

ヒートポンプ式床暖房の実用性能評価

ガス・石油式からの熱源転換による性能評価

Practical Performance Evaluation for Heat Pump Floor Heating

Performance Evaluation of Heat Source Changover from Gas and Kerosene

(エネルギー応用研究所 お客さま技術G 住環境T)

(Residential Energy Efficiency Team, Customer Technology Group, Energy Applications Research and Development Center)

電気式床暖房の普及を図るため、ガスや石油式からヒートポンプ式に熱源転換した場合の床暖房システムの実用性能をフィールド試験により評価し、ガスや石油式よりランニングコスト低減やCO₂排出削減が可能であることを把握した。

In order to spread the use of electrical floor heating, we conducted field tests to evaluate the practical performance of floor heating systems when the heat source is changed from gas and kerosene to a heat pump. Results showed that with electrical floor heating, it is possible to reduce running costs and CO₂ emissions.

1 研究の背景・目的

床暖房は頭寒足熱を実現する快適な暖房方式であり、主に都市ガスを熱源とした床暖房が家庭でも使用されている。床暖房の運転時間はエアコン等の対流式暖房機より長く、ランニングコストの低減が求められていた。

そこで、電気式のヒートポンプによる高効率な床暖房が2001年に開発され、現在では各社から様々な機種が発売されている。

今後、ガスや石油式床暖房からHP式への熱源転換市場が拡大すると予想されるが、ヒートポンプは外気温度により性能が変化するため、お客さまにしっかり説明できるよう実運転時の性能について検証する必要がある。

そのため、ガスや石油式の床暖房パネルを流用してヒートポンプ式床暖房(以下「HP式床暖房」と称す)に熱源転換したモニター(6拠点)を対象にフィールド試験により評価した。

階建て)であり、今回のHP式床暖房に熱源転換する前は、石油式、HP式、ガス式の床暖房がリビングとダイニングで使用されていた。

床暖房面積は平均23畳であり、第1表のとおりHP式床暖房の仕様よりやや広くなっていた。

(1) 運転状況

1日の平均運転時間は12.8時間、運転時間帯は昼間28%、軽負荷39%、深夜33%であり、すべての拠点で同様な運転が行われていた。

床暖房運転時の平均室温は21℃、平均床温は27℃であり、良好な室内温熱環境が得られていた。

(2) 機器効率

6拠点のHP式床暖房の機器効率は2.36~2.98(平均2.73)であった。各拠点の機器効率が低いのは、床暖房面積(敷設率)がメーカー推奨値に対して小さく、この面積で所定の室温を維持するため、ヒートポンプで加熱する温水温度が高温となったと推測される。

第1表 HP式床暖房の仕様

型式(メーカー)	1MU56JFV (ダイキン工業)
適用床暖房面積	8~22畳(外気温-10℃まで)
電 源	単相200V、20A
加 熱 能 力	6.7kW
機器効率(COP) ^{※1}	4.01

※1: 外気条件(乾球温度7℃/湿球温度6℃)、入口水温25℃

2 試験の概要と結果

6拠点で平成21年2月~5月にフィールド試験を実施した。熱源転換したHP式床暖房の仕様を第1表、フィールド試験結果を第2表に示す。

6拠点とも建築後8年以内の比較的新しい戸建住宅(2

第2表 HP式床暖房のフィールド試験結果

拠点	F01	F02	F03	F04	F05	F06	平均
所 在 地	長野県下伊那郡	長野県下伊那郡	愛知県名古屋	滋賀県大津市	滋賀県草津市	滋賀県草津市	-
熱源転換前の床暖房方式	石油式	石油式	HP式	ガス式	ガス式	ガス式	-
床暖房面積(敷設率% ^{※1})	24畳(43)	26畳(42)	23畳(42)	16畳(38)	32畳(35)	19畳(45)	23畳(41)
外 気 温 ^{※2} ℃	8.2	8.7	11.3	11.3	10.5	11.0	10.2
床暖房運転時間 h/日	11.3	14.0	11.2	14.3	12.4	13.5	12.8
運転率 ^{※3} 昼間/軽負荷/深夜 %	27/37/36	26/38/36	30/40/30	26/37/37	33/38/29	24/43/33	28/39/33
平均室温(平均床温)℃	20(24)	20(23)	20(28)	25(28)	20(27)	20(31)	21(27)
機 器 効 率	2.63	2.82	2.98	2.62	2.91	2.36	2.73

※1: 床暖房パネル面積/床暖房パネルを設置した部屋面積(メーカー推奨値は70%)

※2: HP式床暖房運転時の平均値

※3: 1日のうち昼間(9~17時)、軽負荷(7~9時、17~23時)、深夜(23~7時)に運転した割合

3 ヒートポンプ式床暖房の実用性

(1) 経済性と環境性

今回のフィールド試験結果をもとに、HP式床暖房を当社の代表的な地域である温暖地の名古屋市、寒冷地の松本市で使用した場合のランニングコストやCO₂排出量を試算した。また、ガス式と石油式床暖房についても、当社の環境実験室にて測定した機器効率を用いて同様の試算を行い、HP式との比較を行った。

その結果、暖房期間中のシステム効率、第3表のとおり名古屋市では平均2.7、松本市では平均2.6となった(温暖地の拠点F03~F06は名古屋市、寒冷地の拠点F01~F02は松本市)。

また、ランニングコストは、名古屋市では平均約26,200円(ガス式の約51%、石油式の約67%)、松本市では平均約41,300円(ガス式の約52%、石油式の約68%)となった(第1図)。

年間CO₂排出量は、名古屋市では平均約0.55t-CO₂/年(ガス式の約67%、石油式の約47%)、松本市では平均約0.89t-CO₂/年(ガス式の約70%、石油式の約48%)となった(第2図)。

また、温暖地でガス式と比較した場合、HP式床暖房のイニシャルコスト差は約5年で回収可能(石油式は約10年)であり、同様に寒冷地で石油式と比較した場合は約6年(ガス式は約4年)となった。なお、CO₂排出量が少ないということは、効率が高いということの裏返しである(第3図、第4図)。

(2) 床暖房の使用感

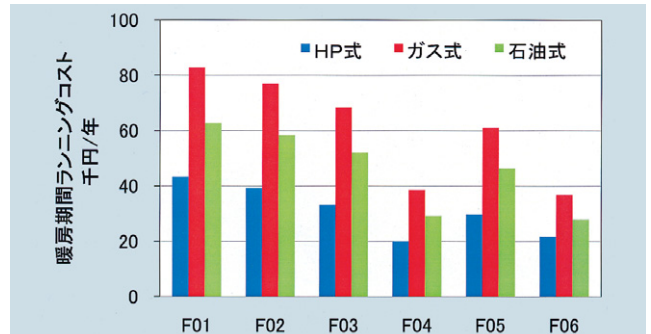
HP式床暖房機の使用感について、利用者10名のアンケート調査を行い、温度感覚、速暖性、ランニングコスト、満足感に対する有意差検定(危険率1%)を行った。その結果、有意となったのは速暖性(7段階評価中HP式2.9ポイント、ガス式と石油式4.5ポイント)で、HP式よりガス式や石油式の方が優位であった。その他項目については有意差が見られなかった。

4 今後の展開

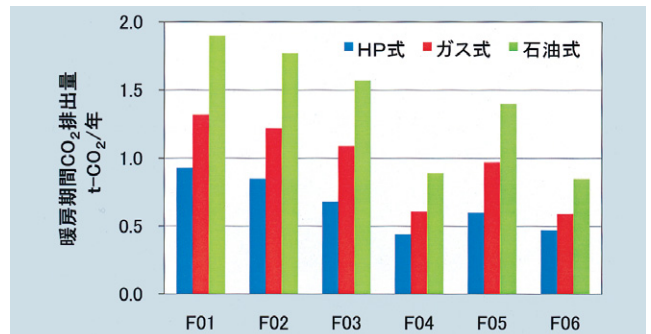
既設の床暖房パネルを流用してHP式床暖房に熱源転換した場合、従来のガス式と石油式床暖房よりランニングコストやCO₂排出量が削減できることを把握したため、今回の知見をコンサルティングに活用する。

第3表 暖房期間中のシステム効率〔試算値〕

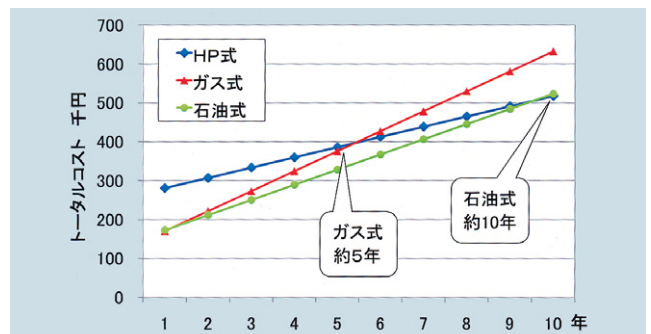
拠点	F01	F02	F03	F04	F05	F06	平均
名古屋市	-	-	2.89	2.55	2.93	2.26	2.7
松本市	2.55	2.60	-	-	-	-	2.6



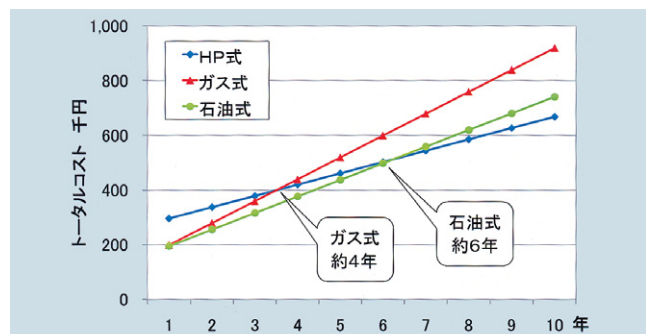
第1図 暖房期間中のHP式床暖房のランニングコスト



第2図 暖房期間中のHP式床暖房のCO₂排出量



第3図 名古屋市でのトータルコスト比較



第4図 松本市でのトータルコスト比較

(試算条件)

機器効率 HP式 第3表のとおり
 ガス式 0.75、石油式 0.77(別途補機電力含む)
 機器価格 HP式 255千円、ガス式 119千円、石油式 134千円
 *熱源機(リモコン込)のメーカー希望価格×0.6
 電気料金 中部電力のeライフプラン
 ガス料金 東邦ガスの一般ガスB
 石油料金 79.44円/L(石油情報センター 2010.2)
 CO₂排出 電気 0.424kg-CO₂/kWh(中部電力CSRレポート)
 原単位 ガス 2.080kg-CO₂/Nm³(環境省ホームページ)
 石油 2.490kg-CO₂/L(環境省ホームページ)
 *基本料金、燃料費調整単価、割引制度除く



執筆者/志村欣一