

スマートファクトリーの実現に向けたダイカストデータ活用ソリューションの開発

Development of Die-casting Data Utilization Solutions for Realization of Smart Factory

河原 慎* Shin GOUBARA
村上 工成* Kousei MURAKAMI
田中 元基* Motoki TANAKA
岡崎 芳紀* Yoshinori OKAZAKI

スマートファクトリー実現へ様々な提案がなされるなか、ダイカストプロセスでも収集された情報を活用することで生産性を改善させる動きが活発になっている。一部の専門家の道具であったAIやIoTを身近にすることで広くメリットを享受できることを目指す当社における取り組みを本稿にて紹介する。

1. はじめに

これまでは「経験や勘」が最大の武器であったダイカストプロセスも、近年のデジタルトランスフォーメーションの流れを受けて大きく変わろうとしている。自動車に様々なセンサーがつき安全で効率的な走りが実現される様に、ダイカストプロセスでも集めた情報を上手く加工し活用することで生産性を飛躍的に改善させる動きが活発になってきた。具体的には、波形データ、温度条件、異常履歴など様々なデータが収集され、製品不良の要因分析や、設備の故障場所の特定などに役立っている。更には製品不良の真因追及や設備の故障予知、自律制御など多くの可能性があると言われている。これらの膨大な情報を収集・連携し、瞬

時に判断するのは人間の「経験や勘」ではなくAI (Artificial Intelligence) やIoT (Internet of Things) の得意領域であると考える。

これらの情報を一元管理してAIやIoTに全てを任せるのが理想の姿となるが、実際のダイカスト現場では不良発生を抑制するためプロセス管理により casting 状態のバラツキを安定させることで、不良発生確率を下げるものや、 casting した製品の検査段階で良品限界を見極めるものなど、ニーズは様々である。汎用的な大規模のAIやIoTソフトウェアは、価格の割にはニーズに合致しないと、カスタマイズしたソフトウェアを独自開発するか、導入自体を断念していることが多いと推察する。

そこで当社ではAIやIoTの導入ハードルを下げてより多くのユーザがそのメリットを享受できるように、ニーズに応じて開発された各種専用アプリケーション (以下、アプリ) が動くように構

* UBE マシナリー(株) 技術開発本部

成したダイカスト向け基幹システムを開発した。ダイカストマシンや周辺設備の動作情報、製品の品質情報などユーザにとって必要な情報を、安価で簡便な基幹システム上で連携することで、ダイカスト工場のスマートファクトリー化を推進することができる。

2. 経験や勘に頼るダイカスト工場の問題点

(1) 限定的な要因分析

ダイカストマシンやその周辺設備の連携は、動作タイミングのための信号の授受程度に留まり、相互の状態データの連携が出来ていないケースが多い。また、品質情報がダイカスト製品個別ではなくロット単位、金型情報がショット毎ではなく定期メンテナンス毎など、断片的な情報であることが多い。そのため不良や故障が発生した場合、限られた情報から「経験や勘」に頼り異常発生要因を分析することになり精度が悪く時間も要する。例えば、単一のデータからの要因分析では、鑄造圧力が高めだとバリ吹きが多くなって鑄巣の発生確率が上がる、といった限定的な判断に留まることもある。そのため、各工程におけるデータがダ

イカスト製品一つ一つに対して個別に紐づき、マクロ、ミクロの両面から因果関係を分析、評価する必要がある。

(2) 不適切な状態監視

品質や設備トラブルのように、発生原因が多岐にわたるものは、人間の情報処理能力を超えているため、これまでの業務を通じて得た「経験や勘」を頼りに、予め設定したダイカストマシンのショット数や時間に基づいて定期的に設備のメンテナンス（TBM；Time Based Maintenance）を行うような状態監視に留まっている。これでは、突発故障が回避できる保証はないことや、消耗品は使い切るといった観点からいえば無駄なコストが発生している。これに対して、的確な部品交換や保全計画を立てることを目的にし、適切な状態監視を実現するために情報処理をAIやIoTに任せることで、人間では困難であった異常発生の前兆を捉えることが必要である。

3. 当社の目指すスマートファクトリー

前述の課題を踏まえ、ダイカスト工場における

当社の目指すスマートファクトリーのイメージを図1に示す。ダイカスト工程で生産するダイカスト製品のの一つ一つに個体識別情報を割り振り、1セル内の工程情報（ダイカスト情報、周辺設備情報、金型情報、品質情報）をそれぞれ紐づけてデータ集約・連携する。このように集約・連携したデータベースに対し、ニーズに応じて必要な「ダイカストデータ活用ソリューション」を適用することで、原因や調整すべきポイントが見えてくる。並行して存在する他のセルでも同様にデータ集約・連携を行うことで、上位の工場管理システムで工場全体を統括できる。これにより、

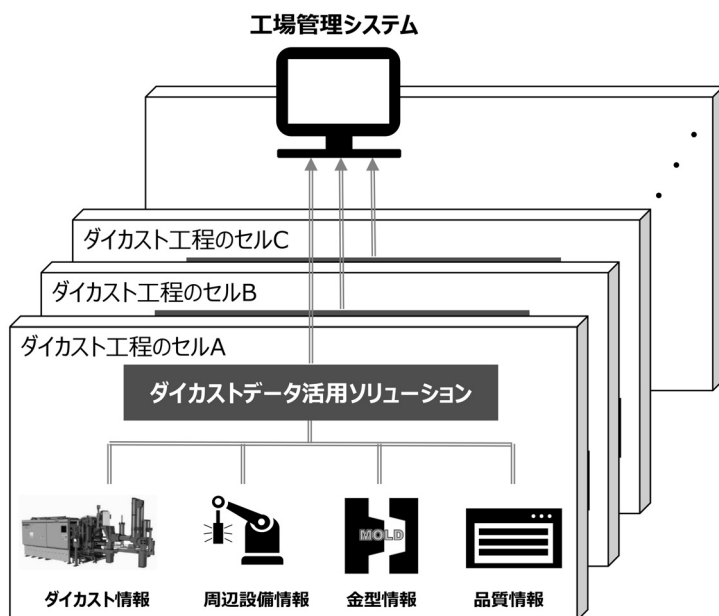


図1 当社の目指すスマートファクトリーのイメージ

情報量が格段に増加することで、因果関係の分析、評価の高度化を実現できることを目指す。

また、各セルで収集される膨大な情報処理をAIやIoTに任せて、設備の状態を常時監視することで、設備が停止する前に異常の予兆を検知することを目指す。射出動作部品に生じる「チップかじり」を例に挙げると、鋳造圧力の波形データによる状態監視だけではなく、スリーブ注湯口内の画像データ等を複合的に監視することで、異常発生を事後に検知する管理方法から、異常予兆を感知して事前に対策を講じる予防保全に転換できる。また、あるセルで確立された異常予兆指標を別のセルに横展開することで工場全体の監視レベル強化を加速させることが可能となる。

4. 当社の「ダイカストデータ活用ソリューション」の紹介

図2にダイカストデータ活用ソリューションの概要を示す。基本機能であるデータ集約・連携機能や異常の要因分析機能を搭載した基幹システム「CastTrend-Ai」を土台に、ニーズに合わせて開発した専用アプリ「Dsupport-シリーズ」をオプション機能として搭載できる。CastTrend-Ai単体では情報の質、量が不足する場合にも、各種ニーズに特化したDsupport-シリーズにより追加情報を集約して、要因分析の精度向上が期待できる。

更に、Dsupport-シリーズには異常予兆を早期発見することができる機能も備えている。

次項で、CastTrend-Ai及びDsupport-シリーズの各アプリについて紹介するが、今後も様々なニーズに対応するために随時開発する予定である。

4.1 CastTrend-Ai

CastTrend-Aiは前身となるCastTrendの機能（傾向や波形を見える化）を踏襲し、それに加えて、①データ集約・連携、②要因分析の機能を有している。

図3に示すように、データ集約・連携機能は、各データに共通項目を設けて、異なる設備やシステムからデータを収集し、共通項目を基準に速度波形データや離型剤流量データ、検査工程の品質結果などを連携して管理することができる。

また、CastTrend-Aiには要因分析が可能となる各種機能を搭載しているため、その一部を紹介する。

図4に稼働管理機能を示す。これは、各種生産情報の確認機能を搭載し、ダイカストマシンなどの運転状態やアラーム履歴等を常時監視することで、発生アラームの種類や時間を一覧表示している。これにより、現在から過去に遡って異常発生タイミングを確認することが可能になり、アラーム発生の時期や状態、頻度の要因分析から、次回

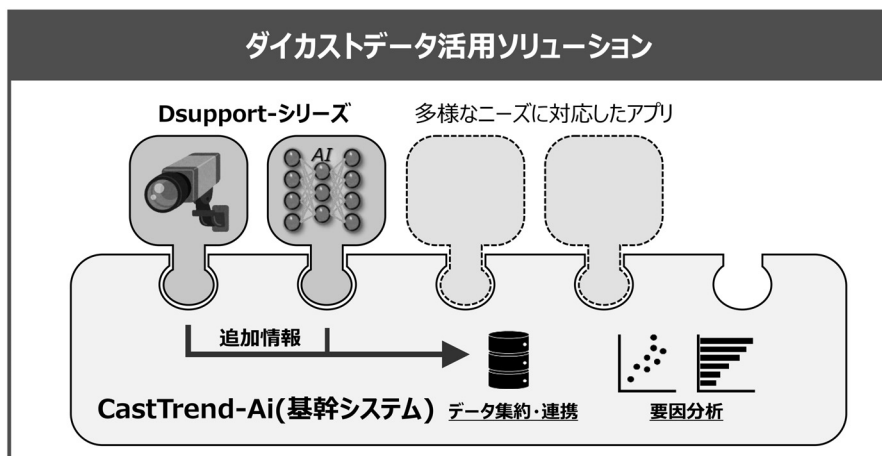


図2 ダイカストデータ活用ソリューションの概要

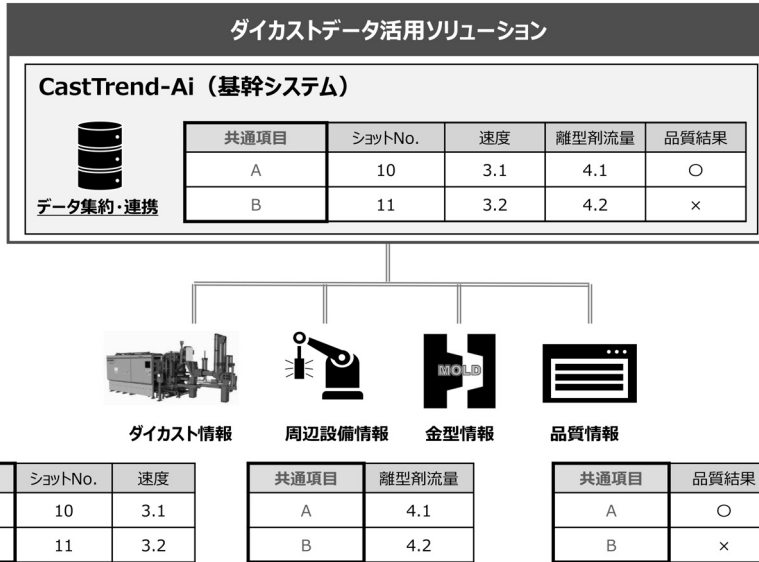


図3 CastTrend-Aiによるデータ集約・連携機能のイメージ図

の異常発生タイミングの予測を助長できる。また、アラームが発生したプロットを選択すれば、その時の各種情報（例えば射出波形）が連携しており、アラーム発生時の要因を短時間で把握できる。

図5にトラブル要因のランキング表示（パレート図）機能を示す。これにより、トラブル発生頻度の高い要因について瞬時に判断でき、重点的に対策立案できる。

図6に状態変動を分析する散布図とヒストグラムの機能を示す。これは、ダイカスト工程の状態変動を分析し、各種データのバラツキや相関を比

較評価できる。各種パラメータの相関関係や正規分布により、どのパラメータの影響によりダイカストマシンの状態が変動しているかを瞬時に判断でき、異常発生時の要因分析工数の削減に繋がる。

4.2 Dsupport-シリーズ

4.2.1 Dsupport-Moni

ダイカストでは、多くの場合、品質判定や設備の要因分析などに人間が介在している。本アプリは、ダイカストマシン操作盤以外の場所で、ダイカストマシンの生産状態などをモニタできる機能



図4 稼働管理機能

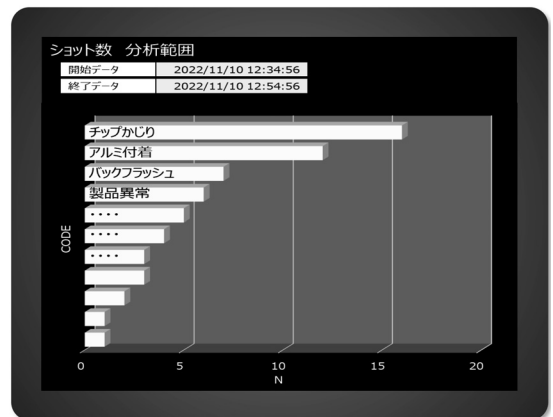


図5 トラブル要因のランキング表示機能

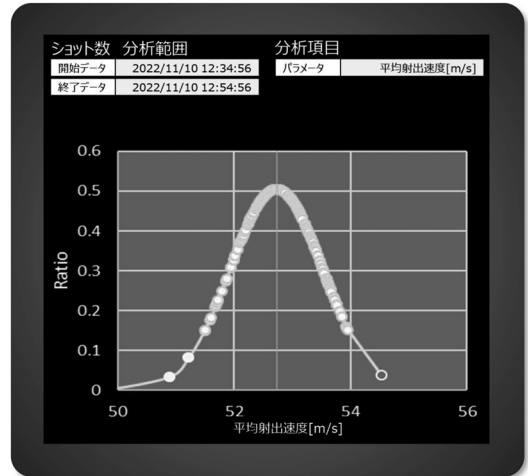
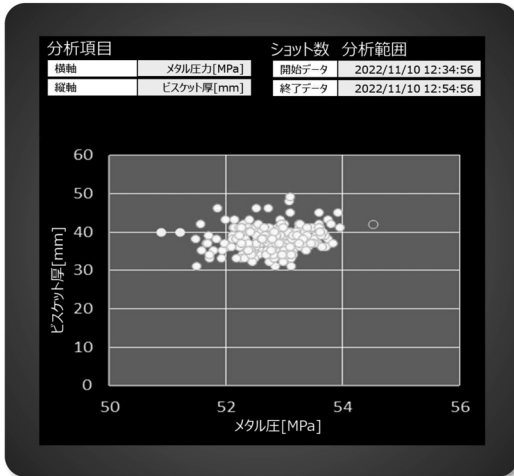


図6 状態変動を分析する散布図とヒストグラムの機能

であるが、それ以外に作業者が判断した品質や生産状態などを記録する機能を有している。図7(a)に品質情報を記録する「不良カウント」や図7(b)にマシントラブルや日常管理を行う中での作業者の気づきを記録する「フリーメモ」の一例を示す。この機能により収集した情報をCastTrend-Aiと連携することで、ダイカスト製品の品質情報や各種設備の状態などの要因分析精度の向上が期待できる。

4.2.2 Dsupport-Eye

ダイカスト製品の量産運転中は、鋳バリや焼き付きなどの金型状態、スリーブ注湯口付近のアル

ミ付着や湯こぼれなど作業者は常に監視することはできず、結果的に警報発生等でトラブルに気付くことが多い。図8に示すように、本アプリは、作業者の目が行き届かない場所もしくは危険性が高く立ち入れない場所に、監視カメラを任意設置できる。そのカメラにより画像情報を収集・分析して判断することで定量的な状態把握、経時変化の把握が可能となり、作業者の補助を目的とした機能である。

図9に画像処理の参考例を示すが、任意のエリアを指定しそのエリア内の状態を数値評価し、この数値の経時変化を監視し、異常時は警報等を発することで、早期発見による停止時間の削減、生



(a) 不良カウント機能



(b) フリーメモ機能

図7 Dsupport-Moniの代表的な機能

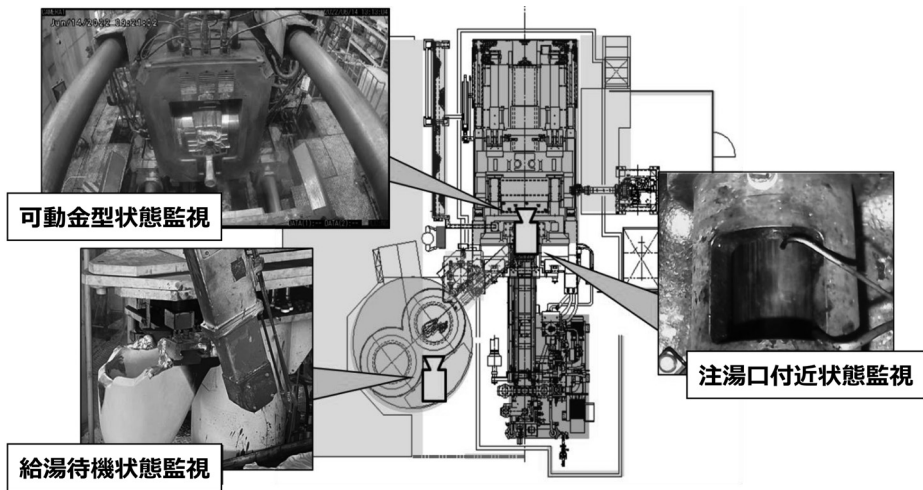


図 8 カメラ設置場所例

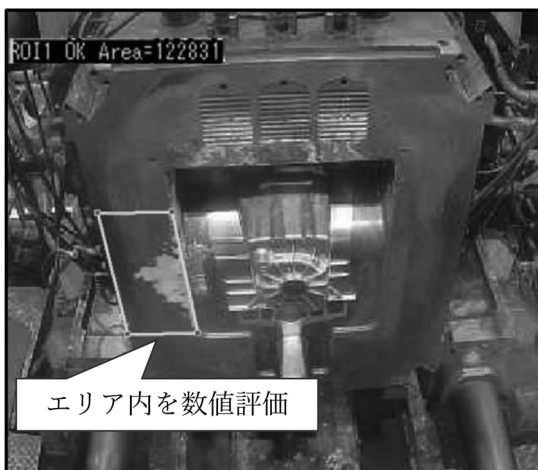


図 9 画像処理の参考例

産性向上を図ることができる。図 10 にバリ発生状態変化、注湯口内のアルミ付着状態の画像を処理した経時変化を示す。いずれの結果もバリ、あるいはアルミ付着の増加を検知できており、本アプリの有効性を確認できた。また、本アプリを、CastTrend-Ai と連携することで、品質への影響や、設備故障との因果関係を高精度に分析、評価でき、生産状態の変化などの異常予兆検知や計画的なメンテナンスが期待できる。

4.2.3 Dsupport-QEye（開発中）

ダイカスト製品の外観検査工程は、作業者の目視確認に頼るところが大きく、熟練度の違いなど個人差による合否判断のバラツキがあり、誤出荷

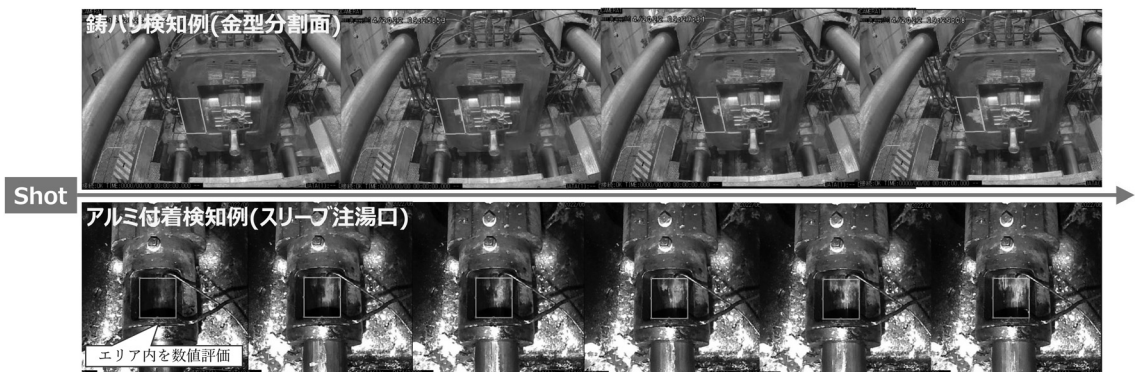


図 10 Dsupport-Eye の実例

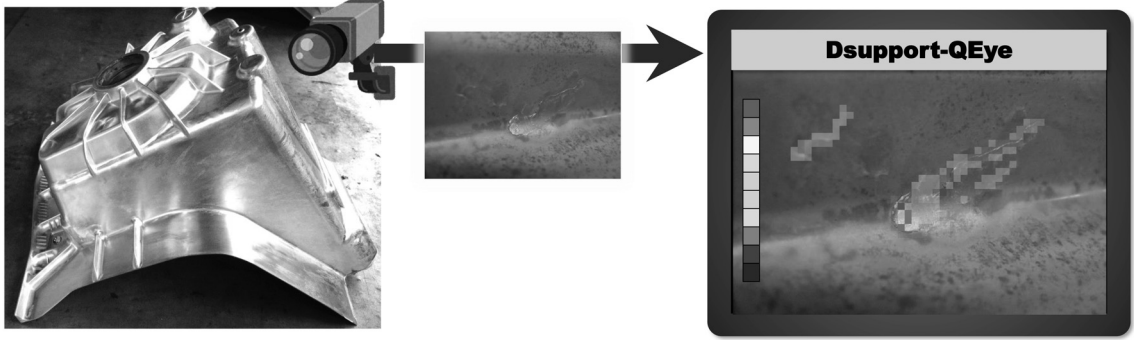


図 11 Dsupport-QEye の評価イメージ

による返品など生産性悪化につながる。本アプリは、作業者に代わってカメラ画像による外観検査を定量的に行うこと、品質状態変化をいち早く作業員へ知らせることを目的としている。

図 11 に評価イメージを示す。カメラでダイカスト製品の指定場所を撮像し、取得した画像から、例えば、湯じわや湯境の深さや長さを定量的に算出し、画面上に度合いを表示する。また予め設定した限度見本と比較評価することで、合否判断を行うことができる。これらの情報は、CastTrend-Ai と連携することで、ダイカスト生産の状態と品質情報の相関を分析できることから、安定した生産状態への支援、あるいは自律制御の実現に期待できる。

4.2.4 Dsupport-AEye

安定生産を継続的に行うためには、設備状態の

変化をいち早く察知して、停止時間を最小限にするための早期対策が重要となる。従来では定期的なメンテナンスと作業員の「経験と勘」に頼るところが大きいが、いずれも予兆など状態変化を早期に発見できることは少ない。

Dsupport-AEye はダイカストプロセスに特化した当社開発の AI により射出速度や圧力等の多変数の稼働データをリアルタイムに分析することで、人間では気づきにくい僅かな変化を掴み、異常予兆を早期発見することが可能なアプリである。図 12 (a) に AI 学習設定画面を示すが、ダイカストプロセスにおける AI 診断区間の設定等、必要最低限の簡単な設定で手軽に AI を設備に適用することができる。また、一般的に大量のデータを基に AI 学習を行うため長時間処理が懸念されているが、当社開発 AI は最少（数十ショット）分のデータから短時間で学習する特徴がある。図



(a) AI 学習設定画面



(b) チップかじりの異常予兆検知

図 12 Dsupport-AEye の実例

12 (b) にチップかじりの異常予兆検知の結果を示す。ブランジャーチップとスリーブの状態を「チップかじりスコア（グラフ縦軸の数値）」として定量的に評価した。異常停止する数十ショット前に異常予兆検知ができており、本アプリの有効性を確認できた。そのため、設備が異常停止する前にその異常予兆を人間に早期に知らせて設備保全を促すことで、ダイカストマシン稼働の安定性を維持させることができる。

また、前節で述べたその他の Dsupport-シリーズによる定量的な画像分析結果等とも CastTrend-Ai を通じて簡単に連携することができるため、これらの情報も併せて分析して設備の稼働状態を多面的に監視することで、異常予兆の検知精度を向上させることも開発中である。更には、その異常がなぜ発生したのか要因分析した結果をダイカストマシンにフィードバックして自律的にマシンを制御することで、設備が常に最適な状態で稼働できるように目指していきたい。

5. まとめ

AI や IoT を身近にすることで広くメリットを享受できる当社のダイカストデータ活用ソリューションを紹介した。ダイカスト工場において、ダイカスト工程内情報のデータ集約・連携機能により多くの情報を基に異常発生した要因分析の精度向上や、「経験や勘」だけに頼らない状態監視機能によりスマートファクトリーを推進させたい。今後の展望として、データ集約・連携機能については、異なるメーカーのダイカストマシンが設置されるダイカスト工程間での通信規格をオープンにてデータフォーマットを共通化することで工場管理システムによる工場全体でのデータ集約・連携も目指す。要因分析機能については、今回紹介した Dsupport-シリーズ以外のアプリの商品化や各アプリのコラボレーションにより更なる効果を見込まれる開発をしたいと考えている。