

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46)
 新設計用気象データを用いた最大熱負荷の感度解析

Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST (Part46)
 Parametric Studies of Thermal Peak Load using New Design Weather Data

正会員 ○角谷 亜璃砂 (大林組) 特別会員 村上 周三 (建築研究所)
 正会員 石野 久 彌 (首都大学東京名誉教授) 正会員 郡 公子 (宇都宮大学)
 Arisa KAKUYA*¹ Shuzo MURAKAMI*² Hisaya ISHINO*³ Kimiko KOHRI*⁴

*¹Obayashi Corporation *²Building Research Institute *³Tokyo Metropolitan University *⁴Utsunomiya University

This paper describes parametric studies of thermal peak load and indoor thermal environment calculated with new design weather data. It has two points of view; one is effect of the weather data, which has two types of heating design data and three of cooling design data. The other is influence of nine factors which impact on the thermal peak load and environment. These factors are classified as uncertain conditions or using conditions, architectural design elements, and operating conditions of air conditioning. As a conclusion, the impacts of the weather data and the factors are presented.

1. 序

本報では、暖房用、冷房用で数種類のデータを有する新設計用気象データ¹⁾²⁾を用いて最大熱負荷と室内熱環境のシミュレーションを行い、どの種類の気象データで最大熱負荷が発生するかを確認するとともに、計算条件を変えながら最大熱負荷計算結果に寄与する主要な要因の影響度を解析した。

2. 基準ケースの計算条件

BEST³⁾では、暖房設計用2種(t-x基準危険率1%、t-Jh基準危険率1%)、冷房設計用3種(h-t基準危険率0.5%、Jc-t基準、Js-t基準)計5種類の気象データすべてについて日周期定常熱負荷計算を行い、それらの結果から冷房最大負荷を選び出すという方法を採用している。この新設計用気象データの地域は全国842地点より選択可能

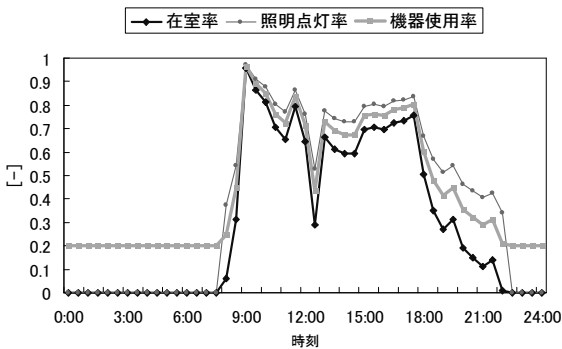


図1 内部発熱スケジュール

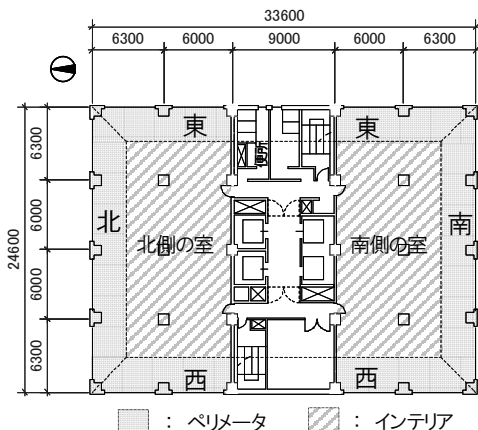


図2 オフィス基準階平面図

表1 基準計算条件

気象	拡張アメダス設計用気象データ(東京)	
暖房	t-x基準	気温と絶対湿度が低い
	t-Jh基準	気温が低く日射量が少ない
冷房	h-t基準	エンタルピと気温が高い
	Jc-t基準	水平面や西、東面の日射量が多く気温が高い
	Js-t基準	南面日射量が多く、気温が高い(秋に近いデータ)
建物	標準オフィス基準階*	
	ペリメータ奥行き3m	
	窓	窓面積率68% low-e複層ガラス+明色ブラインド
	内部発熱	照明20W/m ² 、在室者0.15人/m ² 機器15W/m ² 季節による割増し・割引き係数使用(夏:1.1、冬:0.3)
空調	空調時間	8:00~22:00
	予冷熱時間	8:00~9:00
	外気導入	8:30~22:00
	設計温湿度	夏期 26°C、60%(インテリア、ペリメータとも) 冬期 22°C、50%(インテリア、ペリメータとも)
空調装置	インテリア	ペリメータ供給分の外気も導入。 夏期は冷却・除湿 冬期は冷却加熱・加湿
	ペリメータ	外気導入なし。 夏期は冷却・除湿 冬期は加熱・加湿
	外気導入量	6.6CMH/m ² (インテリア単位床面積当たり)、30CMH/人
その他	計算時間間隔 0:00~8:00は60分、8:00~9:30は15分、 9:30~10:00は30分、10:00~12:00は60分、 12:00~13:00は15分、13:00~22:00は60分 22:00~22:30は15分、22:30~23:00は30分 23:00~24:00は60分	

*滝沢博：標準問題の提案(オフィス用標準問題)、日本建築学会環境工学委員会第15回熱シンポジウム

であるが、ここでは東京とした。はじめに、表1に示す基準計算条件を設定し、最大熱負荷計算を行った。これを基準ケースとする。図1に内部発熱スケジュールを示す。図2に示す検討対象のオフィス基準階は、北、南の2室で構成され、それぞれ窓面より3mのペリメータ3ゾーン、インテリア1ゾーンを有する。今回の検討で対象としたゾーンは、ペリメータ(南側の室の南・東・西、北側の室の北)、インテリア(南側の室)の5ゾーンである。ペリメータの4ゾーンはそれぞれ南・東・西・北ゾーンと呼称する。

3. 基準ケースの最大熱負荷特性

基準ケースの計算結果を図3に示す。最大熱負荷(図中▽で示す)が発生する気象タイプはゾーンにより異なる。冷房では、南ゾーンでJs-t基準、東・西ゾーンでJc-t基準、北ゾーン、インテリアでh-t基準のときに最大熱負荷が発生する。暖房では、北ゾーンでt-x基準、それ以外ではt-Jh基準のときに最大熱負荷が発生する。BESTでは、運転方法による室温スイングも計算可能で、ペリメータでは冬期に暖房のみの制御としており、t-x基準の南・東・西ゾーンでは、負荷がなく室温が設定温度より高くなる時間が存在する。方位によっては適用する気象タイプによって日最大値が大きく異なる。暖房では、南ゾーンでt-x基準に対してt-Jh基準で約18%、冷房ではインテリアでJ-st基準に対してh-t基準で約50%大きくなる。

4. 最大熱負荷と室内熱環境に及ぼす要因解析

4.1 比較のための計算条件の設定

最大熱負荷計算結果に影響する要因を分析するために設定した比較ケースの計算条件を表2に示す。基準ケースに対して各条件を変

表2 比較ケース計算条件

a)曖昧な 仮定条 件・使わ れ方の条 件	家具量	0、15*、30[J/(lit・K)]
	ゾーン間換気量	0、150、300*、600[CMH/m] (m:平面図における境界長さ)
	ブラインド 開閉操作	常時開、常時閉 標準開閉操作*
	内部発熱係数	暖房 0.3*、0.5、1.0 冷房 1.0、1.1*、1.3
b)建物側 の設計条 件	ガラス種類	透明単板、熱反単板 透明二重、low-e二重*
	窓面積率	68%*、45%、30%
c)空調運 転条件	空調時間	8~18時、8~22時*
	設定室温	暖房 20°C、22°C*、24°C 冷房 24°C、26°C*、28°C
	予冷熱時間	30分、1時間*、2時間、3時間

*付きは基準計算条件

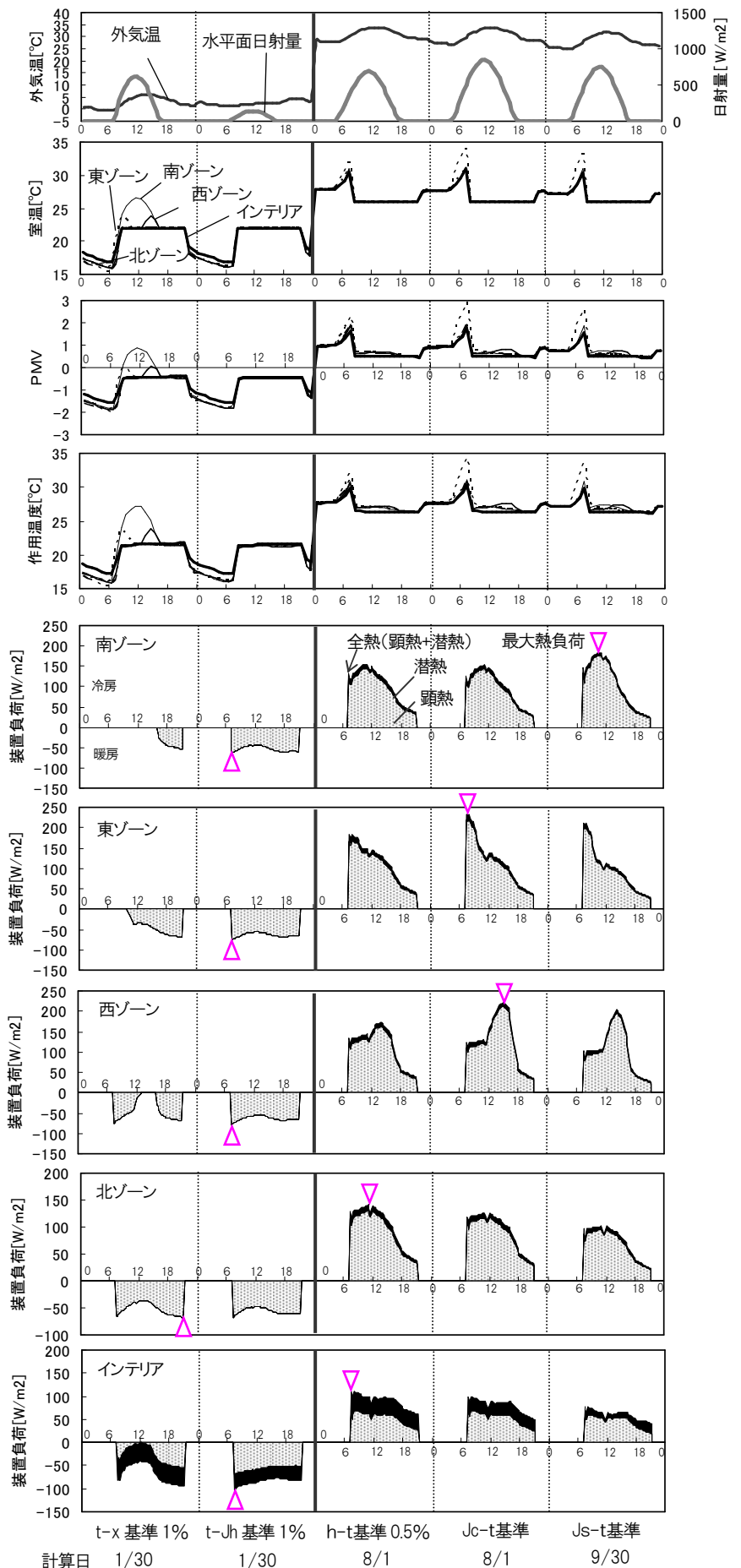


図3 基準ケース最大熱負荷計算結果

化させて解析した。検討項目は、設計時に曖昧である仮定条件・使われ方の条件、建物側の設計条件、空調運転条件を取り上げた。基準ケースと同様に、各ゾーン、各気象データによる相違も検討した。

4.2 気象条件、計算条件の違いによる影響分析

図4に各計算条件での冷房の最大熱負荷計算結果、図5に各計算条件での暖房の最大熱負荷計算結果を示す。

(1) 気象条件

気象データの違いが最大熱負荷に与える影響について、冷房では、各ケースの計算条件の相違より方位による影響が強く、基準ケースと同様にインテリア・北ゾーンではh-t基準、東・西ゾーンではJc-t基準、南ゾーンではJs-t基準で負荷が最も大きくなる傾向が見られた。暖房でも、計算ケースにかかわらずt-Jh基準で負荷が大きい場合が多く、北ゾーンでは両気象データでほとんど変わらない傾向となった。

(2) 計算条件

各要素の中で、最大熱負荷への影響が大きいのは、ゾーン間換気量、ブラインド開閉操作、窓種別、窓面積、空調運転条件であり、室内熱環境（PMV及び作用温度）への影響が大きいのは、冷房では、ブラインド開閉操作、窓種別、窓面積、空調運転条件、暖房では主に、窓種別、空調運転条件であった。以下、計算条件、気象条件の違いが最大熱負荷、室内熱環境に与える影響について、設定した条件ごとに述べる。

a 曖昧な仮定条件、使われ方の条件

ゾーン間換気量以外の条件の差が最大熱負荷、室内熱環境に与える影響は大きくなかった。

家具量の仮定値の違いによる最大熱負荷の差は、予熱終了時にピークが発生するケースで顕著になる可能性があるが、今回のケーススタディで選ばれた最大熱負荷、室内熱環境に関しては、あまり影響しなかった。

ゾーン間換気量は、考慮した場合、考慮しない場合と比較して、冷房では、東ゾーンで最大熱負荷が11%程度減少した。暖房では、北ゾーンで最大熱負荷が24%程度減少するのに対して、インテリアでは、10%程度増加した。冷房、暖房ともに、ゾーン間換気量を考慮する場合、150CMH/m以上と仮定しておけば、仮定値による最大熱負荷の違いは大きくない。

ブラインドの開閉操作では、冷房では、条件の違いによる最大熱負荷への影響は小さかったが、室内熱環境は、常時開とした場合、常時閉とした場合と比較してPMVが0.2程度高かった。暖房時の南ゾーンにおいて、日射量の大きいt-x基準での最大熱負荷は、常時開の場合に標準開閉の場合と比較して20%程度減少するが、室内熱環境には大きくは影響しなかった。

b 建物側の設計条件

窓種別の計算結果について、冷房では、北ゾーンで、他のケースと異なり、気象条件の違いによる最大熱負荷の差が大きいものが存在した。透明単板ガラスの場合にh-t基準の最大熱負荷がJc-t基準の2.1倍となった。西ゾーンでは、各気象データで窓種類に対して同様の傾向を示すが、最も負荷が小さいh-t基準と最も大きいJc-t基準では30%程度差が生じた。

暖房では、二重ガラスに対して、単板ガラスの最大熱負荷は、2倍となった。t-x基準では北ゾーンに対して南ゾーンの最大熱負荷は20%程度小さいが、t-Jh基準では、両者に差がほとんど見られなかった。

c 空調運転条件

空調設定温度が、最大熱負荷、室内熱環境に与える影響は大きく、冷房では、最大熱負荷は、設定温度が2℃下がると15%程度増加し、室内熱環境については、PMVで0.45~0.6程度低下した。暖房でも同様の傾向が見られた。

空調時間について、冷房では、最大熱負荷は、22時までから18時までとなるとインテリアで約18%増加した。暖房では、最大熱負荷は、運転時間が18時までになると、40%程度増加した。

予冷時間による最大熱負荷の差は、暖房では、30分の場合、1時間の場合と比較して40~45%と大きい、1時間を越えると影響は小さくなり、室内熱環境は条件の差による影響は小さかった。これらは、冷房でも同様の傾向が見られた。

5. 結

最大熱負荷計算における最大負荷、作用温度、PMV、ピーク発生時刻について、基準ケースと比較して、各種要因を変化させたときに最大熱負荷、室内熱環境に与える影響を示した。

【謝辞】

本報は、(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)、クラス構想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。クラス構想WG名簿(順不同) 主査:石野久彌(首都大学東京名誉教授)、委員:井上隆、一ノ瀬雅之(以上、東京理科大学)、上田博嗣、角谷亜璃砂(大林組)、内海康雄(宮城高等専門学校)、木下泰斗(日本板硝子)、工月良太(東京ガス)、黒本英智(東京電力)、郡公子(宇都宮大学)、菰田英晴(鹿島建設)、芝原崇慶(竹中工務店)、菅長正光(菅長環境・設備一級建築士事務所)、瀧澤博(元鹿島建設)、長井達夫(東京理科大学)、二宮秀典(鹿児島大学)、野原文男、二宮博史、丹羽勝巳、田端康宏(以上、日建設計)、平林啓介(新日本空調)、柳井崇(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) 郡・石野:暖房設計用t-x基準、t-Jh基準気象データの提案、日本建築学会環境系論文集、No.596、pp.83-88、2005.10
- 2) 郡・石野:冷房設計用h-t基準、Jc-t基準、Js-t基準気象データの提案、日本建築学会環境系論文集、No.599、pp.89-94、2006.1
- 3) 郡・村上・石野・長井:建築エネルギー・環境シミュレーションツールBESTの開発 第3報、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.1031-1032、2008.9

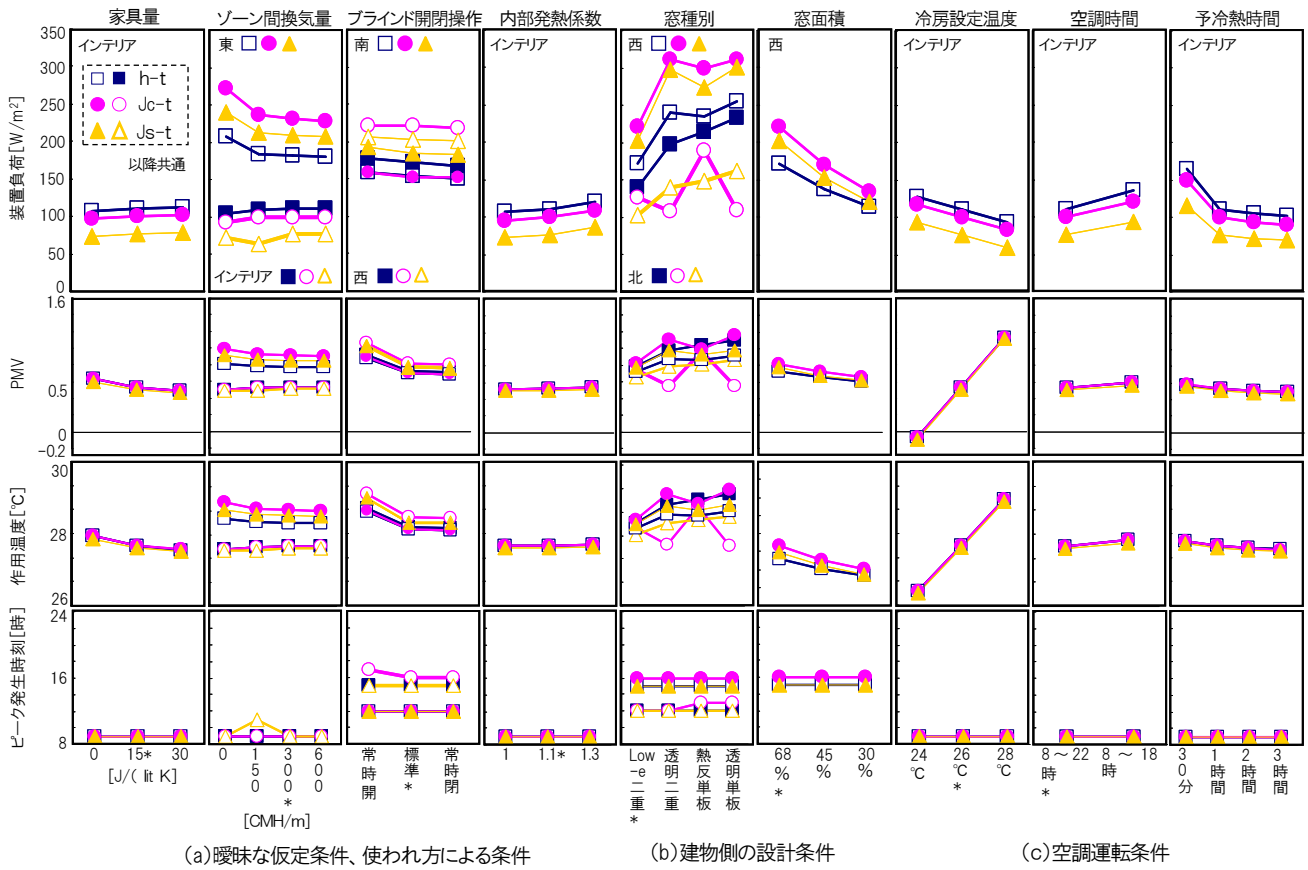


図4 各計算条件での最大熱負荷計算結果(冷房)

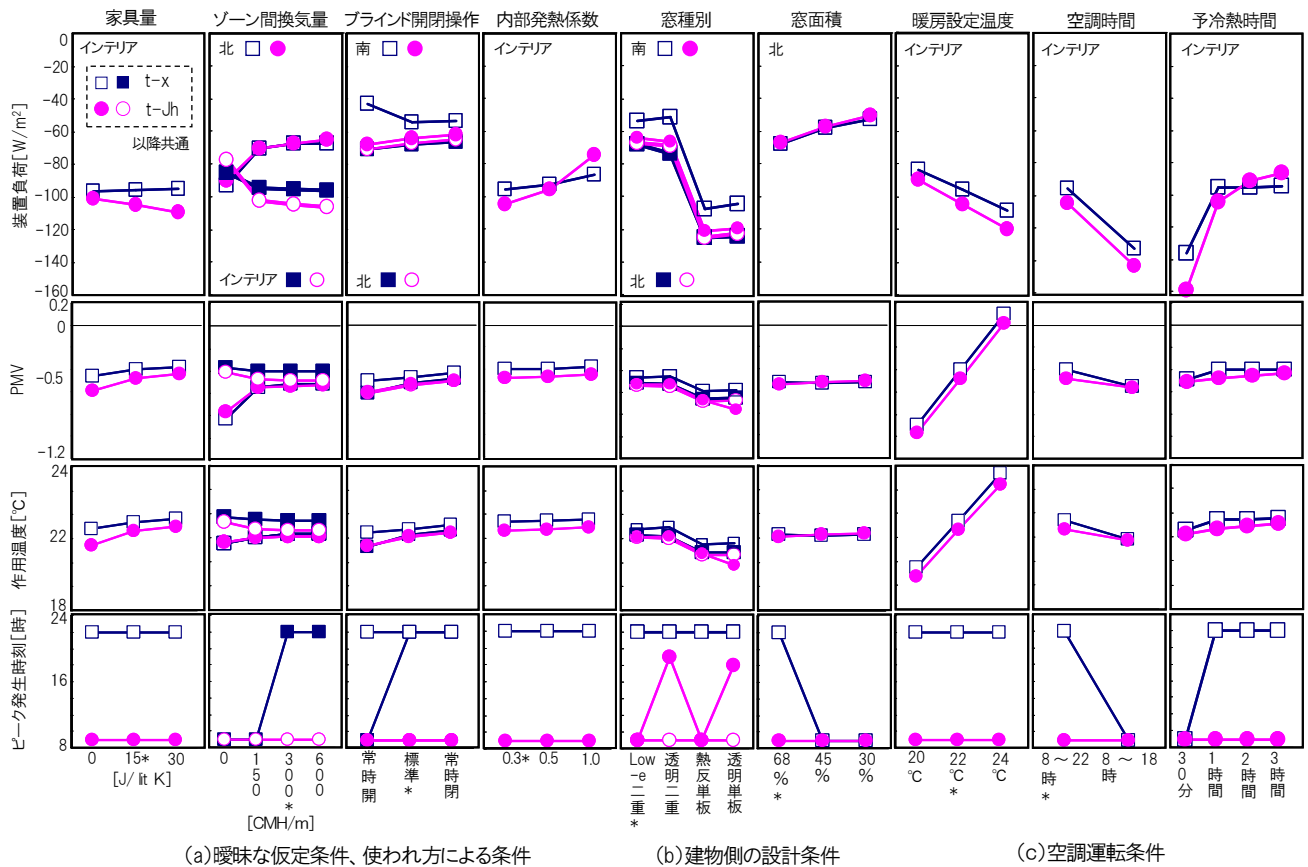


図5 各計算条件での最大熱負荷計算結果(暖房)