

推論根拠を提示し人の判断を支援する 東芝アナリティクスAI“SATLYS”の適用

Technique to Provide Users with Grounds for Inference Using SATLYS Toshiba Analytics AI Services

高橋 信太郎 TAKAHASHI Shintaro 加藤 利幸 KATO Toshiyuki 西澤 実 NISHIZAWA Minoru

近年、製造業や社会インフラ分野では、暗黙知に依存したオペレーションからの脱却や、製造・インフラ設備などの運用コストの削減などを目的に、AI技術の導入が始まっている。AIによる推論結果が何を根拠にしたのかを提示することは、ユーザーの判断を支援する上で重要である。

東芝デジタルソリューションズ(株)は、東芝グループに蓄積された“ものづくり”の知見をAIの設計に生かし、高精度な識別や、予測、要因推定、異常検知、故障予兆検知、行動推定などを実現する東芝アナリティクスAI“SATLYS(サトリス)”のサービスを提供している。SATLYSの推論根拠提示技術は、ダイカスト製品の不良品・異常検知技術における不良要因解析機能や、調達の見積自動精査技術における価格決定要因提示機能など、AI分析の結果に基づくユーザーの課題解決のための判断に有益な情報を提供できる。

Technologies related to artificial intelligence (AI) have begun to be introduced in the manufacturing and social infrastructure fields in recent years in order to overcome dependence on implicit knowledge-based operations and reduce operating costs. This has led to the need for a technique to provide users with grounds for the results inferred by AI so as to implement appropriate measures.

Toshiba Digital Solutions Corporation has developed and is supplying SATLYS Toshiba Analytics AI services, which incorporate high-accuracy analysis classification, prediction, factor estimation, anomaly detection, fault sign detection, and activity estimation functions, based on the knowledge that it has cultivated through Toshiba's experience in manufacturing. We have also developed a technique to provide users with grounds for the results inferred by SATLYS. This technique offers useful information for finding solutions, taking advantage of the functions of SATLYS including a defect factor analysis function capable of detecting defects in die-cast products and a function to display pricing factors capable of automatically scrutinizing estimates from suppliers in the procurement process.

1. まえがき

近年、製造業や社会インフラの運用保守の現場などでは、熟練者の暗黙知に頼ったオペレーションからの脱却や、システムの運用に掛かる人手のコスト削減を実現するため、AI技術の導入が始まっている。東芝デジタルソリューションズ(株)は、東芝グループが長年培ってきた“ものづくり”の実績から得た知見をAIの設計に生かし、製造業や社会インフラ分野を中心に、高精度な識別や、予測、要因推定、異常検知、故障予兆検知、行動推定などを実現する、東芝アナリティクスAI“SATLYS(サトリス)”のサービスを提供している。SATLYSは、現在、送電線の画像検査や、半導体製造の不良要因推定、サーバーの保守部品在庫最適化、ウェアラブルデバイスによる作業行動推定、病理画像からのがん細胞検知、乗り合いオンデマンド交通の需要予測など、様々な対象への活用が進んでいる⁽¹⁾⁻⁽³⁾。

SATLYSは、①大規模な画像分類や数万次元を超えるビッグデータ解析、②少数の学習データからの高精度な推

論の実現、③推論根拠の提示による説明性の高さ、を特長とする。

この中で、③の推論根拠提示技術は、ユーザーがAIの推論結果に基づいて次を取るべきアクションを判断する際に重要である。AIが、何を根拠にして分析対象の状態(例えば、製造業における製品の品質やインフラ設備の機器の状態など)を判断したのかを提示できれば、ユーザーは、分析対象の状態を改善する場合に、その根拠に基づいてどのような部分に手を加えるべきかといった具体的なアクションの判断が可能となる。また、近年では、社会全体でAIの活用が進むにつれ、AIの公平性(Fairness)、説明責任(Accountability)、透明性(Transparency)が重要視され始めており、それらを満たすために、説明可能なAI(XAI: Explainable AI)が求められている⁽⁴⁾。このXAIの実現のためにも、SATLYSの推論根拠提示技術は、なくてはならないものである。

ここでは、SATLYSの推論根拠提示技術を組み込んだ適用事例として、ダイカスト製品の不良品・異常検知と、

調達の見積自動精査について述べる。

2. SATLYSによるダイカスト製品の不良品・異常検知

ダイカストとは、溶けた金属を精密な金型に圧入することで、高精度な鋳物を短時間で大量に生産する鋳造方式である⁽⁵⁾。ダイカスト製品の製造現場では、製造の無駄を省いてコストを削減したいとか、不良品の発生を抑えて歩留まりを向上させたいというビジネス課題がある。そこで、当社は、これらの課題を解決するために、不良要因解析のための良・不良判定技術、及びサーモグラフィー画像（以下、サーモ画像と略記）による金型温度異常予兆検知技術を開発した。

2.1 不良要因解析のための良・不良判定技術

ダイカスト工程で発生した不良が即座に判明せず、後工

程に不良品が流れ、作業の無駄が生じる場合がある。そのため、ダイカスト製品の不良をできるだけ早期に判定したいというニーズがある。また、製品検査は、労力や長時間を要する場合があります、検査コストを削減したいというニーズもある。

そこで、SATLYSのAI技術を活用し、ダイカストで製造した各製品が良品か不良品かを即時かつ自動的に判定できる技術を開発した。各製品に対するダイカストの製造条件や、機器の動作・状態を表す各種パラメーター（以下、製造データと呼ぶ）から、AI技術でその製品が良品か不良品かを判定する。

更に、ダイカストの現場では、不良品が発生したときに、その要因を突き止め、不良品の発生を抑制するため製造条件などを改善したいというニーズがある。このニーズに応えるため、SATLYSの推論根拠提示技術を用い、不良要因解析機能と良品領域提示機能を開発した。不良要因解析機能は、AIが良品か不良品かを判定するのに重視しているデータ、すなわち不良品の発生に強く関係する製造データの項目を提示する（図1）。これによりユーザーは、不良品を抑制するために優先的に設定変更すべき製造条件や、注意深く調整すべき項目を特定できる。また、良品領域提示機能は、不良要因解析機能で特定された重要なデータ項目に対し、各々がどの範囲の値であれば、良品が製造されやすいかを良品領域として提示する（図2）。これによりユーザーは、高い歩留まりで製品を製造するための、製造条件の設定範囲を判断できる。このように、SATLYSの推論根拠提示技術を用いることで、推論結果を提示するだけでな

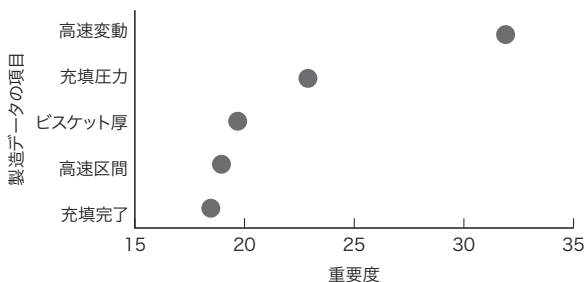


図1. ダイカスト製品の不良要因解析機能の表示例

不良品の発生に強く関係する製造データの項目と、各項目の重要度が提示される。

Example of display showing defect factors of die-cast products

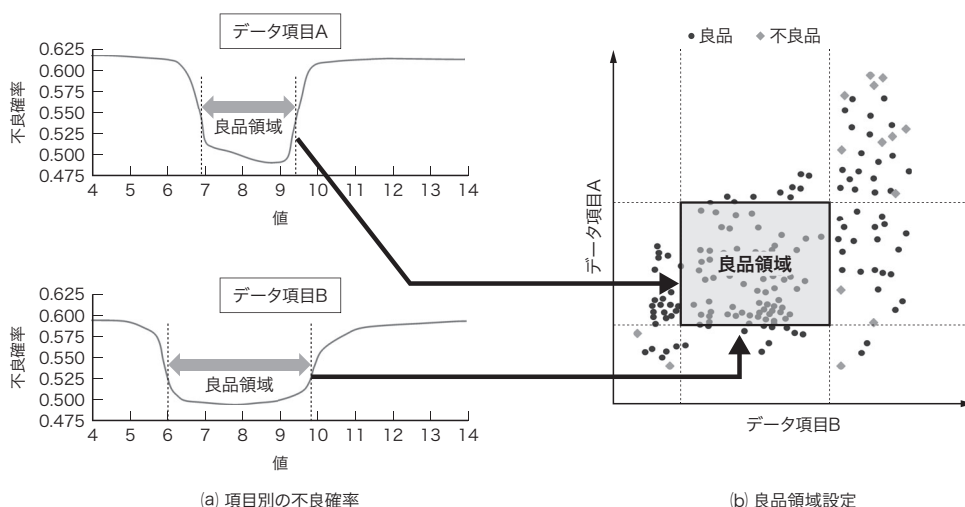


図2. ダイカスト製品の良品領域提示機能の表示例

良品が高い歩留まりで製造できるようなデータ範囲が提示される。

Example of display showing area of non-defective die-cast products

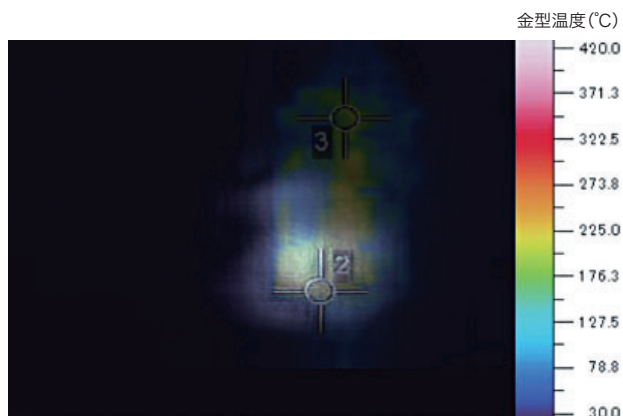


図3. ダイカスト金型の注視領域提示機能の表示例

金型温度異常予兆検知でAIが重要視している領域が注視領域（図中の白い領域）として提示され、金型で温度異常の要因となる箇所が特定できる。

Example of display showing area of attention on die-casting mold

く、不良品の抑制に有効な製造条件の設定など、ユーザーの改善活動における判断を支援する価値ある情報を提供できる。

2.2 サーマ画像による金型温度異常予兆検知技術

ダイカスト製造では、金型温度も铸造品質に影響する重要なファクターなので、金型温度の異常予兆を検知する技術も開発した。この技術は、金型温度の時系列変化を考慮するために、連続した数回分の铸造のサーモ画像を入力データとし、入力データの時刻以降、一定回数後の铸造で温度異常が発生するか否かを判定する。これにより、未来の温度異常の発生有無を推定することで、異常の発生前にその予兆を検知できる。

更に、SATLYSの推論根拠提示技術を用いて、金型の温度異常の予兆を検知するのに重要な画像中の領域を提示する注視領域提示機能も開発した。この機能は、AIの出力を入力画像の各ピクセルの値で偏微分して勾配を算出し、その絶対値の大きさをAIの注視度合いとし、注視度合いが大きい部分に対応するピクセルをAIの注視領域とする（図3）。この機能により、ユーザーは、金型で温度異常の要因となる箇所を特定でき、金型の設計や、冷却方法の改善、熱電対センサーによる温度監視位置の決定などに役立つ情報を得られる。

3. SATLYSによる調達の見積自動精査

当社は、日々収集される部材コストや取引先のサプライヤー情報などを一元管理して有効活用し、調達コスト削減や、災害による生産活動中断リスクの低減などを支援する戦略調達ソリューションとして、Meister SRMという製品を

提供している⁽⁶⁾。

調達現場では、サプライヤーから回答された見積もりを精査する労力を削減しつつ、割高な見積もりを見落とすリスクを抑えたいとか、ベテランの見積精査ノウハウを継承し、経験の浅い担当者でも妥当な精査が行えるようにしたいなどのニーズがある。そのため、蓄積された過去の見積もりデータから、バイヤーが妥当と判断した見積案件を抽出して学習し、新たな案件の見積価格を自動的に精査する技術を開発した。この技術は、Meister SRMに“調達AIオプション”として搭載されている⁽⁷⁾。

このオプション機能は、見積対象製品の仕様や、サプライヤー情報、市況情報などの入力に対して、対象製品の見積価格を推定する。新たな見積回答に対しては、AIが自動的に見積価格を推定し、サプライヤーが回答した見積価格と比較することで、回答価格が推定価格よりも大幅に高い場合には、注意深く確認すべき案件としてユーザーに提示する。これにより、見積精査担当者の労力が削減されるほか、割高な見積価格を見落とすリスクを抑えられる。

また、見積精査の際に確認すべき重要な項目をノウハウとして共有したいとか、サプライヤーとの価格交渉や製品仕様の見直しで考慮すべきポイントを知りたいなどの、ユーザーの更なるニーズに応えるため、見積価格に大きな影響を与える項目を価格決定要因として提示する推論根拠提示技術も開発した。この技術は、AIの出力を入力データの各項目で偏微分して得られる勾配を利用する。多数のサンプルで勾配を算出し、入力データの項目ごとに、その項目に対応する勾配要素の絶対値を平均することで、各項目の重要度を算出する。

調達AIオプションの画面イメージを図4に示す。画面の上段の表には、AIによる予測価格とサプライヤーからの回答価格の差分が大きい案件、すなわち見積精査担当者が優先的に確認すべき案件が表示されている。また、画面の下段左側には、見積価格に大きな影響を与える価格決定要因が提示されている。これを見ることで、バイヤーは見積価格に大きな影響を与える項目を知ることができ、見積精査のノウハウ共有や、価格交渉や製品仕様の見直しの際に重視すべき項目の判断などに役立つ。

4. あとがき

SATLYSの特長の一つである推論根拠提示技術により、ダイカスト製品の不良品・異常検知や、調達の見積自動精査などで、歩留まり向上や見積精査のノウハウ共有などに有効な情報を提供する機能を開発した。

今後は、推論根拠提示技術により適切な結果が提示され

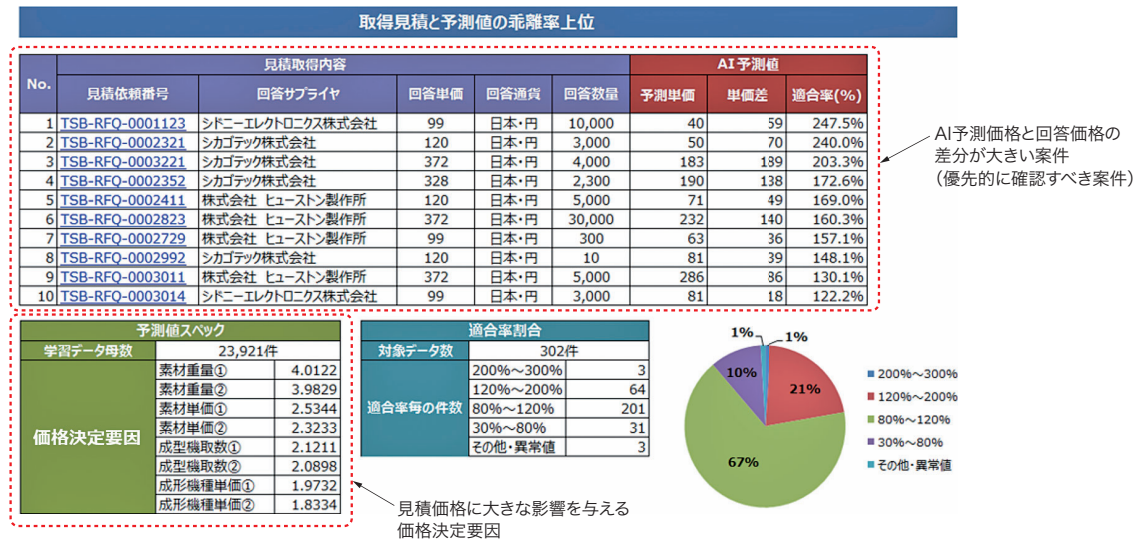


図4. Meister SRMに搭載されている調達AIオプションの表示例

見積価格に大きな影響を与える項目を知ることができ、見積精査のノウハウ共有や、価格交渉や製品仕様の見直しなどの判断に役立つ。

Example of “Meister SRM” procurement AI option display

ない場合でもユーザーが対話的にAIを修正し、より適切な推論根拠を提示する方法などの開発が必要である。

また、今回開発した技術の適用範囲を、製造業以外へも広げ、様々な分野におけるビジネスの課題解決に役立てていく。

文 献

- (1) 東芝デジタルソリューションズ、東芝アナリティクスAI SATLYS™、東芝デジタルソリューションズ、<<https://www.toshiba-sol.co.jp/pro/satlys/>>、(参照 2019-05-21)。
- (2) 伊藤秀将、ほか、画像認識精度を向上させるディープラーニング技術を用いた学習用画像の自動生成、東芝レビュー、2017、72、4、p.18-21、<https://www.toshiba.co.jp/tech/review/2017/04/72_04pdf/a05.pdf>、(参照 2019-05-21)。
- (3) 入本勇宇次、ほか、乗り合いオンデマンド交通のAI需要予測システム、東芝レビュー、2019、74、1、p.70-73、<https://www.toshiba.co.jp/tech/review/2019/01/74_01pdf/f02.pdf>、(参照 2019-05-21)。
- (4) 福島俊一、ほか、ビッグデータ×機械学習の展望：最先端の技術的チャレンジと広がる応用、情報管理、2017、60、8、p.543-554、<https://www.jstage.jst.go.jp/article/johokanri/60/8/60_543/_pdf>、(参照 2019-05-21)。
- (5) 日本ダイカスト協会編、“ダイカストとは”、ダイカストって何？—DIE CASTING—、2003、p.11、<http://diecasting.or.jp/diecast/pdf/book/pdf_set015-0.pdf>、(参照 2019-05-21)。
- (6) 東芝デジタルソリューションズ、“グローバルものづくりソリューション Meisterシリーズ™”、東芝デジタルソリューションズ、<https://www.toshiba-sol.co.jp/industry/Meister_top/>、(参照 2019-05-21)。
- (7) 東芝デジタルソリューションズ、“戦略調達ソリューション「Meister SRM™」の新オプション、「調達AIオプション」の販売開始について”、ニュースリリース、<<https://www.toshiba-sol.co.jp/news/detail/20181024.htm>>、(参照 2019-05-21)。



高橋 信太郎 TAKAHASHI Shintaro
東芝デジタルソリューションズ(株)
ソフトウェア& AI テクノロジーセンター
アナリティクス・ディープラーニング技術開発部
Toshiba Digital Solutions Corp.



加藤 利幸 KATO Toshiyuki
東芝デジタルソリューションズ(株)
ソフトウェア& AI テクノロジーセンター
アナリティクス・ディープラーニング技術開発部
Toshiba Digital Solutions Corp.



西澤 実 NISHIZAWA Minoru
デジタルイノベーションテクノロジーセンター
技術開発部
Digital Innovation Technology Development Dept.