

4．効果的な対策手法の検討

4．1 検討の目的

保水性舗装・保水性建材、高反射率塗料および屋上緑化、壁面緑化に関する資機材など、関連技術の進展により、ヒートアイランド対策に関する製品は市場に広く流通している。対策事例の実績により、種々の製品の性能は徐々に明らかになってきており、全体として対策効果に関する品質は向上してきている。

対策技術・製品が充実する一方、「どのような目的」で、「どこ」に、「どのような」対策を行うことが、効果的であるかという検討は進んでいない。そこで、本調査においては、対策目的を基軸とし、それに対応するための効果的な対策種別、対策対象を整理することを目的とする。対策目的としては、特に高温化による環境影響を抑制するという切り口で整理を行った。

4．2 地方公共団体の対策計画の現状

地方公共団体が定めるヒートアイランド対策関連計画の現状について、都道府県、政令市、中核市及び東京特別区の計 122 団体の環境部局を対象にヒートアイランド現象の発生状況、対策計画の策定有無、策定意向等についてアンケート調査を行った。

ヒートアイランド対策計画を策定しているのは、東京都、大阪府、愛知県、兵庫県、千葉市、横浜市、大阪市、北九州市、東大阪市、千代田区の計 10 団体であった。

そのうち、対策目標を設定しているのは 6 地方公共団体であり、5 団体は熱帯夜日数を目標指標としている。

また、23 地方公共団体で対策計画の策定予定、意向があった。予定している地方公共団体の予定年は平成 19～20 年度が多かった。

4．3 効果的な対策手法の検討

(1) 対策目標・目的の設定

地方公共団体の対策計画の目標として、熱帯夜日数の削減を掲げているものが多い。日射の直接的な影響がない、夜間の高温化人為的要因による気温上昇であり、典型的なヒートアイランド現象であるといえる。日最低気温が 25 以上となる日を示す熱帯夜という用語は一般に広く知られており、夜間の高温化の指標として、熱帯夜日数を設定することは合理的であるといえる。

ただし、夜間の高温化の環境影響を考えると、夜の寝苦しさや暑さによる途中覚醒という睡眠障害に直結しており、夜間人口が多い地域で熱帯夜日数を削減することのほうが受益人口は大きくなり、対策効果がより大きいと評価できる。

そこで、対策目標を熱帯夜日数の削減としたときには、「睡眠障害の抑制」を目的として、「夜間人口が多い地域」において「夜間気温を低下」する対策を講じることが効果的な対策推進のための道筋であると考えられる。

このように、対策目標・目的の設定には、地域の高温化状況、社会的状況等に応じた環境影響および被影響対象を踏まえ、対策効果がより効果的となるものを設定することが望ましい。

(2) 対策技術の条件・特性の整理

1) 対策対象時間帯別の対策技術の条件・特性の整理

表 4 - 1 に示すとおり高温化する時間帯毎に生じる環境影響が異なることから、時間帯別に対策種別とその代表的な対策技術とその条件および特性について、表 4 - 2 に整理した。

表 4 - 1 高温化する時間帯と代表的な環境影響および被影響対象指標の関係

時間帯	代表的な環境影響	被影響対象指標	影響対象地域
日中の高温化	空調負荷の増大に伴う冷房エネルギー量の増加	業務ビル等の日中冷房消費が大きい建築物	中心市街地など業務ビルが集積する地域
	最高気温の上昇に伴う熱中症等の健康影響	主に屋外活動に従事する昼間人口()	屋外イベント、学校の校庭、農作業、建設作業等の屋外活動が行われる地域
夜間の高温化	夜間気温の高温化に伴う睡眠障害等の健康影響	夜間人口	夜間人口密度の高い住宅地
	夜間気温の高温化に伴う冷房エネルギー量の増加	夜間に冷房消費が大きくなる住宅等	夜間人口密度の高い住宅地

() 熱中症は屋内でも発症することがある

日中の対策は、高温化する時間帯の空調負荷の低減および建築物の表面温度上昇を抑制する対策がある。空調負荷の低減は CO2 排出抑制にも直結し、地球温暖化対策を兼ねたものとなる。建築物の表面温度の上昇抑制に関する対策技術は、東北、北海道などの暖房需要期間が長い寒冷地においては、暖房に要するエネルギー消費量が増加し、年間のエネルギー消費量が増加する場合があるため、年間を通じた対策効果をあらかじめ算定して対策を進めることが必要である。

また、気温低下に対しては限定的な効果しか得られないが、樹木の植栽などによる日陰の形成、親水施設などによる涼感創出など体感的な暑熱環境の緩和策も日中の屋外熱環境対策として有効であると考えられる。

夜間においては、「3. 熱環境形成メカニズムの解析」により、風が比較的弱い時間帯には、人工排熱が気温上昇に及ぼす寄与が大きいことが示された。特に大規模な排熱源において、熱の再利用、蓄熱等によって、夜間の排熱を抑制することで、気温上昇を抑制することができると考えられる。また、被覆対策として、夜間に持ち越す熱を削減するため、西日が当たる建築物西面の表面温度上昇抑制対策、夕方に散水を行うことで舗装面の表面温度を低下させることが効果的である。

都市形態に係わる対策については、市街地整備や建築物の更新時期との兼ね合いがあるため、対策実施にあたっては中長期的な対策計画を立案することが必要となってくる。

さらに、適切な空調管理や外気の取り込みなど、ライフスタイルの工夫で対応できるものもある。打ち水、クールビズ等の市民への働きかけが進められているが、一人一人の工夫で取り組むことができるような対策については、今後も対策の普及啓発を続けていくことが重要である。

2) 対策対象施設と対策技術の関係

対象とする施設別に、対策種別を表 4 - 3 に整理した。

表 4 - 1 に示すとおり、影響の観点からみると、住宅系の施設については、夜間の高温化との関係が強く、業務系の施設については、昼間の高温化との関係が強い。そのため、対策を立案する際には、対策対象となる施設がどのような環境影響と関係性が強いかということを考慮することで、環境影響の抑制に直結する対策計画となる。

表4-2(1) 対策技術の条件・特性の整理

時間帯	対策の区分	代表的な対策技術	条件・特性	
日中の高温化に対応する対策	人工排熱抑制	顕熱排熱の抑制 (空調機器の対策) ・水冷式空調機器による顕熱排熱の潜熱化 ・高効率機器の導入 ・地中熱等の未利用熱の利用	・エネルギー消費削減に直結し、CO2 排出量削減効果が得られる。 ・初期コストを要するが ESCO 事業等の制度を利用することでコストの早期回収が可能。	
		(建築物の対策) ・断熱性能の向上 ・緑化、高反射率塗料等による建築物表面温度上昇の抑制 ・ガラス面対策	・断熱性能が高い建築物では、空調負荷削減効果は小さい。 ・東北、北海道等の寒冷地では冬季の暖房需要が増加し、年間の CO2 排出量が増加する。	
		(ソフト対策) ・適切な空調設定管理 ・クールビズによる人の暑熱感覚対策 ・緑のカーテン、すだれ等による窓等から室内へ進入する日射遮へい	・コストは小さい。 ・普及啓発活動が重要となる。 ・対策効果をわかりやすく示す指標があることが望ましい。	
	人工被覆対策	建築物表面被覆の改善	(建築物緑化対策) ・屋上緑化、壁面緑化による建築物表面温度の抑制	・維持管理、風対策等の面から、高層ビルでの屋上緑化は入念な検討が必要。 ・建築物の耐荷重の問題で既存ビルへの適用が困難な場合がある。 ・維持管理、植物の性質の面から高層部への壁面緑化の適用は入念な検討が必要。 ・初期コストに加え、散水、育生管理等の維持管理コストが必要。
			(高反射率塗料による対策) ・日射エネルギーの反射率が高い塗料による屋上・屋根面の表面温度上昇の抑制	・基本的にどのような建築物でも適用可能。 ・工場、倉庫などの屋根・屋上面積に対して対策直下の空調空間面積が大きい建築物の方が効果的。 ・断熱性能が高い建築物の場合、空調負荷削減効果は小さい。
			(保水性建材による対策) ・保水性の高い建材による建築物壁面等の表面温度上昇抑制	・建築物緑化、高反射率塗料に比べ、事例が少ない。 ・対策効果を最大限発揮するには、給水設備が必要となる。
		地表面被覆の改善	(地表面緑化対策) ・公共空間、建物敷地の緑化による地表面表面温度の抑制	・初期コストに加え、散水、育生管理等の維持管理コストが必要。
			(高反射率塗料による対策) ・日射エネルギーの反射率が高い塗料による道路舗装面等の表面温度上昇の抑制	・車両の走行に伴い、塗膜が摩耗するため、定期的な維持・修繕が必要。 ・天空率が小さく、日射があまりあたらない場所では効果が小さい。
			(保水性建材による対策) ・保水性の高い材料による道路面、建物敷地等の表面温度上昇抑制	・対策効果を最大限発揮するには、給水設備が必要となる。
			(植樹による対策) ・街路樹等により道路舗装面への直達日射を遮へいし、表面温度上昇を抑制	・道路表面温度の低下効果に加え、緑陰により体感的に涼やかな環境が創出される。 ・剪定、落葉の清掃など維持管理が必要。ただし、従来のような強剪定を行うと対策効果が減少する。
	改善 都市形態の	換気促進 通風による	(風の道による対策) ・街路、建物敷地内に連続空間を設け、熱の換気を図る	・風上側に大規模緑地、河川等の冷熱資源の存在が必要。 ・建築物の更新時期と対応した中長期の対策となる。

表4 - 2 (2) 対策技術の条件・特性の整理

時間帯	対策の区分		代表的な対策技術	条件・特性
夜間の高温化に対応する対策	人工排熱抑制	顕熱排熱の抑制	(大規模排熱源の排熱抑制) ・清掃工場、事業場等から排出される排熱の有効利用による夜間排熱の抑制	・熱の再利用、蓄熱等により顕熱排出量を削減することで、大規模排熱源周辺地域の気温上昇を抑制できる可能性がある。
			(ソフト対策) ・適切な空調設定管理 ・換気による外気の取り込み	・夜間に外気温より室温が高温となる状況があることから、外気を効果的に取り入れ、室温の低下を図ることが効果的である。 ・窓の開放は防犯上の問題があることから、熱換気に効果的な設備の開発が必要。
	人工被覆対策	建築物表面の改善	(西側壁面への対策) ・夕方に高温となる西側壁面の表面温度の上昇抑制を図ることで、夜間への熱の持ち越しを軽減できる。	・壁面緑化、建築物西側への植栽などの方法がある。
		地表面被覆の改善	(打ち水・散水対策) ・夕方に道路面、西側壁面等へ散水することで、表面温度を低下させ、夜間への熱の持ち越しを軽減できる。	・日中に打ち水・散水対策を行っても、日射の影響により対策効果は短時間しか持続しないが、夕方に打ち水・散水を行うことで夜間の気温低減効果が見込める。
都市形態の改善	夜間放射の促進	(天空率の拡大) ・天空率を拡大することで、地表面、壁面からの夜間放射を促進させ、夜間気温の低下を促進する。	・天空率の拡大により、日中に日射を受ける時間が長くなることから、地表面温度上昇抑制対策を同時に行うことが効果的である。 ・建築物の更新時期と対応した中長期の対策となる。	

表4 - 3 対策対象と対策技術例の関係

対策対象	人工排熱対策	人工被覆対策	都市形態対策	その他
戸建て住宅	・空調排熱抑制	・屋根面高反射率塗料	——	・ライフスタイルの改善
集合住宅	・空調排熱抑制 ・地域冷暖房導入	・屋根面高反射率塗料 ・屋上・壁面緑化 ・敷地緑化	・風の道 ・天空率拡大	・ライフスタイルの改善
オフィスビル	・空調排熱抑制 ・地域冷暖房導入	・屋根面高反射率塗料 ・屋上・壁面緑化	・風の道 ・天空率拡大	・ライフスタイルの改善
高層オフィスビル	・空調排熱抑制 ・地域冷暖房導入	・屋上高反射率塗料 ・低層棟屋上緑化・壁面緑化 ・敷地緑化	・風の道 ・天空率拡大	・ライフスタイルの改善
工場・事業場	・空調排熱抑制 ・排熱の再利用	・屋上高反射率塗料 ・低層棟屋上緑化・壁面緑化 ・敷地緑化	・風の道 ・天空率拡大	・ライフスタイルの改善
道路	・道路交通マネジメント	・街路樹植栽 ・保水性舗装 ・高反射率舗装	——	・風の道
中小河川	——	・地表面被覆(緑化) ・散水用水源	——	・クールスポット(中小規模) ・風の道(中小規模)
大規模河川	——	・地表面被覆(緑化) ・散水用水源	——	・クールスポット(大規模) ・風の道(大規模)
公園	——	・地表面被覆(緑化)	——	・クールスポット(中小規模)
大規模緑地	——	・地表面被覆(緑化)	——	・クールスポット(大規模) ・風の道(大規模)

4.4 対策効果の予測手法の整理

ヒートアイランド対策を効果的に行うには、対策実施に先立って、効果を予測・評価する必要がある。

ヒートアイランド対策効果を評価するシミュレーションモデルにはいくつかの種類があり、その対象スケール、評価指標に応じて適切なモデルを選定しなければならない。

下表に各スケールでのシミュレーションモデルとその代表的なツールを整理した。

1次元建築大気連成モデルについては、建築物の被覆対策等の費用対効果を算出するツールとしては十分な研究実績があり、特にCO₂排出削減量を評価するには最適のツールであると考えられる。

また、気流を含めた体感的な効果を評価するにはCFDモデル(Computational Fluid Dynamics; 数値流体力学モデル)の活用が考えられる。CFDモデルについては、高価な汎用ソフトから、機能を限定した比較的安価なソフトまで多くの製品が販売されている。また、国土交通省総合技術開発プロジェクトにおいては、対策効果シミュレーション技術を、国や地方公共団体向けに実用化するために、パソコン上でもシミュレート可能なソフトの開発が進められている。

表4-4 ヒートアイランド対策を評価できる代表的なシミュレーションモデル

モデル	対象スケール	水平解像度	垂直解像度	主な出力結果	対応する効果・環境影響
メソスケールモデル	10 ⁴ ~10 ⁵ m (都市~都市圏)	10 ³ m	10 ¹ ~10 ² m	気温、湿度、風向・風速、SET*、建物外皮温度、地表面温度、建物貫流熱負荷	・広域での熱中症、睡眠阻害の影響
都市キャノピーモデル	10 ² ~10 ³ m (街区~都市)	10 ¹ m	10 ⁰ m	気温、湿度、風向・風速、建物外皮温度、地表面温度、対流顕熱、蒸発潜熱	・街区単位での熱中症、睡眠阻害の影響 ・街区単位でのエネルギー消費影響
建築物表面温度・顕熱負荷(HIP)モデル	10 ¹ m (建物~街区)	10 ⁻¹ m	10 ⁻¹ m	表面温度分布、MRT、周辺への顕熱負荷(HIP)	・街区、建築物単位での体感影響
1次元建築大気連成モデル	鉛直：地表0m~上空100m (大気~建物~室内)	—	10 ⁰ m	気温、湿度、気流鉛直分布、建物外皮温度、室内温湿度、建物空調負荷、地面温度、SET*、エリアの熱収支各成分	・建築物転移でのエネルギー消費量
CFDモデル	10 ¹ ~10 ² m (建物~街区)	10 ⁻¹ m	10 ⁻¹ m	気温、湿度、風向・風速、表面温度、MRT、SET*、WBGT	・街区、建築物単位での体感影響

4.5 ヒートアイランド対策による地球温暖化対策効果の整理

調査対象とした技術は、「高反射率塗料」、「屋上緑化」、「壁面緑化」、「光触媒超親水性利用」、「地中熱利用」、「河川水熱利用」、「保水性建材」の7技術とした。

上記の各技術について、技術の概要、ヒートアイランド対策効果、地球温暖化対策効果、対策費用、技術導入の際の留意点等について整理した。また調査は、既存の文献収集及び整理、メーカー等のパンフレット等(ホームページ含む)の収集及び整理、メーカー等へのヒアリング調査により実施した。

(1) 調査結果

調査結果の一覧を表4-5に示す。

表4-5 地球温暖化対策に資するヒートアイランド対策技術の整理

対策技術	技術の概要	ヒートアイランド対策効果	省エネ効果	CO2削減効果	その他の効果	インシヤルコスト	ランニングコスト	技術導入の際の留意点
高反射率塗料	赤外線などの熱線を反射する性能を有する塗料を屋根・屋根面などに塗布することにより、日射による屋上・屋根面の温度上昇を抑制する。	屋上等表面の温度上昇を抑えることにより、大気への顕熱フラックスが抑制される。屋根・屋上の表面風速は、塗布前には50～60℃程度であったものが、施工後は30～40℃程度に抑えられる。	日中、屋根・屋上から最上階室内への熱貫流量が低減する。そのため、冷房時電力消費量が抑制され、地球温暖化対策に寄与する。冷房負荷の削減割合は約10%。また、屋根の素材の状況等により異なるが、10～70%程度の削減効果がある。ただし、冬季には日中の日射からの受熱が減るため、暖房負荷が増加し、寒冷地では年間エネルギー消費量が増えるという報告がある。	【屋上・屋根面積当たり】夏季(6～9月)の冷房負荷が5.0kg-CO2/m2削減される(TOP:1.2kg-CO2/m2)。また、削減分を火力発電のみで推計すると、9.6kg-CO2/m2削減される(TOP:2.3kg-CO2/m2)。	屋上に遮熱シートなどを敷いた場合、通常の防水シートにくらべ表面温度が上昇しないことから、熱による膨張・収縮などの影響を受けにくく、耐久性が向上し、そのメンテナンスの長寿命化(1.5倍程度)に貢献できる。	【屋上・屋根面積当たり】施工費込みで、7000円/m2程度(6000～8000円/m2)が必要となる。	耐久年数:5～10年程度	塗布の際には2度塗りが必要など、施工上で既存塗料にくらべ厳密な管理を要し、施工コストがおおきくなる可能性がある。屋根・屋上表面だけでなく、ガラス面にも適用可能な製品も存在する。
屋上緑化	建物屋上に緑化を行い、植物の蒸散作用などにより屋上表面の温度上昇を抑える。防風・防振技術、軽量土壌の開発が主たるものとなる。	屋上表面の温度上昇を抑えることにより、大気への顕熱フラックスを抑制する。屋上の表面温度は、非緑化部では日中50～60℃程度に上昇するが、緑化部では35～40℃程度に抑えられる。	夏季には蒸散により濡れ、灌水により最上階室内への熱貫流量が低減される。そのため、最上階の冷房負荷が10～20%程度削減される。ただし、冬季には日中の日射からの受熱が増えるという報告がある。	【屋上・屋根面積当たり】夏季(6～9月)の冷房負荷が6.6kg-CO2/m2削減される(TOP:9.8kg-CO2/m2)。また、削減分を火力発電のみで推計すると、13kg-CO2/m2削減される(TOP:19kg-CO2/m2)。	公共施設、商業施設などでは顧客などの空調負荷削減以外の効果も重要視している面がある。	【屋上・屋根面積当たり】芝生:1.5～2.3万円/m2 セダム:2～3万円/m2 低木:3～4万円/m2 複合:5～6万円/m2 (いずれも、灌水システム含む)	【屋上・屋根面積当たり】セダム:650円/m2 芝生:1800円/m2 低木:2000円/m2 複合:3000円/m2～4500円/m2	既存の建物への施工を考えると、建築基準法における屋上の耐加重の下限値60kg/m2(全面緑化の場合)をクリアする技術を採用することが望ましい。軽量土壌、防水技術などはほぼ完成している。
壁面緑化	建物壁面に緑化を行い、植物の蒸散作用・耐陰効果により壁面の温度上昇を抑える。	壁面の温度上昇を抑制することにより、大気への顕熱フラックスが低減される。壁面の表面温度は、非緑化部では日中45℃程度に上昇するが、緑化部では35℃程度に抑えられる。	緑陰、蒸散効果により室内への熱貫流量が低減する。そのため、室内冷房負荷が10～40%程度削減される。	【壁面・緑化面積当たり】夏季(6～9月)の冷房負荷が5.8kg-CO2/m2削減される。また、削減分を火力発電のみで推計すると、11kg-CO2/m2削減される。	屋上緑化にくらべ、人の目に入り、外壁の温度低下により、室内における熱輻射が低減されるため、体感温度を下げることが出来る。	【壁面・緑化面積当たり】モジュラー型緑化:8～10万円/m2 モジュラー型緑化以外の非完成型の緑化であれば、費用はほとんど変わらない。	まだ始まったばかりで、参考となるデータが不足している	モジュラー型の壁面緑化の施工は、現状では新築に限られており、1階部分のみであれば既存の建物に自立型のモジュラーを組み立てることは可能。ネットなどを用いた壁面緑化であれば、既存建物にも適用可能だが養生管理が難しい。
光触媒親水性	光触媒の特性の一つである超親水性を利用して、建築物の壁面などに光触媒を塗布し、この外装で日射による壁面の温度上昇を抑える。	壁面の温度上昇が抑制されるため、壁面から大気への顕熱フラックスが低減しヒートアイランド抑制につながる。壁面の温度では、最大1.5℃低下する。	壁面の温度上昇が抑制されるため、室内への熱貫流量が低減する。そのため、エアコンの消費電力量が抑制される。日中のエアコンの負荷で、比較的床面積の小さな建物(13㎡)では割、オフピークを指定した建物(80㎡)では1～3割程度削減された。また、この対策によりエアコンの使用を停止する場合は、23kg-CO2/m2削減される。削減分を火力発電のみで推計すると、45kg-CO2/m2削減される。	【壁面・緑化面積当たり】夏季(6～9月)の冷房負荷が2.1kg-CO2/m2削減される。また、削減分を火力発電のみで推計すると、4.0kg-CO2/m2削減される(この対策により冷房の使用を停止する場合は、23kg-CO2/m2削減される。削減分を火力発電のみで推計すると、45kg-CO2/m2削減される。)	外壁の温度低下により、室内における熱輻射が低減されるため、体感温度を下げることが出来る。	【壁面・緑化面積当たり】光触媒シート:1.4万円/m2 散水装置他:0.6万円/m2 (壁面750㎡の場合)	散水用電力:2万円/夏(壁面750㎡の場合)	現状では、実験段階であり、散水方法や使用する水の水质など、課題が残っている。光触媒技術を既存の建物に後付するのであれば、光触媒シートを設置するためのペラントラダがある。その場合、ペラントラダを設置するためのペラントラダがある。小学校などの建物が候補として考えられる。
地中熱利用	通年ほぼ一定温度の地中の熱(地下水等)を夏は冷熱、冬は温熱として利用し、空調機器や給湯などの熱交換を行う。空気熱源ヒートポンプにくらべ熱交換効率が向上する。	空調機器等からの排熱を地中に排出するため、大気を直接に暖めず、ヒートアイランド抑制に寄与する。都市の人工排熱の約5割(夏季)を占める空調排熱を大幅に削減することができる。	空調機器等の熱交換効率が向上するため、冷房や給湯に必要なエネルギー消費量が削減される。地球温暖化対策に寄与する。エネルギー消費構成、気候の違いにより10～50%程度削減される。	【建物延べ床面積当たり】冷房費、給湯などのエネルギー消費によるCO2排出量が削減される(住宅:5kg-CO2/m2、公共施設等:20kg-CO2/m2)	クーリングタワー等の設備が必要なくなるため、屋上などの設置スペースの有効利用が可能になるとともに、冷却水の水道料金が削減される。	【建物延べ床面積当たり】住宅:1.2万円/m2 地中熱:3万円/m2 公共施設等:地中熱探査に必要設備を追加:1.1万円/m2(水平式採熱管)	(建物延べ床面積当たり) 住宅:従来型:7000円/m2 地中熱:4000円/m2 公共施設等:従来型:21500円/m2 地中熱:11000円/m2	掘削、設備の設置場所が必要になる。地中の温度上昇による環境影響が必ずしも明らかでない。深夜電力の利用や雨水利用などとも併用することにより、低環境負荷につながる可能性が高い。ペラントラダとして設置付けることにより、比較的安価なシステムを構築できる。地下水の流動をできるだけ詳細に把握することによって、最小限で安価な設備設計が可能になる。
河川水蒸利用	冬は気温より高い河川水を利用し、夏は気温より低い河川水の熱を利用して熱交換することにより、空調機器ヒートポンプにくらべ熱交換効率が向上する。	空調機器等からの排熱を河川に排出するため、大気を直接に暖めず、ヒートアイランド抑制に寄与する。都市の人工排熱の約5割(夏季)を占める空調排熱を大幅に削減することができる。	空調機器等の熱交換効率が向上するため、エネルギー消費量が削減される。地球温暖化対策に寄与する。エネルギー消費構成、気候の違いにより10～50%程度削減される。	【建物延べ床面積当たり】冷房費、給湯などのエネルギー消費によるCO2排出量が削減される(住宅:5kg-CO2/m2、公共施設等:20kg-CO2/m2)	クーリングタワー等の設備が必要なくなるため、屋上などの設置スペースの有効利用が可能になるとともに、水道料金が削減される。	【建物延べ床面積当たり】住宅:1.2万円/m2 地中熱:3万円/m2 公共施設等:地中熱探査に必要設備を追加:1.1万円/m2(水平式採熱管)	(建物延べ床面積当たり) 住宅:従来型:7000円/m2 地中熱:4000円/m2 公共施設等:従来型:21500円/m2 地中熱:11000円/m2	河川水蒸利用の地域限縮事業が全国4箇所で行われている。公共の河川水を利用するため、河川法、道路法、道路交通法、下水道法などの法的手続きが必要となり、申請から許可まで5年を要した事例がある。
保水性建材	建物や道路などの表面に保水機能を用いることにより、通常の建材にくらべより多くの水分を長時間保ち、蒸散作用により日射による建材の温度上昇を抑える。	散水、降雨等により道路や建物表面が保水することにより、温度上昇が抑制されるため、大気への顕熱フラックスが低減し、ヒートアイランド抑制につながる。屋根では30℃以上(夏)10℃、道路では10℃程度(90分以上)低下する。	夏季には蒸散により建物表面温度の上昇が抑制されるため、最上階室内への熱貫流量が低減される。シミュレーションによると、冷房負荷が10%程度削減される。	【建物延べ床面積当たり】冷房費、給湯などのエネルギー消費によるCO2排出量が削減される(住宅:5kg-CO2/m2、公共施設等:20kg-CO2/m2)	クーリングタワー等の設備が必要なくなるため、屋上などの設置スペースの有効利用が可能になるとともに、水道料金が削減される。	【建物延べ床面積当たり】住宅:1.2万円/m2 地中熱:3万円/m2 公共施設等:地中熱探査に必要設備を追加:1.1万円/m2(水平式採熱管)	(建物延べ床面積当たり) 住宅:従来型:7000円/m2 地中熱:4000円/m2 公共施設等:従来型:21500円/m2 地中熱:11000円/m2	効果を確認させるためには、自動散水システムが必要となる。現状では、道路や歩道などへの適用が見られるものの、建物への適用は実験段階である。

1) 高反射率塗料

技術の概要

赤外線などの熱線を反射する性能を有する塗料を屋上・屋根面などに塗布することにより、屋上・屋根面における日射による温度上昇を抑制する。

ヒートアイランド対策効果

屋上等表面の温度上昇を抑えることにより、大気への顕熱フラックスが抑制される。

屋根・屋上の表面温度は、塗布前には 60～70 程度であったものが、施工後は 40～50 程度に抑えられる〔文献 1〕。

地球温暖化対策効果

夏季、屋根・屋上から最上階室内への熱貫流量が低減する。そのため、冷房時の電力消費量が抑制され地球温暖化対策に寄与する。冷房負荷の削減割合は製品ごと、屋上・屋根の素材の状況等により異なるが、1～7 割程度の削減効果がある〔文献 1〕。

ただし、冬季には日中の日射からの受熱が減るため暖房負荷が増加し、寒冷地では年間でエネルギー消費量が増えるという報告がある〔文献 2〕。

CO₂ 削減効果（屋根・屋上単位面積当たり）

10 種類の製品から、夏季 4 ヶ月の平均的な値と最高値の 2 つを求めた（表 4 - 6 参照）。

	CO ₂ 削減量 (kg-CO ₂ /m ²)	
	(平均値)	(最高値)
全電力平均	4.6	12
火力発電	8.8	23

) 全電力平均 CO₂ 排出量 : 0.36kg-CO₂/kWh、火力発電 CO₂ 排出量 : 0.69kg-CO₂/kWh

(中央環境審議会地球環境部会目標達成シナリオ小委員会(平成 14 年 7 月))

その他の効果

屋上に遮熱シートなどを敷いた場合、通常の防水シートにくらべ表面温度が上昇しないことから、熱による膨張・収縮などの影響を受けにくく熱劣化が少ない。そのためシートの長寿命化(1.5 倍程度)に貢献できる〔パンフ 1〕。

対策費用（屋根・屋上単位面積当たり）

施工費込みで、7000 円/m²程度(6000～8000 円/m²)が必要となる。耐久年数で 5～10 年程度となる。(東京都調べ)

技術導入の際の留意点

塗布の際には 2 度塗りが必要など、施工面で既存塗料にくらべ厳密な管理を要し、施工コストが大きくなることもある。屋根・屋上面だけでなく、ガラス面に適用可能な製品も存在する〔パンフ 4〕。

表4 - 6 遮熱塗料の省エネルギー効果の推定

会社	製品	文献より抜粋(文献1)		文献より推定	
		省エネ関連情報	CO2排出関連情報	単位屋根面積あたりのCO2削減量 (kg-CO2/m ²)	期間調整済み年間CO2削減量 (kg-CO2/m ²)
A社	A1	電気料金：11円/kw・h 冷房稼働：5～10月 屋根面積：1,584m ² で計算 施工前：505,000円 施工後：363,000円(-28%)	CO2排出係数：0.37kg・CO2/kwhで計算 施工前：7,220kg 施工後：4,540kg(-37%)	1.7	1.1
B社	B1	電気料金：11.2円/kw・h 冷房稼働：8時間×25日 屋根面積：2,000m ² で計算 施工前：652,000円 施工後：519,000円	CO2排出係数：kg・CO2/kwhで計算 施工前：8,153kgC/年 施工後：6,494kgC/年	0.83	4.2
C社	C1	電気料金：15円/kw・h 冷房稼働：4時間×22日 屋根面積：2,000m ² 施工前-施工後=2,772円/月	排出係数：0.375-CO2/kwh 施工前-施工後 2.1×4Hr×22日=184.8kwh/月 ×0.375=69.3kg(施工後)	0.035	0.40
D社	D1	電気料金：13.5円/kw・h 年間冷房負荷：122～130kw・h/m ² 年 塗布前：1,890円/m ² 年 塗布後：1,647円/m ² 年	-	6.5	6.5
E社	E1	屋根面積：2500m ² 電気料金削減：2420千円/年 冷房稼働：10時間×25日×4ヶ月 電気料金：東京電力高圧電力B 屋根材：カラー鋼板0.8mm+PEF4mm	CO2削減量：29.07 t 原油換算：10968ℓ	12	12
F社	F1	電気料金：15円/kw・h 下地条件：鉄板屋根 冷房稼働：9時間×25日×4ヵ月 晴天率：50% 屋根面積：10,000m ² 施工前：675万円(年間) 施工後：195万円(年間)	CO2排出係数：0.38kg・CO2/kwhで計算 施工前：1,710kg 施工後：500kg	0.12	0.13
G社	G1	電気料金：11円/kw・h 冷房稼働：7～9月 晴天率：0.75% 屋根面積：27,100m ² で計算 壁面の高さ：10m ² 気積：27,100m ³ 外気温：32 で計算 (ホワイト) 塗装前：約1,414万円 塗装後：約1,159万円(約255万円削減)	CO2排出係数：0.38kg・CO2/kwhで計算 施工前：約488,484kg 施工後：約400,234kg (約88,250kg削減)	3.3	4.4
	G2	計算条件は同上で計算 (快適サーモブラック) 塗装前：約1,414万円 塗装後：約1,212万円(約202万円削減)	CO2排出係数：0.38kg・CO2/kwhで計算 施工前：約488,484kg 施工後：約418,765kg (約69,719kg削減)	2.6	3.5
H社	H1	電気料金：19.66円/kwh 冷房稼働：600時間(10時間×60日) 冷房効率(COP)：3.0 熱貫流率：3.56W/(m ² ・K) 室内温度設定：28 屋根面積：1,000m ² で計算 施工前：55万円(夏季) 施工後：29万円(夏季)	消費電力(kwh) 施工前：28,000kwh 施工後：15,000kwh CO2排出係数：0.378kg・CO2/kwhで計算 施工前：10,600kg 施工後：5,700kg	4.9	8.2
	H2	電気料金：19.66円/kwh 冷房稼働：600時間(10時間×60日) 冷房効率(COP)：3.0 熱貫流率：3.56W/(m ² ・K) 室内温度設定：28 屋根面積：1,000m ² で計算 一般ルーフィング：40万円(夏季) ベストブルーフシャネツ：22万円(夏季)	消費電力(kwh) CO2排出係数：0.378kg・CO2/kwhで計算 一般ルーフィング：7,800kg ベストブルーフシャネツ：5,800kg	3.5	5.8
平均データ					4.6
最高値					12

2) 屋上緑化

技術の概要

建物屋上に緑化を行い、植物の蒸散作用などにより屋上表面の温度上昇を抑える。

技術としては、防水・防根技術、軽量土壌の開発が主たるものとなる。

ヒートアイランド対策効果

屋上表面の温度上昇を抑えることにより、大気への顕熱フラックスを抑制する。

屋上の表面温度は、非緑化部では日中 50 程度に上昇するが、緑化部では 35 程度に抑えられる。

〔文献 3～5〕

地球温暖化対策効果

夏季には盛り土と植栽、灌水により最上階室内への熱貫流が低減される。そのため、最上階の冷房負荷が 10～20%程度削減される〔文献 3～5〕。

ただし、冬季には日中の日射からの受熱が減るため、わずかながら暖房負荷が増えるという報告がある〔文献 5〕。

CO₂ 削減効果（屋上単位面積当たり）

下記の 3 文献より、夏季（6～9 月）の冷房負荷削減の平均的な値と最高値の 2 つを求めた。

	CO ₂ 削減量 (kg-CO ₂ /m ²)	
	(平均値)	(最高値)
全電力平均	6.6	9.8
火力発電	13	19

〔文献 3〕

・事務所ビル

夏季の熱貫流低減効果 (2MJ/m²・日) より、夏季の CO₂ 削減効果は 9.8kg-CO₂/m² (19kg-CO₂/m² : 火力発電原単位) と推定される。(6～9 月)

〔文献 4〕

・盛り土厚 300mm

夏季の空調機負荷低減効果 (7.4kWh/35m²・日) より、夏季の CO₂ 削減効果は 3.7kg-CO₂/m² (7.1kg-CO₂/m² : 火力発電原単位) と推定される (6～9 月) (COP は 2.5 とした)

〔文献 5〕

夏季の空調機負荷低減効果 (0.62MJ/m²・日) より、夏季の CO₂ 削減効果は 3.0kg-CO₂/m² (5.8kg-CO₂/m² : 火力発電原単位) と推定される (6～9 月) (COP は 2.5 とした)

) 全電力平均 CO₂ 排出量 : 0.36kg-CO₂/kWh、火力発電 CO₂ 排出量 : 0.69kg-CO₂/kWh

(中央環境審議会地球環境部会目標達成シナリオ小委員会 (平成 14 年 7 月))

1 (MJ) = 0.277778 (kWh) として計算。

その他の効果

病院、商業施設などでは集客などの空調負荷削減以外の効果を重要視している面がある〔ヒアリング（東邦レオ株式会社）〕。

対策費用（屋上単位面積当たり）

イニシャルコスト

芝生：1.5～2万円/m²

セダム：2～3万円/m²

低木：3～4万円/m²

複合：5～6万円/m²

（防水、防根シート、灌水システムを含む、屋上面積 200 m²の場合）

ランニングコスト（1年間）

セダム：650円/m²

芝生：1800円/m²

低木：2000円/m²

複合：3000円/m²（自主管理）

複合：4500円/m²（業者委託管理）

（屋上面積 200 m²の場合）

〔「実例に学ぶ屋上緑化」（日経 BP 社）及びヒアリング（東邦レオ株式会社）〕

）「実例に学ぶ屋上緑化」では複合の場合のイニシャルコストを5～7万円としているが、ヒアリングにより5～6万円に修正。

技術導入の際の留意点

既存の建物への施工を考える場合、建築基準法における屋上の耐加重の下限値約 60kg/m²（全面緑化の場合）をクリアする技術を採用することが望ましい。

軽量土壌、防水技術などはほぼ完成している〔ヒアリング（東邦レオ株式会社）〕。

3）壁面緑化

技術の概要

建物壁面に緑化を行い、植物の蒸散作用、緑陰効果により壁面の温度上昇を抑える。

ヒートアイランド対策効果

壁面の温度上昇を抑えることにより、大気への顕熱フラックスを抑制する。

壁面の表面温度は、非緑化部では日中 45 程度に上昇するが、緑化部では 35 程度に抑えられる〔文献 6〕。

地球温暖化対策効果

緑陰、蒸散効果により室内への熱貫流が低減する。そのため、室内冷房負荷が 10～40%程度削減される〔文献 6〕。

CO2 削減効果（壁面単位面積当たり）

・プレハブ南面のケース〔文献3〕

夏季の壁面からの熱流量低減効果（1.19MJ/m²・日）より、CO2 削減量を計算した。

	CO2 削減量 (kg-CO2/m ²)
全電力平均	5.8
火力発電	11

) 全電力平均 CO2 排出量：0.36kg-CO2/kWh、火力発電 CO2 排出量：0.69kg-CO2/kWh

(中央環境審議会地球環境部会目標達成シナリオ小委員会(平成14年7月))

1(MJ) = 0.277778(kWh)として計算。COPは2.5とした。

その他の効果

屋上緑化に比べ、人の目に入りやすく、緑化のアピール度が高い〔ヒアリング(東邦レオ株式会社)〕。

対策費用（壁面単位面積当たり）

イニシャルコスト

モジュール型緑化：8～10万円/m²

つる植物を用いた非完成型の緑化であれば、費用はほとんどかからない。

〔産経新聞 H18.7.31 記事 及び ヒアリング(東邦レオ株式会社)〕

ランニングコスト(1年間)

壁面緑化についてはこれまでの事例が少なく、管理コストについての一般的な値は情報が不足している。

技術導入の際の留意点

モジュール型の壁面緑化の施工は、現状では新築に限られている。1～2階部分のみであれば既存の建物の周囲に自立型のモジュールを組み立てることは可能。

ネットなどを用いた壁面緑化であれば、既存建物にも適用可能だが生育管理が難しい。

〔メーカーヒアリング(東邦レオ株式会社)〕

4) 光触媒超親水性

(1) 技術の概要

光触媒の特性の一つである超親水性を利用した技術である。建物の壁面などに光触媒を適用し、この外装面に散水することにより、蒸散作用で日射による壁面の温度上昇を抑える。

(2) ヒートアイランド対策効果

壁面の温度上昇が抑制されるため、壁面から大気への顕熱フラックスが低減しヒートアイランド抑制につながる。

壁面の温度が5～10 低下する。西日が当たる面では、最大15 低下する〔文献7～8〕。

(3) 地球温暖化対策効果

壁面の温度上昇が抑制されるため、室内への熱貫流も低減する。そのためエアコンの消費電力量が抑制される。

日中のエアコンの負荷量で、比較的床面積の小さな建物(13 m²)では4割、オフィスビルを想定した建物(80 m²)では1~3割程度、削減された〔文献7~8〕。

また、この対策によりエアコンを使用しない場合では、95%以上削減される〔ヒアリング(日産車体株式会社)〕。

CO2削減効果(壁面単位面積当たり)

壁面に直接光触媒を塗布して冷房負荷を削減するケース1〔文献7~8〕とエアコンを使用しなくなるケース2〔ヒアリング(日産車体株式会社)〕についてCO2削減効果を推定した。

	CO2削減量(kg-CO2/m ²)	
	ケース1	ケース2
全電力平均	2.1	23
火力発電	4.0	45

全電力平均CO2排出量:0.36kg-CO2/kWh、火力発電CO2排出量:0.69kg-CO2/kWh

(中央環境審議会地球環境部会目標達成シナリオ小委員会(平成14年7月))

1(MJ) = 0.277778(kWh)として計算。COPは2.5とした。

ケース2では、電力料金を15円/kWhとして電力量を推定した。

ケース2では、「エアコンを使用する場合」と「蒸散により生成される冷涼な空気の換気」との比較を行っているが、必ずしも室内の気温などの条件が同一ではない。

その他の効果

外壁の温度低下により、屋内における熱輻射が低減されるため、体感温度を下げる事ができる。
〔ヒアリング(日産車体株式会社)〕

対策費用(壁面単位面積当たり)

イニシャルコスト

光触媒シート:140万円/壁面100 m²

散水装置他:60万円/壁面100 m²

(壁面750 m²の場合) 〔ヒアリング(日産車体株式会社)〕

ランニングコスト(1年間)

散水用電力:1~2万円/夏

(壁面750 m²の場合) 〔ヒアリング(日産車体株式会社)〕

技術導入の際の留意点

現状では、実験段階であり、散水方法や使用する水の水質など、課題が残っている〔ヒアリング(ジャパンハイドロテクトコーティングス株式会社)〕。

光触媒技術を既存の建物に後付けするのであれば、日産車体の事例のようなシートを用いた方法が有効である。後付の場合、ベランダがある小学校などへの適用が考えられる。また、倉庫の様に作業人員が少なくて建物の空間が大きい建物を新規に建設する場合に、エアコンに頼らずにある程度の熱環境を実現するための手段として有効と考えられる〔ヒアリング(日産車体株式会社)〕。

5) 地中熱利用

技術の概要

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て、空調機器や給湯などの熱交換を行う。空気熱源ヒートポンプにくらべ熱交換効率が向上する。

ヒートアイランド対策効果

空調機器等からの熱を地中に排出するため、大気を直接に暖めず、ヒートアイランド抑制に寄与する。都市の人工排熱の約5割(夏季)を占める空調排熱を大幅に削減することができる。

地球温暖化対策効果

空調機器等の熱交換効率が向上するため、冷暖房や給湯に必要なエネルギー消費量が削減され、地球温暖化対策に寄与する。エネルギー機器構成、気候の違いにより10~50%程度削減する〔文献9、パンフ10~13〕。

CO2削減効果(建物延べ床面積当たり)

冷暖房、給湯などのエネルギー消費によるCO2排出量が削減される〔文献9、パンフ13~14〕

	CO2削減量(kg-CO2/m ²)	
	住宅	公共施設等
全電力平均	5.0	20

(住宅)

800 m²の業務ビルで、従来システムでは44t-CO₂のところ、地中熱利用により31t-CO₂に削減。〔文献9〕

132 m²の住宅で、従来システムでは1,393kg-CO₂のところ、地中熱利用により703kg-CO₂に削減。〔パンフ12〕

(公共施設等)

4599 m²の公共施設で、従来システムでは61kg-CO₂/m²のところ、地中熱利用により38kg-CO₂/m²に削減。〔パンフ13〕

) 全電力平均 CO₂ 排出量 : 0.36kg-CO₂/kWh を使用

(中央環境審議会地球環境部会目標達成シナリオ小委員会(平成14年7月))

その他の効果

クーリングタワー等の設備が必要なくなるため、屋上などの設置スペースの有効利用が可能となるとともに、冷却水の水道料金が削減される。

対策費用（建物延べ床面積当たり）

イニシャルコスト

・住宅

従来型：1.2万円/m²

地中熱：3万円/m²〔パンフ12～13〕

・公共施設等

地中熱採取に必要な設備を追加：1万円/m²（水平式採熱管）

〔ヒアリング（三建設備工業株式会社）〕

ランニングコスト（1年間）

特別なメンテナンスは必要ない〔ヒアリング（三建設備工業株式会社）〕

イニシャルコストが高い分、電力料金の削減効果が大きく、補助金（現在 NEDO が 1/3 補助）などを用いれば5～10年程度で回収できる。〔パンフ11～14〕

・住宅

従来型：700円/m²

地中熱：400円/m²

・公共施設等

従来型：2750円/m²

地中熱：1700円/m²

技術導入の際の留意点

- ・掘削、設備の設置場所が必要になる。
- ・地中の温度上昇による環境影響が必ずしも明らかでない。
- ・深夜電力の利用や雨水利用などとともに活用することより、低環境負荷につながる可能性が高い。
- ・ベース電力として位置付けることにより、比較的安価なシステムを構築できる。
- ・地下水の流動をできるだけ詳細に把握することで、最小限で安価な設備設計が可能になる。

〔ヒアリング（三建設備工業株式会社）〕

6) 河川水熱利用

〔関電エネルギー開発株式会社の資料より調査〕

http://www.kan-ed.co.jp/hp_data/ADD03_HP/catalog.html

技術の概要

冬は気温より高く、夏は気温より低い河川水の熱を利用して熱交換することにより、空気熱源ヒートポンプにくらべ熱交換効率を向上させる。

ヒートアイランド対策効果

空調機器等からの排熱を河川に排出するため、大気を直接に暖めず、ヒートアイランド抑制に寄与する。都市の人工排熱の約5割(夏季)を占める空調排熱を大幅に削減することができる。

地球温暖化対策効果

空調機器等の熱交換効率が向上するため、エアコン消費量や給湯に必要なエネルギー消費量が削減され、地球温暖化対策に寄与する。

熱交換効率の向上により、エネルギー消費量が14%削減した。

CO2削減効果(建物延べ床面積当たり)

冷暖房、給湯などのエネルギー消費によるCO2排出量が削減される。

	CO2削減量(kg-CO2/m ²)
全電力平均	15

)全電力平均CO2排出量:0.36kg-CO2/kWhを使用

(中央環境審議会地球環境部会目標達成シナリオ小委員会(平成14年7月))

その他の効果

クーリングタワー等の設備が必要なくなるため、屋上などの設置スペースの有効利用が可能となるとともに、水道料金が削減される。

対策費用(建物延べ床面積当たり)

- - - - -

技術導入の際の留意点

河川水熱利用の地域熱供給事業が全国4箇所で開催されている。

公共の河川を利用するため、河川法、道路法、道路交通法、下水道法などの法的手続きが必要になり、大阪の事例では申請から許可まで5年を要した。

7) 保水性建材

技術の概要

建物や道路などの表面に保水機能を有する建材を用いることにより、通常の建材にくらべより多くの水分を長時間保ち、蒸散作用により日射による建材の温度上昇を抑える。

ヒートアイランド対策効果

散水、降雨等により道路や建物表面が保水することにより温度上昇が抑制されるため、大気への顕熱フラックスが低減し、ヒートアイランド抑制につながる。

屋根では30 以上〔文献 10〕、その他の建材や道路では10 程度(90 分以上)低下する。

〔パンフ 14~16〕。

地球温暖化対策効果

夏季には蒸散により建物表面温度の上昇が抑制されるため、最上階室内への熱貫流が7 割以上低減される〔文献 10〕。シミュレーションによると、建物の冷房負荷が40%程度削減される〔文献 12〕。

その他の効果

対策費用

(国会議事堂周辺への保水性舗装の対策事例：施工面積 350m×15m)

イニシャルコスト〔環境省資料〕

保水性舗装：3000 万円

ポンプ設置：3500 万円

管路設置：5000 万円

合 計：11500 万円

技術導入の際の留意点

効果を継続させるためには、自動散水システムが必要となる。

現状では、道路や歩道などへの適用が見られるものの、建物への適用は実験段階である。

4.6 課題の整理

今回の検討では、ヒートアイランド対策技術について、主に環境影響抑制の観点から対策技術の種別および特性、対策対象施設の枠組みについて整理を行った。

今後は、対策種別毎により具体的な対策効果について整理を進めるとともに、対策に要する初期費用、維持管理費用等もあわせて整理し、経済的な面からも効率的な対策が選定できる情報整理が必要であるとする。

【参考文献リスト】(文獻7~12)

No.	対象	和文課題	著者名	資料名	発行年	抄録	概要	省エネ効果	省エネ率(%)	CO2削減効果
7	建築物の断熱性能向上に関する研究(断熱材の性能向上)	建築物の断熱性能向上に関する研究(断熱材の性能向上)	中野章生(総工務部 解説七)	日本建築学会 断熱技術集 断熱技術集	2005.07.31	断熱材の性能向上に関する研究(断熱材の性能向上)	断熱材の性能向上に関する研究(断熱材の性能向上)	断熱材の性能向上に関する研究(断熱材の性能向上)	断熱材の性能向上に関する研究(断熱材の性能向上)	断熱材の性能向上に関する研究(断熱材の性能向上)
8	光触媒 超断熱 断熱材の性能向上	光触媒 超断熱 断熱材の性能向上	宮道智朗, 武田仁(東京理大)	断熱技術集 断熱技術集	2005.07.25	光触媒 超断熱 断熱材の性能向上	光触媒 超断熱 断熱材の性能向上	光触媒 超断熱 断熱材の性能向上	光触媒 超断熱 断熱材の性能向上	光触媒 超断熱 断熱材の性能向上
9	断熱 断熱材の性能向上	断熱 断熱材の性能向上	安川香恵, 天瀬和夫, 内田洋平(産総研 断熱技術部), 大谷真幸(阪大 大工)	断熱技術集 断熱技術集	2005.07.01	断熱 断熱材の性能向上	断熱 断熱材の性能向上	断熱 断熱材の性能向上	断熱 断熱材の性能向上	断熱 断熱材の性能向上
10	断熱 断熱材の性能向上	断熱 断熱材の性能向上	石川幸雄(断熱技術研究所)	断熱技術集 断熱技術集	2004.8	断熱 断熱材の性能向上	断熱 断熱材の性能向上	断熱 断熱材の性能向上	断熱 断熱材の性能向上	断熱 断熱材の性能向上
11	断熱 断熱材の性能向上	断熱 断熱材の性能向上	久保田孝幸, 杉本英孝	断熱技術集 断熱技術集	2003	断熱 断熱材の性能向上	断熱 断熱材の性能向上	断熱 断熱材の性能向上	断熱 断熱材の性能向上	断熱 断熱材の性能向上
12	断熱 断熱材の性能向上	断熱 断熱材の性能向上	中島裕輔(工学部 断熱工), 大久保綾子(断熱工), 大久保綾子(断熱工), 大久保綾子(断熱工), 大久保綾子(断熱工)	断熱技術集 断熱技術集	2003.07.30	断熱 断熱材の性能向上	断熱 断熱材の性能向上	断熱 断熱材の性能向上	断熱 断熱材の性能向上	断熱 断熱材の性能向上

【パンプレットリスト】(パンP1~8)

No.	対策	資料名	社名等	特徴	イニシャルコスト	ランニングコスト	効果メジャー	省エネ効果	省エネ率[%] (○は削減、△は増加)	CO2削減効果
1		シヤネワーク(塗料)	ロンシール工業(株)	・塗料がのびにくかつた従来のPVC(ペス)ブルーシートより、 ・水性に塗れるので、塗料とシートを分離し、塗料の ・シヤネワーク(塗料)とシートを分離し、塗料の ・元になる太陽光線(近赤外線)を反射して防水シートの温度を下 ・げる。	8,200円/m ² (参考)一般ルーフィング:7,200円/m ² (△1,000円/m ²)	建物寿命50年、改修面積1,000m ² の 場合の改修費用 16,300,000円(改修2回×8,200円/m ²) (参考)一般ルーフィング:25,100,000円 (改修2回×12,550円/m ² +部分改修 1回×3,500円/m ²) (△8,700,000円/m ²)	夏期冷房費計算結果(屋根からの流入熱量 による比較)を例示 ※屋根からの室内に入る熱量のみを計算対象 とし、壁面の影響、気象、気温の影響は考慮 していない。 ペストブルーフィング(一般ルーフィング) 夏期熱流入量(W/m ²):77.2 : 102.5 夏期熱損失量(W/m ²):46.3 : 61.5 消費電力(kWh/m ²):15.43 : 20.50 電気料金(円/m ²):33.3 : 40.0 分布費削減率:約25%	約25%		
2		ペストブルーフィング(シート)	ロンシール工業(株)	・防水性能に定評あるロンシールの防水シート(ペストブルー)を ・グレートアップ ・遮熱性能が発揮されにくい、グレー色でも日射反射率約60%を確保	8,200円/m ² (参考)一般ルーフィング:7,200円/m ² (△1,000円/m ²)	建物寿命50年、改修面積1,000m ² の 場合の改修費用 16,300,000円(改修2回×8,200円/m ²) (参考)一般ルーフィング:25,100,000円 (改修2回×12,550円/m ² +部分改修 1回×3,500円/m ²) (△8,700,000円/m ²)	夏期冷房費計算結果(屋根からの流入熱量 による比較)を例示 ※屋根からの室内に入る熱量のみを計算対象 とし、壁面の影響、気象、気温の影響は考慮 していない。 ペストブルーフィング(一般ルーフィング) 夏期熱流入量(W/m ²):77.2 : 102.5 夏期熱損失量(W/m ²):46.3 : 61.5 消費電力(kWh/m ²):15.43 : 20.50 電気料金(円/m ²):33.3 : 40.0 分布費削減率:約25%	約25%		
3	高反射 率塗料	アットシート・カラー	NTTアドバンステック ジ(株)	・NTTの通信用施設を太陽光から守るために開発された塗料 ・屋根、屋外構造物の温度上昇を防止 ・本塗料のグレー(N-6相当)の日射反射率は61.8%<(財)日本塗 ・料検査協会測定>	8,200円/m ² (参考)一般ルーフィング:7,200円/m ² (△1,000円/m ²)	建物寿命50年、改修面積1,000m ² の 場合の改修費用 16,300,000円(改修2回×8,200円/m ²) (参考)一般ルーフィング:25,100,000円 (改修2回×12,550円/m ² +部分改修 1回×3,500円/m ²) (△8,700,000円/m ²)	夏期冷房費計算結果(屋根からの流入熱量 による比較)を例示 ※屋根からの室内に入る熱量のみを計算対象 とし、壁面の影響、気象、気温の影響は考慮 していない。 ペストブルーフィング(一般ルーフィング) 夏期熱流入量(W/m ²):77.2 : 102.5 夏期熱損失量(W/m ²):46.3 : 61.5 消費電力(kWh/m ²):15.43 : 20.50 電気料金(円/m ²):33.3 : 40.0 分布費削減率:約25%	約25%		
4		アットシート・クール	NTTアドバンステック ジ(株)	・1.液型水蒸気塗料 ・舗装面、屋上(屋根)面に塗布することで、照射付ける太陽光から ・生ずる熱を緩和 ・本塗料のグレー(N-6相当)の日射反射率は52.5% (測定機関: ・(財)日本塗料検査協会)	8,200円/m ² (参考)一般ルーフィング:7,200円/m ² (△1,000円/m ²)	建物寿命50年、改修面積1,000m ² の 場合の改修費用 16,300,000円(改修2回×8,200円/m ²) (参考)一般ルーフィング:25,100,000円 (改修2回×12,550円/m ² +部分改修 1回×3,500円/m ²) (△8,700,000円/m ²)	夏期冷房費計算結果(屋根からの流入熱量 による比較)を例示 ※屋根からの室内に入る熱量のみを計算対象 とし、壁面の影響、気象、気温の影響は考慮 していない。 ペストブルーフィング(一般ルーフィング) 夏期熱流入量(W/m ²):77.2 : 102.5 夏期熱損失量(W/m ²):46.3 : 61.5 消費電力(kWh/m ²):15.43 : 20.50 電気料金(円/m ²):33.3 : 40.0 分布費削減率:約25%	約25%		
5		アットシート・クリア	NTTアドバンステック ジ(株)	・高透明な高反射塗料(特許)と溶剤に溶かしこん ・だ塗料を、高反射塗料と溶剤を分離し、塗料の ・NTTの屋外施設(通信塔)などの温度上昇対策のために、研 ・究開発された特殊ガラスコーティング塗料 ・ガラス面を下処理し、コーティングするだけで、熱線および紫外線 ・をカット可能	8,200円/m ² (参考)一般ルーフィング:7,200円/m ² (△1,000円/m ²)	建物寿命50年、改修面積1,000m ² の 場合の改修費用 16,300,000円(改修2回×8,200円/m ²) (参考)一般ルーフィング:25,100,000円 (改修2回×12,550円/m ² +部分改修 1回×3,500円/m ²) (△8,700,000円/m ²)	夏期冷房費計算結果(屋根からの流入熱量 による比較)を例示 ※屋根からの室内に入る熱量のみを計算対象 とし、壁面の影響、気象、気温の影響は考慮 していない。 ペストブルーフィング(一般ルーフィング) 夏期熱流入量(W/m ²):77.2 : 102.5 夏期熱損失量(W/m ²):46.3 : 61.5 消費電力(kWh/m ²):15.43 : 20.50 電気料金(円/m ²):33.3 : 40.0 分布費削減率:約25%	約25%		
6		R-ベントシステム	東柳(株)	・荷重制限(60kg/m ²)の中でも、多様な植物の導入を可能にした屋 ・上緑化システム ・生育基盤の中に、かさ上げ部を設け、植物に必要な土壌を確 ・保する共に、基盤同士を連結することで土壌の連続性を確保 ・生育基盤は底面防水機能をもっており、排水力の強い人工土壌 ・と自動灌水設備を標準装備することで、省メンテナンス化	16,500円/m ² ~ ※見切り材、耐根シート、自動灌水設 ・備を含む ※植物の生育基盤は別途見積り	建物寿命50年、改修面積1,000m ² の 場合の改修費用 16,300,000円(改修2回×8,200円/m ²) (参考)一般ルーフィング:25,100,000円 (改修2回×12,550円/m ² +部分改修 1回×3,500円/m ²) (△8,700,000円/m ²)	夏期冷房費計算結果(屋根からの流入熱量 による比較)を例示 ※屋根からの室内に入る熱量のみを計算対象 とし、壁面の影響、気象、気温の影響は考慮 していない。 ペストブルーフィング(一般ルーフィング) 夏期熱流入量(W/m ²):77.2 : 102.5 夏期熱損失量(W/m ²):46.3 : 61.5 消費電力(kWh/m ²):15.43 : 20.50 電気料金(円/m ²):33.3 : 40.0 分布費削減率:約25%	約25%		
7	屋上 緑化	CA屋上緑化システム	JICA緑化協会事務 所(株)研究開発 ①西条建設(株) ②三井住友建設(株)	・樹木や草花、芝生など様々な種類の植栽を通してグリーンメニ ・ーの高い緑化が実現可能 ・人間が乗っても沈み込みがないので、屋上を芝生で緑化して軽 ・ボーンが可能 ・人工軽量土壌(CA・ソイル)は、リサイクル材料100%(生材料はク ・ルミン製)の断熱防水板(CA・ベント)によって、高い断 ・熱性能を確保	16,500円/m ² ~ ※見切り材、耐根シート、自動灌水設 ・備を含む ※植物の生育基盤は別途見積り	建物寿命50年、改修面積1,000m ² の 場合の改修費用 16,300,000円(改修2回×8,200円/m ²) (参考)一般ルーフィング:25,100,000円 (改修2回×12,550円/m ² +部分改修 1回×3,500円/m ²) (△8,700,000円/m ²)	夏期冷房費計算結果(屋根からの流入熱量 による比較)を例示 ※屋根からの室内に入る熱量のみを計算対象 とし、壁面の影響、気象、気温の影響は考慮 していない。 ペストブルーフィング(一般ルーフィング) 夏期熱流入量(W/m ²):77.2 : 102.5 夏期熱損失量(W/m ²):46.3 : 61.5 消費電力(kWh/m ²):15.43 : 20.50 電気料金(円/m ²):33.3 : 40.0 分布費削減率:約25%	約25%		
8		GREEN CUBE シリ ーズ 2)ボット	(株)大林組技術研究所	今回開発した新屋上緑化システムは、水処理用特殊排水シートを ・用いた低コスト型給水システムに特徴があります。基本システムの薄 ・層緑化システムは、土壌層が50mmと軽量でコスト削減を実現し ・ました。バリエーションとしては、置き換え可能な植物植物を利用した ・置き換えシステム、および多量に水が貯留できるボードに直接灌漑を生ずる植 ・栽ポットシステムがあります。どちらも排水シートを用いた給水シ ・ステムを採用しており、基本システムの薄層緑化と組み合わせることが可 ・能です。	16,500円/m ² ~ ※見切り材、耐根シート、自動灌水設 ・備を含む ※植物の生育基盤は別途見積り	建物寿命50年、改修面積1,000m ² の 場合の改修費用 16,300,000円(改修2回×8,200円/m ²) (参考)一般ルーフィング:25,100,000円 (改修2回×12,550円/m ² +部分改修 1回×3,500円/m ²) (△8,700,000円/m ²)	夏期冷房費計算結果(屋根からの流入熱量 による比較)を例示 ※屋根からの室内に入る熱量のみを計算対象 とし、壁面の影響、気象、気温の影響は考慮 していない。 ペストブルーフィング(一般ルーフィング) 夏期熱流入量(W/m ²):77.2 : 102.5 夏期熱損失量(W/m ²):46.3 : 61.5 消費電力(kWh/m ²):15.43 : 20.50 電気料金(円/m ²):33.3 : 40.0 分布費削減率:約25%	約25%		

【パンフレットリスト】(パンフ9～17)

No.	対策	資料名	社名等	特徴	インシャルコスト	ランニングコスト	効果メニュー	省エネ効果	省エネ率[%] (+)は削減、(-)は増加	CO2削減効果	
9	壁面緑化	1) 立体基礎式垂直緑化工法 2) 一体ユニット式垂直緑化工法 3) 2層の植物懸はん補助緑化パネル 4) 壁面緑化補助システム	東邦レオ(株) ミサワ電機技術(株) 東邦地水(株)	<ul style="list-style-type: none"> 15名の樹木匠を中心に、植物の立場から技術開発を実施 屋上緑化技術、自動灌水技術に優れている 特殊緑化分野の実績が多い 	4,894,000円 (※電気代:37,600,000円) (※1,476,000円/年)	4,894,000円 (※電気代:37,600,000円) (※1,476,000円/年)	夏季熱環境の低減効果 (※参考対象) ・朝日・西面 ・測定日:2002/8/8,9,28,29 場所:有野保健福祉センター(広島県) (HPより)床面積:2,012m ²	年間CO2排出量 削減率:約50% 従来方式:100,000t _e	CO2削減量 61(-) 対従来方式		
10	地中熱	地中熱にやさしい地中エネルギー クーラーシステム	東邦地水(株)	環境にやさしく省エネ性に優れたシステム! 地中熱利用ヒートポンプシステム	約3,600,000円	約3,600,000円/年	125m ² の住宅 132㎡の2階建て住宅 床面積、全室へのエアコン室内機の設置	年間CO2排出量 削減率:約18% 従来方式:約18kg _e /㎡(当社試算)	約18%(-) 当社試算	年間CO2削減量 削減効果は、5.2kg _e /㎡	
11	地中熱	地中熱利用冷暖房システム	旭化成ホームズ	ラジアルウェルとは、直径3～6mの浅井戸(5～6m深)の壁から帯水層に10～20mの集熱管を水平放射状に突き出して、伝熱面積を拡大し、集熱効率の高い熱交換器を開発した。	(参考)従来式(ガス床暖房・エアコン) 約1,600,000円 (※約2,000,000円/年)	(参考)従来式(ガス床暖房・エアコン) 約1,700円/㎡2年 (参考)従来方式事務所:2,750円/㎡2年	場所:福島県相馬郡新地町役場庁舎、冷暖房システム SRC造、地上4階、延べ床面積4599㎡	年間CO2排出量 削減率:約50% 従来方式:約50kg _e /㎡	CO2削減量 50(-) 対従来方式	年間CO2削減量 削減効果は、23kg _e -CO ₂ /㎡	
12	地中熱	地中熱利用冷暖房システム	三建設備工業(株)	ラジアルウェルとは、直径3～6mの浅井戸(5～6m深)の壁から帯水層に10～20mの集熱管を水平放射状に突き出して、伝熱面積を拡大し、集熱効率の高い熱交換器を開発した。	約3,600,000円	約3,600,000円/年	場所:福島県相馬郡新地町役場庁舎、冷暖房システム SRC造、地上4階、延べ床面積4599㎡	年間CO2排出量 削減率:約50% 従来方式:約50kg _e /㎡	CO2削減量 50(-) 対従来方式	年間CO2削減量 削減効果は、23kg _e -CO ₂ /㎡	
13	地中熱	ラジアルウェル型地熱探熱システム	東レ(株)	(1)優れた湧き水温度(約15～18℃)を確保し、表面が濡れない。 (2)優れた保水性(保水性:2リットル/㎡) 雨水をタイル内に一時的に蓄えるので、水が蒸発する際の冷却効果(打ち水効果)により、蓄熱効果を大幅に改善する。 夏場の暑い・晴間時に打ち水をした場合、気化熱により表面温度が10℃以上下がり、その効果が90分以上持続可能。 (3)防音性:タイルが多孔質構造であるため、雨音を小さくする。 (4)耐久性:5色展開によるさまざまなパリエーション。	2,000円/枚(306mm×306mm) (※1,359円/㎡に相当)	打ち水効果:表面温度の比較 測定日:2002/7/31 天候:晴れ時々曇	表面温度が10℃以上下がり、その効果が90分以上持続				
14	保水性建材	スバシタイル トレケール	東邦地水(株)	保水性建材 ヒートアップライランド対策として、路面温度を下げることを目的に、道路延長約350メートルにわたって保水性舗装と散水装置を設置しました。この対策により、一般的な舗装路面と比較して約10℃の温度低下が期待されます。また、露源に配慮し、散水には太陽光・風力発電を活用しています。※ヒートアップライランド現象:都市の中心部の気温が、その周辺に比べて高くなることです。湧水には地圧数から出てくる水を再利用しています。			道路延長約350メートルにわたって保水性舗装と散水装置を設置	気温が30℃を越すと5℃程度の晴天日 ・西日を受けるコンクリート面:40℃以上 ・打ち水ウォール表面:31℃(10℃以上低下)			
15	保水性建材	多機能防音緑化壁「打ち水ウォール」	大林組技術研究所	多機能防音緑化壁「打ち水ウォール」 緑化による都市景観の向上とともに、夏の暑さを和らげる壁-							
16	保水性建材	多機能防音緑化壁「打ち水ウォール」	大林組技術研究所	多機能防音緑化壁「打ち水ウォール」 緑化による都市景観の向上とともに、夏の暑さを和らげる壁-							