

腐食予兆管理システム Predictive Corrosion Management 2021

Akira Matsui

December 22, 2020

Copyright 2019 Baker Hughes Company LLC. All rights reserved. The information contained in this document is company confidential and proprietary property of Baker Hughes and its affiliates. It is to be used only for the benefit of Baker Hughes and may not be distributed, transmitted, reproduced, altered, or used for any purpose without the express written consent of Baker Hughes.

概要

腐食予兆管理システム(PCM)

Rightrax PM 超音波センサー(ハードウェア)

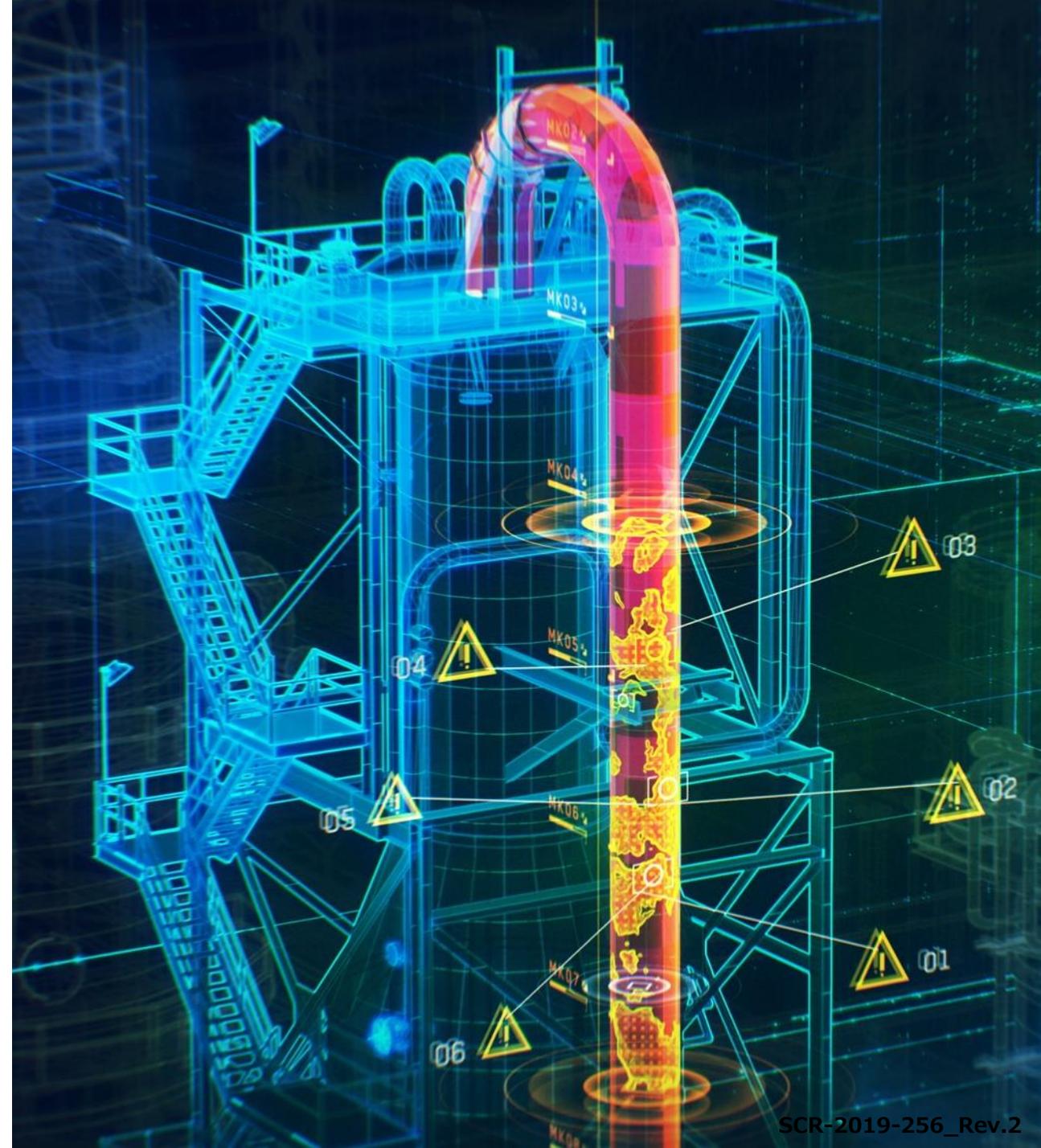
- 配管、エルボ、ヘッダー、レデューサーに恒久的に設置
- 薄型設計により、断熱材下での設置も可能
- 本質安全防爆構造（日本防爆認可）－ ATEX Zone-0およびClass 1 Div 1
- 実質的なメンテナンスフリー：接触媒質不要, 接着剤, 溶接・圧着等の機械加工不要
- 多様な対象に適用が可能：最高使用温度 400℃, 最大直径72inch

運転中の継続的な監視と分析

- 人体への危険性を排除：高温エリア、有毒ガス、放射線、高所や狭隘部作業
- 腐食（コロージョン）と浸食（エロージョン）の継続監視
- クラウドベースソフトウェアを利用したリアルタイム監視とデータ共有
- 簡易的な検索機能とフィルタ機能による、データの掘り下げや分析
- 余寿命評価の分析機能も搭載可能な充実のトレンド分析、視覚化、予測ツール
- どこからでも安全にウェブアクセスが可能

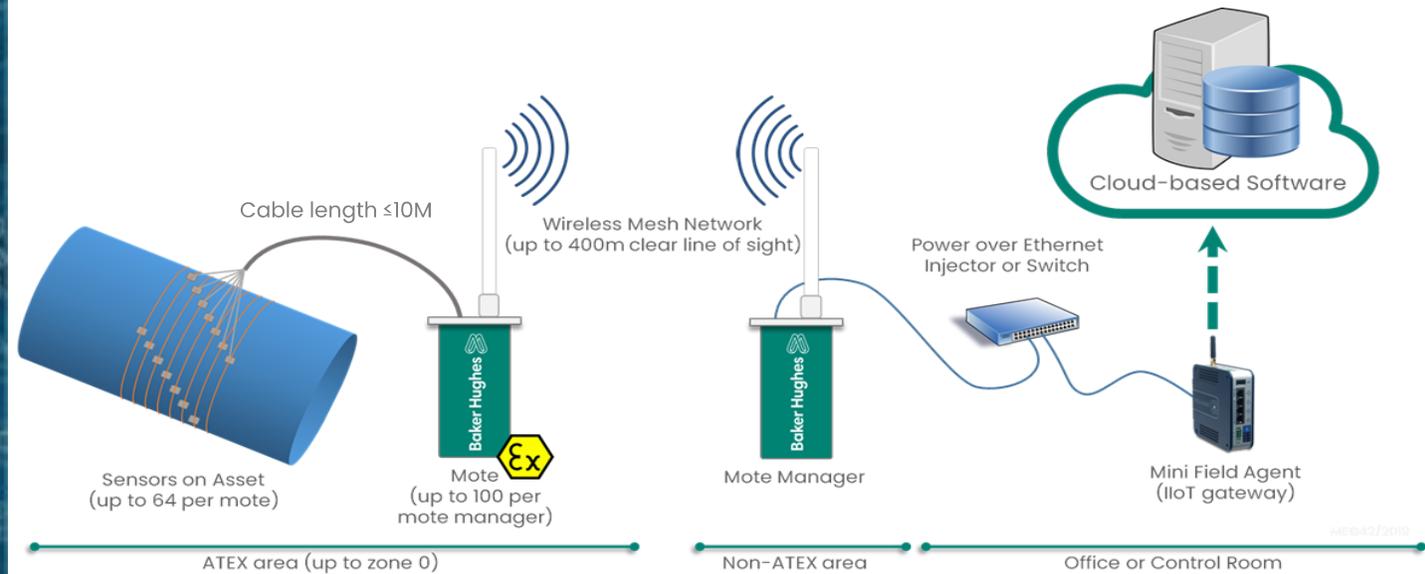
ダウンタイムの低減

- 時間単位の検査の撤廃
- 現状を理解しながら、リスクプロファイルに基づいて、正確なメンテナンスを計画する。
- ダウンストリーム（精製・販売）とアップストリーム（生産井）に適したアプリケーション



Predictive Corrosion Management

PCM System lay out allows a multi sensor setup for big data and analytics to increase reliability of your asset integrity.



**NEED TO
MONITOR
DYNAMIC
CORROSION
RATES**

**High quality
automated
thickness data**

**Cloud based software
Possibility of
Predictive Wall Loss
Analytics**

Combines cloud-based software built with Rightrax PM installed sensors to monitor the loss of interior wall thickness of pipes, tanks, and vessels. By facilitating the collection of data on wall thickness and temperature, this solution enables the intelligent management of wall loss, supports asset integrity programs, and drives a increase in uptime.

お客様の課題

腐食: 高価な脆弱性...

"Help me anticipate, and then optimize my corrosion threat."

275兆円

~\$2.5T

世界でみた業界全体の腐食に関する年間コスト

22兆円

~\$200B

オイル&ガスでの腐食に関する年間コスト

15-35%

腐食コスト削減可能性

- 資産安全性確保のための折衷案（早期交換等）
- 設備の停止
- 有害物質の漏洩
- 環境被害
- 作業者の労働安全衛費用
- 事故時世間からの評価低下

出典：NACE International、IMPACT - 腐食技術研究の予防、適用、および経済性の国際的尺度

**出典：N NACEレポートのBH分析

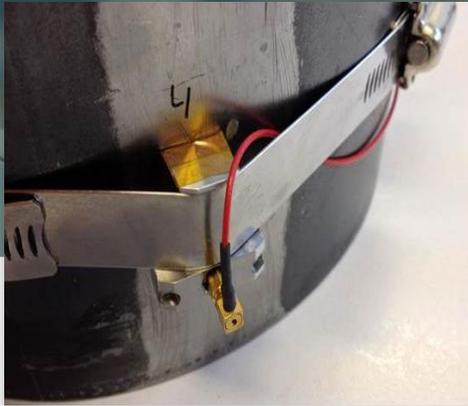
PCMコア技術

現在、何か所をどれ くらいの頻度の検査 でしょうか...

- ストレート配管
- エルボ
- T管
- レデューサ等

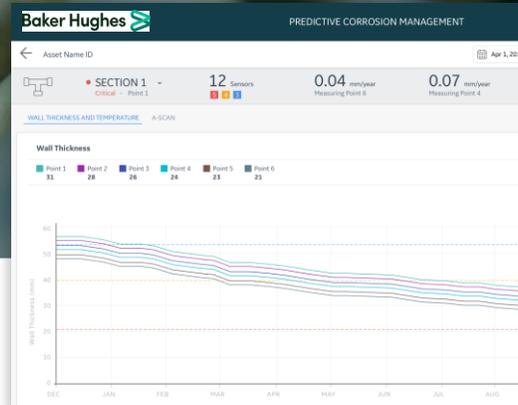
HOW WOULD YOU LIKE TO
INSPECT THESE?
WHAT ARE CRITICAL AREAS?

BH 腐食予兆管理システム



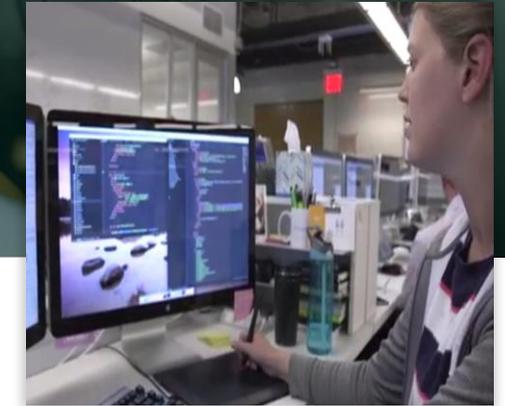
ハードウェア 連続的な検査

- Rightrax PM 超音波センサーによる良好な再現性と正確な読み取り
- モートのメッシュネットワーク
- 携帯電話回線 / WAN 接続オプション
- 安全設計 - ATEX / JPEX / FM 認証済



ソフトウェア 予兆的 / 能動的な メンテナンスの提供

- フルAスキャンデータでの肉厚および温度測定データの保存
- トレンド把握、分析および外部出力
- リスクベース検査プログラムへの入力
- Asset Performance Management/Meridium suite*に拡張できるクラウドベースソフトウェア
- * 弊社で別途提供しているプラント全体の資産管理をするソフトウェア



サービス サポート

- サイトの下見
- センサの設置
- ソフトウェアのアップデート
- 継続使用期間のサポート

PCM: 腐食状況を監視するため、超音波センサーを設置

装置概要

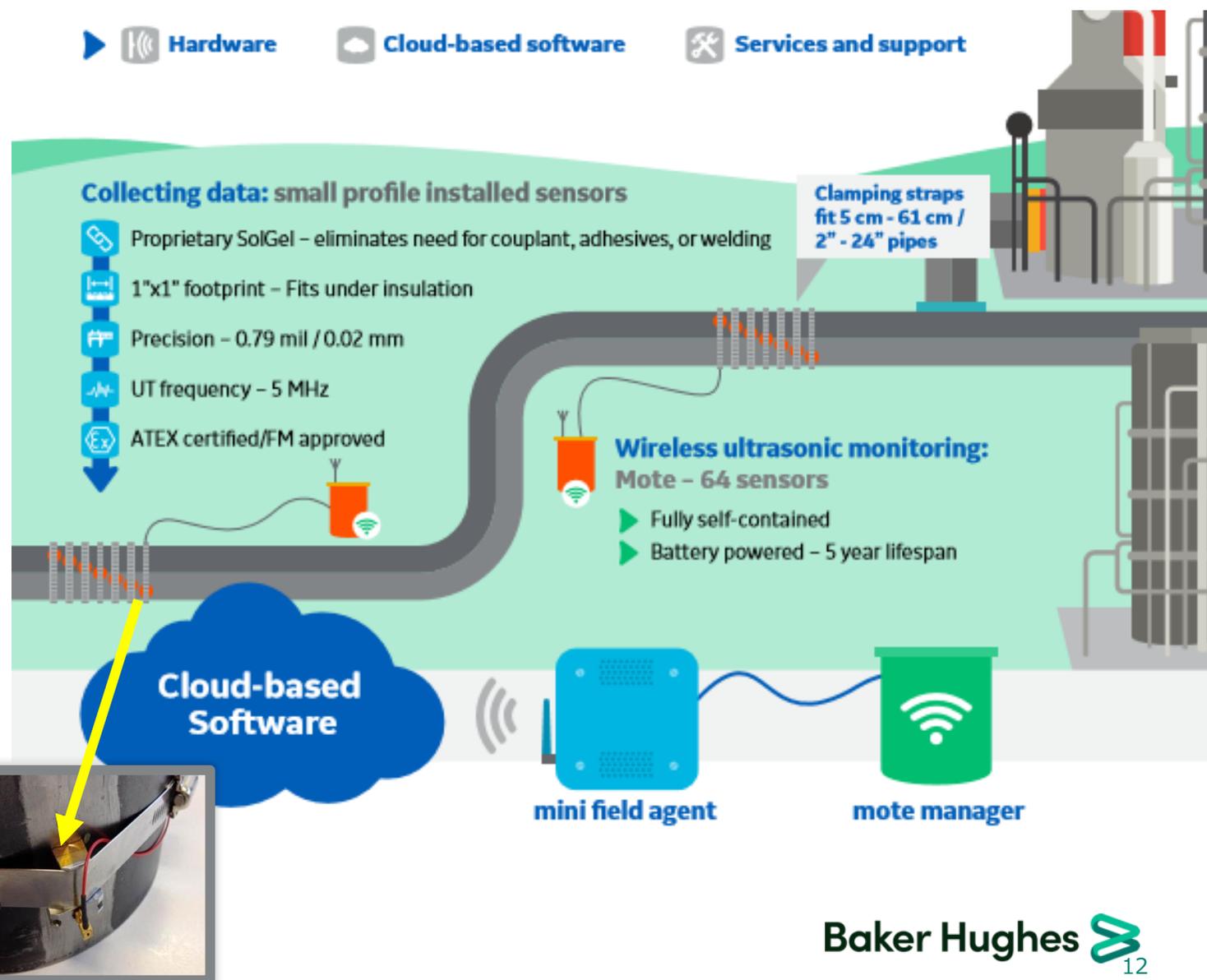
1. 腐食を検出するセンサー技術
2. データを移動するデータ伝送技術
3. 施設全体のデータを分析するクラウドベースのソフトウェア

差別化ポイント

- 薄型センサー
- 長い（5年以上）バッテリー寿命
- 接触媒質/溶接等、熱影響なし
- Op Ex（運用費）とCap Ex（資本的支出）
- クラウド駆動

成果

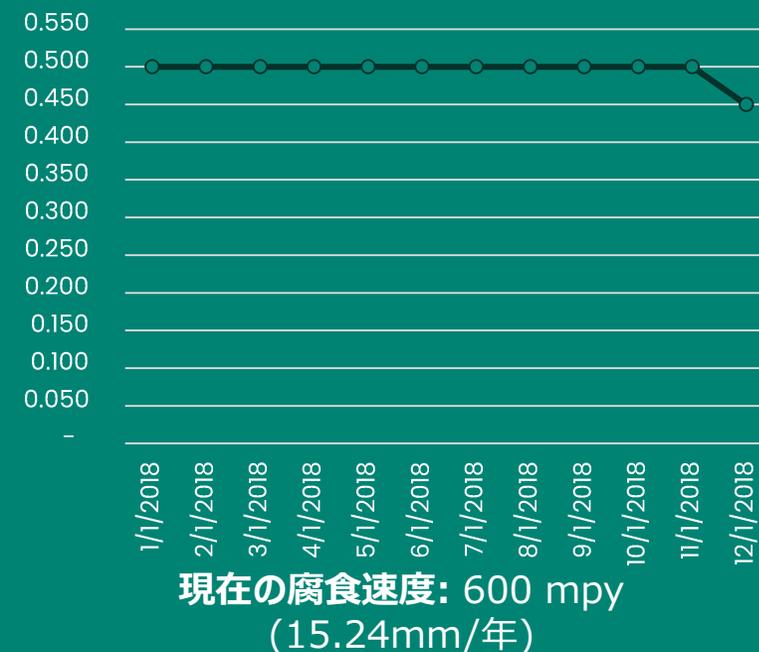
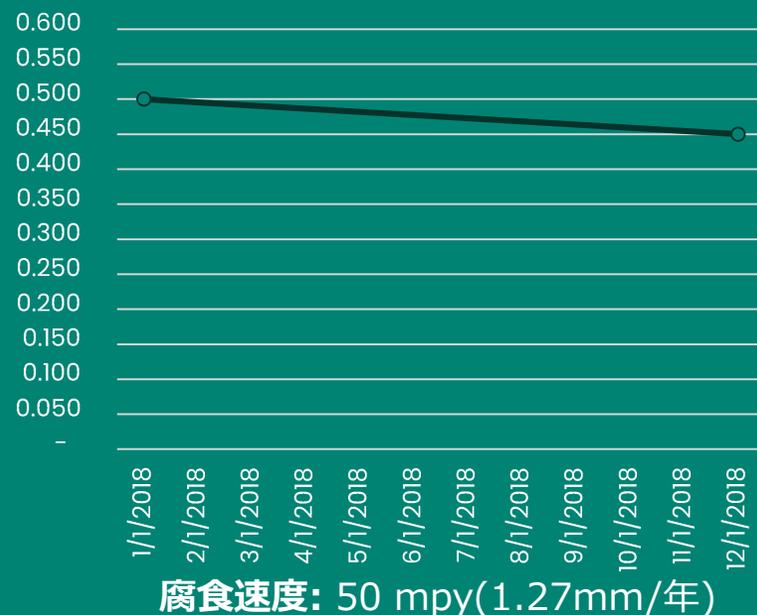
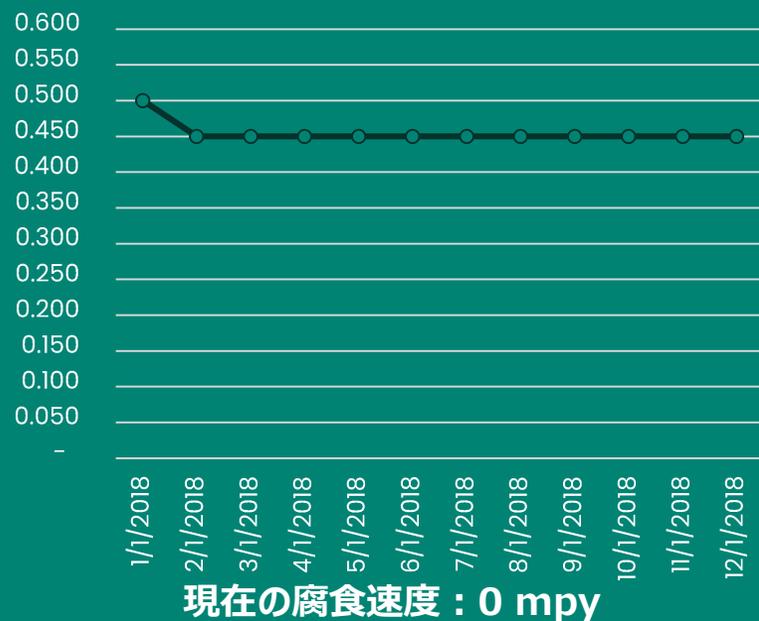
1. 重要な資産設備の可視化
2. 運用上の意思決定が資産設備に与える影響を監視できる
3. 予測分析にデータを与える
4. リスクベースの検査プログラムとコンプライアンスにデータを与える



再現性のある連続測定

なぜ、重要なのか？

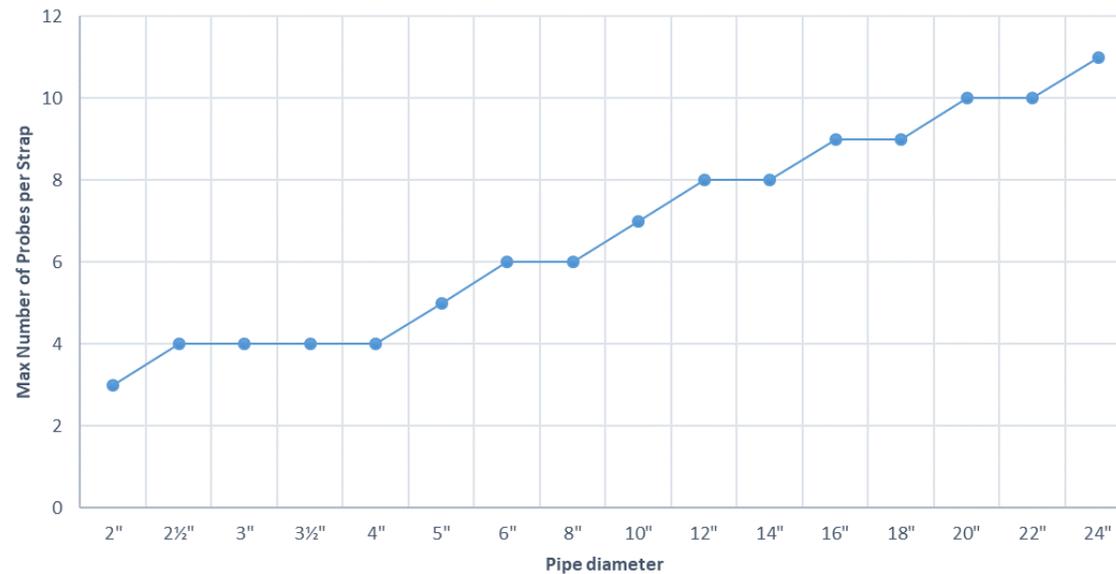
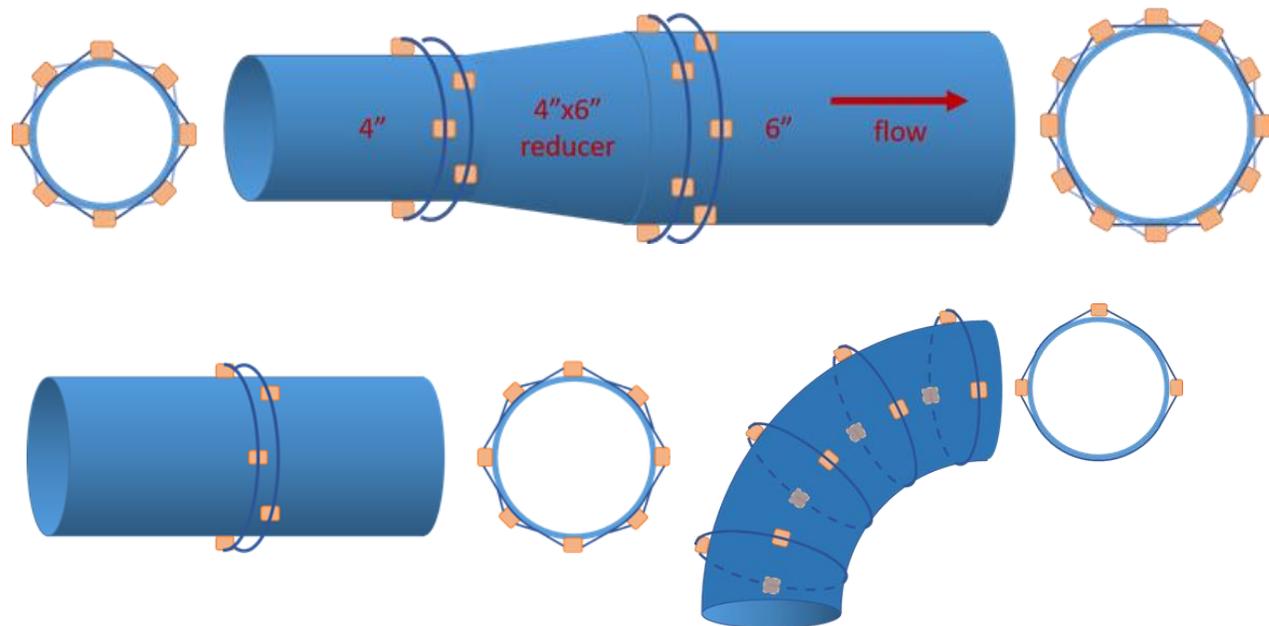
- 修繕までの肉厚損失率の把握
- データ数の重要性
- 腐食進行は一様ではない



データトレンド

詳細データ

- 単一データと複数個所のデータ
- ビックデータ分析



PCM ハードウェア

腐食予兆管理システム概要



Proprietary SolGel - eliminates need for couplant, adhesives, or welding



25x25mm footprint - Fits under insulation



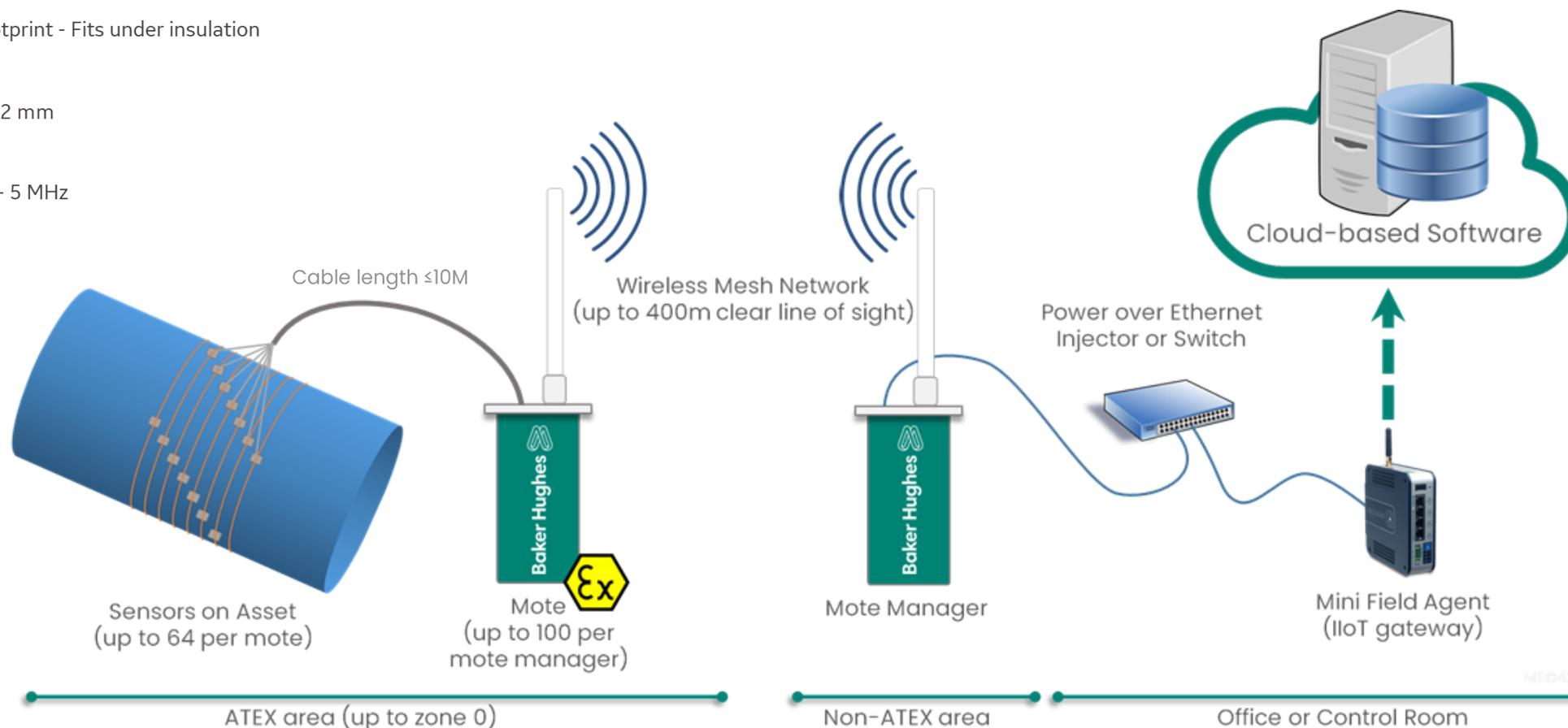
Precision - 0.02 mm



UT frequency - 5 MHz

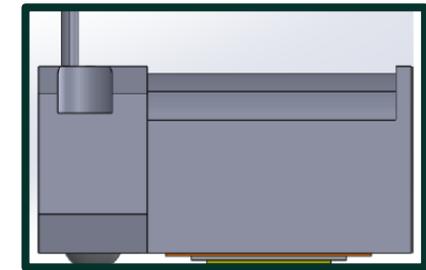
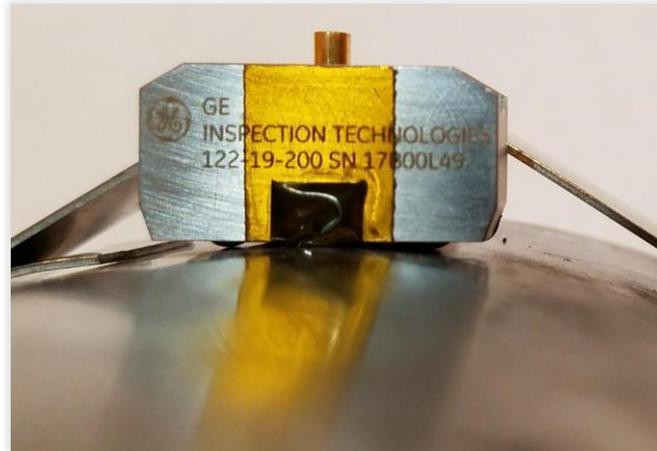


ATEX certified

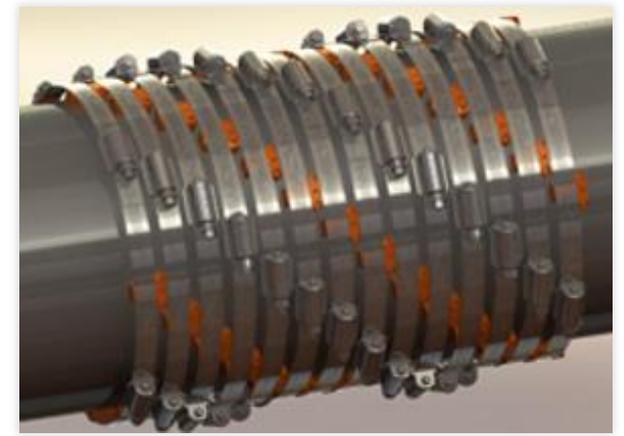


PCM 超音波センサー

- 25.4x25.4mmの小型センサー
- 最高使用温度200°C定格の標準センサー
- 最高使用温度400°Cの高温センサー
- 接触媒質(液体)不要. ソルゲル (SolGel) は個体ゲル層で超音波を恒久的に送信できるようにステンレスのストレッチストラップで抑えつけます。
- ソルゲル(SolGel) レイヤーは8mmの正方形です。



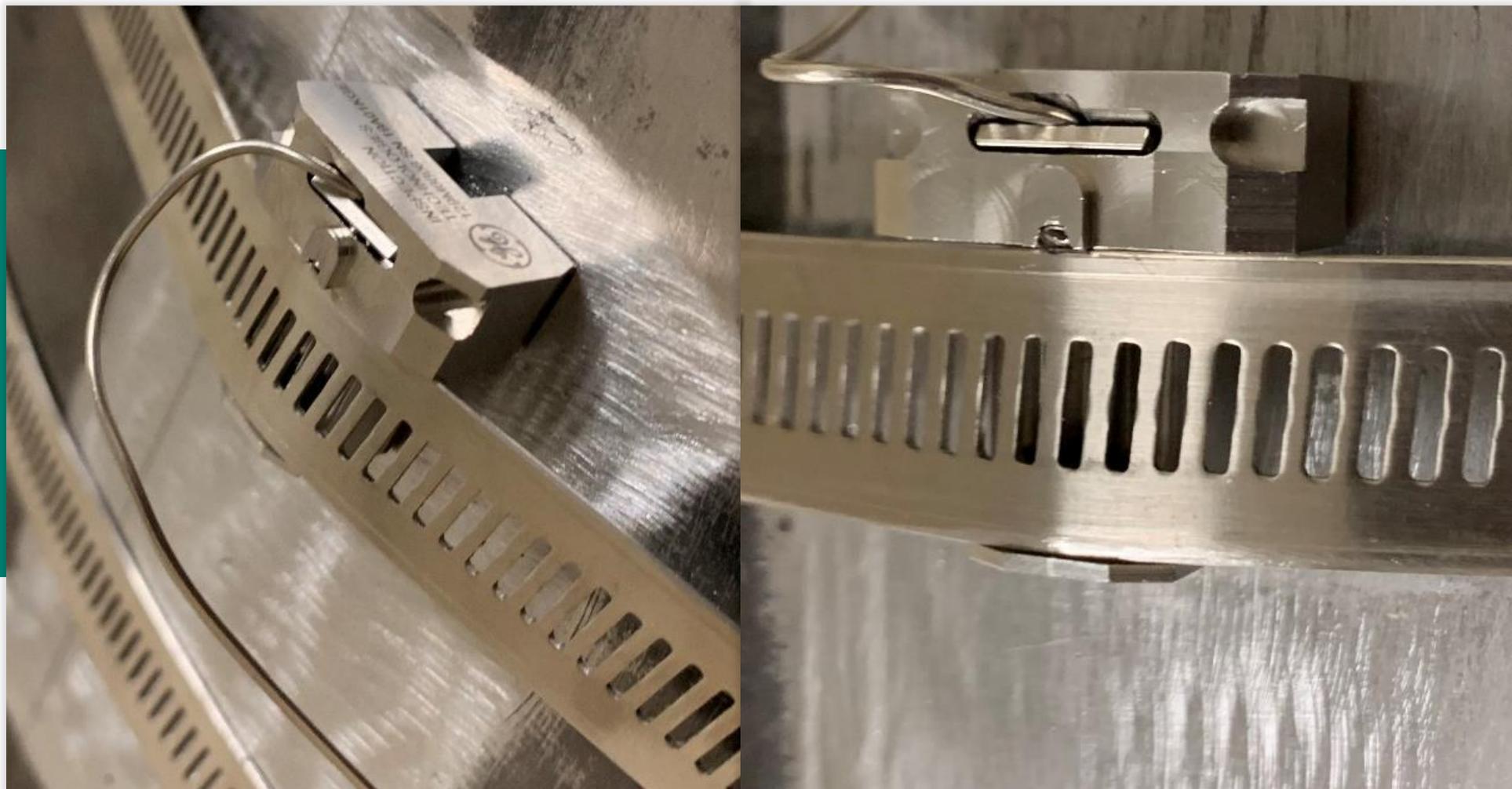
SolGel ↗



高温仕様センサー

高温プローブC7仕様

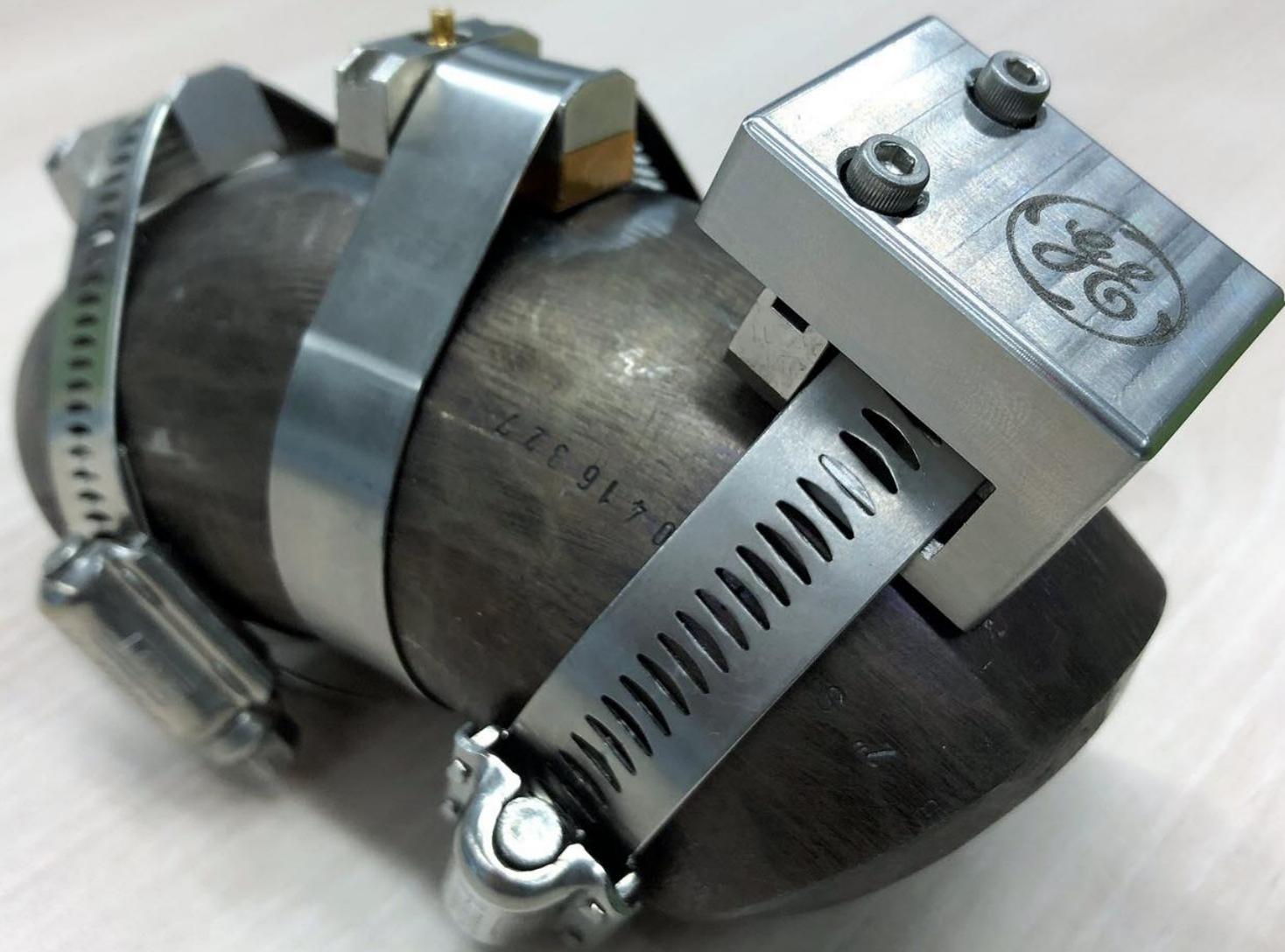
- 標準プローブと同じ
設置方法
- 最高温度400℃を実現



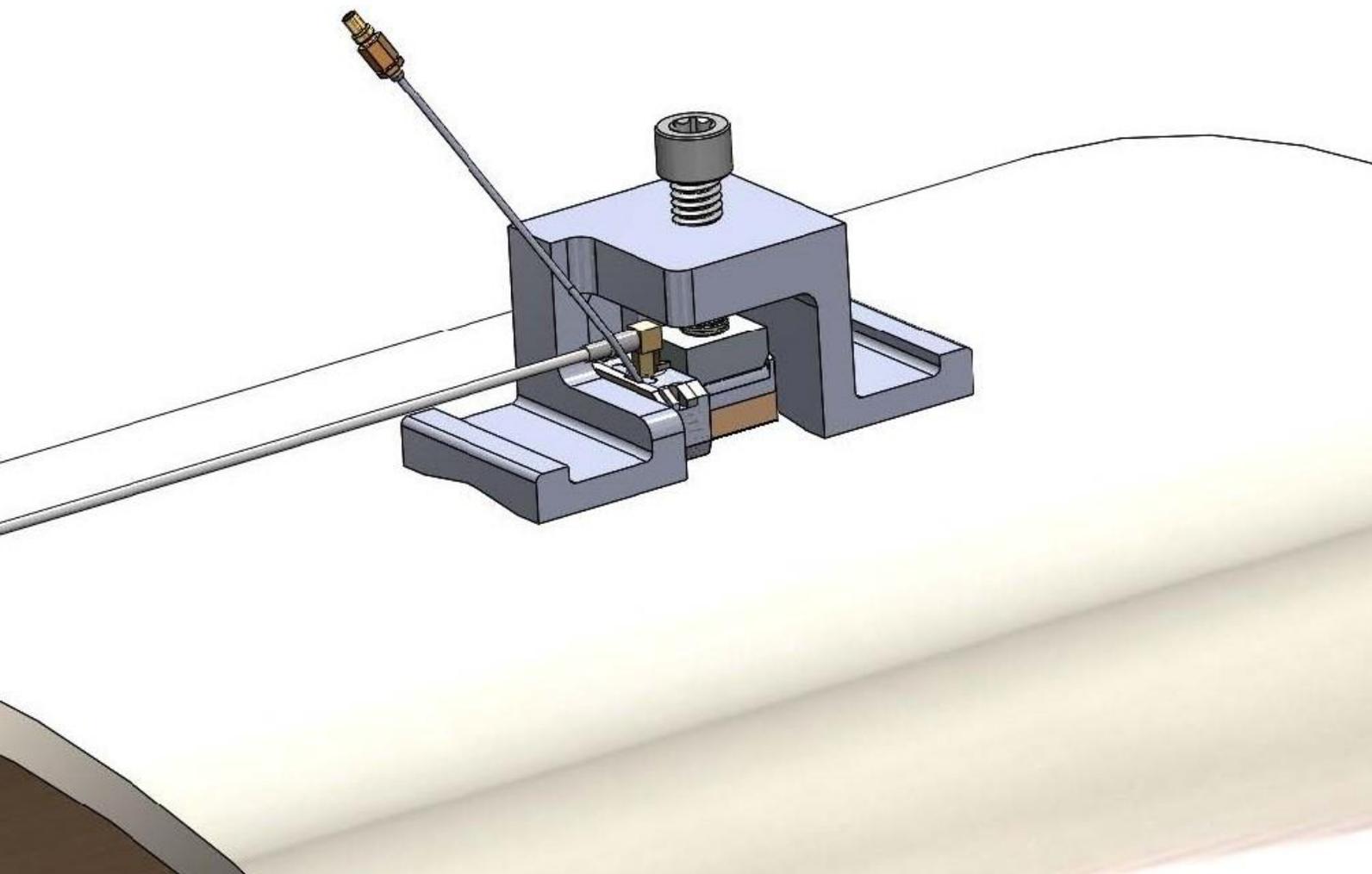
プローブ保護カバー

保護

- 追加のプローブ保護カバー
- 装着が容易
- プローブ全体とコネクタ部を保護
- 全プローブに対応



大径用アタッチメント(LD)



LD 仕様

- 配管外径24" – 72"
- (610-1829mm)
- 最大400°C
- ダブルストラップ、他の設置方法と同様
- 現在実地ベータテスト中

安全規格

- モータの安全設計&認証規格
- ATEX/IECEX: II 1G Ex ia IIC T4, ATEX Zone 0
- FM: IS CL 1 DIV 1 GP A, B, C, D T4



JPeX コード: Ex ia IIC T4 Ga (本質安全防爆構造)

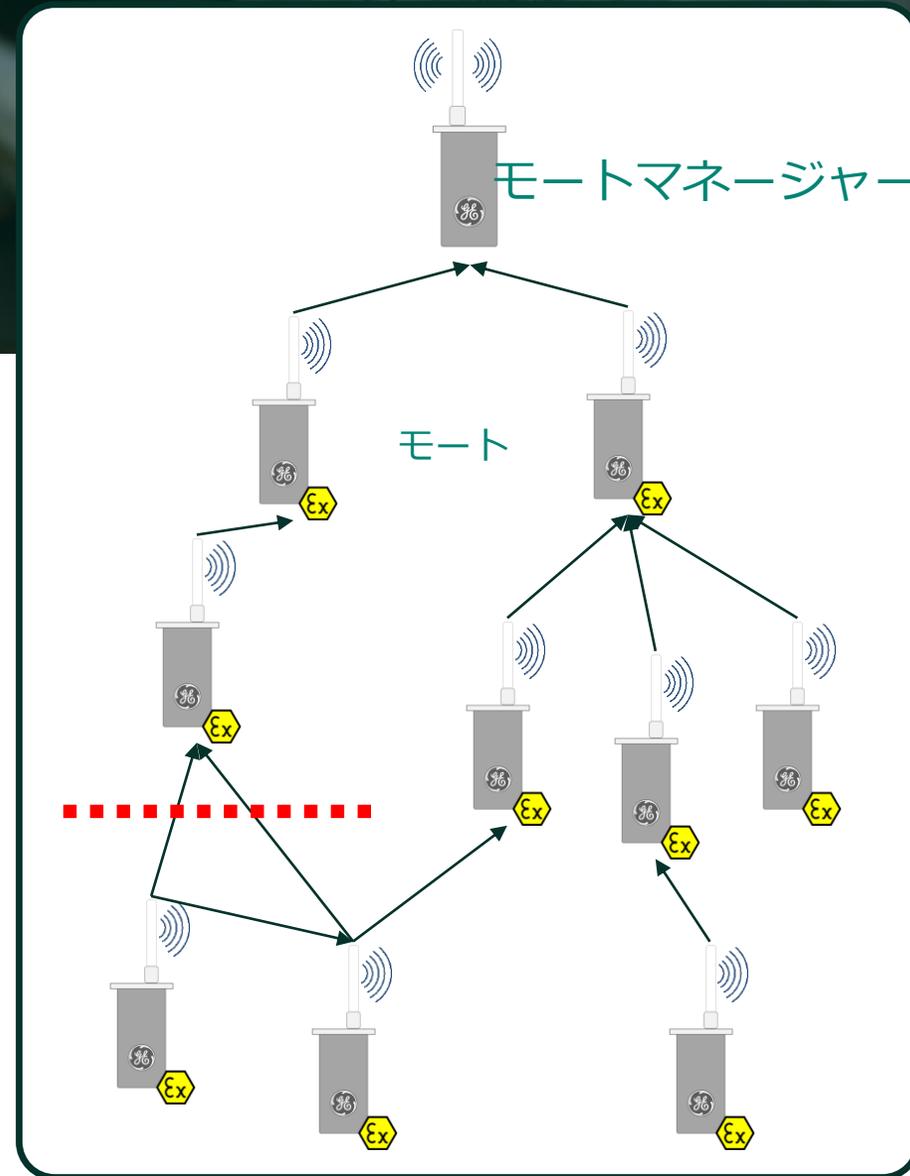
Wi-Fiメッシュネットワーク

モートマネージャ ワイヤレスコントローラーで防爆範囲外からモートに接続します。

モート ネットワーク構成はメッシュネットワーク構成。モートは一時的に中継点が断線している場合、自動で最適なルートを発見します。

モートマネージャごとに最大100のモート

高さが同一ラインの屋外で最大400mの通信が可能



PCMはどのような種類の減肉と設置場所で活用されるのか

一般的な腐食による減肉:

- 製油所：原油ラインとナフテン酸（石油物質含有の酸性物質）
- 化学プラント：フッ化水素酸（フッ化物原料）
- ユーティリティ：微小生物腐食（MIC）
- 生産井：収集ライン、中央処理施設

浸食による減肉:

- ユーティリティ：流れ加速型腐食（FAC）および高速蒸気
- 製油所：原油に含まれる砂

アプリケーション:

さまざまな酸/全酸価（TAN）含有の原油は、予測できない急速な減肉腐食をもたらします。PCMは、腐食の早期検出に貢献します

原油中の砂は、T配管での予測不可能な大きな侵食を引き起こす可能性があります。規定の最小厚に達するとアラームがトリガーされます。PCMは、定期的な手動UT測定の必要性を排除できます。



例

コンポーネント：パイプ
素材：炭素鋼
流動媒体：原油または蒸気
直径：2~24インチLD~72インチ
厚さ：3-100 mm (>可能)
陸上および地上
最大動作温度：200 C、400 C
外装に激しい腐食はなし



- Heavy crude vacuum heater line
- Distillation unit headers
- Heavy crude heater outlet lines
- Flow headers

PCMの設置例

- 顧客によって塗膜を除去
- Mentor UTを使用してセンサー位置を検討



Mentor UT
(フェーズドアレイ超音波装置)

Copyright 2019 Baker Hughes Company LLC. All rights reserved.



Baker Hughes 

SCR-2019-256_Rev.2

PCMの設置例

- センサーを設置
- Aスキャンによる予備分析



PCMの設置例

- モートをH鋼に固定
- 計測対象より7M離して設置



PCMの設置例

- コントロールルームの上方にモートマネージャーを設置
- 目視で比較的同ラインに設置済みのモートを確認



PCMの設置例(Cloud ベース)

- コントロールルーム内にミニフィールドエージェント (MFA) を配置
- 外部のモトマネージャーからイーサネットケーブルでMFAのLANポートに接続
- MFAは主にGED携帯電話回線経由でクラウドにデータを送信

(この例ではWANポートは未使用)



PCMの設置例（On-Premises）

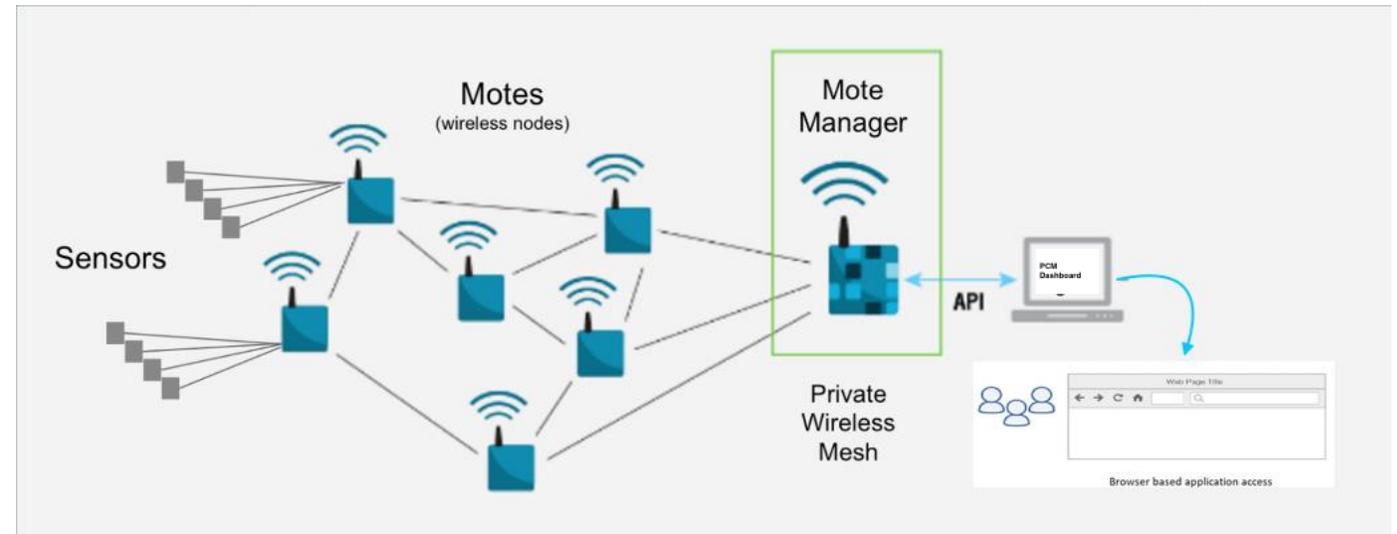
- 制御室等の
サーバー/ラップトップ
- LANポートはイーサネット
ケーブルで
MoteManager（外部）
に接続します
- サーバー/ラップトップは
データを収集して保存し
ます。
- イン트라ネットまたは
サーバー/ラップトップか
らアクセス



無線ネットワークプロトコル

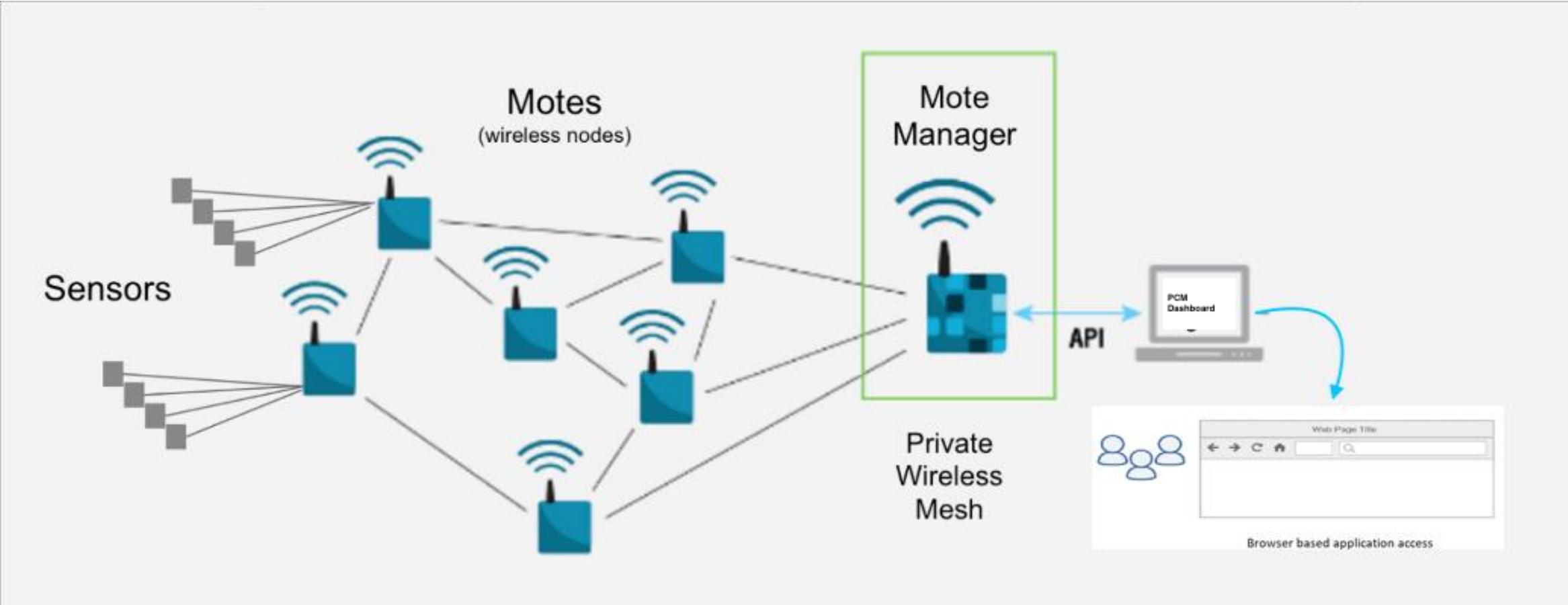
ネットワークプロトコルとセキュリティ

PCMシステムは、センサーデータを収集するため、分離型のプライベートワイヤレスメッシュネットワークを運用します。このネットワークは、肉厚を計算するため、モートマネージャーによってサーバー/PCに処理信号を提供、管理されます。



- PCM ローカルデータオフロード：PCMのモートワイヤレスメッシュネットワークは、お客様の既存のワイヤレスネットワーク外で動作します
- PCMソフトウェアは、セキュリティチームによる侵入テストを受けており、AES-128セキュリティ規格に準拠しています。

アプリケーション



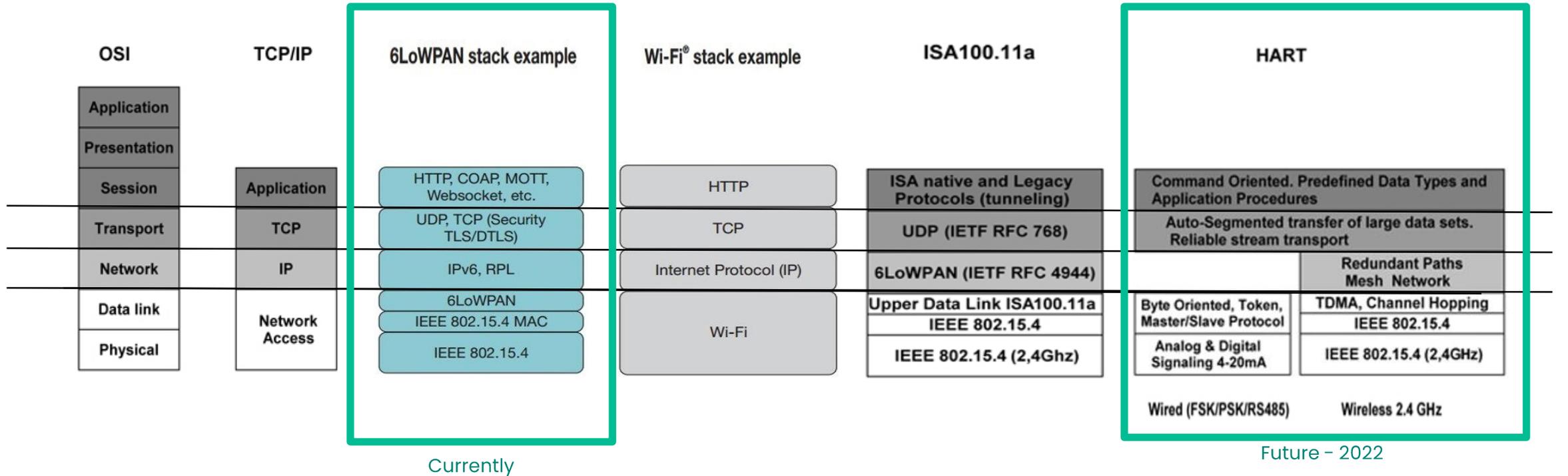
PCMプロトコル

- モートとゲートウェイ間の通信はプライベートメッシュネットワークです。
: モートは連携して信号をブーストし、「モートマネージャー」に信号を送り返します。
- データの最適化（バッテリーの最小消費で最大限のデータを取得）
- IoT使用者にとって先進的プロトコルを使用しています。
- PCMは、ワイヤレスプロトコル規格IEEE : 802.15.4eに準拠しています。
- PCMはAES-128セキュリティ基準を満たしています
- PCMは、既存の他のプロトコルと競合したり干渉したりしません

何故 6lowpan プロトコルを使用するのか? (IPv6)

- 更に効率的なデータ管理
- より良いコスト
- ネットワーク内の各ポイントの個別アドレス指定可能なIP
- セキュリティ
- バッテリー寿命の延長 (+ 40%)

スタックの比較



PCM ソフトウェア

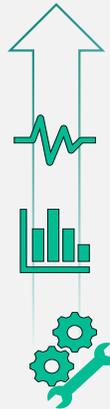
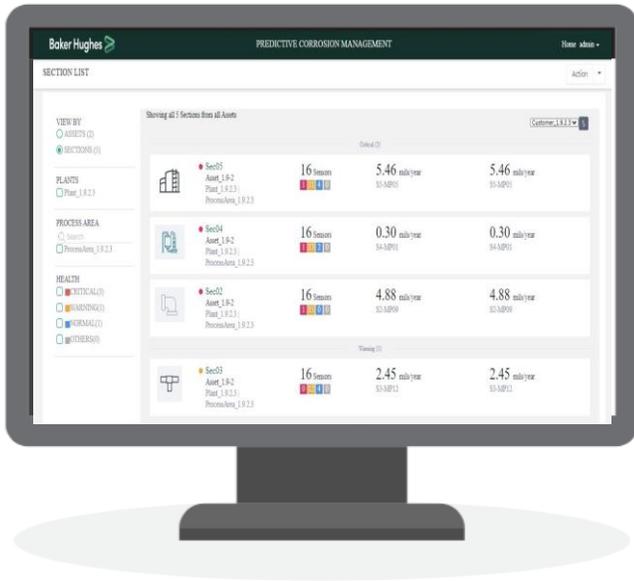
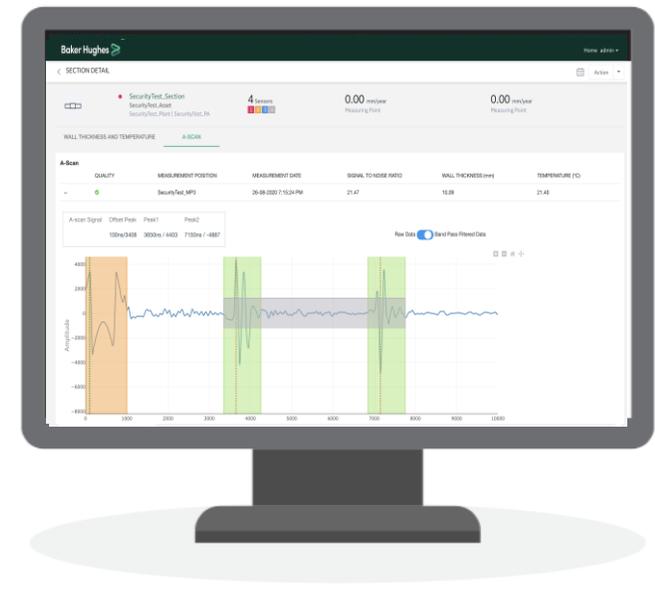
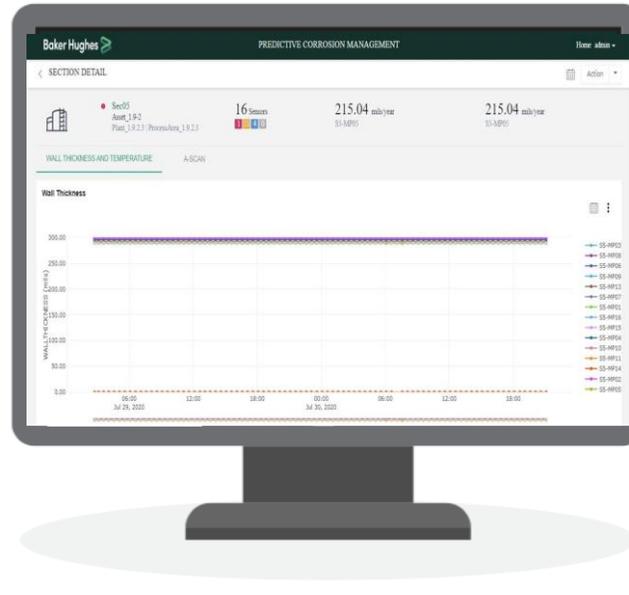
主な機能とアプリケーション

 残りの資産寿命を予測する

 現在の腐食速度を表示する

 肉厚と温度を測定する

 しきい値を超えた際の通知



OUR KILLER APP THAT DRIVES INSIGHTS

継続的な検査（モニタリング）

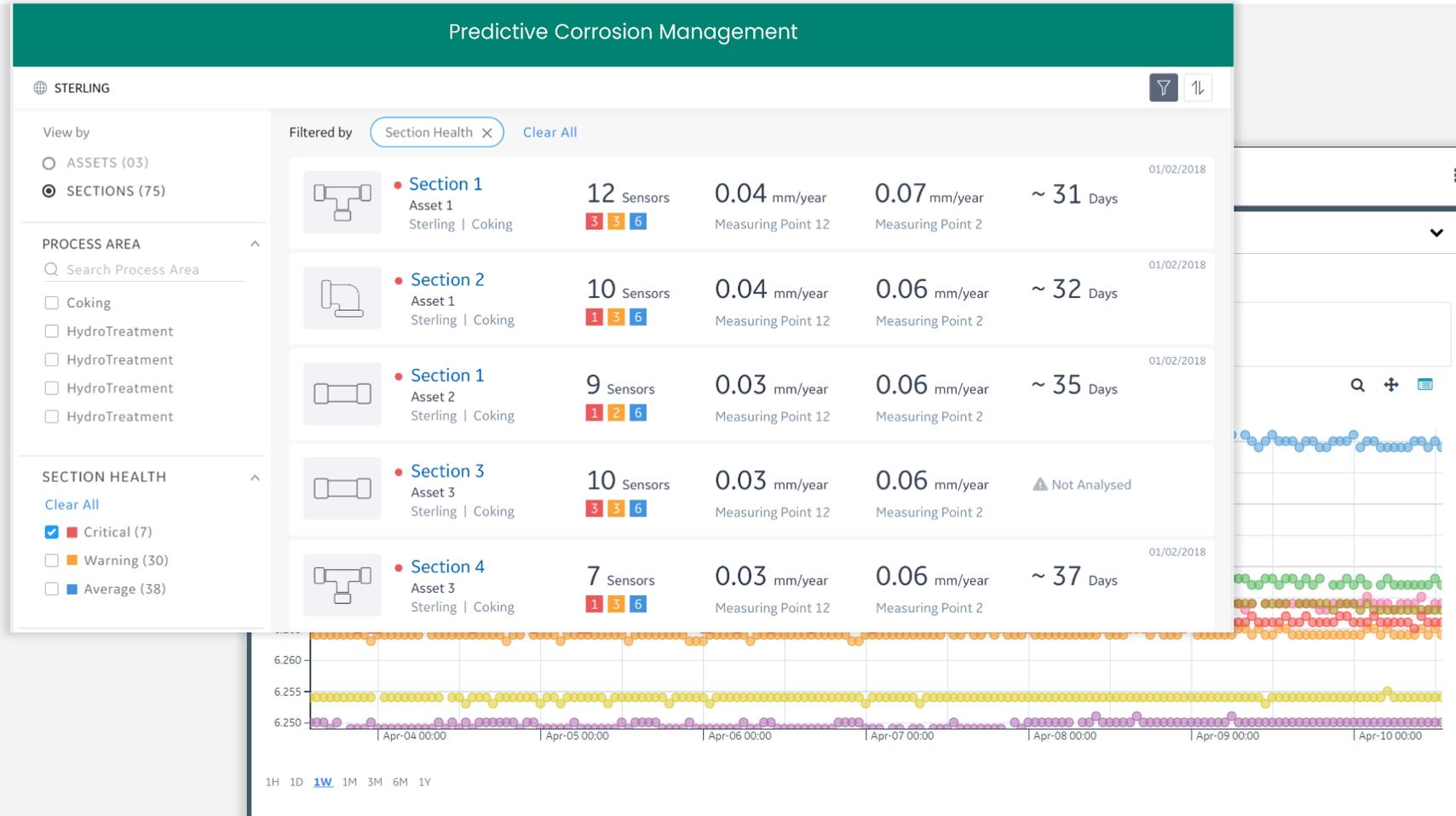
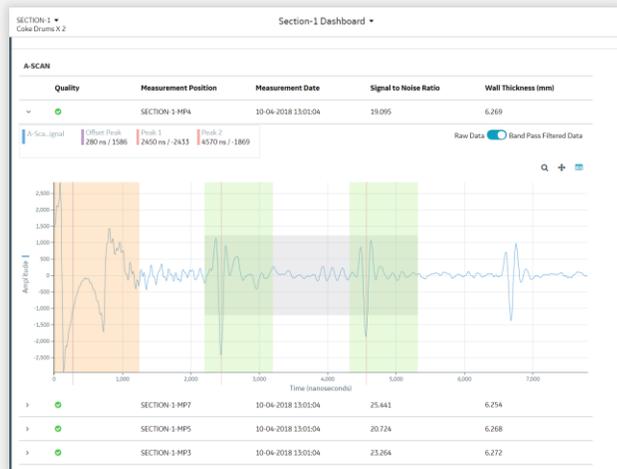
機械的完全性・品質保証

メンテナンスの最適化

クラウドベースのソフトウェア- 肉厚計測

BH Digitalの特徴

- 温度補償肉厚計測
- 温度チャート
- フルUT Aスキャン
- 短期 (月) および長期 (年) の腐食進行分析



余寿命の表示

Wallthickness Prediction Chart

Measurement Point:

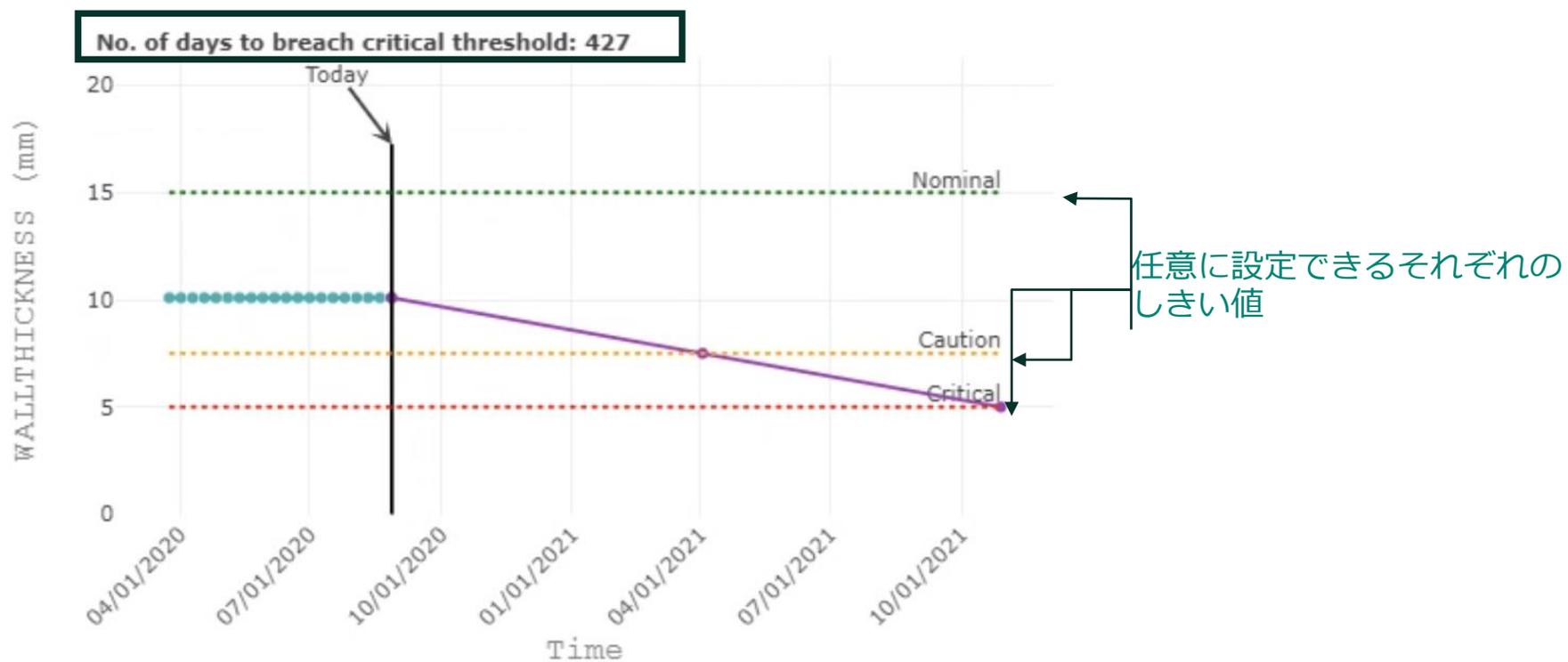
S2-MP03

Long Term

4.3573 mm/year

171.54729 mils/year

—●— Wallthickness —●— Predicted Wallthickness



Email 通知- アラート機能

Message Options

From: [Redacted]
To: [Redacted]
Cc: [Redacted]
Bcc: [Redacted]
Subject: FW: PCM Alerts

Baker Hughes

Predictive Corrosion Management
Alert Notification for QA_AlertCustomer - QA_AlertPlant1
SATURDAY, MAY 9, 2020 time at 21:08:57

MeasurePoint Name	State	Since
QAAAlert_ProcessArea1 -> QAAAlert_Asset1 -> QAAAlert_Section1 -> QAAAlert_EMP02	Warning	07-May-2020 09:55:33
QAAAlert_ProcessArea1 -> QAAAlert_Asset1 -> QAAAlert_Section1 -> QAAAlert_EMP01	Critical	07-May-2020 10:53:49
QAAAlert_ProcessArea1 -> QAAAlert_Asset1 -> QAAAlert_Section1 -> QAAAlert_EMP04	Warning	07-May-2020 11:11:06
QAAAlert_ProcessArea1 -> QAAAlert_Asset1 -> QAAAlert_Section1 -> QAAAlert_EMP03	Critical	07-May-2020 11:11:53

Please [click here](#) to Log into for detailed information on Wall Thickness charts.

Please contact BHGE Digital Support to log any concerns or issues.

Email: BHGEDigital.Support@ge.com

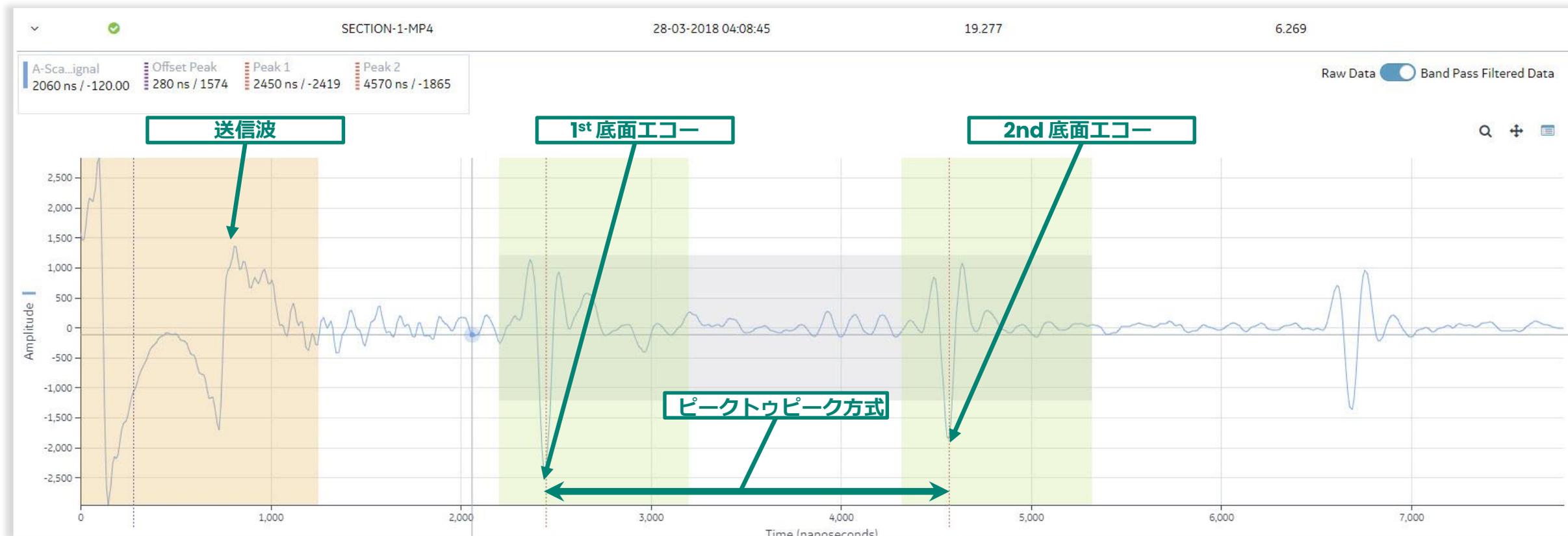
Phone: + 1 (855) 348-8996

© 2020 Baker Hughes

- PCMソフトウェアは、設定された頻度でアラートを生成します。
- アラートには、しきい値を超えた検査ポイントが表示されます。

* ネットワークへの接続が必要

Aスキャン: 超音波エコーデータ、TOF



データエクスポート- REST API

PCMソフトウェアは、腐食データを抽出して**APM (Asset Performance Management Tool)** に送信する機能を提供できます。

Request Parameters

The following parameters must be included in the request.

Parameter	Data Type	Description	Value
startTime	Long Format: date-time • ISO8601 • Unix Epoch (in milliseconds)	Starting date of the timeframe for which historical data must be retrieved	startTime should not be null. Enter the date in one of the following formats: • SSSSSSSSSSSS Examples: • 1483230711000 NOTE: The startDate and endDate range cannot exceed more than 31 days. NOTE: If both the startDate and endDate values are the same, the API returns data for that day.
endTime	String Format: date-time • ISO8601 • Unix Epoch (in milliseconds)	Ending date of the timeframe for which historical data must be retrieved	The default value is the current date and time. Enter the date in one of the following formats: • SSSSSSSSSSSS Examples: • 1485387111000
customerId	String Required	Customer Id	Provided by BH Enter the exact customer Id as it exists in all data records. This field is case-sensitive. See Also: Obtain Authorization Credentials



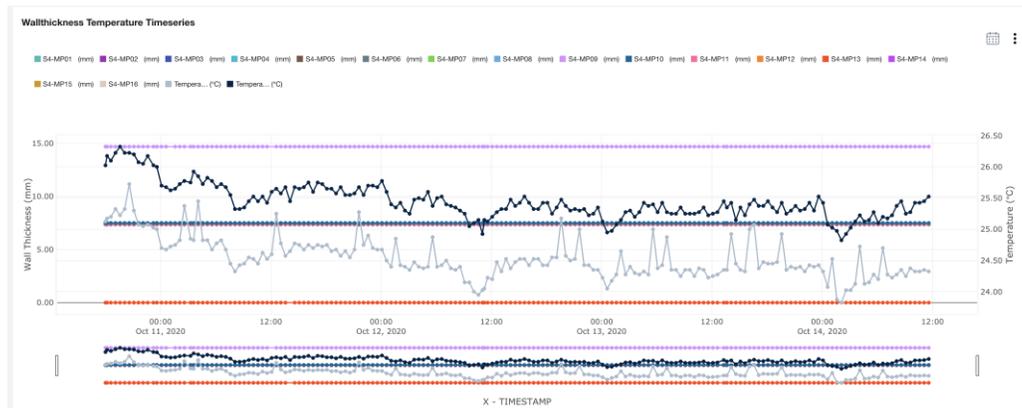
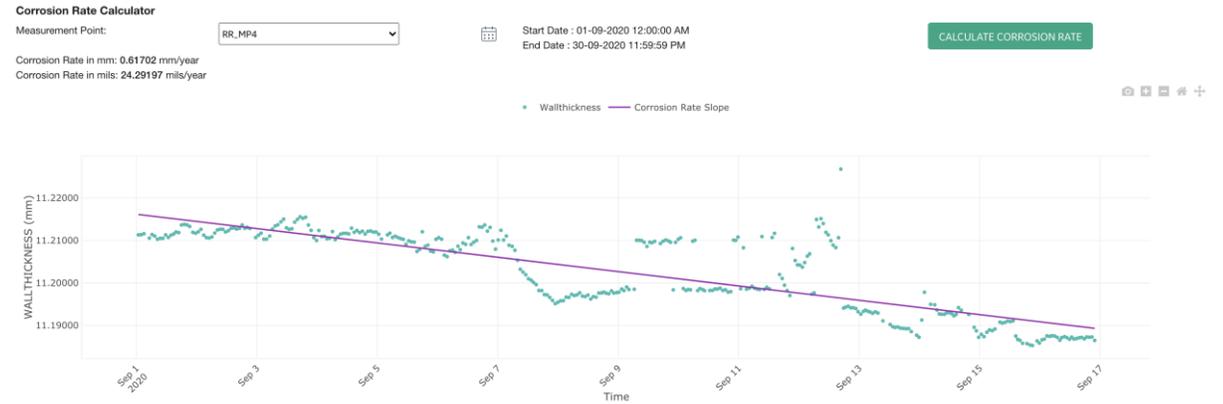
Example Response: JSON

```
[  
  {  
    "sectionId": "46790b10-44cc-36c4-9ccd-bc81dfb6258a",  
    "sectionName": "P1-3057",  
    "measurementPosition": "P1-CC1",  
    "timestamp": "1504310400000",  
    "wallThickness": 6.191,  
    "temperature": 26.2,  
    "parentAssetName": "GS16",  
    "id": "7f49bbfd-35ac-45ff-86eb-974ad3d9b2ac"  
  }  
]
```

What's in PCM 2.1



- 腐食速度計算機
- **PCM Lite**～デモトライアルキット用
- 複数のブラウザのサポート
- 遠隔モニタリング
- セキュリティの向上
- 改善されたより高速なユーザーインターフェイス



Baker Hughes

Predictive Corrosion Management (PCM) V 2.0

Note: Configuration to be done only after installation if required and ensure PCM application is running

- Configure IP/DNS
- Configure Proxy
- Generate and upload self-signed certificate ←
- Upload CA provided certificate

[Back](#)

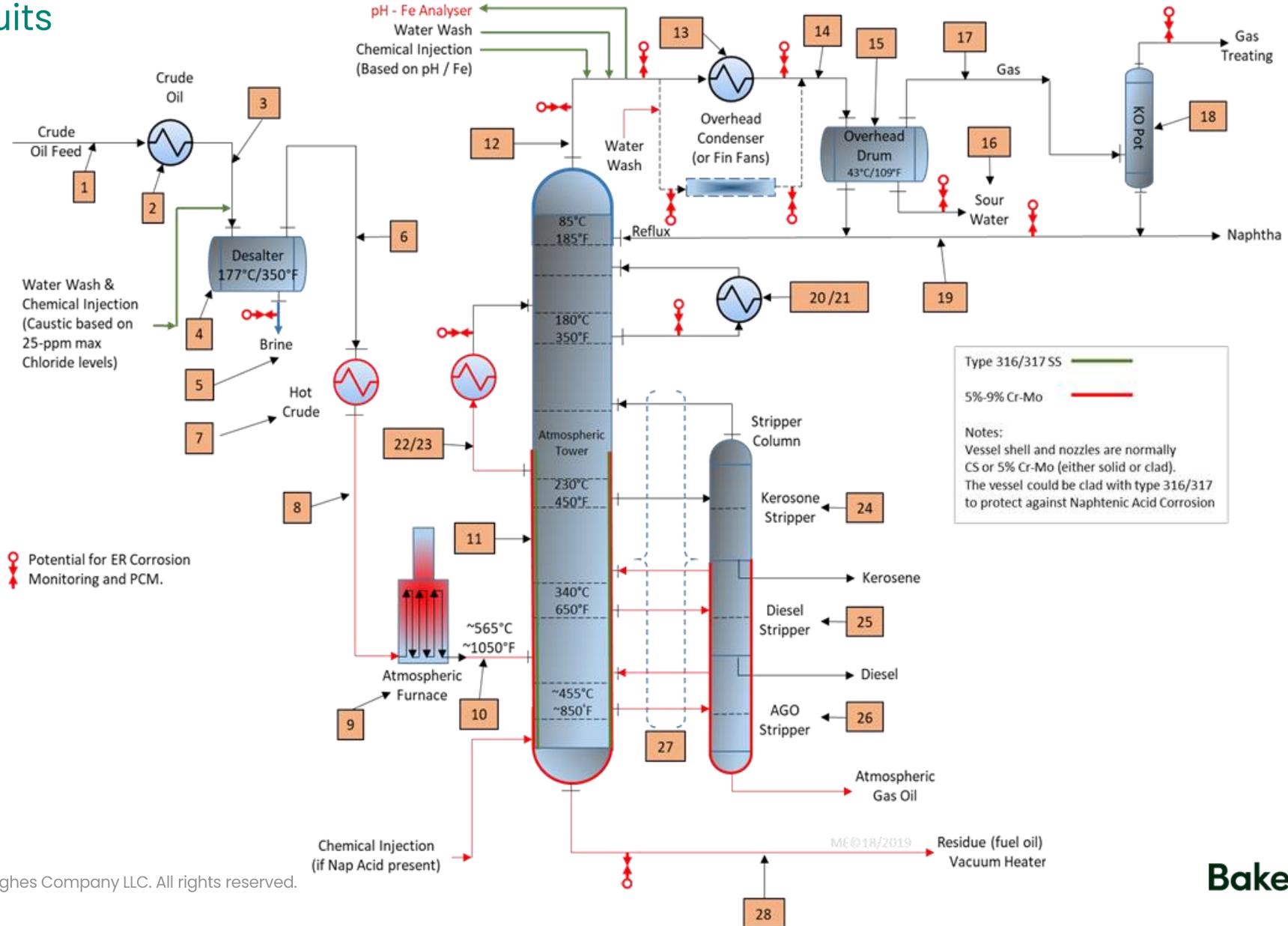
Copyright 2019 Baker Hughes Company LLC. All rights reserved.

Baker Hughes

原油ユニットのオーバーヘッド腐食への提案

ケーススタディ 原油蒸留ユニット

Corrosion circuits



CDU OVHD への提案

最も一般的な3つのシナリオ

第一ステージオーバーヘッド

二段式オーバーヘッド/一段目のドラムウェット

二段式オーバーヘッド/一段目のドラムドライ

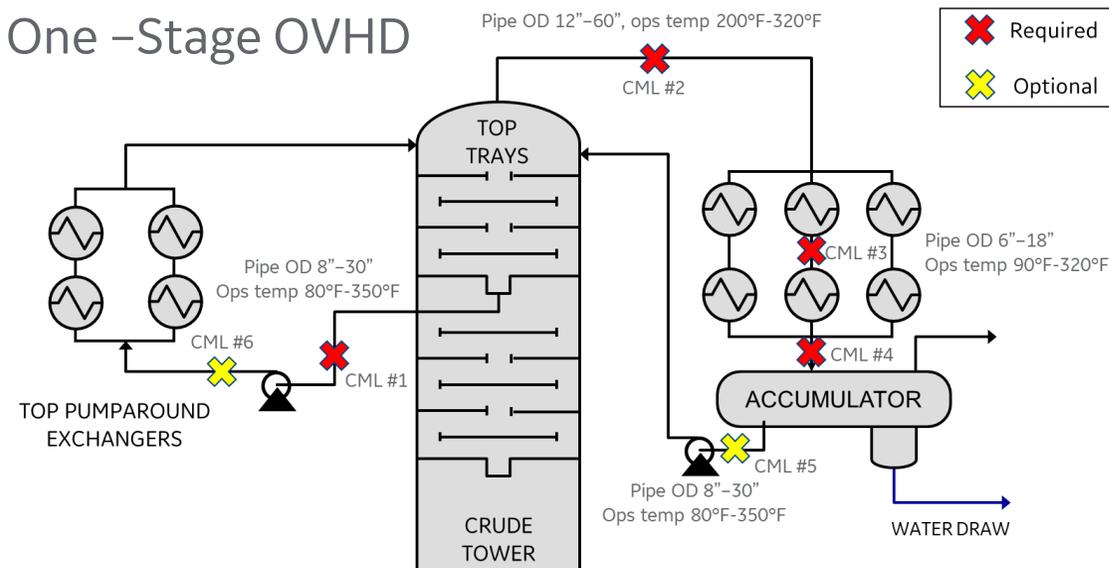
PCMの適用場所

腐食しやすいゾーンの特定

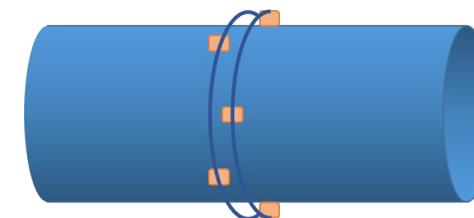
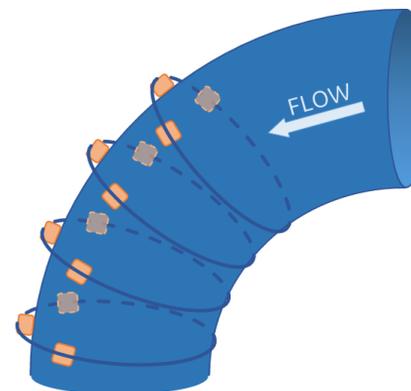
高温用センサー $\leq 400^{\circ}\text{C}$ / 752°F ; 断熱材下に設置する

配管径 $\leq 72"$

One -Stage OVHD



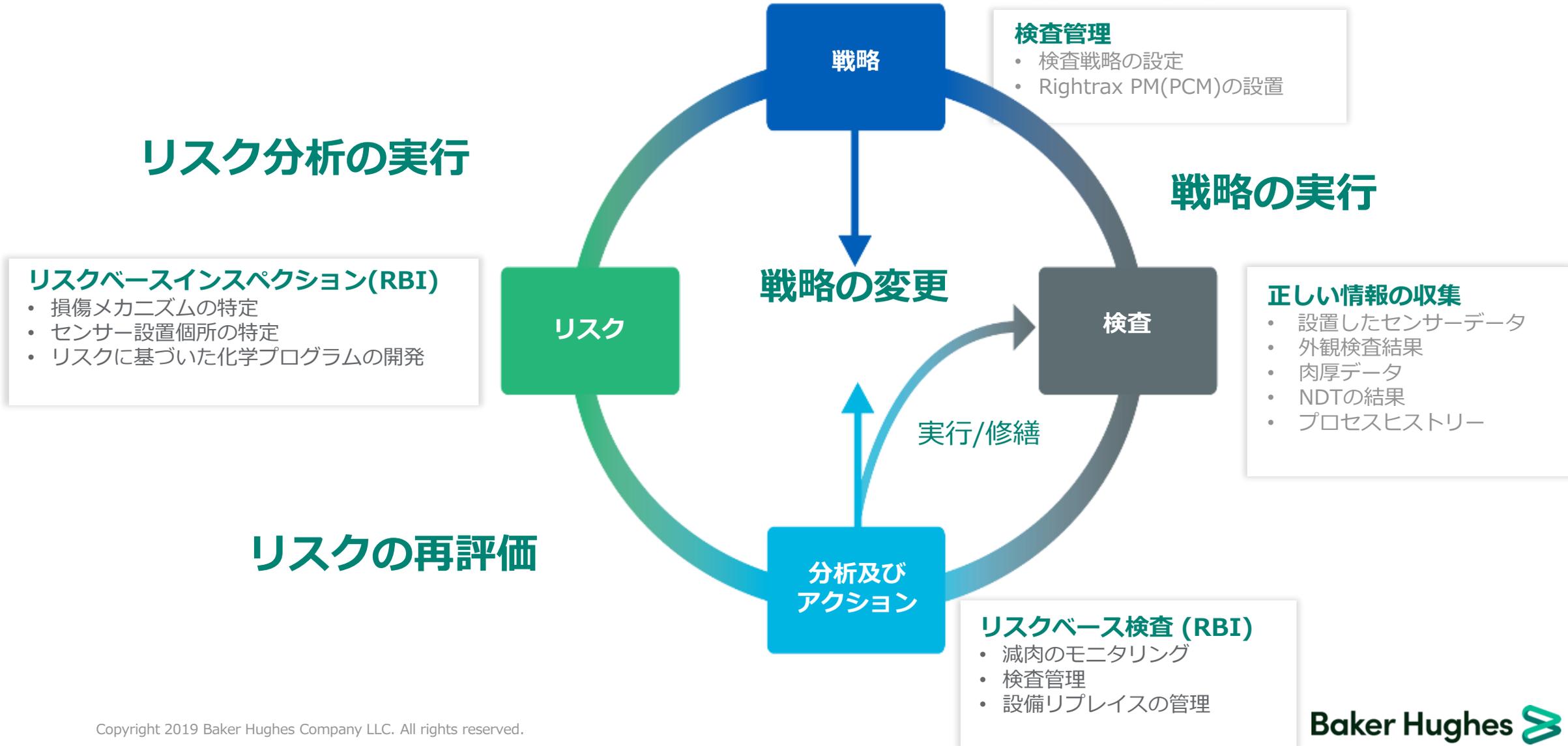
設置個所の詳細はサイト調査中に検討します



センサー構成の例

PCM の導入成果

PCMによる設備資産保全管理プログラムの継続的な改善



PCM:段階的導入メリット



検査費用の削減:

25% 程度の軽減または製油所平均検査予算一億800万円で年間 2,700万円の削減効果

- 高い投資回収率
- 再現性のある連続データによる最適な意思決定
- 現在モニタリングできていない重要なポイントの特定

設備資産のパフォーマンス改善:

15%の資産寿命延命の可能性

- メンテナンス時期の最適化
- 資産寿命を6~18か月延長

プロセス/オペレーションの最適化:

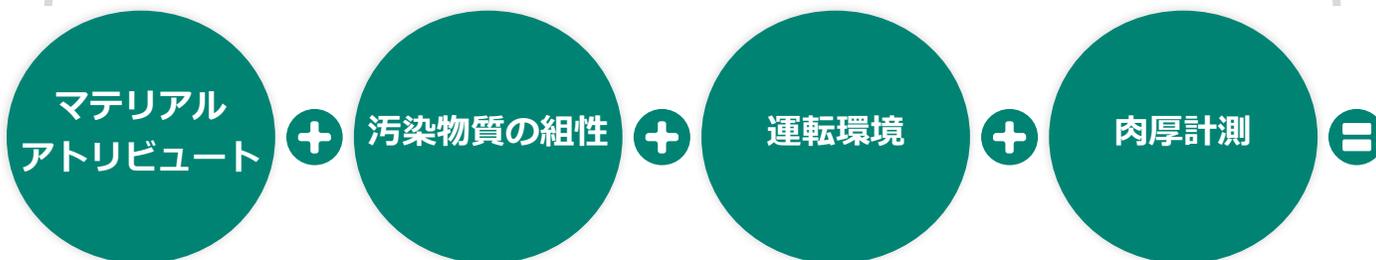
- プロセス効率15%向上の可能性
- 総運転時間の延長
- 腐食の抑制を最適化
- 腐食予兆分析によるより良い意思決定



PCM 余寿命評価分析

減肉予測分析: 独自のAI技術

運転モデルの入力



マテリアル アトリビュート

- 冶金
- 肉厚
- 定格圧力

汚染物質の組性

- 硫化水素
- 酸
- 塩酸
- 二酸化炭素
- アンモニア
- その他

運転環境

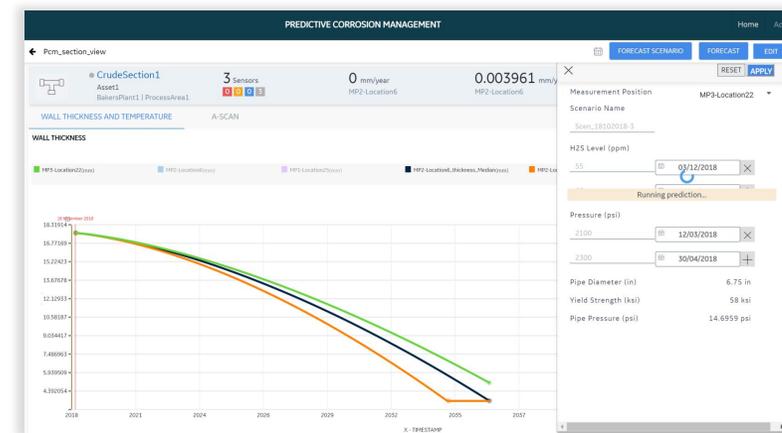
- 圧力
- 温度

実肉厚

- 設置されたセンサーからのデータ

減肉予測

1. 測定位置(TML)ごとの性質に合わせて校正された予測値を提供。
2. 確信が持てる期間が算出され各ポイントの予測を提供
3. 様々な要因の影響を理解するため、現在までのデータと予想されるデータにより、運用上の意思決定に基づく、シナリオモデリングが可能

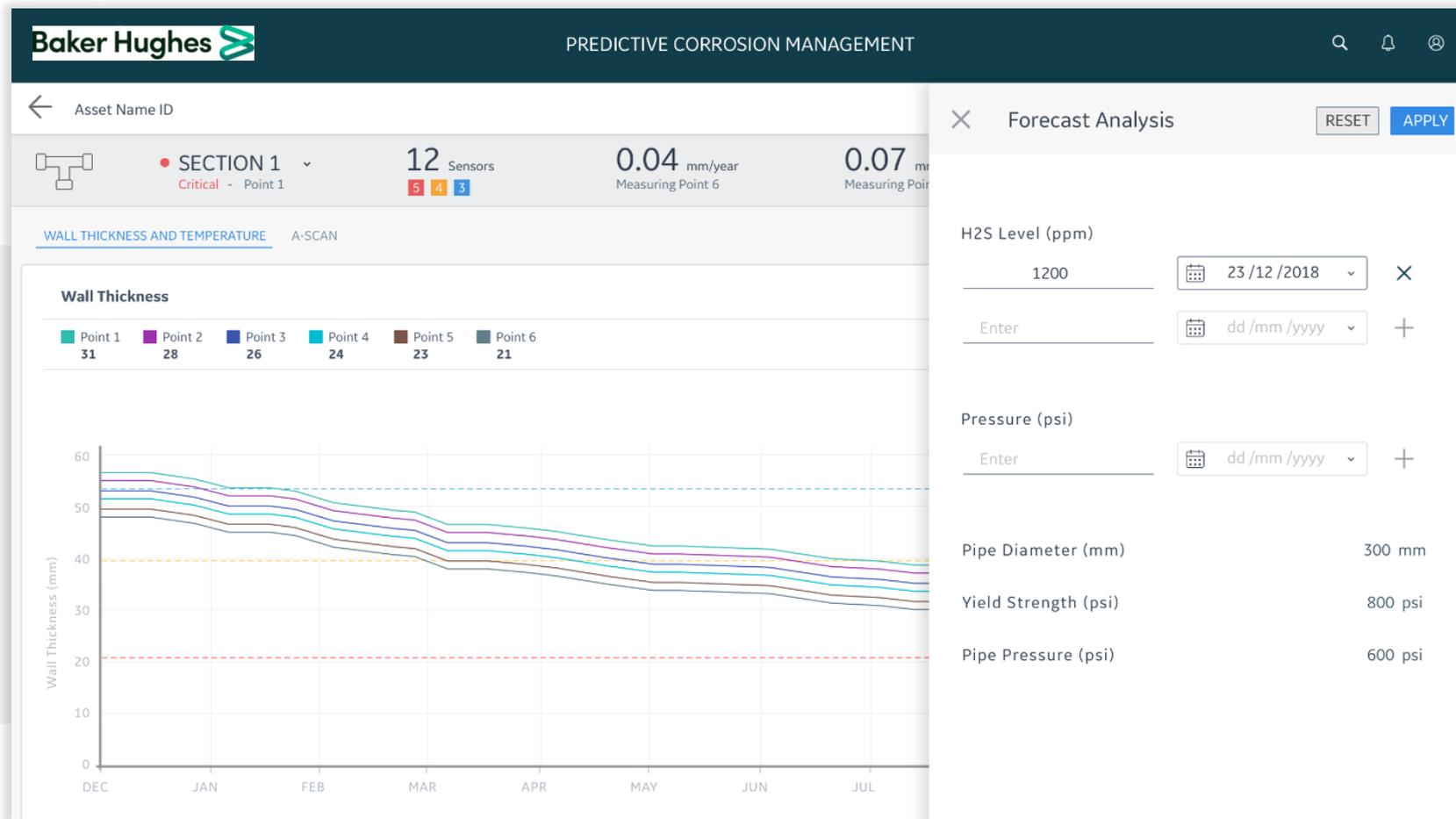


減肉予測分析は順調に開発中

減肉予測分析-余寿命評価

BH Digital の特徴

- シナリオ比較のためのWhat-If 分析
- 予測モデルの表示

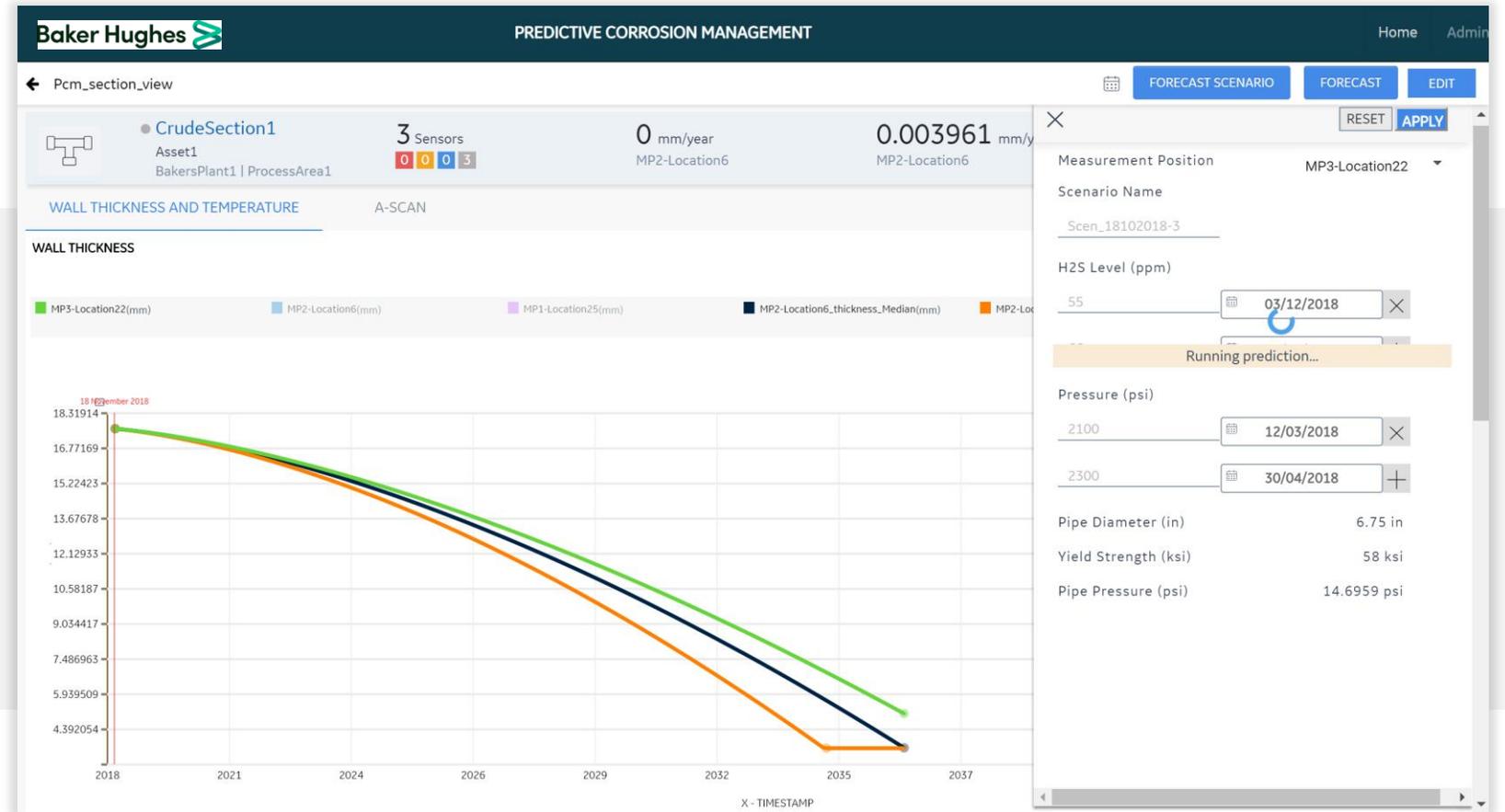


減肉予測分析は順調に開発中

減肉予測分析- 余寿命評価

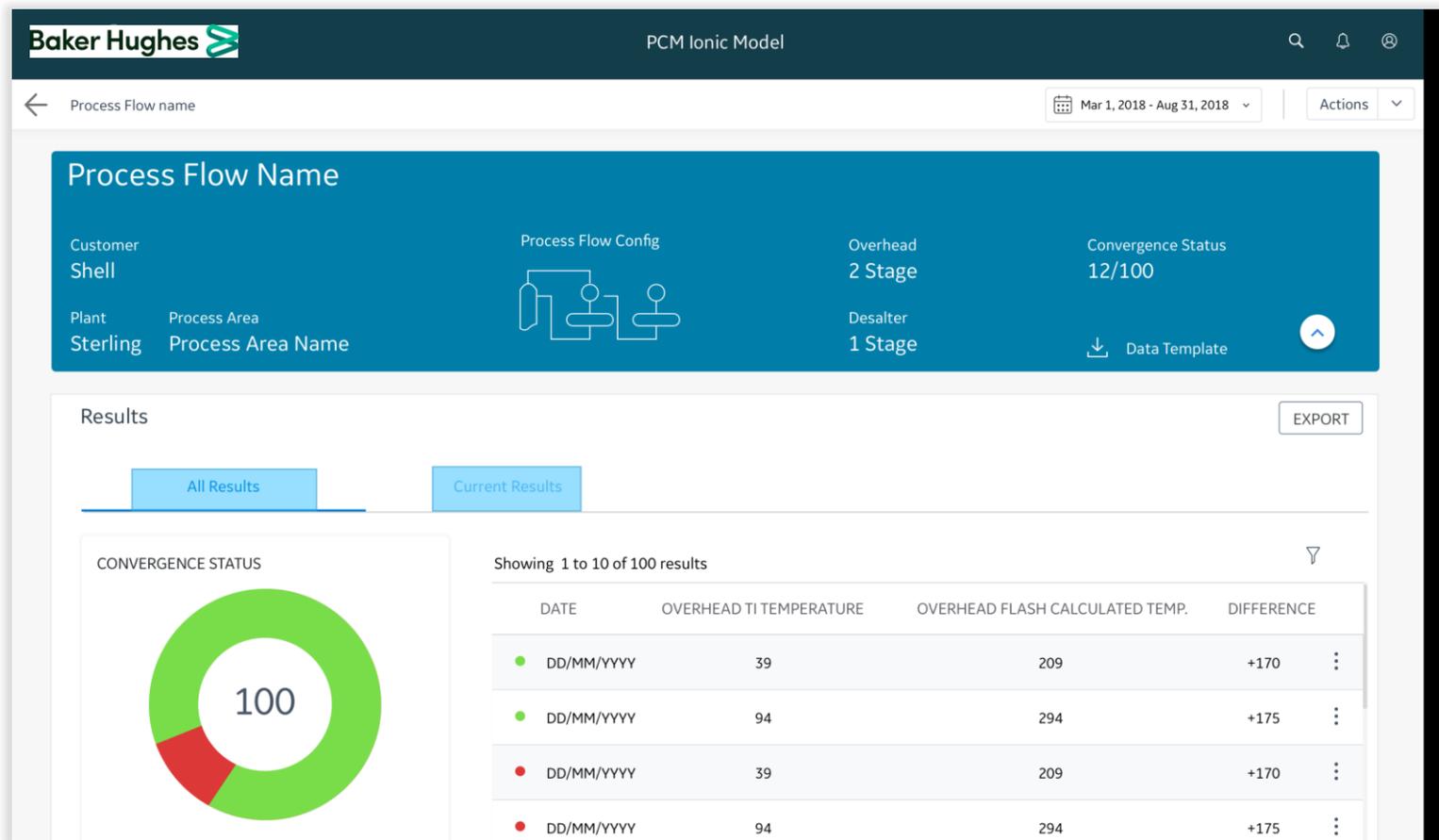
BH Digital の特徴

- ケース分析機能でシナリオを比較可能
- 予測モデルを予測範囲として表示



Wall loss predictive analytic is in development

クラウドベースのイオンモデルとBHケミカルズ



腐食の可能性の評価...

- 塔の上部
- オーバーヘッド配管
- コンデンサー

評価対象例...

- Wet reflux will be a problem
- 水清浄システムの異常検知

Baker Hughes 