

Yokogawa DX説明会

～横河デジタルの目指す未来

AIファースト マニュファクチュアリングを目指して～

鹿子木（かのこぎ） 宏明

横河デジタル株式会社 代表取締役社長

横河電機株式会社 フェロー

2024年12月6日

証券コード：6841
横河電機株式会社



博士（理学） 鹿子木（かのこぎ） 宏明

横河デジタル株式会社
代表取締役社長 CEO

東京大学で博士（理学）を取得（1996）
Microsoft 東京 R&D（1996-2007）
横河電機株式会社（2007-2022）
横河デジタル株式会社 現職（2022-）

主な業績

- AI技術をプラント等の製造工程に適用、製品化
- プラント制御AI FKDPP アルゴリズム（強化学習）の開発者の一人

著書



世界初 AIによる自律制御で化学プラントを 35日間連続制御

(2022/3 プレスリリース)

<https://www.yokogawa.co.jp/news/press-releases/2022/2022-03-22-ja/>

プラント自律制御AI 強化学習FKDPP (Factorial Kernel Dynamic Policy Programming)

- 経産省補助事業 令和2年度補正 産業保安高度化推進事業補助 「ブタジエン生産プラントにおけるAI制御システム構築事業」
- 奈良先端大 松原教授・横河の産学共同研究成果の実化学プラント適用。JSR株式会社様・横河による実証実験

当該の化学プラント（提供：ENEOSマテリアル）

製造業（主に化学・食薬・他プロセス産業）のAIの専門家を自負しています

日本産業技術大賞 最高位 内閣総理大臣賞を受賞

■過去の受賞例

- 2002年 Suica
- 2013年 東京スカイツリーの建設
- 2015年 燃料電池自動車「MIRAI」
- 2016年 ホンダジェットの開発
- 2021年 スーパーコンピュータ「富岳」
- **2023年 プラント自律制御AI FKDPP**



日本産業技術大賞表彰式（提供：日刊工業新聞）

全米製造業者協会 製造業リーダーシップ評議会 Manufacturing in 2030: Let's Talk About AIでの講演

Manufacturing in 2030

Will AI Enable Autonomous Plants and Factories?

Let's Talk About AI event speaker, Dr. Hiroaki Kanokogi, shares how AI allowed Yokogawa to autonomously run a chemical plant for 35 consecutive days

By Jeff Puma

December 13, 2022 9:34am



Photo by David Bohrer / National Assoc. of Manufacturers

<https://www.manufacturingleadershipcouncil.com/will-ai-enable-autonomous-plants-and-factories-31371/>

横河デジタルのYOKOGAWAグループにおける役割 横河デジタルのビジネスの展開

横河デジタル株式会社のYOKOGAWAグループにおける役割

製造業生まれのコンサルティングファームとして、センサーから経営まで、お客様の課題解決に伴走します。

商号 横河デジタル株式会社 / Yokogawa Digital Corporation

設立 令和4年(2022年)7月1日

資本金 1億円(横河電機100%出資)

事業概要 主に製造業に対する以下のサービス

1. DX/ITコンサルティング (DX/IT戦略策定・ITシステム開発・運用保守)
2. OTコンサルティング (OT課題の発掘・解決方策策定・システム開発・運用保守)
3. AIコンサルティング (AI活用戦略・AI開発・運用保守)
4. セキュリティコンサルティング (現状調査・要件定義・ネットワーク構築・SOC監視)
5. ソフトウェア (自社パッケージの開発導入・他社ERP導入)
6. トレーニング (DXプログラムトレーニング・計装講座・IT講座・製品技術講座)

従業員数 約500名(派遣社員、準委任スタッフを含める。2024年4月1日現在)

提携企業 株式会社エル・ティー・エス
株式会社ALGO ARTIS
ギリア株式会社
FPT Software Company Limited (横河電機と提携)

横河電機

YOKOGAWAグループと共に、計測、制御、情報技術を基にした製品やソリューションを提供

横河デジタル

主に製造業のOT/ITや業務プロセス、AI、セキュリティ等のコンサルティングサービスを提供

YOKOGAWA

横河ソリューションサービス
























日本国内における制御・計装機器等の販売、保守、電気計装工事を提供

横河デジタル サービス概要

製造業の業務改革、デジタルテクノロジーの導入、さらにはその後の運用保守まで、実践的なコンサルティングサービスを提供します

業界

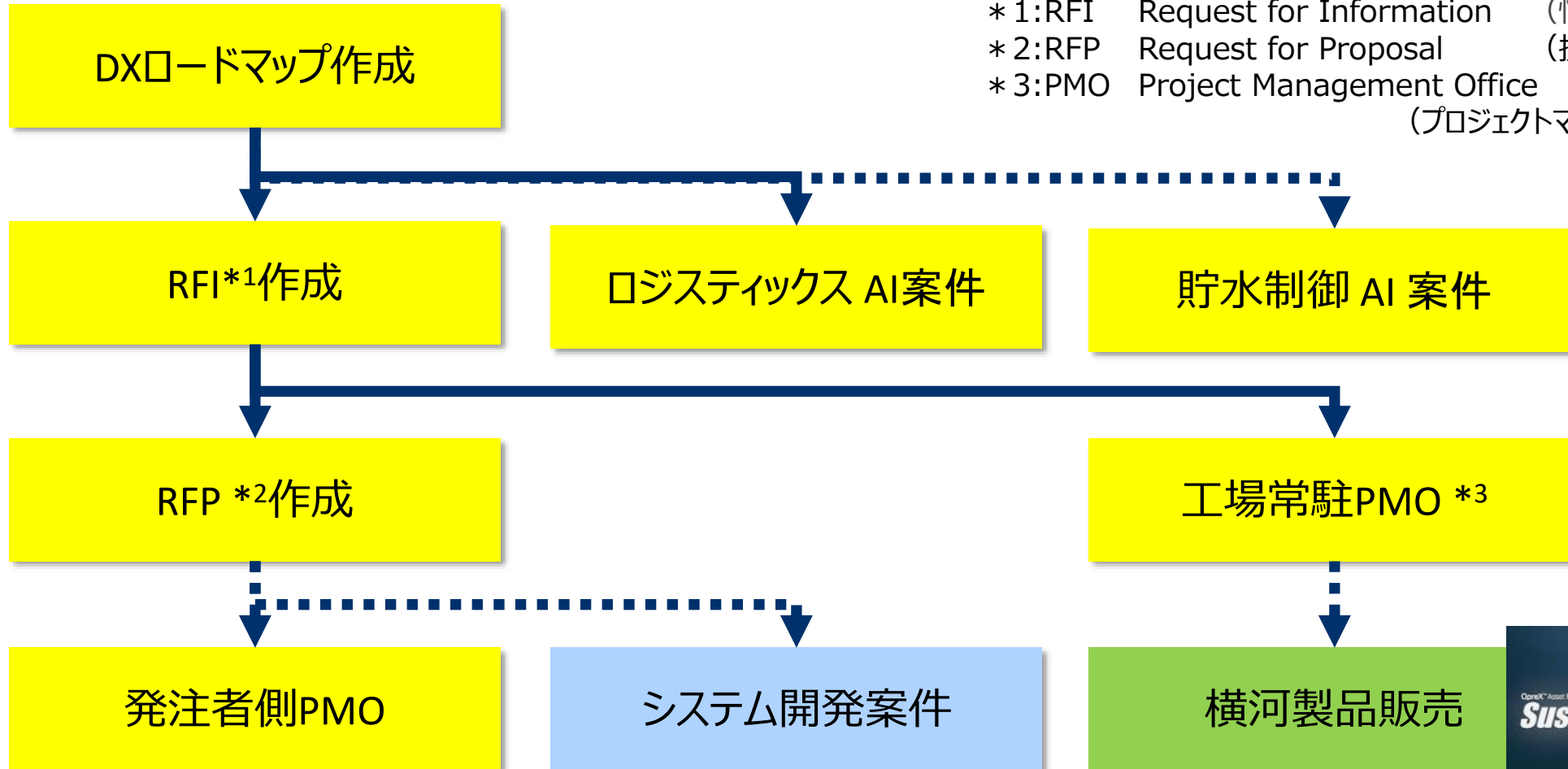
サービス

<i>Energy & Sustainability</i>	 石油	 ガス・LNG	 電力	×	 AI	 DX/IT構想策定	 ITシステム 導入・運用保守	
	 再生エネルギー	 上下水道			 スマートファクトリー	 モノづくり変革	 工場見える化・改善	
<i>Material</i>	 化学	 電機・電子	 紙パルプ		<i>Life</i>	 OT/ITセキュリティ	 カーボンマネジメント	 トレーニング
	 鉄鋼・非鉄	 半導体	 自動車			 食品	 医薬品	 ライフサイエンス

横河デジタルの製造業コンサルビジネス 実例①

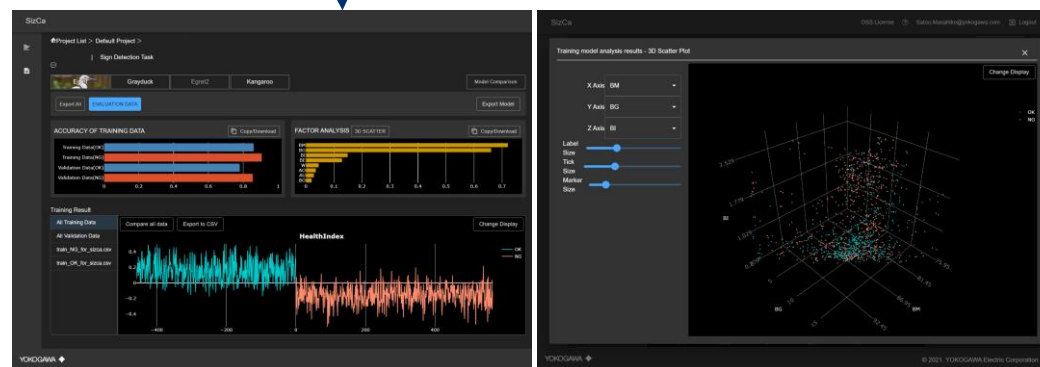
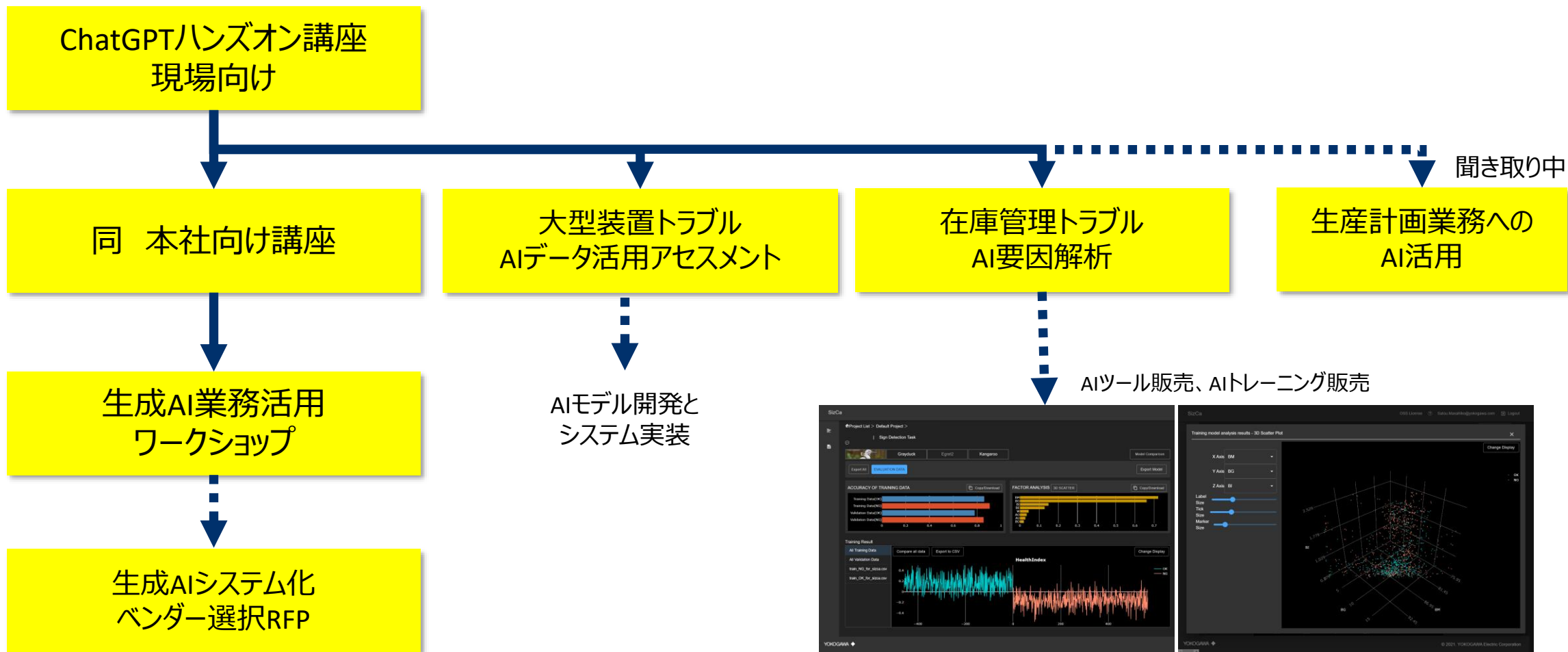
お客様の課題解決に伴走し、YOKOGAWAグループ全体に貢献した例。

- * 1:RFI Request for Information (情報提供依頼書)
- * 2:RFP Request for Proposal (提案依頼書)
- * 3:PMO Project Management Office (プロジェクトマネジメント事務局)



横河デジタルの製造業コンサルビジネス 実例②

お客様の課題解決に伴走し、YOKOGAWAグループ全体に貢献した例。



横河電機 AI分析ツール SZ1000

横河デジタル サービス概要

製造業の業務改革、デジタルテクノロジーの導入、さらにはその後の運用保守まで、実践的なコンサルティングサービスを提供します

業界

サービス

Energy & Sustainability	石油	ガス・LNG	電力	×	AI	DX/IT構想策定	ITシステム 導入・運用保守
	再生エネルギー	上下水道			スマートファクトリー	モノづくり変革	工場見える化・改善
Material	化学	電機・電子	紙パルプ	○	OT/ITセキュリティ	カーボンマネジメント	トレーニング
	鉄鋼・非鉄	半導体	自動車				
Life	食品	医薬品	ライフサイエンス				



塩崎 哲夫 横河デジタル セキュリティ事業部長

- YOKOGAWAグループ内部のセキュリティ強化とY-SOC（セキュリティ監視センター）をオフショアで完成。さらにIT/OT SOCとして外販に成功。
- CISSP、CISA、CISM 公認情報セキュリティ主任監査人

過去の経歴

- 防衛相 Internet Cyber Security Compassボードメンバー(2014-5)
- 警察庁 情報セキュリティ委員会メンバー(2012)
- 経産省 情報セキュリティガバナンス導入ガイダンス委員 (2012)
- 経産省 SaaS向けセキュリティガイドライン委員 (2008)
- 総務省 サイバー攻撃の解析研究開発 代表研究員 (2013)
- 総務省 スマートフォン・クラウドセキュリティ研究会メンバー (2011)
- IPA IT人財における情報セキュリティの育成ニーズ・課題調査メンバー (2014)
- 日本セキュリティ監査協会 クラウドサービスを安全に活用する取り組み(2012)

横河デジタルのセキュリティコンサルメニュー： IT/OT SOC

Awareness & Training

Cybersecurity for General Awareness
Cybersecurity for Industrial Control Systems- Basic & Advanced

Risk Assessment

Technical Security Risk

情報流出調査
分析報告

Forensic

Forensic

Start

Managed Services

24時間
ネットワーク監視
センター(インド等)

Inventory Management
Maintenance System
Operation Center

工場セキュリティ
インシデント対策
チーム

ITOT SOC

FSIRT

OT Asset
Management

Claroty/ Nozomi
Delivery

Policies & Procedures

Creating / Improving Security Policies & Procedures meant for:

OT Security
Consulting

工場セキュリティ
ポリシー策定
プロセス策定支援

Security
Program

Design & Implementation

Secure System Design Based on International Security Standards
Secure System Implementation
Security System Acceptance Test

セキュリティ
システム
構築支援

VAPT

脆弱性診断
疑似攻撃テスト

Business Case

Support in designing required Security Investment meant for:

横河デジタル サービス概要

製造業の業務改革、デジタルテクノロジーの導入、さらにはその後の運用保守まで、実践的なコンサルティングサービスを提供します

業界

サービス

Energy & Sustainability	石油	ガス・LNG	電力	×	AI	DX/IT構想策定	ITシステム 導入・運用保守
	再生エネルギー	上下水道			スマートファクトリー	モノづくり変革	工場見える化・改善
Material	化学	電機・電子	紙パルプ		OT/ITセキュリティ	カーボンマネジメント	トレーニング
	鉄鋼・非鉄	半導体	自動車				
Life	食品	医薬品	ライフサイエンス				

サステナビリティコンサルタント ご紹介



小泉 清一 横河デジタル DX/ITコンサルティング事業本部
SXコンサルティング部 パートナーコンサル

- 日本電気（NEC）中央研究所、デンソーを経て横河電機に参画。通信キャリア向けクラウド基盤の事業開発&DevOps等。2022年10月より現職。
- UC Berkeley, EECS/IEOR, Research Scholar（2008-2009）, 筑波大学 工学システム学類・工学研究科
- ロッテルダム新港 (Port of Rotterdam) サステナビリティソリューションの横河受注案件提案を初動
- プレスリリース [【ロッテルダム港湾公社/横河電機】ロッテルダム港湾公社と横河電機がエネルギーや資源の有効利用に向けた産業間連携の調査を開始 | YOKOGAWA](#)



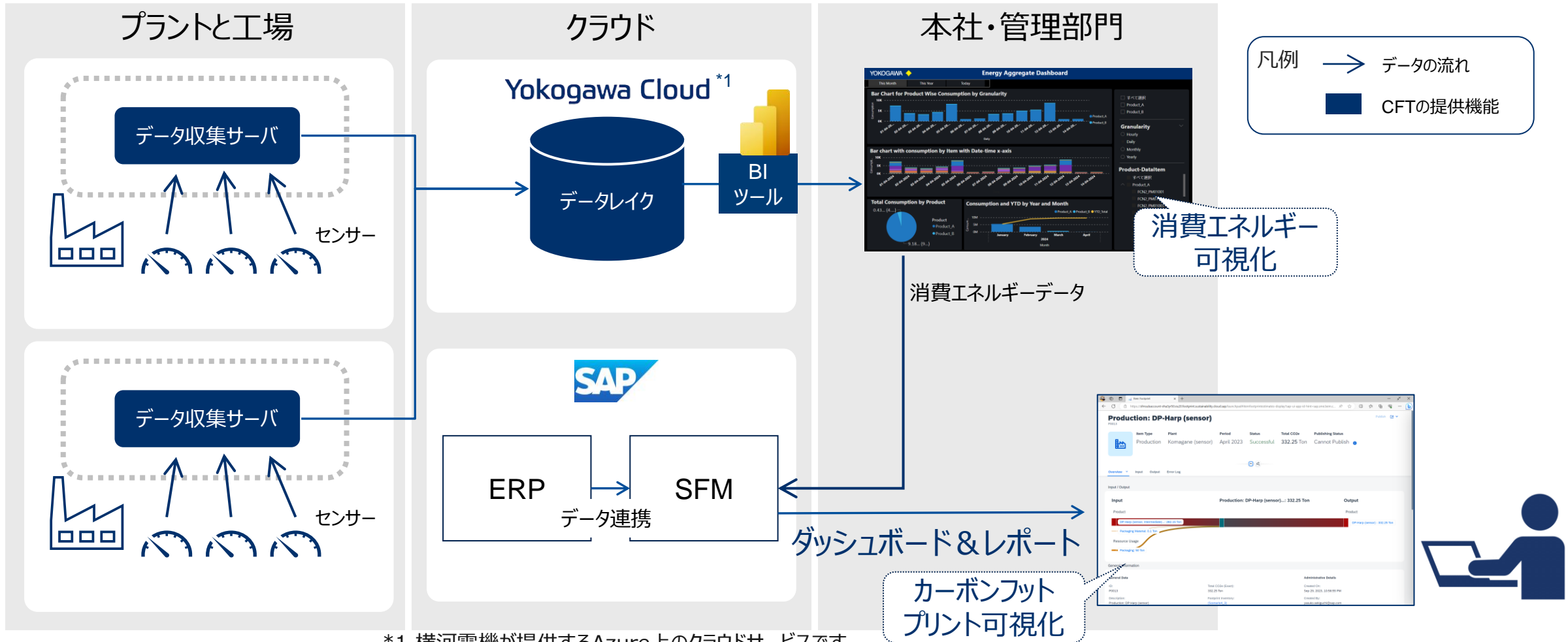
アドバイザー

古川 千佳 横河電機株式会社 フェロー
経営管理本部サステナビリティ推進部長

- 2050年に向けたYOKOGAWAグループのサステナビリティ目標の策定で、Leading Woman Award 2018受賞（持続可能な開発のための世界経済人会議）

横河デジタルのサステナビリティコンサルティングサービス： カーボンフットプリントトレーサー（CFT）

2026年よりEU法規に準拠したPCF(Product Carbon Footprint)算出レポートが必要。推論値ベースのレポートから実測値ベースのレポートに変わり、不備があると罰金の可能性 →横河デジタルのCFT SaaSを適用



*1 横河電機が提供するAzure上のクラウドサービスです

横河デジタル サービス概要

製造業の業務改革、デジタルテクノロジーの導入、さらにはその後の運用保守まで、実践的なコンサルティングサービスを提供します

業界

サービス

Energy & Sustainability	石油	ガス・LNG	電力	×	AI	DX/IT構想策定	ITシステム 導入・運用保守
	再生エネルギー	上下水道			スマートファクトリー	モノづくり変革	工場見える化・改善
Material	化学	電機・電子	紙パルプ	×	OT/ITセキュリティ	カーボンマネジメント	トレーニング
	鉄鋼・非鉄	半導体	自動車				
Life	食品	医薬品	ライフサイエンス				

横河デジタルのAIコンサルサービス

製造業で生かせるAIには、主に4つの種類があります。横河デジタルは、そのそれぞれにサービスをご提供しています。

ChatGPTトレーニング・
ワークショップ等

1 画像・音響・言語処理用AI

画像処理用、音響処理用、
言語処理用等のAI

2 将来予測AI

過去データをもとに将来の変化を
予測するAI

異常予兆AIコンサル
テーション等

データ解析サービス、AI
トレーニング、現場向け
AIご提供等

3 製造データ分析AI

製造データを利用した
データ分析を行うAI

4 汎用目的AI(制御AI)

強化学習を活用し、最適化の
判断や制御を自律的に行うAI

AIファースト・
マニュファクチャリング

横河デジタルの大きなビジネス機会・強み 「汎用目的AIによるAIファースト・マニュファクチャリング」

『AIファースト』

Google, MicrosoftやAmazon、アントグループ等が掲げるVision

AIをいろいろなところで使う、ではない

最新技術にキャッチアップしたい、でもない

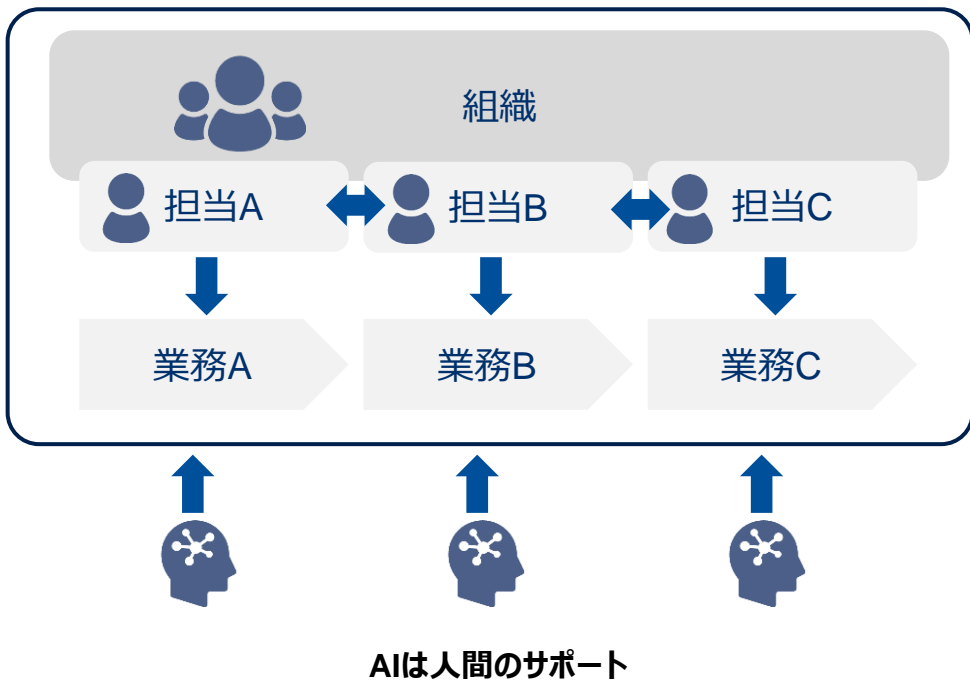
AIをコストダウンに使いたい、でもない

AIファーストカンパニーの狙うところ

ビジネスのクリティカルパスから人の介在を取り除くと、ビジネスのコピーが容易（スケール拡大）、ビジネスの業種拡大が容易（スコープ拡大）、経験が企業内にAIモデルとして残る（学習蓄積）。

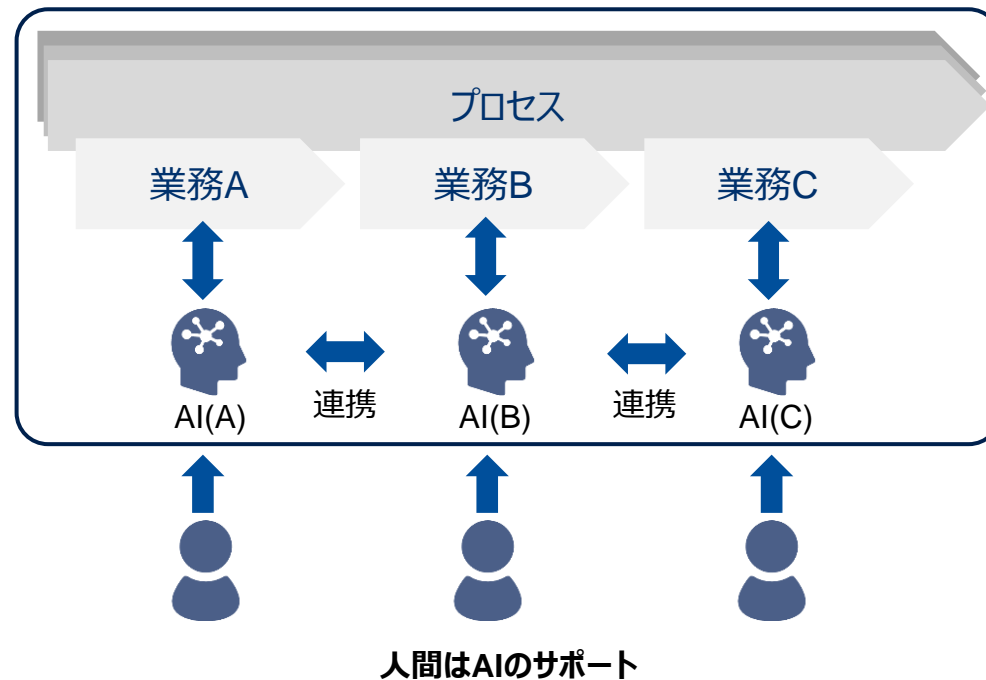
従来企業

人・組織を中心に業務が構成されているため変更が難しく拡張性が低い。さらに人中心であるが故に多くの課題を抱えている。



AIファーストカンパニー

AIを中核に配置した業務プロセスを事業の前提とすることで人・組織が抱える課題を無くし事業にスケラビリティを持たせる。



AIファーストカンパニーの狙うところ

ビジネスのクリティカルパスから人の介在を取り除くと、ビジネスのコピーが容易（スケール拡大）、ビジネスの業種拡大が容易（スコープ拡大）、経験が企業内にAIモデルとして残る（学習蓄積）。

10倍のスケール拡大

プロセス

プロセス

業務A

業務B

業務C



連携

連携

AIファーストカンパニー

AIを中核に配置した業務プロセスを事業の前提とすることで
人・組織が抱える課題を無くし事業にスケラビリティを持たせる。

プロセス

業務A

業務B

業務C



連携

連携



人間はAIのサポート

AIファーストカンパニーの狙うところ

1日で1000店舗のコンビニ開業 (中国 JD.COM)

空前の規模、の意味



海外と国内でのAI利用に対する感覚の差

海外AIファースト企業と国内企業では、AI活用で何を狙っているのかが、全く異なるのが現状。一度AIファーストが実現してしまうと、太刀打ちできない。破壊的イノベーションがAIファーストの意味するところ。

海外AIファースト企業

ビジネス拡大と、その拡大の維持（人の転職問題）だけを
考え、あわよくば市場の独占状態を作りたい

空前のスケール拡大

空前のスコープ拡大

空前の学習蓄積

国内企業

AIはあくまで道具で、コストサイドの改善であり、人を便利
にしてくれて、海外はなぜ躍起になっているんだろう？

コストダウン

省人化対策

他社の成功事例を導入

AIファースト・マニュファクチャリングの実現

横河デジタルが提唱するAIファースト・マニュファクチャリングは、下記の4つのチェーンで、マニュファクチャリングチェーン全体のAIファーストを実現することです。



経済産業省「製造業をめぐる現状と課題 今後の政策の方向性」より引用

AIファースト・マニュファクチャリングの実現

「人の介在するビジネスのクリティカルパスはどこですか？」



経済産業省「製造業をめぐる現状と課題 今後の政策の方向性」より引用

(例) 製販会議!

(例) ビール製造新レシピ作り!

人の介在するビジネスのクリティカルパス

人の介在するビジネスのクリティカルパスの典型的なものは、人依存の強い以下の2つがあります。AIファースト・マニュファクチャリングはこれらを解決する必要があります。



多くの部署が話し合うところ

- 複数の脳、異なるKPI・方向性のせめぎあい
- 例：製販会議



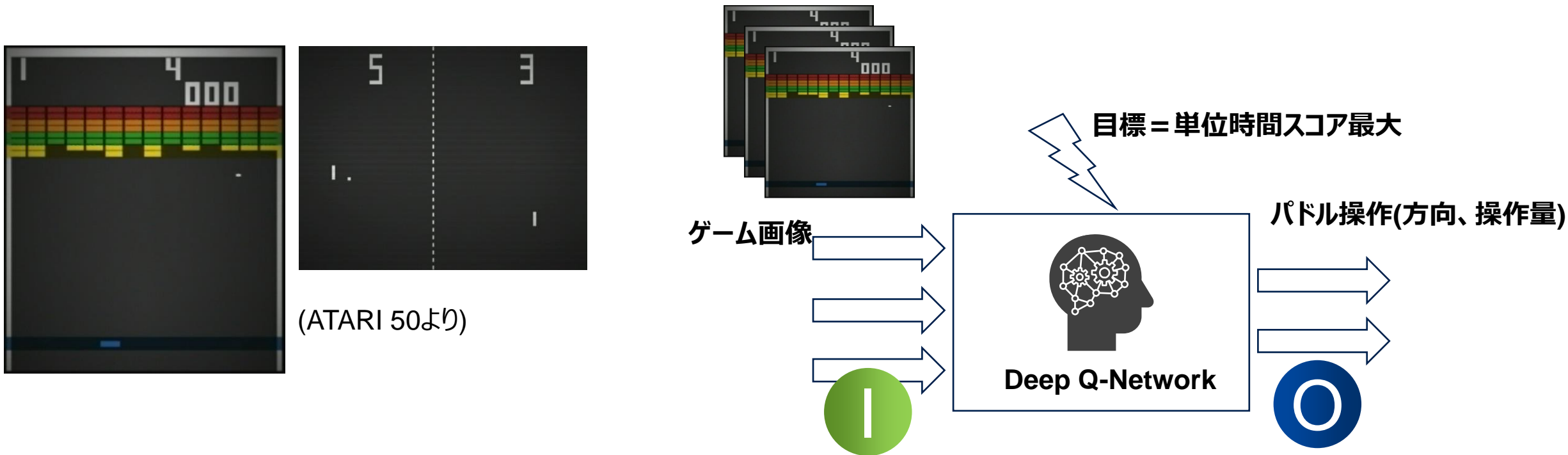
管理職・匠が頑張っているところ

- ロジックやモデルが作れない判断のむつかしいところ
- 例：ビール製造レシピ改良

モデルが存在しない難しい
トレードオフをAIが解く。

そのためには、人間のサ
ポートなしに、ゼロ知識から
自律的に学習を行える強
いAIが必要。

ゼロ知識から試行錯誤によって操作方法を自律的に学習するAI。きわめて広い課題解決が可能。Googleはこの技術を手に入れるために、約4億ドルでDeepMind社を買収しています。ただし、DQNには膨大な試行錯誤量が必要で、主な実績はバーチャル空間（ゲーム等）に偏っています。



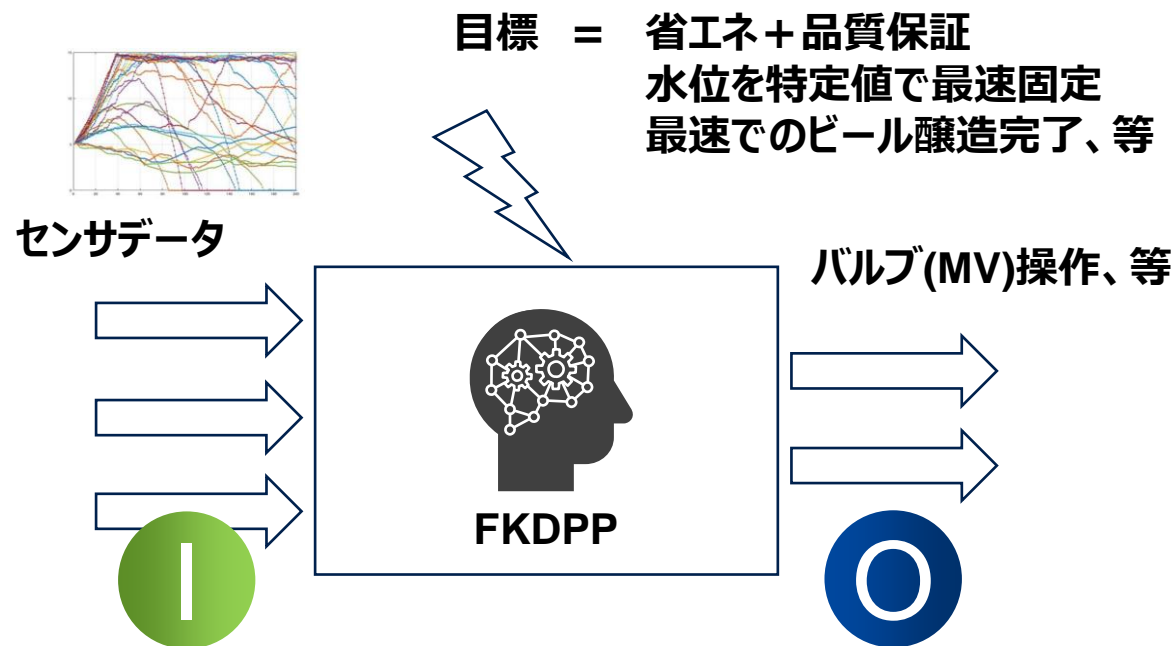
DQNが、ゲーム「ブロック崩し」の戦略をゼロ知識から学習した様子（ビデオ）

<https://www.youtube.com/watch?v=V1eYniJ0Rnk>

ゼロ知識から試行錯誤によって操作方法を自律的に学習するAI。きわめて広い課題解決が可能。圧倒的に少ない実用的な試行錯誤量とデータインセンシティブが特徴です。実例が積み上がり、制御だけではなく在庫調整やビール醸造レシピ作成等、汎用目的AIを実現しました。

- 蒸留塔 省エネ制御***: Image of distillation towers.
- 多段水槽 水位制御**: Image of a multi-stage water tank control system.
- 圧力・界面安定化**: Icon of a tank and a molecular structure.
- 半導体工場 省エネ空調制御**: Aerial view of a semiconductor factory.
- 在庫調整で利益最大**: Icon of a warehouse and inventory boxes.
- ビール醸造 高速化(※)**: Icon of a tank and a beer mug.

(※) シミュレータ上での実験結果



FKDPPが、実機「三段水槽」制御の戦略をゼロ知識から学習した様子 (ビデオ)

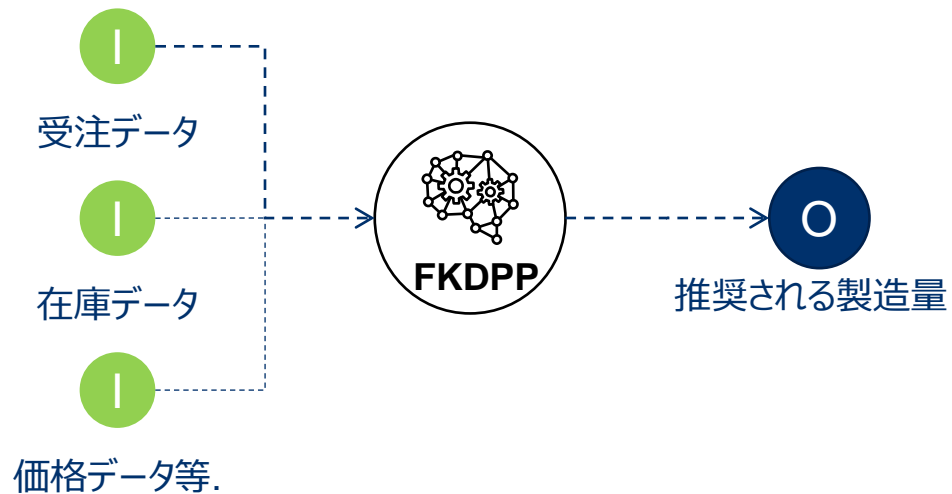
* 自律制御AIを導入したENEOSマテリアル化学プラント

<https://www.yokogawa.co.jp/library/videos/product-overviews/ai-control-3-levels/>

汎用目的AI FKDPPの事例：利益最大となる製造調整（在庫と欠品のトレードオフ）

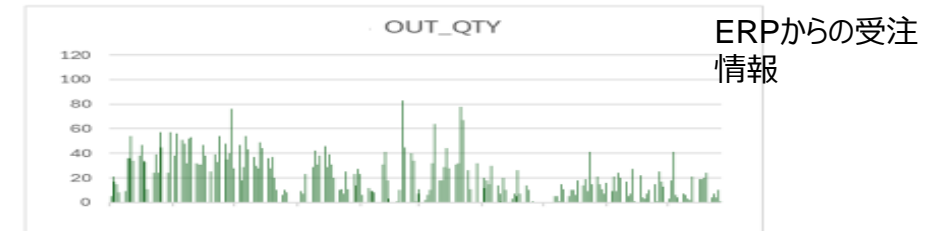
FKDPPは、受注、製造、在庫量、および利益の関係を、過去のデータを使って自律的に学びます。学習後、FKDPPは利益最大となるような製造戦略・方法を、在庫と欠品のトレードオフを加味して決定します。

AIデザイン

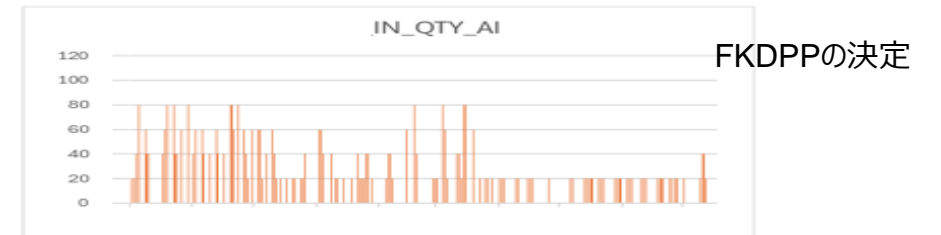


具体例（横河のある製品例 一部修正）:

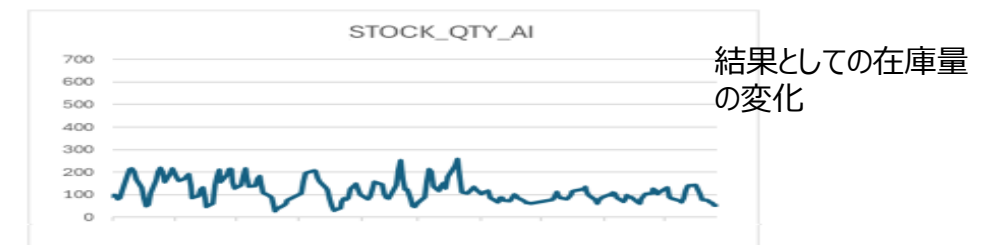
受注トレンド



FKDPPから推奨された製造量



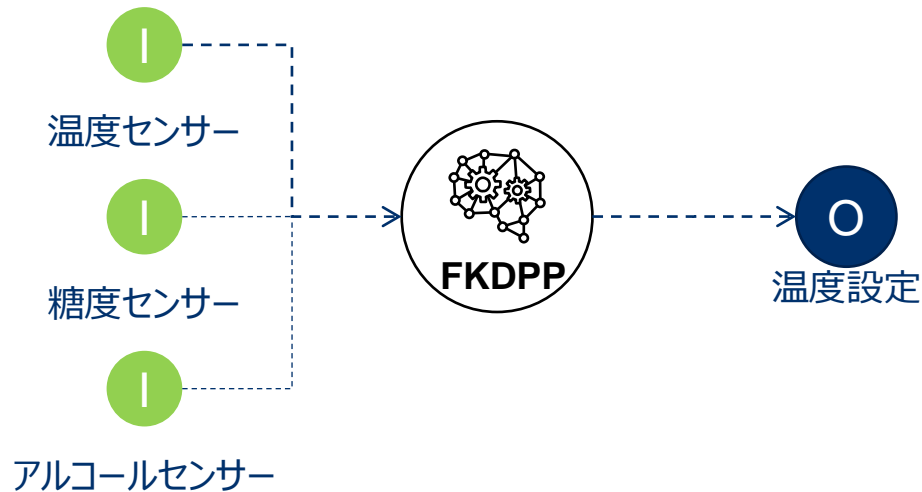
在庫量トレンド



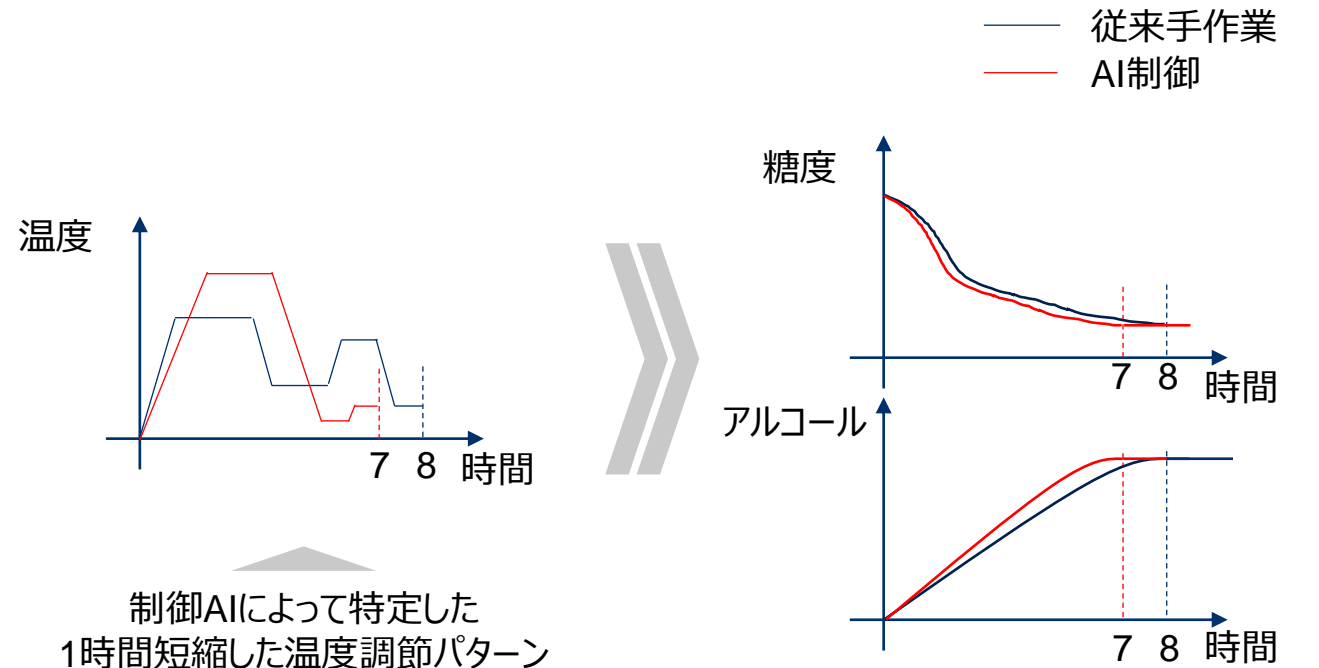
汎用目的AI FKDPPの事例：ビール醸造の新レシピ作成

長時間にわたり温度調節を必要とする発酵工程において、従来よりも短時間で発酵させることができる温度調節のパターン（レシピ）を見つけることができました

AIデザイン



具体例（物理シミュレータ上のビール製造）



制御AIによって特定した
1時間短縮した温度調節パターン

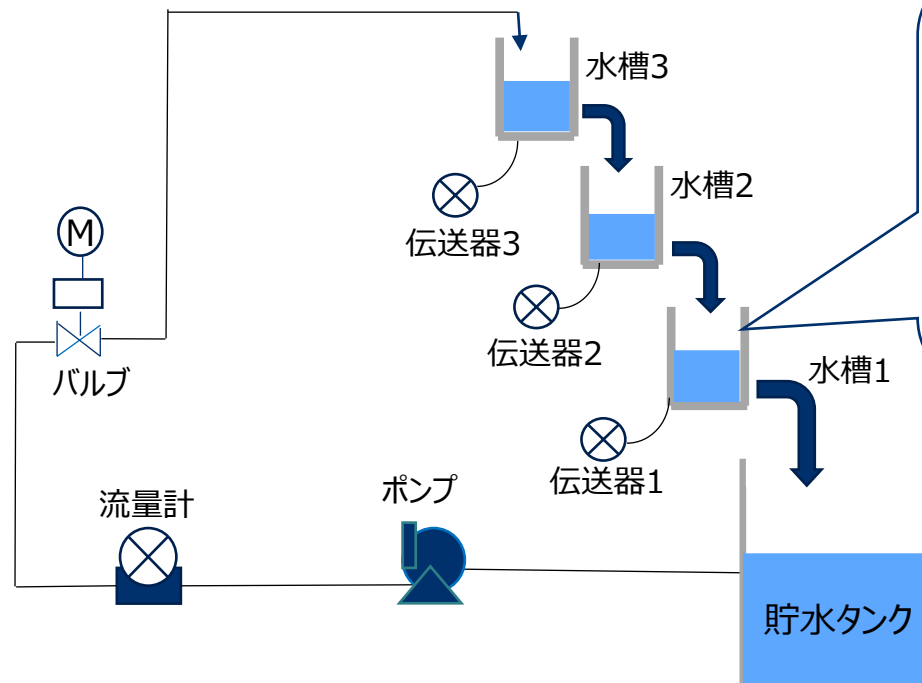
※物理シミュレーション上の結果です

汎用目的AI FKDPPの事例：三段水槽の水位制御学習（デモビデオ）

- AIがバルブを操作で流量を調節し、3番目の水槽のレベルを30%にする課題
- 大学の学生実験等で、学生さんが初めて制御を学ぶときに使う基本系
 - 人間による制御 ⇒ 制御に成功する人は、まずいない
 - 既存制御理論（PID） ⇒ きちんと制御できる
 - 制御AI FKDPP ⇒ ?



三段水槽



バルブ操作後、水槽1の水位が変わるまでにタイムラグがあるため、水槽1の水位を制御することが人間には難しい

公開デモビデオ

<https://www.yokogawa.co.jp/library/videos/product-overviews/ai-control-3-levels/>

汎用目的AI FKDPPの事例：化学プラント

当該の化学プラント（提供：ENEOSマテリアル）

世界初 AIによる自律制御で化学プラントを 35日間連続制御

(2022/3 プレスリリース)

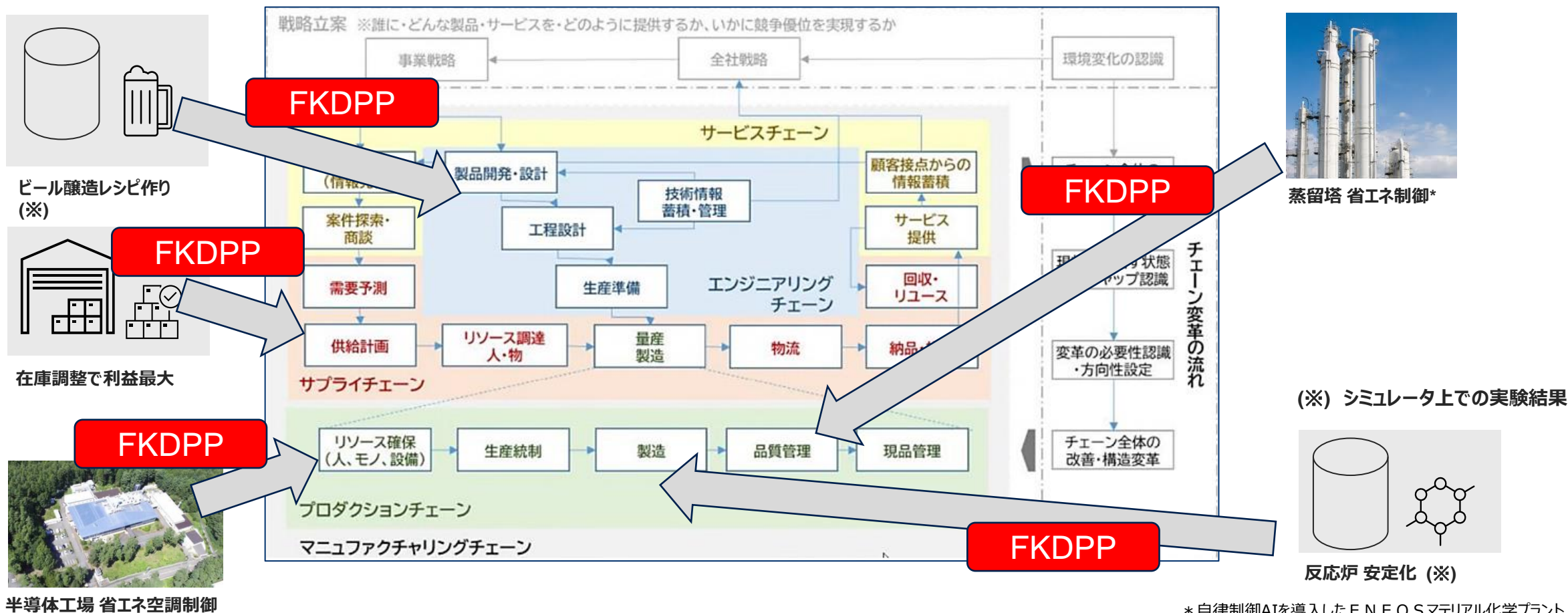
<https://www.yokogawa.co.jp/news/press-releases/2022/2022-03-22-ja/>

プラント自律制御AI 強化学習FKDPP (Factorial Kernel Dynamic Policy Programming)

- ・ 経産省補助事業 令和2年度補正 産業保安高度化推進事業補助 「ブタジエン生産プラントにおけるAI制御システム構築事業」
- ・ 奈良先端大 松原教授・横河の産学共同研究成果の実化学プラント適用。JSR株式会社様・横河による実証実験

AIによるAIファーストマニュファクチャリングの実現

解法の見つかっていない、ビジネス拡大のクリティカルパスの課題に対して、汎用目的AI FKDPPは、強力な差別化要素であり、多くのビジネス機会を生みます。



汎用目的AI FKDPP受注・引き合い例

汎用目的AI FKDPPは強い差別化要素であり、多くのビジネス機会を生んでいます。横河デジタルの受注拡大は、YOKOGAWAのL3/L4レベルの受注拡大（DX戦略KPI）に貢献します。

受注済み・受注予定案件

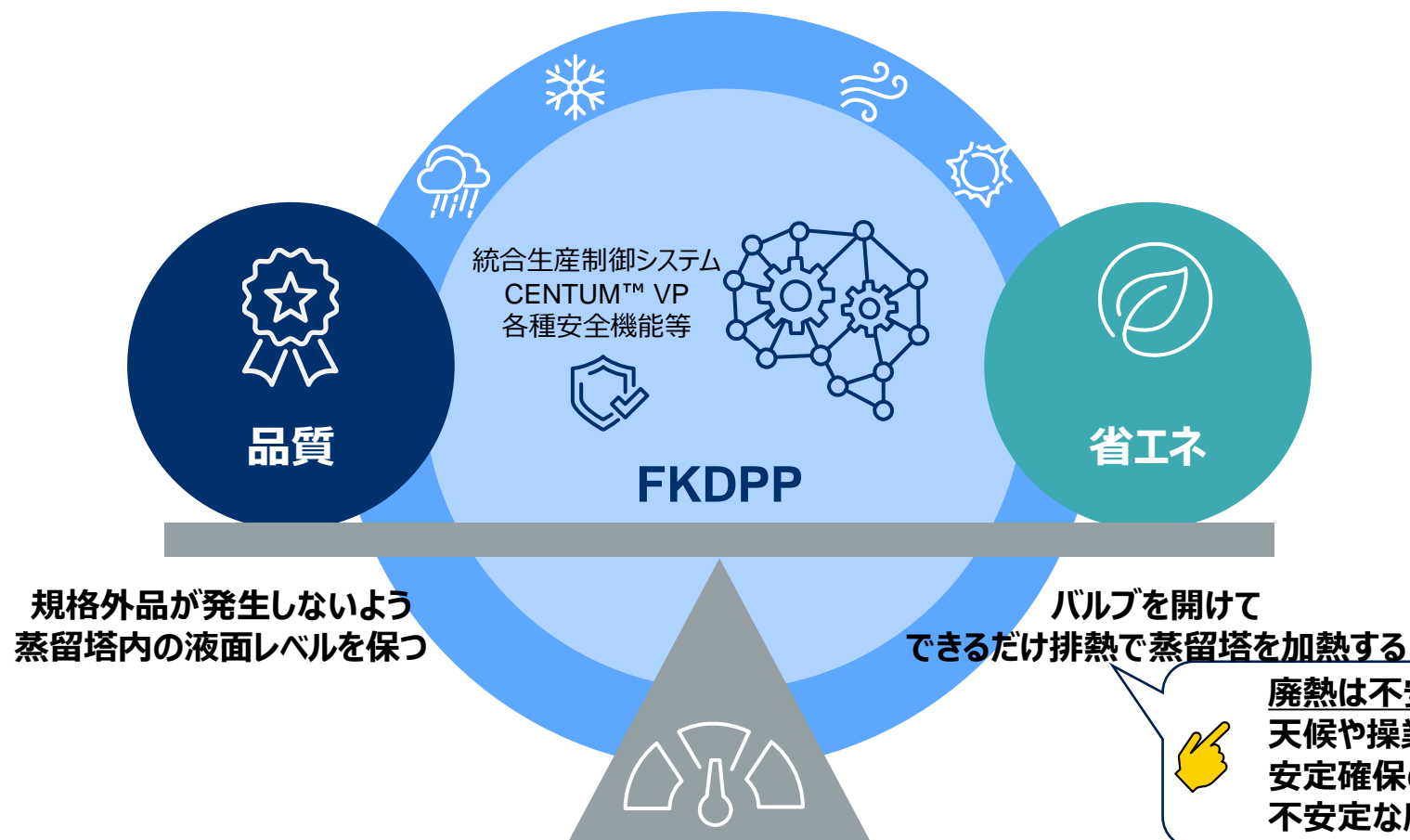
- ENEOSマテリアル様 蒸留塔省エネ制御 (2023受注・稼働済み)
- 中東大手石油化学ベンダー1 (2023受注・2024最終検証中)
- 中東大手石油化学ベンダー2 (2024受注・デリバリー中)
- 国内大手化学メーカー (FY24 3Q受注予定)

商談中

- 海外 5件 (石油・ガス・化学)
- 国内 2件 (紙パルプ・石油)

(ご参考) 汎用目的AI FKDPPの事例：化学プラント

工場排熱を積極的に利用すること、製品品質を基準内に保つことは、トレードオフが存在していますが、制御モデルが存在しませんでした。エキスパートの方が交代でバルブ調整を手動でされており、“ビジネス拡大のクリティカルパスにおける人の介在”と言えます。



👉 廃熱は不安定なエネルギー
天候や操業状態で常に変化
安定確保の保証無し
不安定な廃熱で安定制御の実現に苦労しました。

本資料およびアナリスト説明会で提供する情報のうち業績見通し及び事業計画等に関するものは、当社が現時点で入手可能な情報と、合理的であると判断する一定の前提に基づいています。

従って、実際の業績は、様々な要因により、これらの見通しとは大きく異なる結果となりうることをご承知おきください。

当社がこの資料を発行した後は、適用法令の要件に服する場合を除き、将来に関する記述を更新または修正して公表する義務を負うものではありません。

本資料の著作権は当社に帰属し、当社の事前の承諾なく複製または転用すること等を禁じます。

横河電機株式会社

IR部

Email : Yokogawa_Electric_IR6841@cs.jp.yokogawa.com

TEL : 0422-52-6845

URL : <https://www.yokogawa.co.jp/about/ir/>

Co-innovating tomorrow™

