

外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発（その 228）
 住宅におけるエアコン連続運転時と間欠運転時の室内環境とエネルギー消費量の検討
Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST (Part 228)
Study on Room Temperature and Energy Consumption
using 24 Hours Continuous Running Air Conditioning Simulation

正会員○小林 弘造（日建設計）
 技術フェロー 長谷川 巖（日建設計）
 正会員 飯田 玲香（日建設計）

特別会員 村上 周三（建築環境・省エネルギー機構）
 正会員 二宮 博史（日建設計）

Kozo KOBAYASHI*¹ Shuzo MURAKAMI*² Hasegawa IWAO*¹ Hiroshi NINOMIYA*¹ Reika IIDA*¹

*¹ Nikken Sekkei Ltd. *² Institute for Building Environment and Energy Conservation

The results of house energy simulation using the BEST-H program were described. Improvement of room temperature and energy saving were achieved by heat insulation performance and high performance air conditioning system, which drive continuously for 24 hours.

1. はじめに

スマートウェルネス住宅や省エネルギー住宅（ZEH等）の検討に活用できる総合的な建築・設備のシミュレーションツールとしてBEST住宅版（以降、本ツールと称す）を開発している。本ツールは室内環境とエネルギー消費量の双方を同時にシミュレーションすることができ、高断熱化の評価¹⁾等に活用されている。本報では、本ツールを用いて住宅におけるエアコン連続運転時と間欠運転時の室内環境とエネルギー消費量の検討を行った。

2. 検討条件

2.1 建物モデル

戸建住宅のシミュレーションを行った。入力した住宅モデルを図1に示す。延床面積 約120m²の住宅で主に南面に居室、北面に非居室が配置されている。

2.2 断熱性能レベルと検討ケース

断熱性能は表1のとおり3段階に設定した。それぞれの断熱性能レベルの建物において、以下の検討ケースの計算を行った。省エネ基準に示される居室間欠空調のスケジュール（居室を在室時空調、ただし就寝中は冷房は行わぬが暖房は行わない。）で各室のエアコンを運転するものをケース1とした。それに対して、1階のLDのみ24時間空調を行うものをケース2とした。さらに、ケース2において、LDのエアコンを小能力機器を選んだものをケース

3及びケース4とした。検討ケースを表2に示す。その他の共通条件は表3に示す。

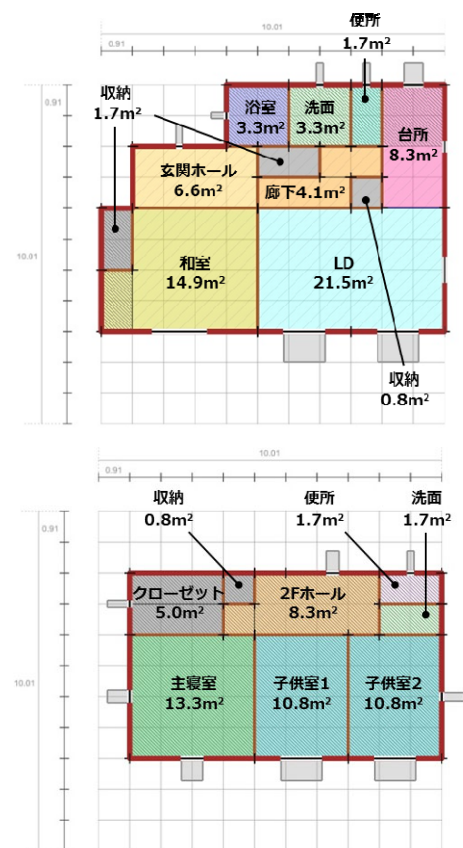


図1 住宅モデル

表1 断熱性能レベル

断熱性能レベル	レベル1	レベル2	レベル3
外皮平均熱貫流率 U _A 値 [W/m ² K]	0.87	0.6	0.5
開口部仕様	普通複層ガラス + 金属建具	Low-E複層ガラス + 樹脂製建具	

表2 検討ケース

検討ケース	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
各室のエアコン運転	省エネ基準に示される 居室間欠空調のスケ ジュール	1階のLDのみ24時間空調 他室はケース1と同じ間欠空調		
LDのエアコン能力	冷房能力: 7.1kW(COP2.9) 暖房能力: 8.5kW(COP3.7)	冷房能力: 4.0kW (COP3.5) 暖房能力: 5.0kW (COP4.1)	冷房能力: 2.5kW (COP4.2)	冷房能力: 2.8kW (COP4.8)

表3 その他の共通条件

気象データ	拡張アメダス気象データ2010年版基準年(東京)	
計算間隔	5分	
在室人数	4人(省エネ基準に示されるスケジュール)	
家電等機器発熱	省エネ基準に示される発熱量・スケジュール	
照明	省エネ基準に示されるスケジュール 居室はLED、非居室は蛍光灯を想定	
暖冷房	期間	暖房: 11月4日~4月21日、冷房: 5月30日~9月23日
	設定温度	暖房: 20°C(空気温度)、冷房: 27°C(空気温度)
エアコン能力	主寝室:	冷房能力 2.5kW(COP4.2)、暖房能力 2.8kW(COP4.8)
	子供室1・2:	冷房能力 2.2kW(4.3)、暖房能力 2.4kW(COP4.9)
スケジュール	省エネ基準に示される居室間欠のスケジュール	
換気	換気	換気量・換気経路は、省エネ基準と同様換気量・換気経路・スケジュールは省エネ基準と同様 台所(300m ³ /h)、便所(40m ³ /h)、浴室(100m ³ /h)の第3種換気
	すきま風量	なし
開口部遮蔽	レースカーテンを常時閉	

3. 計算結果

3.1 暖冷房エネルギー消費量

暖房の年間一次エネルギー消費量を図2に示す。図中の「Case1-1」は、断熱性能レベル1の建物におけるケース1の計算結果を示す。Case1-1~3-1を比べると断熱性能の向上に伴って暖房エネルギーが低減していく。

Case1-2~3-2はLDのエアコンを24時間運転としたケースであるが、運転時間が増えたことに応じて暖房エネルギーが増える。しかし、Case3-2の暖房エネルギーはCase1-1よりも小さくなっており、断熱性能を向上させることで24時間運転を行っても省エネルギーが実現できることを示している。

LDのエアコンに小能力高効率機器を選定したケース3(Case1-3~3-3)及びケース4(Case1-4~3-4)では、当然暖房エネルギーは小さくなっていく。Case1-1とCase1-4の比較にて、エアコンを小能力高効率機器として24時間運転とした場合の暖房エネルギーの低減は約4%であるが、Case3-1とCase3-4の比較にて、エアコンを小能力高効率機器として24時間運転とした場合の暖房エネルギーの低減は約20%となり、建物を高断熱とするほど、小能力高効率機器の24時間運転によって暖房エネルギーを低減できる結果となった。

冷房の年間一次エネルギー消費量を図3に示す。暖房に比べ断熱性能(遮熱性能)向上の影響は小さかった。

3.2 冬期代表日室内温熱環境

冬期代表日として2月14日・15日・16日のLD・廊下・洗面・浴室の温度変化を、図4左に示す。2月15日の明け方の温度は、Case1-1でLD: 9.5°C 廊下: 9.5°C 洗面: 9.0°Cであったが、Case3-1では断熱性能の向上により、LD: 12.1°C 廊下: 11.8°C 洗面: 11.5°C まで上昇し、快適性が向上したことが確認できた。LDのエアコンを24時間運転としたケースでは非居室(廊下・洗面・浴室)の温度は、さらに上昇している。なお、エアコンを小能

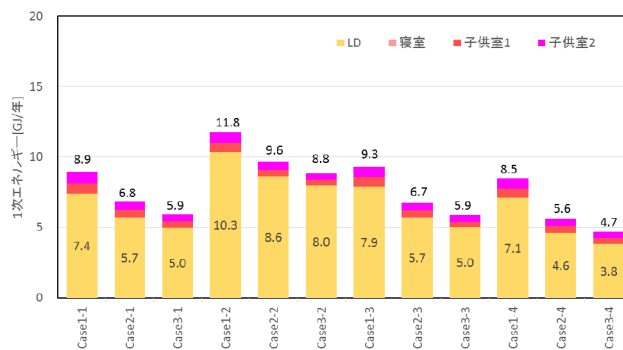


図2 暖房の年間一次エネルギー消費量

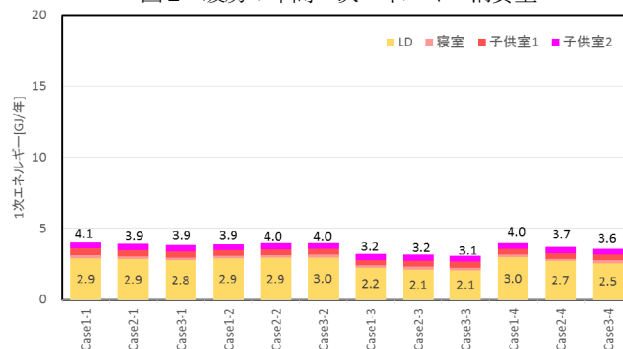


図3 冷房の年間一次エネルギー消費量

力機器としたケースでも明け方の温度は同じ値となった。

3.3 夏期代表日室内温熱環境

夏期代表日として8月4日・5日・6日のLD・廊下・洗面・浴室の温度変化を、図4右に示す。

Case1-4は、LDのエアコンを24時間運転とした上で、エアコンを最も小能力機器としたケースであるが、8月5日13時05分には28.3°Cまで上昇し、設定温度27°Cを満足させることができない結果となった。これによりエアコン能力が不足していることが判る。なお、断熱性能を向上させたCase2-4では設定温度27°Cにて制御ができており、能力不足となっていないことが判る。

このように本ツールでは、断熱性能向上と適切なエアコン能力選定の双方による省エネルギー検討の際に、エアコンが能力不足となっていないかどうかを確認しながら実施することが可能である。

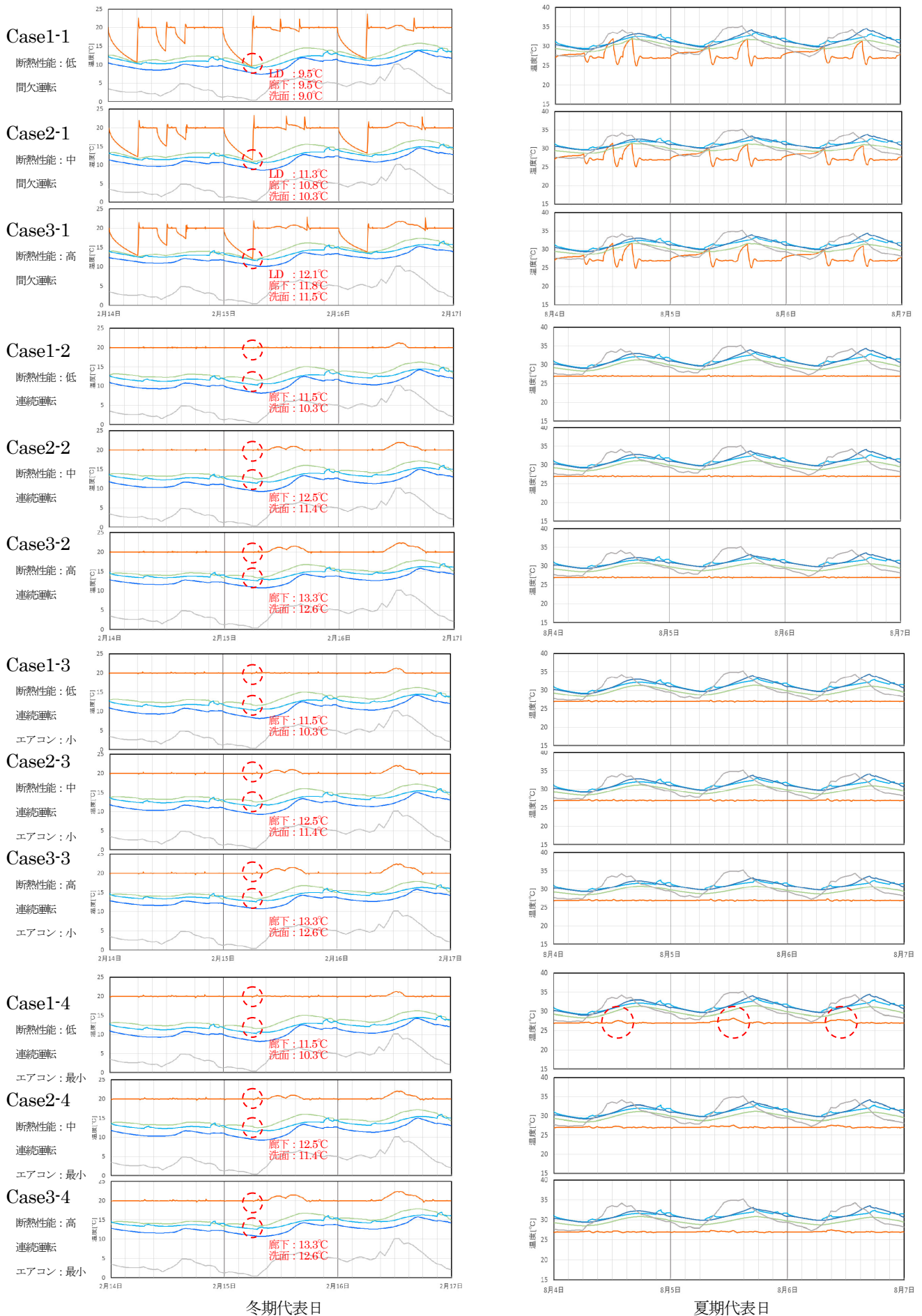


図4 代表日の室内温熱環境

3.4 年間1次エネルギー消費量低減率

図5に建物全体の一次エネルギー消費量を示す。今回の検討ケースにおいては、断熱性能の向上による一次エネルギー消費量の低減率は、Case1-1からCase3-1の低減率で約5%であった。また、断熱性能の向上に加えて、エアコンを小能力高効率機器として24時間運転とした場合の低減率は、Case1-1からCase3-4の低減率で約7%であった。

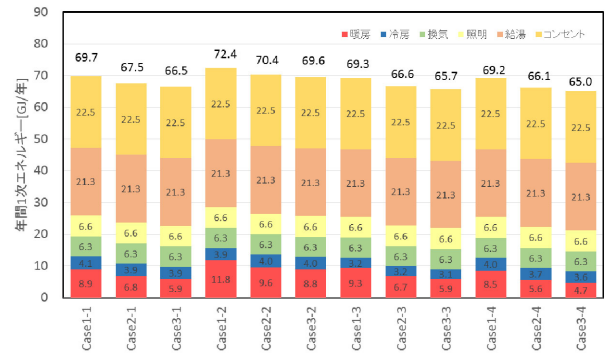


図5 建物全体の年間一次エネルギー消費量

4. 本ツールを用いた検討方法

本ツールは、シミュレーションを実施した直後に計算結果を画面表示する機能を備えている。図6に一次エネルギー消費量と処理熱負荷の計算結果表示画面を、図7に室内環境の計算結果表示画面を示す。室内環境の表示画面では、本報で示したような建物内各室の温度変化について任意の期間を指定して表示させることが可能となっている。計算条件を変化させて検討を行う際に、エネルギーと室内環境の双方の結果を確認しながらスタディーを行うことが可能である。

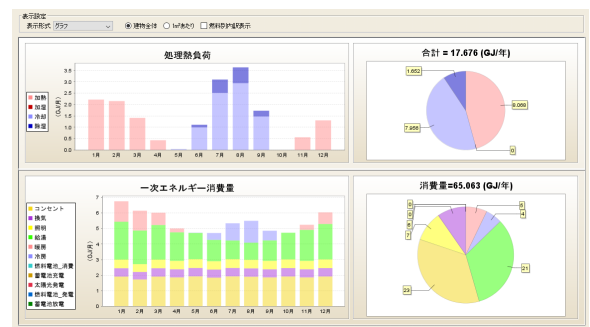


図6 本ツールの一次エネルギー消費量と処理熱負荷の計算結果表示画面

5. まとめ

総合的な建築・設備のシミュレーションツールとして開発しているBEST住宅版を用いて、住宅におけるエアコン連続運転時と間欠運転時の室内環境とエネルギー消費量の検討を行った。

断熱性能を向上させることによる省エネルギーと快適性の向上に加え、エアコンの24時間運転によるさらなる快適性向上、能力過大とならない適切な能力のエアコンを選定することによる省エネルギー化について、本ツールによるシミュレーション結果を示した。

【参考文献】

1) 佐藤、小田桐、近藤、大沢：連成シミュレーションによる室内温度分布とエネルギー消費量の検討—新築戸建・集合住宅における高断熱化の評価例—、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、2018.9

【謝辞】

1. (財)建築環境・省エネルギー機構内に設置された産官学連携による環境負荷削減のための建築物の総合的なエネルギー消費量算出ツール開発に関するBESTプログラム開発委員会 住宅版開発委員会 の関係各位に謝意を表す。住宅版開発委員会名簿(順不同) 主査：長谷川巖(日建設計)、幹事：小林弘造(日建設計)、委員：佐藤誠、芹川真緒(佐藤エネルギーリサーチ)、三島憲明(関西電力)、品川浩一(日本設計)、近田智也(積水ハウス)、二宮誠英(東京ガス)、二宮博史、飯田玲香(日建設計)、オブザーバー：大平昇(東京ガス)、田岡知博(コンパス)、長井達夫(東京理科大 教授)、野原文男(日建設計総合研究所)、事務局：生稲清久(建築環境・省エネルギー機構)

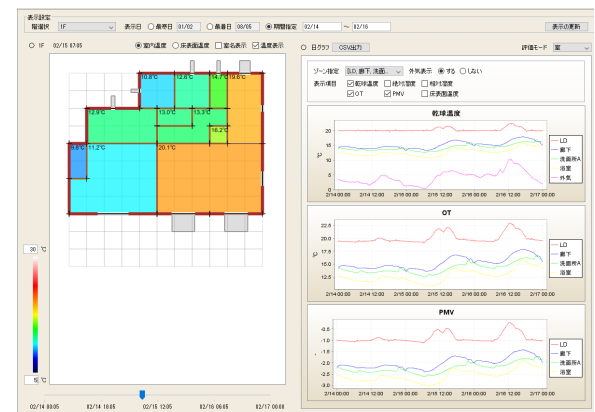


図7 本ツールの室内環境の計算結果表示画面