

住宅の室内温熱環境・冷房負荷 に関する数値解析

① 研究目的



近年、地球環境問題を背景として、改めて自然エネルギーを有効に利用した居住環境調整手法が注目されている。

特に寒冷地を中心に普及してきた高気密・高断熱住宅は、暖房負荷の低減や室内温熱環境の向上に対してその効果を十分に発揮してきた。

しかし、このタイプの住宅が比較的温暖な地域にも建設されるようになり、夏季における室内温熱環境の悪化、冷房用エネルギーの大幅な増加が懸念される。

① 研究目的



そこで室内温熱環境を快適な状態に保ち、また冷房負荷の低減による省エネルギー化を図るため、自然通風の利用や日射遮蔽・蓄熱体の効果を考慮することは有効な手段であると考えられる。

本研究では、夏季において、

- (1)夜間通風
- (2)日射遮蔽
- (3)蓄熱体の設置

を利用した環境調整手法を対象に室内温湿度、冷房負荷に関する数値解析を行い、快適で省エネルギー性に優れた冷房・通風方法について検討することを目的としている。

② 計算対象住宅の概要



図1に解析対象モデルを示す。日本建築学会住宅用標準問題モデルを用いる。

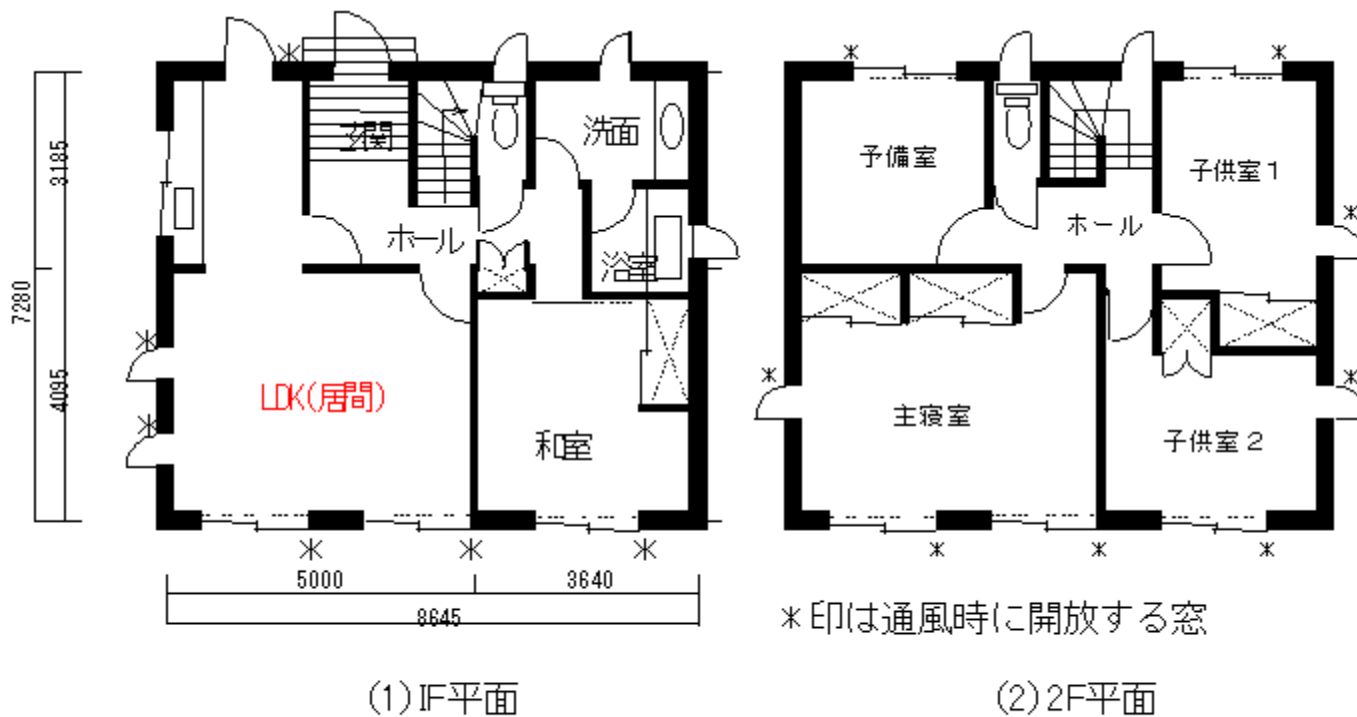


図1 解析対象モデル

② 計算対象住宅の概要



表1に対象住宅の断熱構造を示す。対象モデルの熱損失係数は $2.88[\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}]$ である。

表1 対象住宅の断熱構造

外壁	合板(10mm)+モルタル(30mm)+空気層+断熱材(40mm) +石膏ボード(12mm)
内壁	石膏ボード(12mm)+空気層+石膏ボード(12mm)
屋根	スレート(12mm)+合板(12mm)+断熱材(40mm)+石膏ボード(12mm)
1階床	床板(10mm)+合板(12mm)+断熱材(40mm)
2階床	カーペット(15mm)+合板(12mm)+空気層+石膏ボード(12mm)
窓ガラス	シングルガラス

熱損失係数： $2.88 [\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}] = 2.4 [\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}]$

③ 計算CASE及び計算対象地域

表2に計算caseを、図2に計算対象地域を示す。

表2 計算case

CASE	窓の開閉条件	日射遮蔽	蓄熱体(※1)
①	終日窓全閉	なし	なし
②	終日窓全閉	あり (遮蔽係数0.5)	なし
③	夜間窓開放 (AM.23:00~PM.6:00)	なし	なし
④	夜間窓開放 (AM.23:00~PM.6:00)	あり (遮蔽係数0.5)	なし
⑤	夜間窓開放 (AM.23:00~PM.6:00)	あり (遮蔽係数0.5)	あり

(※1)蓄熱体：レンガ(210×100×60mm)を1F床及び壁面積の1/2(下方)に設置

(※2)窓の開放率は0.5とし、平面図に開放する窓を*で示す。

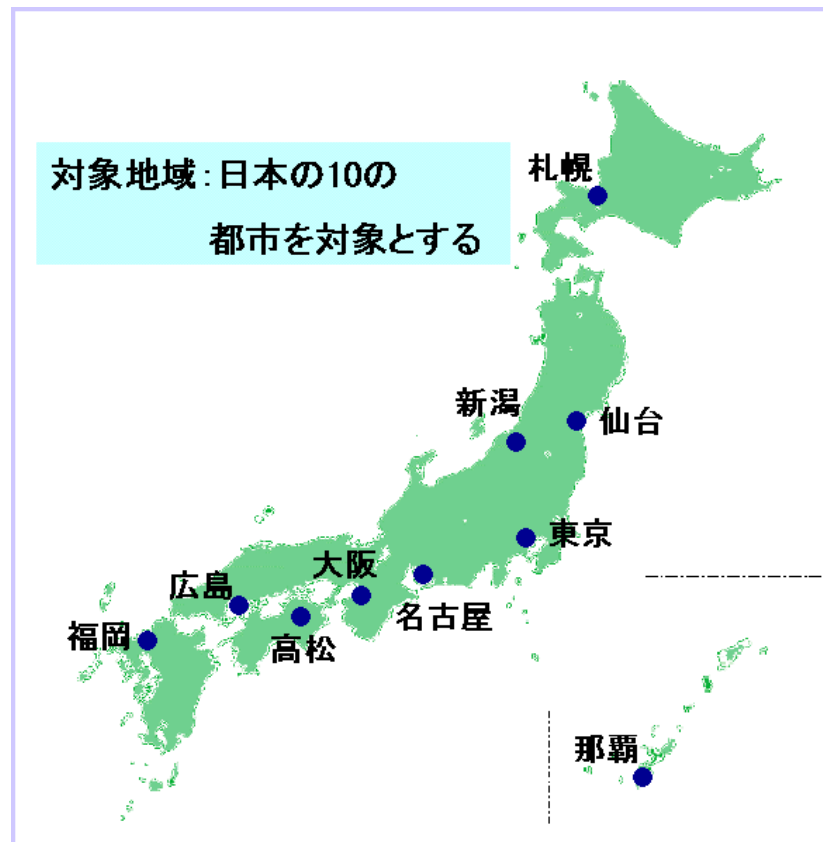


図2 計算対象地域

④ 冷房、窓の開閉条件及び内部発熱スケジュール

表3に冷房、窓の開閉条件及び内部発熱スケジュールを示す。

表3 冷房、窓の開閉条件及び内部発熱スケジュール

冷房		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
LDK	温度(°C)													26								26					
	北側子供部屋	温度(°C)			28				26															26		26	
南側子供部屋	温度(°C)			28																				26		26	
	寝室	温度(°C)			28																					26	
換気量																											
厨房換気	(m/h)							400						200						400							
夜間換気	開放率			0.5																						0.5	
照明・機器																											
LD	照明(W)								120																	170	
	機器(W)														100												
K	照明(W)								35																	35	
	調理(W)								600						300											600	
	冷蔵庫(W)																									45	
各子供部屋	照明(W)													50											50		
寝室	照明(W)								100																	100	
玄関	照明(W)													50												50	
2階ホール	照明(W)													40												40	
在室人数																											
LDK	(人)							1	4				1													3	
各子供部屋	(人)				1																					1	
寝室	(人)				2			1																		1	

・家族構成：夫婦と子供2人。

・各スケジュールは空気調和・衛生工学会の『住宅の消費エネルギー計算用設定条件のモデル化』と宇田川の『標準問題の提案』を参考に作成した。

⑤シミュレーションのフローチャート

図3にシミュレーションのフローチャートを示す。

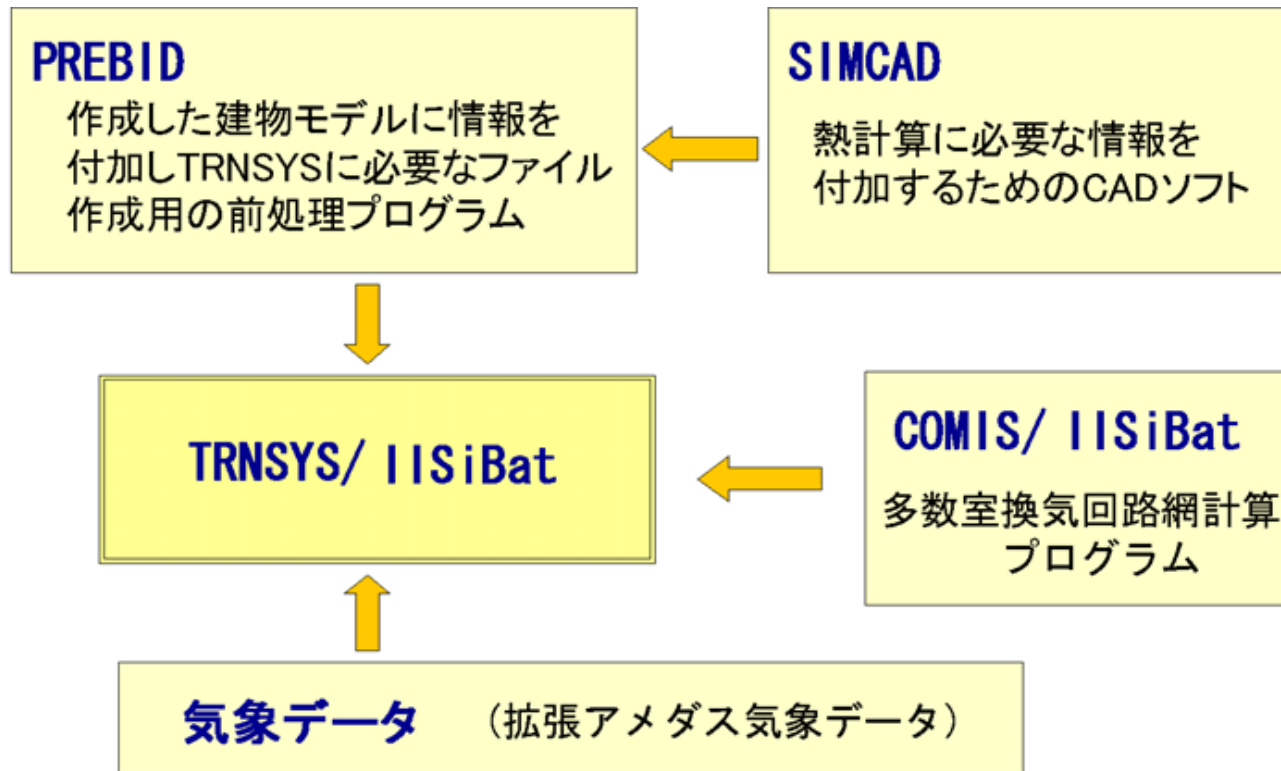


図3 シミュレーションのフローチャート

⑥ 8月の日積算冷房負荷の比較 (東京)



図4に8月の日積算冷房負荷の比較を示す。

(a) 日射遮蔽による効果 (図4(a))

(b) 夜間通風による効果 (図4(b))

夜間通風を行っても冷房負荷の低減率は約2%であり、冷房負荷低減の効果は殆ど無い。

(c) 蓄熱体による効果 (図4(c))

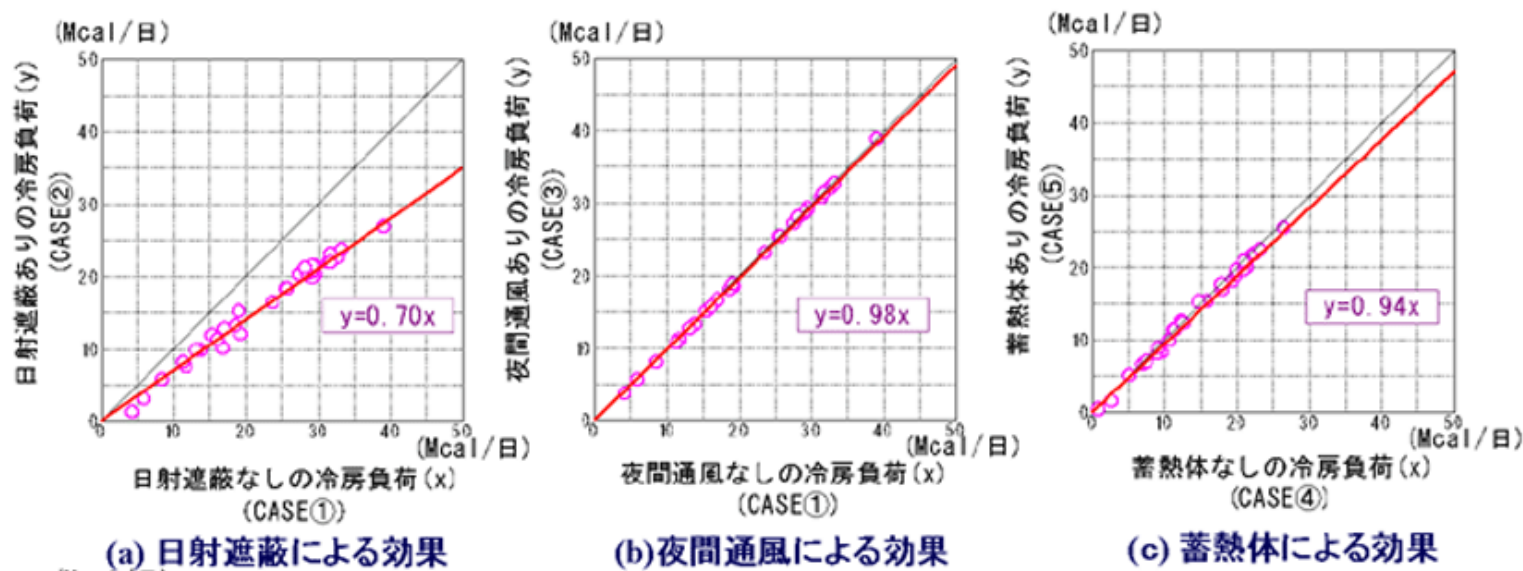


図4 8月の日積算冷房負荷の比較

⑦ 室内温度と冷房負荷の時間変化(東京の8月の最高気温日)

図5に室内温度と冷房負荷の時間変化を示す。CASE①とCASE③を比較すると、夜間通風により、夜間の室内温度低下に若干の効果があるが、冷房負荷低減には効果が殆どない。

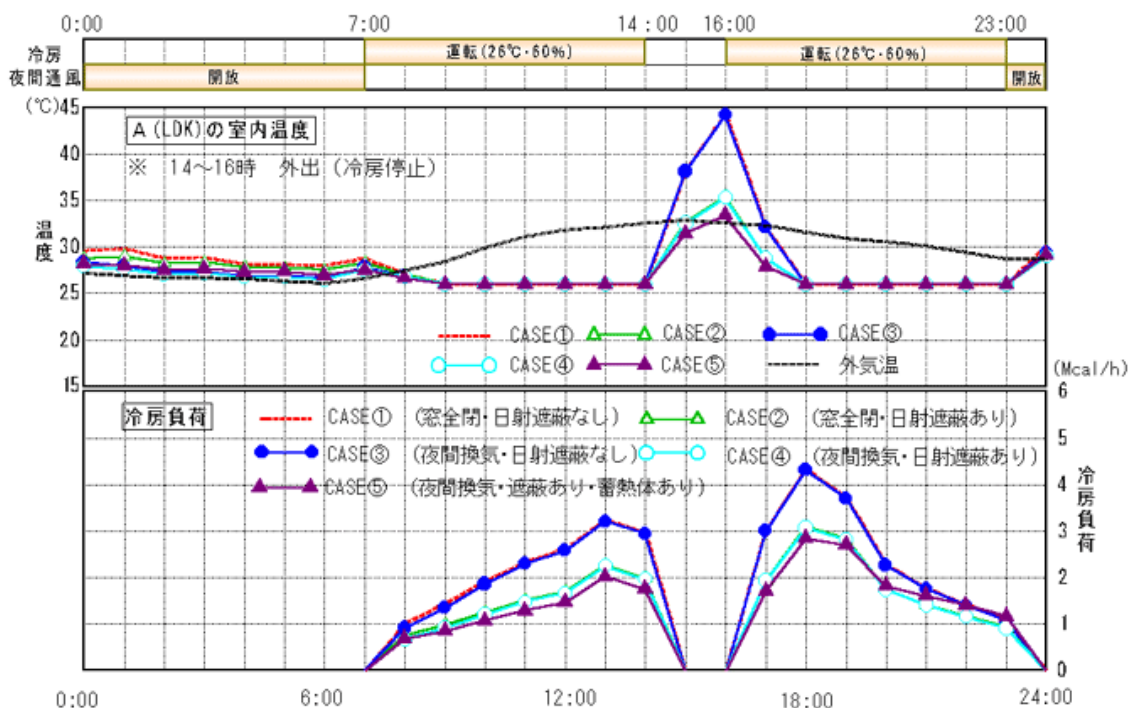


表2 計算case

CASE	窓の開閉条件	日射遮蔽	蓄熱体(※1)
①	終日窓全閉	なし	なし
②	終日窓全閉	あり (遮蔽係数0.5)	なし
③	夜間窓開放 (AM.23:00~PM.6:00)	なし	なし
④	夜間窓開放 (AM.23:00~PM.6:00)	あり (遮蔽係数0.5)	なし
⑤	夜間窓開放 (AM.23:00~PM.6:00)	あり (遮蔽係数0.5)	あり

(※1)蓄熱体：レンガ(210×100×60mm)を1F床及び壁面積の1/2(下方)に設置

(※2)窓の開放率は0.5とし、平面図に開放する窓を*で示す。

図5 室内温度と冷房負荷の時間変化(東京の8月の最高気温日)

⑦ 換気量の日変化(東京)



図6に換気量の日変化(東京)を示す。換気量は流入空気を正に、流出空気を負としている。換気量は風速や室内外温度差等に影響を受けている。

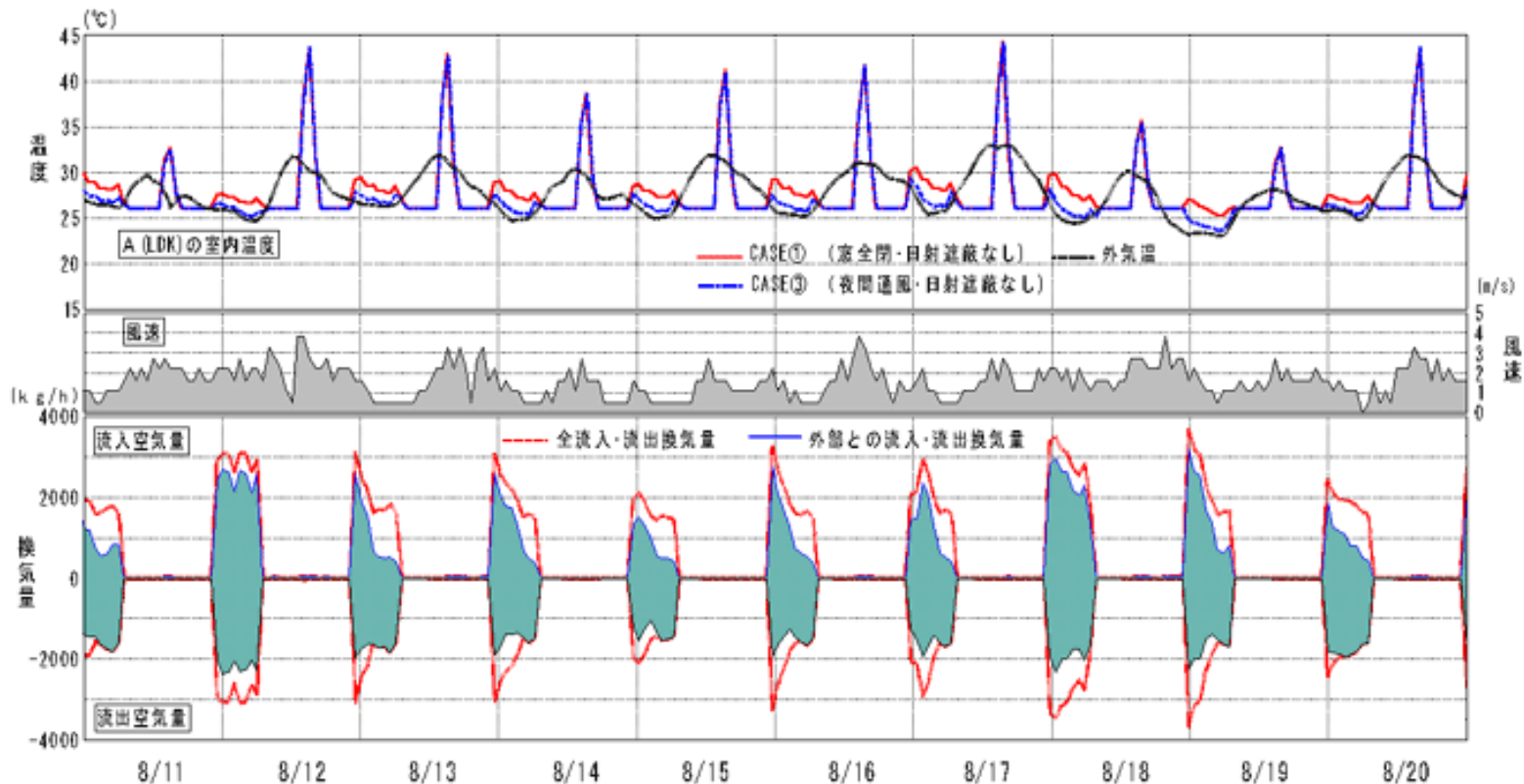


図6 換気量の日変化(東京)

⑦ 換気量の日変化(東京)



南側に窓開放面積 3.4m^2 の大きな窓があり換気量は通風開始時に多く、明け方にかけて現象する傾向がある。

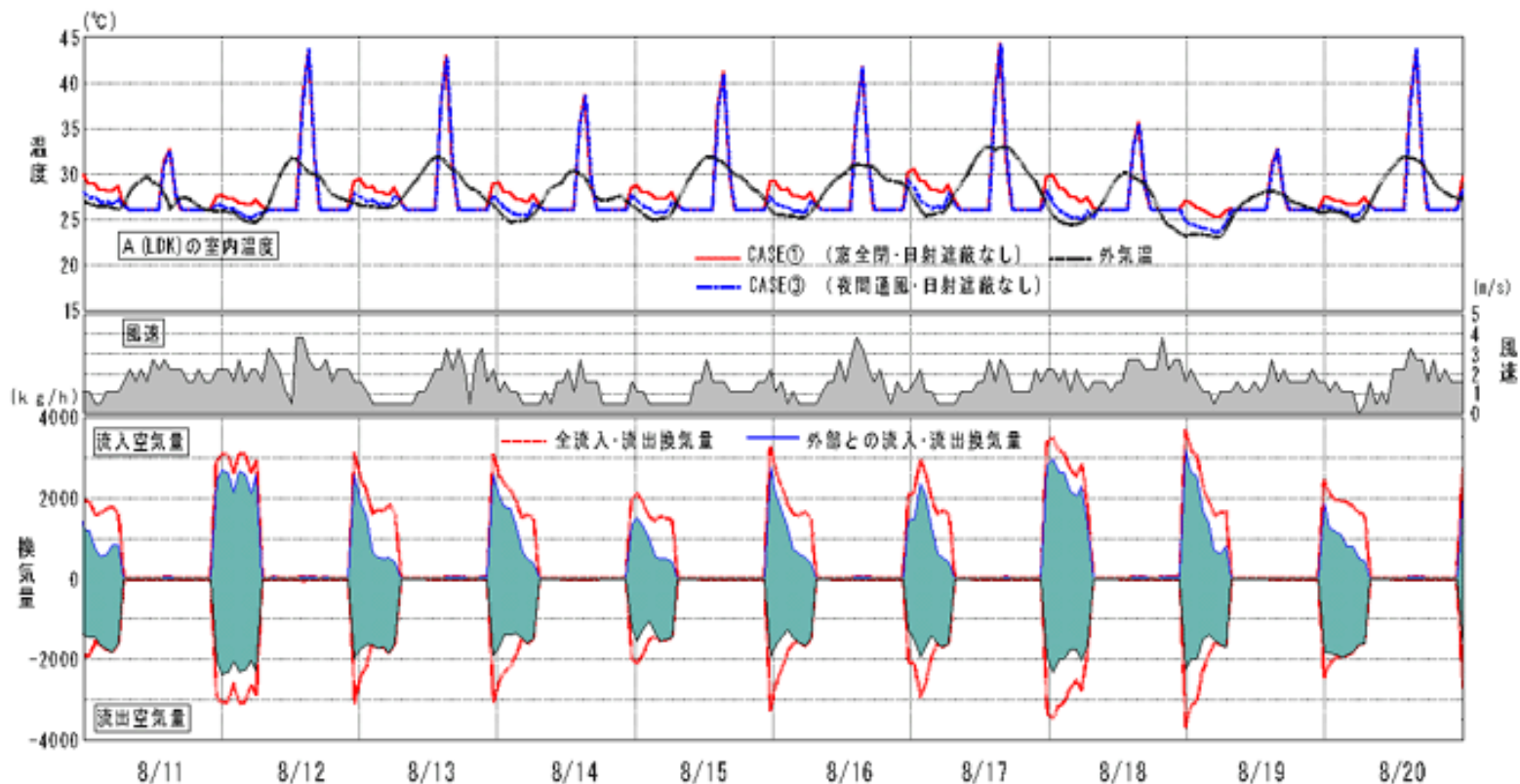


図6 換気量の日変化(東京)

⑦ 換気量の日変化(東京)



反対に、外気への流出空気量は明け方に多い傾向がある。通風開始時の換気量は平均2780kg/h程度、換気回数では平均35回/h程度である。

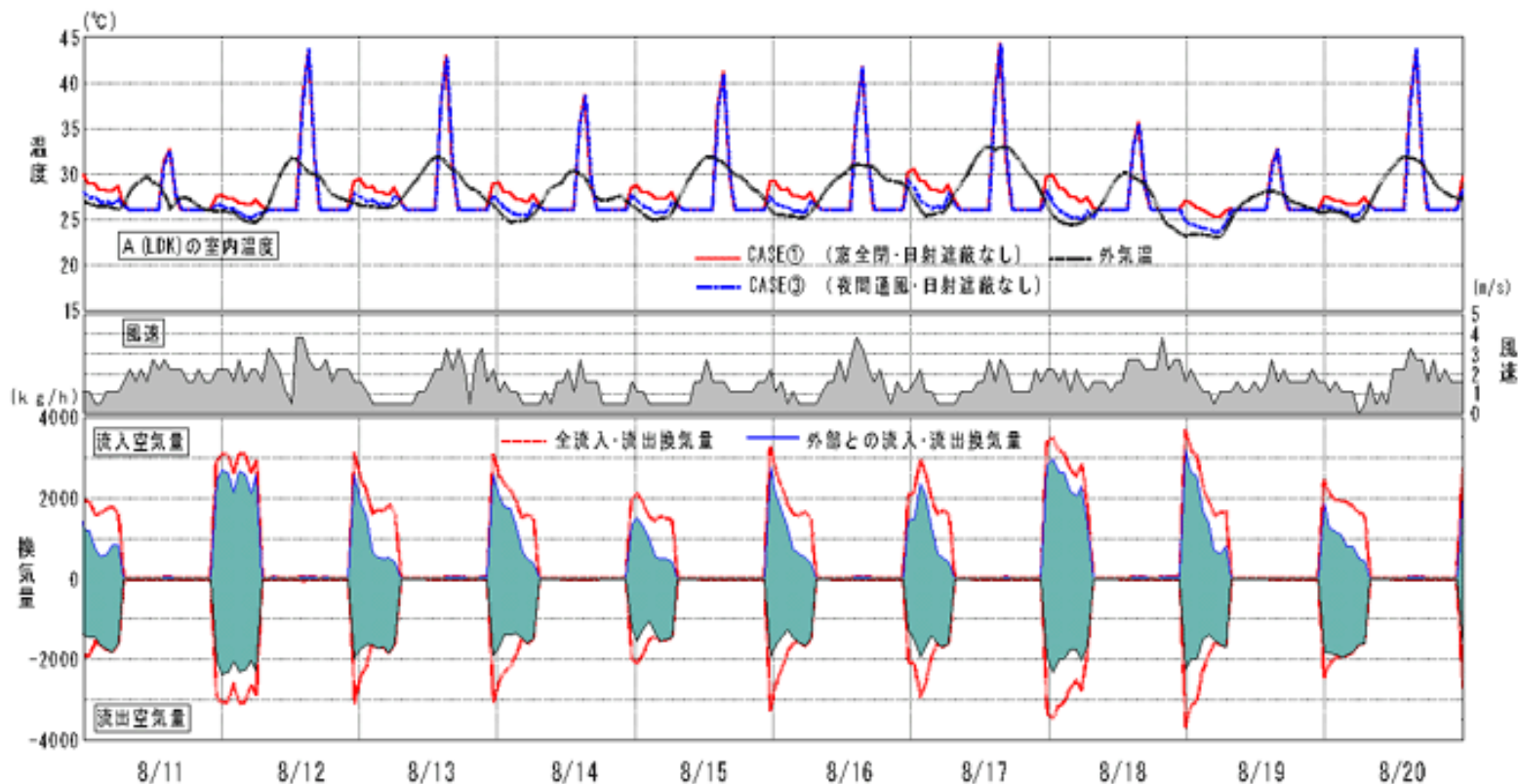


図6 換気量の日変化(東京)

⑧ 各CASEの月別冷房負荷と低減率

図7に各caseの月別冷房負荷を、表4に各都市における冷房負荷低減率を示す。

- (1) 日射遮蔽は冷房用エネルギーの低減に極めて効果的である。
- (2) 夜間通風による冷房負荷低減効果は小さい。その原因として外気温の日較差が小さいことが考えられる。

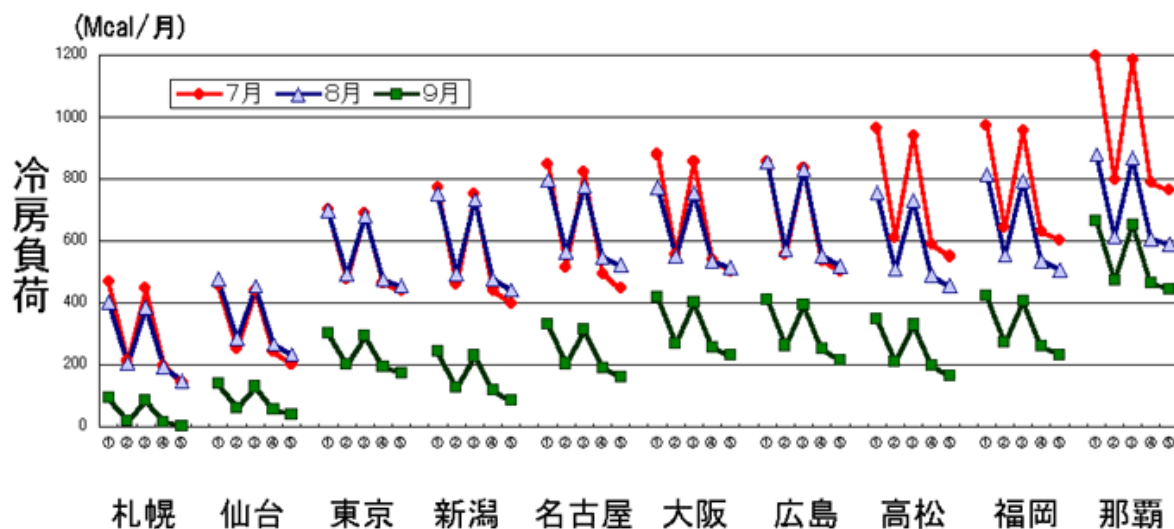


図7 各caseの月別冷房負荷

表4 各都市における冷房負荷低減率

都市	月	冷房負荷低減率(%)			
		CASE②	CASE③	CASE④	CASE⑤
札幌	7月	55	5	58	70
	8月	49	5	52	63
	9月	80	10	84	99
仙台	7月	44	4	47	55
	8月	40	5	44	51
	9月	57	7	60	71
東京	7月	32	2	34	38
	8月	30	2	32	35
	9月	34	4	36	43
新潟	7月	41	3	43	49
	8月	35	3	37	41
	9月	48	5	52	65
名古屋	7月	39	3	42	47
	8月	29	2	31	34
	9月	38	5	42	52
大阪	7月	37	3	39	43
	8月	29	2	31	34
	9月	35	4	38	45
広島	7月	35	3	38	41
	8月	33	3	35	39
	9月	36	4	39	47
高松	7月	37	3	39	43
	8月	33	3	35	40
	9月	39	5	43	53
福岡	7月	34	2	35	38
	8月	32	3	34	38
	9月	36	4	38	45
那覇	7月	34	1	34	36
	8月	30	1	31	33
	9月	29	2	30	33

⑧ 各CASEの月別冷房負荷と低減率

図7に各caseの月別冷房負荷を、表4に各都市における冷房負荷低減率を示す。

- (3) 蓄熱体の使用により日中の冷房運転時の冷熱の蓄熱効果が見られるが、冷房低減効果は小さい。
- (4) 間通風時の換気量は風速、室内外温度差等の影響を受ける。

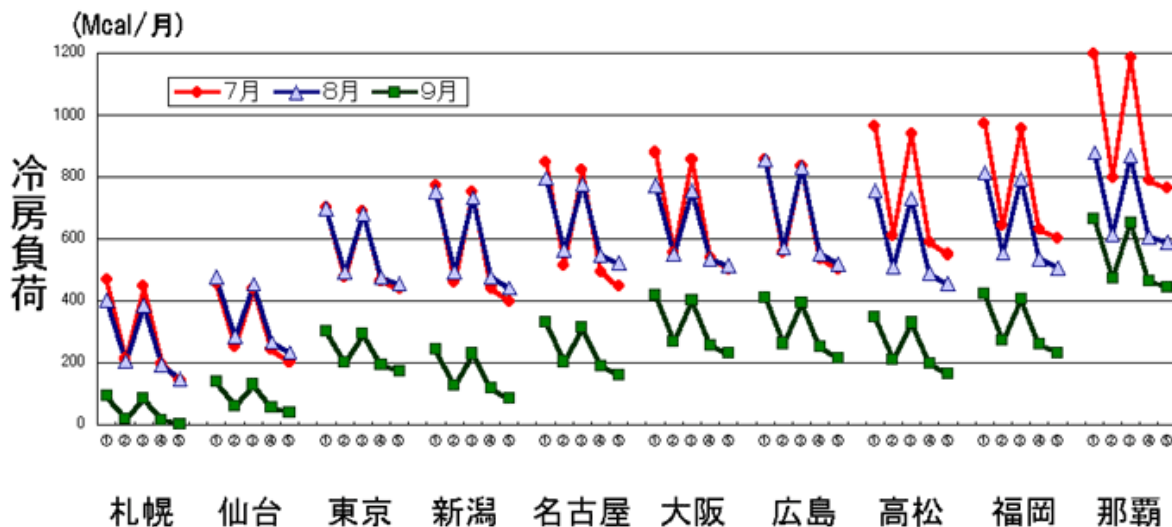


図7 各caseの月別冷房負荷

表4 各都市における冷房負荷低減率

都市	月	冷房負荷低減率(%)			
		CASE②	CASE③	CASE④	CASE⑤
札幌	7月	55	5	58	70
	8月	49	5	52	63
	9月	80	10	84	99
仙台	7月	44	4	47	55
	8月	40	5	44	51
	9月	57	7	60	71
東京	7月	32	2	34	38
	8月	30	2	32	35
	9月	34	4	36	43
新潟	7月	41	3	43	49
	8月	35	3	37	41
	9月	48	5	52	65
名古屋	7月	39	3	42	47
	8月	29	2	31	34
	9月	38	5	42	52
大阪	7月	37	3	39	43
	8月	29	2	31	34
	9月	35	4	38	45
広島	7月	35	3	38	41
	8月	33	3	35	39
	9月	36	4	39	47
高松	7月	37	3	39	43
	8月	33	3	35	40
	9月	39	5	43	53
福岡	7月	34	2	35	38
	8月	32	3	34	38
	9月	36	4	38	45
那覇	7月	34	1	34	36
	8月	30	1	31	33
	9月	29	2	30	33

⑧ 各CASEの月別冷房負荷と低減率

図7に各caseの月別冷房負荷を、表4に各都市における冷房負荷低減率を示す。

(5) 最も負荷の低減効果がみられるのは日射遮蔽と夜間通風と蓄熱体利用を組み合わせたCASE⑤でCASE①に比べ、各都市とも30%以上の冷房負荷低減効果が期待できる。

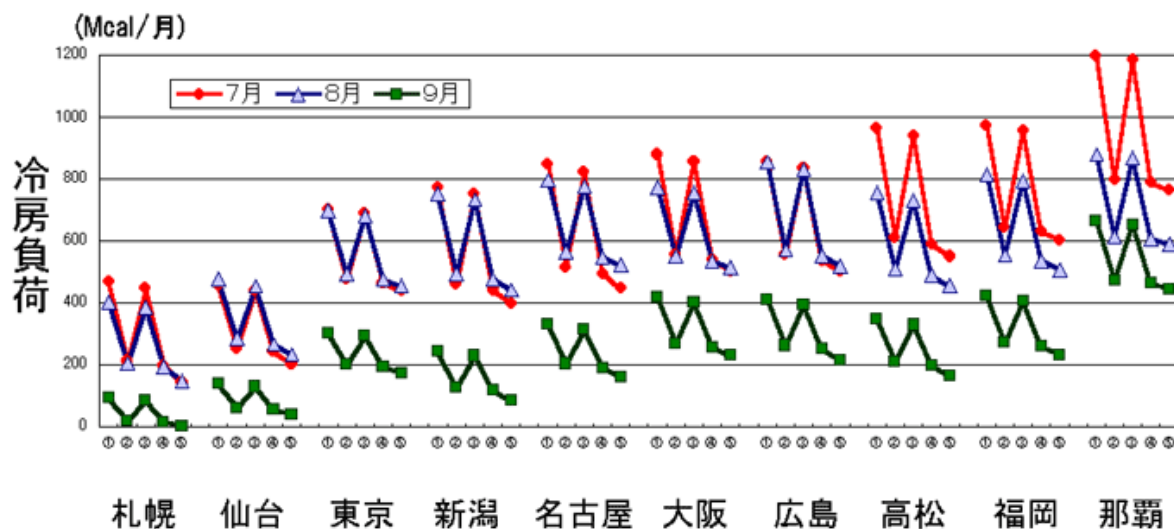


図7 各caseの月別冷房負荷

表4 各都市における冷房負荷低減率

都市	月	冷房負荷低減率(%)			
		CASE②	CASE③	CASE④	CASE⑤
札幌	7月	55	5	58	70
	8月	49	5	52	63
	9月	80	10	84	99
仙台	7月	44	4	47	55
	8月	40	5	44	51
	9月	57	7	60	71
東京	7月	32	2	34	38
	8月	30	2	32	35
	9月	34	4	36	43
新潟	7月	41	3	43	49
	8月	35	3	37	41
	9月	48	5	52	65
名古屋	7月	39	3	42	47
	8月	29	2	31	34
	9月	38	5	42	52
大阪	7月	37	3	39	43
	8月	29	2	31	34
	9月	35	4	38	45
広島	7月	35	3	38	41
	8月	33	3	35	39
	9月	36	4	39	47
高松	7月	37	3	39	43
	8月	33	3	35	40
	9月	39	5	43	53
福岡	7月	34	2	35	38
	8月	32	3	34	38
	9月	36	4	38	45
那覇	7月	34	1	34	36
	8月	30	1	31	33
	9月	29	2	30	33

⑧ 各CASEの月別冷房負荷と低減率

図7に各caseの月別冷房負荷を、表4に各都市における冷房負荷低減率を示す。

(6) 冷房負荷低減の効果は地域差があり、その地域の気候に大きく影響を受ける。その原因に外気温の日較差の相違が考えられる。

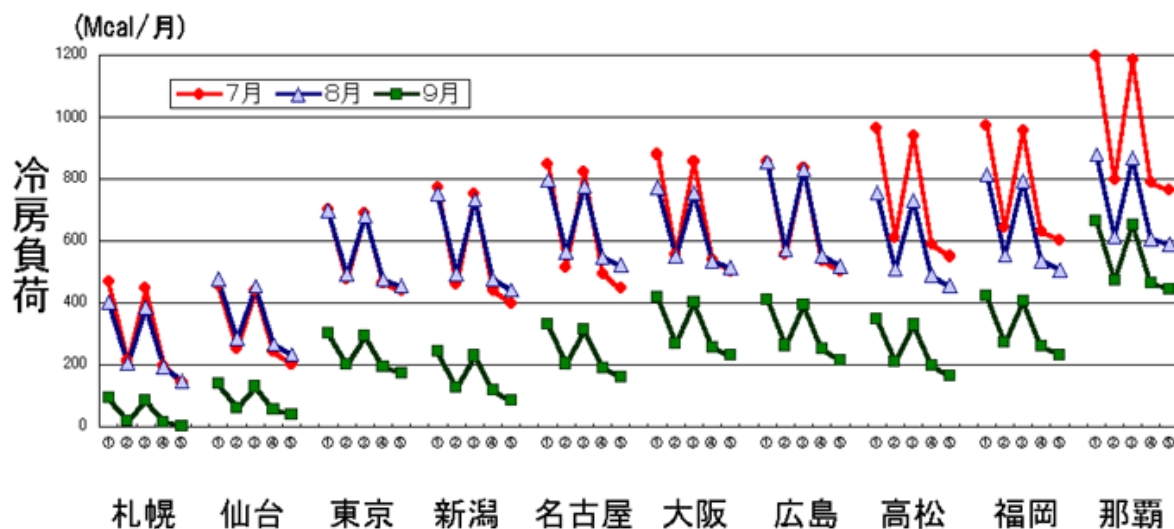


図7 各caseの月別冷房負荷

表4 各都市における冷房負荷低減率

都市	月	冷房負荷低減率(%)			
		CASE②	CASE③	CASE④	CASE⑤
札幌	7月	55	5	58	70
	8月	49	5	52	63
	9月	80	10	84	99
仙台	7月	44	4	47	55
	8月	40	5	44	51
	9月	57	7	60	71
東京	7月	32	2	34	38
	8月	30	2	32	35
	9月	34	4	36	43
新潟	7月	41	3	43	49
	8月	35	3	37	41
	9月	48	5	52	65
名古屋	7月	39	3	42	47
	8月	29	2	31	34
	9月	38	5	42	52
大阪	7月	37	3	39	43
	8月	29	2	31	34
	9月	35	4	38	45
広島	7月	35	3	38	41
	8月	33	3	35	39
	9月	36	4	39	47
高松	7月	37	3	39	43
	8月	33	3	35	40
	9月	39	5	43	53
福岡	7月	34	2	35	38
	8月	32	3	34	38
	9月	36	4	38	45
那覇	7月	34	1	34	36
	8月	30	1	31	33
	9月	29	2	30	33