

平成19年度
卒業研究論文

家庭用ドライミストの設置例とその実験

東京理科大学 工学部 第二部 建築学科

辻本研究室

吉田英代

目次

第一章	背景・目的	1
1-1	研究の背景	1
1-2	研究の目的	1
第二章	家庭用ドライミストについて	2
2-1	装置の説明	2
2-2	ドライミストを楽しむ5つの作法	3
第三章	家庭用ドライミストの測定計画	4
3-1	実験場所の選定	4
3-2	設置場所と測定位置	5
3-2-1	T宅について	5
3-2-1	K宅について	6
3-2-1	M宅について	7
3-3	測定方法	7
第四章	家庭用ドライミストの実験	14
4-1	T宅について	14
4-1-1	T宅での実験1	15
4-1-2	T宅での実験2,3,4	19
4-1-3	T宅での実験5,6,7	25
4-1-4	気象庁のデータと比較	31
4-1-5	T氏による記録	32
4-2	K宅について	35
4-2-1	K宅での実験1	35
4-2-2	K宅での実験2	39
4-3	M宅について	41
4-3-1	M宅での実験1	41
4-3-2	M宅での実験2	43
第五章	壁面の表面温度について	45
第六章	今後の課題	52
第七章	まとめ	53
	参考文献・資料	54
	謝辞	55

第一章 研究背景・目的

1-1 研究背景

ドライミストは微細な水滴を低エネルギーで空気中に噴霧することで夏季の半屋外空間の環境を温冷感での評価で「暑い」から「少し暑い」へシフトすることを利用して、周辺建物内の空調負荷を抑え最終的にはヒートアイランドの緩和に繋がるという概念で、平成 15 年度に中部経済産業局地域新生コンソーシアム研究開発事業「ドライミストの蒸散効果によるヒートアイランド抑制システムの開発」と称して研究¹が始められた。そして、平成 17 年に開催された愛知万博でグローバル・ループなどに導入され、大規模型ドライミスト装置としては完成していて、2007 年には新丸ビルや二俣川駅での設置でその活用方法や需要も広がっている。

そして、昨年从这个ドライミストを家庭でも使用するための研究が始まり、水質の安全性、ドライミスト装置のポンプやノズルなどの選定、気象条件、冷却効果などが実証された。

1-2 研究目的

昨年の研究をへて、今年は家庭用に使いやすく改良されたドライミスト（以下家庭用ドライミストと呼ぶ）を実際の家庭で使用してもらうために、家庭で使うときの問題点などを見つけ改善し、さらに、家庭用ドライミストをどのように使うことが効果的なのか、また、どのように使うと効果が半減してしまうのかを調べることを目的である。

1) 辻本誠 奥宮正哉 原田昌幸 「ミスト蒸散効果を利用したヒートアイランド対策」ーそのコンセプトと初歩的検討一、空気調和・衛生工学会中部支部、学術研究発表会論文集第 4 号 2003.3.3

第二章 家庭用ドライミストについて

2-1 装置の説明

ドライミストでは、人に濡れにくく、蒸発しやすくするために、噴霧する水の粒の大きさをできるだけ小さくする必要があった。そのために、水に50気圧以上の圧力をかけ細かい穴のノズルから押し出している。

今回使う家庭用ドライミスト装置は、水道水を直接水道の蛇口から常圧ホースでポンプに水を送り、ポンプで50気圧以上の圧力をかけられた水は、高圧ホースを通り、ノズルにたどり着き、細かい水の粒子になり空気に噴霧される仕組みになっている。

常圧ホース（園芸用のホース）が、5気圧くらいまでしか耐えられないのにくらべ、高圧ホースは最高で800気圧まで耐えられるので、50気圧の圧力をかけられた水でもホースがはち切れることはない。

ポンプは家庭用ドライミストのために開発されたGMMテック社製「超磁歪素子ポンプ」を使用する。省エネルギーで環境にやさしい。今年のポンプよりも軽く、サイズも小型化され家庭に置いても幅をとらない大きさになった。

2-2 ドライミストを楽しむ5つの作法

人間の温度感覚は気温に左右されるだけではなく、湿度・風速・放射量の値や変化の速度や心理的な状態の影響を受ける。なかでも湿度による影響は大きい。つまり、部屋の中の気温と人の体感温度は違うので、人が涼しいと感じるためには気温を下げると同時に体感温度を下げる努力をするとさらに効果的である。そのやり方が、次の5つ。

- 夏に適した服装、髪型へ
髪のをまとめることで、体感温度は下がる。
- 茶室のようにそぎ落とした空間を作る。
太陽の放射熱は、空気や窓ガラスを貫通して部屋の中にある家具などに放射され、蓄熱してしまう。また蓄熱した家具から放射熱が放出され、他の家具吸収されてその温度が上昇する。部屋に家具などが多いと、それらから人に放射される熱が多くなり体感温度は高くなる。
- 通風を促すように窓をあける。(玄関扉も含めて)
ミストで涼しくなったベランダの気温を室内に運ぶ風による体感温度の降下は 1m/s 当たり 1℃とも 2℃とも言われている。
- 畳の上に網代、一般的にはフローリング。
- 直射日光を防ぐ。(ひさし)

第三章 家庭用ドライミストの測定計画

3-1 実験場所の選定

実際の家庭でドライミストを使用してもらうため、研究室のホームページを利用してモニターを募集した。家庭用ドライミスト用のポンプの数も限られていたので、モニターに参加してくれると返信をくれた人の中からこちらの条件（都内にあること。ミストをつける場所以外に洗濯物を干せる場所がある。など）に合う家庭を選んだ。設置が決まった住宅は、T宅<図 1>、K宅<図 2>、M宅<図 3>の3宅。場所・規模などを表1に示す。



<図 1 : T 宅の設置場所>



<図 3 : M 宅の設置場所>



<図 2 : K 宅の設置場所>

3-2 家庭用ドライミストの設置場所と測定位置

3-2-1 T宅について

埼玉県さいたま市の T 宅は5階建てRC造の集合住宅の4階、西端の部屋。ドライミストの設置場所は、南南東向きのベランダで直射日光を遮るために簾で周囲を囲った。

アスマン乾湿球温度計の計測場所は、A（ベランダ）、B（室内）、C（玄関）の3箇所で、どれも床から700mmの高さのところに吊るした。Aは、ミストを噴霧しても水はかかることはない場所にした。Bは、ミストから1000離れ場所で、Cは、日陰で、玄関の扉は閉まっている状態と開いている状態とで計測を行った。平面を図1、断面図を図2に表し、アスマン乾湿球温度計の計測場所を赤丸で示した。



<図2：アスマン乾湿球温度計設置場所B>



<図1：アスマン乾湿球温度計設置場所A><図3：アスマン乾湿球温度計設置場所C>

3-2-2 K邸

東京都江戸川区のK邸は、戸建て住宅。ドライミストの設置場所は、1階の真南の軒下。

アスマン乾湿計の計測場所は、A（ベランダ）、B（室内）、C（玄関）の3箇所、床から70cmの高さのところに吊るした。Aは、ミストを噴霧しても水はかかるところではない場所にした。Bは、ミストから1m離れ場所で、Cは、玄関の横の日陰で、玄関の扉は常に閉まっている状態で計測をしているので、ミストの影響を受けない場所だ。平面を図3、断面図を図4に表し、アスマン乾湿球温度計の計測場所を赤丸で示した。



<図1：アスマン乾湿球温度計設置場所A>



<図2：アスマン乾湿球温度計設置場所B><図3：アスマン乾湿球温度計設置場所C>

3-2-3 M邸

東京都千代田区のM宅は、RC造7階建てビルの6・7階。ドライミストの設置場所は、7階の部屋の西南西のベランダの手すり。

アスマン乾湿計の計測場所は、A（室内）、B（室内）の2箇所で、床から1000mmの高さのところに吊るした。平面を図5、断面図を図6に表し、アスマン乾湿球温度計の計測場所を赤丸で示した。

3-3 測定内容

アスマン乾湿球温度計で湿球温度、乾球温度を測り、気温、相対湿度、絶対湿度の変化を調べる。

・アスマン乾湿球温度計¹は、気温と湿度測定の基準となるもので、屋内外を問わず、手動で気温湿度を正確に測定することができます。日射、放射の影響を最小限にするような構造と通風速度を持つように設計されている。湿度は、乾球、湿球温度を読みとって、換算表から求めます。2本の温度計はそれぞれ、乾球、湿球温度を測定するもので、湿球温度計にはガーゼが巻かれており、そこを付属のスポイトで湿らせます。乾球、湿球とも一定の速度で通風されているので、湿球温度はそのときの湿度の状態に依存してある湿球温度で定常状態となります。

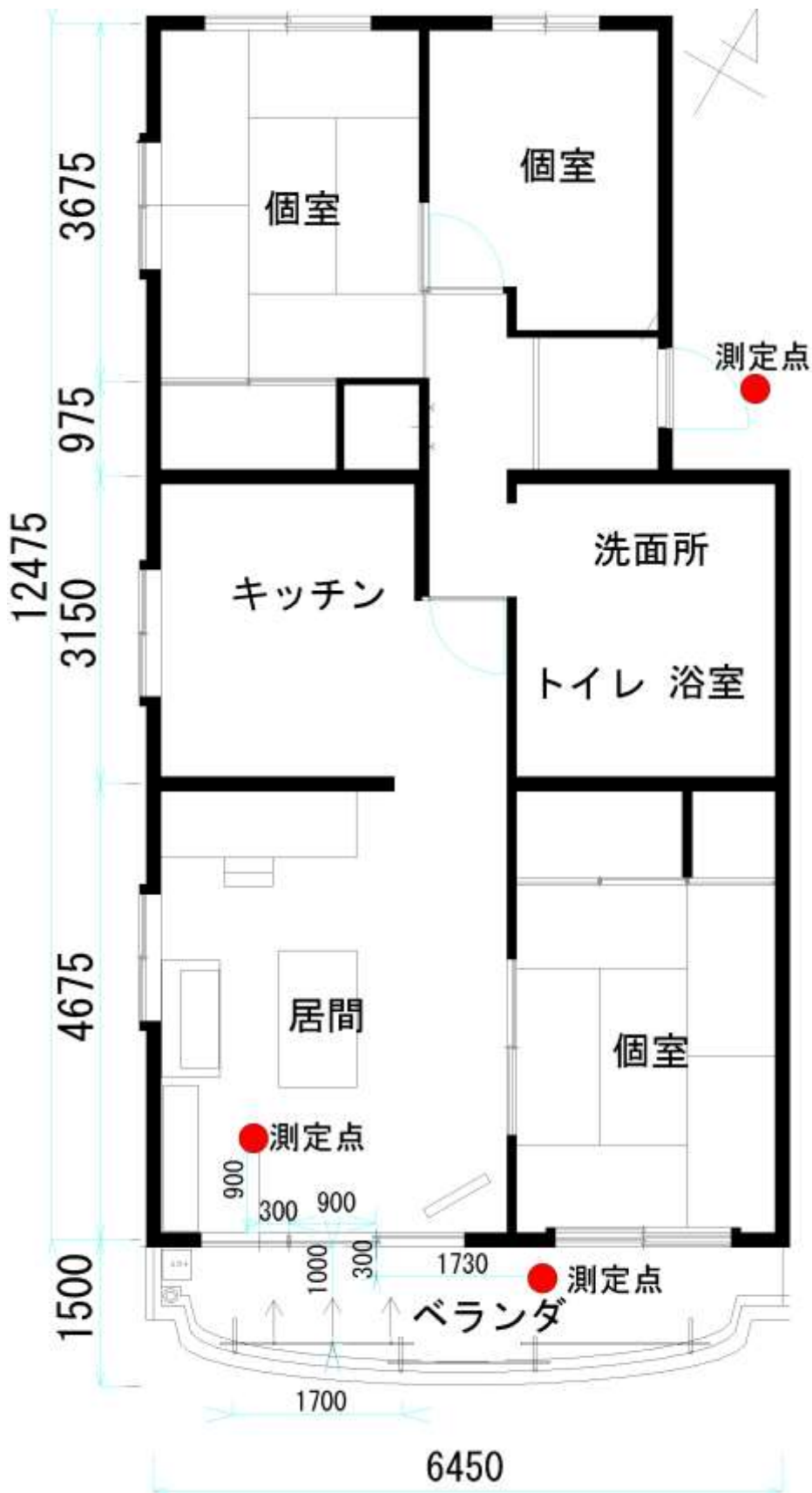
正確な気温を測定するため、感部は日射・放射から断熱された筒で保護され、その保護された菅の内部は3m/s以上の通風速度で上部に取り付けられたファンにより通風されています。

<表1：規模・場所>

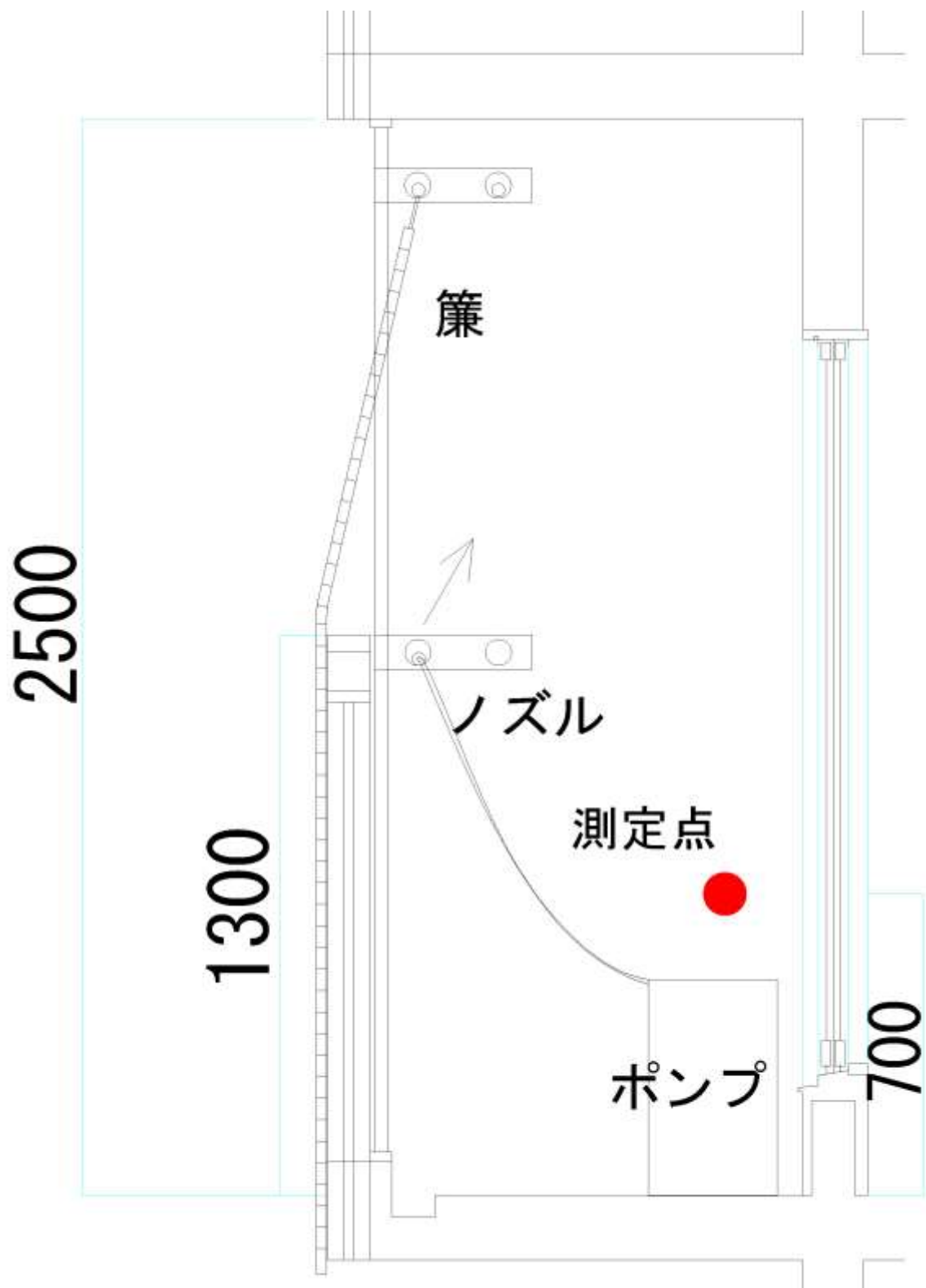
	位置	住宅	規模
T宅	さいたま市	5階建て アパートの4階	住居部 (80.5 m ²) ベランダ (9.7 m ²)
K宅	江戸川区	戸建	1階の床面積 (73.7 m ²)
M宅	千代田区	7階建てビル の7階の部屋	住居部 (31.2 m ²) ベランダ (11.1 m ²)

1) クリマテック株式会社 アスマン通風乾湿計について

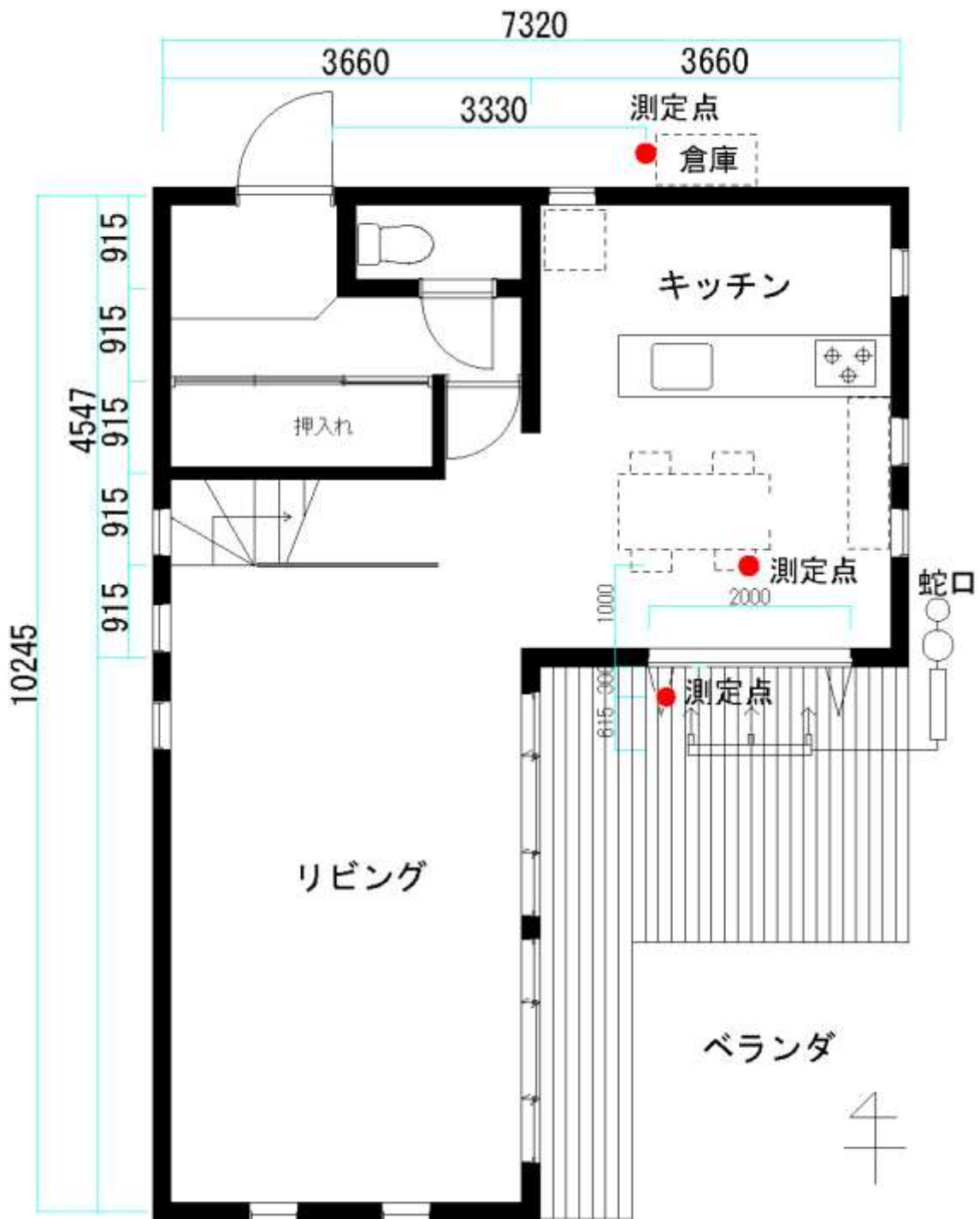
http://www.weather.co.jp/catalog_html/CYS-SY8.htm



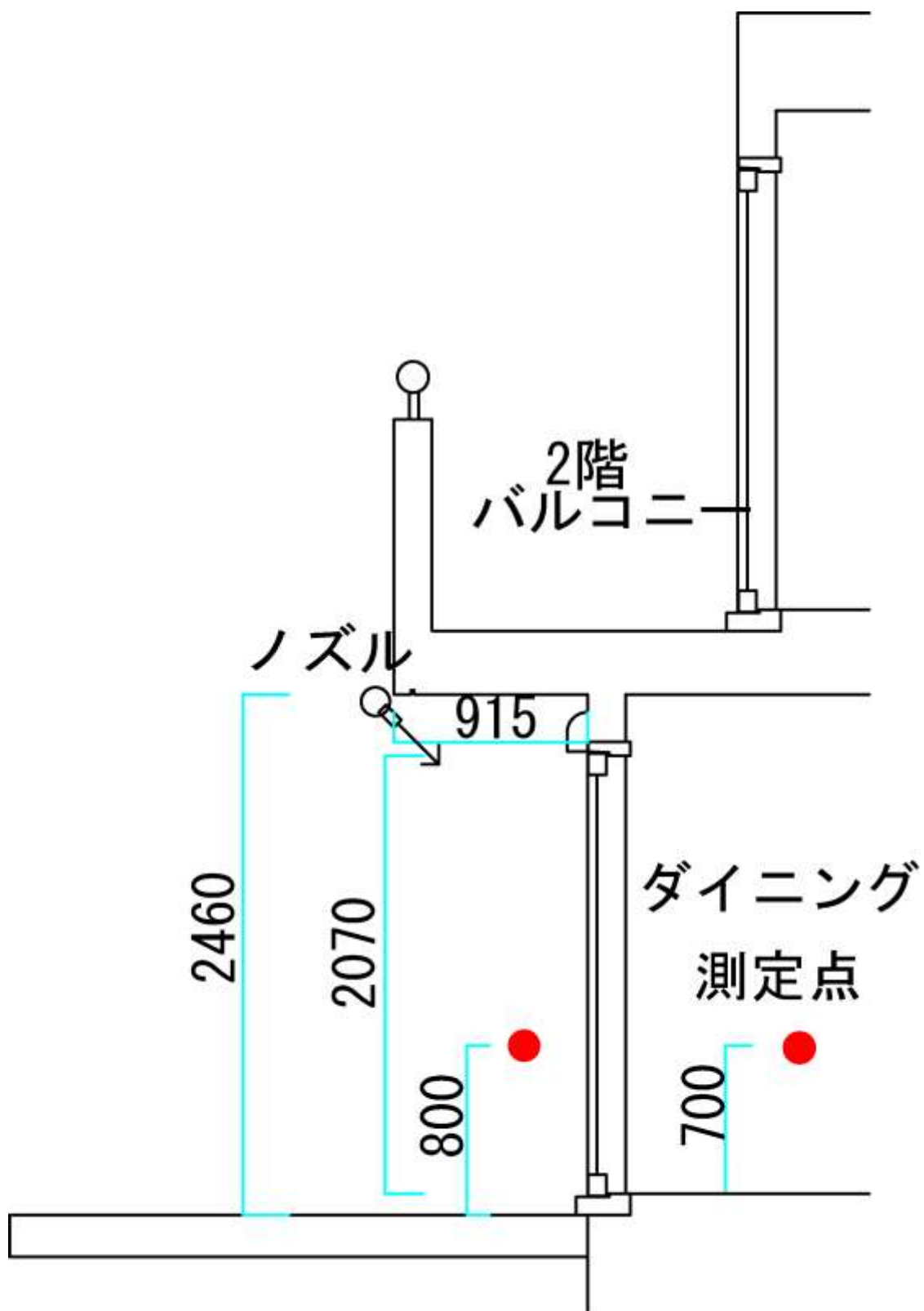
<図1：T宅の平面図>



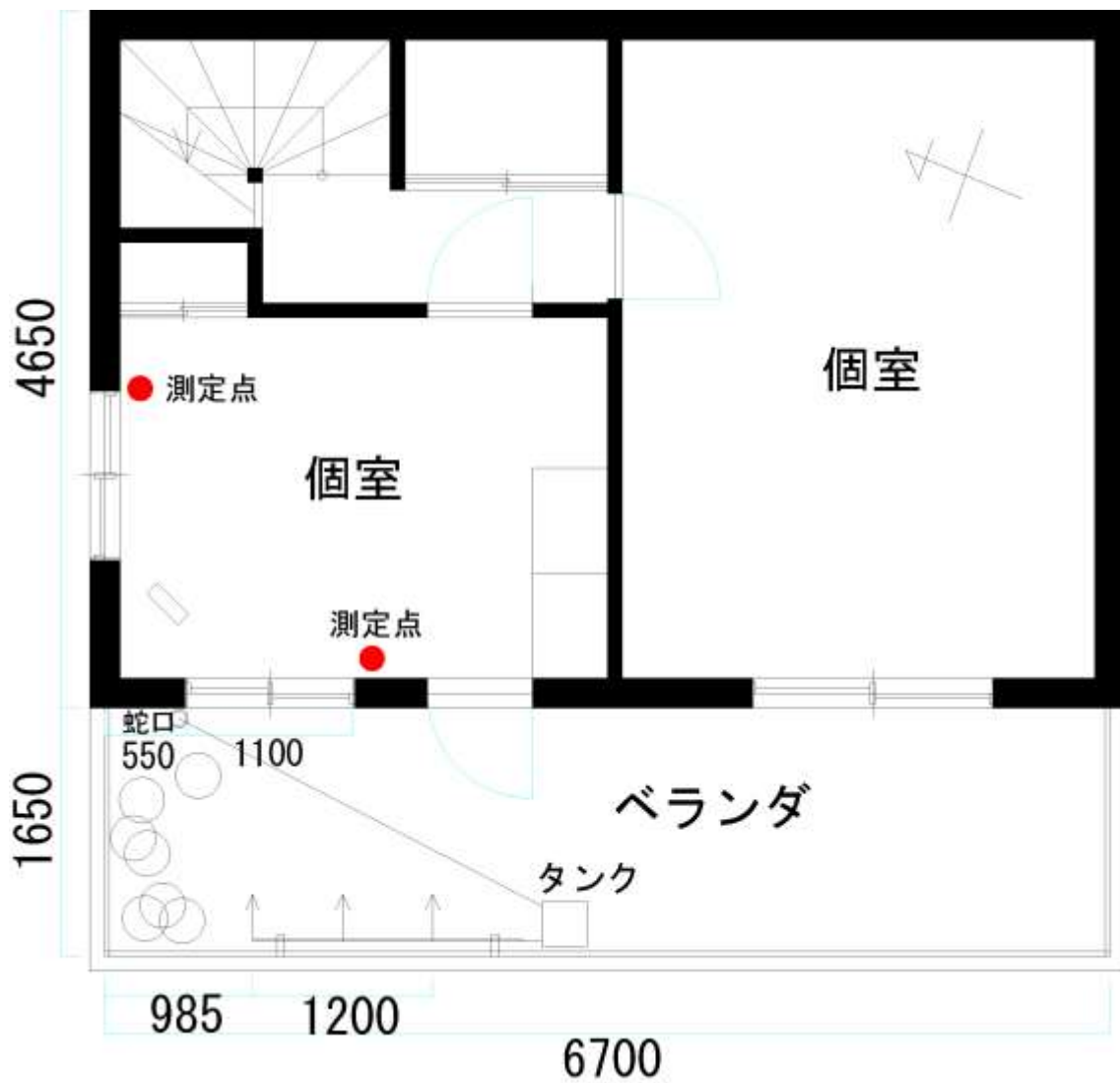
<図2 : T 宅の断面図>



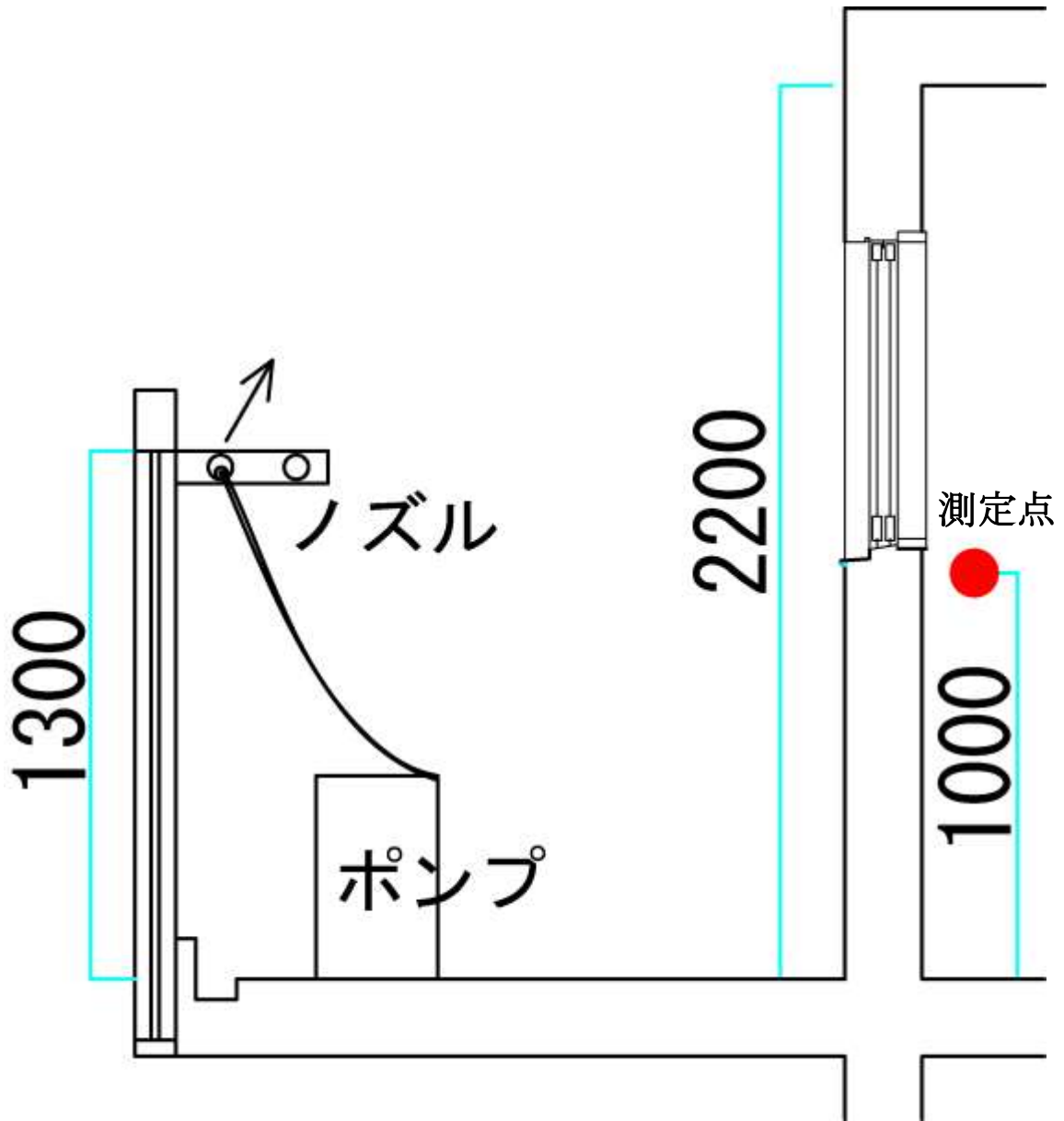
<図3 : K 宅の平面図>



<図4：K宅の断面図>



<図5 : M 宅の平面図>



<図6 : M 宅の断面図>

第四章 家庭用ドライミストの実験

4-1 T宅について

T宅での実験条件を表1に示す。ノズルの高さとは向きは自由に変えられる仕組みだが、今回はベランダの幅を考慮して①高さ（ベランダの床から）1500mm、向き斜め下45°〈図1〉と②高さ1900mm、向き斜め上60°〈図2〉の2種類を選択した。1分間噴霧した後、1分間停止する噴霧サイクルを「1分ON1分OFF」と呼ぶこととする。

〈表1：実験条件〉

	噴霧間隔	玄関の扉	ノズルの向き
実験1	2分 on1分 off	閉める	斜め下45°
	1分 on1分 off	閉める	斜め下45°
実験2	2分 on1分 off	開ける	斜め下45°
実験3	連続噴霧	開ける	斜め上60°
実験4	連続噴霧	開ける	斜め上60°
	連続噴霧	開ける	斜め下45°
実験5	1分 on1分 off	開ける	斜め下45°
	1分 on3分 off	開ける	斜め下45°
	1分 on5分 off	開ける	斜め下45°
実験6	1分 on5分 off	閉める	斜め下45°
実験7	連続噴霧	閉める	斜め下45°
	連続噴霧	閉める	斜め上60°



〈図1：向き斜め上60° .高さ150cm〉〈図2：向き斜め下45° .高さ190cm〉

4-1-1 T宅での実験1

・実験日時

測定日8月8日の天候は晴、測定時間は14:00から14:50まで行った。

・実験場所

アスマン乾湿球温度計の測定場所はベランダと室内の2箇所。一人で一箇所ずつ計測した。

・実験1の方法

ノズルの位置を向き斜め下45°、高さ1900mmで、玄関を閉めることを共通条件として1分on2分offと1分on1分offの断続的な噴霧を行った。

・実験1の結果

・1分on2分off<図1、図2>

ミストを1分間吹くと1度~1.5度規則的に乾球温度は下がっている。はじめのうちは、吹き始めるとすぐに温度が下がりはじめているが、42分あたりからは、吹き終わってから温度が下がり始める。いずれにしろ下がってから1分後には、下がる前の温度まで戻っている。気象庁の気温のデーターを外気温とみなしたとき、実験時間中の気温の変化はほとんどみられない。したがってグラフに見られる温度変化は、ミストによるものだと考えられる。

絶対湿度は、ミストを吹くと0.5~1.5(g/kg)ほど上がっているが、変動は小さい。1度乾球温度が下がると絶対湿度0.5(g/kg)ほど上がる。

室内とベランダでは、乾球温度と絶対湿度の変化が似ている。ベランダの方が若干温度の下がり大きい。

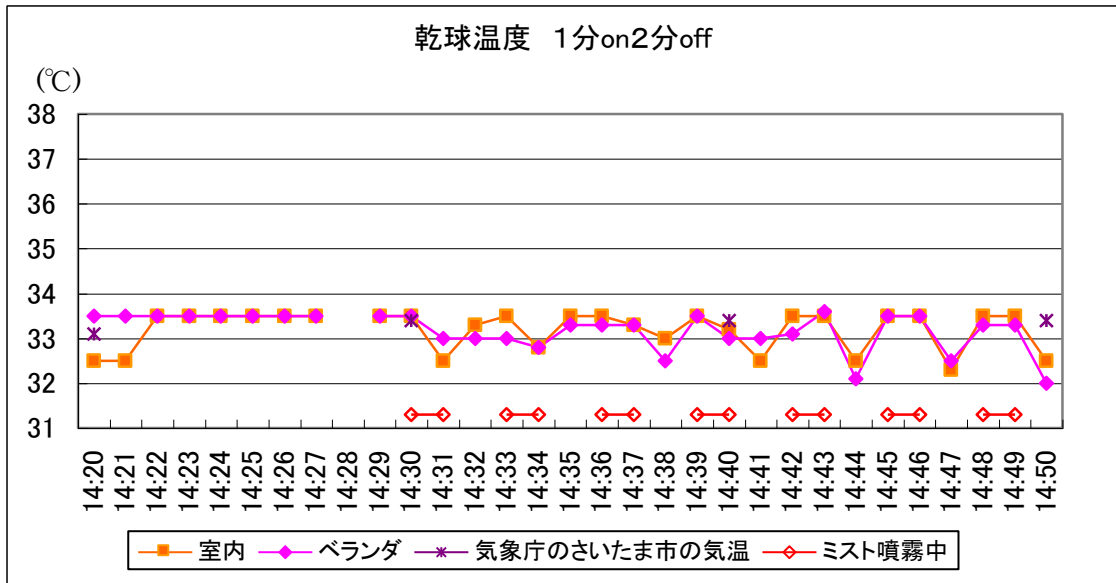
気象庁のデーターによると14:20風速2m/s 風向(南)、14:30風速2m/s 風向(南)、14:40風速2m/s 風向(南南東)、15:20風速3m/s 風向(南)、である。

・ 1分 on 1分 off<図3、図4>

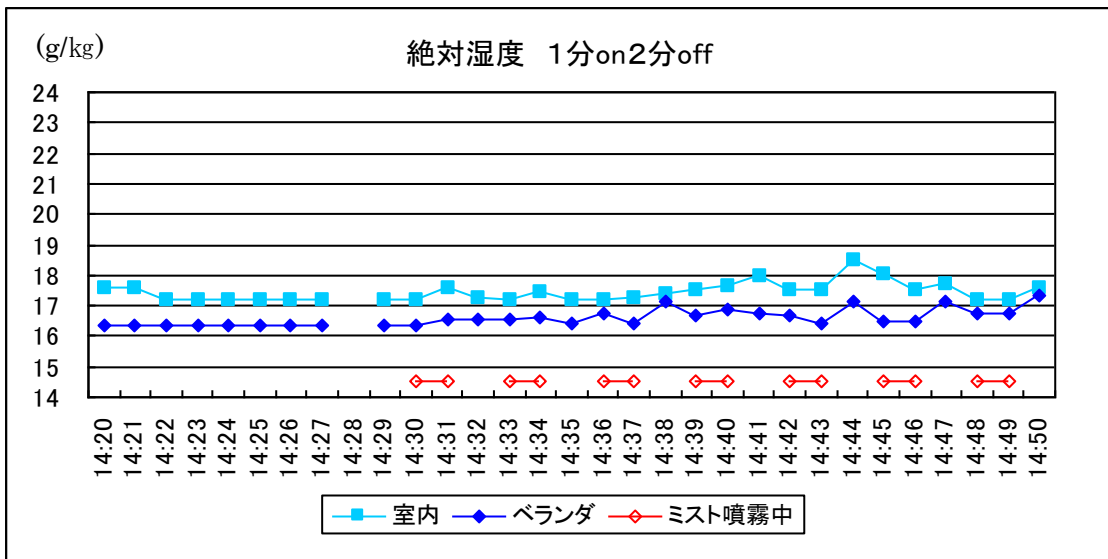
噴霧中は温度が下がり、噴霧を停止すると温度が上がる。これを最後まで規則的に繰り返している。1分間の噴霧で下がる温度は0.5度～1.5度程度。気象庁の気温のデータを外気温とみなしたとき、実験時間中の気温の変化はほとんどみられない。したがってグラフに見られる温度変化は、ミストによるものだと考えられる。

絶対湿度は、ミストを吹くと0.5～1 (g/kg) ほど上がっているが、変動は小さい。1度温度が下がると絶対湿度0.5度ほど上がる。

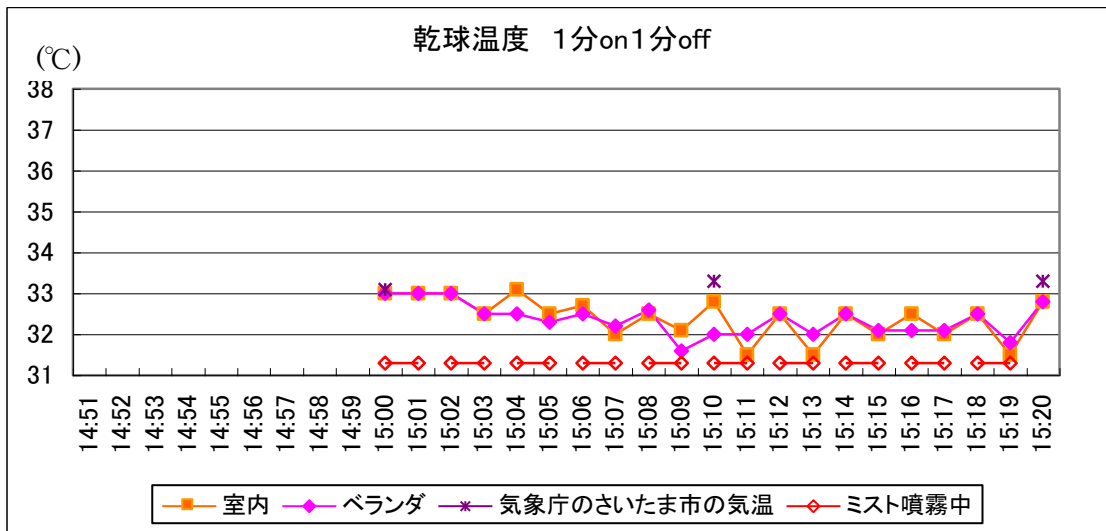
気象庁のデータによると15:00風速2m/s 風向(南西)、15:10風速2m/s 風向(南南西)、15:20風速2m/s 風向(南南西)である。



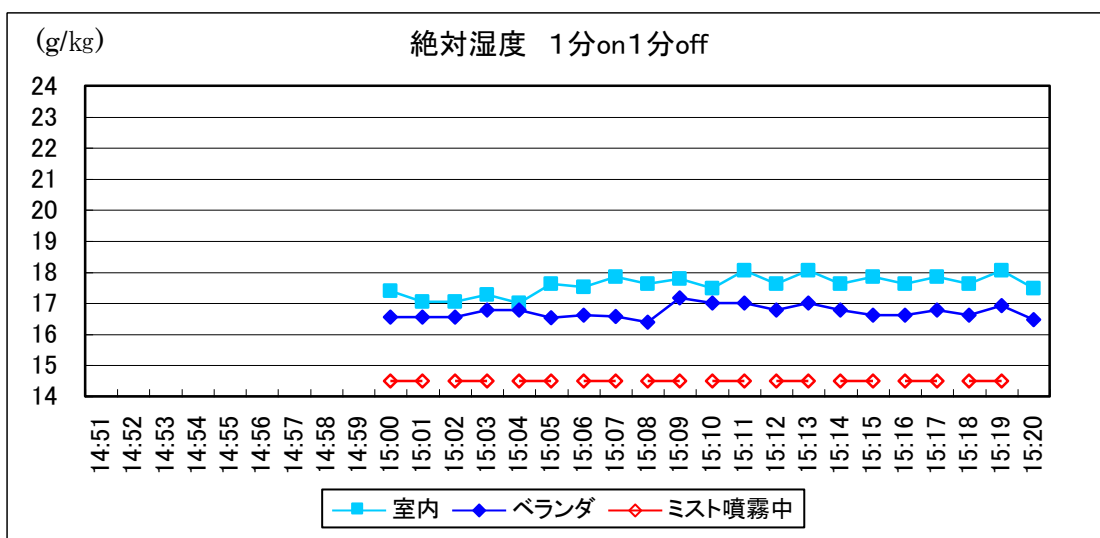
< 図 1 : 実験 1 (1分 on 2分 off) の結果 (乾球温度) >



< 図 2 : 実験 1 (1分 on 2分 off) の結果 (絶対湿度) >



< 図 3 : 実験 1 (1分 on 1分 off) の結果 (乾球温度) >



< 図 4 : 実験 1 (1分 on 1分 off) の結果 (絶対湿度) >

4-1-2 T宅での実験2、3、4

・実験日時

測定日8月15日の天候は晴、測定時間は13:30から15:30まで行った。

・実験場所

アスマン乾湿球温度計の測定場所はベランダと室内の2箇所。1人で2箇所を計測したので、室内の計測よりベランダの計測は約20秒遅い。

・実験2の方法

ノズルの位置を向き斜め下45°、高さ1900mmで、玄関を開け、2分on1分offの断続的な噴霧を行った。

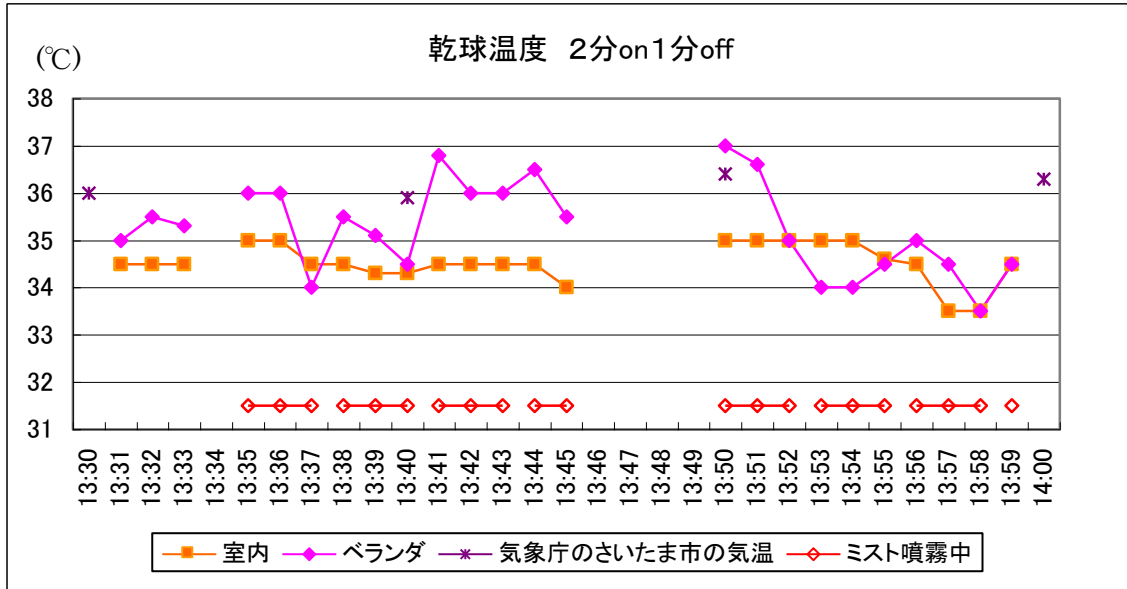
・実験2の結果<図5、図6>

ベランダは噴霧中温度が下がり、噴霧を停止すると温度が上がる。これを規則的に繰り返している。2分間の噴霧で下がる温度は1度~2度程度。室内は噴霧中、噴霧停止中にかかわらず徐々に温度が下がっている。計測10分間で1度ほど下がっている。気象庁の気温のデータは13:40から13:50で若干気温が上がっていることはミストにも影響があると考えられるが、温度が下がっているのは外気温の変化ではなくミストの効果と考えられる。

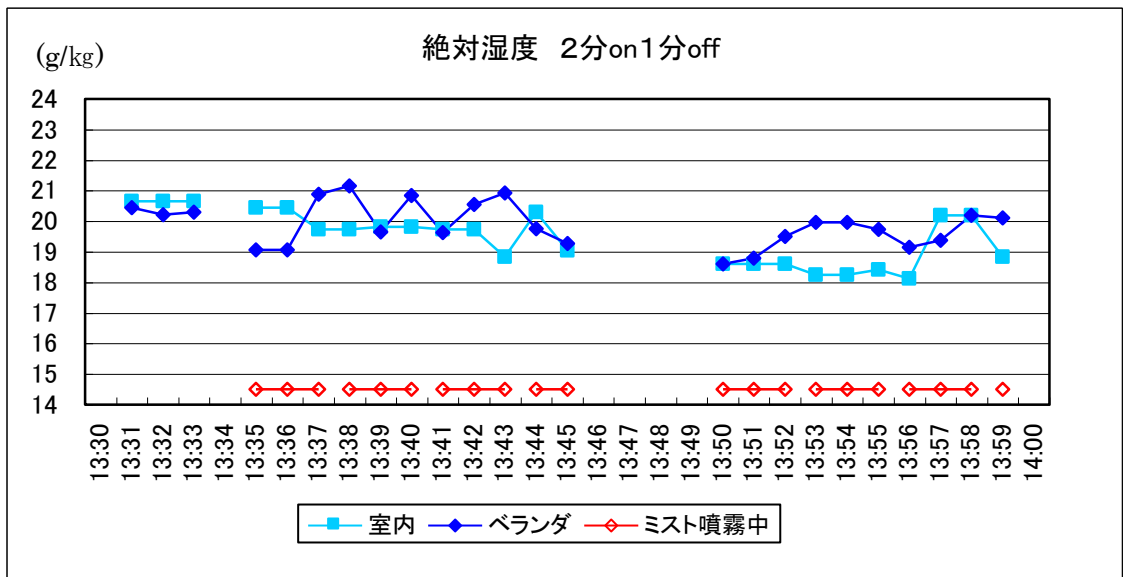
絶対湿度は、ミストを吹くと0.5~1(g/kg)ほど上がっている。絶対湿度は最高で21(g/kg)と高めだったが床は濡れなかった。

13:50からのベランダの計測結果では、乾球温度の降下は著しく、3度ほど下がっているが絶対湿度は1度強しか上がっていない。ベランダも室内も一番下がった温度は33.5℃。室内の乾球温度は徐々に下がっているが、ベランダの乾球温度は、変化が大きい。けれど、絶対湿度は同じ変化を繰り返しているなので、風が影響しているのではなく、気温が少し上がったことによるものだと考えられる。

気象庁のデータによると13:30風速2m/s 風向(西南西)、13:40風速2m/s 風向(西)、13:50風速2m/s 風向(西南西)、14:00風速1m/s 風向(南南西)、である。



< 図 5 : 実験 2 の結果 (乾球温度) >



< 図 6 : 実験 2 の結果 (絶対湿度) >

・実験 3 の方法

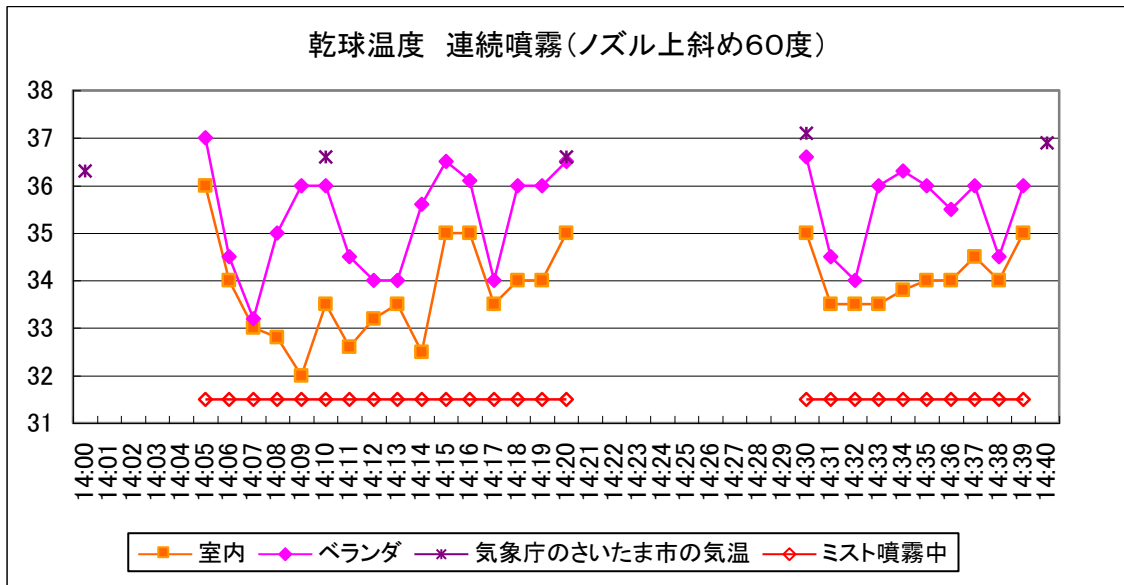
ノズルの位置を向き斜め上 60° 、高さ 1500mm で、玄関を開け、連続的な噴霧を行った。

・実験 3 の結果<図 7、図 8>

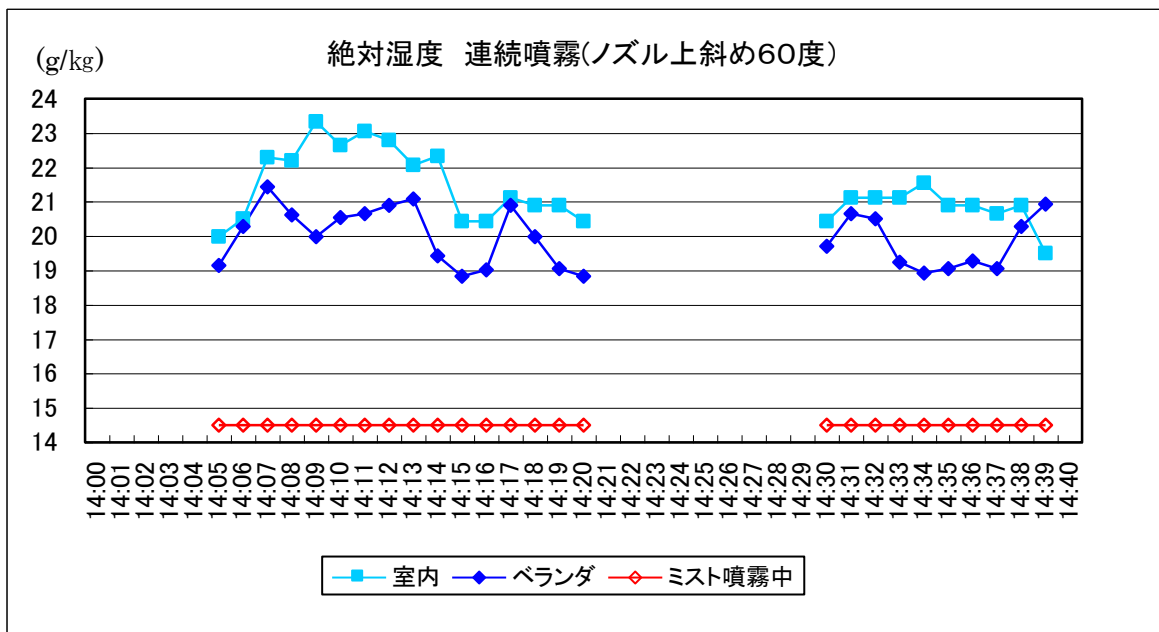
乾球温度は室内で最大 4°C 、ベランダでは 3°C 下がっている。

ベランダは連続噴霧中しているにもかかわらず、途中で温度が上がり始めてしまう。しかし、吹き始めの温度近くまで上がるとまた下がり始める。これを繰り返している。室内はある温度まで下がりきると、その温度の付近である時間保たれた後始めの温度近くまで上がっていく。乾球温度が上がると絶対湿度は下がるので風が吹いたと考えられる。気象庁の気温のデーターを外気温とみなしたとき、実験時間中の気温の変化はほとんどみられない。したがってグラフに見られる温度変化は、ミストによるものだと考えられる。絶対湿度は、ミストを吹くと $0.5 \sim 3$ (g/kg) ほど上がっている。1 度温度が下がると絶対湿度 1 度弱ほど上がる。1 度が温度が下がった後、室内の乾球温度は、ベランダの乾球温度に比べゆっくりと温度が上がっていく。

気象庁のデーターによると 14:10 風速 1 m/s 風向 (南)、14:20 風速 2 m/s 風向 (東北東)、14:30 風速 2 m/s 風向 (東北東)、14:40 風速 3 m/s 風向 (東)、である。



< 図 7 : 実験 3 の結果 (乾球温度) >



< 図 8 : 実験 3 の結果 (絶対湿度) >

・実験4の方法

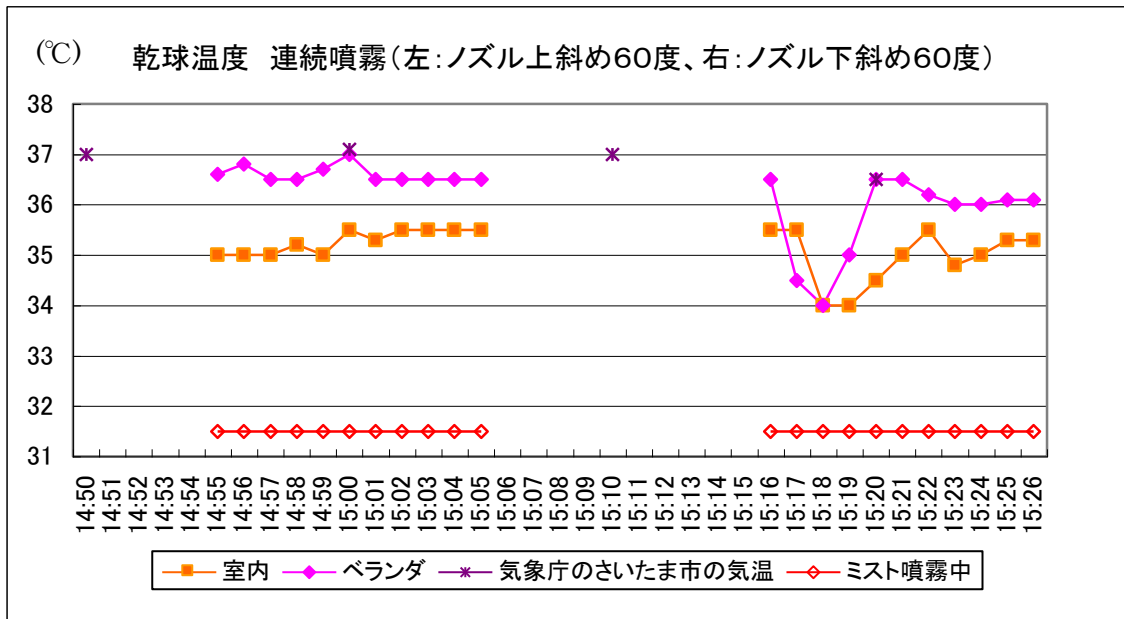
連続噴霧で、玄関を閉めることを共通条件として、ノズルの位置を向き斜め上60°、高さ1500mmと向き斜め下45°、高さ1900mmで10分間測定を行った。

・実験4の結果<図9、図10>

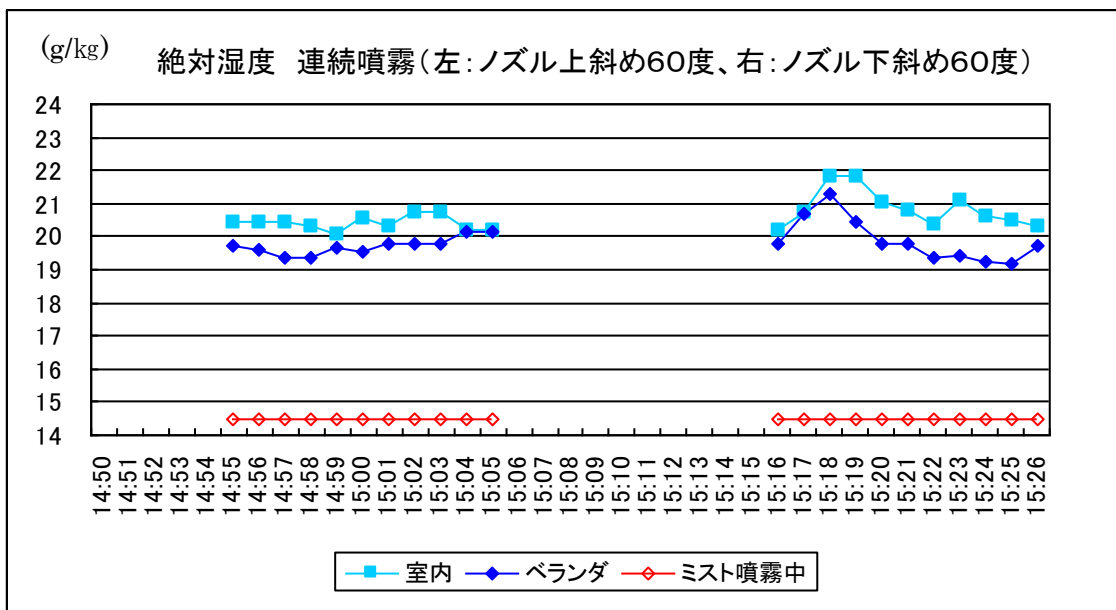
斜め上60°の10分間は、乾球温度にも絶対湿度にもあまり変化がない。これは、ミストが風で南西に流れてしまったことが考えられる。斜め下45°の10分間では、吹き始め2分間乾球温度は下がっている。その後上がってきてからは変化があまりない。しかし、このときもベランダと室内を比べると室内のほうが乾球温度も絶対湿度もゆっくりと吹き始めの値に戻っている。

気象庁の気温のデータは15:10から15:20では乾球温度が下がっているが、急激な下がり方ではないので吹き始めの乾球温度が約2度下がっているのはミストの効果が大いと考えられる。

気象庁のデータによると14:50風速2m/s 風向(東北東)、15:00風速2m/s 風向(東)、15:10風速2m/s 風向(南東)、15:20風速3m/s 風向(南東)、である。風はベランダに向かってほぼ垂直に吹いているので、ミストを噴霧する条件としては最適だ。



< 図 9 : 実験 4 の結果 (乾球温度) >



< 図 10 : 実験 4 の結果 (絶対湿度) >

4-1-3 T宅での実験5、6、7

・実験日時

測定日8月22日の天候は晴、測定時間は12:30から15:00まで行った。

・実験場所

アスマン乾湿球温度計の測定場所はベランダと室内と玄関の3箇所。1人で1箇所をそれぞれ計測した。

・実験5の方法

ノズルの位置を向き斜め下45°、高さ1900mmで、玄関を開けることを共通条件として1分on1分off、3分on1分off、5分on1分offの3パターンの断続的な噴霧を比較し長時間続けられる噴霧サイクルを調べた。

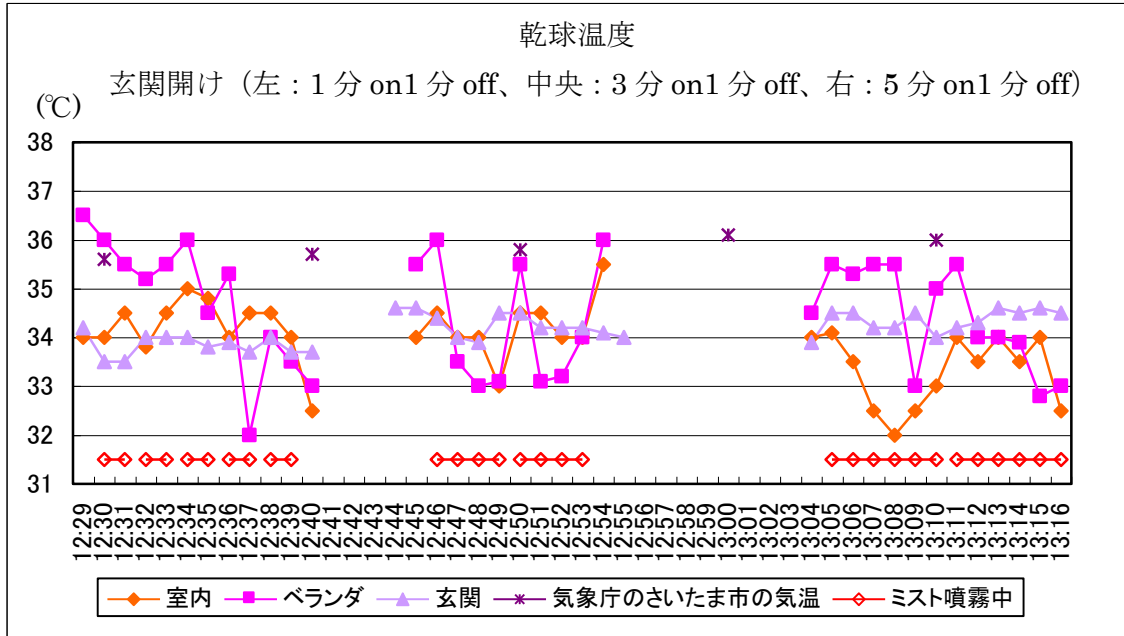
・実験5の結果<図11、図12>

3つの噴霧サイクルにはそれぞれの変動に特徴があり、特にベランダに着目すると1分on1分offでは徐々に乾球温度は上がり、絶対湿度は下がっていく。5分on1分offも徐々に変化しているが、風の影響を受けていると考えられる。この場合、吹き始めは室内に向かってつまり北西向きの風が吹き室内のアスマン乾湿球温度計がある場所は気温が下がり、ノズルの東側にあるベランダのアスマン乾湿球温度計はミストの効果が届かなかったため温度は下がらない。噴霧4分後、北東向きの風が吹きベランダの温度が下がる。室内のアスマン乾湿球温度計付近はミストが届かず温度が上がり始める。ということが考えられる。これは憶測にすぎないが、ミストは風に大きな影響を受けると言える。この2つとは対照的に3分on1分offでは乾球温度は同じ変化を繰り返していて、絶対湿度は吹き始めの上がりはいきなり多きいものの同じ変化を繰り返している。この中では最も長時間続けられる噴霧サイクルだと感じたが、もっと多くの実験が必要である。

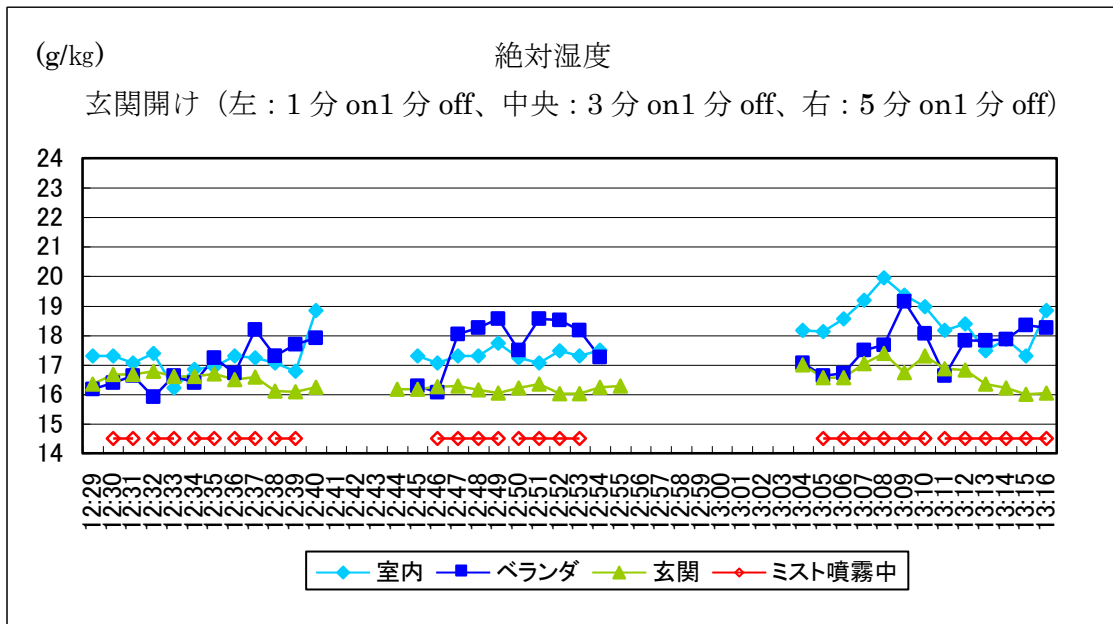
どのサイクルも3度前後温度が下がっていることが確認できた。

気象庁の気温のデータは徐々に上がっているのに、温度が下がっているのは外気温の変化ではなくミストの効果と考えられる。

気象庁のデータによると12:30風速2m/s 風向(東南東)、12:40風速2m/s 風向(南南西)、12:50風速1m/s 風向(西南西)、13:00風速2m/s 風向(南南西)、13:10風速2m/s 風向(東南東)、である。



< 図 1 1 : 実験 5 の結果 (乾球温度) >



< 図 1 2 : 実験 5 の結果 (絶対湿度) >

・実験6の方法

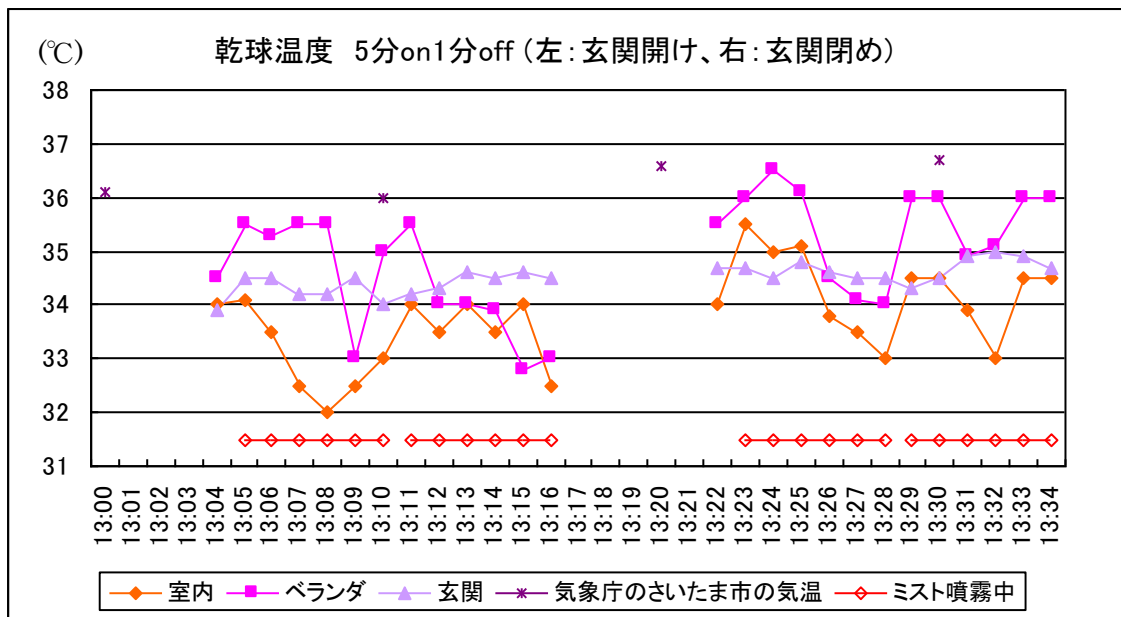
ノズルの位置を向き斜め下45°、高さ1900mmで、5分ON1分OFFの噴霧サイクルを共通条件として、玄関の扉を開けているときと閉めているときを比較した。ただし、玄関を開けているときの測定記録は実験5の5分on1分offを使用した。

・実験6の結果<図13、図14>

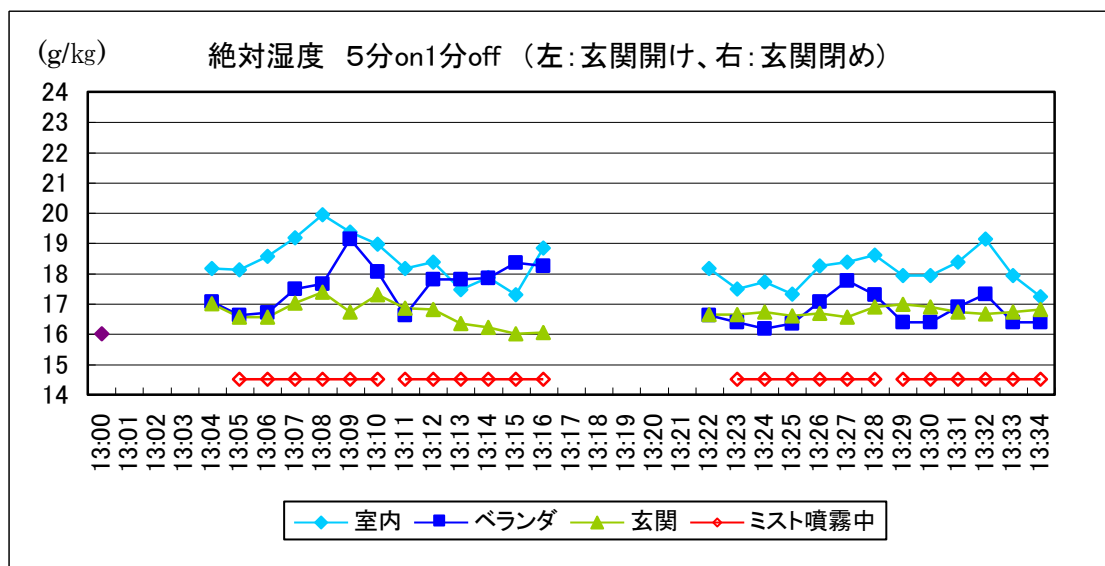
開いている時の方が、全体的に乾球温度が約1度低くなった。しかし、気象庁の気温のデータは13:10から13:20で0.5℃上がっているので、外気温が上がった影響とも考えられる。けれども、ミストの効果の可能性もある。これはもう1度測定をする必要がある。

もし、ミストの効果だとすると風の通り道ができ、ミストによって冷やされた空気が室内を流れやすくなるので、扉を開けることは効果的といえる。しかし、モニターの家庭では扉を開けることは防犯上の危惧や蚊が入るということであまり選択されなかった。ベランダ側の網戸も同じ理由で開けない場合が多いようだが、網戸を開けたことにより換気量が増えミストの効果が上がる。網戸の場合、網戸の線が細いものが開発され風の通りが従来の網戸より良いものもあり、今後の課題である。

気象庁のデータによると13:00風速2m/s 風向(南南西)、13:10風速2m/s 風向(東南東)、13:20風速1m/s 風向(南南西)、13:30風速2m/s 風向(南)、である。



< 図 1 3 : 実験 6 の結果 (乾球温度) >



< 図 1 4 : 実験 6 の結果 (絶対湿度) >

・実験7の方法

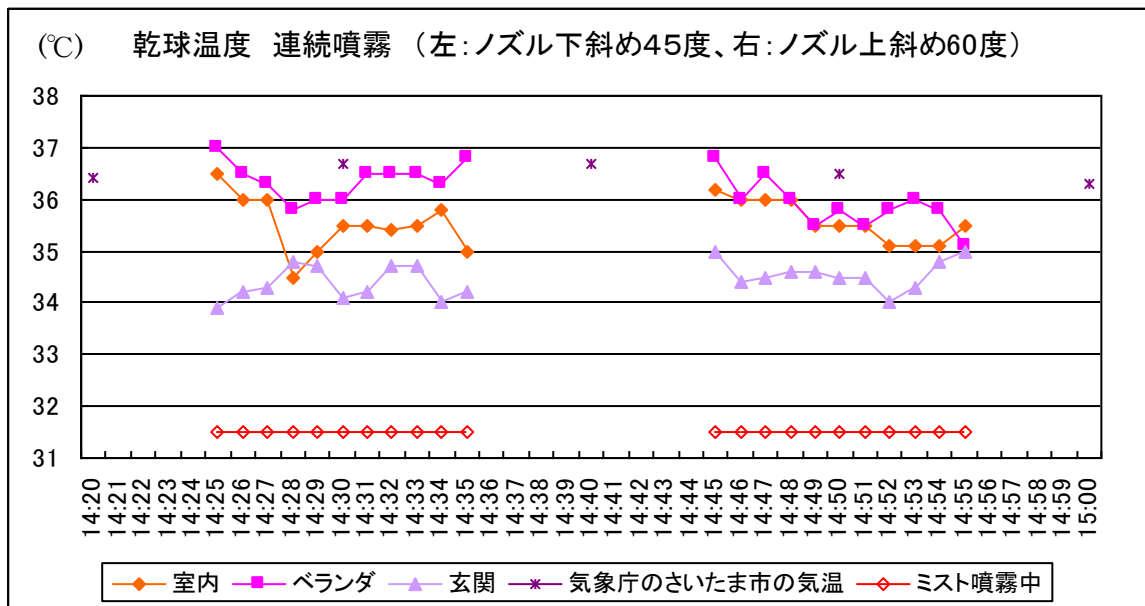
玄関を閉め、連続噴霧することを共通条件として、ノズルの位置を高さ1500mm、向き斜め上60°と高さ1900mm、向き斜め下45°とで比較しました。

・実験7の結果<図15、図16>

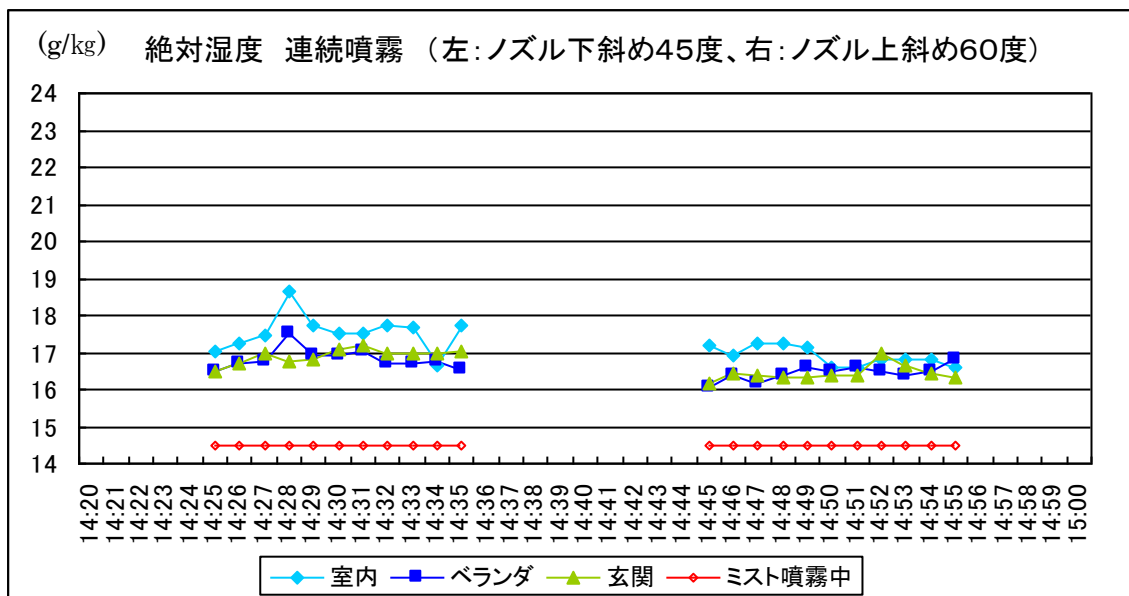
噴霧中は温度が下がり、噴霧を停止すると温度が上がる。これを最後まで規則的に繰り返している。1分間の噴霧で下がる温度は0.5度～1.5度程度。気象庁の気温データを外気温とみなしたとき、実験時間中の気温の変化はほとんどみられない。したがってグラフに見られる温度変化は、ミストによるものだと考えられる。

絶対湿度は、ミストを吹くと0.5～1 (g/kg) ほど上がっている。乾球温度と同じで、はじめはすぐに上がり後半は吹き終えてから上がり始める。

気象庁のデータによると14:20風速2m/s 風向(南南西)、14:30風速2m/s 風向(南)、14:40風速2m/s 風向(南)、14:50風速2m/s 風向(南)、である。



<図15 : 実験7の結果 (乾球温度) >

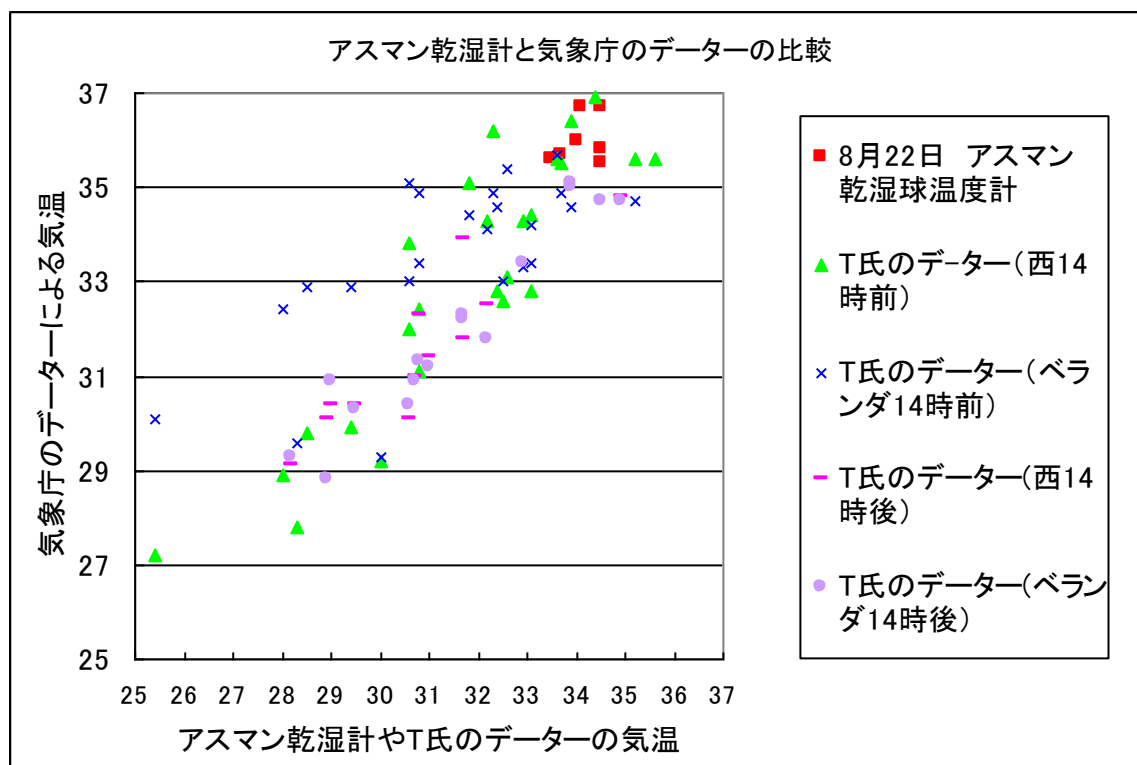


<図16 : 実験7の結果 (絶対湿度) >

4-1-4 気象庁のデータと比較

気象庁のホームページに載っているさいたま市の気温のデータをその時間の外気温として考えることができるのか、または T 氏が家庭用温度計、湿度計で計測した気温と気象庁の気温のデータとの差を調べるために散布図<図1>を作った。8月22日のデータは、玄関でアスマン乾湿計を使用して計った乾球温度と気象庁の気温のデータを比べたもの。

T 氏の記録したデータ（ベランダの14時前）はばらつきがあるが、全体的に相関がみられ、気象庁のデータを外気温とできると判断した。



<図1：気象庁のデータとの比較>

4-1-5 T氏によるミスト記録

T氏に記録していただいたデータを表1、2に示す。

<表1:T氏によるミスト記録>

	時間	吹く間隔	
8月8日	8:10~14:10	1分on2分off	床は濡れているが、床の温度が下がって涼しい。
	14:00~17:00		実験
	17:00~18:00	1分on2分off	床は濡れていない。
	18:00~18:30	1分on2分off	床は濡れていない。
	18:30~19:45	1分on2分off	床は濡れていないがスノコは濡れている。
8月9日	7:00~	1分on2分off	
		1分on3分off	床が濡れたため停止。
	11:40~	1分on3分off	床は濡れていないがスノコは濡れている。
	13:15~	1分on3分off	床は濡れていない。
	13:40~	1分on2分off	
	15:40~18:15	1分on2分off	床は濡れていない。
8月10日	8:30~	1分on2分off	
	11:55~	1分on2分off	気温が高い割に涼しい感じ
	16:10~	1分on2分off	床は濡れていない。
8月11日	8:55~	1分on3分off	簾で日光を遮っていない。ベランダ床面44℃
	12:45~18:00	1分on2分off	
8月13日	11:20~	1分on3分off	網戸を開ける。北側(玄関側)部屋の扇風機on
	12:30~	1分on2分off	ミストが居間に流れ込んでくる。
	13:15~	1分on2分off	
	16:25~	1分on2分off	床は濡れていない。
	~19:15	1分on2分off	床は濡れていない。
8月14日	7:05~		西から風が吹いて涼しい
	8:15~	1分on2分off	西から風が吹いて涼しい
	11:40~	1分on1分off	
	14:00~	2分on1分off	
	17:20~	2分on1分off	ベランダ(東)から風が吹いて涼しい
	17:45~	1分on1分off	湿気を感じたので2分on→1分onへ
	~19:50	1分on1分off	停止 西側窓から月が入る
8月15日	8:15~	1分on1分off	
	10:30~	1分on1分off	床が濡れている。北側部屋 扇風機を外側へ
	12:00~	実験	
	13:55~	実験	
	15:00~	実験	
8月16日	8:10~	2分on1分off	
	11:20~	2分on1分off	
8月17日	9:00~		
	11:10~	2分on1分off	
	15:20~	2分on1分off	
	17:00~	2分on1分off	床が濡れたので停止

8月21日	11:30~	2分on1分off	
	14:00~	実験	
	15:30~	実験	
	18:00~	2分on1分off	
	19:30~	2分on1分off	
8月22日	7:40~	2分on1分off	
	11:40~	2分on1分off	床濡れている。 実験のため訪問
8月25日	9:15~	1分on2分off	床が濡れているが続けて行う。
	11:45~	1分on2分off	スノコの表面は濡れているが、床は濡れていない。
	19:00~	1分on2分off	
8月26日	12:30~	1分on2分off	
	13:00~	1分on2分off	床濡れていない。
	17:30~	1分on2分off	床濡れていない。涼しくなったので停止。

<表2:T氏によるミスト記録>

	時間	地田さんの家にある温度計で測った気温。床は放射温度計で計測。 東側 ベランダ側/室内 西側 室外/室内(湿度) 床 ベランダ面/スノコ
8月8日	8:10~14:10	
	14:00~17:00	
	17:00~18:00	東32. 2/32. 6 西31. 8/32. 7(39%) 床33/31
	18:00~18:30	東31. 2/32. 7 西31. 4/32. 5(39%) 床32/29
	18:30~19:45	東30. 4/31. 8 西30. 1/32. 1(41%) 床31/29
8月9日	7:00~	東30. 1/30. 6 西27. 2/31. 1(54%) 床29/28
		東31. 2/30. 6 西27. 8/30. 9(55%)
	11:40~	東34. 1/32. 8 西34. 3/32. 2(40%) 床31/28
	13:15~	東34. 9/33. 5 西35. 5/32. 8(38%) 床33/30
	13:40~	
	15:40~18:15	東35. 1→33. 4/34. 3 西37. 4/33. 6(42%) 床34/33
8月10日	8:30~	東32. 9/30. 2 西29. 9/30. 9(54%) 床32/34
	11:55~	東35. 7/32. 6 西35. 6/33. 3(44%) 床34/32
	16:10~	東35. 0/34. 0 西37. 2/33. 3(43%) 床35/34
8月11日	8:55~	東34. 9→32. 5 西31. 1 床34/35
	12:45~18:00	東37. 4→37. 0 西37. 2 床30/32 猛暑でドライミストの効果は感じられない。
8月13日	11:20~	東33. 4/31. 8 西32. 4/30. 8(54%) 床33/34
	12:30~	東33. 0/31. 5 西32. 6/30. 9(54%) 床32/30
	13:15~	東33. 3/32. 5 西34. 3/31. 6(56%) 床32/31
	16:25~	東33. 4/33. 6 西37. 2/33. 0(45%) 床35/34
	~19:15	東30. 9/32. 1 西30. 4/32. 4(42%) 床32/28
8月14日	7:05~	東29. 6/30. 0 西27. 8/29. 9(65%) 床30/30
	8:15~	東29. 3/30. 6 西29. 2/30. 3(62%) 床31/33
	11:40~	東33. 4/33. 2 西34. 4/32. 4
	14:00~	東34. 6/33. 8 西36. 4/33. 5(47%) 床35/35
	17:20~	東32. 3/32. 6 西33. 9/33. 2(49%) 床35/33
	17:45~	東31. 3/32. 0 西32. 3/32. 9(44%) 床34/32
	~19:50	東28. 8/30. 2 西30. 1/32. 2(45%) 床32/27

8月15日	8:15~	
	10:30~	東35.4/33.9 西33.1/32.4(50%) 床32/30 北側部屋32
	12:00~	東38.0/34.6 西36.9/33.5(52%) 床34/35
	13:55~	東38.4/35.3 西40.0/34.3(45%) 床35/34 北側部屋34.3
	15:00~	東37.3/35.3 西37.5/34.6(46%) 北側部屋34.3
8月16日	8:10~	東35.1 西32.0
	11:20~	東38.1→37.0 西35.6
		猛暑でドライミストの効果は感じられない。
8月17日	9:00~	
	11:10~	東34.6 西32.8 床31(27)
	15:20~	東37.3 西38.8
	17:00~	東34.7→34.8(停止後15分) 西34.8→34.8(停止後15分) 床31(28)
		猛暑でドライミストの効果は感じられない。
8月21日	11:30~	東34.2/32.9→32.9 西32.8/32.3(41%) 床34/34
	14:00~	
	15:30~	東34.7/32.7 西37.7/33.5(43%) 床35/34
	18:00~	東31.8/32.0→29.9 西32.5/33.2(45%) 床34/32
	19:30~	東30.9/30.7 西31.0/32.7(41%) 床34/31
8月22日	7:40~	東32.9/30.7 西29.8/31.5(56%) 床31/29
	11:40~	東34.7/31.3 西35.6/32.8(41%) 床32/31
8月25日	9:15~	東32.4/29.7 西28.9/29.3(58%) 床29/29
	11:45~	東33.0/29.3 西33.8/30.2(56%) 床30/29
	19:00~	東29.3/29.9 西29.1/31.2(51%) 床32/30
8月26日	12:30~	東34.4/30.9 西35.1/31.1(50%) 床34/34
	13:00~	東34.9/30.9 西36.2/31.4(49%) 床34/33
	17:30~	東30.3/30.9 西30.4/32.1(39%) 床34/31

4-2 K邸

4-2-1 K邸での実験1

実験日時

測定日 8月12日の天候は晴、測定時間は10:30から13:30まで行った。

実験場所

アスマン乾湿球温度計の測定場所はA（ベランダ）とB（室内）とC（玄関）の3箇所。1人で3箇所を計測した。

実験1の方法

ノズルの位置を向き斜め下45°、高さ2460mmで、玄関を閉め、1分on1分offの断続的な噴霧を行った。アスマン乾湿球温度計で乾球温度と湿球温度を1分おきに記録した。

実験2の方法

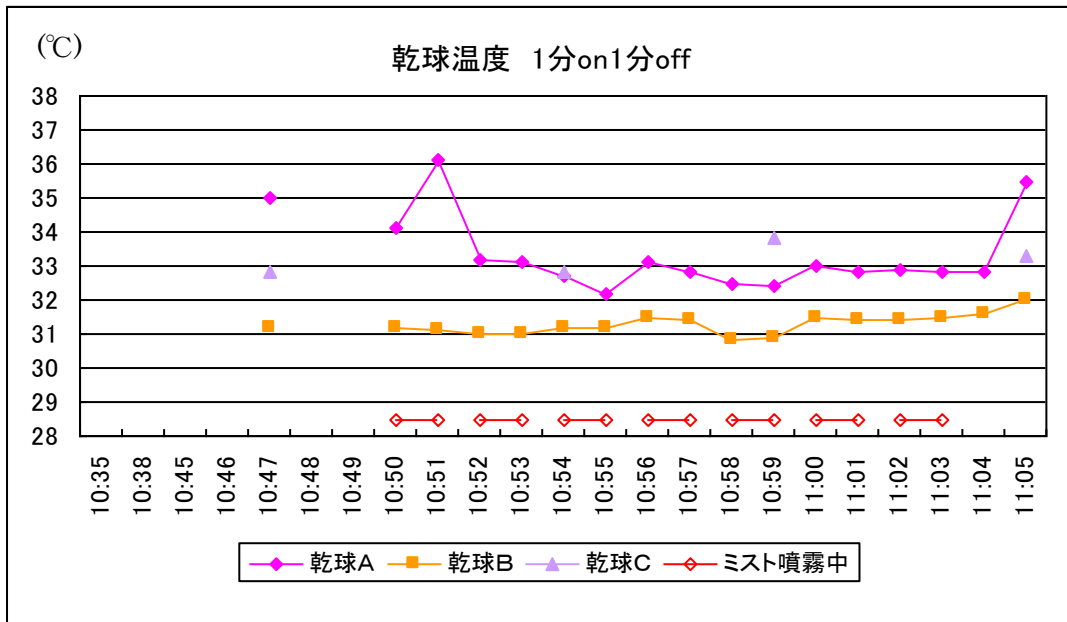
ノズルの位置を向き斜め下45°、高さ2460mmで、玄関を閉め、連続噴霧を行った。アスマン乾湿球温度計で乾球温度と湿球温度を1分おきに記録した。

実験3の方法

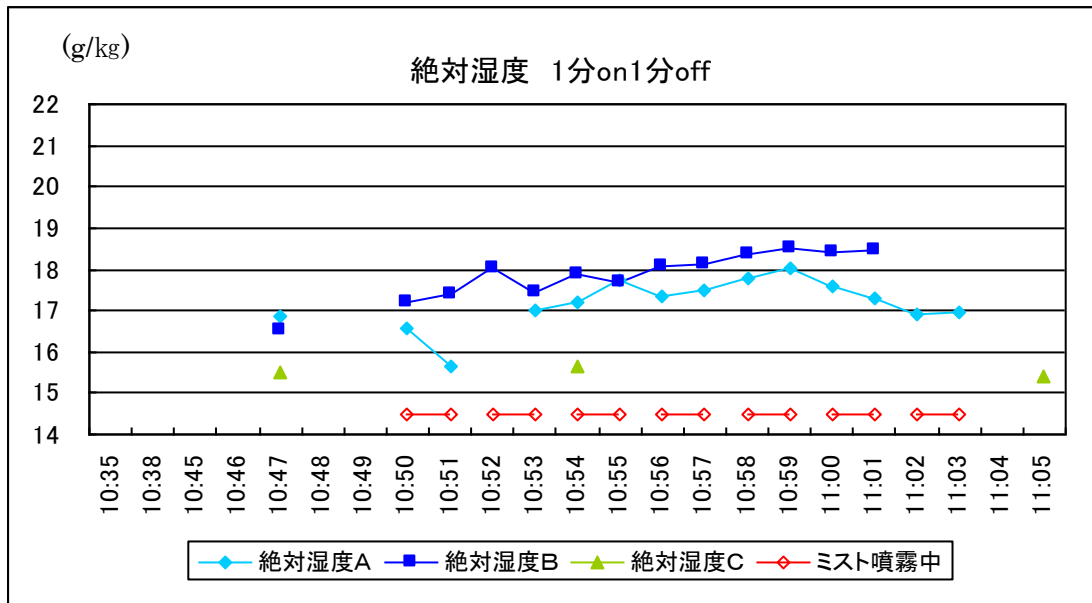
ノズルの位置を向き斜め下45°、高さ2460mmで、玄関と隣の部屋の窓Eを開け、連続噴霧を行った。アスマン乾湿球温度計で乾球温度と湿球温度を1分おきに記録した。

実験1、2、3の結果

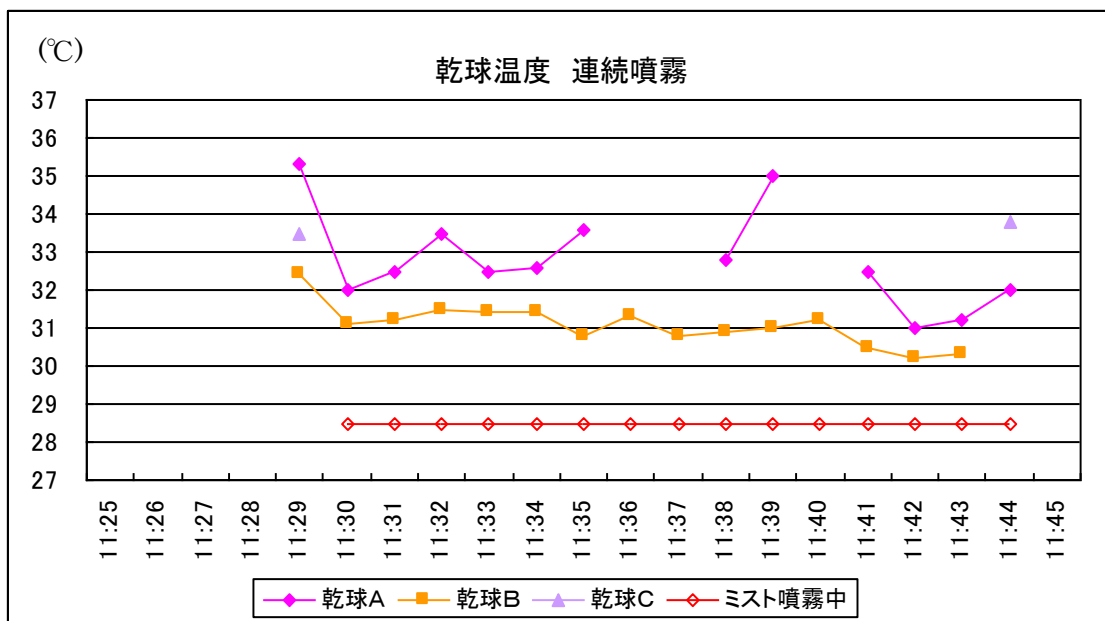
子供がアスマン乾湿球温度計を握ってしまったり、湿球が乾いてしまったりして、途中、計測が中断してしまった。実験1でベランダの乾球温度は噴霧開始すぐに温度が下がり、そのままその温度を保っているが、室内の乾球温度ではほとんど変化が見られない。



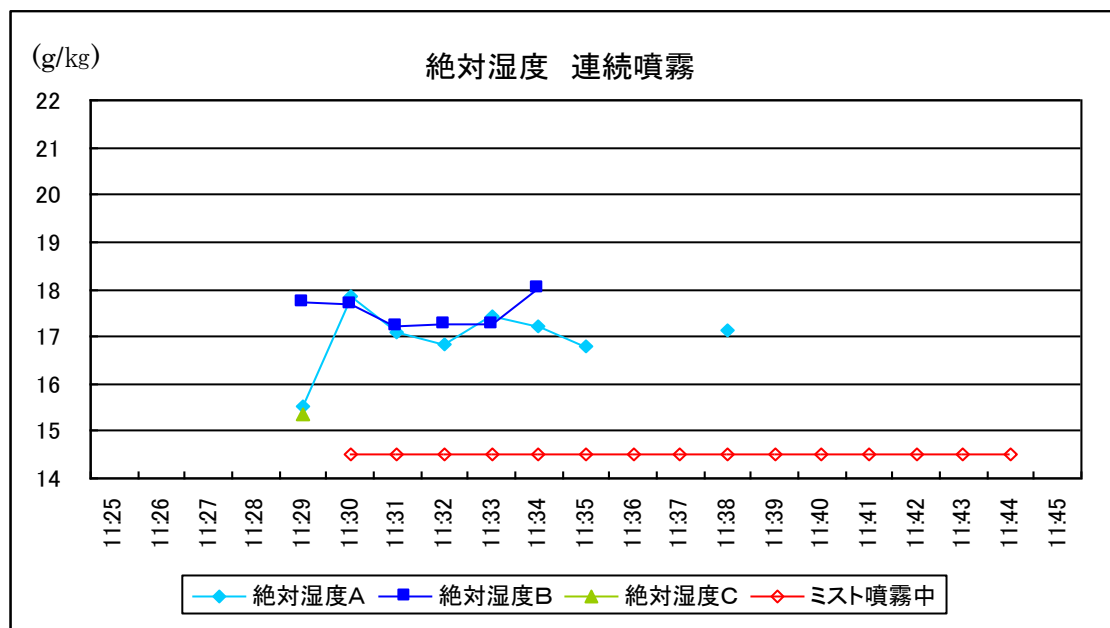
< 図 1 : 実験 1 の結果 (乾球温度) >



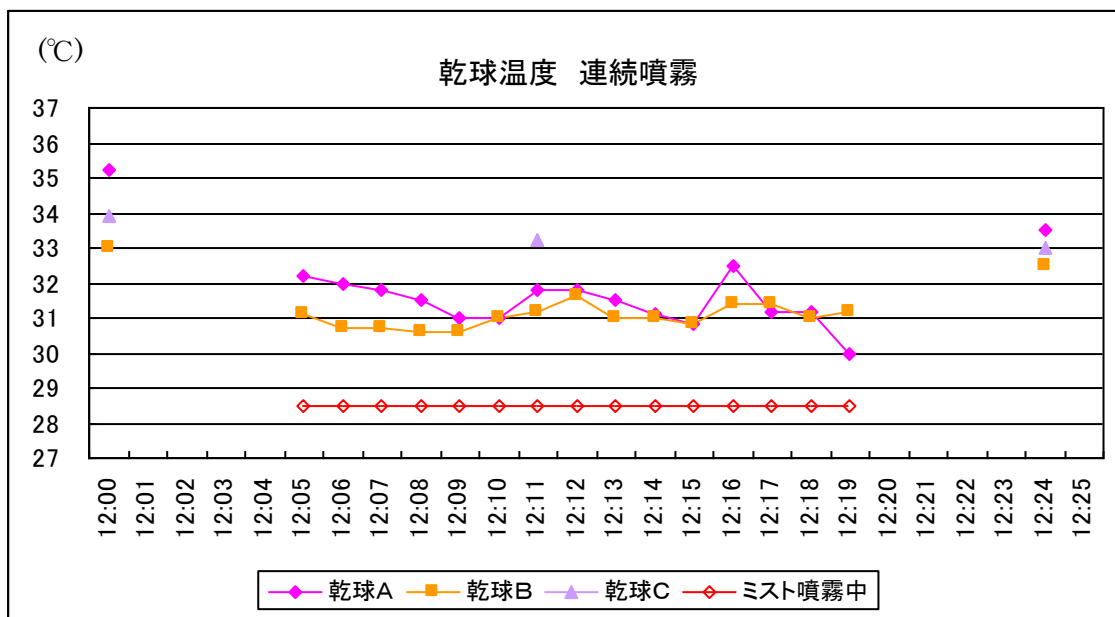
< 図 2 : 実験 1 の結果 (乾球温度) >



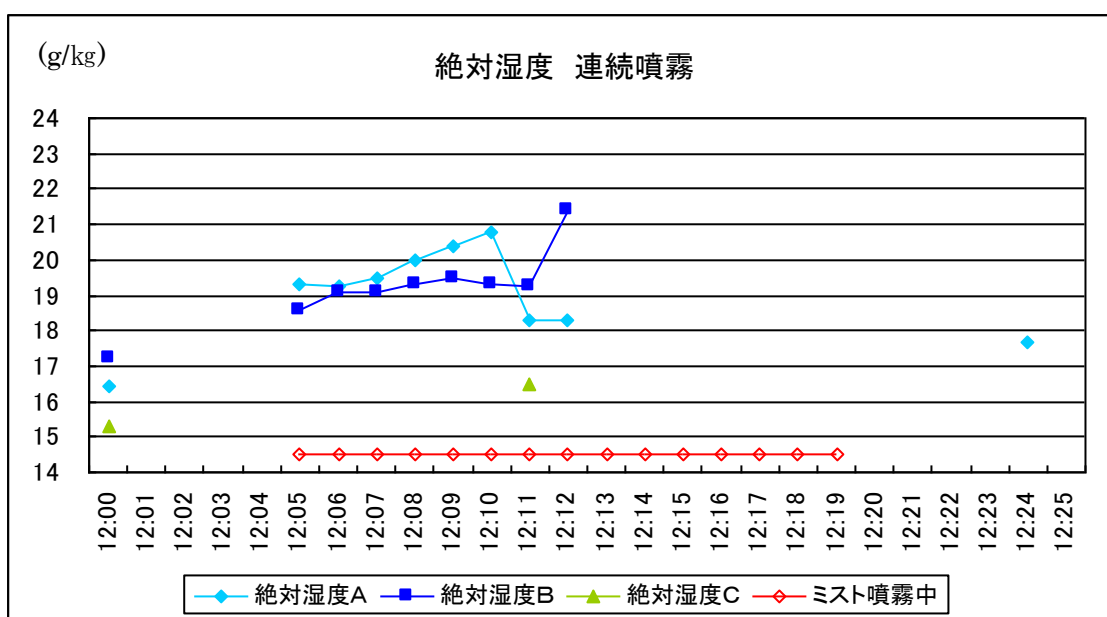
< 図 3 : 実験 2 の結果 (乾球温度) >



< 図 4 : 実験 2 の結果 (絶対湿度) >



< 図 5 : 実験 3 の結果 (乾球温度) >



< 図 6 : 実験 3 の結果 (絶対湿度) >

4-2-1 K邸での実験2

実験日時

測定日 8月21日の天候は晴、測定時間は10:30から13:30まで行った。

実験場所

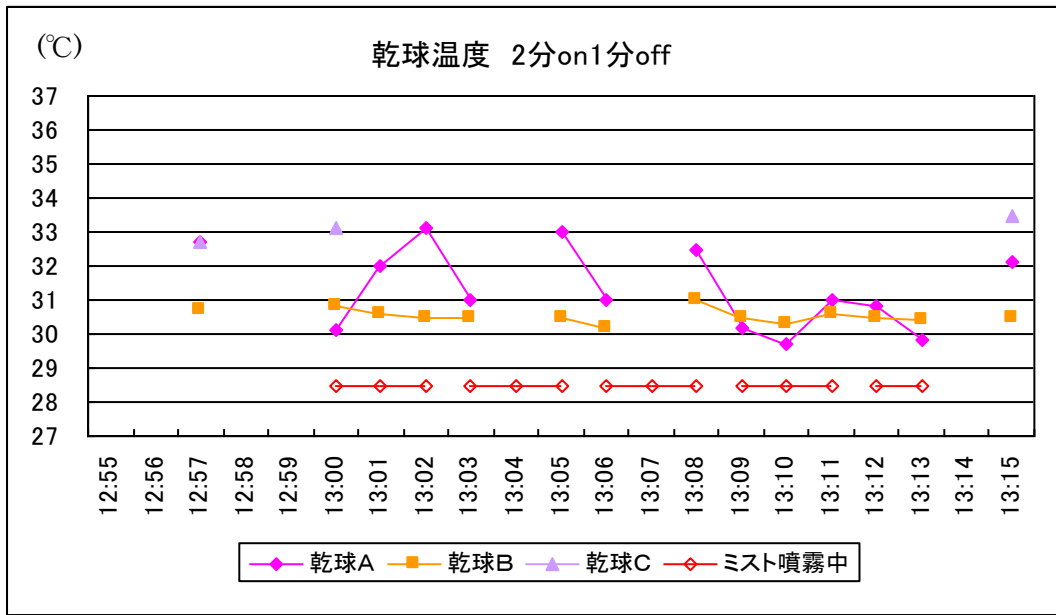
アスマン乾湿球温度計の測定場所はA（ベランダ）とB（室内）とC（玄関）の3箇所。1人で3箇所を計測した。

実験4の方法

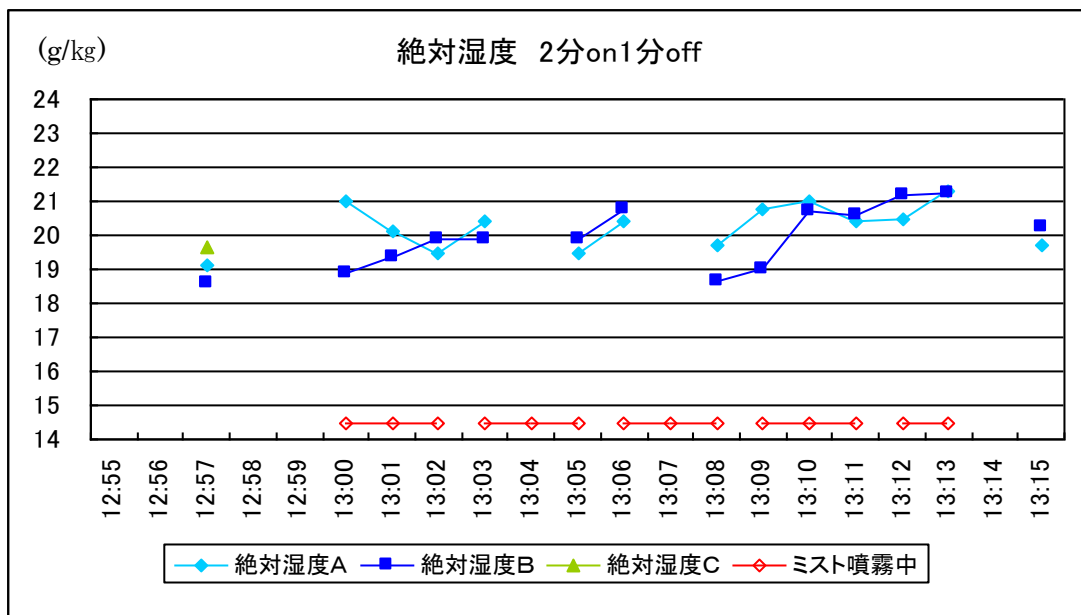
ノズルの位置を向き斜め下45°、高さ2460mmで、玄関、窓を開けて2分 on 1分 offの断続的な噴霧を行った。アスマン乾湿球温度計で乾球温度と湿球温度を1分おきに記録した。

実験4の結果

子供がアスマン乾湿球温度計を握ってしまい、途中、計測が中断してしまった。玄関の乾球温度をに比べ、ベランダの乾球温度は下がっている。



< 図 7 : 実験 4 の結果 (乾球温度) >



< 図 8 : 実験 4 の結果 (絶対湿度) >

4-3 M宅

4-3-1 M邸での実験1

実験日時

測定日 8月30日の天候は晴、測定時間は10:30から13:30まで行った。

実験場所

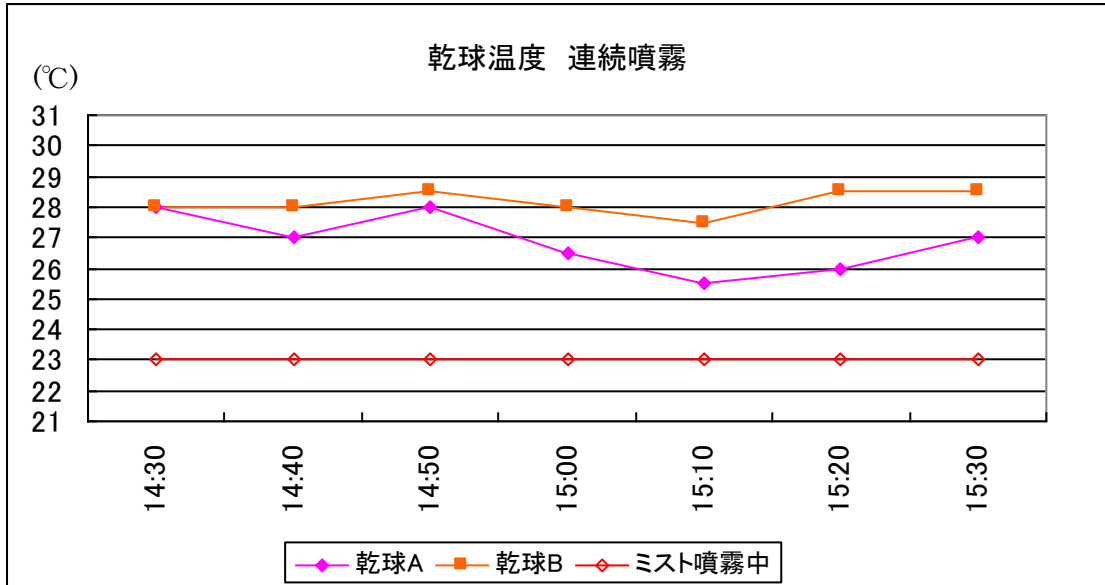
アスマン乾湿球温度計の測定場所はA(室内)とB(室内)の2箇所。1人で2箇所を計測した。A、Bの窓は常に開けている。

実験1の方法

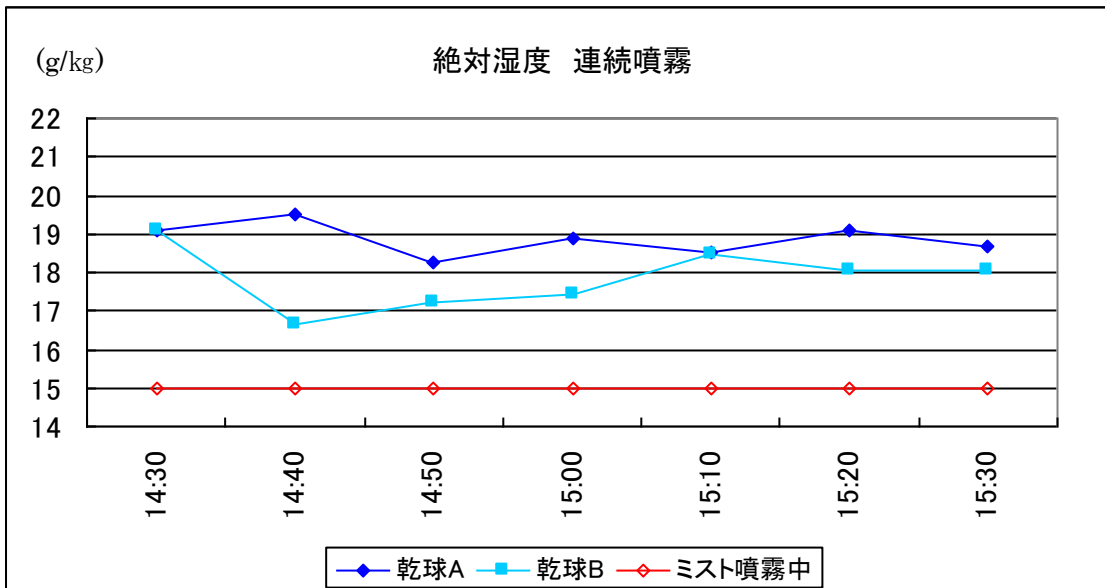
ノズルの位置を向き斜め上45°、高1300mmで、連続噴霧を行った。アスマン乾湿球温度計で乾球温度と湿球温度を10分おきに記録した。

実験1の結果

1時間連続噴霧したため、ベランダの床は濡れていた。ミストに近いAの乾球温度は最高で2.5度下がっているが、ミストから遠いBの乾球温度は1時間としてあまり下がっていない。



< 図 1 : 実験 1 の結果 (乾球温度) >



< 図 2 : 実験 1 の結果 (絶対湿度) >

4-3-2 M 邸での実験 2

実験日時

測定日 9 月 9 日の天候は晴、測定時間は 14:30 から 15:30 まで行った。

4-3-6 実験場所

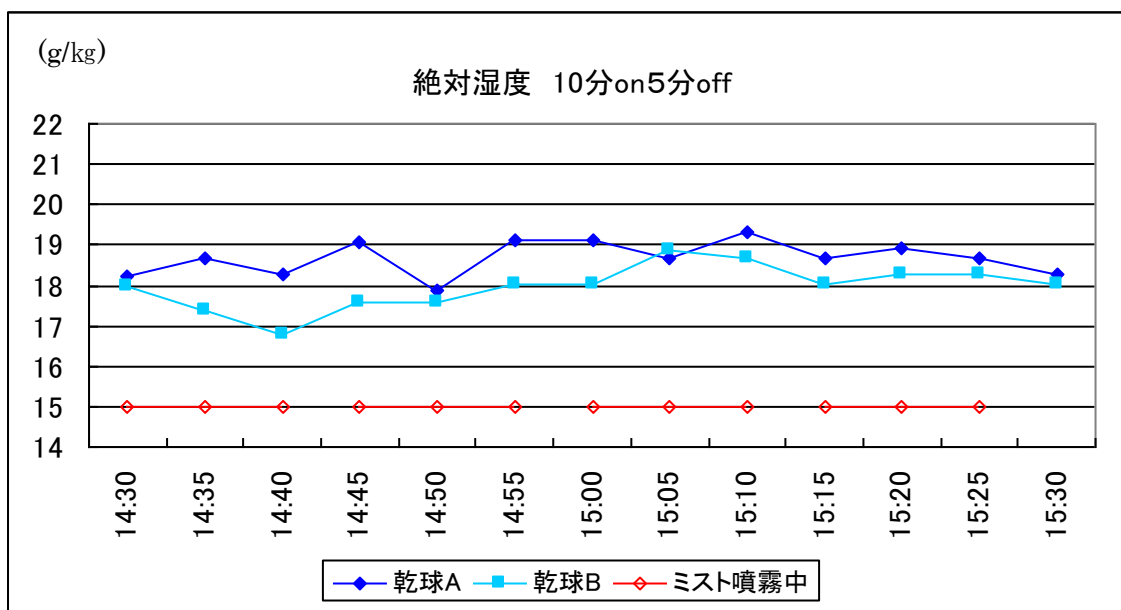
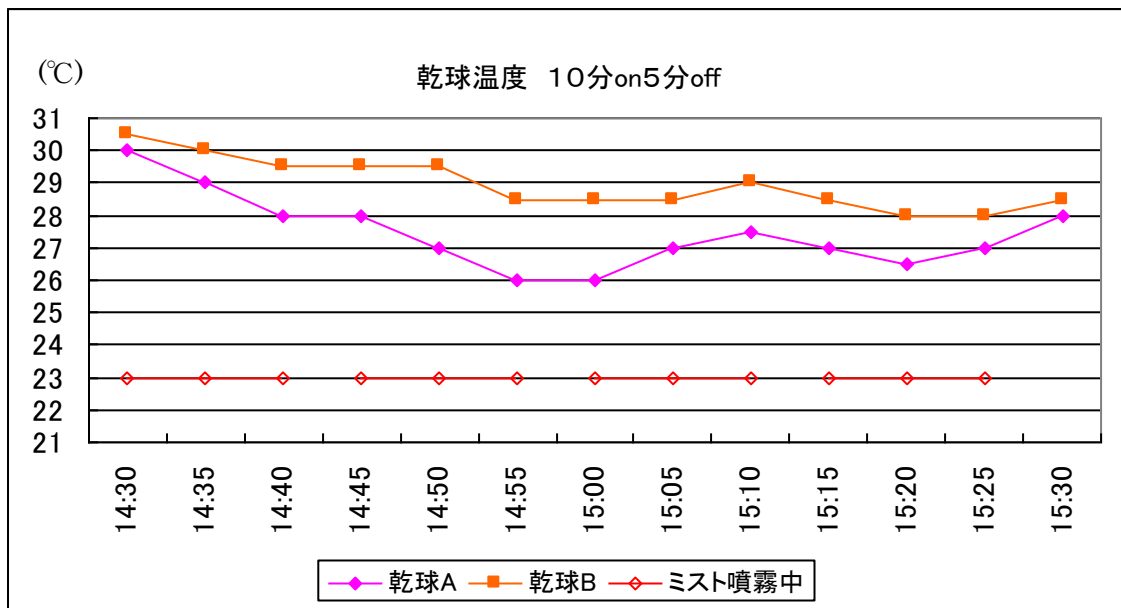
アスマン乾湿球温度計の測定場所は A (室内) と B (室内) の 2 箇所。1 人で 2 箇所を計測した。A、B の窓は常に開けている。

4-3-7 実験 2 の方法

ノズルの位置を向き斜め上 45°、高 1300mm で、10 分 on 5 分 off の断続的な噴霧を行った。アスマン乾湿球温度計で乾球温度と湿球温度を 5 分おきに記録した。

4-3-8 実験 2 の結果

常にベランダの床は濡れていた。ミストから遠い B の乾球温度は徐々に下がり、最高で 2.5 度下がっているが、ミストから近い A の乾球温度は 15:00 から温度が上がり始めてしまっているが、最高で 4 度も下がっている。



第5章 壁面の日射量

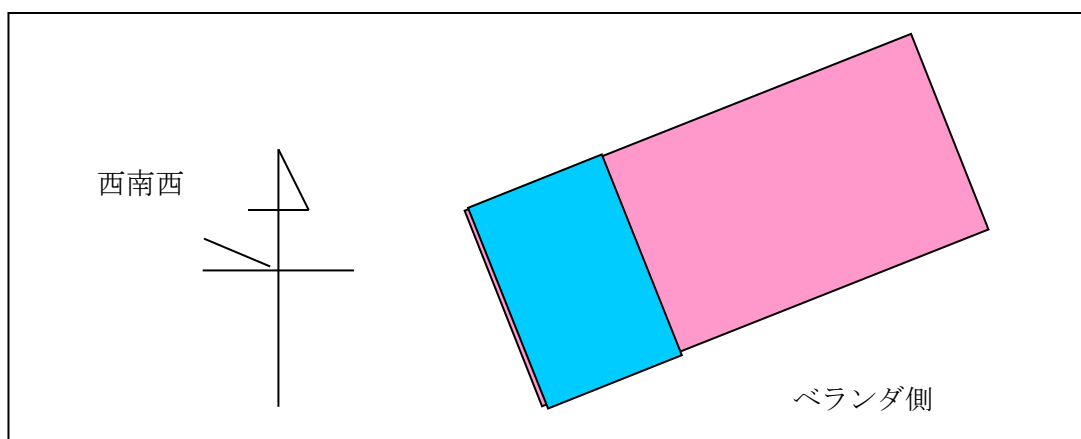
5-1 目的

名古屋市の辻本宅よりT宅は、室内でのドライミストの効果が実感できなかった。その理由として、ベランダのない（ミストを設置していない）西側の壁面の受熱日射量が異なることが考えられるため1日の受熱日射量を計算した。

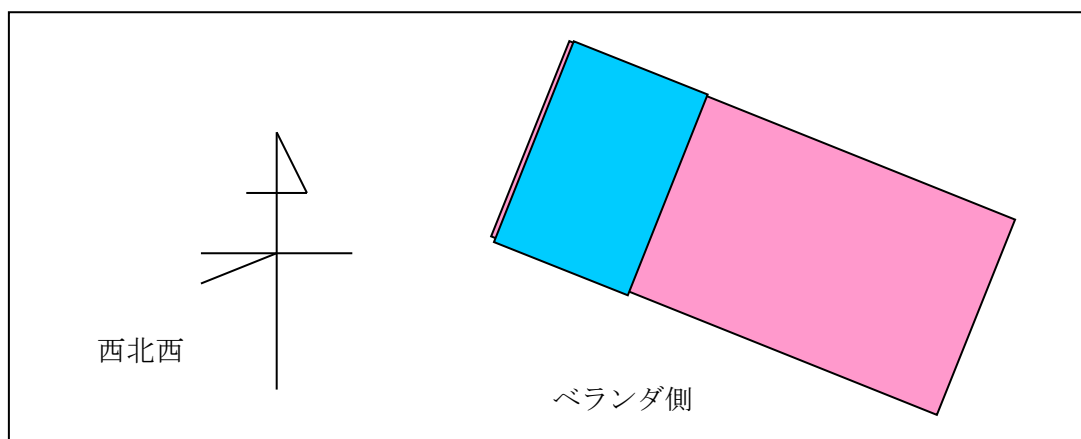
5-2 計算方法

T宅は西面の22.5度南を向いていて（西面は西南西向き）、名古屋市の家は、西面は22.5度北を向いる（西面は西北西向き）。西側の壁面の方位に45°の差がある。

建築気候を参考に太陽高度と方位角を計算し、まず、大気透過率を1として西面と南面の日射量を求めた。そして、大気透過率を考え、今回は8月19日の日射量を想定した。



<T宅の方位>



<辻本宅の方位>

5-2-1 太陽高度・方位角

方位角は南→西を+、南→東を-で数える。つまり、0度が真南、-90度が真東、90度が真西。表1から日の出は5時から6時の間、日没は18時から19時の間。

表1、

	太陽高度	方位角
1:00	-37.7813	-161.523
2:00	-32.2832	-145.084
3:00	-24.152	-131.411
4:00	-14.2602	-120.142
5:00	-3.25053	-110.556
6:00	8.440871	-101.932
7:00	20.5044	-93.5773
8:00	32.677	-84.7059
9:00	44.6469	-74.1306
10:00	55.86134	-59.5713
11:00	64.98895	-36.3312
12:00	68.91	0
13:00	64.98895	36.33117
14:00	55.86134	59.57134
15:00	44.6469	74.13059
16:00	32.677	84.70587
17:00	20.5044	93.57733
18:00	8.440871	101.9316
19:00	-3.25053	110.5565
20:00	-14.2602	120.142
21:00	-24.152	131.4107
22:00	-32.2832	145.0838
23:00	-37.7813	161.5229

5-1-3 T宅の日射量

T宅のベランダの側面と西側の面の日射量を計算した。(表2)

ベランダ面の横の長さは $y = \cos(\text{方位角} + 22.5)$ 、縦の長さは $y = \cos(\text{太陽高度})$ 。
西面は方位角が -22.5 度を過ぎてから日射があたるので12時から。横の長さは方位角が $(90 - 22.5)$ 度になるまでは $y = \sin(\text{方位角} + 22.5)$ で、 $(90 - 22.5)$ 度以降は $y = \cos(\text{方位角} + 22.5 - 90)$ 。

縦の長さは $y = \cos(\text{太陽高度})$ 。そして、(横の長さ \times 縦の長さ)を日射量としました。

大気透過率を考慮して、日射量 $=$ 縦 \times 横 $\times P^{\text{cosec}(\text{太陽高度})}$ で計算した。

今回、大気透過率 P は 0.8 とした。

5-1-4 辻本宅の日射量

名古屋市の辻本宅(西面は西北西向き)の南側の面と西側の面の日射量を計算した。(表3)

南面の横の長さは方位角が $(90 + 22.5)$ 度になるまでは $y = \cos\{-\text{方位角} - 22.5\}$ で、 $(90 + 22.5)$ 度以降は $y = \cos(\text{方位角} - 22.5)$ 。縦の長さは $y = \cos(\text{太陽高度})$ 。

西面は方位角が $+22.5$ 度を過ぎてから日射があたるので13時から。横の長さは方位角が $(90 + 22.5)$ 度になるまでは $y = \sin(\text{方位角} - 22.5)$ で、 $(90 + 22.5)$ 度以降は $y = \cos(\text{方位角} - 22.5 - 90)$ 。縦の長さは $y = \cos(\text{太陽高度})$ 。

大気透過率を考慮して、日射量 $=$ 縦 \times 横 $\times P^{\text{cosec}(\text{太陽高度})}$ で計算した。

今回、大気透過率 P は 0.8 とした。

<表 2 : T 宅の日射量>

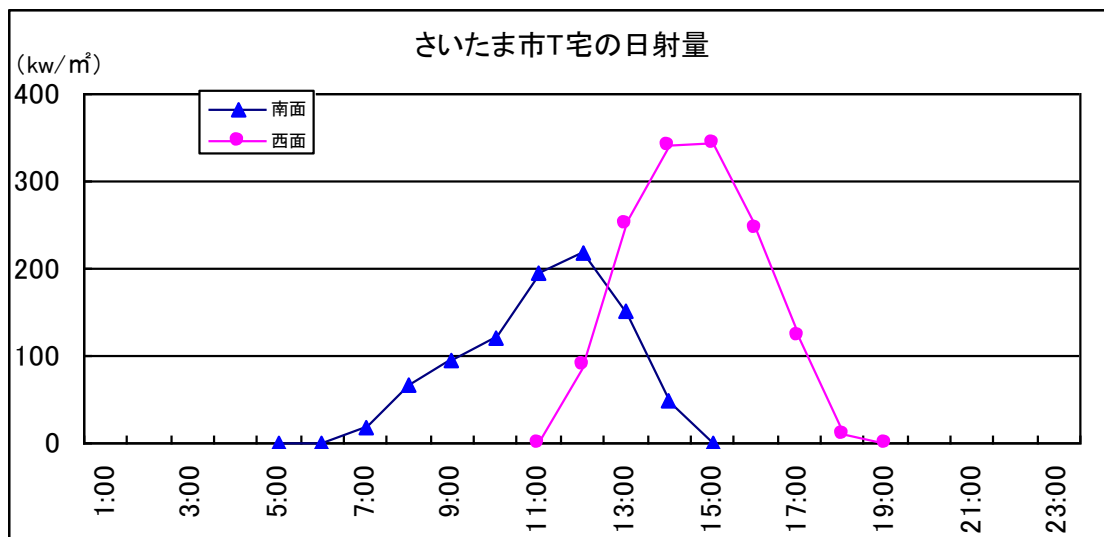
	南面の横	南面の縦	南面の日射量	西面の横	西面の縦	西面の日射量
1:00	-0.75497	0.790355		0	0.790355	
2:00	-0.53853	0.845418		-0.8426	0.845418	
3:00	-0.32409	0.912463		-0.94602	0.912463	
4:00	-0.13298	0.969187		-0.99112	0.969187	
5:00	0.033915	0.998391	0	-0.99942	0.998391	
6:00	0.18341	0.989168	0.0396727	-0.98304	0.989168	
7:00	0.324292	0.936645	0.1606372	-0.94596	0.936645	
8:00	0.466296	0.841728	0.2596198	-0.88463	0.841728	
9:00	0.620729	0.711451	0.3214721	-0.78402	0.711451	
10:00	0.797886	0.561198	0.3419561	-0.60281	0.561198	
11:00	0.971004	0.422793	0.3209305	-0.23906	0.422793	-0.1011
12:00	0.92388	0.359834	0.2617279	0.382683	0.359834	0.1377
13:00	0.517562	0.422793	0.1710613	0.855646	0.422793	0.3618
14:00	0.13794	0.561198	0.059118	0.990441	0.561198	0.5558
15:00	-0.11547	0.711451	-0.0598	0.993311	0.711451	0.7067
16:00	-0.29581	0.841728	-0.164696	0.955248	0.841728	0.8041
17:00	-0.43958	0.936645	-0.217747	0.898202	0.936645	0.8413
18:00	-0.56542	0.989168	-0.122304	0.824802	0.989168	0.8159
19:00	-0.68272	0.998391	-34.88614	0.730681	0.998391	0.0000
20:00	-0.79486	0.969187	-1.905994	0.606793	0.969187	
21:00	-0.89811	0.912463	-1.41383	0.439771	0.912463	
22:00	-0.97661	0.845418	-1.253827	0.215011	0.845418	
23:00	-0.99754	0.790355	-1.134835	-0.07015	0.790355	

<表 3 : 辻本宅の日射量>

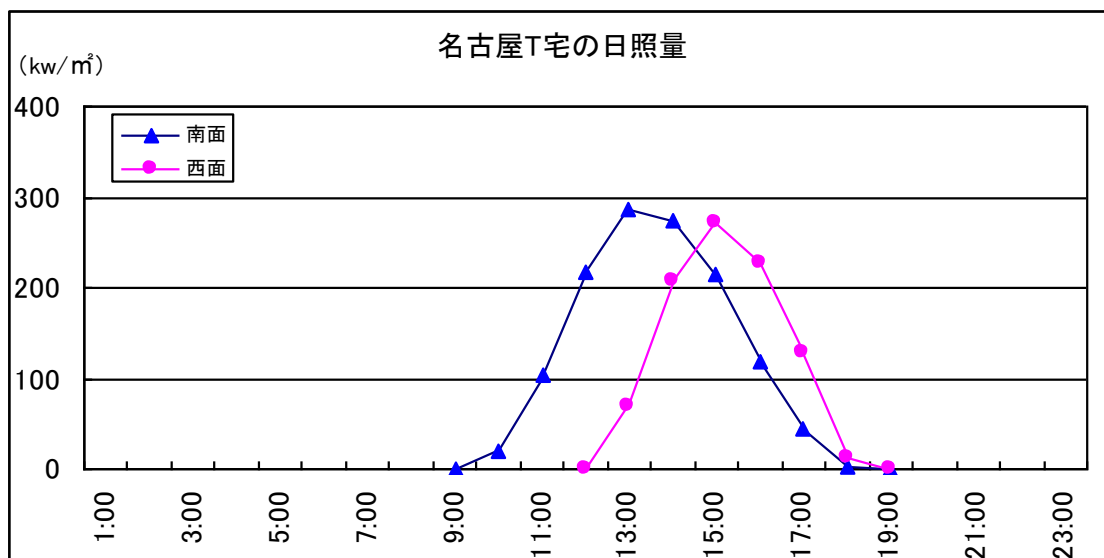
	南面の横	南面の縦	南面の日射量	西面の横	西面の縦	西面の日射量
1:00	-0.99754	0.790355156	-1.13484		0.790355	
2:00	-0.97661	0.845418487	-1.25383		0.845418	
3:00	-0.89811	0.91246344	-1.41383		0.912463	
4:00	-0.79486	0.969187244	-1.90599		0.969187	
5:00	-0.68272	0.998391146	-34.8861		0.998391	
6:00	-0.56542	0.989167875	-0.1223		0.989168	
7:00	-0.43958	0.93664527	-0.21775		0.936645	
8:00	-0.29581	0.841727554	-0.1647		0.841728	
9:00	-0.11547	0.711451109	-0.0598		0.711451	
10:00	0.13794	0.561197658	0.059118		0.561198	
11:00	0.517562	0.422792981	0.171061		0.422793	
12:00	0.92388	0.359833972	0.261728	-0.38268	0.359834	0
13:00	0.971004	0.422792981	0.32093	0.239062	0.422793	0.079013
14:00	0.797886	0.561197658	0.341956	0.602809	0.561198	0.258351
15:00	0.620729	0.711451109	0.321472	0.784025	0.711451	0.406042
16:00	0.466296	0.841727554	0.25962	0.884629	0.841728	0.492535
17:00	0.324292	0.93664527	0.160637	0.945957	0.936645	0.468578
18:00	0.18341	0.989167875	0.039673	0.983037	0.989168	0.212637
19:00	0.033915	0.998391146	0	0.999425	0.998391	0
20:00	-0.13298	0.969187244		0.132984	0.969187	
21:00	-0.32409	0.91246344		0.324095	0.912463	
22:00	-0.53853	0.845418487		0.538533	0.845418	
23:00	-0.75497	0.790355156		0.754971	0.790355	

5-1-5 日射量の比較

平成19年8月19日の日射量を計算で求めた日射量の値に掛けて、グラフを描く。
(図4、図5)



<図4：T宅の日射量（8月19日相当）>



<図4：T宅の日射量（8月19日相当）>

5-5-6 T宅と辻本宅の比較

特にミストを設置していない（ベランダのない）西側の壁面への日射量の積算がさいたま市のT宅では、名古屋市T宅に比べ53%も多く、このため室内の効果があまり感じられなかったと考察できる。

<表4：日射量の積算>

	南面	西面
さいたま市T宅	914.71	1404.87
名古屋T宅	1284.53	917.83

第六章 今後の課題

・アスマン乾湿球温度計で計測するときに、乾球と湿球の2点を見なくてはいけないので、1人で2個や3個も計測しようとする、計測時刻が大幅にずれてしまう。計測のときには1人1つを見る必要があり、複数人数がいる。特に、ミストの実験では温度変化が著しいので、各場所でどう時間に計測することが望ましい。

・真夏日などは特に湿球が10分から15分で乾いてしまい、さらに湿球は湿らしたら約3分待たなくてはいけない。連続して使うときには2つ交互に使うことが必要だと思った。性能は劣るかもしれないが、「温度とり君」を使うことも手だろう。

・今回は1分ごとにアスマン乾湿球温度計で測定したが、もっと細かい間隔で例えば20秒ごとに測定しないと1分間の変化はわからない。ただ時定数を考えなくてはならない。

・今回は、温度計を2箇所または3箇所では計測しなかったが、もっと多くの場所で計測することによって室内の空気の動きが分かるかもしれないと思った。また、ミストで冷やされた空気は風で流されるので、温度計はバランスよく配置する必要があるだろう。

・網戸の線が細いものが開発され風の通りが従来の網戸より良いものもあり、今後の課題である。

・風によってミストが流れるところをビデオで撮影するとグラフだけで検討するよりも、より空気の流れが分かりやすいと思った。

第7章 まとめ

・今回の実験では、どの住宅でも1～3度、最高で4度気温が下がることを確認できた。

・T宅では玄関の扉を閉めているとき開いている時の方が、風の通り道ができ、扉を開けることは効果的といえる。しかし、モニターの家では扉を開けることは防犯上の危惧や蚊が入るということであまり選択されなかった。ベランダ側の網戸も同じ理由で開けない場合が多いようだが、網戸を開けたことにより換気量が増えミストの効果が上がる。

・今回、直射日光を遮るために簾でベランダをかこったが、簾が網戸のような働きをしてしまっている可能性がある。できることならば、直射日光は簾で囲うのではなく、日差しのような方法で遮ることが望ましい。

・ノズルの噴霧方向は水平より斜め下45°の傾き方よりも斜め上60°の傾き方のほうが霧の空気中の滞空時間が長いためか若干だが温度が下がりやすかった。しかし、斜め上60°のほうが風の影響を受けやすいので、風向きがベランダに平行に吹くことが多い場には向かない。

・さいたま市のT宅の場合、辻本宅に比べて、室内の効果が実感できない。理由として考えられることは、ベランダの無い西側の壁面の方位に45°の差があり、受熱日射量の異なることが考えられるといえる。

・夏季に日射量の多い壁面にドライミストを設置することができればさらに室内の効果が出ると感じた。

ポンプ騒音の近隣への配慮、防犯への危惧、壁面への直達日射量の条件などで、十分に効果を実証できない結果となった。今後は事前に、モニター住宅の環境条件を調査して、適切な噴霧方法、開口条件の検討、騒音対策などを整備して、実験を行うことが望ましい。

参考文献

- ・気象庁 過去の地点ごとの気象データ (地点、東京、さいたま市、熊谷) 2007.8
- ・石井智洋 「家庭用ドライミストの適用と実践」2006, 東京理科大学 卒業論文
- ・齊藤平蔵 「建築気候」 共立出版社 1974
- ・(有)なごミスト設計 2006 年度版カタログ
- ・クリマテック株式会社 アスマン通風乾湿計について
http://www.weather.co.jp/catalog_html/CYS-SY8.htm

謝辞

本研究をまとめるにあたり、辻本 誠教授には、大変お世話になりました。何も知らない筆者に最後まで辛抱強くご指導頂きました。この一年間の研究を通して多くの知識や考え方を学ぶことが出来ました。ここで心から御礼申し上げます。

西田 幸夫先生には、判断に迷った時に適切なお助言頂き、また、常に温かく見守って下さいましたことに深く感謝しております。

モニターのみなさまにはお忙しい中、実験に快く参加して頂きました。ここに、厚く御礼申し上げます。

最後に辻本研究室の皆様にもあらゆる場面でご協力頂き、ここで厚く御礼申し上げます。