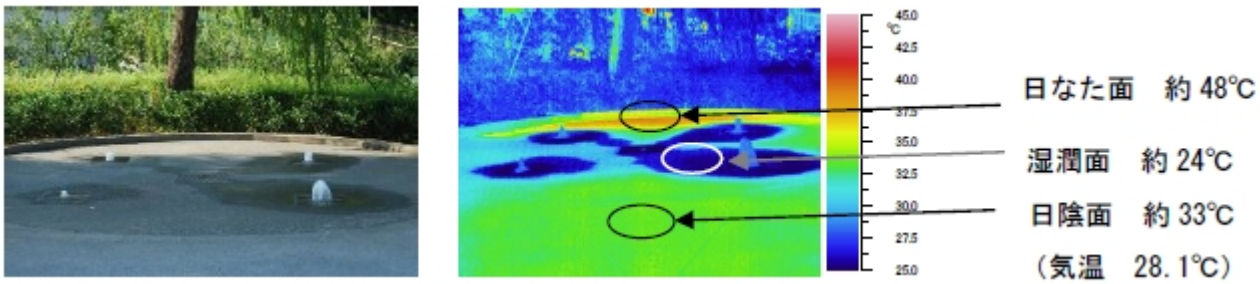
４．水を活用した対策

水を活用した対策は主に、水が蒸発する際、熱をこの状態変化のために消費する性質を利用するものです。

（１）噴水・水景観施設の活用

公園や駅前広場、建物敷地などに噴水や水景施設などを設置することにより、水が蒸発し、表面温度や施設周辺の気温が低下し、人の暑熱ストレスも改善されます。

図３－１０　噴水施設などにおける熱画像測定



（東京都港区東京ミッドタウン，2008 年 9 月 9 日　14 時　資料：平成 20 年度環境省調査）

（２）舗装の保水化と散水

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たもので、降雨や散水により保水材に吸収された水が、日射を受け蒸発し、路面温度の上昇を抑えて、周辺の気温上昇を抑制します。

降雨だけでは十分に水を供給できない場合もあり、散水を実施しているケースが多く見られます。

散水には散水車を用いる方法と散水施設を設ける方法があります。

散水の水源としては、下水処理水の有効活用などが考えられます。

保水性舗装は現在、国などで試験的な運用が実施されているところです。

（３）建物被覆の親水化・保水化

建物被覆の親水化は、光触媒（酸化チタン）を建物外皮にコーティングし、その上に散水することにより、表面に水の薄膜を形成させるもので、光触媒表面では、紫外線により酸素と水が反応し、水と非常になじみの良い親水基（－ＯＨ）で覆われることにより水が薄膜になります。

建物被覆の保水化は、建物外皮に保水性のある建材を用い、降雨や散水により保水させるものです。

水分の蒸発により、壁面の温度上昇を抑え、周囲の気温上昇を抑制するとともに、建物屋内への熱の侵入を抑制し、冷房によるエネルギー消費を削減し、空調排熱による気温上昇も抑制します。

建物被覆の親水化では、表面温度の５～１０℃程度の低下が期待され、冷房期間のみ散水することにより、冬季の暖房負荷を増加させることなく、冷房負荷を削減することが可能です。

（４）打ち水の活用

打ち水は、軒先や道路に水を撒くことにより、蒸発の際に道路面などから熱が奪われ、その周辺の気温が低下し、暑熱ストレスが緩和されます。

貯めた雨水や風呂の残り湯などを利用することが望まれます。

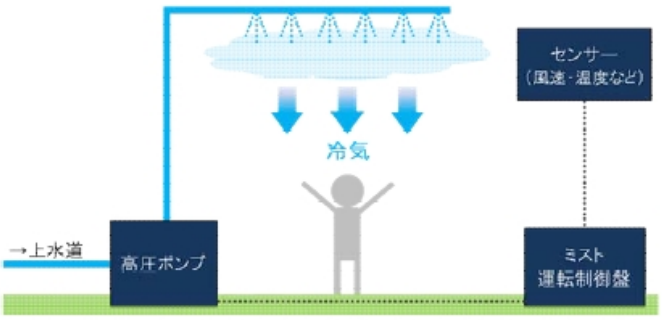
（５）ミストの活用

ミストの活用は、ミスト噴霧装置を用い、水に圧力をかけて微細なノズルからミストを噴霧するもので、ミストが蒸発する際に空気から熱が奪われ、気温が低下し暑熱ストレスが緩和されます。

効果が及ぶ範囲は限定的で、人通りの多いアーケードや駅前、イベント会場などに設置することが効果的です。

強風時はミストが拡散し、また、湿度が高い時は蒸発が抑えられ、効果が落ちます。

図３－１１　ミスト噴霧装置のシステム図



（出典：ヒートアイランド対策ガイドライン，平成21年3月，環境省）

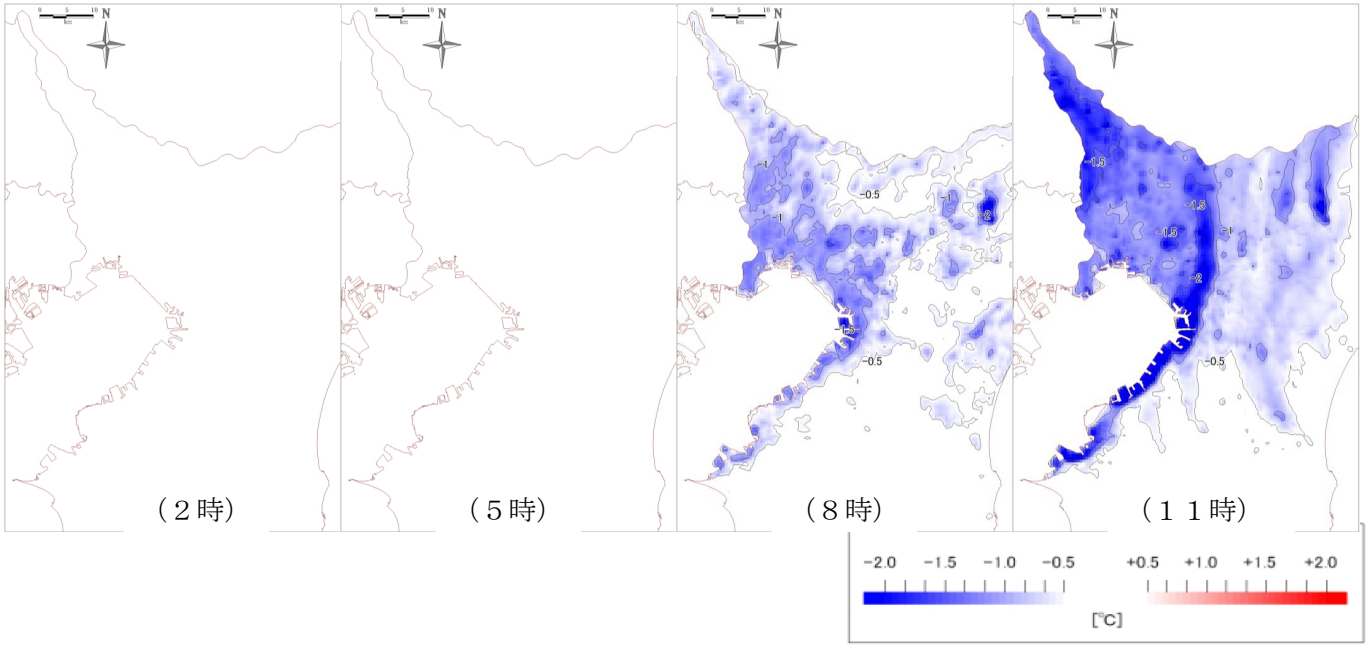
５．反射を活用した対策

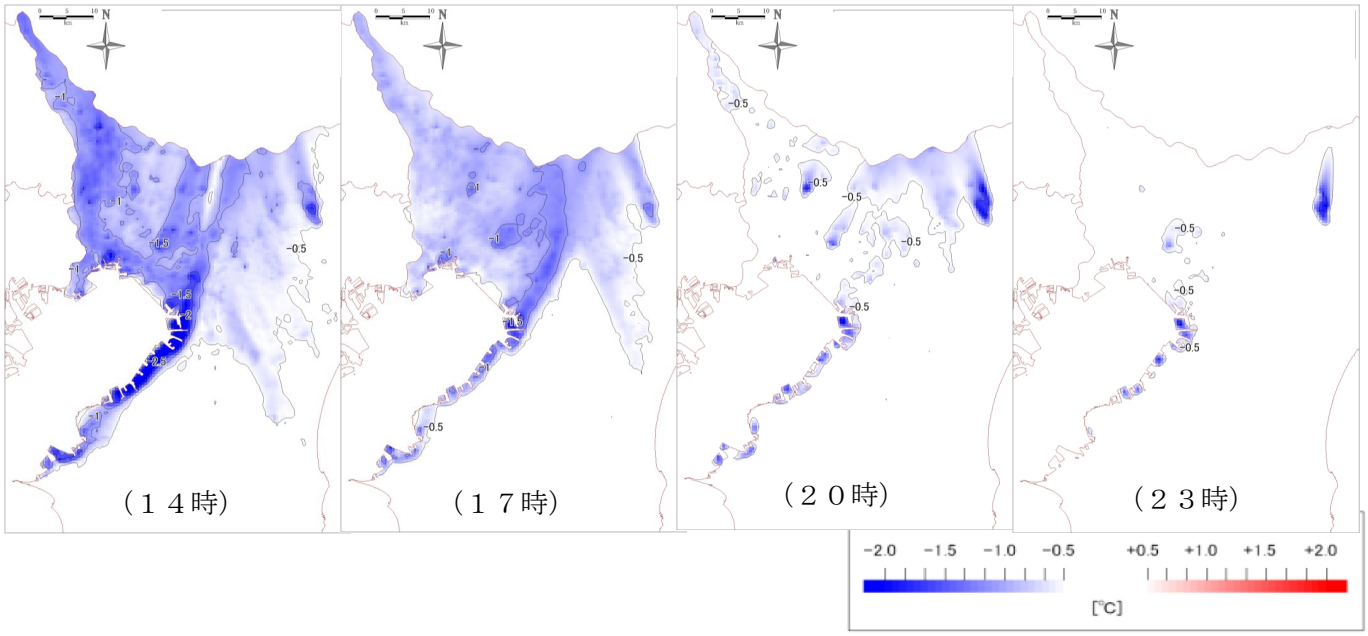
地表の舗装面や建物屋上面の日射反射率を向上させることにより、蓄熱を抑え、ヒートアイランド現象を緩和します。

この効果を検証したシミュレーション結果（第２章３．人工被覆面の対策　参照）では、日中に都市の広い領域で効果が確認されました。

環境省のヒートアイランド対策ガイドラインでは夜間の現象緩和にも有効とされていますが、本県における適用のシミュレーションでは、図３－12 のとおり、日の出後、８時には広域に効果が確認され、１７時まで効果は継続していますが、日没後、２０時には効果が持続する範囲は急激に減少し、２３時にはごく一部の地域となり、２時以降は効果が明確には認められませんでした。

図３－１２　現況と広域に高反射化対策を講じた場合の時刻別気温差





気象条件によっても異なりますが、対策の効果は、日中では顕著に出現するものの、日射のない時間帯では時間の経過とともに徐々に小さくなっていきます。

（１）遮熱性舗装の活用

歩道や車道等の舗装面は日射を受け高温となり、周辺地域の気温を上昇させます。

日射がもたらす熱のうち、約５０％は赤外領域の電磁波によるものであり、遮熱性舗装はこの赤外線を効率的に反射する特殊な顔料や材料を舗装面に塗布もしくは充填したものです。

埼玉県の試験では、日中の最高気温時に約６～12℃の表面温度の低下が確認されています。

歩行者への影響については、環境省のヒートアイランド対策マニュアル（平成 24 年 3 月）では、日中、路面の反射により日射が約 20%増加するものの、路面の温度上昇抑制により赤外放射が約 24%低減し、体感温度としては約 0.3℃低減するとされています。

遮熱性舗装は現在、国などで試験的な運用が実施されているところです。

（２）屋根面の高反射化

建物の屋根面に到達する日射は、表面温度を上昇させ、周囲の気温を上昇させるとともに、最上階の冷房によるエネルギー消費を増加させ、空調排熱による気温上昇を拡大させます。

屋根面に、赤外線を効率的に反射する高反射率塗料を塗布することにより、表面温度の上昇は抑制されます。

東京都の試験では、約 15℃の表面温度の低下が確認されています。

環境省のヒートアイランド対策ガイドライン（平成２１年３月）では、札幌、仙台、東京、福岡の４地域で空調負荷の削減効果をシミュレーションにより試算した結果が示されており、いずれの地域でも夏季の冷房負荷の削減効果が認められる一方、冬季には暖房負荷が増加しており、仙台以北では通年の空調負荷の削減効果は確認されません。

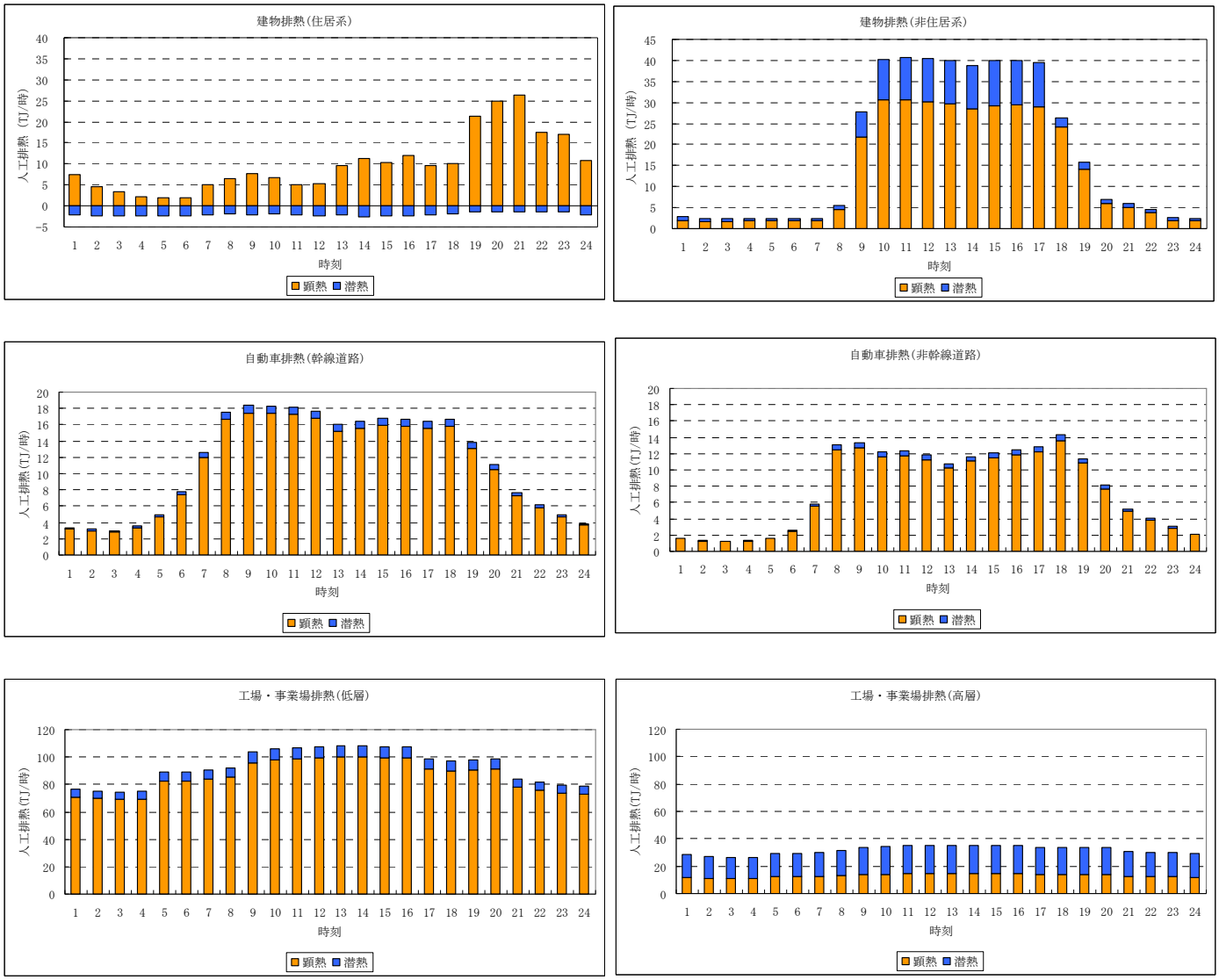
また、建物種別では、床面積に対する屋根面積の割合の大きい工場が最も通年の空調負荷の削減効果が大きく（削減率 2.0%（東京，反射率 0.5））、次に業務建物（0.9%（同））、木造戸建住宅（0.3%（同））の順となっています。

６．人工排熱対策

環境省のヒートアイランド対策ガイドラインでは、人工排熱対策を、地域冷暖房システムの活用、建物排熱の削減、自動車排熱の削減の３項目に分類していますが、ここでは、建物排熱の削減、自動車排熱の削減、工場・事業場排熱の削減の３項目とします。

人工排熱は、燃料の燃焼等に伴い直接大気に排出される顕熱と潜熱で、県全域の発生源別の時刻別排熱量は図３－13 のとおり、住居系の建物排熱以外は夜間よりも日中の排熱量が多くなっています。

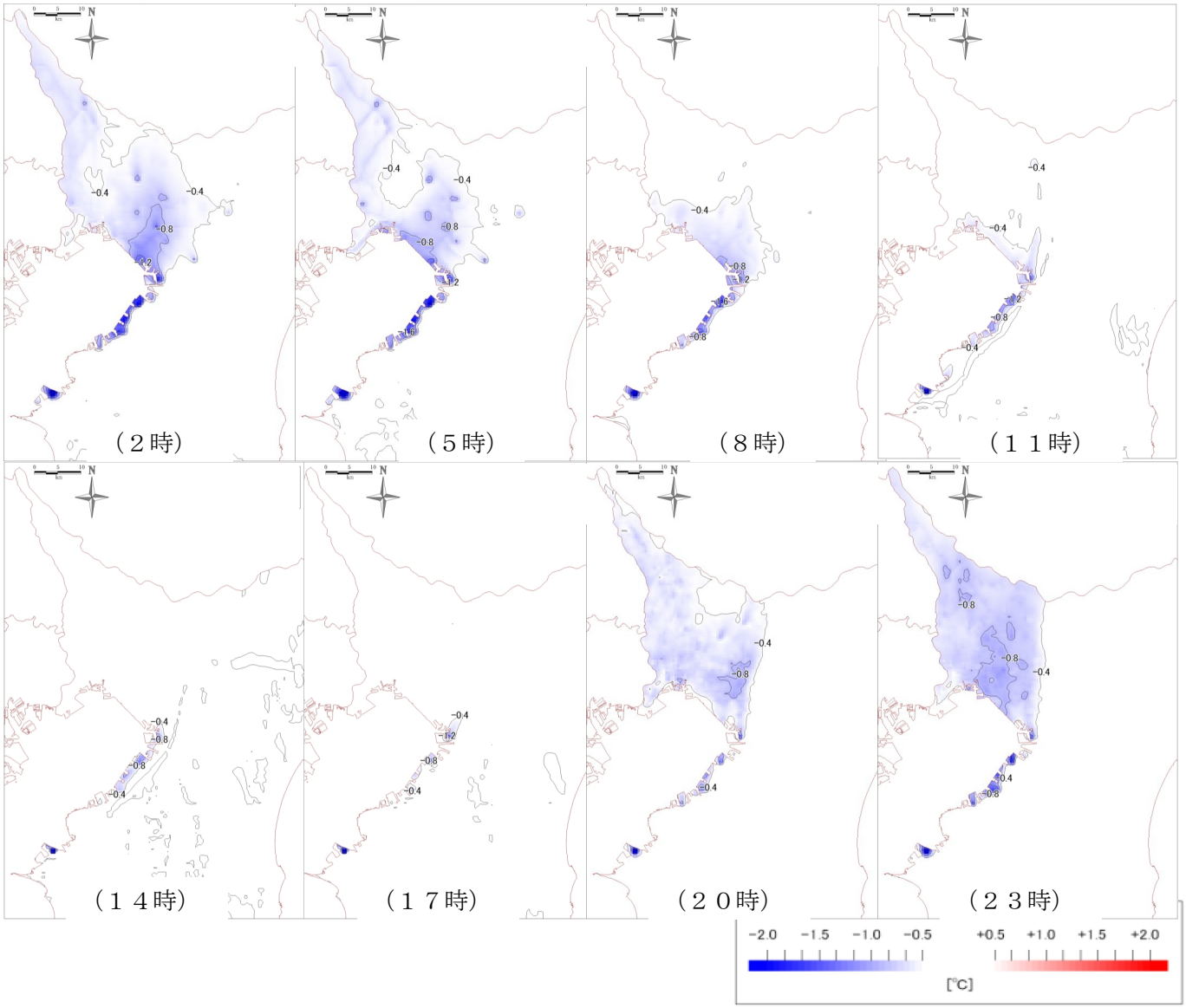
図３－１３　発生源別時刻別人工排熱量（県全域）



一方、この人工排熱を一律 50%削減し、効果を検証したシミュレーション結果（第２章４．人工排熱の対策　参照）では、夜間に比較的高い効果が確認されました。

環境省のヒートアイランド対策ガイドラインでは日中の現象緩和にも有効とされていますが、本県における適用のシミュレーションでは、図３－14 のとおり、２時、５時には広域に大きな効果が出現していますが、８時からは範囲が縮小し始め、１４時、１７時には最小となり、２０時からは再び拡大します。

図３－１４　現況と広域に人工排熱対策を講じた場合の時刻別気温差



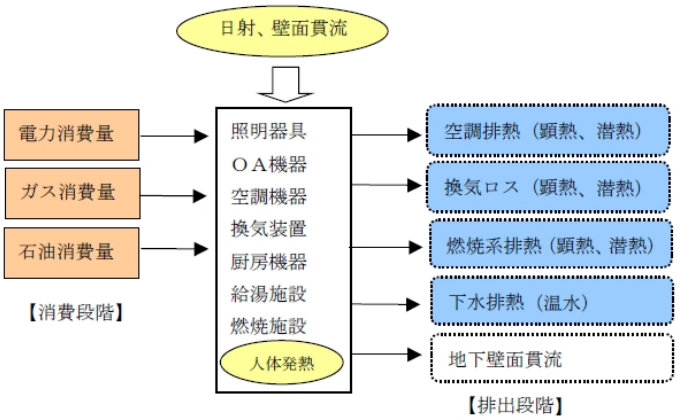
気象条件によっても異なりますが、風向・風速、大気安定度等の影響により、対策の効果は夜間大きく、日中は小さくなる傾向があります。

（１）建物排熱の削減

建物排熱は、窓から入り込む日射、壁面から侵入する熱、照明機器やパソコンなどの発熱、さらには人が発する熱などが空調等から排出されるものです。（図３－15）

標準的な業務建物からの排熱の発生源別発生割合は日射や壁面からの熱貫流が２割強、照明・パソコン等が３割強、空調機器が３割弱となっています。（表３－２）

図３－１５　建物排熱の概要



（出典：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，国土交通省・環境省）

建物排熱の対策は以下のとおりです。

①日射・壁面貫流熱の抑制

前述の屋上緑化、壁面緑化、建物被覆の親水化・保水化、屋根面の高反射化の他、屋根・天井・壁・窓・床・ドア等の断熱強化、窓面への日射遮断フィルムの適用により、日射と壁面貫流熱の侵入が抑制され、建物排熱を抑制することができます。

表３－２　業務建物からの排熱の発生源別内訳

熱の発生源		発生割合(%)
自然由来	窓からの日射	16
	壁面からの熱貫流	7
	人体発熱	13
機器由来	照明	23
	パソコン等	11
	空調機器	29
	その他	4

(出典：ヒートアイランド対策ガイドライン，平成21年3月，環境省)

窓面への日射遮断フィルムの適用については、環境省のヒートアイランド対策ガイドラインに、札幌、仙台、東京、福岡の４地域で空調負荷の削減効果をシミュレーションにより試算した結果が示されており、冷房の空調負荷はいずれの地域でも削減するものの、冬季には暖房負荷が増加し、通年で見ると札幌、仙台では空調負荷が増加する結果となっています。

②省エネの推進

ＬＥＤ照明や省エネ家電などの導入や、空調温度の適正管理、不必要な照明の消灯など省エネ対策を推進することにより、機器から排出される排熱が減少し、建物排熱を抑制することができます。

③空調機の排熱方法の改善

空調機は、一般的には室内の熱を熱交換器により大気中に顕熱として排出しますが、地中熱利用ヒートポンプを用いて地中に熱を排出したり、室外機の熱交換器に水を噴霧し、大気中に潜熱として排出することにより、建物排熱の気温への影響を低減することができます。

それぞれの方法は空調機器の効率を高める効果があるため、空調負荷も抑制されます。

（２）自動車排熱の削減

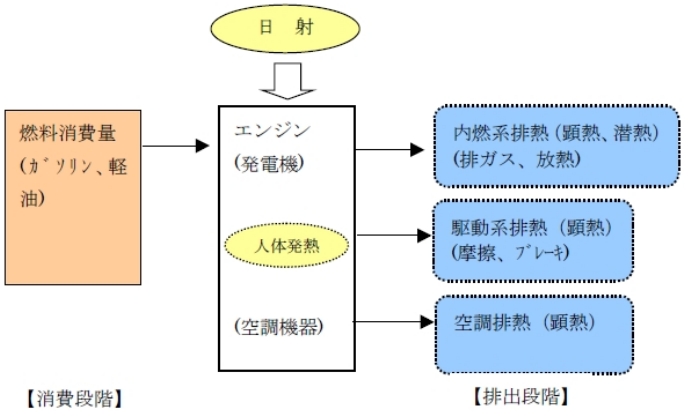
自動車排熱は、ガソリンなど燃料の燃焼による排熱で、エンジンからの排気や放熱など内燃系排熱、タイヤの摩擦やブレーキなど駆動系排熱、エアコンの使用など空調排熱に分けられます。

自動車排熱対策は、以下のとおりです。

①自動車単体の排熱削減

低燃費自動車、ハイブリッド自動車、電気自動車など単体で排熱が少ない自動車を用いることにより、自動車排熱を削減できます。

図３－１６　自動車排熱の概要



(出典：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，国土交通省・環境省)

電気自動車が消費する電気は火力発電所等で作られ、発電時に熱を排出していますが、火力発電所は、自動車の内燃機関より熱効率が高く、また、居住地域から離れ、半分以上を高層大気に排出していることから、ヒートアイランド対策として効果的と考えられます。

また、エコドライブの推進など、燃費の良い運転を普及させることも、単体としての自動車排熱の削減に資するものと考えられます。

②交通流対策の推進

自動車排熱は、走行速度が 10～70km/h では、速度が遅くなるほど大きくなります。（表３－３）

表３－３　車種別・速度別消費エネルギー係数（低位発熱基準）

単位:kcal/(km･台)

速度km/h	乗用車		バス		小型貨物		普通貨物	
	9-20時	21-8時	9-20時	21-8時	9-20時	21-8時	9-20時	21-8時
10	1,568	1,452	4,276	3,963	1,362	1,262	5,667	5,252
20	1,044	968	3,283	3,042	1,084	1,005	4,769	4,420
30	835	774	2,768	2,566	915	849	4,055	3,759
40	720	666	2,441	2,262	800	742	3,518	3,261
50	652	603	2,242	2,078	726	673	3,159	2,927
60	617	572	2,151	1,994	690	639	2,975	2,757
70	610	566	2,161	2,003	689	638	2,967	2,749

（出典：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，国土交通省・環境省）

環状道路、バイパス等幹線道路ネットワークの整備や交差点改良・踏切の立体化の推進などにより交通渋滞の緩和を図ることにより、自動車排熱は削減されると考えられます。

③交通量抑制対策の推進

交通量を抑制することによって、総体としての自動車排熱は削減されます。

貨物の自動車による輸送から鉄道や船舶による輸送への転換を図るモーダルシフトや貨物の共同輸送などの物流対策や公共交通機関の積極的活用による人流対策により交通量を抑制することができます。

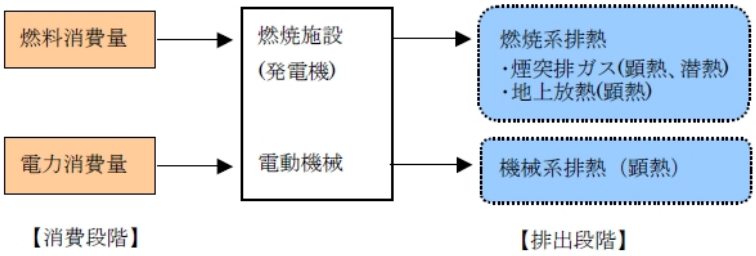
また、交通量の抑制により交通渋滞が緩和されれば、単体としての自動車排熱も削減されます。

（３）工場・事業場排熱の削減

ボイラーや金属加熱炉、石油加熱炉など燃焼施設の燃料消費で発生したエネルギーは、一部は、製品・副製品の化学エネルギーや電力などとして系外に移動しますが、大半は排熱として放出されます。

燃焼施設で回収できなかった熱の一部は燃焼排ガスに同伴して、煙突から高層大気へ放出され、残りは燃

図３－１７　工場排熱の概要



（出典：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，国土交通省・環境省）

焼施設から顕熱として低層の周辺大気に放出されます。

燃焼施設で、蒸気の生成や原料の昇温等として回収した熱も、物質の合成や加工などに使用された後、その大半が、合成・加工施設や製品等から顕熱として低層の周辺大気に放出されます。

電動機械などの電力消費で発生したエネルギーは、物質の加工等に用いられた後、加工施設や製品等から顕熱として低層の周辺大気に放出されます。

工場・事業場排熱対策としては、①工程や設備の合理化・効率化により燃料や電力の消費を削減すること、②燃焼施設の熱回収効率の向上を図ること、③排ガスや施設に水を噴霧する等顕熱を潜熱として放出すること、④低い小規模の煙突を集合させ、高い煙突とするなどヒートアイランド現象に影響の少ない高層へ熱を放出すること、などが考えられます。

７．普及啓発

普及啓発はヒートアイランド対策全般にわたって求められますが、特にヒートアイランド現象などによる熱ストレスの増大が引き起こす熱中症発症のリスク増加への対策としては、熱中症の症状、発症時の対応、予防策等を広く普及啓発していくことが重要となります。

環境省が作成している「熱中症環境保健マニュアル」からその概要をとりまとめると以下のとおりです。詳細は本マニュアルを参照してください。

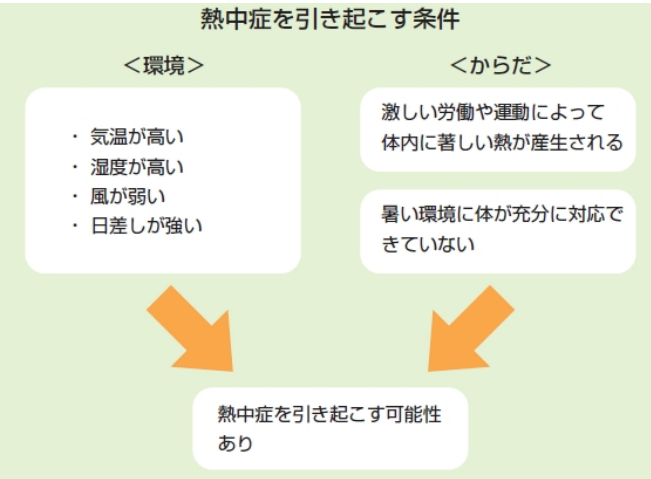
（１）熱中症の症状等

熱中症は、高温環境下で、体内の水分や塩分のバランスが崩れたり、体内の調整機能が破綻するなどして、発症する障害の総称です。

図３－18 に示す条件下で発症しやすく、脱水症状にある人、高齢者、肥満の人、過度に衣服を着ている人、普段から運動をしていない人、暑さに慣れていない人、病気の人、体調の悪い人が発症しやすくなります。

図３－19 に示すような症状があり、重症度によりⅠ度からⅢ度に分類されます。

図３－１８　熱中症を引き起こす条件



（出典：熱中症環境保健マニュアル，環境省）

図３－１９　熱中症の症状と重症度分類

分類	症　状	重症度
Ⅰ度	めまい・失神 （「立ちくらみ」という状態で、脳への血流が瞬間的に不充分になったことを示し、“熱失神”と呼ぶこともあります。） 筋肉痛・筋肉の硬直 （筋肉の「こむら返り」のことで、その部分の痛みを伴います。発汗に伴う塩分（ナトリウムなど）の欠乏により生じます。これを“熱痙攣”と呼ぶこともあります。） 大量の発汗	
Ⅱ度	頭痛・気分の不快・吐き気・嘔吐・倦怠感・虚脱感 （体がぐったりする、力が入らないなどがあり、従来から“熱疲労”“熱疲弊”と言われていた状態です。）	
Ⅲ度	意識障害・痙攣・手足の運動障害 （呼びかけや刺激への反応がおかしい、体にガクガクとひきつけがある、真直ぐ走れない・歩けないなど。） 高体温 （体に触ると熱いという感触です。従来から“熱射病”や“重度の日射病”と言われていたものがこれに相当します。）	

（出典：熱中症環境保健マニュアル，環境省）

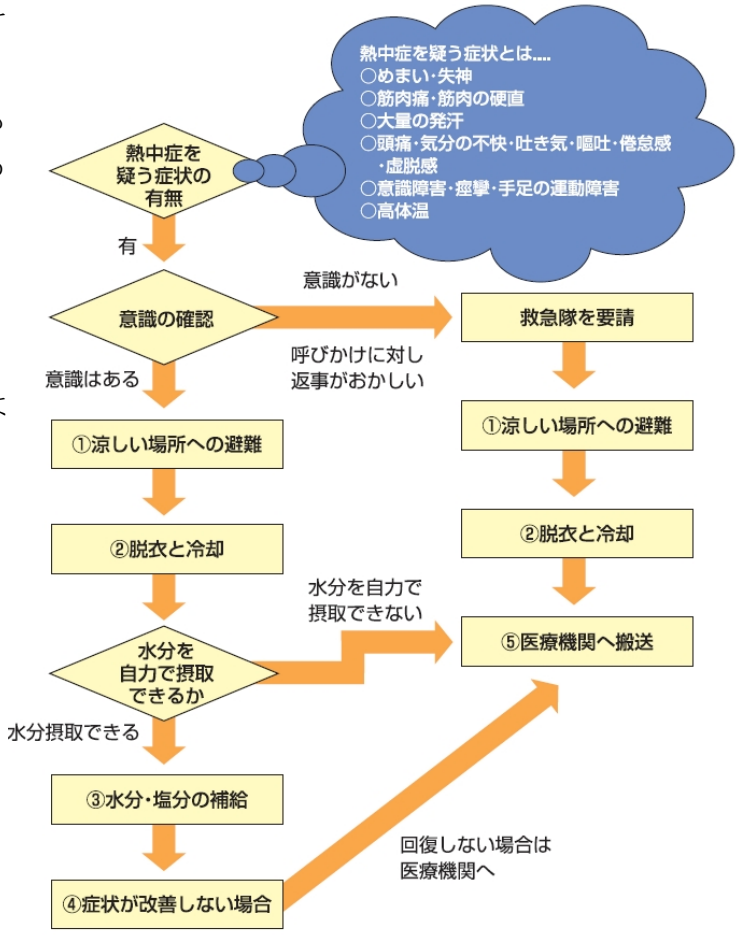
（２）熱中症発症時の応急措置

熱中症を疑った時には、死に直面した緊急事態であることをまず認識なければなりません。

重症の場合は救急隊を呼ぶことはもとより、現場ですぐに体を冷やし始めることが必要です。

現場での応急措置の概要は、図３－20 のとおりです。

図３－２０　現場での応急措置



（出典：熱中症環境保健マニュアル，環境省）

（３）日常生活での予防策

日常生活における熱中症の予防法は以下のとおりです。

①　暑さを避ける

日陰を選んで歩く、すだれ・カーテンで直射日光を防ぐなど、暑さを避ける。

②　服装を工夫する

輻射熱を吸収する黒色系の素材を避ける、襟元を緩めて通気を良くする、吸汗・速乾素材を用いるなど、服装を工夫する。

③　水分補給

のどが渇く前、暑いところに出る前から、汗で失う水分や塩分をこまめに補給する。アルコールは逆効果。

④　急に暑くなる日に注意する

暑くなり始め、急に暑くなる日、熱帯夜の翌日などは熱中症になりやすく、徐々に暑さに慣れるように工夫する。

⑤　暑さに備えた体づくり

体を暑さに慣らす（暑熱順化）ため、日頃からウォーキングなどで汗をかく習慣を身につける。暑熱順化は運動開始後数日後から起こり、２週間程度で完成するといわれている。

⑥　個人の条件を考慮する

脱水状態や食事抜きの状態で暑い環境へ絶対に行かない。二日酔いの場合も、体調が回復し食事や水分摂取が十分にできるまで、暑い環境での活動を控えるなど。

⑦　集団活動の場でお互いに配慮する

責任者は、集団活動のスケジュールを工夫したり、暑さや身体強度に合わせてこまめに休憩を入れたり、作業者を交代させて一人あたりの活動時間を短くしたりする。水分塩分補給にも注意するなど。

８．主体別の整理

主体別に各対策を整理すると表３－４のとおりです。

表３－４　主体別対策の整理

	県・市町村	事業者	県民
風を活用した対策	○都市計画等における風の活用の配慮	○風の活用に配慮した建物配置	○風の活用に配慮した建物配置
緑を活用した対策	○緑地保全に係る各種施策 ○公園等の整備 ○街路樹の整備・管理 ○公共施設の敷地緑化 ○公共施設の屋上・壁面緑化 ○河岸植樹・護岸緑化	○行政と連携した緑地保全の推進 ○宅地開発等における緑地の確保 ○建物敷地・駐車場の緑化 ○屋上・壁面緑化	○行政と連携した緑地保全の推進 ○建物敷地・駐車場の緑化 ○屋上・壁面緑化 ○緑のカーテン
水を活用した対策	○噴水・水景観施設の整備・管理 ○道路等の保水化と散水 ○公共施設被覆の親水化・保水化 ○ミスト噴射装置の整備・管理	○噴水・水景観施設の整備・管理 ○建物被覆の親水化・保水化 ○ミスト噴射装置の整備・管理	○建物被覆の親水化・保水化 ○打ち水の実施
反射を活用した対策	○道路等の高反射化 ○公共施設屋上の高反射化	○駐車場の高反射化 ○建物屋上の高反射化	○屋根面の高反射化
人工排熱対策	○断熱強化・遮光フィルム等による日射・壁面貫流熱の抑制 ○省エネの推進 ○太陽光発電の導入等	○断熱強化・遮光フィルム等による日射・壁面貫流熱の抑制 ○省エネの推進 ○太陽光発電の導入等	○断熱強化・遮光フィルム等による日射・壁面貫流熱の抑制 ○省エネの推進 ○太陽光発電の導入等
	○交通流・交通量抑制施策の推進 ○低燃費車等の積極導入	○低燃費車等の積極導入 ○公共交通機関の利用促進 ○モーダルシフト等の推進	○低燃費車等の積極導入 ○公共交通機関の活用
		○製造工程等の合理化・効率化 ○排熱回収　　○高層への放熱 ○排熱の潜熱化	
啓普発及	○各種対策の普及・啓発		
その他	都市計画、温暖化防止計画等を活用したよる総合的なヒートアイランド対策の推進		

なお、県や市町村における対策取組状況は参考資料１のとおりです。