



- ご挨拶  
代表取締役会長CEO 瀧澤 利一 ..... 1
- バルカーテクノロジーニュース  
冬号発刊にあたって  
技術総合研究所長 能勢 正章 ..... 2
- カスタマー・ソリューション  
進化し続けるMONIPLAT® ..... 3

- カスタマー・ソリューション《共著》  
SPM日常保全システムの開発・導入による  
業務効率化と工事品質向上について ..... 7
- 技術論文《共著》  
PTFEの状態分析 ..... 12
- 技術論文《共著》  
燃料プールの水漏れ緊急対応措置 ..... 17

- 製品の紹介  
半導体 wet 市場向け FFKM材  
TOUGHUORO®-WP75の紹介 ..... 22
- 製品の紹介  
耐酸性ふっ素系エラストマーシール製品  
“TOUGHUORO®-AC85”の紹介 ..... 26
- テクノロジーニュース 直近のバックナンバー ..... 30



# ご挨拶

株式会社バルカー  
代表取締役会長CEO

瀧澤 利一



令和7年の新春のご挨拶を申し上げます。

読者の皆さまには日頃から本誌をご愛顧いただき、厚く御礼申し上げます。

昨年当社において不祥事が発生し、多くの皆さまにご迷惑とご心配をおかけしましたことを改めて深くお詫び申し上げます。今後全社一丸となって再発防止と信頼回復に向けて邁進し、誠実に透明性の高い事業活動に取り組んでまいります。

さて、最近の世界情勢を見渡しますと、米国、中国、ロシア、中東など世界中で自国第一主義が強まり、国際社会は一層の混迷を深め依然として先の読めない不安定な状況にあります。価値観も一層複雑、多様化し、地政学リスクに拍車がかかり、企業の事業活動においても様々な課題に立ち向かう必要性が益々増してきています。このような予測が困難で不透明な世の中においてこそ、強いリーダーシップと価値観を共有した強い組織が求められる時代であると思います。当社もまた、社会の一員として果たすべき役割を明確に設定し、持続可能な未来の実現に向けて行動する責任があると考えています。従業員一人一人の自律的な行動と継続した挑戦で、社会の変化に迅速に対応していくこと、そして、世界の大きな流れを見据えた事業成長を加速させることが必要と感じています。

2024年度からスタートしました中期経営計画「New Frontier 2026」(NF2026)においては、昨年、開始の節目として、社長COOの交代を含む経営体制の世代交代を行いました。また、当社の歩みの中で培って来たビジョナリー経営をより追求し、今年度より新たに「Well-Being経営」を加えています。社員が真のやりがいを持って仕事に取り組み、我々のエネルギーが周囲に伝播することで、社内外のあらゆるステークホルダーとの間でWell-beingが作り出されると考えています。NF2026は「ステークホルダーの最高満足に向けて新たな価値創造に邁進する」という視点に立ち、半導体に代表される成長産業の景況を見据えた今後の市場拡大に備える施策を実施し、収益力の強化と持続的な成長を支える技術基盤構築に取り組んでまいります。

当社は創業以来、パイオニア精神を大切に、社会に貢献して参りました。研究・商品開発の分野においても単なる技術の追求にとどまらず、社会の本質的な課題に向き合い、真に価値あるソリューションをお届けし、社会全体にとって必要不可欠な存在となることが、需要家の皆さまや社会の期待に応え、より良い未来を創造していくことに繋がるものと思っています。2027年の創業100周年、そしてその先の未来に向かう上で、正しく考え行動する原点に立ち返りながら、バルカーグループの目指す姿と活動を、社会課題の解決、サステナビリティへと繋げて行くべく、変革への挑戦を続けてまいります。

最後になりますが、今後とも更なるご支援と一層のお引き立てをお願い申し上げますとともに、読者の皆さまの益々の発展を祈念いたしまして、新年のご挨拶とさせていただきます。

## バルカーテクノロジーニュース 冬号発刊にあたって



皆さまには、日頃からValqua Technology Newsをご愛読いただき、心より御礼を申し上げます。  
謹んで2025年新春のご挨拶を申し上げます。

2025年の幕開けにあたり、昨今の技術分野における世界情勢を振り返りますと、生成AIに代表される先端半導体技術、AIを応用したアプリケーション技術（MI/自動運転/画像診断/等）、その進化のスピードは益々加速してきていると実感しています。更に、持続可能な社会に向けた新エネルギー技術やEVの普及、民間企業による宇宙探査の展開など、経済及び社会構造に大きな変化をもたらす技術革新も地政学的な動向に影響を受けながら注目されてきています。

当社は、こうした激動の時代においても経営理念である「THE VALQUA WAY」、そして今年度からは「Well-Being経営」を新たに加え、ステークホルダーの皆さまに最高満足を提供するべく、昨年4月から3か年の中期経営計画NF2026（New Frontier 2026）に基づき、事業活動を推進しています。今年度から新たに加わったWell-Being経営の研究開発部門では、様々な技術革新が進展していく中で、継続的に豊かな社会と地球環境に貢献するためには何が必要かを常に正しく考え、社名の由来でもあるValueとQualityをより高度なレベルで提供し続けることが必要と考えています。その実現のために、長年培ってきたコア技術、及びデジタルを含めた新技術の獲得を両輪とし、その両輪から生み出される差別化技術、付加価値に拘り続けることに挑戦してまいります。

本号のテクノロジーニュースでは、デジタル技術を応用したサービスソリューション事例、素材の高機能化や特性評価に関わる技術論文に加え、新たな用途展開を秘めた新製品紹介など、当社が取り組む最新の技術開発や製品ソリューションを紹介しています。

まず、顧客ニーズに応じたアジャイル開発により進化させた、クラウド上での効率的かつ一体的な管理を実現するサービス「MONiPLAT」、プラントの日常保全業務をデジタル化した「SPM」、結晶学的特性を活用した成形プロセスの最適化手法を提案する「PTFEの状態分析」、原子力発電所燃料プール向けリップパッキンの低圧縮荷重シールを実証する「燃料プールの水漏れ緊急対応措置」、半導体WET市場向けに耐薬品性と純粋性を両立させた「TOUGHUORO-WP75」、水電解水素発生装置向けに高応力化を実現した「TOUGHUORO-AC85」を取り上げています。それぞれ特長と開発背景を詳述しますが、これらの情報が皆さまのお役に立つことが出来ることを願っています。

当社が多様なニーズに応えるべく、Well-Being経営のコンセプトでもあるワクドキ感を持って前向きに技術革新と価値創造に取り組み、皆さまの事業活動や社会課題の解決に挑み続ける決意をお伝えし、今後とも、当社製品・サービスへのご愛顧とともに、このバルカーテクノロジーニュースをご愛読賜りますよう、よろしくお願ひ申し上げます。

技術総合研究所長 能勢 正章

# 進化し続けるMONiPLAT<sup>®</sup>

## 1. はじめに

当社は、これまでシールエンジニアリングのバイオニアとして長年にわたりプラント、半導体、産業機器市場などの幅広い分野に対し、ガスや液体などの漏洩を防ぐ「シール製品」を提供し、多くのお客様に安全・安心を提供することに取り組んできた。シール製品が使用される生産設備やインフラ設備のメンテナンスにおいては、一定期間ごとにメンテナンスを行うTBM (Time Base Maintenance)と、故障を未然に防ぐため、設備の状態をリアルタイムで監視し、状態に応じてメンテナンスを行うCBM (Condition Based Maintenance)による点検が行われている。このような保守点検作業においては、まだまだ紙の点検表が主流であり、設備が安全に稼働する状態であるかを、現場作業員が日々所定のチェック項目に従って、数値や異常の有無を記録している。ユーザーによっては記録した結果をエクセルデータに転記した後、印刷をし、承認者が確認してから、ファイルに保管するというアナログでの管理がなされているケースもあり非効率である。このような実情を鑑み、我々は、「シール製品」という「ハード面」だけでは無く「ソフト面」においても安全・安心を提供すべく、設備点検におけるスマートフォン・PCによる定期点検・記録と、

クラウド上での効率的かつ一体的な管理を実現するサービスとしてMONiPLAT<sup>®</sup> (モニプラット)を2023年4月にリリースした。

本報では、このMONiPLAT<sup>®</sup>のTBM機能について、これまでアップデートしてきた機能や導入実績、今後の展望について紹介する。

## 2. MONiPLAT<sup>®</sup>-TBM製品概要

MONiPLAT<sup>®</sup>は、Figure1で示すような従前の紙での点検管理を無くし、記載・入力ミスなどのヒューマンエラーを減らすとともに、承認の手間や忘れを防ぐことが出来る。また自動グラフ化により数値の傾向を見える化することで異常を早期に検知することが出来る設備点検のプラットフォームサービスである。



Figure1 記録用紙による点検作業イメージ



Figure2 MONiPLAT<sup>®</sup>の課題解決、3つの価値

MONiPLAT<sup>®</sup>の特徴として、スマートフォンアプリを利用して現場の点検作業や点検報告書の承認申請が簡単に行える点が挙げられる。また、設備と通知先を設定することで、定期点検日や状態異常をメールで通知し、定期点検結果は自動でグラフ化され、点検スケジュールが一覧表示される。点検履歴のCSV エクスポートや、特定の設備や事業所、点検項目に絞った出力も可能である。これらの機能により、効率的かつ効果的な設備管理が実現され、企業の運営コスト

削減と生産性向上に寄与すると期待されている。



Figure3 MONiPLAT®の使用イメージ  
PC (オフィス)とアプリ(現場)の両方で使用可能

### 3. 機能アップデート

MONiPLAT®は、「使いやすいサービスとするため、営業がお客様の価値・要望を聞いて創っていくもの」という思想のもと、お客様と直接向きあう営業側のメンバーがUI、パフォーマンス、機能追加などを立案し、アジャイル開発という手法により、それを実現し続けている。2023年4月のリリースから、2024年11月現在までの主要な追加機能についてTable1に示す。

Table1 MONiPLAT®-TBMの機能追加履歴

| 日付         | 追加機能内容                         |
|------------|--------------------------------|
| 2023.7.20  | チャット機能                         |
| 2023.9.14  | 生体認証機能                         |
| 2023.10.4  | 請求書払いに対応                       |
| 2023.10.12 | 点検項目の「自由記載入力」機能                |
| 2023.10.23 | 「メール通知設定している設備」の絞り込み機能         |
| 2023.11.7  | 点検報告書作成時、点検結果の項目を未入力でスキップできる機能 |
| 2023.11.7  | 設備用二次元コードで、簡単に該当設備詳細画面に遷移できる機能 |
| 2023.12.12 | 点検ルール項目の表示順を変更できる機能            |
| 2024.3.6   | 点検結果データのCSVエクスポート機能            |
| 2024.3.6   | 点検作業時間の自動入力機能                  |
| 2024.3.21  | 点検報告書作成時、点検項目の閾値と前回報告値を表示する機能  |
| 2024.3.21  | 点検報告書作成時、点検項目を検索する機能           |
| 2024.4.24  | 臨時点検機能                         |
| 2024.10.2  | 一括承認機能                         |
| 2024.10.16 | 一時保存機能                         |

今後もお客様の要望を伺い価値ある機能を実装することでサービスの価値・品質を向上させていく予定である。付加機能の実例として、2024年度中には、スマートフォンカメラでメーターの写真を撮影するだけで、AIが数値を読み取り自動保存する機能の提供を開始する予定である。

### 4. 導入数推移と導入実績

リリース以来、製造業を中心とした多様な設備点検に活用されており、発売から1年7ヶ月(2024年11月時点)で1,000社超のご登録をいただいている。導入実績内訳をFigure4に示す。導入実績としては製造業のみならず幅広い業界に広がりを見せており、本報ではその一部の事例を紹介する。



Figure4 MONiPLAT®の導入実績

#### 4-1) 導入事例① 株式会社デジック様

デジック(大阪府八尾市)はパッキング製造、及び販売を主な事業としながら、町工場がつくった生産管理システムなどの開発や、IT推進システムのコンサルティング業務を行っている。昨今の情勢もあり、IT化が命題となっている中、初期費用を抑えて導入できるMONiPLAT®を導入いただいた。

##### (1) 導入前課題

- ・紙ベース点検の脱却
- ・点検スケジュールの確立

##### (2) 導入後効果

- ・定期点検のデジタル化実現
- ・デジタル化による保管スペース削減
- ・スケジュール機能による点検のルーティン化

定期点検を実施している各種設備につき、MONiPLAT®での運用を実施。紙からiPadに定期点検が移行されたことで、点検業務に対する社員の意識変革にも寄与した。今後の展望としては、更に設備を登録しクラウドでの定期点検運用を加速する予定である。ユーザーのご利用シーンをFigure5に示す。



Figure5 設備の定期点検業務を紙からiPadへ移行

#### 4-2) 導入事例② 柳沢製袋株式会社様

柳沢製袋(埼玉県深谷市)は、米や製粉などの重量物を入れる重袋の製造販売を行っている。点検業務をデジタルトランスフォーメーション(DX)し、リアルタイムで保全状況を把握したいという事と、食品安全マネジメントシステムに関する国際規格であるFSSC22000/ISO22000という規格の監査時、スムーズに確認作業を行いたいということより、MONiPLAT®を導入いただいた。

##### (1) 導入前課題

- ・点検業務に使用する紙のチェック表の管理が煩雑
- ・データが一元管理できておらず、監査時に時間が掛かる

##### (2) 導入後効果

- ・現場での点検記入の作業時間が大幅に短縮
- ・クラウドにデータが一元管理され、監査がスムーズに

MONiPLAT®の導入により、紙の消費が大幅に削減され、ペーパーレス化が成功を収めた。これにより、保全作業の効率化が実現し、現場における作業時間、及び手間が削減され、同社におけるDXが大きく進展した。毎月の紙の使用量は著しく減少し、資料の物理的な保管が不要となったことで、コスト削減に大きく寄与している。今後も、通常の定期保全(TBM)や臨時点検においてMONiPLAT®を活用し、クラウド上にデータを保管しつつ、監査を受けることが可能である。このスムーズな保安全管理システムの恩恵により、より一層本業に専念することが期待される。ユーザーのご利用シーンをFigure6に示す。



Figure6 二次元コード機能の活用により簡単に点検表へアクセス

#### 4-3) 導入事例③ 株式会社スリーシープランニング様

スリーシープランニング(東京都品川区)は、産業廃棄物処理業者として廃液の回収やアスベスト除去を行っている。産廃エキスパート認定を取得しており、DX推進の一環としてMONiPLAT®を導入いただいた。

##### (1) 導入前課題

- ・バックオフィス効率化とコンプライアンス徹底
- ・車両情報など情報共有のタイムラグ削減

##### (2) 導入後効果

- ・定期点検の効率化とエビデンス確保
- ・車両情報のリアルタイム共有

従来から法律で義務付けられた車両の乗務前点検や、定期的な車両点検のエビデンスをクラウドに残し、万が一、事故が発生した際に速やかに提出出来るようにしたいというニーズがあった。このニーズ実現のみならず、アルコールチェックが義務付けられている営業車への応用も計画されている。DXの一環としての導入であったが、バックオフィス業務の省力化・効率化への貢献も期待されている。ユーザーのご利用シーンをFigure7に示す。



Figure7 車両点検の効率化とエビデンスの確保

## 5. おわりに

MONiPLAT<sup>®</sup>は、あらゆる点検作業を一元管理するプラットフォームとして、今後もアジャイル開発を実践することでより柔軟にかつ迅速にサービスをユーザーに届け、サービスの品質を向上させていく。このために、TBMの機能アップデートのみならず外部サービスとの連携推進や、CBM機能の追加などラインアップを拡充していき、お客様とのつながりを活かしながら遠隔監視という領域での事業化を着実に進めていく予定である。

この度、導入事例掲載にあたり、多種の実証実験にご協力賜った株式会社デジック様、柳沢製袋株式会社様、株式会社スリーシープランニング様に深く感謝いたします。

## 6. 参考文献

- 1) MONiPLAT<sup>®</sup>紹介ホームページ(<https://moniplat.com/>)

※ MONiPLATは、株式会社バルカーの商標または登録商標です。



**藤田 勇哉**  
H&S事業本部  
デジタルソリューション部



**吉岡 英俊**  
H&S事業本部  
デジタルソリューション部

# SPM日常保全システムの開発・導入による業務効率化と工事品質向上について

## 1. はじめに

石油精製化学などのプラント設備は、生産するための「運転」を行う一方で、設備の経年劣化による故障あるいは機能異常に対応するために、日常的に設備の巡回点検を行い、不具合がある場合、早期に発見、適切に修繕工事を計画、実行することで、プラント設備の安定稼働が行える。

近年、設備の高経年化が進む一方で、プラント現場での労働人口の高年齢化や人口そのものの減少に加えて働き方改革などにおける労働時間の減少などの背景より、この日常保全業務の効率化と工事品質の向上が、プラントの安定安全操業維持に極めて重要である。

当ENEOS堺製油所においては、日々の巡回点検時に発見される不具合箇所は年間数千件にのぼるが、何れも紙によるアナログな管理がされていたため、紙の手渡し、キングファイルへの保存、複数のExcelによる管理台帳作成などの事務業務に多くの労力が使用されている。

そのような中、石油精製プラントでは、実際の運用に即したシステムを構築し、これまで事務業務に費やされていた時間を工事計画や実行に回すことで、将来的に労働人口が減少する状況においても、プラントの安全・安定操業を確保することが求められている。

## 2. 日常保全業務フローと課題について

ENEOS堺製油所における日常保全工事フローについてFigure1に示す。



Figure1 日常保全工事フロー

### <不具合報告>

運転管理部門である運転Grがプラントの巡回点検を実施し、不具合箇所を発見次第、場所や写真、設備の仕様、配管計装図(P&ID)上の場所などを不具合報告書に纏め、権限者への承認を経て、設備管理部門である保全Grへ不具合報告を行う。

### <工事計画>

次に保全Grは不具合報告書を確認し、どこでどのような不具合が発生し、どの施工者に依頼をするかなど工事計画を行う。その際に保全Gr担当員と施工者は、現場の不具合箇所を確認し、関係する配管やバルブ、計装類などを確認することが重要であるが、不具合報告書では、不具合箇所が不明確、写真が無いなど、不具合箇所を探し出すことが困難な状況が多い。このため、運転Grの担当者とともに、現場確認をするが、運転Grは交代勤務であるため、しばしば日を改める必要があり、非常に多くの労力が掛かる。

また、不具合報告書から修繕工事依頼を施工者に出す際にも、写しのコピー、スキャン作業、キングファイルの保存、用紙受取のため移動、更には工事台帳への転記と非常に多くのリソースを必要とする。

### <工事着工/完了>

工事台帳にて工事優先度ともに施工者に共有化され、施工者は割り当てられた修繕工事について、施工者、運転Gr、保全Grと共に着工時期を決めて工事を行う。その際、施工者側でも独自に工事台帳が作成されるため二重管理となる。

工事を行うためには、施工者は、前日までに工事許可証の申請を保全Grに行い、工事内容の承認を得た後、保全Grから運転Grに工事実施可否の確認や工事可能な環境に運転調整依頼を行う。運転Grでは、運転調整後、工事を行う上で安全上の問題がないことを確認し、工事許可証を発行する。施工者は工事当日の朝、工事許可証を受け取り、工事を行う。こうした業務においても、紙での申請回覧のため、手渡しによる移動など膨大な事務業務が伴う。また、

運転Grの施設まで工事許可証を取りに行く必要があるが、その間、工事が行えないなど作業効率上の課題もある。

### 3. 開発プロジェクトの発足

こうした状況の中、日常保全業務の電子化を図るべく各社サービスを模索していた中、バルカー社が開発するプラントメンテナンスのDXサービスであるValqua SPM™（以下、SPM）を体験する機会を得た。SPMは動作速度が非常に早く、分かりやすく直感的な画面設計（UI・UX）であり、現場業務に対応出来るよう随時システム改修を行うことが出来る特徴としている。セキュリティへの取り組みについては、内部統制の基本方針、脆弱性への対応、クラウドデータポリシー、二段階認証やIP制御を始めとした当社が要求するセキュリティポリシーへの対応している。複雑で重要な日常保全業務のシステム化を行うことに対して、SPMの既存機能を元にハーフスクラッチで開発することで早期に品質が高いシステム開発が出来ることを理由にパートナー企業として採用した。

バルカー社との開発プロジェクトは、2022年より始まり、まず、Table1に示すプロダクト開発に必要な考えから整理することから始まった。

Table1 プロダクト開発に必要な考え

| 段階   | 検討する内容                        | 合格率  |
|------|-------------------------------|--|
| CORE | プロダクトの世界観<br>企業への貢献           | 大義名分<br>経営陣、開発陣の本気度、導入現場の<br>納得度を向上させる源泉               |
| WHY  | 誰をどんな状態にしたいか<br>なぜ自社で開発するのか   | 誰がどんなことに困っているか<br>(ペイン・ゲイン)<br>何故、世の中にあるプロダクトで叶えられないのか |
| WHAT | どう解決するのか<br>ビジネスモデル<br>ロードマップ | 開発・展開・維持・管理・保守方針等の<br>考え方                              |
| HOW  | どの様に実現するのか                    | システム、ユーザーインターフェースの議論                                   |

更に、現場が求めるシステムを効率的に開発するためには、現場の運用方法や組織権限を理解し、システムの知識とこうした現場の知識を理解した体制を構築することが重要だと考えた。このため、プロジェクトメンバーには、何度も製油所での打合せや現場視察を重ねながら、CORE、WHY、WHAT、HOWをメンバー全員と協議し共通認識とすることで、一人一人が能動的に「自分事として考える開発」が出来ることを強く意識した。その結果を以下に示す。

#### <CORE>

保全業務のシステムの幹を開発、保全業務の電子化、全所展開、業務標準化

#### <WHY>

関係者全員に対し、一元的、効率的な電子環境を提供。工事起案から工事完了まで一気通貫するシステムは世の中にない。

#### <WHAT>

展開・維持・管理・保守の他、今後の他所展開する場合の導入サポート全般をバルカー社に委託する。

#### <HOW>

Cloudの活用、Excel/紙運用に負けない簡易さ、説明書不要で使えるUI・UX。

なかでも、2項で前述した従来の「アナログの事務作業の時間」をいかに短縮し、設計・検討すると言った「考える時間」に置き換えることで、効率的で業務品質向上を行う点。

また、Figure2に示す通り、工事起案～工事完了までを保全システムの幹と位置付けて、この幹を一元的に管理出来るシステムとして設計した。この工事起案～工事完了までのワークフローがあれば、今後、工事に付帯する様々な業務を簡単に付加出来るようになる考えた。



Figure2 システムの幹(イメージ)

### 4. システム仕様と解決できる課題

システム構成をFigure3に示す。システムは工事管理を行える部分と工事予定/工事許可を行える部分に大別出来る。

工事管理システムでは、スマホより修繕工事依頼を工事帳票に入力し、自動的に工事台帳に一元管理される。

工事予定/工事許可システムでは、施工者が工事を申請し、工事許可、完了までの一連のワークフローを備え、その状態のステータス管理や作業詳細設定、工事前後の写真報告機能などを備える。

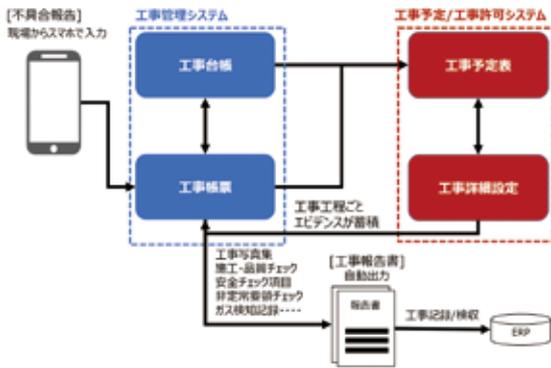


Figure3 システム構成

Figure4に工事帳票を示す。工事帳票では、現場で簡単に使えるUI・UXを実現し、通信環境が良くない状況下でもストレスなく動作することも重視している。特に不具合箇所の明確化は、後工程すべての関係者の効率を高めるため、プラント図面での位置や周辺写真の記録機能を実装した。



Figure4 工事帳票 (Sample)

工事帳票に入力した不具合報告は、Figure5に示す工事台帳に自動で登録され一元管理が出来る。SPMでは台帳と帳票で双方向で編集し自動反映され、表計算ソフトの操作感を実現している。また、配管計装図(P&ID)、図面などは、スクリーンショットを簡単に添付出来る機能など数え上げればきりが無いが、日々繰り返される入力/修正作業の使い易さについて、一挙手一投足にまで拘り開発を行った。



Figure5 工事台帳 (抜粋版)

次に工事予定表について、Figure6に示す。

工事予定表では、工事台帳から起票した不具合工事について一覧表示される。工事台帳や工事帳票からワンクリックで工事予定表に転記され、予定された工事すべてが閲覧可能である。工事許可証の種類や工事の区域、工事リスクなどの工事情報のエリアと工事承認をするエリアに分かれる。

工事承認をするエリアでは、ヘッダーに承認の残数表示機能としてバッチ機能や承認の進捗によって色分け表示されるステータスバーなどを備える。これら機能によって自身が担当する工事状況が一目で分かり、検索する時間を短縮させることが出来る。また、Figure7の工事詳細設定画面は、工事予定表とリンクしており、工事の属性やリスク、安全対策、周辺のガス検知結果などの入力が出来る。



Figure6 工事予定表

また、工事許可が下りると、システム上で工事許可証を印刷することが可能となり、これまでの運転管理部門の担当施設への工事許可証を受領する往来など不要となる。一方で、これまで受領時に対面で行っていたコミュニケーション機会が損なわれるリスクもあるため、重要工事においては、呼出しが出来る機能を設け、施工者や保全Gr、運転Grが対面でのコミュニケーションを実施した後でないで工事許可証を発行出来ない機能も備え、安全面への配慮を行った。

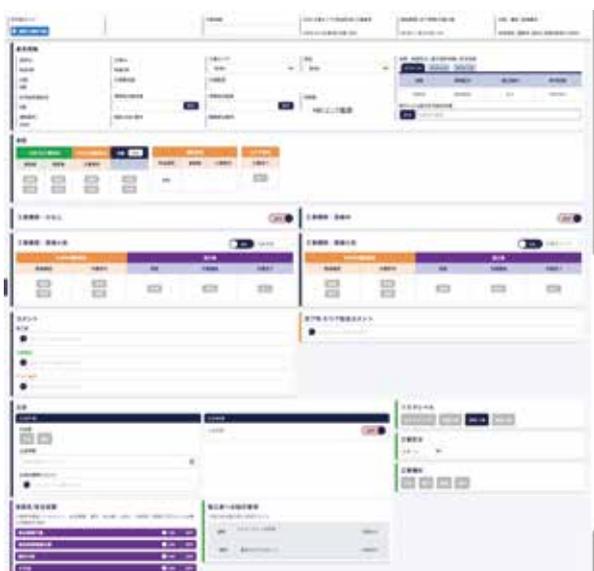


Figure7 工事詳細設定画面 (抜粋)

施工者による工事開始完了時にも、Figure8で示すように、施工者が現場の写真やコメントを簡単に残し、工事報告書を自動で作成する機能によって、工事後のデスクワーク低減を図ることが可能になっている。



Figure8 工事報告書機能

また、Figure9に示す工事PLOT機能では、工事予定表と連動し、その日の工事箇所や状態をPLOT上に配置する機能も備え、現場での巡回パトロールや工事確認などの移動距離の効率化も行える。

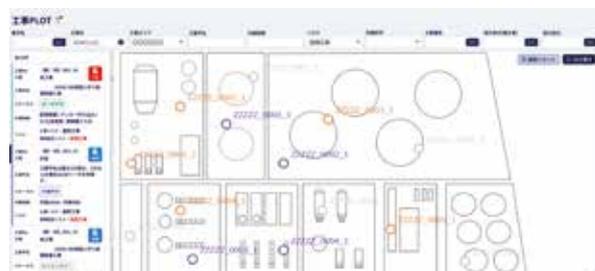


Figure9 工事PLOT (β版)

更には、Figure10に示すようにシステムのホーム画面上には、施工者毎に割り当てられた工事工程ごとの残数が表示され、工事進捗状態を可視化出来る。数千件ある工事のそれぞれの工事進捗管理の負荷を解消出来ると同時に、異なる施工会社間での前後工程をリアルタイムに把握することが出来、タスク間ロスの解消にも寄与する。



Figure10 工事検索表機能 (画面※デモ)

## 5. 効果

現場でのトライアルとヒアリングを繰り返しながら、機能改善した内容は、実に1323項目に及ぶ。通信環境が良いとは言えない現場でも動作速度を損なわないことや、説明書がなくても直感的に使えるUI・UX、クリックやタップの必要回数など、いかに使いやすく、かつ業務の安全性を損なわないことについて妥協なく開発を行った。

こうして2024年度9月よりENEOS堺製油所では、すべての日常保全工事に対してシステム化が完了した。

業務自体をなくせたものとして、これまでの台帳への転記や書類管理などの事務作業の他、紙を受け渡しする時間などが挙げられる。

効率化した業務では、不具合箇所を探し出す時間や、部署内外での承認業務。また、運転Grへの運転調整依頼の受付時間がこれまで16時頃であったが、14時頃から開始し残業の削減に寄与した。

業務品質向上の観点からは、システム化することで工事計画や安全計画に時間が割けることや、工事報告書に添付される写真枚数の増加による工事報告書の品質向上、工事進捗の見える化などが挙げられる。

こうした効率化の観点で従来の方法と比較すると、年間3000件程度の工事が発生しているENEOS堺製油所では年間10000時間を超える事務業務時間の削減を見込める結果となった。

また、アンケートを取った結果、ほとんどの利用者からSPM日常保全システムを導入して良かったと好評であった。いただいた意見の中で、転記やコピー、紙の保管、許可証の受取、不具合場所を探し出す手間などの削減といった業務の効率化に対する意見の他、複雑な不具合報告から日々の工事許可、工事完了までの業務フローを電子化出来たことについて開発プロジェクトチームが丁寧に設計したことが伺えるといった意見。遅れていた保全業務の電子化に対する大きな一歩となったといった、開発陣にとって嬉しい意見もいただくことが出来た。

## 6. おわりに

本取り組みにより日常保全システムの開発、及び堺製油所への導入が完了し、効果、評判共に非常に良い結果を得たため、今後、ENEOSでは日常保全システムの全所導入を予定している。

また、この機能を活用し、堺製油所では、2025年度の定期修理工事に適用可能かPoC検証に向けて開発を進めている。

日常保全システム開発により、工事起案から工事完了までシステム化が行えたことにより、保全システムの幹が完成したため、今後は保全システムの枝葉となるシステムの開発し、機能拡充を行うことで、石油化学プラントでの更なる保全業務の効率化と工物品質向上を実現し、安全・安定操業に貢献して行きたい。

## 7. 参考文献

- 1) 浅野 禎介, 山邊 雅之: 公益社団法人石油学会 第54回装置討論会 保全管理アプリの開発・導入による業務の効率化/工物品質向上



**浅野 禎介**  
ENEOS株式会社  
堺製油所  
設備保全Gr 設備保全1Tm  
チームリーダー



**山邊 雅之**  
H&S事業本部  
デジタルソリューション部

# PTFEの状態分析

## 1. はじめに

本報ではPTFEの製造時に必要となる材料、及び製品の状態分析技術に関して報告する。本技術内容に関しては、国立研究開発法人産業技術総合研究所(以下:産総研)との共同研究成果<sup>1)</sup>であり、この新たな評価技術の活用に関して紹介する。

## 2. PTFEに関して

### 2-1) バルフロン®製品と加工原料

エンジニアリングプラスチックの一つとして有名なPTFE (polytetrafluoroethylene)は、化学的に安定な樹脂素材であり、耐熱性、耐薬品性に優れ、様々な用途で使用されている。当社でもバルフロン®製品として、多くのPTFE製品を製造・販売をしてきており、非常に多くの原料を取り扱ってきている(Figure1)。

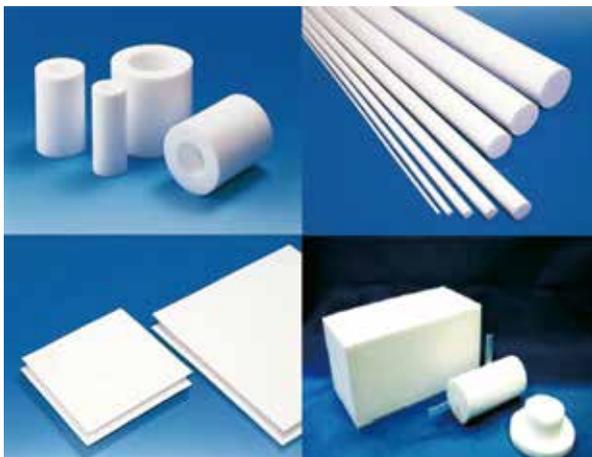


Figure1 バルフロン®製品群の例

安定な材料として知られているPTFEではあるが、加工前においては実は繊細な原料であり、目的とする性能を担保するためには、その取り扱いが非常に難しい。加工前の原料

の粉末はファインパウダーとモールディングパウダーの2種に大きく分けられるが、それぞれでハンドリングや加工時の注意点が変わってくる。また、その材料もPTFE原料の製造メーカー毎で少しずつその特徴も違っているため、その取り扱いには更に注意が必要となっている。特に取り扱い方法や選定に関しては、古くからのノウハウが存在してきているが、その多くは経験と勘所より判断されてきている所もあり、この知見の理解が重要となってきている。

### 2-2) PTFEの特性の把握に関して

製造に関わる代表的なPTFEの性質の一つとしては、PTFEの線熱膨張係数があり、PTFEの相転移点が20度付近にあり体積変化として約1~2%を生じるため、正確な寸法安定性を出す時にはこの管理が重要となってくる。また、成型加工時の残留応力を含む素材は、切削加工時の摩擦熱、もしくは切削後の経時変化により変形が生じることが知られている<sup>2)</sup>。

### 2-3) PTFEの結晶学的特性の把握

今回の産総研との共同研究においては、PTFEの結晶学的特性に注目し、X線結晶構造解析(XRD)を用いて評価を行った。一般的にはあまり知られていないPTFEの結晶構造とその内容に関して報告する。

## 3. PTFE結晶相と繊維化に関して

PTFEは、温度と圧力条件に依って四種の結晶構造を持つことが知られている(Figure2)<sup>1)</sup>。

常温近傍においては、温度変化に伴ってII→IV→I相と状態変化が生じることで、2-2で述べた膨張が発生する。またIV相に関しては、原料粉同士の摩擦発生時などに繊維化が生じやすく、繊維化がその後の成形性に影響することが明らかになっている。

Figure3にIV相の結晶構造を示す<sup>1)</sup>。

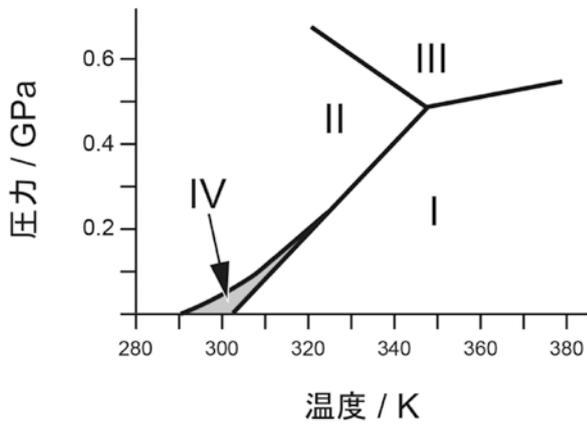


Figure2 PTFEの結晶相

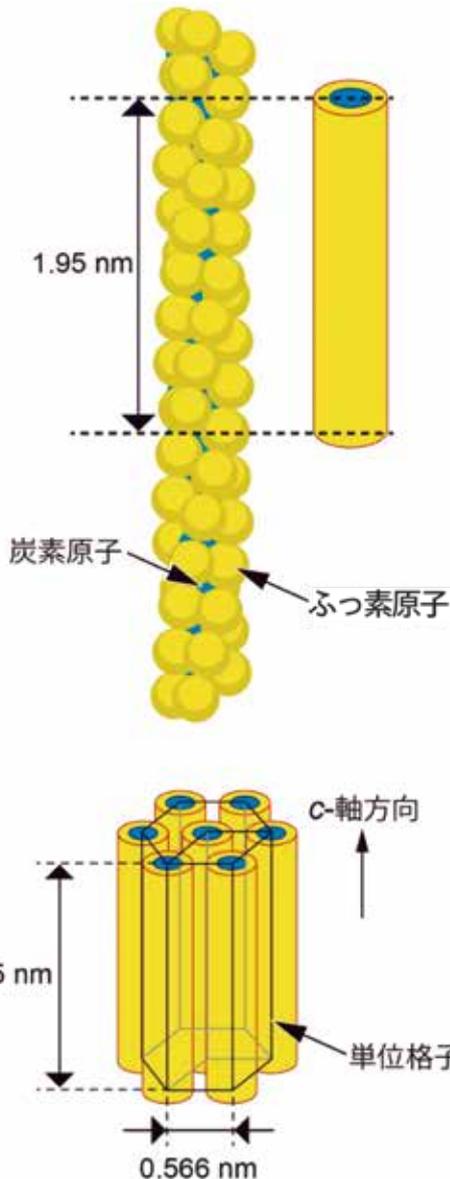


Figure3 PTFE (IV層)の結晶構造

また、原料粉同士の摩擦などによる剪断力を受けると、結晶のc軸方向に分子鎖がずれることで繊維化が生じる (Figure4)。

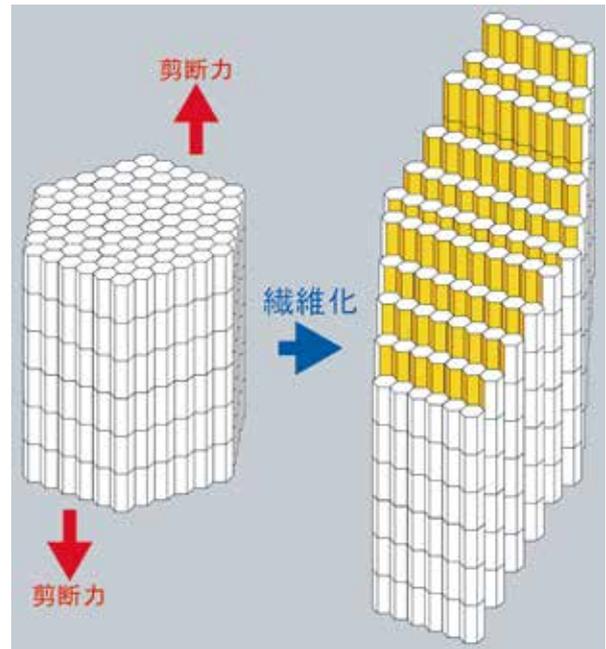


Figure4 PTFEの繊維化

#### 4. 分析サンプルと成形性に関して

今回はダイキン社製のファインパウダーとモールドイングパウダーを用い、Table1に示すサンプルを調整し、XRDを用いてその結晶性に関する分析評価を行った。

Table1 分析用サンプルと成形性

| サンプル種類      | サンプル名称 | 成形性 |
|-------------|--------|-----|
| ファインパウダー    |        |     |
| 原料粉         | F-1    | ◎   |
| 型成形後        | F-2    | △   |
| 剪断処理後       | F-3    | ×   |
| モールドイングパウダー |        |     |
| 原料粉         | M-1    | ○   |
| 造粒粉         | M-2    | △   |

ファインパウダー原料であるF-1のXRDパターンをFigure5に示す。

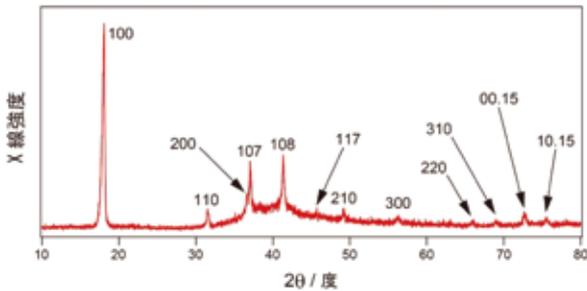


Figure5 ファインパウダー (F-1)のXRDパターン

このXRDパターンが、加工を経て(F-2、F-3)どのように変化するか、また取り扱い性が異なるモールディングパウダー(M-1、M-2)とどのような違いがあるかを解析した。その結果、XRDパターン中に存在する各種ピークの中で、107、108となるピークの強度が成形性の良し悪しと相関することが確認出来た(Figure6)。

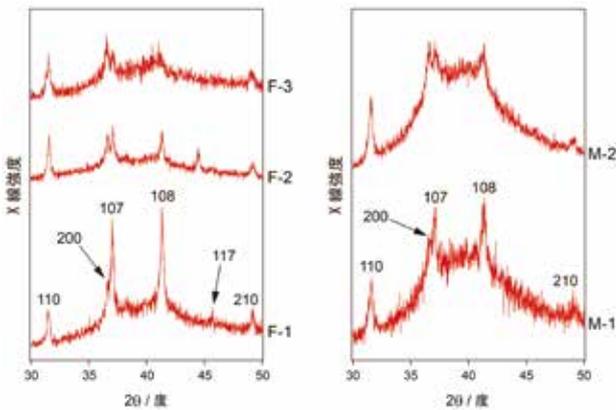


Figure6 各サンプルのXRDパターン

走査型電子顕微鏡(SEM)を用いた微細構造観察により、各サンプルの繊維化状態を評価した(Figure7、8)。

各サンプルのXRDパターンとSEM画像の解析結果より、PTFEの繊維化の進行度はPTFE結晶のXRDパターンにおける107、108ピークの変化量とおおむね一致することが見て取れる。これにより、XRDパターンが成形前後や各種材料の成形性しやすさの指標として活用出来ることが分かった。

また、社内的には繊維化が生じないと言われているモールディングパウダーではあったが、ハンドリングによって変化していることをXRD測定、及び微細構造観察の双方で確認することが出来、社内にある取り扱いのノウハウとも整合性が付くことが技術的に初めて確認出来た。

なお、ここで紹介することは出来ないが、その他の評価方法と本XRD評価法を組み合わせ総合的に判断することで、製造元や原料グレードの違いに依る成形性の違いなども数値的に確認することが出来た。また、特定の物性項目において、最終加工物での違いも確認することが出来た。

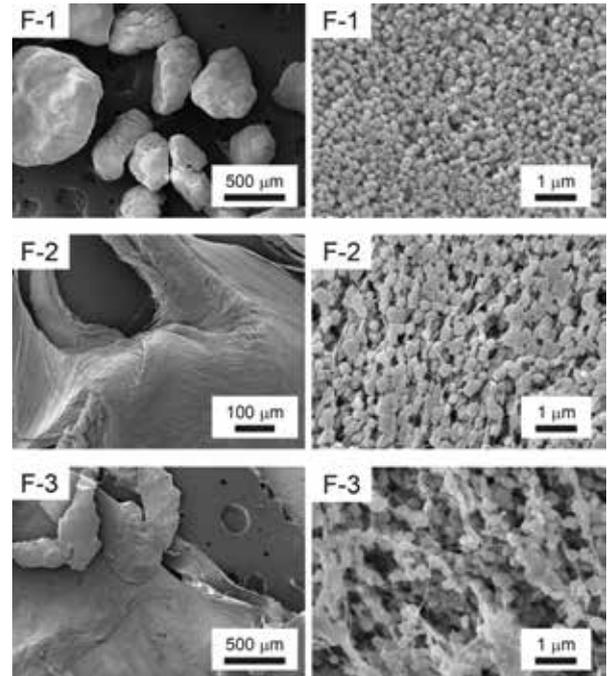


Figure7 ファインパウダーの微細構造

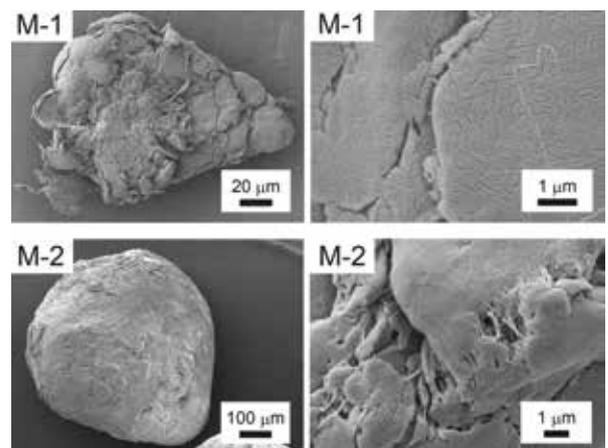


Figure8 モールディングパウダーの微細構造

## 5. 分析技術の活用例

当社では純粋なPTFE材料だけではなく、様々な用途に向けた充填剤入りの素材の製造・販売も行っている (Figure9)。



Figure9 充填剤入りバルフロン®製品例

新たな充填剤や製造法の研究開発をしていく上で、本分析手法は、最終加工品を作る前から材料の良し悪しや成形性の推測を行うことが出来るため、新たなコンパウンドの検討時に効果的な評価方法となっている。特に少量のサンプルから全体像を推測することが出来るため、開発時のPTFEの使用量を削減することが可能となる。

具体的な研究開発例の一つとして2022年より産総研と共同研究を行ったPTFEとCNTを配合したコンパウンドに関してここで紹介する。今回得られた知見を活用することで、繊維化が生じがたい材料配合を行うことが出来る (Figure10)。本来、ナノ粒子とPTFEのコンパウンド材料の製作には、均一分散化のために大きな攪拌力が必要であり、PTFEの繊維化が生じやすく、コンパウンド配合が出来たとしても成形性を持たない原料となってしまう。だが本評価に基づいて配合方法を工夫することで、繊維化の発生を抑えることが出来、新たな特性を持つ材料検討を行うことが出来た。

## 6. おわりに

今回、PTFEの結晶構造に着目し、成形性と深いつながりがあるPTFEの繊維化を評価・指標化することで、加工時に判断が必要となるPTFEの状態見極め技術確立を達成した。

特にこの内容は社内ノウハウとの結びつきも強く、材料となるPTFEの状態分析から、加工時の成形性の予測、また

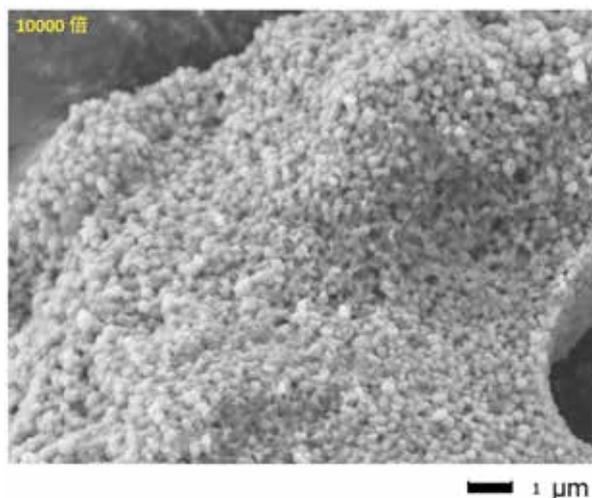
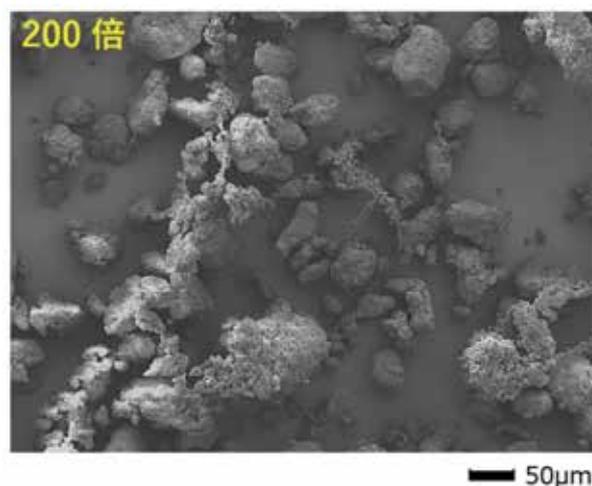


Figure10 繊維化が抑制されたCNT/PTFEコンパウンド

加工後のPTFEの物性確認など広い範囲で適応させられることが出来た。

また、本内容を応用することで、ナノ粒子とPTFEのコンパウンド製作などの新たな研究実務への活用も出来ており、今後は効率的な試験を行うことで、新たなアイテムを創出していきたいと考えている。

## 7. 参考文献

- 1) Kimiyasu Sato, Yuichi Tominaga, Yusuke Imai, Tomoaki Yoshiyama, Yasushi Aburatani, Polymer Testing, 113,107690 (2022)
- 2) 川井成子、太田伸幸、バルカー技術誌, No.32, 19-21, (2017)



**吉山 友章**  
株式会社バルカー  
技術総合研究所



**中里 聡**  
株式会社バルカー  
技術総合研究所



**今井 祐介**  
国立研究開発法人  
産業技術総合研究所  
材料・化学領域  
研究グループ長



**佐藤 公泰**  
国立研究開発法人  
産業技術総合研究所  
材料・化学領域  
主任研究員



**冨永 雄一**  
国立研究開発法人  
産業技術総合研究所  
材料・化学領域  
主任研究員

# 燃料プールの水漏れ緊急対応措置

## 1. はじめに

当社は過去から、原子力発電所の重大事故時を想定した環境に耐え得るシール材の検討、提案を行ってきた。メタルシール材を含めた無機シール材はもちろんのこと、耐放射線性に優れたエラストマー材料や、各種評価手法の提案などを行うことで、それぞれのシール部位の問題点を解決し、健全性を高めてきた。しかしながら今回、材料という点ではなく、シール製品の形状設計という観点から、実際に優れた機能を実現させることが出来たため、本報にて報告する。

原子力発電所には、使用済燃料を安全に貯蔵・冷却するために燃料プールを設置している。燃料プールでの想定事故を考えた場合、燃料プールの冷却機能、または注水機能の喪失などにより水位が低下することがある。その中で、燃料プールが損傷し水位の維持が出来なくなった場合、速やかに燃料プールの損傷箇所(燃料プール壁面などの亀裂)からの漏水を緩和させることが必要であり、その手法の一つとして金属鋼板の周囲にパッキンを取り付けた止水版を損傷箇所に接触させる手段が考えられる(Figure1)。この手法は、シール機能が容易に実現する場合、非常に有効な手法であるが、実際は簡単なものではない。理由として、シール材に与えられる荷重が、燃料プールの静水頭の低圧力しか存在しないため、Oリング形状のシール材では、シールに必要な圧縮面圧が確保出来ないため、確実に漏水を緩和させることが出来るとは言い難い。つまり、この手法を現実のものとするためには、低圧力下においても非常に鋭敏に変形するシール製品を準備する必要がある。材料自体が低圧力でよく変形させるために、低応力の材料を用いることも検討する必要があるが、それだけでは不十分である。

本検討において、上記シール製品の特性を満足させるためには、低応力材料の選定とシール材の形状設計が必須であり、当社形状設計技術により完成させることが可能となった。

今回、当該シール製品が、低圧力下において鋭敏に変形

出来る機構を、開発プロセス含め報告する。

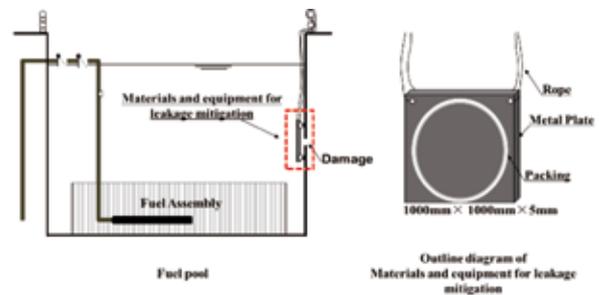


Figure1 燃料プールからの漏洩を軽減するための設備

## 2. シール材料

重大事故時の燃料プールの環境条件は、水温100℃に到達し放射線による線量は0.71MGyとなる。

今回使用するこれらの環境条件を考慮し、Table1に示すEPDM50度品、60度品、70度品の3種類からFEAを行い、最適な材料を選定した。

Table1 候補材料物性値

| 材料    | 硬さ (ShoreA) | 引張強さ (MPa) | 伸び (%) | 100%引張応力 (MPa) |
|-------|-------------|------------|--------|----------------|
| H3070 | 72          | 17.9       | 170    | 7.5            |
| H0160 | 64          | 13.2       | 260    | 2.7            |
| H0150 | 49          | 10.7       | 535    | 1.1            |

## 3. シール材装着溝

今回検討する手段では、燃料プール上方からシール材を装着したパネルのようなものをプール内に降下させ、水漏れが発生している穴(傷)部分をそのパネルに付いたシール材で漏水を緩和しなければならない。そのためにはまず、パネルを立てた状態で燃料プール中を移動し漏洩部に達し、漏洩部壁に接触するまでパネルからシール材が脱落しないよう

工夫する必要があった。通常シール材装着は矩形の溝に装着することが多いが、今回の場合矩形の溝では、シール材の脱落が懸念される、そこでシール材の脱落を防ぐことが可能なアリ溝を選定した(Figure2)。

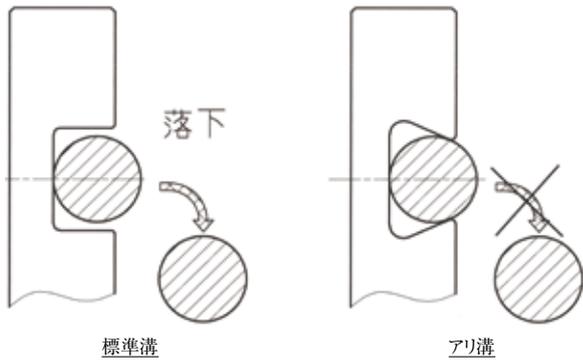


Figure2 パッキン装着溝

シール材用溝としてアリ溝は規格化されていないが、当社ではアリ溝を脱落防止用としてよく使用しており、当社での過去実績と経験から寸法と形状を決定した。

#### 4. パッキン形状

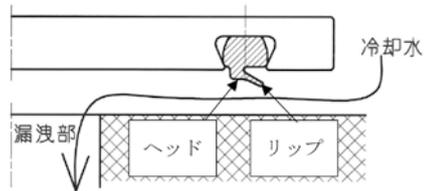
シール材形状については、各種規格化されていて種類も多く、比較的成本の安いOリングが使用されることが多い。Oリングは荷重を負荷し圧縮することで気密性を発揮するタイプのシール材であるが、今回の使用方法では、シール材を圧縮止水性能を発揮させるための荷重を期待出来ない。低い荷重でも止水性能を発揮可能な形状とする必要があることから、リップタイプのパッキンとした。

まずは形状の案だしをしたのち、形状と材料硬度違いでの机上検証(FEA)を行った結果をTable2～5に示す。

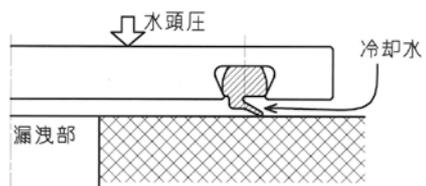
Table2 FEA解析データ

| 項目    | 隙間距離 (mm) |        | 圧縮量 (mm) |      |      |
|-------|-----------|--------|----------|------|------|
|       | 無負荷       | 水頭圧負荷時 |          |      |      |
| 材料記号  | 装着時       | 常温     | 100℃     | 常温   | 100℃ |
| H3070 | 3.8       | 3.49   | 3.71     | 0.31 | 0.09 |
| H0160 |           | 3.10   | 3.38     | 0.70 | 0.42 |
| H0150 |           | 2.37   | 2.59     | 1.43 | 1.21 |

① 冷却水が漏水している状況



② パッキンのリップが壁面に接し水頭圧でパッキンを押し漏水停止



③ 漏水停止すると水頭圧+差圧によりパッキンを押し付けることでシール性は更に向上

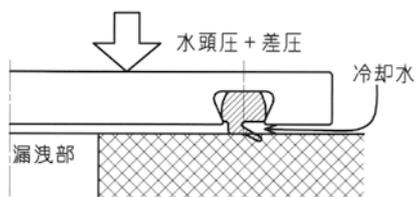


Figure3 パッキンコンセプト

Table3 装着状態FEA結果

| 溝にパッキンを装着した状態 |       |       |
|---------------|-------|-------|
| H0150         | H0160 | H3070 |
|               |       |       |

Table4 水頭圧負荷(常温)状態FEA結果

| 常温で水頭圧負荷した状態 |       |       |
|--------------|-------|-------|
| H0150        | H0160 | H3070 |
|              |       |       |

Table5 水頭圧負荷(100℃)状態FEA結果

| 100℃で水頭圧負荷した状態 |       |       |
|----------------|-------|-------|
| H0150          | H0160 | H3070 |
|                |       |       |

FEAの結果、材料硬度は水頭圧レベルでの低荷重でも鋭敏に変形し、漏水を緩和出来そうなゴム硬度50度品で決定した。

リップ形状は、低圧(低荷重)時はリップ部分で止水させ、止水性能と漏水によってシール内部が負圧になると、更にパッキンが圧縮されてリップの次にリップ根本のヘッド部に当たる。これにより、シールが圧縮されて変形することを防止するとともに、ヘッド部も圧縮されることで、更なる止水性能を向上させることが可能になる(Figure3)。

各材料硬度に対する評価は次のようになる。

- ・H3070：常態物性において、全材料中最も100%引張応力が高い。引張強さは全試料中最も大きく、破断伸びは最も小さい。

当該材料によるFEAを実施した場合、水頭圧負荷時の圧力差での圧縮量は、全試料中最も小さい。100%引張応力が全試料中最も大きいことが明確であるため、同荷重負荷時にH0150より圧縮量が大きくなることは考えにくい。そのため、H3070による実機模擬評価は不要と判断した。

- ・H0160：常態物性において、全材料中二番目に100%引張応力が低い。引張強さは全試料中二番目に低いが、破断伸びも二番目に大きい。当該材料によるFEAを実施した場合、水頭圧負荷時の圧力差での圧縮量は、全試料中H0150に次いで二番目に大きい。100%引張応力がH0150より大きいことが明確であるため、同荷重負荷時にH0150より圧縮量が大きくなることは考えにくい。そのため、H0160による実機模擬評価は不要と判断した。

- ・H0150：常態物性において、全材料中最も100%引張応力が低い。引張強さは全試料中最も低いが、破断伸びは最も大きい。

当該材料によるFEAを実施した場合、水頭圧負荷時の圧力差での圧縮量は最も大きい。これは明らかに、100%引張応力が小さいことが原因と考えられる。また、次点のH0160対比で常温では約2倍、100℃では約三倍の圧縮量が期待される。このことから、低荷重に対し最も鋭敏な反応が可能と考えられるため、当該材料を実機模擬試験に使用することとした。

## 5. 検証試験

机上検証で決定した形状と材料で要求性能を満足出来るかどうかを確認するために、実機よりも小さいスケールの実機模擬試験装置で止水性能を確認した。

実機と同じサイズでベンチ試験することは、スペース的に無理があるため小型の模擬評価装置を製作し、評価を行うこととした。装置に装着するパッキンは、断面形状が実機と同じ形状・寸法で、周長のみ小型試験装置に合わせた寸法とした。なお、試験方法としては、実機を想定した縦型のシール試験が好ましいが、低圧力においてリップ部の有効性を確認するため下向きでの試験とした。

### 5-1) 試験方法

次の試験方法に従い、選定したリップパッキンの止水性能を確認した。

- ・サイズは約300mm×300mm×30mmで、シールの挙動が分かりやすくするために透明容器を作成し、底部中央に破損を想定した穴(損傷模擬孔)をあけ、止水と排水を行うためのバルブを設け、透明容器に所定量の水を張る(Figure4,5)。
- ・アリ溝を切った試験片にリップパッキンを装着する(Figure6,7)。

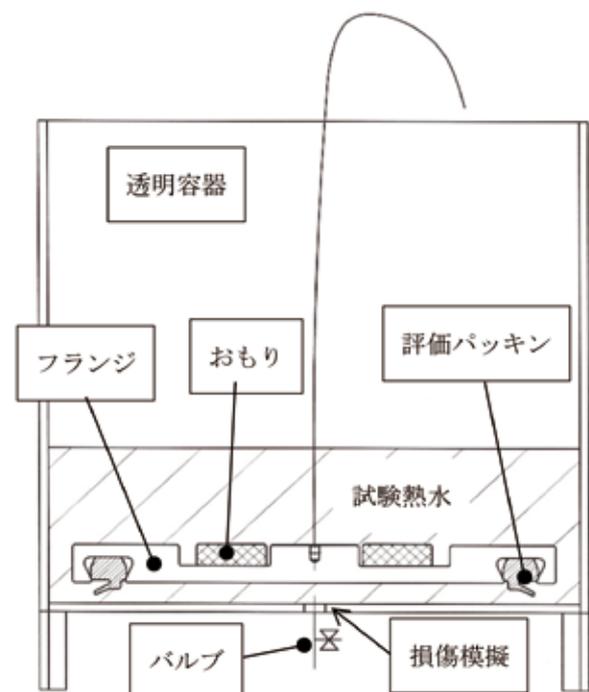


Figure4 評価用装置イメージ図

- ・試験片のパッキン面を下向きにして水を張った透明容器に試験片を沈める。実機荷重を想定した試験片自重により底部からの漏洩を封止する。
- ・透明容器下部バルブからの漏洩の有無を目視により確認する(Figure8)。

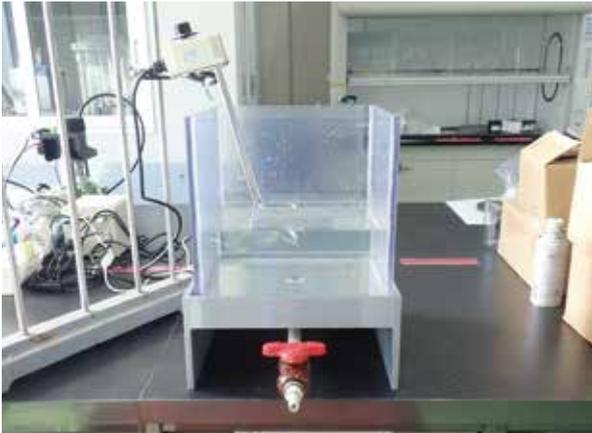


Figure5 試験容器外観



Figure6 パッキン装着外観



Figure7 パッキンリップ部外観

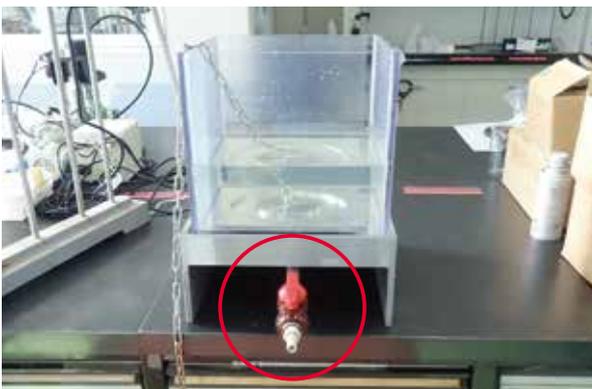


Figure8 試験容器バルブ解放状態(漏れなし)

## 5-2) 評価結果

試験は、 $90 \pm 10^\circ\text{C}$ 熱水中、パッキンへ実機を想定した自重を負荷、これら環境での止水性試験において、試行数3回行い漏洩は確認されなかった(Table6)。

Table6 テスト結果

| No. | 荷重 [N] | 水温 [ $^\circ\text{C}$ ] | 評価時間 [min] | 結果   |
|-----|--------|-------------------------|------------|------|
| 1   | 15.7   | $90 \pm 10$             | 10         | 漏れなし |
| 2   |        |                         |            |      |
| 3   |        |                         |            |      |

試験では、容器下部漏洩箇所へ徐々にフランジを低下させると、試験片を容器下部へ接触する前にパッキンのリップ部が容器底面へ吸い付くように密着し瞬間的に漏洩が停止した。また、密着したフランジ部を取外す際には、試験片に装着したリップパッキンと容器底部が真空吸着のような状況となり、容易に取り外せなかったため、非常に強いシール性を有していると考えられる。

## 6. まとめ

### 6-1) FEAによる形状および材質の検討

形状に関しては、水頭圧でシールする必要があり、静水頭圧以下の低圧縮荷重でシール材が鋭敏にたわむ必要がある。そのため、FEAの検討形状案の通り、リップパッキン形状にすることで、低圧縮荷重であっても容易にたわむことが可能であることが確認出来た。

### 6-2) 実機模擬フランジによる止水性能確認

実機を模擬したフランジ及びパッキンを製作し、静水頭圧以下の荷重で、 $90^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$ 熱水環境下での止水可否確認を行った。パッキンを取り付けたフランジをライニング損傷模擬した穴に近づけたところ、低荷重で容易に変形することが確認され、評価容器下部に設置後、数秒で漏洩は完全に遮断された。N=3で実施したが全て同様の結果であり、再現性が確認された。

上記結果より、低荷重でも容易に変形し、かつ完全にシール漏洩を防ぐことが出来ることから、当該検討形状案が実機環境でもシールすることが可能と考えられる。

評価パッキン寸法は、断面寸法が実機と同じで、周長のみ異なることから、大きな差がある状態ではないため、そのまま周長を伸長させれば、比較的容易に実用化することが可能と考えられる。

いじわるテストとして、おもりを取り外し、かつ液面を低下させた状態で、同様にシールが可能であるかを確認した。

結果として、正規試験のような極短時間でシールが確保出来るわけではないものの、時間経過とともに漏洩量が低下し、最終的に漏洩は止まり、以後安定したシール性を確保出来たと考えられる。また、パッキンを外してフランジのみでシール出来るかどうか合わせて確認したが、漏洩量の多少の低下は確認されたものの、完全には止まらず、パッキンの有効性が改めて確認出来た。

## 7. おわりに

環境対策として、地球規模でのカーボンニュートラルへの取り組みが行われる中、温室効果ガスを排出しないエネル

ギーである原子力発電所の再稼働も進みつつある。

我々シールメーカーは、機器や設備用のシール材だけでなく、異常時や災害などリスクヘッジに対応するためのシール材開発も含めて、安定した供給体制へ取り組み、また、環境負荷を低減した製品開発を進めていく所存である。

## 8. 参考文献

- 1) 日本保全学会 第20回学術講演会 2024年、浜岡原子力発電所における燃料プール損傷時対策の検討
- 2) 鈴木 憲、バルカー技術誌、No.30、14-19、(2016)
- 3) 鈴木 憲、南 暢、須川修司、バルカー技術誌、No45、18-24、(2023)



鈴木 憲

H&S事業本部  
商品開発部  
エラストマー開発チーム



南 暢

H&S事業本部  
商品開発部  
エラストマー開発チーム

今井 富康 中部電力株式会社  
八賀 敦規 中部電力株式会社  
三須 一輝 中部電力株式会社

# 半導体 wet 市場向け FFKM材 TOUGHUORO<sup>®</sup>-WP75の紹介

## 1. はじめに

我々の日常生活の中で、半導体はあらゆる場面で使用されている。スマートフォンやパソコンの通信機器はもちろん、テレビ、カメラなどのオーディオ機器、洗濯機やエアコンなどの電化製品、MRIなどの医療機器、自動車の自動運転システム、高速データ通信システムなどの社会インフラなど、我々の生活は半導体に支えられていると言っても過言ではない。

CPUやメモリといった半導体デバイスは、数百から、数千に及ぶ工程を経て製造されるが、その3割程度は主に液体が使われている洗浄工程となる<sup>1)</sup>。Figure1に一般的な半導体製造工程を示す。

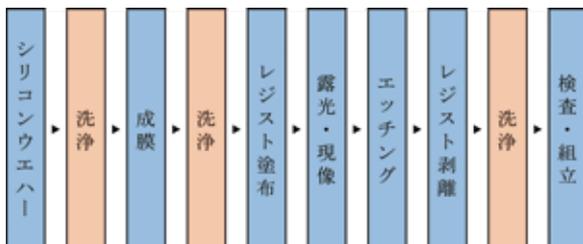


Figure1 半導体製造工程

半導体製造工程の中で洗浄を行う目的は、ウエハー表面の異物や汚れを除去し、クリーン度を維持するためである。Table1に洗浄工程で除去される成分を示す<sup>2)</sup>。

Table1 洗浄工程で除去される成分

| 不純物の種類 |  |
|--------|--|
| パーティクル | 大気浮遊塵<br>人体<br>装置からの発塵<br>ガス、薬品、CMPスラリー中の塵 |
| 残渣     | ドライエッチング生成物                                |
| 金属     | 重金属<br>アルカリ金属<br>Cu, Au                    |
| 有機物    | 液残渣(リンス、乾燥不足)<br>レジスト残渣                    |

半導体ウエハーの洗浄方法は、一度に多数のウエハーを纏めて洗浄するバッチ式洗浄とウエハーを1枚ずつ洗浄する枚葉式洗浄の2種類がある。Table2に、各洗浄方式のメリットとデメリットを示す。

Table2 バッチ式洗浄と枚葉式洗浄の比較

| 洗浄方式  | バッチ式洗浄                             | 枚葉式洗浄                               |
|-------|------------------------------------|-------------------------------------|
| メリット  | 大量生産が可能<br>生産性が高い<br>低コスト          | 精密な制御が可能<br>洗浄液の使用量が少ない<br>設置面積が小さい |
| デメリット | 設置面積が大きい<br>大量の洗浄液が必要<br>処理の一貫性が低い | 生産性が低い                              |

実際の半導体デバイスメーカーでは最終製品の品質と生産効率に合わせてバッチ式洗浄と枚葉式洗浄を使い分けるのが一般的である。

また、半導体の洗浄方法については、1970年に米国Radio Corporation of America(RCA)社が開発したRCA洗浄がよく使用されている。半導体デバイスメーカーは、除去する対象物質により異なる高純度洗浄液を組み合わせることで、効率よく洗浄を行なっている。Table3にRCA洗浄液の液組成と除去対象汚染物<sup>3)</sup>を示す。

Table3 RCA洗浄液の組成と除去対象物質

| 洗浄液   | 液組成   | 除去対象物質  |
|-------|---|---------|
| SPM洗浄 | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>        | 有機不純物   |
| APM洗浄 | NH <sub>4</sub> OH + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O | パーティクル  |
| HPM洗浄 | HCl + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O                | 金属不純物   |
| DHF洗浄 | HF + H <sub>2</sub> O   | シリコン酸化膜 |

半導体の高性能化により、洗浄工程で使用する高純度洗浄液をクリーンな状態で維持管理することが、半導体デバイスの歩留まり向上に大きく寄与している。高純度洗浄液を汚染しないため、洗浄液の製造ラインや輸送コンテナなどで使用されるシール材にも、洗浄液への低溶出特性が求められている。

本報では、上記要求を満足する、優れた純粋性を有する TOUGHUORO<sup>®</sup>-WP75 について紹介する。

## 2. TOUGHUORO<sup>®</sup>-WP75

TOUGHUORO<sup>®</sup>-WP75は、半導体wet市場向けに開発した純粋性、耐熱性、及び耐薬品性に優れたFFKM材料である。以下に特性を記載する。

### 2-1) 純粋性

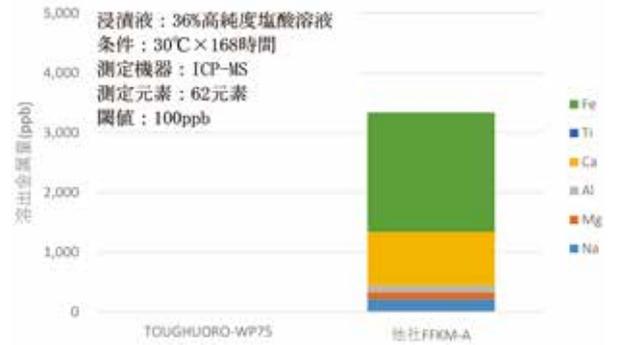
半導体製造装置の洗浄工程では、ウエハー汚染を抑制するため、非常に高純度の薬液が使用される。この薬液が接触する部分で使用されるシール材には、高い純粋性、及び薬液への溶出成分が少ないことが求められる。

そのため、TOUGHUORO<sup>®</sup>-WP75のICP-MS法による含有微量金属分析を実施した。TOUGHUORO<sup>®</sup>-WP75は、調査したいずれの金属成分についても検出限界以下(閾値1,000ppb)であった。それ故、TOUGHUORO<sup>®</sup>-WP75は、純粋性に優れた特性を有する材料ということが確認出来た。Figure2にTOUGHUORO<sup>®</sup>-WP75の含有金属測定結果を示す。



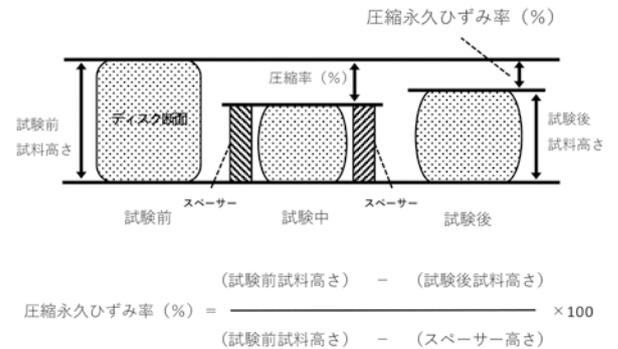
次に、半導体洗浄工程でよく使用される高純度塩酸に TOUGHUORO<sup>®</sup>-WP75 を浸漬させ、浸漬液への金属成分の溶出を確認した。36% 高純度塩酸水溶液に25℃×168時間浸漬後の浸漬液への各金属成分の溶出量を測定した結果、TOUGHUORO<sup>®</sup>-WP75の溶出量は、測定した金属成分については、検出限界以下(閾値100ppb)であった。同じ条件で評価した、半導体 wet 用途で使用されている他社 FFKM 品は、数種類の金属成分の溶出が確認された。これら結果から、TOUGHUORO<sup>®</sup>-WP75 が、高純度塩酸への耐性があることが確認出来た。Figure3に

TOUGHUORO<sup>®</sup>-WP75の36%高純度塩酸水溶液への溶出試験結果を示す。



### 2-2) 耐熱特性

シール材の耐熱性の指標の1つとして、圧縮永久ひずみ率が用いられている。同一環境下においては、圧縮永久ひずみ率が小さいほど良好なシール材として、より長期間の使用が期待出来る。Figure4に圧縮永久ひずみ率の測定、及び算出方法を示す<sup>4)</sup>。



一般的に圧縮永久ひずみ率80%が、評価した温度帯でのシール材に用いられる材料の寿命として用いられている<sup>5)</sup>。

TOUGHUORO<sup>®</sup>-WP75について、200℃環境における圧縮永久ひずみ試験を実施し、耐熱性を評価した。200℃環境下における TOUGHUORO<sup>®</sup>-WP75の圧縮永久ひずみ率は、一般産業向け FFKM 材 TOUGHUORO<sup>®</sup>-HT75 と同等の結果であり、数値は非常に小さく、優れた耐熱特性を有することが確認された。Figure5に TOUGHUORO<sup>®</sup>-WP75の圧縮永久ひずみ試験結果を示す。



Figure5 TOUGHUORO®-WP75の圧縮永久ひずみ率

## 2-3) 耐薬品特性

TOUGHUORO®-WP75は、半導体wet市場で使用される酸、アルカリ、及びケトンやアミンのような有機溶剤においても優れた耐性を有することが確認された。Table4にTOUGHUORO®-WP75の各種薬品での浸漬試験後の体積変化を示す。

Table4 TOUGHUORO®-WP75の耐薬品性試験結果

| 薬品名           | 試験条件       | 評価 |
|---------------|------------|----|
| 塩酸36%         | 40°C×168hr | 1  |
| 硫酸96%         | 40°C×168hr | 1  |
| 硝酸60%         | 40°C×168hr | 1  |
| ぎ酸88%         | 40°C×168hr | 1  |
| 水酸化ナトリウム48%   | 40°C×168hr | 1  |
| 次亜塩素酸ナトリウム    | 40°C×168hr | 1  |
| アンモニア水28%     | 40°C×168hr | 1  |
| テトラヒドロフラン     | 40°C×168hr | 1  |
| エチルアルコール      | 40°C×168hr | 1  |
| ジエチレングリコール    | 40°C×168hr | 1  |
| アセトン          | 40°C×168hr | 1  |
| メチルエチルケトン     | 40°C×168hr | 1  |
| 酢酸エチル         | 40°C×168hr | 1  |
| ジエチルエーテル      | 40°C×168hr | 1  |
| ヘキサン          | 40°C×168hr | 1  |
| トルエン          | 40°C×168hr | 1  |
| エチレンジアミン      | 40°C×168hr | 1  |
| N-メチル-2-ピロリドン | 40°C×168hr | 1  |

評価基準<sup>①</sup>\_1：変化率10%以内、2：変化率20%以内、3：変化率30%以内、4：変化率100%以内、5：変化率100%以上

## 2-4) 製作可能形状

TOUGHUORO®-WP75は、Oリング(バルカーNo.4640)、Vパッキン(バルカーNo.4631)、異形シール成型品(バルカーNo.4060)など、様々な断面形状についても製作可能である。また、送り成型にも対応可能なため、大口径品の製作も出来る。

## 2-5) 用途

TOUGHUORO®-WP75は、優れた純粋性、耐熱性、及び耐薬品性を有することから、下記のような様々な用途向けシール材として適用が期待出来る。

1. 半導体wet市場
2. 医薬、飲料・食品機器市場
3. 化学プラント市場
4. 分析機器・装置市場
5. その他、純粋性、耐熱性及び耐薬品性が要求される装置、部位のシール材

## 2-6) 機械的特性

TOUGHUORO®-WP75はゴム硬度76度の材料で、引張強度が20MPa以上、かつ200%以上の伸びを有する機械的特性に優れた材料である。Table5にTOUGHUORO®-WP75の常態物性値を示す。

Table5 TOUGHUORO®-WP75の物性試験結果\*

|      | 試験項目     | 単位     | TOUGHUORO®-WP75 |
|------|----------|--------|-----------------|
| 外観   | 色相       | —      | 黒               |
| 常態物性 | 硬度       | ShoreA | 76              |
|      | 引張強度     | MPa    | 20.6            |
|      | 伸び       | %      | 200             |
|      | 100%引張応力 | MPa    | 9.2             |

\*数値は実測値であり、規格値ではない。

## 3. おわりに

半導体の高機能化、コンパクト化がますます進むようになると、洗浄工程で使用される薬液の管理もますます厳しくなり、シール材への要求特性も更に高まることが懸念される。今後も市場にマッチした新材料の開発及び既存材料の改良を進め、地球環境にやさしいモノづくりを行うことで、社会の発展に貢献していく所存である。

## 4. 参考文献

- 1) 真田俊之ら、ながれ42、187-192、2023
- 2) 松井淳、表面技術、Vol.67、No.8、2016
- 3) 南朴木孝至、熱測定、38 (4)、2011
- 4) 圖師浩文、バルカーテクノロジーニュース、No.36、2019
- 5) 川村敏夫、バルカーレビュー、Vol.26、No.6、1982
- 6) バルカーハンドブック、技術編、504-516、2010



圖師 浩文

H&S 事業本部  
商品開発部  
エラストマー開発チーム

※ TOUGHUORO は、株式会社バルカーの商標または登録商標です。

# 耐酸性ふっ素系エラストマーシール製品 “TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC85”の紹介

## 1. はじめに

昨今、メーカーで開発する装置・機器の高性能化が進んでいる。このことはエラストマー製シール材が曝される環境が厳しくなることとおおむねイコールであり、要求特性も厳しくなる。既存品で対応が出来ない場合、当社の強みでもある「配合技術」・「設計技術」、この二点を最大限に駆使し、新機軸の製品開発へのチャレンジが必要となる。

また、上記の「環境が厳しくなる」といった内容と考えられるリスクの一例としては、高出力化に伴う「高圧力化」や「高温化」、特殊な流体(主に薬液)環境下におけるエラストマーに対する「強い腐食性」や「抽出リスクの増加」、特殊な溝環境下で使用することによる「はみ出し・噛み込み現象の発生」など、挙げ始めるとキリがなく、それらが単一でなく複合的に発生するケースも珍しくはない。

そのような環境下においては、ニトリルゴム(NBR)を始めとする汎用的な合成ゴムでは、使用困難な場合が多くなるため、コストは大幅に上がってしまうが、ふっ素ゴム(FKM)を使用しなければならないケースが多くなる。

ここで先述のFKMという材料の特徴を、以下に記載する。

まず長所は大きく二つあり、一つは「耐熱特性」、もう一つに「耐油・薬品特性」が挙げられる。

耐熱特性に関しては、汎用的なNBRが80~100℃、EPDMが100~120℃であるところ、FKMは汎用グレードでも200℃程度までの耐熱性を有しており、他の合成ゴムと一線を画している。

次に耐油・薬品特性について挙げると、一例としてではあるが、NBRは鉱油などの耐性は優れているが、合成油には耐性は低く、膨潤とそれに伴う軟化が生じる。しかし、FKMはいずれの油に対しても耐性があり、その他多くの溶剤や薬液にも耐性を有する。

ただし、世の中の全ての油や薬液に耐性があるわけではなく、アミンなどが含まれる塩基性の薬液中では、脱HF反

応が起こりやすいため、膨潤とそれに伴う軟化が生じる点には注意が必要である。

補足ではあるが、アミンを含む塩基性溶液への耐性を有するテトラフルオロエチレンプロピレンゴム(FEPM)と呼ばれるFKMも存在しており、当社のTOUGHUORO<sup>®</sup>-SSシリーズ<sup>1)</sup>が該当製品となるため、ご興味を持たれた方は、2019年に発行されたテクノロジーニュースNo.36をご確認いただければと思う。

次に短所について挙げると「コスト」と「耐寒性」である。

コストは、原料自体が高価であることに加え、比重も高いことも相まって、如何ともしがたい部分ではある。参考までに他の合成ゴムと比較した場合、製品価格がNBRやEPDMよりも数十倍になることも珍しくない。

耐寒性は、FKMの分子構造上の問題であり、低温環境下で分子運動が阻害されやすい骨格を有しており、そのため-15~-10℃で弾性がほぼ消失してしまい、シール材として使用する場合の低温での使用限界温度は上記程度と言われている。

この点についても補足をすると、耐寒性に優れたFKMも世の中には存在しており、当社の製品にもラインアップされている<sup>2)</sup>。こちらにご興味を持たれた方は、2008年に発行されたバルカー技術誌No.14をご確認いただければと思う。

本題に移り、本報で紹介する新規開発品 TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC85は、昨年度上市したTOUGHUORO<sup>®</sup>-AC70<sup>3)</sup>と同じく、耐酸性や低溶出性といった点で優れた材料であり、それに加え材料としての剛性を高めることで、高圧環境や特殊な溝設計で使用する場合でも、はみ出し現象が起こりづらいといった特徴を持つ製品である。

詳細を次項より記載するので、ご一読いただければ幸いです。

## 2. TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC85の特徴

TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC85 (FKM 硬度 85)は、耐酸性、及

び低溶出性に優れたFKM製シール製品である。本製品は昨年度に上市したTOUGHUORO<sup>®</sup>-AC70 (FKM硬度70)と同じコンセプトのもと、開発した製品であり、二つの製品は、硬度・物性の異なる兄弟製品という位置付けとなる。

本項では、TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC70や、同じく耐酸性FKMシール製品のD2470、汎用FKMシール製品FKM-70と物性の比較をすることで、TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC85の優れた機械的特性・耐熱特性・耐酸特性・含有金属成分分析による低溶出性を示す。

## 2-1) 機械的特性

初めにTOUGHUORO<sup>®</sup>-AC85の機械的特性について示す。

測定内容としては、JIS K 6253-3に準拠したデュロメータA硬度計を用いたゴム硬度の測定 (Figure1) の結果と、JIS K 6251に準拠した引張試験 (Figure2) の測定の結果 (引張強度・伸び・100%引張応力) となる。

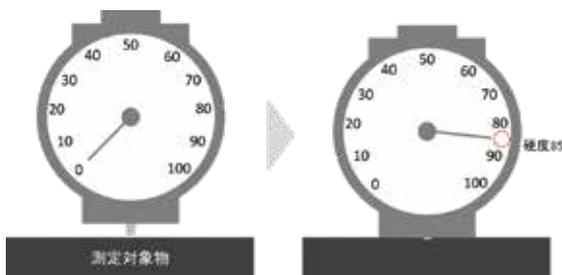


Figure1 デュロメータ硬度計を用いた硬度測定方法 模式図

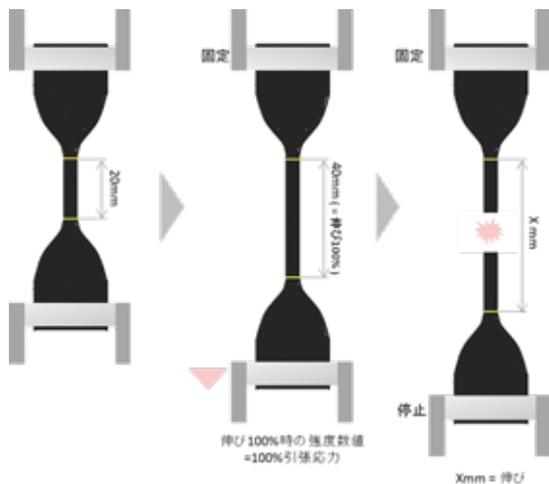


Figure2 引張試験機を用いた引張試験実施方法 模式図

次にTOUGHUORO<sup>®</sup>-AC85の硬度・引張試験の測定結果をTable1に示す。比較として、TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC70の測定結果を併記する。

Table1 TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC85常態物性試験結果

| 試験内容   | 項目       | 単位     | TOUGHUORO <sup>®</sup> -AC85 | TOUGHUORO <sup>®</sup> -AC70 |
|--------|----------|--------|------------------------------|------------------------------|
| 常態物性試験 | 硬度       | ShoreA | 86                           | 70                           |
|        | 引張強度     | MPa    | 29.4                         | 24.2                         |
|        | 伸び       | %      | 225                          | 330                          |
|        | 100%引張応力 | MPa    | 10.9                         | 3.1                          |

TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC70も機械的特性に優れた製品であるが、TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC85は引張強度が約30MPaを有しつつも、伸びが200%以上、100%引張応力も10MPa以上あることから、強靱でありながらも、比較的高い伸びを有している材料であり、こちらも機械的特性に優れた製品であることが確認された。

## 2-2) 耐熱特性

エラストマーシール材の耐熱性には、空気老化試験 (JIS K 6257) 後の物性値 (硬度・引張強度・伸び) の変化度や変化率の測定、圧縮永久ひずみ試験 (JIS K 6262) による、圧縮永久ひずみ率の測定結果が指標として用いられる。

温度・時間の要素が同一である場合、空気老化後の物性値の変化や、圧縮永久ひずみ率が小さいほど、長寿命であり環境に適したシール材であるとされている。

各試験の試験方法について、以下に記載・図示する。

初めに空気老化試験は、ギヤー式オープン中にダンベル状3号形試験片を、所定の温度・時間で加熱処理した試料を、「2-1) 機械的特性」に記載の測定方法にて、硬度測定・引張試験を実施し、常態物性試験の結果との変化を確認する評価である。

次に圧縮永久ひずみ試験は、金属フランジにスパーサーを装着し、圧縮量を一定にした状態で、試験片 (JIS大型試験片・小型試験片・Oリングなど) を圧縮し、所定の温度・時間で加熱処理したのち、圧縮開放した試験片の高さから、圧縮永久ひずみ率を算出する評価である (Figure3)。

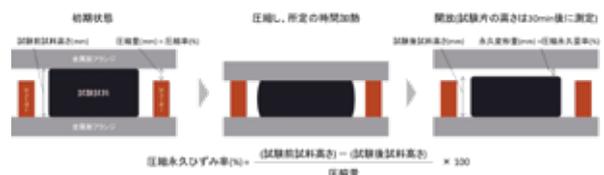


Figure3 圧縮永久ひずみ試験の試験方法、及び算出方法

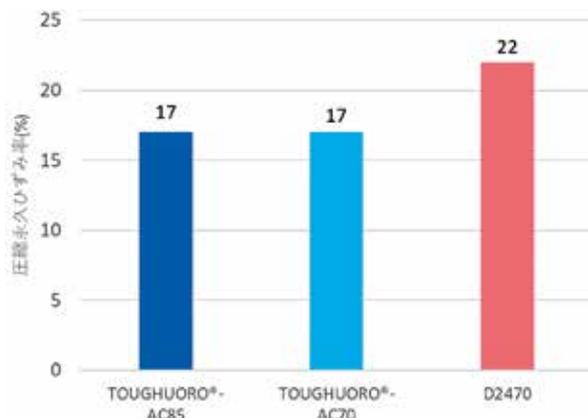
上記の試験方法でTOUGHUORO<sup>®</sup>-AC85の空気老化試験、及び圧縮永久ひずみ試験を実施した結果を、Table2・Figure4に掲載する。

表中には、TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC70と、当社の耐酸性FKMシール製品D2470の測定結果も比較として併記する。

Table2 TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC85の空気老化試験測定結果

| 試験内容   | 項目      | 単位             | TOUGHUORO <sup>®</sup> -AC85 | TOUGHUORO <sup>®</sup> -AC70 | D2470 |
|--------|---------|----------------|------------------------------|------------------------------|-------|
| 空気老化試験 | 硬度変化    | point (ShoreA) | +1                           | -1                           | +2    |
|        | 引張強度変化率 | %              | -11                          | -24                          | -25   |
|        | 伸び変化率   | %              | ±0                           | +18                          | ±0    |

試験条件：230℃×72h



試験条件：200℃×72h

試験形状：φ29×12.5h (JIS大型試験片)

圧縮率：25%圧縮

Figure4 TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC85 圧縮永久ひずみ試験測定結果

TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC85は空気老化試験、圧縮永久ひずみ試験、どちらの試験結果を取っても、TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC70やD2470と比較し、同等以上の性能を有していることから、十分な耐熱特性を有していることが確認された。

### 2-3) 耐酸特性

TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC85の無機酸への耐性評価を実施するために、36%塩酸、及び98%硫酸の2種への浸漬試験を実施した。

浸漬試験の試験方法は次の通りである。

事前に所定の寸法に打ち抜いた体積片を、比重測定器で体積を測定し、その後浸漬液へ室温環境下で168h浸漬した。

浸漬後、イオン交換水で表面に付着した浸漬液を洗浄し、表面に残った水分を払拭したのち、再度比重測定器で体積を測定することで、体積変化率を算出した(Figure5)。

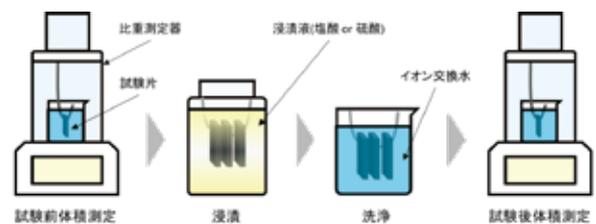


Figure5 無機酸浸漬試験の試験方法 模式図

また今回の評価では、試験に用いた体積片の酸溶液浸漬前後の硬度を測定することで、硬度変化も併せて確認した。

次に本試験の結果をTable3に掲載する。

表中には、TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC85の他に、TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC70、及び汎用グレードであるFKM-70の浸漬試験結果を、比較として併記する。

Table3 TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC85耐酸性試験結果

| 浸漬溶液  | 評価項目  | 単位             | TOUGHUORO <sup>®</sup> -AC85 | TOUGHUORO <sup>®</sup> -AC70 | FKM-70 |
|-------|-------|----------------|------------------------------|------------------------------|--------|
| 36%塩酸 | 硬度変化  | point (shoreA) | -1                           | -1                           | -1     |
|       | 体積変化率 | %              | +0.3                         | +0.2                         | +12.0  |
| 98%塩酸 | 硬度変化  | point (shoreA) | ±0                           | ±0                           | ±0     |
|       | 体積変化率 | %              | +0.8                         | +0.3                         | +1.0   |

溶液への浸漬条件：RT×168h

TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC85は、TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC70と同等の耐酸特性を有していることが確認された。

また、比較対象として掲載したFKM-70の36%塩酸の浸漬試験の結果より、体積変化率に有意差が確認されたことから、TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC85もまた、TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC70と同じく耐酸性を有した製品であると言える。

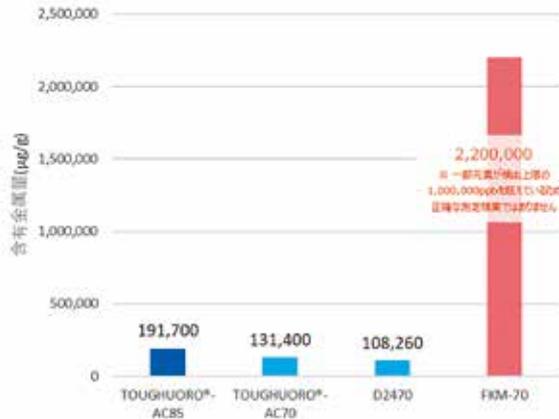
### 2-4) 含有金属成分分析

化学薬品を主とする薬液向けのシール材では、薬液の汚染を抑制するために、シール材からの溶出成分が少ないということが非常に重要である。

金属溶出成分を確認するために、TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC85をICP-MSを用いて、含有微量金属分析を実施した。ICP-MSを用いた含有元素の測定は、ppb・pptオーダーで

の元素検出が可能であるため、金属溶出成分を確認する上では有効な手段であると考ええる。

上記装置を用い、TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC85の含有微量金属分析を実施した結果をFigure6に掲載する。



前処理：希酸灰化処理

測定機器：ICP-MS

測定元素：62 元素

Figure6 TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC85の含有金属測定結果

TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC85の含有微量金属量は、FKM-70の測定結果で得られた数値と比較すると、圧倒的に検出量としては少ないことが確認された。(FKM-70は一部検出量が多い元素があり、検出上限をオーバーしているため、実際はここに表示されている数値より多くの金属成分が含有されていると考えられる)

また、TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC70やD2470で得られた数値と同等レベルであることから、TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC85もまた溶出成分が少なく純粋性が高い製品であると言える。

## 2-5) 製作可能形状

TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC85は、同じく耐酸性FKMシール製品であるTOUGHUORO<sup>®</sup>-AC70と同じように、Oリング(バ

ルカーNo.4640)以外にも、Vパッキン(バルカーNo.4631)、異形シール成型品(バルカーNo.4060)など、様々な断面形状についても製作可能である。

## 3. TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC85の用途

TOUGHUORO<sup>®</sup>-AC85は、優れた耐熱性、耐酸性、及び低低溶出性を有することから、下記のように幅広い市場向けのシール材として適応が期待出来る。

1. 水素市場(水電解水素発生装置など耐酸性や低溶出性を有する材料が望まれる機器など)
2. 半導体 wet 市場
3. 化学プラント市場
4. 分析器機器市場
5. その他、FFKMではオーバースペックではあるが、耐酸性が要求される装置や機器のシール材

## 4. おわりに

冒頭にも記載した通り、昨今の市場の発展に伴いエラストマー材料の使用環境は、今後も厳しくなることは必然であると考ええる。

今後とも、その市場の発展速度に後れを取らぬよう、ユーザー各位へのご要望に対して迅速にお応えし、今回紹介をしたFKMシール製品以外にも、新たなエラストマー材料の開発や、既存材料の改良に勤めていく所存である。

そのため、お困りごとやご要望があれば、ぜひ当社までご一報いただければ幸いです。

## 5. 参考文献

- 1) 圖師浩文、バルカーテクノロジーニュース、No.36、2019
- 2) 鈴木憲、バルカー技術誌、No.14、2008
- 3) 圖師浩文、バルカーテクノロジーニュース、No.46、2024



西原 亮平

H&S 事業本部  
商品開発部  
エラストマー開発チーム

※ TOUGHUOROは、株式会社バルカーの商標または登録商標です。  
※ 本紙に掲載した数値は全て実測値であり、規格・保証値ではない旨ご留意下さい。

# テクノロジーニュース 直近のバックナンバー

## No.47 Summer 2024

- **ご挨拶** 技術総合研究所長 能勢 正章
- **カスタマー・ソリューション《寄稿》** モノづくりの現場で「使えるAI」を作るコツ 株式会社 Ridge-i コンサルティング部 横山 慶一
- **カスタマー・ソリューション** PTFE加工品の設計注意点と調達プラットフォーム「Quick Value<sup>®</sup>」新機能・製品ラインアップ紹介  
高機能樹脂・製品本部 調達グループ 佐藤 俊輔  
デジタル戦略本部 笠本 竜司
- **技術論文《共著》** AI技術を搭載した振動による設備異常予兆検知システム「VHERME<sup>®</sup> (ベルム) -AI」の開発  
株式会社 Ridge-i コンサルティング部 横山 慶一  
技術総合研究所 米田 哲也  
技術総合研究所 佐藤 央隆
- **製品の紹介** ライニング向け高圧縮シートガスケット No.7027  
H&S事業本部 商品開発部 ガスケット開発チーム 高橋 聡美  
H&S事業本部 商品開発部 ガスケット開発チーム 黒河 真也  
改正食品衛生法対応グランドパッキン No.7232 No.7202WF No.8101U  
H&S事業本部 商品開発部 ガスケット開発チーム 滝照 和正
- **事業の紹介** 国内新生産拠点の始動 ふっ素樹脂ライニングタンク  
高機能樹脂・製品本部 ライニンググループ 商品開発チーム 田辺 達郎

## No.46 Winter 2024

- **ご挨拶** 代表取締役会長CEO 瀧澤 利一
- **バルカーテクノロジーニュース 冬号発刊にあたって** 取締役CTO 青木 睦郎
- **デジタル・ソリューション《共著》** AlgoEyeの紹介  
株式会社 Ridge-i コンサルティング部 横山 慶一  
H&S事業本部 サービスソリューション営業部 速水 章悟
- **技術論文《寄稿》** 光弾性を用いた溶接加工品の状態分析  
国立研究開発法人産業技術総合研究所 材料・化学領域 バルカー-産総研先端機能材料開発連携研究ラボ 領域長補佐 新納 弘之
- **技術論文《共著》** 熱可塑性ポリウレタンエラストマーの劣化機構解析  
技術総合研究所 西 亮輔  
H&S事業本部 商品開発部 エラストマー開発チーム 山下 純一  
高機能樹脂・製品本部 素材・フィルムグループ 商品開発チーム 久光 健太  
H&S事業本部 商品開発部 エラストマー開発チーム 上田 彰  
国立研究開発法人 産業技術総合研究所 機能化学研究部門 有機材料診断グループ 伊藤 祥太郎  
国立研究開発法人 産業技術総合研究所 機能化学研究部門 化学材料評価グループ 山根 祥吾  
国立研究開発法人 産業技術総合研究所 機能化学研究部門 化学材料評価グループ 古賀 舞都  
(現所属) 国立研究開発法人/農業・食品産業 技術総合研究機構/生物機能利用研究部門 絹糸昆虫高度利用研究領域/新素材開発グループ  
国立研究開発法人 産業技術総合研究所 機能化学研究部門 有機材料診断グループ 研究グループ長 青柳 将  
国立研究開発法人 産業技術総合研究所 機能化学研究部門 副研究部門長 水門 潤治
- **製品の紹介** ふっ素系エラストマーの紹介 H&S事業本部 商品開発部 エラストマー開発チーム 圖師 浩文  
高洗浄性回転式スプレーボール<sup>®</sup>の開発 高機能樹脂・製品本部 加工品グループ 馬場 貴大

## No.45 Summer 2023

- **ご挨拶** 取締役CTO 青木 睦郎
- **技術論文《共著》** フランジ締付け作業の可視化を目指すガスケット締付けサポートシステムの紹介 技術総合研究所 戸田 清華  
H&S事業本部 商品開発部 ガスケット開発チーム 高橋 聡美  
国立研究開発法人 産業技術総合研究所 センシングシステム研究センター4Dビジュアルセンシング研究チームチーム長 寺崎 正  
国立研究開発法人 産業技術総合研究所 センシングシステム研究センター4Dビジュアルセンシング研究チーム主任研究員 坂田 義太郎
- **製品の紹介** Quick Value (デジタル調達プラットフォーム)の紹介 高機能樹脂・製品本部 調達グループ 笠本 竜司  
高機能樹脂・製品本部 調達グループ 佐藤 俊輔  
高温水素用途向けBLISTANCE<sup>®</sup>シリーズのご紹介  
H&S事業本部 商品開発部 エラストマー開発チーム 圖師 浩文  
耐振うず巻形ガスケット No.6596A/No.7596A  
H&S事業本部 商品開発部 エラストマー開発チーム 高橋 聡美  
原子力向け製品ラインアップ  
H&S事業本部 商品開発部 ガスケット開発チーム 高橋 聡美  
H&S事業本部 商品開発部 エラストマー開発チーム 鈴木 憲  
H&S事業本部 商品開発部 エラストマー開発チーム 南 暢  
H&S事業本部 商品開発部 ガスケット開発チーム 須川 修司

# 設備点検プラットフォーム「MONiPLAT」

# MONiPLAT®



## スマホで定期点検、クラウドで一元管理

煩雑になりがちな設備点検を一元管理、現場での点検・入力はスマホアプリで簡単に  
スマホとPCの直感的な操作で点検・報告・管理を効率化します

## 20設備まで無料でご利用!

ソリューション詳細は公式サイトで  
<https://moniplat.com/>



## VALQUA 株式会社バルカー

- 本社(代) ☎(03)5434-7370 Fax.(03)5436-0560
- M・R・T センター ☎(042)798-6770 Fax.(042)798-1040
- 奈良事業所 ☎(0747)26-3330 Fax.(0747)26-3340

### ■H&S事業本部

- 第1ブロック(北海道) ☎(03)5434-7375 Fax.(03)5436-0565
- 第2ブロック(東北) ☎(03)5434-7375 Fax.(03)5436-0565
- 第3ブロック(北関東・信越) ☎(03)5434-7375 Fax.(03)5436-0565
- 第4ブロック(南関東) ☎(03)5434-7374 Fax.(03)5436-0564
- 第5ブロック(東日本カスタムサービス) ☎(03)5434-7375 Fax.(03)5436-0565
- 第6ブロック(中部) ☎(052)811-6451 Fax.(052)811-6474
- 第7ブロック(北陸・関西) ☎(06)6265-5031 Fax.(06)6265-5040
- 第8ブロック(西日本カスタムサービス) ☎(06)6265-5032 Fax.(06)6265-5041
- 第9ブロック(中国・西日本) ☎(06)6265-5031 Fax.(06)6265-5040
- 第10ブロック(中四国) ☎(06)6265-5031 Fax.(06)6265-5040
- 第11ブロック(九州) ☎(093)521-4181 Fax.(093)531-4755
- 海外営業部 ☎(03)5434-7376 Fax.(03)5436-0562

### ■高機能シール本部

- 営業部(東京) ☎(03)5434-7382 Fax.(03)5436-0562
- 営業部(大阪) ☎(06)6265-5036 Fax.(06)6265-5042

### ■高機能樹脂・製品本部

- 営業部(東京) ☎(03)5434-7385 Fax.(03)5436-0562
- 営業部(大阪) ☎(06)6265-5036 Fax.(06)6265-5042
- 彦根営業所 ☎(0749)26-3191 Fax.(0749)26-7503
- 熊本営業所 ☎(096)364-3511 Fax.(096)364-3570

## VALQUA TECHNOLOGY NEWS

# 冬号 No.48 Winter 2025

発行日・・・2025年1月31日  
編集発行・・・株式会社バルカー  
〒141-6024 東京都品川区大崎2-1-1  
ThinkPark Tower 24F  
TEL.03-5434-7370 FAX.03-5436-0560

制作・・・株式会社 千修

### グループ会社 国内販売拠点

- 株式会社バルカーエスイーエス
  - 本社 ☎(03)6770-9143 Fax.(03)3779-4006
  - 千葉営業所 ☎(03)6770-9143 Fax.(03)3779-4006
  - 鹿島営業所 ☎(0479)46-1011 Fax.(0479)46-2259

- 株式会社バルカーテクノ
  - 本社(営業チーム・CSチーム) ☎(03)5434-7520 Fax.(03)5435-0264

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

※VALQUAの登録商標はVALUEとQUALITYを意味します。 ※本誌の内容は当社のホームページにも掲載しております。  
※許可なく転載・複製することを禁じます。