

パラメータ感度解析に基づく建物熱負荷の簡易予測に関する研究

重回帰分析による気象条件の影響に関する検討

佐藤 匠

1. はじめに

近年、世界各地の平均気温の上昇など地球規模で気象が変化しており、建物熱負荷にも影響を及ぼすことが考えられる。建物熱負荷はシミュレーションソフトによって計算が可能だが、実行には多くのデータが必要となり、現代の気候の変化に対してその都度シミュレーションを更新するのは非効率的である。予測の効率化の手段として簡単な説明変数を用いたパラメータ感度解析による簡易予測が挙げられるが、実現に向けて予測の正確性と各パラメータの影響度を調べ、最適な予測方法を検討する必要がある。

本研究では、実在する建物をモデルとし、様々な都市において標準年の気象データを基にした温熱環境シミュレーションソフト THERB for HAM¹⁾を用いたシミュレーション結果から、重回帰分析による建物熱負荷の予測式を導いた。その後 2019 年の気象データを用い、シミュレーション結果と予測式による予測結果を比較した。このようなプロセスを通して、標準年の気象データに基づくパラメータ感度解析を用いた建物熱負荷予測に関して、現状での成果と改善すべき課題について検討することを目的とする。

2. 対象建物の説明

対象とする建物は 2 棟用意した。1 棟目は京都府京都市に立地し、2 棟目は福島県喜多方市に立地する居住者が生活する住宅である。以下では前者を A 棟、後者を B 棟と呼ぶことにする。A 棟と B 棟は共に二階建ての木造住宅で、空気循環式冷暖房方式による全館空調を採用している。共に 24 時間空調をおこなっており、空調の必要がない場合は自動的に停止する。表 2.1 と表 2.2 に両棟の建物概要を示す²⁾³⁾。

表 2.1 A 棟の建物概要

A棟	
場所	京都府京都市
工法	木造 2 階建て、在来工法
1 階床面積	70.88㎡ (21.87坪)
2 階床面積	51.84㎡ (16.00坪)
小屋裏床面積	18.23㎡ (5.63坪)
延床面積	140.95㎡ (43.95坪)
Q 値	1.72 (W/㎡・K)
C 値	0.4 (cm ² /㎡)
U A 値	0.5 (W/㎡・K)

表 2.2 B 棟の建物概要

B棟	
場所	福島県喜多方市
工法	木造 2 階建て、枠組み壁工法 (外壁・内壁 2×4)
1 階床面積	112.62㎡ (34.07坪)
2 階床面積	45.54㎡ (13.78坪)
小屋裏床面積	なし
延床面積	158.16㎡ (47.85坪)
Q 値	2.01 (W/㎡・K)
C 値	データなし
U A 値	0.61 (W/㎡・K)

3. 精度検証

対象建物の実測結果と、シミュレーションによる精度検証結果を図 3.1 から図 3.6 にかけて示す。測定地点は両棟ともに 1 階リビングで、対象項目は夏季の温度と相対湿度、冬季の温度である。実際に住民がいる建物であるため詳細な条件は把握できなかったが、各項目でおおむね一致した結果が得られたため、パラメータ感度解析の結果をシミュレーションで比較検討する上で妥当であると判断した。



図 3.1 夏季の A 棟における温度変化



図 3.2 夏季の A 棟における相対湿度の変化



図 3.3 夏季の B 棟における温度変化

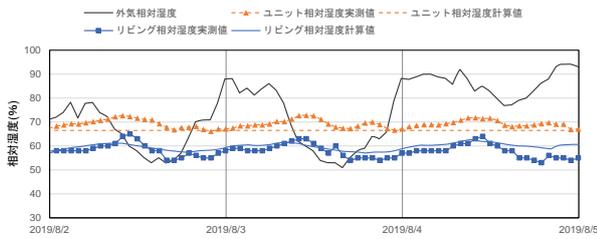


図 3.4 夏季の B 棟における相対湿度の変化

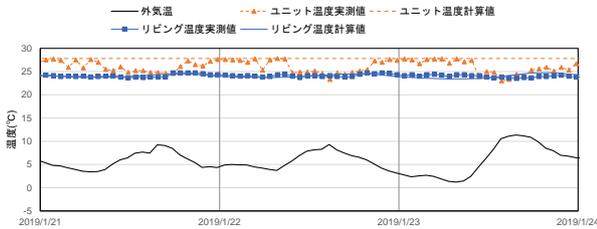


図 3.5 冬季の A 棟における温度変化



図 3.6 冬季の B 棟における温度変化

4. 重回帰分析によるパラメータ感度解析

4.1 重回帰分析とは

重回帰分析とは多変量解析の一種で、単回帰分析が式(1)のように1つの説明変数 x に対して1つの目的変数 y が導かれるのに対し、重回帰分析は式(2)のように複数の説明変数 $x_1 \sim x_n$ から1つの目的変数 y を導く。説明変数と目的変数の関係は全て一次式の線形関係で表される⁴⁾。

$$y = ax + b \cdots (1)$$

$$y = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + \cdots + a_nx_n + b \cdots (2)$$

また、お互いの説明変数は互いに独立しているため、ある説明変数の変化が別の説明変数の変化に影響を及ぼすことはなく、説明変数の変化に対して目的変数の値のみが変化する。

4.2 重回帰分析の手法

空気循環式冷暖房方式では空調室の温度とリビングの温度に差が生じるため、ユニット温度(機械室の温度)と各気象条件を説明変数にした目的変数としてリビングの温度を求めた。その後リビングの温度と各気象条件を説明変数として熱負荷を求めた。

このようにして求められた1日当たりの熱負荷を合計し、1か月の期間熱負荷を求めた。そしてシミュレーション結果と重回帰分析による計算結果を比較した。この検証を複数の都市で、初めに標準年の気象デー

タを参考にして行った。そしてその過程で導かれた重回帰式を用いて、2019年の気象データを基にした際の重回帰式の有用性について検討した。図 4.1 から図 4.3 にかけて重回帰分析の連関図とフローを示す。

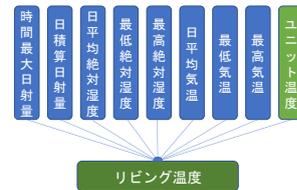


図 4.1 リビング温度を求める重回帰分析の連関図

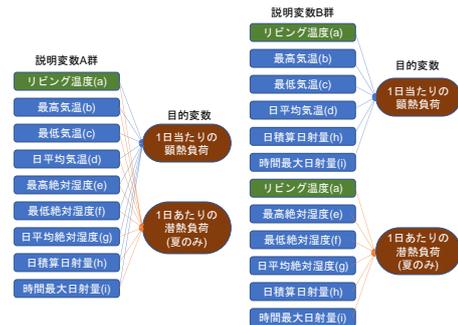


図 4.2 熱負荷を求める重回帰分析の連関図

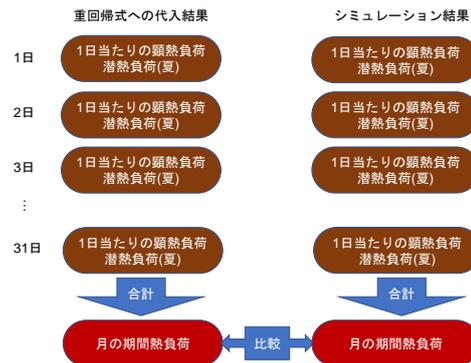


図 4.3 シミュレーション結果とパラメータ感度解析による計算結果の比較方法のフロー図

4.3 計算内容と条件

対象期間は、夏は8月1日から31日まで、冬は1月1日から31日までとした。対象地域は夏季冬季とも5箇所ずつ選定した。また、ユニットの温度を夏季は19℃から23℃、冬季は26℃から30℃に変化させた。表 4.1 に各対象地域の概要を示す。

表 4.1 分析対象地域の概要

	測定地域	緯度(°)	経度(°)	省エネ地域区分	日射地域区分
夏季(8月)	那覇市	26.12	127.41	8地域	A4
	鹿児島市	31.33	130.29	7地域	A4
	福岡市	33.35	130.23	7地域	A4
	東京23区	35.41	139.46	6地域	A3
	長野市	36.40	138.12	4地域	A4
冬季(1月)	福岡市	33.35	130.23	7地域	A4
	東京23区	35.41	139.46	6地域	A3
	長野市	36.40	138.12	4地域	A4
	青森市	40.49	140.46	3地域	A2
	札幌市	43.04	141.20	2地域	A2

4.4 重回帰分析の結果

標準年の気象データを用いて算出した建物熱負荷予測の重回帰式に関して、一部結果を抜粋し夏季は那覇市と長野市、冬季は札幌市と福岡市の顕熱負荷に関して検討した際の、重回帰分析の結果を表 4.2 から表 4.11 にかけて示す。

夏季に関しては、重相関係数や重決定係数は那覇市の方が長野市よりも高く、冬季は両都市に大きな違いはなかった。いずれの都市も重相関係数はほぼ 0.95 以上となり、室内温度を含めた気象条件の変化は建物熱負荷の大きさと強い相関性があることが確認できた。また、自由度調整済決定係数の値は説明変数 B 群よりも説明変数 A 群の方がやや高くなったが、大きな差はなかった。

さらに、偏回帰係数(2式)の $a_1 \sim a_n$ に各地で大きく違いが見られ、標準化偏回帰係数から導かれる各説明変数の目的変数への寄与率も各地で特有の結果を呈した。よって予測には、気象の地域性を考慮して各都市固有の予測式を用いる必要があることが分かった。

表 4.2 夏季の A 棟の重回帰分析結果(説明変数 A 群)

対象地点	那覇				長野			
重相関係数	0.99247				0.96949			
重決定係数	0.98499				0.93991			
自由度調整済決定係数	0.98406				0.93618			
説明変数	偏回帰係数	標準化偏回帰係数	寄与率	順位	偏回帰係数	標準化偏回帰係数	寄与率	順位
切片	8.04901				59.47430			
リビング温度(a)	-12.14989	-0.92228	39.53%	1	-12.03795	-0.81167	25.02%	2
最高気温(b)	0.26498	0.02698	1.16%	9	-0.43530	-0.08215	2.53%	8
最低気温(c)	-1.24215	-0.12511	5.36%	5	3.60072	0.53384	16.45%	3
平均気温(d)	12.29596	0.71318	30.56%	2	5.71507	0.88640	26.70%	1
最高絶対湿度(e)	-1.29338	-0.08281	3.55%	7	4.44165	0.46853	14.44%	4
最低絶対湿度(f)	-0.53838	-0.05395	2.31%	8	-0.98889	-0.10532	3.25%	7
平均絶対湿度(g)	1.90078	0.13487	5.78%	4	-2.48080	-0.25976	8.01%	5
日積算日射量(h)	-0.00129	-0.17519	7.51%	3	0.00159	0.11253	3.47%	6
1時間の最大日射量(i)	0.00630	0.00896	4.24%	6	-0.00057	-0.00434	0.13%	9

表 4.3 夏季の B 棟の重回帰分析結果(説明変数 A 群)

対象地点	那覇				長野			
重相関係数	0.98811				0.96233			
重決定係数	0.97636				0.92608			
自由度調整済決定係数	0.97489				0.92149			
説明変数	偏回帰係数	標準化偏回帰係数	寄与率	順位	偏回帰係数	標準化偏回帰係数	寄与率	順位
切片	-49.94807				42.57695			
リビング温度(a)	-11.79556	-0.91820	37.58%	1	-11.78337	-0.74012	24.69%	1
最高気温(b)	0.30416	0.02485	1.02%	9	-0.51159	-0.08111	2.71%	8
最低気温(c)	-1.75223	-0.14163	5.80%	4	4.38869	0.54681	18.24%	3
平均気温(d)	15.59284	0.72579	29.70%	2	5.55272	0.70716	23.59%	2
最高絶対湿度(e)	-2.15382	-0.11067	4.53%	6	5.33964	0.47318	15.79%	4
最低絶対湿度(f)	-1.07310	-0.08630	3.53%	7	-1.24258	-0.11117	3.71%	6
平均絶対湿度(g)	2.48332	0.14140	5.79%	5	-2.23514	-0.23514	7.84%	5
日積算日射量(h)	-0.00202	-0.21995	9.00%	3	0.00169	0.10058	3.36%	7
1時間の最大日射量(i)	0.00592	0.07464	3.05%	8	0.00035	0.00223	0.07%	9

表 4.4 夏季の A 棟の重回帰分析結果(説明変数 B 群)

対象地点	那覇				長野			
重相関係数	0.99166				0.95520			
重決定係数	0.98339				0.91240			
自由度調整済決定係数	0.98272				0.90885			
説明変数	偏回帰係数	標準化偏回帰係数	寄与率	順位	偏回帰係数	標準化偏回帰係数	寄与率	順位
切片	8.57431				45.78852			
リビング温度(a)	-12.14051	-0.92157	45.98%	1	-11.09297	-0.74796	29.04%	2
最高気温(b)	0.36865	0.03753	1.87%	6	-0.86722	-0.16367	6.35%	4
最低気温(c)	-0.86174	-0.08680	4.33%	5	3.11186	0.46137	17.91%	3
平均気温(d)	11.83722	0.68657	34.26%	2	6.95706	1.05469	40.94%	1
日積算日射量(h)	-0.00131	-0.17749	8.86%	3	0.00003	0.00223	0.09%	6
1時間の最大日射量(i)	0.00600	0.09433	4.71%	4	0.01902	0.14589	5.67%	5

表 4.5 夏季の B 棟の重回帰分析結果(説明変数 B 群)

対象地点	那覇				長野			
重相関係数	0.98602				0.94680			
重決定係数	0.97224				0.90843			
自由度調整済決定係数	0.97112				0.89223			
説明変数	偏回帰係数	標準化偏回帰係数	寄与率	順位	偏回帰係数	標準化偏回帰係数	寄与率	順位
切片	-46.86884				31.12749			
リビング温度(a)	-11.77576	-0.91666	45.98%	1	-10.97427	-0.68872	28.92%	2
最高気温(b)	0.72200	0.05899	2.95%	6	-0.92856	-0.14690	6.17%	5
最低気温(c)	-1.26500	-0.10225	5.12%	4	4.12449	0.51370	21.57%	3
平均気温(d)	14.02301	0.65272	32.66%	2	6.85325	0.82729	36.65%	1
日積算日射量(h)	-0.00182	-0.19775	9.89%	3	-0.00011	-0.00659	0.28%	6
1時間の最大日射量(i)	0.00557	0.07024	3.51%	5	0.02364	0.15245	6.40%	4

表 4.6 冬季の A 棟の重回帰分析結果(説明変数 A 群)

対象地点	福岡				札幌			
重相関係数	0.99039				0.98895			
重決定係数	0.98088				0.97802			
自由度調整済決定係数	0.97969				0.97665			
説明変数	偏回帰係数	標準化偏回帰係数	寄与率	順位	偏回帰係数	標準化偏回帰係数	寄与率	順位
切片	-59.29867				-50.70638			
リビング温度(a)	12.31071	0.72453	26.14%	2	12.30454	0.58956	24.56%	1
最高気温(b)	1.21232	0.15398	5.55%	7	-0.49441	-0.06664	2.36%	9
最低気温(c)	-2.37511	-0.21172	7.64%	5	-3.60555	-0.50263	20.94%	3
平均気温(d)	-8.15082	-0.76842	27.72%	1	-5.13878	-0.56571	23.57%	2
最高絶対湿度(e)	-3.64822	-0.26704	9.63%	4	-2.23096	-0.07509	3.13%	8
最低絶対湿度(f)	-3.04868	-0.16103	5.81%	6	-8.13147	-1.14979	6.24%	6
平均絶対湿度(g)	6.00411	0.31387	11.33%	3	7.82550	0.19570	8.15%	4
日積算日射量(h)	-0.00355	-0.14865	5.36%	8	-0.00718	-0.18755	7.81%	5
1時間の最大日射量(i)	0.00272	0.02272	0.82%	9	0.01565	0.07795	3.25%	7

表 4.7 冬季の B 棟の重回帰分析結果(説明変数 A 群)

対象地点	福岡				札幌			
重相関係数	0.97953				0.97886			
重決定係数	0.95948				0.95816			
自由度調整済決定係数	0.95697				0.95557			
説明変数	偏回帰係数	標準化偏回帰係数	寄与率	順位	偏回帰係数	標準化偏回帰係数	寄与率	順位
切片	-11.91546				-3.78447			
リビング温度(a)	11.81821	0.73126	26.44%	1	11.81881	0.58956	22.97%	2
最高気温(b)	0.55462	0.06255	2.26%	9	-0.83794	-0.08511	3.20%	8
最低気温(c)	-4.32834	-0.34247	12.38%	4	-5.16385	-0.63826	24.64%	1
平均気温(d)	-6.51663	-0.54531	19.72%	2	-4.46751	-0.56511	21.7%	3
最高絶対湿度(e)	-4.82337	-0.31338	11.33%	5	-1.88027	-0.06911	2.17%	9
最低絶対湿度(f)	-3.26340	-0.15300	5.53%	7	-9.21964	-1.19499	5.81%	6
平均絶対湿度(g)	7.76422	0.36039	13.03%	3	10.97069	0.24326	9.39%	5
日積算日射量(h)	-0.00495	-0.18384	6.65%	6	-0.01098	-0.25435	9.82%	4
1時間の最大日射量(i)	0.00991	0.07346	2.66%	8	0.02737	0.12087	4.67%	7

表 4.8 冬季の A 棟の重回帰分析結果(説明変数 B 群)

対象地点	福岡				札幌			
重相関係数	0.98692				0.98787			
重決定係数	0.97401				0.97589			
自由度調整済決定係数	0.97296				0.97491			
説明変数	偏回帰係数	標準化偏回帰係数	寄与率	順位	偏回帰係数	標準化偏回帰係数	寄与率	順位
切片	-57.88147				-54.88527			
リビング温度(a)	12.27091	0.72218	37.60%	2	12.28713	0.58972	28.94%	1
最高気温(b)	0.70953	0.08999	4.69%	4	-0.39725	-0.04551	2.24%	6
最低気温(c)	-2.92045	-0.26033	13.55%	3	-3.64046	-0.50749	24.95%	3
平均気温(d)	-7.86149	-0.74114	38.59%	1	-5.27413	-0.58061	28.54%	2
日積算日射量(h)	-0.00086	-0.03596	1.87%	6	-0.00791	-0.02691	10.17%	4
1時間の最大日射量(i)	-0.00853	-0.07118	3.71%	5	0.02112	0.10516	5.17%	5

表 4.9 冬季の B 棟の重回帰分析結果(説明変数 B 群)

対象地点	福岡				札幌			
重相関係数	0.97458				0.97740			
重決定係数	0.94981				0.95530			
自由度調整済決定係数	0.94778				0.95349			
説明変数	偏回帰係数	標準化偏回帰係数	寄与率	順位	偏回帰係数	標準化偏回帰係数	寄与率	順位
切片	-9.52134				-0.05028			
リビング温度(a)	11.78807	0.72816	41.22%	1	11.79333	0.58988	27.48%	2
最高気温(b)	0.16851	0.01900	1.08%	6	-0.49133	-0.04900	2.31%	6
最低気温(c)	-4.79343	-0.37927	21.47%	3	-5.30170	-0.65530	30.32%	1
平均気温(d)	-6.44480	-0.53930	30.53%	2	-4.31121	-0.42081	19.47%	3
日積算日射量(h)	-0.00119	-0.04408	2.50%	5	-0.01259	-0.02177	13.50%	4
1時間の最大日射量(i)	-0.00765	-0.05667	3.21%	4	0.03384	0.14842	6.91%	5

表 4.10 夏季の各地の予測に用いた重回帰式

対象地域	説明変数群	建物	顕熱負荷の予測式
那覇	A	A棟	8.05-12.15a+0.26b-1.24c+12.3d-1.29e-0.54f+1.9g-0.0013h+0.0063i
		B棟	-49.95-11.8a+0.3b-1.75c+15.9d-2.15e-1.07f+2.48g-0.002h+0.0059i
長野	A	A棟	8.57-12.14a+0.37b-0.86c+11.84d-0.0013h+0.006i
		B棟	-46.87-11.78a+0.72b-1.27c+14.02d-0.0018h+0.0056i
札幌	A	A棟	59.47-12.04a-0.44b+3.6c+5.72d+4.44e-0.99f-2.48g+0.0016h-0.0006i
		B棟	42.58-11.79a-0.51b+4.39c+5.55d+5.34e-1.24f+2.67g+0.0017h+0.0003i
札幌	B	A棟	45.77-11.09a-0.87b+3.11c+6.96d+0.00003h+0.019i
		B棟	31.13-10.97a-0.93b+4.12c+6.85d-0.0001h+0.0236i

表 4.11 夏季の各地の予測に用いた重回帰式

対象地域	説明変数群	建物	顕熱負荷の予測式
福岡	A	A棟	-59.3+12.31a+1.21b-2.38c-8.15d-3.65e-3.05f+6g-0.0036h+0.0027i
		B棟	-11.92+11.82a+0.55b-4.33c-6.52d-4.82e-3.26f+7.76g-0.0049h+0.0099i
札幌	A	A棟	-57.88+12.27a+0.71b-2.92c-7.86d-0.0009h+0.0085i
		B棟	-9.52+11.77a+0.17b-4.79c-6.44d-0.0012h-0.0076i
札幌	B	A棟	-50.71+12.3a-0.49b-3.61c-5.14d-2.23e-8.13f+7.83g-0.0072h+0.0157i
		B棟	-3.76+11.82a-0.84b-5.16c-4.58d-1.88e-9.21f+10.97g-0.011h+0.0274i
札幌	B	A棟	-54.59+12.29a-0.4b-3.64c-5.27d-0.0079h+0.0211i
		B棟	-0.05+11.79a-0.49b-5.3c-4.31d-0.0126h+0.0338i

4.5 熱負荷予測に関する測定結果と考察

熱負荷予測に関しては、夏季では、ユニットの温度が高いほど誤差にばらつきがあるという傾向が見られた。これは、外気温がユニット温度より低くなると自動的に空調が停止するため、重回帰分析上ではその影響が反映されなかったからであると考えられる。

また、夏季の長野市は他の都市に比べて気温が低い

日が多く見られ、その影響で空調が自動停止する機会が多くなり、予測に影響を及ぼしたとみられる。さらに4.4節でも述べた様に、予測式の相関性が那覇市のデータと比較し長野市が低かったことも、この原因に起因すると思われる。

また、冬季と夏季を比較すると冬季の方が予測の精度が高いという傾向が見られた。これは、夏季よりも冬季の方が外気温と室内温度に大きな差があり、空調が常に行われる状態にあったためだと考えられる。

以上より、空調が安定して行われている状況下では比較的高い精度で熱負荷予測ができるが、空調が自動停止し間欠空調になった場合に誤差が大きくなること分かった。

表4.12から表4.15にかけて、予測結果の一部を抜粋し、夏季は那覇市と長野市、冬季は札幌市と福岡市に関して、期間顕熱負荷のシミュレーション結果と予測式による予測結果と、比較による誤差の割合について示す。

表 4.12 夏季の A 棟の顕熱負荷の予測結果

地点	説明変数群	ユニット温度	シミュレーション結果(kwh)	予測結果(kwh)	誤差の割合
那覇	A	19°C	2219.2	2268.7	2.23%
		20°C	1999.4	2049.2	2.49%
		21°C	1780.1	1829.7	2.79%
		22°C	1560.7	1610.3	3.18%
		23°C	1341.2	1390.8	3.70%
長野	A	19°C	1647.1	1642.1	0.31%
		20°C	1427.3	1442.5	1.06%
		21°C	1208.3	1242.9	2.86%
		22°C	991.9	1043.3	5.19%
		23°C	786.5	843.8	7.28%
那覇	B	19°C	2219.2	2264.4	2.04%
		20°C	1999.4	2045.1	2.29%
		21°C	1780.1	1825.8	2.57%
		22°C	1560.7	1606.5	2.94%
		23°C	1341.2	1387.2	3.43%
長野	B	19°C	1647.1	1582.4	3.93%
		20°C	1427.3	1398.5	2.02%
		21°C	1208.3	1214.6	0.52%
		22°C	991.9	1030.7	3.92%
		23°C	786.5	846.8	7.66%

表 4.13 夏季の B 棟の顕熱負荷の予測結果

地点	説明変数群	ユニット温度	シミュレーション結果(kwh)	予測結果(kwh)	誤差の割合
那覇	A	19°C	2683.2	2681.0	0.08%
		20°C	2349.4	2406.9	2.45%
		21°C	2090.4	2132.8	2.03%
		22°C	1831.5	1858.7	1.48%
		23°C	1572.1	1584.6	0.79%
長野	A	19°C	1986.9	1981.1	0.29%
		20°C	1673.4	1734.4	3.65%
		21°C	1414.5	1487.8	5.18%
		22°C	1158.3	1241.2	7.16%
		23°C	913.7	994.6	8.85%
那覇	B	19°C	2683.2	2729.7	1.74%
		20°C	2349.4	2456.1	4.54%
		21°C	2090.4	2182.5	4.40%
		22°C	1831.5	1908.8	4.22%
		23°C	1572.1	1635.2	4.01%
長野	B	19°C	1986.9	1900.7	4.34%
		20°C	1673.4	1671.2	0.13%
		21°C	1414.5	1441.7	1.92%
		22°C	1158.3	1212.2	4.66%
		23°C	913.7	982.7	7.55%

表 4.14 冬季の A 棟の顕熱負荷の予測結果

地点	説明変数群	ユニット温度	シミュレーション結果(kwh)	予測結果(kwh)	誤差の割合
福岡	A	26°C	4478.9	4530.9	1.16%
		27°C	4725.8	4777.8	1.10%
		28°C	4972.8	5024.8	1.04%
		29°C	5219.7	5271.7	1.00%
		30°C	5466.5	5518.6	0.95%
札幌	A	26°C	7199.7	7135.4	0.89%
		27°C	7446.6	7382.2	0.86%
		28°C	7693.5	7629.1	0.84%
		29°C	7940.3	7875.9	0.81%
		30°C	8187.1	8122.7	0.79%
福岡	B	26°C	4478.9	4506.1	0.61%
		27°C	4725.8	4752.2	0.56%
		28°C	4972.8	4998.3	0.51%
		29°C	5219.7	5244.5	0.47%
		30°C	5466.5	5490.6	0.44%
札幌	B	26°C	7199.7	7117.3	1.14%
		27°C	7446.6	7363.8	1.11%
		28°C	7693.5	7610.3	1.08%
		29°C	7940.3	7856.8	1.05%
		30°C	8187.1	8103.3	1.02%

表 4.15 冬季の B 棟の顕熱負荷の予測結果

地点	説明変数群	ユニット温度	シミュレーション結果(kwh)	予測結果(kwh)	誤差の割合
福岡	A	26°C	5113.4	5224.0	2.16%
		27°C	5394.8	5505.6	2.05%
		28°C	5676.8	5787.3	1.95%
		29°C	5958.1	6068.9	1.86%
		30°C	6240.0	6350.6	1.77%
札幌	A	26°C	8230.6	8132.8	1.19%
		27°C	8511.9	8414.4	1.15%
		28°C	8793.8	8696.1	1.11%
		29°C	9075.1	8977.7	1.07%
		30°C	9357.0	9259.3	1.04%
福岡	B	26°C	5113.4	5182.0	1.34%
		27°C	5394.8	5462.5	1.25%
		28°C	5676.8	5742.9	1.17%
		29°C	5958.1	6023.4	1.10%
		30°C	6240.0	6303.8	1.02%
札幌	B	26°C	8230.6	8104.6	1.53%
		27°C	8511.9	8385.7	1.48%
		28°C	8793.8	8666.8	1.44%
		29°C	9075.1	8947.9	1.40%
		30°C	9357.0	9228.9	1.37%

5. むすび

今回の研究では、パラメータ感度解析に基づく建物熱負荷の簡易予測について、気象条件を変化させた場合の重回帰分析による予測の有用性について検証した。

夏冬ともに、標準年の気象データを学習データとして作成した分析式を用いて、終日空調の条件下においてある程度の誤差を許容した上で、異なる年度の気象データを用いた建物熱負荷予測が可能なが分かった。しかし間欠空調の期間が長くなった際に、線形関係で表された予測式では精度よく予測ができなかった。

今後の展望として、熱負荷予測をパラメータ感度解析で行う際に、間欠空調に対応できるような分析方法や計算の方法を模索する必要がある。また、建築仕様や建物の形状など、気象条件と他の要素との関連についても調査を進める必要がある。

参考文献

- 尾崎明仁：熱・水分・空気連成を考慮した建築の温湿度、熱負荷計算 Technical Papers of Annual Meeting of IBPSA-Japan, pp19-26, 2005
- 株式会社 S&G ハウジング京都：マッハシステム実測測定結果報告 2019
- 株式会社 TDF：マッハシステム実測測定結果報告 2019
- 米谷学：Excel 回帰分析入門 ツールで広がるデータ解析&要因分析