

小宮山宏 × 坂本雄三

Hiroshi Komiyama × Yuzo Sakamoto

ヒートポンプと蓄熱が 社会に果たす役割



**東京大学のCO₂排出量
15%削減達成のカギは
「機器の高効率化」と
「コミッションニング(性能検証)」**

小宮山 東京大学では、2008年4月からTSCCP(東京大学サステイナブル・キャンパス・プロジェクト)※1により、持続可能な低炭素社会のモデルケースの創造を目指しています。第1フェーズ(2008、2012)のTSCCP2012では、当初の目標であるCO₂排出量15%削減(非実験系)を達成しました。その中でも省エネ効果が大きかった対策は、空調設備の高効率ヒートポンプへの更新でした。例えば、設置後10、20年経過し、効率の低下が課題であった附属病院のボイラ(暖房用の温水製造)と冷凍機(冷房用の冷水製造)の熱回収ヒートポンプ※2(冷・暖房用の冷・温水製造)への更新です。これは、導入コストを1年で回収できるほどの大きな省エネ効果を得ることができました。その他にもさまざまな省エネ手法に取り組みましたが、TSCCPの取り組みを通じて実感したことは、まずはエネルギーを無駄に使用している箇所を見つけて改善し、さらに、ヒートポンプや蓄熱システムなどの高効率システム導入を検討するというステップが有効だということです。

坂本 小宮山先生がお話された通り、附属病院の古いボイラと冷凍機を熱回収ヒートポンプへ更新したことによる省エネ効果は非常に大きいものでした。特に、病院では年間を通して冷房や給湯の需要があることが多く、冷水と温水を同時に必要とするため、冷水製造時の排熱を回収して利用する熱回収ヒートポンプの省エネ効果が発揮しやすい施設といえます。そして、この病院では熱回収ヒートポンプと蓄熱槽をうまく組み合わせることに、さらなるエネルギーの有効活用を実現することができました。また、工学部1号館に設置されていた古い吸気式冷凍機は、オーパスベックが原因で稼働率が低く、低効率

な運用となっていました。これについてもモジュール連結ヒートポンプへ更新することにより、大きな省エネ効果を得ることができました。この際に、6台のモジュールを導入したのですが、その内1台の機器効率が低下していることが判明しました。TSCCPでは性能が設計通りに出ているかを検証するコミッションニング(性能検証)を適切に実施していたため、初期不良を発見し、修理することができましたが、一般的には機器導入時の検証は動作確認程度であり、効率に関する初期不良を発見できない可能性があります。これからの時代、古い機器を高効率ヒートポンプに切り替えていくと同時に、適切なコミッションニングをしていくことも重要です。そういう意味でも、技術者を専任担当者とする体制で実施しているTSCCPの取り組みは画期的です。

小宮山 他の大学でも、技術者を専任担当者として実施する例は増えてきています。TSCCPの取り組みは、エネルギーコスト削減というメリット以上に、社会に先立つ実験を行ったという点で、非常に意義深いと考えています。地域社会を先導していくことは、これからの時代に大学が果たすべき新しい役割のひとつです。特に、地域社会への社会的影響力が大きい各地の大学へは期待しています。

熱エネルギーは「ヒートポンプ」で合理的につくり、「蓄熱」で合理的に使う

坂本 2013年1月に住宅および建築物の省エネ基準改定が公布されました。今回の改定では一次エネルギー消費量を指標として建物全体の省エネ性能を評価できるように見直されましたが、ヒートポンプなどの高効率機器の設置を義務付けるものはありません。しかし、一次エネルギー消費量の計算方法については、世界に誇れるものとなっており、ヒートポンプの部分負荷効率や台数制御の効果なども適切に評価できるように改正されて

います。今後は、この評価指標の普及拡大や、ラベリング制度への発展などによって、高効率機器や高効率システムの認知向上や導入促進といった効果が期待できると考えています。

小宮山 エネルギーのつくり方を見直すことは非常に重要です。現在、家庭で消費されるエネルギーの内約30%を給湯が占めており、冷暖房の約30%と並んでエネルギーを使う大きな用途ですが、これらの用途に効率が90%程度の燃焼式機器を利用するのはもったいないと思います。工場などの数百℃以上の熱が必要な場合と違い、給湯や冷暖房では100℃未満の熱で十分にかまうことができるからです。100℃未満の熱をつくるのであれば、少しの電気エネルギーで空気中の熱を汲み上げるヒートポンプの方が合理的ですし、今後は必ずそうなります。その場合、効率は何%にもなりません。省エネを進めるためには、この普及をどのくらいスピードアップできるかが課題です。

坂本 エネルギーの使い方から考えると、蓄熱システムは非常に合理的です。2013年4月にオープンした歌舞伎座タワーをはじめとしたビルなどを中心に蓄熱システムの普及が広がっています。その要因のひとつは日本の電力事情にあります。日本では夜間の電力負荷が小さいので、発電設備を有効利用するためにも、昼間の空調などに必要な冷水を夜間に製造し、蓄熱槽に貯めておくことにより昼間電力を削減する蓄熱システムを推奨してきました。夜間につくって昼間に使うまでのタイムラグがあるとはいえ、その間の熱損失は5%程度と少ないので、気温の低い夜間に冷水を効率よく製造できることや、定格運転による効率向上の効果で、トータルとして省エネルギーが実現できるため、賢い電気の使い方といえます。

小宮山 今後は新しい役割も出てくると思います。太陽光発電の価格は急速に低下しているため、今後も普及は拡大していくはずですが、そして、昼間に太陽光発電の余剰電力が大量に発生すると問題となるため、この余剰電力で空

調に使う冷水や給湯に使うお湯を製造し、蓄熱することが有効になります。つまり、将来的には蓄熱の時間帯が夜間から昼間へ変わり、蓄熱しませんが、余る電気を効率的に熱として蓄えるという合理的な使い方が重要なのです。

産業部門のニーズに応え、さらなる多様化が進むヒートポンプの活躍に期待

小宮山 最近では、家庭、業務部門だけでなく産業部門にもヒートポンプの導入が広がりはじめています。2度のオイルショックを契機にエネルギー消費の改善を続けてきた産業部門での省エネは、「乾いた雑巾」と表現されますが、これを解決するひとつの手法がヒートポンプなのです。産業部門では用途によって温度帯などの細かいニーズに応える必要があるため、従来の大量生産品とは異なり、多様性が求められます。ルームエアコンのような数百万台規模のマーケットを考えるのではなく、小規模でも細かいニーズに対応するヒートポンプを真剣につくるようなベンチャー企業が育ち、新たな産業になることを期待しています。

坂本 エコキュートやルームエアコン、冷蔵庫などを含めた家庭用ヒートポンプ分野でも面白いものがたくさんあります。例えば、正確・省エネで湿度もコントロールするデシカント空調や、地中熱ヒートポンプなどが挙げられます。個人的には、必要な温度や部分負荷などのニーズに応じて、家庭用ヒートポンプを自分で設計できる時代が来たら面白いと思っています。

小宮山 それは面白いですね。退職したエンジニアの方などは喜ぶかもしれません。北海道や東北などの積雪地域では、道路や広場の融雪に大きなエネルギーを消費しているため、ヒートポンプによる効率化にも注目するべきです。一部の研究者だけでなく、いろいろな人が取り組んだ結果、用途や地域特性に合った多様なヒートポンプが生まれていくというのが、これからの時代の流れだと思います。また、2013年3月に欧州委員会からヒートポンプが利用する空気熱などの「再生可能エネルギー」量算定ガイドライン※3が発表されていますが、ヒートポンプは空気熱をはじめ、河川水熱、地中熱などの周辺環境熱をうまく利用して、少しの電気エネルギーを取り出すことができる省エネ機器です。これからの時代は多様なニーズに応えるヒートポンプが活躍する時代を期待しています。



小宮山宏(一般財団法人ヒートポンプ・蓄熱センター理事長、三菱総合研究所理事長、東京大学総長顧問、専門は地球環境工学、化学システム工学、機能性材料工学、CVD反応工学、知識の構造化など。地球温暖化問題の世界的権威。多くの省エネ対策を施した自宅は、小宮山エコハウスとして有名。)



坂本雄三(建築研究所理事長、専門は建築環境工学。特に熱環境、空調システム、省エネルギーを研究。経済産業省資源エネルギー庁主催「ZEBの実現と展開に関する研究会」委員長として、我が国のZEB化に向けたビジョン構築に携わる。)

※3 ヒートポンプからの再生可能エネルギー量算定ガイドライン:2009年にEUで施行された「再生可能エネルギー推進指令」の中で風力、太陽光、地熱、水力、バイオマスなどと同じく、ヒートポンプが利用する空気熱、地中熱、河川水熱などを再生可能エネルギーと定義した。本ガイドラインは算定対象となるヒートポンプを期間平均効率が2.5以上と設定するなどの詳細な算定条件を示した付属資料。

※1 TSCP(東京大学サステイナブル・キャンパス・プロジェクト):東京大学の知的資源を生かし、研究と教育の活性化を図りつつサステイナブルなキャンパスの実現に向けて、先進的な試みを実践することで、サステイナブルな社会の実現への道筋を示す計画。特に温室効果ガス排出削減による低炭素キャンパスづくりを最優先課題として取り組んでいる。
※2 熱回収ヒートポンプ:空調などに利用する冷水や温水を発生させる熱源機の一つ。冷房の際に排熱として捨てられる熱を回収し、暖房や給湯用の熱として利用する高効率な熱源機。