3 階建建造物（S+RC 造）エネルギーシミュレーション

－省エネルギー化を目的としたシステム制御の検証－

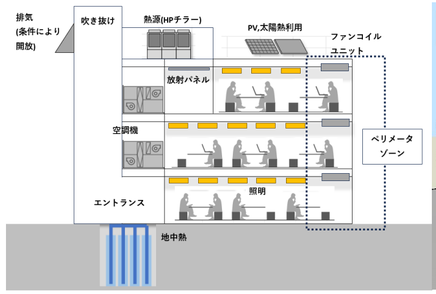
株式会社竹中工務店

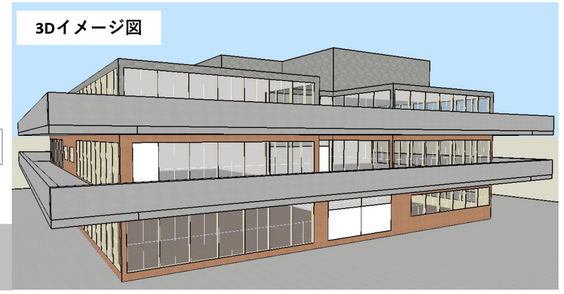
概要

2015 年に国連サミットで SDGs（Sustainable Development Goals）が採択された。SDGs を達成するために貢献できるポイントがいくつかあり、その中の一つにエネルギー効率の向上があげられる。エネルギー効率を上げた建物は、脱炭素を実現し環境に配慮した建物ということになるため、建物のエネルギーシミュレーションの重要性が増している。建物のエネルギーの最適化を図るためには、自然環境、建築条件、機械設計など様々な項目を考慮した複雑な設定が必要になり、ここでは建物エネルギーシミュレーションソフト「DesignBuilder」を使用したエネルギー消費削減に関するシミュレーションを実行した。

解析対象

対象施設は太陽熱や地中熱の自然エネルギーを利用した設備システムを有する延床面積 5,000 ㎡程度の建物を対象にエネルギー消費に関する年間シミュレーションを実施する。





EMS(Energy Management System)によるシミュレーション制御

EMS(Energy Management System)は DesignBuilder の計算プログラム Energyplus に搭載されたエネルギー管理システム。さまざまな「センサー」データにアクセスし、そのデータを使用して各機器の稼働・停止の命令から設定温度の変更等さまざまなタイプの制御アクションを詳細に指示することができる。制御を行った一例を記載する。

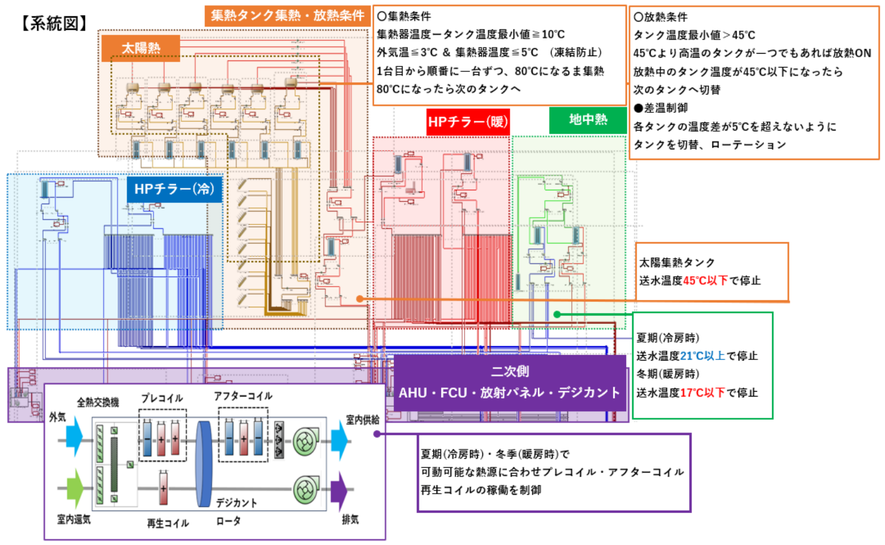
■運転モード切替

HP（ヒートポンプ）チラー、地中熱、太陽集熱（貯湯タンク）の複数熱源を持つ冷暖房システムを対象とし、熱源はスケジュールや出口温度によって運転モードを切り替え、稼動する熱源の ON／OFF および配管経路の切換えを行う。

■太陽集熱タンクの集熱･放熱

太陽集熱は 4F に集熱パネルを配置して熱交換で熱源として活用する。その際、効率的に運用するため 6 台の集熱タンクを用いて各タンクの上下端、中央の温度を参照し、タンクの太陽集熱・放熱を制御する。

■運転モード切替条件/太陽集熱タンクの集熱･放熱条件



■スケジュール制御

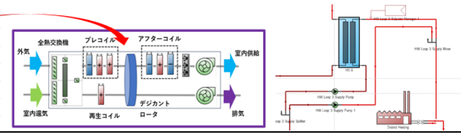
熱源の切替えは前述した環境状況や送水温度等により自動的に設定を変更する自動制御モードに加え、任意のタイミングで切替えを行うスケジュール制御モードを設けた。

■スケジュール制御の設定

▽手動設定する項目をCSV 形式で指定

datetime	operation_	HEX_1_2n	HEX_1_2n	Chiller_CV	Chiller_HWsp
2023/1/1 0:00	12	1.8	45	10	45
2023/1/1 0:30	12	1.8	45	9	44
2023/1/1 1:00	12	1.8	45	8	43
2023/1/1 1:30	12	1.8	45	10	42
2023/1/1 2:00	12	1.8	45	10	45
2023/1/1 2:30	12	1.8	45	10	45
2023/1/1 3:00	12	1.8	45	9	44
2023/1/1 3:30	12	1.8	45	8	43

自動計算されていた機器の稼働・停止判定や
チラーの出口温度を流量などをcsvで指定した値に制御



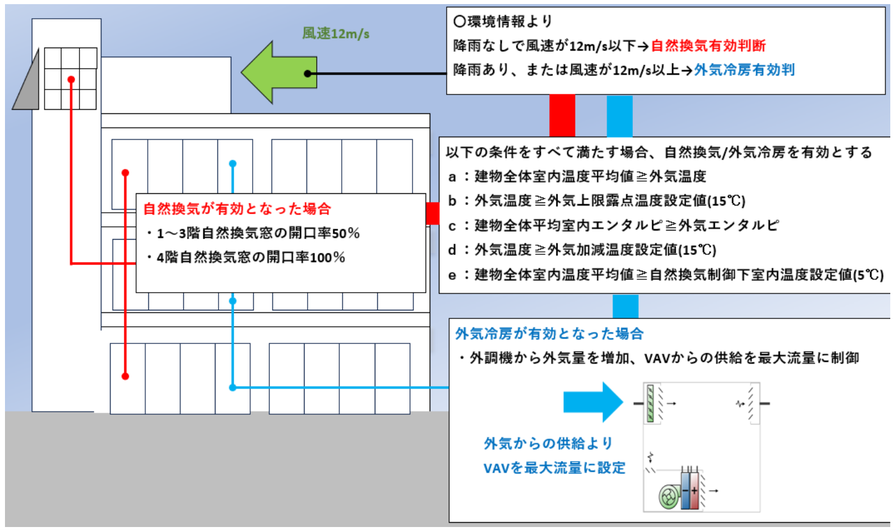
■自然換気

外壁開口およびゾーン間開口の設定を行い、開口部の開閉は室内外の温度、エンタルピ等より自然換気有効の判断をして制御する。

■外気冷房

自然換気と同様に、室内外の温度、エンタルピ等より判定を行い制御する。中間期(春・秋時期)に低温外気を冷房に利用することで熱源の稼働を抑え、省エネルギーを図る。

■自然換気/外気冷房制御条件



結果

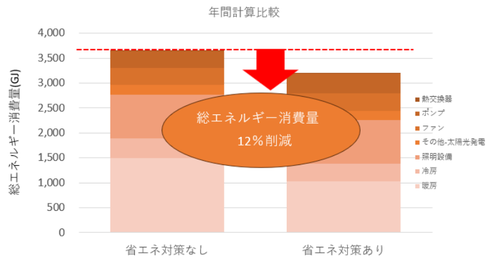
運転モード切替えにより自然エネルギーを活用した制御を行った場合と制御を行わない場合のエネルギー消費量をシミュレーションした結果、約 12%のエネルギー消費削減効果を得られる結果となった。太陽集熱タンクからの供給を停止した影響が大きく暖房の消費エネルギー量が大幅に減少した。

1)省エネ対策なし

	総エネルギー [GJ]	建物総面積あたりのエネルギー [MJ/m2]	空調有効面積あたりのエネルギー [MJ/m2]
総一次エネルギー消費量	5544.375	1158.181	1903.556
自然エネルギー分控除	3649.066	762.264	1252.838

2)省エネ対策あり

	総エネルギー [GJ]	建物総面積あたりのエネルギー [MJ/m2]	空調有効面積あたりのエネルギー [MJ/m2]
総一次エネルギー消費量	5094.728	1064.253	1749.179
自然エネルギー分控除	3199.419	668.336	1098.460



まとめ

上記結果１）省エネ対策なしのケースはスケジュール制御より運転モードの切替制御を任意指定して自然エネルギーからの供給を停止した結果であり、任意の状況をケーススタディとしてシミュレーションできることを確認できた。これらシミュレーションの結果を実際の稼働結果の比較や AI 学習による最適な稼働運用の分析に役立てていきたい。