

開口部の日射熱取得性能および 断熱性能の評価方法に関する調査

鹿児島大学大学院
YKK AP株式会社
日本板硝子株式会社
三協立山アルミ株式会社
株式会社LIXIL
株式会社鹿児島TLO

開口部の日射熱取得性能および断熱性能の評価方法に関する調査

課題背景

- 住宅・建築物の暖冷房負荷を削減するためには、開口部の日射熱取得性能と断熱性能に関する正確な情報が重要である。
- 現行の省エネルギー基準では日射遮蔽物の評価はレースカーテン、内付ブラインド、紙障子等に限定されており、スクリーンなどの新しい遮蔽物に適用できない。
- 開口部材のサイズの違いやカーテンウォール等の扱いも含め、熱性能の評価方法が確立されているとは言い難い。

調査目的

- 開口部材の日射熱取得率(日射侵入率)について実測によるデータベースを整備する。
- 開口部材の日射熱取得率の計算による評価方法を検討する。
- 窓サイズの違い等が熱貫流率も含めた外皮全体の熱特性に及ぼす影響について定量的な検討を行う。

調査内容

- 代表的開口部材及び日射遮蔽部材の組み合わせを対象とした日射熱取得率(日射侵入率)の計測
- 国際規格案を含む種々の日射熱取得率の計算方法に関する比較検証及び改良
- 既存の熱貫流率計算方法に関する調査及び比較検証

調査内容の3課題に対して具体的な検討項目が設定されている。

調査事項に対する提案

(イ)日射熱取得率の測定

- ・代表的開口部材と開口部の遮蔽物を組み合わせた場合の日射熱取得率(日射侵入率)を測定し、データを整理する。
- ・測定は建築研究所の日射熱取得率測定装置を用いて実施する。まず予備的な計測を実施し、計測手法の妥当性の確認と測定精度の検証を行う。
- ・23年度は4種類のガラスと開口部遮蔽物の組み合わせを対象とした測定を行い、データを収集整理する。

(ロ)日射熱取得率計算方法の調査

- ・最新の国際規格や米国およびEU規格を調査し日射熱取得率(日射侵入率)の計算方法を整理する。また国内で開発されている日射熱取得率計算法との比較検証を行う。

(ハ)熱貫流率計算方法の調査

- ・海外の規格も含め既存文献の調査を行い、熱貫流率計算時における熱伝達抵抗の基準値のばらつきを整理する。また条件設定の違いによる影響を把握し、各基準値の妥当性を検証する。
- ・国内外のカーテンウォールの熱貫流率の計算方法に関する文献調査を行い整理する。

研究委員会を設置して調査を実施。

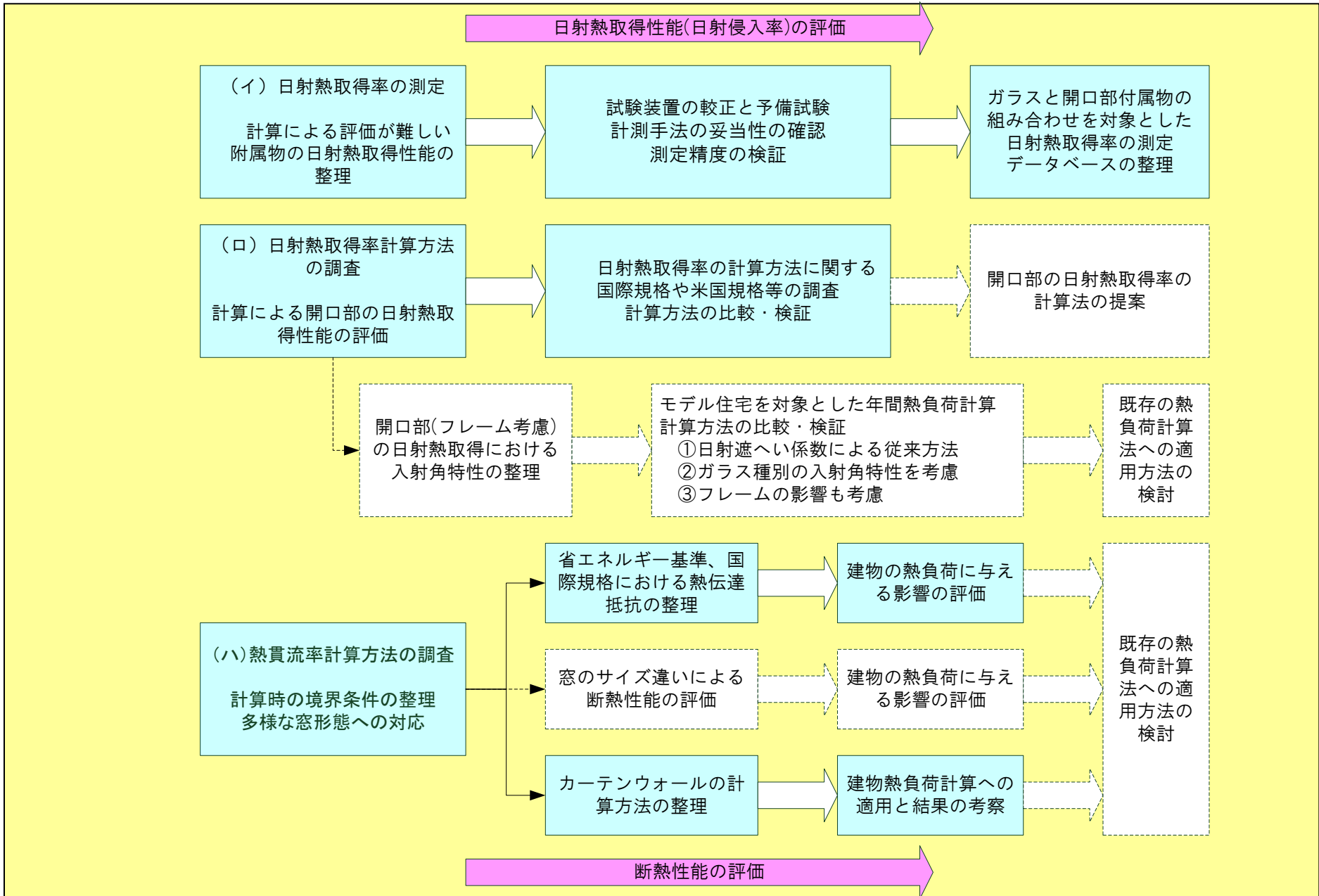
「開口部の日射熱取得性能および断熱性能の評価方法に関する調査」委員会

	配置予定者	所属・役職
主査	二宮 秀興	鹿児島大学大学院理工学研究科・教授
委員	赤坂 裕	鹿児島高専・校長
	伊丹 清	滋賀県立大学・環境科学部・講師
	伊藤 春雄	YKKAP株式会社・上席常務
	齊藤 孝一郎	YKKAP株式会社・開発本部
	児島 輝樹	YKKAP株式会社・ビル建材第一事業部
	木下 泰斗	日本板硝子株式会社・機能硝子部
	田代 達一郎	株式会社LIXIL・金属・建材カンパニー 商品本部
	宮澤 千頭	株式会社LIXIL・IT戦略本部
	上乘 正信	三協立山アルミ株式会社・技術開発統括部
	佐久間 英二	株式会社ニチベイ・開発本部
共同研究者	澤地 孝男	独立行政法人建築研究所・環境研究グループ長
	桑沢 保夫	独立行政法人建築研究所・環境研究グループ
	宮田 征門	独立行政法人建築研究所・環境研究グループ
	赤嶺 嘉彦	独立行政法人建築研究所・環境研究グループ
管理運営	吹留 博実	株式会社鹿児島TLO・代表取締役

調査項目(イ)(ロ)(ハ)についてそれぞれWGを設置する。
WGは委員外の民間事業者にも参加して頂き、技術的知見の提供等の協力を得る。

研究委員会とWGを設置して項目毎に調査を実施。

調査のフロー(申請時の案) 着色した部分が23年度の実施項目。波線の項目は次年度を想定



(イ) 日射熱取得率の測定 ー調査の目的とスケジュールー

調査の目的

- ・現在の省エネルギー基準では、窓の日射熱取得率はフレームの材質に係わらず、ガラスの性能とフレームの面積比率で定まるが、遮蔽物の評価対象はレースカーテン、内付ブラインド、紙障子、外付ブラインドに限定されており、近年普及しつつあるスクリーン類が含まれないなど評価できるものが限定される。
- ・本調査では代表的な開口部材と遮蔽物を組み合わせた場合の日射熱取得率を測定にて評価し、データを整理した。
- ・測定はISO15099の計算法に準拠した建築研究所保有設備の測定装置にて実施した。

測定スケジュール

	平成23年度			平成24年度(申請時の案)			
	第2四半期	第3四半期	第4四半期	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期
遮蔽物の日射熱取得率の測定及びDB化	測定装置の整備 試験体の選定			計算に必要な部分の 追加試験実施分			
	日射熱取得率の測定 DB(データベース)化			報告書			
測定と計算の整合性	測定と計算の 整合性の確認			測定と計算の整合性の確認 (追加分)			
	報告書			報告書			

(イ) 日射熱取得率の測定 一試験体の選定一

本年度は単板ガラスとサッシフレーム・遮蔽物の組み合わせにて測定を実施した。

* ガラス(5種類)

- ・透明フロート板ガラス
- ・熱線吸収ガラス
- ・熱線反射ガラス
- ・高性能熱線反射ガラス(淡色)
- ・高性能熱線反射ガラス(濃色)

* サッシフレーム(1種類)

- ・樹脂フレーム

* 遮蔽物(10種類)

- ・外付:ブラインド、ロールスクリーン
- ・内付:ブラインド、ロールスクリーン、プリーツスクリーン
- ・内窓:紙障子、

木製サッシ(透明フロート板ガラス、普通複層ガラス、断熱Low-E複層ガラス、遮熱Low-E複層ガラス)

※来年度は複層ガラスとサッシフレーム・遮蔽物の組み合わせにて測定を実施する予定



外付ブラインド



内付ブラインド



内付ロールスクリーン

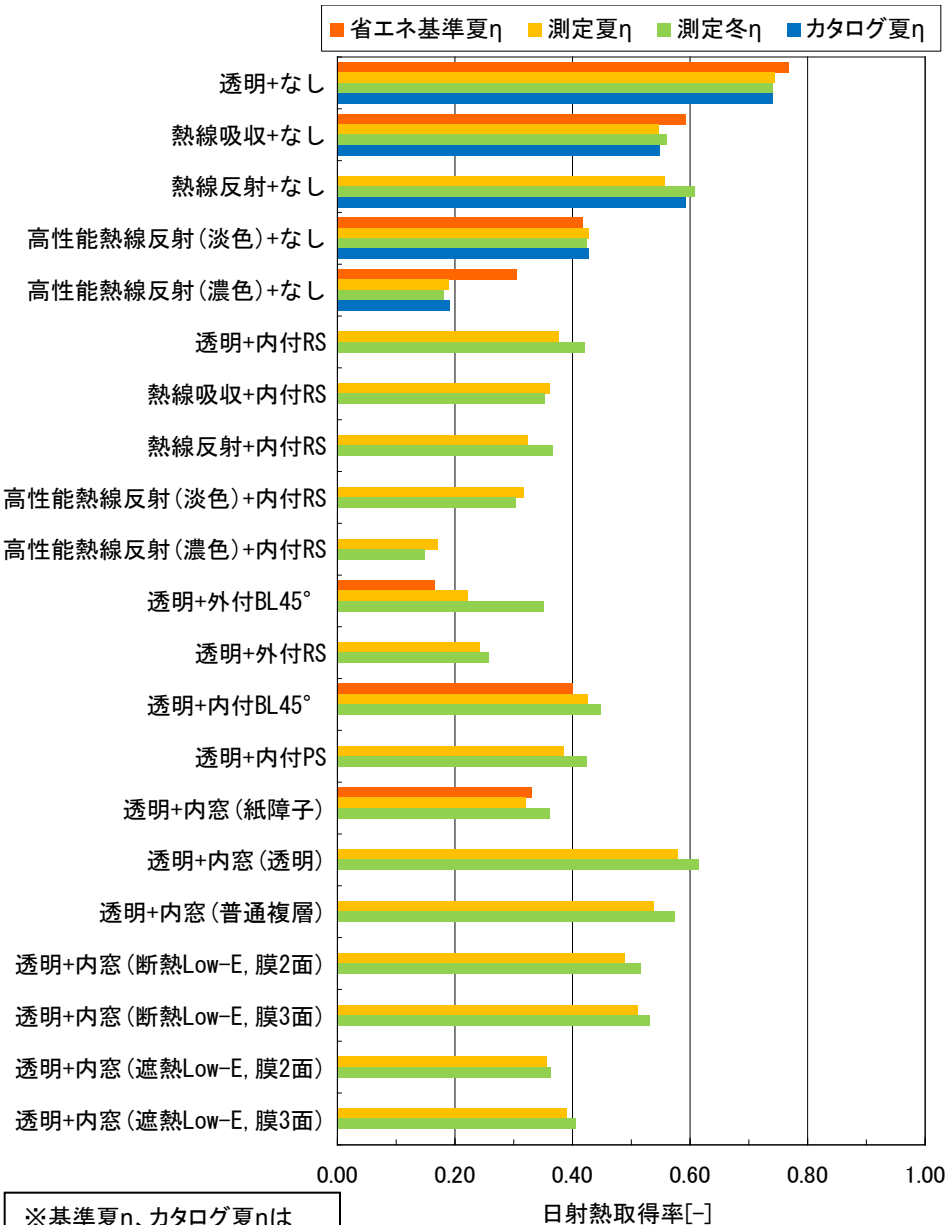


内付プリーツスクリーン



内窓(紙障子)

(イ) 日射熱取得率の測定 一測定結果①



測定結果一覧

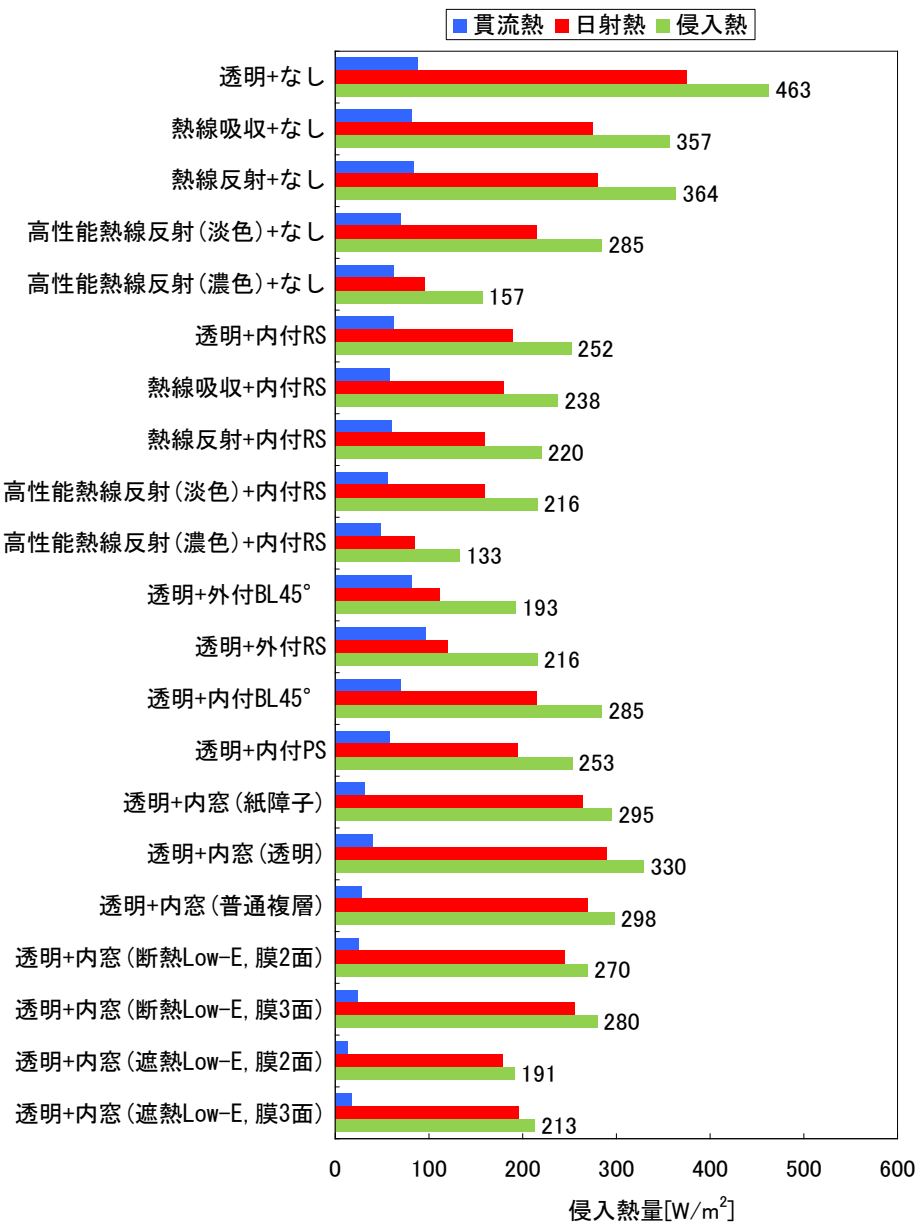
現状の省エネルギー基準と測定結果の比較

省エネ基準解説書より		ガラスの日射侵入率(日射熱取得率)[-]					
		なし	レースカーテン	内付ブラインド	紙障子	外付ブラインド	
単板ガラス	普通単板ガラス	0.88	0.56	0.46	0.38	0.19	
	熱線反射ガラス	熱反2種	0.48	0.38	0.34	0.31	0.12
		熱反3種	0.35	0.31	0.28	0.25	0.12
	熱線吸収ガラス	0.68	0.47	0.41	0.35	0.15	

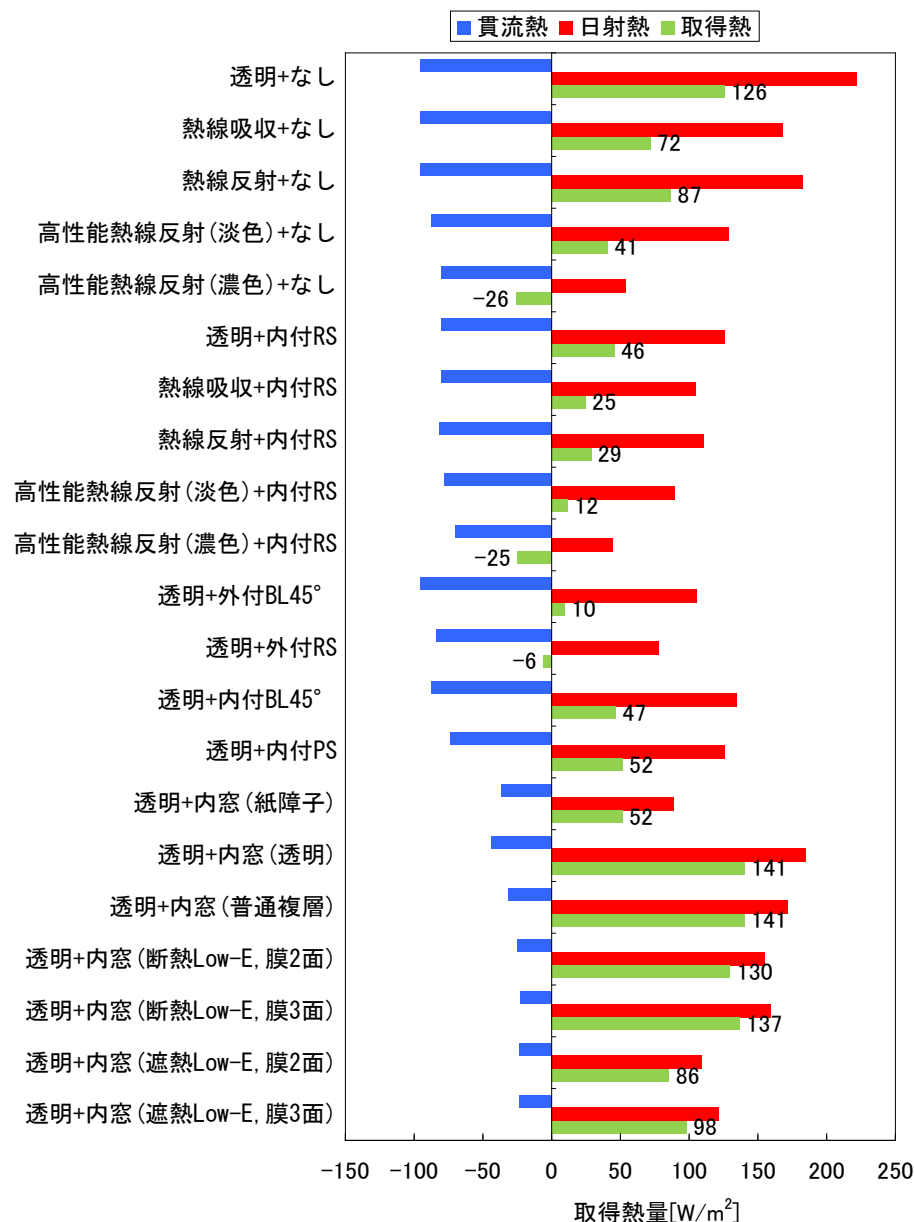
省エネ基準解説書より (ガラス面積比率考慮)		窓の日射侵入率(日射熱取得率)[-]					
		なし	レースカーテン	内付ブラインド	紙障子	外付ブラインド	
単板ガラス	普通単板ガラス	0.77	0.49	0.40	0.33	0.17	
	熱線反射ガラス	熱反2種	0.42	0.33	0.30	0.27	0.10
		熱反3種	0.31	0.27	0.24	0.22	0.10
	熱線吸収ガラス	0.59	0.41	0.36	0.31	0.13	

- ・ガラス単体の日射熱取得率(カタログ値)×ガラス面積比率と測定結果はほとんど一致しており、測定値の妥当性を確認
- ・単板ガラスに内付のロールスクリーンやプリーツスクリーンなどを組み合わせた場合、夏ηは0.4を下回る結果を確認
- ・透明単板ガラスと外付のブラインドやロールスクリーンを組み合わせた場合、夏ηは0.2程度と高い日射遮蔽効果を確認
- ・透明単板ガラスと内窓(遮熱Low-E)を組み合わせた場合、ηは0.4を下回る日射遮蔽効果を確認
- ・透明単板ガラスと内窓(透明単板、普通複層、断熱Low-E)を組み合わせた場合、ηは0.5～0.6程度と冬期の日射熱取得を期待できることを確認

(イ) 日射熱取得率の測定 一測定結果②一



夏期の侵入熱 (貫流熱+日射侵入熱)



冬期の取得熱 (貫流熱+日射取得熱)

(イ) 日射熱取得率の測定結果のまとめ

- ・ 現在の省エネルギー基準の夏期日射取得係数並びに開口部の夏期日射侵入率の基準値のみでは、冬期の日射熱取得が期待出来ず年間負荷が増加するケースがある。

※ 熱線反射ガラス3種；夏期の日射遮蔽効果は高いが、冬期は日射熱取得が期待出来ない。
外付ブラインド；夏期の日射遮蔽効果は高いが、固定型ブラインドでは冬期は日射熱取得が期待出来ない。

- ・ 近年普及の遮蔽物（ロールスクリーン、プリーツスクリーン）併用における日射熱取得率は、どのケースにおいても0.4以下であり、現在の省エネルギー基準値を下回る。

- ・ 内窓追加のケースでは、断熱性向上により冬期の日射熱取得によるパッシブ効果が期待できる。
夏期において、日射侵入熱が大きく省エネルギー性は低いケースがほとんどだが、日射侵入熱が小さく省エネルギー性が高いケースもある。

※ 内窓 遮熱Low-E複層ガラス；夏期の日射遮蔽効果は高く、外付遮蔽物と同程度であった。

次年度は複層ガラスとサッシ・遮蔽物の組合せ計39通りの測定を予定している。
測定データは整理・分類し、目的に応じて有効に活用できるようデータベース化を図る。

(口) 日射熱取得率計算方法の調査 — 調査の目的とスケジュール —

調査の目的

- ・ 最新の国際規格や米国およびEU規格を調査し日射熱取得率(日射侵入率)の計算方法を整理する。そして、国内で開発されている日射熱取得率計算法との比較検証を行う
 - ① 窓の熱性能の計算法に関して既往の研究を俯瞰すると共に、各国で定められている計算法の規格と本邦での取組み内容を精査する。
 - ② 計算に使用されているツールを精査し、その特長と問題点を明らかにすると共に、同一モデルの計算を試行しその結果を比較考察する。
 - ③ 特にISO 15099は、米国主導で作成された唯一の窓の日射熱取得率計算法の国際規格である。米国が積極的に当該規格をアジア・オセアニア各国に推奨し、普及を図っていることから、内容を精査し本邦との考え方の相違を明確にする。

調査スケジュール

	平成23年度			平成24年度(申請時の案)				
	第2四半期	第3四半期	第4四半期	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期	
1. 国際規格等調査 計算法比較・検証				報告書				
2. フレーム+ガラス 斜入射評価法調査								報告書
窓の遮熱性能 計算法の提案								報告書

(口) 日射熱取得率計算方法の調査 — 各種規格調査結果 —

	国際規格	米国	欧州	日本(現行計算法)	日本(JIS策定案)
基本規格	ISO 15099	NFRC 200	なし	なし	JIS規格案作成中
関連規格	ISO 10077s, ISO 9050, ISO 9845-1	ISO 15099, NFRC 100, NFRC 300	EN 673, EN 410, EN 13363, ISO 10292, ISO 9050,	JIS R 3106, JIS R 3107, 次世代省エネ基準解説書	JIS A 2102s, JIS R 3106, JIS R 3107
遮熱性能の記号と名称	τ_s : Total solar energy Transmittance	SHGC: Solar Heat Gain Coefficient	g : Total solar energy transmittance	η : 日射熱取得率(JIS), 日射侵入率(省エネ基準)	η : 日射熱取得率
窓全体	グレージングとフレームの面積加重平均	ISO 15099の方法に従う	規定なし	ISO 15099の方法に従う	ISO 15099の方法に従う
フレーム	フレームの熱貫流率と日射吸収率, フレーム面積と屋外側展開面積, 屋外側表面熱伝達率により算出	ISO 15099の方法に従う ただし, h_{ex} は $30[W/(m^2 \cdot K)]$	規定なし	日射がある場合と無い場合のフレーム部の室内環境への熱流束の差を日射強度で除して算出(詳細法)	ISO 15099の方法に従う ただし, 屋外側表面熱伝達率は夏期と冬期の標準値詳細法も附属書に示す
グレージング	日射がある場合の室内への熱流束から室内外温度差による貫流熱を減じ、日射による熱取得のみを扱う	ISO 15099の方法に従う 室内外境界条件と標準日射スペクトルは別途与える	EN 410およびISO 9050に計算法を規定、中空層熱コンダクタンスはEN 673及びISO 10292に従う	JIS R 3106に計算法を規定、中空層熱コンダクタンスの計算はJIS R 3107に従う	JIS R 3106の計算法をガラス熱抵抗を考慮するよう拡張。中空層熱コンダクタンスはJIS R 3107に従う
遮蔽物	・スクリーン, ブラインドなど窓に平行な層として扱う 遮蔽物に限定 ・ブラインドはスラット曲面の鏡面反射は考慮しない ・遮蔽物の通気について、暫定扱いで解説	・ISO 15099の方法に従う ・遮蔽物を含む遮熱性能評価方法は, NFRC200Aに示されている ・測定方法は, NFRC201に規定されている	・EN 13363-1に簡易計算法が示されている ・EN 13363-2に詳細計算法が示されている	・次世代省エネ基準の解説書に, ガラスと同様に一つの層として多重反射計算と熱平衡計算を扱うよう記載されている ・遮蔽物の光学特性, 熱伝達条件が与えられている	ガラスと同様に一つの層として多重反射計算と熱平衡計算を扱う 窓に平行な層として扱う遮蔽物に限定 ・ブラインドのスラットタイプの光学特性計算方法掲載
境界条件 (夏期)	対流熱伝達率と放射熱伝達率を分離 $\theta_e = 30^\circ\text{C}$ $\theta_i = 25^\circ\text{C}$ $I_s = 500\text{W/m}^2$	$\theta_{in} = 24^\circ\text{C}$ $\theta_{out} = 32^\circ\text{C}$ $V = 2.75\text{m/s}$ $\theta_{rm,out} = \theta_{out}$ $\theta_{rm,in} = \theta_{in}$ $I_s = 783\text{W/m}^2$ (夏期・冬期の区別なし)	$h_e = 23$ $h_{ci} = 3.6$ $h_{ri} = \frac{4.4}{0.837} \cdot \varepsilon_i$ $\theta_m = 10^\circ\text{C}$ $\Delta\theta = 15^\circ\text{C}$ (夏期・冬期の区別なし)	JIS R 3106に同じ $\theta_e = 30^\circ\text{C}$ $\theta_i = 25^\circ\text{C}$ $I_s = 500\text{W/m}^2$	ISO 15099に同じ $\theta_e = 30^\circ\text{C}$ $\theta_i = 25^\circ\text{C}$ $I_s = 500\text{W/m}^2$
(冬期)	$\theta_e = 0^\circ\text{C}$ $\theta_i = 20^\circ\text{C}$ $I_s = 300\text{W/m}^2$			$\theta_e = 0^\circ\text{C}$ $\theta_i = 20^\circ\text{C}$ $I_s = 300\text{W/m}^2$	$\theta_e = 0^\circ\text{C}$ $\theta_i = 20^\circ\text{C}$ $I_s = 300\text{W/m}^2$
標準日射スペクトル	ISO 9845-1の全天日射(Air mass 1.5)	ISO 9845-1の直達日射(Air mass 1.5)	CIE No.85の全天日射(Air mass 1.0)	ISO 9845-1の直達日射(Air Mass 1.5)	ISO 9845-1の直達日射(Air Mass 1.5)
計算ツール	WINDOW	LBNL/WINDOW, THERM, Optics	WIS	WindEye, TB2D/BEM	WindEye, TB2D/BEM

(口) 日射熱取得率計算方法の調査 — 日本のJIS案の特徴 —

フレームの日射熱取得率

簡易計算法(本文 5.3)

詳細計算法(附属書 E(参考))

U_{fr} : フレームの熱貫流率

$$\eta_{fr} = \alpha_{fr} \frac{U_{fr}}{\frac{A_{de}}{A_{fr}} h_{std}}$$

ISO 15099の簡易計算法に対応

日射有り
フレームモデル

日射無しモデル
 $q_{int} (I_s = 0)$

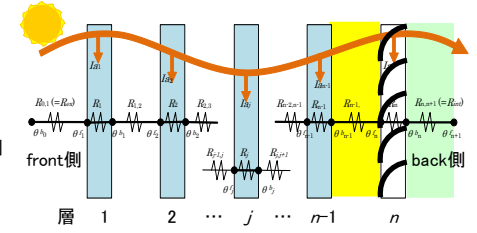
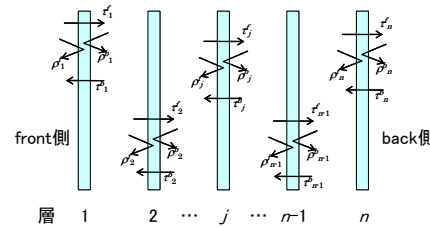
ISO 15099の詳細計算法に対応

U_{fr} による簡易計算法と数値計算による詳細計算法を明記

グレージング複合体の日射熱取得率

日射特性の算出

中空層熱抵抗の算出

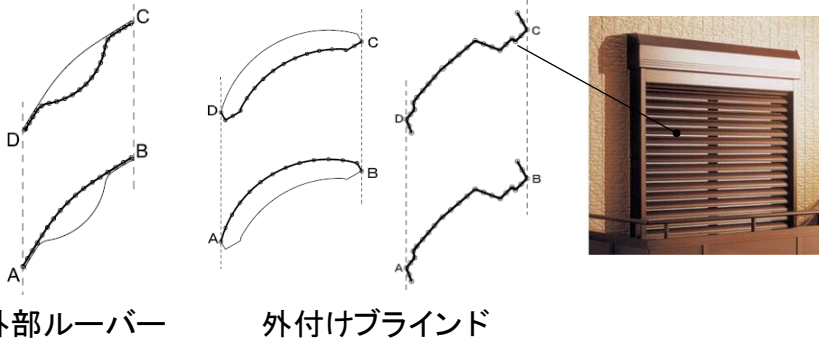


多重反射モデル

1次元熱平衡モデル

グレージング・遮蔽物の日射特性, 中空層熱抵抗の計算法明記

ブラインドの光学特性



外付けブラインドなど複雑な形状に対応可能な計算法

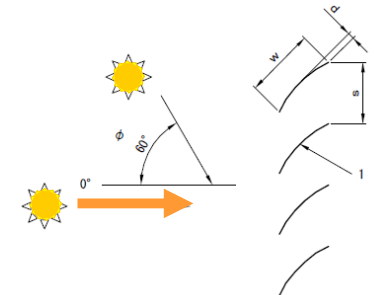
斜入射に対する日射熱取得率計算法

グレージングの入射角特性

ブラインドの入射角特性

$$\tau(\theta) = \tau(0) \cdot \sum_{i=0}^5 m_i \cdot \cos^i \theta$$

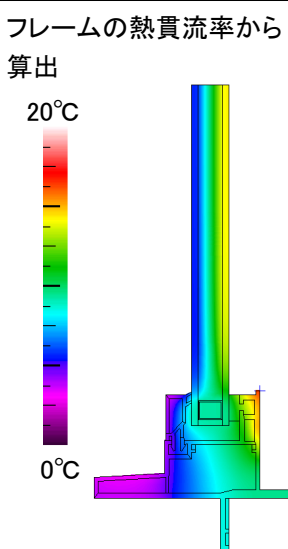
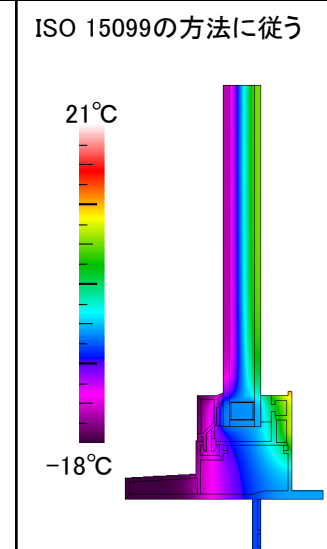
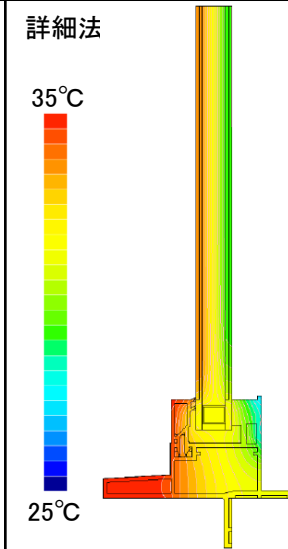
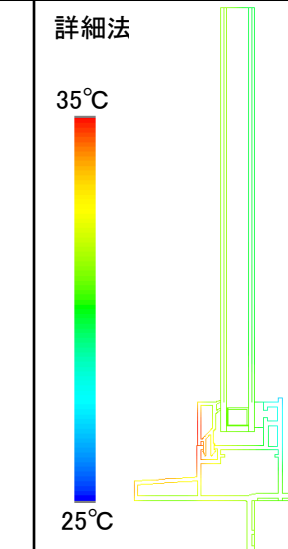

$$\rho(\theta) = \rho(0) + (1 - \rho(0)) \cdot \sum_{i=0}^5 m_i \cdot \cos^i \theta$$



様々な入射角での日射熱取得率が計算可能
⇒ 時々刻々の性能値算出

様々な窓種・遮蔽物・境界条件に対応した計算法

(口) 日射熱取得率計算方法の調査 — 計算結果まとめ —

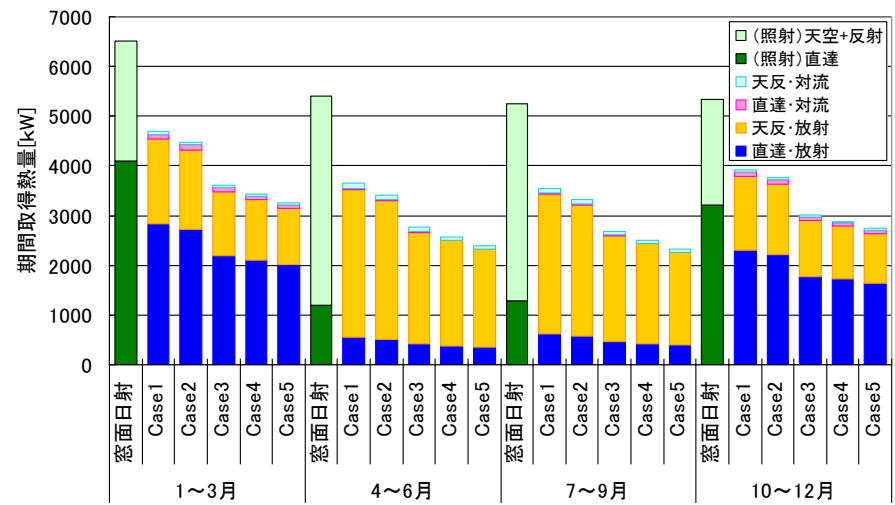
	国際規格	米国	日本(現行計算法)		日本(測定結果)
基本規格	ISO 15099	NFRC 200	—		ISO 15099準拠
計算ツール (測定装置)	THERM・WINDOW(USA)	THERM・WINDOW(USA)	BISCO(ベルギー)	TB2D/BEM	建築研究所保有 遮熱性能測定装置
フレーム 解析結果 温度分布 (複層ガラス モデル)	フレームの熱貫流率から 算出 	ISO 15099の方法に従う 	詳細法 	詳細法 	
フレーム 日射熱取得率	0.01 ~ 0.02				測定風景 (試験体正面より)
ガラス 日射熱取得率	0.83 ~ 0.85 (透明単板ガラス)		0.79 (普通複層ガラス)		
窓の日射熱取得率					
透明単板 ガラス使用	0.74	0.73	0.73	0.73	0.75
普通複層 ガラス使用	0.69	0.68	0.68	0.69	—

- ・窓の熱貫流率 ISO 15099ベースとISO 10077ベースの計算法で3%程度の乖離
- ・窓の日射熱取得率 計算法による大きな差は見られなかった



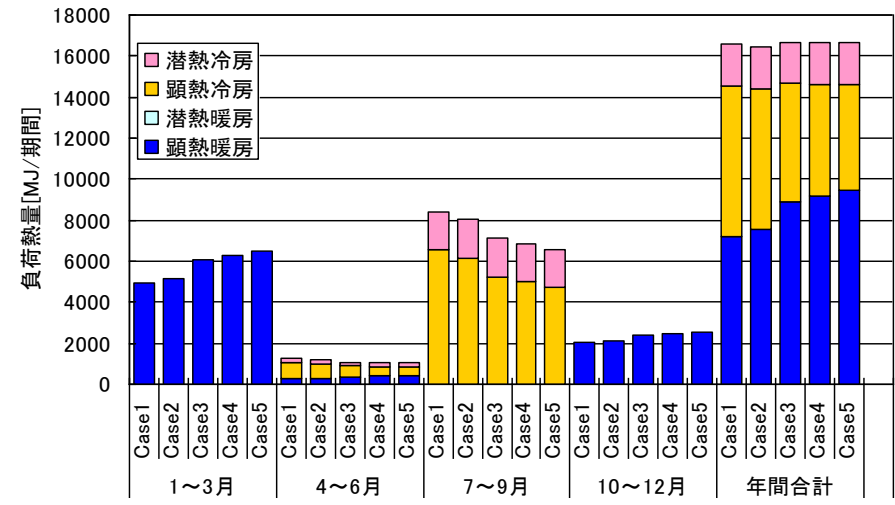
方位	窓面積	窓面積比	フレーム面積	フレーム面積比
東	4.43㎡	0.15	1.09㎡	0.245
西	4.92㎡	0.16	1.27㎡	0.259
南	17.68㎡	0.58	3.90㎡	0.220
北	3.32㎡	0.11	1.18㎡	0.356
合計平均	30.34㎡	1.00	7.44㎡	0.245

延べ床面積	121.73㎡
開口部面積(ドア除く)	30.34㎡
開口部面積比率(ドア除く)	25%



季節別(3ヶ月)の窓面照射日射量と窓面取得熱量(東京)

計算対象建物		次世代省エネルギー基準モデル(IV地域仕様)	
地名		東京	
位置	北緯	35.69	
	東経	139.77	
計算仕様条件	Case1	従来計算法	ガラス: FL3角度特性 フレーム: 考慮しない
	Case2	簡易計算法1	ガラス: 多重反射考慮 フレーム: 考慮しない
	Case3	簡易計算法2	ガラス: FL3角度特性 フレーム: 面積のみ考慮(η f=0, Sf=1)
	Case4	簡易計算法3	ガラス: 多重反射考慮 フレーム: 面積のみ考慮(η f=0, Sf=1)
	Case5	詳細計算法	ガラス: 多重反射考慮 フレーム: 面積、日射熱取得、影考慮
ガラス種		普通複層 (FL3+A12+FL3)	
フレーム種		アルミ樹脂複合窓	
フレーム面積比率		[-]	
窓サイズ(W×H)		[m]	
伝熱開口面積		[m²]	
別途報告書に記載			



季節別(3ヶ月)の暖冷房負荷(東京)

従来計算法(Case1)と斜入射を考慮した詳細計算法(Case5)を比較すると、年間を通して窓面の取得熱量は1.5倍程度多く取得していることがわかった。また、建物の熱負荷は暖房負荷:約1.3倍に増加、冷房負荷:約0.8倍に減少することがわかった。

(ハ) 熱貫流率計算方法の調査 ー調査内容とスケジュールー

調査内容

a)境界条件

- ・表面熱伝達率について海外の規格も含め既存文献の調査を行い、熱貫流率計算時、測定時における表面熱伝達率の基準値のばらつきを整理する。
- ・条件設定の違いによる影響を把握し、各基準値の妥当性を検証する。
- ・風向風速によって変化する対流熱伝達率の違いを把握するため、国内外の文献を調査し、どの程度影響があるのか変化の度合いを確認する。
- ・拡張アメダス気象データを用い、ランダムに選択した地点の風向風速の分布を把握し熱貫流率の比較を行う。
- ・高層ビルで用いる場合を考慮し、高さの違いに対する風速の分布を把握する。

b)カーテンウォールの断熱性能計算法

- ・ビル用開口部及びその中のカーテンウォール工法を分類、整理し市場を把握する。
- ・国内外の文献を調査し、カーテンウォールの断熱性能計算法を把握し解説する。

調査スケジュール

	平成23年度			平成24年度(申請時の案)							
	第2四半期	第3四半期	第4四半期	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期				
国内外の熱伝達抵抗の調査、整理	境界条件の妥当性の検討			報告書							
窓のサイズ違いによる断熱性能の評価								機種サイズ別整理			
カーテンウォールの断熱性能計算法	計算法の調査、検討、比較							計算法整理・提案			
熱負荷計算への適用方法提案	建物の熱負荷に与える影響評価							建物熱負荷への適用結果考察 熱負荷計算への適用方法提案			

(ハ) 熱貫流率計算方法の調査 一国内外の境界条件一

規格	表面熱伝達率	室内外温度	規格	表面熱伝達率	室内外温度
ISO 15099 ^{:2003} 夏期条件	$h_{ce} = 8.0$ [W/(m ² ·K)] $h_{re} = \frac{\varepsilon_e \cdot \sigma \cdot (T_{se}^4 - T_e^4)}{T_{se} - T_e}$ [W/(m ² ·K)] $h_{ci} = 2.5$ [W/(m ² ·K)] $h_{ri} = \frac{\varepsilon_i \cdot \sigma \cdot (T_{si}^4 - T_i^4)}{T_{si} - T_i}$ [W/(m ² ·K)]	室外温度 $T_e = 273.15 + 30$ [K] 室内温度 $T_i = 273.15 + 25$ [K]	NFRC 100-2010	室外風速 $v = 5.5$ [m/s]	室外温度 $\theta_e = -18$ [°C] 室内温度 $\theta_i = 21$ [°C] 室内外とも平均放射温度は気温と同じ。
ISO 15099 ^{:2003} 冬期条件	$h_{ce} = 20$ [W/(m ² ·K)] $h_{re} = \frac{\varepsilon_e \cdot \sigma \cdot (T_{se}^4 - T_e^4)}{T_{se} - T_e}$ [W/(m ² ·K)] $h_{ci} = 3.6$ [W/(m ² ·K)] $h_{ri} = \frac{\varepsilon_i \cdot \sigma \cdot (T_{si}^4 - T_i^4)}{T_{si} - T_i}$ [W/(m ² ·K)]	室外温度 $T_e = 273.15 + 0$ [K] 室内温度 $T_i = 273.15 + 20$ [K]	ISO10292 ^{:1994} JIS R 3107 ^{:1998}	$h_{ce} = 16.3$ [W/(m ² ·K)] $h_{re} = 4.9 \cdot \varepsilon_e$ [W/(m ² ·K)] $h_{ci} = 4.1$ [W/(m ² ·K)] $h_{ri} = 5.4 \cdot \varepsilon_i$ [W/(m ² ·K)]	室外温度 $\theta_e = 0$ [°C] 室内温度 $\theta_i = 20$ [°C] 2枚の板ガラスからなる複層ガラスの場合には、中空層の熱コンダクタンス算出のために以下の値を用いることとされている。 2枚の板ガラスの温度の平均値 $\theta_m = 10$ [°C] 2枚の板ガラス間の温度差 $\Delta\theta = 15$ [°C]
ISO 6946 ^{:1996}	$h_{ce} = 4 + 4 \cdot v$ [W/(m ² ·K)] $h_{re} = 4 \cdot \varepsilon_e \cdot \sigma \cdot T_{me}^3$ [W/(m ² ·K)] $h_{ci} = \begin{cases} 5.0 & \text{for heat flow upwards} \\ 2.5 & \text{for heat flow horizontal} \\ 0.7 & \text{for heat flow downwards} \end{cases}$ [W/(m ² ·K)] $h_{ri} = 4 \cdot \varepsilon_i \cdot \sigma \cdot T_{mi}^3$ [W/(m ² ·K)]		ISO 10077-1 ^{:2006} , JIS A 2102-1 ^{:2011}	$R_e = 0.04$ [m ² ·K/W] $(h_e = 25$ [W/(m ² ·K)]) $R_i = 0.13$ [m ² ·K/W] $(h_i = 7.69$ [W/(m ² ·K)])	室外温度 $\theta_e = 0$ [°C] 室内温度 $\theta_i = 20$ [°C]

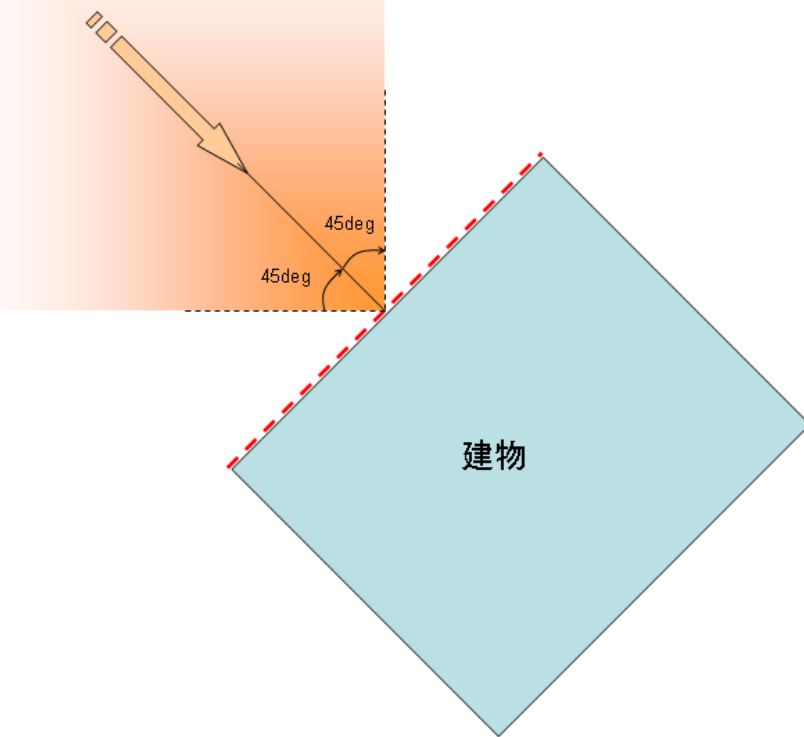
表面熱伝達率は、各々の規格で表現方法が総合熱伝達率の固定値で与えられているものや、放射熱伝達と対流熱伝達で分けてそれぞれを関数として与えられているものなど様々である。

(ハ) 熱貫流率計算方法の調査 一風向・風速による対流熱伝達率の変化①一

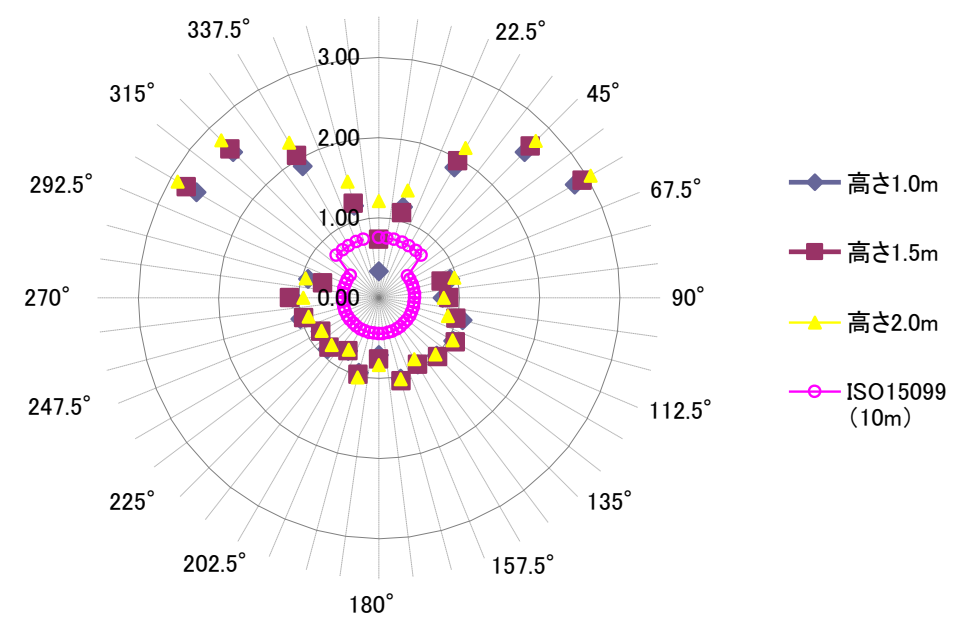
ISO15099の風上と風下を判定する式を整理すると、
 $-45\text{deg} < \text{風向に対する壁面の角度} < 45\text{deg}$
 となる。

実測の結果では、
 $60\text{deg} < \text{風向に対する壁面の角度} < 300\text{deg}$ 以外では、
 極端に風速が低くなる。

風上の範囲



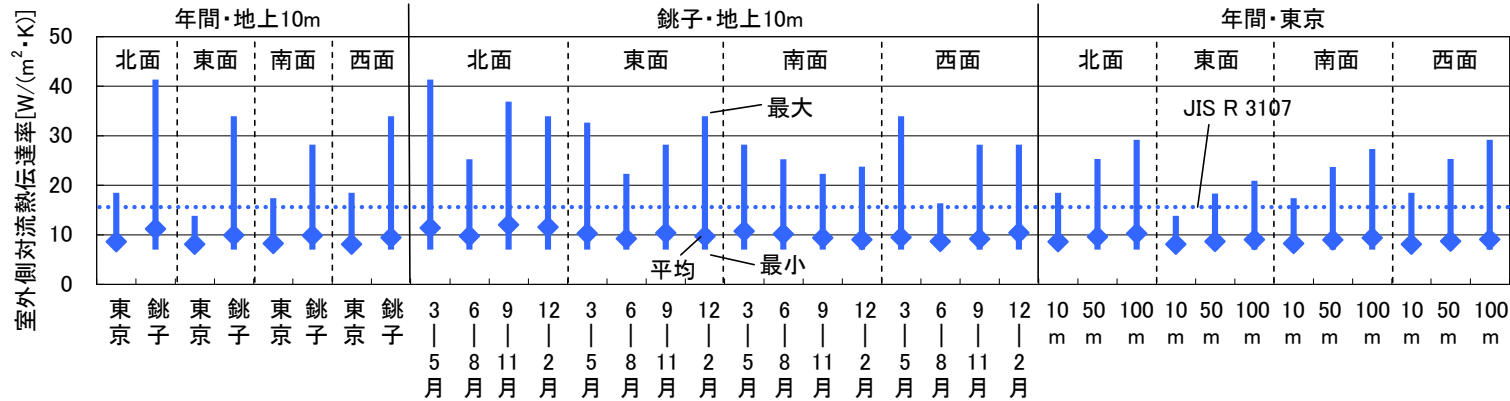
風向(風速3m/s)に対する壁面の角度と壁面近傍の風速の関係
 (壁面に対する風向が垂直を0deg⇒日射の入射角の表現と合わせるため)



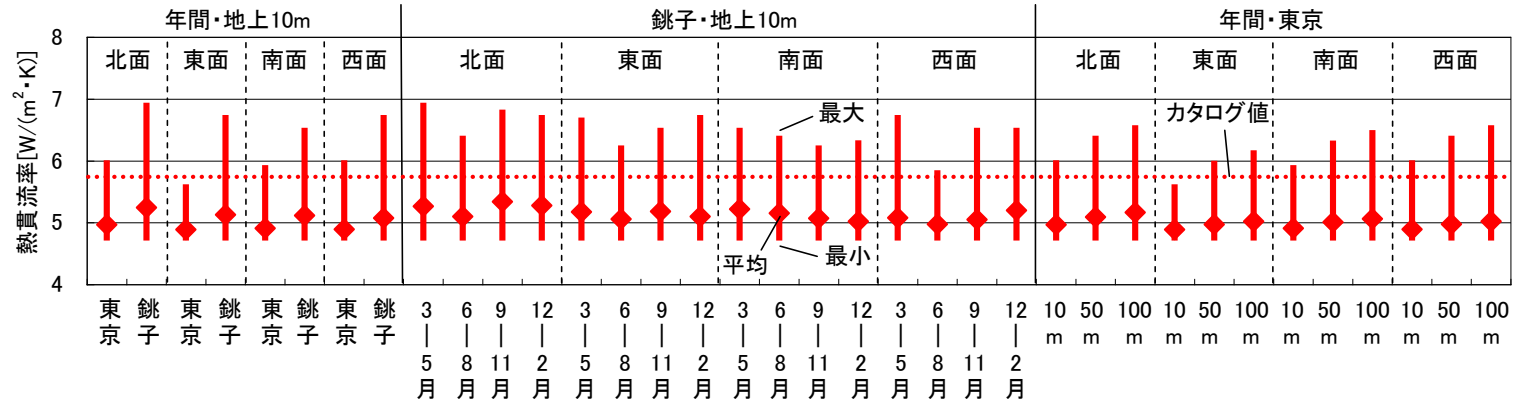
ISO15099の式では、 $-45\text{deg} < \text{風向に対する壁面の角度} < 45\text{deg}$ となるが、試験結果からは風上の範囲は、 $-60\text{deg} < \text{風向に対する壁面の角度} < 60\text{deg}$ となると言える(但し90deg除く)。しかし、省エネ基準の観点から16方位で考えると、 $-45\text{deg} < \text{風向に対する壁面の角度} < 45\text{deg}$ (ISO15099の式の考え方)と考えるのが、妥当かと思われる。

(ハ) 熱貫流率計算方法の調査 一風向・風速による対流熱伝達率の変化②一

・ISO15099の計算式を用いて、風向・風速が室外側対流熱伝達率に与える影響を検討

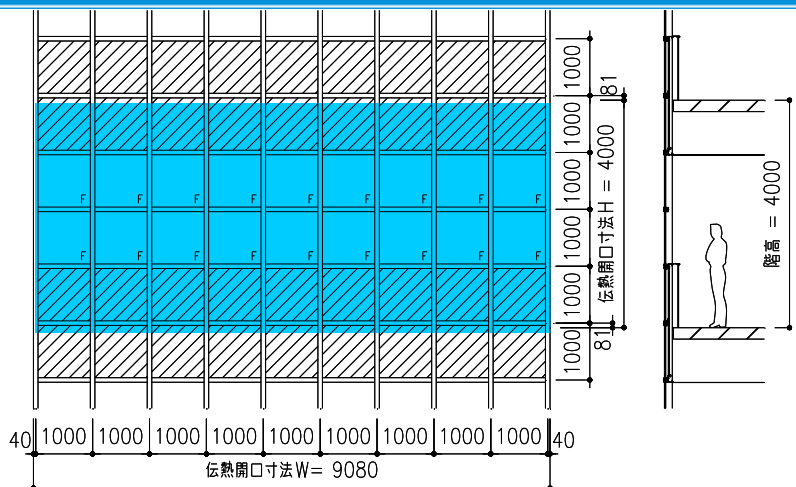


室外側対流熱伝達率の変動



透明フロート板ガラスの熱貫流率の変動

室外側対流熱伝達率は窓面の方位や地点・季節・高度の風向・風速によって大きく変動し、それに伴い窓の熱貫流率も変動する。



開口部と腰部を一体として構成部位毎に熱性能を評価する考え方となっている。
通常カーテンウォール建築では基準階が連続することが多いため、基準階1層分を伝熱面積と定義し開口部と腰部を一体として熱性能を評価すればよい。

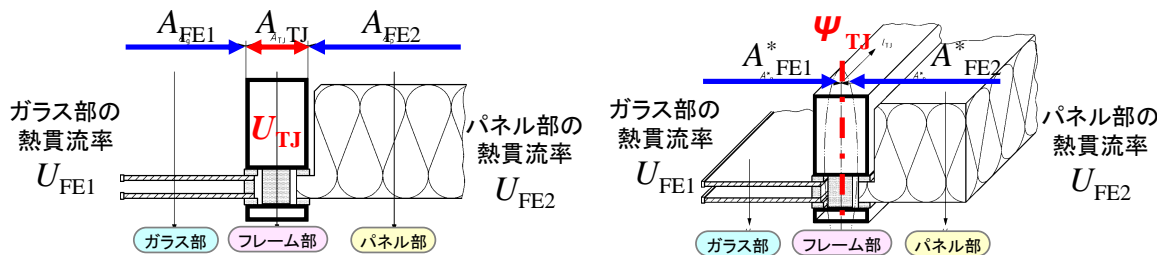
Single assessment method:

フレーム部を熱貫流率(U_{TJ})で計算する場合

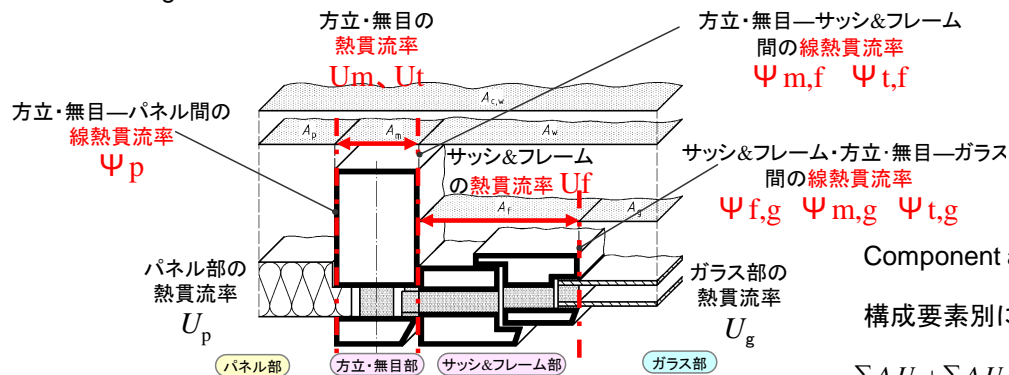
$$U_{cw} = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_p U_p + \sum A_{TJ} U_{TJ}}{\sum A_g + \sum A_p + \sum A_{TJ}}$$

フレーム部を線熱貫流率(Ψ_{TJ})で計算する場合

$$U_{cw} = \frac{\sum A_g^* U_g + \sum A_p^* U_p + \sum l_{TJ} \Psi_{TJ}}{\sum A_g + \sum A_p}$$



Single assessment methodのフレーム部熱貫流率計算法



Component assessment method:

構成要素別に計算する場合

$$U_{cw} = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_p U_p + \sum A_f U_f + \sum A_m U_m + \sum A_l U_l + \sum l_{f,g} \Psi_{f,g} + \sum l_{m,g} \Psi_{m,g} + \sum l_{t,g} \Psi_{t,g} + \sum l_p \Psi_p + \sum l_{m,f} \Psi_{m,f} + \sum l_{t,f} \Psi_{t,f}}{A_{cw}}$$

Component assessment methodのフレーム部熱貫流率計算法

ISO/DIS12631を参照し、伝熱寸法の定義及び計算法を整理した。

✓ 窓としての夏期日射侵入率を評価する

現行の省エネルギー基準ではガラスの夏期日射侵入率で窓を評価しているが、フレーム部の日射侵入率 η は小さく、窓としての η 値はガラスの η 値より小さくなる。熱貫流率 U と同様に窓としての η 値評価が必要である。

✓ 開口部からの冬期日射熱取得の評価

現行の省エネルギー基準では地域区分毎に夏期日射取得係数並びに開口部の夏期日射侵入率の上限値が定められている。しかし、寒冷地において日射侵入率の低い窓を選択すると、冬期の日射取得が減少し、年間の熱負荷が増加する危険性がある。このため寒冷地に対しては夏期日射侵入率の上限値ではなく、冬期の日射熱取得率の下限値を定めることを考えるべきである。

✓ 遮蔽物の評価

ブラインドを含め遮蔽物の多くは、居住者が使用状態を変更できる。夏期の日射遮蔽性能と冬期の日射熱取得性能を評価する場合、遮蔽物の可変性も考慮した評価方法が望ましい。

✓ 年間熱負荷計算における斜入射時の開口部の取り扱い

年間熱負荷計算では窓と太陽の位置関係によって、フレームの影やガラスへの斜入射の影響が異なる。一般的に標準ガラスの入射角特性とガラスの遮蔽係数を用いた計算ロジックが採用されているが、この方法では日射取得を過大に見積る危険性がある。ガラス種別毎の入射角特性とフレームの影響を考慮した計算方法を確立する必要がある。

✓ 境界条件のばらつき

計算に用いる境界条件は規格や規準によって異なる。条件設定の違いによる影響を把握し、省エネルギー規準で定められた値の妥当性を検証する必要がある。

次年度へ向けての課題整理① 省エネ基準での窓の熱性能基準

住宅の省エネ基準

窓の熱性能の基準値

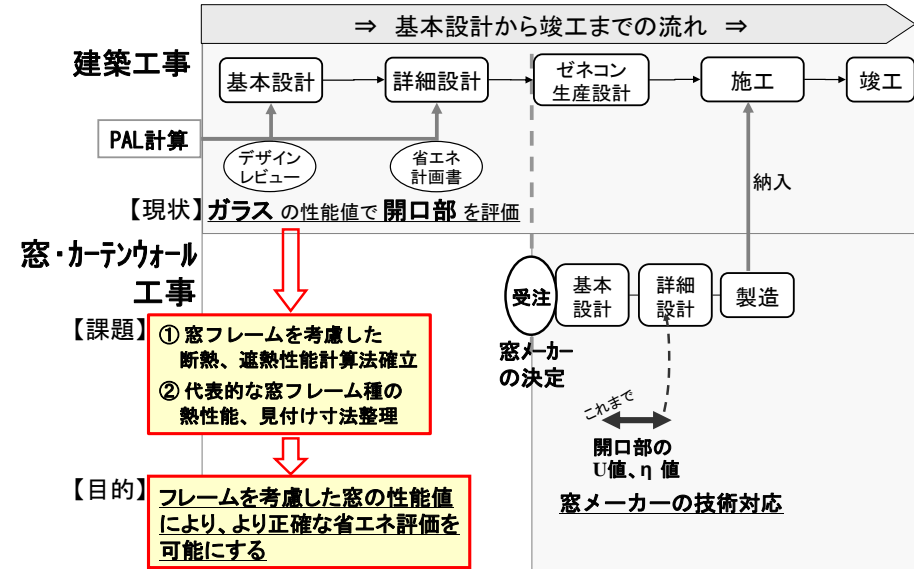
地域区分	熱貫流率(U値)の基準値(W/m ² K)	夏期日射侵入率(η値)の基準値(-)	
		真北±30°の方向	その他の方位
I	2.33	0.52	0.52
II			
III	3.49	0.55	0.45
IV			
V	4.65	0.60	0.40
VI			

課題

- 窓の断熱性能基準が諸外国と比較して緩い
- 夏期日射遮蔽だけでなく、冬期日射熱取得も評価すべき
- 窓の熱性能の季節変化について
- 窓の断熱性能と遮熱性能の総合評価
- 窓の寸法の効果が見込まれていない
- 建具とガラスの組み合わせ仕様例の拡充
- 熱貫流率の有効数字について

建築物の省エネ基準

建築工事の基本設計から竣工までの流れ



- PAL計算では、ガラス中央部の熱性能のみ考慮、フレームの影響は非考慮
→高性能な熱性能を有するフレームによる省エネ効果を表せない
- 窓やカーテンウォールの受注形態が一因
- 省エネ性評価時に建物の開口部のフレーム情報が無い(未設計)
- 開口部の熱性能計算法の確立とPAL計算用フレーム熱性能ライブラリの整備が必要

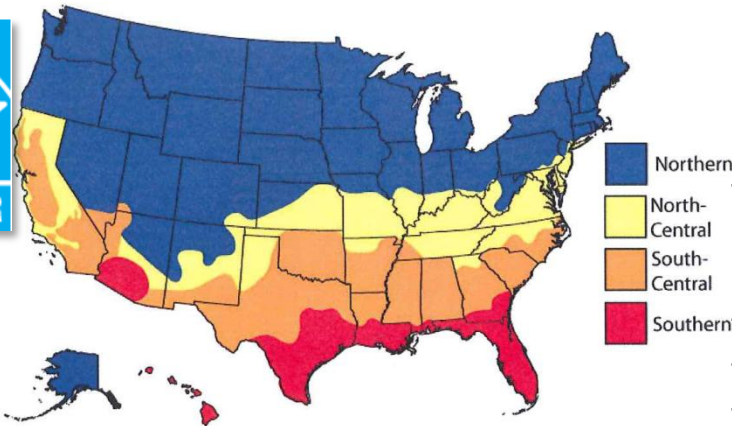
- 米国

- IECC

- EnergyStar



Climate Zone	窓の熱貫流率 [W/(m ² ·K)]	窓のSHGC [-]
Northern	1.70	Any
	1.76	0.35以上
	1.82	0.40以上
	1.82	0.40以下
North-Central	1.82	0.40以下
South-Central	1.99	0.30以下
Southern	3.41	0.27以下



- 韓国

- 建築法・断熱基準

(Building HVAC Standard)



- 全建築への義務

建物種別	気候地域区分		
	Central (Seoul)	South (Pusan)	Jeju Island
住宅	< 2.1	< 2.4	< 3.1
非住宅	< 2.4	< 2.7	< 3.4

- 新環境住宅建設基準(

Green Home)

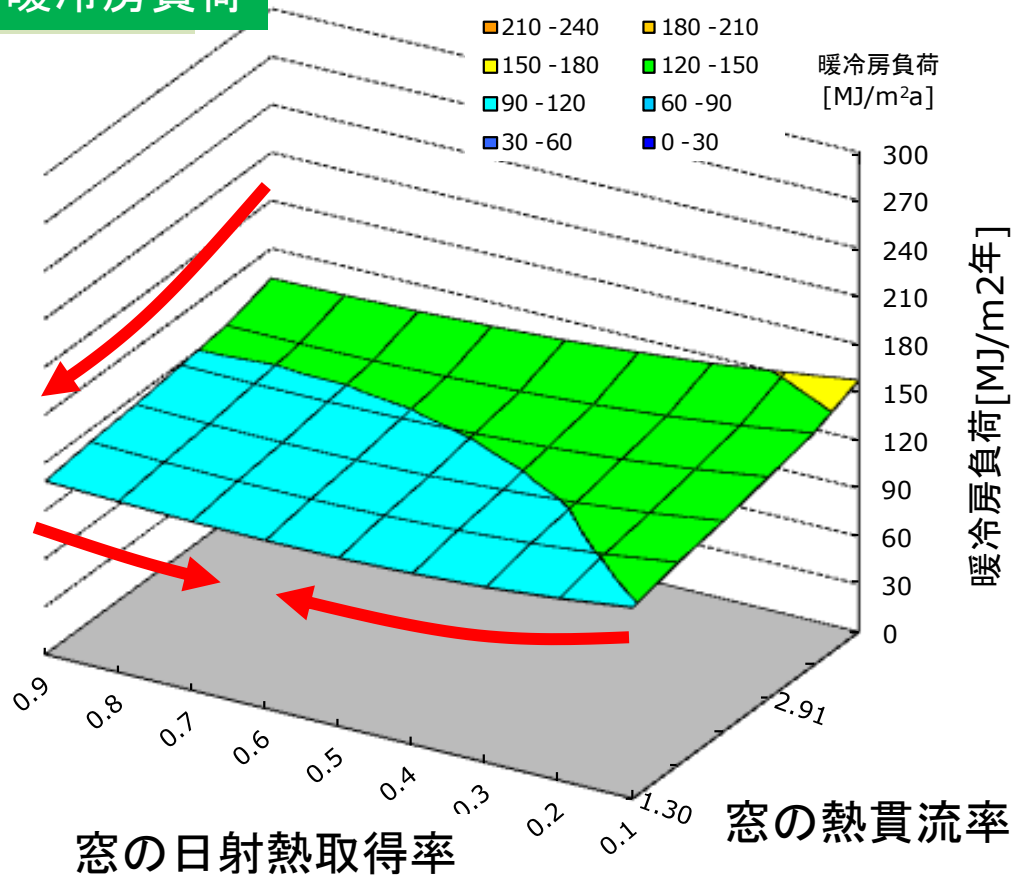
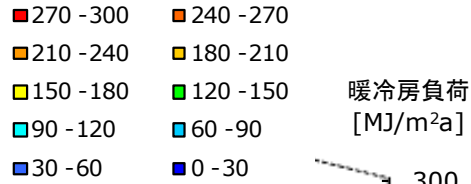
- 20世帯以上の集合住宅

床面積	気候地域区分		
	Central (Seoul)	South (Pusan)	Jeju Island
60m ² 以上	< 1.4	< 1.6	< 2.0
60m ² 以下	< 1.7	< 2.1	< 2.5

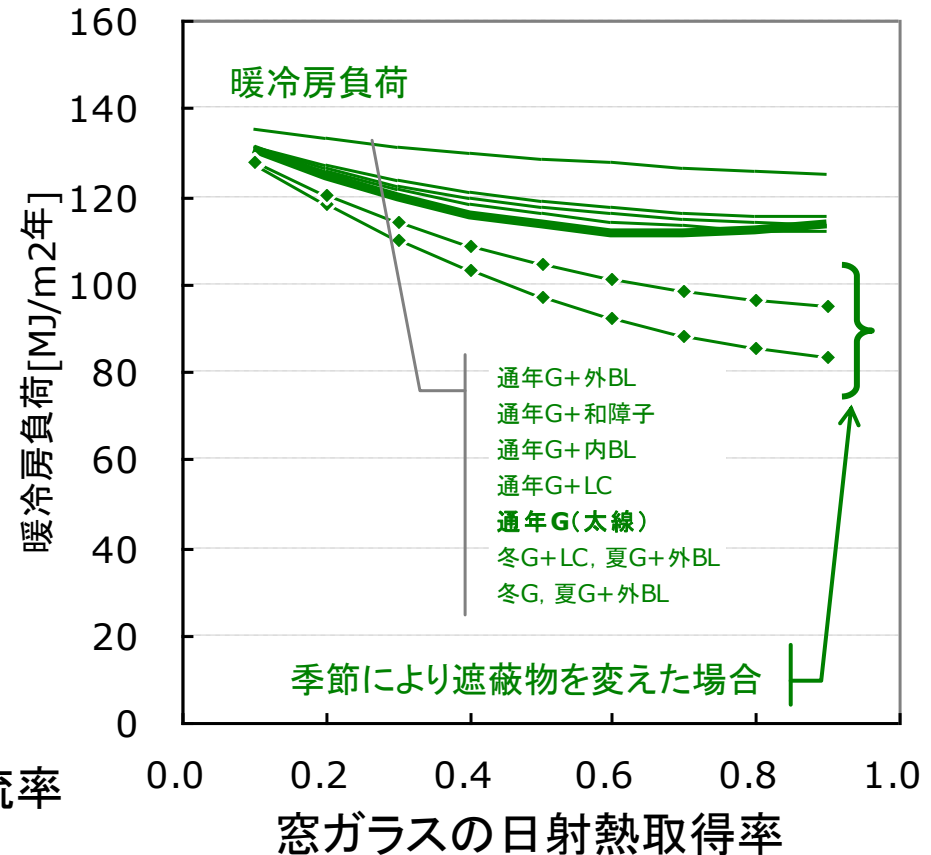
次年度へ向けての課題整理③ 窓の断熱・遮熱の性能と熱負荷

住宅の暖冷房負荷計算(東京・戸建住宅・H11基準断熱仕様)

暖冷房負荷

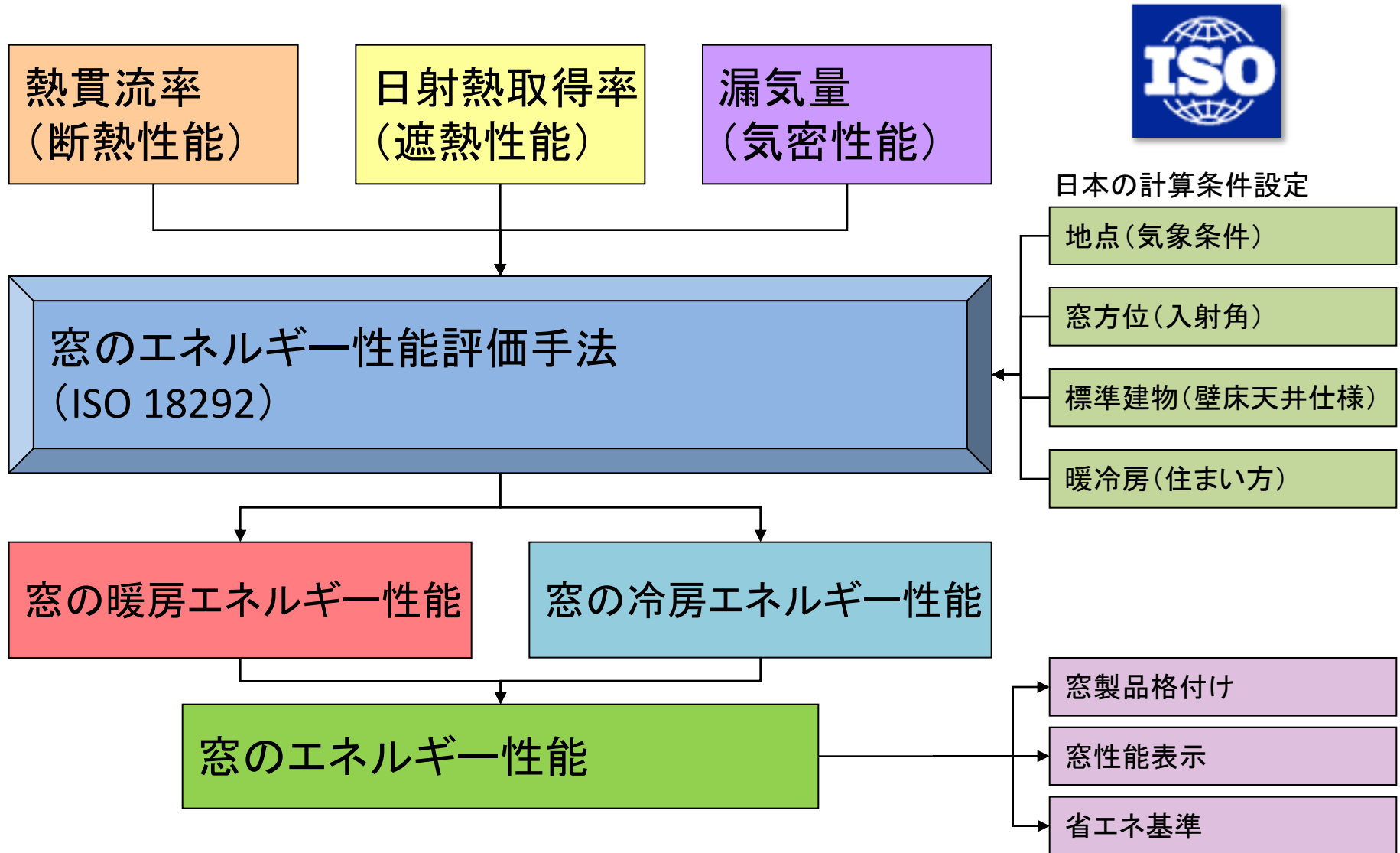


戸建住宅モデル, 部分間欠運転, 東京



窓の高断熱化, 窓の遮熱性能の適正化が必要。季節によって遮蔽物有無や種類を変えることで, 通年一定の遮蔽物仕様とするよりも暖冷房負荷を大幅に削減可。さらに, ガラス自身の日射熱取得率は大きい方(日射取得型)が効果大

次年度へ向けての課題整理④ 窓のエネルギー性能評価



窓の断熱性能、遮熱性能、気密性能を熱負荷レベルで総合化した
窓のエネルギー性能が必要