

2009 年度 建築・住宅技術共同研究開発テーマ提案競技

(第7回アイデアコンペ)

提案タイトル		グランドループヒートポンプ (GLHP) システム
提案概要 (200 字程度)		建物周囲に普く存在する太陽放射，地中熱，空気熱，地球放射，風，雨などの多様な再生可能エネルギーを利用して，建物内部の冷暖房，調湿，給湯，冷凍など多目的な熱を供給するために，水ループで熱のネットワークを構成し，大地の温度安定性を活かして高効率運転するヒートポンプシステムを，中長期的視点に立ち，2050 年にも通用する技術を目指して，バックキャスト的に研究開発する。
提案ポイント	①新規性	水ループ式のヒートポンプは存在するが，太陽熱や地中熱などの再生可能エネルギー利用技術や，多目的な熱供給を行うシステムの構成に新規性がある。
	②実用性	適用性が広く，耐久性やメンテナンス性にも優れることから，実用性の高い自然エネルギー利用システムが可能になる。
	③実現可能性	GLHP システムを構成する技術要素は既存するため，実現性は高い。高いエネルギー効率の可能性を引き出すためには，要素技術に遡った最適化と改良が必要になるため，公的資金を利用した研究開発を行う。
	④建築や社会に対するインパクト	現在最も普及しているマルチヒートポンプエアコンを置き換えことができ，省エネルギー性は高く，冷媒封入量もはるかに少ない。

提案ポイントについて

- ①新規性：「従来の建築・住宅技術」に対する新規性について述べて下さい。
- ②実用性：研究開発の成果が、学術研究や情報の蓄積や整理の範囲にとどまらず、都市・建築空間で実地に用いる、あるいは実際に役立つ点を述べて下さい。
- ③実現可能性：研究開発の目標が、開発に関わる理論や知識と情報、組織や体制、資金などの面から、達成される見込み・見通しを述べて下さい。
- ④建築や社会に対するインパクト
：生活や産業経済、建築空間に対する影響など、研究開発目標が達成され、成果を実用化した場合の建築や社会に対するインパクトについて述べて下さい。

注:こちらにご記入頂いた内容も審査の対象となります。

提案ポイント項目は審査評価基準に基づきます。

概要書① 自由書式

建築由来の CO₂ 排出量は全排出量の3割を超えており、この大幅な削減には、建物負荷の徹底的な低減に加えて、機器運転効率の飛躍的な改善が必要になる。「Cool Earth-エネルギー革新技術計画」でも超高効率ヒートポンプを挙げているように、ヒートポンプ(以下、HP)は大きな省エネルギーの可能性を有している。しかしながら、大部分のヒートポンプは空気を熱源とする単体の機器であるため、COP 改善の余地は大きくない。ヒートポンプはボイラーとは異なり、熱を(温度の低いヒートソースからより温度の高いヒートシンクへ)移動させる技術手段であるから、システム的なアプローチが効果的である。こうした観点と、将来の望ましい技術を想定したバックキャスト的な研究開発を提案するものである。

■ 技術コンセプト

建物周囲に普く存在する太陽放射、地中熱、空気熱、地球放射、風、雨などの多様な再生可能エネルギーを利用して、建物内部の冷暖房、調湿、給湯、冷凍など多目的な熱を供給するために、水ループで熱のネットワークを構成し、大地の温度安定性を活かして高効率運転するヒートポンプシステム(図1)。

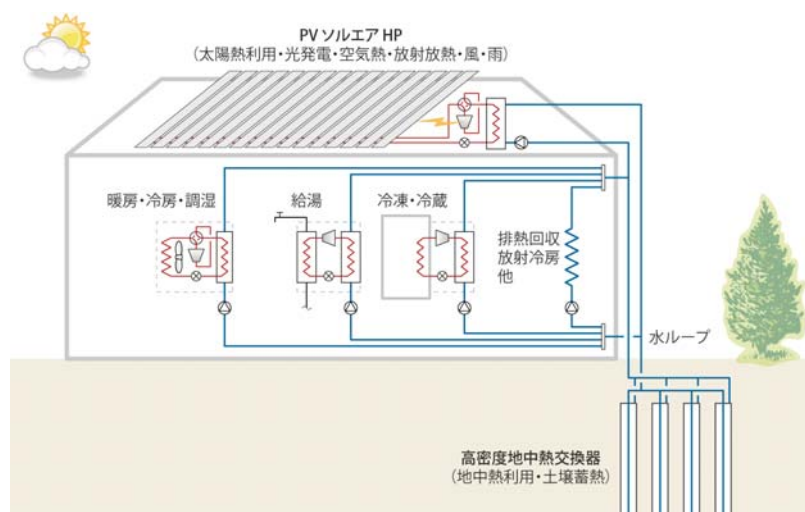


図 1 GLHP システム(戸建住宅のイメージ)

■ システム構成

- 1) 屋外ユニットである PV(太陽電池)ソルエア HP(図 2)、高密度地中熱交換器、空調(暖冷房・調湿)用の分散型水熱源 HP、給湯用の水熱源 HP、水冷式の冷凍冷蔵庫、およびこれらを熱的につなぐ水ループから構成される。業務用ビル等で、給湯や冷蔵庫が不要な場合は、空調用 HP のみになる。ヒートポンプを介さない直接利用では、排水・排気からの熱回収や放射冷房などが考えられる。



図 2 PV ソルエア HP

- 2) 水ループの循環水温度は、地中熱交換器と屋外ユニットを利用して、自然土壌温度±5K 程度に維持する。例えば、東京地域では 12~22℃になるため、ヒートポンプの集熱と放熱の両面で効率の高い運転が可能になる。

3) 循環水ポンプは各機器に専属させて連動運転するため、熱搬送動力は少ない。

■ 技術概要と効果

- 4) PVソルエア HP は、冷媒直膨集熱式のため集熱効率が 80～90%と高く、日射がないときは空気から集熱ができ、着霜してもデフロスト不要の運転実績を有している。ソルエアパネルの表面には太陽電池が形成されており、太陽エネルギーを熱と電気にハイブリッド利用する。冷房放熱ではソルエアパネルが夜間放熱器として働き、長波長放射を 20～30%併用して放熱するため、ヒートアイランド現象の緩和効果も期待できる。風は自然対流熱交換を促進し、雨が降れば水の蒸発潜熱を利用して放熱するため、COP が大幅に改善する。人為的に散水すれば自然通風エバコンになるため、冷房熱源としては最も高いエネルギー効率が期待できる。
- 5) 水ループにより排熱の回収利用ができる。すなわち、冷房や冷蔵庫は排温熱を出し暖房や給湯は排冷熱を出すため相互利用になり、時間的なズレは土壤蓄熱によって吸収される。
- 6) 従来の地中熱利用は、地中熱交換器の設置面積が大きく、高価で不凍液が必要などの問題があった。これは土壤温度の自然回復のみに頼るためである。GLHP システムでは、自然回復の不足分を屋外ユニットで能動的回復 (active recovery, AR と略す) させることによって、循環水温度の低下を抑えて不凍液を不要にする。冷房の放熱は夜間に運転するため、電力負荷の平準化になる (図 3)。

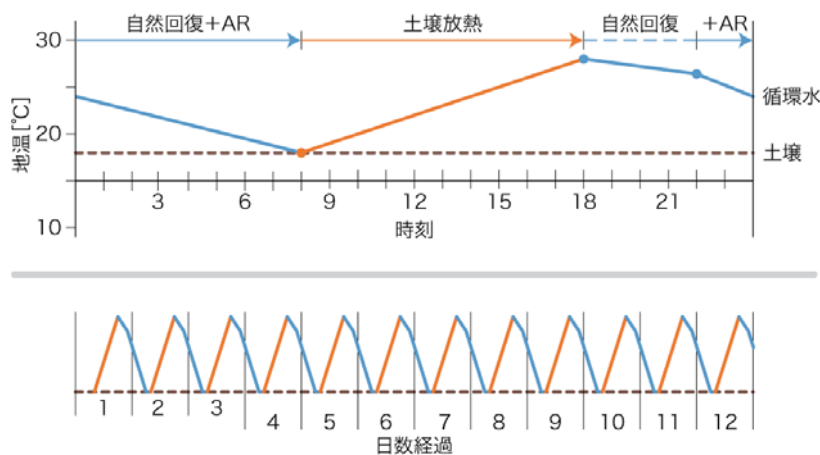


図 3 冷房放熱運転時の地中熱交換温度変化 (イメージ)

7) 給湯では、水熱源により加熱能力を大きくできるため、水道管直結式の瞬間給湯も可能なる。利用温度 (35～45℃) への昇温で済むため、COP は 10 程度を見込める。HP ユニートをシンクに組み込めば、出湯待ち時間をなくすることができる。冷凍冷蔵庫は、水冷のため消費電力が少ない。冷蔵庫本体はビルトインとし、台所のスペースを有効利用して庫内容積を拡大する。交換は機械部分のみとして、筐体の廃棄に伴う資源の浪費をなくす。

■ 性能と経済性の見通し

- 8) システム COP は 6 前後、太陽光発電を差し引いた商用電力基準のシステム COP は 8 前後、PV ソルエア HP 単体では NET-ZERO エネルギーを目指す。スマートグリッドにも対応させる。
- 9) 多種類の自然エネルギーを利用する設備費は、従来技術では極めて高価になるが、GLHP システムではかなり低減できる。例えば、太陽光発電パネルと太陽熱集熱器に補助熱源として空気熱源 HP を組み合わせる機能は、PV ソルエア HP 単体で充足できる。地中熱利用についても、屋外ユニットで補完するため、小型高密度化によるコストダウンが可能性になる。部品類には、量産化が進み安価で高効率な小型冷媒コンプレッサー等を用いることができる。
- 10) 空調方式に関しても、ふく射冷暖房やパーソナル空調など、新しい技術開発の可能性を提供する。

以上