

PC 発熱を用いたパーソナル暖房装置のプロトタイプの試作

Development of Prototype of Personal Heating System Using Heat Generation of Personal Computer

菊池世欧啓* 高橋雄司** 小林信行*** 伊藤一秀****

Seohiro KIKUCHI, Yuji TAKAHASHI, Nobuyuki KOBAYASHI, Kazuhide ITO

Keyword : Heat Transfer, Personal Heating, Heat Storage

1. 目的

パーソナルコンピュータ(PC)の演算処理を行う中央演算処理装置(CPU)は、動作周波数の向上に伴い発熱量が年々増加しており、更に処理能力向上を目指したマルチコア型CPUの開発が進展中である^{文1)}。またCPUを安定して動作させるためにはコア毎に独立した電源供給を必要^{文2)}とするなど、今後もPC全体としての発熱量はますます上昇する可能性が高い。空調設計の熱負荷計算ではPCの発熱量は200W/台としているが^{文3)}、この発熱は夏期には冷房負荷の増加になる一方で、暖房時は居住域に設置された熱源と考えることもできる。一部のPCは発熱処理に水冷方式が採用され始めているが、効率的な水冷ユニットの開発ならびに排熱位置の検討を行うことで、熱源からの輸送経路の短いパーソナル暖房装置としての使用可能性を有し、適切な排熱位置の検討によっては冬期の局所温冷感を改善できる可能性がある。また、冷房時は水冷ユニットで収集した熱を潜熱蓄熱性素材に蓄熱し、執務時間外に室内に放熱し、ナイトページにより室外へ放出することで夏期の冷房負荷を軽減できる可能性がある。本研究は、PC発熱を利用した補助的な暖房装置の開発と、冷房負荷軽減のための蓄熱装置の開発を目的とし、空冷式PCの機器各部の温度測定を行い基礎データを収集すると共に、PC発熱の水冷ユニットによる熱収集装置および各暖房装置(図1)、潜熱蓄熱装置の試作と、各装置の測定結果を報告する。

2. 空冷時のPCの測定

図2にPCの内部を、表1にPCの仕様を示す。PCからの主な発熱源は電源・CPU・ビデオボード・ハードディスク(HDD)である。研究対象のPCの発熱処理は筐体下部から空気を取り入れ、電源とCPU位置に設置されたファンにより空気を循環させる空冷式である。測定時はπ計算ソフト^{文4)}にてCPUに演算負荷を与えモニターソフト^{文5)}にて演算時のCPU占有率90%以上を確認した。表2に測定結果を示す。室温約14℃の下で各機器の表面温度は19~39℃となった。排気による排熱量は約51Wである。PCの発熱量が200W/台とすると、排気による発熱(排熱)量は約1/4となる。残りの3/4は液晶ディスプレイ等のモニタ、PCの筐体から放熱されていると考えられる。

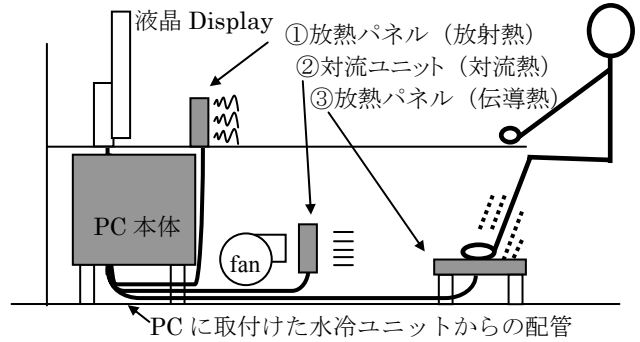


図1 パーソナル暖房装置の例

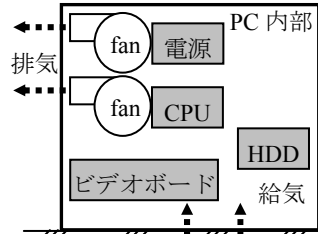


図2 PC本体の内部構成

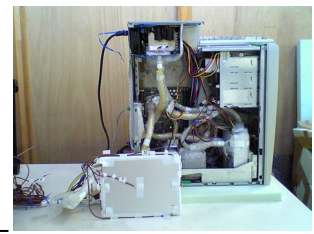


図3 水冷ユニットとパネル

表1 研究の対象としたPCの仕様

構成	仕様
CPU	Pentium3 動作周波数 1GHz 消費電力 26W
ビデオボード	ビデオメモリ 8MB AGP 接続
HDD	容量 20GB 回転数 7200rpm
電源	容量 200W (PCは2000年製)

表2 PC空冷時の測定結果

測定項目	測定値	測定項目	測定値
室温	13.6℃	電源内部フィン	23.3℃
PC本体内部	16.8℃	排気温度(電源側)	19.8℃
CPUフィン	30.2℃	排気温度(CPU側)	23.6℃
ビデオボードフィン	38.8℃	排気風量(電源側)	7.9 m ³ /h
HDD表面	22.4℃	排気風量(CPU側)	10.4 m ³ /h
電源周囲表面	19.3℃	排気熱量	50.7 W

表3 パーソナル暖房装置および蓄熱材の概要

構成部品	仕様
水冷ヘッダー (図3)	CPU、ビデオボード、HDD、電源に設置 (当部品は発熱源の熱を循環水と熱交換する部品。機器の発熱箇所との接触部分は銅製)
ポンプ (図3)	送水量：毎分 1200cc (ユニット内水量 300cc) 電源：定格電圧 12V、定格電流 0.2A (PCの電源ユニットからの供給)
放熱パネル (図4)	放熱部：アルミ製、150×200mm 2mm厚、1枚 配管：φ6mmのチューブ、長さ 1220mm 配管部分：発泡スチレン製、10mm厚 (伝導熱暖房装置は本パネルを4枚使用する)
対流ユニット (図5)	放熱部：アルミ製、吹出面積 90×85mm 送風機：平均風速 0.35m/s、風量 9.6m ³ /h
潜熱蓄熱材	蓄熱性素材：Na ₂ SO ₄ ・10H ₂ O (断熱材にて梱包)

* 川本工業(株)開発課 主任研究員 工博,
*** 東京工芸大学学長 工博,

** 東京工芸大学大学院 (川本工業(株))
**** 東京工芸大学工学部建築学科 助教授 工博

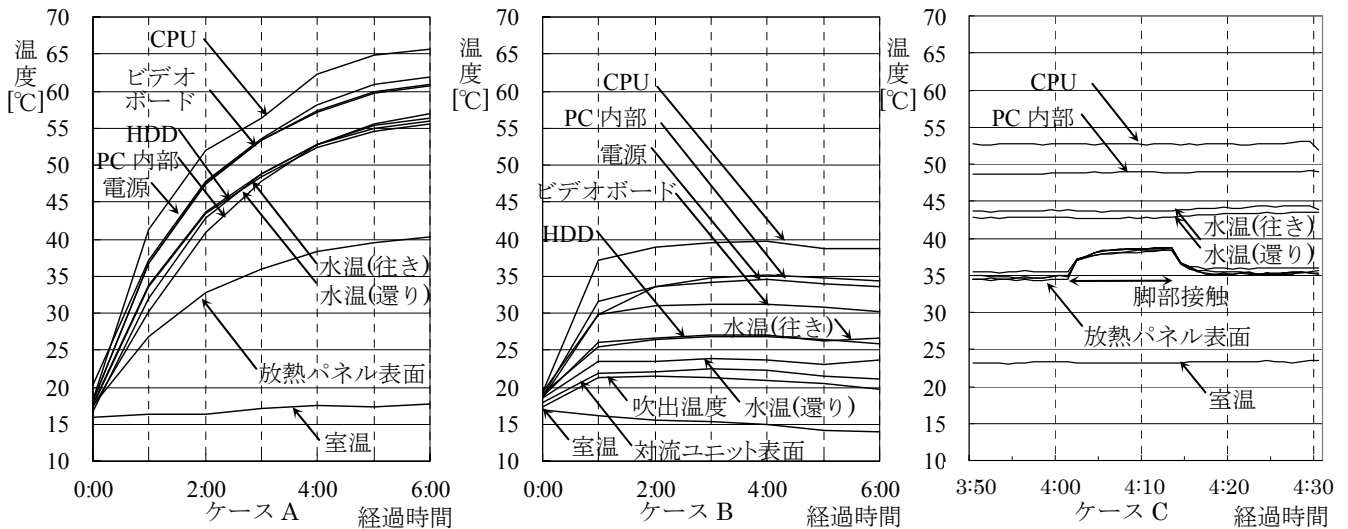


図7 PC各部と放熱パネルおよび対流ユニットの温度の時刻変化

3. パーソナル暖房装置の概要と各装置の測定

表3に暖房装置を、図3に水冷ユニットを、図4に放熱パネルを、図5に対流ユニットを、図6に4枚の放熱パネルによる伝導熱暖房装置を示す。水冷ユニットはポンプと熱交換用水冷ヘッダーをチューブにて連結しPC内部機器から発生する熱をヘッダーにより収集する。収集した熱はチューブ内を流れる循環水により放熱パネルや対流ユニットに移動し人体近傍にて放熱する。PC本体は断熱材で梱包して実験を行う。表5に測定ケースを示す。

図7にケースA～Cの温度の時刻変化を示す。ケースAは放熱パネル温度がPC起動2時間後で32.8°C、6時間後の定常状態で40.2°Cとなった。室温は約16～17°Cの範囲であった。

ケースBはPC起動2時間後が室温15.5°C、吹出温度21.3°C、3時間後の定常時が、室温15.2°C、吹出温度21.3°C、室温と吹出温の差は約6°Cとなった。

ケースCは、測定開始4時間後に靴下を装着した人体脚部をパネル面に接触させた。接触時は接触面の温度は34°Cであったが接触直後から接触面の温度が上昇し、約4分後に38°Cとなった。10分後に脚部を離すまで接触面は38°Cで一定値であった。

一般的に低温方式の放射暖房では床面の許容最高表面温度を31°C、天井・壁面は43°Cとしており^{文3)}、ケースAでは、実験開始2時間後の放熱パネルの表面温度が約31°Cとなることから、放熱パネルは暖房の補助的な装置としての使用が考えられる。

表6にケースCの場合の消費電力量と放熱量を示す。消費電力は約75Wであり、放熱パネルからの熱流量は約13Wであった。消費された電力が最終的に全て熱になると考えると放熱パネルの放熱量は消費電力の約17%であり、機器からの発生熱がPCの筐体に移動していると考えられる。

表7に蓄熱材に熱移動させた場合の各部の温度と熱流量を示す。2時間後はCPUが50.3°C、蓄熱材と配管の接触部は34.4°C、熱流量は13.9Wとなった。



図4 放熱パネル内部 図5 対流ユニット 図6 放熱パネル

表5 測定ケース

ケース	暖房装置	暖房方式
A	放熱パネル(1枚)	放射により人体を暖める
B	対流ユニット	温風吹出により人体を暖める
C	放熱パネル(4枚)	熱伝導により人体を暖める

※CPUにはπ計算ソフトにより一定の負荷を与えている

表6 消費電力と放熱量 (ケースCの場合)

測定項目	2時間後	3時間後
消費電力[W]	76.0	74.9
熱流量[W/m ²]	13.3	13.6
CPU[°C]	46.9	47.1
放熱パネル表面[°C]	31.9	31.3
室温[°C]	18.4	19.1

表7 蓄熱時の各部の温度と熱流量の時刻変化

	開始時	1時間後	2時間後
CPU温度	37.6°C	47.1°C	50.3°C
蓄熱材-配管の接触部	25.7°C	31.5°C	34.4°C
熱流量	7.7W	12.9W	13.9W

4. 結論

PC発熱利用型パーソナル暖房装置として水冷ユニットの試作と暖房装置を試作し、基礎実験として空冷式PC各部の温度のほか、各暖房装置の温度ならびに潜熱蓄熱材の温度を測定し、結果を示した。

[注] 実際の就業時間を考慮しPC起動後2時間後の状態を想定。

[参考文献]

- 1) 日経WinPC2004年12月号
- 2) 日経WinPC2005年6月号
- 3) 空調調和衛生工学便覧第13版 3.空調調和設備設計編
- 4) スーパーπVer1.1 円周率計算プログラム 東京大学金田研究室
- 5) CRN Monitor (<http://www.vector.co.jp/>)