

横浜市内における気温観測と 暑さ対策の効果検証



横浜市環境科学研究所
○小田切 幸次、榎原 正敬、浅木 麻衣子
横浜市環境創造局
関 浩二

発表内容の章立て

◎ 取組の背景

- 1-1.横浜市内の温暖化・ヒートアイランド
- 1-2.暑さによる健康被害
- 1-3.暑さ対策に向けた取組

◎ 調査概要

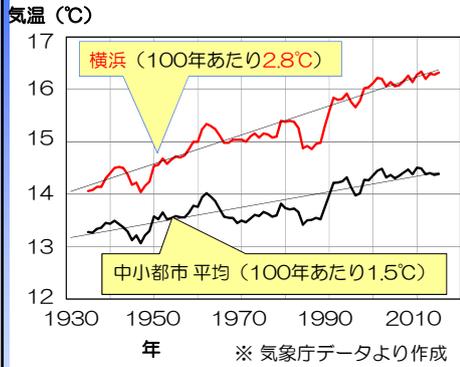
- 2-1.市内の気温観測
- 2-2.フラクタル日除け
- 2-3.熱線再帰フィルム

◎ おわりに

1-1. 横浜市内の温暖化・ヒートアイランド



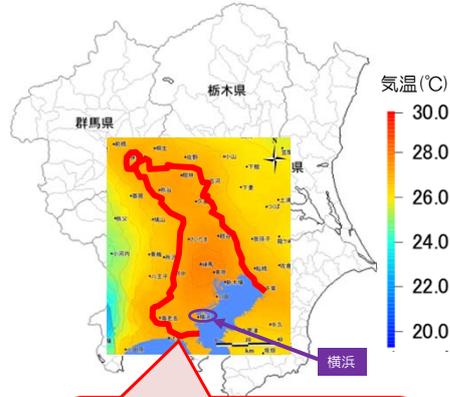
年平均気温の推移



横浜では地球温暖化に加え、ヒートアイランド現象の影響も受けて昇温傾向が大きい

関東地方の8月の平均気温分布

(2006年~2010年)
※ 環境省ヒートアイランド対策マニュアルより作成

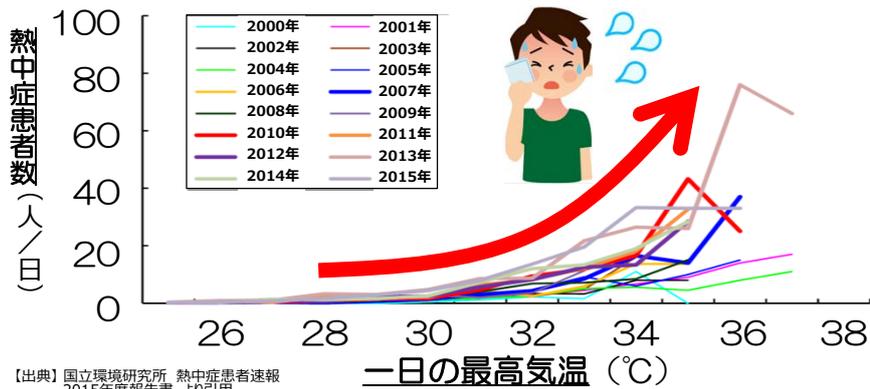


都市部の気温が周囲よりも島状に高い状態
→ ヒートアイランド

1-2. 横浜市内での暑さによる健康被害



横浜での日最高気温と熱中症患者数 (2000~2015年)



【出典】 国立環境研究所 熱中症患者速報
2015年度報告書 より引用
<http://www.nies.go.jp/gaiyo/archiv/risk8/index.html>

気温がこのまま上がり続けると、さらに熱中症患者数が増大!

東京2020オリンピック・パラリンピックでは…

日本の夏に不慣れな外国人を含む多数の観客が来訪

熱中症対策が不可欠

1-3.暑さ対策に向けた横浜市環境科学研究所の取組



- 目的
- ① 市内の暑さの実態解明
 - ② 都市の暑さによるリスクの回避

①市内の暑さの実態解明

- ・市内における気温観測
- ・市内における暑さ指数の観測 etc



地域性や時間帯毎の実態を解明し、
特性に合った対策を実践する



②都市の暑さによるリスクの回避

- ・フラクタル日除けの効果検証と導入
- ・熱線再帰フィルムの効果検証 etc



暑さ対策技術の効果検証により、
熱中症リスクの低減につなげる



2-1.市内の気温観測



観測方法

- ・市内小学校(44地点)の百葉箱で気温観測を実施
- ・測定値は毎正時の気温の瞬間値



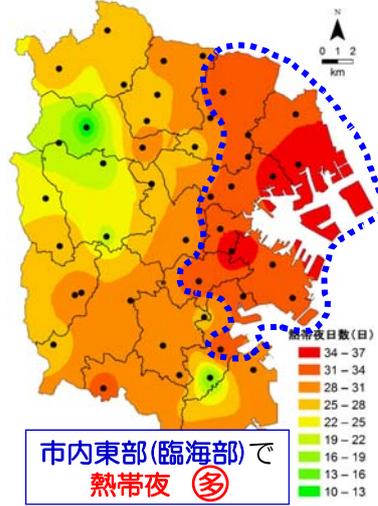
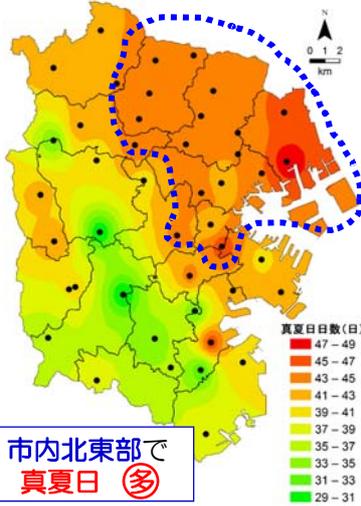
図 市内小学校の気温観測地点の位置

真夏日日数と熱帯夜日数



2017年 真夏日日数分布

2017年 熱帯夜日数分布



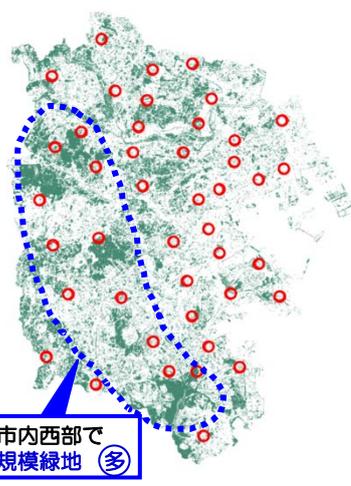
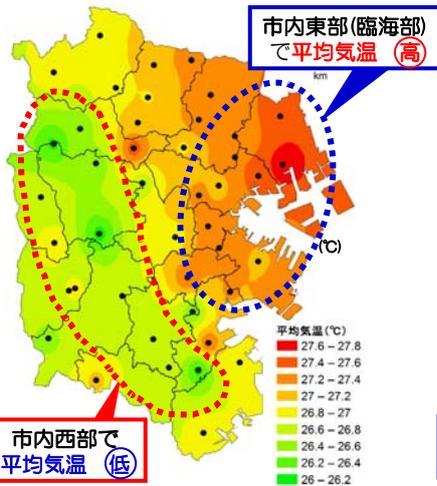
昼夜によって高温となる地域が異なっている

平均気温と緑被分布



2017年 平均気温分布

緑被分布図(300m2以上)



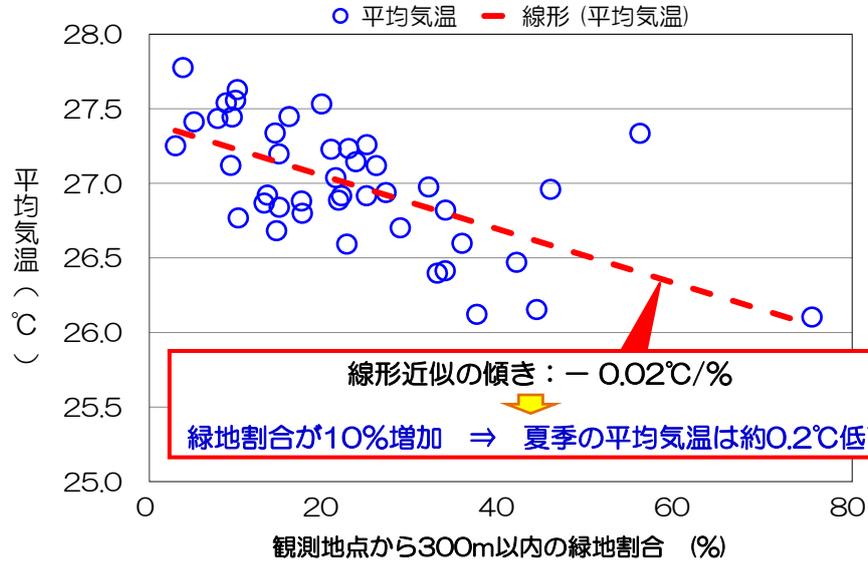
- 市内東部の臨海部 : 高温
- 市内西部(緑地 多) : 低温

大規模な緑地が
気温上昇を軽減

平均気温と緑地割合の関係



緑地割合と2017年夏季の平均気温との関係



気温観測のまとめ



◎日中：市内北東部で高温

◎夜間：市内東部（横浜港周辺）で高温

昼夜で
暑い地域が
異なる

◎市内の平均気温は東高西低

大規模な緑地がある所 ⇒ 気温が低い

緑地割合が10%増加すると、
夏季の平均気温は約 0.2°C 低下

2-2.フラクタル日除けを用いた暑さ対策の導入



フラクタル日除けとは？

- 樹木の葉の形状を模することで、**放熱特性を高めた**人工日除け
⇒ 従来品よりも**暑さ対策効果が高い**
- 2008年頃に京都大学・酒井教授が発明・特許化
- ライセンスを受けて、国内2社のみが製造・販売

樹木の葉



(フラクタル次元≒2)

シェルピンスキー四面体



(フラクタル次元=2)

フラクタル日除け



セキスイハイムサプライ(株)製

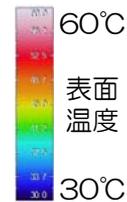
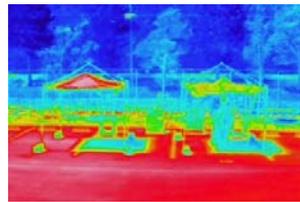


(株)ロスフィー製

フラクタル日除け導入前の予備調査



- ◎フラクタル日除けと一枚布の日除け(同じ素材)の違いを確認するため、赤外線カメラを使ってそれぞれの表面温度を測定



平成28年8月7日 11:20撮影(環境科学研究所前)



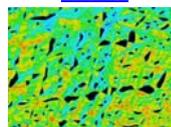
一枚布の日除け
60°C



平成28年8月7日 13:30撮影



フラクタル日除け
49°C



70°C
表面温度
30°C

フラクタル日除けの
表面温度は
11°C 低い



高い放熱効果を見込める

フラクタル日除け設置(横浜市都筑区内の保育園)



- 横浜内の2つの市立保育園に、フラクタル日除けを設置
(セキスイハイムサプライ(株)製)
- 屋外での園児の遊び場(遊具、園児用プールなど)に設置
- 日除け設置により、日射量・地面の表面温度などを低減
➡ 園児の熱中症リスクを下げられると期待



A保育園 フラクタル日除け
(幅5.4m×奥行3.6m)



B保育園 フラクタル日除け
(幅3.6m×奥行3.6m)

フラクタル日除けの効果検証の概要



- 目的 フラクタル日除けの更なる導入可能性を検討するための基礎データとして、暑さ対策効果を定量的に把握
- 日時 晴天日の午前8時から24時間の調査を実施
◎A保育園 : 2017年8月23日、8月25日
◎B保育園 : 2017年8月29日、9月5日
- 地点 日なた、フラクタル日除けの下
- 内容 全時間帯で測定(20秒毎): 気温、黒球温度※、日射量等
8時~20時に測定(15分毎): 地面の表面温度



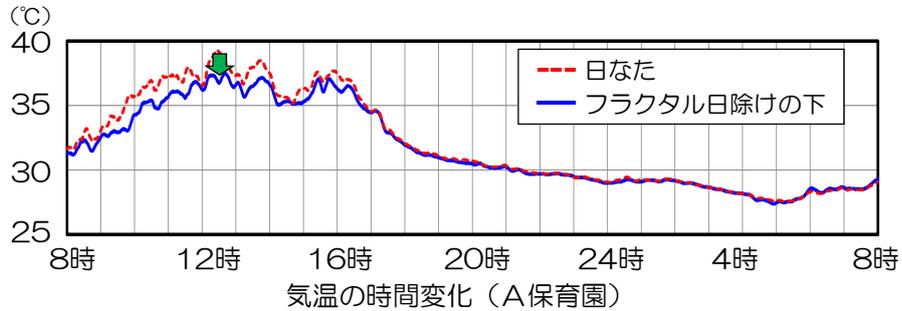
※黒球温度
黒色に塗装された薄い銅板の球
(中は空洞、直径約15cm)
の中心に温度計を入れて
観測した温度



測定結果① 気温



■A保育園（8月23日）



フラクタル日除け導入による、気温の低下

◎A保育園：最大 **2.6 °C**、日中の平均では **0.9 °C** 低下

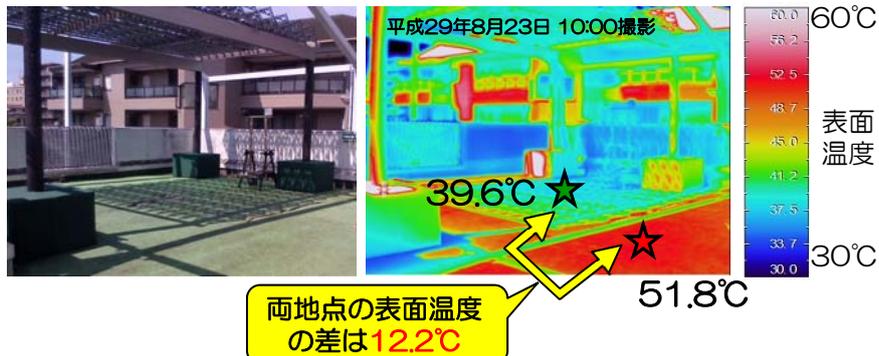
◎B保育園：最大 **1.0 °C**、日中の平均では **0.2 °C** 低下

測定結果② 地面の表面温度



赤外線サーモカメラで地面の表面温度を測定

■A保育園（8月23日 10:00）



フラクタル日除け導入による、地面の表面温度の低下

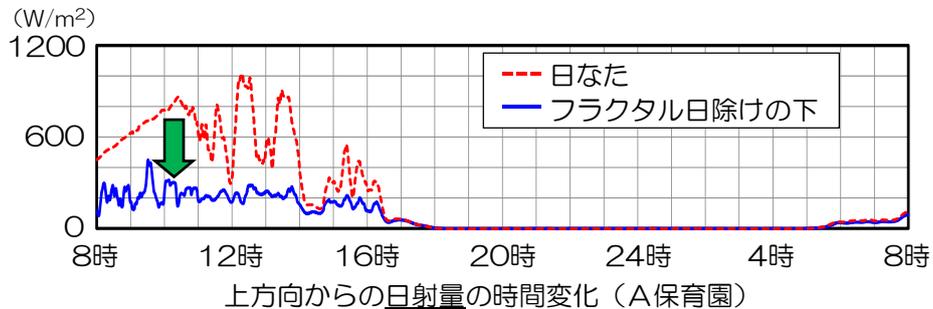
◎A保育園：最大 **17.0 °C**（8月23日12:30）

◎B保育園：最大 **16.5 °C**（8月29日13:00）

測定結果③ 上方向からの日射量



■A保育園（8月23日）



フラクタル日除け導入による、上方向からの日射量の低下
◎A保育園 : 最大 **84%**、日中の平均では **55%** 低下
◎B保育園 : 最大 **82%**、日中の平均では **55%** 低下

フラクタル日除けのまとめ



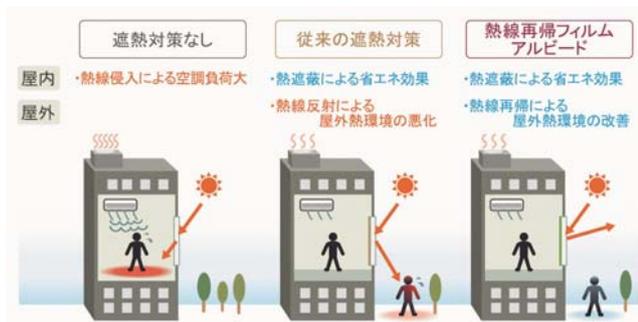
- ◎市内の保育園（2か所）にフラクタル日除けを設置し、涼しい空間を創出
- ◎フラクタル日除けの暑さ対策効果の実測調査を実施し、効果を定量化
 - 地面の表面温度： 12℃程度 低下（夏の晴天時の午前中）
 - 上方向からの日射量： **最大で84%**、**日中の平均では55%** 低下
 - 黒球温度：
 - A保育園（幅5.4m×奥行3.6m）：**最大15.7℃**、**平均7.8℃** 低下
 - B保育園（幅3.6m×奥行3.6m）：**最大9.7℃**、**平均4.1℃** 低下

2-3.熱線再帰フィルムを用いた暑さ対策の効果検証



熱線再帰フィルムとは？

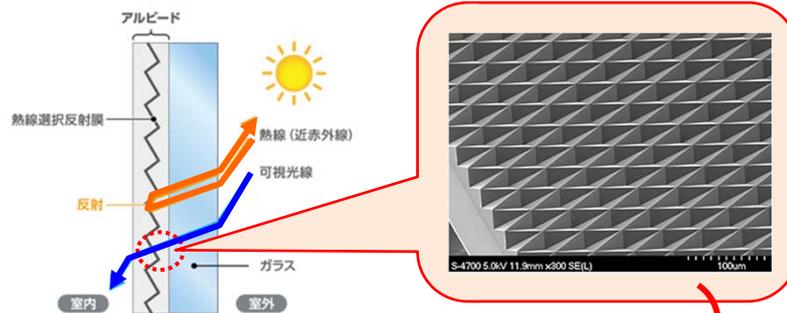
- 窓ガラスの内側に貼ることにより、室内に向かう近赤外線（熱線）を天空に反射
 - ⇒ 室内の暑さを和らげる効果に加え、従来の遮熱フィルムと比べて、屋外の地表に向かう熱線も低減する
- 熱線再帰フィルムはデクセリアルズ（株）が製造・販売



熱線再帰のイメージ※

※熱線再帰とは、上方から入射する熱線を上方に反射する機能を指しており、必ずしも光の入射方向に向かって反射するものではありません。

熱線再帰フィルムの仕組み



- アルビードの内部に設けられた特殊なピラミッド型の反射膜で入射光を複数回反射することにより、反射方向を制御する。（熱線を天空方向に返す）
- この特殊な反射膜は、日射に含まれる可視光線の大半を透過させつつ、熱線だけを選択的に反射する。

熱線再帰フィルムの効果検証について

- 概要** 横浜市環境科学研究所、デクセリアルズ株式会社、株式会社JVCケンウッドの3者が連携し、2017年夏季に横浜市立小学校で、熱線再帰フィルムを使用した暑さ対策の実測調査を実施
- 目的** 小学校の教室の窓ガラスに熱線再帰フィルムを貼った場合の教室とグラウンドでの暑さ対策効果を定量的に把握
- 日時** 期間① 2017年7月26日～8月24日
 期間② 2017年7月28日、8月22～24日
- 地点** 横浜市立小学校の3階の3教室
 教室①： 窓ガラスの内側に熱線再帰フィルムを貼った教室
 教室②： // に従来の遮熱フィルムを貼った教室
 教室③： // に遮熱フィルムを貼らない教室



熱線再帰フィルムの効果検証の概要

- 測定内容** 期間①：2017年7月26日～8月24日
 温度、黒球温度
 期間②：2017年7月28日、8月22～24日
 日射量、相当外気温度※



教室内での温度、黒球温度の測定



グラウンドでの測定の様子 (: フィルム貼付した教室)



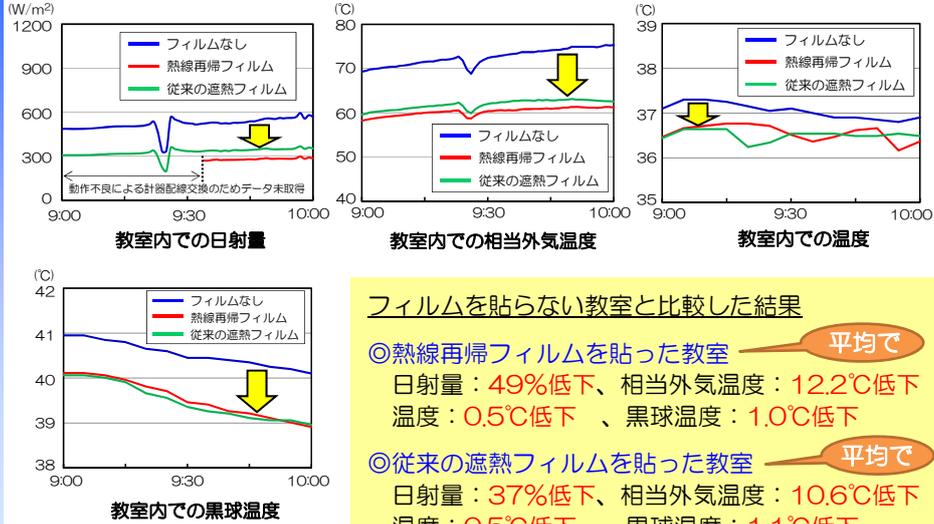
グラウンドでの日射量、相当外気温度の測定

※相当外気温度
 外気温に日射や長波放射の影響を温度として加味した仮定の空気温度

測定結果① 教室内での測定結果



※測定期間中に日照時間が最も長かった8月23日9:00~10:00の測定データ



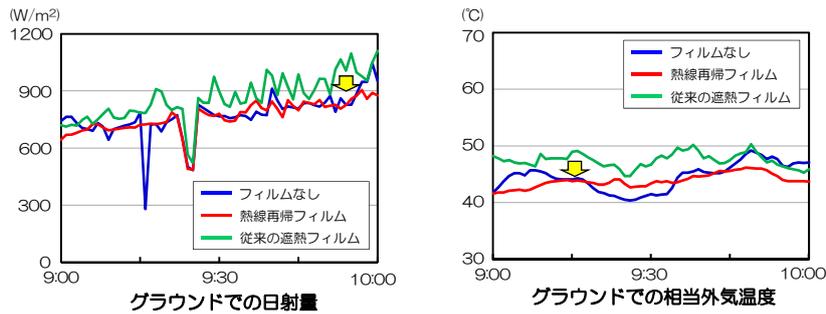
フィルムを貼らない教室と比較した結果

- ◎熱線再帰フィルムを貼った教室 **平均で**
 日射量：49%低下、相当外気温度：12.2°C低下
 温度：0.5°C低下、黒球温度：1.0°C低下
- ◎従来の遮熱フィルムを貼った教室 **平均で**
 日射量：37%低下、相当外気温度：10.6°C低下
 温度：0.5°C低下、黒球温度：1.1°C低下

測定結果② グラウンドでの測定結果



※測定期間中に日照時間が最も長かった8月23日9:00~10:00の測定データ



フィルムを貼らない教室と比較した結果

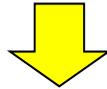
- ◎熱線再帰フィルムを貼った教室 **平均で**
 日射量：1%低下、相当外気温度：0.6°C低下
 - ◎従来の遮熱フィルムを貼った教室 **平均で**
 日射量：11%増加、相当外気温度：3.0°C増加
- 相対外気温度の差は**3.6°C!**

熱線再帰フィルムのまとめ



◎横浜市立小学校にて熱線再帰フィルムを使用した暑さ対策の実測調査を実施

	フィルムなし	従来の遮熱フィルム	熱線再帰フィルム
屋内（教室） の暑熱環境	×	○	○
屋外（グラウンド） の暑熱環境	○	×	○



熱線再帰フィルムがもつ室内に向かう近赤外線（熱線）を天空に反射する特性を定量的に確認することができた

3.おわりに



- ▶ 気温観測や暑さ対策素材の暑熱緩和効果について、
精確に示すため、定量的データを取得した。
- ▶ 今後も市内の暑さの実態把握や暑さ対策技術の効果検証
など、熱中症リスクの軽減を念頭に置いた市民の快適
空間創造のための調査を実施する。

御清聴ありがとうございました

