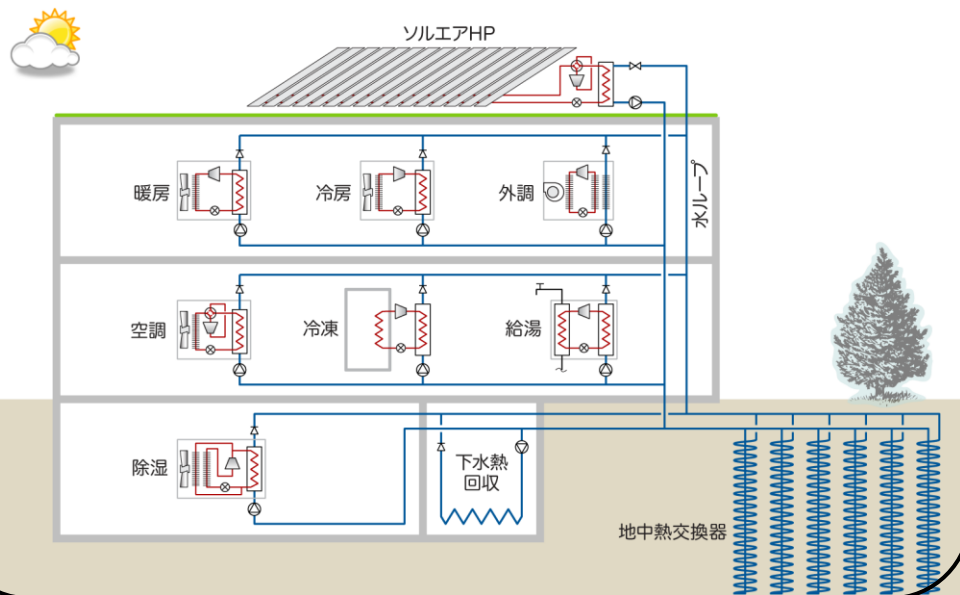
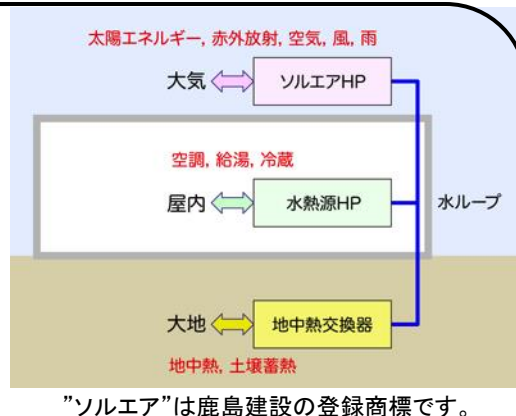


(1) 事業概要

民生部門(業務・家庭分野)におけるCO<sub>2</sub>排出量を削減するために、太陽熱や地中熱などの多様な再生可能エネルギーを利用して、冷暖房のみならず給湯や冷凍などの大幅な省エネルギー化を実現する革新的な水循環式ヒートポンプシステムを開発する。さらに、本技術を実用化して普及への道筋をつける。

(2) システム構成

ソルエアHPと地中熱交換器を水ループで結んで、太陽熱の間歇性と地中熱の有限性を補完し、水熱源HPで生活に必要な熱を供給するシステム。太陽、赤外放射、空気、風、雨、地中熱など多様な再生可能エネルギーを利用し、これをヒートポンプの熱源にして空調(暖房、冷房、除湿、外気調和)、給湯、冷蔵などに高効率熱供給する。冷房排熱を給湯に利用でき、下水熱の回収も容易。ソルエアHPで地温再生して地中熱汚染を防ぎ、地中熱交換器の高密度小型化を可能にする。



(3) 目標

開発規模: 本システムは小型分散型機器(ソルエアHP, 空調HP, 給湯HP, 地中熱交換器)で構成され、必要な種類と台数を水ループに接続するネットワーク型技術のため、住宅から大型施設や地域熱源まで、適用規模の自由度は高い。  
 適用対象: 戸建住宅, 集合住宅, ホテル, 業務用ビル, 商業ビルなど(対象を限定しない)。  
 エネルギー効率: APF(通年エネルギー消費効率)7程度, 省エネルギー率とCO<sub>2</sub>排出量は従来比50%程度削減。  
 耐用年数: 地中熱交換器と水ループは50年。ソルエアHP, 空調HP, 給湯HPは20年程度。

(4) 導入シナリオ

<事業展開におけるコストおよびCO<sub>2</sub>削減見込み>  
 普及段階のシステムコスト目標: 40万円/kW(冷暖房能力)  
 普及段階の単純償却年: 9年程度。長期の耐久性によりライフサイクルコストを半減。

年度	2010	2011	2012	2013	2020
目標販売量 (kW)	0	20	200	2,000	1,000,000
目標販売価格 (円/kW)	—	80万円/kW	70万円/kW	50万円/kW	40万円/kW
CO <sub>2</sub> 削減量 (t-CO <sub>2</sub> /年)	0	1.6	16	160	80,000

<事業スケジュール>

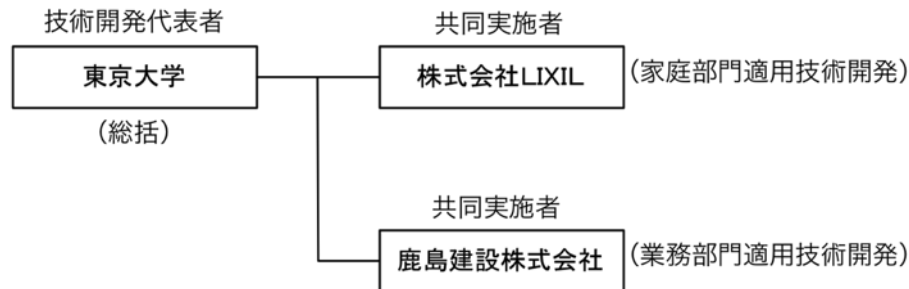
- (Step1) 本システムの技術開発と性能検証を行い、製品化の準備を行う。
- (Step2) 機器メーカーと共同で製品開発し、技術改良とコストダウンを進める。
- (Step3) 多数企業の参入を促して商品改良を進めると共に、国内外へ技術展開する。

年度	2010	2011	2012	2013	2020
基盤技術開発 (Step1)		→			
製品化開発 (Step2)			→		
導入拡大 (Step3)				→	

## (5) スケジュール及び事業費

	H22年度	H23年度	H24年度
(1) 運転性能予測手法の研究開発	→		
(2) PVソルエアHP技術の改良開発	→	→	→
(3) 高密度地中熱交換器の開発		→	
(4) 水熱源空調HPの製品化開発	→		→
(5) 水熱源給湯HPの製品化開発	→		→
(6) 水冷式冷凍装置の開発		→	→
(7) システム評価と普及展開			→
	39,000千円	30,000千円	30,000千円

## (6) 実施体制



## (7) 技術・システムの技術開発等の詳細

- 運転性能予測手法の研究開発**  
熱源と熱利用を水ループでネットワーク化した高度な省エネルギーを実現するために、システム運転性能を予測し制御法を検討するためのシミュレーション手法を開発する。
- PVソルエアHP技術の改良開発**  
熱出力5kWのソルエアHPモジュールを開発し、試作機をシステムに組み込んで運転実験を行う。これを基に改良と製品化を進めて実用化する。さらに、PV(太陽電池)ハイブリッド化とエバコン(水蒸発放熱)化によって効率の高い集放熱源機を目指す。
- 高密度地中熱交換器の開発**  
地中熱利用に地温再生を併用する高密度地中熱交換器を開発して設置面積を従来比1/5程度に減らし、これに適した掘削工法を実証する。
- 水熱源空調HPの製品化開発**  
本システムに適合した水熱源空調HP製品化の目処を得る。目標COPIは8程度。
- 水熱源給湯HPの製品化開発**  
瞬間給湯式の水熱源HPを試作して製品化開発の目処を得る。目標COPIは8程度。
- 水冷式冷凍装置の開発検討**  
冷蔵庫や冷凍ショーケースなどを水冷化して本システムと組み合わせた場合の省エネルギー効果やフロン削減効果を明らかにし、技術開発と商品化の可能性を検討する。
- システム評価と普及展開**  
上記要素技術を組み込んだ本システムの実験設備を作り、運転実験を行って制御法の開発とシステム評価を行う。本事業の成果を国内外へ発表して実用化を進める。

## (8) これまでの成果

- 小住宅規模の実験システムを構築し、以下の要素技術の試作実験を行った。
- ソルエアHP小型モジュール(熱出力5kW)を試作設置した。これを基に製品化を進め、実適用した。これに現状技術で対応可能なPV化とエバコン化を行った。
- 地中熱交換器では、Uチューブ型の高密度配置を実験した。さらに、ヘリカルコイル型高密度地中熱交換器を開発し、無排土掘削技術による埋設実験を行った。
- 空調HPは、既製品の改造機を製作して運転実験を行い、改良項目を明らかにした。
- 給湯HPは、試作機による実験と改良を進め、給湯温度制御に良好な結果を得た。
- 空調HPと給湯HPのCOPは6~8程度(目標の9割達成)。
- 要素技術の計算モデル作成とシステムシミュレーション開発を進めた(TRNSYS利用)

## (9) 成果発表状況

- 10th REAVA World Congressで発表, 2010年5月, トルコ
- 再生可能エネルギー国際会議で発表, 2010年6月, 横浜
- エネルギーソリューション展へ出展, 2010年7月, 東京
- 日本建築学会大会で発表, 2010年, 2011年, 2012年
- 空気調和衛生工学会大会で発表, 2010年, 2011年, 2012年
- 国際シンポジウム「亜熱帯地域のZEB」で発表, 2010年10月, 沖縄
- 東京大学生産技術千葉実験所にて一般公開, 2010年, 2011年, 2012年
- 第5回アジアシンポジウムで発表, 2010年12月, 中国
- 雑誌「産業と環境」に執筆, 2011年12月
- 冷凍空調連合講演会で発表, 2012年, 2013年
- プレスリリース, 2013年3月

## (10) 期待される効果

従来システムをビルマルチとする。ビルマルチは現時点で最も普及している省エネルギー技術であり、年間300万kW程度(冷暖房能力換算)が販売されている。

### ○2013年時点の削減効果 (試算方法パターン C, I)

- モデル事業等により2,000kW(冷暖房能力)導入
- 年間CO2削減量: 160t-CO2

$$\left[ \begin{array}{l} \text{ビルマルチ: } 32\text{t-CO}_2 / (\text{冷暖房能力} 200\text{kW当}) / \text{年} \\ \text{本システム: } 16\text{t-CO}_2 / (\text{冷暖房能力} 200\text{kW当}) / \text{年: (2014年時点の性能)} \\ \text{以上より, } (2,000) \times (32-16)\text{t-CO}_2 / (\text{冷暖房能力} 200\text{kW当}) / \text{年} = 160\text{t-CO}_2 \end{array} \right]$$

### ○2020年時点の削減効果 (試算方法パターン C, I)

- 2020年度に期待される普及量: 100万kW(新技術の供給可能性と普及速度から推計)
- 年間CO2削減量: 8万t-CO2

$$\left[ \begin{array}{l} \text{本システム: } 16\text{t-CO}_2 / (\text{冷暖房能力} 200\text{kW当}) / \text{年: (2020年時点の性能)} \\ \text{以上より, } (100\text{万}) \times (32-16)\text{t-CO}_2 / (\text{冷暖房能力} 200\text{kW当}) / \text{年} = 8\text{万t-CO}_2 \end{array} \right]$$

(給湯や冷凍などを加えれば、削減効果はさらに高くなる)

## (11) 技術・システムの応用可能性

本システムを構成する各要素技術と水ループは、次のような応用可能性を有している。

- 天空熱源HPは、集熱効率が高いため設置面積が小さく、空気熱源能力を有するため補助ボイラーを不要とし、太陽電池との一体化など、新しい太陽エネルギー利用技術として応用展開できる。放熱運転でも、夜間の放射冷却利用や高効率なエバコン運転などの可能性を有し、氷蓄熱冷房システムへの応用実績も有する。
- 地中熱利用における地温再生の導入は、地中熱交換器を高密度小型化して不凍液を不要にするため、地中熱利用の広い普及に貢献する。これを土壤蓄熱としてオフピーク電力利用で運転すれば、スマートグリッドの需要調整にも応用できる。
- 水ループによる水熱源HPは高効率化が可能であり、再熱機能を組み込み易いため除湿冷房や外気調和に展開できる。さらに、冷却排熱を室内に出さず、ビルトイン冷蔵庫などの新しい技術展開を可能にする。冷媒封入量の削減技術としても有望。
- 本システムの部分または全体技術は、医療施設から集合住宅まで幅広い適用分野に応用可能である。さらに、建物相互を循環水配管で結び、これを地中熱交換器として地域規模の熱的ネットワークを構成するなど、低炭素型都市再開発事業にも展開可能。
- 水ループの冷熱源に雪氷、温熱源にバイオマスを使うことも可能になる。
- 海外へ展開すれば、寒冷地のHP暖房を可能にし、乾燥気候では夜間放射利用の高効率冷房、亜熱帯リゾート施設の快適な除湿冷房や排熱利用給湯などに応用できる。
- 本システムは、地球環境に適合した省エネルギー技術であり、ライフサイクル経済性にも優れるため、東日本大震災の復興事業にも優れた応用可能性を有している。

### 太陽エネルギー利用技術

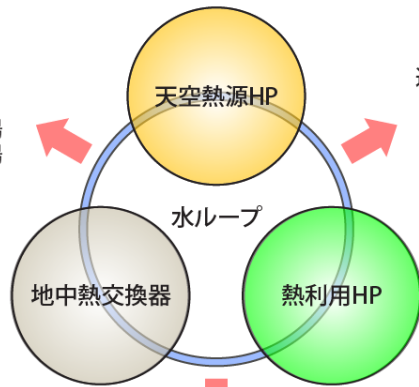
- 空気熱源HPのノンデフロスト化
- 夜間放射冷却によるヒートアイランド緩和技術
- 自然通風式エバコンによる無騒音で高効率な放熱技術
- 太陽電池冷却による発電効率改善技術

### 海外への技術展開

- 寒冷地の暖房と給湯
- 砂漠気候の冷房と給湯
- 熱帯の除湿冷房と給湯

### 地中熱利用と土壤蓄熱技術

- 多層階建物への適用拡大
- 電力負荷の平準化
- スマートグリッド対応
- 排水熱回収技術
- 不凍液不要の地中熱利用



### 適用分野の拡大

- 病院、介護施設、ホテル他
- 公共施設、教育施設、集合住宅
- ネットワーク型地域熱供給

### 高効率ヒートポンプ技術

- 除湿空調設備
- 外気調和設備
- 水熱源エコキュート
- ビルトイン冷凍冷蔵庫
- 冷媒封入量削減と自然冷媒化

### 未利用エネルギーシステム技術

- 雪氷冷熱利用施設
- 下水、河川水、各種施設排熱の利用
- バイオマス熱供給施設
- 熱の面的利用

## (12) 技術開発終了後の事業展開

### ○量産化・販売計画

- 2013年度までに試行的な実用化を行い、要素技術(天空熱源HP、高密度地中熱交換器、空調HP、給湯HP)の製品化システム設計法を構築する。
- 2020年までには、多数の企業の参入を促して競争的な商品改良環境を醸成し、量産化によるコストダウンを実現する。
- 2020年以降は、海外への技術移転を本格化させ、また新しい適用分野へ拡大する。
- 2050年には、建物の約1割に普及させることを最終目標とする。
- ZEB(ゼロエネルギー)政策等の進展によっては、普及をさらに加速することも考えられる。

### ○事業拡大シナリオ

年度	2013	2020	2030	2040	2050 (最終目標)
製品化開発	→				
量産化 コストダウン					→
海外への 事業展開					→
適用分野の 拡大					→

### ○シナリオ実現上の課題

- ヒートポンプにかかわる教育や啓蒙が不足しているため、本システムについて理解を得るためには相当の努力を要する。
- 市場が見えないうちは機器メーカーの参加が望めないため、技術の将来性について周知を図ると共に、補助金等を活用して積極的に適用実績を増やして行く必要がある。
- 特定企業が技術を独占すると、技術進歩とコストダウンが進まない。これを避けて、多数企業の参入による競争的な改良努力に導く必要がある。
- 本システムは、エアコンのような製品単体売りには適さない。計画設計段階からユーザーをサポートするエネルギーシステムコーディネーター的な職能の育成が望まれる。

### ○行政との連携に関する意向

- 本システムを普及させるために、行政との積極的な連携を希望する。
- 教育施設や公共施設へ導入して、再生可能エネルギーとヒートポンプの啓蒙に役立てたい。
- 海外への技術移転と共同研究に協力したい。
- 本システムの競争的な市場が形成されるまでは、応用技術開発と普及支援(補助金等)をお願いしたい。
- 東日本大震災復興に役立てたい。

# CO<sub>2</sub>排出削減対策技術開発評価委員会による終了課題事後評価の結果

- 評価点 5.5点（10点満点中）

- 評価コメント

- 基本的な開発条件は整理されたと思われるが、普及戦略についての詰めが甘い。
- 実用化に向けたハードルは高いものと考えられ、一層の取組に期待したい。
- 得られた性能は高いが、導入コストの高さに見合うほどではないように思われる。
- 空調システムとして、パッケージ化（製品化）をになう主体がみえない。あるいは、そこまでにどのようなアプローチを行うとしているのかは明確にすべき。