

横河が描く Industrial IoT リファレンスモデルと、 お客様への取組み紹介

横河ソリューションサービス株式会社
ソリューションビジネス本部ビジネスマーケティング部
金澤 明

2016年 5月24日

Agenda

- ◆ IoT、IIoTとは？
- ◆ 世界の動向
- ◆ 横河が描く、Industrial IoT (IIoT) リファレンスモデル
- ◆ 命題：①石化を始めとするプロセス装置型プラント
- ◆ 命題：②機能性製品のプロセス型プラント
- ◆ 命題：③成形を伴う部素材のディスクリート型プラント

IoT

IIoT





アクロス新川ビル
アクロス新川

茅場町

日本橋

京橋

宝町

八丁堀

東京

丸の内出口

八重洲出入口

宝町出入口

箱崎出入口

西銀座JCT

西銀座出入口

新京橋出口

東銀座出口

銀座一丁目

新京橋

京橋JCT

京橋出入口

桜橋

八丁堀
センタービル

新富1

新川二丁目

京葉線

NBF
新川ビル西館

本村ビル

住友入船ビル

中央小

東京住
ツインヒ

マルエツフ

橋口ビル

明正小

新川2

鉄鋼会館

どらっくぱぱす

トモズ

阪本小

日本橋フロント

タカシマヤ

GRANROOF

ビー・エム・
ダブリュー

コートヤード・バイ・マリ
オット東京ステーション

シャングリ
ラホテル東京

グランドウキョフ
ノースタワー

ホテル
龍名館東京

国分ビル

COREDO
日本橋

日本橋局

江戸橋南

江戸橋一丁目

茅場町高木ビル

山万ビル

ロイヤル

トモズ

水天

NRIN
Japan

メルサ

メルキュールホテル
銀座東京

銀座1

50

50

10

316

405

407

5

7

7

7

7

50

水天

F

箱

箱

箱

箱

箱

箱

箱

箱

箱

箱

IoT、IIoTの定義 (1)

IoT = Internet of Things (モノのインターネット)

モノ(センサ・端末・製品・システム)がネットワークに接続され、データの収集を可能とし、連携する技術や仕組み。

IIoT = Industrial Internet of Things (産業用IoT)

IoTを産業利用すること。既存の制御・運用の仕組みに情報技術 (IT,ICT)を組み合わせ、「スマートファクトリー」(考える工場)、「スマートインダストリー」(つながる工場)などを実現したり、新しいサービスを提供する。

IoT、IIoTの定義 (2)

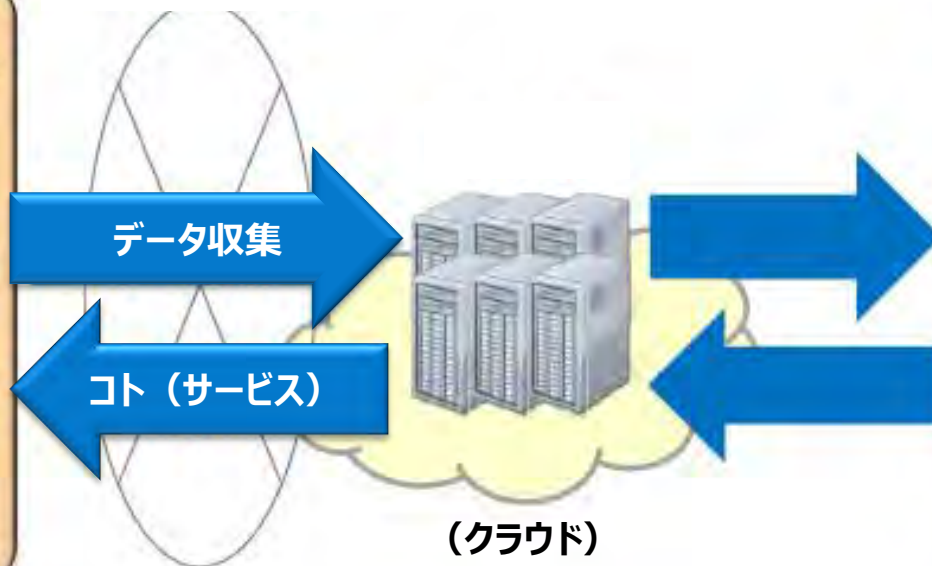
IoT (Internet of Things) では、モノがネットワークに接続されることで、価値あるコト (サービス) を生み出させる。

モノ (センサー、端末、自動車、機械、システム)



“モノ”をつなげる

ネットワーク (無線、有線)



データ解析、活用



データマイニング
ビッグデータ解析

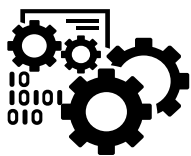


新サービス
新機能

“コト”を生み出す

IoTは特別新しい概念ではない?

なぜ今、IoTが脚光を浴びているのか？



データ収集技術

センシング向上

- 小型化、高性能化、低価格化、スマホ、ウェアブル端末



データ通信技術

通信パフォーマンス向上

- GPS、Wifi、Bluetooth、IPv6、高速化



データ処理技術

性能向上

- CPU、メモリ、クラウド化、大容量化、ソフトセンサー、エッジコンピューティング



データ解析技術

ツール機能向上

- AI、機械学習、ディープラーニング、シミュレーション、各種統計手法



利用運用

サービスビジネス向上

- 新たなサービスの考案、運用

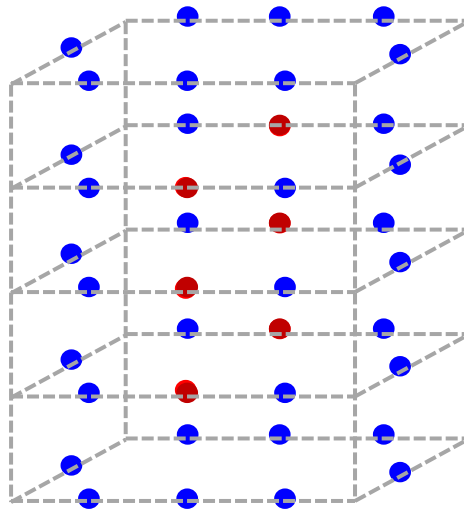
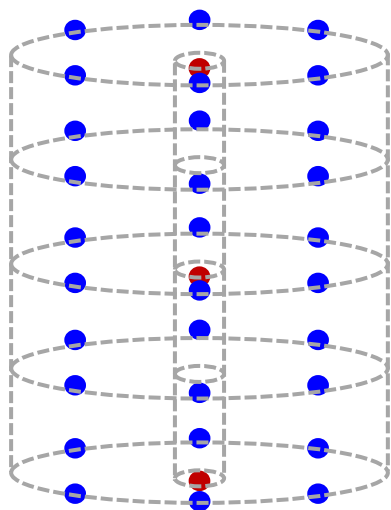
IoTのもたらすメリット (1/2)

これまで、限られた点、限られた側面でしか状態をみることができなかったと思います。
このような状態で、状況を把握し、判断をすることを求められてきました。



IoTのもたらすメリット (2/2)

通信インフラの発達、センシング技術の発達により、
測ることができるモノが増え、測る箇所が増えた（点から線、線から面へ）ことで、



!
なるほど
そういうことか。

情報をリアルタイムに、状況を多角的な方向から把握できるようになります。

Industrial IoT活用による現場の進化

IndustrialIoTの活用による データの変化・拡大

質・種類・量・頻度・粒度・精度

事象・現象データ：振動・画像・腐食状況・音 匂い 等
生産管理データ：生産実績・稼働時間・品質 等
制御データ：圧力・流量・温度・レベル
バルブ開度
回転数・電流・電圧 等

膨大な「データ」を
活きた「情報」に変え、

Industrial IoT

ICT



製造・業務の
豊富な実績と
複合的ノウハウ

活用できる情報へ



生産性の改善
新しい製品・サービスの開発

に活用する

世界の動向

IIoTの世界動向

Industrial Internet Consortium

AT&T IBM

GE

Business

標準化

acatech

DEUTSCHE AKADEMIE DER TECHNIKWISSENSCHAFTEN

Roland Berger

KUKA

Volkswagen

日本政府の動き

IoT推進コンソーシアム

- IoT/ビッグデータ/人口知能時代に対応し、企業・業種の枠を超えて産官学で利活用を促進するため、民主導の組織として「IoT推進コンソーシアム」(仮称)を設立。
- 技術開発、利活用、政策課題の解決に向けた提言等を実施。

<http://www.iotac.jp/member/corp/>

会長：慶応大学 村井教授
副会長：日立 西岡会長
NTT 鶴浦社長

総 会
会長(1名)、副会長(2名)、運営委員会(15名程度)

5月16日設立総会
1992団体 約2000名参加
事務局：野村総研

技術開発WG
(スマートIoT推進フォーラム)

先進的モデル事業推進WG
(IoT推進ラボ)

その他WG

管轄：総務省

ネットワーク等のIoT関連の技術開発・実証、標準化等

事務局：情報通信研究機構

管轄：経済産業省

先進的なモデル事業の創出、規制改革等の環境整備

事務局：一般財団法人日本情報経済社会推進協議会

管轄：総務省/経済産業省

課題に応じて設置

(当面はセキュリティ、プライバシー関連)

協力

協力

関係省庁等
総務省、経産省等
NICT、JIPDEC等

■ IIoTの実現には「つながる」ことが必須

- ◆ ドメイン, 階層の境界, ライフサイクルフェーズを通じた統合が必要



■ コンセンサスベースの標準に基づいて構築される必要がある

- ◆ データ定義、データの意味、データ交換方式、…



■ 国際標準化委員会での動き



◆ IEC: Strategic Group 8 (SG8)を2014/6に設置

- 米独 共同議長。メンバーは、ブラジル、中国、仏、独、日本、韓、スウェーデン、英、米。
- 2016年6月の勧告を目標



◆ ISO: SAG (Strategic Advisory Group)を2015/6月に設置

- 独 議長。メンバーは、独、仏、米、蘭、スイス、日本、中、豪、英。
- 2016年9月の勧告を目標

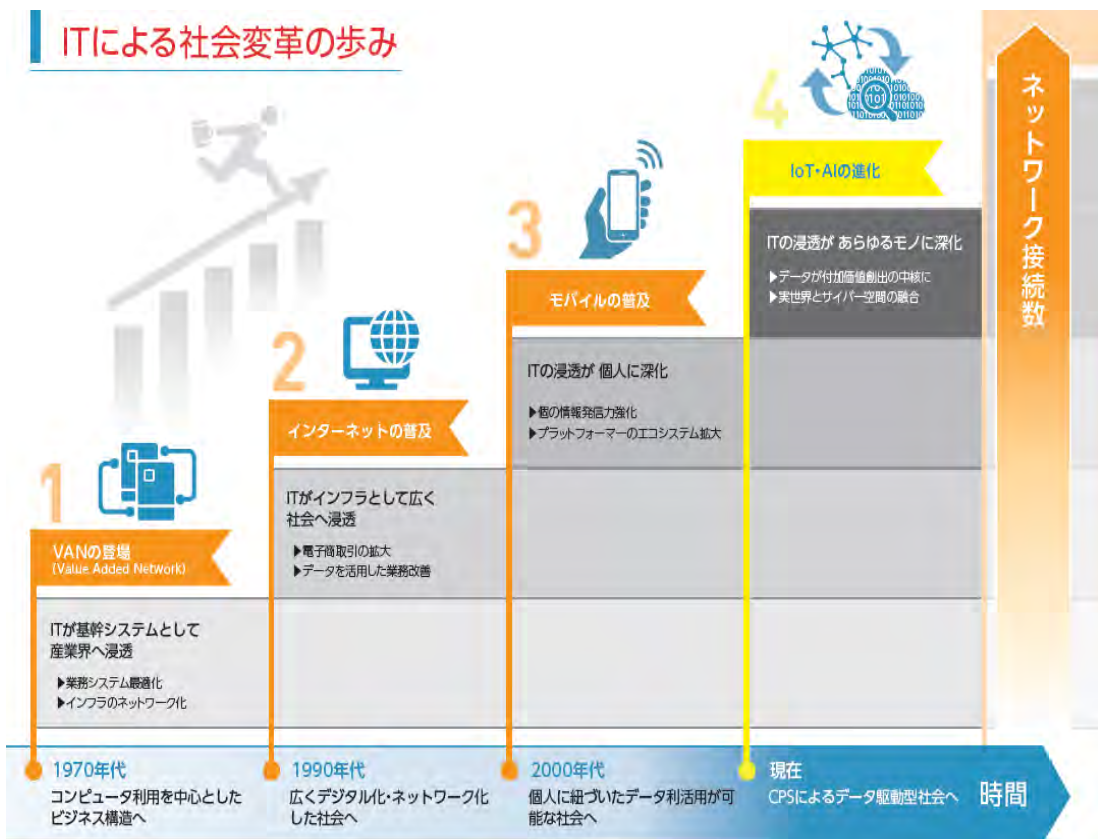
■ いずれも、「標準策定のための戦略の決定」が目的

横河が描く、Industrial IoT (IIoT) リファレンスモデル

ITによる社会変革の歩みとIoTの進化への期待

データ収集、解析、処理というサイクルの中で
新たな付加価値が生まれる時代へ

ITによる社会変革の歩み



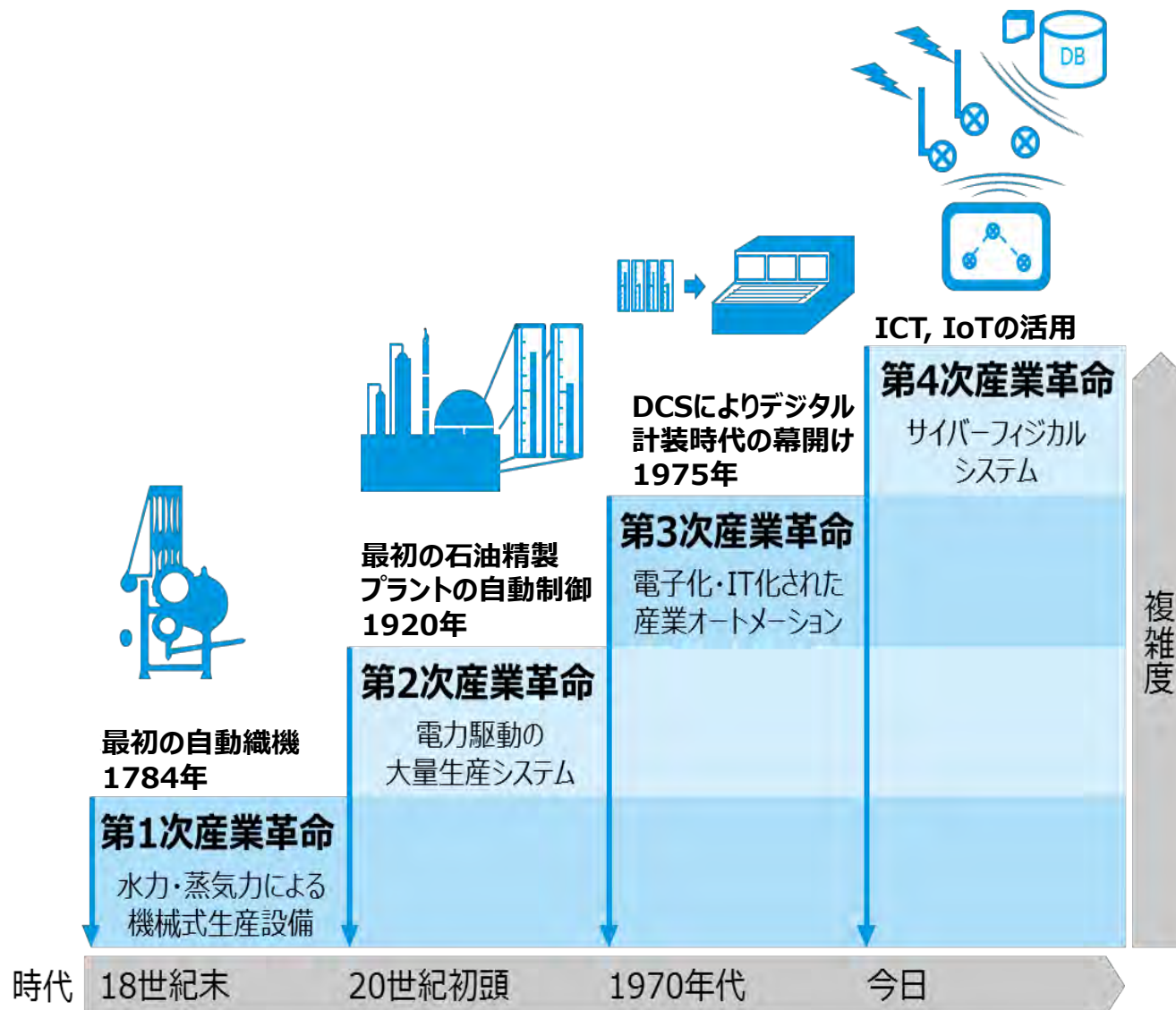
<図1：IoTでつながる機器の台数推移>
(億台)



出典:Gartner 公表資料を基に経済産業省作成

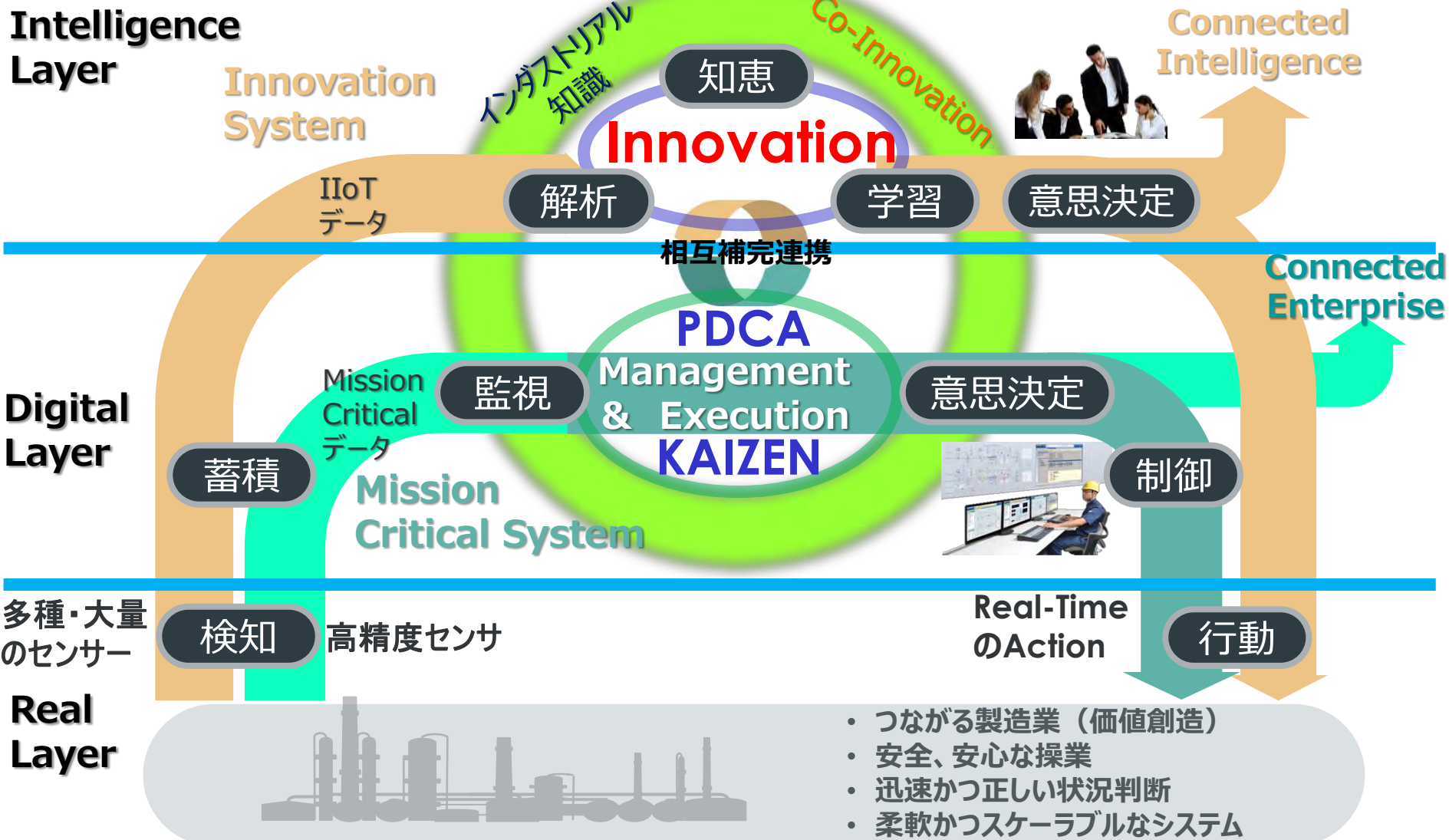
出典：経済産業省情報経済小委員会、「中間取りまとめ ～CPSによるデータ駆動型社会の到来を見据えた変革～」

IA業界における産業革命 (Industrial Innovation)



出典: "Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0", Acatech, 2013 を基に作成

Industrial IoT リファレンスモデル



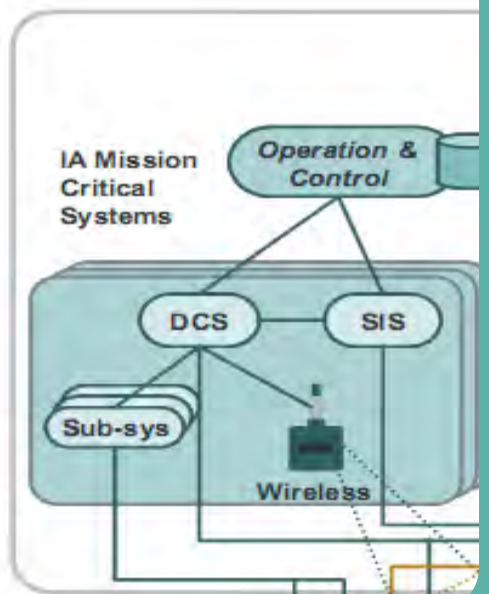
Mission Critical & Innovation

Mission Critical

基幹系 (ミッションクリティカル) システム

- ・生産監視制御システム
- ・MES
- ・LIMS
- ・その他

固いシステム



信頼性の高いセンサー
(恒久的使用)

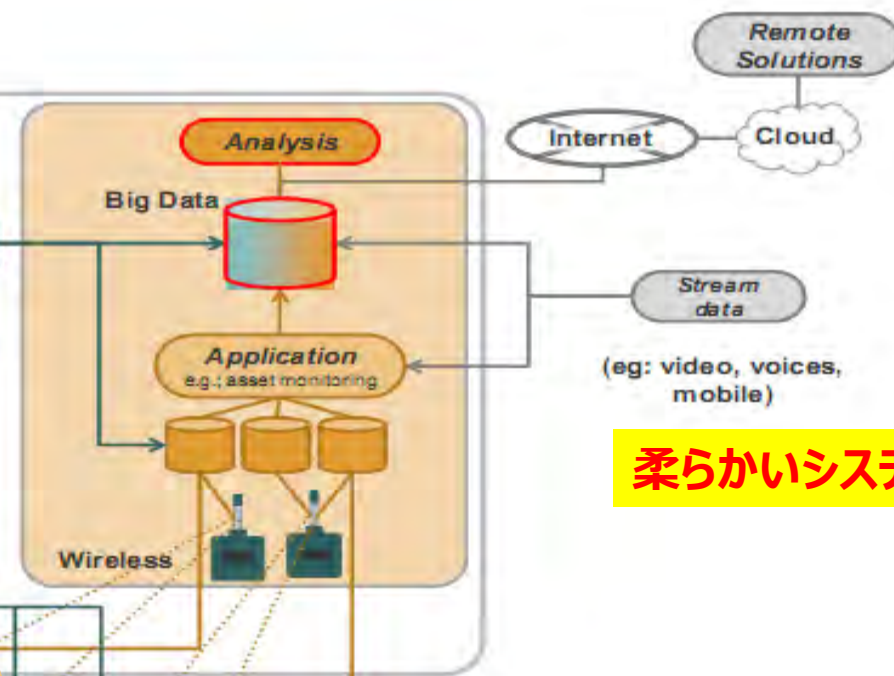
Smart Sensing

Innovation

試行錯誤が可能な柔軟なシステム(マネジメント)

- ・データ収集・分析による課題解決・最適化
- ・多様で変化するニーズに対応するための柔軟性、拡張性

柔らかいシステム



廉価、多様なセンサー群
(臨時使用など)

IIoTの具現化例：IIoTセンサとデータ処理

コンセプト
モデルです

プラント運転・設備管理の最適化

- プラント&プロセスの挙動を大量のフィールドデータから分析
- 定常時・非定常時の操業(運転・設備管理)を最適化

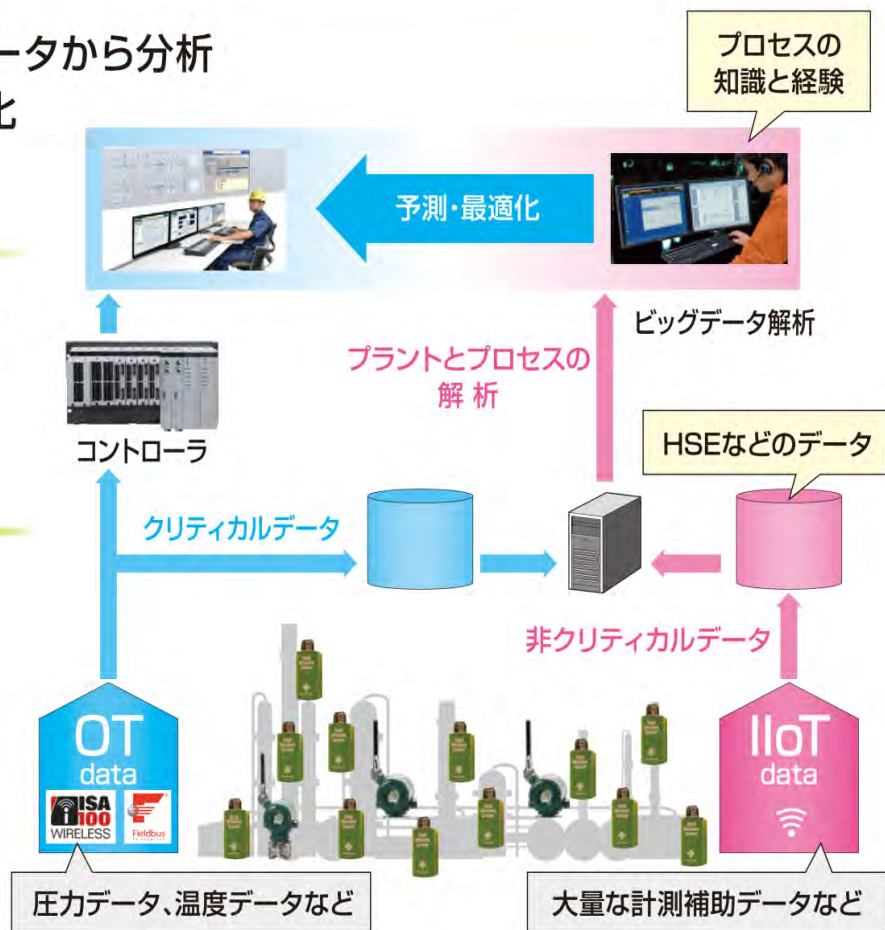
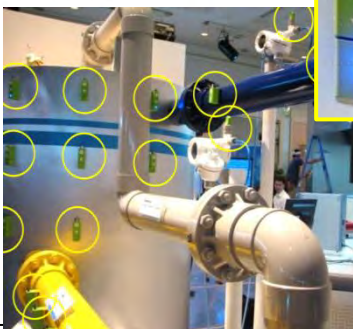
高度なITを用いたIIoTデータ処理

- 機械学習によるプラントIIoTデータの分析と解析
- プラントに適した解析結果の抽出

IIoTデータ収集のためのSushi Sensor

計測展
参考出展

- 小型・軽量・低価格な無線センサ
- 収集困難な定常時・非定常時の大量のデータを簡易に収集
- 設置・撤去が簡単



IIoTの具現化例：機械学習による状態診断・予測

コンセプト
モデルです

機械学習を使った状態診断・予測 計測展 参考出展

- 【高い客観性】 プラント立ち上げ時、設計通りの稼働を客観的に判定
- 【深層原因特定】 定修完了時、設備問題の発見と深層原因特定
- 【微小な予兆の捕捉】 運転時、設備異常のわずかな予兆をとらえる高度な監視
- 【次世代の予防保全】 先端理論に基づく設備の予測メンテナンス、等

キーテクノロジー

- 振動・温度・音響小型センサ：五感(目・耳・触感等)
- 機械学習・クラウドBigData：脳

システムの特徴

- 配線不要・即時着脱の小型センサで、タンク～配管までデータを収集
- クラウドと3G/4G回線による工場をまたがる知見の自動蓄積・遠隔支援
- 機械学習による客観的な診断・ピンポイント原因特定・異常予測



遠隔サポート・レポート



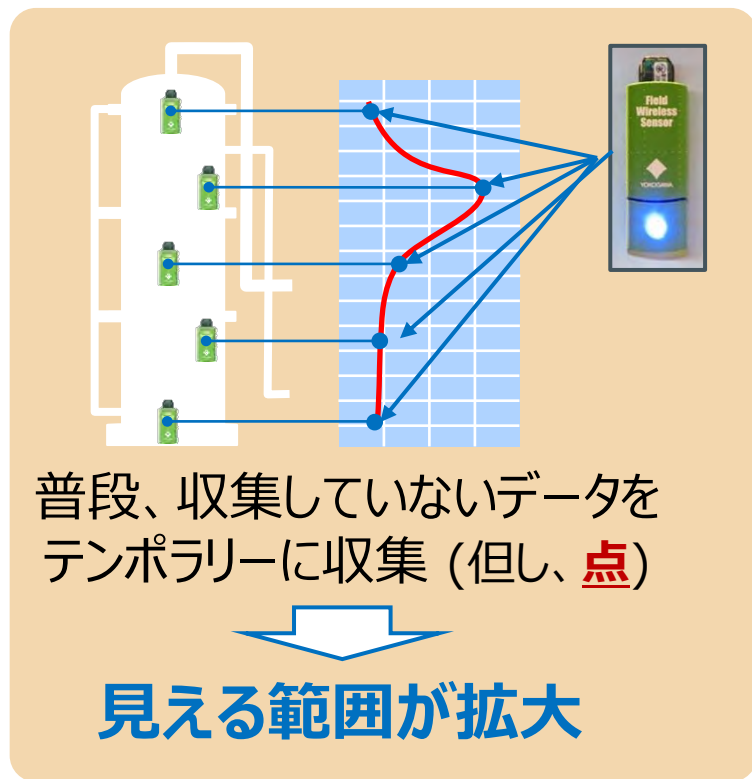
クラウドサーバ機械学習



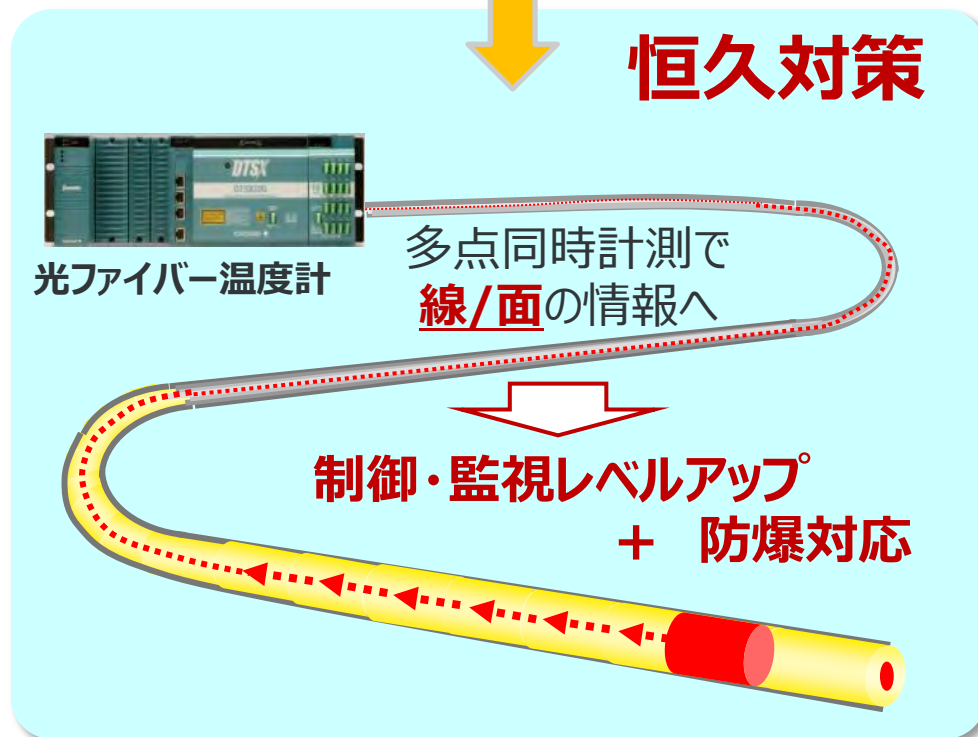
ピンポイント原因特定



IIoTの展開例 -発見から恒久対策へ-



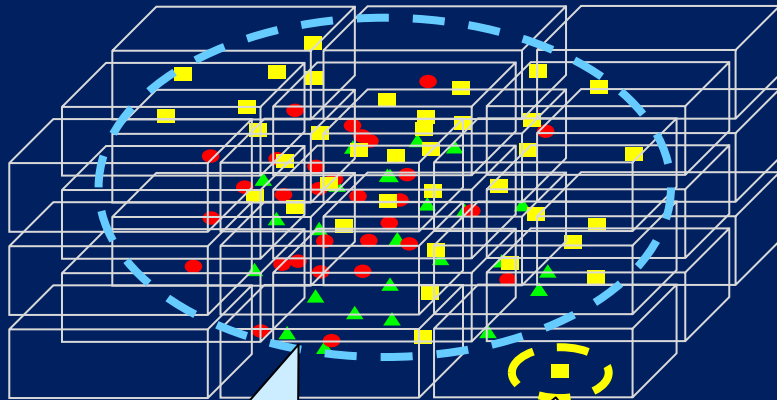
潜在課題を発見した後、



光ファイバー温度計は、他にも、タンクやパイプラインからの漏れ検知、ケーブルラックの温度異常検知、ベルトコンベアや洞道の火災検知などにも応用できます。

拡大した情報を、更に活用

統計的データ活用



安定稼働時の
統計的データ群

安定稼働時から
外れたデータ

安定稼働時の
統計的データ群

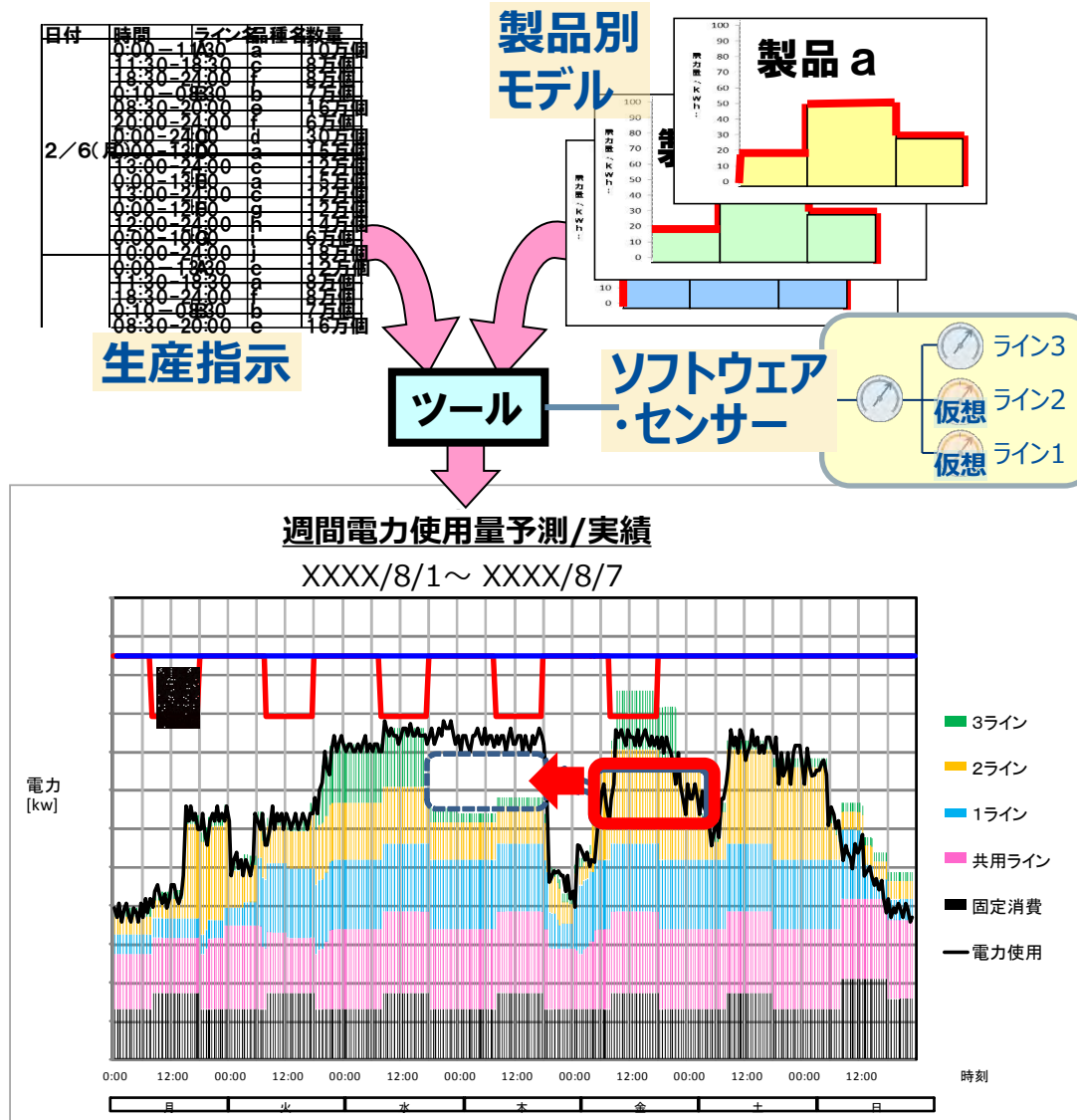
現在のデータ

比較

異常傾向を早期検出して現場へ提供

リアクションから予測ベースの行動へ
現場の感度UPと現場力の強化へ

製品別電力モデル化によるピークシフト



IoTを利用し、
製品別に製造時使用電力を
解析し、モデル化



生産指示データから、
生産が重なった際の電力使用量
を予測

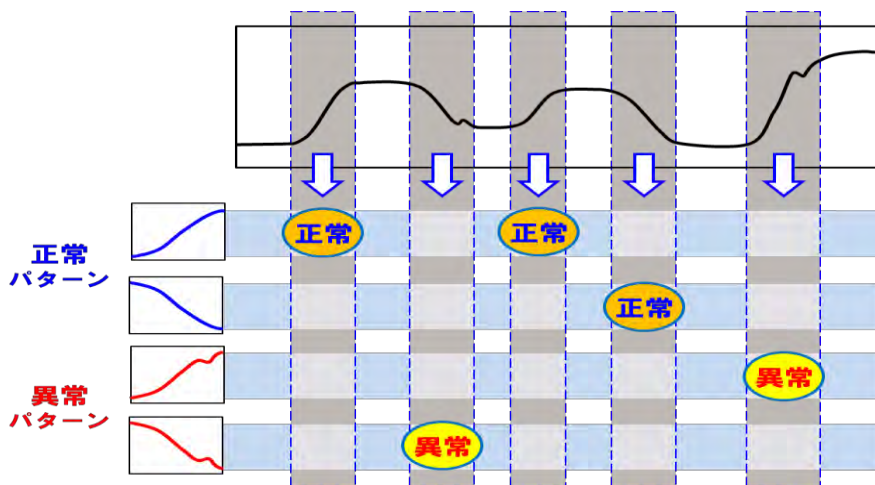


電力使用量が少ない時間帯に
生産タイミングをシフトさせ、
生産指示の遵守と
使用電力のピークシフトを実現

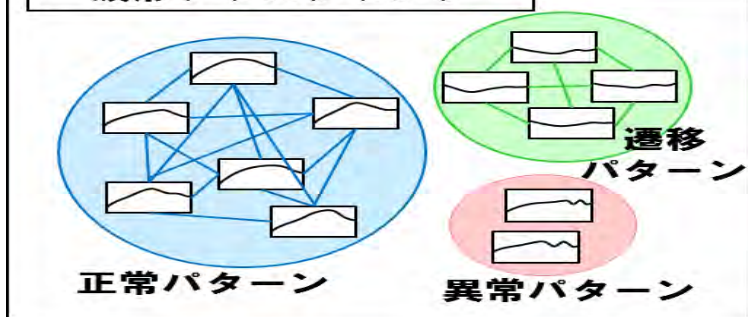
設備データ解析による、劣化モニタリングシステム

マッチング(オフセット、位相のズレ、伸縮)を考慮した、類似度と高速検索法を用いて、蓄積したデータから類似した波形を検索する技術

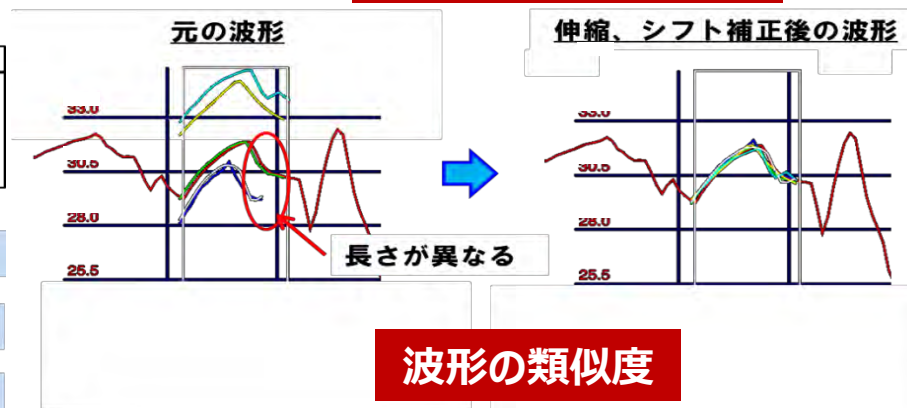
設備・機器の動作データから異常を検出



波形クラスタリング

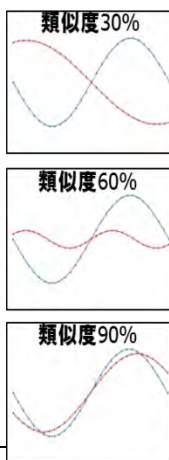


伸縮、シフトを許容

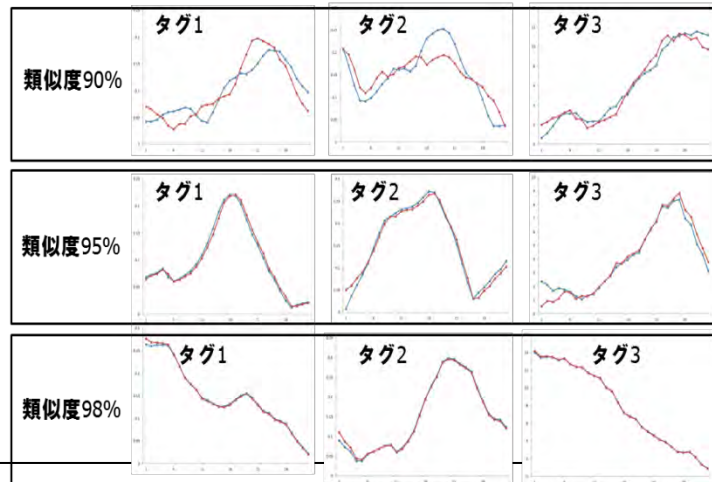


波形の類似度

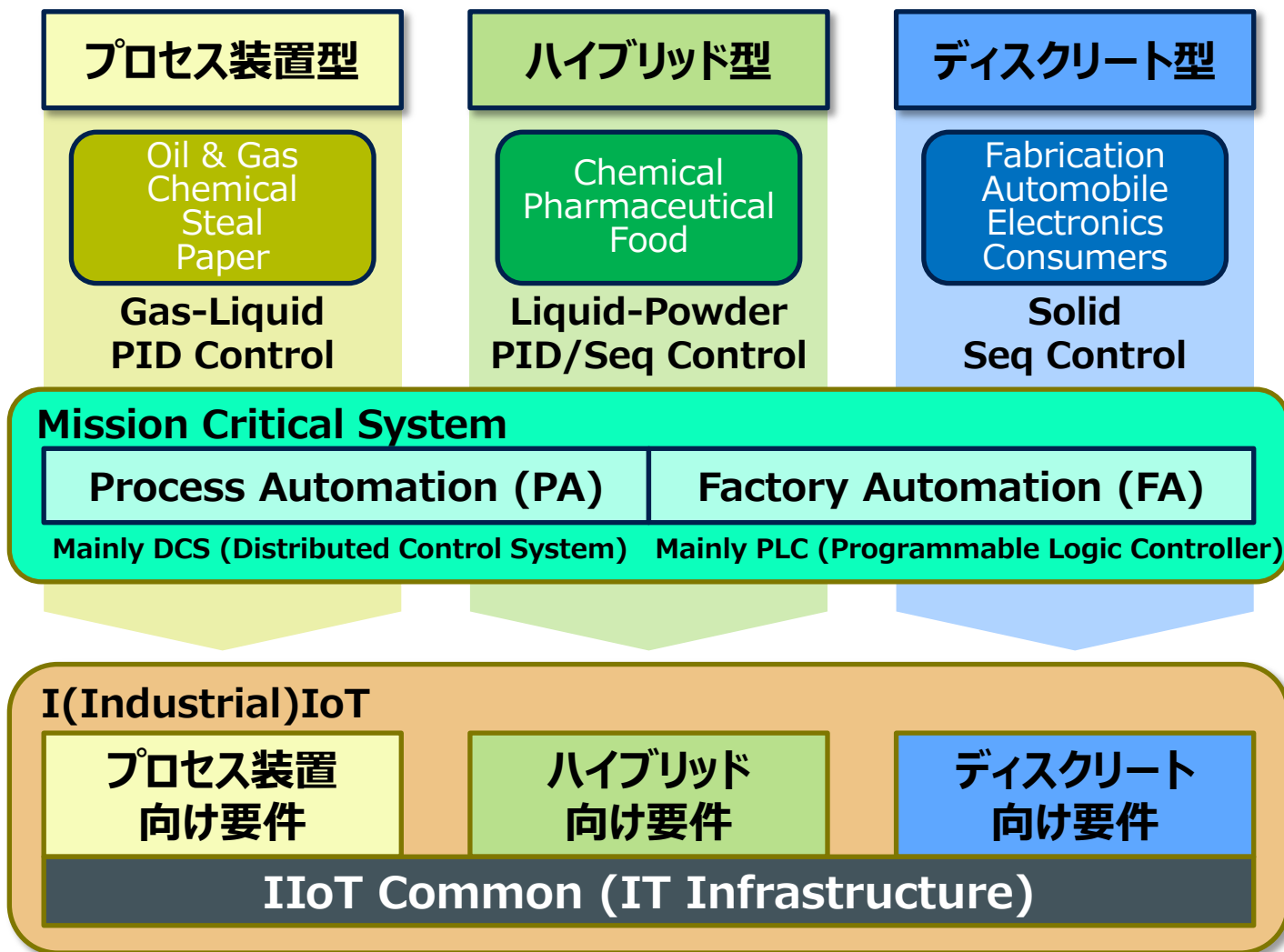
1アイテム



3アイテム



お客様プロセスに適應した、IIoT要件を提供



IIoTで、ソリューションサービスを推進する体制

お客様

ソリューションビジネス本部

IIoT推進室
(各部門から
代表で構成)

ビジネス
マーケ
ティング



総合コンサルティング部
お客様との会話の中から「課題を発掘する」、「課題を創造する」

操業
コンサル

品質
コンサル

安全操業
コンサル

エネルギー
コンサル

保全
コンサル

生産情報
コンサル

アセット
コンサル

セキュリティ
コンサル

各領域のスペシャリスト集団 (課題の具現化・解決)

技術部
データアナリスト集団

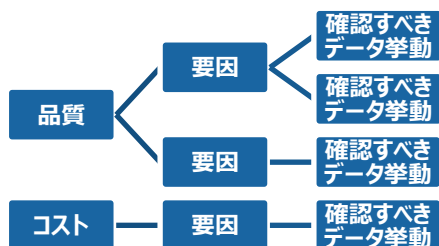
トレー
ニング
センター

横河による解析サービスの特長

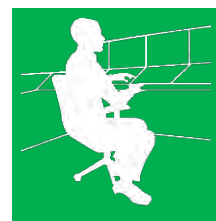
プロセス知見(*1)に基づく データ分析

*1: お客様の経験や知識

- ・事象や変動する要因を議論
- ・データでその正誤を確認



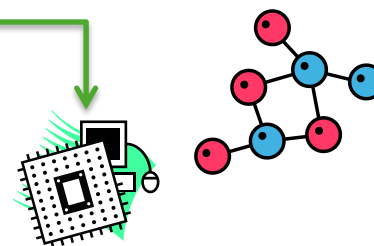
プロセス因果を理解して向き合う
大きな傾向だけでなく、
細かな差異や例外も取り上げて評価



BigData
(プロセス値,
分析値,
作業記録,...)

統計手法に基づく データ解析

- ・半機械的にデータの違いを抽出
- ・プロセス的な因果関係を議論



プロセスを新しい視点で見る
対象に適った各種の統計手法で、
新たなデータの規則性を発掘

結合させた
解析結果

お客様エンジニア
の技術力が必要な
場面も増える



(理に適っているか)
物理化学など
の原理原則

ロジック化



フィードバック



① 石化を始めとするプロセス装置型プラント

【IIoT命題】

1. 国内既存プラントの競争力をより一層強化する

- コスト削減
- 運転の最適化、技術伝承

2. 高度な保安対策で「スーパー認定事業所」を取得する

- 経年した設備の安全かつ高稼働を維持する

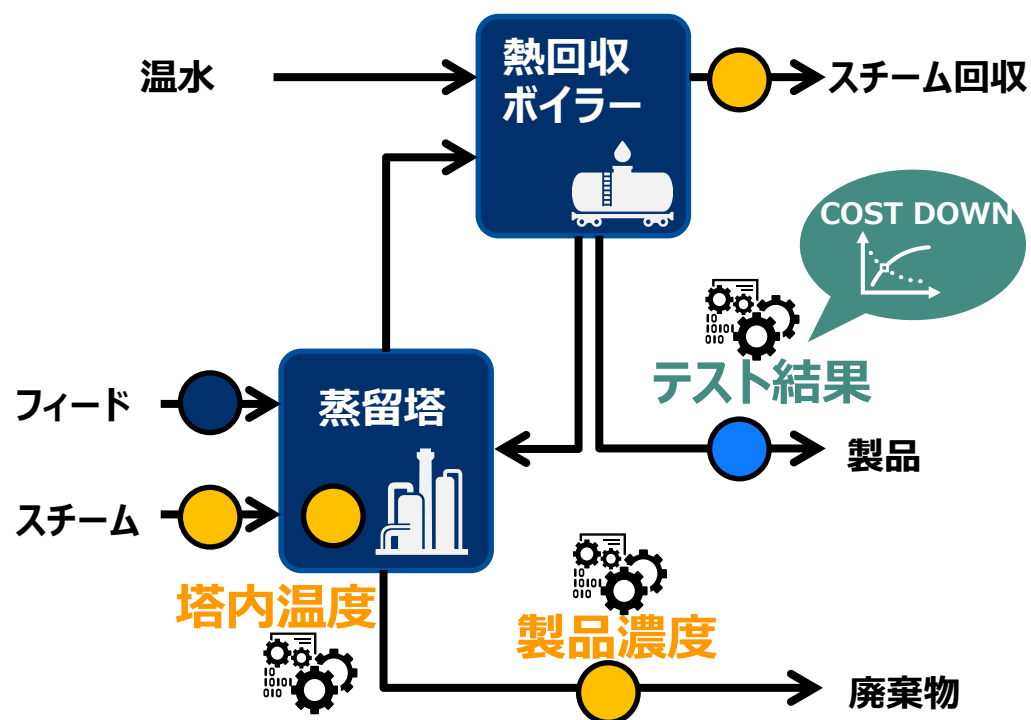
3. プラント・企業間の連携で判断の質と精度を向上する

- 製品の上下流で生産連携
- マザー工場/マザー研究所が支えるグローバル展開
- 石化同士の事業アライアンス

①-1. Bigdata解析による運転思想の創出と更なるコスト削減

BIGDATA解析を用いたコスト削減により年間30M¥の利益を生み出す8つポイントを見付けることができました

下図はその効果の1/3を生み出した蒸留塔の例です



Customer



消費エネルギー節約

- ・スチーム使用量削減

品質向上

- ・蒸留塔内のトレイ温度の安定化



YOKOGAWA



製造コスト原単位の削減

- ・蒸留塔内のBIGDATA解析
- ・廃棄物中の製品濃度が高いことに注目
- ・塔内温度を上昇させ、廃棄量を減少
- ・スチーム使用量は増加したが、熱回収ボイラーによるスチーム回収により製造コスト原単位を削減

①-2.新認定事業所制度(スーパー認定事業所)へ向けて

IIoTで加速の期待

自主保安の高度化

未然予防

リスクアセスメント

評価と対策

新技術の導入

ビッグデータ利活用

教育

現場の能力

保安のためのシステム設計

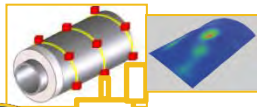
プラントの安全を機能安全規格に則って確保。既存システムの信頼性評価から、安全システム化まで支援。



(安全コンサル)

配管の健全性管理システム

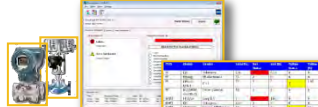
配管の減肉や減肉速度の変化を早期に検知。影響する運転パラメータを最適化。



(無線減肉センサ)

フィールドデジタルによるデータのインテグリティ

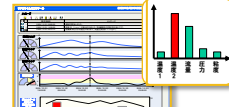
バルブや分析計などの高度診断で傾向監視・しきい値管理し、予知保全へ活用。



(フィールドデジタル・無線)

統計解析手法によるプロセス異常の予知予測

操業や装置のデータ解析から異常に至る因子を究明し、予知予測に活かす



(設備・品質データ解析)

プラント内部の可視化と近未来状態予測

プラントシミュレーション技術により、非センサ設置部位の推定と、数時間先の状態を監視。



(ミラープラント、訓練シミュレータ)

合理的かつ効率的なアラーム管理

アラーム定義の明確化、HAZOP結果の活用や運転員ナレッジを反映するシステム実装。



(アラーム設計コンサル)

誤判断・誤操作を抑制するHMI設計

人間工学の知見や運転ノウハウを組み込むHMI設計手法で、意思決定を高度に支援。



(HMI設計コンサルテイング)

運転員のノウハウをシステム化する運転支援

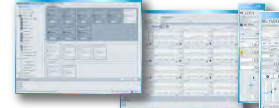
運転手順を形式知化して、高いレベルの標準化を支援するオンラインSOP。



(定常・非常時運転支援)

ソフトセンサによる推定とモデル予測の安定制御

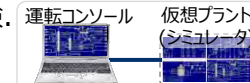
センサ設置の困難箇所をデータ推定。多変数モデル予測でロバスト性に優れた制御性能。



(ソフトセンサ・モデル予測制御)

次代の改善リーダー向けトレーニングコース

改善の方法論やツールの活用を学習し、仮想プラントで実践体験。



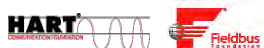
- ・アラーム合理化
- ・PIDループの制御性改善
- ・手動運転の標準化・自動化

(改善リーダー育成プログラム)

「新認定事業所制度について」商務流通保安グループ高圧ガス保安室 (2015.12) を参考に作成

フィールドデータの活用 I : フィールドデジタルの実運用化

1. 保全での活用



運転中 :

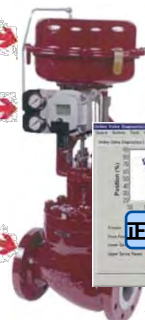
- 自動巡回点検、KPIレポート
- バルブ、PH計などの傾向・しきい値管理

定期修理中 :

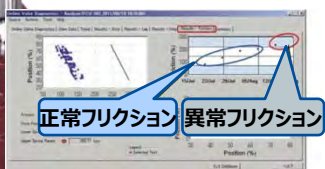
- バルブ動作特性収集・検査
- 効率的なインタロックテスト
- 信頼性レポートで最終確認

《主なバルブ故障原因》

- 操作器**
- エアリーク
- バネ劣化
- ポジション**
- エアセットズレ
- エアリーク
- 調整ズレ
- 弁本体**
- 異物噛み込み
- 異物堆積
- ステム曲がり



《高度診断》



作動速度、開度偏差など

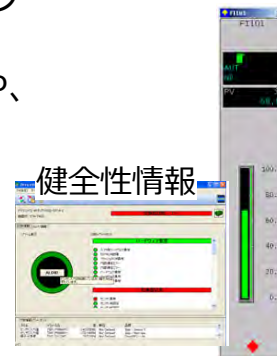
TYPE	Model	Vendor	Total Rec.	Red Status	Red (%)	Yellow Status	Yellow (%)
FF	EX	Yokogawa	136	0	0.73	0	0
FF	FF100	Yokogawa	75	0	0	0	0
FF	FF100	Yokogawa	70	0	0	1	1.43
FF	DOCS000	Fisher Controls	54	0	0	0	0
SHPT	SHPT000	Emul E/S	2	0	100	0	0
SHPT	ED	Yokogawa	333	0	0	0	0
SHPT	SHPT000	Yokogawa	10	0	0	2	20

メリットを最大に享受する、新ワークフローの策定までを支援

2. 異常兆候の把握に活用

- 診断情報(セカンダリデータ)から、プロセス異常兆候を把握
- 機器の故障前アラート(オペガイド)や、健全性情報(Device Viewer)

追加指示値
バルブ開度など

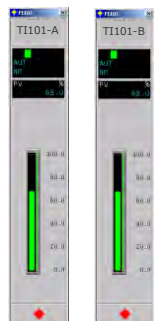


例: バルブ開度・空気圧、流量の密度・温度、伝送器のH側静圧など

- 機器交換・調整・パラメータ保存(協力会社)
- ループ指示異常時の対応(運転・保全)
- 診断情報を予知保全へ活用(保全)

3. データ健全性の確保

- 温度センサ不良の監視、センサドリフト影響の監視など



温度センサ異常時の自動切替 (or オペレータ判断)

センサ1
の値

センサ2
の値



2チャンネル
温度伝送器

2チャンネル温度センサ

4. フィールド無線も適用拡大

- ◆ 既設への補完アプリケーションとして
- ◆ ユニークな製品も登場
 - マルチプロトコルアダプター (4-20mA, DI/DO, パルス、MODBUS, HARTなど)
 - ガス検知器 (理研工業、ガスセキュア)
 - 振動センサー
 - 腐食センサー
 - スチームトラップ など



(ISA100.11a)

プラント挙動予測を利用したプラントオペレーション

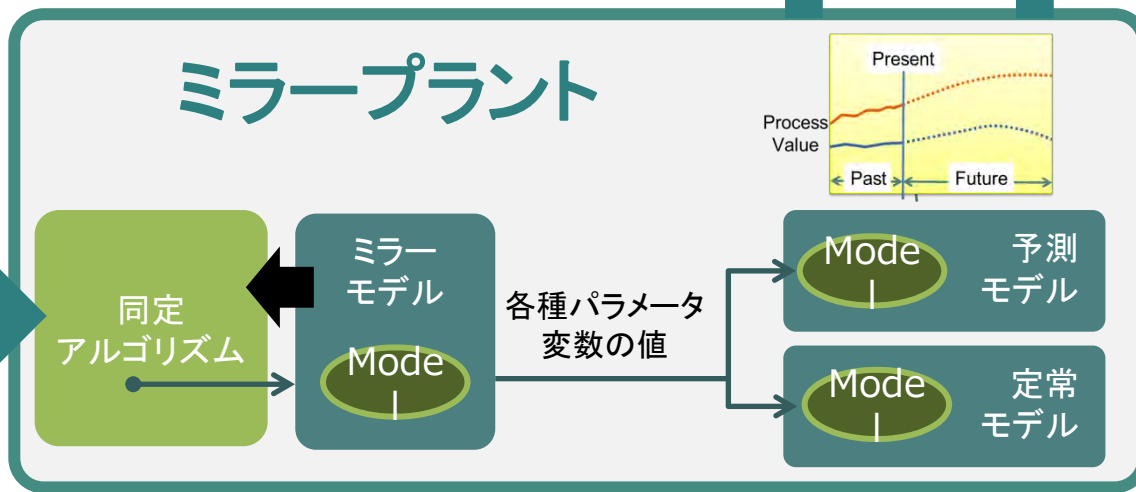
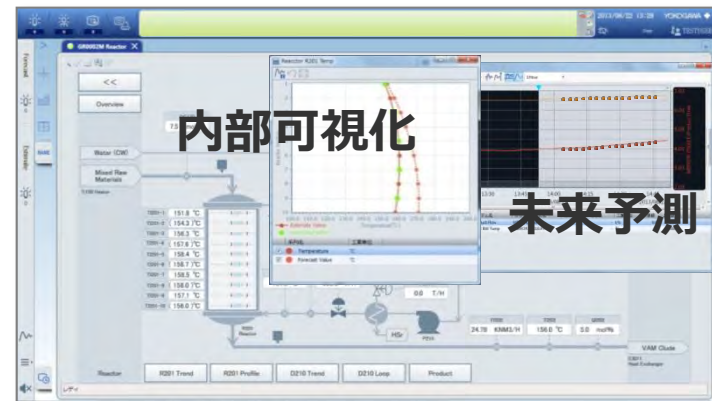
CPS (Cyber Physical System)



Actual plant

プラント
制御

プラント
オペレーション

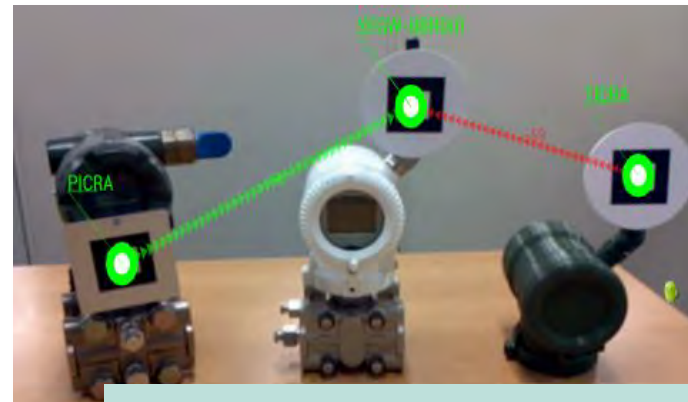


Augmented Reality(拡張現実,AR)への取り組み



スマート保全ソリューション

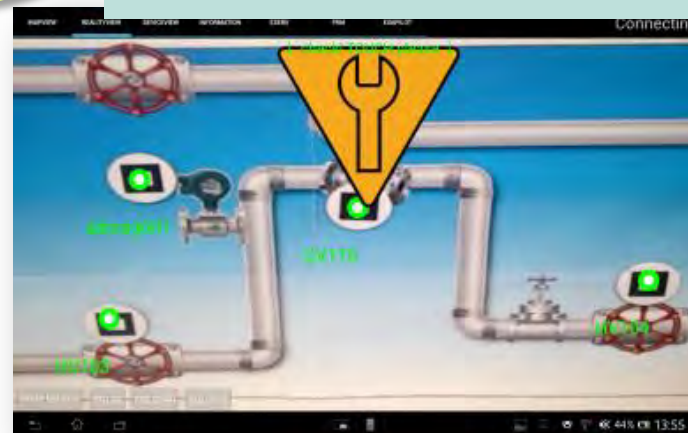
ARを含むモバイル,スマートデバイス,無線アプリケーションが現場のライブ画像と機器情報やメンテナンス手順を重ねあわせ作業効率の向上とミスを低減



リアルタイム意思決定支援

管理者は時間、場所を問わず必要なデータを望む形式にて確認可能となり、意思決定のスピードを促進

欧州化学会社様で実証時のコメント



教育やトレーニングで防ぎきれないミスを抑止（AR）

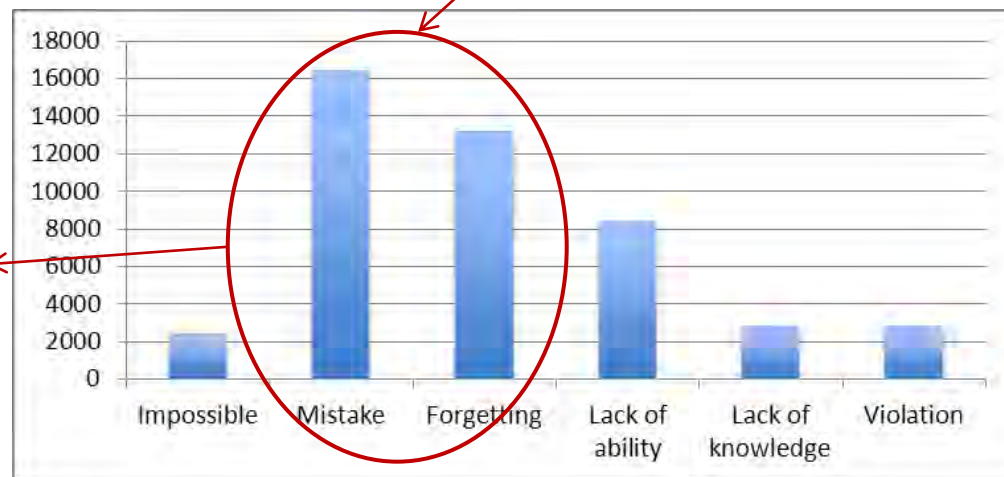
小松原明哲氏（早稲田大学）による分類：

1. 人間能力的にできないという**無理**な相談
2. 取り違い、思い違い、考え違いなどの判断の**錯誤**
3. し忘れなど、記憶の**失念**
4. その作業を遂行する能力、技量が不足している**能力不足**
5. すべきことを知らない**知識不足**
6. 手抜きや怠慢などの**違反**

教育やトレーニングでは防げないミス

プラントの事故につながる「**錯誤**」や「**失念**」をどう防ぐか？

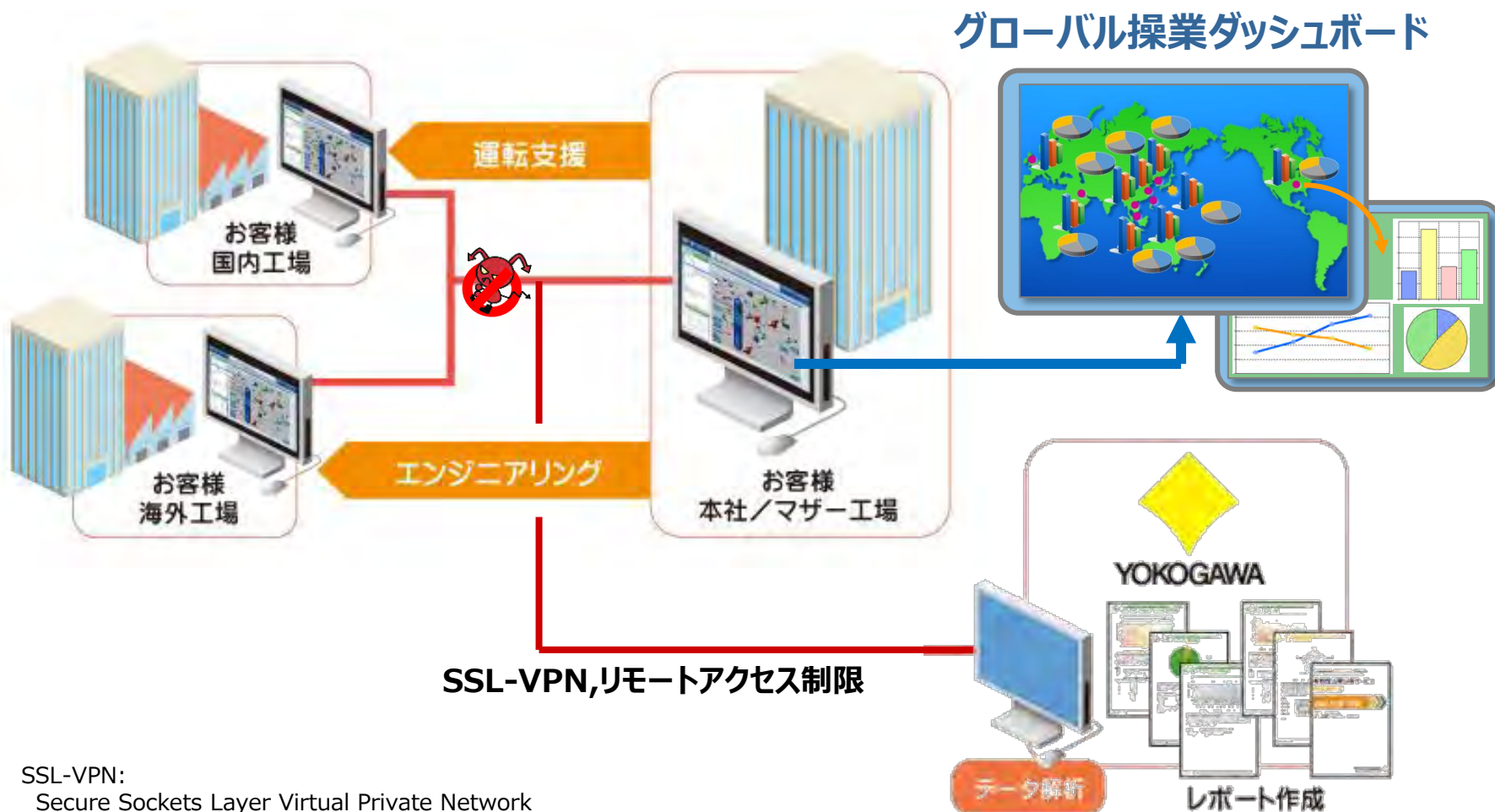
→ ミスの未然防止や指摘・修正に、ARの**視覚的支援**が、**手助けにならない**だろうか



厚生労働省「職場のあんぜんサイト」(<http://anzeninfo.mhlw.go.jp/>)の平成19年度産業事故統計データを小松原分類で独自に分類

①-3. マザー工場・研究所からグローバル支援

- 本社/マザーから、遠隔工場の運転状況の確認や、エンジニアリング等を行う。社内サポートのリードタイム短縮や渡航費・工数削減の効果を得る。



SSL-VPN:
Secure Sockets Layer Virtual Private Network

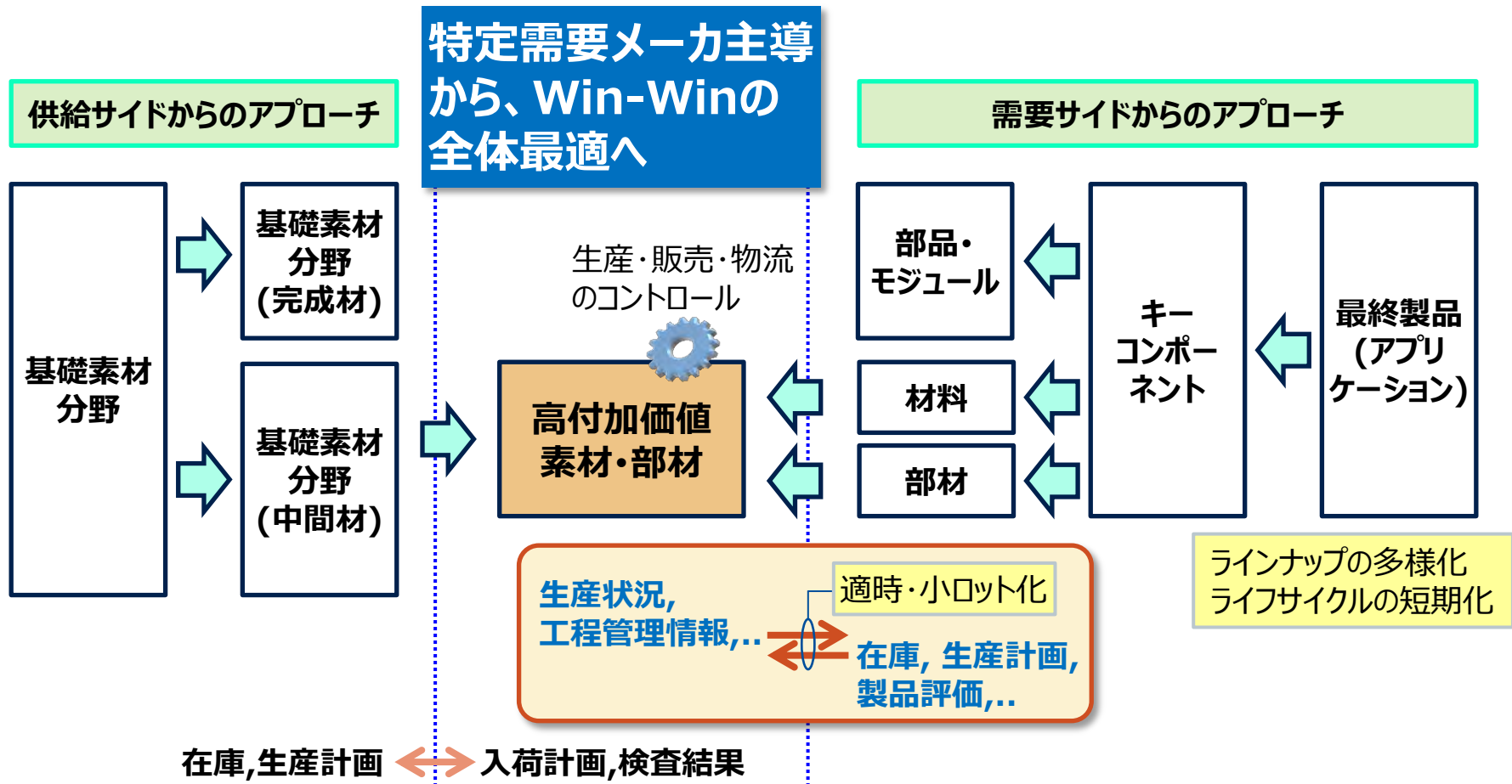
② 機能性製品のプロセス型プラント

【IIoT命題】

1. 品質を安定化させて歩留りを向上する
 - 製造工程を不安定にする阻害因子を特定
2. ヒトの介在が多いプロセスで労働生産性を高める
 - 業務内容の分析に基づいて効果要素を改善
3. 原料・ユーザ企業とのサプライチェーンを最適化する
 - 生産計画、在庫・物流、工程情報で連携

②-3.取引企業間とのサプライチェーン

- 従来からの技術的な制約は、IIoTで乗り越えられるようになった。
- 共有できる仮説を立案して、企業間の業務をつなげていく。



③ 成形を伴う部素材のディスクリート型プラント

【IIoT命題】

1. 工程能力や品質改善へのインフラを整備する
2. 人とモノ・コトを組合せて生産技術を向上する
 - ストリームデータも活用してノウハウ蓄積
3. 製品性能をオンラインにデータ裏付けする
 - キーとなるセンサデバイスの探求

③-1.加工成形ラインのICT化 -フィルム製造ライン-

工程能力や品質の改善
が行える、情報インフラ
を整備する

保全記録



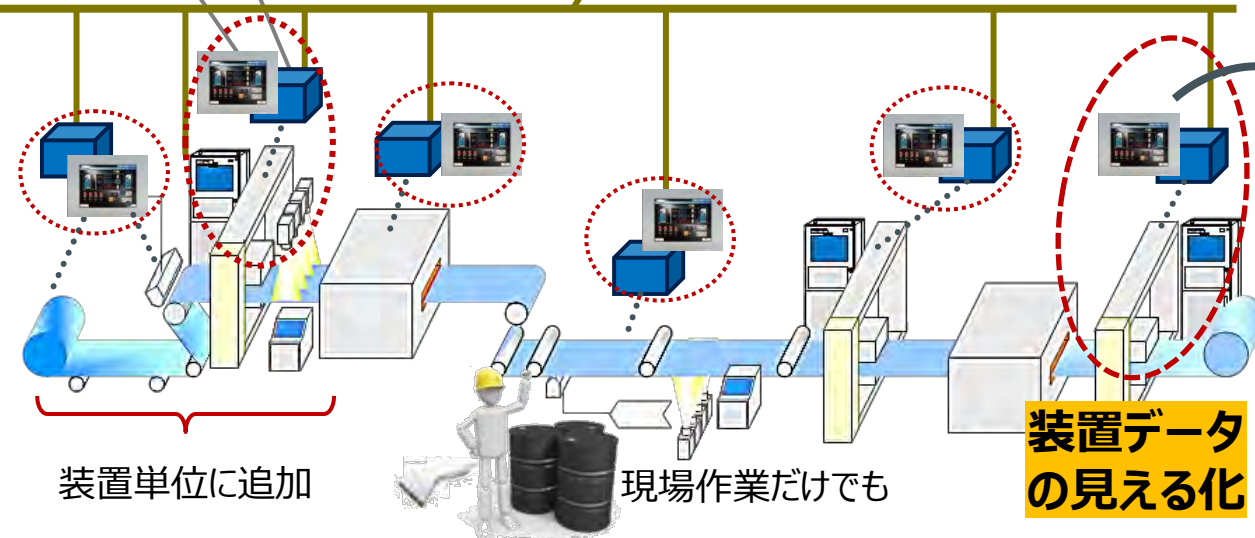
工程見える化・
作業支援サーバ



作業指示、
データ表示/読込

インターフェース
ボックス

フィールド
インターフェース



工程実績への紐付け

装置データ

工程 No.	開始時刻	終了時刻	品番	作業者	工程時間(分)	品上り時間(分)	温度標準偏差	工程最大温度
1	2015/8/30 16:30	2015/8/31 13:26	A1	X	1236	133	1.2	25
2	2015/8/31 13:26	2015/9/1 9:47	A2	X	1220	131	2.1	33
3	2015/9/1 9:47	2015/9/2 7:28	B1	Y	1301	145	0.8	29
4	2015/9/2 7:28	2015/9/5 3:04	B2	Y	1177	131	0.9	61
5	2015/9/5 3:05	2015/9/5 22:49	C	Z	1184	127	2.2	22

①工程化で紐付け検索し易くします

②指標化
②工程内の動きを要約します

作業ノウハウのシステム化

CSVファイル

工程相関図

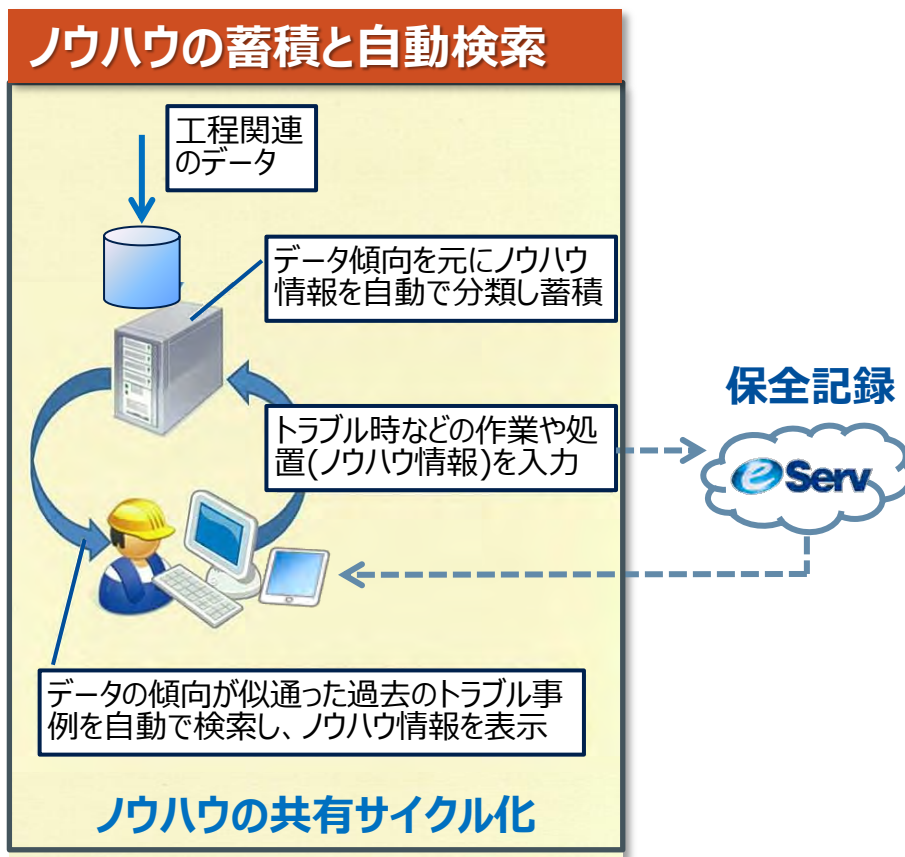
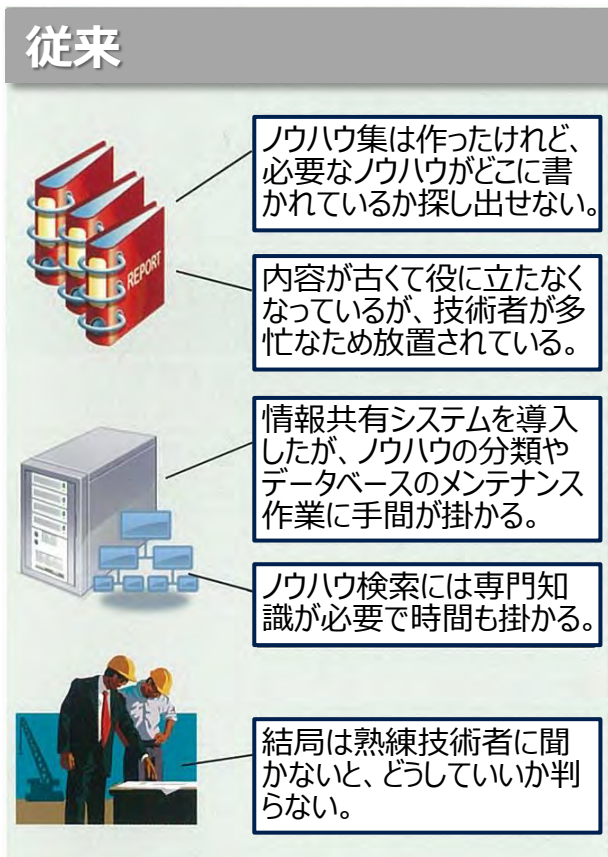
因子解析用グラフ

工程トレンド

装置データの見える化



③-2.人とモノ・コトを組合せたノウハウ蓄積と類似性検索



Industrial IoTへの YOKOGAWAの取り組み

ICTを用いたインテリジェントマニュファクチャリングを実現し
新たな価値を創生する

総合ビジネスソリューションの提供により
お客さま価値の最大化を実現します



お客さまと共に新たな価値を創生する長期的なパートナー

IoT・IIoTは**目的**では無く**手段**です！

目的

対象

強味

定義することが**重要**です！

Co-innovating tomorrow™

ご清聴ありがとうございました