

外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発（その118）

新窓データベースの概要とガラスの効果

Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST (Part 118)

New Database for Thermal Properties of Windows and Estimation of Effects of High-Performance Glazing

正会員 ○木下 泰斗（日本板硝子） 特別会員 村上 周三（建築環境・省エネルギー機構）
 技術フェロー 石野 久彌（首都大学東京） 技術フェロー 郡 公子（宇都宮大学）
 非会員 西川 祥子（日本板硝子）

Taito KINOSHITA ^{*1}

Shuzo MURAKAMI ^{*2}

Hisaya ISHINO ^{*3}

Kimiko KOHRI ^{*4}

Sachiko NISHIKAWA ^{*1}

^{*1} Nippon Sheet Glass

^{*2} Institute for Building Environment and Energy Conservation

^{*3} Tokyo Metropolitan University

^{*4} Utsunomiya University

The BEST program has been improved continuously. Along with it, the databases used as thermal properties of wall materials and window glazing in the BEST have also been revised. This report shows a summary of the structure of the latest database of windows, glazing types registered in the database, and a calculation example of heating and cooling load by the BEST program using the database.

1. はじめに

既報 1),2)では、BEST プログラムにおける壁体材料の物性値および窓の光熱性能値のデータベースについて、その構造、収録される物性や性能の項目、登録される材料やガラスの種類などを概説し、BEST プログラムの壁体や窓の条件設定の入力画面（GUI）を紹介した。その後も BEST プログラムは継続的に改良され、それに伴い、これらデータベースも改訂してきた。本報では、最新版の窓のデータベースの構造と登録ガラス品種の概要を示し、このデータベースを使用した BEST プログラムによる暖冷房負荷計算結果の例を示す。

2. 窓の光熱性能データベース

2.1 データベース構造

図 1 に窓の光熱性能データベースの XML 階層構造を示す。既報 2)のデータベース構造から、ライブラリ名

(LibraryName) と付加情報として屋外側総合熱伝達率 (alphaOutU, alphaOutS) のタグを追加した。従来のデータベースは”BESTwindowDB2007”，今回新たに作成したデータベースは”BESTwindowDB2012”のライブラリ名で別々に管理され、BEST の計算条件設定では両方のライブラリから窓ガラス品種を選択できるようにした。既報 2)と同様に、各窓ガラス品種にはブラインド種類として「なし、明色、中間色、暗色」の4つの状態について表 1 に示す光熱性能値が登録される。

2.2 登録ガラス品種

表 2 に新版（2012 年版）”BESTwindowDB2012”のデータベースに登録した窓ガラス品種の一覧を示す。新版では、旧版（2007 年版）に比べて、高透過ガラスを追加し、熱線吸収板ガラスと熱線反射ガラスと高性能熱線反射ガラスの品種を最近のガラスメーカーの品揃えに対応させ、セラミック印刷ガラスの印刷面積率のバリエーションを増やした。Low-E 複層ガラスは、色調ではなく、日射熱取得率の大小によって高日射遮蔽型、日射遮蔽型、日射取得型、高日射取得型に分類し、日射取得型と高日射取得型では寒冷地仕様として Low-E ガラスを室内側に配置する品種も登録した。これらは、建築物の省エネルギー基準で規定される一次エネルギー消費量計算のための Web プログラム ³⁾に用意されているガラス品種リストにも利用されている。なお、ダブルスキンとエアフローウィンドウの計算に対応するために、内外 2 層のガラスが

表 1 窓のデータベースの光熱性能項目

性能種類	光熱性能項目
熱性能	U : 熱貫流率(W/m ² K)
	k_{LR} : 室内側放射熱伝達係数の割合(-)
	α_R : 室内側放射熱伝達係数(W/m ² K)
日射特性	g : 日射熱取得率
	g_R : 日射熱取得率の放射成分
	T_{solar} : 日射透過率
	$R_{f,solar}$: 日射反射率 (室外側入射)
可視光特性	T_{vis} : 可視光透過率
	$R_{f,vis}$: 可視光反射率 (室外側入射)
	$R_{b,vis}$: 可視光反射率 (室内側入射)

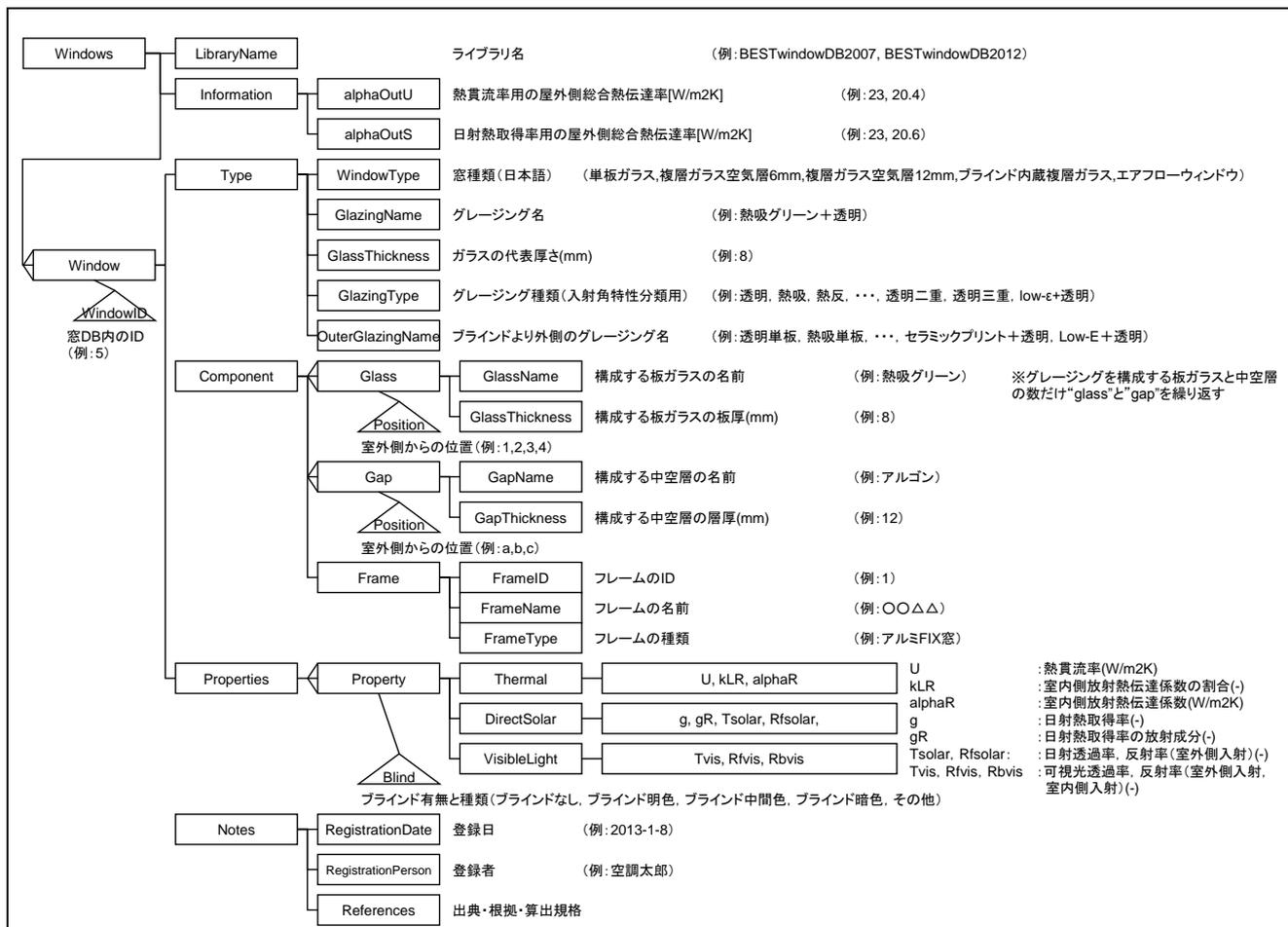


図1 窓のデータベース構造 (windowDB.xml)

単層ガラスと複層ガラスの組み合わせから成り、その間にブラインドが設置される窓ガラス構成も登録した。ガラス板厚は、建築物用を想定して大部分のガラス品種で6,8,10,12ミリのものを用意した。表3に新版データベースに登録したガラス品種のうち代表的なものの光熱性能値を示す。

3. 暖冷房負荷計算ケーススタディ

3.1 計算条件

新版 (2012 年版) データベースを組み込んだ BEST プログラムを用いて、事務所ビル基準階モデルについて窓ガラス品種を変更した場合の年間暖冷房負荷計算を実施した。基準階モデルは、日本建築学会標準問題を元に作成し、北と南の2室からなり、それぞれに3つのペリメータゾーンと1つのインテリアゾーンを持つ。ペリメータゾーンは外皮から5mとする(図2)。室温設定は冬期20°C、中間期24°C、夏期28°C、湿度設定は50%とし、空調運転時間は平日の8:00~22:00とする。内部発熱条件は、在室者0.15人/m²、照明20W/m²、機器15W/m²を最大とし、スケジュール入力により時刻変動させる。その他の条件を表4に示す。なお、ここでは、建築の年間暖冷房負荷計算のみを行い、空調設備との連成計算は行わない。

表2 新版 (2012 年版) データベースに登録したガラス品種

単層ガラス	透明, 網入り, 高透過	
	熱線吸収 (グリーン, ブロンズ濃色, グレー濃色)	
	熱線反射 (シルバー, グリーン, ブロンズ濃色, グレー濃色)	
	高性能熱線反射	
	セラミック印刷白 (30%, 50%, 70%, 100%)	
複層ガラス (空気層 6mm, 12mm, アルゴン層 6mm, 12mm, ブラインド内蔵)	透明+透明, 高透過+高透過	
	熱線吸収 (グリーン, ブロンズ濃色, グレー濃色) + 透明	
	熱線反射 (シルバー, グリーン, ブロンズ濃色, グレー濃色) + 透明	
	高性能熱線反射 (SGY32, TS30, TS40, TBL35, SS8, SS14, SS20, TE10, TE15, TS20, TSL30, TCR25, TCS27) + 透明	
Low-E複層ガラス (空気層 6mm, 12mm, アルゴン層 6mm, 12mm)	セラミック印刷白 (30%, 50%, 70%, 100%) + 透明	
	高日射遮蔽型Low-E+透明	
ダブルスキン・エアフローウィンドウ	日射遮蔽型Low-E+透明	外側: 単層ガラス
	日射取得型Low-E+透明	内側: 複層ガラス (空気層 6mm, 12mm)
	高日射取得型Low-E+透明	透明+透明
	透明+日射取得型Low-E	透明+透明
	透明+高日射取得型Low-E	高透過
		高日射遮蔽型Low-E+透明
		日射遮蔽型Low-E+透明
		日射取得型Low-E+透明
		高日射取得型Low-E+透明
		セラミック印刷白 (30%, 50%, 70%, 100%)
	外側: 複層ガラス (空気層 6mm, 12mm)	透明
	透明+透明	
	高透過+高透過	
	セラミック印刷白 (30%, 50%, 70%, 100%) + 透明	
	高日射遮蔽型Low-E+透明	
	日射遮蔽型Low-E+透明	
	日射取得型Low-E+透明	
	高日射取得型Low-E+透明	

表3 代表的ガラス品種の光熱性能（熱貫流率，日射熱取得率，可視光透過率）

ガラス品種	熱貫流率[W/m ² K]		日射熱取得率[-]				可視光透過率[-]			
	BLなし	BLあり	BLなし	明色BL	中間色BI	暗色BL	BLなし	明色BL	中間色BI	暗色BL
透明ガラス	5.8	4.2	0.84	0.42	0.49	0.56	0.88	0.12	0.07	0.03
高透過ガラス	5.8	4.2	0.90	0.45	0.53	0.60	0.90	0.12	0.07	0.03
熱吸グリーン	5.8	4.2	0.59	0.34	0.37	0.40	0.71	0.10	0.05	0.02
熱吸ブロンズ(濃色)	5.8	4.2	0.63	0.36	0.39	0.43	0.48	0.06	0.04	0.02
熱吸グレー(濃色)	5.8	4.2	0.59	0.34	0.37	0.40	0.41	0.06	0.03	0.01
熱反シルバー	5.8	4.2	0.70	0.39	0.44	0.48	0.66	0.10	0.05	0.02
熱反グリーン	5.8	4.2	0.50	0.31	0.33	0.35	0.53	0.08	0.04	0.02
熱反ブロンズ(濃色)	5.8	4.2	0.55	0.33	0.36	0.38	0.34	0.05	0.03	0.01
熱反グレー(濃色)	5.8	4.2	0.51	0.32	0.34	0.36	0.29	0.05	0.02	0.01
高性能熱反SGY32(シルバーグレー)	5.4	3.9	0.44	0.29	0.31	0.32	0.32	0.05	0.03	0.01
高性能熱反TS30(ブルー)	5.4	3.9	0.38	0.25	0.27	0.28	0.29	0.04	0.02	0.01
高性能熱反TS40(ブルー)	5.6	4.0	0.49	0.31	0.33	0.35	0.41	0.06	0.03	0.01
高性能熱反TBL35/TCB35(ブルー)	5.4	4.0	0.44	0.27	0.29	0.31	0.34	0.05	0.03	0.01
高性能熱反SS8(シルバー)	4.7	3.4	0.20	0.14	0.15	0.15	0.09	0.01	0.01	0.00
高性能熱反SS14(シルバー)	5.1	3.7	0.26	0.19	0.19	0.20	0.15	0.02	0.01	0.01
高性能熱反SS20(シルバー)	5.1	3.7	0.30	0.21	0.22	0.23	0.20	0.03	0.02	0.01
高性能熱反TE10(アースブロンズ)	4.6	3.4	0.20	0.15	0.15	0.16	0.10	0.01	0.01	0.00
高性能熱反TE15(アースブロンズ)	4.8	3.6	0.24	0.18	0.18	0.19	0.15	0.02	0.01	0.01
高性能熱反TS20(シルバーブルー)	5.0	3.7	0.29	0.20	0.21	0.22	0.20	0.03	0.02	0.01
高性能熱反TSL30(シルバーライトブルー)	5.0	3.7	0.35	0.23	0.25	0.26	0.29	0.04	0.02	0.01
高性能熱反TCR25(グリーン)	5.3	3.9	0.32	0.22	0.23	0.24	0.25	0.04	0.02	0.01
高性能熱反TCS27(ブルー)	5.3	3.8	0.33	0.22	0.23	0.24	0.28	0.04	0.02	0.01
セラミック白印刷30%	5.8	4.2	0.69	0.39	0.43	0.47	0.66	0.10	0.05	0.02
セラミック白印刷50%	5.8	4.2	0.59	0.35	0.38	0.41	0.52	0.08	0.04	0.02
セラミック白印刷70%	5.8	4.2	0.49	0.31	0.33	0.35	0.37	0.06	0.03	0.01
セラミック白印刷100%	5.8	4.2	0.33	0.23	0.24	0.25	0.16	0.03	0.01	0.01
透明+透明	2.8	2.4	0.73	0.45	0.51	0.56	0.78	0.11	0.06	0.03
高透過+高透過	2.8	2.4	0.83	0.48	0.55	0.62	0.82	0.12	0.06	0.03
熱吸グリーン+透明	2.8	2.4	0.47	0.31	0.34	0.36	0.63	0.09	0.05	0.02
熱吸ブロンズ(濃色)+透明	2.8	2.4	0.52	0.33	0.36	0.39	0.43	0.06	0.03	0.01
熱吸グレー(濃色)+透明	2.8	2.4	0.47	0.31	0.33	0.36	0.36	0.05	0.03	0.01
熱反シルバー+透明	2.8	2.4	0.61	0.40	0.44	0.48	0.59	0.09	0.05	0.02
熱反グリーン+透明	2.8	2.4	0.40	0.27	0.29	0.31	0.48	0.07	0.04	0.02
熱反ブロンズ(濃色)+透明	2.8	2.4	0.44	0.30	0.32	0.34	0.31	0.05	0.03	0.01
熱反グレー(濃色)+透明	2.8	2.4	0.40	0.27	0.29	0.31	0.26	0.04	0.02	0.01
高性能熱反SGY32(シルバーグレー)+透明	2.7	2.3	0.34	0.24	0.26	0.27	0.29	0.04	0.02	0.01
高性能熱反TS30(ブルー)+透明	2.7	2.3	0.29	0.21	0.22	0.23	0.26	0.04	0.02	0.01
高性能熱反TS40(ブルー)+透明	2.7	2.3	0.38	0.27	0.29	0.30	0.37	0.06	0.03	0.01
高性能熱反TBL35/TCB35(ブルー)+透明	2.7	2.3	0.33	0.23	0.25	0.26	0.31	0.05	0.02	0.01
高性能熱反SS8(シルバー)+透明	2.3	2.0	0.13	0.11	0.11	0.11	0.08	0.01	0.01	0.00
高性能熱反SS14(シルバー)+透明	2.5	2.2	0.19	0.14	0.15	0.15	0.14	0.02	0.01	0.00
高性能熱反SS20(シルバー)+透明	2.5	2.2	0.22	0.17	0.18	0.18	0.18	0.03	0.01	0.01
高性能熱反TE10(アースブロンズ)+透明	2.3	2.0	0.13	0.11	0.11	0.11	0.09	0.01	0.01	0.00
高性能熱反TE15(アースブロンズ)+透明	2.4	2.1	0.17	0.13	0.14	0.14	0.13	0.02	0.01	0.00
高性能熱反TS20(シルバーブルー)+透明	2.5	2.2	0.21	0.16	0.17	0.17	0.18	0.03	0.01	0.01
高性能熱反TSL30(シルバーライトブルー)+透明	2.5	2.1	0.28	0.20	0.21	0.22	0.26	0.04	0.02	0.01
高性能熱反TCR25(グリーン)+透明	2.6	2.2	0.24	0.18	0.18	0.19	0.23	0.03	0.02	0.01
高性能熱反TCS27(ブルー)+透明	2.6	2.2	0.25	0.18	0.19	0.20	0.25	0.04	0.02	0.01
セラミック白印刷30%+透明	2.8	2.4	0.59	0.39	0.42	0.46	0.59	0.09	0.05	0.02
セラミック白印刷50%+透明	2.8	2.4	0.49	0.34	0.36	0.39	0.47	0.07	0.04	0.02
セラミック白印刷70%+透明	2.8	2.4	0.40	0.28	0.30	0.32	0.34	0.06	0.03	0.01
セラミック白印刷100%+透明	2.8	2.4	0.25	0.19	0.19	0.20	0.14	0.03	0.01	0.01
高日射遮蔽型Low-E+透明	1.6	1.5	0.30	0.24	0.25	0.26	0.57	0.08	0.04	0.02
日射遮蔽型Low-E+透明	1.7	1.5	0.41	0.30	0.32	0.34	0.66	0.09	0.05	0.02
日射取得型Low-E+透明	1.8	1.6	0.56	0.39	0.43	0.46	0.73	0.10	0.06	0.02
高日射取得型Low-E+透明	1.9	1.7	0.63	0.42	0.47	0.51	0.71	0.10	0.05	0.02
透明+日射取得型Low-E	1.8	1.6	0.61	0.44	0.48	0.51	0.73	0.10	0.06	0.02
透明+高日射取得型Low-E	1.9	1.7	0.70	0.49	0.53	0.56	0.71	0.10	0.05	0.02

※ BL：ブラインド，ガラス板厚はすべて6ミリ，日射熱取得率，可視光透過率は入射角度30°のとき

3.2 計算結果

図3に事務所ビル基準階モデルによる年間暖冷房負荷計算の結果を示す。気象データには，拡張アメダス気象データ 2000年版⁴⁾標準年の札幌，東京，那覇を用いた。ここでは，ペリメータゾーンの単位床面積あたりの暖冷房負荷（装置負荷）を抽出した。

札幌および東京では，単層ガラスに比べて複層ガラスまたはLow-E複層ガラスは暖房負荷を削減でき，特に札

幌での効果は大きい。那覇では暖房負荷が発生しない。一方，冷房負荷については，いずれの地域も，単層では透明よりも熱線吸収や高性能熱線反射，複層では透明よりもLow-E複層の日射遮蔽型や高日射遮蔽型が負荷を削減できる。札幌においてもこの効果は大きく，年間暖冷房負荷で比べても日射遮蔽型Low-E複層ガラスが優位となる。ただし，この結果は内部発熱量の大きい事務所ビルを想定したものであることに注意を要する。

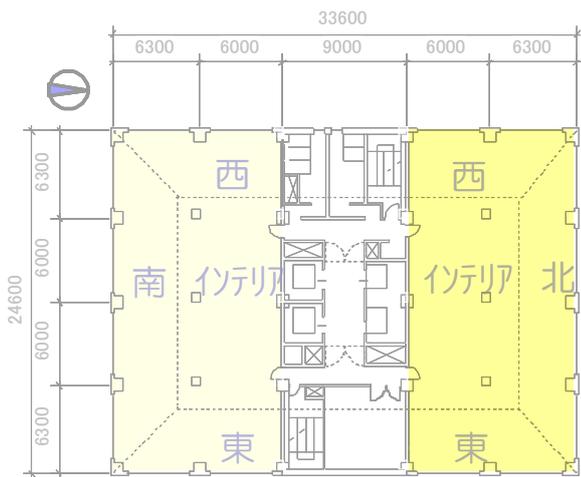


図2 事務所ビル基準階モデル

4. まとめ

本報では、最新版の窓のデータベースの構造と登録ガラス品種の概要を示し、このデータベースを使用したBESTプログラムによる暖冷房負荷計算結果の例を示した。

【謝辞】

本研究は、(一財)建築環境・省エネルギー機構内に設置された産官学連携による環境負荷削減のための建築物の総合的なエネルギー消費量算出ツール開発に関する「BEST コンソーシアム」・「BEST 企画委員会(村上周三委員長)」および専門版開発委員会(石野久彌委員長)、行政支援ツール開発委員会(坂本雄三委員長)、統合化WG(石野久彌主査)の活動成果の一部であり、関係各位に謝意を表するものである。主査：石野久彌(首都大学東京名誉教授)、委員：一ノ瀬雅之(首都大学東京)、大西晴史(関電工)、内海康雄(宮城工業高等専門学校)、木下泰斗(日本板硝子)、木本慶介(大林組)、工月良太(東京ガス)、郡公子(宇都宮大学)、菰田英晴(鹿島建設)、佐藤誠(佐藤 ER)、芝原崇慶(竹中工務店)、新武康(清水建設)、菅長正光(菅長環境設備事務所)、田中拓也(大成建設)、長井達夫(東京理科大学)、二宮秀典(鹿児島大学)、野原文男、長谷川巖、滝澤総、二宮博史、丹羽勝巳、久保木真俊(以上、日建設計)、保木栄治(東京電力)、柳井崇、品川浩一(以上、日本設計)、事務局：生稲清久(建築環境・省エネルギー機構)

【参考文献】

- 1) 坂本滋, 村上周三, 木下泰斗, 石野久彌, 羽山広文, 郡公子, 一ノ瀬雅之: 外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発(その12) 壁体材料および窓ガラスの物性値データベースの構築, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(仙台), pp.2013-2016, 2007.9
- 2) 木下泰斗, 村上周三, 石野久彌, 羽山広文, 郡公子, 一ノ瀬雅之: 外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発(その24) 窓・壁の物性値データベース構築について, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(草津), pp.1097-1100, 2008.8
- 3) 一次エネルギー消費量算定プログラム解説(建築物編), 国土技術政策総合研究所, 建築研究所, 平成24年12月
- 4) 拡張アメダス気象データ 1981-2000, 日本建築学会, 2005年8月

表4 年間暖冷房負荷計算条件

ペリメータ	: 5m		
窓面積率	: 67.5%, 庇なし・隣棟なし		
ゾーン間換気	: 250 CMH/m		
顕熱容量	: 15 J/LK		
照明	: 20 W/m ² (放射成分比 0.5)		
機器発熱	: 15 W/m ² (顕熱のみ, 強制空冷)		
在室者	: 0.15 人/m ²		
隙間風	: 0.2 回/h		
空調運転	: 8:00~22:00		
外気導入	: 4.0 CHM/m ²		
温湿度設定	夏期	28℃ (冷却)	50% (除湿)
	中間期	24℃ (冷却)	50% (除湿)
	冬期	20℃ (加熱冷却)	50% (加湿)
気象データ	: 拡張アメダスデータ 2000年版標準年		
運転モード期間	札幌	冬期 11-4月, 夏期 7-9月	
	東京	冬期 12-3月, 夏期 6-9月	
	那覇	冬期 1-2月, 夏期 5-10月	

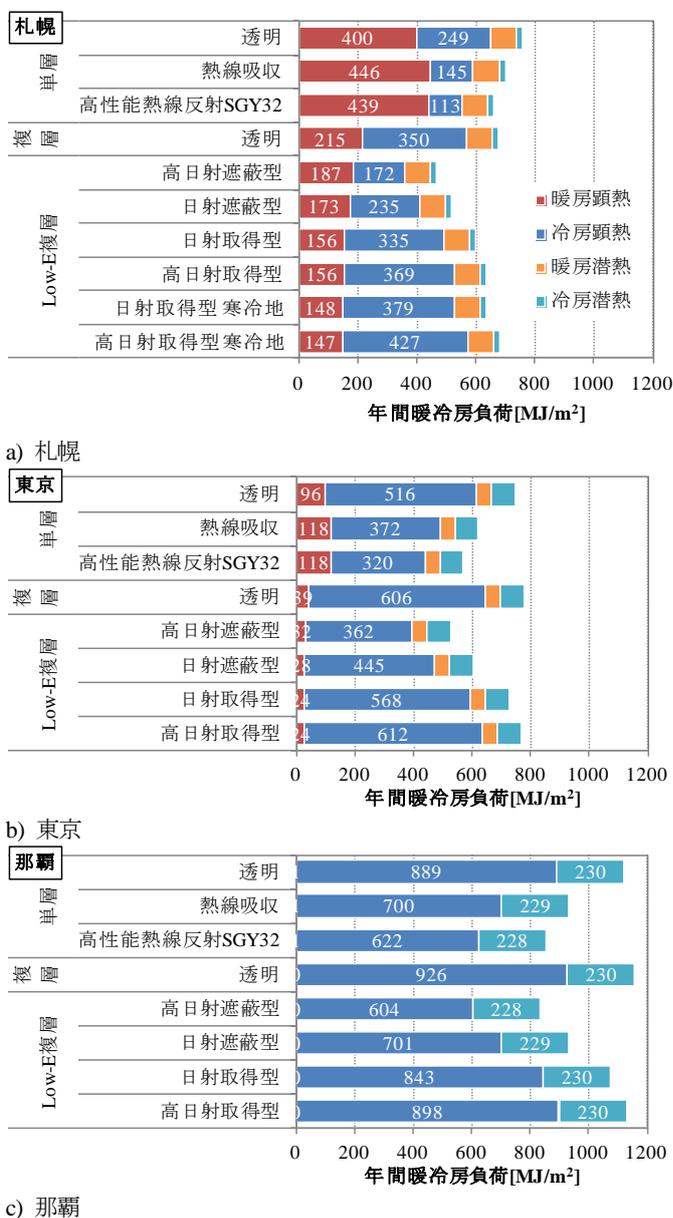


図3 ペリメータゾーンの年間暖冷房負荷(札幌, 東京, 那覇)