thang Long Industrial Park, Vong La, Dong Anh District, Hanoi, Vietnam
TEL: (84)24-3881-2773

Takako Vietnam Co., Ltd.

27 Dai Lo Doc Lap, Vietnam Singapore Industrial Park, Thuan An District, Binh Duong, Vietnam
TEL: (84)274-378-2954

永華機械工業股份有限公司

KYB Manufacturing Taiwan Co., Ltd.

No. 493, Guang Hsing Road, Bade District, Taoyuan City, 33454, Taiwan
TEL: (886)3-368-3123

KYB Motorcycle Suspension India Pvt. Ltd.

Pilot No. 6, Sipcot Industrial Park, Vallam Vadagal Village, Sriperumbudur Taluk, Kancheepuram District 631604 Tamil Nadu, India
TEL: (91)44-3012-4301

KYB-Conmat Pvt. Ltd.

702-703, Beside N. H. No. 8, Por, Vadodara 391243, Gujarat, India
TEL: (91)960-1551608

KYB Corporation Chennai Branch

No. 408, Height 1, Temple Green Project, Mather Village, Sriperumbudur Taluk, Kancheepuram District, India 602105
TEL: (91)2568-0501

【China】

鎮江必(中国)投資有限公司

KYB (China) Investment Co., Ltd.

No. 99, Xiyun Road, Dingmao, Zhenjiang New Zone, Zhenjiang, Jiangsu, 212009, China
TEL: (86)511-8558-0300

鎮江必機械工業(鎮江)有限公司

KYB Industrial Machinery (Zhenjiang) Ltd.

No. 98, Xiyun Road, Dingmao, Zhenjiang New Zone, Zhenjiang, Jiangsu, 212009, China
TEL: (86)511-8889-1008

無錫鎮江必拓普減震器有限公司

Wuxi KYB Top Absorber Co., Ltd.

No. 2 Xikun North Road, Singapore Industrial Zone, Xinkun District, Wuxi, Jiangsu, 214028, China
TEL: (86)510-8528-0118

常州朗銳鎮江必減振技術有限公司

Changzhou KYB Leadrun Vibration Reduction Technology Co., Ltd.

No. 19 Shunyuan Road, New District, Changzhou, Jiangsu 213125 China
TEL: (86)519-8595-7206

湖北恒隆鎮江必汽車電動轉向系統有限公司

Hubei Henglong & KYB Automobile Electric Steering System Co., Ltd.

108 Shacen Road, Economic and Technological Development Zone, Jingzhou, Hubei, China. 434000
TEL: (86)716-416-7951

知多彈簧工業(鎮江)有限公司

CHITA KYB Manufacturing (Zhenjiang) Co., Ltd.

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

カヤバ(株)では、複写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.

カヤバ技報

第68号 2024-4

目次

巻頭言

UFBのすゝめ 水谷 正義 1

論説

深層学習に基づく生産設備の異常診断技術 千田 有一 3

技術紹介

デジタルツイン実現に向けたXR(クロスリアリティ)技術の社内適用 小川 睦 7

MAG小型A2ラインの構築 米原 康裕

小西 聖英

陳 維 12

技術解説

次世代品質データ管理システムの開発 古川 輝 17

製品紹介

φ37倒立フロントフォークの性能、品質改善構造の開発 須崎 溪 26

紹介

ジャパンモビリティショー出展後記 水野 真美 31

田口 瑤子

随筆

中国駐在記 山内 一志 36

マレーシア駐在記 小泉 達也 41

用語解説

①デジタルツイン 小川 睦 47

②HCS機構 久保 潔 48

編集後記

KYB TECHNICAL REVIEW

No. 68 APR. 2024

CONTENTS

Foreword

Recommendation of UFB MIZUTANI Masayoshi 1

Editorial

Deep Learning Based Technology for Diagnosis of Production Equipment Abnormalities
CHIDA Yuichi 3

Technology Introduction

In-house application of XR (cross-reality) technology for realizing digital twins
OGAWA Atsushi 7
YONEHARA Yasuhiro
KONISHI Masahide
Construction of an MAG small A2 line CHEN Wei 12

Technology Explanation

Development of a next-generation quality data management system FURUKAWA Akira 17

Product Introduction

Development of a performance and quality improvement structure for $\phi 37$ -mm upside-down
front forks SUZAKI Kei 26

Introduction

Japan Mobility Show postscript MIZUNO Mami 31
TAGUCHI Yoko

Essay

Essay from expatriate in China YAMAUCHI Kazuyuki 36
Essay from expatriate in Malaysia KOIZUMI Tatsuya 41

Glossary

1. Digital twins OGAWA Atsushi 47
2. HCS mechanism KUBO Kiyoshi 48

Editors Script

巻頭言

UFBのすゝめ

水谷正義*



「泡」とは液体が空気を含んでできたものであり、はるか昔から洗浄・化粧品・食品・医薬品等の様々な分野で利用されてきた¹⁾。最近ではそんな泡までも微細化が進められているのをご存知だろうか？ウルトラファインバブル（以下UFB）と呼ばれるナノメートルオーダーの目に見えない泡が今、幅広い分野で利用され、その効果を発揮し始めている。

こうした「泡」は実は国際標準化機構（ISO）によりサイズごとに呼称が定義されている。まず直径が100 μm 以上の気泡を非ファインバブル、それより小さいものをファインバブルという²⁾。さらにファインバブルの中では、1 μm 以上の気泡がマイクロバブル（以下MB）と呼ばれ、1 μm 未満の気泡のことを先述の通りウルトラファインバブル（UFB）と呼ぶ³⁾。MBが存在する場合には液体が白濁するため視認が可能である。これは温泉やお風呂でよく目にする現象であろう。一方でUFBは無色透明であるため視認が困難である。ではこの視認できないほどの小さな泡がどうして多くの注目を集めているのだろうか？これらの泡はサイズに応じて性質が異なるという特徴があり⁴⁾、その中でUFBはとくにいくつかの魅力的な性質を持つ。

まず、UFBの表面電位を電気泳動装置により測定すると、-30mVから-40mV程度で負に帯電していることが知られている⁵⁾。合わせて、この表面電位は気泡径にはほとんど依存していないことも示されている⁵⁾。つまり、ある程度のサイズ以下の泡は基本的には負に帯電しているということである。このような電気（化学）的な特徴は意外と産業的に使いやすいようで、例えば「洗浄」ではその力を発揮しているようである。シャワーや洗濯などでUFBが利用される例を目にするようになってきているが、WEBやCMなどに示されている説明や模式図を踏ま

えるとUFBの「負の帯電」という性質が主に利用されているのではないかと予想できる。

あるいは、UFBのような小さな泡が液体内で崩壊（または、急激に収縮）する場合には物理的・化学的な効果が発現すると考えられている。中でも機械的な効果としてはマイクロジェット⁶⁾の発生⁶⁾、化学的な効果としてはヒドロキシルラジカル（以下OHラジカル）の生成⁶⁾が多くの研究者によって示されている。このあたりの性質は「抗菌・殺菌」で力を発揮することが予想できる。実際にOHラジカルは歯科の分野を始めとしてその効果が示されており、実用が進められているが、UFBでこうしたOHラジカルの発生をうまく制御できれば、さらに多くの分野で利用が進められそうな予感もする。

もちろんこれ以外にも多くの魅力的な性質を持つUFBであるが、UFB周辺の現象はこれまでのご説明の通り極めてミクロなものであるため、実はその性質を基にどのように効果が発揮されているのか、その原理やメカニズムは未解明な部分が数多く残されている。筆者がここまで「予想」や「予感」などの学術論文では使いにくい定性的な言葉を多用してきたのもこれが理由で、要するにUFBは魅力的であるが、まだまだわからないことだらけなのである。だからこそ研究としては『実に面白い』のである。

UFBの応用先としてはもちろん工業分野も例外ではなく、加工液として“未知の”UFBを使用することで研削や研磨といった機械加工に利用しようとする試みも急増している。貴社畑山陽介氏もその中の一人であり、私が主宰する研究室の社会人ドクターとして、UFBが機械加工（研削加工）中でどのように振る舞い、何が起き、どう応用するか？について一緒に研究を進めてきた。ただしここで強調したいのは、畑山氏の研究ではこれまで多くの研究者が示してきたいわゆる“定説”に依らない、全く新しいメカニズムを主張している点である。という興味を持っていただけるだろうか？ぜひ同氏の学位論文をご一読されたい。あるいはそれ以外にも同

*東北大学 教授

グリーン未来創造機構グリーンクロステック研究センター
大学院工学研究科、医工学研究科

氏の主張は学術的観点で公に認められ始めており、それぞれ砥粒加工学会誌⁷⁾ および精密工学会誌⁸⁾ に掲載されている。

ナノメートルオーダーの非常に小さな泡を加工液に加えるだけで加工現象が変化し、その上、配管の洗浄や加工液の殺菌の可能性もある。まさにUFBを“すゝめ”たい。

なお、題目は私の母校である慶應義塾大学を創設した福沢諭吉先生の『学問のすゝめ』を参考にさせて頂いたものであるが、英語の題目は本文の内容に合わせて変更している。

参 考 文 献

- 1) 野々村美宗, 泡の生成メカニズムと応用展開, シーエムシー出版, (2017).
- 2) 寺坂宏一ほか, ファインバブル入門, 日刊工業新聞社, (2016) 33.
- 3) 寺坂宏一ほか, ファインバブル入門, 日刊工業新聞社, (2016) 31.
- 4) ファインバブル活用事例集|経済産業省九州経済産業局, <https://www.kyushu.meti.go.jp/seisaku/kankyo/report/fbjirei.pdf>, (2020年12月12日).
- 5) 化学工学会, 気泡・分散系現象の基礎と応用, 三恵社, (2017) 65.
- 6) 崔博坤, ソノルミネセンス, 電子情報通信学会誌, 93, 6, (2010) 468-472.
- 7) 畑山陽介, 大越広夢, 森輝海, 吉田太志, 厨川常元, 水谷正義, 高密度ウルトラファインバブル生成装置の開発と研削への適用, 砥粒加工学会誌, 67, 12 (2023), 657-663.
- 8) 畑山陽介, 大越広夢, 寺田悠一郎, 森輝海, 吉田太志, 厨川常元, 水谷正義, ウルトラファインバブルクーラントによる炭素鋼表面の酸化と摩擦・摩耗特性, 精密工学会誌, 90, 2 (2024), 253-258.

深層学習に基づく生産設備の異常診断技術

千 田 有 一*



1. はじめに

生産設備の予期しない故障は生産計画に大きな影響を与えることから、装置の異常診断や予測技術の開発が期待されています。一方、近年、深層学習（ディープラーニング, DL）の関連技術が急速に発展し、生産装置の異常診断・予測への応用も期待されています¹⁾。これらの技術では、診断モデルの構築に活用するデータの質と量が非常に重要です。つまり、正常時と異常時でのデータを十分に取得でき、さらにその差異の特徴が明確である場合には異常判別が容易になります。しかしながら、多くの場合には異常は減多に起こらず、異常時のデータの確保が困難である場合が多くなります。このことが、装置の異常診断・予測を難しくしています。これに対処するためには、正常データの確率分布を参考にして異常時データを人工的に生成するアプローチ、あるいは、自己符号化器（オートエンコーダー）²⁾などの教師なし学習のアプローチを取るなどの方法が必要になります。これに対して、筆者らの研究グループでも、上記の方法について検討しています^{3,4)}。本稿では、これらの方法の適用例および、生産現場での適用例についてご紹介します。

2. 異常データの人工的生成とマルチラベルディープニューラルネットワークによる異常検知³⁾

ここでは、部品洗浄装置における処理プロセス異常の検知について紹介します。その部品洗浄プロセスでは、複数の処理プロセスを経て部品洗浄を行います。今回は、各プロセスにおける作業時間の変化に着目して異常の検知可能性を検討しました。すなわち、一つの作業プロセスに要する時間が標準時間から乖離している場合には何らかの問題を内包しているとしてそれをいち早く検知しようというものです。その場合、一つ一つのプロセスが完全に独立である場合には、それぞれのプロセス処理時間に着目

すればよいこととなりますが、関連する処理プロセスに影響を及ぼす場合には、それぞれのプロセスを独立に考えるよりも、相互の関連性を考慮できる構造の方がより適切に異常検知可能と考えられます。そこで、マルチラベルディープニューラルネットワーク（ML-DNN）を適用しました³⁾。

ML-DNNは、ディープニューラルネットワーク（DNN）の複数の出力層それぞれを二値分類する構成方法です。設定したML-DNNでは、部品洗浄プロセスを構成する複数の処理プロセスにおける各処理時間を入力とし、各プロセスでの異常可能性を正常か異常かの二値の出力で表します。その出力を、構成される複数の処理プロセスすべての数の出力について考えた場合には、複数出力における二値分類の問題となり、ML-DNNが適用できます。それにより、洗浄工程における処理プロセス間の影響を考慮しつつ、どのプロセスで異常が発生しているかを検知しようと考えました。

その場合、十分な量の正常データと異常データによってML-DNNを学習させる必要が有ります。このとき、正常データは通常の稼働時のデータが利用可能であるのに対し、異常時のデータは入手が難しい現実が有ります。この問題を回避するため、正常時のデータの分布を求めておき、その分布から外れた値を異常データとして人工的に設定し、それらのデータに基づいてML-DNNの学習を行うアプローチとしました。

例えば、洗浄工程内の処理プロセスに要した時間のヒストグラムから確率分布を調べた結果の例を図1に示します。確率分布としてはさほど単純なものではないことが分かり、確率分布モデルの構築が必要となります。しかしながら、今回は最も簡便な方法として正規分布をあてはめることとしました。まず、正規分布であると仮定して平均 μ と標準偏差 σ を求めます。もし、正規分布であれば、 $\mu \pm 3\sigma$ の外側のデータの発生確率は0.3%程度であることから、 $\mu \pm 3\sigma$ 以内が正常値であり、 $\mu \pm 3\sigma$ から $\mu \pm 8\sigma$

*信州大学 学術研究院（工学系）教授

の範囲のデータが異常値であると仮定し、その確率分布によって異常データを人工的に生成しました。その上で、ML-DNNの学習用データとして用いました。その際、正常データとしては通常の稼働時のデータを用いました。

以上の方法で生成したデータを用いてML-DNNを学習させ、異常検知システムを構築しました。その結果、異常判別についての正答率99.6%を実現できることを確認しました。一方、通常のDNNを用いた場合の正答率は98.2%であったことから、ML-DNNによる方法の優位性が確認されました³⁾。今後は、確率分布モデルとして混合ガウスモデルなどの適用を検討しています。

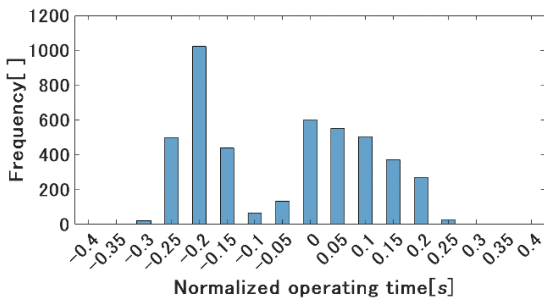


図1 処理プロセス時間のヒストグラム³⁾

3. スペクトル特性と自己符号化器を併用した異常検知⁴⁾

ここでは、部品洗浄装置における高圧ポンプの異常検知の検討例を紹介します⁴⁾。ポンプの圧力データは、その駆動周波数の影響が大きいと考えられることから、フーリエ変換によって得られた周波数スペクトルに基づいたアプローチが有効であると考えられます。そこで、時系列データをFFTすることによって周波数特性を求め、その周波数スペクトルの変化による異常検知を目指しました。ただし、この場合でも、異常状態でのデータ取得が容易ではないことが問題となります。そこで、教師なし学習の一つである自己符号化器³⁾に基づいた方法を用いました。

自己符号化器では、異常データは必ずしも必要では無く、正常データのみを用いて学習させて異常判別器を構築することができます。すなわち、図2のようなネットワーク構造を設定し、符号化 (encode) と復号化 (decode) を用いて入力を再現する \hat{X} を出力させます。その際、入力と出力のデータ値の距離を損失関数として設定し、その値が最小となるように学習させます。これにより、適切に学習させることができた場合には、正常データを入力させた場合、損失関数値が有る程度小さい値となります。そこで、

その値を目安として閾値を設定します。すると、入力したデータによって得られる損失関数値が閾値より小さければ正常状態であり、大きければ異常状態であると判別できます。以上の考え方によって自己符号化器を構成し、同時に閾値を設定して異常判別器を構成しました。

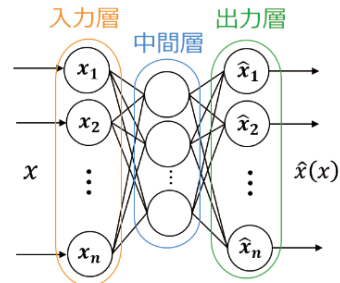


図2 自己符号化器²⁾

設定した自己符号化器の入力はFFTによって求めた127点の周波数スペクトルデータとしています。そして、自己符号化器の入力と出力の差の2乗和を損失関数として設定しました。一方、評価のためには異常時の周波数スペクトルデータが必要になりますが、それは正常データの一部を加工することによって人工的に作成しました。すなわち、正常時の周波数スペクトルデータのうち、一部の周波数スペクトル値を増減させて異常と想定したデータを作成しました。

以上の手順で自己符号化器を構成し、性能を検証した結果を図3に示します。図3において、灰色(右目盛)は周波数スペクトルを表し、赤線(左目盛)は異常検知率を示します。横軸は周波数をスケール変換して示しています。図3の周波数幅全体での異常検知率は約83%であり、概ね検知できているようにも見えます。しかし、図3における約0.8の周波数において異常検知率が局所的に悪くなっています。同様の周波数は約1.5, 1.8, 2.3の周波数近辺にも見られます。これらの周波数では、正常データにおいて周波数スペクトルの振幅が大きくなっており、その周波数では振幅の変化の検知精度が悪くなってしまうと考えられます。

この原因としては、正常データにおいても、振幅の大きな周波数において、図4のパターン1に示すように周波数値が一つに集約されるわけではなく、パターン2や3のように、その前後にばらついてしまうため、それらの周波数帯域でのスペクトルの振幅値変化の検出が難しくなってしまったと考えられます。この点を改善させるため、図4に示す周波数スペクトルのパターンを同一のパターンであると

て取り扱うことが適切と考えられます。そのため、異常検知率の低かった特定の周波数帯域については、自己符号化器による判別に加えて追加の判別機能を付加することを考えました。

そこで、図5に示す判別フローに変更しました。図5では、自己符号化器によって正常と判別された場合には、検知精度の悪い周波数帯域に異常の可能性がどうか追加で判別しています。異常検知精度の悪い周波数帯域では、図4のパターン2や3であっても、近傍のすべてのピーク値が含まれる程度の周波数帯域幅を設定し、その帯域幅でのパワースペクトルの和に基づいて異常の有無を確認しました。その手順としては、まず、設定した帯域幅によるパワースペクトル和を正常データについて求めます。次にそのヒストグラムによってパワースペクトル値の分布を求め、正規分布と仮定して平均値 μ と標準偏差 σ を求めます。その上で、第2章の考えと同様に、データ値が $\mu \pm 3\sigma$ 以内が正常値と考えて閾値を設定し、正常か異常かの判別を行うこととしました。この方法は、自己符号化器で誤判別の多かった周波数帯域（図3では約0.8, 1.5, 1.8, 2.3などの周波数帯域）でそれぞれ用いました。つまり、まず自己符号化器による判別で正常であると判別された場合、周波数0.8近傍の帯域での判別を行います。そして、正常と判別された場合には、さらに周波数1.5近傍の帯域での判別を行うなど周波数を順次変更して判別しました。以上の方法を用いた場合の性能検証結果を図6に示します。図3と同様のデータにおいて、周波数幅全体での異常検知率は図3の結果である83%から約92%に向上させることができました。さらに、図3において異常検知率の低かった周波数帯域での検知精度が向上していることが確認できます。

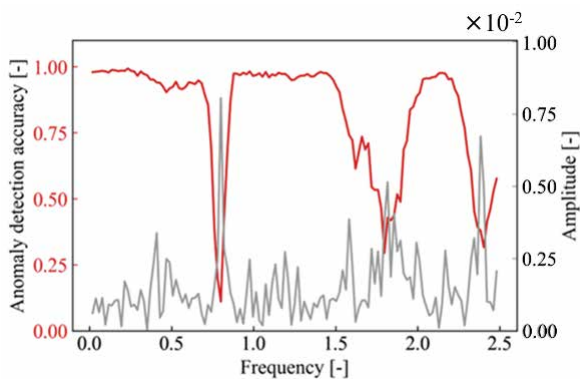


図3 周波数データと異常検知率（改善前）⁴⁾

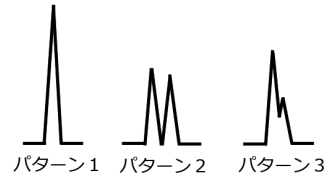


図4 周波数ピーク値の典型的なパターン例⁴⁾

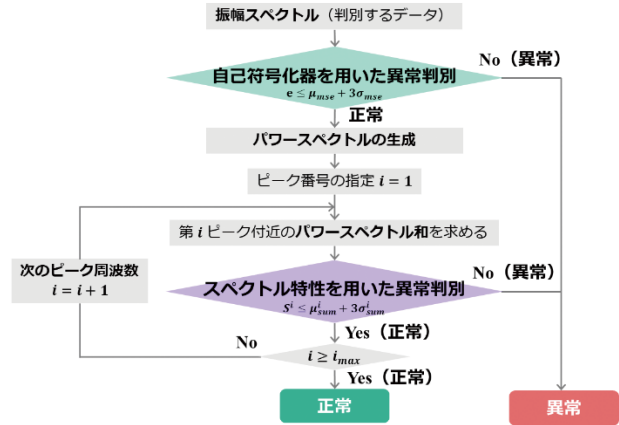


図5 異常検知手順⁴⁾

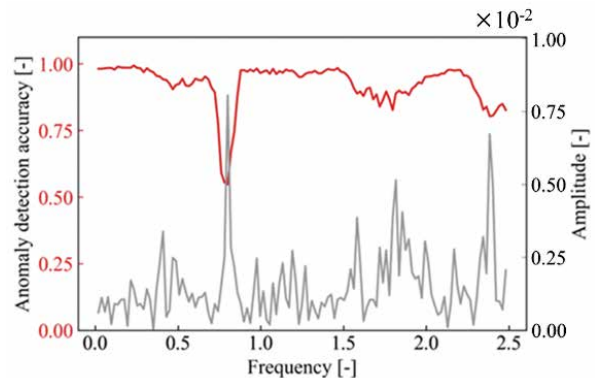


図6 周波数データと異常検知率（改善後）⁴⁾

4. 生産現場での応用例

第2章で述べた、ML-DNNを用いた異常検知システムが生産現場設備の実運用で有効かの確認を実施しました。検証は、カヤバ株式会社デジタル変革推進本部システム開発室に実施いただきました。確認方法は、現場が管理しやすい動作時間に閾値を設け、閾値を超える事象が発生するか観測を試みました。閾値越えが発生した際、ML-DNNを実施し同等の異常結果となれば実運用時における異常検知にも対応可能と考えられます。

閾値越えしたデータ件数は一目でわかる様、図7のようにBIツールであるTableauを活用して見える化を実施し、定期的にデータ状態を確認しました。すると、ある期間において、「ワーククランプ横解除」動作で異常件数が増加する現象を2度捉えることができました。異常は同期間で2回発生し、図8の管

理図で確認しても異常は顕著に表れています。同じデータを用いて、図9のようにML-DNNを実施し管理図と比較しました。その結果、異常傾向が一致することが確認できました。

このデータから実設備を確認しました。部位は「ワーククランプ横解除」となるため、関連した場所に異常が無いか確認したところ、異常1はエアチューブからのエア漏れ(写真1)、異常2はエアチューブ劣化(写真2)が確認され、交換を実施しました。交換後は異常データが解消されることも確認できました。

高圧ポンプの圧力データにおけるスペクトル特性と自己符号化器を併用した異常検知については、24年度以降に実用化に向け準備すると共に、振動、音データでも有効性が確認できるかを継続して検証していく予定です。

5. まとめ

本稿では、DL等のデータに基づいた生産装置の異常診断・予測技術について、マルチラベルディープニューラルネットワークや自己符号化器を用いた方法を紹介しました。これらの技術は、異常データの入手が難しい状況でも適用できます。その際、異常検知の際に着目すべき特徴量の抽出のために用いる信号処理技術なども重要な要素となっています。さらに、装置の異常要因の考察やその影響がどのような形で現れるかについての考察も重要です。その意味では、対象とする装置のモデルを構築し、そのモデルからの乖離度合いによって異常診断や予測を行っていることと等価となります。この技術は、制御工学の分野ではシステム同定⁵⁾とよばれており、動的システムの異常診断技術構築には、システム同定技術の知見も応用可能であると考えられます。

参考文献

- 1) 日本機械学会, 第21回評価・診断に関するシンポジウム予稿集 (2023)
- 2) 岡谷貴之: 深層学習 (改訂第2版), 講談社 (2022)
- 3) 西田, ほか: マルチラベルディープニューラルネットワークを用いた機械部品製造装置の異常検知, 日本機械学会D&D2021 (2021)
- 4) 坂, ほか: スペクトル特性と自己符号化器を併用した生産設備の異常検知, 日本機械学会D&D2023 (2023)
- 5) 足立修一: システム同定の基礎, 東京電機他大学出版社 (2009)



図7 閾値越えした異常時間の件数

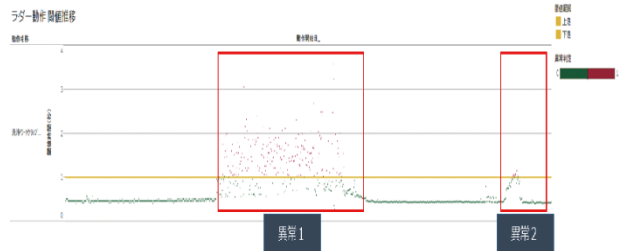


図8 管理図を用いた異常検知グラフ

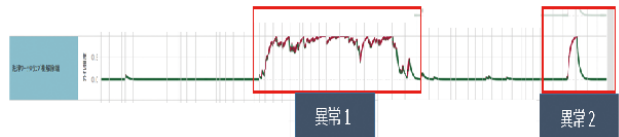


図9 ML-DNNを用いた異常検知グラフ



写真1 異常1のエア漏れ箇所



写真2 異常2のチューブ劣化箇所

デジタルツイン実現に向けた XR(クロスリアリティ)技術の社内適用

小川 睦・米原 康裕・小西 聖英

1 はじめに

近年、IoT (Internet of Things : モノのインターネット) 技術の発展が目覚ましく、様々なモノの数値や画像などのデータ取得、また、それらのデータ同士の連携や表示が可能となり、これまでよりも互いが持つ情報を共有するスピードが増加してきている。その他にもウェアラブルデバイスなどを活用することで、モノだけでなく、人の生活リズムや生体情報もデータ化され、新たな製品やサービスの創出などにもつながっている。そういった中でこれらのデータを活用する新たな形態として、取得したデータを現実世界上に表現 (可視化) するXR (クロスリアリティ) 技術に注目が集まっている。これにより、現実世界と仮想世界の情報を融合させた新たな体験を創造することができる。

また、このようなIoTやXR技術などの発展により、仮想世界上に現実相当の環境を再現するデジタルツイン¹⁾に対する関心も高まっている。このデジタルツインによって、リアルタイムなモニタリングやシミュレーションが可能になり、仮想世界上で現実起こりうるあらゆる可能性を検証することができる。それら検証結果をXR技術により現実世界上にフィードバックすることで効率的な開発やメンテナンスなどにつながっていく。

こういった産業構造の変化に伴い、カヤバではデジタル技術を用いて仕事のやり方を変革し、技術、品質、モノづくりの分野で新しいアイデアやビジネスの創出、品質向上や生産性向上につなげることを目的としてDX (デジタルトランスフォーメーション) を推進中である。本報では、デジタルツイン活用に向けた取り組み事例の紹介を主に行う。

2 デジタルツイン

デジタルツインは多くの技術が連携することで成り立っている。主な技術として、前述のIoT技術やXR技術のほか、それらの収集したデータを遅延なくリアルタイムに反映させる5G (第5世代移動通信システム) の通信技術、集まった膨大なデータを効率的に分析するAI (Artificial Intelligence : 人工知能) 技術、仮想世界上で現実に近い環境下でリアルタイムにシミュレーションを実行するCAE (Computer Aided Engineering : 計算機援用工学) 技術が挙げられる。

デジタルツインの活用はすでに始まっており、例えば、国土交通省が主導する日本全国の都市デジタルツイン実現プロジェクトである「PLATEAU (プラトー)」²⁾が挙げられる。PLATEAUの3D都市モデルはオープンデータとして一般公開されており、誰もが利用可能なため、公開されたデータを活用して様々な取り組みがなされている。

デジタルツインの実現により、仮想世界上で現実世界では実施困難な過酷な条件や破壊試験なども安全に検討可能となるため、カヤバでのデジタル技術を活用した業務変革に向けた重要な技術になると考える。カヤバでは近年AI・IoT活用に注力しており、XR技術についてはこれまで未着手であった。そこで、今回はXR技術に関する調査・実践を行った。

3 XR技術

XRとは、AR (Augmented Reality : 拡張現実)、VR (Virtual Reality : 仮想現実)、MR (Mixed Reality : 複合現実) といった現実世界と仮想世界を融合した疑似体験する空間を作り出す技術の総称である。

ARは現実世界を読み取り、仮想情報を重ね合わせて表示をすることで拡張された現実世界を体験できる技術である。VRは全てCG (Computer Graphics)

で作成された仮想世界をあたかも現実世界のように体験できる技術となる。MRはARとVRの中間に位置付けられており、現実世界と仮想情報が相互に影響を及ぼすことで現実世界と仮想世界との融合度の高い体験ができる技術である。そのため、MRでは投影した表示物に対して、拡大や縮小、情報の書き換えなどの直接的な操作が可能となっている。なお、近年では、画像・映像処理技術の進歩によりAR/MR/VRを複合的に活用するコンテンツも増えてきており、境界線を引くことが難しくなっている。

XR技術は遠隔からの作業支援や技術伝承・トレーニング、レイアウト検討など、多くの分野での適用が期待されており、それぞれの技術の特色を生かした活用が見込まれている。表1にXR技術の活用例を示す。

表1 XR技術の活用

分類	活用例
AR	商品の体験による満足度の向上
MR	現実・CGを交えた作業支援
VR	フルCGを活かした教育などの仮想体験

これらのXR技術は元々エンターテイメントやプロモーション向けに開発・使用されていたが、近年は産業分野での利用が増え始めている。普及の要因としては、対応デバイスが市場ニーズを満たすレベルまでに進化してきたことに加えて、通信環境が整ったことで大容量のデータを高速に扱えるようになり、リアルタイム性が高まったことが挙げられる。その他にリモートワークの環境が整備されたことで遠隔でのコミュニケーションツールとしての期待も含まれている。

上記のような背景を踏まえ、まずはXR技術の中からAR/MR技術について取組み、その試験運用としてリモート業務の普及により需要が拡大している遠隔支援ツールを活用した。さらに、社内の様々な場面への適用を想定し、汎用性の高いAR/MRを活用したコンテンツ開発に取り組んだ。

4 対応デバイス

XR技術を活用するためには対応したデバイスが必要となる。ここでは遠隔支援やAR/MRコンテンツ運用のデバイスとして、スマートフォンやタブレットのほか、スマートグラスを活用した。なお、スマートグラスとは、視界を確保しながらハンズフリーで

扱える点が特徴となるメガネ型のウェアラブルデバイスである。図1にスマートグラスの例を示す。

スマートグラスは近年、大幅な性能向上や小型軽量化、MR対応など様々な進化を遂げている。高価ではあるものの、性能向上が図られたことで産業用途での利用増へとつながっている。こうしたXR機器の高性能化が進んだことで、ソフトウェア開発の活発化にもつながり、遠隔地での支援、作業者の支援など様々な機能を持ったソフトウェアが開発されている。



図1 スマートグラス

5 事例紹介：遠隔支援

遠隔支援とはネットワークを介して映像や音声などを共有し、離れたところからリアルタイムに現場作業を支援することであり、カヤバ拠点間のやり取りで遠隔支援ツールを運用した。ビデオ通話に加えて、現場作業員に対してAR技術を用いた視覚的な指示が可能のため遠隔地からでも円滑な情報交換を行うことができた。

現地現物という考え方がある通り、実際に現場に赴きそこで得られる情報量と比較してしまうと劣る面もあるが、頻繁に移動することが難しいような遠隔地に対しては、こういったツールを導入することで手軽にやり取りをすることができ、現場の最新情報が得やすくなるなど利用効果が高いことが確認できた。どちらか一方によるのではなく、ケースバイケースで使い分けることでより効果が期待できる。

6 事例紹介：AR/MRコンテンツ適用

6.1 AR/MRコンテンツ作成

今回はARコンテンツ作成ツールを活用した開発に取組み、スマートグラスによりコンテンツ表示する形での運用を行った。図2にAR/MRコンテンツ運用までの手順を示す。AR/MR表現を活用して価値ある情報を提供するために、初めに、どのようなことを実現したいか構想を練る必要がある。また、構想を具体化・共有していくために絵や図として表現ができていると望ましい。次に、構想を基に必要

なデータの準備を行う。データに関しては、3DCADモデルやスキャンモデルのほか、ドキュメントファイルや画像データなどが挙げられる。そして、コンテンツ作成として準備したデータを仮想世界上に配置し、レイアウトも含めて検討を行う。図3に仮想世界上での検討イメージを示す。最後に、作成したデータを現実世界上に投影し、検証を行ったのち、運用へと移行する。その後、運用で得られた知見については都度集約し、定期的なアップデートをかけていくことが望ましい。

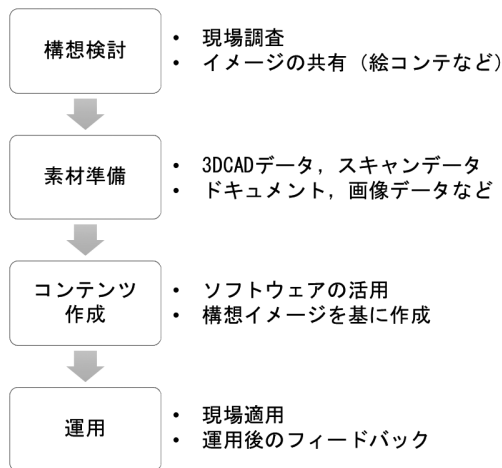


図2 コンテンツ作成手順

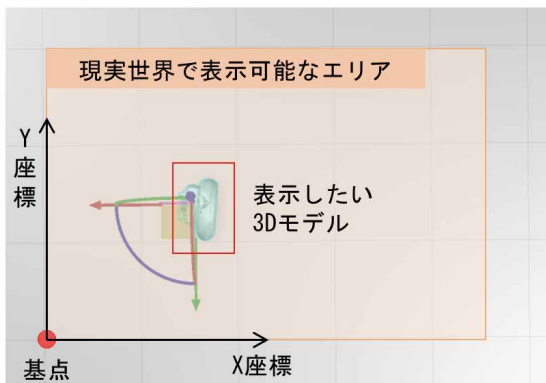


図3 仮想世界上での検討イメージ

6.2 カヤバのバーチャル見学会での製品展示

学生向けの就職活動イベントの一環として行ったカヤバのバーチャル見学会にて実物を用いた展示紹介の代わりにAR/MR表現を活用した3Dモデルの可視化を実施した。3Dモデル展示の対象とした製品は、カヤバの原点でもある油圧緩衝脚（オレオ）とした。図4に3Dスキャンにより作成した3Dモデルを示す。

3Dデータによる表現では、実物の重量感や質感などを表現しきることは難しい。しかし、実物展示とは異なりデータとして表示をするため、展示物の

重量や配置する際の動線などを気にする必要がなく、空中も含めた任意空間上に自由な角度で配置が可能である。また、展示場などの特定の場所以外でも同じ製品を見ることができると、円滑な情報共有が図れる。その他にも、データ表示では容易に回転表現などを扱えるため、自身が移動せずとも様々な角度から展示物を確認することもできる。そのため、活用方法次第で実物展示以上に展示物の構造理解を深めることも可能である。AR/MRコンテンツの体感者からは、展示物のサイズ感も分かりやすく構造理解がはかどるといような好評なコメントを得ることができている。

今回の適用により、3Dモデル可視化による円滑な情報共有、および構造理解を深めることができるツールとして十分な効果が得られることが分かった。



図4 AR/MRによる製品展示（オレオ）

6.3 カヤバ史料館での製品展示

カヤバ史料館にて岐阜南工場で製造している大型の油圧シリンダの実物展示の代替として、AR/MR表現を活用した3Dモデルの可視化を実施した。図5に油圧シリンダの3Dモデルを示す。

これまでは大型（長さ5m、重量10t程度）ゆえにサイズや重量の問題で設置場所が限定されるため、カヤバ史料館内に展示場所を確保することが困難であった。その課題は、任意空間上に表示可能なAR/MR技術により解決可能なため、本技術を用いた製品展示を行った。ここでは製品展示による訴求力向上のため、3Dモデルに対してアニメーションを追加し、油圧シリンダの稼働動作を視覚的に表現している。図6にアニメーション例を示す。コンテンツ体感者からは、実物大のモデル表示に加えて、アニメーションが追加されたことで、より好評なコメン

トを得ることができている。

今回の適用により、大型で実物展示が困難な製品に対して効果的に製品紹介することができ、アニメーションを取り入れることで更なる期待が持てることが分かった。

今回は実物展示を3Dデータ投影に置き換えることを中心に実施してきたが、限られたスペースの中で訴求力を高めるための施策として、実物とデータを組合せてそれぞれの良さを取り入れた表現を行うなども検討していく必要がある。現実世界と紐づけて情報を表示することで理解の促進や問題点の早期発見へとつながると考える。



図5 AR/MRによる製品展示（油圧シリンダ）

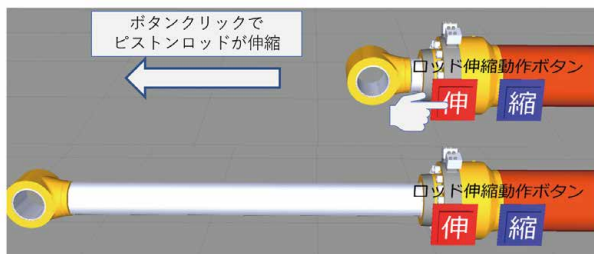


図6 アニメーション例

7 今後の展望

XR技術の調査実践として試験的に運用を行い、様々な場面・用途で活用可能な技術であることを確認することができた。今後の社内適用として、検討を進める内容について記述をする。

7.1 設備等のレイアウト検討

設備等のレイアウトを検討する際にXR技術を取り入れて、仮想世界上での事前の配置検討やその結果を実際の作業環境での確認作業に活用していく。

7.2 作業・教育マニュアルの整備

これまで作成した紙ベースのマニュアルなどのドキュメントの電子化を推進していく際にXR技術の特性を活かした表現を取り入れることでマニュアルだけでなく、教育にも活用できる形に整備していく。

8 おわりに

デジタルツイン活用に向けた活動の一環として、XR技術の調査および試験運用を実施し、様々な改善効果を見込めることが分かった。

今後は今回のトライアルにて得られた結果を基に本取組みを具体化していき、本格的な運用に向けて技術展開を推進する。

最後に本活動を推進する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お礼申し上げます。

参考文献

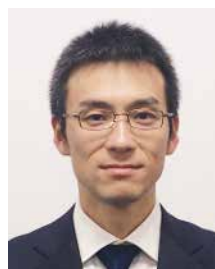
- 1) 総務省ホームページ
https://www.soumu.go.jp/hakusho-kids/use/economy/economy_11.html
- 2) 国土交通省報道発表, “Map the New World.~Project “PLATEAU”のティザーサイトをオープンします~”, 令和2年12月22日

著者



小川 睦

2012年入社. 技術本部 基盤技術研究所 電動化ユニット先行開発室. 新技術調査ならびに建機システムの研究開発に従事



米原 康裕

2007年入社. 技術本部 基盤技術研究所 電動化ユニット先行開発室 室長. 新技術調査ならびに建機システムの研究開発に従事



小西 聖英

2012年入社. 技術本部 基盤技術研究所 要素技術研究室. 新技術調査ならびに振動騒音関連の研究開発に従事

MAG小型A 2ラインの構築

陳 維

1 はじめに

MAG^{注1)} 小型A 2ライン^{注2)}の主力製品であるMAG-33(図1)は原価低減活動の重点製品と位置づけられ、原価低減を進めており、変動費低減と共に、社内加工費の低減も求められている。組立ラインでは、労操設コストの中、労務費が大きい比率を占めており(図2)、コストを下げるには、労務費の低減が効果的である。さらに、少子高齢化が進行している中、生産ラインが抱える将来の労働人口不足に対応するため、作業者の負担を少なくし、自動化を進めていく必要がある。

一方で、油圧ポンプ・モータの加工・組立を相模原市にある相模工場へ集約し、限られたスペースの中、客先の生産能力増強要請に応えるため、コンパクトなラインが求められている。



図1 減速機付き走行モータ (MAG-33)

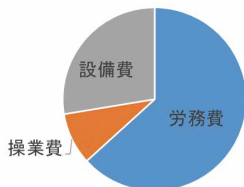


図2 組立ライン労操設比率

注1) Motor Axial piston Gear boxの略

注2) Assemblyラインの略

2 目的

目標社内加工費の達成と、自動化とデジタル技術を活用した人の技量に頼らないライン構築。

3 目標

目標値を表1に示す。

表1 目標値

項目	目標値 (従来比)
スペース	40%低減
出来高生産性	30%向上
労操設コスト	18.9%低減

4 要件

- ① 組立自動化につながる新技術の開発
 - ・汎用品を使用すること
 - ・小スペース、低コストで重量部品組立の自動化を達成
- ② 作動油コンタミ情報の自動収集技術の開発 (トレーサビリティ向上:顧客要求追従)
 - ・データ分析のエキスパートと共同でシステムを構築
 - ・最新パーティクルカウンタ^{注3)}活用による自動測定化
 - ・導入費用は既存機器と同等のこと

注3) 微粒子計測器

5 ライン概要

MAG小型A 2ラインは部品洗浄、組立、検査(気密検査・性能検査)で構成された、多品種少量生産ラインである(図3)。

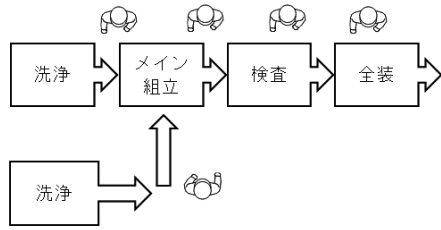
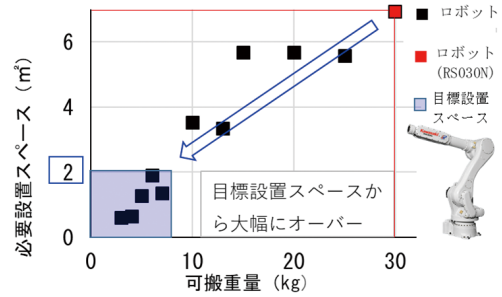


図3 組立ラインブロック図



※ロボットの形式毎による可搬重量とその時の必要なスペースを表した物である

図5 ロボット可搬重量とスペース

6 実施内容

6.1 組立自動化に繋がる新技術の開発

6.1.1 ハウジング・フランジホルダ自動組立機導入

この工程はハウジング×1、アンギュラベアリング×1、フローティングシール×2、フランジホルダ×1の5個の部品(図4)を組込む工程となる。作業中に、重量部品ハウジング(約15kg)の持ち上げ作業が発生する。

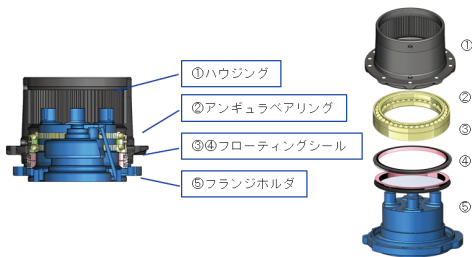


図4 部品構成

従来は手作業で重量部品の組立をしているが(写真1)、安全性、品質を向上させるため、自動化を検討した。重量部品組立にロボットを使用すると設備が大型化し、目標スペース・コストより大幅にオーバーする(図5)。よって自動化を進める基本思想として、重量部品の組立機は単純な構造で成立させたい。それらをふまえた結果、電動シリンダの直線運動のみで重量部品の組立を行うことができる単純な構造を開発・導入し、小スペース・低コストな設備で重量部品の組立自動化を実現した(写真2)。



写真1 持ち上げ作業



写真2 重量部品組立の自動化

6.1.2 プラグ高さ自動測定機の導入

走行モータのスプロケット取付面に栓プラグが座グリ部より突起し、スプロケットが組込めないクレームが発生した(図6)。対策としてプラグ高さをダイヤルゲージで測定して、締付忘れ防止システムに取り込んで確認を追加したが、手動測定のため、測定の手扱い時間と測定時間、測定結果のバラツキが発生していた。

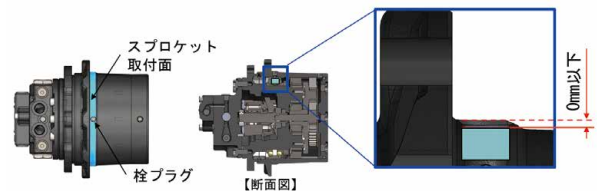


図6 プラグ突起概要

そこで、プラグ高さ測定の実装化を実施した。プラグの高さ・位置の異なる多品種の製品がある中、設備台数、スペースを増加することなく、市販のレーザーセンサを用いて、取付角度・高さの最適条件を確立し、プラグ高さ測定の実装化を実現した(図7)。

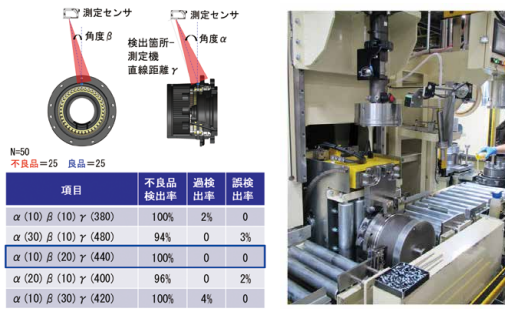


図7 高さ測定自動化

6.1.3 性能試験機順次段取り化

ラインの可動率を向上するため、ライン非稼働時間の分析を行った(図8)。非稼働時間の中で、段取りが全体ロスの41.4%を占めている。その中で、性能試験機のジグ段取りがネックとなり、不要改善が必要であることが分かった。

性能試験機の段取りを改善するため、作業調査を行った。製品の払い出しに時間が掛かっており、ロスが発生している(図9)。

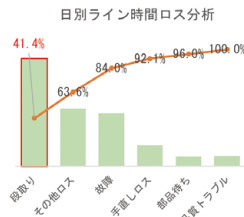


図8 非稼働分析

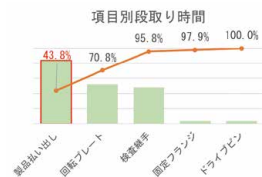


図9 段取り内訳

性能検査では、製品を性能試験機の回転軸と連結してから、圧油を供給して製品を回転させる。製品回転時に発生する回転数、トルク、圧力等を試験機側で測定し、性能を測定する。製品と試験機回転軸との連結はドライブピンジグのピンを回転軸に付いている回転プレートジグの穴に挿すことで実現している(図10)。そのうち、サイズが異なる製品の対応は回転プレートジグの段取りで行っている。

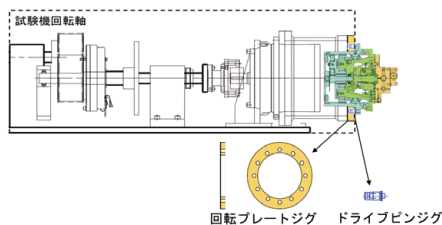


図10 試験機回転軸・製品

性能試験機のマシンサイクルタイムを短縮するため、性能試験機は2つ回転軸を設けており、ひとつの回転軸を検査中に、もう一方の回転軸へ製品を

セットできるようにして、交互で性能検査を行う。回転プレートジグは性能試験機の搬送コンベア奥の狭いスペースにある(図11)。そのため回転プレートジグを段取りするのに、性能試験機から製品を払い出して、設備を停止してから、機内に入り込んで作業する必要がある。性能試験機の順次段取りができていない。

ジグ順次段取り化について検討を行った(表2)。

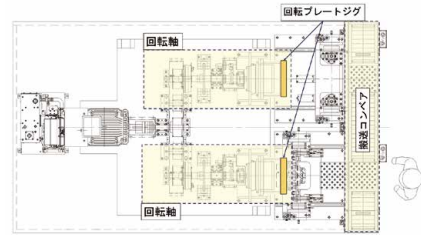


図11 性能試験機概要

表2 ジグ順次段取り化方策

No.	対策内容	実用化検討	実用化
1	両回転軸間に安全柵を設置、片軸検査中でも段取りできる	安全柵は2軸間移動する検査継手器具と干渉	×
2	1種類の回転プレートで全製品対応	ドライブピンジグの構造に工夫が必要だが実用可能	○
3	回転プレート自動段取り	重量物であり、取付に締付作業があるため、自動化にスペース・コスト要求大	×

その結果ドライブピンジグでサイズ違い製品に対応することとした。ドライブピンジグの回転プレートへ挿するピンを同一ピッチにすることにより、回転プレートジグは1種類のみで対応可能となる。製品への固定穴のピッチ違いドライブピンジグを製作し、サイズ違い製品に対応することにした(図12)。

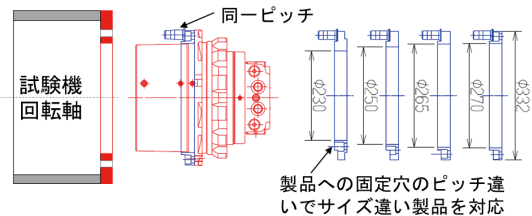


図12 ドライブピンジグ①

また、作業性を維持するため、強度と重量を最適化したドライブピンジグを設計・製作した。従来と同等に製品への取付箇所を3箇所にし(図13)、従来と同等時間で作業できるようにした。

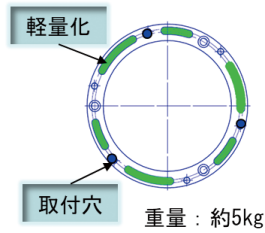


図13 ドライブピンジグ②

回転プレートジグの段取り作業をなくし、段取り時の製品払い出しを廃止して、段取り時間の短縮(図14)とともに試験機順次段取り化を実現した。

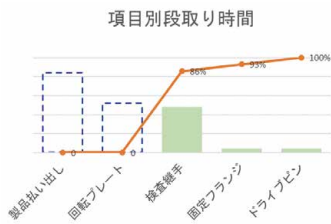


図14 段取り内訳(改善後)

6.2 作動油コンタミ情報の自動収集技術の開発

6.2.1 作動油コンタミ分析時間の短縮

性能試験機の作動油のコンタミは1回/日手動で測定し、測定結果を手書きによるデータ管理で行っている。製品コンタミを全数測定し、測定データをフィルタ交換時期・トレーサビリティ等に活用したいが、従来の測定方法では全数測定は困難である。そのため新規パーティクルカウンタより全数測定自動化を検討した。しかし、新規パーティクルカウンタの測定精度の実績がなく、導入に検証が必要となった(表3)。

表3 パーティクルカウンタ比較

パーティクルカウンタ	従来式	新規
測定方式	手動	自動
測定頻度(回/日)	1	220
価格(千円)	3,000	1,500
トレーサビリティ	×	○
測定精度	○	?

検証した結果、新規パーティクルカウンタの測定結果が基準パーティクルカウンタと一致しないことが分かった。その原因は全数測定により測定時間を短くして運用しており、測定時間が短いことで製品から発生するコンタミのバラツキによる影響と推測

した。測定精度について改善を実施した。

製品の性能検査のタイミングに合わせて、戻りラインに作動油が流れる際に、コンタミ測定を3回行い(図15)、その結果をPLC^{注4)}内で平均化することで、製品から発生するコンタミのバラツキを抑えることができた。その結果基準パーティクルカウンタと同一精度で自動測定化を実現した。

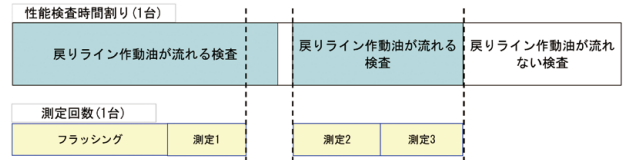


図15 測定平均化

また、製品ごとのコンタミデータを収集することができた。収集したデータを分析することで、フィルタ交換時期の予知が可能となった。また、8月に生産革新推進部から支援を頂き、各設備データをMES^{注5)}へ取込むシステムを構築でき(図16)、相模工場のMESを構築できる人財が増えた。

今後、作動油コンタミ結果と加工部品寸法データを紐づけ、不良品が組まれた製品特定の時間短縮に活かせるか検討していく。

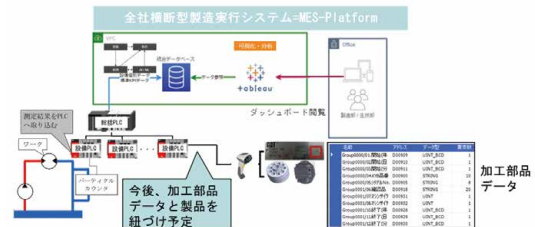


図16 MESシステム

注4) 機器や設備等の制御に使われる制御装置

注5) Manufacturing Execution Systemの略

7 結果

実施結果を表4に示す。

表4 実施結果

項目	目標	実績	判定
スペース	40%	41%	○
出来高生産性	30%	30%	○
労操設コスト	18.9%	19.5%	○

8 まとめ

低コスト・小スペースで重量部品自動組立技術を横展し、軽量部品の扱いに小型ロボットを使用することで、コンパクトな全自動組立機の立ち上げができた。さらに、重要な生産・品質のトレーサビリティ向上を実現すると共に、ビッグデータ分析が可能となるデータ収集・分析基盤を構築した。今後

は、収集したデータをもとに、更なる生産性向上・品質向上につながる活動をしていく。

9 おわりに

本ラインの構築に御協力頂いた関係部署並びに御指導御支援を頂いた方々へ、この場をお借りして厚く御礼を申し上げます。

著者



陳 維

2018年入社。ハイドロリックコンポーネンツ事業本部相模工場生産技術部。組立工程設計および組立設備導入に従事。

次世代品質データ管理システムの開発

Development of a next-generation quality data management system

古川 輝
FURUKAWA Akira

要 旨

近年、世界的にDX（Digital Transformation：デジタルトランスフォーメーション）が注目されており、製造業、金融、IT（Information Technology：情報技術）などのあらゆる業界でDXの取り組みが実施されている。

しかし、日本国内においてはDXによる十分な成果が出ている企業は少なく、米国企業と比べても遅れている状況である。その要因の一つとしてレガシーシステム（古い技術や仕組みで構築されたシステム）の存在が挙げられる。レガシーシステムは度重なる機能追加によるシステムの複雑化や長期稼働に伴うデータの肥大化などで保守性が低下しており、システムの運用コストを増加させている。また、DX推進のための改良や他システムとの連携も困難であるため、レガシーシステムからの脱却が求められている。

一方、カヤバでも多くのレガシーシステムを抱えており、これらのシステムの運用管理に多くの工数を費やしている。また、個別最適で構築されているため、DX推進のための他システムと連携したデータ活用が困難となっている。

そこで、これらの課題を解決するためにレガシーシステムの一つである品質データ管理システムを刷新し、次世代のシステムとして次世代品質データ管理システムを開発した。当社では次世代システムを、「障害・災害対策を各段に向上させ、複数システムを連携して多角的な分析が実施でき、費用面と運用管理工数の両方において画期的な低コストで実現できるシステム」と考えており、本システムもこの考えに基づいて開発している。

本報では開発したシステムの各要素機能とレガシーシステムからの移行方法、今後システムの運用を維持するために構築した開発・運用体制の仕組みや特徴について解説する。

Abstract

In recent years, Digital Transformation (DX) has been attracting attention worldwide. All sorts of industries, including manufacturing, finance, and information technology, are working on DX.

However, few companies in Japan have achieved adequate results with DX, and they lag behind their U.S. counterparts. One reason for this is the existence of legacy systems. Legacy systems are becoming less maintainable due to increased system complexity and data bloat, which increase system operating costs. In addition, it is difficult to improve and integrate these systems with other systems to drive DX, so there is a need to break away from legacy systems.

KYB also has many legacy systems and spends many man-hours on their operation and management. It is also difficult to utilize data linked with other systems to promote DX.

To solve these problems, we developed a next-generation quality data management system by renewing a legacy quality data management system. We believe this next-generation system will be a revolutionary low-cost system in terms of both cost and man-hours required for operation and management, and have developed the system based on this concept.

This paper describes the functions of the developed system, the migration method from the legacy system, and the development and operation system for continuous operation of the system.

1 緒言

近年、世界的にDXが注目されており、製造業、金融、ITなどのあらゆる業界でDXの取り込みが実施されている。日本国内においても多くの企業でDXの取り組みを開始しており、2022年度には69.3%まで増加している¹⁾。

しかし、日本国内においてはデジタル化による成果は出ている一方で、顧客価値の創出やビジネスモデルの変革などで成果を出している企業は少なく、米国企業と比べて人材や技術の両面でDXの推進が遅れている状況となっている。DXの推進が遅れる要因はいくつか考えられるが、代表的な要因として以下の3点が挙げられる。

- ①組織体制の問題
- ②人材不足
- ③レガシーシステムの存在

①については経営者が経営戦略としてDXを取り組むための指針が提示できておらず、組織全体として活動する体制になっていないことである。

②についてはDXを推進するためにはクラウドやAI^{注1)}などのデジタル技術を活用する必要があるが、これらの技術を活用するためのデジタル人材が不足していることである。

③については古い技術や仕組みで構築されたレガシーシステムが多く存在しており、これらのシステムではシステムの肥大化・複雑化、ブラックボックス化によってDX推進のための改善が困難になっていることである。また、レガシーシステムを運用するためにITエンジニアが多く工数を費やしているため、改善のために時間を費やせない問題も発生している。

よって、これらのDXを推進する上で、まずはこれらの要因を解決することが必要である。

一方、当社でもDX推進のための活動を実施している。2019年にDXを推進するための部署であるDX推進部を設立し^{注2)}、各種取り組みを実施してきた。まずはデータ活用を加速するため、データを利活用する基盤として、AWS (Amazon Web Services) クラウド上にカヤバ-IoTプラットフォームを自社で構築した²⁾。そして、この基盤上に生産領域におけるDXとして設備予知保全システムの開発³⁾、製品開発領域におけるDXとしてSA (ショックアブソーバ) 要素開発へのAI技術活用⁴⁾などに取り組んでいる。さらに、デジタル人材育成にも取り組んでおり⁵⁾、会社全体でDXを推進するための体制も整えている。

しかし、レガシーシステムの脱却に向けた取り組みについてはこれまで実施できておらず、これらの

システムの運用管理に多くの工数を費やしている^{注3)}。また、これらのシステムは個別最適で構築されているため、DX推進のための他システムと連携したデータ活用や新たな機能開発が困難な状況となっている。

そこで、これらの課題を解決するためレガシーシステムの一つである品質データ管理システムを刷新し、次世代のシステムとして次世代品質データ管理システムを開発した。当社の考える次世代システムとは、「障害・災害対策を各段に向上させ、複数システムを連携して多角的な分析が実施でき、費用面と運用管理工数の両方において画期的な低コストで実現できるシステム」である。そして以下の特徴を持つシステムであると考えており、本システムにおいてもこの考えに基づいて開発を実施した。

- ①クラウドを活用した障害・災害に強いシステム開発と運用管理工数の低減
- ②ローコード開発ツール活用による開発者の負担軽減と開発後のメンテナンス属人性の排除
- ③システム異常（エラー処理や不正操作）検知による早期不具合の発見と解決
- ④データ集約、統合による異なるシステム間でのデータ連携の容易化
- ⑤IaC^{注4)}を用いたシステム構成管理とCI/CD^{注5)}を活用したテストと実装の自動化による、更新時の障害の未然防止、管理者・開発者の属人性の排除

注1) Artificial Intelligenceの略で人工知能のこと

注2) 2023年4月にはDX推進部とIT企画部が統合されてデジタル変革推進本部となっている

注3) 当社では従来から生産領域におけるシステムを自社開発していたが、それらのシステム運用をDX推進部で実施していた

注4) Infrastructure as Codeの略でシステムインフラの構築を、コードを用いて行うこと

注5) Continuous Integration/Continuous Deliveryの略でソフトウェア開発において、ビルドやテスト、リリース、デプロイなどの工程を専用のツールなどを用いて自動化し、開発の効率化や省力化、本番環境への迅速な反映を図る手法のこと

2 従来システムの概要と課題

従来の品質データ管理システムについて紹介する。本システムは設備や試験機で収集した製品の加工条件や試験計測値などの品質情報を収集・蓄積するシステムである。計測値の推移や傾向を確認することで日々の品質管理や不具合発生時のトレサビリティ

などに活用している。本システムはパワーステアリングやCVT^{注6)}を生産している国内外の6拠点に対して導入しており、最初に導入した拠点では20年以上経過している。

注6) Continuously Variable Transmissionの略で無段変速機のこと

2.1 システム構成

従来のシステム構成図を図1に示す。各設備で収集した品質データを記録したファイルをオンプレミスサーバに集約し、サーバ上でデータを一部整形した後にリレーショナルデータベース（以下RDB）に保存して一元管理している。そして、自社で開発した専用ソフトを使ってRDBにアクセスすることで実績データの閲覧やシステムに必要なマスターデータの登録を実施している。RDBはOracle社のDBを活用しており、実績データの閲覧やマスターデータを登録するソフトはMicrosoft社のVisual Basic .NETで自社開発している。

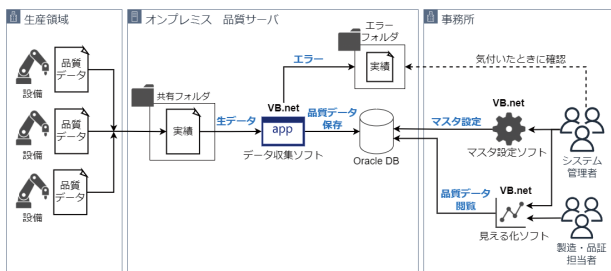


図1 従来システムの構成図

2.2 従来システムの課題

従来システムの課題を以下に示す。

- ①システムの運用管理工数やコストの増加
 - ・サーバの定期的な更新や保守、老朽化によるトラブル対応などで工数とコストが増加している
 - ・RDBのライセンス費用と保守費用が増加している
 - ・当時開発者の不在とドキュメントの不備により、機能追加や不具合修正時に多くの工数を費やしている
- ②障害・災害対策が不十分である
 - ・システムの冗長化は実施していないためサーバやRDBの障害時にシステムダウンしてしまう
 - ・地理的に離れた場所でのバックアップが実施できていないため、自然災害によりシステムを復旧できない可能性がある
- ③データ活用の推進が困難
 - ・個別最適で構築しているため他のシステムとの連携が困難である

- ・20年以上前に設計したシステムであるため技術が古く、非効率となっている処理がある

3 要件

従来システムの課題を解消し、システムとして運用していくための要件を以下に示す。

- ①カヤバ-IoTプラットフォーム上にシステムを構築し、それに合わせてクラウドはAWSを活用すること。
- ②システムを単にクラウドに移行するだけでなく、より最適な仕組みとなるように再構築すること。
- ③従来の主要機能は継承し、使い勝手の悪い機能を改善すること。
- ④水平展開や機能追加・保守が容易であること。
- ⑤RDBは商用DBからOSS^{注7)}のDBに移行すること。

②について補足する。AWSではクラウド移行するにあたり7つのR⁶⁾と呼ばれる移行戦略を提示している。その移行戦略について表1に示す。移行難易度の高い順に並んでいるが、本開発で狙っているのは一番難易度の高いRefactorである。開発に時間を要するが、最もクラウド移行による効果が期待できる。

表1 クラウド移行における7つの移行戦略

移行戦略	概要
Refactor	クラウド中心の機能を最大限に活用するようにアプリケーションを再設計する
Replatform	特定のコンポーネントに対してクラウドベースのサービスに移行する
Repurchase	SaaSやパッケージを購入して乗り換える
Rehost	クラウドインフラストラクチャーに既存オンプレミスの構成をそのまま移行する
Relocate	VMWare Cloud on AWSに既存オンプレミスの構成をそのまま移行する
Retain	クラウド移行しないで現状を維持する
Retire	廃止する

注7) Open Source Softwareの略でソースコードの改変や配布が自由に認められている無償ソフトウェアのこと

4 新システムの開発

4.1 システム構成

新たに開発したシステム構成の概略図を図2に示す。生産領域の処理には変更を加えず、それ以降の赤字で囲った領域に対して再構築を実施している。

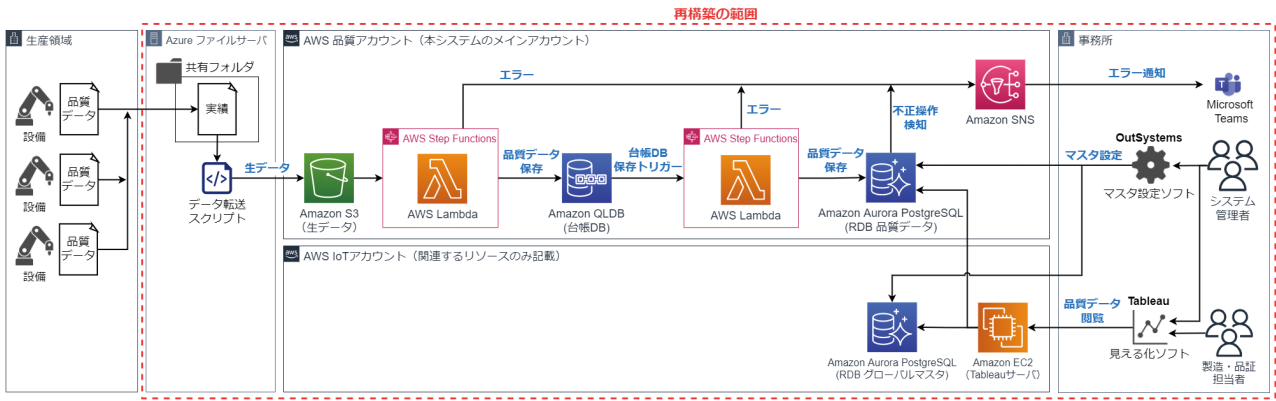


図2 新システムの構成図（概略図）

各設備で収集した品質データファイルを集約するサーバにはMicrosoft Azureの仮想サーバを利用した、今回クラウド上に構築したリソースで唯一のIaaS^{注8)}であるが、設備側の処理を変更しないでデータ収集するためには従来システムと同様にWindowsサーバが必要であったためである。また、当社ではこれまでいくつかのWindowsサーバをAzure上に構築しており、統括的に管理するために本システムもAzure上にサーバを構築している。本サーバは主に品質データファイルの一時保存が目的であり、その後AWSにそのままファイルを転送する。

収集した品質データを保存して一元管理する処理についてはAWS上に構築した。図中では詳細は割愛しているが、ほとんどの処理にAWSマネージドサービスを活用しているため、管理者の負担を軽減することができ、障害や災害に対して強い構成となっている。

参考までにRDB管理における従来と新システムとの比較を図3に示す。新システムではサーバやネットワーク、DBミドルウェアの管理などが不要となり、大幅に管理者の負担を軽減することができる。

従来システム	新システム
ユーザ管理	ユーザ管理
AWS管理	AWS管理
アプリケーション最適化	アプリケーション最適化
スケール	スケール
高可用性	高可用性
DB/パッチ適用	DB/パッチ適用
DBインストール	DBインストール
OS/パッチ適用	OS/パッチ適用
OSインストール	OSインストール
サーバ管理	サーバ管理
ラッキング	ラッキング
電源・空調・ネットワーク	電源・空調・ネットワーク

図3 RDBの構築・運用管理における責任範囲の比較

拠点ユーザが利用する、収集した品質データを閲覧する見える化ソフトとシステムに必要なマスタデータを設定するソフトをローコード開発ツール^{注9)}であるTableau^{注10)}とOutSystems^{注11)}を使って再開発した。いずれもドラッグアンドドロップの操作主体で少ないソースコードで容易にソフト開発が可能であり、従来よりも大幅に開発工数を低減することができた。開発したソフトの詳細については4.5節で解説する。

本開発での具体的な実施事項は大きく以下の6つに分類され、詳細は次節より解説する。

- ①データ移行
- ②データ保存・管理
- ③エラー・不正操作検知
- ④見える化ソフトの開発
- ⑤マスタ設定ソフトの開発
- ⑥データ連携性の向上

注8) Infrastructure as a Serviceの略でインフラストラクチャを提供しているクラウドサービスのこと

注9) 最小限のソースコードでソフトウェア開発を行うためのツール

注10) Salesforce社が提供するビジネスインテリジェンス(BI) ツールで、多彩なグラフやチャートを用いたビジュアル分析が可能

注11) OutSystems社が提供しているローコード開発プラットフォームで、Webアプリやモバイルアプリなどの様々なアプリケーション開発が可能

4.2 データ移行

新システムを稼働するにあたり、これまで従来システムで蓄積していたデータを新システムに移行する必要がある。本開発では従来の構成でそのままデータ移行するのではなく、以下の変更を加えてデータ移行を実施した。

- ①データベースタイプをOracleからOSSのPostgreSQLに変更

- ②スキーマとテーブルの構成や名称を変更
- ①への変更理由を以下に示す。
 - ・OSSのDBを選定することによりライセンス費用と保守費用を削減
 - ・Oracleと互換性の高いデータ型や関数を多くもっているため移行が比較的容易
 - ・性能面で高いパフォーマンスをもっている
- ②への変更理由を以下に示す。
 - ・従来のDBがデータの肥大化によってパフォーマンス低下していたため構成を見直した
 - ・今後の他システムとの連携を考慮してデータの持ち方を統一させた

データ移行の流れを図4に示す。

まずはオンプレミスのOracleのデータをAmazon RDS for Oracleに移行し、一部データ加工を加えてからAWS Database Migration Service (以下DMS)を使って全データをAmazon Aurora PostgreSQL (以下Aurora PostgreSQL)に移行している。そしてAurora PostgreSQL上でもデータ加工・変換を実施することで最終的に目的とする構成でデータ移行が完了する。

本手法では一度にまとめてデータ移行を実施するため手順としてはシンプルであるが、データ移行中は移行データ以外のデータ更新を避けるためにシステムの一部機能を停止させる必要がある。システムの停止時間を短くするための手法もあるが、その分移行作業が複雑化して作業が難しくなってしまう。本システムでは数日のシステム停止は許容できるので手順がシンプルな本手法を採用した。



図4 データ移行の流れ

4.3 データ保存・管理

設備で収集した品質データは製品の品質や性能を証明するために重要な情報であるため厳重に管理して必要に応じて即座に検索できる必要がある。本開発では最終的なデータ保管先としてAmazon Quantum Ledger Database (以下QLDB)とAurora PostgreSQLの2つのDBを利用する構成としている。QLDBはフルマネージド型の台帳DBであり、一度保存したデータは管理者であっても物理的に変更ができない特徴をもっている。また、Aurora PostgreSQLはクラウド向けにAWSが構築した高性能マネージド

型のRDBであり、通常のRDBよりも高いパフォーマンスと可用性を実現している。

QLDBに品質データを保存することで物理的にデータ変更ができなくなるため、確実に改ざんできないデータ管理の仕組みが実現できている。しかし、QLDBはデータの保管・管理が主機能であり、従来のような複数の情報を紐づけるような複雑なデータ検索をすることは困難である。そこで品質データをRDBのAurora PostgreSQLに対しても保存するようにし、ユーザからはAurora PostgreSQLに対してアクセスしてデータを検索できるようにした。また、システムを稼働するために必要なマスタデータについても状況に応じて変更する必要があるため、あわせてAurora PostgreSQLで管理するようにしている。

このようにタイプの異なる2つのDBを活用することによって改ざん防止とデータ検索性を両立させたデータ管理を実現している。

4.4 処理エラー・不正操作通知

品質データを各DBに保存する際にはデータの書式や情報が正しいかのチェックを実施しており、最終的に問題なかった場合にデータ保存処理に進むようにしている。チェック処理については従来システムでも実施しており、エラーになった際は対象ファイルをエラー用フォルダに移動するようしていたが、エラーが発生したことを通知していなかったため対応が遅れてしまうことがあった。

そこで本システムではエラー発生時にMicrosoft Teams (以下Teams) に対して通知する処理を開発した。図5がTeamsに通知されるメッセージのサンプル画面であるが^{注12)}、メッセージの内容からどの設備のどのファイルでエラーが発生しているかを把握することが可能である。また、メッセージ上のURLをクリックすることで後述するマスタ設定ソフトが表示され、ソフト上からエラーとなったファイルをダウンロードして対処することが可能である。このようなエラー通知と対処の仕組みにより、従来の課題の解決を図った。

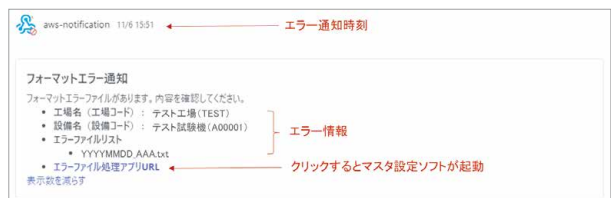


図5 書式エラー時のTeams通知メッセージ事例

また、通知機能に関してはAurora PostgreSQLの不正操作に関する実装している。4.3節で示したようにQLDBに保存されているデータについては管

理者であっても改ざんできないため特に対策する必要はないが、ユーザが参照しているのはRDBの Aurora PostgreSQLであるためそのDBのデータが改ざんされてしまった場合は問題である。一方、Aurora PostgreSQLでは厳密なアクセス管理をしており、一般ユーザではデータを変更できないようにしているため通常の運用でデータが改ざんされることはない。しかし、万が一管理者のアクセス権限が流出し、その権限を使ってアクセスされた場合は不正操作されてしまう可能性がある。

そこでAurora PostgreSQLに保存されている品質データに対して変更や削除が実行されたり、通常とは異なるユーザや場所からデータ追加や不正に繋がる可能性がある操作が実行された場合にTeamsに対して通知するようにした。Teamsに通知されるメッセージのサンプル画面を図6に示す^{注13)}。メッセージからいつ、どこで、誰が、何に対して、どのような操作をしたが把握できるためその情報から不正操作なのかを判断し、その後の処置を行うことが可能である。また、必要に応じてQLDBに保存されているデータと比較することでデータ改ざんの有無やデータの真値の把握が可能となっている。

注12) メッセージ内容はサンプルであり、実際とは異なる
 注13) メッセージ内容はサンプルであり、実際とは異なる

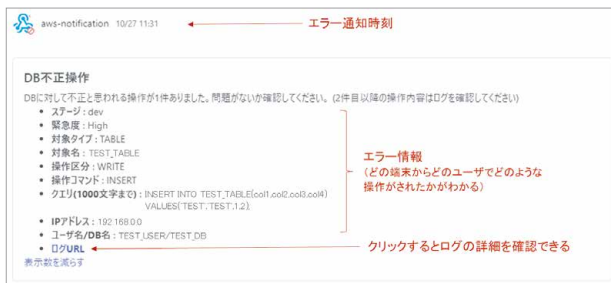


図6 DB不正操作時のTeams通知メッセージ事例

4.5 見える化ソフトの開発

収集した品質データを見える化するために、Tableauを使って見える化ソフトを開発した。開発した一部画面について紹介する。

4.5.1 測定データ閲覧画面

収集した品質データの時系列の推移をグラフと表で表示する画面である(図7)^{注14)}。本画面で品質データの傾向を確認することで、異常データや長期的に見て異常に近づいているデータの把握など、日々の傾向管理に活用することができる。

注14) 一部の情報は非公開とし、意図的に消去またはぼかしを入れてある

4.5.2 ヒストグラム閲覧画面

収集した品質データをヒストグラムで表示する画



図7 計測データ閲覧画面

面である(図8)^{注15)}。本画面で品質データのばらつきを確認することで異常データの把握など、日々の傾向管理に活用することができる。

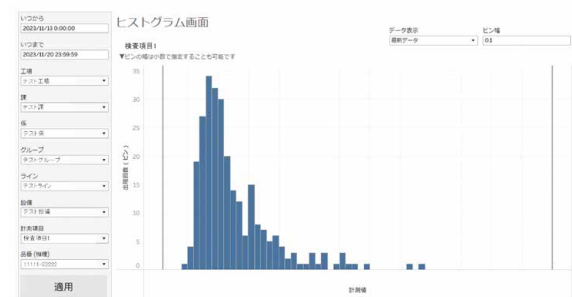


図8 ヒストグラム閲覧画面

注15) 一部の情報は非公開とし、意図的に消去またはぼかしを入れてある

4.5.3 トレサビリティ検索画面

製品のシリアルNoに関連するアセンブリ部品や子部品の情報を一覧表示する画面である(図9)^{注16)}。問題発生時に該当するシリアルNoから関連する部品を特定でき、影響範囲を特定することが可能である。

図9 トレサビリティ検索画面

注16) 表示データはサンプルであり、実際とは異なる

4.6 マスタ設定ソフトの開発

システムを稼働させるために必要なマスタデータの登録や発生したデータ書式エラーの修正を支援するために、OutSystemsを使ってマスタ設定ソフト

を開発した。開発した画面の一部紹介する。

4.6.1 品質検査項目マスタ登録画面

収集する具体的な品質データの検査項目を登録する画面である (図10)^{注17)}。



図10 品質検査項目マスタ登録画面

新規データ収集開始時や途中で検査項目を変更する場合に本画面上から登録を実施する。

注17) 表示データはサンプルであり、実際とは異なる

4.6.2 書式エラーファイル処理画面

4.4節で解説した、データ保存前の書式チェック処理でエラーになったファイルを確認して必要に応じて再アップロードや削除を実施する画面である (図11)^{注18)}。画面上にはエラーとなったファイルが一覧表示されており、そこから任意のファイルを選択してダウンロードする。そして、そのファイルを確認し、エラーとなっている箇所を修正して再アップロードすることが可能である。マスタ設定ソフトでは画面単位でアクセス権を設定しており、本画面は特定の管理者のみアクセスすることが可能である。また、操作履歴も収集しているため、万が一不適切な操作があった場合は後から追跡することも可能である。

注18) 表示データはサンプルであり、実際とは異なる

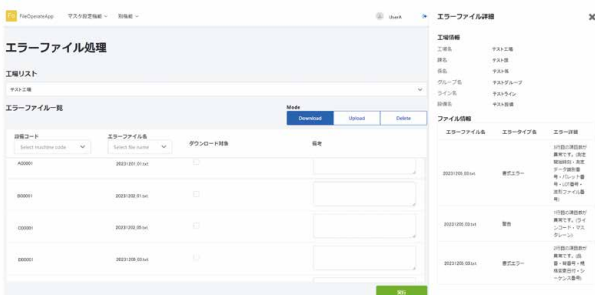


図11 書式エラーファイル処理画面

4.7 データ連携性の向上

従来のシステムでは個々のシステムでマスタ情報を管理していたため、仮に同じラインの情報を収集していたとしてもシステムによってラインの管理単位が異なりシステム間でのデータ連携が困難となっていた。そこで本開発では複数のシステムで使用されるような工場、ライン、設備などのマスタ情報を管理するグローバルマスタテーブルを作成して一元管理する仕組みを構築した (図12)。そうすることで異なるシステムでも共通のラインや設備単位で情報を取得でき、システム間のデータ連携性の向上を図ることができた。

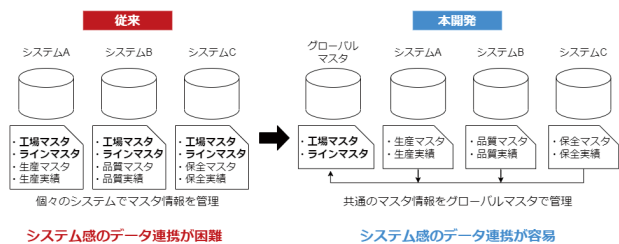


図12 データ連携性の向上

本書執筆の時点では他システムとの連携は実施できていないが、今後は本システムで収集している品質情報だけでなく、製造情報や設備保全情報などと連携することでより多角的なデータ分析が可能となり、品質や生産性向上に寄与することが期待できる。

5 継続的な開発・運用体制に向けた取り組み

5.1 マルチアカウントによるクラウド運用

当社ではこれまで複数のシステムをAWS上に構築して本格的にサービス提供を開始している。利用環境やアクセス権限が異なるシステムを間違いなく運用するために、用途ごとにAWSアカウントを分離し、マルチアカウントによる運用を進めている。

マルチアカウントによる管理・運用のイメージを図13に示す。AWS Organizationsを活用してアカウントを統合的に管理しており、特定アカウントによる最低限必要な設定 (セキュリティや監査のためのログ収集など) の漏れを防止している。また、AWS IAM Identity Centerを活用したシングルサインオンも実施しており、各アカウントに対して適切な権限でアクセスできるようにしている。

本システムは品質に関するデータを保持しており、より厳密なアクセス管理が必要になってくるため個別にアカウントを作成している。また開発環境と本番環境でアカウント分けており、各アカウントに対してアクセス権限を分けて設定している。一例を挙

げると開発者は開発環境に対しては読み書きが可能であるが本番環境に対しては書き込みできないようにしている。このようにアカウントを分離して適切に権限管理することで開発者が本番稼働中のシステムを誤って停止してしまうようなトラブルを未然に防止している。

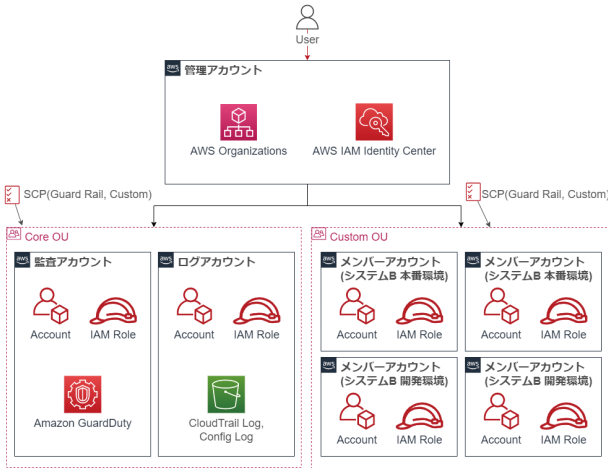


図13 マルチアカウントによる管理・運用のイメージ

5.2 IaCを活用したシステム開発

本システムでは、その後の展開性や保守性を考慮して、IaCを活用したシステム開発を実施している。IaCを活用することでシステム構築における再利用の効率化、手動実行による人的ミスの低減、バージョン管理の容易化、CI/CDの仕組みが可能になりテストから実装までの自動化、などを図ることができる（バージョン管理と実装までの自動化については次節で解説する）。

本開発では、AWS Step FunctionsやAWS Lambdaなどを使って構築したワークフローやアプリケーション（4.4節で解説したデータ保存処理などが該当する）はServerless Frameworkを活用し、DBやネットワーク、セキュリティ関連のインフラはHashiCorp社のTerraformを活用して構築している。

5.3 CI/CDを活用したテストと実装の自動化

IaCを活用することによって容易にバージョン管理を行うことができる。本開発ではソースコードのバージョン管理ツールであるGitLabを使って5.2節で解説したアプリケーションやインフラのバージョン管理を実施している。また、GitLabのCI/CD機能を使ってGitリポジトリにpushされたソースコードに対するテストとAWSクラウドへの適用をあわせて実施している。図14がソースコードを作成してからAWSクラウドに適用されるまでの流れを示している^{注19)}。

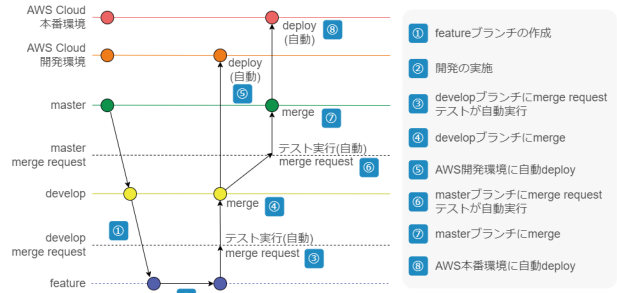


図14 GitLabを使った開発から適用までの流れ

まず、ソースコードを作成する際は、GitLab上に現行版を取り出したfeatureブランチを作成して、そのブランチ内で作業を実施する。作業が完了したらソースコードをfeatureブランチにpushし、その後developブランチに対してマージリクエストを作成する。このときGitLab内でソースコードに対するテストを自動実行して、コード上に問題がないかを自動検証する。その後、管理者による手動チェックを実施して問題なければマージを実行する。そして、マージと同時にAWSクラウドに対する実装タスクが自動実行されて、最終的にAWSクラウドの開発環境に対してソースコードで記述したアプリケーションやインフラが適用されるようになる。さらにdevelopブランチからmasterブランチに対してマージする際にも同様の流れで自動テストと実装のタスクが実行されて、最終的にはAWSクラウドの本番環境に対してアプリケーションやインフラが適用される。以上のような一連の流れで開発からAWSクラウドへの適用までを実行することで、作業間違いの防止とAWSクラウドへの適用工数の低減を図ることができている。

注19) 当社ではGit Flow^{注20)}をベースにGit管理をしているが、releaseブランチは使用しておらず、developブランチからmasterブランチにマージする運用としている。

注20) Vincent Driessenにより提唱された、効果的なバージョン管理と開発のためのワークフローのひとつ

6 今後の展望

本システムは2023年12月時点で1拠点に対して導入し、本格的な運用を開始している。まだ運用期間が短く大きな成果は得られていないが、オンプレミスサーバの廃止による管理工数の低減や、追加機能による日々の作業工数の低減など、少しずつ成果が見え始めている。今後は残りの5つの拠点に対して水平展開を実施して品質データ管理システムにおけるレガシーシステムからの脱却を完了させる。

また、本システム以外にも当社では多くのレガシーシステムを抱えている。今後は本開発で得られた知見を活用して、これらのシステムについても順次クラウドへの移行や再構築を推進していき、全てのシステムにおいてレガシーシステムからの脱却を完了させる予定である。

さらに、レガシーシステムから脱却させるだけではDXを推進することはできない。今後は並行して他システムとのデータ連携やAIによるデータ分析基盤の構築を図ることでデータ活用を活性化させ、DXの推進によって生産性向上や品質向上に貢献していく。

7 結言

本開発によって、障害・災害対策を各段に向上させ、複数システムを連携して多角的な分析が実施でき、費用面と運用管理工数の両方において画期的な低コストで実現できる次世代のシステムを構築することができた。結果として、従来のレガシーシステムで抱えていた多くの課題も解消し、今後のDXを推進するための足がかりをつくることもできている。

しかし、レガシーシステムから脱却することはDXを推進するための前準備に過ぎないので、今後も継続してデータ活用するための基盤構築や機能開発を進めていくことでDXの推進を目指していく。

最後に、本開発にあたり多大なるご支援、ご協力を頂いた関係部署の方々に、この場をお借りして熱く御礼を申し上げる。

参 考 文 献

- 1) IPA：DX白書2023, p. 9, (2023年2月)。
- 2) 内藤：KYBの生産領域におけるAI×IoTの取り組み, KYB技報第60号, (2020年4月)。
- 3) 古川・井指：設備予知保全システムの開発, KYB技報第63号, (2021年10月)
- 4) 大内田・宮内・提箸：SA要素開発へのAI技術活用, カヤバ技報第66号, (2023年4月)
- 5) 宮内・井指・瀧野：デジタル人材育成の取り組み, カヤバ技報第66号, (2023年4月)
- 6) Amazon Web Services, Inc: クラウド移行とは何ですか?, <https://aws.amazon.com/jp/what-is/cloud-migration/>, (参照2023年12月12日)

著 者



古川 輝

2005年入社。デジタル変革推進本部システム開発室。
クラウド活用したIoTプラットフォームの構築と生産システムの開発に従事

製品紹介

Φ37倒立フロントフォークの性能、品質改善構造の開発

須崎 溪

1 はじめに

近年、インドの二輪市場では所得の向上により、プレミアムセグメントと呼ばれる150cc以上の車両の需要が高まっている（図1）。そこで、各社ではプレミアムセグメントを狙った開発が活発化している。性能だけでなく意匠性にも関わっているフロントフォーク（以下FF）においても、高級感のある倒立型^{注1)}の要求が高まっている。

2021年には、インド市場の小排気量車に合致した小径サイズ（インナチューブサイズ：φ37）の倒立FFをKMSI(KYB Motorcycle Suspension India Pvt. Ltd.)にて量産開始した。今回更なる性能、及び品質改善を目的に新構造の開発を行ったため、その概要について紹介する。

注1) 従来の、インナチューブを車両に固定する正立型と異なり、径の太いアウトチューブを車両に固定することで剛性アップを図ったFF

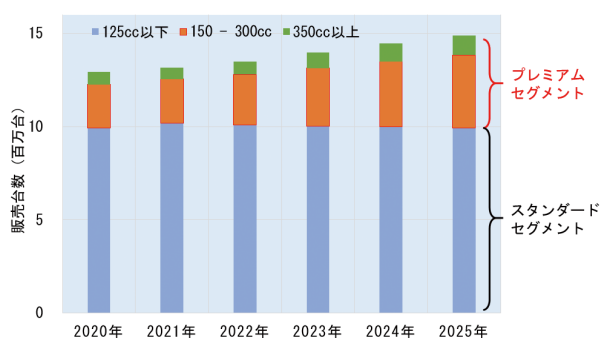


図1 排気量別販売台数推移と予測

2 開発背景

現在KMSIにて量産中のφ37倒立FFにおいて、ボトムショック（サスペンションがフルストロークした時の衝撃力）吸収機構には、スペースの都合上吸収エネルギーの大きな油圧ストッパ（Hydraulic Compression Stop, 以下HCS）ではなく、クッショ

ンラバーが採用されている（図2）。

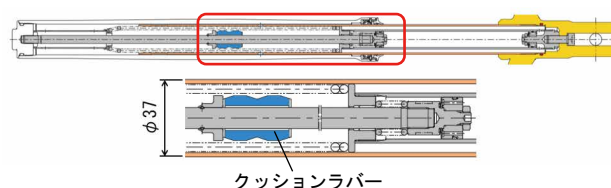


図2 φ37倒立FFボトムショック吸収機構

しかし、舗装が劣化した路面、もしくは舗装されていない路面を走行したり、3人以上の乗車が常態化しているインド市場（写真1）においては、クッションラバーだけではボトムショックを吸収しきれないため、スプリング荷重や内部エアの圧縮比、圧側減衰力で補填している。市場からの様々な要求に対応するため、セッティングの自由度を考慮すると高荷重を発生できるHCSは必需品と考え、φ37倒立FFにも搭載できるHCSを開発した。



写真1 インド市場の路面状況

また、インナチューブ（以下インナ）×アクスルブラケット（以下アクスル）結合部（図3）については、アクスル内径奥にあるOリング溝に切粉が残っていると、Oリングを傷付けて油漏れとなるリスクがあることや、鋳造製であるアクスルが圧力を受けるため、連通した鑄巣が存在すると油漏れとなる懸念されるため、Oリング溝の切粉確認、及び気密検査による油漏れ確認を実施して品質を確保している（写真2）。

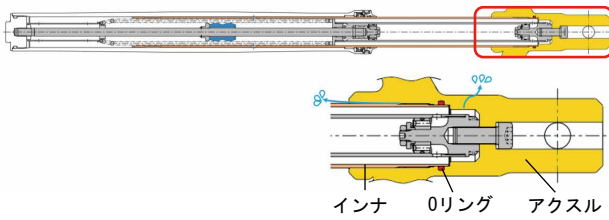


図3 インナ×アクスル結合部



写真2 確認風景

3 性能改善構造

φ37倒立FF向けHCS機構について説明する。

3.1 目標設定

各インナサイズが採用される車両重量に着目し、重量比よりφ37倒立FFに必要なHCS荷重を算出した。φ41倒立FFが採用される400ccクラスの車両重量はおよそ200kgに対し、φ37倒立FFが採用される150ccクラスの車両重量はおよそ160kgであることから(表1)、φ37用HCSに必要な荷重はφ41用HCSの80%(ダンパ速度:1.0m/sec時)と設定した。

また、φ41倒立FFは左右のダンパASSY.2本共にHCSを備えているのに対し、φ37倒立FFはコスト等の兼ね合いもあり、片側に機能を集約する必要があるため、1本のダンパASSY.で2本分のHCS荷重が必要になる。したがって、φ37用HCSはφ41用HCSの1.6倍の荷重が必要である。

表1 車両諸元比較表

FFサイズ	φ41倒立	φ37倒立
排気量	400ccクラス	150ccクラス
車両重量	200kg	160kg

3.2 構造検討

3.2.1 既存φ41用HCS機構

図4に示す通り、既存φ41用HCS機構はピストンロッドにピースを固定し、ピストンロッドと共に摺動することで、ストローク後半でピースがケースに侵入し、高圧室を形成、ピース外径とケース内径の環状隙間により減衰力を発生させる構造となっている。

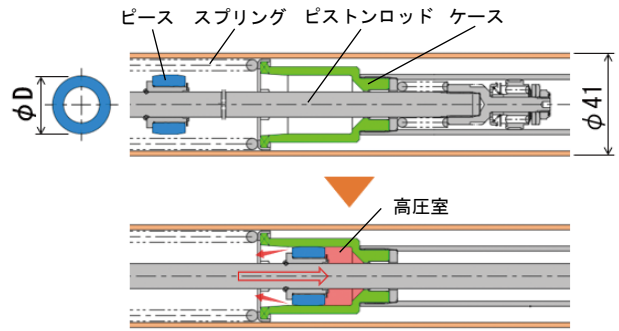


図4 既存φ41用HCS機構

3.2.2 既存φ41用HCS機構縮小化

既存φ41用HCS機構をφ37用に縮小した場合、ピースサイズはスプリング内径に依存するため、受圧面積が小さくなり、φ41用HCSに対し荷重が60%減少してしまい、目標未達となった(図5)。

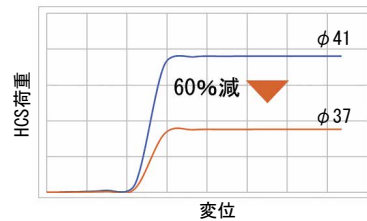
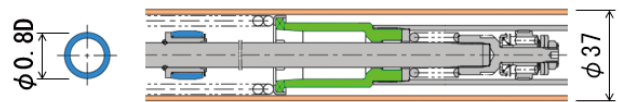


図5 既存φ41用HCS機構縮小化

次に、ピース×ケース間のクリアランスを狭めることで荷重アップを図った。しかしクリアランスに対する各部品公差の感度が高くなるため、HCS荷重のバラつきが大きくなってしまう(φ41用HCSの約1.5倍)。また、ピース突入時にケースと干渉する恐れがある。

3.2.3 新φ37用HCS機構

そこで、ピースをケース内にあらかじめ配置することで、ピースサイズがスプリング内径に依存しない構造とした。ピースの受圧面積を確保しつつφ37サイズへ搭載可能となり、十分なHCS荷重を発生させることができた(図6)。

HCS荷重発生メカニズムは、ピストンロッドに固定したストッパがストローク後半でケース内にあらかじめ設置されたピースを押し込み、高圧室を形成し減衰力を発生させる。戻り工程においては、ピース内径を花びら形状にし、油路を確保することで負圧の発生を抑制した。また、リタンスプリングを組み合わせることでピースが速やかに初期位置へ戻ることを可能とした。

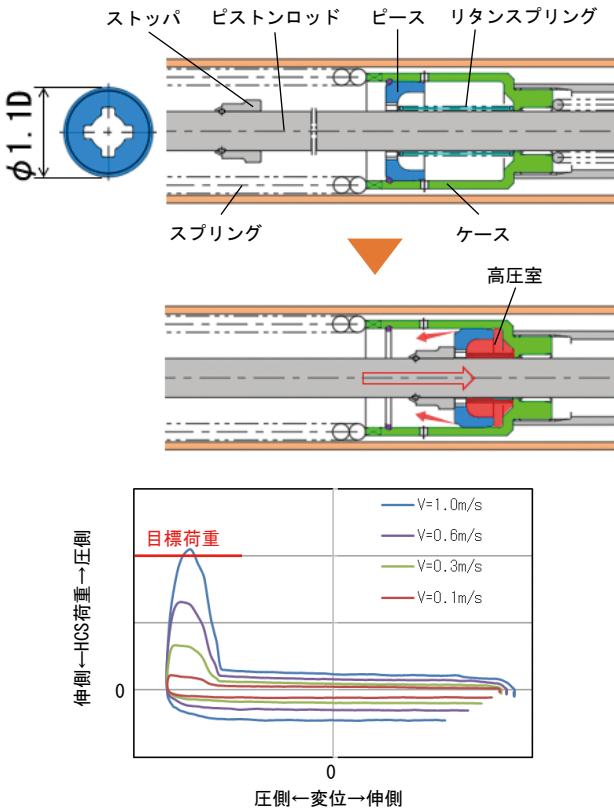


図6 新Φ37用HCS機構

3.3 コスト

既存φ41用HCS機構に比べ部品点数削減により、コストを23%ほど削減することができた(表2)。

表2 部品構成比較表

既存φ41用HCS	新φ37用HCS
③①④ ⑤② ⑥	③ ⑤①②④
①ピース	①ピース
②ケース	②ケース
③ピースホルダ	③ストップパ
④ワッシャ	④リタンスプリング
⑤スプリングシート	⑤ストップリング
⑥ワッシャ	
合計 6部品	合計 5部品

4 品質改善構造

インナ×アクスル結合部の品質を向上することを可能とした構造について説明する。

4.1 方策

アクスルのOリング溝廃止、及び圧力を受けない構造とすることで、油漏れに対しロバストな構造とする。

4.2 構造検討

4.2.1 従来構造

アクスル内径奥にあるOリング溝に切粉が残っていると、Oリングを傷付けて油漏れとなるリスクがあることや、鋳造製であるアクスルが圧力を受けるため、連通した鑄巣が存在すると油漏れとなることが懸念される。よって、Oリング溝の切粉確認、及び気密確認を実施して品質を確保している。なお、シリンダCOMP.を締結するボルトは、アクスルとの接触面で銅パッキンを挟み込みシールしている(図7)。

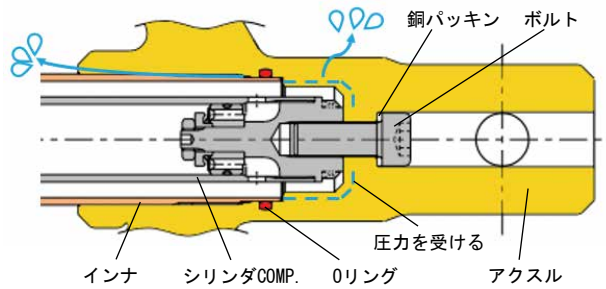


図7 従来のインナ×アクスル結合部構造

4.2.2 リング型カラー追加構造案

新規部品のカラーを追加し、シール面をインナの内径側にすることで、アクスルのOリング溝を廃止する構造であるが、アクスルは圧力を受けるため、連通した鑄巣が存在すると油漏れとなることが懸念される。気密確認を実施して品質を確保する必要がある(図8)。

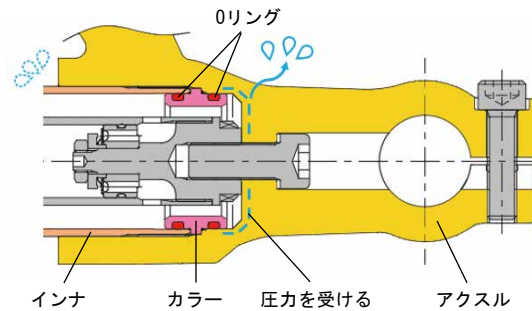


図8 リング型カラー追加構造案

4.2.3 新インナ×アクスル結合部構造

カラーの形状をリング型からプレート型に改良し、シリンダCOMP.をアクスルではなくカラーに締結、カラーをインナ×アクスル締結部に挟み込むことで、アクスルのOリング溝の廃止と共にアクスルが圧力を受けない構造とした(図9)。

この構造により、アクスルのOリング溝の切粉残り、及び連通した鑄巣による油漏れに関して、その発生要因を根絶することが可能となった。

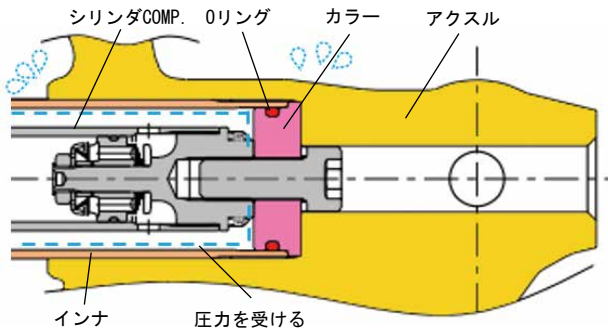


図9 新インナ×アクスル結合部構造

4.2.4 コスト・工数

従来構造に対しカラーを追加することでコストアップするが、Oリング溝の切粉確認、及び気密検査が廃止可能となるため、生産性を大幅に向上させることが可能となる(表3)。

表3 コスト・工数比較表

項目	従来構造	改善構造
コスト	Oリング溝加工刃具費	カラー追加
検査工数	Oリング溝切粉確認 気密検査	Oリング溝切粉確認廃止 機密検査廃止検討中

5 まとめ

φ37倒立FFに搭載可能なHCSを開発することができ、通常走行での乗り心地と、ボトムショック吸収性能の両立ができた。また、倒立FF全般の課題であった、気密漏れ不合格による生産性低下を構造変更によって解消した(図10)。

本製品の開発中にBMW Motorrad社様より新規電動車両(写真3)の引合をいただき、本構造を搭載したφ37倒立FFを評価した。

ボトムショック吸収性においては操安評価を合格し、受注することができた。またインナ×アクスル結合部については、2023/9より量産開始し現在(2023/12)まで気密漏れゼロを達成している。



写真3 本構造搭載FF採用車両 BMW CE02
※CE02はBMW Motorrad社の商標です。

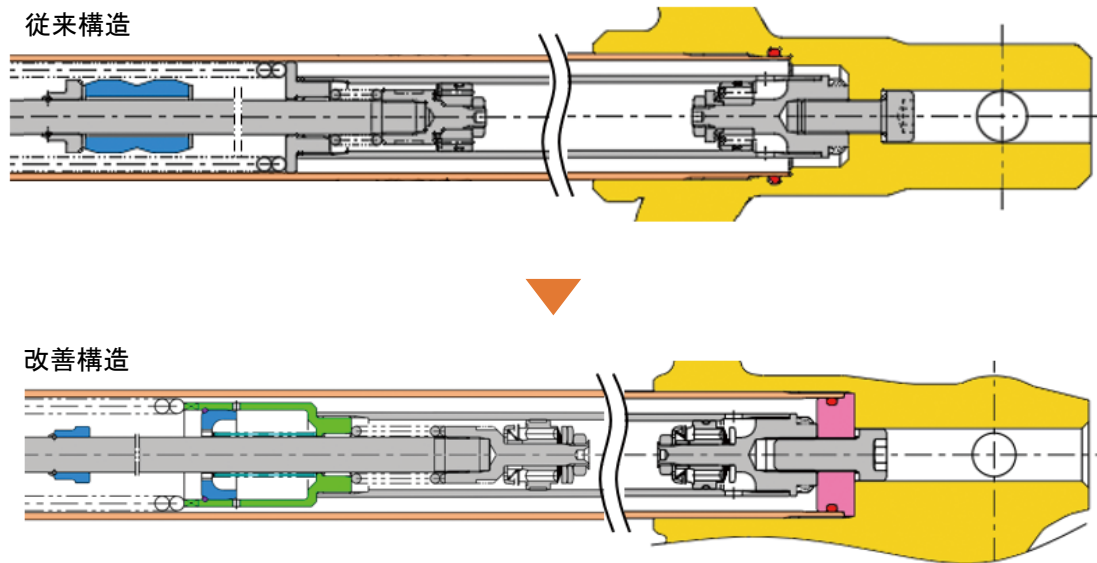


図10 φ37倒立FF 性能、品質改善構造

6 今後について

各インナサイズ、及び他拠点への展開を進めていく。HCS機構についてはインナサイズアップ（φ37→φ41/φ43等）に伴うスプリングの内径拡大よりスプリング座面確保のため、スプリングシートを追加検討中（図11）。スプリングシート追加により、ピース抜け止め機能を兼任とし、スナップリングを廃止できる。

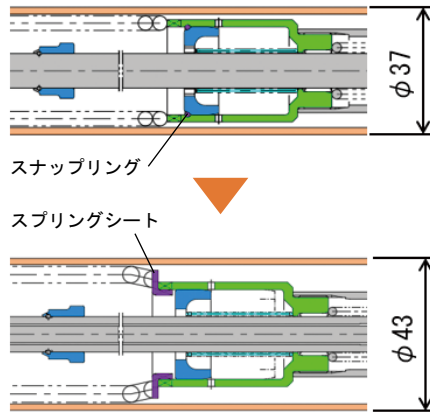


図11 サイズ展開検討構造

インナ×アクスル結合部構造改善の結果、アクスルがない状態でカートリッジ化できるため、組立工程の簡略化が可能となり、更なる生産性向上が期待できる（図12）。

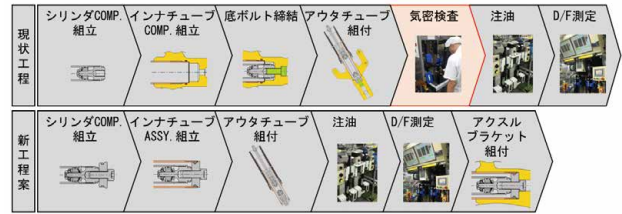


図12 組立工程見直し案

7 おわりに

最後に、本製品の開発にあたり、ご支援とご協力を頂いた関係部署、並びにKMSIの方々、この場を借りて厚く御礼申し上げます。

著者



須崎 溪

2019年入社。カヤバ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。



ジャパンモビリティショー出展後記

水野真美・田口瑠子

1 はじめに

2023年10月、東京モーターショーから名称を変え、JAPAN MOBILITY SHOW 2023（以下JMS）が開催された。通常は2年に一度開催されていた東京モーターショーであるが、今回はコロナ禍で開催が見送られており、今回は4年ぶりの開催となった（写真1）。

カヤバとしては2017年に出展した以来、6年ぶりの出展であった。当社が出展申し込みを行ったのは2023年1月31日の締切日当日で、ここ数年出展が遠のいていたこともあり、出展のハードルは少し高くなっていたように感じられる。



写真1 JMS会場@東京ビッグサイト

2 モビリティショー

100年に1度の大変革期を迎える自動車業界であるが、1990年代初頭200万人に達していた東京モーターショーの来場者数は、2008年のリーマンショック以降減少の一途を辿っており2017年には半数以下の77万人にまで落ち込んでいた。

リーマンショックにもコロナにも屈せず、「日本発」の未来を世界に発信したい、クルマからモビリティ

へ、東京からジャパンへ、自動車業界の枠を超えて他産業やスタートアップ、来場されるお客さまも含め、日本の未来を新しい仲間と一緒に創っていくという意思表示として、ショーの名称が変えられた。

JMS2023来場者数は日本自動車工業会が目標としていた100万人を上回り、111万2000人となった（写真2）。前述したように100年に1度の大変革期を迎える自動車業界と言われて久しいが、今回のJMSは自動車業界の将来を示す格好の場となった。

ショーコンセプトとして「みんなで一緒に未来を考える場」が掲げられ、FUTURE, GREEN, DREAM, 3つの切り口で、モビリティだけでなく日本の産業全体の未来、カーボンニュートラルを軸とした環境対応、子供から大人まで夢を持てるような場とするという意思が示された。



写真2 JMS会場で入場を待つ来場者

3 久しぶりの出展

今回、出展に際し委員メンバーの選定、コンセプト決め、展示物の決定、展示物の製作と準備を進めていったが、準備の何をとって“久しぶりの出展”であることによる苦労が多かった。

委員会設定でも、前回（2017年）から考えると組織編成もあり参加部署の選定から必要であった。また、選定した委員の大半は過去に東京モーターショーを訪れたことのないメンバーで、展示物の検討段階でも手探りで進めている感覚があった。ただ反対に、前例に倣う必要がなかったため保守的な展示ではなく、何事もゼロベースで考えることができたことは、想像力が膨らみ、楽しく、やりがいがあったと今では思う。

当社出展コンセプトは、JMS主催コンセプト（図1）、3つのキーワードから将来予測に十分時間を掛けた。

FUTURE, GREEN, DREAMのそれぞれに対し、客観的な根拠をもとにカヤバの技術で何ができるかを議論し、出展コンセプト・出展物の造り込みを行った。そこで委員会では「未来を創る、つなぐ地球、夢見た暮らし」の3つをキーワードに、新たなモビリティ社会の居住空間や移動に対する貢献/価値提示をカヤバの出展コンセプトとした（図2）。



図1 JMS主催者コンセプト

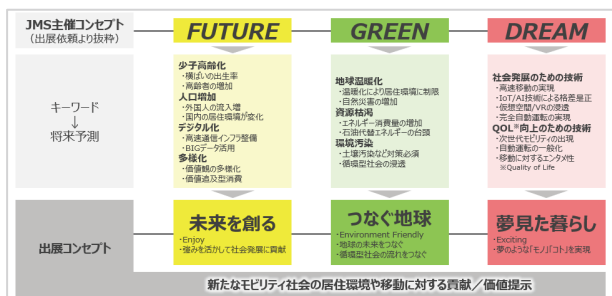


図2 カヤバ出展コンセプト

4 悪戦苦闘した準備

JMSの社内メンバーが始動したのは2023年3月末である。メンバーは幹部からなる推進委員と、実務

担当である実施委員から構成される。

4.1 新生カヤバをアピール

準備段階での初めの壁はブースや展示内容のコンセプト決めであった。

主にサスペンション事業（以下SA事業）からなる委員メンバーであったが、“モビリティショー”であるためSA事業の製品に限らず事業をまたぐ展示としたかった。そのため、自社の製品ラインナップや最新の開発を出来る限り情報収集した。

また、ショーへの出展であるため社会や世界のトレンド情報を数多くの文献から収集した。モビリティ分野はもちろんだが、それにとどまらずサービス・環境・Education（教育）分野など、自動車部品会社であることや油圧が使われているものに意識が囚われない様に“あったらいいな”を出来る限り想像した。

コンセプトが決まったのは5月末で、検討や再考、報告、社内合意までは実に2ヶ月を要した。前述で3つの社内展示コンセプトを紹介したが、将来の課題へのコミットする意味を込めて「未来を創る」・環境配慮の取り組みとして「つなぐ地球」・社会発展のための技術やQOL（Quality of Life）向上のための技術を提供する意思として「夢見た暮らしの実現」の3つをテーマに据えた。

またブースコンセプトは当社を知っている人も知らない人へもカヤバをアピールしたいという気持ちを込めて「カヤバのアソビバ」とした。このコンセプトワードには、様々な「場」を楽しんで良くする。安心・安全・楽しいを届ける。という意味が込められている。コンセプトワードで社名を前面に出したのは2023年10月に正式社名が「カヤバ株式会社」へ変更したことを知ってもらいたいという意図もあった。

4.2 展示物の製作

最初のコンセプト決めで苦労した結果、展示物の製作日程が圧迫された。（スムーズにコンセプトが決まっても決して余裕のある日程ではなかったが...）

コンセプトが決まった後は、展示物を具体化していった。何を展示するか、ブースのどこに何を置くか、ということだ。

今回展示したものを列挙する。

1. フルアクティブサスペンションのデモンストレーション
（キャンピングカーのハイマーに搭載されたフルアクティブサスペンションで究極の乗り心地を表現）
2. サステナブル
（開発中の生分解性作動油の静展示、スーパー

耐久に参戦した水素カローラや、カヤバラリーチーム参戦車両への搭載事例紹介)

3. スマホで繋がるショックアブソーバ体感機
(ショックアブソーバの減衰力の値をスマートフォンで遠隔操作し乗り心地を調整できる製品/サービス)
4. パスカルの原理体感機
(油圧を用いると、小さい力で重いものを持ち上げることができることの体感機)
5. 注射器シヨベル操縦コーナー
(シヨベルカーのシリンダ部分とポンプ部分を注射器で代用し、油圧を遊びながら理解してもらえる体感機)
6. 車いすを用いたショックアブソーバの機能体験コーナー
(ショックアブソーバの有りと無しでは乗り心地がどれほど違うかを体験してもらうため車いすにショックアブソーバを取り付け、来場者に乗り比べてもらった)
7. ショックアブソーバ組立体験
(ショックアブソーバを来場者に実際に組み立ててもらって体験コーナー。バルブ類は実際の量産車に使用されるものを用い透明の筒にすることで、中身が見えるよう工夫した)

短い準備期間でこれだけバラエティー豊かな展示物を出展できたのは、委員メンバーの意欲と行動力、社内外の関係者からの絶大な協力の賜物である。

この種類豊富な展示を出展するため、委員メンバーで役割分担し、チーム毎に準備を進めていったが、どの展示も本当に苦勞していたのを覚えている。

全ての展示で共通した苦勞は、“見せ方”である。今回わたしたちは、老若男女問わずカヤバのことを知ってもらいたいという気持ちでブースを作りこんでいった。すなわち堅苦しい解説ではなく、小さなお子様でも楽しみながら理解してもらえる展示にしたかった。

カヤバ社員は既にある程度の油圧知識を備えている。その当たり前に囚われず、油圧の基礎知識やカヤバの最新技術を伝えるにはどのような“見せ方”をすれば良いか試行錯誤を重ねた。

例えば、ショックアブソーバの組立体験では、組立説明書が記載の内容で伝わるか、周りの人たちに声をかけ何度も試行しては説明書を修正した。

車いすのショックアブソーバ体験では、来場する不特定多数の方が違いを感じられる減衰力仕様へ何度も作り直し調整した。展示物搬入の一週間前でも納得できるものは仕上がってなく、どこをどう修正すれば良いか夜までメンバーで意見を出し合った

(写真3)。

その翌日には前日夜まで考え込んでいたメンバーの所属部署の方々が、製作中の展示物に集まり一緒に悩み試作してくれた。担当から課長、室長まで、入れ替わり立ち替わりでたくさんの方がアソビバカラーの車いすショックアブソーバ(写真4)を取り囲み、力を貸してくれている光景を見たときは胸が熱くなるものがあった。



写真3 20時過ぎ展示物を見つめ行き詰まるメンバー



写真4 アソビバ車いす

5 大盛況だったアソビバブース

なんとか展示物も完成し、10月末、東京ビックサイトにてJMSが開催された。一言でいうと、準備は“大変”、会期中は“楽しかった”。

5.1 関係プレーで円滑な運営

開催まで、自分たちのブースにお客さまは集まってくれるのか、他社はどのようなブースを出すのか、カヤバだけの外れな展示になっていないか心配で待っていたが、ブースの完成形を見るとその心配は吹き飛んだ。ブースの完成度は高く自信を持ってお客さまをお迎えできた。

大きなトラブルはなかったものの、12日間という長い会期もあり、展示物が一部破損してしまったり、デモンストレーションの最中に使用していたタブ

レットがブラックアウトしたりと少し冷汗を流すことがあった。

修復作業をしたり、トラブル時は間をつないだりとお客さまには大きな不満を抱かせることなく日々アテンド者で臨機応変に対応した。トラブル時は岐阜地区の工場や相模工場、本社メンバーへ情報共有を行い、修理備品の追加購入や必要備品作成など出来ることは遠隔でも皆が尽力した。

5.2 幅広い層から好評を得た

今回のブース「カヤバのアソビバ」には、たくさんの来場者にお越しいただいた。

正確なカヤバブースへの来場者数は人が混みあったため集計できなかったが、アンケートだけでも4127人にご回答頂けたことから、流動的な来場者を含めると1万2000人程度のお客さまが「カヤバのアソビバ」で遊んで楽しんでくれた。

プレス（記者）の方や親子連れのご家族、車好きの大学生、ただイベントだから来てみたという方など多くの方にブースに足を運んでいただき、「カヤバのアソビバ」のコンセプトが活かしていることがブースに居ると体感できた。

お客さまからは“色々な体験ができて楽しく学ぶことができた”、“幅広い世代が楽しめてよかった”、“普段見られないショックアブソーバの中身を見ることができたり、減衰力有り無しと比較動画でカヤバ製品の働きが理解できたりした”、“明るいブースで部品メーカーの少しお硬いイメージが覆された”と好意的な意見を多く頂戴した（写真5）。



写真5 アクティブサスの動作デモ

5.3 プロフェッショナル

このように成功を収めたJMSであるが、カヤバブースの成功はブースのデザイン決めから運営まで、アドバイスや運営協力して下さった株式会社クオラス様なしでは成り立たなかった。

6年ぶりのモビリティショー（前回までは名称はモーターショー）出展で、手探り状態の当社運営を補い、準備段階から会期終了まで手厚くサポートして下さった。

クオラス社スタッフの所作や仕事はまさにプロフェッショナルで、間近で見て学ぶことが多く、プロとしての働きに驚嘆した（写真6）。



写真6 会期終了後の記念撮影（最終日メンバー）

6 会期後も活躍の展示物

苦労して作り上げたアソビバブースと展示物であるが、大盛況だったこともあり、ブースのデザイン壁や展示物を引き取りたいという社内からの要望を多く頂戴した。

展示物の一部は当社開発センターとカヤバ史料館へ移設されることとなった。今後も「カヤバのアソビバ」精神が継承されていくことを願う。

7 おわりに

今回カヤバブース出展にあたり、エグゼクティブオフィス部広報IR室をはじめとする本社、基盤技術研究所等、AC事業部以外の方々のご協力やご支援をいただき、非常に盛況で終えることができました。

メンバー一同大変感謝しています。

また適宜アドバイスをくださった方々、関係者の皆様にはこの場をお借りして深く感謝を申し上げます。

著 者



水野 真美

2007年入社. オートモーティブコンポーネンツ事業本部
技術統轄部技術管理室.



田口 瑠子

2017年入社. オートモーティブコンポーネンツ事業本部
技術統轄部技術管理室.

随筆

中国駐在記

山内 一志

1. はじめに

私は世界中で猛威を振るったCovid-19の真ただ中の2021年2月から、落ち着きを取り戻した2023年9月末までの約2年8か月にわたり中国江蘇省鎮江市にあるKYB Industrial Machinery (Zhenjiang) Ltd. (以下KIMZ) に単身で駐在した。

当時の中国ではゼロコロナ政策が敷かれており、海外からの中国入国者は例外なく合計28日の隔離措置を取っていた。その隔離を経て駐在員としての生活をスタートさせた。

2. 28日間の隔離生活

まずはじめに隔離生活について紹介する。

中国への渡航は、発着できる空港が限られていた影響で関西空港から南京空港までのフライトとなった。当時の関西空港の場内は、ほとんど人の気配はなく、一部の飲食店のみ開店している状態だったことを記憶している。飛行機へ搭乗後に周りを見れば、客室乗務員や一部の乗客は白い防護服を着用していたため、客室内はいつもと違う異様な雰囲気であった。

南京空港到着後は事前に申請していたPCR検査結果や健康状態の登録内容確認、PCR検査の受診など、空港を出発するまでかなりの時間を要した。また、どの隔離施設に案内されるか到着まで分からないためかなり不安であったが、まずまずのホテルの部屋に案内されたので安心した。

食事は朝、昼、夜と3食暖かい状態で提供された。とはいえ、中国特有の香辛料が苦手な私はほとんどのものを口にはできず、日本から持ち込んだインスタント食品やKIMZからの差し入れによって孤独な隔離生活に耐えることができた。

隔離期間中に春節(旧暦のお正月)を迎えた。その日の夕食は特別食として水餃子が提供された。おいしかったのだが私の胃にとっては重く、しばらく胃もたれが続いたのは良い思い出である。



写真1 隔離中の食事(春節の特別食)

3. 中国での生活

つぎに食生活について。

前述の通り中国の香辛料が苦手な私は、家の近所にある韓国料理や、鎮江市内にあり日本語が通じる本格的な日本式の焼鳥屋によく通っていた。そこで野球やサッカーを観ながら飲むビールは最高の楽しみ方であった。東京オリンピック、サッカーワールドカップ、WBCなどの日本中が熱狂していたであろうスポーツイベントを中国で楽しめたのは良かった。



写真2 日本式焼鳥屋での食事

中国では宅配サービスが進化しており、スマートフォンアプリで食事や日用品などをドアtoドアで

届けてくれる。基本的にインドア派な私にとっては大変うれしいサービスであったが、このサービス故、一度も家の外に出ない週末もあり、健康にはよくないサービスかもしれない。



写真3 宅配朝食



写真4 宅配のうなぎ丼

そして、中国での買い物事情について。

中国にはWechat（微信）と呼ばれる日本のLINEのような連絡アプリがある。このアプリは中国で生活するうえで必須のアプリの一つである。ほぼ全ての店での支払いはこのアプリで行っており、日本とは桁違いにキャッシュレスが浸透している。

よって、スマートフォンの充電残量はとても重要であり、置忘れなどには細心の注意が必要である。

しかしながらこの支払機能を使うにあたっては中国の銀行口座が必要であるため、口座を持たない海外からの訪問者は使用できないのが残念である。

通販アプリでは割高にはなるものの、日本で売られている食品も購入できるので、駐在期間中はとても助かった。

4. 中国での業務

中国に赴任してからの主な業務は、カヤバの主力製品のひとつでもある、20t～30tクラスの油圧シヨベルに使用される油圧シリンダのKCH(Kayaba Cylinder Highpressure)の生産ラインの工程改善

に関わる業務に従事していた。マザー工場である南工場の改善の横展開をはじめ、生産技術部の主管としてKIMZスタッフによる独自の改善のサポートをしていた。

KIMZスタッフの改善への意欲は非常に高く、改善の内容のレベルの高さやその達成までのスピードには、正直に言うとなついていくのが精いっぱい、我々駐在員も見習わなければならないと痛感した。

その中でも、赴任期間中に生産技術発表会でKIMZにとっては初めてとなる生産技術課のスタッフによる改善事例が発表できたことは、私にとって大変誇りに思える出来事の一つとなった。

なお、発表は通訳を使わずにすべて日本語で発表した。KIMZには通訳以外のスタッフであっても日本語が使えるスタッフが多く在籍していたため、私の中国語のレベルが全く向上することはなかった。

5. 一年ぶりの一時帰国

2022年2月末にコロナワクチン接種もかねて一年ぶりに日本へ一時帰国をした。当時の日本政府の海外からの入国者に対するの主な措置は、

- ・ 出国前のPCR検査の陰性証明の提出
- ・ 公共交通機関での移動禁止
- ・ 自宅（宿泊施設）での1週間の健康観察

などが義務付けられていた。

成田空港に到着した私は、自宅のある岐阜県まで約440Kmの道のりのレンタカー移動を余儀なくされた。運転はもともと好きなほうなので問題なかったのだが、

- ・ 一年ぶりの運転であること
- ・ 中国とは車線が左右逆である
- ・ 初めて首都高を走る

ことから多少の不安があったが、はやる気持ちを抑えつつ、普段以上に慎重な運転を心がけたことで、約7時間かけて無事帰宅できた。

一年ぶりに家族と再会できた私は、家族との時間を大切にしたい。その中でも野球観戦やテーマパークへ遊びに行ったり、長男が参加している野球のスポーツ少年団活動とともに汗を流すなど、駐在中にはできないことを家族とともに楽しむことができた。

一時帰国中は基本的にはテレワークにて勤務をしていたが、岐阜南工場や東工場に顔を出し、約1年ぶりに再会する同僚へのあいさつや、最新の改善活動などの情報収集に注力した。

そんな楽しい時間も終わりを告げる時間がやってきた。コロナワクチン接種も完了し、中国へ戻る時間を迎えることとなった。

次の一時帰国は1年以上先となることが分かっ



写真5 ナゴヤドームでの野球観戦

ていたので、別れの際にはさびしい気持ちが込み上げてきたことは言うまでもないが、日本に家族を残してきた海外駐在員として、今まで以上に業務に邁進することを深く心に刻んだことはこれから先も忘れないだろう。

6. 中国旅行

話は変わり、中国駐在期間中に行くことができた旅行について記す。ゼロコロナ政策も終わり、コロナ禍が落ち着いた2023年6月に兵馬俑で有名な陝西省の西安、9月には万里の長城がある山西省の大同へ行くことができた。

紙面の都合上、この随筆では西安旅行について紹介する。中国の6月は端午節と呼ばれる連休があり、それを利用してKIMZスタッフ達と一緒に3泊4日の旅行に出掛けることができた。コロナの影響もあってKIMZのある江蘇省を出たことはなく、私の知らない中国を知ることができるということで、とても興奮したことを覚えている。

さすがは中国である。国内移動でも飛行機は当たり前で、高速鉄道(日本でいう新幹線のこと)で行っても6時間以上の移動であり、大陸の広さを感じた。

西安到着後は、まず地元の食事をとったが、鎮江とは違った味付けと感じた。この地域では米よりも小麦がよく食されているようで、小麦を使ったパンや麺などの汁物の食堂をよく見かけた。

初日は市内観光しながら食べ歩きを楽しんだ。夜の街のライトアップは煌びやかであり、さすが中国と改めて実感した。

2日目は、タクシーに乗って兵馬俑のある博物館まで移動した。正直なところ、兵馬俑という存在は学生時代に教科書で見た程度で、石像がたくさん並



写真6 西安のライトアップ

んでいるという印象しかなかったが、行ったことで初めて秦の始皇帝のお墓だと認識した。もともと中国の歴史には詳しくなかったのだが、中国をもっと知るためにも三国志を読み漁ろうと思った。



写真7 兵馬俑

連休ということもあり、中はたくさんの観光客でにぎわっており、前に進むのも大変な状況ではあったが、中国の歴史に触れられてよかったと思う。

夕食は、陝西省で有名な麺料理、漢字の画数として中国でも最多の56画もある『𩱔𩱔麵』を食べることができた。『ジャンジャンメン』と発音するが、中国人でも読めるけど書けない代表的な漢字と思われる。

日本でいう汁なし混ぜそば風ではあるが、見た目よりも辛くなく、幅広の麺に唐辛子と山椒と甘辛いたれが良く絡み、非常においしかった。

3日目は、華山(hua shan)と呼ばれる5A級観光地に指定されている中国で有名な山に登った。登ったといっても、ロープウェイを利用したのは言うまでもない。さすがは中国の五名山とされている山である。天候にも恵まれ山から見える景色は美しく、今でも心に刻まれている。

しかし、高所が苦手な私は、山の稜線を歩くのも怖く、撮影ポイントでは柵が設置されていなかった



写真8 ビャンビャン麺

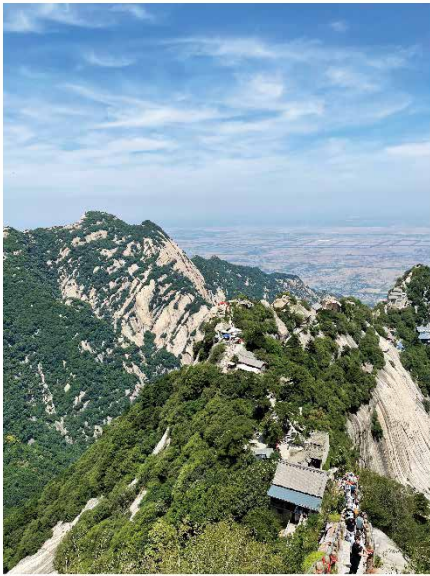


写真9 華山からの景色

ため足がすくんでしまったのは苦い思い出である。
最終日である4日目には、洛陽にあるユネスコ世界遺産に登録されている龍門石窟へ足を運んだ。石窟とは岩の壁に仏像が彫られている壁であり、10mを超える大型の仏像や、洞窟の中に仏像が彫られて

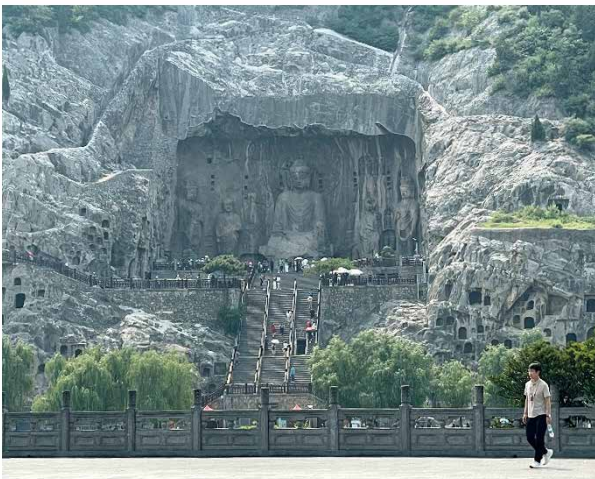


写真10 龍門石窟

いたり、圧巻の光景であった。1500年前には完成していたようで、現代まで残っているとは驚きである。

7. おわりに

これから先の人生でおそらく経験することはないであろう28日間隔離生活から始まった駐在員生活は、初めは不安がとても大きかったが、2年8か月という期間も過ぎてしまえばあつという間であった。

また、駐在中にはたくさんの方々から中国での業務や生活のサポートをしていただきました。この場をお借りしてお礼申し上げます。

帰任直前には何度も壮行会を開催していただき感謝申し上げます。みんなと杯を交わした中国の定番のお酒である『白酒』の味は二度と忘れることはないでしょう。



写真11 生産技術部スタッフとの食事会



写真12 生産部スタッフとの食事会

最後に、今回の中国駐在は家族は帯同せず単身の駐在であった。今では小学生になり一人であることが増えているが、駐在した当時のまだまだ手のかかる幼稚園の年長クラスと、年少クラスのわんぱく真っ盛りの男の子二人を日本に残してきた。

そんな彼らの育児を一人に対応していただいた妻には感謝を申し上げます。

また、毎朝のビデオ通話は欠かさず行ってはいたものの、父親不在でさびしい気持ちを我慢してくれた息子たちにも感謝申し上げます。

著者



山内 一志

2005年入社. 岐阜南工場管理部(原価企画). 岐阜南工場生産技術課, KIMZ (HC) 駐在を経て現職.

随筆

マレーシア駐在記

小泉達也

1. はじめに

私は2020年～2023年にかけての3年間、KYB-UMW MALAYSIA Sdn. Bhd. (以下KMSB) に赴任し、生産技術部門およびメンテナンス部門、安全部門などに関する業務を行ってきた。また、駐在員としてマレーシアという国に住み、多くの経験を積むことができた。

今回のマレーシア駐在記では、コロナ禍の状況、私が感じたマレーシアという国の文化、日本との相違点、得られた経験を一部紹介する。



写真1 コロナ禍のマレーシア中心部の状態

2. コロナ禍により隔離生活

私の駐在員生活は隔離生活から始まった。2020年世界的に蔓延したコロナウイルスは多くの方々への生活へ影響を及ぼし、2020年初旬に渡航が決まっていた私の駐在員生活にも当然影響した。難航した査証（ビザ）の取得も、渡航許可が下りると直ぐにマレーシアへの飛行機へ乗り、クアラルンプール国際空港へと向かった。クアラルンプール国際空港も世界的なハブ空港で、出入国審査から荷物を受け取るまでに通常1時間程度かかるが、入国した当日は、

出国審査に約5時間程度とかがかったと記憶している。基本的に世界的な混乱が始まった直後でルールやどうすれば正しいのかは誰一人としてわからず、手探り状態だったため、全てが混乱状態であった。当時入国した数便の全ての乗客者は、通常の出入国レーンではなく、その脇にある特別室のような場所で一人一人の名前を呼ばれるのを待ち、簡単な質疑により入国審査が完了となる手順であったため、かなりの時間を費やした。その場にいた全ての人は、不安な状態で待ち続けた。結果的に、その日の内に空港から出られたが、即隔離生活はそこから始まった。

2020年当時のマレーシア国内のルールは、全ての入国者に対して一律2週間の隔離を課し、2週間が終了した時点でコロナ検査を実施し、陰性の人のみ解放され、私もそれに従い隔離生活後近くの国立病院にて検査を受け、隔離生活から解放された。

後に、2020年のほぼ同日、同週に入国した商社の方や営業の方などと話をすると、お互い大変な時期にマレーシアへ入国し、海外生活を始めた同じ境遇の仲間としての連帯感が沸き、他の会社の方々ではあったが、「あの時は大変でしたねぇ」と笑い話のように振り返られる人達と出会うことが多かった。

3. 業務開始は在宅勤務

隔離生活から解放され、KMSBでの業務をスタートしたが、コロナウイルスは収束せず、2021年の初旬にはマレーシア全土でロックダウン（都市封鎖）がマレーシア政府から発せられ、官公庁や病院といったライフラインを除いた全ての業態（サービス業、製造業、飲食業など）が操業停止となり、多くの人が強制的に自宅待機あるいは在宅勤務となった。

ロックダウン時は、基本的に外出禁止で、食料品を買うためなら数キロ圏内で1人のみで行動可などの厳しいルールが発表され、違反をすれば罰金あるいは禁固刑と処されることから、守らざるを得ない状況であった。



写真2 工場内のコロナ対策に関する掲示

コロナ対策に関するマレーシア政府の発表は、SNSやマレーシア独自のスマホアプリから情報が入り、マレーシア国民全員へ発信され、それに従う形であった。異国に住んでいる我々にとっては、マレー語による発信を英語や日本語へ変換する事で理解する必要があった。マレーシア政府が発表する対策スケジュールは、工場に出勤できる人数や時間が決められ、だれをいつどの場所、工程へ配置あるいは出勤させるのか、また、生産技術部門としては、生産準備は部品がある限り溶接工程を行い、仕上がれば組立工程に回すなど、可能な限り出来る事を実施していくという状態であった。しかしながら、政府から発表されるルールも1, 2週間で操業可、操業不可が変更となった事もあり、物を作るだけでなく、出荷する事や部品の受け入れ、発注するといったロジスティクス関係が特に大混乱で、毎日のように調整、連絡とかなり大変であった。



写真3 オフィスの消毒の様子

在宅勤務中は、投資案件の会議や資料作成、工場内物流改善など限られてはいたが、Teamsミーティングを利用し上職と会議、部内での会議実施と、かなり忙しい在宅勤務であったと思うと同時に、マレーシアスタッフとの共通言語はやはり英語で、2016年のACTIVE研修で英語を身に着けておいて良かったなと痛感した。また、マレーシアという国は、英語のレベルが高く（英語が通じる機会が多く）、工場内や普段の生活でも80%近く英語で完結できたため、3年間マレーシアに住んでいたが、マレー語を頻繁に使用しなければならない状況は少なかった。

むしろ、仕事の上では「中国語もできたらなあ」と考えさせられる機会が多かった印象を受けた。

4. マレーシアの文化

4.1 各国の文化

マレーシアという国は、一般的にイスラム教の国であるが、約7割がマレー系マレーシア人、約2割が中華系マレーシア人、約1割がインド系マレーシア人と主に3つの文化また、その他の文化が交じり合った国である。そのため、駐在した3年間で3つの国に住んでいたような感覚であった。2022年の暦の流れでは、日本人にとって1月1日「元旦」は、正月に該当し1年の始まりや休暇に相当する日だが、中華系の人達は、2月が旧正月で「新年開来」と祝い、街もCHINESE NEW YEAR一色となる。



写真4 中国文化の旧正月

4月になると、イスラム教徒の方々にとって大きなイベントである「断食」や「ハリラヤ (Hari Raya Puasa)」といった祝日があり、多くの人達が田舎 (Kampung) への帰省や家族での集まりを行う機会が、加えて8月31日マレーシアの独立記念日 (Hari Merdeka) にも国を挙げて盛大なパレードが実施されるなど国内は祝賀ムードが続く。



写真5 マレーシア独立記念碑

月日は流れ年末近くになると、11月にはインドの祭り「ディパバリ (Deepavali)」があり、個人的に私が住まいとしていたクアラルンプールのバンサー (Bangsar) エリアは、インド系の方々が多かっ

た。住んでいたコンドミニアムの近くにあった由緒あるインド寺院には、多くの正装された男性やサリーを来た女性がお祈りのために集まる姿が目に入った。



写真6 デイパバリのコラム (Kolam)

補足するが、マレーシアの人口の比率はあくまで凡そであり、その他アジアや欧米の人々も住み、文化も根付いている。また、暦の流れも、新暦、旧暦、イスラム歴では1年の長さが異なり、毎年、旧正月、ハリラヤやデイパバリは同じ月では無い。

4.2 各国の言葉

当然住んでいる国がマレーシアであるため、街の看板や標記、朝の部署内の朝礼がマレー語で、仕事上も中華系、インド系に関係無くマレーシア語での会話が主である。毎日のようにマレー語に触れる機会は多いため、否応なしにマレー語が少し聞き取れるようになったが、普段マレー語を話す必要性が少ないため、マレー語を話す事がほぼ出来ない状態で帰任した。そのような語学力のため、KMSBスタッフからマレー語で話しかけられ、英語で言い返すといった不思議な状況で仕事をしていた時があった。

マレーシア国内の設備関係の取引先に関しては、特に中華系の方々が多く、前述したように、マレーシアには中国文化も根付いており、中国語も多く見聞きする。今から書くエピソードは、中華系マレーシア人の話ではないが、設備の不具合対応時、台湾メーカーとTeamsミーティングを行った時の事。台湾メーカーの技術者は台湾語のみで、画面越しの営業の方が英語へ通訳し、会議を進める状況であった。ただ、通訳の方は、技術系の方では無いので、詳細な不具合箇所が我々KMSBメンバーへはうまく伝わらないことが多かった。そのため、KMSB側もKMSBスタッフの中華系の方に来てもらい、何とか台湾語→中国語→マレー語or英語への翻訳をお願いし、会議を進めていった。しかしながら、その

中華系のKMSBスタッフも技術系ではないので、台湾メーカー側の技術者の詳細な意図が、私を含めたKMSBメンバーへ伝わらず、混乱する時間が過ぎていった。会議も最終局面で、台湾メーカーからTeamsで共有頂いた報告資料が台湾語(漢字)で書かれており、その際、多少の漢字と技術的な事が理解出来る私が最初に正解へ辿り着いた。そこからKMSBスタッフへ英語で説明し、情報を共有する事ができ、その会議は事なきを得た。

普段、通訳を介して業務を行っておらず、その台湾メーカーとのTeamsミーティングの主言語は台湾語or中国語で、通訳を介して仕事することがこんなにも大変な事なのかという事と、やはり世界人口的には、「中国語もできたらなあ」と考えさせられる会議であった。

また、マレーシアには、インド文化も根付いており、インド系レストラン、インド系スーパー、インド寺院などが街に溢れており、視覚的な情報=伝統的な色や光、聴覚的な情報=街で聞く音や人々の会話、味覚・嗅覚的な情報=お香の匂いやスパイス、全ての入ってくる情報が日本とは異なり、日本人の私にとって衝撃的な事柄ばかりで、「インドへ行けば人生観が変わる」と言われているが、このマレーシア国内のインド文化に触れて、その言葉の意味に納得ができた。

5. マレーシアでの経験談

コロナによる規制は、2021年月中旬から徐々に緩和され、国内外での移動あるいは旅行が制限の下、許されるようになった。私は、赴任や仕事以外で8か国他の国へ訪れた事があるが、マレーシアを旅するのは初めてで、規制が緩和され、行動が許可されたタイミングでマレーシア国内の各地へ行くことができた。仕事以外でもマレーシアという国、文化から多くの経験が得られた。

マレーシア北西部の島のペナン (Penang) へ旅行した話。その日は、ヒンズー教の祭りタイプーサム (Thaipusam) が行われていた。タイプーサムとは、マレーシアとシンガポールの2か国のみで行われている「奇祭」と言われており、偶然そのような行事に出くわせたのは幸運であった。街の中を山車が練り歩き、その道を清めるためにココナッツを地面に叩きつけるなど、見たことが無い祭事が行われ、多くの人々が集まり、その人達の活気と強烈な祭事に圧倒されながらも、私のような外国人に「一緒に祝おう、一緒に踊ろう」と参加を促すような声をかけてくれる方々に影響され、積極的に祭りに参加する事にした。

メインイベントも終わり、ペナンの街を歩いていると「君らもこっちに来い」というようなジェスチャーをされ、恐る恐る誘われるがままその人の方へ向かうと、マレーシア以外でもあるかもしれないが、祭り事になると食事を振る舞う風習があり、私はその場に誘って頂いた事がその時わかった。最初は、申し訳ない気持ちが先行し、断る行動をとっていたが、誘って頂いた方の優しさで外国人の我々にもカレーを振る舞って頂いた。米、具材、カレーと食堂のようにプレートに載せて頂き、いざ食べるとなると、フォークやスプーンは、当然無し。私は、人生で初めてに近い形で、カレーを手で食べた。その時ばかりは、隣にいたインド系のご家族からGoodと褒められた。その後も、KMSBスタッフとの出張時、マレー料理のお店へ入った際に、皆で料理を手で食べた事を思い出したが、既に数回経験している私は何の違和感も無く手で食事を行った。手で食事を行う事が正式な文化を持つ人達と共にする＝郷に入れば郷に従えであり、私にとって貴重な経験をしたと思う。



写真7 祭りの山車



写真8 ココナッツとカレー

マレーシアには、多くの観光地があり、ニョニヤ料理 (Nyonya) で有名なマラッカ (Melaka) や中華系文化が残るイポー (Ipoh)、ランカウイ島 (Langkawi) などへ仕事の合間を縫いながら行くことができた。その中でも私は、マレーシアの南東部に位置するレダン島 (Redang) が一番良かった。

レダン島はマレーシアで、一番美しい島と称される程、海や砂浜が綺麗で、「南国に来た」と思える場所であり、コロナ明けの短い期間で、2回レダン島へ行くほど行きたい場所であった。また、マレーシアで印象的だった物は、普通の街中に生えている動物や植物。日本と東南アジアでは気候が異なり、生えている植物も生息している動物も初見の者が多かった。また、イスラム教のモスクは、見る形、大きさ、デザインが日本のお寺や神社とは異なり、世界の広さを感じた。



写真9 マラッカとイポー



写真10 レダン島



写真11 動物と植物



写真12 モスク

一方で、私が住んでいたクアラルンプールは、マレーシア最大の都市かつ首都であるため、有名なペトロナスツインタワーやKLタワー、独立記念広場といった有名な建物が立ち並ぶ大都会である。マレーシアにも国産自動車メーカーや日本の自動車メーカー工場が昔から存在する事もあり、レース文化が根付いており、セパンサーキット場ではMotoGPが現在も行われ、MotoGPが行われる週は、クアラルンプールの中心地で特別なイベントが開催されていた。シンガポールへ旅行した時も、コロナによる行動規制が世界中で緩和され、3年ぶりのF1グランプリが開催されるタイミングで、街中がF1一色となり、一時中断されていたイベントも、2023年には、数年ぶりに復活しつつあった。

マレーシアに入学した2020年は、全てのイベントが中止あるいは禁止で、行動規制や多くの制限下で暮らしていたが、当時と比べると、元の世界に戻りつつある瞬間でもあった。



写真13 モトGP色ペトロナスツインタワー



写真14 シンガポールF1グランプリ

6. マレーシアでの業務

マレーシアでの業務担当は、主として生産技術部門であったが、メンテナンス、安全、工場施設管理など多岐にわたった。普段日本で実施する事は無い、部品の発注後の経理部門への相談や納税、設備輸入への対応、物流やトラックスケジュールの確認調整といった、北工場では他部門の仕事に当たる案件を経験した。

マレーシア工場は、4輪のショックアブソーバと2輪のフロントフォーク、オイルクッションユニットを製造している。北工場で4輪部門に所属している私は、2輪の製品を当然扱った事が無かったが、4輪同等2輪も担当した。

赴任当時のマレーシア工場の状況は、コロナ禍ではあったが、マレーシアの経済は成長をし続けて、自動車やバイクの需要が増加傾向で、生産能力が追い付いていない状況であった。製品群も多いため、機種移管やレイアウト変更のみで対応できることは不可であった事から、設備の大型投資を実施していく方針であった。

4輪の場合、めっき装置、溶接工程、組立工程、センタレス工程など多くの設備投資と条件設定～試運転、安全宣言を実施していった。仕事は一人で完結する事が絶対に来ないため、KMSBメンバーと密にコミュニケーションを取りながら、推進していった。また、専門的な事項は北工場からアドバイスを頂きながら、問題を解決することができた。KMSBスタッフと共に仕事を進めていく事で、多くの仕事を成し遂げることができ、この場を借りて、改めて感謝を申し上げます。

Terima kasih banyak

2輪の場合もまた、ニッケルクロムめっき設備、OCU組立工程改善の立案など大型投資案件が続いた。4輪と2輪は似て非なるもので、設計思想や図面が異なるため、作り方も異なる。特に、鑄造、コンデンサ溶接、スナップリング挿入など、全く経験が無かった工程を目の当たりにした。経験上解決できる問題もあったが、多くの案件は自ら解決する方向へ導けなかったため、KMSの方々から多大なサポートを頂いた。何度も電話にて相談して頂き、かつマレーシアへ何度も直接技術支援を頂き、本当にありがとうございました。この場を借りて、御礼申し上げます。

多くの案件を処理する必要がある、目まぐるしく過ぎていく日々であったが、仕事の成果の一部として親会社のUMWグループからKMSBの生産技術部門に対して、ベスト革新賞（グループ賞）：BEST INNOVATOR (Group) を受賞する事ができ、皆の頑張りが報われた瞬間であった。

なお、この授賞式にはドレスコードがあり、マレー系の正装を1枚も保持していなかったため、服を調達する事がかなり大変で、ローカルスタッフから何処で購入できるのかなど色々教えて頂き、助けてもらった。



写真15 受賞時KMSB生技メンバーとの写真

7. おわりに

約3年間のマレーシア駐在の間に携わった全ての方々に御礼申し上げます。コロナ禍の閉塞的な状況から徐々に世界が開いていく時代にマレーシアに駐在できたことを幸運に思います。また、KMSBは2023年で創立40周年を迎えられました。今後の更なる発展と飛躍をお祈り申し上げます。

著者



小泉 達也

2010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。KMSB駐在を経て現職。自動車用ショックアブソーバの工程設計に従事。

「デジタルツイン」

「デジタルツイン実現に向けたXR（クロスリアリティ）技術の社内適用」（p. 7）に記載

技術本部 基盤技術研究所 電動化ユニット先行開発室 小川 睦

1 デジタルツイン^{1),2)}

「デジタルツイン」とは、2002年に米ミシガン大学のマイケル・グリーブスにより提唱された概念であり、現実世界から集めたデータを基に仮想世界にまるで双子（ツイン）のように現実世界の環境を再現することで様々な検証や改善を行う技術である。

デジタルツイン環境を構築することで現実世界では危険性が伴う故障試験なども仮想世界上で安全に実施できるため、生産の最適化や業務効率の向上、時間やコストの削減などの効果が期待できる。

2 デジタルツインの仕組み

図1にデジタルツインの概念図を示す。デジタルツインは現実世界と仮想世界、それらとの情報のやり取りによって構成されており、その役割は現実世界に起こりうる変化を仮想世界でのシミュレーションによって予測し、改善につなげることとなる。以下にデジタルツインの流れを示す。

- ①IoT活用により、リアルタイムに各種機器からデータを収集する
- ②収集・蓄積したデータを基に、仮想世界でAIやCAE活用による分析・予測を行う
- ③分析・予測結果を現実世界にフィードバックし、現実世界で対策・改善する

3 デジタルツインの特徴

デジタルツインはシミュレーションの一種となるが、従来のシミュレーションと比較して、最新のデー

タが収集・蓄積されるため、より現実に近い条件下でシミュレーション・評価が行えるという特徴がある。その他にも、リアルタイム性を活かすことでモデルベース開発（MBD）のように机上開発を効率的に進めることができるだけでなく、トラブル発生時の問題把握・原因追究・対策などを迅速に対応できることに加えて、故障の予兆を検知して適切なタイミングで対策する予知保全にも活用ができるなど、様々な改善につながる技術である。

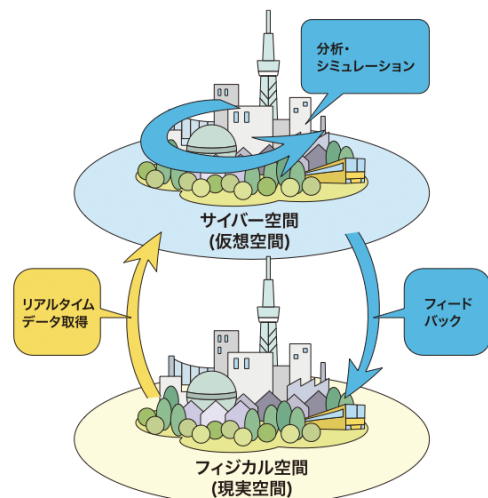


図1 デジタルツインの概念図

参考文献

- 1) 総務省ホームページ
https://www.soumu.go.jp/hakusho-kids/use/economy/economy_11.html
- 2) 総務省 調査研究報告書
https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/linkdata/r03_06_houkoku.pdf

「HCS機構」

「Φ37倒立フロントフォークの性能、品質改善構造の開発」(p. 26) に記載

カヤバ技報編集委員 久保 潔

1 Hydraulic Stopとは

Hydraulic Stop (以下HS) とは、ショックアブソーバ (以下SA) のシリンダ終端に配置され、SAが最圧縮や伸び切りとなる際に油圧でエネルギー吸収をして過大な衝撃を起こさないようにするための構造全般を指します。

その中でSAが圧側に動いた際に機能する物をHydraulic Compression Stop (以下HCS)、伸側に動いた際に機能する物をHydraulic Rebound Stop (以下HRS) とそれぞれ呼び、その両方の機能を組合わせた物をDouble Hydraulic Stop (以下DHS) と呼んでいます (図1)。DHSに関してはKYB技報 第58号に記事がありますので、そちらもご覧下さい。

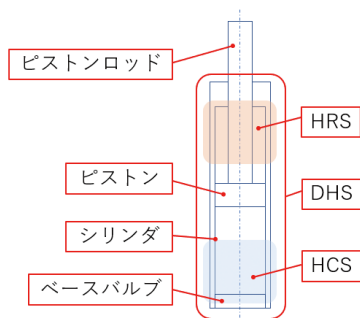


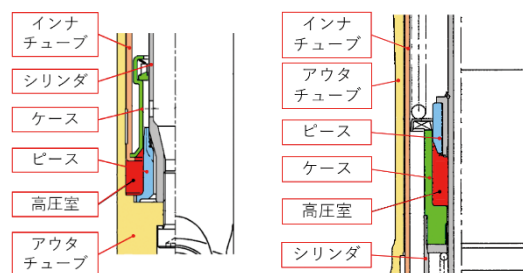
図1 DHSの簡易構造図

2 二輪製品におけるHCS機構

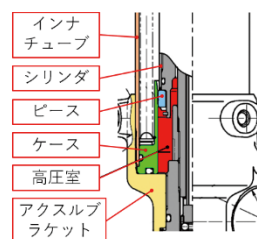
今回紹介したように二輪車用フロントフォーク (以下FF) ではHCSが使用されています。その代表的な構造は図2のようになり、それぞれ形は異なりますが、ストローク後半にケース内にピースを侵入させることで、その内部圧力を上げて衝撃吸収を行うことは

共通しています。また伸び工程への切り替わり時にケース内部が負圧になることで発生する音を抑えるため、全てチェック機能が設けられています。

HCSは各部品の長さや絞り部テーパ形状によっても発生する特性が変わりますが (図3) これらは現在複数の標準部品が用意され、実車テスト時にお客様の車両に対して最適な特性が選択されます。



(1)フリーバルブ用 (2)カートリッジダンパ用



(3)気液分離ダンパ用

図2 二輪のHCS構造

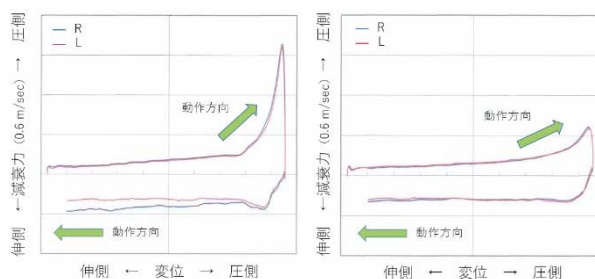


図3 HCSの特性 (減衰力) 違い

編集後記

近年、AI、IoT、ビックデータ等のICT技術は、目覚ましい進歩を遂げており、社会全体に、大きな変化をもたらしている。中でも、chatGPTなどの生成AIで、論文を作成することも可能で、近い将来は、Excel、Wordと同じように業務で普通に利用する時代が来ると言われている。数年後は、この技報も生成AIによって作成された記事が掲載されるかもしれない。それぞれの記事には個性があり、筆者の思いが感じられ、これも面白味の一つである。今後、生成AIの活用があっても、画一的な記事にならないことを願うばかりである。(川島委員)

カヤバ史料館で展示している【歴史と年表】パネルの更新にあたり、電子機器製品の歴史を辿ってみると、その時代の社会状況がよく伝わってくる。西陣織の直織装置に始まり四輪車向け電動パワーステアリング、電子制御サスペンションシステム、鉄道用制振装置といった製品をこれまで市場に送り出してきた。現在は100年に1度の変革期と言われており、そのトレンドとされる自動化、電動化などを手段として世界が直面する社会課題の達成が求められている。その施策は多種多様であり、カヤバにしかできない技術で明るく活気ある未来を描いた技報を皆で頑張っ綴っていきたいものである。(椋澤委員)

昨年、私が所属する(株)タカコは創立50周年を迎えた記念すべき年となった。ここまで、(株)タカコではアキシャルピストンポンプの内蔵部品であるピストンあるいは、小型ピストンポンプ、ソレノイドバルブの設計・製造などを通じて油圧業界に貢献してきた。これから先は地球温暖化の問題等で油圧に向けられる目が厳しいものになることが予測されるが、まだまだ油圧の良さはあらゆる方面で必要不可欠なものとなっており、この油圧の良さを社会に貢献できる製品として開発し、本技報を通じて全世界に紹介できればと考える。(河野委員)

編集委員

◎伊藤 隆	技術本部基盤技術研究所	梅田 禎典	HC事業本部技術統轄部
椋澤 亮一	技術本部基盤技術研究所	米川 典秀	HC事業本部技術統轄部
藤波 太郎	技術本部生産技術研究所	小林 弘孝	HC事業本部技術統轄部
周防 士朗	技術本部知的財産部	萩平 慎一	航空機器事業部技術部
天野 玄規	経営企画本部経営企画部	川島 茂	特装車両事業部熊谷工場技術部
太田 康洋	AC事業本部技術統轄部	久保 潔	カヤバモーターサイクルサスペンション(株)第二設計室
宮谷 修	AC事業本部技術統轄部	河野 義彦	(株)タカコ技術本部開発部
佐々木和弘	AC事業本部技術統轄部	○小畑 宏	技術本部技術企画部
野口 洋一	AC事業本部MD事業部	○大林 義博	技術本部技術企画部
齋藤 啓司	HC事業本部技術統轄部		

◎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

MD事業部：車載機器事業部

カヤバ技報 第68号

〔禁無断転載〕 〔非売品〕

発行

2024年4月1日

編集発行人

カヤバ技報編集委員会

発行所

カヤバ株式会社

(2023年10月1日より、正式社名に

カヤバ株式会社を採用いたしました)

〒105-5128

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ディング南館28階

電話 03-3435-3511

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、カヤバ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。

〈カヤバのホームページアドレス〉

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

(トップ画面からカヤバ技報バナーをクリックして下さい)