

## 参考資料 11 検討会議事要旨

### 1. 第一回検討会

日時 平成 28 年 6 月 24 日（金）10：00～12：00

場所 TKP 市ヶ谷カンファレンスセンター 会議室

出席

（委員）足永 靖信、奥山 博之、川原 博満、後藤 圭二、鍋島 美奈子、  
成田 健一、堀越 哲美、本條 毅、三坂 育正 （五十音順、敬称略）

（環境省）水・大気環境局大気生活環境室 行木室長、長谷川統括室長補佐、  
梅澤調整係長、倉上調整係員

（オパザンバー）内閣官房 東京リビック競技大会・東京パパラニック競技大会  
推進本部事務局 中根参事官補佐、永長参事官補佐

（事務局）竹中工務店技術研究所 大竹、野崎  
JR 東日本建築設計事務所 大石  
ハオ技術コンサルタント事務所 木村  
環境情報科学センター 石丸、堀口、大場

議事

- 1) 事業実施計画（案）について
- 2) CO<sub>2</sub> 排出削減効果の評価方法について
- 3) 5箇所での検証実施計画について
- 4) 現地体感について

配付資料

- 資料 1 事業実施計画（案）
- 資料 2-1 CO<sub>2</sub> 排出削減効果の評価方法の検討
- 資料 2-2 行動観察調査結果を基にした SET\*と利用人数の関係式導出
- 資料 3-1 東京ビッグサイト前海上公園での検証実施計画案
- 資料 3-2 大阪ビジネスパーク（OBP）クリスタルタワーでの検証実施計画案
- 資料 3-3 JR 駅（前橋）での検証実施計画案
- 資料 3-4 熊谷市役所前バス停での検証実施計画案
- （参考）熱伝導を考慮した熱収支の評価方法について
- 資料 3-5 堺市綾ノ町駅電での検証実施計画案
- （参考）ミスト噴霧下の被験者実験による平均皮膚温度と濡れ率の挙動
- 資料 4 現地体感について
- 参考資料 メディア掲載

## 議事要旨

環境省 : 本業務は2年間の業務であり、今年度は取りまとめの年となる。本業務で設置した熊谷市役所前の暑熱対策施設などが、メディアにも取り上げられ注目されている。今年は猛暑になると言われているが、設置した施設の暑熱対策効果とCO<sub>2</sub>削減効果を明らかにしていきたい。とても重要な検討会と考えているので、ご協力をお願いしたい。昨年度は、「まちなかの暑さ対策ガイドライン」を作成した。本検討会で明らかになった知見も、様々な形で利用していきたいと考えている。

事務局 : 資料の確認、委員・出席者の紹介、座長の選出

委員長 : 今年度も座長を務めさせていただき、ご協力をお願いしたい。

### 1) 事業実施計画(案)について

事務局 : 【資料1】説明

委員長 : 昨年から決まっていた実施計画なので、特に問題はないと思う。

### 2) CO<sub>2</sub>排出削減効果の評価方法について

事務局 : 【資料2-1、2-2】説明

委員長 : 基準化利用者数とSET\*の関係が、既往研究の大丸有と、昨年測定したビックサイト前海上公園と大阪ビジネスパークではピークがずれている。このことについて意見はあるか。

委員 : 大丸有の測定は、夏と秋に実施している。夏だけで比較すれば、大丸有での測定と昨年度の測定は同じような関係式になる可能性はあるのか。季節だけではなく、ベンチの場所が公園と通路でも人の滞在時間に違いがみられると考えられる。滞在時間が長い場所かどうか、季節も夏と秋でパターン分けして関係式を作ることが出来そうである。

委員長 : 季節によって熱環境の好みが変わるというのは、体が適応するということか。

委員 : そうである。

委員長 : 精度をあげるためには、条件分けを細かくするというのとは一つの方法であるが、データがそこまで取れるかどうかと、評価をそこまで細かくすることに意味があるのかを検討する必要がある。今年、さらに計測を行い、データを増やして関係式を求めていくことになる。

委員 : 連続的に測定しているわけではなく、夏と秋それぞれ一時期に測定を行っているので、温度帯が重なっていない。季節ごとにデータ分析を行ってもそれぞれ山ができてしまう。

委員長 : 今年、どれくらい測定を実施するのか。

事務局 : 毎月2日以上測定を基本としているが、SET\*27~30℃のデータ数を増やすため、さらに測定日を増やす予定である。

委員 : 駅前よりも公園の滞在者の方が、暑さや寒さを許容しやすい。それは、公園での

滞在者は公園に行くという目的があるためである。暑さや寒さをどの程度許容出来るかは、その場に行く目的や周辺の雰囲気によって変わる。

委員長 : 今回の設置場所は、公園そのものというよりは移動経路の途中に設置している。

事務局 : 大丸有と比べるとビックサイト、OBP の風速が大きかった。風速の違いによる、基準化利用者数と SET\* の関係式への影響についてはどのように考えるか。

委員長 : 昨年測定したビックサイト、OBP の SET\* は風の影響で低くなっているのか。

事務局 : 風の影響は受けている。

委員長 : 今後測定する中で、風速の弱い日のデータも見られるとよい。

CO<sub>2</sub> 削減効果を算出するために大阪ビジネスパークのデータを使うが、省エネタイプの建物であるタスク・アンビエント方式のビルを基準とすると、CO<sub>2</sub> 削減効果を過小評価することにならないか。

事務局(竹中) : タスク・アンビエント方式でないビルのデータでは、一人あたりのエネルギー消費量が明確でなく、おそらく人が減っても空調使用量は変わらない。

委員 : タスク・アンビエント方式でないタイプのビルなどで、人の退出により熱負荷のみ減ったと考えると、CO<sub>2</sub> 削減効果は逆に小さくなると考えられる。

委員長 : 図 9 についてはどのように考えるか。日射がボックス内に入っていないという条件や、設定温度 28°C と高いことによって、削減効果が過小評価になる可能性はないか。

委員 : このようなモデルで特に問題はないと思う。

環境省 : 待合室の設置温度などのデータがあれば、モデルの設定温度を変更する可能性はあるのか。

事務局(JRE) : 待合室の室温を測定したことはあるが、設定温度を厳密に管理していないことが多い。設計時に想定している設定温度は、28°C やそれ以上であることが多い。

委員長 : 最終的に何かしらの値が出たときに、そのデータが大きいのか小さいか評価する基準はあるのか。削減効果がどの程度のオーダーになるのかは予め把握しておいたほうがよいと考える。

委員 : 前橋駅の対策は今まで付けていたエアコンの代替と言えるが、熊谷市の対策は今までなかった場所に新たに設置するという、いわばオプションである。バス停に対策を行うことで、新たなアニメティ効果は期待出来るが、正確には代替効果という説明は馴染まない。以前、吹田市でドライ型ミストを設置する際、議会に CO<sub>2</sub> 削減効果の説明を求められた。エアコンで屋外を冷やすときと比べた代替効果を示したが、「屋外をエアコンで冷やすことは現実的でないので前提にならない」との指摘を受けた。そのため、「環境性能の高いイノベティブな技術を導入するのだ」という説明を行った。この場合は、バス停での待ち時間を快適に過ごすためのアメニティ創出という扱いになるのではないか。また、実装に際してはライフサイクル CO<sub>2</sub> での説明が必要になる。その算出条件として、①既存の浅井戸を使用できること ②水処理が不要な水質であること が前提だということ

を記載すべき。今後、再生可能エネルギーで運転するケースも想定すると、CO<sub>2</sub>排出量と平行して、仕事量である「<sup>ジュール</sup>J」で表現することも検討していただきたい。

委員長 : CO<sub>2</sub>削減効果に関しては、既存の検討方法で進めて良いと思う。再生可能エネルギーで稼働させたときにどう評価するかは、あとからも検討出来る。バス停では、代替効果ではなくてプラスαの効果の評価すべきという意見もあったので、今後議論していきたい。

### 3) 5箇所での検証実施計画について

事務局 : 【資料 3-1】説明

委員 : 人通りの違いを把握するために、座った人数だけではなくて、ベンチの前を通る人数も数えるのが良い。

委員長 : 今回の調査では、どのように数えているのか。

委員 : 目視である。個人情報に関係もあり、ビデオで撮影するのは難しい。

委員 : 可能であれば通行人数の調査も実施してほしい。

委員長 : 測定する際は給水条件①～④はどのようにローテーションするのか。

事務局 : 対策場所が2カ所あるので同時に2給水条件を測定する事が出来る。

委員 : 1カ所は給水条件①に固定して、もう1カ所を給水条件②～④で測定する。

委員長 : 対策場所により人の利用の偏りの傾向はないのか、

事務局 : そもそもベンチの数が違う。給水条件を変えた調査は技術の評価に使用する。

事務局(竹中) : 【資料 3-2】説明

委員長 : 強風の場合は停止することになっているが、強風の場合はどのような問題がある。

事務局(竹中) : ルーバーの水は、風で飛ばされて床にかかる可能性があり、ミスト散水は金属メッシュに付着せず風に飛ばされてしまう可能性がある。

委員 : 金属メッシュとメッシュ日よけの違いは何か。

事務局(竹中) : 同一のものを指しているため、表現をどちらかに統一する。

委員 : メッシュ日よけへのミスト噴霧は、屋根散水のようなものか。

事務局(竹中) : 屋根散水に近いが、粒径が大きい水だと、メッシュからしたたり落ちてしまうので、粒径の小さいミストとして噴霧している。

委員長 : ミストという言葉だと、粒径が非常に小さく、空気中で蒸発し気温を低下させるイメージを持つ。どれくらいの粒径か。

事務局(竹中) : 空気中で蒸発するミストの粒径よりは大きい。空気中で蒸発はしない。

委員 : 水噴霧という表現でいいのではないか。メッシュの表面温度は、露点温度くらいまで低下するのか。

事務局(竹中) : そのように想定している。

委員長 : 日よけの素材がアルミなので元々放射率が低い。水噴霧をしてまで、温度を下げる必要はあるのか。

事務局(竹中) : そういった面はあるが、表面温度も下げたいと考えている。

委員 : 先ほど、サーモカメラではメッシュの表面温度を測りにくいという話があったが、赤外放射計の値と形態係数から算出してはどうか。

委員長 : 日よけはどのくらいの透過率か。

事務局(竹中) : 透過率 70%の日よけを二重にしている。

委員長 : 滞在者の放射環境は、メッシュによる影響が大きいのか。

事務局(竹中) : ルーバーとメッシュ両方の効果があると考えている。

事務局(JRE) : 【資料 3-3】 説明

委員長 : 天井冷房システムだが冷放射の効果は期待出来ないのか。

事務局(JRE) : ルーバーの下に結露受けを付けて隠してしまっているため、ルーバーからの冷放射はあまり期待できない。風がなければ自然対流で気温低下効果が期待出来る。

委員 : ヒートポンプ式冷温水熱源機的能力に対して、どれくらいの負荷率で稼働させるのか。

事務局(JRE) : 冷水の温度を 12°Cにした場合は、7 kW の能力のうち 5 kW くらいの負荷である。

委員長 : 通常の空調機器と比較すると、エネルギー効率は良いのか。

事務局(JRE) : 空調設備は一日中フル稼働では動いているが、吹き出し口が限られているため、均一に冷やすことは難しい。今回の設備は面的に冷やすことが出来ると考えている。ただし、イニシャルコストが通常の空調設備の約 3 倍かかることと、配管設備を整備する必要があることが、導入のハードルとなっている。

委員 : 天井の上は日射が当たっているのか。天井をアルミ仕上げにただけでも、放射率が低くなるため効果があるのではないのか。

事務局(JRE) : 天井の上は日陰環境である。昨年のデータによると天井面の表面温度が高くなり、にくい駅である。

委員長 : 足元まで冷えるのか。

事務局(JRE) : 昨年度の結果から、風がない時間帯であれば 28°C くらいまで冷えていた。

委員長 : 測定は 1 分間隔で良いのか。

事務局 : 前橋駅はそこまで利用者数が多い駅ではないので、歩行者により影響を受ける事は少ないと考えている。

委員 : 結露受けは結露しないのか。結露受けの温度が下がっていれば、そこからの放射冷却も期待出来る。

委員 : 冷たい水を面的に循環させると、気温を下げると共に湿度も下げることが出来るため、有効な対策と言える。

事務局 : 【資料 3-4】 説明

委員 : 図 7 の人体生理実験イメージのうち、どの時間帯を空調代替時間としているのか。

委員長 : 図 7 の実験イメージはあくまで生理実験のものであって、生理実験の時間帯を空調代替時間とするわけではない。

- 委員 : 踏み台昇降運動の位置づけを教えて欲しい。
- 事務局 : 被験者の心拍数が上がった後の下がりやすさを比較すると違いが見えやすく、一度心拍数を上げるために、踏み台昇降運動を行う。また、バスの利用者が、バス停まで徒歩で歩いてきたという想定で実施している。
- 委員 : 人体熱収支の評価を SET\* の低減効果に組み入れる予定はあるのか。
- 委員 : それは、難しいと考えている。体の熱ストレスの低減効果での表現を考えている。
- 委員 : 新聞報道では、水冷ベンチが取り上げられていて注目度も高い。冷カイロをお尻の下にひいても同様な効果が期待出来るが、省エネ性能やコストパフォーマンスにどのような違いがあるのか整理出来ると良い。
- 事務局 : 【資料 3-5】説明
- 委員 : 【資料 3-5 (参考)】説明
- 委員長 : 運動後、電車に乗るという実験スケジュールになっているが、電車では確実に座れるのか。
- 委員 : 全員が立つことにすれば条件は揃えられる。
- 委員 : 電車内の環境は測定出来るのか。
- 事務局 : 測定機材を持って電車に乗ろうと考えている。
- 委員 : ミストによって服が濡れると、電車の中でより涼しく感じると予想している。
- 委員長 : 電車が遅れたら、車内座位の時間が遅れてしまう。
- 事務局 : その場で柔軟に対応していく。
- 委員 : 車両の種類によって冷房性能に違いはあるのか。
- 事務局 : 違いがある為、古い車両のみを利用する予定である。
- 委員長 : 既存の屋根下は暑いのか。
- 委員 : 気温は高いが、日射が遮蔽されるためそこまで暑くはない。
- 委員長 : 対策場所よりも、既存の屋根下の方が涼しげに見える。フラクタル日よけの幅が狭いためそのように感じる。

#### 4) 現地体感について

- 環境省 : 【資料 4】説明
- 委員長 : 最終的に評価する基準や出てきたデータをどのように解釈するかを、あらかじめ考えておく必要がある。今回の対策技術を横並びにした時に、何かを根拠に判断出来るとよい。CO<sub>2</sub>削減効果も数字は出てくるが、どれくらいの精度があるのかも、事前に検討する必要がある。
- 委員 : クールスポットの設置はリアリティがありわかりやすいが、今回設置した対策は、3m四方の小さいスペースである。その場にいる人がちょっと寄ることはあると思うが、今回期待しているようにオフィスにいる人たちがこの小さなスペースを目指して来るのかは分からない。効果の算出方法については様々な指摘をされる可能性がある。その指摘に答えられるように準備をしておく必要がある。

- 委員 : スタバなどではテラス席を利用する人も多い。人が屋外に出るかは、設置場所やデザインが影響すると思う。今回は機能的な面に焦点を当てているが、1,000円/m<sup>2</sup>プラスするとその空間に人が来るようになるといった考え方もある。
- 委員長 : 企業であればエコポイントをつけるということもある。実際に普及するとなると、行政的な説明が求められることも想定する必要がある。そのことも併せて発信出来るといい。事業者の場合は、採用する際の基準はどのようなものか。
- 委員 : 弊社の場合は、ライフサイクルコスト評価になる。新たな設備を導入した際のCO<sub>2</sub>削減量と費用を考慮して、どれくらい価値があるのかを判断する。
- 委員長 : 利用する側に使ってもらえるように整理していければと思う。
- 事務局 : 今後は、効果を夏に測定し、秋に第2回検討会を行いたいと思う。本日はありがとうございました。

以上

## 2. 第二回検討会

日時 平成 28 年 11 月 2 日 (水) 10 : 00~12 : 00

場所 TKP 市ヶ谷カンファレンスセンター 会議室

出席

(委員) 奥山 博之、後藤 圭二、鍋島 美奈子、成田 健一、堀越 哲美、本條 毅、三坂 育正  
(欠席 足永 靖信、川原 博満) (五十音順、敬称略)

(環境省) 水・大気環境局大気生活環境室 行木室長、長谷川統括室長補佐、  
梅澤調整係長、倉上調整係員

(オガサハ) 内閣官房 東京リビック競技大会・東京パ・リビック競技大会  
推進本部事務局 中根参事官補佐

環境省 総合環境政策局 総務課 井上係員

環境省 総合環境政策局 環境保健部環境安全課 立石課長補佐

環境省 水・大気環境局 土壌環境課地下水・地盤環境室 鈴木環境専門調査員

(事務局) 竹中工務店技術研究所 大竹、野崎、藤原

JR 東日本建築設計事務所 大石

ハオ技術コンサルタント事務所 木村

環境情報科学センター 石丸、堀口、大場

議事

- 1) 5箇所での夏期測定実施報告とCO<sub>2</sub>排出削減量算定速報
- 2) 技術評価のとりまとめの方向性の検討

配付資料

資料 1 東京ビッグサイト前海上公園での検証実施報告

資料 2 大阪ビジネスパーク (OBP) クリスタルタワーでの検証実施報告

資料 3 JR 駅 (前橋) での検証実施報告

資料 4-1 熊谷市役所前バス停での検証実施報告

資料 4-2 人体生理・心理反応による暑熱対策施設の評価について(熊谷市役所バス停)

資料 5-1 堺市綾ノ町駅電停での検証実施報告

資料 5-2 人体生理・心理反応による暑熱対策施設の評価について(堺市綾ノ町電停)

資料 6 技術評価のとりまとめにむけて (素案)

参考資料 1 事業実施計画

参考資料 2 CO<sub>2</sub>削減量算定に使用する"暑熱対策により削減される消費電力"の検討

参考資料 3 微細ミスト評価追加実験概要

## 議事要旨

事務局 : 資料の確認  
委員長 : 今年の夏に5か所で検証を実施した。それぞれの場所での対策を技術的にどのように評価し、CO<sub>2</sub>削減量をどのように求めていくかが重要になってくる。また最終的には、その場所での1事例としてではなく、一般化することが求められてくる。今日の検討会の最後に出てくるが、どのように取りまとめるかについてもご意見を頂きたい。

### 1) 5箇所での夏期測定実施報告とCO<sub>2</sub>排出削減量算定速報について

事務局 : 【資料1】【参考資料1】説明

事務局(竹中) : 【参考資料2】説明

委員長 : 資料1の図7を見ると8/9のSET\*で対策場所よりも木陰が涼しくなっているのは何故か。

委員 : 木陰に比べて対策場所の風速が弱いためである。

委員長 : 風がルーバーと平行に吹けば風速が弱まることがないので、木陰と同様のSET\*になるということで良いか。

事務局 : そうである。

委員 : 相対湿度と気温低下量の関係(資料1図10)では、気温が26~38℃と幅があるので、絶対湿度などとの確認もしていただきたい。

事務局 : 湿度の指標としては、絶対湿度や乾球と湿球の差などが考えられるが、何をを用いればよいか。

委員 : 湿球温度は気温に依存するが、絶対湿度や水蒸気圧などで見れば良い。

委員長 : 資料1の図10は北風の日のみを抽出している。特異的に北風であった8/9の限られた時間帯のデータでは、絶対湿度には余り幅がないため相対湿度との関係をみるのは難しいのではないか。

事務局 : 8/9はほとんどの時間で北風であったし、他の日の北風の時間帯のデータを抽出している。

委員 : 全て合わせて見てみるとよい。温湿度は強制通風で測定しているか。

事務局 : そうである。

委員長 : 8/9のように夏で湿度が55%を下回る日はほとんどないので、緑化冷却ルーバーによる気温低下は難しい。

事務局 : 実際に緑化冷却ルーバーによる気温の低下はほとんど見られなかった。

委員長 : 資料1の表15を見るとCO<sub>2</sub>排出削減量が(a)と比べて(b)が1/5になっている。省エネ性能が高いクリスタルタワーのデータを使って計算した(a)よりも、一般的なオフィスビルを想定した(b)の方がCO<sub>2</sub>排出削減量が小さくなっているのはなぜか。

事務局(竹中) : 全熱交換器を計算の中に想定していたかどうかの違いである。

- 委員長 : 前回の検討会で、一般的なオフィスビルを想定して計算する必要があるのではないかと発言したのは、省エネ性能の高いであろうクリスタルタワーを使用すると、CO<sub>2</sub> 排出削減量を過小評価するのではという懸念からである。しかし、(a)と(b)の計算結果を見ると、クリスタルタワーがエネルギー効率の悪いビルのように捉えられてしまう。
- 事務局(竹中) : (a)は全て実測値というわけではなく、外気負荷の処理はある想定をして算出している。実情と合っているか不確かであったため、再検討して(b)の方法で計算した。
- 委員長 : 照明の消費電力削減量を比べても(b)は(a)の 1/3 くらいになっている。
- 委員 : 1 人が建物から出ることによって、どのようにエネルギー消費量が変化するかが違うのではないか。
- 委員長 : パーソナルな空調や照明があるのかによって違いが出てくると思うが、一般的な建物で計算したことで CO<sub>2</sub> 排出削減量が 1/5 になるのは違和感がある。
- 事務局(竹中) : 最終的には委員の皆様でご判断いただきたいが、全熱交換器を想定する方が一般的であるという考えから、(b)の計算を行った。
- 委員長 : どのような建物を一般的とするかは皆さんの意見を聞いてみる必要があると思う。人体熱負荷が(a)と比べ(b)が倍になっているのは何故か。
- 委員 : 60W/人だと人の基礎代謝よりも小さくなってしまう。比エンタルピー差を(a)クリスタルタワーは、外調機の吹き出し空気 22°Cで計算しているが、(b)は室内空気 26°Cで計算している。この差が大きい。全熱交換機の有無もあって大きな違いとなっているのではないか。クリスタルタワーの設定温度は何度か。
- 事務局(竹中) : 26°Cである。
- 委員 : なぜ、(a)クリスタルタワーの計算で外調機の吹き出し空気 22°Cを使っているのか分からないが、トータルで考えれば室内の設定温度 26°Cと外気温の差で計算するのが妥当ではないか。
- 委員長 : この議題は引き続き検討することとしたい。  
東京ビックサイトと OBP の利用人数調査のデータを合わせて集計することについてはどうに考えるか。
- 委員 : 回帰分析するときは、x 軸方向の幅が狭いと上手くいかない。違う場所のデータを合わせてよいのかは検討が必要だが、x 軸方向に幅は広げた方がよい。
- 事務局(竹中) : 【資料 2】 説明
- 委員長 : 資料 2 の表 6 で水噴霧ありとなしでメッシュ日除けの表面温度の差が 7.5°Cとなるが、MRT や SET\* で比較するとあまり差がないのは何故か。
- 事務局(竹中) : メッシュ日除けの形態係数が大きくないためである。
- 委員長 : 冷却ルーバー裏に西日除けとして設置していた植栽は常時設置していたのか。
- 事務局(竹中) : 集中測定中は常時設置していた。
- 委員長 : ここでの効果は、冷却ルーバー単体ではなく、冷却ルーバーと樹木を組み合わせた効果と考えた方がよい。

事務局(竹中) : そうである。

委員長 : CO<sub>2</sub> 排出削減量の試算の際に行ったシミュレーションは、周辺に建物がないアスファルトの中に対策施設があるという前提か。

事務局 : ビックサイトの場合はそうである。

事務局(竹中) : OBP は石畳の中に対策施設があるという前提である。

委員 : 表面温度から MRT を計算する際の放射率はいくつにしているか。

事務局(竹中) : 0.5 にしている。放射率が小さいことも、MRT にすると水噴霧のありなしで差が小さくなる原因である。

委員長 : メッシュ日除けをサーモカメラで撮影した温度と熱電対で測定した温度の差は大きかったか。

事務局(竹中) : まだ、その点は確認できていないが、サーモカメラでメッシュ日除けを撮影するとかなり写りこみがあつた。

委員 : 秋のデータも加えて SET\* と利用者の関係を表す曲線を作り直すことになるか。

事務局(竹中) : その予定である。

委員 : そうなると曲線も大きく変わるのではないか。

委員長 : 大丸有の既往研究を用いた場合でも夏と秋では違う曲線になったのではないか。

委員 : ビックサイトと OBP の結果を混ぜた曲線を使うかどうかは、ビックサイトと OBP で統一すべきである。

事務局 : 今回解析で大切になってくるのは、ピークよりも右側の曲線であるので、秋の測定結果の温度帯の情報の影響はそれほど大きくないと考えている。

事務局(JRE) : 【資料 3】 説明

委員長 : ここでの対策は放射冷房ではなく、空気温度を下げる対策だが、グローブ温度が低下していることから多少の放射冷却も確認されている。天井冷房システムの下面の表面温度の測定は行っているのか。

事務局(JRE) : : 冷却フィンの表面温度を下から測定することは難しいが、ルーバー材の表面温度の測定は行った。

委員長 : ルーバー材の表面温度は気温よりも低下しているか。

事務局(JRE) : 若干ではあるが低くなっている。

委員長 : スロープ付近の高さ 10 cm の気温が、他の個所よりも低くなっているのは、今回の暑熱対策のためか。

事務局(JRE) : : 暑熱対策は 24 時間稼働しているため、稼働していない状態で測定を行っていない。そのため、今回の暑熱対策の影響かそれ以外の要因で気温が低下しているかは不明である。

委員長 : 対策影響範囲を把握するために測定しているということか。

事務局(JRE) : : そうである。

委員長 : 資料 3 の図 18 に記載のある、駅構内環境の受容上限 SET\*32℃ というのはどのような根拠に基づいているのか。

- 事務局(JRE) : 過去に駅で行った測定を元にした研究に基づいている。
- 委員 : 田辺氏が行っている研究である。
- 環境省 : 資料3の図16を見ると、13~14時の電力量が大きくなっている。電力消費は、水のくみ上げと、上水を地下水並みの水温に低下させることと理解してよいか。
- 事務局(JRE) : そうである。水をくみ上げるための電力は一定でわずかである。
- 環境省 : 今回は地下水を使うことが出来なかったが、そもそも地下水を使うことが出来た場合は、冷却に必要な電力量は不要となる。そのような場合の電力も試算してもらいたい。
- 事務局(JRE) : 試算してみる。
- 委員 : 資料3の図17で2010年の東京気象データと比較をしているのはどうしてか。
- 事務局(JRE) : 参考資料1に記載してある通り、2010年の東京の気象データがCO<sub>2</sub>排出削減量を算出する際の基準となっている。青いグラフが2010年東京で暑かった連続した3日間の平均であり、今回測定した前橋駅の気温との比較のために載せている。
- 
- 事務局 : 【資料4-1】説明
- 事務局 : 【資料4-2】説明
- 委員長 : 技術別の効果をSET\*で確認するとオーニングの効果が他と比べて非常に大きい。ベンチの効果は特殊な方法で推計されているがいかがか。蒸発放熱をSET\*から算出しているという説明だったが、どこかに記述はあるか。
- 事務局 : 【資料4-2】の4ページに記載した。
- 委員 : 伝導放熱量がtentとsunで0なのはどうしてか。
- 委員 : 被験者はイス上部に貼った断熱材の上に座った。足元の伝導放熱量なども多少あると思うが、ここでは0とした。
- 委員長 : きれいにデータが出たのではないか。
- 委員 : 非常にきれいなデータが取れた。気になる点として、SET\* 2ノードモデルの計算式で個別に伝導や対流を算出すると今回の計算結果と合わない。
- 委員 : 2ノードモデルでは収束計算をしているので、計算過程で出てくる値は合わなくても問題ない。
- 委員 : 2ノードモデルから求めた伝導放熱量や対流放熱量が今回の計算結果が一致していれば、伝導放熱分を2ノードモデルに盛り込んでSET\*を求めたいと思っていたが難しいようだ。
- 委員 : それは難しい。
- 
- 事務局 : 【資料5-1】説明
- 事務局 : 【資料5-2】説明
- 委員 : 【参考資料3】説明
- 委員長 : 資料5-1の8ページを見ると他の場所に設置したときよりも冷却ルーバーの効果が大きい。10ページを見ると西日の遮蔽効果でSET\*6.9℃の低下とさらに大き

くなっている。OBPでは西日を遮蔽するために植栽を置いたのに対して、堺では植栽を置かずに西日を遮蔽出来て、さらにOBPよりも効果が大きくなっているため、読んだ人が混乱する恐れがある。また、三面を冷却ルーバーで囲うよりも、一面だけの方が風速を低下させないため、温熱環境改善効果が大きくなっている。技術の横並びをする際に工夫が必要である。

- 委員長 : 資料 5-2 について、ミストで身体の一部が冷やされると、全身が冷やされた時と同じような申告をするのは被験者になってみた体験からもわかる。質問をする際に、全身の温冷感がどのようになったかを意識して回答をしてもらわないと、局所を冷やされたことで、温冷感が改善したという回答になる。このデータからどこまで結論を導くことが妥当か。
- 委員 : Houghten の実験が行った手や足だけを冷やすことで全体が冷えたと感じる実験と同じである。どこを冷やすと騙されるかということ把握しておくといよい。
- 事務局 : 今回は、身体が騙されたことによる効果を積極的に記載した。全身の皮膚温は低下していないので、熱収支的には改善されていないと思うのだがその点はどうか。
- 委員 : 局所的に測定してみると、意外と全身の平均的な熱収支を代表している場合もある。対流熱伝達率がちょうどいいと対流の部分で収支がよくあう等、それが代表的に出てきているのではないかという仮説もある。
- 事務局 : 今回の結論はおかしくはないということか。
- 委員 : おかしくはない。
- 委員長 : 体感というのはそういうものということによいのではないか。
- 委員 : 極端な話、左右非対称の温熱感で実験をすると結果は振れるが、前後だと振れずに前方向の温熱を重視する傾向がある。上下だと、頭と全身では同じようには感じないという論文は書いたことがある。
- 委員長 : 資料 5-2 の 7 ページの上に、車道の騒音等のため既往テントと対策場所の心拍数の増加に影響が出て逆転しているという記述があるが、これについてはどうか。
- 委員 : 複合影響は難しい。熱と騒音のどちらかが極端であれば引きずられることはあるが、そうでなければ相互作用になる。もちろん、騒音の影響はあると思うが、どの程度影響しているかの判断は難しい。
- 委員長 : 既設テントと対策場所の心拍数の逆転を騒音による影響という説明で良いのか。
- 委員 : 騒音と温度の複合影響で等快適線を書いたことがあり、騒音と熱環境の影響が逆転に近い状態になったものはある。
- 委員長 : 車の騒音の影響は既設テントと対策場所では同程度なのではないか。
- 委員 : 対策場所の方が幅も狭く落ち着かないと思われる。
- 委員 : 心拍数を腕で測定しているが、ミストで上腕を冷やしたことで上腕の血流が増える影響はないのか。
- 事務局 : 心拍数なので上腕だけの影響を受けるわけではないため、影響はないと考える。
- 委員 : ミストを噴霧していた際は、グローブ球は濡れていたのか。
- 事務局 : ミストの噴霧量を 2 倍にした際には濡れた。

委員 : 対策場所の MRT が夕方低下しているのはなぜか。  
事務局 : 冷却ルーバーによる西日の遮蔽効果である。

## 2) 技術評価のとりまとめの方向性の検討について

事務局 : 【資料6】説明

委員長 : この様な取りまとめについて、使う側の委員からコメントはないか。

委員 : 3回目の検討会で総まとめをし、今回の検討会は技術的なまとめだと思うので、特にコメントはない。

委員長 : 冷却ルーバーは主風向を考慮して設置すべきということであるが、もともと風の弱いところだと影響は少ないと考えられる。効果に幅を持たせているが、受け取る側のためにも条件設定をどのようにまとめるかが大切になってくる。実測であれば、基準点となる場所が各測定場所で異なるため、条件を最終的には統一させる操作をするかどうかや、シミュレーションをするのであれば、対策場所の周りを建物のないアスファルト舗装に統一するなどが、まとめる際の視点になる。

委員 : シミュレーションの諸条件を教えてほしい。

事務局 : シミュレーションは CO<sub>2</sub> 排出削減量算出の際には実施しているが、現在、資料6で示している技術評価のとりまとめは実測の結果から記載している。

委員長 : 実測結果を横並びにするうえで何かしらの操作が必要なのではないか。三面の冷却ルーバーよりも、一面の冷却ルーバーを設置した堺の方が涼しいという結果になったが、並べてみたときに違和感があるのではないか。

委員 : 実際に対策場所で感じた体感とは異なる。このように表に幅を持たせて記載しただけでは、風が遮られているため、SET\*の低減効果が小さくなっているということを読み取れない。

委員長 : 効果の幅があるのであれば、その理由を示す必要がある。

委員 : 場所ごとに整理すると分かりにくいと思うが、面積が広くなるとこの様になる、風を妨げなければこの様になるなどの補足が必要である。

環境省 : 何が他の場所でも使えるのかを示したい。

委員長 : 文章でただ書くだけでは本質が見えなくなってしまう気がするので、数量的に示せるといい。

事務局 : まとめてしまう前に、どんなことが一番影響するかの整理が必要で、その影響ごとにどれくらいの影響があるかを記載していきたい。

委員長 : 使う側は1つ1つの技術を採用するかどうかの判断基準が欲しいと思うので、条件ごとにこの技術が適するというアドバイスがあれば、より使いやすくなると思う。

事務局 : 一度まとめてから、使う側の立場からまとめ直す必要があるかもしれない。

委員長 : 今回の結果のような、技術的なところだけをまとめても、使う側にはピンとこないことがあるかと考えられる。今回の調査で、何かが見えたというのを報告書で出せた方が良いのではないか。

- 委員 : 最後のアウトプットはツリー状にしてはどうか。分岐点には、地下水が手に入るかなどが該当する。ルーバーであれば地下水の冷たさは必要なく、前橋で行った対策であれば、地下水の温度を利用するのが望ましい。西日が当たるかどうか、風通しが良いかなどもメニューになる。オリンピック・パラリンピックを意識すれば、暑熱対策の対象は選手か観客か、観客に日射が当たる場所なのかなども分岐になる。
- 委員長 : 最後はそのような切り口を念頭に置いてまとめた方が良いと思う。
- 事務局 : ビックサイトの 8/9 の測定はフェーン現象の影響を受けているが、そういった気象条件での結果をまとめに記載することについてはどうか。
- 環境省 : 湿度がこの程度であればこの様な効果はあるということは記載すべきと思う。
- 委員長 : 傾向を見るうえでは先ほど委員 が言ったように、ダイナミックレンジが広い方がトレンドをみるうえでよいので使うことは問題ないと思う。
- 事務局 : 実際に湿度 30%という日は夏にはあまりないので気になっている。
- 委員長 : 条件付きの記述であれば問題ないと思う。
- 委員 : 東京が猛暑の日はフェーン現象が影響していることも多いため、そこまで特異的ではないのではないか。

### 3) 全体を通して

- 事務局 : SET\*と利用者の関係の曲線の導出にビックサイトと OBP の結果を合わせるかどうかは、秋の OBP の結果を待って実際にやってみるのが良いか。
- 委員長 : 実際にデータを見て検討してみた方が良い。
- 事務局 : オフィス退出 1 人当たりの電力消費量についてはどのように検討するのが良いか。
- 環境省 : 別途、場を設けて検討いただくのがよいのではないか。
- 委員長 : ワーキンググループを作るなど事務局で進め方を検討してほしい。
- 事務局 : これで検討会を終了する。次回の検討会は年明けの開催を予定している。取りまとめ、技術評価、CO<sub>2</sub> 排出量の削減効果について議論いただきたいと考えている。

以上

### 3. 第三回検討会

日時 平成29年2月3日(金) 13:00~15:00

場所 TKP市ヶ谷カンファレンスセンター 会議室

出席

(委員) 足永 靖信、奥山 博之、川原 博満、後藤 圭二、鍋島 美奈子、  
成田 健一、堀越 哲美、本條 毅、三坂 育正 (五十音順、敬称略)

(環境省) 水・大気環境局大気生活環境室 行木室長、長谷川統括室長補佐、  
梅澤調整係長、倉上調整係員

(オパザンバー) 内閣官房 東京リビック競技大会・東京パリアルニック競技大会  
推進本部事務局 永長参事官補佐

環境省 水・大気環境局 土壌環境課地下水・地盤環境室 鈴木環境専門調査員  
東京都 環境局地球環境エネルギー部 環境都市づくり課 森課長代理

(事務局) 竹中工務店技術研究所 大竹、安藤、藤原

JR 東日本建築設計事務所 大石

ハオ技術コンサルタント事務所 木村

環境情報科学センター 石丸、堀口、大場

議事

- ・夏期測定実施報告続報 (JR 前橋駅、堺市綾ノ町)
- ・技術評価のとりまとめの検討
- ・CO<sub>2</sub> 排出量削減効果のとりまとめの検討

配付資料

資料1 JR 駅(前橋)での検証 結果続報

資料2 堺市綾ノ町駅電停での検証 微細ミスト評価追加実験概要

資料3-1 技術別評価

資料3-2 技術の比較評価の提案

資料4 CO<sub>2</sub> 排出量削減効果とりまとめ

参考資料1 事業報告書章立て(案)

参考資料2 東京ビッグサイト前海上公園での検証

参考資料3 大阪ビジネスパーク(クリスタルタワー)での検証

参考資料4 熊谷市役所前バス停での検証

参考資料5 堺市綾ノ町駅電停での検証

参考資料6 技術設置・運用に係る留意点まとめ

参考資料7 CO<sub>2</sub> 排出削減効果の評価方法の検討

参考資料8 第2回検討委員会 議事要旨

## 議事要旨

事務局 : 資料の確認

### 1) 夏期測定実施報告続報 (JR 前橋駅、堺市綾ノ町)

事務局(JRE) : 【資料1】説明

委員 : 【資料2】説明

委員長 : 同じ SET\*でも濡れて皮膚温が 1.9℃下がることで、体感の評価がどう変わると考えているか。

委員 : 濡れて皮膚温が下がることで、温冷感申告値が下がることを示したいと思っている。

委員長 : そのためには、風によって皮膚温が下がるのと濡れて皮膚温が下がるのが同列に評価出来ることが前提となる。

委員 : 今回の資料では示していないが、申告値のデータもあるので、そちらの解析も進めていきたい。

委員長 : 皮膚温は複数個所で測定しているが、全て濡れていたか。

委員 : すねや足の甲などは濡れなかった。

委員長 : 濡れることによる涼しさは局所的な涼しさである。風や気温低下などによる身体全体に対する涼しさと同列に評価してよいのか。

委員 : 今回の実験からは、濡れによる局所的な涼しさが、気温低下などによる身体全体に対する涼しさと同列に出来るかまでは検証できていない。

委員 : ファンだけ稼働させた時よりも、ミストとファンを稼働させた時の方が SET\*が高くなっているのは、湿度が上昇したからか。

委員 : そうである。屋外で空気が拡散されれば、このような結果にはならなかったと考えられる。

委員 : 図6と図10の風速が大きく違うが何故か。

委員 : 風速計を置いた場所が違うためである。SET\*の計算の際には、事前に測っていた被験者位置の風速 1.13m/s を使っている。

事務局 : 資料2の実験結果を本事業の報告書にどの程度記載すべきか、ご意見を頂きたい。

委員 : 微細ミストによって濡れると皮膚温度が低下することは記載できる。ただし、室内での被験者1人の実験結果からは、濡れることにより快適性に関する申告値が良くなるとは言いきれない。

事務局 : 「微細ミストで皮膚が濡れることで皮膚温が低下し、温熱快適性の改善に寄与する可能性がある」という記述はどうか。

委員 : 問題ない。

委員 : 申告調査で、濡れ感については濡れているという回答が多いか。

委員 : そうである。

委員 : どのような発汗状態の皮膚と比較しているのか。

委員 : 意識しない程度に汗ばんだ皮膚と比較している。

## 2) 技術評価のとりまとめの検討

事務局 : 【資料 3-1】説明

事務局(竹中) : 【資料 3-1 (1.1.3 メッシュ日除け(+散水))】説明

委員 : 異なる日よけの比較はしないのか。

委員長 : 資料 3-1 では、本業務で測定した技術の効果を記載している。資料 3-2 では技術間の比較を行っている。

事務局 : 【資料 3-1 (1. 2 側面の冷却)】説明

委員長 : ルーバーにより風が弱まると、風の低減効果による影響が計算上大きくなるので、実際の体感とズレが生じる可能性がある。15 ページの文章についてはいかがか。

委員 : 基本的には良い。「気温や風速の秒単位の乱れ」という記述があるが、実際には秒単位以下の乱れもあるため、具体的に記述しすぎない方が良い。「非常に短い時間の乱れ」程度の記述としてはどうか。

委員 : 樹木の下は風速が低減されるため、対象地点よりも SET\*が上昇してしまうことがある。屋外空間は乱流状態なのでそれを考慮すると評価が高まるだろう。今回は風速の評価は省略するか、備考として「風速の評価についてはまだ研究段階であるが、今回は一般的な指標として SET\*を使用した」という記述があるといい。

委員 : 一例で、乱れを加味した研究を取り上げられると良い。

事務局 : 「乱れ」、「短い時間」という言葉を使い記述すればよいか。

委員 : それでよい。あまり細かく記述しすぎない方が良い。

事務局 : 【資料 3-1 (1. 3 地表面の冷却、1.4.1 送風機付き微細ミスト噴霧)】説明

事務局(JRE) : 【資料 3-1 (1.4.2 天井冷却システム (半屋外空間での設置)】説明

事務局 : 【資料 3-1 (1.5.1 水冷ベンチ)】説明

委員 : 参考資料の WBGT についての記述で、湿球温度は気温と湿度から求めるという記述があるが、湿球温度を測定しても良いのだから気温と湿度からも求められるという記述にすべき。

委員長 : 39 ページの表は、日射と長波放射は分けなくても良いか。

事務局 : 冷却ルーバーなどは、散乱日射遮蔽効果も含まれているので、分けることは難しい。

事務局 : 【資料 3-2、参考資料 6】説明

委員長 : 技術評価について、どのような表現で本事業の成果を発信していくかを議論したい。天井冷房システムだけ 21 時間稼働という具体的な設定があり不自然に感じる。

事務局 : 他は屋外設置だが、天井冷房システムは屋内・半屋外設置という違いがある。

- 委員長 : 横軸のエネルギー消費量を日ごとではなく、時間ごとにするには問題があるか。
- 事務局 : 問題はない。厳密に言うと、時間ごとに負荷は異なるため、プロットの位置は変わってくる。
- 委員長 : 縦軸の体感温度改善効果がある決まった時間の効果なのに対し、横軸は1日あたりのエネルギー消費量である。縦軸と横軸の時間の基準が異なることに違和感がある。
- 委員 : 対策技術の単位面積あたりの冷房負荷で比較する必要があるのではないか。
- 事務局 : 10 m<sup>2</sup>に設置するであろう規模に揃えて比較している。
- 委員長 : どこかに記載が必要である。
- 委員 : エアコンは 28℃設定にしているが、同じ体感温度の低下量で消費エネルギーをプロットすると、直線にはならない可能性が高く、今回実施した技術とエアコンの優劣を単純に比較するのは難しい。
- 委員 : エネルギー消費量は、使うか、使わないの2段階でも良いのではないか。
- 環境省 : 低炭素化が前提の業務のため、エネルギー消費量が少ない技術が選ばれている。前提である要素を評価項目に入れるべきかご意見を頂きたい。
- 委員長 : 比較対象としてエアコンを図の中に入れないと、エネルギー消費量を示す横軸の意味がない。
- 委員 : 当委員会名にもある地下水の「余剰」に対するイメージは共有できているか？冷却ベンチ、水景施設、天井冷却システムなどは利用可能な冷水が必要となる。それには、既存の深井戸が存在し水処理システムが稼働している状況で「余剰」しているケースと、地下空間に水が「余剰」し新規に井戸を掘削し処理して水源を得るケースが考えられる。委員会として技術を提案する際には、実装を検討する者に対してそこを明確にしておきたい。
- 事務局 : 余剰の定義はきちんと出来ていない。冷水の確保については井戸を掘ると書くだけでなく、より丁寧に記載する。
- 委員 : オリンピック・パラリンピックを意識するときに、近傍の工場等の余剰地下水を水温を保ったままマラソンコースに引いてこられるケースや用途はあるのか。
- 事務局 : 工業用水であれば可能である。
- 委員 : それは「余剰地下水」なのか。一般的に工水の水源は表流水であるが、そうであれば夏場 30℃を超え、冷水とはならない。
- 事務局 : 地下水は東京では確保できないという認識である。
- 委員 : 湧き水マップを活用すると面白いかもしれない。地中熱利用の話になるが、地下水を利用するともものすごくエネルギー効率が改善する。今回は、低コストな水源である地下水の確保を前提としていることは記述すべきである。
- 環境省 : これから定義をし直して、それぞれの場合ごとに検討し直すのは難しい。注として、低コストな地下水を利用する前提であることを記述すると共に、処理の必要な場合などにエネルギーやコストがかかるかを記述することとしたい。
- 委員 : 都市によっても条件が異なり、地下鉄の工事の際に、地下水が湧き出てしまうた

め、大量に捨てている地域もある。地下水を利用できる地域もあることは記載してほしい。体感温度改善効果とエネルギー消費量の図の横軸は、エネルギー消費があるかどうかで分類するのが良い。耐久年数やランニングコスト、メンテナンスコストもエネルギー消費量に匹敵する指標になるのではないか。

委員 : ミストといっても、常設設備とイベント時だけ局所的に稼働させるものとは単純に比較できない。

委員 : 対策場所への投入可能量は想定しているか。どのような場所にも設置しやすい技術と、限られた場所に設置可能な技術では異なると思う。

委員 : 目標とすべき、体感温度の改善値はあるのか。体感温度改善効果とエネルギー消費量の図を素直に見ると、オーニングは7℃も低減するので採用しやすく、保水ブロックは低減効果が少ないので、採用しないということになる。求める改善値を達するための技術の組み合わせを提案する必要があるのではないか。

事務局 : 1つの技術の効果だけを見られて切り捨てられるのは避けたい。保水ブロックも組み合わせによっては、効果が上乘せされることもある。単体ではなく組み合わせに使うオプションを検討する際の情報でもあることを紹介する必要がある。

委員長 : レーダーチャートについてだが、③導入のしやすさ(コスト)にメンテナンス代は入っているのか。

事務局 : ③導入のしやすさ(コスト)には入っていないが、④導入のしやすさ(配慮事項)には含めている。

委員長 : 視覚的效果も曖昧である。

事務局 : レーダーチャートの5つ目として、視覚的效果を採用したが、それに代わる指標があればご提案頂きたい。

委員 : エネルギー消費量という指標はエネルギー消費量の少なさを表しているのか。

事務局 : そうである。

委員長 : エアコンと比較すればどの技術もエネルギー消費量が少ないので、ある程度評価が高くなるように基準を変えたらどうか。

委員 : 水冷ベンチはこんなにコストが安いのか。

事務局 : メーカーも開発中のため定価ではないが、1基当たり40~50万円である。

委員 : レーダーチャートは細かい課題もあるが、全体としては導入する側の参考になるものになったのではないか。

委員 : 北海道や沖縄など地域によってレーダーチャートの形が変わるということはあるのか。

委員 : 北海道でも気温35℃の際にはこのレーダーチャートを活用できるので、地域ごとに作る必要はないのではないか。

委員 : これを参考に他の技術でもレーダーチャート作ってもらうための評価事例なのか、オーニングのレーダーチャートはこれだということを示したかったのか。

事務局 : 評価事例である。

委員 : 前回の検討会でも発言したが、条件の選択肢毎に分岐し最終的に適切な技術にた

どり着くツリー状のフロー図の作成を検討してほしい。コンサルタントが、暑さ対策技術を導入したいお客さんに問うであろう条件を分岐の項目にする。ツリー図が難しければ、条件別に適用可能で最適な技術はこれ、といった記述はできないのか。

事務局 : 本業務の資料には、今回対象にした技術を対象にしており、全ての技術を網羅していない。まちなかの暑さ対策ガイドラインを改訂する際には、本業務の成果も反映しつつ記載出来たらと思う。

### 3) CO<sub>2</sub> 排出量削減効果のとりまとめの検討

事務局 : 【資料4】説明

委員長 : CO<sub>2</sub> の削減効果について、何か比較対象があると良い。

委員 : 風力発電などの環境技術と比較する時、対策費用としては t-CO<sub>2</sub> あたり 2 万円に抑える必要がある。その基準だと、バス停一か所あたり、5000 円しか使うことが出来ない。

委員長 : CO<sub>2</sub> 削減効果以外の暑熱対策効果もあるので単純には比較できない。費用について記載するかは、環境省の判断に任せたい。

環境省 : 1 年間本検討会にご参加いただいた委員の皆様にお礼を申し上げます。面白いデータを取ることが出来たので、この実証事業の成果を広く普及していきたい。

以上