

加湿器の性能と効果的な利用による省エネ効果について（報告）

1 はじめに

冬の室内の湿度管理は、乾燥対策やウィルス飛沫対策として重要である。エアコンや電気ヒーターで暖房すると室内の相対湿度が低下するため、室内の加湿には加湿器を使うのが一般的であるが、各種加湿器の加湿効果や経済性および快適性などについて知りたい人は多いと思われる。

そこで本実験では、家庭用として市販されている3種類の加湿器（気化式、超音波式、スチーム式）を取り上げ、各種加湿器の加湿効果や経済性を比較するとともに、加湿器とエアコンを併用した時の快適性や省エネ性について検証した。

【発信したい内容】

- ・加湿器で快適性を得るための、室内の温度・湿度は？
- ・各種加湿器の加湿効果、加湿に要する電気代は？
- ・加湿器とエアコンを併用した時の快適性や省エネ性は？
→加湿により快適性を維持したまま、エアコンの設定温度を下げることによる省エネ効果

2 事前検討

(1) エアコンで暖房する時の室内湿度の把握

ア 試験条件

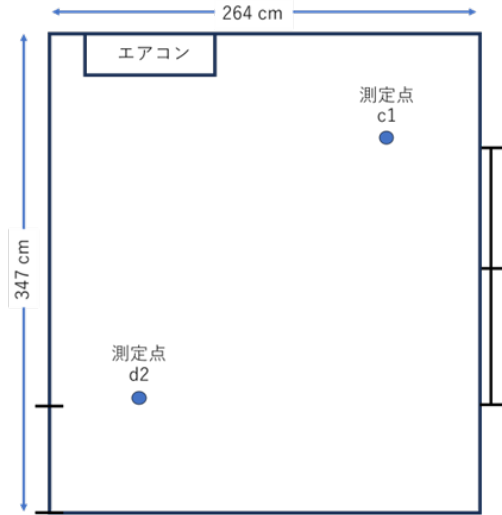
- ・外気温 7°C湿度 50%RH に維持された環境試験室内に設置された木造の実験ハウスを用いて、設定温度 23°Cでエアコンを運転した。
- ・エアコンと各測定点は図1のとおり広さ 9.16 m²（約 5.7 畳）の部屋に設置し、エアコン運転時の温湿度と消費電力を計測した。

イ 試験結果

- ・温湿度の時間変化を図2(a)に、PMV（温熱環境指標^{※1}）の時間変化を図2(b)に示す(計算条件 clo = 1.0, met = 1.1)。

※1 快適さを表す指標の1つで、温度環境に関する6要素（空気温度、放射温度、気流、湿度、着衣量、代謝量）から求めることができる。PMVは、-3から+3の数値によって表され、±0.5以内が快適な条件とされている。

- ・温湿度が安定する時間帯（120～240分）の結果は表1のとおりPMVは-0.1と快適となり、この時の湿度は約22%RHとなる。
- ・乾燥対策やウィルス飛沫対策として、内閣感染症危機管理統括庁のホームページなどによると、室内湿度範囲は40～70%RHが望ましいと言われている。



(室内の状況)

(測定点の位置関係)

図 1. 実験ハウスの状況

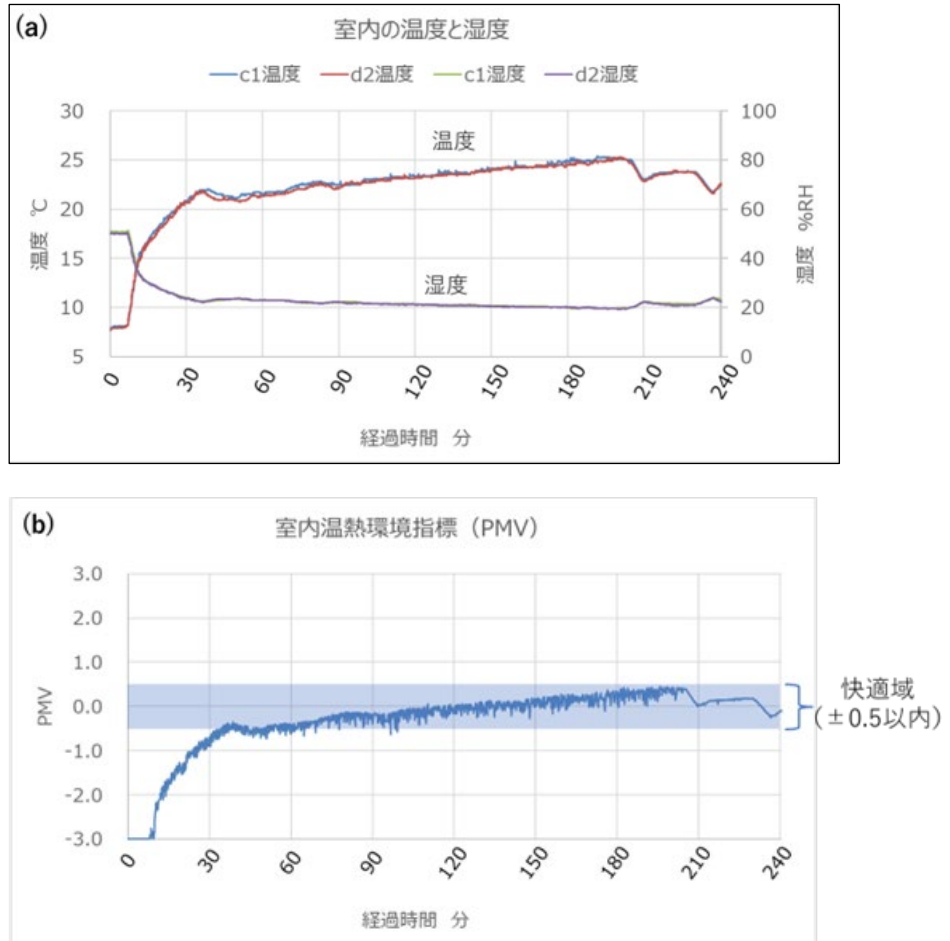


図 2.室内における温度と湿度(a)、PMV(b)の時間変化.

表 1. 安定時の温度、湿度および PMV

温度	湿度	PMV
22.9 °C	22.3 %RH	-0.1

(2) ヒトが快適に感じる温湿度条件の算出

ア 目的

- ・エアコン単独運転時は、室温が約 23°C湿度が約 22%RH となる。そこで、室温を 1°C下げても同等の快適性が得られる湿度条件を把握し、本実験における加湿条件を決定する。

イ 算出方法

- ・複数の温湿度条件における PMV を計算し、エアコン単独運転時の温湿度条件（温度 23°C湿度 22%RH）と同程の PMV となる湿度条件を把握する

(3) 検討結果

- ・室温を 20°C~24°Cまで 1°C刻みで計算した結果を図 3 に示す。
- ・上記 (1) のエアコン単独運転時の温湿度条件は、温度 23°C湿度 22%RH であり、温度 22°Cで PMV が同等となる湿度は約 59%RH となる。
- ・したがって、加湿して湿度を 37%RH 上昇させれば、エアコンの設定温度を 1°C下げても同等の快適性が得られることになる。

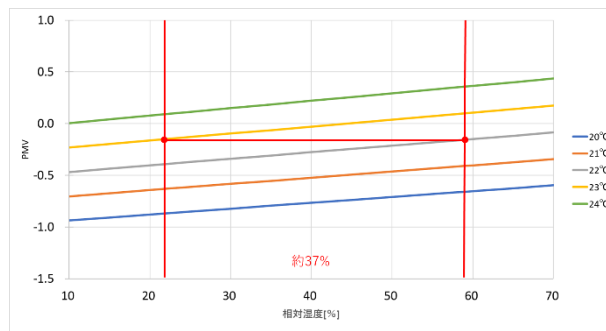


図 3. 各温湿度における PMV 値

3 本実験

(1) 各種加湿器の特性について

ア 目的

- ・加湿量および適用畳数が同程度の各種加湿器（表 2）について下記項目を比較する。
 - ① 加湿効果（加湿の早さ、湿度の持続性）
 - ② 快適性と消費電力量
 - ③ 運転特性（湿度ムラ、稼働音、吹き出し空気の温湿度）

表 2. 各種加湿器の主な仕様

加湿タイプ	気化式	超音波式	スチーム式
メーカー	パナソニック	ドウシシャ	象印
型番	FE-KXL05	BDKW-1940-BR	EE-RR50
サイズ(幅×奥行×高さ)mm	375×186×375	185×185×325	240×260×315
タンク容量 L	4.2	4	3
加湿量 mL/h	500	400	480
適用畳数(木造)	8.5 畳	7 畳	8 畳
消費電力 W	8	26	985

イ 実験方法

- ・本実験では、気温の低くなる冬場において、エアコンで暖房して湿度が下がった状態から加湿することを想定している。
- ・具体的には、約 5.7 畳の部屋の窓とドアを開放した状態で、外気を温度 23°C湿度 20%RH に保持し、室内が外気と同等の条件となった後で、窓とドアを締めて加湿器を運転し、各測定点（図 4）における温湿度および加湿器の消費電力を測定した。
- ・各種加湿器は、湿度を約 37%RH 上昇させることを目標とし、運転モードは「自動」として、加湿器に内蔵されたセンサーで自動調節させた。
- ・室内の加湿ムラ、運転音および吹き出し空気の温湿度も測定を行った。吹き出し空気の温度は、掌で熱を感じることを想定し、ガラス板を加湿器の吹き出し口付近に近づけ、ガラス面に結露した水滴の温度を熱電対で測定した。
- ・運転音は加湿器から 1m離れた場所で測定を行った。

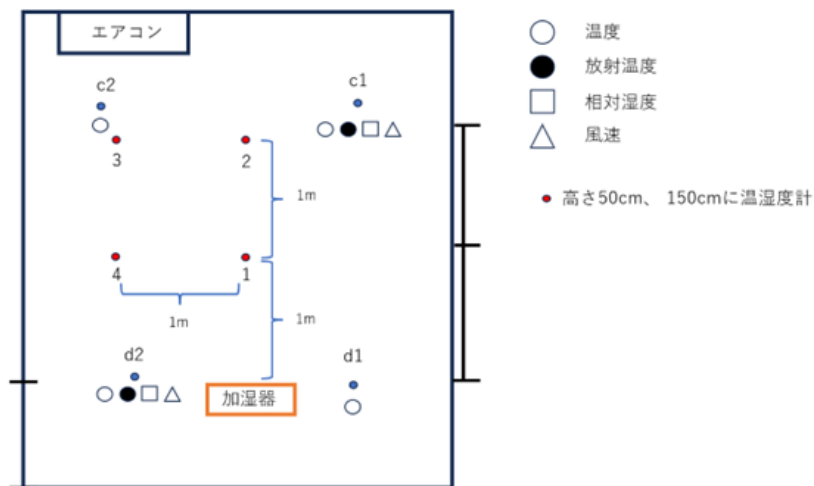


図 4. 各測定点および加湿器位置

ウ 試験結果

(ア) 加湿効果

① 各種加湿器の運転特性（加湿の早さ、湿度の持続性）

各種加湿器を運転し、温湿度の時間変化を図 5,6 に示す。また、相対湿度が 37%上昇するまでに要した間の試験結果を表 3 にまとめた。なお、図表の値は c1,d2 の床上 50cm での平均値である。

- ・相対湿度が 37%RH 増加するまでの時間は、気化式が最も早く、スチーム式が最も遅い。スチーム式が遅いのは、運転後 30 分間は蒸気生成のため加湿されないためである。
- ・室温は、運転後に気化式と超音波式は約 1°C 低下し、スチーム式は徐々に上昇する。スチーム式は水を加熱して蒸気にするため、室内の空気が温められたと推測される。
- ・相対湿度を見ると、気化式は変動がほとんど無いが、超音波式は約 10%RH、スチーム式は約 15%RH の変動を繰り返す。

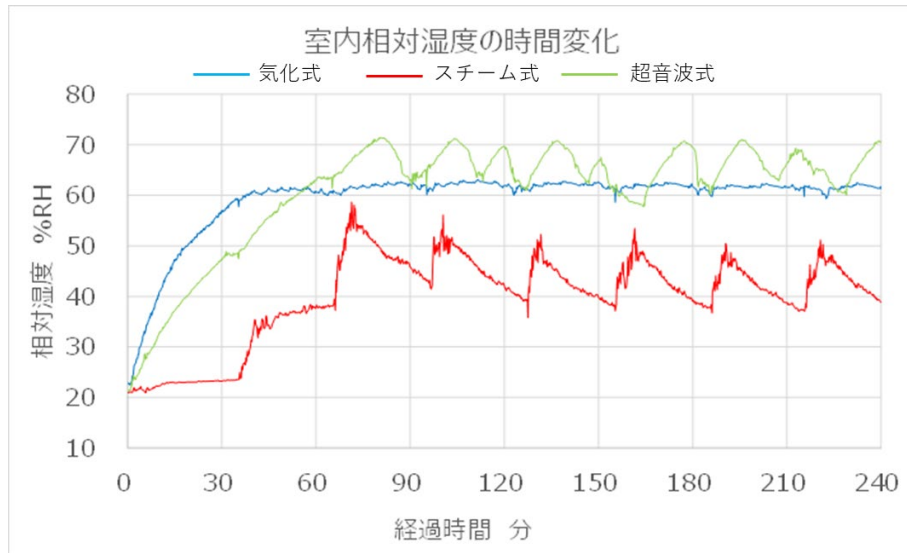


図 5. 各種加湿器の相対湿度の時間変化

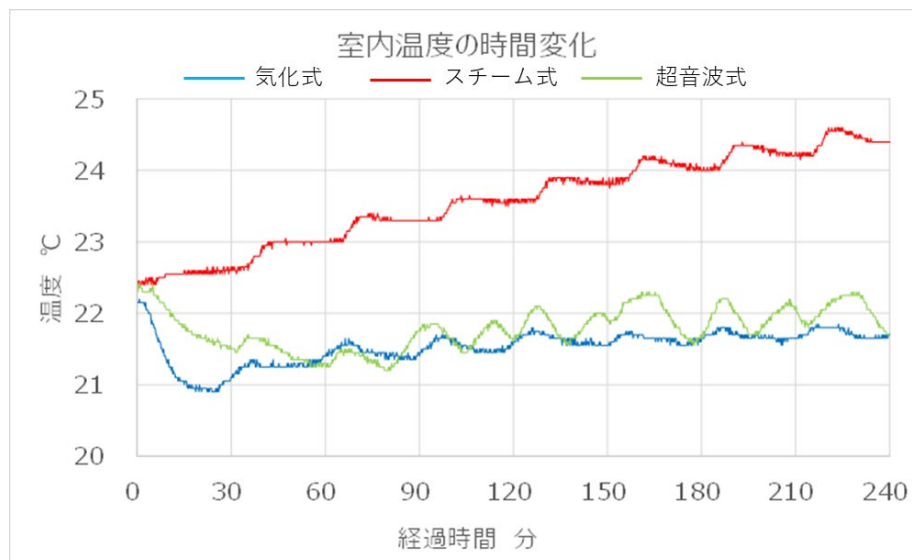


図 6. 各種加湿器の温度の時間変化

表 3. 各種加湿器における相対湿度 37%上昇に要した時間

	試験前		相対湿度 37%増加時		
	温度 (°C)	相対湿度 (%)	到達時間 (分)	温度 (°C)	相対湿度 (%)
気化式	22.2	22.8	36.8	21.4	60.0
超音波式	22.4	21.2	48.5	21.5	58.3
スチーム式	22.5	21.0	71.3	23.4	58.7

② 快適性と消費電力量

定常状態（運転後 120 分～240 分）での温湿度や PMV および消費電力量の 1 時間あたりの平均値を表 4 に、各種加湿器の消費電力量と PMV を図 7 に示す。

- 各種加湿器は PMV が ± 0.5 以内であり快適な環境を維持している。特に、スチーム式は他の加湿器より PMV が高く、暖かい環境となっている。
- 消費電力量は気化式と超音波式は少なく、スチーム式はヒーターで加熱するため、最も多くなる。

表 4. 定常時の PMV と消費電力

	温度 $^{\circ}\text{C}$	相対湿度 %RH	PMV	消費電力量 Wh
気化式	21.7	61.7	-0.3	1.1
超音波式	22.0	65.5	-0.2	5.3
スチーム式	24.1	42.7	0.2	226.5

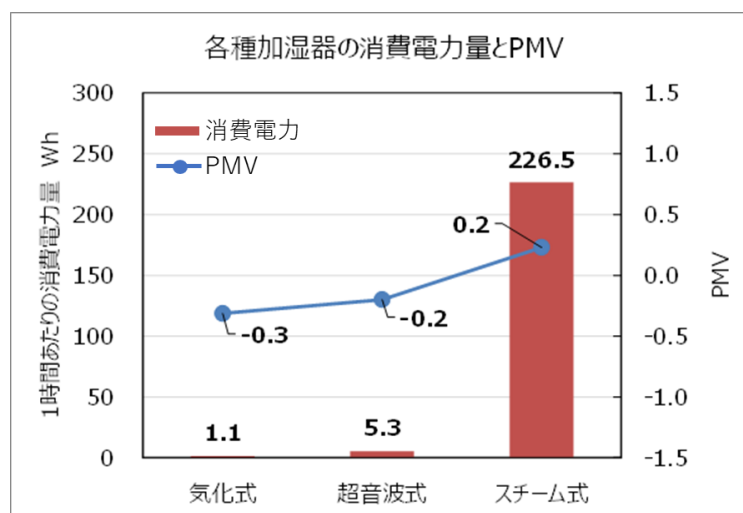


図 7. 定常時の快適性と消費電力量

③ 運転特性（湿度ムラ、稼働音、吹き出し空気の温湿度）

各種加湿器を使用した際の、室内における湿度分布を図 8 に示す。湿度の測定点は図 4 の赤点で示した場所であり、床から 50cm と 150cm の高さに湿度計を設置し測定した。また、各種加湿器の運転中の稼働音と吹き出し空気の温湿度について表 5 にまとめた。

- 気化式は部屋の高さによる湿度ムラがほとんどない。超音波式は 6.8%RH、スチーム式は約 53%RH 床上 50cm の方が低い。これは、高温の蒸気が天井付近に滞留したためと推測される。
- 稼働音は超音波式が 38.3dB (A) と最も小さく、近郊部の田畑※と同程度である。スチーム式が 43.1dB (A) と最も大きい、図書館内※の騒音レベルである。

※ 出典) 騒音調査小委員会 全国環境研会誌 2009 年

- 吹き出し空気の温度はスチーム式が 48.8 $^{\circ}\text{C}$ と高く、体が触れないよう注意が必要である。

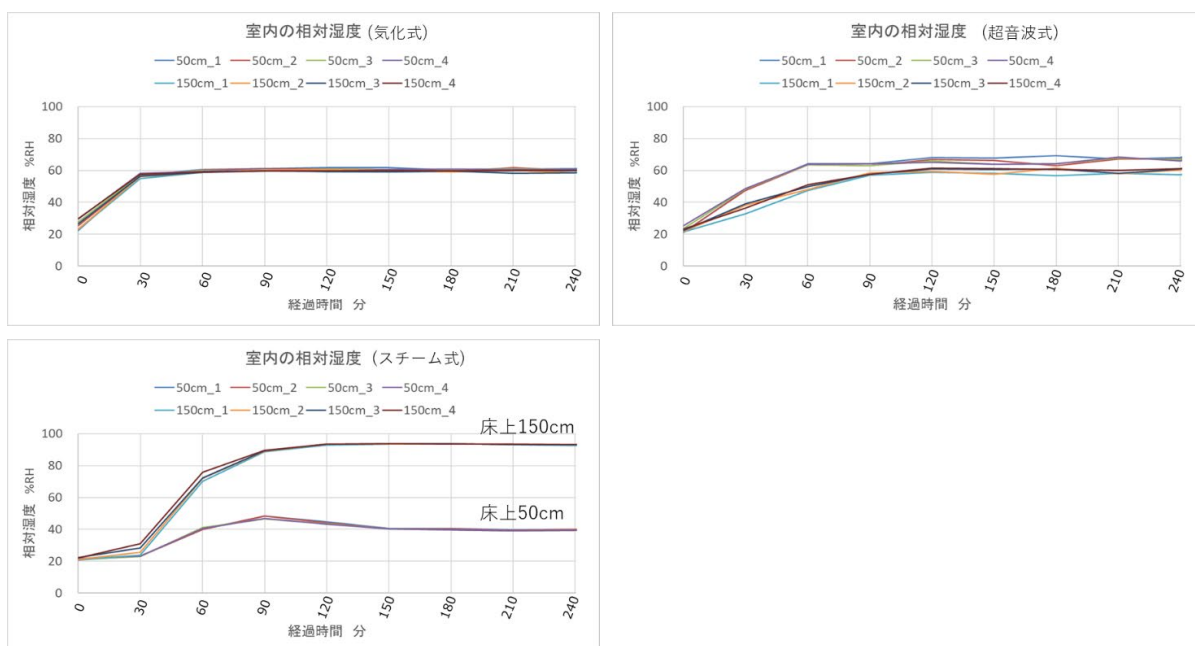


図 8. 各測定点の高さ 50cm と 150cm における相対湿度の時間変化

表 5. 各種加湿器の稼働音と吹き出し空気の温湿度

	稼働音(dB(A))※	吹き出し温度 (°C)
気化式	39.2	13.6
超音波式	38.3	17.7
スチーム式	43.1	48.8

※ 参考) 室内でのエアコン運転音 (風量「強」): 47.4dB (A)

(2) 加湿器とエアコンの併用効果について

ア 目的

- 各種加湿器について、エアコンと併用した場合における

- ① 室内温熱環境 (室内温度、湿度、PMV)
- ② 消費電力量 (エアコン+加湿器)

を測定し、エアコンのみを運転した場合との快適性や省エネ性を比較する。

イ 実験方法

- 外気と室温の温度条件が 7°C・50%RH のもと、窓とドアを締めた約 5.7 畳の部屋で

- ① エアコンの設定温度 23°C
- ② エアコンの設定温度 22°C + 各種加湿器

の 2 条件における室内温熱環境と消費電力量を測定した。測定点は図 4 のとおり。

ウ 実験結果

温度の時間変化を図 9、湿度の時間変化を図 10、エアコンと加湿器の消費電力の変化を図 11、PMV の時間変化を図 12 に示す。また、定常状態である運転開始後 180 分から 240 分までの平均値 (消費電力量は積算値) を表 6、この間の消費電力量の比較を図 13 に示す。

- ・表6のとおりすべての条件でPMVは ± 0.5 であり、快適性が維持されている。
- ・快適域（PMV ± 0.5 ）に到達する時間は、エアコン単独とスチーム式がそれぞれ52分、54分と短く、気化式と超音波式がそれぞれ74分、79分と長い。気化式と超音波式が遅いのは、加湿器の吹き出し空気の温度が低く、その空気をエアコンが加熱するため時間がかかると推測される。
- ・消費電力量は、エアコン単独が1時間あたり0.304kWhと最も少なく、気化式と超音波式も同程度であるが、スチーム式は0.477Whとエアコン単独に比べて0.173Wh増加する。
- ・したがって、気化式と超音波式であれば、エアコン単独に比べて消費電力量はそのまま、湿度50%RH以上の快適な湿度環境が得られる。

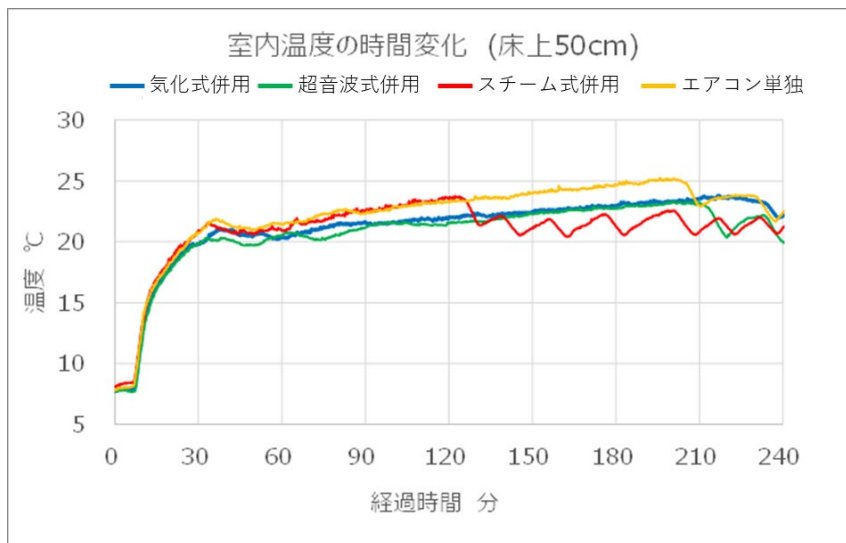


図9. 温度の時間変化

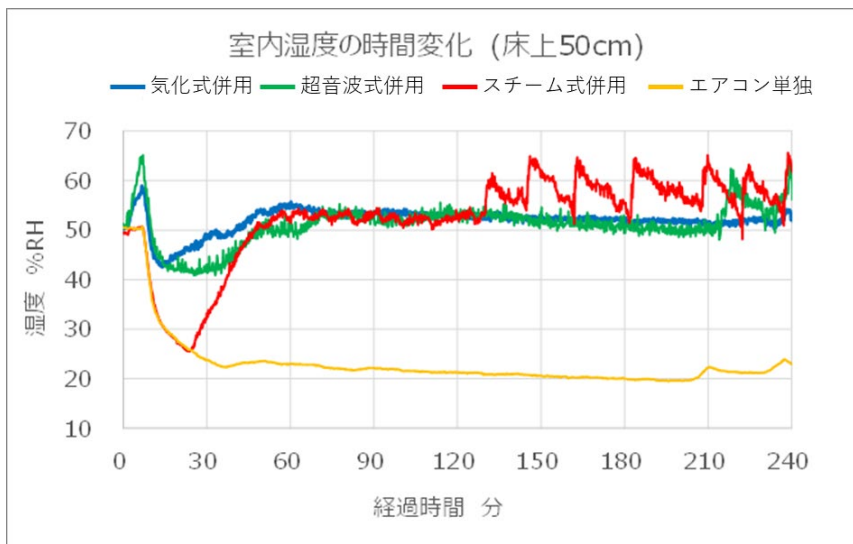


図10. 湿度の時間変化

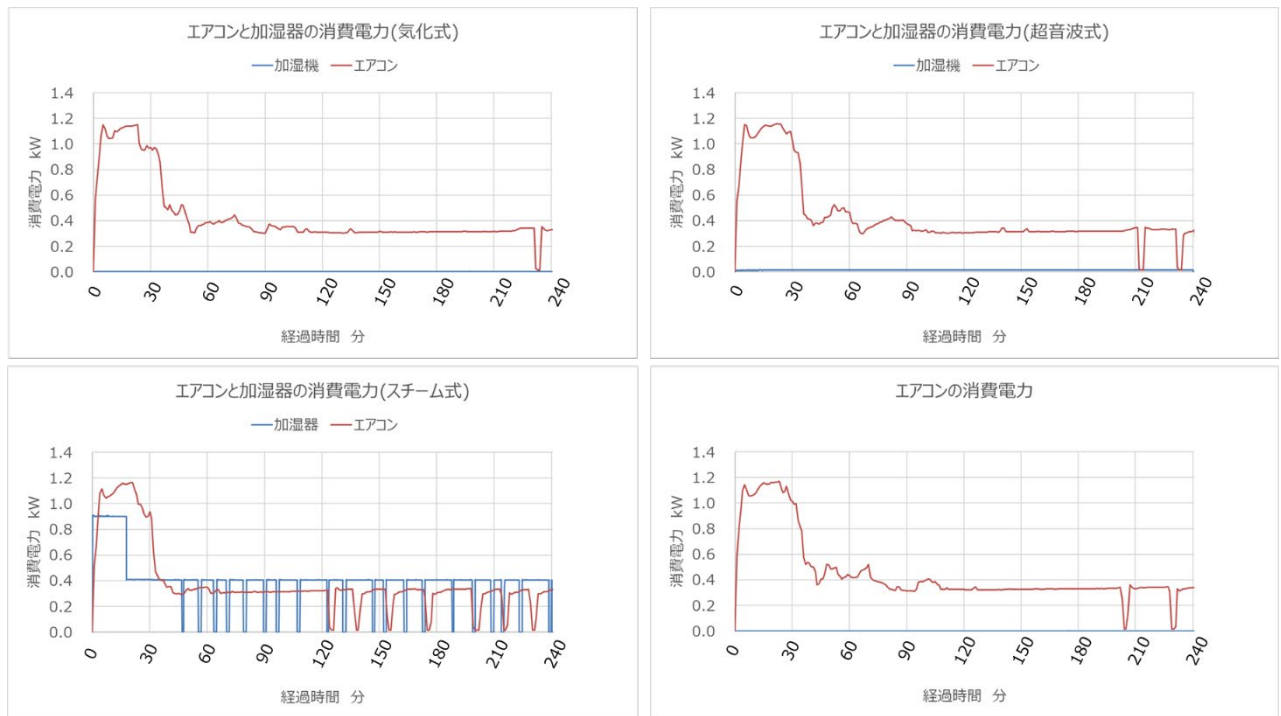


図 11. エアコンと加湿器を併用およびエアコン単独運転した際の消費電力の時間変化

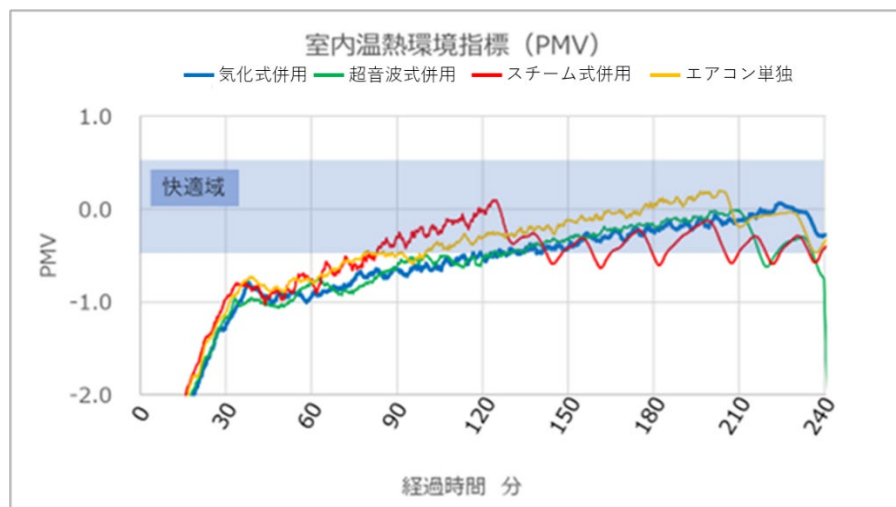


図 12. PMV の時間変化

表 6. エアコンと加湿器を併用およびエアコン単独運転した際の各種計測結果まとめ

	消費電力量 (kWh)			温度 (°C)	湿度 (%)	PMV	快適域到達時間 (分)
	エアコン	加湿器	合計				
気化式	0.306	0.004	0.310	24.2	51.8	0.12	74
超音波式	0.294	0.016	0.310	23.0	52.6	-0.04	79
スチーム式	0.268	0.209	0.477	22.4	58.2	-0.16	54
エアコン単独	0.304	—	0.304	25.0	20.9	0.14	52

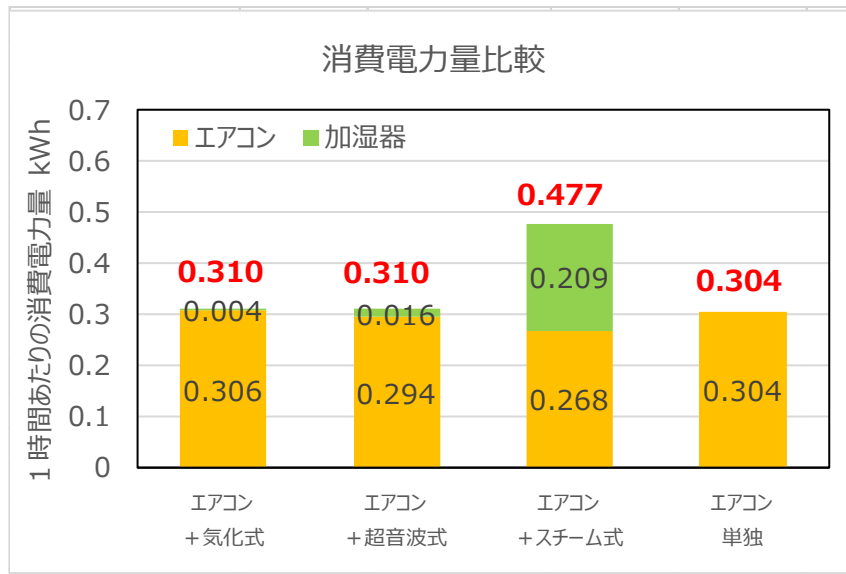


図 13. 消費電力量の比較

4 まとめ

本実験では、無人の実験ハウスを用いて、加湿器を単独で使用する場合と、加湿器をエアコンと併用する場合の効果について試験を行い、以下の結果を得た。

(1) 各種加湿器の加湿・運転特性について

ア 気化式

- ・湿度を 37%RH 加湿する時間が 36.8 分と最も加湿スピードが速い。
- ・消費電力量も 1 時間あたり 1.1Wh と少ない。
- ・加湿時に室温が約 1°C 低下する。

イ 超音波式

- ・湿度を 37%RH 加湿する時間が 48.5 分と気化式の次に加湿スピードが速い。
- ・消費電力量は 1 時間あたり 5.3Wh と気化式の次に少ない。
- ・加湿時に室温が約 1°C 低下する。
- ・運転音が 38.3dB (A) と最も小さく、近郊部の田畑と同程度の騒音である。

ウ スチーム式

- ・蒸気生成に時間を要するため、湿度を 37%RH 加湿する時間が 71.3 分と加湿スピードは最も遅い。
- ・消費電力量も 1 時間あたり 226.5Wh と最も多い。
- ・加湿時に室温が約 2°C 上昇する。
- ・湿度が床上 50cm で 40%RH、床上 150cm で 93%RH と上下差が大きい。

(2) 加湿器とエアコンの併用効果について

- ・エアコン暖房では湿度 21%RH と乾燥するが、加湿器を併用することで湿度 52~58%RH の快適な暖房が得られる。
- ・特に、気化式と超音波式では、エアコン単独による暖房運転と同程度の消費電力量となる。

- ・加湿器の中で最も早く快適性が得られるのはヒーター式であるが、他の機種に比べて消費電力量が 0.173Wh 増加する。

定量的な結果については、外気の温度・湿度、エアコン・加湿器の容量・性能、部屋の広さ等の条件で変わってくる。今回の結果は、当社実験設備での条件設定で試行した一例である。