

物流機器メーカーだからこそ開発できた “ユーザー目線”の予知保全向け IoT センサユニット

物流は、私たちの暮らしや仕事、社会の営みを支える基盤です。円滑で安定した物流は、物流関連企業だけでなく、あらゆる企業にとっての競争力の源泉。不測の設備故障などによって物流業務が機能停止にならないよう、“止めない物流”の実現が求められています。物流ソリューションのリーディング・サプライヤであるトーヨーカネツのソリューション事業本部（以下、TKSL）では、物流機器を始めとした様々な機械設備に適した予知保全向け IoT センサユニット「TKK-PMD シリーズ」を開発しました。負荷のかかる可動部の振動を検知したデータを機械学習で解析することによって、故障の兆しを察知し、未然に対処できます。

現場で求められる予知保全を熟慮して 最適仕様のセンサと無線通信技術を採用

近年、IoT や人工知能（AI）の発達によって、設備の故障を事前に察知し、最適なタイミングで効率的にメンテナンスを行う「予知保全」が可能になりました。効果的な予知保全の実現は、設備の稼働状況のデータ収集から始まります。ところが、どのようなセンサを、どこに設置し、いかなるデータを収集すれば設備の故障を正確に予知できるのか、明確な方法論が定まっていないのが現状です。そこで TKSL は、物流機器を始めとした様々な機械設備に適した予知保全向け IoT センサ、TKK-PMD シリーズを開発しました。

TKK-PMD シリーズは、次のような特長を持つセンサユニット、ベースユニット、パワーユニットの3ユニットで構成されています。

1. 振動データを収集するセンサユニット

いかに高度なデータ解析手法を使っても、解析対象のデータの質が悪ければ、正確な故障予知はできません。TKSL では、振動、熱、音など、設備の稼働状況を映す多種多様なデータ

のうち、故障の兆しを最も正確かつ早期に検知できるものがあるのか、膨大な実証実験を繰り返して検証しました。そして、加速度センサを使った予知保全向けに最適化したデータ収集手法を確立し、その知見をセンサユニットの開発に生かしました。

2. データ収集を制御するベースユニット

予知保全に向けたデータを収集する際には、設備内の複数の可動部それぞれに加速度センサを取り付けることとなります。ベースユニットは、最大 100 台のセンサユニットを無線接続し、各センサでのデータ収集作業を制御。そして、収集したデータを解析に用いるホスト PC またはクラウドへと送ります。

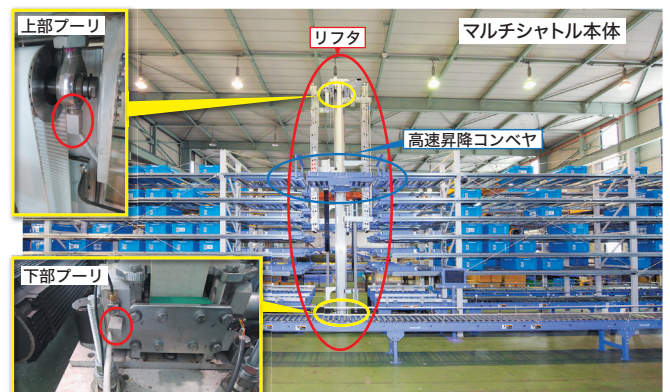
3. 電源を供給するパワーユニット

センサと電源は別構成になっています。センサを小型化し、設備の奥深い部分や隙間、小さな機械部品にも設置できるようにするためです。電源だけを外部からアクセスしやすい場所に置いておけば、気軽に点検できない場所の稼働状況も常時把握できます。パワーユニットの電源は調達が容易な単 1 乾電池です。ちなみに、パワーユニットを使わず、コンベアの省配線システムから電源を取ることも可能です。TKK-PMD シリーズには、現場の状況に則した形で、予知保全に向けた



■予知保全向け IoT センサユニットの構成

(右) ベースユニット
(中) センサユニット
(左) パワーユニット
ベースユニットとセンサユニットの間は無線通信 UNISONet で接続



■マルチシャトルでの可動部へのセンサ取付例

リフトの上部プーリ、下部プーリ（2カ所）、減速機にセンサを取り付けて振動データを収集する。

データ収集を可能にする四つのポイントがあります。

ポイント① 3軸加速度センサの採用

故障の兆しを示す振動は、XYZ3軸どの方向に現れるのか定かではありません。また、繊細な振動の変化を検知するためには、高周波数の振動を検知できるセンサを利用する必要があります。こうした技術要件に合うセンサとして、米 Analog Devices 社の3軸加速度センサ「ADXL357」を採用しています。

ポイント② IoTに適した無線通信技術の採用

ベースユニットとセンサユニットの間をつなぐ無線通信には、東京大学発のベンチャー企業であるソナスが開発したIoTデバイス用の独自無線通信技術「UNISONet」を採用しています。UNISONetとは、多数のノードを、低消費電力で高速、低遅延、高信頼、時刻同期が取れた双方向接続が可能なマルチホップ・ネットワークを構築できる技術です。

ポイント③ 低電力で同期データの収集が可能

データ収集機構として、ソナスで提供している、UNISONetを用いた加速度計測システムを採用しています。ベースユニットからセンサユニットに起動信号を出すことで、設備が稼働しているタイミングで、データを効率よく取得。データ収集と送信に際しての消費電力を最小限に抑えます。また、複数のセンサからデータ収集する際には、時刻同期を取ることが可能です。

ポイント④ リーズナブルな価格で提供可能

設備の予知保全に向けて本当に必要な機能だけを選定。IoTセンサにありがちな冗長な機能を削ぎ落とすことで、リーズナブルな価格での提供を可能にしました。

センサの活用法から機械学習の解析手法まで 物流設備の実機でソリューションを作り込み

TKK-PMD シリーズは、TKSL 製物流システムのユーザーを対象に、センサユニットとそれを効果的に活用した予知保全サービスを提供します。まずは「マルチシャトルシステム」向けにサービスを提供し、順次対象設備を拡大していく予定です。大量のセンサを運用する場合には、サブスクリプションによるサービス提供にも応じる予定です。また、一般ユーザーにも、センサユニット単体を販売します。この場合、単体販

売が基本となりますが、ユーザーの求めに応じて、対象機器のデータ収集と学習モデルの生成、予知保全サービスの提供にも対応していきます。

TKSL では、より高精度で使い勝手に優れた予知保全を実現するため、千葉事業所でマルチシャトルシステムの実機を使い、データの解析手法や管理手法を磨いています。予知保全では、ディープラーニングなど高度なAIを利用するため、高性能なコンピューターを使ってデータ解析する例が多くあります。TKSL は、物流現場と設備に関する長年蓄積してきた知見を生かして、卓上のPC上でも機械学習を用いた高精度の解析ができる解析モデルを開発しました。TKSL が提供する予知保全サービスでは、監視対象の設備に異常が発生した場合、その状態に応じて、「点検してください」「部品の手配をしてください」「部品を交換してください」といった3段階でアラームを出すことができます。

予知保全により、設備のメンテナンスは大幅に効率化します。システム導入のイニシャルコストは必要ですが、部品交換や逸失利益などを含めたトータルな累積コストで比較すれば確実にメリットが得られます。まず、突発故障をゼロにできるため、予期せぬ機会損失をなくせます。故障後の対処では、部品の手配などをする間、設備は停止したままです。予知保全を活用すれば、こうしたリスクを減らせます。また、属人的スキルに頼りがちだった点検作業をシステム化することで、安定した信頼性の高い点検が可能になります。少子高齢化が進む日本では、故障の兆しを見極めるスキルを持つ専門家の確保が難しくなっています。予知保全は、その抜本的な解決策になります。

さらに、部品の交換時期も最適化。これまでは定期的に見切りで部品交換をする「予防保全」が中心だったため、本来ならば、あと1、2年使える部品も取り換えるような無駄がありました。予知保全ならば、このような無駄を最小化できます。

TKK-PMD シリーズ、およびそれを活用した予知保全サービスは、物流現場だけでなく様々な機械設備の効果的かつ効率的な運用を後押しするソリューションです。設備メンテナンスを効率化する方法をお探しの際には、ぜひTKSLにお声がけください。

予知保全向けIoTセンサユニット TKK-PMD シリーズ

センサ部	センサ型式:	Analog Devices ADXL357	UNISONet classic	物理層:	IEEE 802.15.4
	計測値:	3軸加速度		周波数帯:	2.4 GHz
	主な用途:	マシンヘルスマニタリング		性能:	1ホップ範囲: ~500 m(見通し)
	計測範囲:	±10 G / ±20 G / ±40 G		時刻同期精度:	10 μs
	計測周波数:	最大 2 kHz		最大ホップ数:	10 ホップ
				最大計測範囲:	約1km
		最大速度:	16 kbps(~10ホップ), 32kbps(~4ホップ)		
		接続可能台数:	100 台以上		

※ UNISONet は、ソナス株式会社の独自無線通信規格の名称です。

IoTセンサユニット
お問い合わせ



トーヨーカネツ株式会社 ソリューション事業本部
開発部 システム開発グループ グループマネージャー 下遠 誠
TEL: 03-5857-3062 Email: shimotou@toyokanetsu.co.jp