

第6章 電力ピーク対策評価システムの開発

6.1 目的

電力ピーク対策技術の適切な設計及び普及を促進させるためには、各々の技術が実際の建築物に導入された場合の年間のエネルギー消費量及びピーク時電力消費量の変化を評価するためのシステムを提供し、各々の効果を定量的に示すことが重要である。本研究では、非住宅建築物の省エネルギー基準におけるエネルギー消費量算定方法をベースに、時々刻々の一次エネルギー消費量及び電力消費量の変化を評価できる電力ピーク対策評価システムを開発し、このシステムを利用して、幾つかの代表的な技術についての評価を試行する。

6.2 電力ピーク対策評価システムの開発

電力ピーク対策評価システムは、国総研及び国立研究開発法人建築研究所が中心となり開発し省エネルギー基準への適否判断のために使用されている「一次エネルギー消費量算定用 Web プログラム」の計算方法をベースに、省エネルギー基準で算出が求められている年間の一次エネルギー消費量だけではなく、時々刻々の電力消費量の変化を評価できるように拡張することにより開発を行う。主な拡張のポイントを次に示す。

- ・ 省エネルギー基準の算定ロジックは、年間のエネルギー消費量を算出することに特化しており、空調負荷は日単位にしか計算をしていない。日単位の負荷を時刻別負荷に分解をすることは困難であるため、空調負荷については、詳細な時刻別の負荷計算（動的負荷計算ソフト newHASP に潜熱蓄熱材の計算モジュールを追加したもの）を新たに組み込んで時々刻々の詳細な空調負荷が算出できるようにする。
- ・ 各設備のエネルギー消費量は日単位でしか計算されていないが、これを時々刻々の値が算出できるように変更する。ただし、計算のロジックについては大きな変更はなく、単に日単位で出力していたものを時刻別に出力するように変更しただけである。従って、年積算値でみると、省エネルギー基準の評価方法と今回開発した評価方法の差は殆どない。
- ・ プログラムの入力ファイルは、省エネルギー基準の Web プログラムと全く同じフォーマットのものとする。従って、省エネルギー基準の Web プログラムの入力ファイルを作れば、今回開発したシステムにおける評価も実施可能である（但し、潜熱蓄熱材や地中熱ヒートポンプ等、一部のシステムについては追加の入力が必要）。
- ・ 地中熱ヒートポンプの計算が可能となるように、地盤のモデルを組み込む。
- ・ 蓄電池の計算が可能となるように、蓄電池の計算モジュールを組み込む。

6.2.1 評価システムの概要

電力ピーク対策評価システムの概要を図6—1に示す。評価を行うためには、建築物の外皮や設備の仕様を入力する必要があるが、これは省エネルギー基準のWebプログラムと共通のものとし、設計計画時レベルの建築設備の情報から計算を行うことができるようにした。ただし、潜熱蓄熱材や地中熱ヒートポンプの評価を行う際には、追加の入力が必要となる。

計算のアルゴリズムは平成25年省エネルギー基準（非住宅建築物）のエネルギー消費量計算方法をベースとし、これを時々刻々の計算ができるように拡張した。平成25年省エネルギー基準の計算方法については、国総研・国立研究開発法人建築研究所監修の「平成25年省エネルギー基準に準拠した算定・判断の方法及び解説, I. 非住宅建築物」に記載されている。ただし、空調負荷計算については、動的熱負荷計算プログラム（NewHASP）を利用し、潜熱蓄熱材の効果を算定できるように拡張したものを新たに組み込んだ。また、地盤モデルを組み込んで地中熱ヒートポンプによる蓄採熱量を計算できるようにした。さらに、蓄電池設備の計算を追加し、時刻別の蓄放電量を算出できるようにした。

システムの操作方法を図6—2に示す。省エネルギー基準のWebプログラムはグラフィカルユーザインターフェイス（GUI）が実装されているが、本評価システムは現状ではGUIは実装されておらず、コマンドウィンド上でexeファイルを実行することにより計算を行う。計算結果はcsvファイルで出力される。

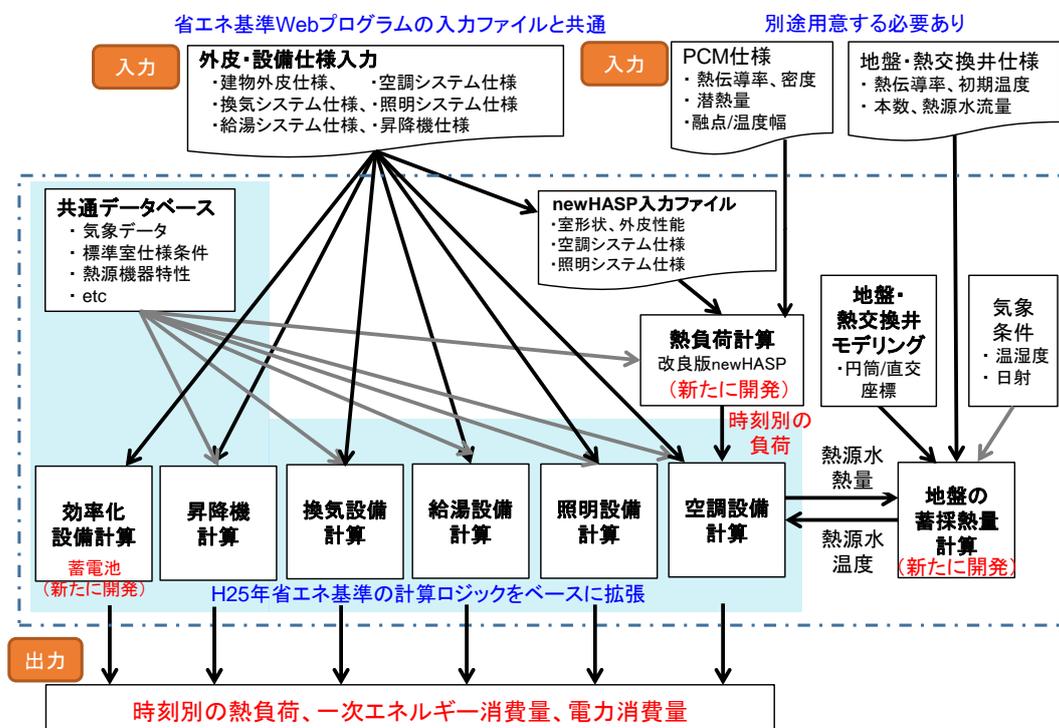


図6—1 電力ピーク対策評価システムの概要

① 建築・設備データの作成(省エネルギー基準プログラムの入力ファイルを利用)

The screenshot shows a software interface for creating building and equipment data. On the left, there is a list of input files (e.g., 様式0 基本情報入力シート, 様式1 (共通条件)居住棟入力シート, etc.) with arrows pointing to a specific table. The table, titled '様式 2-5. (空調) 熱源入力シート', contains columns for equipment name, system type, and various performance metrics like capacity, efficiency, and energy consumption.

② 電力ピーク対策設計支援ツールのプログラム実行(バッチファイルを実行)

```

cmd.exe
経過時間は 13.726485 秒です。
空調負荷計算完了
経過時間は 14.466333 秒です。
空調エネルギー計算完了
経過時間は 25.867750 秒です。
ポンプ負荷計算完了
経過時間は 25.893800 秒です。
ポンプエネルギー計算完了
経過時間は 25.927310 秒です。
熱原負荷計算完了
経過時間は 25.947353 秒です。
熱原エネルギー計算完了
経過時間は 26.004114 秒です。
計算結果取り纏め完了
経過時間は 26.143916 秒です。
出力完了
経過時間は 40.889788 秒です。

E:\j_ksk2015\06建物データ\運用効果\pe>REM ECS_routeB_AC_run_0.exe SYO-M21.xml ON 0 Read 0
E:\j_ksk2015\06建物データ\運用効果\pe>REM ECS_routeB_V_run.exe SYO-M21.xml ON
E:\j_ksk2015\06建物データ\運用効果\pe>REM ECS_routeB_L_run.exe SYO-M21.xml ON
    
```

③ 1年間の各時刻の電力量、一次エネルギー消費量、熱負荷を出力

- calcRES_AC_SYO-M21_20160301...
- calcRESHourly_AC_SYO-M21_201...
- newHASPinput_Z1.txt
- newHASPinput_Z2.txt
- newHASPinput_Z3.txt
- newHASPinput_Z4.txt
- newHASPinput_Z5.txt
- newHASPinput_Z6.txt
- newHASPinput_Z7.txt

図 6—2 電力ピーク対策評価システムの操作方法

6.2.2 評価システムの検証

開発した電力ピーク対策評価システムと省エネルギー基準の Web プログラムの計算結果を比較する。開発したシステムは時刻別の計算、省エネルギー基準の Web プログラムは日別の計算という違いはあるが、計算ロジック自体はほぼ同一であるため、年間値でみると同じ結果が得られるはずである。

3つの地域（準寒冷地、温暖地、蒸暑地）、3つの建物用途（事務所、商業施設（物販店舗）、共同住宅（共用部））について、同一の建築・設備仕様条件で年間一次エネルギー消費量を算出した結果を図6—3に示す。両システムの算定結果に大きな差異がないことが判る。空調の計算結果に多少の差が生じているのは、空調負荷計算方法の際によるものであるが、その差は僅かである。

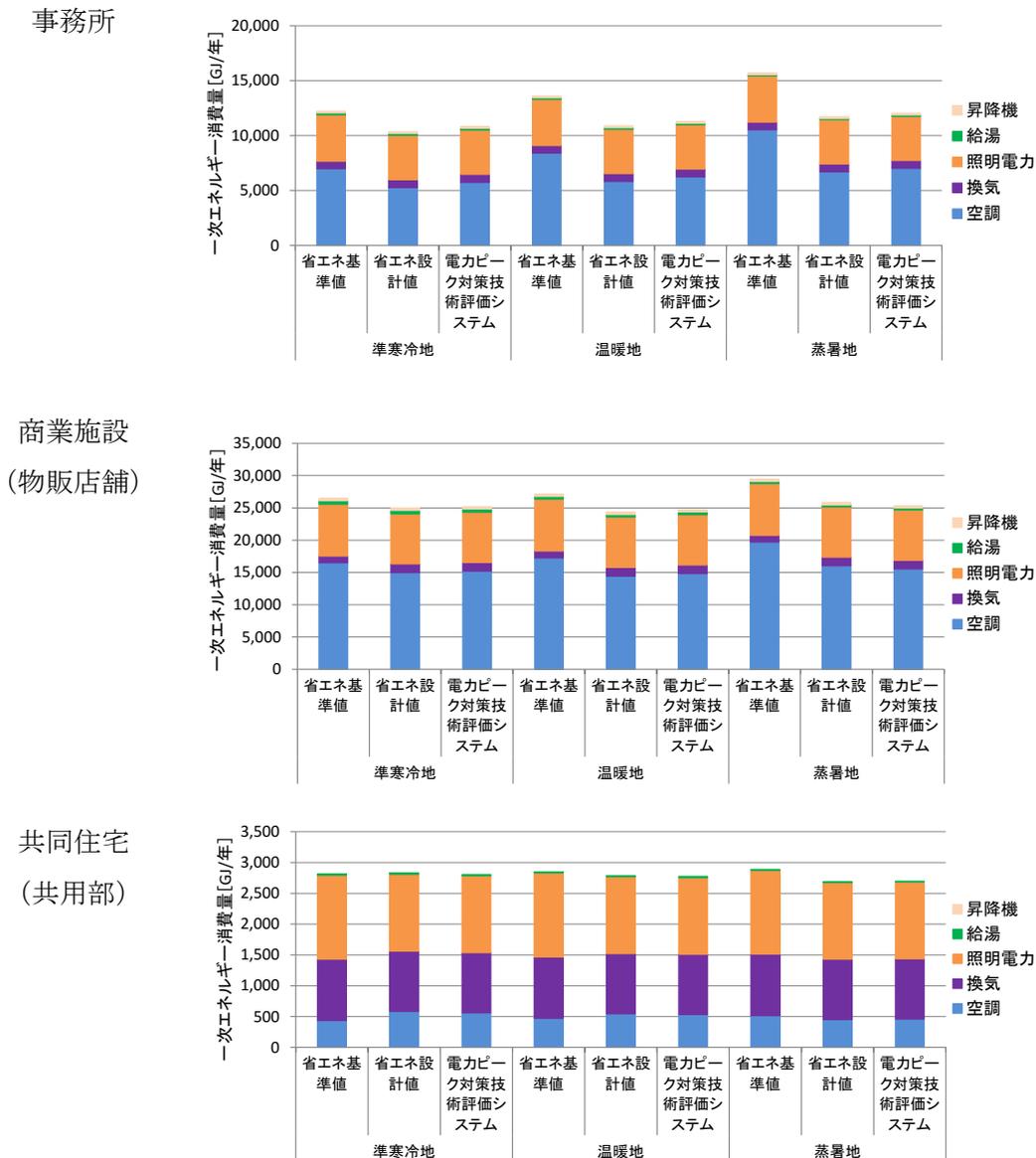


図6—3 電力ピーク対策設計支援ツールの検証

6.3 試算の対象とする電力ピーク対策技術

電力ピーク対策評価システムを用いて試算をする電力ピーク対策技術を決定するために、建築物における電力ピーク対策技術に関する情報の収集・整理を行う。本研究では、電力ピーク対策技術について、以下の3つのグループに分けて整理を行うことにする。

- ①建築的対策
- ②設備的対策
- ③運用的対策

6.3.1 電力ピーク対策技術の調査・整理

建築設備の電力消費に関する省エネルギー対策及びピーク対策について調査・整理を行い効果の期待できる対策を抽出した。調査にあたっては、次の資料やインターネット情報等を参考にした。調査した対策の一覧を表6-1～表6-4に示す。

- ・ 建築・設備の省エネルギー技術指針（非住宅編）、空気調和・衛生工学会
- ・ 建築・設備の省エネルギー技術指針（住宅編）、空気調和・衛生工学会
- ・ 業務用建築における節電対策の定性評価、井上隆
- ・ 住宅における節電対策、前真之
- ・ ビル・建築設備の省エネルギー、中原信生
- ・ 事業者向け省エネ情報、経済産業省
- ・ 夏の省エネルギー対策について、経済産業省
- ・ 冬の省エネルギー対策について、経済産業省

凡例

- ◎ : 比較的大きな対策効果を期待できると想定されるもの
- : 対策効果の期待できると想定されるもの
- 空欄 : 対策効果の期待が少ないもの

(1) 建築的対策

省電力並びに電力ピーク対策の期待できる建築的対策を表6-1に示す。

表6-1 建築的対策

分類	項目	効果		試算対象対策	備考
		省電力	ピーク対策		
負荷抑制	外壁の高断熱化	○	○	●	
	高性能窓ガラスの採用	◎	◎	●	
	エアフローウィンドウの採用	◎	◎	●	
	日射調整フィルムの取付け	○	○	●	
	躯体蓄熱		○		
	潜熱蓄熱材の適用		○	●	
	屋上緑化	○	○	●	
	高反射率塗装	○	○	●	
	保水性建材	○	○		

(2) 設備的対策

省電力並びに電力ピーク対策の期待できる設備的対策を表6-2～表6-3に示す。

表6-2 設備的対策(1)

分類	項目	効果		試算対象対策	備考
		省電力	ピーク対策		
空調	機器の運転台数制御	○			
	高効率熱源機器の導入	◎	◎	●	
	屋外機の散水装置	○	○		
	蓄熱式空調システム	○	◎	●	
	地中熱利用ヒートポンプ空調	◎	◎	●	
	中間期、冬期の外気冷房	○		●	
	局所空調	○			
	大温度差送風空調方式	◎	◎	●	低温送風空調
	変水量制御	◎	○	●	大温度差送水含
	断熱によるダクト、配管の熱損失の最小化	○			
	外気取り入れ制御	◎	○	●	
	変风量制御	◎	◎	●	
	適正なポンプの選定	○			
	高度な変风量制御方式	○			
空調・換気	適正なファン容量の選定	◎			
	ダクトの低圧損化	○			
	空気調和機の低圧損化	○			
	全熱交換器の採用	◎	◎	●	
	電気室、サーバー室の外気冷房	○			

表 6 - 3 設備的対策 (2)

分類	項目	効果		試算対象対策	備考
		省電力	ピーク対策		
給湯	配管等の高断熱化	○			
照明	執務エリアの照度の緩和	○	○		
	照明区分の細分化	○	○		
	高効率照明器具	◎	◎	●	Hf 蛍光灯、LED
	照明器具材の高効率塗装、反射板の利用	○			
	照明制御 (人感センサー、タイマー等)	◎	◎	●	
エネルギー	蓄電池システムの導入		◎	●	
	コージェネレーションシステムの導入	○	◎		
	太陽光発電の導入	◎	◎	●	
	風力発電の導入	◎			
その他	BEMS の導入	○	○		他設備との併用

(3) 運用的対策

省電力並びに電力ピーク対策の期待できる運用的対策を表 6 - 4 に示す。

表 6-4 運用的対策

分類	項目	効果		試算対象対策	備考
		省電力	ピーク対策		
空調	室内温度の適正調整	◎	◎	●	政府推奨温度を参考
	空調機器の一斉起動回避		○		運転時間の前倒し、フロアごと時間調整
	空調機器の間欠運転、輪番停止	○	○		
	残業時間の空調制限	○			
	予冷、予熱運転		◎	●	
	躯体蓄熱（連続空調運転）		○		
	CO ₂ 濃度管理の適正化	◎			CO ₂ 濃度（1,000ppm以下）管理
	冷凍機の出口冷水温度の調整				
	冷水・冷却水の流量・圧力の適正化				
	冷凍機・冷却塔のメンテナンス実施				
	ポンプ、ファンの流量・風量調整				
	フィルタの定期清掃、交換				
	電気室、EV機械室などの設定温度緩和	○	○		
	加湿・除湿量の適正調整				
	非電気系熱源の優先運転	◎	◎		
	熱源機器の最大容量制限		○		
	蓄熱槽利用の適正化による蓄熱容量の増加		○		
	蓄熱槽利用の場合、蓄熱運転方法の見直し		◎		
	厨房用外調機送風温度の適正化	○	○		
	温度コントローラの使用制限	○	○		
換気	換気用送風機の風量調整				
給湯	冬期以外は、給湯を停止	○			手洗い給湯の停止
	給湯温度を低めに調整	○			
照明	昼休み消灯	○	○		
	不使用室の消灯	○	○		
	執務エリアの照度の緩和	◎	◎	●	一部消灯（間引き）
	照明器具の清掃				
	窓際の消灯・間引き・ブラインドの適正管理	◎	◎		
その他	エレベータの運転台数制限	○	○		
	ブラインド管理		○		朝の冷房負荷を低減
	カーテン使用の励行				冬期の対策
	温水洗浄便座の温度設定緩和	○			
	ハンドドライヤーの使用停止				
	パソコンの省電力設定	○	○		
	OA機器の電源オフ、スタンバイモードの励行	○			

6.3.2 試算の対象とする技術

調査・整理した省電力・電力ピーク対策技術の中から対策効果の期待でき、比較的汎用的な対策で多くの建物に導入可能なもの、かつエネルギー転換（例えば、電気熱源をガス熱源に置き換える等）によるものではないものを抽出し、これを試算対象とすることにした。試算対象技術の一覧を次に示す。

①建築的対策方法

- ・外壁の断熱
- ・高性能窓ガラス
- ・エアフローウィンドウ
- ・日射調整フィルム
- ・潜熱蓄熱材
- ・屋上緑化
- ・高反射率塗装

②設備的対策方法

（空調設備）

- ・高効率熱源機器
- ・蓄熱式空調システム
- ・地中熱利用ヒートポンプシステム空調
- ・大温度差送水（含む変流量制御）
- ・大温度差送風（含む変風量制御）
- ・外気取り入れ制御
- ・全熱交換器
- ・外気冷房

（照明設備）

- ・高効率照明器具（LED 照明器具）
- ・照明制御

（効率化設備）

- ・蓄電池設備
- ・太陽光発電設備

③運用的対策方法

- ・室内温度の適正調整
- ・予冷・予熱運転
- ・執務エリアの照度の緩和（照明器具の間引き、室内設定照度の緩和）

6.4 試算条件

建築物のエネルギー消費量は、気候条件、建物使用形態（建物用途）によって大きく異なることから、これらの条件ごとに試算対象とする建築設備システムを設定する。

6.4.1 地域

試算地域は、平成 25 年省エネルギー基準で規定されている準寒冷地（3 地域）、温暖地（6 地域）、蒸暑地（8 地域）の 3 地域とする。詳細を表 6-5 に示す。熱負荷計算及び一次エネルギー計算に用いる気象データには、拡張アメダス気象データ（（一社）日本建築学会）における標準年データ（1981～1995 年）を用いる。

表 6-5 試算地域

地域	試算地域	年間平均気温
① 準寒冷地	(3 地域) 代表地域：岩手県盛岡	10.2℃
② 温暖地	(6 地域) 代表地域：岡山県岡山	15.7℃
③ 蒸暑地	(8 地域) 代表地域：沖縄県那覇	22.7℃

6.4.2 建物用途

試算の対象とする建物用途と規模を表 6-6 に示す。建築物の形状は国総研・国立研究開発法人建築研究所監修の「平成 25 年省エネルギー基準に準拠した算定・判断の方法及び解説, I. 非住宅建築物」に記載されているモデル建物を用いる。なお、共同住宅（共用部）については同図書に記載がないため、新たにモデルを作成した。建物の外皮仕様（外壁・窓仕様）は、省エネルギー基準で規定されている基準設定仕様を適用した。基準設定仕様は地域によって異なる。

表 6-6 試算建物の用途と規模

建物用途	建物規模
事務所	テナントオフィスビル 延床面積：約 10,000 m ² 、RC 造、地上 7 階、地下 0 階 ※平日の昼間のみ使用される熱負荷傾向 RC 造の他に「S 造(ALC)」、「S 造カーテンウォール（窓開口大）」を試算。「S 造カーテンウォール（窓開口大）」の窓ガラス面積は外皮の約 61%
商業施設（物販店舗）	大規模物販店舗用途 延床面積：10,000 m ² 、S 造、地上 3 階、地下 1 階 ※土日の休日使用があり売場は内部発熱が大きい熱負荷傾向
共同住宅（共用部）	タワー型共同住宅（共用部） 延床面積：10,000 m ² 、SRC 造、地上 14 階、地下 1 階 ※管理事務室、集会場等は昼間のみ使用、ホールは終日使用となる熱負荷傾向

※試算建物の平面図プランは、付録に示す。

6.4.3 外皮・設備の仕様

外皮や設備に求められる性能は地域や建物用途によって異なる。そこで、本研究では、実際の設計プロセスにおける手順に従って、地域毎、建物用途毎に外皮及び設備システムを設計した。なお、「標準（省エネ基準仕様）」とは、平成25年省エネルギー基準における基準設定仕様（基準値を設定する際に想定した外皮・設備仕様）と同等のものであることを示す。

(1) 外皮仕様

試算を行う外皮（外壁、屋根、窓等）仕様を表6-7～表6-9に示す。表中のグレー欄は標準（省エネ基準仕様）を示す。高断熱仕様については、基準設定仕様の地域仕様を1ランクアップもしくは寒冷地仕様相当として定めた。窓ガラス仕様は、熱貫流率・日射熱取得率の異なるガラスを複数選択した。

表6-7 外皮仕様（事務所）

建築仕様		準寒冷地（3地域）	温暖地（6地域）	蒸暑地（8地域）
外壁	標準（屋根）	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種（50mm）	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種（50mm）	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種（25mm）
	（外壁）	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種（25mm）	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種（25mm）	なし
	高断熱（屋根）	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種（100mm）	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種（100mm）	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種（50mm）
	（外壁）	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種（50mm）	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種（50mm）	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種（25mm）
	潜熱蓄熱材	外壁面の内装側 20mm（凝固-融解 28℃）		
窓ガラス	標準	複層 （透明 8+空気層 6+透明 8）	単層（透明 8）	単層（透明 8）
	単板 FL	単層（透明 8）	—	—
	複層透明	—	複層 （透明 8+空気層 6+透明 8）	複層 （透明 8+空気層 6+透明 8）
	複層 Low-e	Low-e（高日射遮蔽型）	Low-e（高日射遮蔽型）	Low-e（高日射遮蔽型）
	エアフローウィンドウ	エアフローウィンドウ	エアフローウィンドウ	エアフローウィンドウ
	FL+日調フィルム	単層（透明 8）+ 日射調整フィルム	単層（透明 8）+ 日射調整フィルム	単層（透明 8）+ 日射調整フィルム
その他	屋上緑化	空調対象室の屋根面積の 50%布設		
	反射塗料	空調対象室の屋根面積の 100%布設		

表 6-8 外皮仕様（商業施設（物販店舗））

建築仕様		準寒冷地（3地域）	温暖地（6地域）	蒸暑地（8地域）
外壁	標準 (屋根)	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種 (50mm)	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種 (50mm)	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種 (25mm)
	(外壁)	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種 (15mm)	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種 (15mm)	なし
	高断熱 (屋根)	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種 (100mm)	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種 (100mm)	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種 (50mm)
	(外壁)	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種 (30mm)	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種 (30mm)	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種 (15mm)
	潜熱蓄熱材	外壁面の内装側 20mm(凝固-融解 28℃)		
窓 ガラス	標準	複層 (透明 8+空気層 6+透明 8)	単層(透明 8)	単層(透明 8)
	単板 FL	単層(透明 8)	—	—
	複層 透明	—	複層 (透明 8+空気層 6+透明 8)	複層 (透明 8+空気層 6+透明 8)
	複層 Low-e	Low-e(高日射遮蔽型)	Low-e(高日射遮蔽型)	Low-e(高日射遮蔽型)
	エアフロー ウィンドウ	エアフローウィンドウ	エアフローウィンドウ	エアフローウィンドウ
	FL+日調 フィルム	単層(透明 8)+ 日射調整フィルム	単層(透明 8)+ 日射調整フィルム	単層(透明 8)+ 日射調整フィルム
その他	屋上 緑化	空調対象室の屋根面積の 50%布設		
	反射 塗料	空調対象室の屋根面積の 100%布設		

表 6-9 外皮仕様（共同住宅（共用部））

建築仕様		準寒冷地（3地域）	温暖地（6地域）	蒸暑地（8地域）
外壁	標準 (屋根)	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種 (100mm)	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種 (95mm)	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種 (95mm)
	(外壁)	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種 (70mm)	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種 (40mm)	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種 (15mm)
	高断熱 (屋根)	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種 (130mm)	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種 (100mm)	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種 (95mm)
	(外壁)	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種 (90mm)	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種 (90mm)	押出法ポリスチレンホーム 保温板1種 (70mm)
	潜熱蓄熱材	外壁面の内装側 20mm(凝固-融解 28℃)		
窓 ガラス	標準	複層(反射シルバー+ 空気層 6+透明 6)	単層(透明 3)	単層(高性能熱線反射 (可視光透過率 40%) 6)
	単板 FL	単層(透明 3)	—	単層(透明 3)※
	複層 透明	複層 (透明 6+空気層 6+透明 6)	複層 (透明 6+空気層 6+透明 6)	複層 (透明 6+空気層 6+透明 6)
	複層 Low-e	複層(Low-e(高日射遮蔽型)+ 空気層 6+透明 10)	複層(Low-e(高日射遮蔽型)+ 空気層 6+透明 10)	複層(Low-e(高日射遮蔽型)+ 空気層 6+透明 10)
	熱反	単層(高性能熱線反射 6 (可視光透過率 40%))	単層(高性能熱線反射 6 (可視光透過率 40%))	—
	FL+日調 フィルム	単層(透明 3)+ 日射調整フィルム	単層(透明 3)+ 日射調整フィルム	単層(透明 3)+ 日射調整フィルム
その他	反射 塗料	空調対象室の屋根面積の 100%布設		

(2) 空調設備

試算を行う空調設備の仕様を表6-10～表6-12に示す。

表6-10 空調設備 [標準 (省エネ基準仕様)]

事務所	<p>熱源方式：中央空調方式 (事務室、更衣室、休憩室、ロビー、EV ホール)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・空気熱源ヒートポンプチラー方式 ・空調機方式 (定風量方式) ・外気カット制御、全熱交換機制御 (定格全熱交換効率 60%)
商業施設 (物販店舗)	<p>熱源方式：中央空調方式 (売場、荷さばき場、事務室)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・空気熱源ヒートポンプチラー方式 ・ファンコイルユニット+外調機方式 (更衣室等) ・空調機方式 (定風量方式) ・外気カット制御、全熱交換機制御 (定格全熱交換効率 60%)
共同住宅 (共用部)	<p>熱源方式：電気式パッケージ形エアコン方式 (EHP) (管理人室、集会室、ロビー等)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・EHP 室内機+空調換気扇方式 ・全熱交換機制御 (定格全熱交換効率 60%)

表6-11 空調設備 [設備的対策技術] 仕様

高効率熱源機器の採用 (高効率 HP)	<ul style="list-style-type: none"> ・空気熱源ヒートポンプチラー方式 (圧縮機台数制御方式) 冷房 COP3.97、暖房 COP3.94 ※現行機種メーカー値
地中熱利用ヒートポンプシステムの導入 (地中熱)	<ul style="list-style-type: none"> ・時間最大負荷の 50%を地中熱利用ヒートポンプチラー 地中熱利用ヒートポンプチラー優先運転方式 (地中採熱方式) ・地中熱交換井戸方式 (垂直形ボアホール方式) ・クローズドループ、ダブルUチューブ方式 (埋設深さ 100m/本) ・熱交換量 60W/m ※地盤モデルは第4章地中蓄熱による対策技術に示す地中熱交換井の仕様と同等
蓄熱式空調システムの採用 (蓄熱)	<ul style="list-style-type: none"> ・熱源機器、蓄熱槽は日積算負荷を熱源機器の 23 時間運転で賄うことが可能な容量 ・水蓄熱方式 (蓄熱利用温度差 7K) ・熱源機器の出口温度 冷水 5°C、温水 47°C ・全負荷運転制御方式 ・二次側送水は直接送水方式 (熱交換器なし)
水搬送システムの効率化 (大温度差送水)	<ul style="list-style-type: none"> ・大温度差送水 (温度差 10K) ・変流量制御 (変流量時最小流量比 30%)
空気搬送システムの効率化 (大温度差送風)	<ul style="list-style-type: none"> ・大温度差送風 (送風温度差 13K) ・変風量制御 (変風量時最小風量比 40%)

表 6-12 空調設備 [設備的対策技術] 仕様

全熱交換器の採用 (全熱交換器)	・空調機の外気量制御として採用 ※標準で採用している場合は採用なしとして試算し比較
外気カット制御の採用 (外気カット制御)	・空調機の外気量制御として採用 ※標準で採用している場合は採用なしとして試算し比較
外気冷房制御の採用 (外気冷房)	・空調機の外気量制御として採用
全熱交換器バイパス 制御の採用 (全熱交換器 バイパス)	・空調換気扇の外気量制御として採用 共同住宅 (共用部) に対して試算

(共通仕様)

- ・中央空調方式の熱源機器は、“2台設置”とし“台数制御”運転とする。
- ・二次側冷温水ポンプの標準 (省エネ基準仕様) は、“2台設置”とし“台数制御+VWV 制御 (変流量時最小流量比 60%)”、“冷温水往還温度差 7K”とする。
- ・空調機の標準 (省エネ基準仕様) は、“送風温度差 11K”、“定風量方式”とする。
- ・空調設備の容量は、試算建物の外皮仕様ならびに基準設定仕様の室仕様に準拠する条件から算定する。

(3) 換気設備

試算を行う換気設備の仕様を表 6-13 に示す。

表 6-13 換気設備 [標準 (省エネ基準仕様)]

換気設備	・個別換気方式 ・各室換気量、換気種別、ダクト全静圧は基準設定仕様に準拠
------	---

(4) 照明設備

試算を行う照明設備の仕様を表6-14～表6-15に示す。

表6-14 照明設備 [標準 (省エネ基準仕様)]

照明設備	<ul style="list-style-type: none"> ・ Hf 照明器具相当 ・ 各室照度は基準設定仕様に準拠 ・ 照明制御なし
------	---

表6-15 照明設備 [設備的対策技術] 仕様

LED 照明器具 の採用 (LED 照明)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 全ての照明器具を LED 照明器具 ・ 照明制御なし
照明制御の導入 (照明制御)	<p>(事務所)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 事務室等 : タイムスケジュール制御 (消灯) 初期照度補正制御+昼光連動調光制御 (片側採光かつブラインド自動制御なし) ・ ロビー、廊下等 : タイムスケジュール制御 (消灯) ・ 便所、更衣室等 : 在室検知制御 (一括点滅) <p>(物販店舗)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 売場、事務室等 : タイムスケジュール制御 (減光) 初期照度補正制御 ・ 廊下等 : タイムスケジュール制御 (消灯) ・ 便所、更衣室等 : 在室検知制御 (一括点滅) <p>(共同住宅 (共用部))</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 集会場 : 初期照度補正制御+昼光連動調光制御 (片側採光かつブラインド自動制御なし) ・ ロビー、廊下等 : タイムスケジュール制御 (消灯) ・ 自転車置き場 : 在室検知制御 (一括点滅)

(5) 給湯設備

試算を行う給湯設備の仕様を表6-16に示す。給湯設備は、標準 (省エネ基準仕様) の仕様が燃焼式相当であるため、今回の検討においては試算の対象としない (一次エネルギー消費量としてはガス消費量をカウントするが、仕様を変更する等のケーススタディは行わない。電力消費量は0であるとして、ピーク削減効果には影響を与えない。) こととする。

表6-16 給湯設備 [標準 (省エネ基準仕様)]

給湯設備	<ul style="list-style-type: none"> ・ ガス給湯器 基準設定仕様に準拠
------	---

(6) 昇降機設備

試算を行う昇降機設備の仕様を表6-17に示す。昇降機設備のエネルギー消費量については、建物全体に占める割合が小さいため、全てのケースで同じ仕様とする（ケーススタディは行わない）。

表6-17 昇降機設備 [標準 (省エネ基準仕様)]

昇降機設備	<ul style="list-style-type: none">・VVVF制御方式、回生電力なし・基準設定仕様に準拠
-------	---

(7) 太陽光発電設備

標準 (省エネ基準仕様) では太陽光発電設備は設置しないものとする。設備的対策技術として太陽光発電設備を設置した場合の仕様を表6-18に示す。

表6-18 太陽光発電設備 [設備的対策技術] 仕様

太陽光発電設備の導入 (太陽光発電)	<ul style="list-style-type: none">・太陽光アレイは建物屋上面積の50%に設置・太陽光アレイの設置<ul style="list-style-type: none">3、6地区：南面向き、傾斜角30°8地区：南面向き、傾斜角10°・太陽光アレイの発電能力：185W/m² ※現行メーカー値相当・発電能力：<ul style="list-style-type: none">事務所40kW、物販店舗90kW、共同住宅(共用部)20kW・発電した電気は全て自己消費
-----------------------	--

(8) 蓄電池設備

標準 (省エネ基準仕様) では蓄電池設備は設置しないものとする。設備的対策技術として蓄電池設備を設置した場合の仕様を表6-19に示す。

表6-19 蓄電池設備 [設備的対策技術] 仕様

蓄電池設備の導入 (蓄電池)	<ul style="list-style-type: none">・リチウムイオン電池方式・夜間(22~6h)充電・昼間(8~20h)放電方式<ul style="list-style-type: none">昼間は原則均等放電、余剰が発生した場合は次の時間に延長・蓄電池設備のシステム効率85%(充放電効率95%)<ul style="list-style-type: none">※日本電気協会電力貯蔵用電池規定 JEAC5006-2014より・蓄電池容量：<ul style="list-style-type: none">事務所2,000kWh、物販店舗2,000kWh、共同住宅(共用部)40kWh蓄電池容量は建物内に蓄電池設備を設置可能な面積約200m²相当(事務所、物販店舗)。共同住宅は既製の充電装置容量20kWh/台を2組設置・充放電できる容量は蓄電池容量の70%(完全放電はしない)・事務所では平日のみ蓄電池設備を運転
-------------------	---

6.4.4 空調の運用条件

年間の冷暖房運転モードならび各室の空調運転条件は、省エネルギー基準の標準室使用条件に従うものとする。各地域の冷暖房運転モードを表6-20に示す。中間期は冷房されるものとする。

(室内温湿度設定条件)

冷房： 26℃、50% 暖房： 22℃、40% 中間期：24℃、50%

表6-20 冷暖房運転

地域区分	1地域	2地域	3地域	4地域	5地域	6地域	7地域	8地域
1月	暖房							
2月	暖房							
3月	暖房							
4月	暖房	暖房	中間期	中間期	中間期	中間期	中間期	中間期
5月	中間期	冷房						
6月	中間期	中間期	冷房	冷房	冷房	冷房	冷房	冷房
7月	冷房							
8月	冷房							
9月	冷房							
10月	中間期	冷房						
11月	暖房	暖房	中間期	中間期	中間期	中間期	中間期	中間期
12月	暖房	中間期						

6.4.5 試算建物の時間最大負荷の算出

空調機器の容量（定格能力）を決定するためには、時間最大負荷の算出が必要である。試算建物の時間最大負荷は、省エネルギー基準の基準設定仕様で規定されている外壁・窓ならびに室仕様から、建築設備設計基準の計算方法に従い算定した。各試算建物の時間最大負荷を表6-21に示す。時間最大負荷は空調設備の全熱交換器の採用の有無により空調熱負荷は大きく変化するため2通りを定める。

表 6-21 試算建物の時間最大負荷

建物用途	地域	時間最大負荷				備考
		全熱交換器あり		全熱交換器なし		
		冷房 [kW]	暖房 [kW]	冷房 [kW]	暖房 [kW]	
事務所	準寒冷地 (3地域)	553	450	733	752	標準は全熱交換器あり
	温暖地 (6地域)	614	366	842	600	
	蒸暑地 (8地域)	634	196	888	292	
商業施設 (物販店舗)	準寒冷地 (3地域)	1,156	591	1,455	1,094	標準は全熱交換器なし
	温暖地 (6地域)	1,232	457	1,614	848	
	蒸暑地 (8地域)	1,276	211	1,701	372	
共同住宅 (共用部)	準寒冷地 (3地域)	34.2	39.8	52.0	98.0	標準は全熱交換器あり
	温暖地 (6地域)	41.3	33.3	64.0	57.0	
	蒸暑地 (8地域)	40.3	14.5	65.0	24.0	

※ : 標準（省エネ基準設定仕様）を示す。

6.5 試算ケース

建築的対策の試算ケースを表 6-22～表 6-24 に、設備的対策の試算ケースを表 6-25～表 6-27 に示す。合計で 237 ケースの試算を実施する。

建物用途と地域ごとに、標準（省エネ基準仕様）を各種対策技術を導入した仕様に置き換えて試算する。また、対策技術を組み合わせたケースとして各地域、建物種別ごとに、各種建築的対策、各種設備的対策の組合せたケースを試算する。組合せは対策要素単体として効果の高い仕様同士の組合せと、比較対象として効果の低い仕様同士の組合せを行い比較する（組合せの仕様は表中に「仕様-O-A」等と表記）。さらに、設備的対策では、組合せ効果の高い建築的対策と設備的対策を組み合わせたケース（表中に「建築的対策（仕様-O-A）+設備的対策（仕様-O-B）」と表記）を試算する。

表 6-2-2 建築的対策の試算ケース（事務所）

気候区分	No	建物構造	建築仕様	外窓仕様		窓ガラス仕様				その他									
				標準	高断熱	P CM	単板フローラート	複層透明	複層Low-e	37h-ウレボリ	凡二日調フィルム	屋上緑化	反射塗料						
温暖地 (6地区)	0-M0	RC造	標準(省エネ基準認定仕様)	○															
	0-M1	RC造	標準改仕様		○														
	0-M2	RC造	標準改仕様			○													
	0-M3	RC造	標準改仕様																
	0-M4	RC造	標準改仕様																
	0-M5	RC造	標準改仕様																
	0-M6	RC造	標準改仕様																
	0-M7	RC造	標準改仕様																
	0-M8	RC造	標準改仕様																
	0-M9	RC造	標準改仕様																
	0-M10	RC造	標準改仕様																
	0-M11	S造(ALC100)	仕様-A																
	0-M12	S造(ALC100)	仕様-A																
	0-M13	S造(カーテンウォール: 窓開口大)	仕様-A																
0-M14	S造(カーテンウォール: 窓開口大)	仕様-B																	
温暖冷地 (3地区)	0-L0	RC造	標準(省エネ基準認定仕様)	○															
	0-L1	RC造	標準改仕様		○														
	0-L2	RC造	標準改仕様			○													
	0-L3	RC造	標準改仕様																
	0-L4	RC造	標準改仕様																
	0-L5	RC造	標準改仕様																
	0-L6	RC造	標準改仕様																
	0-L7	RC造	標準改仕様																
	0-L8	RC造	標準改仕様																
	0-L9	RC造	標準改仕様																
	0-L10	RC造	標準改仕様																
	0-L11	S造(ALC100)	仕様-A																
	0-L12	S造(ALC100)	仕様-A																
	0-L13	S造(カーテンウォール: 窓開口大)	仕様-A																
0-L14	S造(カーテンウォール: 窓開口大)	仕様-B																	
蒸暑地 (8地区)	0-H0	RC造	標準(省エネ基準認定仕様)	○															
	0-H1	RC造	標準改仕様		○														
	0-H2	RC造	標準改仕様			○													
	0-H3	RC造	標準改仕様																
	0-H4	RC造	標準改仕様																
	0-H5	RC造	標準改仕様																
	0-H6	RC造	標準改仕様																
	0-H7	RC造	標準改仕様																
	0-H8	RC造	標準改仕様																
	0-H9	RC造	標準改仕様																
	0-H10	RC造	標準改仕様																
	0-H11	S造(ALC100)	仕様-A																
	0-H12	S造(ALC100)	仕様-A																
	0-H13	S造(カーテンウォール: 窓開口大)	仕様-A																
0-H14	S造(カーテンウォール: 窓開口大)	仕様-B																	

表 6-2-3 建築的対策の試算ケース（商業施設（物販店舗））

気候区分	建物構造	建築仕様	外壁仕様			窓ガラス仕様			その他												
			標準	高断熱	PCM	単板フロート FL8	複層透明 FL6+8	複層Low-e	エフロウインドリ	FL+日調フィルム	屋上緑化	反射塗料									
温暖地 (6地区)	S-M0	S造(ALC)	標準(省エネ基準 準設定仕様)																		
	S-M1	S造(ALC)	標準改仕様	○																	
	S-M2	S造(ALC)	標準改仕様		○																
	S-M3	S造(ALC)	標準改仕様	○		○															
	S-M4	S造(ALC)	標準改仕様	○					○												
	S-M5	S造(ALC)	標準改仕様	○																	
	S-M6	S造(ALC)	標準改仕様	○																	
	S-M7	S造(ALC)	標準改仕様	○																	
	S-M8	S造(ALC)	標準改仕様	○																	
	S-M9	S造(ALC)	標準改仕様	○																	
S-M10	S造(ALC)	仕様S-A 仕様S-B	○																		
严寒冷地 (3地区)	S-L0	S造(ALC)	標準(省エネ基準 準設定仕様)																		
	S-L1	S造(ALC)	標準改仕様	○																	
	S-L2	S造(ALC)	標準改仕様		○																
	S-L3	S造(ALC)	標準改仕様	○		○															
	S-L4	S造(ALC)	標準改仕様	○																	
	S-L5	S造(ALC)	標準改仕様	○																	
	S-L6	S造(ALC)	標準改仕様	○																	
	S-L7	S造(ALC)	標準改仕様	○																	
	S-L8	S造(ALC)	標準改仕様	○																	
	S-L9	S造(ALC)	仕様S-A 仕様S-B	○																	
S-L10	S造(ALC)	仕様S-A 仕様S-B	○																		
蒸暑地 (8地区)	S-H0	S造(ALC)	標準(省エネ基準 準設定仕様)																		
	S-H1	S造(ALC)	標準改仕様	○																	
	S-H2	S造(ALC)	標準改仕様		○																
	S-H3	S造(ALC)	標準改仕様	○																	
	S-H4	S造(ALC)	標準改仕様	○																	
	S-H5	S造(ALC)	標準改仕様	○																	
	S-H6	S造(ALC)	標準改仕様	○																	
	S-H7	S造(ALC)	標準改仕様	○																	
	S-H8	S造(ALC)	標準改仕様	○																	
	S-H9	S造(ALC)	仕様S-A 仕様S-B	○																	
S-H10	S造(ALC)	仕様S-A 仕様S-B	○																		

表 6-2-4 建築的対策の試算ケース（共同住宅（共用部））

気候区分	NO	建物構造	建築仕様	外壁仕様		P C M	窓ガラス仕様		複層透明 熱区+6	複層Low-e 高日射遮蔽+10	熱区 高性能6	FL+日調フィルム 断熱型	その他 反射塗料
				標準仕様	高断熱		単板フロート FL3	高日射遮蔽+10					
温暖地 (6地区)	H-M0	RC造	標準(省エネ基準 準設定仕様)	○			○						
	H-M1	RC造	標準改仕様		○								
	H-M2	RC造	標準改仕様	○		○							
	H-M3	RC造	標準改仕様				○						
	H-M4	RC造	標準改仕様	○									
	H-M5	RC造	標準改仕様								○		
	H-M6	RC造	標準改仕様	○								○	
	H-M7	RC造	標準改仕様	○									○
	H-M8	RC造	仕様+H-A										
H-M9	RC造	仕様+H-B	○										
準寒冷地 (3地区)	H-L0	RC造	標準(省エネ基準 準設定仕様)	○									
	H-L1	RC造	標準改仕様		○								
	H-L2	RC造	標準改仕様			○							
	H-L3	RC造	標準改仕様	○									
	H-L4	RC造	標準改仕様	○									
	H-L5	RC造	標準改仕様	○									
	H-L6	RC造	標準改仕様	○								○	
	H-L7	RC造	標準改仕様	○									○
	H-L8	RC造	仕様+H-A										
H-L9	RC造	仕様+H-B	○										
蒸暑地 (8地区)	H-H0	RC造	標準(省エネ基準 準設定仕様)	○									
	H-H1	RC造	標準改仕様		○								
	H-H2	RC造	標準改仕様			○							
	H-H3	RC造	標準改仕様	○									
	H-H4	RC造	標準改仕様	○									
	H-H5	RC造	標準改仕様	○									
	H-H6	RC造	標準改仕様	○									
	H-H7	RC造	標準改仕様	○									
	H-H8	RC造	仕様+H-A										
H-H9	RC造	仕様+H-B	○										

6.6 試算結果

6.6.1 建築的対策

建築的対策技術を導入した場合の試算結果一覧を表6-28～表6-31に示す。また、建築的対策技術を導入した事務所（温暖地）の1年間の昼間負荷（8～22時）状況の例を図6-4～図6-9に、代表日の負荷状況の例を図6-10～図6-11に示す。

表 6-2-2 建築的対策の試算結果 (事務所)

気候区分	No	建物構造	仕様グレード	外壁仕様	窓ガラス仕様	その他	負荷ピーク削減			年間負荷削減			年間負荷削減			
							最大日	最大日	負荷ピーク削減	年間 [7~9、12~3月]						
							MJ/日	MJ/日	%	MJ/年	MJ/年	%	MJ/年	MJ/年	%	MJ/年
温暖地 (6地区)	0-M00	RC造	標準(省エネ基準仕様) 標準改仕様	標準(GW25)	単板透明	—	18,526	7月21日(火)	0.0%	1,079	0.0%	1,600	257	300	2,158	100.0%
	0-M01			高断熱(GW50)	—	18,418	7月21日(火)	0.6%	1,054	2.3%	1,649	257	263	2,170	100.6%	
	0-M02			PCM	—	18,352	8月3日(月)	0.9%	1,089	-1.0%	1,644	257	334	2,135	99.0%	
	0-M03			標準(GW25)	複層透明	18,796	8月3日(月)	-1.5%	1,059	1.8%	1,714	257	245	2,217	102.7%	
	0-M04			—	複層Low-e	17,782	7月21日(火)	4.0%	1,027	4.8%	1,642	257	245	2,144	99.4%	
	0-M05			—	APW	16,174	7月21日(火)	12.7%	968	10.2%	1,504	257	246	2,007	93.0%	
	0-M06			—	FI+日調り/LL	18,098	7月21日(火)	2.3%	1,070	0.8%	1,555	257	310	2,122	98.3%	
	0-M07			—	単板透明	18,382	7月21日(火)	0.8%	1,073	0.5%	1,589	257	300	2,146	99.5%	
	0-M08			—	APW	18,319	7月21日(火)	1.1%	1,074	0.4%	1,575	257	306	2,138	99.1%	
	0-M09			仕様-O-A	—	15,959	7月21日(火)	13.9%	963	10.8%	1,477	257	251	1,985	92.0%	
	0-M10			仕様-O-B	高断熱(GW50)	複層透明	18,703	7月21日(火)	-1.0%	1,043	3.3%	1,771	257	220	2,248	104.2%
	0-M11			仕様-O-A	標準(GW15)	APW	15,967	7月21日(火)	13.8%	954	11.6%	1,510	257	236	2,004	92.9%
	0-M12			仕様-O-B	高断熱(GW30)	複層透明	18,755	7月21日(火)	-1.2%	1,043	3.3%	1,780	257	217	2,255	104.5%
	0-M13			S造(CW・窓開口大)	標準(GW25)	APW	17,471	7月21日(火)	5.7%	1,038	3.8%	1,498	257	303	2,058	95.4%
0-M14	S造(CW・窓開口大)	高断熱(GW50)	複層透明	24,157	8月3日(月)	-30.4%	1,249	-15.8%	2,085	257	282	2,624	121.6%			
寒帯冷地 (3地区)	0-L00	RC造	標準(省エネ基準仕様) 標準改仕様	標準(GW25)	複層透明	—	16,181	8月3日(月)	0.0%	1,061	0.0%	1,203	257	465	1,925	100.0%
	0-L01			高断熱(GW50)	—	16,260	8月3日(月)	-0.5%	1,037	2.2%	1,311	257	405	1,973	102.5%	
	0-L02			PCM	—	14,338	8月3日(月)	11.4%	1,075	-1.3%	1,158	257	506	1,921	99.8%	
	0-L03			標準(GW25)	単板透明	18,433	1月5日(月)	-13.9%	1,105	-4.1%	1,044	257	572	1,873	97.3%	
	0-L04			—	複層Low-e	15,292	8月3日(月)	5.5%	1,029	3.0%	1,168	257	450	1,876	97.4%	
	0-L05			—	APW	13,893	1月5日(月)	14.1%	978	7.8%	1,070	257	445	1,773	92.1%	
	0-L06			—	FI+日調り/LL	15,816	8月3日(月)	2.3%	1,053	0.7%	1,170	257	471	1,899	98.6%	
	0-L07			—	複層透明	16,061	8月3日(月)	0.7%	1,056	0.5%	1,198	257	463	1,918	99.6%	
	0-L08			仕様-O-A	—	16,001	8月3日(月)	1.1%	1,058	0.3%	1,183	257	471	1,911	99.3%	
	0-L09			仕様-O-B	高断熱(GW50)	APW	13,689	8月3日(月)	16.0%	955	10.0%	1,157	257	387	1,811	94.1%
	0-L10			S造(ALC)	標準(GW15)	単板透明	18,433	1月5日(月)	-13.9%	1,105	-4.1%	1,044	257	572	1,873	97.3%
	0-L11			S造(ALC)	標準(GW15)	APW	13,660	8月3日(月)	15.6%	964	9.1%	1,114	257	420	1,790	93.0%
	0-L12			仕様-O-B	標準(GW15)	単板透明	17,078	1月5日(月)	-5.5%	1,079	-1.7%	1,099	257	525	1,881	97.7%
	0-L13			S造(CW・窓開口大)	標準(GW25)	APW	18,343	1月5日(月)	-13.4%	1,065	-0.4%	968	257	567	1,792	93.1%
0-L14	S造(CW・窓開口大)	標準(GW25)	単板透明	26,603	1月5日(月)	-64.4%	1,500	-41.4%	1,012	257	998	2,267	117.7%			

表 6-2-9 建築的対策の試算結果 (事務所)

気候区分	NO	建物構造	仕様グレード	外壁仕様	窓ガラス仕様	その他	負荷ピーク削減			年間負荷削減								
							最大日 M/日	最大日 8 ~22h	負荷ピーク削減 減率 %	年間 [7~9、12~3月]		負荷		年間負荷削減				
										年間 (8~ 22h) GJ/年	削減率 %	室負荷 (冷 房・顕) GJ/年	室負荷 (冷 房・潜) GJ/年	室負荷 (暖 房・顕) GJ/年	合計 GJ/年	年間負荷 (率) %		
蒸着地 (8地区)	O-H00	RC造	標準(省エネ基準仕様)	標準(ncm)	単板透明	—	22,558	7月21日(火)	0.0%	1,138	0.0%	2,227	290	23	2,541	100.0%		
	O-H01		標準改仕様	高断熱(GW25)	高断熱透明	—	21,549	7月21日(火)	4.5%	1,128	0.9%	2,269	290	16	2,576	101.4%		
	O-H02		標準改仕様	PCM	単板透明	—	22,772	7月21日(火)	-1.0%	1,130	0.7%	2,198	290	22	2,510	98.8%		
	O-H03		標準改仕様	標準(ncm)	複層透明	—	22,870	7月21日(火)	-1.4%	1,160	-2.0%	2,297	290	20	2,606	102.6%		
	O-H04		標準改仕様	標準(ncm)	複層Low-e	—	21,769	7月21日(火)	3.5%	1,113	2.2%	2,197	290	21	2,507	98.7%		
	O-H05		標準改仕様	標準(ncm)	AFW	—	20,026	7月21日(火)	11.2%	1,036	9.0%	2,028	290	22	2,340	92.1%		
	O-H06		標準改仕様	標準(ncm)	FL+日断/LL	—	22,101	7月21日(火)	2.0%	1,117	1.9%	2,179	290	24	2,493	98.1%		
	O-H07		標準改仕様	標準(ncm)	単板透明	—	22,270	7月21日(火)	1.3%	1,130	0.7%	2,211	290	23	2,524	99.4%		
	O-H08		標準改仕様	標準(ncm)	屋上緑化	—	22,144	7月21日(火)	1.8%	1,122	1.4%	2,188	290	24	2,502	98.5%		
	O-H09		標準改仕様	標準(ncm)	反射塗料	—	18,080	7月21日(火)	19.8%	1,003	11.9%	2,025	290	16	2,331	91.7%		
	O-H10		標準改仕様	標準(ncm)	仕様-O-A	高断熱(GW25)	AFW	—	22,870	7月21日(火)	-1.4%	1,160	-2.0%	2,297	290	20	2,606	102.6%
	O-H11		標準改仕様	標準(ncm)	仕様-O-B	高断熱(GW15)	複層透明	—	18,062	7月21日(火)	19.9%	1,005	11.7%	2,030	290	16	2,335	91.9%
	O-H12		標準改仕様	S造(ALC)	仕様-O-A	標準(ncm)	AFW	—	22,156	7月21日(火)	1.8%	1,159	-1.8%	2,347	290	15	2,652	104.4%
	O-H13		標準改仕様	S造(CW・窓開口大)	仕様-O-A	高断熱(GW25)	複層透明	—	19,775	7月21日(火)	12.3%	1,061	6.7%	2,116	290	18	2,424	95.4%
O-H14	標準改仕様	S造(ncm)	仕様-O-B	標準(ncm)	複層透明	—	28,494	7月21日(火)	-26.3%	1,414	-24.2%	2,875	290	16	3,181	125.2%		

表 6-3-30 建築的対策の試算結果（商業施設（物販店舗））

気候区分	NO	建物構造	仕様グレード	外壁仕様	窓ガラス仕様	その他	負荷ピーク削減			年間負荷削減			年間負荷削減					
							最大日 負荷ピーク削減率 %	最大日 負荷ピーク削減 GJ/年	年間 [7~9, 12~3月] 昼間 (8~22h) 削減率 %	負荷 削減 GJ/年	削減 GJ/年							
温暖地 (6地区)	S-M00	S造(ALC)	標準(省エネ基準仕様) 標準改仕様	標準(GW15) 高断熱(GW30) PCM	単板透明 複層透明 複層Low-e AFW FI+日断り/LLA 単板透明 AFW	-	33,713	7月25日(土)	0.0%	2,709	0.0%	5,561	318	186	6,065	100.0%		
	S-M01						33,538	7月25日(土)	0.5%	2,701	0.3%	5,608	318	176	6,102	100.6%		
	S-M02						33,002	7月25日(土)	2.1%	2,659	1.8%	5,452	318	198	5,968	98.4%		
	S-M03						33,670	7月25日(土)	0.1%	2,701	0.3%	5,628	318	167	6,113	100.8%		
	S-M04						33,251	7月25日(土)	1.4%	2,677	1.2%	5,579	318	168	6,065	100.0%		
	S-M05						32,668	7月25日(土)	3.1%	2,644	2.4%	5,500	318	172	5,990	98.8%		
	S-M06						33,475	7月25日(土)	0.7%	2,697	0.5%	5,517	318	191	6,026	99.3%		
	S-M07						33,278	7月25日(土)	1.3%	2,690	0.7%	5,526	318	186	6,030	99.4%		
	S-M08						33,167	7月25日(土)	1.6%	2,678	1.1%	5,479	318	187	5,984	98.7%		
	S-M09						32,116	7月25日(土)	4.7%	2,613	3.6%	5,418	318	173	5,909	97.4%		
S-M10	30,262	8月23日(日)	10.2%	2,683	0.6%	5,676	318	157	6,152	101.4%								
亜寒冷地 (3地区)	S-L00	S造(ALC)	標準(省エネ基準仕様) 標準改仕様	標準(GW15) 高断熱(GW30) PCM	複層透明 複層透明 単板透明 複層Low-e AFW FI+日断り/LLA 複層透明 AFW	-	29,979	8月2日(日)	0.0%	2,543	0.0%	4,809	318	308	5,435	100.0%		
	S-L01						29,979	8月2日(日)	0.0%	2,544	0.0%	4,901	318	290	5,509	101.4%		
	S-L02						28,726	8月2日(日)	4.2%	2,505	1.5%	4,739	318	322	5,379	99.0%		
	S-L03						29,857	8月2日(日)	0.4%	2,560	-0.7%	4,705	318	350	5,373	98.9%		
	S-L04						29,652	8月2日(日)	1.1%	2,524	0.7%	4,783	318	306	5,407	99.5%		
	S-L05						29,275	8月2日(日)	2.3%	2,508	1.4%	4,727	318	315	5,359	98.6%		
	S-L06						29,839	8月2日(日)	0.5%	2,538	0.2%	4,785	318	313	5,416	99.6%		
	S-L07						29,744	8月2日(日)	0.8%	2,533	0.4%	4,796	318	308	5,422	99.8%		
	S-L08						29,650	8月2日(日)	1.1%	2,515	1.1%	4,737	318	309	5,364	98.7%		
	S-L09						28,944	8月2日(日)	3.5%	2,480	2.5%	4,654	318	315	5,287	97.3%		
S-L10	29,979	8月2日(日)	0.0%	2,544	0.0%	4,901	318	290	5,509	101.4%								
蒸暑地 (8地区)	S-H00	S造(ALC)	標準(省エネ基準仕様) 標準改仕様	標準(ncn) 高断熱(GW15) PCM	単板透明 複層透明 複層Low-e AFW FI+日断り/LLA 単板透明 AFW	-	34,064	8月23日(日)	0.0%	3,404	0.0%	6,937	359	10	7,306	100.0%		
	S-H01						33,713	8月23日(日)	1.0%	3,410	-0.2%	6,980	359	9	7,348	100.6%		
	S-H02						33,664	8月23日(日)	1.2%	3,348	1.6%	6,805	359	10	7,175	98.2%		
	S-H03						34,080	8月23日(日)	0.0%	3,418	-0.4%	6,977	359	9	7,346	100.5%		
	S-H04						33,724	8月23日(日)	1.0%	3,385	0.6%	6,910	359	9	7,278	99.6%		
	S-H05						33,206	8月23日(日)	2.5%	3,336	2.0%	6,809	359	10	7,178	98.2%		
	S-H06						33,862	8月23日(日)	0.6%	3,381	0.7%	6,887	359	10	7,256	99.3%		
	S-H07						33,565	8月23日(日)	1.5%	3,370	1.0%	6,873	359	10	7,242	99.1%		
	S-H08						33,284	8月23日(日)	2.3%	3,338	1.9%	6,799	359	10	7,169	98.1%		
	S-H09						32,426	8月23日(日)	4.8%	3,270	3.9%	6,671	359	10	7,040	96.4%		
S-H10	34,080	8月23日(日)	0.0%	3,418	-0.4%	6,977	359	9	7,346	100.5%								

表6-3-1 建築的対策の試算結果（共同住宅（共用部））

気候区分	NO	建物構造	仕様/グレード	外壁仕様	窓ガラス仕様	その他	負荷ピーク削減			年間負荷削減			年間負荷削減				
							最大日	負荷ピーク削減率	年間 [7~9, 12~3月]	負荷	削減率	年間 [7~9, 12~3月]	削減率	年間 [7~9, 12~3月]	削減率	年間 [7~9, 12~3月]	削減率
							MJ/日	%	GJ/年	MJ/日	%	GJ/年	MJ/日	%	GJ/年	MJ/日	%
温暖地 (6地区)	H-M00	標準	標準(省エネ基準仕様)	標準(GW40)	単板透明	-	1,143	0.0%	97	0.0%	153	11	44	208	100.0%		
	H-M01		標準改仕様	高断熱(GW90)			1,116	2.4%	90	7.2%	159	11	32	202	97.3%		
	H-M02			PCM			1,007	11.9%	97	0.2%	131	11	55	197	94.7%		
	H-M03			標準(GW40)	複層透明		1,032	9.7%	79	18.7%	163	11	18	191	92.0%		
	H-M04				複層Low-e		922	19.3%	70	27.4%	154	11	12	177	85.4%		
	H-M05				熱反		1,017	11.0%	91	5.7%	133	11	46	190	91.4%		
	H-M06				FL+日調7/KA		1,057	7.5%	94	3.2%	138	11	47	195	94.2%		
	H-M07				単板透明	反射塗料	1,142	0.0%	97	0.0%	153	11	44	207	100.0%		
	H-M08			仕様H-A	高断熱(GW90)		889	22.3%	67	30.9%	163	11	7	180	86.9%		
H-M09			仕様H-B	標準(GW40)	単板透明	-	1,143	0.0%	97	0.0%	153	11	44	208	100.0%		
準寒冷地 (3地区)	H-L00	標準	標準(省エネ基準仕様)	標準(GW70)	複層透明	-	846	0.0%	73	0.0%	117	11	29	157	100.0%		
	H-L01		標準改仕様	高断熱(GW90)			846	-0.1%	71	2.7%	121	11	25	157	99.8%		
	H-L02			PCM			721	14.7%	73	0.8%	101	11	38	149	95.1%		
	H-L03			標準(GW70)	単板透明		885	-4.7%	96	-33.1%	96	11	71	178	112.9%		
	H-L04				複層Low-e		756	10.6%	64	12.9%	117	11	19	146	93.0%		
	H-L05				熱反		762	9.9%	93	-26.5%	79	11	73	163	103.7%		
	H-L06				FL+日調7/KA		798	5.7%	96	-30.0%	83	11	75	168	107.0%		
	H-L07				複層透明	反射塗料	845	0.1%	73	0.0%	117	11	29	157	99.9%		
	H-L08			仕様H-A	高断熱(GW90)		756	10.6%	62	14.7%	121	11	16	147	93.7%		
H-L09			仕様H-B	標準(GW70)	単板透明	-	885	-4.7%	98	-33.1%	96	11	71	178	112.9%		
蒸暑地 (8地区)	H-H00	標準	標準(省エネ基準仕様)	標準(GW15)	熱反	-	1,111	0.0%	81	0.0%	206	12	1	219	100.0%		
	H-H01		標準改仕様	高断熱(GW70)			1,044	6.0%	80	1.1%	208	12	1	221	101.0%		
	H-H02			PCM			1,077	3.0%	76	5.4%	193	12	1	206	94.2%		
	H-H03			標準(GW15)	単板透明		1,264	-13.8%	92	-13.5%	232	12	1	245	111.6%		
	H-H04				複層透明		1,181	-6.3%	88	-8.8%	230	12	0	242	110.5%		
	H-H05				複層Low-e		1,041	6.3%	79	1.9%	212	12	0	225	102.6%		
	H-H06				FL+日調7/KA		1,157	-4.1%	84	-3.8%	213	12	1	226	103.1%		
	H-H07				熱反	反射塗料	1,110	0.1%	81	0.1%	206	12	1	219	99.9%		
	H-H08			仕様H-A	高断熱(GW70)		969	12.8%	78	3.0%	216	12	0	228	104.2%		
H-H09			仕様H-B	標準(GW15)	単板透明	-	1,264	-13.8%	92	-13.5%	232	12	1	245	111.6%		

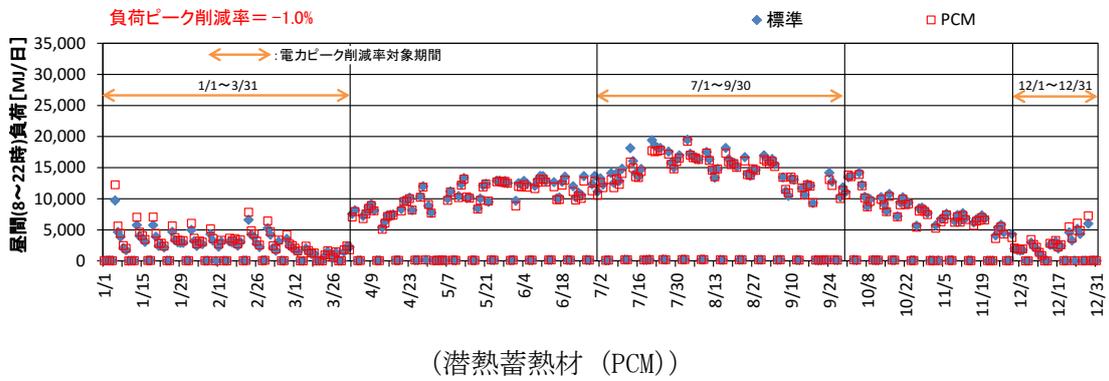
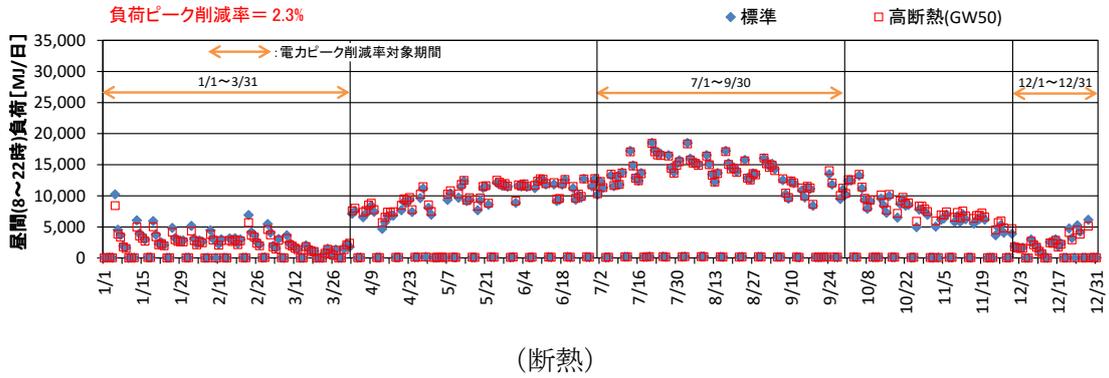
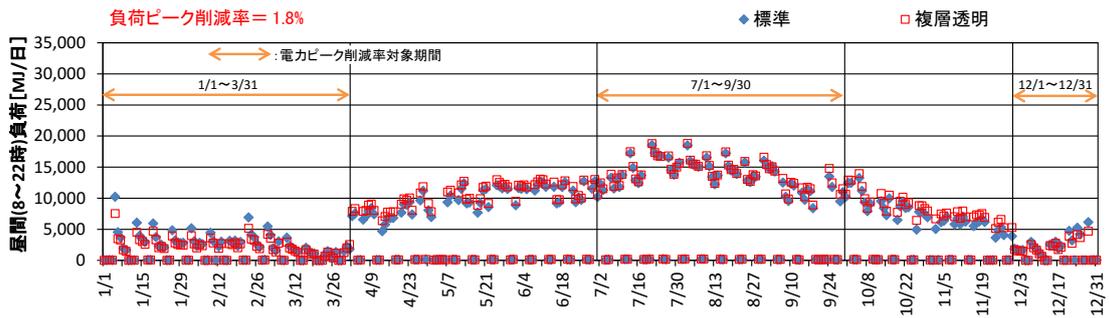
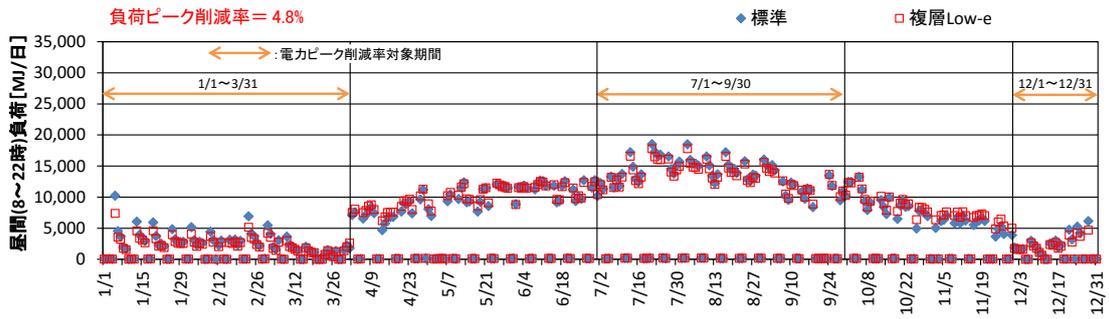


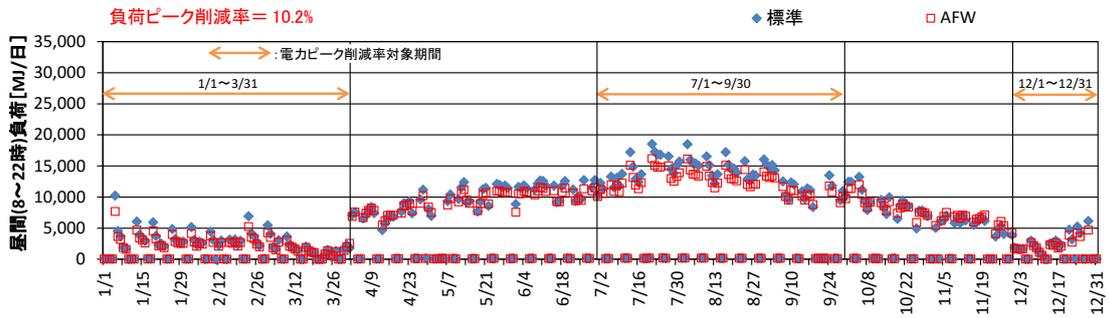
図 6-4 建築的対策した事務所（温暖地）の1年間の屋間負荷（8～22時）状況（1）



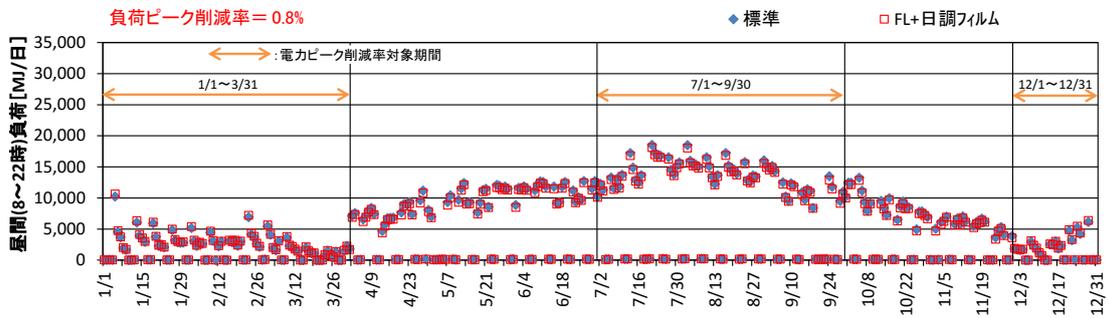
(複層透明ガラス)



(複層 Low-e ガラス)



(エアフローウィンド)



(単板ガラス+日射調整フィルム)

図 6-5 建築的対策した事務所（温暖地）の1年間の昼間負荷(8~22時)状況(2)

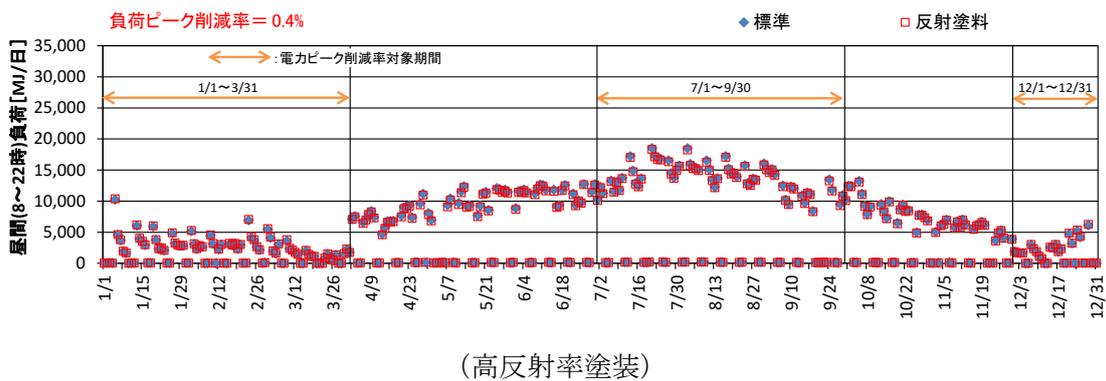
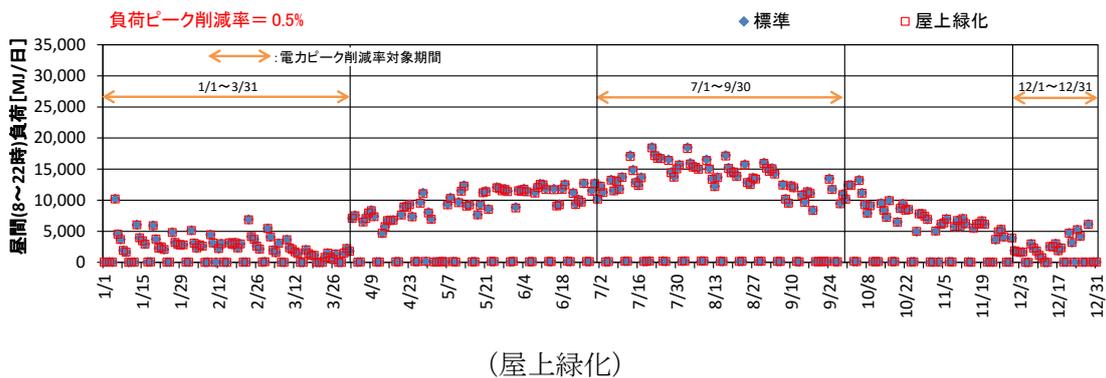


図 6-6 建築的対策した事務所（温暖地）の1年間の屋間負荷（8~22時）状況（3）

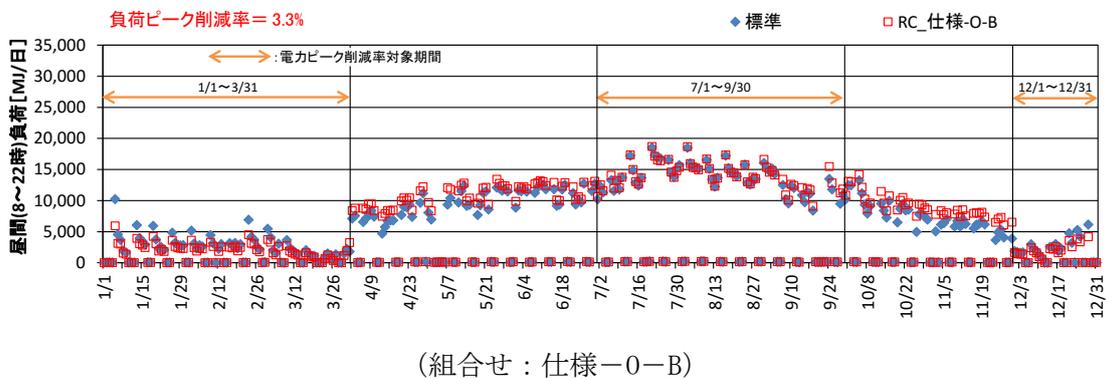
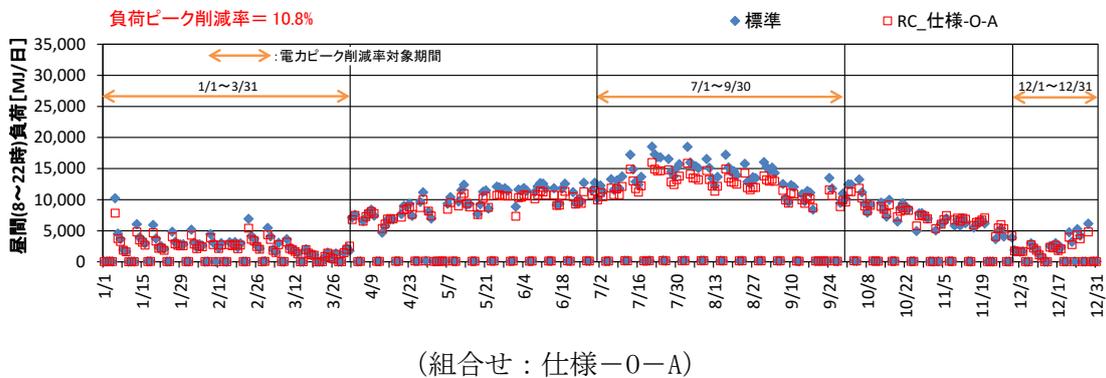


図 6-7 建築的対策した事務所（温暖地）の1年間の屋間負荷（8~22時）状況（4）

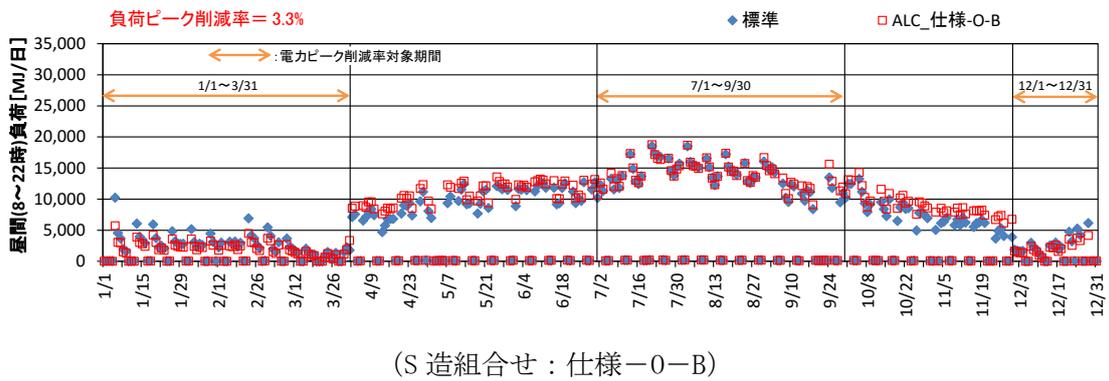
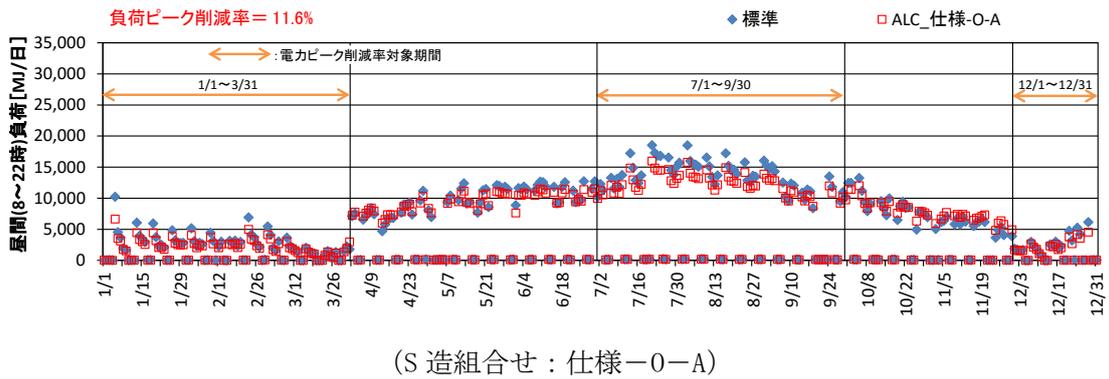


図6-8 建築的対策した事務所（温暖地）の1年間の昼間負荷（8~22時）状況（5）

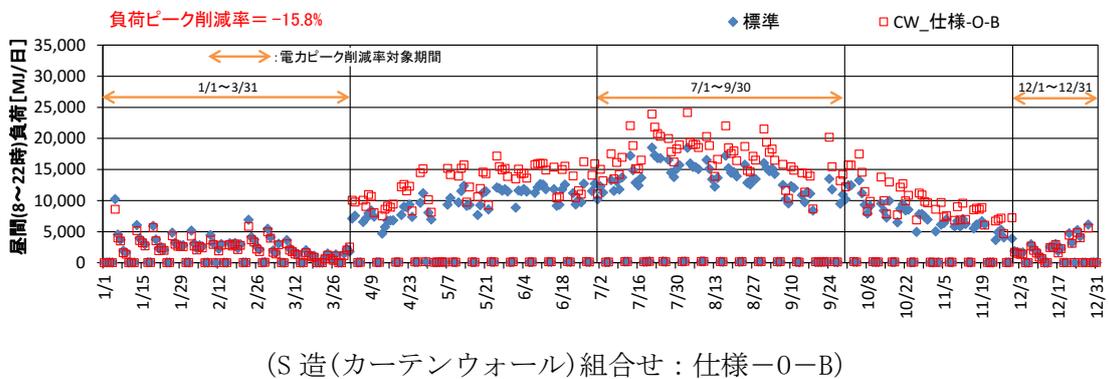
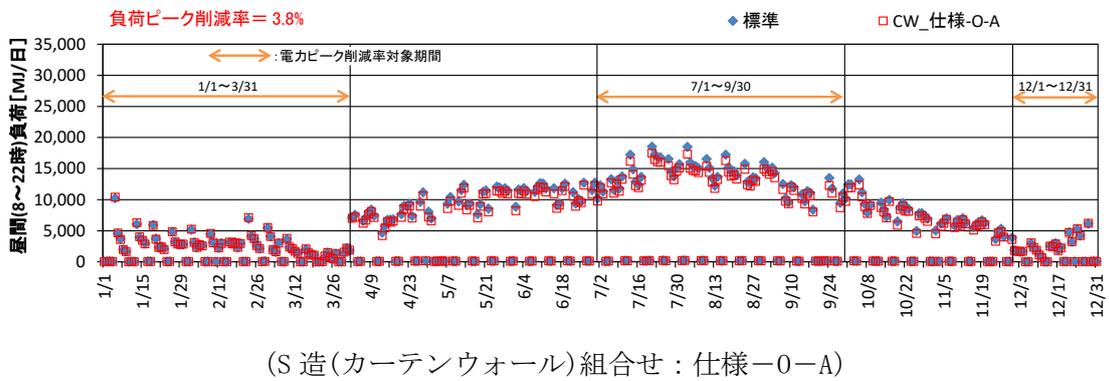


図6-9 建築的対策した事務所（温暖地）の1年間の昼間負荷（8~22時）状況（6）

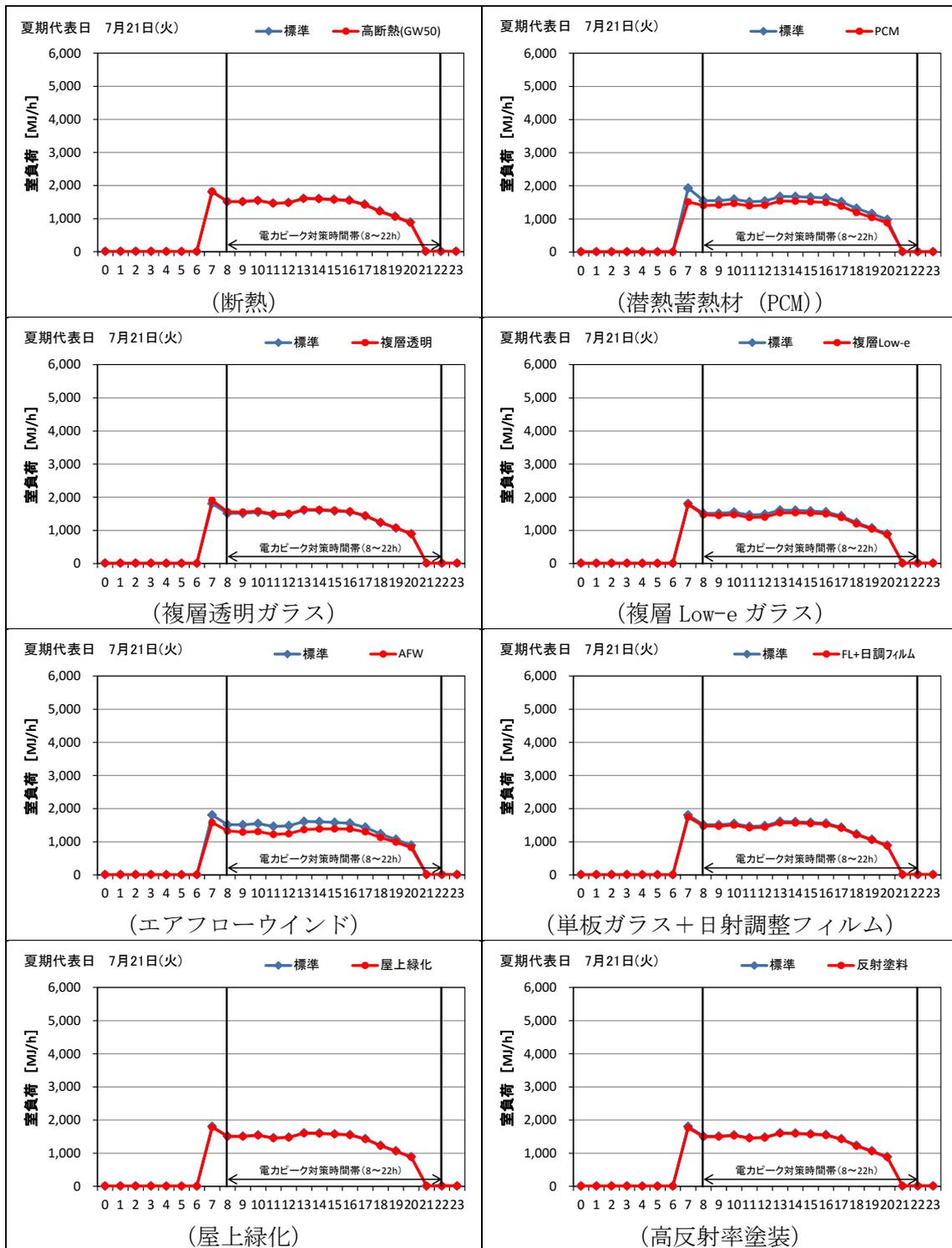


図6-10 建築的対策した事務所（温暖地）の代表日の負荷状況（1）

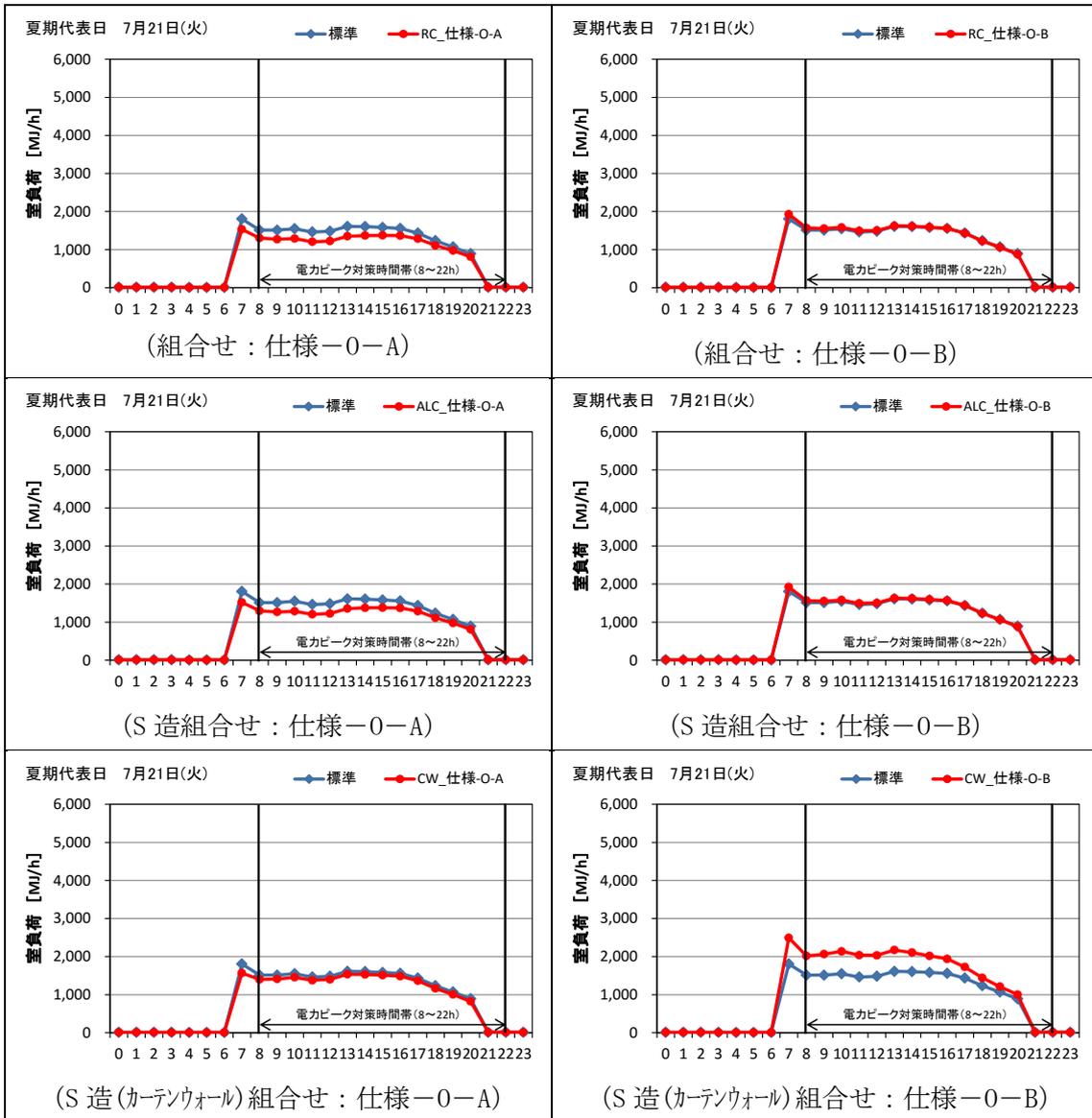


図6-11 建築的対策した事務所(温暖地)の代表日の負荷状況(2)

6.6.2 設備的対策

設備的対策技術を導入した場合の試算結果一覧を表6-32～表6-36に示す。また、設備的対策を導入した事務所（温暖地）の1年間の昼間電力量(8～22時)状況の例を図6-12～図6-15に、代表日の電力量状況の例を図6-16～図6-17に示す。

表 6-3-2 設備的対策の試算結果 (事務所)

建物種別	気候区分	建築仕様	設備システム	電力ピーク削減		省エネルギー											一次エネルギー	
				最大日 昼間(8~22h) kWh/日	電力ピーク 削減率 %	年間 [7~9, 12~3月]		熱源	二次削減シ ステム	換気	照明電力	昇降機	給湯	太陽光発電 蓄電池	合計	一次エネル ギー消費量 (kg)	(%)	
						昼間(8~22h) kWh/年	電力ピーク 削減率 %											MJ/年
事務所	温暖地 (6地区)	標準	標準	6.535	7月24日(金)	0.0%	661,042	0.0%	3,175,064	3,049,799	718,713	4,037,225	170,668	137,188	0	11,288,657	100.0%	
				5.933	7月24日(金)	9.2%	606,102	8.3%	2,312,354	3,049,799	718,713	4,037,225	170,668	137,188	0	10,425,947	92.4%	
				5.858	7月21日(火)	10.4%	597,591	9.6%	2,244,809	3,049,799	718,713	4,037,225	170,668	137,188	0	10,358,402	91.8%	
				5.408	7月21日(火)	17.3%	529,101	20.0%	2,971,132	3,219,874	718,713	4,037,225	170,668	137,188	0	11,254,800	99.7%	
				6.535	7月24日(金)	0.0%	660,611	0.1%	3,176,577	3,039,442	718,713	4,037,225	170,668	137,188	0	11,279,813	99.9%	
				6.151	7月22日(水)	5.9%	587,219	11.2%	3,093,071	1,527,758	718,713	4,037,225	170,668	137,188	0	9,684,623	85.8%	
				7.472	2月23日(月)	-14.3%	729,434	-10.3%	3,909,953	2,681,599	718,713	4,037,225	170,668	137,188	0	11,655,345	103.2%	
				6.535	7月24日(金)	0.0%	661,042	0.0%	3,236,558	3,057,778	718,713	4,037,225	170,668	137,188	0	11,358,130	100.6%	
				6.133	7月22日(水)	6.2%	641,156	3.0%	2,624,019	3,030,667	718,713	4,037,225	170,668	137,188	0	10,718,480	94.9%	
				5.662	7月24日(金)	13.4%	538,587	18.5%	3,175,064	3,049,799	718,713	1,971,737	170,668	137,188	0	9,223,169	81.7%	
				6.029	7月24日(金)	7.7%	590,159	10.7%	3,175,064	3,049,799	718,713	2,846,106	170,668	137,188	0	10,097,539	89.4%	
				6.497	7月24日(金)	0.6%	640,800	3.1%	3,175,064	3,049,799	718,713	4,037,225	170,668	137,188	-973,947	10,914,710	96.7%	
				5.909	7月24日(金)	9.6%	573,358	13.3%	3,175,064	3,049,799	718,713	4,037,225	170,668	137,188	0	11,461,974	101.5%	
				2.998	7月21日(火)	54.1%	252,440	61.8%	1,584,223	1,503,319	718,713	1,392,133	170,668	137,188	0	5,506,244	48.8%	
				2.329	7月21日(火)	64.4%	144,600	78.1%	1,584,223	1,503,319	718,713	1,392,133	170,668	137,188	-372,369	5,307,192	47.0%	
				2.107	7月21日(火)	67.8%	132,569	79.9%	1,434,790	1,438,396	718,713	1,392,133	170,668	137,188	-372,140	5,093,064	45.1%	
				6.865	1月5日(月)	0.0%	663,623	0.0%	2,820,637	2,923,218	718,713	4,037,225	170,668	160,346	0	10,830,806	100.0%	
				6.178	1月5日(月)	10.0%	605,697	8.7%	2,027,952	2,923,218	718,713	4,037,225	170,668	160,346	0	10,038,122	92.7%	
				6.041	1月5日(月)	12.0%	593,056	10.6%	1,886,123	2,923,218	718,713	4,037,225	170,668	160,346	0	9,896,293	91.4%	
				4.854	1月5日(月)	29.3%	498,829	24.8%	2,475,577	3,067,397	718,713	4,037,225	170,668	160,346	0	10,629,925	98.1%	
6.865	1月5日(月)	0.0%	663,190	0.1%	2,820,265	2,914,446	718,713	4,037,225	170,668	160,346	0	10,821,663	99.9%					
6.695	1月5日(月)	2.5%	587,410	11.5%	2,843,732	1,294,052	718,713	4,037,225	170,668	160,346	0	9,224,735	85.2%					
7.894	1月5日(月)	-15.0%	725,072	-9.3%	3,586,745	2,531,064	718,713	4,037,225	170,668	160,346	0	11,204,760	103.5%					
6.865	1月5日(月)	0.0%	663,623	0.0%	2,880,188	2,930,578	718,713	4,037,225	170,668	160,346	0	10,897,718	100.6%					
6.865	1月5日(月)	0.0%	643,650	3.0%	2,342,920	2,904,516	718,713	4,037,225	170,668	160,346	0	10,334,387	95.4%					
5.992	1月5日(月)	12.7%	541,168	18.5%	2,820,637	2,923,218	718,713	1,971,737	170,668	160,346	0	8,765,319	80.9%					
6.358	1月5日(月)	7.4%	592,740	10.7%	2,820,637	2,923,218	718,713	2,846,106	170,668	160,346	0	9,639,688	89.0%					
6.836	1月5日(月)	0.4%	647,802	2.4%	2,820,637	2,923,218	718,713	4,037,225	170,668	160,346	-320,010	10,510,796	97.0%					
6.238	1月5日(月)	9.1%	575,939	13.2%	2,820,637	2,923,218	718,713	4,037,225	170,668	160,346	0	11,004,123	101.6%					
2.839	1月5日(月)	58.6%	225,965	65.9%	1,352,837	1,272,066	718,713	1,392,133	170,668	160,346	0	5,066,763	46.8%					
2.184	1月5日(月)	68.2%	122,521	81.5%	1,352,837	1,272,066	718,713	1,392,133	170,668	160,346	-318,694	4,921,386	45.4%					
1.985	1月5日(月)	71.1%	107,290	83.8%	1,194,912	1,215,634	718,713	1,392,133	170,668	160,346	-318,361	4,707,160	43.5%					

表6-3-3 設備的対策の試算結果(事務所)

建物種別	気候区分	建築仕様	設備システム	電力ピーク削減		年間 [7~9, 12~3月]		省エネルギー										
				電力ピーク削減		昼間 [8~22h]		一次エネルギー										
				最大日	削減率	電力ピーク削減率	削減率	熱源	二次システム	換気	照明電力	昇降機	給湯	太陽光発電	蓄電池	合計	一次エネルギー消費量(当)	
kW/日	%	%	%	MJ/年	MJ/年	MJ/年	MJ/年	MJ/年	MJ/年	MJ/年	MJ/年	MJ/年	MJ/年	MJ/年	%			
事務所	蒸暑地(8地区)	標準	標準	7.388	0.0%	7.388	0.0%	646,067	0.0%	3,859,850	3,146,024	718,713	4,037,225	170,668	106,998	0	12,039,479	100.0%
			高効率HP	6.676	9.6%	6.676	9.6%	604,550	6.4%	3,016,356	3,146,024	718,713	4,037,225	170,668	106,998	0	11,195,985	93.0%
			地中熱	7.148	3.3%	7.148	3.3%	629,383	2.6%	3,459,480	3,146,024	718,713	4,037,225	170,668	106,998	0	11,639,109	96.7%
			蓄熱	5.978	19.1%	5.978	19.1%	563,627	12.8%	3,952,177	3,362,795	718,713	4,037,225	170,668	106,998	0	12,348,576	102.6%
			大温度差送水	7.226	2.2%	7.226	2.2%	644,401	0.3%	3,878,566	3,069,386	718,713	4,037,225	170,668	106,998	0	11,981,557	99.5%
			大温度差送風	6.975	5.6%	6.975	5.6%	562,303	13.0%	3,649,883	1,683,543	718,713	4,037,225	170,668	106,998	0	10,367,030	86.1%
			全熱交換器無	7.218	2.3%	7.218	2.3%	642,337	0.6%	4,260,776	2,629,852	718,713	4,037,225	170,668	106,998	0	11,924,232	99.0%
			外気カット制御無	7.388	0.0%	7.388	0.0%	646,067	0.0%	3,922,139	3,150,899	718,713	4,037,225	170,668	106,998	0	12,106,643	100.6%
			外気冷房	6.776	8.3%	6.776	8.3%	620,113	4.0%	3,264,062	3,116,022	718,713	4,037,225	170,668	106,998	0	11,413,689	94.8%
			LED照明	6.515	11.8%	6.515	11.8%	523,612	19.0%	3,859,850	3,146,024	718,713	1,971,737	170,668	106,998	0	9,973,991	82.8%
			照明制御	6.882	6.9%	6.882	6.9%	575,184	11.0%	3,859,850	3,146,024	718,713	2,846,106	170,668	106,998	0	10,848,360	90.1%
			太陽光発電	7.235	2.1%	7.235	2.1%	626,586	3.0%	3,859,850	3,146,024	718,713	4,037,225	170,668	106,998	-348,582	11,690,806	97.1%
			蓄電池	6.762	8.5%	6.762	8.5%	558,383	13.6%	3,859,850	3,146,024	718,713	4,037,225	170,668	106,998	0	12,212,796	101.4%
			仕様-0-A	3.853	47.8%	3.853	47.8%	285,374	55.8%	2,552,599	1,594,859	718,713	1,392,133	170,668	106,998	0	6,535,971	54.3%
			仕様-0-B	3.073	58.4%	3.073	58.4%	178,289	72.4%	2,552,599	1,594,859	718,713	1,392,133	170,668	106,998	-347,117	6,362,171	52.8%
仕様-0-B	2.572	65.2%	2.572	65.2%	161,188	75.1%	2,368,013	1,518,911	718,713	1,392,133	170,668	106,998	-346,697	6,102,056	50.7%			

表 6-3-4 設備的対策の試算結果 (商業施設 (物販店舗))

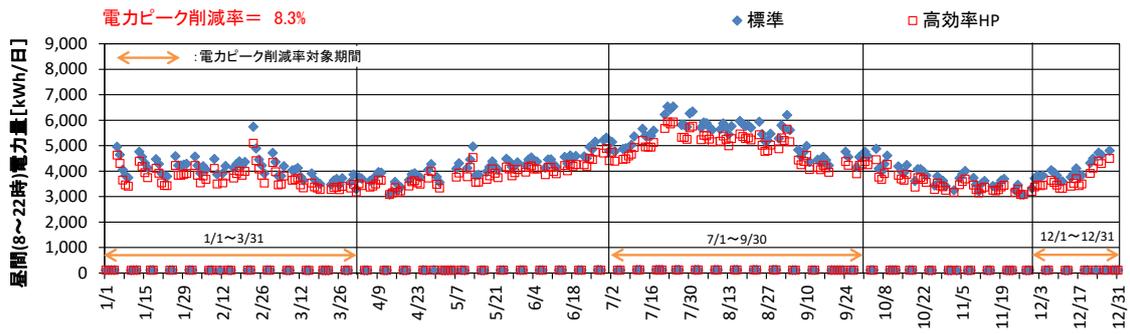
建物種別	気候区分	建築仕様	設備システム	電力ピーク削減		省エネルギー														
				最大日	電力ピーク削減率	一次エネルギー														
						年間 [7~9, 12~3月]	二次削減システム	換気	照明電力	昇降機	給湯	太陽光発電	蓄電池	合計	一次エネルギー消費量(基準)					
商業施設 物販店舗相当	温暖地 (6地区)	標準	標準	10,455	7月24日(金)	0.0%	1,535,108	0.0%	10,489,668	4,327,612	1,339,918	7,791,417	357,897	420,857	0	0	24,727,369	100.0%		
			高効率HP	9,249	7月24日(金)	11.5%	1,364,743	11.1%	7,758,152	4,327,612	1,339,918	7,791,417	357,897	420,857	0	0	21,995,853	89.0%		
			地中熱	8,897	8月23日(日)	14.9%	1,269,310	17.3%	6,800,716	4,327,612	1,339,918	7,791,417	357,897	420,857	0	0	21,038,417	85.1%		
			蓄熱	7,183	7月24日(金)	31.3%	949,759	38.1%	9,800,868	4,744,981	1,339,918	7,791,417	357,897	420,857	0	0	24,455,888	98.9%		
			大温度差送水	10,303	7月24日(金)	1.5%	1,524,432	0.7%	10,486,157	4,143,759	1,339,918	7,791,417	357,897	420,857	0	0	24,540,005	99.2%		
			外気カット制御	10,170	7月24日(金)	2.7%	1,494,272	2.7%	10,188,857	4,142,865	1,339,918	7,791,417	357,897	420,857	0	0	24,241,812	98.0%		
			全熱交換器	9,661	7月24日(金)	7.6%	1,419,034	7.6%	9,948,896	4,643,637	1,339,918	7,791,417	357,897	420,857	0	0	23,502,623	95.0%		
			外気冷房	10,129	7月25日(土)	3.1%	1,521,108	0.9%	10,299,844	4,316,194	1,339,918	7,791,417	357,897	420,857	0	0	24,526,128	99.2%		
			LED照明	9,725	7月24日(金)	7.0%	1,379,658	10.1%	10,489,668	4,327,612	1,339,918	5,180,051	357,897	420,857	0	0	22,116,003	89.4%		
			照明制御	10,040	7月24日(金)	4.0%	1,446,726	5.8%	10,489,668	4,327,612	1,339,918	6,313,235	357,897	420,857	0	0	23,249,187	94.0%		
			太陽光発電	10,370	7月24日(金)	0.8%	1,484,123	3.3%	10,489,668	4,327,612	1,339,918	7,791,417	357,897	420,857	-915,246	0	0	23,812,123	96.3%	
			蓄電池	9,829	7月24日(金)	6.0%	1,401,703	8.7%	10,489,668	4,327,612	1,339,918	7,791,417	357,897	420,857	0	262,493	24,989,861	101.1%		
			仕様-S-A	4,260	7月24日(金)	59.3%	623,635	59.4%	5,223,517	4,285,136	1,339,918	4,196,529	357,897	420,857	0	0	15,823,855	64.0%		
			仕様-S-B	3,548	7月24日(金)	66.1%	439,294	71.4%	5,223,517	4,285,136	1,339,918	4,196,529	357,897	420,857	-914,071	262,493	15,172,277	61.4%		
			仕様-S-B	3,297	7月24日(金)	68.5%	433,569	71.8%	5,116,875	4,274,588	1,339,918	4,196,529	357,897	420,857	-914,071	262,493	15,055,086	60.9%		
			準寒冷地 (3地区)	標準	標準	10,372	2月24日(火)	0.0%	1,626,970	0.0%	10,867,855	4,328,122	1,339,918	7,791,417	357,897	492,019	0	0	25,177,228	100.0%
					高効率HP	8,779	2月24日(火)	15.4%	1,427,498	12.3%	7,807,020	4,328,122	1,339,918	7,791,417	357,897	492,019	0	0	22,116,393	87.8%
					地中熱	8,347	1月30日(金)	19.5%	1,254,787	22.9%	6,027,443	4,328,122	1,339,918	7,791,417	357,897	492,019	0	0	20,336,815	80.8%
					蓄熱	6,172	8月11日(火)	40.5%	927,559	43.0%	9,397,143	4,908,744	1,339,918	7,791,417	357,897	492,019	0	0	24,287,138	96.5%
					大温度差送水	10,376	2月24日(火)	0.0%	1,616,803	0.6%	10,873,552	4,140,072	1,339,918	7,791,417	357,897	492,019	0	0	24,994,875	99.3%
外気カット制御	9,883	2月24日(火)			4.7%	1,578,152	3.0%	10,505,810	4,140,015	1,339,918	7,791,417	357,897	492,019	0	0	24,627,076	97.8%			
全熱交換器	8,237	1月31日(土)			20.6%	1,438,875	11.6%	8,562,258	4,584,677	1,339,918	7,791,417	357,897	492,019	0	0	23,128,186	91.9%			
外気冷房	10,372	2月24日(火)			0.0%	1,616,968	0.6%	10,765,101	4,320,471	1,339,918	7,791,417	357,897	492,019	0	0	25,066,823	99.6%			
LED照明	9,642	2月24日(火)			7.0%	1,471,520	9.6%	10,867,855	4,328,122	1,339,918	5,180,051	357,897	492,019	0	0	22,565,862	89.6%			
照明制御	9,957	2月24日(火)			4.0%	1,538,588	5.4%	10,867,855	4,328,122	1,339,918	6,313,235	357,897	492,019	0	0	23,699,046	94.1%			
太陽光発電	10,193	2月24日(火)	1.7%	1,587,651	2.2%	10,867,855	4,328,122	1,339,918	7,791,417	357,897	492,019	-757,843	0	0	24,419,385	97.0%				
蓄電池	9,746	2月24日(火)	6.0%	1,493,565	8.2%	10,867,855	4,328,122	1,339,918	7,791,417	357,897	492,019	0	262,493	25,439,721	101.0%					
仕様-S-A	3,577	8月11日(火)	65.5%	600,976	63.1%	4,637,810	4,319,321	1,339,918	4,196,529	357,897	492,019	0	0	15,343,495	60.9%					
仕様-S-B	2,794	8月11日(火)	73.1%	428,285	73.7%	4,637,810	4,319,321	1,339,918	4,196,529	357,897	492,019	-757,202	262,493	14,848,786	59.0%					
仕様-S-B	2,648	8月11日(火)	74.5%	425,573	73.8%	4,544,973	4,310,506	1,339,918	4,196,529	357,897	492,019	-757,069	262,493	14,747,267	58.6%					

表 6-3-5 設備的対策の試算結果 (商業施設 (物販店舗))

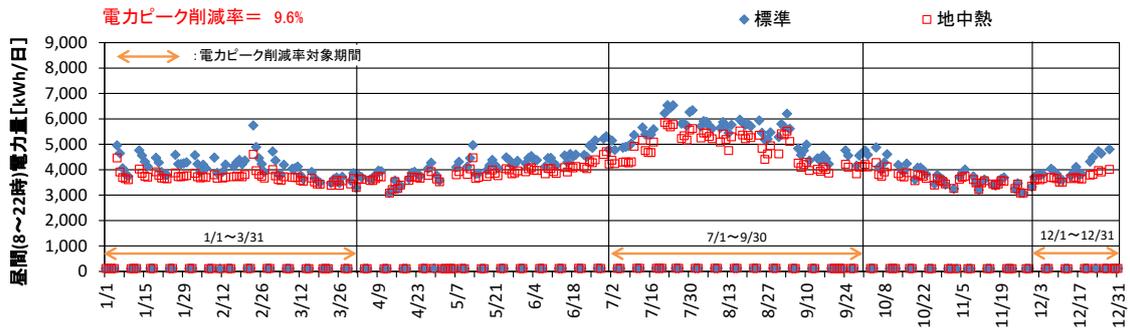
建物種別	気候区分	建築仕様	設備システム	電力ピーク削減		省エネルギー											一次エネルギー消費量 (%)	
				最大日 昼間 (8 ~22h) kWh/日	電力ピーク 削減率 %	年間 [7~9, 12~3月]			一次エネルギー							合計 MJ/年		一次エネルギー 消費量 (%)
						最大日 7月22日(水)	昼間 (8~ 22h) kWh/年	電力ピーク 削減率 %	熱源 MJ/年	二次側シス テム MJ/年	換気 MJ/年	照明電力 MJ/年	昇降機 MJ/年	給湯 MJ/年	太陽光発電 MJ/年			
商業施設 物販店舗相当	蒸暑地 (S地区)	標準	標準	10,242	0.0%	7月22日(水)	1,400,374	0.0%	11,102,128	4,424,914	1,339,918	7,791,417	357,897	323,296	0	0	25,339,570	100.0%
				9,082	11.3%	7月22日(水)	1,256,111	10.3%	8,507,161	4,424,914	1,339,918	7,791,417	357,897	323,296	0	0	22,744,603	89.8%
				9,920	3.1%	8月22日(土)	1,329,314	5.1%	9,669,214	4,424,914	1,339,918	7,791,417	357,897	323,296	0	0	23,906,656	94.3%
				7,874	23.1%	8月22日(土)	1,058,266	24.4%	11,101,660	5,353,063	1,339,918	7,791,417	357,897	323,296	0	0	26,267,251	103.7%
				10,150	0.9%	8月22日(土)	1,389,214	0.8%	11,087,124	4,225,358	1,339,918	7,791,417	357,897	323,296	0	0	25,125,010	99.2%
				9,967	2.7%	8月22日(土)	1,367,725	2.3%	10,767,846	4,233,670	1,339,918	7,791,417	357,897	323,296	0	0	24,814,043	97.9%
				9,556	6.7%	8月22日(土)	1,343,606	4.1%	9,801,880	4,914,299	1,339,918	7,791,417	357,897	323,296	0	0	24,528,707	96.8%
				10,171	0.7%	8月22日(土)	1,381,613	1.3%	10,733,429	4,406,058	1,339,918	7,791,417	357,897	323,296	0	0	24,952,015	98.5%
				9,512	7.1%	7月22日(水)	1,244,924	11.1%	11,102,128	4,424,914	1,339,918	5,180,051	357,897	323,296	0	0	22,728,204	89.7%
				9,827	4.1%	7月22日(水)	1,311,992	6.3%	11,102,128	4,424,914	1,339,918	6,313,235	357,897	323,296	0	0	23,861,387	94.2%
				9,893	3.4%	7月20日(月)	1,351,036	3.5%	11,102,128	4,424,914	1,339,918	7,791,417	357,897	323,296	-870,332	0	24,469,238	96.6%
				9,616	6.1%	7月22日(水)	1,266,989	9.5%	11,102,128	4,424,914	1,339,918	7,791,417	357,897	323,296	0	262,493	25,602,062	101.0%
4,624	54.8%	7月20日(月)	664,967	52.5%	7,064,156	4,441,877	1,339,918	4,196,529	357,897	323,296	0	0	17,723,674	69.9%				
3,669	64.2%	7月20日(月)	482,259	65.6%	7,064,156	4,441,877	1,339,918	4,196,529	357,897	323,296	-869,333	262,493	17,116,833	67.5%				
3,540	65.4%	7月20日(月)	471,328	66.3%	6,829,569	4,429,875	1,339,918	4,196,529	357,897	323,296	-869,333	262,493	16,870,243	66.6%				

表 6-3-6 設備的対策の試算結果（共同住宅（共用部））

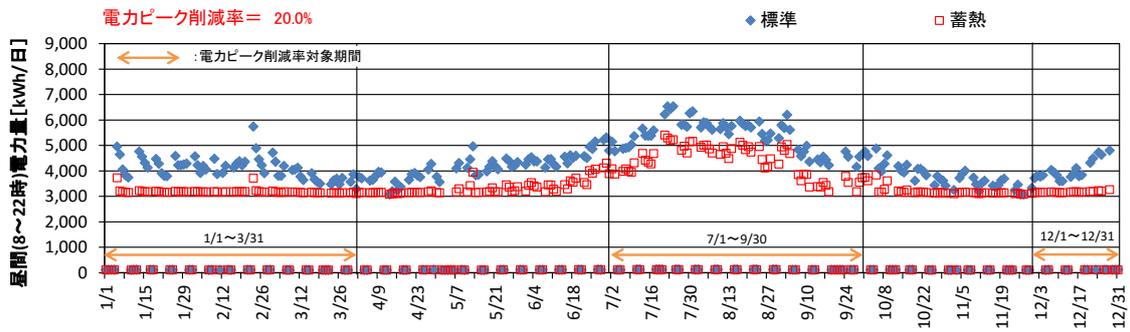
建物種別	気候区分 (6地区)	建築仕様	設備システム	電力ピーク削減				省エネルギー										一次エネルギー消費量 (率)			
				最大日 kW/日	最大日 削減率 %	期間 (8~22h) kWh/年	電力ピーク 削減率 %	年間 [7~9, 12~3月]		一次エネルギー		熱源	二次側システム	換気	照明電力	昇降機	給湯		太陽光発電	蓄電池	合計
								電力ピーク削減率	削減率	MJ/年	MJ/年										
共同住宅 共用部	温暖地 (6地区)	標準	標準	596	2月23日(月)	0.0%	105,923	0.0%	360,973	170,754	978,967	1,247,225	0	17,526	0	2,775,445	100.0%				
				548	2月23日(月)	8.1%	100,956	4.7%	271,691	170,754	978,967	1,247,225	0	17,526	0	2,686,163	96.8%				
				589	2月23日(月)	1.2%	106,088	-0.7%	375,582	170,754	978,967	1,247,225	0	17,526	0	2,790,054	100.5%				
				642	2月23日(月)	-7.7%	108,713	-2.6%	419,877	143,847	978,967	1,247,225	0	17,526	0	2,807,442	101.2%				
				596	2月23日(月)	0.0%	105,907	0.0%	354,058	170,754	978,967	1,247,225	0	17,526	0	2,768,530	99.8%				
				495	2月23日(月)	17.1%	84,852	19.9%	360,973	170,754	978,967	659,965	0	17,526	0	2,188,184	78.8%				
				571	2月23日(月)	4.2%	100,769	4.9%	360,973	170,754	978,967	1,103,717	0	17,526	0	2,631,837	94.8%				
				560	7月24日(金)	6.1%	93,984	11.3%	360,973	170,754	978,967	1,247,225	0	17,526	-219,195	2,556,250	92.1%				
				571	2月23日(月)	4.2%	100,592	5.0%	360,973	170,754	978,967	1,247,225	0	17,526	0	2,785,945	100.4%				
				482	2月23日(月)	27.5%	77,014	27.3%	266,094	170,754	978,967	580,398	0	17,526	0	2,013,739	72.6%				
				385	7月24日(金)	35.5%	59,733	43.6%	266,094	170,754	978,967	580,398	0	17,526	-219,195	1,805,044	65.0%				
				384	7月24日(金)	39.0%	57,267	45.9%	244,873	170,726	978,967	580,398	0	17,526	-219,195	1,783,795	64.3%				
				623	1月5日(月)	0.0%	109,062	0.0%	393,238	165,730	978,967	1,247,225	0	20,731	0	2,805,891	100.0%				
				567	1月5日(月)	8.9%	103,965	5.2%	299,877	165,730	978,967	1,247,225	0	20,731	0	2,712,530	96.7%				
627	1月5日(月)	-0.8%	109,843	-0.7%	403,373	165,730	978,967	1,247,225	0	20,731	0	2,816,025	100.4%								
679	1月5日(月)	-9.1%	112,400	-3.1%	437,333	138,734	978,967	1,247,225	0	20,731	0	2,822,990	100.6%								
623	1月5日(月)	0.0%	108,899	0.1%	371,885	165,730	978,967	1,247,225	0	20,731	0	2,784,538	99.2%								
521	1月5日(月)	16.3%	87,985	19.3%	393,238	165,730	978,967	659,965	0	20,731	0	2,218,630	79.1%								
598	1月5日(月)	4.0%	103,902	4.7%	393,238	165,730	978,967	1,103,717	0	20,731	0	2,662,383	94.9%								
608	1月5日(月)	2.3%	99,881	8.4%	393,238	165,730	978,967	1,247,225	0	20,731	-183,235	2,622,656	93.5%								
598	1月5日(月)	4.0%	103,725	4.9%	393,238	165,730	978,967	1,247,225	0	20,731	0	2,816,391	100.4%								
452	1月5日(月)	27.5%	79,308	27.3%	282,436	165,730	978,967	580,398	0	20,731	0	2,028,261	72.3%								
412	1月5日(月)	33.8%	64,791	40.6%	282,436	165,730	978,967	580,398	0	20,731	-183,235	1,855,526	66.1%								
407	1月5日(月)	34.6%	64,401	40.9%	282,461	165,702	978,967	580,398	0	20,731	-183,235	1,855,523	66.1%								
595	7月21日(火)	0.0%	97,863	0.0%	292,306	165,671	978,967	1,247,225	0	13,345	0	2,697,514	100.0%								
557	7月21日(火)	6.4%	94,997	2.6%	228,241	165,671	978,967	1,247,225	0	13,345	0	2,633,449	97.6%								
590	7月21日(火)	0.8%	98,403	-0.9%	312,005	165,671	978,967	1,247,225	0	13,345	0	2,717,213	100.7%								
606	7月21日(火)	-1.9%	98,551	-1.0%	346,126	138,717	978,967	1,247,225	0	13,345	0	2,724,380	101.0%								
595	7月21日(火)	0.0%	97,403	0.2%	287,265	165,671	978,967	1,247,225	0	13,345	0	2,692,473	99.8%								
493	7月21日(火)	17.1%	76,487	21.6%	292,306	165,671	978,967	659,965	0	13,345	0	2,110,254	78.2%								
570	7月21日(火)	4.2%	92,403	5.3%	292,306	165,671	978,967	1,103,717	0	13,345	0	2,554,006	94.7%								
522	6月24日(水)	12.3%	86,285	11.6%	292,306	165,671	978,967	1,247,225	0	13,345	-200,031	2,497,483	92.6%								
570	7月21日(火)	4.2%	92,227	5.5%	292,306	165,671	978,967	1,247,225	0	13,345	0	2,708,014	100.4%								
442	7月21日(火)	25.8%	70,944	27.3%	224,142	165,671	978,967	580,398	0	13,345	0	1,962,522	72.8%								
352	6月24日(水)	40.8%	54,330	44.3%	224,142	165,671	978,967	580,398	0	13,345	-200,031	1,772,990	65.7%								
349	6月24日(水)	41.4%	53,625	45.0%	217,264	165,647	978,967	580,398	0	13,345	-200,031	1,766,088	65.5%								



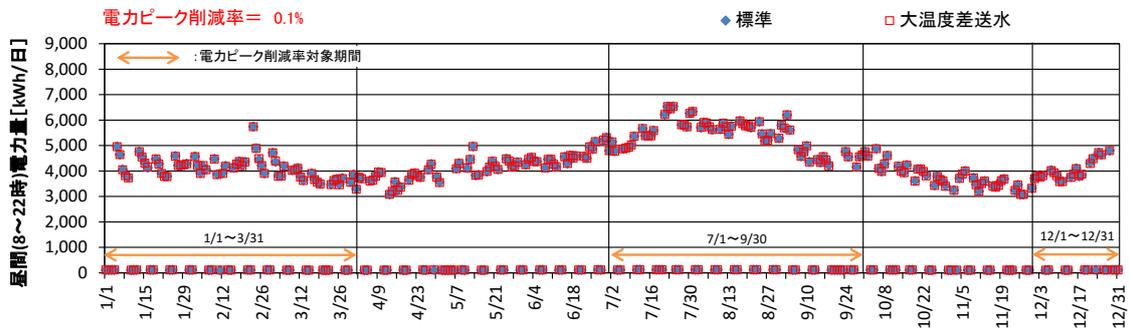
(高効率熱源機器)



(地中熱利用ヒートポンプ)

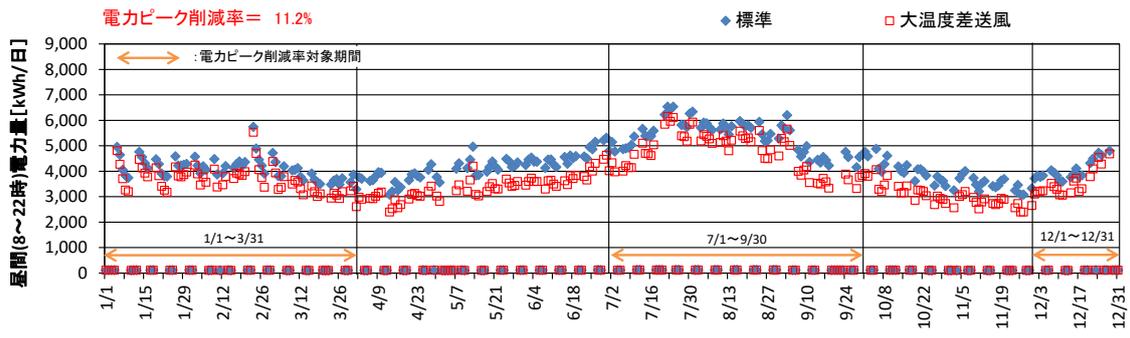


(蓄熱式空調システム)

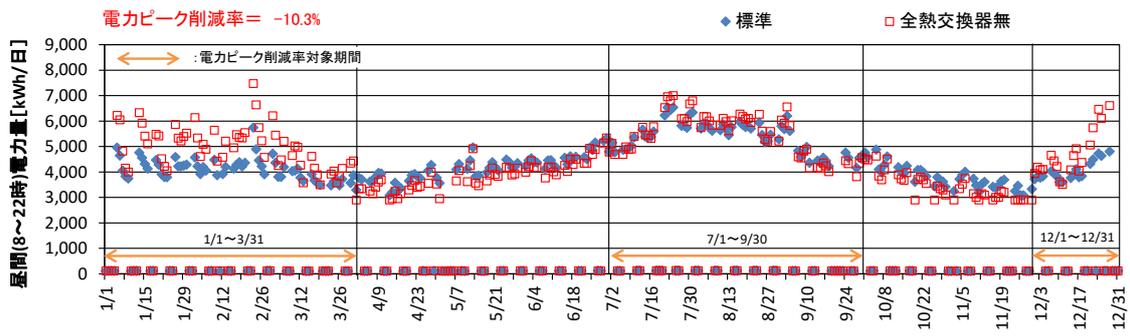


(大温度差送水)

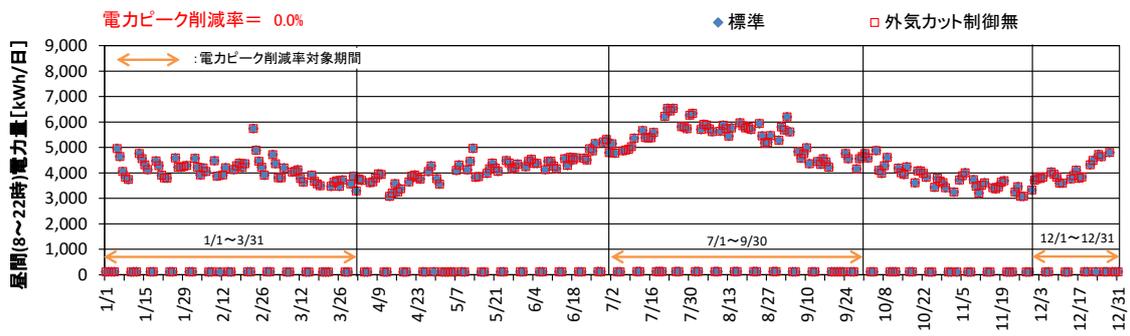
図6-12 設備的対策した事務所(温暖地)の1年間の昼間電力量(8~22時)状況(1)



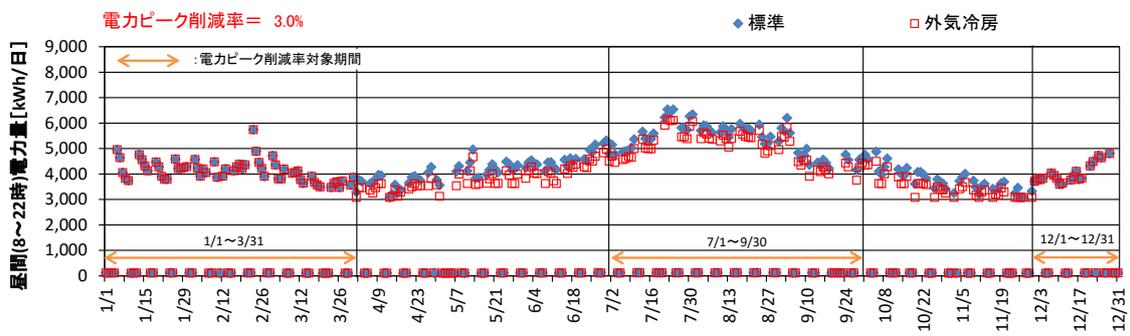
(大温度差送風)



(全熱交換器)

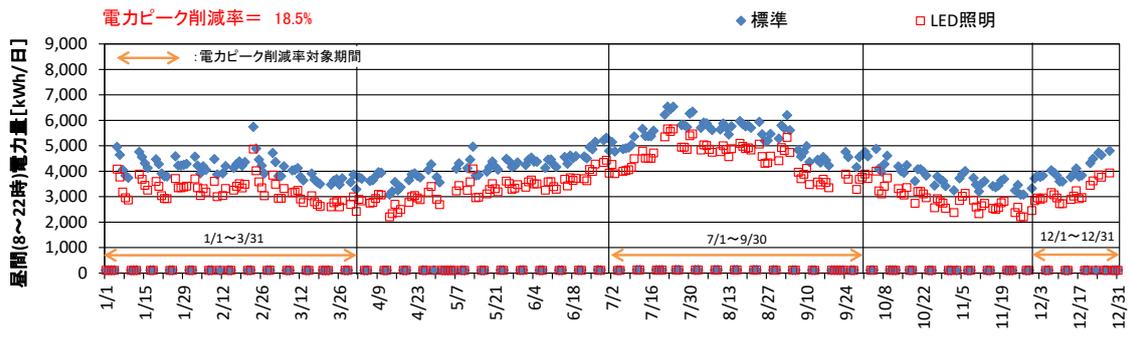


(外気カット制御)

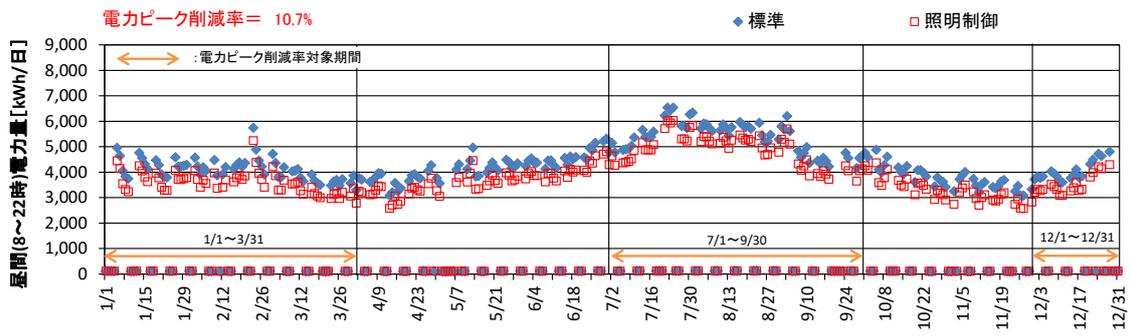


(外気冷房)

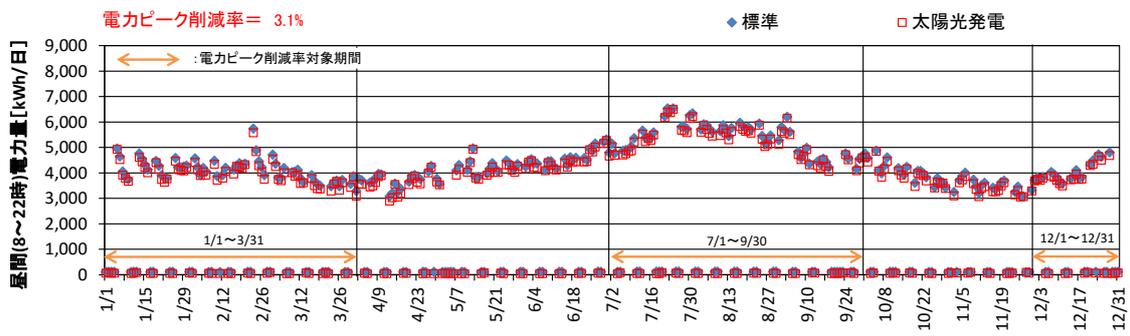
図6-13 設備的対策した事務所(温暖地)の1年間の昼間電力量(8~22時)状況(2)



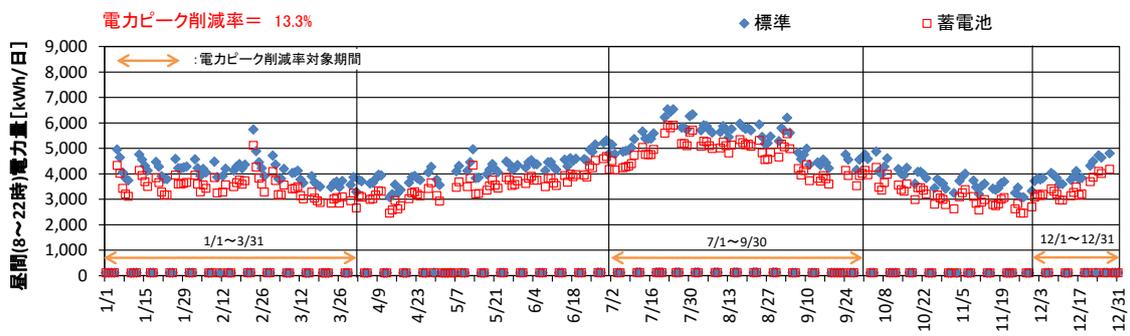
(LED 照明器具)



(照明制御)

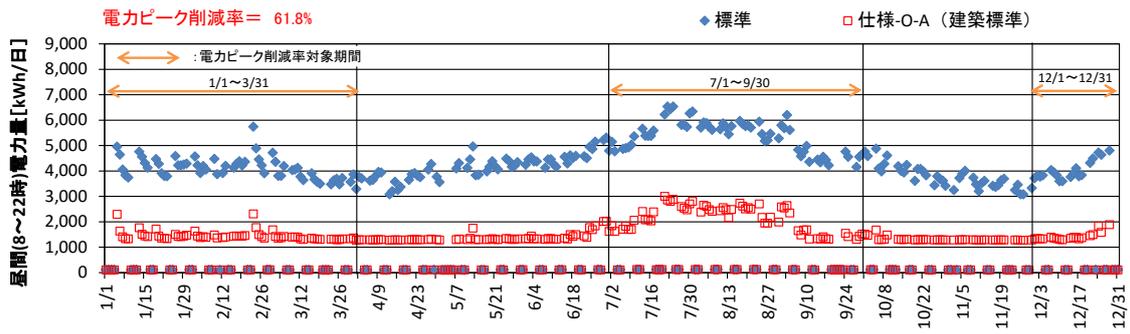


(太陽光発電設備)

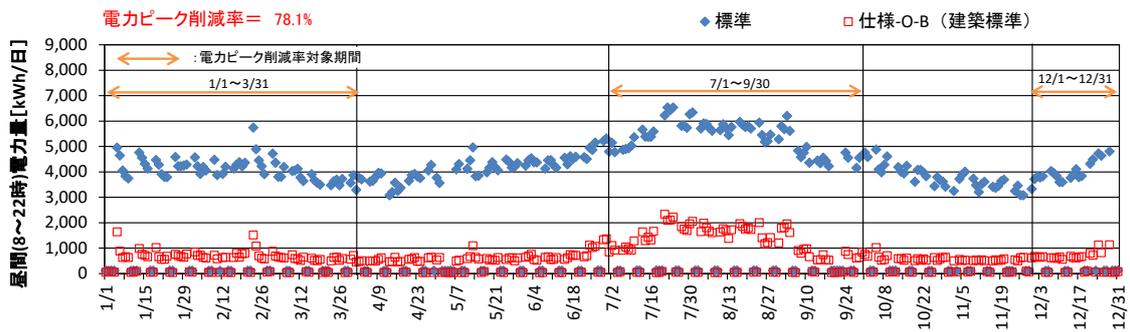


(蓄電池設備)

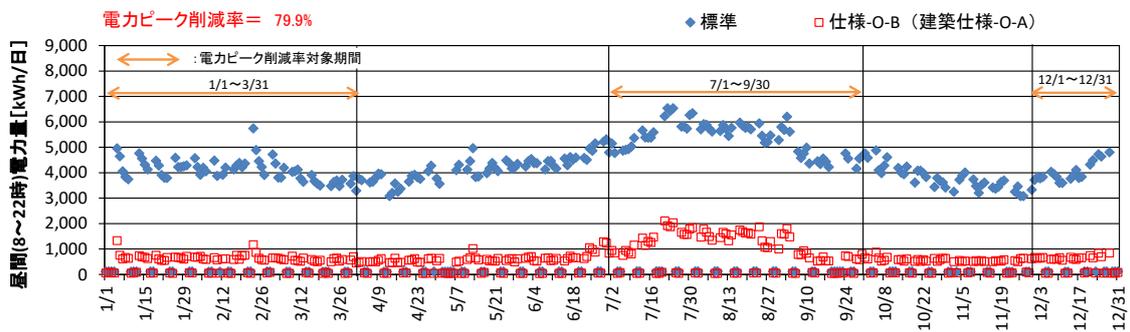
図6-14 設備的対策した事務所(温暖地)の1年間の昼間電力量(8~22時)状況(3)



(組合せ：仕様-O-A)



(組合せ：仕様-O-B)



(組合せ：建築的対策 (仕様-O-A) + 設備的対策 (仕様-O-B))

図6-15 設備的対策した事務所(温暖地)の1年間の昼間電力量(8~22時)状況(4)

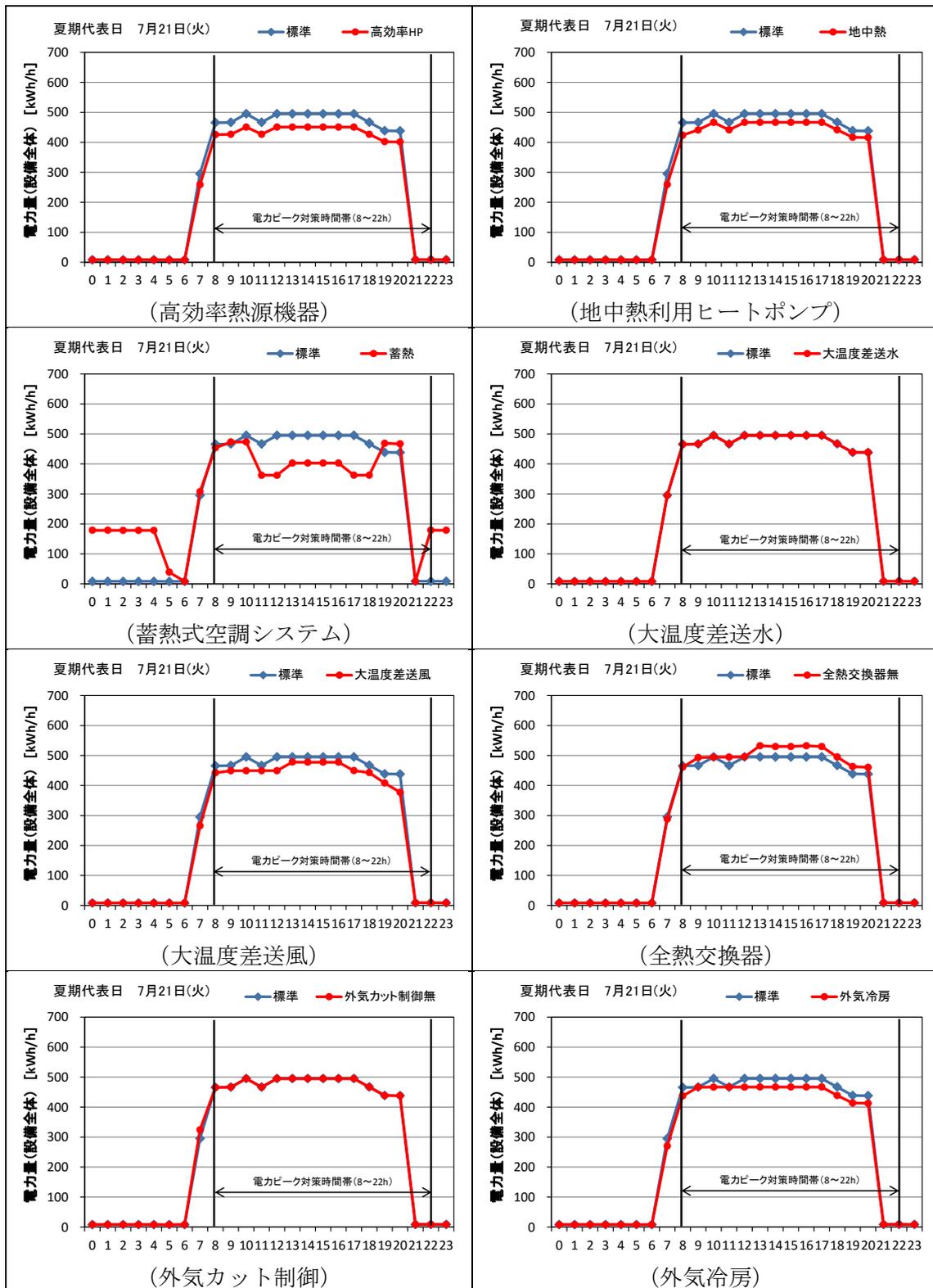


図6-16 設備的対策した事務所(温暖地)の代表日の電力量状況(1)

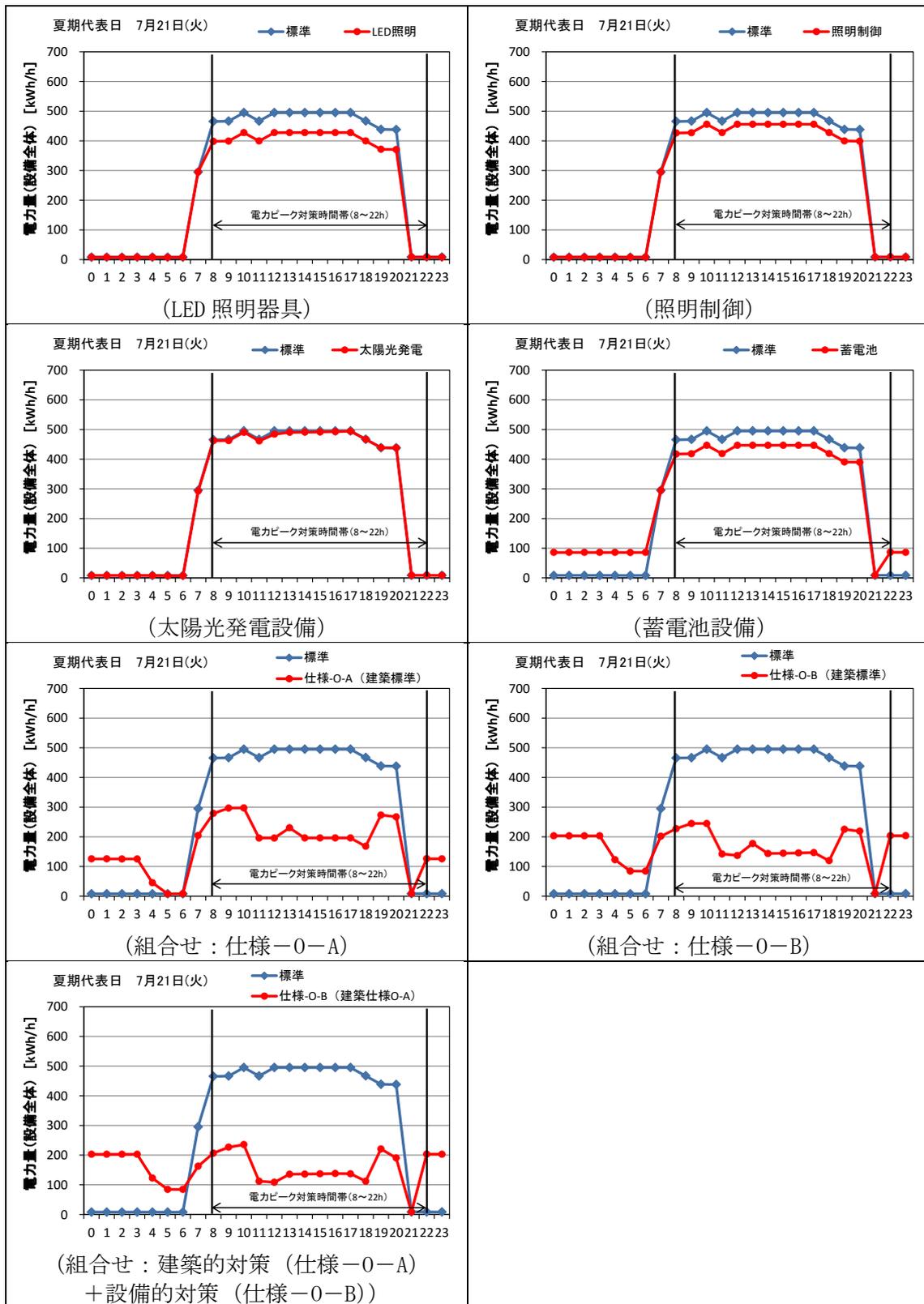


図6-17 設備的対策した事務所(温暖地)の代表日の電力量状況(2)

6.6.3 運用的対策

事務所における運用的対策（①空調室内設定温度の緩和、②予冷・予熱空調、③照明器具の間引き（室内設定照度の緩和））を実施した場合の試算条件を表6-37～表6-39に示し、試算結果を表6-40に示す。

また、運用的対策を実施した事務所（温暖地）の1年間の昼間電力量（8～22時）状況の例を図6-18に、代表日の電力量状況を図6-19に示す。

表6-37 空調室内設定温度の緩和

空調室内設定温度の緩和	<ul style="list-style-type: none"> ・空調室内設定温度を以下のように緩和 冷房室内条件 26℃50% → 28℃50% 暖房室内条件 22℃40% → 20℃40% ※中間期は24℃50%として変えない
-------------	--

表6-38 予冷・予熱空調

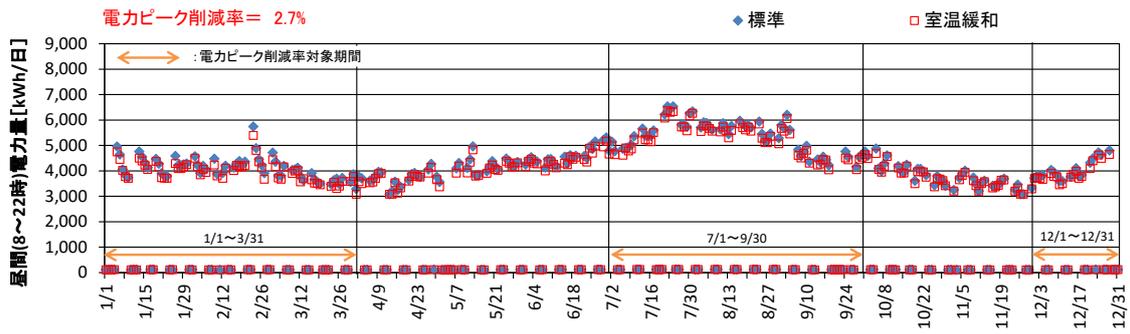
予冷・予熱空調無し	<ul style="list-style-type: none"> ・空調運転時間（事務所）を以下のように変更 予冷・予熱有り：7時～20時（室使用の1時間前から運転） <li style="text-align: center;">↓ 予冷・予熱無し：8時～20時（室使用と同時に運転）
-----------	---

表6-39 照明器具の間引き（室内設定照度の緩和）

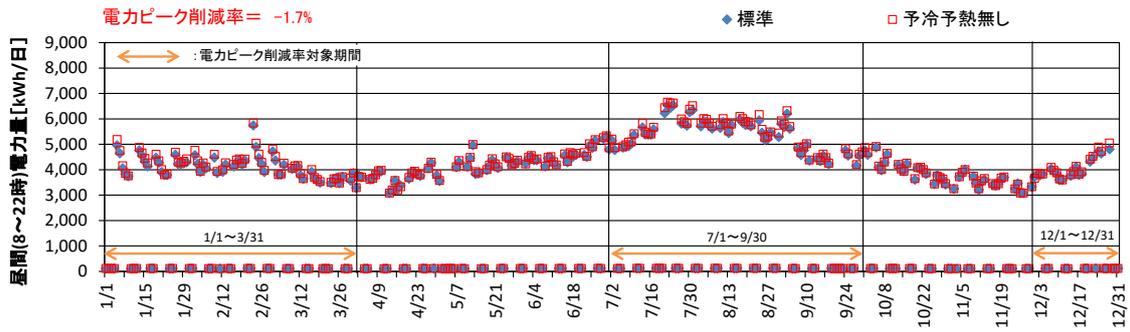
室内設定照度の緩和	<ul style="list-style-type: none"> ・室内設計照度が以下となるように照明器具の間引き点灯 事務室 750 lx → 500 lx（JIS基準下限値） 廊下 200 lx → 100 lx 便所 300 lx → 200 lx
-----------	---

表 6-4-0 運用備的対策の試算ケース結果 (事務所)

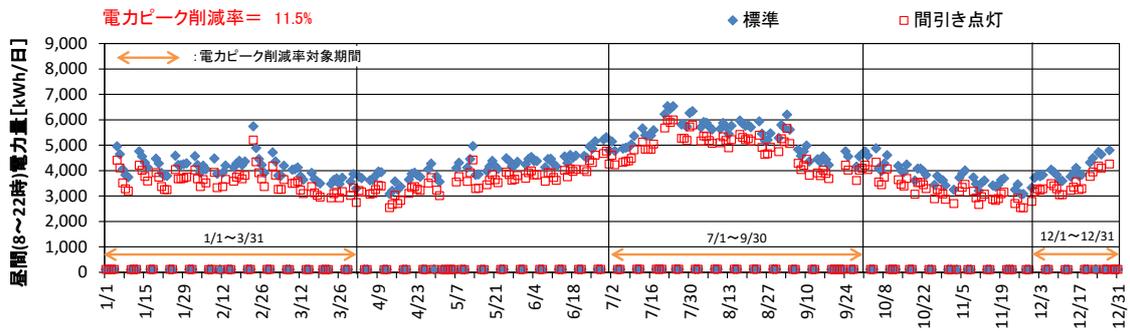
建物種別	気候区分	建築仕様	運用的対策	電力ピーク削減			省エネルギー										
				電力ピーク削減率		年間 [7~9, 12~3月]	一次エネルギー										
				最大日 昼間 (8 ~22h) kWh/日	%	kWh/年	熱源	二次側シス テム	換気	照明電力	昇降機	給湯	太陽光発電	蓄電池	合計	一次エネル ギー消費量 (率) %	
事務所	温暖地 (6地区)	標準	標準 室温緩和 予冷予熱 間引き点灯	6,535	0.0%	661,042	0.0%	3,175,064	3,049,799	718,713	4,037,225	170,668	137,188	0	11,288,657	100.0%	
				6,365	2.6%	643,229	2.7%	2,895,501	3,036,135	718,713	4,037,225	170,668	137,188	0	10,995,429	97.4%	
				6,653	-1.8%	672,216	-1.7%	3,120,186	2,851,145	718,713	4,037,225	170,668	137,188	0	11,035,126	97.8%	
				5,993	8.3%	585,079	11.5%	3,175,064	3,049,799	718,713	2,760,957	170,668	137,188	0	10,012,389	88.7%	
				6,865	0.0%	663,623	0.0%	2,820,637	2,923,218	718,713	4,037,225	170,668	160,346	0	10,830,806	100.0%	
				6,567	4.3%	645,820	2.7%	2,579,875	2,912,488	718,713	4,037,225	170,668	160,346	0	10,579,315	97.7%	
	亜寒冷地 (3地区)	標準	標準 室温緩和 予冷予熱 間引き点灯	7,075	-3.1%	674,860	-1.7%	2,751,839	2,729,465	718,713	4,037,225	170,668	160,346	0	10,568,256	97.6%	
				6,322	7.9%	587,660	11.4%	2,820,637	2,923,218	718,713	2,760,957	170,668	160,346	0	9,554,539	88.2%	
				7,388	0.0%	646,057	0.0%	3,859,850	3,146,024	718,713	4,037,225	170,668	106,998	0	12,039,479	100.0%	
				6,776	8.3%	628,005	2.8%	3,506,522	3,119,646	718,713	4,037,225	170,668	106,998	0	11,659,772	96.8%	
				7,628	-3.2%	653,499	-1.2%	3,828,135	2,949,793	718,713	4,037,225	170,668	106,998	0	11,811,532	98.1%	
				6,846	7.3%	570,104	11.8%	3,859,850	3,146,024	718,713	2,760,957	170,668	106,998	0	10,763,211	89.4%	
蒸暑地 (8地区)	標準	標準 室温緩和 予冷予熱 間引き点灯	7,388	0.0%	646,057	0.0%	3,859,850	3,146,024	718,713	4,037,225	170,668	106,998	0	12,039,479	100.0%		
			6,776	8.3%	628,005	2.8%	3,506,522	3,119,646	718,713	4,037,225	170,668	106,998	0	11,659,772	96.8%		
			7,628	-3.2%	653,499	-1.2%	3,828,135	2,949,793	718,713	4,037,225	170,668	106,998	0	11,811,532	98.1%		
			6,846	7.3%	570,104	11.8%	3,859,850	3,146,024	718,713	2,760,957	170,668	106,998	0	10,763,211	89.4%		



(室温緩和)



(予冷・予熱無し)



(照明間引き点灯)

図6-18 運用的対策した事務所（温暖地）の1年間の昼間電力量(8~22時)状況

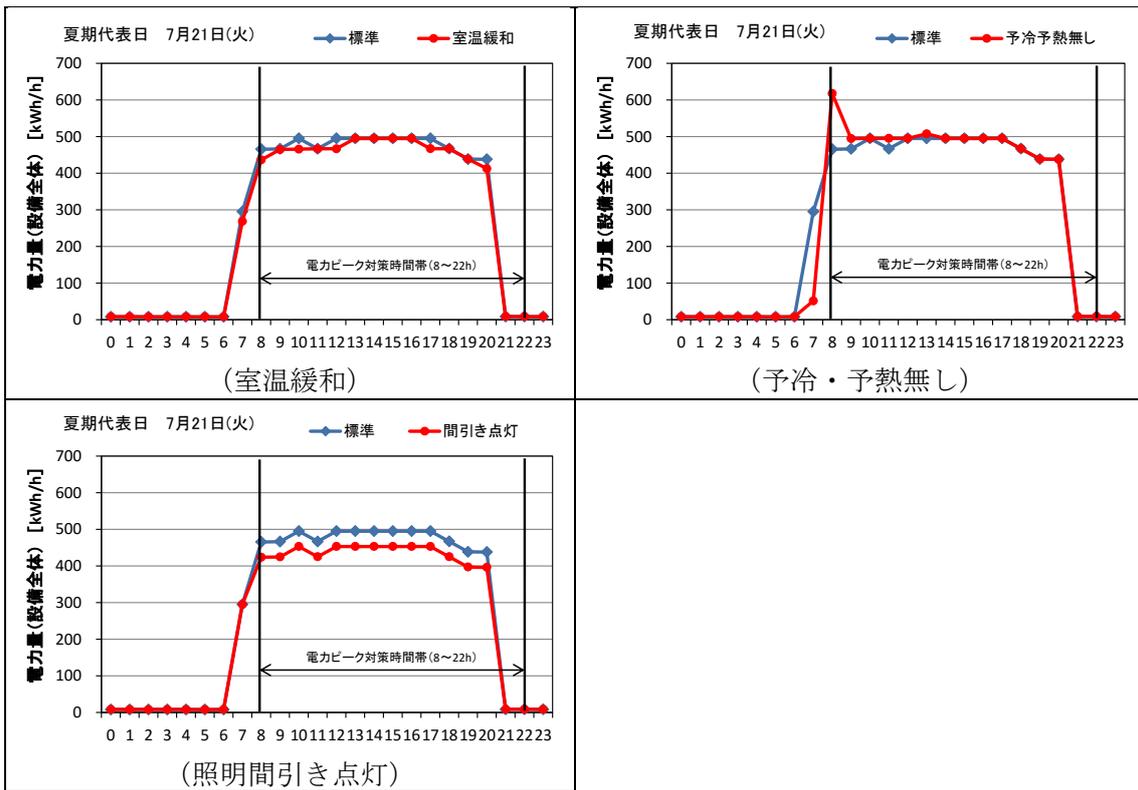


図6-19 運用的対策した事務所(温暖地)の代表日の電力量状況

6.7 試算結果の分析

6.7.1 熱負荷に関する分析

建築的対策を施したときの年間熱負荷の低減及びピーク時間帯の熱負荷削減効果を図6-20～図6-25、各対策技術の効果のまとめを表6-42～表6-44に示す。各対策技術の熱負荷削減効果は次の4つのグループに分類できる。なお、地域、建物種別毎で標準としている外皮の仕様が異なるので留意が必要である。

表6-41 外皮の省エネ対策効果の分類

グループ	ピーク熱負荷削減と年間熱負荷低減の形態
A :	ピーク熱負荷を削減しつつ、年間熱負荷も5～10%（超）程度低減する。
B :	ピーク熱負荷の削減と年間熱負荷の低減率はAの50%程度である。
C :	ピーク熱負荷削減効果はあるが、年間熱負荷は増加する場合がある。
D :	ピーク熱負荷削減、年間熱負荷低減効果はわずかである。

得られた知見を以下に示す。なお、C・Dグループに属する技術であっても、建物形状、平断面、冷暖房期間・モードなどの諸条件によっては効果的な場合もあるので留意が必要である。

- ① 建物用途別に見ると、事務所においてはピーク熱負荷削減率は最大で12%、年間熱負荷低減率は最大で8%となった。外皮負荷が空調負荷に与える割合が小さい商業施設（物販店舗）では4%、3%と共に小さい結果となり、逆に外皮負荷が空調負荷に大きな影響を与える共同住宅（共用部）においては、ピーク熱負荷削減率31%、年間負荷低減効果13%と大きくなっている。
- ② 開口部の省エネ対策の基本である「日射の侵入抑制」と「断熱」を同時に達成できるエアフローウィンドウ、複層LowEガラスの効果が大きい（A・Bグループ）。
- ③ 窓ガラスの複層化や外壁等の断熱強化はピーク熱負荷削減には繋がるものの、内部負荷が大きい事務所や商業施設（物販店舗）では、過度な断熱強化は年間熱負荷が増加するケースもある。各建物の負荷条件に応じた最適な断熱（仕様・厚さ）を施す必要がある（Cグループ）。
- ④ 内部発熱が小さく、外皮負荷の影響が大きい共同住宅（共用部）において窓ガラスを複層・透明化すると、温暖地（標準仕様は断熱厚40mm、単板ガラス）ではピーク、年間共に熱負荷が低減できる一方で、蒸暑地（標準仕様は断熱厚15mm、熱線反射ガラス）ではピーク・年間ともに熱負荷は増大している。（（図6-24・図6-25グループC））。

(1) 事務所

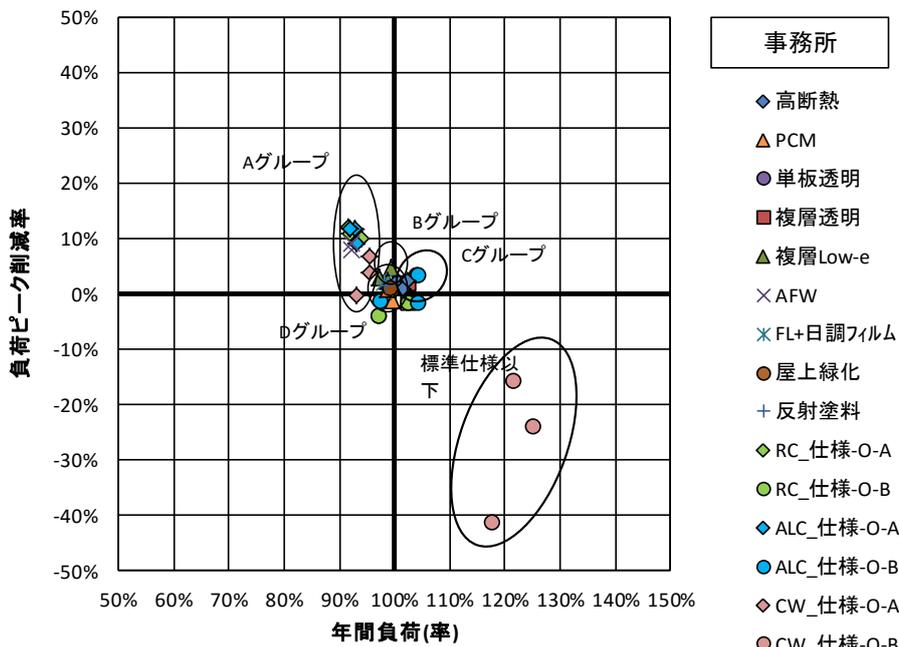


図6-20 ピーク負荷削減率と年間負荷(率)[事務所]

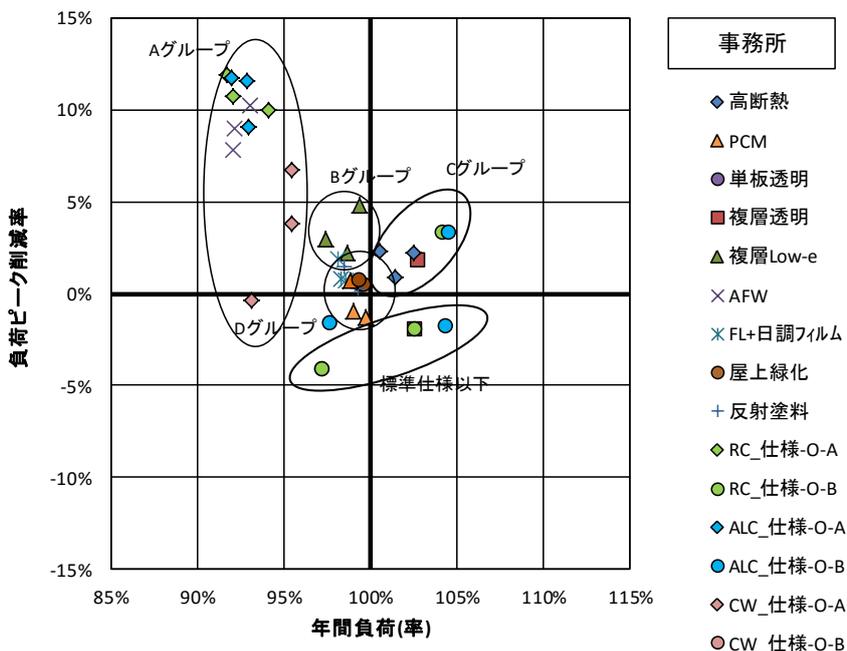


図6-21 ピーク負荷削減率と年間負荷(率)[事務所](拡大)

表6-42 対策毎の効果の分類[事務所]

グループ	A	B	C	D
外皮省エネ	AFW	複層Low-e	高断熱(GW50)	PCM
対策			複層透明	FL+日調フィルム
				屋上緑化
				反射塗料

(2) 商業施設（物販店舗）

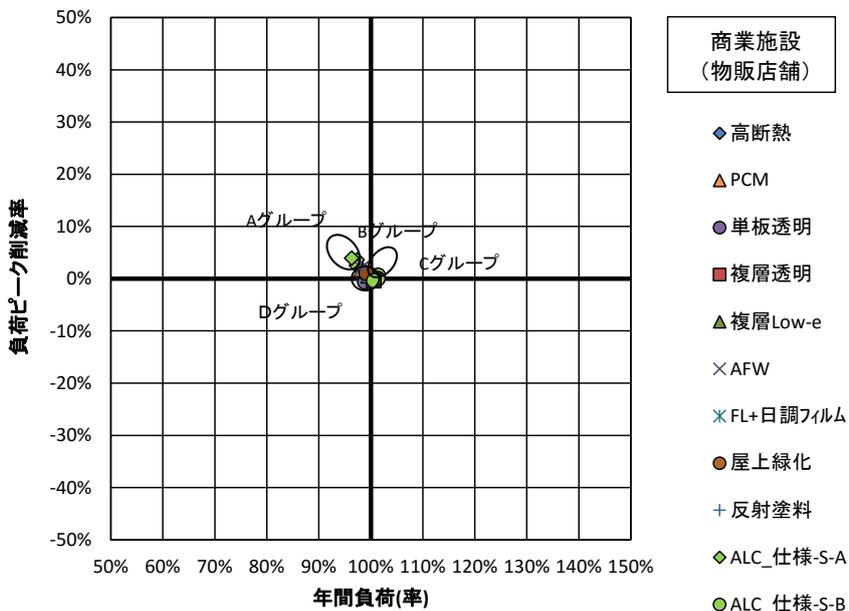


図6-22 ピーク負荷削減率と年間負荷(率)[商業施設(物販店舗)]

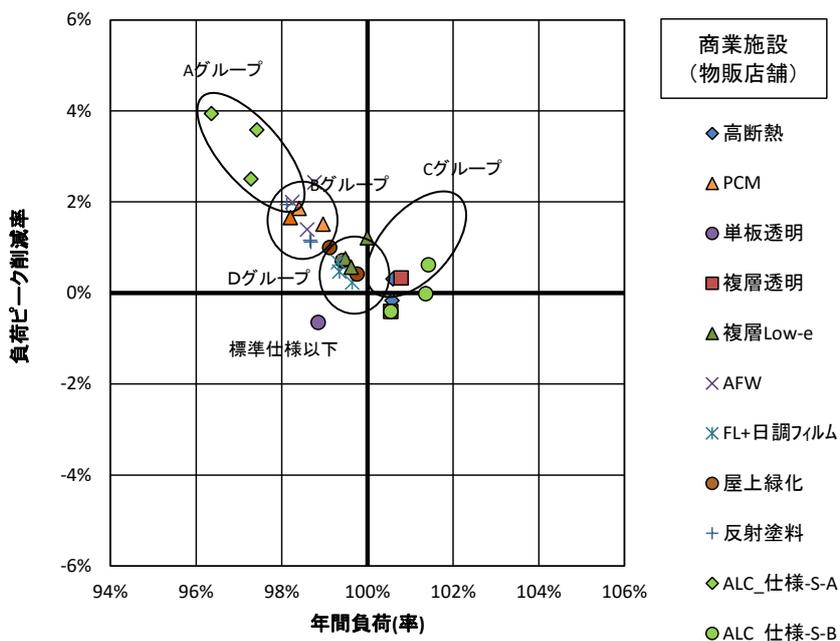


図6-23 ピーク負荷削減率と年間負荷(率)[商業施設(物販店舗)](拡大)

表6-43 対策毎の効果の分類[商業施設(物販店舗)]

グループ	A	B	C	D
外皮省エネ	AFW	PCM	複層透明	反射塗料
対策		複層Low-e		屋上緑化
				FL+日調フィルム
				高断熱(GW30)

(3) 共同住宅（共用部）

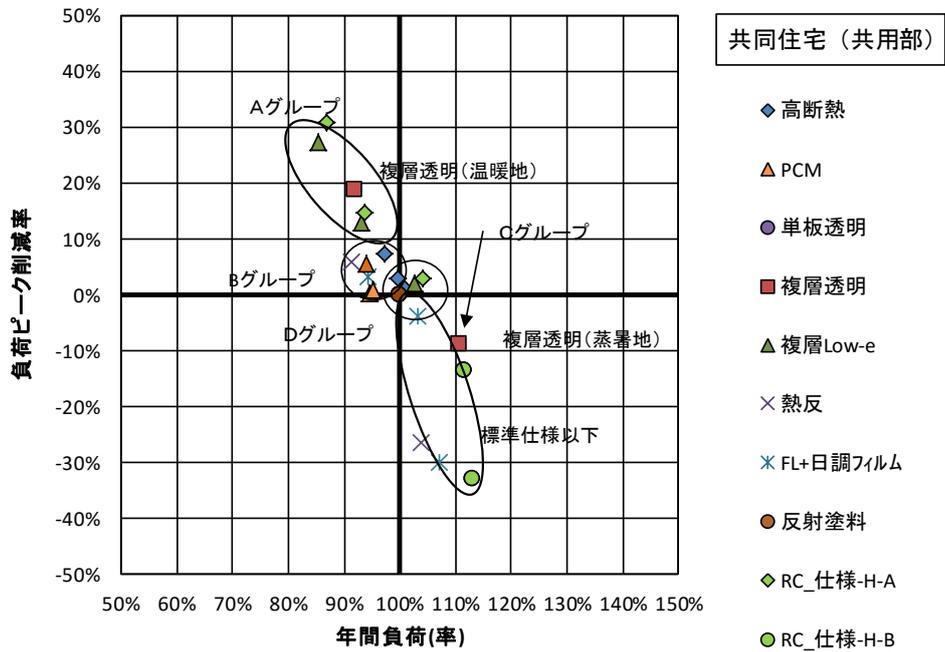


図6-24 ピーク負荷削減率と年間負荷(率)[共同住宅(共用部)]

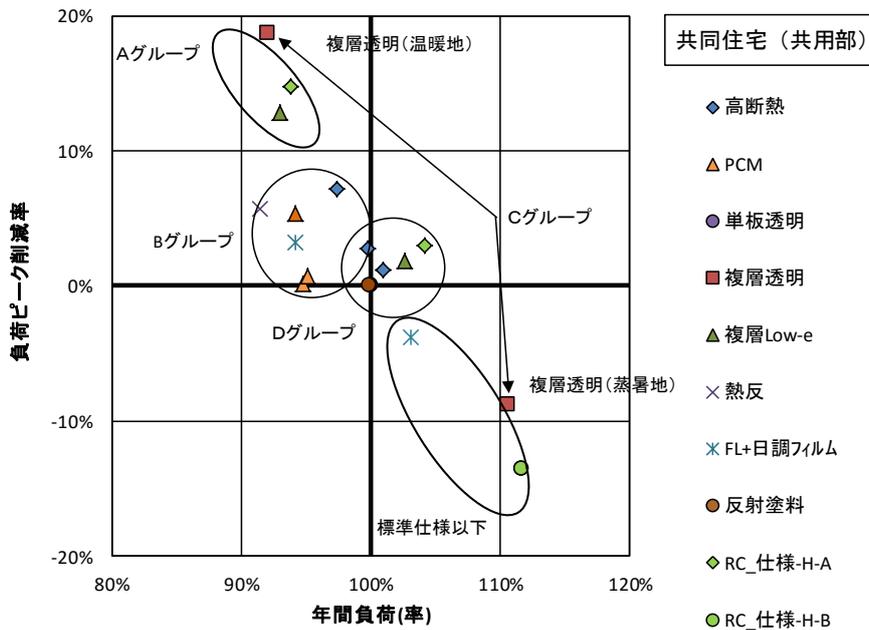


図6-25 ピーク負荷削減率と年間負荷(率)[共同住宅(共用部)](拡大)

表6-44 対策毎の効果の分類[共同住宅(共用部)]

グループ	A	B	C	D
外皮省エネ	複層Low-e	PCM	複層透明	熱反
対策		高断熱(GW90)		FL+日調フィルム
				反射塗料

6.7.2 エネルギー消費量に関する分析

建築的対策及び設備的対策を施したときの年間エネルギー消費量の低減効果及びピーク時間帯の電力消費量削減効果を図6-26～図6-31に、対策技術効果のまとめを表6-46～表6-48に示す。各対策技術によるエネルギー消費量削減効果は次の5つのグループに分類できる。

表6-45 設備システムの省エネ対策効果の分類

グループ	ピーク電力削減とエネルギー消費量の形態
A:	ピーク電力を削減しつつ、エネルギー消費量も同時に10%以上低減する。
B:	ピーク電力削減効果は大きい、エネルギー消費量低減はわずかである。
C:	ピーク電力削減効果はあるが、エネルギー消費量は増加する。
D:	ピーク電力削減とエネルギー消費量の低減は10%以下である。
E:	ピーク電力、エネルギー消費量はわずかである。

得られた知見を以下に示す。

- ①建物用途別に見ると、事務所においてはピーク電力削減率は最大で84%、年間エネルギー消費量低減率は最大で56%であった。商業施設(物販店舗)ではピーク電力削減率74%、年間エネルギー消費量低減率は42%、共同住宅(共用部)ではピーク電力削減率46%、年間エネルギー消費量低減率は36%である。
- ②事務所と商業施設(物販店舗)では空調設備のエネルギー消費量が大きく、そのうち熱源システムが過半を占めるため、高効率熱源機の採用、地中熱ヒートポンプなど熱源システムの高効率化は年間・ピーク時間帯電力消費量双方の低減に有効である。
- ③ピーク電力削減効果は、空調熱源機器の電力消費を夜間に移行する蓄熱システムが最も大きい。設計を工夫すれば、年間エネルギー消費量も低減も可能である。
- ④熱源のみでなく、空調搬送設備のうち空気側搬送動力の低減効果は大きい。
- ⑤空調搬送設備のうち水側搬送動力はシステムとしての消費電力は小さいが、大温度差に伴う変流量化は熱源の運転台数制御にも影響し、空調設備全体のエネルギーを支配する場合もなるため留意が必要である。
- ⑥LED照明の採用については、器具の高効率化、省エネ制御の採用による省エネ効果が、そのまま年間エネルギー消費量削減効果及びピーク電力削減効果に直結している。
- ⑦蓄電設備はピーク電力削減効果を有するが、年間エネルギー消費量は増大する。
- ⑧D、Eに分類されたシステムでも試算の条件によっては効果が得られる場合があることに留意が必要である(例えば外気冷房制御の効果は冷暖房期間やモードに大きく依存するが、これらの条件は本試算では固定で与えている)。

(1) 事務所

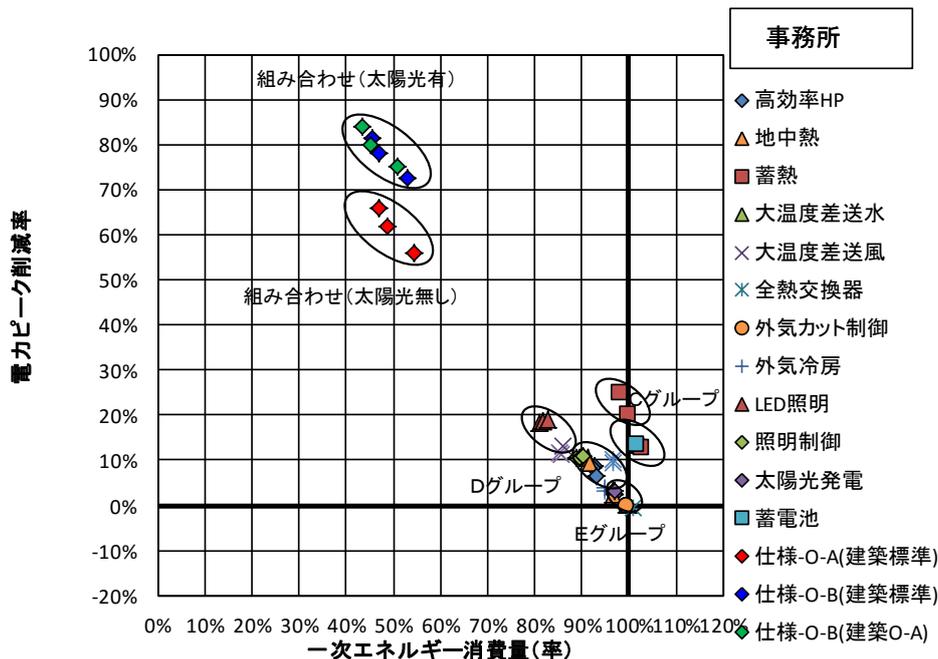


図6-26 電力ピーク削減率と一次エネルギー消費量(率)[事務所ビル]

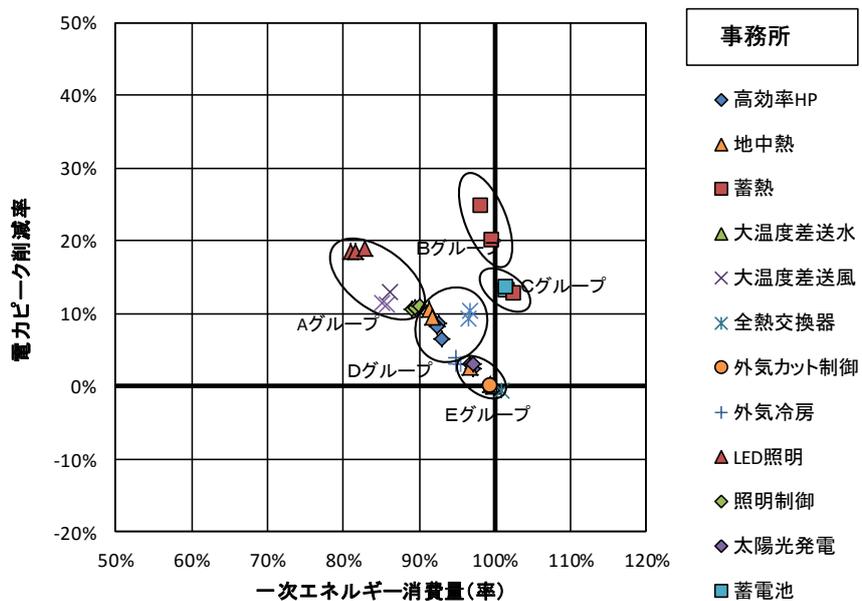


図6-27 電力ピーク削減率と一次エネルギー消費量(率)[事務所ビル](拡大)

表6-46 システム毎の効果の分類[事務所ビル]

グループ	A	B	C	D	E
設備	LED照明	蓄熱	蓄電池	地中熱	大温度差送水
システム	大温度差送風			全熱交換器	外気冷房
	照明制御			高効率HP	太陽光発電
					外気カット制御

(2) 商業施設（物販店舗）

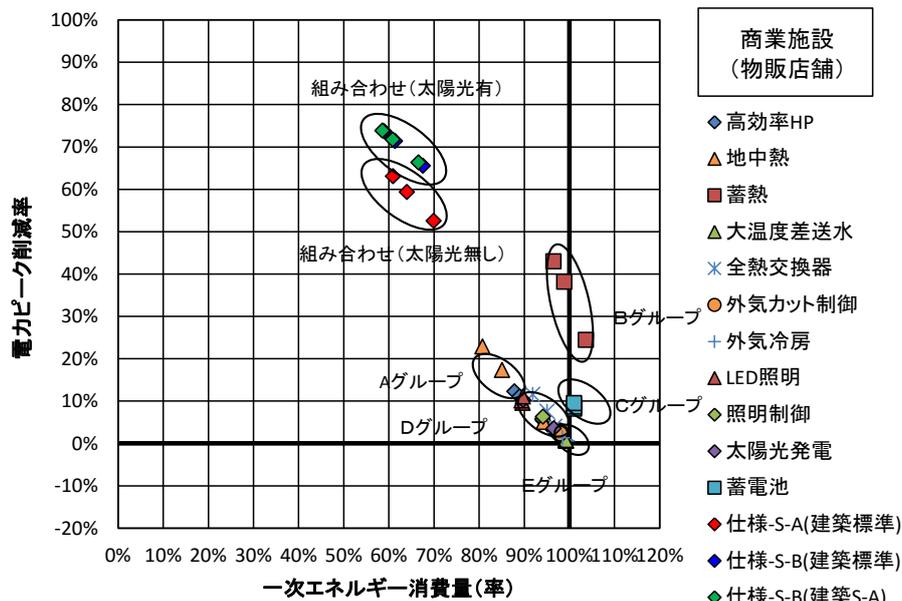


図6-28 電力ピーク削減率と一次エネルギー消費量(率)[商業施設(物販店舗)]

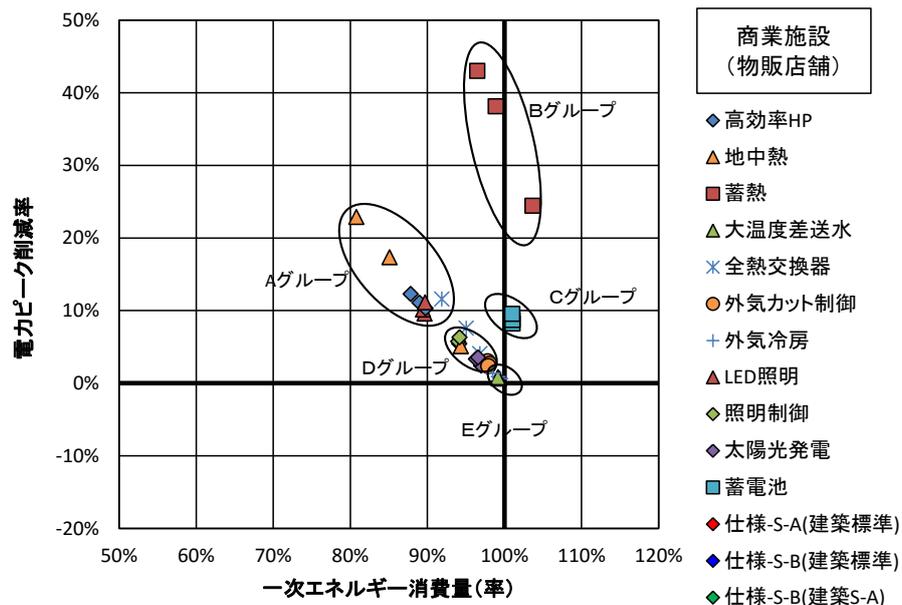


図6-29 電力ピーク削減率と一次エネルギー消費量(率)[商業施設(物販店舗)](拡大)

表6-47 システム毎の効果の分類[商業施設(物販店舗)]

グループ	A	B	C	D	E
設備	地中熱	蓄熱	蓄電池	全熱交換器	外気カット制御
システム	高効率HP			外気冷房	大温度差送水
	LED照明			照明制御	
				太陽光発電	

(3) 共同住宅（共用部）

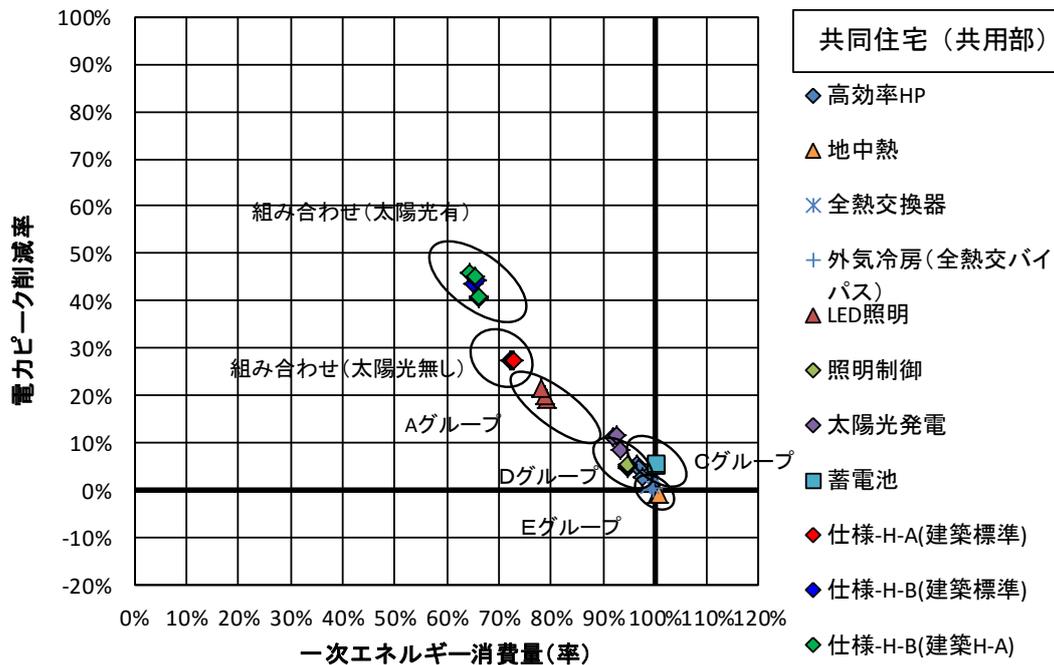


図6-30 電力ピーク削減率と一次エネルギー消費量(率)[共同住宅(共用部)]

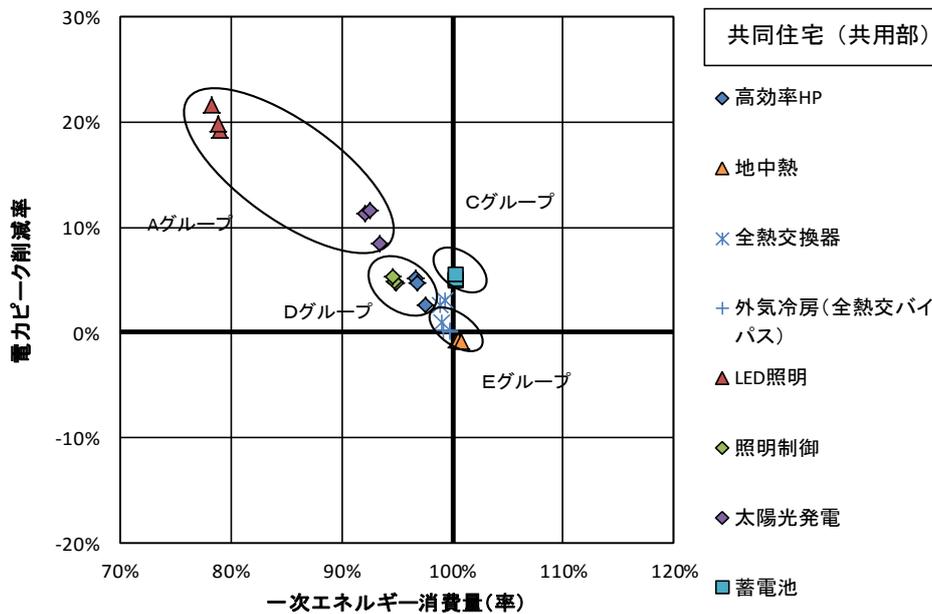


図6-31 電力ピーク削減率と一次エネルギー消費量(率)[共同住宅(共用部)](拡大)

表6-48 システム毎の効果の分類[共同住宅(共用部)]

グループ	A	B	C	D	E
設備	LED照明		蓄電池	照明制御	全熱交換器
システム	太陽光発電			高効率HP	外気冷房(全熱交バイパス)
					地中熱

6.8 本試算での主たる電力ピーク対策技術の設計上の留意点

本プロジェクトで開発した評価システムを活用して試算を行った結果より得られた知見を基に、本試算上で効果的であった主たる電力ピーク対策技術について主として以下の①～④の観点から整理する。

- ① 目的とポイント
- ② 技術の種類・特徴
- ③ 設計上の留意点
- ④ 電力ピーク削減効果

6.8.1 断熱計画

(1) 目的とポイント

外壁や屋根、床面等に断熱材を入れることで、壁体部の貫流熱負荷を低減させる（図6-32）。

温暖地域では高断熱化に伴い最大熱負荷は低減できるものの、年間冷房負荷では増加することがあるためその対策と、断熱材の位置(外内)についても、その特質を活かした適用が必要である。

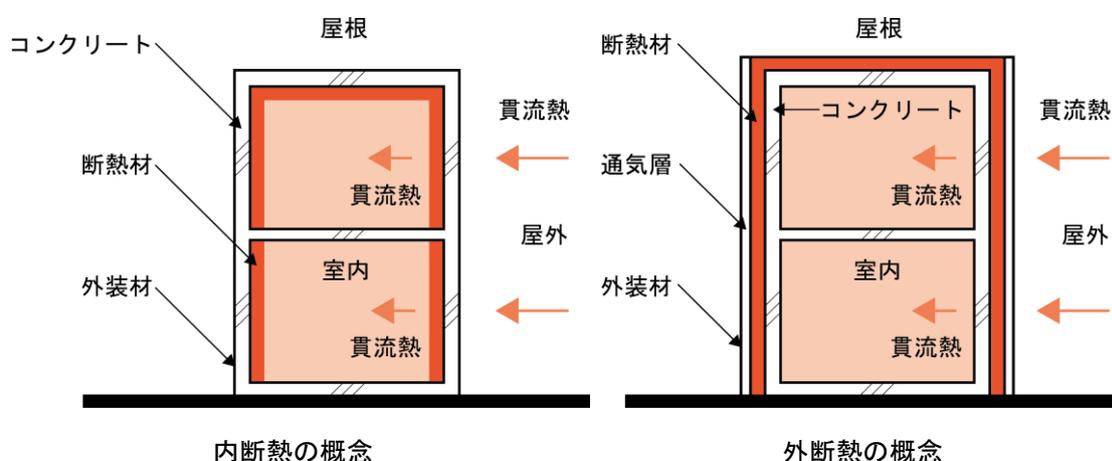


図6-32 内断熱と外断熱

(2) 断熱材

- ① 断熱材は大別すると繊維系と発泡プラスチック系に分けられる(表6-49)。断熱材の熱伝導率は、0.03~0.05[W/(m・K)]程度であり、普通コンクリートの1.4[W/(m・K)]に比べ、断熱性が高い。
- ② 外壁の断熱性能は熱貫流率で評価され、熱貫流率が小さいほど断熱性能は高く、断熱材の厚みを大きくすることで達成される。

表6-49 断熱材の種別と熱伝導率¹⁾

繊維系断熱材		発泡プラスチック系断熱材		その他材料	
材料名	熱伝導率 [W/(m・K)]	材料名	熱伝導率 [W/(m・K)]	材料名	熱伝導率 [W/(m・K)]
ガラス綿(10K)	0.050	スチレン発泡板(ビーズ)	0.047	普通コンクリート	1.400
ガラス綿(24K)	0.042	スチレン発泡板(押出)	0.037	モルタル	1.500
ガラス綿(32K)	0.040				
岩綿保温材	0.042	硬質ウレタン発泡板	0.028	木材(重量)	0.190
吹付け岩綿	0.051	軟質ウレタン発泡板	0.050	木材(中量)	0.170
		ポリエチレン発泡板	0.044	木材(軽量)	0.140
		硬質塩ビ発泡板	0.036	合板	0.190

(3) 内断熱と外断熱

内断熱と外断熱の断面図（概念）を図6-32に示す。

- ①熱負荷の観点では、構成部材が同じであれば熱貫流率は等しいためPAL*での評価は同じである。内断熱が冷暖房の立ち上がりが早いのにに対し、停止後の室温変動は大きい。逆に外断熱は躯体の熱容量が熱収支に影響するため、立ち上がりに時間が掛かる反面、安定してしまえば、空調停止に対しては、室温の変動は緩やかである。冷暖房の間欠運転に対しては内断熱、連続運転に対しては外断熱が適している。
- ②内断熱は、室内側に断熱材が来るために厚さを大きく確保すると居室面積が減るので制限があるのに対し、外断熱では、厚さの制限が少ないことから、集合住宅や、断熱厚を大きくしたい寒冷地での採用が多い。
- ③外断熱は、断熱材と外装材の間に通気層を取る場合と、外装材を断熱材に張り付ける場合がある。また防耐火上、外断熱では外装材に制限を受け、施工コストも高くなる。

(4) 設計上の留意点

(a) 一般事項

- ①断熱材を厚くすることで最大熱負荷は低減できるが、温暖地域ではそれほどでもなく、却って中間期の冷房負荷の増大を招くケースがあるので、費用対効果も考慮して決定すべきである。
- ②一般に、内部発熱が大きい建物では、冷房運転停止後に室内温度は一旦上昇し、高断熱化した建物では熱気が抜けにくく、外気温度が室温より低いにも関わらず室温が低下しない状態となり、これが蓄熱負荷となって、特に中間期の冷房負荷を増加させる。夜間に換気することで室温を低下させ負荷削減を図るのが望ましいが、省エネの観点から夜間換気(ナイトパージ)には、ファン動力を要しない自然換気で実施することが望ましい。
- ③日射の受熱量が大きい屋根面に関しては、日射による表面温度上昇に伴う熱貫流を防止するために、暑熱地域であっても十分な断熱厚が必要である。

(b) 結露対策

- ①グラスウール、ロックウール等の透湿抵抗の小さい断熱材を採用する場合は、内部結露の検討が必要な場合があり、高湿側に防湿層を設ける等に注意が必要である。
- ②結露防止を目的とした断熱(保温)にあつては、壁体の表面温度と接触空気の温湿度状態によって結露判定を行い断熱(保温)材の厚みを決めるため、負荷計算とは別の熱解析が必要となる。

(c) 内断熱

壁の内断熱では、梁や柱により断熱が途切れる部分が発生しヒートブリッジとなるケースがあり、このような場合、断熱材の巻揚げや立ち上げ立ち下げの補強が必要となる場合があるので留意が必要である。

(d) 外断熱

- ①外断熱と内断熱の熱負荷低減効果に大きな差は無いが、外断熱の蓄熱効果を利用する場

合は、別途熱伝導解析等が必要である。

②外断熱では、外装材の不燃性に考慮する必要がある。

(5) 効果

①本試算でも負荷ピーク削減効果は、事務所から共同住宅（共用部）で5%前後認められるが、設計上の留意点で示したように年間負荷では、内部発熱負荷の大きい事務所、商業施設（物販店舗）では年間負荷が微増している（図6-33）。

②内部発熱の小さい共同住宅（共用部）ではピーク削減効果は5%超で年間熱負荷も低減しているが、より効果的と思われる準寒冷地よりも温暖地の方が負荷ピーク、年間負荷とも低減している。これは本試算の標準仕様上、温暖地で単板ガラスに対し、準寒冷地では複層ガラスとして、外皮性能で断熱性能を高めているためと思われる（図6-33・図6-35）。

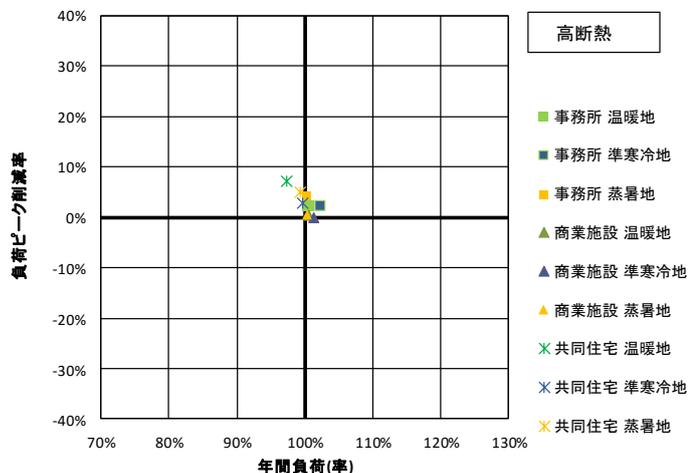
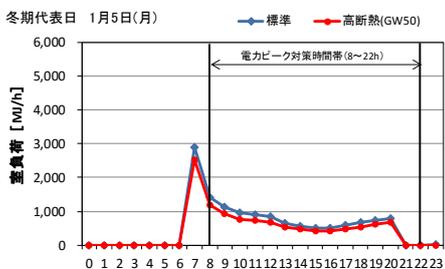
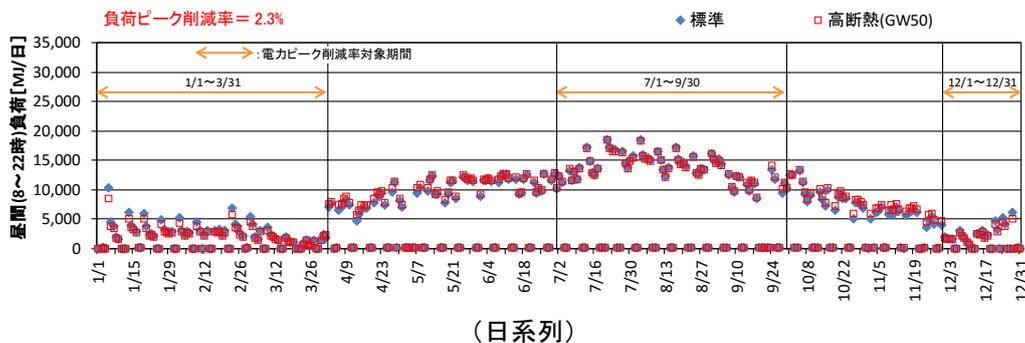
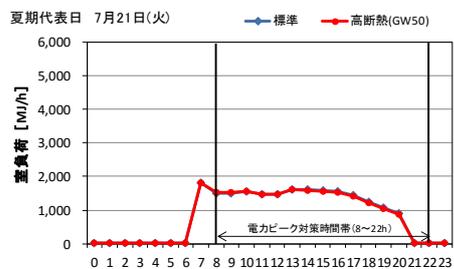


図6-33 負荷ピーク削減率と年間負荷(率)

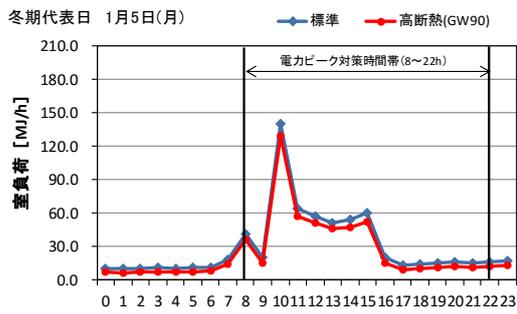
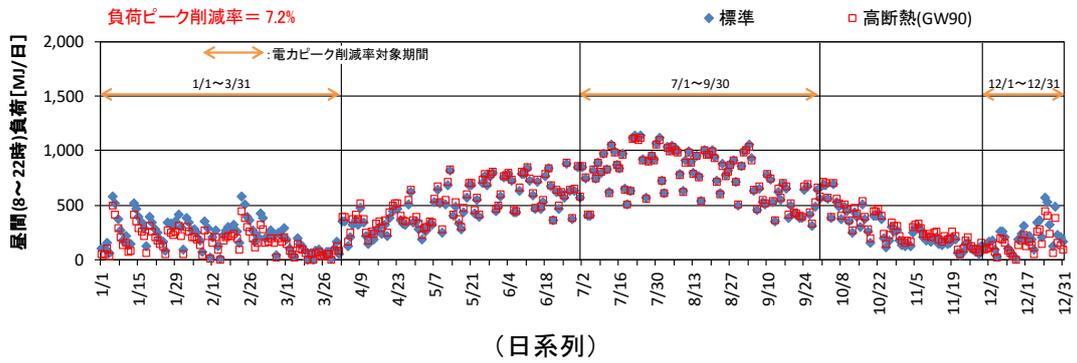


冬期最大日(時系列)

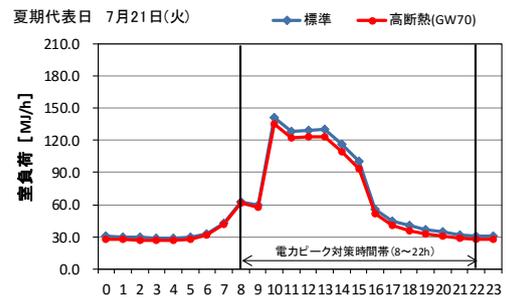


夏期最大日(時系列)

図6-34 室内負荷の推移(事務所・温暖地)



冬期最大日(時系列)



夏期最大日(時系列)

図6-35 室内負荷の推移(共同住宅・温暖地)

6.8.2 複層 Low-E ガラス

(1) 目的とポイント

ガラスからの日射侵入、貫流熱を減らし熱負荷を軽減する（図6-36）。

- ① 開口部である窓は、外気との温度差による貫流熱や日射侵入があるため、熱負荷に占める割合が大きいため対策が必要である。
- ② ガラスは、種類によって断熱性能や日射の遮蔽性能に違いがあるため熱負荷削減の観点から適切なものを選定する。
- ③ 窓ガラスの断熱性を高めることは、ガラスの室内側表面温度が室温に近づくことになり、放射環境が改善され、熱負荷の削減ばかりでなく、快適性の向上にもつながる。

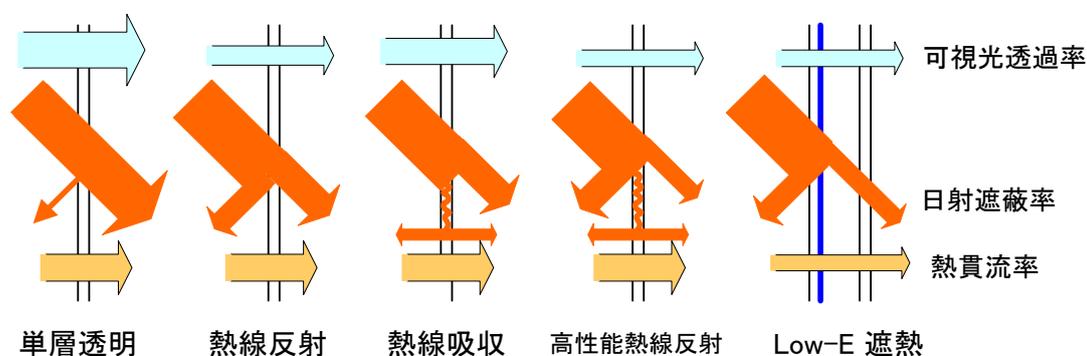


図6-36 窓ガラスの熱的性能の概念

(2) 窓ガラスの熱的性能

図6-37に一般的な窓ガラスの熱的性能を、熱貫流率と日射侵入率で示す。

日射は冬期の暖房負荷を低減する方向に働くが、非住宅建物では、直達日射はブラインドにより遮蔽されることが多く、熱貫流率が小さく、日射侵入率が小さいほど断熱性能がよく日射遮蔽性能がよいガラスほど、熱負荷低減効果は大きい。

(3) 複層 Low-E ガラス

- ① 複層 Low-E ガラスは、ガラスに特殊な金属膜をコーティングすることで日射遮蔽機能と高い断熱性能を兼ね備えた複層ガラスである。
- ② 遮熱タイプと断熱タイプがあり、遮熱タイプは、屋外側に Low-E ガラスを配し、屋外側の Low-E ガラスで太陽熱を吸収し、Low-E 膜が熱線を屋外に放射させることで遮熱効果が高くなる。
- ③ 断熱タイプは、室内側に Low-E ガラスを配したものである。
- ④ ミラーガラスとも言われる熱線反射ガラスは、太陽光の反射率が極めて高いが、反射光が光害となり近隣クレームを招くケースがある。

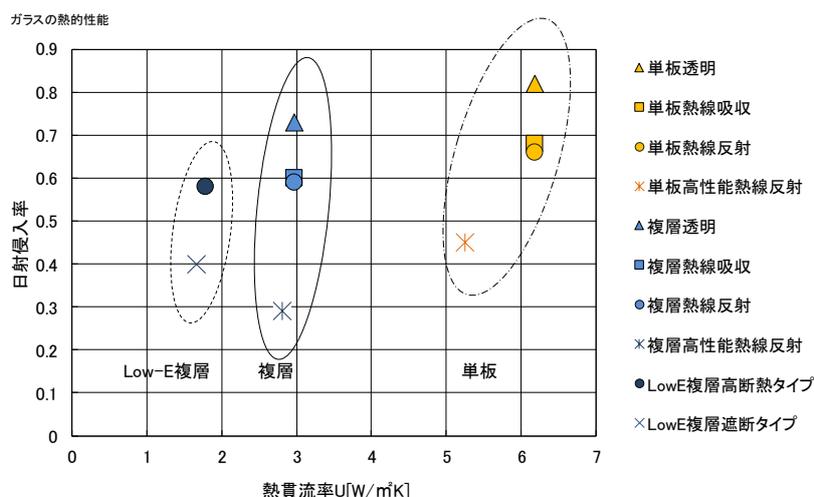


図6-37 窓ガラスの日射透過率と熱貫流率

(4) 設計上の留意点

(a) 一般事項

- ① 寒冷地など外気温度が低く暖房負荷の大きくなる地域では断熱性能が高いものを、暑熱地域では日射の遮蔽効果が大きいものを選択する。
- ② 複層 Low-E ガラスでは、遮熱タイプか断熱タイプとするかは地域や窓の方位等を考慮して検討する。
- ③ 熱線反射ガラスは、反射光が近隣環境へ悪影響を与えクレームの発生につながる事が多く注意を要するが、一方で反射光は暗部を明るくする利点もあるため効果的な設置を検討することも必要である。
- ④ ガラス面積が大きいカーテンウォール構造等では、特に階高が大きくなるエントランスなどではコールドドラフトの発生も懸念されるため、断熱性能の向上と共に設備システムでの対応も検討することが望ましい。

(b) 結露

- ① 断熱性能が低いガラスの場合、冬季の結露対策について検討を行うことが必要である。
- ② 寒冷地では複層ガラスの採用が多いが、加湿を計画的に行う施設においては検討が必要である。
- ③ ガラス面だけでなくサッシでの結露に関しても注意が必要である。

(5) 効果

①内部発熱の大きい事務所、商業施設（物販店舗）でも5%未満ではあるものの負荷ピーク削減、年間熱負荷低減効果が認められる（図6-38、図6-39、図6-40）。

②内部発熱の小さい共同住宅で、温暖地では夏期の日射進入抑制効果、冬期の断熱性能向上によるピーク削減効果は大きく負荷ピーク削減25%超、年間熱負荷でも15%程度低減している（図6-38・図6-41）。

③より効果的と思われる準寒冷地よりも温暖地の方が負荷ピーク、年間負荷とも低減している。これは本試算の標準仕様上、温暖地で単板ガラスに対し、準寒冷地では複層ガラスとして、外皮性能で断熱性能を高めているためと思われる（図6-38）。

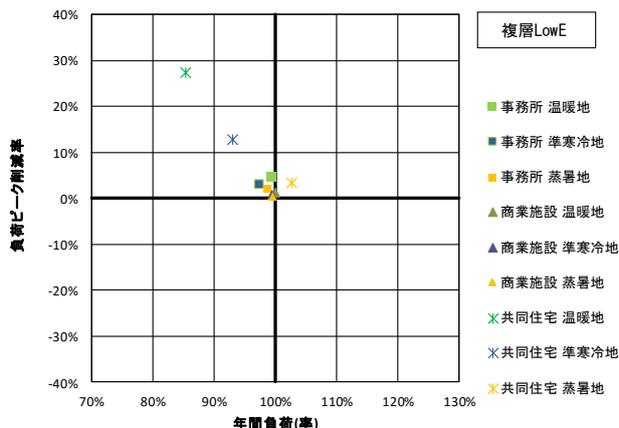


図6-38 負荷ピーク削減率と年間負荷(率)

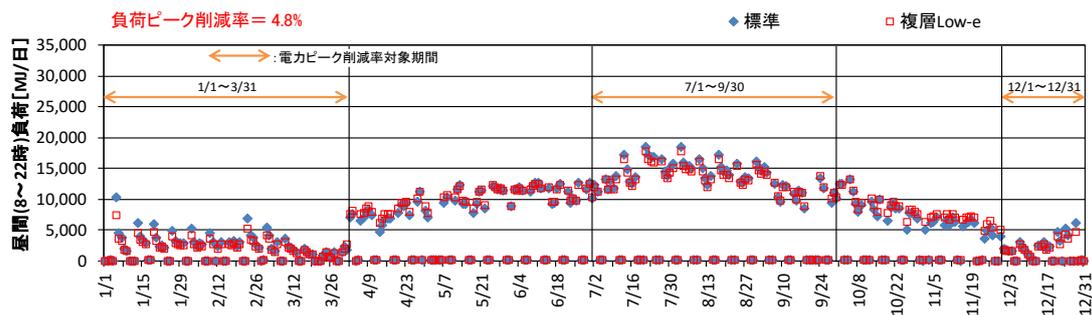
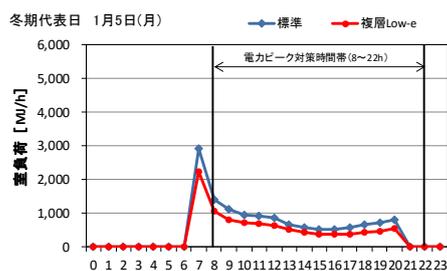
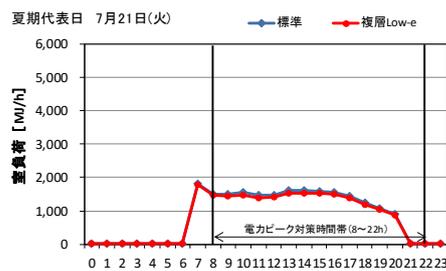


図6-39 室内負荷の推移(事務所・温暖地) (日系列)

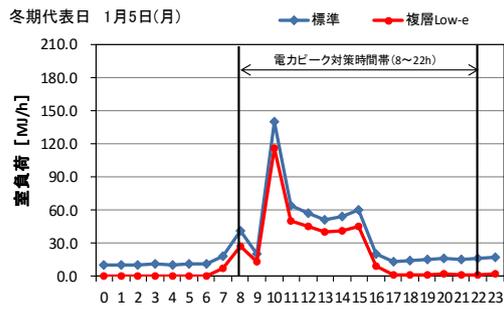
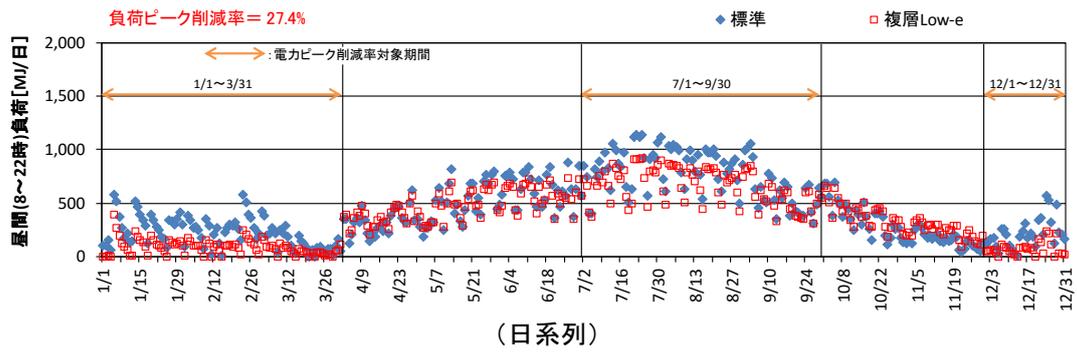


冬期最大日(時系列)

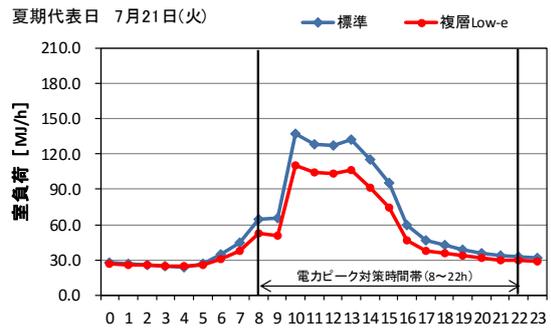


夏期最大日(時系列)

図6-40 室内負荷の推移(事務所・温暖地) (時系列)



冬期最大日(時系列)



夏期最大日(時系列)

図6-41 室内負荷の推移(共同住宅・温暖地)

6.8.3 エアフローウィンドウ

(1) 目的とポイント

窓からの熱負荷を抑制し、窓周りの温熱環境を向上する。

エアフローウィンドウは、窓からの日射侵入、ガラス貫流熱を軽減することを目的として提案された窓システムである。

(2) システム構成と原理

エアフローウィンドウでは、図6-43に示すように、侵入した日射をブラインドで吸収し、このブラインドに室内空気を通風し、ブラインドの熱を除去する。

- ①暖められた通風空気は、夏季は排出、冬季は回収する等、季節によって使い分ける場合もある。
- ②内外ガラスの間にブラインドを内蔵したサッシ構造とするタイプ(エアフローウィンドウ)、内側ガラスをロールスクリーン等で代用するタイプ(簡易エアフローウィンドウ)、内側ガラスを設けずブラインドに直接吹き付けるタイプ(エアバリアウィンドウ)等がある。
- ③簡易なほどコストは低減できるが、日射熱の除去能力に欠け、窓システムとしての日射遮蔽効果は低下する。

(3) 窓周りの温熱環境の向上

- ①窓周りは、日射や外気温度によって夏暑く、冬は寒くなる。また時刻変動も大きいので冷暖房が不可欠であったが、エアフローウィンドウにより変動が安定することや内側ガラス温度が室温に近づくため温熱環境が改善され、空調をせずに許容できるエリアとすることができるペリメータレス空調が実現できる。
- ②簡易タイプでは、ペリメータレス空調には至らないものの環境改善効果は期待できる。
- ③日射熱により夏季は上昇流、冬季はガラス面の温度が低いことで下降流が発生しコールドドラフトや上下温度差を生じ温熱環境を悪化させるが、エアフローウィンドウでは、これらを回避できる。

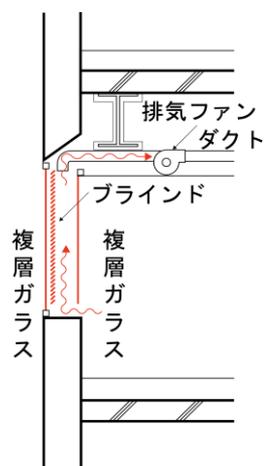


図6-42 エアフローウィンドウの構成

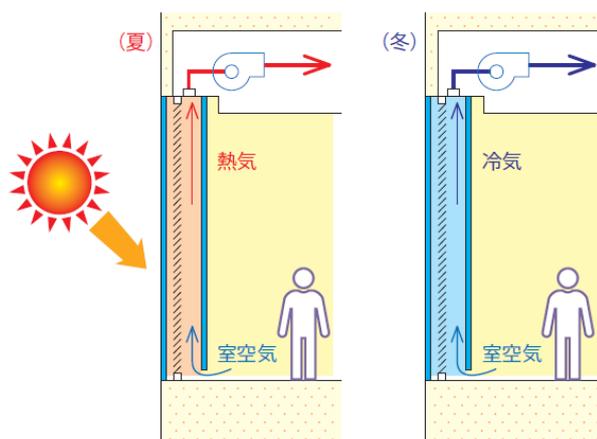


図6-43 エアフローウィンドウの原理²⁾

(4) 設計上の留意点

(a) 一般事項

- ① 一般に通風空気は、夏期排出、冬期回収となるが、中間期には冷暖房負荷が混在する、また内部発熱の多い建物では、冬季にも冷房負荷が発生するなど状況は複雑である。状況に応じた運用ができるように配慮する。
- ② 通風するためにガラス面が汚れるので、通常は、室内側を開放できる構造とするなど、内部の清掃ができる構造とする。
- ③ エアフローウィンドウは躯体内側に設置するため、採用する場合は室内面積が減少する。

(b) 通風量

- ① エアフローウィンドウは、通風量が多くなるほど熱的性能は向上するが、通風空気を外部へ排出する場合は、すきま風の誘発など居室での給排気バランスに注意が必要である。
- ② エアフローウィンドウに通風する空気は、夏期のみならず、冬期でも結局は排出されるので、通風量分はどうしても取入れ外気量は増加することになるため、この外気導入量の増加による外気負荷の増加と通風による窓周りの負荷低減効果のバランスを鑑みて通風量を決定することが必要である。

(c) 結露対策

外側ガラスの室内側表面の環境条件は、通常の窓ガラスとほぼ同等であるため、結露した場合に容易にふき取れるサッシ構造とする。

(5) 効果

用途からして共同住宅の共用部にエアフローウィンドウを設置するケースは考えられないため、ここでは、事務所と商業施設（物販店舗）

について検証する。

- ① 事務所建物では、負荷ピーク削減率、年間負荷

低減効果共、準寒冷地～蒸暑地で概ね 10%と大きい。

- ② 商業施設（物販店舗）では事務所よりも窓面積が小さいため各地域とも 3%以下に留まっている。

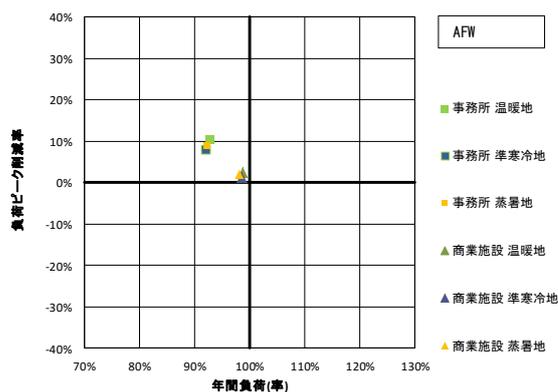


図6-44 負荷ピーク削減率と年間負荷

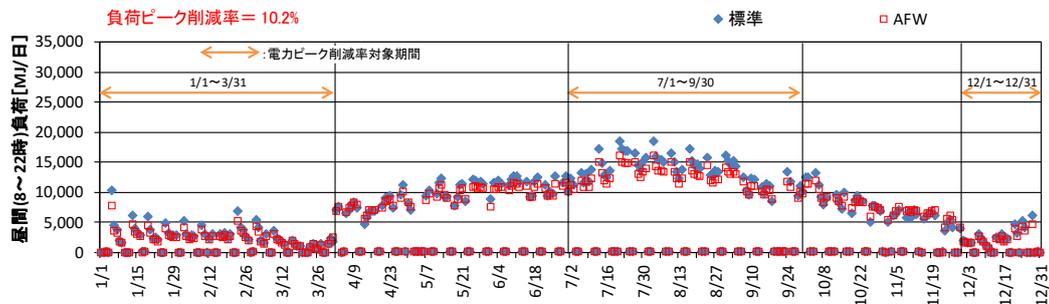


図6-45 室内負荷の推移(日系列:事務所・温暖地)

6.8.4 高効率熱源機

(1) 目的とポイント

非住宅建物のエネルギー消費量のうち大きな割合を占める空調設備の熱源機に高効率機器を採用することで、電力ピーク削減と省エネルギーを図る。

(a) 熱源機の効率 (COP)

熱源設備の基本的な性能指標として通常は熱源機器単体のエネルギー効率を成績係数 (Coefficient Of Performance) で示す。

$$\text{冷凍機COP} = \frac{\int \text{能力} dt [\text{MJ}]}{3.6 [\text{MJ}/\text{kW}\cdot\text{h}] \times \text{電力量} [\text{kW}\cdot\text{h}]} \quad (6.1)$$

(b) 高効率熱源機

一般に高効率熱源機とは、概ねターボ冷凍機 COP= 6.0、水冷式チラーCOP=5.0、空冷ヒートポンプ 4.0 (エネルギー需給構造改革投資促進税制 (エネ革税制)) 以上のエネルギー効率の電動熱源機を対象とする。

表6-50 各種電動冷凍機の定格時成績係数(概略値)

機種		COP	備考
回転式冷凍機	水冷	3.5~3.6	
	空冷	2.5~4.0	散水なし
		3.4~4.8	散水あり
遠心式冷凍機	水冷	4.5~5.5	
		(5.3~6.4)	高効率型

(c) 台数分割と一次ポンプ

熱源機器の台数分割 (台数・容量) は建物の規模・用途、熱負荷 (最大熱負荷・熱負荷変動) への追従性、機器効率、保守点検を総合的に検討して決定する。なお、一次ポンプは原則的に熱源機器に対して各々1台ずつ設置する。本件効果試算では、基本的に熱源機は最大熱負荷 50%×2台、一次ポンプは熱源毎に設置している。

(d) 部分負荷特性

COP が定格条件での機器効率を示すのに対し、実際の熱負荷は図6-46に示す様に、年間熱負荷計算では60~70%の負荷率頻度が多く、実測値ではさらに10%~20%の低負荷運転が支配的となっている。そのため熱源機も定格運転は僅かで、部分負荷運転がほとんどを占めているため、運転効率も、部分負荷特性を重視すべきであり、各メーカーでもモジュール化+台数制御) やインバーター搭載とするなど部分負荷運転の向上を図っている。設計段階でもこれらを鑑みて構築する熱源システムのエネルギー性を検証することが必要である。

(e) モジュールヒートポンプ

モジュールヒートポンプは、100kW 程度のヒートポンプを基本モジュールとして複数隣接設置して圧縮機を台数制御することで、部分負荷特性の向上を図っている。加えて搬入の容易性、冷暖同時運転、モジュール毎のデフロスト運転などモジュール化による利便性の向上から採用例が増加している。

本件での効果試算でも事務所と商業施設（物販店舗）には高効率熱源機としてモジュール型を採用し検証した。また Web プログラム（平成 25 年省エネルギー基準の一次エネルギー算定）上での熱源機性能特性（最大能力比・最大入力比・部分負荷特性）の例を図 6-48 ~ 図 6-53 に示す。なお、共同住宅（共用部）は個別分散ビルマルチ方式としている。

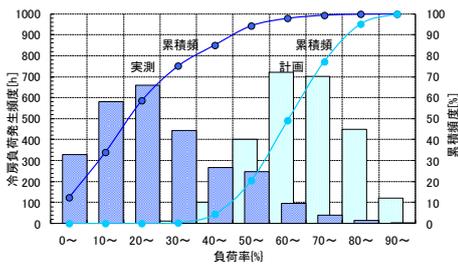


図6-46冷房負荷率別頻度(東京・事務所ビル)

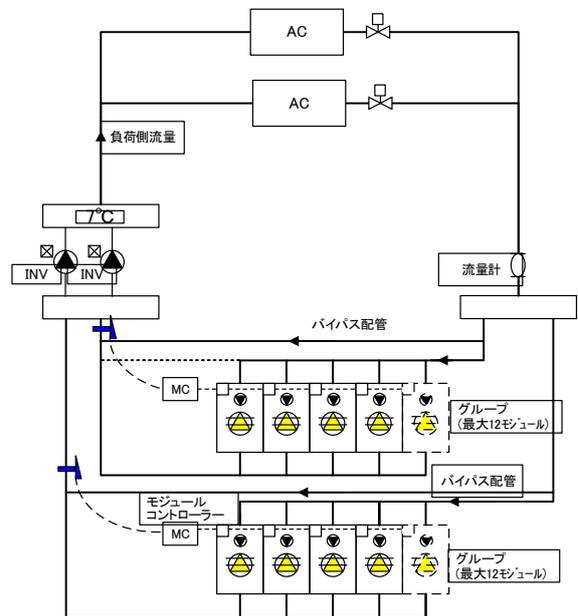


図6-47モジュールヒートポンプ変流量方式の配管システム例

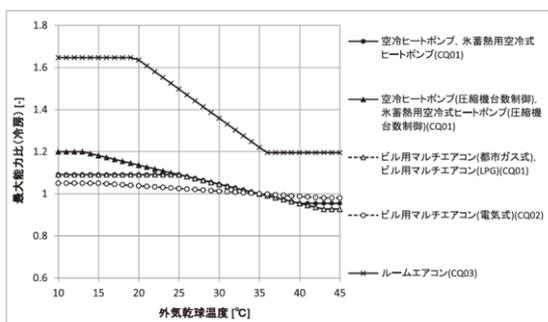


図 2.1D.1 空冷式熱源の冷房運転時の最大能力比特性

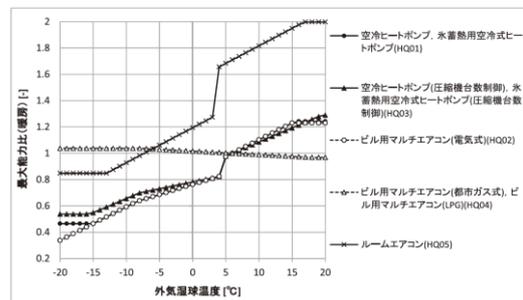


図 2.1D.5 空冷式熱源の暖房運転時の最大能力比特性

図6-48空冷式熱源の冷房運転最大能力比特性³⁾ 図6-49空冷式熱源の暖房運転最大能力比特性³⁾

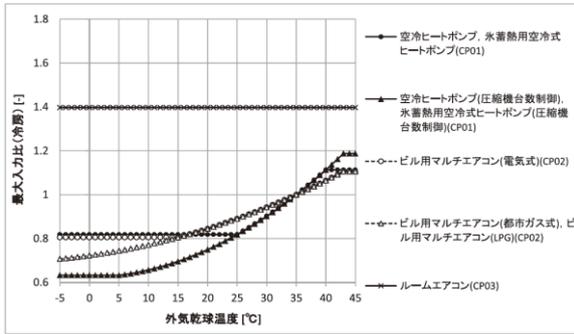


図 2.1D.2 空冷式熱源の冷房運転時の最大入力比特性

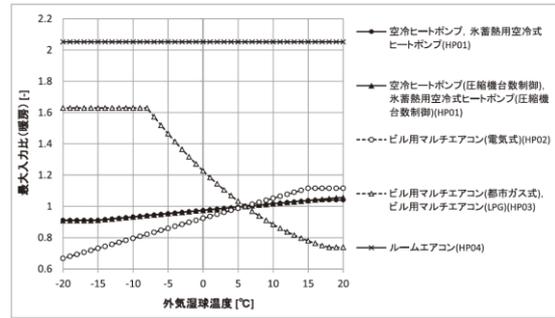
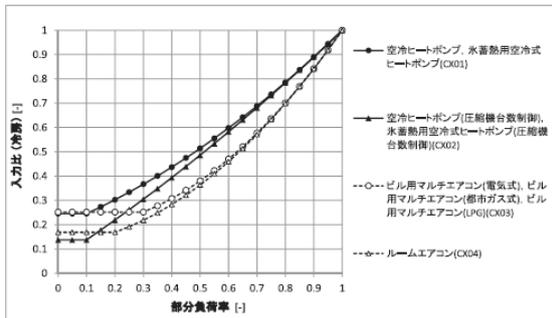


図 2.1D.6 空冷式熱源の暖房運転時の最大入力比特性

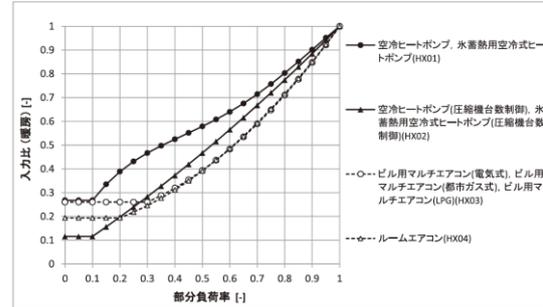
図6-50空冷式熱源の冷房運転時最大入力比特性³⁾

図6-51空冷式熱源の暖房運転時最大入力比特性³⁾



【条件】 空冷ヒートポンプ 外気温度 35℃ DB、冷水入口温度 14 → 冷水出口温度 7℃
ビル用マルチエアコン 室外側 35℃ DB、室内側 19℃ WB

図 2.1D.3 空冷式熱源の冷房運転時の部分負荷特性



【条件】 空冷ヒートポンプ

外気温度 6℃ WB、温水入口温度 40 → 温水出口温度 45℃
空冷ヒートポンプ (圧縮機台数制御)

外気温度 6℃ WB、温水入口温度 38 → 温水出口温度 45℃
ビル用マルチエアコン 室外側 6℃ WB、室内側 20℃ DB

図 2.1D.7 空冷式熱源の暖房運転時の部分負荷特性

図6-52空冷式熱源の冷房運転時部分負荷特性³⁾

図6-53空冷式熱源の暖房運転時部分負荷特性³⁾

(2) 効果

- ① 事務所と商業施設（物販店舗）では高効率熱源機採用による熱源 COP の向上がそのまま電力ピーク削減効果と省エネルギー効果に反映している。電力ピーク削減、省エネルギー効果は、準寒冷地から温暖地では 10%程度である（図 6-54）。
- ② 共同住宅（共用部）では、事務所、商業施設（物販店舗）でのモジュールヒートポンプに比べ、個別分散型ビルマルチ方式で高効率化による熱源 COP の向上はそれほどでもないため、電力ピーク削減、省エネルギー効果は 5%以下に留まっている。
- ③ 地域別の電力ピーク削減効果では、準寒冷地、温暖地、蒸暑地の、建物種別では商業施設、事務所の傾向はあるものの大きな差はなく、いずれも 10%程度の効果である（図 6-55 ~ 図 6-57）。

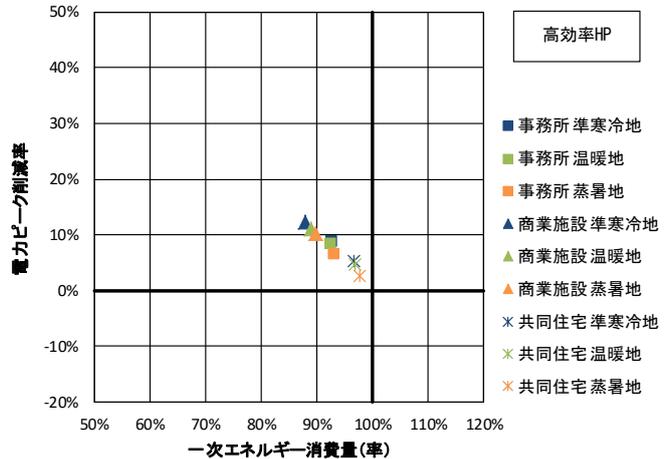


図6-54 電力ピーク削減率と省エネルギー率

④ 準寒冷地では暖房時の外気温度の低下による運転効率の低下によって、昼間電力量が増大しており、電力ピーク削減効果にも顕れている。(図6-56)。

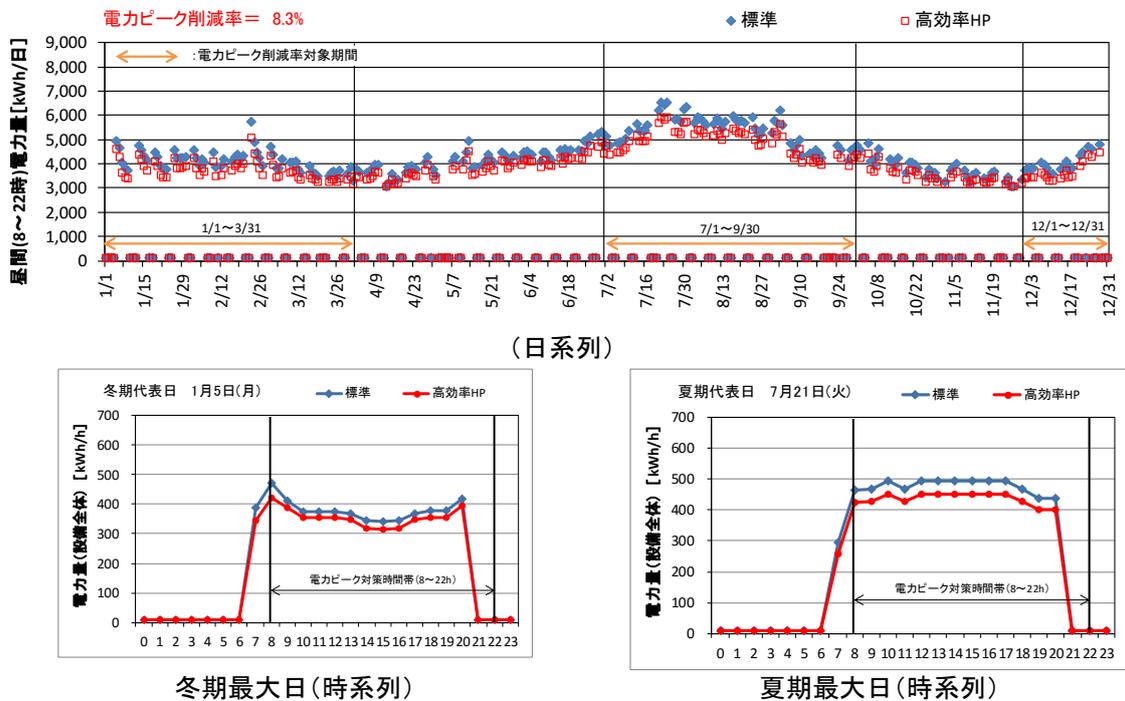


図6-55 昼間電力量の推移(事務所・温暖地)

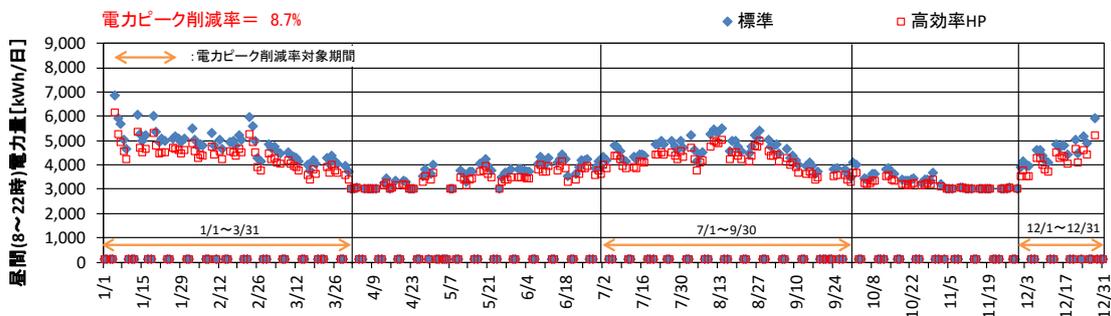


図6-56 昼間電力量の推移(日系列:事務所・準寒冷地)

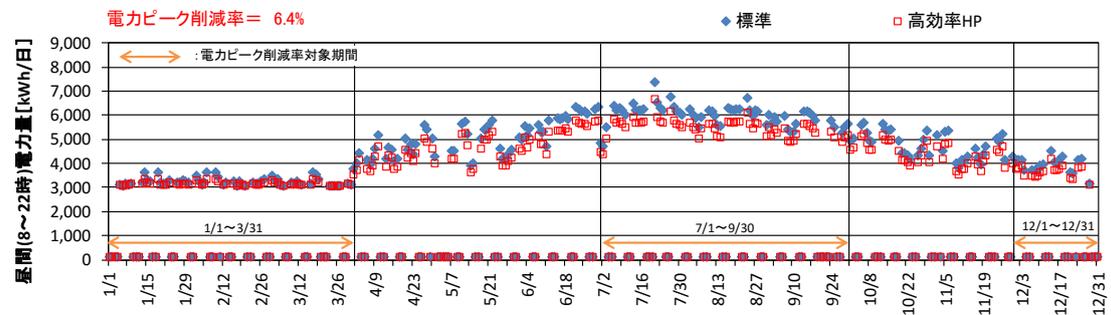


図6-57 昼間電力量の推移(日系列:事務所・蒸暑地)

6.8.5 蓄熱式空調システム

(1) 目的とポイント

蓄熱式空調システムは、電力ピークの低減、省エネルギーを目的として、熱源運転時間帯を延長、夜間に蓄えた熱を昼間の空調負荷に用いることで、熱源機器容量を低減し、高効率運転で対応するシステムである。

図6-58に蓄熱式空調システムの運転パターン、図6-59、図6-60に、非蓄熱式空調システム図と蓄熱式空調システム図を示す。

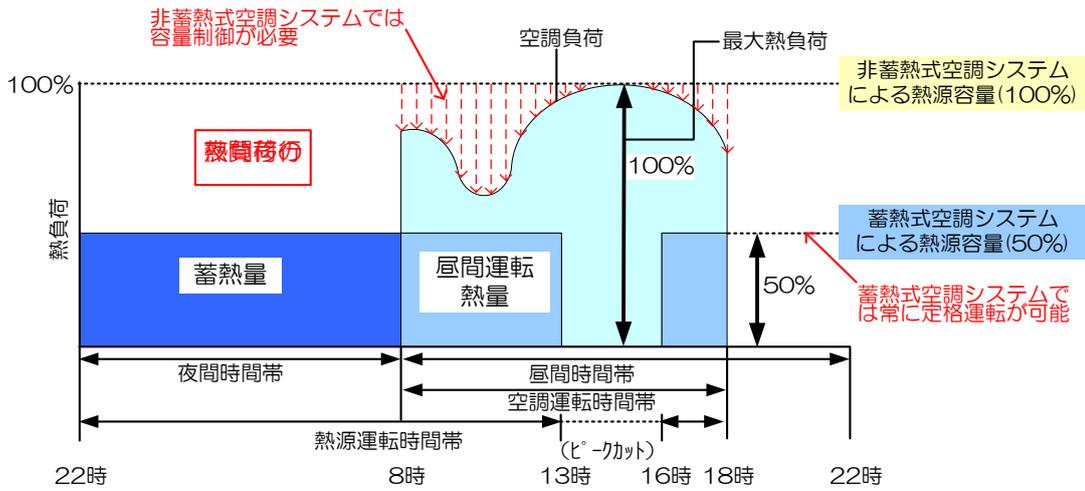


図6-58 蓄熱式空調システムの運転パターン

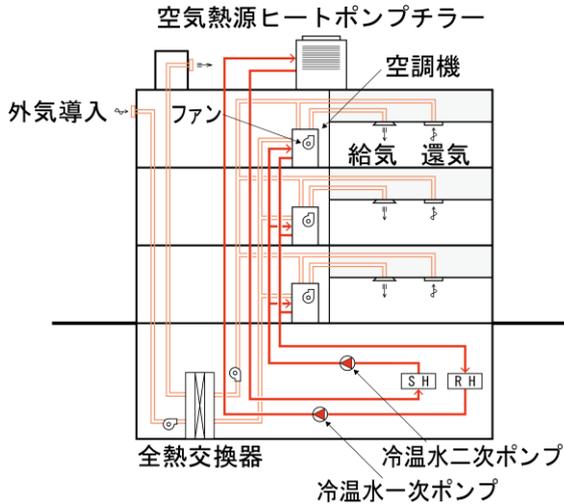


図6-59 非蓄熱式空調システム図

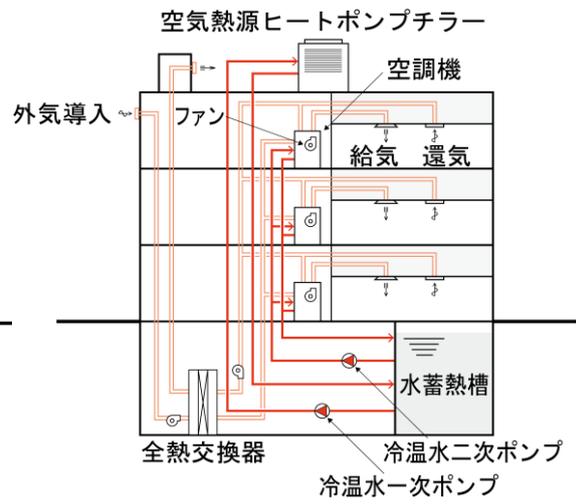


図6-60 蓄熱式空調システム図

(2) 設計フロー

蓄熱式空調システムの設計フローを以下に示す。

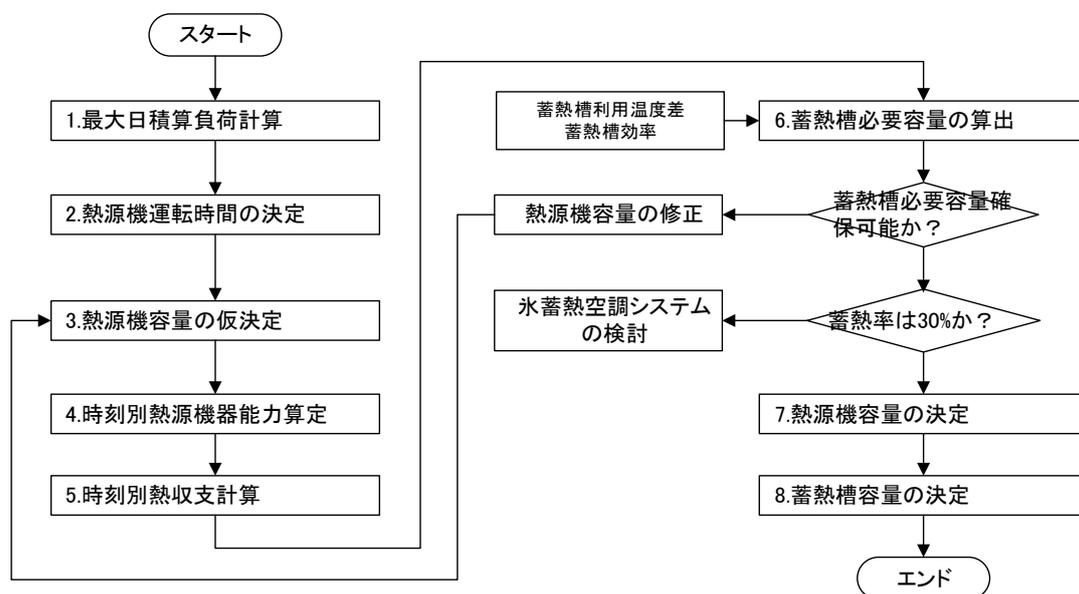


図6-61 蓄熱式空調システムの設計フロー

(3) 設計上の留意点

- ① 電力ピーク削減や省エネルギーに有効な蓄熱槽を確保するため、建築計画初期段階で蓄熱槽形式と槽容量を決定しておくことが必要である（地下ピットの利用等）。
- ② 蓄熱することで熱源容量は低減できるが、配管系を開放回路とした場合は搬送機器動力の増大と空気混入による機器腐食への抑制対策が必要である（熱交換器による閉回路化）。
- ③ 熱源機は、全て標準で容量制御機構を有しているので、的確に全負荷運転・容量制御できる制御設計が必要で施工時・引渡時の設定、運用段階でも留意が必要である。
- ④ 蓄熱量（ Q_s [MJ/日]）は蓄熱槽容量（ V_s [m^3]）、蓄熱槽効率（ η_v ）と利用温度差（ Δt [K]）で決定されるため、i）適切な通気管、オーバーフロー管の設置、必要水深の設定による蓄熱槽容量の確保、ii）蓄熱槽効率を高める連通管の口径、配置計画、iii）蓄熱槽利用温度差を確保・拡大できる二次側配管システムを構築する。（ $Q_s = C \times \rho \times \eta_v \times V_s \times \Delta t$ C :水の比熱 4.186[kJ/(kg·K)] ρ :水の密度 1000[kg/ m^3]）
- ⑤ 蓄熱式空調システムでは空調二次側利用温度差の確保、拡大が設備設計の要であるため、水側搬送システムは完全変流量方式とした上で大温度差化を図り所定の温度差の確保・拡大に努める。
- ⑥ 蓄熱槽を地下ピット利用する場合は、一次、二次ポンプともピット上部に設置するため、落水するケースもあり、落水防止のためには、ピット内に冷温水ポンプを設置することも検討する。この場合、蓄熱槽容量がポンプピット分は減少するため、槽効率の高効率化、利用温度差の拡大によって蓄熱量を確保する。

(4) 効果

- ①蓄熱式空調システムの省エネルギー効果は数%に留まっているが、電力ピーク削減効果は大きく、事務所、商業施設（物販店舗）、準寒冷地から蒸暑地まで15~40%と大きい（図6-62）。
- ②地域別の電力ピーク削減効果では準寒冷地、温暖地、蒸暑地の順である。これは蓄熱式空調システムの従来目的である夏期の電力ピーク削減効果に加えて、冬期のピーク電力削減効果が効いているためである。蒸暑地では冬期暖房負荷がないため冬期の効果はないが温暖地では冬期昼間熱源運転が発生しないこと、準寒冷地では日最大熱負荷日には蓄熱システムでも昼間運転が発生するもの期間を通しては蓄熱による夜間運転が支配していることで電力ピーク削減効果が大きくなっているためである（図6-63~図6-65）。
- ③準寒冷地では暖房時の外気温度の低下による運転効率の低下によって、ピーク電力量が増大しており、ピーク電力削減効果にも顕れている（図6-64）。
- ④蒸暑地では省エネルギー率で逆に若干増となっているが、これは熱源容量で蒸暑地が最も大きいうえに、設計上の留意点②で述べたように、本試算の蓄熱式空調システムでは搬送系を開放回路としたため、ポンプ搬送動力が非蓄熱システムよりも増大したためである。こういった場合は設計上の留意点⑤で示すように閉回路化・大温度差化するなどの対策が必要となり、蓄熱式空調システム設計の要点のひとつでもある（図6-62）。

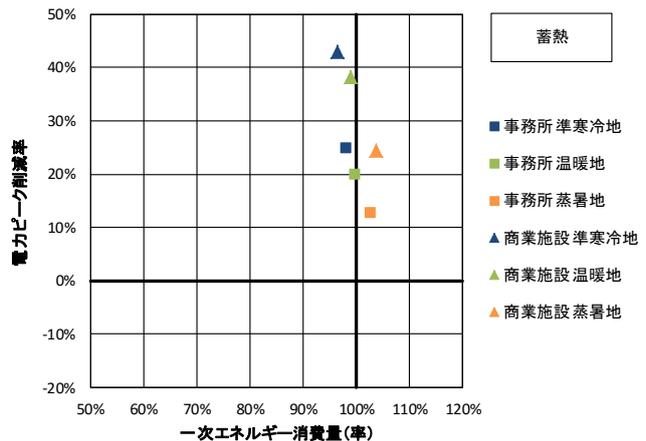
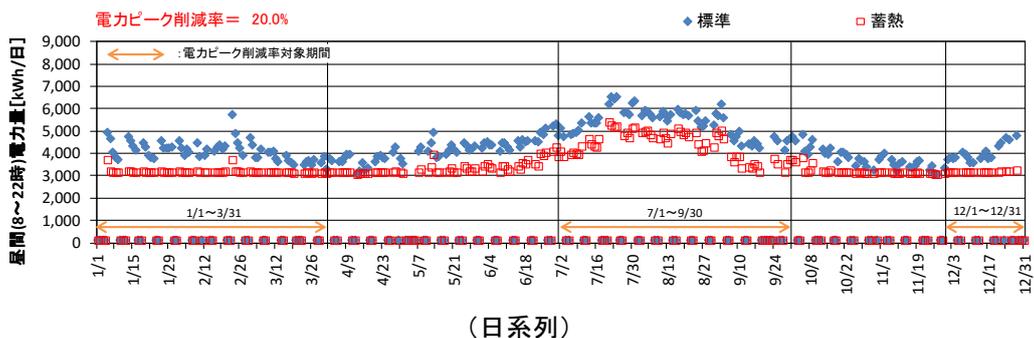
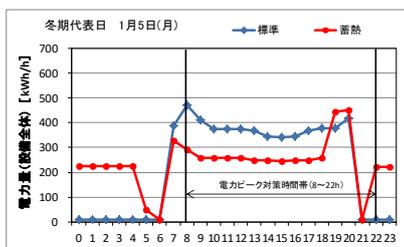


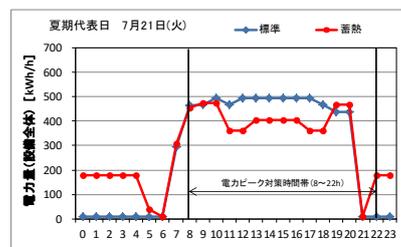
図6-62 電力ピーク削減率と省エネルギー率



(日系列)

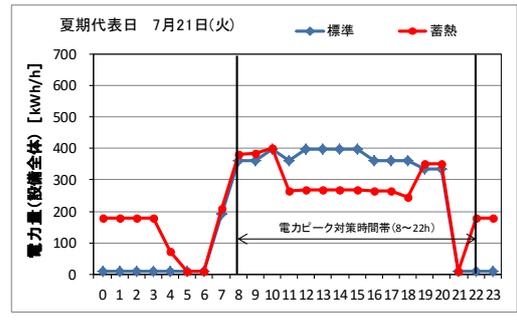
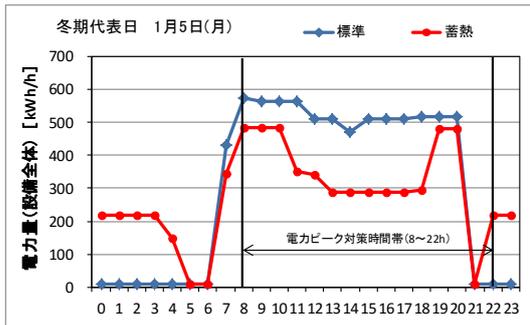
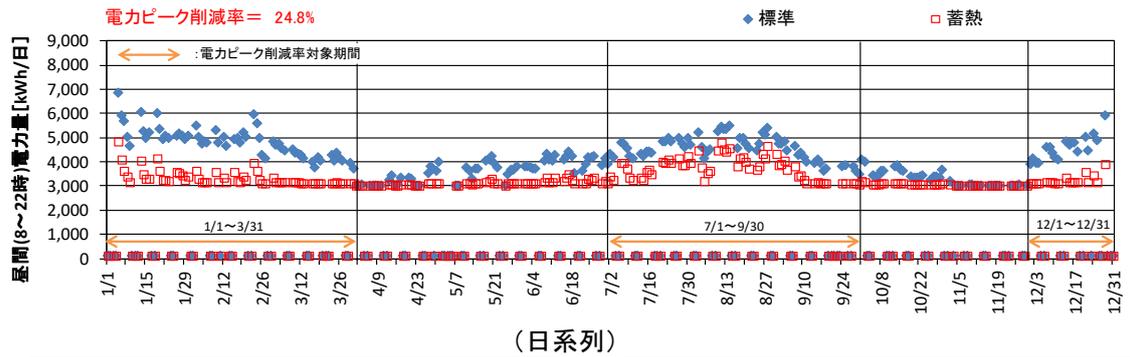


冬期最大日(時系列)



夏期最大日(時系列)

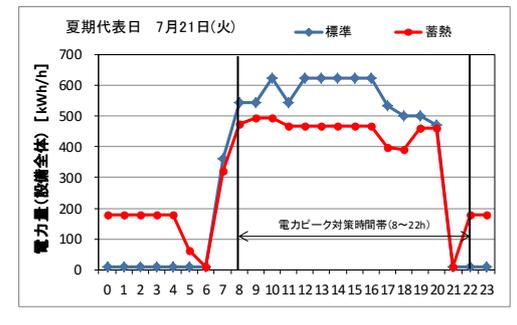
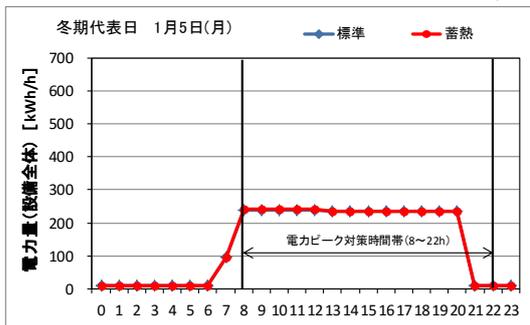
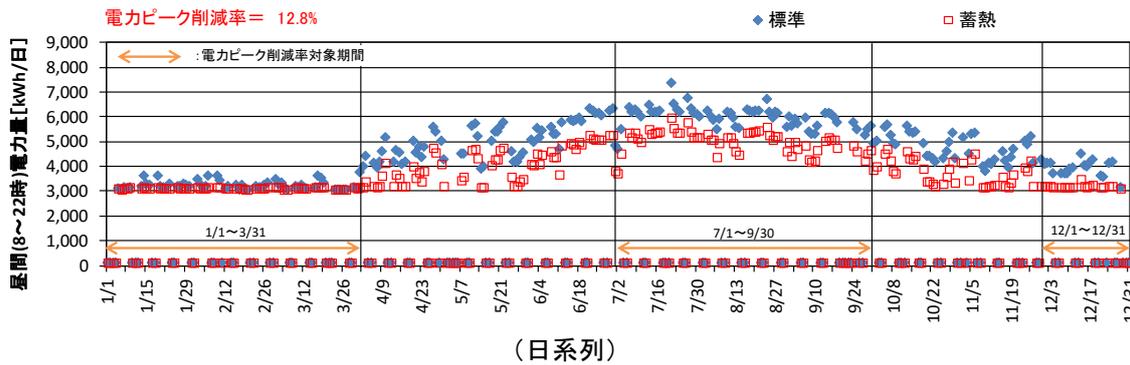
図6-63 昼間電力量の推移(事務所・温暖地)



冬期最大日(時系列)

夏期最大日(時系列)

図6-64 昼間電力量の推移(事務所・準寒冷地)



冬期最大日(時系列)

夏期最大日(時系列)

図6-65 昼間電力量の推移(事務所・蒸暑地)

6.8.6 地中熱利用ヒートポンプシステム

(1) 目的とポイント

地中熱利用は、以下①～⑥の大地の蓄熱および熱源としての基本的な特性を利用して、工業・農業の冷却、融雪、冷暖房・給湯での省エネや電力ピークの削減を図るものである。図6-67～図6-68に地中熱利用ヒートポンプシステムの形態例を示す。

- ①大地はどこにでも存在し利用可能（一般性）
- ②安全・安価（安全・低廉性）
- ③一定温度（恒温性）→温度差エネルギーポテンシャルが大きい（熱源性）
- ④大きな熱容量と比較的小さな伝熱性能（蓄熱性）
- ⑤大地の熱物性値は地盤の種類・含水率、地下水の状態に影響される（場所への依存性）
- ⑥地下水がある場合は、蓄熱は散逸する（散逸性）

地中の温度は外気温に比べると年間を通して変化が小さいため、夏は冷熱源、冬は温熱源として利用できるうえ、外気温と地中の温度差が大きいこと、空気よりも熱容量の大きな地下水や地盤と熱をやりとりすることにより、空気を熱源とする冷凍機やヒートポンプよりも高効率運転が可能で、省エネルギーと電力ピークの削減が可能である（図6-66）。

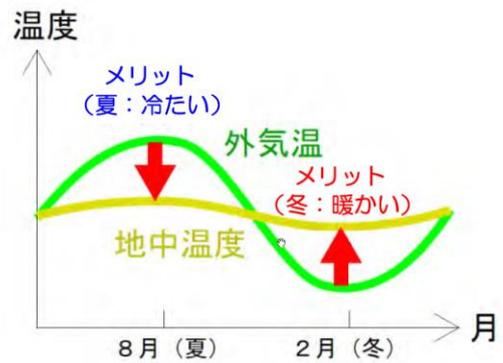


図6-66 外気温と地中温度

地中熱利用ヒートポンプは夏には排熱を外気に放出しないため、ヒートアイランド現象の緩和も期待できる。

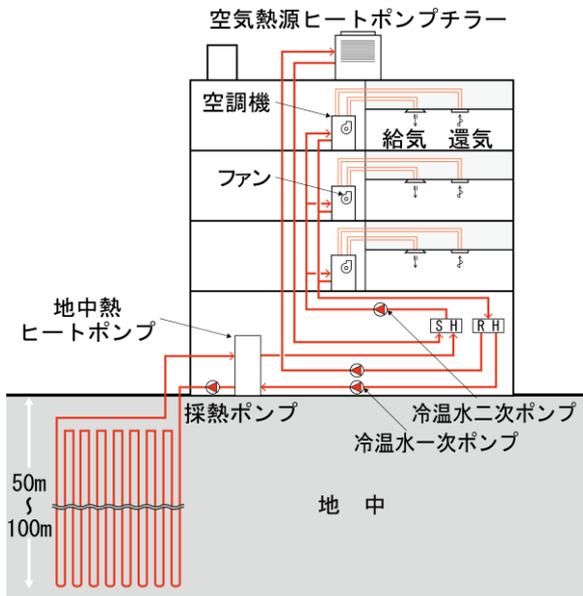


図6-67 地中熱利用ヒートポンプシステム
(クローズドループ方式)

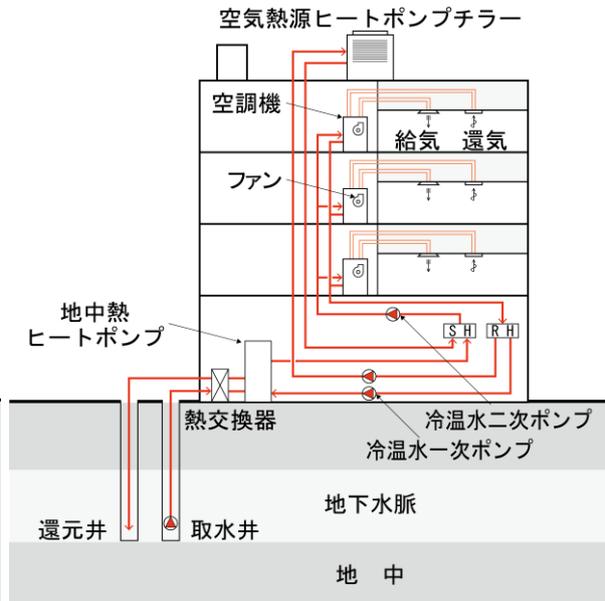


図6-68 地下水利用ヒートポンプシステム
(オープンループ方式)

(2) 設計フロー

地中熱利用ヒートポンプシステムの設計フローを図6-69に示す。

本件の効果の試算ではクローズドループ方式、熱交換器の種類はダブルUチューブ型、配管方式はヘッダー方式とした。

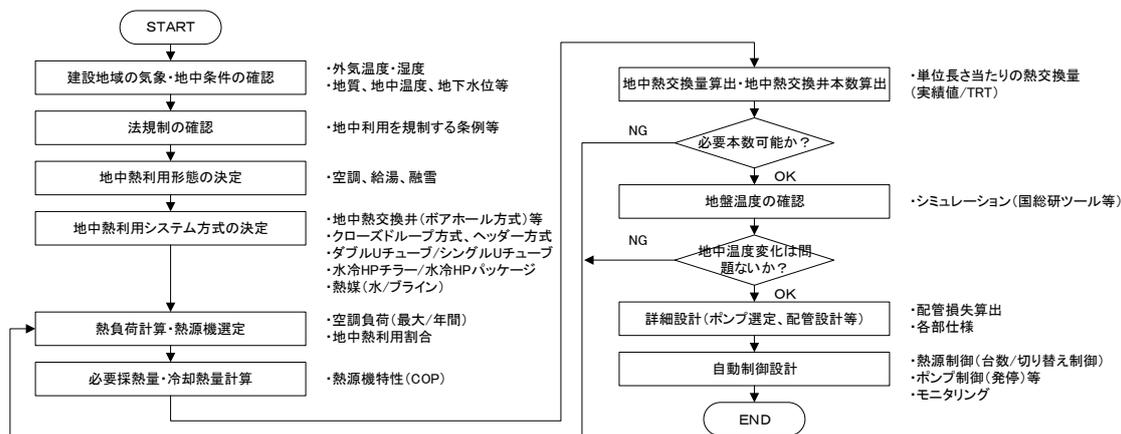


図6-69 蓄熱式空調システムの設計フロー

(3) 設計上の留意点

- ①地下水・地盤環境の保全や熱利用効率の維持の観点から適切な利用方式の選定には、主として a) 年間の利用方法（採排熱・冷暖房バランス）の想定、b) 利用可能な深さ（概ね深度 0～100m）での地下水の有無から利用方式を決定する。
- ②利用方式や設置地域の条件（熱交換量、地下水の有無・水質、揚水規制など）によっては、周辺の地中熱利用や地下水地盤環境への影響に留意する。
- ③地中熱利用の大きな施設を設置する地域、また、採排熱負荷の小さな施設でも高い密度で設置し、冷房・暖房のいずれかに偏った利用をする場合は、設計段階で地中熱ヒートポンプの稼働時間、熱媒温度の設計条件等をシミュレートしたうえで、地中の熱環境の変化や地下水・地中熱利用への影響をモニタリングできるようにしておく必要がある。

(4) 効果

- ① 事務所と商業施設（物販店舗）では地中熱利用による熱源 COP の向上が、そのまま電力ピーク削減効果と省エネルギー効果に反映している。電力ピーク削減、省エネルギー効果は、準寒冷地から温暖地では 10～20% と大きい（図 6-70）。
- ② 共同住宅では、地中熱利用により熱源単体 COP は向上するが、本ケースではポンプを含めた熱源システム COP は空気熱源機とほぼ同等となるため、電力ピーク削減、省エネルギー効果はなく、標準システムと同等の結果となっている（図 6-70）。
- ③ 地域別の電力ピーク削減効果では、準寒冷地、温暖地、蒸暑地の順である。地中熱利用による夏期の電力ピーク削減効果に加えて、冬期のピーク電力削減効果が効いているためである。蒸暑地では冬期暖房負荷がないため他の地域に対し効果が半減している（図 6-71～図 6-75）。
- ④ 特に準寒冷地では暖房時の外気温度の低下による運転効率の低下により、空気熱源機のピーク電力量が増大し、地中熱利用ヒートポンプでの削減効果が大きくなっている（図 6-74）。

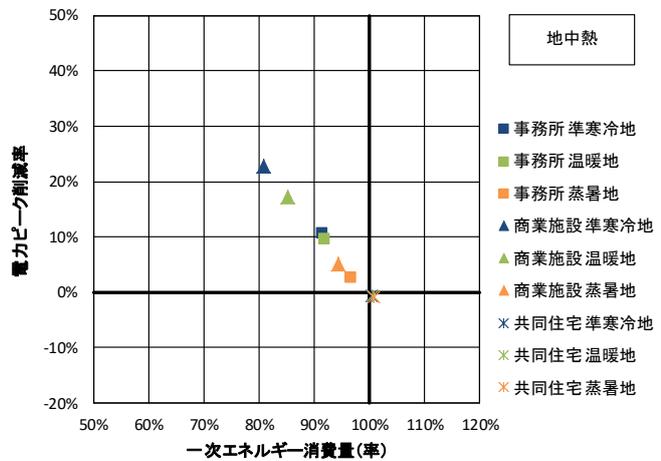


図6-70 電力ピーク削減率と省エネルギー率

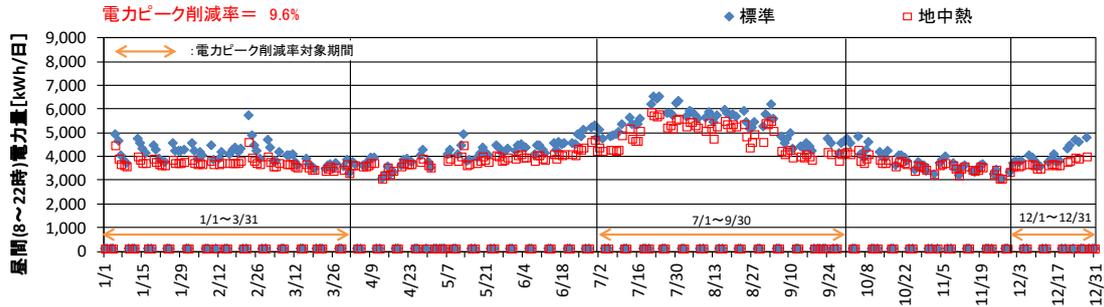
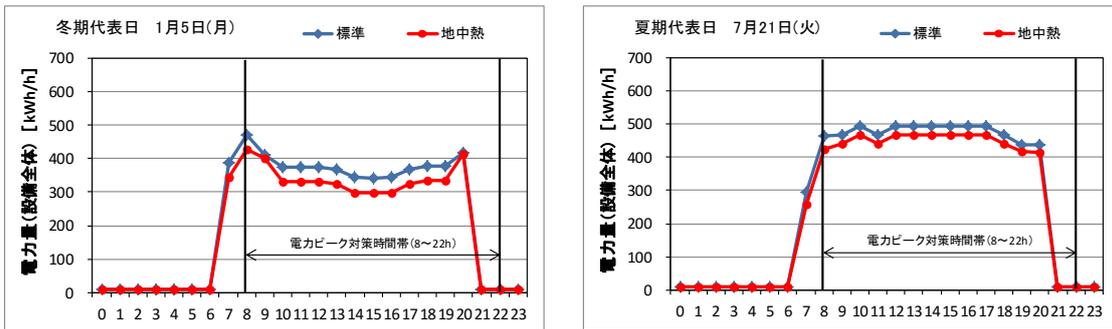


図6-71 昼間電力量の推移(事務所・温暖地) (日系列)



冬期最大日(時系列)

夏期最大日(時系列)

図6-72 昼間電力量の推移(事務所・温暖地) (時系列)

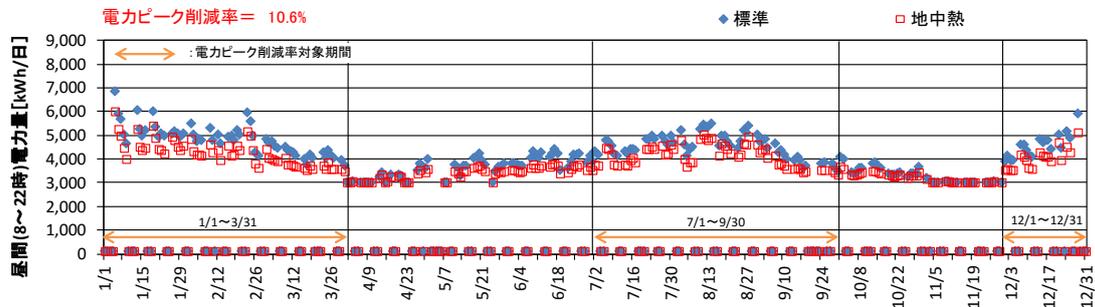
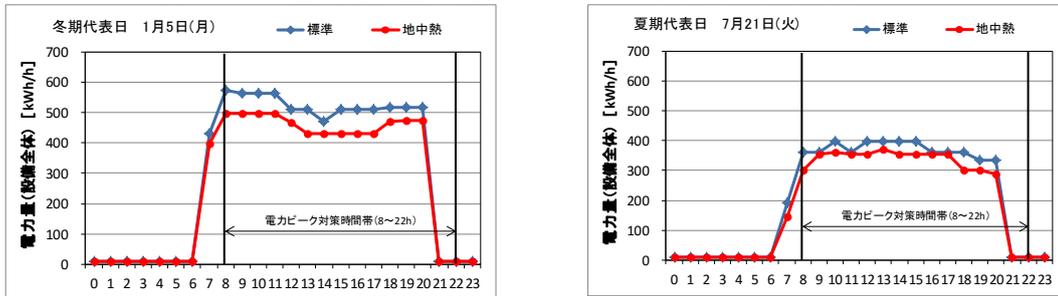


図6-73 昼間電力量の推移(事務所・準寒冷地) (日系列)



冬期最大日(時系列)

夏期最大日(時系列)

図6-74 昼間電力量の推移(事務所・準寒冷地) (時系列)

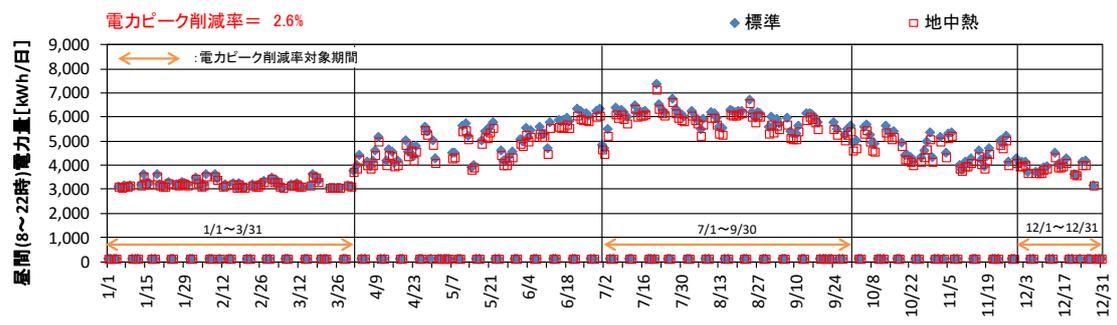


図6-75 昼間電力量の推移(日系列:事務所・蒸暑地)

6.8.7 大温度差送風システム

(1) 目的とポイント

大温度差空調システムは主として冷房時の送水温度差及び送風温度差を大きく取り、送水量及び給気量を低減することで、搬送動力を削減するシステムである（図6-76）。

このうち、空気側の大温度差システムを大温度差送風システム、特に送風温度差が 13℃以下の方式を低温送風システムと言う。

また、空調ゾーンの熱負荷の増減、偏在に対して給気量を調整することで、室内温湿度を保持しつつ、空調機送風機の搬送動力を低減するシステムを変風量空調方式と言うが、大温度差送風システムと定風量空調方式の組合せシステムでは軽負荷時に湿度が上昇する傾向となるのに対し、変風量空調方式と組み合わせることで、高温低湿度環境を維持しつつ、搬送動力低減にもつながるなど相乗的効果がある。このため、大温度差送風システムは変風量空調方式と組み合わせたシステムとして示す。

方式	部位	冷水温度 (°C)	部位	空気温度 (°C)	部位
従来	従来熱源	7 →	空調機	16 →	室内
		$\Delta t=5^{\circ}\text{C}$		← 28	
標準大温度差		7 →		14 →	
		$\Delta t=7^{\circ}\text{C}$		$\Delta t=14^{\circ}\text{C}$	
		← 14		← 28	
低温大温度差	氷蓄熱	4~5 →		10~13 →	
		$\Delta t=10^{\circ}\text{C}$		← 28	
		← 14~15			

図6-76 大温度差空調システムの空気側・水側温度(冷房:建築設備設計基準)

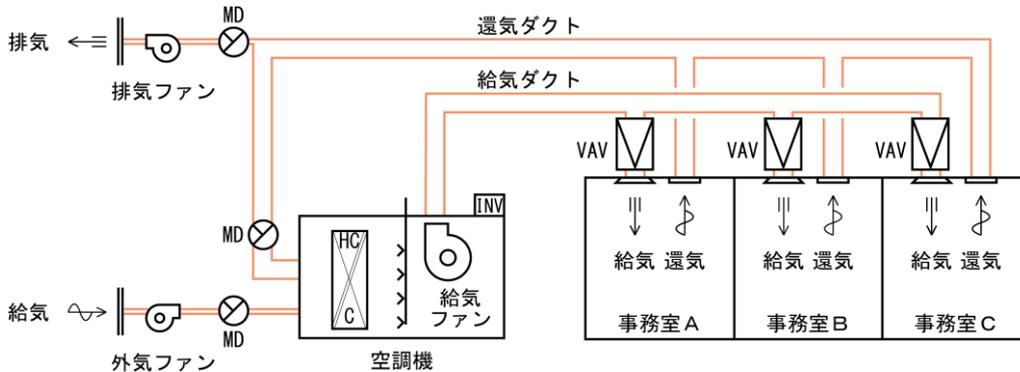


図6-77 変風量空調方式

(2) 設計上の留意点

- ① 仮に給気温度を 10℃（室温条件 28℃）とすると空気搬送設備で以下のメリットが期待できる。
 - (ア) 給気量が 7 割 ($\Delta t=12/18^{\circ}\text{C}$) となるためファン動力は 7 割となりダクトサイズも縮小できる。
 - (イ) 給・還気ダクトが縮小できるためダクトの梁貫通が可能となり階高を圧縮することができる。

- (ウ) リニューアル等で既設ダクトを流用すると理論上ファン動力は概ね 30% ($(\Delta t=12/18^\circ\text{C})^3$) となる。
- ② 大温度差送風システムでは冷房時に給気温度を低下するほど室内湿度は低下することから、従来空調に対して高温・低湿度環境が実現できる。ただし、室内環境が低湿度化することで、ピーク日負荷で2~5%程度熱負荷は増大するが、実務上の熱負荷計算や機器選定には問題ない。
- ③ 給気温度を10℃まで下げると、気流分布の不均一やドラフト感の発生、吹出口での結露等が懸念される場合がある。こういったケースでは高拡散型吹出口を採用する。



図6-78 高拡散型吹出口

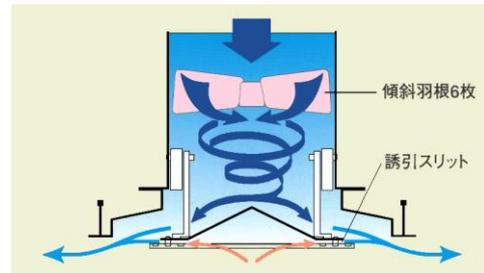


図6-79 高拡散型吹出口の構造

- ④ 低温送風では、ダクトの表面結露を懸念するむきもあるが、天井内が通常の周囲温湿度環境ならば、従来空調方式と同等の保温仕様（グラスウール 25mm）で表面結露は防止することができる。
- ⑤ 大温度差送風システムでは空気循環量が減少するためフィルター性能を上げることも検討する。
- ⑥ 給気温度を低温化すると、冷水コイル出入口温度差は縮小するため水側搬送動力の増大につながるが、冷水コイル列数を多くする等により水側の搬送動力の増加を抑制する工夫が必要となる。
- ⑦ 変风量システムでも VAV ゾーン間で負荷率が著しく異なる場合は、対応できないため空調ゾーニングには留意が必要である。
- ⑧ 外気導入量、粉じん除去のための最小风量の決定法は従来変风量システムと同じであるが、大温度差送風空調システムと変风量空調方式を組み合わせることで最大（定格）风量を低減できる一方で、変风量幅が小さくなり変风量によるファン動力低減効果を損なう可能性もあるため、最低給気量の決定には留意が必要である。

(3) 効果

- ① 事務所のエネルギー消費量で大きい割合を占める空調設備のうち、中央空調機方式で熱源に次いで大きい割合を占める空気側搬送動力での大温度差送風システム（変风量方式）の効果は大きく、熱源設備のような地域差もなく、どの地域でも10%超を示している。
- ② 最大日の推移をみると温暖地での冬期・夏期での基準値と設計値の差が搬送設備の大温度差化の効果と捉えることができる。
- ③ 一方最大日の推移で準寒冷地では冬期よりも夏期、蒸暑地では夏期よりも冬期の消費電

力量の基準値と設計値の差（搬送動力低減効果）大きくなっており、これが概ね変風量方式の効果とも考えられる。

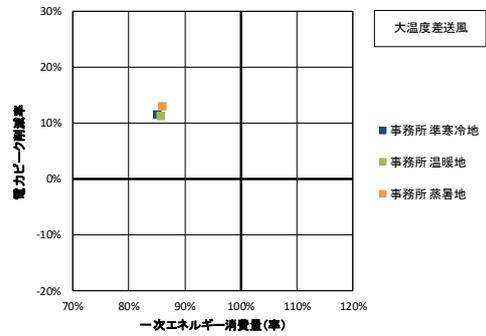
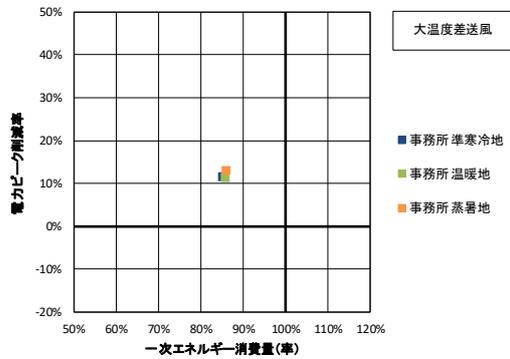
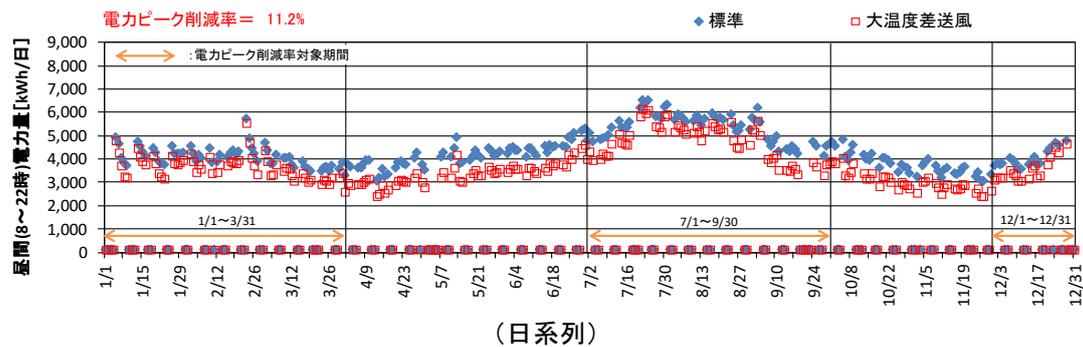
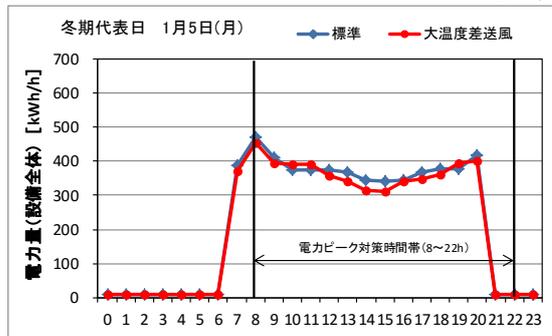


図6-80 電力ピーク削減率と省エネルギー率

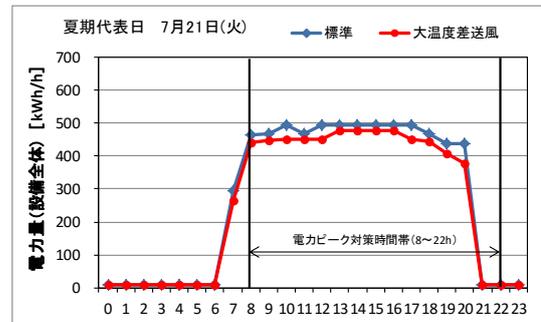
図6-81 電力ピーク削減率と省エネルギー率
(拡大)



(日系列)

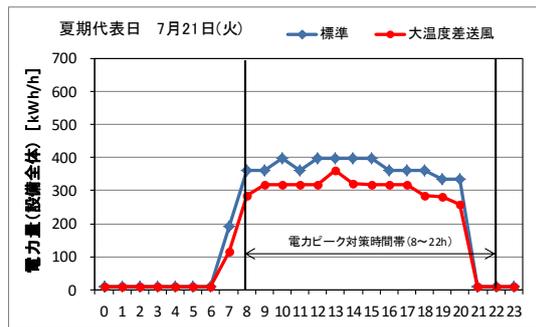
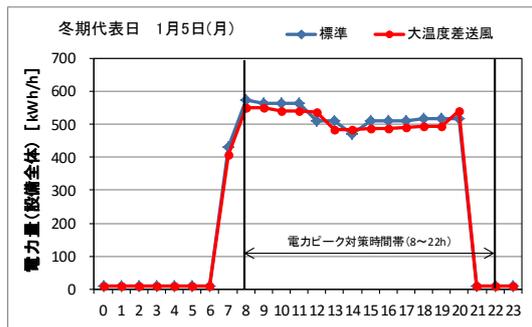
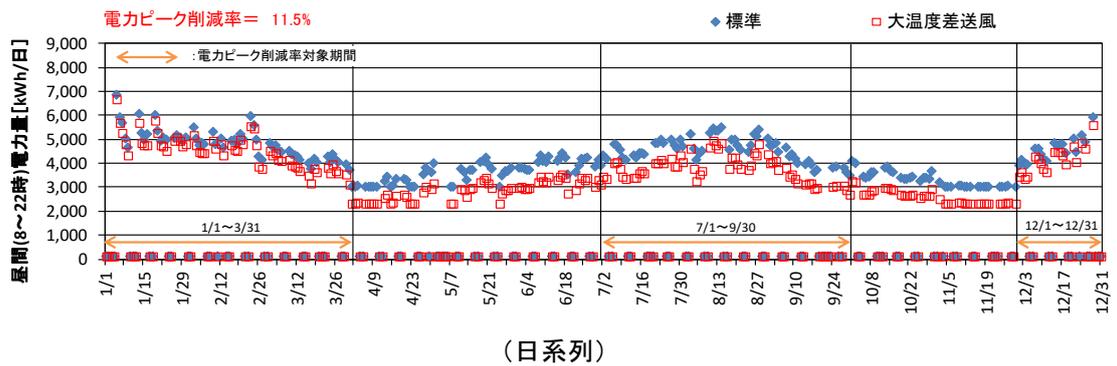


冬期最大日(時系列)



夏期最大日(時系列)

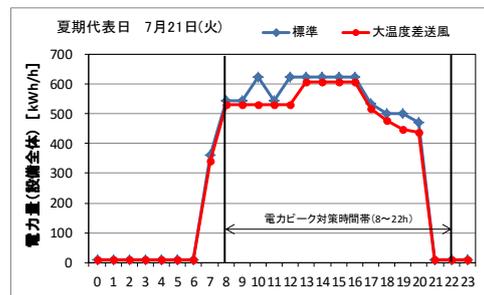
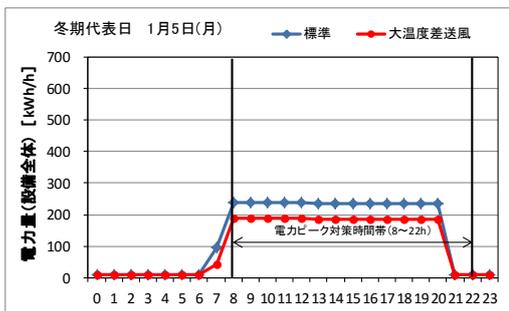
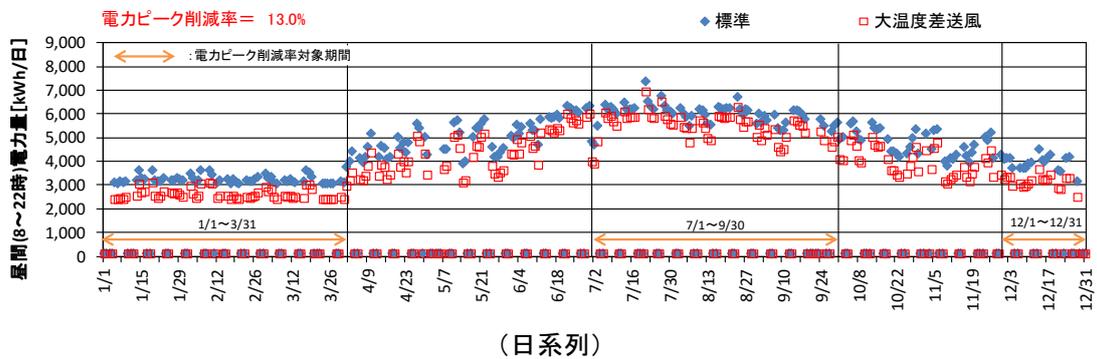
図6-82 昼間電力量の推移(事務所・温暖地)



冬期最大日(時系列)

夏期最大日(時系列)

図6-83 昼間電力量の推移(事務所・準寒冷地)



冬期最大日(時系列)

夏期最大日(時系列)

図6-84 昼間電力量の推移(事務所・蒸暑地)

6.8.8 LED 照明

(1) 目的とポイント

発光効率の良い照明器具を採用することで、適切な視環境を保持しながら、建築物の電力消費量のうち比較的大きい割合を占める照明設備の消費電力量を低減する。

LED とは、Light Emitting Diode の略称であり、発光ダイオードすなわち半導体で組成されている。LED 照明器具には、以下の特長がある。

- ①半導体であるので、寿命が長く蛍光灯の約 3～4 倍が期待できる。
- ②蛍光灯などに含まれている鉛や水銀・カドミウムを使用していないので、廃棄処理が容易である。
- ③赤外線や紫外線などの放出が少ないので、商品の退色や熱によるダメージが軽減される。
- ④低温時、蛍光灯は明るくなるまで時間がかかるが、LED は瞬時に点灯できる。
- ⑤発光効率が良く、ベースライト蛍光灯の 100 lm/W に対し、LED 同等品で 135 lm/W、また 180 lm/W の高効率型も登場している。

表6-51 LED 照明器具の種類

a) 器具本体とライトバーを 組合せるタイプ	b) スクエア(正方形)タイプ	c) 直管形
		
デザイン性や施工性が良く、 ライトバーの交換も可能で 明るさの変更が可能である。	省スペース性が高いので、 設計の幅が広まる。	従来型蛍光灯と形状が類似し ている。

写真出典：⁴⁾

表6-52 蛍光灯器具と LED 同等器具の比較

	蛍光灯 (Hf32 形 2 灯定格出力)	LED (Hf32 形 2 灯定格出力相当)
消費電力	65W	34.5W
光源寿命	12,000 時間	40,000 時間
発光効率	100 lm/W	130 lm/W
色温度	色温度が違っても光束は同じ	色温度が下がると光束が低下
照明率	—	蛍光灯に比べ 50～60%良い

(2) 設計上の留意点

- ① 光束法により平均照度（所要灯数）を算出する方法において、LED 照明器具の保守率は照明学会の技術指針 JIEG-001（平成 25 年 10 月）で示されている値を用いる。
- ② LED は配光が広がりにくい特徴があるので、平均照度は確保できていても、光がムラになっている場合があるので、照度分布図を作成し、光のムラがないかを確認し、照度や器具台数を算出する。

(3) 効果

事務所、商業施設、共同住宅共に Hf 照明器具相当の基準仕様に対し、年間を通じて効果があり、電力ピーク、年間消費電力量共に、事務所、共同住宅で 20%、商業施設で 10%程度削減効果が認められる。

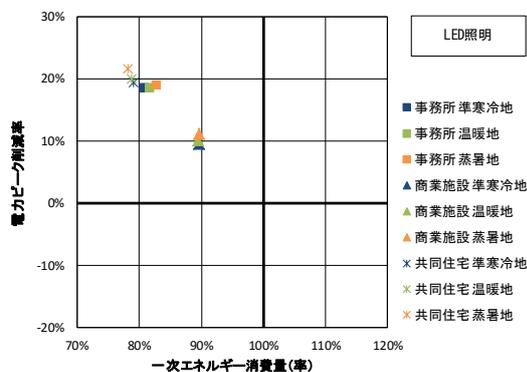
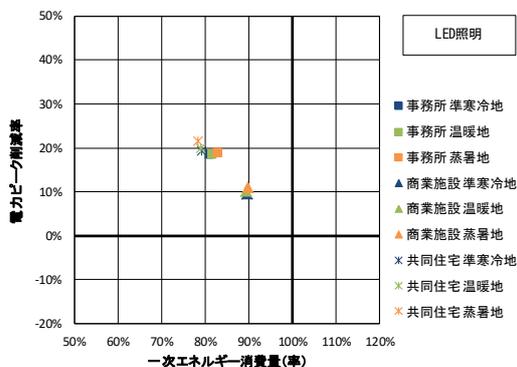
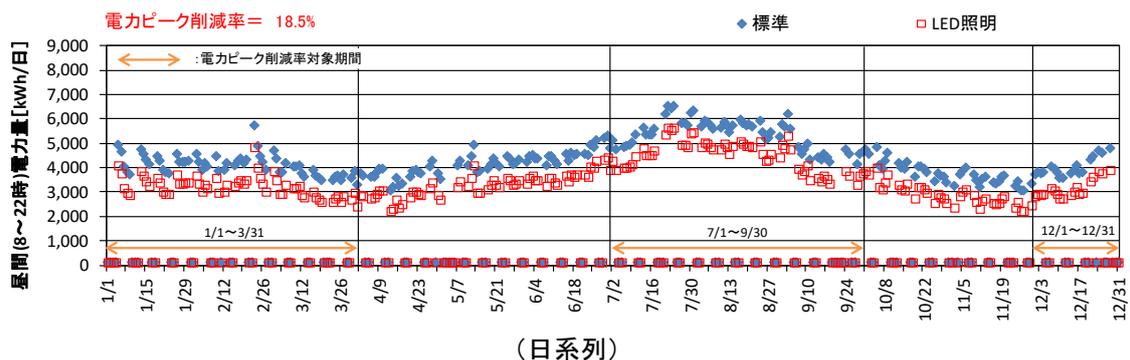
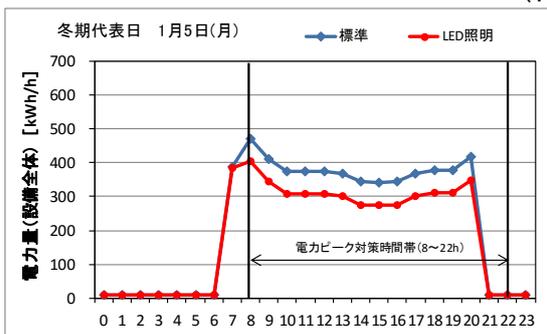


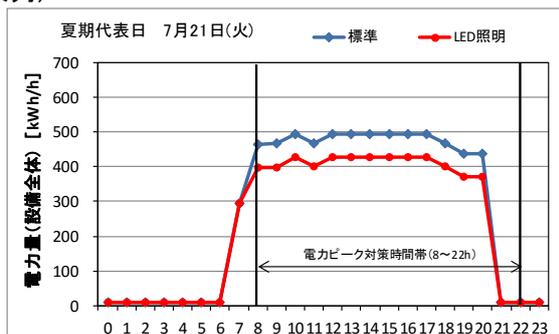
図6-85電力ピーク削減率と省エネルギー率 図6-86電力ピーク削減率と省エネルギー率(拡大)



(日系列)

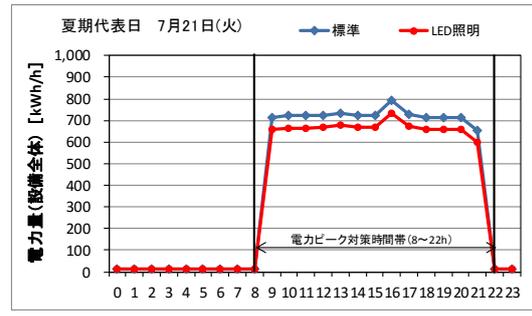
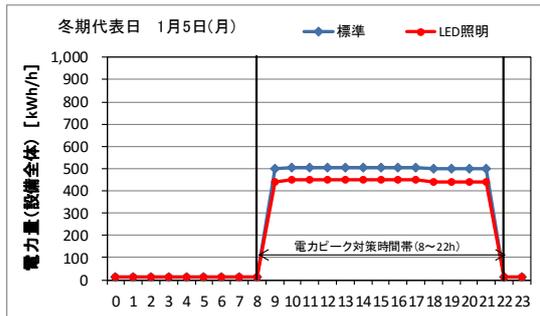
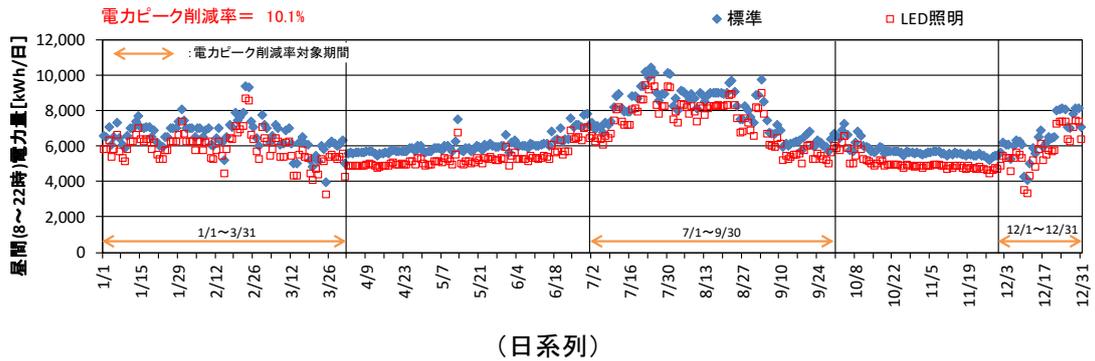


冬期最大日(時系列)



夏期最大日(時系列)

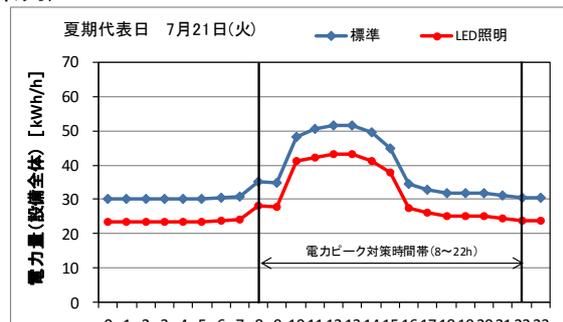
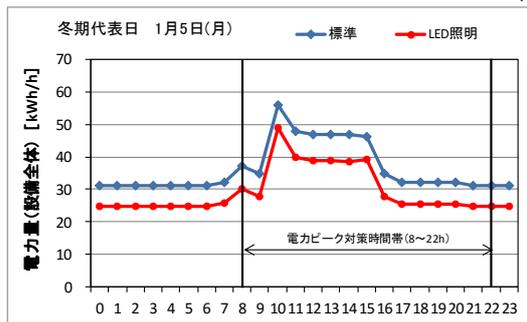
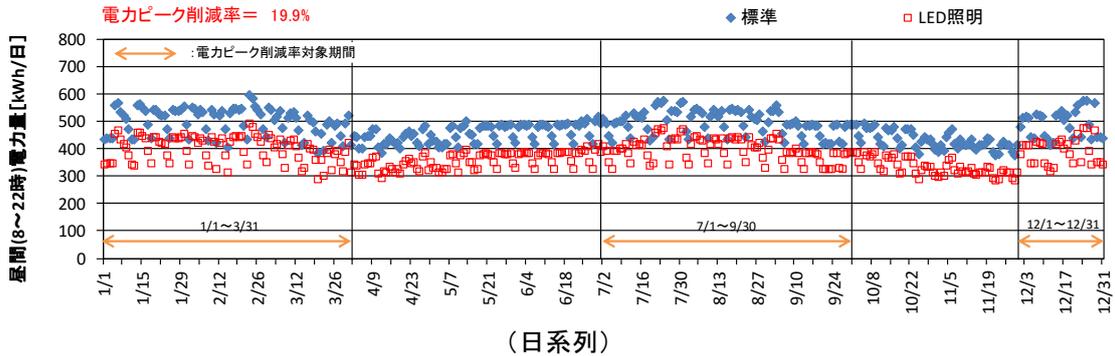
図6-87 屋間電力量の推移(事務所・温暖地)



冬期最大日(時系列)

夏期最大日(時系列)

図6-88 昼間電力量の推移(商業施設・温暖地)



冬期最大日(時系列)

夏期最大日(時系列)

図6-89 昼間電力量の推移(共同住宅・温暖地)

6.9 まとめ

本章では、時々刻々のエネルギー消費量の変化を評価できる電力ピーク対策評価システムを開発し、このシステムを利用して、幾つかの代表的な技術についての評価を試行した。

- ① 非住宅建築物の省エネルギー基準におけるエネルギー消費量算定方法をベースに、省エネルギー基準で算出が求められている年間の一次エネルギー消費量だけではなく、時々刻々の一次エネルギー消費量及び電力消費量の変化を評価できるように拡張し、さらに本プロジェクトで開発した潜熱蓄熱材の効果を考慮した動的負荷計算及び地盤のモデルを組み込むことで、電力ピーク対策技術の導入効果を定量的に評価するシステム（電力ピーク対策評価システム）を開発した。
- ② 開発した電力ピーク対策評価システムを用いて約 200 件のケーススタディを行い、熱負荷とエネルギー消費量のピーク削減率及び年間低減率を算出した。熱負荷は外皮仕様別、エネルギー消費量は設備システム別に、各技術単体または複数の技術を組み合わせた場合の効果を試算し、地域・建物種別毎にピーク削減率、年間低減率を算出した。例えば、本研究で取り上げた外皮仕様、設備システムに係わるピーク対策技術を組み合わせれば事務所では最大でピーク電力 84%削減、エネルギー消費量で 56%低減可能であることが判った。
- ③ 建物種別毎に熱負荷、エネルギー消費量のピーク削減率と年間低減率を整理し、各技術が熱負荷やエネルギー消費量に与える影響の特徴（年間値に影響を与えるのか、ピーク値に影響を与えるのか）を分類して整理した。
- ④ 試算結果からピーク削減率、年間低減率の観点から有効と思われる各技術について、そのエネルギー消費特性の特徴を整理し、設計手順・留意点等と併せて整理した。

参考文献

- 1) 平成 21 年省エネ基準対応 建築物の省エネルギー基準と計算の手引き (財)建築環境・省エネルギー機構
- 2) 板硝子協会：ビルと複層ガラス P15
- 3) 国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人建築研究所：平成 25 年省エネルギー基準に準拠した算定・判断の方法及び解説 I 費住宅建物 (第二版) P249～P252
- 4) Panasonic HP <http://www2.panasonic.biz/es/lighting/>