

平成18年度  
卒業研究論文

家庭へのドライミストの適用とその実践

東京理科大学 工学部 第二部 建築学科

辻本研究室 石井智洋

## 目次

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| <u>第1章 研究背景・目的</u> .....            | 1  |
| <u>1-1 研究の背景</u> .....              | 1  |
| <u>1-2 研究の目的</u> .....              | 1  |
| <u>第2章 ドライミスト装置の実用例</u> .....       | 2  |
| <u>2-1 ドライミスト装置の設置に関して</u> .....    | 2  |
| <u>2-1-1 設置箇所について</u> .....         | 2  |
| <u>2-1-2 ドライミストの噴霧条件</u> .....      | 2  |
| <u>2-1-3 設置箇所の気候</u> .....          | 2  |
| <u>2-3 六本木ヒルズ（66プラザ）</u> .....      | 5  |
| <u>2-3-1 設置規模について</u> .....         | 5  |
| <u>2-3-2 利用者に向けてのアンケート</u> .....    | 5  |
| <u>2-4 秋葉原クロスフィールド</u> .....        | 6  |
| <u>第3章 ドライミストの仕組み</u> .....         | 7  |
| <u>3-1 ドライミストと水の関係</u> .....        | 7  |
| <u>3-2 ドライミストと圧力</u> .....          | 8  |
| <u>3-3 大規模ドライミスト装置の制御システム</u> ..... | 11 |
| <u>3-3-1 制御システムの必要性</u> .....       | 11 |
| <u>3-3-2 ドライミスト制御システム</u> .....     | 12 |
| <u>第4章 家庭用ドライミスト装置の材料選定</u> .....   | 13 |
| <u>4-1 材料について</u> .....             | 13 |
| <u>4-2 ドライミスト装置の小型化</u> .....       | 13 |
| <u>4-3 ミストノズルについて</u> .....         | 14 |
| <u>4-4 家庭用ポンプの選定</u> .....          | 16 |
| <u>4-5 高圧配管の選定</u> .....            | 18 |
| <u>4-6 高圧継手の選定</u> .....            | 21 |
| <u>4-7 高圧ホースについて</u> .....          | 24 |
| <u>4-8 タンクについて</u> .....            | 26 |
| <u>第5章 ミストノズルの流量に関する測定</u> .....    | 28 |
| <u>5-1 測定的前提条件</u> .....            | 29 |
| <u>5-2 測定概要</u> .....               | 29 |
| <u>5-2-1 目的</u> .....               | 29 |
| <u>5-2-2 測定圧力</u> .....             | 29 |

|   |    |
|---|----|
| <u>5-2-3 測定日の天候</u> .....                 | 29 |
| <u>5-2-4 測定方法</u> .....                   | 30 |
| <u>5-3 測定結果の考察</u> .....                  | 32 |
| <u>5-3-1 各ノズルの水量について</u> .....            | 33 |
| <u>5-3-2 ノズルの回帰直線について</u> .....           | 37 |
| <u>第6章ドライミスト装置の効果算定</u> .....             | 45 |
| <u>6-1 効果算定の前提</u> .....                  | 46 |
| <u>6-2 家庭用ドライミスト装置の効果予測</u> .....         | 46 |
| <u>第7章家庭用小規模噴霧型ミスト装置の冷却効果の検証</u> .....    | 47 |
| <u>第8章家庭用ドライミスト実践へ～名古屋歯科医院～</u> .....     | 54 |
| <u>8-1 設置に向けて</u> .....                   | 55 |
| <u>8-2 ドライミスト装置の設置</u> .....              | 55 |
| <u>8-3 設置の際の注意点</u> .....                 | 55 |
| <u>8-4 使用材料について</u> .....                 | 56 |
| <u>第9章次世代ポンプについて</u> .....                | 60 |
| <u>9-1 ポンプの遍歴</u> .....                   | 60 |
| <u>9-2 家庭用ミスト装置に使用するポンプの今後</u> .....      | 61 |
| <u>第10章まとめ</u> .....                      | 62 |
| <u>10-1 2006年の家庭用小規模噴霧型ドライミスト装置</u> ..... | 62 |
| <u>10-2 まとめ</u> .....                     | 63 |
| <u>参考文献・資料</u> .....                      | 71 |

## 第 1 章 研究背景・目的

### 1-1 研究の背景

ドライミストは、樹木の蒸散量（クスノキ林の蒸散量 7.5cc/分/m<sup>2</sup>）に相当する細かい水の粒を、低エネルギーで空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<sup>1</sup>が始められた。そして公共の場で初めて大規模に噴霧されたのは平成 17 年に開催された愛知万博で、グローバル・ループ等などに導入され、この時点で大規模装置としてのドライミストは完成している。

### 1-2 研究の目的

近年、『打ち水大作戦』<sup>2</sup>として夏季に都内を始めとして全国的に一斉に道路などに水を撒く事が行われている。そもそもの始まりは 2003 年夏、電力不足の心配と深刻化するヒートアイランド対策のひとつの試みとして、土木研究所（現独立行政法人）という研究機関が、水をまくことによって奪われる気化熱が気温を下げるという単純な“打ち水効果”に着目して行われたもので、理論上では都内で散水可能とみなされるエリアに、1 m<sup>2</sup>につき 10 ずつ水が撒かれたら外気温は 2℃下がると試算されている。ところが現状の都会では撒かれた 10/m<sup>2</sup>の水は大半が蒸発しないまま下水に流れ海に移動することになる。このようなことから大規模なドライミスト装置を気軽に使用できる安価な家庭用ドライミスト装置に変換出来ればより身近にヒートアイランド緩和に貢献出来るとして小規模家庭用ドライミスト装置を開発することとした。

---

<sup>1</sup>) 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」—そのコンセプトと初歩的検討—、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

<sup>2</sup>) 特定非営利活動法人 日本水フォーラム主催で、数十の団体が協力し、実施された 2006 年『打ち水大作戦』は 7 月 23 日正午に全国一斉に実施され、8 月 16 日にはパリでも行われた。

## 第2章ドライミスト装置の実用例

### 2-1 ドライミスト装置の設置に関して

#### 2-1-1 設置箇所について

2006年7月の時点でドライミスト装置が設置された場所は2005年愛知県で開催された『愛・地球博』<sup>1</sup>での導入を始め、いくつかの場所にある。特に2006年度は、東京でも2ヶ所に設置された。しかしこれらはすべて今回の家庭用を意識した小規模噴霧型ドライミスト装置ではない。

#### 2-1-2 ドライミストの噴霧条件

ドライミスト装置を設置する際、噴霧のON・OFFをコンピュータで制御し、噴霧開始条件は、気温28℃以上、湿度70%未満、風速3m/秒未満。降雨時や湿度が70%を越えると自動的に停止する。この理由は、屋内での定常状態の温度・湿度下における快適性についての研究結果<相対湿度75%までは気温が温冷感を決める>を参考にしている

#### 2-1-3 設置箇所の気候

2006年7月、8月の東京の天気は、7月前半は台風の影響で天気は雨中心であったが後半から天気が回復し、8月中は平年に比べ前線は日本付近に南下することが少なく、台風接近時を除いて、太平洋高気圧に覆われ晴れる日が多かった。その結果、東京だけでなく全国的に気温が高くなった。降水量に関しては8月を通して少なかったが、ドライミスト噴霧に関して最も影響が出る天気に関して8月中は、10日程雨の降る日あった。日照時間は、前線、台風や湿った気流の影響が小さかった北日本を除いた地域でとくに多かった。

実際7月、8月の62日間で、ミスト噴霧条件に適している日数は、40日ほどであったが、条件の整った日の噴霧では大いに活躍した。

---

<sup>1</sup>)2006年12月14日～16日に東京ビッグサイトで行われた『エコプロダクツ2006』の愛・地球博ブース内で小規模噴霧型ドライミスト装置の展示及び観測を行った。

## 2-2 愛・地球博（愛知県長久手会場）

### 2-2-1 愛・地球博について

2005 年、愛知県で愛知万博～EXPO 2005 AICHI JAPAN～が開催された。開催期間は 2005 年 3 月 25 日から 9 月 25 日までの 6 ヶ月間であり、開催中の最終公式入場者数は 22,049,544 人である。

ドライミストはこの万博開催中の夏季の暑さを和らげることとヒートアイランド対策の一環として初めて設置された。ミストと名の付く類似品もいくつかあったが、今回取り上げたドライミスト装置に関して言えば、万博会場内の 3 箇所

### 2-2-2 ワンダーサーカス館について

1 ヶ所目は、電気事業連合会が出展した「ワンダーサーカス電力館」の前庭部分及び約 300 m<sup>2</sup>のウェイティングスペースで、周辺の気温降下をもたらす為に、ノズル 6 個を放射線状に配置した蜘蛛型ノズルを前庭部分に 2 個とウェイティングスペース部分 15 個、合計 102 個のノズルを使用し、支柱上部から下向きに噴霧された。〈表 1〉

前庭部分に設置したノズルは他の蜘蛛型と異なり 6 個の放射線上に並んだ配管の先から更に小さな蜘蛛型の 6 個のノズルが並んでいるので 1 基で 36 個のノズルを使用している。つまり前庭には、2 基で 72 個のノズルを使用していることになる。

使用した水量は、通常の蜘蛛型ノズル 1 つに対し毎分 300cc の水を使用するので、ウェイティングスペースで 4500cc/分、前庭部分の 3600cc/分を合わせると全体で約 8100cc/分である。

### 2-2-3 オーストラリア館について

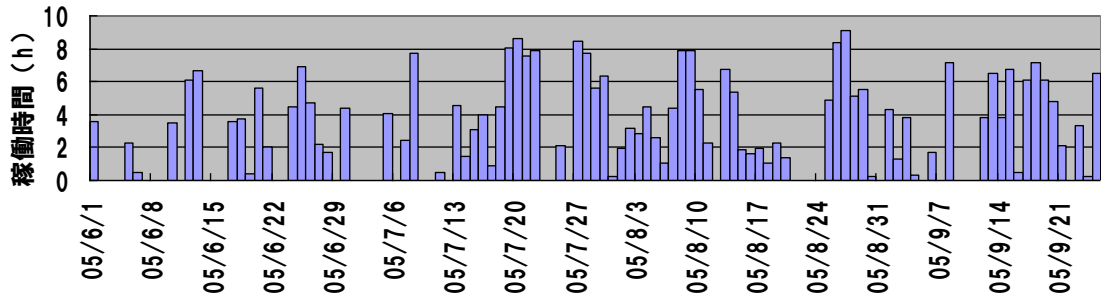
2 ヶ所目は、オーストラリア連邦が出展した「オーストラリア館」の入り口部分とレストランの軒下に設置された。

### 2-2-4 グローバル・ループについて

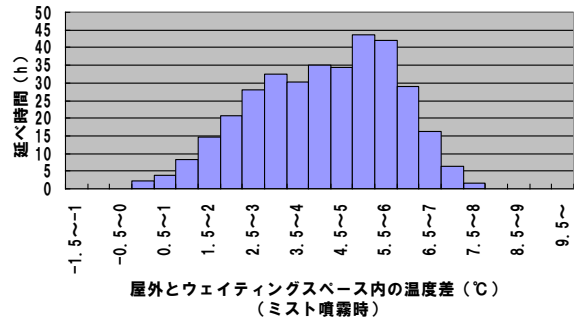
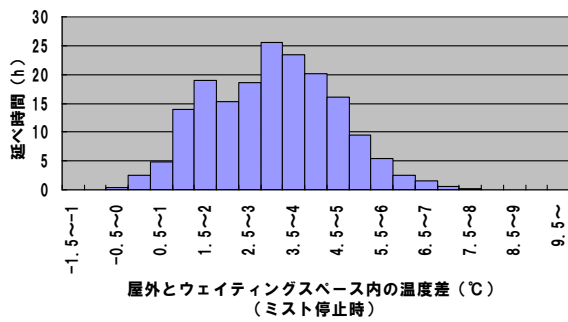
3 ヶ所目は、グローバル・ループと呼ばれる長久手会場を一周する全長 2.6km、幅は約 21m の空中回廊の 1/4 の部分で、設置されている場所〈図 1〉には回廊の両側にテント型の屋根が張り巡らされている。大きく分けて 4 つのブロックに分けられるが、使用水量は全体で 91.2 l/分、ポンプ使用消費電力は 20.2 kW である。この電力消費量は、比較対象をエアコンにとすると約 1/20 の電気量とされている。

<表 1. ワンダーサーカス館での運転実績と温度降下<sup>1)</sup>>

(稼働日は 81 日、1 日の稼働時間は噴霧日平均で 4.1 時間)



(ウェイティングスペース内と屋外の温度差のピークは、ミスト噴霧時で 3~4℃、ミスト停止時で 5.5℃。その差 2~2.5 度がミスト噴霧による効果)



<図 1. グローバルループでの噴霧の様子>

<sup>1)</sup> 侘なごミスト設計 2006 年度版 カタログ参照

## 2-3 六本木ヒルズ（66 プラザ）

### 2-3-1 設置規模について

東京では、2006年7月の中旬に初めて六本木ヒルズの敷地内にある半屋外空間である66プラザの一部に設置され8月頃から本格的に稼働が開始された<図2>。設置されたミストの規模は、蜘蛛形に配置された6個のノズルを合計9セット、ノズル計54個である。1つのノズルから出る水量は、毎分50ccであり、ノズル全体としては毎分2.7ℓの水を使用している。ミスト噴霧時の理想的な冷却面積はノズル一つで、約5㎡としている。

### 2-3-2 利用者に向けてのアンケート

8月27日、28日には六本木ヒルズ利用者を対象としたドライミストの温冷感に関するアンケートを実施した。年齢層は10代から60代、男女比1：2であったが結果として、90%の人が噴霧時の感想として、このままの状況が望ましいとしている。さらに快適かどうかに関するアンケートでも90%の人が、快適であるとしている。



<図2. 六本木ヒルズでの噴霧の様子>

## 2-4 秋葉原クロスフィールド

2006年7月に東京都千代田区にあるJR秋葉原駅前西側交通広場と秋葉原クロスフィールドの間に架かる「アキバ・ブリッジ」にドライミスト装置を設置した。装置の設置に関しては7月中旬から施工が始まり、8月から本格的な稼働が行われた。

設置位置は、エスカレーター上部に付いた屋根に配管を設置し、図3に示すように両脇にある支柱の間からエスカレーター利用者だけでなく、階段や交通広場の利用者も意識して3方向に対して噴霧された。

ノズルはエスカレーターの両側に取り付けられたものを併せて34個使用し、毎分1.7ℓの水を使用している。

この秋葉原に設置されたドライミスト装置は「冷んやりフト」という名称で打ち水大作戦の一環としてヒートアイランド対策としてキャンペーンなども多く行われた。

六本木ヒルズに設置されたドライミスト装置と同様に、ミスト装置の噴霧の有無は取り付けられた温度、湿度、風速、降雨を検知するセンサーが、あらかじめ設定した散布の規定値をすべて満たした場合に限り自動的にドライミストが3方向に噴霧される仕組みとなっている。天候、気温も考慮し、温度27℃以上、湿度70%以下で、雨はもちろん風の影響も受けやすいのでドライミストは風も無い状態で噴霧される。効果としては噴霧範囲内で2℃～3℃の気温降下が見込んでいた。



<図3. 秋葉原クロスフィールドでの噴霧の様子>

### 第3章 ドライミストの仕組み

#### 3-1 ドライミストと水の関係

ドライミストは、高圧ポンプで直接水を加圧し、特殊なノズルで約  $16\mu\text{m}$  の細かな霧にするもので、水量は、クスノキ林の夏季の蒸散量  $7.5\text{ml}/(\text{min}\cdot\text{m}^2)$  を基準としている。

ここで、出てくる  $16\mu\text{m}$  とは表 1<sup>1)</sup> に示すとおり微粒と呼ばれるレベルにあり、自然界では霧と同じとされているが、粒径にはかなり幅がある。

つまり、霧と同じということは、ドライミスト開発のコンセプトである「化粧落ちしない」ということでもある。

霧の水粒は雨粒に比べ非常に小さい、これは空気中の水分が飽和状態に達したために起こる現象なので、実際には雲とほとんど同じ現象である。定義的に地面に接しているか、していないか、の違いだけであるので、ドライミスト装置は、雲発生装置と、とらえることも出来るかもしれない。

<表 1. 粒径による霧の指標>

| 超微粒               | 微粒                      | 細霧                       | 中霧                       | 粗霧                  |
|-------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|
| $1\mu\text{m}$ 以下 | $10\sim 100\mu\text{m}$ | $100\sim 300\mu\text{m}$ | $300\sim 999\mu\text{m}$ | $999\mu\text{m}$ 以上 |
| もや                | 霧                       | 霧雨                       | しとしと雨                    | 雨や<br>スコール          |

<sup>1)</sup> この粒径の区分は、小規模噴霧型ドライミスト装置に使用しているノズルメーカー『霧のいけうち』を参考としている。

### 3-2 ドライミストと圧力

前提としてミストを作るのに一流体、二流体の方式がある。二流体方式の方が仕組みは簡単とされているが、エネルギー消費が大きいので選択できない。さらに一流体方式で圧力を下げられれば最良だが、現在のところそのようなノズルは存在しない。以上の点を踏まえて以下を記す。

そしてドライミストを噴霧するためには、大きな圧力を必要とする。その理由は、 $16\mu\text{m}$ の細かい水の粒をノズルから勢いよく噴出させるため、現在のミスト装置では60気圧(6MPa)もの高い圧力必要とする。60気圧の力は、家庭の中で使うにはとても大きい。 $1\text{cm}^2$ の面積に60kgの力が加わっているわけで、たとえホースから60気圧の力を持った水を指で押さえて止めようなどしても到底、人間の力で止められない。普段使用する水道の蛇口を捻ることで出る水の圧力は、約2~3気圧(0.2~0.3MPa)程度なのでドライミスト装置に使用する圧力が、いかに大きなものなのかがわかる。

加圧の際の問題点は、どのようにして水に力を加えるか?で、いくつかの試行錯誤の結果、1流体と2流体方式のうち、1流体方式を使用するに至った。

1流体方式と2流体方式の比較に関しては、表2より省エネルギーの問題などからも、前者の方式を使用することとなった。

ちなみにミスト粒径である $16\mu\text{m}$ は現在のところ、一貫して統一された粒径測定方法は決められておらず、今回のドライミストに採用しているノズルに関しては、He-Neレーザーを用いたフランホーヘル解析法で粒径分布を求め、平均粒径としてザウター平均値(総体積/総表面積): $16\mu\text{m}$ とし表している。

<表 2. 1 流体方式と 2 流体方式について>

|  |
|--|
| ○1 流体方式  |
| 仕組   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・液体(水)を直接加圧しノズルから水を押し出す</li> </ul>                |
| メリット   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・2 流体方式よりもエネルギー消費量が約 1 / 1 0</li> </ul>           |
| デメリット  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・ポンプのような圧力を加える動作の発停時に、ノズル先から水がボタ落ちする</li> </ul>   |
| ○2 流体方式  |
| 仕組   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・霧吹きと同じ原理</li> <li>・液体(水)と気体(空気)を混合させる</li> </ul> |
| メリット   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・容易に細かい粒径のミストが作れる</li> </ul>                      |
| デメリット  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・コンプレッサー(空気圧縮機)を使用することで、エネルギー消費量が大きくなる</li> </ul> |

### 3-2 気温降下の仕組み

ドライミストを利用して周辺の温度を下げる原理は、気化にある。以下の①から③の流れで気温降下を発生する。

①ドライミスト装置を利用して  $16\mu\text{m}$  の細かい水の粒子を空気中に散布する。

↓

②細かい水の粒子は、周囲から気化に必要な熱エネルギー(気化熱)を奪って気化する。

↓

③エネルギー(気化熱)を奪われた周囲の空気はその分、温度が降下する。

この流れで気温降下が発生するがこれは、日々誰もが経験している人間が汗をかくことで気化が発生し、人間の体を冷やしている、原理と同じことである。他にも森の木々が蒸散することで森の中が涼しくなることも同じであり、この事を利用して木々の蒸散という必要な部分だけを効率よく利用しているのがドライミスト装置である。

特に東京などの都会では、極端に地面や森林が少ないので本来期待する木々の蒸散による冷却が少ない。

さらに森林の量に反比例して車の排気熱が異常に多いし、日射で熱せられたコンクリートが夜間に熱を発し、エアコンの排熱が大量に出て、夜でも気温が下がらないこともある。このような郊外に比べて都心部が島のように高温になる現象をヒートアイランド現象と呼ばれ近年、屋上緑化や壁面緑化や高反射率塗料など、多くの対策<sup>1)</sup>がなされている。

これらの対策の中でドライミスト装置は、既存の大規模な装置では街の中に森の代わりとなる代替の装置として完成しているが、もし小規模化することが可能になれば、近隣の住宅のベランダにも手軽にドライミストという名の樹を作ることが出来る。庭に小規模噴霧型ドライミスト装置を設置することは可能だが、庭には実際に樹を植えた方が良いので、このドライミスト装置の主とする狙いは集合住宅のベランダとしている。

---

<sup>1)</sup> 東京都で行われている『東京都のヒートアイランド対策』は2002年「都内気象観測」(METOROS)から取り組みが開始された。

### 3-3 大規模ドライミスト装置の制御システム

#### 3-3-1 制御システムの必要性

愛知万博をはじめ、2006年2月までに設置されたドライミスト装置には、必ず自動制御システムのような制御盤が、一緒に設置されている。この制御盤<図1～図3>は、ドライミストシステムの発停及び外気温の変化によるミスト噴霧の有無を判断し、すべてのデータや操作はパソコンによる遠隔操作を行うことで対応している。

前述の通り、屋内での定常状態の温度・湿度下における快適性については、すでにASHRAE (Koch ほか、1960) などの研究成果 (相対湿度75%までは気温だけが温冷感を決める) がドライミストの開発にあたって使用されていて、最もミストの気温降下が効果的に働く27℃以上、湿度70%以下になると自動的に噴霧されるように制御され、また気温が下がると自動的に停止する。

この制御は、公共の場や企業などの敷地内でドライミストを噴霧しようとする際、自動制御が可能でなければ無駄に人が管理しなければならず、イニシャル・コストが多少あがっても、その分ランニング・コストが下げるために付けざるを得ない。



< 図 1. 温湿度計 >



< 図 3

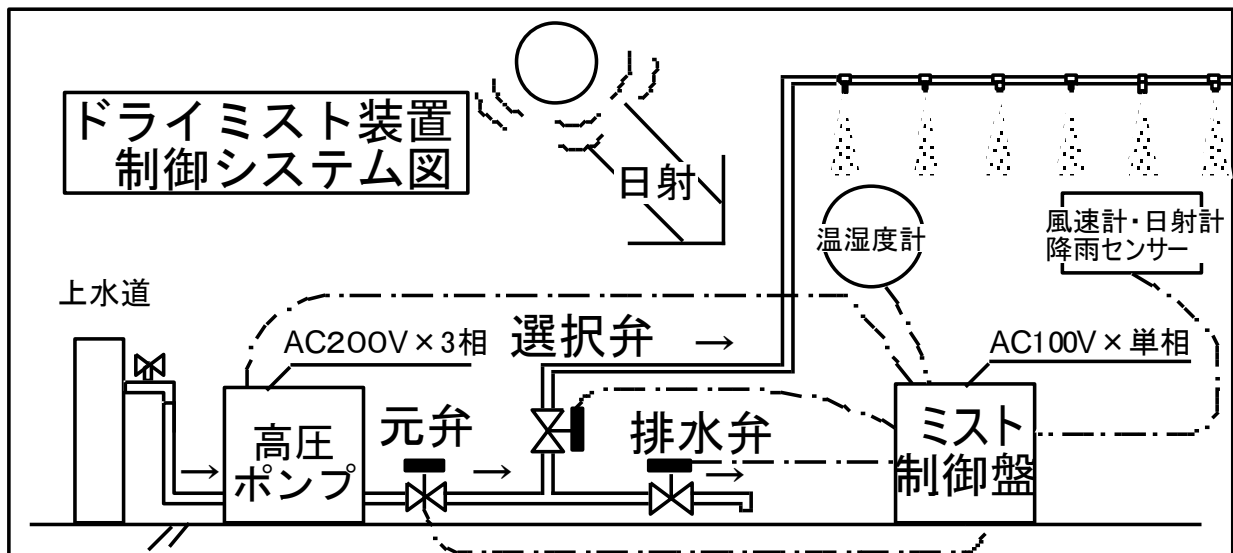
部 図 2. 遠隔操作パソコン >

### 3-3-2 ドライミスト制御システム

全体のシステムに関しては図4に示した通りで、周囲の気温と湿度が噴霧条件に達した時、上水道の蛇口から0.2~0.3MPa程の圧力で出た水は、まず常用圧力ホースを通過し、高圧ポンプの中に入る。ポンプの中では自動的に水量を調節されて、ノズルの数に合った必要な量の水だけ高圧配管を經由し元弁、選択弁を通して最終的にミストノズルの先から約6MPaの圧力で押し出される。

そして噴霧されたミストは、空気中に撒かれると気化をするために、周りから熱を奪う。その結果周囲の温度は下がり始める。この際、温湿度計は、ドライミスト噴霧エリア内、外部にそれぞれ設置されているので、エリア外の気温か湿度が噴霧条件から外れると、ドライミスト装置は自動的に停止する。

これまでは大規模噴霧型ドライミスト装置のシステムを説明したが、実際にドライミスト装置をスケールダウンして家庭用へ適用する際は、本研究で家庭用と想定する価格で考えた場合、制御盤を組むことが現段階では出来ない。つまり目標となる小規模噴霧型ドライミスト装置はこれらの制御装置をなくした上で噴霧できるように開発しなければならないことが判断される。



<図4. ドライミスト装置のシステム図>

## 第4章 家庭用ドライミスト装置の材料選定

### 4-1 材料について

家庭用へのドライミスト装置の適用に関しては、大規模噴霧型ドライミスト装置から家庭用小規模噴霧型ドライミスト装置にスケールダウンすることは勿論の事、噴霧した際の冷却効果も同程度の性能を維持しなければならない。

### 4-2 ドライミスト装置の小型化

大規模噴霧型ドライミスト装置から家庭用小規模噴霧型ドライミスト装置への小型化に関しては、ドライミスト装置の材料の選定が必要となる。

装置に必要な材料は高圧ポンプ、高圧配管、高圧継ぎ手、高圧ホースとドライミストを噴霧するミストノズルなどが挙げられる。これらを1つずつ家庭用にあつた材料にしていかなければならない。その際の問題点を以下の通りである。

噴霧の際、60気圧（6MPa）の高圧力を使用しているため、この圧力に耐えうる配管を用意しなければならない。さらに既存の大規模噴霧型ドライミスト装置は、不測の事態を予想してシステムが設計されているため配管が太く、SUS製素材で外径17mm程ある。これをそのまま家庭用に適用すれば大掛かりな工事の必要性が出てくる。

大規模噴霧用に用いられる高圧ポンプは、その名の通り広範囲の噴霧を目的としているため、水量も膨大である。愛知万博グローバループに設置されたドライミスト装置を例に挙げると、設置されたミストノズルの総数は、576個であり、使用水量は1728ℓ/hにもなり、その分消費電力も過多となる。当然、家庭用に適用できるわけもなく、家庭用にあつたポンプを使用する必要がある。その他、家庭で使用するにあたりポンプ騒音も考慮しなければならない。

高圧ポンプからノズルへ水を供給する際に、水を通る高圧ホースの問題がある。基本的に高圧ポンプと同じように、家庭用に合った、サイズと価格を検討する必要がある。

#### 4-3 ミストノズルについて

既存の大規模噴霧型ドライミスト装置に使用しているミストノズル<sup>1</sup>は噴霧水量が50ml/minである。噴霧水量に関しても、ベランダなどの障害となる日用品がすぐ近くにあることが予想される家庭での設置を考慮すると、50ml/minでは流量が多いという懸念も出てくる。

価格の面でも既存のドライミスト装置に使用しているミストノズルは高価であり、低予算での設置を想定する家庭用としては不向きである。

以上の面を考慮して用意したミストノズルは4種類〈図2〉あり、それぞれ水量が異なっている。

各々のミストノズルの性能(表3)より、大規模噴霧型ドライミスト装置に使用しているミストノズルともっとも性能が近似した KBN80031(青)を家庭用に用いることとした。このノズルは既存のミストノズル40ml/minの

しかし、KBN80031(青)以外の3種類のうち KBN8022(紫)に関して実際の噴霧の際、ミスト粒子径が大きすぎると感じるものの、その他に関しては時と場合で使い分けることも考えられる。例えば、2階3階の比較的高い位置から道路に向けての噴霧する際には KBN80031 使用時のような細かい霧では、地上(一階部分)に達するまでに蒸発してしまい冷却効果を感じる事が難しいが、KBN80063 や KBN80125 のような粒径では地上部分も効果的に冷えるのではないかと感じられた。

---

<sup>1</sup>) 従来のドライミスト装置に使用しているドライミストノズルは、能美防災㈱社製で水量50ml/min、粒径は6MPaでの噴霧の際16μm。



<図 2. 霧のいけうち社製 高純度アルミナセラミックスプレーノズル>  
 左から順に  
 KBN80031 (青), KBN80063 (赤), KBN80125 (緑), KBN8022 (紫)

<表 3. いけうち社製ミストノズルの性能>

| 型番                | KBN80031 (青) | KBN80063 (赤) | KBN80125 (緑) | KBN8022 (紫) |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| 水 量<br>(ml/min)   | 40           | 95           | 193          | 335         |
| 粒子径<br>( $\mu$ m) | 16           | 25           | 36           | 43          |

#### 4-4 家庭用ポンプの選定

前述の通り既存の高圧ポンプをスケールダウンし、家庭用高圧ポンプへ適用させることが出来なければ、小規模噴霧型ドライミスト装置の完成とは言えない。その際の懸念事項は次の点である。

水量に関して、家庭用としての利用を考慮した場合、既存の大規模噴霧型ドライミスト装置の水量より数10分の1の値ではならなくてはならない。

小規模噴霧型ドライミスト装置を家庭に設置する場合、設置場所がベランダの場合、40ml/minのノズルを4個使用するとしている。

その際の総水量は200ml/minであり、そのため高圧ポンプの水量もその程度であることが望ましい。騒音に関しても家庭での使用を考慮し、出来るだけ騒音レベル<表4>を抑えたものにする必要がある。

消費電力に関して既存の大規模噴霧型ドライミスト装置では、噴霧する範囲が広範囲であることで、ミストノズルの数が必然的に多くなりその分、高圧ポンプの性能を存分に活用するため消費電力の面でも効率がよくノズル1つあたりの消費電力が10W程度と低くなっている。

○上記の問題を順に解決することで家庭用へ適用させる。

まず小規模噴霧型ドライミスト装置に使用するポンプとして初期の段階で用意したのは、RYOBI社製高圧洗浄機であるAJP-80A<図3>で、吐出圧8.2MPa、水量6.0l/minのポンプであった。ポンプ近傍での騒音レベルは90dbと家庭用としては不向きであるといえる。消費電力は1400W、家庭用ドライミスト装置として設置するノズル4個から算出するノズル1個の消費電力は350Wである。目標となるノズル1個当たり10Wと比較しても35倍の数値である。

このポンプを利用したドライミスト噴霧は問題はなかったが、使用吐出圧以外の面すべて課題が残る結果となった。

次に使用したポンプは同社製AJP-2000<図4>で、吐出圧8.2MPa、水量3~7l/min(範囲内での水量調節可能)、消費電力1500Wのポンプで、ポンプ近傍での騒音レベルは85dbであった。前回のAJP-80Aとは、吐出圧の面では同一であるが、水量が調節によって半分となる3l/minに、抑えることが出来た。騒音レベルは5dbほどしか抑えることが出来なかった。消費電力はAJP-80Aより値が高くなり、ノズル1個当りの消費電力が375Wに上がった。これらの両製品は同社の製品であり購入時には、8mほどの高圧ホースが付属され家庭用小規模ドライミスト装置として設置の際は、このホースを最大限に使用することで購入する

高圧ホースを減らすことが可能となる。

2006年9月まではこの高圧洗浄機 AJP-2000 を家庭用小規模ドライミスト装置として利用した。

<表 4. 騒音レベルについて1>

| 騒音の程度    | 騒音レベル | 騒音の程度例                       |
|----------|-------|------------------------------|
| 会話不可能    | 120dB | 最大可聴値<br>航空機のエンジン近く          |
|          | 110dB | 工場サイレンの近く                    |
|          | 100dB | 列車が通過する時の高架下                 |
| 会話困難     | 90dB  | 機械作業場、空調機械室、印刷工場内            |
|          | 80dB  | 交差点、マーケット、国道                 |
|          | 70dB  | 劇場、銀行のロビー、騒がしい事務所            |
| 楽に会話ができる | 60dB  | レストラン、大きな商店、ホテルのロビー<br>普通の会話 |
|          | 50dB  | 劇場、映画館の観客のざわめき               |
|          | 40dB  | 一般の住宅(平均値)                   |
|          | 30dB  | ラジオ放送スタジオ                    |
|          | 20dB  | 木の葉がすれ合う音                    |
|          | 10dB  | ささやき声                        |
|          | 0dB   | 最小可聴値                        |

i)  
ht



<図 3. 高圧洗浄機 AJP-80A の外観>



<図 4. 高圧洗浄機 AJP-2000 の外観>

4-5 高圧配管の選定

小規模噴霧型ドライミスト装置を開発するに当たり、既存の大規模噴霧型ドライミスト装置同様の強度のある配管を使用する必要がある。ドライミスト装置に使用する圧力は前述通り 60 気圧 (6MPa) であり、一般家庭で使用する水道の圧力 2～3 気圧 (0.2～0.3MPa) のを考えれば約 30 倍にもなる。

小規模噴霧型ドライミスト装置の配管に使用するのであれば、安全性を考えて 6 MPa の 1.5 倍の許容圧力を必要とする。想定とする配管の許容圧力として 10.0 MPa 以上を目標とした。

最終的に小規模噴霧型ドライミスト装置として用意した配管は、Swagelok 社製の SUS316 製耐高圧配管<図 5>であった。

許容圧力は 50 MPa 以上でドライミスト装置として使用するには耐圧の面では申し分なく、さらに既存の配管の外径は 17 mm、Swagelok 社製配管の外径 6.4 mm で、二つの配管の外径を比較して外径差が 10.6 mm 程度で十分な軽量化と小型化<図 6>が図ることが出来た。

加えて Swagelok 社製の配管は、加工性にも富んでおり、同社製のチューブベンダー<図 7>とチューブカッター<図 8>を使用することで、配管を捻じったり曲げたり、使用用途に合わせた長さに切りそろえることが容易に行うことが出来た。これらの配管を利用し、作り上げた小規模噴霧型ドライミスト装置の配管<図 9>は、家庭での使用時に手摺への設置を想定して製作を行った。

※配管及び高圧継手などネジを使用する工程においては例外なしに、ネジ山の保護と水漏れ防止のためにシールテープを使用した。



< 図 5 . Swagelok 社製 SUS 製配管 >



< 図 6 . 既存の配管と Swagelok 社製配管との比較 >



< 図 7 . チューブベンダー >



<図 8. チューブカッター>



<図 9. Swagelok 社製配管を利用した直列型ノズル配管>

#### 4-6 高圧継手の選定

高圧配管同様に、高圧継手も小規模噴霧型ドライミスト装置には必要となってくるが、10MPa以上の耐圧を想定しているので、JIS規格 JIS G 3459を参考としS80の肉厚のあるSUS製継手を用意した。

今回小規模噴霧型ドライミスト装置を製作するに当り必要な継ぎ手<表5>として、三方向に配管を繋げるT型のチーズ<図10>、オスネジ同士の配管を繋ぎ合わせるためのニップル<図11>、配管の繋ぎ合わせの角度を変えるエルボ<図12>、異径配管を繋ぎ合わせるブッシング<図13>を用意した。

<表5. 小規模噴霧型ドライミスト装置に使用した高圧継手>

| 品名            | 材質     | 呼び径         | 管厚  | 使用用途        |
|---------------|--------|-------------|-----|-------------|
| 捻じ込み型『チーズ』    | SUS304 | 1/4         | S80 | 配管を二方向に分ける  |
| 捻じ込み型六角『ニップル』 | SUS304 | 1/4         | S80 | メスネジ同士を継ぐ   |
| 捻じ込み型『90℃エルボ』 | SUS304 | 1/4         | S80 | 配管を90℃に曲げる  |
| 異径『ブッシング』     | SUS304 | 1/4<br>→1/8 | S80 | 異径サイズの配管を継ぐ |



< 図 10. チーズ 1/4 (SUS 製) >



< 図 11. ニップル 1/4 (SUS 製) >



< 図 12. 90°Cエルボ 1/4 (SUS 製) >



< 図 13. ブッシング 1/4 (SUS 製) >

4-7 高圧ホースについて

ドライミスト装置に使用するホースはその他の配管同様に、基本的に 6MPa 対応の高圧ホースを使用しなければならない。小規模噴霧型ドライミスト装置を使用し始めた 2006 年 7 月頃、6MPa 対応の高圧ホースとして共栄産業株式会社製『KYOU EI ETERNA 高圧ホース』〈図 14〉を使用し、このホースの素材はゴムであった。この高圧ホースを選んだ意図としては、21MPa まで耐圧であったことと、価格が他社のものと比べ低価格だったためである。

しかし、噴霧を重ねるにつれて問題を見つけ使用を止めた。その理由として、使用した高圧ホースは適用流体が一般鉱物系作動油であるためホースの製造の際、金具を留めたりするのにすべりを良くする為の油を使用する。その結果、初めて使用する際や使用初期段階で、よくホースを洗浄しなければ油の臭いが中を流れる流体に移る。さらに内面、外面ともに耐油性合成ゴムを使用していることもあり、ミスト噴霧を終え、水を抜かずに放置すると翌日の噴霧再開時にはたちまち異臭を放ち、小一時間程水を出し続けないと匂いが取れないこともあった。

このような理由から新しく変わる高圧ホースとして、同社製『テフロン シグマフレックス』〈図 15〉を使用し始めた。このホースを選らんだ理由としては、表 6 からも分かるように、さまざまな改善点が望むことが出来る。ホース外径が 5 mm も小さくなり、そのため重量も既存のもの半分のようになった。そうでありながらもスペックはほぼ変わらず、万全の策をとっても常用圧力 10.5MPa あればドライミスト装置用ホースとして耐圧は十分なので支障はないと考えられる。

さらに最大の使用理由は、テフロン製高圧ホースは製造の際に、製造過程で石鹼水を使用しているため、同工程で油を使用していたゴム製高圧ホースよりは臭い及び人体の影響の面で優れていると考えられる。



< 図 14. 『KYOUEI ETERNA 高圧ホース』 >



< 図 15. 『テフロン シグマフレックス』 >

< 表 6. 両ホースの性能比較 >

| 共栄産業株式会社                   | KYOUEI ETERNA<br>高圧ホース | TEFLON<br>シグマフレックス |
|----------------------------|------------------------|--------------------|
| 呼称                         | 4R1                    | M-4                |
| 内径(mm)                     | 6.3                    | 4.7                |
| 外径(mm)                     | 13.2                   | 8                  |
| 径 (inch)                   | 1/4                    | 1/4                |
| 常用圧力(kgf/cm <sup>2</sup> ) | 210                    | 210                |
| 最小破壊圧力(PSI)                | 1050                   | 1050               |
| 最小曲げ半径(mm)                 | 65                     | 50                 |
| 重量(g/m)                    | 200                    | 100                |
| 適用流体                       | 一般鉱物系作動油               | 蒸気、食品、ガス、薬品        |

4-8 タンクについて

既存の大規模噴霧型ドライミスト装置を使用の際は、使用水量の需要と供給のバランスが調整されることで、ほぼ水量過多による余剰水の心配は出てこない。(ここでいう余剰水とは、ポンプの持つ吐出水量の能力に対し、実際に使用する水量が少ないために発生する吐出水量と実際の使用水量の差分の水、と定義する。)しかし、家庭への適用となった場合前述の通り高圧洗浄機 AJP-2000 を使用することにより、水量の過大と言われる問題が出てくる。

例えば、使用する高圧洗浄機(AJP-2000)の水量が3～7ℓ/minの間で調節可能であるが、最小水量の3ℓ/minに設定しても、一戸の家庭用として使用されるノズル4個の総水量160ml/minから考えて、毎分2840mlの余剰水を出すこととなる。この余剰水をドライミスト装置使用中、常に排水として処理すれば、無駄な量の水を使用することになり環境の面でおざなりなドライミスト噴霧となってしまう。そこで家庭用小規模噴霧型ドライミスト装置として高圧洗浄機の吐出性能の限界を考慮し、ポンプと水道の間にポリエチレン製のタンク<図16>を設置することで、水量過多で起こる水の無駄を省くこととした。

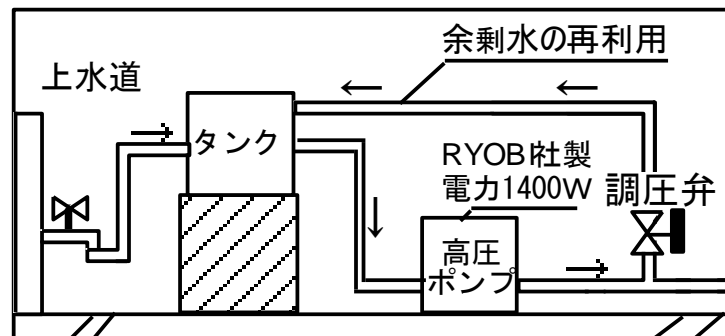
原理としてはポンプから毎分3ℓ出る水のうち2840mlを圧力調整弁の手前でタンクにリターンさせる方法<図17>をとった。リターンした水は再度ポンプに供給する水の一部として繰り返し使用される。

後述の名古屋市の歯科医院に設置した小規模噴霧型ドライミスト装置に使用したタンクの容量は20ℓだが、このタンクを利用するに当り懸念事項として水道から供給される水を、一旦タンクを介してポンプに供給する際、タンク内の水を一定量で保つ必要がある。

その懸念に対する改善策としてトイレのタンク内に使用されているボールタップ<図18>を使用した。このボールタップを小規模噴霧型ドライミスト装置のタンク内に使用することで、タンク内には一定量の水で満たされ、使用した水量分だけ水道から供給される装置となった。



<図 16. 使用したポリエチレン製タンク>



<図 17. 余浄水の再利用のシステム図>



<図 18. 水量調節用ボールタップ>

第5章ミストノズルの流量に関する測定

## 5-1 測定の前提条件

家庭用装置でドライミストを噴霧する際、単純に市販されている無数の種類のノズルから単純に選ぶだけでは、ドライミストを噴霧することは出来ない。以上のことに関しては、前章のミストノズルの選定についてで、論じたとおり、対応圧力と価格の面で考慮する必要がある。

家庭用のミスト装置を使用した際、愛知万博で使用した装置のような大規模なドライミスト装置と同等な冷却効果を期待するのであれば、ノズルに関しても同じような性能を持たせなければならない。

その考えの上で、使用したのが A 社のノズル (KBN80031) だが、このノズルを家庭用として広めるために、そのドライミスト装置使用時の水量などの特性を知る必要があった。

測定では、8 個の同型ノズル (KBN80031) に No1~No8 までナンバーリングをつけ、各々を測定することとした。

圧力は、6MPa から 0.5MPa 刻みで 3.0MPa まで 7 段階に変化させ、ノズル先での水量を測定した。測定結果から導き出される特性曲線によって、電源の不安定時やその他の圧力が一定でない状況のときでも使用した水量をあらかじめ検討することも可能となる。

## 5-2 測定概要

### 5-2-1 目的

今回の実験の対象としたノズルは、『いけうち青ノズル (KBN80031)』である。KBN80031 は後述の名古屋歯科プロジェクトでも使用しているが、2006 年 10 月の時点で水量に関する詳しい資料が無かったので、今後このノズルを家庭用ドライミスト装置のノズルとして使用する目安として測定を行った。

### 5-2-2 測定圧力

『いけうち青ノズル』を使用する際、辻本研究室では電源不安定の理由から 5.5MPa で噴霧しているが、今回は大規模噴霧型ドライミスト装置の設定圧力である 6MPa から 0.5MPa 刻みで 3.0MPa まで 7 段階に分けて測定した。

### 5-2-3 測定日の天候

2006 年 10 月 31 日 (火曜日) に行った実験だが、気象庁のその日の日中 7 時から 18 時までの東京の天気及び詳細は表 1. 表 2 にある通りである。

<表 1. 2006 年 10 月 31 日（火曜日）の気候詳細>

| 平均<br>現地<br>気圧<br>hPa | 平均<br>海面<br>気圧<br>hPa | 平均<br>気温<br>℃ | 最高<br>気温<br>℃ | 最低<br>気温<br>℃ | 平均<br>相対<br>湿度<br>% | 平均<br>風速<br>m/s | 降水量<br>mm | 日照<br>時間<br>(時間) | 全天日射<br>量日合計<br>MJ/m <sup>2</sup> | 天気<br>概況<br>(昼) |
|-----------------------|-----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|-----------------|-----------|------------------|-----------------------------------|-----------------|
| 1016.4                | 1020.7                | 18.7          | 21.9          | 17            | 63                  | 3.4             | --        | 6.5              | 12                                | 晴               |

<表 2. 2006 年 10 月 31 日（火曜日）7：00～18：00 までの気候詳細>

|      | 現地<br>気圧 | 海面<br>気圧 | 気温   | 相対<br>湿度 | 風向  | 風速  | 日照<br>時間 | 全天日射量<br>日合計      |
|------|----------|----------|------|----------|-----|-----|----------|-------------------|
| 時刻   | hPa      | hPa      | ℃    | %        |     | m/s | 時間       | MJ/m <sup>2</sup> |
| 7 時  | 1016.8   | 1021.1   | 17.3 | 67       | 北   | 1.5 | 0.3      | 0.14              |
| 8 時  | 1017.5   | 1021.8   | 17.6 | 63       | 北北東 | 3.2 | 0.3      | 0.44              |
| 9 時  | 1017.8   | 1022.1   | 18.5 | 61       | 北東  | 4.7 | 0.3      | 0.9               |
| 10 時 | 1017.9   | 1022.2   | 19.2 | 63       | 東北東 | 3.4 | 0.6      | 1.29              |
| 11 時 | 1017.5   | 1021.8   | 19.7 | 59       | 北東  | 3.4 | 0.6      | 1.79              |
| 12 時 | 1016.7   | 1021     | 20.6 | 52       | 東北東 | 3.6 | 0.8      | 2.08              |
| 13 時 | 1015.9   | 1020.2   | 21.3 | 47       | 東   | 3.6 | 0.9      | 1.99              |
| 14 時 | 1015.8   | 1020.1   | 20.6 | 51       | 東   | 4.9 | 0.9      | 1.64              |
| 15 時 | 1015.9   | 1020.2   | 20.9 | 51       | 東南東 | 3.7 | 1        | 1.13              |
| 16 時 | 1016.3   | 1020.6   | 20.2 | 57       | 東北東 | 4.8 | 0.8      | 0.58              |
| 17 時 | 1016.5   | 1020.8   | 19.5 | 58       | 東   | 4.5 | --       | 0.05              |
| 18 時 | 1017.2   | 1021.5   | 18.8 | 63       | 東   | 3.2 |          | 0                 |

①. 対象：いけうち青ノズル（KBN80031） 8 個を用意。〈図 1〉

②. 配管系：ノズルを 4 つずつ直列に配置した Swagelok 社製ステンレス配管を二本配置し、ポンプは「RYOBI AJP-2000」（消費電力 1400W 吐出圧 2～8.2MPa 水量 3～7L/min）を使用

③. 流量：測定する圧力ごとに各ノズル先で 2 分間ずつ水を採取し、メスシリンダー〈図 2〉で数値を読み取る。この際、ノズル先から直接メスシリンダーに水を溜めるのだが、ミストが隙間から漏れるのを避けるため薄いビニール製のシートをメスシリンダーに被せた。シートについた水滴はコマゴメピペット〈図 3〉を利用し、採取した。

④. 測定値の処理：各圧力ごとに測定した 8 個のノズルの 1 分間の水量を、データとした。

※測定は、定常状態（圧力一定）で行った。ただし、測定時の蒸発は考慮していない。



< 図 1. 測定に使用したミストノズル (KBN80031) >



< 図 2. メスシリンダー (容量 100ml 誤差  $\pm 0.50$ ml ガラス製) >



< 図 3. コマゴメピペット (ガラス製) >

### 5-3 測定結果の考察

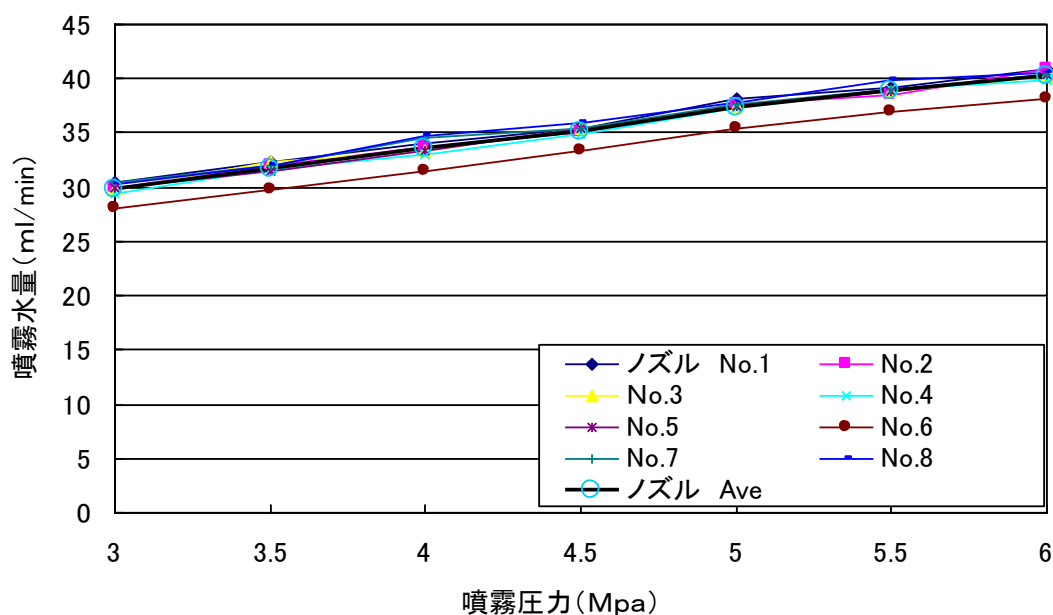
### 5-3-1 各ノズルの水量について

水量測定の結果<図 4~12>より、使用圧力 6 MPa の際、安定して約 40 ml/min の水量を吐出出来ることが分かる。

導いた数値は、本来の 6 MPa でのいけうち青ノズルの設定値であるノズル水量毎分 40 cc に対して、±1~2%の誤差に納まる結果となったので、噴霧の際の水の採取方法としては適当と言える。結果から得られた数値より最小二乗法を用いて表した回帰直線を見ると、No. 6 のグラフのみ他のグラフよりもノズル定数が低いのは実験値での水量が他のノズルよりやや少ないのでその影響が出たといえる。

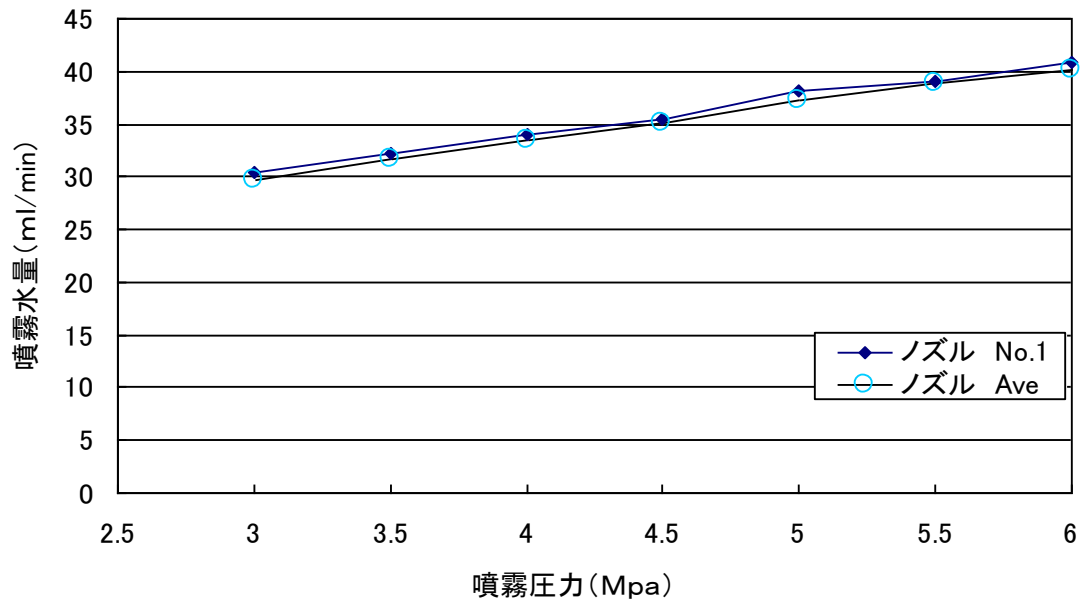
No. 6<図 10>のノズルが 6 MPa で噴霧されている際の水量は 38.2 ml/min(実験値)、メーカー設定値である 40 ml/min との誤差は 4.5%、しかしメーカーの設定誤差は±5%であるので許容範囲内のデータと言える。さらに 8 個のノズルにおける流量と(圧力差)<sup>1/2</sup>の相関について調べたが、No. 1 から No. 8 まですべて相関係数 0.99 以上という値が示され、強い正相関関係が示された。No 6 に関してはグラフ A に示されている通り他のノズルに比べて数値のずれが(設定誤差±5%の範囲内: 4.5%)があるものの相関関係においては、相関係数 0.998 ともっとも強い正相関が示され、No. 6 ノズルでは何らかの理由で他のノズルに比べて流量は減っているものの、流量∝(圧力差)<sup>1/2</sup>の関係は保たれていると判断できる。

いけうち青ノズル(KBN80031) 圧力別ノズル吐出推移



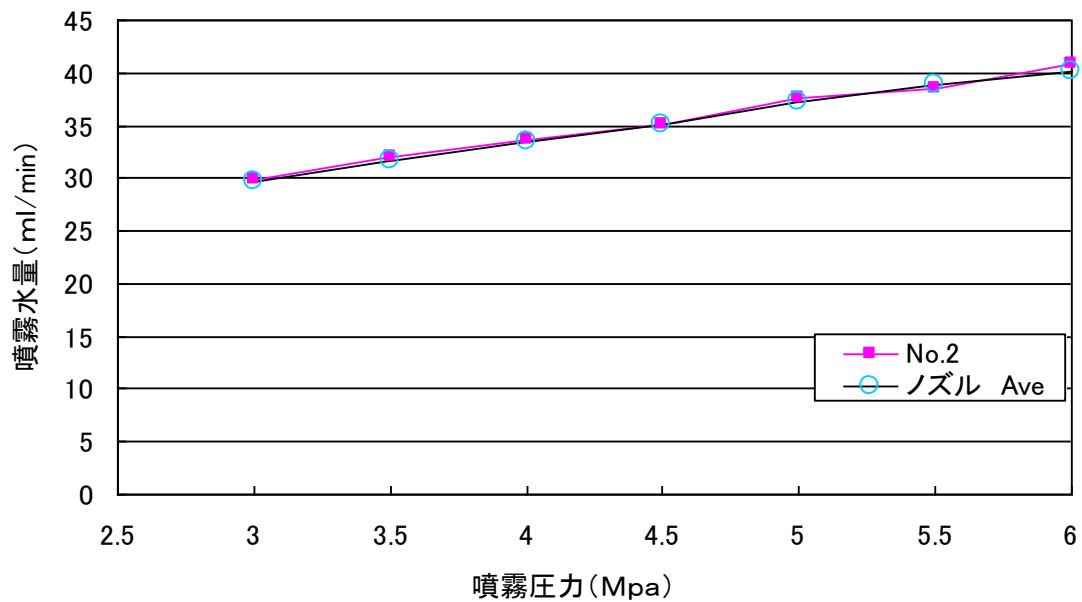
<図 4. いけうち青ノズル (KBN80031) 圧力別吐出推移>

いけうち青ノズル(KBN80031) 圧力別ノズル吐出推移(No.1)



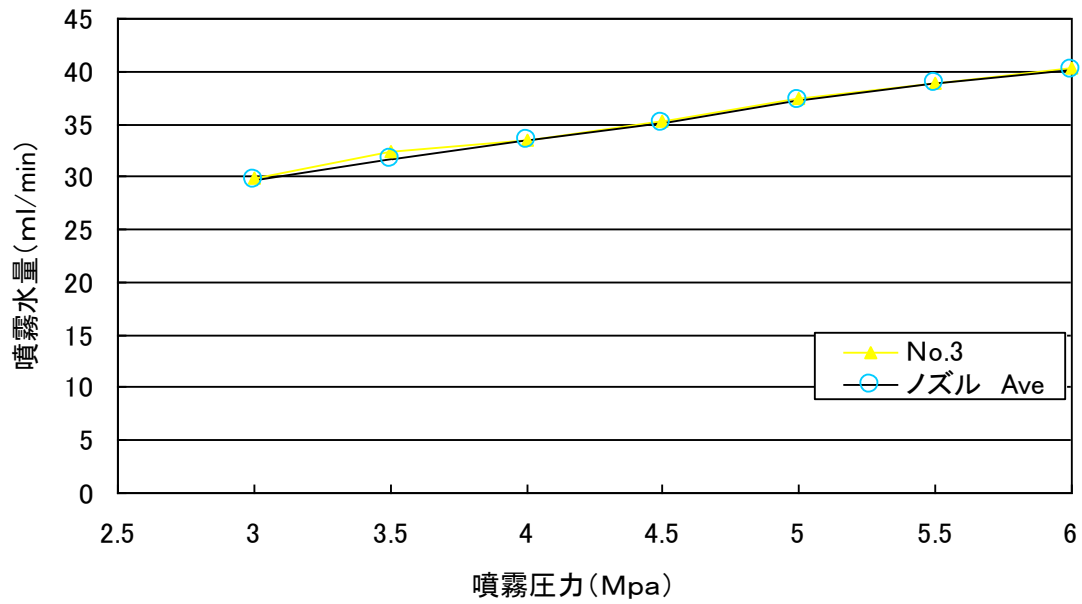
<図 5. いけうち青ノズル (KBN80031) 圧力別吐出推移<No. 1>>

いけうち青ノズル(KBN80031) 圧力別ノズル吐出推移(No.2)



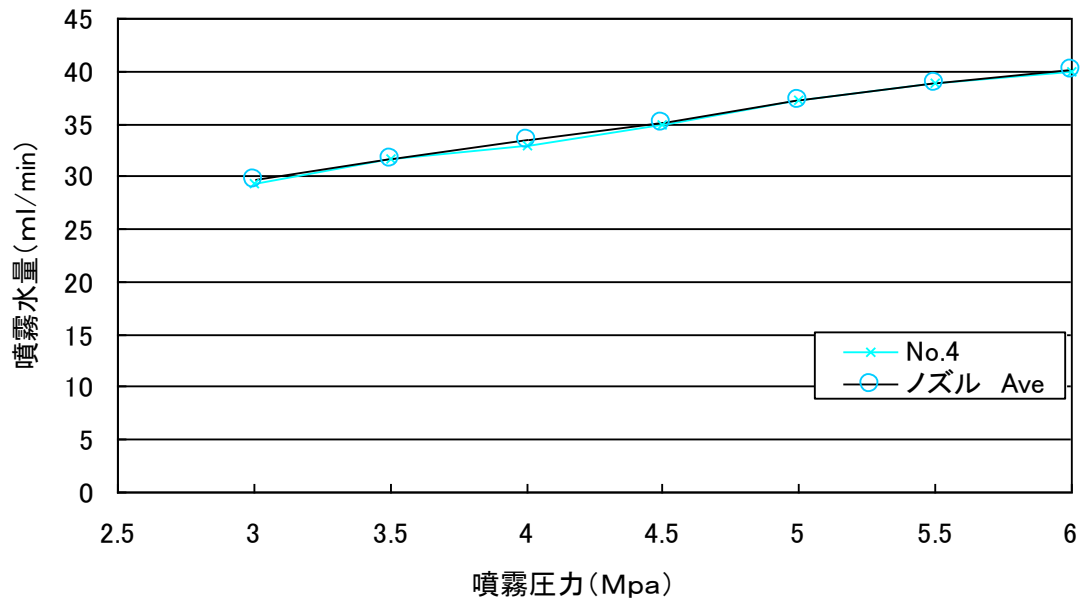
<図 6. いけうち青ノズル (KBN80031) 圧力別吐出推移<No. 2>>

いけうち青ノズル(KBN80031) 圧力別ノズル吐出推移(No.3)



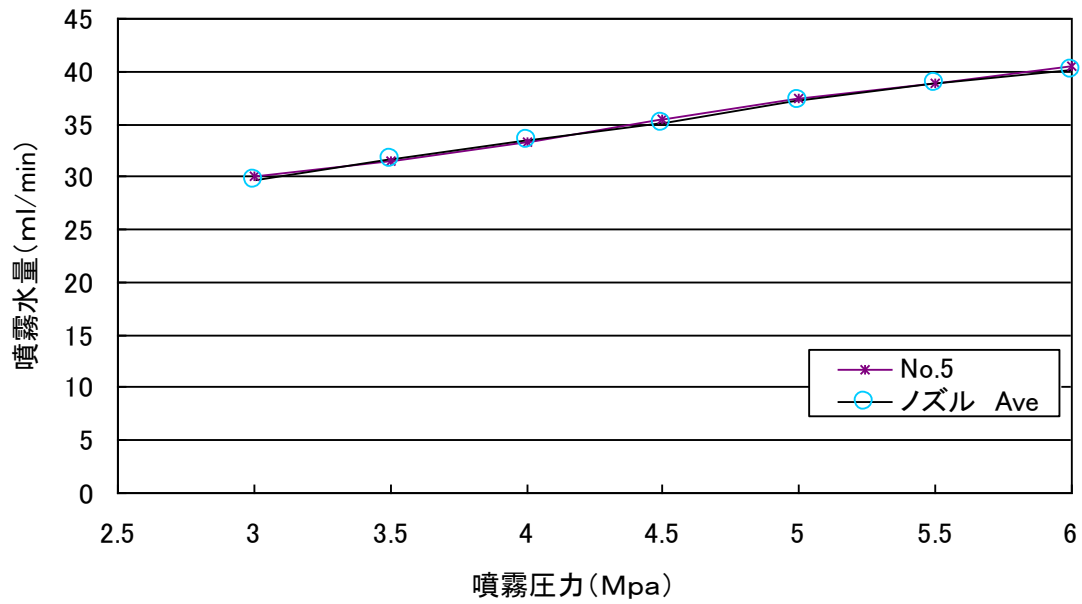
< 図 7. いけうち青ノズル (KBN80031) 圧力別吐出推移<No. 3> >

いけうち青ノズル(KBN80031) 圧力別ノズル吐出推移(No.4)



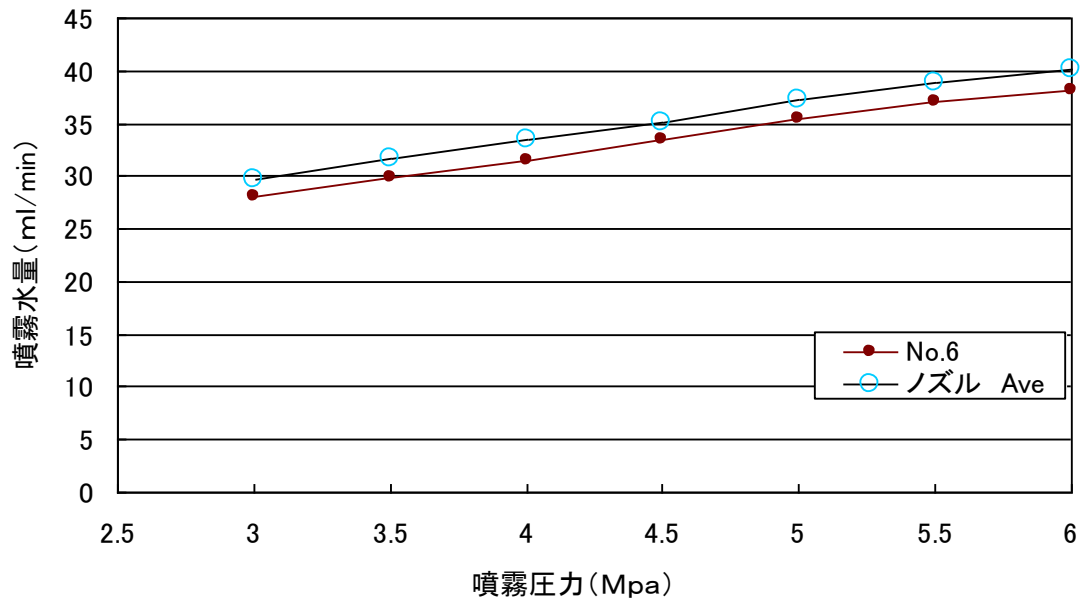
< 図 8. いけうち青ノズル (KBN80031) 圧力別吐出推移<No. 4> >

いけうち青ノズル(KBN80031) 圧力別ノズル吐出推移(No.5)



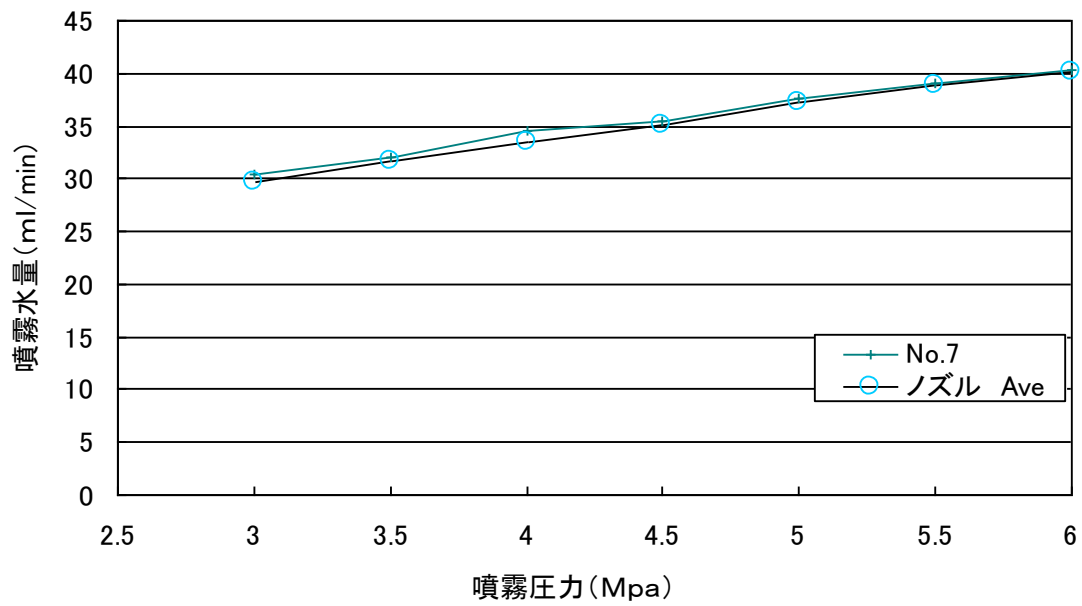
<図 9. いけうち青ノズル (KBN80031) 圧力別吐出推移<No. 5>>

いけうち青ノズル(KBN80031) 圧力別ノズル吐出推移(No.6)



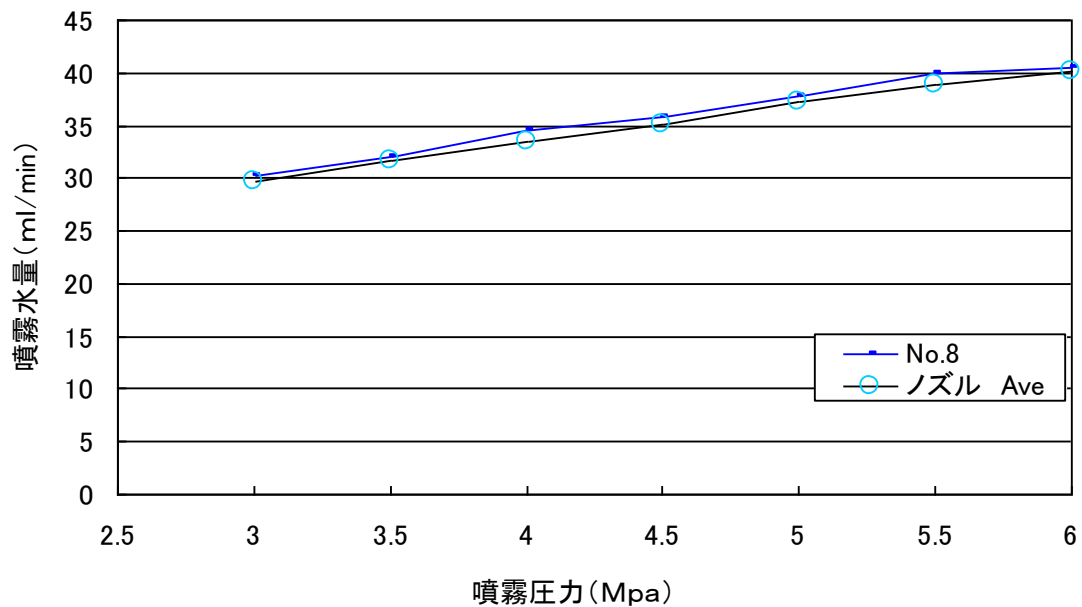
<図 10. いけうち青ノズル (KBN80031) 圧力別吐出推移<No. 6>>

いけうち青ノズル(KBN80031) 圧力別ノズル吐出推移(No.7)



<図 11. いけうち青ノズル (KBN80031) 圧力別吐出推移<No. 7>>

いけうち青ノズル(KBN80031) 圧力別ノズル吐出推移(No.8)



<図 12. いけうち青ノズル (KBN80031) 圧力別吐出推移<No. 8>>

5-3-2 ノズルの回帰直線について

次に、これら測定値から各ノズルにおける圧力と水量に関する回帰直線を求めることとした。

測定にあたり微小開口からの流量:Qと圧力差:ΔPに関しては、 $Q=a\sqrt{P}$  ( $y=ax$ ) の関係が理論的に推定される。この関係を用いて各ノズルの a を求めると共に、今回はやや特性の異なる No.6 ノズルを除く 7 個のノズル各々の線形回帰直線<sup>i</sup> をグラフにした。

a の算出に関しては、原点を通る回帰直線として計算を行った。

<計算方法>

原点を通る回帰直線を求めるには、傾きのみを考えるため最小二乗法の考えを用いて、

$$F(a) = \sum (y_i - ax_i)^2$$

を最小にする a を求めることになる。そのため F(a) を微分して 0 とおくことにより、

$$a = \frac{\sum y_i x_i}{\sum x_i^2}$$

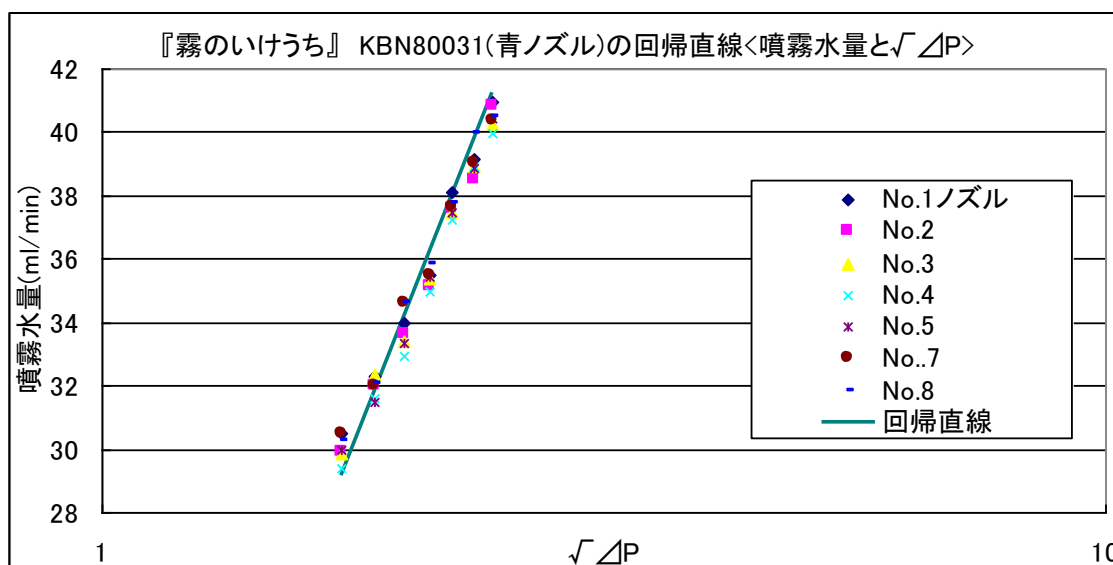
となり、この式に各々の測定結果の数値を代入し求める a を求めた。

その結果、a の値 16.607~17.011 の範囲で、平均値は 16.831 となった。

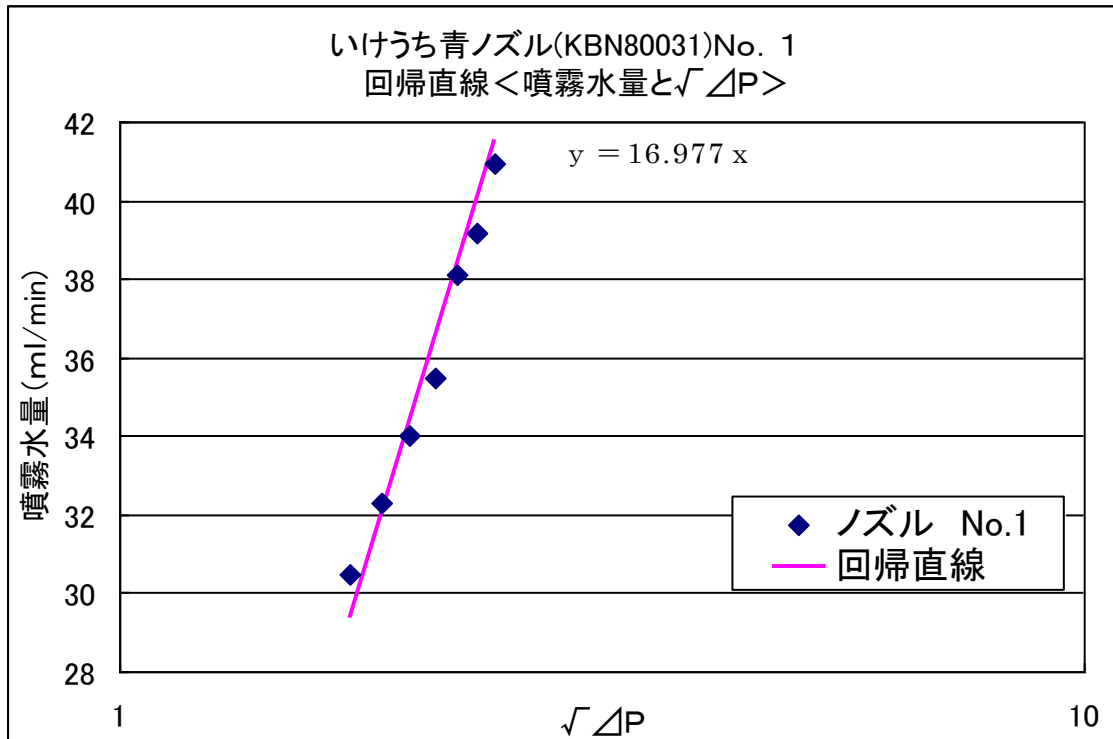
最終的に、いけうち青ノズル (KBN80031) 回帰直線は、7 個のノズルの各圧力での平均値を利用して作成したグラフ (図 12) とした。

#### 回帰直線の式

$$y = 16.831\sqrt{\Delta P}$$



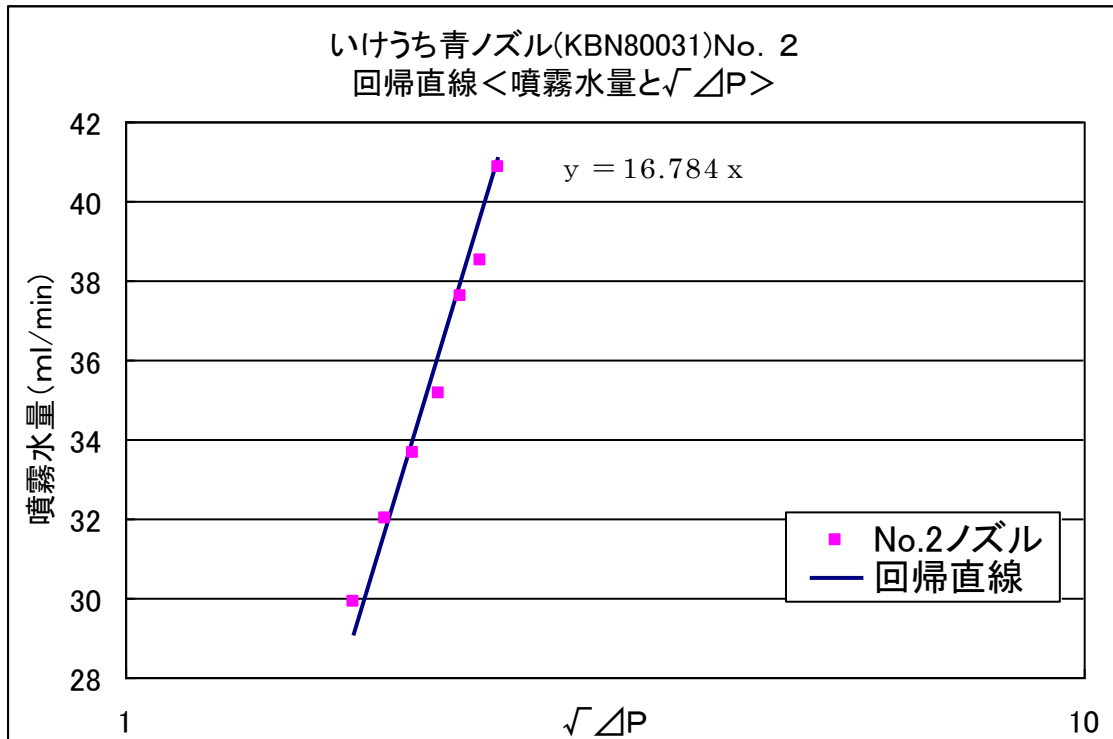
<図 12. 『霧のいけうちノズル (KBN80031) の回帰直線<噴霧水量と $\sqrt{\Delta P}$ >>



<図 12. いけうちノズル (KBN80031)の回帰直線 No. 1<噴霧水量と $\sqrt{\Delta P}$ >>

<表 3. No. 1 ノズルの相関係数>

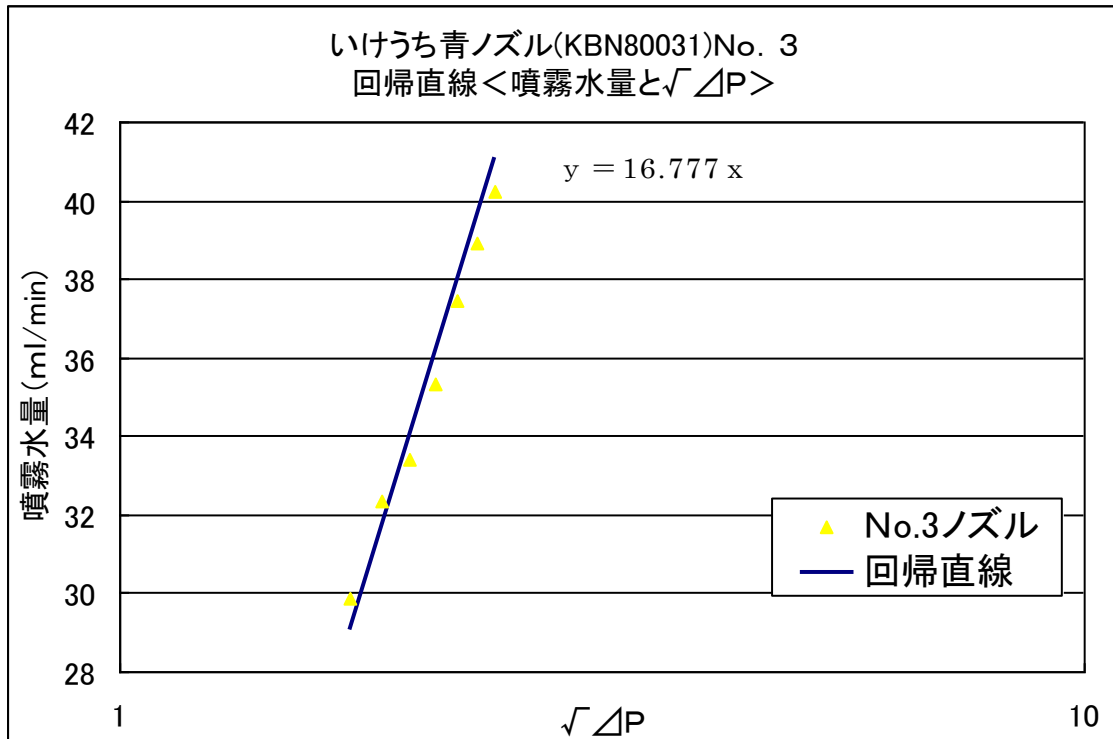
| No.1     | $\Delta P$ | $\Delta P^{0.5}$ | 流 量<br>(ml/min) | 偏差 X     | 偏差 Y     | 偏差積      |
|----------|------------|------------------|-----------------|----------|----------|----------|
|          | 6MPa       | 2.44949          | 40.95           | 0.341638 | 5.164286 | 1.764314 |
|          | 5.5MPa     | 2.345208         | 39.15           | 0.237356 | 3.364286 | 0.798532 |
|          | 5MPa       | 2.236068         | 38.1            | 0.128216 | 2.314286 | 0.296728 |
|          | 4.5Mpa     | 2.12132          | 35.5            | 0.013468 | -0.28571 | -0.00385 |
|          | 4Mpa       | 2                | 34              | -0.10785 | -1.78571 | 0.192593 |
|          | 3.5MPa     | 1.870829         | 32.3            | -0.23702 | -3.48571 | 0.826196 |
|          | 3Mpa       | 1.732051         | 30.5            | -0.3758  | -5.28571 | 1.986379 |
| 平均       |            | 2.107852         | 35.78571        |          |          | 0.837271 |
| 標準<br>偏差 |            | 0.238661         | 3.519407        |          | 相関<br>係数 | 0.996816 |
| y=ax     |            | a=               | 16.97734        |          |          |          |



<図 13. いけうちノズル (KBN80031) の回帰直線 No. 2 (噴霧水量と $\sqrt{\Delta P}$ ) >

<表 4. No. 2 ノズルの相関係数>

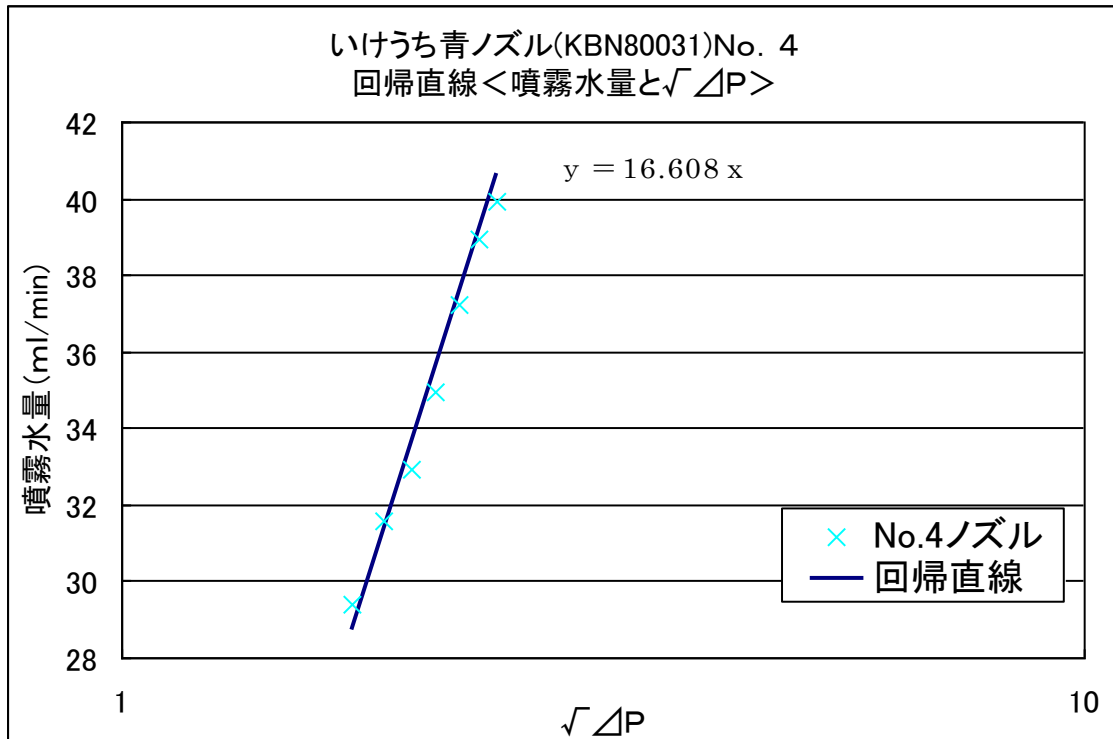
| No.2     | $\Delta P$ | $\Delta P^{0.5}$ | 流 量<br>(ml/min) | 偏差 X     | 偏差 Y     | 偏差積      |
|----------|------------|------------------|-----------------|----------|----------|----------|
|          | 6MPa       | 2.44949          | 40.85           | 0.341638 | 5.471429 | 1.869245 |
|          | 5.5MPa     | 2.345208         | 38.5            | 0.237356 | 3.121429 | 0.740889 |
|          | 5MPa       | 2.236068         | 37.6            | 0.128216 | 2.221429 | 0.284822 |
|          | 4.5Mpa     | 2.12132          | 35.15           | 0.013468 | -0.22857 | -0.00308 |
|          | 4Mpa       | 2                | 33.65           | -0.10785 | -1.72857 | 0.18643  |
|          | 3.5MPa     | 1.870829         | 32              | -0.23702 | -3.37857 | 0.800801 |
|          | 3Mpa       | 1.732051         | 29.9            | -0.3758  | -5.47857 | 2.058855 |
| 平均       | 2.107852   | 2.107852         | 35.37857        |          |          | 0.848281 |
| 標準<br>偏差 | 0.238661   | 0.238661         | 3.567398        |          | 相関<br>係数 | 0.996338 |
| y=ax     |            | a=               | 16.78418        |          |          |          |



<図 14. いけうちノズル (KBN80031) の回帰直線 No. 3 (噴霧水量と $\sqrt{\Delta P}$ ) >

<表 5. No. 3 ノズルの相関係数>

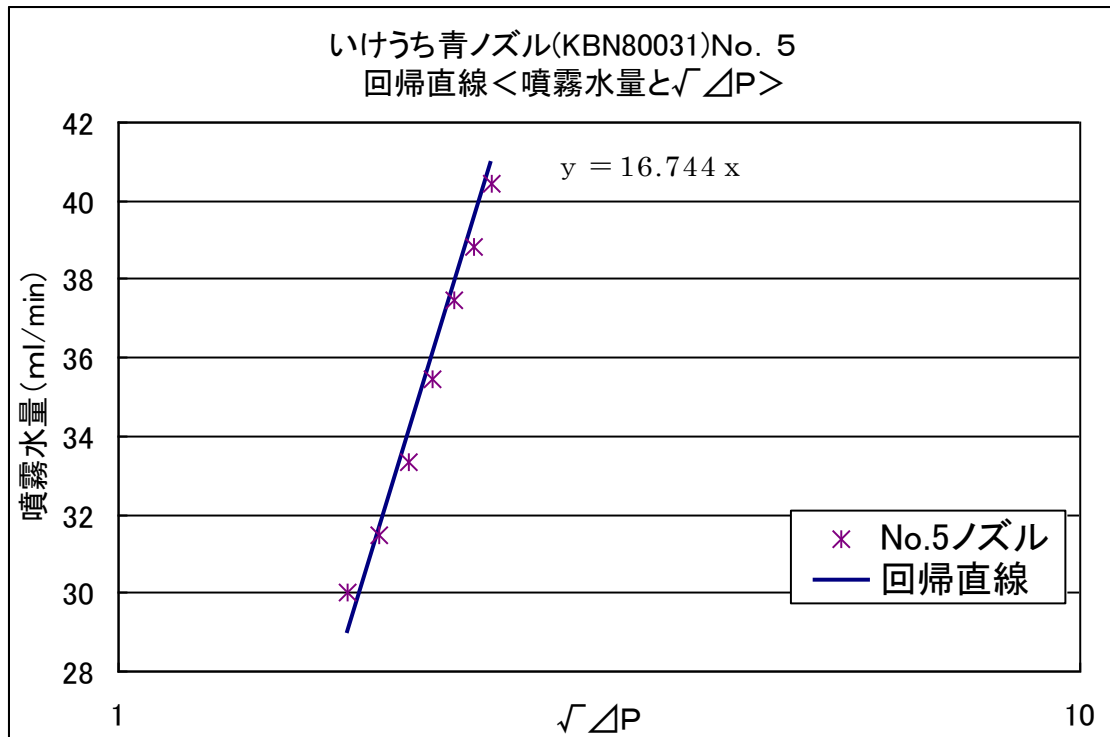
| No.3     | $\Delta P$ | $\Delta P^{0.5}$ | 流 量<br>(ml/min) | 偏差 X     | 偏差 Y     | 偏差積      |
|----------|------------|------------------|-----------------|----------|----------|----------|
|          | 6MPa       | 2.44949          | 40.25           | 0.341638 | 4.885714 | 1.669143 |
|          | 5.5MPa     | 2.345208         | 38.9            | 0.237356 | 3.535714 | 0.839222 |
|          | 5MPa       | 2.236068         | 37.45           | 0.128216 | 2.085714 | 0.267421 |
|          | 4.5Mpa     | 2.12132          | 35.35           | 0.013468 | -0.01429 | -0.00019 |
|          | 4Mpa       | 2                | 33.4            | -0.10785 | -1.96429 | 0.211853 |
|          | 3.5MPa     | 1.870829         | 32.35           | -0.23702 | -3.01429 | 0.714457 |
|          | 3Mpa       | 1.732051         | 29.85           | -0.3758  | -5.51429 | 2.072276 |
| 平均       | 2.107852   | 2.107852         | 35.36429        |          |          | 0.824883 |
| 標準<br>偏差 | 0.238661   | 0.238661         | 3.465618        |          | 相関<br>係数 | 0.99731  |
| y=ax     |            | a=               | 16.7774         |          |          |          |



<図 15. いけうちノズル (KBN80031) の回帰直線 No. 4(噴霧水量と $\sqrt{\Delta P}$ )>

<表 6. No. 4 ノズルの相関係数>

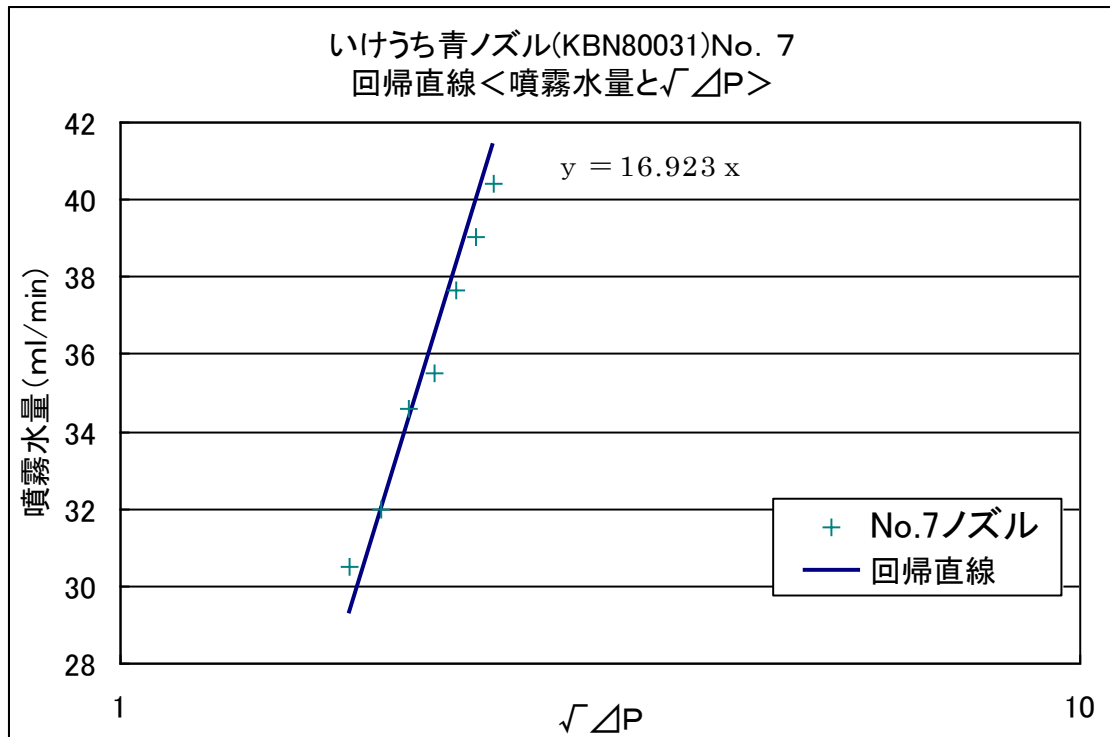
| No.4     | $\Delta P$ | $\Delta P^{0.5}$ | 流 量<br>(ml/min) | 偏差 X     | 偏差 Y     | 偏差積      |
|----------|------------|------------------|-----------------|----------|----------|----------|
|          | 6MPa       | 2.44949          | 39.95           | 0.341638 | 4.942857 | 1.688666 |
|          | 5.5MPa     | 2.345208         | 38.95           | 0.237356 | 3.942857 | 0.93586  |
|          | 5MPa       | 2.236068         | 37.25           | 0.128216 | 2.242857 | 0.28757  |
|          | 4.5Mpa     | 2.12132          | 34.95           | 0.013468 | -0.05714 | -0.00077 |
|          | 4Mpa       | 2                | 32.95           | -0.10785 | -2.05714 | 0.221867 |
|          | 3.5MPa     | 1.870829         | 31.6            | -0.23702 | -3.40714 | 0.807573 |
|          | 3Mpa       | 1.732051         | 29.4            | -0.3758  | -5.60714 | 2.107172 |
| 平均       | 2.107852   | 2.107852         | 35.00714        |          |          | 0.863991 |
| 標準<br>偏差 | 0.238661   | 0.238661         | 3.631059        |          | 相関<br>係数 | 0.996998 |
| y=ax     |            | a=               | 16.60797        |          |          |          |



<図 16. いけうちノズル (KBN80031) の回帰直線 No. 5 (噴霧水量と $\sqrt{\Delta P}$ ) >

<表 7. No. 5 ノズルの相関係数>

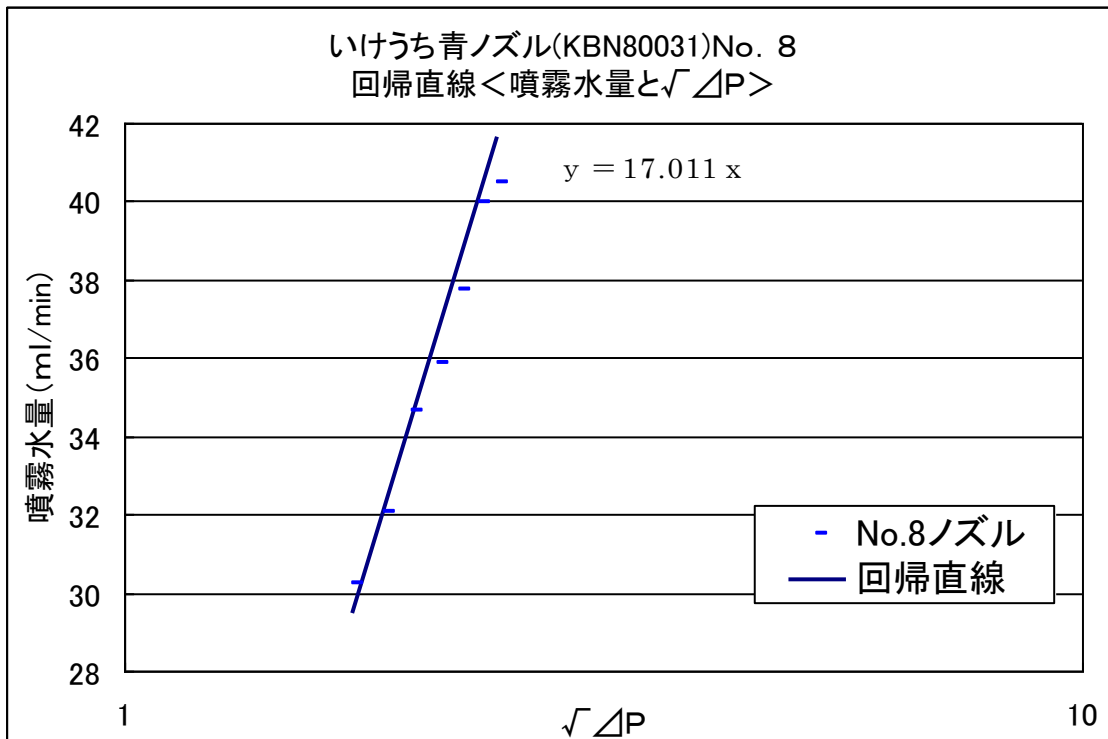
| No.5     | $\Delta P$ | $\Delta P^{0.5}$ | 流 量<br>(ml/min) | 偏差 X     | 偏差 Y     | 偏差積      |
|----------|------------|------------------|-----------------|----------|----------|----------|
|          | 6MPa       | 2.44949          | 40.45           | 0.341638 | 5.157143 | 1.761874 |
|          | 5.5MPa     | 2.345208         | 38.85           | 0.237356 | 3.557143 | 0.844308 |
|          | 5MPa       | 2.236068         | 37.45           | 0.128216 | 2.157143 | 0.27658  |
|          | 4.5Mpa     | 2.12132          | 35.45           | 0.013468 | 0.157143 | 0.002116 |
|          | 4Mpa       | 2                | 33.35           | -0.10785 | -1.94286 | 0.209541 |
|          | 3.5MPa     | 1.870829         | 31.5            | -0.23702 | -3.79286 | 0.898996 |
|          | 3Mpa       | 1.732051         | 30              | -0.3758  | -5.29286 | 1.989063 |
| 平均       | 2.107852   | 2.107852         | 35.29286        |          |          | 0.85464  |
| 標準<br>偏差 | 0.238661   | 0.238661         | 3.58772         |          | 相関<br>係数 | 0.998121 |
| y=ax     |            | a=               | 16.74352        |          |          |          |



<図 17. いけうちノズル (KBN80031) の回帰直線 No. 7 (噴霧水量と $\sqrt{\Delta P}$ ) >

<表 8. No. 7 ノズルの相関係数>

| No.7     | $\Delta P$ | $\Delta P^{0.5}$ | 流 量<br>(ml/min) | 偏差 X     | 偏差 Y     | 偏差積      |
|----------|------------|------------------|-----------------|----------|----------|----------|
|          | 6MPa       | 2.44949          | 40.4            | 0.341638 | 4.728571 | 1.615457 |
|          | 5.5MPa     | 2.345208         | 39.05           | 0.237356 | 3.378571 | 0.801923 |
|          | 5MPa       | 2.236068         | 37.65           | 0.128216 | 1.978571 | 0.253684 |
|          | 4.5Mpa     | 2.12132          | 35.5            | 0.013468 | -0.17143 | -0.00231 |
|          | 4Mpa       | 2                | 34.6            | -0.10785 | -1.07143 | 0.115556 |
|          | 3.5MPa     | 1.870829         | 32              | -0.23702 | -3.67143 | 0.870215 |
|          | 3Mpa       | 1.732051         | 30.5            | -0.3758  | -5.17143 | 1.94343  |
| 平均       | 2.107852   | 2.107852         | 35.67143        |          |          | 0.799708 |
| 標準<br>偏差 | 0.238661   | 0.238661         | 3.36132         |          | 相関<br>係数 | 0.996874 |
| y=ax     |            | a=               | 16.92312        |          |          |          |



<図 18. いけうちノズル (KBN80031) の回帰直線 No. 8 (噴霧水量と $\sqrt{\Delta P}$ ) >

<表 9. No. 8 ノズルの相関係数>

| No.8     | $\Delta P$ | $\Delta P^{0.5}$ | 流 量<br>(ml/min) | 偏差 X     | 偏差 Y     | 偏差積       |
|----------|------------|------------------|-----------------|----------|----------|-----------|
|          | 6MPa       | 2.44949          | 40.5            | 0.341638 | 4.642857 | 1.586174  |
|          | 5.5MPa     | 2.345208         | 39.95           | 0.237356 | 4.092857 | 0.971463  |
|          | 5MPa       | 2.236068         | 37.75           | 0.128216 | 1.892857 | 0.242694  |
|          | 4.5Mpa     | 2.12132          | 35.85           | 0.013468 | -0.00714 | -9.60E-05 |
|          | 4Mpa       | 2                | 34.65           | -0.10785 | -1.20714 | 0.130193  |
|          | 3.5MPa     | 1.870829         | 32.05           | -0.23702 | -3.80714 | 0.902382  |
|          | 3Mpa       | 1.732051         | 30.25           | -0.3758  | -5.60714 | 2.107172  |
| 平均       | 2.107852   | 2.107852         | 35.85714        |          |          | 0.848569  |
| 標準<br>偏差 | 0.238661   | 0.238661         | 3.571357        |          | 相関<br>係数 | 0.995571  |
| y=ax     |            | a=               | 17.01122        |          |          |           |

第 6 章ドライミスト装置の効果算定

## 6-1 効果算定の前提

実際に一般家庭に家庭用として小規模噴霧型ドライミスト装置を設置する前に、どの程度の効果が期待できるか、をエアコンの冷房能力と比較した。

## 6-2 家庭用ドライミスト装置の効果予測

実験的にマンションの一戸(62.3 m<sup>2</sup>)に設置にした際、設置場所はベランダとされているが、そこで毎分 160ml(40ml×4 個)のミストを噴霧すると一時間当たり 9600ml の水を使用することになる。仮に噴霧時の水温を 25℃とすると蒸発潜熱<表 1>は 2.44kJ/g, 冷却能力は、6.5kWh である。

結果、家庭用ドライミスト装置を使用することで、約 6.5kWh 分の冷却効果を期待できる。実際にベランダに設置した場合ドライミスト装置による涼を期待する居室部の面積はベランダに面する 1 室程度と考えられるので、仮に居室部 8 畳の広さでのエアコンの冷房能力 2.5kW<表 2>の値を考慮すると、両値の差より約 4kWh 分を、室外を冷却するために使用することが考えられる。このことからドライミスト装置を使用することで、室内の冷房器具の効果と室外の冷却効果に期待することができる考えた。

### <計算方法>

ドライミスト装置の冷却効果を算定するために、蒸発潜熱を用いて電気量(kwh)の値に換算した。計算順序は、まずドライミスト噴霧時の 1 時間の水量に値する質量(g)と仮定した水温の蒸発潜熱の値から熱量(kJ)を導き出した。その値から 3600 秒(1 時間)で割ることでドライミストの能力を求めた。

$$(1) \quad J = \text{蒸発潜熱 (kJ/g)} \times \text{質量 (g)}$$

$$9600 \text{ g} \times 2.44 \text{ kJ/g} = 23424 \text{ kJ}$$

$$(2) \quad J = Wh = W \times \text{時間 (秒)}$$

$$23424 \text{ kJ} \div 3600 \text{ s} = 6.5 \text{ kWh}$$

<表 1. 温度別蒸発潜熱の換算表<sup>1)</sup>>

|      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 温度   | °C   | 21    | 22    | 23    | 24    | 25    | 26    | 27    | 28    | 29    | 30    |
| 蒸発潜熱 | kJ/g | 2.449 | 2.447 | 2.444 | 2.442 | 2.44  | 2.437 | 2.435 | 2.433 | 2.43  | 2.428 |
| 温度   | °C   | 31    | 32    | 33    | 34    | 35    | 36    | 37    | 38    | 39    | 40    |
| 蒸発潜熱 | kJ/g | 2.425 | 2.423 | 2.42  | 2.418 | 2.416 | 2.413 | 2.411 | 2.409 | 2.406 | 2.404 |

|                 |      |     |     |      |      |    |     |     |     |    |    |    |
|-----------------|------|-----|-----|------|------|----|-----|-----|-----|----|----|----|
| 冷房能力<br>ランク(kW) | ~2.2 | 2.5 | 2.8 | ~3.6 | ~4.5 | 5  | 5.6 | 6.3 | 7.1 | 8  | 9  | 10 |
| 畳数(畳)           | 6    | 8   | 10  | 12   | 14   | 16 | 18  | 20  | 23  | 26 | 29 | 32 |

<表 2. エアコンの冷房能力の換算表<sup>2)</sup>>

## 第7章 家庭用小規模噴霧型ミスト装置の冷却効果の検証

<sup>1)</sup> i-mode 化学 蒸発潜熱 [http://www2d.biglobe.ne.jp/~chem\\_env/](http://www2d.biglobe.ne.jp/~chem_env/)

<sup>2)</sup> JRAIA 社団法人日本冷凍空調工業会 同規格カタログ 2000 年度版

### 7-1 冷却効果の検証について

今回の検証の目的は、実際に作り上げた小規模噴霧型ドライミスト装置の冷却効果を確認するために行った。

### 7-2 設置した小規模噴霧型ドライミスト装置について

使用した小規模噴霧型ドライミスト装置は、2006年8月までに完成したものを使用することとし、ポンプは『RYOBI社製 高圧洗浄機 AJP-2000』、ドライミスト用ノズルは『霧のいけうち社製 KBN80031』、高圧ホースとして『共栄産業株式会社 TEFRON シグマフレックス』、高圧配管は『Swagelok社 SUS配管』とした。

### 7-3 小規模噴霧型ドライミスト装置の設置場所

#### 7-3-1 設置場所

噴霧場所は、東京理科大学九段下校舎6階屋上に半屋外を再現するために設置された2基の parasol の下〈図1〉で行った。

#### 7-3-2 測定日時について

測定日 2006年8月10日(木)の天候は晴〈表1〉、測定時間は午前9時30分から18時00分まで30分置きに行った。



〈図1. 設置された parasol の外観〉

#### 7-4 測定方法について

#### 7-4-1 測定機器について

設置された2基のパラソルの一方に4個のミストノズルを使用した小規模噴霧型ドライミスト装置を配置<図2>し、もう一方はパラソルのみとした。

測定装置は、アスマン通風乾湿計<図3>とグローブサーモメーター<図4>を使用した。

(1)アスマン通風乾湿計<sup>1)</sup>は、屋内外を問わず、手動で気温湿度を正確に測定できる。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おり、湿度の値は乾球、湿球温度を読みとって、付属の換算表から求められる。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する湿球温度で定常状態となるとされている。

正確な気温を測定するにあたって、乾湿計の感部は日射・放射から断熱された筒状のもので覆われ、その保護された管の内部は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る。

注意点としてアスマン通風乾湿計は地面からの輻射熱、反射光に対して影響を受けてしまうため、測定時はパラソル下の日陰部分に設置した。

(2)グローブサーモメーター<sup>2)</sup>の使用理由に関しては、2基のパラソル下の気温に、差があると測定が正確に行えないとしたためで、グローブサーモメーターによって両地点での熱輻射のみの気温を測りミストの影響をなくした両地点の気温状況がほとんど同じであることを確認した。グローブサーモメーターの使用時は、感部にミストが掛からないように考慮した。

#### 7-5 測定結果と検証

<sup>1)</sup> クリマティック(株)ホームページ

[http://www.weather.co.jp/catalog\\_html/CYS-SY8.htm](http://www.weather.co.jp/catalog_html/CYS-SY8.htm)

<sup>2)</sup> 小牧市学校薬剤師会ホームページ<熱輻射

<http://www2s.biglobe.ne.jp/~gakuyaku/netufukusya.htm>

測定結果<図 5~8>を見ると、ミスト装置を設置したパラソルの下と、もう一方の設置していないパラソルの下の気温の変化は明らかであり、ドライミスト噴霧側では気温が低下している。それと同様に、湿度はミスト装置設置側では上昇していることが見てとれる。

検証に関しては、1日の中でグローブサーモメーターの値が両地点で最も近似した時刻の値をいくつか選び、その時刻でのミスト装置の有無での気温の降下を確認する。

①9時30分のグローブサーモメーターの両地点での差は0.4℃、同時刻での気温差は、-1.4℃。

②12時30分のグローブサーモメーターの両地点での差は0.1℃、同時刻での気温差は-0.7℃。

③13時00分のグローブサーモメーターの両地点での差は0.4℃、同時刻での気温差は-0.8℃。

④16時00分のグローブサーモメーターの両地点での差は0.2℃、同時刻での気温差は-1.3℃。

以上の①~④からもドライミスト噴霧の効果は出ている確認できる。噴霧測定を行った一日の両パラソル下での平均気温差は約0.9℃ほどあり、平均湿度差は約5.9%となった。

<表 1. 2006 年 8 月 10 日（木曜日）の気候詳細>

| 平均現地気圧<br>hpa | 平均海面気圧<br>hpa | 平均気温<br>℃ | 最高気温<br>℃ | 最低気温<br>℃ | 平均相対湿度<br>% | 平均風速<br>m/s | 降水量<br>mm | 日照時間 | 全天日射量<br>日合計<br>MJ/m <sup>2</sup> |
|---------------|---------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-----------|------|-----------------------------------|
| 1003.9        | 1008          | 28.5      | 33.1      | 24.1      | 68          | 2.3         | --        | 11.4 | 21.3                              |

<表 2. 2006 年 8 月 10 日（木曜日 9：00～18：00 までの気候詳細）>

| 時刻   | 現地気圧<br>hPa | 海面気圧<br>hPa | 気温<br>℃ | 相対湿度<br>% | 風向  | 風速<br>m/s | 降水量<br>mm | 日照時間<br>時間 | 全天日射量<br>MJ/m <sup>2</sup> |
|------|-------------|-------------|---------|-----------|-----|-----------|-----------|------------|----------------------------|
| 9 時  | 1004.7      | 1008.8      | 28.8    | 68        | 南西  | 2.1       | --        | 0.8        | 1.64                       |
| 10 時 | 1004.6      | 1008.7      | 30.1    | 64        | 南西  | 3.1       | --        | 0.9        | 2.29                       |
| 11 時 | 1003.9      | 1008        | 31.1    | 58        | 南西  | 3.1       | --        | 1          | 2.84                       |
| 12 時 | 1003.5      | 1007.5      | 32.3    | 55        | 南西  | 2.6       | --        | 1          | 2.89                       |
| 13 時 | 1003.2      | 1007.2      | 32.8    | 53        | 南南東 | 4         | --        | 0.9        | 2.69                       |
| 14 時 | 1003.2      | 1007.2      | 32.3    | 52        | 南西  | 3.3       | --        | 0.6        | 1.9                        |
| 15 時 | 1002.4      | 1006.4      | 32.4    | 52        | 南南西 | 3.9       | --        | 0.9        | 2.07                       |
| 16 時 | 1002.5      | 1006.5      | 31.9    | 53        | 南西  | 3.8       | --        | 0.6        | 1.2                        |
| 17 時 | 1002.8      | 1006.9      | 31.4    | 52        | 南西  | 4.1       | --        | 1          | 1.11                       |
| 18 時 | 1003        | 1007.1      | 30.2    | 56        | 南西  | 4.9       | --        | 1          | 0.43                       |



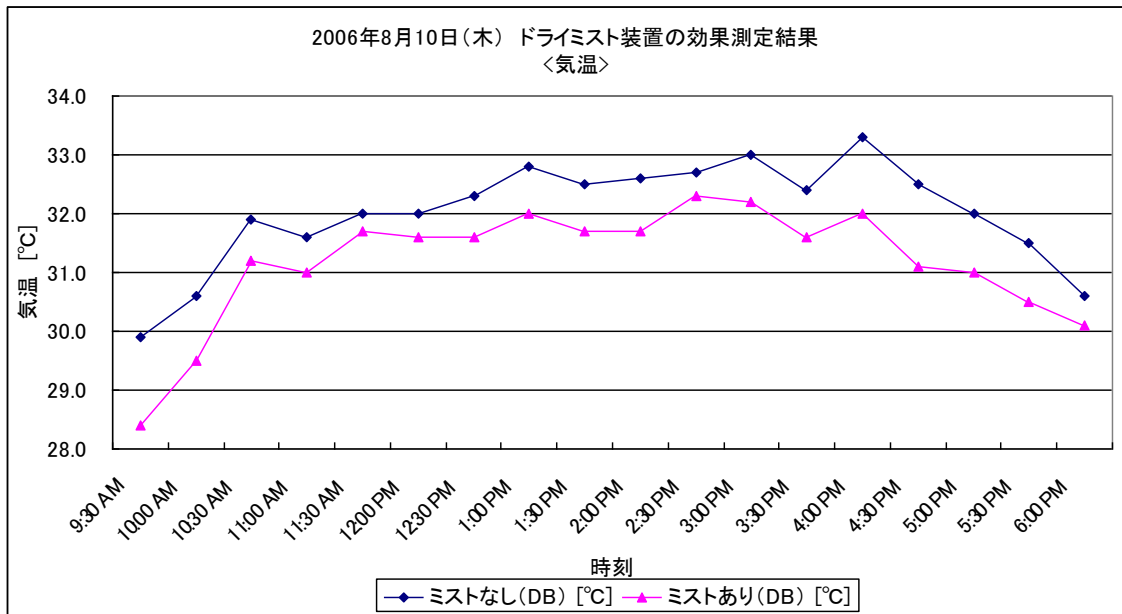
< 図 2. 小規模噴霧型ドライミスト装置の配置の様子 >



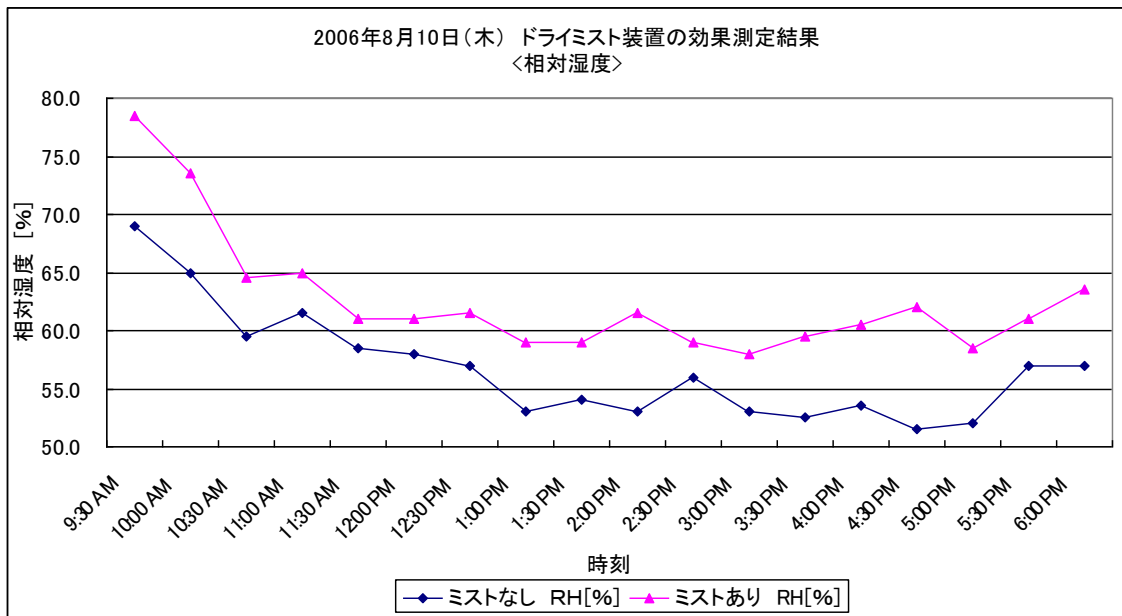
< 図 3. アスマン通風乾湿計 (モーター式) >



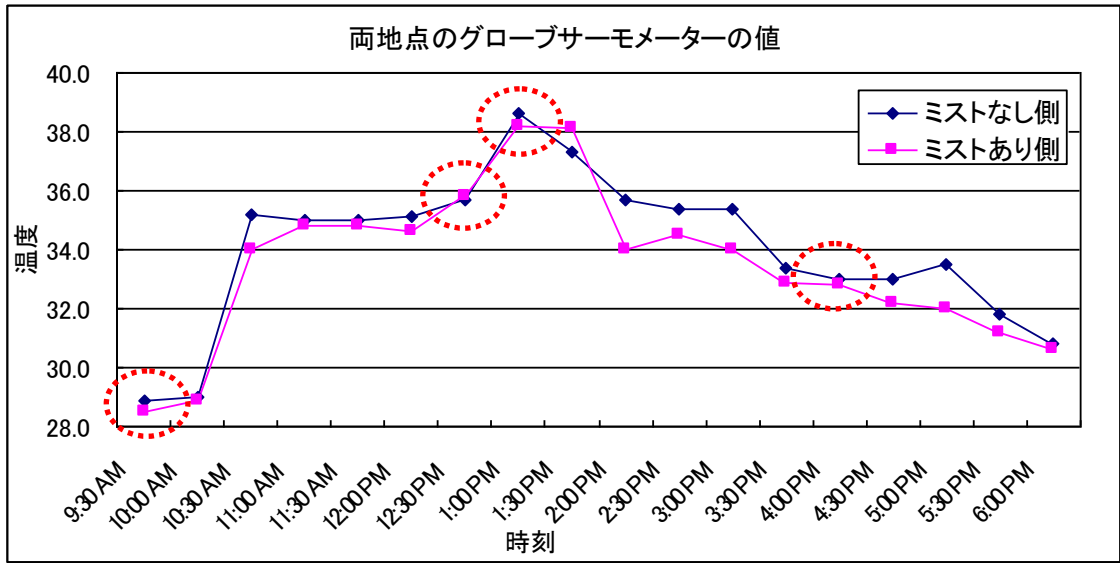
< 図 4. グローブサーモメーター >



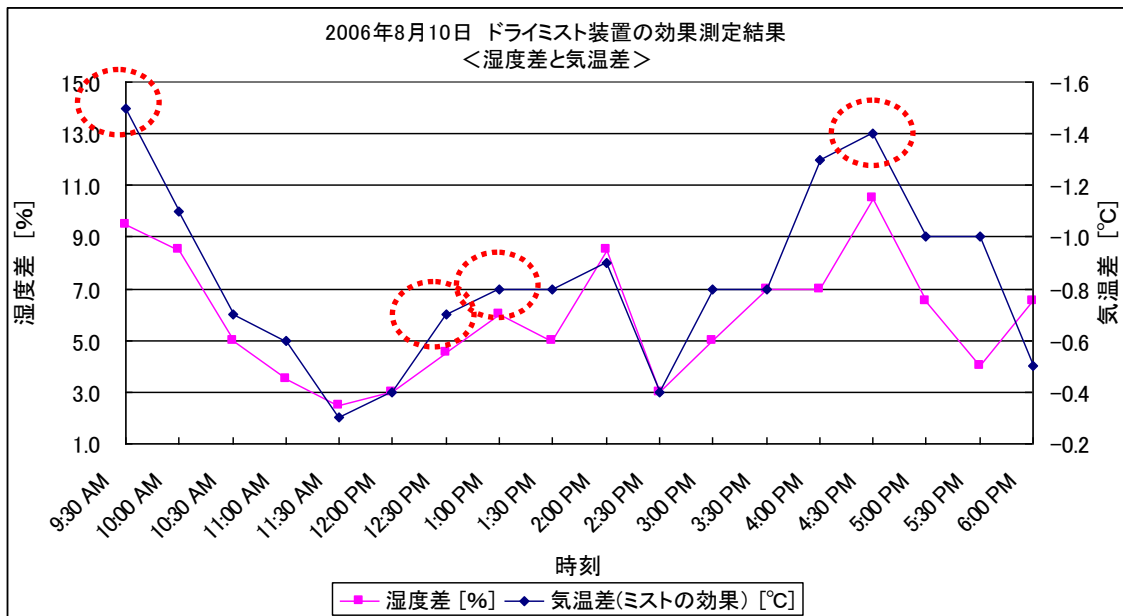
< 図 5. 2006 年 8 月 10 日ドライミスト装置の効果測定結果<気温>>



< 図 6. 2006 年 8 月 10 日ドライミスト装置の効果測定結果<相对湿度>>



< 図 7. 2006 年 8 月 10 日ドライミスト装置の効果測定結果<両地点のグローブサーモメーターの値>>



< 図 8. 2006 年 8 月 10 日ドライミスト装置の効果測定結果<気温差と相対湿度差>>

第 8 章家庭用ドライミスト実践へ～名古屋歯科医院～

### 8-1 設置に向けて

前章までの小規模噴霧型ドライミスト装置の効果及び性能を受けて、民間の一般家庭に設置を行った。設置場所は愛知県名古屋市にある歯科医院が併設された3階建て住宅の2階ベランダ部分と歯科医院の外壁面の2箇所とした。〈図1〉ベランダの設置に関してはドライミスト噴霧時にドライミストによって冷やされた空気が室内に流れ込むことを想定としている。

### 8-2 ドライミスト装置の設置

使用したドライミスト装置は、ミストノズル4個(50cc/min)付き直列型を使用し、2階ベランダ部分に2本、歯科医院裏側に1本、計3本(ノズル12個)設置した。〈図2、図3〉一般家庭での設置を考慮しドライミスト装置を停止している際も、日常生活に出来るだけ支障がないようベランダ部分に設置するドライミスト装置はベランダ上部に配置した。ベランダ上部に設置する際に使用したのが、L型クランプ(600g)で、ドライミスト装置を支える器具として利用した。この器具を使用してのドライミスト装置取り付け後の外観は図3の通りである。

使用したポンプ(RYOBI社製 AJP-2000)の吐出量は、3000 ml/min、歯科医院に設置したドライミスト装置での使用水量は480ml/min、よってミスト使用時は常時2520ml/minの余剰水出すことになり、前述の通り水道とポンプの間にタンク〈図4〉を設けた。設置したミスト装置のシステムは図5の通りで、もともと高圧洗浄機である今回のポンプでは自吸能力が悪く、その改善策として図にあるようにポンプとタンクの位置に高低差をつけることで、ポンプの負荷を軽減した。

加えて今回のシステムで噴霧し続けると、再利用した余剰水は何度も繰り返しポンプ内を通過しその度にポンプから熱を与えられる結果、ミスト装置を連続運転し続けるとタンク内の水温は徐々に上昇する。そのため水温の上昇によるポンプの負荷なくす目的でプログラムタイマーを用い、装置の運転時間を「4分 on・8分 off の繰り返し」、とした。効果としては、一日8時間稼動(9時～17時)で日中の噴霧時は1～2℃程度の気温降下が見られた。

今回の設置の際、1つのポンプでベランダと歯科医院(外壁面)の2箇所で噴霧を予定していたため高圧継手のチーズを使用し、配管を二手に分けた。ベランダ上部までの高さが約8mあったが、噴霧の際にその高低差による影響は出なかった。

### 8-3 設置の際の注意点

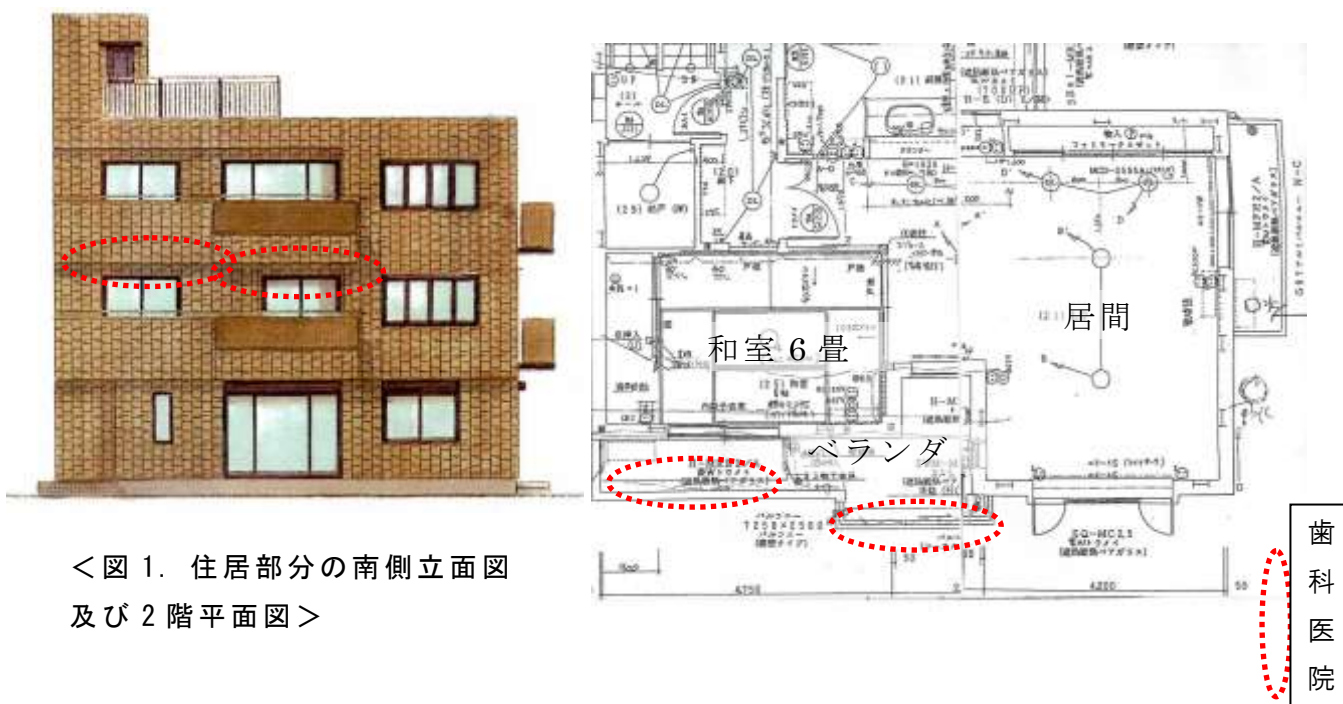
①水道から出る水の圧力は、0.2～0.3MPa程であるが、実際は室内などの水道の使用状況などにより変動し、想像以上に強い。蛇口にホースを繋ぐ際は、高圧対応のバンドを使用する必要がある。水道用カップラーを使用すると取り外しが便利であった。

②タンクにより負担を掛けないようにタンクとポンプの高低差は1m以上必要である。実際に噴霧の際も、高低差をなくすとポンプが安定して水の供給を行わず装置が停止することがあった。

③設置の際には、高圧力を使用することに配慮し細心の注意を払う必要がある。

#### 8-4 使用材料について

今回の設置に関して使用した材料、価格、費用に関しては表1の通りである。高圧ホースや高圧継手などは今回の設置の際では、通常より多く使用したため、実際に直列型ミストノズル1基使用での設置に掛かる価格は、10万～15万前後である。リストにあるカップラーは、高圧ホース、高圧継手、高圧配管などの接続や取り外しの手間を最小限にするために使用した。手間は省くことは出来るが高圧対応のステンレス(SUS)製カップラーは価格の面では大きな割合を占める。

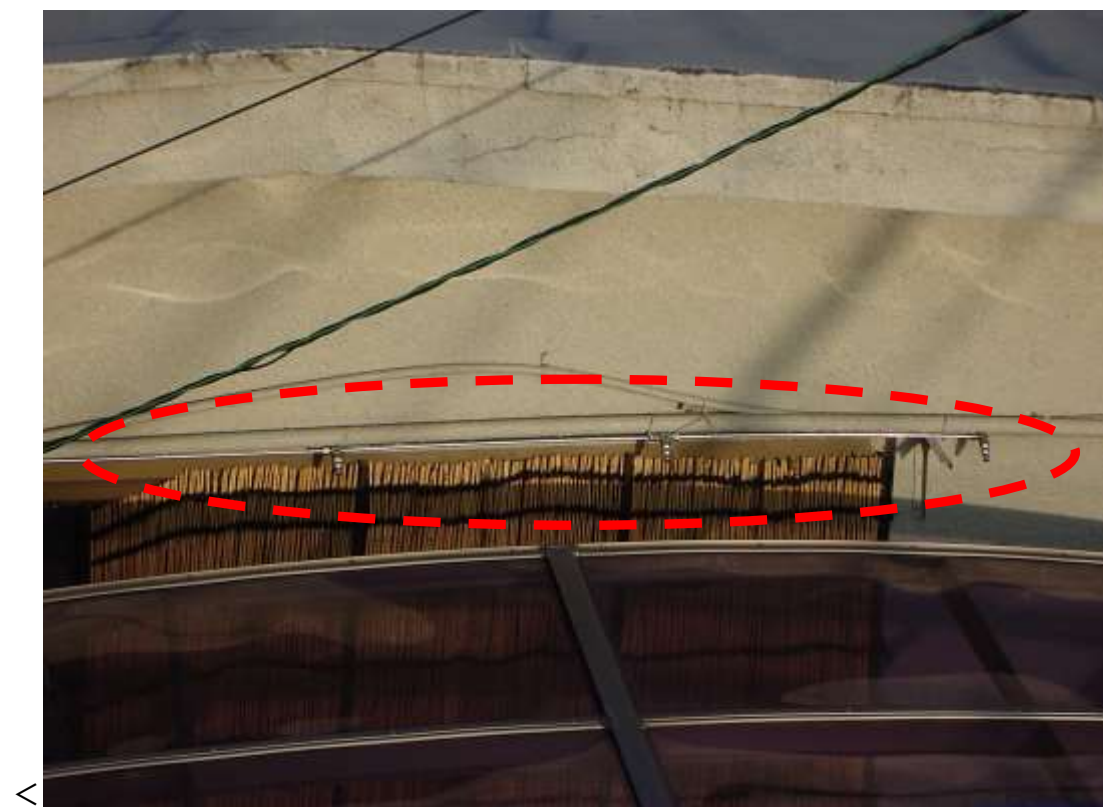


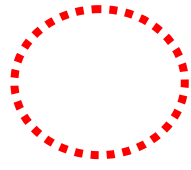
<図 1. 住居部分の南側立面図  
及び 2 階平面図>





< 図 2. ドライミスト装置設置後ベランダの外観 >





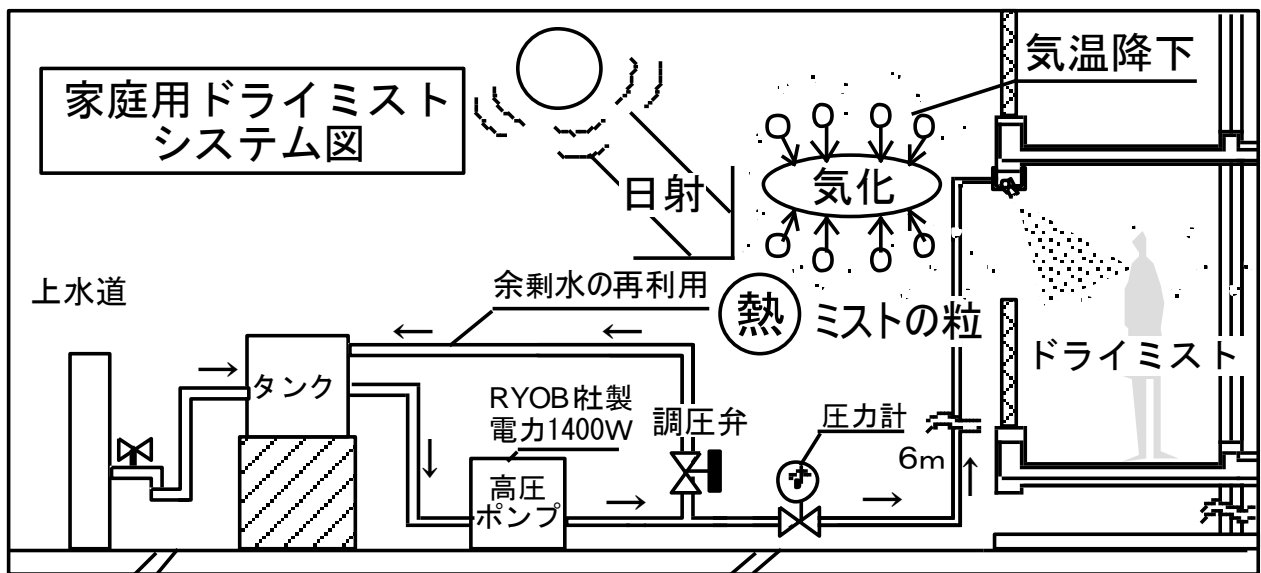
(a)



(b)



< 図 5. 設置したタンクの様子 >



< 図 6. 設置された家庭用ドライミスト装置のシステム >

< 表 1. 使用材料の価格と名称 >

| 名古屋歯科プロジェクト |                              |       |    |         |
|-------------|------------------------------|-------|----|---------|
| 会社名         | 商品名                          | 単価    | 個数 | 税込総額(円) |
| 共栄産業株式会社    | シグマM-4 1s-1 <del>5</del> 16M | 46960 | 1  |         |
|             |                              | 5M    | 1  | 22760   |
|             |                              | 3M    | 1  | 18360   |
|             |                              | 2M    | 1  | 16160   |
|             | 振込手数料                        | 315   | 1  |         |

## 第9章次世代ポンプについて

### 9-1 ポンプの遍歴

名古屋での家庭用ドライミスト装置の設置を始め、水量調査などに使用した高

圧ポンプは前述の通り 2006年9月までは RYOBI 社製の高压洗浄機を使用した。しかし、同年 10 月から既存の汎用ポンプよりも高性能の高压ポンプが見つかり試験噴霧を重ねた。

2006年9月まで

RYOBI 社製高压洗浄機(AJP-2000)<図 1>を使用して噴霧

2006年10月

第2世代となる Sera 社製ポンプ<図 2>の試験開始

2007年1月

第3世代となる高性能ポンプの試験開始

○第1世代、第2世代の高压ポンプへの移行により、吐出水量をノズル4個分の水量に調整可能。騒音に関しては、約5db軽減。

○第2世代、第3世代の高压ポンプへの移行は、さらに騒音レベルに関して約5db軽減。

### 9-2 家庭用ミスト装置に使用するポンプの今後

名古屋で使用した高压洗浄機用ポンプのスペックは前述の通りだが、2006年10月に使用テストを行ったドイツ製 B 社のポンプは既存の汎用ポンプより少流量・省エネルギーで、流量約 433ml/min 消費電力 100~150W 程度(電源安定時)。流量に関しては、名古屋のベランダに設置したノズル 8 個分(400ml/min:50ml×8 個)の流量と同等で、余剰水を再利用する必要のないミスト噴霧が可能となった。消費エネルギーの面では、名古屋で設置した装置のノズル一個当りの消費電力約 117W に対し、A 社のポンプは約 18.75W と約 1/6 の省エネルギーとなり、騒音の面ではポンプ近傍で約 60dB(普通の会話レベル)と、ポンプが納まる程度のプラスチック製容器に設置する程度で、家庭で近隣環境を気にせず使用できる騒音レベルとなった。このポンプを使用すると家庭で使用の際のエアコンの COP 約 5.0(蒸発により空気中から奪う熱量/投入エネルギー)よりも 20 倍以上の効率になり、研究の目的でもある空調負荷の削減に大いに貢献する。



<図 1. 2006 年 9 月まで使用した RYOBI 社製高圧洗浄機 AJP-2000>



<図 2. 2006 年 10 月に試験を行った Sera 社製高圧ポンプ>  
第 10 章まとめ

#### 10-1 2006 年の家庭用小規模噴霧型ドライミスト装置

2006年度の家庭用小規模ドライミスト装置は、2006年7月から2007年2月の間で多い日で一日12時間以上、一日平均8時間程運転させ、7ヶ月間で約400時間以上の運転にも耐えた、そのようなことから家庭で装置を使用する際、このシステムで7月から8月の60日間、一日平均6～7時間の使用に耐えうる事を確認した。

現在使用しているミストノズルの消費電力は、直列型配管ノズル4個で37.5W/個程であるが、ポンプに関して言えば、まだ多くの試作機開発段階であり今後、消費エネルギーは目標となる大規模ミスト装置とほぼ同様のノズル1個につき約10Wも可能となる。また家庭用ミスト装置の作り方をホームページ(<http://livedoor.jp.misuto601>)で一般に公開することで、DIY(Do it yourself)で作り上げることも可能に至り、小規模ドライミスト装置として一つのシステムが完成した。

## 10-2 まとめ

- ①大規模噴霧型ドライミスト装置から家庭用小規模噴霧型のドライミスト装置へ実用化に向けて研究・開発を行った。
- ②2006年6月に、第1世代小規模噴霧型ドライミスト装置が完成に至り、初めて試験噴霧を開始する。それにより判明した第1世代小規模噴霧型ドライミスト装置の抱える問題を、順に改善した。
- ③第1世代小規模噴霧型ドライミスト装置の効果を検証するために、2006年8月中に半屋外を想定したパラソル下でノズル有無時での気温と効果について実測を行った。
- ④2006年7月、8月下旬に、愛知県名古屋市にある民間住宅で、家庭用で初となる第1世代小規模型ドライミスト装置を設置した。
- ⑤家庭用小規模噴霧型ドライミスト装置に使用するノズルに関して、その水量の特性と、連続使用に対する耐久性の試験を行い求める性能を満たすことが明らかとなった。

# 付録編

## 名古屋プロジェクト

～名古屋にある歯科医院へのドライミストの適用に関する資料～

## 謝辞

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ご迷惑をおかけしましたが、最後まで熱くご指導頂きました。この一年を通して筆者は多くの知識を身に付けることが出来ました。ここで厚く御礼申し上げます。並びに丁寧なご指導と暖かく見守って頂きました東京理科大学 西田幸夫先生、ここで厚く御礼申し上げます。

また研究を行う際に丁寧な助言や指導をして頂きました、能美防災(株) 稲村勝正様、並びに(株)霧のいけうち 米沢正晴様にもここで感謝の念を記します。

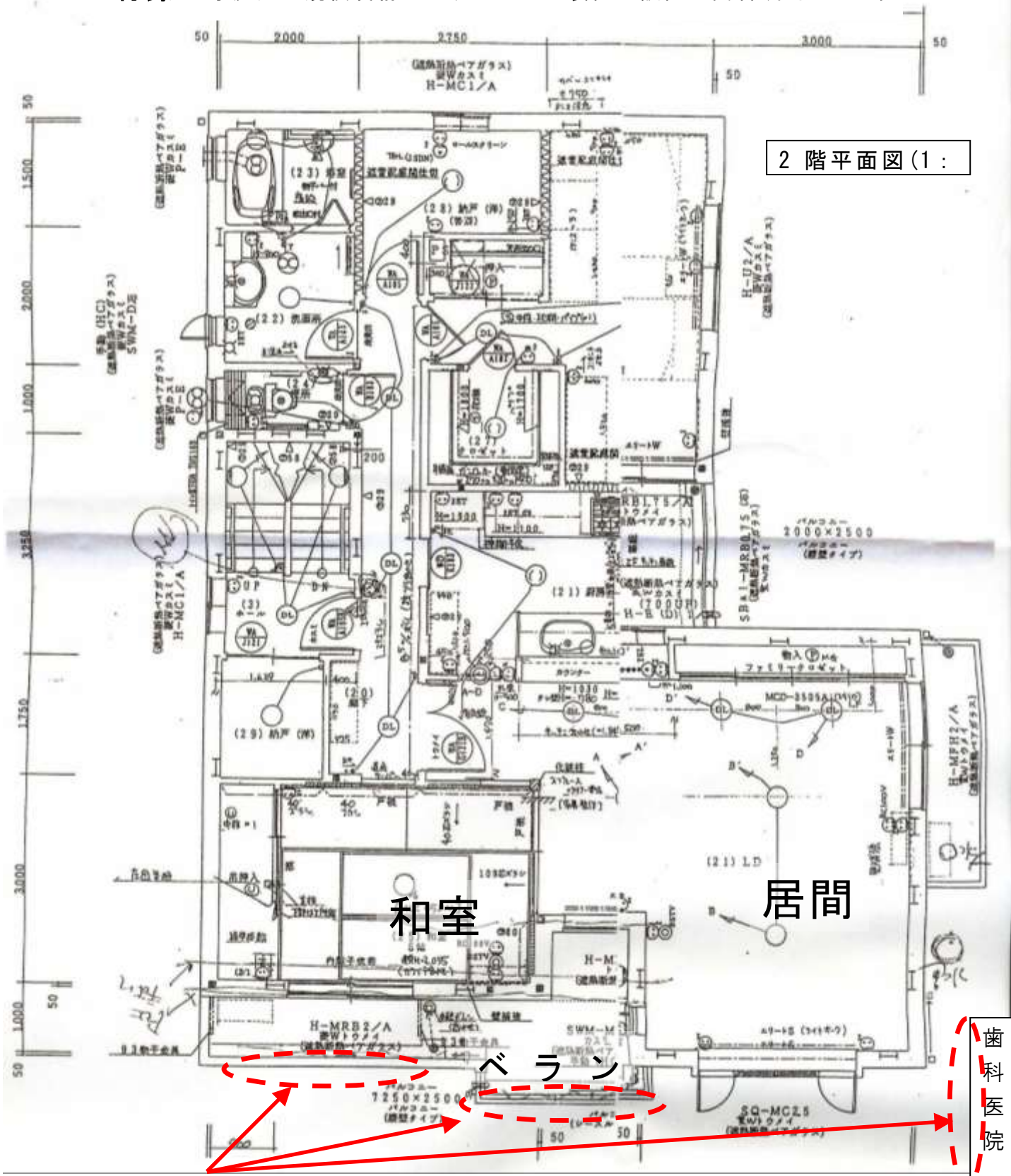
最後に辻本研究室の皆様にもあらゆる場面でご協力頂きここで厚く御礼申し上げます。

井 智洋



石

付録・家庭用小規模噴霧型ドライミスト装置の設置の資料(名古屋にあ



2階平面図(1:

和室

居間

ベラン

歯科医院

# ドライミス

南

設置したドライミスの様子  
(名古屋市内歯科医院)

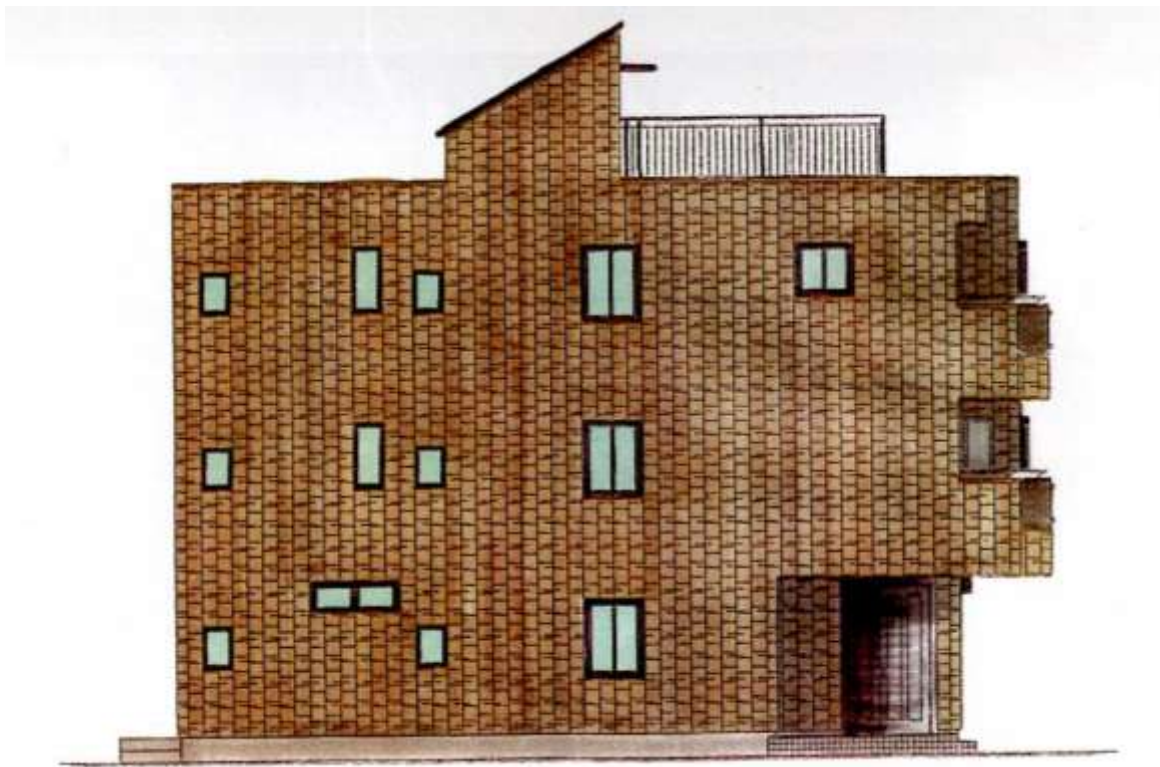




設置を行った歯科医院の南側立面図(1 : 100)



東側立面図(1:100)



西側立面図(1:100)



北側立面図(1:100)

<名古屋プロジェクトに使用した材料の価格と名称>

| 名古屋歯科プロジェクト  |                    |           |       |         |
|--------------|--------------------|-----------|-------|---------|
| 会社名          | 商品名                | 単価        | 個数    | 税込総額(円) |
| 共栄産業株式会社     | シグマM-4 1s-1s 16M   | 46960     | 1     |         |
|              |                    | 5M        | 22760 | 1       |
|              |                    | 3M        | 18360 | 1       |
|              |                    | 2M        | 16160 | 1       |
|              |                    | 振込手数料     | 315   | 1       |
|              |                    |           |       |         |
| 永田東海株式会社     | カプラー 1/4MS-FP      | 6400      | 9     |         |
|              |                    | 立替運賃      | 1030  | 1       |
|              |                    | 振込手数料     | 630   | 1       |
|              |                    |           |       |         |
| Swagelok     | メスブランチティ           | 3250      | 10    |         |
|              | メスアダプター            | 970       | 4     |         |
|              | メスエルボー             | 1910      | 2     |         |
|              | SUSチューブ            | 1770      | 4     |         |
|              | 消費税                | 2364      | 1     |         |
|              |                    | 振込手数料     | 630   | 1       |
|              |                    |           |       |         |
| 株式会社フジク①     | 304 8A S80 PT ニップル | 237       | 1     |         |
|              | 304 8A S80 PT チーズ  | 603       | 2     |         |
|              |                    | 立替運賃      | 1000  | 1       |
|              |                    | 消費税       | 122   | 1       |
|              |                    | 振込手数料     | 105   | 1       |
|              |                    | ニップル類     | 4830  | 1       |
|              |                    | 振込手数料     | 105   | 1       |
|              |                    |           |       | 7002    |
| 株式会社monotaRO | 圧力計 一式             | 3846      | 1     |         |
|              | L型クランプ             | 2556      | 8     |         |
|              |                    |           |       | 24294   |
| RYOBI 株式会社   | 高圧洗浄機 AJP-2000     | 30240     | 1     |         |
|              |                    | 送料        | 1530  | 1       |
|              |                    |           |       | 31770   |
| イシグロ株式会社     | 高圧バルブ              | 10668     | 1     |         |
|              |                    | 振込手数料     | 105   |         |
|              |                    |           |       | 10668   |
| ホームセンター      | ボールタップ一式           | 5521      | 1     |         |
|              | ワイヤー各種             | 2554      | 1     |         |
|              | ホース各種              | 1734      | 1     |         |
|              | タンク・備品             | 1083      | 1     |         |
|              | プログラムタイマー タイムリ-    | 4830      | 1     |         |
|              |                    | ホース止め具 一式 | 1540  | 1       |
|              |                    | 防振ゴム      | 662   | 1       |
|              |                    |           |       |         |
|              |                    |           | 総額    | 313891  |

## 参考文献・資料

- 
- 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」—そのコンセプトと初歩的検討—、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年3月3日
  - 児玉奈緒子・林啓紀・辻本誠・奥宮正哉・原田昌幸・一瀬茂弘・奥山博康・進藤義一  
ドライミスト散布によるヒートアイランド抑制システムの開発（第3報）—卵性双生児による温熱快適性の検討、空気調和・日本建築学会学術講演論文集 2004年9月
  - でんき予報「打ち水大作戦」<http://www.uchimizu.jp/06/index.htm>
  - (有)なごミスト設計 2006年度版カタログ
  - (株)霧のいけうち 高純度アルミナセラミックスプレーノズル—KBNシリーズ—カタログ
  - 共栄産業(株) テフロンホース<シグマフレックス>製品カタログ
  - 気象庁 過去の地点ごとの気象データ（地域：東京 地点：東京） 2006.8.10  
<http://www.data.kishou.go.jp/etrn/index.html>
  - 気象庁 過去の地点ごとの気象データ（地域：東京 地点：東京） 2006.10.30  
<http://www.data.kishou.go.jp/etrn/index.html>
  - 加藤千恵子 石村貞夫 著「POINT 統計学 相関係数と回帰直線」2001