

# 報告書

## (中村ウォータープラザ内倉庫におけるフラクタル日除け設置に係る熱環境調査)

平成 28 年 8 月 29 日  
横浜市環境創造局  
環境科学研究所

### 1 調査結果の概要

中村ウォータープラザの倉庫における「はまっ子どうし The Water」保管時の製品品質の確保のために、横浜市水道局が（株）ロスフィー様の御協力のもと、平成 28 年 8 月 8 日～16 日に倉庫内気温の低減を目的としたフラクタル日除け設置の実証実験を行いました。

横浜市水道局からの依頼を受けて、横浜市環境科学研究所がこの実証実験における倉庫内の熱環境調査（倉庫内の気温測定、及び、倉庫の屋根面の表面温度測定）を行いました。

本調査の結果、フラクタル日除けの設置により、

- ① 倉庫内の気温が平均で約 1.4℃低下
- ② 倉庫の西側の屋根面の表面温度が約 10.2℃低下
- ③ 倉庫の東側の屋根面の表面温度が約 7.1℃低下

という結果が得られました。

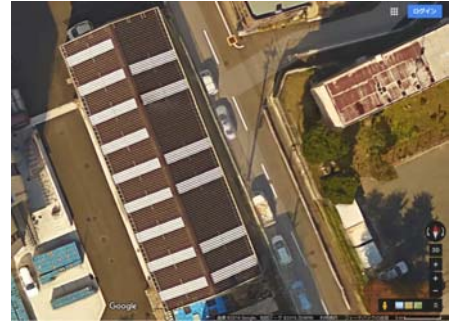


図 1 中村ウォータープラザ内倉庫  
(出典：Google Map)

### 2 フラクタル日除け設置の内容

#### (1) 設置期間

平成 28 年 8 月 8 日（月）15 時～8 月 16 日（火）8 時

#### (2) 設置場所

横浜市水道局 中村ウォータープラザ内倉庫  
(住所：横浜市南区中村町 4-305)

図 1 のとおり

#### (3) フラクタル日除けの設置位置

図 2、及び、図 3 のとおり



図 2 フラクタル日除けの設置写真  
(左図：西側、右図：東側)

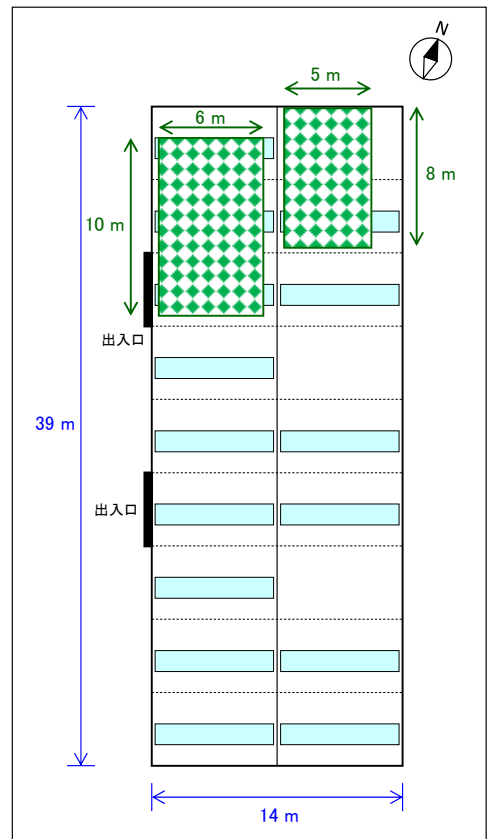


図 3 フラクタル日除けの設置図面

### 3 熱環境調査の内容

#### (1) 調査期間

平成 28 年 7 月 29 日（金）17 時～8 月 19 日（金）16 時

#### (2) 調査場所

横浜市水道局 中村ウォータープラザ内倉庫

#### (3) 調査内容

中村ウォータープラザ内倉庫において、  
フラクタル日除けの設置期間（8 月 8 日～16 日）、  
及び、設置していない期間（7 月 29 日～8 月 8 日、  
8 月 16 日～19 日）に、下記の測定を行いました。

##### ① 倉庫内の気温測定（10 地点）

温度計（(株)ティアンドデイ製 TR-52i）を使用して、  
倉庫内の 10 地点（倉庫の東側の壁から 1.5m の位置に  
3.2m 間隔で測定。測定地点は図 4 参照）において、  
調査期間（7 月 29 日～8 月 19 日。計 22 日間）に  
24 時間、2 分間隔で気温測定を行いました。

##### ② 倉庫の屋根面の表面温度測定

赤外線サーモカメラ（日本アビオニクス(株)製  
InfReC R500S）を使用して、フラクタル日除けの  
設置期間のうち、8 月 8 日（月）及び 9 日（火）に  
倉庫の屋根面の表面温度測定を行いました。

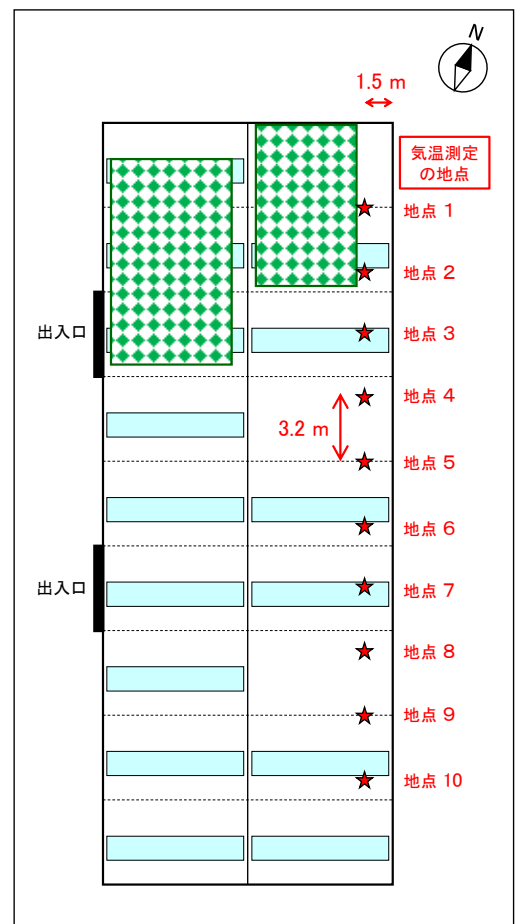


図 4 気温測定の測定地点（10 地点）

### 4 気温測定のデータ解析に使用する日時の抽出

倉庫内の気温測定のデータ解析にあたっては、調査期間（平成 28 年 7 月 29 日～8 月 19 日）の中  
から、倉庫内への日射の影響が大きいと考えられる日時を、下記条件によって抽出しました。

なお、日時の抽出には、横浜地方気象台（住所：横浜市中区山手町 99 番地）での 1 時間毎の気象  
データ（天気、日照時間、相対湿度、降水量等。図 5 参照）を使用しました。また、抽出結果の信頼  
性の確認には、各日の横浜の天気（出典：日本気象協会ホームページ。図 6 参照）の情報を使用しま  
した。

#### (1) 抽出条件

横浜地方気象台での 1 時間毎の気象データを使用して、天気が良く、雨が降っていない条件とし  
て下記条件を設定し、この全ての条件を満たす日時を抽出しました。

- ・天気 : 快晴、又は、晴れ（気象データ上の値：1、又は、2）
- ・日照時間 : 1 時間のうち 9 割（54 分）以上の時間帯で日射あり、かつ、  
前後 1 時間のデータについても 8 割（48 分）以上の時間帯で日射あり
- ・降水量 : 0 mm（降水なし）
- ・相対湿度 : 80%未満

(2) 抽出結果

上記条件により下記日時が抽出されました。抽出結果の信頼性の確認のため、各日の横浜の天気と比較したところ矛盾がなかったため、下記日時を倉庫内の気温測定データの解析に使用しました。

① フラクタル日除け設置期間

- ・平日： 8月9日（火）10時～14時  
※同日の15時過ぎから放水を行ったため、14時までのデータを使用
- ・休日： 8月13日（土）10時～15時

② フラクタル日除けを設置していない期間

- ・平日： 8月4日（木）9時～17時、8月5日（金）8時～17時
- ・休日： 7月30日（土）8時～16時、8月7日（日）8時～17時

年月日時	横浜 天気	横浜 日照時間(時間)	横浜 雲量(10分比)	横浜 降水量(mm)	横浜 相対湿度(%)	横浜 気温(°C)	横浜 風速(m/s)	横浜 風向
2016/7/30 5:00		0		0	95	23.7	1.1	北東
2016/7/30 6:00		1		0	93	24.1	1.7	北
2016/7/30 7:00		1		0	87	24.8	2.5	北
2016/7/30 8:00		1		0	74	26.7	1.4	北東
2016/7/30 9:00	2	1	4	0	69	28.2	1.4	東北東
2016/7/30 10:00		1		0	65	28.9	2.8	東南東
2016/7/30 11:00		1		0	52	30.2	2.7	東
2016/7/30 12:00		1		0	47	30.8	2.6	東北東
2016/7/30 13:00		1		0	45	31.3	2.8	東北東
2016/7/30 14:00		1		0	51	31.7	2.8	東
2016/7/30 15:00	2	1	2	0	52	31.6	3.1	南東
2016/7/30 16:00		1		0	55	31.1	2.9	南東
2016/7/30 17:00		1		0	61	30.4	2.4	南南東
2016/7/30 18:00		0.3		0	68	29	1.7	南南東
2016/7/30 19:00		0.2		0	73	28	1.5	南西

図5 横浜地方気象台での1時間毎の気象データの例  
(出典：気象庁ホームページ)

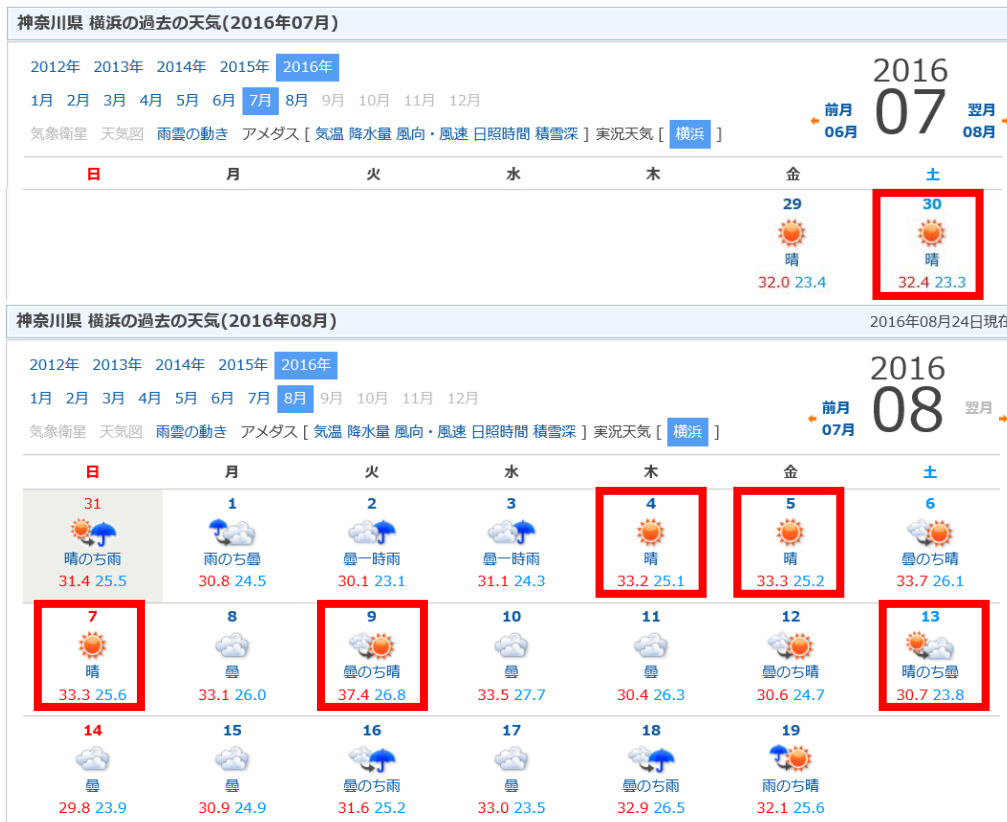


図6 調査期間中の天気  
(出典：日本気象協会ホームページ)

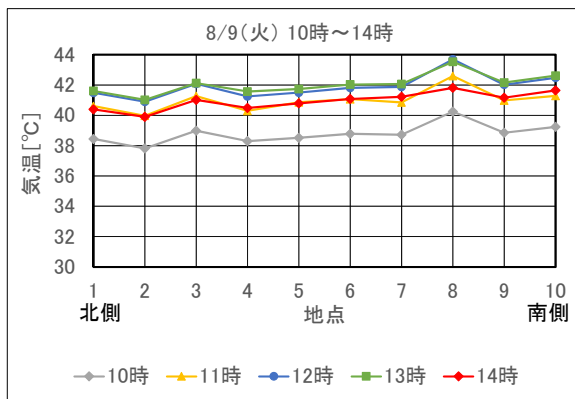
## 5 熱環境調査の結果の詳細

### (1) 倉庫内の気温の測定結果

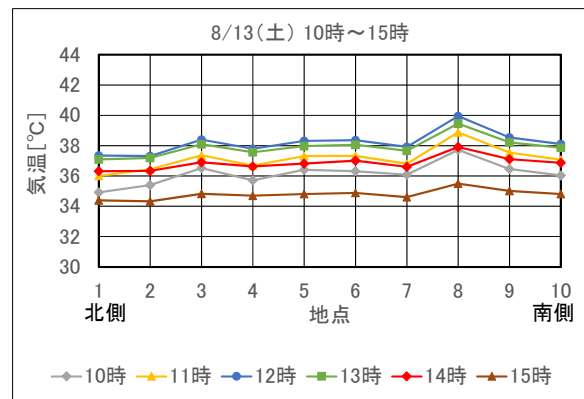
#### ア 各日時における倉庫内の気温の空間分布

前節で抽出した日時における、倉庫内の気温の空間分布（測定地点は図4参照）を、図7、図8に示します。なお、各時刻の気温として、その時刻の含む1時間（前後30分間）の気温の平均値を使用しました。

(例) 8月9日9時の気温として、同8時32分～9時30分の気温（2分間隔）の平均値を使用

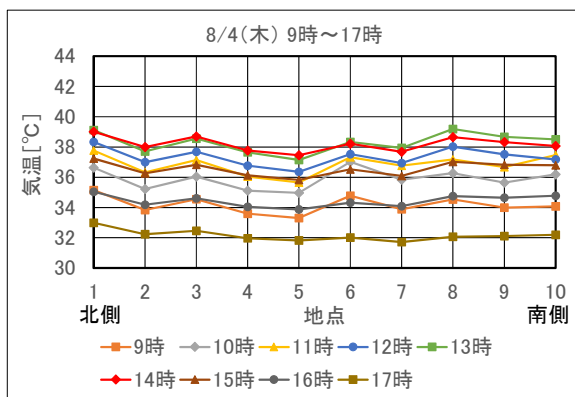


① 8月9日（火）10時～14時（平日）  
（横浜地方気象台の最高気温：37.4℃）

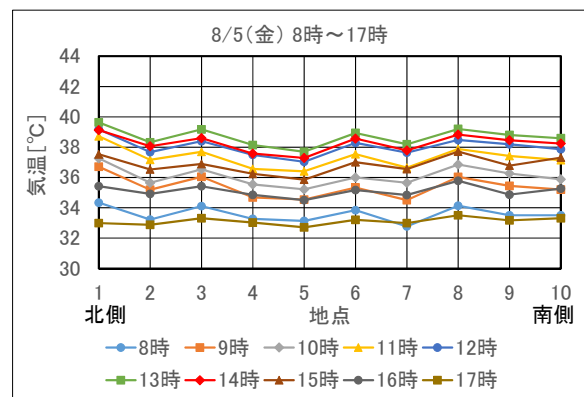


② 8月13日（土）10時～15時（休日）  
（横浜地方気象台の最高気温：30.7℃）

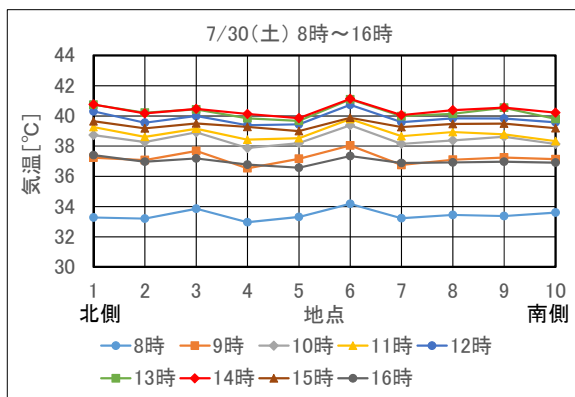
図7 フラクタル日除け設置期間の気温の空間分布



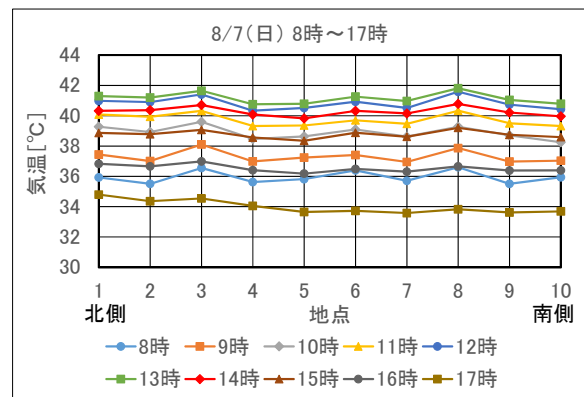
① 8月4日（木）9時～17時（平日）  
（横浜地方気象台の最高気温：33.2℃）



② 8月5日（金）8時～17時（平日）  
（横浜地方気象台の最高気温：33.3℃）



③ 7月30日（土）8時～16時（休日）  
（横浜地方気象台の最高気温：32.4℃）



④ 8月7日（日）8時～17時（休日）  
（横浜地方気象台の最高気温：33.3℃）

図8 フラクタル日除けを設置していない期間の気温の空間分布

## イ フラクタル日除け設置による気温低減効果

フラクタル日除け設置期間の、地点1～2（北側。フラクタル日除けの下の地点）の気温の平均値と、地点8～10（南側。フラクタル日除けのない地点）の気温の平均値の差を、図9に示します。また、フラクタル日除けを設置していない期間の、地点1～2（北側）の気温の平均値と、地点8～10（南側）の気温の平均値の差を、図10に示します。図9と図10の比較により、フラクタル日除け設置による気温低減効果があることが分かりました。

また、今回、気温測定データの解析を行った期間の平均としては、下記の結果となりました。

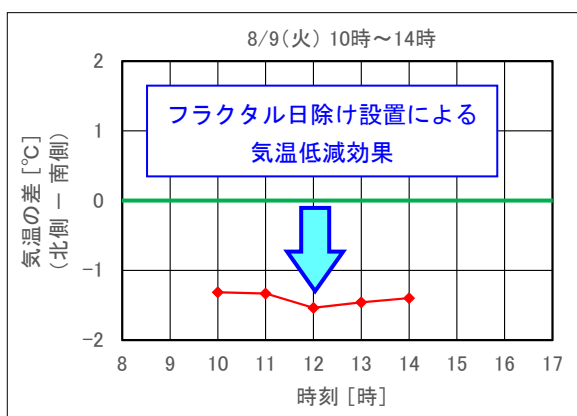
### ① フラクタル日除け設置期間

地点1～2（北側。フラクタル日除けの下の地点）の気温の平均値が、地点8～10（南側。フラクタル日除けのない地点）の気温の平均値よりも、平均で1.35℃下回っていました。

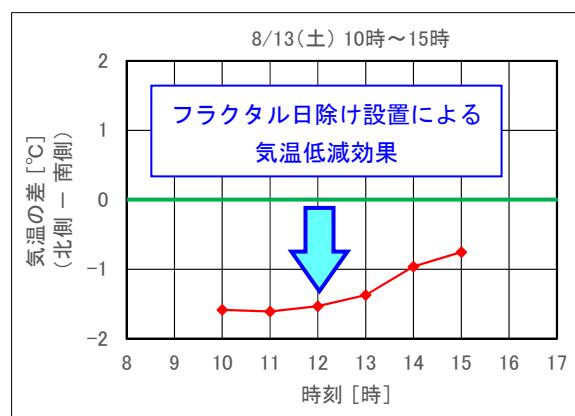
### ② フラクタル日除けを設置していない期間

地点1～2（北側）の気温の平均値が、地点8～10（南側）の気温の平均値よりも、平均で0.09℃上回っていました。

以上から、フラクタル日除けの設置により倉庫内の気温が平均で1.44℃低下したことが分かりました。

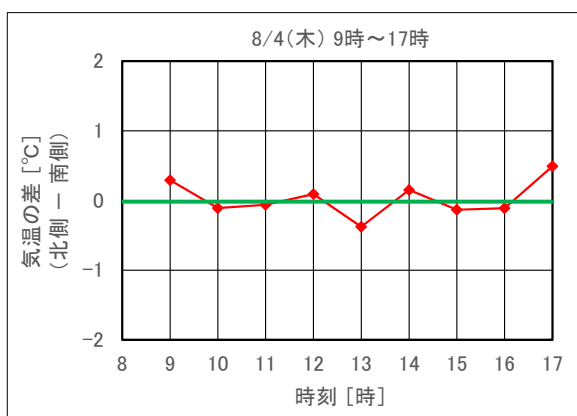


① 8月9日（火）10時～14時（平日）

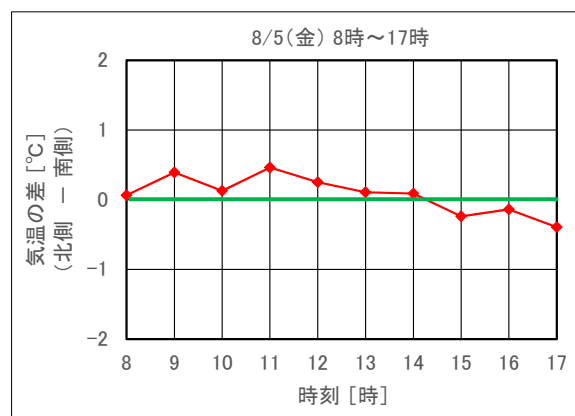


② 8月13日（土）10時～15時（休日）

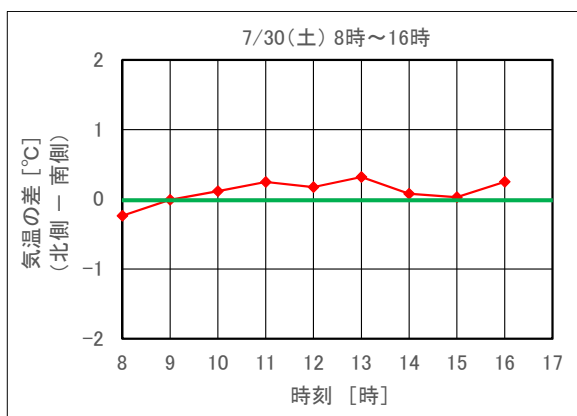
図9 フラクタル日除け設置期間の地点1～2（北側）と地点8～10（南側）の気温の差



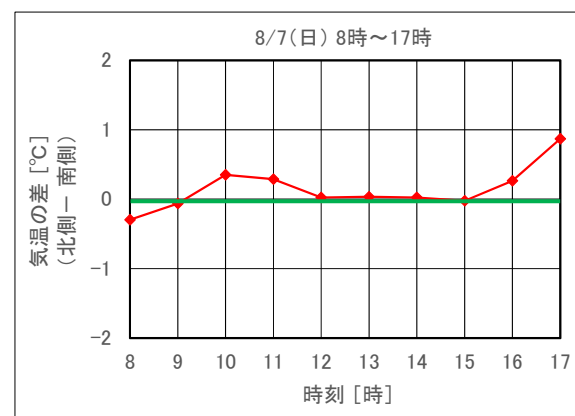
① 8月4日(木) 9時～17時(平日)



② 8月5日(金) 8時～17時(平日)



③ 7月30日(土) 8時～16時(休日)



④ 8月7日(日) 8時～17時(休日)

図10 フラクタル日除けを設置していない期間の地点1～2(北側)と地点8～10(南側)の気温の差

## (2) 倉庫の屋根面の表面温度の測定結果

フラクタル日除けの設置期間のうち、8月8日(月)及び9日(火)に倉庫の屋根面の表面温度の測定を行いました。測定を行った全ての時刻で、フラクタル日除けを設置した地点の屋根面の表面温度が、フラクタル日除けを設置していない地点の屋根面の表面温度を下回りました。

例として、8月9日(火)13:30頃の倉庫の西側及び東側の屋根面を表面温度の測定結果を図11、図12に示します。これらの測定結果を使用して、倉庫の屋根面の表面温度を解析しました。

倉庫の西側の屋根面については、図13に示す6領域(フラクタル日除けを設置していない2領域、及び、フラクタル日除けを設置した4領域)について、各領域内の表面温度の平均値を計算しました。計算結果を表1に示します。

倉庫の東側の屋根面については、図14に示す4領域(フラクタル日除けを設置していない2領域、及び、フラクタル日除けを設置した2領域)について、各領域内の表面温度の平均値を計算しました。計算結果を表2に示します。

表1から、倉庫の西側の屋根面の表面温度は、フラクタル日除けを設置した領域では54.5℃、設置していない領域では64.7℃と計算され、フラクタル日除けの設置により倉庫の西側の屋根面の表面温度が約10.2℃低下したことが分かりました。

表2から、倉庫の東側の屋根面の表面温度は、フラクタル日除けを設置した領域では53.3℃、設置していない領域では60.4℃と計算され、フラクタル日除けの設置により倉庫の西側の屋根面の表面温度が約7.1℃低下したことが分かりました。

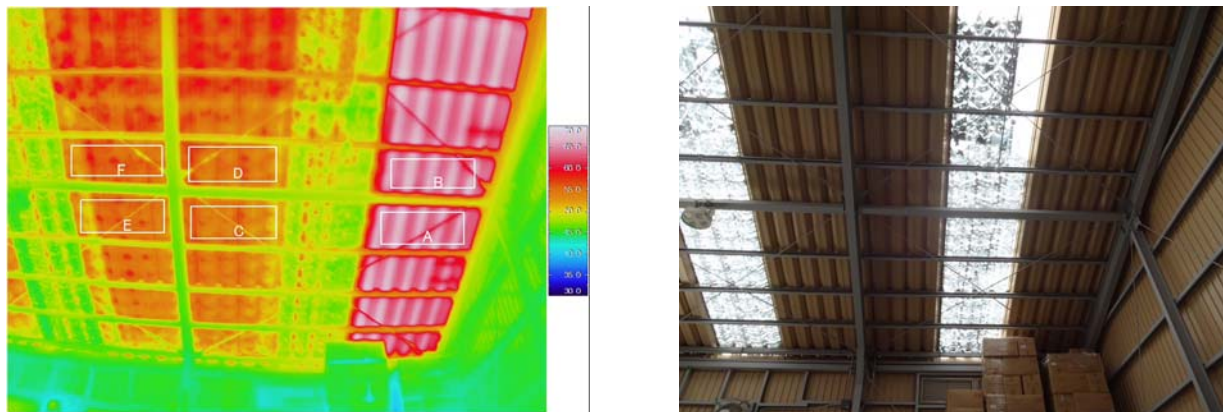


図11 西側の屋根面の赤外画像及び可視画像  
(左図：赤外画像、右図：可視画像)

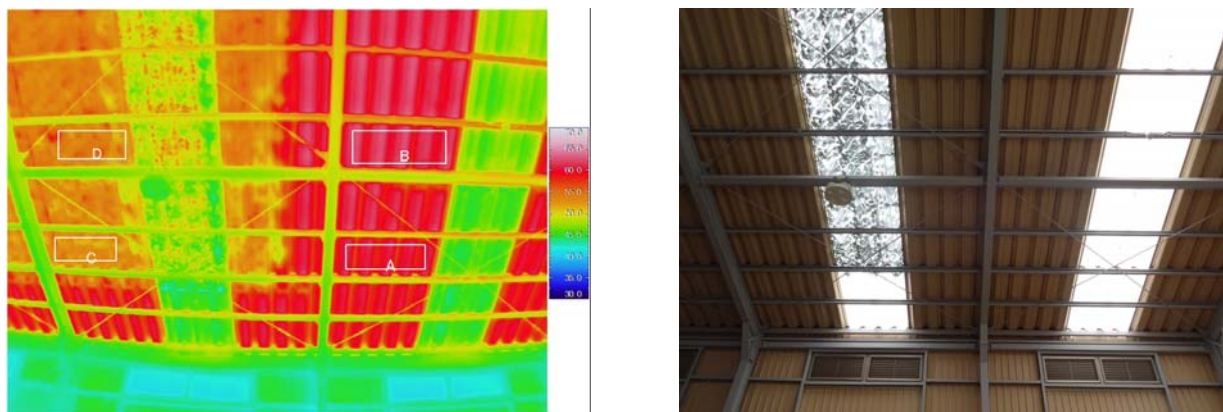


図12 東側の屋根面の赤外画像及び可視画像  
(左図：赤外画像、右図：可視画像)

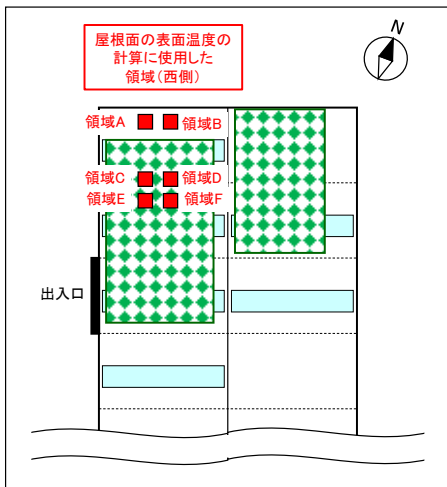


図 13 西側の屋根面の表面温度の計算に使用した領域

表 1 西側の屋根面の表面温度の計算結果

フラクタル日除けを設置していない領域の屋根面の表面温度 [°C]		フラクタル日除けを設置した領域の屋根面の表面温度 [°C]	
領域A	64.5	領域C	53.9
領域B	64.9	領域D	54.6
		領域E	54.3
		領域F	55.0
領域A～Bの平均	64.7	領域C～Fの平均	54.5

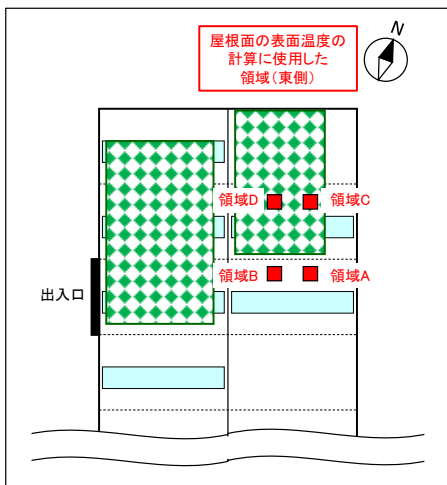


図 14 東側の屋根面の表面温度の計算に使用した領域

表 2 東側の屋根面の表面温度の計算結果

フラクタル日除けを設置していない領域の屋根面の表面温度 [°C]		フラクタル日除けを設置した領域の屋根面の表面温度 [°C]	
領域A	59.7	領域C	52.7
領域B	61.1	領域D	53.8
領域A～Bの平均	60.4	領域C～Dの平均	53.3