

平成 21 年度卒業論文

ミストの粒径分布測定とアンケートによる温冷感

指導教官 辻本 誠
東京理科大学 工学部 第 2 部 建築学科
辻本研究室 5106071 廣重 崇

<目次>

第1章	はじめに	1
1.1	研究背景	
1.2	研究目的	
第2章	ドライミスト概要	3
2.1	ドライミスト概要	
2.2	家庭用ドライミスト装置の説明	
2.2.1	高圧ポンプの仕様	
2.2.2	高圧ホースの仕様	
2.2.3	ステンレス鋼チューブ仕様	
第3章	実験概要・計画 アンケート実験	7
3.1	実験概要	
3.2	実験準備	
3.2.1	ドライミストノズルについて	
3.2.2	ノズルの性質の違いについて	
3.2.3	実験に使用した器具	
3.2.4	アンケート	
3.3	実験手順	
3.3.1	実験当日の流れ	
3.3.2	実験当日の様子	

第4章	実験結果・考察	アンケート実験	20
4.1	実験結果		
4.1.1	気象データ		
4.1.2	アンケートデータ		
4.2	考察		
第5章	実験概要・計画	ミストの粒径測定実験	46
5.1	実験概要		
5.2	実験準備		
5.2.1	測定方法		
5.2.2	測定手順		
第6章	実験結果・考察	ミストの粒径測定実験	52
第7章	まとめ	アンケート実験とミストの粒径測定実験	53

謝辞

付録

第1章

はじめに

1.1 研究背景

ドライミストは、排熱を出さず、省エネルギーな設備であり、地球温暖化という問題を緩和できる冷房設備として注目されています。

2005年、名古屋で行われた愛・地球博で大規模にドライミストが設置されました。その後、六本木ヒルズ、新丸ビルをはじめとした各地に設置されるようになりました。

近年では、家庭用にノズル、ポンプなどが改良され、普及しつつあります。

辻本研究室では、ドライミストの効果的な利用法のために毎年研究が行われています。

<主要用途>

- ・ 集客施設、オフィスビルなどの冷房
- ・ 家庭用としての冷房
- ・ 加湿によるウイルス・インフルエンザ対策として大型店舗・病院
- ・ 夏季のイベントの熱中症対策
- ・ 吸気冷却による省エネルギー
- ・ 屋根散水
- ・ 屋外作業時の冷房
- ・ 殺菌、消毒、消臭

1.2 研究目的

今回の研究では、そのドライミストが噴霧されるノズルによって、人が体感する温冷感というものに差が生じるのか。また、ノズルによる粒径分布というものの差によってそれが説明できるのではないかと考えた。それら2つの実験結果を分析したいと考えました。

第2章

ドライミスト概要

2.1 ドライミスト概要

ドライミスト装置とは、水を霧状に噴霧し、その水の粒子が蒸発する際に蒸発潜熱として空気中から熱量を奪うことにより、冷却する装置である。エアコンのように廃熱を出さずに、かつ非常に低エネルギーで作動する。水の粒子が $16\mu\text{m}$ と非常に細かいために素早く蒸発し、肌や服が濡れることもないという性能を目標としているものである。水量は植物の蒸散量（クスノキ林の蒸散量 $7.5\text{cc}/\text{min}/\text{m}^2$ ）を基準としている。

2.2 家庭用ドライミスト装置の説明

2.2.1 ポンプの仕様

超磁歪素子ポンプ GMMMP-M60

GMMテック 株式会社

電源 AC100V 50Hz、60Hz

電力 73W (100V時)

重量 7.5kg

寸法 本体部 $\phi 91 \times 230\text{mm}$

吐出圧力 6MPa以上 (流量0)

流量 300cc以上 (無負荷)

特徴

1. 小型、軽量のポンプ
2. モーターを使用していないので、低騒音。
(51dB)
3. 低消費電力 (73W)



図2-1 家庭用ミストポンプ

ポンプはGMMテック社製の超磁歪素子ポンプGMMMP-M60を採用している。ポンプに電流が流れることで、コイルに磁界が発生し、超磁歪材料が弾性変形することで、6MPaという高圧力を発生させるというものである。

初期のポンプから騒音や電力など様々な問題を解決し、現在のタイプになった。現在家庭用ドライミストとして、実際に一般流通しているタイプである。

2.2.2 高圧ホースの仕様

Swagelok 社製のテフロンホース

ドライミストでは、6 MPaという高圧の流体が流れる状況に耐えられるホースでなければならない。そこで使用しているのが、テフロンホースの周囲をステンレス鋼で補強したものとなっている高圧ホースである。

ホースの内径 4.8mm

最高使用耐圧 20.6MPa

最小破裂圧力 82.6MPa



図 2 - 2 高圧ホース

2.2.3 ステンレス鋼チューブの仕様

Swagelok 社製の SUS316 製耐高圧配管

ミスト装置に使用できる耐圧性を持っている。加工性にも富んでいるために、同社のチューブカッター（次ページ上写真）で長さを調節するために切断し、チューブベンダー（次ページ下左写真）で角度を調節するために折り曲げることで、今回の実験で使用した右の写真のような形にも加工が容易にできる。また、切断した面にはチューブバリ取り用のツール（次ページ右写真）を使用し、やすりをかけました。



図 2 - 3 ステンレス鋼チューブ

最高使用圧力 27.5MPa



図 2-4 チューブカッター



図 2-5 チューブベンダー



図 2-6 チューブバリ取り用のツール

2.2.4 ノズルの仕様

ノズルの仕様については、3.1.2を参照のこと。

第3章

実験概要・計画 アンケート実験

3.2 実験準備

3.2.1 ドライミストノズルについて

性質の異なるA社製とB社製のドライミストノズルが取り付けられている2つのテント（テントA、テントBと名称）を使用（下写真左）し、それぞれのテント下にて噴霧されたミストをオープンキャンパス来場者に交互に体験してもらいアンケートに答えてもらった。1つのテントには同種類のノズルを計4つ取り付けられている（下写真右）。



図3-2 使用するテント



図3-3 ノズルの取り付け方

今回、実験で使用したノズルは以下の2種類。一つは、愛知万博の際に使用されたA社製ノズル（写真左）、もう一つは、現在、家庭用に使用されているB社製ノズル（写真右）である。

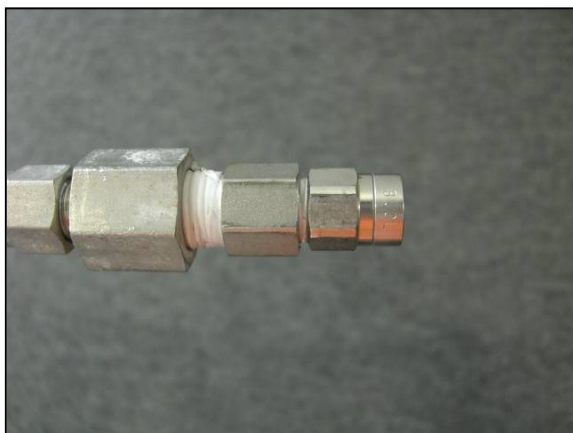


図3-4 <A社ノズル>

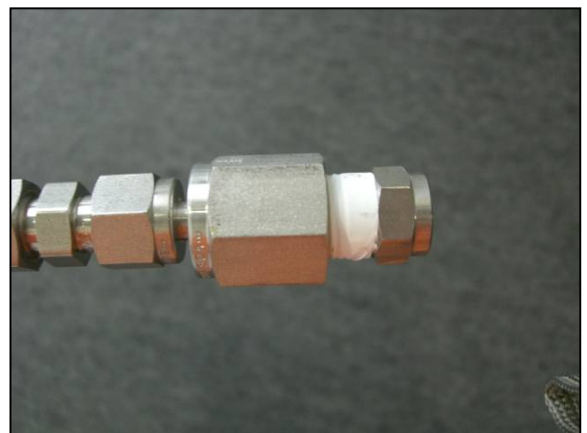
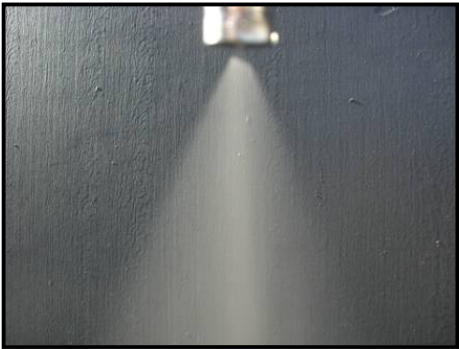



図3-5 <B社ノズル>

3.2.2 ノズルの性質の違いについて

ノズルの性質の主な違いとしては、下表に示すようにノズルの噴霧口からミストが円錐状に噴霧する際の噴霧角度が違うということである。これは、前述した用途の違いからくるものである。しかし、同圧力下での流量はほぼ同量であるので、比較実験が可能であると考ええる。

表 3-1 ノズルの性質比較表

	A社ノズル	B社ノズル
噴霧角度		
主な相違点	<p>愛知万博での使用目的で設計されており、テントから遠くまで噴霧させるために<u>狭い角度</u>に設計。</p> <p>流量$\Delta p=6\text{MPa}$で 49cc/min</p>	<p>家庭用に改良されており、周囲を均一に冷却させるために<u>比較的角度が広く</u>噴霧するように設計。</p> <p>流量$\Delta p=6\text{MPa}$で 51cc/min</p>

3.2.3 実験に使用した器具

<プランジャーポンプ>

プランジャーとは水圧機などのポンプのシリンダー内で往復運動を行う棒ピストンのこと、プランジャーをカムやクランクなどにより往復運動をさせてポンプ作用を行うもの。3つあるピストンにより、安定して高圧力の水を供給できる。

家庭用と同等の 6MPaの圧力で 2×4つのノズルからミスト噴霧するために今回の実験ではこちらを採用した。



図 3-6 プランジャーポンプ

<おんどり Jr.>

小型防水ワイヤレスデータロガーで測定・記録したデータをワイヤレス送ることができる。

今回は気温・湿度を 1分ごとに、実験開始前 10時から実験終了後 30分までのデータを収集した。



図 3-7 おんどり

<ステンレス鋼チューブ>

テントに4つのノズルをつけるために、今回はステンレス鋼チューブを右の写真のように加工し、テントに取り付けた。



図 3-8 ステンレス鋼チューブ

ドライミストアンケート

このアンケートは、ドライミストに関する研究のために実施するものです。匿名式となっており、あなたのプライバシーを特定するような項目はありません。いただいた回答はアンケートの目的以外には一切使用いたしませんので、率直なご感想をお聞かせください。どうぞよろしく願いいたします。

1. 第何回目の参加者ですか。

【8月 日 第 回】

2. あなたはどれに該当しますか。(2つ記入)

(男 ・ 女) (学生 ・ 保護者)

3. あなたの身に着けているものについて、あてはまるものすべてに印をしてください。

上半身…ランニング 半袖 長袖

下半身…長ズボン(ロングスカート) 半ズボン(ショートスカート)

4. 今日は暑いですか。

暑い やや暑い やや涼しい 涼しい

5. 今日はじめじめしていると感じますか。

じめじめ ややじめじめ やや乾燥 乾燥

以降、ミストを体感してみたの感想をお聞かせ下さい。

★始めに、Aのテントに入って体感してください。

まず、Aのミストについて、お聞きします。

6. Aのミストに入ってみて、外と比べて温熱感はどうでしたか？

快適 やや快適 変わらない

やや不快 不快

不快・やや不快とお答えになった方、理由などあればお書き下さい。

()

7. Aのミストに入った状態で暑かったですか？

暑い やや暑い やや涼しい 涼しい

8. Aのミストに入った状態でじめじめしていましたか？

じめじめ ややじめじめ やや乾燥 乾燥

9. 汗で衣服や肌は濡れていますか。

濡れている やや濡れている 濡れていない

10. Aのミストに入ってみて、ミストで濡れましたか。

濡れた やや濡れた 濡れなかった

濡れた・やや濡れたとお答えになった方、不快と感じましたか。

不快 やや不快 不快ではない

★次に、Bのテントに入って体感してください。

次に、Bのミストについて、お聞きします。

1 1. Bのミストに入ってみて、外と比べて温熱感はどうでしたか？

- 快適 やや快適 変わらない
やや不快 不快

不快・やや不快とお答えになった方、理由などあればお書き下さい。

()

1 2. Bのミストに入った状態で暑かったですか？

- 暑い やや暑い やや涼しい 涼しい

1 3. Bのミストに入った状態でじめじめしていましたか？

- じめじめ ややじめじめ やや乾燥 乾燥

1 4. Bのミストに入ってみて、ミストで濡れましたか。

- 濡れた やや濡れた 濡れなかった

濡れた・やや濡れたとお答えになった方、不快と感じましたか。

- 不快 やや不快 不快ではない

最後に2つを比較して、お答えください。

1 5. どちらが温熱感的に快適（涼しく感じた）でしたか。

- A B
同じくらい快適 どちらも不快 どちらも外と変わらないので分からない

1 6. どちらがじめじめしていましたか。

- A B
同じくらいじめじめ どちらもじめじめしていない

上記2つ以外に異なると感じた点がございましたら、お書き下さい。

()

体験してみでの感想や

こんな場所に設置されていたらいいのになど、お気づきの点があればこちらにお書き下さい。

ご協力ありがとうございました。

ドライミストアンケート

このアンケートは、ドライミストに関する研究のために実施するものです。匿名式となっており、あなたのプライバシーを特定するような項目はありません。いただいた回答はアンケートの目的以外には一切使用いたしませんので、率直なご感想をお聞かせください。どうぞよろしくお願いいたします。

1. 第何回目の参加者ですか。

【8月 日 第 回】

2. あなたはどれに該当しますか。(2つ記入)

(男 ・ 女) (学生 ・ 保護者)

3. あなたの身に着けているものについて、あてはまるものすべてに印をしてください。

上半身…ランニング 半袖 長袖

下半身…長ズボン(ロングスカート) 半ズボン(ショートスカート)

4. 今日は暑いですか。

暑い やや暑い やや涼しい 涼しい

5. 今日はじめじめしていると感じますか。

じめじめ ややじめじめ やや乾燥 乾燥

以降、ミストを体感してみたの感想をお聞かせ下さい。

★始めに、Bのテントに入って体感してください。

まず、Bのミストについて、お聞きします。

6. Bのミストに入ってみて、外と比べて温熱感はどうでしたか？

快適 やや快適 変わらない

やや不快 不快

不快・やや不快とお答えになった方、理由などあればお書き下さい。

()

7. Bのミストに入った状態で暑かったですか？

暑い やや暑い やや涼しい 涼しい

8. Bのミストに入った状態でじめじめしていましたか？

じめじめ ややじめじめ やや乾燥 乾燥

9. 汗で衣服や肌は濡れていますか。

濡れている やや濡れている 濡れていない

10. Bのミストに入ってみて、ミストで濡れましたか。

濡れた やや濡れた 濡れなかった

濡れた・やや濡れたとお答えになった方、不快と感じましたか。

不快 やや不快 不快ではない

★次に、Aのテントに入って体感してください。

次に、Aのミストについて、お聞きします。

1 1. Aのミストに入ってみて、外と比べて温熱感はどうでしたか？

- 快適 やや快適 変わらない
やや不快 不快

不快・やや不快とお答えになった方、理由などあればお書き下さい。

()

1 2. Aのミストに入った状態で暑かったですか？

- 暑い やや暑い やや涼しい 涼しい

1 3. Aのミストに入った状態でじめじめしていましたか？

- じめじめ ややじめじめ やや乾燥 乾燥

1 4. Aのミストに入ってみて、ミストで濡れましたか。

- 濡れた やや濡れた 濡れなかった

濡れた・やや濡れたとお答えになった方、不快と感じましたか。

- 不快 やや不快 不快ではない

最後に2つを比較して、お答えください。

1 5. どちらが温熱感的に快適（涼しく感じた）でしたか。

- A B
同じくらい快適 どちらも不快 どちらも外と変わらないので分からない

1 6. どちらがじめじめしていましたか。

- A B
同じくらいじめじめ どちらもじめじめしていない

上記2つ以外に異なると感じた点がございましたら、お書き下さい。

()

体験してみたの感想や

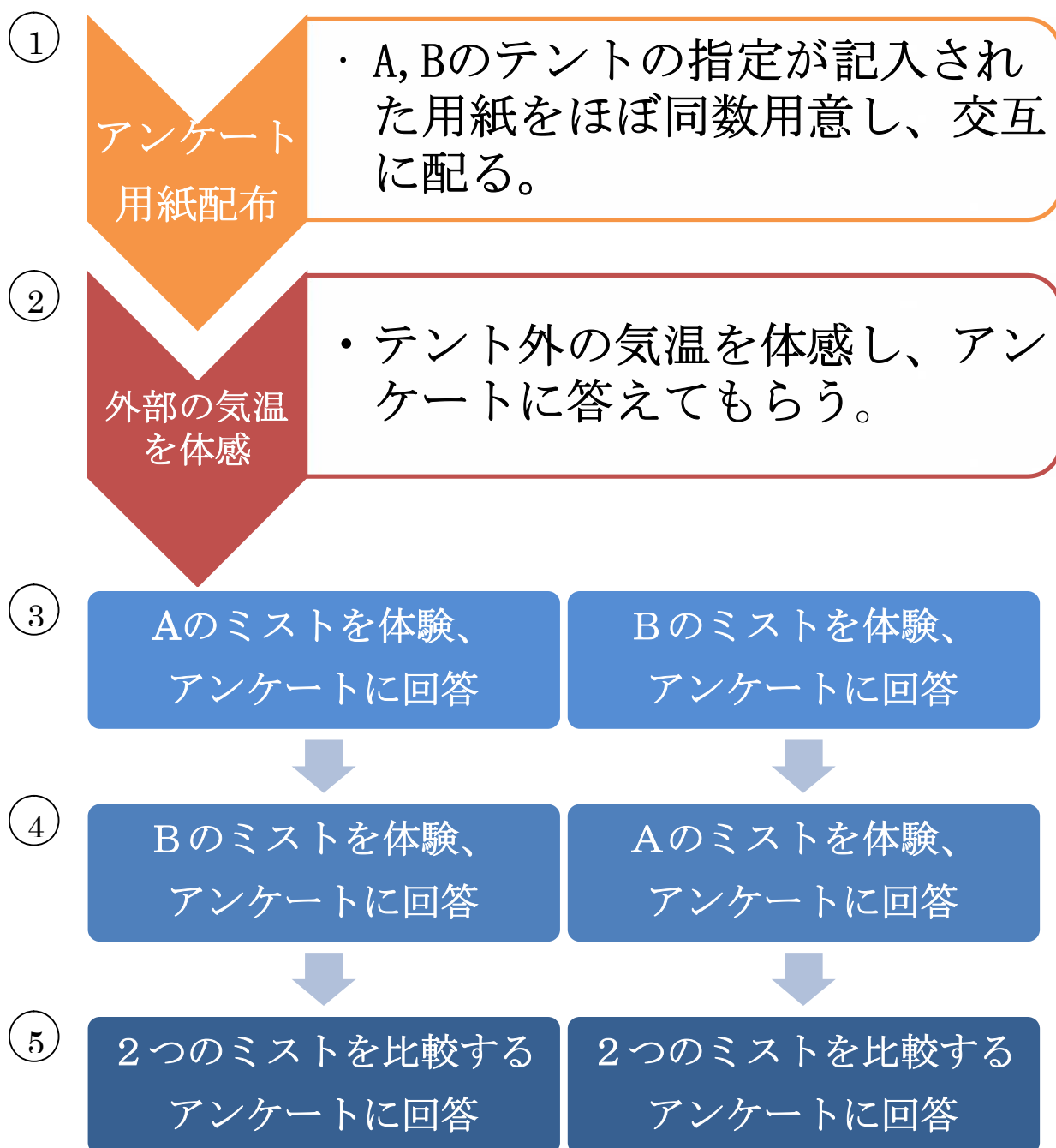
こんな場所に設置されていたらいいのになど、お気づきの点があればこちらにお書き下さい。

--

ご協力ありがとうございました。

3.3 実験手順

3.3.1 実験当日の流れ



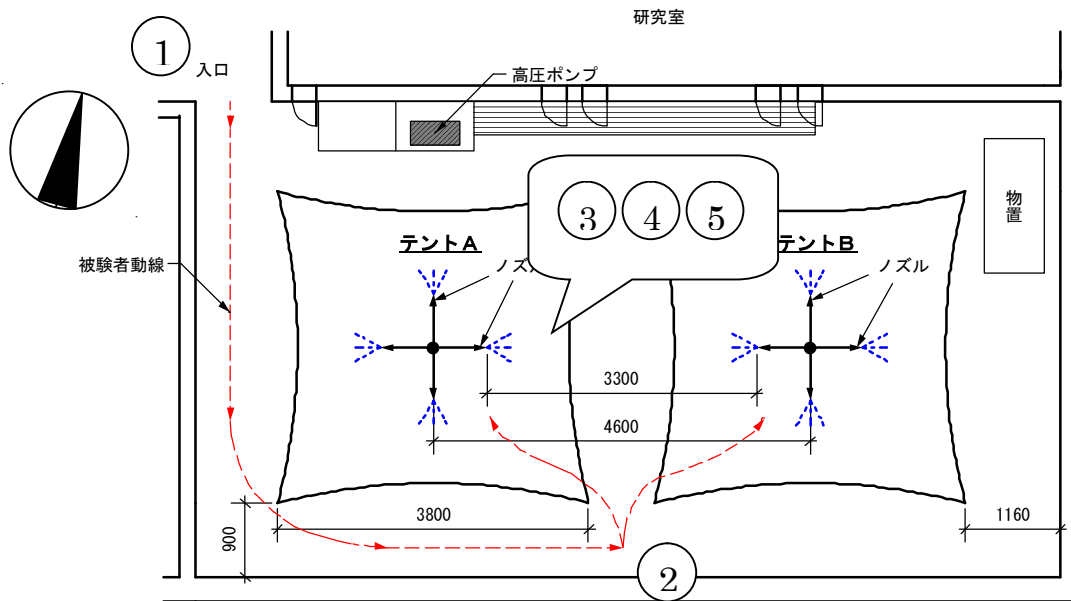


図 3-9 実験手順 (場所) について

3.3.2 実験当日の様子

①まず、6階屋上前の廊下でアンケートを配布。この際に、テントA→Bの順番用とテントB→Aの順番用のアンケート用紙を交互に渡す。(2つのパターンがほぼ同数になるようにするために。)

②屋上に出てもらいドライミストの噴霧を止めた状態でテント外に立ってもらい、服装、今の体感温度・湿度などを記入してもらう。(右写真)



書き終えたところで、研究室の説明とドライミストの概要・功績などの説明を行う。(右写真)

- ・ここまでで、十分に屋外の気温・湿度に慣れてもらう。



③説明の後、ドライミストを噴霧開始する。それと共に2つのテントA、Bにそれぞれ分かれて実際に体験してもらいながらアンケートに答えてもらう。体験時間は約2分。(右写真)

- ・ここでのテントA、Bへの分かれ方については手順①の際に配布したアンケート用紙に記載してある。2種類のアンケート用紙を交互に配布したので人数が半々に分かれる。



④次に、もう一方のテント内へ移動していただき、同様にアンケートに答えてもらう。体験時間は約2分。

- ・移動する際にもミストは噴霧し続けている。
- ・ミスト体験中に2つのミストの違いを説明。



⑤アンケートの最後には、2つのミストを体験してみてもの比較する質問があるので、それに答えてもらい、アンケートは終了。

⑥最後に、アンケートを回収します。

- ・このサイクルを一日に17回行い、これを二日間行なった。

注) 被験者はオープンキャンパスの建築学科の体験ツアーに参加しており、実験会場に来る前は、室内にて他の研究室の話聞いていたので、人によって激しく運動しており、会場に来る前に既に暑いなどの条件の差はないものとする。

第4章

実験結果・考察 アンケート実験

4.1 実験結果

4.1.1 気象データ

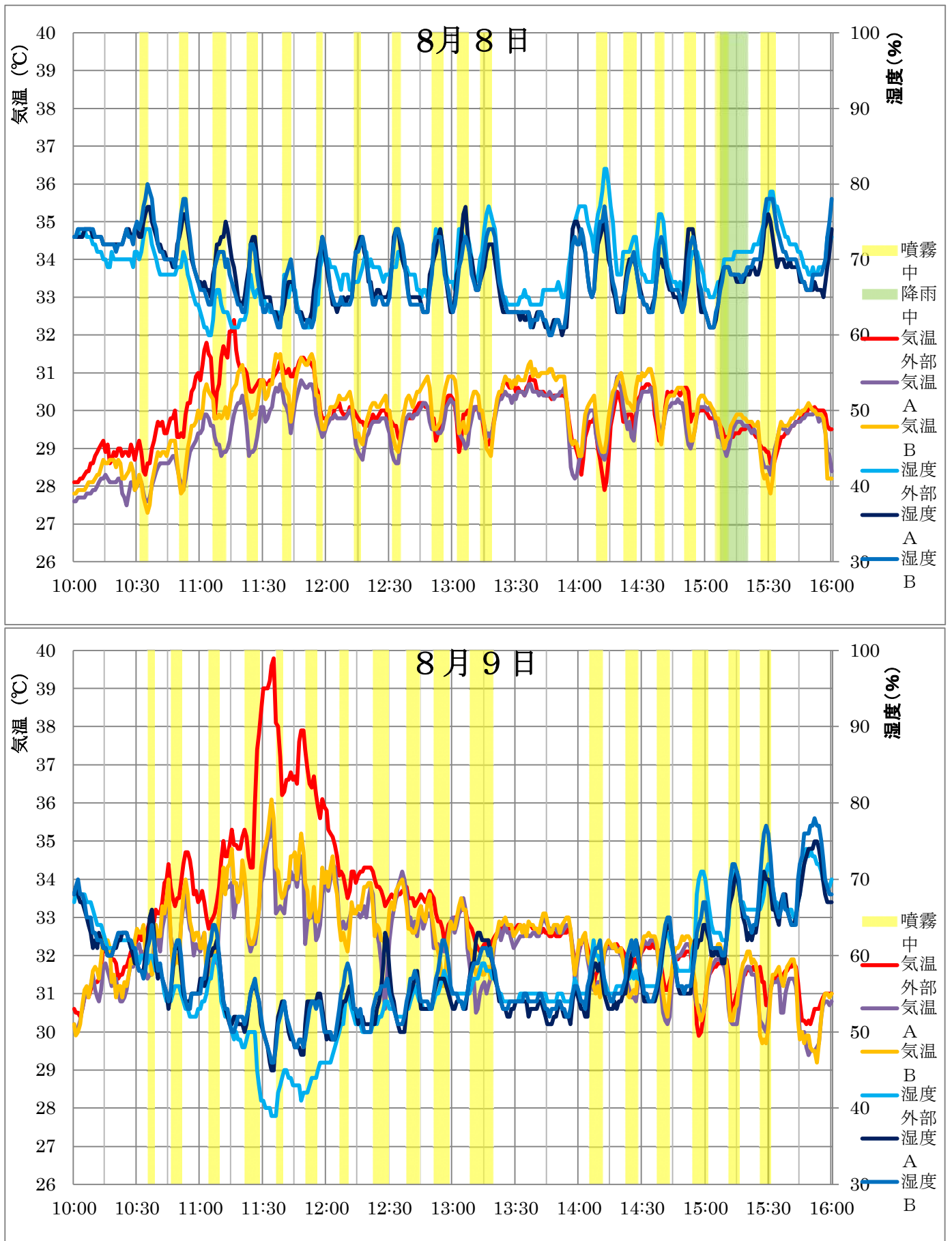


図4-1 気温・湿度データ

表4-1 気象データ

気象庁データ(大手町)	8日	9日	実験場所測定データ	8日	9日
最高気温	30.4℃	31.7℃	最高気温	32.4℃	39.8℃
平均気温	29.2℃	30.9℃	平均気温	29.9℃	33.0℃
最高相対湿度	76.0%	74.0%	最高相対湿度	82.0%	74.0%
平均相対湿度	70.1%	64.4%	平均相対湿度	68.8%	56.9%

気温降下	8日	9日	湿度変化	8日	9日
Aの最大気温降下	0.43℃	0.83℃	外部とAの湿度差	10%	9%
Aの平均気温降下	2.9℃	5.1℃		-12%	-12%
Bの最大気温降下	0.08℃	0.62℃	外部とBの湿度差	8%	6%
Bの平均気温降下	2.0℃	4.6℃		-8%	-11%
AB間の 最大気温差	Aの方が 1.2℃ 高い	Aの方が 1.7℃ 高い	AB間の 湿度差	6% ~ -5%	7% ~ -7%

4.1.2 アンケートデータ

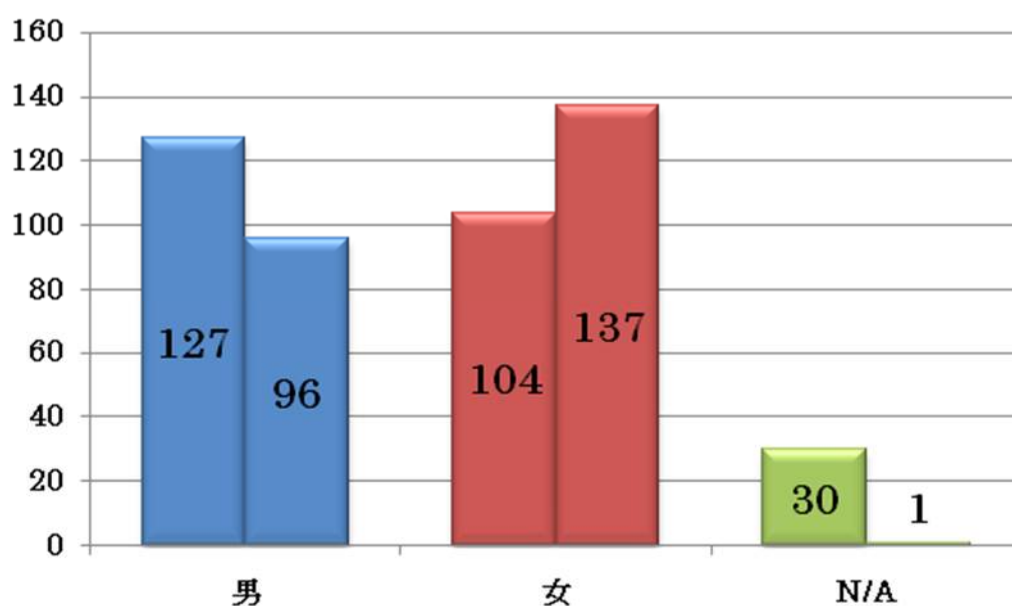
被験者

オープンキャンパスに来校した高校生・保護者			
8月8日	261人		
8月9日	234人	合計	495人

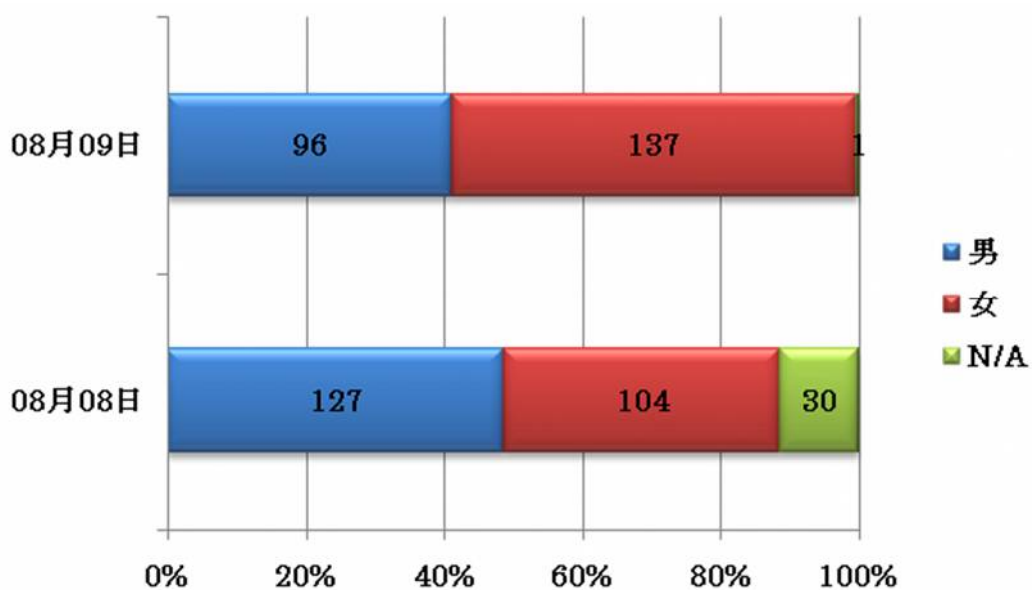
アンケート比較

Q2. あなたはどれに該当しますか。

性別（項目別）

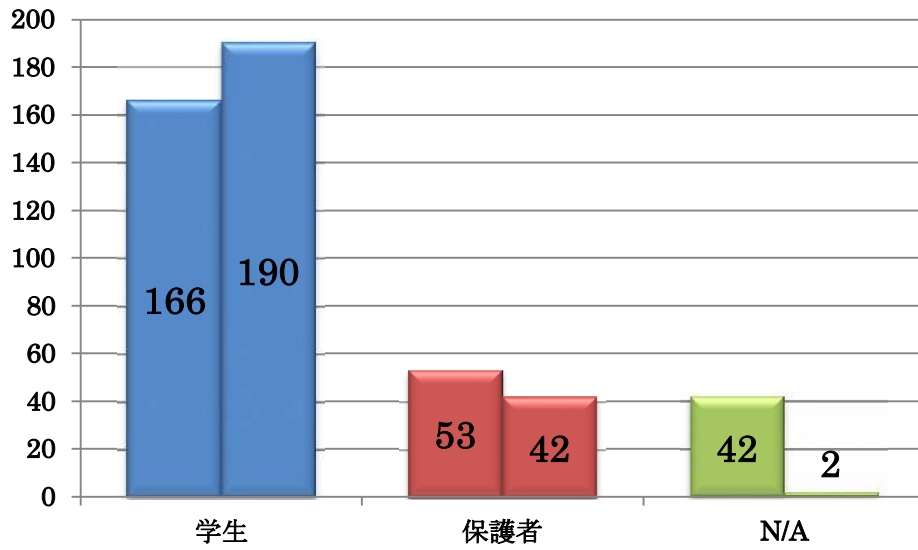


性別（実施日別）

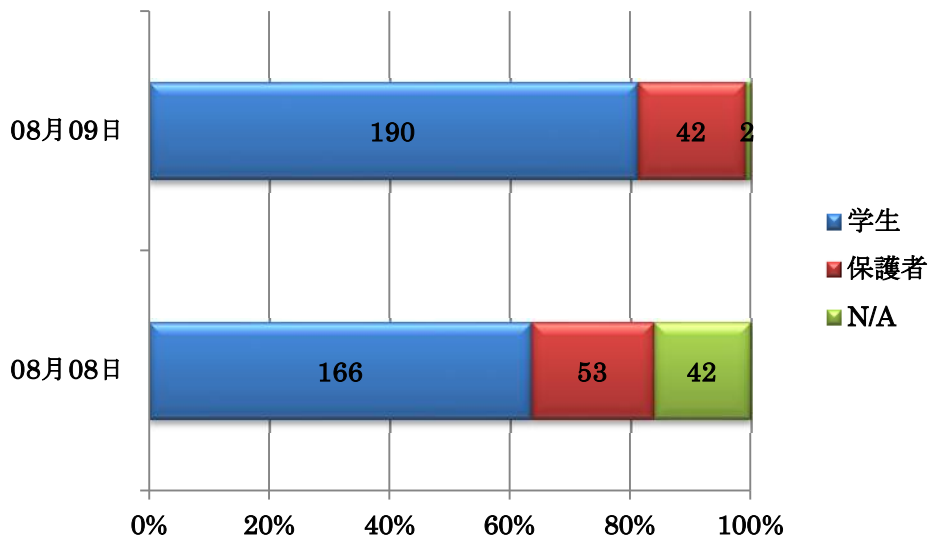


Q 2. あなたはどれに該当しますか。

職業（項目別）

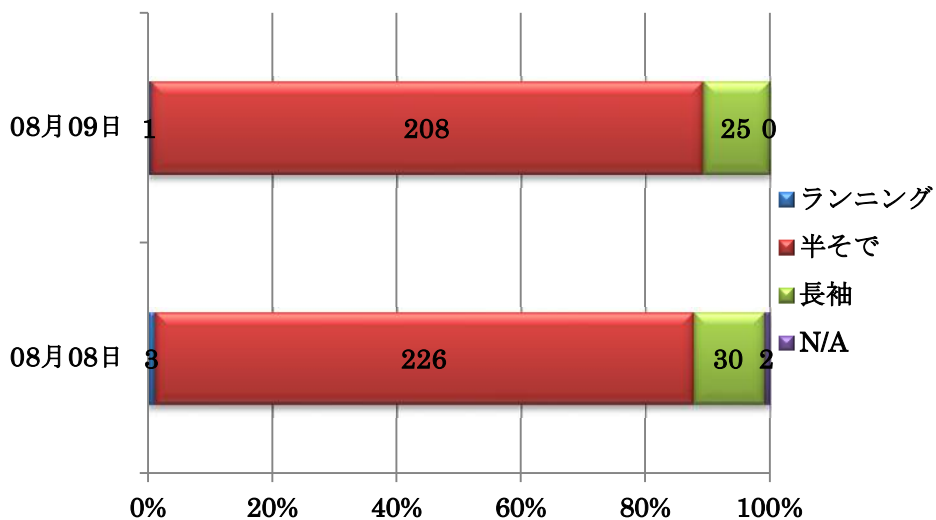


職業（実施日別）

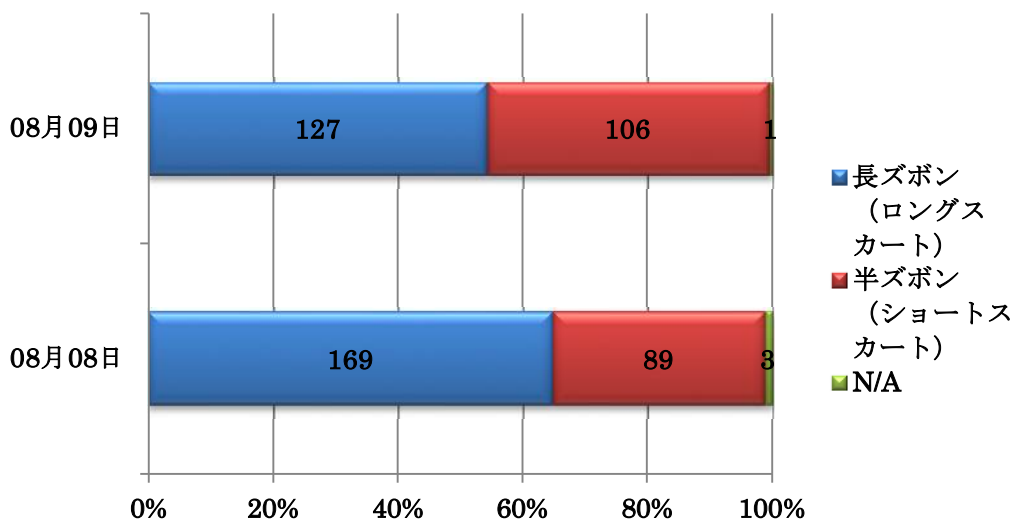


Q3. あなたの身に着けているもの

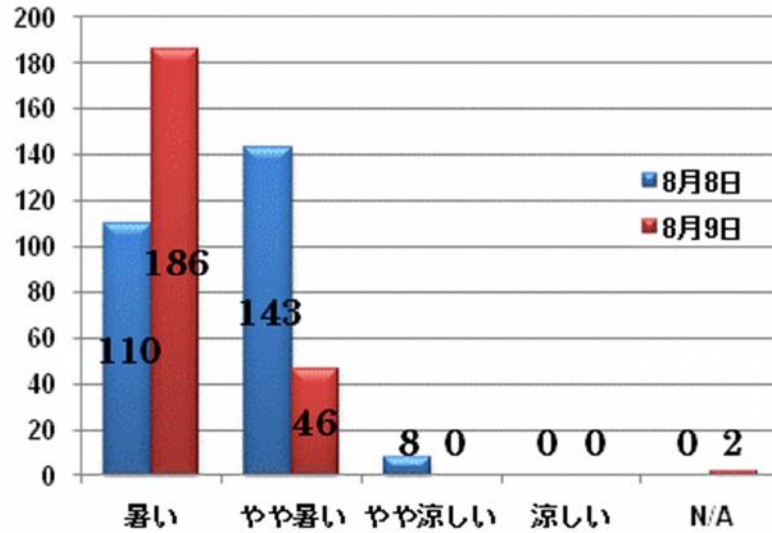
上半身（実施日別）



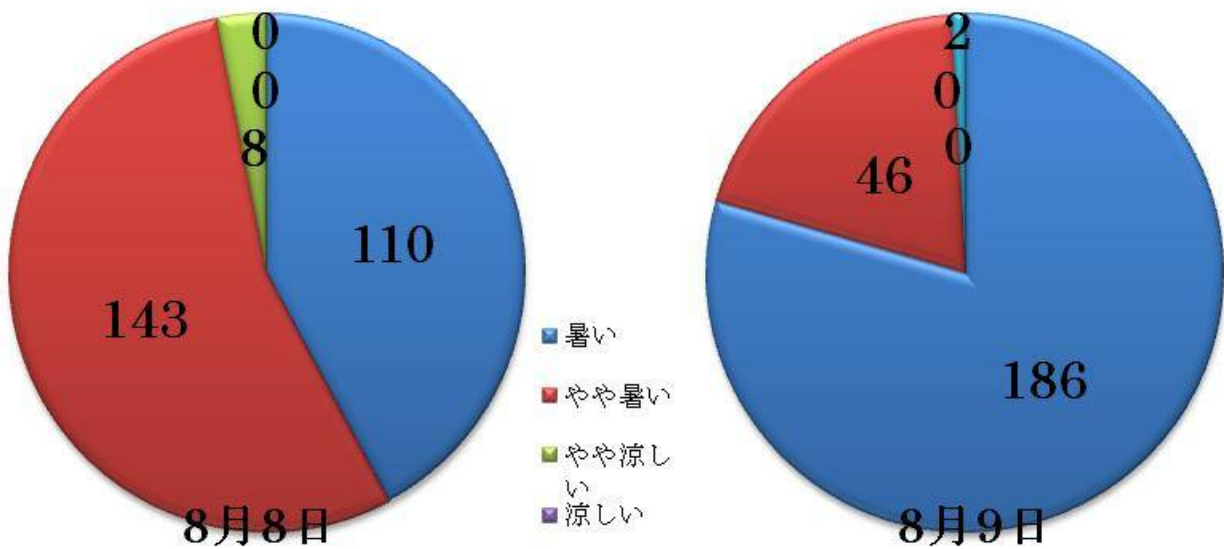
下半身（実施日別）



Q4. 今日は暑いですか。
(項目別)



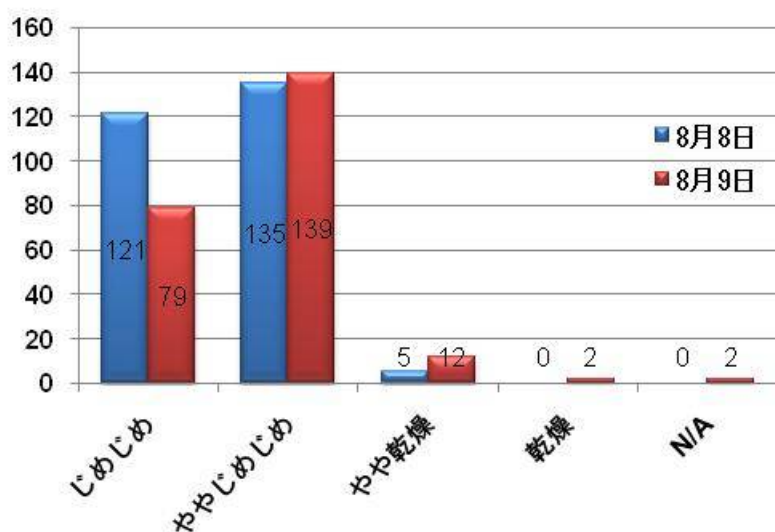
(実施日別)



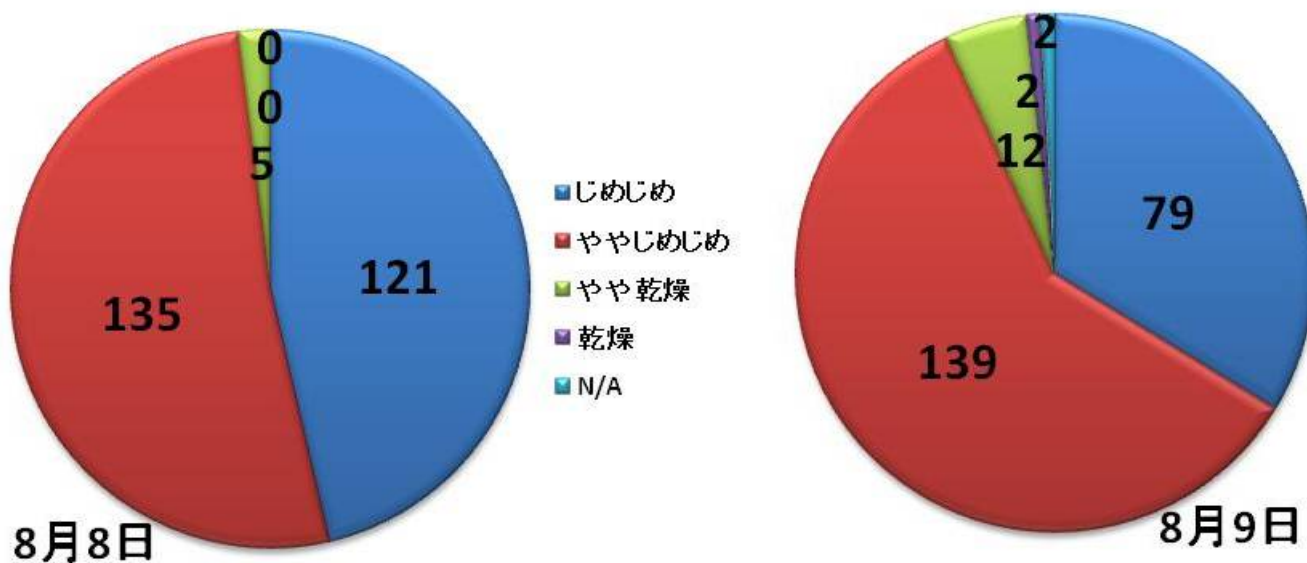
8月8日・9日共に「暑い」、「やや暑い」が大部分を占めていることがわかる。
9日の方が、気温が高かったという測定した気象データの通り、8日では40%強だった「暑い」という回答が、9日では80%を占めている。

Q5. 今日はじめじめしていると感じますか。

(項目別)



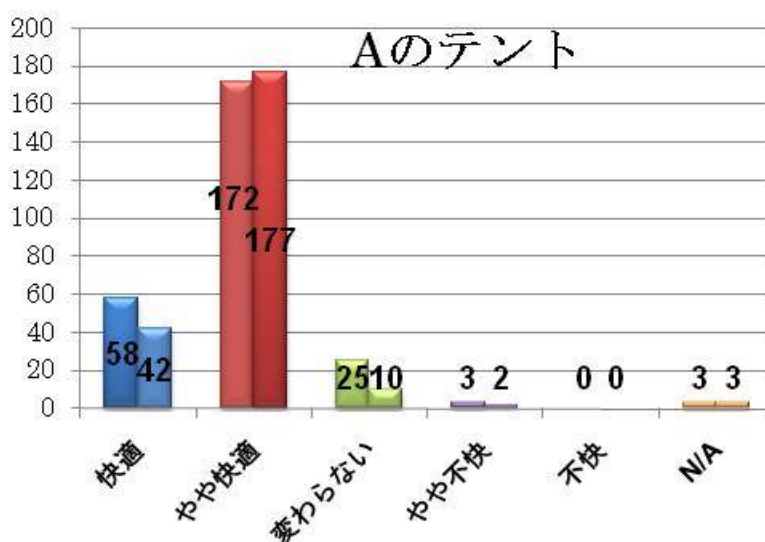
(実施日別)



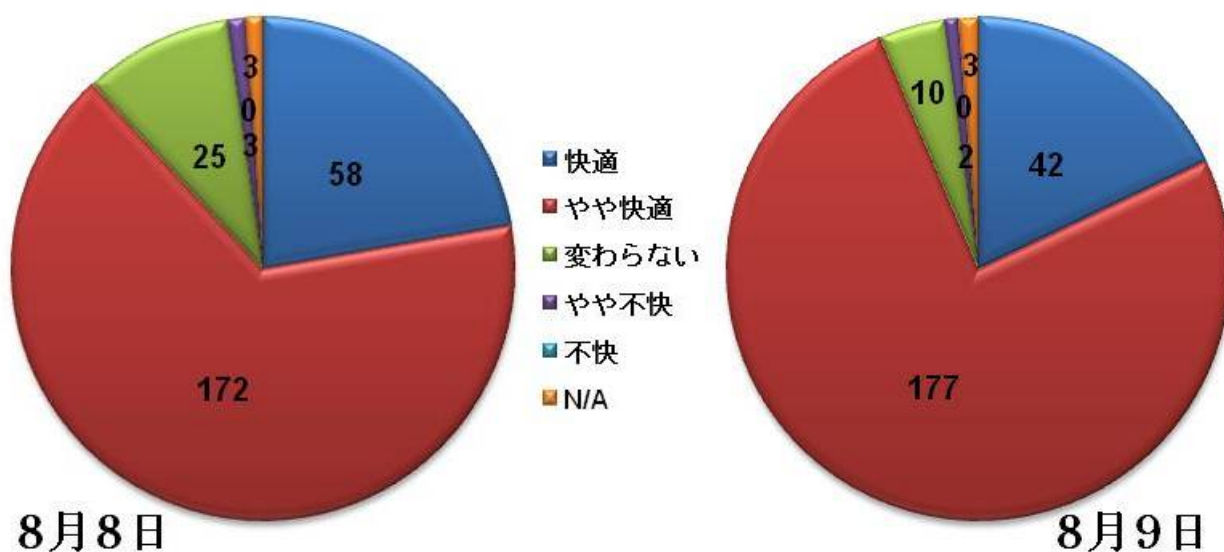
8月8日・9日共に「じめじめ」・「ややじめじめ」という回答が大部分を占めている。
 気象庁データでも、実験場所で測定したデータでも8日の方が湿度が高くなっている事実を被験者の方々も体感し、回答していることが「じめじめ」という答えの割合から伺える。

Q6. Aのミストに入ってみて、外と比べて温冷感はどうでしたか？

(項目別)



(実施日別)



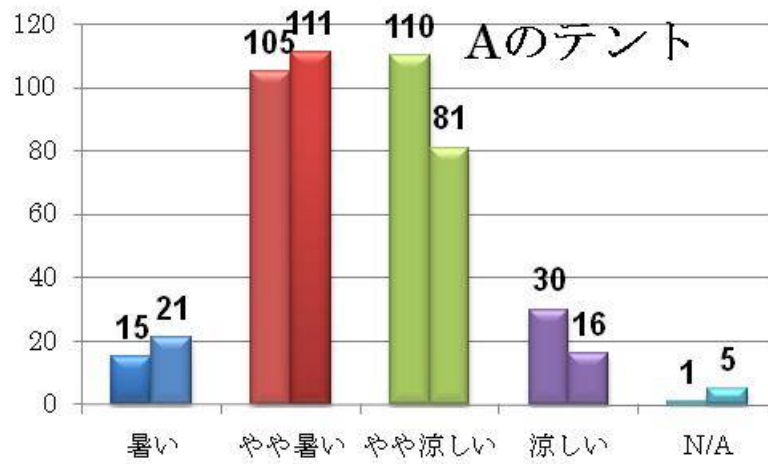
Aのテントでは、両日共に「快適」・「やや快適」だったという回答が9割近くを占めている。

測定していた気象データにおいても、気温はミストを噴霧していたテント内では、下がっていたので、涼しくなっていたために「快適」・「やや快適」だと感じた方が多かったのであろう。

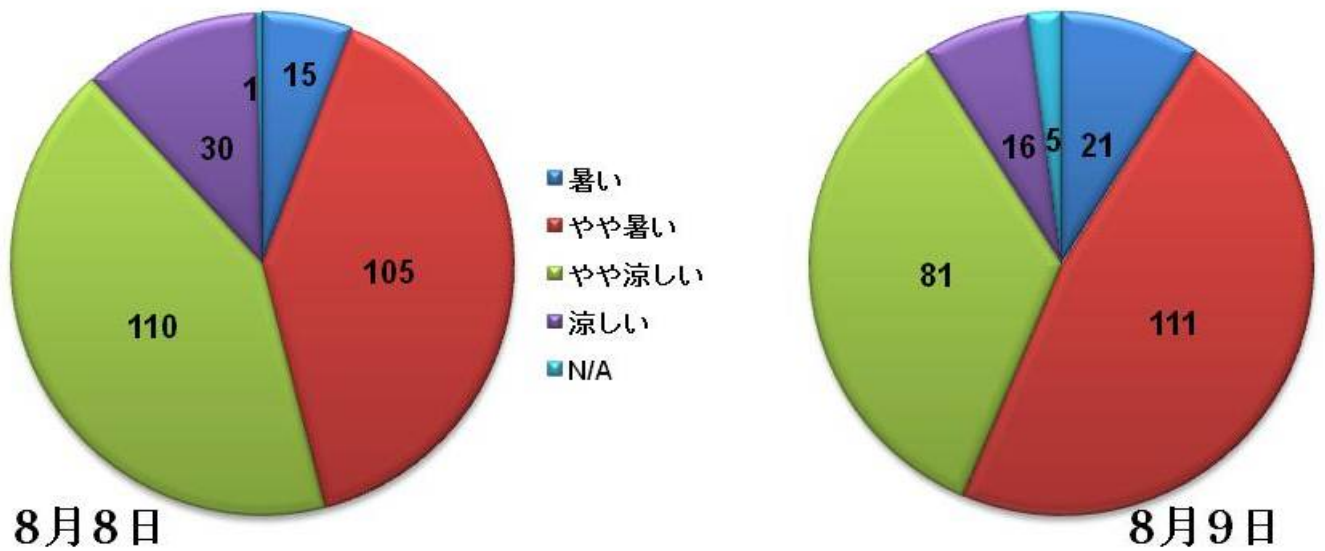
次の項目では、実際に体感した温冷感そのものはどうだったのか質問しているので、そちらを見てみよう。

Q7. Aのミストに入った状態で暑かったですか？

(項目別)

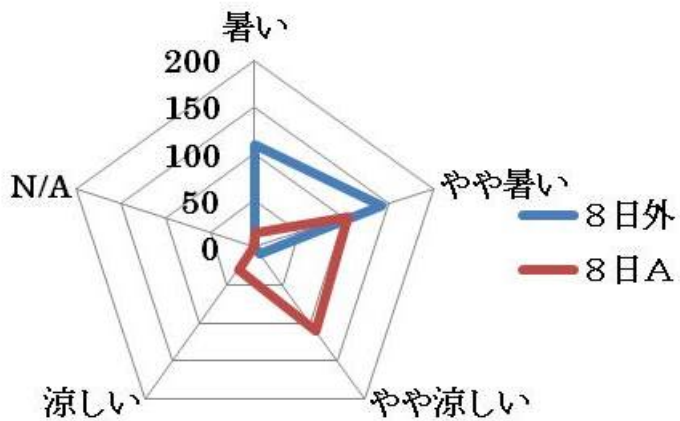


(実施日別)

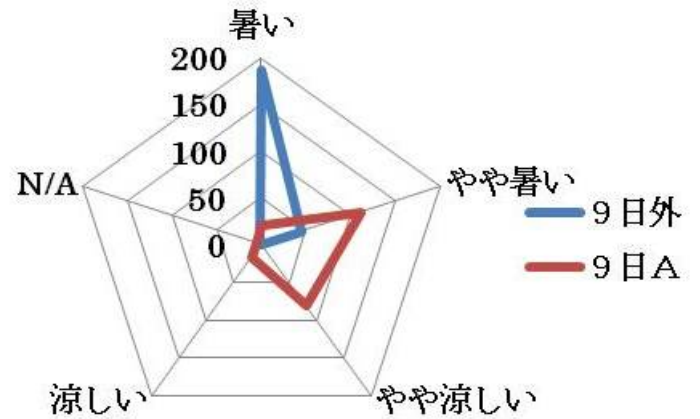


こちらの質問で、注目したいのは、「やや暑い」から「やや涼しい」という項目で8割強を占めており、中には「涼しい」という回答をしている方がいるということだ。

外とAの比較



外とAの比較

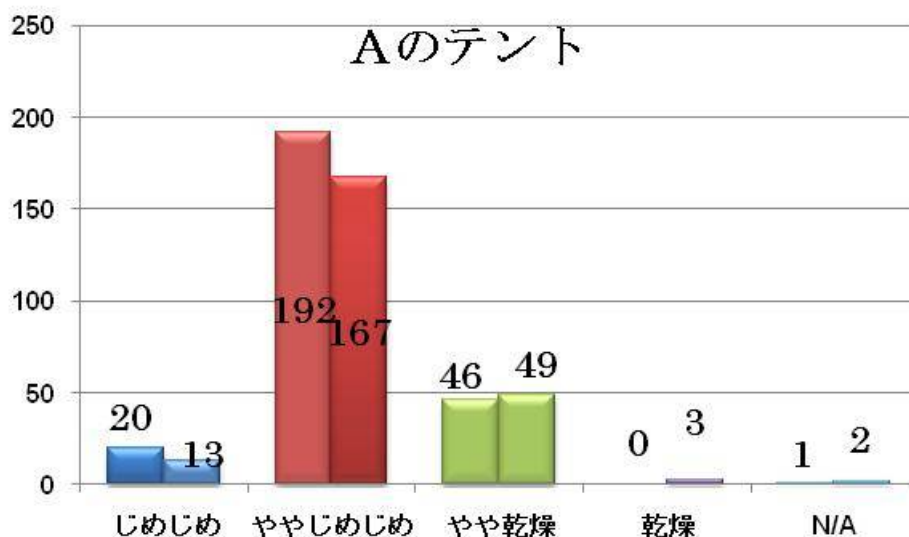


「暑い」、「やや暑い」という外部で大部分を占めた回答が、ミストを噴霧しているテントA内では、「やや暑い」～「涼しい」までの方向に大きくシフトしているため、ミストの蒸散効果による気温降下が測定した気象データとともに、体感でも涼しくなっていると感じていたようである。

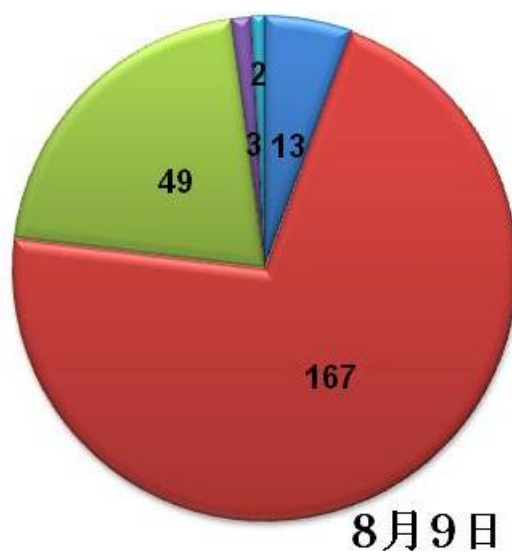
特に気温が高く、湿度が低かったミスト噴霧に適した条件と思われる9日の方が、「暑い」という方が減り、「涼しい」側にシフトしている。

Q8. Aのミストに入った状態でじめじめしていました？

(項目別)



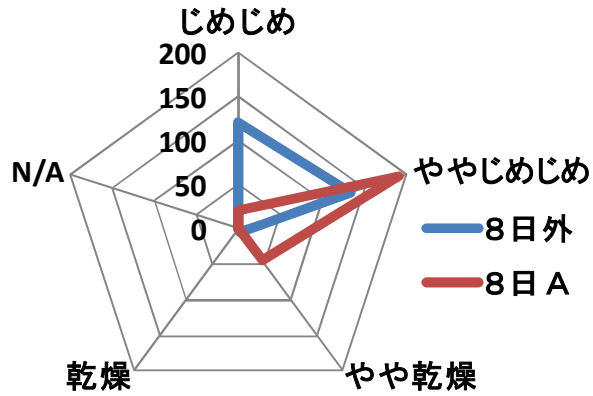
(実施日別)



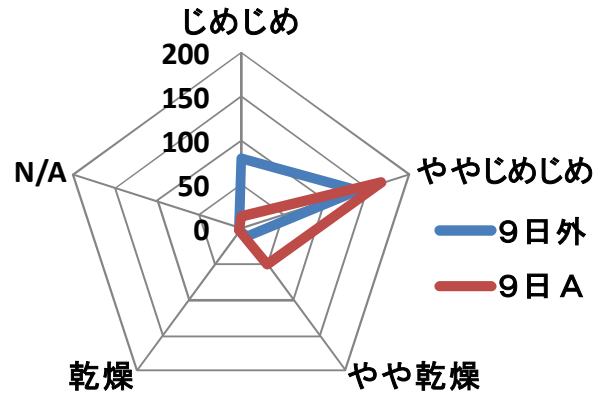
やはり、この結果をみるとミストを噴霧しているということもあり、8割近くが両日共に「じめじめ」・「ややじめじめ」しているという湿気を感じるという結果が読み取れる。

しかし、ここで外部とのじめじめ感、湿気に関する質問と比較してみると、ただじめじめ感を感じた方が多いというだけではないことがわかる。

外とAの比較



外とAの比較

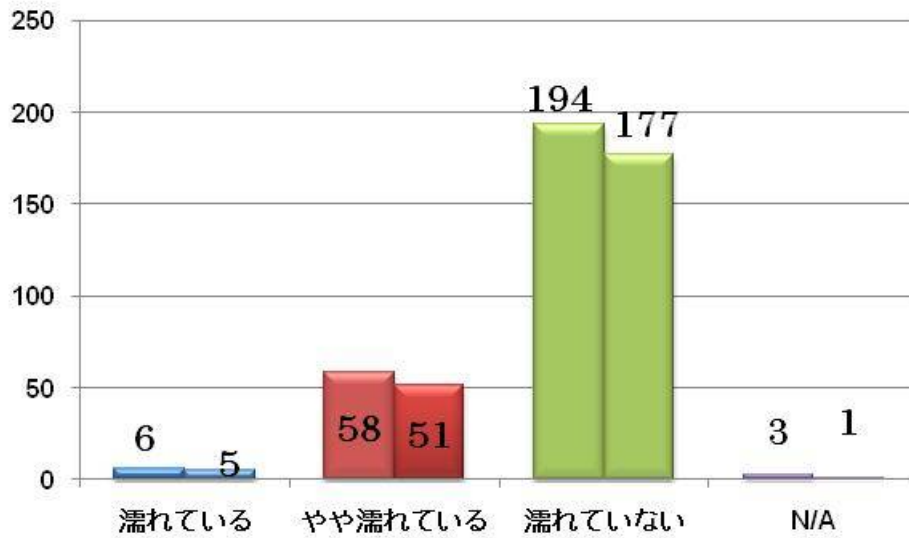


外部とテントA内でのじめじめ感・湿気に関する質問を比較すると、一番じめじめ感を感じた「じめじめ」という回答が減り、「ややじめじめ」から「やや乾燥」という回答が増加しているのである。

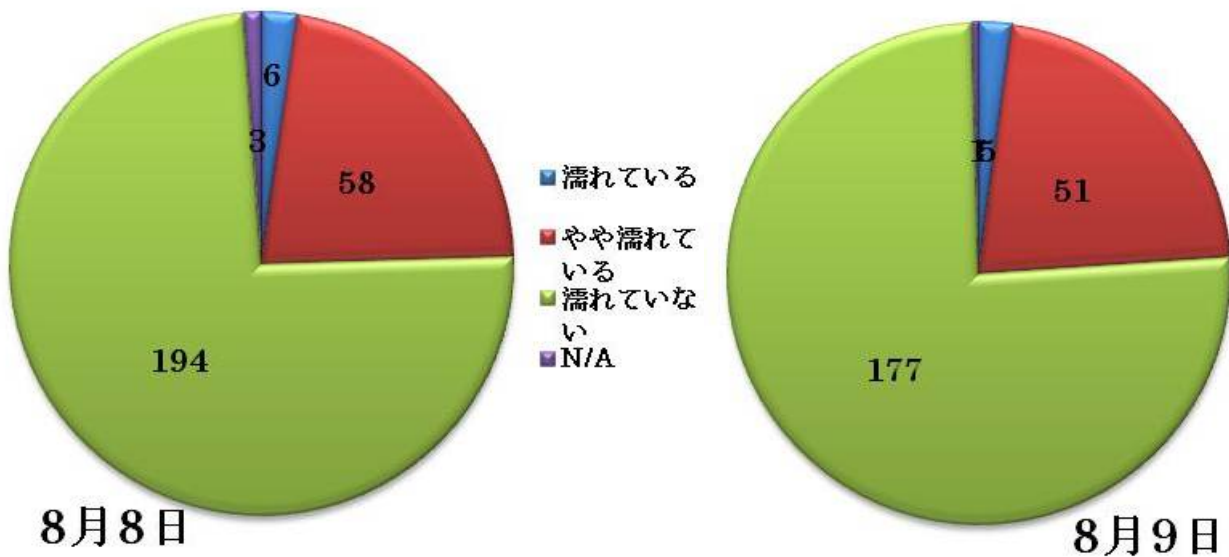
湿度は上昇しているものの、体感的にはミスト噴霧による気温降下により、涼しくなったと感じたため、じめじめ感が体感的に軽減されたのではないかと推測される。

Q9. 汗で衣服や肌は濡れていますか。

(項目別)

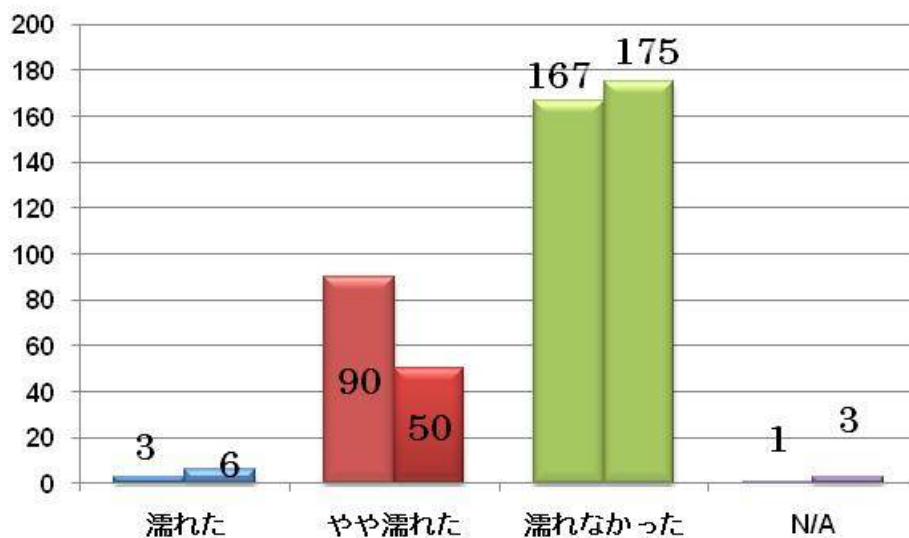


(実施日別)

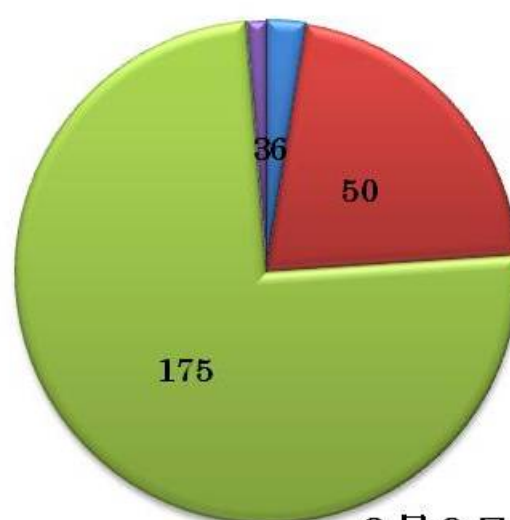


この項目は、以前の卒業論文でのアンケートを参考に、ミストでの濡れと自身の汗での濡れを把握してもらい、意識してもらうことを目的とした項目である。

Q10. Aのミストに入ってみて、ミストで濡れましたか。



8月8日



8月9日

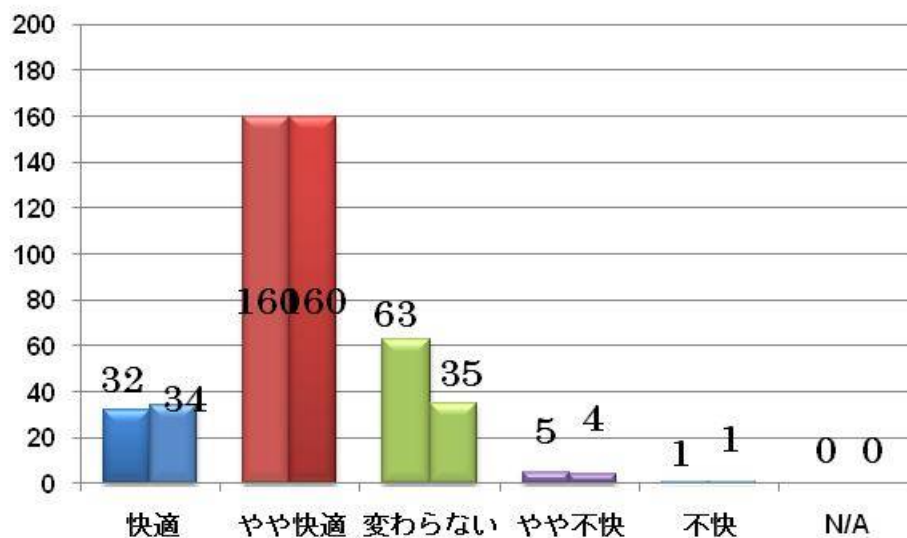
「やや濡れた」という答えが、8日・9日共に多かったが、やはり8日は湿度が少し高かった影響が表れた結果になっているようだ。

しかし、その後の質問によると「濡れた」と感じながらも「不快」だという感じ方をした方はほとんどおらず、「やや不快」だという方が少しいたようだが、夏に水に触れる爽やかさのようなもので、「不快」ではなかったようだ。

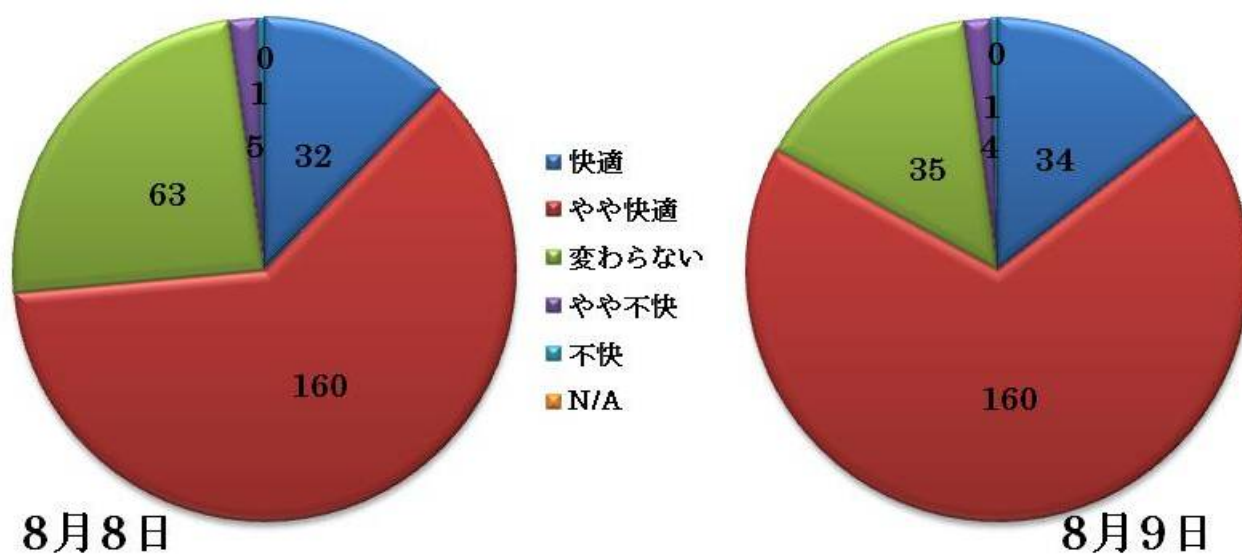
表 Q10の回答

		不快	やや不快	不快ではない	N/A
8月8日	濡れた	1	1	1	0
	やや濡れた	0	20	69	1
8月9日	濡れた	0	0	5	1
	やや濡れた	0	8	42	0

Q11. Bのミストに入ってみて、外と比べて温冷感はどうでしたか？
(項目別)



(実施日別)

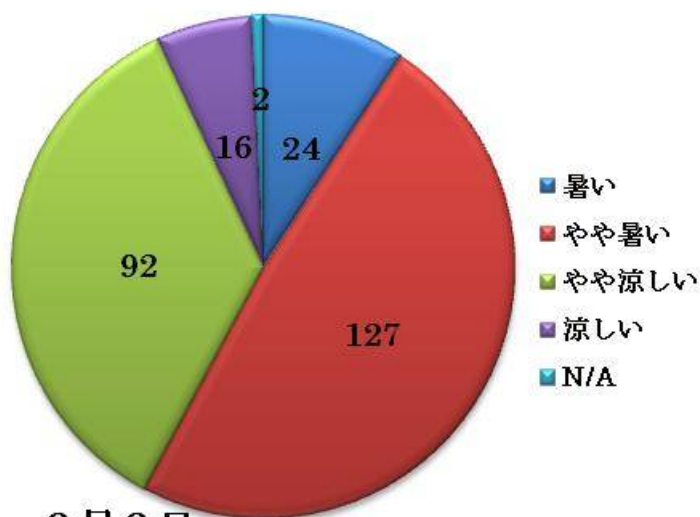
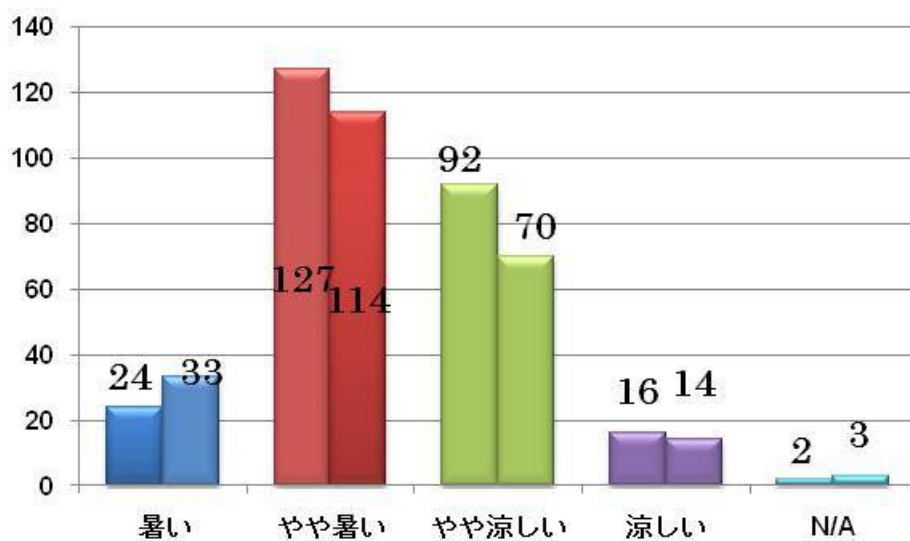


Bのテントでは、両日共に「快適」・「やや快適」だったという回答が7～8割近くを占めている。

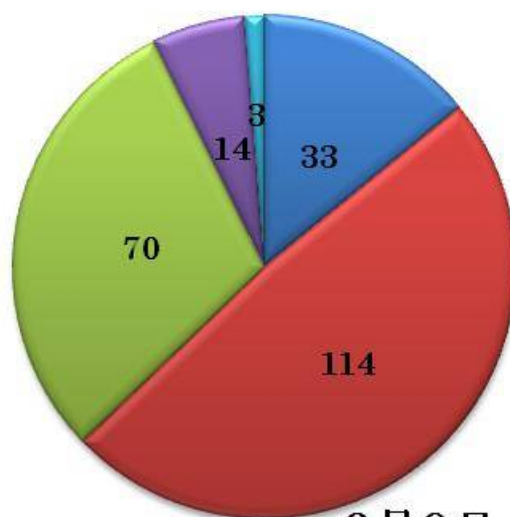
測定していた気象データにおいても、気温はミストを噴霧していたテント内では、下がっていたので、涼しくなっていたために「快適」・「やや快適」だと感じた方が多かったのであろう。

次の項目では、実際に体感した温冷感そのものはどうだったのか質問しているので、そちらを見てみよう。

Q12. Bのミストに入った状態で暑かったですか？



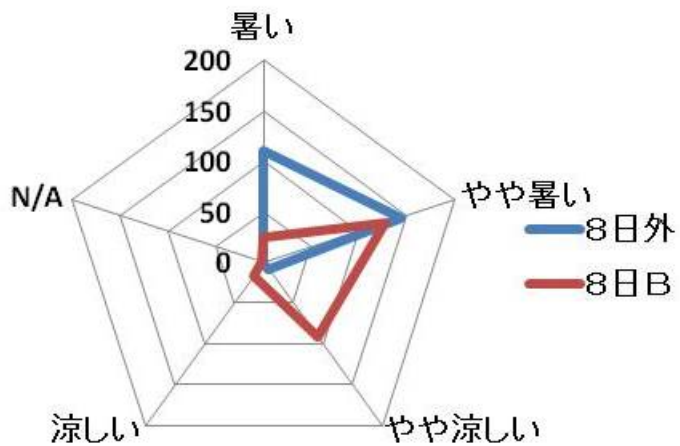
8月8日



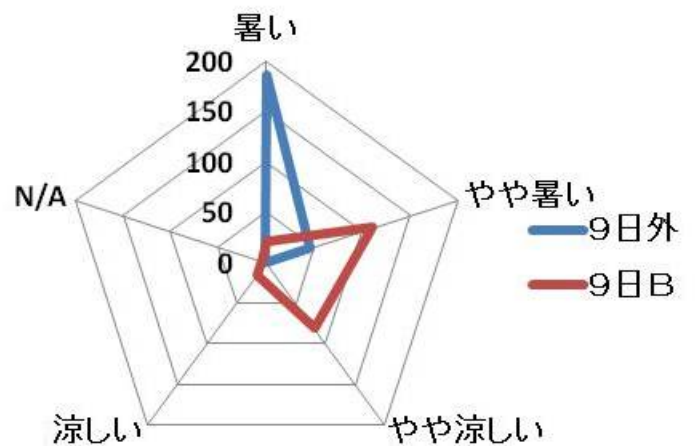
8月9日

こちらの質問で、注目したいのは、Bのノズルでも「やや暑い」から「やや涼しい」という項目で8割強を占めており、中には「涼しい」という回答をしている方がいるということだ。

外とBの比較



外とBの比較

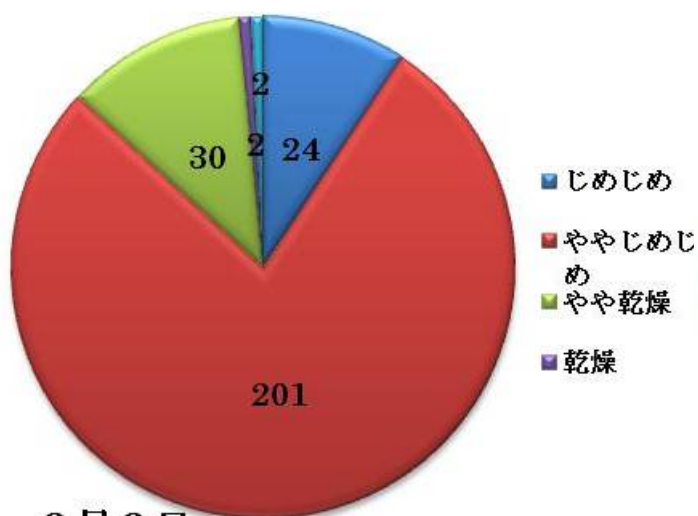
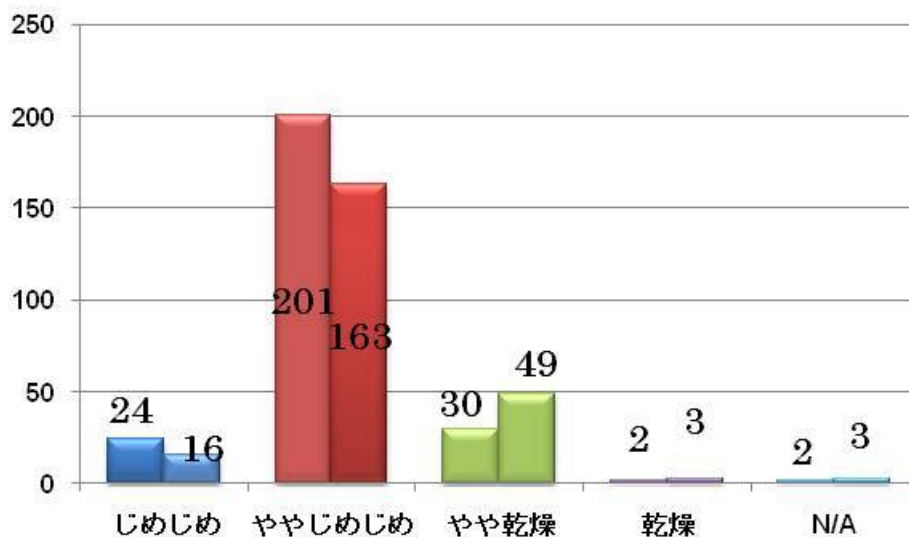


「暑い」、「やや暑い」という外部で大部分を占めた回答が、ミストを噴霧しているテントB内では、「やや暑い」～「涼しい」までの方向に大きくシフトしているので、ミストの蒸散効果による気温降下が測定した気象データとともに、体感でも涼しくなっていると感じていたようである。

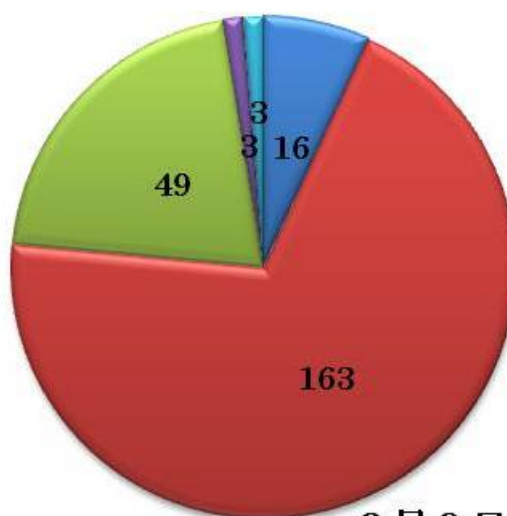
特に気温が高く、湿度が低かったミスト噴霧に適した条件と思われる9日の方が、「暑い」という方が減り、「涼しい」側にシフトしている。

このABそれぞれのテント・ノズルに対する質問ではどちらもミストとしての効果は、被験者の皆さんに感じ取ってもらえたようであった。

Q13. Bのミストに入った状態でじめじめしていましたか？



8月8日

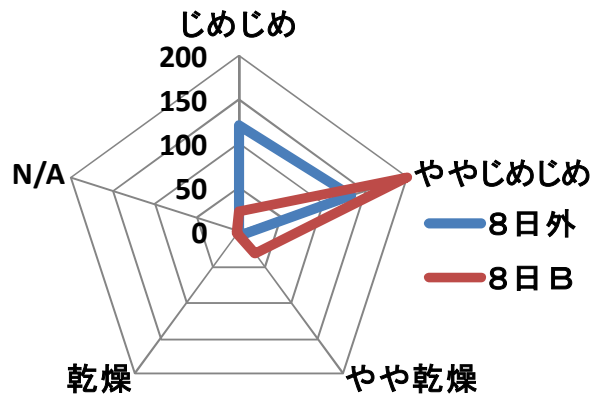


8月9日

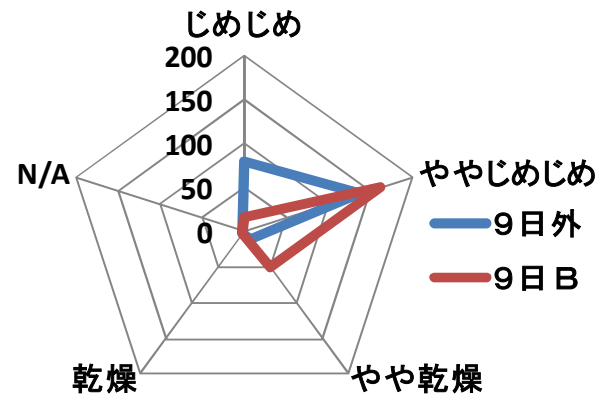
Aと同様にやはり、この結果をみるとミストを噴霧しているということもあり、8割近くが両日共に「じめじめ」・「ややじめじめ」しているという湿気を感じるという結果が読み取れる。

しかし、ここで外部とのじめじめ感、湿気に関する質問と比較してみると、ただじめじめ感を感じた方が多いというだけではないことがわかる。

外とBの比較



外とBの比較

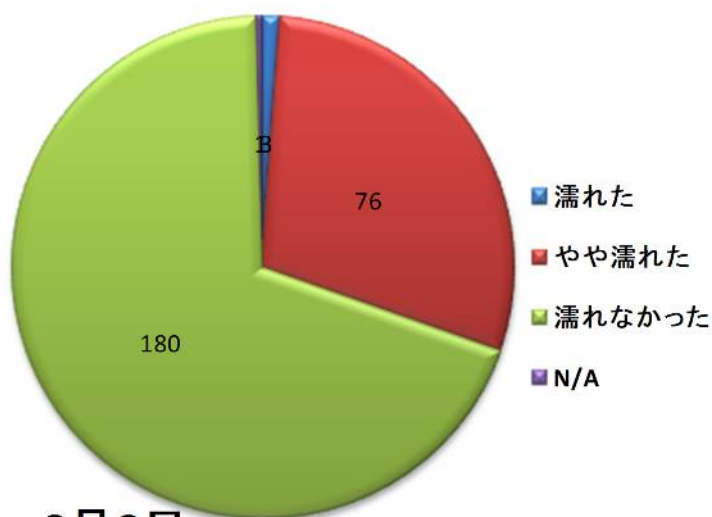
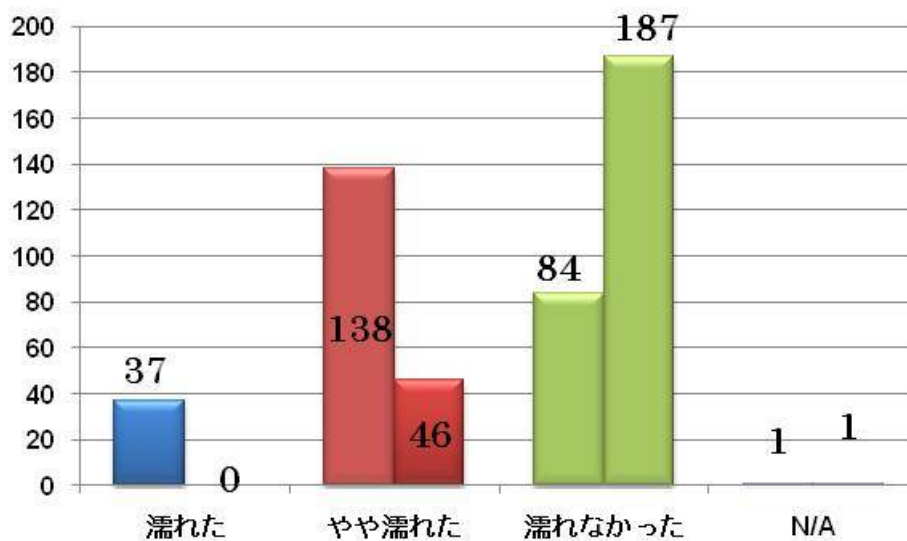


基本的にはAと同じような変化をしている。

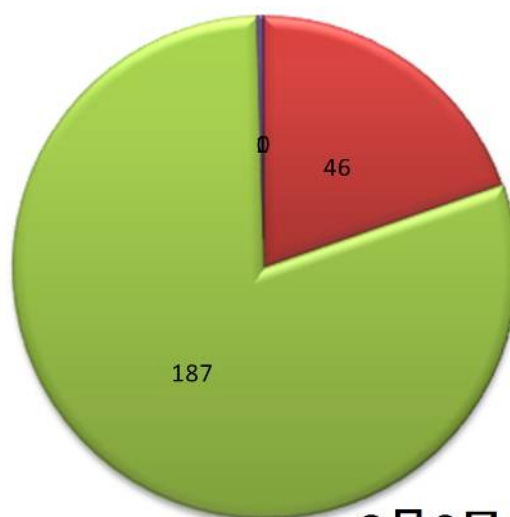
外部とテントB内でのじめじめ感・湿気に関する質問を比較すると、一番じめじめ感を感じた「じめじめ」という回答が減り、「ややじめじめ」から「やや乾燥」という回答が増加しているのである。

湿度は上昇しているものの、体感的にはミスト噴霧による気温降下により、涼しくなっただと感じたため、じめじめ感が体感的に軽減されたのではないかと推測される。

Q14. Bのミストに入ってみて、ミストで濡れましたか。



8月8日



8月9日

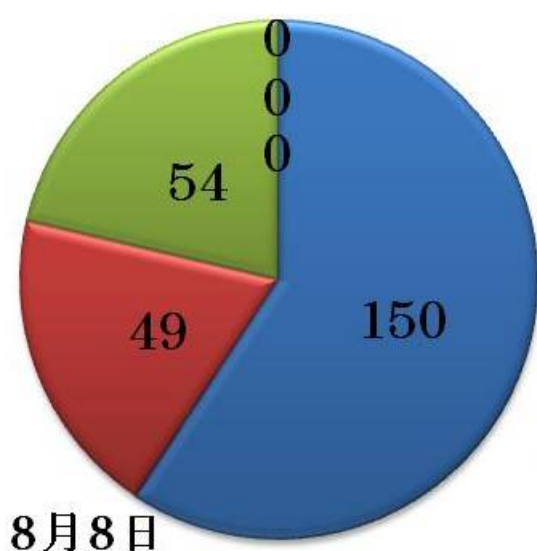
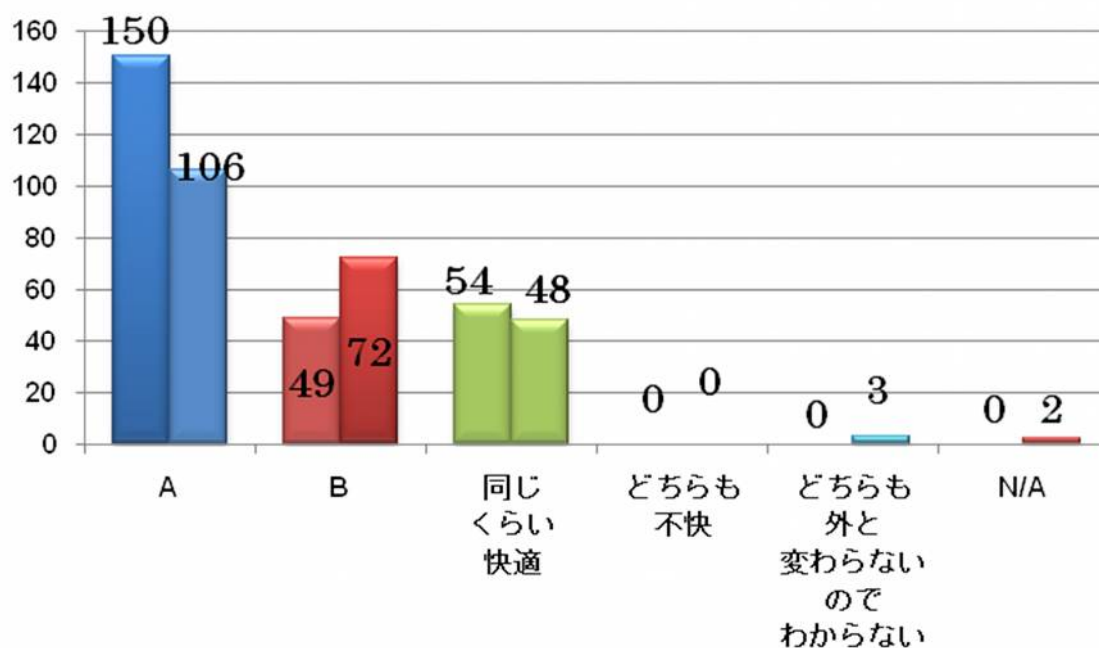
「やや濡れた」という回答が8日では、最も多かった。

8日が9日に比べても、大きな差はないようだ。Bにおいても「濡れた」という人はほぼおらず、「やや濡れた」が2～3割程度いた。しかし、それでもほとんどの人は「不快」ではないと感じたようだ。

表 Q14の回答

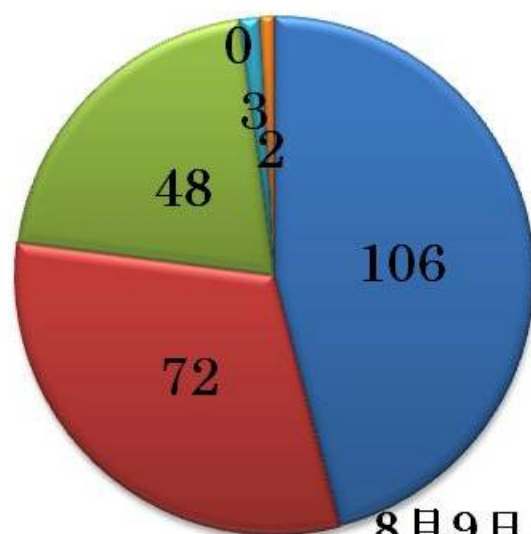
		不快	やや不快	不快ではない	N/A
8月8日	濡れた	1	1	1	0
	やや濡れた	0	18	53	5
8月9日	濡れた	0	0	0	0
	やや濡れた	0	9	35	2

Q15. どちらが温冷感的に快適（涼しく感じた）でしたか。



8月8日

- A
- B
- 同じくらい快適
- どちらも不快
- どちらも外と変わらないのでわからない
- N/A

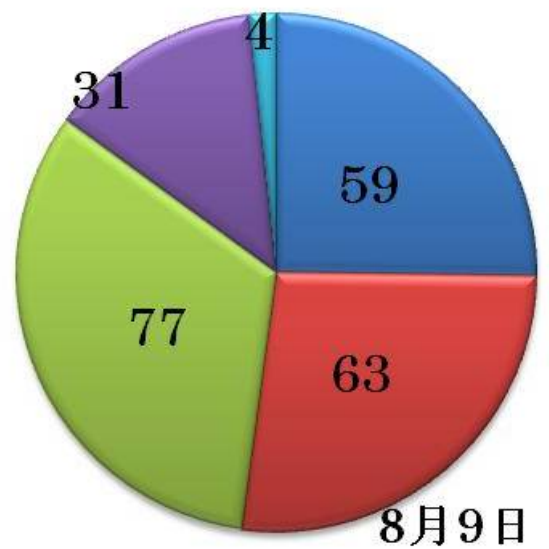
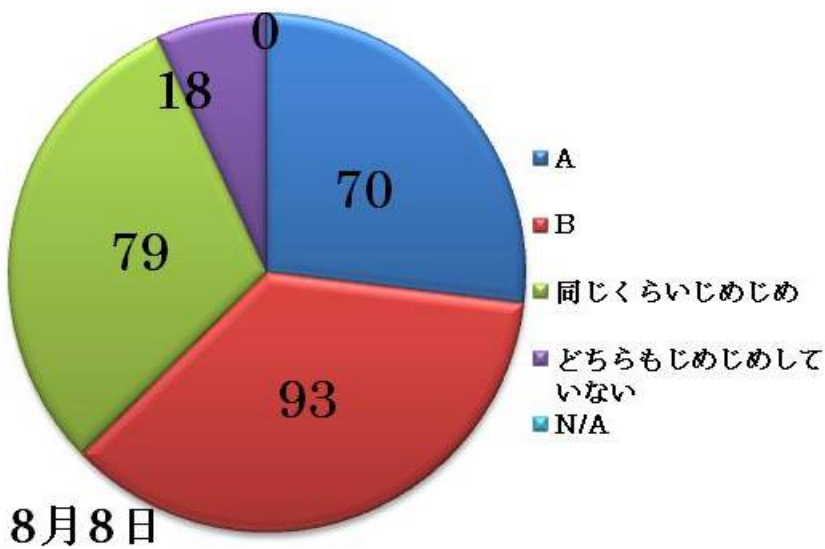
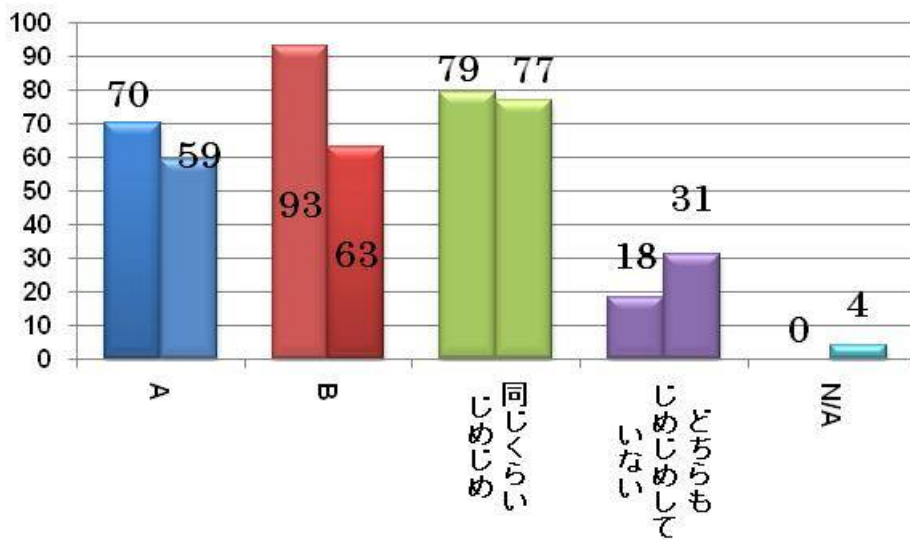


8月9日

直接2つのノズルに関する評価を聞いた質問であるが、両日共に「Aの方が快適」である。という答えが多くなっている。

これは、測定した気象データで気温降下が大きかったのが「A」だということと共通しており、この影響を感じ取った被験者の回答だと考えられる。

Q16. どちらがじめじめしていましたか。



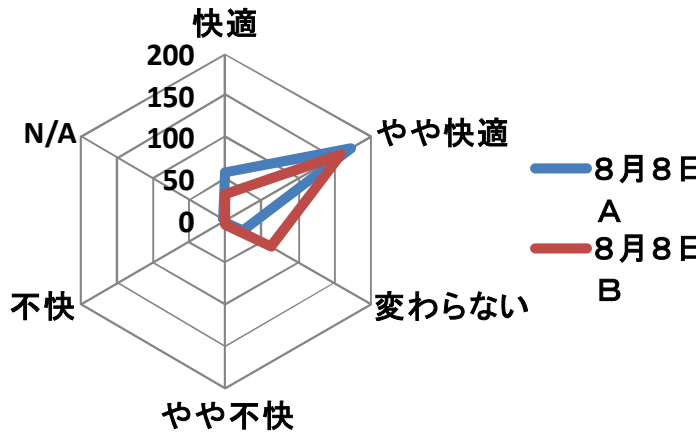
じめじめ感に関する質問では、「A」・「B」・「同じくらい」だという3つの回答にばらついており、関連性を読み取ることができないが、しかしながら、「どもども」 という回答は少ない。そのため、少なくとも皆さんじめじめしている ようだ。

湿度の感じ方に関しては、気温よりも個人差がでやすいということが言えそうである。

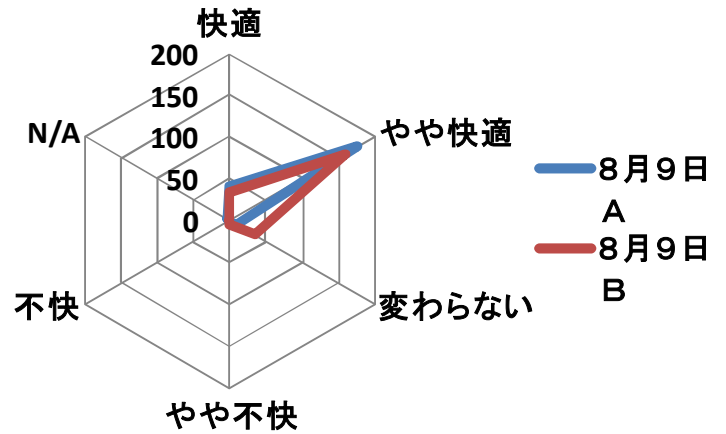
同日中のAとBの評価の比較

Q 6 & 1 1. ミストに入ってみて、外と比べて温冷感はどうでしたか？

AとBの比較(8月8日)



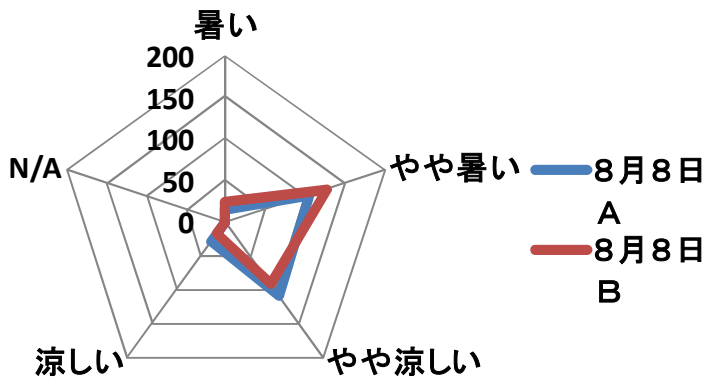
AとBの比較(8月9日)



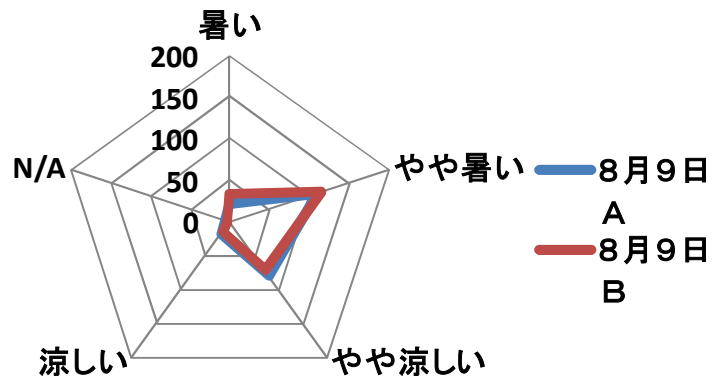
8日、9日ともにA、Bを比較すると若干Aの方が評価が高いように見える。また、8日、9日では評価の分布が8日の方がバラけている。9日では重なっている部分が多く差が小さいようだ。

Q 7 & 1 2. ミストに入った状態で暑かったですか？

AとBの比較(8月8日)



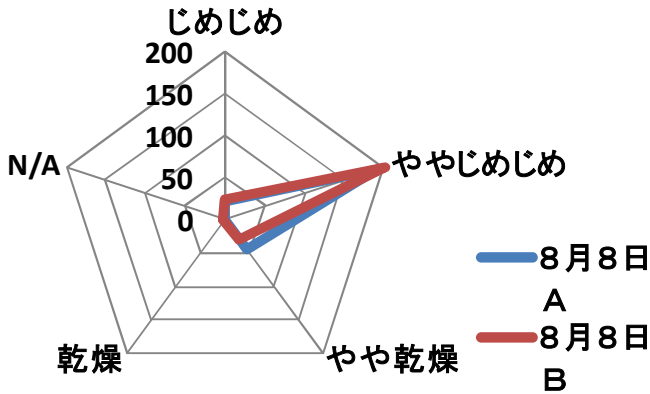
AとBの比較(8月9日)



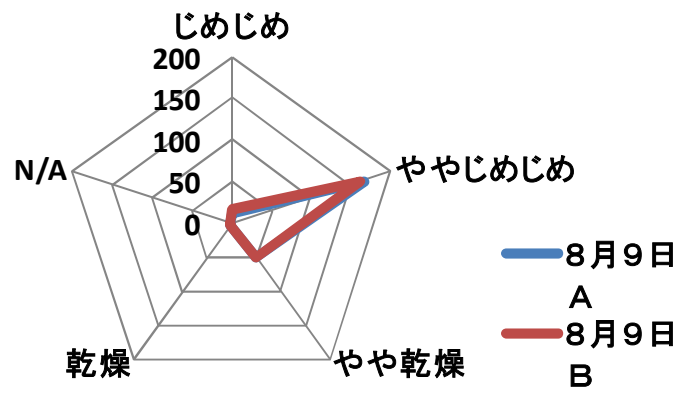
この質問でも、2つの分布はほぼ重なっており同じような評価ではあるが、若干Aの方が涼しい側に偏っているようだ。

Q 8 & 13. ミストに入った状態でじめじめしていましたか？

AとBの比較(8月8日)



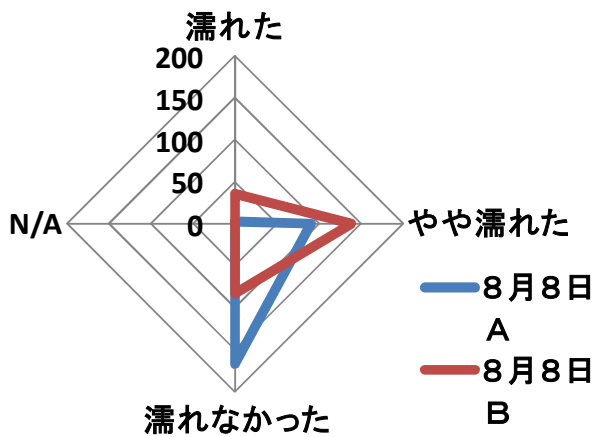
AとBの比較(8月9日)



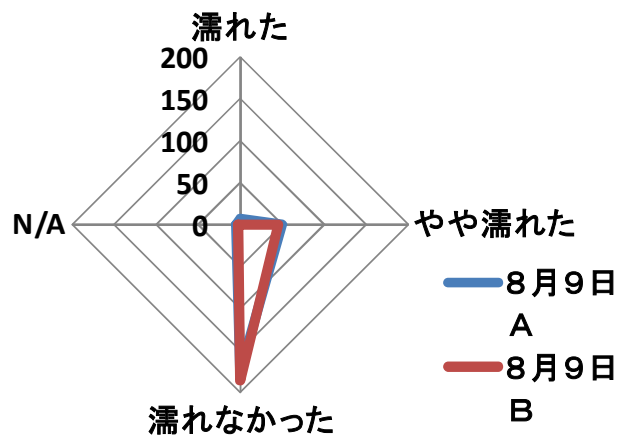
この質問においても、両日ともにA Bの評価は重なっており、同程度にじめじめ感を感じたようだ。ここでも、8日では少しだけAがやや乾燥という回答が多くなっている。

Q 10 & 14. ミストに入ってみて、ミストで濡れましたか？

AとBの比較(8月8日)



AとBの比較(8月9日)



この質問では、2日間を比較すると8日でAとBでの回答に大きく開きがでている。9日にはほぼ一致していることがわかる。

8日を見てみると、Aが濡れたがほぼ0に対し、Bは濡れたと感じた人が少数いることがわかる。また、やや濡れたに関してもBではそう感じた方が多かったようだ。濡れなかったとの回答がAの方が多かった。

これら4つの質問で両日中のA Bの比較のグラフを見てみると、8日の方がA Bの結果にバラつきが見られた。これは、9日がミスト噴霧により適していた気候だったのに対し、8日は9日に比べ少し気温も低く、湿度が高かったために蒸散が十分に行われなかったために、AとBの差が結果として表れたのではないかと考えられる。

第5章

実験概要・計画 ミストの粒径測定実験

この項目の詳細は、共同研究者である
工学部1部建築学科の水野吉崇さんの論文をご参照ください。

5.1 実験概要

8/8、8/9 のオープンキャンパスで行った以下の2種類のノズルでの心理調査アンケート(同じ条件でのミスト環境に於いて、涼しさなどの温冷感を計測)での心理量の差を、ミストノズルからのミストの粒径分布で説明できると仮定し、これを計測する。

A社、B社より予めこれらのノズルの平均粒径値は $16\mu\text{m}$ と与えられている。しかし、実際には粒径を測定する位置によって値は異なる。したがって、実際に自分たちの手によって、ドライミストのノズルから噴射される水滴の大きさ(粒径)を計測し、噴射口からの位置による粒径の大きさやそれらの分布系の違い、ノズルの種類による違いなどを様々な条件下で計測し得られたデータからまとめる。

・場所

B社ノズルの柏原工場ノズル事業部
住所：兵庫県丹波市

・期間

2009年 10月1日(開始10:42～終了20:09)
10月2日(開始8:51～終了15:25)
以上の計2日間

右写真の測定機器を用いドライミストノズルの粒径平均値を測る。今回の測定にはPDPA(位相ドップラー)粒径解析法を用いて実験を行う。

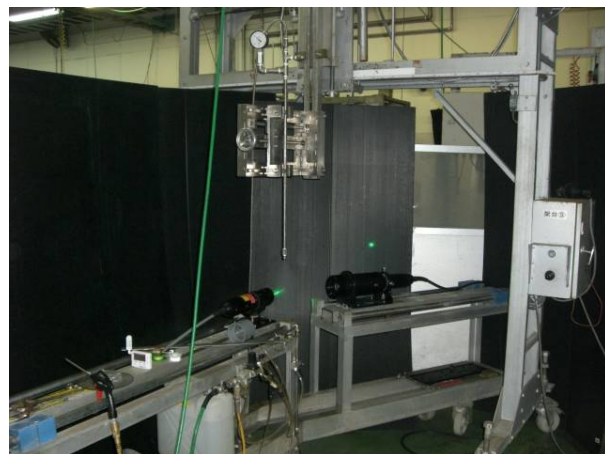
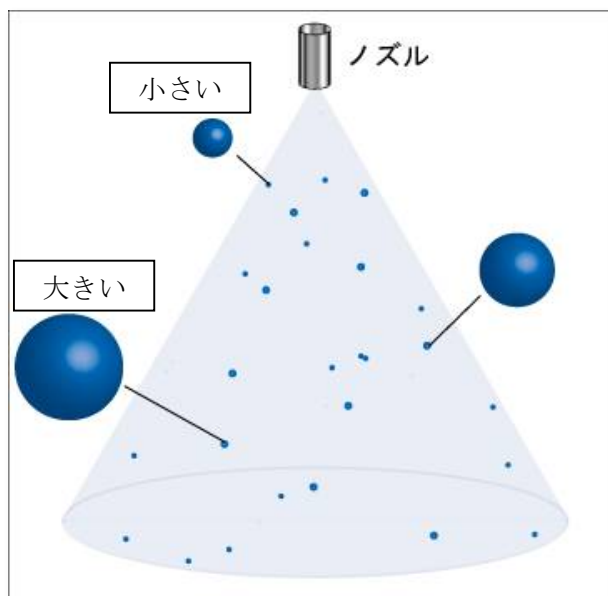
測定項目

平均粒径(μm)、最大粒径(μm)

平均速度(m/s)、最大速度(m/s)

測定時間(s)

粒径分布

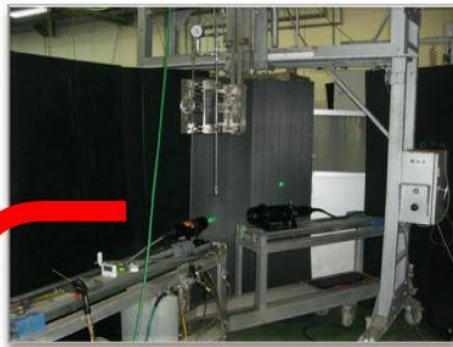


5.2 実験準備

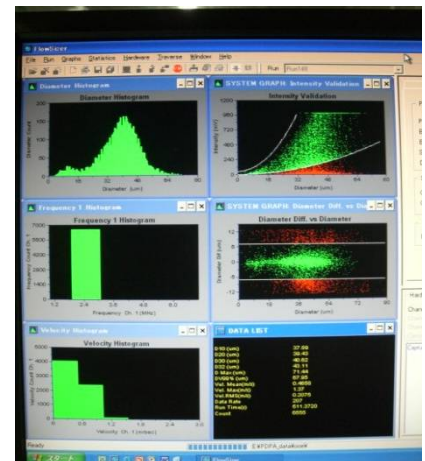
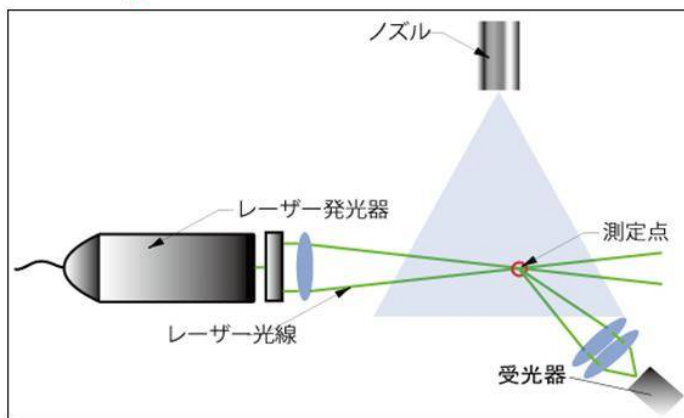
5.2.1 測定方法

・PDPA(位相ドップラー)粒径解析

スプレーノズルより噴射される水滴の大きさや速度を位相ドップラー法により測定する装置。

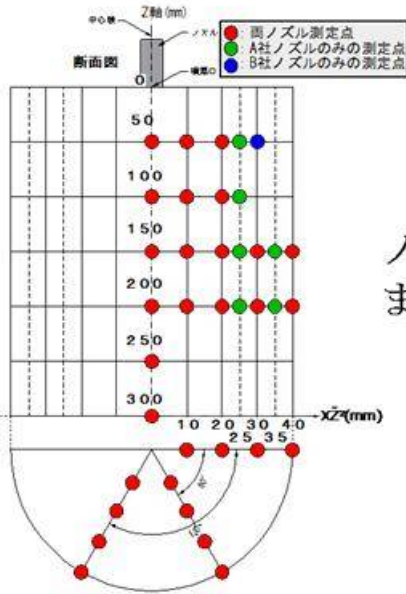


拡大



粒径平均・分布図の測定方法は、測定開始から測定点を通じたドライミスト粒子の総個数が1万個に達した時点で測定を終了にし、その間に通過した1万個の粒子それぞれの粒径の平均及び分布図（右写真）をとるという方法である。ここでいう粒径平均というのは、※ザウター粒径平均の事である。

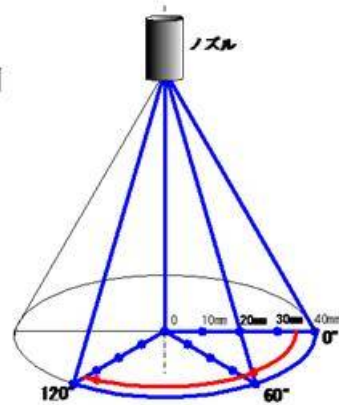
測定点及び測定条件



それぞれのノズルについてポンプ圧力をA社ノズルが6MPa, B社ノズルが6MPa, 5MPa, 4MPaと変化をさせて無風状態で各測定点において測定。

また各圧力において0°を基準に60°, 120°とノズルの中心軸周りも測定。

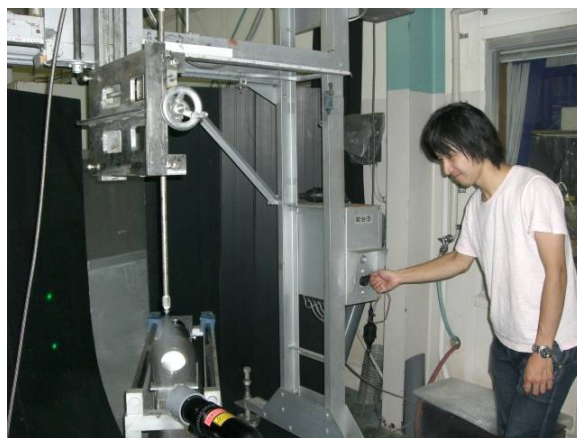
ノズルの中心軸
まわりも測定



5.2.2 測定手順

以下に PDPA(位相ドップラー)粒径解析での測定手順を述べる。

①右写真の様に手動レバーを動かし、レーザーの焦点が各測定点の位置に来るようにノズルの位置を定める。



②右写真は今回使用する高圧ポンプ。このポンプを用いて、バルブの開閉をすることにより圧力を 6 MPa・5 MPa・4 MPa と調整する。

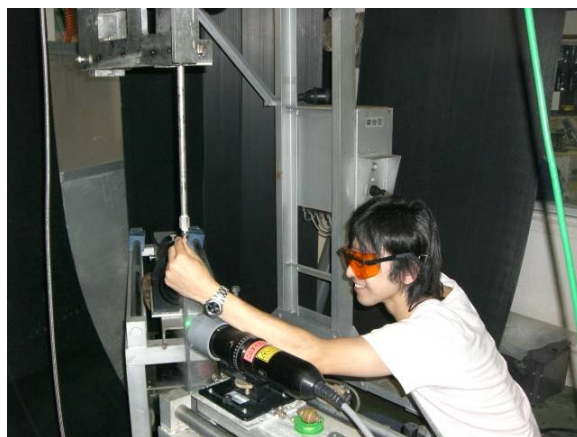


③ノズル位置、噴霧圧力を設定後、実験施設の温度・湿度を記録する。その後、隣の別室に設置してあるパソコンを用いて測定をスタートさせる。



④測定が終了したら再び測定位置・圧力を設定する。これを繰り返し、あらゆる箇所・圧力での結果を記録しノズルの種類による相違などの比較検討を行う。

測定詳細については、次章を参照。



第6章

実験結果・考察 ミストの粒径測定実験

この項目は、共同研究者である

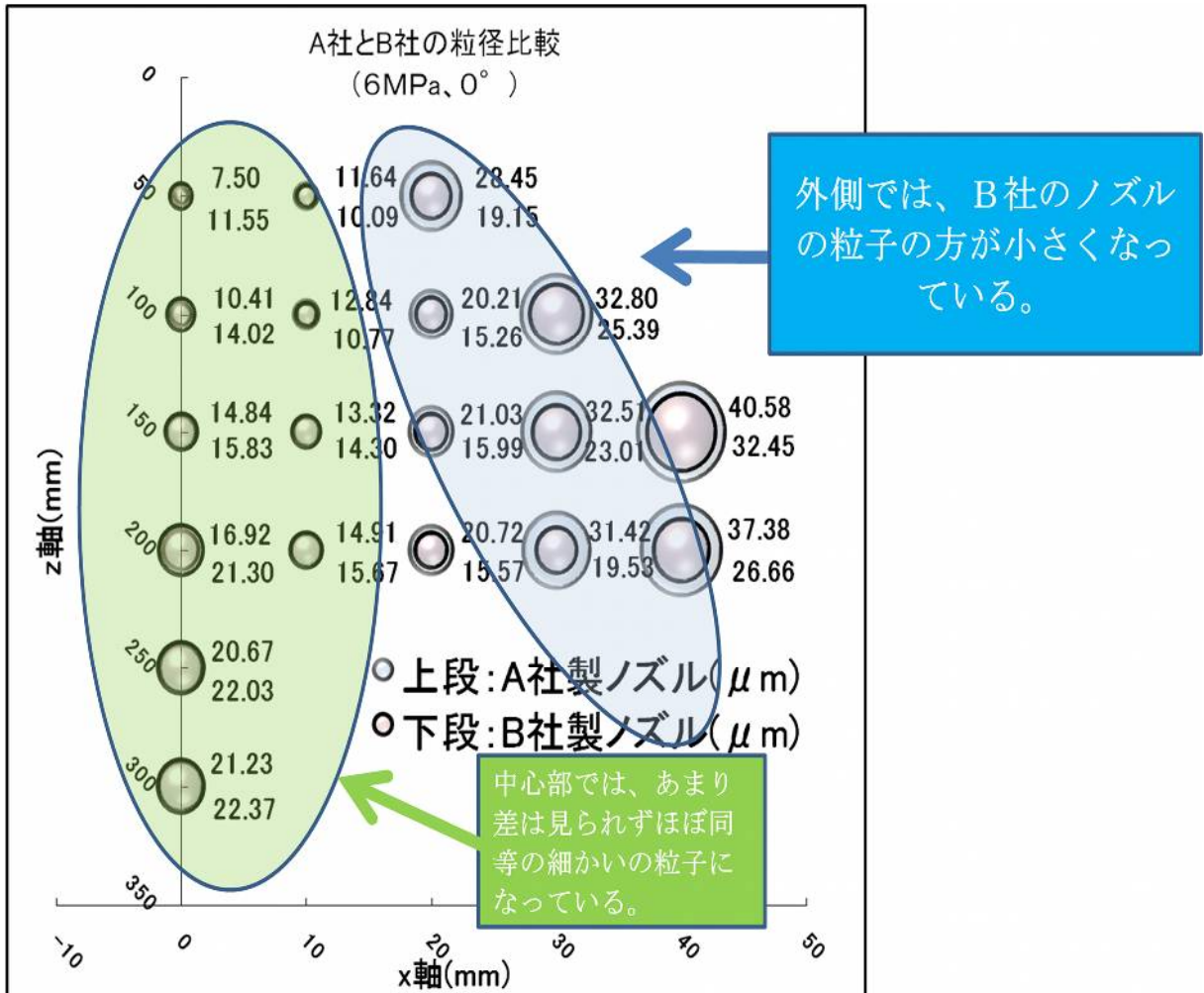
工学部1部建築学科の水野吉崇さんの論文をご参照ください。

第7章

まとめ

アンケート実験と ミストの粒径測定実験

7.1 アンケートと粒径分布



アンケートの結果と粒径分布の結果を比較してみる。

粒径分布をみると噴霧口の中心軸付近では、粒子の大きさにあまり差は見られず、ほぼ同等の細かい粒子が分布している。

また、半径方向の外側では、B社ノズルの粒子が小さくなっていることがわかる。この事はノズルの噴霧性質の違いが影響している。広い角度で噴霧しているB社ノズルでは、広い範囲に細かい粒子を噴霧できているのだろう。

逆にA社ノズルでは、比較的狭い角度に噴霧していることから、中心部付近より外側ではB社よりも大きくなっているようだ。

これらのこととA社・B社のノズルが噴霧する水がほぼ同量の流量であることから、A社ノズルの方が細かい粒子が中心部に集中していると考えられる。そのために、局所的に気温降下が集まって起きたために、気温がAの方が下がり、またアンケートの答えもAの評価が高くなっていたのではないかと推測される。

参考文献

東京理科大学 工学部建築学科 細野美晴 2006年 卒業論文
ドライミスト下におけるアンケート調査～ミスト噴霧と心理量～)

気象庁ホームページ>気象庁統計情報>気象庁観測（電子閲覧室）>
地点ごとのデータ（地域：東京・地点：東京）

<http://www.data.kishou.go.jp/etrn/index.html>

謝辭

謝辞

調査・実験の実施及び、本研究をまとめるにあたり、東京理科大学 辻本誠教授には大変お世話になりました。研究を進め、論文をまとめるにあたり、ご指導いただきありがとうございました。ここに厚く御礼申し上げます。

また、辻本研究室 西田幸夫先生には、研究の作業を進めるにあたって、さまざまな協力を頂けたことを深く感謝いたします。

最後に、共同研究者の工学部 1 部建築学科の水野吉崇さんには、研究を共に進めていくなかで、さまざまな部分で助けて頂いたおかげで、論文をまとめることができました。そして、実験を行う中で、研究室に所属する学部生、院生の皆様の協力があったからこそ論文をまとめることができました。誠にありがとうございました。

平成 22 年 1 月 29 日

廣重 崇

付録

アンケート実験の被験者の感想・意見

AとBで異なると感じた点がございましたら、お書き下さい。

- Aの方が紙が濡れる
- Aの方が快適でした
- Bの方がミストが多いような気がする
- Aの方がじめじめして濡れる感じがあった
- Aに入ったとき風があり、その方が涼しかった
- Aの方がミストが多いと思う
- Bの方が風に流される？
- 水を出す角度が違うし、細かさも違う
- Aの方が快適で気持ちよく感じた
- ミストの排出量と粒子の違い
- 雨が降り始めたため、じめじめしたのかも
- 後から入ったからかも知れないが、Bの方が気温が高く感じた
- 外なので、風が吹くと体感が違ってくるので、厳密にはわかりにくいところもありました
- Bの方は全体にミストが行き渡っていませんでした
- Aは霧みたいな水が直接くるので少し不快だった
- 立っている位置があまり良くなかったので、差があまりわかりませんでした
- Bは息にミストが入り息苦しい、Bは足元が寒い、ミストの音がうるさい
- Aの方が当たりにくいと、感じました
- AとBで大きな違いはありませんでした
- 風向きによって、感じ方が変わる
- Bが快適でよかった
- Aの粒のほうがやや大きく感じた
- 違いがあまりわからなかった
- Bの方が当たる気がする
- Bは蒸している
- Aの勢いが強い
- Aの方が出が多いと思った
- 戸外の実験なので、自然の風があると回答が変わってしまいます。実際に風が吹いている。どうやってアンケートを処理する？比較するには無理があるのでは？

アンケート実験の被験者の感想・意見

体験してみたの感想やこんな場所に設置されていたらいいのになど、
お気づきの点があればこちらにお書き下さい。

- 駅や信号など人が密集するところ
- 家に欲しい
- トイレ
- 何の水を使っているのか説明がきがあつたりした方がいい気がしました。
- 駅のホーム・バス停
- カフェ
- ミストを知れてよかった。
- コンコース・公園施設
- 室内で長時間やっているとどうなるのか気になる。
- 全建築への取り付け義務化
- もっと濡れるかと思っていたが、思ったよりずっと涼しかった。
- 待ち合わせスポット
- ディズニーランドの列の近く
- 気持ちよかった
- 思っていた以上に涼しかった
- 学校・校庭
- 暑いところに設置して欲しい
- デパートなどの入り口。冷房の効いている中から暑い外へ出るときの暑さが和らぐ。
- アウトレットパーク、ショッピングモール等にあると良い
- お台場、駅のホーム、イベント会場
- 周りに避暑地がない場所
- 風に影響されやすいのがどうにかならないかと思った
- 最初は良くわからなかったが、時間が経つと涼しかった
- スーパー等の駐車場
- コンクリートや交通量の多い地域
- 人通りの多いところ
- 道端のあらゆるところ
- 女性の方が気にならないくらいになれば、もっと普及させて欲しい。
- 広場や公園。仕事場。冷房は体に不快を与える事があるのでミストは良い。
- 海岸などにあつたら涼しいと思う
- 庭、バルコニー、屋根、車の外側
- 人通りが多くて、日陰が少ない所。足元から冷やしたら面白そう

- 外気のせいかな大きな差は分かりませんが、家庭用の装置が手ごろな価格で普及されることを期待します。
- 一家に一台
- 信号待ちしているときにあったらいいですね
- 外で食事する時
- ドライミストの噴水
- 秋葉原で体験した時はとても快適でした
- フローリングや体育館等で滑らないのか
- ヒートアイランド現象をドライミストで少しでも防げたらいいなと思いました。
- 直接当たりたいです
- おもしろかった
- 風の向きにより涼しいときとそうでないときがあった。省エネで健康にもよさそうだが、家庭で使用するにはちょっと気になるかも
- ドライミストは濡れると思っていましたが、あまり濡れなかったのでびっくりしました
- 音が少しうるさいなと感じました。思っていたよりも涼しかったです
- 水を使いすぎませんか？
- エアコンよりも体に良さそうなので、こういうものが出回ってほしい
- 水が出るので湿度がどうしても上がる
- ヒートアイランド
- 屋外には適していると思った。屋内は気になる。
- CO2問題から見ると画期的
- 今後の発展に期待します
- 室外機の周り
- 風に流されて当たらない
- ミストの中にいて紙が濡れないことに驚きました