

# 【事業名】太陽熱ヒートポンプ空調・給湯システムと冷暖房負荷を低減する外皮の技術開発

【代表者】三井ホーム(株) 技術研究所 木村敏郎

【実施予定年度】平成26～28年度

## (1)技術開発概要

### ①【技術開発の概要・目的】

空調・給湯の熱源HPを集約し、太陽熱集熱・HP排熱・太陽光発電の余剰電力を利用して、熱エネルギーと電力を高効率に創出・利用する設備と、高い熱性能(断熱・夏期日射遮熱)を有する外皮技術を開発し、それらがベストマッチする木造戸建て住宅技術を構築する。

### ②【技術開発の詳細】

#### (1)太陽光・太陽熱2層構造パネルの開発

・太陽光による発電を行いながらパネル裏面から太陽熱を取得する機能を持つ、太陽光・太陽熱2層構造パネルを開発する。また、設置工事が太陽光発電パネル程度で済むパネル設置システムを開発する。

・目標とした要素技術性能を達成できた。

・量産化する上での課題は価格である。事業期間中、太陽光発電パネルの価格が大きく低下し、太陽光発電パネルの価格に対する開発パネルの価格の比が相対的に高くなった。結果として、「プラスαの費用で、電気も熱も手に入るパネル」という商品性が失われてしまった。ローコスト化は生産量によるところが多いため、導入初期段階で何らかの補助が必要であると考えられる。

#### (2)太陽光発電駆動水・空気熱源ヒートポンプ空調・給湯統合設備の開発

・太陽光・太陽熱2層構造パネルによって得られた温水を用いて湯沸かしの機能を有する水・空気熱源ヒートポンプを開発する。

・目標とした要素技術性能を達成できた。

・ローコスト化は生産量によるところが多いため、導入初期段階で何らかの補助が必要であると考えられる。

#### (3)熱搬送及び外皮技術等の開発

・太陽光発電駆動水熱源ヒートポンプ空調・給湯統合設備を可能にする外皮システム及び日射制御技術を開発する。

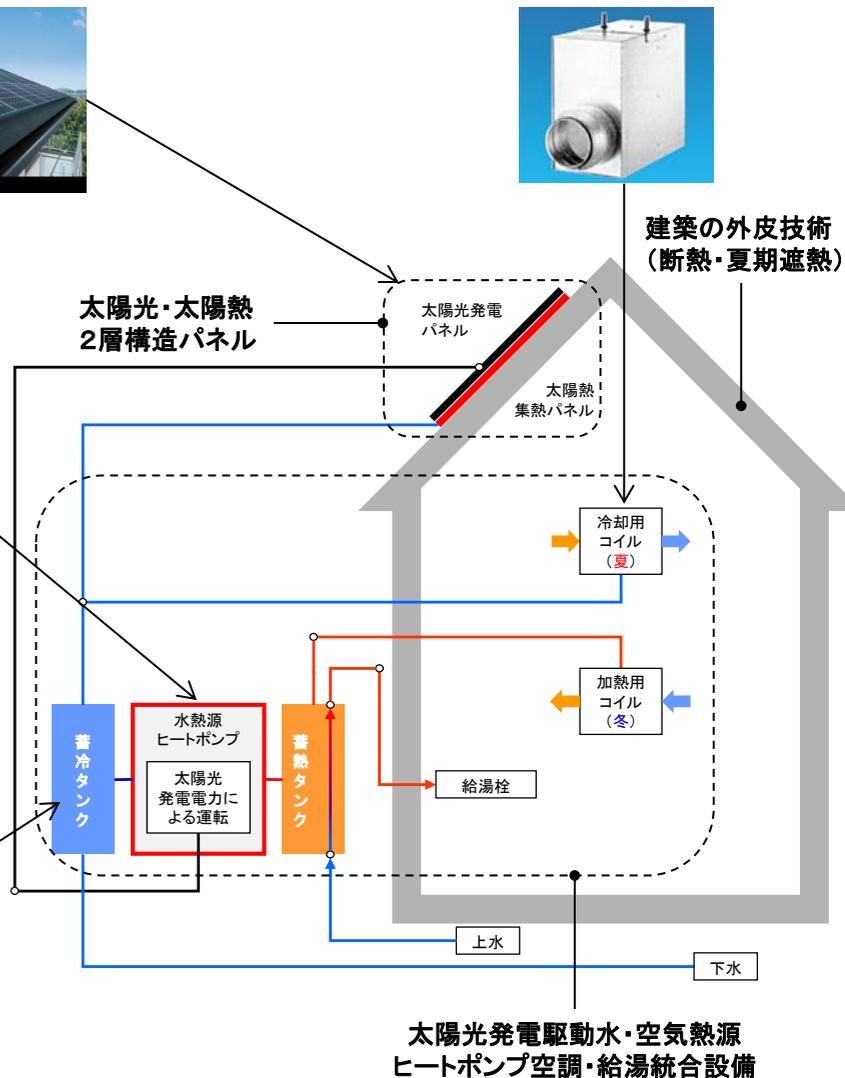
・目標とした要素技術性能を達成できた。

#### (4) 全体システムの最適化

・太陽光発電駆動水熱源ヒートポンプ空調・給湯統合設備のシステムを開発する。

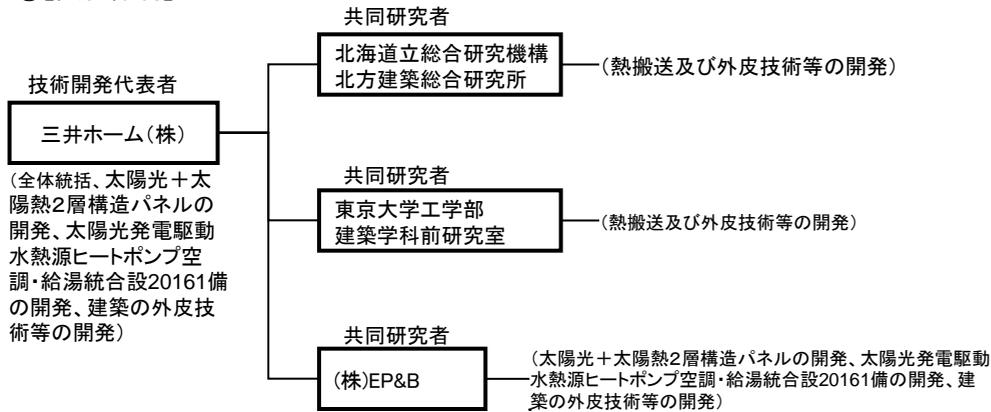
・モデル住宅の年間二酸化炭素排出量を、全国各地(温暖地)において1.5t以上削減できることを確認した。

### ③【システム構成】



## (2)事業実施計画

### ①【実施体制】



### ②【実施スケジュール】

開発項目	初年度(平成)	次年度	最終年度
A. 太陽光発電駆動水熱源HP・空調・給湯設備の開発	(1) 熱源容量、2層構造パネルの最適化検討 開発課題の明確化 構成部材の目標性能の明確化 → 性能検証・評価		
	(2) 空調方式・空調設備容量の検討		
	(3) 構成部材の選定・最適化検討		
		(4) 熱ロスの少ない配管システムの検討	
		(5) 施工方法、配管手法の検討	
B. 太陽光+太陽熱2層構造パネルの開発	(1) PVパネルの機種選定		
		(2) 太陽熱の集熱管のPVパネルの接合方法検討	
		(3) 最適な集熱温度、流量の検討	
		(4) 配管接合部の施工性・耐久性確保手法の検討	
C. ヒートポンプ(HP)及び各設備の制御技術の開発		(1) HP運転手法検討	
		(2) 熱搬送経路、風量・流量の制御手法の検討	
D. 建築の外皮技術等の開発	(1) 外皮の最適な熱性能の検討		
		(2) 高断熱外壁・屋根・床の工法開発	
		(3) 建築空間利用型空気循環手法の開発	
合計	30,102千円	120,901千円	100,314千円

### ③【目標設定】

- 最終的な目標:  
目標CO<sub>2</sub>排出削減量: 1.5万t-CO<sub>2</sub>/戸・年(東京)  
目標希望小売価格: 420万円

比較の基準とする住宅の仕様

項目	内容
住宅種別	2階建て戸建て住宅
延床面積	125m <sup>2</sup> 程度
家族人数	4人
暖冷房設備	HPによる全館空調(温水床暖房併用)
換気設備	ダクト式全館換気
給湯設備	CO <sub>2</sub> 冷媒HP方式
太陽光発電設備	4.5kW
外皮性能	熱損失係数2.7W/m <sup>2</sup> K

### ④【事業化・普及の見込み】

#### ○事業化計画

システムを構成する要素は、a.ヒートポンプ熱源、b.蓄熱タンク、c.吸・放熱及び加湿ユニット、d.2層構造パネル及び設置架台、e.集熱、熱搬送配管、f.各室コントローラ・センサ、g.熱媒である。

- ・これらの各構成要素の量産化仕様の決定(表示性能、安全性及び環境の評価)
- ・これらの各構成要素の生産体制の構築(生産台数の決定、部品調達体制の構築、製造工程の確立)
- ・販売体制の構築(三井ホームに加え他の販売チャンネルの決定、マニュアルの制作、サポート体制の構築)
- ・施工体制の確立(施工マニュアルの制作、施工体制の確立、施工教育の実施)

#### ○事業展開における普及の見込み(～2020年)

実用化段階コスト目標: 420万円

実用化段階単純償却年: 0年

既存システムに対してイニシャルコストは増額するが、ランニングコストの削減で実質0年

年度		2018	2019	2020	2025	2030
経過年		1	2	3	4	5
目標販売台数(台)	単年度	—	100	300	500	1,000
	累積	—	100	400	900	1,900
目標販売価格(千円)		—	4,200	4,200	4,200	4,200
年間CO <sub>2</sub> 削減量[t-CO <sub>2</sub> /年]	単年度	—	171	513	855	1,710
	累積	—	171	684	1,539	3,250

### (3)技術開発成果

#### ①【これまでの成果】

- ・太陽光発電出力5.59kWの太陽光・太陽熱二層構造量産型パネルを製作
- ・6kW出力の空気・水熱源HP試験機(実用機と同規模)を製作
- ・年間CO<sub>2</sub>排出削減量:1.5t-CO<sub>2</sub>/戸年(東京)(目標の10割達成(28年度末))

#### ②【CO<sub>2</sub>削減効果】

##### ○2020年時点の削減効果 (試算方法パターン A-a, I-i)

- ・国内潜在市場規模:54万台(既設の従来システムのストック台(建築着工統計)に基づき推計)
- ・2020年度に期待される最大普及量:300台(ストック数に対する普及率。なお、従来システムの販売台数は年間4000台)
- ・開発機器(システム、モデル)1台当たりのCO<sub>2</sub>削減量:1.5t/年(従来型の同様システム:2.47t/年)
- ・年間CO<sub>2</sub>削減量:450t-CO<sub>2</sub>

##### ○2030年時点の削減効果 (試算方法パターン A-a, I-i)

- ・国内潜在市場規模:54万台(既設の従来システムのストック台(建築着工統計)に基づき推計)
- ・2030年度に期待される最大普及量:1000台(ストック数に対する普及率。なお、従来システムの販売台数は年間4000台)
- ・開発機器(システム、モデル)1台当たりのCO<sub>2</sub>削減量:1.5t/年(従来型の同様システム:2.47t/年)
- ・年間CO<sub>2</sub>削減量:1500t-CO<sub>2</sub>

#### ③【成果発表状況】

データを精査した上で、2018年建築学会大会で発表予定。

#### ④【技術開発終了後の事業展開】

##### ○量産化・販売計画

- ・2020年までに、システム全体の量産化課題の解消を推進。
- ・2025年までに、システム全体の低コスト化及び省力化を推進。
- ・2030年を目処として、関連企業における販売ネットワークを核として、小規模業務施設等へのパイロット事業を中心に商品生産・販売開始を実施。

##### ○事業拡大シナリオ

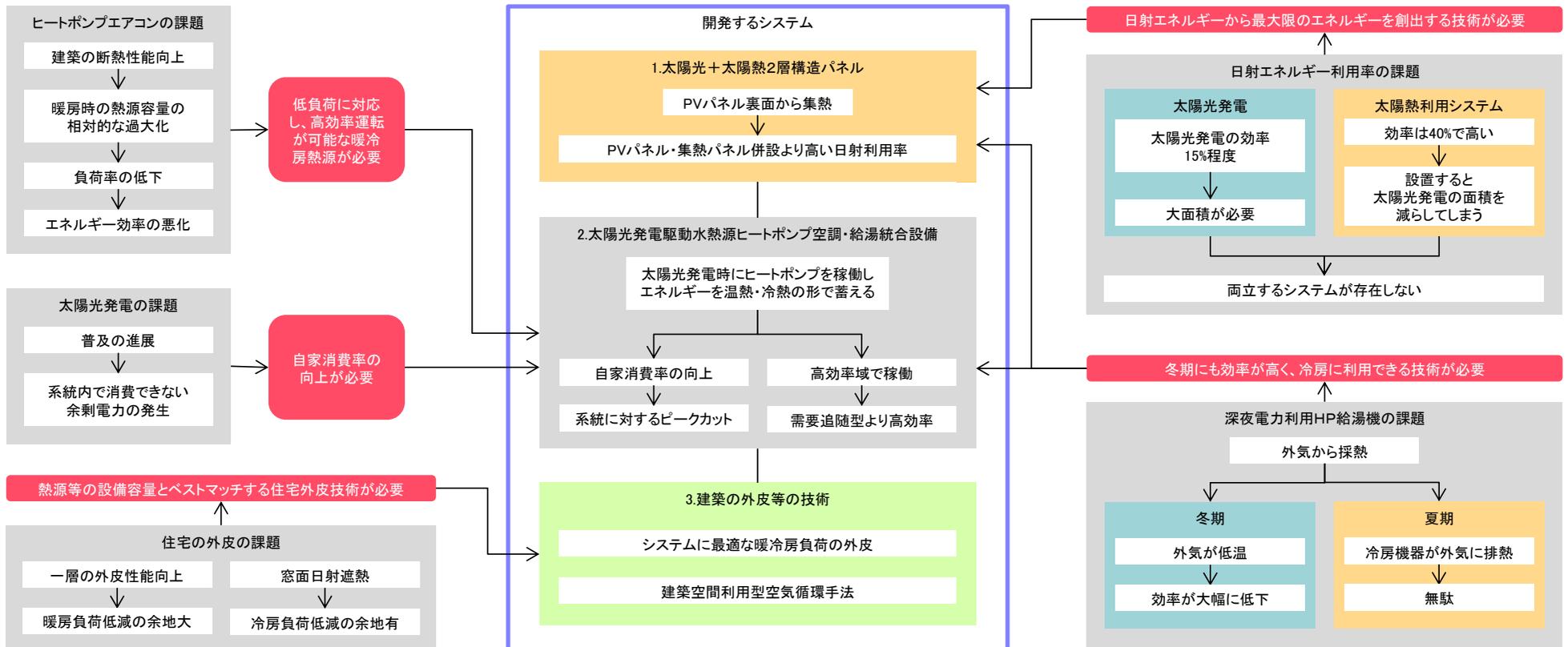
年度	2018	2020	2025	2030 (最終目標)
量産化課題の解消		→		
低コスト化技術開発			→	
省エネルギー性向上開発			→	
小中規模福祉施設へのパイロット事業				→

##### ○シナリオ実現上の課題

- ・事業化に向けた新たな機器メーカーの選定
- ・更なる施工性改善によるコストダウン検討
- ・更なる省エネルギー性向上のための開発・検証
- ・低コスト化のためのシステムのシンプル化、部品の共有化のための技術開発
- ・販売拡大のための行政庁との連携強化
- ・ZEH補助金等への対応(機器認定等)
- ・初期導入コストへの補助金対応 等

# ○参考資料

## 開発技術が解決する各種の課題



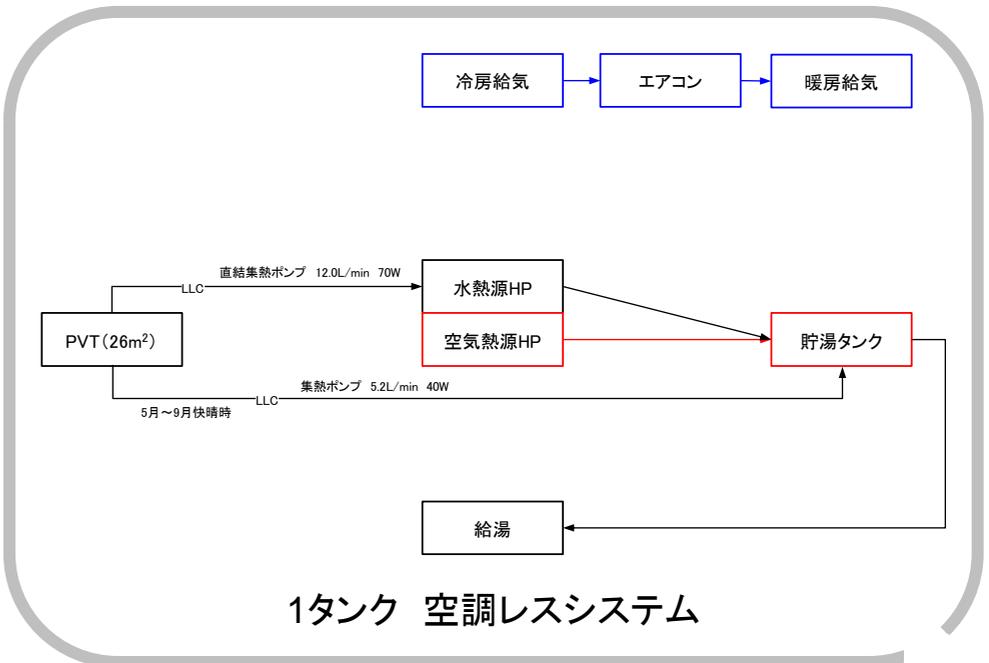
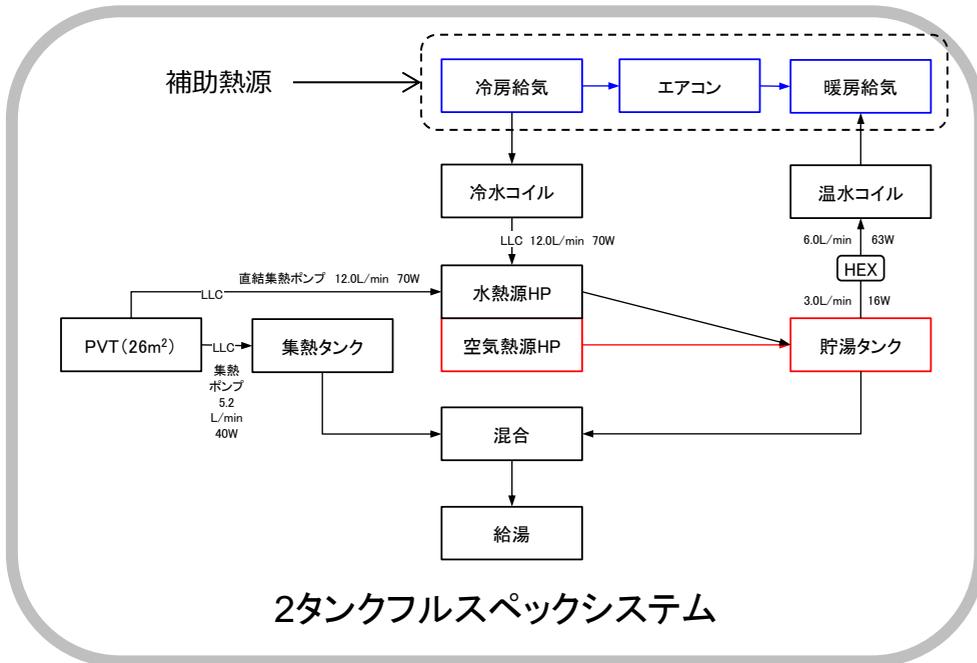
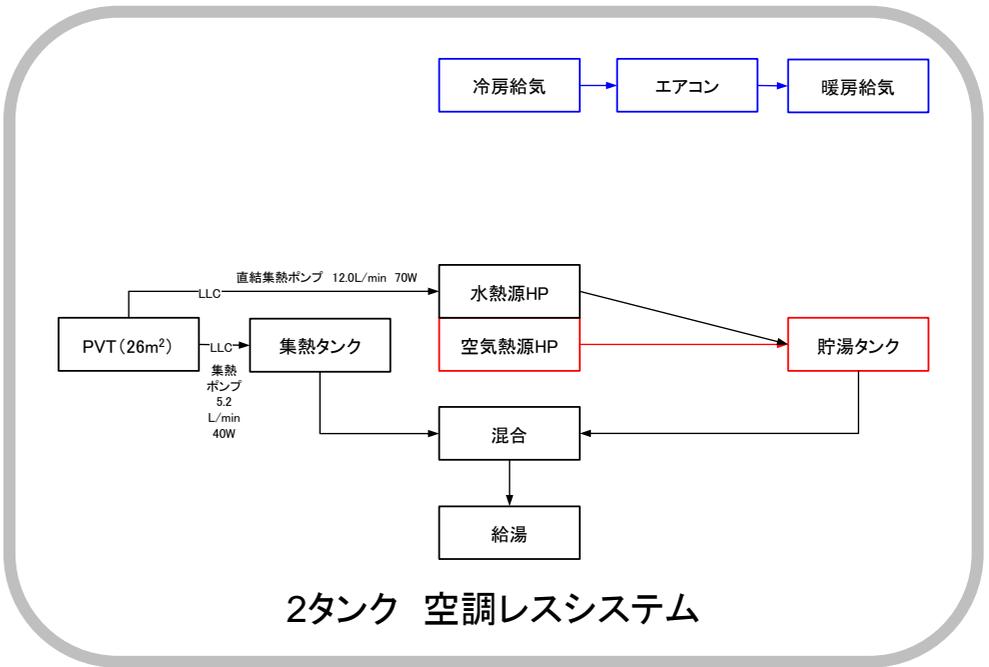
## ○参考資料(0. 全体目標)

### システム図

2タンクフルスペックシステムは、PVTと水・空気熱源自然冷媒給湯機と冷温水冷暖房（通常含む）補助熱源としての空調システムを組み合わせたものである。

2タンク 空調レスシステムは、PVTと水・空気熱源自然冷媒給湯機と通常の全館空調システムを組み合わせたものである。

1タンク 空調レスシステムは、2タンク 空調レスシステムと同様に、PVTと水・空気熱源自然冷媒給湯機と通常の全館空調システムを組み合わせたものであるが、集熱タンクが一つなので、追い焚きにおいて未ヒートポンプ効率が落ちる。



## ○参考資料(0. 全体目標)

要素試験結果を元にしたシステムシミュレーション結果

試算条件

対象住宅：開発モデル住宅

暖冷房負荷：SimHeat

給湯負荷：修正M1モード

内部発熱：事業主基準

太陽光発電：4.5kW

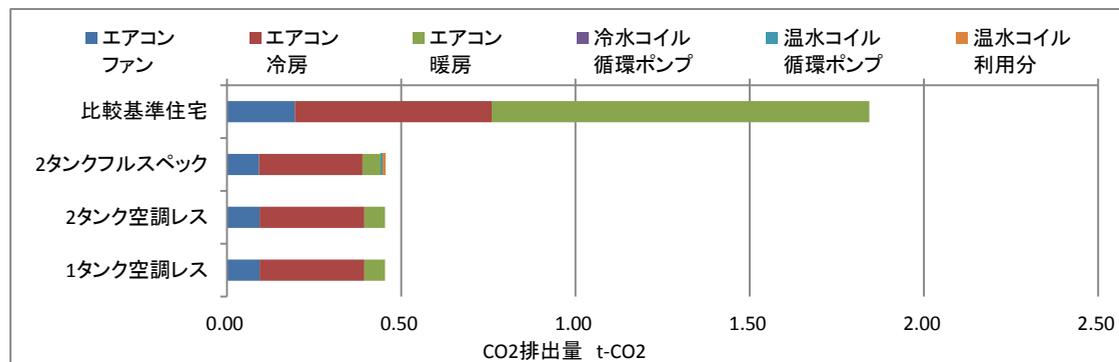
PVTパネル面積：26m<sup>2</sup>

CO<sub>2</sub>排出係数：0.000579

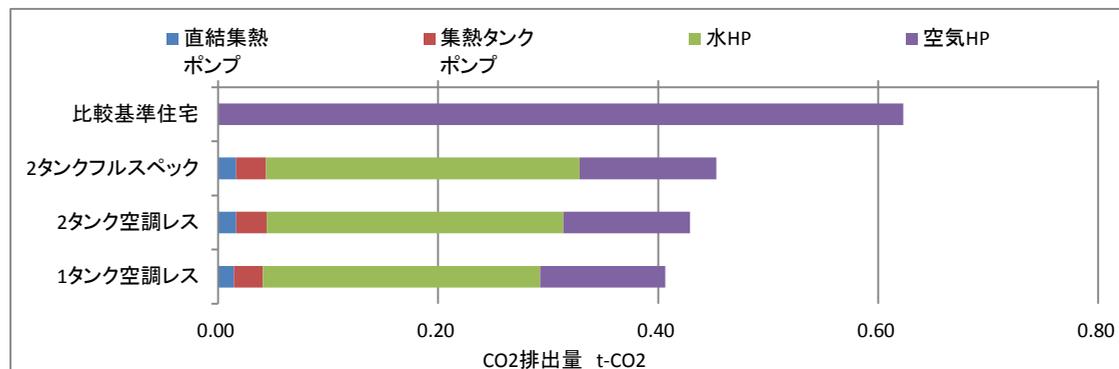
(平成26年度実績－H27.11.30公表の代替値)

比較基準住宅の仕様

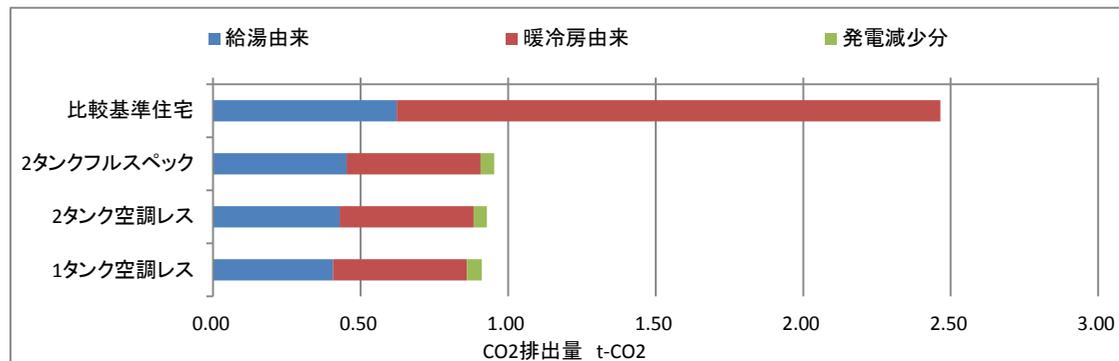
項目	内容
住宅種別	2階建て戸建て住宅
延床面積	125m <sup>2</sup> 程度
家族人数	4人
暖冷房設備	HPによる全館空調
換気設備	ダクト式全般換気
給湯設備	CO <sub>2</sub> 冷媒HP方式
太陽光発電設備	4.5kW
外皮性能	熱損失係数2.7W/m <sup>2</sup> K



暖房由来の年間CO<sub>2</sub>排出量 [t/年戸]



給湯由来の年間CO<sub>2</sub>排出量 [t/年戸]



年間CO<sub>2</sub>排出量 [t/年戸]

# ○参考資料(1. 太陽光・太陽熱2層構造パネルの開発)

PVTパネルの製作



試作PVTパネルの性能把握試験

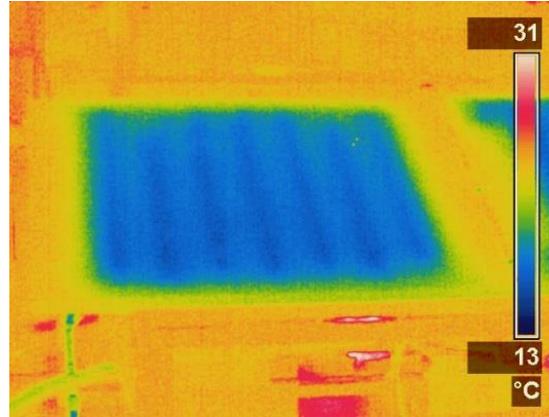


図1. 集熱実験におけるサーモグラフィ画像

試作PVTパネルの性能



写真5. 東京大学における要素試験状況



写真4. 埼玉実棟実験棟 試験状況 (上側20枚が開発パネル、下側3枚は比較用発電パネル)

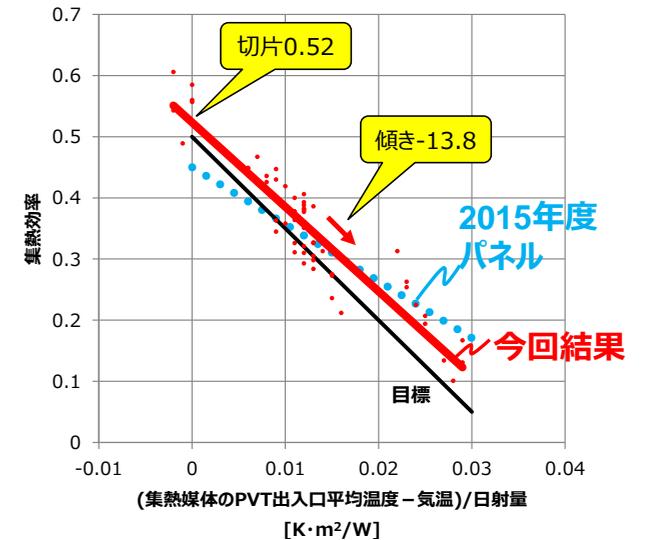
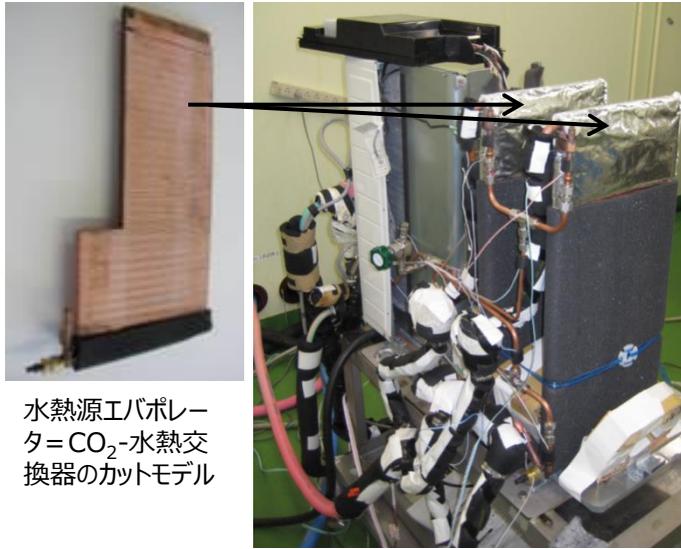


図2. 東京大学における要素試験結果

# ○参考資料(2. 太陽光発電駆動水・空気熱源ヒートポンプ空調・給湯統合設備の開発)

ヒートポンプユニットの水熱源化と要素試験と結果



水熱源工バレータ=CO<sub>2</sub>-水熱交換器のカットモデル

写真1. 水熱源ヒートポンプ試作機

表1. 冬期および夏期における性能値

運転条件	27年度目標値	実験結果
冬期 熱源水IN 9℃ 熱源水out 5℃	加熱COP :4.5以上	4.2 ※空気熱源HP給湯機より高効率を達成
夏期 熱源水IN 10℃ 熱源水out 5℃	総合COP :4.9以上	6.1

注) 本測定結果には  
ヒートポンプ・蓄冷タンク間の循環ポンプ動力を含む。  
PVTパネル・蓄冷タンク間の循環ポンプ動力は含んでいない。

ヒートポンプユニット 全体透視図

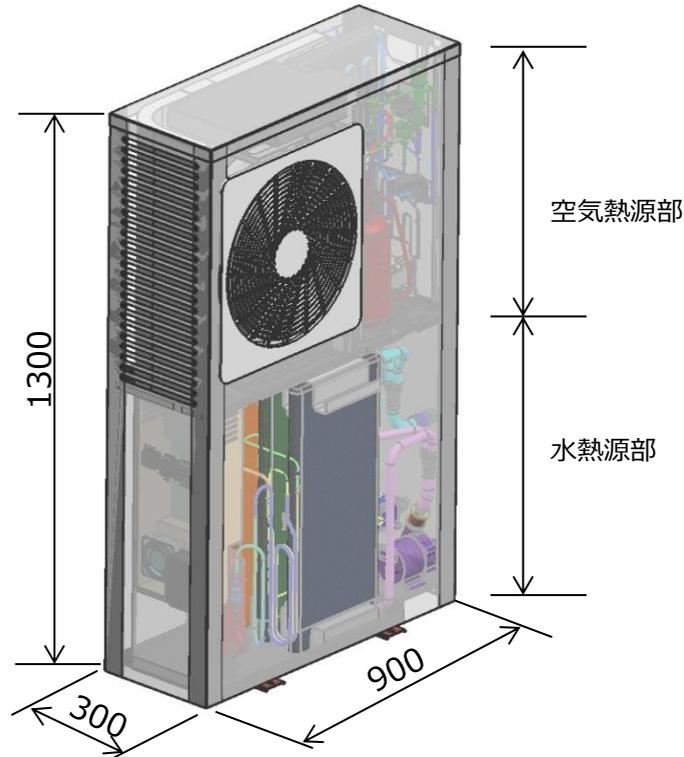


図1. 水熱源ヒートポンプ全体図(試作機)

日射が少ない場合(雨天・曇天)には、  
空気熱源運転を行えるシステムとなっている。

実棟試験状況



写真2. 実棟設置状況(旭川)



写真3. 実棟設置状況(埼玉)

# ○参考資料(3. 熱搬送及び外皮技術等の開発)

## 外皮技術等の開発

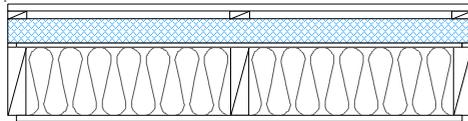
### 防露実験・耐久性 実験 (北総研 恒温恒湿実験施設)

#### 実験結果

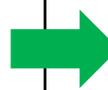
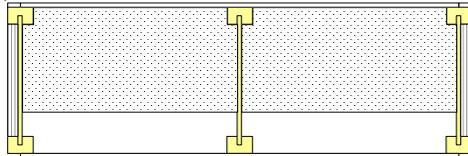
試験体名	縦枠	充填断熱材	外張断熱材	U値[W/m²K]	防露性能	価格	施工性
①	206	RW140	XPS50	0.203	○	○	○
②	206	RW140	XPS65	0.202	○	○	△
④	206	XPS140	XPS40	0.192	×	△	×
⑤	206	EPS140	EPS65	0.195	○	△	×
⑥	206	RW140	UF45	0.199	×	×	○
⑦	206	RW140	FF40	0.201	○	×	○
⑧	206(千鳥)	RW140	XPS50	0.203	○	○	×
⑨	MPW	RW38×3	XPS50	0.202	×	×	×
⑩	Iジョイスト302	吹付け硬質UF200	無し	0.191	○	○	○

#### 壁内構成図

①XPS(押出し法ポリスチレンフォーム)仕様 [U値=0.203W/m²K]  
 充填：R W140mm + 外：XPS50mm



⑩Iジョイスト仕様 [U値=0.191W/m²K] 充填：吹付UF200mm



水熱源HP  
給湯によって  
生まれる冷水

対応する新しい  
空調システム

温水暖房時の  
空気搬送  
動力が極小化

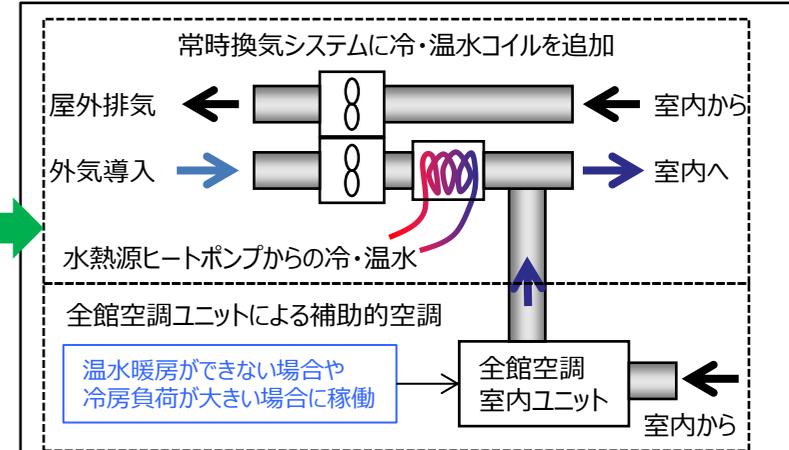
常時換気の  
外調のみで  
対応可能

暖房負荷の  
大幅な削減

超高温断熱  
外皮

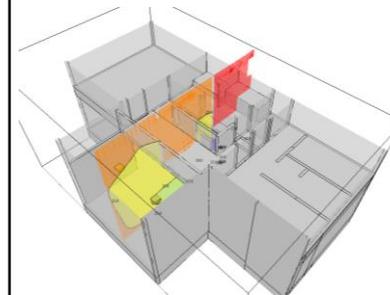
放射環境及び  
上下温度分布  
の改善

## 熱搬送技術等の開発



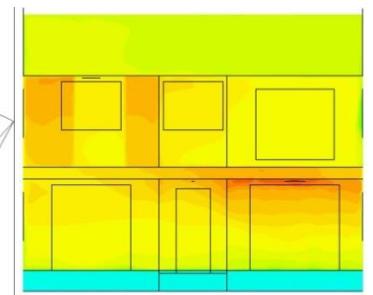
冬 期：外調のみで最寒日の暖房負荷に対応可能。  
 中間期：外調で冷房負荷の大部分を担い、冷房負荷を削減。  
 夏 期：外調で冷房負荷の一部を担い、冷房負荷を削減。

#### CFD解析による室内環境解析



埼玉実験棟の解析

空調換気が室内温度分布に及ぼす影響の計測(実棟)と解析。



汎用モデル住宅の解析

居住域上下温度分布が3℃以下となる可能性が高いことを確認。

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

- 評価点 5.9点（10点満点中）
- 評価コメント
  - － 技術開発課題に関する所期の目的を達成したと評価する。
  - － 今後の普及展開に向けては、イニシャルコストの削減を図るとともに、将来のシステム更新等、維持管理を勘案した投資回収年数を十分に検討し、あわせて販売価格及び対象マーケットを明確にすることを期待する。
  - － 本事業の実施内容について積極的に成果を広く公表し、その際は環境省「CO<sub>2</sub>排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業」である旨を周知することを求める。