

## 2) 環境研究グループ

### 2) -1 屋外暑熱環境に配慮したヒートアイランド適応策に関する研究【持続可能】

#### Research on Adaptation Measures to Urban Heat Islands Considering Outdoor Thermal Environment

(研究期間 平成 29～令和元年度)

環境研究グループ 足永 靖信  
Dept. of Environmental Engineering ASHIE Yasunobu

In addition to the mitigation of air temperatures, it's very important to reconsider or involve the thermal protection for urban habitants when we study urban and architectural planning for urban heat island countermeasures. This research was performed following three issues.

- (1) Literature investigation of the thermal adaptation
- (2) Development of sensible temperature evaluation method in urban space
- (3) Heat island adaptation plan considering outdoor summertime heat

#### [研究開発の目的及び経過]

今都市のヒートアイランド対策は、2000年頃から国、自治体による調査が本格的に開始され、これまで数多くの対策ガイドラインが作成され、その中に建築研究所の研究成果が反映されているところである。最近の傾向として、都市の気温を低減させる対策から、体感温度を低減させる対策（気温上昇が避けられない場合に人間が取るべき行動や対策）に重点が移りつつある。その背景としては、IPCC第5次評価報告書やパリ協定など適応策が重視されている最近の国際的潮流があげられる。国交省でも「気候変動適応計画」を2015年に作成し、その中にはヒートアイランド対策による都市生活者の熱的保護が明示されている。今後は、国交省の対策方針を踏まえて具体的方策の評価が求められていると言える。このような状況において、ヒートアイランド対策を都市生活者の視点から再考し、講ずべき都市建築の対策や技術的課題を整理しておくことは極めて重要である。

#### [研究開発の内容]

本研究では、上記の研究目的に対応して、以下の3つの研究項目について検討を行う。

##### (1) 熱的適応性の基礎調査

適応策のうち、ヒートアイランドなど熱的問題に関して幅広く情報を収集し、緩和策との関係を整理する。

##### (2) 都市空間における体感温度評価技術の開発

熱的適応策として有効と考えられる体感温度に着目し、都市空間における体感温度の抑制技術を評価する手法を開発する。

##### (3) 屋外暑熱環境に配慮したヒートアイランド適応策

(1) (2) の検討結果を基に、屋外暑熱環境に配慮したヒートアイランド適応策を技術資料に整理するとともに、関係部局へ研究成果を周知する。

#### [研究開発の結果]

##### (1) 熱的適応性の基礎調査

ヒートアイランドの熱的適応性の観点から考察を行うための技術資料として、「アスリート・観客にやさしい道づくりに向けた提言(国土交通省)」、「夏の暑さ対策の手引き(東京都)」、「クール・シンガポール(ARUP)」、「グリーン・マーク(グリーンビルディング)」などを収集した。表1はヒートアイランド対策の緩和策、適応策を地球温暖化対策と対比したものである。都市緑化・クールスポット対策は、地球温暖化対策から見ると適応策の一種であることが解る。

表1 緩和策と適応策

	地球温暖化対策	ヒートアイランド対策
緩和策	<ul style="list-style-type: none"><li>・CO<sub>2</sub>の排出抑制(低炭素化)</li><li>・フロン等GHGの排出抑制</li><li>・二酸化炭素貯留(CCS)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・人工排熱低減</li><li>・地表面被覆の改善</li><li>・都市形態の改善(風の道)</li></ul>
適応策	<ul style="list-style-type: none"><li>・河川・海岸堤防の増強</li><li>・ダム・建物の貯水能力の増強</li><li>・都市緑化・クールスポット</li><li>・空調設備の増強</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・熱中症予報の推進</li><li>・適切な冷房装置利用の推奨</li><li>・適切な水分補給の推奨</li><li>・都市緑化・クールスポット</li></ul>

(2) 都市空間における体感温度評価技術の開発

建築研究所では、ヒートアイランド対策の評価を行うため、数値流体解析に基づく「都市の熱環境評価ツール」の技術開発に取り組んできた。この研究は、コンピュータ内に都市の標高、土地被覆、建物配置などを仮想的に再現して、都市内の風の流れや気温分布などを CFD (数値流体力学) により予測するものである。さらに、体感温度をシミュレートするには、流体解析に加え、都市空間の放射場の数値解析結果を使って、人体の熱収支モデルに平均放射温度 (MRT) を受け渡す必要がある。地物表面を面素に分割し、都市空間の幾何形状に基づいて面素同士の形態係数を算出し、短・長波放射の反射・吸収の収束計算を行う。図 1 に CFD 格子と面素の関係を示す。

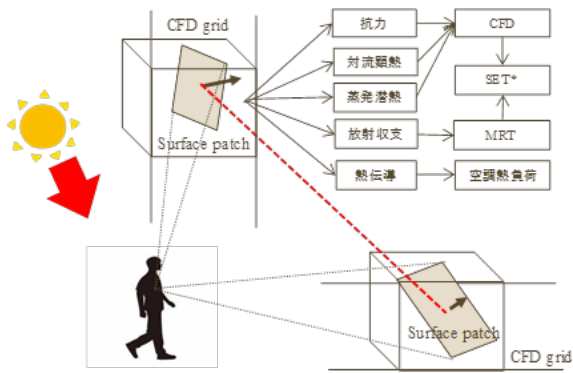


図 1 CFD 格子と面素の組合わせによる体感温度の評価

都市空間における屋外日除け空間における体感温度の抑制効果を算出できるように、「都市の熱環境評価ツール」の入出力部分及びプログラム該当部分を高度化した。日除けの評価には、最近導入事例が見られるポールス日除け (フラクタル日除け) に着目し、樹木モデルの適用を考えた。従来の樹木モデルでは、Lambert 則に基づき、葉面積密度を用いて放射減衰過程を表現しているが、ポールス日除けにおいても同様の取り扱いとした。

$$\frac{\partial L(x)}{\partial x} = -(1-\tau) \cdot F \cdot a \cdot L(x)$$

ここで、 $L(x)$  : 放射エネルギー、 $a$  : 葉面積密度、 $\tau$  : 透過率、 $F$  : 有効面積率(=1/2)である。

日除けを建物周辺に設置した場合の表面温度の分布を図 2 に示す。日除けの直下に日陰空間が形成され、地表面温度が低減する。日除け自体が空隙を有するため表面温度は地面や屋根に比較して低く表れている。

図 3 は日除けの有無が気温に及ぼす影響を気温差で表したものである。日除けの設置により、地表面近傍の気

温が低下するのに対して、地上 2.2m 付近では日除けからの放熱で気温が上昇する。

(3) 屋外暑熱環境に配慮したヒートアイランド適応策

(1) (2) の検討結果を基にした、屋外暑熱環境に配慮したヒートアイランド適応策に関する技術資料を整理した。本研究課題の研究成果は、論文発表 (Ashie 2019) するとともに、国、自治体のガイドラインに反映予定である。

参考文献 Y. Ashie, Proceedings of 5th International conference on countermeasures to urban heat islands, 2019.12

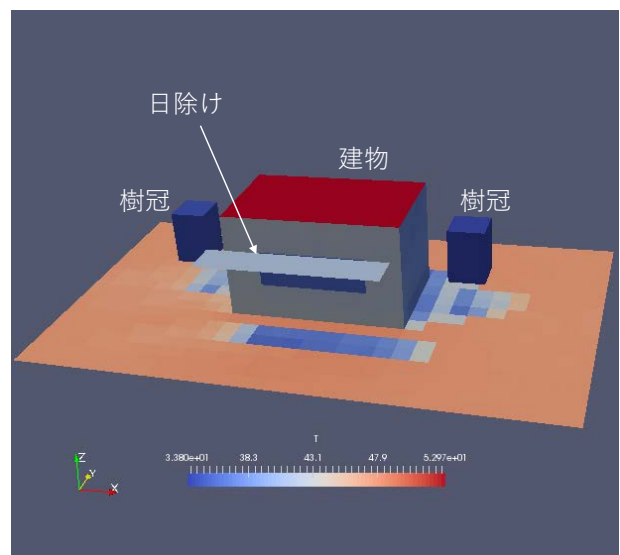


図 2 日除け設置時の表面温度分布 (夏期 14 時)

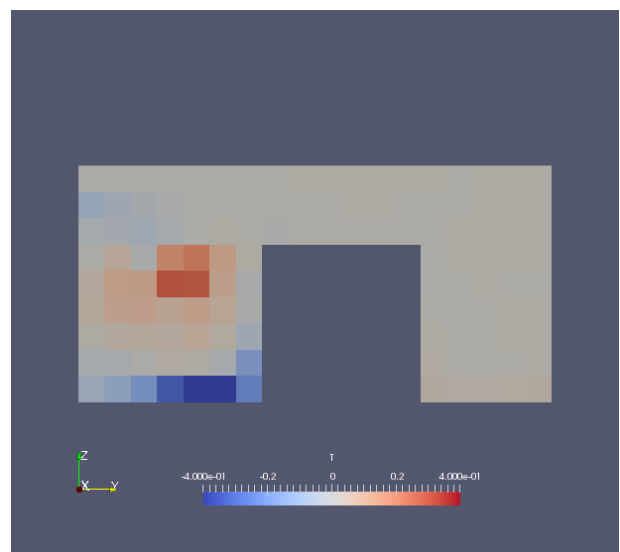


図 3 建物中央南北断面における気温差 (日除けあり一日除けなし) の分布 (夏期 14 時)