

AI制御による 省エネルギーオペレーション

小淵 恵一郎

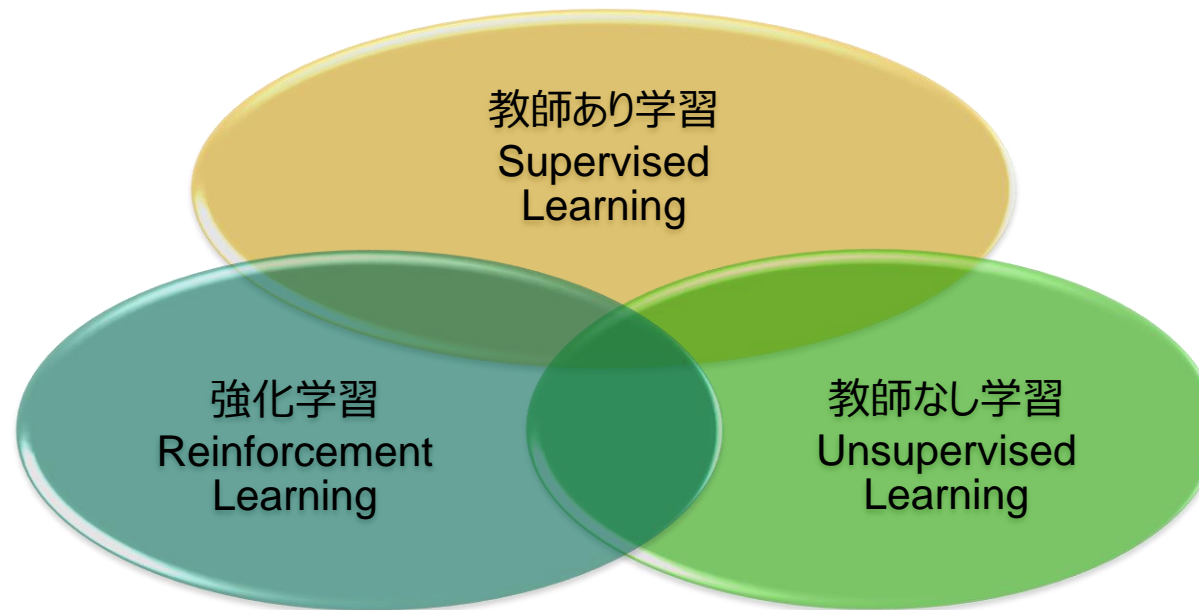
横河デジタル株式会社 Enterprise AI 推進室 AIシニアコンサルタント

(兼) 横河電機株式会社 横河プロダクト本部 コントロールセンター AIシニアコンサルタント

国立大学法人 東京科学大学 非常勤講師

Mar. 30, 2026

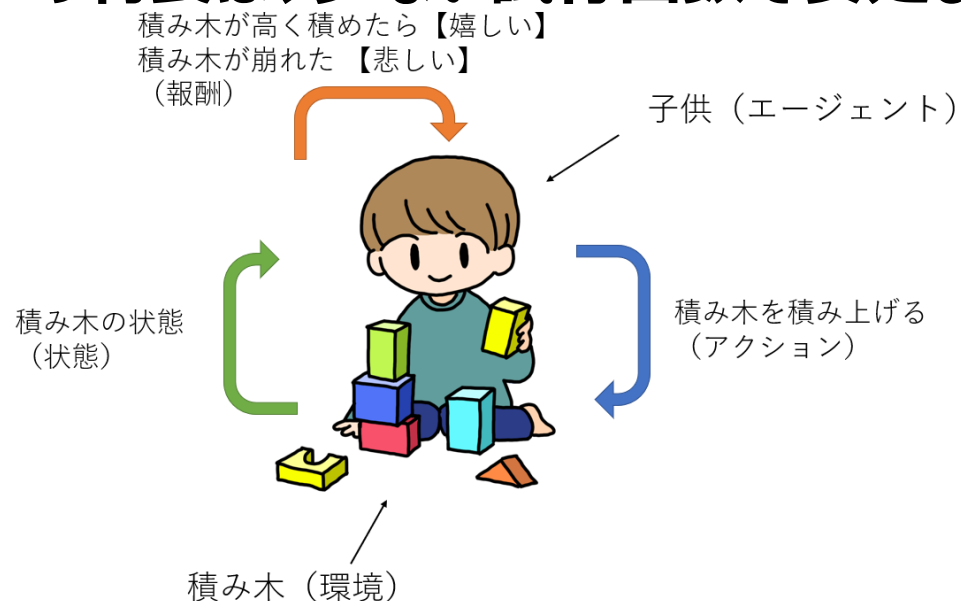
- 学習方法で分類すると、大きく3つに分かれます
 - ① 教師あり学習 (Supervised learning)
 - ② 教師なし学習 (Unsupervised Learning)
 - ③ 強化学習 (Reinforcement learning)



■ 強化学習の一般の特徴

1. 事前にデータを用意することなく、エージェント自身がデータサンプリングを行う
2. 制御対象の数学的モデルを用意するのではなく、経験則から制御方策を学ぶ
3. 試行回数が多く、サンプルコストが高い。

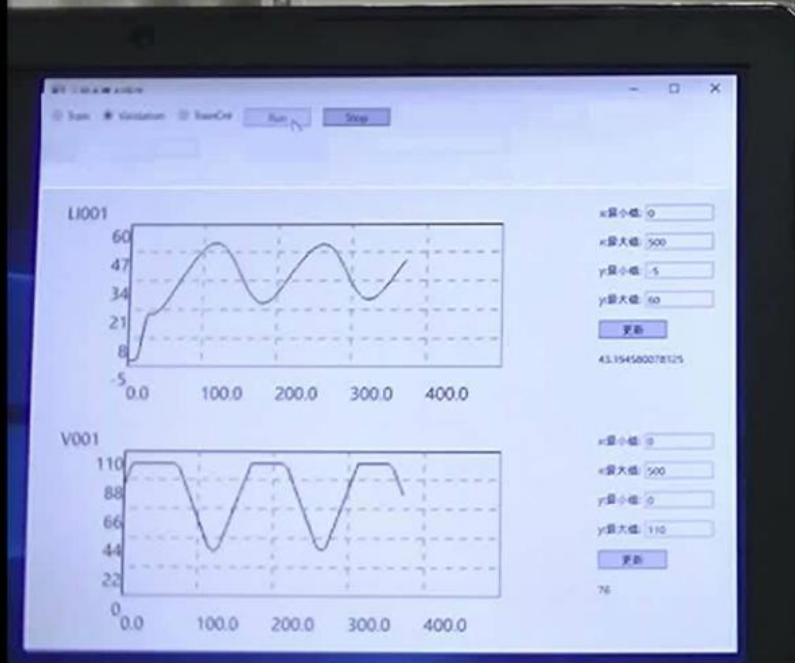
■ 特に“FKDPP”の特長は、少ない試行回数で安定した学習が期待できる。



<強化学習のイメージ>

3段水槽の学習

×32



世界で初めて、実化学プラントの 連続35日 AI自律制御に成功

(2022/3 プレスリリース)

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

世界で初めて、強化学習AIが 化学プラントに正式採用

(2023/3 プレスリリース)

<https://www.yokogawa.co.jp/news/press-releases/2023/2023-03-30-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
- TBS Nスタにてあらましが放送された

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

ENEOSマテリアル様
化学プラント

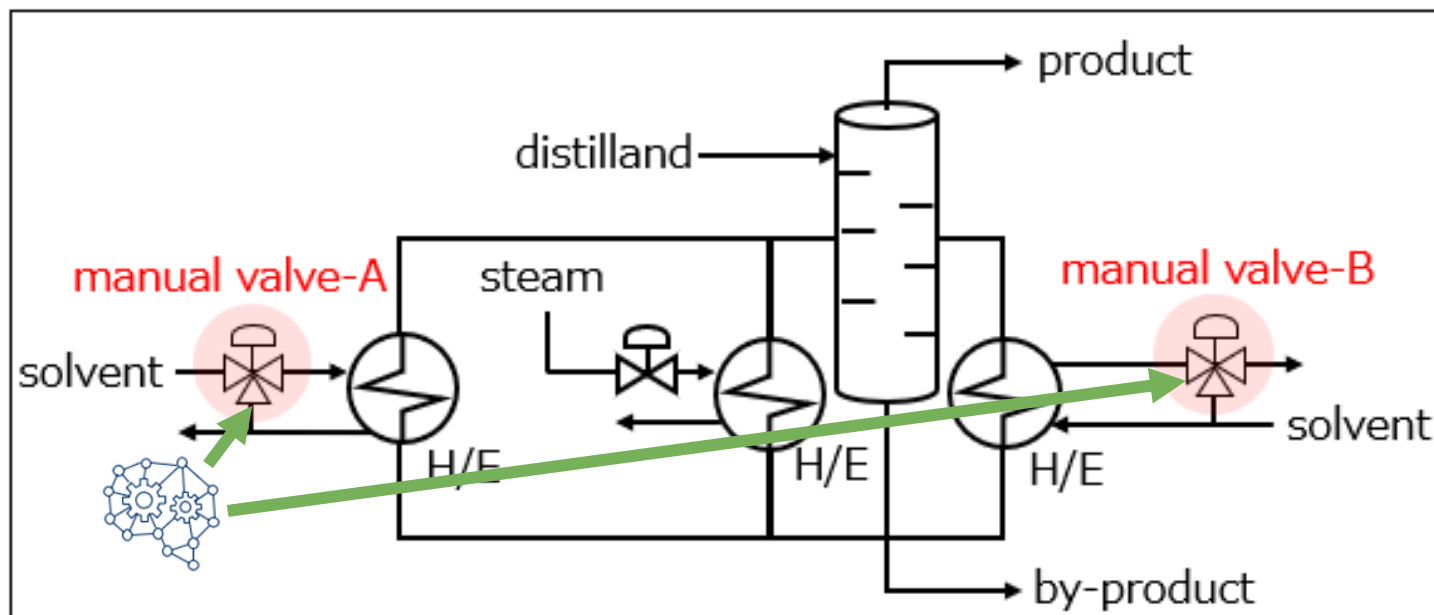
ターゲットと目指した制御

■ ターゲットはブタジエン生成プラントの蒸留塔の廃熱を使用した熱源を使ったリボイラ部分の制御

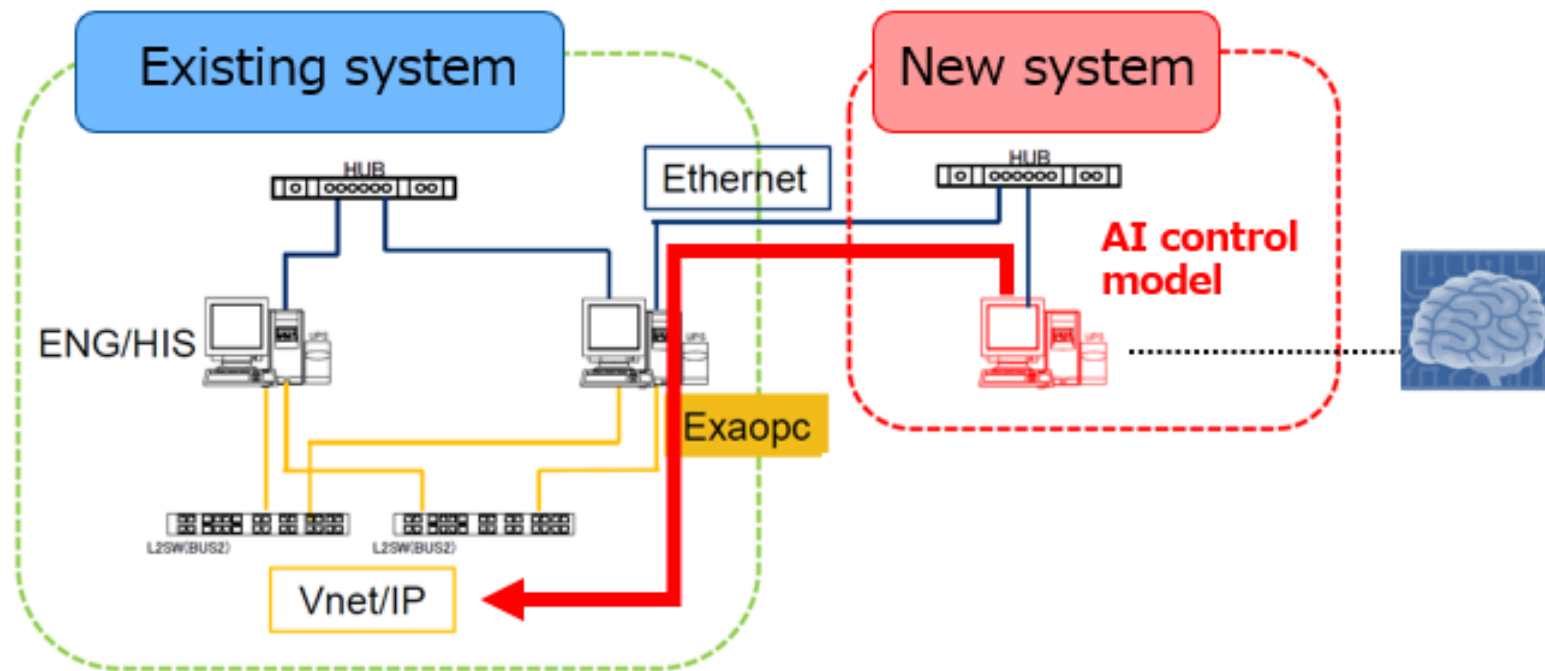
- 過去、PID制御やAPCを使用し自動化を試みたが、実現できずオペレータによる手動制御（バルブ手動操作）を実施している

■ AIが製品品質を維持しつつ、できるだけ省エネルギーになるようにリボイラ用廃熱利用熱源を調節する2か所のバルブを制御する

- この蒸留塔にはAPCとPIDで制御している箇所が存在し、これら既存の制御部分を意識しながら、できるだけ省エネでAIが制御する



検証対象工程(精製塔)の概略図



■ 既存システムへ付加する形でインテグレート

- 既存センサデータを既存システムから収集し、AIが操作量を計算して既存システムへ！
- 追加したのはPC1台とケーブル1本、通信はOPC-DAを使用

Step1

プラントシミュレータで AI制御モデルを生成



- プラント設計情報から対象のプラントモデルを作成
- 強化学習AI（アルゴリズム FKDPP）が学習し、AI制御モデルを生成

Step2

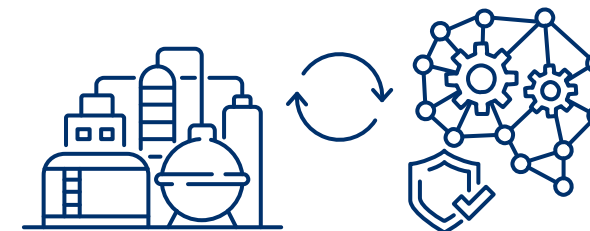
AI制御モデルの信頼性・ 妥当性を総合的に評価



- 過去の運転データを与えて動作を確認
 - ・ 安定的に動くか
 - ・ 異常時にどのような制御を行うのか
- リアルタイム操業データを与えて確認
 - ・ 安定的に動くか
 - ・ 精製する製品の品質は許容範囲か
 - ・ FKDPPが示す制御方法に対して熟練の運転員も納得した

Step3

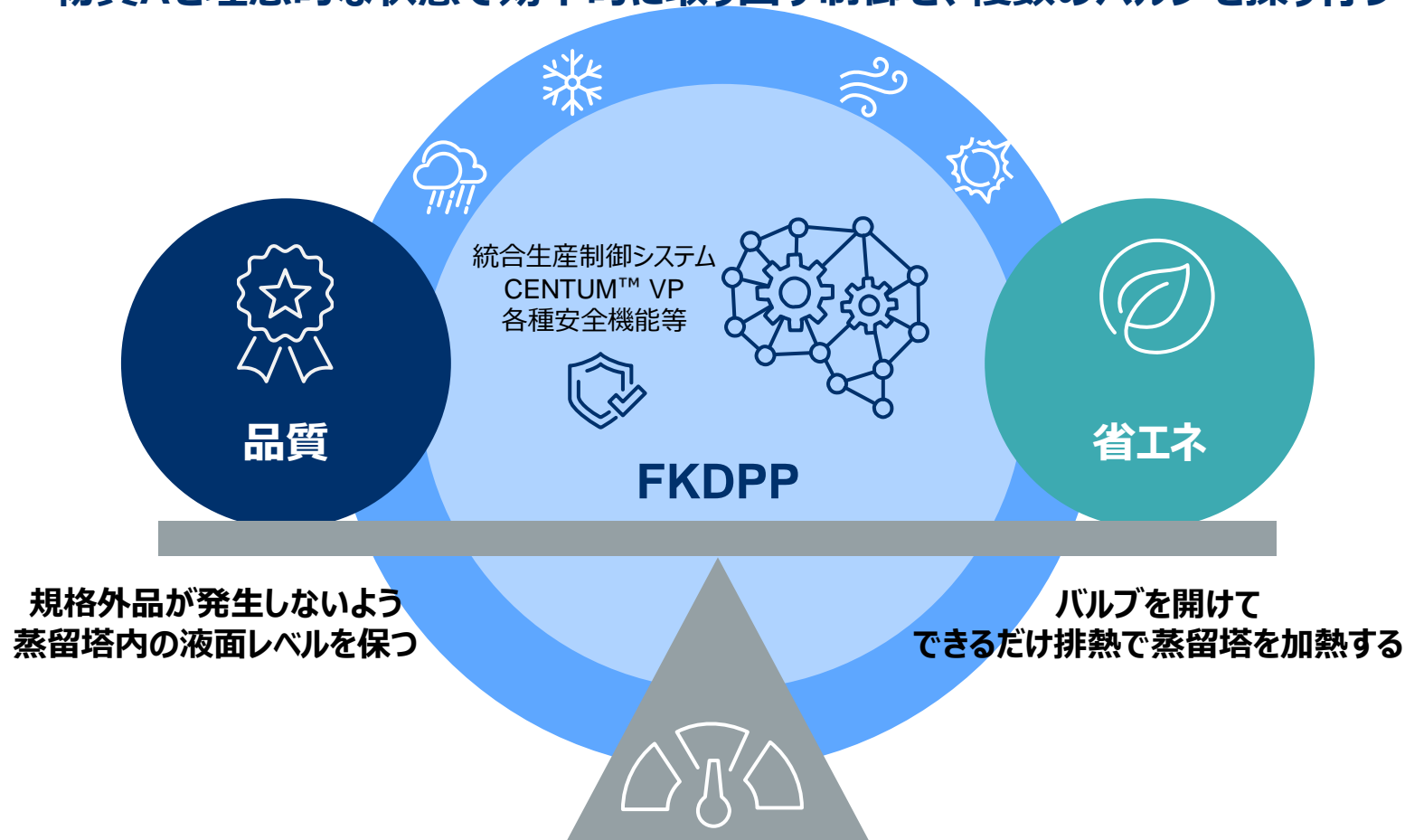
安全を確保したうえで 実プラント制御



- 既存インターロックなどの各種安全機能で安全を確保
- 統合生産制御システムCENTUM™ VPと統合し、プラントの操業に組み込み
- 運用面の安全を確保（AIシステム異常発生時の対応、体制を整備）

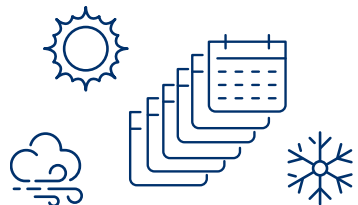
FKDPPは何を実行したか？

既存の制御手法では自動化できなかった箇所で、
急激な外乱（降雨、降雪など）を考慮しながら、
品質と省エネを両立し、沸点の近い物質AとBを分け、
物質Aを理想的な状態で効率的に取り出す制御を、複数のバルブを操り行う



通年を通じた検証の結果

実証実験（継続）の成果



外気温が年間で
約40度変化する中
約1年間 安定的に稼働

外気温変化（外乱）の影響を受けやすい制御箇所に対し、自律制御AIにより、**年間で外気温が40度ほど変化**する中、夏や冬を含めて安定したパフォーマンスで、液面制御と排熱利用の最大化を実現することができた。**稼働中は一度もトラブルなく、安定的に稼働し、厳しい出荷基準を満たした良品のみを生産**した。



品質と省エネを両立
時間・費用に加え
40%の蒸気使用量と
CO2排出量を削減

自律制御AIによって、**規格外品が発生することによる燃料や人件費等の損失、時間的損失がなくなる**とともに、**原料を効率的に製品にできるようになった**。出荷基準を満たす良品を生産しながら、省エネを両立し、**従来の手動制御に比べ約40%の蒸気使用量とCO2排出量を削減**※できた。

※本実証実験で自律制御AIを適用した液面の制御に従来使用されていた蒸気量ならびに同蒸気製造に係るCO2排出量に対する削減率。



人への負担を削減し
安全性を向上

自律制御AIの導入により運転員が24時間体制で頻繁に手動制御する必要がなくなり、**作業負荷のみならず人間への心的な負担も減り**、誤操作も防ぐこととなり、より**安全性が高まった**。



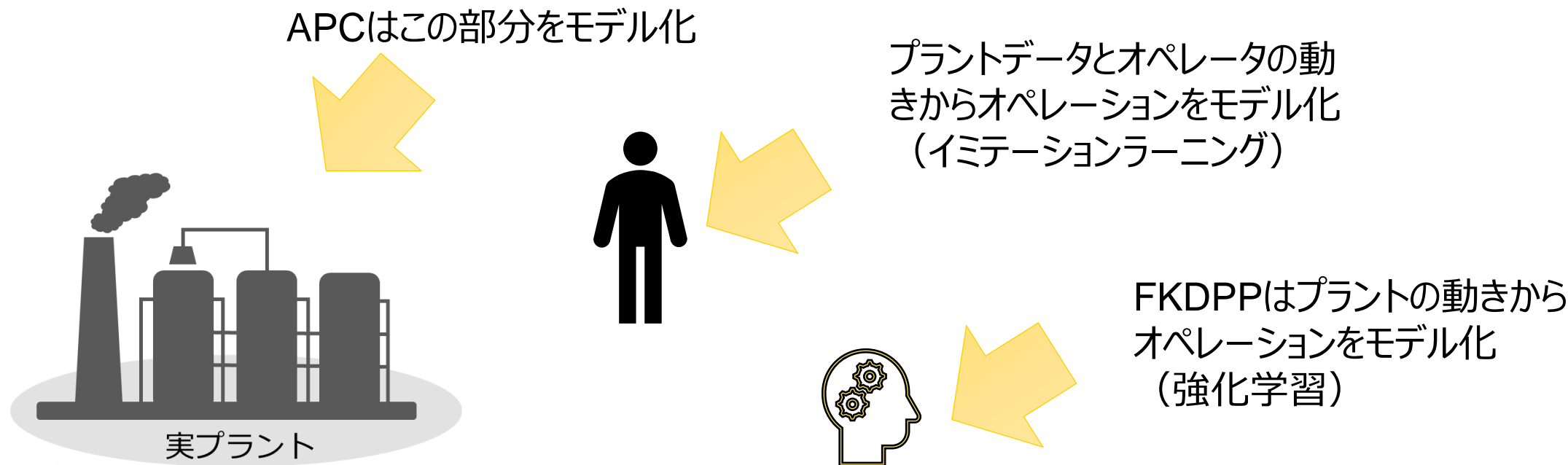
定期修理後も
同じAI制御モデル
を適用可能

原料組成のばらつきや、系内の汚れの蓄積や定期修理による清掃によるプラントの状態変化などがあっても、**AI制御モデルがそのまま適用**でき、安定して有効に稼働することが確認できた。

高度制御（APC）とAI制御の違い

APC：制御する対象のモデル（物理化学ベース）を作成し、これを解くことで動きを予測しどのように操作するかを決めて動く

AI制御：制御する対象のモデルではなく、操作そのものやオペレータのモデルをAIが構築し、そのモデルにしたがって操作する（オペレーションのモデル化）



Co-innovating tomorrow™

ご清聴ありがとうございました！

会社概要 横河グループ

製造業のお客様へ、自社開発のセンサーからシステムまでご提供するグローバルカンパニーです。



 **DX銘柄2024**
Digital Transformation

売上 約5624億円
(グループ連結 FY24)

サービス拠点 180か所 62か国
生産拠点 12か国

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550名(派遣社員、準委任スタッフを含める。2025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		 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				
<i>Life</i>	食品	医薬品	ライフサイエンス				

世界初の“AIでのプラント自律制御”技術が、日本産業技術大賞の最高位である内閣総理大臣賞を受賞しました

受賞内容

- 横河電機が奈良先端科学技術大学と共同開発したAIアルゴリズムと、プラント操業や制御に関するノウハウを組み合わせ、従来は手動制御されていた化学プラントの自律化に世界で初めて成功

■ 過去の受賞例

- 2002年 Suica : JR東日本
- 2013年 東京スカイツリーの建設 : 東武タワースカイツリー
- 2015年 燃料電池自動車「MIRAI」 : トヨタ自動車
- 2016年 ホンダジェットの開発 : 本田技研工業
- 2021年 スーパーコンピュータ「富岳」 : 理化学研究所、富士通
- **2023年 プラント自律制御AI : 横河電機、横河デジタル**

受賞のポイント

- 従来運用では不可能な品質と省エネの両立制御を達成し、**ROIの最大化や環境の持続性に大きく貢献したことを評価**され当賞を受賞

