

AI解析技術を用いた 製造設備状態見える化ソリューション ～振動波形解析アルゴリズム「ForeWave™」～

加部 隆久 林 育実

製造業では、労働力不足や技能継承を背景に工場内の製造設備の見える化を目的とした効率的な現場データ収集と設備保全の効率化を更に改善に結び付けるため、異常・予兆検知のニーズが拡大している¹⁾。

OKIでは製造設備の見える化に機械学習を用いた独自の振動解析アルゴリズム「ForeWave」²⁾、^{*1)}を提供することにより、異常検知の可否検証をお客様との実証実験(Proof of Concept:以下、PoC)を通じて実施している。

本稿では、製造設備への状態見える化ソリューションの、導入から運用及び運用後の保守を通した各プロセスでの進め方の手順を紹介する。

「Manufacturing DX」でのスマート工場化支援

日本の製造業が直面する少子高齢化に伴う生産年齢人口の減少(労働力不足)ノウハウの属人化の解消(技術継承)に向けて、OKIでは「Manufacturing DX」を提供している³⁾。

OKIが提供する「Manufacturing DX」は、スマート工場実現の第一歩となる製造現場を見える化する「現場変革」から始め、現場と経営を高度、かつ双方向に連携する「IT・オペレーション変革」へつなげ、環境変化・法令対応・少量付加価値生産などのさまざまな経営判断を支援する「マネジメント変革」を実現する。これらの三つの変革を連携させてスマート工場化を支援するソリューションである(図1)。

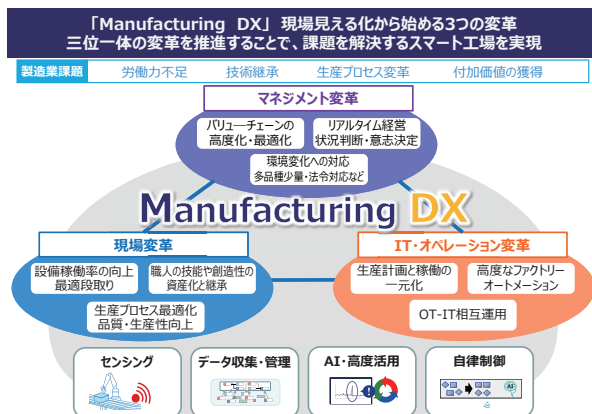


図1 Manufacturing DX コンセプト

*1)ForeWaveは沖電気工業株式会社の商標です。

現場変革での設備見える化

スマート工場化の第一歩である「現場変革」では、設備稼働率の適正な把握による生産性向上や、職人の技術継承のためにログ、センサー、作業内容などのデジタルデータとAI解析技術を活用して見える化を推進する。

工場設備は、工具摩耗や特定部位の劣化・故障によって加工品質の悪化を招くことが多い。ロボットによる切削工程の自動化、目視確認による見落としなどによって、工具摩耗を検知しづらく加工精度を維持することができずに不良品削減(不良率低減)ができていないという課題がある。OKIでは、このような事象の検知に設備から収集される振動や音響データをリアルタイム解析して設備異常を検出し、効率的な設備保全(Condition Base Maintenance(状態基準保全):以下CBM)の実現を支援する設備状態見える化ソリューションを多くのお客様との実証実験(PoC)を通じて提供している。

ソリューションを導入する前に、しっかりと目標を決定し、それに即した検証を通じて異常検知の可否を検証し、正常と異常の閾値となる判別モデルを生成してから、運用フェーズに向かう必要がある。ところが、運用中には製造設備の経年変化や周囲の環境変化によって、一度生成した判別モデルでは精度が維持できず、適正な運用ができない可能性がある。判別モデルを再生成するためには、波形解析の専門知識が必要となり、専門知識がなくても判別モデルの微調整が可能となる仕組みを作る必要がある。このように導入から運用後の保守に至る各プロセスを進めていくことで製造設備の状態の見える化が実現できる。

「ForeWave」を活用した 設備状態見える化ソリューション

OKIが提供する「ForeWave」を用いた設備状態見える化ソリューションは、製造設備に設置した振動や音響センサーで得られるデータを収集ツールで取り込み、判別モデル生成する。生成された判別モデルを「ForeWave」のコアライブラリーに配置し、設定されたパラメーター、及び判別モデルを用いて、正常/異常の判別結果をスコア値とし

て出力する。運用者は、この出力されたスコア値を確認し、設備状態を把握できる。

また、OKIは、「ForeWave」商品の一つとして、運用支援キットを提供し、専門知識がなくても、運用者自身が判別モデルを微調整できる仕組みづくりを支援している(図2)。

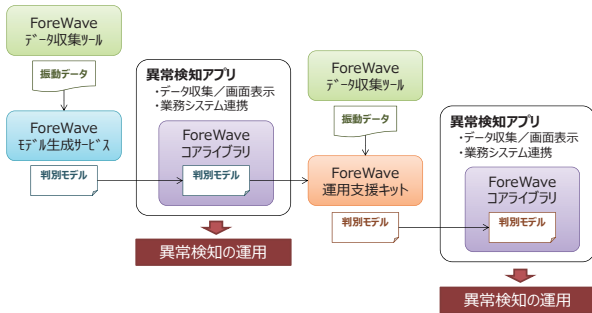


図2 ForeWave 商品構成

判別モデル生成プロセス

判別モデルを生成するためには、お客様が指定する設備・機種で、「ForeWave」適用条件を検証し、その上で最適な設定値を決め、判別モデルを決定する。判別モデル生成するためのプロセスは以下の手順で進める。

①事前作業としての作業デザイン

具体的には振動データ収集や判別モデル生成などの各作業に着手する前に、目標を決定し、作業方針を検討する。

②プロジェクト管理

運用支援キットでは、入力する振動データや、作成される判別モデルを「プロジェクト」という単位にまとめて管理する。

新規作成、既存プロジェクトの読み込みなど運用支援キット内で利用するプロジェクトを管理する。

③データ準備

精度確認、判別モデル生成に利用する振動データ形式をインポートし、振動データセットを作成する。振動データセットに高速フーリエ変換(FFT)を施して、パワースペクトルデータセットを準備する。

④精度検証

準備した正常時のパワースペクトルデータセットと、異常時のパワースペクトルデータセットに対して、任意の設定値による学習と判別を試行し、判別精度を確認する。

⑤判別モデル生成

コアライブラリー向けの判別モデルを生成し、生成した判別モデルをコアライブラリーの動作環境へコピーして利用する。

シナリオ例を活用した判別モデル生成

OKIは、運用支援キットの説明会も実施しており、説明会では、小型ステッピングモーターの異常検知をシナリオ例としている。説明会の目的は、運用者自身で、異常を検知する判別モデルを生成できるようにすることである。

シナリオ例での想定製造設備状況を以下に示す。

- 小型ステッピングモーターを運用中
- 人の耳で音による点検を定期的の実施中
- 人が耳で聴いて判別できる異常音が確認可能

①事前の作業としての作業デザイン

振動データ収集や判別モデル生成などの各作業に着手する前に、目標を決定し、作業方針を検討する。具体的には以下の内容を決定する。

■分解能と汎用性

例) 1個体の正常時と異常時の2状態を判別する。

■期待精度の計画

例) 期待精度は90%以上とする。

■振動データの計画

例) 50回転分収集する。振動データは周期性があり、3秒/回転なので、150秒を収集する。正常時も異常時もデータが取りやすいので、両方準備する。

■機械学習のアプローチ

例) 正常時と異常時の2種類の振動データを利用し、教師あり学習を試す。

■プロジェクト構成

例) 振動データを新たに準備して、新規に作成する。振動データは、以下のハードウェア構成(図3)で収集する。

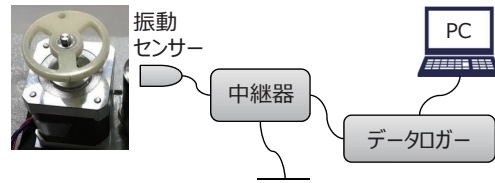


図3 ハードウェア構成

②プロジェクト管理

運用支援キットの最終的なアウトプットは、「判別モデル」となる。本キットでは、前節で述べたように「プロジェクト」という概念を採用している(図4)。

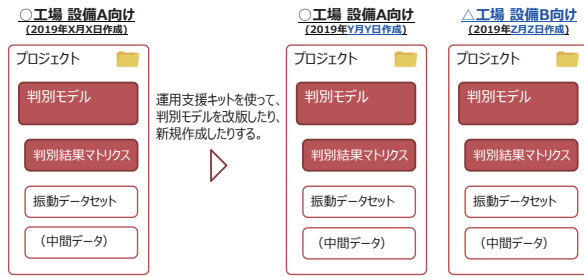


図4 プロジェクトの概念

一つのプロジェクトは一つの「判別モデル」に関連付けられ、一つの「判別モデル」は一つの判別結果マトリクスに関連付けられる。また、新規プロジェクトは、運用支援キットの起動時に任意のプロジェクト名で作成できる(図5)。

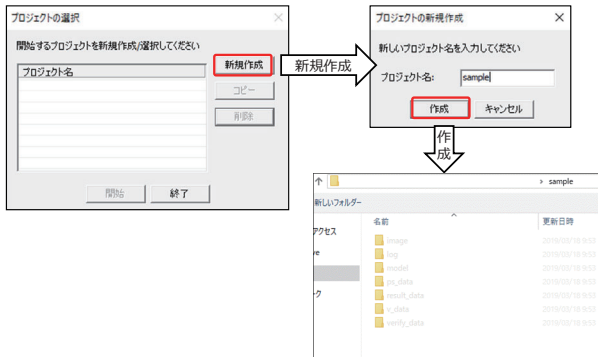


図5 プロジェクト作成

③データ準備

プロジェクトの作成が終わると、次はこのプロジェクトにインポートする振動データを選択する。振動データのインポートダイアログを用いて、振動データをインポートする。インポートの際に、解析データ抽出を実施する(図6)。

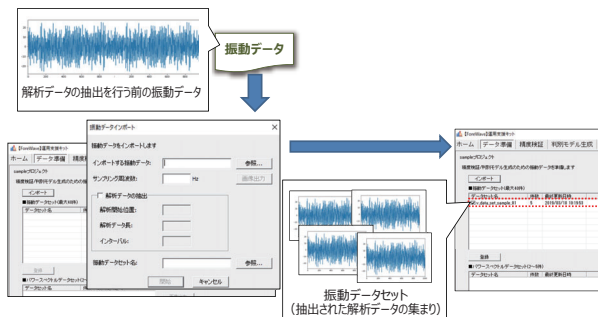


図6 データインポート

ここでは、事前に計画した作業デザインに従って、振動データの設定値から解析データ長を指定する。

次に、プロジェクトにインポートした任意の振動データセットの波形を、画像に出力する(図7)。

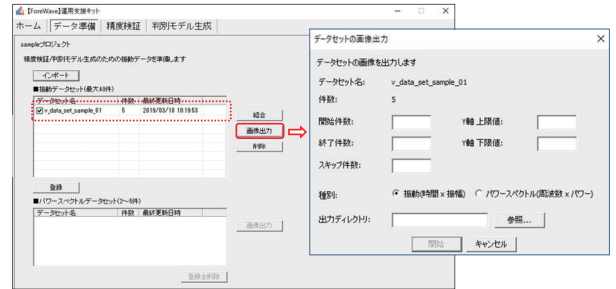


図7 画像出力画面

画像出力した振動データを確認後、判別モデル生成に用いるパワースペクトルデータセットを精度検証用と判別モデル生成用に利用する振動データセットとして登録する。ここでは、各振動データセットに高速フーリエ変換(FFT)が施され、パワースペクトルデータセットが作成されるので、個別に高速フーリエ変換(FFT)などの処理は不要である。

④精度検証

データの準備が完了後、準備した正常時のパワースペクトルデータセットと、異常時のパワースペクトルデータセットに対して、推奨の設定値で交差検証を試行し、判別結果を確認する(図8)。

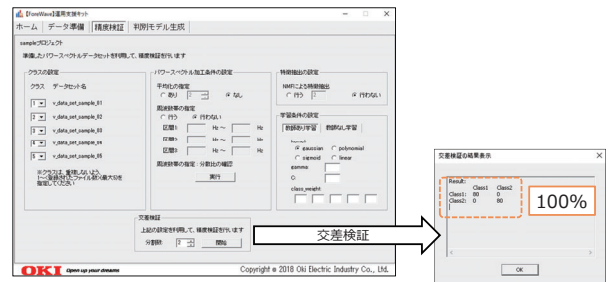


図8 交差検証画面

⑤判別モデル生成

必要な交差検証結果ファイルを選択し、判別モデルを生成する。生成した判別モデルをコライブラリーの動作環境へコピーすることによって、異常検知アプリ(コライブラリー)で利用することが可能になる。

おわりに

以上述べた運用中に製造設備の経年変化や周囲の環境変化などによって、生成した判別モデルでの精度維持が

できなかった場合にも、また波形解析の専門知識がなくても運用者自身で標準的なプロセスを実施し、判別モデル生成し、精度維持や適切な運用を継続できるようにOKIは支援している。

今後は、運用開始までのデータ取得期間の短縮と継続的な異常検知精度を更に向上することを目指し、さまざまなAIアルゴリズム開発を継続していく。 ◆◆

■参考文献

- 1) 高橋佑輔:製造業IoT向け振動による異常検知、OKIテクニカルレビュー第230号、Vol.84、No.2、pp.30-33、2017年12月
- 2) OKIプレスリリース 機械学習を用いた波形解析ソフトウェアライブラリー「ForeWave」を販売開始
<https://www.oki.com/jp/press/2018/10/z18058.html>
- 3) OKIプレスリリース スマート工場実現に向けたIoT活用工場ソリューション「Manufacturing DX」を提供開始
<https://www.oki.com/jp/press/2018/10/z18044.html>

●筆者紹介

加部隆久:Takahisa Kabe. 情報通信事業本部 金融・法人ソリューション事業部 イノベーション推進部
林育美:Ikumi Hayashi. 情報通信事業本部 IoTプラットフォーム事業部 IoTソリューション推進部

TiPo 【基本用語解説】

交差検証

少量のデータセットで、判別モデルの生成・精度検証を実施する統計手法の一つ。

収集した波形データを分け、一部を学習データに、残りを精度検証に用いる。