

品質工学による家庭用暖房機の評価

エアコン vs. 石油ファンヒータ

アルプス電気(株)
佐々木市郎

美しい電子部品を究めます
ALPS

1. 背景と目的

電気代 灯油代
CO₂排出量
メーカー・銘柄

エアコンは電気代が高い。
「冬はファンヒータ」という
固定観念あり。
従来はほとんど稼働せず。

	冷房	暖房
エアコン		?
石油ファンヒータ	-	

インシヤルコスト
部屋の大きさ・断熱
外気温

地球市民として環境問題に少しでも貢献をしたい。
このテーマは個人的に興味がある。
分かりやすい事例で、QEの普及につなげる。

2. 実験計画 1/5

<評価する暖房機>

エアコンはかなり旧式

番号	性能(kW)	使用年数	設置部屋
エアコン	4.5	12	茶の間
	4.2	10	寝室
	3.8	12	子供部屋
ファンヒータ	3.2	3	茶の間
	3.0	7	寝室
	2.5	6	子供部屋

(注) エアコンは暖房標準能力
ファンヒータは暖房出力(最大)



例) エアコン



例) ファンヒータ

2. 実験計画 2/5

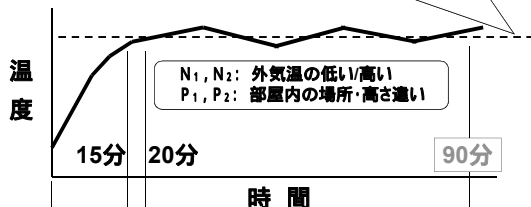
<使用する計測器>

デジタル温度計	デジタル秤量計	ワットチェッカ
温度測定 (2ヶ所同時測定)	灯油タンクの計量	電力量の測定
-10 ~ 40	最大5kg	最大15A

2. 実験計画 3/5

<理想機能>

温度設定値(19 ... 経済産業省推奨値)



2. 実験計画 4/5

<理想機能>

立ち上がり迅速性の詳細

$\sqrt{\text{温度変化}}$

熱量 = 比熱 × 質量 × 温度変化

熱量 = 時間当たり熱量 × 時間

エネルギーのオーダーで2乗和の分解を行うために両辺の平方根を取る。

$$\sqrt{\text{温度変化}} = \sqrt{\frac{\text{単位時間当たり熱量}}{\text{比熱} \times \text{質量}} \times \sqrt{\text{時間}}}$$

$$\beta = 10 \log \frac{1}{r} \frac{(S - V_e)}{V_N} \quad (db)$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{SN比} \\ \text{傾き} \end{array} \right] = \frac{L}{r}$$

2. 実験計画 5/5

<理想機能>
安定維持性の詳細

目標との差は小さい方がよい
(プラスでもマイナスでも)

SN比 = $-10 \log^2 (db)$

ここに $2 = V_T = \frac{y_1^2 + y_2^2 + \dots + y_n^2}{n}$

3. 実験結果 1/6

<データ例_エアコン/茶の間>

実測項目	誤差因子	単位	経過時間 (min)						
			0	5	10	15	20	...	90
室温	N ₁	P ₁	6.2	7.2	11.7	13.5	14.5	...	13.5
	N ₁	P ₂	6.7	8.1					
	N ₂	P ₁	7.6	9.3					
温度変化	N ₁	P ₁	0.0	1.0					
	N ₁	P ₂	0.0	1.7					
	N ₂	P ₁	0.0	2.5					
設定温度との差 (設定:19)	N ₁	P ₁	-	-					
	N ₁	P ₂	-	-					
	N ₂	P ₁	-	-					
外気温	N ₁		-2						
	N ₂		2						
電力量	N ₁	Wh	0.00	0.09					
	N ₂		0.00	0.11					
電力料金	N ₁	円	0.0						
電力によるCO ₂ 排出量	N ₁	kg	0.0						
	N ₂		0.0						

自動休止モードによる温度低下

電力料金は一律25円/kWh(概算)
CO₂排出量は 0.473kg/kWh
(2007年東北電力)

3. 実験結果 2/6

<データ例_ファンヒーター/茶の間>

実測項目	誤差因子	単位	経過時間 (min)						
			0	5	10	15	20	...	90
室温	N ₁	P ₁	5.3	7.0	12.3	13.3	14.1	...	13.2
	N ₁	P ₂	6.1	10.1	16.3	16.4	16.4		
	N ₂	P ₁	6.0	1.8	4.3	6.1	6.1		
温度変化	N ₁	P ₁	0.0	2.0	4.1	6.1	6.1		
	N ₁	P ₂	0.0	3.7	7.2	8.4	8.4		
	N ₂	P ₁	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
設定温度との差 (設定:19)	N ₁	P ₁	-	-	-	-	-		
	N ₁	P ₂	-	-	-	-	-		
	N ₂	P ₁	-	-	-	-	-		
ヒーター本体 供給電圧	N ₁	V	5	3	10	10	11		
	N ₂		3	11	13	14	15		
外気温	N ₁		0						
	N ₂		3						
電力量	N ₁	Wh	0.00	0.01	0.04	0.03	0.04		
	N ₂		0.00	0.01	0.02	0.03	0.03		
電力料金	N ₁	円	0.00	0.25	0.99	0.75	1.00		
電力によるCO ₂ 排出量	N ₁	kg	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01		
	N ₂		0.00	0.00	0.01	0.01	0.01		
灯油消費量	N ₁	L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
灯油消費量	N ₂		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
灯油消費量	N ₁	L	0.00	0.05	0.07	0.05	0.14		
灯油消費量	N ₂		0.00	0.05	0.09	0.05	0.20		
灯油消費量	N ₁	L	0.00	0.09	0.20	0.15	0.11		
灯油消費量	N ₂		0.00	0.04	0.22	0.14	0.20		
灯油消費量	N ₁	L	0.00	0.17	0.31	0.34	0.31		
灯油消費量	N ₂		0.00	0.10	0.24	0.20	0.21		
灯油消費量	N ₁	L	0.00	0.11	0.24	0.46	0.63		
灯油消費量	N ₂		0.00	0.07	0.20	0.20	0.21		
灯油消費量	N ₁	L	0.00	1.62	4.83	40.33	14.73		
灯油消費量	N ₂		0.00	1.44	4.11	44.91	19.11		
灯油消費量	N ₁	L	0.00	0.02	0.22	0.34	0.47		
灯油消費量	N ₂		0.00	0.01	0.01	0.01	0.01		
灯油消費量	N ₁	L	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01		
灯油消費量	N ₂		0.00	0.01	0.01	0.01	0.01		

温度上昇が飽和せず

灯油比量は 0.80
灯油料金は 73円/L(時価)
CO₂排出量は 2.51kg/L

3. 実験結果 3/6

<解析例_立ち上がり迅速性/茶の間>

A/C (エアコン, 茶の間) $\eta=7.12db$, $\beta=0.73$

F/H (ファンヒーター, 茶の間) $\eta=8.31db$, $\beta=0.73$

<解析例_安定維持性/茶の間>

A/C (エアコン, 茶の間) $\eta=-12.22db$

F/H (ファンヒーター, 茶の間) $\eta=-10.10db$

3. 実験結果 4/6

<寝室の温度推移>

<子供部屋の温度推移>

3. 実験結果 5/6

<立ち上がり迅速性>

SN比 (立ち上がり迅速性のSN比)

傾き (立ち上がり迅速性の傾き)

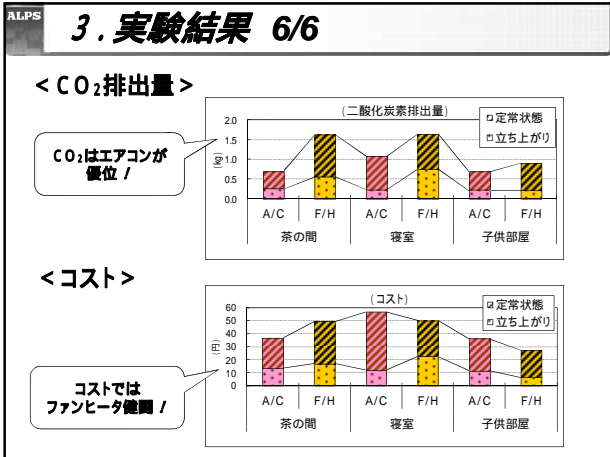
<安定維持性>

SN比 (安定維持性のSN比)

部屋によって優劣が分かれる

立ち上がりの速さ自体はエアコンがやや優位

部屋によって優劣が分かれる



- ### 4. まとめ
- (1) 立ち上がり迅速性は、安定性は優劣つかず、速さ自体はエアコンやや優位。
 - (2) 安定維持性は優劣つかず。
 - (3) 二酸化炭素排出量はエアコン優位。
 - (4) コストは優劣明確でないがファンヒーター健闘。
 - (5) エアコンの特質として、外気温の影響を受けやすい。また、暖気が還流して来るので、設定温度に達したと判断し、自動休止モードに入りやすい。
 - (6) ファンヒーターの特質として、暖気が還流して来ないので、設定温度に達していないと判断し、いつまでも全開運転を続ける傾向がある。暖房機の容量面でエアコンに若干見劣りする。
 - (7) 設置場所や部屋との相性等、考慮すべき因子は他にも多いと思われる。

