

# D4 空調排熱計算を連成させた CFD による非定常解析を用いた温熱環境評価

Estimation of urban climate based on un-steady 24-hour CFD coupling with heat release model through air conditioning

指導教員 近藤明教授・共生環境評価領域  
28H12066 村下雄司 (Yuji MURASHITA)

**Abstract:** Urban Heat Island (UHI) research mainly has focused on estimating its wide range effect of air temperature and wind pattern by modeling boundary layer as urban canopy model so far. A computational fluid dynamics (CFD) model coupled with an anthropogenic heat estimate model was developed to simulate onsite effect of UHI. In this research, two cases were calculated. One is standard city block (WithoutPV) and the other is the city block (WithPV) where all buildings are installed Photovoltaic (PV). As a result, daytime mean air temperature of WithPV case at 1.5[m] is was by 0.1 [K] higher than WithoutPV case in daily. On the other hand, the nighttime mean air temperature of with PV case was by 0.2 [K] lower than WithoutPV case. It is because of turbulent heat convection was increased and reduced by 20[W/m<sup>2</sup>] in day and night, respectively. By installing PV, can contribute to the moderation of hot night, generation and saving of energy is prospective.

**Keywords:** Urban Heat Island, Computational Fluid Dynamics, Exhaust heat, Photovoltaic

## 1. はじめに

メソスケールの気象シミュレーションでは、都市キャノピモデルにおいて運動フラックス、人工排熱のモデル化を行い、都市ヒートアイランド現象(Urban Heat Island 以下 UHI)の広域影響を計算できる。一方、ミクروسケールにおいては、3次元街区モデルを用いた数値流体力学(Computational Fluid Dynamics, 以下 CFD)は街区内の温度、風速分布を推定し、建物設備との相互作用<sup>1)</sup>を考慮できる。また観測で把握することが困難な熱フラックスと関係している街区構成物(自動車、工場、空調排熱など)なども推定することができ、都市気候形成メカニズムについて定量的な評価が可能であり、例えば UHI による実地の影響を詳細に評価することが可能となる。このような改良を行ったモデルを用いて、今後の新たな都市の在り方であるスマートシティ構築を見据えて、太陽光発電(Photovoltaic, 以下 PV)の建物外皮導入が温熱環境に与える影響について評価を行う。

## 2. 街区日射量ポテンシャルの推計

日射量ポテンシャルの高い街区を選定することで、PV 導入による室内熱負荷削減による空調排熱への影響のポテンシャルも評価することができる。回帰式を用いてメッシュごとの建物取得日射量を計算した、大阪市の空間分布を図1に示す。

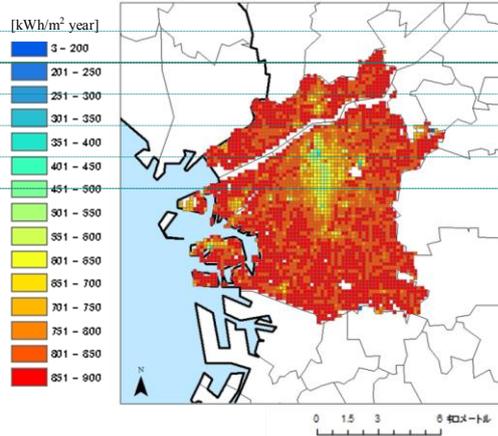


図1 大阪市の建物取得日射量[kWh/m<sup>2</sup> year]

## 3. 計算モデルと計算条件

### 3.1 計算モデル

図1に基づき、大阪府大阪市福島区福島6丁目を対象街区に選定した。選定した街区3次元モデルを作成し、CFD と建物熱負荷推計モデルを統合したモデルを用いて、現況街区(以下 WithoutPV)、PV 全面導入街区(WithPV)の2ケースの計算を行った。図2に街区モデルを示す。計算日時は8月8日5時-9日5時とした。

### 3.2 計算結果と考察

表面温度の差(WithoutPV-WithPV)を図3、各熱フラックス(輻射、対流、空調排熱)と気温の差(WithoutPV-WithPV)を図4に示した。PVを設置することによって、表面温度は日中(10時)は最大約4[°C]高く、夜間最低約4[°C]低いことが確認できる。1.5m高さ気温は、日中(9-18時頃)は WithPV の方が高く、夜間(18-4時頃)は逆に WithoutPV の方が高いという結果になった。これは PV の熱容量の小ささに起因し、建物からの対流熱が、日中において WithPV から増えたこと、また夜間においては WithoutPV から増え

コメント [k1]:

コメント [k2]: タイトルのフォーマットはありますか

コメント [s3]: 本文は太字ではないのでは?

略称の正式名称は keyword だけで?

コメント [s4]: For?

コメント [s5]: 何の結果?

コメント [s6]: 不要

コメント [k7]:

書式変更: フォント: (英) Times New Roman, (日) +本文のフォント - 日本語 (MS 明朝)

コメント [s8]: ゴシックになっている

書式変更: フォント: (英) Times New Roman, (日) +本文のフォント - 日本語 (MS 明朝)

書式変更: フォント: (英) Times New Roman, (日) +本文のフォント - 日本語 (MS 明朝)

書式変更: フォント: (日) +本文のフォント - 日本語 (MS 明朝)

書式変更: フォント: (英) Times New Roman, (日) +本文のフォント - 日本語 (MS 明朝)

書式変更: フォント: (英) Times New Roman, (日) +本文のフォント - 日本語 (MS 明朝)

書式変更: フォント: (英) Times New Roman, (日) +本文のフォント - 日本語 (MS 明朝)

書式変更: フォント: (英) Times New Roman, (日) +本文のフォント - 日本語 (MS 明朝)

書式変更: フォント: (英) Times New Roman, (日) +本文のフォント - 日本語 (MS 明朝)

書式変更: フォント: (英) Times New Roman, (日) +本文のフォント - 日本語 (MS 明朝)

たことが要因であると考えられる。また WithoutPV の空調排熱量が WithPV よりも大きくなり始める 15 時頃から WithPV と WithoutPV の気温差が小さくなっている。従って、空調排熱についても 1.5[m]高さにおける温熱環境の形成に影響していることが示唆された。街区温熱環境の変化により、withPV では 5[%]の空調消費電力削減が確認された。また局所的な温度場の変化を図5に示す。基本的に建物面付近では、面温度に起因する温度差が生じているが、例えば10時では、気温が低い場所、高い場所両方が混在している。一方夜間においては WithoutPV の方が、全体的に気温が高くなっている。これは、建物付近における面温度に起因した対流熱による気温上昇だと考えられる。

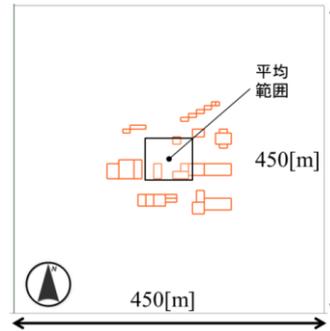


図2 街区モデル

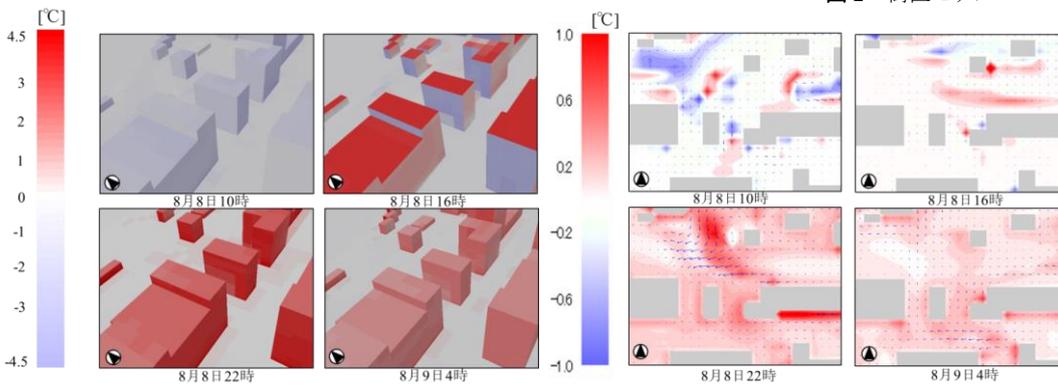


図3 表面温度差の推移(WithoutPV-WithPV)

図5 気温差(1.5m高さ)の推移(WithoutPV-WithPV)

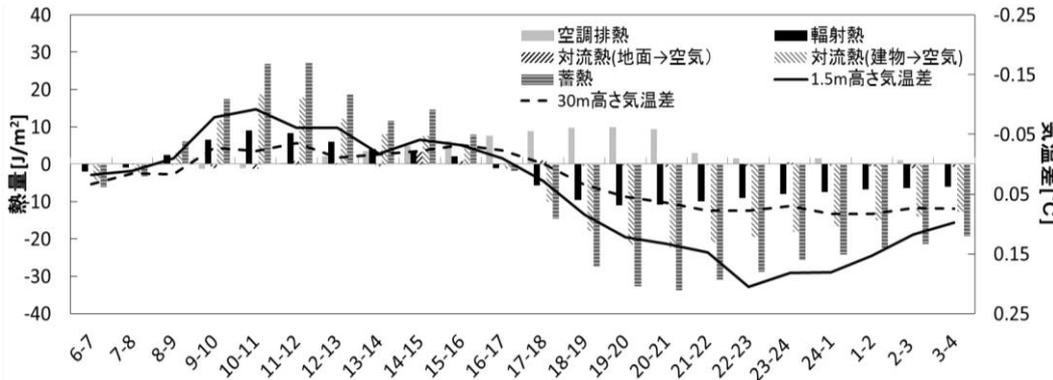


図4 街区熱収支と気温の差分(WithoutPV-WithPV)の推移

#### 4. 結論

PV の導入によって発電に加え、室内対流熱負荷の削減、それに伴う空調排熱の削減ポテンシャル、そして、夜間における対流熱の削減が示唆された。また街区内熱フラックスの変化が都市気候に与える影響についても平均フラックスであるが、定量的な関係が示唆された。今後の課題として、建物熱負荷推計モデルの高度化、熱フラックスの変化が局所的な都市気候に与える影響の解明があげられる。

#### 参考文献

- 1) 足永 靖信ら:事務所建物の空調システムの排熱特性に関する研究, 空気調和・衛生工学会論文集(75), pp.89-97(1999)