

平成24年度建築基準整備促進補助事業

33.外皮熱特性の評価方法・指標に関する検討

調査名

「住宅の断熱、日射遮蔽・取得性能、熱容量を考慮した外皮熱特性、及び建築物の建物使用条件等を考慮した外皮熱特性に関する評価方法・指標の構築に関する調査」

平成25年4月16日

場所：三田共用会議所

- 地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 建築研究本部 北方建築総合研究所
(環境科学部 遠藤卓)
株式会社砂川建築環境研究所(代表取締役 砂川雅彦)
株式会社EP&B(代表取締役 伊藤一哉)
株式会社建築環境ソリューションズ(代表取締役 宮島賢一)

※ ○は事業主体における代表事業者

I 事業の目的及び概要

事業の目的： 現行の省エネ基準等では評価方法として必ずしも十分とは言えない項目について各種検討を行い、新たな評価方法・評価指標の提案、評価方法の違いが暖冷房負荷に与える影響についても明らかにする。

住宅外皮関連の調査

遮熱性能評価

- ・ 評価方法、指標の検討

(イ) 躯体表面における日射反射率及び通気層設置時における日射侵入率の評価方法の整備

熱容量を反映した評価

- ・ 評価方法、指標の検討

(ロ) RC造や土壁造等の大きな熱容量を有する躯体の熱特性の評価方法の整備

季節(冬・夏)特性に応じた評価

- ・ 方位係数、地域区分の見直し
- ・ 冬期日射取得性能の検討

(ハ) 住宅における断熱性能、日射遮蔽性能及び日射取得性能に関する簡便な評価指標の検討

建築物(非住宅)外皮関連の調査

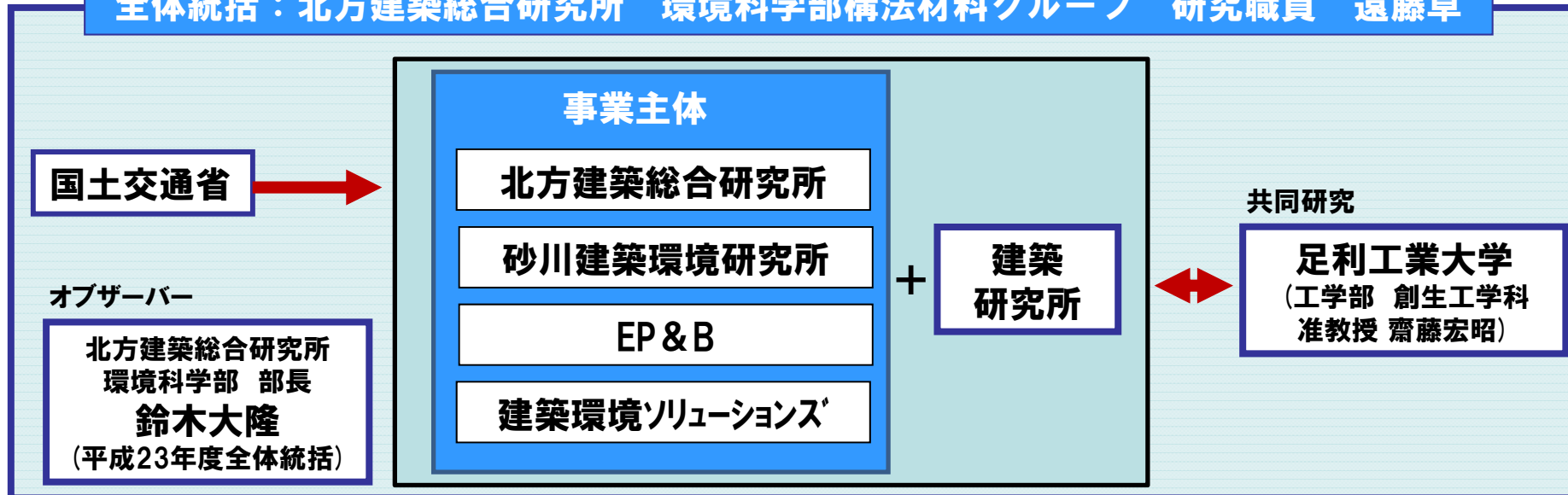
熱特性評価

- ・ 多種多様な建物用途等への対応

(ニ) 建築物における外皮熱特性に関する簡便な評価方法の検討

事業実施体制

全体統括：北方建築総合研究所 環境科学部構法材料グループ 研究職員 遠藤卓

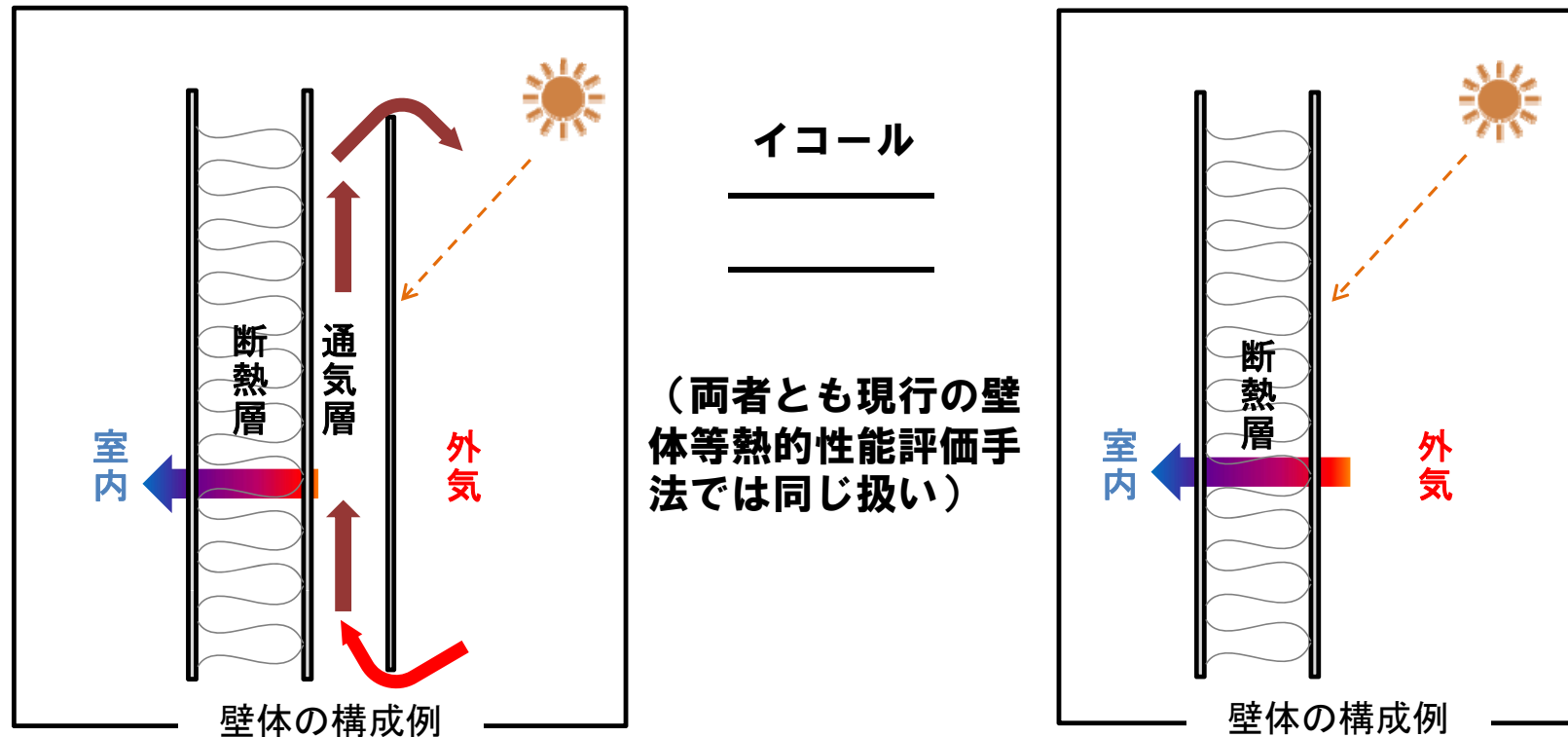


	調査内容と分担業務の内容	北総研	砂川研	EP&B	建築環境ソリューションズ
住宅	(イ) 躯体表面における日射反射率及び通気層設置時における日射侵入率の評価方法の整備	●	●		
	(ロ) RC造や土壁造等の大きな熱容量を有する躯体の熱特性の評価方法の整備				●
	(ハ) 住宅における断熱性能、日射遮蔽性能及び日射取得性能に関する簡便な評価指標の検討		●	●	
非住宅	(ニ) 建築物における外皮熱特性に関する簡便な評価方法の検討				●

Ⅱ (イ) 躯体表面における日射反射率及び通気層設置時における日射侵入率の評価方法の整備

目的 通気層を有する外壁等の断熱・日射遮蔽性能の評価手法を提案する。

現行の断熱性能・日射遮蔽性能評価方法の問題点は？

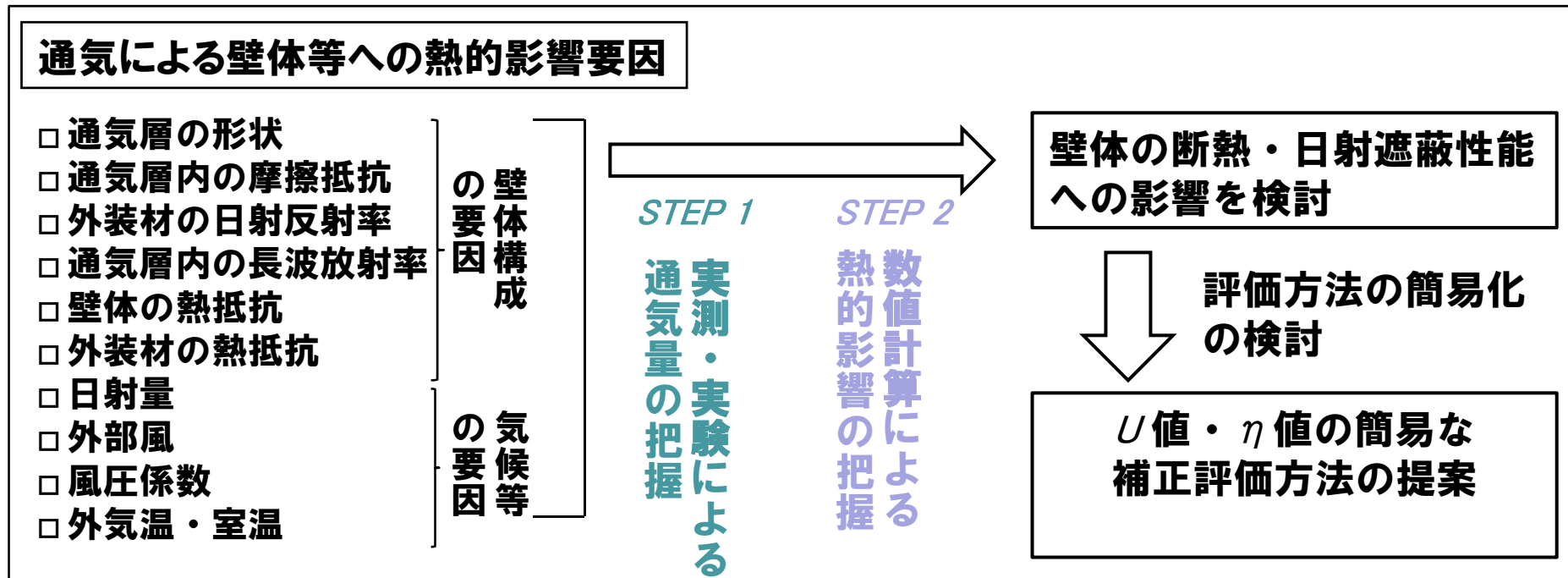


※壁体の実際の熱的特性は、通気層の換気性状及び外装材の断熱・反射特性等に依存する。

※通気層から外側がない場合と同じ考え方

Ⅱ (イ) 躯体表面における日射反射率及び通気層設置時における日射侵入率の評価方法の整備

検討フローと評価方法のイメージ



壁体等からの熱貫流量 q を外気温・日射に起因するものに分けて考える。

$$q = U' (\theta_o - \theta_r) + \eta' J_s$$

U' , η' : 通気層の熱的影響を加味した熱貫流率, 日射侵入率

U' , η' と既存の評価指標 U , η との関係

$$1/U' = 1/U + R_a$$

$$\eta' = \eta \times f_a$$

この特性値の与え方を示せば、通気層の熱的影響が評価可能となる

Ⅱ (イ) 躯体表面における日射反射率及び通気層設置時における日射侵入率の評価方法の整備

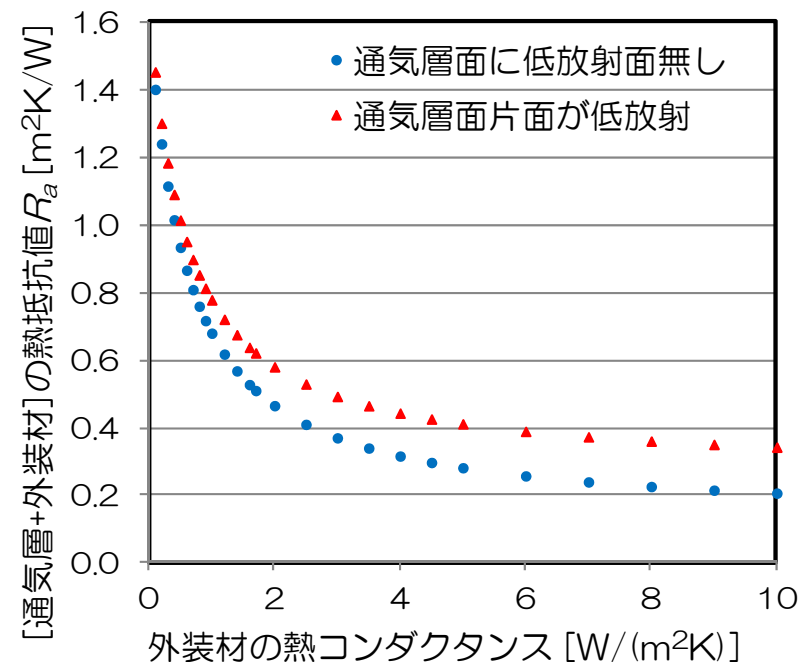
通気層の断熱性能の特性値 R_a の評価について

通気による壁体等への熱的影響要因

- 通気層の風速
- 外装材の日射反射率
- 通気層内の長波放射率
- 壁体の熱抵抗
- 外装材の熱抵抗
- 通気層の長さ
- 通気層の幅
- 日射量
- 外気温・室温
- 通気層の傾斜角

感度解析（昨年度から今年度実施）の結果、
特性値 R_a への影響が大きかった項目

項目	単位	解析条件
通気層風速	[m/s]	0.20
外装材日射吸収率	[-]	0.90
通気層長波放射率	[-]	0.90, 0.20
(現行)壁体熱貫流率	[W/(m ² ·K)]	0.50
通気層長さ	[m]	6.00
通気層幅	[m]	0.015
日射量	[W/m ²]	500
外気温	[°C]	20
通気層傾斜角	[°]	90
単層解析/多層解析		単層解析



Ⅱ (イ) 躯体表面における日射反射率及び通気層設置時における日射侵入率の評価方法の整備

通気層の日射遮蔽性能の特性値 f_a の評価について

日射侵入率 η の既存の評価方法

$$\eta = a_s U / \alpha_o$$

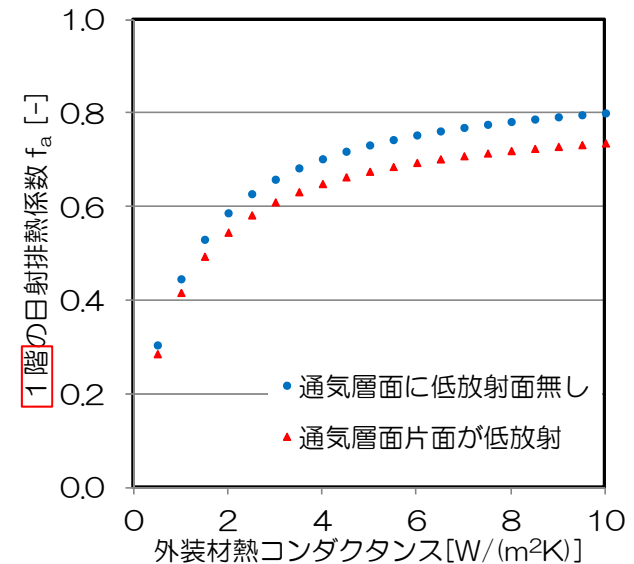
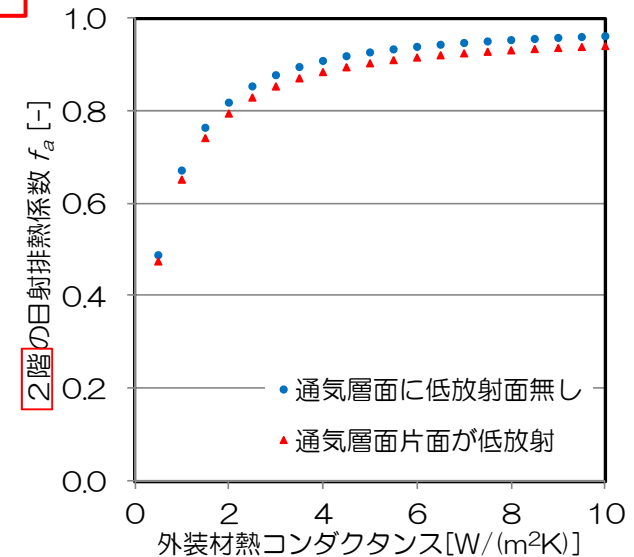
通気層の熱的影響を加味した日射侵入率 η の既存の評価方法

$$\eta' = a_s U' / \alpha_o \times f_a$$

通気による壁体等への熱的影響要因

- 通気層の風速 実測で得られた中央値 (0.2m/s) で評価
- 外装材の日射反射率
- 通気層内の長波放射率
- 壁体の熱抵抗
- 外装材の熱抵抗
- 通気層の長さ
- 通気層の幅 実態として広く採用される15mm幅で評価
- 日射量
- 外気温・室温
- 通気層の傾斜角

感度解析（昨年度から今年度実施）の結果、
特性値 R_a への影響が大きかった項目



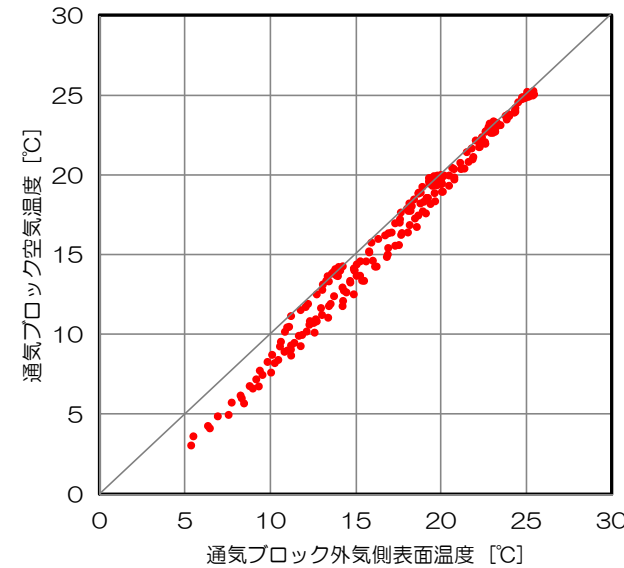
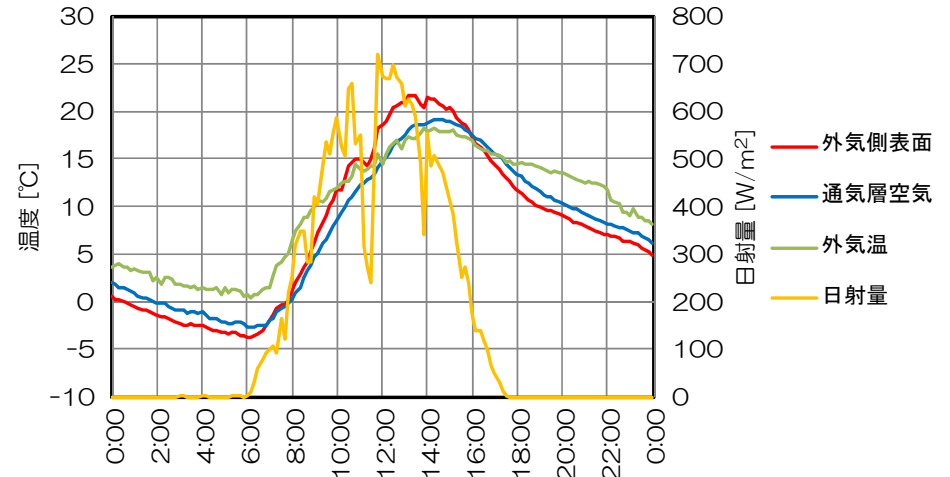
Ⅱ (イ) 躯体表面における日射反射率及び通気層設置時における日射侵入率の評価方法の整備

RC造の屋根面の評価について

通気ブロック: 蒸暑地で広く採用される遮熱手法



通気ブロックによる熱的効果を測定するための実験



通気ブロックの設置状況(配置・屋上パラペット)が異なる際の評価方法の構築が今後の課題

Ⅲ (ロ) RC造や土壁造等の大きな熱容量を有する躯体の熱特性の評価方法の整備

■背景と目的

昨年度は、2質点モデルをラプラス変換で解く方式を用い、躯体が大きな熱容量を持つことによる暖房負荷の増減をQ値に見込む(拡張Q値)形で整理した



部分間欠暖房を行う実際の住宅への適用には限界があるため、熱容量を含めさまざまなパラメータを自由に設定でき、さまざまな解析に使用できるような負荷計算ツールを開発することが有用ではないかという方向性で検討した



反復計算が不要でかつ時間刻みを大きく取れる「応答係数法」を採用し、Excelのシート上の操作だけで精度よく負荷計算ができるツールを開発した。計算過程がオープンであるとともに、任意の住宅における躯体・開口部仕様、スケジュール等の設定自由度が高く、将来の拡張性も高い

Ⅲ (ロ) RC造や土壁造等の大きな熱容量を有する躯体の熱特性の評価方法の整備

■計算ツールの概要

1室を1シートで計算

1時間が1列

与条件 (外気温、日射量、暖冷房 ON/OFF等)

壁体貫流熱 日射熱、内部発熱等 (1面・1要素につき原則1行)

暖冷房負荷または自然室温

原則としてVBAは使用せず、セル内に記述した関数で計算

暖冷房や発熱等を、決まったパターンの繰り返しでなく自由に設定できる

応答係数(壁体の熱特性)は別シートに格納

必要に応じたの拡張が容易 (例: 機器処理負荷の計算)

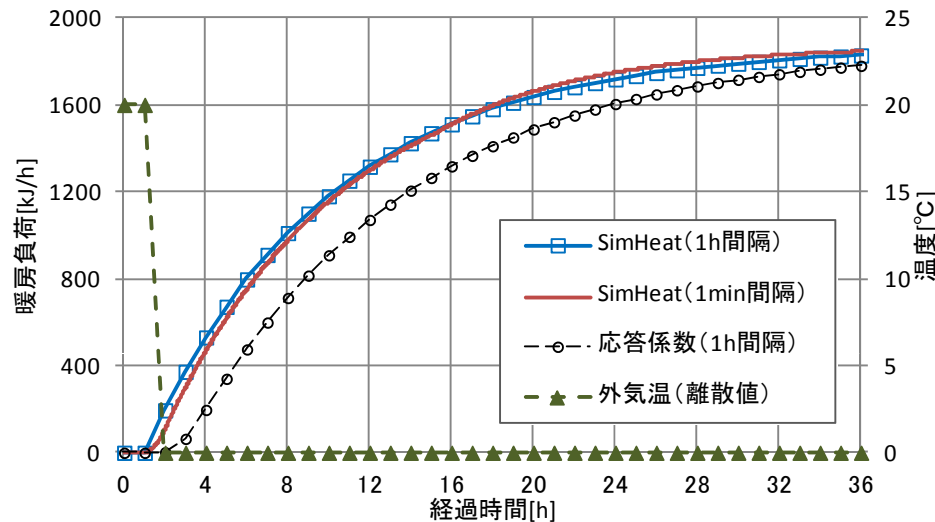
月	日	時	外気温 θ_o	暖冷房	参照室温 θ_{ref}	内外温度差 $\theta_o - \theta_{ref}$	壁体1 QT1	壁体2 QT2	壁体3 QT3	窓等1 QT6	窓等2 QT7	合計 ΣQT	室温変位 $^{\circ}C$ $\Delta \theta$	実現室温 $^{\circ}C$ $\theta_{ret} + \Sigma \Delta \theta$
78	1	1	7.1	OFF	20	12.90	60.59	146.31	19.20	10.77	1.87	299.19	-0.45	19.55
79	1	1	7.4	OFF	20	12.60	61.03	147.01	19.41	11.04	1.87	300.96	-0.61	19.39
80	1	1	8.1	OFF	20	11.90	61.68	148.23	19.52	11.07	1.87	303.28	-0.69	19.31
81	1	1	8.4	OFF	20	11.60	62.05	148.83	19.80	11.20	1.87	304.79	-0.75	19.25
82	1	1	8.2	OFF	20	11.80	62.12	148.84	20.01	11.29	1.87	305.17	-0.81	19.19
83	1	1	8.3	OFF	20	11.70	62.05	148.51	20.33	11.44	1.87	305.12	-0.87	19.13
84	1	1	8.6	ON	20	11.40	62.02	148.32	20.50	11.52	1.87	305.07	-0.92	20.00
85	1	1	8.6	ON	20	11.40	61.91	147.96						
86	1	1	9	ON	20	11.00	61.82	147.74						
87	1	1	7.9	ON	20	12.10	61.73	147.59						
88	1	1	8	ON	20	12.00	61.78	147.76						
89	1	1	8.4	ON	20	11.60	62.06							
90	1	1	9	ON	20	11.00	62.29	148.95	19.02	10.81	1.82	303.32	-1.22	20.00
91	1	1	9.9	ON	20	10.10	62.24	148.91	18.71	10.66	1.81	302.68	-1.27	20.00
92	1	1	10	ON	20	10.00	61.82	148.07	18.39	10.50	1.81	300.61	-1.31	20.00
			10.1	ON	20	9.90	61.11	146.59	18.09	10.34	1.81	297.46	-1.36	20.00
			9	ON	20	11.00	59.81	143.81	17.42	9.99	1.82	291.36	-1.44	20.00
			8.6	ON	20	11.40	59.56	143.24	17.18	9.84	1.82	289.89	-1.48	20.00
			8	ON	20	12.00	59.61	143.33	16.95	9.72	1.80	289.60	-1.53	20.00
			7.7	ON	20	12.30	59.95	144.05	16.75	9.60	1.79	290.46	-1.57	20.00
			7.3	ON	20	12.70	60.51	145.22	16.68	9.55	1.76	292.31	-1.62	20.00
			6.6	OFF	20	13.40	61.24	146.81	16.59	9.50				
101	1	1	5.9	OFF	20	14.10	62.20	148.90	16.53	9.46				
102	1	2	6.4	OFF	20	13.60	63.39	151.44	16.62	9.51				
103	1	2	5.7	OFF	20	14.30	64.58	153.98	16.70	9.58				
104	1	2	5	OFF	20	15.00	65.77	156.52	16.78	9.62				
105	1	2	5.2	OFF	20	14.80	65.18	155.68	16.85	9.61	1.08	318.00	-2.01	17.98
106	1	2	4.7	OFF	20	15.30	66.37	158.22	16.92	9.57	1.71	323.84	-2.06	17.92

Ⅲ (ロ) RC造や土壁造等の大きな熱容量を有する躯体の熱特性の評価方法の整備

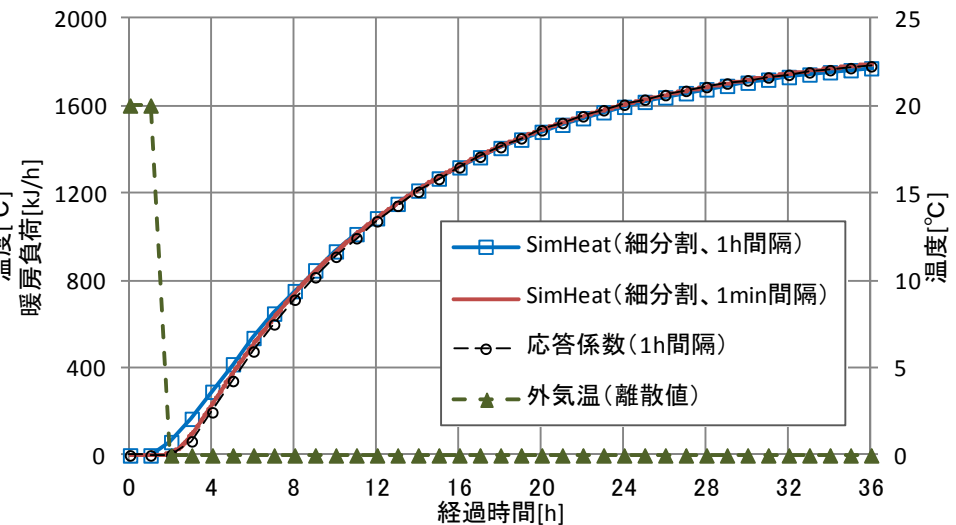
■ 計算精度の確認・・・負荷計算ソフトAE-Sim/Heatとの比較

階段状に温度変化した場合の負荷(RC外断熱)

躯体細分割なし



躯体細分割あり



6面体の単純形状の空間で計算した。

AE-Sim/Heatとは立ち上がり時の計算結果に差がある。

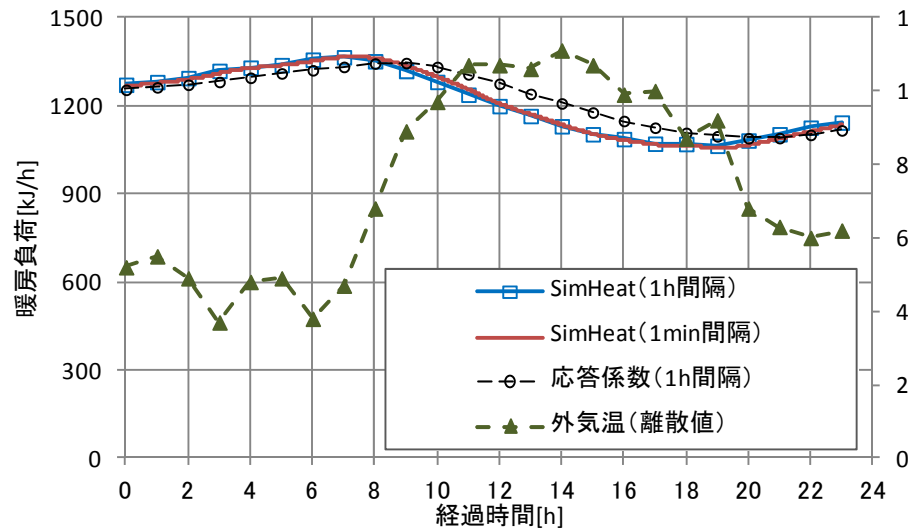
Sim/Heatの計算時間間隔を短く(通常1h→1min)、かつ躯体も細分割するとほぼ一致するため、本ツールの方が計算精度が高いと考えられる

Ⅲ (ロ) RC造や土壁造等の大きな熱容量を有する躯体の熱特性の評価方法の整備

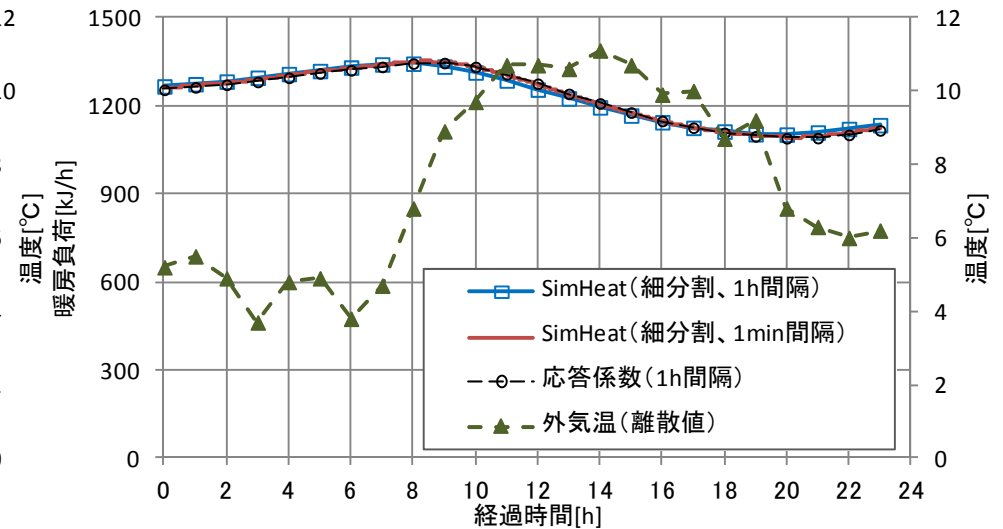
■ 計算精度の確認・・・負荷計算ソフトAE-Sim/Heatとの比較(2)

実際の外気温変動が生じた場合の負荷(RC外断熱)

躯体細分割なし



躯体細分割あり



この場合もSim/Heatの計算時間・躯体分割を細かくすることでほぼ結果が一致。
従来のSim/Heatは熱容量の大きい建物の計算精度に限界があった

Ⅲ (ロ) RC造や土壁造等の大きな熱容量を有する躯体の熱特性の評価方法の整備

■まとめと今後の課題

- ◇Excelで負荷計算ツールを開発し、実際の熱容量を反映した負荷計算を精度よく実行できる
- ◇適宜シートを拡張することができ、今後新しく生じる計算要素にも比較的容易に対応できる
- ◆使い勝手の改善、ドキュメントの整備が必要
- ◆多数室の住宅を計算する場合、ある部屋からみた隣室温度をなんらかの仮定で決める必要がある
- ◆通気層など、応答係数法での表現が難しい躯体仕様の計算方法は引き続き要検討

IV (ハ) 住宅における断熱性能、日射遮蔽性能及び日射取得性能に関する簡便な評価指標の検討

■調査概要

平成23年度には、外皮の断熱・日射遮熱・日射取得性能の評価について基礎的な検討を行った。しかし、日射量地域区分の空間的な検証は行っておらず、日除けの効果係数もオーバーハング日除けのみの対応に留まっていた。また、このような成果を基にした外皮の日射遮蔽および日射取得性能に関する種々の条件下における熱移動量の評価も課題として残っており、そうした検討に基づく総合評価指標の策定には至っていなかった。そこで、これらを考慮した簡便な評価方法・指標を構築するため、平成24年度は以下の検討を行った。



- ①日射量地域区分の整理
- ②日除けの効果係数算出方法の改善
- ③外皮の日射遮蔽および日射取得性能に関する種々の条件下における熱移動量の評価
- ④外皮の日射遮蔽および日射取得性能の影響を総合した評価指標の提案
- ⑤夏期及び冬期日射取得係数を簡便に計算できる方法の検討

IV (ハ) 住宅における断熱性能、日射遮蔽性能及び日射取得性能に関する簡便な評価指標の検討

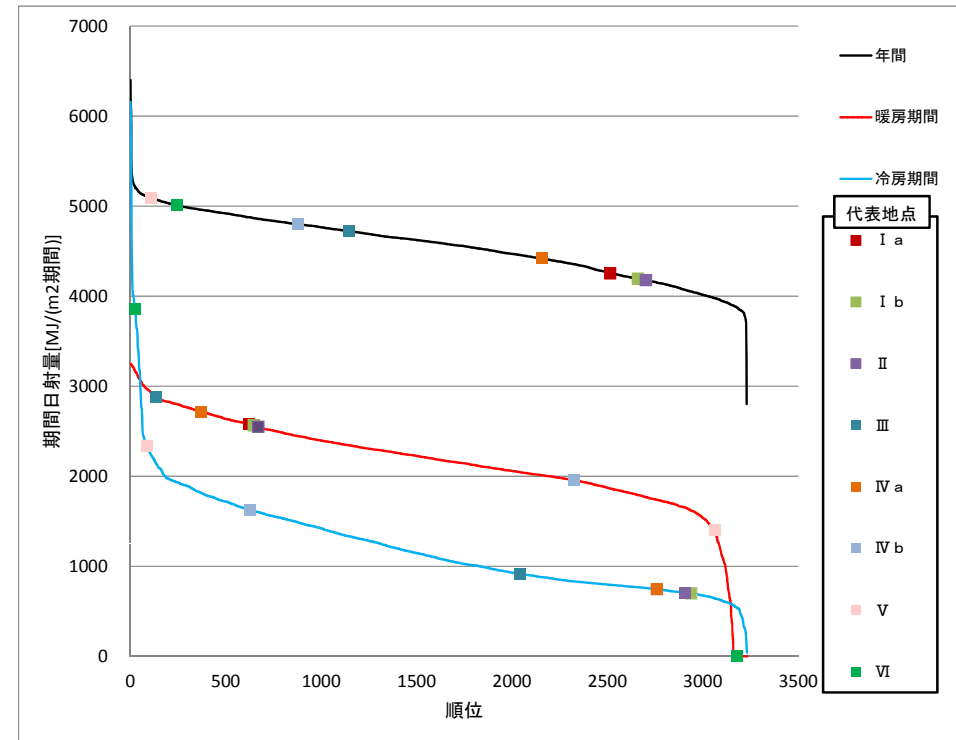
■ 日射量地域区分の整理

日射量の特徴を端的に表す指標として方位係数を取りあげ、これを、拡張アメダスの全ポイントについて計算し、その分布とHDDによる地域区分を表示した。



暖房期間 南の方位係数の地理的分布

市町村別日射量順位における代表地点の位置を検討した。これを見ると、HDD地域区分の代表地点を期間日射量の評価に使う必然性は認められない。

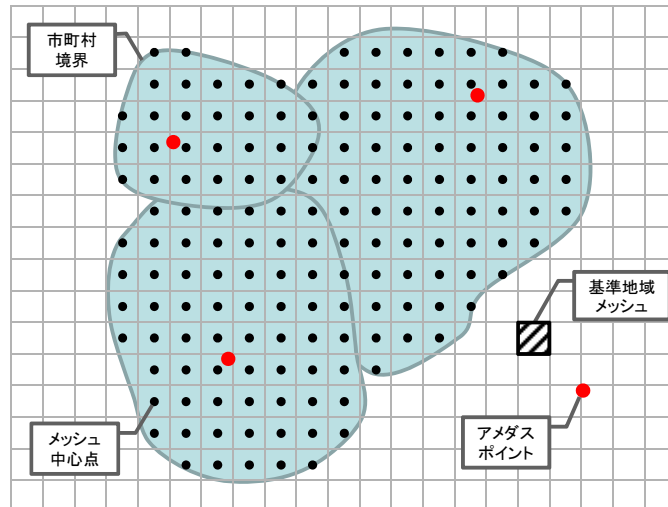
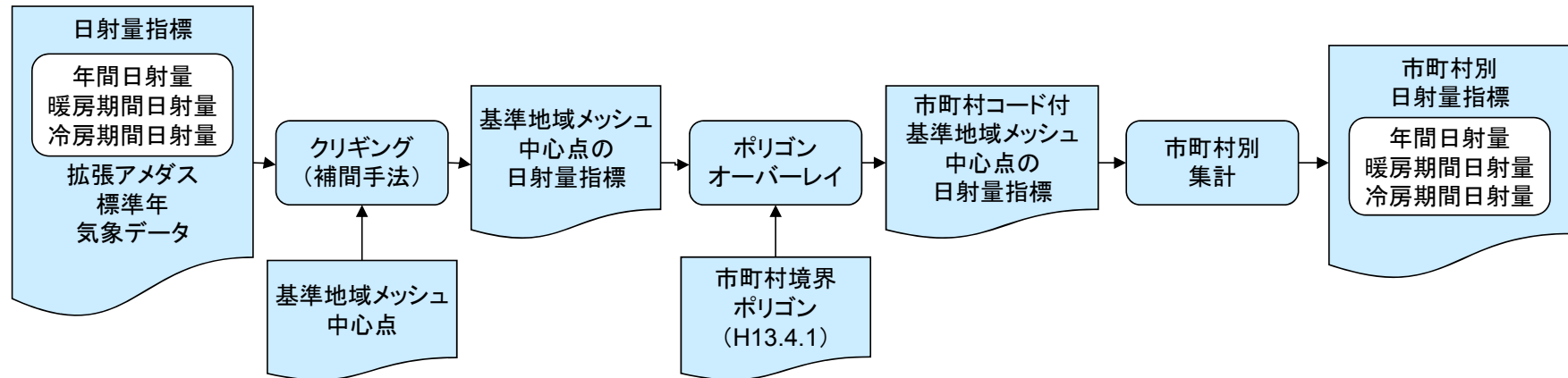


市町村別日射量順位における代表地点の位置

IV (ハ) 住宅における断熱性能、日射遮蔽性能及び日射取得性能に関する簡便な評価指標の検討

■ 日射量地域区分の決定

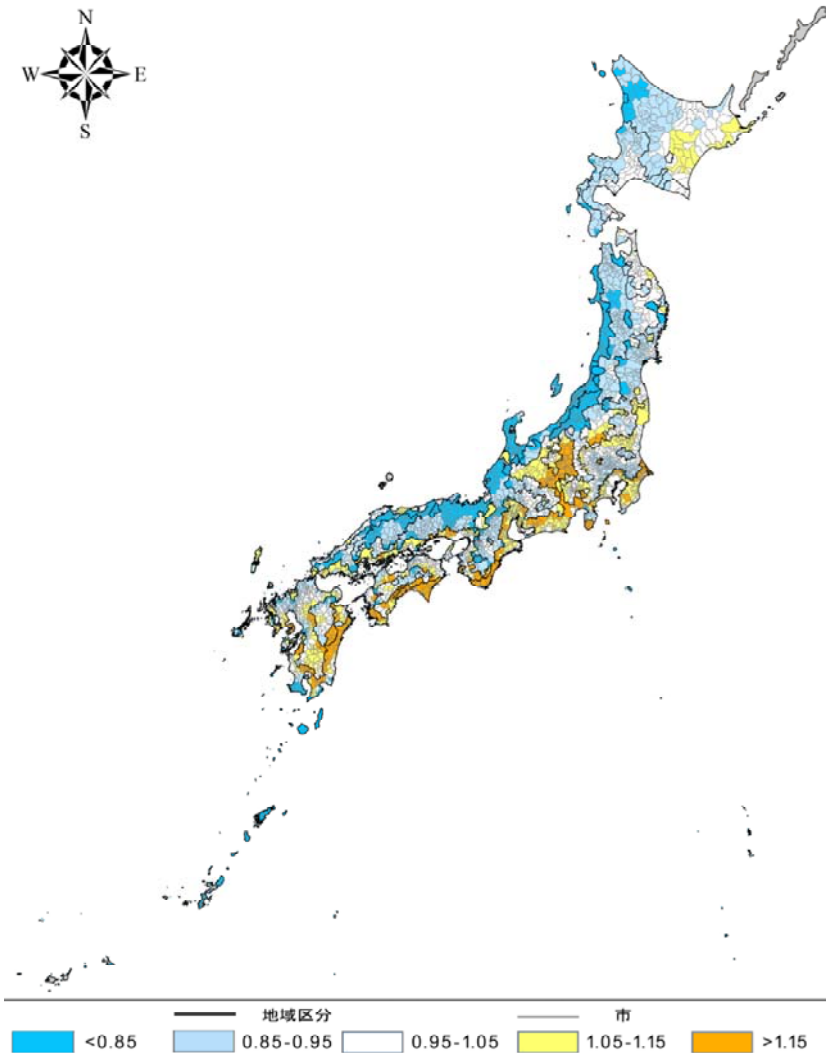
拡張アメダス気象データ各観測点の日射量指標から各市町村の日射量指標を得てこれを地域代表点の日射量指標で規準化し、これを10%毎に区分して決定した



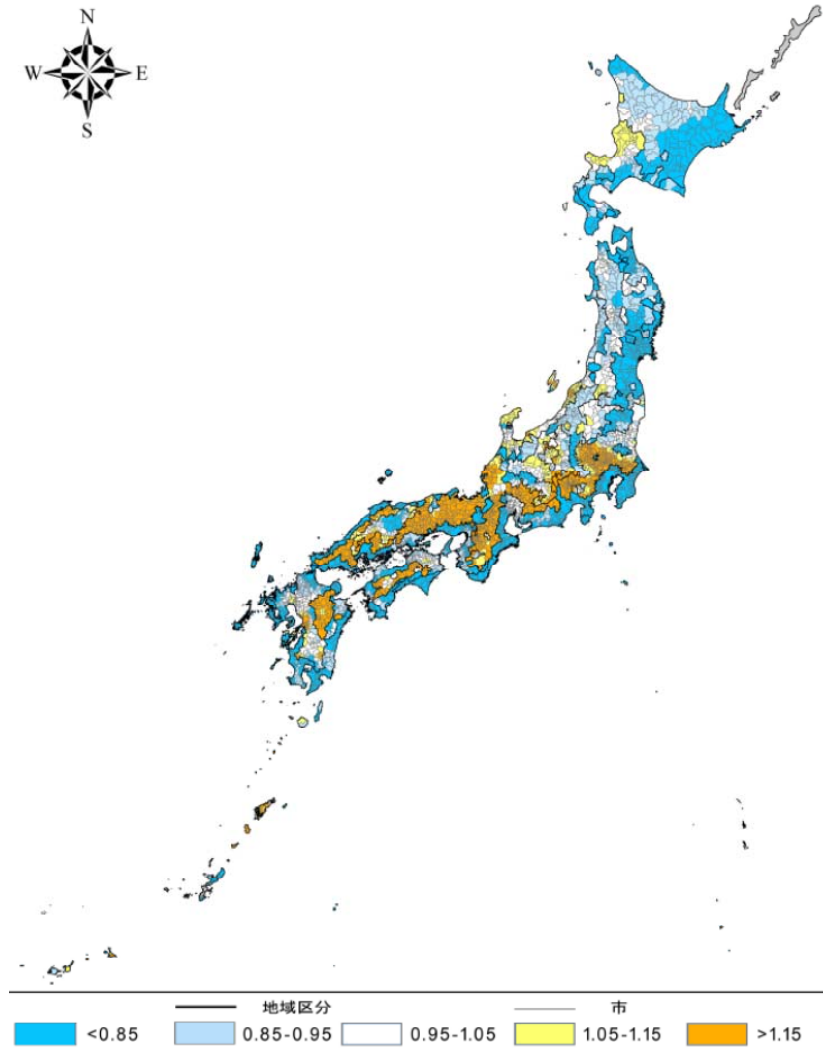
H11基準 地域区分		H11基準 代表地点			代表点日射量 [MJ/m ²]		
区分名称	HDD	拡張アメダス地点番号	名称	カナ	年間 (全地点平均)	暖房期間	冷房期間
I a	4500	86	北見	キタ	4456	2663	797
I b	3500	59	岩見沢	イワミザワ		2640	702
II	3000	224	盛岡	モリオカ		2557	802
III	2500	393	長野	ナガノ		2945	954
IV a	2000	333	宇都宮	ウツミヤ		2575	787
IV b	1500	615	岡山	オカヤマ		1843	1878
V	500	794	宮崎	ミヤザキ		1378	2678
VI	0	831	那覇	ナハ		0	4197

IV (ハ) 住宅における断熱性能、日射遮蔽性能及び日射取得性能に関する簡便な評価指標の検討

■ 日射量地域区分



暖房期間 日射量地域区分



冷房期間 日射量地域区分

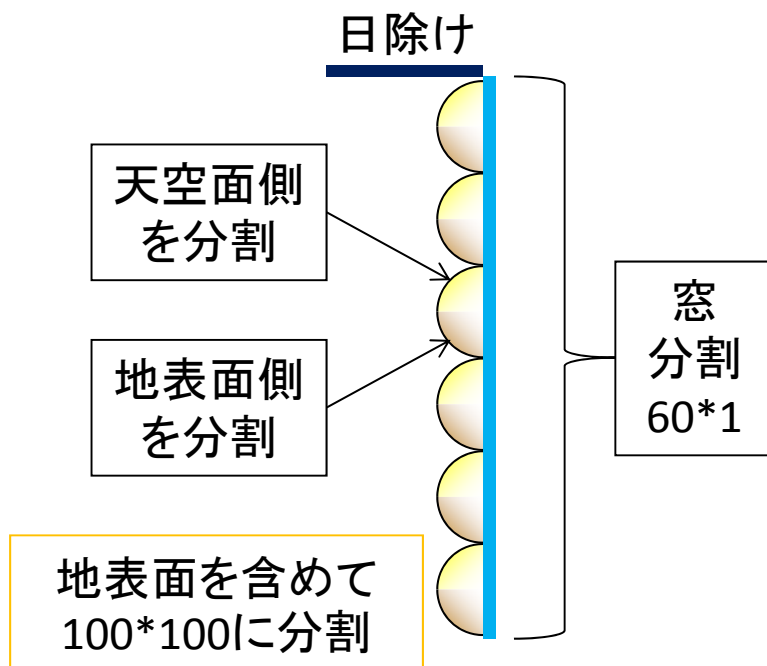
IV (ハ) 住宅における断熱性能、日射遮蔽性能及び日射取得性能に関する簡便な評価指標の検討

■日除けの効果係数算出方法の改善

当該計算では、斜入射特性と日除けを考慮するため、天空及び地表面を分割する必要がある。

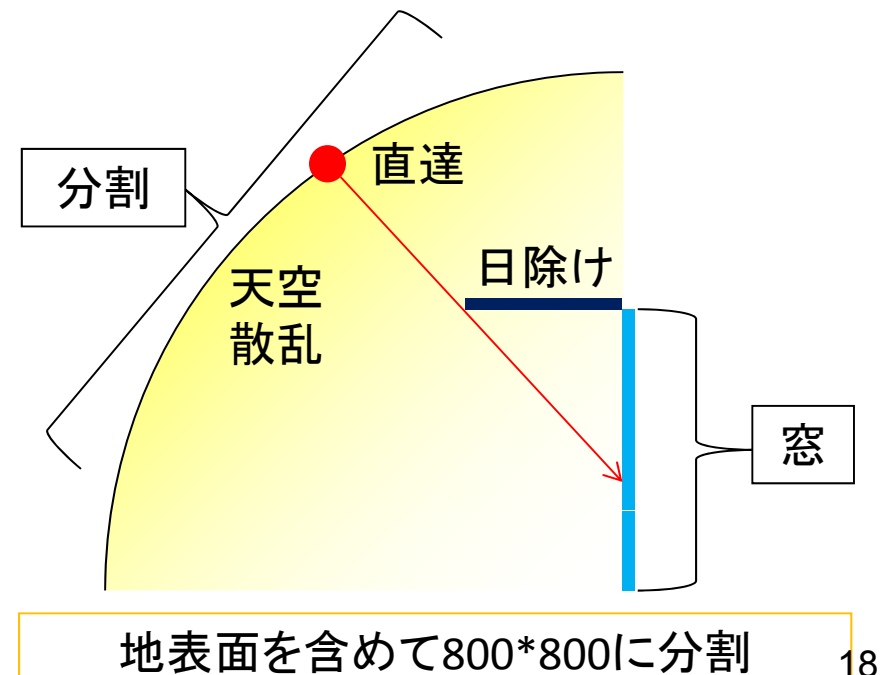
23年度のアプローチ:

窓をタイル分割し、それぞれからみた天空または地表面を分割し、すべての光線を計算する方法によった。



改善したアプローチ:

天空面及び地表面を分割して、直達光と同じ計算を行う。日射は、窓に届くときには平行線であるとの仮定ができるので、窓に落ちる影の面積率は幾何学的に計算できる。窓を分割しないので、精度・速度の両面で有利になる。本報告では、精度に振り向けた。



IV (ハ) 住宅における断熱性能、日射遮蔽性能及び日射取得性能に関する簡便な評価指標の検討

■ 日除けの効果係数算出方法の改善

グレージングの η はJIS R3106及びJIS R3107規格に定められた方法に極力準拠して計算することとした。

斜入射特性については、JIS原案「窓及びドアの熱性能-日射熱取得率の計算-」の付属書Gを参照した。

日射侵入率の計算においては、ガラス間空気層の温度を計算する必要があるが、上記規格には境界条件が記載されていないので、表に示すような組み合わせが生じる。

そこで、本計算では、両者の条件を混合したバージョンCによった。昨年度のバージョンAはJIS準拠とは言えない。アルゴリズムの違いもあり、最終報告とするバージョンCの結果とは数パーセントの違いが生じた。

バージョン:	項目	ガラス枚数	
		2枚	3枚以上
A (昨年度)	計算方法	線形補間法	
	境界条件	η η_0	JISR3106 8.2.2節の記載値
B	計算方法	定数 JISR3106 8.2.2節の記載値	JISR3106 収束計算式
	境界条件	η η_0	- JISR3106に記載なし →解説の計算例(日射量)
C	計算方法	JISR3106 収束計算式	
	境界条件	η η_0	JISR3106に記載なし→解説の計算例(日射量)
D	計算方法	JISR3106 収束計算式	
	境界条件	η η_0	毎時AMeDAS(外気温、日射量)、新JIS記載室内設定温度 JISR3106に記載なし→解説の計算例(日射量)
E	計算方法	定数 JISR3107 5.4.1節の記載値 (=冬条件)	JISR3106 収束計算式
	境界条件	η η_0	- JISR3106に記載なし →新JIS記載値
F	計算方法	新JIS 収束計算式	
	境界条件	η η_0	新JIS 記載値
G	計算方法	新JIS 収束計算式	
	境界条件	η η_0	毎時AMeDAS(外気温、日射量)、新JIS記載室内設定温度 新JIS 記載値

IV (ハ) 住宅における断熱性能、日射遮蔽性能及び日射取得性能に関する簡便な評価指標の検討

■水平面の日除けの効果係数

窓は、水平面に設置されることもあり、斜入射特性があるので、水平面における日除けの効果係数を垂直面と同様の方法で導出した。

なお、水平面に庇(日除け)が設置されることは想定していないので、日除けのパラメータはなく、考慮されているのは斜入射特性のみとなっているが、本報告では、「日除けの効果係数」としている。

斜入射特性はグレージング毎に異なるので、垂直面と同様に7種の代表的グレージングについて数表を整備した。

冷房期間

暖房期間

	I a	I b	II	III	IVa	IVb	V	VI	I a	I b	II	III	IVa	IVb	V
	北見	岩見沢	盛岡	長野	宇都宮	岡山	宮崎	那覇	北見	岩見沢	盛岡	長野	宇都宮	岡山	宮崎
一重窓(単板ガラス) 〈透明〉	0.931	0.932	0.934	0.938	0.932	0.935	0.939	0.933	0.902	0.907	0.908	0.914	0.902	0.904	0.904
一重窓(二層複層ガラス) 〈[透明-透明]〉	0.896	0.897	0.901	0.905	0.898	0.902	0.907	0.899	0.850	0.859	0.860	0.869	0.851	0.854	0.853
一重窓(二層複層ガラス) 〈[透明-Low-E(取得)]〉	0.881	0.883	0.887	0.892	0.884	0.889	0.894	0.885	0.832	0.842	0.843	0.852	0.833	0.836	0.835
一重窓(二層複層ガラス) 〈[Low-E(遮蔽)-透明]〉	0.892	0.893	0.897	0.902	0.895	0.899	0.903	0.896	0.848	0.857	0.857	0.866	0.848	0.851	0.850
一重窓(三層複層ガラス) 〈[透明-透明-透明]〉	0.871	0.873	0.877	0.883	0.875	0.879	0.885	0.875	0.815	0.827	0.827	0.838	0.816	0.819	0.818
二重窓(単板-二層複層) 〈透明-[Low-E(遮蔽)-透明]〉	0.874	0.875	0.880	0.885	0.877	0.882	0.887	0.878	0.820	0.831	0.832	0.842	0.821	0.824	0.822
二重窓(単板-二層複層) 〈透明-[透明-Low-E(取得)]〉	0.857	0.859	0.864	0.870	0.862	0.867	0.873	0.862	0.797	0.809	0.810	0.821	0.798	0.801	0.799

IV (ハ) 住宅における断熱性能、日射遮蔽性能及び日射取得性能に関する簡便な評価指標の検討

■ 壁の日除けの効果係数

蒸暑地では、防暑を目的として外壁に対しても日除けが用いられることがあり、特に外壁の断熱性が低い場合には、一定の冷房負荷削減効果をもたらしていると考えられる。従来、日除けによる日射遮蔽効果は、窓に対してのみ考慮していたので、外壁に対して適切に日除けを行うような計画では、外壁に対する日除けの効果を考慮しないと、侵入する日射熱量を過大に評価してしまう。

そこで、外壁に対しても、窓と同様に日除けを考慮できるように数表を用意した。本報告では、外壁は斜めからの日射に対しての反射率は異ならないと仮定できるとして、外壁については、斜入射特性 T_d, T_s, T_g はすべて1として扱うこととした。

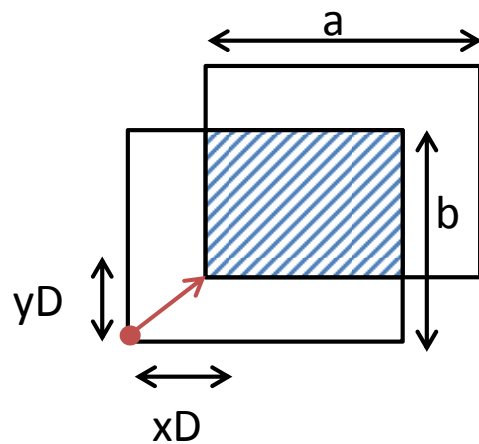
$$f_{ij}^+ = \frac{\sum_k (Jd_{jk} fd_{ijk} Td_{jk} + Js_{jk} fs_{ij} Ts + Jg_{jk} fg_{ij} Tg)}{\sum_k (Jd_{jk} + Js_{jk} + Jg_{jk})} \dots (\text{窓用})$$

$$= \frac{\sum_k (Jd_{jk} fd_{ijk} + Js_{jk} fs_{ij} + Jg_{jk} fg_{ij})}{\sum_k (Jd_{jk} + Js_{jk} + Jg_{jk})} \dots (\text{壁用})$$

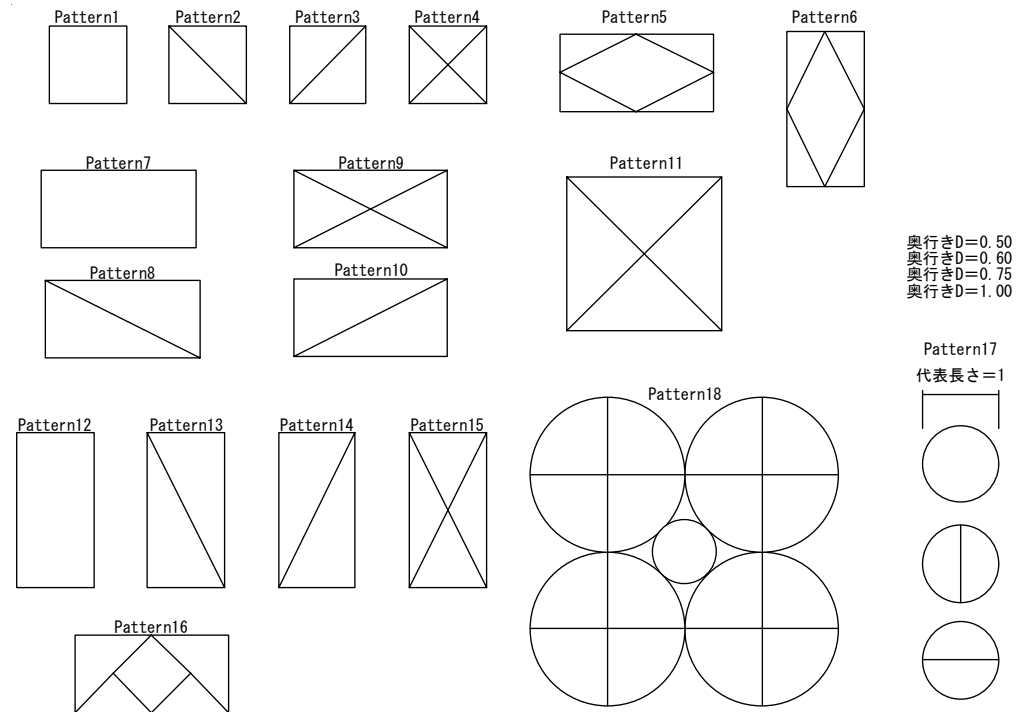
IV (ハ) 住宅における断熱性能、日射遮蔽性能及び日射取得性能に関する簡便な評価指標の検討

■花ブロック(透かしブロック、ホローブロック)の効果

花ブロックへの日射は、入射角に応じて開口形状をずらした場合の重なり部分の面積分だけ透過する。したがって、花ブロックの仕切り面の反射を無視すれば、透過率は、重なり部分の面積/開口面積 となる。



そこで、以下の代表的な18のパターンについて、奥行別に期間透過率を計算した。



IV (ハ) 住宅における断熱性能、日射遮蔽性能及び日射取得性能に関する簡便な評価指標の検討

■花ブロック(透かしブロック、ホローブロック)の効果

本報告では、ブロックの透過特性として t という指標を定義し、下式で近似することとした。実際の花ブロックの仕切りは、太さが無い線分ではないので、見付け面積に対する開口面積の比である開口率(γ)を乗じて算出することとした。

$$t = \frac{D \sum l}{2S}$$

D : 花ブロックの奥行

l : 花ブロックの穴の周長

S : 花ブロック見付け面積

$$T_0 = 1 - \beta(1 - e^{-\alpha t})$$

T_0 : 仕切りが線の時の透過率

α, β : 近似係数

$$T = \gamma T_0 = \gamma \{1 - \beta(1 - e^{-\alpha t})\}$$

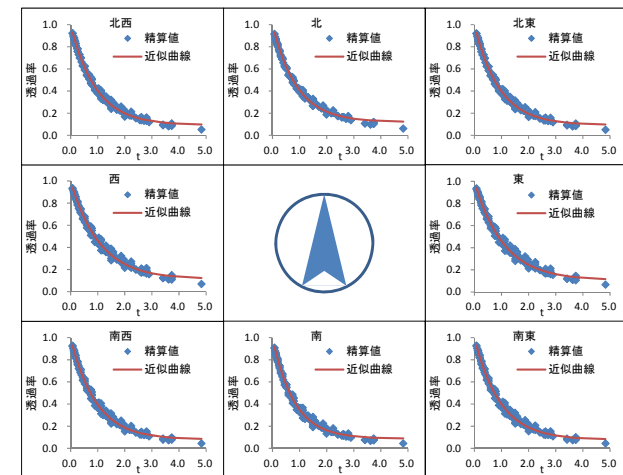
T : 花ブロックの透過率

γ : 開口率

この T を対象外皮に乗じて花ブロックを考慮することとした。

$$\sum_i \sum_j v_j T_{ij} f_{ij}^+ \eta_{ij} A_{ij} \sum_k Jh_k$$

算出した透過率と t の関係及び近似式(VI地域)



v_j : 方位係数、 T_{ij} : 花ブロックの透過率

f_{ij}^+ : 日除けの効果係数、 η_{ij} : 日射侵入率、

A_{ij} : 外皮の面積、 $\sum_k Jh_k$: 期間水平面日射量

IV (ハ) 住宅における断熱性能、日射遮蔽性能及び日射取得性能に関する簡便な評価指標の検討

■外皮の日射遮蔽および日射取得性能の影響を総合した評価指標の提案

項目	式
侵入日射量	$\sum_i \sum_j v_j T_{ij} f_{ij}^+ \eta_{ij} A_{ij} = m, \sum_k Jh_k = J \text{と置けば}$ $\sum_i \sum_j v_j T_{ij} f_{ij}^+ \eta_{ij} A_{ij} \sum_k Jh_k = mJ$
貫流熱量	$\sum_i \sum_j U_{ij} A_{ij} = q, \sum_l \Delta t_l = DD \text{と置けば、}$ $\sum_i \sum_j U_{ij} A_{ij} \sum_l \Delta t_l = q \cdot DD$ <p>添え字<i>l</i>は評価期間における日を表す。 <i>U_{ij}</i>: 部位の熱貫流率、 <i>DD</i>: 評価期間のディグリーデイ (外気温度-室内温度)</p>
換気による熱移動量	$cV \sum_l \Delta t_l = cV \cdot DD$ <p>添え字<i>l</i>は評価期間における日を表す。 <i>c</i>: 空気の比熱 <i>V</i>: 換気量</p>
総合評価指標	$M = mJ + q \cdot DD + cV \cdot DD$ $= mJ + (q + cV)DD$ <p>注) 屋外から室内への熱移動を正とする</p>

これまで、期間侵入量日射量を表す評価指標を開発してきたが、これと貫流熱量と換気による熱移動量を加えると総合指標とすることができる。

建物に固有の指標として、*m*、*q*、*V*が定まり、建設地(または代表地点)に固有の指標として*J*、*DD*が定まるので、建設地点における対象建物の熱移動量を表現した総合指標とすることができる。

指標の分類	日射	貫流	換気
建物	<i>m</i>	<i>q</i>	<i>V</i>
建設地	<i>J</i>	<i>DD</i>	

IV (ハ) 住宅における断熱性能、日射遮蔽性能及び日射取得性能に関する簡便な評価指標の検討

■夏季及び冬季日射取得係数を簡便に計算できる方法の検討

侵入日射量の検討を元に、Microsoft Excelを用いて夏季及び冬季日射取得係数の計算ツールを整備した。

ツールには、方位係数や各ガラス及び壁面の日除け効果係数、花ブロック透過率算出のためのパラメータなどがデータテーブルとして用意されており、必要な情報を入力することで、夏季及び冬季日射取得係数が計算できる。

項目	値	単位	計算式	結果
方位係数	0.8			0.8
ガラスの日除け効果係数	0.7			0.7
壁面の日除け効果係数	0.5			0.5
花ブロック透過率	0.3			0.3
夏季日射取得係数	0.6			0.6
冬季日射取得係数	0.4			0.4

IV (ハ) 住宅における断熱性能、日射遮蔽性能及び日射取得性能に関する簡便な評価指標の検討

課題

(1) 傾斜面の窓や壁

今年度までの検討では、傾斜面に取り付けられた窓からの侵入日射量は、垂直または水平の窓として評価することとしている。グレージングの斜入射特性を考慮すると、南側と北側の天窓の侵入日射量は異なると考えられるので、正しく侵入日射量を評価するには、設置角度をパラメータとすることが望ましい。

(2) 水平面の日除け

今年度までの検討では、水平面に対する日除けの効果は考慮していない。しかし、たとえば北側の下屋に取り付けられた天窓から侵入する日射量は、水平面のそれより相当に小さくなると考えられ、正しく侵入日射量を評価するには、天窓の日除けについても考慮する必要があると考えられる。

(3) 外付けルーバー等

グレージングの外部(外付けブラインドなど)および中間部(グレージング内ブラインド)に位置する遮蔽部材については、ガラスの入射角特性が大きく影響する。今年度までの検討では、これらについては、鉛直入射として取り扱う方針を採用している。

(4) 地域区分

今年度までの検討では、簡便性を優先してHDD地域区分に基づき日射量地域区分を整備した。しかし、異なる負荷原因(温度と日射)を同一の区分で評価することには無理があり、日射の地域区分をHDDに基づく地域区分から独立させるべきかもしれない。また、IT技術の発展を見ると、地域区分そのものを廃止して建設地毎の評価に転換すべき時期が迫っているように感じられる。

(5) 評価期間

今年度の検討で、評価期間が評価そのものに大きな影響を及ぼすことが明らかになった。しかし、従来の評価期間が、実際の暖冷房期間と一致しているかという検討はほとんどなされていない。典型的な例として、評価上暖房期間が無い沖縄で、実際には暖房が行われていることが上げられる。実態を把握した上で、評価期間についての検討が必要とされている。

V (二) 建築物における外皮熱特性に関する簡便な評価方法の検討

■背景と目的

昨年度は、基準階の一部を切り出した形状の単純なモデルで熱負荷計算を行い、U値・η値と負荷との関係を示すチャート(下図)を作成し、現行PALの基準値を満たすような条件を地域ごと・室用途ごとに整理した

■北見

η U	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.50	0.60	0.70
0.25	289	272	255	238	221	210	234	257	303	350	396
0.50	326	309	292	275	258	241	224	246	293	339	386
0.75	364	346	329	312	295	278	261	244	282	329	375
1.00	401	384	367	349	332	315	298	281	271	318	364
1.25	438	421	404	387	370	352	335	318	284	307	354
1.50	475	458	441	424	407	390	372	355	321	297	343
1.75	512	495	478	461	444	427	410	393	358	324	333
2.00	549	532	515	498	481	464	447	430	396	361	327
2.50	624	606	589	572	555	538	521	504	470	436	401
3.00	719	680	663	646	629	612	595	578	544	510	476
3.50	815	774	737	720	703	686	669	652	618	584	550
4.00	910	870	829	794	777	760	743	726	692	658	624
4.50	1005	965	925	884	851	834	817	800	766	732	698
5.00	1101	1060	1020	980	940	908	891	874	840	806	772
6.00	1291	1251	1211	1170	1130	1090	1050	1022	988	954	920

■那覇

η U	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.50	0.60	0.70
0.25	381	426	472	517	562	607	652	697	787	877	968
0.50	368	413	459	504	549	594	639	684	774	864	955
0.75	355	400	446	491	536	581	626	671	761	851	942
1.00	342	387	433	478	523	568	613	658	748	838	929
1.25	330	374	419	465	510	555	600	645	735	825	916
1.50	318	362	406	452	497	542	587	632	722	812	903
1.75	307	351	395	439	484	529	574	619	709	799	890
2.00	295	339	383	427	471	516	561	606	696	786	877
2.50	272	316	360	404	448	492	536	580	670	760	850
3.00	249	293	337	381	425	469	513	557	645	734	824
3.50	226	270	314	358	402	446	490	534	622	710	798
4.00	202	246	290	335	379	423	467	511	599	687	775
4.50	179	223	267	311	355	399	444	488	576	664	752
5.00	156	200	244	288	332	376	420	464	553	641	729
6.00	110	154	198	242	286	330	374	418	506	594	682

現行PAL(旧PAL)に代わる外皮性能指標(新PAL)そのものを新しく作成する方向になったため、先に外皮指標の計算方法をまとめ、その後に改めて簡便な評価方法を必要に応じて定める方向性となった

V (二) 建築物における外皮熱特性に関する簡便な評価方法の検討

■改正省エネルギー基準における負荷計算

本来は空調用一次エネルギーの計算に用いる目的で、負荷計算のロジックを開発した(既に運用開始)。

日積算暖冷房負荷(温度差由来と日射由来)を定常計算で求める



係数テーブルを用いて、「非定常」の日積算負荷に変換する



温度差由来の負荷、日射由来の負荷、および内部発熱を加算あるいは相殺して日積算負荷とし、エネルギー計算に渡す

上記の計算を行うための入力インタフェースおよび係数テーブルが既に整備されており、実務者の負担を増さないためにも新PALはできるだけ似た体系の入力・計算方法とする必要がある

V (二) 建築物における外皮熱特性に関する簡便な評価方法の検討

■係数テーブルの作成

まず、(新PALとしてではなく)一次エネルギー計算のために必要な係数テーブル(日積算定常負荷を日積算非定常負荷に変換する)を整備した。

室用途	期間	負荷要素	負荷種別	北見			岩見沢			盛岡			長野		
				係数	切片	補正切片	係数	切片	補正切片	係数	切片	補正切片	係数	切片	補正切片
事務室	冷房期	外気温	冷房負荷	-0.02	2	129	0.00	0	188	-0.13	-2	151	0.05	6	157
			暖房負荷	0.76	-35	-191	0.84	-16	-225	0.78	-21	-215	0.85	-8	-179
		日射	冷房負荷	0.71	71	0	0.73	66	0	0.75	54	0	0.71	66	0
	暖房期	外気温	冷房負荷	0.00	0	79	0.00	0	71	0.00	0	90	0.00	0	106
			暖房負荷	0.77	-118	-215	0.77	-110	-200	0.74	-127	-236	0.74	-129	-253
		日射	冷房負荷	0.75	72	0	0.73	80	0	0.69	98	0	0.68	114	0
	中間期	外気温	冷房負荷	0.00	0	131	0.00	0	119	0.00	0	104	0.00	0	154
			暖房負荷	0.80	-52	-204	0.74	-66	-205	0.77	-66	-191	0.77	-57	-232
		日射	冷房負荷	0.76	60	0	0.70	81	0	0.70	83	0	0.72	79	0
事務室(前日休み)	冷房期	外気温	冷房負荷	0.00	0	268	0.00	0	225	0.00	0	210	0.28	18	128
			暖房負荷	1.30	-66	-334	1.22	-74	-299	1.43	-44	-255	1.42	-19	-107
		日射	冷房負荷	0.97	232	0	0.80	313	0	0.98	178	0	1.04	213	0
	暖房期	外気温	冷房負荷	0.00	0	63	0.00	0	77	0.00	0	92	0.00	0	82
			暖房負荷	1.23	-299	-358	1.12	-321	-394	1.05	-367	-455	1.03	-383	-461
		日射	冷房負荷	0.92	356	0	1.12	174	0	0.93	267	0	0.92	309	0
	中間期	外気温	冷房負荷	0.00	0	119	0.00	0	177	0.00	0	131	0.00	0	175
			暖房負荷	1.11	-214	-330	1.21	-186	-360	1.06	-244	-373	1.14	-203	-377
		日射	冷房負荷	1.18	135	0	1.02	223	0	0.82	269	0	0.79	320	0

※補正切片:後に負荷を相殺することで負荷が危険側にならないように考慮したもの

V (二) 建築物における外皮熱特性に関する簡便な評価方法の検討

■新PALの問題点の整理

一次エネルギー算出のための負荷計算をそのまま新PALに用いるには、以下のような問題点がある

●非空調室の扱い

・・・一次エネ計算では、非空調室は負荷計算不要

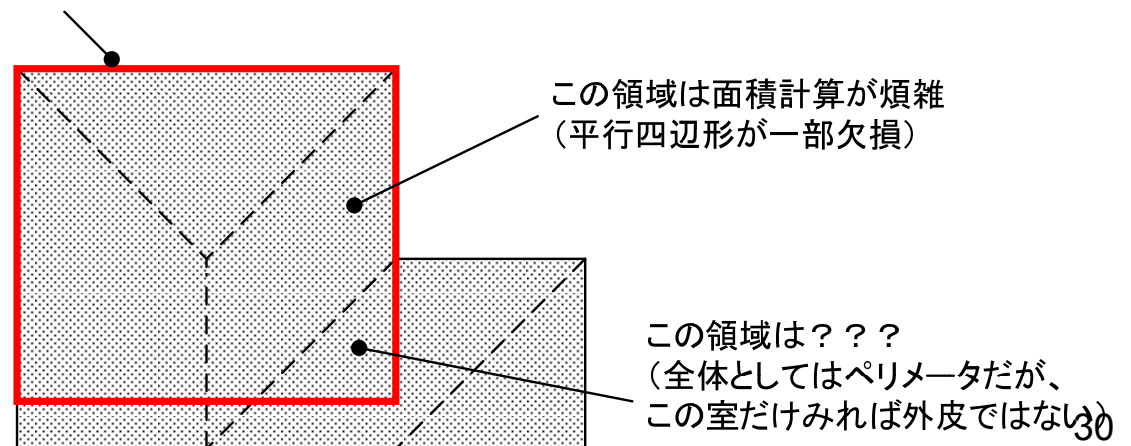
→新PALの計算では、非空調室も計算対象(空調するものとして計算。ただし、旧PALに倣って熱貫流率等を1/2に低減する方向)

●ペリメータ面積の取り方

→一次エネ計算で必要な建物内をスペースに分割すること、旧PALで行っているペリメータ面積の厳密に計算を組み合わせるのは困難

→外周長さ×5m幅など、簡易な計算とする方向

仮にこの位置(赤太枠)に室があるとして、PAL方式で面積算定をしようとする

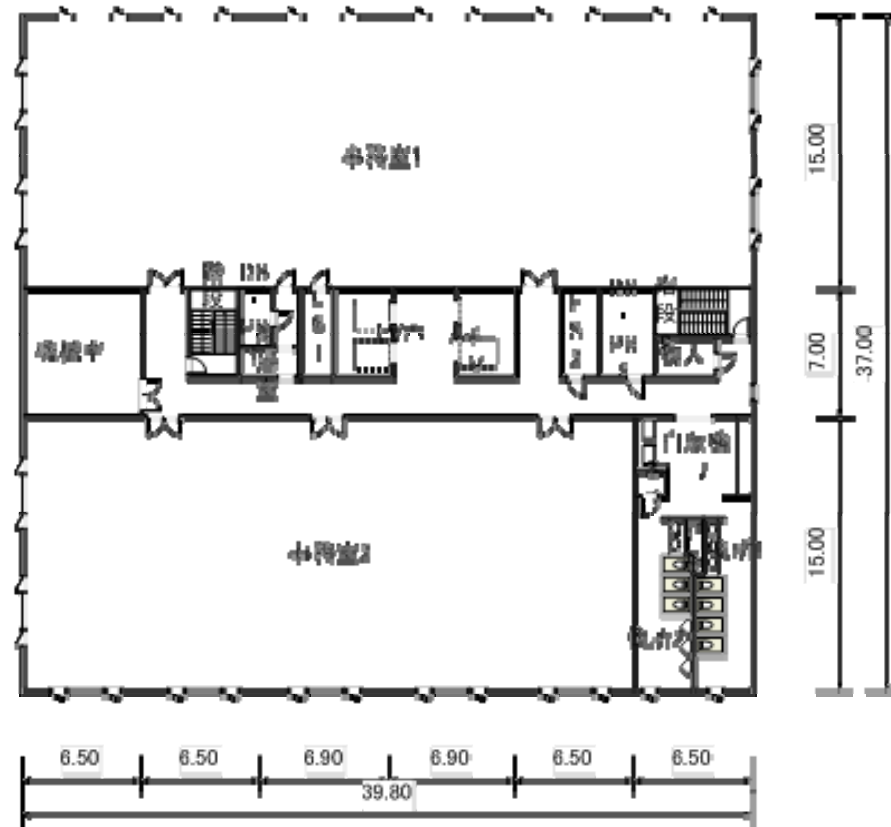


V (二) 建築物における外皮熱特性に関する簡便な評価方法の検討

■新PAL基準値の要件

旧PALとは計算方法そのものに加え、室用途ごとの空調時間や内部発熱量も変わることになる。基準値そのものは旧PALと同程度の厳しさとしたいため、同じ建物モデルを用いて旧PALと新PALの数値がどういう関係にあるかをチェックする必要がある。

そのため、事務所など各建物用途について策定されたモデル建物を用いて新旧PALの計算を行っている。

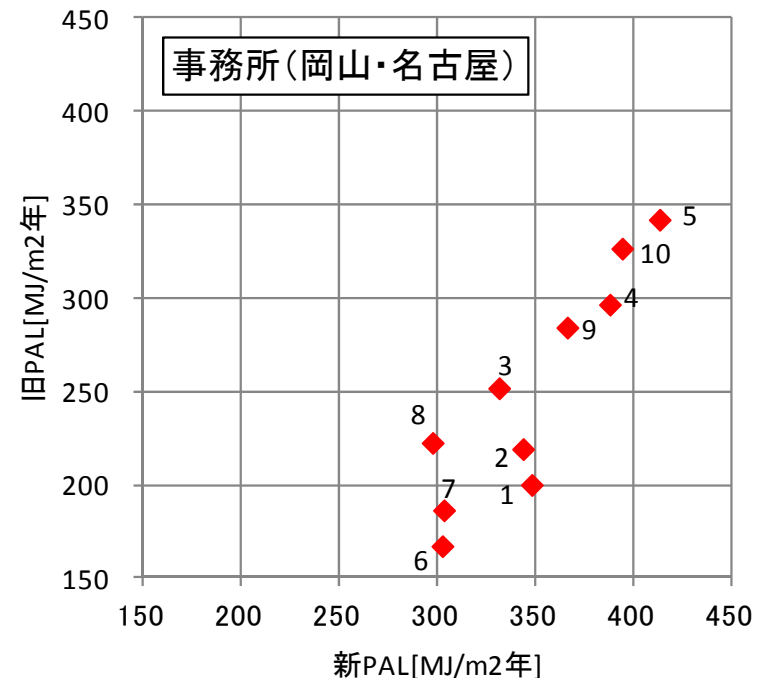
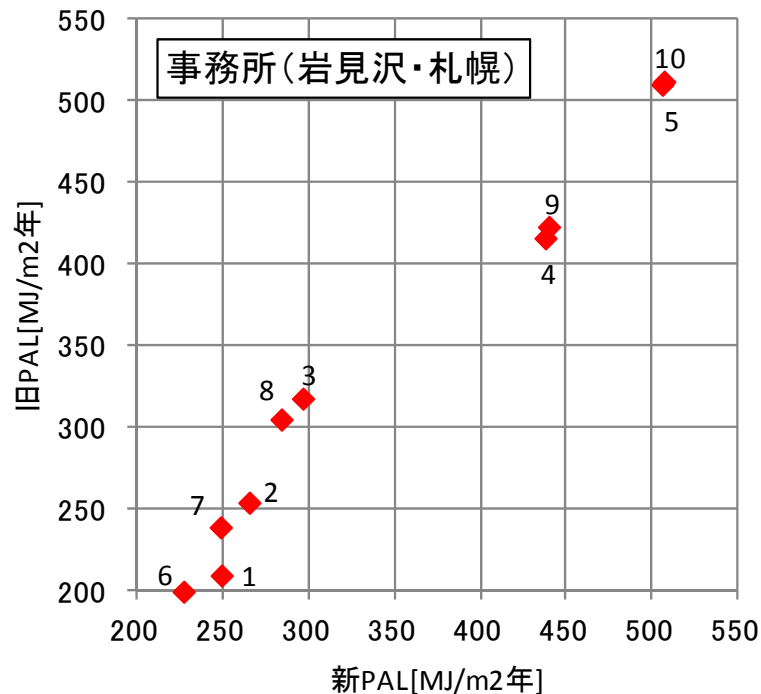


V (二) 建築物における外皮熱特性に関する簡便な評価方法の検討

■新旧PALの比較検討

躯体仕様を10ケース用意(無断熱～高断熱、日射遮蔽小～大)し、年間負荷を計算した結果を散布図で比較する。

寒冷地ではほぼ直線上に分布するが、温暖地では必ずしもそうでない(断熱性が高すぎると負荷が増加する傾向)。



引き続き検討を行い、新PALの計算方法詳細および建物用途ごと・地域ごとの基準値を定める方針

平成24年度事業の成果

Ⅱ (イ) 躯体表面における日射反射率及び通気層設置時における日射侵入率の評価方法の整備

- 通気層を有する壁体の断熱性能・日射遮蔽性能の簡易な計算手法を示した。
- 上記の計算に必要な特性値の評価手法を示した。
- 実験によって通気ブロックによる日射遮蔽効果を整理した。ブロックの設置状況が異なる際の評価法構築が今後の課題となる。

Ⅲ (ロ) RC造や土壁造等の大きな熱容量を有する躯体の熱特性の評価方法の整備

- 熱容量を含めさまざまな要素を自由度高く設定でき、拡張性の高い負荷計算ツールをExcelで作成した
- 従来負荷計算に多く用いられてきたソフトと精度検証を行い、熱容量の大きい建物の場合にはソフトと比較して高い精度が得られることがわかった
- ツールの使い勝手などを中心にブラッシュアップする必要がある

平成24年度事業の成果

IV (ハ) 住宅における断熱性能、日射遮蔽性能及び日射取得性能に関する簡便な評価指標の検討

日射量の地域区分の課題を整理し、新たな日射量地域区分を提案した。日除けの効果係数については、精度・速度の両面で優れたアルゴリズムを開発した。従来の日除けの効果係数で考慮されていなかった、外壁に対する日除けの効果や花ブロックの日射遮蔽効果を考慮するための数表を整備し、その効果を検証した。さらに、侵入日射量、貫流熱量及び換気による熱移動量をすべて考慮した総合評価指標を定義した。また、開発された侵入日射量の評価指標及び貫流熱量の評価指標を簡易に計算するための計算プログラムを整備した。

V (ニ) 建築物における外皮熱特性に関する簡便な評価方法の検討

- ・ 空調用一次エネルギー算出のために負荷計算が必要であり、その計算ロジックおよび必要な係数等を整備した。
- ・ 新しい外皮指標（新PAL）に上記の負荷計算ロジックを採用する上での問題点を整理し、新PALの方向性を検討した。
- ・ モデル建物で新旧PALの計算を行い、旧PALの基準値が新PALではどのような値となるかを検討し、新PAL計算法の詳細を含め引き続き検討中である。