

3章 建物に対するヒートアイランド対策技術の導入

都市のヒートアイランド現象に対して、建物は多面的な影響を及ぼしていると考えられています。そのため、建物やその敷地（以下、「建物等」と言います。）においてヒートアイランド対策が推進されることが期待されています。しかし、建物等に対するヒートアイランド対策の効果は、都市全体として享受するものであり、対策を実施する建物所有者のみが便益を得るわけではありません。そのため、ヒートアイランド対策技術を導入している建物所有者や開発業者（ディベロッパー）等（以下、「建物所有者等」と言います。）は、対策技術の導入に際し、「ヒートアイランド対策効果」のみを期待しているわけではなく、地球温暖化対策効果や企業イメージの向上など、様々な期待を込めて対策を実施しています。

そこで、これまでにヒートアイランド対策技術を導入してきた建物所有者等から、対策技術導入の背景や導入の検討過程、導入効果などをヒアリングし、これから技術導入を検討する建物所有者等や技術導入を提案する事業者の方などが参考となる情報を整理しました。

3.1 建物とヒートアイランド現象

- ・ 建物はヒートアイランド現象に対して多面的に影響を及ぼしています。
- ・ 建物からの人工排熱は都市全体における人工排熱のうち半分程度を占めると推測されます。
- ・ 建物からの人工排熱を削減するには多くの手法があり、照明等のエネルギーを削減する、窓面から建物に入る日射を遮るなどの手法があります。

ここでは、建物に対するヒートアイランド対策技術の説明に入る前に、まずは建物がヒートアイランド現象に及ぼす影響について概観します。

第1章では、ヒートアイランド現象の原因が主として「地表面被覆の人工化」「人工排熱の増大」「都市形態の高密度化」の3つであることを説明しました。建物や敷地に注目してヒートアイランド現象との関係を見ると、以下のような項目を挙げることができます。

表 3.1 建物等がヒートアイランド現象に及ぼす影響

原因の種類	影響を及ぼす項目
地表面被覆の人工化	・ 敷地のアスファルトや建物壁面のコンクリート等の増加による日中の表面温度の高温化と蓄熱
人工排熱の増大	・ 空調エネルギーなどの人工排熱の増大
都市形態の高密度化	・ 都市の凸凹による日射補足率の増加 ・ 天空率の減少による放射冷却量の減少 ・ 建物風下側の風速低下による熱のよどみ域の発生

これらの影響を軽減するための建物等におけるヒートアイランド対策技術には、緑化等による建物被覆や敷地表面などの改善、空調機器効率や建物断熱性能の向上による排熱削減、建物配置や形状の変更による風通しの促進などがあります。

例えば、建物から排出される人工排熱に注目すると、都市における人工排熱の約半分を建物からの排熱が占めているとの調査結果があります。

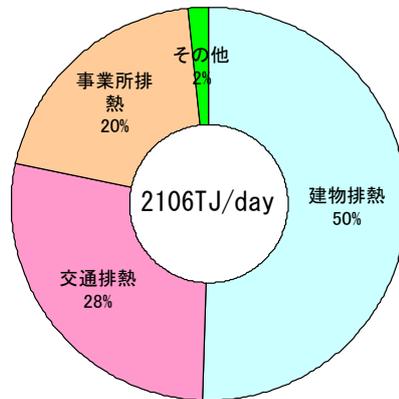


図 3.1 東京 23 区の人工排熱の排出源別の構成比¹

建物からの人工排熱を削減するには、空調機器効率の向上、建物内で発生する照明等のエネルギー消費量の抑制、また日射など外部から入ってくる熱を軽減する方法などがあります。特に窓面や天井・壁面から建物に入ってくる熱（大気へ排出される熱の約 23%）を遮断することで、空調機器で消費されるエネルギーが軽減され、結果として大気への排熱量が大幅に削減（空調機器の COP を仮に 4 とすると、大気へ排出される熱の約 29%）することができます。

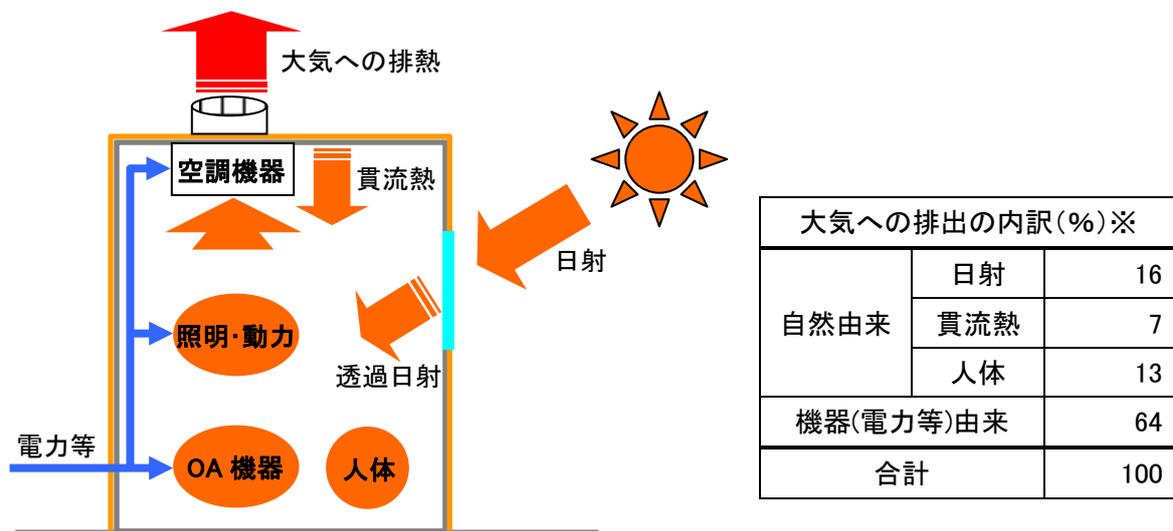


図 3.2 事務所建物におけるエネルギーフローのイメージ

※表の数字は国土交通省・環境省の調査報告書¹より算出

¹ 国土交通省・環境省：平成 15 年度都市における人工排熱抑制によるヒートアイランド対策調査報告書，平成 16 年 3 月

3.2 ヒートアイランド対策技術の普及動向

ヒートアイランド対策技術の特色として、地球温暖化対策、緑化対策等の複数の目的で実施されている技術が多く、ヒートアイランド対策として網羅した最新の普及動向や技術トレンドを把握しづらい点が挙げられます。このため、平成 19～22 年度に環境省が実施した「クールシティ 中枢街区パイロット事業」(以下、「パイロット事業」と言います。)で補助の対象とした対策技術の普及動向について、各技術の関連業界団体等からヒアリングした結果を整理しました。

なお、本章において対策技術の導入に係るコストを記述していますが、このコストはヒアリングにより得られた一般的な工法を基準とした参考値であることに御留意下さい。

3.2.1 屋上緑化・壁面緑化

- ・平成 12 年から平成 21 年の 10 年間で、少なくとも屋上緑化は約 272.7 ヘクタールが、壁面緑化は約 31.7 ヘクタールが整備されました。
- ・屋上緑化にくらべて壁面緑化は歩行者などから認識されやすく、最近では壁面緑化が導入されやすい傾向にあります。
- ・技術革新により、建物緑化の単位面積当たり施工コストは低下する傾向にあります。
- ・ただし、継続的な維持管理に要する負担が、技術導入のハードルとなっています。

屋上緑化や壁面緑化は、表面温度の上昇を抑えることで気温上昇を抑制するとともに、居室内への熱の侵入を低減し、空調エネルギー消費を削減します。

国土交通省が毎年公表している「全国屋上・壁面緑化施工実績調査」によれば、平成 22 年中に新たに屋上緑化が 27.2ha、壁面緑化が 7.2ha 整備され、平成 12 年から平成 21 年の 10 年間で、少なくとも屋上緑化は約 272.7ha に、壁面緑化は約 31.7ha が整備されました。

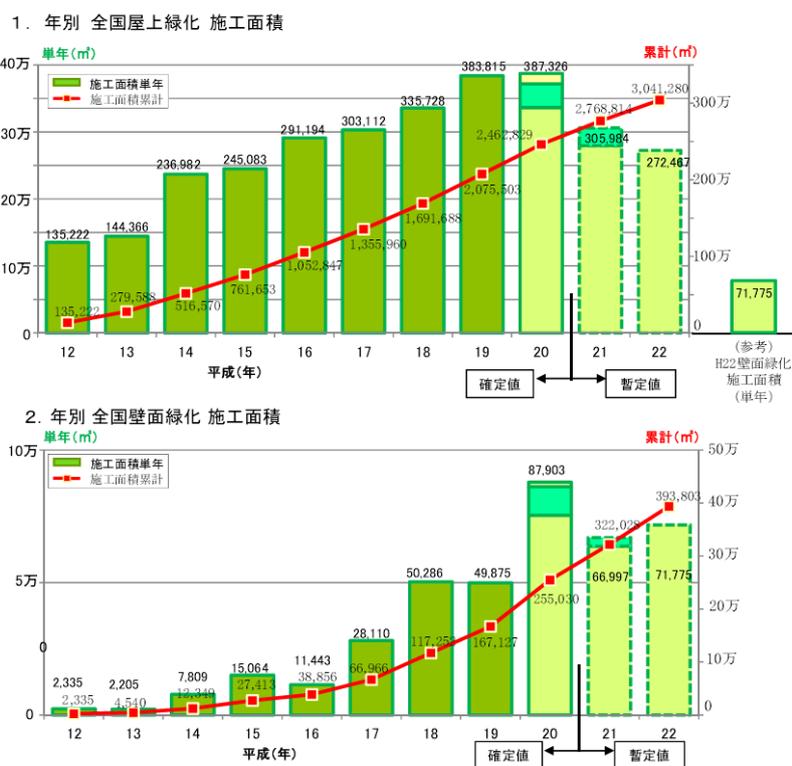


図 3.3 屋上緑化及び壁面緑化の普及状況

資料) (財)都市緑化機構 提供

壁面緑化は歩行者などから認識されやすく、緑の少ない都心部などにおいて、壁面緑化を用いた外構や建物正面のデザインに注目が集まっており、屋上緑化にくらべて技術が導入されやすい傾向にあります。

地域別の実績では、東京都の割合が高くなっていますが、東京都自然保護条例に基づく屋上緑化の設置義務が増加の背景にあります。東京都での制度の制定以降、兵庫県、大阪府、京都府、埼玉県などは同様の制度を設けています。また、名古屋市や横浜市などは都市緑地法に基づく緑化地域制度を導入し、緑化の義務付けを行っており、屋上緑化のみならず敷地内緑化も進んでいると考えられます。

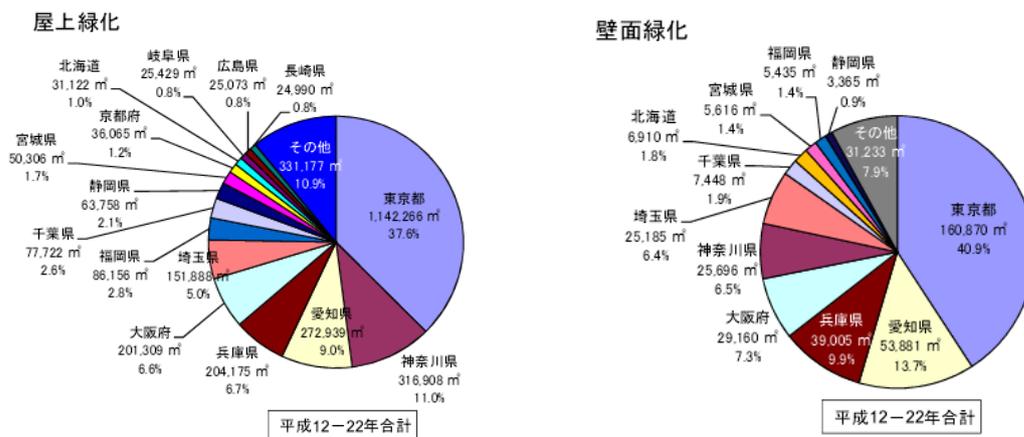


図 3.4 地域別の屋上緑化及び壁面緑化の普及状況 資料) (財)都市緑化機構 提供

屋上緑化は、マンション等の集合住宅での施工実績が多い傾向がありましたが、最近は教育文化系や医療系の建物で増えています。これは、施設の特徴を考慮して緑を教育面で活用し、緑が持つ癒しの効果が注目されていることなどが寄与していると考えられます。

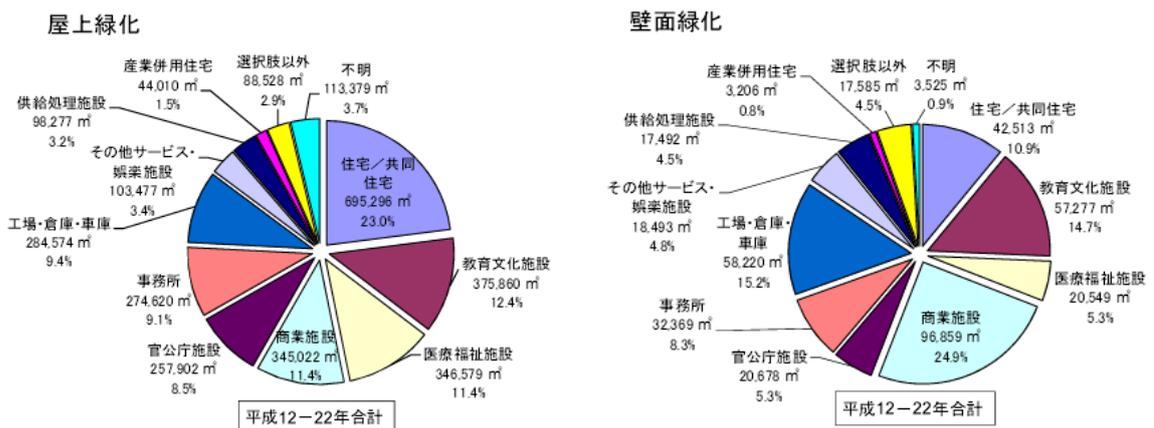


図 3.5 施設別の屋上緑化及び壁面緑化の普及状況 資料) (財)都市緑化機構 提供

屋上緑化の設置費用は、技術革新が進んだことで、現在では中低木を含む屋上緑化でおよそ5～6万円/㎡まで低下しています。維持管理費用はおよそ1,500円/㎡・年となります。ただし、設置費用、維持管理費用ともに施工の形態等によって異なります。

また、壁面緑化のコストも屋上緑化と同様に施工の形態等によって異なりますが、パネル式工法の場合の設置費用はおよそ8～10万円/m²、維持管理費用はおよそ6,000円/m²・年となります。

緑の生育状態を良好に保つには適切な維持管理が欠かせませんが、継続的に必要となる維持管理のコストが、建物所有者等にとって大きな負担として認識されています。

3.2.2 保水性舗装・建材

- ・保水性舗装は、耐久性の面から施工場所に制約を受けるため、2005年以降、施工面積が減少傾向にあります。
- ・ただし、公園等、耐久性は求められないが舗装が必要な場所には向いています。
- ・保水性建材は、汚れやすく、特に灌水タイプでは苔などが付着し、定期的な清掃が必要です。
- ・ベランダ用の建材では、「水はけのよさ」「裸足で歩いても熱くないこと」といった性能が評価されています。

保水性舗装は、アスファルトに吸水・保水性能を持つ保水材を充填し、降雨や散水により保水材に吸水された水分が日射を受けて蒸発し、水の気化熱により路面温度の上昇を抑え、周辺の気温上昇を抑制する技術です。

2003～2007年（平成15～19年）の施工面積が多く、2008年（平成20年）以降、施工面積が減少しています。施工方法は1992年（平成4年）から研究がはじめられており、1999年（平成11年）に大阪市で初めて導入されています（湾岸部の車道で試験発注）。平成14年から国土交通省関東技術事務所が実施した「環境舗装東京プロジェクト」や東京都の発注工事（東八道路，都庁舎裏）を契機に、東京都を中心に施工面積が急増しました。

しかし、大型車両の通過や、交差点・駐車場といったハンドル操作が多い場所で、骨材や保水材が飛散する事例が発生したことで、公園等の自動車交通等に対する耐久性が求められない場所など、保水性舗装が適用可能な場所が明確になってきました。

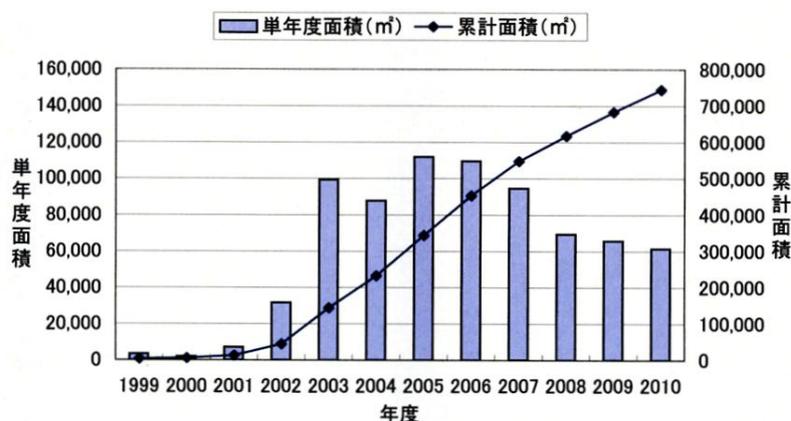


図 3.6 保水性舗装の普及状況 資料) 路面温度上昇抑制舗装研究会 提供

都道府県別の施工面積では、東京都がおよそ半分を占め、神奈川県が14%と続いています。保水性舗装は主として、地方自治体が管轄している道路に導入されています。

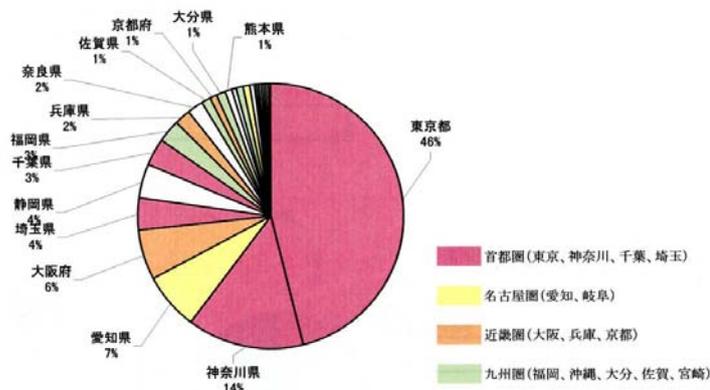


図 3.7 保水性舗装の地域別普及状況 資料) 路面温度上昇抑制舗装研究会 提供

保水しているため表面が汚れやすく、特に瀧水タイプでは苔などが生え、表面をきれいな状態に保つためには定期的な清掃が必要になります。

ベランダ用の保水性建材では、「水はけのよさ」や「裸足で歩いても熱くない」といった性能が評価されているようです。

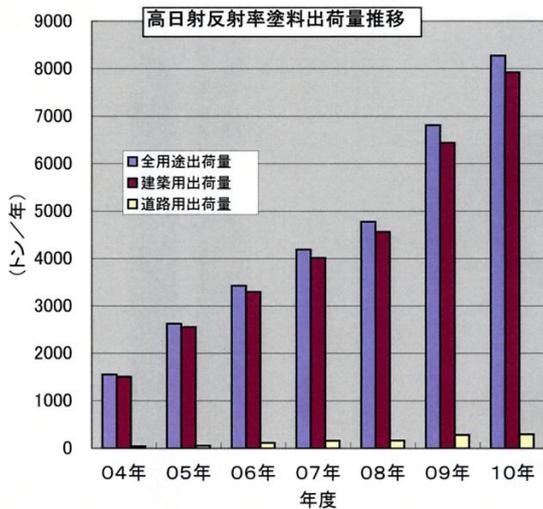
保水性舗装については、通常舗装のおよそ2～3倍の費用を要します。

3.2.3 高反射率塗料

- ・高反射率塗料は、年々その出荷量が増加しています。
- ・地域的には、冷房の使用頻度が高く、遮熱効果が高くなる関東以西での導入が大半です。
- ・高反射率塗料の施工面の表面温度上昇抑制効果の測定方法については JIS で規定され明確になっていますが、建物の屋根面等に導入した場合の室内の空調エネルギー消費量の抑制効果については、測定手法や定量化手法が定まっていません。

高反射率塗料は、太陽光の中でも赤外線領域を効率的に反射する特殊な顔料や材料を塗布もしくは充填することで、表面温度の上昇を抑え、周辺の気温上昇を抑制します。また、建物の屋上や屋根面に塗布することで、居室内への熱の侵入を低減し、空調エネルギー消費を削減します。

高反射率塗料の出荷量は年々増加する傾向にあります。



1. 高日射反射率塗料出荷量推移(単位:トン/年)

年度	04年	05年	06年	07年	08年	09年	10年
全用途出荷量	1549.3	2623.5	3425.1	4187.7	4774.2	6809.8	8272.0
建築用出荷量	1507.4	2554.2	3296.0	4012.7	4564.9	6440.7	7919.0
道路用出荷量	41.9	56.1	114.3	159.6	162.5	280.5	294.2
報告メーカー数	13社	15社	16社	21社	22社	23社	23社

注:全用途出荷量には建築・道路以外にその他の高日射反射率塗料が若干加算されている。

2. 高日射反射率塗料出荷比率推移(単位:%)

年度	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
高日射反射率塗料全用途出荷量	1,549.3	2,623.5	3,425.1	4,187.7	4,774.2	6,809.8	8,272.0
対前年比(%)		169	131	122	114	143	121
全塗料出荷量	1,936,000	1,945,000	1,989,000	1,990,000	1,808,000	1,549,000	1,554,000
対全塗料比(%)	0.08	0.13	0.17	0.21	0.26	0.44	0.53

注:全塗料出荷量は「塗料製造業実態調査」の表5-1需要産業区分別出荷数量(全企業)の数字を採用することにしました。2010年度に限っては経済産業省化学工業統計の数字を仮に採用している。

図 3.8 高反射率塗料の普及状況 資料) (社)日本塗料工業会 提供

保水性舗装の施工面積が減少傾向にある中、高反射率塗料を舗装面に施工する遮熱性舗装は、平成 18 年ごろから施工面積が伸びてきています。「メンテナンスフリー」という遮熱舗装の特徴も施工面積の増加に寄与しているようです。都道府県別では、保水性舗装と同様に、東京都が半数以上を占め、神奈川県がそれに続きます。

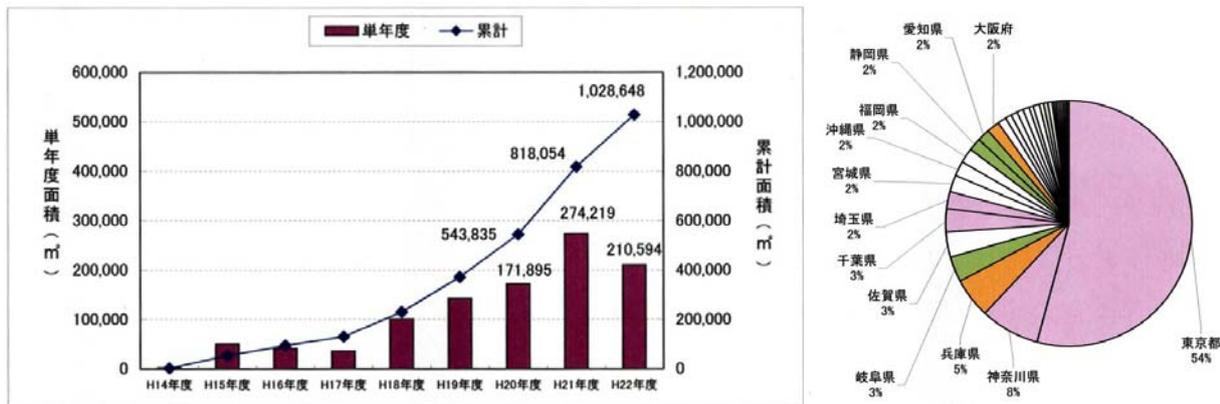


図 3.9 遮熱舗装の普及状況 資料) 路面温度上昇抑制舗装研究会 提供

建物屋上面等への高反射率塗料は、遮熱作用による冷房負荷削減効果が得られやすい東京より西の地域で導入が進んでいます。しかし、デメリットとして、冬季には暖房負荷が増える可能性があることに留意する必要があります。

また、高反射率塗料の施工面の表面温度上昇抑制効果の測定方法については JIS K 5675 で規定され明確になっていますが、建物の屋上面等に導入した場合の室内の空調エネルギー消費量の抑制効果については、測定手法や定量化手法が定まっていないため、信頼性の高い PR がしにくい状況にあります。

建物屋上面等に塗布する高反射率塗料の価格は、一般塗料のおよそ 1~1.5 倍で、施工費はほぼ変わりません。遮熱性舗装については、通常舗装のおよそ 2~3 倍の費用を要します。

3.2.4 窓ガラスの遮熱・断熱性能の向上

- ・日射遮蔽フィルムは、ガラスの飛散防止機能、夏季の冷房エネルギー消費量抑制効果などから、東日本大震災後にニーズが高まっています。
- ・ただし、10年程度で張り替えが必要なこと、冬季の暖房負荷が増大する可能性があることなどに留意が必要です。
- ・Low-E 複層ガラスについては、新築戸建住宅での導入率が高くなっていますが、集合住宅では普及が進んでいません。
- ・カーテンウォールなどの業務建物にも後付で導入可能となる見込みです。

1) 日射遮蔽フィルム

窓ガラスに日射遮蔽フィルムを貼ることで、日射反射率を高め、建物内部への日射透過量を減少させ、居室内の冷房負荷を低減させることができます。

上記に加えて、日射遮蔽フィルムの特徴の一つにガラスの飛散防止機能があり、阪神大震災や東日本大震災によってその効果が認識され、夏季の冷房負荷削減効果もあることから、今年の節電需要の高まりに応じて、ニーズが高まっています。

冬季には逆に暖房負荷が増加する可能性があることに留意が必要です。ただし、冬季についても、日射が当たりやすい窓際では、透過する日射量を抑制することから快適性が向上する効果があると考えられます。

材料費と施工費合計でおよそ 1.2~1.6 万円/m² です。

2) Low-E 複層ガラス

3.1 で見たように、居室内に透過する日射の熱や窓面を貫流する熱など、建物の開口部（窓や扉）から出入りする熱量は少なくありません。Low-E 複層ガラスは日射の透過も抑制するだけでなく、断熱性能に優れるため、夏と冬の空調負荷を削減する効果を有します。特に冬は窓面の結露が少なくなることも評価されています。

最近の新築戸建住宅では、複層ガラスが 9 割程度、Low-E ガラスが 5 割程度普及していますが、集合住宅ではもともと戸建住宅より開口率が低く、断熱性能が高いことから普及率が低くなっています。

カーテンウォールなどの業務ビルでは、これまで製品強度上の理由で窓ガラスの複層化が難しい状況でしたが、既存の単板ガラスに屋内から Low-E ガラスを組み込んだサッシ（20mm 厚以下）を付加する技術開発が進んでいます。

マンションに導入する場合、10m² 当たり、複層ガラスがおおよそ 12~13 万円、おおよそ Low-E 複層ガラスで 15~16 万円です（工賃込み）。

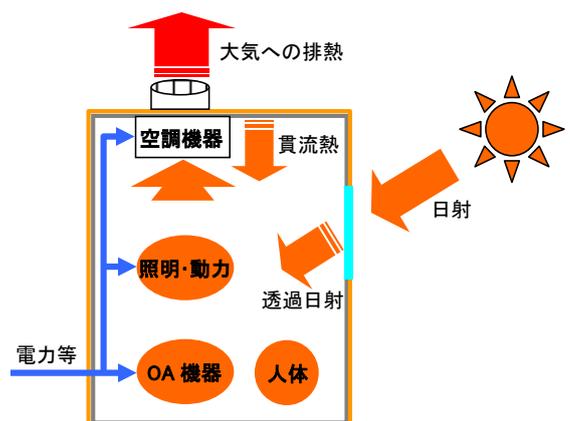


図 3.10 事務所建物のエネルギーフローイメージ（再掲）

3.2.5 地中熱ヒートポンプ

- ・近年、北海道や東北を中心に導入件数が増加しています。
- ・掘削やボーリングなどの工事を伴うため、初期の導入費用が高くなります。

通年ほぼ一定温度の地中の熱（地下水等）を夏季は冷熱、冬季は温熱として利用し、冷暖房や給湯のための熱交換を行う技術です。空気熱源ヒートポンプにくらべて熱交換効率が向上します。

地中熱ヒートポンプ技術は、1980年代には既に米国や北欧を中心に冷暖房システムとして普及しており、わが国では2002年以降から設置件数が年間20件を超え、2006年ごろから急速に件数が増加し、2009年までに累計で600件近くが導入されています。

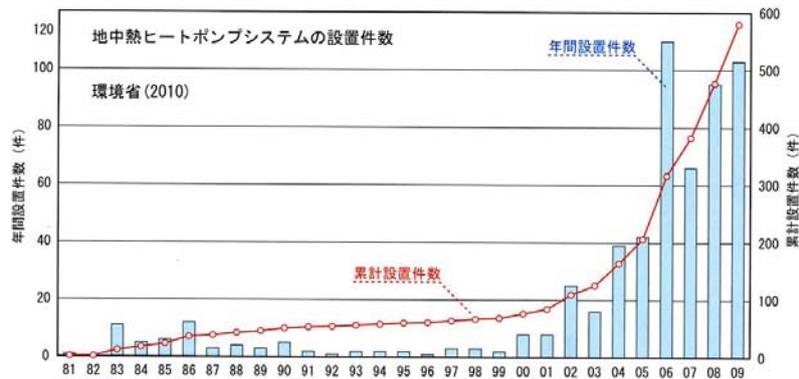


図 3.11 地中熱ヒートポンプの普及状況 資料) 地中熱利用促進協会 提供

建物等の冷暖房・給湯・融雪など、熱需要が多く、かつ冬季における空気熱源のヒートポンプの効率が悪くなる寒冷地域で導入が多く、北海道が210件、岩手県が46件となっています。

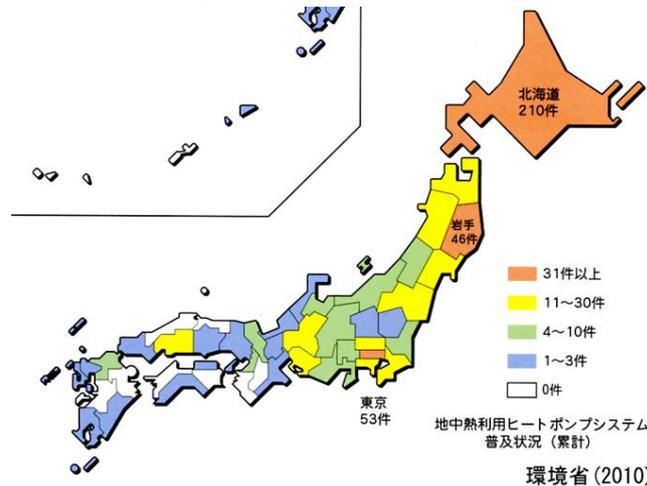


図 3.12 地中熱ヒートポンプの地域別普及状況 資料) 地中熱利用促進協会 提供

掘削やボーリングなどの工事を伴うため、初期の導入費用が高くなる傾向があります。

設置コストは、住宅の場合におよそ300～400万円程度、業務系建物については採熱方式等によって大きく異なります。

3.3 ヒートアイランド対策技術の導入プロセスと建物所有者等のメリット

先に述べたとおりヒートアイランド対策効果は都市全体として享受するものであり、対策を実施する建物所有者等のみが便益を得るわけではありません。このため、建物所有者等がヒートアイランド技術を導入するに至った理由やそのプロセスについて調査を行いました。

具体的には、環境省が実施したCO2削減を目的とした「パイロット事業」の補助の対象となった建物所有者等や街区調整者等を対象に、ヒートアイランド対策技術に限らず、幅広い環境対策技術（以下、「環境対策技術」と言います。）について導入の背景や目的、導入検討のプロセス、導入効果等をヒアリングしました。

3.3.1 環境対策技術導入のプロセスについて

- ・環境対策技術の導入プロセスには、ある程度の共通点が見られます。
- ・環境対策技術の導入に際しては、把握できる費用対効果のみで判断していません。
- ・数値化できない定性的な効果や社会情勢、規制や補助などの要素も重要です。
- ・事業コンセプトに「環境」が位置付けられていることが重要です。
- ・導入後に積極的に活用している例、維持管理コスト軽減に工夫している例が見られました。

ヒアリングの結果、導入に係る効果とコストなど、建物所有者等が検討する要素やプロセスについておよそ共通した回答が得られました。

民間事業者の事業においては、一般的に投資（コスト）以上の便益（メリット）が得られることを基準として投資判断がされますが、環境対策技術の導入においては貨幣換算できる効果とコストのみではなく、数値化できない定性的な効果に注目している場合が多く、また、行政の規制や補助制度、社会情勢等も重要な検討要素となっています。加えて、開発事業のコンセプトに「環境」が位置付けられていることが環境対策技術の導入には重要であることも分かりました。さらには、導入後に積極的に技術を活用している例や、維持管理費用を軽減する工夫も見られました。

ここで、共通する検討要素を抽出し、基本的な環境対策技術の導入プロセスを模式図として図3.13のとおり整理しました。

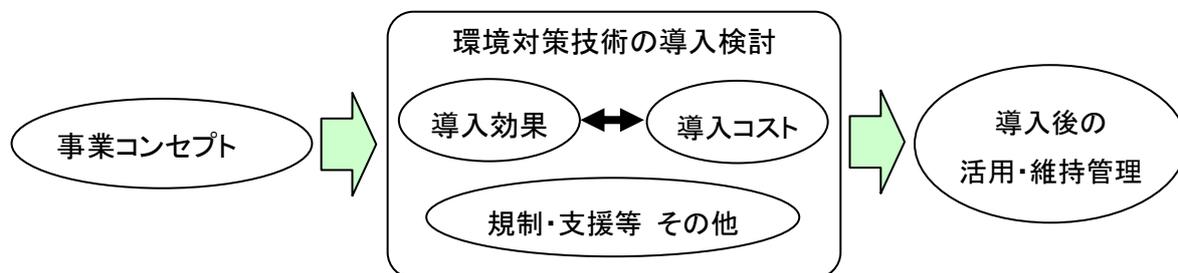


図 3.13 環境対策技術の導入プロセスの模式図

以降では、導入プロセスの各検討要素について、ヒアリングで聞かれた意見を整理するとともに、環境対策技術が有する特徴について整理しました。

3.3.2 事業コンセプト

- ・事業コンセプトに沿った環境対策技術は、個別に費用対効果が検討されるのではなく、事業コンセプトの具現化に必要な要素の一つとして認識されます。
- ・面的なまちづくりのコンセプトが合意されることで、街全体で環境対策技術の導入が進み、その効果（街のイメージ向上やヒートアイランド対策効果）も実感しやすくなります。
- ・一方で、事業コンセプトで合意されていない環境対策技術、特に工期終盤に追加実施されるヒートアイランド対策技術は、予算的な制約から実施が難しくなる場合があります。

特に新規の開発事業の場合には、経営者の意向や企業の経営方針、社会のニーズなどを反映した「事業コンセプト」が明確になります。環境対策技術を導入する場合、最初の「事業コンセプト」に「環境」が位置付けられることが環境対策技術の導入の可否に大きく影響します。事業コンセプトに沿った環境対策技術は、追加的なコストとしてその導入の可否が判断されるのではなく、コンセプトの具現化に欠かせない開発事業の要素の一つとして認識される傾向があります。また、新規開発の場合には環境対策技術の導入に要するコストは全体の事業費の数%程度とわずかであることから、個別技術の導入に必要な費用対効果が議論されるケースは多くありません。

街路樹などの建物周りの環境対策技術は、建物単体で実施するよりも街全体で面的に実施することで街のイメージの向上、ひいては集客力の向上に貢献する場合があります。また、ヒートアイランド対策からも、街全体で取り組むことでその効果を確実に上げ、実感しやすくなります。そのためには、街全体のコンセプトが作られ、それが街区の複数の建物所有者等で共有されていることが重要です。この街全体のコンセプトの共有には、まちづくりの方向性を具体化したコンセプトの提案や、建物所有者間でコンセプトを共有するための調整や環境対策技術の導入推進等、街全体をマネジメントする役割が極めて重要です。

一方で、コンセプトで合意されていない追加的な環境対策技術、特にヒートアイランド対策に多い植樹などの建物周りの環境対策技術は工期の終盤に実施されることが多いため、予算的な制約が大きくなり、十分な対策費用の確保が難しくなる場合があることも判明しました。

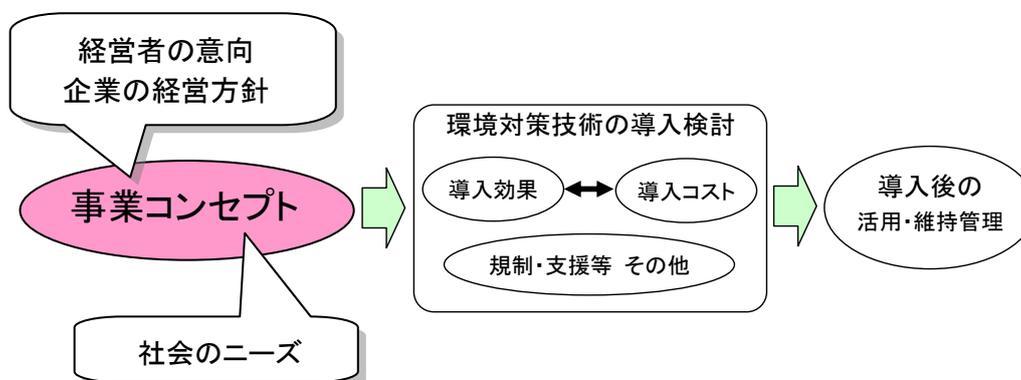


図 3.14 環境対策技術の導入プロセス（事業コンセプト）

また、既設建物の改修時には、環境対策技術の導入費用が改修事業費の多くを占める場合が多く、環境対策技術の導入に必要な投資の意義について技術別に効果の説明が求められるケースが多くなります。しかし、多くの環境対策技術は投資を上回る短期的な経済的利益を生み出すことは難しく、費用対効果だけで導入可否を議論することはできません。こうした場合にも街や地域全体で合意されたコンセプトに「良好な環境創出」等が盛り込まれていることで、既設建物でも環境対策技術の導入が進むことが分かりました。

新築、既設のいずれにおいても、街全体のコンセプトや事業コンセプトが実現されていく過程で、集客力の向上等の具体的な効果が確認されれば、環境対策技術に対する建物所有者等の理解が促進され、環境と経済の好循環が生まれる関係にあります。

3.3.3 環境対策技術の導入検討

先に述べたように、環境対策技術の導入を検討する際には、貨幣換算できる効果と導入コストのみではなく、数値化できない定性的な効果に注目している場合が多く、行政の規制や補助制度、社会情勢等も重要な検討要素となっています。以下には、それぞれの要素の検討内容を整理しました。

1) 導入効果

- ・環境対策技術の導入に期待する効果は、地域貢献・社会貢献と言った企業の CSR の側面と、短期的、中長期的な経済的動機付けの側面があります。
- ・地域貢献や社会貢献として技術を導入する際にも、企業イメージの向上や開発事業推進の円滑化などに有効と考えられる関連技術が導入されやすくなっています。
- ・省エネによるエネルギーコスト削減につながる技術を導入する際には、費用対効果を定量的に把握するものの、必ずしも便益が費用を上回ることを導入の条件としているわけではありません。
- ・CO2削減に効果的な技術を導入する場合にも、導入の基準はCO2削減効果のみではなく、目新しい技術などPR効果の高い技術が導入される傾向にあります。
- ・定性的な効果を認識しやすくするために、効果を可視化するなどの表現方法が重要になります。
- ・環境対策技術には「環境プレミアム」と呼ばれる付加価値が存在していると考えられます。この付加価値を享受できる建物事業者が対策導入に積極的です。
- ・ヒートアイランド対策の「環境プレミアム」の価値を高めることで、ヒートアイランド対策が推進されることが期待されます。

今回ヒアリングをした建物所有者等は、導入する環境対策技術に対し、CO2削減効果や生態系保全効果の他にも、ヒートアイランド対策や良好な景観形成による地域貢献等、様々な効果を期待していることが分かりました。また、リーディング企業としての最先端の技術への挑戦という姿勢も見られました。

経済的なメリットを求めて環境対策技術を導入する場合には、容積率緩和やエネルギー費用の削減効果に注目する例が多く見られました。また、環境対策技術の中には街や企業イメージの向上に寄与するものがあり、集客力向上等の中長期的な経済的利益につながる場合があることも分かりました。

このように、環境対策技術を導入する際、建物所有者等は社会的な背景等を考慮しつつ、技術の導入による多面的な効果を期待しています。地域貢献や社会貢献と言った企業の CSR の側面と、短期的、中長期的な経済的動機付けの側面があります。

また、それぞれの効果を建物所有者等が認識しやすくするための表現方法にも工夫が求められます。

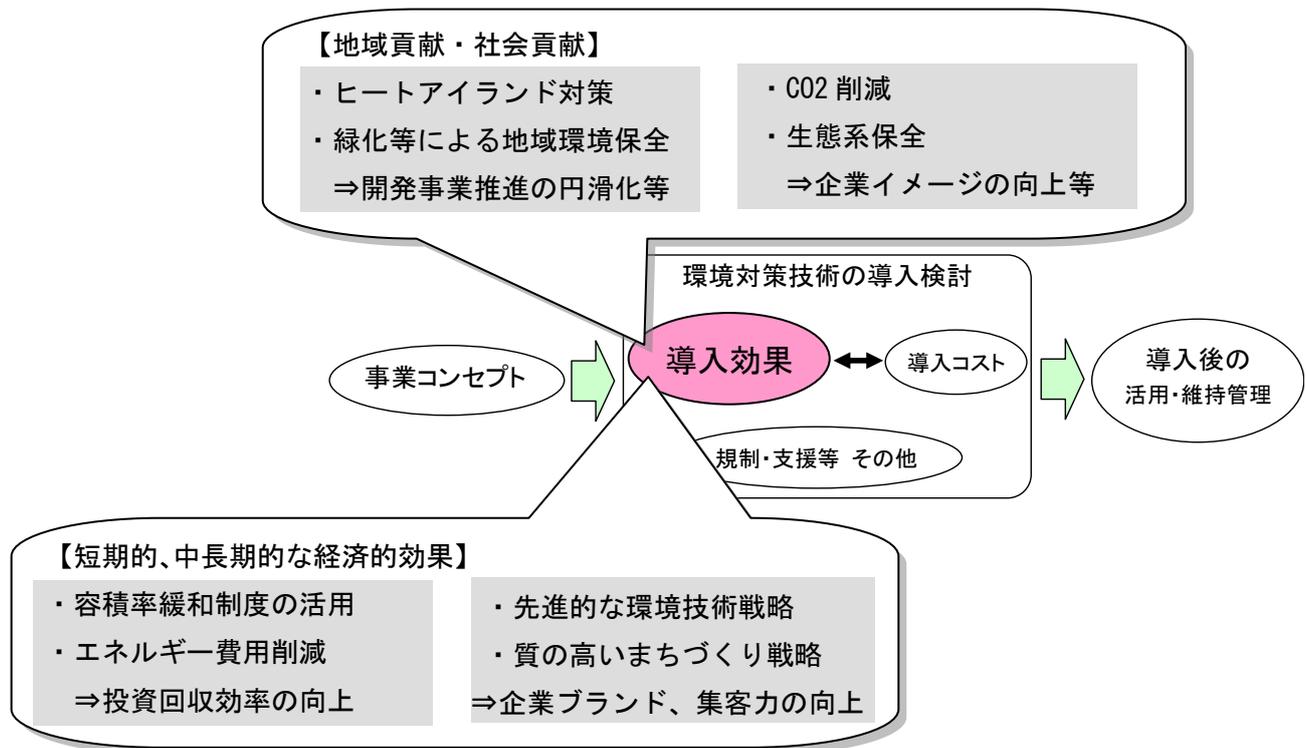


図 3.15 環境対策技術の導入プロセス (導入効果)

① 地域貢献・社会貢献

地域や社会に貢献する効果として、以下に示すような効果が期待されています。

- ・地球温暖化対策効果
- ・周辺地域の熱環境の改善効果 (ヒートアイランド対策効果)
- ・生物多様性の保全効果
- ・市民や学生に対する環境教育効果
- ・緑化等による地域環境や景観の改善効果

これらの効果を求める背景には、「環境対策技術の導入」に地域や社会に発信する特有のメッセージ効果を期待していることが分かりました。すなわち、開発事業を円滑に推進できるよう地域貢献をアピールする、企業イメージの向上に効果的な環境対策技術を導入して地域や消費者にアピールできることも、環境対策技術の導入においては重要な検討の視点となります。

そのため、技術の導入に際しては、例えば地球温暖化対策技術を導入する場合でも、必ずしもCO2削減効果の高い技術が採用されるわけではなく、先進的な技術や人の目を引くデザインなど話題性のある技術が採用されやすいと考えられます。建物に緑化技術を導入する場合でも、建物利用者や地域から認識しやすいような技術もしくはデザインを提案することで、建物所有者等の技術導入が促進されやすくなる傾向があります。例えば、屋上緑化や壁面緑化を実施した事例で、比較的長い期間、花を楽しむことができる「バラ」を用いたことで、景観の向上や地域へのアピール力の高さを評価しているケースがありました。

② 短期的、中長期的な経済的効果

短期的、中長期的な経済的効果として、以下に示すような効果が期待されています。

- ・環境対策による容積率緩和制度の活用
- ・照明や設備機器の更新などによるエネルギー費用削減効果
- ・先進的な環境対策技術の導入による企業イメージの向上効果
- ・敷地や建物緑化による資産価値の向上やテナント・入居者の成約率の向上効果
- ・環境イメージの向上を伴ったまちづくり戦略による活性化効果（集客効果）

経済的効果については、定量的に検討できるものとそうでないものがあります。建物所有者等が最も認識しているのは「容積率緩和」による効果でした。都市再生特別地区においては、ヒートアイランド対策技術等の「環境への配慮」が容積率の割増しに寄与し、かつ地域の環境改善に貢献することができます。

エネルギー効率の高い設備の採用や日射遮蔽フィルム等の導入などは、定量的にエネルギー消費量の削減効果を把握できる技術です。ただし、近年は期待する投資回収期間が徐々に短くなる傾向があり、純粋な費用対効果だけでは導入判断はできないとの意見が多く聞かれました。唯一、最近の価格低下により、LED照明への転換は照明エネルギーの削減だけでなく、空調負荷の削減にもつながるため、比較的短期間に投資回収が可能な対策技術として評価されています。

建物全体の環境性能については、現在いくつかの評価ツールが用いられていますが、CASBEE（建築環境総合性能評価システム、(財)建築環境・省エネルギー機構）は複数の地方公共団体で採用されており、建物所有者等が高いランクの取得を目指している状況です。CASBEEのランクは、建物の販売や賃貸契約などでPRされています。また、必ずしも定量的にはありませんが、エントランス付近に壁面緑化を導入した中規模のマンションにおいて、入居者の反応が良好となり、成約率が向上した例が見られました。

さらには、中長期的な企業利益を期待して環境対策技術を導入している状況が見られました。例えば、良好な環境イメージを伴ったまちづくり戦略による集客力の向上効果についても、具体的に成果を挙げていました。

上記①、②を踏まえると、環境対策技術の導入によって期待できる経済的な効果を定量的に明らかにするとともに、建物所有者等の特性に応じた数値化しにくい効果や戦略的なねらいを併せて提案していくことが重要となります。特に、建物所有者等の経営方針や顧客などを把握しつつ有効な定性的効果を提案していくことが重要です。

③ 効果の表現方法

上記①、②のように、環境対策技術を導入する際には、企業イメージなどの目に見えない定性的な効果に期待するところが大きく、直接的な便益にはならない効果をどのように見せるかが重要なポイントになります。効果を認識しやすくする一つの方法が可視化したデータによるプレゼンテーションです。例えば、保水性舗装などでは熱画像による表面温度分布の測定データが分かりやすく、効果を訴えやすくなります。また、事例の少ない先端技術の導入に際しては、モックアップ（模型）を作成して効果を確認・アピールすることも有効です。

④ 環境対策技術が有する付加価値（環境プレミアム）

建物所有者等が環境対策技術を導入する際には、一般的な設備投資と異なり、環境対策技術の「環境プレミアム」とも呼べる付加価値の存在を認識していると考えられます。ただし、全ての建物所有者等がこの付加価値を意識して、積極的に投資しているわけではありません。また、環境対策による効果の全てがその付加価値を有しているわけでもありません。建物所有者等が環境対策に付加価値があると認めるには、その前提として、当該環境対策の重要性が広く社会で認識されている必要があります。現在はCO₂削減効果の付加価値が高く、日本でCOP10が開催された平成22年には生物多様性の保全効果の付加価値が上昇したと考えられています。

また、大手の建物所有者等が付加価値を意識しやすい一方、中小の建物所有者等はこうした付加価値の恩恵を享受しにくいと考えられます。これは大手の建物所有者等の方が社会的な評価が企業のイメージアップ、さらには経済的な便益につながりやすいためです。

ここ数年の夏季の熱中症発生の増大等によって、ヒートアイランド対策に係る環境プレミアムも徐々に認識され始めていると考えられます。国や地方自治体等の積極的な取組によって、社会的にヒートアイランド対策の必要性に対する認識が高まることで、ヒートアイランド対策の環境プレミアムが高まり、建物所有者等による環境対策技術の導入が進むものと考えられます。

一方で今回の調査は、パイロット事業に参加した大手の建物所有者等を対象としており、中小の建物所有者等は対象としていません。大手の建物所有者等は環境プレミアムを重視しても、中小にまでこうした環境プレミアムの恩恵を享受できるようにするには、地域の住民や行政と連携して取り組むことが重要ですが、まだその事例は少なく、引き続き調査・検討が必要となっています。

2) 導入コスト

- ・既設建物の改修時における環境対策技術の導入では、全事業費に占める導入費用の割合が大きくなることで負担感が高まり、結果として技術が導入しにくくなります。
- ・行政の補助金等はイニシャルコストを下げる効果が大きいものの、行政が事業を認め、推進しているという信頼性向上の効果も大きいです。
- ・環境対策技術の導入による維持管理費用を可能な限り抑制するためには、イニシャルコストが多少高くても許容する傾向にあります。

環境対策導入の効果と並んで、重要な検討要素は対策の導入コストです。建物の新築時と既設建物の改修時では、事業全体のコストに占める環境対策費の割合が大きく異なります。既設建物の設備更新などの改修時に合わせて環境対策技術を導入しようとする場合には、環境対策に要する追加的なコストに対する負担感が大きく、環境対策技術を導入しにくい傾向にあります。

そのため、特に既設建物への環境対策技術の導入には、行政の補助金等でイニシャルコストを抑制することで導入が進みやすくなると考えられます。また、行政からの補助金はイニシャルコストを軽減するだけでなく、行政が当該事業をヒートアイランド対策に有効であると認めたという信頼性が向上するため、導入を検討する場合に社内の合意を得やすいとの意見も聞かれました。特に、環境対策技術の導入によるメリットを感じにくい中小の建物所有者等や、環境対策技術導入に要する追加的なコストに対する負担感が大きい既設建物の場合には、補助金の有無が導入の促進に及ぼす影響は大きいとの指摘が多くなされました。

また、緑化などの対策技術では、導入後の維持管理に要するランニングコストの負担が障害となっています。そのため、イニシャルコストが多少高くなっても、ランニングコストを抑制したいと考える建物所有者等が多く見られました。例えば、壁面緑化の際に、メンテナンスを容易にするための足場を予め整備しておくなどの取組がなされています。

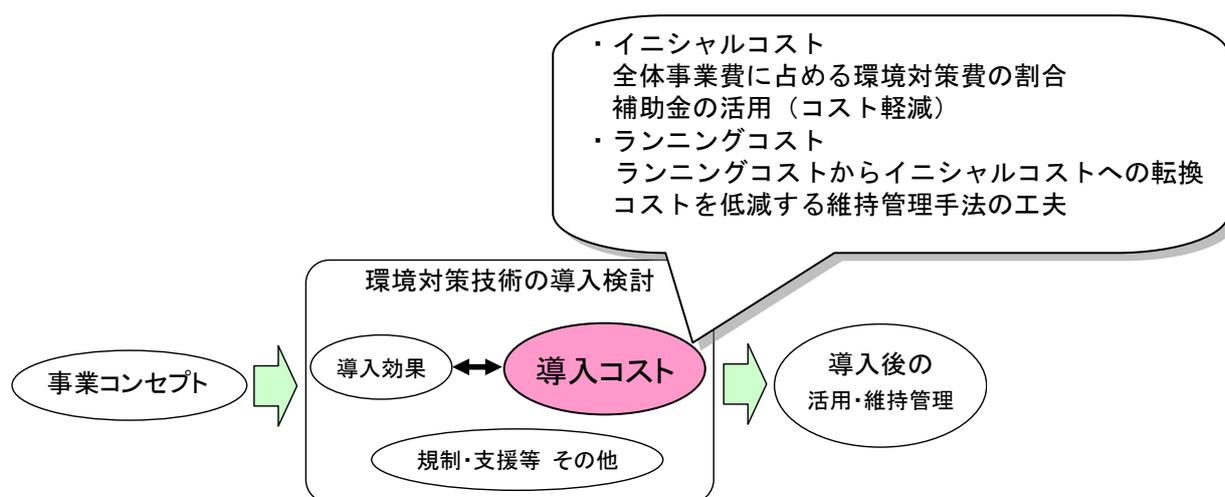


図 3.16 環境対策技術の導入プロセス (導入コスト)

3) 規制・支援等その他の検討要素

- ・行政による規制はもちろんのこと、情報提供等の支援も環境対策技術の導入を推進します。
- ・先取り意識や横並び意識を刺激するような情報提供も効果的です。
- ・経済の好不況、大規模災害等、技術導入時の社会背景によって、導入しやすい技術に変化があります。
- ・屋上緑化を導入する場合の建物荷重制約など、技術的な制約下で検討する必要があります。

パイロット事業の応募の際には、地方自治体等の街区調整者からの紹介で補助制度を知ったという声も聞かれ、行政等からの幅広い情報提供支援が環境対策技術の導入に寄与することが判りました。特に同業他社の動向等、比較的身近な建物所有者等における環境対策技術の導入状況を知ることで、普及につながる可能性があります。

また、直近の社会状況も関連技術の導入の成否に大きく影響すると考えられます。直近の例でいえば、東日本大震災後には、防災や商用電力の代替としてのエネルギー源の確保などに対する関心が非常に高くなっていることなどが挙げられます。

加えて、当然ながら導入する環境対策技術の技術的制約についても検討が必要です。例えば、比較的建築年数が経っている古い建物において屋上緑化を実施する場合には、構造上耐えられる荷重制約の下で緑化手法等を検討することになります。また、一定の面積を必要とし日照確保が求められる太陽光発電のような環境対策技術については、設置可能な場所の制約を考慮する必要があります。

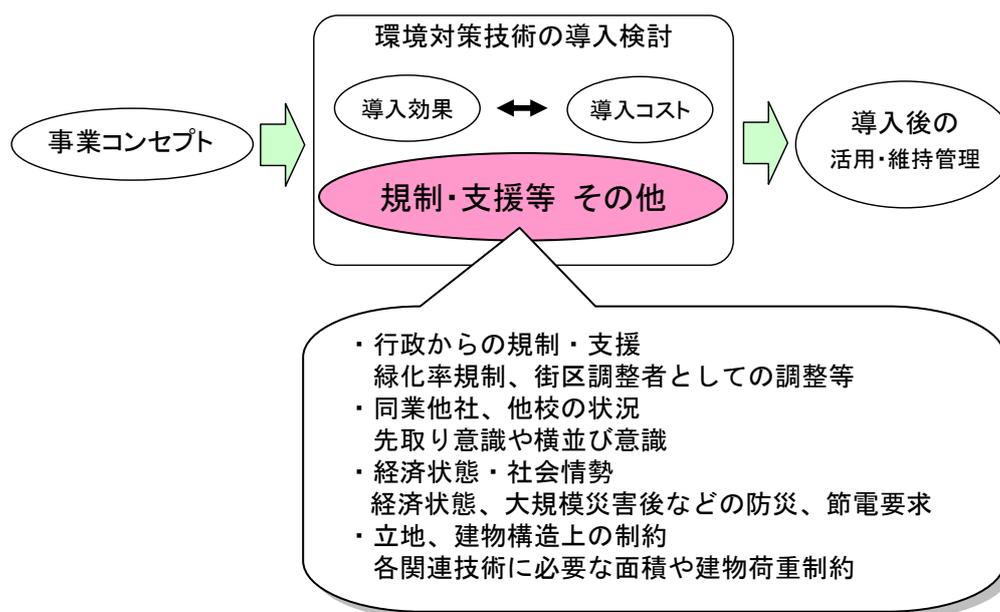


図 3.17 環境対策技術の導入プロセス（その他の検討要素）

3.3.4 導入後の活用、維持管理

- ・環境対策技術導入後、当初は想定していなかった副次的な効果が多く的事案で確認されました。
- ・屋上緑化は、従業員等のコミュニケーションを促進させる効果があることが認識されています。特に医療施設や老人介護施設等ではリハビリ訓練の場や見舞い客との面会場として活用されるなど、その効果が高く認識されていました。
- ・屋上緑化や保水性建材の導入により、近年増加傾向にあると指摘される豪雨時の流出雨水量が減少し、配管等からの溢れ出しが抑制されたとの効果が見られました。
- ・建物緑化等の維持管理費用を抑えるため、市民ボランティアの活用や日常的な施設管理を行うガードマンに植栽のチェックマニュアルを配布して巡回させるなどの多くの工夫が見られました。
- ・維持管理を継続的に実施していくには、対策技術の導入による効果を継続的に認識できるように工夫することが重要です。

省エネや CO2 排出量削減効果、熱環境改善効果以外にも、環境対策技術の導入による様々な効果が認識されていることも分かりました。環境対策技術導入後、当初は想定していなかった副次的な効果を高く評価している例が見られ、同じような環境対策技術でも、技術を導入した建物の用途や業種の違いによって、建物所有者等が実感する効果が異なることが分かりました。

今回の調査で明らかになった副次的な効果についても、建物所有者等があらかじめ認識し、環境対策技術の導入検討を行うことで、より実現性が高まることが期待されます。

また、維持管理のコストダウンも兼ねて、環境対策技術を別の用途で活用・工夫している事例も確認することができました。詳細は以下のとおりです。

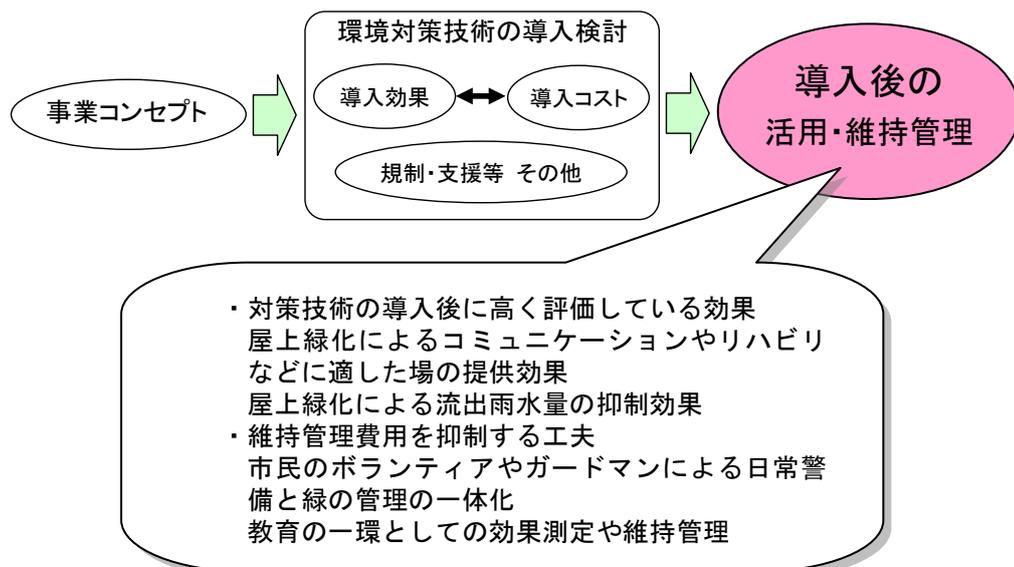


図 3.18 環境対策技術の導入プロセス（導入後の活用・維持管理）

1) 環境対策技術の導入後に高く評価されている副次的効果の例

①屋上緑化によるコミュニケーション促進効果

緑地の機能として、コミュニケーションの場や癒し効果、菜園としての活用、子どもの環境教育等があります。このような機能を活かすことができるように、緑が見える設計や緑を活用したイベントの実施等に力を入れている例が見られます。具体的には、テナントや周辺の従業員や住民が昼食を取り、バーベキューができるような空間づくりを行っています。

また、社会的なコミュニケーションという観点からは、コンクール等の受賞による社会への情報発信によるコミュニケーションの促進効果があります（下記コラム参照）。

景観改善などの環境対策技術の導入によるメリットを見出しにくい「自社ビル」で建物中層階の屋上に緑化した例では、当初計画を変更して建物中層の屋上階に食堂を設けたことで、前面に緑の景観を楽しみながら食事できることを高く評価していました。

★屋上緑化が環境教育に活用されている事例

東京都文京区にある郁文館夢学園では、校舎の4階屋上に果樹園、菜園、ハーブ園などを設けています。屋上の菜園や果樹園は生徒が組織する農業委員会により有機栽培にこだわった育成管理が行われ、収穫した野菜は校内の食堂で実際に食されるなど、屋上庭園と休憩テラスは環境教育の場や生徒が自ら学ぶ屋外教室として活用されています。



屋上・壁面特殊緑化技術
コンクール
(財団法人都市緑化機構)

平成 22 年度屋上緑化部門
「環境大臣賞」
郁文館夢学園 (東京都)

<http://www.urbangreen.or.jp/>

②見学を含めた PR 効果

特徴的な壁面緑化や室内緑化など、建物全体を緑化したことによる企業の宣伝効果は大きいと考えているようです。自治体の首長、大手企業の重役、海外からの客が見学を訪れることもあり、ビジネス上のネットワークづくりにも一役買っているとの意見が聞かれました。

③保水性舗装や屋上緑化による雨水流出量等の抑制効果

夏季夕方等の短時間に集中する豪雨時に、一定量の雨水が保水性舗装部や土壌に蓄積されるため、排水口への流出雨量が減少し、管からの溢れ出しが抑制される効果を実感しているとの意見がありました。また、通常の降雨でも、土壌によりろ過されることでドレインへの粉塵などによる詰まりが少なくなるようです。

④病院における屋上緑化によるリハビリの推進効果

病院における屋上緑化は、リハビリ患者による歩行訓練の促進や、入院患者の憩いの場、また、家族などの面会場所としても好評のようです。老人介護施設などでも同様に効果が高くなると考えられます。

⑤生物多様性の保全効果

生物多様性の保全については、建物緑化施工後2カ年が経過し、様々な鳥類や蝶・虫が飛来し里山的な環境となったことで、改めて効果を認識したとの意見がありました。

2) 導入後の維持管理に関する活用・工夫の例

①緑化の維持管理コスト削減に向けた活用・工夫

緑化技術の導入に当たっては、導入後の維持管理費用が大きなハードルとなっていますが、維持管理費用を抑制するためのさまざまな工夫が見られます。

商業施設の屋上緑化では、周辺住民・会員・顧客などとの協働による維持管理が実施されており、管理費用の抑制に寄与しています。また、維持管理に高齢者のボランティアを活用することも、高齢化社会における一つの社会貢献と考えているようです。ただし、植物の生育管理のためには、造園業者などの専門家の指導や観察等を受けることが必要であるとの意見が聞かれました。

灌水用の水源に、雨水や排水処理水などを用いることで水道代を節約できるとの意見も聞かれました。

また、大規模商業施設の例では、日常的に施設を巡回するガードマンに緑のチェックマニュアルを所持させ、異常の早期発見等によるメンテナンスコストの軽減を図っていました。

②適切な維持管理を継続させるための工夫

環境対策技術の効果が認識されにくく、維持管理のコスト負担ばかりが目立ってしまうと、十分な維持管理が実施されずに対策技術による本来の効果が発揮されなくなってしまう場合があります。そのため、維持管理を継続的に実施していくには、環境対策技術の導入による効果を継続的に認識できるように工夫することが重要であるとの意見が聞かれました。例えば、緑化された屋上等をイベントの開催や公開空地として一般に開放することを通して、環境対策技術の活用を認識できるようにすることや、教育機関などでは教育の一環として効果測定や管理を生徒や地域住民に担当させるなどの工夫が見られました。

3.4 建物に対するヒートアイランド対策技術導入のまとめ

- ・ 建物はヒートアイランド現象に対して多面的に影響を及ぼしています。
- ・ 建物所有者等はヒートアイランド対策や地球温暖化対策など、様々な効果を有する環境対策を実施し、その実施件数は増加傾向にあります。
- ・ 建物所有者等は、投資（コスト）以上の便益（メリット）を期待して環境対策を実施していると考えられます。ただし、短期的でかつ貨幣換算できる効果とコストのみではなく、環境対策技術に特有の数値化しにくい付加価値（環境プレミアム）、例えば企業のイメージアップ効果や環境を重視したまちづくり戦略による集客効果などにも注目しています。そのため、建物所有者等に環境対策技術の導入を提案する場合には、経済的な効果を定量的に明らかにするとともに、建物所有者等の特性に応じた数値化しにくい効果や戦略的なねらいを併せて提案していくことが重要となります。
- ・ 開発事業コンセプトに「環境」が位置付けられていることで環境対策技術の導入が円滑に進みます。環境を重視したまちづくりのコンセプトは、環境対策の面的な実施につながりやすく、街のイメージ向上やヒートアイランド対策の両面で高い効果が得られやすくなります。
- ・ 既設建物の設備更新などの改修時に合わせて環境対策技術を導入しようとする場合には、環境対策に要する追加的なコストに対する負担感が高まるため、行政の補助金等が負担感の緩和には効果的です。
- ・ 環境対策技術の導入による維持管理費用を抑制し、その代わりにイニシャルコストの多少の増加は許容する傾向にあり、そのような対策技術の提案が求められています。
- ・ 環境対策技術導入後には、当初期待していなかった効果もあります。屋上緑化は、従業員等のコミュニケーションを促進させ、医療施設や老人介護施設等ではリハビリ訓練の場や見舞い客との面会場として活用され、その効果が高く評価されていました。
- ・ 屋上緑化などの維持管理を継続的に実施していくには、導入した技術の効果についても持続的に認識できるよう、教育の一環として効果測定を継続する例や、イベントを開催するなど積極的に活用している例が見られました。
- ・ 今回の調査は、ヒートアイランド対策の先進事例創出を目的に行ったパイロット事業の参加事業者を対象に行いました。このため、既存施設の建物所有者等や、中小の建物所有者等については、環境対策技術の導入プロセス等を明らかにすることができませんでした。
- ・ 今後、本マニュアル等により、先進的なパイロット事業の取組が都市域内に網羅的に広がっていくためには、中小の建物所有者等や地域住民、行政との広範な連携による取組が必要です。そのためには連携した各主体が得られる利益等について整理が必要ですが、こうした地域での連携の取組についてはまだ事例が少ないため、さらなる調査・検証が必要です。