

序 - 調査のための整理 -

1. ヒートアイランド現象とは

ヒートアイランド現象とは、都市化による地表面被覆の人工化（建物やアスファルト舗装面などの増加）やエネルギー消費に伴う人工排熱（建物空調や自動車の走行、工場の生産活動などに伴う排熱）の増加により、地表面の熱収支が変化して引き起こされる熱大気汚染であり、都心部の気温が郊外に比べて島状に高くなる現象をいう。

ヒートアイランド現象を形成する要素には、地表面被覆が変化することによる反射や放射の変化、地表面と大気間の対流顕熱や蒸発潜熱の変化、人口が集中することによる人工排熱の増加やその排出の仕方、都市をとりまく海陸風などの気候条件など、多くの要素が絡み合っている。



図1 ヒートアイランド現象に関わる要素

ヒートアイランド現象の進行状況を示す指標として「ヒートアイランド強度：高温域である都心部と低温域である郊外との温度差」や「ヒートアイランド半径：ヒートアイランド強度がある値以上の地域の面積を求め、円形と仮定してその半径を求めたもの」などが用いられる。

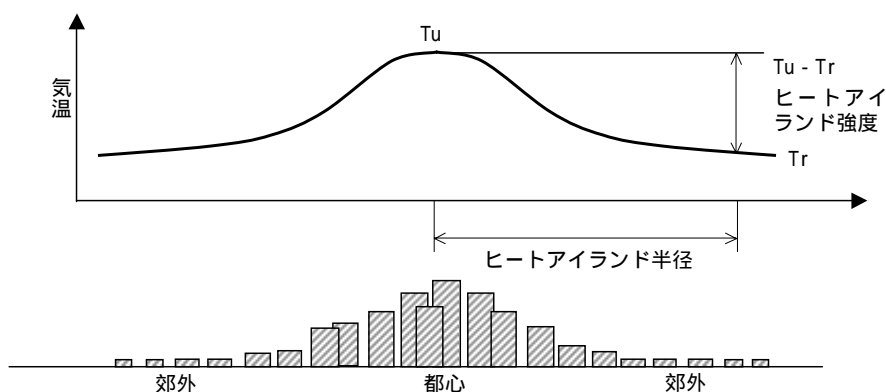


図2 ヒートアイランド強度、半径

## 2. 対象とするスケールの整理

ヒートアイランド現象やその対策を検討する場合、対象とするスケールの大きさが重要となる。ヒートアイランド現象そのものは当該都市の全体が被われる5～50万分の1スケールで把握されるものであるが、その対策を検討する場合にはスケールの大きい都市形態の改変から地表面被覆の改善、人工排熱の削減など5百分の1以下の非常に細かいスケールにまで議論が及ぶ。このため、本報告書ではスケールを以下の4つの階層に分け、それぞれのスケールに応じた現象の把握手法、指標を用いることとした。

また、本調査では第1～2階層を検討の中心とし、第3階層以下については今後の各専門分野の検討にゆだねることとした。

表1 スケールと本調査の検討対象


階層	スケールの目安	現象	検討の視点	指標
1	1/500,000～ 1/50,000	ヒートアイランド現象 海陸風（一般風）	都市の熱収支 広域都市環境気候図 (気候的等質性) <b>都市全体の形態</b>	気温差 風向風速
2	1/30,000～ 1/3,000	人工排熱の集中地区 クールスポット 川風・谷風 広幅員道路の風	狭域都市環境気候図 (熱的等質性) (微気候的等質性) <b>都市計画等</b>	気温分布 大気熱負荷量 風の通りやすさ
3	1/2,500～ 1/1,000	局地的な高温化 街路の風	地区の建物配置・形態 空調方式など <b>地区総合計画等</b>	局地的な気温分布 局地的な風向風速
4	1/500～1	熱中症 建物周辺の風 緑地の冷塊にじみ出し	人体影響 個々の建物配置・形態、 建材など <b>建物計画等</b>	体感温度 SET*

第1階層：都市全体のヒートアイランド現象が捉えられる

第2階層：都市の中で熱的・気候的特性によって等質な地域がゾーニングできる

第3階層：一団の地域の中で高温化、通風阻害など局地的な問題箇所が指摘できる

第4階層：個々の建物周辺で体感的な熱環境の問題点が指摘できる

 本調査で対象とする部分

第1～2階層は、都市の大きさによってスケールが異なる。例えば、東京と仙台ではヒートアイランド現象発生地域の規模が異なり、東京では第1階層に1/500,000のスケールが必要であるが、仙台では1/250,000で把握できる。

### 3. 本報告書で取り扱う「熱」についての整理

地表付近における熱の収支を模式的に表したのが下図である。

大気圏を通過して地表面に到達する短波・長波の放射エネルギーには以下の3つがある。

- ・直達日射（大気圏を通過して直接地表面に達する：短波長放射）
- ・天空日射（大気中で散乱されて地上に降り注ぐ：短波長放射）
- ・大気放射（大気中の水蒸気等に吸収されてその大気の温度に応じて再放射される：長波長放射）

この中でも直達日射のピーク値は緯度や季節、天候によって異なるが、夏季晴日の日中には東京で約  $1,000\text{W}/\text{m}^2$  に達する場合がある。

地表面（ここでは建物などの構造物も含まれる）に到達した太陽の放射エネルギーは、一部が反射され残りが地表面に吸収され地表面を暖める。吸収されたエネルギーは、地表面再放射エネルギー（物体表面から放射される電磁波による熱の移動）として宇宙空間に放出される他、地表面付近の大気へ対流顕熱として、あるいは水が存在する場合には蒸発潜熱となって大気に放出される。残りは地中や構造物に熱伝導で伝わっていく。

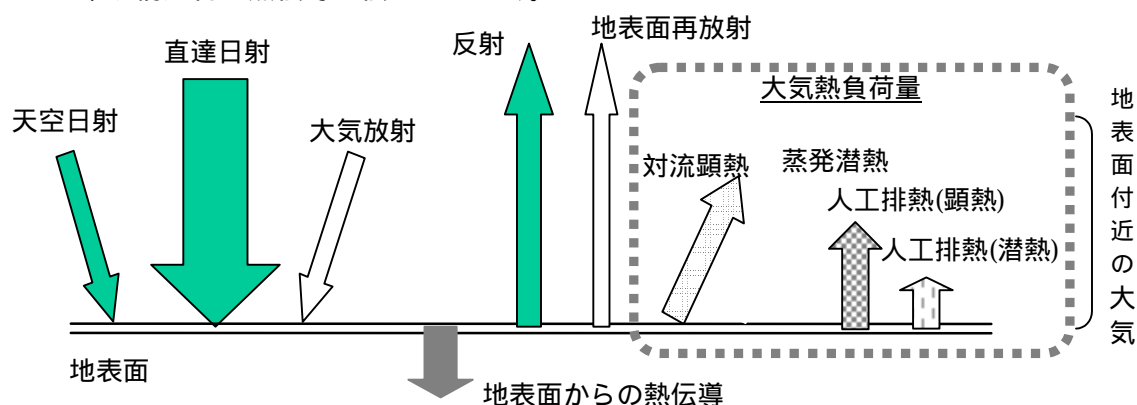


図3 地表面熱収支の模式図

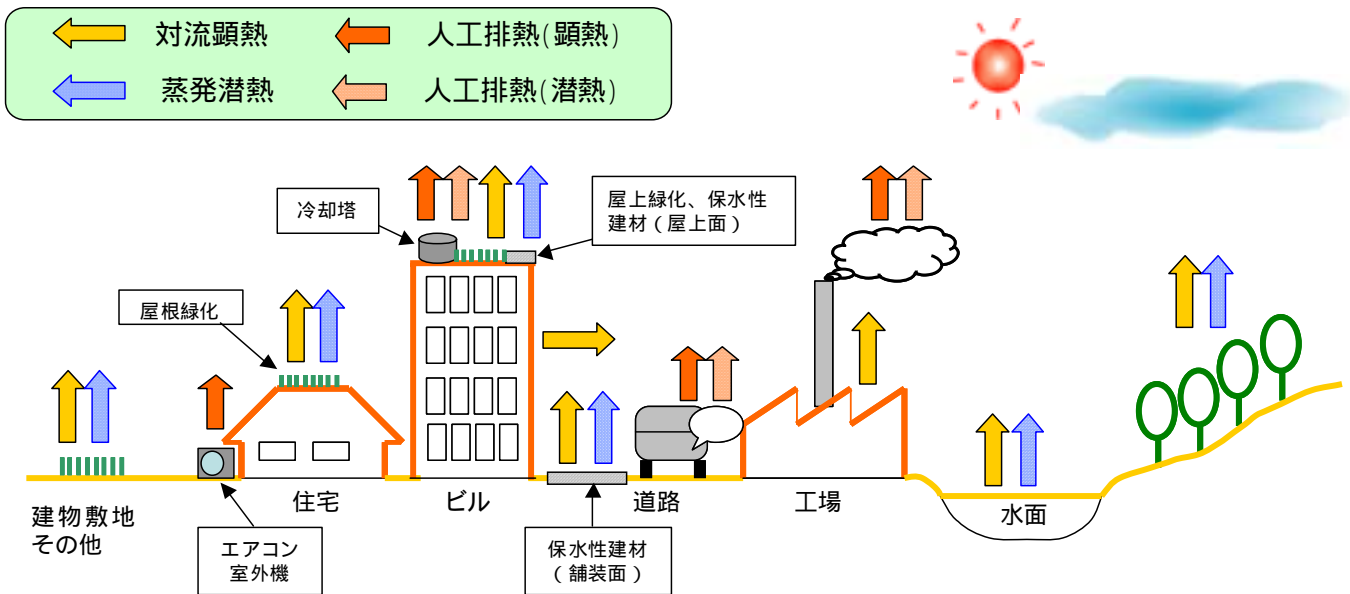
地表面ではこのようなエネルギーの入射、放射が日々繰り返され、これに風の流れが大気の流れ・拡散として関与し、その時々気温が形成されている。ここで地表面被覆などが変化すると、反射や再放射、対流顕熱や蒸発潜熱のバランスが変化し、大気への熱伝達が大きくなると大気熱収支が変化し高温化を引き起こす要因となる。同様にエネルギー消費に伴う人工排熱による顕熱や潜熱も熱収支を変化させ、都市の気温形成に影響を与える。

#### （解説）対流顕熱と蒸発潜熱

**対流顕熱：**日射などにより地面や建物が暖められると高温の地表面から周囲の大気に熱が放出される。この熱を対流顕熱と呼び、両者の温度差が大きいほど、大気風速が大きいほど放出する熱量は大きくなる。また、空調から排出される熱い空気や自動車の走行など、エネルギー消費に伴い放出される熱を人工排熱（顕熱）という。

**蒸発潜熱：**地面の温度が高くなると地面に含まれていた水分が大気中に蒸発する。この時、水分は蒸発に必要な熱を地面から奪い大気に移動するため、結果的に熱が地面から大気に移ることになる。この熱を蒸発潜熱と呼び、大気湿度が小さく風速が大きいほど潜熱は大きくなる。植物の蒸発散作用も蒸発潜熱の一つであり、水冷式の空調などから排出される水蒸気は人工排熱（潜熱）という。

本報告書では、人工的なエネルギー消費による排熱や建物表面を含む地表面から地表面付近の大気に放出される熱、すなわち「大気熱負荷量」(前頁の図の破線内)を主に取り扱う。これらの熱について、詳細を下図に示す。



**対流顕熱**

- (地表面) : 建物敷地、道路、水面等の地表面から大気に放出される対流顕熱
- (建物表面) : ビル、住宅、工場建物等の建物表面(屋根・屋上面、壁面)から大気に放出される対流顕熱
- (樹木) : 樹木から大気に放出される対流顕熱

**蒸発潜熱**

- (地表面) : 建物敷地、道路、水面等の地表面から大気に放出される蒸発潜熱
- (建物表面) : ビル、住宅、工場建物等の建物表面(屋根・屋上面、壁面)から大気に放出される蒸発潜熱
- (樹木) : 樹木から大気に放出される蒸発潜熱

人工排熱(顕熱) : 建物、自動車、工場のエネルギー消費により大気に放出される人工排熱(顕熱)

人工排熱(潜熱) : 建物、自動車、工場のエネルギー消費により大気に放出される人工排熱(潜熱)

**大気熱負荷量(顕熱)** : 対流顕熱(地表面、建物表面、樹木) + 人工排熱(顕熱)

**大気熱負荷量(潜熱)** : 蒸発潜熱(地表面、建物表面、樹木) + 人工排熱(潜熱)

図4 大気熱負荷量の説明