

ZEBの実現に向けた 空調システムシミュレーションの革新 「設計と運用をつなぐ」新たな一歩

株式会社竹中工務店
技術研究所



建築業界で広く使用される「Energy Plus」と、モデロン社の「Modelon Impact」を連携させることで、設計段階の予測精度を高めると同時に、運用時の制御ロジック最適化の可能性を見出すことができました。



株式会社竹中工務店

本社所在地：大阪市中央区本町4-1-13

設立：1937年9月

事業内容：大手総合建設会社（スーパーゼネコン）。これまでに施工した建築物は東京タワー・日本武道館や5大ドーム球場（札幌・東京・ナゴヤ・大阪・福岡）をはじめ、全国有名美術館や商業施設、さらには病院、オフィスビル、ホテルなど多岐にわたる。



田中 規敏 氏

竹中工務店 技術研究所の主任研究員として、ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）の実現に向けた空調設備システムの研究開発を担当。社内の設計部門と密に連携しながら、省エネルギー性と快適性を高い次元で両立する空調技術の開発に加え、実プロジェクトへの技術導入・解析支援まで幅広く取り組んでいる。

導入の背景：運用フェーズにおけるエネルギーの“ズレ”をどう防ぐか

建物の省エネ設計をどれだけ綿密に行っても、実際の運用段階で空調機器の設定や制御が現場の状況に合わなければ、想定以上にエネルギーを消費してしまうことがあります。とくにオペレーショナルカーボン（建物の運用時に排出されるCO₂）を削減するには、竣工後も運用データをもとにチューニングを重ねていくことが不可欠です。

この「運用フェーズの最適化」に向けて、設計と運用の間を橋渡しする手段として注目したのが、システムシミュレーションでした。さまざまな運転パターンを仮想的に試すことで、事前に調整すべきポイントを洗い出す——このプロセスが、建物のエネルギー性能を持続的に高めていくカギになると考えたのです。

ツールに求めた要件

私たちがシステムシミュレーションツールに求めたのは以下の点です：

- 実際の建物環境を高精度に再現できる**モデリング機能**
- 複雑な空調システムの**動的挙動を正確に解析**できる性能
- 広く利用されている **Energy Plus との連成解析機能**
- 高度な解析を日常業務に無理なく組み込める**ユーザビリティ**

モデロン社との出会いと選定理由

先進的なHVACシミュレーション事例の調査を進める中で出会ったのが**モデロン社**でした。Modelica 言語による物理ベースモデリングや、HVAC 専用ライブラリの充実、クラウドベースの「**Modelon Impact**」プラットフォームの拡張性など、当社の要件と高い親和性を持っていました。

また、Modelica Buildings Libraryを活用した **Energy Plus との連成解析に精通**しており、モデル構築やトラブルシューティングの際には迅速なサポート体制が整っていたことも、導入の決め手となりました。

プロジェクト概要：空調システムの検証をワンフロアから

本プロジェクトでは、まず標準的なオフィスビルの**1フロア分の空調設備**に着目し、Buildings Libraryと Energy Plus を連携したシステムシミュレーションを構築しました。この第一ステップの主な目的は、**Energy Plus との連成解析の手法を習得**し、社内に知見を蓄積することでした。

* 2025年6月時点。



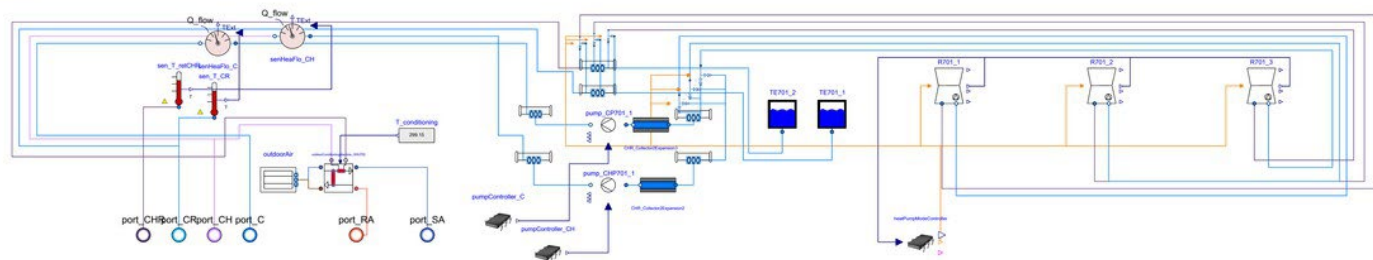


図1：プラントモデルの概要

成功のカギは「対話」と「段階的な構築」

モデロン社のエンジニアとは、図面や仕様書をベースにこまめにイメージをすり合わせることで、細かな制御シーケンスまで含めたモデルを精度高く構築することができました。さらに、Buildings Libraryに精通した専門家からのアドバイスにより、モデルを段階的に改善していくプロセスが確立できたのも大きな成果です。

使用技術とツール

- Modelon Impact (クラウドベースのシミュレーションプラットフォーム)
- Modelica HVAC / Buildings Library
- Energy Plusとの連成解析

直感的なUI (ユーザー・インターフェース) と豊富なドキュメントにより、初めてのモデル構築でもスムーズに作業を進めることができました。

成果と今後の展望

このプロジェクトでは、Energy Plusとの連成解析がスムーズに行えることを確認できました。モデル構築においても、私たちの運用視点に立った改善がなされ、第一段階としては大きな手応えを感じています。

今後は、中～大規模の実建物に対象を拡大し、**実運用データとの比較検証**によってモデル精度をさらに高めていく予定です。同時に、こうしたプロジェクトを通じて社内のシミュレーション技術の底上げや人材育成にもつなげていきたいと考えています。

まとめ

設計段階だけでなく、**運用段階での最適化まで見据えた空調シミュレーション**の重要性は今後ますます高まります。モデロン社との協業は、その実現に向けた大きな一歩となりました。今後も「快適さとエネルギー効率の両立」に挑み続けていきます。

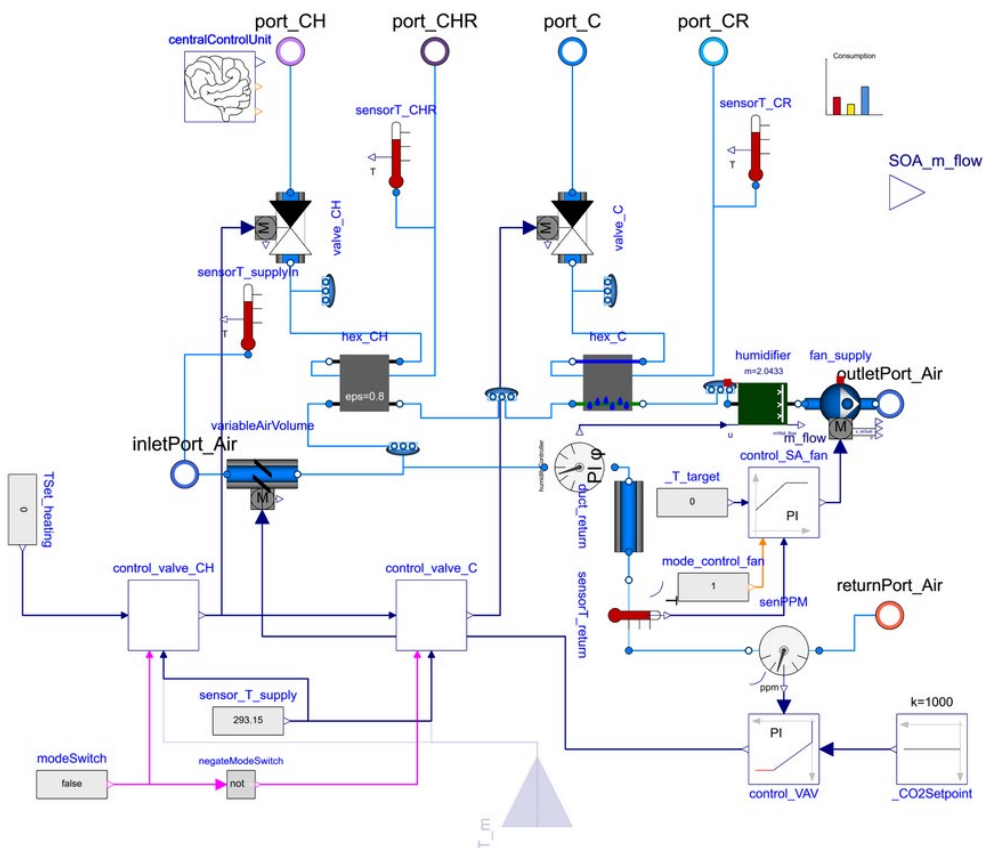


図2：戦略的に配置されたAHU (エア・ハンドリング・ユニット) システムモデルの概要