

## 参考資料 6 検討会議事要旨

### 1. 検討会議事要旨

#### 1.1. 第1回検討会

#### 平成27年度余剰地下水等を利用した低炭素型都市創出のための 調査・検証事業検討委員会 第1回 議事要旨

日時 平成27年7月6日（月）15:00～17:00

場所 TKP市ヶ谷カンファレンスセンター 会議室

出席（委員）川原 博満、国富 剛、後藤 圭二、都築 和代、鍋島 美奈子、  
成田 健一、堀越 哲美、本條 毅

（欠席）足永 靖信、三坂 育正 （五十音順、敬称略）

（環境省）環境省水・大気環境局大気生活環境室 行木室長補佐、梅澤調整係長、小池室員

（オブザーバー）： 環境省総合環境政策局総務課 湯浅係長

環境省総合環境政策局環境保健部環境安全課 加藤課長補佐

環境省水・大気環境局地下水・地盤環境室 鈴木環境専門調査員

東京都地球環境エネルギー部環境都市づくり課 堀主事

（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 大貫、大石

環境情報科学センター 石丸、堀口、中村

#### 議事

- 1) 事業実施計画（案）について
- 2) 余剰地下水等を利用する際の留意事項について
- 3) 暑熱対策によるCO2削減メカニズムの想定
- 4) 検証事業実施計画について

#### 配付資料

資料1 事業実施計画（案）

資料2 余剰地下水等を利用する際の留意事項

資料3 暑熱対策によるCO2削減メカニズムの想定

資料4-1 検証事業実施計画案（東京ビッグサイト前海上公園）

資料4-2 検証事業実施計画案（大阪ビジネスパーク（OBP）クリスタルタワー）

資料4-3 検証事業実施計画案（JR 駅（前橋））

資料4-4 検証事業実施計画案（熊谷市役所前バス停）

資料4-5 検証事業実施計画案（堺市綾ノ町駅電）

資料4-6 生理実験計画

## 議事要旨

- 環境省 : 都市部の平均気温は上がっており、IPCC 最新知見でも気候変動の進行もありさらに悪化の見込み。また、暑い時期に開催予定の東京でのオリパラ開催も相まって屋外での暑熱環境を和らげるのはますます重要となっている。これを踏まえ、有効活用の余地のある余剰地下水等を利用して暑熱ストレスを軽減し、それを通じて冷房消費を押さえるような低炭素事業を実施したいと考えている。については、事業実施に関連する事項につき、ご議論をお願いしたい。
- 事務局 : 資料の確認、委員・オブザーバー紹介、座長の選出
- 委員長 : 今年は余剰地下水、なおかつ低炭素ということで CO2 削減に結びつけるのが肝である。オリパラに向けて行政も関心が強く、多くの方に参加頂いている。

### 1) 事業実施計画(案)について

- 事務局 : 【資料1】説明
- 委員長 : 本日はまず事業全体を共有したいので資料2、3まで先に説明を受けてから議論することとする。

### 2) 余剰地下水等を利用する際の留意事項について

- 事務局 : 【資料2】説明
- 委員 : 湿度は気温が低いと影響がないという Koch の文献は、アメリカでも疑問視する声もあるので、引用はせずにそう言われているという程度にした方がいい。もう一点、水源については、高度処理水をどう位置付けるかについて、使わないとしても言及しておいた方がいい。東京、神戸、松本で利用されている。
- 委員 : 蒸発冷却が主となっているが、閉鎖空間だと蒸発させても空気が持っている熱量は同じなので、気温は下がるが湿度も上がって相殺され、快適感は変わらない可能性がある。また、ここに挙げられていないが、地下水との熱交換で温度を下げるというのも含めるといいのではないか、こちらは蒸発はしない。
- 委員長 : 後者については、環境省で地中熱利用を検討する別事業があるため、この委員会では想定していないのではないか。
- 事務局 : 地下水の冷たさを直接利用した暑さ対策は入れている。
- 環境省 : 地下水熱について環境省で別途実施している事業では冷房利用に限らず幅広く検討している。今回の委員会でも排除せず、屋外での暑熱ストレス削減に使えるものがあれば含めたい。
- 委員 : 完全に地熱と考えなくても、顕熱の交換によって冷却はできるので、余剰地下水の利用という面では考慮できる。この資料に出ているのは、ほとんどが蒸発冷却である。地下水の温度にも夜が流水面で使う場合でもパイプの中を通す場合でも冷却用途として使えるのではないか。
- 事務局 : いくつか、そのような利用を想定している。
- 委員 : 最初に整理をしておきたい。余剰上水はどう扱うか。人口減少社会の中で、プラントのキャパシティは一定でどんどん水道水が余っている。それを目的外に使う

ことは水道法上で壁があるが、ドライ型ミストでは一部、特別に使い始めている。また、CO2 排出量 LCA を考えると、余剰地下水とはいえ用水と排水の処理に電力を使う。地下水も水道水も、水資源そのものは再生可能資源で原材料費はかからないが、エネルギー面での検証となると、例えば深井戸を使う場合には用水にかなり電力を使うし、資料4ページに書いてある鉄やマンガンの量によっては非常に色がつくので普通の水道の処理プラントが必要となる。こういう点をどう考慮するのか疑問に感じたので今の段階で申し上げた。

委員長 : CO2 の評価手法について後の資料に出てくるが、どこまでをカウントした CO2 削減とするのか、という議論がある。上水を使うなら上水を作るところで排出される CO2 まで考慮するのか。純粹に対策前と後を比較した削減効果というのが、まづもって把握すべき点ではある。

環境省 : 今回の事業の目的はあくまで低炭素型の都市づくりに繋げることであり、最終的な結果として当事業をやるためにエネルギーの消費量が上がっては、当事業としてはそぐわない。今、有効に使われていない都市の中での水資源を効果的に使っていくという観点であり、他の利用目的がある水を当事業に使うことは目指していないし、水資源を得るためにエネルギーをたくさん使うことは考えていない。余剰上水も長期的にはプラントをどうしていくのか考えるべきだが、一時的に余っているなら活用することも当事業の中で視野に入れていいのではないかと。資料2のあたりで事務局に整理してもらいたい内容がある。都市部によっては水資源に限りがあり地下水の利用に伴う地盤沈下が起きている地域もある。地域によっては過剰な利用による弊害があるという点についても整理が必要だろう。関連法規についても、水道法および、地盤沈下防止の観点からいくつか法規がある。今日の資料にはないが、この先でしっかり整理してほしい。

事務局 : ご指摘の点は整理する。季節性の問題もあり、地下水も上水も夏には使いにくくなるので、それも含めて整理をしていく。

委員 : 地下水については、都心では汲み上げざるを得ない所があり地域性がすごく効いてくるので、それは把握しておく必要がある。極端なことでは長良川では河口堰の16パーセントしか使っておらず、水源を確保してはいるが使えていないという話がある。それを運ぶのでは費用がかかる。

委員 : 地下水の量に関する記述がない。蒸発散量でいうと、面積当たりミリオーダーなのか、その100分の1くらいなのか。100分の1でも面積が広ければ大量になる。それによって、できる事がかなり違ってくる。

委員長 : ここでは、どの量をどう使うとどう効果が得られてそれが CO2 削減にどう寄与する、というストーリーが可能性として考えるという独立した議論として整理をする。その次の段階として、それに必要な水をこういう場所ではこのように入手する、という地域の適性も考慮した議論が必要となる。そこは切り分けをして視野には入れつつも進めていくということで宜しいか。

事務局 : 水と暑さ対策として整理すべきマイクロなポイントと、面的普及の検討では資源としての水の扱いにも言及すべきと考えており、その段階で整理が必要になる。

委員長 : 面的に考える時には、効果だけでなく、面にするとエリアが広がることで水の利用の適・不適もエリアによって変わるのでその議論が出てくる。

環境省 : 全体としては水の利用状況なども含めたいが、検討会の場で議論するものではなく基礎調査として整理すべき内容である。

委員長 : 地域性を考慮せず推奨する方法という議論ではない、という点を念頭において進めることとする。

委員 : 地下水だけでなく上水も含むのなら、地表面や壁面を濡らすだけでなく部分的に体が濡れても問題ないと考えられるが、その部分は意図的に除外しているのか。バス停のような所では空気を冷やしてもほとんど効果がないと考えられるので、人に直接かけるという事を考えてもいいのではないか。

事務局 : 念頭になかったが、微細ミストの噴霧による効果として皮膚を濡らしているのかという点では入ってくる。ただ、それはまだ研究段階と認識している。

委員 : 手を濡らす等の方が、効果があると思う。手や足は体温調節にとっても効果がある。

事務局 : 足水のような内容は後の資料で意見を頂ければと考えている。

環境省 : 排除しているわけではない。

### 3) 暑熱対策によるCO2削減メカニズムの想定

事務局 : 【資料3】説明

委員 : B/C (費用便益比) の評価はするのか。最終的にはコストを算出するのか。

環境省 : CO2 削減に関連して、必要になると考えている。

委員 : エネルギー削減量から CO2 削減量を出すのだろうが、例えばキーパフォーマンスインデックスなどを作って、いわゆる直接のエネルギー削減量の CO2 削減と SET\* などから副次的効果の評価と、二本立ての評価と考えればいいのか。参考資料にある全国地球温暖化防止活動推進センターでは、そういうやり方をしている。

環境省 : もともと暑熱対策を実施して、かつ CO2 削減に、という二本立てなのでやはり副次的なことを視野に入れる必要があるのではないかと考えている。

事務局 : パフォーマンスインデックスとはどういうものか。

委員 : 自分たちで論理立てて作ればいい。B/C が厳しいときに副次的な点で補てんが必要となる。普及の際に効果をいかに納得してもらおうか考えてやっている。

委員 : CO2 削減量で評価してこれが効果的な手法だと打ち出す際に、地域によって電力の原単位が異なる点はどうか。この地域では有効だが、こちらの地域ではそうでないという逆転現象が生じる可能性があり混乱するので、あくまでもジュールで表すというのはどうか。

環境省 : 電力の排出係数は地域性も時間変動もあり、扱いに工夫が必要となる。ジュールを中間段階として使うのも一つの考え方ではあるが、エネルギー特別会計の事業でもあり、アウトプットが CO2 削減であるので、CO2 での整理もしてほしい。温暖化対策課と相談して、何かひとつ係数を固定するのがよいのではないか。

委員長 : 竹中工務店の調査ではどうしていたか。

事務局(竹中) : 係数、計算式を与えられていた。

- 委員 : 参考までに、地球環境局の事業で実施している家庭の省エネ診断においては、地域でも年度でも原単位が異なり、せっかく節電しても原単位が跳ね上がることで結果的に増えるという状況になり得る。それを考慮するために原単位は固定して、努力をどう評価するかにポイントを絞っている。
- 委員 : 夜間電力を使うと効果的だというようなことが出てきた時にどうするか。
- 委員長 : もちろんそれによって B/C の限界が変わることを念頭にはおく必要はあるが、ここでは考慮すると複雑になる。
- 委員 : もう一つ、パッシブ手法をどう効果評価するかという点において、例えばゴーヤを植えるのは手間がかかって、それによって代謝量が増えてご飯をたくさん食べるようになって総 CO2 排出量は増えたとか、その辺りは無視する前提でいいか。つまり CO2 削減というのではなく先ほどのジュールの話のようにエネルギー削減量で考えるなら、そこまでやる必要はないと明確になる。
- 委員 : 冷房の中にいる二人のうち一人が外に出るというのを数える手法はどういうものか。単純に、外にいる人数が冷房空間内から出てきたと解釈するのか。
- 事務局(竹中) : 地球温暖化対策課の事業では、室内空間がタスクアンビエント空調で個人が一人減ったことをカウントできるシステムがあり、スマートフォン等でその人のいる場所まで把握できる。そのため、カウントできる想定をしているが、普及という観点では厳しい。
- 委員 : 完全に一人一人の行動を追跡するという手法なのか。
- 事務局(竹中) : 将来のビジョンとしては、そう考えている。
- 委員長 : 資料 2 点目の、駅での内容には異論ないか。
- 委員長 : 許容範囲までパッシブで下げることができればクレームが減るという話で、理解しやすい。3 点目の、事前の環境がいいと車内の冷房を上げてクレームが出ないというものは、このストーリーで進めて問題ないか。
- 委員 : それを直接、エネルギー換算できるのかという話はある。
- 委員長 : 今想定しているのは、車両側の冷房を弱くできるということ。
- 委員 : 気持ち良さのような点が考慮されない。
- 委員長 : 温度ギャップが小さい方が体にいいという話などは、目に見えない効果を扱うことになり、研究的には面白いテーマだが評価するのは難しい。
- 委員 : 例えば、車内に入ってちょうど良い温度は 5 分間ならばいいが 10 分間経つと寒く感じる、ということもある。
- 委員長 : 直接的なエネルギー削減による CO2 削減と、プラスアルファで、割増の CO2 削減をどうするかという委員の指摘した部分が出てくるということになる。
- 環境省 : 確認だが、委員の先ほどの指摘は、CO2 換算で考えると代謝で増える呼吸量を想起してしまうということか。
- 委員 : それもあるが、直接的に冷房換算だけすればよくパッシブな物を作る際の LCCO2 は考えなくていい、とした方がいいという内容だった。
- 環境省 : 了解した。念のため、一つ補足しておきたい。資源エネルギー庁でやっているジュール換算も、環境省でやっている CO2 の換算も対象としているものは同じであ

り、エネルギーの消費に起因する CO2 排出量を評価している。それを踏まえてバウンダリーを明記してほしい。

#### 4) 検証事業実施計画について

- 事務局 : 【資料4】各担当より各事業の実施内容について説明
- 委員長 : 竹中工務店と JRE 設計は過去の実績もあり、綿密に計画を立てている印象を持った。
- 委員 : 純粋に余剰地下水等利用ということであるなら、水を使った場合と使わない場合の比較をする必要があるということになるが、それをやるとあまり効果がないという結果になりそうな気がする。日射遮蔽の効果が大きいと考えられるが、それも含めて効果だと評価するという理解で問題ないか。
- 事務局 : 対策を設置した後に、導水する場合としない場合での熱環境の違いを測ることは平成 28 年度に実施予定である。
- 委員長 : メニューがどれも似ている印象は否めないが、さほどバリエーションがあるわけではないし、個々に濡らし方や放射冷房的な物など違いはある。
- 委員 : 暑熱対策にかけた労力と効果との比率は大切。例えば微細ミストの有無もあるので、労力の積算との対応を見ると、効果の違いも述べられる。そうすると、資料 3 の 3 パターンで多少、優劣が出る。
- 委員長 : 場所の制約もある。良いと分かっているけど設置できない場所もある。
- 委員長 : JR の天井冷房について、資料にはルーバーに 12℃の冷水を供給すると書いてあるが、どうするのか。
- 事務局(JRE) : 資料にはメーカー提供の図を載せているが、実施には地下水あるいは水道水をそのまま供給することを考えていて、水温は 18℃~19℃くらいを想定している。
- 委員 : 現地を見たのは堺だけだが、おそらくこの中で環境が一番厳しく、少し日陰にしたくらいでは効かない。ここでは微細ミストを積極的にかけて体を蒸発冷却で冷やすことをメニューとして考えるべきだと感じた。ただし、評価の方法が確立されていないという問題があり、効果を低く見積もり過ぎてしまうのではないかと、実際に感じるほどの効果を表現できない可能性があるかと危惧している。
- 委員長 : 暑熱対策をどう評価するか、体感を評価すべきとか放射環境が重要という議論を昨年までしてきたが、果たしてこの現場で理想的な体感評価が可能なのか。
- 委員 : 現場ではおそらく難しい。
- 委員長 : そういう現場の制約がある。また、人の反応まで見るのかというところをやるかどうか。実際には、結果として数字を出すのは大変なので、綿密に実験計画を立てないといけない。竹中工務店や JRE 設計のものは経験もあり計画もしっかりと立ててあるのでお任せできる。JRE 設計の場合は導入後に差が出るのかどうか、また現場でどう運転をするのか、環境によつての ONOFF などのノウハウがあるので、そこを踏まえるとなると大変だと思われる。
- 委員 : 各手法で、空気の流れを考慮していないのは単純化のためか。OBP のクールルーバーでも外から風を入れると蒸散量も増えて体感温度が低くなるのではないかと。

積極的に取り入れることはしないのか。

委員長 : 屋外なので、環境の変動を測定して踏まえるということであり、人工的にコントロールはしないということではないか。

事務局 : 唯一、先ほど委員が最も厳しいと指摘した堺の現場は、日射遮蔽も充分にできないためミストファンを回して強制的に冷やそうとしている。ただしエネルギーを使うので、それがどうかという評価はしなくてはいけない。

#### 5) 面的普及効果について

委員長 : 最後に面的利用の方針について議論したい。資料1の3ページにあったように二年目には面的普及の効果検証がテーマとして入っており JAMSTEC の利用が提案されているが、打ち水や屋上緑化であればその面積で把握できるのに対して、今回はスポット的な物なのでどう評価するか。竹中工務店の場合はこれが多くのビルに作られれば良いという話か。JRE 設計の場合はこれを JR 全駅でやるという話になるのか。そういうことを具体的な数字で拾えるのか、イメージしにくい。

委員 : スポットなので単純に掛け算すればいい。面に展開したことによる色々な効果を考えないといけないが。

委員長 : 面的効果は単純に足し算ではなくてプラスアルファの効果がある、ということであれば、面的評価を敢えて考えるために手法を導入するというのはある。例えば小さいのを多数やるのと大面積をやるのとでは同じ面積でも違う、というような効果が、もしあるのであれば。ただ、今回の物にそのようなプラスアルファの効果がないのであれば、委員の指摘のように、箇所数を掛け算するという単純な話になってしまい地球シミュレータは必要ない。

委員 : どこに設置するのが最適か、という検討はありうる。

委員 : 受益者の人数という検討もあると思うが、その場合も面的にシミュレータを使うというイメージではない。地下水を道路全面に散水するというようなメニューがあればシミュレータを使うことになるのではないか。

事務局 : もともとシミュレータを使おうと考えたのは、効果を気温に変換し、気温が下がることでより効果が上がるという展開を考えていた。

委員長 : スポットだと外側とのインタラクションがなく、気温を低下させるほどにならないのではないか。

委員 : 先ほどのバス停のような対策を、アーケードのように連続的に設置すると考えたかどうか。全街路ではないにしても、街路のある広がりを対象としてやってみたらどうか。ただしその場合、境界条件の問題があるので計算は大変である。

委員長 : スケールは 100 メートルオーダーなのか、キロオーダーなのか。

委員 : コミュニティを作る場合として考えると、アーケードや広場を作ることがある。その際に、広場は OBP のような物を、道路にはバス停のような物を広げると考えれば面的という感じがする。ただし建設に際して CO2 が排出される問題は出てくる。まちづくりを考えるなら、単にスポットを複数作るだけという話ではない。

委員 : コストが安ければ、オリパラのマラソンコースを全て覆うという案はありうる。

- 委員長 : いずれにしても、どういう面的かをもう少し整理してから次回に議論を深める必要がある。
- 委員 : 本日の感想として、民間の立場から見ると、CO2 排出が減るとしてもクールスポットをまちなかに作っていくことは B/C の点で難しいという印象。また、竹中工務店の事例は、集中冷暖房のところでは効果に繋がりにくいだらうからタスクアンビエント空調の普及が必要と言え、こちらも B/C が絡んでくる。ただ、今回の議論の結果には非常に興味を持っている。
- 事務局 : 本日の議論を基に整理を進めていく。

以上

## 1.2. 第2回検討会

### 平成27年度余剰地下水等を利用した低炭素型都市創出のための 調査・検証事業検討委員会 第2回 議事要旨

日時 平成27年10月14日(水) 15:00~17:00

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、川原 博満、国富 剛、鍋島 美奈子、  
成田 健一、堀越 哲美、本條 毅、三坂 育正

(欠席) 後藤 圭二

(五十音順、敬称略)

(環境省) 環境省水・大気環境局大気生活環境室 行木室長、梅澤調整係長、小池室員

(オブザーバー) 内閣官房 東京オリンピック競技大会・東京パラリンピック競技大会推  
進本部事務局 井樋参事官補佐、永長主査

環境省総合環境政策局環境保健部環境安全課 松本調査係長

環境省水・大気環境局地下水・地盤環境室 鈴木環境専門調査員

東京都地球環境エネルギー部環境都市づくり課 廣田課員

(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 大貫、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、中村

#### 議事

- 1) 検証事業現況把握と設計計画について
- 2) 暑熱対策技術の導入効果の検証方法について
- 3) 余剰地下水等の適切な利用について

#### 配付資料

資料1 検討会の進め方(改訂版)

資料2-1 暑熱対策技術の導入検証事業中間報告(東京ビッグサイト前海上公園)

資料2-2 暑熱対策技術の導入検証事業中間報告(大阪ビジネスパーク(OBP)クリスタルタワー)

資料2-3 暑熱対策技術の導入検証事業中間報告(JR駅(前橋))

資料2-4 暑熱対策技術の導入検証事業中間報告(熊谷市役所前バス停)

資料2-5 暑熱対策技術の導入検証事業中間報告(堺市綾ノ町駅電)

資料3-1 暑熱対策技術の導入効果の検証方法

資料3-2 生理実験結果報告(速報)

資料4 余剰地下水等の適切な利用に関する調査

## 議事要旨

事務局 : 資料の確認、委員・オブザーバー紹介。【資料1】により第2回の検討内容を確認。

### 1) 検証事業現況把握と設計計画について

事務局 : 【資料2-1】説明

事務局(竹中) : 【資料2-2】説明

委員長 : 資料2-1 図1-26で左下にある青い印は何を示すか。

事務局 : 現状は裸地の場所にベンチを新設する検討をしており、それを示した。

委員長 : 図の左上箇所には日除けのみ、左下箇所には日除けに加えて保水性舗装と壁面の改善を実施してその差を測る意図か。施工後の改善効果を見るために、施工する対策の種類ごとに比較対照する施工前環境を測定してあると考えてよいか。

事務局 : ほぼ同じ場所を測定している。

委員長 : 壁面のみを改善する場所がないので効果把握に問題がないのか気になった。

環境省 : もう一点気になった。説明では改善効果がSET\*7℃程度見込まれるうちの4℃程度が日除けによると記載があるが、図では新設ベンチの上部には日除けがかかっていない。日除けの有無について確認したい。

事務局 : 図では樹冠が小さく示されているが、新設ベンチ部分は木陰になる。

委員長 : 日除けではなく木陰による日射遮蔽ということか。

事務局 : その通りである。

委員長 : 技術を入れるほど費用がかかるが、コストパフォーマンスについて本事業ではどう捉えるのか。日除けだけでもある程度の改善効果はあるが、本事業では費用がかかっても評価をすべく様々な技術を導入し、技術の組み合わせをしっかりと測るということで宜しいか。

事務局 : 日射遮蔽がいちばん効率的である一方、本事業では水を利用することがメインになる。大阪ビジネスパークでは日射遮蔽に水を利用し、ビッグサイトでは日射遮蔽をした上で水による改善を図る。

委員長 : 日射遮蔽をしない水利用はやらないのか。

事務局 : そういった検証場所も、検討が必要かもしれない。

環境省 : 本事業で、どの技術がどれくらい効いてどんな効果が出るかを把握したい。そのうえで、日射を含めてトータルでどこまで効果があるかを把握する。組み合わせの対策についても、パーツごとの効果も把握できるようにしてほしい。

事務局(竹中) : 水を使う対策は、水を流す場合と流さない場合の比較も測定予定である。

委員長 : 大阪ビジネスパークでCS②の気温が上がっている原因は、今のところ分かっていないのか。無視できる差ではないので、やや気になる。

委員 : 写真を見るとCS②だけ測定器が異なるようだが、補正はどうか。

事務局(竹中) : 前後の日では差が見られず、測定器の違いが原因とも言い切れない。

委員長 : 引き続き検討してほしい。

委員 : ターゲットの時間帯は、昼休みか。SET\*の試算はその前提か。

事務局 : 昼休みの時間帯に利用が多い場所である。

- 委員長 : 他への応用を考えると、昼以外も含めた、ある時間幅の評価もあった方がいい。
- 委員 : 大阪ビジネスパークは夕方に使用頻度が多くなるか。夏の4時から6時くらいは利用がありそうに感じる。
- 事務局(竹中) : 夕方7時頃以降は立ち入り禁止にしている。
- 委員 : 熱環境は夕方まで測定しているの、対策実施後には夕方も使いやすくなっている、違った視点でも効果を見ることができるかもしれない。
- 委員長 : 一般論として、正午頃とすると日射を防ぐ効果が非常に大きくなるが、夕方に日射が弱まった時には表面温度を下げるものが効く。メカニズムは変わるが夕方には路面などの表面温度を下げるのが効いてくるので、それも評価した方がいい。
- 委員 : 昔から打ち水は夕方にする。
- 委員 : 大阪ビジネスパークは下がウッドデッキなので、なおさら、日射遮蔽すると夕方の表面温度が低く夕方がより快適になる気がする。
- 委員長 : 先ほどの委員の指摘のように、日中のことだけを言ってしまうと、どの結果も日射遮蔽が効くというものばかりになってしまう。日射が弱くなって、かつまだ人が多い時間帯に効果的な対策についても評価した方がいい。
- 事務局(JRE) : 【資料2-3】説明
- 委員長 : 最終的には天井放射ルーバーを設置し、ミストの検討は継続して実施するということか。
- 事務局(JRE) : ミストについては、サーモスタット等で細かく動作条件を設定しているが、集中測定実施時に噴いていなかったため、いつ噴いているか分からないところがあり、継続する。
- 委員 : 結果データで構内は夜に温度が上がっているのは、入り口を締め切ったためか。
- 事務局(JRE) : その通りで、(終電から始発の間は) 観音開きのガラスの扉が閉じる。
- 委員長 : 防犯を考慮しながら(部分的に)開放できると、朝方は冷えているかもしれない。
- 委員 : 集中測定の日暑くなかったということだが、グラフにあるSET\*は気温と比較するとどうだったか。放射温度は高かったか。
- 事務局(JRE) : コンコース内の放射温度は気温と同じくらいであった。計画では、屋外から構内に入った際の放射環境の変化、日射を受ける所から受けない所へというSET\*の違いを見たかった。
- 委員長 : このシステムは水を蒸発させるのではなく循環をさせるので、体感的な効果としては、表面温度が下がる、近傍気温を下げてその冷気が降りてくる、という2点か。結露はするかもしれないが、湿度は影響しないのか。
- 事務局(JRE) : その通りで、フィン自体が結露して、結露水を除去できる。除湿効果が高いわけではないと考えている。
- 委員 : 循環させる水の温度は何℃くらいか。
- 事務局(JRE) : 流す水の温度を調整して色々試すこともできる。ヒートポンプを使わずに地下水をそのまま流せば冷えるということが、もし分かれば、将来的に良いシステムと言えると考えている。

事務局 : 【資料2-4】説明

委員 : 地下水温が20℃くらいということだが、高いように感じた。

事務局 : 浅層の4～5メートル位の地下水の温度である。

委員長 : 太陽光パネルを横に置くのか。熱源になってしまうのではないか。

委員 : 角度は昼の時間帯を狙ったものか。通常はもう少し起こして設置する。

委員長 : 年間の発電効率を考えるか、この施設のために限定するかによるだろうか。太陽光パネルの設置場所がこの場所だと、熱源になってしまうのではないか。日射遮蔽材の一部とした方が良くように感じた。

事務局 : 太陽光パネルの設置有無、場所については検討中である。

委員 : 遮熱性日除けとあるが、具体的にはどのような物を想定しているのか。

事務局 : 選定中だが、例えば光触媒加工・親水性の汚れにくい白い膜材などである。

委員 : 親水性だから散水するという事ではないのか。

事務局 : 今のところ散水は考えていない。白い膜であれば気温プラス1～2℃に抑えられると考えている。

委員長 : 設置場所は緑地帯の中であり、周辺路面への対策は考えないということか。

事務局 : 本事業では、原状復帰できる物を対象として検討しており、現状の路面を剥がして施工することは考えていない。

委員長 : 水冷ベンチは水を循環させるのか。そうしないと温度が上がる。

事務局 : 検討中だが、循環させるか排水するかの方法になると考えている。

事務局 : 【資料2-5】説明

委員長 : 8ページの平面図にある、上屋とは何か。本事業での設置範囲は、日除けユニットとある箇所だけか。

事務局 : 上屋とは既設屋根であり、点線の範囲を示す。日除けユニットを記載している箇所以外には、対策の設置が許可されていない。

委員長 : 効果を考えてこの範囲を決めたのではないことは承知した。方位から考えると午前中は日陰にならないが、制約なので仕方ない。

委員 : 効果のSET\*の見積りについて、アルミ材などは放射率が小さく表面温度どおりに効かないので、放射強度で調べる等の必要があるのではないか。

事務局 : 堺で設置予定のアルミルーバーと記載している物は、芯がアルミで、表面は樹脂加工されている。大阪ビジネスパークではどうか。

事務局(竹中) : 既設のルーバーはアルミだが、新設予定の材料はコーティングされている物である。

委員長 : ミストファンの向きについては、どう変えるのか。固定か。

事務局 : 固定である。どのような方向で設置すべきかは検討中である。ベンチの場所にON/OFFのボタン等を設置し、利用者が操作することを検討している。

委員長 : 軌道緑化はできないのか。

事務局 : 提案はしたが、鉄道事業者として今のところ、その意思は無いようである。

委員長 : 最終的には、材料の選定、例えば緑のカーテンで代用するなどの案もありうる一方、広く捉えれば、目の前のコンビニに接近情報を表示すれば充分と考えることもできる。対策導入の価値をどう表現するか、考える必要があるのではないか。

## 2) 暑熱対策技術の導入効果の検証方法について

事務局 : 【資料3-1】、【資料3-2】説明

委員 : 補足として、室内24℃条件では前の行動の履歴による心拍数の差が見られないのに対し、室内28℃条件では若干の差があるので、当初の想定どおり室内28℃にするなら日陰にしておいた方が良いというストーリーに使う余地はあると解釈している。

委員長 : 体の負荷ではそれなりに差が出るが、申告の方では、空調への期待感があり、空調していても外と変わらないというネガティブな反応が出たと感じた。

事務局 : 生理反応では若干の違いが見られたが、申告では差が出ないとなると、来年度の検証で堺、熊谷で想定しているストーリーを用いるべきか否かご意見を伺いたい。

委員長 : 具体的にはどのような内容か。

事務局 : 被験者実験として、対策設置場所と日向とで待機し、その後に空調したワゴン車などの車内に移動して、心理申告と生理反応の差を見る、と考えている。

委員長 : 被験者を使い、滞在時間をコントロールして実施するということか。

事務局 : その通りである。

環境省 : これまでの説明で、個々の技術の効果を把握するための検証と、固有の場での効果とが混在している。本事業ではまず、水を活用した技術の効果を個別に把握すべきである。その普及を考える際には、そこは切り分けて、こういう条件でこんな効果が期待できる、ということを整理できるように検討すべきである。

例えば駅の対策であれば、『たまたま対象とした駅では利用者が気温の高い昼間は少なく、気温の低い朝と夕刻にしかいなかったので結果として暑さ対策としては評価が低かった』、というようなことでは、本来行うべき検証にはつながらない。

委員 : 想定と逆の結果が出たという点について、半屋外の状況より悪くなったような気がするという相対的な感覚が現れている。条件設定の問題ではないか。

事務局 : 水冷ベンチでは涼しいという感想も出ていた。

委員 : 水冷ベンチに座って冷えている状況について、総合的作用温度を算出すると28℃より低いのではないか。室内設定温度は省エネでは28℃と普及してしまっただが、28℃は涼しくなく、27℃にすると多くの人が涼しいと言う。

全体を熱収支として捉えると良い。恐らく局所の問題、局所加熱や局所冷却をすると全体とは感覚が異なる。今回の生理実験が失敗したというわけではないと思う。

委員 : 個別の技術について評価をできるのは、SET\*の改善効果などである。それをCO2に置き換える時にどう展開するか、28℃である必要はないが空調空間を想定しないとCO2を算出できないのでやっている。今回の実験は、SET\*等の体感指標でど

のくらい差があれば良いかを把握するためのものだ。SET\*とCO2削減貢献の関係がどこかで成立させられれば、対策でどれくらいのSET\*を目指せば良いかが分かる。

委員 : 28℃にこだわらないのであれば、もう少し多様な設定条件を試してもいいのではないか。また、駅やバス停まで自転車で来る人もいるなら、その人は結果に影響を与えるので注意した方がいい。

事務局 : 暑熱対策をしている所から屋内に入った方が空調負荷削減につながるという既往研究では、熱負荷が大きく、日向を30分間歩くというものだった。その研究では差がきちんと出る。

委員長 : 先ほどの環境省の指摘は、現場で被験者実験をする必要はなく、現場の対策後と同等の環境を、大学等で再現して被験者実験をする方が精度の高いデータが得られるということか。

環境省 : そのように切り分けて、その対策により期待される効果と、その場固有の条件とを区別する必要があるのではないか。

委員長 : 再現するのも簡単ではない。

委員 : いずれにしてもCO2のストーリーの設定は必要である。

事務局 : 被験者実験の方法については再検討したい。一方で、大阪ビジネスパークやビッグサイトのように、人が座るようになるかを検証するには現地での情報が必要だと考えている。再度、整理をしたい。

委員長 : 人の行動については、現地でなければ見られない。

今、心配しているのは、電車や車に乗るもの（堺と熊谷）についてのストーリー設定であり、他のものはCO2の話につながる。

委員 : 資料3-1について、4ページでは、なぜCO2が減ると言えるのか。

事務局(竹中) : 屋内のパーソナル空調のエネルギー分が減るという想定である。

委員 : 建物内の本格空調をやめて、屋外のパッシブの場所に繰り出せば、その分減るということか。

事務局 : 一方で、ビッグサイトではパーソナル空調にはなっておらず、アバウトな値を設定しようと考えている。

委員長 : すると、建物の要因が影響してしまい、同じ対策でも、大阪ビジネスパークとビッグサイトとで一人当たりのCO2削減効果が数倍異なる、ということになってしまう。

環境省 : それでは比較評価できないので、例えばビッグサイトでの対策を大阪ビジネスパークでやった場合と同じ条件としてどれくらい効果が期待されるかを算出すべきではないか。

委員長 : 同じメカニズムの中では、CO2については揃える必要がある。

委員 : パッシブ手法のCO2算出については、地下水を使うと水道水を使う場合よりも小さくなる、という想定か。

環境省 : 余剰地下水等というのは都市で余っている水資源を使うということである。資料に上水の原単位があるのは、対策の維持管理上で電気や水の消費があるので、そ

れにかかる CO2 排出量を算出する際に使うという趣旨と理解。比較を可能とするため、実際モデル事業の場で用いる水の種類に関わらず、上水や地下水とを区別したりはせず、一律の値を使うということであろう。

事務局 : ただ、地下水を使う場合にポンプでどの程度の電力を要するか、という情報は併せて整理する予定である。

委員 : 太陽光パネルを使う場所もあるが、電力の原単位はどうするのか。

事務局 : 評価の原単位は一律にして、ただし太陽光を使うとこんなこともできる、という情報を別途整理したい。

委員長 : 本日はここまでとする。

### 3) 余剰地下水等の適切な利用について

事務局 : 【資料 4】 内容の紹介。

事務局 : 本日の議論を基に整理を進めていく。第 3 回委員会は 2 月頃を目処に開催予定である。

以上

### 1.3. 第3回検討会

#### 平成27年度余剰地下水等を利用した低炭素型都市創出のための 調査・検証事業検討委員会 第3回 議事要旨

日時 平成28年1月25日(月) 17:00~19:00

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、川原 博満、国富 剛、後藤 圭二、

成田 健一、本條 毅、三坂 育正

(欠席) 鍋島 美奈子、堀越 哲美

(五十音順、敬称略)

(環境省) 環境省水・大気環境局大気生活環境室 行木室長、梅澤調整係長、小池室員

(オブザーバー) 内閣官房 東京オリンピック競技大会・東京パラリンピック競技大会推

進本部事務局 永長主査

環境省総合環境政策局環境保健部環境安全課 加藤課長補佐

環境省水・大気環境局地下水・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 大貫、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、中村

#### 議事

- 1) 暑熱対策技術によるCO<sub>2</sub>排出削減効果の評価方法について
- 2) 暑熱対策技術の導入検証事業進捗報告とH28年度測定計画について

#### 配付資料

資料1 検討会の進め方(改訂版)

資料2 暑熱対策技術によるCO<sub>2</sub>排出削減効果の評価方法について

資料2(参考資料) 大丸有地区における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 暑熱対策技術の導入検証事業進捗報告(東京ビッグサイト前海上公園)

資料3-2 暑熱対策技術の導入検証事業進捗報告(大阪ビジネスパーク(OBP)クリスタルタワー)

資料3-2(参考資料) 設計図面

資料3-3 暑熱対策技術の導入検証事業進捗報告(JR駅(前橋))

資料3-4 暑熱対策技術の導入検証事業進捗報告(熊谷市役所前バス停)

資料3-4(参考資料) 熱伝導を考慮した人体熱収支の評価方法について

資料3-5 暑熱対策技術の導入検証事業進捗報告(堺市綾ノ町駅電停)

## 議事要旨

事務局 : 資料の確認。【資料1】により全3回の検討内容を確認。

### 1) 暑熱対策技術によるCO2排出削減効果の評価方法について

事務局 : 【資料2】説明

事務局(竹中) : 【資料2(参考資料)】説明

委員長 : 利用者数については、隣接するオフィスビルの従業者規模に影響されるのか。

事務局(竹中) : 本来は関係するが、今回は対策施設の実際の利用者数を用いて基準化数を実数に変換する。

委員長 : 対策施設で利用可能な人数の上限は考慮されているか。

事務局(竹中) : 考慮していない。

委員長 : 空調負荷の計算にOBPのデータを用いるのは、他に入手できないためだと考えて良いか。また、ビルの外に出てくるという行動と、通行人が滞留するという行動は、同じと捉えて問題がないかという点は気になるが、これもデータがないので入手できたものを利用するという事か。

事務局(竹中) : その通りである。

事務局 : 来年度も現地で利用者調査は行う予定である。

委員 : ジョンソンSU分布は積分すると1になるのか。

事務局(竹中) : 元は確率分布なので1になるが、今回の物は補正しているのでならない。

委員 : どの程度、補正しているのか。

事務局(竹中) : 補正值は、資料2(参考資料)3頁の図に記載している。

委員 : 資料に記載されていれば問題ない。

委員 : このカーブは、今年の利用者調査結果で置き換えるのか。

事務局 : 置き換えるか、このカーブの母数を追加するか、試しながら進める予定である。

委員 : 熊谷や堺の場合は、開放している場所の放射条件を変えずに気温だけ28℃にする、ということか。

事務局 : 駅のホームにあるようなスポット空調空間を考えているが、駅のホームには実際は屋根がついているので、放射をどう設定するかご意見を伺いたい。

委員 : 対策施設のボリュームを空調した、と考えるのが分かりやすい。

委員長 : JR前橋駅の空調計算は実測値を使うとのことだが、設置範囲の面積はどう計算するのか。

事務局(JRE) : 用いる事例は、通路全体を空調している特殊な例である。

委員長 : ある程度、限定された空間の空調ということか。

事務局(JRE) : そうである。ただし、エスカレーターや階段など一部開放している。

### 2) 暑熱対策技術の導入検証事業進捗報告とH28年度測定計画について

事務局 : 【資料3-1】説明

委員長 : 利用者人数をカウントする際はオフィスワーカーに限定するのか。

事務局 : 限定せず全ての人数を数える。ただし、ビッグサイトにて大規模なイベントが開催される日程は避けて測定を実施する。

委員長 : イベント来場者や、ゆりかもめの駅利用者が、温熱環境と関係なく利用する可能性も考えられるため、実測日の設定に注意するように。

委員長 : MRT の計算は、どの地点のものか。

事務局 : 資料のものは高さ 1m 地点のピンポイントでの計算である。今後は面的な MRT の評価も実施する。

委員長 : フラクタル日除けを真南に向けて設置できないが、日射透過率はどう設定しているか。日除けの表面温度はどのように設定しているか。

事務局 : 日射透過率は、方位のずれを考慮していない。表面温度は気温相当としている。

委員 : 冷却ルーバーの表面温度はどのように設定しているか。

事務局 : ルーバーの表面温度は濡らした条件で計算しており、実測値とほぼ変わらない温度であることを確認している。

事務局(竹中) : 【資料 3-2】 説明

委員長 : メッシュの枚数が 5 枚から 3 枚になったのは風荷重のためか。

事務局(竹中) : その通りである。

委員長 : 表 2.1.5 の結果では、散水するよりメッシュの枚数を 5 枚とする方が、温度低減が大きいという結果になっている。

委員 : 3 枚と 5 枚で日射遮蔽率は異なるのか。MRT の差は何の影響か。

事務局(竹中) : 日射遮蔽率は同じである。形態係数の違いにより、 $250\text{w}/\text{m}^2$  の天空日射の入る量が変わった影響が大きいと考えている。ウッドデッキの温度上昇抑制は考慮していない。

委員長 : 重なりではなく、日除けの面積が  $3/5$  に縮小された、という意味か。

委員 : 表 2.1.1 に「2 枚重ね」とあるが、「2 枚重ね」が 3 枚か 5 枚か、ということか。

事務局(竹中) : その通りである。

委員 : この実験場所は、クリスタルタワーからの反射が大きく、かなり特殊な場所であるように感じる。その特殊性についての記載は不要か。

事務局(竹中) : 第一回の資料に、風が強いことも含め、記載していた。

委員 : 一般化するに当たって注意が必要な場所だと感じた。

事務局 : 短波放射が両側から入るという点か。

委員 : 夏は太陽高度が高いので、朝夕に、北側から入る日射が例えば屋上などと比べて増えているかどうか、は調べても良いかもしれない。壁面温度も特殊である可能性はある。

委員 : 利用者人数から、曲線を新たに作り直すのか。

事務局(竹中) : 十分なデータが取れば、そのようにしたい。

事務局(JRE) : 【資料 3-3】 説明

委員長 : プレ測定の空間は、ほぼ閉鎖された空間か。

事務局(JRE) : 閉鎖空間である。

委員長 : 現地の外気の導入具合で、結果がどう変わるかということになる。

委員長 : 今年の測定も図 3-13 のように三脚を用いるのか。

事務局(JRE) : 集中測定ではこのように実施する。長期測定は、計測機器をぶら下げる等して測る。一般の利用客があるため、高さは 2.5m 位の位置になる。

委員長 : プレで測ったような上下温度差や、外部条件の変動が入るのでその影響をどう受けるか等、制限はあると思うが、例えば雨漏り対応のように一部分だけ囲うなどの方法で測れたら興味深い。

事務局(JRE) : コンコースの中央部分は難しく、できるとすれば両端に寄せた部分となる。

  

事務局 : 【資料 3-4】説明

委員長 : 効果予測で、MRT は気温より下がるシミュレーション結果となっている。冷却ルーバーの効果がかなり大きいのか。水温は 17℃くらいか。

事務局 : 冷却ルーバーは面積が 20 m<sup>2</sup>ほどあり、水温は水道水を想定して 27℃と設定している。

委員長 : 仮想の空調負荷を計算する方法が、5 頁の説明か。

事務局 : 空調空間と同質であると示されれば、空調空間を対策によって代替できると見なせると考えている。

委員 : 熱負荷量と書いてあるのは、人体の熱負荷量のことか。

事務局 : そうである。

委員 : それが CO2 削減量にどう繋がるのか。

事務局 : 同質性を求めた上で、空調回避時間から CO2 削減量を算出する。そもそも、対策が空調空間と同質であることが示せないと、代替できると言えなくなる。

委員長 : 回避時間がゼロになる。

委員 : 建物空調の熱負荷と、人体の熱負荷とを区別して書くように。

委員長 : 資料 2 では、屋外の閉鎖空調空間での消費電力をシミュレーションすると記載があった。

事務局 : その点は、資料 3-4 には記載していない。別途、実施する。

委員長 : 涼しい空間となりそうな予測である。

事務局 : 予測効果が大きい点については、湿度が 50%を下回っておりクールルーバーの効果が大きくなっていると考えられる。

委員 : 実際には対策施設内は風速が抑えられるので、SET\*で考えるとここまでの差は出ないのではないか。

事務局 : 風速は変化させずに計算している。

委員長 : その辺りは、来年度の評価の際には実測データから把握するように。

  

事務局 : 【資料 3-5】説明

委員長 : ここもフラクタル日除けの方位がずれてしまう。  
クールルーバーは、直射が当たると効果はどうか。

- 事務局 : 日除けがないと表面温度が2~3℃上がる。
- 委員長 : 日除けの方位のこともあり、時間帯によっては日射が当たりそうである。
- 委員 : 利用者ヒアリングは、N数はどれくらいと想定しているか。給水条件を変えて実施するとしたら、条件ごとのN数が十分に確保できるだろうか。
- 事務局 : ヒアリングは、全対策を稼働させた状態のみで実施する予定である。堺は一日に40~50名と想定しており、2~3日間実施する予定である。熊谷は利用者が少なく本年度の調査では一日に数名の日もあった。
- 委員長 : 学生の被験者を動員する方法もある。
- 委員 : 涼みに来る人はいるかもしれない。
- 事務局 : 市役所はバス停だけでなく、クールスポットとしての利用も狙っている。
- 委員 : ヒアリング項目に、体感温度の低減だけでなく、副次効果も入れると良いのではないか。
- 事務局 : 熱環境に関わること以外も聞いてみたい。

### 3) 閉会

- 環境省 : 来年は設置後の効果を把握していくことになるので、引き続き御指導賜りたい。

以上