

3) 水を利用する対策；水の蒸発散による対策

【熱環境対策効果】

屋上・壁面等の建築物の表面温度を 25 程度低下させることが可能（参考資料を参照）

【涼感の創出】

水との触れ合いや水の流れる音を感じるによって、あるいは水が流れる姿を目にすることによって、都市の中に涼感を感じることができる。

【省エネ効果例】

対策実施部分の外壁からの冷房負荷を最大で約 70%削減する可能性がある。（参考資料を参照）

【具体的適用の適性・配慮事項】

対象技術；超親水性光触媒による水を活用した対策

【適性】

- 利用可能な平坦な壁面積が大きいところに適用可能である。

【配慮事項】

- 散水できることが条件となるため、散水による通行人等への影響を考慮する。
- 水使用量の適正化、及び適切な温湿度環境の形成を図るため、時節や歩行者通行量等に応じた散水コントロールに配慮する。
- 自動散水が必要となるため、水利用が必要となる他の対策（超親水性光触媒壁面等）とセットでの導入に配慮する。
- 水の流れる姿や音が視覚的・聴覚的に街に涼感を与えられるよう配慮する。

対象技術；ミスト噴霧による水を活用した対策

【適性】

- 人の動線や通行量に配慮した対策の実施が促進される。

【配慮事項】

- 散水できることが条件となるため、散水による通行人等への影響を考慮する。
- 水使用量の適正化、及び適切な温湿度環境の形成を図るため、時節や歩行者通行量等に応じた散水コントロールに配慮する。
- 自動散水が必要となるため、水利用が必要となる他の対策（超親水性光触媒壁面等）とセットでの導入に配慮する。
- 街に涼感を与えられるようミスト（霧）の視覚的効果にも配慮する。

対象技術；保水性建材による水を活用した対策

【適性】

- 新築建物等で施工面積を大きく取れる場合に有効である。
- 車両が通行する箇所に敷設する場合には耐荷重について配慮が必要である。

【配慮事項】

- 散水が必要な場合には上記と同様の事項に配慮する必要がある。

4) その他；大気以外への排熱の放出等

【熱環境対策効果】

空調設備の室外機等から大気へ放出される人工排熱量を大幅に削減することが可能である。

【涼感の創出】

夏に空調の排熱や温風を肌を感じるような不快感を低減させる。

【省エネ効果例】

年間を通して温度変化の少ない地中と熱交換を行うことで空調の効率化が図られ、夏季・冬季を通じて省エネルギーに資する。

【具体的適用の適性・配慮事項】

対象技術；地中熱を利用した高効率空調システム

【適性】

- 敷地内で利用できる地中熱の量を考慮すると、主に中低層建物への導入が期待される。

【配慮事項】

- 地下部分が既に高度利用を図られている建物では設置が難しい場合が多いが、地下部分の利用が図られていない建物には導入が可能である。
- 室外機や冷却塔等の設備の屋外設置スペースが縮小できるため、屋上等に空いたスペースの有効利用を積極的に検討する必要がある。

対象技術；水系への空調排熱排出システム

【適性】

- 河川水等の地区内の水資源の場所や、プラント設置可能な場所の有無を考慮した上で、利用可能な場所を検討する。

【配慮事項】

- 室外機や冷却塔等の設備の屋外設置スペースが縮小できるため、屋上等に空いたスペースの有効利用を積極的に検討する必要がある。
- 排熱排出先の水系での熱汚染等の悪影響が大きくなるように配慮することが必要である。

対象技術；散水、水辺創出による水を活用した対策

【適性】

- 蓄熱しやすい道路面や公開空地の表面に散水を行ったり、歩行者動線に沿って触れられる水辺を創出したりすることで、都市気候の緩和とともに、涼感創出が図られる。

【配慮事項】

- 人が接触する可能性のある場合は、水質等の衛生面に配慮する必要がある。

2.5.2. 熱環境対策を促進するための行政施策の今後の方向

都市の熱環境の観測、調査、対策に係る諸課題を踏まえ、今後、国を中心として以下のような施策を展開する必要がある。

(1) 情報整備・普及

1) 観測体制の強化

感覚環境の観点から効果的な熱環境改善対策を検討するに当たっては、地区・街区の歩行者空間等の熱環境把握を目的とした精度の高い観測データの蓄積とその活用が不可欠であることから、今後はこれらの観測手法や評価方法等を検討する必要がある。

2) 影響調査の充実

都市の熱環境悪化の環境に及ぼす影響については、これまでの調査から、総体として都市の熱環境悪化が少なからず関与していることは言えるものの、現状ではその関係性を定量的に分析できるまでには至っておらず、今後の調査研究の必要性が認識されている。今後は、これまで検討を重ねてきた都市の熱環境悪化の原因、現象及び影響に関する知見を基に、今後は地域の熱特性等も含めた総合的な都市の熱環境評価等について、基礎的な検討を始めることが求められる。

3) 評価指標の開発

都市の熱環境を形成する要素としては、気温、湿度、気流、放射、地表面の対流顕熱、蒸発散量、日射反射量等、様々なものが考えられるが、これらを簡易に推計し、都市の熱環境を表す指標として整理することは容易ではない。また、都市の熱環境対策の進展度合いを示す指標として考えられるものは地球温暖化対策への寄与度を表わす「CO₂排出量」、都市の熱環境対策への寄与度を表わす「顕熱排出量」といったものが考えられるが、都市の熱環境を図る物差しとしては不十分である。今後は指標の推計方法等について、その妥当性について検討を行うことが必要である。

4) 各種の評価ツールの整備等

行政機関側が主体となり実施する施策として、評価ツール開発、データ評価への公的認定、メディア系を通じた事業効果の情報発信、自治体への周知、優良事業者やデータ提供者への表彰・認定、学術機関等と連携した対策による間接的な支援を検討する必要がある。

5) 技術情報の整備・提供

前出した課題に対応した各種の技術情報等を整備し、地域や建物の状況に応じて柔軟な熱環境の設計ができるように必要な知見の集積を図る必要がある。また、集積した知見を一般市民、民間事業者、研究者、地方公共団体等へ提供するシステムを構築していく必要がある。

(2) 象徴的なモデル事業の実施

対策の主体となる民間ビルオーナー等にとって、都市の熱環境対策の実施は公共政策への協力の側面が強く、対策の実施が自らの利益につながるという認識は低かった。実際は、都市の熱環境対策の多くはビル等への直接的な省エネルギー等の効果を有することから、この点に対するビルオーナーの認識を広げることが、都市の熱環境対策を「公共協力」のみの世界から「実益」の世界に広げることになり、より広範な普及に結びつく可能性が高いと考えられる。しかし、現状では、実用化されている都市の熱環境対策技術の多くは、費用の問題や知名度の低さ等から一般への普及があまり進んでいないものが多く、現段階では一部の先駆的な地方公共団体や民間事業者の散発的な取組に止まっている。

ビルオーナー等の都市の熱環境対策技術や省エネ効果に対する認識を高め、このような状況を改善するためには、実際の街区においてモデル的に対策を集中投下し、効果等を目に見える形で示し、経験を共有すること重要である。具体的には都市の中心市街地のなかでも注目度の高いと考えられる街区を選定し、複数の省CO₂・都市の熱環境対策を組み合わせたモデル事業を実施することが有効である。このため、国は所用の財政的支援を行う必要がある。

また、対策を実施した場合の効果の検証や可視化、及びその情報発信をすることは対策を講じた物件の価値を高める面や利用者の環境意識を高める面もあるので、事業者側としてもメリットとなる。そのため、対策の計画 実施 効果評価 情報発信といった一連の流れを含む一体的な対策への支援が重要となる。具体的には、対策実施主体となる事業者が行う効果検証のための測定システム構築（センサー設置、モニター設置等）や、測定データの収集・加工を含めて支援する枠組みの構築等を検討する必要がある。

モデル事業のスキームとしては、次の2段階が考えられる。すなわち 対策を投入すべき地区・街区を選定する段階、 個別建築物を対象とした具体事業を選定する段階である。具体的事業の対象となる技術としては、CO₂ 対策削減効果を考慮し、以下のものが考えられる。

表 2-7 . 熱環境改善対策（再掲）

対策種類	内容
緑化系の対策；建築物等の緑化による対策	屋上等、空調スペース上部の緑化
	壁面・建物直近の敷地等の緑化による建物への日射遮蔽
緑化に伴う剪定枝の処理	新エネルギー対策(代替エネルギーの活用)としての剪定枝の燃料化
塗料系の対策；日射の反射による対策	遮熱塗料を活用した対策
水を利用する対策；水の蒸発散による対策	超親水性光触媒による水を活用した対策
	保水性建材等による水を活用した対策
	ミスト噴霧による水を活用した対策
その他	地中熱を利用した高効率空調システム
	水系への空調排熱排出システム

なお、モデル事業を実施する際には、以下のような点に配慮する必要がある。

1) 複数年度を視野に入れたスキーム設計

国等が行う補助金等による支援制度は単年度単位であるのに対して、開発・建築期間は複数年度にわたるため、開発・建築のタイムスケジュールと、単年度の補助でのタイムスケジュールが整合するよう計画段階の支援、実施段階の支援というように複数年度をかけて段階的に支援できるスキーム等を検討する必要がある。

2) 公的支援対象範囲の柔軟な運用

例えば、新たに実用化された対策技術等について、その有効性を検討した上で積極的に補助の対象に加える等、対策実施主体の意欲的な取組を支援するための、公的支援対象範囲の柔軟な運用を検討する必要がある。

3) 対策の計画・実施から効果評価・情報発信までの一体的な支援

対策を実施した場合の効果の検証や可視化、及びその情報発信は開発物件の価値を高める面や居住者の環境意識を高める面もあるので事業者側としてもメリットとなる。その為、対策を効果的かつ効率的に具体化し、その効果を社会的に波及させるためには、対策の計画 実施 効果評価 情報発信といった一連の流れを含むパッケージとしての対策への支援が重要となる。具体的には、対策実施主体となる事業者が行う効果検証のための測定システム構築(センサー設置、モニター設置等)や、測定データの収集・加工を含めて支援する枠組みの構築等が考えられる。また、上記に関連して行政機関側が主体となり実施する施策としては、評価ツール開発、

データ評価への公的認定、メディア系を通じた事業効果の情報発信、自治体への周知、優良事業者やデータ提供者への表彰・認定、学術機関等と連携した対策による不動産価値向上効果の試算等による間接的な支援を検討する必要がある。

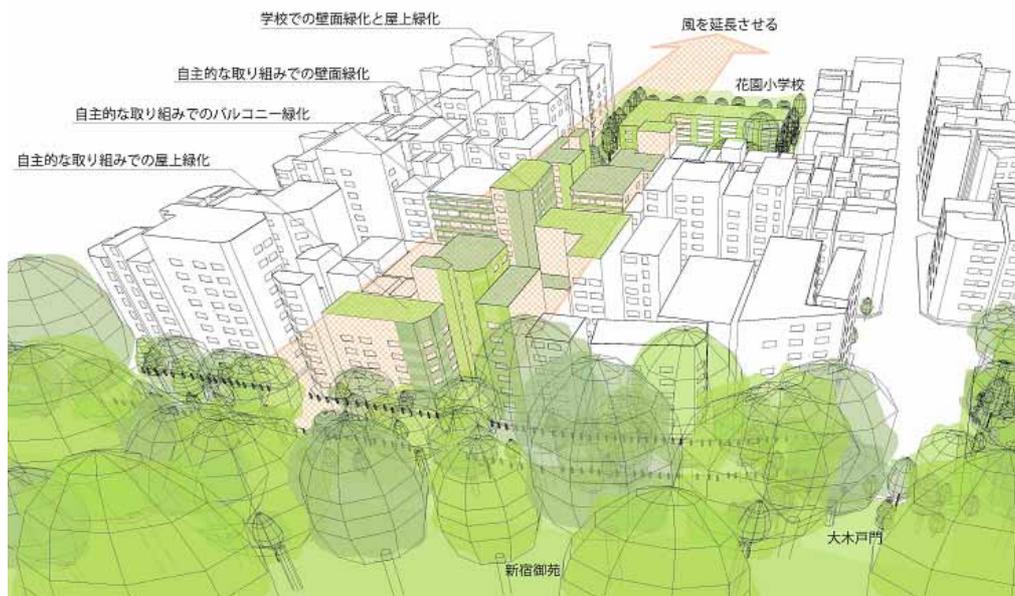
4) 象徴的なモデル事業を実施する適切な地区・街区の選定

熱環境改善対策を集中的に導入する地区等を選定する場合は、地方公共団体や地域協議会等による一体的な事業計画の有無や効率性及び経済性の他、一般の注目度が高く対策技術の普及啓発効果が高い街区等の条件を勘案して選定する必要がある。街区の選定基準の基本的考え方を下記に示す。

- ・ヒートアイランド現象の顕著な都市の街区と認められる地域
政令指定都市、中核市規模の人口が集中している街区や都市再生プロジェクトに基づく「地球温暖化対策・ヒートアイランド対策モデル地域」、又は気象データ等からヒートアイランド現象が発生していることが明らかな地域等が考えられる。
- ・一般の注目を集めやすく、対策の普及啓発効果の高い中枢的な地域
周辺地域の主要な駅前街区といった知名度の高い地域、大規模再開発等、周辺地域の住民等の関心が高い地域や実施した対策について積極的に普及啓発を図る計画を有する地域等が考えられる。
- ・ある程度限定された範囲の街区において集中的な対策の実施が可能な地域
街区の再開発等、大規模な対策の導入が可能な事業計画を有する地域、事業の実施について地域の協力体制が確立されている地域、地方公共団体、地域の協議会等により一体的な事業計画の提案が可能な地域が考えられる。

熱環境改善効果について

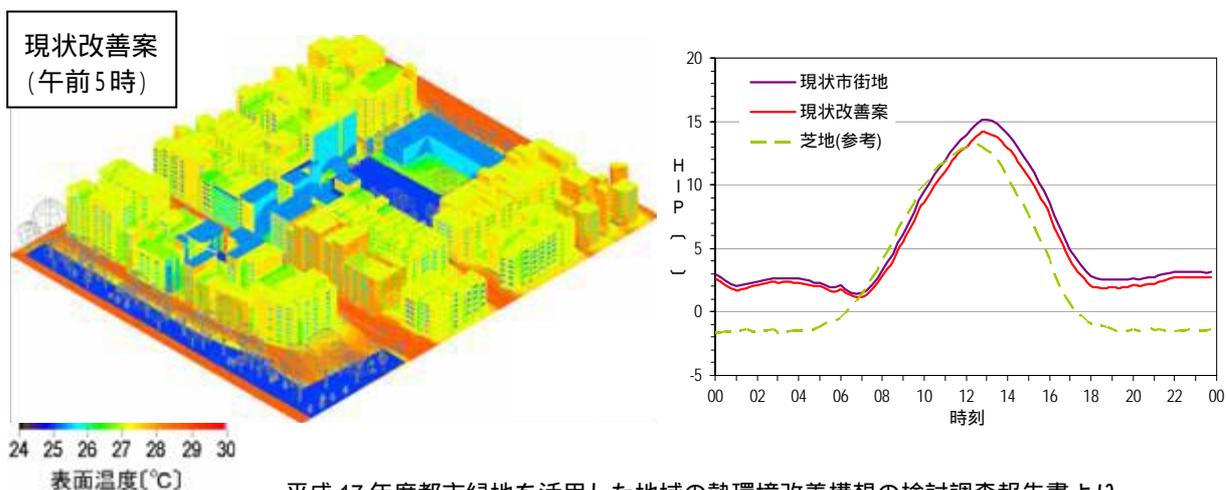
ここでは、環境省既存検討（「都市緑地を活用した地域の熱環境改善構想の検討」環境省水・大気環境局大気生活環境室）より、ケーススタディ対象地区と同様に、大規模緑地を後背にもつ新宿御苑周辺の既存街区を対象に、冷気の誘導路を形成する対策（屋上及び壁面緑化等）を施した場合の温度上昇抑制効果を整理する。下図に対策イメージを示す。冷気の通り道となる街路に沿って建物の緑化や街路樹の植栽を行うことにより、歩行者空間に緑陰を創出して歩行者の熱環境を改善することができる。



平成 17 年度都市緑地を活用した地域の熱環境改善構想の検討調査報告書より

熱環境の改善効果としては、以下に示すように屋上緑化や壁面緑化により、風の通り道周辺の表面温度が低下している状況が分かる。現状と比べても日平均 0.6 の HIP () 低減効果が認められる。

()HIP；ヒートアイランドポテンシャルのこと。周囲への熱的な影響を示す指標で、計算対象の敷地が平坦であると仮定したときに、その面が気温より何度上昇するのに相当するかを表わす。HIP が大きいほど、ヒートアイランド現象を引き起こしやすい。



平成 17 年度都市緑地を活用した地域の熱環境改善構想の検討調査報告書より

(3) 地方公共団体を通じた対策導入促進策

街作りにおける都市の熱環境対策の方向性、具体的対策実施における配慮事項等について、基本的な方向性を示した地方公共団体向けの指針を本検討会における議論を踏まえつつ作成することにより、地方公共団体等による地域に根ざした対策の推進を図る必要がある。

(4) 関係主体の連携；複数の公的主体の支援制度の効率的な活用等

実際の街区で対策を実施する場合、民地の他に市区町村、都道府県、国の管理する土地で連携を取って対策が実施できれば、より効果的な対策となる。国、都道府県、市区町村が連携を取って各種支援制度が効率的に活用できるよう、それぞれの役割分担を明確化し、全体としての支援の枠組みを整理すること等により、事業者が活用しやすい環境を整えることは重要である。

例えば、国や都道府県等、複数の公的主体により対策導入促進施策を実施する場合には、支援制度が効率的に活用できるよう、それぞれの役割分担を明確化する等、全体としての支援の枠組みを整理すること等により、事業者が活用しやすい制度設計の検討を実施する必要がある。

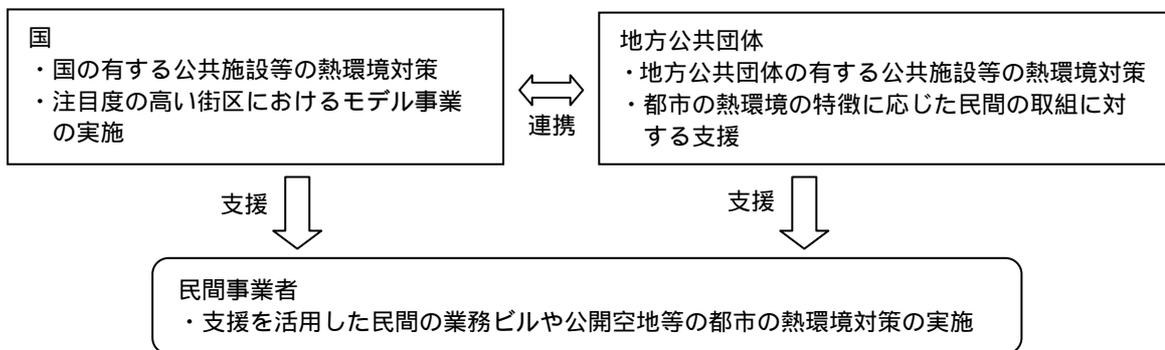


図 2-6 . 連携イメージ (例)

(5) 人材育成

新規開発地区や再開発地区において、街作り協議会のような既存組織と複数の対策実施主体が連携して効率的・効果的な対策を実施するためには、都市の熱環境対策の街作りへの適用や都市における涼感創出を含めた感覚環境に関する専門的知見等を有する専門家の存在が必要である。このような人材を育成するため、育成プログラムの開発や人材活用の場の創出を促進するための施策について検討する必要がある。

(6) 技術開発（新技術導入前のプレ導入実証試験への支援）

新しい技術を導入する場合の技術的なりスクを軽減するため、ある程度実証してから導入に入ることができるよう支援を行うことが考えられる。これについては現在、環境省において、『環境技術実証モデル事業 ヒートアイランド対策技術分野におけるヒートアイランド対策技術（建築物外皮による空調負荷低減技術）実証試験事業』のなかで、対策技術の環境保全効果等を第三者が客観的に実証する事業を実施しているところである。

(7) その他の支援策

その他の支援策としては、対策を実施する事業者へのインセンティブを付与する施策（税制の優遇措置等）等が考えられる。

2.6. ケーススタディ

ここでは、具体的な地区・街区に各種の熱環境対策を集中的に導入した時のイメージを把握するためのケーススタディを実施する。将来的にはここで示される集中的対策導入イメージを実現するための施策（モデル事業等）の実施や推進体制の検討を行っていくことが望まれる。以下にケーススタディの検討フローを示す。

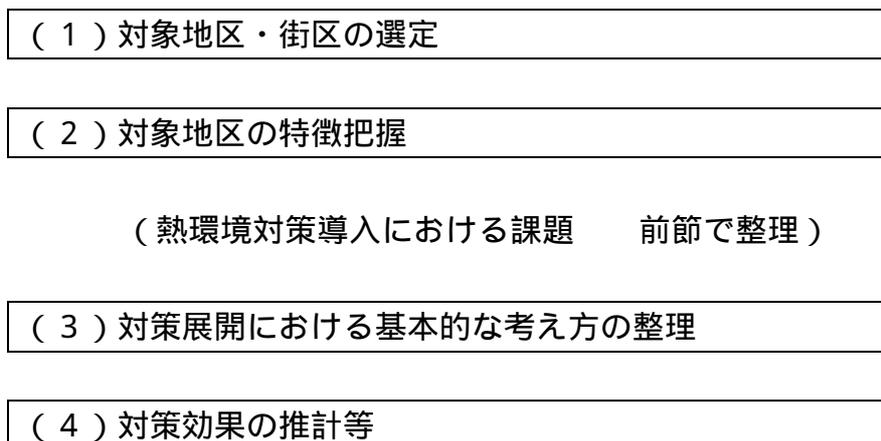


図 2-7 . ケーススタディ検討フロー

2.6.1. ケース ; 東京地区を対象としたケーススタディ

(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施可能性が高いと見込まれる地区として、東京の玄関口であり再開発動向の活発な大手町・丸の内・有楽町地区（以下、大丸有地区）を対象として、大規模緑地の冷気活用、蒸発潜熱の発散機能や緑陰機能回復等を一体的に実施する模範的な熱環境対策についてケーススタディを行った。

大手町・丸の内・有楽町地区のエリアデータ

区域面積；約111ha（内、宅地約60ha）
地権者数；97者
建物頭数；105棟（建設中7棟）
建物延床；640ha（建設中約74ha含む）
建物築年数；建設中6%、10年未満14%、10～20年；8% 20～30年14%、30～40年27%、40年以上31%
就業因数；約214,000人
事業所数；約4,000事業所
鉄道網；鉄道 [JR] 8路線 地下鉄7路線 13駅
駅乗降者数；約92万人 / 日

（ 2 ） 対象地区の特徴

1) 大規模な再開発の連鎖

大丸有地区は現在、大規模な再開発が続いており、新しく建設された建物は熱環境や温暖化に配慮されたものとなっている。また、今後も大手町地区での連鎖型の再開発等がいくつか予定されている。これら再開発は熱環境対策や温暖化対策を導入する上での契機と考えられる。

2) 皇居や日比谷公園等クールスポットが隣接

当地区に隣接して皇居や日比谷公園といった大規模な緑地が存在している。これら大規模な緑地はクールスポットとして冷気を生み出す事から、有効な活用が考えられる。

3) 広幅員の道路と公開空地によるオープンスペースの存在

当地区は行幸通り等広幅員の道路があり、また公開空地によって建物足元にオープンスペースが確保されている。これらの空間は緑化等熱環境対策を行う種地として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)

	延べ床面積 (ha)	エネルギー 消費量(TJ)	電力CO ₂ (万t)	空調CO ₂ (万t)	割合
千代田区 (業務部門)	1,600	20,000	150	38	100%
大手町・丸 の内・有楽 町地区	640	8,000()	60()	15()	39%

延べ床面積比で千代田区全体のエネルギー消費量を按分して概算。

(イ) 消費エネルギー構成

対象地区におけるビルエネルギー使用内訳としては、オフィスビルが中心となっていることから、電力消費が全体の8割以上を占めている。また、電力消費の約1/4が共用部空調のために使用され、このほかにテナントが負担する空調電力もあり、これらは熱環境対策による消費エネルギーの削減が期待される部分である。

消費エネルギーに関する数値については、一部ビルを対象とした実績値を基に記述しているため、対象地区全体の数値とは必ずしも一致しない可能性がある。

(3) 対策展開における基本的な考え方

1) 再開発と連動した建物系対策の導入

今後も行われる大規模再開発を熱環境対策導入の契機として捉え、屋上緑化や壁面緑化等建物系の対策を先導的かつ集中的に行っていく。大規模再開発において先導的に対策を行うことにより、熱環境対策のショーケース化、拠点化を図り、再開発等が予定されていないその他既存建築物の熱環境対策展開へとつなげる。また、再開発地区に緑化等の対策を集中的に導入すると同時に、住民の憩いの場となる広場等を整備することで涼感を生み出すスポットを積極的に創出していく。

2) 広幅員の道路や周辺建物とクールスポットを活用した冷気の導入

皇居や日比谷公園につながる広幅員の道路や周辺建物については、クールスポットからの冷気を流す「冷気の誘導路」(マクロレベルで検討される「風の道」とは別の概念であることに留意)として捉え、屋上・壁面緑化や、街路樹による緑化、保水性舗装等を集中的に導入し、熱環境対策展開の軸を形成する。具体的には、クールスポットである皇居からにじみ出す冷気が行幸通りに入り、更に仲町通り等の横軸道路に沿って冷気を地区全体に広げる。また、このように地区に広がった冷気の通り道沿いには瀬木陰や小水路を積極的に生み出すことにより、心理的側面を含めて心地よい涼しさを感じながら歩くことができる動線を生み出す。

3) 建物屋上面や公開空地等のオープンスペースを活用したグランドレベルの対策の展開

建物屋上面や既存の公開空地や今後予定される再開発において生まれる公開空地においては、建物（屋上・壁面）の緑化や散水、地表面の緑化等による被覆状況の改善等の対策を集中的に行い、小さなクールスポットの形成を図る。また、これらの対策は熱環境対策に限らず、緑を目にすることは心理的に休まり、涼しさを感じることでできる空間の創出等にもつながると考えられる。

4) マクロレベルの対策を与条件としたミクロレベルの対策を検討・実施

対象地区・街区の熱環境改善対策としては、マクロレベルの対策（東京湾から連なる風の道の形成等）とミクロレベルの対策（皇居等の都市緑地からの冷気のにじみ出しの活用等）が考えられる。ケーススタディにおいては、基本的に街作りにおいてコントロールが可能なミクロレベルの対策を対象とした検討を行い、マクロレベルの対策については地区・街区における与条件と位置づける。この際、マクロレベルでの大規模緑地からミクロレベルでの街区の街路樹までが連続性をもち、木陰が途切れないようにデザインする等、都市の中で涼しさを容易に得られることができるような街作りを行う。

5) その他対策のポイント

既存の街路樹及び、皇居や日本橋川による風の流れを活かし、街区全体の風通しをよくし、クールスポットからの冷気のにじみ出しと連携する。個別建築物での対応として、既存及び再開発中の建物、新たに建設される建物において、対策が可能なものについては壁面緑化、保水性舗装構造への転換等の対策を講じる。この際、地区・街区内に点在するクールスポット等が可能な限り連続性をもちように配慮する等、地区・街区で一体となって涼感の形成及び熱環境改善を図る。

●人の動線に配慮した対策実施
⇒歩行者による賑わいが多い仲通りや緑の軸となる行幸通りなどにおいては、歩道等外部空間の温湿度環境を快適にするために集中的な対策を導入する
導入技術：保水性舗装、壁面緑化等

●大規模緑地からのしみ出し効果と
関係した緑化対策等の集中的導入
⇒行幸通りや馬場先通りなどを大規模緑地からの冷気を出来るだけ広範囲に繋げる軸として位置付け、緑化対策等を集中的に導入する
導入技術：街路樹整備、屋上緑化、壁面緑化等

●地区の自然資源の賦存状況に配慮した
対策の実施 (1)
⇒日本橋川沿いの再開発地区においては、河川熱の現況を把握した上で、再開発建物を中心に河川熱の最大限の活用を図る
導入技術：河川熱利用技術

●地区の自然資源の賦存状況に
配慮した対策の実施 (2)
⇒集中的な緑化対策を行った軸の街路樹等の剪定枝を収集し、再開発建物の地下空間を活用したバイオエタノール化施設を設置し地区内の循環バスなどへの利用を図る(事業系厨芥ゴミの活用を行う施設設置も合わせて考えられる)
導入技術：廃棄物のエネルギー転換技術等(剪定枝のバイオエタノール化、厨芥ゴミのメタン発酵)

高反射塗料等、建物改修等の必要性が小さい対策については、既存建築物への適応も積極的に検討する。

●風の道(広幅員道路、河川沿い等)への
緑化対策等の集中的導入
⇒行幸通り、晴海通り、日本橋川を「風の道」として位置付け、そこを通過する大気の温度上昇が抑えられるよう緑化対策等を集中的に導入する
導入技術：屋上緑化、壁面緑化等

●屋根面の活用や日射量に配慮した
対策の実施
⇒新規建築物においては、屋根面の活用を屋上緑化や高反射塗料、クーリングタワーへの庇設置等、それぞれの状況に応じて選択し導入を図ると共に、建物の方位などの工夫により日射量のコントロールを検討する
⇒日陰部分については、耐陰性植物(コケ等)の活用を検討する
導入技術：屋上緑化、高反射塗料等、超親水性光触媒等

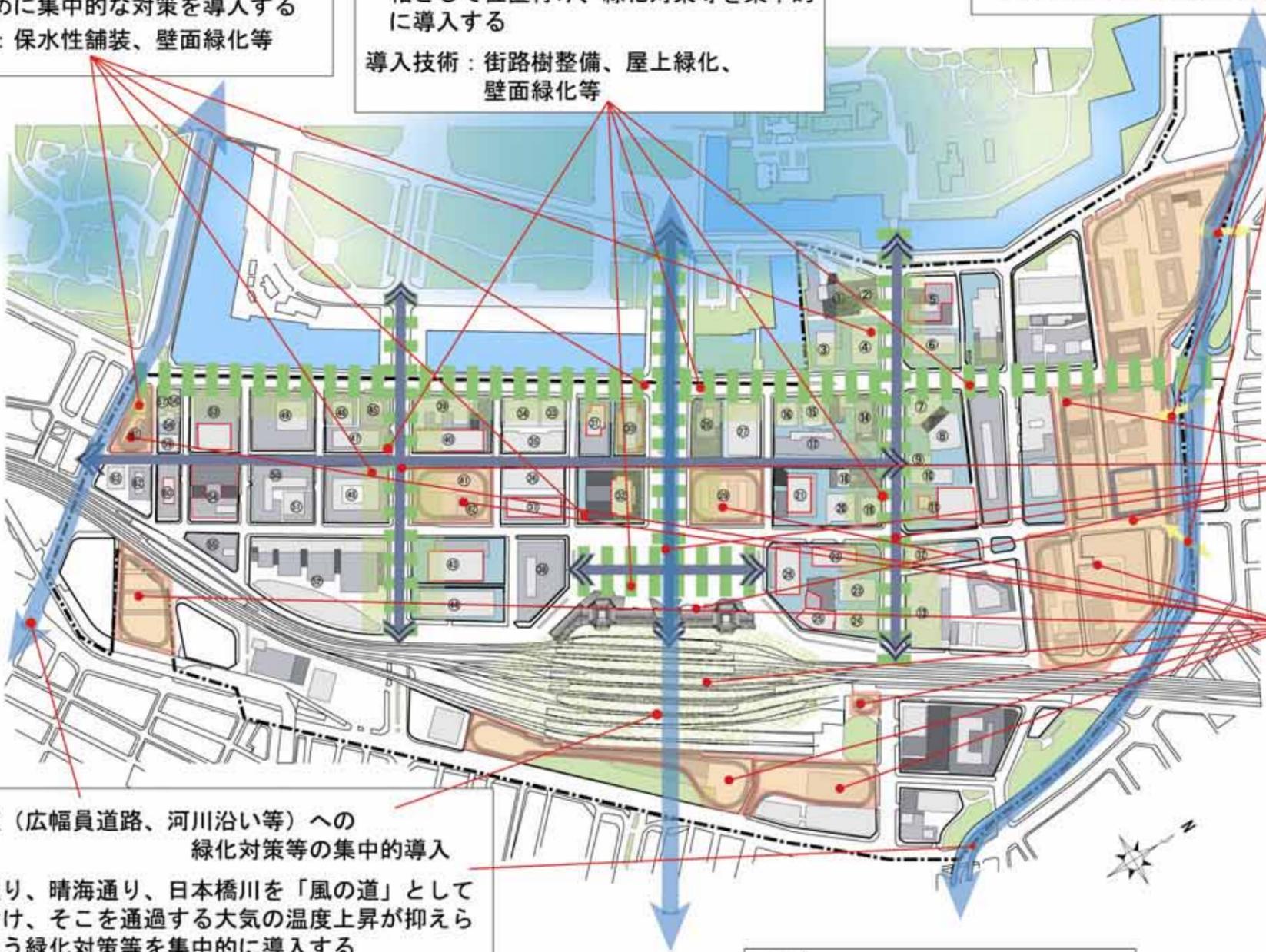
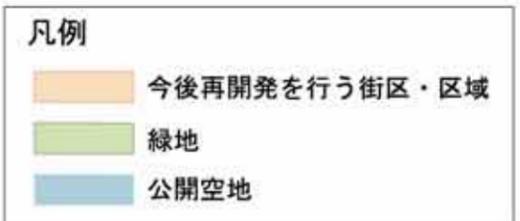


図 2-8 . 大丸有地区の対策ケーススタディ