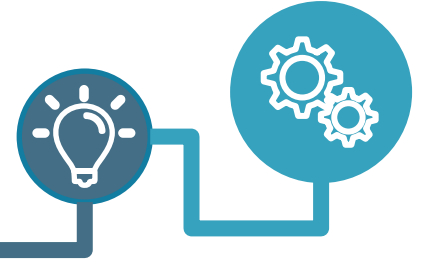
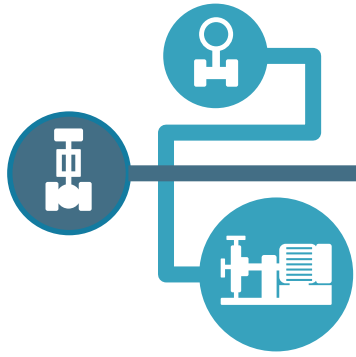


2025年9月16日（火）

# 第10回 OmegaLand ユーザー会

～スマートオペレーション実現に向けた現場活用と継続的な価値創出～



## プロセスを学び、支え、創る — V4がもたらす新たな価値 ～ OmegaLand 新技術紹介 ～

株式会社オメガシミュレーション

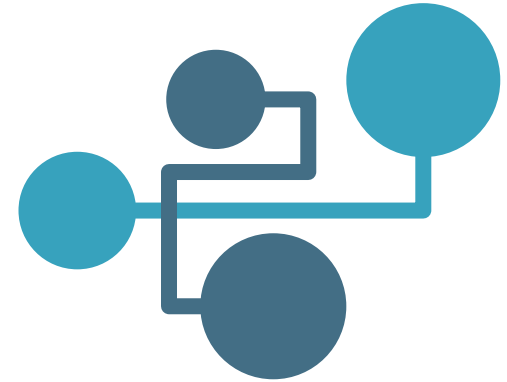
技術最高顧問

大谷 哲也

# 目次

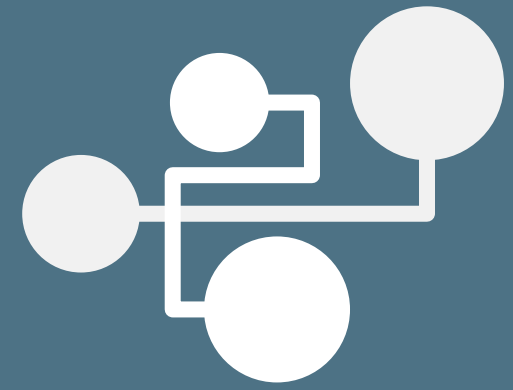
---

1. V4コンセプト
2. V4新機能
3. その他、最近のエンハンス機能





# V4コンセプト



# お客様のおかれている事業環境



世界が加速度的に変化するなか  
複雑に影響し合う時代を迎えている

# プラント操業における課題

- ◆ より高いレベルの収益・品質の改善
- ◆ 有形・無形資産の担保・継承
- ◆ セキュリティリスクの高まり
- ◆ 各国法規制や環境規制の強化とサプライチェーンの変化

複雑に影響し合う環境の変化に対して  
プラント操業の課題解決がより困難になってきている

# OmegaLand V4が目指す世界

プラント操業における課題の洗い出し、解決手段の開発、  
現場へのスムーズな適用、維持、運用ができる環境

高度化された  
運転システム

協調化された  
運転システム

自律化された  
運転システム

自動＋人間の判断

- ◆ 広範囲な可視化の実現
- ◆ 動的最適化による安定した運転の実現
- ◆ リスク評価に基づく安全性の高い運転の実現

AIと人間の連携

- ◆ 人の感性を代替する違和感の検知による監視
- ◆ 設備・運転情報に基づく機器診断の実現
- ◆ 知識・経験に基づくガイダンスによる運転の均一化

AIが判断、実行  
手段を表示

- ◆ 将来挙動を想定した自律的定常運転
- ◆ ガイダンスによる非定常運転
- ◆ プロセス挙動と知識・経験に基づく自律的異常時対応運転

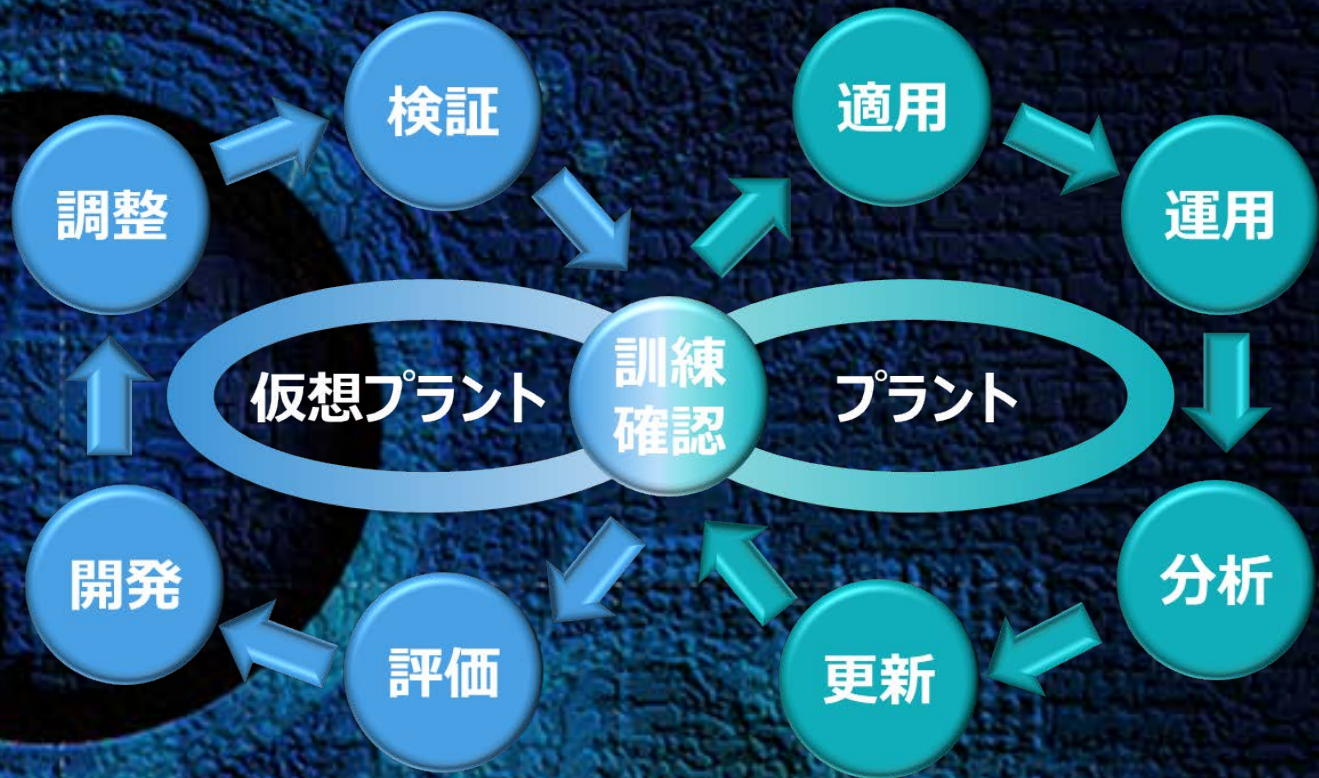
# OmegaLand V4がもたらす価値

動的リスク評価などを通じて、課題の発見と解決手段の開発、調整、検証、そして、解決手段を組み込んだシステムの訓練を可能とする環境（オフライン）を提供する。

加えて制御システムとの密なる連携により、解決手段の評価、適用、運用、分析、更新を可能とする環境（オンライン）も提供する。



つまり、ダイナミックソリューションHUBにより、システム検証や人材育成による「高度化されたシステム」、ソフトセンサーや異常対応ガイダンスによる「協調化されたシステム」、さらに、知識・経験をも取り込んだ高度な制御モデル（ダイナミックモデル、AIモデル）による「システムの自律化」を実現する。



V4が提供するデジタルツインプラットフォーム

# OmegaLand V4 コンセプト

制御システムとの連携の強化とプラント操業における  
ダイナミックモデルへの投資価値を最大化する

## デジタルツインプラットフォーム

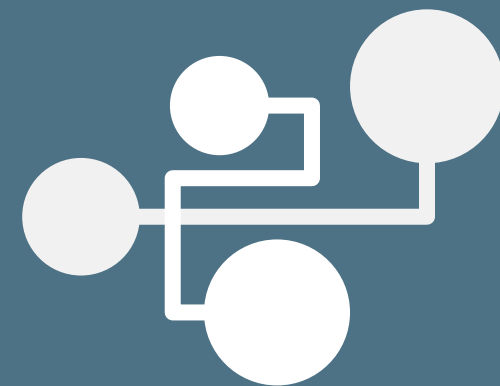
- ◆ 適切な判断と迅速な行動を育む次世代型人材開発
- ◆ 動的リスク評価によるプラントのリスクの低減
- ◆ AIを含むモデリング技術によるプラント運転のスマート化



- ◆ 制御システムとの連携強化による動的モデルの活用
- ◆ ICSSの動的検証による運転リスクの低減
- ◆ ソリューションシステムの開発・検証基盤



# V4新機能



# これまでのOmegaLandの更新

---

- **V1 (1999年)**

- Visual Modelerを中心に、データベース、ビューを組み合わせたシミュレーション環境
- その後PCS、AUTOなどの機能を追加した本格的訓練シミュレータプラットフォーム

- **V2 (2003年)**

- Visual Modelerに定常計算機能を追加
- グラフィック、インストラクタ機能などを追加して表現力、訓練管理機能などを向上

- **V3 (2017年)**

- UIの刷新により、使い勝手やエンジニアリング効率を向上
- 64ビットネイティブ対応による大規模システムでの安定運用
- Visual ModelerにCFDベースの配管網機能を追加

# OmegaLand V4 (2025年)

## ダイナミックシミュレータを機能強化し、 多用途に活用する

- **基本機能**

- 解析機能「ケーススタディ、動的最適化」(V4.1) [V4.1 : 今年度末予定]
- HAZOP機能「シミュレータリンク」(V4.2) [V4.2 : 来年度末予定]

- **システム機能**

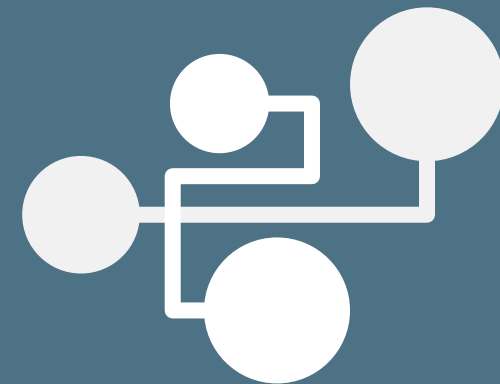
- 解析機能のシステム化 (V4.1)
- CENTUM連携機能「同期実行」(V4.1)、「実FCSスナップショット」(V4.2)

# 製品ラインナップ

## V4はプラントダイナミックシミュレータの共通機能を強化

区分	製品名	概要	主な目的	
モデリング	EQUATRAN-G	方程式解法ソフトウェア (非)線形連立方程式、常微分方程式を、プログラミングなしで解ける	数値計算によるケーススタディ シミュレーション	
	OmegaLand Solver	モジュール型モデリングツール EQUATRANやC言語で記述したモジュールにより様々なモデリングができる	分析 シミュレーション 指標値表示による運転支援	
シミュレータ	OmegaLand Visual Modeler	プラントダイナミックシミュレータ 非常に大きなプラントでもリアルタイム、数倍速で実行できるシミュレータ	プラントの動的解析 以下のシミュレータのコアソフト	
	OmegaLand Trainer (OTS)	DCS接続タイプ	Visual ModelerとDCS/SISソフトウェアを接続した本格的な訓練シミュレータ	(非)定常運転の訓練 DCS/SISを含めた異常対処訓練 知識・技術伝承
		エミュレーション	Visual Modelerとグラフィックで構築する教育・訓練シミュレータ	運転訓練 プロセスの理解 知識・技術伝承
		エンタープライズ	エミュレーションタイプのシミュレータを社内ネットワーク上で利用できる環境	運転訓練 プロセスの理解 知識・技術伝承
	OmegaLand Educator	スタンドアローン	化学工学教育シミュレータ	プロセス工学の原理原則の学習 単位操作の体得
		エンタープライズ	化学工学の原理原則や単位ユニット操作を学ぶことができる環境	制御動作の基本の学習
	Mirror Plant	オンラインダイナミックシミュレータ Visual Modelerを実プロセスと接続してプラント情報をリアルタイムにトラッキングして、プロセス内部の可視化や未来挙動を予測	プロセスの可視化 プロセスの状態推定 運転のケーススタディ	

# 基本機能



# 解析機能 – ケーススタディ

- 3通りの条件を設定して並列実行、トレンド画面で結果比較する

The screenshot displays the Omega Simulation interface. The left pane shows a project tree with 'Depro' and 'DCS' folders. The main area shows a detailed process flow diagram with various equipment like pumps, tanks, and heat exchangers, each labeled with flow rates (F), temperatures (T), and pressures (P). The right pane is titled 'Depro - \_CS1/\_CS1 - ケーススタディ/OmegaLand' and contains a '初期状態: Steady' and '時刻: 03:00:00' section. Below this is a '計算時間: 60 min' and buttons for '実行' and '停止'. A table compares three cases:

ケース名	現在値	目標値	開始時間[s]	変更量/(変更周期)	変更周期[s]
DCS.TC3106.SVM	87	95	300	1	30

Below the table is a 'Trend001' window showing a time-series plot. The x-axis represents time from 03:03:2003:06 to 04:00:00:00. The y-axis represents a numerical value. At the bottom right, a table lists items and their values:

アイテム	値	単位	下限	上限
PROCESS1.TI3104.T	56.4642		50	80
PROCESS1.TI3105.T	76.0332		60	90
PROCESS1.TI3106.T	94.9463		70	100
PROCESS1.TI3103.T	106.465		80	110

# 解析機能 — 一定常最適化、動的最適化

- 初期状態、評価変数、独立変数、制約変数を設定して最適化する

The screenshot displays the Omega Simulation interface for a process optimization task. The top window shows the simulation environment with a menu bar and a toolbar. Below it, a window titled "05. CCUScompLoadDownG2 - \_OPT1/\_OPT1 - 最適化/OmegaLand" contains the optimization configuration. The "基本設定" (Basic Settings) section includes three tables for defining optimization variables.

No.	評価変数	変数01	変数02	変数03
1	重み	0.0	0.0	0.0
2		0.0	0.0	0.0
3		0.0	0.0	0.0
4		0.0	0.0	0.0
5		0.0	0.0	0.0
6		0.0	0.0	0.0
7		0.0	0.0	0.0
8		0.0	0.0	0.0

No.	独立変数	現在値	結果	検索最大	検索最小	出発値
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

No.	制約変数	現在値	上限	下限
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

The bottom window shows a detailed process flow diagram with various units and streams. Key units include FT004, LPC001\_01, LPC001\_02, LV001, LV002, LV003, HPC001\_01, HPC001\_02, TK001, TK002, TK003, TK004, HX001, FC001, FC002, FC003, FC004, PMP001, and P01 through P04. The diagram includes numerical data for flow rates (F), temperatures (T), and pressures (P) at various points.

# 解析機能 : 動的最適化とは？

## ● 問題設定

(ロードダウンの例)

– 評価変数

- 最短時間

(誤差積分の最小化)

– 独立変数

- 流量制御設定値変更

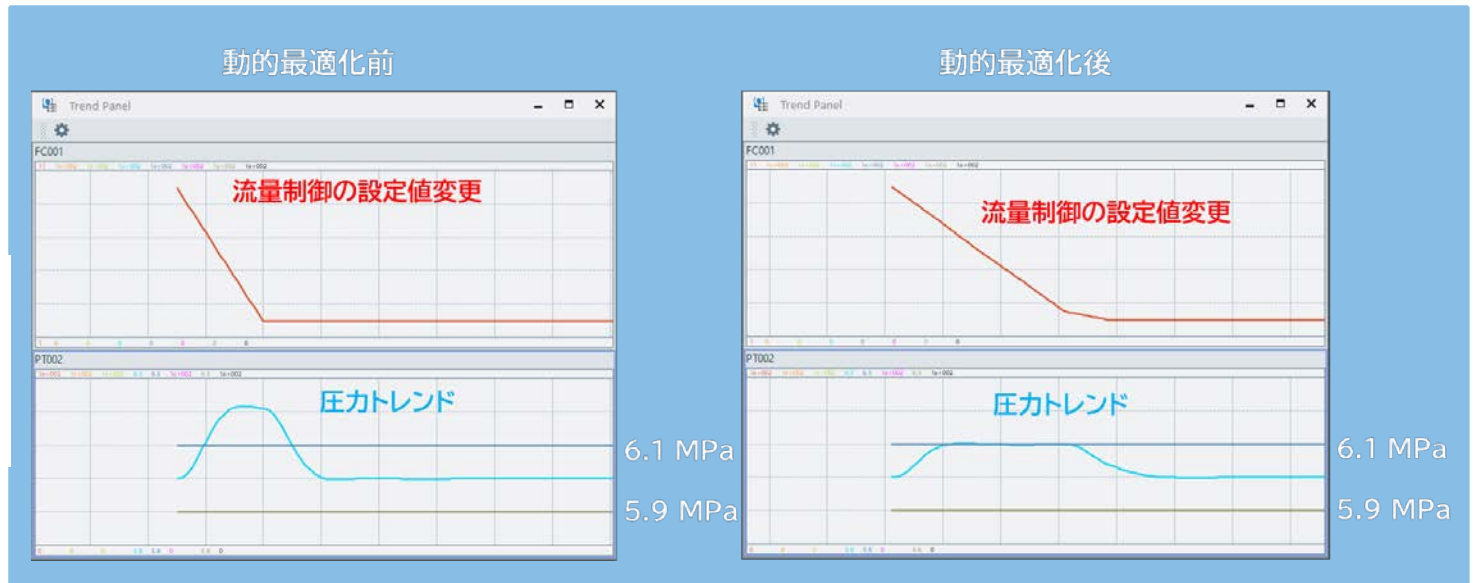
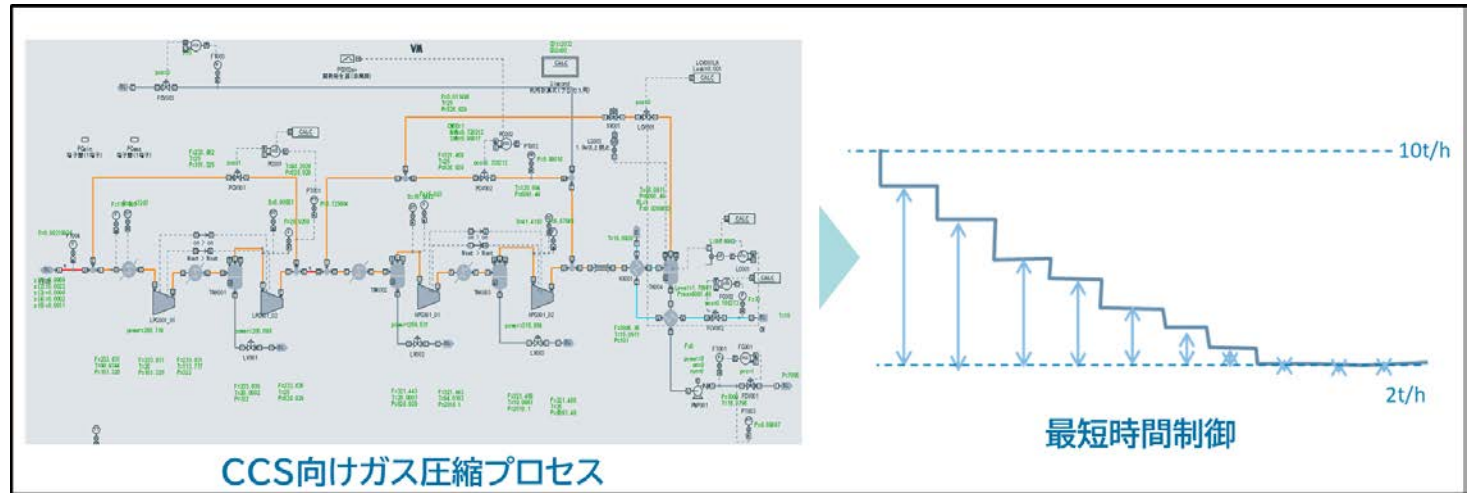
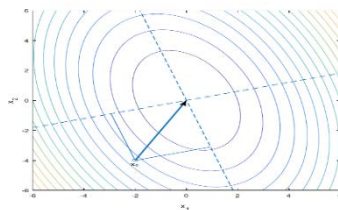
– 制約条件

- 圧力上下限

## ● アルゴリズム

– 準ニュートン法

– 試行回数が少ない



# 解析機能 : 動的最適化

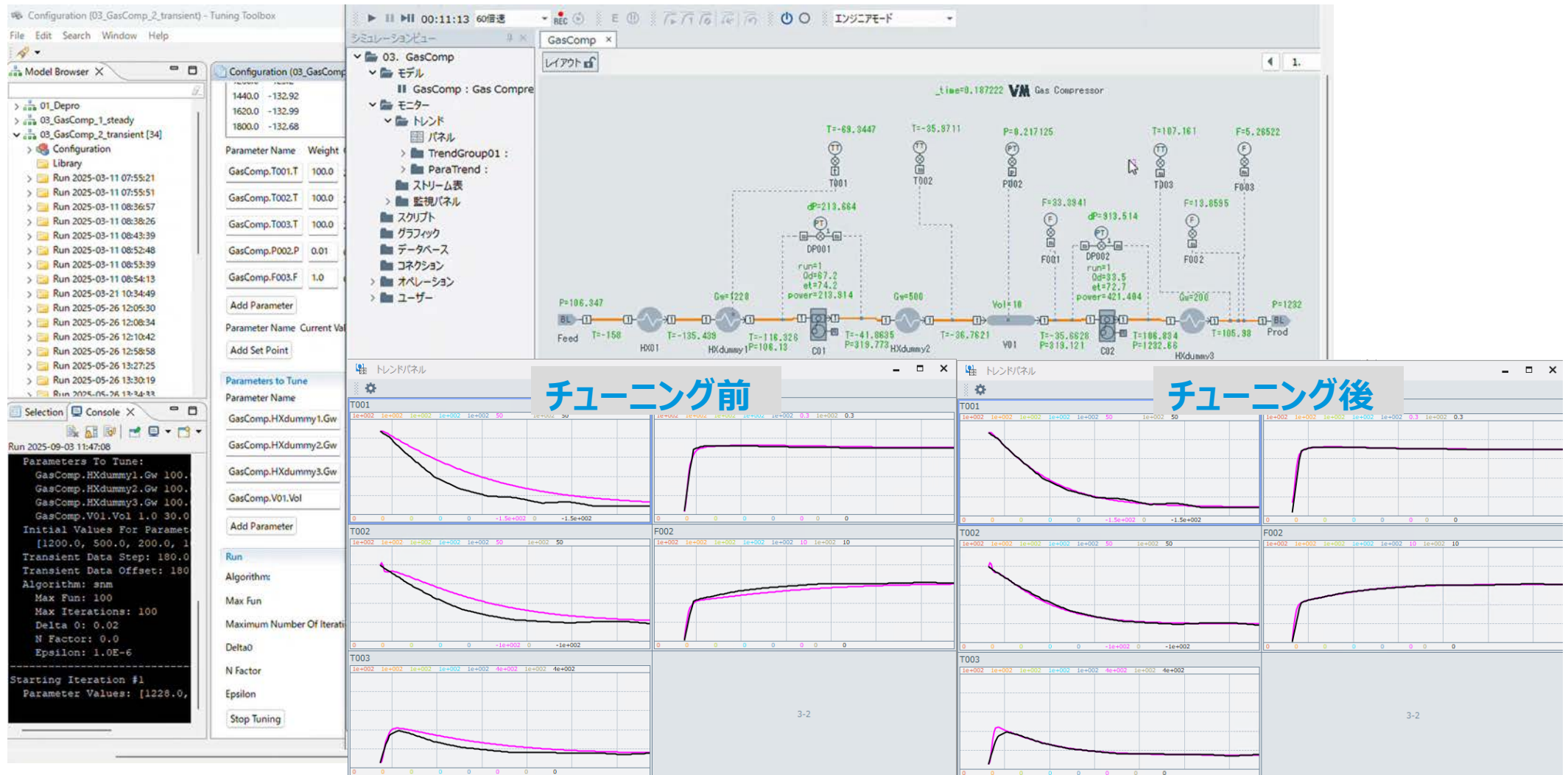
The screenshot displays the Omega Simulation software interface, divided into several key sections:

- Configuration (Left Panel):** Shows the 'Configuration (CCUSloadDown) - Tuning Toolbox'. It includes a 'Model Browser' with a tree view of the process model. Below it, there are sections for 'Parameter Name Weight Current Value', 'Add Parameter', 'Add Set Point', 'Add Constraint', and 'Parameters to Tune'. The 'Parameters to Tune' section contains a table with columns for Parameter Name, Minimum, Maximum, Initial Value, and Current Value.
- Process Diagram (Main Window):** Displays a detailed process flow diagram for '05. CCUScompLoadDownG2'. The diagram includes various unit operations such as pumps (P), tanks (T), heat exchangers (E), and control valves (V). It also shows flow streams with associated variables like flow rate (F), temperature (T), and pressure (P).
- Trend Panel (Bottom Panel):** Shows a 'Trendパネル' (Trend Panel) with a table for 'FC001' and 'PT002'. The table has columns for time steps (11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20) and values for each parameter.

Parameter Name	Minimum	Maximum	Initial Value	Current Value
PROCESS.i1009.yt(1)	2.0	10.0	6.0	8.2
PROCESS.i1009.yt(2)	2.0	10.0	2.0	6.2
PROCESS.i1009.yt(3)	2.0	10.0	2.0	4.4
PROCESS.i1009.yt(4)	2.0	10.0	2.0	2.5
PROCESS.i1009.yt(5)	2.0	10.0	2.0	2.0
PROCESS.i1009.yt(6)	2.0	10.0	2.0	2.0
PROCESS.i1009.yt(7)	2.0	10.0	2.0	2.0
PROCESS.i1009.yt(8)	2.0	10.0	2.0	2.0

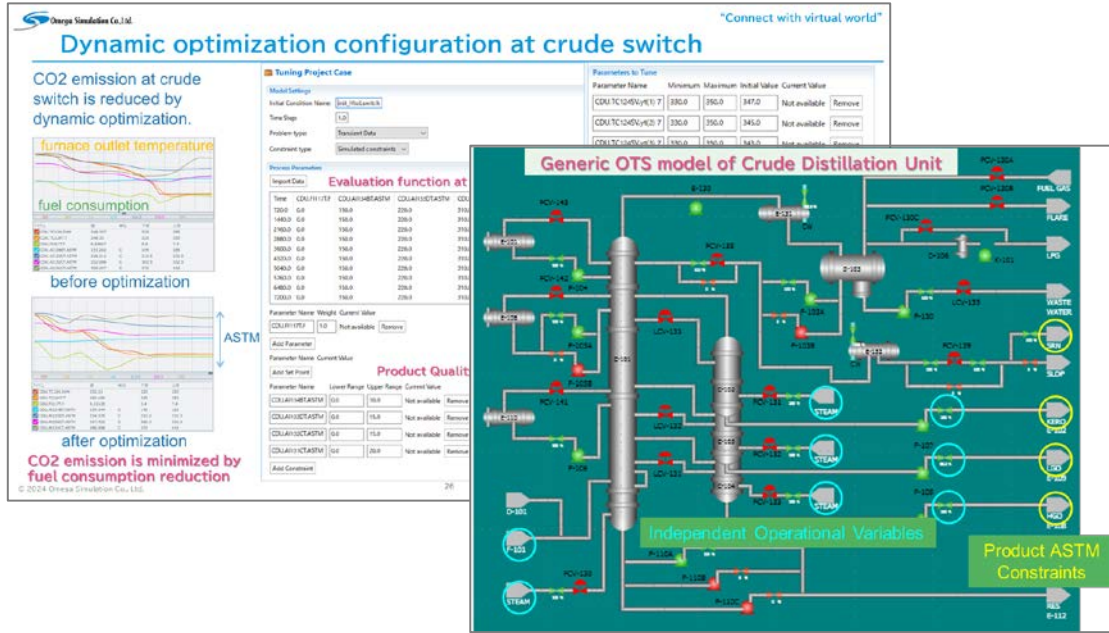
# チューニングサービス・・・技術サポート契約の中で実施

- ヒストリカルデータを用いて、目的に応じてモデルの精度を上げる



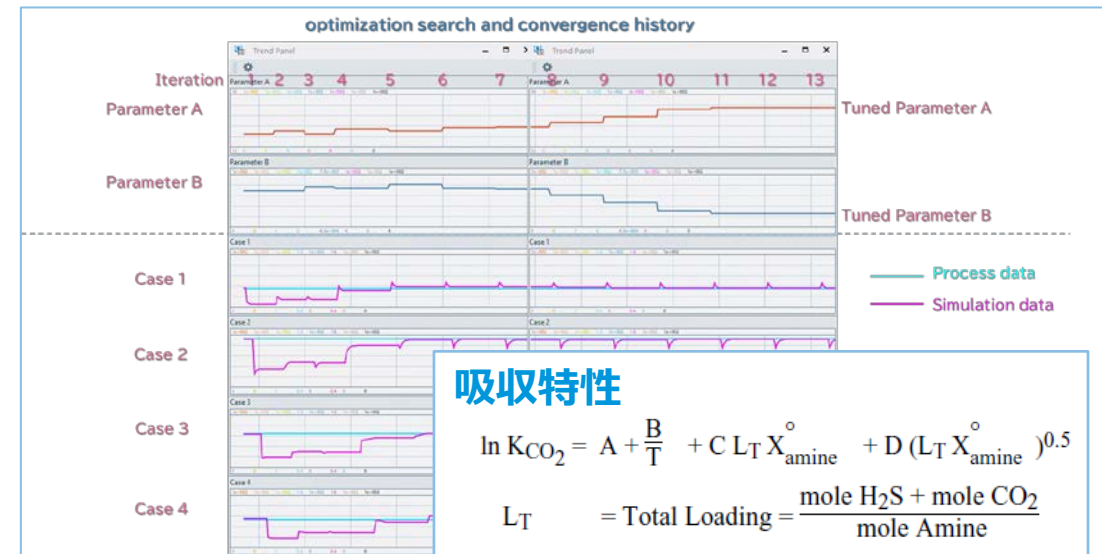
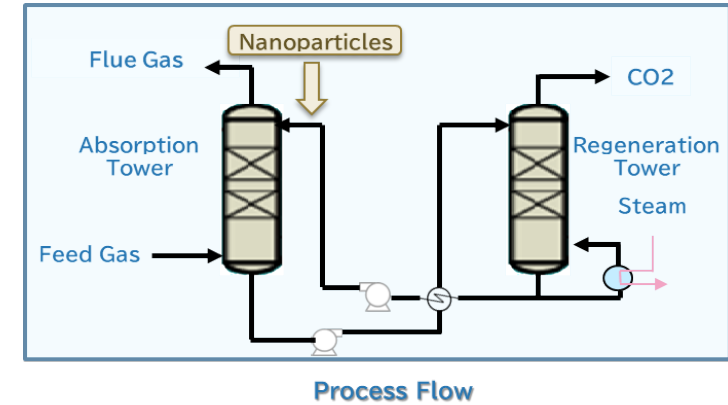
# 動的最適化の応用例

## CDUの原油切り替え最適化



- PID制御パラメータチューニング
- 機器発停のスケジューリング
- 制御ロジック、自動シーケンスの設計

## 脱硫、CO2分離プロセス運転最適化



### 吸収特性

$$\ln K_{CO_2} = A + \frac{B}{T} + C L_T X_{amine}^o + D (L_T X_{amine}^o)^{0.5}$$

$$L_T = \text{Total Loading} = \frac{\text{mole H}_2\text{S} + \text{mole CO}_2}{\text{mole Amine}}$$

M. Posey, 1996

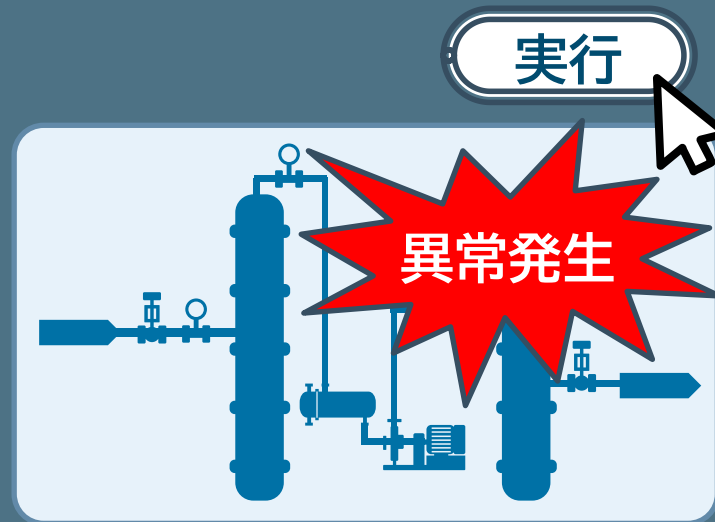
# HAZOP機能

- シミュレータリンクにより、ケーススタディの実施や、アラームや異常時操作手順の検証が行える

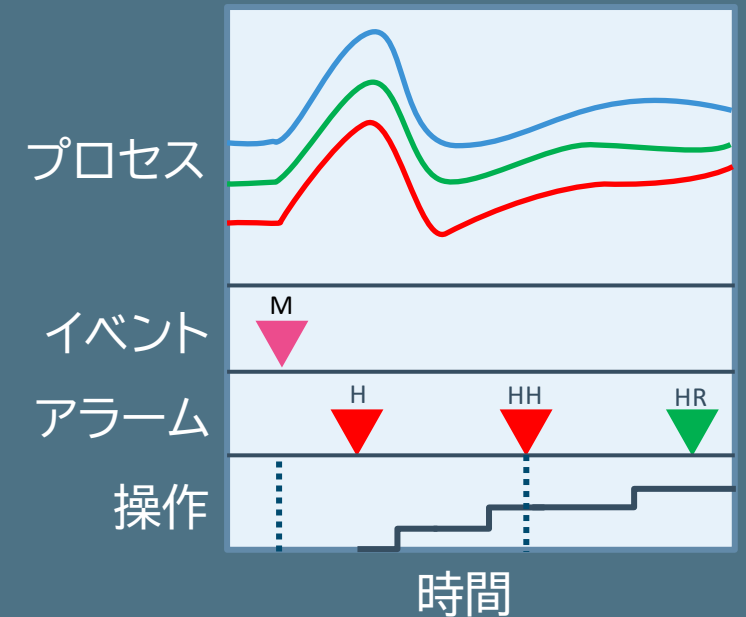
## HAZOPスタディ



異常シナリオをダイナミックシミュレータ上で再現



監視/優先度/検証



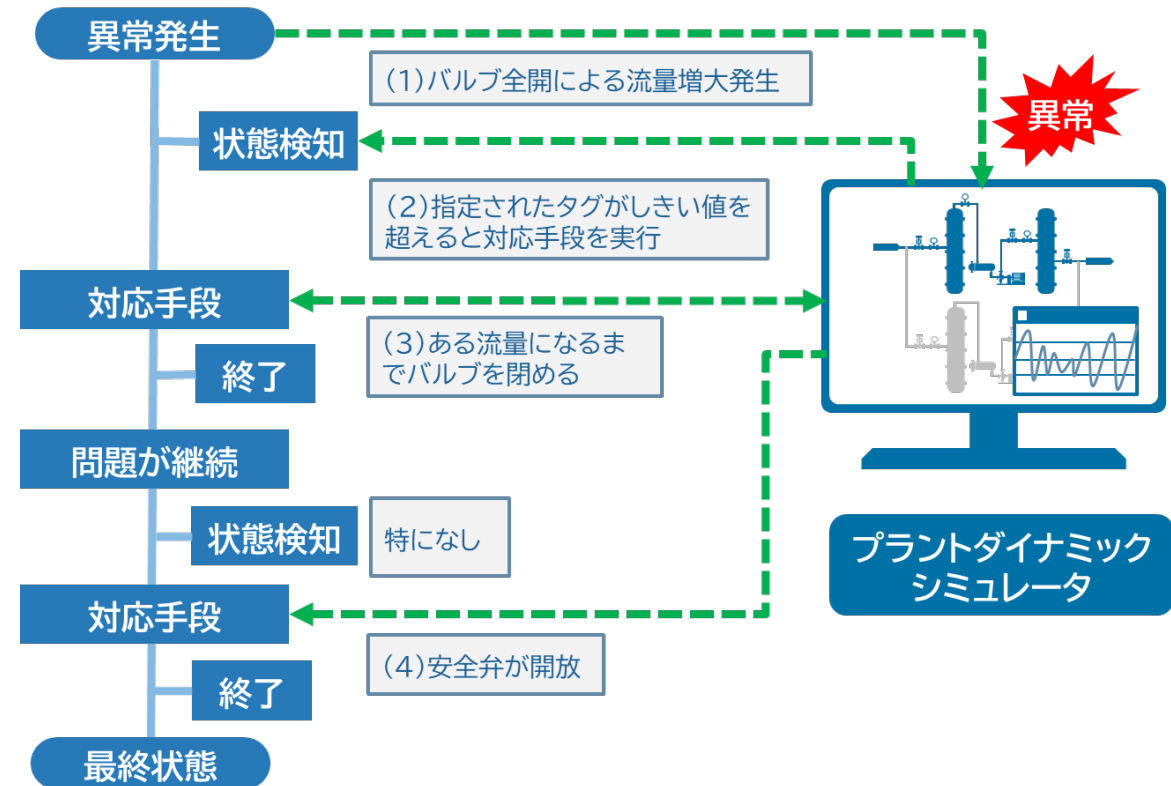
# HAZOPとダイナミックシミュレータの連携

異常をシミュレータ上で再現させ、

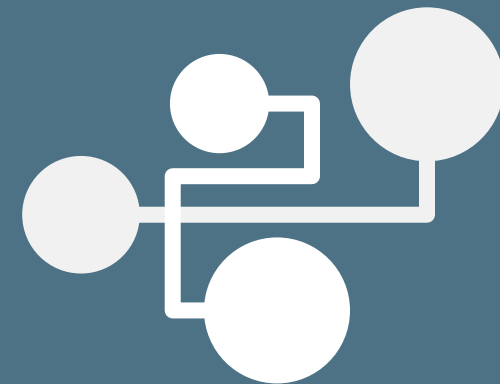
- ・プロセスやシステムの動きや影響具合を確認
  - ・アラームの閾値（オペレータの対処行動の時間猶予）の妥当性を評価
  - ・復帰・復旧の操作手順の確認
- 等ができる

つまり、作成したシナリオを動かせるので

1. シミュレータを定常運転状態として起動した後、異常を発生させ経過状態を数十倍速で観察できる
2. 異常の検知条件を確認できる
3. 異常への自動対処内容（自動シーケンス）のロジックの確認や手動対処の手順の確認ができる
4. 安全弁が作動後の圧力挙動が確認できる

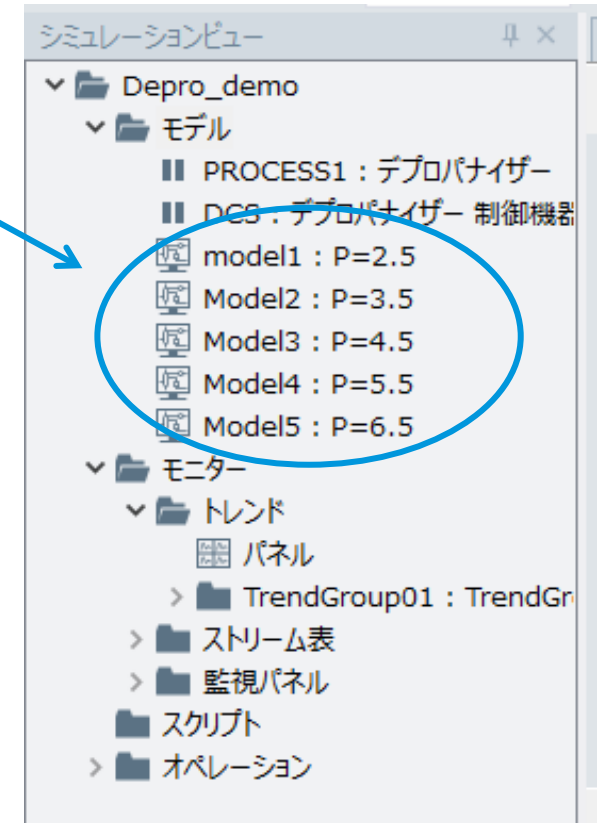
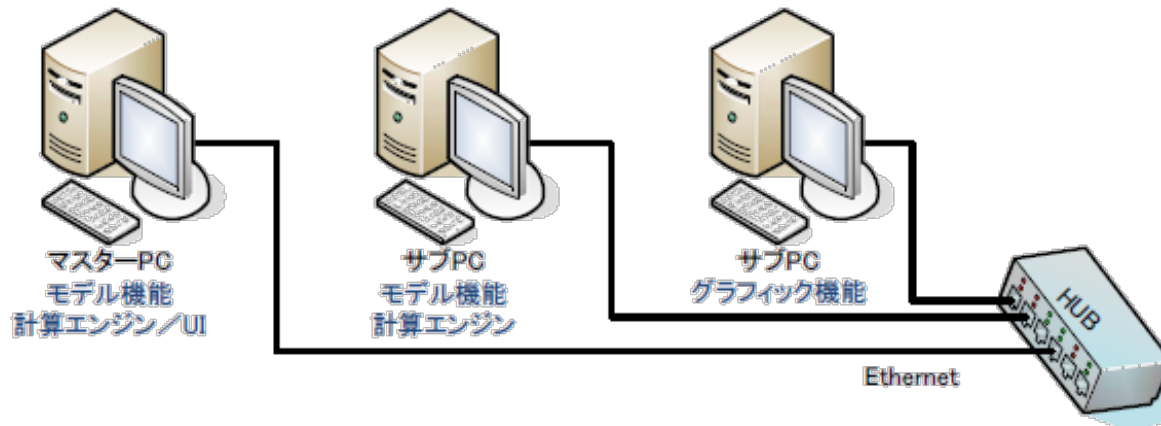


# システム機能



# 並列 & 分散シミュレーション（既存機能）

- 最大50プロセスまで並列実行可能
  - パラメータや運転方法を変えた複数のモデルを登録できる
- 複数PCに分散して実行可能
  - 負荷分散
  - 複数人でチューニング作業可能、実行時編集



- これらの機能は、大規模モデルの高速実行やAI学習データの生成するために活用されている

# 解析機能のシステム化

- ケーススタディにおいて、ユーザーがモデルを複製するが無く、システムが複製して並列実行する

The screenshot displays the Omega Simulation interface. On the left, a project tree for 'Depro' is shown, with '解析' (Analysis) expanded to show 'ケーススタディ' (Case Study) and a sub-folder '\_CS1 : \_CS1'. Two items, 'PROCESS1 : デプロパナライザー' and 'DCS : デプロパナライザー', are circled in blue. The main window shows a detailed process flow diagram with various units like 'VM デプロパナライザー' and 'DCS'. On the right, a 'ケース1 ケース2 ケース3 比較' (Case 1 Case 2 Case 3 Comparison) graph shows multiple data series over time. Below the graph is a table with the following data:

アイテム	ケース 1	ケース 2	ケース 3	単位	下限	上限
PROCESS1.T13104.T	56.4642	53.3243	62.1126	50	80	
PROCESS1.T13105.T	76.0332	73.17	79.7308	60	90	
PROCESS1.T13106.T	94.9463	89.9962	99.7684	70	100	
PROCESS1.T13107.T	104.465	105.602	107.379	80	110	

# 解析機能のシステム化（ミラープラントの可視化、定期予測、アラーム）

- 定期予測やアラーム処理を、変数定義だけで実現する

The screenshot displays a software window titled "ReformerDemoB4remake\_test2\_V41 - \_PP - Periodic prediction/OmegaLand". The main content is a table with the following columns: No., Comment, Actual value, Estimated value, DP, Lower limit, Upper limit, Unit, Alarm detected, Severity, Alarm display, HYS type, HH, PH, PL, LL, HYS, VL, VL HYS. The table lists 28 items, including ATR Oxygen, SMR Fuel Gas, SMR Air, Natural Gas, Steam, S/C, MPS SMR Combustion, MPS SMR Transferred Heat, MPS SMR Reaction Heat, SMR Inlet Temp, SMR Outlet Temp, SMR CH4 Slip (dry), MPS SMR CH4 Slip (wet), ATR Top Temp, ATR Bottom Temp, MPS ATR CH4 Slip (wet), MPS ATR Combustion, MPS ATR Transferred Heat, MPS ATR Reaction Heat, ATR CH4 Slip (dry), Condensate, MPS Module M, Synthesis Gas H2, Synthesis Gas CO, Synthesis Gas CO2, Synthesis Gas, SMR Fuel Gas SV, and Natural Gas SV.

Overlaid on the bottom right of the screenshot is a flowchart illustrating the system architecture. It shows the interaction between "実プラント" (Real Plant) and "ミラープラント" (Mirror Plant). "実プラント" provides "測定データ" (Measurement Data) to the "ミラーモデル" (Mirror Model). The "ミラーモデル" and "同定モデル" (Identification Model) exchange "パラメータ、変数の値" (Parameter and Variable Values). The "同定モデル" also receives "パラメータ、変数の値" from the "解析モデル" (Analysis Model). The "解析モデル" outputs to "ミラープラント", which then provides "パラメータ、変数の値" to the "同定モデル". The "同定モデル" outputs to "プラント内部の可視化" (Plant Internal Visualization) and "性能パラメータの推定" (Performance Parameter Estimation). The "解析モデル" outputs to "定常状態予測" (Steady State Prediction), "過渡状態予測" (Transient State Prediction), "最適運転条件の検索回避操作の提示" (提示 of Optimal Operating Conditions Search Avoidance Operation), "予防診断 (異常診断)" (Preventive Diagnosis (Abnormal Diagnosis)), and "制御性改善" (Control Improvement).

# CENTUM連携機能「同期実行」、「実FCSスナップショット」

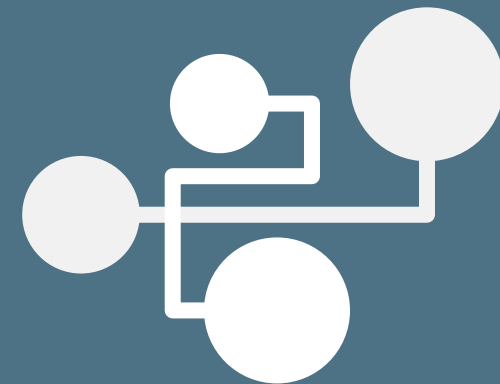
- **課題**

- 制御システムシミュレータとプロセスシミュレータが非同期のため、高速予測シミュレーションに限界がある
- 現在の制御システムの運転状態の再現が困難である

- **機能追加により課題解決する**

- CENTUM同期実行
  - ➔ OTSや未来予測において制御系を含めた高速シミュレーションが可能になる
- 実FCSスナップショット
  - ➔ 今の状態からのシミュレーションや訓練が可能になる

## その他、最近のエンハンス機能



# クラウド対応

- いつでもどこからでも訓練、教育を実行できる

OmegaLand Trainer (OTS)	DCS接続タイプ	Visual ModelerとDCS/SISソフトウェアを接続した本格的な訓練シミュレータ	(非)定常運転の訓練 DCS/SISを含めた異常対処訓練 知識・技術伝承
	エミュレーション	Visual Modelerとグラフィックで構築する教育・訓練シミュレータ	運転訓練 プロセスの理解 知識・技術伝承
	エンタープライズ	エミュレーションタイプのシミュレータを社内ネットワーク上で利用できる環境	運転訓練 プロセスの理解 知識・技術伝承
OmegaLand Educator	スタンドアローン	化学工学教育シミュレータ	プロセス工学の原理原則の学習
	エンタープライズ	化学工学の原理原則や単位ユニット操作を学ぶことができる環境	単位操作の体得 制御動作の基本の学習

# 3D VRによるフィールド操作の訓練

- Unity、Gilgamesh

- 3Dデータから映像を制作する



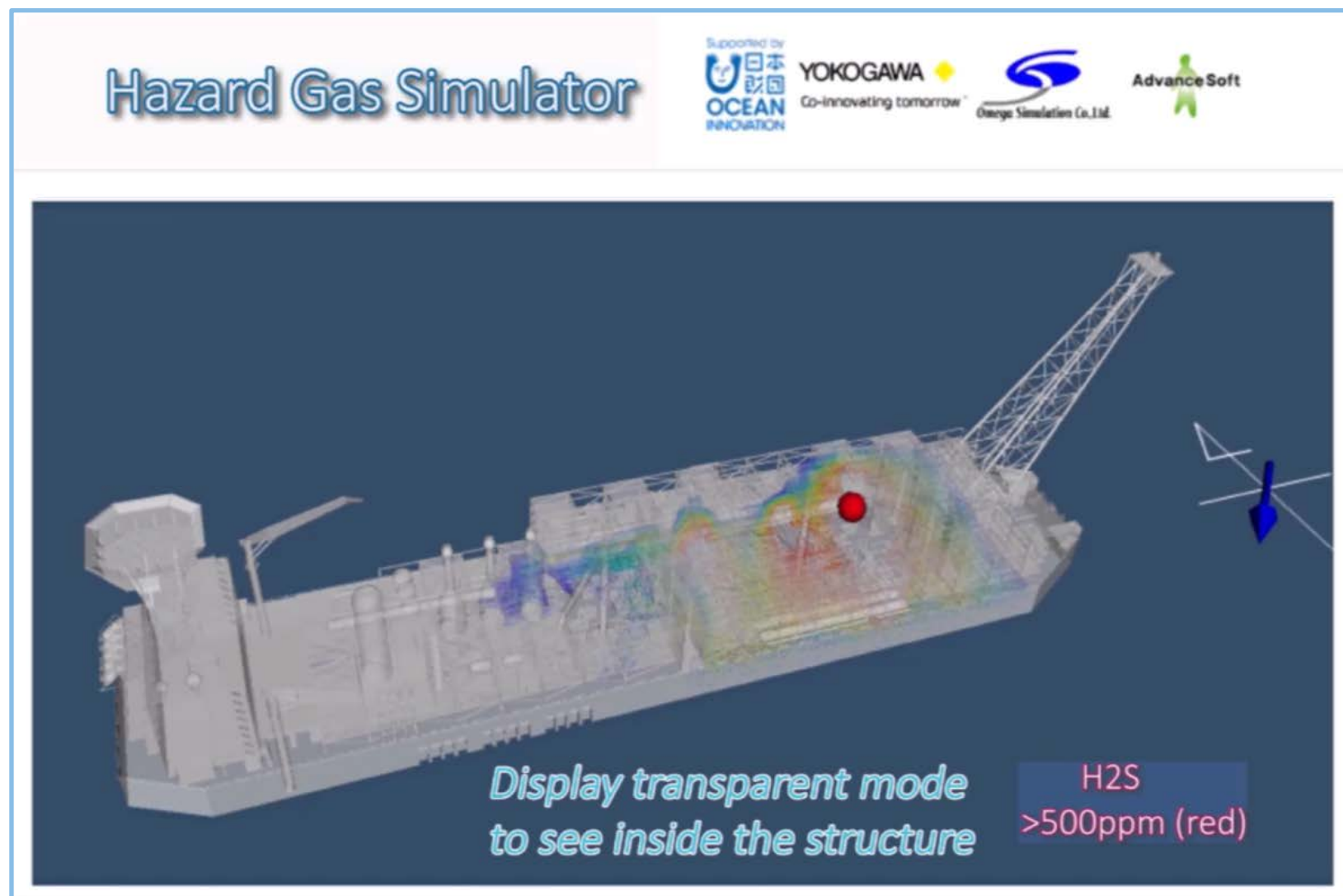
- パノラマビュー

- 360度カメラ画像から映像を制作する

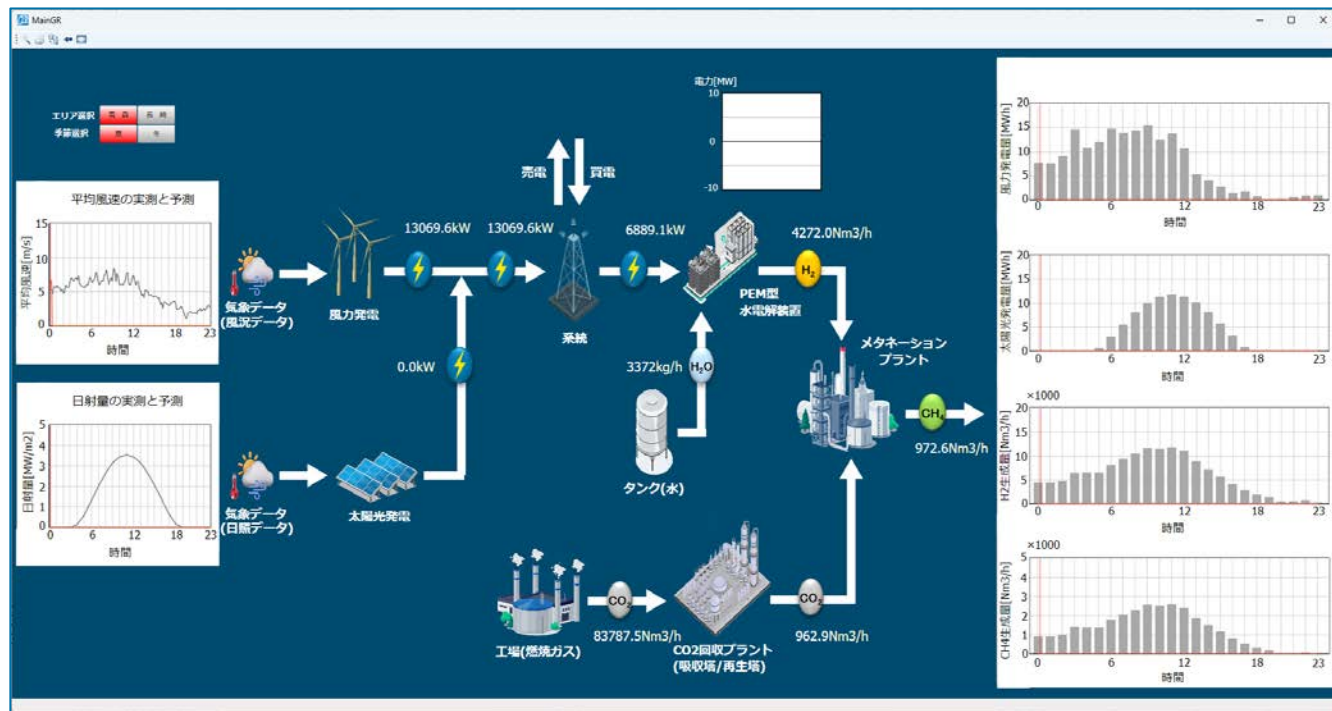


# 3D、CFD 危険有害ガスの拡散シミュレーション

- ガス漏洩時の対応を訓練する



# カーボンニュートラルプロセス、電力網



カーボンニュートラルプロセスの解析シミュレーション  
2025年2月19日～21日 SMART ENERGY WEEKに出展

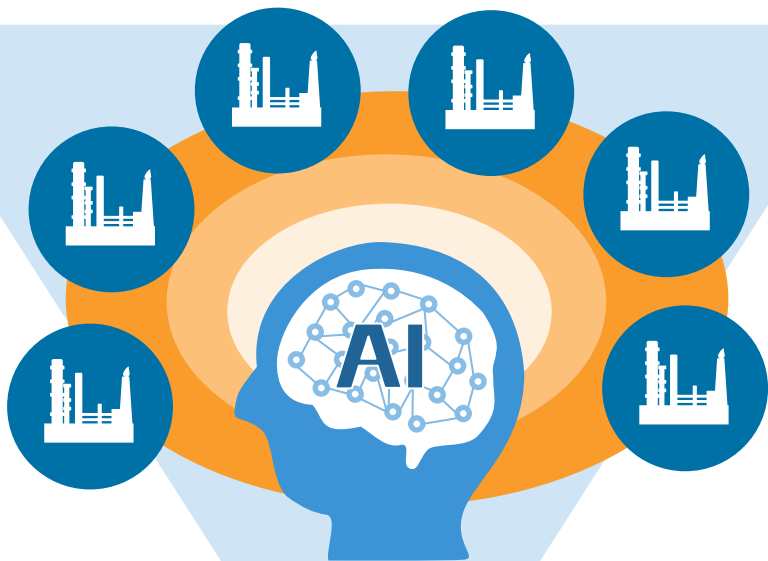
再生可能エネルギー供給の変動が電力系統やプロセスへ及ぼす影響の「評価」や「エネルギー最適化」が求められる

ユニット名	説明	ユニット名	説明
母線	母線を模したユニットモデルです。	線路端子	境界区分などの電氣的な接続を模したユニットモデルです。
開閉装置	遮断器を模したユニットモデルです。	発電機	三相同期発電機を模したユニットモデルです。励磁は他のユニット(通常はAVRかディーゼル)で演算されます。
負荷(母線)	電気の負荷を模したユニットモデルです。	リアクタンス	リアクタンスを模したユニットモデルです。
2巻線変圧器	2巻線変圧器を模したユニットモデルです。巻線での発熱を計算します。巻線比を変更するタップ変更機能が使用可能です。	自動電圧調整装置	発電機に励磁電圧を供給し、電圧を制御します。回転子の励磁電圧を通して発電機の端子電圧をPI制御します。発電機の運転範囲や特性曲線に基づいた制限を持ちます。
3巻線変圧器	3巻線変圧器を模したユニットモデルです。巻線での発熱を計算します。タップ変更機能が使用可能です。	送電線	送電線を模したユニットモデルです。発電所内の挙動や発電所とシステム間の接続のシミュレーションに使用できます。
電池エネルギー貯蔵システム	電池エネルギー貯蔵システム(BESS)を模したユニットモデルです。電力網の中で電力を供給する線路端子に類似の挙動をします。	コンデンサ	コンデンサを模したユニットモデルです。電圧が印加されると無効電力を母線に供給します。
タービン・発電機の演算	タービン/発電機に関連する電気-機械系の計算を実行します。 - タービン/発電機の回転数 - タービンのケーシングと軸の(熱)伸びと伸び差 - 偏心(停止中のひずみ)	タービンのエネルギーの分配計算	ダイナミックシミュレーションで産業用のタービンを正確にモデル化する際、複数に分割したタービンユニットを使用します。このユニットでは、分割した各タービンユニットのプロセス圧力、流量、および温度条件を決定します。

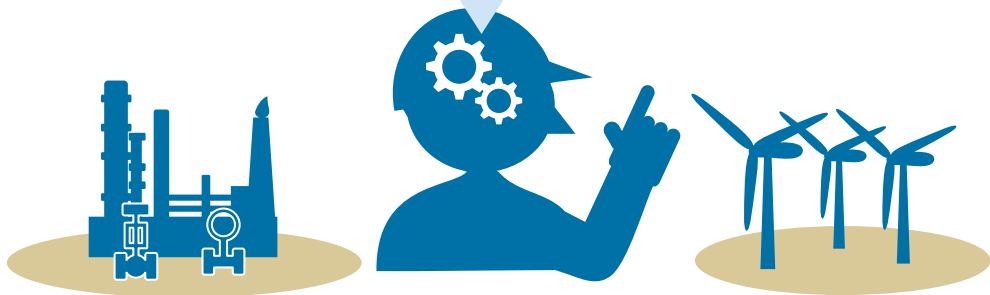
## 電力網ライブラリ

有効電力/無効電力/電圧/位相角を計算する  
電力系統のシミュレーション(潮流計算)を実現する

# AI活用



プラント挙動を精緻なシミュレータで再現して  
これを学習したAIをプラントに適用する



“AIにより化学プラントの運転変更操作を40%効率化”  
大規模ボイラープラントでAIによる運転支援に成功  
日本電気株式会社、国立研究開発法人 産業技術総合研究所  
三井化学株式会社、株式会社オメガシミュレーション

“世界初 強化学習AIが化学プラントに正式採用”  
株式会社ENEOSマテリアルと横河電機株式会社

“再生可能エネルギー用OmegaLandカスタムユニット”  
長岡工業高等専門学校 熱海 良輔 先生

# まとめ

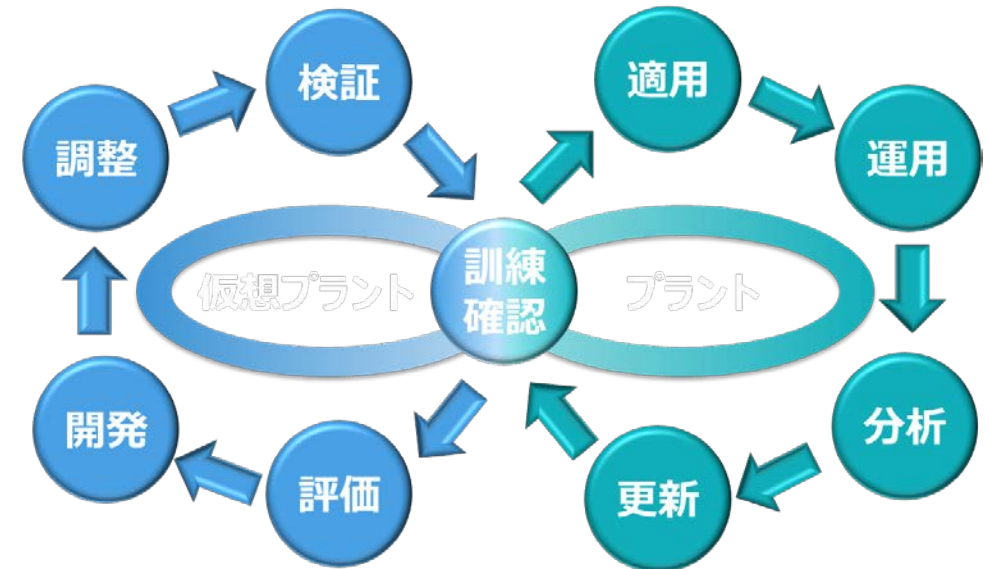
## <V4新機能>

- 解析機能「ケーススタディ、動的最適化」
- HAZOP機能「シミュレータリンク」
- 解析機能のシステム化
- CENTUM連携機能

## <OmegaLandの特徴>

- 高速かつ高精度に処理する
- 運転に使うためリアルタイムに処理する
- オンライン・オフラインで連動して価値を生む

ダイナミックシミュレータを機能強化し、  
多用途に活用する



デジタルツインプラットフォーム



ご清聴誠にありがとうございました