

(4) 対策効果の推計について

ここでは、今後のケーススタディにおける対策効果推計検討のイメージとして、標準的な建築物を対象にした個別対策を実施した場合の効果試算例を示す。なお、効果の詳細は、東京都において検討中のシミュレーション結果等を参考に、将来的に精査を行うことが望ましい。

1) 熱環境改善効果の試算 (CO<sub>2</sub> 排出削減量を用いた試み)

大丸有地区の建築物関連データより当該地区の平均的なオフィスビルを想定 (表2-8) し、屋上及び南壁面、西壁面に可能な限り複合的に対策を適用した場合の省CO<sub>2</sub>効果の試算を行う。

表 2-8 . 当地区における平均的なオフィスビルの想定

|                                 |                               |
|---------------------------------|-------------------------------|
| 延べ床面積                           | 60,952 m <sup>2</sup>         |
| 階数                              | 10 階                          |
| 屋上面積                            | 5,976 m <sup>2</sup>          |
| 建物高さ                            | 40 m <sup>2</sup>             |
| 一面あたり壁面面積                       | 3,154 m <sup>2</sup>          |
| 年間冷房負荷                          | 44,231 GJ / 年                 |
| 冷房負荷による CO <sub>2</sub> 排出量 ( ) | 1,796 t - CO <sub>2</sub> / 年 |

当該地区の事業者のエネルギー使用実績を参考に推計

基準ビルの屋上と南側壁面、西側壁面に対策を実施した場合を仮定し、ビルの冷房からの CO<sub>2</sub> 排出量に定める省 CO<sub>2</sub> 効果の割合を試算

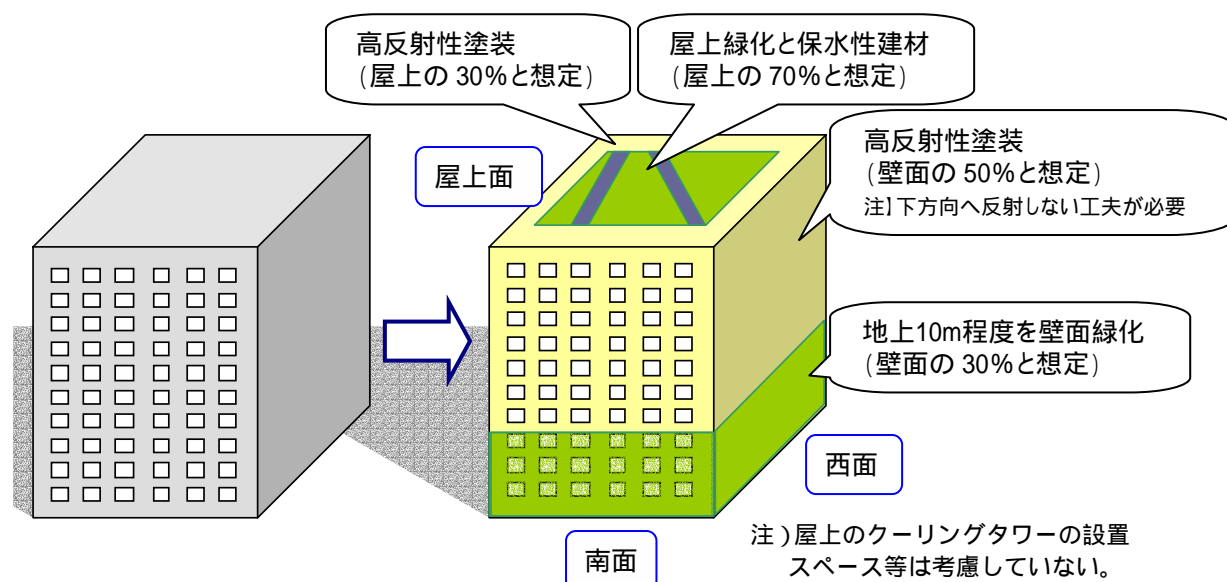


図 2-9 . 基準ビル(平均的なオフィスビル)に対し複合的に対策を適用したケースのイメージ

建築物表面の対策として、高反射性塗料、建物緑化、保水性建材等を取りあげ、上記の基準ビルに対して、各種の熱環境対策を複合的に適用した場合の冷房起源 CO<sub>2</sub> 排出削減効果を推計すると表 2-9 のようになる。

表 2-9. 基準ビルに対し複合的に対策を適用したケースの冷房起源 CO<sub>2</sub> 排出削減量の試算結果

|                     | 高反射性塗装  |         | 建物の緑化<br>保水性建材 |           | 合計        | 単位                    |
|---------------------|---------|---------|----------------|-----------|-----------|-----------------------|
|                     | (壁面)    | (屋上)    | (壁面)           | (屋上)      |           |                       |
| 負荷削減量               | 267,141 | 425,162 | 267,141        | 1,653,409 | 2,612,854 | MJ/年                  |
| CO <sub>2</sub> 削減量 | 20,481  | 34,408  | 20,481         | 126,761   | 202,131   | kg-CO <sub>2</sub> /年 |
| CO <sub>2</sub> 削減率 | 1.2%    | 1.9%    | 1.2%           | 7.2%      | 11.4%     | -                     |

複合的な対策を基準ビルに対して実施した場合においては、CO<sub>2</sub> 排出削減量は年間で建物1棟あたり約200tとなる。これは、基準ビルにおける冷房を起源として排出されるCO<sub>2</sub>の約11%にあたる。

なお、今回の試算は簡略化した条件の基で実施しており、その結果については本来、詳細な検討が必要である。しかし、都市のヒートアイランド対策として実用化されている技術（ここでは主に建築物表面に対する対策）が一定の省エネルギー・省CO<sub>2</sub>効果を有することを示すための目安として例示するものである。（詳細は参考資料を参照）

## 2) 生活環境の質向上面からみた効果

低層屋上面や建物壁面への緑化等を目にすることにより、視覚を通じた地区全体の涼感向上にも資すると考えられる。また、仲町通り等の歩行者が集中する動線上に集中的に導入される緑化対策等については、地区の涼感を高める効果が特に期待される。

## 2.6.2. ケース ; 大阪地区を対象としたケーススタディ

大阪地区を対象に、対象地区・街区の選定し、対象地区の特徴、対策展開における基本的な考え方を整理するとともに、対策の方向性に関するケーススタディを行った。

### (1) 対象地区・街区の選定

注目度が高く、都市開発と連動した対策の集中導入に関する実現可能性が高いと見込まれる地区として、大阪の玄関口であり再開発動向の活発な大阪駅周辺・中之島地区を対象とする。これらの地区の再開発に伴い、建物緑化、水面、高反射塗装等の熱環境対策を集中的に実施した場合についてケーススタディを行った。

#### 大阪駅周辺・中之島地区のエリアデータ

|  |
|--|
| 区域面積 ; 約 156ha (内、宅地約 118ha)             |
| 建物延床 ; 568ha (建設中約 130ha 含む)             |
| 就業人数 ; 約 111,000 人                       |
| 事業所数 ; 約 4,700 事業所                       |
| 鉄道網 ; 鉄道 [JR]4 路線 [私鉄]5 路線 地下鉄 4 路線 12 駅 |
| 駅乗降者数 ; 約 300 万人/日                       |

### (2) 対象地区の特徴

1) 風の通り道や冷気の発生源、未利用エネルギーの供給源となる河川空間の存在  
当地区には、淀川から分離した堂島川と土佐堀川という2本の河川が流れている。河川空間は風の通り道になるとともに、冷気の発生源や自然エネルギー源としてのポテンシャルを持っている。これら河川空間を当地区の熱環境対策として積極的に活用していくことが考えられる。

2) 大規模な土地利用転換による新たな街作りの進展  
当地区には、鉄道貨物駅の跡地利用による大規模な土地利用転換が計画されている。これは、まったく新しい街作りとなるため、プロジェクトの初期段階から面的に都市の熱環境改善対策を施すことができるポテンシャルを有していると考えられる。

3) 近年終了した再開発  
当地区には、平成7年度に完了した再開発が大阪駅前を中心に面的に存在している。これら再開発では公開空地等が整備されており、熱環境対策という観点から活用していくことが考えられる。



4) エネルギー消費構造

(ア) 消費エネルギー規模 (概算)

|                 | 延床面積<br>(ha) | エネルギー<br>消費量(TJ/年) | うち冷房用途<br>(TJ/年) | 冷房起源 CO <sub>2</sub><br>(万 t/年) |
|-----------------|--------------|--------------------|------------------|---------------------------------|
| 大阪駅周辺<br>・中之島地区 | 568          | 5,800              | 1,400            | 16                              |

(イ) 消費エネルギー構成

対象地区の建物は、オフィスや店舗が入居するビルが中心となっている。  
 また、エネルギー消費の約 1/4 が冷房用途に使用されており、熱環境対策を講じることにより、冷房用途の電力消費エネルギーの削減、冷房起源の CO<sub>2</sub> の排出削減が期待される。

### (3) 対策展開における基本的考え方

#### 1) 再開発に連動した河川のポテンシャル活用

当地区では堂島川を挟んで再開発が予定されている。この再開発に当たっては、河川空間からの冷気を取り込むことができるような建物配置や、河川水による温度差エネルギーの活用といった河川が持つ熱環境改善のポテンシャルを最大限活用する対策を進めることが考えられる。

#### 2) ショーケースとなる面的・複合的な熱環境対策の導入

当地区の北に位置する鉄道貨物駅の跡地(大阪駅北地区)は平成19年度から新しい街作りが行われる地区である。この新しい街作りを契機として、複合的な熱環境対策を導入していくことが考えられる。例えば、熱環境対策の導入施設選定指針を策定し、その中で屋上緑化や公開空地を活用した緑化、保水性舗装や水面の創造等水を活用した対策、高反射塗装や庇・水平ルーパー、複層ガラスといった建物の熱の蓄積を削減する対策、風の流れを意識した建物配置等を位置づけていくことが考えられる。

#### 3) 既存ビルにおける複合的対策の導入

大阪駅前の既に完了した再開発エリア(ダイヤモンド地区:10.7ha)においては、公開空地を活用した熱環境対策や屋上緑化、壁面緑化を行っていくことが考えられる。

### (4) 対策効果の推計について

以下では、大阪駅周辺・中之島地区で、今後、概ね5年間に再開発事業が集中している5つの街区(地区面積の約15%に相当)において、各街区面積の2~12%の緑化や、水面、高反射塗装等、実際に導入が想定し得る個別対策を実施した場合の効果推計例を示す。

#### <熱環境改善効果の試算(大気顕熱負荷を用いた試み)>

大阪駅周辺・中之島地区において熱環境改善対策を実施した場合の熱環境緩和効果について、大気熱負荷簡易評価モデルを用いて、各街区及び地区全体からの大気熱負荷の改善効果の試算を行った。

大気熱負荷簡易評価モデルは、建物や緑地の状況等解析対象地区の熱負荷特性に影響を与えるパラメータを基に、熱環境改善対策による大気熱負荷の削減効果を簡易に予測するものであり、大気熱負荷の時間変動を求めることができる(図2-10)。

本モデルに、大阪駅周辺・中之島地区の5つの街区において、それぞれ建物緑化、水面、高反射性塗装等の対策を実施した場合を想定したパラメータを入力し、対策の有無による大気熱負荷を比較した。

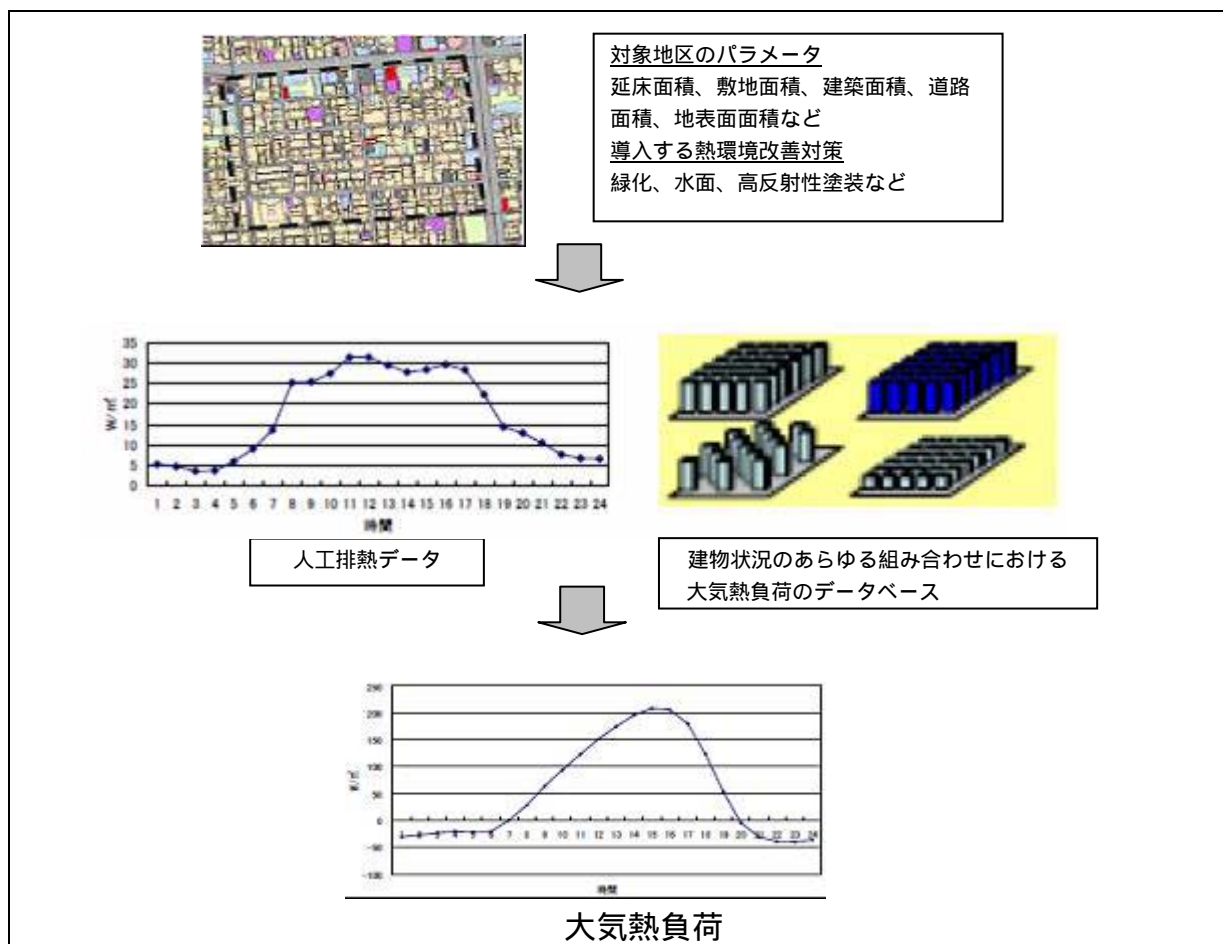


図 2-10 . 大気熱負荷簡易評価モデルの仕組み

本モデルによる試算結果を以下に示す。建物緑化、水面、高反射性塗装等の対策を実施することにより、対策を実施しない場合と比較して、各街区において顕熱輸送量が最大で  $7 \sim 36 \text{ W/m}^2$  減少することが示された。

また、次表に示すとおり、各街区における 9 時から 18 時までの大気熱負荷は、2～11%（平均 7%）程度減少する等、大気熱負荷削減効果があることが示された。

| 街区  | 導入を想定した<br>熱環境対策                              | 大気熱負荷（9時～18時）(kWh) |         |        | 街区面積<br>(㎡) |
|-----|---|--------------------|---------|--------|-------------|
|     |   | 対策前                | 対策後     | 削減量    |             |
| A街区 | ・屋上緑化 ・建物外溝の緑化<br>・水面 ・保水性舗装<br>・水平ルーバー、複層ガラス | 163,175            | 145,695 | 17,481 | 89,700      |
|     |   |                    |         | 11%    |             |
| B街区 | ・屋上緑化 ・建物外溝の緑化<br>・高反射性塗装<br>・水平ルーバー、複層ガラス    | 97,905             | 93,630  | 4,275  | 81,200      |
|     |   |                    |         | 4%     |             |
| C街区 | ・屋上緑化 ・建物外溝の緑化                                | 30,388             | 28,902  | 1,485  | 25,900      |
|     |   |                    |         | 5%     |             |
| D街区 | ・屋上緑化 ・建物外溝の緑化<br>・水面 ・水平ルーバー、複層ガラス           | 24,152             | 21,721  | 2,430  | 23,900      |
|     |   |                    |         | 10%    |             |
| E街区 | ・屋上緑化 ・建物外溝の緑化<br>・水平ルーバー、複層ガラス               | 38,936             | 38,283  | 653    | 16,200      |
|     |   |                    |         | 2%     |             |
| 計   |   | 354,555            | 328,231 | 26,324 | 236,900     |
|     |   |                    |         | 7%     |             |

注) モデルの精度上、顕熱輸送量の時間変化を示すグラフにおける 18 時から 9 時については対象としていない。

これは、建築物の緑化等の表面对策により、コンクリート面等の表面温度が低下することによるものである。

なお、街区の特性に応じて、空調排熱の潜熱化や河川水による温度差エネルギーの活用といった対策を併せて導入することにより、更なる削減効果が期待できる。

#### (5) 生活環境の質向上面からみた効果

建物外溝や低層屋上面への緑化や水の流れ等を目にすることは、視覚を通じた地区全体の涼感向上にも資すると考えられ、また、都市の中の水や緑があふれるオアシスとして涼感を高める効果が期待される。





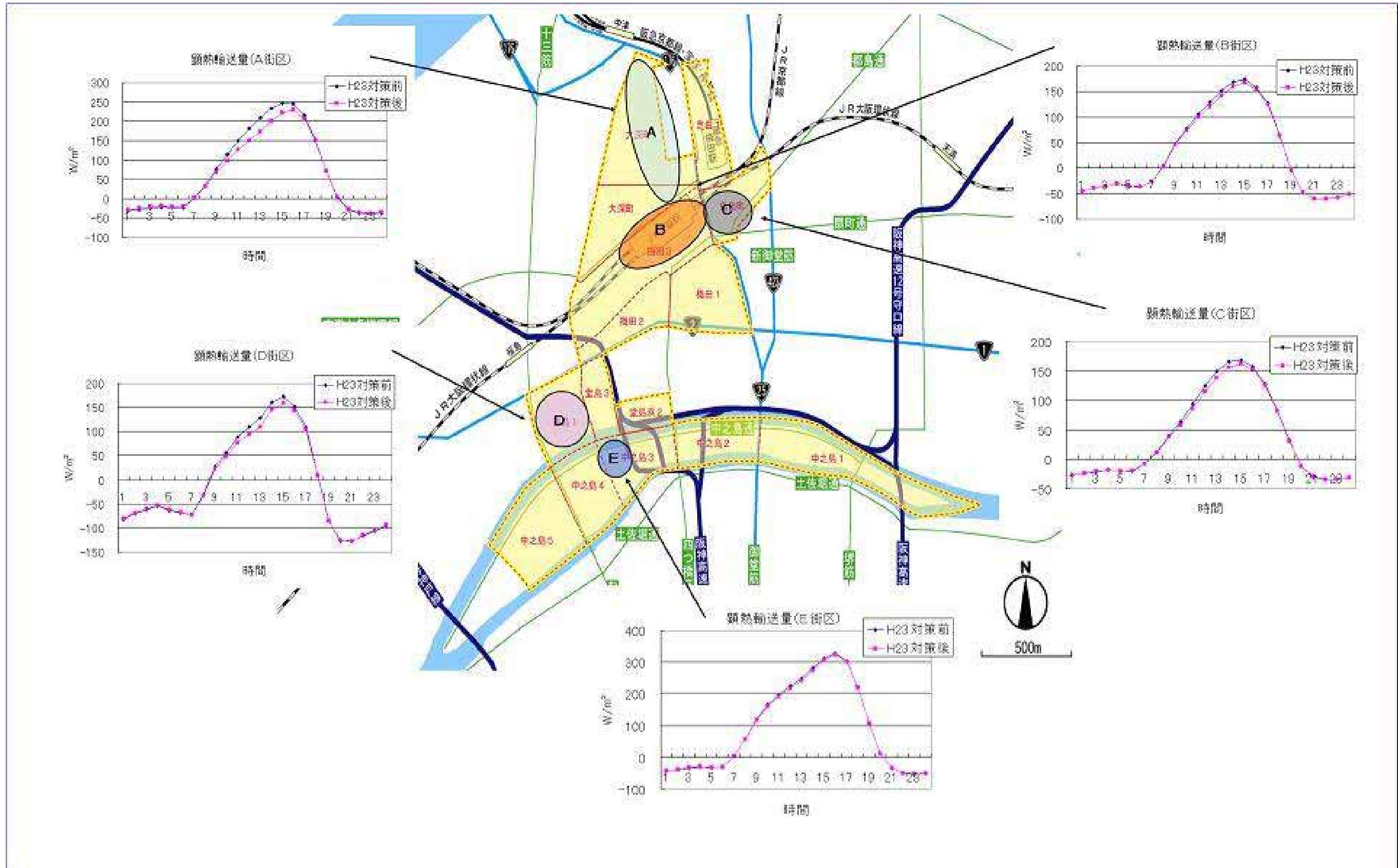


図 2-11 . 大阪駅周辺・中之島地区における対策効果の試算結果



【参考資料】基準ビルにおける対策実施によるCO<sub>2</sub>削減効果の試算について

建物の緑化・高反射性塗装等の建物の外側の表面への対策を実施することで、日射等によるコンクリート躯体への蓄熱や温度上昇を抑制することができる。これにより夏季における外部からの冷房負荷が減少し、冷房に使用される電力等の省エネルギーが期待されるが、今回は夏季の冷房期間における外部熱負荷の低減に伴うCO<sub>2</sub>削減量について試算した。

なお、今回の試算は簡略化した条件の基で実施しており、その結果については本来、詳細な検討が必要である。しかし、都市のヒートアイランド対策として実用化されている技術（ここでは主に建築物表面に対する対策）が一定の省エネルギー・省CO<sub>2</sub>効果を有することを示すための目安として例示するものである。

建物の表面温度から、CO<sub>2</sub>排出削減量を推計する手法について、一連の流れを図1のフローに示す。このように、対策による建物の冷房起源のCO<sub>2</sub>排出削減効果は、建物の外表面温度の違いから推計している。

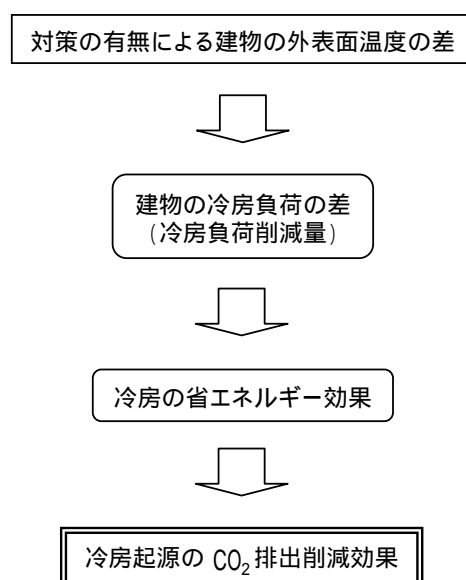


図1 CO<sub>2</sub>削減効果等の算出フロー

1. 各対策の外表面温度低減効果

対策の実施により、建築物の外側の表面温度が低下することが冷房の省エネルギーにつながる最も大きな要因である。各対策技術による建物の表面温度の抑制効果については文献1)～文献3)において詳細な検討が行われている。これによる建築物外表面の温度上昇抑制効果は表1のように整理される。

このとき、建築物内部へ伝わる単位面積あたりの熱エネルギー量（熱貫流量）Q(kcal/m<sup>2</sup>h)は、外側の表面温度 t<sub>1</sub>、室内温度 i、コンクリートの熱伝導率 λ、厚さ L とすると、次式にて算出される（各物性値のデータは表2、表3参照 文献4) 文献5)）。

$$Q = \frac{1}{\left(\frac{L}{\lambda} + \frac{1}{i}\right)} (t_1 - i) \quad \dots \text{式1}$$

表4に、各ケースの単位面積あたりの冷房負荷削減量と削減割合を示す。

外側の表面温度の上昇を抑制する各対策の実施により、外部からの熱負荷の流入量は高反射性塗装で40%以上、建物の緑化、保水性建材の使用により70%以上削減される結果となった。

表 1 対策の表面温度上昇抑制効果

|       | 対策     | 表面温度<br>(コンクリート) | 外表面温度<br>1( ) |
|-------|--------|------------------|---------------|
| case0 | 対策無し   | 60 程度まで上昇        | 60            |
| case1 | 高反射性塗料 | 15 程度低下する        | 45            |
| case2 | 建物の緑化  | 25 程度低下する        | 35            |
| case3 | 保水性建材  | 25 程度低下する        | 35            |

表 2 建築躯体の物性値

| 材質             | 厚さL<br>(m) | 熱伝導率<br>(kcal/mh ) |
|----------------|------------|--------------------|
| 普通コンクリート       | 0.150      | 1.5                |
| 押出発砲ポリスチレンフォーム | 0.005      | 0.032              |

表 3 室内側条件

| 室内側熱伝達率 i<br>(kcal/m <sup>2</sup> h ) | 室内温度 i<br>( ) |
|---------------------------------------|---------------|
| 8.0                                   | 26.0          |

表 4 各対策の熱負荷削減効果

|       | 対策     | 外部からの熱負荷の<br>流入量Q(kJ/m <sup>2</sup> h) | 熱負荷<br>削減割合 |
|-------|--------|--|-------------|
| case0 | 対策無し   | 373.3                                  | -           |
| case1 | 高反射性塗料 | 208.6                                  | 44.1%       |
| case2 | 建物の緑化  | 98.8                                   | 73.5%       |
| case3 | 保水性建材  | 98.8                                   | 73.5%       |

表 5 各対策の CO<sub>2</sub> 削減効果

|       | 対策     | CO <sub>2</sub> 削減量<br>(kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ・年) |
|-------|--------|--|
| case1 | 高反射性塗料 | 18.2   |
| case2 | 建物の緑化  | 30.3   |
| case3 | 保水性建材  | 30.3   |

注 1) 夏期の冷房期間 (6~9 月) における省 CO<sub>2</sub> 量を推計

注 2) 電力 1kWh あたりの CO<sub>2</sub> 排出量は 0.69(kg-CO<sub>2</sub>/kWh) と設定

注 3) 冷房エネルギーは電力、冷房機器 COP は 2.5 と想定する

これら冷房負荷の削減効果による CO<sub>2</sub> 排出量削減効果の試算結果を表 5 に示す。外部からの熱エネルギー流入量が抑制されることにより、対策のない場合に比べて冷房に使う電力が少なくすむことから、節約された冷房の電力量を求め CO<sub>2</sub> 排出削減量を推計したものである。

この結果、高反射性塗装では 1 m<sup>2</sup>あたり年間で約 18kg/年、建物の緑化と保水性建材で約 30kg/年の冷房起源の CO<sub>2</sub> 排出量が削減される結果となった。

## 2. オフィスビルにおけるCO<sub>2</sub>削減割合の試算

1. では単位面積あたりのCO<sub>2</sub>削減量を試算したが、実際のオフィスビルにおいては建物の規模や使用条件等により、対策によるCO<sub>2</sub>削減効果のビル全体への寄与度は異なる。

そのため、ここでは東京駅の周辺地域（以下、大丸有地区）の建築物関連データより当該地区の平均的なオフィスビルを表6のように設定し（以下、基準ビル）可能な限り複合的に対策を適用した場合のビルにおける省CO<sub>2</sub>効果を試算した。

表6 基準ビルの概要

|                            |        |                      |
|----------------------------|--------|----------------------|
| 延べ面積                       | 60,952 | m <sup>2</sup>       |
| 階数                         | 10     | 階                    |
| 屋上面積                       | 5,976  | m <sup>2</sup>       |
| 建物高さ                       | 40     | M                    |
| 一面あたり壁面面積                  | 3,154  | m <sup>2</sup>       |
| 年間冷房負荷                     | 44,231 | GJ/年                 |
| 冷房負荷によるCO <sub>2</sub> 排出量 | 1,769  | t-CO <sub>2</sub> /年 |

注1) 大丸有地区の建築物関連データより平均的なオフィスビルとして設定

注2) 冷房の動力源は一般電力（全電力平均）を想定

基準ビル(平均的なオフィスビル)の屋上と南側壁面、西側壁面に対策を実施した場合を仮定し、ビルの冷房からのCO<sub>2</sub>排出量にしろる省CO<sub>2</sub>効果の割合を試算

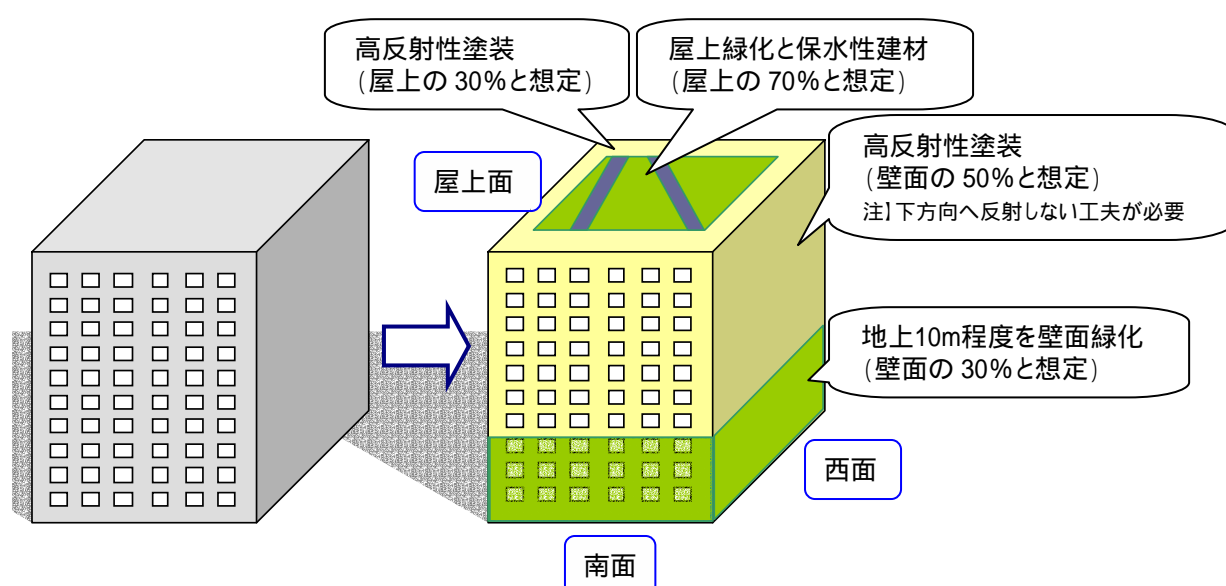


図2 基準ビル(平均的なオフィスビル)に対し複合的に対策を適用したケースのイメージ

想定した対策ケースの概要を図2に示す。日射による熱負荷の多い屋上面と南・西側の壁面に対して可能な限りを実施した場合について、1. の試算結果を

基に、基準ビルにおける冷房起源のCO<sub>2</sub>排出量の削減効果の推計を行った。試算結果を表8に示す。

表8 基準ビルに対し複合的に対策を適用したケースの冷房起源CO<sub>2</sub>排出削減量の試算結果

|                     | 高反射性塗装  |         | 建物の緑化<br>保水性建材 |           | 合計        | 単位                    |
|---------------------|---------|---------|----------------|-----------|-----------|-----------------------|
|                     | (壁面)    | (屋上)    | (壁面)           | (屋上)      |           |                       |
| 負荷削減量               | 267,141 | 425,162 | 267,141        | 1,653,409 | 2,612,854 | MJ/年                  |
| CO <sub>2</sub> 削減量 | 20,481  | 34,408  | 20,481         | 126,761   | 202,131   | kg-CO <sub>2</sub> /年 |
| CO <sub>2</sub> 削減率 | 1.2%    | 1.9%    | 1.2%           | 7.2%      | 11.4%     | -                     |

注) 1, の試算結果は屋上面における結果であるため、夏期(夏至)における方位別の積算日射量の比から、壁面における効果を求めた。(水平面:南立面:西立面:東立面:北立面=2.8:1:1:0.25)

図2のような複合的な対策を基準ビルに対して実施した場合においては、CO<sub>2</sub>排出削減量は年間で建物1棟あたり約200tとなる。これは、基準ビルにおける冷房を起源として排出されるCO<sub>2</sub>の約11%にあたる。

< 出典 >

- 文献1 『屋上緑化のヒートアイランド緩和効果』(東京都環境科学研究所,2003)
- 文献2 『高反射率塗装・保水性建材のヒートアイランド緩和効果』(東京都,2003)
- 文献3 『高反射率塗装によるヒートアイランド緩和効果に関するフィールド実験』(東京都,2004)
- 文献4 『建築環境工学概論』(金谷栄一他,1998)
- 文献5 『建築環境設備学』(紀谷文樹他,1988)