

# 卒業論文

換気方式の違いによる  
ドライミスト効果の対照実験による検証

平成 22 (2011) 年度

東京理科大学 工学部第二部 建築学科

中馬 広樹

# 目次

第1章 研究背景と目的	2
1.1 研究背景	4
1.2 研究目的	4
第2章 家庭用ドライミスト装置の概要	
2.1 家庭用ドライミスト装置	5
2.1.1 ポンプ仕様	6
2.1.2 高圧ホース仕様	7
2.1.3 ノズル仕様	7
第3章 実験計画	8~19
3.1 実験概要	8
3.2 実験日程および実験条件	8
3.2.1 機械換気方法の仕方（9月3日、9月5日）	10
3.3 2室の図面（平面図、断面図）	11
3.4 実験測定器具の詳細	12
3.4.1 熱電対	12
3.4.2 温湿時計（おんどとり Jr.）	13
3.4.3 電源ラインモニタ3351（日置電機）	14
3.4.4 熱線風速計	15
3.4.5 高速型多点分散データロガー	17
3.4.6 濡れ感知センサー	19

第4章 実験結果・考察	20～60
4.1 全日程の温湿度測定結果	20
4.2 各実験日の2室の温湿度測定結果	23
4.3 噴霧室、対照室の各測定場所気温差の検証	25
4.4 高さ別温度検証	26
4.5 噴霧効率の算出	34
4.6 換気方式の違いによる噴霧効果の違いに関する考	35
4.7 飽差と稼働率の結果	37
4.8 絶対湿度を湿り空気線図にプロット	40
第5章 まとめ	61～62
5.1 実験結果のまとめ	61
5.2 今後の課題	61
付録	
参考文献	
謝辞	

# 第 1 章 研究背景と目的

## 1.1 研究背景

### 1. 研究背景

近年、地球温暖化やヒートアイランド現象といった環境問題が世界的に問題視されている。ヒートアイランド現象とは、都市部の気温が都市周辺部に比べて高くなる現象のことである。そのヒートアイランド現象の対策として本研究の対象であるドライミストが開発された。ドライミストは、水を微小粒子にして噴霧し、それが蒸発する際の気化熱を利用することによって低エネルギーで周辺空気の温度を低下させるもので、建物の空調負荷を軽減することができる。

ドライミストは 2005 年の愛知万博で初めて導入され、その後六本木ヒルズ、新丸ノ内ビルディング、秋葉原駅前、相模鉄道二俣川駅など様々な場所に設置され利用されている。

2009 年からは改良・小型化された家庭用ドライミスト装置の利用もされている。

## 1.2 研究目的

### 1.2 研究目的

常時変化する室内・室外環境でドライミストの効果を検証するためには、同一条件のもと比較対照実験を行うことが効果的である。

そこで、実験室を 2 室用意し、一方をドライミスト噴霧室、もう一方はドライミストを噴霧しない対照室として実験を行う。また、室内の換気量を与えるドライミスト効果への影響を検証するために、機械換気と自然換気の 2 つの換気方式で実験を行うことで、より効果的な噴霧条件を調べることを目的とする。

## 第2章 家庭用ドライミスト装置の概要

### 2.1 家庭用ドライミスト装置

#### 2.1.1 高圧ポンプについて

家庭用ドライミストのポンプの特徴は、小型で軽量であり、モニターを使用していないので低騒音（51Hz）である。低消費電力で、設置は固定ではなく移動できる。（図1参照）しかし、高熱化対策をしているが、影のあるところ場所に設置するため移動範囲が限られている。



高圧ポンプ表-1

取扱会社	GMM テック 株式会社
製品番号	GMMP-M60
設置許容温度	周囲温度 0°C~40°C
許容相対湿度	85%以下
電源	AC100V 50Hz(60Hz 用もあり)
電力	73W
重量	7.5Kg
寸法	φ91mm × 230mm

### 2.1.2 高圧ホースについて

ホースは、バルブを備えたパイプの先端に取り付けて、任意の方向に流体を導くために利用される。この流体を使って作業するための装置や器具が更に先端に取り付けられる場合があり、これらは取り付けたり取り外したり、または更に延長して利用したりする。ポンプから高圧で押し出される水を運ぶために高い圧力に耐えうる特殊なホースが必要である。



高圧ホース表-2

取扱会社	Swagelok 社
名称	PTFE ホース(ステンレス製オーバーブレード)
ホース内径	4.8mm
最小曲げ半径	静状態時 38.1mm 動状態時 50.8mm
使用範囲温度	-53~230°C
最高使用圧力(20°C)	20.6MPa
最小破裂圧力(20°C)	82.6MPa

### 2.1.3 ノズルについて

ノズルは、気体や液体のような流体の流れる方向を定めるために使用されるパイプ状の機械部品のことである。



ノズル表-3

取扱会社	株式会社 共立合金製作所
製品番号	NAGOMIST NA-50A
材料	ステンレス製
噴霧方式	1流体式
吐出後粒径	0.16 $\mu$ m
噴霧水量	約 50ml/min

## 第 3 章 実験計画

### 3.1 実験概要

噴霧室で 8 時から 2 時の間ドライミストを噴霧し、対照室の温湿度と比較することでドライミストの効果を検証する。2 時から 8 時は 2 室の対照性を確認するためにドライミスト噴霧は行わない。また、換気扇の on/off を一日毎に切り替える（3 日、5 日が換気扇 on）ことで室内の換気量が与えるドライミストの効果も併せて検証する。

### 3.2 実験日程および条件

実験は埼玉県さいたま市南区南浦和にある 9 階建てマンションの 9 階の 2 戸で行った。2 戸の環境条件を近づけるために角部屋を含まない中央の 2 戸（903 号室、904 号室）を使用した。実験は、903 号室がドライミスト噴霧室、904 号室がドライミストを噴霧しない対照室とした。



図 3.1 埼玉県さいたま市南区南浦和



図 3.2 実験場所 (図のAの場所)

物件名：Jステージ南浦和 (9階建て 903、904号室)

住所：埼玉県さいたま市南区南浦和2丁目42-12

建築年：1992年8月

構造：鉄筋コンクリート造

間取り：1k

床面積：19.04 m<sup>2</sup>

表 3.1 実験詳細日程

実験日	換気方式	気象庁データ(さいたま)					
		平均気温℃	最高気温℃	最低気温℃	平均速度m/s	最高速度m/s	最多風向
9月2日	自然換気	29.8	35.5	24.7	2.6	5.4	南
9月3日	機械換気	31.0	37.1	25.9	2.0	4.9	南南西
9月4日	自然換気	30.8	36.5	24.8	2.0	4.1	北北西
9月5日	機械換気	30.0	35.5	25.5	2.5	4.7	南
9月6日	自然換気	30.2	35.3	25.9	3.0	5.4	南

### 3.2.1 機械換気の方法の仕方

換気扇に室内から流れてくる、隙間風を防ぐために (50×30) cm の段ボールで囲い  
 図 3.4 に示すように吹込面を 9 等分し、それぞれの中央に穴を開けた。

9 時、14 時、18 時、24 時の 4 回、9 点に熱線風速計を差し込み 1 分間ずつ 9 個測り、  
 それぞれの値を出し、平均の値をまとめたのが平均風速値である。

しかし、今回の測定方法が誤りの測定をしたためデータの採取は、上の 3 点を用いて  
 行いました。そこで平均風速値が表 3.2、3.3 である。

噴霧室で 8 時から 2 時の間ドライミストを噴霧し、対照室の温湿度と比較することで  
 ドライミストの効果を検証する。2 時から 8 時は 2 室の対照性を確認するためにド  
 ライミスト噴霧は行わない。また、換気方式を変える。3 日、5 日が機械換気、4 日、6  
 日が自然換気とした。



図 3.3 噴霧室換気扇 吹込口

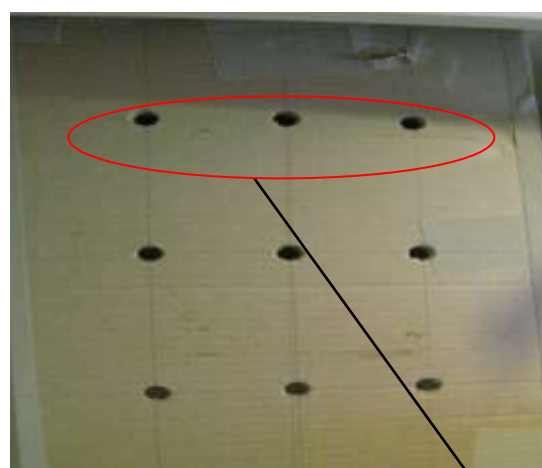


図 3.4 換気量測定風景

この 3 点の穴に熱線風速計を入れ換気量を測る

表 3.2 2 室の風速データ

9 月 3 日	6:00	12:00	18:00	0:00	平均値
噴霧室	0.68	0.67	0.68	0.71	0.69
対照室	0.66	0.63	0.7	0.7	0.67

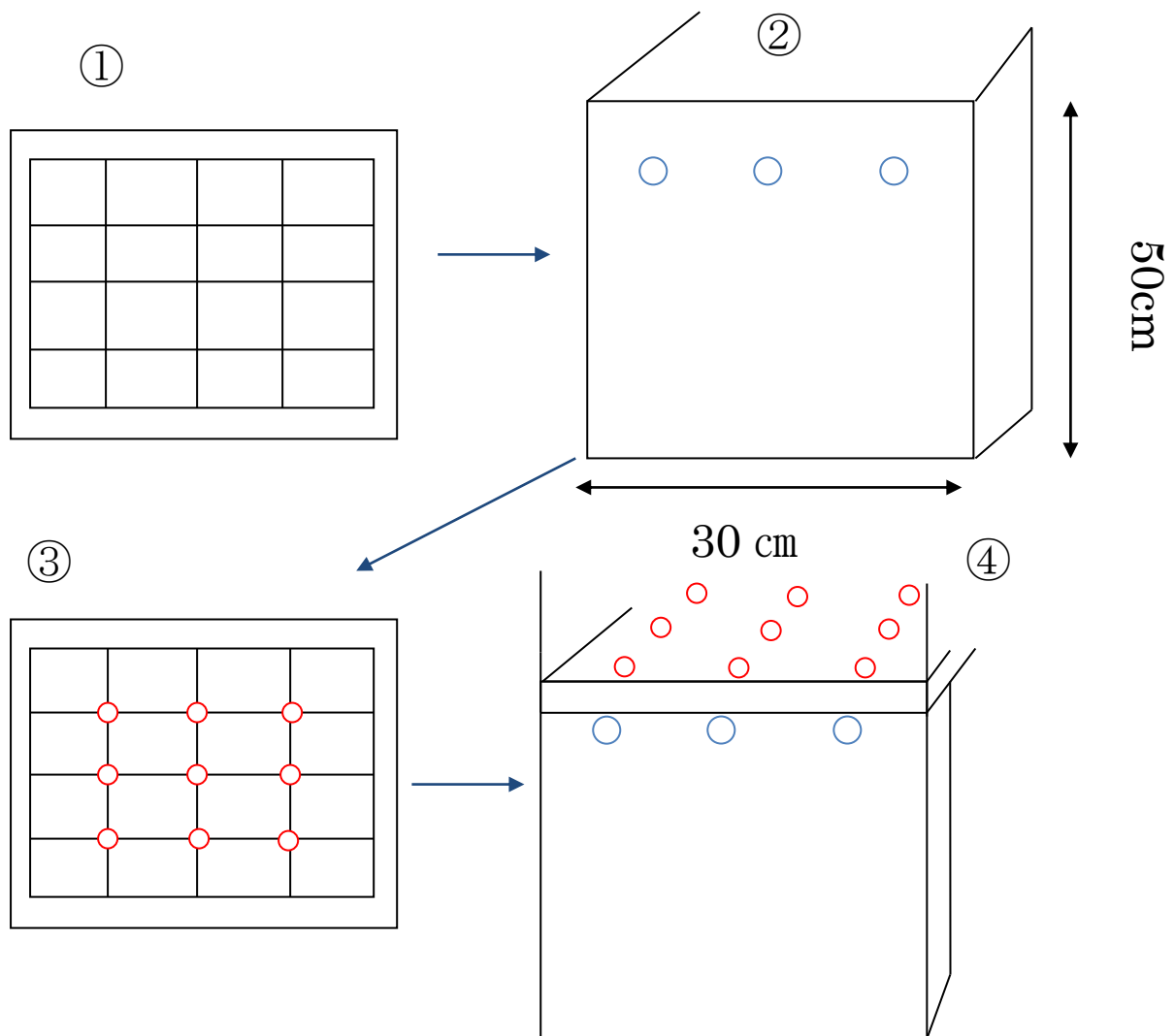
表 3.3 2 室の風速データ

9 月 5 日	6:00	12:00	18:00	0:00	平均値
噴霧室	0.75	0.72	0.68	0.71	0.72
対照室	0.77	0.73	0.66	0.7	0.72

<b>噴霧室</b>	9 月 3 日	206.0m <sup>3</sup> /h	9 月 5 日	200.0m <sup>3</sup> /h
<b>対照室</b>	9 月 3 日	215.0m <sup>3</sup> /h	9 月 5 日	215.0m <sup>3</sup> /h

### ・正しい風速の測定方法

- ① 図 3.3 の噴霧室換気扇 吹込口を分かりやすいように簡単な平面し、見やすくする。
- ② 図 3.4 隙間風を防ぐために (50×30) cm 段ボールで周囲を囲い、上の3点穴をあける。
- ③ 図 3.3 を9分割する。
- ④ 熱線風速計を使い3点の穴に換気扇を9分割したところに1点ずつ当て測定を開始する。



### 3.3 2室の図面（平面図、断面図）

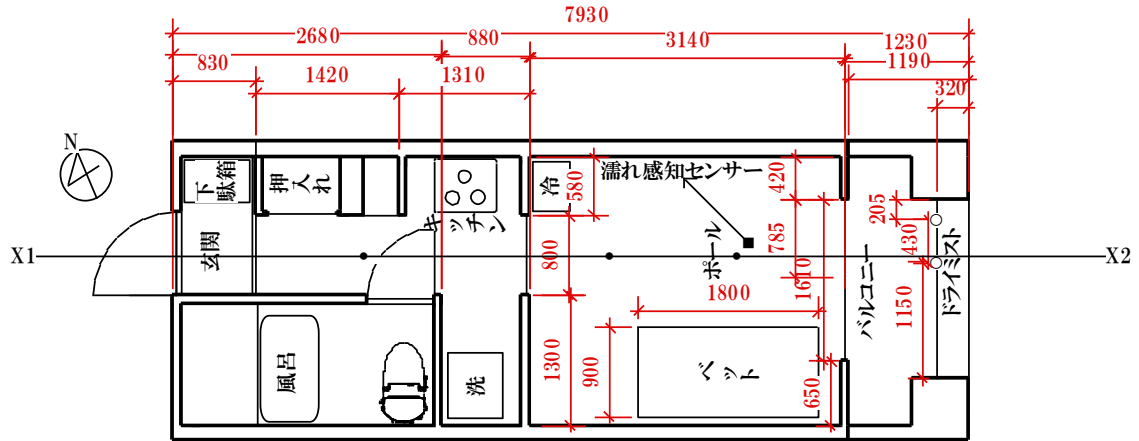


図 3.5 平面図

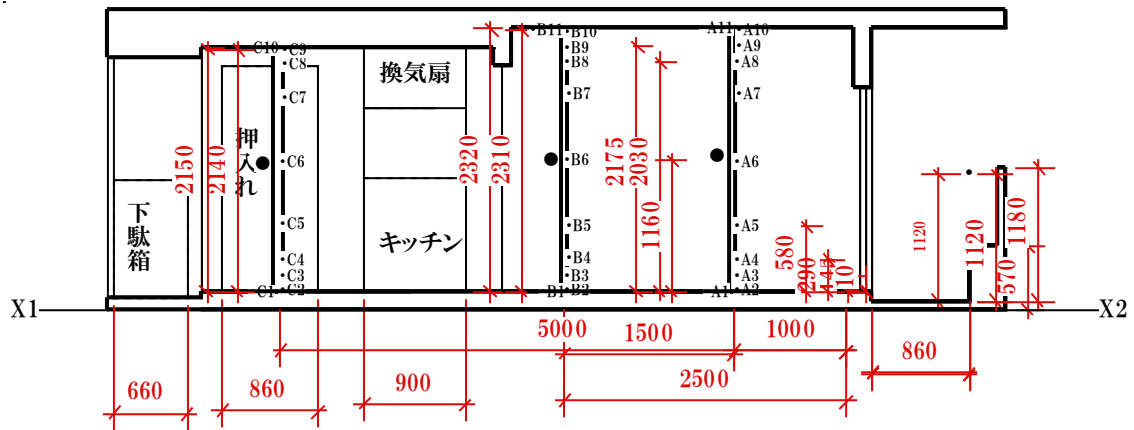


図 3.6 断面図

### 3.4 実験器具

#### 3.4.1 熱電対

室内の高さごとの温度分布や壁面の表面温度を測定するのに使用。熱電対とは異なる2種の金属を接続し、それらに温度差を与えることで電圧を発生させ、設置点の温度を測定するものである。噴霧室、対照室にそれぞれ36か所ずつ設置した（設置個所などの詳細は後述）。



#### 3.4.2 温湿度計（おんどとり Jr）

室内の温度・相対湿度の測定に用い、各室3個ずつ設置した。温度測定に関しては熱電対の精度の方が高いため、おんどとり Jr.の測定データは主に相対湿度の測定データのみ使用した。また、表 3.4.2 に製品仕様を作成した。



表 3.2

温湿度計 製品仕様

取扱会社	株式会社ティアンドディ
名称	Thermo Recorder RTR53
機種	SRTR-53
	SRTR-53L
測定チャンネル数	2チャンネル(温湿度 各1)
内蔵温度センサ	-
外付温度センサ	0～55℃
外付湿度センサ	10～95%RH
測定精度	平均±0.3℃
	±5%RH(25℃ 50%RH に於いて)
測定・表示分解能	0.1℃・1%RH
センサ	サーミスタ・高分子湿度センサ
記録間隔	
記録容量	8000 データ×2チャンネル
記録モード	
本体防水性能※3	JIS 4 級 (防まつ型(生活防水)) ※4
本体寸法	
本体重量	約 76g(電池 1 本・センサを含む)
本体動作環境	
付属センサ	TR-3310: 温湿度センサ 1 本
付属品	

### 3.4.3 電源ラインモニタ 3351

濡れ感知センサーを使用する際、データを採取必要があり、日置電機の「電源ラインモニタ 3351」を使用し、表 3.4.3 に特徴や製品仕様を載せる。



表 3.3 電源ラインモニタ 3351 製品仕様

取扱会社	日置電気株式会社
名称	電源ラインモニタ3351
測定ライン	単相2線, 単相3線, 三相3線(50/60Hz)
チャンネル数(最大)	電圧2ch(1回路), 電流12ch
測定項目	漏洩電流測定, 主幹負荷測定, 分岐負荷電流測定, イベント検出 (トランジエントオーバ電圧, 実効値上限, 実効値下限, 波形ピーク, 波形比較, THD上限, 外部, タイマ)
測定レンジ	電圧: AC 200V(有効測定範囲90V~490V) 電流-1:(負荷測定用 ※使用するクランプセンサにより異なる) 500.0mA~5.000kA(有効範囲はレンジの5~110%) 電流-2:(漏電測定用 ※リーク用センサは電力測定には使用不可) 50.00m~1.000A(有効範囲はレンジの5~110%) 電力:(1回路, 電圧/電流が有効範囲内であること)
確度	単相2線: 電圧レンジ(200V) × 電流レンジ 単相/三相3線時: 電圧レンジ(200V) × 電流レンジ × 2倍 電圧: ±1% rdg. 電流: ±1% rdg. ±0.2% f.s. +クランプセンサ確度 電力: ±1% rdg. ±0.2% f.s. +クランプセンサ確度(力率=1)
周波数帯域	基本周波数50/60Hz~3kHz
データ出力	1~30秒, 1~60分, 13切替え
インターバル時間	※最大測定期間は1年間で強制終了
データ保存	PCカードへ保存(時系列データ: バイナリ/テキスト, イベントデータ: バイナリ, 画面: BMP, 設定: バイナリ)
表示	(表示更新は約1秒/回, 電流の表示はレンジの0.4% 以下はゼロ) 測定値, 波形, 時系列グラフ, ベクトル, イベントリスト
電源	ACアダプタ 9418-15(AC100 ~240V), またはバッテリーパック 9459(連続使用時間2h, トリクル充電機能), 20VA max.
寸法・質量	210W × 160H × 80Dmm, 1.2kg

### 3.4.4 熱線風速計

換気扇の吸い込み口の風速を測定するために使用。加熱された金属線が風によって奪われた熱量によって風速を測定する。表 3.4.4 に熱線風速計の製品仕様を作成した。



表 3.4 熱線風速計 製品仕様

取扱会社	日本カノマックス株式会社
製品番号	アネモマスター風速計 MODEL6114
測定範囲	風速 0.1~50m/s 風温 0~100°C 圧力 正負5kPa(MODEL6115のみ)
電源	1) 単2形乾電池×6 2) ACアダプタ(オプション)
外形寸法	約210(W)×133(H)×120(D) ブローブ寸法図 延長棒寸法図
質量	約1kg
特徴	
空調ダクト、ダクト送風口 風速測定・風速管理	配管・ダクト内での測定を考えた、丈夫なボディ、蓋付きで収納も簡単 肩掛けベルトがついていますので、持ち運びや測定時も両手が使用
互換プローブ	従来のプローブは破損などの交換が必要な場合に修理品としてメーカーへの返送が必要でしたが、 プローブ1対となるROMカードを使用することにより、どの本体にどのプローブを取り付けても 同じ特性(精度)を維持することが可能。
プリンター内蔵型	プリンター内蔵で、測定現場でデータをボタン一つでスピーディに印字できます。 乾電池仕様ですので、持ち運びも簡単
シンプル・親切設計	プリントアウト、演算、測定データの保存などがボタン一つの簡単操作。 デジタル・アナログハイブリット表示の大型LCDディスプレイで、より見やすく、シンプル。
風速・風温・圧力を簡単計測	風速・風温・圧力の測定データを同時に保存可能。 表示はボタン一つで簡単に切り替えできる。
パソコンへ接続	RS-232C通信端子を標準装備して、記憶データや生データをパソコンへダイレクトに転送可能。 (100個の測定データを本体メモリに記憶できます。)
単2乾電池6本駆動	アルカリ電池で約10時間の計測が可能です。(風速5m/s、プリンター不使用時) オプションのACアダプターで長期の連続測定も可能です。

### 3.4.5 高速型多点分散データロガー

熱電対 1 秒ごと温度を測る際に高速型多点分散データロガーを使用し、多くのデータ採取を可能。入力 20 点毎に 1 個の AD 変換器が作動し、最大 30 個の AD 変換処理を同時並行して行い、積分 AD 変換器による計測システムとしては高速データ収集が可能である。また、入力電圧を積分する時間は、商用周波数に同期追従し変化するため、高いノイズ除去率を維持します。さらに入力積分時間は、計測環境によって選択できる。

パソコンにインストールするだけで、メニューからウィンドウを開き、計測条件（インターバル、測定レンジ、数値・グラフモニタ、データファイル）の設定が行え、計測を開始できる。

本体には、6 台 (300m) または 10 台 (240m) までの入力ステーションを連結でき、任意の範囲に分散設置できます。各入力ステーションへの電源供給は、コントローラから行いますので各入力ステーションへの電源供給は不要。

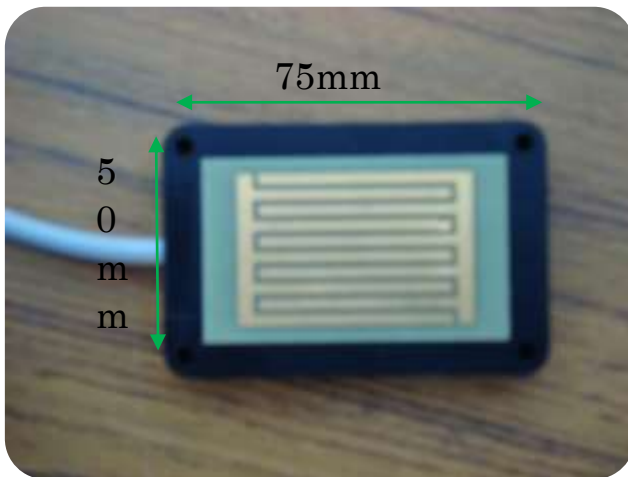


表 3.5 高速型多点分散データロガー 製品仕様

取扱会社	江藤電気株式会社
名称	高速型多点分散データロガー サーモダック6
MODEキー部	表示設定モード指定MODE-UP,MODE-DOWNキー(DATE/TIME,START,STOP,INTERVAL,STATION-LIST,CH-FUNCTION,MONITOR等の切換)
項目移動キー部	名表示モードでの項目の指定 ↓、←、↑、→キー
SETキー部	設定操作用キー INC, DEC, WRITE キー 設定可能項目 (DATE/TIME, START, STOP, INTERVAL, CH-FUNCTION, MONITOR-CHANNEL及び AD CYCLE/CALIB MODE)
液晶、表示器	
表示方式	16桁*2行, 5 *7ドットマトリクス液晶表示 特殊キー操作にて、コントラスト調整可能
バックライト	LEDバックライト
LED表示	
GPIBモニタ	GPIB通信状態の表示(REM, LLO, LA, SRQ, TA)
動作モニタ	本体動作状況のモニタ (INTERVAL BUSY, SCAN BUSY, CONTROLLER,STATION, DATA)
メモリ機能	
	計測データメモリ 1920Kバイト
バッテリー、保護機能	
	電源断時のリアルタイム・クロックの動作保証、リチウム2次電池:
リアルタイム・クロック精度	
	最大月差 ±15秒 (25±2°C)
入カステーション通信	
コネクタ	丸型16ピン・コネクタ: NJW-2416-RF(七星科学) ステーション電源供給: DC48V (MAX 2A) 通信ライン: HDLCシリアル回線
ステーション接続数	最大接続数: 6台/10台 接続距離: 300m/240m
接続距離	本体から最終入カステーションまで、10台接続時最長240メートル、6台接続時最長300メートル
通信速度	最大 250Kビット/秒
ターミネータ	100オーム・ターミネータ:最終入カステーションの"NEXT STATION"コネクタに接続
通信関係	
通信コネクタ	GPIB IEEE Std. 488-1978規格適合品 シリアルI/O 9PIN -DSUBコネクタ(専用ケーブル使用)
通信仕様設定スイッチ	8連ディップ・スイッチ(GPIB GPIBアドレス、デリミタ、シリアル・ポール指定) (シリアルI/O ボーレート、デリミタ、パリティの選択)
転送速度	GPIB 最大 300Kバイト/秒 シリアルI/O 1200,2400,4800, 9600, ~115200bps
電源	
電源スイッチ	波型スライド・スイッチ
電源コネクタ	3P インレット・タイプ ヒューズ(AC100V 4A)予備ヒューズ付
供給電圧	AC 100V ±10% (50Hz ±2%,60Hz ±2%)
消費電力	最大150VA(入カステーション6台接続時)
アース端子	金属アース端子
外部スタート入力	
EXT STARTコネクタ	外部スタート入力(接点) 2CH D/O出力 RESET入力 9PIN D-SUBコネクタ
ホーン端子	
	φ3.5ミニチュアジャック メンテナンス用インターホンライン
動作選択スイッチ	
	4連ディップ・スイッチ(GPIB/SERIAL I/Oの選択、ブザーのON/OFF、2ビットDOのモード選択)
外形寸法	
	約290(W)*95(H)*212(D)
重量	
	約4.0Kg
動作保証温湿度範囲	
	0 ~ 50 °C、20 ~ 90 %R.H.(結露無きこと)
周囲雰囲気	
	ホコリや腐食性ガスが少なく、機械的振動が少ないこと

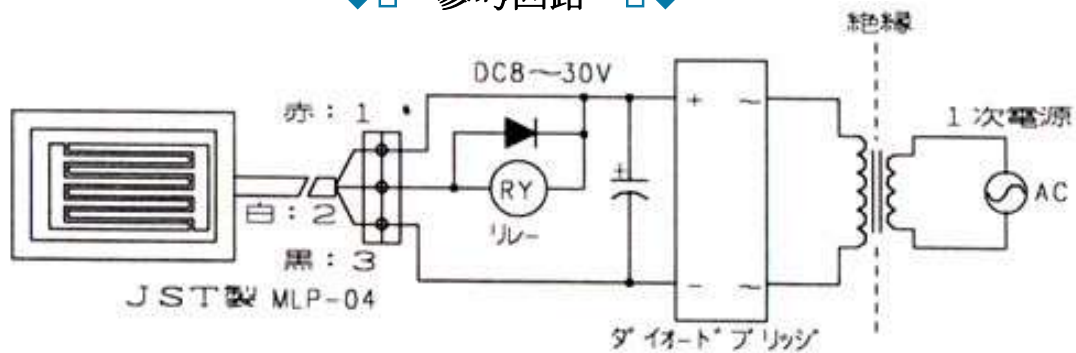
### 3.4.6 濡れ感知センサー

濡れ感知センサーとは、本来細霧冷房を使用した場合、ある程度の大きさの空間は室外であれば床濡れの心配をすることなく噴霧を行うことが可能であるが、家庭で使用する際、噴霧対象空間が小規模であるためにミストによる過加湿をおこし、ミストが気化しきらずに床を濡らしてしまうという心配がある。そこで、濡れ感知センサー<sup>(註1)</sup>を用いて、床濡れを検知すると噴霧停止を行い、停止した後、センサー部の表面が乾くと噴霧を再開する制御を自動で行う。

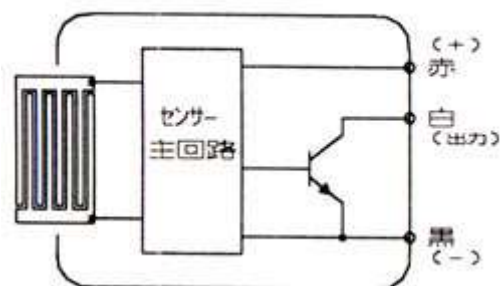


AKI-1801

#### ◆ □ 参考回路 □ ◆



AKI-1801



#### ◆ □ 内部回路 □ ◆

表 3.6 最大定格(Ta=25°C)

項目	定格
電源電圧	35V
出力耐圧	55V
出力吸込電流	150mA
動作温度範囲	-20 ~ +80 °C
保存温度範囲	-55 ~ +100 °C

表 3.7 推奨動作条件

取扱会社	アスザック株式会社
項目	AKI-1801
電源電圧	+8 ~ +30 V
出力電圧	35V以下
出力吸込電流	100mA以下
使用温度範囲	0 ~ +65 °C

AKI-1801 : オープンコレクタ出力 (出力論理 乾 : OFF 濡 : ON)

表 3.8 電気的特性(Ta=25°C)

項目	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
感度	乾 -- 濡 検出抵抗値	590		650	kΩ
	ヒステリシス幅	30		50	kΩ
出力吸入電流	出力飽和電圧 ≤ 1.5V	100			mA
消費電流	電源電圧 = 12V		8	10	mA

## 第4章 実験結果・考察

### 4.1 全日程の温湿度測定結果

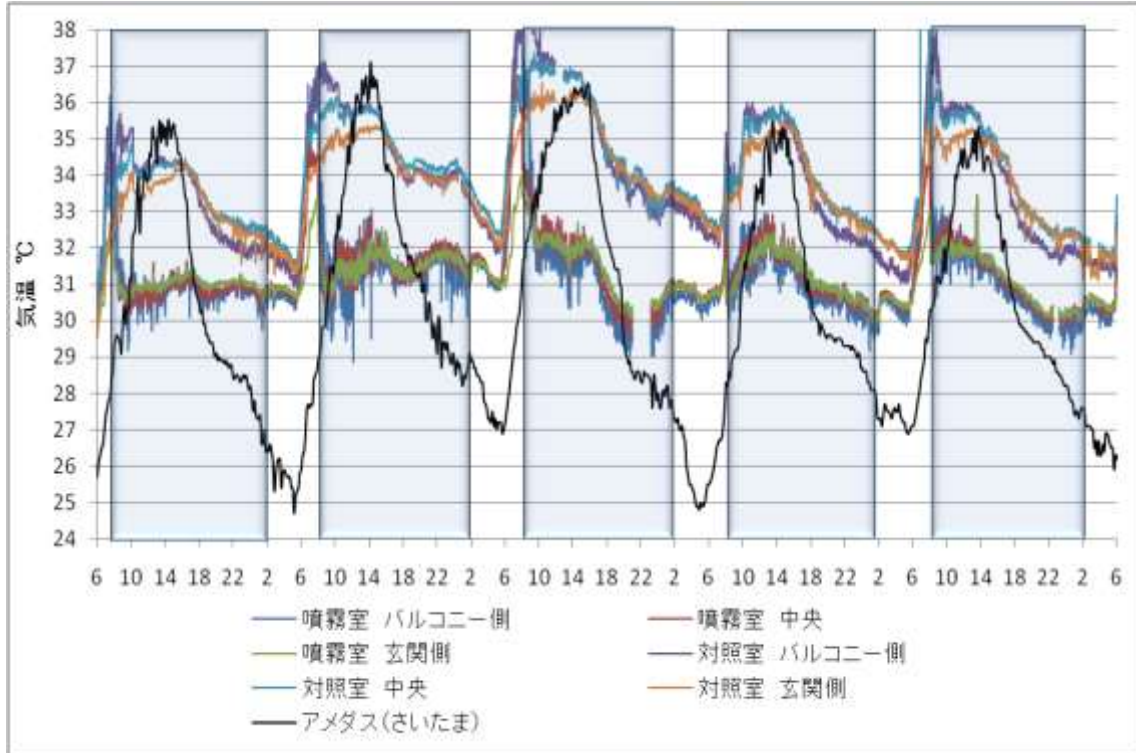


図 4.1 9月2～6日 2室の温度グラフ



図 4.2 9月2日～6日 2室の湿度グラフ

## 4.2 各実験日の2室の温湿度、稼働率測定結果

本研究では、バルコニー側ポール近くに濡れ感知センサーを設置し、噴霧の自動制御による噴霧効果の測定を行った。6時から8時までの2室の気温が上昇している理由は、バルコニー側のポールに日光が直接当たったためである。

9月3日～6日までに於ける2室の温度、及び噴霧稼働率、外気温<sup>(註4)</sup>時間変化、対照室の相対湿度、また右上部には、噴霧室と対照室の温度差の平均値を示す。(図4.3～4.6)稼働率は1時間当たり、ドライミストポンプの運転時間の割合を示したものである。

図の全体のデータをみると11時～19時まで気温差は約3℃程度である。一日を通して一番稼働率が高かったのが9月4日であり9時から20時で約69～100%の稼働率となっている。また、2室の気温差も4日が一番大きく、最高で6℃程度気温が下がっている。

これは図から9月3日～6日のうち相対湿度は9月4日が一番低く、より多くのミストが蒸散したためであると、考えられる。9月5日と6日は気温、相対湿度はほぼ近い値を示しており、平均気温差も0.1℃しか変わらなかったが、6日の方が稼働率の高い値を示している。これより、自然換気では、噴霧したミストがより多く室外へ流出していると考えられ、結果として機械換気の方が効率よく噴いていることが結果として分かる。

噴霧を停止しても、2室の気温は同じ動きをしているが、2室の気温が同気温に戻ることは見られなかったのは、噴霧室のミストがまだ空気中に残り、部屋を冷やしていたのではないかと考えられる。稼働率は1時間当たり、ドライミストポンプの運転時間の割合を示したものである。

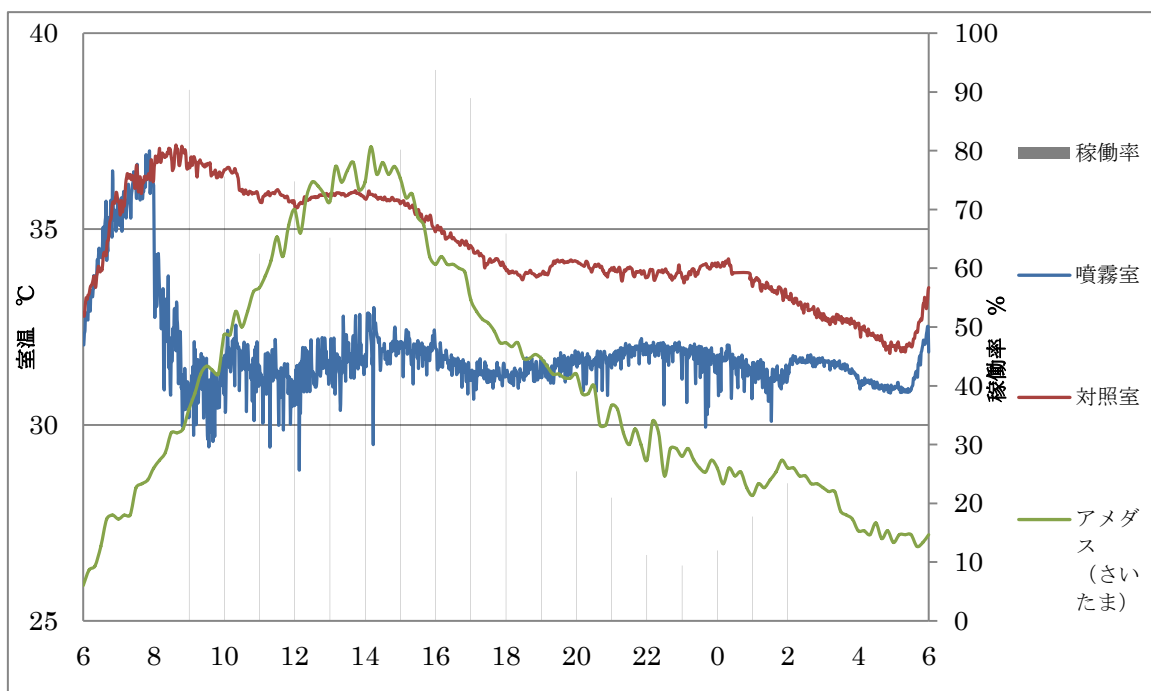


図 4.3 9月3日 気温、稼働率のグラフ

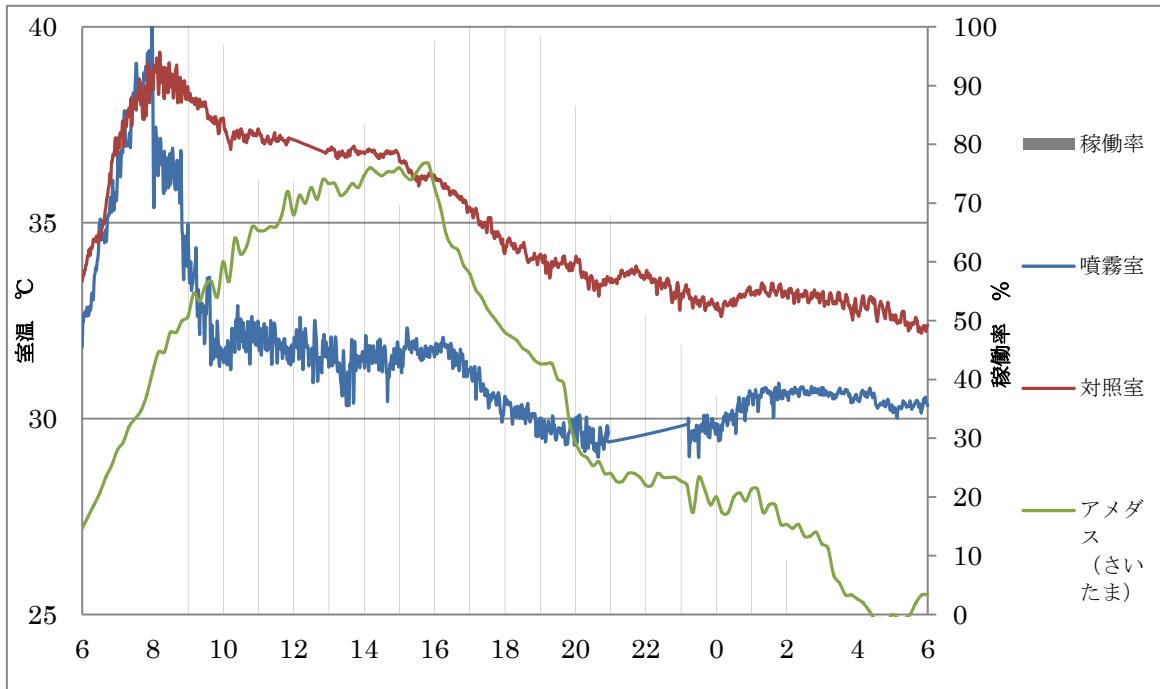


図 4.4 9月4日 気温、稼働率のグラフ

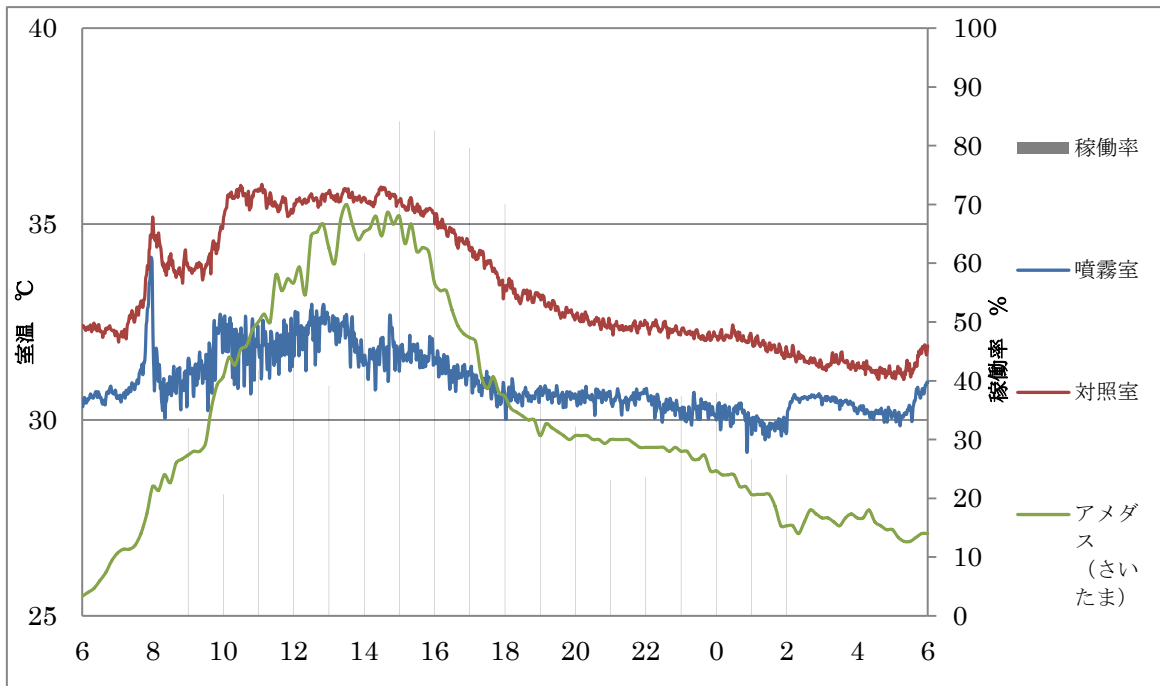


図 4.5 9月5日 気温、稼働率のグラフ

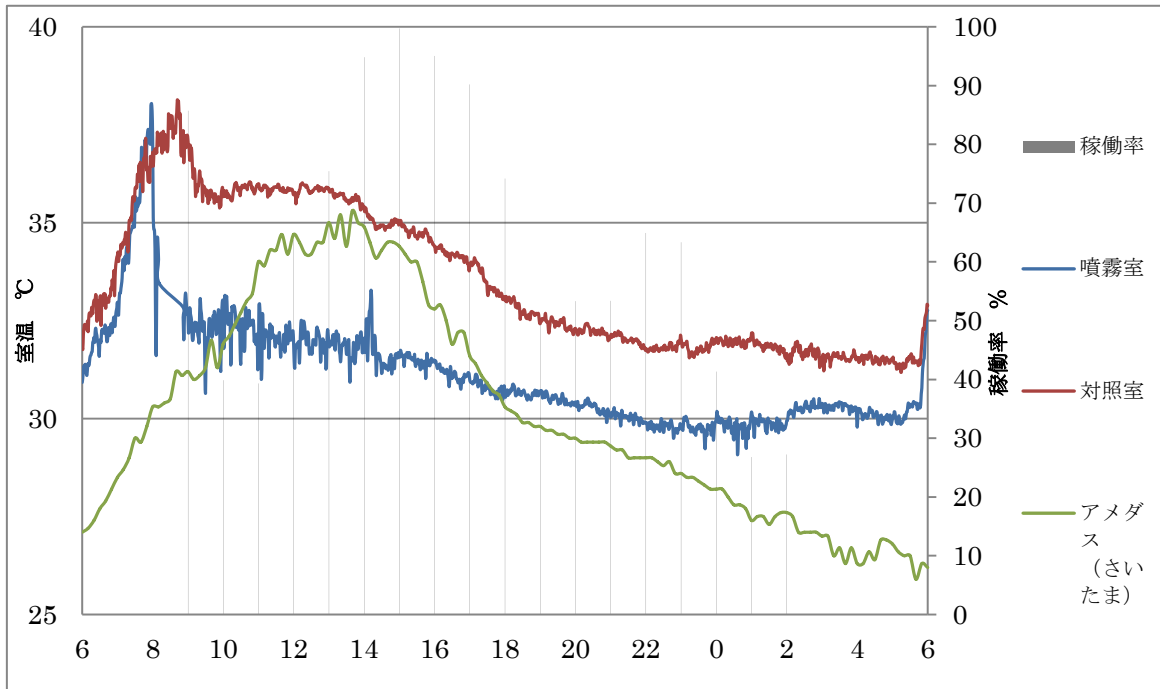


図 4.6 9月6日 気温、稼働率のグラフ

表 4.1 全日程の噴霧水量(9:00~2:00)

水量(cc)	9月3日	9月4日	9月5日	9月6日
9:00	3795	4200	1345	3602
10:00	3175	4067	869	1675
11:00	2624	3108	1757	1651
12:00	3142	3095	1773	2678
13:00	2739	3049	1645	3169
14:00	3108	3501	2592	3983
15:00	3368	2926	3535	4190
16:00	3936	4102	3467	3992
17:00	3737	4200	3344	3789
18:00	2767	4191	2944	3116
19:00	1898	4130	1611	2125
20:00	1068	3634	1355	2240
21:00	881	2855	970	2241
22:00	470	2141	989	2727
23:00	396	1922	1570	2661
0:00	504	1563	1594	1737
1:00	746	856	1122	1125
2:00	984	392	1009	1145

### 4.3 噴霧室、対照室の各測定場所気温差の検証

今回窓から 1m, 2, 5m, 5m の場所で測定し、9月 2~6 日まで換気方式の違う方法で、温度が下がらないか検証した。平均気温差は、次の表 4.3.1 にまとめる。

最も下がったのが 9月 4日の自然換気である事がわかる。

表 4.2 平均気温差

平均気温差℃	9月 2日	9月 3日	9月 4日	9月 5日	9月 6日
バルコニー側	-2.04℃	-2.72℃	-3.47℃	-2.43℃	-2.34℃
中央側	-2.21℃	-2.81℃	-3.33℃	-2.59℃	-2.61℃
玄関側	-1.86℃	-2.53℃	-3.14℃	-2.39℃	-2.34℃

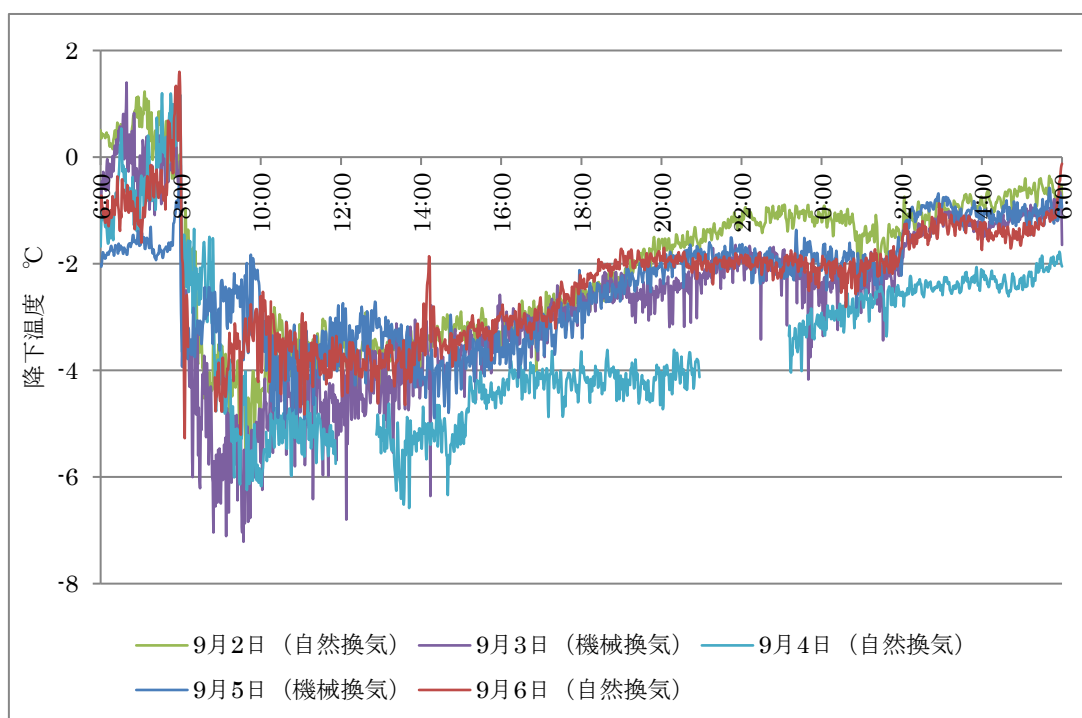


図 4.7 バルコニー側、気温差

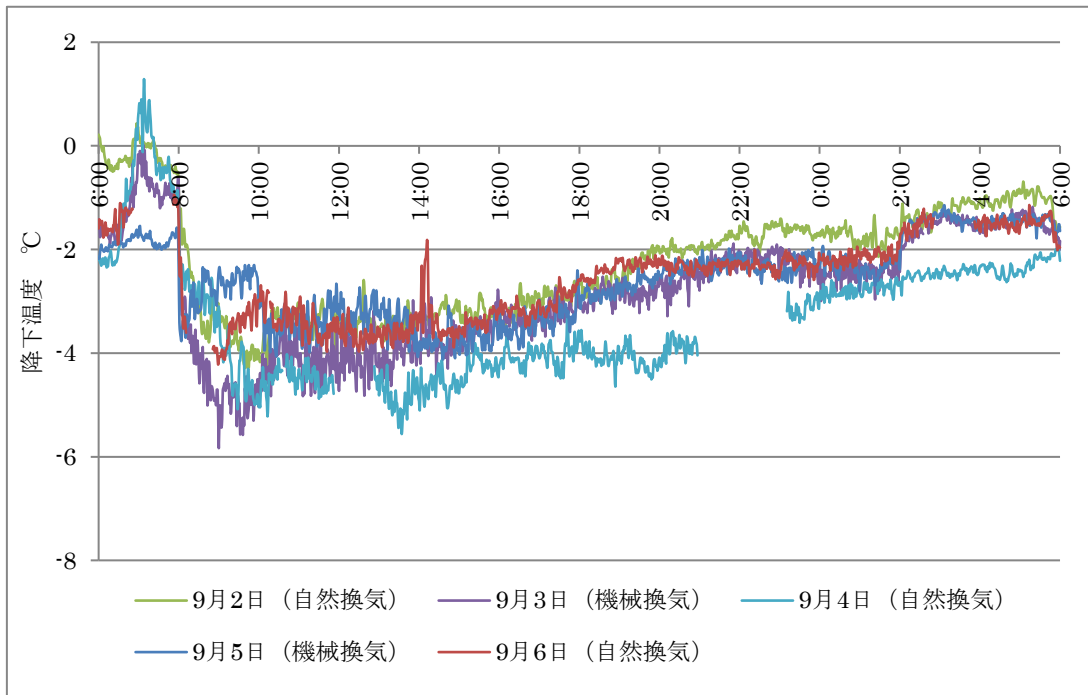


図 4.8 中央側 気温差

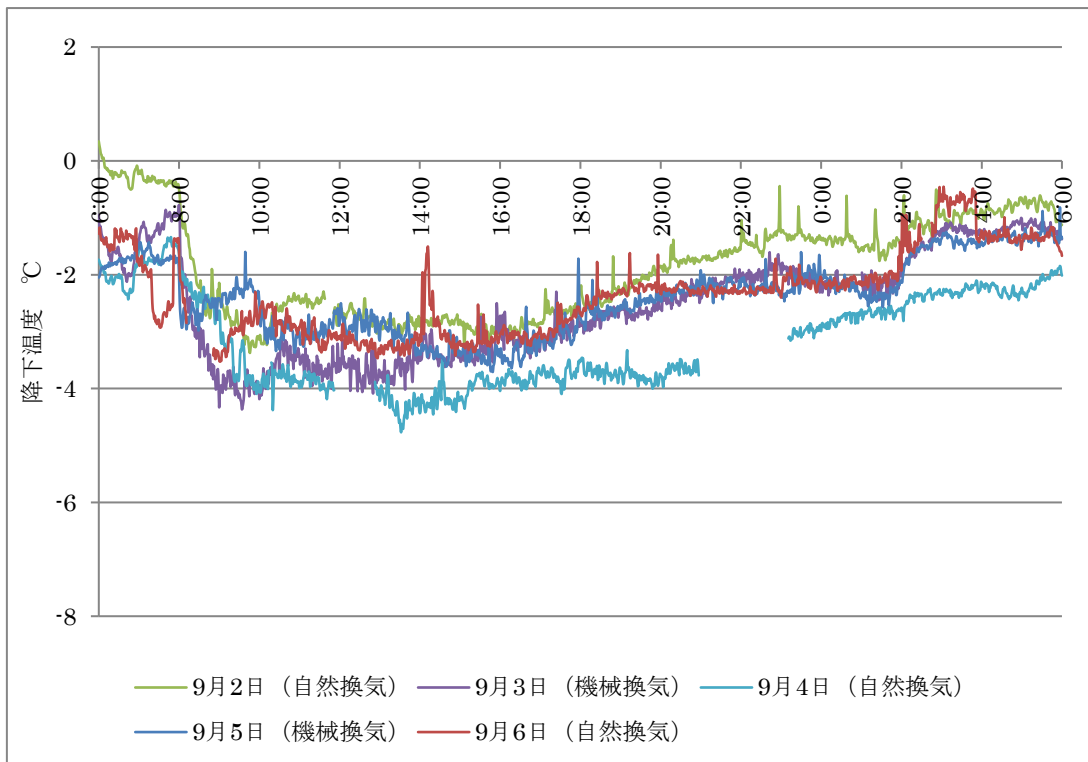


図 4.9 玄関側 気温差

#### 4.4 高さ別温度の検証

データの容量が多いため、6時から翌6時の24時間のデータを2時間間隔で温度を平均し、初めの値を6時と置き次に8時と2時間間隔でそれぞれの測定箇所の高さ別温度のグラフを作成した。表4.3にそれぞれポールに設置した高さを示したものである。

バルコニーの0~580まで高さ8時頃温度が数か所飛び出しているのは、日射のせいであると考えられる。

表 4.3 熱電対の設置箇所

バルコニー側	設置箇所	中央側	設置箇所	玄関側	設置箇所
A-1	2320	B-1	2320	C-1	2150
A-2	2310	B-2	2310	C-2	2140
A-3	2175	B-3	2175	C-3	2030
A-4	2030	B-4	2030	C-4	1740
A-5	1740	B-5	1740	C-5	1160
A-6	1160	B-6	1160	C-6	580
A-7	580	B-7	580	C-7	290
A-8	290	B-8	290	C-8	145
A-9	145	B-9	145	C-9	10
A-10	10	B-10	10	C-10	0
A-11	0	B-11	0		

9月2日

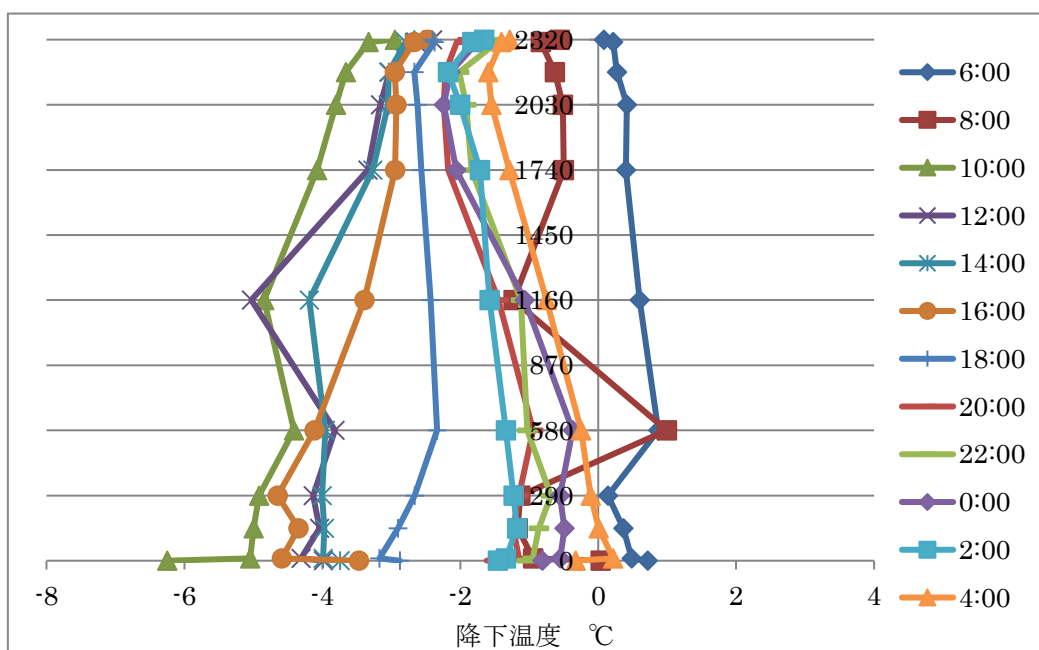


図 4.10 バルコニー側垂直温度分布

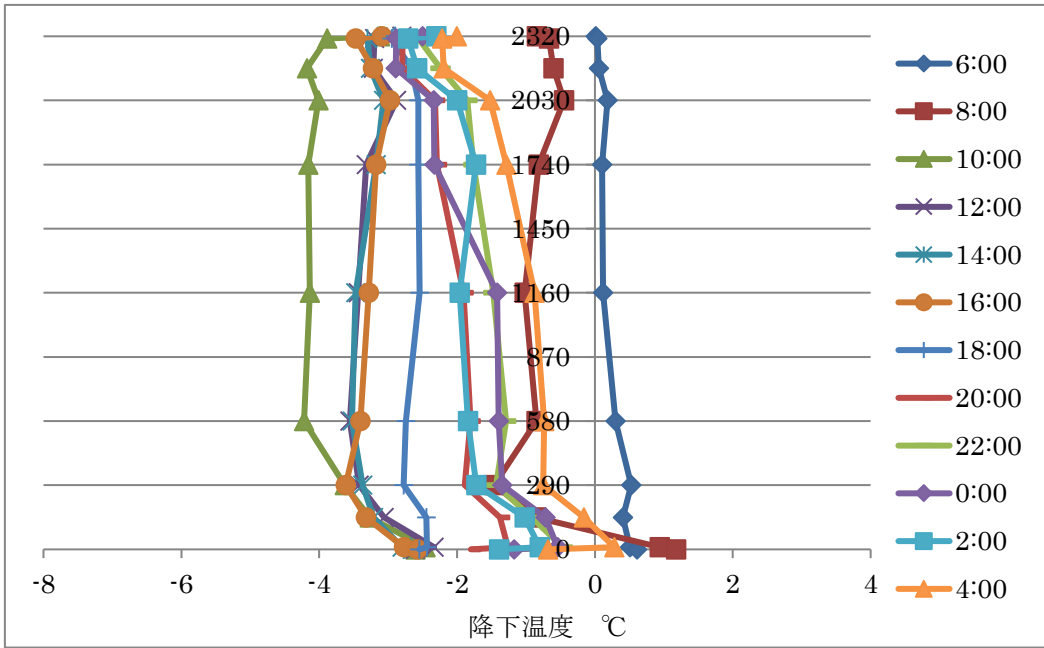


图 4.11 室中央垂直温度分布

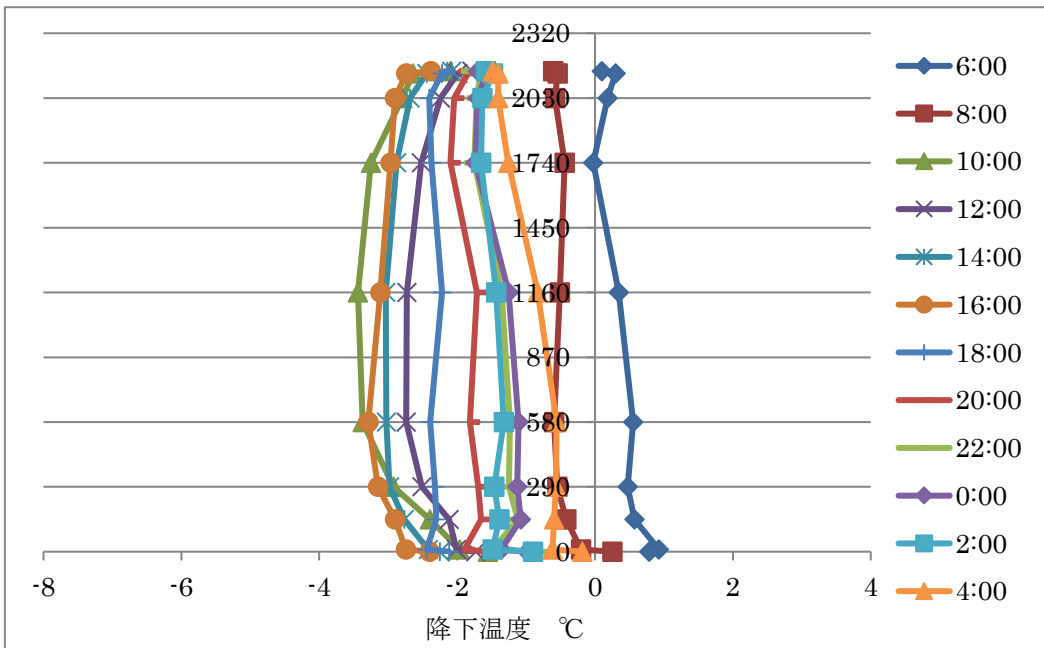


图 4.12 玄関側垂直温度分布

9月3日

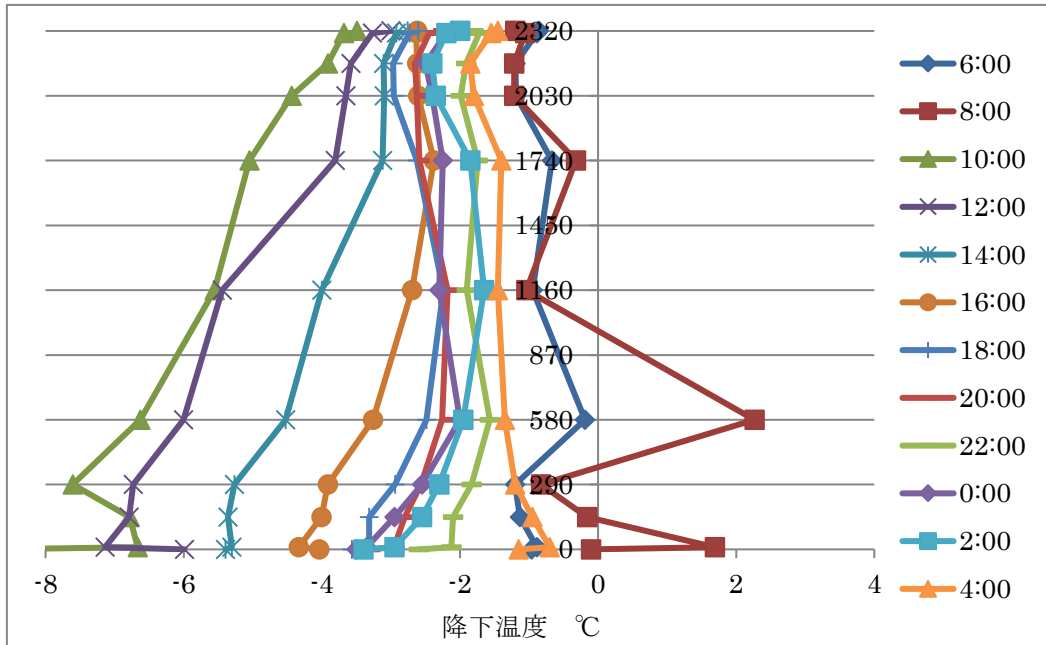


図 4.13 バルコニー側垂直温度分布

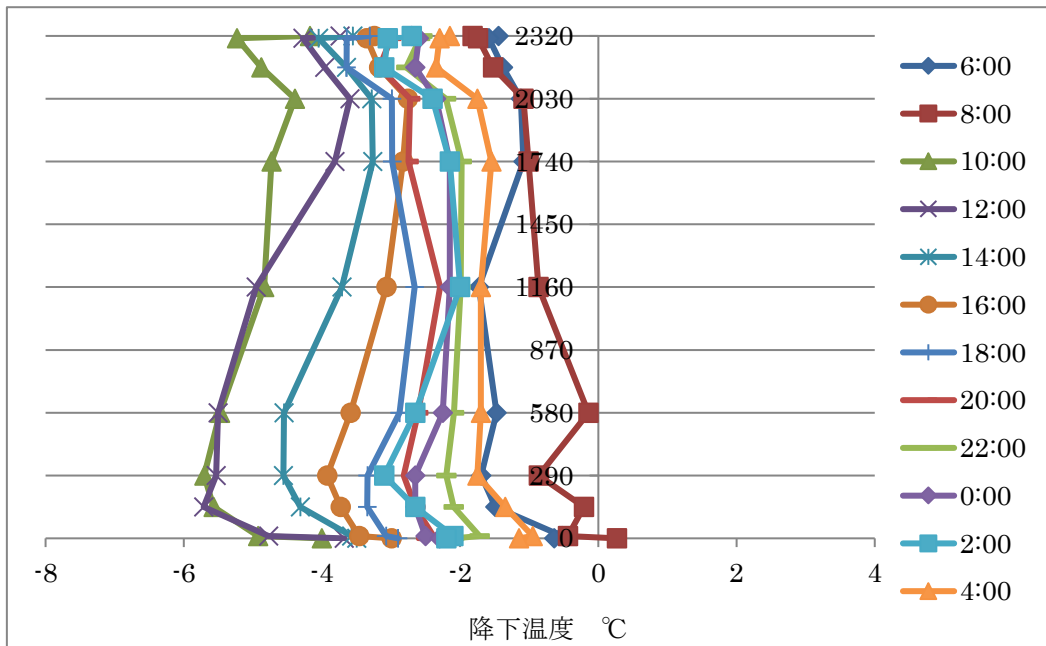


図 4.14 室中央垂直温度分布

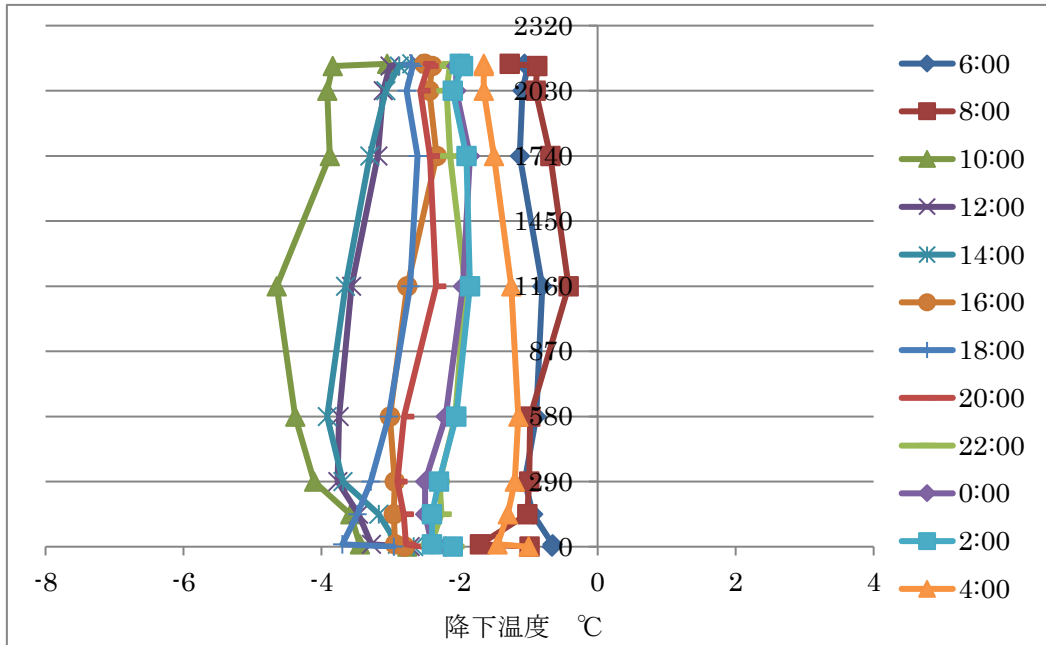


図 4.15 玄関側垂直温度分布

9月4日

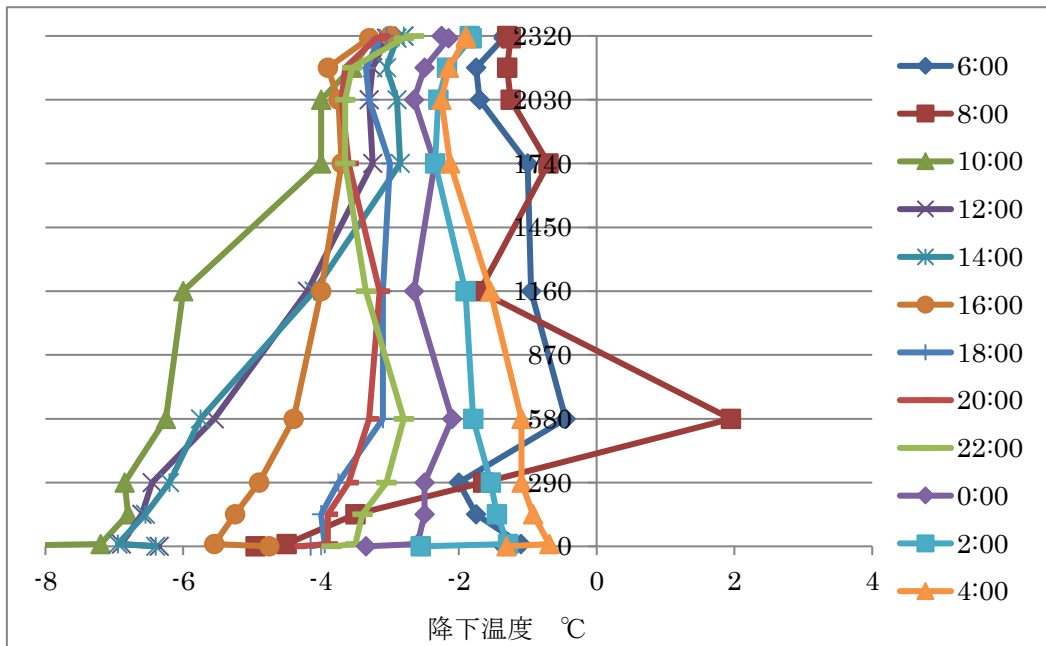


図 4.16 バルコニー側垂直温度分布

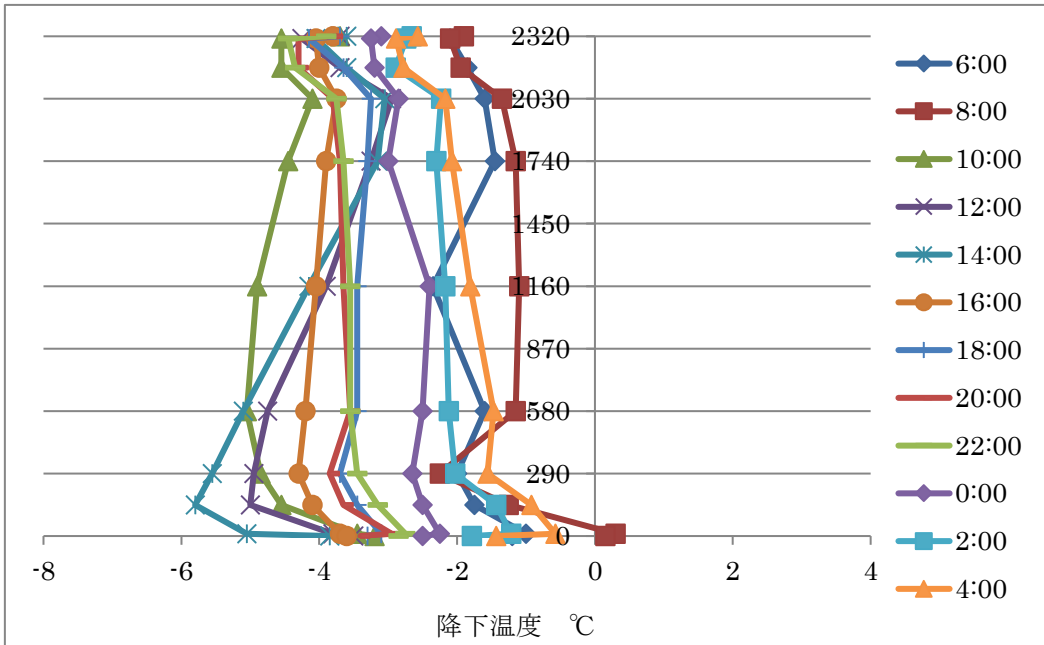


图 4.17 室中央垂直温度分布

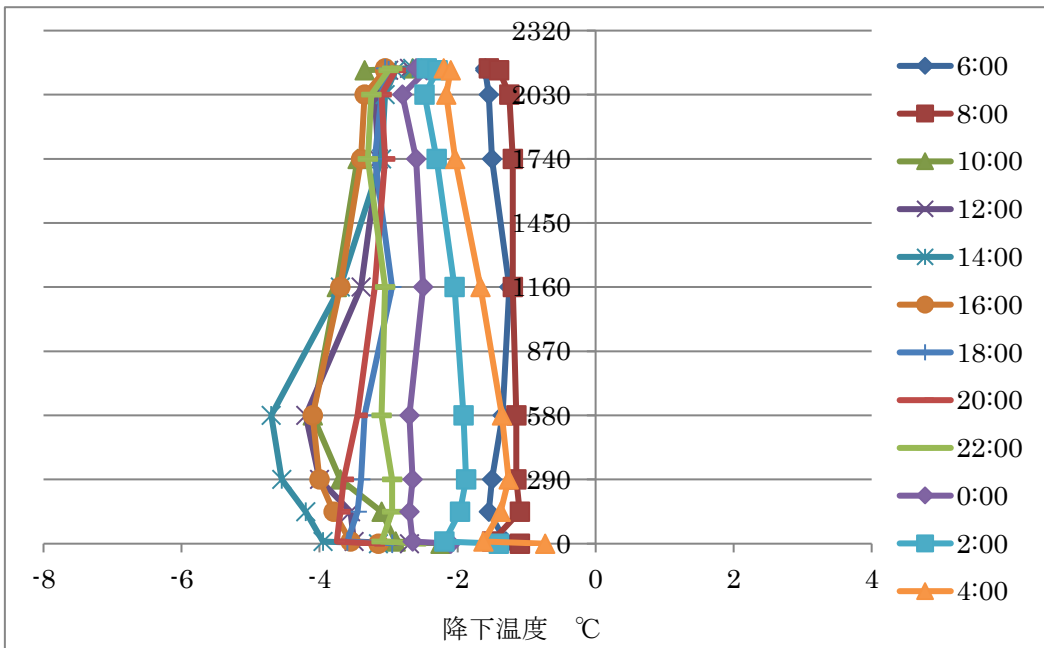


图 4.18 玄関側垂直温度分布

9月5日

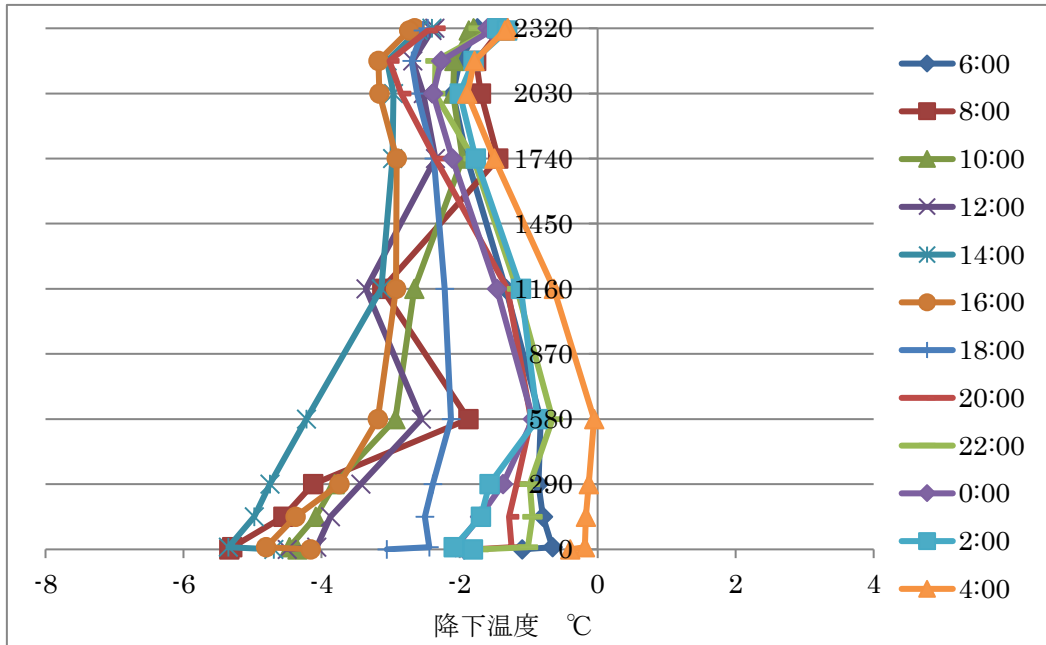


図 4.19 バルコニー側垂直温度分布

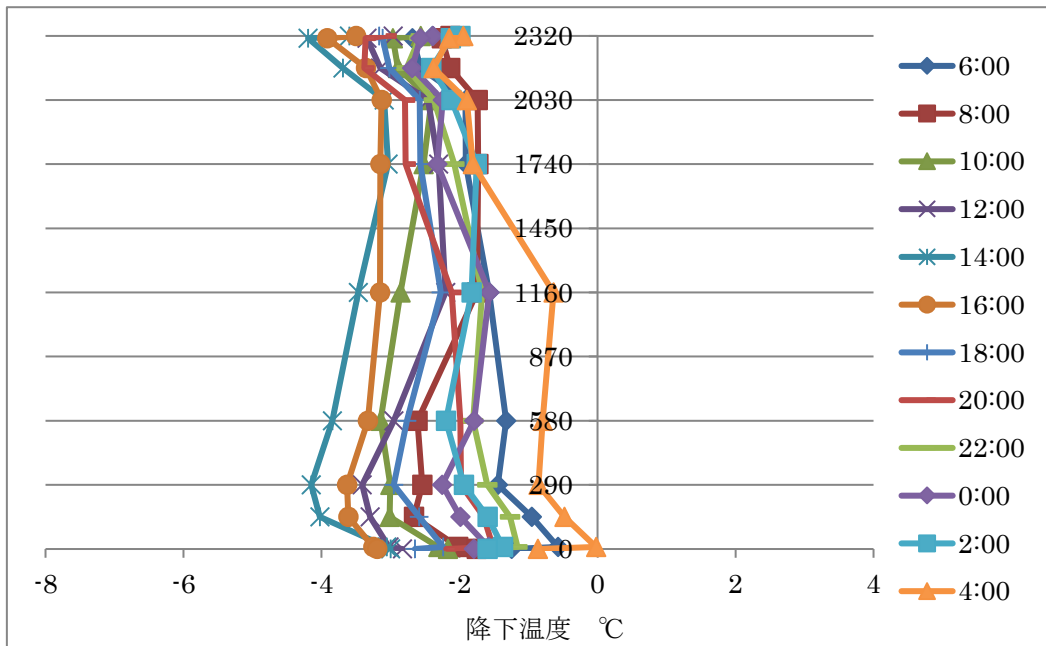


図 4.20 室中央垂直温度分布

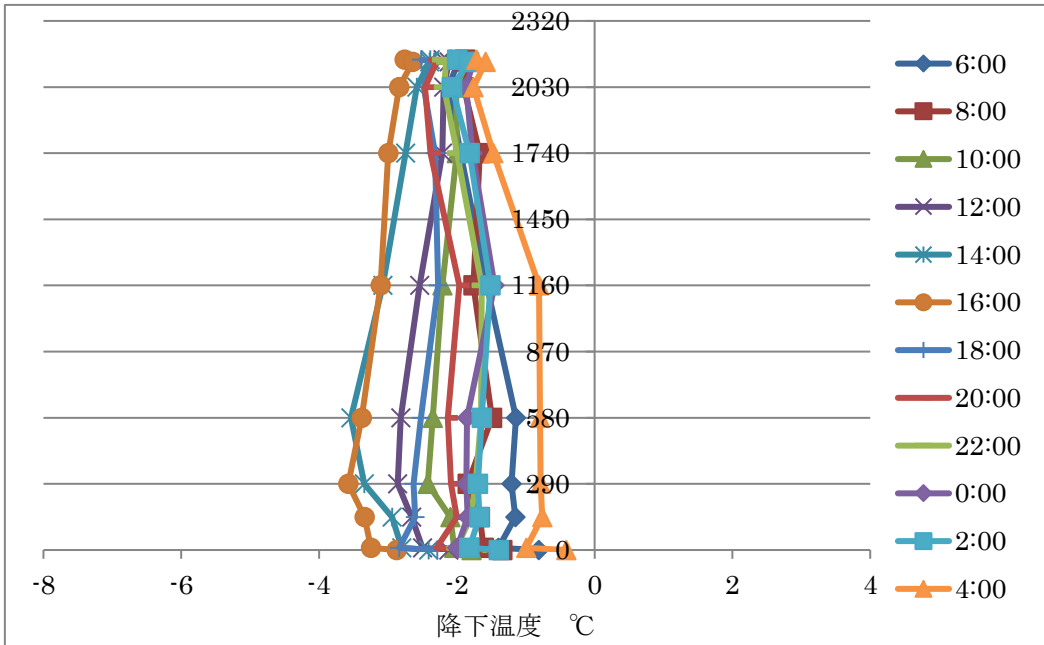


図 4.21 玄関側垂直温度分布

9月6日

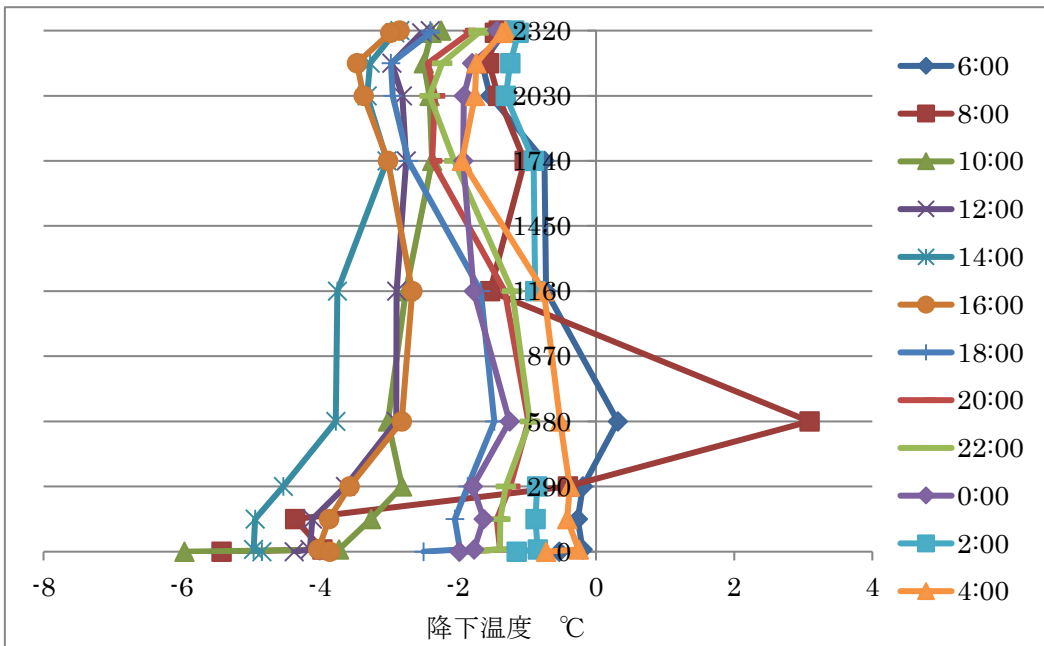


図 4.22 バルコニー側垂直温度分布

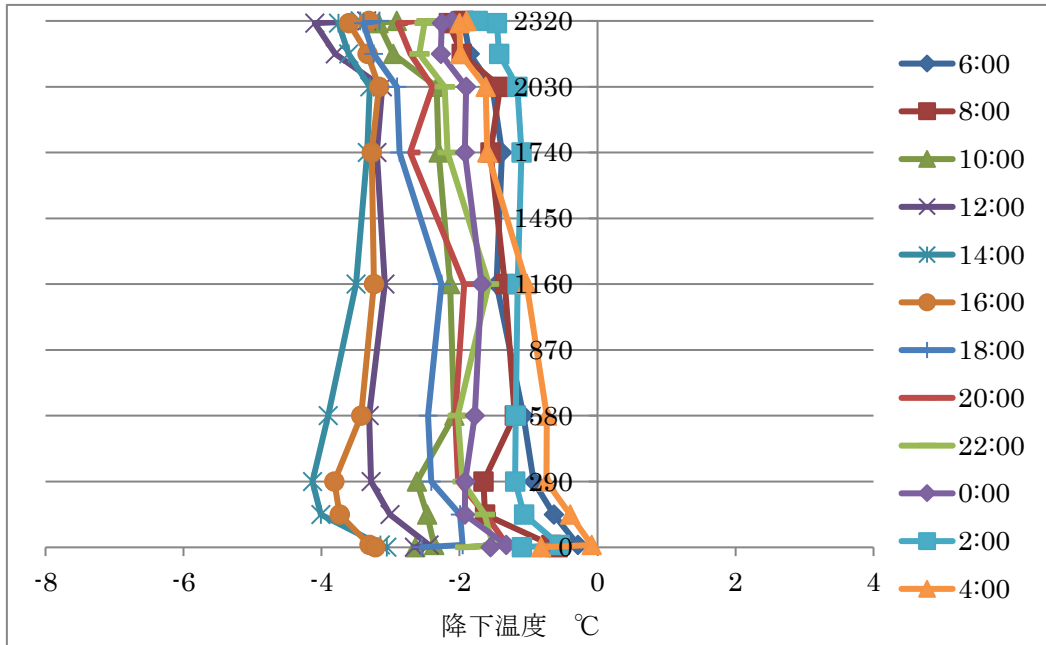


图 4.23 室中央垂直温度分布

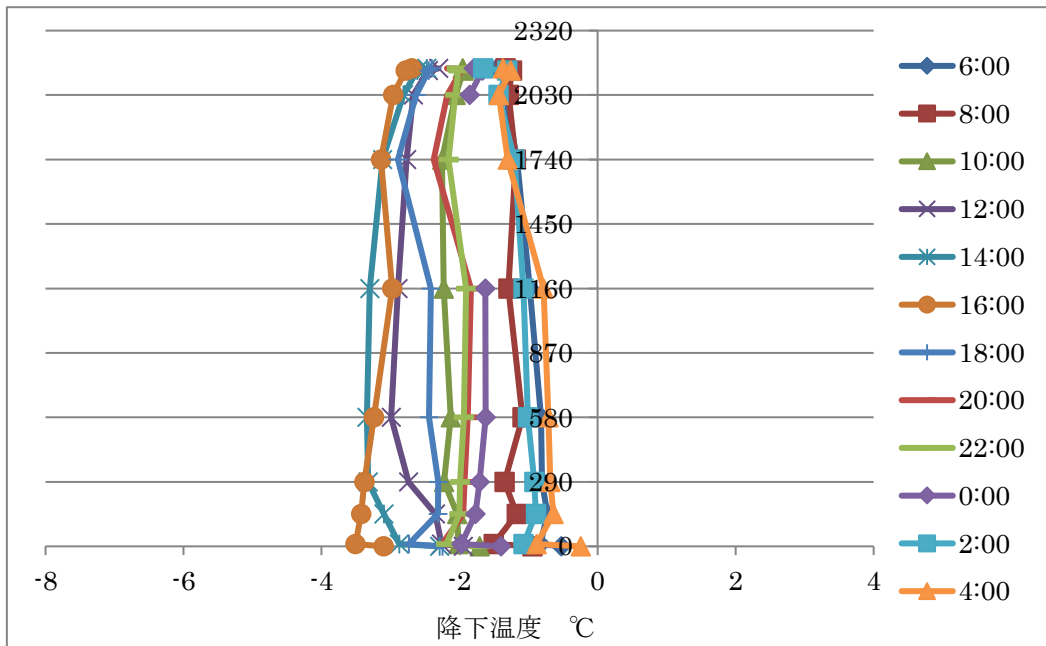


图 4.24 玄関側垂直温度分布

## 4.5 噴霧効率の算出

### 噴霧効率の定義（自然換気）

自然換気の噴霧効率の算出方法は噴霧したミストが全て蒸散した場合に奪う熱量に対する温度差換気によって移動する熱量の割合を噴霧効率とする。測定した温度データより温度差換気による換気量の理論値を算出し、噴霧効率を推定する。理論値を考える際、ミスト噴霧により発生する空気の流れが換気量に影響を与えるが、今回は考慮しないものとする。

**条件①**各高さ 11 点の平均温度を求め、高さ方向各点の間の温度変化を線形であること仮定し、室内部の各高さの空気の比重量を求める。室外部は温度分布を一定とし、比重量も一定とする。

**条件②**床面での室内外圧力差： $\Delta X$  として仮定し、求めた比重量から各高さにおける内・外部圧力を求める。

**条件③**各高さにおける圧力差から微小区間： $\Delta h$  における換気量を求め、その合計の入出量が等しくなるような  $\Delta X$  を逐次近似法により定める。

**条件④**微小区間： $\Delta h$  における空気の流入量に、空気の比熱、内外温度差を乗じ、その合計から換気によって移動する熱量を求める。

**条件⑤**噴霧したミストが全て蒸散した場合に奪う熱量に対する温度差換気によって移動する熱量の割合を求め、その値を噴霧効率とする。

噴霧されたドライミストが室内の温度降下にどれだけ有効に働いたかを知るために、以下の（式）1のように、噴霧効率を噴霧されたミストが全て蒸散した場合奪う熱量に対する温度差換気によって移動する熱量と定義し、その算出を行った。

$$\text{噴霧効率} = \frac{\text{温度差換気によって移動する熱量}}{\text{ミストが全て蒸散した場合に奪う熱量}} \times 100 \text{ 「\%」}$$

. . . . . (式) 1

### 噴霧効率の定義（機械換気）

機械換気の噴霧効率の場合は、（式）2の以下による。

$$P = -C_p \times \rho \times Q \times (\theta_1 - \theta_2) \div (L \times r) \times 100 \text{ 「\%」}$$

. . . . . (式) 2

$C_p$ : 空気の定熱比熱=1005 「J/kg・K」

$\rho$ : 空気の密度=1.2 「kg/m<sup>3</sup>」

$Q$ : 機械換気量=207.5 (9月3日) 「m<sup>3</sup>/h」 (9月5日) 2207.5) 「m<sup>3</sup>/h」

$\theta_1$ : 噴霧室平均気温、 $\theta_2$ : 対照室平均気温、

$L$ : 噴霧水量 「g/h」 =4800

$r$ : 水の蒸発潜熱=2.501 「J/g」

$\theta_1$  および  $\theta_2$  は、各ポールに設置した A0～C10 までの熱電対で測定した空気温度の平均値  $\theta$ 。

#### 4.6 換気方式の違いによる噴霧効果の違いに関する考察

1秒では、グラフが重なり合う為、正しいデータを読み取ることができないため、1時間ごとの機械換気、自然換気の噴霧効率を算出した。

結果で、夜間噴霧効率が上がったのは、噴霧量が小さいためである。

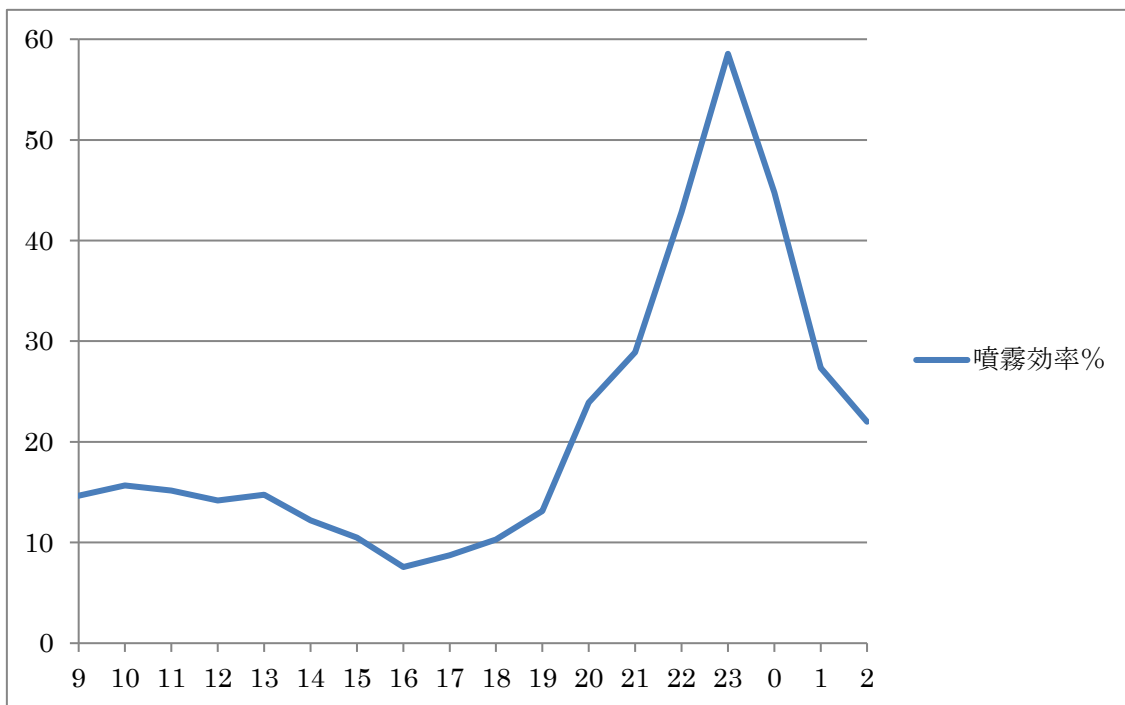


図 4.25 9月3日 噴霧効率 (機械換気)

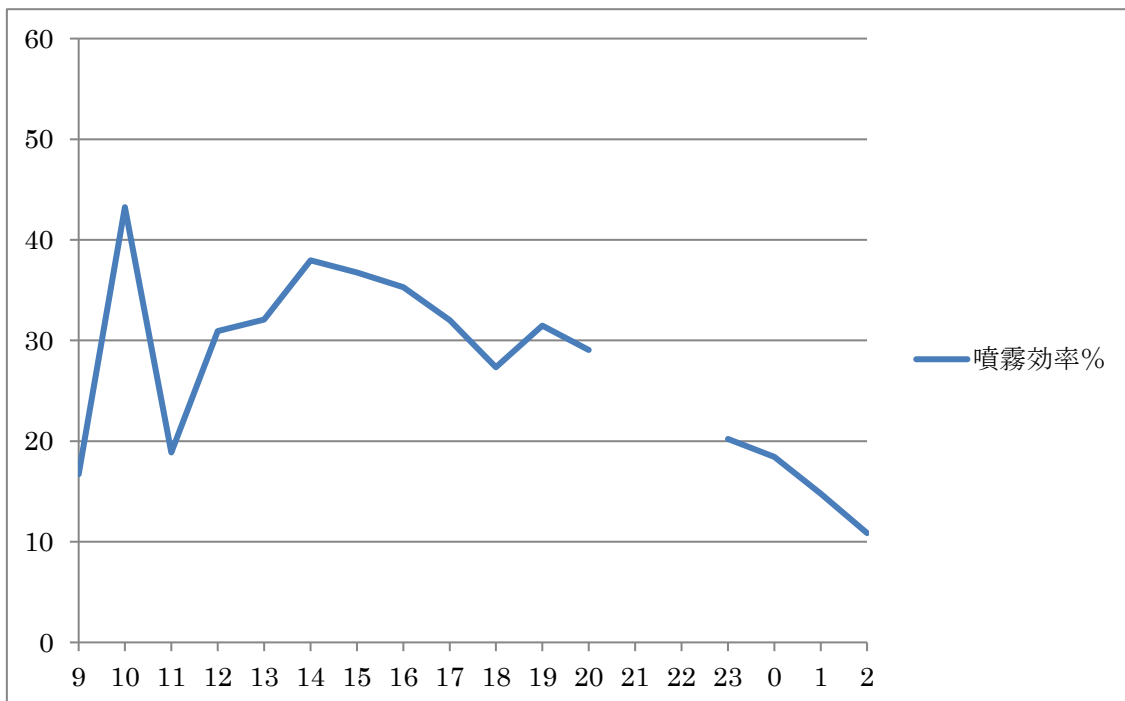


図 4.26 9月4日 噴霧効率 (自然換気)

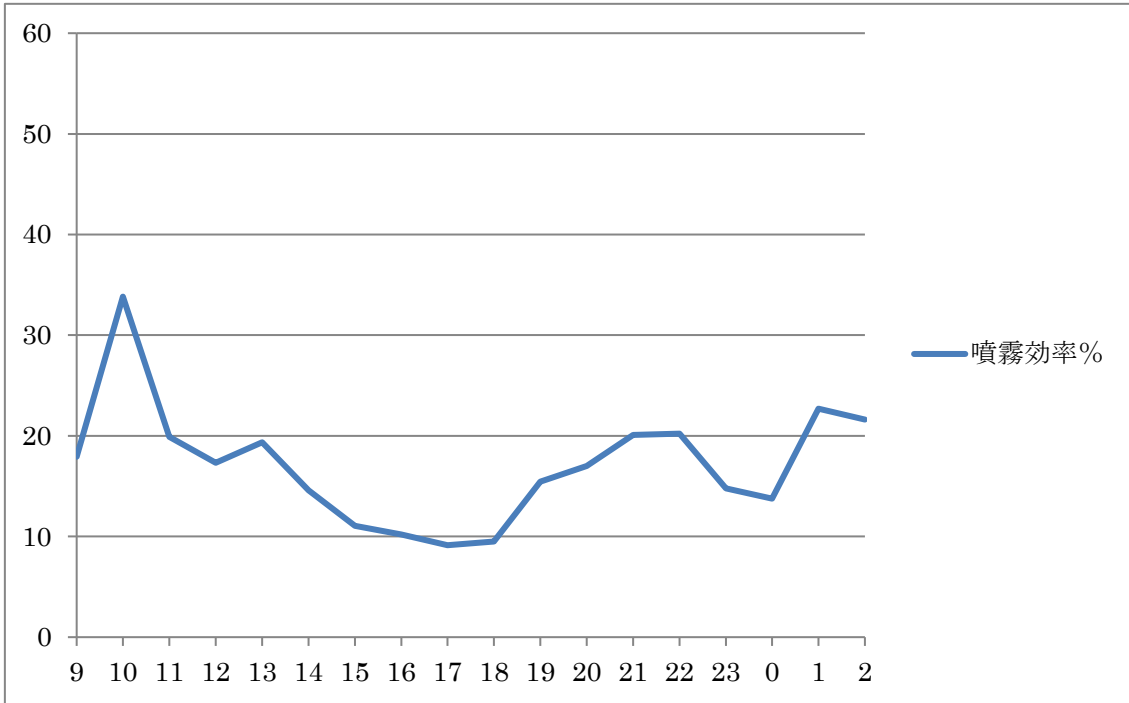


图 4.27 9月5日 噴霧効率（機械換気）

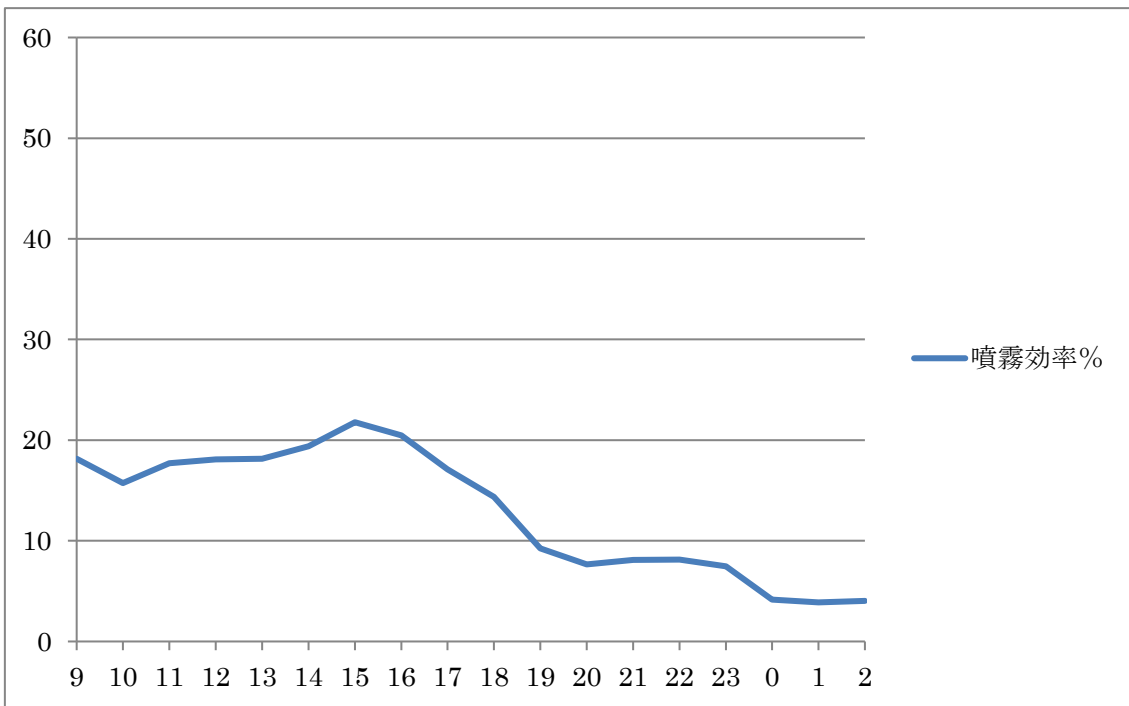


图 4.28 9月6日 噴霧効率（自然換気）

#### 4.7 飽差と稼働率の結果

飽差（水蒸気要求度）とは、飽和水蒸気圧と水蒸気圧の差のことであり、空気の乾燥度を示す数値で、大きいほど乾燥していることを示す。各時刻における対照室の飽差とミスト稼働率関係を示したものである。外気（対照室）の飽差が大きいと稼働率が高くなる傾向が分かる。9月3日強い相関があり、4日、5日、6日も中程度の相関があることから、飽差と稼働率には、一定の相関関係の成り立つことが確認された。また、表4.4に相関係数を示す。

相関係数はこの式は共分散をそれぞれの標準偏差で割ったものに等しい。共分散は2組の対応するデータ間での、平均からの偏差の積の平均値である。標準偏差は統計値や確率変数の散らばり具合（ばらつき）を表す数値のひとつで  $\sigma$  や  $s$  で表す。

図 4.29～4.32 のグラフは、10 分間ごとのデータにまとめ作成したものである。

表 4.4 相関係数

相関係数	9月3日	9月4日	9月5日	9月6日
r	0.74	0.67	0.63	0.56

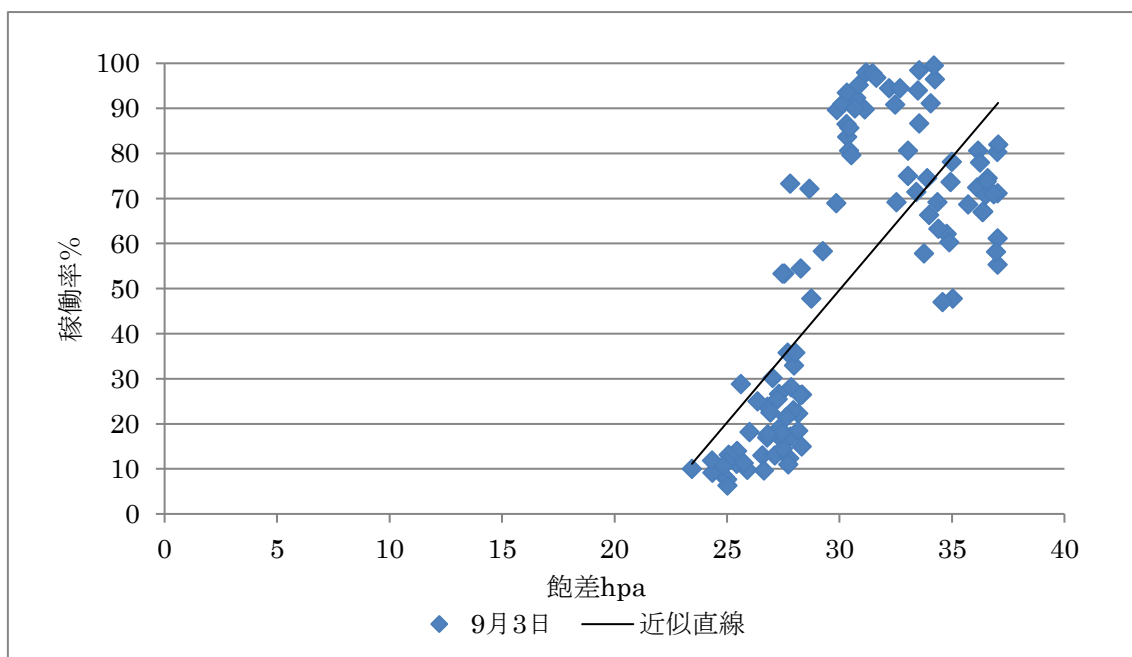


図 4.29 9月3日の飽差、稼働率のグラフ

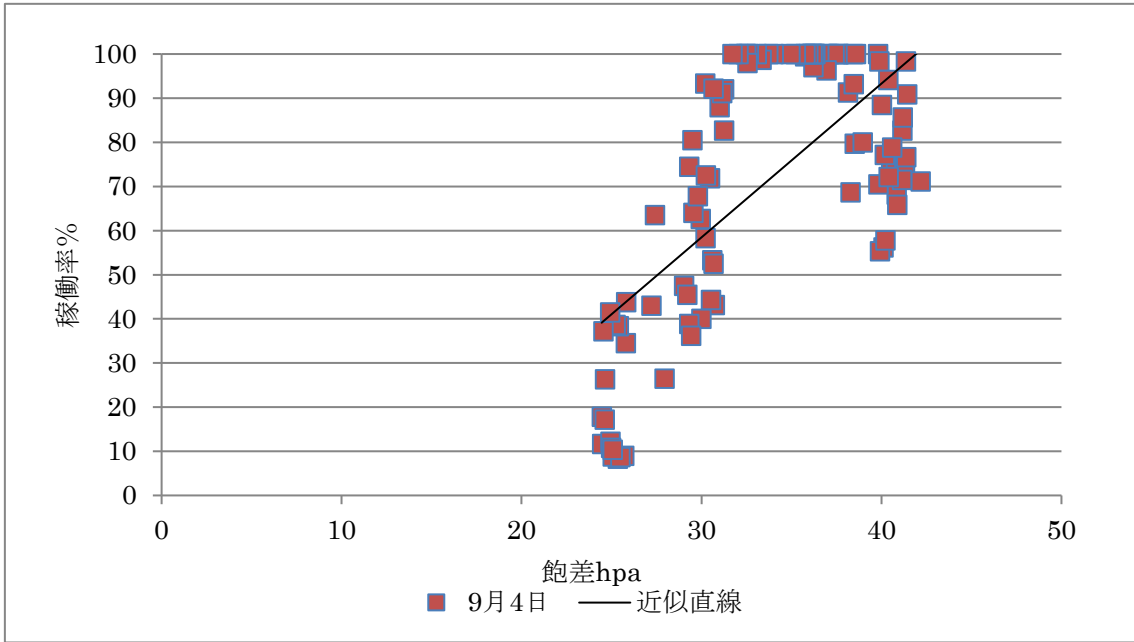


図 4.30 9月4日の飽差、稼働率のグラフ

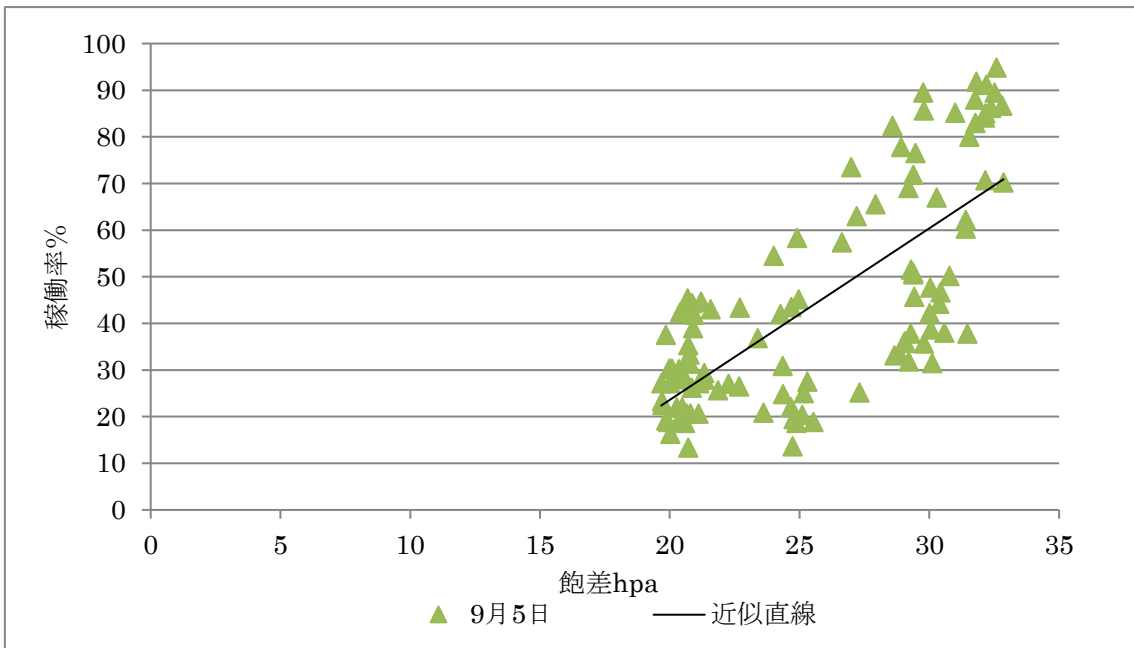


図 4.31 9月5日の飽差、稼働率のグラフ

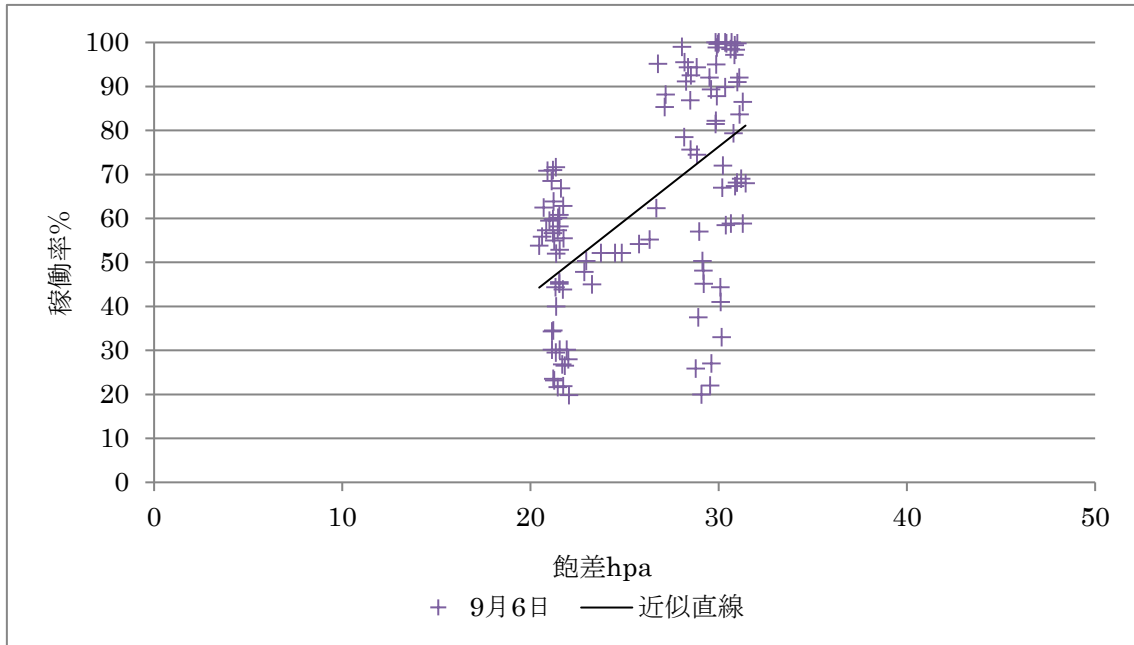


図 4.3.2

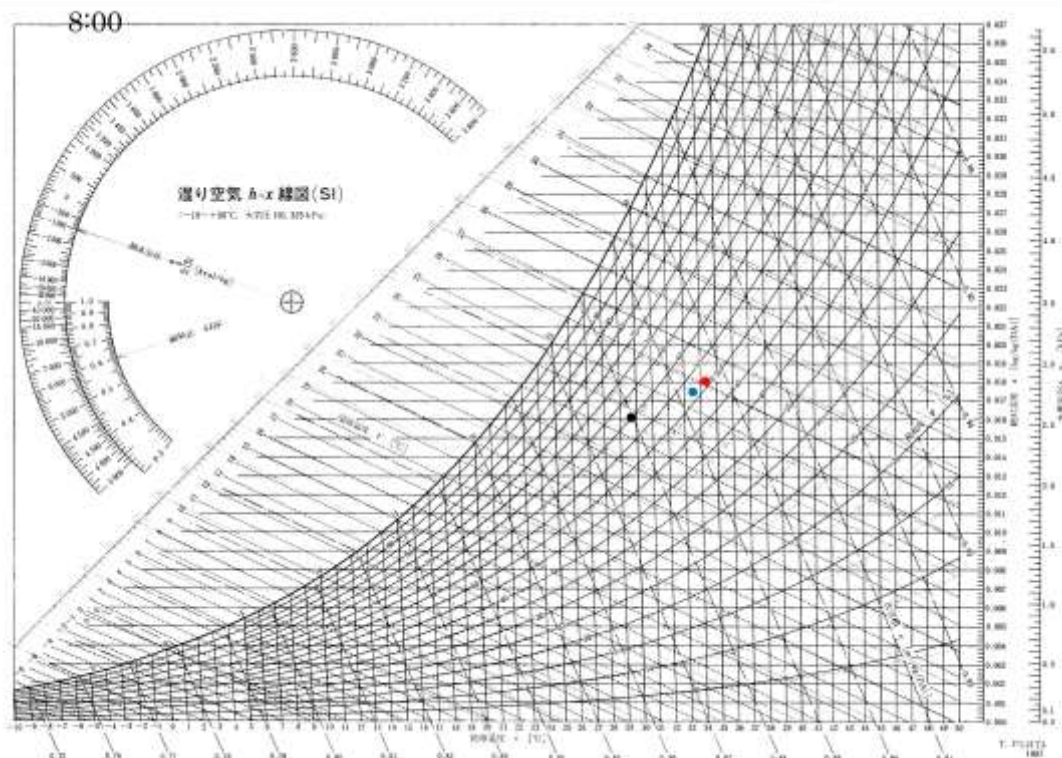
9月6日の飽差、稼働率のグラフ

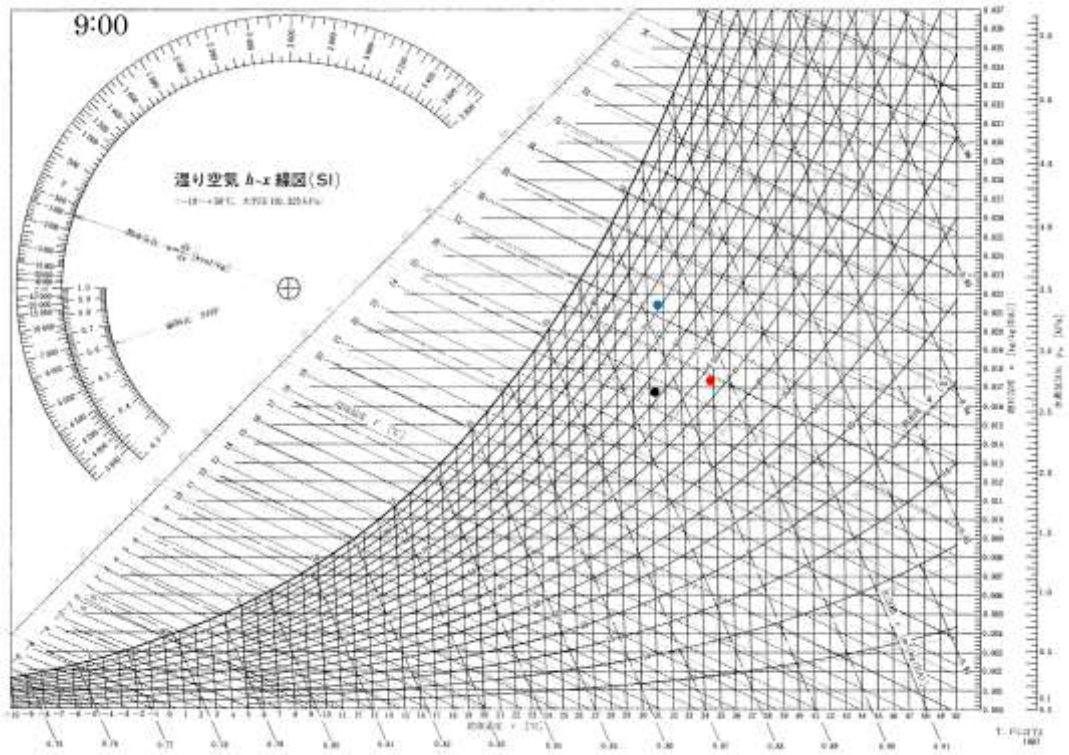
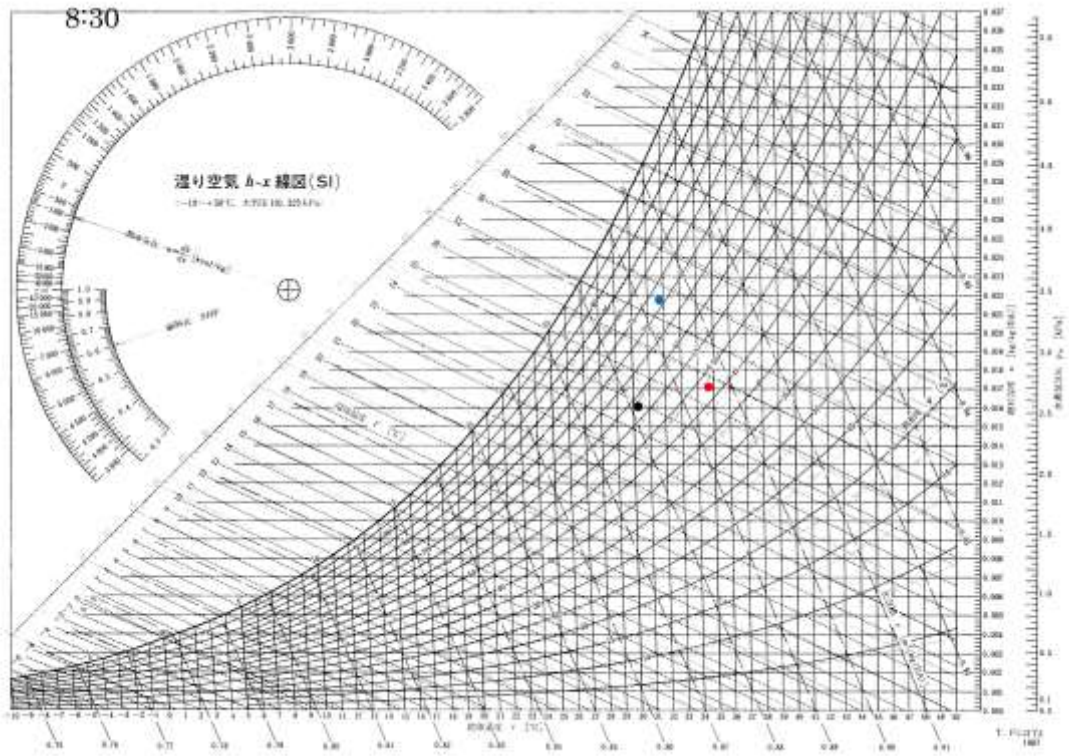
#### 4.8 絶対湿度を湿り空気線図にプロット

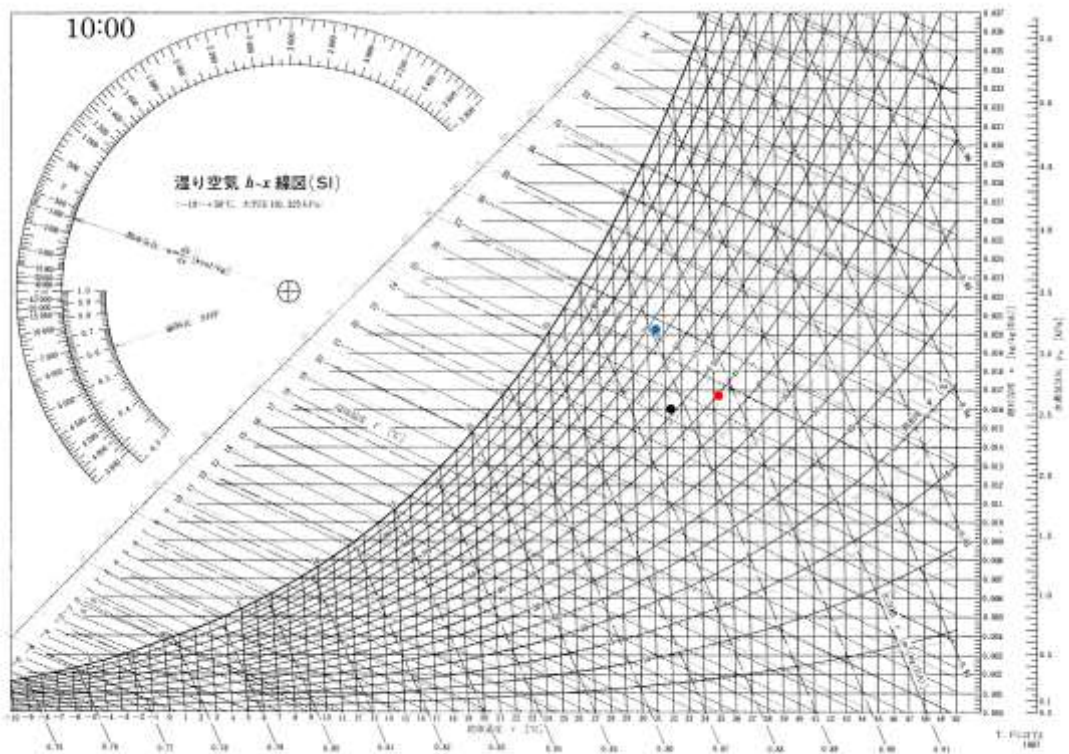
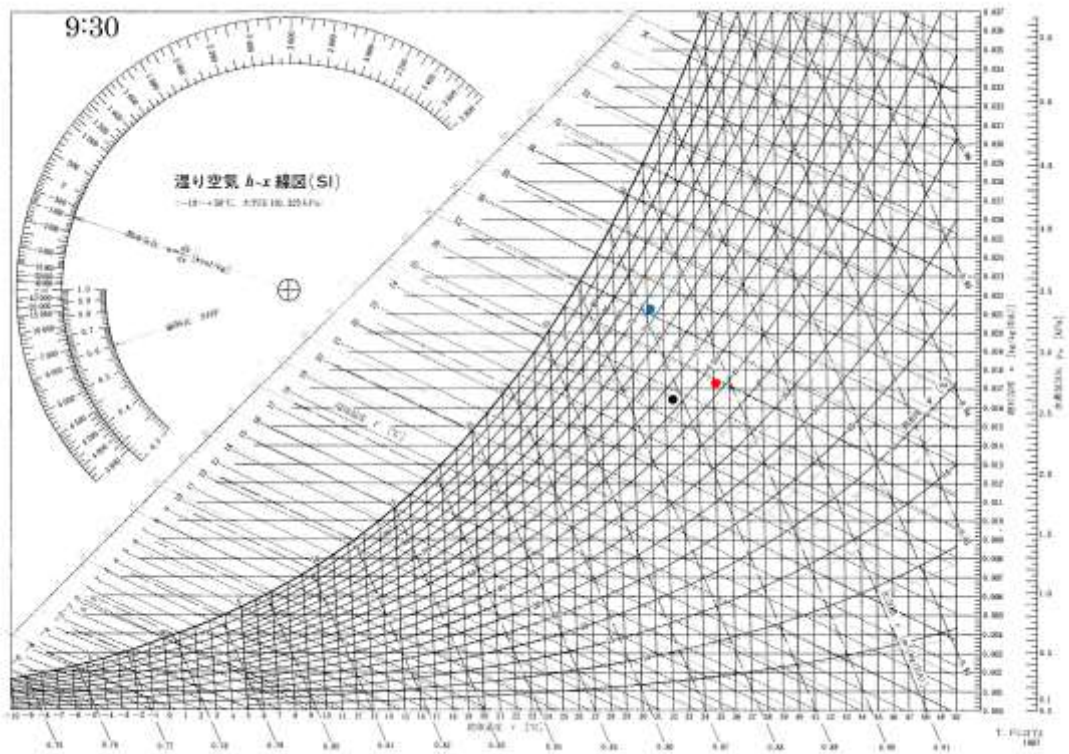
9月2日の噴霧室、対照室、アメダス（さいたま）の気温から絶対湿度を出し、湿り空気線図を上プロットをした。また、8時にミストは噴霧しているが、熱電対が10時近くまで日が直射したため正しい動きをしていないと考える。

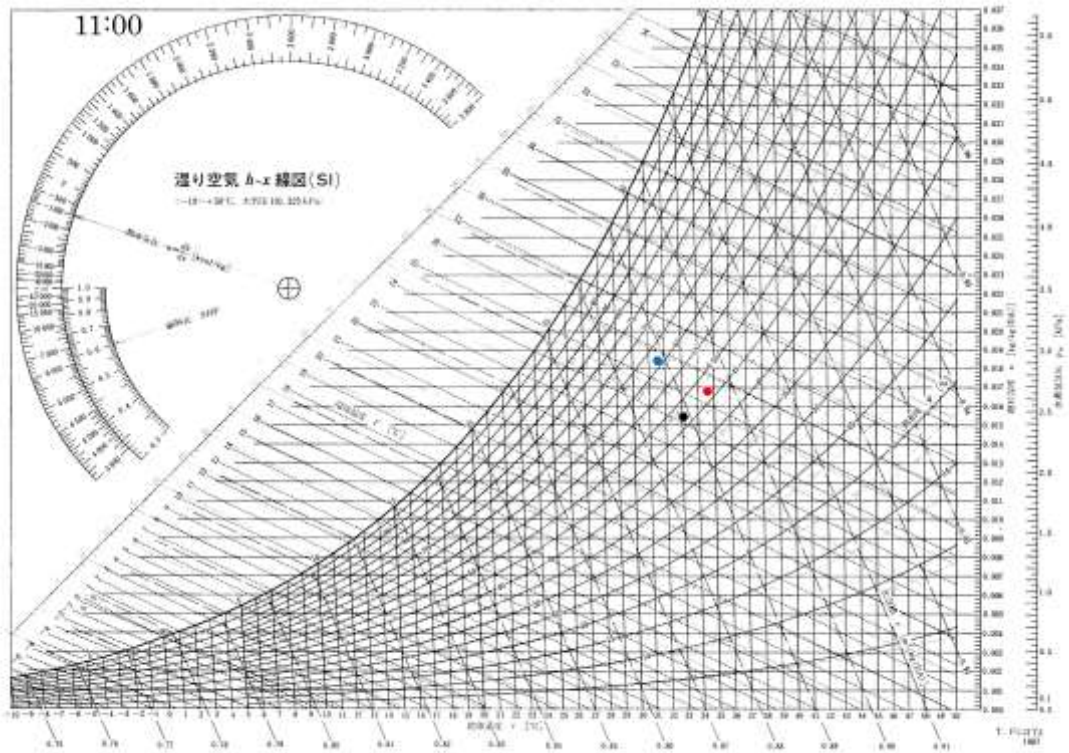
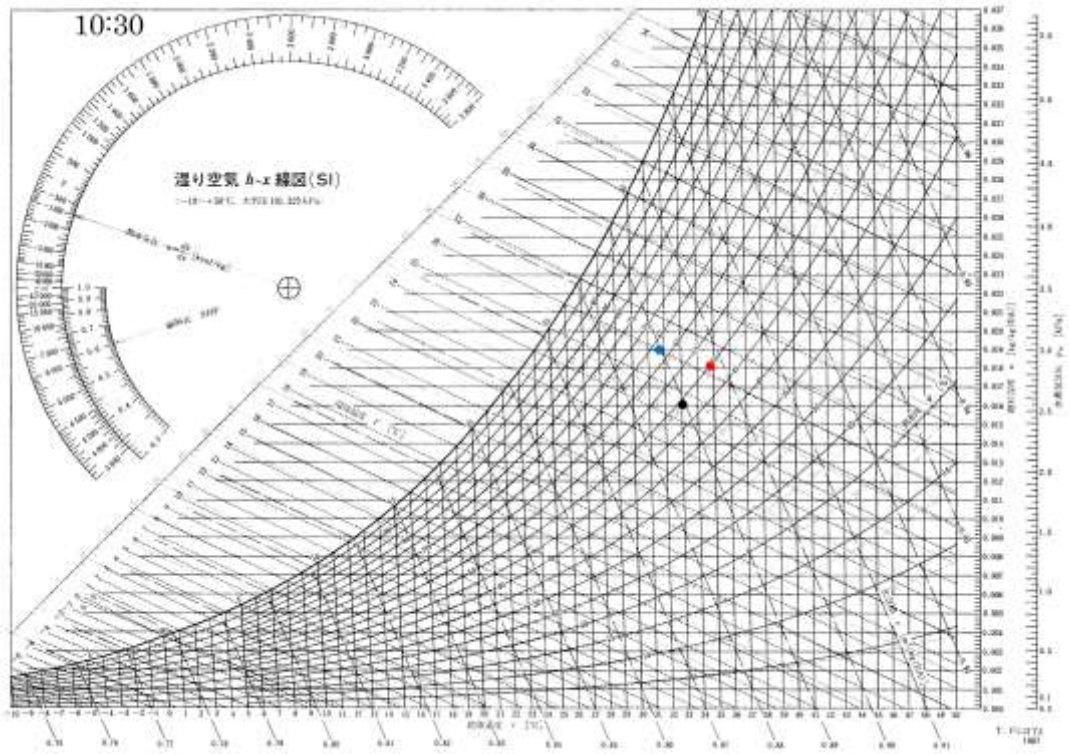
しかし今回の実験でドライミストを噴霧しても空気の状態はエンタルピー一定である事が発見できた。

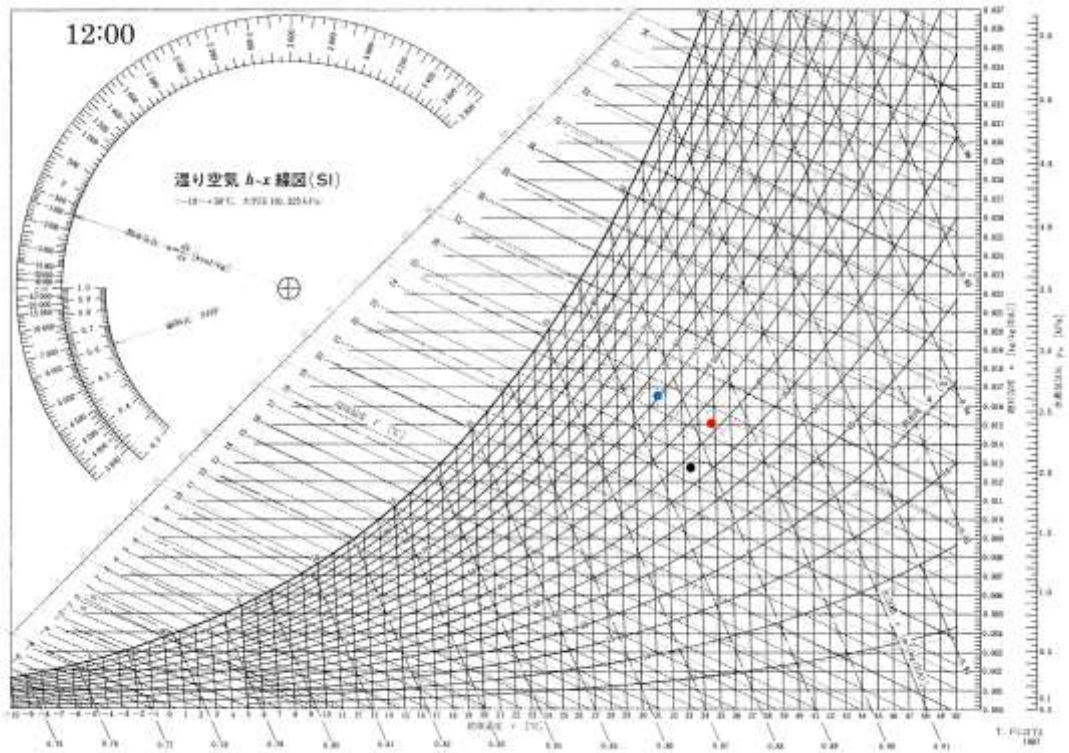
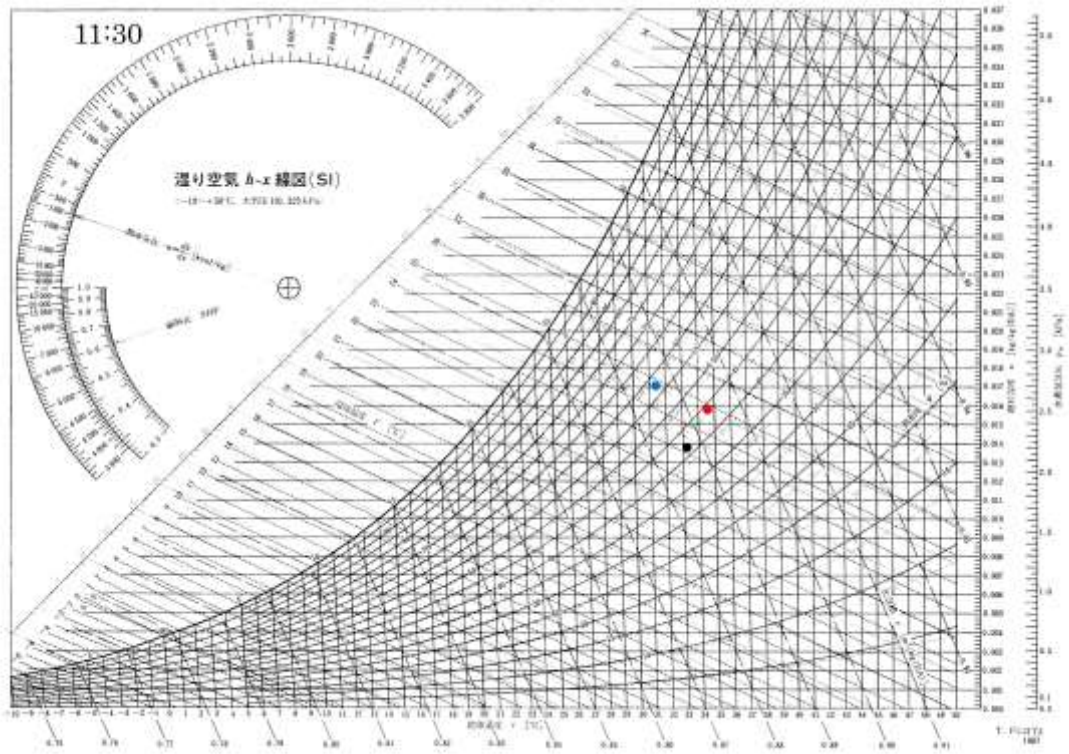
水色 噴霧室 赤色 対照室 黒色 アメダス（さいたま）の絶対湿度である。

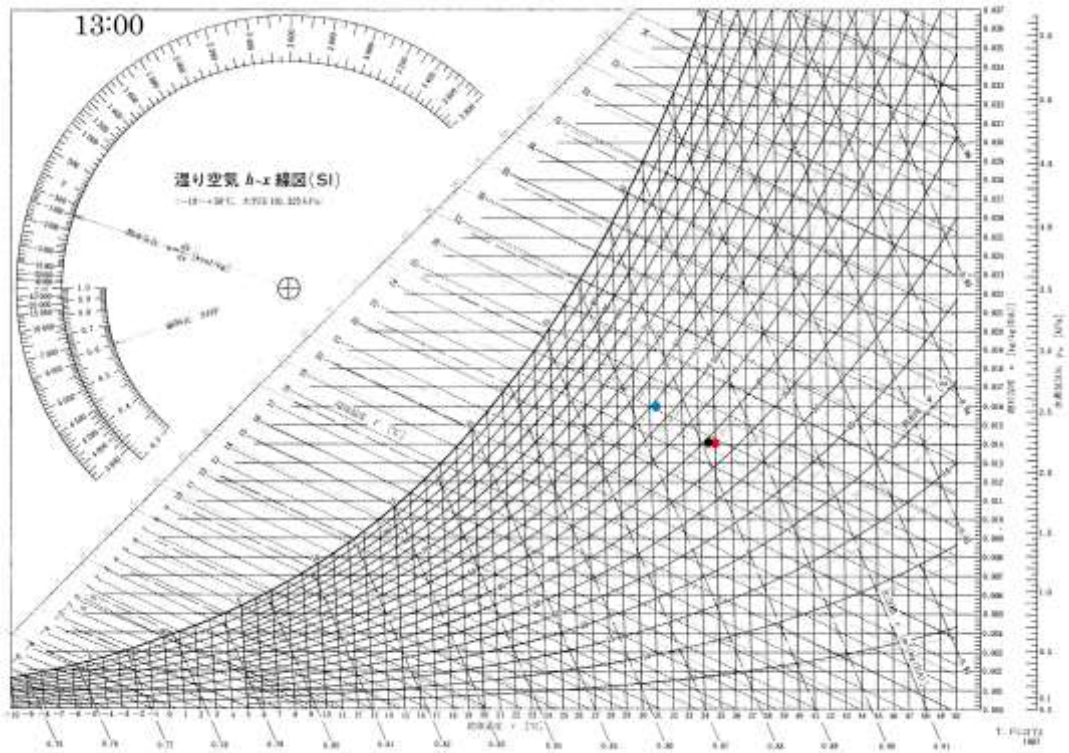
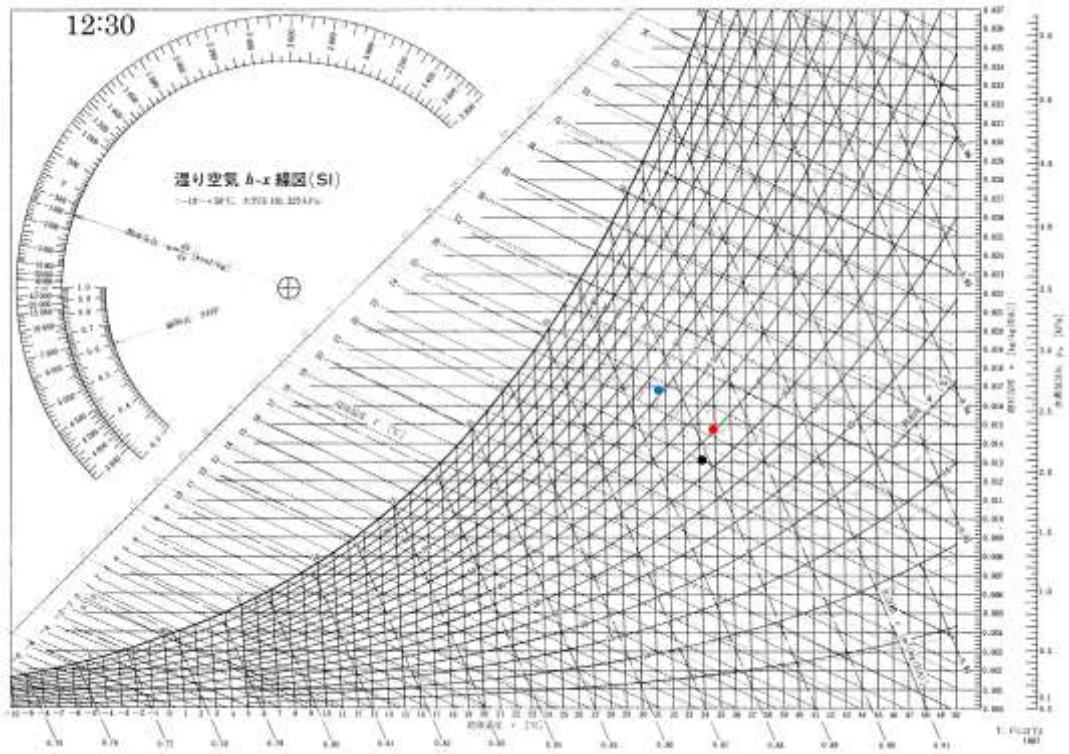


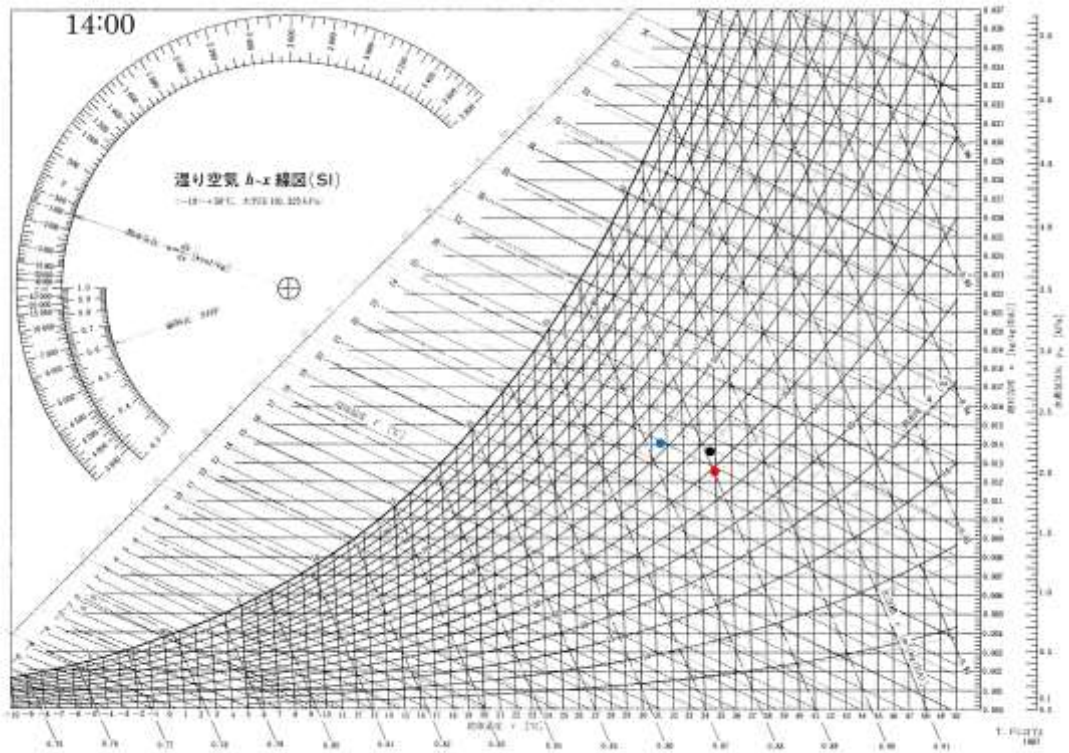
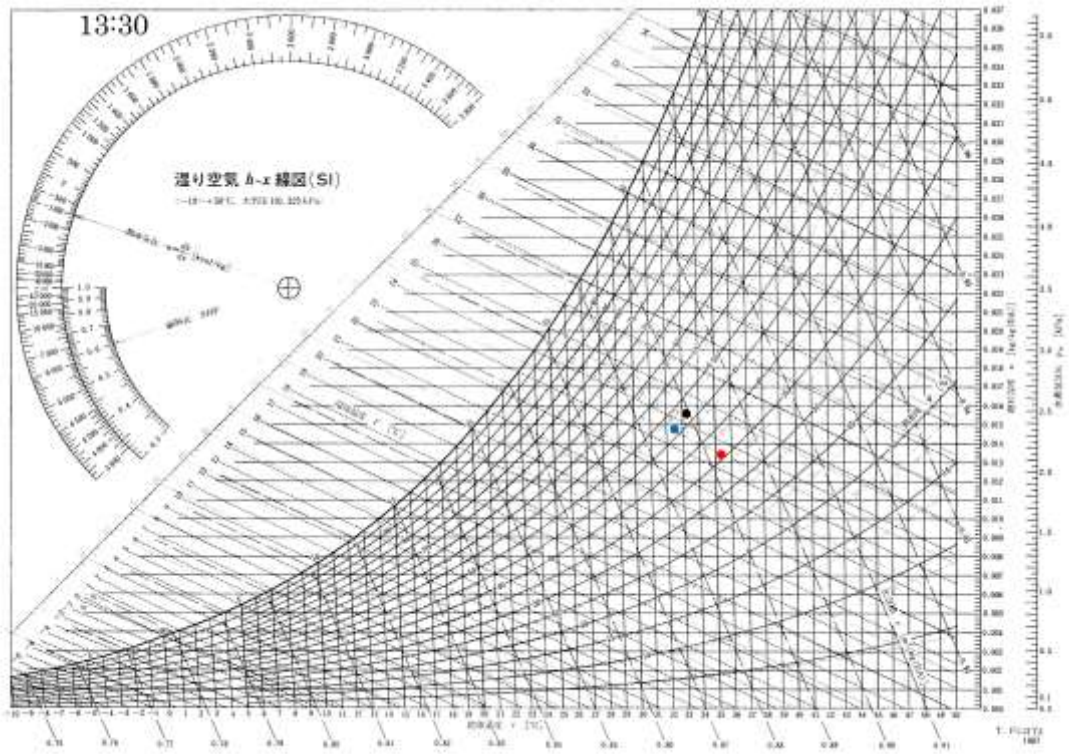


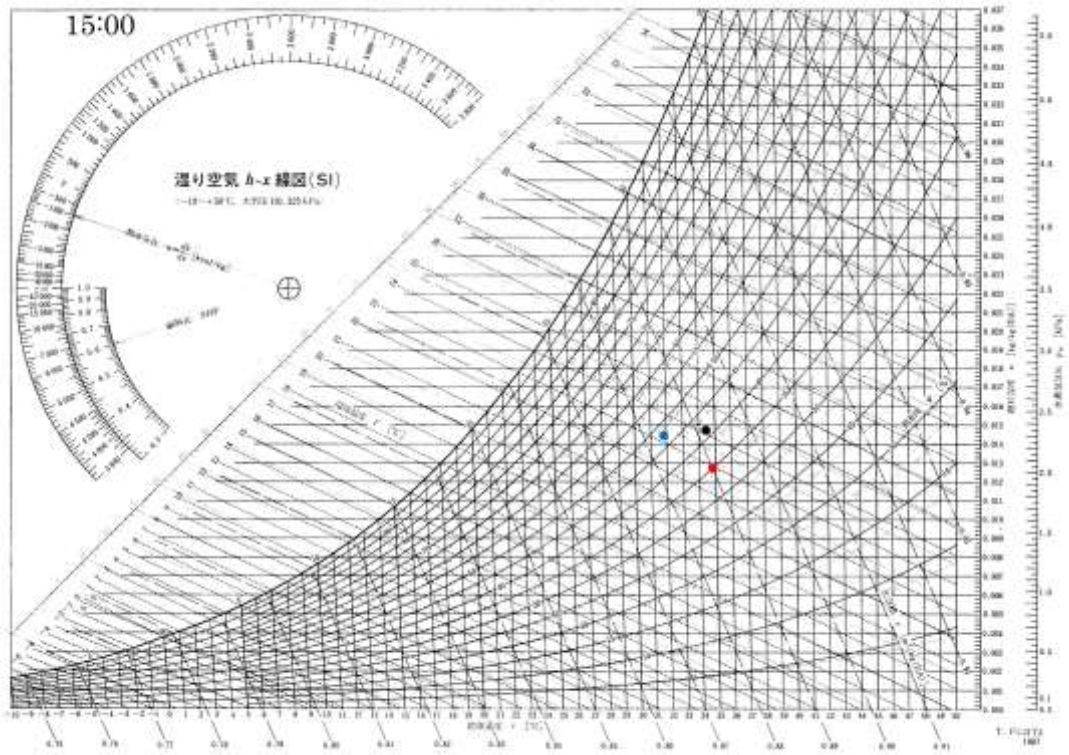
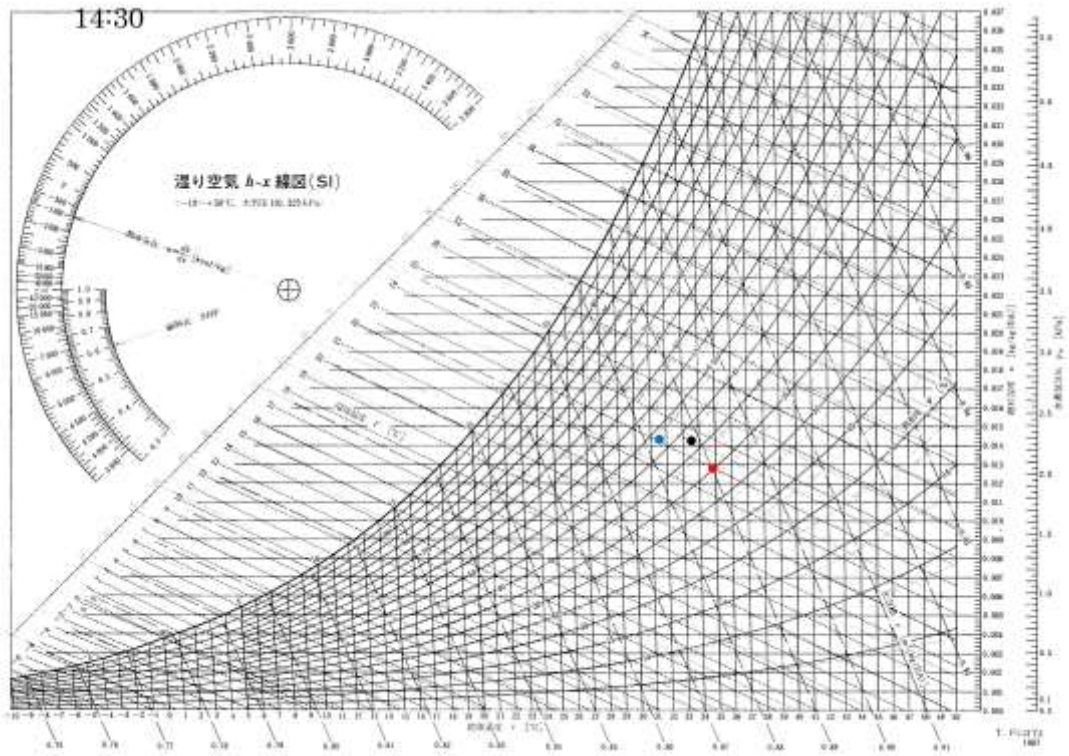


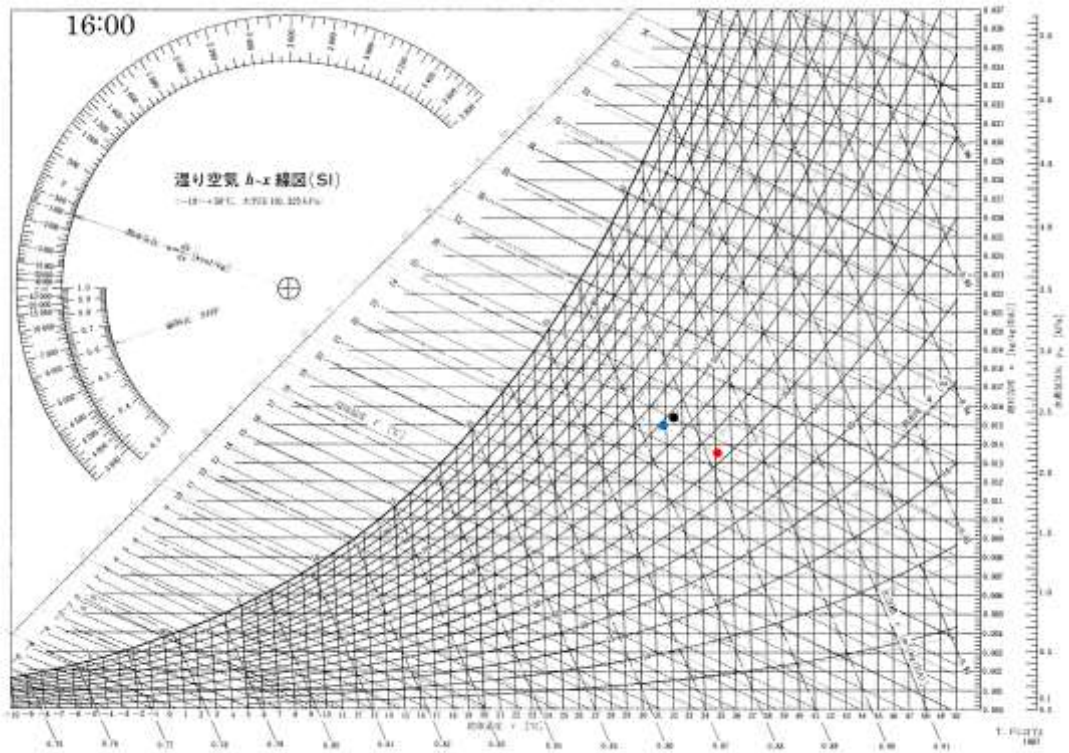
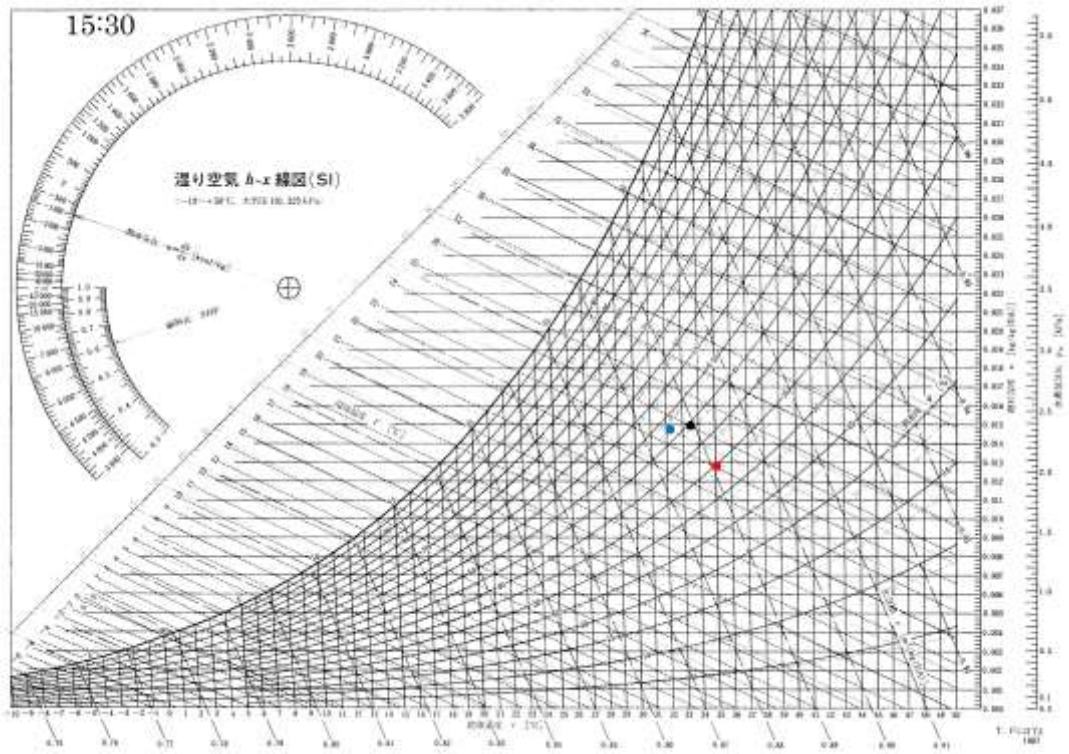


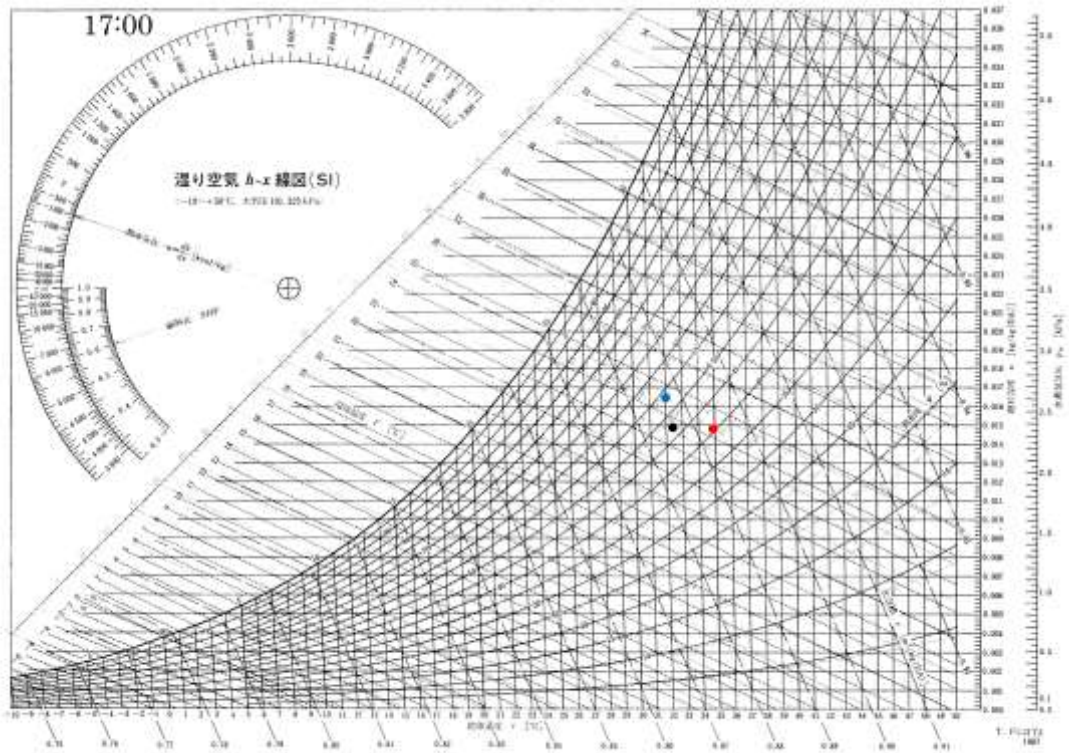
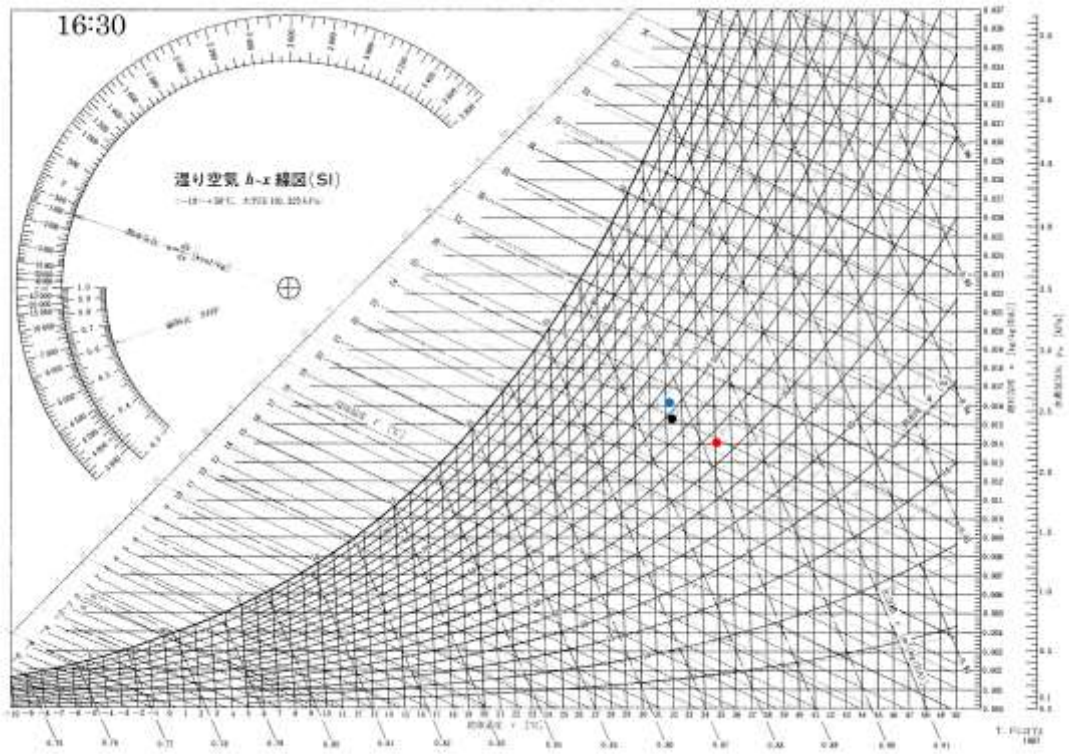


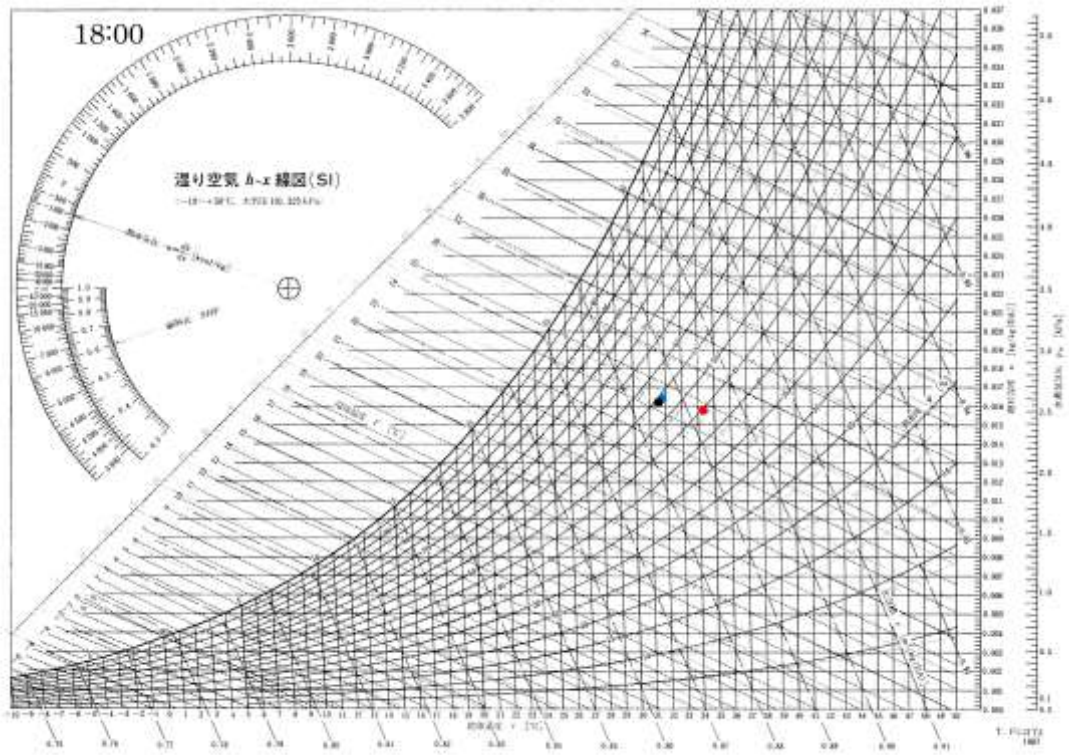
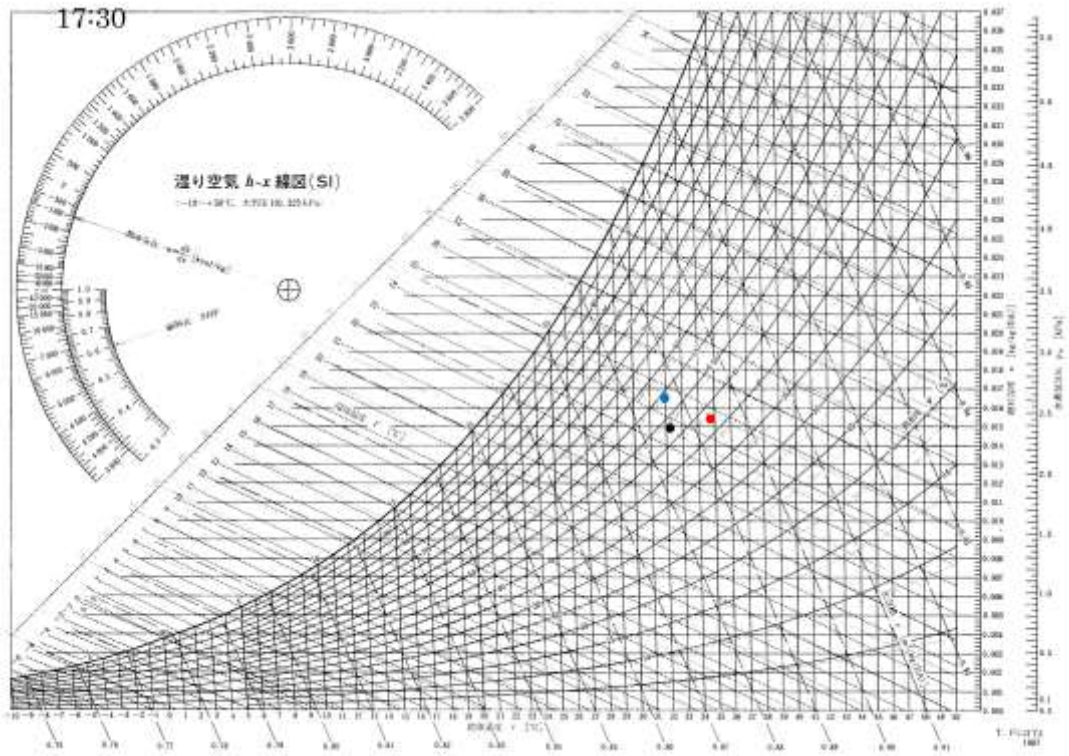


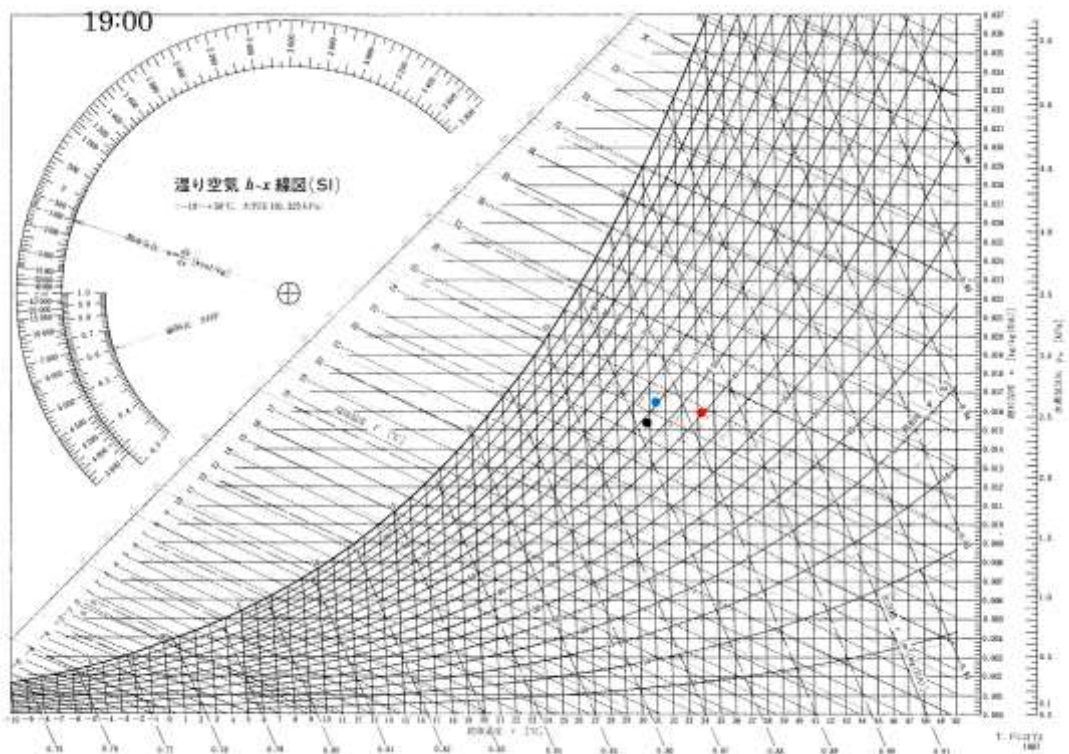
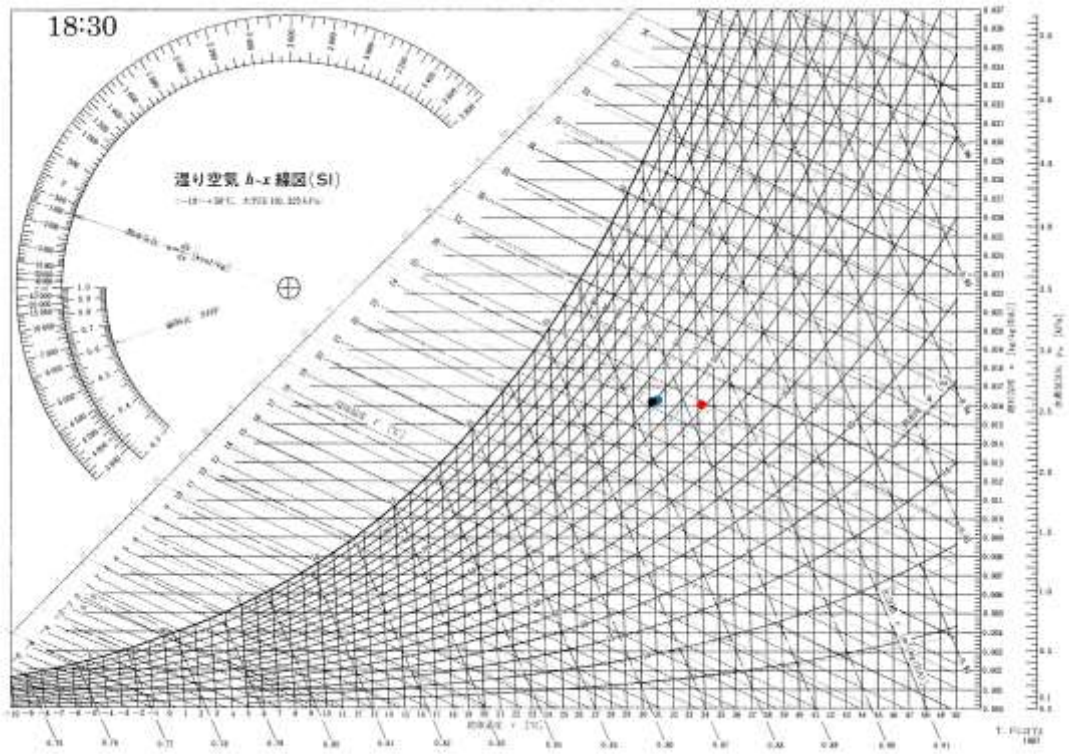


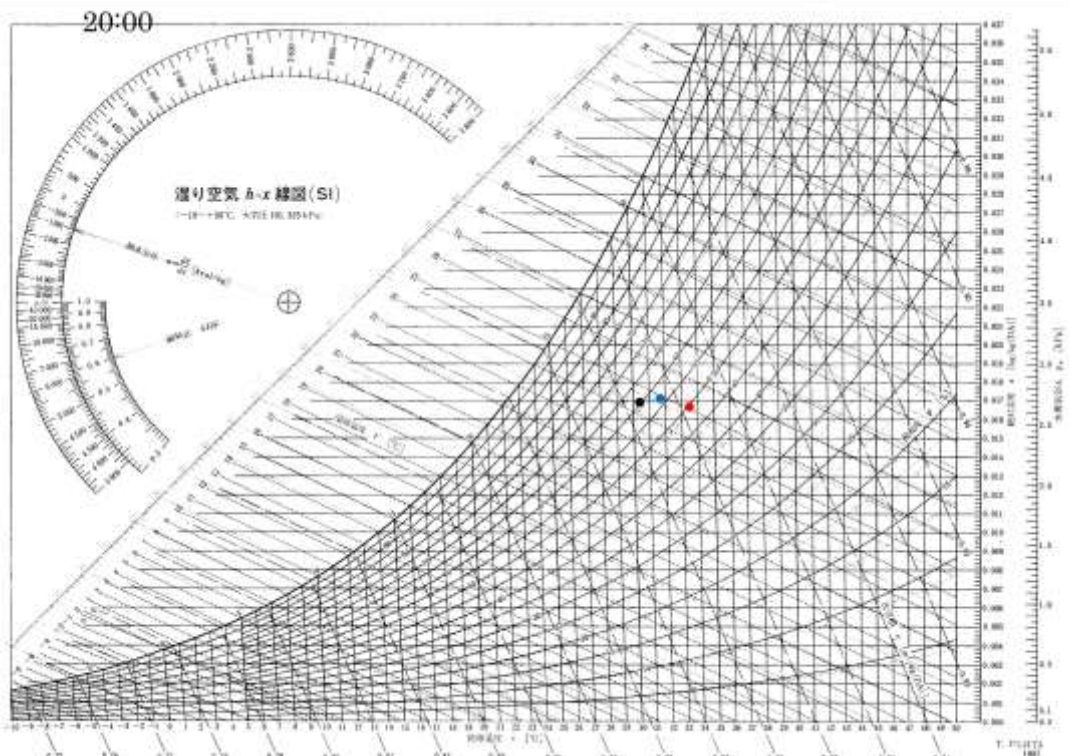
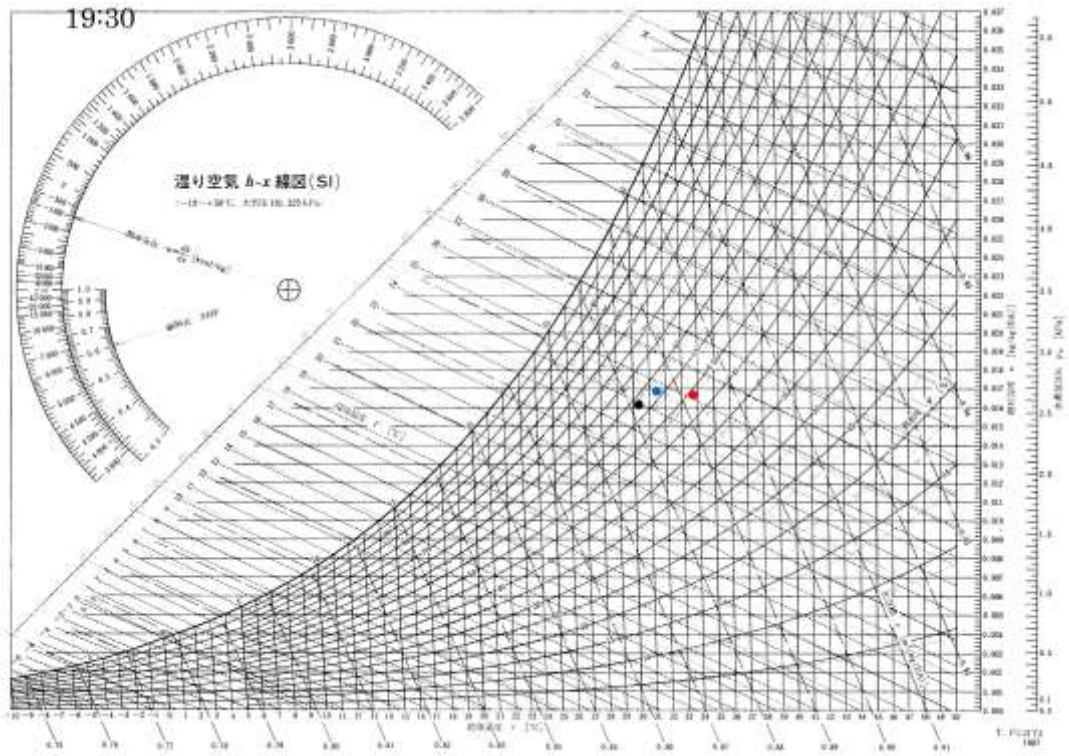


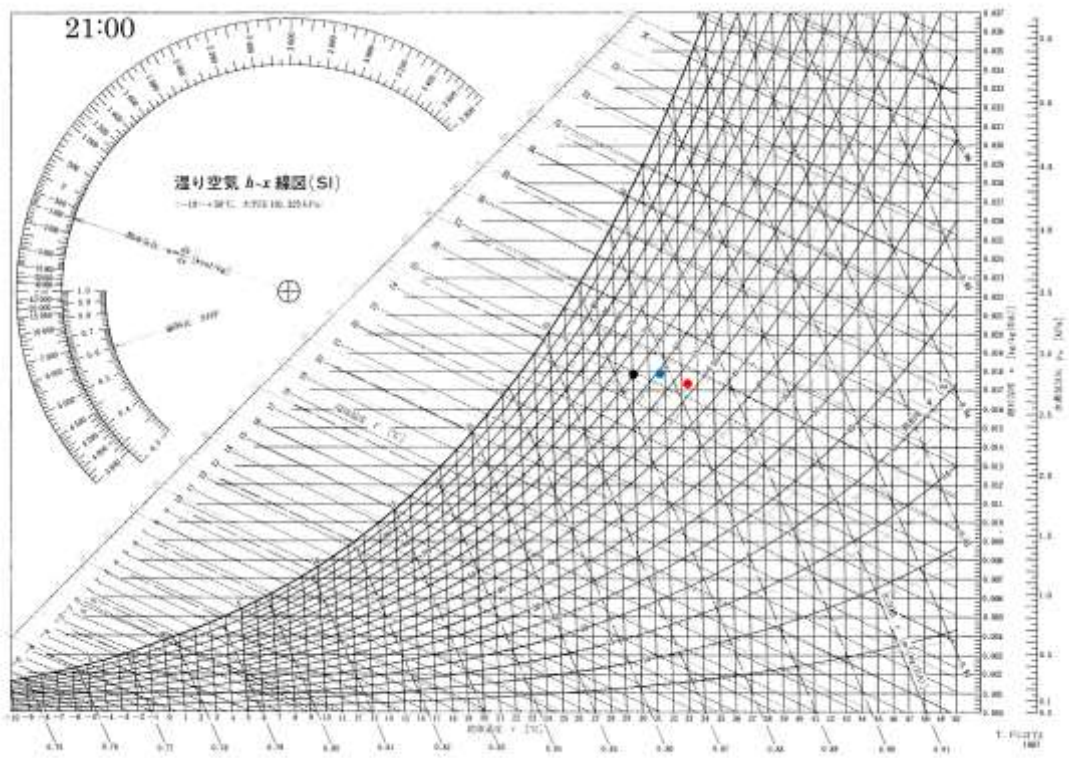
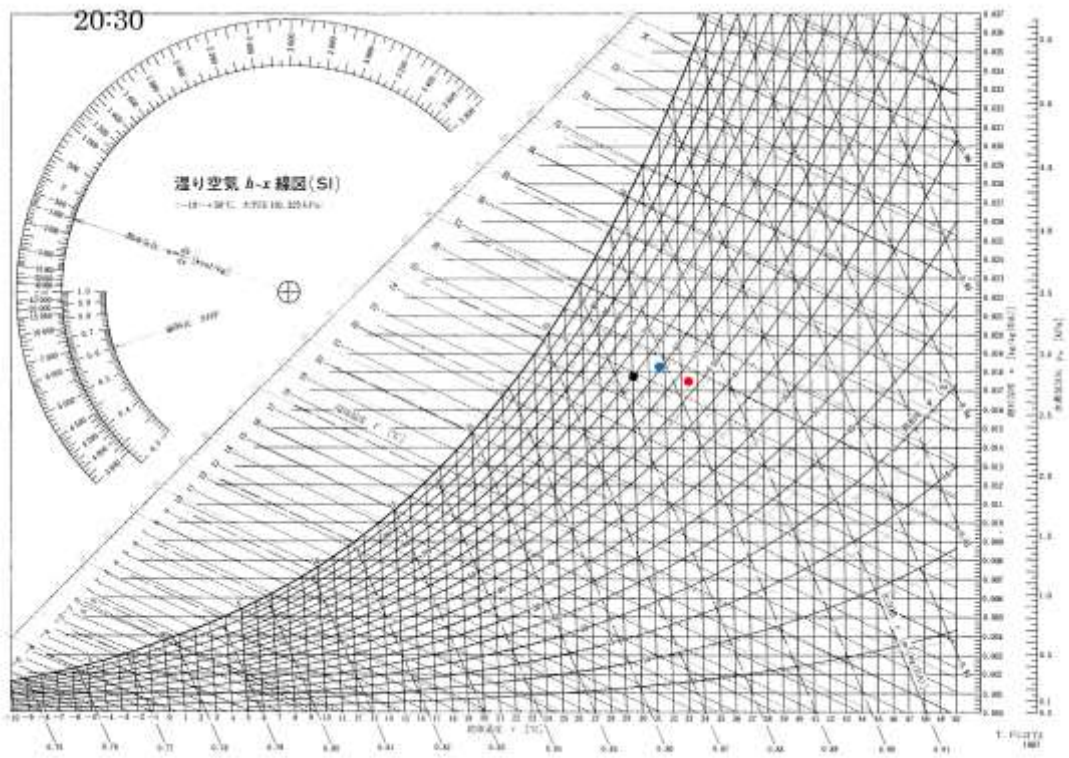


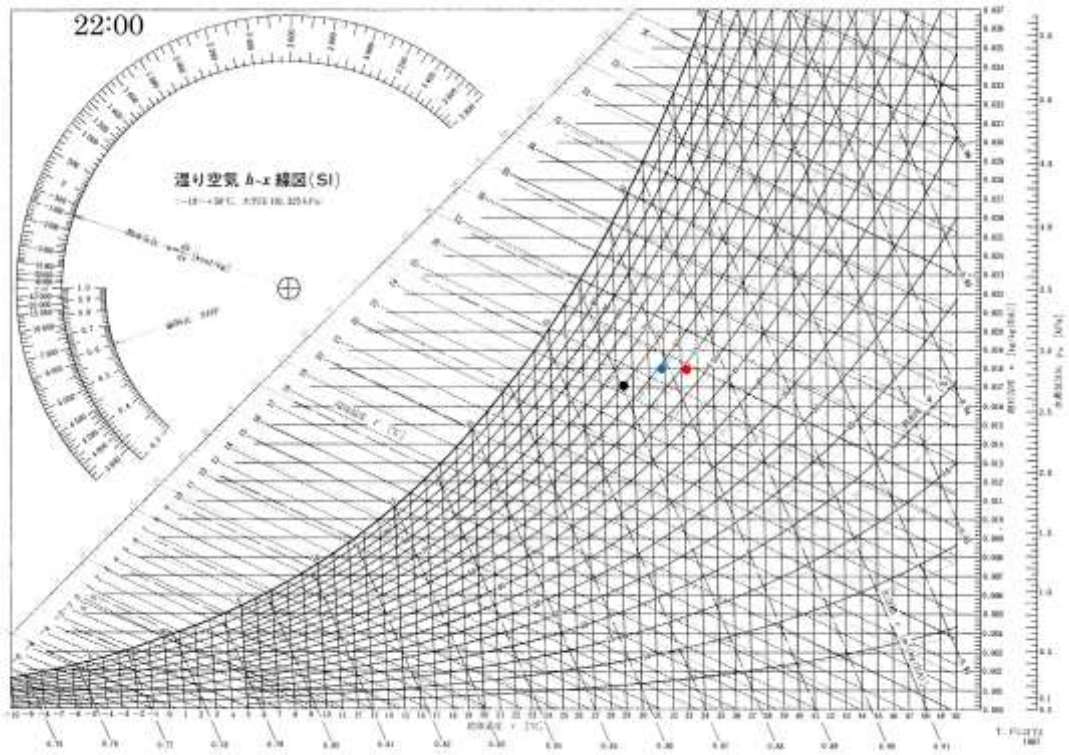
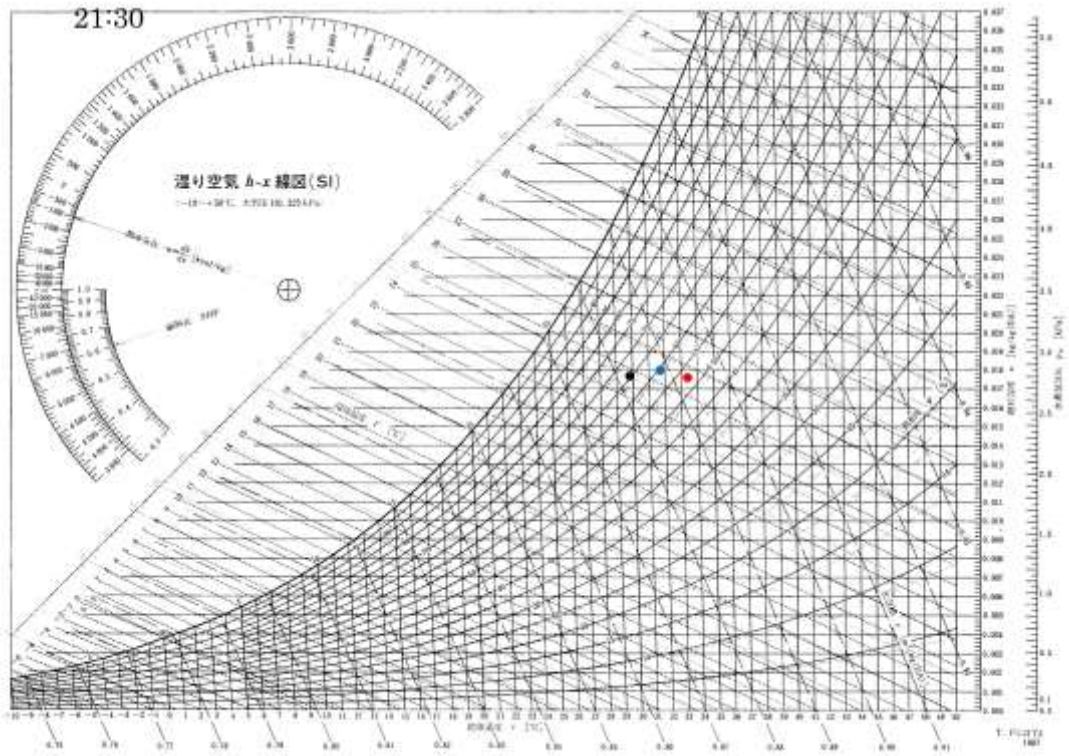


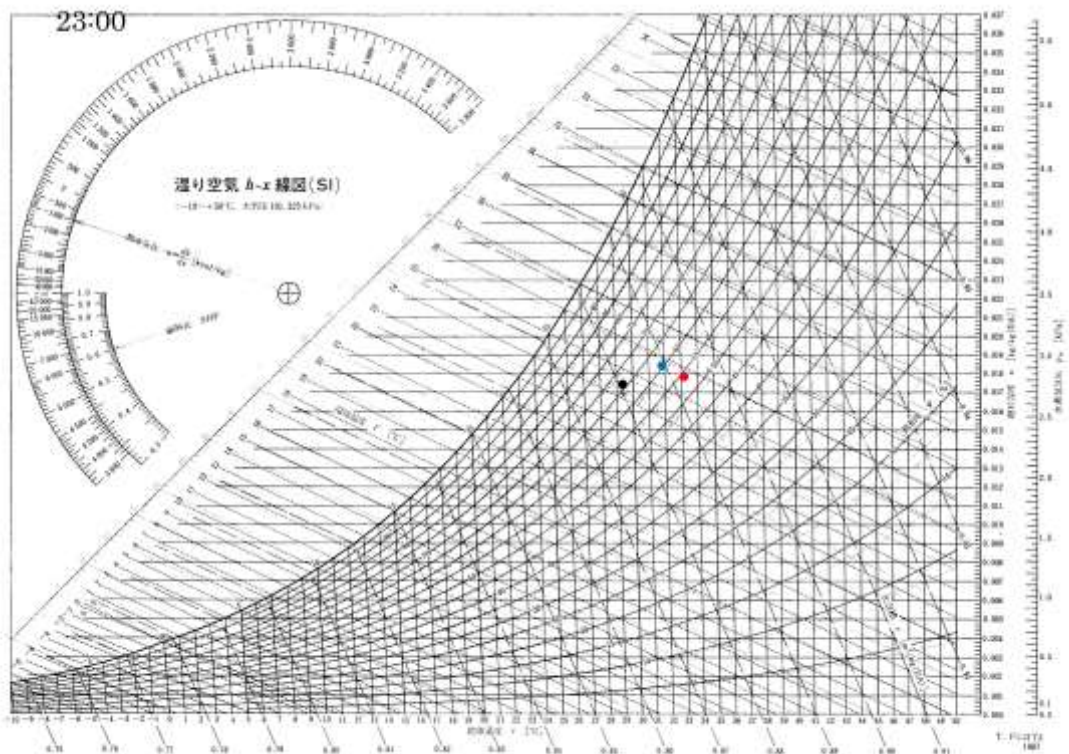
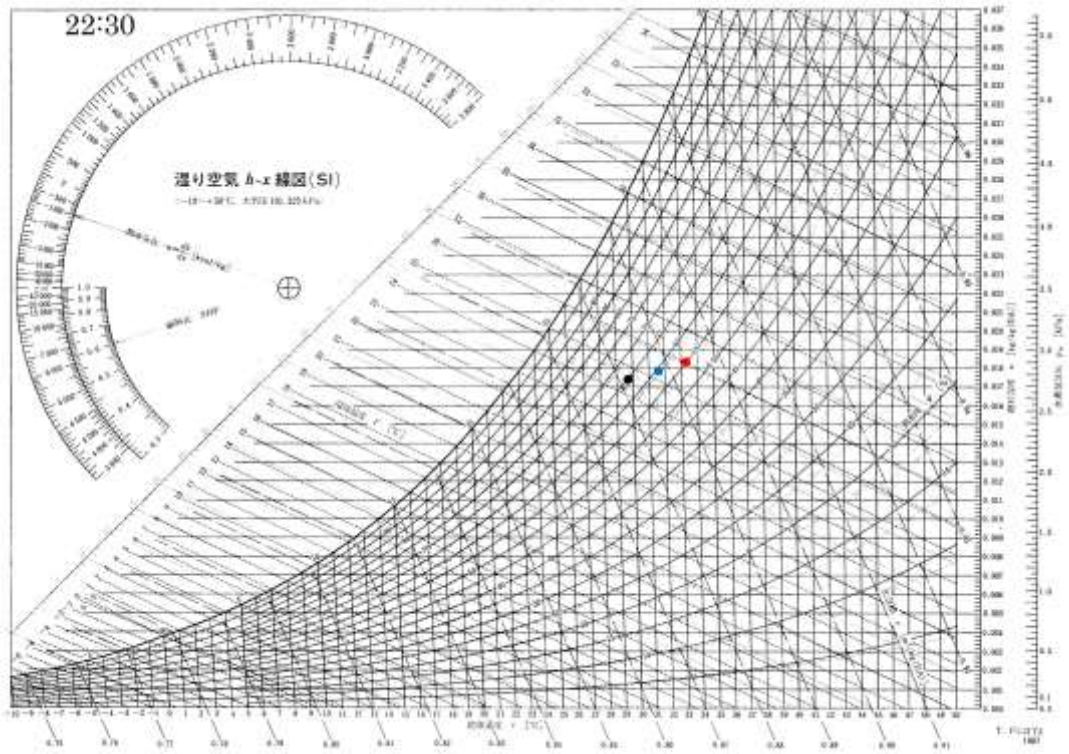


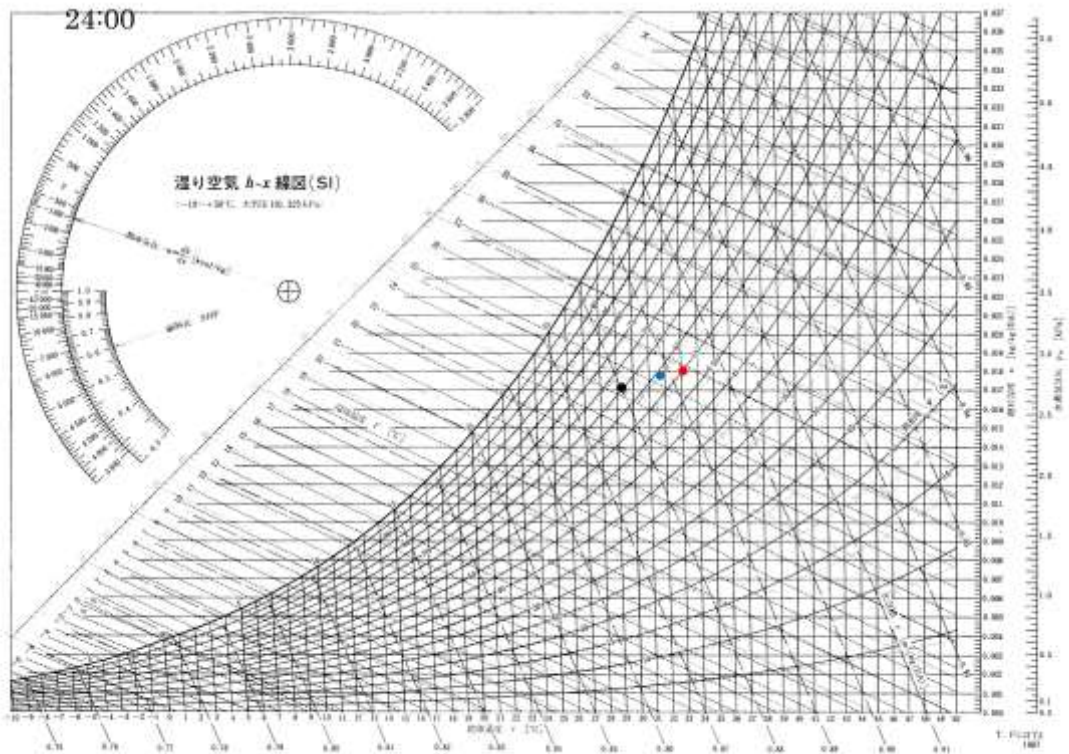
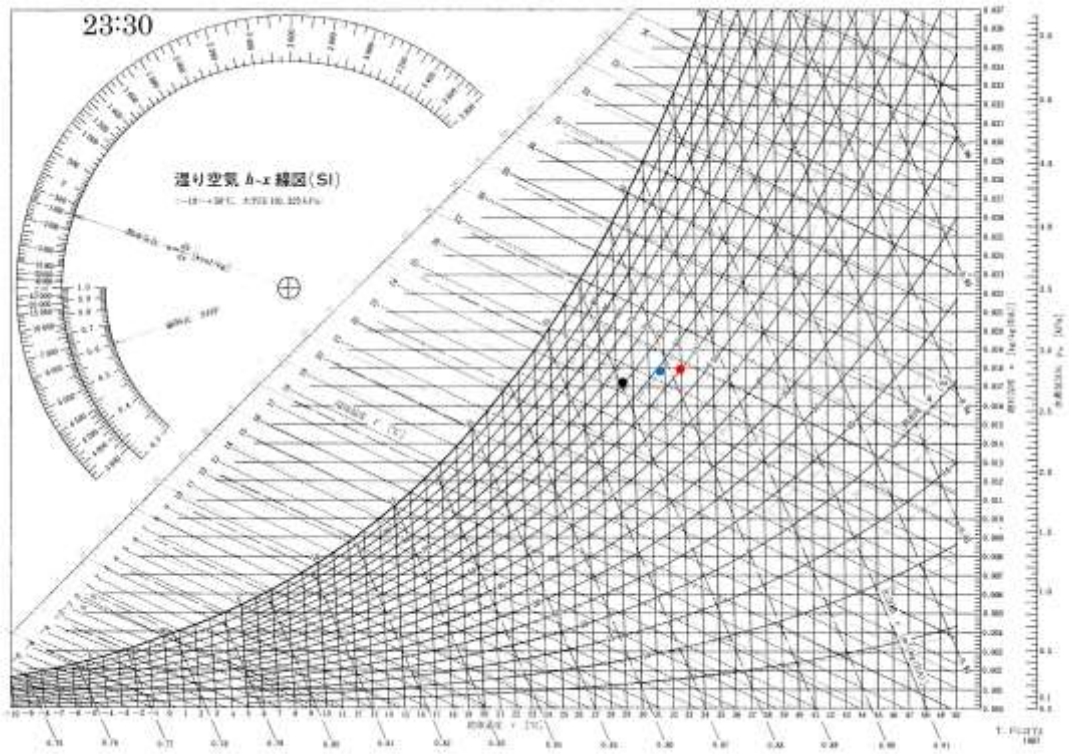


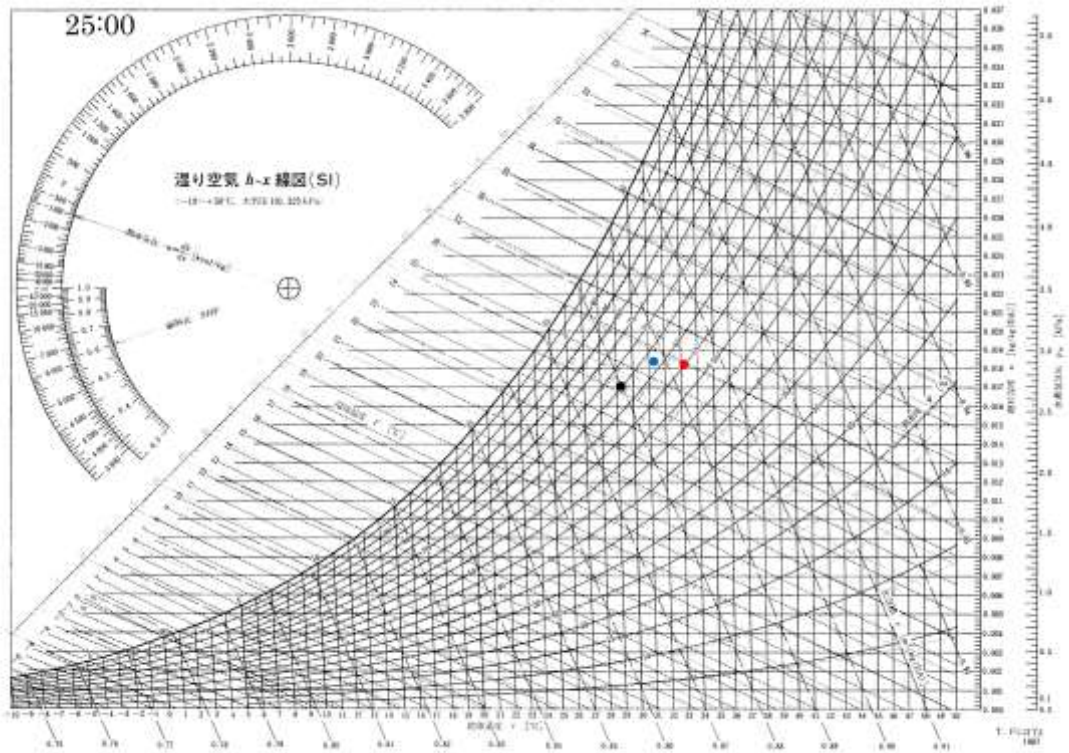
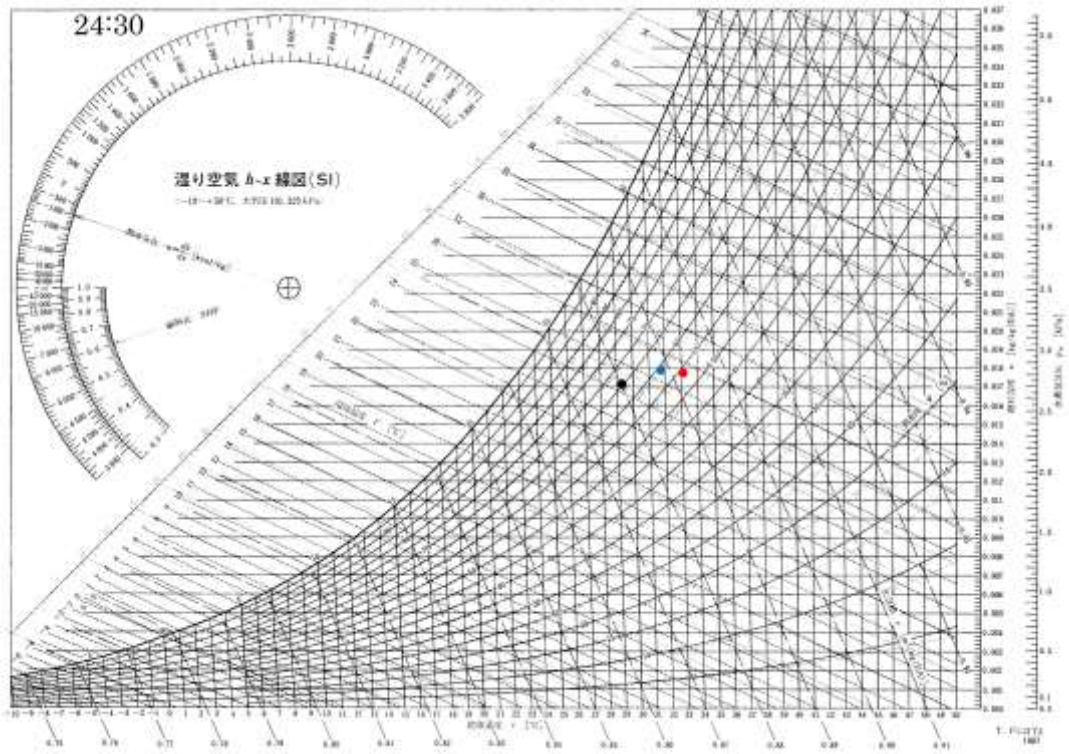


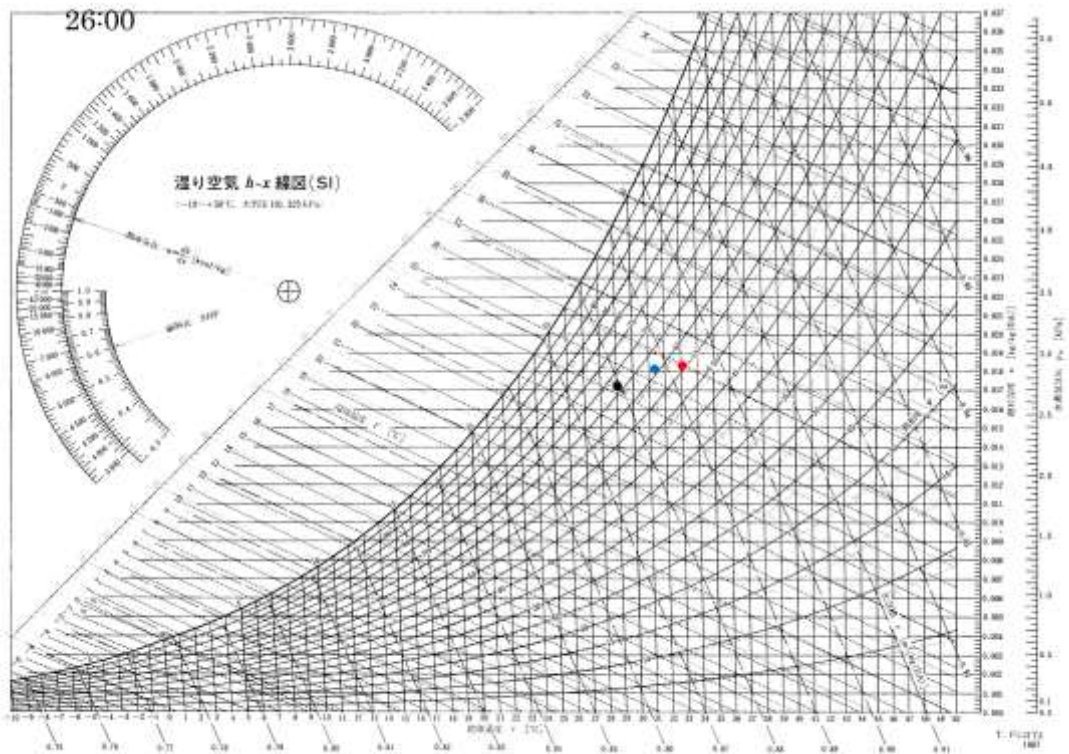
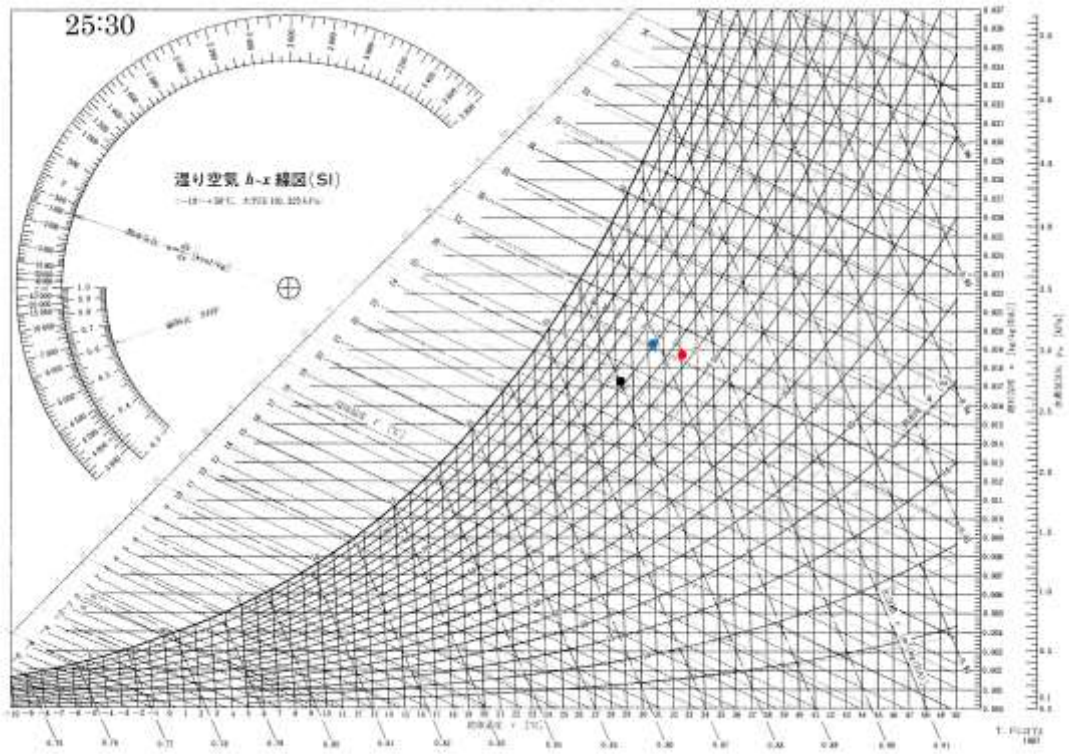














## 第5章 まとめ

### 5.1 実験結果のまとめ

今回埼玉県さいたま市南区南浦和にある2室の賃貸マンションで対照実験を行い9月2～6日まで機械換気と自然換気の両方の方法で実験を行いました。平均温度差が約全体の日程で2.7℃程度の冷却効果がみられました。今回の目的は換気方式の違いによるドライミスト効果の対照実験による検証であり、自然換気より効率よくミストが蒸散出来ると考えましたが、9月4日自然換気の方が外気条件によるかもしれないが最高温度降下が6℃近い値を得られることができました。ミストはおおよそ3℃程度の効果が見られたので、今回の対照実験では、大きな温度降下もできることが発見することができました。しかし、外気条件が近い条件である、9月5日と6日では、同程度の噴霧効果を得ることができ、ミスト稼働率が低い機械換気の方が効率よく噴霧していることがわかった。

自然換気、機械換気に関わらず、稼働率と外気の飽差には一定の相関がある。

### 5.2 今後の課題

2室間の絶対湿度の差がなくなると温度差もほぼ変化しなくなることから、今後更なる検討をすることで、外気との絶対湿度の差によって噴霧効果を得られるかどうかの判断ができるようになるかもしれない。

## 参考資料・文献

### 第2章

- 1) MM テック株式会社ホームページ <http://www.gmmtech.co.jp>
- 2) Swagelok 社ホームページ <http://www.swagelok.co.jp>
- 3) 株式会社 共立合金製作所 ホームページ <http://www.everloy-spray-nozzles.com/>

### 第3章

- 4) 気象庁 ホームページ <http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>
- 5) 株式会社ティアンドディ ホームページ <http://www.tannd.co.jp/>
- 6) HIOKI ホームページ <http://hioki.jp/3351/>
- 7) 日本カノマックス株式会社 ホームページ  
<http://www.kanomax.co.jp/e6113.html>
- 8) 江藤電機株式会社 ホームページ  
<http://www.etodenki.co.jp/tdac6/index.htm#Tag1> 本体仕様
- 9) アスザックス株式会社 ホームページ  
<http://www.asuzac-pd.jp/seihin/32sen.htm>
- 10) 石井智洋 住戸向け細霧冷房の設計手法に関する研究 辻本研修士論文

2009

### 第4章

- 11) 加藤史郎 家庭用ドライミストの無風状態における噴霧効果に関する研究 辻本研卒業論文、2008
- 12) 大吉 直幸 対照実験によるドライミストのバルコニーにおける噴霧方法の検討

## 謝辞

この一年間辻本研究室にいて教授たちの賢さや院生方々の優しさに直接触れ合う機会が多くあり、様々な事を学ばせていただけたと思います。

辻本教授は、多忙の中私たち学生に御指導をしていただきホントに感謝しています。

石井さん、加藤さん、千葉さん、紅谷さんにはドライミストの分野で、多くの事を教えていただきありがとうございました。