

電力依存度低減に資する建築物の評価・設計技術の開発

- 研究代表者 : 住宅研究部長 福山 洋
- 関係研究部 : 住宅研究部、建築研究部
- 研究期間 : 平成25年度～平成27年度
- 研究費総額 : 約180百万円

1. 背景

背景



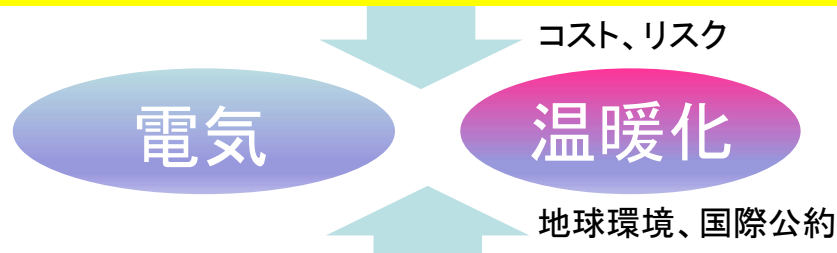
東日本大震災



原発事故

我が国のエネルギー政策は、大規模な調整を求められる事態

(エネルギー基本計画(平成26年4月)抜粋)



パリ協定『2050年までに約300億トン超の追加的な排出量削減』

(COP21(2015年11月)において採択)



パリ協定



COP21首脳会合

問題点

供給サイドの各種対策

✓スマートメーターの普及

✓ダイナミック・プライシング

✓発送電分離方式への移行等

一方、需要サイドでは

✓建築物の電力ピーク対策の指標が存在しない(工場あり)。

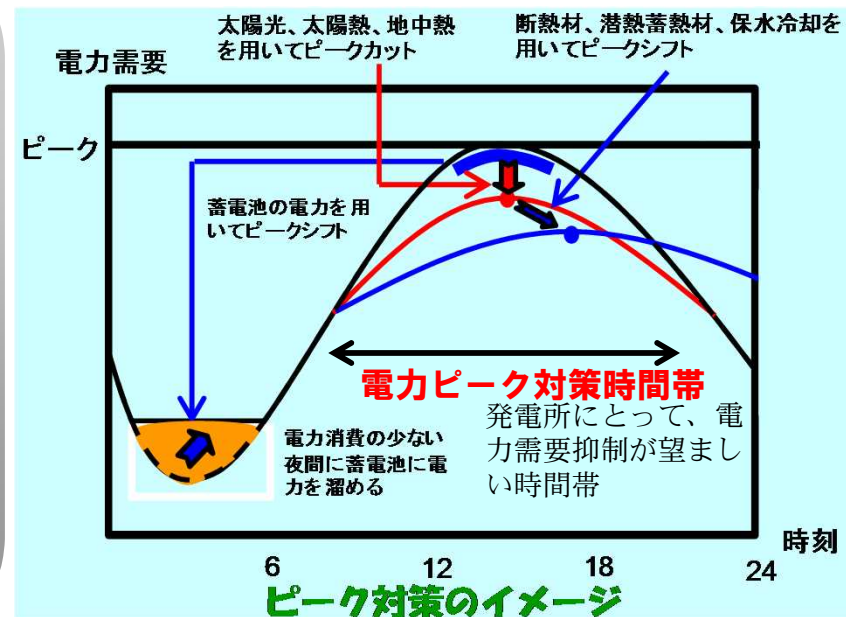
✓近年、ピーク対策に有効と思われる材料、設備機器等の技術開発が行われているが、これらの評価技術が存在しない。

電力のピーク時間帯において住宅・建築物の電力消費量は、日本全体の電力消費量の7割以上を占める。

2. 研究目的

必要性

我が国のエネルギー政策は、東日本大震災による電力危機を契機に大規模な調整が求められている。また、パリ協定では、2050年までに約300億トン超の追加的な排出量削減が提唱されている。そのため、「住宅、ビル、地域におけるエネルギー利用の高度化」、「電力システムの高度化技術の実装」などの対策が喫急の課題とされている（「科学技術イノベーション総合戦略2016」（平成28年5月24日、閣議決定））。



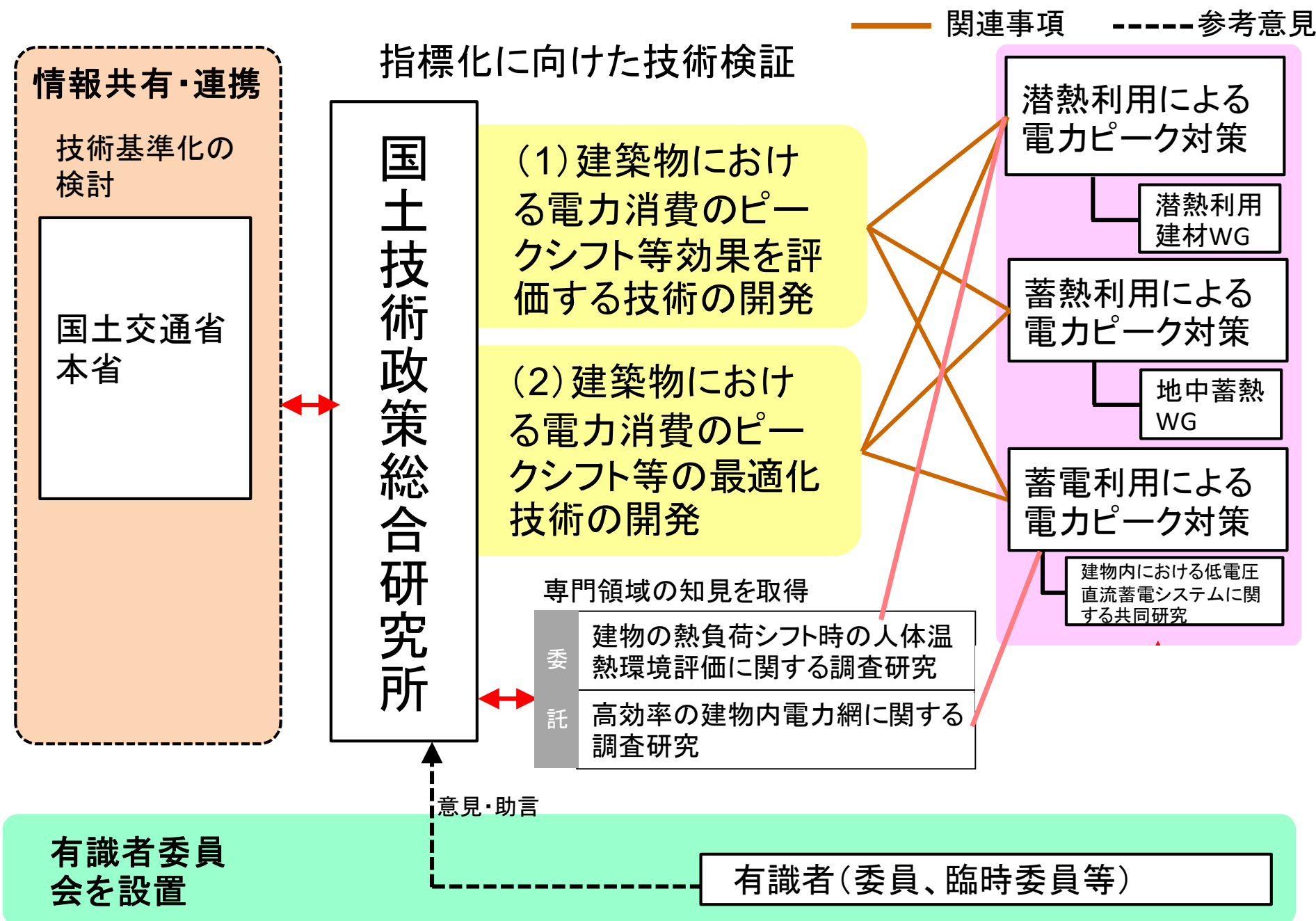
目的・目標

建築物の電力消費のピークシフト等を最適化するための対策マニュアルを作成し、設計時の評価指標及び計算ツールも提示することにより、設計実務者、建材メーカー等への技術的啓発を通じて建築物の電力ピーク対策を促進する。ひいては、建築物の電力ピーク対策技術の普及に伴う、電力のピーク時間帯におけるエネルギーシステムの効率化、安定化に貢献する。



電気や熱のピークを抑制する技術

3. 研究の実施体制



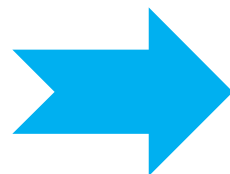
事前評価時の指摘事項	対応
<p>開発技術の新規性、独自性を明確にするべきである。</p>	<p>従来の建築・設備設計では、環境面ではエネルギー消費の最小化が大きなテーマであったが、本研究では近年のエネルギー事情も踏まえ、<u>建築物の電力消費構造</u>を明らかにしたのが大きな特徴である。また、電力のピーク時間帯への対応を図るため、省エネルギー基準の計算システムを高度化して、時間ごとに細かく分析を行い、蓄熱や蓄電などを適切に評価できるようにした点も新しい取り組みであると言える。</p>
<p>電力消費の削減はこれまで建築分野以外でも取り組んできたものであり、建築だけで大幅な削減効果が得られるとは思えない。</p>	<p>電力のピーク時間帯における住宅、ビルの電力消費は全体の7割を占めており、削減のポテンシャルは大きいので、エネルギーシステムの効率化、安定化のためには電力のピークシフト等の技術導入が図られる必要がある。設計者を対象として、まず、電力ピーク対策の効果を知ってもらうため、本総プロでは評価結果を対策マニュアルに取りまとめ、<u>建築、設備設計における技術的な啓発</u>を行うことを想定している。</p>
<p>住戸間の熱のやり取りや排熱、風の通り道など、単体の建築にとどまらず、地域的な問題まで含めて検討してはどうか。</p>	<p>地域レベルにおけるエネルギー構造の解明と対策は大変重要な視点である。その場合、本総プロで開発した建築躯体、設備システムの連携モデルを地域スケールの問題に発展させて将来的には適用が可能であると思われる。<u>今後の課題</u>となるが、機会があれば取り組んでみたい。</p>
<p>低電圧システムが期待されるので成果を出してほしい。</p>	<p>蓄電池の評価において、低電圧システムの導入検討も行っており、低電圧状態における放電効率やインバータ特性などのデータを取得した。<u>LEDとの連携</u>において低電圧システムは有効と考えられる。なお、低電圧システムについては、企業と共同研究(公募型)を行い、研究成果を基に特許を出願中である。</p>

5. 研究成果の概要

研究開発の目的	研究開発の目標	研究成果
建築物の電力ピーク対策技術の普及に伴う、エネルギーシステムの効率化・安定化	建築物における電力消費のピークシフト等効果を評価する技術の開発 ・潜熱蓄熱、地中蓄熱、蓄電の評価手法の開発 ・評価指標の作成	建築物の電力ピーク対策に関する各種技術（潜熱蓄熱、地中蓄熱、蓄電）の実証実験や数値モデルの検証などを実施し、 <u>各種技術の評価手法を開発した。</u> 電力のピーク時間帯における建築物の電力消費量の削減に関する評価指標を作成した。
	建築物における電力消費のピークシフト等の最適化技術の開発 ・建築物の電力ピーク対策評価システムの開発 ・建築物の電力ピーク対策のケーススタディー ・建築物の電力ピーク対策の最適化技術の取りまとめ	非住宅建築物省エネルギー基準準拠のWebプログラムを基本として、建築物の建築及び設備設計に関して電力消費量の時間値を年間で算出する、 <u>建築物の電力ピーク対策評価システムを開発した。</u> 建築物の電力ピーク対策に関する系統的なケーススタディーを実施し、対策効果の最適化に関する分析を行い、 <u>建築物の電力ピーク対策マニュアル（案）</u> として取りまとめた。

アウトプット

電力ピーク対策マニュアル
(指標、設計ツールを含む)



促進、啓発等

アウトカム

- ・建築物の電力ピーク対策技術の普及
- ・エネルギーシステムの効率化及び安定化

- ・蓄電池、地中蓄熱などの技術を建築物のピーク対策として新たに評価
- ・従来の省エネ技術がピーク対策としてどの程度有効かも確認

6. 研究のスケジュール

区分 (目標、テーマ、分野等)	実施年度			総研究費 約180[百万円]
	25年度	26年度	27年度	
1) 建築物における電力消費のピークシフト等効果を評価する技術の開発				約100[百万円]
① 潜熱蓄熱、地中蓄熱、蓄電の評価手法の開発				
② 建築物の電力ピーク対策の評価指標の作成				
2) 建築物における電力消費のピークシフト等の最適化技術の開発				約80 [百万円]
① 建築物の電力ピーク対策評価システムの開発				
② 建築物の電力ピーク対策のケーススタディー				
③ 建築物の電力ピーク対策の最適化技術の取りまとめ				

効率性

国土技術政策総合研究所、独立行政法人建築研究所、学識、関係団体等から構成される検討委員会（全体会）及びワーキングを設置して、共同研究等とともに研究を進めた。これにより、全体会が評価法等に関する要求性能と技術基準の開発を担当し、ワーキング及び共同研究等で個別の研究開発を担当するなど、効率的に研究開発を行うことができた。



潜熱蓄熱材(有機系)

潜熱蓄熱材 (PCM: Phase Change Material)



物性値試験(DSC)

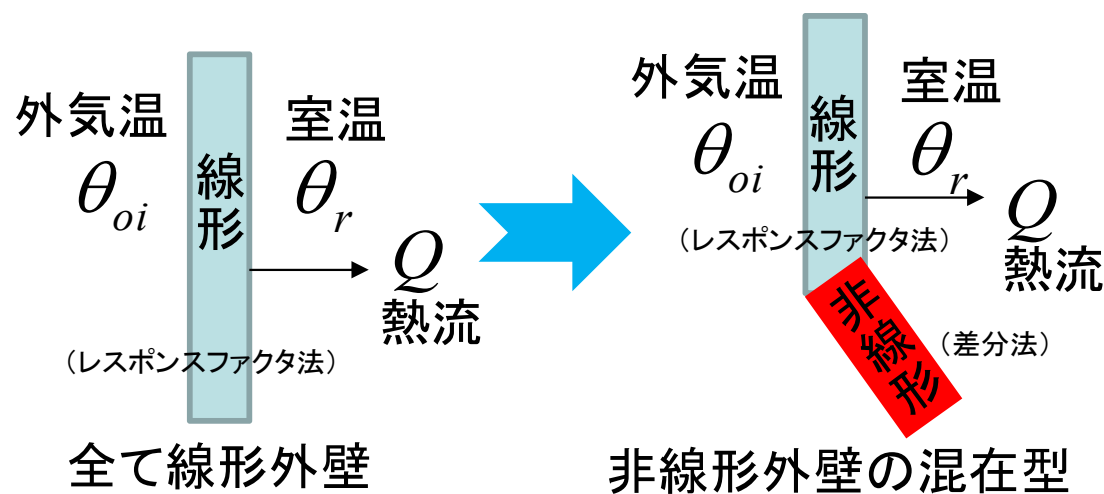
示差走査熱量測定 (DSC: Differential scanning calorimetry)



屋外実験

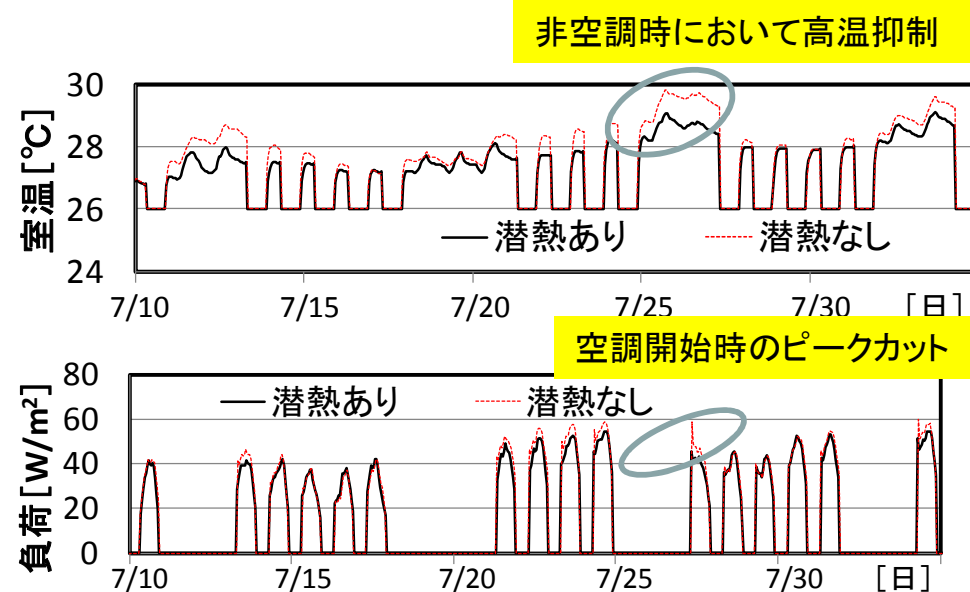


室内のPCM



年間空調負荷計算手法の開発

海外では空調熱負荷プログラムTRNSYSにPCMモデルが導入されている。今回は日本の代表的なツールの一つであるNew HASPIにPCMモデルを組み込んだ。



空調計算事例

設備設計で用いられている年間空調負荷計算において潜熱蓄熱材による効果を定量化できるようになった。



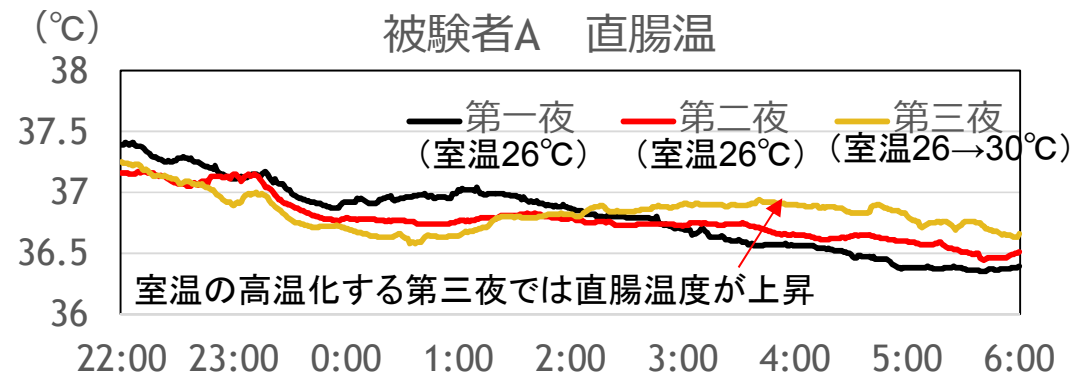
睡眠時の人体温熱生理量を計測し、蓄熱材料の導入に伴う人への睡眠・健康影響を考察

今回の計測範囲(最大室温30°C)では人に問題な所見は見られない(医学専門家)。

- 体動
- 直腸温
- 皮膚温(7点)
- 総発汗量(体重)
- 脳波
- 心電図
- 温冷・快適感
- 睡眠感等
- フリッカー値

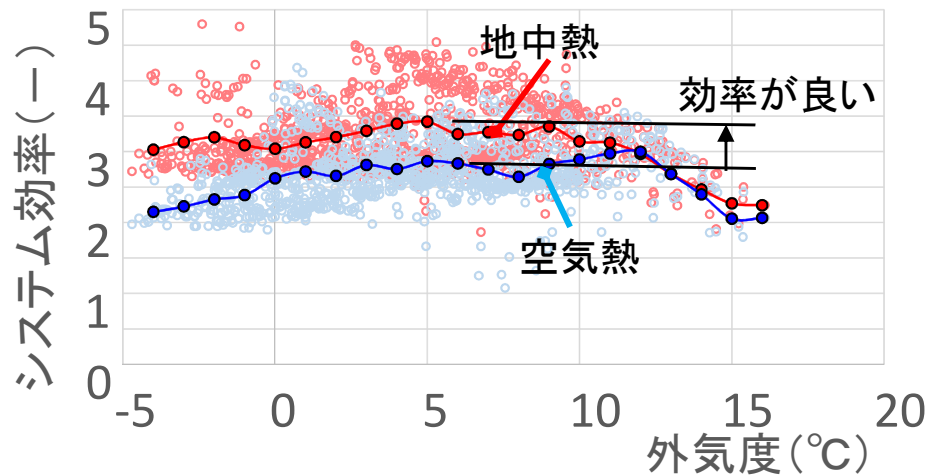
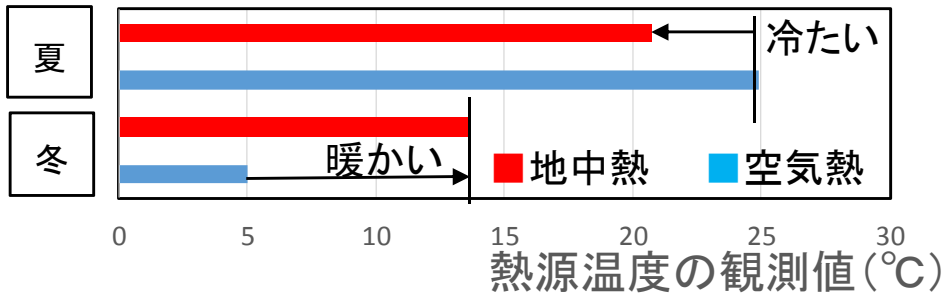
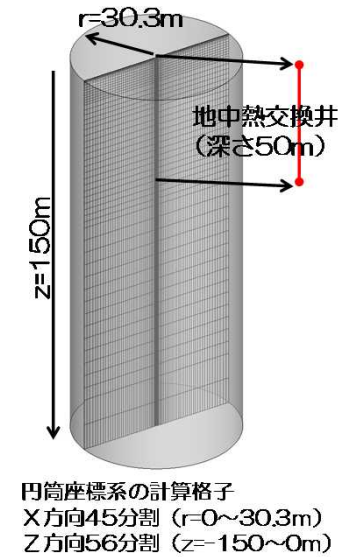
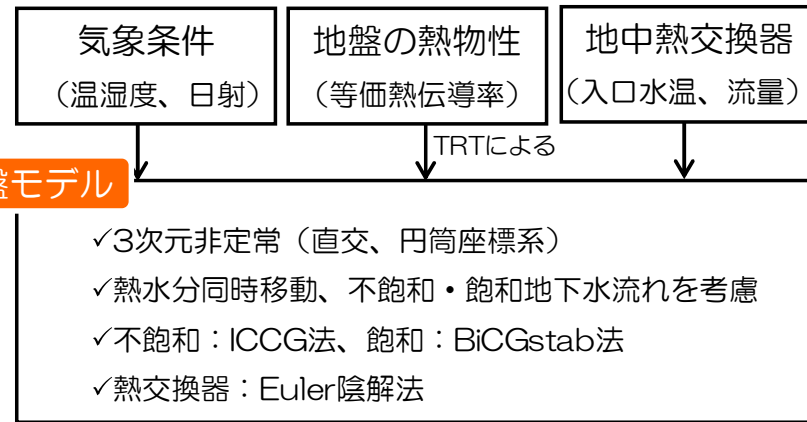


各種温熱生理計測項目



睡眠実験被験者の直腸温度

8.地中蓄熱の評価手法



地中蓄熱の実証実験

地中蓄熱の実証実験を行い、電力消費量、地中温度分布などのデータを取得した

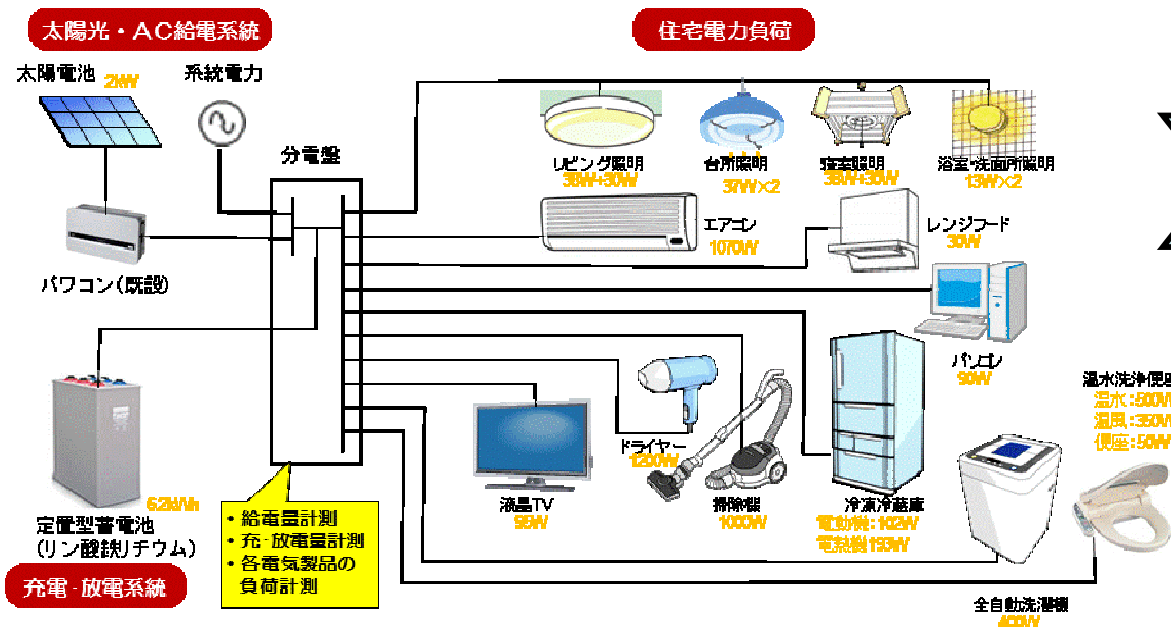
オフィス1万m²に適用



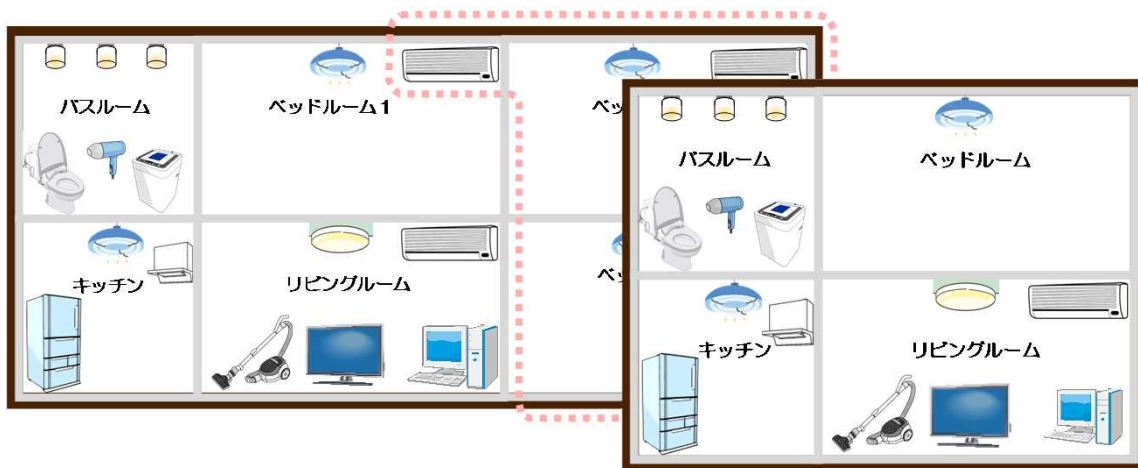
地中蓄熱の計算手法の開発

空調システム設計に地中蓄熱のモデルを組み込み、電力消費量等を定量化できるようになった。

9. 蓄電の評価手法

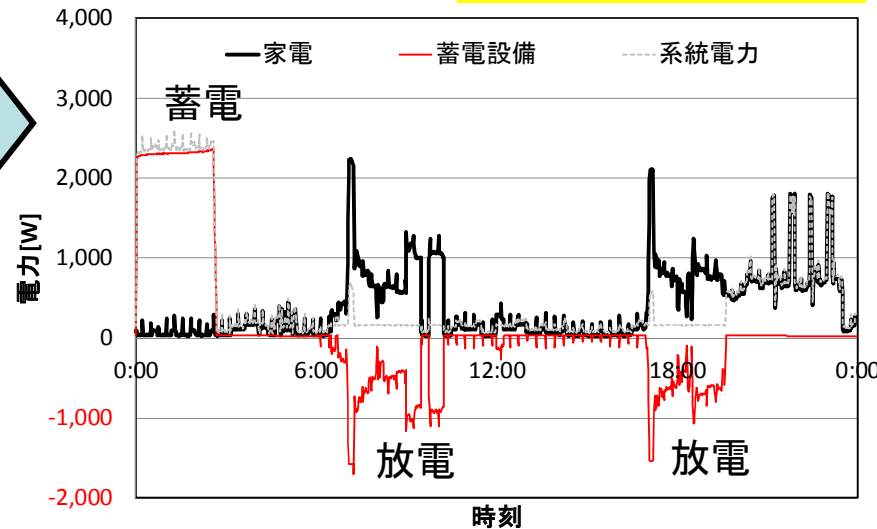


住宅電力消費実験シミュレータ

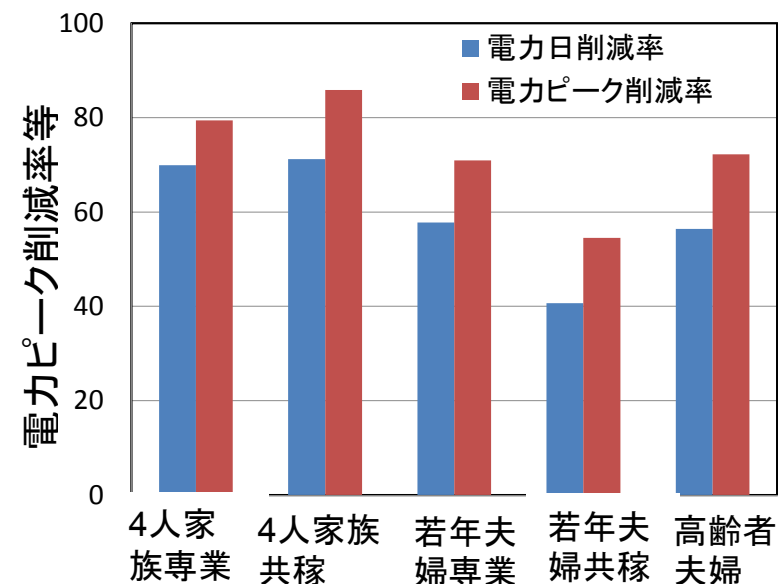


様々な住宅規模、ライフスタイルを対象にした電力消費の数値シミュレーション

蓄放電効率を把握



電力消費量等の計測事例



数値シミュレーションの事例

蓄電設備によるピーク対策効果を定量化できるようになった。

10. 建築物電力ピーク対策の評価指標

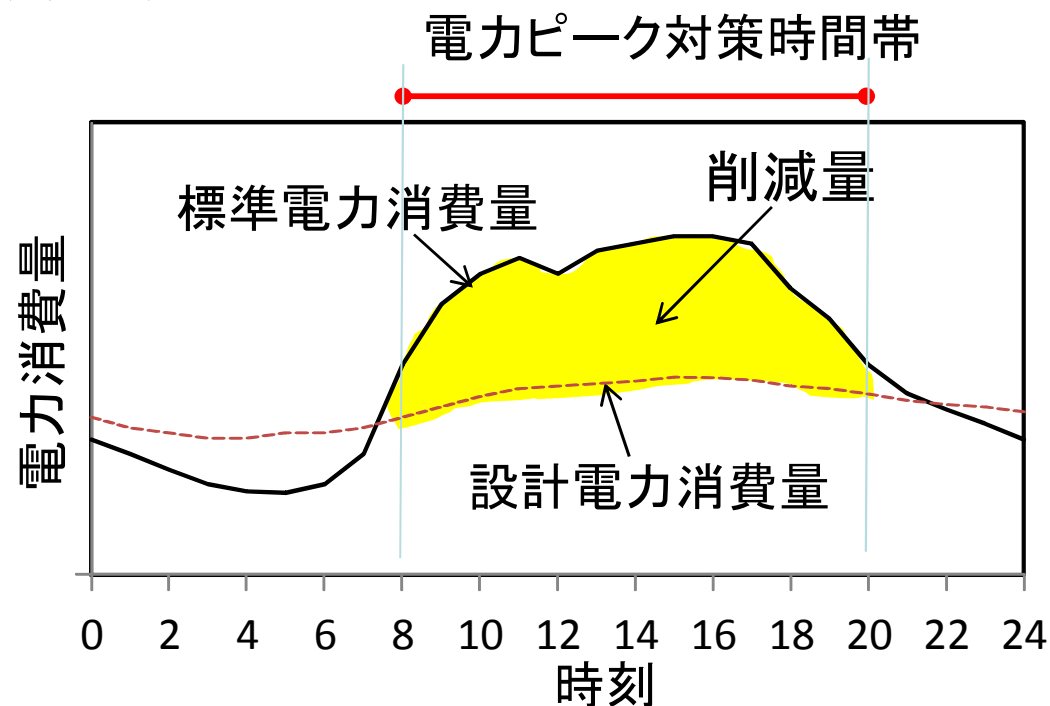
電力ピーク削減率[%]

$$= \frac{\Sigma(\text{標準電力消費量} - \text{設計電力消費量})}{\Sigma(\text{標準電力消費量})} \times 100$$

Σは、電力ピーク対策時間帯における建築物の系統電力消費量の期間積算を表す

- 標準電力消費量: 建築物の電力消費量のベースライン
- 設計電力消費量: 設計時の建築物の電力消費量

【参考】電気需要平準化時間帯:
全国一律で7～9月(夏期)及び、12～3月(冬期)の8～22時(土日祝日を含む)



11. 電力ピーク対策評価システム

省エネ基準プログラムの
入力ファイルを利用

外皮・設備仕様入力

- ・建物外皮仕様
- ・空調システム仕様
- ・換気システム仕様
- ・照明システム仕様
- ・給湯システム仕様
- ・昇降機仕様

フォーマット変換
プログラム
(今回追加)

newHASP入力ファイル

- ・室形状、外皮性能
- ・空調システム仕様
- ・照明システム仕様

省エネ基準プログラムの
データベースを利用

共通データベース

- ・気象データ
- ・標準室仕様条件
- ・熱源機器特性 等

熱負荷計算
NewHASP

潜熱蓄熱
モデル

時刻別室負荷を算出

その他
計算

換気設備
計算

照明設備
計算

給湯設備
計算

空調設備
計算

地中熱
地盤モデル

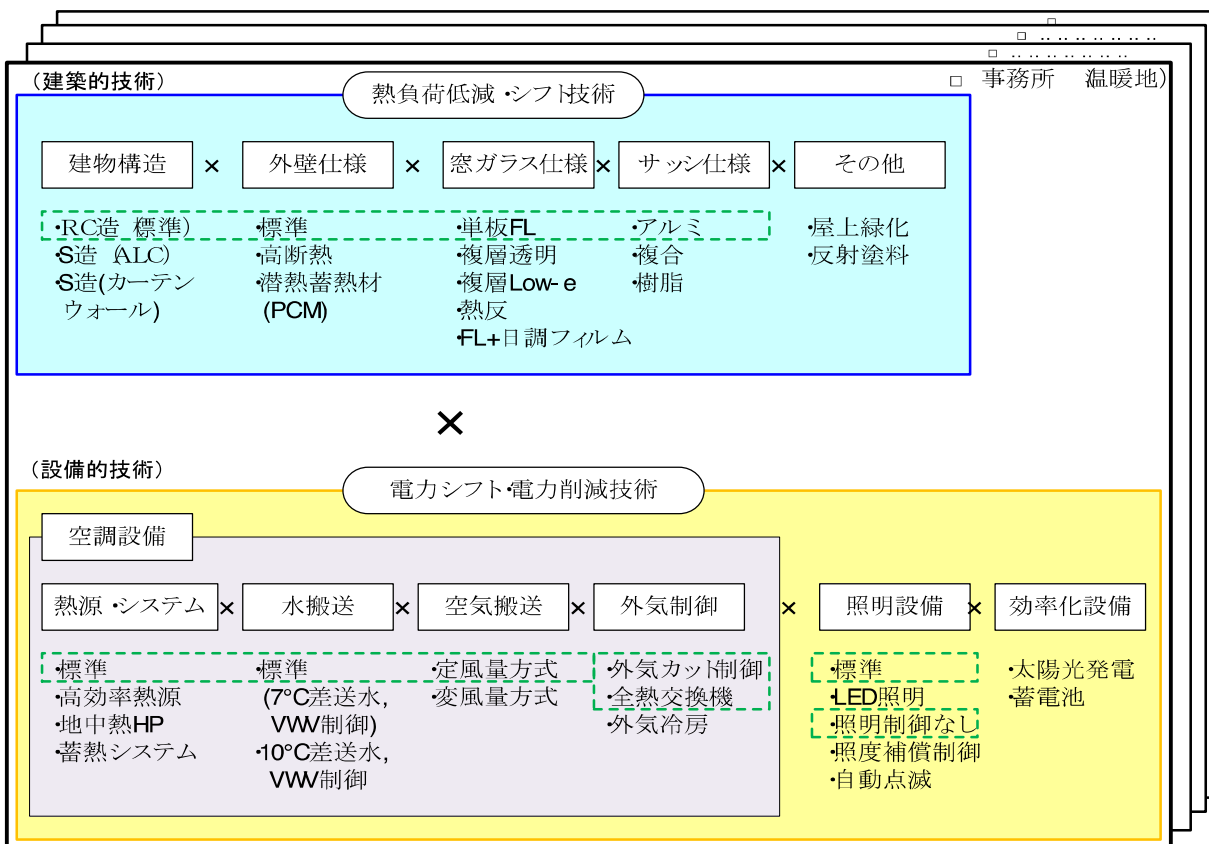
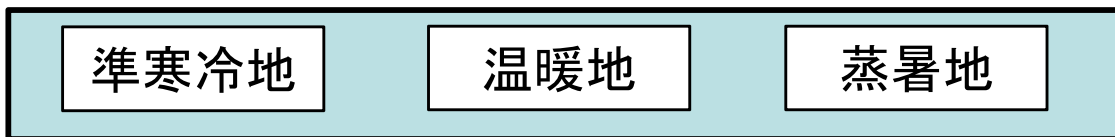
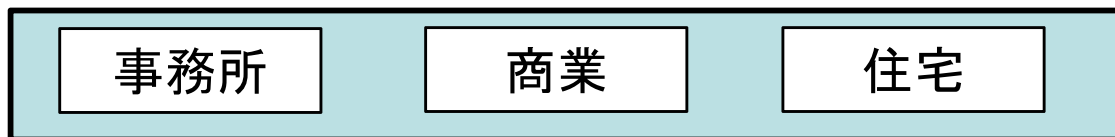
時刻別環水温度を算出

平成25年省エネ基準の計算ロジックをベースに新たに開発

時刻別の電力消費量及びエネルギー消費量

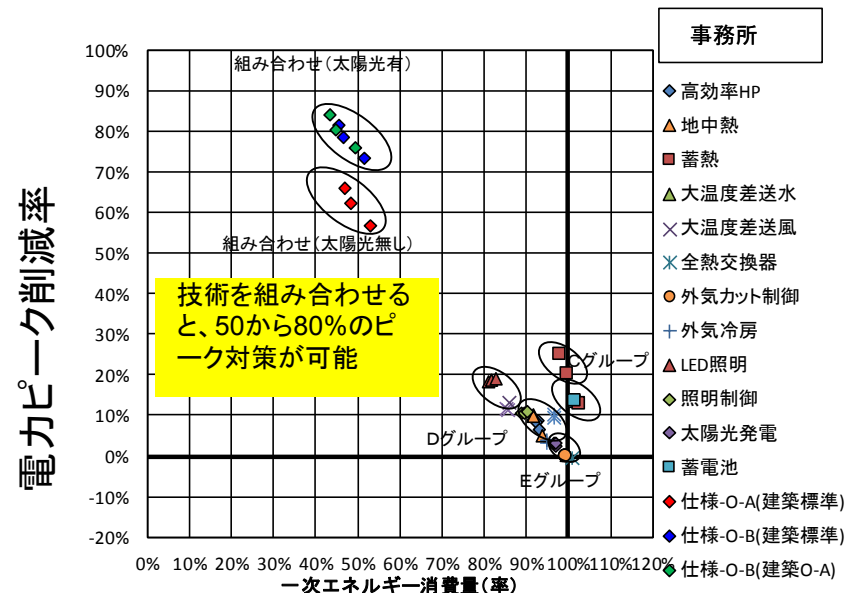
省エネルギー基準準拠の設計システムに潜熱蓄熱材や地中蓄熱のモデルを組み込み、電力消費量等を定量化できるようになった。

12. 建築物の電力ピーク対策マニュアル (案)

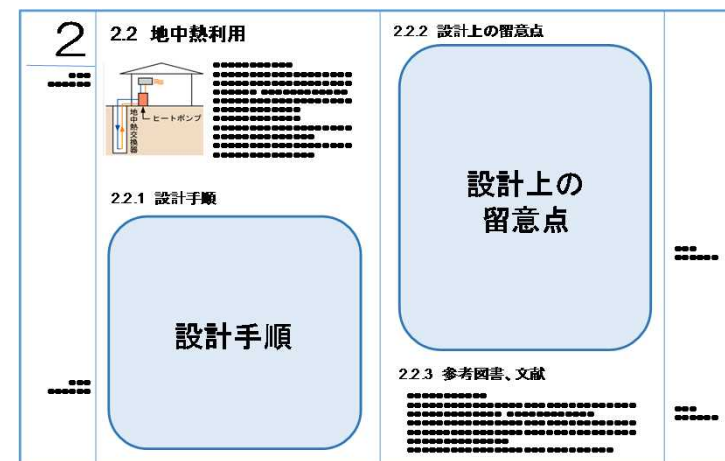


* [] 事務所(温暖地)の基準設定仕様の例

開発システムを用いて200ケース程度のケーススタディを実施(実務設計事例から組み合わせを決定)



エネルギー消費量と電力ピーク削減率の関係



電力ピーク対策マニュアル(案)

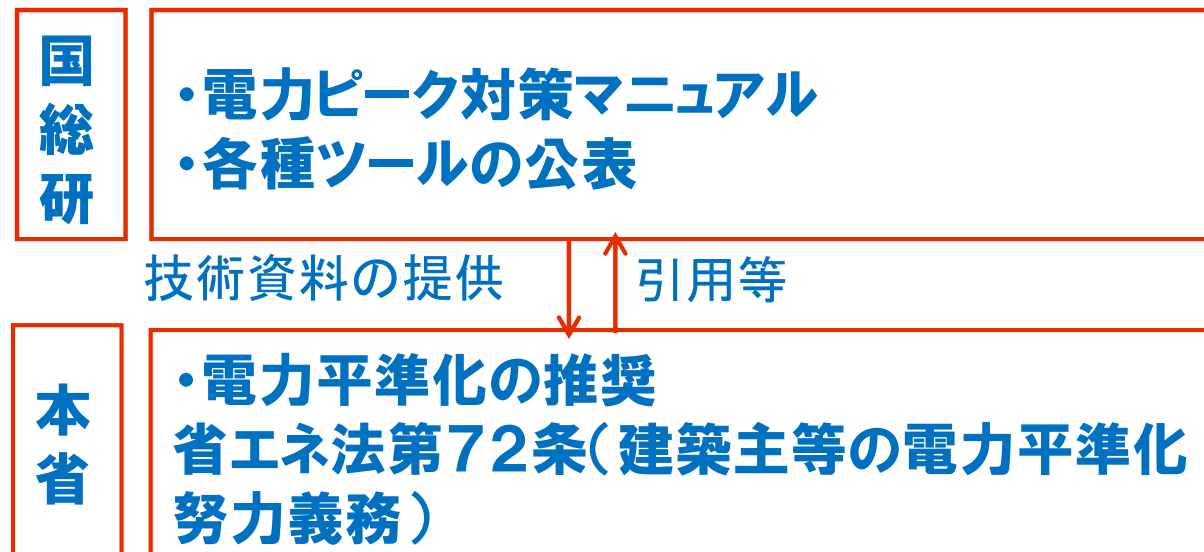
13. 研究成果の活用

研究開発の目的	研究開発の目標	研究成果	研究成果の活用方法（施策への反映・効果等）	成果目標の達成度
建築物の電力ピーク対策技術の普及に伴う、エネルギーシステムの効率化・安定化	建築物における電力消費のピークシフト等効果を評価する技術の開発 <ul style="list-style-type: none"> ・ 潜熱蓄熱、地中蓄熱、蓄電の評価手法の開発 ・ 評価指標の作成 	建築物の電力ピーク対策に関する各種技術（潜熱蓄熱、地中蓄熱、蓄電）の実証実験や数値モデルの検証などを実施し、各種技術の評価手法を開発した。	省エネルギー基準に反映 国総研が建築研究所と共に公開している 省エネルギー基準への適合性を判定するためのプログラム （エネルギー消費性能計算プログラム）に、本研究で開発した地中蓄熱を利用した空調設備の一次エネルギー消費量評価法を組み込み、平成28年4月に公開した（次期の省エネルギー基準の改正に反映予定）。	◎
	建築物における電力消費のピークシフト等の最適化技術の開発 <ul style="list-style-type: none"> ・ 建築物の電力ピーク対策評価システムの開発 ・ 建築物の電力ピーク対策のケーススタディー ・ 建築物の電力ピーク対策の最適化技術の取りまとめ 	電力のピーク時間帯における建築物の電力消費量の削減に関する評価指標を作成した。	建築物の電力ピーク対策マニュアルを策定し、計算ツールとともに公開 国総研は、建築物の電力ピーク対策マニュアル及び計算ツールをホームページ等に公開を予定している。	○
		非住宅建築物省エネルギー基準準拠のWebプログラムを基本として、建築物の建築及び設備設計に関して電力消費量の時間値を年間で算出する、建築物の電力ピーク対策評価システムを開発した。		
		建築物の電力ピーク対策に関する系統的なケーススタディーを実施し、対策効果の最適化に関する分析を行い、建築物の電力ピーク対策マニュアル（案）として取りまとめた。		

有効性

建築物の電力ピーク対策評価システムの構築を行い、建築・設備技術、地域、用途の組み合わせで200ケース程度の試算を行うことで建築物の電力ピーク対策効果の全体像を明らかにした。今後は国の技術基準への反映、シンポジウム等の啓発活動を通じて、開発技術の普及を図る予定である。

14. 今後の取り組み



※総プロの成果である電力ピーク対策評価技術の社会実装が今後求められる。

想定される適用先

- ・自治体
- ・設計会社
- ・電力自由化関連企業

今後の課題

- ・本研究で開発した地中熱の省エネルギー評価技術について国の省エネ基準に反映及び普及
- ・国土交通省住宅局と連携し、電力ピーク対策マニュアル等の策定及び普及
- ・ゼロエネルギー建築への電力ピーク対策技術の導入
- ・シンポジウム、講習会の開催による啓発活動
- ・電力供給会社の料金プラン検討における基礎資料として活用