

# 振動・音響波形分析「ForeWave<sup>®</sup>」によるインフラ予防保全

IoTプラットフォーム事業部IoTシステム部  
越川博昭



## ForeWave<sup>®</sup>とは

- 「ForeWave<sup>®</sup> for AE2100」は、振動や音響といった波形データをエッジ領域でリアルタイム解析し、設備などの異常兆候を検知するソフトウェア
- データの収集からそのAI解析と結果の見える化までを、オールインワンでOKIのAIエッジコンピューター「AE2100」へ搭載



## 製品構成

### ■ ForeWave® for AE2100

- データ収集
  - ▶ データ収集モード
- 可視化
- ルールベースでの異常検知
  - ▶ 閾値判別モード
- AIでの異常検知
  - ▶ 汎用モード
  - ▶ 簡易学習モード
  - ▶ 追加学習モード

### ■ 運用支援キット

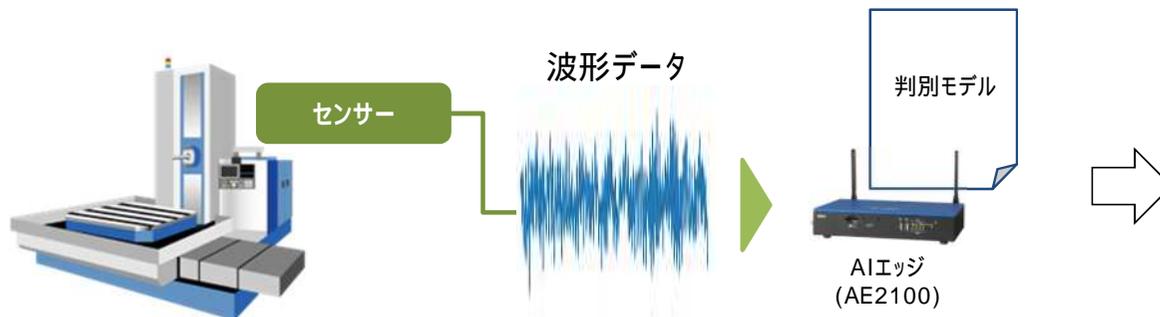
- 収集したデータを用いた精度検証
- AIモデル生成



# ForeWave® for AE2100

## ■ ForeWave® for AE2100とは？

- エッジコンピュータAE2100で動作する、AIを使った異常検知が可能なソフトウェアパッケージ
- AIを使わないユーザに対しても以下の機能を提供
  - ▶ データ収集：信号情報のデータ収集が可能 運用中の収集も可能
  - ▶ 可視化：リアルタイムで生波形,パワースペクトル,FFT後波形をWeb画面で表示
  - ▶ 閾値判別：特定の周波数が一定の閾値より上がった（下がった）場合に異常と検知する



運用イメージ図



可視化イメージ図

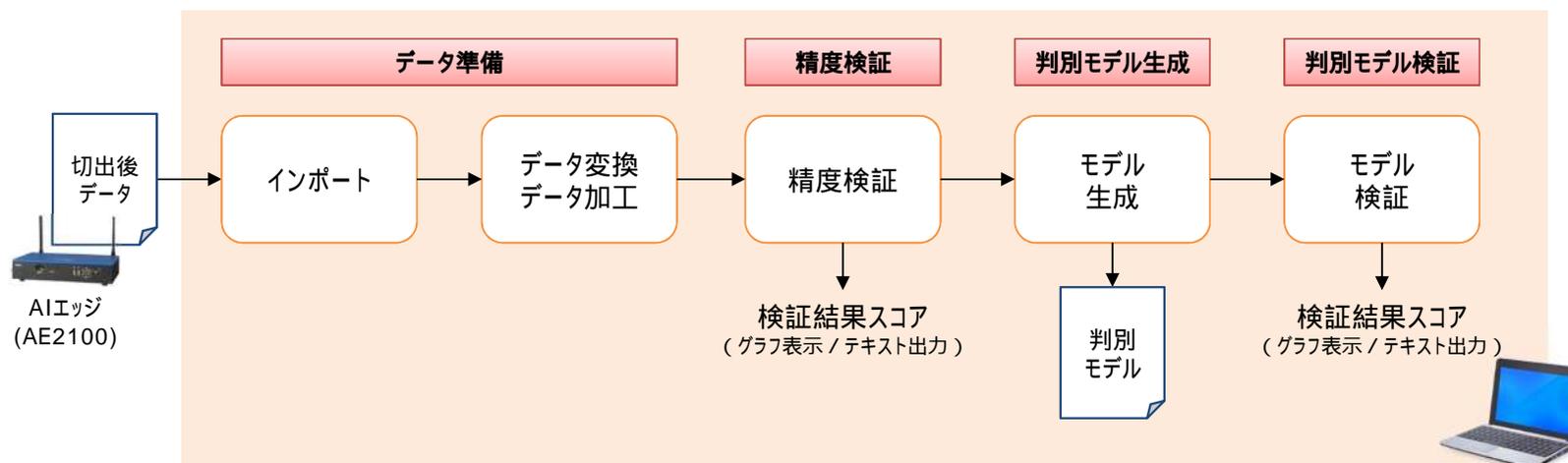


# 運用支援キット

## ■ 運用支援キットとは？

- 収集したデータをGUIベースで可視化、分析することができ、ForeWave for AE2100で動作するAIモデルまで作成することを可能としたツール

運用支援キットには教育がセットで付帯されており、初めての方でも分析のノウハウやAIモデル作成までの流れを演習を通して学ぶことができます。



運用支援キットを使ったモデル検証までの流れ



モデル検証の画面イメージ図

# ForeWave®を使った異常検知モデル作成の流れ

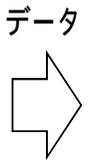
**データ収集**

AIエッジ AE2100 + ForeWave® for AE2100  
データ収集や異常判別、可視化を提供するソフト

または

**任意のデータ収集システム**

要件を満たすセンサーやデータロガーでデータ収集を行う



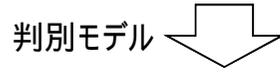
**実証実験・運用準備**

PoC + モデル生成サービス  
技術的な適用見込みを確認するサービス + 適用条件の詳細を確認し、判別モデルを作成するサービス

または

**運用支援キット**

収集したデータを利用して判別モデル生成などを実施するソフト



**運用・データ収集**

AIエッジ AE2100 + ForeWave® for AE2100

- 役務サービス
- 異常判別ソフト
- 運用支援ソフト



# インフラ予防保全のポイント

## ■ インフラ予防保全の課題

- 基本的に異常データがない/少ない
- 異常検知に不要な外的要因によるノイズがデータに入りやすいことが多い
- 長期の運用（10年～）が想定され、経年劣化によるデータの変化が考えられる

## ■ 対応策

- 正常/異常データとも必須、運用開始後/運用中もデータを取得する仕組みが必要
- データにはいったノイズを切り出すためのアルゴリズムの検討が必要
- 経年劣化等によるデータの変化への対応としてモデルの定期的な更新が必要



データが完全にそろうのを待っていては運用が見えないため、可視化や簡易的なAIモデルを使った早期運用の仕組みを導入し、運用しながらモデルを改善していく方法を検討する必要がある



## 事例：橋脚の異常検知

### ■ 概要

- 橋脚に取り付けた加速度計の橋脚常時微動データから異常を検知可能か検証したい
- 複数ある橋脚で特徴の違いがあるか検証
- 異常データが存在しないため、疑似的に作成した異常データを作成し、判定を行う



### ■ ForeWaveを使ったPoCの実施内容

- 橋脚を通過する車両や河川の水量の増量等の外的要因によって振動が変わる可能性が高いため、該当データのみを切り出すようなアルゴリズムを作成
- 異常データが発生しないということで教師なし学習を実施
- 異常データの作成はお客様に協力いただき、評価データとして利用

### ■ PoCの結果

- 主に固有振動数に着目し、各橋脚毎の特徴量を抽出した結果、橋脚毎に異なる特徴を持つことがわかった
- 橋脚毎に異常検知モデルを作成し、評価データで異常検知ができることを確認



## 事例：変電設備の異常検知

### ■ 概要

- 発電所から変電所を通して送られてくる高圧の電気を受け入れ、最終的に使用できる電圧に変換するための設備一式
- 正常と異常の判断は作業員が現場に行き、「普段と音が違うかどうか」を経験や勘に基づいて判断している
- 滅多に壊れないし異常も発生しないため、異常データが存在しない



### ■ ForeWaveを使ったPoCの実施内容

- 現状音による判断をしていること/お客様の要望により、音声を入力としてForeWaveでの解析を実施
- 異常データが発生しないということで教師なし学習を実施

### ■ PoCの結果

- 正常データを特徴量の変換して、どういった音声はどういった特徴量を持つか可視化
- 疑似的な異常データを利用し、正常データが持つ特徴量とかなり異なる特徴量をもつことが確認できた



## 事例：トンネルの異常検知

### ■ 概要

- トンネルの壁をハンマー等でたたき、壁の浮き/内部の割れ等の検知を行う
- 正常と異常の判断は作業員が現場でハンマーを叩き、音を耳で聞いて経験で判断している
- 浮きが酷いものは素人が聞いても音の違いの確認が可能



### ■ ForeWaveを使ったPoCの実施内容

- 実際に使っているハンマーや治具を使って正常と異常の音データを収集
- 教師なし/あり学習を使って異常判別

### ■ PoCの結果

- 精度としてははっきり異常と判断できるものでも8割程度、難しいものはさらに精度が低くなった
- 原因の一つは正常データのバラつきであり、ハンマーを叩いた人や叩き方によってもばらつきがあること、ノイズが大きく、外音の除去や切り出し方法に工夫が必要



## まとめ

### ■ ForeWaveを使ったインフラ予防保全のポイント

- データがなければ可視化、ルールベースによる簡易的な導入が可能なところから運用を開始
- 正常データがあれば、まずは教師なし学習をつかって異常検知モデルを作成することが可能
- ForWaveの機能を使って運用開始後もデータは継続収集
- 運用開始後にたまったデータ（正常/異常データ）を分析し、予兆検知や異常の種類毎に判定できるようなモデル作成へと運用支援キットを使って改修していく



ご清聴ありがとうございました

