第７章　総括

7.1　成果

本総プロでは、電力平準化にも有効な建築物の普及を目指して、潜熱蓄熱材による対策技術、地中蓄熱による対策技術、蓄電設備による対策技術及び電力ピーク対策の評価技術の開発に取り組んだものである。以下に研究成果を示す。

１）建築物の電力ピーク対策評価システムの開発

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計算システムを開発した。本評価システムは、非住宅建築物省エネルギー基準のWebプログラムを基本としており、若干の入力情報の追加により、従来の一次エネルギー消費量の年間値と整合し、かつ、電力消費量や一次エネルギー消費量の時間値をも算出することができるようになった。

また、電力消費量の削減量を季節・時間帯で積算し、年間のピーク電力削減効果の評価指標「建築物電力ピーク削減率」を提案し、同システムに装備している。

これにより、一次エネルギー消費量による省エネルギー効果と電力ピーク対策削減効果を、各指標の横並びで総合的に評価可能とした。

２）潜熱蓄熱材の評価技術の開発

非住宅建築物省エネルギー基準の Web プログラムでは、動的空調熱負荷計算ツールのHASP と整合するよう調整した簡易な日平均定常モデルが使用されている。本総プロでは、同プログラムを参考として、断熱や蓄熱、遮熱といった空調熱負対策を詳細に検討できるよう、HASP を直接に計算実施・処理する方式に変更し、１時間毎の空調熱負荷を出力し、ピーク時間帯の熱負荷を評価できるようにした。

また、任意の温度で相変化を生じる潜熱蓄熱材の物性値試験、現地観測及び数値モデルの検証等を実施し、HASPにおいて、他の建材と同様に潜熱蓄熱材を選択し、年間の空調負荷計算を実施できるようプログラム・コードを修正した。更に、新しい計算システムを使用し、地域、相変化温度、潜熱蓄熱材の厚み等を変化させたケーススタディを系統的に実施し、特定の季節において空調熱負荷の削減効果があることを定量的に示した。

３）地中蓄熱の評価技術の開発

地中熱利用システムの 1 つとして地中熱ヒートポンプ（HP）に着目し、そのエネルギー消費特性の実態を「観測」、「解析」、「評価」の３つのアプローチから明らかにした。得られた知見を次に示す。

・ 地中熱 HP の実動特性を把握するために実証実験を行った。国立研究開発法人建築研究所敷地内にある一対の実験施設を使用し、地中熱 HP と空気熱 HP を同時に運転させてデータを収集した。分析の結果より、地中熱利用による電力ピーク対策効果として、夏期 16%、冬期 27%を得た。
・ 地盤温度を予測する数値モデルを開発し、RMS 誤差約 1℃で地盤からの還水温度を再現できることを確認した。
・ 省エネルギー基準(非住宅)のエネルギー消費量算出方法に地盤の数値モデルを組み込むことで、他の省エネ技術と同様に地中熱利用設備の一次エネルギー消費量を評価できるようシステムの高度化を実施した。
・ 34 件のケーススタディを実施し、4 地域、4 用途で地中熱利用設備の導入効果を定量化し、省エネルギー効果、電力ピーク対策効果は蒸暑地では 5%程度、温暖地～寒冷地で 10～20%程度であることが示された。
・ 地盤の熱伝導率や熱交換井の深さ等のパラメータがシステム全体のエネルギー消費量に与える影響には不明瞭な点が多いため、今後開発した評価システムで検討する必要がある。

4） 蓄電設備の評価技術の開発

住宅の蓄電設備に関する調査を実施し、以下の知見を得た。

・ 市場の蓄電システムのカタログ情報より、補助金を差し引いた蓄電システムの電力単価は平成 26 年 7 月現在平均 28.2 円/kWh であること、蓄電池メーカーへのアンケート調査により、蓄電池は太陽光発電との連携で今後市場性を見込めるが、運用方法に技術指針策定の要望があることなどがわかった。
・ 家電機器を用いて生活パターンをコンピュータ制御で模擬的に再現し、蓄電池の蓄放電量を詳細に計測可能な蓄放電実験装置を開発し、蓄電池の導入により電力ピーク削減率が 37～82%期待できるが、夜間充電を行うと放電ロスにより電力の日総量は 22～31%増加すること、太陽光発電と組み合わせると電力の日総量は 16～40%のプラスに転じることが示された。
・ 実験で取得した電力消費の機器特性データを組み合わせて、世帯規模や地域、装置容量が異なる 50 ケース程度の対策効果の試算を行い、装置容量を適切に設定することで、電力日削減率 40～71%、電力ピーク削減率 55～86%が得られた。

7.2 成果の反映、課題

本総プロでは、建築物の電力ピーク削減に着目して、建築物の電力ピーク対策評価システムの構築を行い、また、建築・設備技術、地域、用途の組み合わせで計 200 ケース程度

の試算を実施したものである。本総プロの実施により、建築物の電力ピーク対策の全体像を把握することができたと考えている。

これらの研究成果を基に、建築物の電力ピーク対策評価システムのツールの公開・解説等を行うことにより、開発技術の普及を図る予定である。

今後の課題として、以下のような事項が考えられる。

・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

7.3　論文発表等

【学術論文】

1. 久保田裕二:低電圧蓄電給電システムに関する実験について、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp. 3-4、2014. 9
2. 足永靖信:ラプラス変換による単層壁熱伝導の初期値問題、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp. 3-4、2014. 9
3. 久保田裕二、足永靖信:超音波血流計を用いた人体の恒常性に関する実験的検討、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、pp. 133-136、2014. 9
4. 足永靖信、佐伯智寛、兼松学、猪瀬亮、武田仁、土屋直子:外界気象の変動影響を考慮した潜熱蓄熱材の建築利用に関する研究（その 1）数値計算モジュールの開発、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp. 107-108、2015. 9
5. 足永靖信、佐伯智寛、兼松学、猪瀬亮、武田仁、土屋直子:外界気象の変動影響を考慮した潜熱蓄熱材の建築利用に関する研究（その 2）潜熱蓄熱材の物性値、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp. 109-110、2015. 9
6. 猪瀬亮、足永靖信、佐伯智寛、兼松学、武田仁、土屋直子:外界気象の変動影響を考慮した潜熱蓄熱材の建築利用に関する研究（その 3）示差走査熱量測定の適用性の検討、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp. 111-112、2015. 9
7. 久保田裕二、足永靖信:住宅用の蓄電装置を利用したピークシフト対策について、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp. 1207-1208、2015. 9
8. 足永靖信、原英嗣、宮田征門、西澤繁毅:地中熱又は空気熱を利用したヒートポンプ空

調の実証研究（第４報）2014 年度実測概要と結果及びデータ補正手法、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、pp. 57-60、2015.9

9. 原英嗣、足永靖信、宮田征門、西澤繁毅：地中熱又は空気熱を利用したヒートポンプ空調の実証研究（第５報）2014 年度実証実験によるヒートポンプ性能の比較評価、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、pp. 61-64、2015.9

10. 久保田裕二、足永靖信、西澤繁毅、村江行忠、都築和代：ピークシフト時の夜間室内温熱環境を想定した人体への影響に関する研究（第１報）既往研究に基づく実験方法の検討、及び試行実験の概要、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、pp. 229-232、2015.9

11. 村江行忠、鈴木孝彦、大島佳保里、都築和代、久保田裕二、足永靖信、都築和代：ピークシフト時の夜間室内温熱環境を想定した人体への影響に関する研究（第２報）試行被験者実験の室内環境と主観評価、及び試行実験の概要、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、pp. 233-236、2015.9

12. 都築和代、村江行忠、大島佳保里、鈴木孝彦、久保田裕二、足永靖信：ピークシフト時の夜間室内温熱環境を想定した人体への影響に関する研究（第３報）試行被験者実験の生理反応、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、pp. 237-240、2015.9

13. 足永靖信、佐伯智寛、兼松学、猪瀬亮、武田仁、土屋直子：外界気象の変動影響を考慮した潜熱蓄熱材の建築利用に関する研究（その 4）外壁の潜熱蓄熱効果を考慮した空調熱負荷計算、日本建築学会大会学術講演梗概集、2016.8

14. 猪瀬亮、足永靖信、佐伯智寛、兼松学、武田仁、土屋直子：外界気象の変動影響を考慮した潜熱蓄熱材の建築利用に関する研究（その 5）有機系 PCM の示差走査熱量測定、日本建築学会大会学術講演梗概集、2016.8

15. 佐伯智寛、足永靖信、武田仁、兼松学、土屋直子、猪瀬亮：外界気象の変動影響を考慮した潜熱蓄熱材の建築利用に関する研究（その 6）屋外試験体を用いた実証実験、日本建築学会大会学術講演梗概集、2016.8

16. 武田仁、足永靖信、兼松学、猪瀬亮：外界気象の変動影響を考慮した潜熱蓄熱材の建築利用に関する研究(その 7)実験 BOX 内における PCM 熱容量変化の室温への影響検証、日本建築学会大会学術講演梗概集、2016.8

17. 村江行忠、鈴木孝彦、大島佳保里、足永靖信、望月悦子、三浦寿幸：睡眠時の室内環境評価に関する研究　その１　簡易な調査法による冬期フィールド調査、日本建築学会大会学術講演梗概集、2016.8

18. 宮田征門、足永靖信：建築物の電力ピーク対策評価システムの開発、日本建築学会大会学術講演梗概集、2016.8

【総説】

1. 足永靖信：電力依存度低減に資する建築物の評価・設計技術の開発、建設マネジメント技術、pp. 23-27、2013. 10
2. 宮田征門：省エネ基準適合義務化の背景と地中熱への期待、環境新聞、2016. 2. 24

【特許】

1. 特許出願（第 2013-190250 号）：ＬＥＤ照明

【広報等】

1. 建築研究部：電力依存度低減に資する建築物の評価・設計技術の開発、ニューズレター、No. 47、2014
2. 建築研究部：電力依存度低減に資する建築物の評価・設計技術の開発、メールサービス、No. 146、2013. 8
3. 国土技術政策総合研究所：共同研究者の募集～家庭電力を安価にピークシフトする次世代蓄電システムの構築を目指して～、記者発表、2014. 6. 17
4. 国土技術政策総合研究所：家庭電力を安価にピークシフトする次世代蓄電システムの構築を目指して～国総研との共同研究者の募集～、メールサービス、No. 170、2014. 6. 18
5. 国土技術政策総合研究所：建築物の省エネルギーに関する研究について～住宅研究部～、メールサービス、No. 213、2016. 2. 17