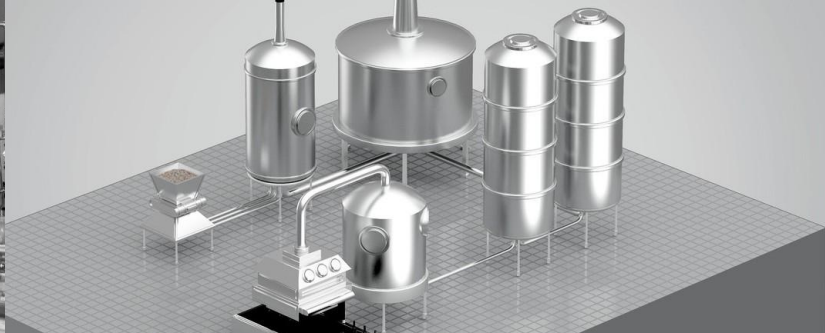
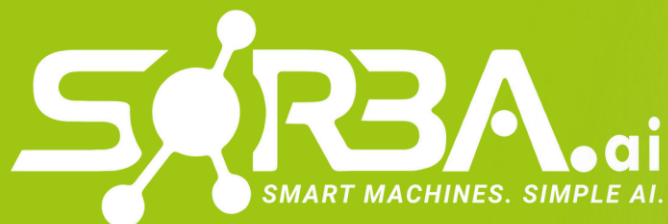




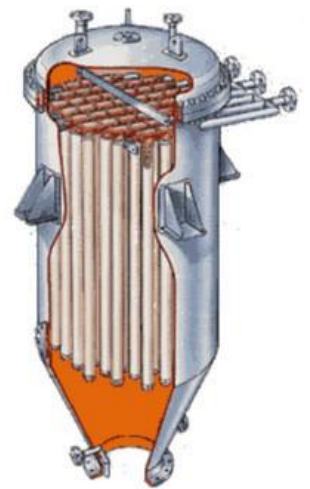
珪藻土フィルター 向けAPCソリューション 事例紹介

ビールメーカーがAIと高度プロセス制御（APC）を活用し、ろ過ビールの生産量を最大化した方法。



プロジェクト概要： APCでビール製造オペレーションを改善

本書の目的は、ビールろ過工程に適用したAPC設計の概要を示すことです。キャンドルフィルタは、プレコート（前塗り）式または加圧式フィルタの一種で、主に発酵およびラガリングを経たビールの清澄化に用いられますが、無菌ろ過や麦汁ろ過など、他の用途にも適用可能です。名称は、フィルタエレメントがロウソクのような細長い円筒形をしていることに由来します。



SORBA.ai について

産業向けAIオペレーティングシステム（AIos）であるSORBA.aiは、業種を問わず産業エンジニアが、シンプルでありながら強力なAIソリューションで複雑な課題に取り組めるよう支援します。データ分析自動化の統合プラットフォームとして、SORBA.aiは60以上のDataOpsツールに加え、高度な機械学習機能とリアルタイム分析を提供し、業務の効率化、意思決定の高度化、そしてパフォーマンス最適化を実現します。データ管理と分析に対する革新的なアプローチにより、SORBA.aiは、産業がAIの力を活用して安全性・生産性・イノベーションを推進する方法を変革しています。

業界

食品・飲料

課題

目的は、ビールろ過を最適化して人的ミスを減らし、コストを削減することです。そのために、キャンドルフィルターの薬注量と圧力サイクルを適切に管理しつつ、安定した流量を確保し、濁度を低く保ちます。

解決策

本APCソリューションは、ろ過済みビールの回収量を最大化することを目的としています。KGフィルタにおいて、投入した珪藻土量が上限に達し、かつ差圧が最大値に到達した時点でろ過サイクルを同時に終了させるとともに、出口の濁度を規定の最大値未満に維持します。

ディスカバリー

KGろ過プロセスには、次の前提条件および制約があります。

- KGフィルタを通過するビール流量は、OEMが定める一定の流量に保つ必要がある
- フィルタ出口の濁度測定値は、KG投入量との相関が低い
- ろ過できるビールの最大量は、KG投入量と差圧によって制限される
- 類似製品のグループごとに、複数のモデルが必要になる

開始時は珪藻土の投入量を多めにし、ビールの切替中に一定周期で増やしていきます。投入量の変更効果が現れるまで約5分かかるため、急激な調整は避け、推定圧力サイクル（ECP）と珪藻土計算（ECE）を用いる必要があります。

$$ECP = \left(\frac{MP - IP}{P * C} \right) * BF + RC$$

式 1

ECP: 推定圧力サイクル

MP: フィルターの最大運転圧力

IP: 入口圧力

P: 圧力の増分

C: Pを掛けて「1時間あたり」の基準値に換算する係数

BF: ビール流量（ブレンドビール）

RC: ブレンドビールの量

式 2

ECE: 珪藻土の推定サイクル

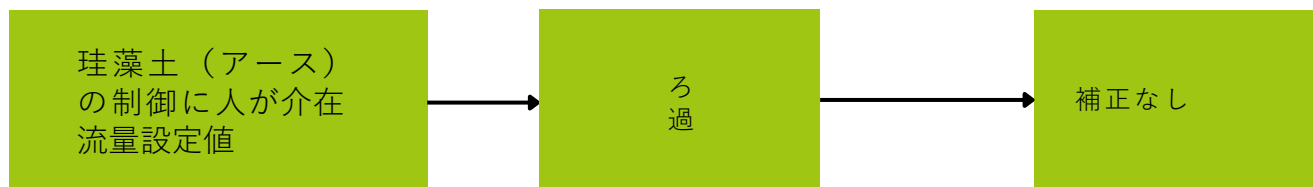
ME: フィルタ内の珪藻土の最大量。

E: フィルタ内の珪藻土量（リアルタイム）

FE: 珪藻土の投入流量（L/h）

C: FE をm³/h に換算する係数。

APC なしのシナリオ：



APC ありのシナリオ：



図 2

APC ソリューション

SORBA.aiで構築する一般的なAPCソリューションでは、図3に示すように、プロセスはいくつかの基本ステップで進みます。

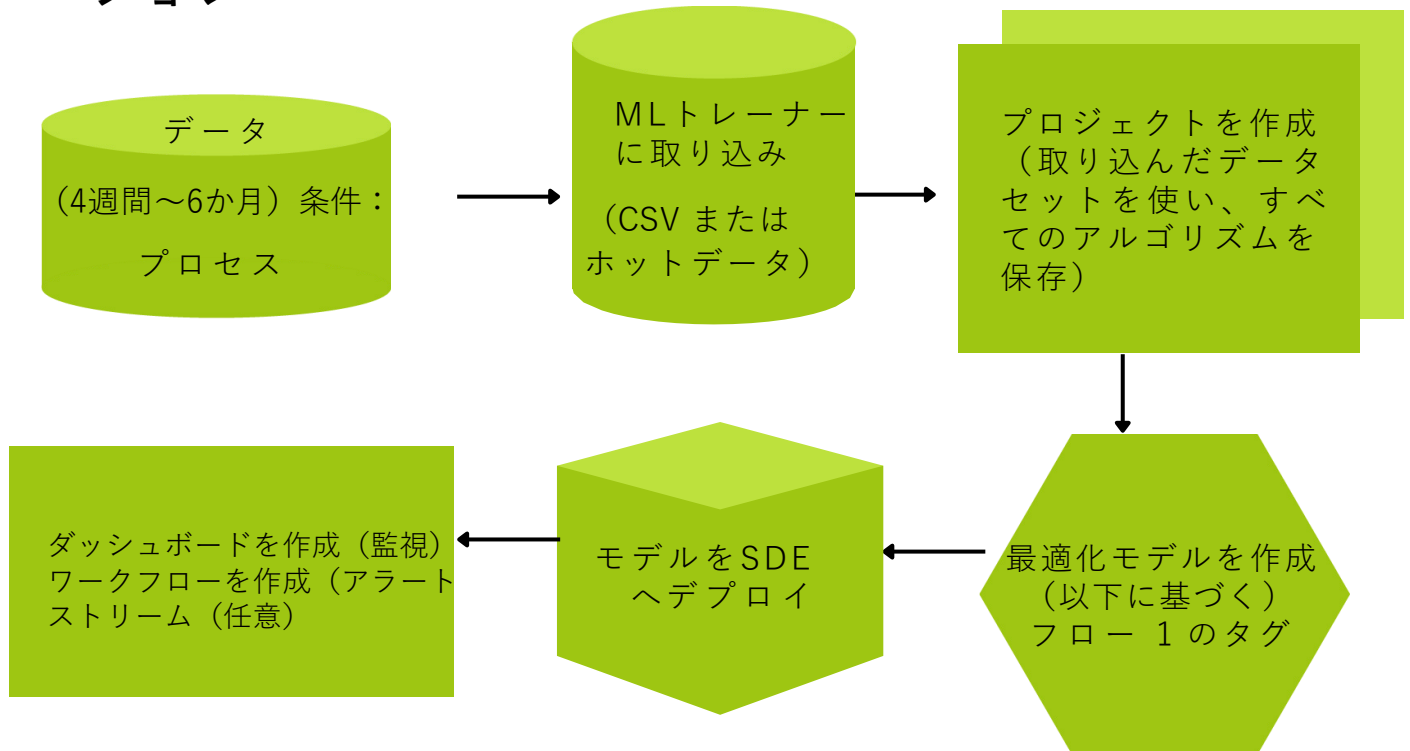


図 3

APC のカスタマイズ

スクリプト作成時には、より高度なカスタマイズが必要な場合、SDE上のScript Engineコンポーネントを利用するといった追加オプションもあります。

APC モデルを作成する際は、次の問いが重要です。

- 最適化の目標は何ですか？
- この目標を達成するために、最適化すべき変数は何ですか？
- 独立変数は何ですか？
- 操作可能な変数は何ですか？
- プロセスの前提条件と制約は何ですか？

この特定のフィルター用途では：

- 最適化の目標は、ブレンドビールの体積あたりに注入するKG量、すなわち体積比 (VR) を増やすことです。
- 独立変数は①差圧 (DP) (式 1 より、フィルター入口圧 (IP) と関連) と出口濁度 (TBO) があります。
- 制御変数は、アース (FE) の投入流量 (L/h) です。

データ収集

特定の期間に必ず収集しなければならないタグがあります。データ収集は、選択したタグ、記録する期間、サンプリング間隔、そしてデータを有効とみなすために設定したルールによって定義されます。本プロジェクトでは、いくつかの所見が得られました。収集したデータはモデル学習に使用するため、データ収集とモデル作成は密接に結び付いています。フィルターとは、データ収集時に適用する条件のまとまりです。条件を満たした場合、そのデータはデータセットに保存されます。

モデル作成

ここで分析するモデルは「FTR1_VR_PDT_V1」で、「最適化」タイプのアルゴリズムとして作成されています。

最適化する変数: フィルター通過後のKG/ビール容量の体積比 - KG_FTR#.VOL_RATIO

最適化タスク: 最小化

独立変数（制御不可）: KGフィルターの差圧（算出値） - KG_FTR#.KG_PDT

制御変数: KG 溶液の注入（ドージング）流量 - KG_FTR#.PV_KG_FT

モデル性能

KGフィルター装置向けに、SORBA.aiのAPC最適化アプリケーションを作成し、表2に記載のタグおよびルールで学習させました。以下のトレンドは、2023年4月5日から5月15日までのフィルター2における全レシピと全バッチを示しています。

算出差圧「KG_FTR#.KG_PDT」が0.8～6.0の範囲にあるとき、VOL_RATIOの最小化トレンドからモデル性能を算出できます。差圧3.0 barにおける回帰直線から算出した削減率は18.5%です。

全レシピの回帰直線



図 4

性能は、濁度「KG_FTR#.PV_KGO_COLOR」が0.5～2.0の範囲にあるときの、出口濁度の最小化トレンドから算出した。回帰直線より、1.0 (90*Color) 時点での算出削減率は17.6%。

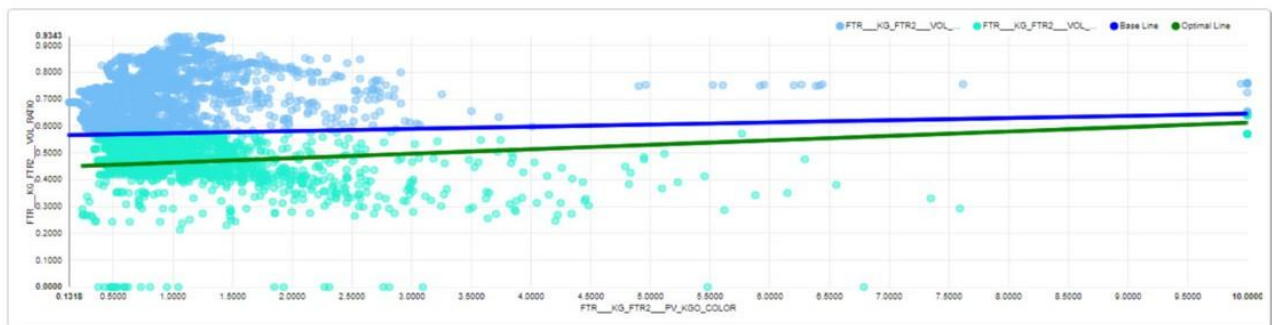


図 5

レシピ150 回帰直線

効率は、算出差圧「KG_FTR#.KG_PDT」が0.8～6.0の範囲にあるときの体積比最小化トレンドから算出しました。回帰直線から算出した差圧3.0 bar時の削減率は8.4%です。

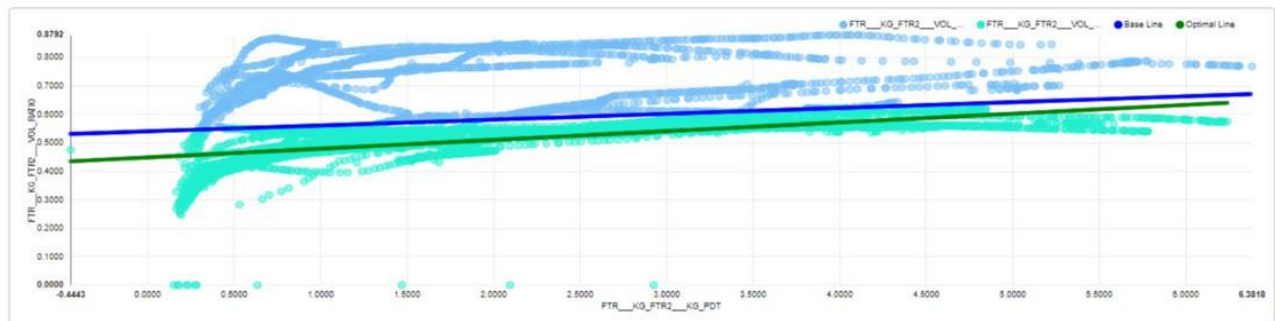


図 6

モデルの性能は、濁度「KG_FTR#.PV_KGO_COLOR」が0.5～2.0の範囲にあるときの、出口濁度の最小化トレンドから算出できます。回帰直線から算出した、1.0 90*Colorにおける削減率は12.1%です。

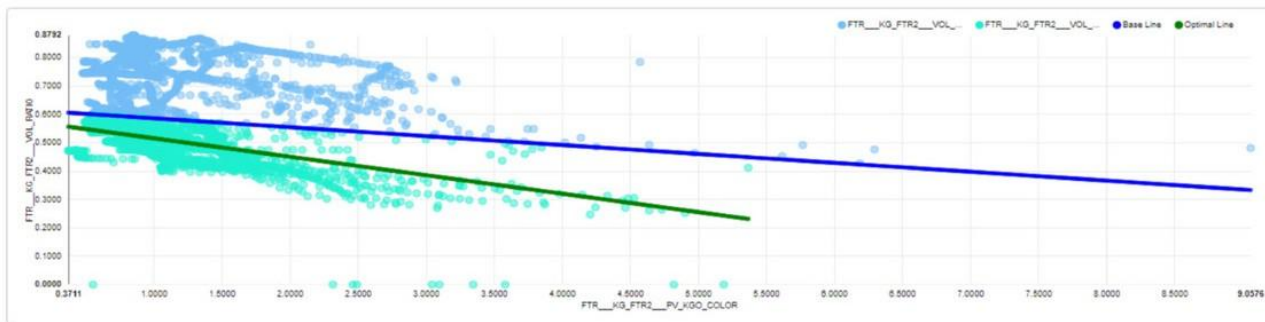


図 7

ダッシュボード設計

「KG Filter」ダッシュボード

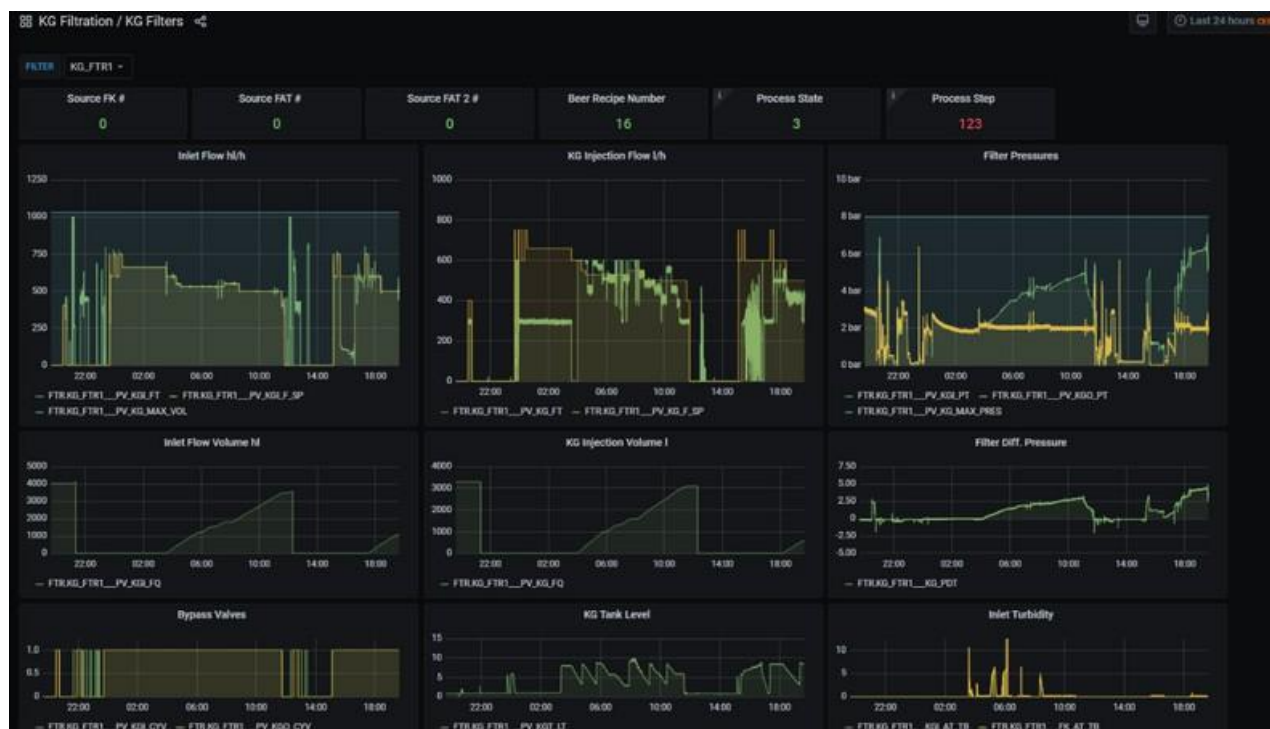


図 8

フィルタ指標ダッシュボード



図 9

APC 出力ダッシュボード



図 10

主な結果

SORBA.ai を活用してKG フィルターマシンに導入した APC ソリューションは、ろ過効率の大幅な向上とコスト削減を実現しました。

設定上限を下回る出口濁度を維持しつつ、ろ過ビール量を最大化することで、本ソリューションは最適なタイミングでろ過サイクルを確実に終了させます。2023 年 4 月 5 日から 5 月 3 日までに収集したデータは、最適化モデルの学習に不可欠でした。このモデルは、ブレンドビール量に対する KG 注入量（ボリューム比：VR）の向上に重点を置いています。

総合パフォーマンス指標

全レシピ

ボリューム比（VR）最小化の傾向では、差圧 3.0 bar で 18.5% の削減効果が確認されました。出口濁度の最小化傾向では、1.0 EBC で 17.6% の削減効果が確認されました。

レシピ150

ボリューム比（VR）最小化の傾向では、差圧 3.0 bar で 8.4% の削減効果が確認されました。出口濁度の最小化トレンドでは、1.0 EBCで 12.1% の削減効果が確認されました。

今すぐ始めよう



つながろう：

