

ホワイトペーパー

プラントのプロセスデジタルツインを 統合型ライフサイクルシミュレーションで構築

-

Ian Willetts

VP Process and Simulation, AVEVA

Cal Depew

Product Director, AVEVA

エグゼクティブサマリ

1970年代以降、プロセスシミュレーションはプロセスプラントの設計や運用に欠かせないツールとなっています。化学業界のイノベーションと代替エネルギーへの需要は、石油業界ではニューノーマルとなり、新しい技術やアプローチへのニーズが高まっています。さらにプロセスシミュレーションプラットフォームは、複数のツールを統合した環境ではなく、単一のツール環境でプラントライフサイクル全体をサポートし、オープンで優れた拡張性と同時に、次世代のエンジニアの期待に応えなくてはなりません。



プロセスシミュレーションの現状

プロセスシミュレータは、プロセスエンジニアにとって欠かせないツールです。1970年代以降、石油ガス業界、石油精製業界、化学業界、さらにはこれらの業界にサービスを提供するエンジニアリング会社や機器メーカーにおいても、プロセスシミュレータの導入が広がりました。現在、市場で入手できるツールは、長年の間に徐々に進化し、非常に多くの特徴や機能を持っています。しかし、これまでのアーキテクチャ、オペレーティングシステム、アフターマーケットユーザーインターフェイスなどを踏襲しているため、どうしても制約があります。

- 定常シミュレーション、動的シミュレーション、最適化、フローネットワーク分析などは、単一目的で設計されたアーキテクチャが制約となり、プラントライフサイクル全体をサポートできていません。
- 機能拡張についても、化学工業の知識、ソフトウェアプログラミングのスキルや特定の専門プログラムの知識を持つ極めて少数のソフトウェアデベロッパーに依存しています。

- また、数十年前のプログラミングコードをベースにしているため、ソフトウェア業界の最新の開発手法を活用できていません。

国際的な競争、価格への圧力、代替エネルギーにより新しい技術とアプローチへのニーズが高まっています。石油ガス業界は極めて不安定で、今日の低価格が「ニューノーマル」と考えられています。化学業界では、俊敏性と低価格を実現するイノベーションを常に求めています。

次世代のユーザーもまた、今では当たり前となった高速インターネットアクセスやモバイル機器、タッチスクリーン、バーチャルリアリティを活用した、現代的で拡張性に優れた使いやすいソリューションを求めています。産業用 IIoT (IIoT: Industrial Internet of Things) や Industry 4.0、人工知能などの新しい概念は、現在のツールには実現できないプロセスライフサイクル全体を通したプラントの「デジタルツイン」を提供する新しい次世代プラットフォームと共に、大きなチャンスを生み出しています。

統合型ライフサイクルシミュレーションで構築

今日の一般的なシミュレータは、ライフサイクルの単一フェーズしかサポートしておらず、異なるシミュレーションベンダーや計算方法による熱力学に基づいていることがほとんどです。これでは結果の信頼性が欠如するだけでなく、新たなツールには新たなシミュレーションモデルの構築が必要となり、膨大なやり直しの手間が発生します。それだけでなく、シミュレーションの結果比較が難しくなります。

統合型ライフサイクルシミュレーションでは、構想からオペレーションまで、プラントのライフサイクル全体を通して単一のプロセスモデルを適用します。これには定常シミュレーションモード、ハイドロリック・サイジングモード、動的シミュレーションモードが必須であり、且つ、これらの各モード間を行き来するトグル機能が必要です。また、必要に応じて各モードは最適化されます。表1は、プロジェクトライフサイクルの各フェーズと、各フェーズにおいてどのようにデジタルツインが熟成され、メリットをもたらすかを説明しています。

ライフサイクルフェーズ	モデル	メリット
構想設計	プロセスプラントのデジタルツインが「誕生」	<ul style="list-style-type: none"> 継続的に改善される柔軟な仕様に合わせて、設計代替案を迅速に評価 独自のクラウドアプリケーションで知的財産を保護し、ITコストを削減 新規プロセスおよび装置のオープンモデリング
基本設計 (FEED: Front End Engineering and Design)	デジタルツインですべてのプラントプロセス装置を表現	<ul style="list-style-type: none"> 単一の製品、単一の学習曲線で、プロセス、プロセスユーティリティ、フレアスタックなど、複数のアプリケーションに対応 石油採掘、上流工程、下流工程およびフレアシステムなど、分散・連携システムの統合型設備資産モデリング エンジニアリングデータベースの自動入力 FEEDに基づく技術成果物の自動作成 単一シミュレーションによる複数ユーザーの連携
詳細設計	シミュレーション主体のエンジニアリング：デジタルツインで機械設計や制御戦略を表現	<ul style="list-style-type: none"> 制御、機械、配管などの他条件もエンジニアリングデータベースに反映 シミュレーションでは、エンジニアリングデータベースから情報を取得し、デジタルツインが設計どおりかを継続的にテスト デジタルツインによってテスト主体の開発が可能になり、プロセスエンジニアリングが新たなアジャイルソフトウェア開発方式へと移行
立ち上げ、試運転	オペレーターの訓練や制御点検にデジタルツインを利用	<ul style="list-style-type: none"> 実際のDCSロジックをデジタルツインに結合 オペレーターの訓練が、別途シミュレータを購入せずに可能
オペレーション	デジタルツインをプロセス改善、装置の監視、最適化などのマスターシミュレーションモデルとして活用	<ul style="list-style-type: none"> 訓練、装置監視、リアルタイム最適化など、多くのアプリケーションを単一のマスターデジタルツインモデルから作成し、個別のポイントソリューションの維持費を削減 同一プラントで、設計モデル、オペレーター訓練シミュレータ (OTS: Operator Training Simulator)、装置性能の監視、リアルタイム最適化 (RTO: Real-Time Optimization) など、いくつものプロセスシミュレーションモデルを維持する必要性を排除

表1: デジタルツインの熟成および各フェーズでのメリット

拡張性とオープンな環境

次世代のプロセスシミュレーションプラットフォームは、新しいプロセスやこれまでにないプラントの設計を可能にし、シミュレータベンダーが想定するプロセスや装置にユーザーが縛られません。またエンドユーザーが、直感的かつオープンなモデル記述環境でプロセスモデルを拡張できるようになります。これにより次のことが実現します。

- 問題解決能力の向上。たとえば、今日の特殊な問題の多くは、頻繁に使用されない専門ツールやユーザーエラーのリスクもあるMicrosoft Excelによって対処されています。
- 装置の形状が遷移結果に大きく影響するような動的シミュレーションなど、標準的なシミュレーションモデルが適さない装置のシミュレーションが可能
- 直接的または外部DLLを通じて組み込まれる専有知的財産 (IP: Intellectual Property) の保護
- 必要に応じて、サードパーティ製アプリケーションを活用

ミレニアル世代の登場

インターネットと共に成長した新しい世代もユーザーになりつつあります。ミレニアル世代はすぐに反応を得ることを期待します。ユーザーにすぐに反応しない、またモバイルが利用できないユーザーインターフェイスは彼らに受け入れられないでしょう。この世代の新規ユーザーには、実現結果をチェックするガイダンスが必要です。

使いやすさの概念を大きく転換

プロセスシミュレータの新たな要件には次のものがあります。

- パワーユーザー向けには極めて精密であると同時に、新人エンジニア向けには経験豊富なエンジニアの知識を活用できる
- 応答が速くインタラクティブなグラフィカルユーザーインターフェイスで、ミレニアル世代にも魅力的
- 継続的に改善されるエンジンで、即座に結果を出し、設計を最適化
- 柔軟な仕様
- エラーによる作業消失を防止の、取り消し/やり直し機能

最新のIT技術を活用

新たなシミュレーションインフラストラクチャには、次の点が求められます。

- 並列計算により計算の高速化を実現
- あらゆる接続デバイスからアクセスできるよう、クラウドでのプログラム構築および実行

コラボレーション

この世代にはコラボレーションが特に大切です。

- プログラムは、技術部門と会社間のコラボレーションを可能にする必要がある。特に自社組織内でプラントライフサイクル全体を取り扱う統合型企業ではメリットが大きい。
- 新しい作業プロセスを採用する機会を提供

デジタルツインによる アジャイルプロセス設計

シミュレーション主体の技術で自動化された 設計テスト手段を提供

ソフトウェアエンジニアリング分野では、この15年間に業務の進め方が大きく変わりました。以前のソフトウェア開発は、設計仕様を決定し、その機能を開発し、最後に統合するというステップを順次行う「ウォーターフォール」型プロセスで、プロセスエンジニアリングライフサイクルステージと同様にステージゲートを設けていました。現在、ソフトウェアエンジニアは、テスト主体の開発を中心にしたアジャイルソフトウェア開発という新たな作業プロセスを取り入れています。

アジャイル開発では、作業を少しずつ進め、テストを継続的に取り入れて開発コストを抑えると同時に、プロジェクトの最終段階で予想外の問題発生を防ぎます。しかし、プラントは鋼鉄やコンクリートで建設されており、調達、建設、始動が済むまでプロセス設計をテストするのは難しく、またその時点でのテストは遅すぎます。そのためエンジニアリング会社は、非常に多くの設計レビューを行い、必要に応じてシミュレーションを調査に用いて、設計を担保しています。

次世代のシミュレーションソフトウェアは、プロセスプラントの設計時にデジタルツインを使ってアジャイルソフトウェア開発のコンセプトに近いプロセス施設エンジニアリングを可能にしなければなりません。設計時のデジタルツインでは、新規設計をテストし、最小限のコストで継続的に不整合を確認できます。

たとえば、あるプロセスエンジニアが、洋上システム用の緊急脱圧システムを設計する必要があるとします。エンジニアはエンジニアリングデータベースから動的シミュレーションを指定し、バルブCvと装置体積をエンジニアリングデータベースから取得します。エンジニアはバルブCvについて、脱圧時間が要件を満たし、金属の温度が低すぎないことを確認します。遮断弁間の体積が考慮されるよう、緊急制御を組み込みます。これらを一度に行う代わりに、プラントの設計が進む間、常に設計が適切か確認できるようテストを自動化するのです。設計過程において、配管サイズ、制御システム、バルブCvが将来変更される場合は、エンジニアに警告が通知され

ます。この脱圧テストは、プラントが適切に始動、運転、停止できるかを確認する為の、何百ものテストの1つであり、オーナー事業者およびプロセス/機械/制御エンジニアが指定した原料、装置設計、制御設計に基づきます。

新たな原油の選択など、予想外の市場の変化で設計基準が変わった場合、その変化の影響は、テストのNGにより数時間で判明します。何か月もかかる設計のリワークによる検証は不要です。

プロセスプラントのデジタルツインモデル

設計時に使用したデジタルツインが、オペレーション時には、以下のマスターモデルに進化します。

- 制御点検
- オペレーター訓練
(OTS: Operator Training Simulator)
- 装置パフォーマンスの監視
- リアルタイム最適化
(RTO: Real-Time Optimization)
- 予測的モデリング
- 動的な最適化

単一のマスターシミュレーションモデルで、費用と時間を大幅に削減できます。今日、運用中のプラントでは、各用途に応じてポイントソリューションが存在します(図1)。それ自体は妥当ですが、それら全てを適切に更新・維持することは難しく、すぐに旧式化します。新しいプラットフォームでは、各用途のシミュレーションを同じマスターシミュレーションからできます。装置性パフォーマンスの監視やリアルタイム最適化による詳細なプロセス情報により、実際のプラントの状態とシミュレーションモデルの比較もできます。

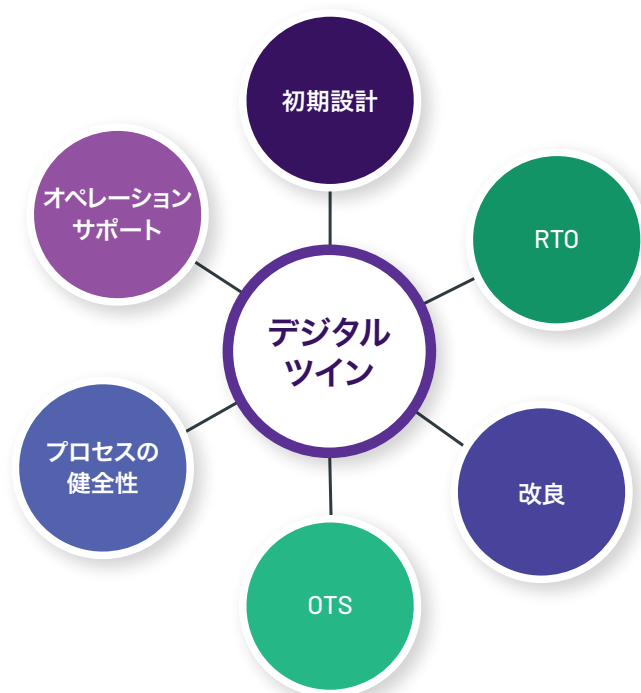


図1: プラントのライフサイクルを通じたデジタルツインプロセスモデルの応用

AVEVA™ プロセスシミュレーション

AVEVA Process Simulationは、50年にわたるAVEVAのプロセスシミュレーションの経験を活かして新開発した、次世代のプロセスシミュレーションプラットフォームです。設計やオペレーションにおいてデジタルツインを形成できる優れた機能を提供しています。

統合型ライフサイクルエンジニアリング

- 新開発された業界初のシミュレーションプラットフォーム
- 定常状態/流体/動的モデリングをサポート
- プロセスユーティリティ、フレア、石油採掘ネットワーク、プロセスプラントの相互運用ライブラリ
- プロセスやユーティリティ、石油採掘ネットワーク、上流工程などを単一プラットフォームで扱う統合型設備資産モデリング
- ライフサイクルを通して一元的にサポート、単一環境でモデルを構築

アジャイルプロセス開発

- コラボレーションが促進され、エンジニアリングワークフローが変化
- 複数の部署、タイムゾーン、設計/調達/建設部門間で、同じモデルを使って同時に作業が可能

- カスタムモデルや独自モデルのシミュレーションが可能な、オープンなモデル記述環境
- エンジニアリング会社でのシミュレーション主体の技術導入に伴い、エンジニアリングデータベースや制御システムエミュレーションツールを統合

次世代に対応

- 近代的なソフトウェア構造を採用
- 直感的なユーザーインターフェイス
- 各種のポイントソリューションを1つの統合プラットフォームに置き換え、学習曲線を向上

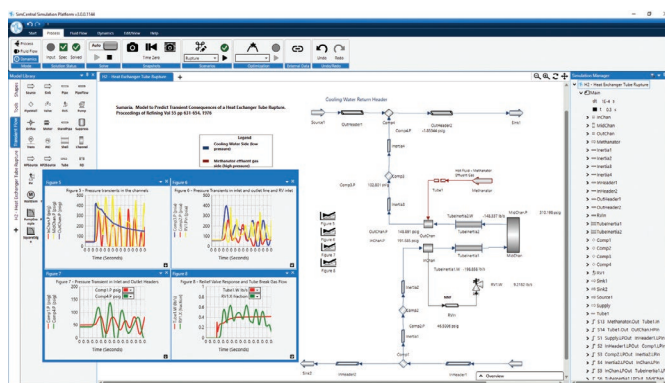


図2: AVEVA Process Simulationのユーザーインターフェイス: プロセス/流体/動的モード。プロセスモードではプロセスライブラリが開き、動的トレンドを表示している。スナップショットマネージャーでシナリオを管理。

ベストプラクティスワークフロー

AVEVA Process Simulation (旧SimCentral) の導入にあたり、導入プロセスで優先するものは、お客様によって異なります。最終的な目標は、統合型ライフサイクルシミュレーションプラットフォームを十分に活用することですが、早い段階で導入を促すには次のようなポイントがあります。

単一目的の (ポイント) ソリューションの統合

今日のポイントソリューションは、専用プログラム、社内開発された独自コード、Microsoft Excelシート、カスタムソリューションなどが多く、それぞれが単一目的に作られています。こうしたツールすべてを、AVEVA Process Simulationのオープンモデル記述機能で統合することで、使用するツールやサプライヤーの数を削減できます。また、多数のユーザーインターフェイスや、専門知識をもった少数のエンジニアへの依存が不要になります。

統合型ライフサイクルシミュレーションを新しいプロセス開発に活用

AVEVA Process Simulationは、プロセスの操作性の向上、定常状態のモデリングの改善と簡素化、動的状態のモデリング改善によるプロセス安定性の向上、プロセス制御性の早期理解によるモデリングエキスパートと制御エキスパートの間のコラボレーションの強化、ネットワークシミュレーションによるユーティリティシステム関連の新たな情報の取得などを促進します。

移行

AVEVA Process Simulationの導入と、既存のAVEVAツールや代替サプライヤーからの移行は、徐々に行われるプロセスです。AVEVAは経験に基づき、導入が可能になってから1年以内にスムーズに移行できるよう支援するツールを提供します。AVEVAの主力製品の強力かつ長期的なロードマップでは、少なくとも10年間は投資の効果が発揮されます。



メリット

AVEVA Process Simulationは2017年3月に、プロセスユーティリティ向けの初回リリースとして発売されました。いくつかのEPC企業から、短期間で早くもメリットが報告されています。

あるグローバルEPC企業は、2017 AVEVA User Conferenceで (北米の製油所での冷却水改善プロジェクトに関して) 次のように話しました。「お客様から、『このエリアをすべて取り払うか、この装置を切り替えたらどうなりますか』と聞かれたら、以前は『2週間お待ちください』と答えなくてはなりませんでした。AVEVA Process Simulationであれば、シミュレーションが常に実行されているので、『2時間お待ちください』と言えます」。また、「プロセスシミュレータの使用経験がないエンジニアでも徐々に学習しています」と述べています。

Hyundai Engineering Co.は、「複雑なプロセスを高速かつ効率的にモデル化するためAVEVA Process Simulationを選びました」とコメントしています。真空移送ラインの最適な設計、エンジニアリング、構築のシミュレーションは、高速と2段階フローのため難しくなっています。AVEVA Process Simulationのおかげで、臨界速度にならないよう迅速に対応でき、プロセスエンジニアは短時間で最適な設計を提案できます。従来のシミュレーションツールでは、こうしたシミュレーションを実行する手順が長く、時間やコストがかかるため、期待に応えられませんでした。

化学会社とのワークショップでは、AVEVA Process Simulationは次の点で評価されました。

- 統合型動的シミュレーションでプロセスオペレーション、始動手順、システムの安全性が向上
- 統合型動的シミュレーションで早期にプロセス制御を理解し、モデリングエキスパートと制御エキスパートの間のコラボレーションが向上

- 流体ネットワークシミュレーションでプロセスユーティリティシステムのボトルネックを解消
- 共通ツールセットの使用で学習曲線が向上、熟練エンジニアの利用を最適化
- プラントのスタッフ減少や人員不足に備えたOTSシステムモデルの提供
- 見積もりツールとの統合
- プラントライフサイクル全体を通してシミュレーション作業を50%削減
- プロセス設計、OTS、装置パフォーマンス監視を単一ツールでサポート
- 早期導入により、AVEVAの開発計画への働きかけが可能
- AVEVA Process Simulationは、他のツールと比べ最新のニーズに対応

AVEVA Process Simulationは上流で統合型設備資産モデリング (IAM: Integrated Asset Modelling) の将来に応える理想的な環境です。既存分野の生産では、IAMによるメリットはこれまで2~7%でした。このメリットは、油田、ネットワーク、処理施設のシミュレーションを単一の統合環境で実行しても継承されます。現在のアプローチは複数のツールの寄せ集めなので、多くの場合脆弱で、持続可能ではありません。

発電や配電 (従来/再生エネルギーを含む)、海水淡水化、廃水処理など、多くの業界やアプリケーションへのメリットも容易に想像できます。

結論

ライフサイクルプロセスシミュレーションは、プロセスシミュレーションプロバイダーやその顧客にとって長年の夢でした。現在のシミュレータは、従来のアーキテクチャが原因で課題に対応する最新の技術が活用できない状態です。次世代の統合型ライフサイクルシミュレーションプラットフォームであるAVEVA Process Simulationは、お客様のニーズや課題に対応した製品です。新設計されたこの製品はお客様に多くのメリットを提供いたします。

AVEVA Process Simulationをすでに採用している企業については、Covestroの移行の理由に関するビデオをご覧ください。

[sw.aveva.com/videos/covestro-optimizes-process-simulation-for-digital-twin](https://www.aveva.com/videos/covestro-optimizes-process-simulation-for-digital-twin)

参考資料

- AVEVA Process Simulation WebページのAVEVAソフトウェアに関する記事 [aveva.com/discover-simcentral-simulation-platform](https://www.aveva.com/discover-simcentral-simulation-platform)
- AVEVA Process Simulation 概要ビデオ www.youtube.com/watch?v=1WEAKDTw3C4
- WorleyParsonsプレスリリース www.aveva.com/en/Resources/News_Centre/Press_Releases
- Hyundaiプレスリリース www.aveva.com/en/Resources/News_Centre/Press_Releases
- ARCとの共同エンジニアリングホワイトペーパー (お求めに応じて提供)

著者について

Dr. Ian Willetts : AVEVAのProcess and SimulationのVice President。AVEVA社内で設計、シミュレーション、トレーニングビジネスをグローバルに管理(R&D、製品管理、サービスなど、ビジネスのあらゆる側面を含む)。プロセス産業において、プロセスシミュレーション/最適化ソリューションの導入に30年携わる。また、長年にわたって業界有数の出版物に何十もの記事を発表しており、業界のソートリーダーとして知られる。英国Oxford大学でエンジニアリング科学の博士号を取得。最近になって再びOxford大学のSaidビジネススクールでMBAを取得。

Cal Depew : AVEVAの次世代シミュレーション製品であるAVEVA Process SimulationのProduct Director。以前は動的シミュレーションのProduct Directorとして、エンジニアリング研究のための第一の標準である動的プロセスシミュレータと、オペレーター訓練シミュレータのプロセスモデルを設計。また、700 MWの石炭火力発電所のオペレーター訓練シミュレータのSenior Project Managerを務めた。AVEVA入社前、Fluorの動的シミュレーショングループを率いて70を超える研究を指揮し、プロセスエンジニアリングの動的シミュレーションの新しいアプリケーションを開拓した。カリフォルニア大学バークレー校で化学エンジニアリングの学位を取得。