

## 戸建住宅における全館空調の一次エネルギー消費量に関する研究 (3)

岩本静男\* 傳法谷郁乃\*\* 児保茂樹\*\*\*

## Primary Energy Consumption of Central Air-conditioning in a Detached House

Shizuo IWAMOTO\* Ayano DEMPOYA\*\* Shigeki KOYASU\*\*\*

## 1. 本研究の背景

日本の住宅においては、北海道などの厳寒地域を除いて、部分暖冷房・間欠暖冷房となっている。在室する室・空間のみを暖冷房し、廊下・階段・洗面所・脱衣室・浴室・トイレ等の付室では考慮しないことが多い。また不在の空間では通常暖冷房を入れない。このため、入浴など居室から付室に移動する際に居住者周囲の環境が急変し、血圧や心拍等の急上昇を伴って脳疾患や心臓疾患の危険性が増大するおそれがある<sup>(1)</sup>。特に高齢者が居住する場合には注意が必要となる。

この対策として、常時全館を換気・暖冷房を行う全館空調方式が有効である。外気を取り入れた空調空気を用いるため換気基準は十分満たされており、室内の温熱環境はもとより、優れた空気環境となることも期待できる。空調方式にもよるが付室においても居室とおよそ同等の気温・湿度となり、温熱環境上のいわばバリアフリーとなる。

## 2. 本研究の目的と方法

温熱・空気環境上は大変望ましい全館空調ではあるが、消費エネルギーが増大する傾向にある。空調対象空間は大きくなり、連続運転であることから運転時間も大きくなる。室内の設定室温を同等として空調機器が同一ならば消費エネルギーは必ず増大する。住宅に対する日本の省エネルギー基準では、全館空調時の消費一次エネルギー量は、一般の部分・間欠空調時のおよそ2倍とされている。

全館空調では室別に風量を制御することで省エネルギー化を図ることができる。平成28年度の省エネルギー基準の改正によりこのVAVによる省エネルギー効果のある程度は評価させるようになったが、十分妥当とはいえない。そこで、本研究プロジェクトでは、商用ソフトのTRNSYSとTRNFLOWによる計算モデルを活用して、学術的に妥当な方法で、空調方式別に、年間の一次消費エネルギーと室内温熱環境を、評価することを目的とする。本稿は本プロジェクトの研究結果を報告するものである。

\*教授 建築学科

Professor, Dept. of Architecture

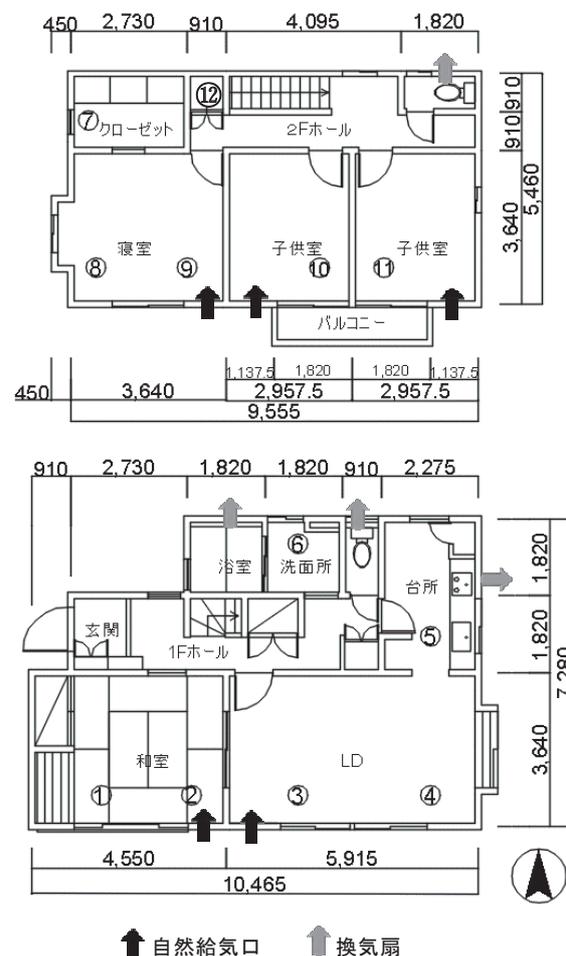
\*\*t助教 建築学科

Assistant Professor, Dept. of Architecture

\*\*\*特別研究員 工学研究所

Researcher, Research Institute for Engineering

## 3. 研究成果

図1 IBEC標準住宅<sup>(2)</sup>

## 3.1 計算対象と計算条件

計算対象住戸は、図1に示すIBECの標準住宅<sup>(2)</sup>とし、所在地は東京として標準気象データを用いる。常時換気量は160 m<sup>3</sup>/hと設定し、表1に示す標準住宅の在室者スケジュールを採用する。同様に照明、機器発熱のスケジュールも標準住宅のものに従った。ここでは、就寝時には冷暖房を行わない、図1の和室は未使用で在室者なし、と設定されている。

エアコン冷暖房と全館空調を想定して空調負荷の比較を行う。エアコン冷暖房では、図1に示す窓付近に設置した自然給気口、扉下

のアンダーカット、換気扇(40m<sup>3</sup>/h・個)による常時換気を TRNFLOW により計算し、LD、台所、寝室と2個室(以下、居室)の冷暖房・除湿負荷を求める。

全館空調では図1にある①～⑩の吹出口を想定し、⑪の吸込口から空調機へ戻す。冷暖房なしのときには最小風量 160 m<sup>3</sup>/h を各室床面積で按分して供給する。吹出気温を暖冷房時 40℃・15℃とし、⑫の吸込口気温との気温差と風量を用いて暖冷房・除湿負荷を求める。

窓建具によるすきまを評価するために、窓サッシのすきま特性値を調整し、JIS A 2201:2017 に基づいてすきま風量を TRNFLOW で求めて相当すきま面積 C 値が 2.1、4.2 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> となるよう設定した。

表1 在室者スケジュール

居室名		在室者人数[人数]											
		AM 0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
LDK	平日	AM											
		PM											
	休日	AM					1	2	3	2	1		
		PM	2	1			2	3	4	2	1		
子ども室1	平日	AM											
		PM											
	休日	AM					1						
		PM											
子ども室2	平日	AM											
		PM											
	休日	AM											
		PM	1										
寝室	平日	AM											
		PM											
	休日	AM											
		PM											

3.2 計算ケースの設定

計算条件を表2に示す。全館空調では冷暖房のないときは季節別に想定した吹出気温を用いて負荷計算を行った。

表2 計算ケース

	Case1	Case2	Case3	Case4
相当すきま面積	2.1	4.2	2.1	4.2
空調方式	個別空調		全館空調	
設定気温	暖房	22℃		
	冷房	26℃		
吹出気温	暖房	-		40℃
	冷房	-		15℃
空調対象室	居室(LD、台所、寝室、子ども室2つ)			
空調時間	間欠運転		常時	

VAV の計算では、風量制御を追跡して空調機を含めたシステム全体のシミュレーションを行うべきであるが、計算負担が大きくなる。本プロジェクトでは吹出風量は理想的に決定されると想定して、Case1 の負荷と吹出気温から逆算して決定した。室負荷の発生しないところでは最小風量とする。例えば和室・浴室では常に最小風量である。非空調時は吹出気温は還気と外気の風量比混合とした。

3.3 計算結果

各ケースの冷暖房・除湿負荷の集計結果を図2に示す。加湿負荷は考慮していない。Case1 と Case2 では大きな差は見られず、児保ら<sup>(3)</sup>と同等といえる。自然給気口とすきまによる風量を比較すると児保ら<sup>(3)</sup>では 160 m<sup>3</sup>/h のほとんどが自然給気口から供給されるが、この結果ではすきまと自然給気口とでおおよそ半々となっている。外気が導入される風量に違いはないので差が現れなかったと思われる。全館空調では Case3 より Case4 で冷暖房・潜熱負荷が児保ら<sup>(3)</sup>より大きい。二つの違いは相当すきま面積だけであり、他は全く同じ条

件である。全館空調では全熱交換器を用いているが、すきまが大きいと空調機へ戻る風量が少なくなる、還気空気の気温が変化する、などの影響と思われる。暖房負荷が大きい、換気時に季節別の吹出気温を設定したことが原因と思われる。全負荷は Case1 に比較して Case3 が 1.04 倍、Case2 に比較して Case4 は 1.17 倍となっており、全館空調システムを用いる際、建物の気密性によって負荷が変わる場合があることが示された。

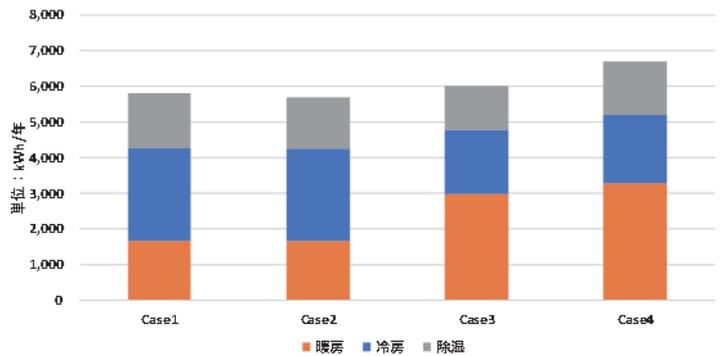


図2 計算結果

4. まとめ

本プロジェクトでは、商用ソフトの TRNSYS と TRNFLOW による計算モデルを構築し、エアコン等による部分間欠空調とダクト式セントラル空調機システムによる全館空調との冷暖房・除湿負荷を比較した。

今後の課題として、①居室や付室の温熱環境、②カーテン等の日射遮へいの導入、③VAV による風量制御の計算モデル化、④消費電力による検討、が挙げられる。より現実的なシミュレーションのために今後も検討を続けたい。さらに、より省エネルギーとなる運転条件の再現方法、HEMS や AI を用いた詳細制御、などの検討を計画している。

(参考文献) (1) 羽山広文・他、人口動態統計を用いた疾病発生に関する研究その3 脳血管疾患と心疾患について、空気調和・衛生工学会大会講演論文集、G-21、2010年9月。

(2) 建築環境・省エネルギー機構：住宅事業主の判断の基準ガイドブック。

(3) 児保茂樹・岩本静男・傳法谷郁乃、住宅における全館空調システムに関する研究、第1報 概要と空調負荷の検討、日本建築学会大会学術講演梗概集、2019.9。

(4) 児保茂樹・岩本静男・傳法谷郁乃、住宅における全館空調による空調負荷と室内温熱環境、人間-生活環境系シンポジウム、2019.11。

(5) 梶谷達希・岩本静男・傳法谷郁乃・児保茂樹、住宅における全館空調システムに関する研究、第2報 隙間を考慮した空調負荷の検討、日本建築学会大会学術講演梗概集、2020.9。

(6) 梶谷達希・岩本静男・傳法谷郁乃・児保茂樹、住宅における全館空調による空調負荷と室内温熱環境 その2 CAV システムのシミュレーション、人間-生活環境系シンポジウム、2020.12。