

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

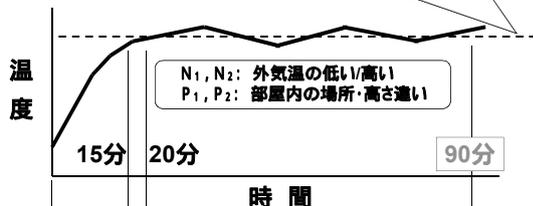
< 使用する計測器 >

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 = 時間あたり熱量 × 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。

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

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

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

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
		P ₂		6.7	8.1					
		P ₃		7.6	9.3					
温度変化	N ₂	P ₁		0.0	1.0					
		P ₂		0.0	1.7					
		P ₃		0.0	2.5					
設定温度との差 (設定:19)	N ₃	P ₁		-	-					
		P ₂		-	-					
		P ₃		-	-					
外気温	N ₄	P ₁		-2						
		P ₂		2						
電力量	N ₅	P ₁	Wh	0.00	0.09					
		P ₂		0.00	0.11					
電力料金	N ₆	P ₁	円	0.0						
		P ₂		0.0						
電力によるCO ₂ 排出量	N ₇	P ₁	kg	0.0						
		P ₂		0.0						

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		5.1	8.8	12.2	13.3	14.4	...	13.3
		P ₂		6.1	10.1	13.3	14.4	15.5	...	14.4
		P ₃		6.1	10.1	13.3	14.4	15.5	...	14.4
温度変化	N ₂	P ₁		0.0	1.8	4.3	6.1	6.8	...	6.8
		P ₂		0.0	2.0	4.3	6.1	6.8	...	6.8
		P ₃		0.0	3.7	7.2	8.4	8.4	...	8.4
設定温度との差 (設定:19)	N ₃	P ₁		-	-	-	-	-	...	-
		P ₂		-	-	-	-	-	...	-
		P ₃		-	-	-	-	-	...	-
ヒーター本体 供給電圧	N ₄	P ₁	V	5	3	3	3	3	...	3
		P ₂		3	3	3	3	3	...	3
外気温	N ₅	P ₁		-	-	-	-	-	...	-
		P ₂		-	-	-	-	-	...	-
電力量	N ₆	P ₁	Wh	0.00	0.01	0.04	0.08	0.04	...	0.04
		P ₂		0.00	0.01	0.02	0.03	0.02	...	0.02
電力料金	N ₇	P ₁	円	0.00	0.25	0.90	0.75	1.00	...	1.00
		P ₂		0.00	0.25	0.90	0.75	1.00	...	1.00
電力によるCO ₂ 排出量	N ₈	P ₁	kg	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	...	0.02
		P ₂		0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	...	0.02
灯油消費量	N ₉	P ₁	L	0.00	0.08	0.30	0.85	0.85	...	0.85
		P ₂		0.00	0.10	0.30	0.85	0.85	...	0.85
灯油消費量 燃費	N ₁₀	P ₁	kg	0.00	0.05	0.07	0.10	0.14	...	0.14
		P ₂		0.00	0.05	0.10	0.10	0.15	...	0.15
灯油消費量 燃費	N ₁₁	P ₁	kg	0.00	0.09	0.20	0.51	0.51	...	0.51
		P ₂		0.00	0.04	0.25	0.54	0.54	...	0.54
灯油料金	N ₁₂	P ₁	円	0.00	1.97	6.09	6.94	13.21	...	13.21
		P ₂		0.00	3.19	9.13	11.14	18.35	...	18.35
灯油CO ₂ 排出量	N ₁₃	P ₁	kg	0.00	0.01	0.02	0.09	0.09	...	0.09
		P ₂		0.00	0.10	0.24	0.46	0.62	...	0.62
灯油計	N ₁₄	P ₁	円	0.00	1.62	4.83	10.33	14.73	...	14.73
		P ₂		0.00	3.44	9.81	14.89	19.31	...	19.31
CO ₂ 排出量計	N ₁₅	P ₁	kg	0.00	0.02	0.22	0.34	0.47	...	0.47
		P ₂		0.00	0.11	0.31	0.69	0.69	...	0.69

灯油比重は 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

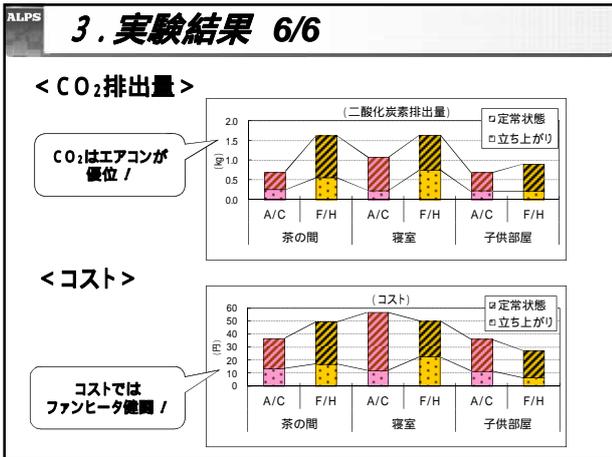
<立ち上がり迅速性>

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)



- ### 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) エアコンの特長として、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長として、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。

