

大阪ヒートアイランド対策技術コンソーシアム
解散記念シンポジウム
令和7年12月11日(木)

モデル街区WGの 成果報告について

(神戸大学・竹林英樹, 橘高康介)

(モデル街区WG) について

構成員

主査 竹林英樹

幹事 橋高康介

アドバイザー 森山正和, 吉田篤正, 柘元慶子

目的

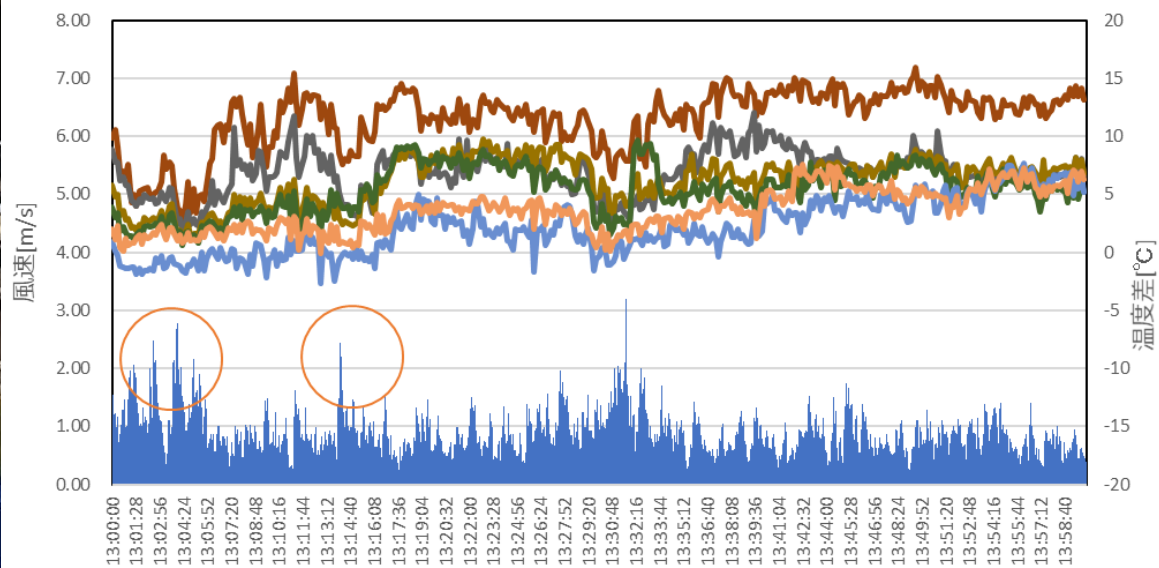
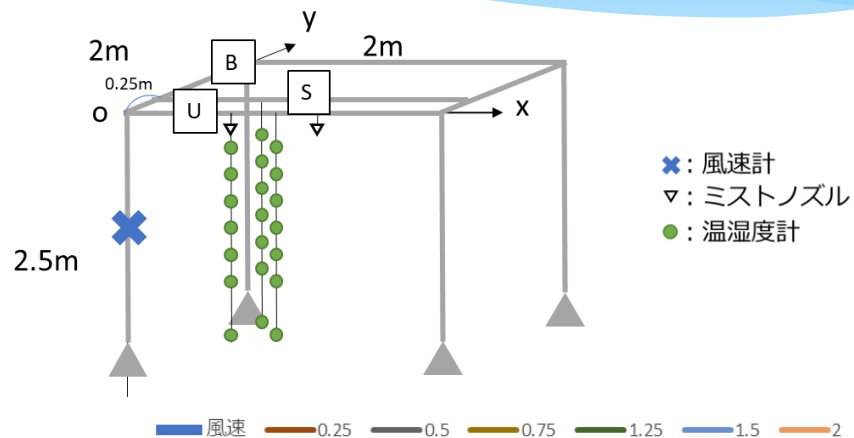
ミスト噴霧による暑さ対策効果のシミュレーションに基づき、ミストの設置状況、気象条件、利用条件と温熱環境改善効果の関係を分析して、実街区への導入に向けた指針を整理する。

活動内容

神戸大学の校舎内においてミスト噴霧の実験を実施し、暑さ対策効果のシミュレーションを行い、ミストの設置状況、気象条件、利用条件と温熱環境改善効果の関係を分析して、実街区への導入に向けた指針を検討した。

（モデル街区WG）の成果と課題

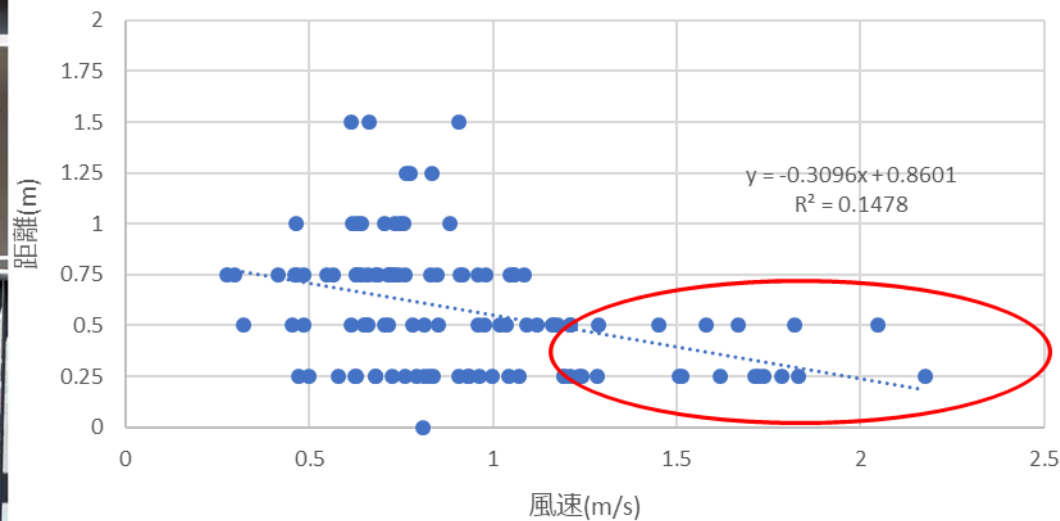
神戸大学の中庭での測定



風が強いと効果（温度低下量）が小さくなる

（モデル街区WG）の成果と課題

神戸大学の中庭での測定



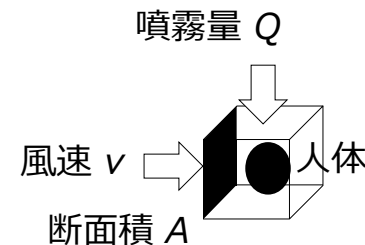
風が強いと効果（到達距離）が小さくなる

(モデル街区WG) の成果と課題

ミスト噴霧効果の簡易評価方法

ミストによる気温低下量 $\Delta T_a [^{\circ}\text{C}]$, 湿度上昇量 $\Delta x_a [\text{g/kg}']$ は以下の式より算出される。ここで、 l は水の蒸発潜熱 $[\text{J/g}]$, Q は噴霧量 $[\text{g/s}]$, c_p は空気の比熱 $[\text{J/(gK)}]$, γ は空気の密度 $[\text{g/m}^3]$, v は風速 $[\text{m/s}]$, A はミストが蒸発する範囲の外部風が通過する断面積 $[\text{m}^2]$ である。

$$\Delta T_a = \frac{lQ}{c_p \gamma v A} \quad \Delta x_a = \frac{c_p}{l} \Delta T_a$$



周辺空間の冷却効果は、以下の移流拡散方程式 ($\phi: T_a, x_a$) により評価される。 u, v, w, K に CFD の結果を与えて空間分布を算出する。

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} + u \frac{\partial \phi}{\partial x} + v \frac{\partial \phi}{\partial y} + w \frac{\partial \phi}{\partial z} = K \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + K \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} + K \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2}$$

例えば、ミストが $0.5 \times 0.5 \times 0.5 [\text{m}^3]$ で蒸発し、水平風速 $v=1 [\text{m/s}]$ とすると、 $\Delta T_a = 2,500Q / (1.0 \times 1200 \times 1.0 \times 0.5 \times 0.5) = 8Q [\text{K}]$ となり、噴霧量 $Q=1.0 [\text{g/s}] (=60 [\text{ml/min}])$ のとき、 $\Delta T_a = -8 [\text{K}]$, $\Delta x_a = +3.2 [\text{g/kg}']$ となる。

（モデル街区WG）の成果と課題

LESの温湿度計算と計測動画の比較(強風時)

測定	LES
1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24
25	26
27	28
29	30
31	32
33	34
35	36
37	38
39	40
41	42
43	44
45	46
47	48
49	50
51	52
53	54
55	56
57	58
59	60
61	62
63	64
65	66
67	68
69	70
71	72
73	74
75	76
77	78
79	80
81	82
83	84
85	86
87	88
89	90
91	92
93	94
95	96
97	98
99	100



LES

[illegible]

（モデル街区WG）の成果と課題

LESの温湿度計算と計測動画の比較(弱風時)

測定	LES
1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24
25	26
27	28
29	30
31	32
33	34
35	36
37	38
39	40
41	42
43	44
45	46
47	48
49	50
51	52
53	54
55	56
57	58
59	60
61	62
63	64
65	66
67	68
69	70
71	72
73	74
75	76
77	78
79	80
81	82
83	84
85	86
87	88
89	90
91	92
93	94
95	96
97	98
99	100



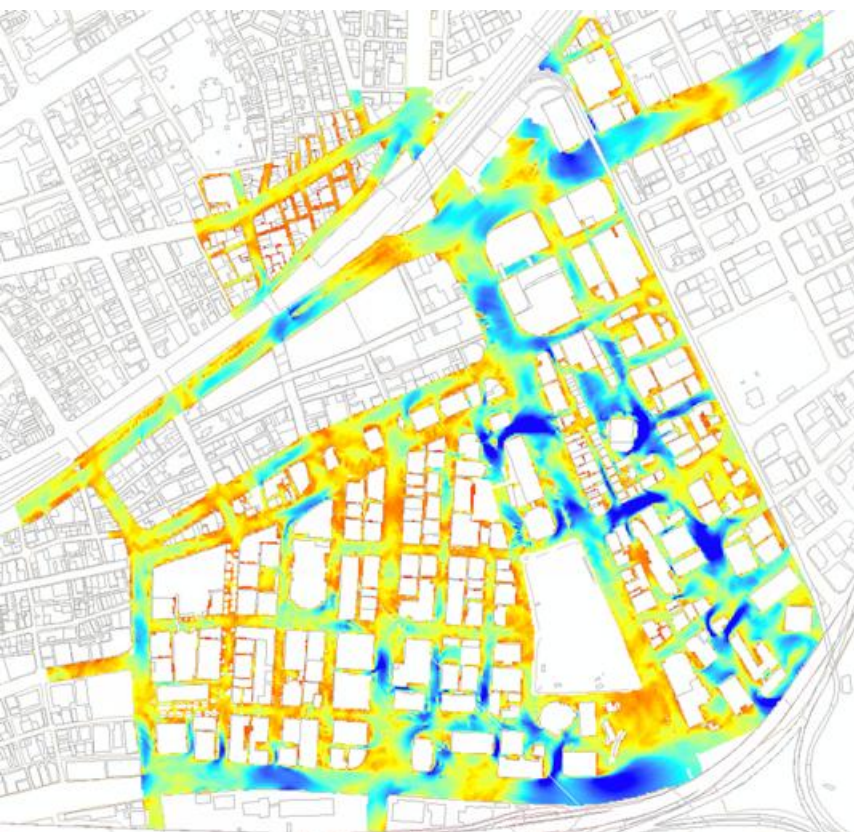
LES

[illegible]

(モデル街区WG) の成果と課題

ミスト噴霧効果の評価例

(LESモデルの風速分布を用いて計算した気温分布)

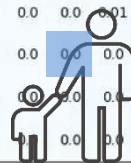
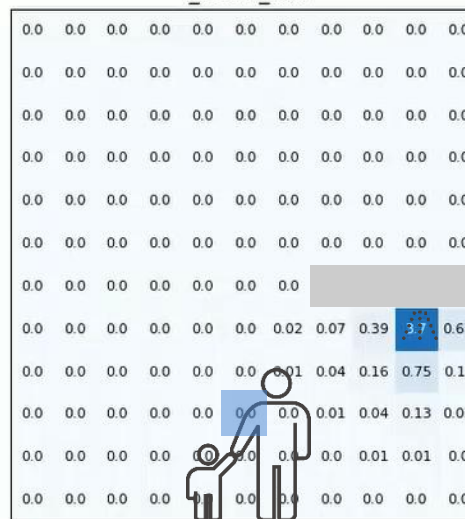


0 1.0

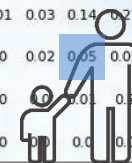
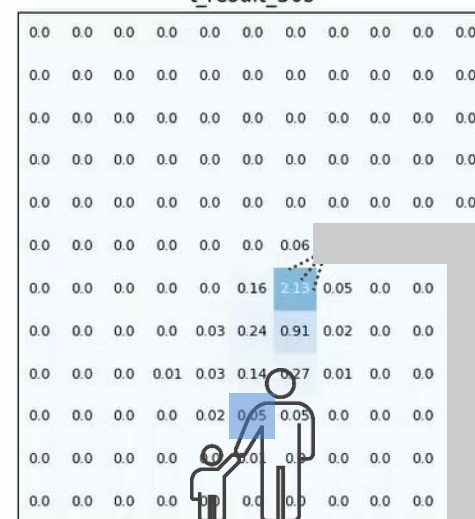
上空風速に対する地上1.5m高さの
風速比分布の計算結果



t_result_30s



t_result_30s



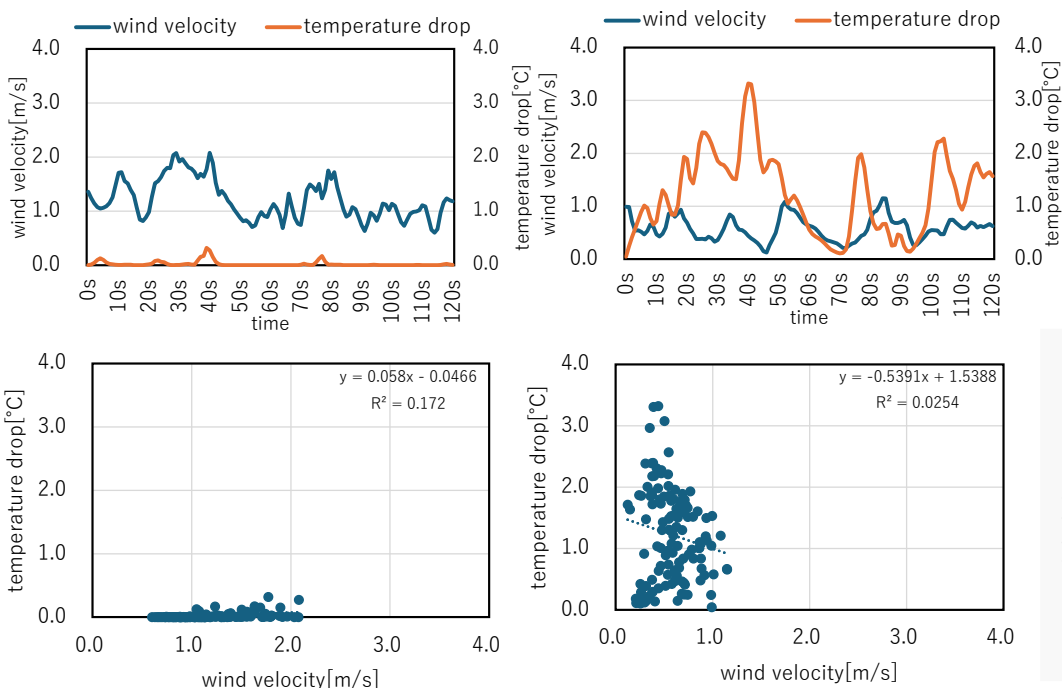
サンキタ広場
(噴霧口から1.0m)

三宮センター街東口バス停 (南)
(噴霧口から1.5m)

気温分布の計算結果

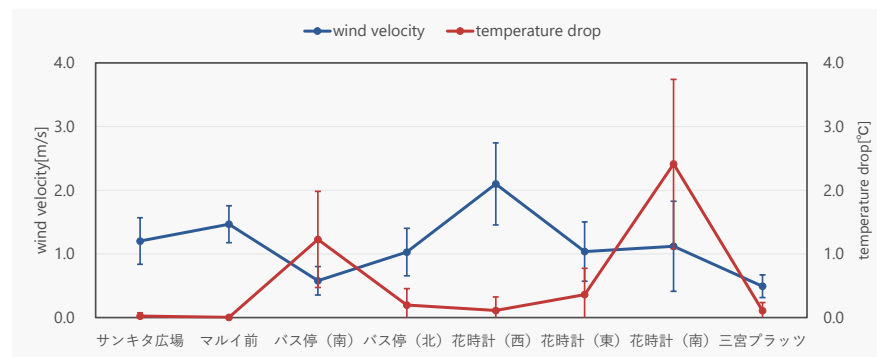
(モデル街区WG) の成果と課題

ミスト噴霧効果の評価例



サンキタ広場
(噴霧口から1.0m)

三宮センター街
東口バス停 (南)
(噴霧口から1.5m)



代表点における120秒間の
平均風速と平均温度低下量

代表点の風速と温度低下量

（モデル街区WG）の成果と課題

今後の課題

ミスト噴霧効果に関するシミュレーション結果に基づいて、設置状況、気象条件、利用条件と温熱環境改善効果の関係を分析し、実街区への導入に向けた指針を検討する必要がある。

並行して、実測結果と比較してシミュレーション結果の検証を行う。
（以下は現在実施中の検討事例）

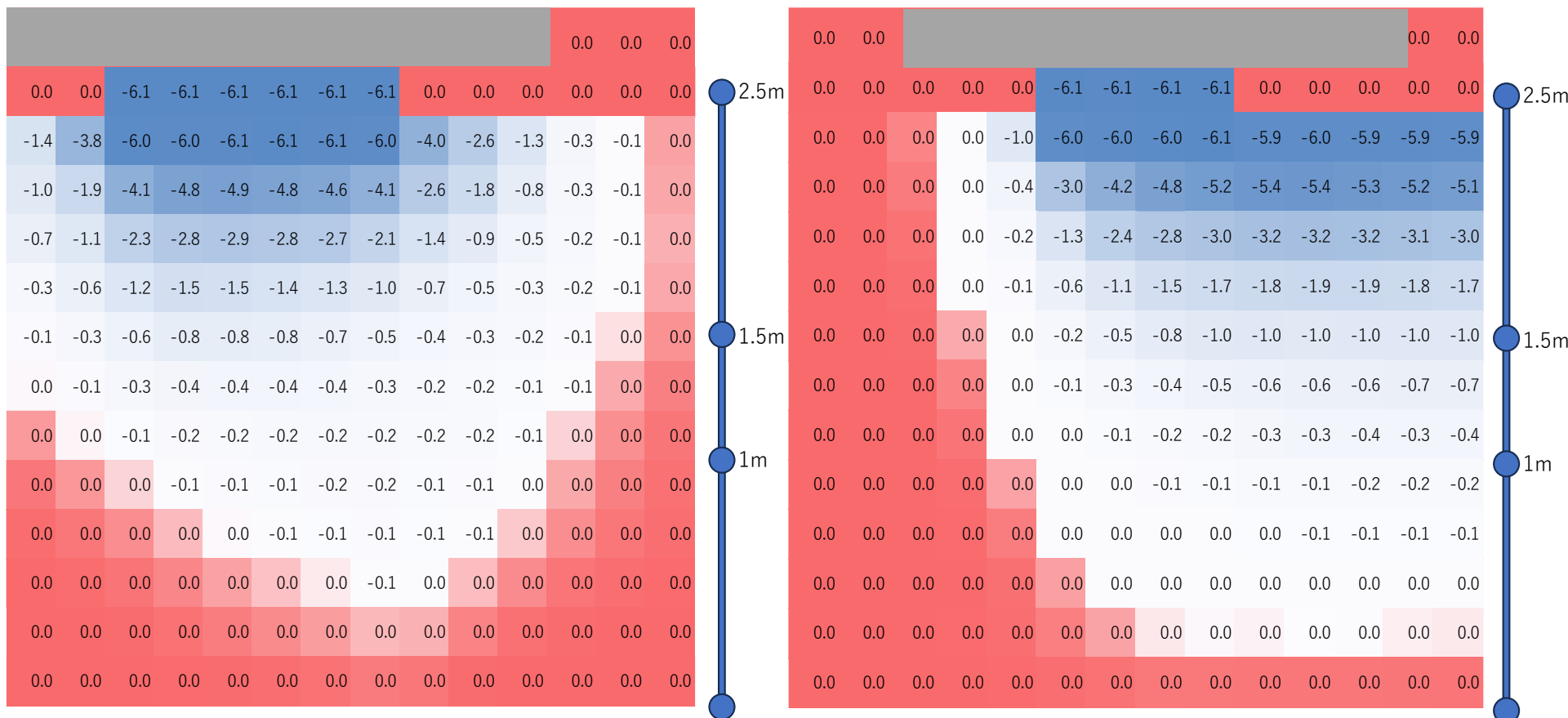
(モデル街区WG) の補足資料

(風除け, 日除けの実験例)



(モデル街区WG) の補足資料

(風除け, 日除けの実験例)



平均気温低下量の計算結果 (120秒間の平均)
(左: 鉛直日除けなし断面, 右: 鉛直日除けあり断面)

(モデル街区WG) の補足資料

(風除け, 日除けの実験例)

平均気温低下量 (左), 1°C以上の気温低下割合 (右) の
測定と計算の比較 (120秒間の平均, 平均風速0.44m/s)

		測定					計算			
↓ 地面	ave	1	2	3	4		1	2	3	4
2	1		-6.57	-4.14	-3.24			-4.85	-4.63	-1.79
1.5	2		-7.46	-3.93				-0.82	-0.67	
1.25	3	-3.01	-7.13	-1.53	-1.23		-0.04	-0.38	-0.35	-0.2
1	4	-2.14	-2.94	0.99	-0.69		-0.01	-0.15	-0.23	-0.16
0.75	5	1.42	-0.29	3.81	2.04		0.00	-0.02	-0.09	-0.05
0.5	6	1.93	-0.07	3.47	1.05		0.00	-0.01	-0.04	-0.02
0.25	7	2.72	-0.53		1.99		0.00	-0		-0.01

↓ 地面	1度以上	1	2	3	4		1	2	3	4
2	1		100%	100%	100%			95%	90%	38%
1.5	2		100%	100%				20%	13%	
1.25	3	71%	100%	53%	77%		1%	12%	9%	3%
1	4	89%	97%	10%	23%		0%	4%	4%	2%
0.75	5	2%	17%	0%	0%		0%	1%	2%	2%
0.5	6	0%	7%	0%	0%		0%	0%	2%	1%
0.25	7	0%	15%		0%		0%	0%		0%

大阪ヒートアイランド対策技術コンソーシアム
解散記念シンポジウム
令和7年12月11日(木)

空間評価WCGの成果報告について

奈良女子大学・吉田伸治

空間評価WGについて

構成員

吉田伸治（主査）、竹林英樹（幹事）、橘高康介（幹事）、
森山正和（アドバイザー）、吉田篤正（アドバイザー）、梶元慶子（アドバイザー）

目的

夏季の屋外街路空間に形成される暑熱環境の種々の評価指標の関係性を分析するとともに、並びに新たな評価手法に関する検討を行う

活動内容

- (1) 屋外暑熱環境に対する種々の評価指標の関係分析
- (2) 群衆内外の温熱環境への影響を考慮した評価手法の提案

空間評価WGの成果と課題

(1) 屋外暑熱環境に対する種々の評価指標の関係分析

・暑熱適応策の評価指標  多様な指標が提案



指標の算出値の相互比較を行いたい！

比較した主な評価指標

SET*, UTCI, 暑熱環境曝露時間、人体熱収支法、

WBGT（従来型）、WBGT（湿球、グローブ球熱収支考慮型）

空間評価WGの成果と課題

(1) 屋外暑熱環境に対する種々の評価指標の関係分析

評価観点1: 暑さ指数 (WBGT) の評価法の比較

$$WBGT = \begin{cases} 0.7T_w + 0.2T_G + 0.1T_D & (\text{for outdoor environment}) \\ 0.7T_w + 0.3T_G & (\text{for indoor environment}) \end{cases}$$

暑さ指数は熱中症リスク評価の活用例が多い。

(でも) **どの様な計測値を使用するのか曖昧**



汎用的手法と古くからの定義との結果の差異を調査

	日射	通気	備考
WBGT	遮蔽	強制通気	汎用的な通風管を用いた温湿度計測に対応
WBGTn	曝露	自然通気	本来のWBGTの定義に従う方法

空間評価WGの成果と課題

(1) 屋外暑熱環境に対する種々の評価指標の関係分析

評価指標1: 暑さ指数 (WBGT) の評価法の比較

<よく利用される手法 (Sprungの公式に基づく方法) >

$$WBGT = \begin{cases} 0.7T_w + 0.2T_G + 0.1T_D & (\text{for outdoor environment}) \\ 0.7T_w + 0.3T_G & (\text{for indoor environment}) \end{cases}$$

$$f = f_{sat}(\theta_w) - A \square P (\theta - \theta_w)$$

$$f_{sat}(\theta) = 133.3 \square \exp \left\{ 18.6686 - \frac{4030.183}{235 + \theta} \right\}$$

f : 水蒸気分圧[Pa], $f_{sat}(\theta_w)$: 湿球温度 θ_w に対する飽和水蒸気圧,

A : 乾湿計係数(湿球が氷結していない時 0.000662, 氷結時 0.000583),

P : 大気圧[Pa] (ほぼ101325), θ : 乾球温度 [°C], θ_w : 湿球温度 [°C]

空間評価WGの成果と課題

(1) 屋外暑熱環境に対する種々の評価指標の関係分析

評価指標1: 暑さ指数 (WBGT) の評価法の比較

<修正手法 (WBGT本来の定義に基づく方法の再現) >

$$WBGT = \begin{cases} 0.7T_w + 0.2T_G + 0.1T_D & (\text{for outdoor environment}) \\ 0.7T_w + 0.3T_G & (\text{for indoor environment}) \end{cases}$$

① 湿球温度 T_w の予測精度向上=>自然湿球に対する熱収支式を解く

$$\sigma \varepsilon_{nwb} (MRT_{nwb}^4 - T_{nwb}^4) + h_{cnwb} (T_{air} - T_{nwb}) = h_D h_{fg} (W_{nwb} - W_{air})$$

σ : Stephan-Boltzman定数 [W/m²/K⁴], ε_{nwb} : 湿球の放射率[-] (=0.98),

MRT_{nwb} : 湿球に対するMRT [K],

T_{nwb} : 自然湿球温度 [K], T_{air} : 空気温度 [K], W_{nwb} : T_{nwb} における飽和絶対湿度 [kg/kgDA]

W_{air} : 空気中の絶対湿度[kg/kgDA], h_{fg} : 蒸発潜熱[J/kg],

h_{cnwb} : 湿球の対流熱伝達率[W/m²/K], h_D : 湿球の湿気伝達率[J/kg],

空間評価WGの成果と課題

(1) 屋外暑熱環境に対する種々の評価指標の関係分析

評価指標1: 暑さ指数 (WBGT) の評価法の比較

<修正手法 (WBGT本来の定義に基づく方法の再現) >

$$WBGT = \begin{cases} 0.7T_w + 0.2T_g + 0.1T_d & (\text{for outdoor environment}) \\ 0.7T_w + 0.3T_g & (\text{for indoor environment}) \end{cases}$$

②グローブ温度 T_g の予測精度向上 => **グローブ球の熱収支式**を解く

$$\sigma \varepsilon_g (MRT_g^4 - T_g^4) + h_{cg} (T_{air} - T_g) = 0$$

※**従来**の手法: Betfordの式 => **MRTと気温の差が小さい時に成り立つ**

$$T_g = \frac{MRT_g + 2.44\sqrt{V} \cdot T_{air}}{1 + 2.44\sqrt{V}}$$

空間評価WGの成果と課題

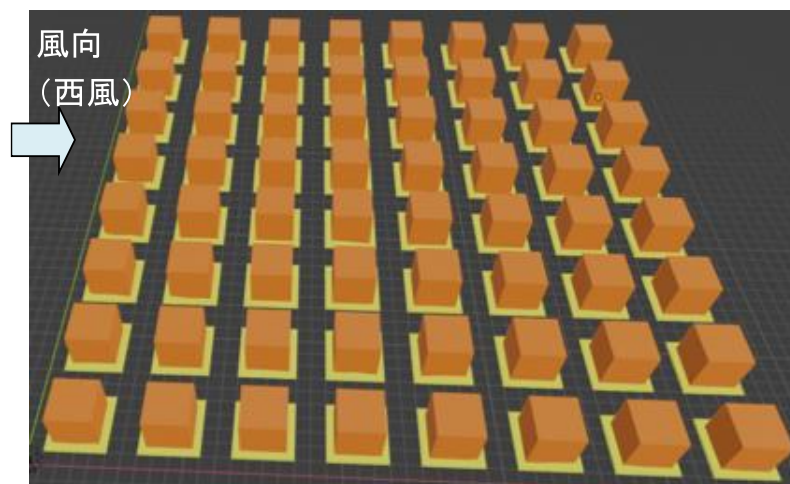
(1) 屋外暑熱環境に対する種々の評価指標の関係分析

<評価対象>

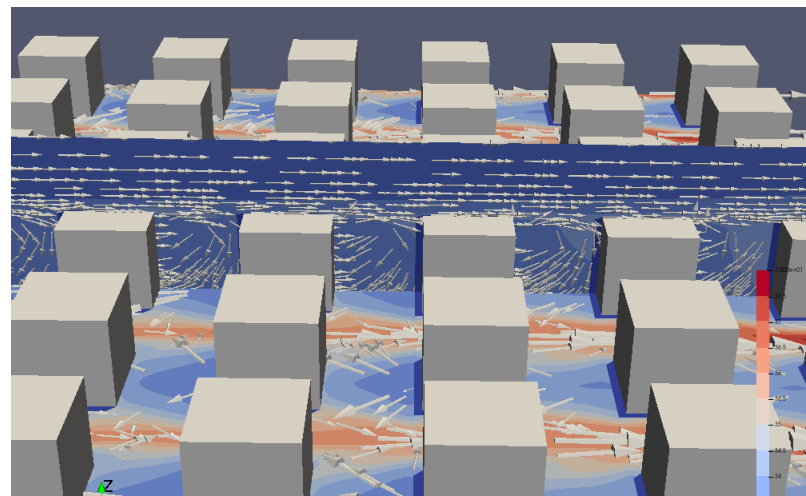
1辺30mの立方体型建物モデルで構成される均等街区モデル

西面に窓を設置（窓面積率80%）

大阪の夏季酷暑日（2010/07/23 14時）



解析対象



形成される流れ場・温度場

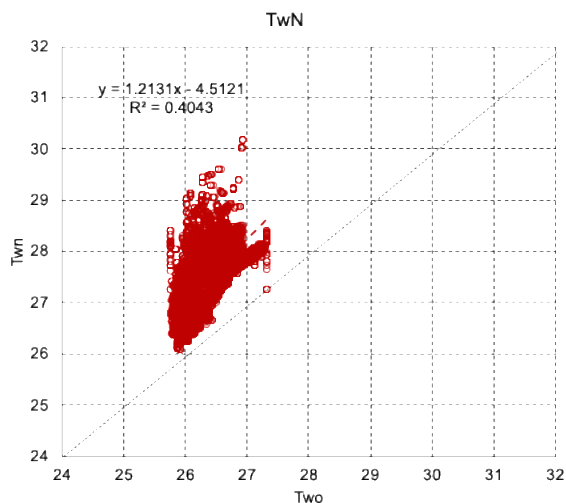
空間評価WGの成果と課題

(1) 屋外暑熱環境に対する種々の評価指標の関係分析

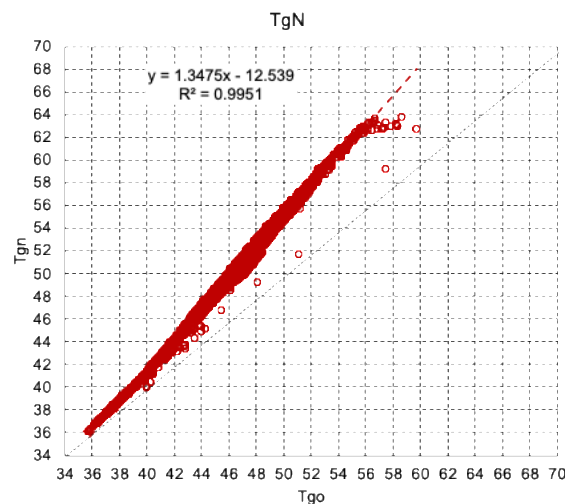
WBGT算出に用いる変数の差異が評価値に与える影響



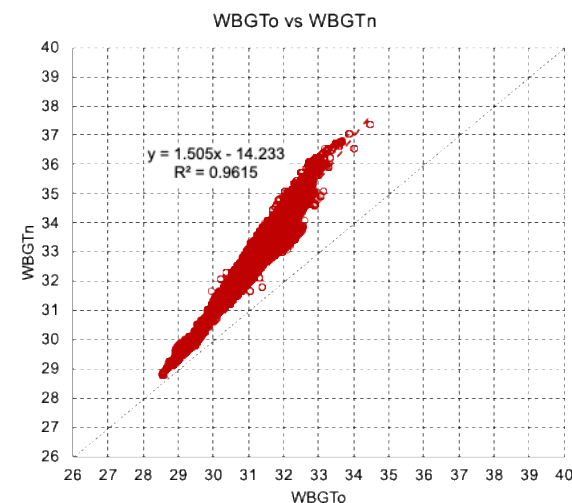
劣悪な熱環境になるに従い、差異も拡大



湿球温度の比較



グローブ温度の比較



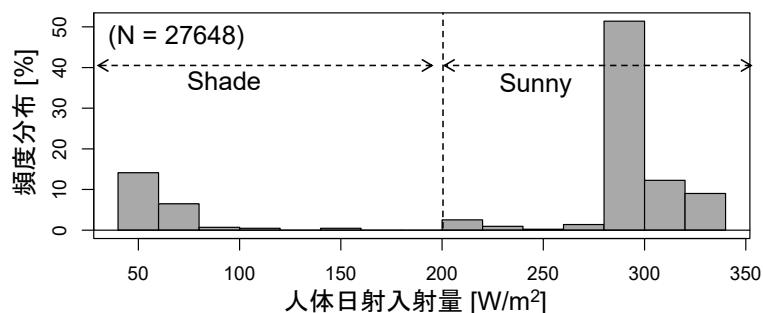
WBGTの比較

空間評価WGの成果と課題

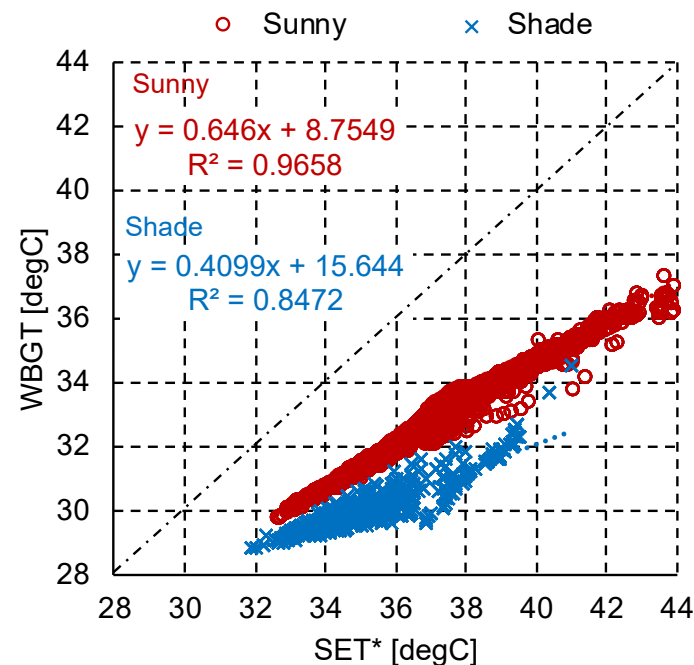
(1) 屋外暑熱環境に対する種々の評価指標の関係分析

比較した主な評価指標

SET*, WBGT, UTCI, WBGT（従来型）、WBGT（湿球、グローブ球熱収支考慮型）



日照条件の頻度分布



日照条件がSET*とWBGTの関係に与える影響

空間評価WGの成果と課題

(1) 屋外暑熱環境に対する種々の評価指標の関係分析

<得られた知見>

・WBGT算出に用いるデータの差異（汎用方法からの修正値）

	日照部・強風	日照部・弱風	日影部・強風	日影部・弱風
湿球温度	+ 0.5℃	+ 2℃	修正なし	+1℃
グローブ温度	+ 1.5℃	+ 5℃	修正なし	+1℃
WBGT	+ 0.6 ℃	+2.4℃	修正なし	+0.9℃

空間評価WGの成果と課題

(1) 屋外暑熱環境に対する種々の評価指標の関係分析

<得られた知見> ・指標の相互比較

指標	入力環境条件	算出難易度	温熱快適性評価	熱中症危険度評価	備考・留意点
SET*	温熱6条件	B	○	○?	<ul style="list-style-type: none"> ・現在、国内で最も汎用で使用 ・ホットスポットの基準：38℃以上か？
UTCI		A	○	△	<ul style="list-style-type: none"> ・欧州中心に活用例が多い。 ・多項式が煩雑 ・人体熱収支メカニズムとの関連を構造的に分析することは困難
暑熱可能曝露時間		C	×	◎	<ul style="list-style-type: none"> ・Two-nodeモデルを使えば評価可能。 ・心部体温38℃ or 発汗量が体重の3%を超過で限界
人体熱収支法		B	○	△	<ul style="list-style-type: none"> ・温冷感、快適感の評価のための環境曝露時間に課題あり
WBGT _o	グローブ温度、湿球温度	A	×	△	<ul style="list-style-type: none"> ・WBGT_nよりやや低めの評価
WBGT _n		C	×	◎	<ul style="list-style-type: none"> ・本来の定義に基づく。グローブ球、湿球の熱収支を解くためのデータが別途必要。 ・ホットスポットの基準：34℃以上か？

空間評価WGの成果と課題

(2) 群衆内外の温熱環境への影響を考慮した評価手法の提案

夏季の屋外空間： 多くの人が集うイベントが数多く開催

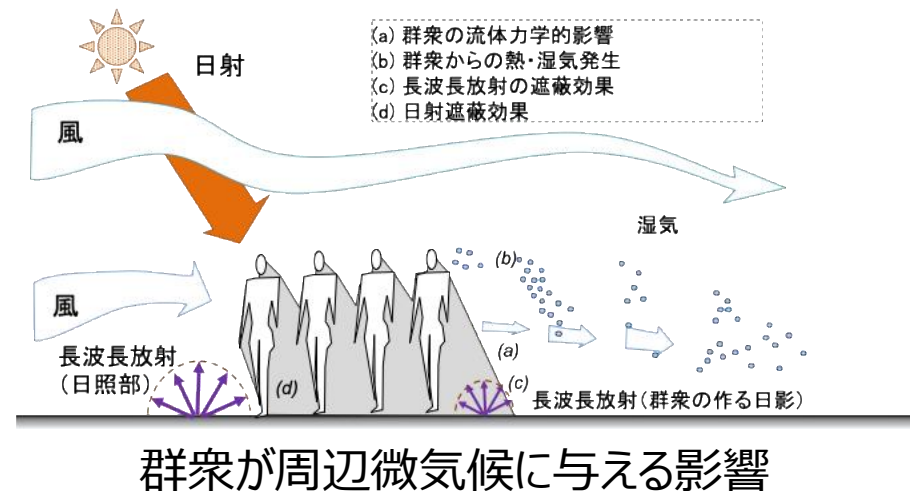
群衆内の微気候： 周囲とは異なる微気候形成

風通しの悪化、日射遮蔽、群衆構成員各々からの熱・湿気発生など

群衆の存在による

- ① 内外の微気候形成に与える影響
- ② 群衆内滞在者の温熱生理反応に与える影響

の双方の評価・分析手法を提案



空間評価WGの成果と課題

(2) 群衆内外の温熱環境への影響を考慮した評価手法の提案

<検討①群衆の日射遮蔽効果>

日射遮蔽効果のモデル式：街路樹植栽のモデルを群衆に適用

日射透過率 τ_{crowd}

$$\tau_{\text{crowd}} = \exp(-a_{\text{crowd}} \cdot l_p)$$

$$a_{\text{crowd}} = A_{\text{crowd}} / V_{\text{fluid}}$$

$$A_{\text{crowd}} = A_p \cdot \eta_{\text{crowd}} \cdot A_{\text{area}}$$

$$A_p = A_D \cdot f_p$$

$$A_D = 0.202 m^{0.425} l_{\text{tall}}^{0.725}$$

a_{crowd} : 日射の入射方向に対する群衆の投影面積密度 [m^2/m^3],

l_p : 日射の群衆内の通過距離 [m],

A_{crowd} : 入射方向に対する群衆全体の投影面積 [m^2],

V_{fluid} : 群衆を含むセルの体積 [m^3],

A_p : 入射方向に対する群衆構成員一人あたりの投影面積 [$\text{m}^2/\text{人}$],

η_{crowd} : 群衆内構成員の配置密度 [人/ m^2],

A_{area} : 群衆の水平方向の広がり [m^2],

A_D : **DuBoisの表面積** [m],

f_p : **人体全身の投影面積率** [-],

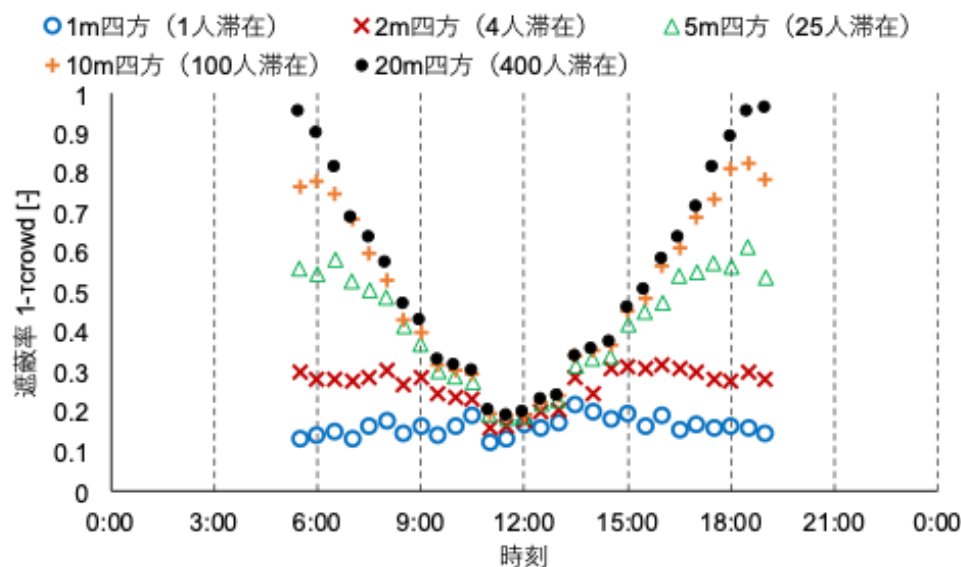
m : 群衆構成員の体重 [kg],

l_{tall} : 群衆構成員の平均身長 [m]

空間評価WGの成果と課題

(2) 群衆内外の温熱環境への影響を考慮した評価手法の提案

<検討①群衆の日射遮蔽効果>



群衆規模と日射透過率の関係

群衆規模小：0.1-0.2程度で変化が小

群衆規模大：0.2-1.0まで幅広く変化

特に日の出、日の入り頃の値が大

真昼の値は小

空間評価WGの成果と課題

(2) 群衆内外の温熱環境への影響を考慮した評価手法の提案

＜検討①群衆の日射遮蔽効果＞

(朝・夕) 群衆規模の大小の影響が顕著

太陽高度が低い：人の投影面積率 f_p が大（人体形状の影響）

群衆内の日射通過距離 l_p 也大（規模に比例）



空間評価WGの成果と課題

(2) 群衆内外の温熱環境への影響を考慮した評価手法の提案

<検討①群衆の日射遮蔽効果>

(真昼) 群衆規模の大小の影響が小

太陽高度が低い：人の投影面積率 f_p が小（人体形状の影響）

群衆内の日射通過距離 l_p も小（規模に不変）

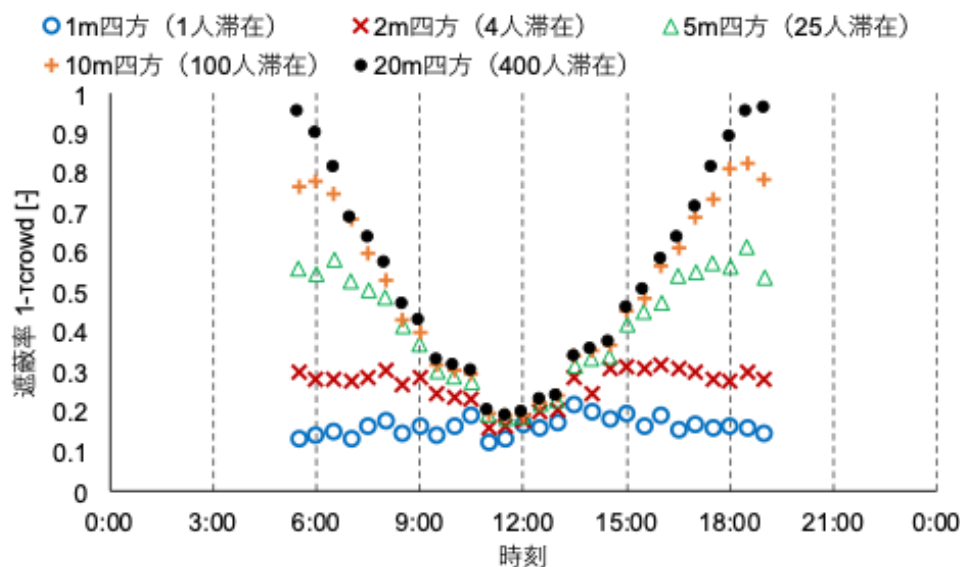


空間評価WGの成果と課題

(2) 群衆内外の温熱環境への影響を考慮した評価手法の提案

<検討①群衆の日射遮蔽効果>

得られた知見と課題



群衆規模と日射透過率の関係

群衆の規模の大小の影響：朝夕に有意
(昼間は影響小)

昼間（太陽高度が高い時間帯）
に生じる人間の影

人体足元付近に小さく形成

隣り合う人の影と干渉し合う確率：小
群衆の規模に関わらない

日傘対策の重要性

空間評価WGの成果と課題

(2) 群衆内外の温熱環境への影響を考慮した評価手法の提案

<検討②群衆の風環境に与える影響>

群衆の流れに対する抵抗（風速低下）

乱れの増加

を再現

$$G \frac{\partial \langle u_i \rangle}{\partial t} + G \frac{\partial \langle u_i \rangle \langle u_j \rangle}{\partial x_j} = - \frac{\partial}{\partial x_i} \left\{ \frac{G \langle p \rangle}{\rho} + \frac{2}{3} G \bar{k} \right\} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left\{ \nu_t \left(\frac{\partial G \langle u_i \rangle}{\partial x_j} + \frac{\partial G \langle u_j \rangle}{\partial x_i} \right) \right\} - G F_i \quad [1]$$

$$G \frac{\partial \bar{k}}{\partial t} + G \frac{\partial \bar{k} \langle u_j \rangle}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{\nu_t}{\sigma} \frac{\partial G \bar{k}}{\partial x_j} \right) + G (P_k - \bar{\epsilon} + F_k) \quad [2]$$

$$G \frac{\partial \bar{\epsilon}}{\partial t} + G \frac{\partial \bar{\epsilon} \langle u_j \rangle}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{\nu_t}{\sigma} \frac{\partial G \bar{\epsilon}}{\partial x_j} \right) + G \frac{\bar{\epsilon}}{k} (C_{1\epsilon} P_k - C_{2\epsilon} \bar{\epsilon}) + G F_\epsilon \quad [3]$$

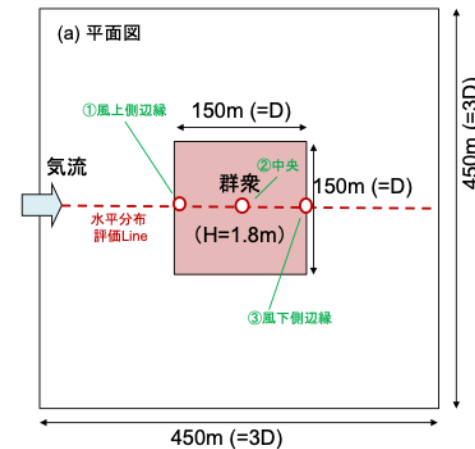
$$P_k = \nu_t \frac{1}{G} \left(\frac{\partial G \langle u_i \rangle}{\partial x_j} + \frac{\partial G \langle u_j \rangle}{\partial x_i} \right) \frac{\partial G \langle u_i \rangle}{\partial x_j} \quad [4]$$

$$F_i = \frac{1}{2} C_f \frac{A_{crowd}}{V_{fluid}} (\langle u_i \rangle - \langle u_{crowd} \rangle) \sqrt{(\langle u_j \rangle - \langle u_{crowd} \rangle)^2} \quad [5]$$

$$F_k = (\langle u_i \rangle - \langle u_{crowd} \rangle) F_i \quad [6] \quad F_\epsilon = \frac{\bar{\epsilon}}{k} \frac{k^{1/2}}{L_{crowd}} C_\epsilon \quad [7]$$

$$L_{crowd} = \frac{A_{crowd}}{l_{tall}} \quad [8]$$

u_i : 気流速度 [m/s], u_{crowd} : 群衆の速度 [m/s],
 k : 乱流エネルギー [m²/s²], ϵ : 粘性消散率 [m²/s³],
 C_f : 群衆の抗力係数, C_ϵ : モデル定数, V_{fluid} : メッシュ内の容積 [m³],
 L_{crowd} : 群衆の拡がりを表す代表長さスケール [m],
 A_{crowd} : 群衆の気流方向に対する投影面積 [m²]



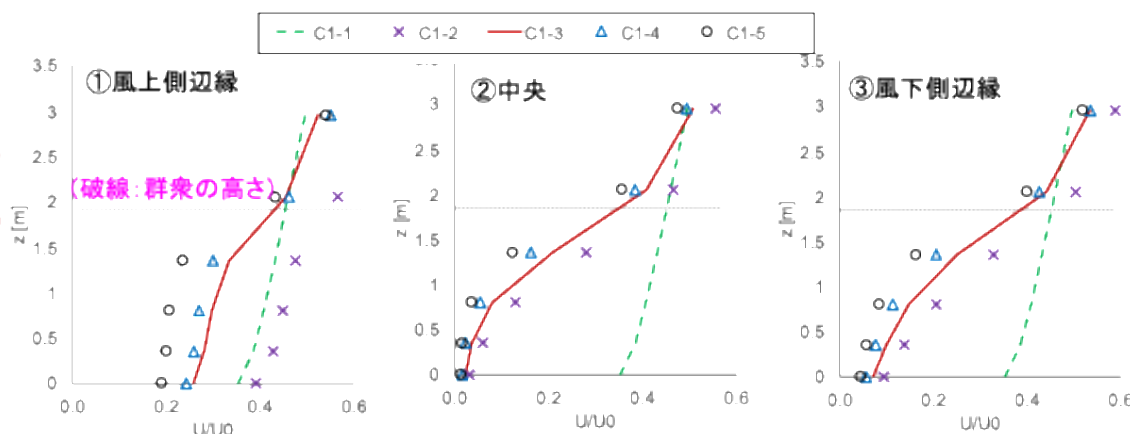
解析対象

空間評価WGの成果と課題

(2) 群衆内外の温熱環境への影響を考慮した評価手法の提案

<検討②群衆の風環境に与える影響>

群衆密度に関わらず、群衆内の気流は大きく減少



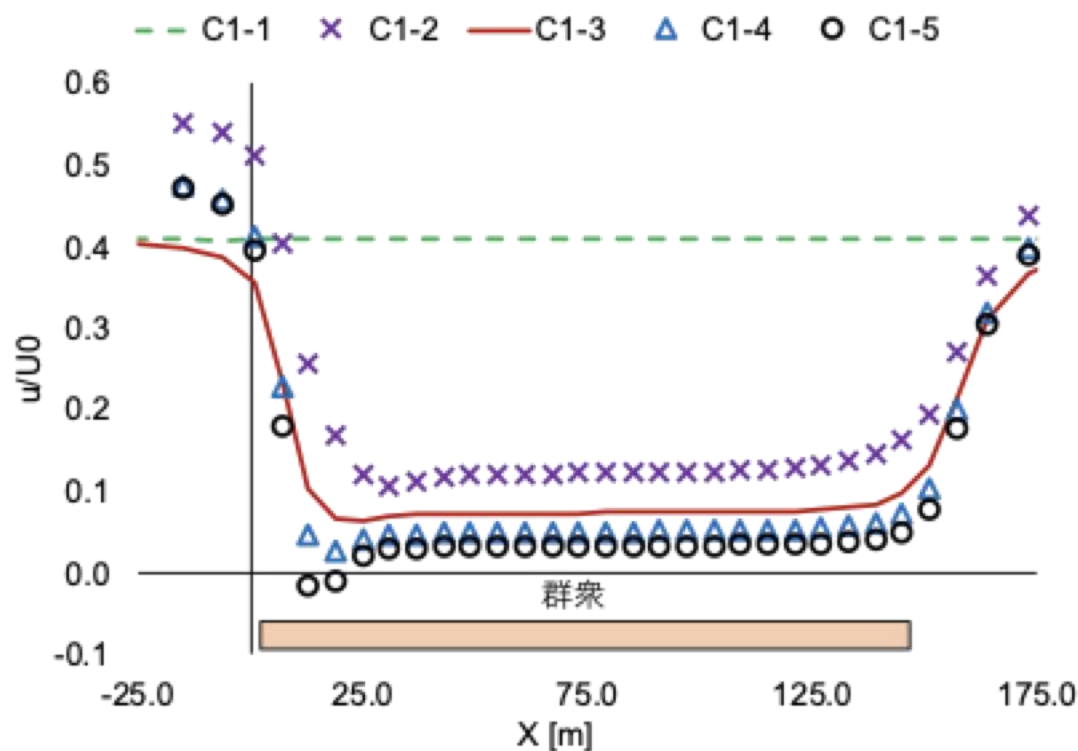
Case	群衆密度 人/m ²
1-1	0.0
1-2	0.5
1-3	1.3
1-4	2.5
1-5	5.0

群衆の疎密が群衆内の風通しに与える影響（250m規模の群衆の場合）

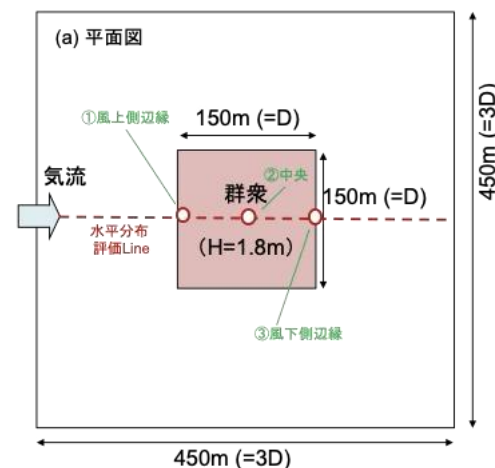
空間評価WGの成果と課題

(2) 群衆内外の温熱環境への影響を考慮した評価手法の提案

<検討②群衆の風環境に与える影響>



群衆中央の風速 u の分布（高さ0.8m）



群衆風上先頭から約25m
（群衆規模の約1/6）で大幅
に風速低下

群衆内の多くは一様に弱風

空間評価WGの成果と課題

(2) 群衆内外の温熱環境への影響を考慮した評価手法の提案

<検討② 群衆の風環境に与える影響>

得られた知見と課題

群衆規模によらず、群衆内は微風となる場合が多い

検討①、②を通じての課題

群衆内の構成員に対する生理影響、温熱快適性、熱中症リスクの評価

空間評価WGの成果と課題

(WG全体を通じて)

<得られたこと、良かった点>

検討課題（テーマ）を与えられる場として有益な機会

研究の進め方、内容に関するご意見をいただける場

<課題>

資金調達（基本、自身の手弁当で実施）

大阪ヒートアイランド対策技術コンソーシアム
解散記念シンポジウム
令和7年12月11日(木)

都市デザインWGの成果報告 について

大阪公立大学・鍋島美奈子

都市デザインWGについて

構成員

主査：鍋島美奈子（大阪公立大学・教授）

幹事：松尾 薫（大阪公立大学・准教授）

アドバイザー：森山正和（神戸大学・名誉教授）、増田 昇（大阪府立大学名誉教授、LAまちづくり研究所所長）、三坂育正（武蔵野大学・教授）

目的

質の高いクールスポットの普及をめざし、クールスポットのラベリング制度の実用化に向けて、技術評価WGと連携し、計測データ取得方法及び分析方法に関するガイドラインの整備を行う。

活動内容

大阪府の都市緑化を活用した猛暑対策事業（補助事業）では、令和2～5年度に新たに135か所のクールスポットの整備が行われ、補助を受けた事業者が自ら計測したWBGTデータが公表されている。これらの暑熱対策効果に関するデータを分析・比較評価することにより、クールスポットの順位付けが可能か検討を行った。

都市デザインWGの成果と課題

- ・都市デザインWGは【地域における「あるべき都市デザイン」の検討・提言】を掲げて、令和元年度まで増田昇主査、令和2年度（2020年度）から鍋島主査へ
- ・取組内容の①を新規に追加、②と③は前WGからの引継ぎ。

行政課題を
追加

<2020年度以降の取組内容>

①クールスポット評価指標および評価方法の検討をおこない、格付け可能な評価システムを構築する。既設のクールスポットを対象として評価システムの検証をおこなう。

②啓発活動の一環としてクールスポット・クールロードの現地研修会を実施し、その際、暑熱環境等の計測技術を講習するとともにHITEC会員企業のヒートアイランド対策製品の効果確認とPRを実施する。

⇒2020～2022年まではコロナ禍で実施せず、2023年は規模縮して見学会開催、2024年は見学会を開催するも台風のため中止。

③大阪府クールスポット100選（2012年夏実施）及び大阪府クールロード100選（2015年度夏実施）のホームページを継続しつつ、新たな情報発信の手法について検討する。⇒日本ヒートアイランド学会の暑さマップに情報提供（2020年）

台風のため
中止

【開催案内】 クールスポット見学会

■開催案内

【日時】 令和6年8月27日（火）15:00～16:00

【場所】 柏原市役所

■開催主旨

都市デザインWGでは、昨年度までに「大阪府都市緑化を活用した猛暑対策事業」で設置されたクールスポットを比較評価し、WBGT低減効果の大きかった場所のひとつ「柏原市役所」の見学会を実施します。現地を見ていただき、計測方法やミストノズル設置に関する質問にお答えします。

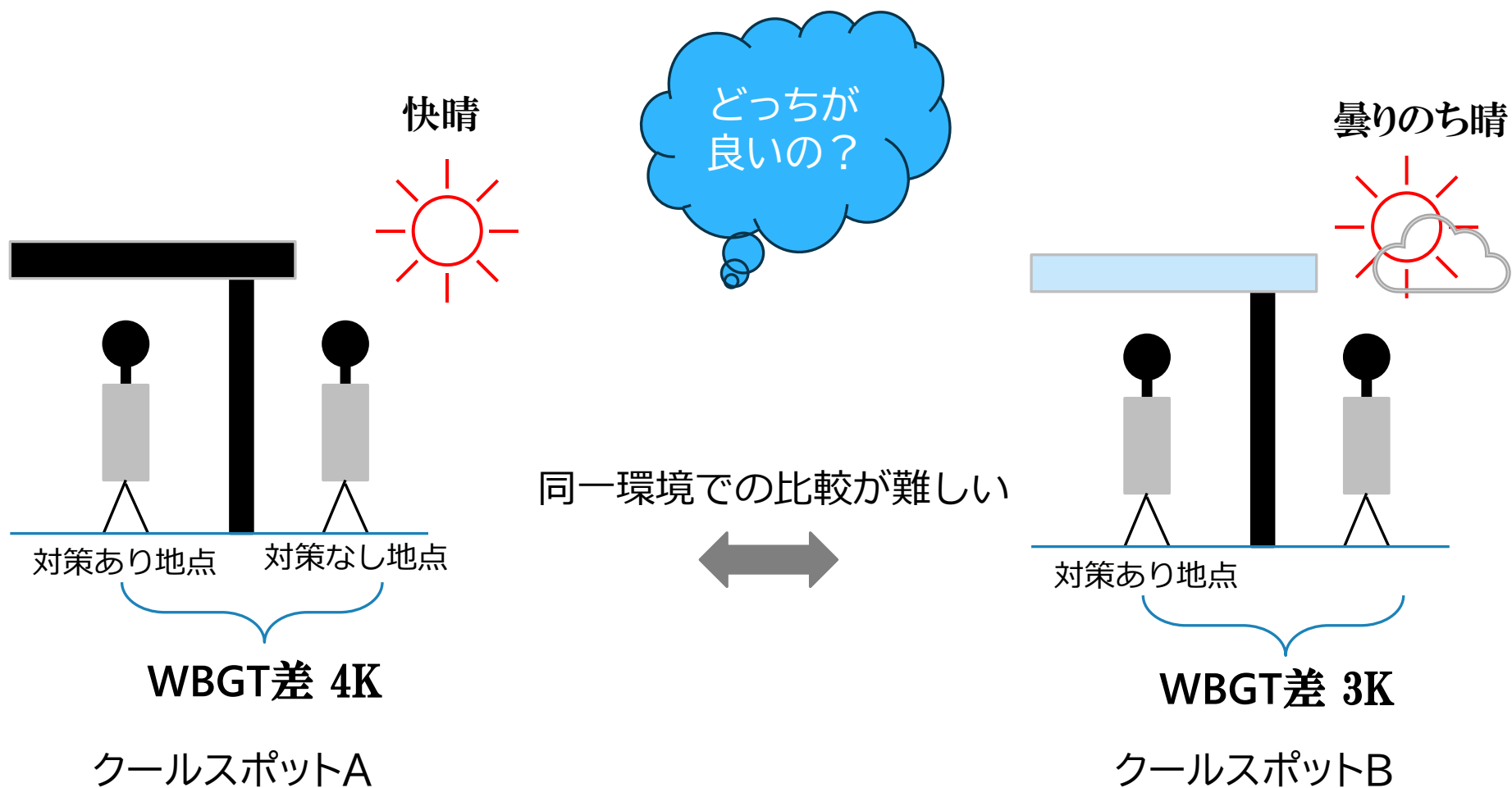
- 1) クールスポット比較評価の方法について解説：
WG主査 鍋島 美奈子 氏（大阪公立大学）
- 2) ミスト噴霧装置に関する質問対応：鈴木 慎 氏
（株式会社いけうち）
- 3) WBGT計測に関する質問対応：WG主査 鍋島 美奈子 氏（大阪公立大学）



柏原市役所エントランス部分
のクールスポット

クールスポット評価

クールスポットの格付け可能な評価システムとは？



WBGT低減効果の評価基準

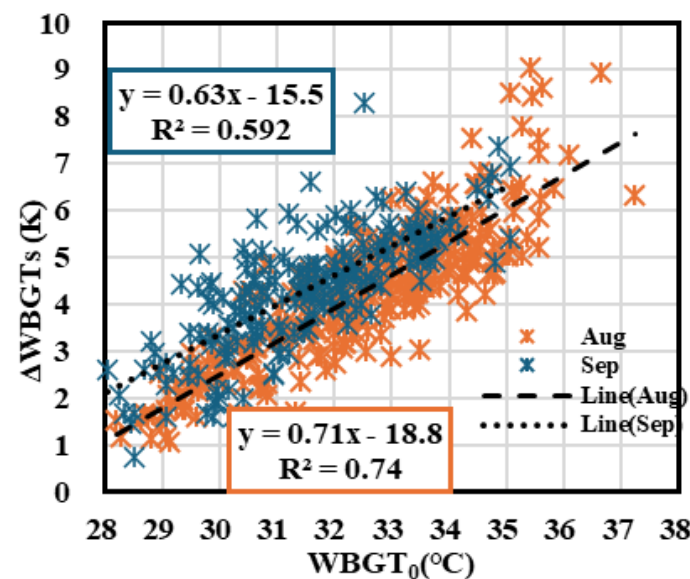
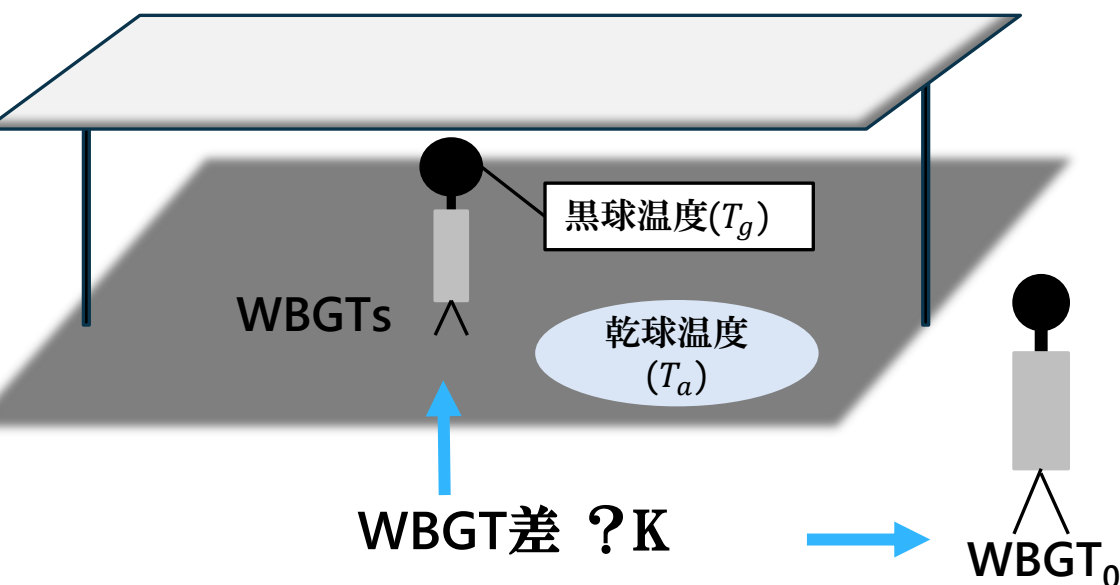
■ 完全日陰クールスポット

$$\text{WBGTs} = 0.7T_{nw} + 0.3T_a \quad (T_g = T_a)$$

- 黒球が完全に屋根に覆われていると仮定した理想環境におけるWBGT差を評価基準とする

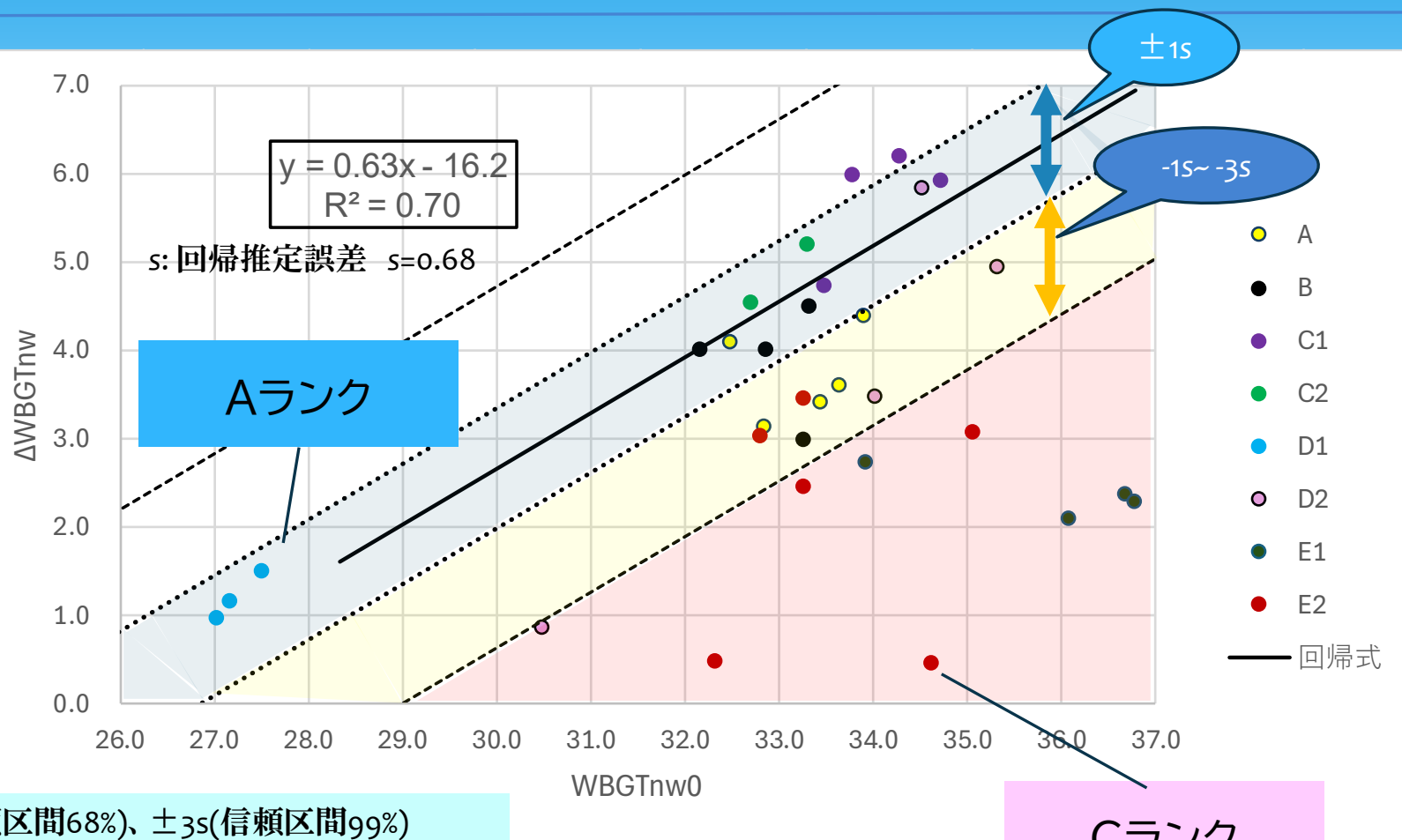


大阪管区気象台



2023、24年の気象台データから作成

WBGT低減効果ランク付け（例）



±1s(信頼区間68%)、±3s(信頼区間99%)

都市デザインWGのまとめ

- ・ 取組内容①「**クールスポット評価指標および評価方法の検討**」を中心に活動

< 2020年度以降の主な成果 >

- 駅前などに猛暑対策として新設されたクールスポットの評価方法について検討をおこなった
- クールスポットの設置事業者が事後評価可能な仕組みにすることを念頭に、対策有無のWBGT差で検証する大阪府案を踏襲
 - ✓ 対策あり地点：日除けやミスト噴霧装置、緑化などを施した場所
 - ✓ 対策なし地点：対策あり地点の近くの日向の場所
- 実測調査日時が異なる場合でも、複数のクールスポットの効果を比較できるように、評価基準を設定することを提案した
 - ✓ 近隣の気象台データを活用して、評価基準となる回帰式を求めておく
 - ✓ 評価基準は理想の日陰環境を想定したもの
- 評価基準の回帰式からの偏差によってクールスポットのWBGT低減効果を評価することで、格付け可能な評価システムを構築できた

大阪ヒートアイランド対策技術コンソーシアム
解散記念シンポジウム
令和7年12月11日(木)

排熱低減WGの成果報告について

大阪市立大学名誉教授・西村伸也

排熱低減WGについて__構成&活動状況

WG委員構成（2025年度）

主査：西村 伸也（大阪市立大学 名誉教授）

委員：今井 和哉（大阪ガス(株)），坂口 佳史（(株)竹中工務店）
三谷 育子（関西電力(株)），松場 英樹（ダイキン工業(株)）

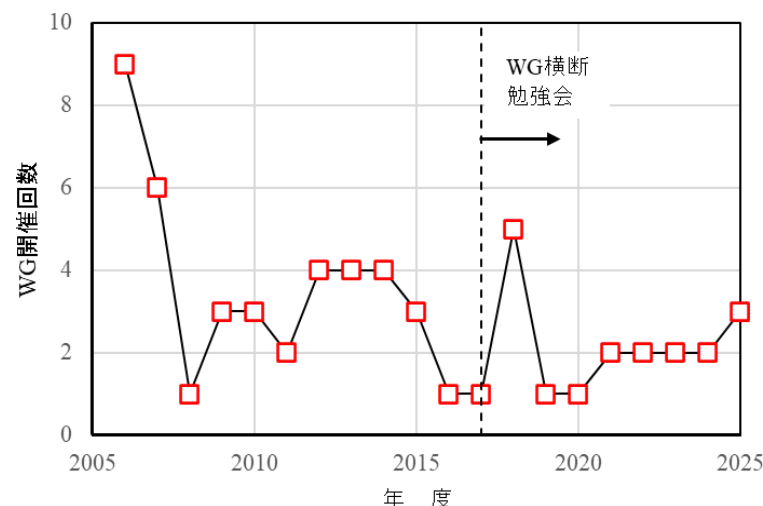
アドバイザー：中尾 正喜（大阪公立大学 特任教授）

オブザーバー：原田 真宏（大和ハウス工業(株)）

活動状況

発足当初は法人会員35社もの参加があり，本WGを含めた「ヒートアイランド対策技術検討部会」の四つのワーキングに，多岐にわたる業種分野の企業が参加。

その後は，各法人会員がそれぞれの製品や研究・開発の特性に沿ったWGでさらに深い議論を追求する形となり，本WGでは，エネルギー事業者や空調機メーカー，ゼネコン，住宅メーカー，機械部品メーカーが委員として精力的に活動を続けています。また，WGのトピックに合わせて，サブコン，機械設備メーカー，自動車メーカーからの積極的な委員派遣も得ることができ，多様な視点での意見交換が行われています。



排熱低減WGの目的

エネルギーの大量消費に伴い大気に排出される人工排熱はヒートアイランドの主要因の一つである。

本WGでは、エネルギー多消費機器の省エネ・高効率化や未利用熱・再生可能エネルギーの有効活用などによる省エネ&人工排熱の低減を目的に、ヒートアイランド緩和に資する各種の研究・技術の情報収集や評価ならびに普及啓発を行うことを目的とした。

都市における地表面熱収支

$$RR_m + A = H + LE + G$$

RR_m : 正味放射量

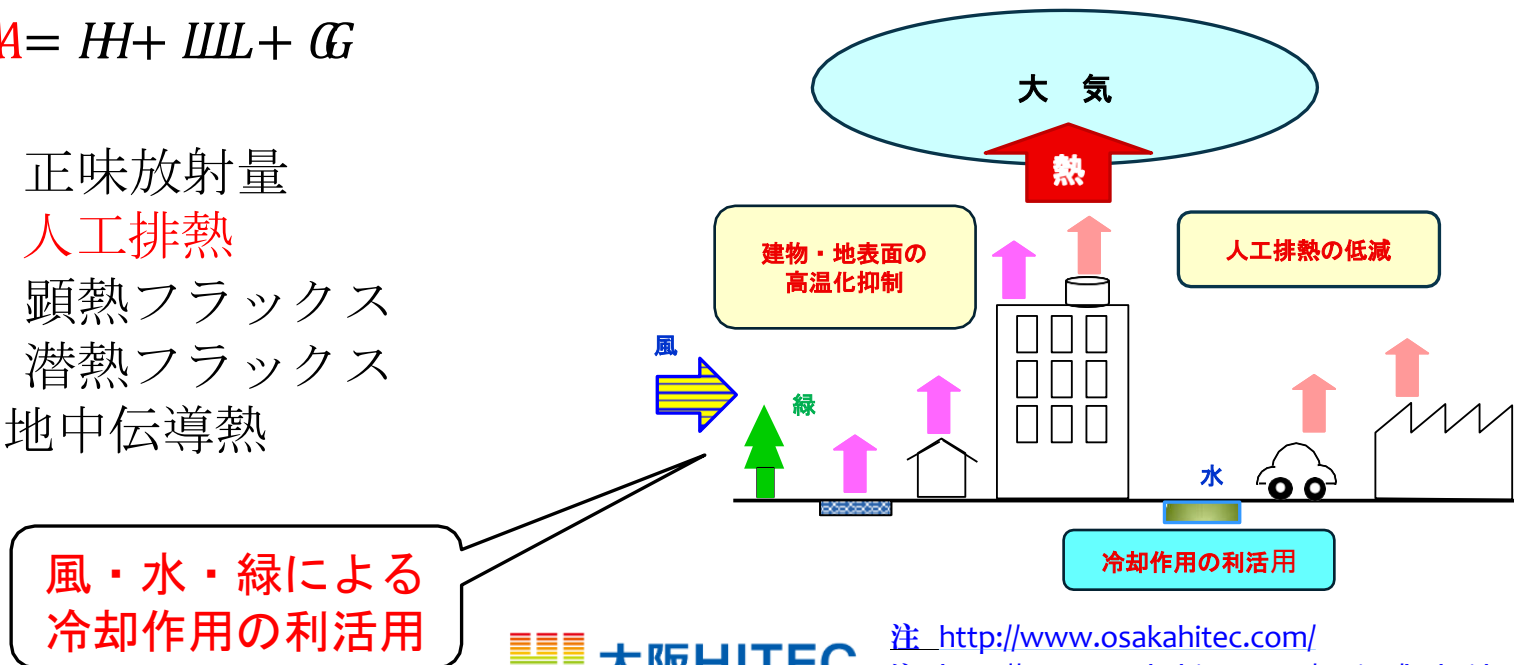
A : 人工排熱

H : 顕熱フラックス

LE : 潜熱フラックス

G : 地中伝導熱

ヒートアイランド対策技術の分類



対策技術の分類とWGにおける主な対策分野

対策の方向	対策分野
人工排熱の低減	a.省エネ設備の導入
	b.省エネ建築物の普及
	c.排熱方式の選択
	d.エネルギー供給システムの選択
	e.自動車・交通流対策
	f.省エネ行動の実施
建物・地表面の高温化抑制	a.建物緑化
	b.屋根面／壁面の高温化抑制
	c.地表面の高温化抑制
冷却作用の利活用	a.風の活用
	b.水の活用
	c.緑の活用



WGにおける対策技術の検討項目__概要

本WGでは前述のように、エネルギー多消費機器の省エネ・高効率化や未利用熱・再生可能エネルギーの有効活用などによる省エネ&人工排熱の低減を目的とした。

なかでも水の蒸発冷却効果や蓄熱効果に着目し、空調機の省エネ、空調排熱の大気以外への放熱による大気熱負荷の削減、外気の直接冷却などの対策技術に関して、情報収集や技術評価ならびに認証制度への適用可能性について検討を加えた。主な検討項目を以下に示す。

- 空冷式空調機室外機への水噴霧・散水による省エネと顕熱排熱抑制
- 河川水や下水の熱利用による空調排熱の排熱方式の変更
- 帯水層蓄熱による季節間蓄熱・冷房排熱処理
- 噴水・噴霧、カナルなどの人工水施設による都市微気象の改善
- ZEBによる省エネと大気熱負荷削減

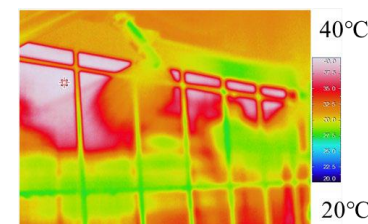
対策技術 1：空冷式空調機室外機への水噴霧・散水__測定結果

空冷式の空調機室外機への水噴霧・散水による省エネ・空調排熱の潜熱化に関しては、環境省の環境技術実証モデル事業に参加していた民間企業 4 社ならびに関西電力(株)，(株)いけうち の協力を仰ぎ，効果の定量的評価を目的に，測定方法や評価項目などについて検討を加えた．定格冷房能力が12.5kW の業務用空調機における試験結果の一例を以下に示す．

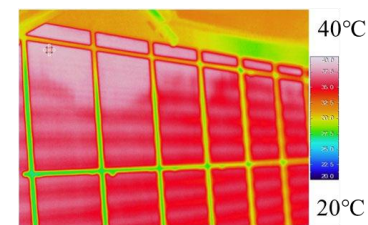
	Without spray	With spray
Cooling capacity kW	12.065	12.48
Power consumption kW	3.859	3.492
COP	3.126	3.574
Sensible heat load kW	11.8	6.2
Sensible heat reduction ratio	0.475	<div style="border: 2px solid red; padding: 5px;"> 空調排熱の潜熱化率 44.2%，顕熱負荷の 47.5%が減少 </div>
Latent heat ratio	0.442	
Temperature rise K	8.19	4.27

噴霧により温度上昇が約半分に低下

室外機温度分布の可視化例



噴霧時



非噴霧時

測定日時:2014年8月22日PM2:12
 天候 曇り, 外気温度 31℃,
 吸込風速 約1.5m/s

対策技術 1 : 空冷式空調機室外機への水噴霧・散水__評価方法

水噴霧・散水による省エネ・空調排熱潜熱化の測定方法と評価項目

測 定 方 法

温湿度センサー
熱電対
赤外線サーモグラフィ

熱線流速計

クランプ式
電力計

流量計,
電子天秤

Measurements		Sensible heat reduction	Latent heat ratio		
			Level 1	Level 2	Level 3
Suction side	Temperature	○	○	○	○
	Humidity			○	○
Discharge side	Temperature	○	○	○	○
	Humidity			○	○
Reference point	Temperature	○	○	○	○
	Humidity			○	○
Air flow rate	Velocity × Area	○	○	○	○
	Inv. Freq. ratio × rated airflow rate	△	△	△	△
Input power	Electricity		○		○
	City gas				
Water usage	Supply		○	○	○
	Evaporation			○	○

Latent heat ratio (潜熱化率) = 水噴霧有における潜熱排熱量 / 水噴霧無における顕熱排熱量

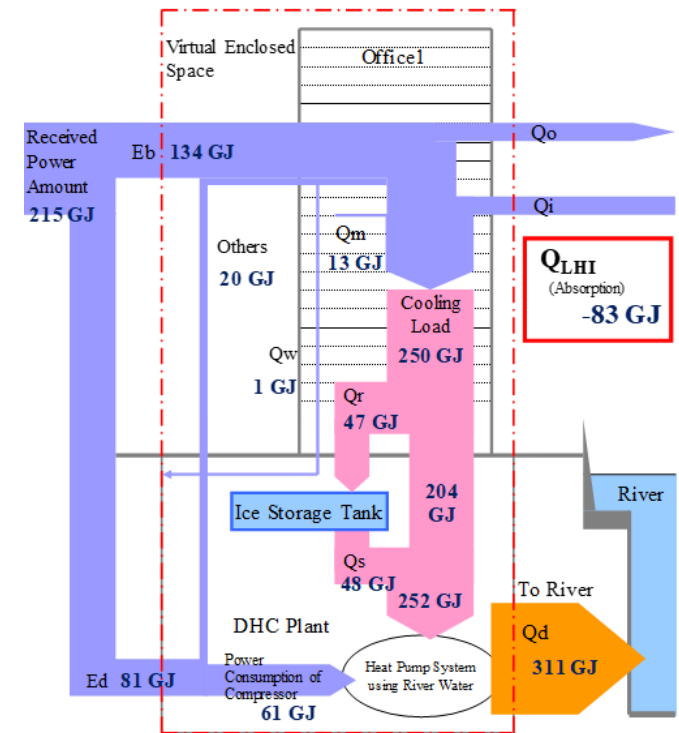
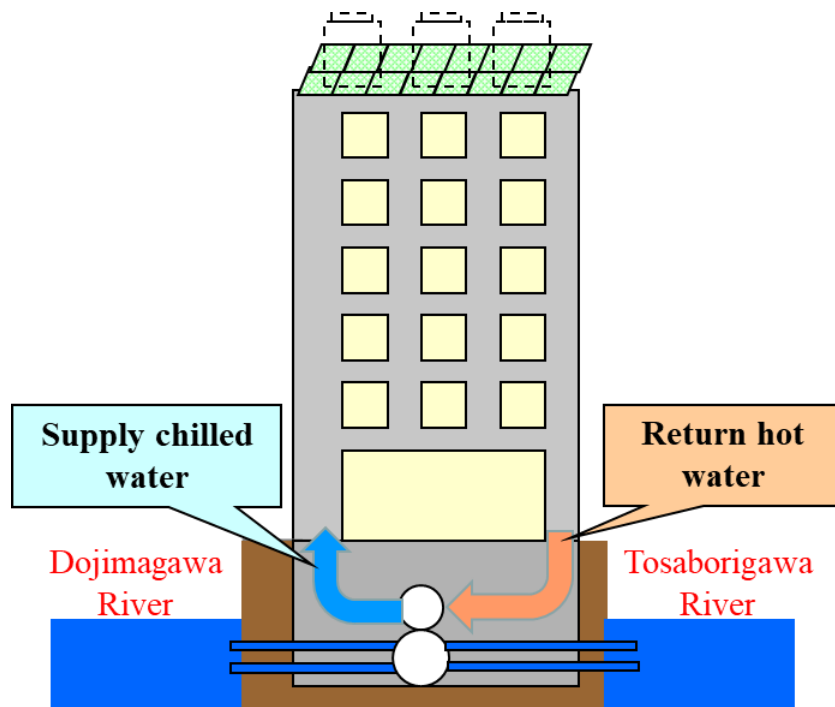
Level 1 : 顕熱低減量－省エネ量 = 潜熱排熱量とする

Level 2 : 吸込・吹出エンタルピー差 × 風量 から潜熱排熱量を算出する

Level 3 : レベル1, レベル2の両方を実施

対策技術 2 : 河川水や下水の熱利用による排熱方式の変更

「中之島三丁目地区地域熱供給施設」においては、熱源システムの効率向上とヒートアイランド現象の緩和を目的として河川水利用ヒートポンプシステム（左図）を採用し、大幅な大気熱負荷の削減を達成している（右図）。

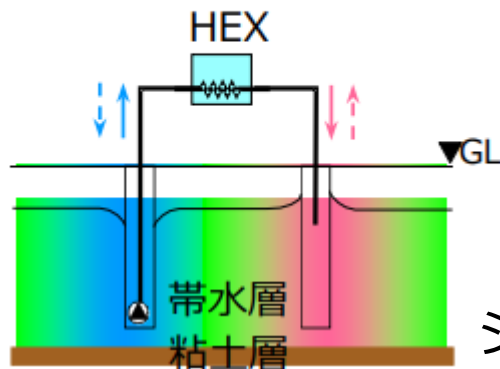


対策技術3：帯水層蓄熱による季節間蓄熱・冷房排熱処理

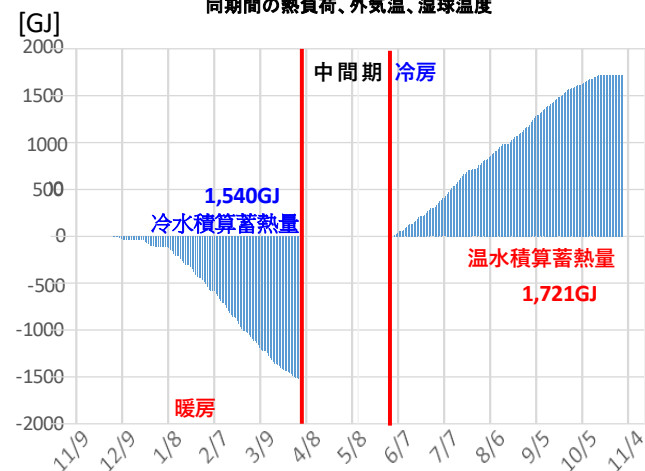
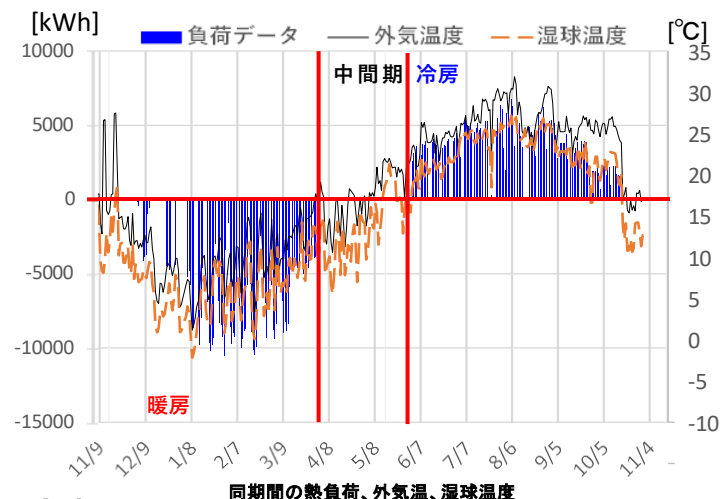
環境省実証事業により、大阪公立大学、三菱重工サーマルシステムズなどで実証研究・実用化をすすめた帯水層蓄熱技術を活用し、冷房排熱を帯水層へ蓄熱することで大気熱負荷削減が可能となった。導入事例における人工排熱削減効果についての紹介を受けるとともに、実証システムの見学会を実施した。右上図は冬期の暖房負荷と夏期の冷房負荷の推移を、右下図は冬期の蓄冷と、夏期の排熱処理の事例を示している。

冷熱取り出し + 温熱蓄熱
(冷熱蓄熱 + 温熱取り出し)

夏季
(冬季)



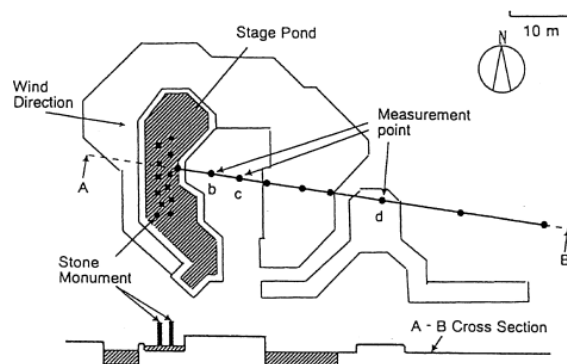
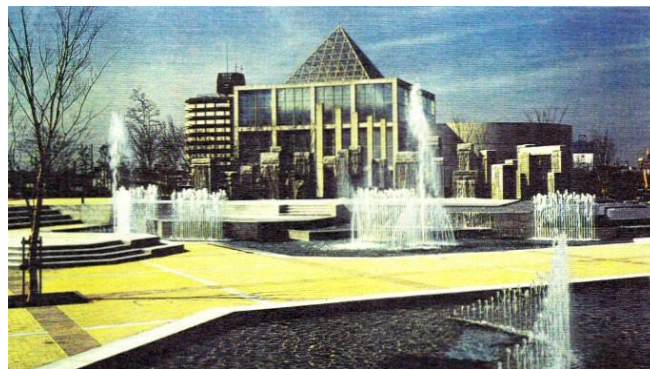
システム概念図



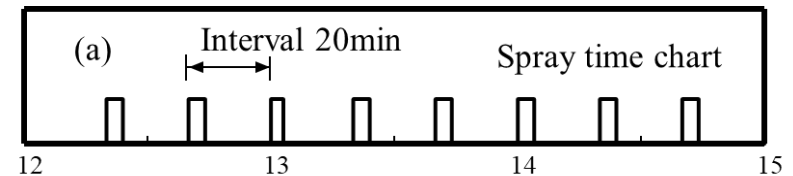
2021年の暖房期間の冷熱井積算蓄熱量と2022年の冷房期間の温熱井積算蓄熱量

対策技術 4：人工水施設による都市微気象の改善

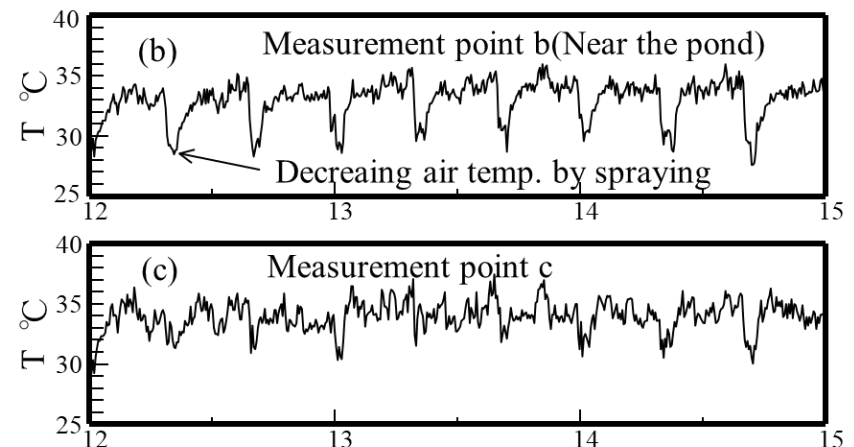
都市空間での水施設は、噴水・噴霧やカナル（人工水路）などに代表されるように、主に景観形成や親水性を目的として採用されてきた。徐々にではあるが水の有する温湿度調節機能，特に冷却効果を効率よく最大限に生かして，その生活空間の微気象温熱環境を調節する試みがなされている。都市内公園における気流冷却効果の実測例を示す。



噴霧インターバル(20分間隔, 3分間運転)

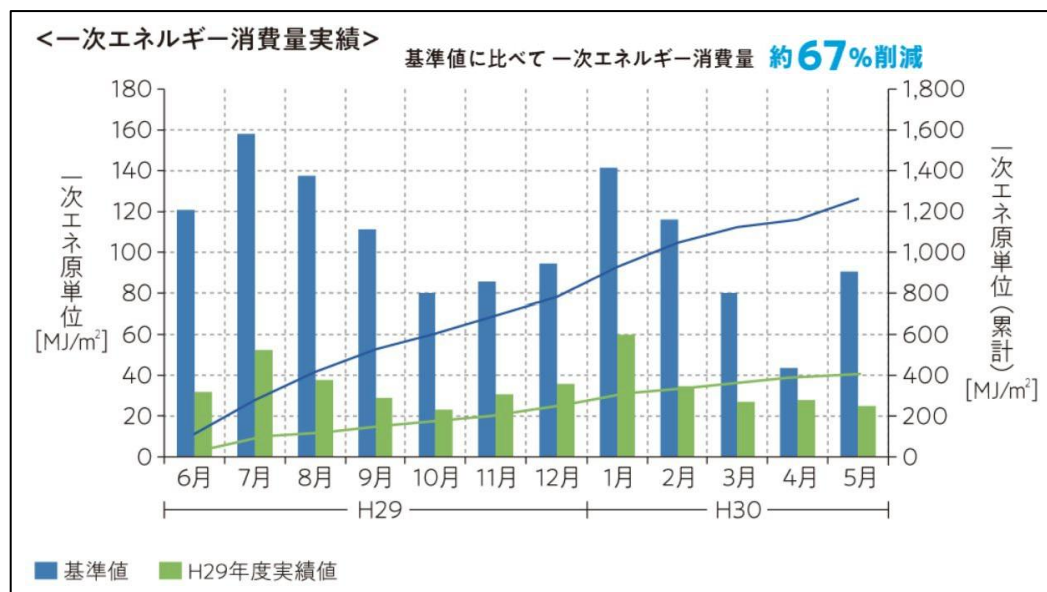
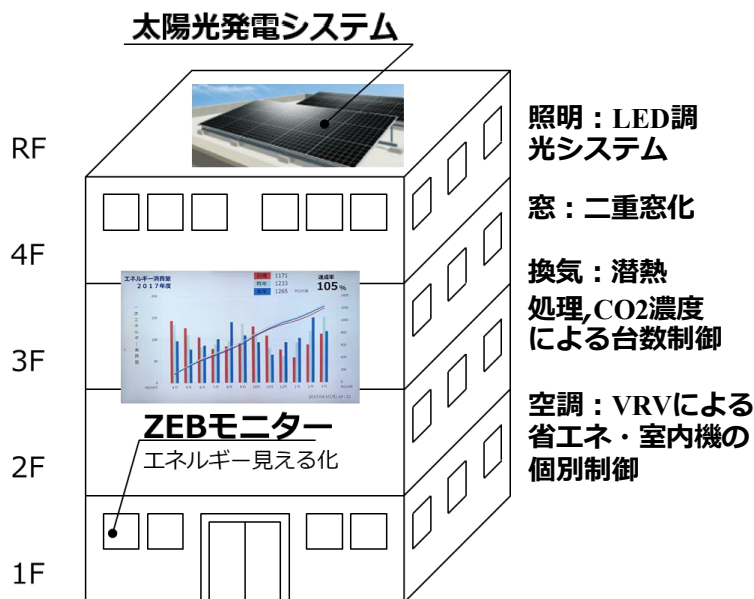


噴霧下流側(5m,10m)気温の時間変化(地上高15m)



対策技術 5 : ZEBによる省エネと大気熱負荷削減

地球温暖化対策やエネルギー自給率の向上を目的に、建物で消費する年間の一次エネルギー消費量を正味でゼロにする ZEB (Net Zero Energy Building) を目標とする建築物省エネ法が2015年7月に制定され、2017年より施行されている。2025年4月の改正により、**すべての新築建築物で省エネ基準への適合が義務化**された。中規模業務ビルにおけるZEBへの取組を紹介する。一次エネルギー消費量の67%削減が達成されている。



WGにおける情報収集と普及啓発活動

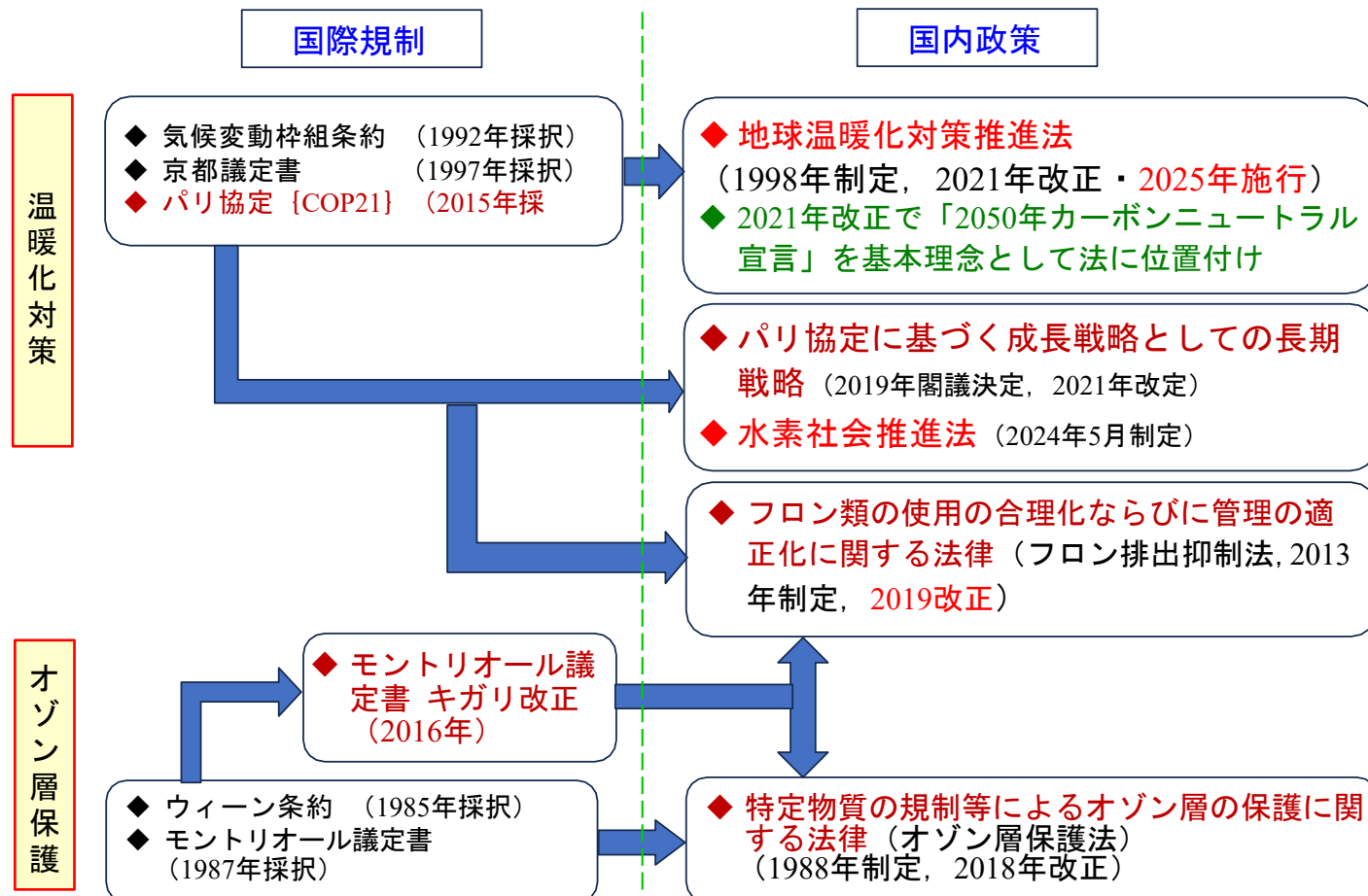
本WGでは、ヒートアイランド緩和に資する熱有効利用や人工排熱低減に関する技術や将来予測等に関して、文献調査のほかに、外部から有識者、技術者や行政職員を招いて、最新情報の収集を行った。代表例を以下に示す。加えて、帯水層蓄熱実証施設や環境配慮ビルなどの見学会を実施した。

- ◆「都市における未利用エネルギー活用地域冷暖房ネットワーク事業 ―パリ市等欧米における地域冷暖房ネットワーク事例紹介―」：中嶋 浩三 氏（早稲田大学理工学術院理工学研究所・招聘研究員）
- ◆「下水道における資源・エネルギー回収の動向」：貫上 佳則 氏（大阪市立大学大学院・教授）
- ◆「データセンターの展望と課題」：羽山 広文 氏（北海道大学・名誉教授）
- ◆「EVによる温暖化対策の展望と課題 ―ヒートアイランド現象―」：池谷 知彦 氏（電力中央研究所・シニアアドバイザー）

排熱低減WGの課題__地球規模の環境問題との整合性の検討

今後、ヒートアイランド対策に関する技術の開発・社会実装に当たっては、地球環境問題に対する国際的な協定などの実施スケジュール（例えばNDC）への対応が不可欠である。

温暖化とオゾン層保護に関する近年の国際規制と国内政策の対応



参考資料：WG参加企業からの主な話題提供

企 業	氏 名	題 目
(株)いけうち	水野 毅男	スプレーノズルの紹介（ヒートアイランド対策への適用）
オーケー器材(株)	富岡 幸夫	空冷空調機用排熱低減対策装置の効果検証結果報告（スカイエネカット）
大阪ガス(株)	志波 徹	住宅における省エネの最前線～NEXT21での取組
関西電力(株)	岸本 卓也	エネルギー会社におけるZEB、ZEHへの取組
〃	古賀 修	河川水を利用した排熱処理について
〃	山口 弘雅	空調システムにおける人工排熱低減の認証制度策定に向けた検討について
ダイキン工業(株)	松場 英樹	外気温度別室内機の負荷率の分析及び温度別の負荷率における評価
〃	〃	「エアネットサービスにおけるデータ取得」について
大和ハウス工業(株)	原田 真宏	CO2排出量削減を目指した大和ハウスのスマートハウスなどの取組
(株)竹中工務店	坂口 佳史	業務用ビルにおけるZEB取り組み事例
(株)不二工機	安井 彰宏	空冷空調機用排熱低減対策装置の効果検証結果報告（エコクーリングエース）

大阪ヒートアイランド対策技術コンソーシアム
解散記念シンポジウム
令和7年12月11日(木)

技術評価WGの 成果報告について

大阪公立大学 工学研究科・西岡 真稔

1. 技術評価WGについて

構成員

主査： 西岡真稔(大阪公立大学), 幹事： 木下進一(大阪公立大学)
委員： FARNHAM CRAIG (大阪公立大学), 鈴木慎一((株)いけうち)
アドバイザー： 北宅 善昭(大阪公立大学)
オブザーバー： 山田 宏之(大阪公立大学)

目的

日除け、ミスト、その他街区における人への熱的負荷軽減に資する技術を対象に、性能評価方法をまとめる。

活動内容

- ✓ 日除け、ミスト、その他街区における人への熱的負荷軽減に資する技術を対象に、性能評価方法を検討した。
- ✓ ミスト効果の測定方法を立案し、夏季実測を試行した。
- ✓ 日除け評価（市販のWBGT 指数計による）とミスト評価の性能評価方法の文書とりまとめ中。

2. 技術評価方法の策定方針

✓ 対象とする技術

- ✓ 日除け装置(緑陰なども含む)
- ✓ ミスト噴霧装置

✓ 試験方法

- ✓ 技術開発主体(メーカーなど)または事業主体が、自身で測定し自社製品・事業の試験・評価を行うことを前提とし測定・評価方法を組み立てる

✓ 日除け(緑陰)の試験方法

- ✓ 熱中症危険の回避・抑制効果の評価に主眼を置く
- ✓ 性能評価指標： 暑さ指数(WBGT)
- ✓ 使用する試験機器： 電子式の一体型WBGT(JIS規格のクラス1.5またはクラス2)

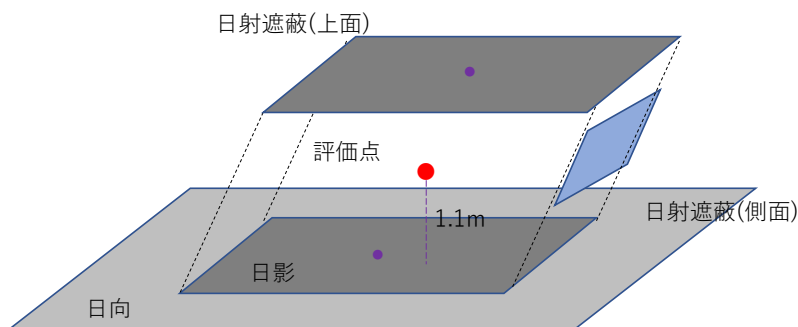
✓ ミスト噴霧

- ✓ 冷却効果の空間的広がり範囲を評価する
- ✓ 性能評価指標： 確立された方法がなく、HITECで独自に検討した方法とする
- ✓ 使用する試験機器： 乾球温度計

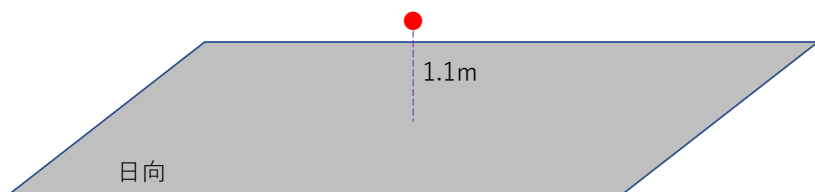
3. 日除け装置の評価方法

日除け装置の測定方法 (2点のWBGT指数計による対照実験)

評価対象地点
(日除け装置のある環境)



基準地点
(日除け装置のない環境, 日除け効果以外
は評価地点と同一と見なせる地点を選ぶ)



✓ 測定・評価の概要

- ✓ 評価対象地点（日除け装置のある環境）と基準地点（日除け装置のない環境）で、同時にWBGTを測定し、WBGT差により評価する。
- ✓ WBGTの測定条件はJISZ8504に準じる。

✓ 評価法策定時のポイント

- ✓ 測定値は偶然選ばれる測定日の気象条件に依存するため、評価対象地点と基準地点で同時測定し、2地点に生じる差を評価指標とした。
- ✓ 測定機器は入手しやすく、一定の品質が確保されるものとしてJIS規格のあるWBGT指数計を用いることにした。

✓ 対象とする人体と熱ストレスの想定

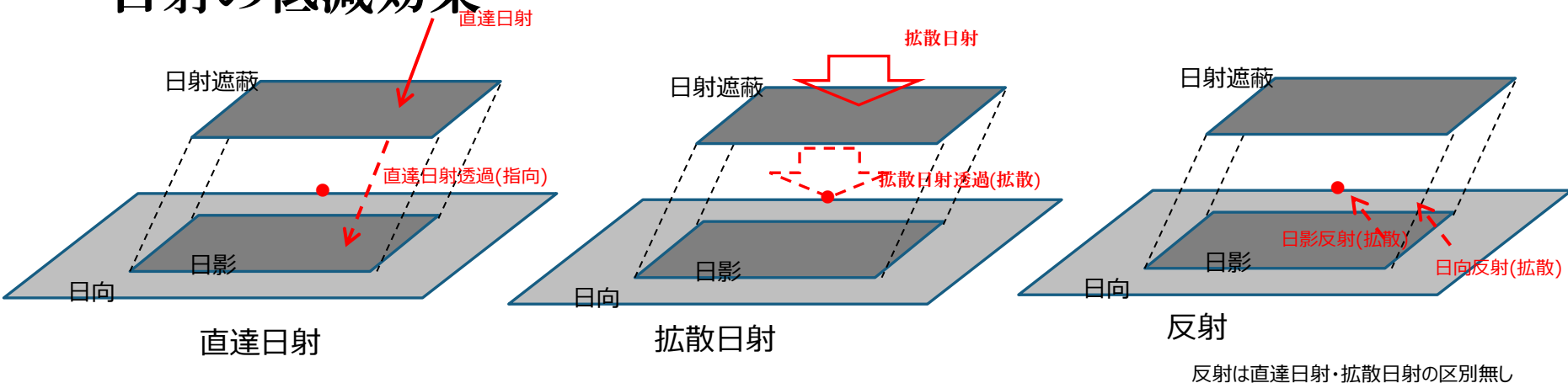
- ✓ 気象条件： 夏季晴天日、日中の暑熱環境
- ✓ 人体条件： 立位で1時間程度、対象地点に滞在する成人男女

✓ 使用する測定機器

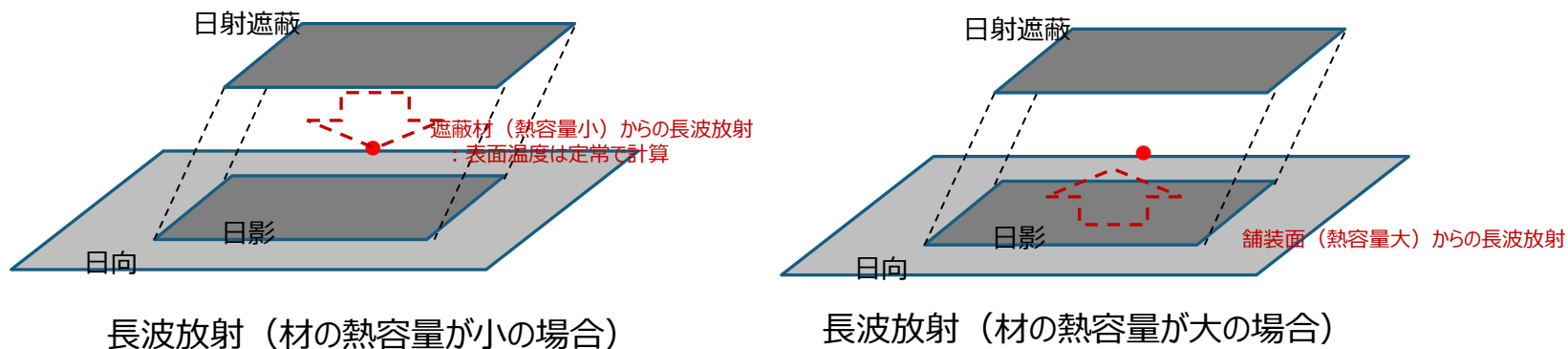
- ✓ JIS B 7922に準拠したWBGT指数計のクラス1.5またはクラス1.5

3.1 日除けの効果

日射の低減効果

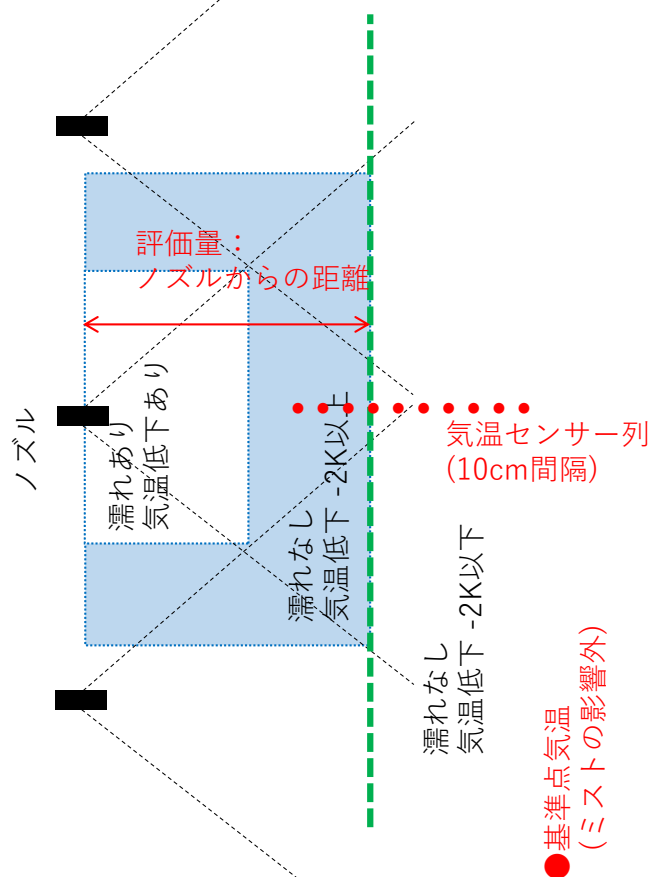


長波放射の低減効果



4. ミスト噴霧装置の評価方法

ミスト噴霧装置の測定方法 (ノズル，気温センサー配置の平面図)



✓ 測定・評価の概要

- ✓ ノズル配置と直交するよう測線を取り，気温(乾球温度)測定により，気温低下（基準地点との気温差 -2K 以上）の範囲（ノズルからの距離）を評価する。気温低下の温度幅ではなく，冷却範囲の広さを評価する。
- ✓ 評価対象は，ノズルが一定間隔で直線上に複数配置される設置条件とする。
- ✓ 評価地点と基準地点の気温は同時に測定する。

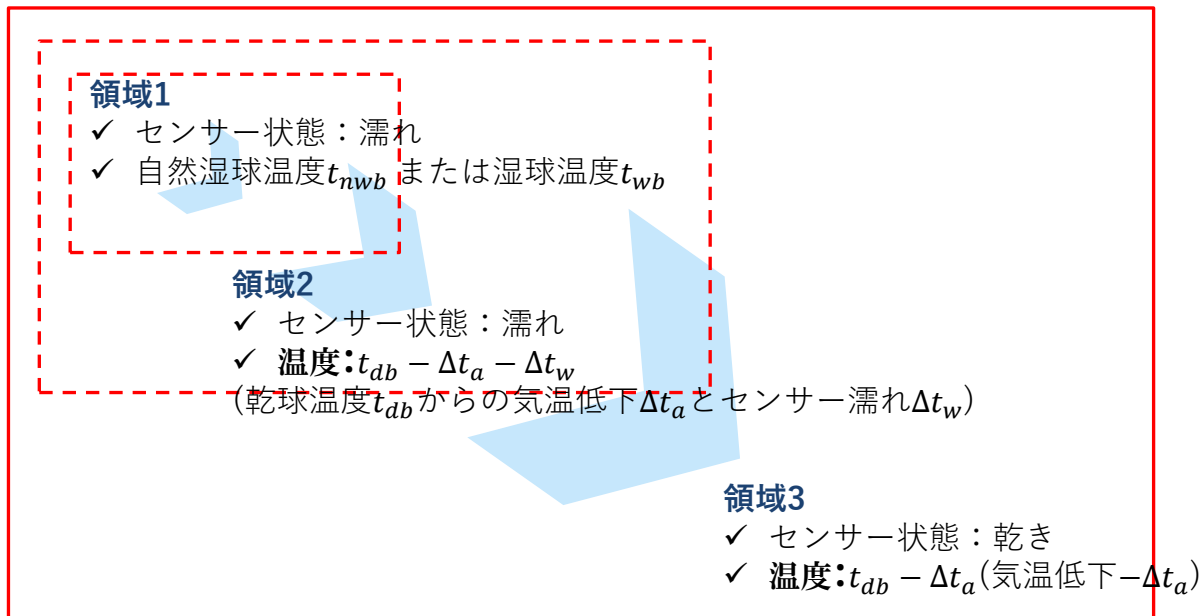
✓ 評価法策定時のポイント

- ✓ ミスト噴霧冷却の評価法として参照可能な先行研究がなく，本WGで独自に考案することにした。
- ✓ 気温センサーが濡れる条件での評価は困難であり，センサー濡れのしない条件下で評価可能な方法に限定して検討を行った。
- ✓ 噴霧の広がりや測定時の風で大きく変わるため，ノズルは直線状配置に限定し，それと直交する方向に測線をとるシンプルな測定法とした。

✓ 残した課題

- ✓ 放射影響の小さな気温センサーなど専門家が不要な測定方法を準備したいが，現状は未解決

4.1 評価方法の考え方



測定場の気温、放射条件が均一であれば、ミスト噴霧下の温度センサー指示値は、...

- 最高：乾球温度
- 最低：湿球温度

ミスト噴霧による冷却効果とは

- 乾球温度が湿球温度に近づく効果

測定の実際には、「濡れ」の判定が事実上不可能なので、領域3を「乾球温度 $t_{db} - 2 \text{ K}$ 」の範囲として判定する

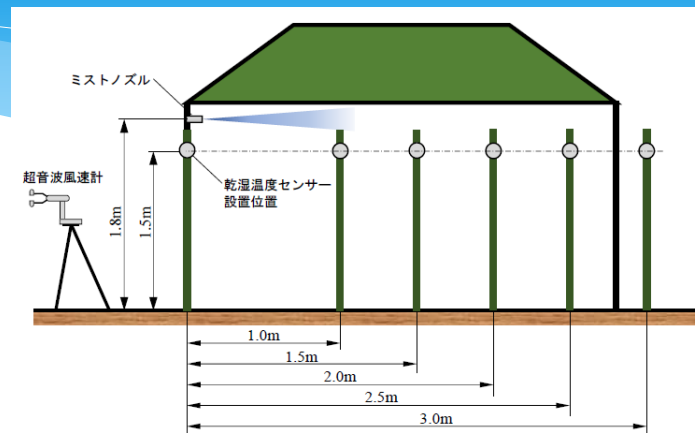
4.2 ミスト冷却の測定例



実験の全景

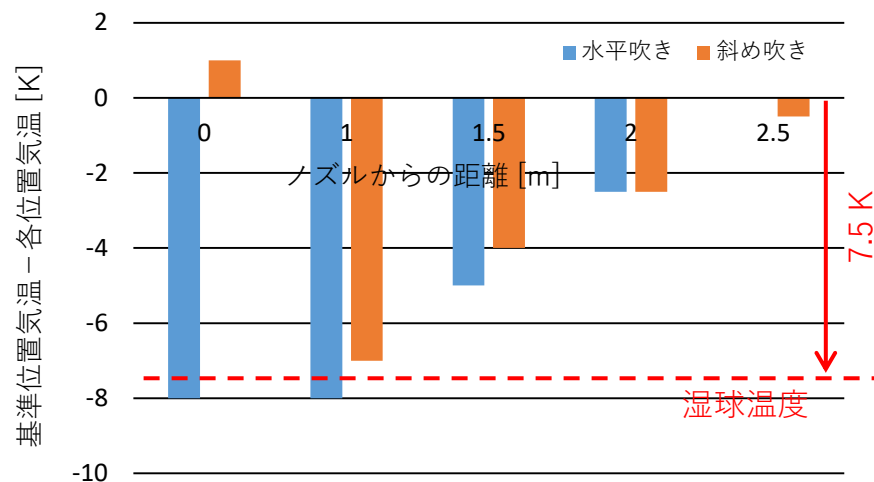


温度センサー(乾球温度、湿球温度)



噴霧方向：水平，下向き45°（2条件）

噴霧量： 20.3L/h



木下らの実験結果(2024/10/25合同WG資料) より